

博士論文

気分転換を促すオフィス環境計画についての実験的考察
－仕事中的様々な場所移動効果の検討－

陳 紹華

目次

はじめに	5
第1章 本研究の背景と目的について	6
1-1 本研究の背景	7
1-1-1 オフィス・職場におけるストレスの現状について	7
1-1-2 ストレスコーピングや回復環境に着目した既往研究について	11
1-1-3 場所移動を伴うオフィスでの気分転換などに関する既往研究について	13
1-1-4 自然物の視覚的体験による回復効果に関する既往研究について	15
1-1-5 森林や樹木といった自然物を用いた回復効果に関する既往研究について	17
1-1-6 植物等を用いたオフィスでの回復効果に関する既往研究について	20
1-1-7 場所移動による回復効果の要因に関する仮説について	22
1-2 本研究の目的	24
1-3 本論の構成	26
第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について	27
2-1 実験目的	28
2-2 実験方法	29
2-2-1 実験手順	29
2-2-2 作業課題	31
2-2-3 実験環境	32
2-2-4 生理計測	34
2-2-5 実験期間と実験参加者	37
2-3 実験結果	38
2-3-1 実験結果1：SCL	38
2-3-2 実験結果2：作業成績	39
2-3-3 実験結果3：LF/HF	40
2-4 分析と考察	41
2-4-1 分析1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について	41
2-4-2 分析2：作業成績の推移について	45
2-4-3 補助分析：LF/HFの推移について	47
2-5 分析と考察：制限時間表示有無による違いについて	50
2-5-1 分析1：制限時間表示有無による	

皮膚コンダクタンスレベルの推移の違いについて	50
2-5-2 分析 2：制限時間表示有無による作業成績の推移の違いについて	56
2-5-3 補助分析：制限時間表示有無による LF/HF の推移の違いについて	60
2-6 まとめ	65
第 3 章 実験 2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について	
（その 1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合）	67
3-1 実験目的	68
3-2 実験方法	69
3-2-1 実験手順	69
3-2-2 作業課題	70
3-2-3 実験環境	71
3-2-3-1 実験室の環境	71
3-2-3-2 VR による仮想環境	72
3-2-3-3 オフィス景観	72
3-2-3-4 植物化景観	74
3-2-4 生理計測について	75
3-2-5 実験期間と実験参加者	76
3-3 実験結果	77
3-3-1 実験結果 1：皮膚コンダクタンスレベル	77
3-3-2 実験結果 2：作業成績	78
3-3-3 実験結果 3：瞬き頻度	79
3-4 分析と考察	81
3-4-1 分析 1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について	81
3-4-2 分析 2：作業成績の推移について	84
3-4-3 分析 3：瞬き頻度の推移について	86
3-4-4 小結	88
3-5 分析と考察：景観変化に気づいた場合とそうでない場合について	89
3-5-1 分析 1：景観変化に気づいた場合とそうでない場合の 皮膚コンダクタンスレベルの推移について	89
3-5-2 分析 2：景観変化に気づいた場合とそうでない場合業成績の推移について	94
3-5-3 分析 3：景観変化に気づいた場合とそうでない場合瞬き頻度の推移について	98
3-5-4 小結	102
3-6 まとめ	103

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について	
(その2：森林景観を用いた場合)	105
4-1 実験目的	106
4-2 実験方法	107
4-2-1 実験手順	107
4-2-2 作業課題	108
4-2-3 実験環境	109
4-2-3-1 実験室の環境	109
4-2-3-2 VRによる仮想環境	110
4-2-3-3 オフィス景観	110
4-2-3-4 森林景観	111
4-2-3-5 景観設定の違いについて	112
4-2-4 生理計測	115
4-2-5 実験期間と実験参加者	115
4-3 実験結果	116
4-3-1 実験結果1：皮膚コンダクタンスレベル	116
4-3-2 実験結果2：作業成績	117
4-3-3 実験結果3：瞬き頻度	118
4-4 分析と考察	120
4-4-1 分析1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について	120
4-4-2 分析2：作業成績の推移について	122
4-4-3 分析3：瞬き頻度の推移について	124
4-5 まとめ	126
第5章 まとめ	128
5-1 各章の総括とまとめ	129
5-1-1 各章の総括	129
5-1-2 本論のまとめ	135
5-2 展望	138
注	140
参考文献	140

はじめに

極限の環境で知られる宇宙基地や南極基地のといった空間資源が限られた条件で、人が長期間生活を行うと、様々な心理的な悪影響が確認されている。例えば、巨大閉鎖空間「バイオスフィア 2」で行われた実験では、外部との交流を断ち、長時間同様な場所で生活したことによる心理的な問題が多く見られている。また、ISS などのような閉鎖的環境に長時間留まった場合においても同様な症状が報告されている。さらに、南極基地などのような環境においても、長時間閉鎖空間に滞在することによるうつ症状を訴える隊員が多く見られ、リフレッシュや気分転換のためにプロジェクションを使用する様子が散見されている。

一方で、日常生活においても長時間同様な場所を連続して過ごすことにより、心理的な問題を抱えるケースが確認されている。例えば、2019 年から始まった新型コロナウイルス (Covid-19) のパンデミックを抑えるため、多くの国と地域で自粛生活「ステイホーム」や都市封鎖「ロックダウン」による対策が行われた。これにより、多くの人が自宅などに長期間の滞在を強いられ、心理的な問題を指摘する様子が多く報道された。このように、日常生活においても長時間同様な場所に留まることは、心理的に様々な影響を被る可能性が高いと言える。

パンデミック前の日常生活の様子について概観すると、一定の作業などを同一箇所で連続して行った時、途中で別の机を使用する、気分転換しに散歩を行う、視界や場所を変えて休憩する、さらには図書館やカフェで作業するなど、気分転換のために作業環境・場所を調整した経験は誰にでもあるのではないだろうか。

宇宙や南極基地などのような極地と、日常生活で過ごす環境を直接比較することはできないが、どちらの環境においても、同様な場所に長時間滞在することは、心理的な問題を引き起こすようだ。したがって、必要に応じて場所を変えることは、人間の生活にとって非常に重要な行動と考えられる。

日常生活において、自由に場所移動できることは好ましいと言えるが、滞在している場所によってはその選択を気軽に行えない場合もある。例えば、オフィスなどが挙げられる。日常生活で最も長い時間を過ごす場所の一つであるオフィスだが、ここもまた様々なストレスの温床となっており、その原因の一つとして日々決められた場所や席に長時間滞在する点が指摘される。

そこで本研究ではオフィスにおいて、場所移動による回復効果を促進する要因について検討すると共に、今後のオフィス計画のあり方について議論していく。そして、場所移動の重要性に関する知見を広めるとする。

第1章

本研究の背景と目的について

1-1 本研究の背景

1-1-1 オフィス・職場におけるストレスの現状について

近年の厚生労働省による調査によれば、ストレスの最も大きな原因の一つとして、職場での仕事などが指摘されている。平成27年11月1日から平成30年10月31日にかけて14000事業所及び約18000人の労働者を対象とした厚生労働省の調査によれば¹⁾、現在の仕事や職業生活において、ストレスを強く感じる事柄がある労働者の割合は58.0%にもものぼり、およそ半数以上のワーカーが職場でストレスを感じていることが明らかになっている (fig.1-1 参照)。

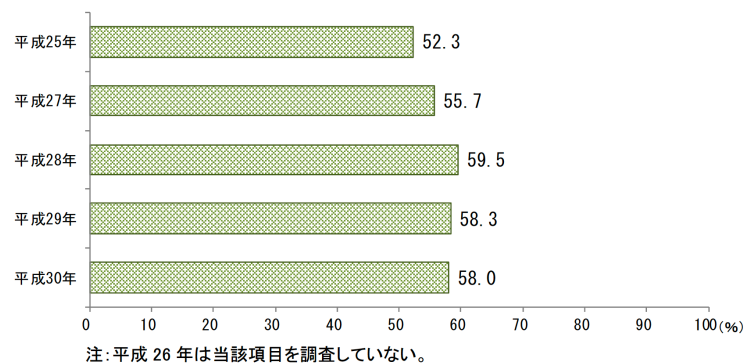


fig.1-1 強いストレスとなっていると感じる事柄がある労働者割合の推移 (労働者計=100%)

また、時間外及び休日労働を行なった労働者の割合については、45~80時間の場合は25.0%にのぼり、80~100時間の場合は5.6%、100時間を超えた場合は3.5%にも及んだ。

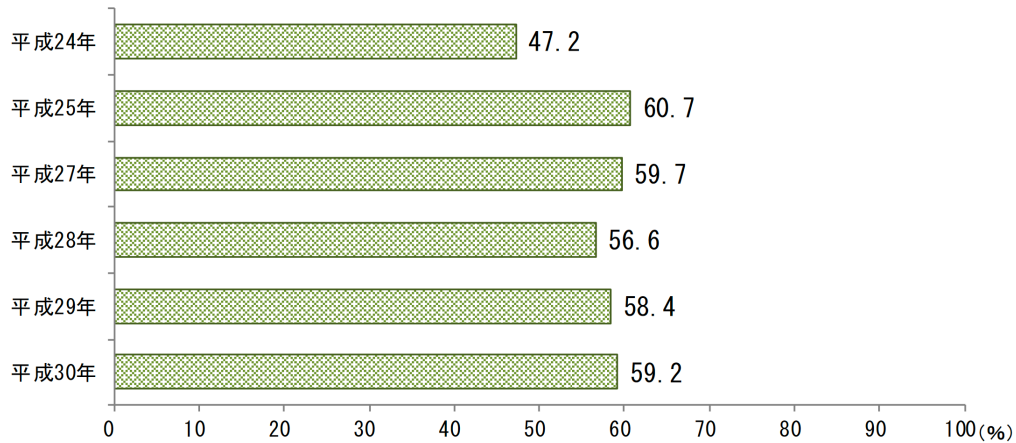
このような状況に対し、事業所規模が100人を超える場合では、およそ97%以上の割合でメンタルヘルス対策に取り組んでいるとされているが、50人を下回る事業所の場合では60%程度にとどまり、中小企業を中心にストレス対策が不十分であることが明らかになっている (fig.1-2, tab.1-1, 1-2 参照)。

そこで政府は、2019年から「働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律」通称「働き方改革」を施行し、時間外労働の上限規制や有給休暇の消化義務を設けるなど職場の業務体系を改善する対策を行なっている。さらに、労働基準法^{注1)}で新たに設けられた時間外労働の上限は、月45時間かつ年360時間が原則となったが、繁忙期などを理由に事前に申請があれば、単月で休日労働を含めて100時間まで時間外労働が可能となっている。

時間外労働による心身への問題や疾患に対して施行された新法だが、労働時間の短縮に繋がるとは言い切れず、労働環境の改善には至っていないと考えられる。そのため、オフィスなどでの滞在時間は引き続き長時間になると推察される。

十分にリフレッシュや気分転換などが行われず、長時間にわたりデスクワーク作業を行うと、過度なストレスを引き起こし、脳梗塞や心筋梗塞などの疾患やうつ病などの精神障害を発症させる確率が高くなるとされ²⁾、心身に様々な重大な異常をきたすとされている³⁾⁴⁾。さらに、パ

パフォーマンスや知的生産性にも影響を及ぼす可能性も考えられ⁵⁾、定期的なリフレッシュや疲労回復が重要になると言え、オフィス環境には疲労やストレスから回復させる計画が必要になると考えられる。



注:平成 26 年は当該項目を調査していない。

fig.1-2 メンタルヘルス対策に取り組んでいる事業所割合の推移 (事業所計=100%)

tab.1-1 長時間労働者及び面接指導の申し出があった労働者がいる事業所割合

区 分	事業所計	45時間超80時間以下の時間外・休日労働をした労働者がいる		80時間超100時間以下の時間外・休日労働をした労働者がいる		100時間超の時間外・休日労働をした労働者がいる			
		割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)		
平成30年 (事業所規模)	100.0	25.0	(100.0)	9.3	(100.0)	5.6	(100.0)	3.5	(100.0)
1,000人以上	100.0	89.1	(100.0)	24.6	(100.0)	49.3	(100.0)	25.5	(100.0)
500～999人	100.0	80.7	(100.0)	16.6	(100.0)	24.6	(100.0)	13.9	(100.0)
300～499人	100.0	64.7	(100.0)	10.8	(100.0)	14.7	(100.0)	6.2	(100.0)
100～299人	100.0	52.4	(100.0)	12.1	(100.0)	13.0	(100.0)	5.5	(100.0)
50～99人	100.0	34.0	(100.0)	6.4	(100.0)	8.0	(100.0)	5.5	(100.0)
30～49人	100.0	28.4	(100.0)	7.6	(100.0)	5.0	(100.0)	3.2	(100.0)
10～29人	100.0	20.4	(100.0)	9.6	(100.0)	4.6	(100.0)	3.0	(100.0)
平成29年	100.0	26.7	(100.0)	6.7	(100.0)	5.9	(100.0)	2.1	(100.0)

tab.1-2 メンタルヘルス対策の取組内容別事業所割合

(単位:%)

区分	メンタルヘルス対策の取組内容 (複数回答)								
	メンタルヘルス対策に取り組んでいる事業所計 ¹⁾	メンタルヘルス対策について、安全衛生委員会等での調査審議	メンタルヘルス対策に関する問題点を解決するための計画の策定と実施	メンタルヘルス対策の実務を行う担当者の選任	メンタルヘルス対策に関する労働者への教育研修・情報提供	メンタルヘルス対策に関する管理監督者への教育研修・情報提供	メンタルヘルス対策に関する事業所内の産業保健スタッフへの教育研修・情報提供	職場環境等の評価及び改善(ストレスチェック後の集団(部、課など)ごとの分析を含む)	その他
平成30年 (事業所規模)	[59.2]	100.0	29.6	19.8	36.2	56.3	31.9	13.0	32.4
1,000人以上	[99.7]	100.0	81.2	63.4	80.1	93.6	83.3	64.6	84.7
500～999人	[99.2]	100.0	75.2	49.8	69.2	81.7	65.6	49.1	74.9
300～499人	[99.6]	100.0	66.3	44.8	69.5	76.9	62.0	40.4	72.6
100～299人	[97.7]	100.0	59.7	27.3	51.6	61.9	42.0	22.8	56.7
50～99人	[86.0]	100.0	52.3	23.8	46.6	63.8	32.3	19.0	44.2
30～49人	[63.5]	100.0	26.3	16.4	37.9	55.7	30.5	12.5	30.3
10～29人	[51.6]	100.0	20.4	17.8	30.5	53.3	29.7	9.4	25.9
(再掲) 50人以上	[90.7]	100.0	56.5	27.2	50.5	64.7	38.6	22.7	51.2
平成29年	[58.4]	100.0	27.2	18.6	27.5	40.6	33.7	14.9	33.1

区分	メンタルヘルス対策の取組内容 (複数回答)								
	健康診断後の保健指導におけるメンタルヘルス対策の実施	労働者のストレスの状況などについて調査票を用いて調査(ストレスチェック)	職場復帰における支援(職場復帰支援プログラムの策定を含む)	メンタルヘルス対策に関する事業所内での相談体制の整備	地域産業保健センター(地域窓口)を活用したメンタルヘルス対策の実施	産業保健総合支援センターを活用したメンタルヘルス対策の実施	医療機関を活用したメンタルヘルス対策の実施	他の外部機関を活用したメンタルヘルス対策の実施 ²⁾	その他
平成30年 (事業所規模)	36.3	62.9	22.5	42.5	5.1	4.4	16.6	15.4	3.4
1,000人以上	59.1	99.8	83.9	91.1	4.8	5.1	29.2	40.3	3.1
500～999人	54.5	98.5	67.4	79.2	6.4	6.1	30.4	33.6	2.5
300～499人	46.0	97.9	61.2	71.6	4.5	8.1	28.5	29.1	3.5
100～299人	43.0	95.8	30.6	52.6	3.6	3.5	23.8	21.8	1.7
50～99人	39.3	86.9	23.6	44.5	2.9	5.4	24.3	16.6	1.2
30～49人	35.7	55.2	25.4	45.0	6.7	4.8	16.0	14.3	3.0
10～29人	34.5	54.3	19.0	39.0	5.4	4.1	13.7	14.0	4.3
(再掲) 50人以上	41.5	90.9	29.7	50.1	3.3	4.9	24.6	19.8	1.5
平成29年	34.8	64.3	18.9	39.4	4.8	4.0	12.6	14.3	4.6

