

博士論文

コミュニケーション促進と屋外自然環境変動
の積極的導入を図るオフィス環境の研究
知的生産性向上を目指した研究開発施設における
継続的実態調査と分析

沼中 秀一

論文の内容の要旨

論文題目 コミュニケーション促進と屋外自然環境変動の積極的導入を図るオフィス環境の研究
知的生産性向上を目指した研究開発施設における継続的実態調査と分析

氏 名 沼 中 秀 一

本論文は、コミュニケーション促進と屋外自然環境変動の積極的導入を図るオフィス環境の研究である。知的生産性向上を目指した研究開発施設における継続的実態調査と分析をしたものである。

筆者は、自らが設備設計を担当したプロジェクト（給湯器のメーカーの研究開発施設の新築工事）において、知的生産性向上を設計上のねらいとした設計をおこなった。建設前は研究開発拠点が静岡県の富士市（本社工場内）と富士宮市（工場棟1号棟内）に分散し、直線距離で20km以上、車で50分程度かかる場所であったため、従業員のコミュニケーションの不具合が課題となっていた。この点を解決するために研究開発拠点を統合移転することでコミュニケーションの機会を高めた。オープンタイプのオフィスで拡散的思考を重視している。その際、富士山など周辺環境のビューを生かし、外部の自然環境を導入しサーカディアンリズムを向上させることが知的生産性向上に寄与するものと考えた。

第1章では、本論文の研究背景として、知的生産性向上の必要性について述べ、知的生産性向上を目指した執務空間における執務者同士のコミュニケーションと外部の自然環境導入効果に関して、複数年に渡る継続的な実態調査によって知見を得るといふ本研究の目的を述べた。

第2章では、本研究での知的生産性の検証フレームを示し、既往の研究もふまえ、知的生産性向上を目指した執務空間においては、コミュニケーションと外部の自然環境導入が重要である点について述べた。

第3章では、自然換気や自然光といった外部の自然環境を積極的に導入した建物における実態調査を行なった。調査は客観的評価（温熱光環境実測およびアクティグラフによる測定）と主観的評価（執務者へのアンケート）の両面から実施した。アンケートは知的生産性を評価するツールSAP（Subjective Assessment of workplace Productivity、執務空間の知的生産性に関する主観的評価）やPOE（Post Occupancy Evaluation、居住後評価）を用いた。

自然換気の効果についてみると、建物運用時の執務者による任意開放時の実態としては、執務者への必要換気量を大幅に上回るものが確保できた。自然換気の開口部の操作は、およそ3割の執務者が行っていた。また自然換気効果について把握するために開口面積率（開口面積を床面積で除した比率）と室内外温度差の相関図を作成した。開口面積率が3%の場合、秋期には平均3℃程度であった。

光環境については、移転後の建物での自然光導入が大きいことを確認できた。かつ執務者の満足度が向上していることも確認できた。この点は外部の光環境の変化が、移転後の建物では執務者の快適の範囲内で積極的に導入されていることを示唆している。中庭を設けることで自然光利用が積極的になされているものといえる。

アクティグラフを用いた執務者に対する生理計測について、睡眠効率および中途覚醒とも、5名の内、3名の執務者で移転後に改善がみられた。本調査は、仕事のスタイルだけでなく家庭の影響もあるので、多くの点でのヒアリングが必要である。実態調査では被験者の母数を増やす必要もある。

SAPによる移転前後の執務環境の主観的評価では、総合評価の満足者率は移転前の夏に本社8%・富士宮24%だったものが移転後の夏には42%まで向上した。またすべての環境要素（光、温熱、空気、音）に対して、移転後に満足者率が増加しており、移転により執務環境の満足度が向上していることが確認できた。

POEにおいて、オフィスにおいて外部の自然環境を導入することの満足度と重要度が移転後に上昇した。満足度については、移転以降での上昇よりも、移転後すぐの上昇の方が大きかった。一方、重要度は、移転前後の比較よりも、移転後の夏と秋の比較の方が上昇傾向は高かった。

第4章では、分散した執務空間を統合したことにより、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握した。2ヶ所に分散していた研究開発拠点を1ヶ所に統合することで偶発的なコミュニケーションの機会を高めることをねらいとした建物における実態調査である。調査は客観的評価（インターバルカメラ撮影によるコミュニケーション量の測定）と主観的評価（執務者へのアンケート）の両面から実施した。

インターバルカメラによる撮影については、コミュニケーション量は10分間隔の撮影であっても効率的に調査できることを見出した。それをふまえた調査結果として、統合後には総量としてのコミュニケーションが統合前に比べて1.38hから1.84hに33%増加した。統合によるコミュニケーション量の増加をインターバルカメラによる客観的評価により把握することができたものといえる。

アンケートでは、他の人とのコミュニケーションのしやすさが統合後に向上した。積極的にコミュニケーションを図ることのできる環境になったものといえる。またコミュニケーションを伴う業務と個人で行なう業務の両方について、空間広さ・レイアウト・会議室・OA機器環境に加え、オフィスにおける外とのつながりの重要性が示唆された。統合後の夏にインフォーマルコミュニケーションの多かった執務者は、統合後のPOEにおける知的生産性向上に関連した2つの項目（他のメンバーの知恵・経験の活用、個人の能力・創造力を拡大できる環境）の結果が高い傾向があることがわかった。

第5章では、第3章の調査（移転前後の比較）の後も主観的評価に関する調査を継続し、移転後2年目の春、夏、秋にPOEおよびSAPによる調査を行なった。これにより、執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出した。

移転直後は、移転前に比べてPOEの総合評価が有意に満足側の申告であったが、移転後のそれ以降の時期では有意な差がみられなかったことから移転後には評価が安定しているものと考えられる。

光環境や空気環境の満足度や作業のしやすさ、SAPの6つの要素（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT環境）の重要度についても、移転後は安定した回答であった。光環境は移転後2年目に省エネ活動の観点から照度を意図的に低減したため、その際は満足度が低下した。

温熱環境の満足度については、移転後は日中にエアコンを使う夏と、日中は自然換気を行なう春・秋で評価が異なる傾向があった。夏はやや暑く湿った感じがあり、春・秋は温度も湿度も「適当」に近い評価であった。夏も中間期も自然換気を積極的に行なっていることから外気エンタルピーが影響していることが示唆された。

さらにアンケート結果について、アンケートに回答した執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分け、執務環境評価値の分析を実施した。その結果、他の人とのコミュニケーションのしやすさと業務環境満足度、業務環境の適切さについて総合的に見た満足度は、フォーマル/インフォーマルによらずコミュニケーション量が多い群の評価の方が高い傾向があった。創造的な活動のしやすさは、インフォーマルコミュニケーション量が多い群の評価が有意に高かった。創造的な活動のしやすさとインフォーマルコミュニケーションの長さに関係があることを見出した。またインフォーマルコミュニケーション量の多い群は、物理環境の内、温熱環境、空気環境、音環境の満足度が高い傾向があった。

第6章では、まず第4章で行なったインターバルカメラ撮影結果を用いた執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関して分析した。インフォーマルコミュニケーションの割合は、着席者と離席者によるインフォーマルコミュニケーションが一番多かった。

次にインフォーマルコミュニケーション量を評価対象とする行動シミュレーションモデルを用いた検討を行なった。まず入力条件の設定のために、アンケートによりタスクに関する1回の継続時間と発生確率について調査した。具体的には休憩、トイレ、コピー・プリンタの利用、ミーティング、他室での作業・打合などについて調査した。これらの調査結果をふまえて、アンケート調査を行なった建物での行動シミュレーションをおこなった。インフォーマルコミュニケーション発生確率の違い（1%、3%、

5%) によるインフォーマルコミュニケーション量は線形に変更することを確認した。

さらに標準モデルプランにおいて行動シミュレーションを行なった。コピー機や会議スペースの位置、机の向き、パーティションの有無等の違いによる感度解析を行なった。その結果、インフォーマルコミュニケーション量を高めるレイアウトとしては、動線を回廊型にすることに効果がみられた。エージェントの移動量（歩行距離）が増加することが、インフォーマルコミュニケーション量の増加に貢献する点が示唆されたものといえる。

第7章では、本論で述べた研究についてまとめた上で、今後の展望について述べた。

以上

Abstract

【Title】

Study of introduction of communication encouragement and active intake of outdoor natural environmental variation in an office environment

【Sub Title】

Analysis and on-going field survey in a research and development (R&D) building with an aim to improve workplace productivity

【Name】

Numanaka Shuichi

This paper shows study on office environment for communication encouragement and introduction of outdoor natural environmental variation. In this study, we have carried out analysis and an on-going field survey in a research and development (R&D) building that aims to improve workplace productivity.

This R&D building construction project (manufacturer of water heaters) was designed by the author. The design concept was to improve workplace productivity.

Prior to the construction of this R&D building, R&D facilities were in two locations that were situated 20 km apart; covering this distance took 50 min of travel time by car. The locations were in Fuji City and Fujinomiya City. Consequently, employee communication failure had been a problem. An improvement in workplace productivity was targeted through increasing the opportunities for communication by combining the separate research sites into a single location. This office layout was open type. In this Office, diverging thinking was valued. The view from this building was useful for refreshment. The office workers could see Mt. Fuji. In this study, we carried out a survey to verify workplace productivity improvements attributable to the use of natural ventilation, natural light and view.

In Chapter 1, as a background to this study, the necessity of workplace productivity was explained. The purpose of this study was described. The knowledge was gained by continuing survey over multiple years. The knowledge was also gained by study on office environment for communication encouragement and active intake of natural environmental variability in the outdoors.

In Chapter 2, verification frame was shown regarding workplace productivity in this paper. Based on past research, communication and the intake of the outdoor natural environment were important in office space that aimed to improve workplace productivity.

In Chapter 3, an office that introduced outdoor natural environment (natural ventilation & natural light) was surveyed. To maximize the accuracy of the study, the methodology was composed of subjective (occupants' questionnaire) and objective (using various measuring devices) evaluations. The survey of the facility's environment contained field analysis on the use of natural ventilation, light, and thermal environment measurements. The SAP (Subjective Assessment of workplace Productivity) is an evaluation tool for workplace productivity developed by the Japan Sustainable Building Consortium. The POE (pre- and post-occupancy evaluation) was used as a questionnaire that we developed concerning the workplace environment. Physiological measurements were conducted using actigraph to analyze the amount of activity and the sleep efficiency of office workers. These methods were used to verify improvements to the R&D building.

The amount of natural ventilation when the office workers optionally used the windows, greatly exceeded the necessary amount of ventilation. Approximately 30% of the workers in the office operated the windows for natural ventilation. The size of open area ratio was linked to the number of opening windows. If this ratio increased, more outdoor air could be introduced, and the difference between the inside and outside temperature decreases. The measurement results of the open area ratio and the difference between the inside and outside temperature was presented. In autumn, the difference between the inside and outside temperature was around 3 degrees in the case of 3% of opening area rate of window.

It was confirmed that the amount of natural light intake in the building after the move was larger than in the building prior to the move. It was also confirmed that satisfaction levels among workers concerning the natural light intake in the building post-move were greater than in the building pre-move. This point suggested that the outdoor natural light variation was introduced positively within the comfort of the workers in post-move building. It might be said that the natural light from a courtyard was used positively.

Physiological measurement of the workers was evaluated using an actigraph. The sleep efficiency and the nocturnal awakening of three workers from five subject workers improved after the move. This investigation was affected by not only the style of the work but also the home environment. Therefore, the hearing about many items was necessary. In this survey, it was demanded that the parameter of the object workers were increased.

In a subjective evaluation of the work environment before and after the move, the employee satisfaction rate in a comprehensive evaluation by the SAP in summer prior to the move was 8% (head office) and 24%(Fujinomiya). The rate improved to 42% in the summer after the move. In addition, for all environmental elements (light, thermal, air, sound), employee satisfaction rates increased after the move.

About the POE, satisfaction and importance of introducing outside natural environments in the office rose after the move. About the satisfaction, the rise just after the move was bigger than the rise after move. On the other hand, as for the importance, the difference between summer and autumn after the move was larger than the difference between before and after the move.

In Chapter 4, survey items were used to verify workplace productivity improvements through: 1) the identification of creativity and workplace productivity indicators (intermediate indicators) and 2) the identification of factors that stimulate (or affect) intellectual productivity and creative activity. The survey was classified into the following three methods. (1)The behavior observation survey. (The objective evaluation of workplace communication using interval cameras). (2)A questionnaire concerning workplace communication (SAP). (3)The facility environment survey measuring SAP and POE. These methods were used to assess the R&D factory building.

The survey results were compared pre-move and post-move. By the objective survey using the interval camera, an approximate 33% increase in communication volume was observed in the office space. The multiple linear regression analysis of the POE survey implied that teamwork and communication were affected by the number, dimension, and location of meeting rooms and open meeting spaces, in addition to employee satisfaction levels with the view and panorama from the office windows.

In Chapter 5, the investigation about the subjective evaluation was continued after finished the investigation of Chapter 3. Investigation by the POE and the SAP were carried out in the second-year spring, summer and autumn after the move. Through continuous investigation, knowledge about the change of the subjective evaluation of the office worker was found.

The comprehensive evaluation of the POE improved due to the move. The global assessment of the

POE was stable after the move.

Satisfaction with light environment and air environment, and importance of office environment of the SAP were also stable after the move. Satisfaction with the light environment decreased in the second-year autumn after the move. The cause was reduction of the lighting intensity for energy saving.

About the evaluation of the satisfaction of the thermal environment, it was different between the summer and middle seasons (spring, autumn). The evaluation in the summer was slightly wet and hot. The evaluation in spring and autumn were "suitable" for both temperature and humidity. The fresh air enthalpy was different in each season. The difference affected the evaluation.

Furthermore, the questionnaire results were analyzed. Workers were separated into groups of "high quantity communicators" and "low quantity communicators". The difference in work environment evaluation by the separate groups was analyzed. In the result, the evaluation of workers with higher quantities of communication was higher regarding ease of communication and office environment satisfaction. The evaluation of the group with high quantities of informal communication was also significantly higher in the ease of creative activities. A relationship was found between "ease of creative activities" and "length of the informal communication". In addition, the workers with high quantities of informal communication tended to report higher satisfaction with the thermal environment, the air environment, and the sound environment.

In Chapter 6, first of all, informal communication results by interval camera were analyzed. The percentage of informal communication between seated persons and the persons who stand near the sitter was the maximum.

The next study was human behavior simulation regarding communication. For the setting of the input condition, one continuation time and event probability about the tasks were investigated by the questionnaire. The tasks included break time, restroom, use of the copy printer, meeting, and work in the different rooms. The human behavior simulation in the building where surveyed by questionnaire was carried out by being based on the investigation. The quantity of informal communication by difference in event probability (1%, 3%, 5%) was linear.

Furthermore, human behavior simulation was calculated about standard model plan. Sensitivity analysis about the standard model plan were calculated. Sensitivity analysis target was as follows. Position of the copy machine, the orientation of the desk, the location of the meeting room, the presence or absence of the partition, such as the corridor type. This study obtained the following knowledge. The number of occurrences of informal communication was greater in the case of a galleried corridor type. If the movement amount of the agent could be increased, it is suggested it would contribute to an increase in the amount of informal communication.

In Chapter 7, the summary of this study and future outlook was described.

目次

第1章 はじめに	1-1
1.1 研究の背景と目的	1-1
1.2 論文の構成	1-3
1.3 参考文献	1-5
第2章 検討手法と既往研究	2-1
2.1 はじめに	2-1
2.2 検討手法と既往研究	2-2
2.2.1 知的生産性とコミュニケーション	2-2
2.2.2 外部の自然環境の導入に関する研究	2-5
2.2.3 執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する研究	2-6
2.2.4 竣工後の継続的な主観的評価に関する研究	2-9
2.2.5 コミュニケーション行動と執務環境の関係に関する研究	2-10
2.2.6 行動シミュレーションに関する研究	2-11
2.3 調査対象建物	2-13
2.4 継続的な主観的評価の時期と方法	2-24
2.5 まとめ	2-26
2.6 注釈	2-30
2.7 参考文献	2-31
第3章 外部の自然環境の導入に関する実態調査	3-1
3.1 はじめに	3-1
3.2 調査対象建物概要	3-3
3.3 調査概要	3-6
3.4 移転後のテクニカルセンターにおける自然換気効果の確認（客観的評価）	3-7
3.4.1 測定概要	3-7
3.4.2 測定結果および考察	3-7
3.5 移転後のテクニカルセンターにおける 自然換気の開口部の認知・利用状況（主観的評価）	3-11
3.5.1 調査概要	3-11
3.5.2 調査結果および考察	3-11
3.6 移転前後の執務空間の物理的環境要素の比較による評価（客観的評価）	3-13
3.6.1 測定概要	3-13
3.6.2 測定結果および考察	3-14

3.7	移転前後の執務環境の比較による評価（主観的評価）	3-18
3.7.1	測定概要	3-18
3.7.2	測定結果および考察	3-18
3.8	執務者に対する生理計測（客観的評価）	3-23
3.8.1	測定概要	3-23
3.8.2	測定結果および考察	3-24
3.9	まとめ	3-27
3.10	注釈	3-29
3.11	参考文献	3-35
第4章	コミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査	4-1
4.1	はじめに	4-1
4.2	知的生産性とコミュニケーション	4-3
4.3	調査対象建物概要	4-3
4.4	調査概要	4-6
4.5	インターバルカメラを用いたコミュニケーションに関する行動調査（客観的評価）	4-7
4.5.1	測定概要	4-7
4.5.2	インターバルカメラによる調査の経済的合理性からみた検討	4-10
4.5.3	測定結果および考察	4-13
4.6	アンケートを用いた職場内コミュニケーション調査（主観的評価）	4-14
4.6.1	測定概要	4-14
4.6.2	測定結果および考察	4-16
4.7	統合や環境の変化がコミュニケーションを含む 働き方・働きやすさに与える影響の把握（主観的評価に基づく統計分析）	4-19
4.7.1	環境満足度・働き方の因子分析	4-19
4.7.2	働き方・働きやすさの規定因に関する重回帰分析	4-22
4.7.3	統合前後の物理環境の変化と心理評価結果との関係に関する分析	4-26
4.7.4	行動要因と心理評価の結びつきに関する分析	4-28
4.8	まとめ	4-29
4.9	注釈	4-31
4.10	参考文献	4-45
第5章	竣工後の継続的な主観的評価に関する分析と コミュニケーション行動と執務環境の関係に関する調査	5-1
5.1	はじめに	5-1
5.2	調査対象建物概要	5-4
5.3	継続的な主観的評価の調査概要と分析方法	5-4
5.4	継続的な主観的評価の背景となる執務環境の客観的調査結果	5-9
5.4.1	測定概要	5-9
5.4.2	測定結果	5-9

5.5	主観的評価結果および考察	5-12
5.5.1	POEの満足度の総合評価に関する調査	5-12
5.5.2	SAPの物理的環境に関する調査	5-12
5.5.3	作業のしやすさに関する調査	5-17
5.5.4	SAPの環境要素の重要度に関する調査	5-19
5.5.5	継続的な主観的評価結果を通しての考察（第一の目的の観点からの考察）	5-19
5.6	執務者のコミュニケーション量の多い群と少ない群に分けた執務環境評価値分析	5-22
5.6.1	分析概要	5-22
5.6.2	分析結果および考察	5-22
5.7	まとめ	5-34
5.8	注釈	5-36
5.9	参考文献	5-37
第6章	コミュニケーションとタスクの実態調査の分析と インフォーマルコミュニケーションを予測する 行動シミュレーションへの応用	6-1
6.1	はじめに	6-1
6.1.1	研究の背景	6-1
6.1.2	行動シミュレーションに関する既往研究と本研究の目的および方法	6-2
6.2	解析手法	6-5
6.2.1	空間モデル	6-5
6.2.2	人間モデル	6-5
6.2.3	エージェントのタスク	6-5
6.2.4	コミュニケーションの扱いについて	6-6
6.2.5	シミュレーションアウトプットとしてのインフォーマルコミュニケーション	6-7
6.3	シミュレーションにおける条件設定のためのタスクに関する実態調査結果の分析	6-8
6.3.1	執務者へのアンケート調査概要	6-8
6.3.2	調査結果に基づく入力条件の決定	6-8
6.4	着席および離席の状況によるインフォーマルコミュニケーションの 実態調査結果の分析 (行動シミュレーションで対象となるコミュニケーション量の分析)	6-10
6.4.1	調査概要	6-10
6.4.2	調査結果	6-10
6.5	実態調査分析結果の行動シミュレーションへの応用	6-11
6.5.1	計算条件	6-11
6.5.2	計算結果および考察	6-13
6.6	標準モデルプランにおける感度解析	6-15
6.6.1	計算モデル	6-15
6.6.2	タスクの設定	6-15
6.6.3	解析ケース	6-16

6.6.4 計算結果および考察	6-20
6.7 まとめ	6-24
6.8 注釈	6-25
6.9 参考文献	6-29
第7章 結論と今後の展望	7-1
7.1 本論文の結論	7-1
7.2 今後の展望	7-5

第1章

はじめに

1.1 研究の背景と目的

わが国では、情報通信技術をベースとした知識社会が進展している一方で、人口減少・少子高齢化が問題になっている。この人口減少社会において、持続可能な発展を今後も継続するためには、生産性の向上が必要となる。特に、知識社会に対応するためには、知的生産性の向上が重要なテーマとなる[文 1.1]。

そのため近年、オフィスの知的生産性向上に関する研究がおこなわれている。

上原ら[文 1.2][文 1.3]は「人にやさしい空間」の研究として、「人と建築とのより良い関係」に対する仮説を科学的根拠に基づいて検証し、「人に良い影響を与える空間」の設計・制御技術確立を目指し実施してきた。得られた知見は、光環境、視覚刺激、温熱環境など多岐にわたるものである。

高橋ら[文 1.4]~[文 1.6]は、温熱環境が執務者のサーカディアンリズムに影響を与えている点を被験者実験により確認した。昼の12時に室温を3°Cステップアップさせた温度制御では、深部体温リズムの振幅増大が確認された。

またラッセル・フォスターら[文 1.7]によれば、サーカディアンリズムを同調させうる様々な24時間周期が存在し、光、温度、湿度、食物などのみならず、社会的接触（すなわちコミュニケーション）もその一つである。

岡本[文 1.8]によれば、定常的なコミュニケーションを円滑にすることで協働作業のための知識変換が促進され、偶発的なコミュニケーションを誘発することで組織の枠を超えた知識変換が促進される。

緑川ら[文 1.9]は、アンケートにより、コミュニケーションの満足度が高まると情報の伝達がスムーズに行われ知的生産性が向上すると考えられ、知識創造職務においてはコミュニケーションを特に必要とするため知的生産性との相関関係がより強い可能性があることを示唆している。

吉田[文 1.10]によれば、生産性は「産出物／投入物」という形で表される。しかし知的生産性の向上を評価する対象として、新商品の開発や特許取得などの直接的な指標を把握することは困難である。村上[文 1.11]も知的生産性の場合、分母も分子も定義や定量的評

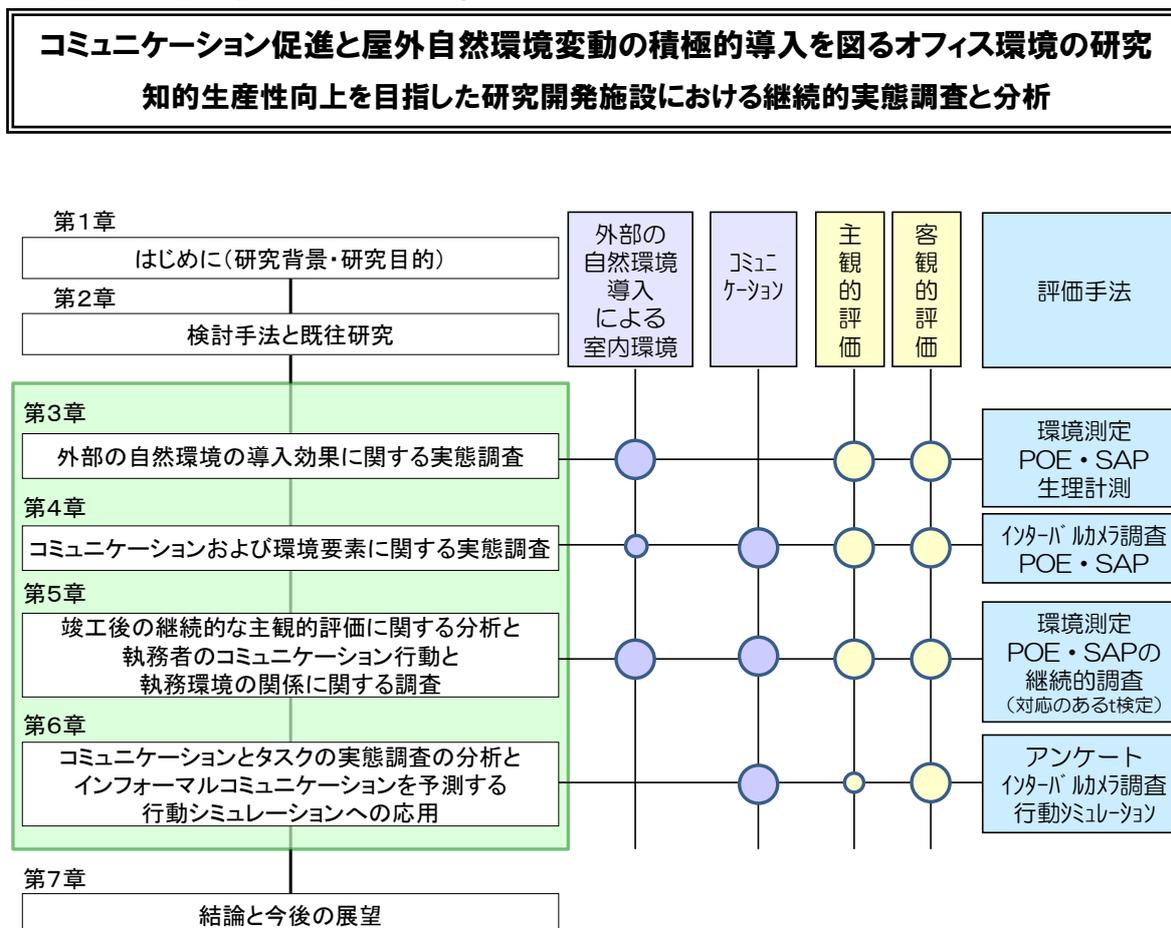
価が困難であることを指摘している。そこで間接的な指標として、執務環境に代表される「知的生産性の影響要因」やコミュニケーション量などの「知的生産性の中間指標」を用いた評価が進められているものといえる。

筆者は、自らが設備設計を担当したプロジェクトにおいて、知的生産性向上を設計上のねらいとした設計をおこなった。具体的には、給湯器のメーカーの研究開発施設である。建設前は研究開発拠点が静岡県の富士市（本社工場内）と富士宮市（工場棟1号棟内）に分散し、直線距離で20km以上、車で50分程度かかる場所であったため、従業員のコミュニケーションの不具合が課題となっていた。この点を解決するために研究開発拠点を統合移転することでコミュニケーションの機会を高めた。オープンタイプのオフィスで拡散的思考を重視している。その際、富士山など周辺環境のビューを生かし、外部の自然環境を導入しサーカディアンリズムを向上させることで知的生産性向上を設計上のねらいとした。既往研究[文 1.2] [文 1.3]において、一日周期の外部の物理的周期（サーカディアン条件）と人間の生理的な周期が同期していることが自然であり、知的生産性にもよいことが示されていることをふまえたものである。

このような背景から、本研究の目的は、知的生産性向上を目指した執務空間において、統合移転前後の複数年に渡って執務者同士のコミュニケーションや外部の自然環境導入効果に関して実態調査を行なうことで、他の研究者の研究の一助になるような知見を得ることとした。

1.2 論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。



POE : Post Occupancy Evaluation 居住後評価

SAP : Subjective Assessment of workplace Productivity 知的生産性測定システム[文 1.12]

本研究の目的となる知見を得るために、各章での研究の目的は、より具体性を持ったものとした。

第2章では、検討手法と既往の研究のレビューを行なった。

第3章では、一日周期の外部の物理的周期（サーカディアン条件）と人間の生理的な周期が同期していることが自然であり知的生産性にもよいと考えた上原らの「人にやさしい空間」についての実際の建物における知的生産性向上に寄与する知見を得ることとした。

第4章では、分散した執務空間を統合したことにより、既往研究からの検証手法の拡張として、コミュニケーション量の客観的・主観的評価を行なった。また統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握することとした。

第5章では、POE・SAPに関する既往研究に対して、調査の時間的拡張として、移転後2年目も春、夏、秋と季節を変えて調査を継続した。その際、調査期間中に執務を継続している執務者104名を対象に対応のあるt検定を行なった。これにより、執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出すこととした。本研究において、統合移転前後および移転後の複数年に渡り、同じ執務者を対象に調査し、対応のあるt検定を用いて比較したことは意義のあるものと考えている。さらにその結果を利用して執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分け、執務環境評価値の分析を実施し、コミュニケーション量の違いと執務環境の評価に何らかの関係性があるかどうかを調査することとした。

第6章では、執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関する実態調査を分析して行動シミュレーションに応用し、そのシミュレーションの有効性を検証することとし、さらに行動シミュレーションを標準モデルのオフィスに用いて感度解析を行なうことにより、知的生産性向上の検討に寄与する知見を得ることとした。

1.3 参考文献

- [1.1] 国土交通省:知的生産性研究委員会報告書(平成 24 年度),2013.3
- [1.2] 上原茂男・加藤信介ら:「人にやさしい空間」の研究(その 1~その 10), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) 2008 年 9 月
- [1.3] 上原茂男・加藤信介ら:「人にやさしい空間」の研究(その 11~その 24), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) 2009 年 8 月
- [1.4] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子:サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響, 日本建築学会環境系論文集 第 76 巻 第 662 号,pp.335~343,2011 年 4 月
- [1.5] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子:サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響 その 2 環境変化に敏感な性格傾向を持つ執務者の日中の活動・夜間の睡眠についての検討, 日本建築学会環境系論文集 第 79 巻 第 695 号,pp.11~17,2014 年 1 月
- [1.6] Hiroki Takahashi・Atsuo Ishikawa・Masaaki Higuchi・Shinsuke Kato・Tomohiro Kuroki・Naoko Nozaki: Psychological experiment on the evaluation system of creativity, HVAC&R Research, 18(1-2):pp.225~232,2012
- [1.7] Russell Foster (ラッセル・フォスター)・Leon Kreitzman (レオン・クライツマン) 著, 本間徳子訳:生物時計はなぜリズムを刻むのか, 日経 BP 社, 2006 年 1 月
- [1.8] 岡本章伺:コミュニケーションマネジメントによる知的生産性の向上, 知的資産創造, 第 7 巻第 1 号, pp.93~101, 1999 年
- [1.9] 緑川ゆり・伊香賀俊治・佐藤啓明・割田知裕:オフィスの建築空間とコミュニケーションが知的生産性に与える影響, 2010 年度日本建築学会関東支部研究報告集, pp.149~152, 2011 年 3 月
- [1.10] 吉田孟史:ホワイトカラーの知的生産性 ー予備的考察ー, 経済科学第 45 巻第 1 号, 名古屋大学経済学部経済学研究科, 1997 年 6 月
- [1.11] 村上周三:知的生産性研究の展望, 空気調和・衛生工学, 第 81 巻第 1 号, pp.3~8, 2007 年 1 月
- [1.12] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著:誰でもできるオフィスの知的生産性測定 SAP 入門, テツアドー出版, 平成 22 年 1 月

(Blank Page)

第2章

検討手法と既往研究

2.1 はじめに

村上[文 2.1]によれば、知的生産性研究の手法と既往研究は、実験室実験による検討、現地実測による実作業評価、生理量に着目した客観的な評価、アンケートによる主観的な評価などに大別される。本研究ではそれらの内の現地実測（環境評価、コミュニケーション量評価）、生理量評価、アンケートを検討手法として用いる。

図 2.1 に検証フレームを記す。これは本研究の内容を体系的にまとめたものである。創造性・知的生産性の指標（直接指標・中間指標）と創造・知的生産活動の刺激（影響）要因の両面からアプローチしている。調査内容は、①職場内コミュニケーションに関するアンケート、②行動に関する調査、③施設環境に関する調査（光・温熱環境、SAP[注 2.1]および POE アンケート）、④生理計測の4つに分類される。調査はアンケートによる主観的評価と測定機器を用いた客観的評価の両方からアプローチしている。

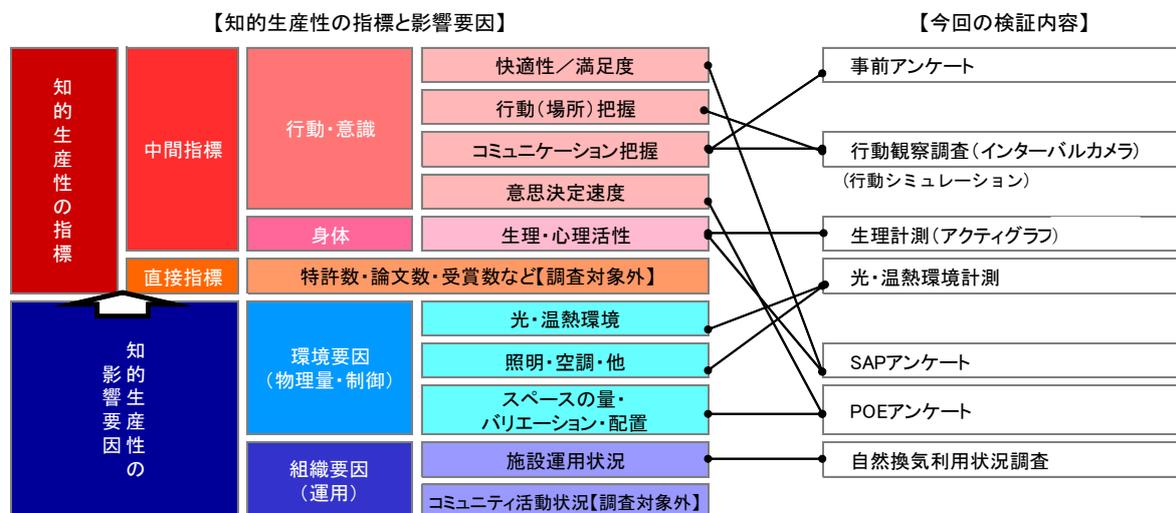


図 2.1 検証フレーム

2.2 検討手法と既往研究

2.2.1 知的生産性とコミュニケーション

国土交通省の知的生産性研究委員会報告書[文 2.2]において、「建築空間と知的活動の階層モデル」という概念モデル（図 2.2）が構築されている（杉浦・村上・田辺ら[文 2.3]からの引用）。

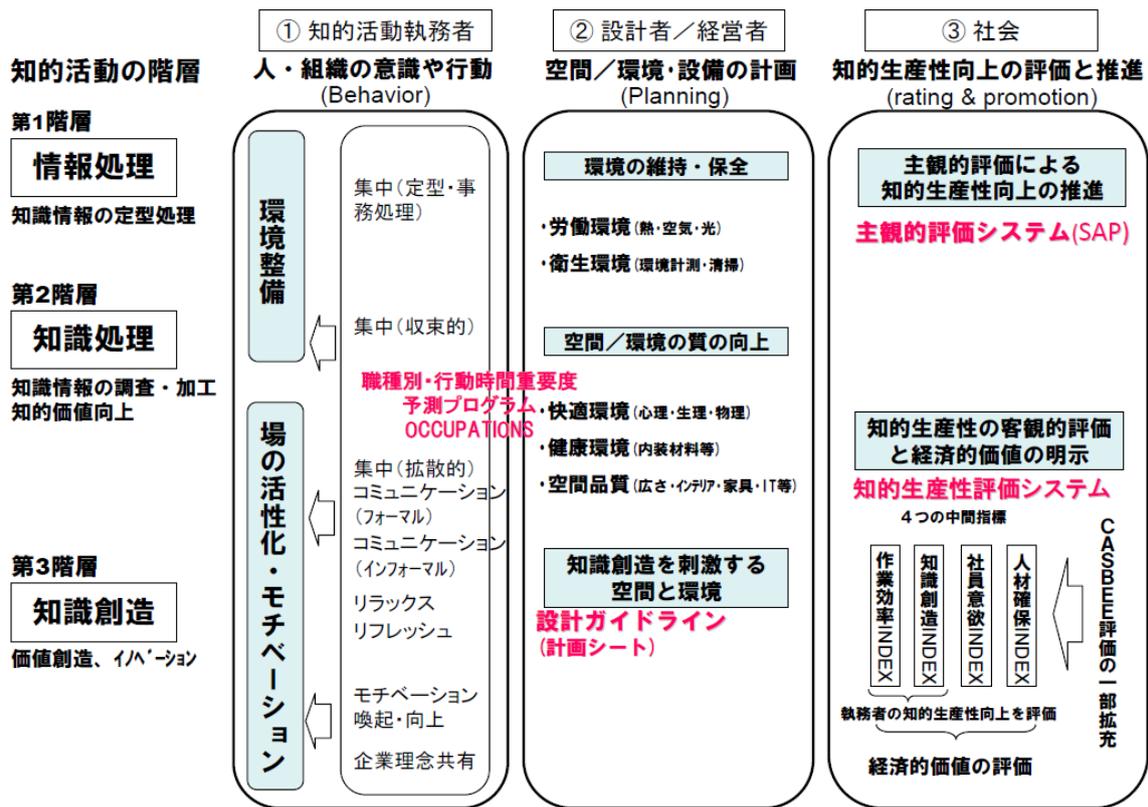


図 2.2 建築空間と知的活動の階層モデル[文 2.3]

報告書の中で知的活動は3つの階層により構成される。第1階層は情報処理（知識情報の定型処理）、第2階層は知識処理（知識情報の調査・加工、知的価値の向上）、第3階層は知識創造（価値創造、イノベーション）である。第1階層から第3階層へと、より上位の階層になるに従い、人の行動による「場の活性化」が求められている。具体的には、集中できる、コミュニケーションできる、リラックスするなどである。このことからコミュニケーションが知的生産性向上のための重要な要素の一つといえる。

また①知的活動執務者（人・組織の意識や行動（Behavior））、②設計者/経営者（空間

／環境・設備の計画 (Planning))、③社会 (知的生産性向上の評価と推進 (rating& promoting)) の3つのアプローチがある。Behavior は、「情報処理」、「収束的思考」、「拡散的思考」、「リラックス (休息)」、「リフレッシュ (切替)」、「フォーマルコミュニケーション (予定されていた会議や打合せ)」、「インフォーマルコミュニケーション (偶発的な雑談や打合せ)」の7種類に分類される。これらの7種類の Behavior は、環境整備や場の活性化・モチベーションに影響を与えるものである。Planning には、環境の維持・保全、空間／環境の質の向上、知識創造を刺激する空間と環境がある。rating&promoting としては、主観的評価システム (SAP) (Subjective Assessment of workplace Productivity)) を用いた知的生産性向上の推進と CASBEE 評価の一部拡充による知的生産性の客観的評価と経済的評価の明示がある。

西原ら[文 2.4]の図 2.3 によれば、コミュニケーションは場の活性化に貢献し、コミュニケーションの場としての室内環境質も重要といえる。

すなわち、コミュニケーションの向上や室内環境質の向上は貢献、知的生産性の向上に貢献するものといえる。

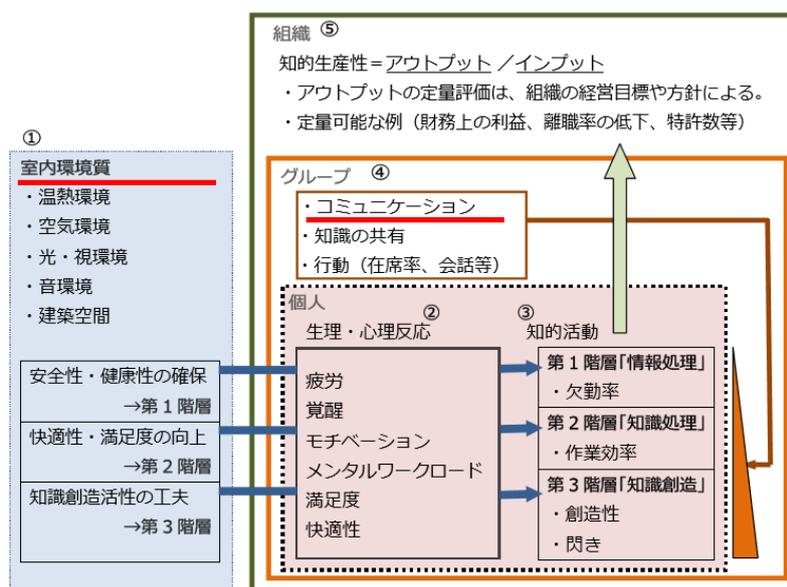


図 2.3 室内環境質と知的生産性の関係の図[文 2.4]

岡本[文 2.5]によれば、定常的なコミュニケーションを円滑にすることで協働作業のための知識変換が促進され、偶発的なコミュニケーションを誘発することで組織の枠を超えた知識変換が促進される。

緑川ら[文 2.6]は、アンケートにより、コミュニケーションの満足度が高まると情報の伝達がスムーズに行われ知的生産性が向上すると考えられ、知識創造職務においてはコミュニケーションを特に必要とするため知的生産性との相関関係がより強い可能性があることを示唆している。

本研究においては、SAP と、7つの Behavior の内、コミュニケーションに関係する「リラックス（休息）」、「リフレッシュ（切替）」、「フォーマルコミュニケーション（予定されていた会議や打合せ）」、「インフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打合せ）」についての場所と時間に関する移転前後のアンケート調査を実施した。表 2.1 にコミュニケーションの定義と分類を記す。

表 2.1 コミュニケーションの定義と分類^{*1)}

分類	内容
① フォーマル コミュニケーション	あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行なうもの。打合せ・会議など。
② インフォーマル コミュニケーション	あらかじめ目的と場所、時間、出席者が決まっていない偶発的なもの。たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など。
③ リラックス&リフレッシュ (1人での実施含む ^{*2)})	疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。

※1) 本表の各分類の内容は、参考文献 2.2 の定義に基づく

※2) 1人でのリラックス&リフレッシュはアンケート調査のみ

吉田[文 2.7]によれば、ホワイトカラーの生産性は5つの要素で構成されている。第一は個人業務の生産性（個人生産性）、第二はチームの生産性、第三は階層の上下間での相互作用に関する生産性（階層生産性）、第四は部門間生産性である。第五は組織生産性である。各要素ではコミュニケーションが重要となる。個人生産性においては OJT(オンジョブトレーニング)や教育・訓練により生産性が向上する。チーム生産性においてはメンバー間の相互作用の頻度の設定などが生産性に影響する。階層生産性においては上司の行為によって部下は的確に業務を遂行できる。的確な指示、タイミングよい部下への行動の目配りと後押し、能力向上や業務遂行のための手ほどき（コーチング）などである。部門間生産性においては業務の連絡と知識の受け渡しの効率性などである。組織生産性は前述の各生産性が陥りやすい局所的最適化を避けるために、全体的な視野での生産性基準を構築するものである。

2.2.2 外部の自然環境の導入に関する研究

上原ら[文 2.8][文 2.9]は「人にやさしい空間」の研究として、「人と建築とのより良い関係」に対する仮説を科学的根拠に基づいて検証し、「人に良い影響を与える空間」の設計・制御技術確立を目指し実施してきた。得られた知見は、光環境、視覚刺激、温熱環境など多岐にわたるものである。外部の自然環境の導入およびサーカディアンリズムを整える空間の重要性を指摘している。

高橋ら[文 2.10]~[文 2.12]は、温熱環境が執務者のサーカディアンリズムに影響を与えている点を被験者実験により確認した。昼の12時に室温を3°Cステップアップさせた温度制御では、深部体温リズムの振幅増大が確認された。

川瀬ら[文 2.13][文 2.14]は、昼光を利用したサーカディアン照明の実証実験をおこない知的生産性への影響を検討した。具体的には、昼光の導入されない人工照明のみで机上面照度を750lxに維持した環境（非サーカディアン条件）と、昼光によって照度を補助した2条件（机上面1500lxと2500lx）の計3つのパターンでの瞬目回数の比較をおこなった。ストレスの付加が瞬目頻度の増加の原因の一つである。その結果、非サーカディアン条件のときのみ瞬目回数が増加した。すなわち非サーカディアン条件下ではストレスが発生しやすい場合のあることが示唆された。

Janisら[文 2.15]は、執務者が屋外の時間経過や天気を感じられることの重要性について述べている。

これらの研究による多くの知見は主に実験室レベルで得られたものである。

実際の建物の運用状況では、Heschongらの調査結果があげられる。小学校の教室における調査[文 2.16]では、自然採光と学生のテストの点数との間に統計的に有意な正の相関を見出した。

またチェーンの小売業者の調査[文 2.17]においては、従業員や買い物客の意識向上に影響し、昼光利用した店の方が類似の昼光を利用していない店舗に比べて売上が増加しているという結果を示した。

これら実態調査については、今後も多くの知見を積み重ねる必要があるものと考えられる。

オフィスの自然換気に関する研究として、金ら[文 2.18]は、窓開放率を「開いている窓の数（開放角度は任意）／測定対象窓数×100%」と定義し、窓開閉行為に関する実運用状況調査を行なった。東京都港区の23階建ビルの16階における調査結果では、春季は0~35%（平日平均（夜間含む）：8.3%）、夏季0~20%（平日平均（夜間含む）：4.1%）であった。

また、開口比と自然通風効果の関係については、建築設計資料集成[文 2.19]において、横軸に開口比、縦軸に室内外温度差をとってグラフ化している。

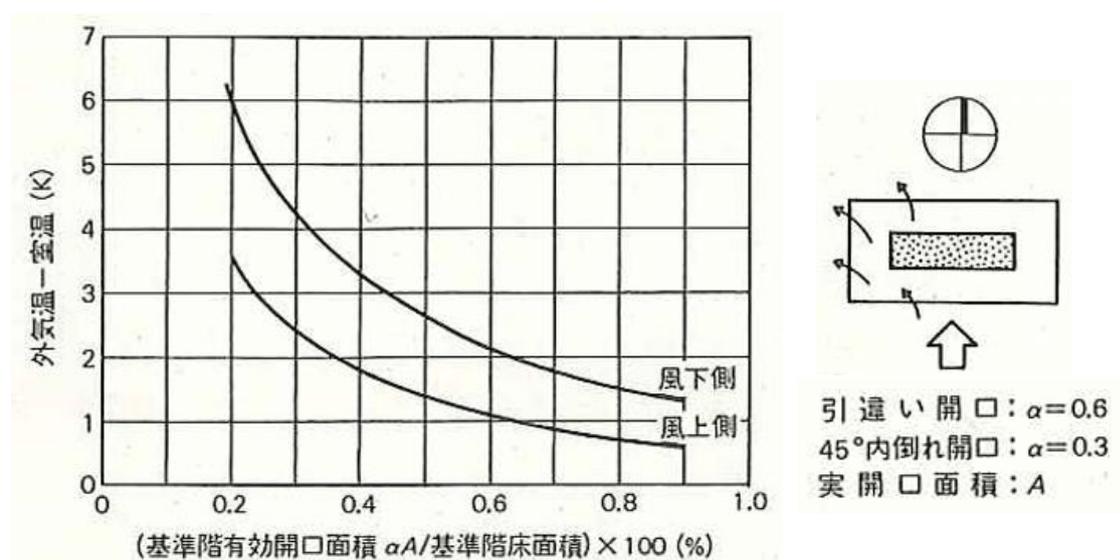


図 2.4 開口比と自然通風効果[文 2.19]

2.2.3 執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する研究

オフィスにおける調査として、山本ら[文 2.20]はビデオカメラを用いコミュニケーションの発生しやすい場所を特定した。さらにコミュニケーションを誘発する場を創出する建築計画に関するアンケート調査により、打合せを行なう場の選定理由は「周囲が気にならない」「什器の充実」「自席に近い」であり、情報交換を行なう場の選定理由は「自席に近い」が最も多いことを示した。

樋口ら[文 2.21]は目視観察によりコミュニケーションの発生しやすい場所を特定した。

張ら[文 2.22]は大規模オープンプランの執務エリアにおいてボイスレコーダーのある無線通信デバイスを利用して、パーティションウォールの有無による執務者のコミュニケーションの違いを計測した。その結果、自席周辺ではパーティションウォールがない方が会話時間は増加した。

流田ら[文 2.23]はアンケートにより執務者の行動時間割合を調査し、知的活動ごとにフォーマルコミュニケーションやインフォーマルコミュニケーションなどの各執務者行動の重要度が異なることを示した。

流田・樋口ら[文 2.24]によると、技術研究所の施設における移転前後の調査において、移転に伴い、一人当たりの一日のコミュニケーション回数が増加し、コミュニケーションのしやすさに関するスコアが有意に向上した。移転後の建物では、知識創造の誘発を意図して、窓際および自席周辺にミーティングスペースを点在させ、窓際にマグネットスペースを設置している。

阿部[文 2.25] [文 2.26]は、経済学的観点から組織メンバーの物理的距離が隔たるほど対面コミュニケーションの発生回数は減るが、電話回数は距離を隔てた場合でもそれほど増加するわけではなく、対面のコミュニケーションに重要性があることをアンケートにより実証した。

十川ら[文 2.27]によれば、インフォーマルコミュニケーションは、他のメンバーの技術や知識の内容や直面している諸問題などが本音に近い形で情報として流通する可能性が期待でき、インフォーマルコミュニケーションが活用されることで、フォーマルコミュニケーションが十分に機能すると述べている。また異なる経験、異なる視点を持ち込むことで、既存の取り組みの問題を認識することができるようになり、コラボレーションを促進させることができる。

建築計画の観点から、様々な手法を用いて、執務空間の行動観察が行われている。

山田・井上ら[文 2.28]によれば、大学の建築計画系研究室を対象にフリーアドレスのためのレイアウト変更を行ない、事前レイアウトと事後レイアウトの比較を行なっている。調査対象人員は研究室の主な利用者であった15名（助手1名、大学院生14名）である。各自の領域を調査する方法として、利用度についての行動の側面を捉えるためにインター

バル撮影を15分間隔で1週間実施した。また意識の側面を捉えるためにアンケート調査を用いた。

恒川・谷口・小松ら[文 2.29]によれば、ある企業の開発部門の執務スペース（530.7 m²、在籍者 153 名）を対象として、3日間、8時から18時まで15分おきに調査員が巡回し、レイアウト図に在室・在席者及びその作業内容を書き込むマッピング調査、さらに同時期に実施した自分の利用するスペース等を尋ねるアンケート調査（107名回収、回収率 70.4%）を行なった。

恒川・谷口・森川[文 2.30]は、業務内容やレイアウトの異なる3つのオフィスを研究対象とし、行なわれる行動をフェイスツーフェイスのコミュニケーションを中心にして捉え、コミュニケーションとスペースとの関係を把握することを目的とした調査を行なった。各施設1日、8時から18時まで15分おきに調査員が巡回し、レイアウト図に在室・在席者の位置・数及びその作業内容を書き込むマッピング調査を行なった。その結果、情報通信や電話によるコミュニケーション量の増大が、必ずしもフェイスツーフェイスのコミュニケーションの量を減らすものではないことを示した。またコミュニケーションの行なわれる場所として、通路部分（Corridor）、打合せエリア（Meeting）、デスクエリア（Desk）の3つの場所別に検討した。その結果、共有の打合せスペースの少ない施設ではDeskでのコミュニケーションが大半を占め、共有のオープンな打合せスペースをオフィスの中心に持つ施設ではMeetingがよく活用されている。打合せスペースもフリーアドレスの一貫としてワーカーの作業場所としている施設では、あらゆる場所に分散してコミュニケーションが起こっていることがわかった。また3施設とも各エリアの周縁や通路となるCorridorで30%程度と、かなりのコミュニケーションがほぼ同程度起こっている特徴を示した。

山田・嶋村・岩田ら[文 2.31]は、研究執務スペースにおけるコミュニケーション（会話や打合せ）に着目し、フリーアドレス化の改修前後におけるコミュニケーションの変化を分析した。調査は、改修前（10ヶ月前）に執務スペースの使い方を把握するためのアンケート、改修前後に実際の在室とコミュニケーションの状況を把握するためのインターバル撮影、改修後（2ヶ月後）にユーザー満足度評価調査を実施した。アンケートは、コミュニケーションの多い相手の所属、事務室内の利用場所・頻度（多い・少ない）・時間（長い・短い）を選択方式で尋ねた（回収率 66.7%）。インターバル撮影はオフィス全体が撮影できるように天井付近にカメラを設置し、8時30分から17時30分まで15分間隔で各2日間実施した。ユーザー満足度評価は、改修前との比較を5段階で尋ねた。

藤田・谷口・恒川ら[文 2.32]は、ワーカーの増員によってレイアウト変更が起こった企業のオフィスにおいて、ワーカーが移動する動線、および会話を中心とする交流行動に着目した観察調査を行なった。具体的には、執務室全体の15分おきのマッピング、個人追跡調査（調査員×2、3人）執務室全体会話調査である。その結果、部門間の位置関係と会話発生率には明確な関係性がないことを示した。また会話の起こりやすい場所は喫煙スペース、OA コーナー等の共用スペースであり、移動の途中での偶発的な発生が多いことを示した。さらに、座席位置と共用スペース等の頻繁に使うゾーンの距離が長くなれば経路の選択性が増えて広範囲に動くようになり、業務上のつながりがなかった部門間で偶発的会話が増える可能性を示唆した。

浅野・恒川・靱山ら[文 2.33]は、部署ごとにオフィスレイアウトを行なっているA社オフィスにおいて、オフィス計画を行なう際に各部署の管理職を対象としたアンケート調査を行ない、その結果をオフィス計画に反映している。アンケート項目は、業務特性に関する5つの分類軸（業務遂行の主体、管理体制、情報流通の方向性、モチベーションの向上、コミュニケーションの重要性）に基づいており、それぞれの分類軸で特性を分類している。

千葉・谷口・恒川 [文 2.34]は、ワークスタイルとコミュニケーションの指向性を決定づける内的・外的要因に関して考察した。近年のオフィスにはワーカー同士のリアルタイムのコミュニケーションを通じた知識や情報の共有する場としての役割が強く求められ、特にインフォーマルコミュニケーションはワーカーの創造性や生産性と密接な関係性を持つものである。ワークスタイルの指向性は、「他ワーカーとの関わり（インフォーマルコミュニケーション、交流、討議、パートナー性）」と「個人による業務（単独業務、プライベート）」の2軸で表すことができることを示した。

2.2.4 竣工後の継続的な主観的評価に関する研究

三村ら[文 2.35]は、自然換気・自然採光を積極的に行うオフィス環境においてPOEを行なった。夏期147名、中間期97名の回答により、音・空間環境の評価が高く、空気・温熱環境では外勤者が帰社時に暑いと感じる傾向があった。光環境については自然光が十分に得られない天候や急に明から暗に変化する夕方の室全体の明るさ感の低下に起因してやや不快の傾向があった。

井上ら[文 2.36][文 2.37]は、POE を用いてユーザーの慣れについて調査した。大学の研究室内の家具のレイアウト変更後の利用時間の経過に伴う満足度（5段階評価）と重要度（3段階）の関係の変動について一週間おきに計5回調査した。調査対象は大学3年生6名、4年生7名である。その結果、家具配置や照明・換気などの物的側面の方が休憩などの行為的側面よりも慣れによる評価が一定になりやすい傾向があった。

宇治川ら[文 2.38]は、居住者に対するアンケート調査による執務環境の評価において、ベネフィット・ポートフォリオによる分析を行なった。ベネフィット・ポートフォリオとは、横軸に満足度、縦軸に影響度をとった散布図である。影響度が高く満足度が低い項目は改善の必要性が高いものと判断される。

加藤の文献[文 2.39]によれば、「ホーソン効果」は観察されることによって生じる行動への干渉効果と定義されている。物理的環境を悪くしても、生産性は下がらなかったというホーソン工場の実験結果をふまえているものである。

本研究では移転前後比較だけでなく、移転後の1年目と2年目を継続的に調査し、かつ同じ執務者（104名）を対象として継続的に調査することで対応のあるt検定を行なったところに意義があるものと考えられる。

2.2.5 コミュニケーション行動と執務環境の関係に関する研究

宗方ら[文 2.40]は、アンケート調査（配布者124名、回答者84名）により、執務者のモチベーションは空気清浄度および音満足という環境性能に関する項目と、同僚関係および仕事の充実度という社会的項目の双方から影響を受けていることを見出した。

田淵ら[文 2.41]は、知的活動と環境性能の因果ネットワーク図を作成し、インフォーマルコミュニケーションのための空間については、直接要因として対人接触と会話のしやすさ、間接要因として雰囲気と情報刺激に関わる環境性能が要求されることを示した。

西原ら[文 2.42]は、執務者の行動（Behavior）注1）の違いによる環境重要度についてWebアンケート（3,000サンプル）にて調査した。それぞれのBehaviorに関して重要度が高かった上位3項目は、情報処理についてはIT・温熱・光環境、収束的・拡散的思考では温熱・音・空気質環境、リラックス・リフレッシュでは温熱・空気質・音環境、フォー

マルコミュニケーション・インフォーマルコミュニケーションについては「特になし」が3割程度であったがそれについて、温熱環境、音環境であった。環境別にみると温熱環境はいずれの Behavior でも3～4割程度の申告があり、空間環境とインテリアはリラックス・リフレッシュ、フォーマルコミュニケーション・インフォーマルコミュニケーションで高く、緑の有無はリラックス・リフレッシュで高かった。

青柳ら[文 2.43]は、建築学科学生30名とオフィスワーカー30名を被験者として箱庭手法にCADのCGを用いた実験を行なった。その結果、創造的な作業を行う空間に対して、リラックスできる居住性を求めていることや、会話しやすい環境にすることでコミュニケーションを向上させることが、知的活動を向上させると考える傾向があることを示した。

宗方ら[文 2.44]はオフィスワーカーのモチベーションに着目したアンケートを行ない、モチベーションは社会的な要因（同僚との関係や仕事の充実度）に基づいて評価されるだけでなく、オフィス環境要素の満足度も影響することを示した。

谷ら[文 2.45]は創薬研究所の執務環境の満足度とその環境が仕事効率に与える影響度を調査した。その結果、光環境は満足度の高い人も低い人も仕事効率に与える影響度に差はなく、「高める」と「低下させる」のほぼ中間の評価であったのに対して、温熱環境は満足度の高低と仕事効率の影響度の高低に比例関係があることを見出した。

これらの既往研究のような知的生産性に関する行動や意識と、執務環境との関係に関する実態調査については、今後も多くの調査を行ない、知見を積み重ねる必要があるものと考えられる。また本研究ではコミュニケーション量の多い群と少ない群に分けた執務環境評価値の分析により、コミュニケーション行動と執務環境の関係を調査したところに意義があるものと考えられる。

2.2.6 行動シミュレーションに関する研究

知的生産性の向上を検証する手法としては、前述のアンケートや撮影による実態調査とは別に、設計段階での建築主とのコミュニケーションツールとして、マルチエージェントモデルを用いた行動シミュレーションが有効であると考えられる。マルチエージェントシミュレーションについては過去に避難時等の群集歩行に関する研究が多くなされてきた。

谷本ら[文 2.46]は、避難口のボトルネック効果に関して検討し、衝突により人のアーチが形成される現実的状況下では避難口前の空間に障害物を設置することにより人の流れを整流することで避難口の流動効率を改善できることを演繹的に示した。

藤岡ら[文 2.47]は、津波避難の対策として、予想される避難猶予時間に応じて避難誘導システムを変更する方がより多くの人命安全が期待できることを示した。

佐野ら[文 2.48]は、「人間行動シミュレーション及び人間行動モデル構築の基礎となる行動研究」に関係する研究成果をデジタルアーカイブとして集積した。その結果、実際のプロジェクトへの適用は火災避難分野に関するものが多く、日常時の群集流動シミュレーションを用いた評価については、実プロジェクトに計画段階から取り入れられる例が少ない点を指摘した。

また実際の行動をモデル化しシミュレーションした事例としては次のような研究がある。

織田ら[文 2.49]は、現実に近いボトムアップな人間行動シミュレータをめざし、連続的空間とエージェントシステム概念を応用したプリミティブな人間行動シミュレータを提案した。具体的な対象空間として学生食堂にて試行し、テーブルの配置パターンにより空間の混雑度が異なること等の知見を得た。

加藤ら[文 2.50] [文 2.51]は、大学キャンパスの食堂を対象にシミュレーション上で概ね実際の座席選択と同様の傾向を持つ座席選択パターンを再現した。それをふまえ座席数を減らしたレイアウト変更案を提示した。

木曾ら[文 2.52]～[文 2.54]は、大学構内における滞留場所でのビデオカメラによる実測をふまえた行動シミュレーションをおこなった。広場内における滞留などの人間行動の環境に対する感度について分析した。

秋元ら[文 2.55]～[文 2.58]は、オフィス空間における時間利用者数やエージェント同士の遭遇位置と回数について実測調査（目視調査とアンケート調査を併用）と比較し、執務者活動を再現することに成功した。

2.3 調査対象建物

表 2.2 に統合前後の建物の概要を記す。統合前後ともオープンオフィスである。

表 2.2 移転前後（統合前後）の建物比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)
標高[m]	5	580	580
延床面積[m ²] (全体)	583.20	989.52	1,372.99
面積[m ²] (テラススペース部分)(空調対象面積)	583.20	773.52	1,372.99
面積[m ²] (単独廊下部分)	0.00	216.00	0.00
天井高[m] (テラススペース部分)	2.6	3.0	2.8
階数 (各階構成)	3階建 ・1階:試験場所 ・2階:執務室 ・3階:執務室	2階建 ・1階:工場 ・2階:執務室・試験 場所	2階建 ・1階:試験場所 ・2階:執務室
竣工年	1975年以前	1992年	2012年
居住者の人数	79名	64名	140名
居住者の年齢の 構成	20代19名 30代13名 40代28名 50代19名	20代11名 30代20名 40代16名 50代17名	20代30名 30代31名 40代45名 50代34名
居住者の性別の 構成	男性76名 女性3名	男性62名 女性2名	男性135名 女性5名

統合後の対象となる建物は、富士山の西麓である静岡県の富士宮市に建設された給湯器メーカーの研究開発施設である。研究開発施設であることから、前述の「建築空間と知的活動の階層モデル」の知的活動の3つの階層のいずれをも含んでいることとなる。

統合後の建物の建設に至る経緯として、まずは企業としての中長期計画の一環での生産性増加のための生産施設の増床が求められていた。加えて、もともと研究開発拠点が静岡県の富士市（本社工場内）と富士宮市（工場棟1号棟内）に分散しており、それによる従業員のコミュニケーションの不具合が課題となっていた。直線距離で20km以上、車で50分程度かかる場所であった。そこで建築主は工場の増築と併せて、分散していた研究開発拠点をテクニカルセンターとして1ヶ所にまとめることでコミュニケーションの機会を高め、知的生産性の向上を目指した。その際、富士山など周辺環境のビューを生かし、外

部の自然環境を導入しサーカディアンリズムを向上させることで知的生産性向上と省エネルギーの両立を設計上のねらいとした。図 2.5 に今回の建設プログラム(統合移転計画概念図)を示す。

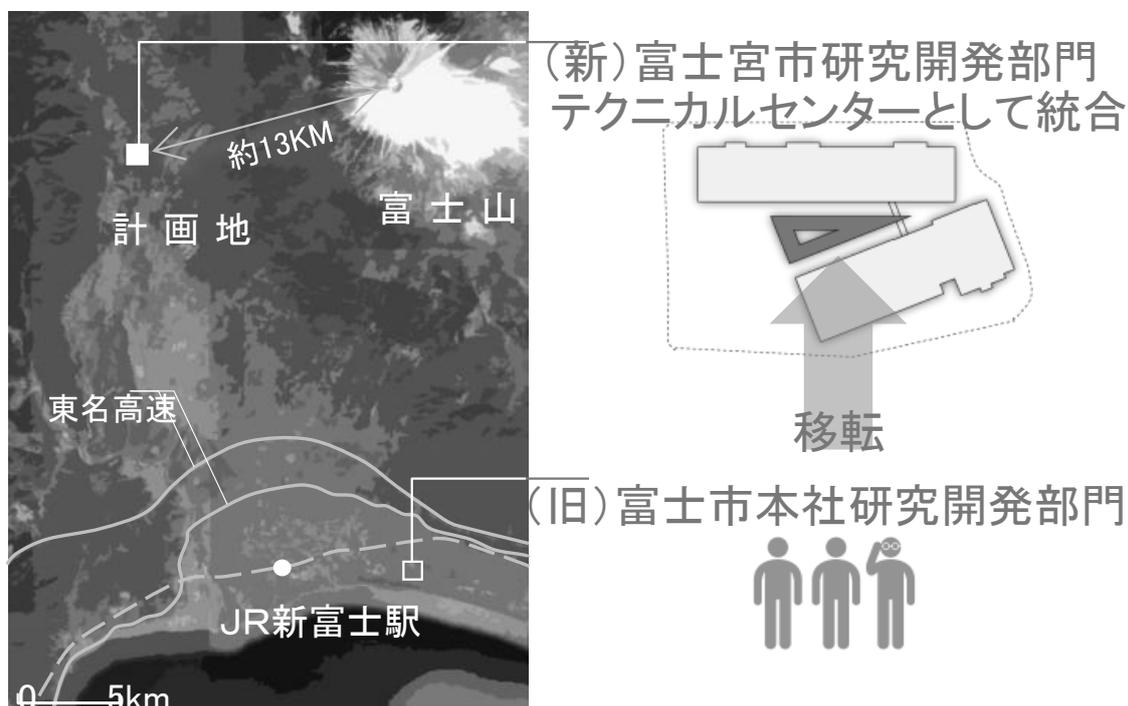


図 2.5 今回の建設プログラム(統合移転計画概念図)

敷地は富士山の西麓の静岡県側にある。もともと敷地形状(図 2.6 敷地図の A 敷地)にあわせて北寄りに工場(1号棟)が建設されていたところに、「富士山軸」というデザイン性を取り入れ、その軸で新工場棟(2号棟)を今回建設した。また工場の1号棟と2号棟によって生じた三角形のギャップ部分に製品(給湯器・ウォーターサーバー等)の研究開発を行なうテクニカルセンターを配した。テクニカルセンターは、当初の計画では隣にある別敷地(図 2.6 敷地図の B 敷地)への建設が予定されていたが、設計者からこのギャップに挿入することを提案した。これにより B 敷地の森は保全され、かつ A 敷地の既存のエネルギーインフラ等の有効利用を図ることができ、建設時の省 CO₂ の観点からも有意義なものとなった。図 2.7 に配置図を示す。



図 2.6 敷地図

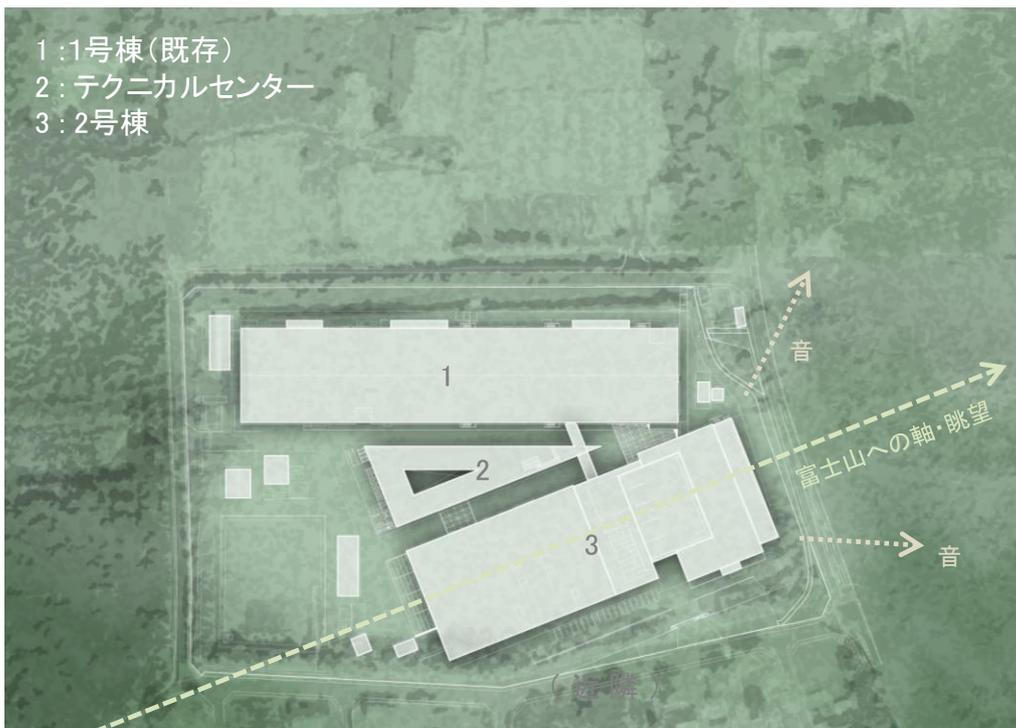


図 2.7 配置図 (上記敷地図の中の A 敷地内での建物配置)

知的生産性や執務者の健康など Non-Energy Benefits の高い執務環境を形成することを目的とし、自然のリズムを大事にした環境を省エネルギーで実現することで人の持つ創造的能力を物理環境で最大限引き出しながら、偶発的なコミュニケーションをもたらす建築計画と融合させた計画とした。

以下に設計意図を記す。図 2.8 にコンセプト図を示す。

(1) 自然のリズムの導入による執務者の健康と省エネルギーの両立

一日周期の外部の物理的周期と人間の生理的な周期（サーカディアンリズム）が同期していることが自然であり知的生産性にもよいと考えた。具体的には中庭を利用した自然換気や自然採光の積極的な導入をおこなった。

- ① 中庭および外壁側開口部の操作により、自然換気の積極的な利用を行なった。自然換気によりエアコンを運転する時間を制限し、省エネルギーに貢献した。
- ② 自然採光による省エネアクションとして運用時の照度低減にも取り組んだ。
- ③ 執務者が自ら中庭で過ごしたり、屋外の眺望でリフレッシュし、健康でメリハリのある生活の場となることを目指した。また当初建設予定であった西側隣地の森林部分も眺望に取り込んだ。
- ④ 執務者へのアンケート調査による心理評価をおこない自然のリズムの重要度と満足度が向上した。
- ⑤ 執務者の生理計測による健康調査をおこなった。

(2) 中庭内包型オープン回廊による偶発的なコミュニケーションの誘発

- ① 三角形の平面形態を有効に活用すべく中庭（180 m²）を内包するプランとし、中庭に面したデスク脇のオープンスペースを通路（オープン回廊）として活用することで偶発的なコミュニケーション（インフォーマルコミュニケーション）が増えることをねらいとした。川瀬ら[文 2.59]によれば、回遊性の高い空間は、コミュニケーションの機会を増やすことを示唆している。

表 2.2 の中の試験場所とは、デスクスペースとは異なる場所にあり、製品の試作や試験を行なう場所である。統合前の本社工場では1階に、富士宮工場では2階に分散してあったが、統合後にはテクニカルセンター1階に集約した。また食堂は統合前後とも工場の従業員と共用である。

デスクまわりの広さについて、執務者一人当たりのデスクスペース部分の面積（m²/人）をみると、統合前は、富士 7.4・富士宮 12.1、統合後は 9.8 であった。デスク間距離（背中合わせに設置したデスクの間隔）は移転前後とも 2 m 程度である。個人の主たる行動範囲としては、統合前の本社工場では、2階と3階のデスクスペースと1階の試験場所、別棟1階にあるトイレや食堂などを行き来する。統合前の富士宮工場では、同じ棟内の2階にある試験場所、トイレ、食堂との行き来である。また統合後には1階の試験場所、2階

のトイレ、別棟2階の食堂を行き来する。

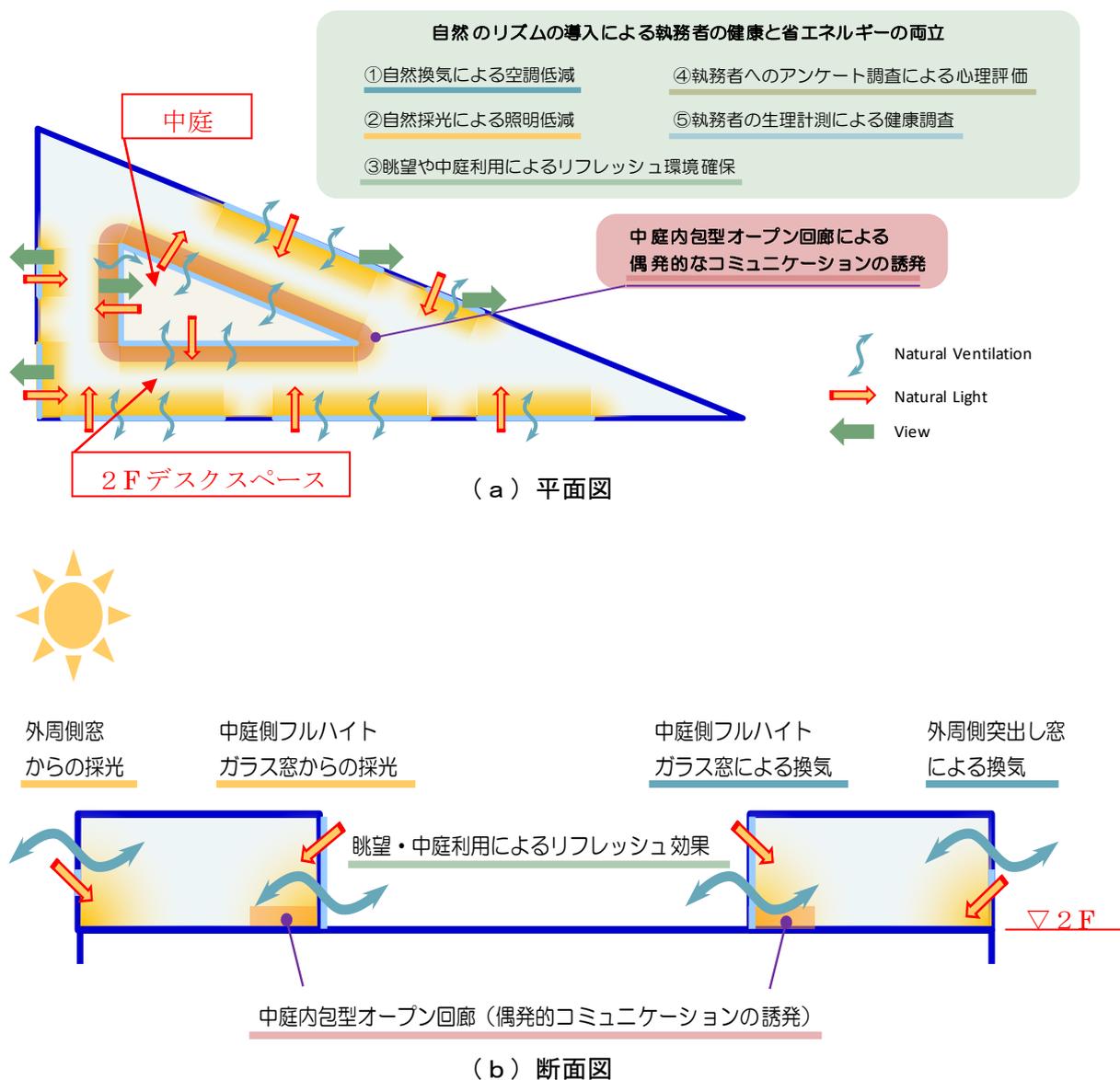


図 2.8 コンセプト図 (テクニカルセンター2F デスクスペースの概念図)

図 2.9 に移転前後の建物の平面図の一部を参考として示す。あわせて窓の仕様を記す。表 2.3 に窓比較、表 2.4 に移転前後の空調設備と照明設備の比較を示す。

外部の自然環境の導入に影響を与える窓については、移転前の本社工場（以降、富士）では、腰壁のある窓に透明ガラスが入り、ベネシャンブラインドを任意操作していた。窓はデスクスペースのある2階と3階において同様に外壁4面ともにあった。主たる窓の寸法は、2階では、幅 0.6m×高さ 0.7m の引違窓が東面に 30 枚×2 段、西面に 15 枚、南面

に12枚×2段、北面に10枚×2段であり、3階も2階と同様であった。東側外壁面の窓全面に対する室中央からの形態係数は0.12であった。

移転前の富士宮工場（以降、富士宮）では、すりガラスのハイサイドライト（突出し窓）が南面のみであった。主たる窓の寸法は、幅0.7m×高さ0.7mが合計では（図2.7以外含め）45ヶ所であった。南側外壁面の窓全面に対する室中央からの形態係数は0.04であった。

移転後のテクニカルセンター（以降、テクニカルセンター）では、中庭側はすべてアルミサッシによるガラス窓にし、床面から天井までのフルハイトにしている。外壁側のガラス窓は高さ1mの横連窓である。いずれも透明ガラスでベネシャンブラインドの任意操作である。外部の自然の風を導入することは人の生理に良好な影響を与えることは過去の研究で検証されている [文 2.12]。本建物ではその知見を自然換気として実際に活用することでアダプティブな環境を生み出し、省エネと執務者の健康への貢献を目指した。具体的には中庭および外壁側の開口部を利用した自然換気を計画した。回転式手動縦型換気スリット、中庭プリーツ網戸、外壁側突出し窓を設置し、執務者が任意で開閉できるようにした。自然換気用の開口部は、中庭に面した窓（開口としての幅2.2m×高さ2.9m、中庭の北面に4ヶ所、南面に4ヶ所、西面に2ヶ所、網戸付き）、建物外周にある突出し窓（幅1.1m×高さ0.5m、北側外壁面に18ヶ所、南側外壁面に36ヶ所、自然排煙口兼用）およびサッシスリット開口（幅2cm×高さ1m、北側外壁面に4ヶ所、南側外壁面に5ヶ所、網戸付き）である。中庭窓面に対する代表点での形態係数は図2.7(e)に示す通り、①0.26、②0.26、③0.03、④0.28であった。写真2.1にテクニカルセンターの自然換気用開口部を示す。

窓面積率（デスクスペースにおける床面積に占める窓面積の割合）についてみると、採光の窓面積率が、富士で20.6%、富士宮で2.9%であったのに対して、テクニカルセンターでは22.4%であった。次に自然換気の窓面積率は、富士で7.9%、富士宮で2.8%であったのに対して、テクニカルセンターでは6.8%であった。ただし、富士では外部風が強く日常の実態として窓を開ける運用がなされていなかったため、実質的な窓面積率は小さかった。

なお、2011年3月の東日本大震災をふまえた照度基準の見直しによる照度低減は行なっていない。



図 2.9 移転前後の建物の平面図(一部)

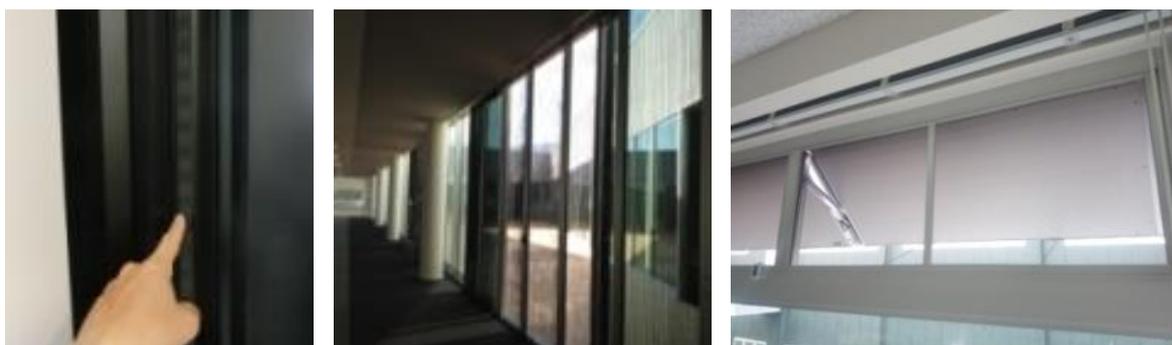
表 2.3 移転前後（統合前後）の窓比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)	
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)	
ガラス仕様	透明ガラス	すりガラス	透明ガラス	
ブラインド仕様	ベネシャンブラインド (任意操作)	なし	ベネシャンブラインド (任意操作)	
窓面積率 ^{†1} (採光)[%]	合計	20.6	2.9	22.4
	北面	3.2	—	2.2
	東面	9.2	—	—
	南面	3.6	2.9	3.6
	西面	4.6	—	1.1
	中庭	—	—	15.5
窓面積率 ^{†1} (自然換気)[%]	合計	7.9 (ただし開放せず)	2.8	6.8
	北面	1.5	—	0.7
	東面	4.6	—	—
	南面	1.8	2.8	1.4
	西面	—	—	—
	中庭	—	—	4.7

注 †1 デスクスペースにおける床面積に占める窓面積の割合(移転前の富士宮工場では北側エリアは外部に面していなかったため、南側の外部に面した室のみを対象とした)

表 2.4 移転前後（統合前後）の空調と照明の比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)
空調方式	EHP	EHP	GHP
室内機仕様	天井カセット型	天井カセット型	天井カセット型
空調の発停方法、温度調節の仕方	・ON: 室温が28℃以上になった場合 ・OFF: ルール無し	・ON: 室温が28℃以上になった場合 ・OFF: ルール無し	・ON: 室温が28℃以上になった場合 ・OFF: ルール無し
湿度条件	成行	成行	成行
照明器具仕様	・1F試験場所: FL40W×2灯用笠付 ・2F・3F執務室: FL40W×2灯用直付 ルーバー付	FL40W×2灯用逆富士	・1F試験場所: Hf 32W×2灯用笠付 ・2F執務室: Hf32W ×2灯用埋込下面開放
照明の発停方法	・ON: 最初の出勤者 ・OFF: 最終退室者	・ON: 最初の出勤者 ・OFF: 最終退室者	・ON: 最初の出勤者 ・OFF: 最終退室者



(a) 回転式手動縦型
換気スリット

(b) 中庭プリーツ網戸

(c) 外壁側突出し窓

写真 2.1 テクニカルセンターにおける自然換気用開口部



写真 2.2 移転前の建物の外観
(本社工場)



写真 2.3 移転前のデスクスペース
(本社工場内)



写真 2.4 移転前の建物の外観
(富士宮工場)



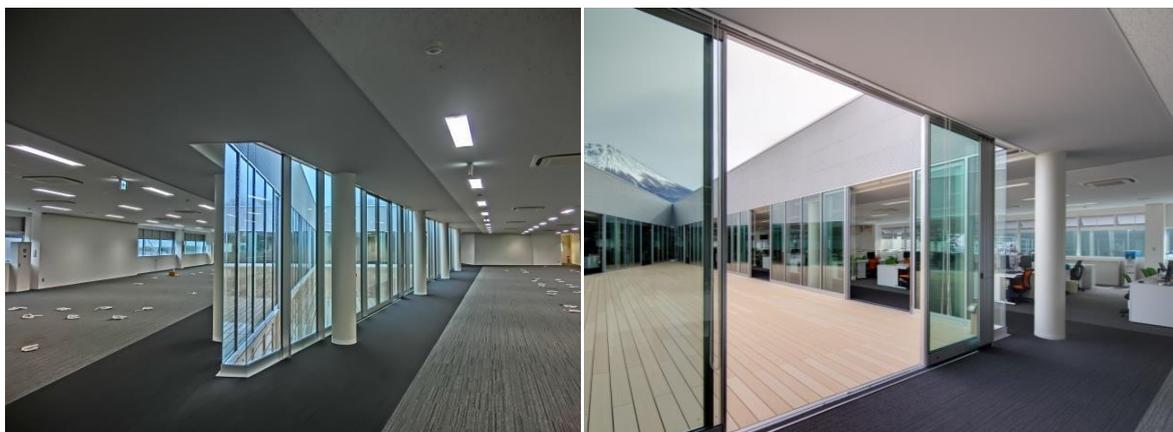
写真 2.5 移転前のデスクスペース
(富士宮工場内)



写真 2.6 移転後の富士宮工場の俯瞰写真（敷地西側からの鳥瞰）



写真 2.7 移転後の富士宮工場の俯瞰写真（敷地東側からの鳥瞰）



(a) 内観

(b) 中庭との関係

写真 2.8 移転後のテクニカルセンターのデスクスペース

写真 2.2 に移転前の本社工場のデスクスペースのあった建物の外観（南側外壁面）を示す。敷地面積約 22,000 m²の工場敷地内に点在する建屋の一つである。西側には別の工場棟が隣接している。写真 2.3 に移転前の本社工場の2階デスクスペースの内観を示す。前述のように日常の実態として窓を開ける運用がなされていなかった。そのため外部の騒音は入りにくい状況であったといえる。写真 2.4 に移転前の富士宮工場のデスクスペースのあった建物（工場1号棟）の外観（南側外壁面）を示す。敷地面積約 40,000 m²の工場敷地内にある。写真 2.5 に移転前の富士宮工場のデスクスペースの内観を示す。窓は前述のようにすりガラスのハイサイドライトである。写真 2.6 および写真 2.7 にテクニカルセンターが新築された後の富士宮工場の俯瞰写真を示す。工場2号棟とテクニカルセンターの2棟が新築された。これらの棟の新築にあわせて工場1号棟の外壁が白色からアースカラーに塗装された。写真 2.8 にテクニカルセンターの中庭まわりを示す。自然採光や自然換気などにより自然環境を楽しむように、また富士山の眺望を確保できるように中庭を確保した執務空間とした。前述のように中庭を利用して自然の光や風を取り込む工夫をしている。デスクスペースは三角形の中庭を取り囲むようになっている。

第4章で後述する統合前のアンケート調査により、インフォーマルコミュニケーションが自席周辺もしくは相手席周辺で多く行われていることから、デスクスペース周辺でのインフォーマルコミュニケーションを誘発する建築計画とした（図 2.10）。具体的には三角形の平面形態を有効に活用すべく中庭を内包するプランとし、中庭に面したデスク脇のオープンスペースを通路として活用することで偶発的なコミュニケーション（インフォーマルコミュニケーション）が増えることをねらいとした。中庭に面した回廊型通路を確保することで、自然光が降り注ぐ中庭へ視線が移り、会話時の視線の圧迫感が緩和される計画とした。

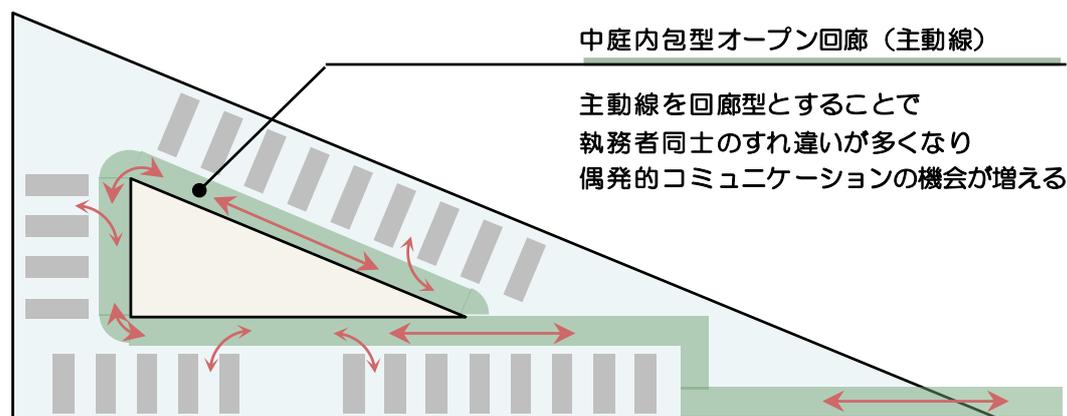


図 2.10 インフォーマルコミュニケーションを誘発するオープン型回廊

2.4 継続的な主観的評価の時期と方法

表 2.5 にアンケート調査の項目・時期・方法について記す。同時期に執務環境の実測も行なった。アンケートは Excel ファイルを用いた入力シートを作成し、それを入力してもらった。POEとSAPの調査対象期間は、移転前の2012年の夏期(7月～8月)と、移転後の2013年の春期(2月～3月(入居直後))・夏期(7月～8月)・秋期(9月～10月)および2014年の春期(5月～6月)・夏期(7月～8月)・秋期(9月～10月)である。いずれも調査期間内で勤務する1週間(平日5日間)を任意に抽出してもらい1人1回実施した。日による気象条件のばらつきを考慮して、1週間分(平日5日間分)の感覚を回答してもらった。コミュニケーションは移転前および移転後(1年目と2年目)のいずれも夏に調査した。コミュニケーションの分類は西原ら[文 2.42]の7つのBehaviorの分類をふまえたフォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションとした。アンケートの母集団は140名(テクニカルセンターの執務者全員)であるが、今回は継続的な調査を目的としたため、途中で人事異動などのあった人を除いた執務者のみ(104名)を抽出して分析した。回収率はいずれの時期も100%であった。なお以下に述べる調査結果については、それぞれのアンケート結果の平均値の時系列変動を把握した。その際、評価値はPOE・SAPとも間隔尺度として取り扱うこととした。アンケートの設問数は、執務者への負担を考慮して各時期で異なるため、時系列変動の分析が可能な設問を抽出して分析した。なお各時期の平均値の差の検定はF検定による等分散仮定の両側検定を行なったのちにt検定を実施した。移転後最初の調査をt検定の比較対象とした。継続して同じ執務者104名を対象としたため、対応のあるt検定である。表 2.6 にアンケート調査の具体的内容を示す。2年目の春・夏・秋も調査を継続した項目は、POEが3項目、SAPは33項目である。

表 2.5 アンケート調査の項目・時期・方法

調査項目	SAP・POE		コミュニケーション	
	アンケート回答開始日	アンケート締切日	調査期間	集計方法
移転前の夏期	2012/7/6(金)	2012/8/3(金)	2012/7/20(金) ～7/26(木)	コミュニケーション時間の合計を選択肢で回答 ①15分未満 ②15～30分未満 ③30～60分未満 ④1～3時間未満 ⑤3時間以上 集計時は、①7.5分、②22.5分、③45分、④2時間、⑤3時間 として計算
調査時期				
移転後(1年目)の春期	2013/2/20(水)	2013/3/8(金)	—	—
移転後(1年目)の夏期	2013/7/18(木)	2013/8/2(金)	2013/7/22(月) ～7/26(金)	移転前の夏期に同じ
移転後(1年目)の秋期	2013/9/26(木)	2013/10/11(金)	—	—
移転後(2年目)の春期	2014/5/23(金)	2014/6/13(金)	—	—
移転後(2年目)の夏期	2014/7/21(月)	2014/8/22(金)	2014/7/31(木) ～8/6(水)	コミュニケーション時間の合計を分単位で回答 (移転後1年目までよりもさらに具体的な数値を調査した)
移転後(2年目)の秋期	2014/9/25(木)	2014/10/24(金)	—	—
調査対象期間	平日5日間の平均的感覚を1回回答 ただし移転後(1年目)の春のみ入居後の意識を回答		平日5日間、 1日1回ずつ回答	—

第2章 検討手法と既往研究

表 2.6 アンケート調査の具体的内容 (POE・SAP)

POE 設問	評価内容	調査時期 (○:実施, -:未実施)						
		2012夏	2013春	2013夏	2013秋	2014春	2014夏	2014秋
満足度/重要度								
(1) 自席のデスクの広さは適当ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(2) 自席で集中して業務を行いたいときの業務環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	○	-	-	-
(3) 自席周りのファイル収納スペースは適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(4) 自席以外のファイル収納スペースは適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(5) コピー・FAX・プリンターの数と設置場所は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(6) 自席のLAN・電源の位置と数は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(7) 自席のネットワーク環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(8) 個人のPC環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(9) 電話環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(10) 会議室の数・規模(席数)・位置は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(11) 会議室の設備・ツールは適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(12) 会議室の予約・運用方法は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(13) 会議室以外で社内コミュニケーション(共同作業やディスカッション)できる場所がありますか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(14) オープン打合せスペース(個室会議室以外)の数・規模(席数)・設置場所は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	○	-	-	-
(15) オープン打合せスペースの設備・ツールは適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	○	-	-	○
(16) オープン打合せスペースのネットワーク環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(17) ハンドリー(飲食・給湯・給茶)の場所・形態・設備は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(18) リフレッシュ(休憩・飲食・給茶)するための場所・形態・設備は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	○	-	-	○
(19) デスクレイアウトや部署・部門の配置は、働きやすいものとなっていますか	評価点: 1~6	-	満足のみ	○	-	-	-	○
(20) 部署・部門の配置は働きやすいものとなっていますか	評価点: 1~6	-	満足のみ	○	-	-	-	○
(21) 室内デザイン・インテリアはいかがですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(22) 建物の外装デザインはいかがですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(23) オフィスから見える景色・景観はいかがですか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(24) オフィスにいて自然が刻む一日のリズムを感ぜられますか	評価点: 1~6	○	-	○	-	-	-	-
(25) 食堂エリアの利用しやすさ(レイアウト・席数・営業時間など)は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	-	-	-	-
(26) 照明の照度・空調温度等の設定や運用は適切ですか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	○	○
(27) 照明設備や空調設備の利用には省エネが意識されていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	○	○
(28) 総合的に見て、業務環境は適切ですか	評価点: 1~6	○	満足のみ	○	○	○	○	○
働き方								
(1) あなたの業務のうち、次の業務比率はどの程度ですか ↳ チームで行う業務 vs 個人単体で行う業務 (創造的業務 vs 定型業務)	%表示	○	-	○	○	○	-	-
(2) チームで行う業務、コミュニケーションをやりやすい環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(3) 個人で行う業務をやりやすい環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(4) 個人の能力・創造力(クリエイティブ)を拡大できる環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(5) 場所・距離・時間に縛られない効率的な業務環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(6) 効率的な資料作成の環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(7) 他のメンバーの知恵や経験を活用していますか/活用し易いですか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-
(8) 部門(チーム・部署)をまたいで円滑にコミュニケーションできる環境となっていますか	評価点: 1~6	○	-	○	○	○	-	-

SAP 設問	評価内容					調査時期 (○:実施, -:未実施)						
	1	2	3	4	5	2012夏	2013春	2013夏	2013秋	2014春	2014夏	2014秋
Q1 光環境についてお伺いします												
(1) 机上の明るさはいかがですか	暗すぎる	やや暗すぎる	適当	やや明るすぎる	明るすぎる	○	-	○	○	○	○	○
(2) 室内全体の明るさはいかがですか	暗すぎる	やや暗すぎる	適当	やや明るすぎる	明るすぎる	○	-	○	○	○	○	○
(3) 現状の光環境に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	○	○	○	○
(4) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	PC画面への映り込み・他人の視線が気になる・ブラインド等のため閉鎖的・窓からのまぶしさ(グレア)・窓の外の眺望・自然光がない・照明のまぶしさ(グレア)・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	○	○	○	○
(5) 普段、何か作業をするとき、明るすぎ、暗すぎ、照明のまぶしさといった光環境が気になるほうですか	非常に気になる	気になる	やや気になる	あまり気にならない	気にならない	○	-	○	○	○	○	○
(6) 自席にタスクライトはありますか	ある	ない	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
(7) 現在、タスクライトを点灯していますか	点灯	消灯	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
(8) 在席時にタスクライトを点灯する割合はどれくらいですか	ほぼ点灯	点灯	半分	時々点灯	ほぼ消灯	○	-	○	○	○	○	○
(9) タスクライトを点灯・消灯する判断基準を自由にお書きください	-					○	-	○	○	○	○	○
Q2 暑さ・寒さなどの温度環境についてお伺いします												
(1) 体全体としての温度の感じはいかがですか	寒い	やや寒い	適当	やや暑い	暑い	○	-	○	○	○	○	○
(2) 体全体としての湿度の感じはいかがですか	湿った	やや湿った	適当	やや乾いた	乾いた	○	-	○	○	○	○	○
(3) 現状の温熱環境に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	○	○	○	○
(4) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	体全体としての風の当たり・湿度の変動・換気時に空調が停止する・周囲からの放射熱(窓際の夏の太陽熱や冬の窓からの冷たい感じ)・上半身と下半身の温度差・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	○	○	○	○
Q3 空気の汚れなどの空気環境についてお伺いします												
(1) 現状の空気環境に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	○	○	○	○
(2) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	空気の汚れ・ほこりっぽさ・臭い・湿度のよ過ぎ(換気が不十分な空気、空気の新鮮さが不足している感じ)・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	○	○	○	○
Q4 騒音などの音環境についてお伺いします												
(1) 現状の音環境に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	○	○	○	○
(2) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	空調騒音・OA機器騒音・外部騒音・他人の電話(会話やベル)・他人の会話・他人の物音・自分の話し声を周囲の人に聞かれること・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	○	○	○	○
Q5 オフィスの広さや家具の配置等の空間環境についてお伺いします												
(1) 広さに満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	-	-	-	-
(2) レイアウトに満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	-	-	-	-
(3) 家具等の使い心地に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	-	-	-	-
(4) 広さやレイアウト、家具等の使い心地といったオフィスの空間環境を総合的に判断して満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	-	-	-	-
(5) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	自分のスペースの狭さ・オフィスのインテリア・机周りの広さ・机の使い心地・椅子の使い心地・椅子の調節性・机や家具の配置・収納スペース・配線(コンセント・スイッチ)・通路が狭い・清掃サービス・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	-	-	-	-
Q6 IT環境についてお伺いします												
(1) 現状のIT環境に満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	-	-	-	-
(2) その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください	PCの性能・PCのディスプレイ・LAN環境・ソフトの使い勝手・プリンターの位置や使い勝手・その他周辺機器の使い勝手・その他(具体的に記入ください)					○	-	○	-	-	-	-
Q7 オフィスでの作業のし易さについてお伺いします												
(1) 細かい文字などの見やすさはいかがですか	見にくい	やや見にくい	どちらともいえない	やや見やすい	見やすい	○	-	○	○	○	○	○
(2) 作業への集中しやすさはいかがですか	しにくい	ややしにくい	どちらともいえない	ややしやすい	しやすい	○	-	○	○	○	○	○
(3) リラックスのしやすさはいかがですか	しにくい	ややしにくい	どちらともいえない	ややしやすい	しやすい	○	-	○	○	○	○	○
(4) 他の方とのコミュニケーションのしやすさはいかがですか	しにくい	ややしにくい	どちらともいえない	ややしやすい	しやすい	○	-	○	○	○	○	○
(5) 創造的な活動のしやすさはいかがですか	しにくい	ややしにくい	どちらともいえない	ややしやすい	しやすい	○	-	○	○	○	○	○
(6) 以上お伺いしたようなオフィスの環境を総合的にみて満足していますか	不満	やや不満	どちらともいえない	やや満足	満足	○	-	○	○	○	○	○
(7) ご自身のオフィスの室内環境は作業状態や作業のしやすさなどのような影響を与えていると考えられますか	低下させている	やや低下	どちらともいえない	やや高めて	高めてくれる	○	-	○	○	○	○	○
(8) 今のご自身のオフィス環境を改善することにより、どの程度作業性が向上するか、その増分をお答えください	0/~/1/~/3/~/5/~/10/~/20/~/30/~/50/~/100/100~(単位:%)					○	-	○	○	○	○	○
(9) 過去1ヶ月について、これまでお聞きした環境の様々な要因によりロスしたと思われる時間をお答えください	0/~/1/~/5/~/10/~/20/~/30/~/30~(単位:h)					○	-	○	○	○	○	○
(10) 過去1ヶ月について、これまでお聞きした環境の様々な要因により休んだ日数があればお答えください	0/~/1/~/2/~/3/~/4/~/6/~/10/~/11~(単位:日)					○	-	○	○	○	○	○
(11) オフィス作業空間について日ごろ不満に感じていることをお書きください	-					○	-	○	○	○	○	○
Q8 あなたの意見としてのオフィス環境についてお伺いします												
(1) 光環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○
(2) 温熱環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○
(3) 空気環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○
(4) 音環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○
(5) 空間環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○
(6) IT環境	重要でない	あまり重要でない	やや重要	重要	非常に重要	-	-	○	○	○	○	○

2.5 まとめ

知的生産性に関する研究についてのレビューを行なった。

外部の自然環境の導入に関する研究については、実験室レベルで得られた知見が多い。高橋らの温熱環境に関する研究や川瀬らの昼光環境に関する研究により、温熱環境や昼光環境がサーカディアンリズムに影響を与えている点が被験者実験により確認されている。また Heschong らは小学校や商業施設での昼光利用効果を見出している。執務空間における実態調査の事例は少ないものと考えられるので、今回の研究において、執務空間における自然環境の導入に効果の実態を調査することは有意義なものといえる。

執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する研究については、オフィスにおけるコミュニケーション調査の方法として、ビデオカメラや目視観察、アンケートが行なわれている。これらによりコミュニケーションの場所の特定や回数の確認がなされている。またボイスレコーダーのある無線通信デバイスを用いることで会話時間の長さが調査されている。これらの研究の中で、組織の移転等による統合前後でのコミュニケーション行動に関して主観的評価と客観的評価の両面について比較したものは少ない。そこで今回の研究において、統合前後の執務者へのアンケートによる主観的評価とインターバルカメラによる客観的評価の両方を評価手法として用い、統合前後でのコミュニケーションの状況を比較したことは有意義なものといえる。

竣工後の継続的な主観的評価に関する研究については、自然換気・自然採光を積極的に行なうオフィス環境において、空気環境、温熱環境、光環境、音環境、空間環境についての POE 調査がなされている。またユーザーの慣れの観点から、大学の研究室において、一週間おきに 5 回の POE 調査により、家具配置や照明・環境等の影響が調査されている。執務空間に関するアンケート調査を移転前後で比較し、さらに移転後の複数年で継続して調査している事例は少ない。本研究では、移転前後比較だけでなく、移転後の 1 年目と 2 年目を継続的に調査し、かつ 100 名を超える同じ執務者を対象とした調査（対応のある t 検定）を行なう点は意義があるものと考えられる。

コミュニケーション行動と執務環境の関係に関する研究に関してみると、執務環境は、執務者のモチベーションや、インフォーマルコミュニケーションのしやすさと関係性があることが見出されている。特にモチベーションは空気清浄度と音環境や光環境の影響

が高く、インフォーマルコミュニケーションは温熱環境や音環境、空気質環境の影響が大きい。

行動シミュレーションに関する研究として、マルチエージェントモデルを用いた行動シミュレーションは、過去に避難時等の群集歩行に関する研究が多くなされてきた。避難口の流動効率の改善や避難猶予時間の検証などである。しかし実プロジェクトへの適用範囲火災避難分野に関するものが多く、日常時のオフィスでの行動のモデル化がなされたシミュレーションは少ない点が指摘されている。またインフォーマルコミュニケーションが発生する場所については、会議室や打合せスペースだけでなく、自席まわり、移動途中の通路、OA コーナーなどで多い。さらにライブラリー、リフレッシュスペース、食堂、給湯室など、本来生産の場として想定されていない空間が知的生産性に寄与していることが見出されている。オフィスを構成する建築空間の要素やそのレイアウトがインフォーマルコミュニケーションにどのような影響を与えているのかについて検討する必要があるものと考えられる。本研究では行動シミュレーションを用いて、インフォーマルコミュニケーション量を評価対象としてコピー機や机のレイアウトの違いなどに関する感度解析を行なう。

次頁以降に、第3章から第6章に関する既往の研究、既往の研究をふまえた課題、各章の目的、評価指標についてリスト化したもの（研究の課題と評価指標）を掲載する。

表 2.7 研究の課題と評価指標

(a) 既往の研究・既往の研究をふまえた課題・本章の目的

章	章のタイトル	既往の研究	既往の研究をふまえた課題	本章の目的
第3章	外部の自然環境の導入効果に関する実態調査	<p>温熱環境は執務者のサーカディアンリズムに影響を与えている(被験者実験)</p> <p>光環境について、非サーカディアン条件下ではストレスが発生しやすい(被験者実験)</p> <p>自然採光と学生のテストの点数との間に正の相関(実態調査)</p> <p>昼光利用した店の方が売上が増加(実態調査)</p>	外部の自然環境の導入効果に関する実態調査については、今後多くの知見を積み重ねる必要がある	一日周期の外部の物理的周期(サーカディアン条件)と人間の生理的周期が同期していることが自然であり知的生産性にもよると考えた既往の研究をふまえて、実際の建物における知的生産性向上に寄与する知見を得ること
第4章	コミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査	<p>コミュニケーションの発生しやすい場所の特定(ビデオカメラ、目視確認)</p> <p>打合せおよび情報交換を行なう場の選定理由の調査(アンケート)</p> <p>パーティションウォールの有無による執務者のコミュニケーションの違いの計測(自席周辺ではパーティションウォールがない方が会話時間は増加)(ボイスレコーダーのある無線通信デバイス利用)</p> <p>フォーマルコミュニケーションやインフォーマルコミュニケーションなどの各執務者行動の重要度が異なることを示した(アンケート)</p> <p>移動に伴い、一人当たりの一日のコミュニケーション回数が増加</p> <p>組織メンバーの物理的距離が隔たると対面コミュニケーションの発生回数は減るが、電話回数は距離を隔てた場合でもそれほど増加するわけではなく、対面のコミュニケーションに重要性がある(アンケート)</p> <p>インフォーマルコミュニケーションが活用されることで、フォーマルコミュニケーションが十分に機能する</p>	組織の移動等による統合前後でコミュニケーション行動に関して主観的評価と客観的評価の両面について比較したものは少ない	執務者へのアンケートによる主観的評価とインターバルカメラによる客観的評価の両方を評価手法として用い統合前後でのコミュニケーションの状況を比較し、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握すること
第5章	竣工後の継続的な主観的評価に関する分析と執務者のコミュニケーション行動と執務環境の関係に関する調査	<p>自然換気・自然採光を積極的に行うオフィス環境におけるPOE(夏期147名、中間期97名)</p> <p>大学の研究室内の家具のレイアウトについてPOEを用いたユーザーの慣れについての調査(一週間おきに計5回調査、13名)</p>	同じ執務者に対して、長期的に継続した調査が必要	(第1の目的) 執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出すこと
		<p>執務者のモチベーションは、空気清浄度および音満足という環境性能に関する項目と、同僚関係および仕事の充実度という社会的項目の双方から影響を受けている(アンケート調査(配布者124名、回答者84名))</p> <p>インフォーマルコミュニケーションのための空間については、直接要因として対人接触と会話のしやすさ、間接要因として雰囲気と情報刺激に関わる環境性能が要求される</p> <p>執務者行動における温熱環境の重要性(執務者の行動(Behavior)の違いによる環境重要度についてWebアンケート(3,000サンプル)にて調査)</p> <p>創造的な作業を行う空間に対して、リラックスできる居住性を求めていることや、会話しやすい環境にすることでコミュニケーションを向上させることが、知的活動を向上させると考える傾向がある(建築学科学学生30名とオフィスワーカー30名を被験者として箱庭手法にCADのCGを用いた実験)</p> <p>モチベーションは社会的な要因(同僚との関係や仕事の充実度)に基づいて評価されるだけでなく、オフィス環境要素の満足度も影響する(オフィスワーカーのモチベーションに着目したアンケート)</p> <p>光環境は満足度の高い人も低い人も仕事効率に与える影響度に差はなく、「高める」と「低下させる」のほぼ中間の評価であったのに対して、温熱環境は満足度の高低と仕事効率の影響度の高低に比例関係がある(アンケート)</p>		コミュニケーション行動と執務環境の関係を調査することが求められている
第6章	コミュニケーションとタスクの実態調査の分析とインフォーマルコミュニケーションを予測する行動シミュレーションへの応用	<p>マルチエージェントシミュレーションについては過去に避難時等の群集歩行に関する研究が多くなされてきた</p> <p>実際の行動をモデル化しシミュレーションした事例(学生食堂のテーブル配置による混雑度比較)</p> <p>知識創造職務は情報・知識処理職務に比べ、コミュニケーションを重視する傾向がみられ、勤務中に利用する空間も会議室や共有空間、外構空間の利用の割合が高い(アンケート調査)</p> <p>インフォーマルコミュニケーションに高い影響を与える建築空間として、打合せスペース、ライブラリー、リフレッシュスペースがある(アンケート)</p> <p>情報交換の場として、休憩空間(食堂、休憩室、給湯室等)、移動空間(階段、廊下、エントランス等)といった本来生産の場として想定されていない空間が知的生産性に寄与している(アンケート)</p> <p>コピー機、庶務席周辺等の交通量が多い場所で偶発的な立ち話が多い(レーザーセンサーを利用した行動モニタリング手法)</p> <p>ミーティングスペースだけでなく、自席や通路、マグネットスペース(什器や給湯がある場所)等でコミュニケーションが多く発生(目視調査)</p> <p>会話の起こりやすい場所は喫煙スペース、OAコーナー等の共用スペースであり、移動の途中での偶発的な発生が多い(観察調査)</p> <p>会話発生状況として部門間の会話は経路の途中で偶発的に起こる会話が最も多い。さらに座席位置と共用スペース等の頻繁に使うゾーンの距離が長くなれば偶発的会話が増える(観察調査)</p>	<p>・オフィスを構成する建築空間の要素やそのレイアウトがインフォーマルコミュニケーションに影響していることが示唆されたが、知的生産性向上の観点から、オフィスレイアウトを決定するために効果的な要素となるものを見出すことに取り組んでいるものが少ない</p> <p>・マルチエージェントモデルを用いてオフィスにおける知的生産性向上を検討する方法の一つとして、インフォーマルコミュニケーションに関する感度解析が不足している</p>	(第1の目的) 執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関する第4章の実態調査を分析して行動シミュレーションモデルに適用し、そのシミュレーションの有効性を検証すること

表 2.7 研究の課題と評価指標

(b) 評価指標

章	章のタイトル	評価指標			
		外部の自然環境導入による室内環境		コミュニケーション	
		主観的評価	客観的評価	主観的評価	客観的評価
第3章	外部の自然環境の導入効果に関する実態調査	<ul style="list-style-type: none"> ・自然換気の開口部の認知・利用状況 ・移転前後の執務環境の比較(物理環境、作業性、景色・景観)(SAP、POE) 	<ul style="list-style-type: none"> ・移転後の自然換気効果 ・移転前後の執務空間の物理的環境要素比較(光、温熱) ・移転前後の執務者に対する生理計測(アクティグラフ) 	-	-
第4章	コミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査	<ul style="list-style-type: none"> ・統合後のオフィス環境の変化がコミュニケーションを含む働き方に与える影響の把握(アンケートに基づく統計分析) 	<ul style="list-style-type: none"> ・移転前後の執務空間の物理的環境要素比較(光、温熱) 	<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニケーション活動の統合前後の比較(アンケート) ・統合後のオフィス環境の変化がコミュニケーションを含む働き方に与える影響の把握(アンケートに基づく統計分析) 	<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニケーション行動調査(インターバルカメラ撮影)
第5章	竣工後の継続的な主観的評価に関する分析と	<ul style="list-style-type: none"> 執務環境の比較(物理環境、作業性)のため、移転前後比較だけでなく、移転後の1年目と2年目を継続的に調査し、かつ同じ執務者(104名)を対象として継続的に調査することで対応のあるt検定を実施(移転後2年目も春、夏、秋と季節を変えて調査を継続、POE3項目、SAP33項目) 	<ul style="list-style-type: none"> ・移転前後だけでなく移転後2年目まで継続して、執務空間の物理的環境要素調査(光、温熱) 	<ul style="list-style-type: none"> コミュニケーションについて移転前および移転後(1年目と2年目)のいずれも夏にアンケート調査 	-
	執務者のコミュニケーション行動と執務環境の関係に関する調査	<ul style="list-style-type: none"> コミュニケーションの状態分類のうち、フォーマルコミュニケーションおよびインフォーマルコミュニケーションの2種について、それぞれその量(時間長さ)の多い群と少ない群(上位50%と下位50%の群)に分類し、調査時期ごとのSAP・POEアンケート調査の評価値を比較 	-	<ul style="list-style-type: none"> コミュニケーションの状態分類のうち、フォーマルコミュニケーションおよびインフォーマルコミュニケーションの2種について、それぞれその量(時間長さ)の多い群と少ない群(上位50%と下位50%の群)に分類し、調査時期ごとのSAP・POEアンケート調査の評価値を比較 	-
第6章	コミュニケーションとタスクの実態調査の分析と インフォーマルコミュニケーションを予測する行動シミュレーションへの応用	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・執務内容(タスク)についてのアンケート調査結果のシミュレーションへの利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニケーション行動調査(インターバルカメラ撮影)の分析結果のシミュレーションへの利用 ・偶発的出会いによるインフォーマルコミュニケーションの発生量や場所を設計段階において評価することを目的としてモデリングされた行動シミュレーションの有効性を検証し、感度解析を行なう

2.6 注釈

<2.1> SAP システムは建築空間の利用者に対して、その空間の知的生産性を主観的に評価してもらうアンケートシステムである。光環境、音環境、熱環境、空気環境、空間環境、IT 環境などのオフィス環境と知的生産性の関係に着目したアンケート調査をおこなうものである。[文 2.59]

2.7 参考文献

- [2.1] 村上周三：知的生産性研究の展望，空気調和・衛生工学，第81巻第1号，pp.3～8，2007年1月
- [2.2] 国土交通省：知的生産性研究委員会報告書(平成24年度)，2013年3月
- [2.3] 杉浦敏浩・村上周三・高井啓明・川瀬貴晴・宗本順三・田辺新一・伊香賀俊治・坊垣和明：知的生産性に関する研究（その1）知的活動と建築空間の階層モデル，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）pp.25-26，2010年9月
- [2.4] 西原直枝・田辺新一・柳井崇：知的生産性に関する研究（その5）室内環境質に関する知的生産性評価手法，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.33-34，2010年9月
- [2.5] 岡本章伺：コミュニケーションマネジメントによる知的生産性の向上，知的資産創造，第7巻第1号，pp.93～101，1999年
- [2.6] 緑川ゆり・伊香賀俊治・佐藤啓明・割田知裕：オフィスの建築空間とコミュニケーションが知的生産性に与える影響，2010年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp.149～152，2011年3月
- [2.7] 吉田孟史：ホワイトカラーの知的生産性—予備的考察—，経済科学第45巻第1号，名古屋大学経済学部経済学研究科，1997年6月
- [2.8] 上原茂男・加藤信介ら：「人にやさしい空間」の研究（その1～その10），日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）2008年9月
- [2.9] 上原茂男・加藤信介ら：「人にやさしい空間」の研究（その11～その24），日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）2009年8月
- [2.10] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子：サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響，日本建築学会環境系論文集 第76巻 第662号，pp.335～343，2011年4月
- [2.11] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子：サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響 その2 環境変化に敏感な性格傾向を持つ執務者の日中の活動・夜間の睡眠についての検討，日本建築学会環境系論文集 第79巻 第695号，pp.11～17，2014年1月
- [2.12] Hiroki Takahashi・Atsuo Ishikawa・Masaaki Higuchi・Shinsuke Kato・Tomohiro Kuroki・Naoko Nozaki：Psychological experiment on the evaluation system of

- creativity, HVAC&R Research, 18(1-2):pp.225~232,2012
- [2.13] 関川智・大林史明・吉岡陽介・寺野真明・川瀬貴晴：昼光利用サーカディアン照明の実効性，日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) D-1, pp.279~280, 2005年9月
- [2.14] 久米功人・吉岡陽介・川瀬貴晴・関川智・大林史明：昼光利用サーカディアン照明の照度条件による知的生産性への影響，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) D-1, pp.799~800, 2006年9月
- [2.15] Richard R. Janis・William K.Y. Tao : Mechanical and Electrical Systems in Buildings, Prentice Hall, 2008
- [2.16] Lisa Heschong : Daylighting in Schools An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance Condensed Report, Pacific Gas and Electric Company, August 20, 1999
- [2.17] Lisa Heschong : Daylight and Retail Sales, California Energy Commission Technical Report, October 2003
- [2.18] 金政秀・川口知真・田辺新一：執務者による自然換気窓の開閉行為に関する研究，日本建築学会環境系論文集 第74巻 第643号, pp.1075-1082, 2009年9月
- [2.19] 日本建築学会編：建築設計資料集成1 環境, 丸善, p.130, 1978
- [2.20] 山本倫代・岩瀬基彦・星清慈・佐々木真人・中川優一・秋元孝之・田辺新一：知的創造活動を支えるオフィスの執務環境評価(第6報) 執務者コミュニケーションと知識創造性に関する実測調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.29~32, 2009年9月
- [2.21] 樋口美和・西原直枝・伊藤光太郎・田辺新一・伊藤剛・間瀬亮平・吉野攝津子：低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究(第2報) 統合前オフィスにおける室内環境およびコミュニケーション調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1375~1378, 2011年9月
- [2.22] 張シン楠・宗本順三・吉田哲・松下大輔・高井啓明・平野克彦：ワークスペースにおけるパーティションウォール設置によるワーカーの滞在・会話行為の研究 UW Bセンサーネットワークを用いた調査，日本建築学会計画系論文集 第76巻 第669号, pp.2083~2091, 2011年11月
- [2.23] 流田麻美・西原直枝・伊藤光太郎・樋口美和・田辺新一・伊藤剛・間瀬亮平：低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究(第16報) 室内環境調査および執務者行動・空間評価アンケート調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.2793~2796, 2012年9月
- [2.24] 流田麻美・樋口美和・伊藤光太郎・西原直枝・田辺新一・伊藤剛・和田克明・吉野

- 攝津子・間瀬亮平：低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究
その 25, 移転前後のオフィスにおける夏季のアンケート調査およびコミュニケーション調査結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp.1391~1392,
2012年9月
- [2.25] 阿部智和：人員間の距離とコミュニケーション・パターンに関する実証分析 ある
国内電気メーカーを対象として, 経営と経済, 第88巻 第1号, pp.27~50, 2008
年6月
- [2.26] 阿部智和：オフィス空間のデザインと組織内コミュニケーション メンバー間の距
離の影響に関する考察, 経済学研究, 62-2, pp.75~86, 2013年1月
- [2.27] 十川廣國・青木幹喜・神戸和雄・遠藤健哉・馬場杉夫・清水馨・今野喜文・山崎秀
雄・山田敏之・坂本義和・周炫宗・横尾陽道：日本企業におけるイノベーション・
プロセスの再検討, 社会イノベーション研究, 第8巻第1号 (1-30), 2012年11
月
- [2.28] 山田哲弥・井上誠・嶋村仁志：フリーアドレス・レイアウトにおける領域操作の効
果, 日本建築学会計画系論文集, 第486号, pp.69-78, 1996年8月
- [2.29] 恒川和久・谷口元・小松尚・森川篤志：多様なスペースを共有するフリーアドレス
オフィスの利用行動に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), pp.
219-220, 1997年9月
- [2.30] 恒川和久・谷口元・森川篤志：ワークプレイスにおけるコミュニケーションと空間
の関係に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), pp. 671-672, 1998
年9月
- [2.31] 山田哲弥・嶋村仁志・岩田美成・杉山武：研究執務スペースのフリーアドレス化に
関する研究 (その2) 折畳移動机によるフリーアドレス・オフィスにおけるコミュ
ニケーションの量と場所の変化, 日本建築学会計画系論文集, 第528号,
pp.119-124, 2000年2月
- [2.32] 藤田敏郎・谷口元・恒川和久・靱山明久：オフィスレイアウトの変更によるワーカ
ーの行動変化に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), pp. 191-192,
2003年9月
- [2.33] 浅野剛弘・恒川和久・靱山明久・谷口元：業務特性の反映を基にしたオフィス計画
手法の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), pp. 247-248, 2004年8
月
- [2.34] 千葉裕紀・谷口元・恒川和久・靱山明久：ワークスタイル、コミュニケーションの
指向性を決定づける内的・外的要因に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概
集 (関東), pp. 483-484, 2006年9月

- [2.35] 三村麻紀子・浅田秀男・柴田理・野原文男・宿谷昌則：自然採光・自然換気を採用したオフィスビルの POE, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), D-1, pp. 931-932, 1997年9月
- [2.36] 井上誠：ユーザーの慣れに伴う評価の変化について：ユーザー評価の方法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), E-1, pp. 623-624, 2004年8月
- [2.37] 小幡佳弘・井上誠：ユーザーの慣れに伴う評価の変化について：居住後評価の方法に関する研究(その2), 日本建築学会中国支部研究報告集 第27巻, pp.709-712, 2004年3月
- [2.38] 宇治川正人・武藤浩・安岡正人・平手小太郎・山川昭次・土田義郎：地下オフィスの環境改善に関する研究 その1 居住環境評価による地下オフィスの問題点と改善効果の把握, 日本建築学会計画系論文集, 第457号, pp.73-82, 1994年3月
- [2.39] 加藤彰一：ホーソン研究をファシリティマネジメントではどのようにとらえるか, 建築雑誌, Vol.108, No.1337, p.62, 1993年1月号
- [2.40] 宗方淳・田中知世：オフィス環境が執務者のモチベーションに及ぼす影響に関する研究 -環境の総合満足度やリフレッシュ等の評価項目との比較による検討-, 日本建築学会環境系論文集, 第79巻 第695号, pp.19-25, 2014年1月
- [2.41] 田淵誠一・平岡雅哉・杉浦敏浩・佐久間哲哉・宗方淳・川瀬貴晴：知的生産性研究：その2 建築空間と環境設備計画に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), D-2, pp.1025-1026, 2009年8月
- [2.42] 西原直枝・田辺新一・伊藤光太郎・樋口美和・流田麻美・高橋幹雄・野崎尚子：知的生産性に関する研究 その10：職種等による行動時間割合と環境重要度の特徴, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), 環境工学 I, pp.93-96, 2012年9月
- [2.43] 青柳圭祐・渡邊朗子：知的活動を支援する環境デザインに関する研究：箱庭手法を用いた箱庭型評価グリッド法による知的活動活性化の環境要素の抽出, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), 環境工学 I, pp.77-80, 2012年9月
- [2.44] 宗方淳・川瀬貴晴・小島隆矢・佐久間哲哉・高橋正樹・橋本哲・原田昌幸・吉井隆：オフィスビル全体を対象とした知的生産性評価システムに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), 環境工学 I, pp.97-100, 2012年9月
- [2.45] 谷英明・倉田雅史・野村康典・山岡琢・高橋幹雄・沼中秀一：創薬研究所における省CO2手法に関する研究(第2報) 研究者の知的生産性に関する調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2012年) D-55
- [2.46] 谷本潤・萩島理・田中尉貴：避難口のボトルネック効果に関するマルチエージェント

- トシミュレーションと平均場近似に基づく解析, 日本建築学会環境系論文集 第74巻 第640号, pp.753-757, 2009年6月
- [2.47] 藤岡正樹・石橋健一・梶秀樹・塚越功: 津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価, 日本建築学会計画系論文集 第562号, pp.231-236, 2002年12月
- [2.48] 佐野友紀・高柳英明・木村謙・渡辺俊・林田和人・川口和英・池田浩敬・位寄和久・渡辺仁史: 人間行動シミュレーションのための行動データ体系化, 2003年度日本建築学会関東支部研究報告集
- [2.49] 織田瑞夫・滝澤重志・河村廣・谷明勲: エージェントモデルによる連続的空間における人間行動シミュレータの構築, 日本建築学会計画系論文集 第558号, pp.315-322, 2002年8月
- [2.50] 北上靖大・加藤彰一・谷脇義隆: マルチエージェントシミュレーションを用いた学生食堂における環境認識・行動に関する研究, 日本建築学会東海支部研究報告書 第45号, pp.529~532, 2007年2月
- [2.51] 柴田洋希・加藤彰一: マルチエージェントシミュレーションを用いた学生食堂のレイアウトに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), E-1, pp.575~576, 2007年8月
- [2.52] 木曾久美子・門内輝行: 建築・都市空間における人間行動のモデル化とシミュレーション, 日本建築学会計画系論文集 第76巻 第668号, pp.1819-1828, 2011年10月
- [2.53] 木曾久美子・門内輝行: 人間行動の記号過程の確率ネットワークモデルとそれに基づくシミュレーション 建築・都市空間が誘発する人間行動の記号過程に関する研究(その2), 日本建築学会計画系論文集 第77巻 第680号, pp.2329-2338, 2012年10月
- [2.54] 木曾久美子・門内輝行: 発話分析に基づく人間行動の記号過程の解釈とシミュレーション 建築・都市空間が誘発する人間行動の記号過程に関する研究(その3), 日本建築学会計画系論文集 第78巻 第687号, pp.1003-1012, 2013年5月
- [2.55] 吉井隆・秋元孝之・酒井憲司・富田正裕: オフィス空間における知識創造の研究その1 オフィス空間における執務者行動に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), D-1, pp.13-14, 2010年9月
- [2.56] 富田正裕・秋元孝之・吉井隆・酒井憲司: オフィス空間における知識創造の研究その2 レイアウト変更による執務者への影響に関する研究手法の確率, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), D-1, pp.15-16, 2010年9月
- [2.57] 吉井隆・秋元孝之・松浦健太・綿貫安伸・酒井憲司: オフィス空間における知識創造の研究その3 オフィス空間における執務者の行動調査, 日本建築学会大会学術

講演梗概集（関東），D-2，pp.1137-1138，2011年8月

[2.58] 松浦健太・秋元孝之・綿貫安伸・吉井隆・酒井憲司：オフィス空間における知識創造の研究その4 シミュレーションツールの整合性評価，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），D-2，pp.1139-1140，2011年8月

[2.59] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著：誰でもできるオフィスの知的生産性測定SAP入門，テツアドー出版，平成22年1月

第3章

外部の自然環境の導入効果に関する 実態調査

3.1 はじめに

わが国では、情報通信技術をベースとした知識社会が進展している一方で、人口減少・少子高齢化が問題になっている。この人口減少社会において、持続可能な発展を今後も継続するためには、生産性の向上が必要となる。特に、知識社会に対応するためには、知的生産性の向上が重要なテーマとなる[文 3.1]。

そのため近年、オフィスの知的生産性向上に関する研究がおこなわれている。

(既往研究のレビューは第2章で行なっているため、以下に要点のみ記載する)

上原ら[文 3.2][文 3.3]は「人にやさしい空間」の研究として、「人に良い影響を与える空間」の設計・制御技術に関する多くの知見を得た。

高橋ら[文 3.4]~[文 3.6]は、執務者のサーカディアンリズムに対する温熱環境の影響を被験者実験により確認した。

川瀬ら[文 3.7][文 3.8]は、昼光を利用したサーカディアン照明の実証実験をおこない知的生産性への影響を検討した。

Janis ら[文 3.9]は、執務者が屋外の時間経過や天気を感じられることの重要性について述べている。

これらの研究による多くの知見は主に実験室レベルで得られたものである。

実際の建物の運用状況では、Heschong らの調査結果があげられる。小学校の教室における調査[文 3.10]では、自然採光と学生のテストの点数との間に統計的に有意な正の相関を見出した。

またチェーンの小売業者の調査[文 3.11]においては、従業員や買い物客の意識向上に影響し、昼光利用した店の方が類似の昼光を利用していない店舗に比べて売上が増加しているという結果を示した。

これら実態調査については、今後も多くの知見を積み重ねる必要があるものと考えられる。

そこで今回、我々はこれらの研究で得られた知見をふまえて、富士山の西麓の景色のよい場所で自然光や自然換気などの外部の自然環境を積極的に取り込んだ建物を対象に、この建物および移転前の建物での実態調査をおこなった。本章の目的は、一日周期の外部の物理的周期（サーカディアン条件）と人間の生理的な周期が同期していることが自然であり知的生産性にもよいと考えた上原ら[文 3.2] [文 3.3]の「人にやさしい空間」についての実際の建物における知的生産性向上に寄与する知見を得ることである。調査にあたっては、主観的評価（執務者へのアンケート）と、客観的評価（風速・温熱光環境実測およびアクティグラフによる測定）の両面から実施した。なお外部の自然環境の導入の位置づけは、あくまでも建物に対する付加価値である。すなわち、物理環境の快適性が担保されている状況で意義のあるものである。そのため、今回の研究対象建物は自然光や自然換気を行なわなくとも執務環境として制御されている空間である。

3.2 調査対象建物概要

対象となる建物は、静岡県の富士宮市に建設された給湯器メーカーの研究開発施設である（調査対象建物に関する具体的内容は第2章で記載している）。

図3.1に移転前後の建物の平面図の一部を示す。

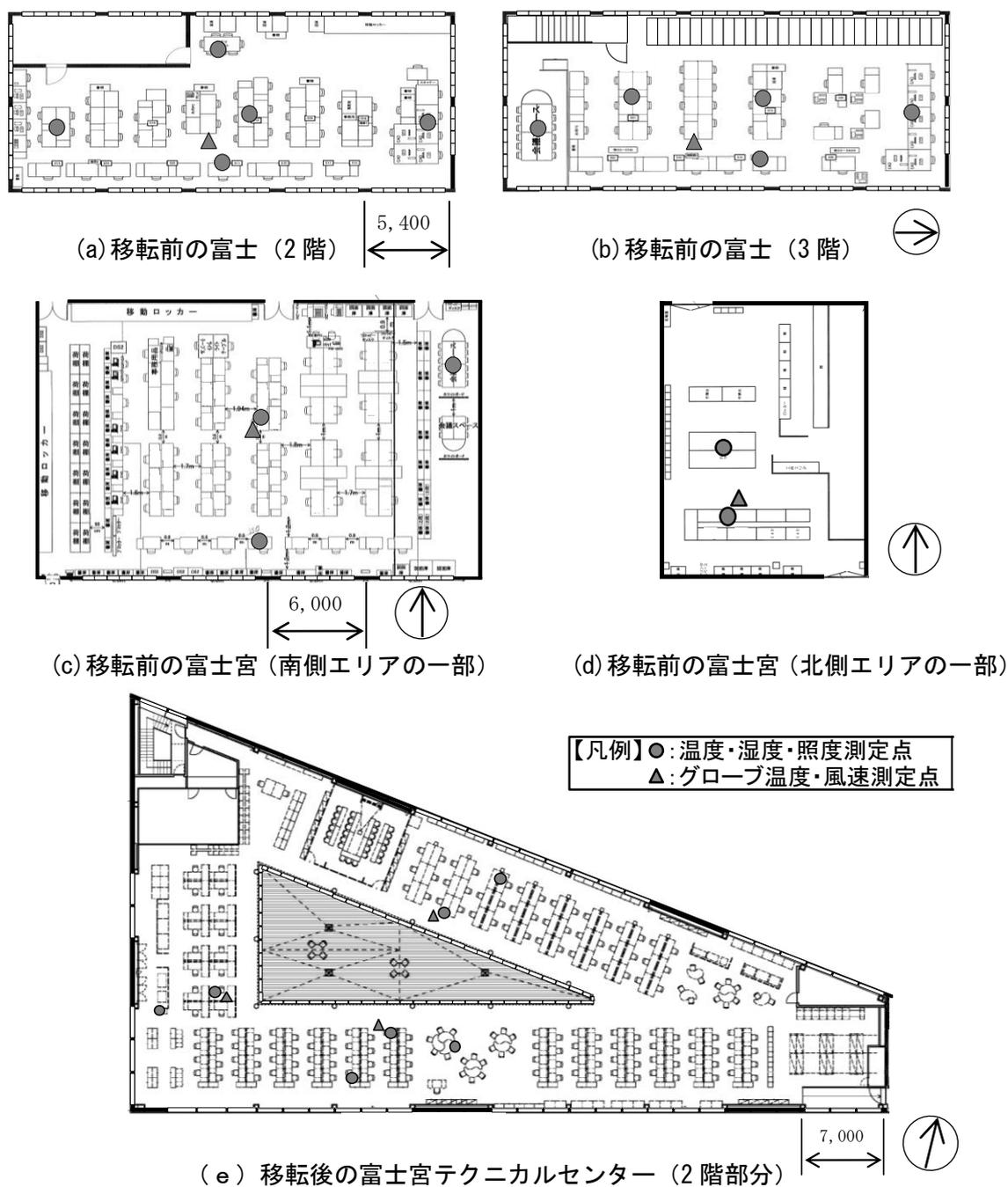


図3.1 移転前後の建物の平面図（一部）

表 3.1 に移転前後（統合前後）の建物比較、表 3.2 に窓比較を示す。

表 3.1 移転前後（統合前後）の建物比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)
標高[m]	5	580	580
延床面積[m ²] (全体)	583.20	989.52	1,372.99
面積[m ²] (デスクスペース部分)(空調対象面積)	583.20	773.52	1,372.99
面積[m ²] (単独廊下部分)	0.00	216.00	0.00
天井高[m] (デスクスペース部分)	2.6	3.0	2.8
階数 (各階構成)	3階建 ・1階:試験場所 ・2階:執務室 ・3階:執務室	2階建 ・1階:工場 ・2階:執務室・試験場所	2階建 ・1階:試験場所 ・2階:執務室
竣工年	1975年以前	1992年	2012年
居住者の人数	79名	64名	140名
居住者の年齢の 構成	20代19名 30代13名 40代28名 50代19名	20代11名 30代20名 40代16名 50代17名	20代30名 30代31名 40代45名 50代34名
居住者の性別の 構成	男性76名 女性3名	男性62名 女性2名	男性135名 女性5名

表 3.2 移転前後（統合前後）の窓比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)	
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)	
ガラス仕様	透明ガラス	すりガラス	透明ガラス	
ブラインド仕様	ベネシャンブラインド (任意操作)	なし	ベネシャンブラインド (任意操作)	
窓面積率 ^{†1} (採光)[%]	合計	20.6	2.9	22.4
	北面	3.2	—	2.2
	東面	9.2	—	—
	南面	3.6	2.9	3.6
	西面	4.6	—	1.1
	中庭	—	—	15.5
窓面積率 ^{†1} (自然換気)[%]	合計	7.9 (ただし開放せず)	2.8	6.8
	北面	1.5	—	0.7
	東面	4.6	—	—
	南面	1.8	2.8	1.4
	西面	—	—	—
	中庭	—	—	4.7

注 ^{†1} デスクスペースにおける床面積に占める窓面積の割合(移転前の富士宮工場では北側エリアは外部に面していなかったため、南側の外部に面した室のみを対象とした)

表 3.3 に移転前後の空調設備と照明設備の比較を示す。

表 3.3 移転前後（統合前後）の空調と照明の比較

項目	移転前 (統合前)		移転後 (統合後)
	富士市 (本社工場内)	富士宮市 (富士宮工場内)	富士宮市 (テクニカルセンター)
空調方式	EHP	EHP	GHP
室内機仕様	天井カセット型	天井カセット型	天井カセット型
空調の発停方法、温度調節の仕方	・ON:室温が28℃以上になった場合 ・OFF:ルール無し	・ON:室温が28℃以上になった場合 ・OFF:ルール無し	・ON:室温が28℃以上になった場合 ・OFF:ルール無し
湿度条件	成行	成行	成行
照明器具仕様	・1F試験場所: FL40W×2灯用笠付 ・2F・3F執務室: FL40W×2灯用直付 ルーバー付	FL40W×2灯用逆富士	・1F試験場所:Hf 32W×2灯用笠付 ・2F執務室:Hf32W ×2灯用埋込下面開放
照明の発停方法	・ON:最初の出勤者 ・OFF:最終退室者	・ON:最初の出勤者 ・OFF:最終退室者	・ON:最初の出勤者 ・OFF:最終退室者

写真 3.1 から写真 3.6 に移転前後の建物の外観およびデスクスペースを示す。



写真 3.1 移転前の本社工場の外観



写真 3.2 移転前の本社工場内デスクスペース



写真 3.3 移転前の富士宮工場の外観



写真 3.4 移転前の富士宮工場内デスクスペース



写真 3.5 移転後の富士宮工場の俯瞰写真

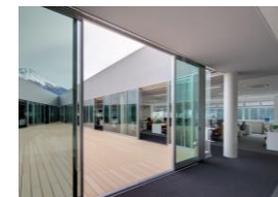


写真 3.6 移転後のデスクスペースと中庭

3.3 調査概要

表 3.4 に調査概要を記す。移転後の自然換気の利用状況、移転前後の執務空間の温熱光環境、移転前後の執務者の活動量などについて主観的評価と客観的評価の両面から調査した。

表 3.4 調査概要

調査項目	評価方法		調査手法	調査目的
	主観的評価	客観的評価		
移転後のテクニカルセンターにおける自然換気効果		●	温湿度・風速の実測(換気回数の算定)	中間期の自然換気時の平均換気回数の把握(入居前の予備実測/入居後の実運用時)
移転後のテクニカルセンターにおける自然換気の開口部の認知・利用状況	●		執務者へのアンケート	自然換気の開口部の認知・利用状況の確認
移転前後の執務空間の物理的環境要素の比較(光、温熱)		●	温湿度、照度の実測(PMVの算定)	移転前後の執務空間の物理的環境要素の違いの把握
移転前後の執務環境の比較(物理環境、作業性、景色・景観)	●		執務者へのアンケート(SAP)	移転前後の執務環境の満足度や作業性の違いの把握
執務者に対する生理計測		●	アクティグラフを用いた実測	移転前後の執務者の活動量や睡眠の違いの把握

3.4 移転後のテクニカルセンターにおける自然換気効果の確認（客観的評価）

3.4.1 測定概要

テクニカルセンター2階のデスクスペースにおいて、中間期の自然換気時の平均換気回数を把握することを目的とした実測を行なった。突出し窓（×9点）はレバーで同一操作する窓（2～6枚）毎に各1個ずつ風速計を配置し、中庭（×6点）は開閉する場所に配置した<注 3.1>。各開口部の代表点（中心高さ）に風速計を設置し計測した風速に、カメラ画像で確認した開口窓数から算出した開口面積を乗じ、同一操作する窓における風量として算出した。計算上の流入係数 α は1.0と想定した。同一時刻の風量のデータを合算し、2で割る（対象エリアで給排気の収支が完結すると仮定）ことで、エリアの換気量を算出し、エリアの容積で除することで換気回数を算出した。設置場所はレバー操作で始めに開く窓、かつ各開口部の代表点は窓の中心高さとした。なお外気条件（風向、風速、温度）はテクニカルセンター屋上において測定した。測定期間は竣工時の入居前（家具設置前）の状態である2012年10月20日(土)～22日(月)と、入居後（移転後）の2013年10月1日(火)～10月12日(土)である。

3.4.2 測定結果および考察

表3.5に自然換気の測定ケースと平均換気回数を示す。

表3.5 自然換気の測定ケースと平均換気回数

ケース		開口条件			平均換気回数 (回/h)
		中庭の窓開放	突出し窓開口	サッシのスリット開口	
入居前 (2012)	ケース1	閉鎖	閉鎖	閉鎖	0
	ケース2	閉鎖	閉鎖	全開放	0.0005
	ケース3	全開放	閉鎖	全開放	10.2～14.7
	ケース4	全開放	全開放	全開放	16.7
入居後 (2013)	10/1～11	執務者による任意開放			1.2～8.4

注 入居後の調査は、10/1(火)～11(金)の平日9日間の執務時間9時～18時の各日平均を算出

入居前測定時の外界気象条件としては、前日の10/18(木)から10/19(金)にかけては台風だったが、測定期間の風向は、日中が南風、夜間が北風で安定していた。外部風速はほぼ5 m/s以下（平均2.5 m/s）で推移していた。外気温は日中20℃前後であった。入居前の全開口部を開放したケース4の平均換気回数は16.7回/hとなった。また突出し窓以外を