注:1) []は、全事業所のうち、「メンタルヘルス対策に取り組んでいる事業所」の割合である。

2) 「他の外部機関」とは、精神保健福祉センター、(一社)日本産業カウンセラー協会などの心の健康づくり対策を支援する活動を行っている機関、メンタルヘルス支援機関などをいう。

労働安全衛生法^{注2)}によって、事業所は労働者の疲れを回復させる設備を設置し、快適な職場環境を維持するよう義務付けている。また、事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針^{注3)}では、「労働により生ずる心身の疲労については、できるだけ速やかにその回復を図る必要がある。このため、休憩室等の心身の疲労の回復を図るための施設の設置・整備を図ること。」と定め、具体的には運動施設、緑地、休憩室などといった設備が記されており、オフィスにおいても疲労回復ができる環境の整備が求められているが、オフィスに設けられているリフレッシュスペースへの満足度は高くなく、より快適な環境が求められている⁶⁾⁷⁾

木野村ら(2008)によるリフレッシュ効果が期待される屋上緑化の利用状況に関する調査を例にとると、オフィスでリフレッシュするとき使用する場所として、ほとんどのワーカーが他人に気兼ねが無いという理由で自席や喫煙所で取っていると報告している。また、屋上にリフレッシュスペースがあるにもかかわらず、利用しない理由として「屋上へ上がろうとは思わない」や「時間が無い」といった意見が多くみられ、手軽に使いやすいリフレッシュスペースが望まれていると指摘している。さらに、リフレッシュ休憩をとっている割合(昼休憩を除く)は1割程度となり、その頻度も月に1回~数回程度がもっとも多く、滞在時間も五分未満が多くみられている。そのため、多くのワーカーは工作中的の休憩が満足に取れず、開放感や居心地の良さ、見晴らしの良さを備えたリフレッシュが取れる空間が求められているとしている⁶⁾。

大山(2003)によるオフィスでのリフレッシュ状況に関する調査によれば、気分転換や精神疲労回復、仕事の活性、発想転換のために9割を超えるのオフィスワーカーがリフレッシュが必要であると考えており、木野村(2008)の調査と類似する結果となっている⁷⁾。

以上より、オフィスなどにおける疲労やストレスに関する課題に対して、適切な環境設計は未だ十分に講じられていないことが伺えた。このような状態が長期化すると、心身に重大な問題をもたらす可能性が高くなると指摘されている。そこで次項では、人がストレスを受ける時のメカニズムや影響について概観し、建築計画の側面から具体的にどのような提案が考えられるのか議論する。

1-1-2 ストレスコーピングや回復環境に着目した既往研究について

ストレスという用語は元々物体に圧力をかけたときの歪みを意味し、物理学で使われていた学術的用語であった。カナダの生理学者 Selye, H(1936) が精神的・肉体的に負担となるあらゆる環境刺激によって引き起こされる生体機能の変化⁸⁾を物理学で使われていた「ストレス」の用語を引用し、心理学や生理学でもストレスの用語が広まったとされている⁹⁾。

また、Selye, H はストレスを引き起こす各種の有害刺激をストレッサー (stressor) と呼び、このストレッサーによって引き起こされた症状をストレス反応 (stress response) と定義した⁸⁾。

Lazarus ら (1984) によれば、ストレスを受けた時に起きる反応には、心理面と身体面と行動面の3種あるとしている。そして、このストレスへの対応として一次評価と二次評価が行われるとしている。一次的評価ではストレッサーがどの程度の脅威であるのか考え、ネガティブな感情が起こるとされ、二次的評価ではストレッサーに対して、過去の経験や自分の能力から解決案を思考する¹⁰⁾。このようなストレスを軽減するための対応を「ストレスコーピング」と呼ぶ⁹⁾。

また、ストレスコーピングには「問題焦点型コーピング」と「情動焦点型コーピング」「認知的再評価型コーピング」「社会的支援探索型コーピング」「気晴らし型コーピング」に分けられ、例えば運動や温泉、気分転換、リフレッシュなどは「気晴らし型コーピング」に分類される¹¹⁾。

坪井 (2010) によれば、ストレスは必ずしも悪いものではなく、考え方などを変えたりするなど、臨機応変にコーピングを行えば、仕事の効率や集中力を向上させ、パフォーマンスが上がるといった効果があるとしている¹¹⁾。

しかし、このストレスコーピングの程度が強い場合や長期化した場合には、不安障害やうつ病を発症するとしている。さらに、怒りや緊張、心気的傾向、健康感・幸福感の喪失、自己効力感や自尊心の低下する可能性もあり、これらによって食習慣、運動習慣、喫煙飲酒などによる生活習慣の乱れに繋がるとしている。

精神的なストレスはストレス反応系「視床下部－交感神経－副腎髄質系 (SAM 系)」と「視床下部－下垂体前葉－副腎皮質系 (HPA 系)」を活性化させることより、ナチュラルキラー細胞といった免疫系などにも大きな影響を及ぼし、高血圧や動悸、過呼吸を引き起こすとされている。このような過剰なストレスによってコルチゾールの分泌が続くと、海馬の神経細胞などに影響を与え、うつ病といった精神疾患を患うとされている¹¹⁾¹²⁾(fig.1-3 参照)。

オフィスにおいても、ストレスを長期間受けることによって様々な症状を発症させる恐れがあり、リフレッシュや気分転換を促す環境は、オフィスにとって必要な機能であると言える。前項でも述べたように、オフィスでストレスや疲労を感じた時の気分転換による対応として、トイレや喫煙所、そしてリフレッシュスペースや屋上緑地といった他の場所へ移動し、気分転換を取る方法が有効的であると指摘されており、場所移動ができるオフィス環境が望ましいと

伺える。

そこで次項では、オフィスでストレスや疲労を感じた時の対応の一つとして、別の場所へ移動する方法について着目する。オフィスを想定した環境で作業場所から一旦離れ、別の場所で過ごした時の回復効果ついて検証した研究を概観し、これまでどのような議論が行われてきたのが考察する。

精神的ストレスを受けた時の影響

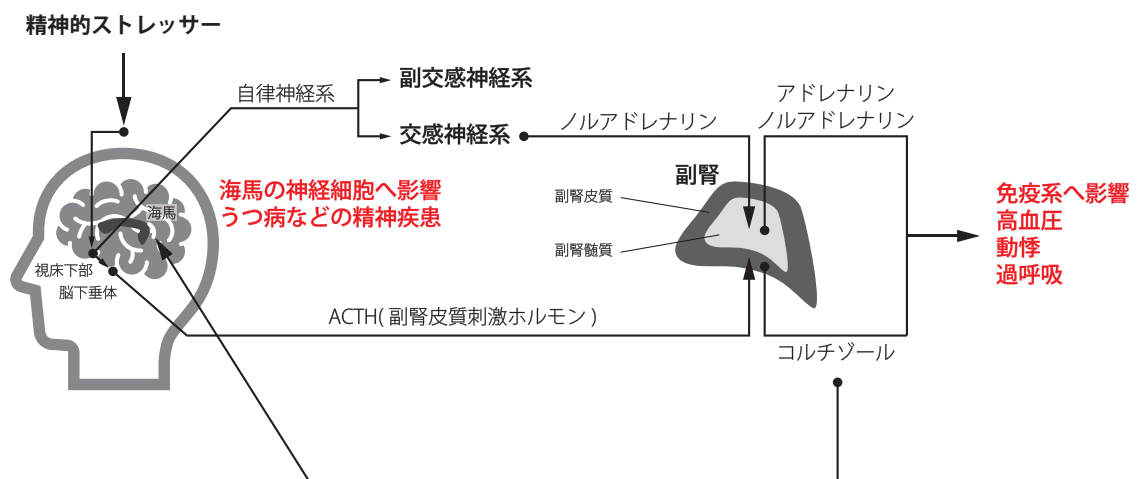


fig.1-3 精神的ストレスを受けた時の心身への影響 (李 2009 を参考に作成)

1-1-3 場所移動を伴うオフィスでの気分転換などに関する既往研究について

本項では、オフィスを想定した環境で、作業場所から離れ別の場所で過ごした時の回復効果について検証した研究を概観する。

場所移動を伴う気分転換の方法として、例えば休憩室の利用が当てはまると言える。吉岡(2015)らは、昼光照度を制御した休憩室と作業室を交互に入れ替え、休憩中の短時間昼光曝露が成績に及ぼす影響についての実験を行った。この実験の結果によれば、特定の時間帯において覚醒度が上昇したが、休憩後の作業成績は低下するといったデメリットが見られた。しかしながら、昼光曝露による休憩を繰り返すと、覚醒水準が高まり、リフレッシュアビリティが向上すると指摘しており、デメリットを回避することが可能になれば、昼光を利用した快適な休憩空間を提供できるとしている¹³⁾。

また、長谷川(2016)らは作業空間に個人用の囲いが設けられた休憩スペースを用いた検証を行っている。検証結果によると、アミラーゼを指標とした生理的な回復効果は得られなかったが、休憩空間が私的な領域に感じるため、『気楽さ、リラックス、安心』などの主観的評価や心理的評価が向上したと指摘している¹⁴⁾。

また同様の囲いが設けられた休憩スペース付近に、2人の他者が居合わせた場合を検証した加藤(2016)の実験では、休憩空間へのリラックス感が高く評価されたとし、作業による疲労の回復が促進されたと指摘している¹⁵⁾。

ところで、場所移動は運動を伴うため、適度な運動負荷によって気分転換が促進される可能性も考えられる。小川ら(2016)は場所移動の運動効果に着目し、オフィスでの歩行活動が執務者の知的生産性に及ぼす影響に関する検証を行った。検証の結果によれば、階段歩行は座位の場合と比べLF/HFが高い値となり、眠気の解消を促し、作業成績が向上する傾向がみられたとしている。これに加え、オフィスにおける1時間あたりの活動量を調査したところ、自席での座位休憩が多いなどを理由に、活動水準が非常に低いことが明らかになっている。実験で行なったような階段負荷相当の歩行を推奨しており、定期的に覚醒度を高めることによって、知的生産性の向上が期待できると指摘している¹⁶⁾。

その他の場所移動による回復効果の要因について考えると、その一つとして視覚的体験の変化も考えられる。例えば、移動行動時の景観の違いに着目した研究として、浅野ら(2009)が行った研究があげられる。浅野らは作業間の移動の有効性について着目し、3種の移動パターン(1.閉鎖的な廊下、2.開放的な廊下、3.渡り廊下)とコントロール(実験室で休憩)から、作業の合間の各移動行為による影響の違いについて検証を行った。

実験の結果によれば、「2.開放的な廊下、3.渡り廊下」からコルチゾール濃度の減少傾向がみられ、移動空間の空間要素の違いが、その後のストレス緩和効果の違いに影響を与える可能

性があると指摘している。さらに、移動前後のコルチゾール濃度の変化に対する影響度については、歩行方法よりも移動空間の空間要素に影響されると指摘している¹⁷⁾。

この実験に引き続き、浅野(2010)らは、オフィスワーカーには心身の状態に合わせて「モードチェンジ」が必要になると指摘し、映像による擬似的な窓を廊下の壁に投影した。そして、作業後の被験者が廊下を歩行する時にその映像が追従し、実際に屋外で歩いているような状況を再現した。実験の結果によれば、映像がある歩行では唾液コルチゾール濃度が低下する傾向がみられ、移動空間のデザインによって、ストレスや疲労状態を改善させる可能性が示唆された¹⁸⁾。さらに、本田(2007)による執務室の気分転換を促す空間に関する研究によると、気分転換は空間の構成要素から得られることができ、一般的に快適とされている空間とそうでない空間のどちらに移動しても、気分転換を促すことができるとしている。同じ作業空間で作業を継続するのではなく、休憩時には別の空間で過ごすことによって、作業後の効率を高めることが可能になるとされている¹⁹⁾²⁰⁾。

以上より、場所移動を伴う休憩・リフレッシュに一定の回復効果が認められている。適度な運動負荷が回復を促進していると指摘する議論がある一方で、同様な運動負荷の条件で景観の変化を取り入れた場合では、回復効果に違いがあると指摘する議論もみられた。このように、場所移動によって回復効果が促進されると仮定した場合、この効果の要因の一つとして視覚的变化が大きく関係している可能性がみられた。そこで次項では視覚に着目し、どれほどの回復効果が得られるのか既往研究を元にこれまで明らかになっている点について概観する。

1-1-4 自然物の視覚的体験による回復効果に関する既往研究について

前項では、場所移動に伴う景観の変化が回復効果を促進させている可能性について触れ、その要因として視覚が回復効果に大きく関係している可能性について指摘した。そこで本項では視覚に着目し、これまで明らかになっている視覚と回復効果の関係について既往研究を元に概観する。

気分転換や疲労回復ができる環境設定について建築分野では、植物の配置²¹⁾、木材の使用²²⁾、光の使用¹³⁾、空調の調整²³⁾といった環境要素に着目した研究が主に行われ、中でも視覚的要因に着目した研究が多く見られ、一定の回復効果が検証されている。

Hartig(2012)によると、窓は作業に必要な光を提供するだけでなく、仕事合間の休憩時に窓を通して外界の自然を眺めと、回復効果を促進させる効果があると指摘している²⁴⁾。また、佐藤ら(1990)の研究によると、窓や植栽、絵画といった視線のやり場がない環境では、被験者の気分や空間への印象がより悪くなり、視線が常に動き回るとし、視環境としての窓・植栽・絵画などの重要性について述べている²⁵⁾。さらに、地下室にTVモニターで屋外景観を写し、窓として映像を取り入れたときの効果に関する武藤ら(1995)による研究によれば、風や光などの変化や、時間や天候などの外界の情報は気分転換や疲労回復に重要であると指摘している。また、窓によって室内の変化の演出や雰囲気改善を促し、気分的な心地よさが高まるとされている²⁶⁾。

そのほかでは、視覚による回復効果を促す自然的要素があるものとして、アクアリウムがあげられている。合掌ら(2012)によれば、作業後の休憩時にアクアリウムが空間に設置されている場合は、別の機器が設置された場合と比べ注視時間が有意に長くなり、この結果から「魅了」「視野」「好み」といった回復特性評価を保有していることが明らかになったとしている。さらに、注意時間が長いほど生理指標のLF/HFの値が低くなる傾向がみられた。アクアリウムが被験者の注意を引きつけ、その結果ストレス緩和効果を促進したと指摘している²⁷⁾。

Kaplanら(1989)が提唱した「注意回復理論: Attention Restoration Theory (ART)」によれば、人間の注意は「意図的注意」と「自動的注意」に分類されるとしている。「意図的注意」は意識的に対象へ注意を向けている状態であり、「自動的注意」は無意識的に対象へ注意を向けている状態とされている。この「自動的注意」を誘発させる4つの要素として、「魅了」(fascination)、「逃避」(being away)、「まとまり」(coherence)、「適合性」(compatibility)があるとし、主体を回復させる回復環境の要素であるとされている。例えば植物や森林のような自然物にはこの4つの要素が備わっているとされ、効果的な回復環境として知られている²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾。さらに、これら視覚的要素を備えた環境であれば、本物の自然でなくとも回復効果が得られるとされている²⁸⁾。このように、屋外の自然風景を映す窓や草木、そしてアクアリウムといった自然物のような回

復環境の特性を視覚的に体験すると、回復効果が促進されるとされている。

そこで次項では回復効果が認められている回復環境の例として森林に着目し、視覚的体験を通して実際にどれほどの回復効果が認められているのか、いくつかの既往研究を通して考察する。そして次々項では、オフィスで自然物などを実際に用いたときの回復効果に関する既往研究を概観し、オフィスにおける効果的な回復環境について考察する。

1-1-5 森林や樹木といった自然物を用いた回復効果に関する既往研究について

前項では、自然物を視覚的に体験することにより、回復効果が促進される点について議論した。本項では、回復効果が認められている回復環境として森林に着目し、視覚的体験を通してどれほどの回復効果が得られるのか、いくつかの既往研究を元に概観する。

高山(2013)らによる注意回復理論を用いた森林の回復機能に関する研究によると、森林は都市と比べ注意回復理論に由来する「逃避」、「魅了」、「視野」、「適合」の回復機能が高く、短時間の滞在であっても、森林から十分に回復効果が得られると明らかにしている³¹⁾。三井(2011)によれば、森林植物園でのウォーキングは住宅地と比べ有意に気分の改善を促し、ストレスを軽減する効果が認められている³²⁾。また、恒次(2011)やPark(2011)らなどによれば、座観や散歩による森林体験は都市部と比べ、快適で鎮静的であり、自然に感じられるなど、主観的評価からポジティブな結果が得られるとされている。さらにリフレッシュ感も高く、気分評価にも肯定的な結果が得られ、森林浴による心理的リラックス効果が期待できると指摘している³³⁾³⁴⁾。