すべて開放したケース3では10/20(土)と10/22(月)の2回の測定をしたが、それぞれ平均14.7回/h、10.2回/hとなっており、これら2つのケースにおいては十分な換気量が得られているものといえる。一方、ケース2(スリット開口のみを開けた条件)では、開口面積が小さいため換気回数として計算すると0.005回/hとなった。これらをふまえると、自然換気利用時にはサッシスリットならびに中庭の窓もしくは突出し窓を開放することが、換気回数の観点では望ましいものといえる。なおケース1(開口はすべて閉鎖)においては、タフトの動きが見られなかった。すなわち開口部以外の漏気については認められなかった。一方、入居後の執務者の任意開放による測定結果では、平均換気回数で5回/h前後(1.2~8.4回/h)である。

執務者への必要換気量を仮に一人あたり30m³/hとすると、140人に対しては4,200m³/hである。気積は3,844.4m³(面積1,372.99m²×天井高2.8m)なので、執務者に対する必要換気量を換気回数に換算すると1.1回/hあれば十分である。自然換気による平均換気回数(5回/h)は、その4倍以上である。

図3.2に外部風速と開口面積率(開口面積を床面積で除した比率)と自然換気による換気回数と室内外温度差の時系列変動を示す。あわせて図3.3に開口部の利用状況の把握のために、開口面積率の各日の変動を(a)に、窓開放比率を(b)に示す。いずれも休業日の10/5(土)と6(日)は除外して平日のみグラフ化している。

開口面積の変化から毎朝窓を開けて新鮮な空気に入れ替える習慣がみてとれる。換気回数は瞬時値では10回/hを超える場合もある。また室内外温度差をみると朝に窓を開けてすぐに低下し、執務時間の経過とともに上昇する傾向がある。多くの日で午後に室内外温度差が高い傾向にあるが、その変動と換気回数の相関性が見られない。すなわち重力換気は卓越しておらず、執務によるパソコン使用などの内部発熱が増加することが影響しているものと考えられる。また外部風速の推移をみると、日中は風速が大きく夜間は小さい。日中の外部風速がほぼ同様である10/2(水)と10/9(水)と10/11(金)を比較すると換気回数は10/9が少ない。これは開口面積率が小さいことに起因しているものと考えられる。すなわち十分な換気を得るためには開口面積率を大きくすることが効果的である。また10/7(月)および10/10(木)について10/11(金)と比較すると、10/7および10/10の方が開口面積率は大きい時間帯もあるが外部風速が低いために換気回数は少なくなっている。換気回数は外部風速との相関性がみられるものといえる。

図3.3(b)の窓開放比率は、実際に開放している開口部の面積を、建築的にしつらえている窓面積で除した比率である。金・田辺らのオフィスビルにおける窓開放率(春季0~35%、夏季0~20%)についての研究内容を参考にグラフ化した。その結果、調査期間の日中の平均は、午前10時頃には40%程度まで上昇し、日中は30%程度を推移していた。

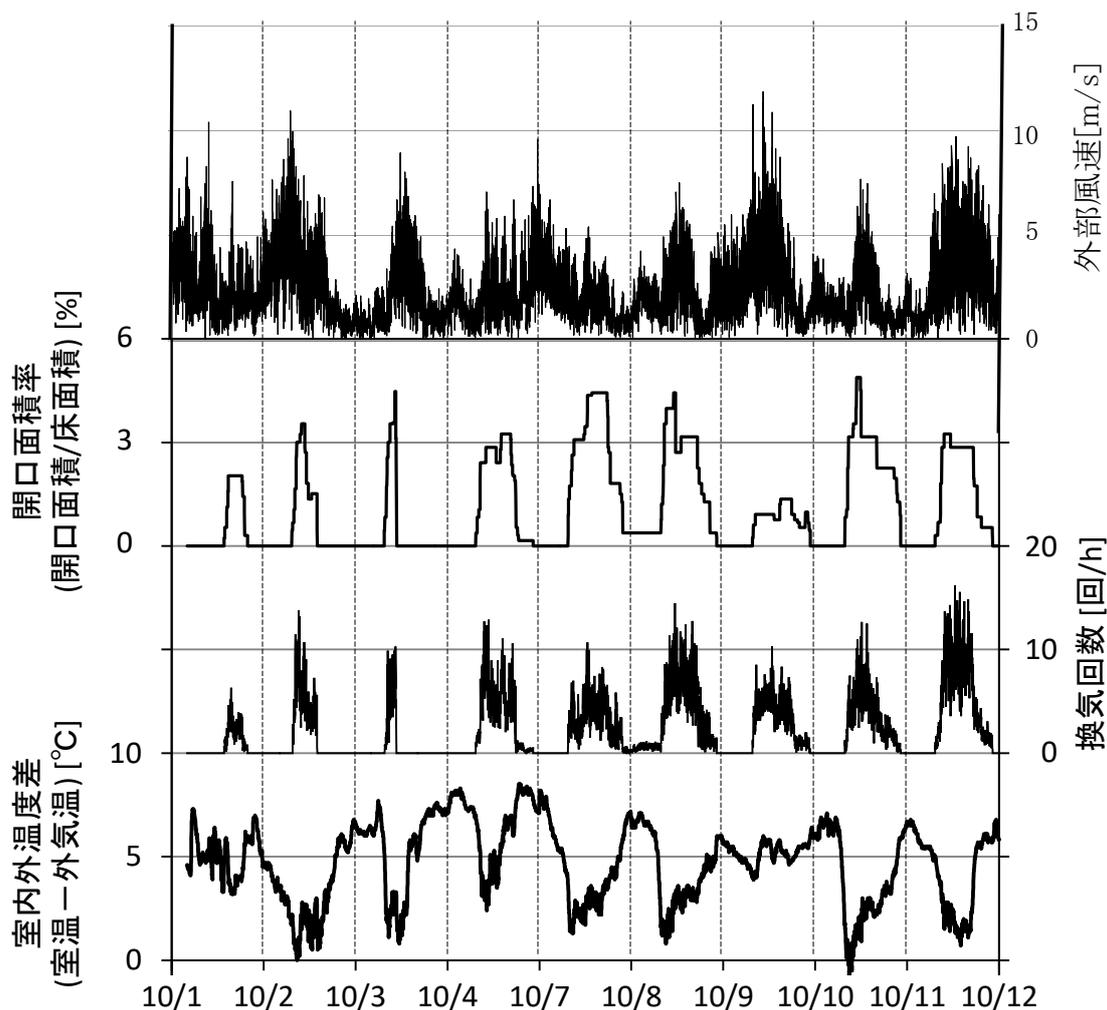


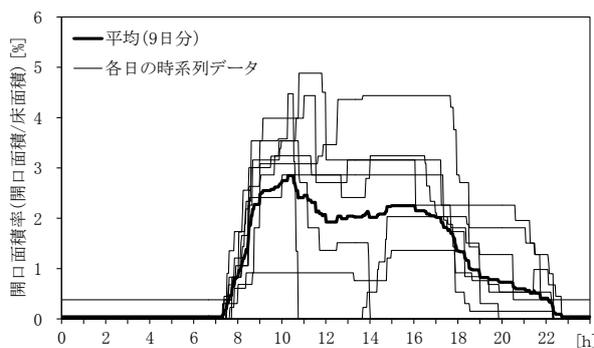
図 3.2 外部風速・開口面積率・自然換気による換気回数・室内外温度差に関する時系列変動

【各日のピーク】

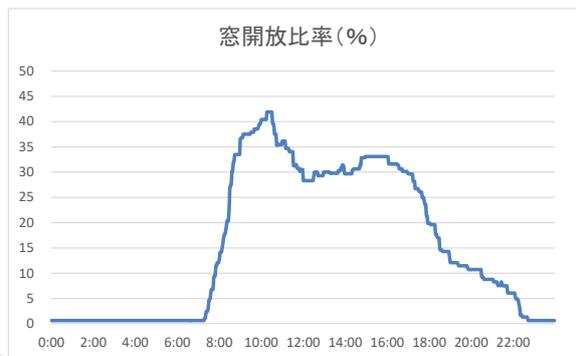
平均: 2.8

10/1: 2.0、10/2: 3.5、10/3: 4.5、10/4: 3.2、10/7: 4.4、

10/8: 4.4、10/9: 1.4、10/10: 4.9、10/11: 3.2



(a) 開口面積率の各日の変動



(b) 窓開放比率 (9日分の平均)

図 3.3 開口部の利用状況の把握

さらに時間帯別の自然換気効果について把握するために開口面積率と自然換気による内外温度差の相関図による分析をおこなった（図 3.4）。建築設計資料集成[文 3.12]の開口比と自然通風効果を参考にしてグラフ化を試みたものである。その結果、開口面積率を上げることにより（すなわち窓を開放することにより）、室内外温度差が低下しており外気が積極的に導入されていることがわかる。相関係数Rは0.73であった。開口率が3%の場合、平均3°C程度であった。同じ開口面積率であっても室内外温度差には分布がある。午前には室内外温度差が小さく、午後には大きい傾向が見られた。また調査対象のテクニカルセンターの開口面積率は最大で6.8（＝表 3.2 の窓面積率）であるが、実態調査としては5.0程度までとなった。

建築設計資料集成[文 3.12]に記載された開口率は0.2から0.9であるが、今回の建物では5.0程度までの開口率となった。

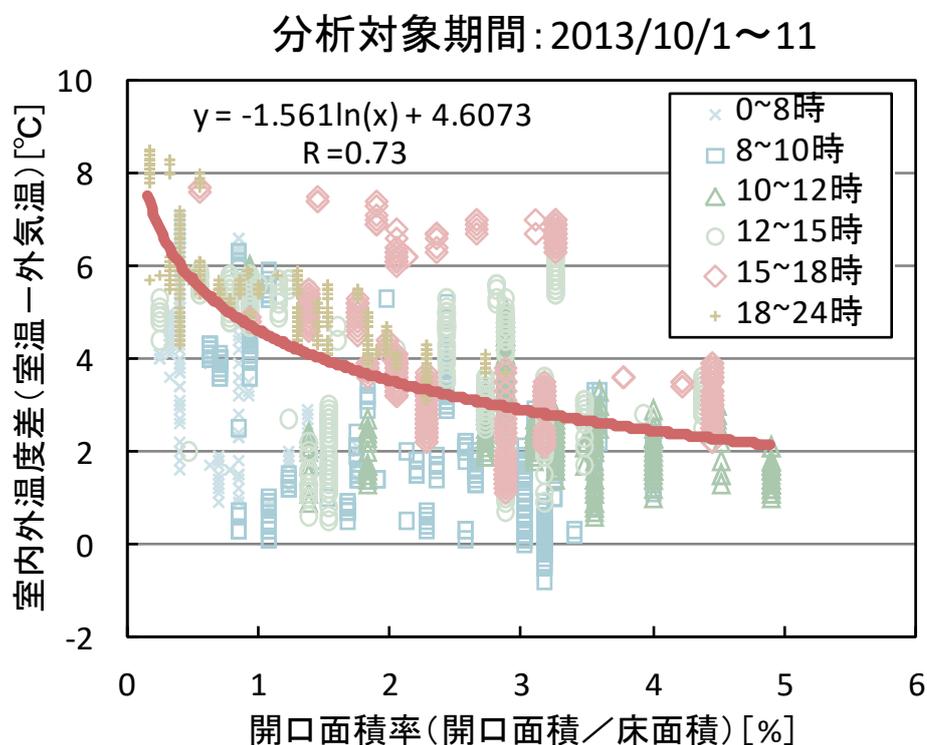


図 3.4 開口面積率と自然換気による内外温度差の相関図

3.5 移転後のテクニカルセンターにおける自然換気の開口部の認知・利用状況(主観的評価)

3.5.1 調査概要

テクニカルセンターの執務者(合計138名)に、自然換気の開口部の認知・利用状況を把握することを目的としたアンケート調査を実施した。調査期間は、2013年9月30日(月)から10月11日(金)の平日である。なお移転直後の2013年2月19日に執務者に対して、このテクニカルセンターの自然換気の考え方についての説明会を実施している。その際の出席者は90名程度(執務者の65%程度)であった。

3.5.2 調査結果および考察

図3.5から図3.7に自然換気の開口部の認知・利用状況の調査結果を示す。

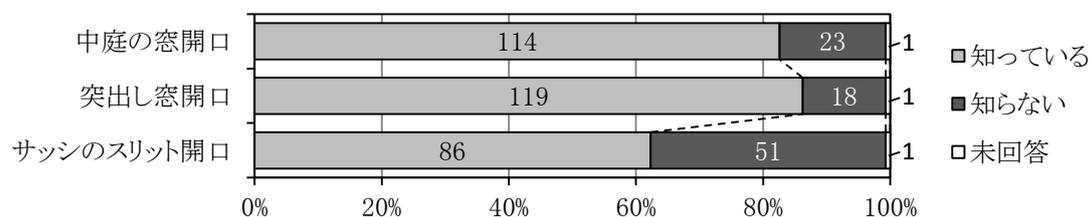


図 3.5 開口場所に関する認知度

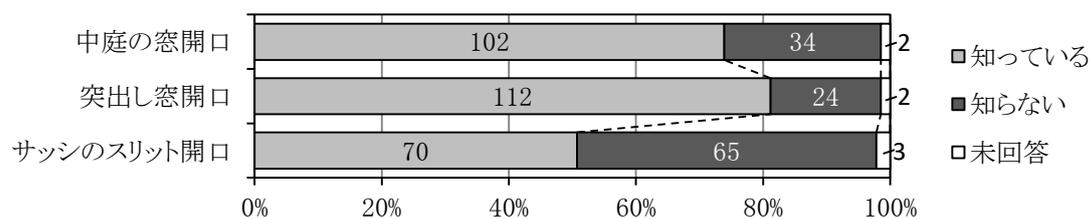


図 3.6 開口部の開閉操作方法に関する認知度

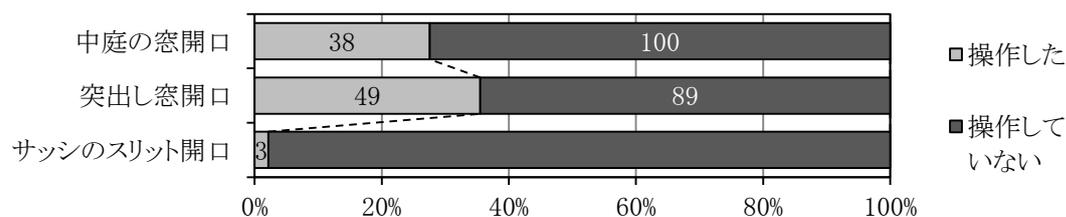


図 3.7 開口部の利用状況

開口場所に関する認知度（図 3.5）については、「中庭の窓」が 82.6%、「突出し窓」が 86.2%であるのに比べ、「サッシのスリット開口」に対する認知度が 62.3%で低い傾向にある。

開閉操作方法に関する認知度（図 3.6）については、「中庭の窓」が 73.9%、「突出し窓」が 81.2%であるのに比べ、「サッシのスリット開口」に対する認知度が 50.7%で低い傾向にある。サッシのスリット開口はサッシ付属の特殊なもののため、一般的に認識されていないものと考えられる。

また図 3.7 から開口部の操作を行なう人が固定化している様子が確認できた。およそ 3 割の人が操作している。窓に近い執務者が開閉操作している<注 3.2>。

次にアンケートの自由記述の分析結果を記す。自然換気により良くなった点として、「外気や風を感じる（22 名）」、「気持ち良さ・爽快感（14 名）」「涼しさ（10 名）」などの回答があり、気になる点・悪くなった点として、「風向きによる臭気（66 名）」、「工場の騒音（14 名）」、「操作の面倒さ（14 名）」の回答があった。

風向きによる臭気とは敷地の北側にある畜産場のニオイが原因であることが予想される。アンケートの自由記述によると、敷地の北側にある畜産場のニオイが気になるのは主に夕方から夜間にかけてであった。そのため、近隣の富士市の気象データ[文 3.13]をふまえて測定日の風向を確認した<注 3.3>。日によって違いはあるが、勤務時間帯（日中）は南寄り、夕方から明け方にかけては北寄りの風向となる傾向があることが確認できた。図 3.2 の開口面積率のグラフにおいても夕方に窓を閉鎖する日が確認できた。これらにより調査対象建物においては、主に敷地の北側にある畜産場のニオイが気になるとき以外に自然換気が行なわれているものと考えられる。

開口部の利用状況に関するアンケート結果として、開口部の「開」操作をした理由の 1 位は「涼しくするため」（冷たい空気・気流感の確保）（中庭窓 25 名、突出し窓 23 名）、2 位は「空気の入替えのため」（中庭窓 8 名、突出し窓 14 名）であった。また「開」「閉」操作をしない理由の 1 位は「他の人が操作済のため」（中庭窓 65 名、突出し窓 52 名）、2 位は「開口が自席から遠いため」（中庭窓 37 名、突出し窓 36 名）、3 位は「花粉が入っているため」（中庭窓 7 名、突出し窓 4 名）であった。

3.6 移転前後の執務空間の物理的環境要素の比較による評価（客観的評価）

3.6.1 測定概要

移転前後の執務空間の物理的環境要素の違いを把握することを目的に光環境および温熱環境の実測調査を行なった。光環境（照度）、温熱環境（温度、湿度、グローブ温度、風速）の調査を定点測定の手法で実施した。前述の図 3.1 に測定点を示す。各調査項目の測定方法については表 3.6 に示す。各測定項目に加え、デスクスペースの代表点においては、温冷感の指標である PMV（Predicted Mean Vote：予測平均温冷感申告、温熱 6 要素（気温・湿度・気流・熱放射・代謝量・着衣量）による複合効果を評価する指標）を算出した。算出には各室の代表グローブ温度・風速を用いた。また現地での状況から、代謝量は 1.1met、着衣については男女とも会社規定の作業着を着用している。個人での着衣の調整は作業着の中に着るもので調整している。夏期および秋期の着衣量に若干の違いが認められるが、便宜上、0.83clo（下着 0.05+ズボン 0.29+T シャツ 0.20+作業着（長袖シャツ（ボタン付）） 0.29）と仮定した。気流は代表測定点の平均風速を用い、熱放射はグローブ温度、室内温度より算出した。調査期間は、移転前が 2012 年 7 月 20 日（金）～26 日（木）の中の平日 5 日間（勤務時間帯の 8:00～18:00）、移転後が 2013 年 7 月 22 日（月）～26 日（金）および 10 月 7 日（月）～11 日（金）（移転後はいずれも平日で勤務時間帯の 9:00～19:00）である。

なお、東日本大震災（2011 年 3 月）による照度基準の見直しをふまえた照度低減は行っていない。

表 3.6 各調査項目の測定方法

測定項目	測定方法	記録 間隔	使用機器
照度	机上面レベル(FL+700)において、水平面照度を測定する (定点:3~4箇所/フロア)	2min	照度計
温度・湿度	居住者作業スペースの周辺にて測定する (定点:3~4箇所/フロア)	2min	温湿度計
グローブ温度	居住者作業スペースの周辺にて測定する (定点:1箇所/フロア)	2min	グローブ温度計
風速(気流)	居住者作業スペースの周辺にて測定する (定点:1箇所/フロア)	2min	風速計
屋外環境	屋外代表点にて気象条件を測定する (定点:1箇所)	2min	日射計 温湿度計

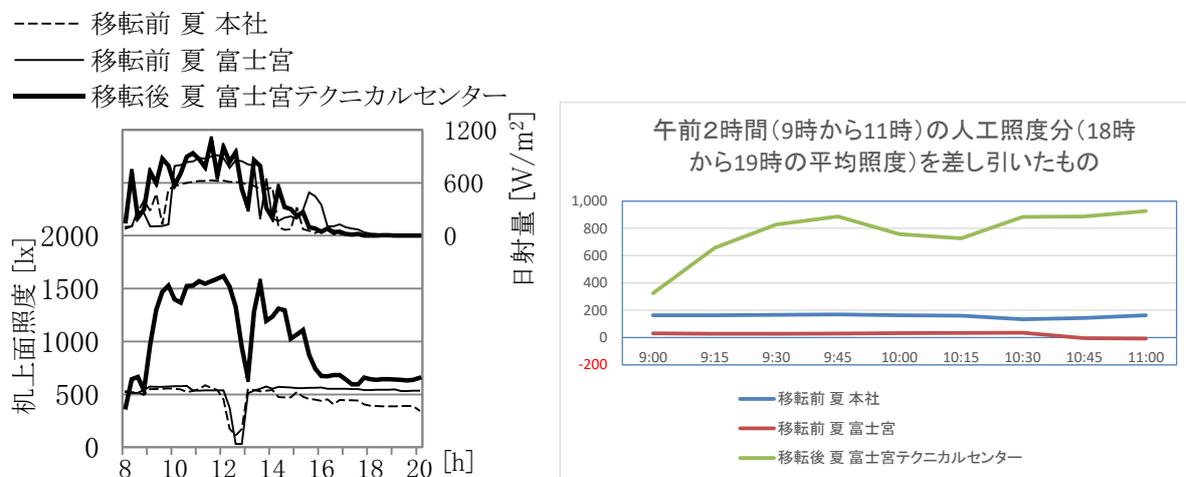
3.6.2 測定結果および考察

図 3.8 に代表日の業務時間帯の室内照度を示す。代表日としては、移転前後の屋外日射量がほぼ同等の日を選定した。移転前夏が 2012 年 7 月 26 日、移転後夏が 2013 年 7 月 26 日である。照度測定は、いずれもデスクスペースにおける机上面高さでの結果である。移転前の本社では 14 箇所の平均値、移転前の富士宮では 5 箇所の平均値、移転後のテクニカルセンターでは 7 箇所の平均値である。

図 3.8 (a) によれば、移転前後ともに夜間の照度は 400~500Lx で推移しているが、日中の照度に大きな差が生じた。移転後には 1,500Lx 程度まで上昇している。昼休みは消灯するため照度が低下している。この時間帯の照度は自然光利用分とほぼ等しいものと考えられる。移転前は本社が 100lx 程度、富士宮が 30lx 程度であるのに対して、移転後のテクニカルセンターでは 600lx 程度ある。

また日中の人工照明を点灯している時間帯において、室内照度から人工照明分の照度（夜間照度とほぼ同等）を差し引いたものを自然光導入分と仮定して、図 3.8 (b) を作成した。具体的には午前の 2 時間（午前 9 時から 11 時）の照度測定結果（図 3.8 (a)）において、人工照明分の照度（午後 6 時から 7 時の平均照度）を差し引いたものである。その結果、移転前は本社が 200lx 程度、富士宮がほぼ 0lx であるのに対して、移転後のテクニカルセンターでは 800lx 程度ある。

移転後は窓面積が大きくなり、かつ直射日光の入らない中庭側の窓はブラインドを下げる必要がないことから外の明るさを利用できる環境になっているといえる。



(a) 日射量との室内照度 (b) 室内照度から人工照明分の照度を差し引いたもの

図 3.8 移転前後の代表日の業務時間帯の室内照度

図 3.9 に移転前後の代表日の業務時間帯の物理環境データ（測定点の平均値）と総合的温熱環境（PMV）を示す。代表日としては、前述の照度についての検討と同じ日とした。移転前夏が 2012 年 7 月 26 日、移転後夏が 2013 年 7 月 26 日、移転後秋が 2013 年 10 月 2 日である。移転前の夏については、本社では 10 箇所の平均値、富士宮では 5 箇所の平均値、移転後のテクニカルセンターでは、3 箇所の平均値である。

日中の温度についてみると、移転前の富士宮（夏）では 30℃を超えている。エアコンを使っているが熱負荷が処理しきれていない。移転前の本社（夏）と移転後のテクニカルセンター（夏）においては、27～28℃程度で推移している。エアコンを使って安定した温熱環境を形成していることがわかる。ただし移転後の夏の午前 10 時頃にピークがある。これは省 CO₂アクションとして、ユーザーが室温が 28℃に上昇した段階でエアコンを入れるという活動をしていることが原因である。移転後のテクニカルセンター（秋）は 25～26℃程度である。エアコンを使わずに自然換気による温度の上限が確認できる。

日中の相対湿度は、移転前の夏の本社では 50%RH 程度、富士宮では 40%RH 程度に対し、移転後のテクニカルセンターでは夏も秋も 60～70%RH 程度である。湿度制御はいずれの室もしていない。

グローブ温度は温度とほぼ同様の結果であった。

風速は夏については移転前後での違いはみられない。秋の自然換気時の風速の増加が確認された。

PMVについては、移転前の富士宮（夏）では 2.0 を超えている。温度が高いことが主たる原因といえる。移転前の本社（夏）は 1.1～1.2、移転後のテクニカルセンター（夏）では午前中のエアコン運転前は 1.5 程度、以降低下し午後は 0.7～0.9。移転後のテクニカルセンター（秋）は 0.2～0.7 程度で変動している。自然換気の導入状況によって、風速が上がると温度・グローブ温度と PMV が下がり、風速が下がると温度・グローブ温度と PMV が上がっている。また移転後の夏よりも秋に PMV が改善している。自然換気による外気導入効果と考えられる。

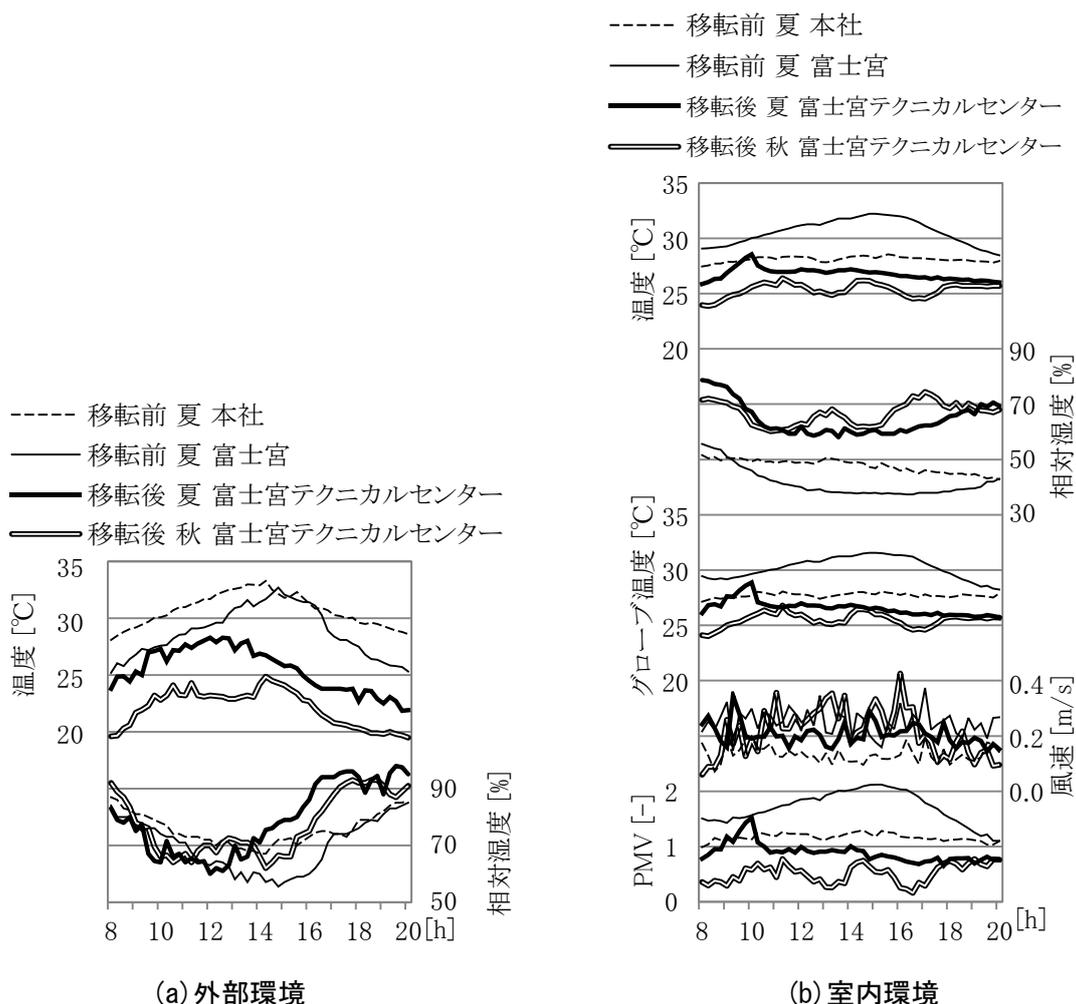


図 3.9 移転前後の代表日の業務時間帯の物理環境データ

参考として、図 3.10 に夏期の平日の約 1 週間における室内机上面照度および屋外日射量の 9:00~17:30 の 2 分間隔データ(4,096 データ)をフーリエ解析することにより得られた周波数毎の振幅を示す。移転前は 2012 年 7 月 20 日から 27 日、移転後は 2013 年 7 月 22 日から 29 日の中の平日である。外部の日射量と内部の執務空間における机上面照度についての移転前後の比較である。室内は照明や空調設備によって十分にコントロールされた環境である。そのコントロールされた環境において、サーカディアンリズムに基づく外部の変化を取り入れることが効果のあるものと考え、0.5 (h⁻¹) までの低周波数帯での分析を行なった。その結果、日射量の振幅が移転前後でほぼ同じであるのに対して、机上面照度の低周波数帯の振幅が移転後に大きくなっていることが確認できた。特に 24 時間を 1 周期とする周波数 0.042 における振幅が大きい。移転前の本社 181 lx・富士宮 212 lx に対し、移転後は 360 lx であった。これは外部のサーカディアンリズムによる光環境の変

化が移転後の建物では積極的に導入されていることを示唆している。この点については、後述（図 3.12）の光環境の満足度が移転前よりも移転後に向上していることから、その変化は快適の範囲内で生じているものと考えられる。

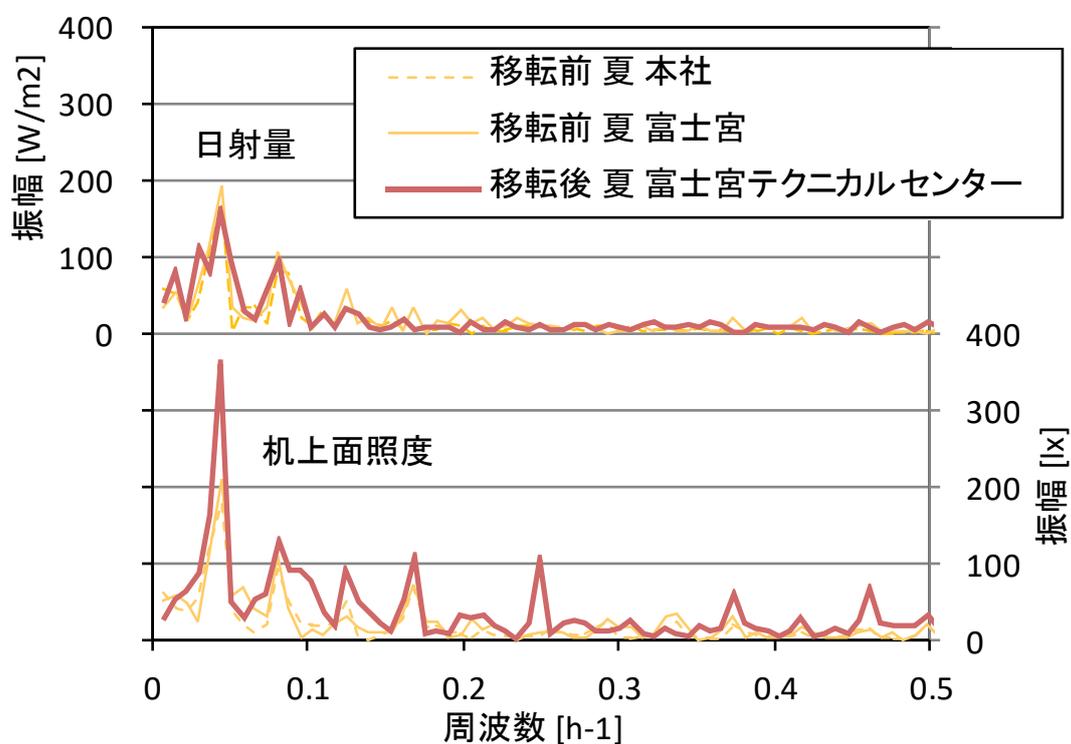


図 3.10 フーリエ変換による周波数ごとの振幅比較（光環境）

3.7 移転前後の執務環境の比較による評価（主観的評価）

3.7.1 測定概要

移転前後の執務環境の満足度や作業性の違いを把握することを目的としたアンケート調査を行なった。調査対象期間は、移転前の夏が2012年7月20日(金)～26日(木)とし、移転後の夏が2013年7月22日(月)～26日(金)、移転後の秋が2013年の9月30日(月)～10月11日(金)の中の1週間を任意に抽出して回答してもらった。いずれも平日5日間の中で1人1回実施した。アンケートは執務者140名に行ない、回答率はいずれも100%であった。アンケートは、日本サステナブル建築協会が開発した知的生産性測定システムSAP[文3.14]の質問項目の一部に、オフィスの機能満足度・重要度を評価するために作成したPOE (Pre and Post Occupancy Evaluation) アンケート<注3.4>を追加して実施した。

3.7.2 測定結果および考察

図3.11に各環境要素に対する満足度<注3.5>を示す。

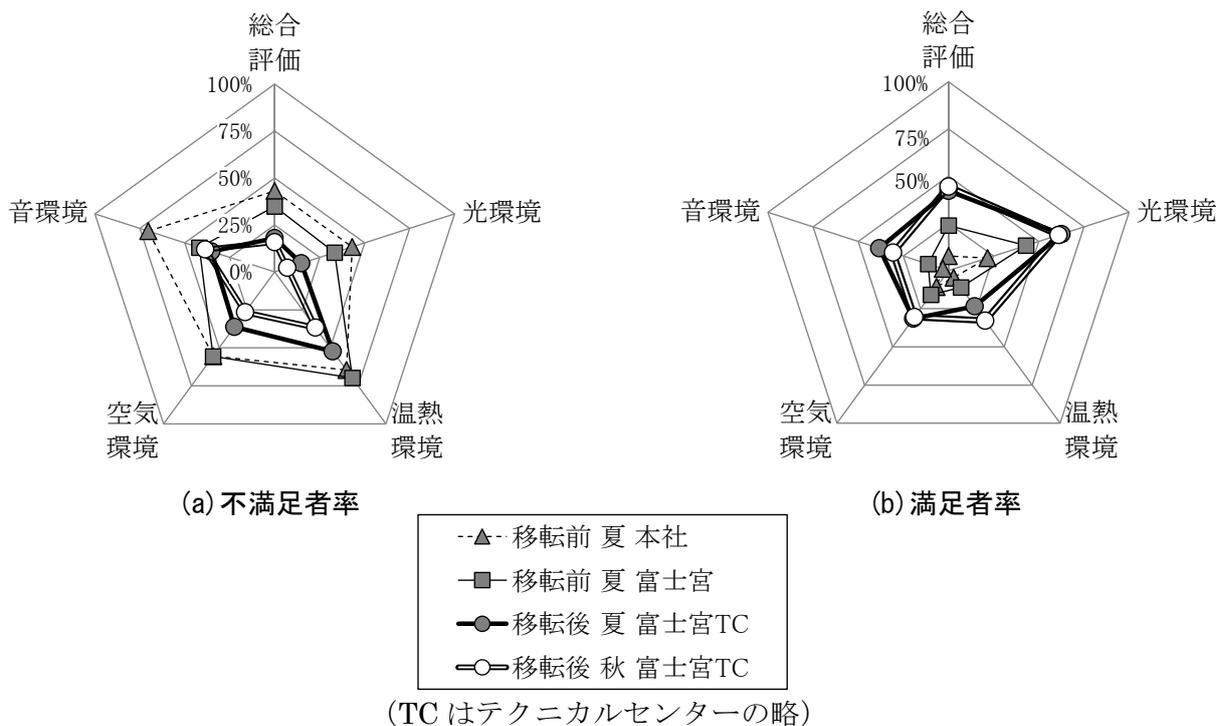


図3.11 各環境要素に対する満足度

総合評価の満足者率は移転前の夏に本社 8%・富士宮 24%だったものが移転後の夏には 42%まで向上した。一方不満足者率は移転前の夏に本社 43%・富士宮 35%だったものが移転後の夏には 18%まで改善した。またすべての環境要素に対して、移転後に不満足者率が低下し満足者率が増加しており、移転により執務環境の満足度が向上していることが確認できた。光環境の満足者率は移転前が本社 22%・富士宮 43%だったものが移転後の夏には 63%まで向上し、不満足者率は移転前に本社 43%・富士宮 33%だったものが移転後の夏には 15%まで改善した。さらに秋には 7%まで低下した。温熱環境の満足者率は移転前には本社 5%・富士宮 11%しかなかったが移転後の夏には 23%まで向上した。さらに移転後には秋に満足者率が 33%まで増加した。不満足者率は移転前に本社 65%・富士宮 70%だったものが移転後の夏には 52%まで改善し、さらに秋には 37%まで低下した。前述の PMV の結果が移転前夏、移転後夏、移転後秋の順に 1 から 0 に近づいていることを反映する結果となった。音環境の満足者率は移転前には本社 3%・富士宮 11%しかなかったが移転後の夏には 38%まで向上した。秋には満足者率が 31%に若干低下した。不満足者率は移転前に本社 70%・富士宮 42%だったものが移転後の夏には 35%まで改善し、秋には 39%であった。アンケートの自由記述によると移転前は下階の試験場所の騒音が執務室に伝搬していたことが影響している。また移転後の夏よりも秋に満足度が低下した理由としては、自然換気による外部騒音が考えられる。この点については、前述の自然換気による気になる点・悪くなった点として、工場の騒音があげられたこととの整合性がみられる。

知的生産性への影響の把握として、図 3.12 に室内環境が作業状態や作業のしやすさを与える影響の評価結果を示す。その結果、移転後のオフィス環境では作業のしやすさを高めてくれると感じている執務者が増加した。「高めてくれる」と「やや高めてくれる」の合計で、移転前は本社 6.2%・富士宮 15.9%だったものが、移転後の夏には 33.6%まで上昇した。

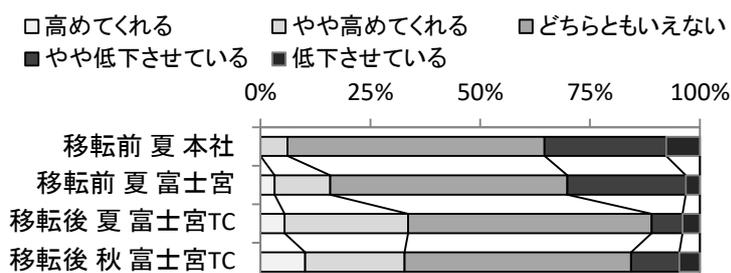


図 3.12 室内環境が作業状態や作業のしやすさを与える影響の評価

その一方で図 3.13 によって、今後さらに環境を改善していくことで、さらなる作業性の向上が期待できるとの回答が増えたことが確認された。現在のオフィス環境を改善することによりどの程度の作業性向上が期待できるかの増し分の評価割合について 20%以上向上すると答えた人が移転前には本社 20.3%・富士宮 8.0%であったのに対して、移転後の夏には 24.2%まで増加した。これは、移転前よりも移転後の執務環境が向上し、環境に対するポテンシャルを見出しているものと考えられる。移転前はポテンシャルが低いものと評価し、環境の向上が期待されていなかったものと考えられる。特に富士宮で顕著である。

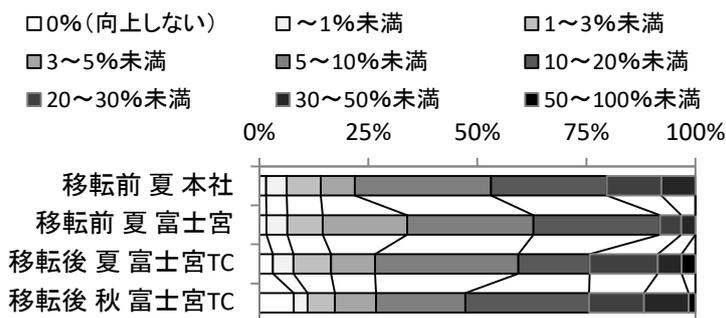


図 3.13 オフィス環境を改善することによる作業性向上の可能性の増分の評価

図 3.14 に景色に関する評価を示す。POEにてオフィスから見える景色・景観を確認したところ、満足側の回答（非常に満足である、やや満足である、どちらかといえば満足である）の合計が移転前には本社 21.5%・富士宮 12.9%だったものが、移転後には 50%を超えた。

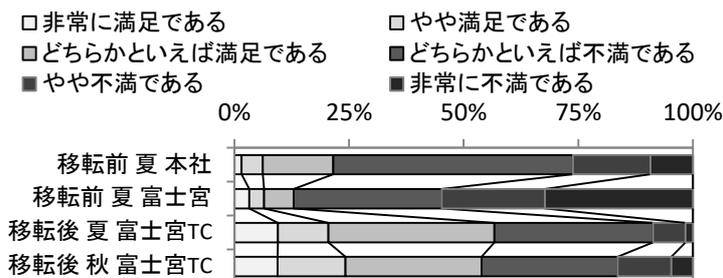


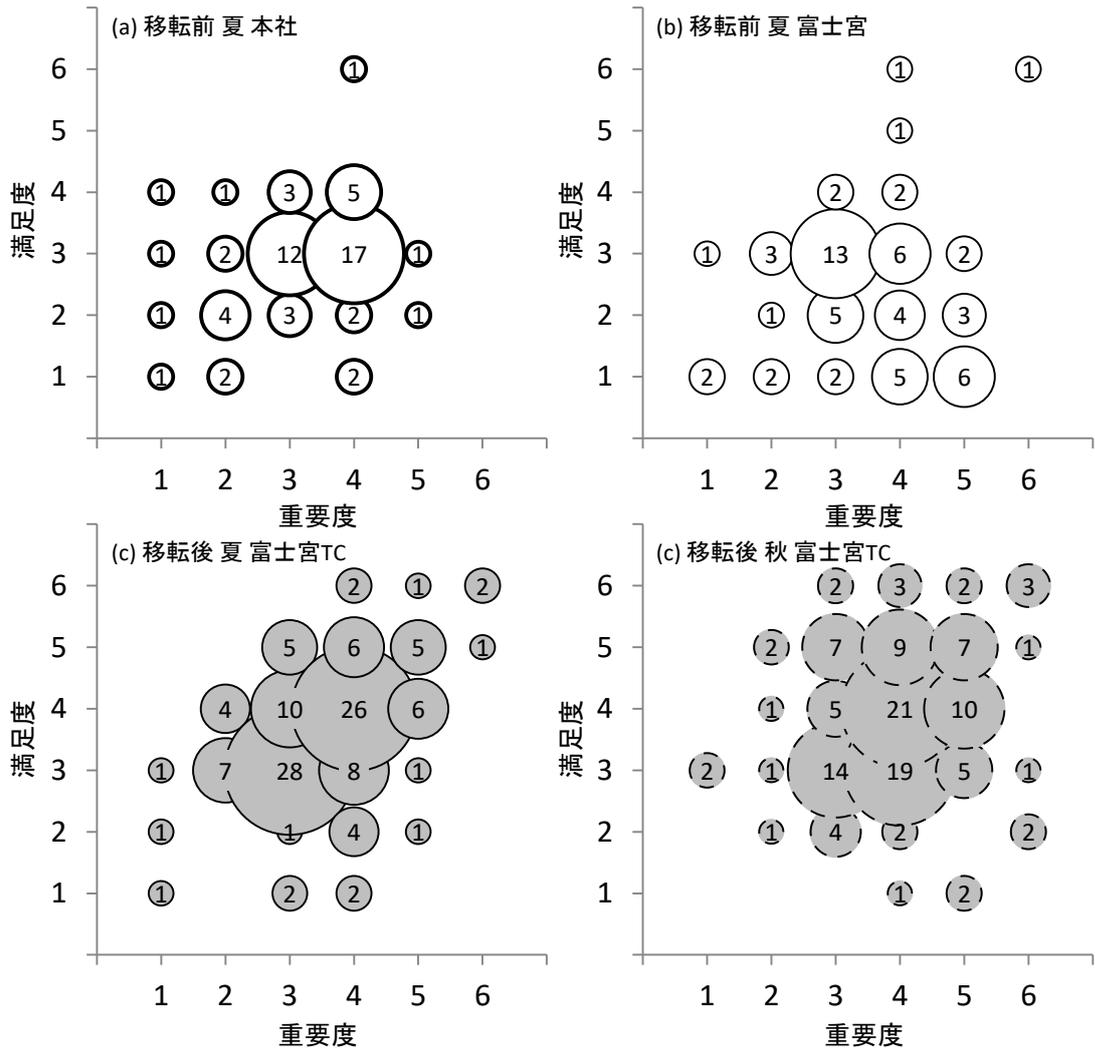
図 3.14 景色・景観に関する評価

図 3.15 にオフィスにおける自然のリズムの重要度と満足度の評価結果を示す。オフィスにおいて自然が刻む一日のリズムを感じられるか否かを確認した。図 3.15(a)にアンケート結果の集計、図 3.15(b)に平均値および統計解析の結果を示す。平均値の有意性検定は、まず F 検定により等分散仮定の可否を検定し、それに基づき t 検定を実施した。さらに図 3.15(c)に平均値を用いたベネフィット・ポートフォリオ [文 3.15] <注 3.6>による分析結果を示す。

アンケート結果の集計をみると、移転により重要度も満足度も向上していることがわかる。平均値でみると、移転前の夏は重要度が本社 3.23・富士宮 3.52、満足度が本社 2.89・富士宮 2.44 であったのに対し、移転後の夏には重要度が 3.54、満足度が 3.64 に増加した。さらに移転後の秋には重要度が 3.93、満足度が 3.82 まで増加した。

また有意性についてみると、重要度は移転前の本社と移転後の夏、移転前の本社と移転後の秋、移転前の富士宮と移転後の秋、移転後の夏と秋の間に認められ、満足度では移転前の本社と移転前の富士宮、移転前の本社と移転後の夏、移転前の本社と移転後の秋、移転前の富士宮と移転後の夏、移転前の富士宮と移転後の秋の間で認められた。重要度については移転後すぐには上がらなかったが、移転以降での上昇が大きかった。一方満足度は移転前後比較の方が移転後の夏と秋の比較よりも上昇傾向が高かった。この点は移転という物理的な環境の変化を経験したことが大きく影響しているものと考えられる。すなわちホーソン効果の可能性の有無を把握するため、第 5 章で移転後も継続的に POE 調査を実施することとする。

ベネフィット・ポートフォリオによる分析結果をみると、移転前は「改善の必要性が高い」の範囲にあったものが、移転後には「長所」の範囲に移行した。さらに移転後の夏よりも秋の方が「長所」の度合いが高まる結果となった。



(a) アンケート結果の集計 (回答者数=128人)

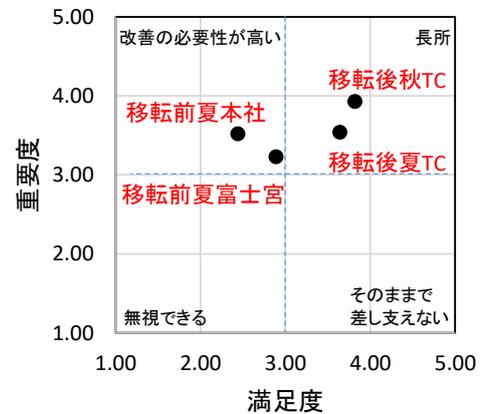
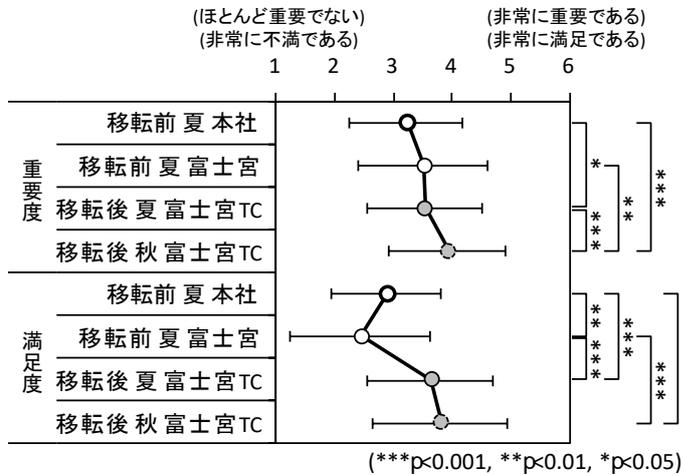


図 3.15 オフィスにおける自然のリズムの重要度と満足度

(質問：オフィスにおいて自然が刻む一日のリズムを感じられますか)

3.8 執務者に対する生理計測（客観的評価）

3.8.1 測定概要

移転前後の執務者の活動量や睡眠の違いを把握することを目的とした生理計測を実施した。表 3.7 に調査対象者を示す。執務者の中から部署に偏りなく代表被験者 6 名を選定した。被験者はいずれも男性で 20 代から 50 代である。腕時計式の超小型加速度センサー内蔵のアクティグラフ[文 3.16]～[文 3.18]を 1 週間程度装着してもらい、人間の休止、活動リズムを測定した。入浴時のみ外している。被験者は記録用紙に移動・睡眠時間について自身の行動を記録してもらい、睡眠時間の解析時に参考とした。アクティグラフは、マイクロミニ型を使用した。アクティグラフは超小型加速度センサーを内蔵した腕時計式のデバイスである。人間の休止・活動リズムを測定する。睡眠と覚醒の判別は Cole らの方法[文 3.16]に基づく。睡眠・覚醒識別のために、測定モードは 0.01G 以上の加速が発生した時、0.1 秒 (100msec) 間隔で発生したパルス電圧の数 (回数) を測定するモード (Z・C モード) を採用した。寝入りと目覚め時刻、総睡眠時間 (睡眠・低活動状態) および就床時間は自動判定される。集計データは解析ソフトウェアを用いて分析を行なった。写真 3.7 にアクティグラフを示す。

倫理的配慮から、事前に着用の目的、測定方法、データの匿名性確保、測定を中止したい場合には自身の判断で中止できる旨、被験者の希望により測定データの公表を中止することも可能であることなどを説明し同意書を取り交わした。

調査期間は、移転前が 2012 年 7 月下旬の 1 回、移転後が 2013 年 7 月下旬と 10 月上旬の 2 回である。執務者 A は移転前の 2012 年夏に測定を中止した。なお勤務時間は移転前が午前 8 時から午後 5 時、移転後が午前 9 時から午後 6 時である。被験者の通勤時間の移転前後の変化は、短縮が B、D、F の 3 名、変化なしが C、E の 2 名であった。

表 3.7 調査対象者

No.	被験者	B	C	D	E	F
1	主たる執務場所 (2012年)	本社工場	富士宮 1号棟	富士宮 1号棟	富士宮 1号棟	本社工場 試験場所
2	主たる執務場所 (2013年)	テクニカル センター 南側エリア	テクニカル センター 北側エリア	テクニカル センター 西側エリア	テクニカル センター 南側エリア	テクニカル センター 試験場所
3	身長 [cm]	175	173	161	168	173
4	体重 [kg]	70	73	60	73	75
5	年齢層 ^{†1}	中年	若年	若年	中年	若年

注 †1 年齢層は、若年:25～35歳、中年:50歳代

†2 被験者Aは調査を中止した



写真 3.7 アクティグラフ

3.8.2 測定結果および考察

図 3.16 に睡眠効率、図 3.17 に中途覚醒の結果を示す。睡眠効率[%]は寝入りから目覚め間の睡眠の割合、中途覚醒[*min*]は寝入りから目覚め長さと(100－睡眠効率)の積で表される。睡眠効率および中途覚醒とも、5名の内、3名の執務者(C、D、E)で移転後に改善がみられた。特に執務者Cの中途覚醒が21.5分から2.7分に大幅に改善された。

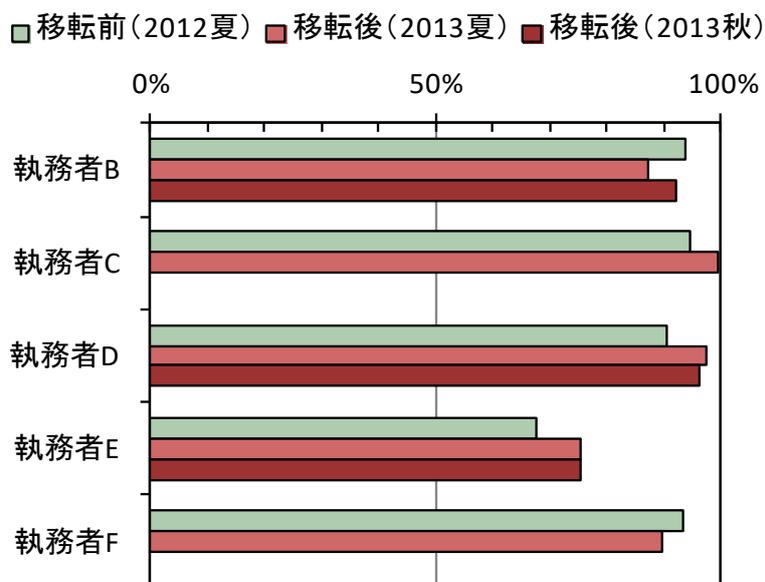


図 3.16 睡眠効率

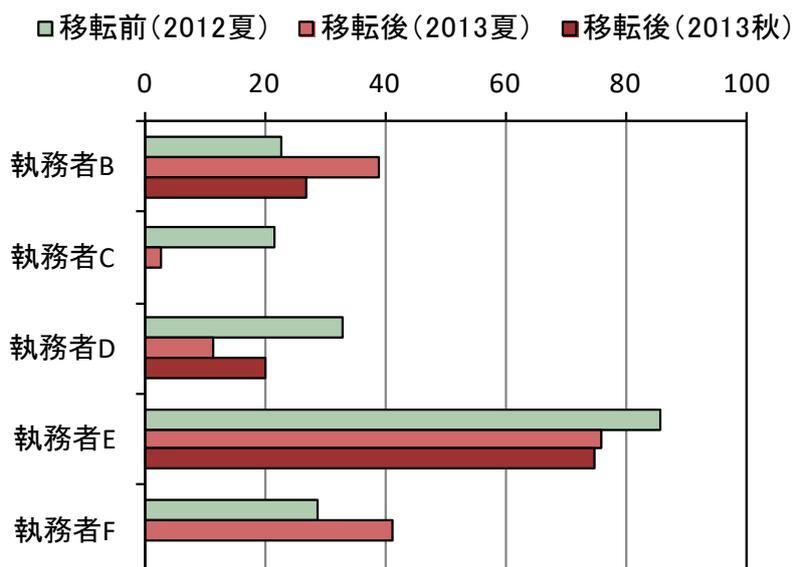


図 3.17 中途覚醒

睡眠の質や量を確保することが知的生産性向上に寄与することは過去の研究から明らかにされている[文 3.19]。青木ら[文 3.20]は、オフィスを模した作業空間において睡眠効率の高い被験者の方が翌日の知的生産性が高いことを示した。白石ら[文 3.21]は、保育士および幼稚園教諭の睡眠時間・睡眠効率・中途覚醒の回数と日中の活動量の両面をふまえて、日中の保育の質の向上を示唆している。これらをふまえると、今回の調査結果においても、睡眠の質の向上が日中の生産性向上に貢献している可能性が考えられる。

図 3.18 および表 3.8 に勤務時間帯の活動量と総睡眠時間の関係を示す。図 3.18 は散布図、表 3.8 は t 検定による有意性の判定である。

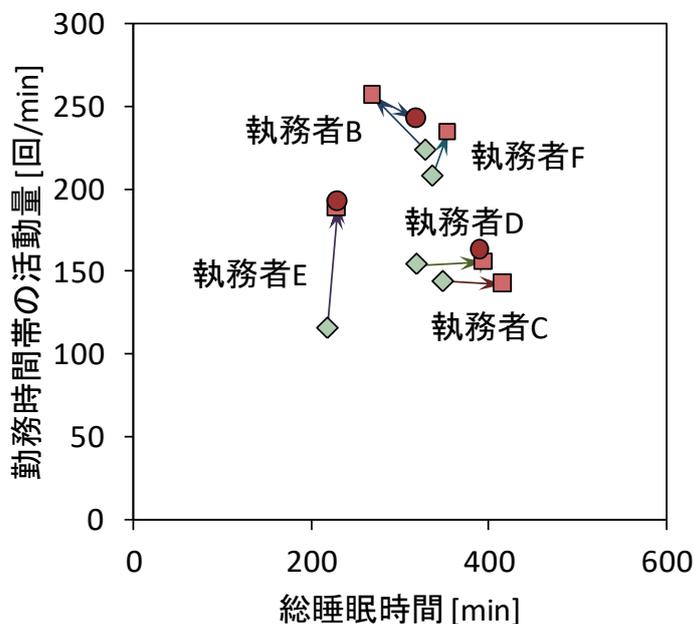


図 3.18 勤務時間帯の活動量と総睡眠時間の関係 (散布図)

表 3.8 勤務時間帯の活動量と総睡眠時間の関係 (t 検定による有意性の判定)

		執務者	B	C	D	E	F
勤務時間帯 の活動量	移転前 夏 vs 移転後 夏		**	-	-	+	*
	移転前 夏 vs 移転後 秋		*	N.A.	-	*	N.A.
	移転後 夏 vs 移転後 秋		*	N.A.	-	-	N.A.
総睡眠時間	移転前 夏 vs 移転後 夏		+	-	*	-	-
	移転前 夏 vs 移転後 秋		-	N.A.	*	-	N.A.
	移転後 夏 vs 移転後 秋		-	N.A.	-	-	N.A.

(**p<0.01, *p<0.05, +p<0.1)

移転前の夏に比した移転後の夏の変化の状況を各執務者についてみると以下であった。執務者 B は通勤時間が短縮しているにもかかわらず、総睡眠時間は 18%減少した。個別のヒアリングにより仕事上のストレスが一因であることが確認された。活動量は 15%増加した。執務者 C は通勤時間に変化はないが、総睡眠時間が 19%増加し、活動量は 1%減少した。執務者 D は通勤時間が短縮した。総睡眠時間は 23%増加し、活動量は 1%増加した。執務者 E は通勤時間に変化はないが、総睡眠時間は 5%増加し、活動量は 63%増加した。執務者 F は通勤時間が短縮した。総睡眠時間は 5%増加し、活動量は 13%増加した。勤務時間帯の活動量については、移転前の夏に比べて移転後の夏には 5 名中 2 名は有意に向上し、1 名には向上傾向がみられた。最も活動量が増加したのは通勤時間に変化のなかった執務者 E であった。しかし、活動量が増加しなかった 1 名（執務者 C）も通勤時間に変化はなかった。そのため移転による空間の変化が活動量の増加に貢献している可能性が考えられるが、具体的な要因の特定までは困難である。〈注 3.7〉

また移転後について、夏に比した秋の変化の状況を比較すると、執務者 B は総睡眠時間が 18%増、活動量が 5%減。執務者 D は総睡眠時間が 1%減、活動量が 5%増。執務者 E は総睡眠時間が 0.5%増、活動量が 2%増であった。勤務時間帯の活動量の向上についての t 検定では、執務者 B 以外有意性は認められなかった。移転前後の比較では、勤務時間帯の活動量の向上についての有意性が確認できたことから、今後も継続的な活動量調査を行なうことが課題である。

3.9 まとめ

本章は自然換気や自然光といった外部の自然環境を積極的に導入した建物における実態調査であり、上原ら[文 3.2][文 3.3]の「人にやさしい空間」の研究に基づく実際の建物での知的生産性向上に寄与する知見を得ることを目的とした。本章で得られた知見を記す。

- (1) 自然換気による換気回数は、竣工時の家具設置前の状態では 16.7 回/h あったが、建物運用時の執務者による任意開放時の実態としては、平均換気回数で 5 回/h 程度であった。
- (2) 自然換気に関する開口面積率（開口面積を床面積で除した比率）と室内外温度差の関係をみると、開口率が 3 % の場合、秋期には平均 3 °C 程度であった。
- (3) 自然換気の開口部の操作は、およそ 3 割の執務者が行っていた。
- (4) 光環境については、移転後の建物での自然光導入が大きいことを確認できた。かつ執務者の満足度が向上していることも確認できた。この点は外部の光環境の変化が、移転後の建物では執務者の快適の範囲内で積極的に導入されていることを示唆している。中庭を設けることで自然光利用が積極的になされているものといえる。
- (5) 移転前後の執務環境の主観的評価をおこなった。総合評価の満足者率は移転前の夏に本社 8 % ・富士宮 24 % だったものが移転後の夏には 42 % まで向上した。またすべての環境要素に対して、移転後に満足者率が増加しており、移転により執務環境の満足度が向上していることが確認できた。光環境の満足者率は移転前が本社 22 % ・富士宮 43 % だったものが移転後の夏には 63 % まで向上した。温熱環境の満足者率は移転前の夏が本社 5 % ・富士宮 11 % だったものが移転後の夏には 23 % まで向上した。さらに秋には 33 % まで増加した。
- (6) アンケート結果から、オフィスにおいて外部の自然環境を導入することの重要度と満足度が移転後に上昇した。有意性についてみると、重要度は移転前の本社と移転後の夏、移転前の本社と移転後の秋、移転前の富士宮と移転後の秋、移転後の夏と秋の間に認められ、満足度では移転前の本社と移転前の富士宮、移転前の本社と移転後の夏、移転前の本社と移転後の秋、移転前の富士宮と移転後の夏、移転前の富

士宮と移転後の秋の間で認められた。重要度については移転後すぐには上がらなかったが、移転以降での上昇が大きかった。一方、満足度は移転前後比較の方が移転後の夏と秋の比較よりも上昇傾向が高かった。すなわち満足度は移転後半年程度で上がった。この点は移転という物理的な環境の変化を経験したことが大きく影響しているものと考えられる。

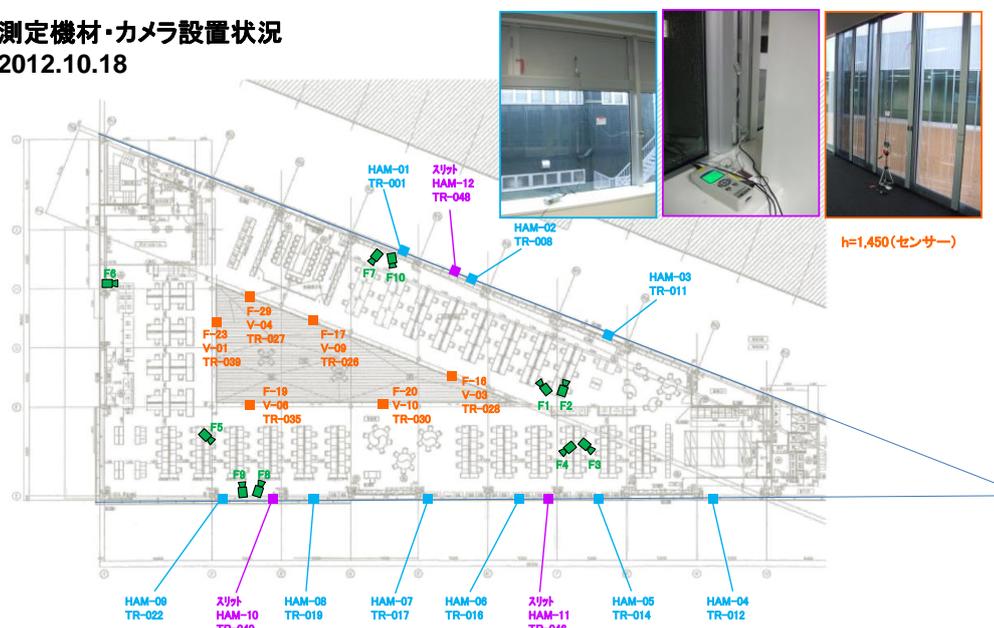
- (7) アクティグラフを用いた執務者に対する生理計測について、睡眠効率および中途覚醒とも、5名の内、3名の執務者で移転後に改善がみられた。

3.10 注釈

<3.1> 風速測定用機材設置状況を以下に記す。カメラは測定状況の確認用である。

(1) 入居前 (2012年)

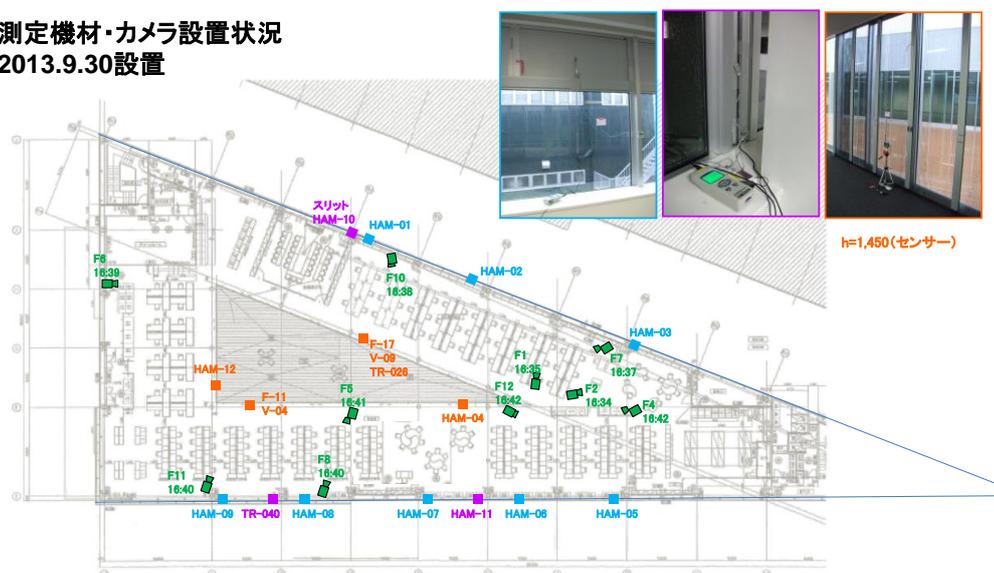
測定機材・カメラ設置状況
2012.10.18



(a) 入居前 (2012年)

(2) 入居後 (2013年)

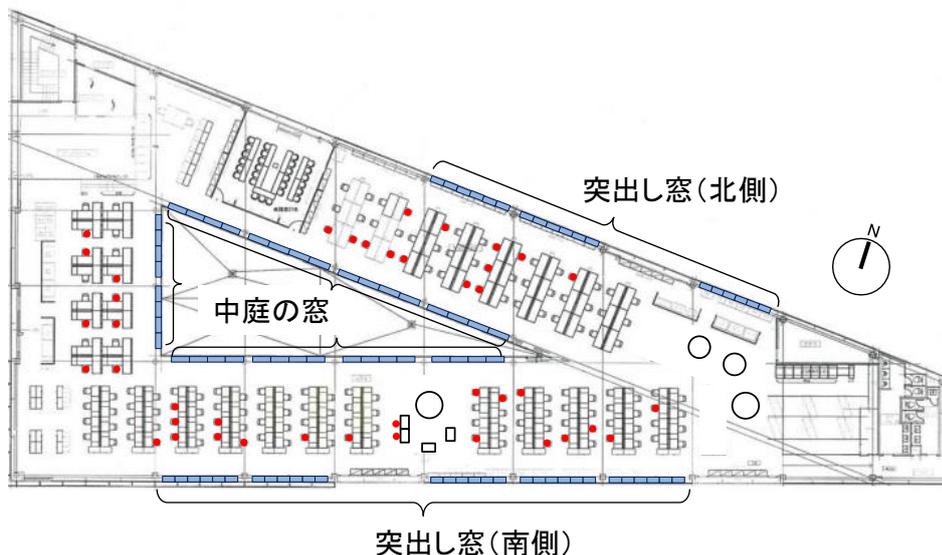
測定機材・カメラ設置状況
2013.9.30設置



(b) 入居後 (2013年)

付録 図 3.1 風速測定用機材設置状況

<3.2> 参考として、2014年のアンケート結果をふまえた窓開閉動作を行なった執務者のプロットを以下に記す。アンケート結果と社員名簿と座席表を見比べて、「換気窓を操作したことがある」の回答をした執務者をピックアップし、図面の座席にプロットしたものである。分布をみると、窓面に近い執務者が操作している傾向がわかる。



付録 図 3.2 換気窓を操作したことがある執務者プロット（赤色部）

<3.3> 気象庁のホームページ(過去の気象データ検索)(2014年9月掲載時)において、調査対象建物のある富士宮市の気象データがなかったため、近隣の富士市の気象データについて測定日の風向を確認した結果を以下に記す。

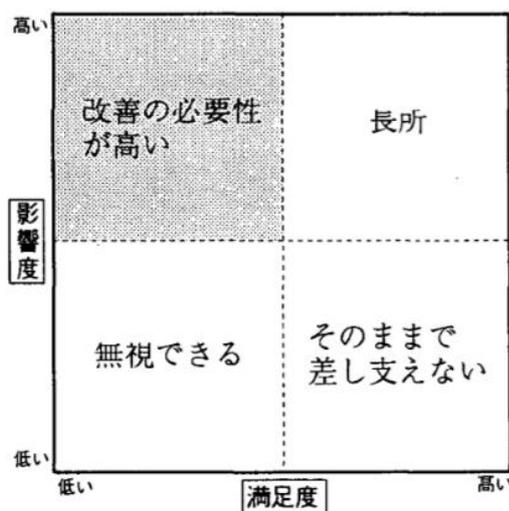
富士市の風向(北寄りから南寄りかの確認)	勤務時間帯 9:00~18:00																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
2013/10/1	西北西	東南東	東	東	南	北西	北北西	西北西	西北西	北西	南南西	西北西	西北西	西北西	西	北西										
2013/10/2	北北西	北北西	北	北北西	北北西	北	北北西	北北西	南南西	南	南南西	南南西	南南西	南南西	南南東											
2013/10/3	東南東	東	東	東北東	東北東	東	東北東	東南東	北西	南	南	南	南	南南東	南	南南東	南	東南東	東	南	東北東	西北西	北西	北西	北西	
2013/10/4	北西	西北西	北西	北北西	西北西	西北西	北北西	西北西	西北西	西北西	南南西	東北東	南	南南東	南南東	南南東	南南東	南南西	北西	北北西	北西	北北西	北北西	北北西	北北西	
2013/10/7	北北西	北北西	北北西	北北西	北	北北西	西北西	北西	西南西	西北西	西	南南東	南南西	西南西												
2013/10/8	北北西	北北西	北	北北西	北北西	北北西	北西	西北西	南	南南西	南	南南西	南南西	南	南	南	南	南	南南西							
2013/10/9	北西	西北西	東北東	北	北	北北東	北北東	南	南南西	南	南	南南西	西南西	南	北	東南東	南	南南東	南南東	南	東南東	北東	北西	北東	北東	
2013/10/10	北	北北西	北北西	北北西	北北西	北北西	北北西	北西	北	南南東	南	南南東	南南西													
2013/10/11	西南西	北北西	北西	南東	静穏	東	東	東南東	南南東	南	南	南南西	南	南南西												