一方で、森林のような自然による生理的回復効果の要因の一つとして、樹木由来の揮発性物質「フィトンチッド」が指摘されている。フィトンチッドは免疫系に作用し、ナチュラルキラー細胞の抗がんタンパク質を増加させるだけでなく、細胞数の増加や活性化を促し、持続効果をもたらすことが明らかになっている。また、免疫系 神経系 内分泌系はサイトカインと呼ばれるタンパク質を介してネットワークを構成し、ホルモンバランスや精神的に大きく影響を与えている。フィトンチッドはネットワークのバランスを改善させ、心身の状態を良くする効果についても明らかになっている³⁵⁾。

李(2011)らの研究によれば、都市環境と森林環境を座観させたところ、森林環境において脈拍数、収縮期血圧、拡張期血圧などの指標から副交感神経活動が有意に高まると報告している。さらに、唾液コルチゾール濃度も有意に低下するなど、森林での座観はストレスを軽減させ、リラックスを促す効果があるとされている³⁶⁾。

近藤ら(2007)(2008)による研究によると、森林散策後に血圧、コルチゾール、アドレナリンが有意に低下し、森林環境が人体へ良い影響を与えたとしている³⁷⁾³⁸⁾。

また朴(2014)らが行なった研究からも、森林環境での歩行は都市部と比べ副交感神経活動が有意に高まり、交換神経活動を抑制させる効果が明らかになり、森林内での歩行は生体を生理的にリラックスさせる効果が認められている³⁹⁾。

そのほかにQ, Liら(2007)(2008)らによる森林浴の効果の持続性に関する研究によれば、森林浴によるナチュラルキラー細胞の活性や細胞内抗がんタンパク質量、細胞数は、森林浴一週間後でも有意に高いレベルを維持することが明らかになっている。森林浴一ヶ月後でも十分に高いレベルを維持しており、理論的には月に1度森林浴をすることによって、十分に高い免

疫機能を維持できるとしている⁴⁰⁾⁴¹⁾。

このように、森林浴などを通して樹木由来の揮発性物質フィトンチッドを吸引することにより、生体の機能が回復・向上することが明らかになっているが、その他に都市部の公園での自然物体験などによる生理的回復効果についても明らかになっている。

岩崎(2007)らの研究によると、都市公園内の芝生やラベンダー畑には血圧効果やストレスホルモンである唾液アミラーゼを低下させる効果が見られ、都市公園は休息や気分転換の場所として適切であると指摘している⁴²⁾。

また、三井(2011)による森林植物園でウォーキングした時の効果に関する実験によると、人工的に整備された森林であっても、ウォーキング後に唾液アミラーゼが有意に低下し、住宅街と比べ森林での歩行が効果的であると指摘している³²⁾。

さらに高柳(2008)の研究によれば、都市部の駅前に設置されている緑陰環境は、生体に心理的な安定を促し、ストレスホルモンの唾液コルチゾール値を下げ、心身を健康にする効果があると述べている⁴³⁾。

このように、都市部にある自然物の体験による生理的回復効果に関する議論もみられているが、注意回復理論を踏まえた上でこれらの効果について考察すると、得られた回復効果はフィトンチッドによるものだけではなく、自然物の視覚的体験によって起因された可能性も含まれると言える。

例えば、近藤ら(2011)が行った研究によれば、嗅覚を遮断し、フィトンチッドの吸引を制限した条件で森林浴を行った場合であっても、血圧、コルチゾール、アドレナリンなどが有意に低下し、生理的回復効果が認められたとしている。さらに、視覚のみを遮断した場合では、これら生理指標に有意な変化は認められなかった⁴⁴⁾。

また、Ulrich(1984)が行なった調査によれば、手術後の入院患者が「窓から樹木が見える病室」で療養した場合、「窓からレンガの壁が見える病室」と比べ、退院までの日数が短縮するなど、自然物による高い回復効果が確認されたとしている⁴⁵⁾。さらにUlrich(1991)は、その後の研究で、樹木、植物の映像、鳥の鳴き声などによる聴覚刺激の回復効果について実験を行なった結果、自然による視聴覚刺激はストレスからの回復時間を短縮する効果が認められたとしている⁴⁶⁾。

そのほかに、大講義室の巨大スクリーンに森林映像を投影し、オフサイト森林浴の効果について検証を行った藤澤(2014)らによれば、短時間かつ室内での映像による森林浴であっても、心理的回復効果が得られ、森林と同等レベルの心理的回復が得られたとし、森林を視覚的に捉える重要性について言及している⁴⁷⁾。

さらに、高山(2012)らによる研究によれば、森林が視覚的にもたらず心理的ストレス軽減効

果の要素の一つとして「木漏れ日」による要因についても指摘している。この研究によると、木漏れ日は視覚を通じて知覚されることで、緊張感や不安感、疲労感を低減し、活気の気分状態を維持させ、緊張感・不安感の低減を促す効果があるとしている⁴⁸⁾。

以上より、森林や公園といった自然物を有する環境の視覚的体験は、血圧やコルチゾールを低下させ、ストレスの軽減やリラックス効果を促し、心理及び生理の両面に回復効果を促す機能があることが明らかになった。注意回復理論によれば、森林には回復環境の特性が含まれるとされ、この特性によって主体に回復効果をもたらしているとされている。回復効果をもたらす森林の構成要素について概観すると、樹木や草といった植物などが多くみられる。この要素を適切にオフィスへ取り入れる事により、オフィスを回復環境として構成することが可能になると考えらる。

そこで次項では、植物といった自然物を実際に室内へ配置した時の回復効果に関する既往研究を概観し、オフィスにおける効果的な回復環境について考察する。

1-1-6 植物等を用いたオフィスでの回復効果に関する既往研究について

前項では、注意回復理論の特性を持ち合わせた環境として森林に着目し、視覚的な体験によって一定の回復効果が認められている点について確認した。回復効果をもたらす森林の構成要素について概観すると、樹木や草といった植物などが多くみられる。この要素を適切にオフィスへ取り入れる事により、オフィスを回復環境として構成することが可能になると考えられる。

そこで本項では、植物といった自然物を室内へ配置した時の回復効果に関する既往研究を概観し、オフィスにおける効果的な回復環境について考察する。

模擬執務空間における着座席からの緑視率を変化させる実験を行なった橋本(2012)らの研究によれば、植物がある場合は無い場合と比べ心理的評価を向上させる効果があると指摘し、植物をクラスター型に配置すると、生理的にも効果が得られることが明らかになっている。そのため、植物のある空間はデスクレイアウトの違いに関係なく、開放感や快適といった心理的評価が高くなるとしている⁴⁹⁾。

岩崎(2006)らによれば、実際のオフィスに植物を配置したとき、植物の設置はアメニティとしての役割だけでなく、社員の心理的改善にも効果があるとしている。また、自席のデスク上に植物を設置すると、職場の環境満足度が上がると指摘している⁵⁰⁾。小坂(2014)らによる類似条件での実験からも同様な結果がみられ、PC周辺の視野内に小型の植物を設置すると、VDT作業で蓄積した疲労などによる「気分の落ち込み」、「意欲の低下」、「腰の疲れ」、「目の疲れ」といった症状の緩和がみられたと指摘している⁵¹⁾。

さらに、今西(2002)による阪急電鉄新本社ビルを対象にした観葉植物の配置(インテリアグリーン)に関する調査によると、オフィスには観葉植物の配置が望まれており、仕事場に緑あるいは花が欲しいと思う割合は75%以上を占めている。さらに、必ずしも本物である必要なく、アートプランツでも十分に対応できると報告している。このような、アートプランツによる回復効果は、仁科(1998)らや沼田(2010)による研究からも同様な結果が得られている⁵²⁾⁵³⁾⁵⁴⁾。中本(2001)による研究からも、本物の観葉植物とイミテーションプランツに対する主観的評価に大きな差は見られず、対象の見た目が同じであれば、使用する植物は必ずしも本物である必要はないことが明らかになっている⁵⁵⁾。

松本(2012)らによる観葉植物を使った心理的反応に関する研究によれば、植物のある環境は睡眠時間の短さによる体調不良やモチベーションの低下を緩和させたと報告している。さらに植物の配置によっては、ストレスホルモンである唾液アミラーゼ活性値が有意に低下し、生理的な効果も見られ、作業効率も上昇したと指摘している⁵⁶⁾。

源城ら(2018)の研究によれば、実際のオフィスに植物を配置すると、心理的状態や自覚症状の緩和だけではなく、視覚疲労なども緩和し、「グリーンメンタルヘルスケア効果」が得られたとしている⁵⁷⁾。さらに、矢動丸(2016)(2017)らによる主観評価を使った調査に寄れば、植物を

オフィスに配置すると、負の感情状態が改善されたと示唆している。また、一度植物を撤去したのちに再設置した場合、以前とは別の他種類の植物を設置するとより高い効果が認められたとしている。したがって植物を同じ位置に配置し続けるだけでなく、定期的な景観の変化も重要であることが読みとれる⁵⁸⁾⁵⁹⁾。

そのほかに、植物の以外の自然物として木質空間とビニル空間を比較した斎藤(2009)らによる研究によれば、木質空間では緊張・不安、抑鬱・落込み、怒り・敵意、疲労、混乱などのストレス状態を示す、すべての主観評価が入室30分後に値有意に低下したとしている。²²⁾

以上より、オフィスといった室内に観葉植物や、植物に似せたアメニティを配置したときの心理的な回復効果を中心に多くの議論がみられた。一方で、生理的回復効果について明白な結果を示した例は多くはみられなかった。森林の研究と比較すると、室内では視野に占める植物要素の比率が少ないことが考えられ、壁や床、そして家具などによって配置できる植物の量に限界があったと言える。したがって、生理的効果が現れるほどの量の配置が困難であったと考えられる。今後、オフィスといった室内において、植物などの視覚的要素を用いて生理的回復効果を促進する回復環境を構築する場合、適切な配置や量について十分に検討する必要があると言える。

以上を踏まえ、次項ではこれまでの項で取り上げたストレスの問題や場所移動による回復効果、そして自然物の視覚的体験による回復効果に関する既往研究から、今後のオフィスのあり方について議論し、これから必要となる検証について考察する。

本項ではこれまでの項で取り上げた内容をまとめ、オフィスで効果的な回復効果を得るための仮説について議論する。

本章の1-1-1項では、オフィスなどにおける疲労やストレスに関する課題に対して、適切な環境設計は未だ十分に講じられていない点について指摘した。次に1-1-2項では、ストレスによる心身への影響について確認し、オフィスでもストレスを原因とした心身の問題を抱く可能性があることを指摘した。この問題に対し1-3-3項では、回復を促す気分転換やリフレッシュの方法として場所移動に着目し、これまで明らかになっている場所移動による回復効果について、既往研究を元に確認した。この結果、場所移動による回復効果には、視覚的要因が大きく関与している可能性がみられた。そこで1-1-4項では、視覚に着目し、どれほどの回復効果が得られるのか既往研究を元に概観した。この結果、注意回復理論の特性を保有した視覚環境が効果的であることが明らかになり、その例として森林や樹木といった自然物の視覚的体験が有効であることが示された。この議論を踏まえ、1-1-5では森林の視覚的体験による回復効果に関する既往研究について、1-1-6ではオフィスに植物や樹木などを設置した時の回復効果に関する既往研究について概観し、森林や樹木といった自然物を視覚的に体験することは、回復効果を促進させることを確認できた。

以上より、オフィスでストレスを感じた時の対応として、歩行による場所移動が有効であることが示唆され、この効果を促進させている要因として視覚的体験が大きく関与している指摘がみられた。特に、注意回復理論の特性を保持した対象の視覚的体験は、効果的に主体を回復させることが明らかになった。

歩行による場所移動のプロセスについて概観すると、作業位置から離席し、歩行の過程を得て目的地へとたどり着く。この一連の過程の中でワーカーに回復効果を促した要因について考えたところ、歩行中の環境変化と発着地間の環境の違いが関係していると考えられる。しかし、これまでの研究では歩行中に着目した議論が多くみられ、発着地間の環境の違いについては十分に研究されていない。もし、発着地間の環境の変化に一定の回復効果が認められれば、例えば歩行量を抑えつつも十分な回復効果を促すことが可能になると考えられ、空間資源が限られたオフィスをより効果的な回復環境として構築できるようになるのではないだろうか。オフィスにおける回復効果に関する知見を広げるためにも、発着地間の環境の違いについて引き続き検証を行っていく必要があると考える。そこで、本研究では発着地間の環境の違いが回復効果にどれほど影響を及ぼしているのか検証するものとする。

発着地間の環境の変化が一定の回復効果を与えていると仮定した場合、この効果を促進する要因として、滞在していた場所の変化「座標位置の変化」と体験していた景観の変化「景観の

切り替え」の大きく2つの要因が関与している可能性がある。本研究ではこの2要因による影響を明白にするため、座標位置の変化の体験と、景観の切り替えを再現した実験による検証を行う。そして、場所移動による回復効果は、主に座標位置の変化によって促進されたのか、それとも景観の切り替えによって促進されたのか明らかにしていく。

前者の「座標位置の変化」に回復効果が認められた場合、オフィスに作業位置の変更を誘発するようなスペースや場所を設置し、気兼ねなく必要に応じて利用できる環境構築が必要になると考えられる。また、「景観の切り替え」に回復効果が認められた場合、オフィス内やデスク周囲の視環境を一定にせず、定期的な変化を伴う景観設定が必要になると考えられる。さらに、オフィス全体の景観を一様にせず、様々なデザインを用いた景観計画が必要になると考えられる。

以上の検証から主に回復効果に関与している要因が明らかになれば、これからのオフィスをより効果的な回復環境として計画することが可能になると考える。

1-2 本研究の目的

本章では、オフィスにおけるストレスを軽減するリフレッシュや気分転換の方法として、歩行による場所移動の回復効果について着目し、考察を進めてきた。その結果、場所移動による回復効果が働く主な要因として、「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが効果を促していると仮説を設けた。仮定している要因から一定の回復効果が認められれば、オフィス全体をより効果的な回復環境として計画することが可能になると言えるが、これまでの研究ではこの点に関して十分に議論されていない。

そこで本研究では、座標位置を再現した実験と、運動感覚を完全に除き、景観の切り替えのみを再現した実験を行い、どちらの要因が主に関与しているのか、生理指標を用いて明らかにすることを目的とする。主に回復効果を促す要因が明らかになれば、その要因特性を取り入れたオフィスの計画が可能になると言える。なお、視覚的影響を除くため、前者で行う検証の環境は可能な限り統一された景観で行うとする。また、運動負荷による影響が生じない移動距離とした。

以上の目的を達成するため、本研究では以下通り実験①～③のように3種の実験を行う。それぞれの実験の目的は次の通りである。

まず初めに実験①では、「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について明らかにすることを目的とする。この実験では、同様な景観が設定された室内に2つの席を設置し、作業の合間に一方の場所へ歩行で移動し、別の位置の席として着座する。なお、後続に予定している景観切り替えの検証と比較するため、本実験では視覚変化の刺激を可能な限り小さくなるよう、実験室の景観を統一してある。さらに、運動負荷による影響を抑えるため、移動距離は10歩程度とする。以上の検証から、「座標位置の変化」が回復効果にどれほどの影響を与えているのか考察する。

次に実験②では、「景観の切り替え」が回復効果に与える影響について明らかにすることを目的とする。この実験では、運動感覚を完全に除くため、物理的な場所の移動は行わず、作業の合間に景観を変化させた。適切に景観の切り替えを再現するため、実験②はVR環境で行うとする。また、変化する景観の手順は、室内の景観(オフィス景観)から植物の緑色系の視覚的要素をモチーフにしたデザイン(植物化景観)の順とする。

なお、景観変化後のデザインは、回復効果が期待される植物化景観を選択した。研究を進めるうえで効果が得られやすい景観デザインから検証を始め、実際にどれほどの違いがみられるのか考察し、今後の研究のエビデンスを得ることを試みるとする。また、本実験で再現する景観変化は壁や床、そして机といったテクスチャーに変化を加える方法とし、家具等の配置は変化させていないとする。