付録 図 3.3 測定日の風向

<3.4> POE アンケートは、竹中版ワークプレイス満足度評価アンケートとして作成されたものである。業務環境に関する 27 項目（各項目に対し満足度・重要度を 6 段階評価）と働き方に関する 8 項目（各項目に対し働きやすさを 6 段階評価）からなる。質問文の詳細は第 2 章の表 2.6 に詳しい。

<3.5> SAP(Subjective Assessment of workplace Productivity)は 5 段階評価。中間は「どちらともいえない」。不満足者は SAP にて「やや不満」または「不満」と回答した人、満足者は「やや満足」または「満足」と回答した人とした。不満足者率は回答者全人数に対する不満足者の割合、満足者率は回答者全人数に対する満足者の割合である。

<3.6> ベネフィット・ポートフォリオについては、参考文献[3.15]をふまえたものである。横軸に満足度、縦軸に影響度をとった散布図である。今回は影響度を重要度と置き換えて分析している。すなわち、重要度が高く満足度が低い項目は改善の必要性が高いものと判断される。



付録 図 3.4 ベネフィット・ポートフォリオの解釈の概念 ([文 3.15]から引用)

<3.7> アクティグラフによる調査に関する位置づけ等を整理する。

(1) 既往の研究

- ・睡眠の質や量を確保することが知的生産性向上に寄与することは明らかにされている。

(2) 今回の調査結果

- ・睡眠効率・中途覚醒を調査した。
- ・仕事のスタイルだけでなく家庭の影響も考えられるため、被験者に通勤や生活についてヒアリングを実施した。ヒアリング結果を後述する。
- ・睡眠の質の向上が日中の生産性向上に貢献している可能性が考えられる。

(3) 長所

- ・腕時計型の超小型加速度センサー
- ・連続数週間の自動記録可能
- ・睡眠・覚醒判定の研究水準レベルのデバイス
- ・非利き腕の手首につけておくだけ、他の特別な操作不要（被験者への負担がほとんどない）