以上の検証から、植物の緑色系の視覚的要素をモチーフにした景観へ変化した場合に、どれほどの回復効果がみられるのか検証する。

最後に実験③では、「実験②」に引き続き「景観の切り替え」が回復効果に与える影響について明らかにすることを目的とする。「実験②」で用いたVRで再現された景観変化後のデザインは、植物などをモチーフにしたデザインを採用している。これに対して「実験③」では、実物に似せた樹木を用いた森林景観を採用している。なお実験方法は「実験②」と同様の手順とする。

以上の検証から、実際に本物の自然物を用いた景観に変化した場合に、どれほどの回復効果がみられるのか検証する。そして、実験②で得られた結果と比較し、景観変化の度合いの違いから、どれほどの回復効果の差がみられるのか考察する。

以上の3種の実験から、場所移動による回復効果は、座標位置の変化および景観の切り替えのうち、どの要因によって促進されたのか明らかにする。座標位置の変化が強く関与していることが明らかになれば、オフィスに場所移動を誘発するようなスペースや場所を設置し、気兼ねなく必要に応じて利用できる環境構築が必要になることと言える。特に、今回の実験では移動距離が10歩程度と、近距離の移動となっている。近場の場所移動から回復効果が認められれば、空間資源が限られた環境でも場所移動による回復効果が再現できると考えられる。

一方で、景観の切り替えが強く関与していることが明らかになれば、オフィス内やデスク周囲の視環境を一定にせず、定期的な変化を伴う景観設定が必要になると考えられる。さらに、オフィス全体の景観を一様にせず、オフィスに様々なデザインを用いた景観計画が必要になると考えられる。

以上の検証から、今後のオフィス計画の一助となるエビデンスを集めるとする。

1-3 本論の構成

本論は、本章「第1章 本研究の背景と目的について」に続き、以下の4つの章で構成される。

第2章では、「実験1：作業中の座標位置の変化が回復効果に与える影響」について議論した。この実験では、同様な景観が設定された室内に2つの席を設置し、作業の合間に一方の場所へ移動させ、このときの座標位置の変化から回復効果がみられるのか、生理指標を用いて検証した。なお、後続に予定している視覚的要因の検証と比較するため、本実験では景観の切り替えによる視覚刺激を可能な限り小さくなるよう、実験室の景観を統一する。また、運動負荷による影響を抑えるため、移動距離は10歩程度とする。さらに、生理量として皮膚コンダクタンスレベル及び心拍変動 [LF/HF] を計測し、作業成績との対応を行う。

以上の検証から、場所移動による回復効果に運動感覚の変化がどれほど関与しているの考察する。

第3章では、「実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について（その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合）」について議論した。この実験では、室内での景観の切り替えをVR環境で再現する。景観の切り替え後のデザインは、オフィスの壁や床といった既存の空間構成要素のテクスチャーを、植物の緑色系の視覚的要素をモチーフにしたデザインへ変化させる。なお、景観の切り替え後のデザインに回復効果が期待される植物の緑色系の視覚的要素を取り入れてた理由として、回復効果が得られやすいとされる景観デザインから検証を始め、実際にどれほどの違いがみられるのか考察し、今後の研究のエビデンスを得ることを試みる。また、生理量として、覚醒度に対応するとされる皮膚コンダクタンスレベル及び集中力の指標とされている瞬き頻度を測り、作業成績との対応を行う。

以上の検証から、場所移動による回復効果に景観の切り替えがどれほど関与しているのか考察する。

第4章では、「実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について（その2：森林景観を用いた場合）」について議論した。第3章で行った景観の切り替えの実験では、家具などの位置や形状に変化は無く、壁や床などのテクスチャーデザインのみの変化であったため、およそ半数の被験者は景観の切り替えに気づかなかった。そこで第4章では、作業の途中で実物の植物や樹木等に似せた自然物のモデルで構成された全く別の景観（森林景観）へ変化させる実験を行い、この時の回復効果について検討する。なお、自然物として森林景観を用いる理由は前章と同様である。また、生理指標も前章と同様とし、作業成績との対応を行う。さらに、実験手順も同様とした。

以上の検証か、オフィス景観が植物や樹木等に似せたモデルで構成された全く別の景観へ変化した場合に、どれほどの回復効果がみられるのか検証している。さらに、第3章で検証した景観変化と比較し、変化の度合いの違いから、どれほどの回復効果の差がみられるのか考察する。

第5章「まとめ」では、以上をまとめ、本論を総括する。

第2章

実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が 回復効果に与える影響について

2-1 実験目的

第1章では、場所移動によって回復効果が促進される要因として、「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが主に関与している仮説を設けた。そこで本章では、仮定した要因の1つである「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について、生理指標を用いた実験から明らかにすることを目的とする。

本実験では、同様な景観が設定された室内に2つの席を設置し、作業の合間に一方の場所へ歩行で移動し、別の位置の席として着座する。なお、視覚的要因の検証と比較するため、本実験では視覚変化を可能な限り小さくし、実験室の景観を統一した。また、運動負荷による影響が生じない移動距離とした。さらに、生理量として皮膚コンダクタンスレベル及び心拍変動 [LF/HF] を計測し、作業成績との対応を行う。

以上の検証から、場所移動による回復効果に座標位置の変化がどれほど関与しているのか考察する。

2-2 実験方法

2-2-1 実験手順

本実験では、「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について明らかにするため、以下の通り実験を計画した。

まず、2種の被験者群 [MOVE 群：計算作業の途中で一方の場所に移動し、作業を継続する] 及び [STAY 群：指定された場所に連続して留まり、計算作業を行う] を設定し、被験者はどちらかの群に所属させた。実験室には2箇所の作業場所 [Space 1] 及び [Space 2] を設定し、各群の被験者は指示に従い、いずれかの作業場所から実験を開始する。

また、実験中は覚醒度や自律神経系の指標となる皮膚コンダクタンスレベル、心拍変動数及び作業の成績を記録した。

1) 被験者群の構成

両被験者群は、作業場所 [Space1] もしくは [Space2] で初めの20分の作業 [1st Session] を開始する。[1st Session] 終了後、被験者は2分間の小休憩 [1st Break] を取り、その後2回目の作業 [2nd Session] を開始する。この時、両被験者群は同じ場所で作業を行うとする。[2nd Session] 終了後、2度目の小休憩 [2nd Break] をとる。MOVE 群は隣の作業場所に移動し、STAY 群は同じ場所に留まるとする。[2nd Break] 終了後、3回目の作業 [3rd Session] を開始する。なお、作業開始及び作業終了の指示は作業用の液晶画面で表示する。作業終了後に表示される教示文には、後方に用意した指示書を確認するよう指示している。教示文確認後、被験者は一度席を離れ、用意された指示書を確認し、指示書にある場所まで移動する (fig. 2-1, 2-2 参照)。

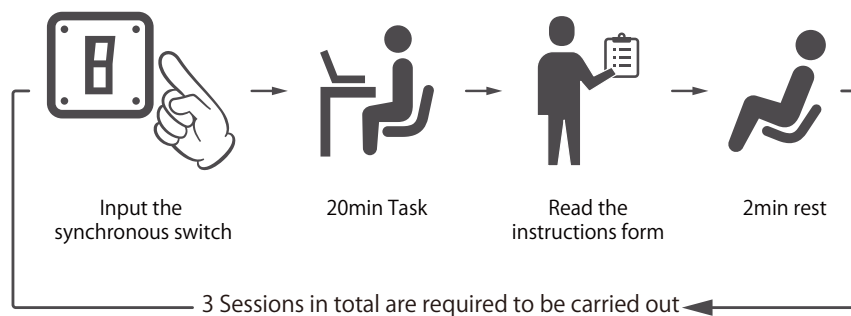


fig.2-1 Session1 回分の手順

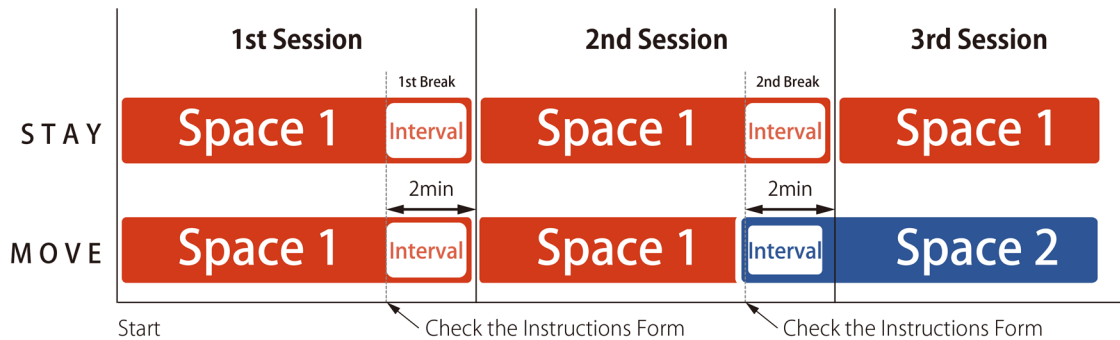


fig.2-2 被験者群の設定と実験の流れ (インターバルの前に)

2) 実験開始までの流れ

被験者には事前に実験に関する注意事項を伝え、実験当日においても改めて説明し、被験者から同意を得た。また、実験中は作業用の液晶画面に書かれた教示文を読み、その都度従うよう誘導した。実験開始にあたって、被験者には実験手順について説明し、その後計測機器を装着し、練習課題を行った。

練習課題では、課題回答の操作に問題が見られないか、そして生理計測に問題が見られないかについて、練習課題後に生理計測などに問題が見られないか確認を行った。その後、生理的に落ち着くまでその場で十分に安静にし、[1st Session]を開始した。

3) 実験の大まかな流れ

本実験の大まかな流れは、① [同意書確認・実験教示・計測機器の装着 (約15分)] → ② [練習・安静 (約15分)] → ③ [本実験 (65分)] → ④ [実験後のアンケート・その他 (約10分)] となっている。前述のとおり、本実験では1回20分の作業を3回行い、それぞれの作業の間には2分間の小休憩が設定されており、この時に実験協力者は後方に用意された指示書を確認し、指定されたどちらかの作業場所に移動する。このように、「作業→指示書確認→Break」を1回のSessionとし、[1st Session → 2nd Session → 3rd Session]のように合計3回のSessionを行った。実験終了後のアンケートでは、実験協力者の属性 (年齢・性別)、実験参加日の体調や睡眠、実験中の疲労状態についての感想などに関する回答させ、実験を終了した。一連の所用時間は約2時間であった。

2-2-2 作業課題

本実験の作業課題は、「SPI」^(注7) 対策用の参考書⁽⁶⁰⁾にある「料金の割引, 損益算, 分割払い・仕事算, 割合, 比, 代金の精算, 速さ・距離・時間, 順列・組み合わせ, 確率, 集合, 推論」といった算術能力を必要とする内容の設問から出題した。

問題例)

・ある博物館の入場料は1人あたり700円で、30人を越す団体の場合、30人を越えた分については2割引きである。

(その1) 博物館に43人でいく場合、入館料はいくらになるか。

A : 7280円 B : 27720円 C : 28280円 D : 29400円 E : 24000円

作業課題は設置された液晶画面に文章問題が表示され、実験協力者はその文章の内容を理解し、手元の白紙で筆算を行う。そして、答えを5つの中からマウスで選択し回答する (fig. 2-3 参照)。各 Session に1群あたり23問題を用意した。課題群は3種用意し (A群～C群)、計6通りの出題順序を設定した。

制限時間は1Sessionあたり20分となっている。課題1問の正解に対して1点の得点を与えるとする。なお、被験者はできるだけ多く解くよう指示された。

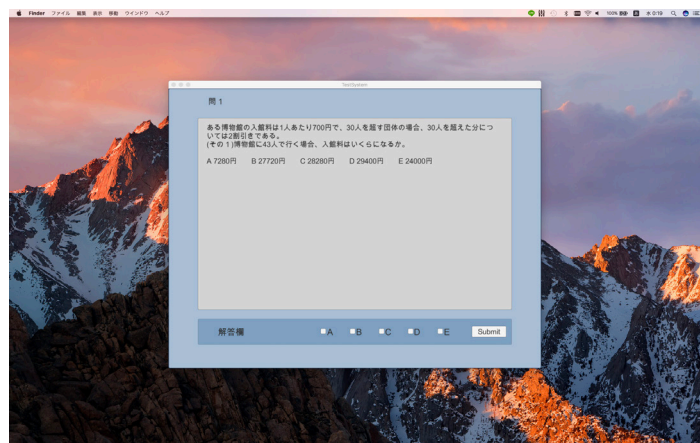


fig.2-3 課題を映した液晶画面の例

2-2-3 実験環境

本実験は東京大学 駒場キャンパスの研究室を借りて行われた。この研究室には同じ型の机2つを本棚を挟んで隣同士に並べられ、間にセパレートが設置されていた (fig.2-4 参照)。この二つの机が設置された場所を Space.1 及び Space.2 とする。セパレートで分離された Space.1 及び Space.2 のうち、Space.1 の左前方には白色の何も置かれていない本棚があり、一部机の前方に重なっていた。Space.2 では左右に同じ型の本棚が位置している。各 Space の前面には同様な白い壁が広がっており、机の上には同様な作業用の液晶画面が設置されている。また、作業に使用する同じ型のキーボードやマウスも設置してある。

なお、それぞれの作業場所の中央にセパレートがあるため、着座する作業場所によってセパレートの位置が左右に異なる。また、両 Space の中央に位置する本棚には液晶画面と接続した課題呈示用のノート PC が設置されており、着座位置によってノート PC の位置も左右に異なる。さらに、Space1 左後方にはブラインドで閉じられた窓がある。

実際にそれぞれの作業場所に着座し正面を望んだ時、セパレートとノート PC, ブラインドで閉じられた窓は殆ど視野に入らず、同様な白い壁、同じ型の作業用液晶画面、そして同じ型の机が主に視野を占めている。よって Space1 及び Space2 を正面に望んだ時の景観デザインに微小な差異はあるが、本実験では同様な景観であるとする。

各 Space 中央後方の机の上には、指示書を用意した。実験協力者は実験中、Break に入る前に一度この指示書を確認し、指示された作業場所へ移動する。1st Break の時は両群共に同じ場所へ戻るとする。また 2nd Break の時、MOVE 群は隣の場所へ移動し、STAY 群は同じ場所に戻るとする。実験実施者は実験室に用意された観測席で実験の進行の様子を見守り、実験協力者から見えないようにした。実験に影響が及ばないようにするため、外景を映す窓はブラインドで閉じた。

課題表示用に用意した液晶画面は DELL 社製「19型 液晶ディスプレイ E198FPb」、マウスとキーボードは LOGICCOOL 社製「MK235」を使用した。(fig.2-4, 2-5 参照)。

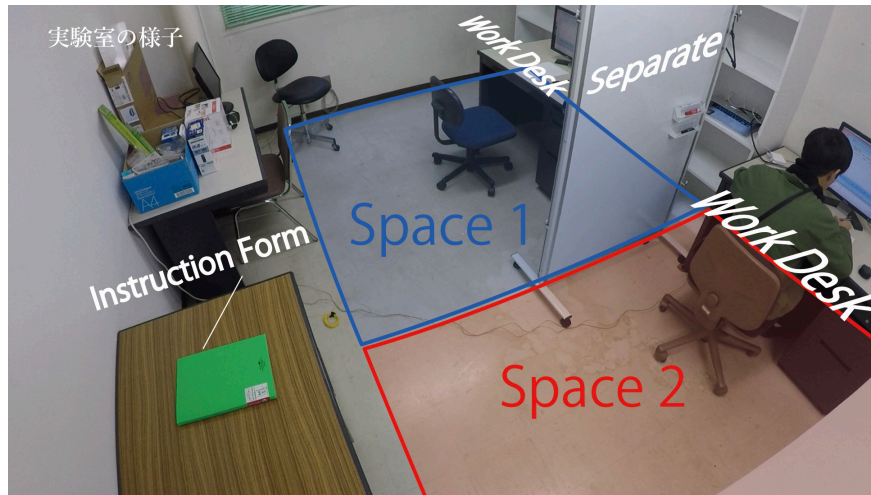


fig.2-4 実験室の様子

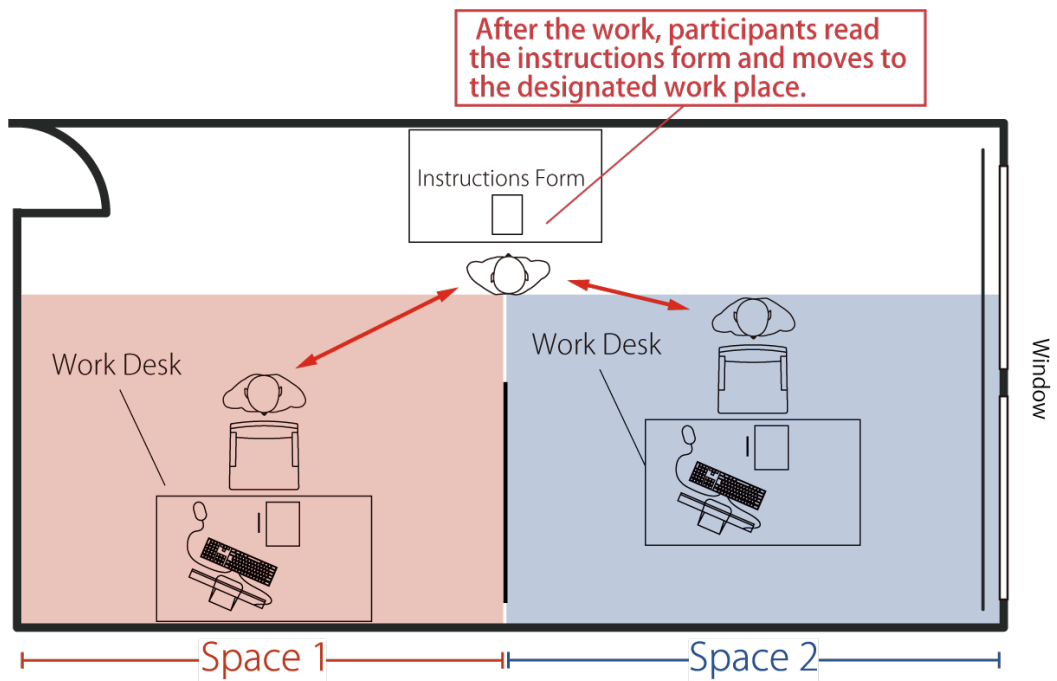


fig.2-5 実験室のレイアウト

2-2-4 生理計測

本実験では、覚醒度の指標として皮膚電気活動(以下EDA: Electrodermal activity)の皮膚コンダクタンスレベル(以下SCL, Skin Conductance Level)を計測する。また、自律神経系の指標として心臓のR-R intervalを計測した。

EDAは交換神経による汗腺の活動を電氣的に計測する手法で、より短時間範囲で反応を捉えることができる。EDAの計測方法には大きく4つに分けられ(SPL: Skin Potential Level, SPR: Skin Potential Responses, SCL: Skin Conductance Level, SCR: Skin Conductance Response)、本実験ではSCLを採用した。

皮膚上の電氣的抵抗値は常に変動しており、SCLはベースラインの数十秒から数分間に起こる変化を意味する。実験で設定した状況と心理的要因を長い時間で比較できる点がメリットであると考えられている⁶¹⁾。

一般的に、覚醒度には低い状態から高い状態まで、いくつかの段階に別れており、不快-快といった感情の尺度と組み合わせて、感情と覚醒度の相対的な関係性を示すことができる⁶²⁾⁶³⁾(fig.2-6参照)。また、適度に覚醒度を高めると身体的・心理的機能や、作業効率を高めることが知られている⁵⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾(fig.2-7, 2-8参照)。本研究では作業による蓄積した疲労によって覚醒度が低下がみられ、実験中に与えた刺激に対して覚醒度の上昇がみられた時に回復効果が発揮されたとする。

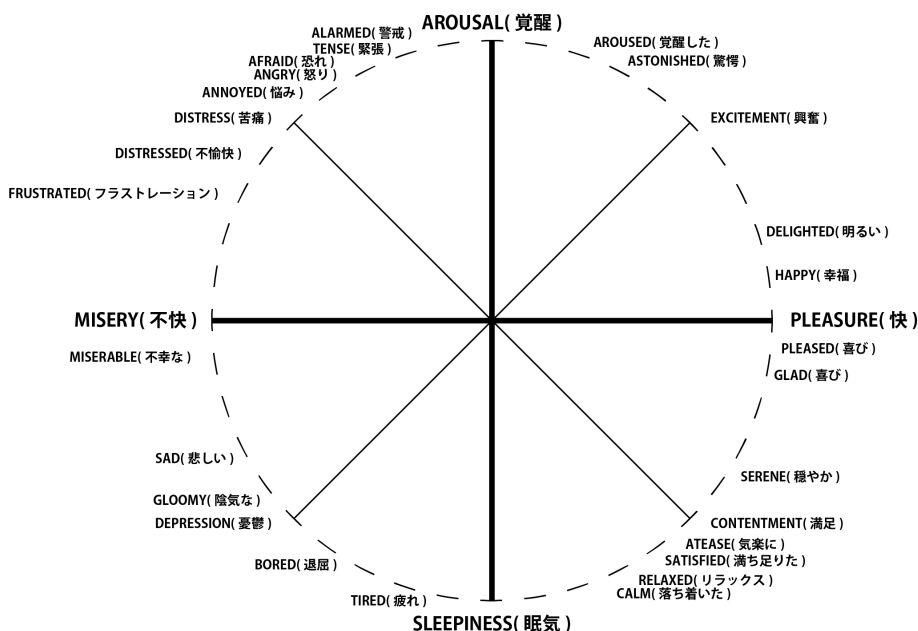


fig.2-6 ラッセルの感情円環モデル (James A Russell 1980, 藤永 博 2003 を参考に作成)

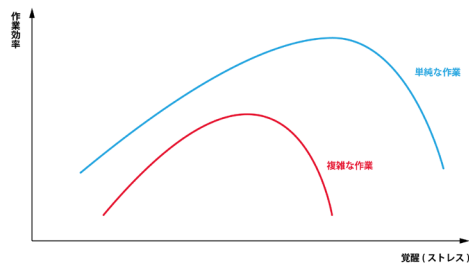


fig. 2-7 ヤーキーズ・ドットソンの法則
(Yerkes 1908, Weinschenk, 武倉 広幸 2012 を参考に作成)

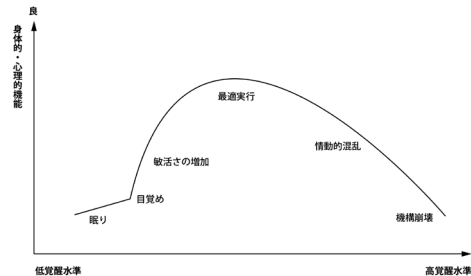


fig. 2-8 覚醒水準と身体的・生理的機能との関係
(鹿取 廣人 2015 らを参考に作成)

また、本研究では自立神経系の指標として心拍変動を計測した。心臓の鼓動のピーク間 (peak-to-peak) から R-R interval を時系列にプロットし、心拍数の時間変化 (心拍変動数, 心拍ゆらぎ) を求めた。この値を周波数解析し、0.05~0.15Hz 周辺の成分 LF (Low Frequency Component) 成分と 0.15~0.45Hz 周辺の成分 HF 成分 (High Frequency component) を算出した (fig.2-9 参照)。

LF 成分は血圧調整に関連し、交換神経と副交感神経の影響を受けるとされている。HF 成分は呼吸に関連し、副交感神経から影響を受けていると考えられている。LF 成分と HF 成分の比 [LF/HF 比] はストレスの尺度として利用できると考えられている。ストレスが高まると LF/HF 比の値が大きくなり、ストレスが減少すると値が小さくなるとされている⁶¹⁾。

以上の理由から、SCL と LF/HF 比から回復効果を検証する指標として適切であると考え、本実験の生理指標として採用した。

SCL の計測器は Neulog 社製「NUL-217」を使用した。この機材に接続された電極を、利き手の反対の中指と薬指に装着し、外れないよう固定した。次に心拍計は Seeed Studio 社製「Grove - Ear-clip Heart Rate Sensor」を使用した。この機材のセンサ部分はクリップ型になっており、動脈血中の酸素化ヘモグロビンによる吸光度特性を使い、照射した LED の光の反射光量を時系列にセンシングすることにより、脈波形を取得している。

SCL の計測器は無線で、心拍計は有線でそれぞれ専用を用意した計測用 PC にデータを送信した。

また、計測器の他に実験開始時や小休憩開始時に入力するスイッチを設置した。これらの計測器とスイッチをマイコン Arduino UNO を経由して接続させた。これにより、スイッチの入力信号と各生理データを同期させ、分析の精度を高めるため各区間の区切りを明白にした。このような理由で、各 Session 及び各 Break 開始時に、実験協力者に自らスイッチを入力するよう

教示した。

今回使用した機器は、研究機関や一般企業等において国内外で広く用いられ、非侵襲的計測機であり、これまで事故や発作などは報告されていない。

これら一連の機器はショルダーバッグに収納し、実験協力者に装着させた (fig. 2-10)。

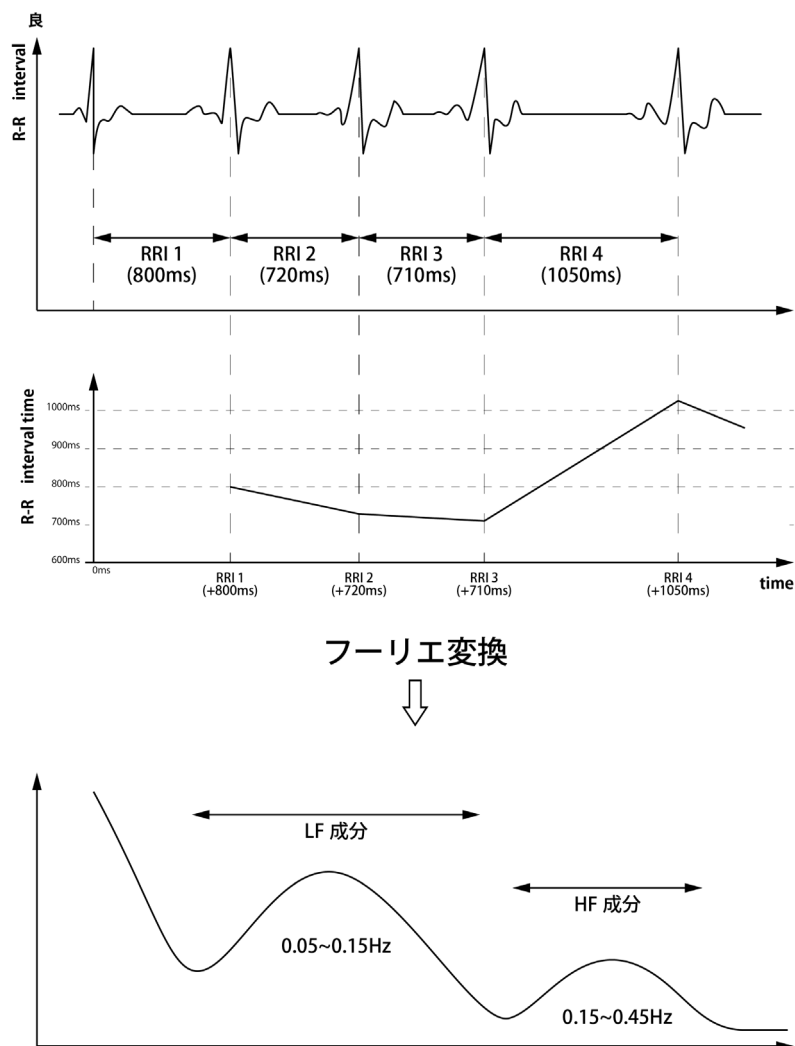


fig. 2-9 R-R interval と LF 成分 HF 成分の算出方法
(福田玄明 2018 を参考に作成)

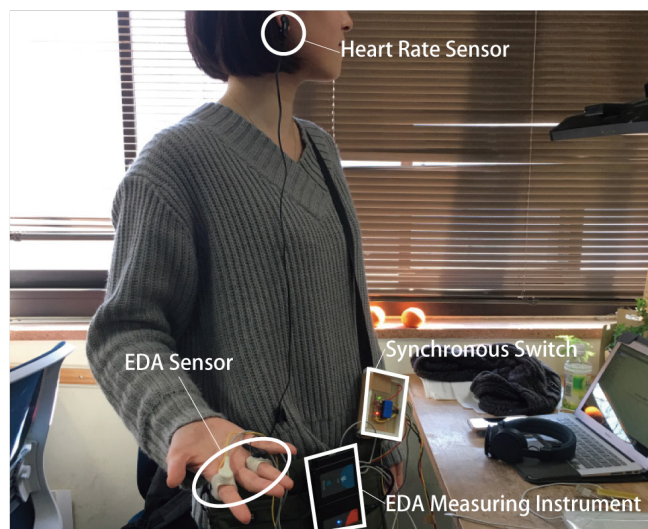


fig. 2-10 実験協力者に計測器を装着した様子

2-2-5 実験期間と実験協力者属性

被験者は20代の大学生で、男性25人、女性12人、合計37人であった。実験期間は2017年12月～2018年2月の期間に実施した。本実験はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、実験の手続きについて事前に参加者の同意を得た上で行われた^{注3)}。

2-3 実験結果

実験後のアンケートで聞いた実験参加日の体調に関する5段階評価(1：非常に悪い～5：非常に良いあとで設問再確認する)では、「1」を選択した被験者は無く、「2」を選択した被験者は5名いた。そのほかに、睡眠に関する項目(1：寝れていない～5：よく寝れた)では、「1」を選択した被験者は3名おり、「2」を選択した被験者は4名いた。これらの被験者には、再度実験中の健康状態の詳細について確認した結果、実験に影響を与えた被験者はいなかったと判断した。各データの処理については次の通りである。

2-3-1 実験結果1：SCL

取得できたSCLのサンプル数は、正確に計測できなかったサンプルを除いた結果、合計サンプル数は $n=30$ となった。計測値が低い場合で約 $0.5 \mu s \sim 2 \mu s$ 付近を、高い場合で約 $6 \mu s \sim 7 \mu s$ 付近に計測値が分布した。また、機材の無線通信のなどが影響し、正確に値を取得できない状態がみられた場合で、任意単位の設定により安定的に計測できるようになった時は、この設定で実験を行った。計測値のレベルに個人差が見られたが、値の変動は多くのサンプルで同様な傾向を示した。

特徴的な傾向として、1st Session開始後の計測値は、比較的高いレベルで推移しているが、時間経過と共に微減増する程度の変化に留まり、大きな変化は多く見られなかった。一度目の小休憩(1st Break)へ移行直後は、値が上昇する傾向が多くみられた。2nd Sessionへ移行直後は、計測値が一度上昇し、その後再び時間経過と共に低下する傾向が多くみられた。さらに、二度目の小休憩(2nd Break)から3rd Sessionにかけても同様な変化が見られた。このような計測値の変化の特徴はMOVE群で16人中9名、Stay群では14人中8名みられ、およそ6割の被験者にはこのような特徴がみられた(fig. 2-11 参照)。

このように、およそ6割近くの被験者に同様な値の変動を示したが、計測値のレベルには大きな差がみられた。そこで、計測値の個人差を調整するため、各Phase開始から終了するまでの間を、被験者毎に0(最小値)から1(最大値)の間で標準化した。

次に、各Sessionを5分間隔(5min区間～20min区間)で区切り、5分間あたりの平均値を算出した。Break区間は2分間の平均値を求めた。分析では以上の平均値を用いるとする。