(4) 課題

- ・仕事のスタイルだけでなく家庭の影響もあるので、多くの点でのヒアリングが必要
- ・実態調査では被験者の母数を増やす必要もある
- ・睡眠だけでなく、日中の活動量の評価の仕方が課題となる。例えば、動線変化が活動量を増加し、それによりコミュニケーションが増加するといった関係性を見出すことが課題となる。

~~~~~ ヒアリング結果 ~~~~~

|                                                                                  |                                         |                                               |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| バーバス富士宮エコベストファーム<br>アクティグラフ装着者へのヒアリング結果                                          |                                         | 2014.1.17.(2013.12.25.のコメント追記)<br>2013.10.16. |          |
| <b>1. ヒアリング方法</b>                                                                |                                         |                                               |          |
| 以下の順序でおこなった。                                                                     |                                         |                                               |          |
| (1) 2012年夏の測定結果を提示して、グラフの見方を再確認した。                                               |                                         |                                               |          |
| (2) 2013年夏の測定結果を提示する前に、昨年の夏と今年の夏に関して、睡眠の状態、日中の業務状況、通勤状況などの変化に関して、主観的な評価をしていただいた。 |                                         |                                               |          |
| (3) 2013年夏の測定結果を提示してから、さらにコメントがあれば、コメントをいただいた。                                   |                                         |                                               |          |
| <b>2. ヒアリングに関する補足説明</b>                                                          |                                         |                                               |          |
| (1) 被験者AIは、2013年夏の測定を行っていないためヒアリング対象外                                            |                                         |                                               |          |
| (2) テクニカルセンターの従業員の業務時間の変化は以下の通り。                                                 |                                         |                                               |          |
|                                                                                  | 2012年夏測定時(引継し前)                         | 2013年夏測定時(引継し後)                               | 変化内容     |
| 始業時間                                                                             | 8:00                                    | 9:00                                          | 1時間遅くなった |
| 午前休憩                                                                             | 10:00~10:07                             | 10:00~10:07                                   | 変化なし     |
| 昼休み                                                                              | 12:10~13:10                             | 12:10~13:10                                   | 変化なし     |
| 午後休憩                                                                             | 15:00~15:07                             | 15:00~15:07                                   | 変化なし     |
| 終業時間                                                                             | 17:00                                   | 18:00                                         | 1時間遅くなった |
| (4) ヒアリング日時                                                                      | 2013年10月15日(火)15:40~18:40 (C、D、F、E、Bの順) |                                               |          |
| (5) ヒアリング場所                                                                      | バーバス富士宮エコベストファーム 2号棟2F商談室               |                                               |          |
| (6) ヒアリング者                                                                       | 榊竹中工務店 技術研究所 高橋祐樹、設計部 沼中秀一              |                                               |          |

(次頁以降につづく)

第3章 外部の自然環境の導入効果に関する実態調査

| 3. アーリング結果（変化については、引越し前の2012年の夏と引越し後の2013年の比較） |                              |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| No.                                            | 被験者                          | B                                                                                                                                                                  | C                                                                                                               | D                                                                                                                                                                        | E                                                                                                                                                                                                     | F                                                                                                                                                                                                                                                         | 備考 |
| 1                                              | ヒアリング開始時間                    | 被験者Bの後                                                                                                                                                             | 15:40                                                                                                           | 被験者Dの後                                                                                                                                                                   | 被験者Eの後                                                                                                                                                                                                | 被験者Fの後                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| 2                                              | ヒアリング終了時間                    | 18:40                                                                                                                                                              | 18:18                                                                                                           | 16:43                                                                                                                                                                    | 18:08                                                                                                                                                                                                 | 17:09                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
| 3                                              | 勤務場所(2012年夏)                 | ・本社工場                                                                                                                                                              | ・富士宮1号棟(電器電子)                                                                                                   | ・富士宮1号棟                                                                                                                                                                  | ・富士宮1号棟                                                                                                                                                                                               | ・本社工場                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
| 4                                              | 勤務場所(2013年夏)                 | ・南側エリア(4通付近)                                                                                                                                                       | ・北側エリア(6~7通間)<br>・電器電子のハードG                                                                                     | ・西側エリア(G~H通間)                                                                                                                                                            | ・南側エリア(2~3通間)                                                                                                                                                                                         | ・南側エリア(4通付近)。ただし、ほぼ一日中、1Fの試験場にいる。                                                                                                                                                                                                                         |    |
| 5                                              | 睡眠の変化                        | ・悪くなった。                                                                                                                                                            | ・変化なし。<br>・目覚めとしては、よく眠れている。                                                                                     | ・比較はしにくいですが、毎日寝づらかったことはない。                                                                                                                                               | ・起きる時間は変わらない。                                                                                                                                                                                         | ・寝られるようになった。                                                                                                                                                                                                                                              |    |
| 6                                              | 睡眠を妨げるような悩みの有無               | ・人間関係、仕事のストレス、家庭のストレス。<br>・今年の夏は、中途半端なホジシなので、自分がついでなのか悪いのか分からない状況だった。<br>・今年の夏は眠れない日があった。うつ病の心配があった。                                                               | ・人間関係は変わっていない。<br>・仕事上の悩みで眠れないということはない。                                                                         | ・人間関係の心理影響はなし。                                                                                                                                                           | ・人間関係で眠れなくなったことはない。                                                                                                                                                                                   | ・仕事上の悩みで眠れないということはない。                                                                                                                                                                                                                                     |    |
| 7                                              | 睡眠を妨げるような家族の生活形態の有無          | 未確認(既婚、妻子あり)                                                                                                                                                       | 未確認(既婚)<br>→ 子供2人(12/25確認結果)                                                                                    | 未確認<br>→ 妻のみ(12/25確認結果)                                                                                                                                                  | ・下の子が高校に上がった。                                                                                                                                                                                         | ・独身                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 8                                              | 飲酒の有無                        | ・毎晩350mL缶チューハイ1本、この量は昨年よりも変化なし。                                                                                                                                    | 未確認<br>→ 飲酒せず(12/25確認)                                                                                          | ・家で酒は飲まない。                                                                                                                                                               | ・ふだんは飲酒しない。週末くらい。                                                                                                                                                                                     | ・飲まない。                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| 9                                              | 生活リズムの変化                     | ・変化なし。8時には出勤している。                                                                                                                                                  | ・勤務時間が1時間シフトしたことにより、少し夜型になった。<br>・生活時間が1時間後ろにシフトした。                                                             | ・勤務時間が1時間シフトしたこと、朝の渋滞を見込む必要がなくなった。残業時間は減った。1時間シフト分のそのまま帰る時間を1時間遅らせているわけではない。                                                                                             | ・帰る時間は、1時間シフトした影響は少ない。もともと仕事の重さにバラつきがあるため。                                                                                                                                                            | ・生活も1時間後ろにシフトした。                                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 10                                             | 通勤手段の変化                      | ・自家用車は変化なし                                                                                                                                                         | ・変化なし(自家用車)<br>・1時間遅くなったことにより、渋滞は減った。道を走っているが、天気によるほらつきが少ない。1年前は通学や通勤の渋滞がある時間帯だった。通勤は今の方がよい。                    | ・自家用車は変化なし<br>・以前は高速道路を使っていたが、毎朝高速道路を使っている。会社から帰りが出るようになったため、これにより15分~20分短縮された。静岡市から通勤しているが、昨年は静岡バイパスから国道1号線が混んでいた。今年はこの道を走らず清水インターから高速に乗っている。帰りは今まで通り高速は乗らず国道1号線を使っている。 | ・自家用車は変化なし                                                                                                                                                                                            | ・自家用車は変化なし                                                                                                                                                                                                                                                |    |
| 11                                             | 通勤時間の変化                      | ・40分が30分に10分短縮された。<br>・以前は信号待ちのストレスがあったが、信号が少なくなった。5つくらい少ない。すべて青。距離は長くなったが、スムーズになった。<br>・朝の信号待ちのイライラはなくなった。                                                        | ・昨夏も1号線にいたので変化なし(50分)                                                                                           | ・昨夏も1号線にいたが、朝は15分~20分の短縮(高速利用に変わったため)                                                                                                                                    | ・40分程度だったものが、20~25分程度の短縮された。15分程度の短縮。<br>・渋滞がなくなり通勤距離が短くなったため。                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
| 12                                             | 日中の業務内容の変化                   | ・2013年の方が仕事が忙しかった。土曜出勤は2012年にはしていなかった。<br>・この建物を建てた実績で、他の建物解体や新設の仕事が増えた。<br>・年末は毎日ように富士に降りた。<br>・2013年夏の測定時は本社解体準備期間だった。8月上旬から中の作業を始めるために、その前に中のものを全部出さなければならなかった。 | ・仕事上、電話等になったため、自分の仕事に集中しにくくなった。<br>・1号棟にいたときには、電話のある電線のない家(試験用の家)の2階があったが、今は電話のある1階だけになった。                      | ・仕事量が増えた。                                                                                                                                                                | ・異動無し。<br>・量の変化無し。                                                                                                                                                                                    | ・一日中試験場にいる生活については変化なし。<br>・自分で考えてやるべき仕事が増えた。<br>・自分の考察、分析が必要になった。                                                                                                                                                                                         |    |
| 13                                             | 日中のコミュニケーションの変化              | ・部下は1Fにいたので、以前との距離感が変わらない。試験場所の一人当たりの試験スペースは若干広くなった。                                                                                                               | ・上司の今の声は自分から見えない位置になった。そのため少し歩いている頻度が増えた。上司が自分を呼ぶときには内線電話で「ちょっと来てくれ」と呼ぶようになった。引越して前はすぐ近くだったので直接呼ばれて歩いて行った。      | ・グループ間の距離は変わらない。<br>・担当製品が変わった。これにより係る人の数が増えた。ガスエンジンのフラックアウトユニット(エコバル)から高機能リモコンに変わった。<br>・以前は機器開発の担当者とスガイだったのが、今は同じフロアにいるので直接話せる(話に行くか、話に来てもらうかについては、半々)                 | ・トイレの数が少ない。利用が集中する。                                                                                                                                                                                   | ・普段の業務を行なう試験場所については、以前は区切られていた。人の目につかないところがあった。今は見られている中で作業があるがコミュニケーションがとりやすくなった。<br>・試験場所での人間関係がよくなった。見えなかった人も見えるようになった。<br>・トイレが前よりも遠く感じる。<br>・階高が高くなったために、2Fに書類を取りに行ったり打合せに行くのは遠く感じる。<br>・2Fに行く頻度は増えた。電子の人に相談に行く仕事が変わったので、出勤するとまず1Fに行ってから朝礼のために2Fに行く。 |    |
| 14                                             | 中庭(屋外オフィス)の利用状況              | ・休日出勤した日の昼ご飯を食べる場所になっている。<br>・平日、室内に人がいると自分だけでは出ずらい。<br>・朝礼を行なうようにしている。10人程度。試験グループに2つあるグループの中の1つのグループ。                                                            | ・使っていない。<br>・PCバッテリーが2時間で切れる。無線LANを使っていないので、屋外で仕事をするメリットが見えない。<br>・同じグループで無線LANにしている人で中庭を使った人もいないが、あまり気に入っていない。 | ・利用しない。<br>・パソコンの画面上で設計をしている仕事なので。                                                                                                                                       | ・利用したことはない。<br>・夏は網戸を開けないと出られない。                                                                                                                                                                      | ・利用しない。                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
| 15                                             | 自然環境(光、風)を取り入れることに関する評価      | ・窓を開けた方が気持ちよい。<br>・休日出勤のときには自分で窓を開ける。毎週土曜日は出勤している。土曜出勤の際は決まった人が5~6人。電子の2Fをメンバーがそれぞれ2~3人いる。                                                                         | ・引越した1号棟では壁の上の方に窓があった。自然光の明るさはなかった。<br>・一目のサイクルがわかるので良いことだと思う。自然からの眺めは、雨も北も工場しか見えないので良くない。                      | ・引越した1号棟では窓がなかった。気分がよくなくなった。<br>・今は自然を感じられ、よくなった。光や風や、夕方の時間帯を感じて生活している。<br>・富士山は特に感じる。(中庭を通じて富士山がよく見える席だが、それについてどう思うか?という質問に対する回答)                                       | ・エアコンを付ける時はブラインドの開け閉めが必要。ブラインド、網戸、サッシの手間。サッシが重い。<br>・窓を開けるのはおかしと思う。最初からエアコンを使えば良いと思う。<br>・自分の席の周りの窓は、自分が朝来た時に開けては、朝からずっと暑い。<br>・外の様子やわかることについては、天気がいまいちという気にはならない。雨のひびきは気にならない。夏はブラインドを閉めているので外が見えない。 | 未確認                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 16                                             | 2013年夏の測定結果に関する担当側からの提示・解説   | ・日中の活動量が高くなった。<br>・睡眠効率が80%を切った。                                                                                                                                   | ・睡眠効率がよくなった。<br>・月、火は調子がよく、水、木が疲れ気味で、金曜日に回復している。                                                                | ・朝起きる時間が規則正しくなった。                                                                                                                                                        | ・13:00~14:00に活動量が低下しているところがある。                                                                                                                                                                        | ・活動量が増えた。                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
| 17                                             | 2013年夏の測定結果の提示を受けてからの被験者コメント | ・睡眠中に起きてくる自覚はある。<br>・1:00に寝たが、眠れなくて3:00に起きて、アカテグラブを装着していることに気づいて付けた。                                                                                               | ・7/23(金)夜から24(水)14:50頃までは夜眠りにした方がよい。<br>・7/27(土)は外していた。<br>・7/28(金)22:00に外した。                                   | ・朝は起きやすい。前は早く寝て寝起きなければと思ってた。<br>・今は時間にしてほられていない。見たいテレビを見てから寝られる。                                                                                                         | ・昼食後の13:00~14:00の眠い時期に電器電子ソフトGの所に歩いていようとしている。                                                                                                                                                         | ・生活時間は全体的に1時間シフトしたが、起床は10~15分遅くなった程度。                                                                                                                                                                                                                     |    |
| 18                                             | 2013年秋の測定に関する被験者からのコメント      | ・10/1(火)夜に付け忘れた。                                                                                                                                                   | ・付け忘れない。<br>・今年の夏は1号棟を引越した。通勤時間は変わっていない。震の上に布団を敷いて寝る形は変わっていないが、寝起きに腰や首に痛みがある。                                   | ・今年の10月は担当製品の締めが多い。締りが遅い。<br>・10/11(金)未装着。                                                                                                                               | ・今年の夏に比べると、秋の方が仕事量が軽くなった。<br>・10/9(水)と10(木)は装着した。<br>・10/14(月)の就寝時から装着している。<br>・10/23(水)の朝に会社で外してもらうこととする。                                                                                            | ・木曜日から金曜日の夜に付け忘れた。                                                                                                                                                                                                                                        |    |

第3章 外部の自然環境の導入効果に関する実態調査

| 4. ヒアリング結果（引越し後の2013年秋(2013年9月30日(月)～10月11日(金))の結果報告) |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                              |    |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| (1)ヒアリング日時                                            | 2013年12月25日(水)10:00～12:20 (B、C、E、D、Fの順)      |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                              |    |
| (2)ヒアリング場所                                            | バーバス富士宮エコベストファーム 2号棟2F第2会議室                  |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                              |    |
| (3)ヒアリング者                                             | 株式会社中工務店 技術研究所 高橋祐樹、設計部 沼中秀一                 |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                              |    |
| No.                                                   | 項目/被験者                                       | B                                                                                                                                                                                                                                                                 | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | D                                                                                                                                               | E                                                                                                                                                      | F                                                                                            | 備考 |
| 1                                                     | 同意書にサインしていただいた日付                             | 平成24年7月19日                                                                                                                                                                                                                                                        | 平成24年7月19日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 平成24年7月19日                                                                                                                                      | 平成24年7月19日                                                                                                                                             | 平成24年7月19日                                                                                   |    |
| 2                                                     | 身長 cm                                        | 175                                                                                                                                                                                                                                                               | 173                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 161                                                                                                                                             | 168                                                                                                                                                    | 173                                                                                          |    |
| 3                                                     | 体重 kg                                        | 70                                                                                                                                                                                                                                                                | 73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60                                                                                                                                              | 73                                                                                                                                                     | 75                                                                                           |    |
| 4                                                     | 前回打合せ時の内容の再確認および追加確認                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>引越し前の富士工場では開発棟2Fの南側に在席していた。</li> <li>引越し後の中庭にはなるべく出るようにしている。</li> </ul>                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>子供2人</li> <li>飲酒せず</li> <li>朝礼開始時刻が7:55から8:55に変更になったが、朝6:30起床と夜12:00就寝は変わっていない。</li> <li>この年末に席替えがあり、来年1月からは電話番でなくなる。席替えについては今まではなかったがこれから年1回席替えをする予定である。執務エリアをきれいに保つためである。試験をしている人の周りが片付く。眺めもよくなることを期待している。</li> <li>三角形の先端から中寄りに席が変わる。1号棟側の窓に近くなった。</li> <li>2013年の夏と秋で自宅が変わった(引越した)。</li> </ul> | 妻のみ                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>始業時間が1時間後ろにシフトしたため、朝の生活は1時間後ろにずれた。</li> <li>車の出勤時の開放は自分で行っている。</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>自然環境の取入れについては、ずっと1Fの試験場所にいると、一日の経過がわかりづらい。</li> </ul> |    |
| 5                                                     | アクティグラフの2013年秋の結果に関する2013年夏との違い(結果を見る前の自己評価) | <ul style="list-style-type: none"> <li>睡眠は夏から変わらない。仕事のストレスは夏から継続している。</li> <li>午後は富士工場に行く業務スタイルも夏から変わっていない。</li> <li>気持ち的にも変わらない。</li> <li>ストレスに慣れてきた。開き直りの気持ちがある。</li> <li>夏は業務上のポジションがわからなかったが、それが続いていると「まあいいか」という気持ちになってくる。</li> <li>睡眠も多少よくなったと思う。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>夏と秋では変わっていない。</li> <li>夏は腰が痛かったが、その痛みがなくなった。枕を変えた。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクティグラフを装着していた10月中旬の仕事については、厳しい状況ではあったが、まだ余裕があった。</li> </ul>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>秋は測定途中で休みが入って変則的だった。</li> <li>夏と秋の状況に変化はない。</li> <li>仕事もそんなに詰まっていない。</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>夏から秋の変化は特に無し。</li> </ul>                              |    |
| 6                                                     | アクティグラフの2013年秋の結果に関する2013年夏との違い(結果を見ながらの分析)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>睡眠効率改善された。</li> <li>中途覚醒が低下した。</li> <li>日中活動量が安定している。</li> </ul>                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクティグラフの製品寿命によるダウンで測定結果が得られなかった。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>睡眠効率は秋は夏と同等。1日だけ悪い日があった。</li> <li>日中活動量は、測定期間の前半良かった。後半悪かった。</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>今年の秋は2週間測定していた(夏は1週間だけだった)。</li> <li>日中の活動量に変化なし。</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクティグラフの製品寿命によるダウンで測定結果が得られなかった。</li> </ul>           |    |
| 7                                                     | アクティグラフの2013年秋の結果に関する2013年夏との違い(結果を見た後の自己評価) | <ul style="list-style-type: none"> <li>夏は「眠れないなあ」と思っていたが、今はそんなことはない。</li> <li>うつということもない。</li> </ul>                                                                                                                                                              | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>日が経つにつれて締め切りの焦りが出てきた。</li> <li>10/中にやっかいなトラブルが起きて余裕がなくなった。</li> <li>10/11に社内会議があつてプレッシャーもあった。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>睡眠効率は前回寝ているときにバタバタしていると言われたがどうか？(E) ⇒ 中途覚醒は多い方である。(高橋)</li> </ul>                                               | -                                                                                            |    |
| 8                                                     | 生理計測への協力に関するコメント                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>睡眠効率を確認できるのが助かる。自分のおもいと合ってきている。</li> <li>無料で健康診断してもらっているようなもの。</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>装着は今後も続けたい。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクティグラフの装着期間について、2週間は長い。はずしたくなる。1週間であれば今後も協力してもよい。土日も付けているのはつらい。</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>マラソンをしている。センサーを自分で探しているが高い。スマホのデータをインターネットで解析するようなものもあるが。</li> <li>無料でできるのはありがたい。</li> <li>今後も装着したい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>今後も協力したい。</li> </ul>                                  |    |
| 9                                                     | その他のコメント                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>仕事をする室内環境として、引越した後の方がよい。夏涼しく、冬あたたかい。引越し前の富士ではストーブをつけていた。試験場も引越した後の方が暖かい。建物もよくなった効果である。</li> </ul>                                                                                                                          | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                                                                                                                                               | -                                                                                                                                                      | -                                                                                            |    |

以上

### 3.11 参考文献

- [3.1] 国土交通省：知的生産性研究委員会報告書（平成24年），平成25年3月
- [3.2] 上原茂男・加藤信介ら：「人にやさしい空間」の研究（その1～その10），日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）2008年9月
- [3.3] 上原茂男・加藤信介ら：「人にやさしい空間」の研究（その11～その24），日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）2009年8月
- [3.4] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子：サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響，日本建築学会環境系論文集 第76巻 第662号,pp.335～343,2011年4月
- [3.5] 高橋祐樹・加藤信介・小林敏孝・吉井光信・上原茂男・樋口祥明・高橋幹雄・石川敦雄・黒木友裕・野崎尚子：サーカディアンリズムを考慮したオフィスの温熱環境制御が執務者の深部体温とその他生理・心理・作業効率に与える影響 その2 環境変化に敏感な性格傾向を持つ執務者の日中の活動・夜間の睡眠についての検討，日本建築学会環境系論文集 第79巻 第695号,pp.11～17,2014年1月
- [3.6] Hiroki Takahashi・Atsuo Ishikawa・Masaaki Higuchi・Shinsuke Kato・Tomohiro Kuroki・Naoko Nozaki：Psychological experiment on the evaluation system of creativity, HVAC&R Research, 18(1-2):pp.225～232,2012
- [3.7] 関川智・大林史明・吉岡陽介・寺野真明・川瀬貴晴：昼光利用サーカディアン照明の実効性，日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) D-1, pp.279～280, 2005年9月
- [3.8] 久米功人・吉岡陽介・川瀬貴晴・関川智・大林史明：昼光利用サーカディアン照明の照度条件による知的生産性への影響，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) D-1, pp.799～800, 2006年9月
- [3.9] Richard R. Janis・William K.Y. Tao：Mechanical and Electrical Systems in Buildings, Prentice Hall, 2008
- [3.10] Lisa Hescong：Daylighting in Schools An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance Condensed Report, Pacific Gas and Electric Company, August 20, 1999
- [3.11] Lisa Hescong：Daylight and Retail Sales, California Energy Commission Technical Report, October 2003
- [3.12] 日本建築学会編：建築設計資料集成1 環境，丸善，p.130, 1978

- [3.13] 気象庁ホームページ（過去の気象データ検索）（2014年9月検索時）
- [3.14] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著：誰でもできるオフィスの知的生産性測定SAP入門，テツアドー出版，平成22年1月
- [3.15] 宇治川正人・武藤浩・安岡正人・平手小太郎・山川昭次・土田義郎：地下オフィスの環境改善に関する研究 その1 居住環境評価による地下オフィスの問題点と改善効果の把握，日本建築学会計画系論文集，第457号，pp.73-82，1994年3月
- [3.16] Roger J. Cole, Daniel F. Kripke, William Gruen, Daniel J. Mullaney, J. Christian Gillin : Automatic Sleep/Wake Identification From Wrist Activity, Sleep,15(5), pp.461~469, 1992.
- [3.17] 石田直理雄・本間研一編：時間生物学事典，朝倉書店，2008年
- [3.18] 高山直子・洲崎好香・有吉浩美：アクティグラフ測定による施設内高齢者の睡眠・覚醒リズムの実態，日健医誌，19(1):pp.9~15，2010年
- [3.19] 梶井宏修：ワークプレイスのプロダクティビティ 睡眠と知的生産性，空気調和・衛生工学 81—1（平19—1） pp.15~20，2007年1月
- [3.20] 青木世奈・伊香賀俊治・篠塚貴志・岡村玲那：屋内外住環境が睡眠の質と知的生産性に与える影響に関する実験，日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道），pp.131~132，2013年8月
- [3.21] 白石嵩人・田中千歳：生理学的指標から見た保育環境の質に関する研究 —活動量調査を通じた考察—，日本建築学会大会学術講演論文集（東海），pp.553~554，2012年9月

## 第4章

### コミュニケーション

### および環境要素に関する実態調査

#### 4.1 はじめに

わが国では、人口減少社会をふまえた持続可能な発展のために知的生産性の向上が重要な課題となっている[文 4.1]。知的生産性の向上を評価する対象として、新商品の開発や特許取得などの直接的な指標を把握することは困難である。そこで、間接的な指標としてのコミュニケーションの頻度を用いた研究が進められている（既往研究のレビューは第2章で行なっているため、以下に要点のみ記載する）。

山本ら[文 4.2]はビデオカメラを用いコミュニケーションの発生しやすい場所を特定した。またアンケート調査により、打合せを行なう場や情報交換を行なう場の選定理由を見出した。

樋口ら[文 4.3]は目視観察によりコミュニケーションの発生しやすい場所を特定した。

張ら[文 4.4]はボイスレコーダーのある無線通信デバイスを利用して、パーティションウォールの有無による執務者のコミュニケーションの違いを計測した。

流田ら[文 4.5]はアンケートにより執務者の行動時間割合を調査した。

流田・樋口ら[文 4.6]は、窓際および自席周辺にミーティングスペースを点在させ、窓際にマグネットスペースを設置することが知識創造を誘発することを示した。

阿部[文 4.7] [文 4.8]は、対面のコミュニケーションの重要性をアンケートにより実証した。

十川ら[文 4.9]は、インフォーマルコミュニケーションに意義があることを示した。

それらの研究の中で、組織の移転等による統合前後でコミュニケーション行動に関して主観的評価と客観的評価の両面について比較したものは少ない。そこで本研究では、執務者へのアンケートによる主観的評価とインターバルカメラによる客観的評価の両方を評価手法として用い統合前後でのコミュニケーションの状況を比較した。分散した執務空間を統合したことにより、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・

働きやすさに与える影響を把握することを目的とする。なお本研究では、執務者が1ヶ所に集まることで同一空間における人の数が増えることによって偶発的なコミュニケーションが増加するものと考えた。統合前後の依存関係の解析は対象としていない。

## 4.2 知的生産性とコミュニケーション

国土交通省の知的生産性研究委員会報告書[文 4.1]において、「建築空間と知的活動の階層モデル」という概念モデルが構築されている。[注 4.1]

岡本[文 4.10]は、偶発的なコミュニケーションを誘発することで組織の枠を超えた知識変換が促進されることを示した。

緑川ら[文 4.11]は、知識創造職務においてはコミュニケーションを特に必要とするため知的生産性との相関関係がより強い可能性があることを示唆している。

本研究においては、SAP と、7つの Behavior の内、コミュニケーションに関する「リラックス（休息）」、「リフレッシュ（切替）」、「フォーマルコミュニケーション（予定されていた会議や打合せ）」、「インフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打合せ）」についての場所と時間に関する移転前後のアンケート調査を実施した。表 4.1 にコミュニケーションの定義と分類を記す。

表 4.1 コミュニケーションの定義と分類<sup>※1)</sup>

| 分類                                           | 内容                                                           |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ① フォーマル<br>コミュニケーション                         | あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行なうもの。打合せ・会議など。                         |
| ② インフォーマル<br>コミュニケーション                       | あらかじめ目的と場所、時間、出席者が決まっていない偶発的なもの。たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など。 |
| ③ リラックス&リフレッシュ<br>(1人での実施含む <sup>※2)</sup> ) | 疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。                   |

※1) 本表の各分類の内容は、参考文献 4.1 の定義に基づく

※2) 1人でのリラックス&リフレッシュはアンケート調査のみ

## 4.3 調査対象建物概要

表 4.2 に統合前後の建物の概要を記す。また写真 4.1 から写真 4.4 に統合前後の建物の外観とデスクスペースを記す。

表 4.2 統合前後（移転前後）の建物比較

| 項目                               | 統合前<br>(移転前)                                |                                     | 統合後<br>(移転後)                                       |      |
|----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|------|
|                                  | 富士市<br>(本社工場内)                              | 富士宮市<br>(富士宮工場内)                    | 富士宮市<br>(テクニカルセンター)                                |      |
| 標高m                              | 5                                           | 580                                 | 580                                                |      |
| 延床面積㎡<br>(全体)                    | 583.20                                      | 989.52                              | 1,372.99                                           |      |
| 面積㎡<br>(デスクスペース部分)(空調対象面積)       | 583.20                                      | 773.52                              | 1,372.99                                           |      |
| 面積㎡<br>(単独廊下部分)                  | 0.00                                        | 216.00                              | 0.00                                               |      |
| 天井高m<br>(デスクスペース部分)              | 2.6                                         | 3.0                                 | 2.8                                                |      |
| 階数                               | 3階建                                         | 2階建                                 | 2階建                                                |      |
| 各階構成                             | 1F:試験場所<br>2F・3F:執務室                        | 1F:工場、2F:執務室・<br>試験場所               | 1F:試験場所<br>2F:執務室                                  |      |
| 竣工年                              | 1975年以前                                     | 1992年                               | 2012年                                              |      |
| 執務者人数                            | 79名                                         | 64名                                 | 140名                                               |      |
| 執務者の年齢の構成                        | 20代19名、30代13<br>名、40代28名、50代<br>19名         | 20代11名、30代20<br>名、40代16名、50代<br>17名 | 20代30名、30代31<br>名、40代45名、50代<br>34名                |      |
| 執務者の性別の構成                        | 男性76名<br>女性3名                               | 男性62名<br>女性2名                       | 男性135名<br>女性5名                                     |      |
| デスクスペースの原単位 <sup>※1)</sup> (㎡/人) | 7.4                                         | 15.5                                | 9.8                                                |      |
| 会議室                              | 6室(113席)                                    | 3室(38席)                             | 3室(67席)                                            |      |
| 打合スペース                           | 3ヶ所(40席)                                    | 3ヶ所(24席)                            | 2ヶ所(22席)                                           |      |
| 食堂                               | 152席                                        | 110席                                | 204席                                               |      |
| 食堂の場所                            | 別棟の1F                                       | 同じ棟の2F                              | 別棟の2F(ブリッジ<br>にて接続)                                |      |
| コピー機の設置場所・台数                     | 2F(執務エリア):A2<br>用×1台<br>1F(試験場所):A3<br>用×1台 | A3用×2台、A2用×<br>1台                   | 2F(執務エリア):A3<br>用×2台、A2用×2台<br>1F(試験場所):A3<br>用×1台 |      |
| パソコンの台数                          | 1人1台<br>(ただし、CAD担当者<br>のみ2台/人)              | 1人1台<br>(ただし、CAD担当者<br>のみ2台/人)      | 1人1台<br>(ただし、CAD担当者<br>のみ2台/人)                     |      |
| ブラインド仕様                          | ベネシャンブラインド<br>(任意操作)                        | なし<br>(すりガラス)                       | ベネシャンブラインド<br>(任意操作)                               |      |
| 窓面積率 <sup>※2)</sup><br>(採光)%     | 合計                                          | 20.6                                | 2.9                                                | 22.4 |
|                                  | 北面                                          | 3.2                                 | —                                                  | 2.2  |
|                                  | 東面                                          | 9.2                                 | —                                                  | —    |
|                                  | 南面                                          | 3.6                                 | 2.9                                                | 3.6  |
|                                  | 西面                                          | 4.6                                 | —                                                  | 1.1  |
|                                  | 中庭                                          | —                                   | —                                                  | 15.5 |
| 窓面積率 <sup>※2)</sup><br>(自然換気)%   | 合計                                          | 7.9<br>(ただし開放せず)                    | 2.8                                                | 6.8  |
|                                  | 北面                                          | 1.5                                 | —                                                  | 0.7  |
|                                  | 東面                                          | 4.6                                 | —                                                  | —    |
|                                  | 南面                                          | 1.8                                 | 2.8                                                | 1.4  |
|                                  | 西面                                          | —                                   | —                                                  | —    |
|                                  | 中庭                                          | —                                   | —                                                  | 4.7  |

※1) 執務者一人当たりのデスクスペース部分の面積(㎡/人)

※2) デスクスペースにおける床面積に占める窓面積の割合(移転前の富士宮工場では、北側エリアは外部に面していなかったため、南側の外部に面した室のみを対象とした)

※3) 統合前後とも、空調設備は空冷パッケージエアコン(天井カセット型)で湿度は成行、照明設備は蛍光灯(500lx程度)である



(a) 外観



(b) デスクスペース

写真 4.1 統合前の本社工場



(a) 外観



(b) デスクスペース

写真 4.2 統合前の富士宮工場



写真 4.3 統合後の富士宮工場エリアの俯瞰写真



写真 4.4 統合後のデスクスペース

## 4.4 調査概要

表 4.3 に調査概要を記す。統合前後の建物について、主観的評価と客観的評価の両面から調査した。

表 4.3 調査概要

| 調査項目                                    | 評価方法  |       | 調査手法               | 調査目的                                         |
|-----------------------------------------|-------|-------|--------------------|----------------------------------------------|
|                                         | 主観的評価 | 客観的評価 |                    |                                              |
| コミュニケーションに関する行動調査                       |       | ●     | インターバルカメラ撮影による測定   | コミュニケーションスペースの利用頻度や人数の実態に関する統合前後の違いの把握       |
| 職場内コミュニケーション調査                          | ●     |       | 執務者へのアンケート         | コミュニケーション活動の統合前後の違いの把握                       |
| 統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響の把握 | ●     |       | 執務者へのアンケートに基づく統計分析 | 統合後における働きやすさの改善がオフィス環境のどのような要素に起因するものであるかの把握 |

インターバルカメラ調査では、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの判別はできない。アンケート調査により、その部分を補い、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションを区別して調査している。

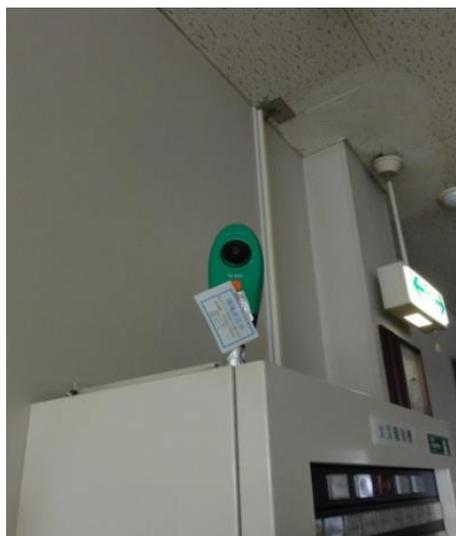
## 4.5 インターバルカメラを用いたコミュニケーションに関する行動調査（客観的評価）

### 4.5.1 測定概要

コミュニケーションスペースの利用頻度や人数の実態について、統合前後の違いを把握することを目的として、調査対象エリアにインターバルカメラ（写真 4.5）を設置し、撮影画像の解析に基づく調査を行なった。具体的には、インターバル撮影専用カメラ（brinno 製 CBR-GWC）を対象エリア毎に設置し、2分間隔で自動撮影を実施した。図 4.1 に統合前後の建物の平面図の一部を示す。インターバルカメラの設置場所をプロットしている。撮影データ解析では、撮影画像を 10 分間隔でピックアップし、目視確認により在室人数およびコミュニケーション延べ人数をカウントした。その際、同じエリアを複数のカメラで撮影している場合もあるため、カウントが重複しないように整理した。ここでのコミュニケーション延べ人数は、コミュニケーションを実施していると判断した人の総数を示す。



(a) インターバルカメラ本体



(b) 設置状況例

写真 4.5 インターバルカメラ

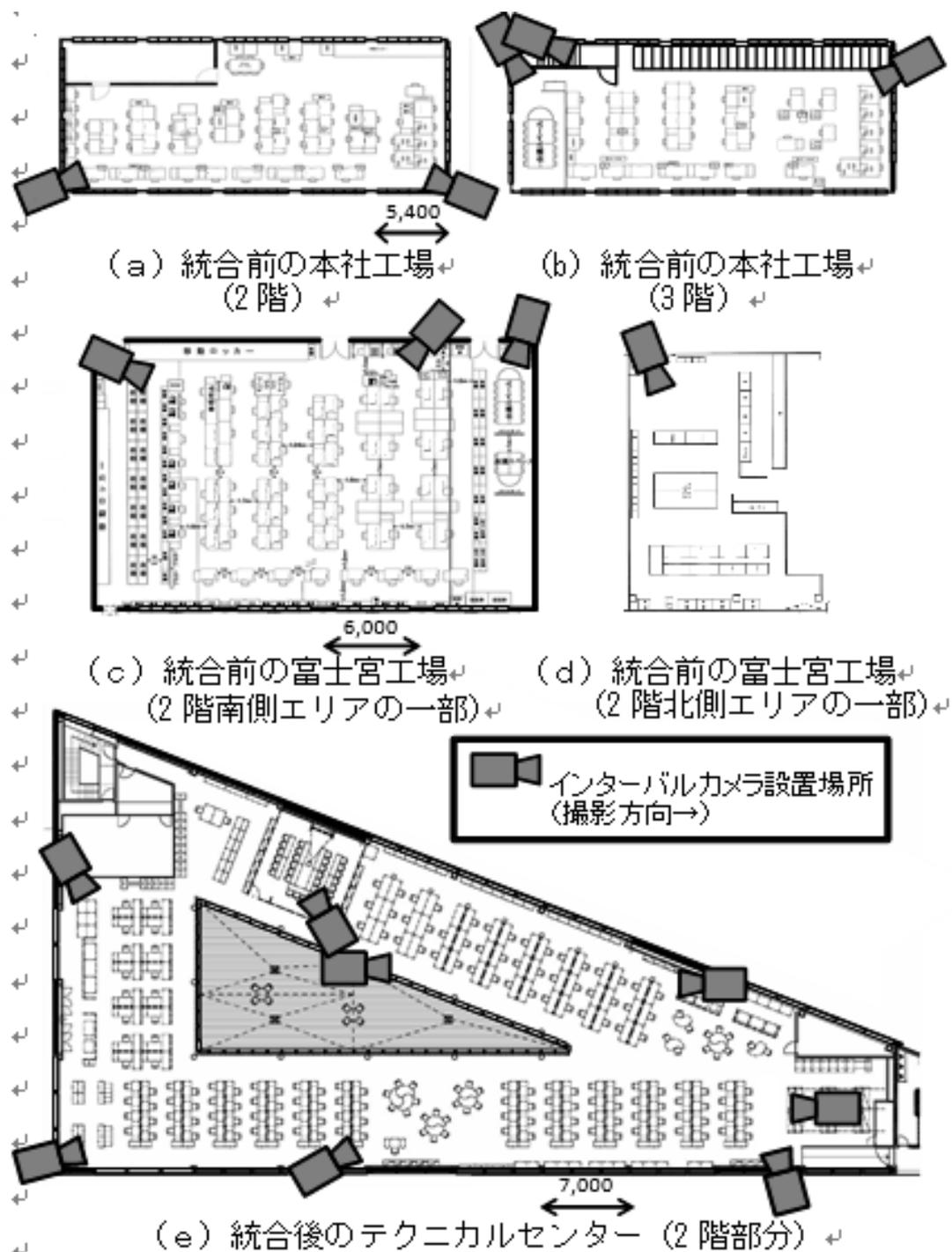


図 4.1 統合前後の建物の平面図 (一部) (インターバルカメラ設置場所)

写真 4.6 にコミュニケーション事例画像の例を示す[注 4.2]。コミュニケーションを実施していると思われる判断基準としては、離席者同士・隣席者同士・着席者と離席者の場合にはお互いが近接し視線が交錯していること、離席者については相手と向き合って立ち止

まっついて何らかの働きかけをしているという点を採用した。また歩行者同士については会話しているもしくは視線を合わせていると判断できるものを採用した。3人以上のコミュニケーションがある場合には、その人数とした。コミュニケーションの種類は区別できない。テクニカルセンターには研究開発担当者が在席しており、セキュリティカードでの入室管理がなされているため、開発担当者同士のコミュニケーションの把握が主となる。ただし他の部署の一部の人もそのカードを持っているため、それらの人とのコミュニケーションも含まれることとなる。他の部署の一部の人が入室可能な点については統合前も同様である。開発担当者は、設計や試験などに分かれている。調査日は、統合前の建物が2012年7月20日～26日、統合後の建物が2013年7月22日～7月26日である。いずれも平日を対象として実施した。



離席者同士      隣席者同士  
 (a) 離席者同士もしくは隣席者同士の場合



着席者と離席者  
 (b) 着席者と離席者の場合



(c) 歩行者同士の場合①



(d) 歩行者同士の場合②

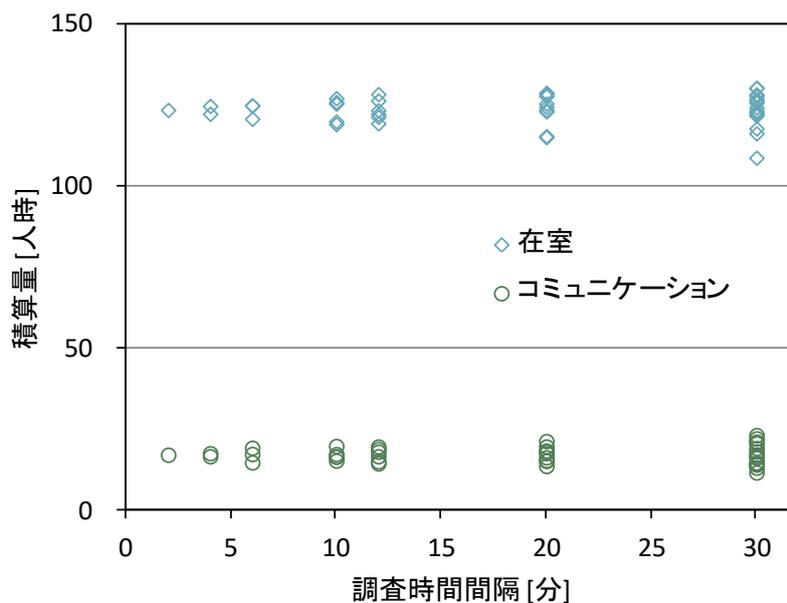
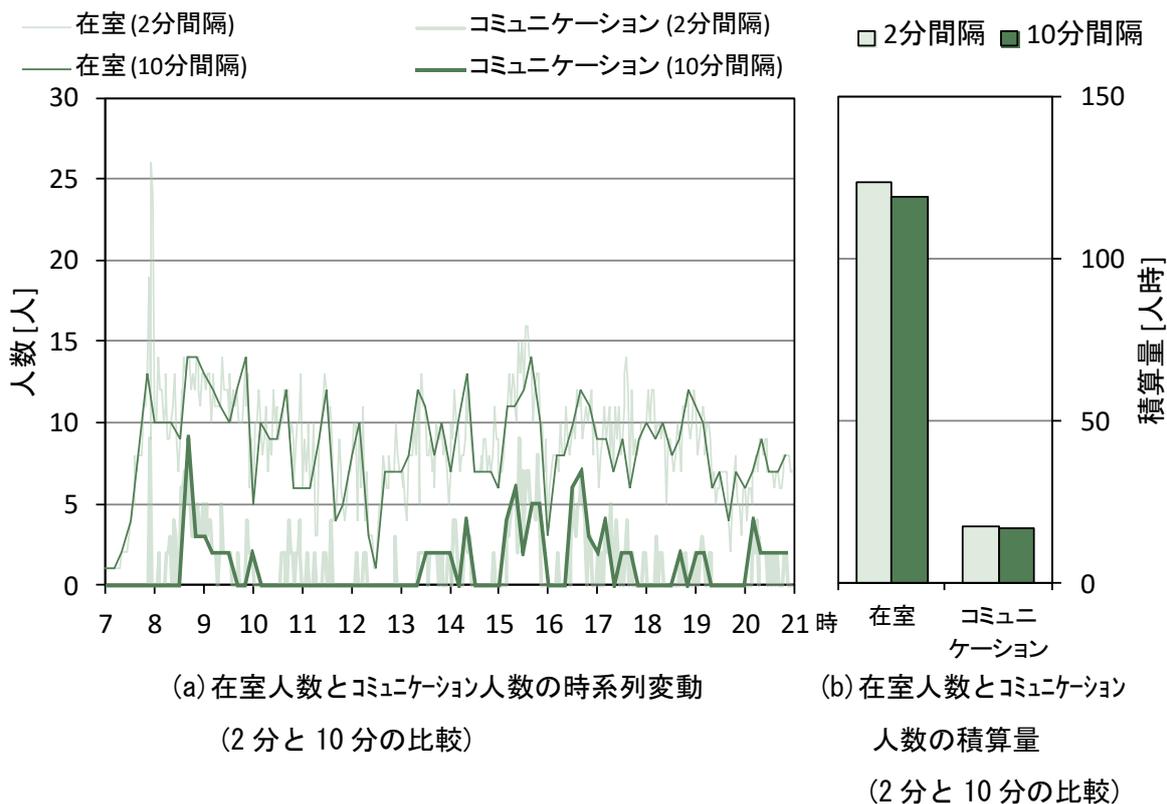
写真 4.6 コミュニケーション事例画像

#### 4.5.2 インターバルカメラによる調査の経済的合理性からみた検討

本研究に当たり、インターバルカメラによる撮影結果の解析についての経済的な合理性を求めた。2分間隔で自動撮影しているが10分間隔での撮影結果を用いて傾向をつかむことができるのであれば、解析時間の大幅な短縮とそれに伴う解析コストの削減につながるものと考えた。なお一つのコミュニケーションは分析間隔中に継続されているとみなしている[注4.7]。すなわち2分間隔の場合には2分間、10分間隔の場合には10分間、継続されている。その人数と時間を積算して、一人一日あたりのコミュニケーションの時間（単位は、h/人日）として表している。図4.2の(a)と(b)に統合前の富士市（本社工場内）の3階デスクスペースにおけるインターバルカメラ1台での撮影に関する2分間隔の場合と10分間隔の場合の結果を示す。図4.2(a)は時系列変動、図4.2(b)は時系列変動の積分に基づく積算値である。まず時系列変動についてみると、10分間隔の結果は、2分間隔の結果の内の5回に1回を示していることになる。そのため、10分間隔では2分間隔での調査結果を把握しきれない部分が生じることとなる。ただしコミュニケーションの人数が少ないときも把握しきれないこととなる。そのため、時間と人数の積算量（図5.2(b)）で比較する。10分間隔については、正時を基準に取り出した。在室者については、2分間隔では123.7人時であるのに対して10分間隔では119.3人時となり、10分間隔の調査結果は2分間隔の場合の96.4%であった。またコミュニケーションについては、2分間隔では17.5人時であるのに対して10分間隔では16.8人時となり、10分間隔の調査結果は2分間隔の場合の96.0%であった。これらの結果から、10分間隔での調査であっても2分間隔とほぼ同等のコミュニケーション量を把握できることが確認できた。

さらに測定間隔について、2分と10分だけでなく、4分、6分、12分、20分、30分についても比較した（図4.2(c)）。例えば、10分間隔の場合には5通り、20分間隔の場合には10通りの取り出し方があることになるので、そのすべてをプロットした。20分、30分と測定間隔が広がるにつれて、2分間隔の時との差が拡大した。

これらの結果をふまえて、経済合理性に基づく効率的な調査という観点から、分析のための時間間隔を10分とした。[注4.10]



(c) 在室人数とコミュニケーション人数の積算量プロット  
(2分、4分、6分、10分、12分、20分、30分の比較)

図 4.2 インターバルカメラでの撮影間隔の比較  
(統合前の本社工場内の3階デスクスペースの7/22の場合)

また今回のデータ分析に要した時間は、2012年の統合前のときがおおよそ3名で延べ50～70時間程度（1人20時間前後）であった。それが2013年の統合後の分析時には分析作業者の慣れや画角での人数カウントのしやすさの違いから若干短縮された。既往の研究における目視による行動調査に比べて、少人数で多くの測定点が計測できるため、その分のコストが軽減されることがメリットといえる。さらに写真を用いることから、同時に多くのコミュニケーションが行われている場所での人数のカウントが正確にできた。既往の研究では現地での目視確認やビデオカメラ撮影などであったが、今回インターバルカメラを調査手法として用いてコミュニケーションを客観的に測定できたこと自体が大きな成果と考えられる。ただし細かな表情や雰囲気はとらえにくい。そのためフォーマルコミュニケーション、インフォーマルコミュニケーション、リラックスの区別（表4.1）が困難である。その点についてはアンケートを併用することで解決した。なおインターバルカメラ調査結果には1人で行なうリラックス&リフレッシュは含まれていない。

## 4.5.3 測定結果および考察

図 4.3 にインターバルカメラの画像から集計したコミュニケーション量（一人1日あたりの時間）に関する統合前後の比較結果を示す[注 4.8][注 4.9]。統合前後のいずれも測定期間の平均値である。統合後には総量としてのコミュニケーションが統合前の 1.38h から 1.84h に 33%増加していることがわかる。個別にみると、個人席周辺では 0.70h から 0.98h に 40%の増、打合せスペースでは 0.49h から 0.42h に 14%の減である。また試験場所では 0.10h から 0.25h に 2.5 倍、食堂では 0.09h から 0.19h へと 2.1 倍となっている。試験場所の面積は、統合前が 2ヶ所の合計で 1,143.04 m<sup>2</sup>であったのに対して、統合後には 1ヶ所に統合して 1,587.04 m<sup>2</sup>と 40%近く増床した。そのため試験のためのスペースにゆとりができ、担当者同士のコミュニケーションの場がより一層確保できているものと考えられる。これらの結果から統合前に比べて統合後に社内コミュニケーションが活性化していることが確認された。この結果は、阿部[文 4.7][文 4.8]の対面コミュニケーションの重要性を裏付け、また緑川ら[文 4.11]の研究をふまえると統合することによるコミュニケーションの増加が知的生産性向上に寄与する可能性を示唆できるものといえる。

既往の研究（流田・田辺らの技術研究所の施設における移転前後の調査[文 4.6]）において、移転に伴い一人当たりの一日のコミュニケーション回数（回/人・日）が増加していることが確認されている。今回は一人一日当たりのコミュニケーション時間（h/人・日）で比較することにより、統合後のインターバルカメラ調査によるコミュニケーション量の増加が確認された。

インターバルカメラによる調査の課題として、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの区別が困難な点がある。そこで対応策として、アンケート時に分類して調査した。

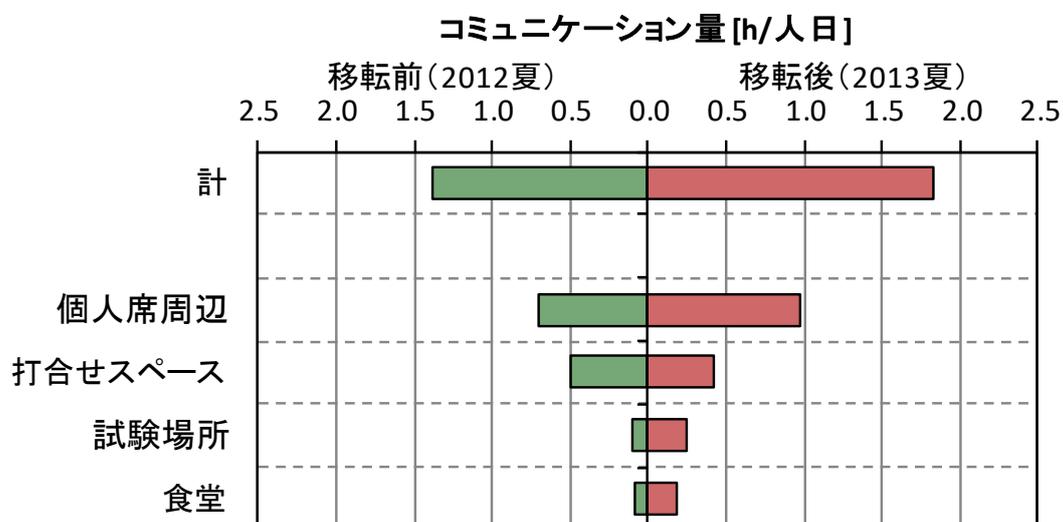


図 4.3 統合前後のコミュニケーション量の比較（インターバルカメラによる調査）

## 4.6 アンケートを用いた職場内コミュニケーション調査（主観的評価）

### 4.6.1 測定概要

コミュニケーション活動の統合前後の違いの把握を目的としたアンケート調査を実施した [注 4.3]。コミュニケーションの状態を前述の表 4.1 の 3 種類に分類し、コミュニケーションの発生頻度と発生場所を回答してもらった。このコミュニケーションの内容は参考文献[文 4.1]における定義に基づくものである。図 4.4 にアンケートに用いた記録シート（部分）を示す[注 4.4]。コミュニケーションの内容をフォーマルコミュニケーション、インフォーマルコミュニケーション、リラックス&リフレッシュの 3 つに分け、時間に関する選択肢を、15 分未満、15～30 分未満、30～60 分未満、1～3 時間未満、3 時間以上の 5 つに分けて調査した。このアンケートでは自分自身が他者とのコミュニケーションを行っていることは把握できるが、コミュニケーションを同時に行なっている人数までは把握できない。またアンケート結果を集計する際に、15 分未満は 7.5 分、15～30 分未満は 22.5 分、30～60 分未満は 45 分、1～3 時間未満は 1.5 時間、3 時間以上は 3 時間とみなしている [注 4.7]。この時間を一人一人積算したものを一人一日あたりのコミュニケーションの時間（単位は、h/人日）として表している。あわせてアンケート回答者属性を図 4.5 に示す。アンケートの日程は、インターバルカメラを用いたコミュニケーションに関する行動調査と同様に、統合前が 2012 年 7 月 20 日～26 日であり、統合後は 2013 年 7 月 22 日～26 日である。いずれも平日を対象として実施した。1 日 1 回ずつ、その日に対して回答してもらった。統合前後ともに執務者 140 名を対象とし、回答率は 100%であった。アンケート結果を解析するうえで、執務者全員からの回答を得られたことの意義は大きいものと考えている。なお喫煙スペースは統合後には設けられなくなったため、今回の分析では「その他」に分類している。

**■直接対面コミュニケーション・リラックス&リフレッシュ場所 記録シート**

今日、社内(貴社従業員同士)で次のようなコミュニケーションを行う際、どこを利用しましたか？

- ① フォーマルコミュニケーション  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行うもの。打合せ・会議など)
- ② インフォーマルコミュニケーション  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者がきまっていない偶発的なもの。  
たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など)
- ③ リラックス&リフレッシュ(一人で行ったものも含む)  
(疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。)

それぞれの場所の利用頻度を、1～5の数字でお答えください。(数字はコピー&ペーストできます)

※このアンケートでは、電話・Skype等を利用したものは含めず、  
直接対話したコミュニケーションについてのみお答えください。

選択肢  
1. 15分未満 2. 15～30分未満 3. 30～60分未満 4. 1～3時間未満 5. 3時間以上  
全く利用しなかった場合は、「空欄」のままとしてください。

|     |           | ①<br>フォーマル | ②<br>インフォーマル<br>コミュニケーション | ③<br>リラックス&<br>リフレッシュ |
|-----|-----------|------------|---------------------------|-----------------------|
| 富士宮 | テクニカルセンター |            |                           |                       |
|     | 自席周辺      |            |                           |                       |
|     | 相手席周辺     |            |                           |                       |
|     | 2階 中庭テラス  |            |                           |                       |
|     | 2階 南側中央   |            |                           |                       |
|     | 2階 東側     |            |                           |                       |
|     | 2階        |            |                           |                       |

図 4.4 コミュニケーションに関するアンケートシート (部分)

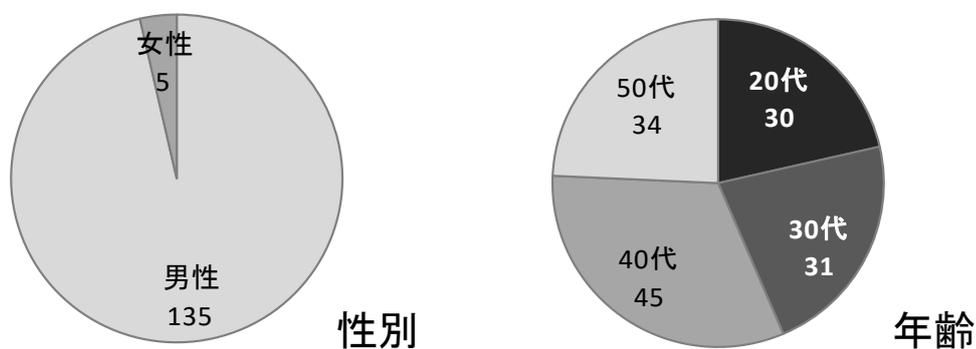


図 4.5 アンケート回答者属性

## 4.6.2 測定結果および考察

図 4.6 にアンケート結果から集計したコミュニケーション量（一人1日あたりの時間）に関する統合前後の比較結果を示す。総量としては統合後に18%減少した。減少の比率が大きいのは、フォーマルコミュニケーションである。このフォーマルコミュニケーションについて統合前後のコミュニケーション量(h/人日)の違いを見ると、打合せスペースでは、統合前の0.524から統合後には0.086にまで大幅に減少している。会議室では統合前に0.093だったものが統合後に0.251に増加しているが、打合せスペースでの減少を補うまでには至っていない。打合せスペースは、統合前は合計で6ヶ所(64席)だったものが統合後には2ヶ所(22席)まで減っている。会議室についても、統合前は合計で9室(151席)だったものが統合後には3室(67席)に減っている。そのため、場所が減ったことがコミュニケーション量を減らした主たる原因と考えられる。その代わりに統合(移転)後には食堂でのフォーマルコミュニケーションが発生した。またインフォーマルコミュニケーションは個人席周辺で最も多いことが確認できた。この点は山本ら[文4.2]の研究により、情報交換を行なう場の最も多い選定理由が「自席に近い」であったことと一致するものといえる。

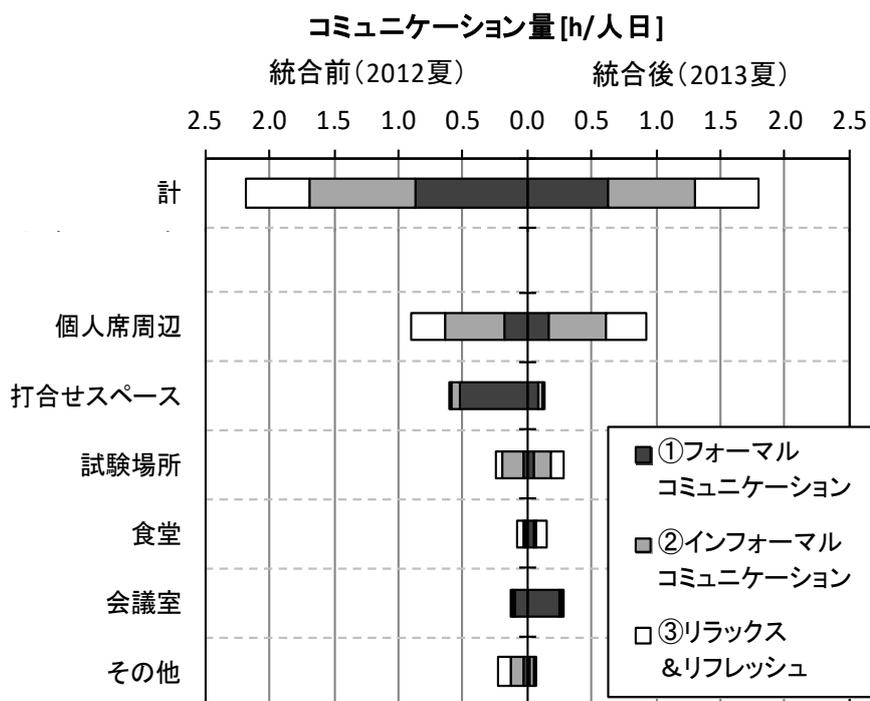


図 4.6 統合前後のコミュニケーション量の比較 (アンケートによる調査)

次に図 4.6 をふまえて、アンケートから集計したコミュニケーションの状態分類についての統合前後の比較結果を示す。まず図 4.7 においてフォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの割合の変化をみると、インフォーマルコミュニケーションが統合前は 48.4% だったものが 51.8% に増加した。インフォーマルコミュニケーションの割合が増えたということは、日常のコミュニケーションが活発に行なえる執務環境になったものと考えられる。

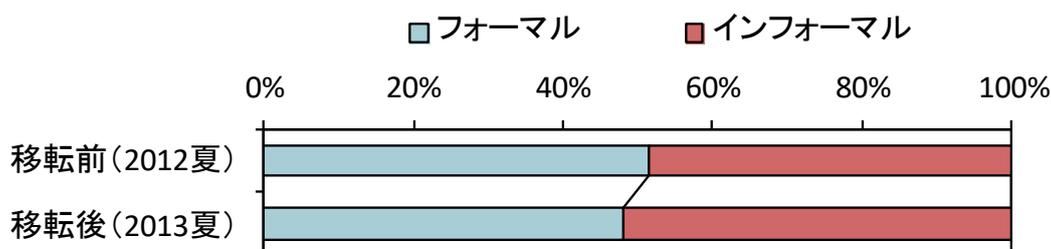


図 4.7 フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの割合

次に図 4.8 においてフォーマルコミュニケーションの実施場所の変化をみると、打合せスペースについては統合前に 59.8% あったものが統合後には 13.9% に減少した。これは打合せスペース自体が統合前に合計 6 ヶ所 (64 席) あったのに対して、統合後には 2 ヶ所 (22 席) に削減されたことが原因と考えられる。また会議室については、統合前に合計 9 室 (151 席) あったのに対して統合後には 3 室 (67 席) に削減されたにもかかわらず、コミュニケーションが統合前後で 10.6% から 40.2% に増加した。これは打合せスペースの個所数が大幅に削減したためにフォーマルコミュニケーションを行なう場所が限定されたことによるものと考えられる。そのため、統合後には個人席周辺や食堂でもフォーマルコミュニケーションの割合が増加した。

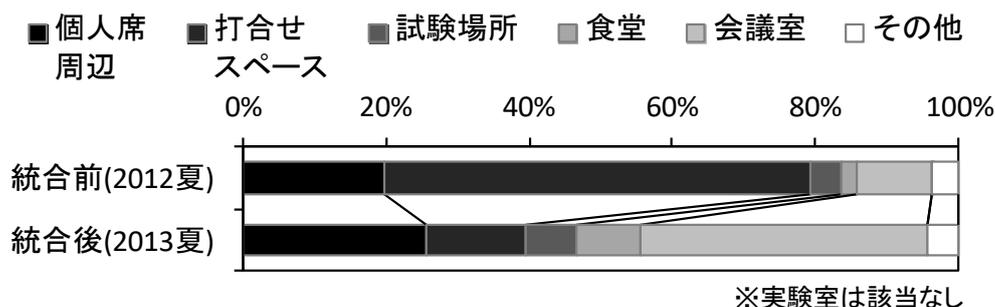


図 4.8 フォーマルコミュニケーションの実施場所の変化

図 4.9 においてインフォーマルコミュニケーションの実施場所の変化をみると、個人席周辺が 56.0%から 67.8%に増加した。打合せスペースの個所数の削減により、個人席周辺でインフォーマルコミュニケーションを行なうようになったものと考えられる。なお統合前の「その他」に含まれる喫煙スペースは0.4%に過ぎない。

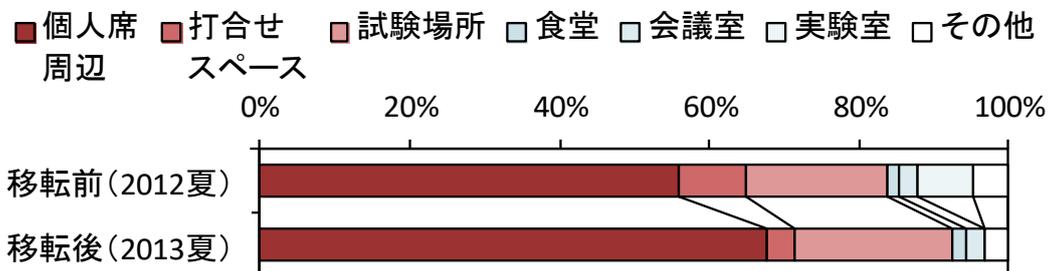


図 4.9 インフォーマルコミュニケーションの実施場所の変化

また統合前後に実施した SAP[文 4.12] アンケートの結果を用いて、コミュニケーションのしやすさと作業効率への影響の相関性を確認した (図 4.10)。相関係数は 0.42 (p < 0.001) であった。統合前後の平均値を比較すると、他の人とのコミュニケーションのしやすさは統合前が 3.16 であったものが統合後に 3.46 に増加した。室内環境が作業効率に与える影響は統合前の 2.74 から統合後に 3.24 に増加した。執務者が他の人とのコミュニケーションをすることが作業効率の向上、すなわち知的生産性を上げることができるものと考えており、コミュニケーションのしやすさが統合後に向上した。

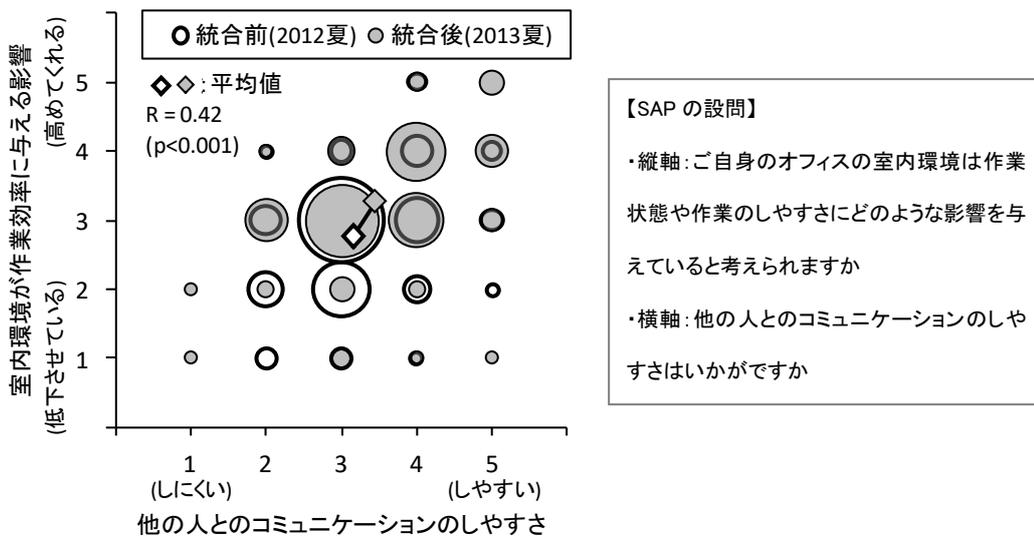


図 4.10 コミュニケーションのしやすさと作業効率への影響

なお、移転前と比較した作業効率 (自己申告) と作業効率から試算される人件費の変化については、注釈[4.5]に記す。

## 4.7 統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響の把握（主観的評価に基づく統計分析）

インターバルカメラを用いたコミュニケーション量の客観的調査では、統合後のコミュニケーション量の増大が確認できた。またアンケートにより執務者がコミュニケーションをすることが知的生産性を上げることができるものと考えていることの裏付けが確認できた。そこで統合後における働きやすさの改善がオフィス環境（物理環境や空間・IT等の業務環境）のどのような要素に起因するものであるかを把握することを目的として、統合前後に実施したSAP・POE[注 4.6]アンケートの結果に対して、働き方・働きやすさを目的変数、オフィス環境要素を説明変数とした重回帰分析を実施した。統計分析にはSPSS Statistics V21.0を使用した。

### 4.7.1 環境満足度・働き方の因子分析

説明変数とするオフィス環境満足度について、いわゆる物理環境（光・温熱・空気・音）に関する質問はSAPの各1項目である。一方で空間・IT・その他業務環境の満足度に関する質問はSAP・POEの双方に複数含まれている。そこで表4.4に示す因子分析により、空間・IT・その他業務環境について7つの因子を抽出し因子得点を得た。回転前の7因子で28項目の全分散を説明する割合は57.00%であった。第4因子を除き、3～4項目で構成された。第4因子に関しては7項目で構成され、会議室・OA機器・部署配置を含む比較的包括的因子となった。

目的変数とする働き方・働きやすさに関しても同様に、SAP・POEの双方に複数含まれていることから、表4.5に示す因子分析により、働き方・働きやすさについて2つの因子を抽出し因子得点を得た。回転前の2因子で10項目の全分散を説明する割合は52.24%であった。第1因子・第2因子とも5項目で構成され、それぞれ「個人領域外の業務活動」「個人領域内の業務活動」と命名した。特に「個人領域外の業務活動」を構成する要素としては、コミュニケーションの質や量が大きく関連している。

表 4.4 SAP 空間・IT 環境/POE 業務環境 満足度質問項目の因子分析結果

(Promax 回転後の因子パターン)

| 質問紙-No    | 質問文                                                    | I          | II         | III        | IV         | V          | VI         | VII        |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SAP-Q5(4) | 広さやレイアウト、家具等の使い心地といったオフィスの空間環境を総合的に判断して満足していますか？       | <b>.99</b> | .04        | -.02       | -.16       | -.01       | .02        | .01        |
| SAP-Q5(1) | オフィスの広さや家具の配置等の空間環境についてお伺いします/広さに満足していますか？             | <b>.84</b> | .04        | -.10       | .00        | -.05       | -.09       | .06        |
| SAP-Q5(2) | レイアウトに満足していますか？                                        | <b>.80</b> | -.02       | -.04       | .13        | -.01       | .07        | -.05       |
| SAP-Q5(3) | 家具等の使い心地に満足していますか？                                     | <b>.69</b> | -.02       | .14        | -.04       | .02        | -.03       | .03        |
| POE-業 15  | オープン打合せスペースの設備・ツールは適切ですか                               | .08        | <b>.84</b> | .06        | .01        | .06        | -.05       | -.02       |
| POE-業 14  | オープン打合せスペース(個室会議室以外)の数・規模(席数)・設置場所は適切ですか               | .06        | <b>.78</b> | -.02       | .01        | .03        | .03        | .09        |
| POE-業 13  | オープン打合せスペース・会議室以外で社内コラボレーション(共同作業やディスカッション)できる場所がありますか | -.05       | <b>.59</b> | -.04       | .13        | .01        | .11        | .00        |
| POE-業 16  | オープン打合せスペースのネットワーク環境は適切ですか                             | -.12       | <b>.54</b> | .21        | .26        | .05        | -.07       | -.04       |
| POE-業 22  | オフィスから見える景色・景観はいかがですか                                  | -.07       | .06        | <b>.86</b> | -.09       | -.07       | -.05       | .06        |
| POE-業 23  | オフィスにおいて自然が刻々一日のリズムを感じられますか                            | -.05       | .03        | <b>.80</b> | -.28       | -.04       | .01        | .10        |
| POE-業 21  | 建物の外装デザインはいかがですか                                       | .16        | -.02       | <b>.61</b> | .11        | .05        | .05        | -.13       |
| POE-業 20  | 室内デザイン・インテリアはいかがですか                                    | .08        | .02        | <b>.55</b> | .25        | .03        | .09        | -.08       |
| POE-業 12  | 会議室の予約・運用方法は適切ですか                                      | -.04       | .15        | -.12       | <b>.74</b> | -.06       | -.03       | .00        |
| POE-業 11  | 会議室の設備・ツールは適切ですか                                       | .01        | .11        | -.02       | <b>.67</b> | -.05       | -.06       | -.05       |
| POE-業 10  | 会議室の数・規模(席数)・位置は適切ですか                                  | -.03       | .21        | -.16       | <b>.66</b> | -.14       | -.01       | -.03       |
| POE-業 05  | コピー・FAX・プリンターの数と設置場所は適切ですか                             | -.05       | -.06       | .04        | <b>.38</b> | .28        | .00        | -.05       |
| POE-業 06  | 自席の LAN・電源の位置と数は適切ですか                                  | -.10       | -.21       | .08        | <b>.38</b> | .26        | .06        | .10        |
| POE-業 09  | 電話環境は適切ですか                                             | .10        | .06        | -.21       | <b>.36</b> | .10        | .17        | .07        |
| POE-業 19  | デスクレイアウトや部署・部門の配置は、働きやすいものになっていますか                     | .19        | .02        | .19        | <b>.33</b> | .01        | -.01       | .05        |
| POE-業 08  | 個人の PC 環境は適切ですか                                        | -.09       | .12        | -.03       | -.06       | <b>.85</b> | -.07       | -.03       |
| SAP-Q6(1) | IT 環境についてお伺いします/現状の IT 環境に満足していますか？                    | .26        | .01        | -.07       | -.10       | <b>.77</b> | .00        | -.17       |
| POE-業 07  | 自席のネットワーク環境は適切ですか                                      | -.14       | .03        | -.02       | .02        | <b>.76</b> | -.02       | .14        |
| POE-業 17  | バンブリー(飲食、給湯、給茶)の場所・形態・設備は適切ですか                         | -.05       | -.07       | -.05       | .03        | -.06       | <b>.98</b> | -.02       |
| POE-業 18  | リフレッシュ(休憩、飲食、給茶)するための場所・形態・設備は適切ですか                    | .00        | .21        | .05        | -.12       | -.07       | <b>.76</b> | .00        |
| POE-業 24  | 食堂エリアの利用しやすさ(レイアウト・席数・営業時間など)は適切ですか                    | .02        | -.08       | .08        | .08        | .16        | <b>.45</b> | .05        |
| POE-業 03  | 自席周りのファイル収納スペースは適切ですか                                  | .03        | .04        | .05        | -.08       | -.07       | .00        | <b>.95</b> |
| POE-業 01  | 自席のデスクの広さは適当ですか                                        | .26        | -.13       | .03        | .28        | .02        | -.08       | <b>.45</b> |
| POE-業 04  | 自席以外のファイル収納スペースは適切ですか                                  | .04        | .14        | -.03       | .00        | .19        | .11        | <b>.34</b> |
|           | 因子名(命名)                                                |            |            |            |            |            |            |            |
|           | 因子間相関                                                  |            |            |            |            |            |            |            |
|           | オフィス空間広さ・レイアウト                                         | I          | —          | .29        | .44        | .52        | .49        | .40        |
|           | オープン打合せスペース                                            | II         | —          | .38        | .56        | .46        | .49        | .25        |
|           | 外とのつながり・室内外デザイン                                        | III        | —          | .37        | .39        | .47        | .22        |            |
|           | 会議室・OA 機器・部署配置                                         | IV         | —          | .64        | .62        | .49        |            |            |
|           | 自席 PC・IT 環境                                            | V          | —          | .44        | .40        |            |            |            |
|           | 食堂・リフレッシュスペース                                          | VI         | —          |            |            |            |            | .36        |
|           | 自席広さ・収納スペース                                            | VII        | —          |            |            |            |            |            |

※主因子法により分析。分析に当たり POE 中の下記 4 項目は除外(総合的業務環境を問う 2 項目)

POE-業 02 自席で集中して業務を行いたいときの業務環境は適切ですか

POE-業 27 総合的に見て、業務環境は適切ですか(設備運用に関する 2 項目)

POE-業 25 照明の照度・空調温度等の設定や運用は適切ですか

POE-業 26 照明設備や空調設備の利用には省エネが意識されていますか

表 4.5 SAP/POE 働きやすさ質問項目の因子分析結果 (Promax 回転後の因子パターン)

| 質問紙-No    | 質問文                                      | I          | II         |     |
|-----------|------------------------------------------|------------|------------|-----|
| POE-働 6   | 効率的な資料作成の環境となっていますか                      | <b>.74</b> | .05        |     |
| POE-働 7   | 他のメンバーの知恵や経験を活用していますか/活用し易いですか           | <b>.73</b> | -.07       |     |
| POE-働 5   | 場所・距離・時間に縛られない効率の良い業務環境になっていますか          | <b>.69</b> | -.01       |     |
| POE-働 2   | チームで行う業務、コミュニケーション/打合せをしやすい環境となっていますか    | <b>.67</b> | -.02       |     |
| POE-働 8   | 部門(チーム・部署)をまたいで円滑にコミュニケーションできる環境となっていますか | <b>.65</b> | -.10       |     |
| SAP-Q7(2) | 作業への集中しやすさはいかがですか?                       | -.08       | <b>.84</b> |     |
| SAP-Q7(5) | 創造的な活動のしやすさはいかがですか?                      | -.06       | <b>.80</b> |     |
| SAP-Q7(3) | リラックスのしやすさはいかがですか?                       | -.15       | <b>.77</b> |     |
| POE-働 3   | 個人で行う業務をしやすい環境となっていますか                   | .28        | <b>.55</b> |     |
| POE-働 4   | 個人の能力・創造力(クリエイティビティ)を拡大できる環境となっていますか     | .36        | <b>.52</b> |     |
|           | 因子名(命名)                                  | 因子間相関      | I          | II  |
|           | 個人領域外の業務活動                               | I          | —          | .61 |
|           | 個人領域内の業務活動                               | II         |            | —   |

※主因子法により分析。分析に当たりSAP・POE 中の下記3項目は除外(業務比率を問う1項目)

POE-働 1 あなたの業務のうち、次の業務比率はどの程度ですか

a.チームで行う業務 vs 個人単位で行う業務 b.創造的業務 vs 定型的業務

(十分な因子負荷量を示さなかったため分析過程に除外した2項目)

SAP-Q7(1) 細かい文字の見やすさはいかがですか?

SAP-Q7(4) 他の方とのコミュニケーションのしやすさはいかがですか?

## 4.7.2 働き方・働きやすさの規定因に関する重回帰分析

表 4.6 に、働き方・働きやすさを目的変数、オフィス環境要素を説明変数とした重回帰分析を実施した結果を示す。目的変数として因子分析により得た働き方 2 因子に加え、SAP・POE 中の個別項目に対しても分析を実施した。説明変数は、SAP 中の物理環境に関する 4 項目と、因子分析により得られた空間・IT・その他業務環境に関する 7 因子の計 11 変数とした。重回帰分析ではまずステップワイズ法により投入変数を絞り込み（投入基準：F の確率 $\leq$ .05, 除去基準：F の確率 $\geq$ .10）、その後強制投入法により標準偏回帰係数を算出した。

その結果、コミュニケーションの質や量が大きく関連している「個人領域外の業務活動」に対しては、『会議室・OA 機器・部署配置』『外とのつながり・室内外デザイン』『オフィス空間広さ・レイアウト』の順で相関が高い傾向が見出された。標準偏回帰係数はそれぞれ、0.38、0.32、0.16 であった。『会議室・OA 機器・部署配置』は比較的包括的因子であり、他の目的変数に対しても寄与している。『外とのつながり・室内外デザイン』は「チーム業務」に対しても強く、また「個人領域内の業務活動」にも寄与しており（同、0.18、0.12）、オフィス空間における外とのつながりの重要性が示唆された。この結果は、流田・樋口ら[文 5.7]による移転前後の調査において、移転後の建物で窓際にミーティングスペースやマグネットスペースを設置することで一人当たりの一日のコミュニケーション回数が増加したことと共通の結果が得られたものといえる。『オフィス空間広さ・レイアウト』はほぼ全ての働き方項目に寄与しているものの、「チーム業務」には寄与しておらず、「個人領域外の業務活動」への寄与も相対的には低く、どちらかというところ「個人領域内の業務活動」（同 0.31）に強く寄与していると読み取ることができる。

物理環境に着目すると、『音環境』が「創造的な活動」、「個人業務」、「個人領域内の業務活動」に対して寄与していることがわかった（同、0.19、0.18、0.16）。一方で「リラックス」に対しては『空気環境』と『温熱環境』が寄与している（同、0.16、0.12）。以上から、音環境の改善が個人業務のしやすさを促進し、温熱・空気環境の改善が休憩のしやすさを促進するというオフィスの物理環境の実態が見いだされた。

またコミュニケーションに関する目的変数は、物理環境に対しての相関は見いだせなかったが、外とのつながり・室内外デザインの影響を強く受けること（同、0.32）が示された。

表 4.6 働き方・働きやすさの規定因に関する重回帰分析結果（標準偏回帰係数）

| 説明変数                     | 働き方<br>2 因子※1   |            | SAP/POE 働きやすさ※2   |                  |                  |                 |              |             |      |
|--------------------------|-----------------|------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|------|
|                          | 個人領域外の業務活動      | 個人領域内の業務活動 | SAP-Q7(7) 作業のしやすさ | SAP-Q7(2) 作業への集中 | SAP-Q7(5) 創造的な活動 | SAP-Q7(3) リラックス | POE-働2 チーム業務 | POE-働3 個人業務 |      |
| SAP 物理環境<br>満足度※3        | SAP-Q1(3) 光環境   | -          | -                 | -                | -                | -               | -            | -           |      |
|                          | SAP-Q2(3) 温熱環境  | -          | -                 | .14*             | -                | -               | .12*         | -           |      |
|                          | SAP-Q3(1) 空気環境  | -          | -                 | -                | -                | -               | .16*         | -           |      |
|                          | SAP-Q4(1) 音環境   | -          | .16†              | -                | -                | .19†            | -            | .18†        |      |
| 空間・IT・業務環境<br>満足度 7 因子※1 | オフィス空間広さ・レイアウト  | .16†       | .31‡              | .35‡             | .43‡             | .28‡            | .19†         | -           | .20† |
|                          | オープン打合せスペース     | -          | -                 | -                | -                | -               | -            | .14         | -    |
|                          | 外とのつながり・室内外デザイン | .32‡       | .12*              | -                | -                | -               | -            | .18†        | -    |
|                          | 会議室・OA 機器・部署配置  | .38‡       | .25‡              | -                | .37‡             | -               | -            | .31‡        | .32‡ |
|                          | 自席 PC・IT 環境     | -          | -                 | -                | -                | -               | -            | -           | -    |
|                          | 食堂・休憩スペース       | -          | .15*              | .21‡             | -                | .18†            | .20†         | -           | -    |
|                          | 自席広さ・収納スペース     | -          | -.13*             | -                | -.20†            | -               | -            | -           | -    |
| R2 乗                     | .49‡            | .48‡       | .29‡              | .35‡             | .26‡             | .22‡            | .27‡         | .31‡        |      |

※1 因子分析による因子得点(回帰法)を採用 (‡p<0.001, †p<0.01, \*p<0.05)

※2 質問文は表 5 参照。SAP-Q7(7)は「ご自身のオフィスの室内環境は作業状態や作業のしやすさにどのような影響を与えていると考えられますか？」

※3 質問文は「現状の\*\*環境に満足していますか？」

表 4.7(a)および(b)に、前述の因子分析結果をふまえて、「SAP 物理環境満足度の4項目（光、温熱、空気、音）」と「空間・IT・業務環境満足度7因子」との相関性を確認した表を示す。各項目において、上段から、相関係数、有意確率、N（データ数）の順に記載する。

表 4.7 「SAP 物理環境満足度の4項目（光、温熱、空気、音）」と  
「空間・IT・業務環境満足度7因子」との相関分析

(a) 「SAP 物理環境満足度の4項目（光、温熱、空気、音）」

|                       |               | 光環境満足度 | 温熱環境満足度 | 空気環境満足度 | 音環境満足度 |
|-----------------------|---------------|--------|---------|---------|--------|
| 光環境満足度                | Pearson の相関係数 | 1      | .304**  | .284**  | .188** |
|                       | 有意確率（両側）      |        | .000    | .000    | .000   |
|                       | N             | 421    | 421     | 420     | 417    |
| 温熱環境満足度               | Pearson の相関係数 | .304** | 1       | .413**  | .240** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   |         | .000    | .000   |
|                       | N             | 421    | 421     | 420     | 417    |
| 空気環境満足度               | Pearson の相関係数 | .284** | .413**  | 1       | .386** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .000    |         | .000   |
|                       | N             | 420    | 420     | 420     | 416    |
| 音環境満足度                | Pearson の相関係数 | .188** | .240**  | .386**  | 1      |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .000    | .000    |        |
|                       | N             | 417    | 417     | 416     | 417    |
| 空間広さ・レイアウト            | Pearson の相関係数 | .416** | .262**  | .380**  | .475** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .000    | .000    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| オープン打合せスペース           | Pearson の相関係数 | .219** | .067    | .157*   | .248** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .279    | .011    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| 自然のリズム・室内外デザイン        | Pearson の相関係数 | .403** | .240**  | .337**  | .384** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .000    | .000    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| 会議室・OA機器              | Pearson の相関係数 | .315** | .173**  | .289**  | .315** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .005    | .000    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| 自席PC・IT環境             | Pearson の相関係数 | .308** | .145*   | .254**  | .310** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .019    | .000    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| 食堂・休憩スペース             | Pearson の相関係数 | .270** | .158*   | .209**  | .300** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .010    | .001    | .000   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| 自席広さ・収納スペース           | Pearson の相関係数 | .305** | .103    | .151*   | .206** |
|                       | 有意確率（両側）      | .000   | .097    | .015    | .001   |
|                       | N             | 261    | 261     | 260     | 258    |
| **、相関係数は 1% 水準で有意（両側） |               |        |         |         |        |
| *、相関係数は 5% 水準で有意（両側）  |               |        |         |         |        |

## 第4章 コミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査

## (b) 「空間・IT・業務環境満足度7因子」

|                |               | 空間広さ・レイアウト | オープン打合せスペース | 自然のリズム・室内外デザイン | 会議室・OA機器 | 自席PC・IT環境 | 食堂・休憩スペース | 自席広さ・収納スペース |
|----------------|---------------|------------|-------------|----------------|----------|-----------|-----------|-------------|
| 光環境満足度         | Pearson の相関係数 | .416**     | .219**      | .403**         | .315**   | .308**    | .270**    | .305**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           | .000     | .000      | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 温熱環境満足度        | Pearson の相関係数 | .262**     | .067        | .240**         | .173**   | .145*     | .158*     | .103        |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .279        | .000           | .005     | .019      | .010      | .097        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 空気環境満足度        | Pearson の相関係数 | .380**     | .157*       | .337**         | .289**   | .254**    | .209**    | .151*       |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .011        | .000           | .000     | .000      | .001      | .015        |
|                | N             | 260        | 260         | 260            | 260      | 260       | 260       | 260         |
| 音環境満足度         | Pearson の相関係数 | .475**     | .248**      | .384**         | .315**   | .310**    | .300**    | .206**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           | .000     | .000      | .000      | .001        |
|                | N             | 258        | 258         | 258            | 258      | 258       | 258       | 258         |
| 空間広さ・レイアウト     | Pearson の相関係数 | 1          | .325**      | .481**         | .564**   | .543**    | .439**    | .548**      |
|                | 有意確率 (両側)     |            | .000        | .000           | .000     | .000      | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| オープン打合せスペース    | Pearson の相関係数 | .325**     | 1           | .444**         | .647**   | .536**    | .542**    | .282**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       |             | .000           | .000     | .000      | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 自然のリズム・室内外デザイン | Pearson の相関係数 | .481**     | .444**      | 1              | .418**   | .442**    | .522**    | .260**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        |                | .000     | .000      | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 会議室・OA機器       | Pearson の相関係数 | .564**     | .647**      | .418**         | 1        | .725**    | .696**    | .538**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           |          | .000      | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 自席PC・IT環境      | Pearson の相関係数 | .543**     | .536**      | .442**         | .725**   | 1         | .490**    | .444**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           | .000     |           | .000      | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 食堂・休憩スペース      | Pearson の相関係数 | .439**     | .542**      | .522**         | .696**   | .490**    | 1         | .396**      |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           | .000     | .000      |           | .000        |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |
| 自席広さ・収納スペース    | Pearson の相関係数 | .548**     | .282**      | .260**         | .538**   | .444**    | .396**    | 1           |
|                | 有意確率 (両側)     | .000       | .000        | .000           | .000     | .000      | .000      |             |
|                | N             | 261        | 261         | 261            | 261      | 261       | 261       | 261         |

\*\* 相関係数は 1% 水準で有意 (両側)  
\* 相関係数は 5% 水準で有意 (両側)

環境とプランの2つの側面の強さ関係を分析すると、光環境は、空間広さ・レイアウト、自然のリズム・室内外デザイン、会議室・OA機器の順で相関が高い傾向が見出された。音環境も、空間広さ・レイアウト、自然のリズム・室内外デザイン、会議室・OA機器の順で相関が高い傾向が見出された。

また空間・IT・業務環境満足度7因子の中での相関性をみると、「会議室・OA機器」と「自席PC・IT環境」、「会議室・OA機器」と「食堂・休憩スペース」、「オープン打合せスペース」と「会議室・OA機器」の順で相関が高かった。

## 4.7.3 統合前後の物理環境の変化と心理評価結果との関係に関する分析

図 4.11 にSAPによる各物理環境に関する満足度の統合前後の比較を示す。統合前後の両方で回答した128人を対象とした。

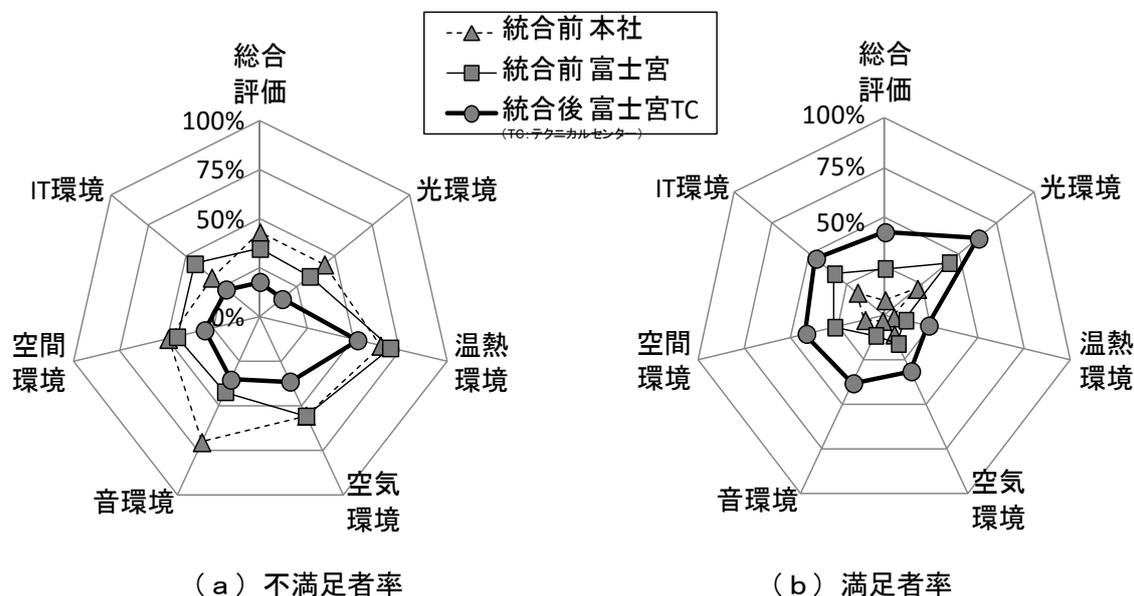


図 4.11 SAPによる各物理環境に関する満足度の統合前後の比較 [注 4.6]

総合評価の不満足者率は統合前に本社 43%・富士宮 35%だったものが統合後には 18%まで改善した。一方満足者率は統合前に本社 8%・富士宮 24%だったものが統合後には 42%まで向上した。またすべての環境要素に対して、統合後に不満足者率が低下し満足者率が増加しており、統合により執務環境の満足度が向上していることが確認できた。

光環境の不満足者率は統合前に本社 43%・富士宮 33%だったものが統合後には 15%まで改善し、満足者率は統合前が本社 22%・富士宮 43%だったものが統合後には 63%まで向上した。表 2 の窓面積率（採光）をみると統合後に増加している。窓面積率の増加が心理的な評価の向上につながっているものと考えられる。またブラインド等のため閉鎖的と答える執務者が 40 人から 16 人に減っており、中庭による自然採光が評価されている。温熱環境の不満足者率は統合前に本社 65%・富士宮 70%だったものが統合後には 52%まで改善した。満足者率は統合前には本社 5%・富士宮 11%しかなかったが統合後には 23%まで向上した。統合後の建物では窓面積率（自然換気）が高くなっており、自然換気が有

効に機能しているものと考えられる。

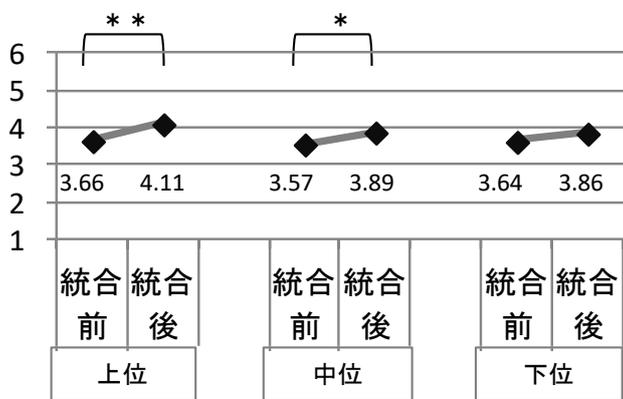
音環境の不満足者率は統合前に本社 70%・富士宮 42%だったものが統合後には 35%まで改善した。満足者率は統合前には本社 3%・富士宮 11%しかなかったが統合後には 38%まで向上した。アンケートの自由記述によると統合前は下階の試験場所の騒音が執務室に伝搬していたことが影響している。

空間環境の不満足者率は統合前に本社 49%・富士宮 40%だったものが統合後には 30%まで改善し、満足者率は統合前が本社 11%・富士宮 27%だったものが統合後には 42%まで向上した。表2の執務者一人当たりのデスクスペース部分の面積については、統合後は統合前の富士よりも増加したが富士宮よりも低下している。しかし、満足度は向上した。統合後は1つの空間に多くの人が執務することになったことによる日常的なコミュニケーションの増加も貢献しているものと考えられる。

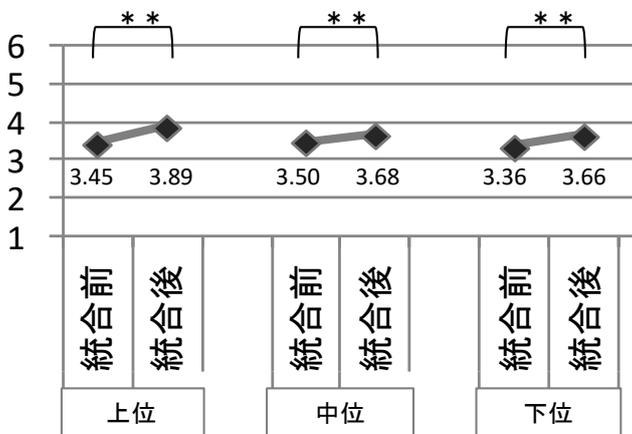
I T環境の不満足者率は統合前に本社 32%・富士宮 44%だったものが統合後には 23%まで改善し、満足者率は統合前が本社 18%・富士宮 34%だったものが統合後の夏には 46%まで向上した。一人当たりの台数に統合前後での変化はないが、P Cの性能を向上させたことが満足度の改善につながっている。

4.7.4 行動要因と心理評価の結びつきに関する分析

行動要因としての「アンケートを用いた職場内コミュニケーション調査」の結果と心理評価としての「POE」の結果がどのように結びついているのかについて分析した。具体的には、統合後の夏のインフォーマルコミュニケーション時間による3つの群分け（上位（平均 1.31h/日）・中位（平均 0.59h/日）・下位（平均 0.16h/日））をおこない、POEにおける知的生産性向上に関連した2つの質問（①他のメンバーの知恵や経験を活用していますか、②個人の能力・創造力を拡大できる環境となっていますか）に関する各群の回答平均値をグラフ化した（図 4.12）。（a）に他のメンバーの知恵・経験の活用、（b）に個人の能力・創造力を拡大できる環境について示す。いずれも統合後に評価が上がっており、さらにインフォーマルコミュニケーションの多い群において移転後のPOEの結果が高い傾向があることがわかった。



(a) 他のメンバーの知恵・経験の活用



(b) 個人の能力・創造力を拡大できる環境

図 4.12 POEに関するインフォーマルコミュニケーション時間の違いによる比較

(\*\* : p<0.01、\* : p<0.05)

## 4.8 まとめ

本章では、分散した執務空間を統合したことにより、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握することを目的とした。2ヶ所に分散していた研究開発拠点を1ヶ所に統合することで偶発的なコミュニケーションの機会を高めることをねらいとした建物における実態調査である。本章では以下の知見を得た。

- (1) コミュニケーション量に関する客観的評価としてのインターバルカメラによる撮影結果は、2分間隔の調査結果では17.5人時であるのに対して10分間隔では16.8人時となり、10分間隔は2分間隔の場合の96.0%であった。すなわち解析に関する経済性をふまえると、コミュニケーション量は10分間隔の撮影であっても効率的に調査できるものといえる。
- (2) インターバルカメラにより、統合前後のコミュニケーション量（一人1日あたりの時間）の比較を行なった。その結果、統合後には総量としてのコミュニケーションが統合前に比べて1.38hから1.84hに33%増加した。また個人席周辺で0.70hから0.98hに40%の増、試験場所では0.10hから0.25hへと2.5倍になった。
- (3) アンケートによりコミュニケーションの状態分類を調査した。フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの割合の変化をみると、インフォーマルコミュニケーションが統合前の48.4%から統合後に51.8%に増加した。
- (4) アンケート結果を用いて、コミュニケーションのしやすさと作業効率への影響の相関性を確認した。相関係数は0.42 ( $p < 0.001$ )であった。統合前後の平均値を比較すると、他の人とのコミュニケーションのしやすさは統合前が3.16であったものが統合後に3.46に増加した。室内環境が作業効率に与える影響は統合前の2.74から統合後に3.24に増加した。
- (5) アンケート調査の統計分析により、コミュニケーションを伴う業務と個人で行なう業務の両方について、空間広さ・レイアウト・会議室・OA機器環境に加え、オフィスにおける外とのつながりの重要性が示唆された。
- (6) 音環境の改善が個人業務のしやすさを促進し、温熱・空気環境の改善が休憩のしや

すさを促進するというオフィスの物理環境の実態が見いだされた。

- (7) コミュニケーションに関する目的変数は、物理環境に対しての相関は見いだせなかったが、外とのつながり・室内外デザインの影響を強く受けることが示された。
- (8) 統合後の夏にインフォーマルコミュニケーションの多かった執務者は、統合後のPOEにおける知的生産性向上に関連した2つの項目（他のメンバーの知恵・経験の活用、個人の能力・創造力を拡大できる環境）の結果が高い傾向があることがわかった。

なお、インフォーマルコミュニケーション量に関しては、第6章においてマルチエージェントモデルを用いた行動シミュレーションによる検討も行なっている。

## 4.9 注釈

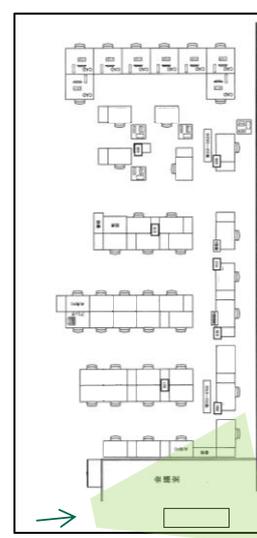
[4.1] 報告書の中で知的活動は3つの階層により構成される。第1階層は情報処理（知識情報の定型処理）、第2階層は知識処理（知識情報の調査・加工、知的価値の向上）、第3階層は知識創造（価値創造、イノベーション）である。また①知的活動執務者（人・組織の意識や行動（Behavior））、②設計者／経営者（空間／環境・設備の計画（Planning））、③社会（知的生産性向上の評価と推進（rating&promoting））の3つのアプローチがある。Behavior は、「情報処理」、「収束的思考」、「拡散的思考」、「リラックス（休息）」、「リフレッシュ（切替）」、「フォーマルコミュニケーション（予定されていた会議や打合せ）」、「インフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打合せ）」の7種類に分類される。これらの7種類のBehavior は、環境整備や場の活性化・モチベーションに影響を与えるものである。Planning には、環境の維持・保全、空間／環境の質の向上、知識創造を刺激する空間と環境がある。rating&promoting としては、主観的評価システム（SAP18）（Subjective Assessment of workplace Productivity）を用いた知的生産性向上の推進と CASBEE 評価の一部拡充による知的生産性の客観的評価と経済的評価の明示がある。

[4.2] 打合せスペースまわりなどの撮影した写真の例を以下に示す。

(1) 移転前の本社工場開発棟3F 打合せスペースの撮影状況を以下に示す。



(a) 撮影画面



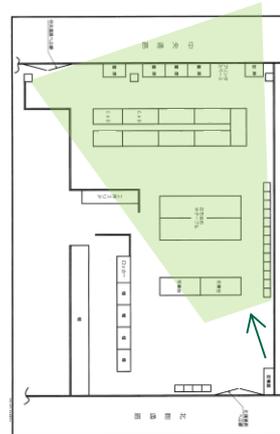
(b) 撮影範囲

付録 図 4.1 移転前の本社工場開発棟3F 打合せスペースの撮影画面と範囲

(2) 移転前の富士宮工場 2F 打合せスペース・個人席周辺の撮影状況を以下に示す。



(a) 撮影画面



(b) 撮影範囲

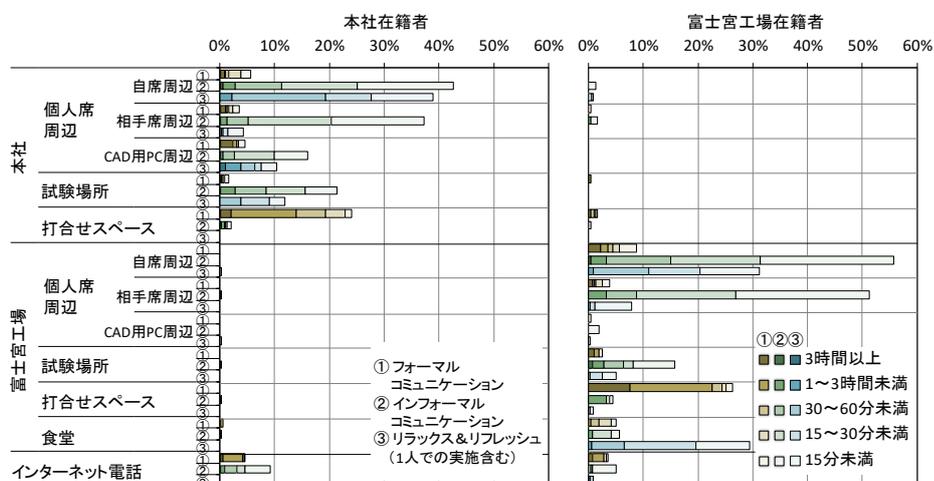
付録 図 4.2 移転前の富士宮工場 2F 打合せスペース・個人席周辺の撮影画面と範囲

(3) 移転後のテクニカルセンター 2F 打合せスペースの撮影状況を以下に示す。



付録 図 4.3 移転前の富士宮工場 2F 打合せスペース・個人席周辺の撮影画面

[4.3] 統合前の本社（富士市）と富士宮の2ヶ所において、コミュニケーションの場所と状態種別についてアンケート調査をおこなった。その結果、インフォーマルコミュニケーションは自席周辺もしくは相手席周辺で多く行われていることがわかった。この結果を統合後のテクニカルセンターのプランニングに反映した。



付録 図4.4 場所・コミュニケーション状態別のコミュニケーション頻度・時間長さ（延べ）

[4.4] コミュニケーションに関するアンケートシートは以下である。Excel のファイルに直接入力してもらう方式を採用した。

【2012 年夏】



職場内コミュニケーション記録シート

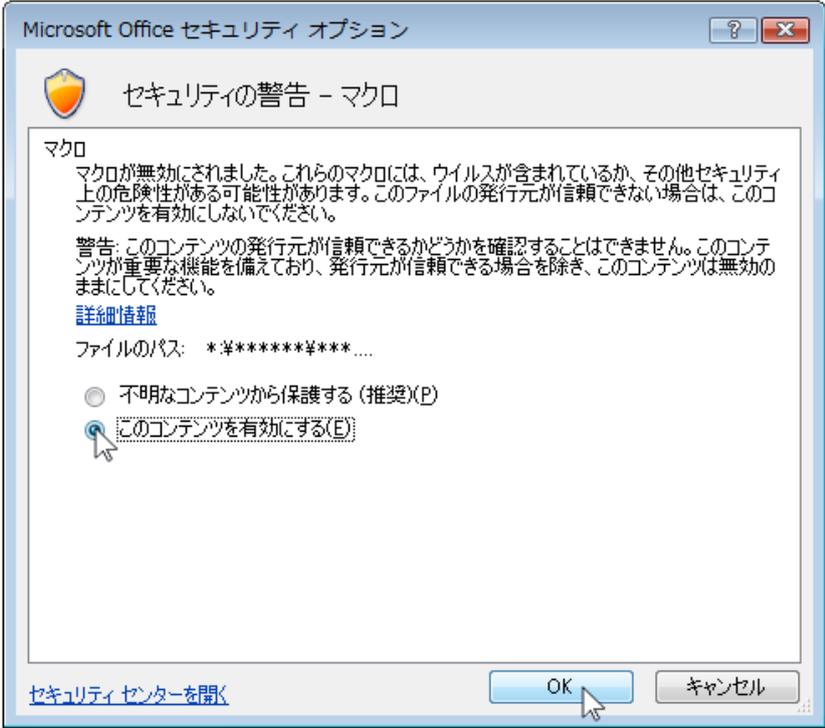
### ■ 回答前の準備(マクロの有効化)

※このファイルを開く際に警告ウィンドウが現れ「マクロを有効化する」をクリックした方は必要ありません。

①画面上部の「セキュリティの警告」で「オプション」をクリック



②出てきた「Microsoft Office セキュリティオプション」ウィンドウで「このコンテンツを有効にする」にチェックを入れ、「OK」をクリック



以上でマクロの有効化の完了です。引き続きアンケートにお答えください。

## ■ 回答者属性について

右欄に社員番号・記入日を記入してください。

社員番号:

記入日:

## ■ 記入方法

今日、社内で次のようなコミュニケーションを行う際、どこを利用しましたか？

- ① 話す内容の過半があらかじめ決まっている(報告・連絡など)
- ② 議題は決まっているが内容は未定(プレスト・討議など)
- ③ 話題が決まっていない(フリートーク・ざっくばらんな情報交換など)

それぞれの場所の利用頻度を、

「予定済(事前に予定されていた)」「未予定(予定されていなかった)」ものに分類し、**1～5の数字**でお答えください。(数字はコピー&ペーストできます)

※今回のアンケートでは、電話・Skype等を利用したものは含めず、**直接対話したコミュニケーションについてのみ**お答えください。

選択肢

1. 15分未満    2. 15～30分未満    3. 30～60分未満    4. 1～3時間未満    5. 3時間以上

全く利用しなかった場合は、「空欄」のままとしてください。

|    |             | ①            |                | ②   |     | ③   |     |  |
|----|-------------|--------------|----------------|-----|-----|-----|-----|--|
|    |             | 予定済          | 未予定            | 予定済 | 未予定 | 予定済 | 未予定 |  |
| 本社 | 座席周辺・喫煙スペース | 自席周辺(CAD含)   |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 相手席周辺(CAD含)  |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 喫煙スペース       |                |     |     |     |     |  |
|    | 社内全体        | 大会議室         |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 第1会議室        |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 第2会議室        |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 第3会議室        |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 第5会議室        |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 第6会議室        |                |     |     |     |     |  |
|    | 機器<br>開発    | 開発棟          | 開発棟2階打合せスペース   |     |     |     |     |  |
|    |             |              | 開発棟3階打合せスペース   |     |     |     |     |  |
|    |             |              | 開発棟1階事務所       |     |     |     |     |  |
|    |             |              | 開発棟1階チェック会スペース |     |     |     |     |  |
|    |             |              | 開発棟1階各自試験場所    |     |     |     |     |  |
|    |             |              | 開発棟1階作業台周辺     |     |     |     |     |  |
|    | コージェネ       | コージェネ打合せスペース |                |     |     |     |     |  |
|    |             | 環境試験室内       |                |     |     |     |     |  |
|    |             | コージェネ作業スペース  |                |     |     |     |     |  |
|    | 知財          | 新2階事務所       | 知財打合せスペース      |     |     |     |     |  |
|    | その他         |              | (ここに具体的に記入)    |     |     |     |     |  |
|    |             | (ここに具体的に記入)  |                |     |     |     |     |  |

- ① 話す内容の過半があらかじめ決まっている(報告・連絡など)  
 ② 議題は決まっているが内容は未定(プレスト・討議など)  
 ③ 話題が決まっていない(フリートーク・ざっくばらんな情報交換など)

選択肢

1. 15分未満 2. 15～30分未満 3. 30～60分未満 4. 1～3時間未満 5. 3時間以上  
 全く利用しない場合は、「空欄」のままとしてください。

|     |             | ①           |     | ②   |     | ③   |     |
|-----|-------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |             | 予定済         | 未予定 | 予定済 | 未予定 | 予定済 | 未予定 |
| 富士宮 | 座席周辺・喫煙スペース | 自席周辺(CAD含)  |     |     |     |     |     |
|     |             | 相手席周辺(CAD含) |     |     |     |     |     |
|     |             | 喫煙スペース      |     |     |     |     |     |
|     | 富士宮全体       | 富士宮工場食堂     |     |     |     |     |     |
|     |             | 富士宮工場南側会議室  |     |     |     |     |     |
|     |             | 富士宮工場北側会議室  |     |     |     |     |     |
|     |             | メディカル会議室    |     |     |     |     |     |
|     | 電器電子        | 電器電子会議スペース  |     |     |     |     |     |
|     |             | 電器電子試験場所    |     |     |     |     |     |
|     | アクア開発・メディカル | アクア打合せスペース  |     |     |     |     |     |
|     |             | クリーンルーム     |     |     |     |     |     |
|     |             | メディカル作業台周辺  |     |     |     |     |     |
|     | その他         | (ここに具体的に記入) |     |     |     |     |     |
|     |             | (ここに具体的に記入) |     |     |     |     |     |

本アンケートに関するご不満・改善点等、お気づきの点がございましたら、何でもご記入ください。  
 (場所の分け方、①～③の分類、頻度の選択肢、についてなど)

アンケートは以上です。下の「保存」ボタンを押して、ファイルを保存してください。  
 ※表示されたファイル名を変更せずに保存してください！

保存

### ■提出時の注意

①提出方法

- ・サーバー上の指定されたフォルダに、ファイル名を変更せずに保存してください。
- ・紙に印刷したものは受け付けません。

②提出期限

●月●日(●) 17:00まで

ご協力ありがとうございました。

【2013年夏】

## 職場内コミュニケーション 記録シート

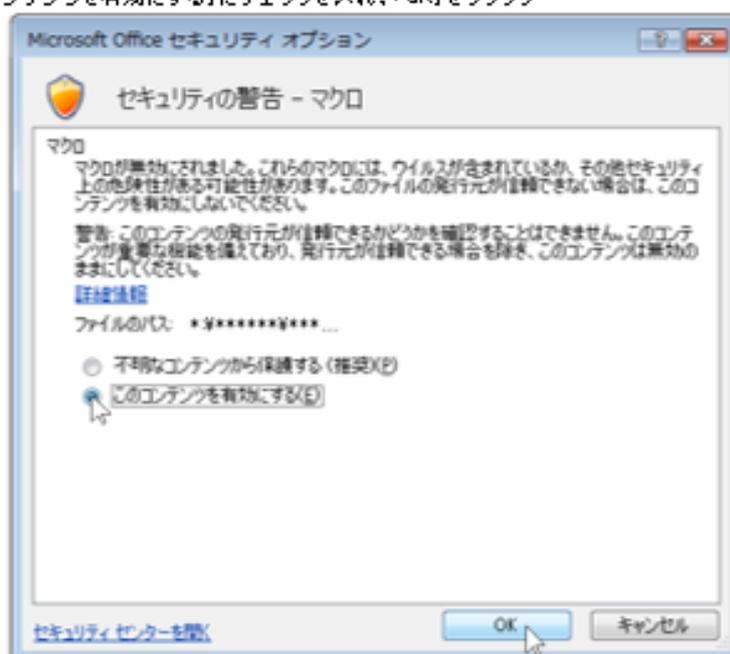
### ■回答前の準備(マクロの有効化)

※このファイルを開く際に警告ウィンドウが現れ「マクロを有効化する」をクリックした方は必要ありません。

①画面上部の「セキュリティの警告」で「オプション」をクリック



②出てきた「Microsoft Office セキュリティオプション」ウィンドウで「このコンテンツを有効にする」にチェックを入れ、「OK」をクリック



以上でマクロの有効化の完了です。引き続きアンケートにお答えください。

### ■回答者属性について

右欄に社員番号・調査年月日を記入してください。

社員番号:

調査年月日: 2013年  月  日 ( )

※社員番号の記入をお願いしておりますが、属性情報(部署、業務エリア)に基づく、集計や分析を行うことを目的としております。  
アンケート情報に関しまして、個人を特定して分析するようなことはいたしません。  
統計資料の作成においても、個人が特定できないように加工いたします。

### ■調査日の在社時間

エコベストファーム(富士宮工場)に居た時刻を記入してください。

(出張等で社外に居た時刻は対象外となります。終日不在の場合などは特記事項欄に記入してください)

|                      |   |                      |   |                      |   |                      |
|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| <input type="text"/> | : | <input type="text"/> | ~ | <input type="text"/> | : | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | : | <input type="text"/> | ~ | <input type="text"/> | : | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | : | <input type="text"/> | ~ | <input type="text"/> | : | <input type="text"/> |

その他、特記事項があれば記入してください。

## ■直接対面コミュニケーション・リラックス&リフレッシュ場所 記録シート

今日、社内(富士従業員同士)で次のようなコミュニケーションを行う際、どこを利用しましたか？

- ① **フォーマルコミュニケーション**  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行うもの、打合せ・会議など)
- ② **インフォーマルコミュニケーション**  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者がきまっていない偶発的なもの、  
たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など)
- ③ **リラックス & リフレッシュ(一人で行ったものも含む)**  
(疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。)

それぞれの場所の利用頻度を、**1~5の数字**でお答えください。(数字はコピー&ペーストできます)

※このアンケートでは、電話・Skype等を利用したものは含めず、

**直接対話したコミュニケーションについてのみ**お答えください。

選定は

1. 15分未満   2. 15~30分未満   3. 30~60分未満   4. 1~3時間未満   5. 3時間以上  
全く利用しなかった場合は、「空欄」のままとしてください。

|       |             | ①<br>フォーマル<br>コミュニケーション | ②<br>インフォーマル<br>コミュニケーション | ③<br>リラックス&<br>リフレッシュ |
|-------|-------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 富士宮   | テクニカルセンター   | 自席周辺                    |                           |                       |
|       |             | 相手席周辺                   |                           |                       |
|       |             | 2階 中庭テラス                |                           |                       |
|       |             | 2階 南側中央 打合せ丸テーブル        |                           |                       |
|       |             | 2階 東側 打合せ丸テーブル          |                           |                       |
|       |             | 2階 会議室                  |                           |                       |
|       |             | 1階 各自試験場所               |                           |                       |
|       |             | 1階 作業台周辺                |                           |                       |
|       |             | クリーンルーム                 |                           |                       |
|       | 自部署以外の社内    | 他部署 事務所                 |                           |                       |
|       |             | 他部署 打合せスペース             |                           |                       |
|       |             | 他部署 現場                  |                           |                       |
|       |             | 屋外                      |                           |                       |
| 富士宮全体 | 富士宮工場 食堂    |                         |                           |                       |
|       | 富士宮工場 第1研修室 |                         |                           |                       |
|       | 富士宮工場 第2研修室 |                         |                           |                       |
| その他   | (ここに具体的に記入) |                         |                           |                       |
|       | (ここに具体的に記入) |                         |                           |                       |

- ① **フォーマルコミュニケーション**  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行うもの、打合せ・会議など)
- ② **インフォーマルコミュニケーション**  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者がきまっていない偶発的なもの、  
たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など)
- ③ **リラックス & リフレッシュ(一人で行ったものも含む)**  
(疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。)

## 選択肢

1. 15分未満 2. 15～30分未満 3. 30～60分未満 4. 1～3時間未満 5. 3時間以上  
全く利用しない場合は、「空欄」のままとしてください。

|    |          |               | ①<br>フォーマル<br>コミュニケーション | ②<br>インフォーマル<br>コミュニケーション | ③<br>リラクセスム<br>リフレッシュ |
|----|----------|---------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 本社 | 自部署以外の社内 | 他部署 事務所       |                         |                           |                       |
|    |          | 他部署 打合せスペース   |                         |                           |                       |
|    |          | 他部署 現場        |                         |                           |                       |
|    |          | 屋外            |                         |                           |                       |
|    | 社内全体     | 大会議室          |                         |                           |                       |
|    |          | 第1会議室         |                         |                           |                       |
|    |          | 第2会議室         |                         |                           |                       |
|    |          | 第3会議室         |                         |                           |                       |
|    |          | 第5会議室         |                         |                           |                       |
|    |          | Web会議室        |                         |                           |                       |
|    | 機器開発部    | 開発部 事務所       |                         |                           |                       |
|    |          | 開発部 チェック会スペース |                         |                           |                       |
|    |          | 開発部 各自試験場所    |                         |                           |                       |
|    | その他      | (ここに具体的に記入)   |                         |                           |                       |
|    |          | (ここに具体的に記入)   |                         |                           |                       |

## ■ Skypeコミュニケーション頻度

今日、社内(貴社従業員同士)で次のようなコミュニケーションを行う際、Skypeを利用しましたか？

- ① フォーマルコミュニケーション  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者を決めて行うもの。打合せ・会議など)
- ② インフォーマルコミュニケーション  
(あらかじめ目的と場所、時間、出席者がきまっていない偶発的なもの。  
たまたま場所、時間が共有されたことから発生する会話など)
- ③ リラクセスム & リフレッシュ  
(疲労をやわらげるための精神的・肉体的休息、次の状態への変化を促す切替行動・気分転換。)

①～③のSkypeコミュニケーション利用頻度を、1～5の数字でお答えください。  
(数字はコピー＆ペーストできます)

## 選択肢

1. 15分未満 2. 15～30分未満 3. 30～60分未満 4. 1～3時間未満 5. 3時間以上  
全く利用しなかった場合は、「空欄」のままとしてください。

|                     | ①<br>フォーマル<br>コミュニケーション | ②<br>インフォーマル<br>コミュニケーション | ③<br>リラクセスム<br>リフレッシュ |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Skypeを利用したコミュニケーション |                         |                           |                       |

本アンケートに関するご不満・改善点等、お気づきの点がございましたら、何でもご記入ください。  
(場所の分け方、①～③の分類、頻度の選択肢、についてなど)

アンケートは以上です。下の「保存」ボタンを押して、ファイルを保存してください。  
※表示されたファイル名を変更せずに保存してください！

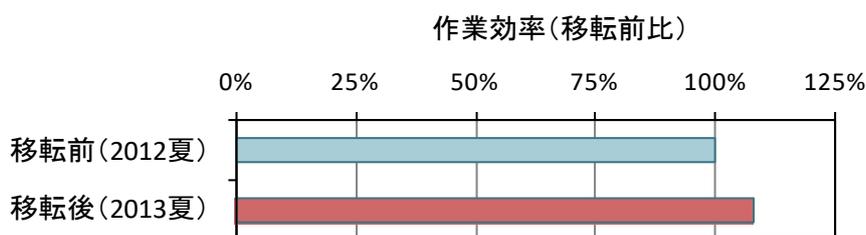
保存

## ■ 提出方法

- ・サーバー上の指定されたフォルダに、ファイル名を変更せずに保存してください。
- ・紙に印刷したものは受け付けません。

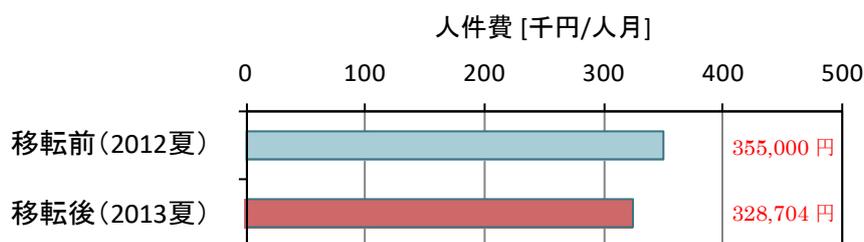
ご協力ありがとうございました。

[4.5] 作業効率は移転後に8%増加した。



付録 図 4.5 移転前と比較した作業効率(自己申告)

参考として、人件費に置き換えると31.5万円/人年のメリットを生み出すものと試算された。



付録 図 4.6 作業効率から試算される人件費の変化

(総務省統計局 産業別月間現金給与額(平成25年) 製造業 を参考に作成)

[4.6] SAP(Subjective Assessment of workplace Productivity)は5段階評価。中間は「どちらともいえない」。不満足者はSAPにて「やや不満」または「不満」と回答した人、満足者は「やや満足」または「満足」と回答した人とした。質問文の詳細は表2.6に詳しい。

POE(Post Occupancy Evaluation)アンケートは、竹中版ワークプレイス満足度評価アンケートとして作成されたものである。業務環境に関する27項目(各項目に対し満足度・重要度を6段階評価)と働き方に関する8項目(各項目に対し働きやすさを6段階評価)からなる。質問文の詳細は表2.6に詳しい。

[4.7] コミュニケーション量の算出について、本文中の計算条件以外の場合についても検討した結果を以下に示す。

#### [4.7.1] インターバルカメラ調査結果

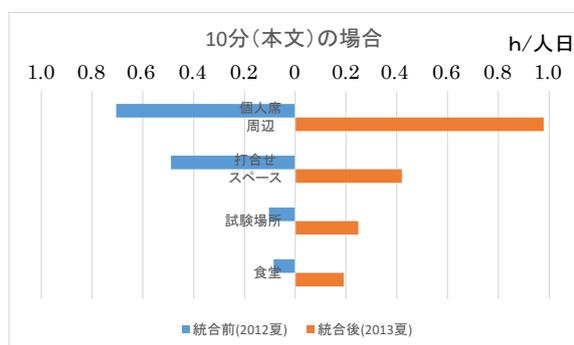
##### (1) 計算条件

付録 表 4.1 計算条件（インターバルカメラ調査結果）

|     | 1枚当たりのコミュニケーション継続時間 | 備考      |
|-----|---------------------|---------|
| 計算値 | 10分                 | 最大値(本文) |
|     | 5分                  |         |
|     | 1分                  |         |

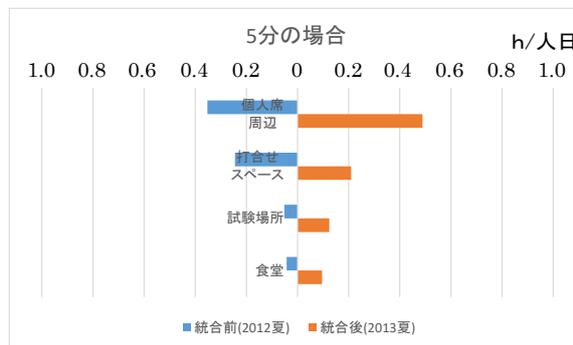
##### (2) 計算結果（単位：h/人日）

① 10分の場合を以下に記す。



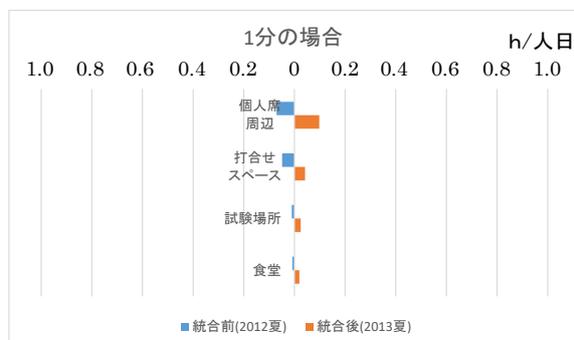
付録 図 4.7 インターバルカメラ調査結果に基づく計算（10分の場合）

② 5分の場合を以下に記す。



付録 図 4.8 インターバルカメラ調査結果に基づく計算（5分の場合）

③ 1分の場合を以下に記す。



付録 図 4.9 インターバルカメラ調査結果に基づく計算（1分の場合）

## [4.7.2] アンケート調査結果

(1) 計算条件（アンケート選択肢に対する計算時の継続時間）を以下に記す。

付録 表 4.2 計算条件（アンケート選択肢に対する計算時の継続時間）

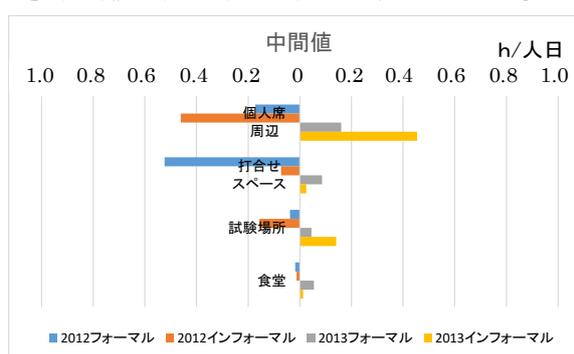
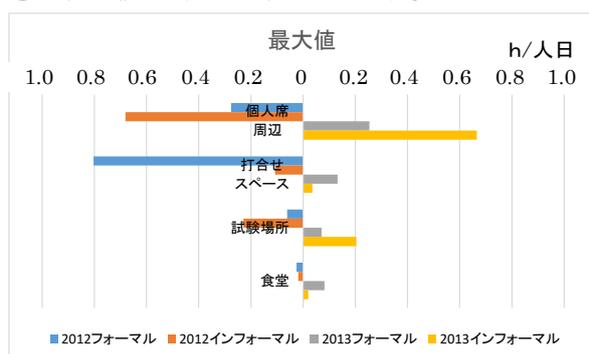
| 選択肢     | 15分未満 | 15～30分 | 30～60分 | 1～3時間 | 3時間以上 |
|---------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 計算値     |       |        |        |       |       |
| 最大値     | 15分   | 30分    | 1時間    | 3時間   | 5時間   |
| 中間値(本文) | 7.5分  | 22.5分  | 45分    | 2時間   | 3時間   |
| 最小値     | 0分    | 15分    | 30分    | 1時間   | 3時間   |

(2) 計算結果（単位：h/人日）

フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの量を記す。

① 最大値の場合を以下に記す。

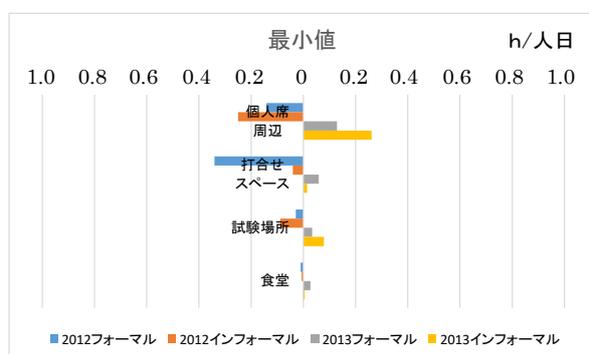
② 中間値（本文）の場合を以下に記す。



付録 図 4.10 アンケート調査結果に基づく計算（最大値の場合）

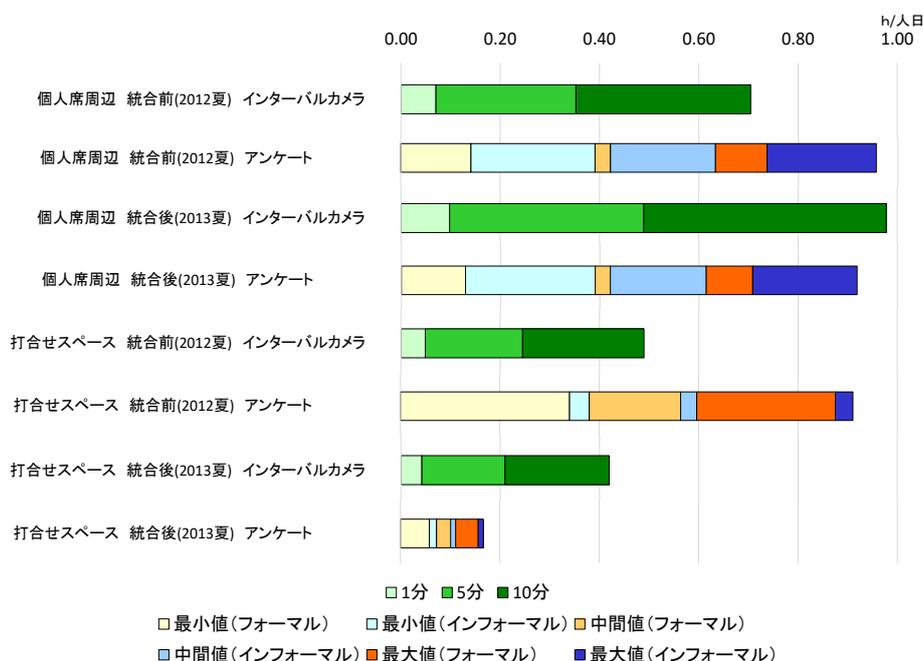
付録 図 4.11 アンケート調査結果に基づく計算（中間値（本文）の場合）

③ 最小値の場合を以下に記す。



付録 図 4.12 アンケート調査結果に基づく計算（最小値の場合）

以上の付録図 4.7 から付録図 4.12 をふまえて、付録図 4.13 において、個人席周辺と打合せスペースについての統合前と統合後のインターバルカメラとアンケートの結果を一つのグラフにまとめた。インターバルカメラ調査とアンケート調査では異なるものを調査しているため、直接的な比較は困難であるため、あくまでも参考レベルではあるが、コミュニケーション量の大枠を把握することができた。コミュニケーション量としては、0.1 から 1.0 h/人日の範囲内であることが確認できた。

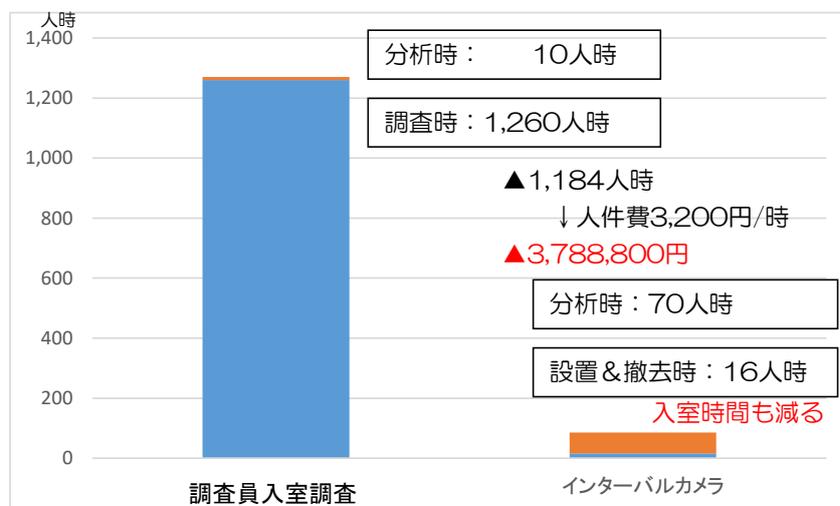


付録 図 4.13 アンケート調査結果に基づく計算（最小値の場合）

[4.8] 本文中の計算（10 分間隔）によると、同じコミュニケーションが 2 枚の写真で連続して確認できた場合には、そのコミュニケーションは 20 分継続していたものとみなして計算している。この点もふまえて [注 4.7] において検討した。

[4.9] 会議室は比較対象外としている。本調査対象建物における会議室は予約してフォーマルコミュニケーションを行なう場所である。

[4.10] 参考として、インターバルカメラ調査と、調査員による入室調査を経済的に比較すると、インターバルカメラ調査にメリットを見出すことができる。



付録 図 4.14 調査員入室調査とインターバルカメラの工数（人時）の比較

上記のグラフ化の計算条件として、調査員による入室調査では、調査時と分析時に工数がかかることをふまえ、以下と設定する。

#### ■調査時

- ・ 18人（18ヶ所にカメラを設置する代わりに人が立つ）
- ・ 7:00 から 21:00 まで 5日間

#### ■分析時

- ・ 1名で2日程度

インターバルカメラによる入室調査では、設置時・撤去時と分析時に工数がかかる。以下と設定する。

#### ■設置時・撤去時

- ・ A棟 11台：2名5時間
- ・ B棟 7台：2名3時間

#### ■分析時

- ・ 3名で延べ70時間（画像解析の手間がかかる）

#### 4.10 参考文献

- [4.1] 国土交通省:知的生産性研究委員会報告書(平成24年度),2013.3
- [4.2] 山本倫代・岩瀬基彦・星清慈・佐々木真人・中川優一・秋元孝之・田辺新一:知的創造活動を支えるオフィスの執務環境評価(第6報)執務者コミュニケーションと知識創造性に関する実測調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.29~32, 2009.9
- [4.3] 樋口美和・西原直枝・伊藤光太郎・田辺新一・伊藤剛・間瀬亮平・吉野攝津子:低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究(第2報)統合前オフィスにおける室内環境およびコミュニケーション調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1375~1378, 2011.9
- [4.4] 張シン楠・宗本順三・吉田哲・松下大輔・高井啓明・平野克彦:ワークスペースにおけるパーティションウォール設置によるワーカーの滞在・会話行為の研究 UW Bセンサーネットワークを用いた調査, 日本建築学会計画系論文集 第76巻 第669号, pp.2083~2091, 2011.11
- [4.5] 流田麻美・西原直枝・伊藤光太郎・樋口美和・田辺新一・伊藤剛・間瀬亮平:低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究(第16報)室内環境調査および執務者行動・空間評価アンケート調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.2793~2796, 2012.9