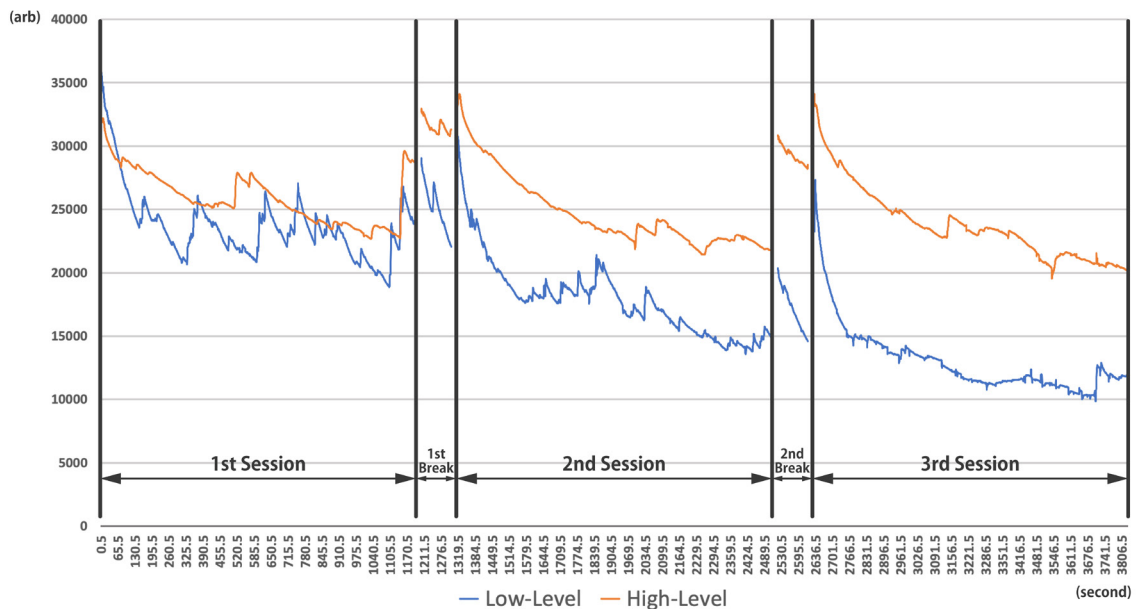


fig. 2-11 実際に計測した SCL の推移の例

2-3-2 実験結果 2：作業成績

正確に記録できた作業成績のサンプル数は合計 $n=31$ となった。各 Session 間の作業成績の推移を把握するため、各 Session 内で回答できた正解数を被験者別に算出した。

正解数が少ない場合では 5 付近を推移し、多い場合では 15 付近を推移するなど、正解数に個人差が見られたが、大きく正解数が変動した被験者は少数であった。

正解数が倍増以上及び半減以下の変動があった部分についてみると、1st Session から 2nd Session にかけて倍増以上の変化がみられた被験者は 1 名となり、半減以下の被験者は 4 名いた。また、2nd Session から 3rd Session にかけて倍増以上及び半減以下の変化がみられた被験者はそれぞれ 2 名となった。

このように、正解数が大きく変動した割合は少数であった。ただし、正解数の水準に差が見られたことから、課題遂行能力の個人差を補正するため、各課題群別での偏差値を求め、標準化した。さらに、全被験者の標準化した成績を Session 毎に集計し、平均値を算出した。以下の分析では、この平均値を用いるとする。

2-3-3 実験結果3：LF/HF

正確に記録できた LF/HF のサンプル数は合計 $n=25$ となった。2-4 生理計測に記述してある手順で4分間毎の LF/HF を算出した。なお、小休憩の箇所は2分間とした。LF/HF が低い場合では0.7～1.0付近を、高い場合では2.0～2.3付近に分布し、計測値のレベルに大きな差がみられた。計測値の個人差を調整するため、各Phase開始から終了するまでの間の偏差値を算出し、標準化した。分析では以上の偏差値を用いるとする。

2-4 分析と考察

2-4-1 分析1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について

fig.2-12 及び table.2-1 は、MOVE 群及び STAY 群の標準化した SCL 値の平均を、時系列で表示したものである。特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.2-12 における各 Session の標準化 SCL の平均値の推移を概観すると、1st Session ではほぼ横ばいに推移し、2nd Session 及び 3rd Session では高い水準から低い水準へ推移している。そこで、どれほどの差がみられたのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間(5min 及び 20min) の標準化 SCL の平均値を t 検定で比較したところ、2nd Session の両群の値が有意に低下したことが明らかになった (fig.2-12 ① : $t(15) \div 0.35, p = n.s.$ ② : $t(13) \div 0.38, p = n.s.$ ③ : $t(15) \div 2.93, p < 0.01$ ④ : $t(13) \div 3.35, p < 0.01$ ⑤ : $t(15) \div 1.00, p = n.s.$ ⑥ : $t(13) \div 1.73, p = n.s.$)。1st Session では作業による顕著な疲労は見られなかったが、2nd Session では疲労の蓄積が解消されず、覚醒の低下が見られと考えられる。また、3rd Session の STAY 群の p 値は $p \div 0.108$ となり、サンプル数不足により有意な結果とならなかった可能性が考えられる。そのため、サンプル数が増えた場合、STAY 群はより高い確率で値が低下する可能性がみられた。

次に、各 Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、両群ともに増加したのちに減少している。そこで、それぞれの Session の最後の区間と次の Break 区間、そしてこの Break 区間から次の Session の最初の区間の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。

まず、1st Break とその前後の標準化 SCL の平均値の検定結果によれば、1st Session 20min 区間から 1st Break 区間にかけて、MOVE 群は有意な増加となり、STAY 群は有意な傾向の増加となった (同⑦ $p = < 0.05$ ⑧ $p = < 0.1$)。また、1st Session 20min 区間から 2nd Session 5min 区間にかけて、STAY 群の値が有意に増加した (同⑨ $p = n.s.$ ⑩ $p = < 0.05$)。両群共に、1st Session 末尾区間から 1st Break にかけて覚醒度が有意に上昇したことから、両群共に小休憩によって疲労の蓄積が解消されたと考えられる。なお、ここでは両群共に同じ場所に留まり、場所の移動は無い。

1st Break から 2nd Session 5min 区間にかけては、MOVE 群の値が有意に低下している (同⑪ $p = < 0.05$ ⑫ $p = n.s.$)。これは、小休憩後に再開された作業によって蓄積した疲労が、STAY 群よりも早く影響したためと考えられる。

次に、2nd Break とその前後の検定結果によれば、2nd Session 20min 区間から 2nd Break にかけて MOVE 群の値が有意に上昇していることが明らかになり、STAY 群に有意な差は見られなかった (同⑬ $p = < 0.05$ ⑭ $p = n.s.$)。この時、MOVE 群は隣の席へ移動している。MOVE 群

のみに有意な覚醒度の回復がみられたことより、場所移動による回復効果が得られと考えられる。一方で STAY 群では、1st Break と同様な位置での休憩であったため、回復効果が薄れ、十分な覚醒度の回復ならなかった可能性が考えられる。

しかし、両群において、1st Break へ遷移した時の SCL の増加量と 2nd Break へ遷移したときの増加量をそれぞれ t 検定で比較したところ、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-13, 2-14 参照)。したがって、MOVE 群において、場所移動を行った場合とそうでない場合の SCL の増加量に有意な差はみられず、場所移動による SCL の回復効果は得られなかったことが示唆された。

以上の結果より、作業の合間に取った小休憩を前回とは異なる場所で取った場合、覚醒度が有意に向上したことが明らかになり、一見すると場所を変更したことによって回復効果が促進されたとみられたが、その回復量について概観すると、一度目の場所移動を行っていない小休憩と比べ有意な差はみられなかった。したがって、作業の合間に座標位置を変更しても、SCL は明白に回復しないことが可能性が示唆された。

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

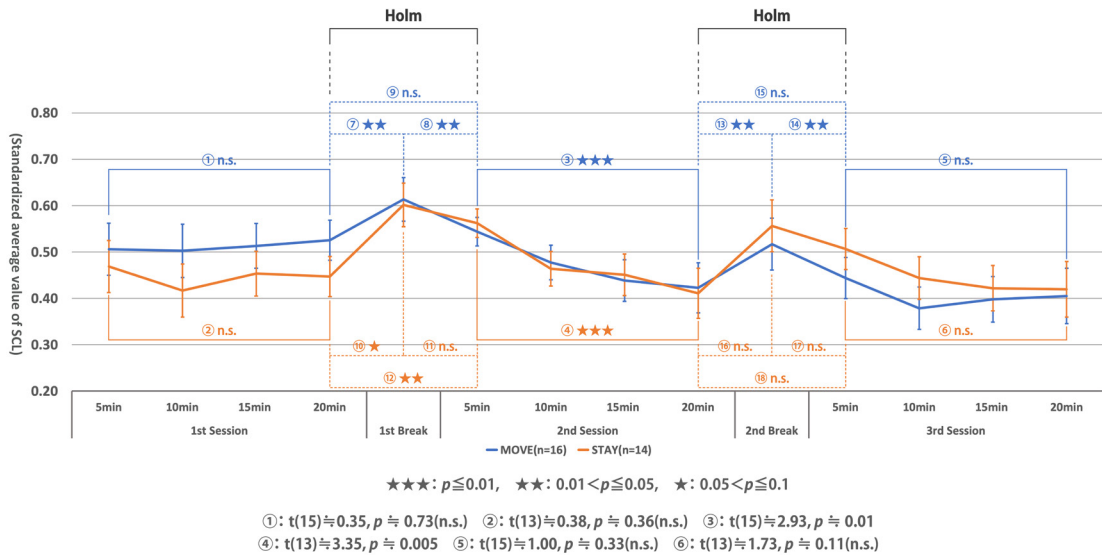


fig. 2-12 標準化 SCL の平均値の推移

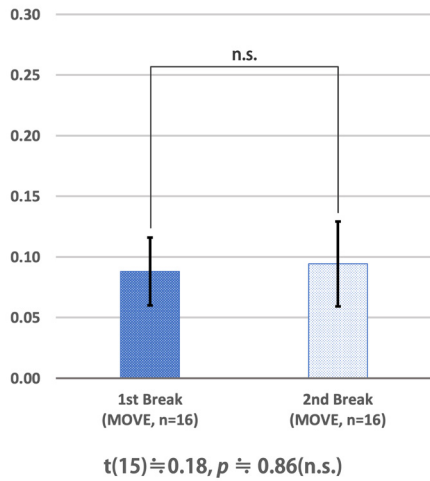


fig. 2-13 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (MOVE 群)

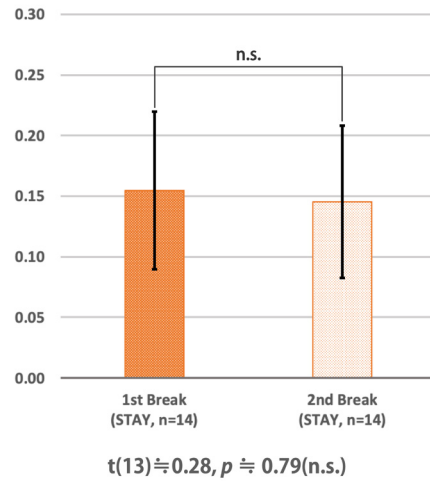


fig. 2-14 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (STAY 群)

tab. 2-1 標準化 SCL の平均値一覧

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	5min	<i>0.506</i>	<i>0.045</i>	<i>0.468</i>	<i>0.056</i>
	10min	<i>0.502</i>	<i>0.050</i>	<i>0.417</i>	<i>0.057</i>
	15min	<i>0.513</i>	<i>0.059</i>	<i>0.453</i>	<i>0.048</i>
	20min	<i>0.526</i>	<i>0.053</i>	<i>0.447</i>	<i>0.043</i>
1st Break (2min)		<i>0.613</i>	<i>0.033</i>	<i>0.602</i>	<i>0.047</i>
2nd Session	5min	<i>0.544</i>	<i>0.036</i>	<i>0.562</i>	<i>0.031</i>
	10min	<i>0.477</i>	<i>0.048</i>	<i>0.464</i>	<i>0.037</i>
	15min	<i>0.439</i>	<i>0.057</i>	<i>0.451</i>	<i>0.045</i>
	20min	<i>0.423</i>	<i>0.066</i>	<i>0.411</i>	<i>0.054</i>
2nd Break (2min)		<i>0.517</i>	<i>0.058</i>	<i>0.556</i>	<i>0.056</i>
3rd Session	5min	<i>0.444</i>	<i>0.056</i>	<i>0.506</i>	<i>0.044</i>
	10min	<i>0.379</i>	<i>0.064</i>	<i>0.444</i>	<i>0.046</i>
	15min	<i>0.398</i>	<i>0.067</i>	<i>0.422</i>	<i>0.049</i>
	20min	<i>0.405</i>	<i>0.079</i>	<i>0.419</i>	<i>0.060</i>

2-4-2 分析2：作業成績の推移について

fig.2-15, 2-16 及び table.2-2 は、MOVE 群及び STAY 群の平均偏差値を Session 順に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.2-15 の各 Session の値の推移を概観すると、STAY 群は MOVE 群と比べ、やや低い水準を推移しているが、両群共に Session 間の変化に大きな差は見られない。そこで、両群の Session 間に有意な差は見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。検定結果によれば、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-15 の①～⑥ $p = n.s.$)。さらに、MOVE 群と STAY 群の間に差はみられるのか、各 Session 内で t 検定を行ったところ、同様に有意な差は認められなかった (fig.2-16 ⑦ : $t(29) \div 1.29, p = n.s.$ ⑧ : $t(29) \div 0.70, p = n.s.$ ⑨ : $t(29) \div 0.61, p = n.s.$)。

以上の結果より、作業の合間に座標位置を変更した場合とそうでない場合で作業成績を比べたところ、明白な違いはみられず、作業場所変更有無による違いの差は認められなかった。本実験で用いた作業内容は得手不得手の傾向が強い作業課題であったため、本実験で目的としている場所移動による回復効果を評価することは難しいと言える。

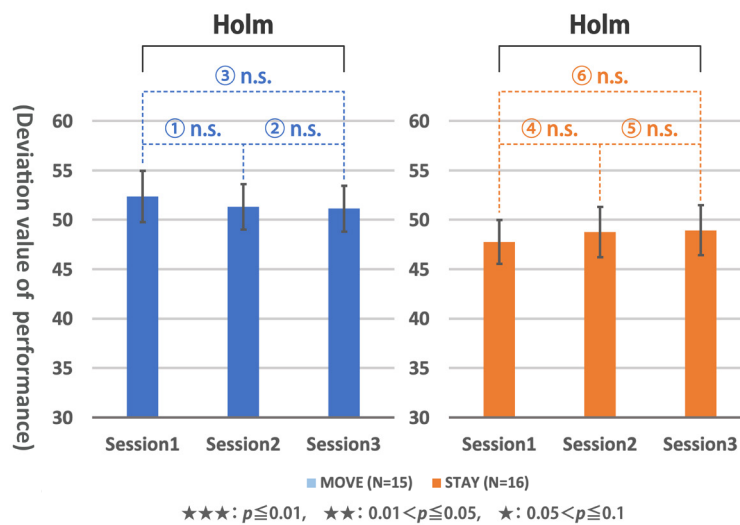
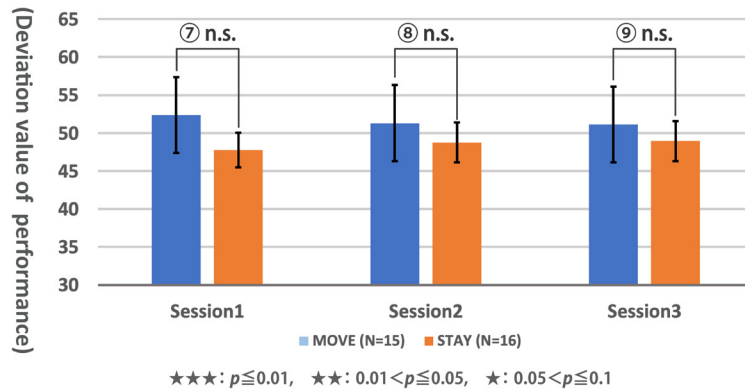


fig. 2-15 各 Session におけるそれぞれの群の作業成績 (偏差値) の推移

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について



⑦: $t(29) \approx 1.30, p \approx 0.21(n.s.)$ ⑧: $t(29) \approx 0.70, p \approx 0.49(n.s.)$ ⑨: $t(29) \approx 1.61, p \approx 0.55(n.s.)$

fig. 2-16 各 Session におけるそれぞれの群の作業成績 (偏差値) の比較

tab.2-2 作業成績 (偏差値) 一覧

Time Sequence	MOVE		STAY		P
	mean	SE	mean	SE	
1st Session	52.38	2.59	47.77	2.21	n.s.
2nd Session	51.32	2.31	48.77	2.53	n.s.
3rd Session	51.14	2.33	48.94	2.53	n.s.