- [4.6] 流田麻美・樋口美和・伊藤光太郎・西原直枝・田辺新一・伊藤剛・和田克明・吉野攝津子・間瀬亮平:低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究その25, 移転前後のオフィスにおける夏季のアンケート調査およびコミュニケーション調査結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学II, pp.1391~1392, 2012.9
- [4.7] 阿部智和:人員間の距離とコミュニケーション・パターンに関する実証分析 ある国内電気メーカーを対象として, 経営と経済, 第88巻 第1号, pp.27~50, 2008.6
- [4.8] 阿部智和:オフィス空間のデザインと組織内コミュニケーション メンバー間の距離の影響に関する考察, 経済学研究, 62-2, pp.75~86, 2013.1
- [4.9] 十川廣國・青木幹喜・神戸和雄・遠藤健哉・馬場杉夫・清水馨・今野喜文・山崎秀雄・山田敏之・坂本義和・周炫宗・横尾陽道:日本企業におけるイノベーション・プロセスの再検討, 社会イノベーション研究, 第8巻第1号(1-30), 2012.11
- [4.10] 岡本章伺:コミュニケーションマネジメントによる知的生産性の向上, 知的資産創造, 第7巻第1号, pp.93~101, 1999

- 
- [4.11] 緑川ゆり・伊香賀俊治・佐藤啓明・割田知裕：オフィスの建築空間とコミュニケーションが知的生産性に与える影響，2010年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp.149～152，2011.3
- [4.12] 財団法人建築環境・省エネルギー機構：誰でもできるオフィスの知的生産性測定SAP入門，テツアドー出版，2010.1

## 第5章

# 竣工後の継続的な主観的評価に関する分析 と執務者のコミュニケーション行動と執務 環境の関係に関する調査

### 5.1 はじめに

わが国では、知識社会・情報化社会の進展にともない、人口減少・少子高齢化の急速な進展のなかで持続可能な発展を継続するためには、知的生産性の向上が必要となる[文 5.1]。村上[文 5.2]は、環境デザインにおいて、より質の高い環境が求められる中でその“より質の高い環境とは何か”という解の一つとして知的生産性があると述べている。また村上[文 5.3]は、コミュニケーションが活発で知的刺激に満ちたオフィスは知的生産性に優れた空間の計画の手がかりとなることも示唆している。このように知的生産性の向上に対しては、執務者同士のコミュニケーションは重要であり、かつそれを支える執務環境の各要素も重要であると考えられる。

筆者らは、このコミュニケーションと環境要素に関する実態調査の研究（第4章）[文 5.4]を行なった。2ヶ所に分散していた研究開発拠点を1ヶ所に統合することで偶発的なコミュニケーションの機会を高めることをねらいとした建物において、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握することを目的とした調査をおこなった。執務者（140名）へのアンケート（回答率100%）による主観的評価とインターバルカメラによる客観的評価の両方を評価手法として用いて統合前後でのコミュニケーションの状況を比較した。その結果、コミュニケーション行動のしやすさと作業効率の相関性が確認できた。あわせてコミュニケーションを伴う業務における外部環境とのつながりの重要性を見出した。さらにインフォーマルコミュニケーションの多かった執務者は他のメンバーの知恵・経験の活用や個人の能力・創造力を拡大できる環境に対する評価が高い傾向にあることも見出した。また、コミュニケーションの質や量が大きく関連している「個人領域外の業務活動」に対しては、『会議室・OA機器・部署配置』『外とのつながり・室内外デザイン』『オフィス空間広さ・レイアウト』が寄与していること

を見出した。

また第3章[文 5.5]においては、文献[文 5.4]の調査対象建物を用いて、一日周期の外部の物理的周期（サーカディアン条件）と人間の生理的な周期が同期していることが自然であり知的生産性にもよいと考えた上原ら[文 5.6]、[文 5.7]の「人にやさしい空間」についての実際の建物における知的生産性向上に寄与する知見を得ることを目的とし、主観的評価（執務者へのアンケート）と、客観的評価（風速・温熱光環境実測およびアクティグラフによる測定）を行なった。その結果、外部の自然環境を積極的に導入したオフィスでは執務者の自然環境の導入に関する満足度と重要度が高まることを確認した。

第3章および第4章では、主観的評価にP O E (Post Occupancy Evaluation 居住後評価) とS A P [文 5.8] (Subjective Assessment of workplace Productivity 知的生産性測定システム) を用いて移転前後比較と移転後1年目の調査をおこなった。本章では、移転後2年目も春、夏、秋と季節を変えて調査を継続した。これにより、執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出すことを第一の目的とした。さらにその結果を利用して執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分け、執務環境評価値の分析を実施し、コミュニケーション量の違いと執務環境の評価に何らかの関係性があるかどうかを調査することを第二の目的とした。

以下に本章の2つの目的に関係する既往研究についてのレビューを記す（既往研究のレビューは第2章で行なっているため要点のみ記載する）。

第一の目的に関係する執務者への継続的なアンケートに関する既往研究として、三村ら[文 5.9]は、自然換気・自然採光を積極的に行うオフィス環境においてP O Eを行なった。音・空間環境の評価が高く、空気・温熱環境では外勤者が帰社時に暑いと感じる傾向があった。光環境については自然光が十分に得られない天候や急に明から暗に変化する夕方の室全体の明るさ感の低下に起因してやや不快の傾向があった。

井上ら[文 5.10] [文 5.11]は、POEを用いてユーザーの慣れについて調査した。大学の研究室内の家具のレイアウト変更後の利用時間の経過に伴う満足度（5段階評価）と重要度（3段階）の関係の変動について一週間おきに計5回調査した。その結果、家具配置や照明・換気などの物的側面の方が休憩などの行為的側面よりも慣れによる評価が一定になりやすい傾向があった。

宇治川ら[文 5.12]は、居住者に対するアンケート調査による執務環境の評価において、ベネフィット・ポートフォリオによる分析を行なった。ベネフィット・ポートフォリオとは、横軸に満足度、縦軸に影響度をとった散布図である。重要度が高く満足度が低い項目は改善の必要性が高いものと判断される。

本章では移転前後比較だけでなく、移転後の1年目と2年目を継続的に調査し、かつ同じ執務者（104名）を対象として継続的に調査することで対応のあるt検定を行なったところに意義があるものと考えられる。

次に第二の目的に関係するコミュニケーションと執務環境に関する既往研究として、宗方ら[文 5.13]は、アンケート調査により、執務者のモチベーションは空気清浄度および音満足という環境性能に関する項目と、同僚関係および仕事の充実度という社会的項目の双方から影響を受けていることを見出した。

田淵ら[文 5.14]は、インフォーマルコミュニケーションのための空間については、直接要因として対人接触と会話のしやすさ、間接要因として雰囲気と情報刺激に関わる環境性能が要求されることを示した。

西原ら[文 5.15]は、執務者の行動（Behavior）[注 5.1]の違いによる環境重要度についてWebアンケートにて調査した。温熱環境はいずれのBehaviorでも3～4割程度の申告があり、空間環境とインテリアはリラックス・リフレッシュ、フォーマルコミュニケーション・インフォーマルコミュニケーションで高く、緑の有無はリラックス・リフレッシュで高かった。

青柳ら[文 5.16]は、創造的な作業を行う空間に対して、リラックスできる居住性を求めていることや、会話しやすい環境にすることでコミュニケーションを向上させることが、知的活動を向上させると考える傾向があることを示した。

宗方ら[文 5.17]は、モチベーションは社会的な要因（同僚との関係や仕事の充実度）に基づいて評価されるだけではなく、オフィス環境要素の満足度も影響することを示した。

谷ら[文 5.18]は、執務環境の満足度とその環境が仕事効率に与える影響度を調査した。その結果、光環境は満足度の高い人も低い人も仕事効率に与える影響度に差はなく、「高める」と「低下させる」のほぼ中間の評価であったのに対して、温熱環境は満足度の高低と仕事効率の影響度の高低に比例関係があることを見出した。

これらの既往研究のような知的生産性に関する行動や意識と、執務環境との関係に関する実態調査については、今後も多くの調査を行ない、知見を積み重ねる必要があるものと考えられる。また本研究ではコミュニケーション量の多い群と少ない群に分けた執務環境評価値の分析により、コミュニケーション行動と執務環境の関係を調査したところに意義があるものと考えられる。

## 5.2 調査対象建物概要

給湯器メーカーの研究開発施設である。研究開発拠点が静岡県富士市（本社工場内）と富士宮市（富士宮工場内）に分散していたことによるコミュニケーションの不具合を解消するため、富士宮工場内の空き敷地の新築建物（テクニカルセンターと称す）に拠点を統合することで、コミュニケーションの機会を高め、知的生産性の向上を目指した。2012年12月に竣工し、2013年のはじめに執務機能が移転された。表5.1に移転前後の建物比較を、図5.1に移転前後の建物の平面図の一部を記す。詳細は第2章による。

## 5.3 継続的な主観的評価の調査概要と分析方法

表5.2にアンケート調査の項目・時期・方法について記す。同時期に執務環境の実測も行なった。アンケートはExcelファイルを用いた入力シートを作成し、それに入力してもらうようにした。POEとSAPの調査対象期間は、移転前の2012年の夏期（7月～8月）と、移転後の2013年の春期（2月～3月（入居直後））・夏期（7月～8月）・秋期（9月～10月）および2014年の春期（5月～6月）・夏期（7月～8月）・秋期（9月～10月）である。いずれも調査期間内で勤務する1週間（平日5日間）を任意に抽出してもらい1人1回実施した。日による気象条件のばらつきを考慮して、1週間分（平日5日間分）の感覚を回答してもらった。コミュニケーションは移転前および移転後（1年目と2年目）のいずれも夏に調査した。コミュニケーションの分類は西原ら[文5.15]の7つのBehaviorの分類をふまえたフォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションとした。アンケートの母集団は140名（テクニカルセンターの執務者全員）であるが、今回は継続的な調査を目的としたため、途中で人事異動などのあった人を除いた執務者のみ（104名）を抽出して分析した。回収率はいずれの時期も100%であった。なお以下に述べる調査結果については、それぞれのアンケート結果の平均値の時系列変動を把握した。その際、評価値はPOE・SAPとも間隔尺度として取り扱うこととした。アンケートの設問数は、執務者への負担を考慮して各時期で異なるため、時系列変動の分析が可能な設問を抽出して分析した。なお各時期の平均値の差の検定は、F検定による等分散仮定の両側検定を行なったのちに移転後最初の調査を比較対象として、対応のあるt検定を実施した。継続して同じ執務者104名を対象とした。表5.3および表5.4にアンケート調査の具体的内容を示す。2年目の春・夏・秋も調査を継続した項目は、POEが3項目、SAPは33項目である。

表 5.1 移転前後の建物比較

| 項目                                 | 移転前<br>(統合前)                                                  |                                  | 移転後<br>(統合後)                                          |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                    | 富士市<br>(本社工場内)                                                | 富士宮市<br>(富士宮工場内)                 | 富士宮市<br>(テクニカルセンター)                                   |
| 標高[m]                              | 5                                                             | 580                              | 580                                                   |
| 延床面積[m <sup>2</sup> ]<br>(全体)      | 583.20                                                        | 989.52                           | 1,372.99                                              |
| 面積[m <sup>2</sup> ]<br>(デスクスペース部分) | 583.20                                                        | 773.52                           | 1,372.99                                              |
| 面積[m <sup>2</sup> ]<br>(単独廊下部分)    | 0.00                                                          | 216.00                           | 0.00                                                  |
| 天井高[m]<br>(デスクスペース部分)              | 2.6                                                           | 3.0                              | 2.8                                                   |
| 階数<br>(各階構成)                       | 3階建<br>(1階:試験場所、2階:執務室、3階:執務室)                                | 2階建<br>(1階:工場、2階:執務室・試験場所)       | 2階建<br>(1階:試験場所、2階:執務室)                               |
| 竣工年                                | 1975年以前                                                       | 1992年                            | 2012年                                                 |
| 居住者の人数                             | 79名                                                           | 64名                              | 140名                                                  |
| 居住者の年齢の構成                          | 20代19名、30代13名、40代28名、50代19名                                   | 20代11名、30代20名、40代16名、50代17名      | 20代30名、30代31名、40代45名、50代34名                           |
| 居住者の性別の構成                          | 男性76名<br>女性3名                                                 | 男性62名<br>女性2名                    | 男性135名<br>女性5名                                        |
| ガラス仕様                              | 透明ガラス                                                         | すりガラス                            | 透明ガラス                                                 |
| ブラインド仕様                            | ベネシャンブラインド<br>(任意操作)                                          | なし                               | ベネシャンブラインド<br>(任意操作)                                  |
| 窓面積率 <sup>†1</sup><br>(採光)[%]      | 合計 20.6                                                       | 2.9                              | 22.4                                                  |
|                                    | 北面 3.2                                                        | —                                | 2.2                                                   |
|                                    | 東面 9.2                                                        | —                                | —                                                     |
|                                    | 南面 3.6                                                        | 2.9                              | 3.6                                                   |
|                                    | 西面 4.6                                                        | —                                | 1.1                                                   |
|                                    | 中庭 —                                                          | —                                | 15.5                                                  |
| 窓面積率 <sup>†1</sup><br>(自然換気)[%]    | 合計 7.9<br>(ただし開放せず)                                           | 2.8                              | 6.8                                                   |
|                                    | 北面 1.5                                                        | —                                | 0.7                                                   |
|                                    | 東面 4.6                                                        | —                                | —                                                     |
|                                    | 南面 1.8                                                        | 2.8                              | 1.4                                                   |
|                                    | 西面 —                                                          | —                                | —                                                     |
|                                    | 中庭 —                                                          | —                                | 4.7                                                   |
| 空調方式                               | EHP                                                           | EHP                              | GHP                                                   |
| 室内機仕様                              | 天井カセット型                                                       | 天井カセット型                          | 天井カセット型                                               |
| 空調の発停方法、温度調節の仕方                    | ・ON:室温が28℃以上になった場合<br>・OFF:ルール無し                              | ・ON:室温が28℃以上になった場合<br>・OFF:ルール無し | ・ON:室温が28℃以上になった場合<br>・OFF:ルール無し                      |
| 湿度条件                               | 成行                                                            | 成行                               | 成行                                                    |
| 照明器具仕様                             | ・1F試験場所:<br>FL40W×2灯用笠付<br>・2F・3F執務室:<br>FL40W×2灯用直付<br>ルーバー付 | FL40W×2灯用逆富士                     | ・1F試験場所:Hf<br>32W×2灯用笠付<br>・2F執務室:Hf32W<br>×2灯用埋込下面開放 |
| 照明の発停方法                            | ・ON:最初の出勤者<br>・OFF:最終退室者                                      | ・ON:最初の出勤者<br>・OFF:最終退室者         | ・ON:最初の出勤者<br>・OFF:最終退室者                              |

注 †1 デスクスペースにおける床面積に占める窓面積の割合(移転前の富士宮工場では北側エリアは外部に面していなかったため、南側の外部に面した室のみを対象とした)

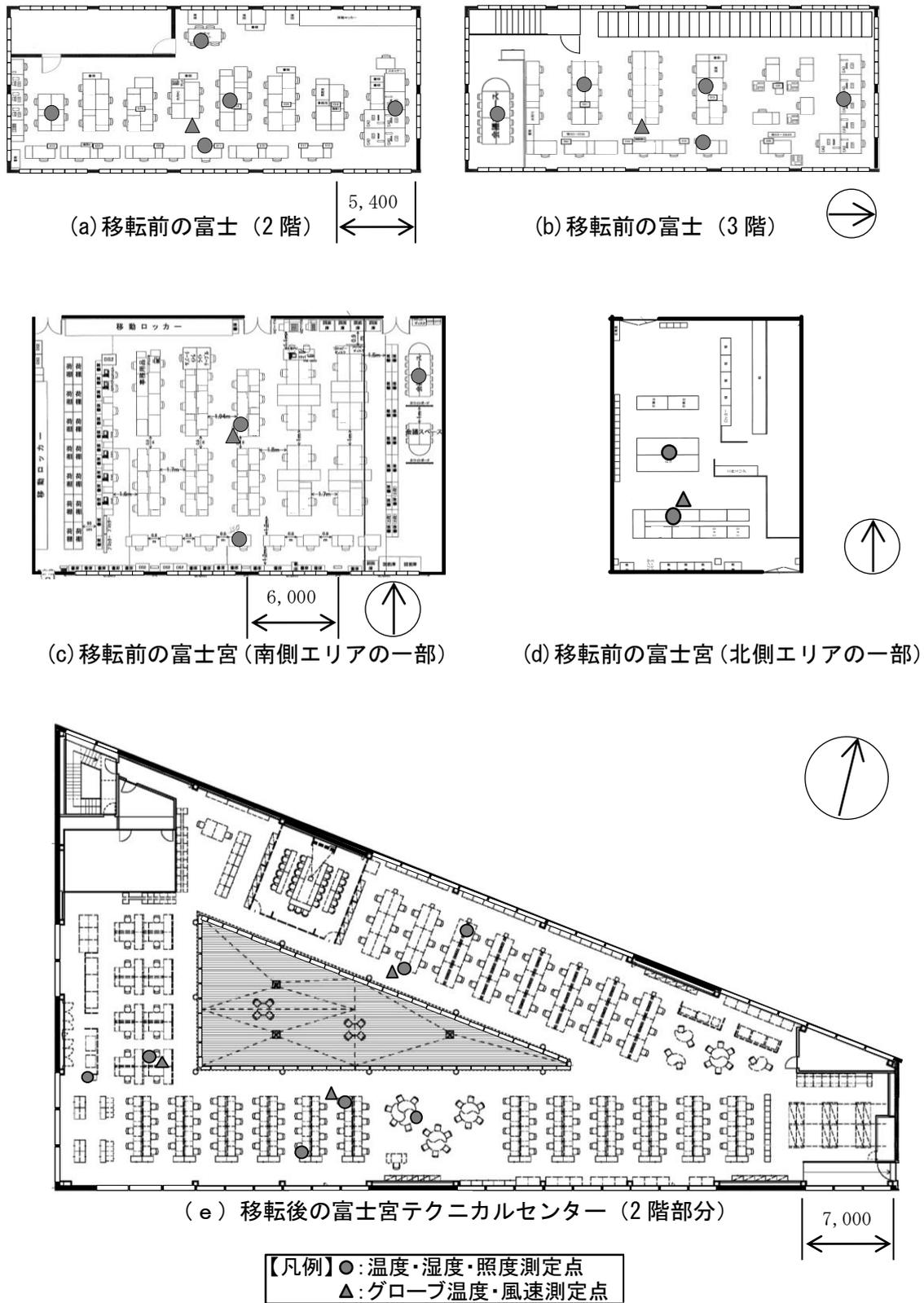


図 5.1 移転前後の建物の平面図 (一部)

表 5.2 アンケート調査の項目・時期・方法

| 調査項目        | SAP・POE                                         |               | コミュニケーション                |                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | アンケート回答開始日                                      | アンケート締切日      | 調査期間                     | 集計方法                                                                                                                |
| 移転前の夏期      | 2012/7/6(金)                                     | 2012/8/3(金)   | 2012/7/20(金)<br>～7/26(木) | コミュニケーション時間の合計を選択肢で回答<br>①15分未満 ②15～30分未満 ③30～60分未満<br>④1～3時間未満 ⑤3時間以上<br>集計時は、①7.5分、②22.5分、③45分、④2時間、⑤3時間<br>として計算 |
| 調査時期        |                                                 |               |                          |                                                                                                                     |
| 移転後(1年目)の春期 | 2013/2/20(水)                                    | 2013/3/8(金)   | —                        | —                                                                                                                   |
| 移転後(1年目)の夏期 | 2013/7/18(木)                                    | 2013/8/2(金)   | 2013/7/22(月)<br>～7/26(金) | 移転前の夏期と同じ                                                                                                           |
| 移転後(1年目)の秋期 | 2013/9/26(木)                                    | 2013/10/11(金) | —                        | —                                                                                                                   |
| 移転後(2年目)の春期 | 2014/5/23(金)                                    | 2014/6/13(金)  | —                        | —                                                                                                                   |
| 移転後(2年目)の夏期 | 2014/7/21(月)                                    | 2014/8/22(金)  | 2014/7/31(木)<br>～8/6(水)  | コミュニケーション時間の合計を分単位で回答<br>(移転後1年目までよりもさらに具体的な数値を調査した)                                                                |
| 移転後(2年目)の秋期 | 2014/9/25(木)                                    | 2014/10/24(金) | —                        | —                                                                                                                   |
| 調査対象期間      | 平日5日間の平均的感覚を1回答<br>ただし移転後(1年目)の春のみ入居後の意識<br>を回答 |               | 平日5日間、<br>1日1回ずつ回答       | —                                                                                                                   |

表 5.3 アンケート調査の具体的内容 (POE)

| 設問                                                                   | POE<br>評価内容 | 調査時期(○:実施、-:未実施) |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                      |             | 2012夏            | 2013春 | 2013夏 | 2013秋 | 2014春 | 2014夏 | 2014秋 |
| <b>満足度/重要度</b>                                                       |             |                  |       |       |       |       |       |       |
| (1)自席のデスクの広さは満足ですか。                                                  | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (2)自席で集中して業務を行いたいときの業務環境は適切ですか。                                      | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (3)自席周りのファイル収納スペースは適切ですか。                                            | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (4)自席以外のファイル収納スペースは適切ですか。                                            | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (5)コピー・FAX・プリンターの数を設置場所は適切ですか。                                       | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (6)自席のLAN・電源の位置と数は適切ですか。                                             | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (7)自席のネットワーク環境は適切ですか。                                                | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (8)個人のPC環境は適切ですか。                                                    | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (9)復話環境は適切ですか。                                                       | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (10)会議室の数・規模(席数)・位置は適切ですか。                                           | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (11)会議室の設備・ツールは適切ですか。                                                | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (12)会議室の予約・運用方法は適切ですか。                                               | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (13)会議室以外で社内コラボレーション(共同作業やディスカッション)できる場所がありますか。                      | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (14)オープン打合せスペース(個室会議室以外)の数・規模(席数)・設置場所は適切ですか。                        | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (15)オープン打合せスペースの設備・ツールは適切ですか。                                        | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (16)オープン打合せスペースのネットワーク環境は適切ですか。                                      | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (17)バンケット(飲食、給湯、給茶)の場所・形態・設備は適切ですか。                                  | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (18)リフレッシュ(休憩、飲食、給茶)するための場所・形態・設備は適切ですか。                             | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (19)デスクレイアウトや部署・部門の配置は働きやすいものとなっていますか。                               | 評価点:1～6     | —                | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| (20)部署・部門の配置は働きやすいものとなっていますか。                                        | 評価点:1～6     | —                | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| (21)室内デザイン・インテリアはいいですか。                                              | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (22)建物の外装デザインはいいですか。                                                 | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (23)オフィスから見える景色・景観はいいですか。                                            | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (24)オフィスにいて自然が刻々、一日のリズムを感じられますか。                                     | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (25)食堂エリアの利用しやすいレイアウト・席数・営業時間などは適切ですか。                               | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (26)照明の照度・空調温度等の設定や運用は適切ですか。                                         | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (27)照明設備や空調設備の利用には省エネが意識されていますか。                                     | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| (28)総合的に見て、業務環境は適切ですか。                                               | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | —     | —     | —     | —     |
| <b>働き方</b>                                                           |             |                  |       |       |       |       |       |       |
| (1)あなたの業務のうち、次の業務比率はどの程度ですか。<br>a.チームで行う業務vs個人単体で行う業務 b.創造的業務vs定型的業務 | %表示         | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (2)チームで行う業務、コミュニケーション/打合せをやりやすい環境となっていますか。                           | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (3)個人で行う業務をやりやすい環境となっていますか。                                          | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (4)個人の能力・創造力(クリエイティブ)を拡大できる環境となっていますか。                               | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (5)場所・距離・時間に関わらず、効率の良い業務環境となっていますか。                                  | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (6)効率的な資料作成の環境となっていますか。                                              | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (7)他のメンバーの知恵や経験を活用していますか/活用し易いですか。                                   | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |
| (8)部門(チーム・部署)をまたいで円滑にコミュニケーションできる環境となっていますか。                         | 評価点:1～6     | ○                | —     | ○     | ○     | ○     | —     | —     |

表 5.4 アンケート調査の具体的内容 (SAP)

| SAP<br>設問                                            | 評価内容                                                                                                         |         |         |           |        | 調査時期(○:実施, -:未実施) |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                      | 1                                                                                                            | 2       | 3       | 4         | 5      | 2012夏             | 2013春 | 2013夏 | 2013秋 | 2014春 | 2014夏 | 2014秋 |
| Q1 光環境についてお伺いします                                     |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)机上の明るさはいかがですか                                     | 暗すぎる                                                                                                         | やや暗すぎる  | 適当      | やや明るすぎる   | 明るすぎる  | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)室内全体の明るさはいかがですか                                   | 暗すぎる                                                                                                         | やや暗すぎる  | 適当      | やや明るすぎる   | 明るすぎる  | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (3)現状の光環境に満足していますか                                   | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (4)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | PC画面への映り込み・他人の視線が気になる・フランド等のため閉鎖的・窓からのまぶしさ(グレア)・窓の外の眺望・自然光がない・照明のまぶしさ(グレア)・その他(具体的に記入ください)                   |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (5)普段、何か作業をするとき、明るすぎ、暗すぎ、照明のまぶしさといった光環境が気になるほうですか    | 非常に気になる                                                                                                      | 気になる    | やや気になる  | あまり気にならない | 気にならない | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (6)自席にタスクライトはありますか                                   | ある                                                                                                           | ない      | -       | -         | -      | ○                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| (7)現在、タスクライトを点灯していますか                                | 点灯                                                                                                           | 消灯      | -       | -         | -      | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (8)在席時にタスクライトを点灯する割合はどれくらいですか                        | ほぼ点灯                                                                                                         | だいたい点灯  | 半々      | 時々点灯      | ほぼ消灯   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (9)タスクライトを点灯・消灯する判断基準を自由にお書きください                     | -                                                                                                            |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Q2 暑さ・寒さなどの温熱環境についてお伺いします                            |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)体全体としての温度の感じはいかがですか                               | 寒い                                                                                                           | やや寒い    | 適当      | やや暑い      | 暑い     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)体全体としての湿度の感じはいかがですか                               | 湿った                                                                                                          | やや湿った   | 適当      | やや乾いた     | 乾いた    | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (3)現状の温熱環境に満足していますか                                  | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (4)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | 体全体としての風の当たりか温度の変動・作業時に空調が停止する・周囲からの放射熱(窓際の夏の太陽熱やその窓からの冷たい感じ)・上半身と下半身の温度差・その他(具体的に記入ください)                    |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Q3 空気の汚れ・ほこり・臭気に関するお伺いします                            |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)現状の空気環境に満足していますか                                  | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | 空調騒音・OA機器騒音・外部騒音・他人の電話(会話やベル)・他人の会話・他人の物音・自分の話し声を周囲の人に聞かれること・その他(具体的に記入ください)                                 |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Q4 騒音などの音環境についてお伺いします                                |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)現状の音環境に満足していますか                                   | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | 空調騒音・OA機器騒音・外部騒音・他人の電話(会話やベル)・他人の会話・他人の物音・自分の話し声を周囲の人に聞かれること・その他(具体的に記入ください)                                 |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Q5 オフィスの広さや家具の配置等の空間環境についてお伺いします                     |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)広さに満足していますか                                       | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| (2)レイアウトに満足していますか                                    | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| (3)家具等の使い心地に満足していますか                                 | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| (4)広さやレイアウト、家具等の使い心地といったオフィスの空間環境を総合的に判断して満足していますか   | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| (5)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | 自分のスペースの狭さ・オフィスのレイアウト・机周りの広さ・机の傾き・椅子の使い心地・椅子の調節性・机や家具の配置・収納スペース(配線(コンセント・スイッチ)・通路)が狭い・清掃サービス・その他(具体的に記入ください) |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| Q6 IT環境についてお伺いします                                    |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)現状のIT環境に満足していますか                                  | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| (2)その他不満の原因に該当するものを以下の選択肢から全てお選びください                 | PCの性能・PCのディスプレイ/LAN環境・ソフトの使い勝手・プリンターの位置や使い勝手・その他周辺機器の使い勝手・その他(具体的に記入ください)                                    |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | -     | -     | -     | -     |
| Q7 オフィスでの作業のしやすさについてお伺いします                           |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)細かい文字などの見やすさはいかがですか                               | 見にくい                                                                                                         | やや見にくい  | どちらでもない | やや見やすい    | 見やすい   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)作業への集中しやすさはいかがですか                                 | しにくい                                                                                                         | ややしにくい  | どちらでもない | ややしやすい    | しやすい   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (3)机周りのしやすさはいかがですか                                   | しにくい                                                                                                         | ややしにくい  | どちらでもない | ややしやすい    | しやすい   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (4)他の方とのコミュニケーションしやすさはいかがですか                         | しにくい                                                                                                         | ややしにくい  | どちらでもない | ややしやすい    | しやすい   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (5)創造的な活動のしやすさはいかがですか                                | しにくい                                                                                                         | ややしにくい  | どちらでもない | ややしやすい    | しやすい   | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (6)以上お伺いしたようなオフィスの環境を総合的にみて満足していますか                  | 不満                                                                                                           | やや不満    | どちらでもない | やや満足      | 満足     | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (7)ご自身のオフィスの室内環境は作業状態や作業のしやすさにどのような影響を与えていると考えられますか  | 低下させている                                                                                                      | やや低下    | どちらでもない | やや高めて     | 高めてくれる | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (8)今のご自身のオフィス環境を改善することにより、どの程度作業性が向上するか、その増分をお答えください | 0/~/1/~/3/~/5/~/10/~/20/~/30/~/50/~/100/100~(単位:%)                                                           |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (9)過去1ヶ月について、これまでお開きした環境の様々な要因によりロスしたと思われる時間をお答えください | 0/~/1/~/5/~/10/~/20/~/30/~/30~(単位:h)                                                                         |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (10)過去1ヶ月について、これまでお開きした環境の様々な要因により休んだ日数があればお答えください   | 0/1/2/3/4/5/6/10/11~(単位:日)                                                                                   |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (11)オフィス作業空間について目ごろ不満に感じていることをお書きください                | -                                                                                                            |         |         |           |        | ○                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Q8 あなたの意見としてのオフィス環境についてお伺いします                        |                                                                                                              |         |         |           |        |                   |       |       |       |       |       |       |
| (1)光環境                                               | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (2)温熱環境                                              | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (3)空気環境                                              | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (4)音環境                                               | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (5)空間環境                                              | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| (6)IT環境                                              | 重要でない                                                                                                        | まあ重要でない | やや重要    | 重要        | 非常に重要  | -                 | -     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |

## 5.4 継続的な主観的評価の背景となる執務環境の客観的調査結果

### 5.4.1 測定概要

継続的な主観的評価と同時期にその背景となる執務環境を測定した。測定方法、測定点およびPMVの算定の考え方については第3章に詳しい。

### 5.4.2 測定結果

図5.2および図5.3に、移転前（2012年夏）、移転後1年目（2013年夏、秋）および移転後2年目（2014年春、夏、秋）の代表日の執務環境についての調査結果を示す。測定点の平均値である。測定点は、移転前の本社が照度14箇所・温湿度風速10箇所、移転前の富士宮が5箇所、移転後のテクニカルセンターが照度6箇所〔注5.2〕・温湿度風速3箇所である。代表日については、2012年と2013年の夏は屋外日射量がほぼ同等の日を選定した。2012年が7/26(木)、2013年が7/26(金)である。2013年秋と2014年の各時期は近隣の富士市の気象データ〔文5.19〕に基づいて測定期間中の日照時間が最大の平日を選択した。2013年秋が10/2(水)、2014年春が5/28(水)、夏が7/30(水)、秋が10/17(金)である。なお移転直後の2013年春についての測定は行っていない。

移転後の日中の机上面照度は季節を問わず1,500lx程度まで上昇している。移転後は窓面積が大きくなり、かつ直射日光の入らない中庭側の窓はブラインドを下げる必要がないことから外の明るさを利用できる環境になっている。昼休みには消灯のため一時的に照度は低下するが自然光が導入されているため500lx以上は確保されている。2014年秋に夜間の室内照度が低下しているのは設定照度を低減させたためである。アンビエント照明を控えめにし、タスクライト利用に切り替えることでさらなる省エネの可能性が期待できると考え、自然採光の状況や各部署の業務内容等を加味して、2014年9月14日から照度の設定変更を行なった。具体的には、もともといずれの執務エリアも机上面で600lxだったものを西側窓面付近では300lx、南側執務エリア全体と西側の中庭に面したエリアでは400lxに低減した。

日中の外気エンタルピーは、中間期をみると2014年秋が最も低く30kJ/kg程度であり、2014年春、2013年秋の順で高くなった。夏期は2014年が最も低く60kJ/kg程度であり、2013年、移転前の富士宮、移転前の本社（富士）の順で高くなった。

室温についてみると移転前の夏（富士宮）では30℃を超えている。エアコンを使っているが熱負荷が処理しきれていない。移転後の夏は2013年、2014年ともに午前10時頃にピークがあり、その後27℃程度で安定している。これは省エネ・省CO<sub>2</sub>アクションとして室温が28℃まで上昇した段階でエアコンを入れるという活動を執務者がしていることが

原因である。移転後の春と秋の日中は2013年、2014年ともに自然換気により25～27℃で推移している。

PMVについては、移転前の夏（富士宮）では2.0を超えている。移転前の夏（本社）は1.1～1.2で推移している。移転後の夏についてみると、2013年・2014年ともほぼ同様の時系列変動である。前述のように室温が28℃まで上昇した段階でエアコンを入れる行動が反映されて午前10時頃に1.0を超えるピークが生じるが、その後は0から1の間で推移している。

なお空気環境と音環境については環境実測を行っていない。室内において空気環境に影響を与える粉塵が発生する装置や薬品などを移転後に新たに設置したということはない。ただし窓の開放については、移転後に積極的に開放するようになった。空気環境と音環境の各時期での違いについては、不満の理由についてのアンケート結果の分析を後述する。また移転後の諸室の配置やそれぞれの用途、室内のレイアウトや物品等の有無などの変化はない。

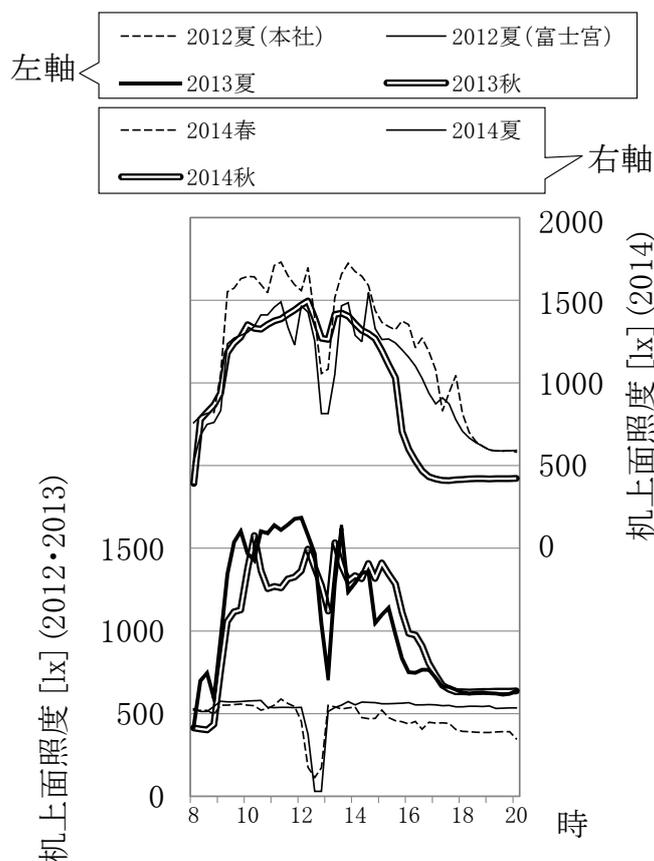


図 5.2 代表日の業務時間帯の机上面照度

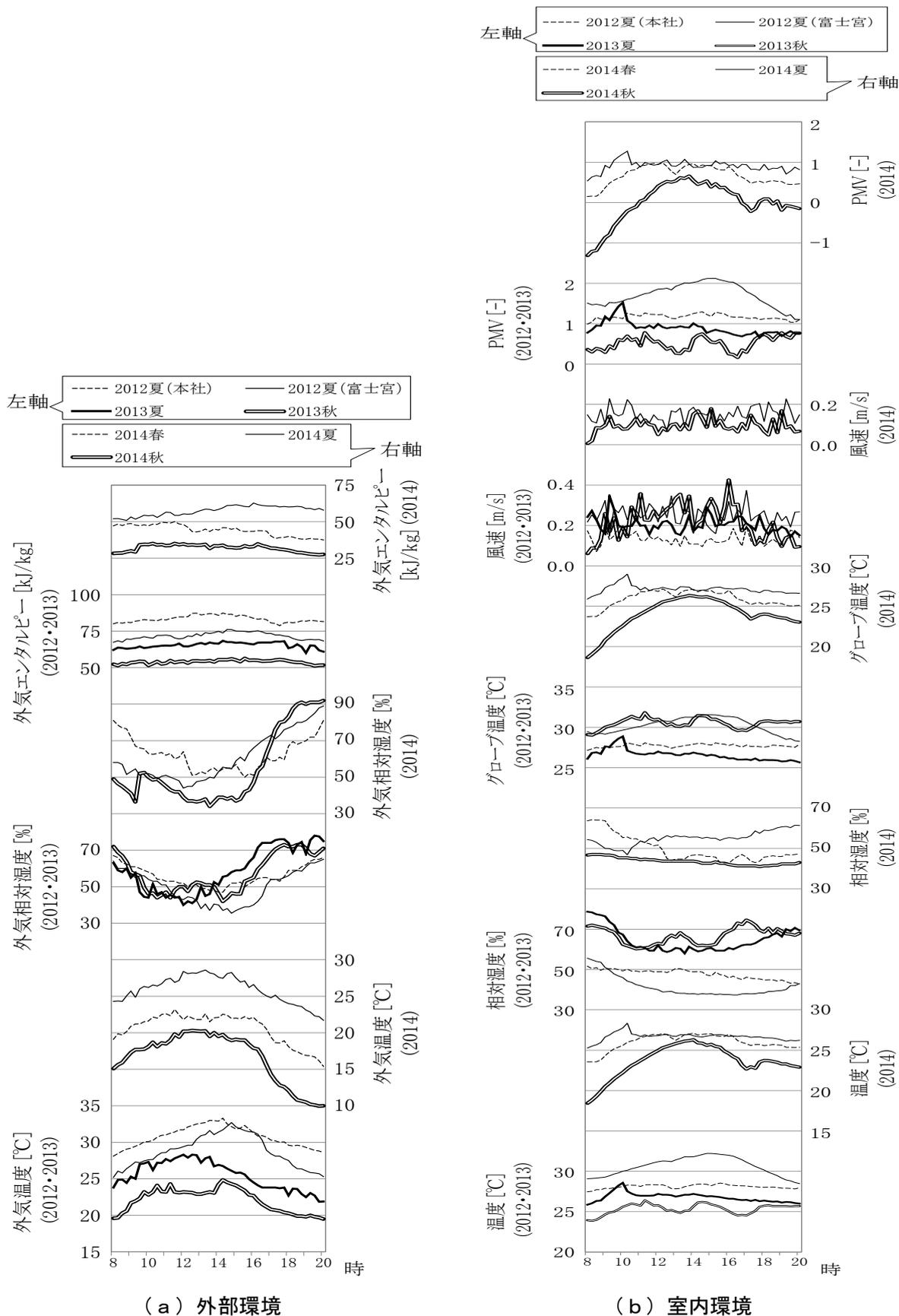


図 5.3 代表日の業務時間帯の温熱環境

## 5.5 主観的評価結果および考察

### 5.5.1 POEの満足度の総合評価に関する調査

図5.4に業務環境の適切さについて総合的に見た満足度の結果を記す。移転前（2012年夏）と移転後（2013年春・夏・秋および2014年春・夏・秋）のすべての時期での調査をおこなった。移転後の最初の調査である2013年春に対する各時期の平均値の差の検定を行なった結果、移転前のみ有意な差が確認できた（ $p < 0.001$ ）。移転直後には移転前に比べて有意に満足側の申告となった。移転後のそれ以降の時期では4程度で推移し有意な差がみられなかったことから、移転後には満足度が安定したものと考えられる。

この結果から、移転時のホーソン効果はないものと考えられる。

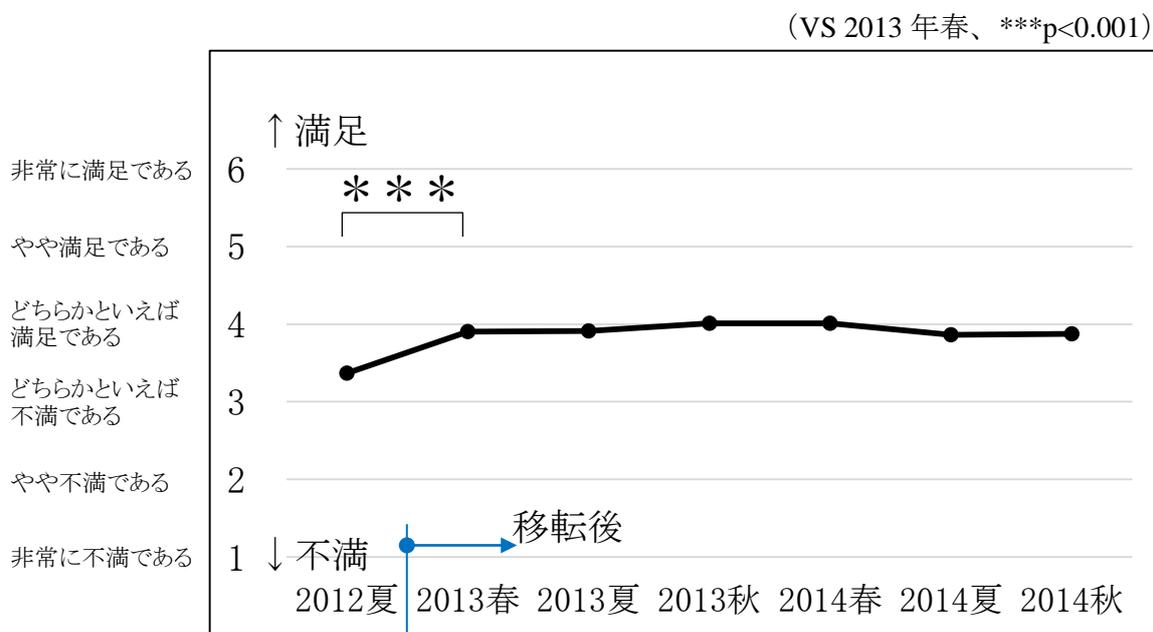


図5.4 業務環境の適切さについて総合的に見た満足度

### 5.5.2 SAPの物理的環境に関する調査

図5.5から図5.10にアンケート調査結果の経時変化を記す。移転前（2012年夏）と移転後（2013年夏・秋および2014年春・夏・秋）での調査をおこなった。新しい環境に移転した直後の2013年春は、執務者の評価が定まらない可能性を考慮して調査対象外とした。各時期の平均値の差の検定は移転後最初の調査である2013年夏を比較対象とした（ $p < 0.05$ ）。

(VS 2013年夏、\*\*\*p<0.001、\*\*p<0.01、\*p<0.05)

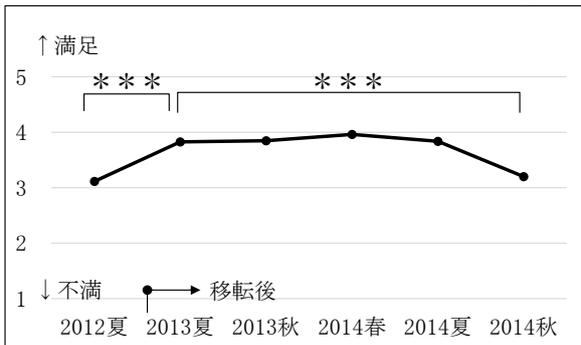


図 5.5 光環境の満足度

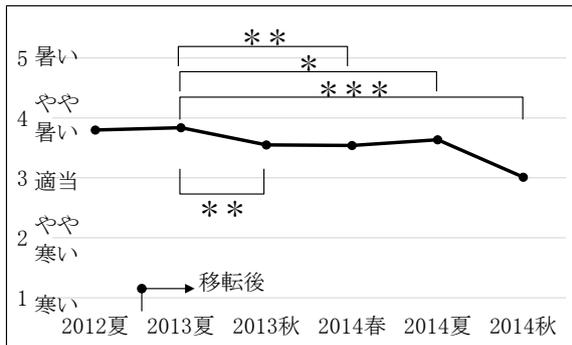


図 5.6 温熱環境

(体全体としての温度の感じ)

(VS 2013年夏、\*\*\*p<0.001、\*\*p<0.01、\*p<0.05)

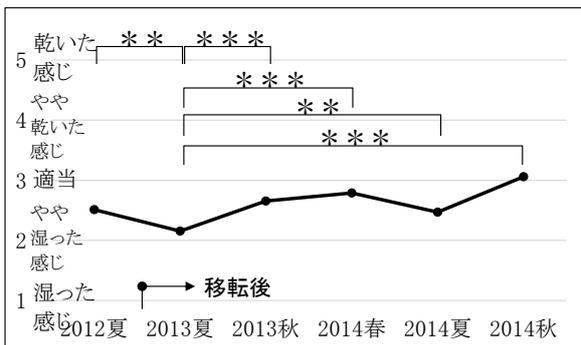


図 5.7 温熱環境

(体全体としての湿度の感じ)

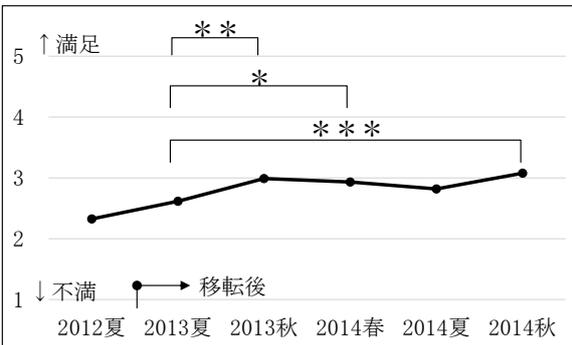


図 5.8 温熱環境の満足度

(VS 2013年夏、\*\*\*p<0.001、\*\*p<0.01、\*p<0.05)

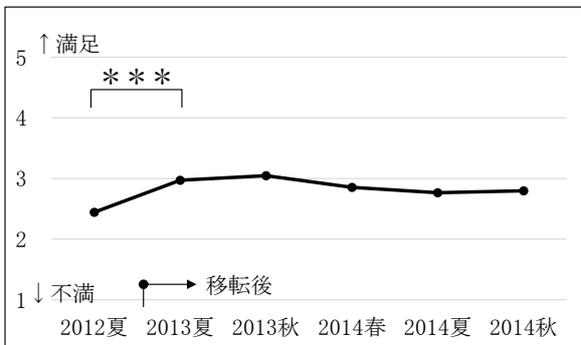


図 5.9 空気環境の満足度

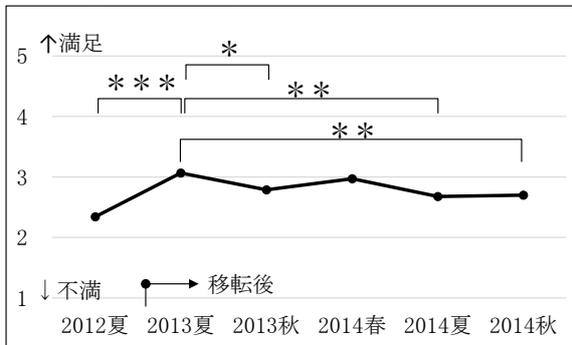


図 5.10 音環境の満足度

#### (1)光環境の満足度 (図 5.5)

移転前後を比較すると3から4近くまで有意に増加した。その後は2014年夏まで4程度で安定していた。図5.2により移転後の建物では日中の自然光の導入が増加したことに対して、執務者の評価は満足側に向上している。

2014年秋に3程度まで有意に低下した。低下した理由は前述のように、2014年秋に建物運用時のさらなる省エネ行動として室内の設定照度を部分的に低減したことが原因と考えられる。

各時期の平均値の差の検定結果をみると照度設定を変更しなければ、光環境の満足度は移転後には安定しているものと考えられる。なお2014年秋の照度低減に関する影響については、今後も継続した調査が必要と考えられる。

#### (2)温熱環境における体全体としての温度の感じ (図 5.6)

移転後は徐々に4の「やや暑い」から3の「適当」に近づいた。移転後のすべての時期で有意な差が見られた。移転後のすべての時期で有意な差が見られた。移転前との有意差は確認できなかった。

#### (3)温熱環境における体全体としての湿度の感じ (図 5.7)

移転前は2の「やや湿った感じ」と3の「適当」の間であったが、移転後の夏に「やや湿った感じ」に有意に変化した。その後は「適当」に近づく傾向が見られたが、2014年夏に「適当」と「やや湿った感じ」の中間に低下し、秋に再び「適当」に近づいた。移転後のすべての時期に対しても有意な差が見られた。

#### (4)温熱環境の満足度 (図 5.8)

各時期の平均値の差の検定結果についてみると、有意な差は2013年秋と2014年春と秋に見られた。

温熱環境の観点から図5.6と図5.7もあわせて俯瞰すると、移転後の各時期では、日中にエアコンを使う夏と、日中も自然換気を行なう春・秋で評価が異なる傾向があった。具体的には夏はやや暑く湿った感じがあり、春・秋は温度も湿度も「適当」に近い評価であった。すなわち、自然換気を行なうことにより、執務者の満足度が向上したものといえる。また2014年秋に向けて評価が向上している。これらの点については、自然換気を行なっていることをふまえて図5.3の外気エンタルピーをみると、夏よりも春・秋が低く、かつ2014年秋がもっとも低いことが影響しているものと考えられる。

## (5) 空気環境の満足度 (図 5.9)

移転後の夏には有意に3程度まで上昇した満足度が、その後は低下傾向となった。

この点について、具体的な不満理由についての分析を行なった。図 5.11 に、空気環境に対する不満の理由を5つの選択肢から複数選択可とし選択回答させた結果について示す。移転により空気の汚れ・ほこりっぽさ・空気のよどみに対する不満回答延べ人数は減少した。その一方で、気になる臭いに対する不満申告数が増加した。この気になる臭いは、第3章で記載したように敷地北側の畜産場の臭いが夕方以降に知覚されるものと考えられる。また延べ人数としては、移転後の2013年夏に一度減少したが、その後増加する傾向となった。図 5.9 の時系列変化と比較すると、移転後に不満理由の回答延べ人数の変化とおおむね一致する結果となった。

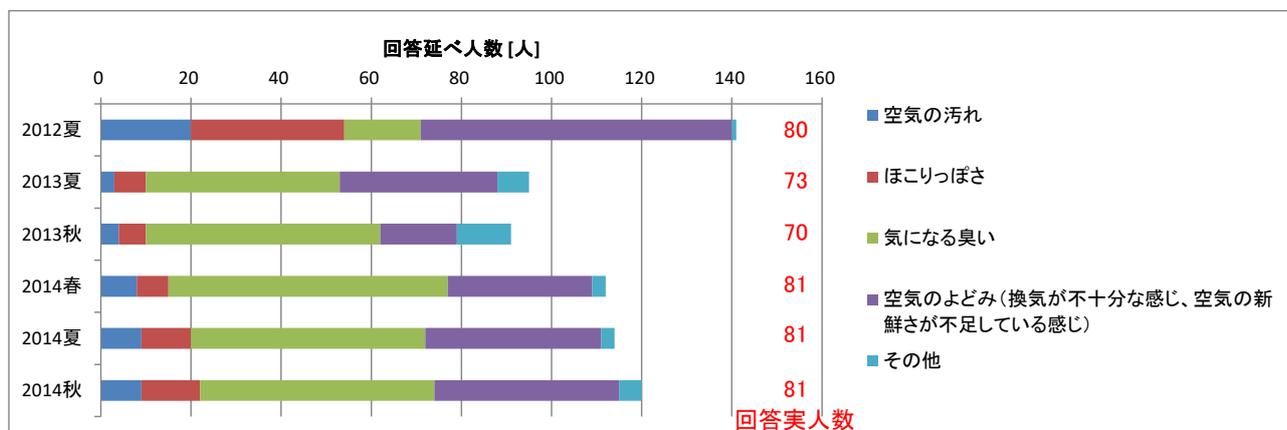


図 5.11 空気環境に対する不満の理由 (複数選択可)

(6)音環境の満足度 (図 5.10)

移転前に対して移転後の夏は満足度が3まで有意に増加した。しかし移転後の推移をみると、2年目には有意に低下した。

この点について、具体的な不満理由についてのアンケート結果についても分析を行なった。図 5.12 に、音環境に対する不満の理由を8つの選択肢から複数選択可とし選択回答させた結果について示す。移転により空調騒音に対する不満回答延べ人数が減少した。その一方で、他人の電話、他人の会話に対する不満申告数が増加した。第4章のインターバルカメラ調査結果において、個人席周辺でのコミュニケーション量が増加した一方で、他人の会話が不満の理由として増加したこととなる。延べ人数としては、移転直後の夏に一度減少したが、その後増加する傾向となった。図 5.10 の時系列変化と比較すると、移転後に不満理由の回答延べ人数の変化とおおむね一致する結果となった。

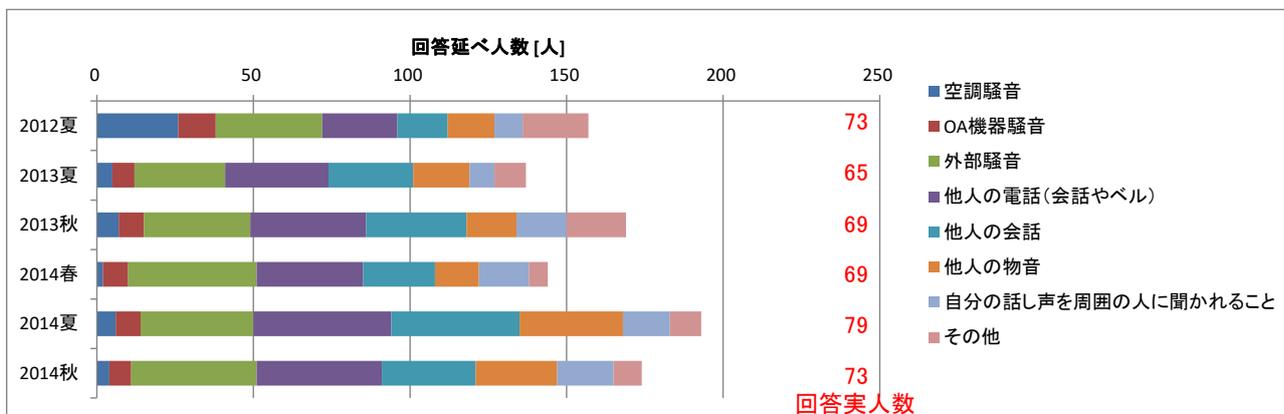


図 5.12 音環境に対する不満の理由 (複数選択可)

## 5.5.3 作業のしやすさに関する調査

図 5.13 から図 5.17 に記す。前述の S A P の物理的環境に関する調査と同様に移転前（2012 年夏）と移転後（2013 年夏・秋、2014 年春・夏・秋）での調査をおこなった。各時期の平均値の差の検定（有意水準 5%以下）は移転後最初の調査である 2013 年夏を比較対象とした。作業のしやすさに関するこれら 5 つの調査において、有意な差が確認できたのは移転前に対してだけであった ( $p < 0.05$ )。評価値がいずれも向上した移転前後の変化よりも移転後の各時期の変化の方が小さかった。作業のしやすさは机のレイアウトとの相関が高いことは第 4 章で確認されている。また井上ら[文 5.10] [文 5.11]の慣れに関する研究では家具配置等の物的側面の慣れが一定になりやすいことをふまえると、移転後に机のレイアウトが変更にならなければ作業のしやすさに関する評価は安定しやすいものと考えられる。

(VS 2013 年夏、\*\*\* $p < 0.001$ 、\*\* $p < 0.01$ 、\* $p < 0.05$ )

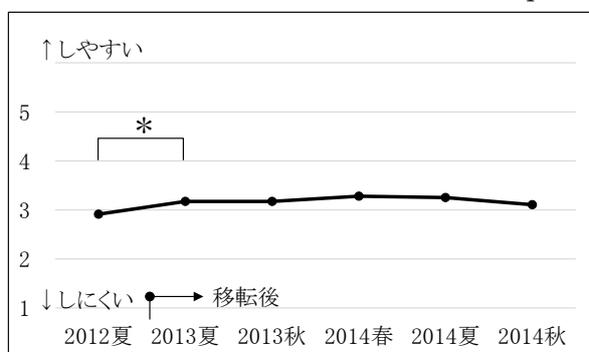


図 5.13 作業への集中のしやすさ

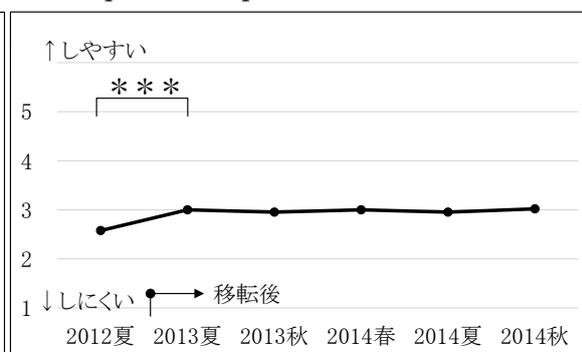


図 5.14 リラクセスのしやすさ

(VS 2013 年夏、\*\*\* $p < 0.001$ 、\*\* $p < 0.01$ )

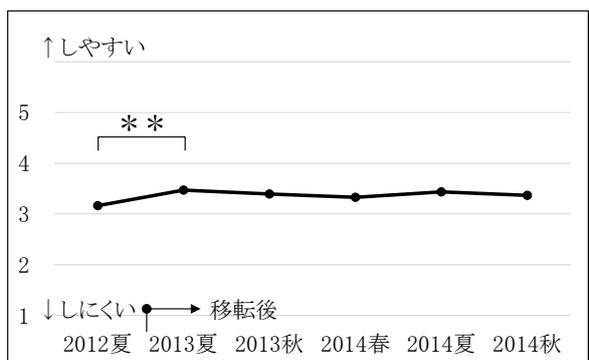


図 5.15 他の人とのコミュニケーションのしやすさ

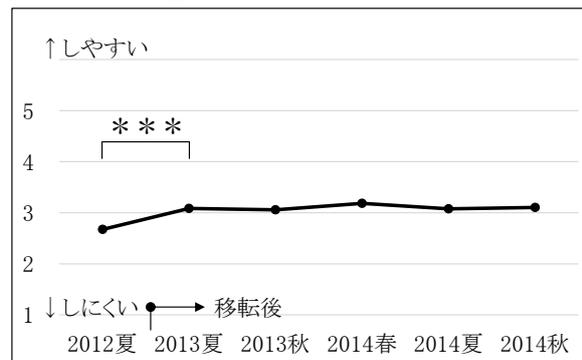


図 5.16 創造的な活動のしやすさ

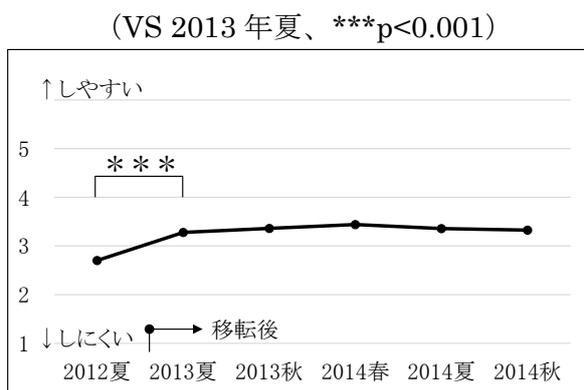


図 5.17 作業のしやすさに関する総合的な満足度

#### 5.5.4 SAPの環境要素の重要度に関する調査

SAPの6つの要素（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT環境）について調査した。移転後の5つの時期（2013年夏・秋および2014年春・夏・秋）での調査をおこなった。図5.18から図5.23に結果を示す。光環境、温熱環境、空気環境、音環境の4項目については、前述の満足度をふまえたベネフィット・ポートフォリオによる分析をあわせて行なった。

最初の調査（2013年夏）を比較対象として各時期の平均値の差の検定を行なったところ、調査時期の一部に有意な差がみられたのは温熱環境と空気環境だけであった（ $p<0.05$ ）。どちらも時期の経過とともに重要度が低下した。温熱環境については2013年夏に対して2014年のいずれの季節も有意に低下したが、空気環境は2014年秋の1度だけ有意に低下した。

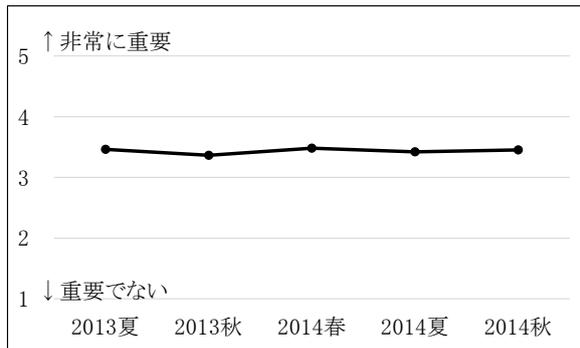
温熱環境と空気環境のみが低下した理由についての分析は今後の課題である。本調査対象建物の特徴として、執務者が窓の操作を自由に行なうことができるという点がある。この窓開けという行為を行なうことができることが光や音環境よりも温熱や空気環境の重要度に影響を与えている可能性も考えられる。今後も継続して調査することで新たな見解を見出す必要がある。

また移転後の5つの時期についてベネフィット・ポートフォリオによる分析をみると、光環境は常に長所に該当し、温熱環境、空気環境、音環境は長所よりも改善の必要性が高い傾向がみられた。

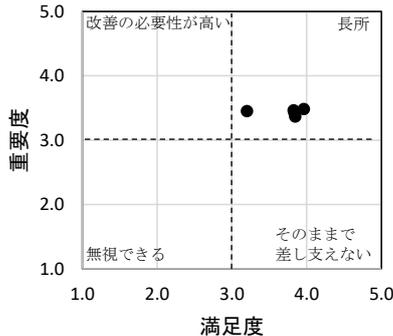
#### 5.5.5 継続的な主観的評価結果を通しての考察（第一の目的の観点からの考察）

以上のように、POE（満足度）およびSAP（満足度、作業のしやすさ、重要度）について、移転後2年目までの時系列変化による分析を行なった。その結果、照度低減操作に呼応した満足度の低下や自然換気における外気のエンタルピーの違いによる温熱環境の満足度の違いなどが確認された。それら以外については移転後2年目になっても執務環境が変わらなければ評価は大きくは変わらなかった。

(VS 2013年夏、\*\*p<0.01、\*p<0.05)



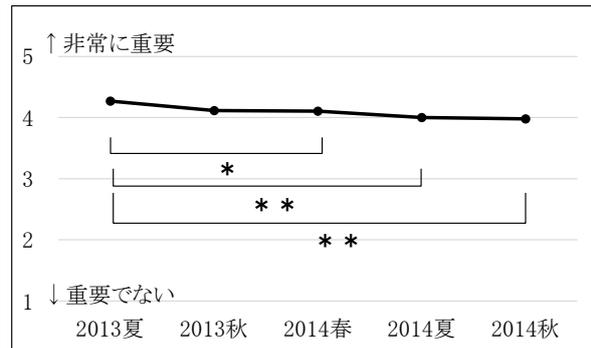
(a) 時系列変動



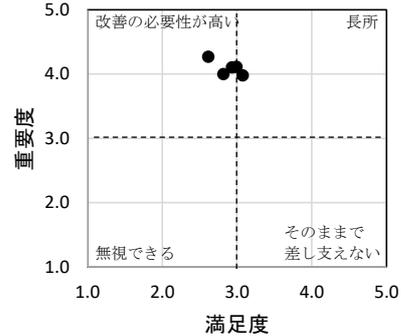
(b) ベネフィット・ポートフォリオ

図 5.18 光環境の重要度

(VS 2013年夏、\*p<0.05)

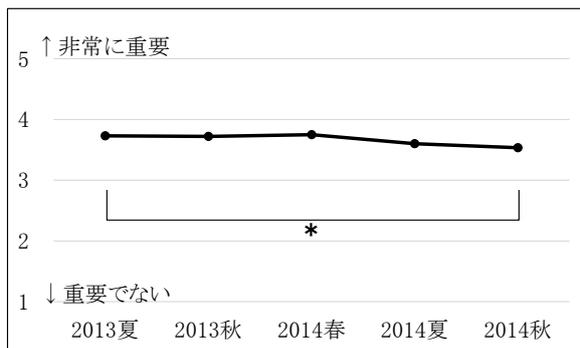


(a) 時系列変動

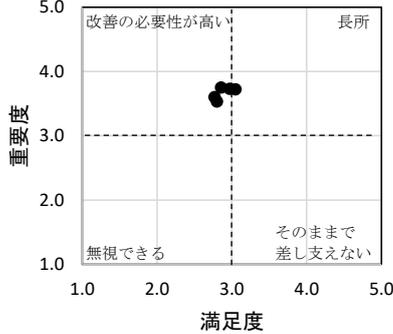


(b) ベネフィット・ポートフォリオ

図 5.19 温熱環境の重要度

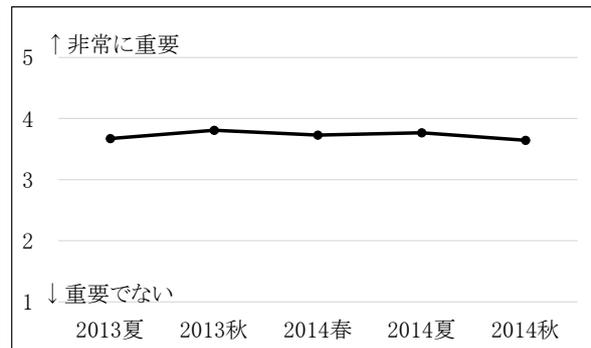


(a) 時系列変動

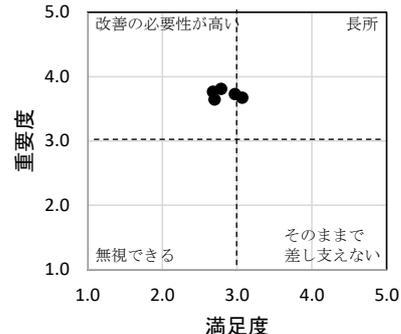


(b) ベネフィット・ポートフォリオ

図 5.20 空気環境の重要度



(a) 時系列変動



(b) ベネフィット・ポートフォリオ

図 5.21 音環境の重要度

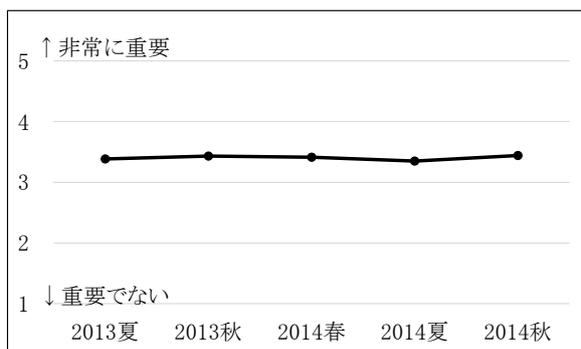


図 5.22 空間環境の重要度

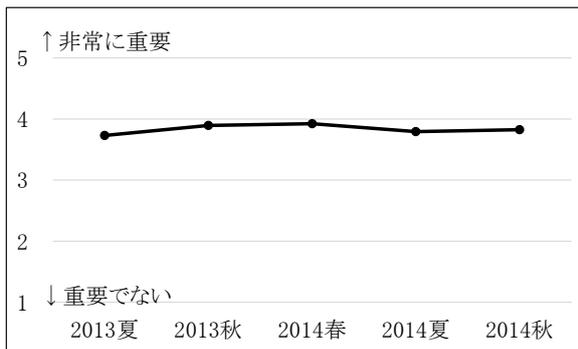


図 5.23 IT環境の重要度

## 5.6 執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分けた執務環境評価値分析

### 5.6.1 分析概要

コミュニケーションの状態分類のうち、フォーマルコミュニケーションおよびインフォーマルコミュニケーションの2種について、それぞれその量（時間長さ）の多い群と少ない群（上位50%と下位50%の群）に分類し、調査時期ごとのSAP・POEアンケート調査の評価値を比較した。群分けは調査した3期間のコミュニケーション量の平均値の大きさによって分類した。

### 5.6.2 分析結果および考察

#### (1) コミュニケーション量による執務者の群分け

図5.24に平均コミュニケーション時間について、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの比較を示す。プロット1つが執務者1名を示している。フォーマル/インフォーマルコミュニケーションとも、多い群（上位50%）と少ない群（下位50%）に分ける中央値は0.49時間/日であった。また、中央値により分割されてできた4象限に分類された執務者数は、第一象限からそれぞれ $n=27, 25, 27, 25$ となり、フォーマルコミュニケーション時間とインフォーマルコミュニケーション時間に関係性は小さいといえることが分かった。そこで、群分けはフォーマル/インフォーマルコミュニケーションのそれぞれで、時間長さにより執務者を2群に分けることとした。

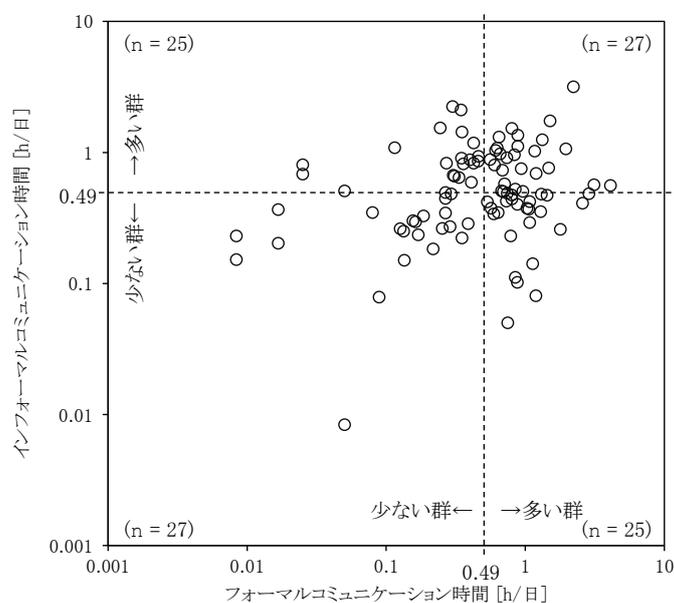
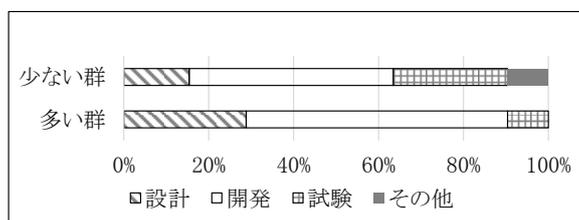


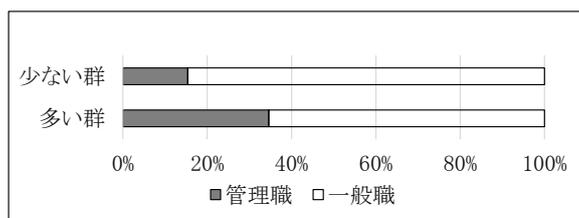
図 5.24 フォーマル/インフォーマルコミュニケーション時間の比較（対数軸）

図 5.25 に、群分け後の各群の属性の分類結果を示す。2013 年夏の部署と役職を用いて分類した。部署は、設計、開発、試験、その他（事務等）に分類した。

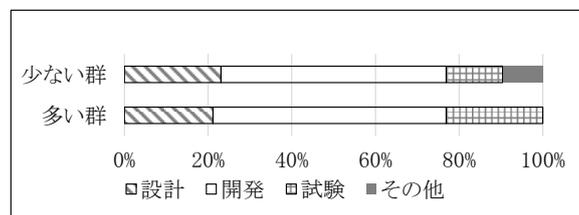
その結果、フォーマルコミュニケーションについてみると、部署比較の多い群では、設計が多く、試験は少なかった。多い群にその他は含まれなかった。また役職では、管理職が多い傾向があった。インフォーマルコミュニケーションについてみると、部署では、設計と開発は多い群と少ない群でほぼ半々であり、試験が多い傾向があった。試験はフォーマルコミュニケーションが少ない代わりに日常のコミュニケーションを行なっている可能性も考えられる。多い群にその他は含まれなかった。役職では一般職の方が多い傾向があった。なお平均年齢についてみると、フォーマルコミュニケーションの多い群は 41.2 歳 (SD±9.6)、少ない群は 40.8 歳 (SD±9.9)、インフォーマルコミュニケーションの多い群は 39.3 歳 (SD±10.1)、少ない群は 42.7 歳 (SD±9.1) であった。既往研究[文 5.20]では、役職が上の人ほど打合せ・会議が増えている。今回の場合には管理職と一般職を比較すると管理職の方がフォーマルコミュニケーションが高い傾向となった。



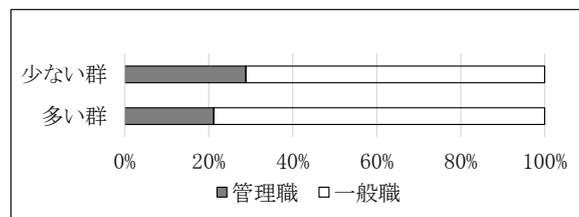
(a) フォーマルコミュニケーション（部署比較）



(b) フォーマルコミュニケーション（役職比較）



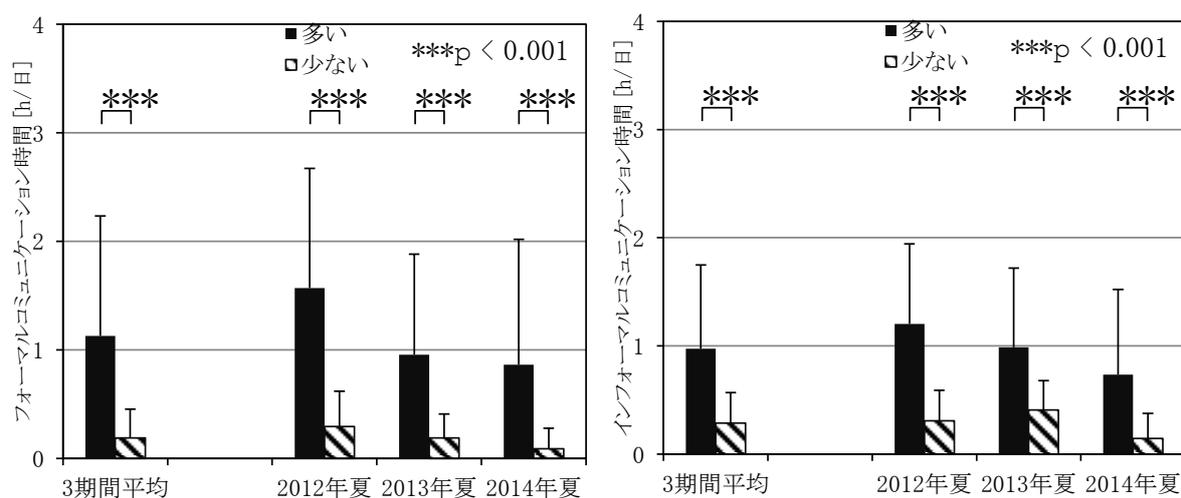
(c) インフォーマルコミュニケーション（部署比較）



(d) インフォーマルコミュニケーション（役職比較）

図 5.25 コミュニケーション量の大小による部署と役職の比較

図 5.26 に、群分け後の各群のコミュニケーション時間平均値を示す。各時期でコミュニケーション時間の多い群と少ない群の平均値の差の検定を行なったところ、フォーマルコミュニケーションもインフォーマルコミュニケーションも調査した3つの期間それぞれにおいて有意差があった ( $p < 0.001$ )。具体的にはフォーマル/インフォーマルコミュニケーションとも、少ない群と比較し多い群の時間長さが有意に長かった。この点は調査時期が変わっても共通していた。すなわち、コミュニケーション時間の観点から見ると、各執務者の執務内容は時期によって変化していないものと考えられる。



(a) フォーマルコミュニケーション時間

(b) インフォーマルコミュニケーション時間

図 5.26 各調査期間におけるコミュニケーション時間の比較

## (2) コミュニケーション量と執務環境評価の関係

次にフォーマル／インフォーマルコミュニケーションの多い群・少ない群に分けて執務環境評価値の平均値の差について検定した。

## a) 働きやすさに対する評価

図 5.27 に、他の人とのコミュニケーションのしやすさのコミュニケーション量の違いによる比較について示す。フォーマルコミュニケーションについてみると、移転前には多い群の方が評価は低かったが、移転後には改善した。フォーマルコミュニケーションの移転前以外は、フォーマル・インフォーマルの両方とも、多い群の方が高い傾向がみられた。

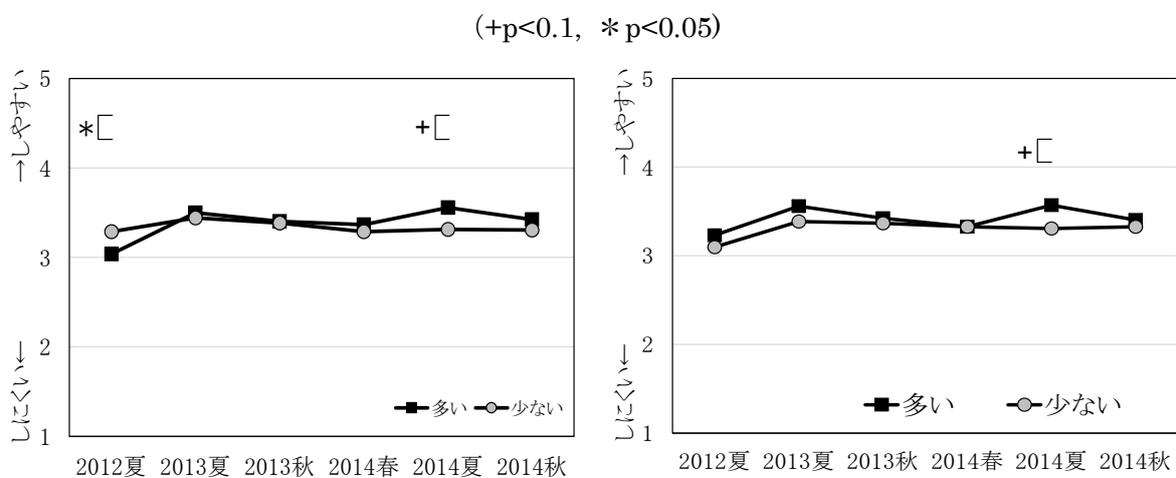
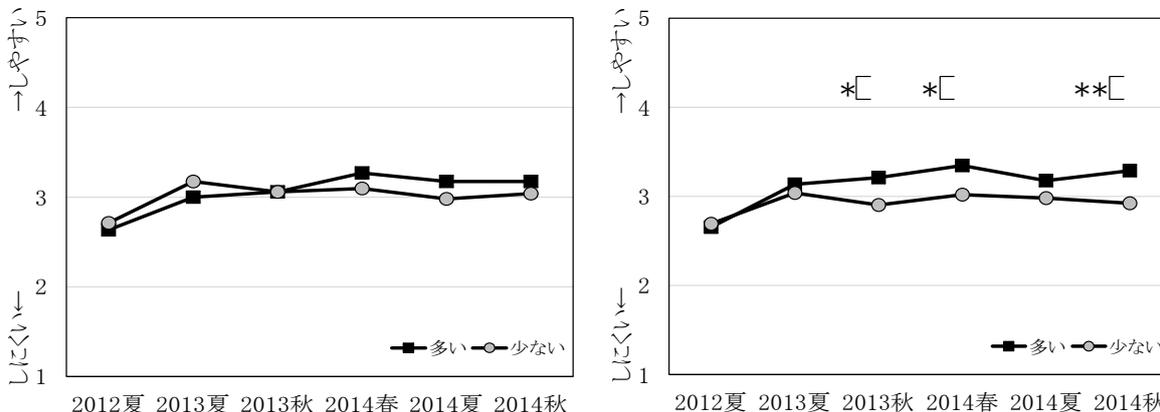
(a) フォーマルコミュニケーション時間  
による比較(b) インフォーマルコミュニケーション時間  
による比較

図 5.27 他の人とのコミュニケーションのしやすさ (SAP) の  
コミュニケーション量の違いによる比較

図 5.28 に創造的な活動のしやすさのコミュニケーション量の違いによる比較について示す。有意な差がみられたのは、インフォーマルコミュニケーションの 2013 年秋、2014 年春、2014 年秋であった。いずれもインフォーマルコミュニケーションの多い群の評価が有意に高かった。

これらの点は、宗方ら[文 5.13]が執務者のモチベーションは同僚関係および仕事の充実度という社会的項目から影響を受けていることを見出した点や、青柳ら[文 5.16]が会話しやすい環境にすることでコミュニケーションを向上させることが知的活動を向上させると考える傾向があることを示した点をふまえると、今回の調査結果においても他の人とのコミュニケーションのしやすさや創造的な活動のしやすさとインフォーマルコミュニケーション長さに関連があるものと考えられる。

(\* p<0.05, \*\* p<0.01)



(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較

(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較

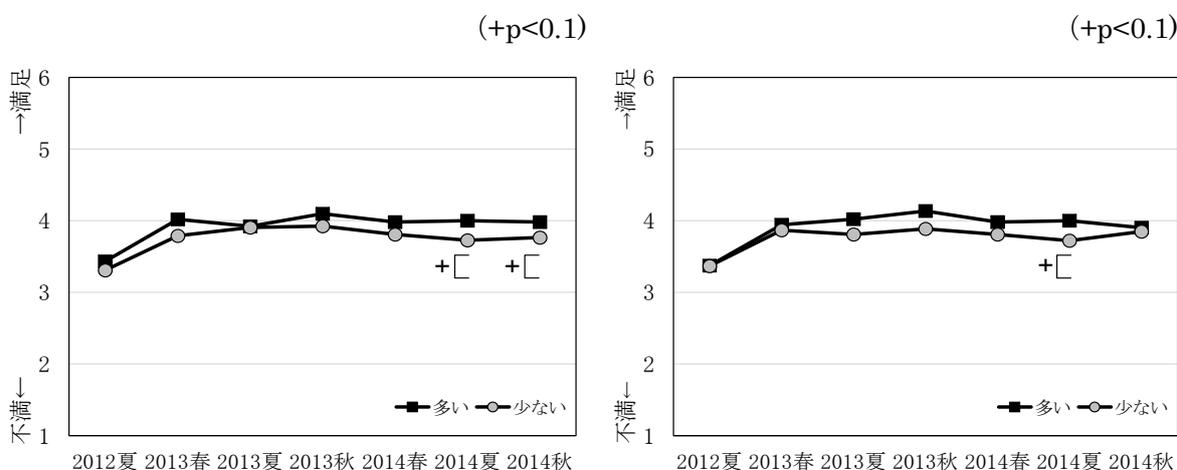
図 5.28 創造的な活動のしやすさ (SAP) のコミュニケーション量の違いによる比較

b)業務環境・設備の使い方に関する評価

図 5.29 に業務環境の適切さについて総合的に見た満足度のコミュニケーション量の違いによる比較について示す。前述の図 5.4 についてコミュニケーション量の多い群と少ない群に分けて分析したものである。フォーマル/インフォーマルコミュニケーションとも、少ない群と比較して多い群の評価が高い傾向が見られた。フォーマルの 2014 年夏と秋、インフォーマルの 2014 年夏では有意に高かった。

【評価点の内容】

- 1:非常に不満である、2:やや不満である、3:どちらかといえば不満である
- 4:どちらかといえば満足である、5:やや満足である、6:非常に満足である



(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較

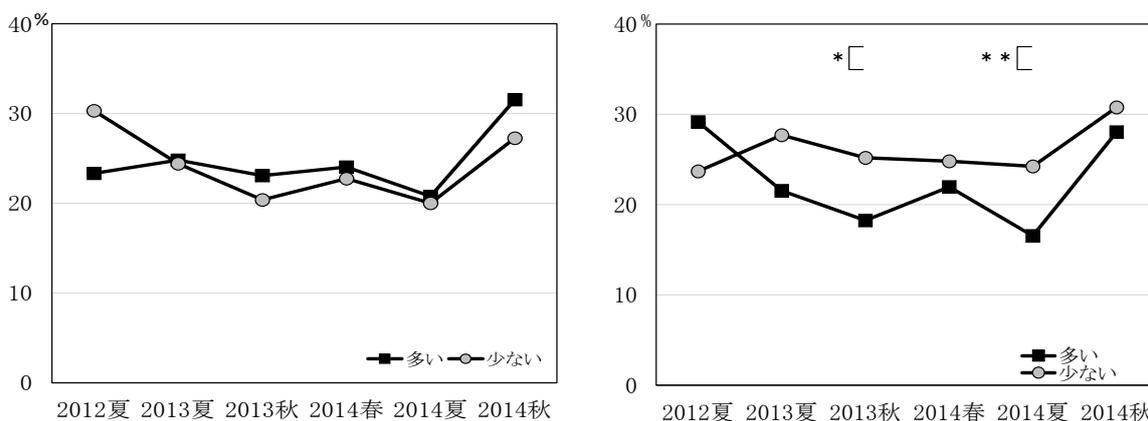
(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較

図 5.29 業務環境の適切さについて総合的に見た満足度 (POE) のコミュニケーション量の違いによる比較

図 5.30 に在席時のタスクライト点灯時間割合の比較を示す。フォーマルコミュニケーションについては、多い群と少ない群に有意な差は見られなかったのに対し、インフォーマルコミュニケーションについては、少ない群と比較して多い群の点灯時間割合が有意に小さい期間が 2013 年秋と 2014 年夏に確認された。

タスクライト点灯時間割合が小さくなる原因の一つとして、インフォーマルコミュニケーションの多い群に離席の多い試験 G の執務者が多いことが影響している。2014 年秋に関しては、タスクライト点灯時間割合が大きくなっているが、これは前述のとおり、省エネルギー活動の一環として室内の設定照度を部分的に低減したためと考えられる。

(\* p<0.05, \*\* p<0.01)



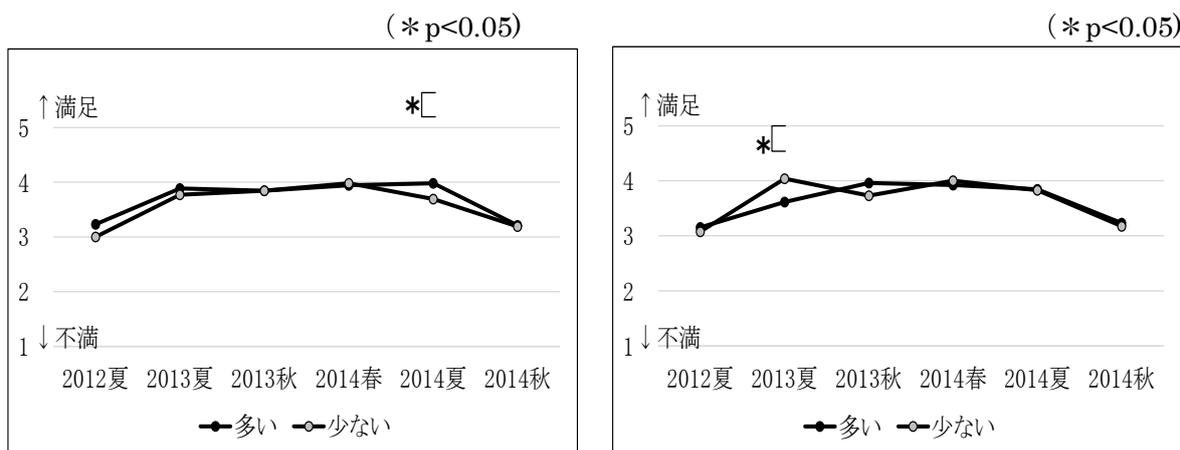
(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較

(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較

図 5.30 在席時のタスクライト点灯時間割合の比較

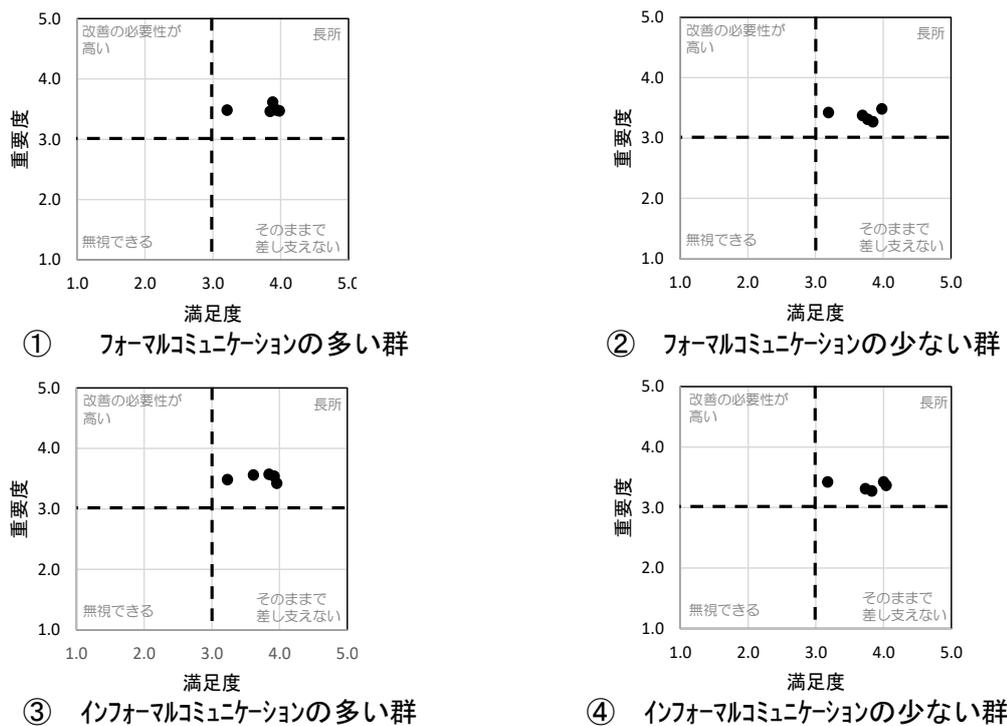
図 5.31 に光環境の満足度を示す。あわせて満足度を横軸に、影響度の代わりに重要度を縦軸にとったベネフィット・ポートフォリオを用いた分析を記す。(a) および (b) をみると、2014年夏においてフォーマルコミュニケーションの多い群の満足度が有意に高い結果であった。一方2013年夏にはインフォーマルコミュニケーションの多い群の満足度が有意に低い結果であった。それ以外については多い群と少ない群の有意差は見られなかった。

ベネフィット・ポートフォリオを用いた分析では、いずれの場合も長所の欄に該当するものであった。光環境の満足度に対してはコミュニケーション量があまり影響しないものと考えられる。



(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較

(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較

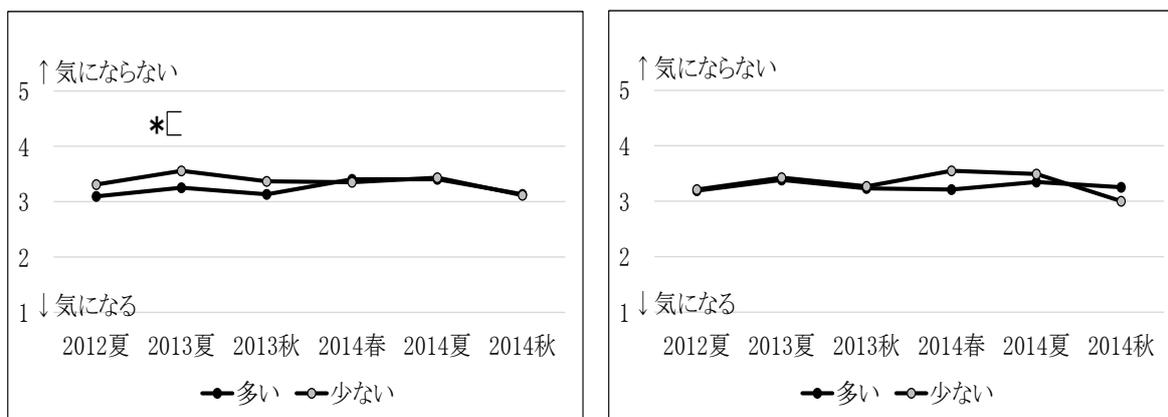


(c) ベネフィット・ポートフォリオを用いた分析

図 5.31 光環境の満足度 (SAP) のコミュニケーション量の違いによる比較

図 5.32 に光環境が気になる方かについて確認した結果を示す。フォーマルコミュニケーションで有意な差がみられたのは、移転後1年目の2013年夏でコミュニケーションの少ない群の方が「気にならない」という結果であった。インフォーマルコミュニケーションでは有意な差はみられなかった。

(\*p<0.05)



(a) フォーマルコミュニケーション時間  
による比較

(b) インフォーマルコミュニケーション時間  
による比較

図 5.32 光環境が気になるか (SAP) についてのコミュニケーション量の違いによる比較

図 5.33 に温熱環境の満足度を示す。あわせて満足度を横軸に、重要度を縦軸にとったベネフィット・ポートフォリオを用いた分析を記す。フォーマル/インフォーマルコミュニケーションとも、多い群の方が評価は高い傾向であった。フォーマルコミュニケーションでは 2013 年秋と 2014 年秋、インフォーマルコミュニケーションでは 2013 年秋に有意に高かった。少ない群の方が高かったのはインフォーマルコミュニケーションの 2014 年夏だけであった。図 (c) ②④から、コミュニケーションの少ない群では改善の必要性が高い結果となった。

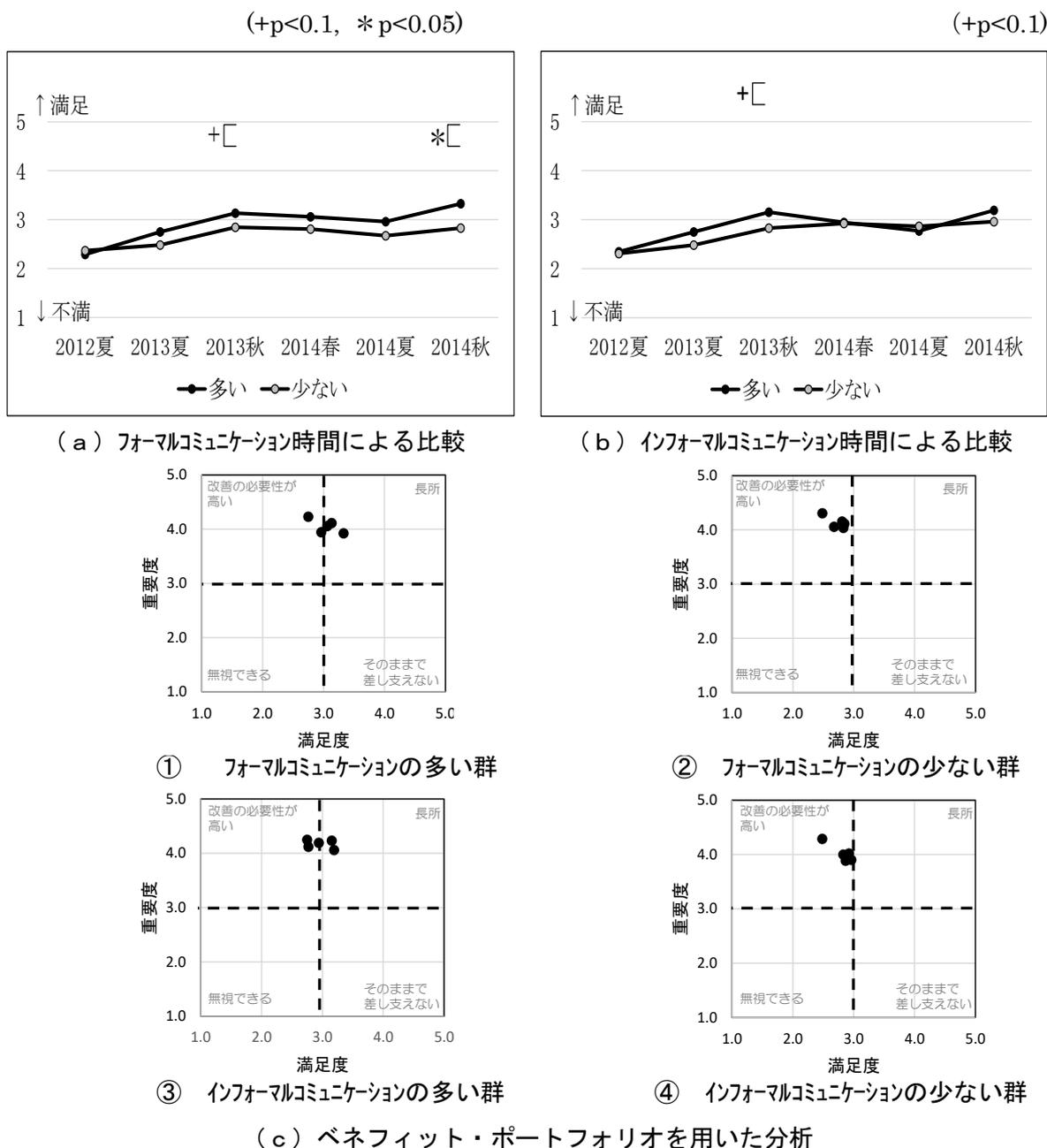
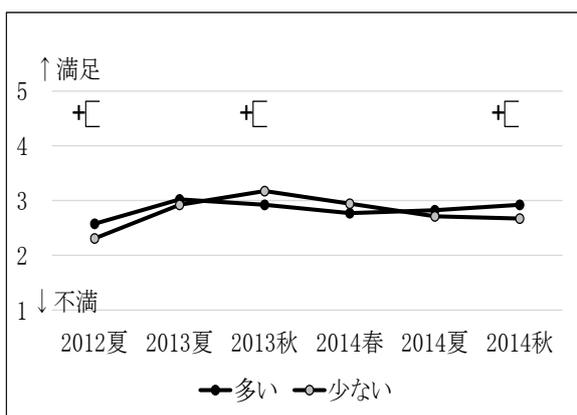


図 5.33 温熱環境の満足度 (SAP) のコミュニケーション量の違いによる比較

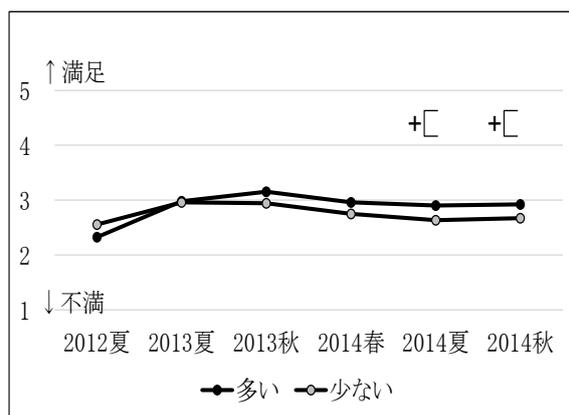
図 5.34 に空気環境の満足度を示す。あわせて満足度を横軸に、重要度を縦軸にとったベネフィット・ポートフォリオを用いた分析を記す。フォーマルコミュニケーションにおいては時期によって多い群と少ない群とで評価の高低が逆転しているところがみられた。インフォーマルコミュニケーションでは多い群の方が評価は高い傾向がみられた。2014年夏と秋は有意に高かった。図(c)④をみるとインフォーマルコミュニケーションの少ない群では改善の必要性が高い。

フォーマルコミュニケーション量の大小による影響はみられないが、インフォーマルコミュニケーション量と空気環境の満足度の高さには若干の相関があるものと考えられる。

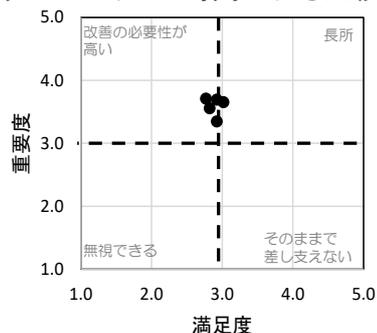
(+p<0.1)



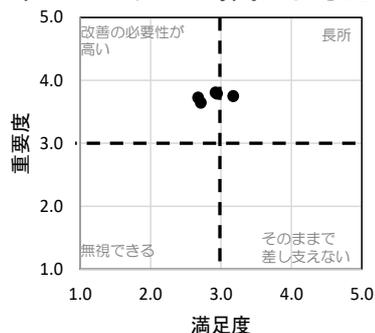
(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較



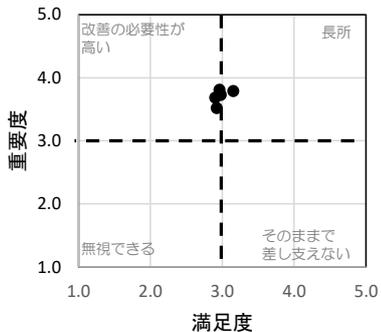
(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較



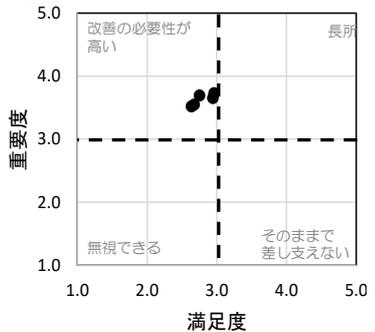
① フォーマルコミュニケーションの多い群



② フォーマルコミュニケーションの少ない群



③ インフォーマルコミュニケーションの多い群



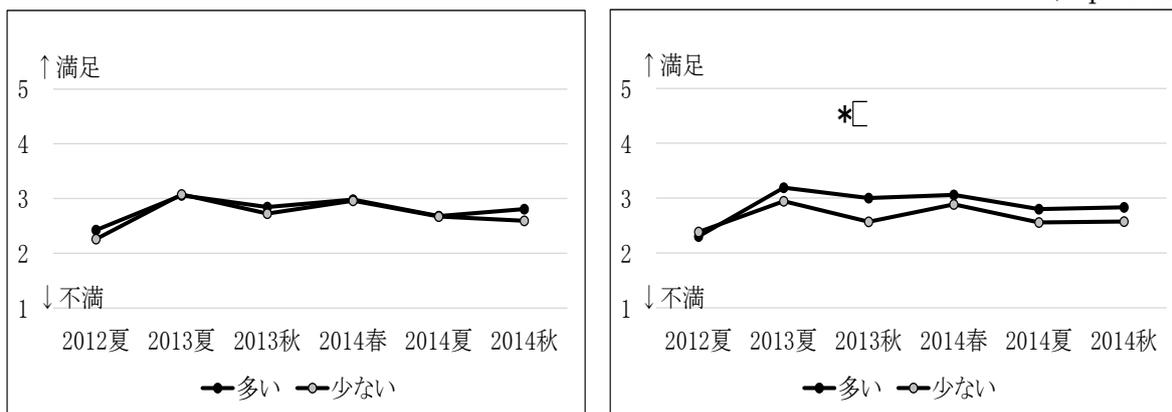
④ インフォーマルコミュニケーションの少ない群

(c) ベネフィット・ポートフォリオを用いた分析

図 5.34 空気環境の満足度 (SAP) のコミュニケーション量の違いによる比較

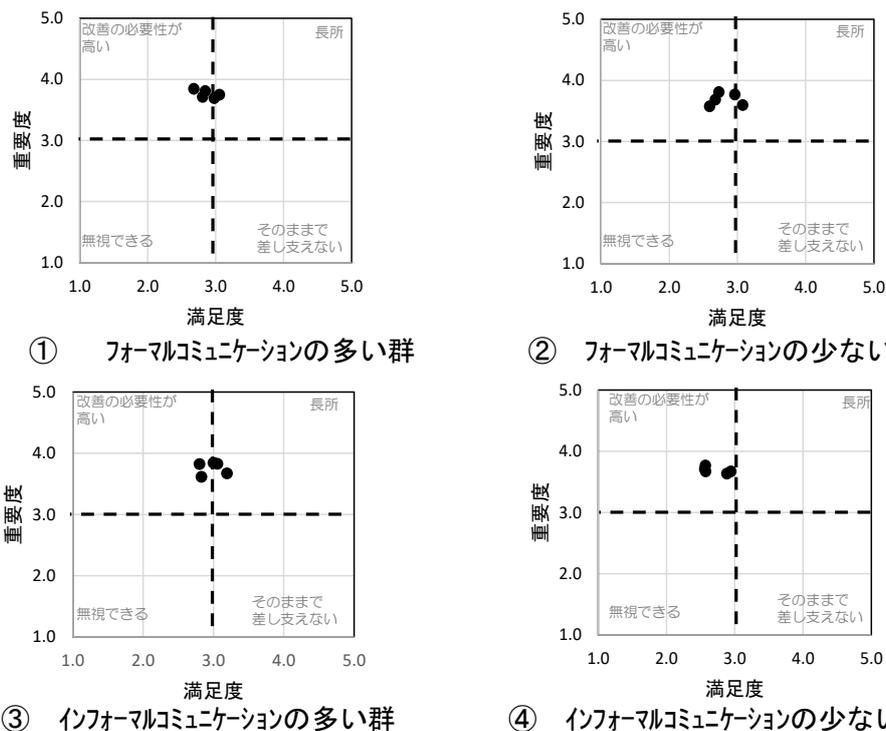
図 5.35 に音環境の満足度を示す。あわせて満足度を横軸に、重要度を縦軸にとったベネフィット・ポートフォリオを用いた分析を記す。フォーマルコミュニケーションにおいては時期によって多い群と少ない群とで評価の高低が逆転しているところがみられた。インフォーマルコミュニケーションでは多い群の方が評価の高い傾向がみられた。2013 年秋は有意に高かった。図 (c) ④をみるとインフォーマルコミュニケーションの少ない群では改善の必要性が高い。空気環境と同様にフォーマルコミュニケーション量の大小による影響はみられないが、インフォーマルコミュニケーション量と音環境の満足度の高さには若干の相関があるものと考えられる。

(\* p<0.05)



(a) フォーマルコミュニケーション時間による比較

(b) インフォーマルコミュニケーション時間による比較



(c) ベネフィット・ポートフォリオを用いた分析

図 5.35 音環境の満足度 (SAP) のコミュニケーション量の違いによる比較

## 5.7 まとめ

本章では第3章の調査（移転前後の比較）の後も調査を継続し、移転後2年目の春、夏、秋にPOEおよびSAPによる調査を行なった。これにより、執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出した。さらに執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分け、執務環境評価値の分析を実施した。本報で得られた知見を記す。

- (1) 移転直後の2013年の春は、移転前に比べて、有意にPOEの総合評価が満足側の申告であった。移転後のそれ以降の時期では有意な差がみられなかったことから移転後には評価が安定しているものと考えられる。
- (2) 光環境の満足度については、移転後は設定照度に変化がなければ安定した回答であった。2014年秋の照度低減操作に呼応して満足度の低下が確認された。
- (3) 温熱環境の満足度についてみると、移転後は日中にエアコンを使う夏と、日中は自然換気を行なう春・秋で評価が異なる傾向があった。夏はやや暑く湿った感じがあり、春・秋は温度も湿度も「適当」に近い評価であった。自然換気を積極的に行なっていることから外気エンタルピーが影響していることが示唆された。
- (4) 空気環境の満足度は移転後に安定した回答であったため、移転後のいずれの時期に調査しても一定した評価が得られるものと考えられる。
- (5) 作業のしやすさについては、いずれの項目（集中のしやすさ、リラックスのしやすさ、他の人とのコミュニケーションのしやすさ、創造的な活動のしやすさ、総合的満足度）においても、移転前後の変化よりも移転後の各時期の変化の方が小さかった。移転後1年目の夏に対して有意な差が確認できたのは、移転前に対してのみであった。そのため作業のしやすさの評価は移転後には机のレイアウトが変更されなければ安定しているものと考えられる。
- (6) 移転後について調査したSAP（重要度）の6つの要素（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT環境）のうち、移転後最初の調査である2013年夏に対して有意な差がみられたのは温熱環境と空気環境だけであり、光環境、音環境、空間環境、IT環境については有意な差がみられなかった。

- (7) 他の人とのコミュニケーションのしやすさと業務環境満足度は、フォーマル／インフォーマルによらずコミュニケーション量が多い群の評価の方が高い傾向があった。
- (8) 創造的な活動のしやすさは、インフォーマルコミュニケーション量が多い群の評価が有意に高かった。創造的な活動のしやすさとインフォーマルコミュニケーションの長さに関係があることを見出した。
- (9) 業務環境の適切さについて総合的に見た満足度はフォーマル／インフォーマルコミュニケーションとも、コミュニケーション量の多い執務者の評価の方が高い傾向があった。
- (10) 在席時のタスクライト点灯時間割合については、インフォーマルコミュニケーション量の多い群が有意に小さかった。
- (11) インフォーマルコミュニケーション量の多い群は、物理環境の内、温熱環境、空気環境、音環境の満足度が高い傾向があった。

## 5.8 注釈

[注 5.1] 執務者の行動を次の7つの Behavior に分類した。情報処理（知識情報の定型処理・事務処理、定例報告・資料調査・資料作成等の作業）、収束的思考（理論的に一つの答えを導くときの思考）、拡散的思考（さまざまな答えを考え出すような思考）、リラックス（休息）、リフレッシュ（切替）、フォーマルコミュニケーション（予定されていた会議や打ち合わせ）、インフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打ち合わせ）

[注 5.2] 第3章では2013年夏に南側打合テーブルの照度も含んでいたが、本報ではデスクスペースの6箇所の平均値で比較した。

## 5.9 参考文献

- [5.1] 国土交通省:知的生産性研究委員会報告書(平成 24 度),平成 25 年 3 月
- [5.2] 村上周三:知的生産性研究の展望, 空気調和・衛生工学 81—1 (平 19—1) pp.15～20, 2007 年 1 月
- [5.3] 村上周三:知的生産性研究のすすめ, 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著: 建築と知的生産性—知恵を創造する建築—, テツアドー出版, 平成 22 年 1 月
- [5.4] 沼中秀一・高橋祐樹・天野健太郎・加藤信介・高橋幹雄・菊池卓郎:知的生産性向上を目指した執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査, 日本建築学会環境系論文集 第 80 巻 第 713 号, pp.609～619, 2015 年 7 月
- [5.5] 沼中秀一・天野健太郎・高橋祐樹・加藤信介・高橋幹雄:知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査, 空気調和衛生工学会論文集 No.219, pp.11～22, 2015 年 6 月
- [5.6] 上原茂男・加藤信介ら:「人にやさしい空間」の研究(その 1～その 10), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) 2008 年 9 月
- [5.7] 上原茂男・加藤信介ら:「人にやさしい空間」の研究(その 11～その 24), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) 2009 年 8 月
- [5.8] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著:誰でもできるオフィスの知的生産性測定 SAP 入門, テツアドー出版, 平成 22 年 1 月
- [5.9] 三村麻紀子・浅田秀男・柴田理・野原文男・宿谷昌則:自然採光・自然換気を採用したオフィスビルの POE, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), D-1, pp. 931-932, 1997 年 9 月
- [5.10] 井上誠:ユーザーの慣れに伴う評価の変化について:ユーザー評価の方法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), E-1, pp. 623-624, 2004 年 8 月
- [5.11] 小幡佳弘・井上誠:ユーザーの慣れに伴う評価の変化について:居住後評価の方法に関する研究(その 2), 日本建築学会中国支部研究報告集 第 27 巻, pp.709-712, 2004 年 3 月
- [5.12] 宇治川正人・武藤浩・安岡正人・平手小太郎・山川昭次・土田義郎:地下オフィスの環境改善に関する研究 その 1 居住環境評価による地下オフィスの問題点と改善効果の把握, 日本建築学会計画系論文集, 第 457 号, pp.73-82, 1994 年 3 月

- [5.13] 宗方淳・田中知世：オフィス環境が執務者のモチベーションに及ぼす影響に関する研究 ―環境の総合満足度やリフレッシュ等の評価項目との比較による検討―，日本建築学会環境系論文集，第79巻 第695号，pp.19-25，2014年1月
- [5.14] 田淵誠一・平岡雅哉・杉浦敏浩・佐久間哲哉・宗方淳・川瀬貴晴：知的生産性研究：その2 建築空間と環境設備計画に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），D-2，pp.1025-1026，2009年8月
- [5.15] 西原直枝・田辺新一・伊藤光太郎・樋口美和・流田麻美・高橋幹雄・野崎尚子：知的生産性に関する研究 その10：職種等による行動時間割合と環境重要度の特徴，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），環境工学 I，pp.93-96，2012年9月
- [5.16] 青柳圭祐・渡邊朗子：知的活動を支援する環境デザインに関する研究：箱庭手法を用いた箱庭型評価グリッド法による知的活動活性化の環境要素の抽出，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），環境工学 I，pp.77-80，2012年9月
- [5.17] 宗方淳・川瀬貴晴・小島隆矢・佐久間哲哉・高橋正樹・橋本哲・原田昌幸・吉井隆：オフィスビル全体を対象とした知的生産性評価システムに関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），環境工学 I，pp.97-100，2012年9月
- [5.18] 谷英明・倉田雅史・野村康典・山岡琢・高橋幹雄・沼中秀一：創薬研究所における省 CO2 手法に関する研究（第2報）研究者の知的生産性に関する調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2012) D-55
- [5.19] 気象庁ホームページ（過去の気象データ検索）（2015年7月掲載時）
- [5.20] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著：建築と知的生産性 ―知恵を創造する建築―，p.62，テツアドー出版，平成22年1月

## 第6章

# コミュニケーションとタスクの実態調査の 分析とインフォーマルコミュニケーション を予測する行動シミュレーションへの応用

### 6.1 はじめに

#### 6.1.1 研究の背景

IT 機器や通信ネットワークの発達により社内での一般的な業務や情報伝達はパソコン画面上で対応することが通常になっている。ホームオフィスやサテライトオフィスといった業務形態も業種によっては進んでいる。そのため物理的なオフィス空間では、フェイストゥフェイスでのコミュニケーション機能が求められる。具体的にはアイデア出しのブレインストーミング、方針決定、戦略構築、合意形成、利害調整、交渉などである。これらの機能を効果的にすすめるためには、日常的な素地として、また潤滑油的な役割として、休憩時や空間内移動時のインフォーマルコミュニケーションが重要な役割を占めることとなる。

インフォーマルコミュニケーションの重要性については、第4章[文 6.1]で詳述している。国土交通省の知的生産性研究委員会報告書[文 6.2]の「建築空間と知的活動の階層モデル」での7つの Behavior<注 6.1>の内の1つとしてのインフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打合せ）、岡本[文 6.3]による偶発的なコミュニケーションを誘発することでの組織の枠を超えた知識変換促進、緑川ら[文 6.4]のコミュニケーションの満足度が高まることによるスムーズな情報の伝達などである。

筆者らは、インフォーマルコミュニケーションを調査し知見を積み上げることで、知的生産性向上を目指した執務空間の設計に役立てることを目的とした研究を行なっている。第4章[文 6.1]では実際の建物において組織の移転等による統合前後でコミュニケーション行動に関して主観的評価と客観的評価の両面についての実態調査を行なった。具体的には、執務者へのアンケートによる主観的評価とインターバルカメラによる客観的

評価の両方を評価手法として用い、統合前後でのコミュニケーションの状況を比較した。また分散した執務空間を統合したことにより、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握した。本章では、偶発的出会いによるインフォーマルコミュニケーションの発生量や場所を設計段階において評価することを目的としてモデリングされた行動シミュレーションの有効性を検証し、感度解析を行なう。

### 6.1.2 行動シミュレーションに関する既往の研究と本研究の目的および方法

知的生産性の向上を検証する手法としては、上記のアンケートや撮影による実態調査とは別に、設計段階での建築主とのコミュニケーションツールとして、マルチエージェントモデルを用いた行動シミュレーションが有効であると考えられる。

マルチエージェントシミュレーションについては過去に避難時等の群集歩行に関する研究が多くなされてきた。谷本ら[文 6.5]は、避難口のボトルネック効果に関して検討した。藤岡ら[文 6.6]は、津波避難の際に、予想される避難猶予時間に応じて避難誘導システムを変更する方がより多くの人命安全が期待できることを示した。佐野ら[文 6.7]は、「人間行動シミュレーション及び人間行動モデル構築の基礎となる行動研究」に係る研究成果をデジタルアーカイブとして集積し、実プロジェクトに計画段階から取り入れられる例が少ない点を指摘した。

また実際の行動をモデル化しシミュレーションした事例としては次のような研究がある。織田ら[文 6.8]は、連続的空間とエージェントシステムの概念を応用したプリミティブな人間行動シミュレータを提案した。具体的な対象空間として学生食堂にて試行し、テーブルの配置パターンにより空間の混雑度が異なること等の知見を得た。加藤ら[文 6.9]、[文 6.10]は、大学キャンパスの食堂を対象にシミュレーション上で概ね実際の座席選択と同様の傾向を持つ座席選択パターンを再現した。木曾ら[文 6.11]～[文 6.13]は、大学構内における滞留場所でのビデオカメラによる実測をふまえた行動シミュレーションをおこなった。広場内における滞留などの人間行動の環境に対する感度について分析した。秋元ら[文 6.14]～[文 6.17]は、オフィス空間における時間利用者数やエージェント同士の遭遇位置と回数について実測調査（目視調査とアンケート調査を併用）と比較し、執務者活動を再現することに成功した。

次にインフォーマルコミュニケーションが発生する場所について既往研究をみると、前述の緑川[文 6.4]らのアンケート調査によれば、知識創造職務は情報・知識処理職務に比べ、コミュニケーションを重要視する傾向がみられ、勤務中に利用する空間も会議室や共有空間、外構空間の利用の利用割合が高かった。また割田[文 6.18]らは、インフォー

マルコミュニケーションに高い影響を与える建築空間として、打合せスペース、ライブラリー、リフレッシュスペースがあることを執務者アンケートにより見出した。宗方[文 6.19]らは、情報交換の場として、休憩空間(食堂、休憩室、給湯室等)、移動空間(階段、廊下、エントランス等)といった本来生産の場として想定されていない空間が知的生産性に寄与していることをアンケートにより確認した。金子[文 6.20]は、レーザーセンサーを利用した行動モニタリング手法により、コピー機、庶務席周辺等の交流量が多い場所で偶発的な立ち話が多いことを確認した。流田[文 6.21]らは、目視調査により、ミーティングスペースだけでなく、自席や通路、マグネットスペース(什器や給湯がある場所)等でコミュニケーションが多く発生していることを確認した。藤田[文 6.22]らは、オフィス内での観察調査によりワーカーの交流分析を行ない、会話の起こりやすい場所は喫煙スペース、OA コーナー等の共用スペースであり、移動の途中での偶発的な発生が多いことを確認した。特に会話発生状況として部門間の会話は経路の途中で偶発的に起こる会話が最も多かった。さらに座席位置と共用スペース等の頻繁に使うゾーンの距離が長くなれば偶発的会話が増える点を示唆した。

以上の既往の研究をふまえると、オフィスを構成する建築空間の要素やそのレイアウトがインフォーマルコミュニケーションに影響していることが示唆されたが、知的生産性向上の観点から、オフィスレイアウトを決定するために効果的な要素となるものを見出すことに取り組んでいるものが少ない。マルチエージェントモデルを用いてオフィスにおける知的生産性向上を検討する方法の一つとして、インフォーマルコミュニケーションに関する感度解析が不足しているものと考えられる。そこで本研究では、知的生産性向上(インフォーマルコミュニケーション量の向上)を評価指標とした場合の建築主との合意形成ツールとしての実用化を目指したマルチエージェントシステムを用いた行動シミュレーション[文 6.23]を使い、執務室の標準モデルにおいて、コピー機や机のレイアウトの違いなどに関する感度解析を行なった。前述のようにインフォーマルコミュニケーションは様々な場所で行われるが、今回はオフィスにおいてコピー機や会議室の位置、机のレイアウト等による動線の制約がもたらすインフォーマルコミュニケーションの違いに焦点を絞り検討した。シミュレーションのためのエージェントの業務内容(タスクと称す)には、第4章の執務者へのアンケートに基づく実態調査の分析結果を用いた。またシミュレーションでは着席者同士のインフォーマルコミュニケーション量が算出されないため、前報のインターバルカメラ調査結果について着席者や離席者のコミュニケーションのバリエーションを分析した。

本研究の目的は2つある。一つ目は執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関する第4章の実態調査を分析して行動シミュレーションモデルに応用し、そのシミュレーションの有効性を検証することである。二つ目はその行動シミュレーションを標準モ

デルのオフィスに用いて感度解析を行なうことにより、知的生産性向上の検討に寄与する知見を得ることである。

## 6.2 解析手法

本章では、執務空間を対象としたワーカーの行動をシミュレートする解析ツールとして、*artisoc*[文 6.24]<注 6.2>をベースにして構築したシミュレーションツールを使用した。以下、本研究において入力条件となる空間モデルと人間のモデルおよびタスク等について述べる。

### 6.2.1 空間モデル

空間は二次元平面上に表現される。空間表現の基本要素は、エージェントが移動可能なオブジェクト（床）と、移動不可能なオブジェクト（壁）、移動できないが視線は通るためにインフォーマルコミュニケーションが生じるオブジェクト（家具）の3つから成る。

### 6.2.2 人間モデル

- (1) エージェントの歩行速度は 1.3m/s とし、目的地までの最短経路を選択する。
- (2) エージェントの出勤時刻と退社時刻は定時を中心とした正規分布とした。
- (3) 在席人数は、人数（データ個数）と外出率から計算される。

### 6.2.3 エージェントのタスク

一日のスケジュールはタスクに割り付けられる。タスクには個別タスクと会議タスクがある。会議タスクのみ、複数のエージェントが同時に行なう必要があるため、個別タスクと会議タスクは別々のアルゴリズムで成り立っている。

一日のスケジュールを設定する際には、まず「会議タスク」を複数のエージェントについて調整して事前に設定する。

次に個別タスクを設定する。会議時間を出勤時刻から退社時刻の間で割り付けた残りの時間のなかで割り付けることとなる。具体的な個別タスクとしては、デスクワーク、コピー、休憩（執務室外）、電話対応、トイレ、外出がある。タスクは内容と発生確率と継続時間の3つの要素で構成される。これらのタスクは確率分布に従う乱数によって設定し、タスク終了時には次のタスクが会議タスクでない場合には、あらためて乱数によりタスクが設定される。あるタスクの開始時間となった時、エージェントはタスク実行エリアまで移動し、そこで定められている継続時間分を過ごす。またデスクワークタスクは、スケジュールを生成する際に全員に自席が割り当てられ、そこで実行される。しかしコピータスク等の自席とは別の場所で実行されるタスクで、タスク実行エリアが他のエージェントに

占められている場合は、そのタスクはキャンセルされて自席に戻ることでとなる。タスクの実行時間は継続時間の0.5~1.5倍の範囲で調整されるものとしている。なおこのタスクの発生確率と継続時間は後述の実態調査の分析により設定値を決定している。

#### 6.2.4 コミュニケーションの扱いについて

コミュニケーションには、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションの2種類がある<注6.1>。フォーマルコミュニケーションは予定されている会議であり、インフォーマルコミュニケーションは偶発的に発生するものである。フォーマルコミュニケーションは前述の会議タスクでありエージェントの一日のスケジュールの中に事前に設定しておく。インフォーマルコミュニケーションはそれぞれのタスクを実行するために移動しているエージェントに発生するものとする。インフォーマルコミュニケーションは1対1で行われるものとし、どちらかのエージェントが移動しているときに発生する。エドワード・ホール[文6.25]の社会距離<注6.3>を参考に、2人のエージェントの距離が3.0m以内になった場合に設定した発生確率3%に基づいて話しかけるものとし、話しかけられたエージェントは100%応対することとする。すなわち、インフォーマルコミュニケーション発生確率については、実測結果も勘案し、本研究では3%と仮定する。移動中のエージェントが話しかけるのは、同じく移動中のエージェントもしくはデスクワークタスクを実行しているエージェントである。複数のエージェントがコミュニケーションを行なう場合には、2エージェント間のコミュニケーションが複数あるものとする。インフォーマルコミュニケーションの継続時間は五十嵐らの研究[文6.26]を参考に継続時間とその確率を算出し、図6.1に示すステップ関数として取り扱う。

インフォーマルコミュニケーション発生確率の設定条件は、インフォーマルコミュニケーション量の絶対量に大きく影響する。図6.4にて後述するが、コミュニケーション発生確率の違いによるコミュニケーション量をみると、1%から5%の間では線形に変化するといえる。本シミュレーションは前述の通りインフォーマルコミュニケーション量の向上を評価指標とした建築主との合意形成ツールである。具体的には複数のレイアウト案に対するインフォーマルコミュニケーション量を相対的に比較するツールとしての利用が見込まれるため、この線形に変化する範囲内では、どの発生確率を用いてもレイアウト案同士の相対的なコミュニケーションの関係を把握するには決定的な計算条件ではないものと考えられる。

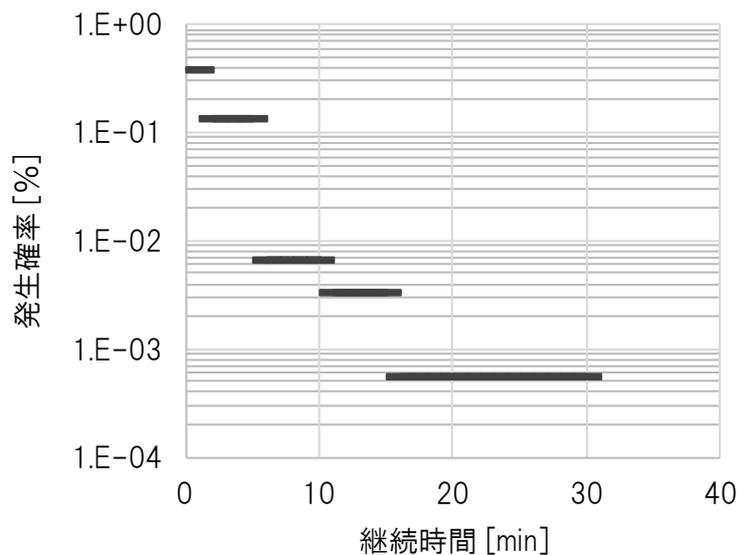


図 6.1 インフォーマルコミュニケーションの継続時間

### 6.2.5 シミュレーションアウトプットとしてのインフォーマルコミュニケーション

上記の設定により発生したインフォーマルコミュニケーションのログをシミュレーションのアウトプットとする。具体的なログは、開始時間、継続時間、場所 (x,y)、インフォーマルコミュニケーションを行なったエージェントの ID (2名) である。

### 6.3 シミュレーションにおける条件設定のためのタスクに関する実態調査結果の分析

#### 6.3.1 執務者へのアンケート調査概要

第4章における実際の建物<注6.4>においてシミュレーションの条件設定のための調査をおこなった。給湯器メーカーの研究開発施設である。デスクスペースはワンフロアであり、床面積は1、372.99 m<sup>2</sup>である。執務者は140名である。調査は2013年夏のコミュニケーションに関するアンケート調査の際に行なった。タスクに関する1回の継続時間と発生確率について調査した。調査方法はアンケート用紙に以下の点を記載してもらった形とした。アンケート対象期間は2週間とした。

- ①勤務時間内において外出している時間の割合 (%)
- ②外出のない一日の勤務時間 (時間)
- ③外出のない一日の業務の1回あたりの継続時間 (分) と回数 (回)
- ④業務の種類は以下とした。
  - a)執務室での打合せ
  - b)休憩 (自席で行なう休憩は除く)
  - c)トイレ
  - d)コピー・プリンタの利用
  - e)電話対応時の離席
  - f)執務室以外 (5ヶ所) での作業や打合せ

#### 6.3.2 調査結果に基づく入力条件の決定

##### (1) タスクの1回の継続時間

表6.1にタスクの1回の継続時間の入力条件 (min) について示す。あわせて各課の人数と外出率も記載する。デスクワークは回答しにくいものと考え、60分と仮定した。

表 6.1 タスクの1回の継続時間の入力条件 (min)

| 課名 | 管理職 | 一般職 | 休憩※ | トイレ | コピー・プリンタの利用 | 電話対応時の離席 | デスクワーク | ミーティング | 他室1での作業・打合 | 他室2での作業・打合 | 他室3での作業・打合 | 他室4での作業・打合 | 他室5での作業・打合 | 人数 | 外出率 |
|----|-----|-----|-----|-----|-------------|----------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|----|-----|
| A課 | ○   |     | 1   | 4   | 2           | 2        | 60     | 53     | 5          | 17         | 0          | 1          | 5          | 4  | 14% |
| A課 |     | ○   | 2   | 4   | 15          | 3        | 60     | 21     | 115        | 32         | 0          | 18         | 0          | 5  | 14% |
| B課 | ○   |     | 3   | 3   | 7           | 2        | 60     | 29     | 44         | 12         | 1          | 1          | 4          | 26 | 13% |
| B課 |     | ○   | 7   | 4   | 3           | 1        | 60     | 26     | 187        | 53         | 0          | 2          | 1          | 34 | 5%  |
| C課 | ○   |     | 3   | 3   | 2           | 2        | 60     | 65     | 2          | 1          | 0          | 10         | 0          | 17 | 7%  |
| C課 |     | ○   | 5   | 4   | 2           | 1        | 60     | 47     | 5          | 16         | 0          | 0          | 6          | 39 | 5%  |
| D課 | ○   |     | 2   | 5   | 3           | 3        | 60     | 3      | 203        | 57         | 0          | 0          | 0          | 2  | 13% |
| D課 |     | ○   | 10  | 5   | 1           | 5        | 60     | 10     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 3  | 0%  |
| E課 | ○   |     | 0   | 5   | 1           | 5        | 60     | 5      | 0          | 0          | 0          | 10         | 0          | 1  | 5%  |
| F課 | ○   |     | 0   | 6   | 3           | 5        | 60     | 30     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 2  | 10% |
| G課 | ○   |     | 5   | 4   | 2           | 4        | 60     | 56     | 13         | 4          | 0          | 0          | 6          | 5  | 23% |

※) 自席で行う休憩は除く

## (2) タスクの発生確率

表 6.2 にタスクの発生確率の入力条件について示す。外出のない一日の業務の回数から比率を求めた。

表 6.2 タスクの発生確率の入力条件

| 課名 | 管理職 | 一般職 | 休憩※  | トイレ   | コピー・プリンタの利用 | 電話対応時の離席 | デスクワーク | ミーティング | 他室1での作業・打合 | 他室2での作業・打合 | 他室3での作業・打合 | 他室4での作業・打合 | 他室5での作業・打合 |
|----|-----|-----|------|-------|-------------|----------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| A課 | ○   |     | 0.0% | 11.5% | 26.9%       | 11.5%    | 30.8%  | 11.5%  | 1.7%       | 6.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| A課 |     | ○   | 0.0% | 12.5% | 18.8%       | 6.3%     | 31.3%  | 12.5%  | 14.6%      | 4.1%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| B課 | ○   |     | 4.5% | 18.2% | 22.7%       | 4.5%     | 27.3%  | 13.6%  | 7.1%       | 2.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| B課 |     | ○   | 7.1% | 21.4% | 21.4%       | 7.1%     | 21.4%  | 7.1%   | 11.1%      | 3.1%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| C課 | ○   |     | 0.0% | 17.6% | 23.5%       | 5.9%     | 41.2%  | 11.8%  | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| C課 |     | ○   | 5.3% | 21.0% | 21.0%       | 11.0%    | 36.8%  | 5.3%   | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| D課 | ○   |     | 5.6% | 27.8% | 11.1%       | 11.1%    | 22.2%  | 16.7%  | 4.3%       | 1.2%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| D課 |     | ○   | 5.6% | 27.8% | 5.6%        | 16.7%    | 38.9%  | 5.6%   | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| E課 | ○   |     | 0.0% | 17.4% | 21.7%       | 4.3%     | 39.1%  | 8.7%   | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 8.7%       | 0.0%       |
| F課 | ○   |     | 0.0% | 25.0% | 25.0%       | 5.0%     | 30.0%  | 15.0%  | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 0.0%       |
| G課 | ○   |     | 0.0% | 14.3% | 23.8%       | 14.3%    | 28.6%  | 9.5%   | 3.7%       | 1.0%       | 0.0%       | 0.0%       | 4.8%       |

※) 自席で行う休憩は除く

## 6.4 着席および離席の状況によるコミュニケーションの実態調査結果の分析（行動シミュレーションで対象となるコミュニケーション量の分析）

### 6.4.1 調査概要

前述のように研究対象である行動シミュレーションでは着席者と離席者もしくは離席者同士（歩行者同士）のインフォーマルコミュニケーションを対象としており、着席者同士のインフォーマルコミュニケーションは対象外である。そのため第4章のインターバルカメラによるコミュニケーション調査結果を分析し、着席および離席の状況により分類した。2013/7/22(月)～26(金)の5日間についての調査である。

### 6.4.2 調査結果

図6.2に分類結果を示す。

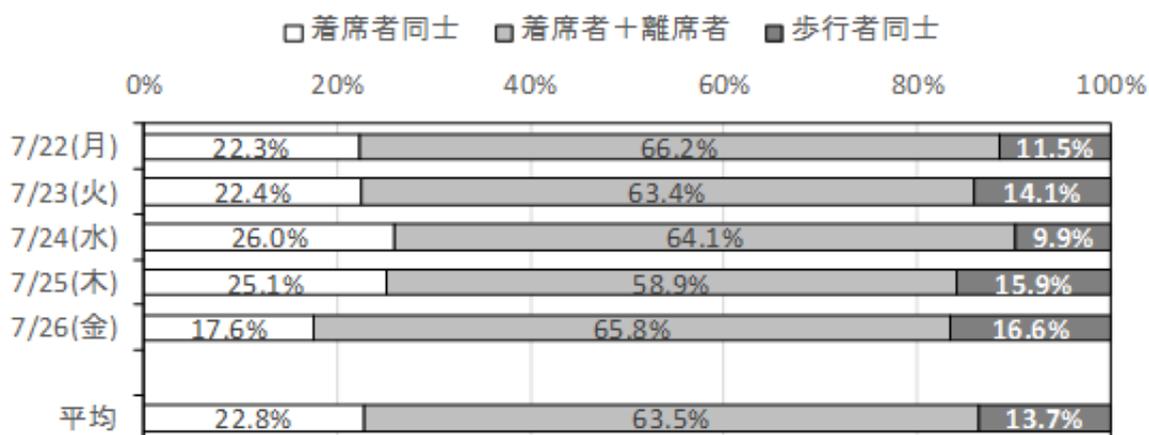


図 6.2 コミュニケーション量の着席・離席状況による分類（個人席周辺）

5日間の平均値を見ると、コミュニケーションの中での割合は、着席者同士が22.8%、着席者+離席者が63.5%、歩行者同士が13.7%であり、着席者と離席者によるコミュニケーションが一番多かった。行動シミュレーションの解析対象となる着席者+離席者、および歩行者同士によるコミュニケーションの全体に占める割合は77.2%であった。第4章では、個人席周辺のコミュニケーション量が0.98h/人日であったことから、着席者+離席者、および歩行者同士によるコミュニケーション量は、0.76h/人日である。

## 6.5 実態調査分析結果の行動シミュレーションへの応用

### 6.5.1 計算条件

実態調査を行なった建物において行動シミュレーションを実施した。計算対象建物は、三角形の平面形態を有効に活用すべく中庭を内包するプランとし、中庭に面したデスク脇のオープンスペースを通路として活用することでインフォーマルコミュニケーションが増えることをねらいとしたものである。人が並んで歩くことができるため物理的な対人距離を縮めることができ、着席した人と通路歩行者が出会う頻度も増加する。今回は、レイアウト変更案についてもあわせて計算した。図 6.3 に計算をおこなったレイアウトを示す。次の3つのレイアウトの違いによるインフォーマルコミュニケーション量の比較を行なった。まず実際の建物でのレイアウト（図 6.3 (a)）はコピー機を分散設置し、一部の部署の管理職と一般職を分離したものである。それに対し、レイアウト変更案 1（図 6.3 (b)）は打合スペースを集約し、かつ部署内コミュニケーション頻度の向上をねらったもの、レイアウト変更案 2（図 6.3 (c)）はコピー機を北側と南側の島の中央に集めてコピー機利用者と歩行者のインフォーマルコミュニケーションの誘発をねらったものである。なお前述の表 1 および 2 の A 課から G 課がグループに分かれて編成されている。

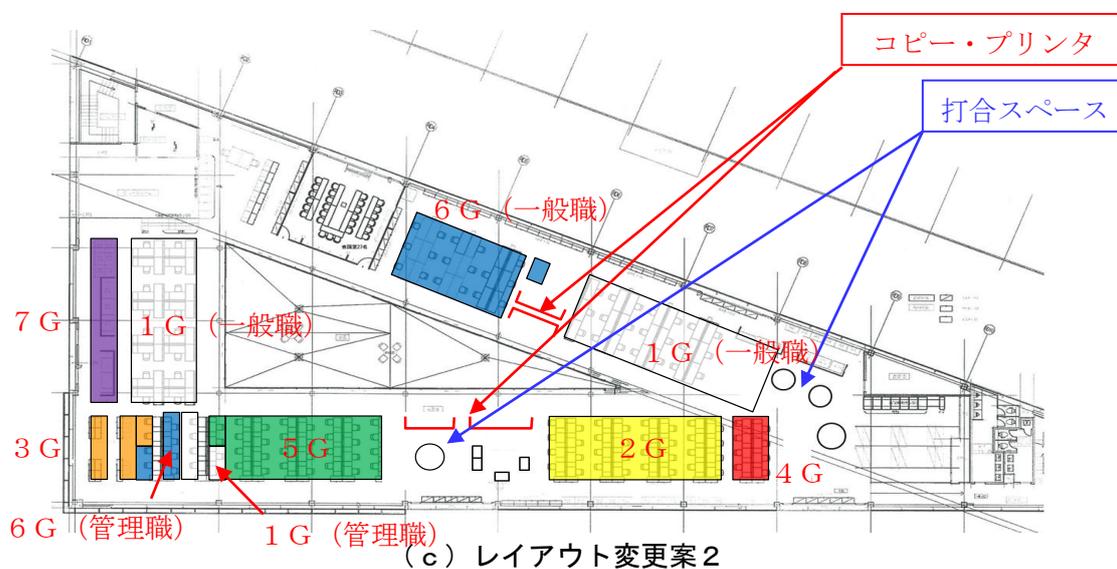
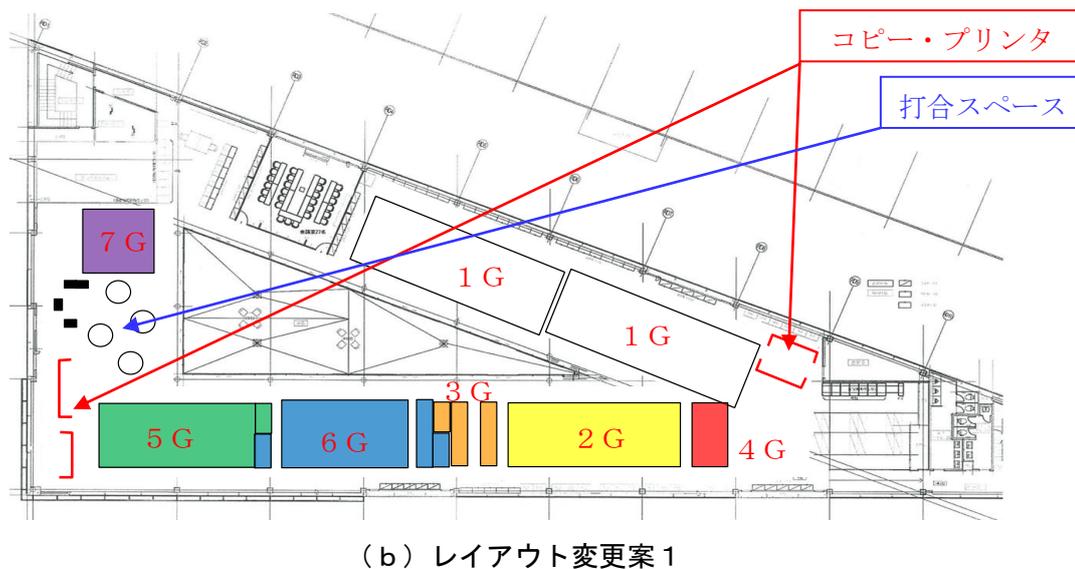
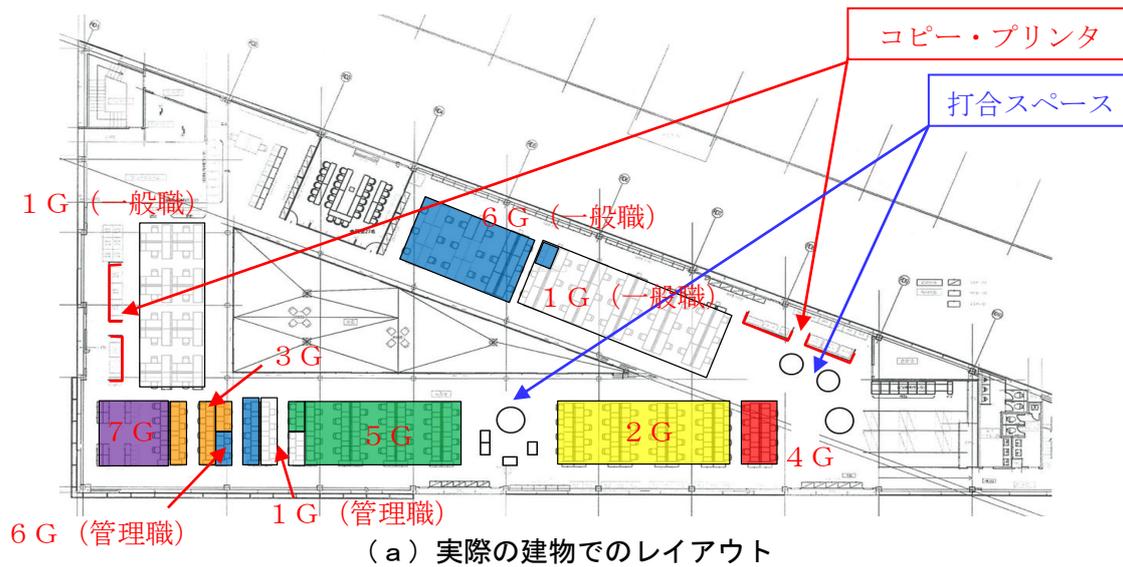


図 6.3 実際の建物でのレイアウトの検討プラン

### 6.5.2 計算結果および考察

図 6.4 にコミュニケーション発生確率の違いによるコミュニケーション量の比較を示す。図 6.3 (a) の実際の建物でのレイアウトにおいて、発生確率を 1%、3%、5% で比較した。インフォーマルコミュニケーション量 (h/人日) は、1% で 0.18、3% で 0.55、5% で 0.92 であった。本シミュレーションにおいては、コミュニケーション発生確率を変更することによって、インフォーマルコミュニケーション量は線形に変化するものといえる。

3% の場合のエリアごとの比率は、個人席周辺が 92.0%、打合せスペースが 5.2%、その他が 2.8% だったことから、個人席周辺のコミュニケーション量は 0.51h/人日と考えられる。

前述の実態調査 (図 6.2) によるインフォーマルコミュニケーション量が 0.76 であったことから、3% で計算した時の値とは大きな誤差はなく、インフォーマルコミュニケーション発生確率を 1%~5% の間に設定することの妥当性を確認できた。〈注 6.5〉

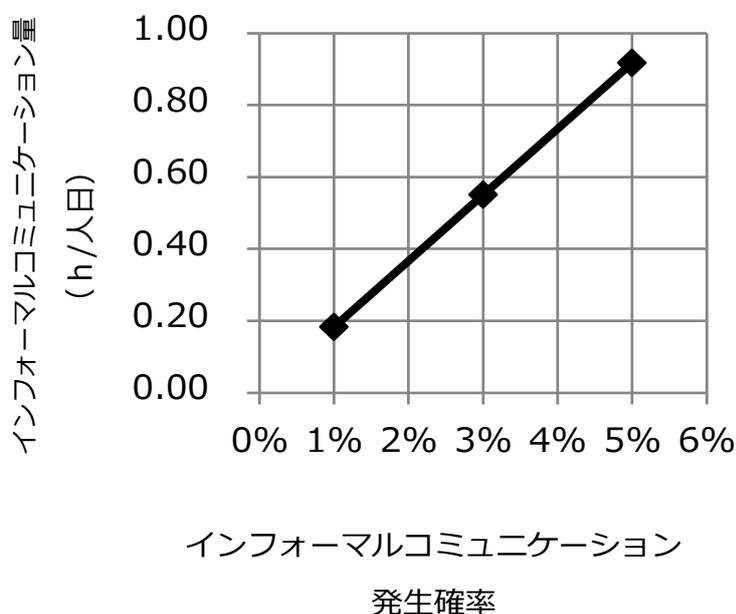


図 6.4 コミュニケーションの発生確率の違いによる  
コミュニケーション量の比較 (図 6.3 (a) の場合)

次に上記のレイアウトの違いによるインフォーマルコミュニケーションの計算結果としての一人あたりの一日のコミュニケーション量 (h/人日) を図 6.5 に示す。実際の建物レイアウトでは 0.55、レイアウト変更案 1 では 0.52、レイアウト変更案 2 も 0.52 であった。

これら 3 つのレイアウトの違いでは、インフォーマルコミュニケーション回数には大きな差が見られなかった。その原因として回廊型のオフィスであることがインフォーマルコミュニケーションの回数を増やすことに大きく貢献している可能性が考えられる。そのため後述の標準モデルプランにおける感度解析では回廊型の感度も検討対象とする。

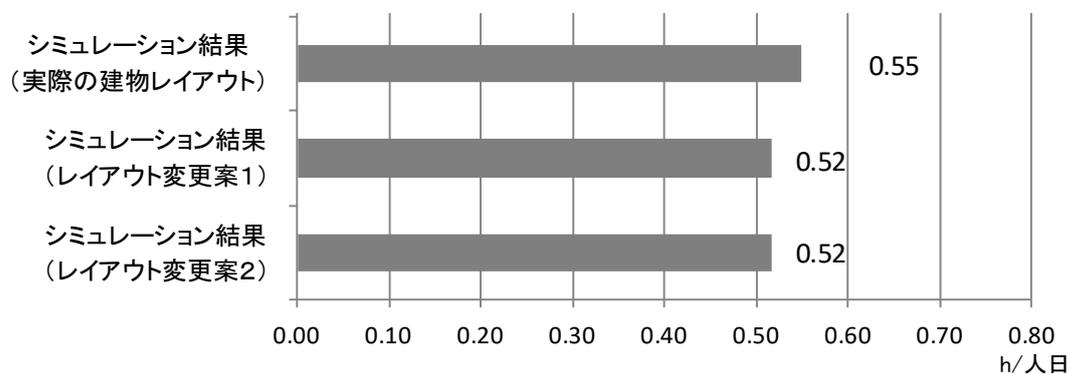


図 6.5 インフォーマルコミュニケーション計算結果

## 6.6 標準モデルプランにおける感度解析

### 6.6.1 計算モデル

前述の実際の建物のプランでは特殊性がある可能性をふまえ、標準モデルプランに設定した執務室は基準階オフィスビルとした。〈注 6.6〉

基準階の寸法は、幅 24.0m×奥行 12.3m、出入口扉は 2ヶ所ある。建築設計資料集成 [文 6.30] のデスクレイアウトを参考に机サイズと通路幅を設定した。具体的には、机のサイズを 1 台あたり幅 1,200mm×奥行 900mm、通路幅を 1,200mm 以上とした。机以外の家具什器類として、コピー機を 2 台、4 種類の書架（幅 2,700mm、3,000mm、3,600mm、4,200mm、奥行はいずれも 600mm）を机のレイアウト状況に応じて設置した。またフォーマルコミュニケーションを行なうための会議室に該当するものとしての打合スペースについては 4 席 1 組（1 テーブルが幅 1,200mm×奥行 900mm を 4 つ組み合わせたもの）を 2ヶ所とした。これらにより在席人数は 56 人、在席人数の原単位は 0.14 人/m<sup>2</sup>となった。

### 6.6.2 タスクの設定

前述の実態調査を参考にしてタスクを設定した。設定内容は表 6.3 に示す。実態調査と異なる点として、以下の 4 点がある。

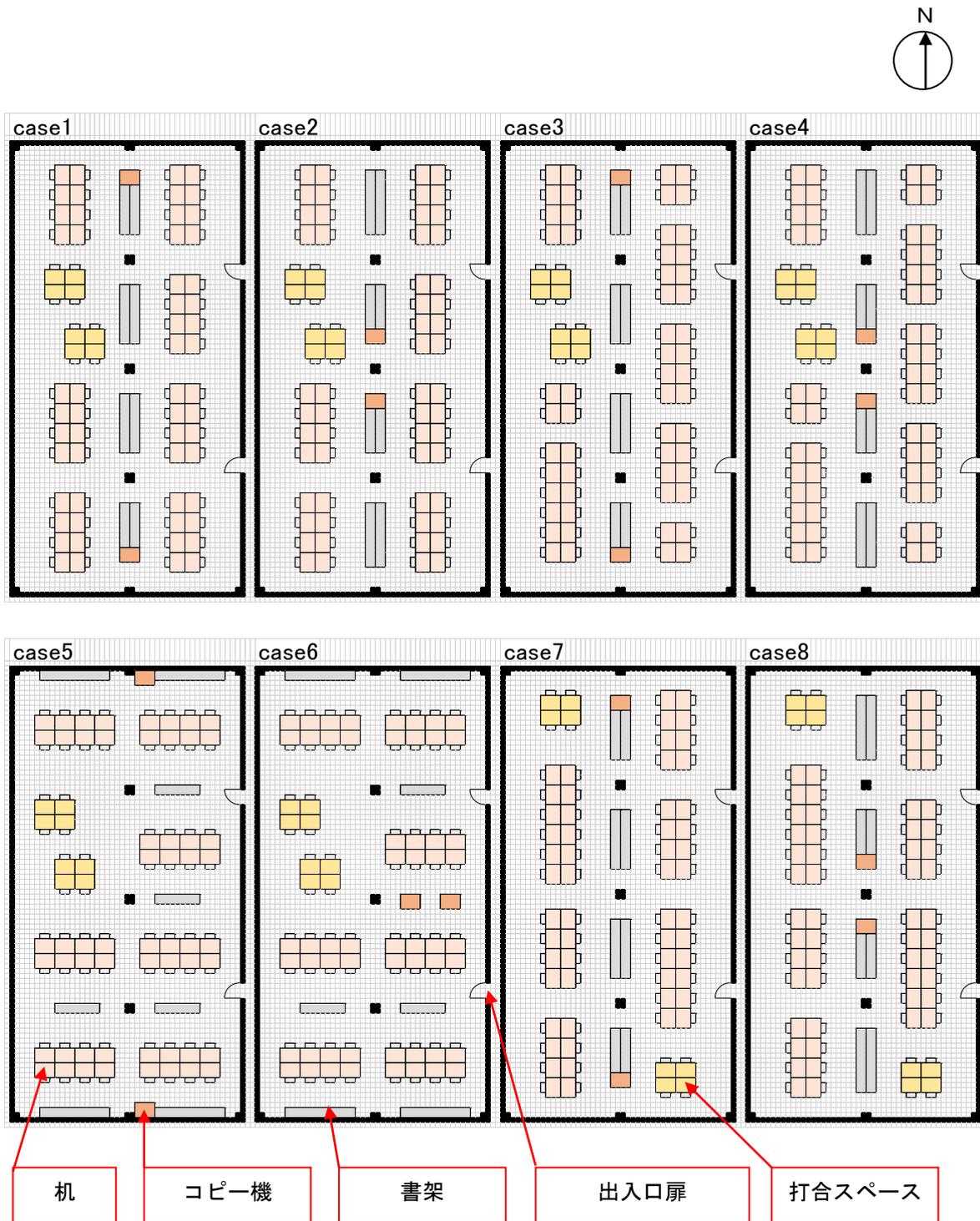
- (1) 電話対応のタスクが自席タスクとなった。
- (2) 執務室以外（5ヶ所）での作業や打合せの内、アンケート結果での発生確率が概ねゼロであった他室は除いた。
- (3) 1Fでの作業・打合せのタスクについては、標準モデルではフロアの区別がないため外出タスクに変更した。
- (4) 出社時刻は 8 時 30 分、退社時刻は 20 時とし、いずれもそれらを中心とした正規分布とした。

表 6.3 タスクの発生確率と継続時間

| タ<br>ス<br>ク       | 名称       | デスク<br>ワーク | 会議    | コピー      | 休憩       | 電話<br>対応 | WC   | 他1       | 他2       |
|-------------------|----------|------------|-------|----------|----------|----------|------|----------|----------|
|                   | 発生<br>場所 | 自席         | 会議室   | コピー<br>機 | 執務室<br>外 | 自席       | トイレ  | 執務室<br>外 | 執務室<br>外 |
| 発生<br>確率<br>(%)   |          | 31         | 9     | 22       | 4        | 8        | 20   | 5        | 1        |
| 継続<br>時間<br>(min) |          | 60.00      | 38.51 | 3.42     | 4.57     | 2.00     | 3.97 | 63.57    | 22.62    |

### 6.6.3 解析ケース

藤田[文 6.22]らの既往の研究もふまえて、オフィス内での移動距離が長くなることで、偶発的出会いが増えるものと想定し、その影響が出ると考えられる要素を感度解析の対象とした。どのような因子がどのような感度を持つのか、すなわち振るパラメータの感度を解析することを目的とした。具体的なモデリングとしては、コピー機の位置（分散と集約）、机の島の雁行の有無、机の向き（南北軸と東西軸）、会議室の位置（集約と分散）、パーティションの有無、通路の場所を変更させて分析した。執務環境内での執務者の歩行が生じることとなるコピー機や会議室の位置を変化させることで、移動経路を変化させた。また移動距離を変えるために机のレイアウトを雁行や向きによって変化させた。さらにパーティションによって通路の位置を変化させた。これらにより図 6.6(a)から(c)に示す 24 ケースでの比較をおこなった。コピー機は 2 台を南北に分散した場合と室中央に集約した場合を比較した。雁行については机の島の組み合わせを変更し通路を雁行させた。机の向きは 8 人で 1 島を形成することを基本として、その島の向きを南北軸とするか東西軸にするかについて比較した。会議室の位置は集約と分散での比較を行った。パーティション（間仕切壁）は視線だけでなく動線をふさぐものとし、有無の比較と有りの場合には設置場所によって主動線を変更した。外側に立てて主動線を室中央に集めたものと、内側に立てて主動線を室外周部（回廊型）にしたものである。なおサンプル数は杉崎ら[文 6.31]の研究により 15 回とした。



(a) case1~8

図 6.6 標準モデルでの解析ケース

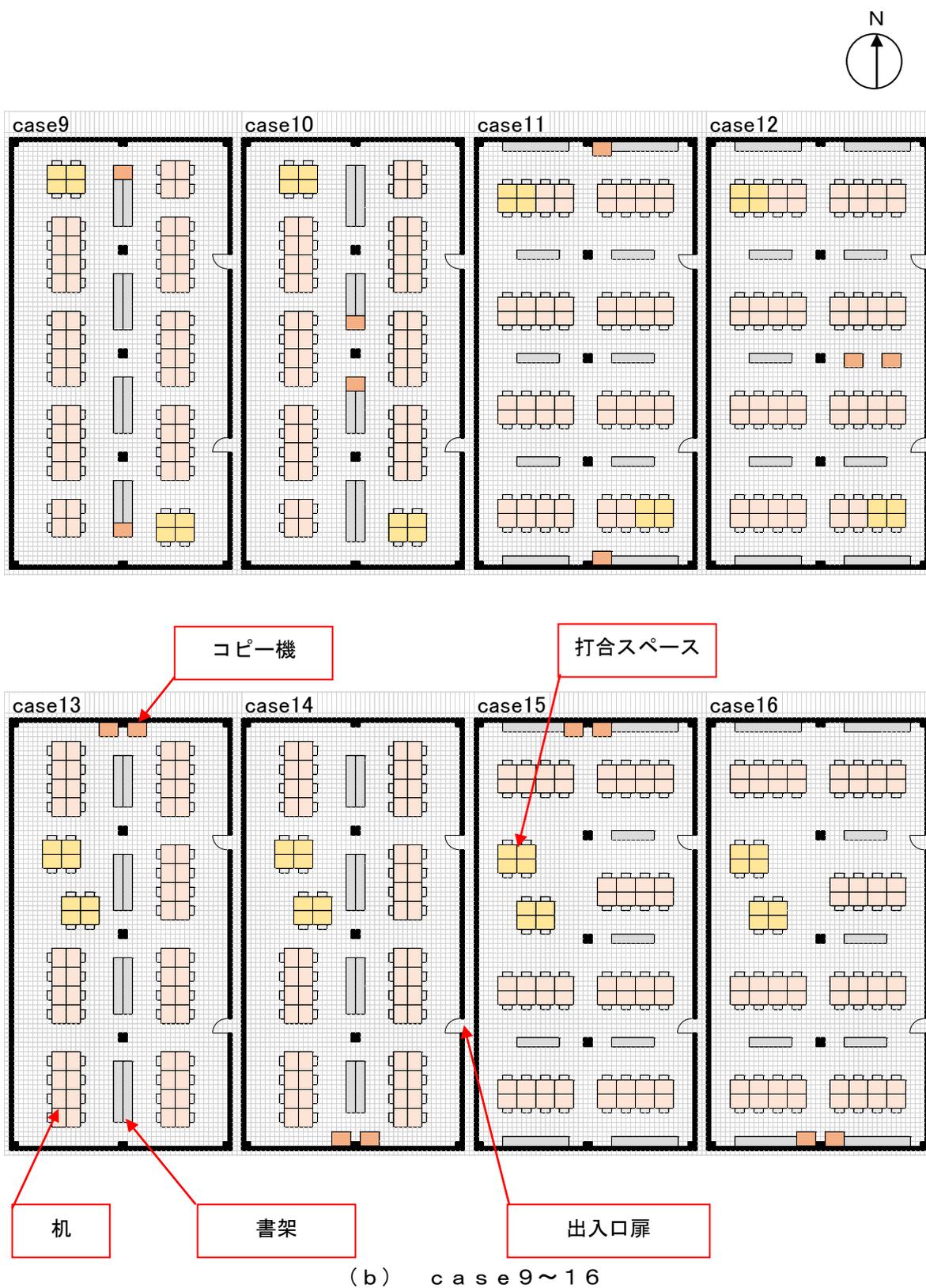


図 6.6 標準モデルでの解析ケース

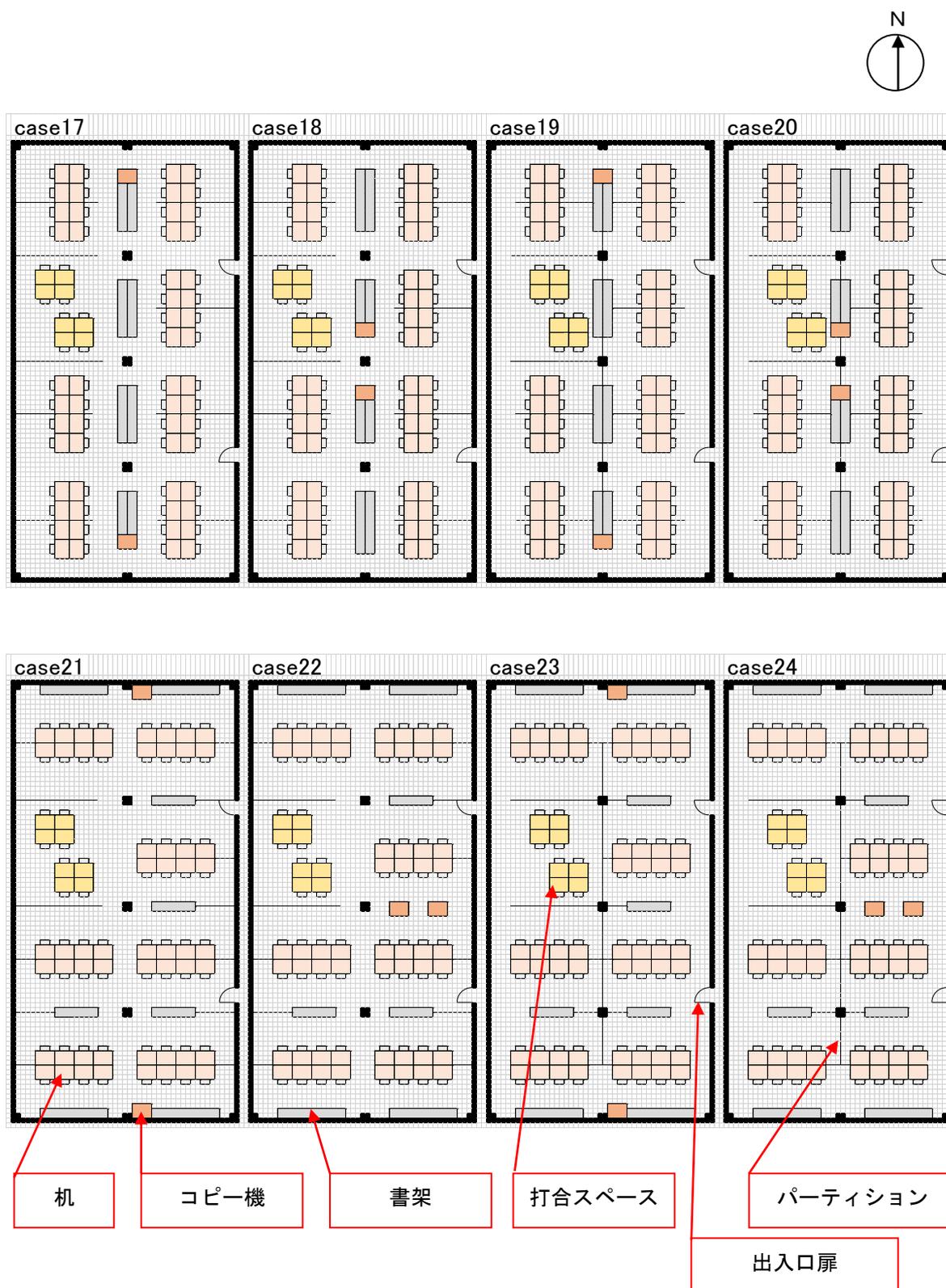


図 6.6 標準モデルでの解析ケース

## 6.6.4 計算結果および考察

## (1) 各ケースにおけるインフォーマルコミュニケーションの発生回数の比較

図 6.7 に各ケースにおけるインフォーマルコミュニケーションの発生回数を示す。発生回数の多かった上位 3 ケースは、**case23** (コピー機：分散、雁行なし、机の向き：東西、会議室：集約、パーティションあり (回廊型)) (平均値 257num./day)、**case20** (コピー機：集約、雁行なし、机の向き：南北、会議室：集約、パーティションあり (回廊型)) (平均値 249num./day)、**case24** (コピー機：集約、雁行なし、机の向き：東西、会議室：集約、パーティションあり (回廊型)) (平均値 244num./day) であった。いずれもパーティションあり (回廊型) であった。一方発生回数の少なかった 3 ケースは、**case12** (コピー機：集約、雁行なし、机の向き：東西、会議室：分散、パーティションなし) (平均値 156num./day)、**case6** (コピー機：集約、雁行なし、机の向き：東西、会議室：集約、パーティションなし) (平均値 158num./day)、**case18** (コピー機：集約、雁行なし、机の向き：南北、会議室：集約、パーティションあり (主動線室中央)) (平均値 174num./day) であった。いずれもコピー機を集約した場合であった。

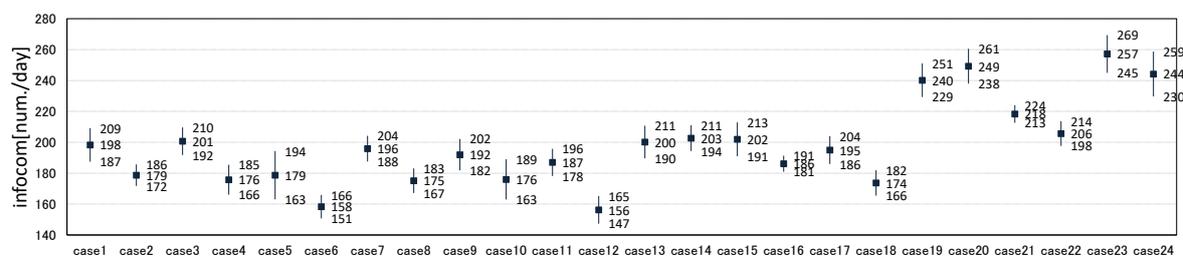


図 6.7 各ケースにおけるインフォーマルコミュニケーションの発生回数

以下に各変数についての結果と考察を記す。それぞれの変数内のバリエーションでの比較を行なった。その際、各ケースの平均値の差についてt検定（有意水準5%以下）を行なった。

## (2) コピー機の位置（分散と集約）（表6.4）

今回のケースでは、コピー機の位置は、中央に集約するよりも、南北に分散させるほうが、インフォーマルコミュニケーション発生回数が多かった。

コピー機はマグネットスペースとしての役割があるため、シミュレーション以外の検討も重要と考えられる。

表 6.4 コピー機の位置（分散と集約）の感度解析結果

| case 比較 | コピー            | 雁行 | 机向き | 会議室 | パーティション | 主動線 | 有意差       | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|----------------|----|-----|-----|---------|-----|-----------|--------------------------|
| 1vs2    | 分散 VS 集約(中)    | なし | 南北  | 集約  | なし      | —   | 有 p=0.003 | 分散                       |
| 3vs4    | 分散 VS 集約(中)    | あり | 南北  | 集約  | なし      | —   | 有 p<0.001 | 分散                       |
| 5vs6    | 分散 VS 集約(中)    | —  | 東西  | 集約  | なし      | —   | 有 p=0.020 | 分散                       |
| 7vs8    | 分散 VS 集約(中)    | あり | 南北  | 分散  | なし      | —   | 有 p=0.001 | 分散                       |
| 9vs10   | 分散 VS 集約(中)    | あり | 南北  | 分散  | なし      | —   | 有 p=0.047 | 分散                       |
| 11vs12  | 分散 VS 集約(中)    | —  | 東西  | 分散  | なし      | —   | 有 p<0.001 | 分散                       |
| 13vs14  | 集約(北) VS 集約(南) | なし | 南北  | 集約  | なし      | —   | —         | 集約(南)                    |
| 15vs16  | 集約(北) VS 集約(南) | —  | 東西  | 集約  | なし      | —   | 有 p=0.011 | 集約(北)                    |
| 17vs18  | 分散 VS 集約(中)    | なし | 南北  | 集約  | あり      | 室中央 | 有 p=0.001 | 分散                       |
| 19vs20  | 分散 VS 集約(中)    | なし | 南北  | 集約  | あり      | 回廊型 | —         | 集約(中)                    |
| 21vs22  | 分散 VS 集約(中)    | —  | 東西  | 集約  | あり      | 室中央 | 有 p=0.010 | 分散                       |
| 23vs24  | 分散 VS 集約(中)    | —  | 東西  | 集約  | あり      | 回廊型 | —         | 分散                       |

## (3) 机の島の雁行の有無（表6.5）

雁行の有無は、ケースによってインフォーマルコミュニケーション発生回数の増減の両方があった。有意差はみられなかった。

このプランでの雁行は変化を生むほどの大きな差とはいえないものと考えられる。

表 6.5 机の島の雁行の有無の感度解析結果

| case 比較 | コピー   | 雁行       | 机向き | 会議室 | パーティション | 主動線 | 有意差 | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|-------|----------|-----|-----|---------|-----|-----|--------------------------|
| 1vs3    | 分散    | なし VS あり | 南北  | 集約  | なし      | —   | —   | あり                       |
| 2vs4    | 集約(中) | なし VS あり | 南北  | 集約  | なし      | —   | —   | なし                       |
| 7vs9    | 分散    | なし VS あり | 南北  | 分散  | なし      | —   | —   | なし                       |
| 8vs10   | 集約(中) | なし VS あり | 南北  | 分散  | なし      | —   | —   | あり                       |

## (4) 机の向き（南北軸と東西軸）（表 6.6）

有意な差があるものだけについてみると、パーティションがない場合には南北軸、パーティションがある場合には、東西軸であった。

1vs5 と 17vs21 を比較すると、プラン上は家具什器類のレイアウトは同じであるがパーティションの有無だけが異なる。すなわち 1vs5 ではパーティションがないが、17vs21 ではパーティションが存在する。ここでエージェントの動線と在席者の背面の関係をみると、1vs5 では背面を通過する距離を長く確保できる case1 の方が多くなる。パーティションがない場合には最短距離を歩くことになるため、長手方向に沿って机が並ぶため移動者が在席者と出会う機会が増えるものと考えられる。一方パーティションのある 17vs21 では 21 の方が背面を通過する距離が長くなり、インフォーマルコミュニケーション回数も増加している。これはパーティションがあることにより動線が限定され、2 箇所の出入り口までの動線で出会う在席者は東西軸で増えることが影響している。

表 6.6 机の向き（南北軸と東西軸）の感度解析結果

| case 比較 | コピー   | 雁行 | 机向き      | 会議室 | パーティション | 主動線 | 有意差       | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|-------|----|----------|-----|---------|-----|-----------|--------------------------|
| 1vs5    | 分散    | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | なし      | —   | 有 p=0.036 | 南北                       |
| 2vs6    | 集約(中) | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | なし      | —   | 有 p<0.001 | 南北                       |
| 7vs11   | 分散    | なし | 南北 VS 東西 | 分散  | なし      | —   | —         | 南北                       |
| 8vs12   | 集約(中) | なし | 南北 VS 東西 | 分散  | なし      | —   | 有 p=0.002 | 南北                       |
| 13vs15  | 集約(北) | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | なし      | —   | —         | 東西                       |
| 14vs16  | 集約(南) | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | なし      | —   | 有 p=0.001 | 南北                       |
| 17vs21  | 分散    | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | あり      | 室中央 | 有 p<0.001 | 東西                       |
| 18vs22  | 集約(中) | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | あり      | 室中央 | 有 p<0.001 | 東西                       |
| 19vs23  | 分散    | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | あり      | 回廊型 | 有 p=0.034 | 東西                       |
| 20vs24  | 集約(中) | なし | 南北 VS 東西 | 集約  | あり      | 回廊型 | —         | 南北                       |

## (5) 会議室の位置（集約と分散）（表 6.7）

会議室（打合スペース）の配置は、ケースによってインフォーマルコミュニケーション発生回数の増減の両方があったが、集約のほうが多い傾向にあった。有意差はみられなかった。

表 6.7 会議室の位置（集約と分散）の感度解析結果

| case 比較 | コピー   | 雁行 | 机向き | 会議室      | パーティション | 主動線 | 有意差 | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|-------|----|-----|----------|---------|-----|-----|--------------------------|
| 1vs7    | 分散    | なし | 南北  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 集約                       |
| 2vs8    | 集約(中) | なし | 南北  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 集約                       |
| 3vs9    | 分散    | あり | 南北  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 集約                       |
| 4vs10   | 集約(中) | あり | 南北  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 同じ                       |
| 5vs11   | 分散    | —  | 東西  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 分散                       |
| 6vs12   | 集約(中) | —  | 東西  | 集約 VS 分散 | なし      | —   | —   | 集約                       |

## (6) パーティションの有無 (表 6.8)

有意差がみられたのはパーティションがある方が大きかった場合のみであった。

前述の図 6.6 のすべてのケースの比較における上位3ケースのいずれもがパーティションあり(回廊型)であったことと同様にパーティションの影響度が高いものと考えられる。

表 6.8 パーティションの有無の感度解析結果

| case 比較 | コピー   | 雁行 | 机向き | 会議室 | パーティション       | 主動線 | 有意差       | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|-------|----|-----|-----|---------------|-----|-----------|--------------------------|
| 1vs17   | 分散    | なし | 南北  | 集約  | なし VS あり(室中央) | —   | —         | なし                       |
| 1vs19   | 分散    | なし | 南北  | 集約  | なし VS あり(回廊型) | —   | 有 p<0.001 | あり(回廊型)                  |
| 2vs18   | 集約(中) | なし | 南北  | 集約  | なし VS あり(室中央) | —   | —         | なし                       |
| 2vs20   | 集約(中) | なし | 南北  | 集約  | なし VS あり(回廊型) | —   | 有 p<0.001 | あり(回廊型)                  |
| 5vs21   | 分散    | —  | 東西  | 集約  | なし VS あり(室中央) | —   | 有 p<0.001 | あり(室中央)                  |
| 6vs22   | 集約(中) | —  | 東西  | 集約  | なし VS あり(室中央) | —   | 有 p<0.001 | あり(室中央)                  |
| 5vs23   | 分散    | —  | 東西  | 集約  | なし VS あり(回廊型) | —   | 有 p<0.001 | あり(回廊型)                  |
| 6vs24   | 集約(中) | —  | 東西  | 集約  | なし VS あり(回廊型) | —   | 有 p<0.001 | あり(回廊型)                  |

## (7) 主動線(通路の場所) (表 6.9)

いずれも回廊型の方が多く、かつ有意な差がみられた。

既往文献[文 6.32]では回遊性の高い空間はコミュニケーションの機会を増やす点が示唆されていることと一致した結果となった。

主動線については室中央にまとめるよりも回廊型にする方が出入り口までの距離が長くなり、その分で偶発的な出会いを増やすこととなるものと考えられる。回廊型とすることがインフォーマルコミュニケーション回数を増加させる重要な感度となると考えると、実態調査のプランにおけるレイアウト変更の検討のシミュレーションにおいては感度の高い回廊型の中だけでの比較をしていたということであり、他の要素の変化が感度として現れにくかったものと考えられる。〈注 6.7〉

表 6.9 主動線(通路の場所)の感度解析結果

| case 比較 | コピー   | 雁行 | 机向き | 会議室 | パーティション | 主動線        | 有意差       | インフォーマルコミュニケーション回数が多かった方 |
|---------|-------|----|-----|-----|---------|------------|-----------|--------------------------|
| 17vs19  | 分散    | なし | 南北  | 集約  | あり      | 室中央 VS 回廊型 | 有 p<0.001 | 回廊型                      |
| 18vs20  | 集約(中) | なし | 南北  | 集約  | あり      | 室中央 VS 回廊型 | 有 p<0.001 | 回廊型                      |
| 21vs23  | 分散    | —  | 東西  | 集約  | あり      | 室中央 VS 回廊型 | 有 p<0.001 | 回廊型                      |
| 22vs24  | 集約(中) | —  | 東西  | 集約  | あり      | 室中央 VS 回廊型 | 有 p<0.001 | 回廊型                      |

## 6.7 まとめ

本章の目的は執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関する実態調査の分析結果を行動シミュレーションモデルに応用し、さらに行動シミュレーションを用いて知的生産性向上の検討に寄与する知見を得ることである。本章では以下の知見を得た。

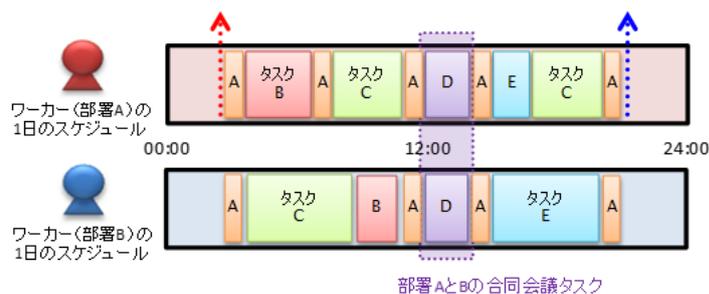
- (1) インフォーマルコミュニケーションの割合は、実態調査では着席者同士が 22.8%、着席者と離席者が 63.5%、歩行者同士が 13.7%であり、着席者と離席者によるインフォーマルコミュニケーションが一番多かった。
- (2) 実態調査から、着席者+離席者、および歩行者同士によるコミュニケーション量は、0.76h/人日であった。
- (3) インフォーマルコミュニケーションの発生回数の多かった上位3ケースはいずれもパーティションあり（回廊型）であった。
- (4) エージェントの移動量（歩行距離）が増加することが、インフォーマルコミュニケーション量の増加に貢献する点が示唆された。

## 6.8 注釈

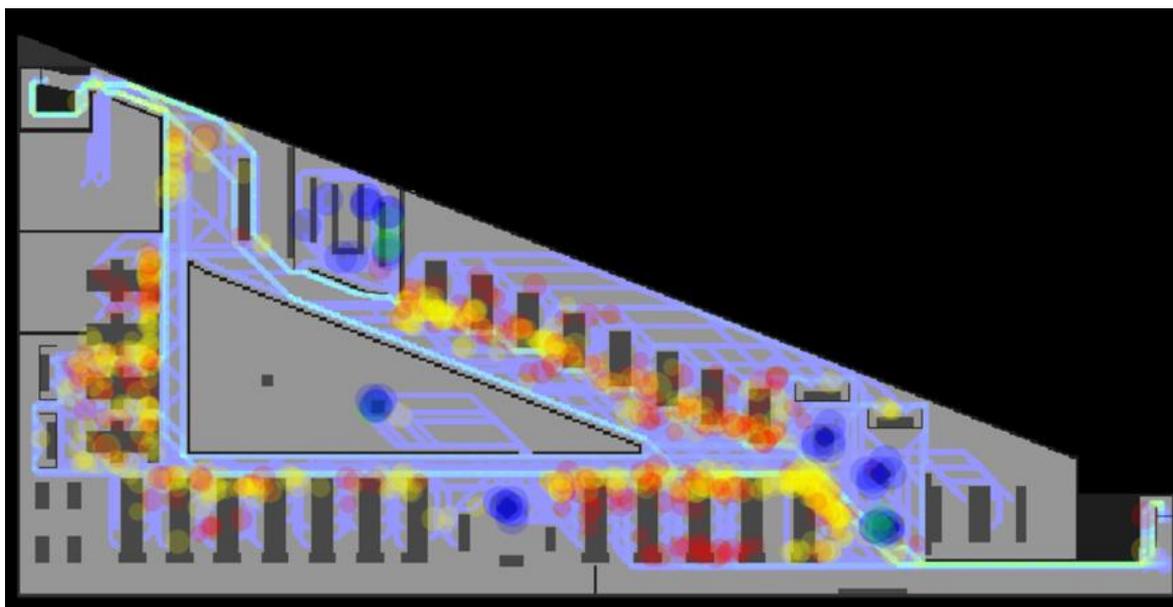
〈注 6.1〉7つの Behavior とは、「情報処理」、「収束的思考」、「拡散的思考」、「リラックス（休息）」、「リフレッシュ（切替）」、「フォーマルコミュニケーション（予定されていた会議や打合せ）」、「インフォーマルコミュニケーション（偶発的な雑談や打合せ）」である。インフォーマルコミュニケーションは挨拶だけでなく、拡散的思考を助長するものと考えられる。

〈注 6.2〉artisoc はマルチエージェント・シミュレーション（MAS）における実行順序制御機構をベースとし、グラフィカルユーザインタフェース（GUI）を含めた MAS モデル構築の支援機能を持つ MAS エンジンのオープンソースである。MAS とは、自律的に振る舞うエージェントを定義し、あるシステム内における多数のエージェントの振る舞いをシミュレートすることで、システム全体の振る舞いを観察・解析するボトムアップ的なアプローチである。MAS では、エージェントの個性を属性として定義するとともに、周囲のエージェントとの相互作用や環境・状況に応じて行動を変化させる法則を行動ルールとして定義する。この属性や行動ルールを分析対象に応じて設定することにより、個人内でも様々な要因に応じて行動が変わる多様性や、多くの人や物が場合によっては局所的に影響を及ぼしあう相互作用を表現することが可能である。本研究では、artisoc をベースとして、空間についてはプラン、人については歩行速度、タスクについては継続時間と発生確率、コミュニケーションについては発生確率を入力条件としている。なお1試行分のフローは次の通り。①出勤時刻を正規分布により決定する。②複数のエージェントで行なうミーティングのスケジュールをランダムに決定する。③ミーティング以外のスケジュールをランダムに決定する。④タスクの場所が複数ある場合にはランダムに決定する。これらのランダムに決定するものは、1試行ごとに乱数により生成する。この試行を15回繰り返し、その結果の平均を算出する。

以下にタスクの設定イメージおよび GUI の具体的イメージを記す。



付録 図 6.1 タスクの設定イメージ



付録 図 6.2 GUI の具体的イメージ

<注 6.3>密接距離：6～18 インチ（約 15～45cm）、個体距離：1.5～4.0 フィート（約 45～120cm）、社会距離：4.0～12.0 フィート（約 120～360cm）、公衆距離：12.0 フィート以上（約 360cm 以上）

<注 6.4>調査対象建物は、一日周期の外部の物理的周期（サーカディアン条件）と人間の生理的な周期が同期していることが自然であり知的生産性にもよいと考え設計し運用している建物であり、外部の自然環境の導入効果に関する実態調査結果は第3章および[文 6.27]に詳しい。

<注 6.5> インターバルカメラ調査とアンケート調査では異なるものを調査しているため、あくまでも参考値レベルではあるが、以下の検討を行なう。

- (1) 2013 年夏のインターバルカメラ調査結果における着席者+離席者、および歩行者同士によるコミュニケーション量が 0.76h/人日 (図 6.2 に関する記述の再掲)
- (2) 第 4 章のアンケート調査 (図 4.6) における個人席周辺のコミュニケーションの比率は以下。
  - ① 2012 年夏 フォーマルコミュニケーション : インフォーマルコミュニケーション = 27.2% : 72.8%
  - ② 2013 年夏 フォーマルコミュニケーション : インフォーマルコミュニケーション = 26.0% : 74.0%
- (3) (1) の 0.76h/人日の内、インフォーマルコミュニケーションが (2) の結果 (74.0%) であると仮定すると、個人席周辺でのインフォーマルコミュニケーションは 0.56h/人日 (=0.76×0.74) となり、「6.5.2 計算結果および考察」の文中に記載された 0.51h/人日に、さらに近づくこととなる。本シミュレーションは複数のプランを設計段階で比較するためのツールとしての利用が見込まれているため、実用性のあるレベルといえる。

実態調査対象建物を対象とした行動シミュレーションにおいて、応答確率を 1%、3%、5% で計算した。その結果、線形となった。

今回のシミュレーションでは、話しかけるエージェントと応答するエージェントが 3m 以内に接近したときに、3% の確率で応答し、既往の研究をふまえた時間 (入力条件はステップ関数) にコミュニケーションを継続するものとした。その計算結果が 0.51h/人日であった。一方、実態調査として、インターバルカメラでの調査結果の中から、アンケート結果に基づいてフォーマルコミュニケーションの比率を算出した結果が 0.56h/人日であった。

すなわち、行動シミュレーションにおいて、話しかける距離を 3m 以内、話を継続する時間を既往の研究によるステップ関数と仮定した場合、応答確率を 3% とした場合のコミュニケーション量 (h/人日) が、実態調査をふまえて計算した結果 (インターバルカメラ調査結果とアンケート調査結果の複合的な検討結果) と似通った結果となった。

そのため、これらの結果をふまえて、標準モデルにおける行動シミュレーションの入力条件にも利用した。話しかけるエージェントと応答するエージェントが 3m 以内に接近したときに、3% の確率で応答し、既往の研究をふまえた時間 (入力条件はステップ関数) にコミュニケーションを継続するものとした。

<注 6.6>具体的には、日本建築学会熱シンポジウム（1985）において提案されたオフィス標準問題[文 6.28]を採用した。コアの東西にオフィスがあるため西側フロア（302.58 m<sup>2</sup>（12.3m×24.6m））を対象とした。本研究は、解析ケース（コピー機や会議室の位置、机のレイアウト等）での感度解析を行なうため、オフィスの建築平面としては、できるだけシンプルな四角形のものを採用した。本オフィスモデルは、温熱環境の検討だけでなく、吉澤[文 6.29]らの光環境などにも用いられているため、汎用性のあるプランと考え、標準モデルプランに採用した。

<注 6.7>実態調査を行なった建物（テクニカルセンター）は、デスクスペースの内側に中庭を設け、その中庭の周囲を回廊型にしたものである。第4章でのインターバルカメラ調査では、この回廊部分を単独で抽出した分析は行なっておらず、回廊部分でのコミュニケーションは個人席周辺や打合せスペースに含まれている。本章でのテクニカルセンターでレイアウトを変更した場合の行動シミュレーションによる比較では、インフォーマルコミュニケーション量に大きな差は見られなかった。

また標準モデルでは、デスクスペースの外側を回廊としたケースを検討している。行動シミュレーションでは、この回廊型において、回廊型でないものと比べてインフォーマルコミュニケーションの発生回数が多いことが確認できた。

デスクスペースからの移動距離が長くなるという観点では、テクニカルセンターのようにデスクスペースの内周部（中庭の外周部）を歩行する場合も、標準モデルのようにデスクスペースの外周部を歩行する場合も、回遊性の高いオフィスプランとしての性能があるものと考えられる。

## 6.9 参考文献

- [6.1] 沼中秀一・高橋祐樹・天野健太郎・加藤信介・高橋幹雄・菊池卓郎：知的生産性向上を目指した執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査, 日本建築学会環境系論文集 第80巻 第713号, pp.609～619, 2015年7月
- [6.2] 国土交通省:知的生産性研究委員会報告書(平成24年度),2013.3
- [6.3] 岡本章伺：コミュニケーションマネジメントによる知的生産性の向上, 知的資産創造, 第7巻第1号, pp.93～101, 1999
- [6.4] 緑川ゆり・伊香賀俊治・佐藤啓明・割田知裕：オフィスの建築空間とコミュニケーションが知的生産性に与える影響, 2010年度日本建築学会関東支部研究報告集, pp.149～152, 2011.3
- [6.5] 谷本潤・萩島理・田中尉貴：避難口のボトルネック効果に関するマルチエージェントシミュレーションと平均場近似に基づく解析, 日本建築学会環境系論文集 第74巻 第640号, pp.753-757, 2009年6月
- [6.6] 藤岡正樹・石橋健一・梶秀樹・塚越功：津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価, 日本建築学会計画系論文集 第562号, pp.231-236, 2002年12月
- [6.7] 佐野友紀・高柳英明・木村謙・渡辺俊・林田和人・川口和英・池田浩敬・位寄和久・渡辺仁史：人間行動シミュレーションのための行動データ体系化, 2003年度日本建築学会関東支部研究報告集
- [6.8] 織田瑞夫・滝澤重志・河村廣・谷明勲：エージェントモデルによる連続的空間における人間行動シミュレータの構築, 日本建築学会計画系論文集 第558号, pp.315-322, 2002年8月
- [6.9] 北上靖大・加藤彰一・谷脇義隆：マルチエージェントシミュレーションを用いた学生食堂における環境認識・行動に関する研究, 日本建築学会東海支部研究報告書 第45号, pp.529～532, 2007年2月
- [6.10] 柴田洋希・加藤彰一：マルチエージェントシミュレーションを用いた学生食堂のレイアウトに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), E-1, pp.575～576, 2007年8月
- [6.11] 木曾久美子・門内輝行：建築・都市空間における人間行動のモデル化とシミュレーション, 日本建築学会計画系論文集 第76巻 第668号, pp.1819-1828, 2011年10月

- [6.12] 木曾久美子・門内輝行：人間行動の記号過程の確率ネットワークモデルとそれに基づくシミュレーション 建築・都市空間が誘発する人間行動の記号過程に関する研究(その2), 日本建築学会計画系論文集 第77巻 第680号, pp.2329-2338, 2012年10月
- [6.13] 木曾久美子・門内輝行：発話分析に基づく人間行動の記号過程の解読とシミュレーション 建築・都市空間が誘発する人間行動の記号過程に関する研究(その3), 日本建築学会計画系論文集 第78巻 第687号, pp.1003-1012, 2013年5月
- [6.14] 吉井隆・秋元孝之・酒井憲司・富田正裕：オフィス空間における知識創造の研究 その1 オフィス空間における執務者行動に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), D-1, pp.13-14, 2010年9月
- [6.15] 富田正裕・秋元孝之・吉井隆・酒井憲司：オフィス空間における知識創造の研究 その2 レイアウト変更による執務者への影響に関する研究手法の確率, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), D-1, pp.15-16, 2010年9月
- [6.16] 吉井隆・秋元孝之・松浦健太・綿貫安伸・酒井憲司：オフィス空間における知識創造の研究 その3 オフィス空間における執務者の行動調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), D-2, pp.1137-1138, 2011年8月
- [6.17] 松浦健太・秋元孝之・綿貫安伸・吉井隆・酒井憲司：オフィス空間における知識創造の研究 その4 シミュレーションツールの整合性評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), D-2, pp.1139-1140, 2011年8月
- [6.18] 割田智裕・伊香賀俊治・林立也・佐藤啓明：知的生産性に関する研究(その6) CASBEE と連携した知的生産性の経済性評価システムの改良, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 40048 選抜梗概, pp.97~100, 2011年8月
- [6.19] 宗方淳・川瀬貴晴・小島隆矢・佐久間哲哉・高橋正樹・橋本哲・原田昌幸・吉井隆：オフィスビル全体を対象とした知的生産性評価システムに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 40044 選抜梗概, pp.97~100, 2012年9月
- [6.20] 金子弘幸：レーザーセンサーを用いた行動モニタリング調査 その1 オフィス内のワーカーの活動量比較, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.727~728, 2012年9月
- [6.21] 流田麻美・樋口美和・伊藤光太郎・西原直枝・田辺新一・伊藤剛・和田克明・吉野攝津子・間瀬亮平：低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの調査研究 その25 移転前後オフィスにおける夏季のアンケート調査およびコミュニケーション調査結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.1391~1392, 2012年9月

- [6.22] 藤田敏郎・谷口元・恒川和久・靱山明久：オフィスレイアウトの変更によるワーカーの行動変化に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp.191～192，2003年9月
- [6.23] 野崎尚子・石川敦雄・樋口祥明：人にやさしい空間 執務空間におけるワーカーの行動シミュレーションに関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp.1233～1234，2012年9月
- [6.24] 株式会社構造計画研究所ホームページ：<http://www.kke.co.jp/>（2016年1月掲載時）
- [6.25] エドワード・ホール著，日高敏隆・佐藤信行訳：かくれた次元，みすず書房，1970年
- [6.26] 五十嵐貴子・水野里美・松本裕司・仲隆介・山口重之：ワークプレイスにおけるコミュニケーションに関する研究(その1)量的な視点からの活動把握，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），E-1，pp.557-558，2007年8月
- [6.27] 沼中秀一・天野健太郎・高橋祐樹・加藤信介・高橋幹雄：知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査，空気調和衛生工学会論文集 No.219，pp.11～22，2015年6月
- [6.28] 滝沢博：標準問題の提案（オフィス用標準問題），日本建築学会環境工学委員会熱分科会，第15回熱シンポジウムテキスト，pp.35-42，1985
- [6.29] 吉澤望・小林紘一・稲沼 實・武田 仁：東京圏における昼光照度基準標準年気象データ TWD9302/L の昼光照明シミュレーションへの応用，日本建築学会環境系論文集 第598号，pp.23～29，2005年12月
- [6.30] 日本建築学会編：第3版コンパクト建築設計資料集成，p.291，丸善，平成17年
- [6.31] 杉崎 奈緒子・加藤信介・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・菊池卓郎・谷英明・高橋祐樹：インフォーマルコミュニケーションを評価指標とした行動シミュレーションの感度解析，日本建築学会大会学術講演梗概集（大阪）2015年9月
- [6.32] 財団法人建築環境・省エネルギー機構編著：誰でもできるオフィスの知的生産性測定SAP入門，テツアドー出版，平成22年1月

(Blank Page)

## 第7章

# 結論と今後の展望

### 7.1 本論文の結論

本論文は、コミュニケーション促進と屋外自然環境変動の積極的導入を図るオフィス環境の研究である。知的生産性向上を目指した研究開発施設における継続的実態調査と分析をしたものである。

生産性は「産出物／投入物」という形で表されるが、知的生産性の向上を評価する対象として、新商品の開発や特許取得などの直接的な指標を把握することは困難である。そこで間接的な指標として、執務環境に代表される「知的生産性の影響要因」やコミュニケーション量などの「知的生産性の中間指標」を用いた評価が進められてきた。

筆者は、自らが設備設計を担当したプロジェクト（給湯器のメーカーの研究開発施設の新築工事）において、知的生産性向上を設計上のねらいとした設計をおこなった。建設前は研究開発拠点が静岡県富士市（本社工場内）と富士宮市（工場棟1号棟内）に分散し、直線距離で20km以上、車で50分程度かかる場所であったため、従業員のコミュニケーションの不具合が課題となっていた。この点を解決するために研究開発拠点を統合移転することでコミュニケーションの機会を高めた。オープンタイプのオフィスで拡散的思考を重視している。その際、富士山など周辺環境のビューを生かし、外部の自然環境を導入しサーカディアンリズムを向上させることが知的生産性向上に寄与するものと考えた。

本研究の目的は、知的生産性向上を目指した執務空間において、統合移転前後の複数年に渡って執務者同士のコミュニケーションや外部の自然環境導入効果に関して実態調査を行なうことで、他の研究者の研究の一助になるような知見を得ることとした。

以下に得られた成果をまとめる。

- (1) 中庭を内包し、外部の自然環境（光・風）を導入した建物では、自然光による室内照度が高まり、執務者の主観的評価では自然のリズムの重要度と満足度が高まることが確認できた。
- (2) インターバルカメラを用いたコミュニケーション調査手法を見出した。これにより、統合することによるインフォーマルコミュニケーション量の増加が確認できた。

- (3) 環境工学と建築計画の関係性についてみると、音環境の改善が個人業務のしやすさを促進し、温熱・空気環境の改善が休憩のしやすさを促進するというオフィスの物理環境の実態が見いだされた。
- (4) POE・SAPを用いた継続的な調査による執務者の認知が確認できた（対応のあるt検定）。これにより、コミュニケーション量の多い執務者の方が業務のしやすさや業務環境満足度が高い傾向が確認できた。
- (5) 行動シミュレーションが設計時のプラン検討ツールとして有効であることが確認できた。

以下に各章での成果を記載する。

第1章では、本論文の研究背景として、知的生産性向上の必要性について述べ、知的生産性向上を目指した執務空間における執務者同士のコミュニケーションと外部の自然環境導入効果に関して、複数年に渡る継続的な実態調査によって知見を得るという本研究の目的を述べた。

第2章では、本研究での知的生産性の検証フレームを示し、既往の研究もふまえ、知的生産性向上を目指した執務空間においては、コミュニケーションと外部の自然環境導入が重要である点について述べた。

第3章では、自然換気や自然光といった外部の自然環境を積極的に導入した建物における実態調査を行なった。調査は客観的評価（温熱光環境実測およびアクティグラフによる測定）と主観的評価（執務者へのアンケート）の両面から実施した。アンケートは知的生産性を評価するツールSAP（Subjective Assessment of workplace Productivity、執務空間の知的生産性に関する主観的評価）やPOE（Post Occupancy Evaluation、居住後評価）を用いた。

自然換気の効果についてみると、建物運用時の執務者による任意開放時の実態としては、執務者への必要換気量を大幅に上回るものが確保できた。自然換気の開口部の操作は、およそ3割の執務者が行なっていた。また自然換気効果について把握するために開口面積率（開口面積を床面積で除した比率）と室内外温度差の相関図（相関係数 $R=0.73$ ）を作成した。開口面積率が3%の場合、秋期には平均 $3^{\circ}\text{C}$ 程度であった。この相関図は建築設計資料集成に記載されたものを参考に作成したが、建築設計資料集成では開口面

積率が0.2から0.9の範囲のグラフであるのに対し、今回の実態調査結果では5.0程度までの広範囲にわたるデータを得られた。

光環境については、移転後の建物での自然光導入が大きいことを確認できた。かつ執務者の満足度が向上していることも確認できた。この点は外部の光環境の変化が、移転後の建物では執務者の快適の範囲内で積極的に導入されていることを示唆している。中庭を設けることで自然光利用が積極的になされているものといえる。

アクティグラフを用いた執務者に対する生理計測について、睡眠効率および中途覚醒とも、5名の内、3名の執務者で移転後に改善がみられた。本調査は、仕事のスタイルだけでなく家庭の影響もあるので、多くの点でのヒアリングが必要である。実態調査では被験者の母数を増やす必要もある。

SAPによる移転前後の執務環境の主観的評価では、総合評価の満足者率は移転前の夏に本社8%・富士宮24%だったものが移転後の夏には42%まで向上した。またすべての環境要素（光、温熱、空気、音）に対して、移転後に満足者率が増加しており、移転により執務環境の満足度が向上していることが確認できた。

POEにおいて、オフィスにおいて外部の自然環境を導入することの満足度と重要度が移転後に上昇した。満足度については、移転以降での上昇よりも、移転後すぐの上昇の方が大きかった。一方、重要度は、移転前後の比較よりも、移転後の夏と秋の比較の方が上昇傾向は高かった。

第4章では、分散した執務空間を統合したことにより、統合や環境の変化がコミュニケーションを含む働き方・働きやすさに与える影響を把握した。2ヶ所に分散していた研究開発拠点を1ヶ所に統合することで偶発的なコミュニケーションの機会を高めることをねらいとした建物における実態調査である。調査は客観的評価（インターバルカメラ撮影によるコミュニケーション量の測定）と主観的評価（執務者へのアンケート）の両面から実施した。

インターバルカメラによる撮影については、コミュニケーション量は10分間隔の撮影であっても効率的に調査できることを見出した。それをふまえた調査結果として、統合後には総量としてのコミュニケーションが統合前に比べて1.38hから1.84hに33%増加した。統合によるコミュニケーション量の増加をインターバルカメラによる客観的評価により把握することができたものといえる。

アンケートでは、他の人とのコミュニケーションのしやすさが統合後に向上した。積極的にコミュニケーションを図ることのできる環境になったものといえる。またコミュニケーションを伴う業務と個人で行なう業務の両方について、空間広さ・レイアウト・会議室・OA機器環境に加え、オフィスにおける外とのつながりの重要性が示唆された。統合後の

夏にインフォーマルコミュニケーションの多かった執務者は、統合後のPOEにおける知的生産性向上に関連した2つの項目（他のメンバーの知恵・経験の活用、個人の能力・創造力を拡大できる環境）の結果が高い傾向があることがわかった。

第5章では、第3章の調査（移転前後の比較）の後にも主観的評価に関する調査を継続し、移転後2年目の春、夏、秋にPOEおよびSAPによる調査を行なった。これにより、執務者の主観的評価がどのように推移するかについて、継続的に調査することで知見を見出した。

移転直後は、移転前に比べてPOEの総合評価が有意に満足側の申告であったが、移転後のそれ以降の時期では有意な差がみられなかったことから移転後には評価が安定しているものと考えられる。

光環境や空気環境の満足度や作業のしやすさ、SAPの6つの要素（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT環境）の重要度についても、移転後は安定した回答であった。光環境は移転後2年目に省エネ活動の観点から照度を意図的に低減したため、その際は満足度が低下した。

温熱環境の満足度については、移転後は日中にエアコンを使う夏と、日中は自然換気を行なう春・秋で評価が異なる傾向があった。夏はやや暑く湿った感じがあり、春・秋は温度も湿度も「適当」に近い評価であった。夏も中間期も自然換気を積極的に行なっていることから外気エンタルピーが影響していることが示唆された。

さらにアンケート結果について、アンケートに回答した執務者をコミュニケーション量の多い群と少ない群に分け、執務環境評価値の分析を実施した。その結果、他の人とのコミュニケーションのしやすさと業務環境満足度、業務環境の適切さについて総合的に見た満足度は、フォーマル／インフォーマルによらずコミュニケーション量が多い群の評価の方が高い傾向があった。創造的な活動のしやすさは、インフォーマルコミュニケーション量が多い群の評価が有意に高かった。創造的な活動のしやすさとインフォーマルコミュニケーションの長さに関する関係があることを見出した。またインフォーマルコミュニケーション量の多い群は、物理環境の内、温熱環境、空気環境、音環境の満足度が高い傾向があった。

第6章では、まず第4章で行なったインターバルカメラ撮影結果を用いた執務空間のインフォーマルコミュニケーションに関して分析した。インフォーマルコミュニケーションの割合は、着席者と離席者によるインフォーマルコミュニケーションが一番多かった。

次にインフォーマルコミュニケーション量を評価対象とする行動シミュレーションモデルを用いた検討を行なった。まず入力条件の設定のために、アンケートによりタスクに関する1回の継続時間と発生確率について調査した。具体的には休憩、トイレ、コピー・

プリンタの利用、ミーティング、他室での作業・打合などについて調査した。これらの調査結果をふまえて、アンケート調査を行なった建物での行動シミュレーションをおこなった。インフォーマルコミュニケーション発生確率の違い（1%、3%、5%）によるインフォーマルコミュニケーション量は線形に変更することを確認した。

さらに標準モデルプランにおいて行動シミュレーションを行なった。コピー機や会議スペースの位置、机の向き、パーティションの有無等の違いによる感度解析を行なった。その結果、インフォーマルコミュニケーション量を高めるレイアウトとしては、動線を回廊型にすることに効果がみられた。エージェントの移動量（歩行距離）が増加することが、インフォーマルコミュニケーション量の増加に貢献する点が示唆されたものといえる。

## 7.2 今後の展望

本研究をふまえた今後の展望を挙げる。

今回の研究では、建築学における主に2つのアプローチをとった。建築計画的アプローチと環境工学的アプローチである。建築計画的アプローチでは、分散している組織を1ヶ所に統合すること、回廊型プランとすること、中庭を内包することなどの効果を確認できた。環境工学的アプローチでは、設備的に制御された空間をベースに、自然換気や自然採光が執務者の快適性や満足度を向上させることが確認できた。これらの成果をふまえて、「集まりやすい場の創出」ができるとよいと考える。「歩いてみよう」というきっかけにもなり、昨今のスマートウェルネスオフィスにもつながることとなる。集まりやすい場ができることで、インフォーマルコミュニケーションのさらなる増加が見込まれる。これにより知的生産性のさらなる向上が期待できる。

またこれらのしかけやしくみを評価する手法として、本研究で用いたインターバルカメラ、POE・SAPの継続調査、行動シミュレーションなどは有効であると考えられる。

これらの手法や本研究で得られた知見は、他の研究者の研究の一助になるものといえる。

今回の研究は拡散的思考を助長することを優先したオープン型オフィスを対象としており、既往の研究をふまえて偶発的なコミュニケーションが多いことがよいという考えに基づいている。しかし職能によっては、収束的思考が必要な場面もある。インフォーマルコミュニケーションを受け入れるタイミングを制御するためには、沈思黙考のためのスペース等も確保する必要がある。昨今のオフィスではオープン型オフィスの片隅に半個室的なブースを用いたオフィスもある。そのようなオフィスでは、「執務エリア」と

「集まりやすい場の創出」とでは環境が異なることも求められる。また「集まりやすい場」としては、コピー機や掲示板などのマグネットスペースや、打合せスペース、リフレッシュスペースなど多様な用途が考えられる。それらの用途に応じて、外部の自然環境の導入を積極的に行なうことで、より魅力的な建築空間の創出につながることを期待できる。

また今後の課題として、以下のような点を挙げる。

- (1) 執務者の生理計測のさらなる向上が必要である。活動量の評価や、解析する際の生活背景の考慮、あらたなるデバイス（心電計など）などが挙げられる。
- (2) コミュニケーション調査デバイス（ID カード型デバイス）の活用による個人分析が必要である。これにより、インフォーマルコミュニケーションの多い人に環境満足度が高くなるのか、それとも環境満足度の高い人がインフォーマルコミュニケーションが多くなるのかについての分析も進むものと考えられる。
- (3) 行動シミュレーションに環境選択を加えることにより、コミュニケーションの場所と外部の自然環境の導入効果を組み合わせて予測することが可能となる。

---

# 発表論文

## 1. 査読付き論文（筆頭著者）

- (1) 沼中秀一・天野健太郎・高橋祐樹・加藤信介・高橋幹雄：知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査，空気調和衛生工学会論文集 No.219, pp.11～22, 2015年6月
- (2) 沼中秀一・高橋祐樹・天野健太郎・谷英明・加藤信介・高橋幹雄：知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査 第2報—竣工後の継続的な主観的評価に関する分析と執務者のコミュニケーション行動と執務環境の関係に関する調査，空気調和衛生工学会論文集 No.229, pp.1～14, 2016年4月
- (3) 沼中秀一・高橋祐樹・天野健太郎・加藤信介・高橋幹雄・菊池卓郎：知的生産性向上を目指した執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査，日本建築学会環境系論文集 第80巻 第713号, pp.609～619, 2015年7月
- (4) 沼中秀一・高橋祐樹・杉崎奈緒子・菊池卓郎・加藤信介・天野健太郎・谷英明・高橋幹雄：知的生産性向上を目指した執務空間におけるコミュニケーションおよび環境要素に関する実態調査（その2）コミュニケーションとタスクの実態調査の分析とインフォーマルコミュニケーションを予測する行動シミュレーションへの応用，日本建築学会環境系論文集 第81巻 第725号, pp.641～650, 2016年7月

## 2. 査読無し論文（国際会議発表論文含む）（筆頭著者）

- (5) 沼中秀一・石黒武・中野祥一・吉沢英男：化学物質制御実験室の開発（第2報）実施例と性能評価，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2003) G-17, pp.477~480
- (6) 沼中秀一・高橋幹雄：吹抜を有する見学者通路の温熱環境制御に関する研究，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2006) E-19, pp.435~438
- (7) Shuichi Numanaka・Takao Odajima：PROPOSAL OF METHODOLOGY AND OPTIMIZATION TOOL TO ACHIEVE SAFETY AND ENERGY SAVING FOR HIGHLY

---

ENERGY CONSUMING BUILDING, SUCH AS LABORATORY, World Sustainable Building Conference World SB08 Melbourne, pp.2094~2101, Sep.2008

- (8) 沼中秀一・倉田雅史・野村康典・山岡琢・高橋幹雄・谷英明・井上正憲・今津悟史：創薬研究所における省 CO2 手法に関する研究（第 1 報）省 CO2 手法の計画と温熱・光環境実測，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2012) D-54, pp.2481~2484
- (9) 沼中秀一：日本における創薬研究所のサステナブル建築のトレンド THE TREND OF SUSTAINABLE BUILDING OF PHARMACEUTICAL LABORATORY IN JAPAN, 第 41 回日韓技術士国際会議, 2011 年 10 月, pp.77~82
- (10) 沼中秀一・足利誠・天野健太郎・高橋祐樹：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 1 報）知的生産性と省 CO2 を両立する建築計画と自然換気実測，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2013) E-23, 第 8 巻, pp.1~4
- (11) 沼中秀一・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・天野健太郎・安藤邦明・高橋祐樹：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 4 報）執務環境の主観的評価と執務者の睡眠と活動量に関する実態調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2014) E-2, 第 8 巻, pp.5~8
- (12) Shuichi Numanaka・Kentaro Amano・Hiroki Takahashi・Makoto Ashikaga・Shinsuke Kato・Mikio Takahashi：A CASE STUDY OF R&D WORKPLACE PRODUCTIVITY AND THE USE OF NATURAL VENTILATION IN A JAPANESE FACTORY BUILDING, Roomvent2014, pp.214~221, Oct.2014
- (13) 沼中秀一・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・天野健太郎・谷英明・高橋祐樹：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 9 報）執務環境に関する竣工後の継続的な主観的評価の分析，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015) A-74, 第 8 巻, pp.97~100

### 3. 査読無し論文（筆頭著者以外）

- (14) 石黒武・沼中秀一：化学物質制御実験室の開発（第 1 報）開発概要と基本性能評価，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2003) G-16, pp.473~476
- (15) 谷英明・倉田雅史・野村康典・山岡琢・高橋幹雄・沼中秀一：創薬研究所における

- 省 CO2 手法に関する研究（第 2 報）研究者の知的生産性に関する調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2012) D-55, pp.2485~2488
- (16) 高橋祐樹・足利誠・沼中秀一・天野健太郎：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 2 報）既存建物におけるインターバルカメラとアンケートによる実態調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2013) E-24, 第 8 巻, pp.5~8
- (17) 天野健太郎・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・高橋祐樹・山本順也：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 3 報）中庭を有する執務空間における自然換気と空調・照明設備利用に関する実態調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2014) E-1, 第 8 巻, pp.1~4
- (18) 高橋祐樹・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・菊池卓郎・山本順也：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 5 報）執務者コミュニケーション・働き方と執務環境の関係，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2014) E-3, 第 8 巻, pp.9~12
- (19) 齊藤智・天野健太郎・谷英明・沼中秀一：高活性医薬品製造施設での粒子状ハザード物質の封じ込め 性能に関する研究 その 3，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学Ⅱ, pp.841-842, 41402, 関東, 2015 年 9 月
- (20) 杉崎奈緒子・加藤信介・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・菊池卓郎・谷英明・高橋祐樹：インフォーマルコミュニケーションを評価指標とした行動 シミュレーションの感度解析，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学Ⅰ, pp.117-118, 40059, 関東, 2015 年 9 月
- (21) 天野健太郎・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・谷英明・高橋祐樹：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 6 報）建物運用時の省エネアクションに関する実態調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015) A-71, 第 8 巻, pp.85~88
- (22) 西田恵・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・谷英明・高橋祐樹：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第 7 報）心電計を用いた執務者の生理計測，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015) A-72, 第 8 巻, pp.89~92
- (23) 谷英明・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・菊池卓郎・高橋祐

---

樹・杉崎奈緒子：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第8報）執務者のコミュニケーション行動調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015) A-73，第8巻，pp.93~96

- (24) 高橋祐樹・加藤信介・足利誠・高橋幹雄・沼中秀一・天野健太郎・谷英明：機械組立工場の研究開発施設における知的生産性に関する研究（第10報）執務者のコミュニケーション行動と執務環境評価の関係，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015) A-75，第8巻，pp.101~104

4. その他（研究活動を示すもの）

- (25) 社団法人 空気調和・衛生工学会 空気調和設備委員会 窓とペリメータ負荷実態小委員会（幹事），2002年4月～2005年3月
- (26) 井上隆・沼中秀一・相澤直樹・赤司泰義・石川幸雄・射場本忠彦・川瀬貴晴・相楽典泰・佐々木邦治・清水昭浩・武政祐一・永田明寛・二宮秀興・平山昌宏・保木栄治・安田健一：SHASE TECHNICAL NOTE 窓まわり・ペリメータ空間の環境および負荷—その実態と対策，社団法人 空気調和・衛生工学会，2006年6月
- (27) 社団法人 空気調和・衛生工学会 功績賞「窓まわり・ペリメータ空間の環境および負荷（その実態と対策）に関する調査研究および情報発信」，2006年5月
- (28) 公益社団法人 空気調和・衛生工学会 第30回振興賞技術振興賞「パーパス富士宮エコベストファーム テクニカルセンターにおける知的生産性向上を目指した設計と検証」，2016年6月

# 謝辞

本論文は、著者が設備設計を担当したプロジェクト（パーパス富士宮エコベストファーム）およびその建物への移転前の既存建物において、執務者同士のコミュニケーションと外部の自然環境導入効果に関して実態調査を行なったものを研究成果としてまとめたものである。

プロジェクトの設計段階ならびに実態調査にあたっては、パーパス株式会社の方々にご理解とご協力をいただいた。

研究にあたっては、株式会社竹中工務店の技術研究所の高橋幹雄氏、天野健太郎氏、菊池卓郎氏、谷英明氏、高橋祐樹氏、および株式会社SUEP.（当時、東京大学大学院修士課程）の杉崎奈緒子氏には、多大なご協力をいただいた。

本審査の副査を務めていただいた東京大学の平手小太郎先生、早稲田大学の田辺新一先生、東京大学の岡龍三先生、立命館大学の近本智行先生、東京大学の坂本慎一先生には、ご多忙のところ個別にお時間をとっていただき、審査の際も含めて様々な視野から貴重なご助言とご指導を賜った。

最後に、本審査の主査である加藤信介先生には、研究の進め方や論文の作成の仕方、研究者としての視点の持ち方など様々な観点からご指導をいただいた。ここに改めて心から感謝の意を表したい。

お世話になった方々に、ここに記して深甚なる謝意を表する次第である。

2016年12月

沼中秀一

(Blank Page)