2-4-3 補助分析：LF/HF の推移について

fig.2-17 及び table.2-3 は、MOVE 群及び STAY 群の LF/HF 値を偏差値に標準化し、その平均値を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.2-17 における各 Session の標準化 LF/HF 値の平均値の推移を概観すると、1st Session では両群共に増減を繰り返しながら推移している。2nd Session では、序盤から中盤あたりまで値が増加し、その後減少したのちに、一定水準を維持した。3rd Session の序盤では、値の微減が見られたが、その後中盤から終盤にかけて値の増加が見られた。このように、各 Session 間の変化を比較すると、2nd 及び 3rd Session の両群の値は 1st Session と比べ比較的安定的に推移しており、値も概ね同様な推移となっている。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の 2 つの区間 (5min 及び 20min) を t 検定で比較したところ、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-17 ① : $t(11) \doteq 1.64, p = n.s.$ ② : $t(12) \doteq 0.76, p = n.s.$ ③ : $t(11) \doteq 1.80, p = n.s.$ ④ : $t(12) \doteq 0.21, p = n.s.$ ⑤ : $t(11) \doteq 1.17, p = n.s.$ ⑥ : $t(12) \doteq 0.30, p = n.s.$)。

次に、各 Break 区間及びその前後における LF/HF 値の平均を概観すると、1st Break 前後の MOVE 群の値は微増を続け、STAY 群の値は増加したのちに微減した。また、2nd Break 前後の MOVE 群の値は微減を続け、STAY 群の値は増加したのちに減少した。そこで、それぞれの Session の最後の区間と次の Break 区間、そしてこの Break 区間から次の Session の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。検定結果によれば、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-17 ⑦~⑧ : $p = n.s.$)。

以上の結果より、作業の合間に着座する位置を変更した場合とそうでない場合で LF/HF 値を比べたところ、明白な違いはみられず、座標位置変更有無による違いの差は認められなかった。

このような結果に至った理由として、指標の特性が関係していると考えられる。本実験では生理指標として SCL と HF/LF を採用している。両指標共に自律神経系の働きからストレス状態などを推定することができるが、計測に必要な窓の長さは異なる。SCL は数秒から数十秒程度の時間窓から変化を捉えることが可能であるが、HF/LF 値は一定時間の R-R interval の計測が必要になる。そのため、本実験では 2 分間の時間窓を用いて R-R interval を計測したのちに HF/LF を算出している。一方で、SCL は 0.5 秒に 1 つの値を計測しているため、より細かく短時間の変化を捉えることが可能である。

2-4-1 分析 1 の実験結果によれば、各 Break 区間における SCL の値の増加時間は、数十秒程度であり、分析 1 で示した SCL の平均値においても、各 Break 区間で値の増加が反映されている。

SCL の結果によれば、Break による一時的な覚醒度の回復がみれたが、計測時間の窓の長さ

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

の違いにより、HF/LF ではこの短時間の回復を十分に捉えられなかった可能性がある。したがって、本項での考察は補助的な扱いとする。

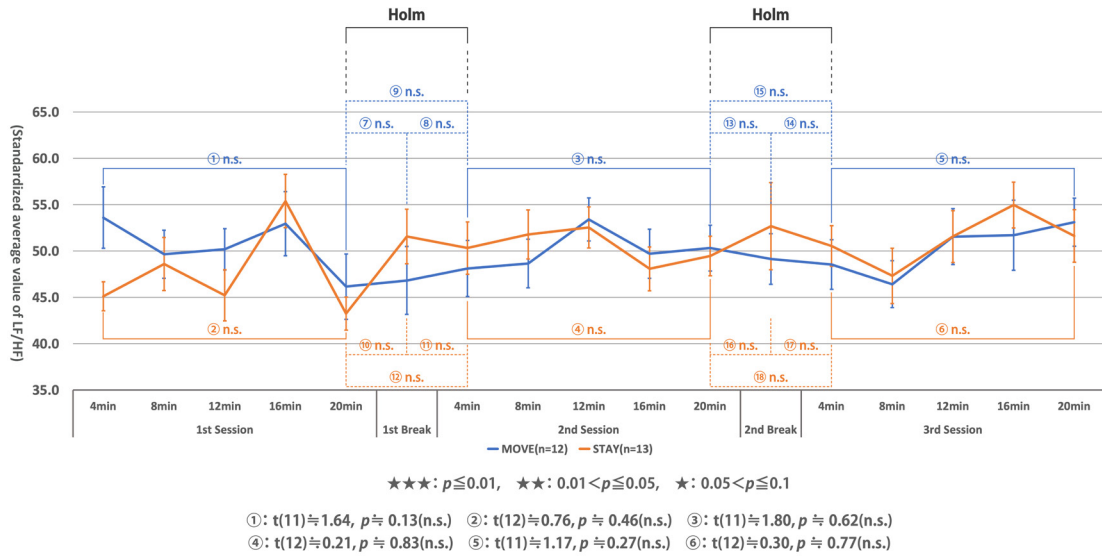


fig.2-17 HF/LF の平均偏差値の推移

tab.2-3 HF/LF の平均偏差値の推移

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	4min	53.604	3.309	45.117	1.568
	8min	49.642	2.593	48.593	2.858
	12min	50.187	2.233	45.216	2.756
	16min	52.953	3.454	55.384	2.878
	20min	46.152	3.534	43.246	1.792
1st Break (2min)		46.822	3.655	51.573	2.952
2nd Session	4min	48.113	3.032	50.318	2.826
	8min	48.649	2.617	51.789	2.644
	12min	53.405	2.313	52.548	2.211
	16min	49.701	2.655	48.079	2.368
	20min	50.313	2.461	49.453	2.134
2nd Break (2min)		49.138	2.722	52.669	4.706
3rd Session	4min	48.542	2.671	50.543	2.189
	8min	46.419	2.525	47.319	2.991
	12min	51.549	3.006	51.563	2.794
	16min	51.703	3.794	54.960	2.481
	20min	53.110	2.582	51.630	2.835

2-5 分析と考察：制限時間表示有無による違いについて

制限時間表示による過度な心理的負荷により、場所移動の回復効果が働かない懸念がみられたため、本実験期間の途中で制限時間の表示を削除した。そこで、本項では制限時間を設定した場合 (Timer) 及び設定していない場合 (No Timer) に被験者を分類し、制限時間による心理的負荷の有無が、どれほど場所移動の回復効果に影響を及ぼしているのか分析を行うとする。

2-5-1 分析1：制限時間表示有無による皮膚コンダクタンスレベルの推移の違いについて

fig.2-18 及び table.2-4 は、Timer のを、また、fig.2-19 及び table.2-5 は No Timer の標準化した SCL 値の平均を時系列で表示したものである。特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.2-18(Timer) における各 Session の標準化 SCL の平均値の推移を概観すると、MOVE 群 (2nd Break で一方の場所へ移動する) 及び STAY 群 (同じ場所に留まる) 共に、1st Session ではほぼ横ばいに推移し、2nd Session 及び 3rd Session では高い水準から低い水準へ推移している。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間 (5min 及び 20min) を t 検定で比較したところ、2nd Session の両群及び 3rd Session の MOVE 群の値が有意に低下したことが明らかになった (fig.2-18 の T - ① : $t(7) \doteq 0.28, p \doteq 0.79(\text{n.s.})$ T - ② : $t(7) \doteq 0.23, p \doteq 0.82(\text{n.s.})$ T - ③ : $t(7) \doteq 3.80, p \doteq 0.007$ T - ④ : $t(7) \doteq 4.63, p \doteq 0.002$ T - ⑤ : $t(7) \doteq 3.00, p \doteq 0.02$ T - ⑥ : $t(7) \doteq 1.81, p \doteq 0.45(\text{n.s.})$)。1st Session では顕著な作業による疲労は見られなかったが、2nd Session では疲労の蓄積が解消されずに覚醒の低下が見られと考えられる。さらに、3rd Session において、MOVE 群では引き続き値が有意に低下し、より疲労の蓄積が続いたことが伺える。

次に、各 Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、両群ともに増加したのちに減少している。そこで、各 Break 区間とその前後の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。まず、1st Break とその前後の検定結果によれば、1st Break から 2nd Session 5min 区間にかけて、MOVE 群は有意な減少となった (同 T - ⑧ $p = < 0.05$)。また、2nd Break とその前後の検定結果によれば、2nd Session 20min 区間から 2nd Break にかけて MOVE 群の値は有意に高まり、2nd Break から 3rd Session 5min にかけては有意に低下した (同 T - ⑬ $p = < 0.05, T - ⑭ p = < 0.05$)。MOVE 群が 1st Break へ遷移する時と比べ、2nd Break では有意に値が上昇していることから、場所移動による回復効果

が働いた可能性が見られる。そこで、この両者の増加量を t 検定で比較したところ、有意な差はみられなかった (fig.2-20 参照, $t(7) \doteq 1.56, p \doteq 0.16(n.s.)$)。同様に STAY 群においても有意な差はみられなかった (fig.2-21 参照, $t(7) \doteq 0.28, p \doteq 0.79(n.s.)$)

以上の結果より、制限時間を設け心理的負荷を強めた条件において、SCL からは明白な座標位置の変化による回復効果は認められなかった。

次に No timer(fig.2-19) の条件について概観する。1st Session において、MOVE 群 (2nd Break で一方の場所へ移動する) はほぼ横ばいに推移し、STAY 群 (同じ場所に留まる) は一度減少したのちに微増となっている。2nd Session では両群ともにほぼ横ばいの推移とないっている。また、3rd Session において、MOVE 群は減少したのちに増加し、STAY 群は減少傾向に見える。

そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の 2 つの区間 (5min 及び 20min) を t 検定で比較したところ、いずれも有意な差はみられなかった (fig.2-19 の N-①: $t(7) \doteq 0.21, p \doteq 0.84(n.s.)$ N-②: $t(5) \doteq 0.80, p \doteq 0.46(n.s.)$ N-③: $t(7) \doteq 0.84, p \doteq 0.42(n.s.)$ N-④: $t(5) \doteq 1.25, p \doteq 0.27(n.s.)$ N-⑤: $t(7) \doteq 0.53, p \doteq 0.61(n.s.)$ N-⑥: $t(13) \doteq 1.61, p \doteq 0.17(n.s.)$)。No Timer では Timer のように制限時間による心理的負荷が無かったため、明白な疲労の蓄積がみられなかったと考えられる。

次に、各 Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、1st Break とその前後では、両群ともに一度増加したのちにその水準付近を維持している。また、2nd Break とその前後においては、MOVE 群は微増から微減となり、STAY 群は増加から微増となっている。そこで、各 Break 区間とその前後の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行ったところ、いずれも有意な変化は認められなかった。

また、MOVE 群において、場所移動を行った時 (2nd Break) の SCL の増加量は、そうでない場合 (1st Break) と比べ、どれほどの違いがみられるか t 検定で比較したところ、有意な差はみられなかった (fig.2-22 参照, $t(7) \doteq 0.77, p \doteq 0.47(n.s.)$)。なお、STAY 群においても有意な差は認められ無かった (fig.2-23 参照, $t(5) \doteq 1.44, p \doteq 0.21(n.s.)$)。

以上の結果より、制限時間の表示有無による SCL の推移には明白な違いはみられたが、座標位置の変化があった場合とそうでない場合の比較からは明白な違いは認められなかった。

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

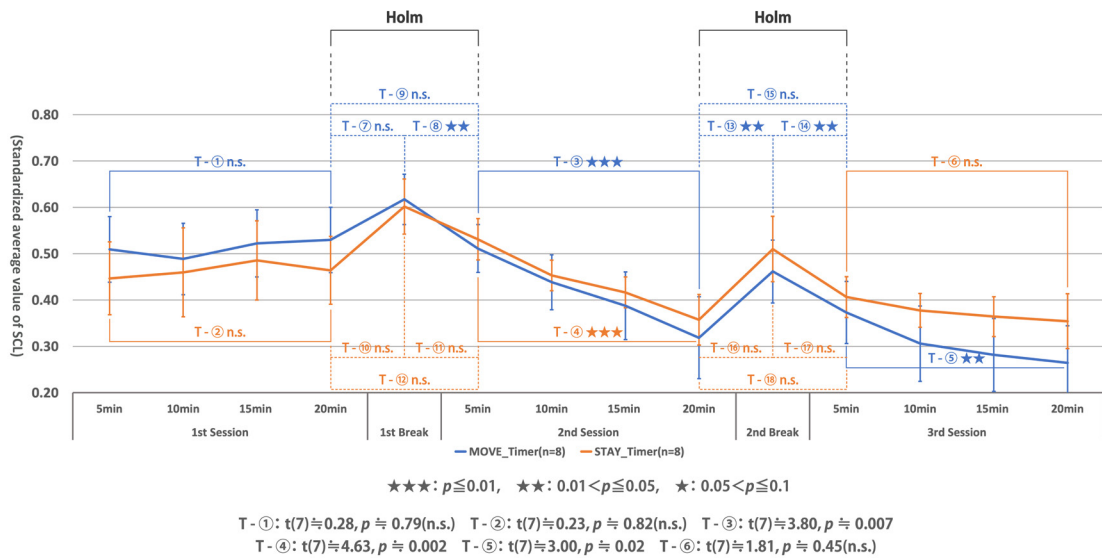


fig.2-18 標準化 SCL の平均値 (Timer) の推移

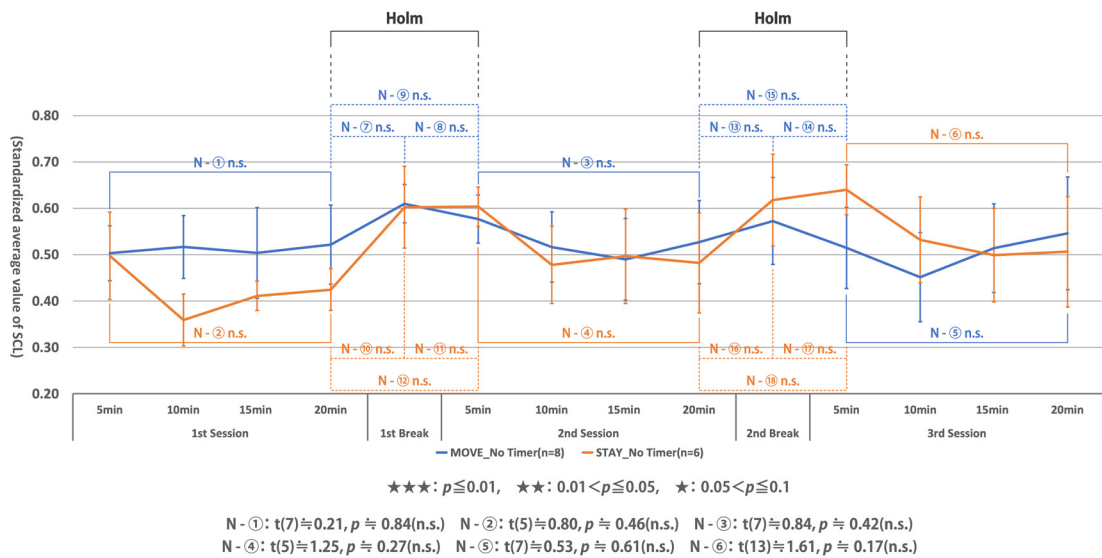


fig.2-19 標準化 SCL の平均値 (No Timer) の推移

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

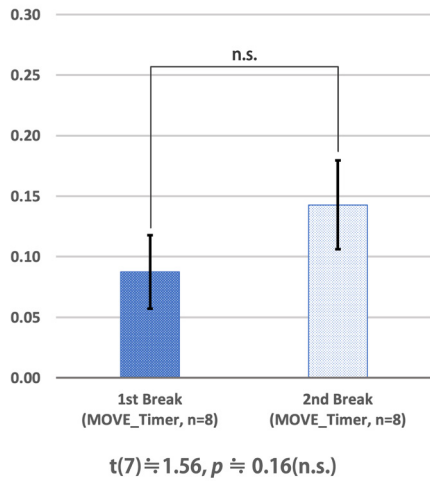


fig. 2-20 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (MOVE 群 Timer)

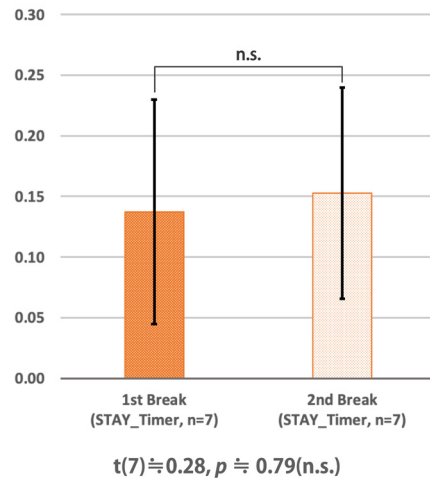


fig. 2-21 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (STAY 群 Timer)

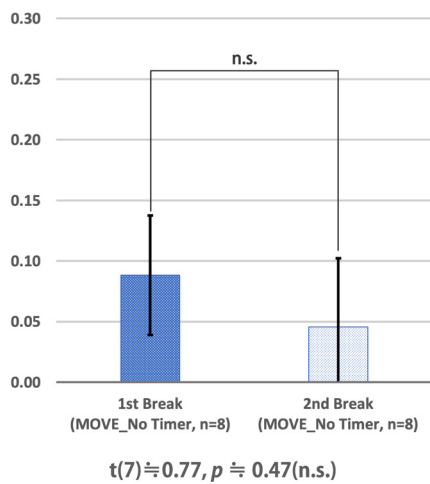


fig. 2-22 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (MOVE 群 No Timer)

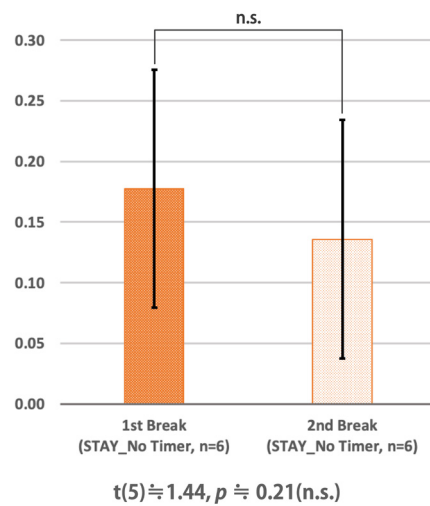


fig. 2-23 各 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (STAY 群 No Timer)

tab.2-4 標準化 SCL の平均値一覧 (Timer)

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	5min	<i>0.509</i>	<i>0.071</i>	<i>0.447</i>	<i>0.078</i>
	10min	<i>0.488</i>	<i>0.077</i>	<i>0.460</i>	<i>0.096</i>
	15min	<i>0.522</i>	<i>0.072</i>	<i>0.485</i>	<i>0.086</i>
	20min	<i>0.530</i>	<i>0.071</i>	<i>0.464</i>	<i>0.073</i>
1st Break (2min)		<i>0.617</i>	<i>0.054</i>	<i>0.601</i>	<i>0.059</i>
2nd Session	5min	<i>0.511</i>	<i>0.052</i>	<i>0.531</i>	<i>0.044</i>
	10min	<i>0.438</i>	<i>0.059</i>	<i>0.453</i>	<i>0.033</i>
	15min	<i>0.388</i>	<i>0.073</i>	<i>0.416</i>	<i>0.033</i>
	20min	<i>0.319</i>	<i>0.088</i>	<i>0.357</i>	<i>0.055</i>
2nd Break (2min)		<i>0.461</i>	<i>0.068</i>	<i>0.510</i>	<i>0.070</i>
3rd Session	5min	<i>0.373</i>	<i>0.067</i>	<i>0.406</i>	<i>0.044</i>
	10min	<i>0.306</i>	<i>0.081</i>	<i>0.378</i>	<i>0.036</i>
	15min	<i>0.281</i>	<i>0.079</i>	<i>0.364</i>	<i>0.043</i>
	20min	<i>0.264</i>	<i>0.080</i>	<i>0.354</i>	<i>0.059</i>

tab.2-5 標準化 SCL の平均値一覧 (No Timer)

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	5min	<i>0.503</i>	<i>0.059</i>	<i>0.497</i>	<i>0.094</i>
	10min	<i>0.516</i>	<i>0.068</i>	<i>0.359</i>	<i>0.056</i>
	15min	<i>0.504</i>	<i>0.098</i>	<i>0.411</i>	<i>0.032</i>
	20min	<i>0.521</i>	<i>0.085</i>	<i>0.424</i>	<i>0.045</i>
1st Break (2min)		<i>0.610</i>	<i>0.041</i>	<i>0.602</i>	<i>0.088</i>
2nd Session	5min	<i>0.576</i>	<i>0.052</i>	<i>0.603</i>	<i>0.043</i>
	10min	<i>0.516</i>	<i>0.076</i>	<i>0.478</i>	<i>0.084</i>
	15min	<i>0.490</i>	<i>0.088</i>	<i>0.496</i>	<i>0.102</i>
	20min	<i>0.527</i>	<i>0.090</i>	<i>0.482</i>	<i>0.108</i>
2nd Break (2min)		<i>0.572</i>	<i>0.094</i>	<i>0.618</i>	<i>0.099</i>
3rd Session	5min	<i>0.514</i>	<i>0.088</i>	<i>0.640</i>	<i>0.054</i>
	10min	<i>0.451</i>	<i>0.096</i>	<i>0.532</i>	<i>0.093</i>
	15min	<i>0.514</i>	<i>0.095</i>	<i>0.499</i>	<i>0.101</i>
	20min	<i>0.546</i>	<i>0.122</i>	<i>0.506</i>	<i>0.119</i>

2-5-2 分析2：制限時間表示有無による作業成績の推移の違いについて

fig.2-24, fig.2-25, table.2-6, table.2-7 は Timer と No timer の MOVE 群 (3rd Session の時に移動する) 及び STAY 群 (移動無し) の、各 Session の平均偏差値を時系列に表示したものである。また、fig.2-26 及び fig.2-27 は Timer 及び No Timer 別に MOVE 群及び STAY 群の平均偏差値を表示したものである。なお、これらの図の特筆すべき箇所に番号を割り当てた。

fig.2-24 にある Timer の被験者の成績の推移を概観すると、MOVE 群及び STAY 群共に実験終盤にかけて微増となっている。そこで、両群の Session 間に有意な差は見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った結果、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-24 の T-①～⑥ $p = n.s.$)。

次に、fig.2-25 にある No Timer の被験者の成績の推移を概観すると、MOVE 群では減少傾向となり、STAY 群では一度上場したのちに減少している。そこで、両群の Session 間に有意な差は見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った結果、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-25 の N-①～⑥ $p = n.s.$)。

また、MOVE 群と STAY 群の推移を比較すると Timer (fig.2-26 参照) では MOVE 群が高い水準を維持しており、No Timer (fig.2-27 参照) では両群ともに概ね同様な水準となっている。そこで、Timer 及び No Timer において、MOVE 群と STAY 群の間に差はみられるのか、各 Session 内で t 検定を行ったところ、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-26 の T-⑦: $t(14) \doteq 0.10$, $p \doteq 0.92(n.s.)$ T-⑧: $t(14) \doteq 0.36$, $p \doteq 0.72(n.s.)$ T-⑨: $t(14) \doteq 0.14$, $p \doteq 0.89(n.s.)$, fig.2-27 の N-⑦: $t(13) \doteq 2.10$, $p \doteq 0.06(n.s.)$ N-⑧: $t(13) \doteq 0.48$, $p \doteq 0.64(n.s.)$ N-⑨: $t(13) \doteq 1.16$, $p \doteq 0.2(n.s.)$)

以上の結果より制限時間有無及び座標位置の変化による成績の違いは認められなかった。

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

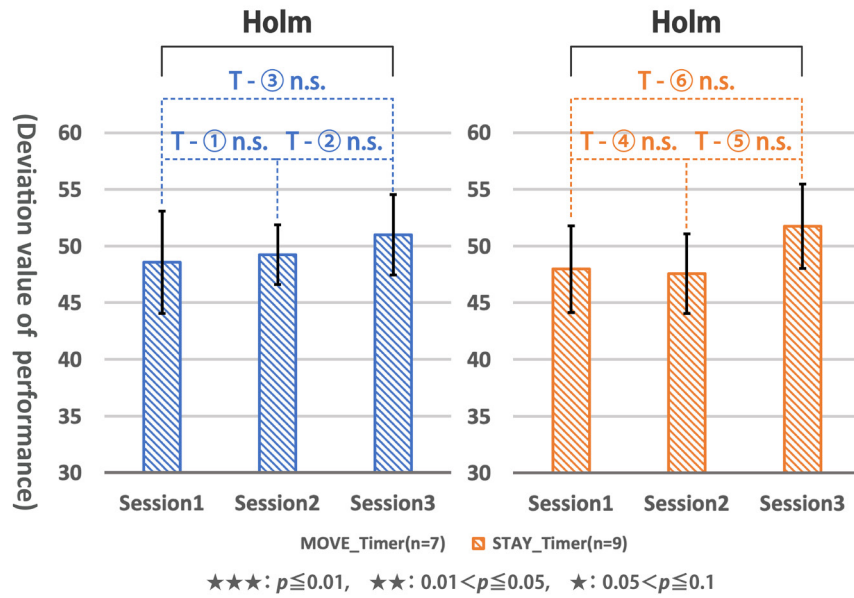


fig.2-24 標準化 SCL の平均値 (Timer) の推移

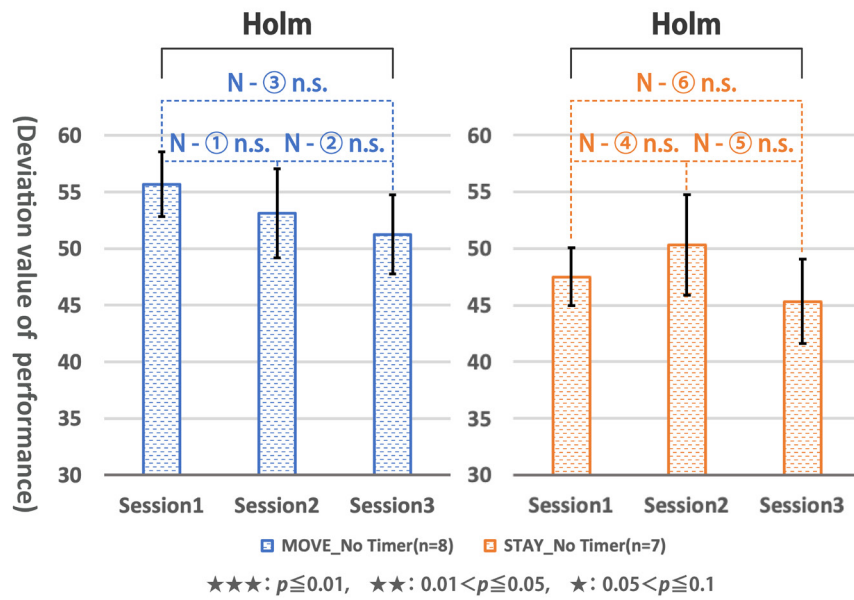


fig.2-25 標準化 SCL の平均値 (No Timer) の推移

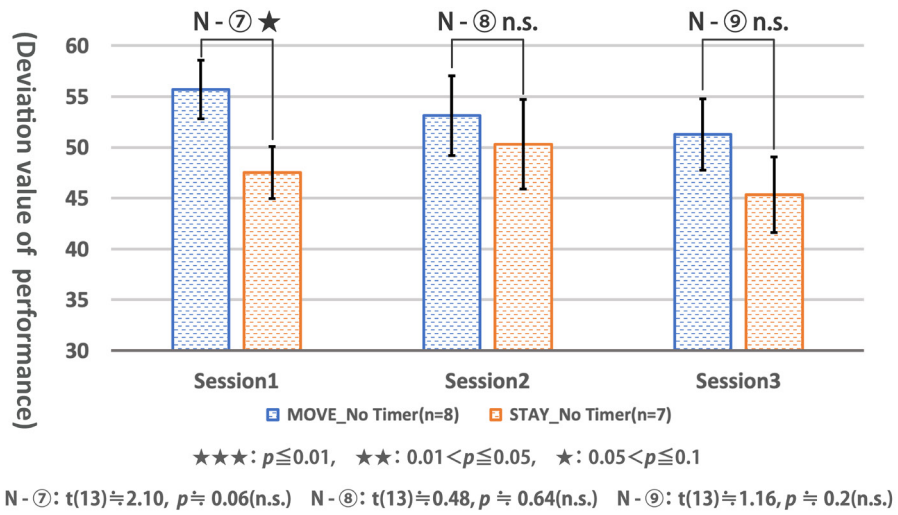


fig.2-26 標準化 SCL の平均値 (No Timer) の推移

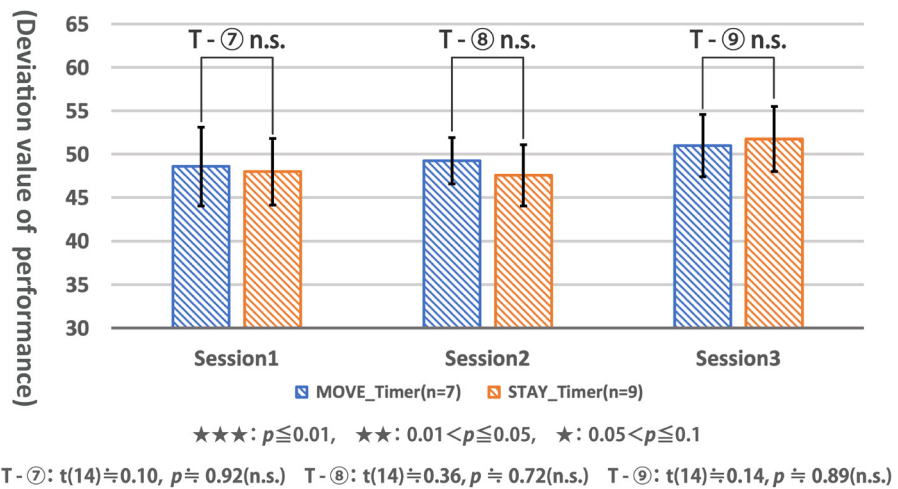


fig.2-27 標準化 SCL の平均値 (No Timer) の推移

tab.2-6 作業成績 (偏差値) 一覧 (Timer)

Time Sequence	MOVE		STAY		P
	mean	SE	mean	SE	
1st Session	55.69	2.87	47.50	2.56	n.s.
2nd Session	53.12	3.91	50.30	4.41	n.s.
3rd Session	51.26	3.50	45.33	3.73	n.s.

tab.2-7 作業成績 (偏差値) 一覧 (No Timer)

Time Sequence	MOVE		STAY		P
	mean	SE	mean	SE	
1st Session	48.59	4.52	47.98	3.82	n.s.
2nd Session	49.26	2.63	47.57	3.53	n.s.
3rd Session	50.99	3.57	51.74	3.72	n.s.

2-5-3 補助分析：制限時間表示有無による LF/HF の推移の違いについて

fig.2-28 及び table.2-8 は Timer の, fig.2-29 及び table.2-9 は No Timer の MOVE 群及び STAY 群の LF/HF 値を偏差値に標準化し、その平均値を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.2-28 における各 Session の標準化 LF/HF 値の平均値の推移を概観すると、1st Session では、MOVE 群 (2nd Break で一方の場所に移動する) は概ね同様な水準で推移し、STAY 群 (移動無し) は大幅に値が増加したのちに、大きく値が減少している。2nd Session では両群ともに増減を繰り返しながら、概ね同水準域のあたりを推移している。3rd Session では、MOVE 群は序盤から終盤にかけて増加し、STAY 群は序盤から終盤にかけて増加したのちに、大きく減少している。

そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間 (5min 及び 20min) を t 検定で比較したところ、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-28 T-①: $t(5) \doteq 0.43, p \doteq 0.68(\text{n.s.})$ T-②: $t(6) \doteq 1.26, p \doteq 0.25(\text{n.s.})$ T-③: $t(5) \doteq 0.46, p \doteq 0.67(\text{n.s.})$ T-④: $t(6) \doteq 0.42, p \doteq 0.69(\text{n.s.})$ T-⑤: $t(5) \doteq 1.75, p \doteq 0.14(\text{n.s.})$ T-⑥: $t(6) \doteq 0.13, p \doteq 0.90(\text{n.s.})$)。

上記の分析に加え、各 Break 区間及びその前後における LF/HF 値の平均を概観すると、1st Break 前後の MOVE 群の値は増加したのちに減少し、STAY 群の値は増加を続けている。また、2nd Break 前後では、MOVE 群大きく減少したのちに微増し、STAY 群はほぼ同様な水準域を推移している。そこで、各 Break 区間とその前後の間にどれほどの LF/HF の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行ったところ、2nd Session 20min 区間から 2nd Break にかけて MOVE 群の値が有意に低下したことが明らかになった。また、2nd Session 20min 区間から 3rd Session にかけても有意な低下となっていた (同 T-③, t-⑮ $p = < 0.05$)。

以上の結果より、制限時間を表示し心理的負荷を与え、作業の途中に一方の場所へ移動すると LF/HF の値が有意に低下し、副交感神経が優位となった可能性がみられた。しかし、全体の値の推移を概観すると、値が乱高下していることから、測定不良による可能性も考えられるため、補佐的な結果として扱うとする。

次に、fig.2-29 における各 Session の標準化 LF/HF 値の平均値の推移を概観すると、1st Session では、MOVE 群 (2nd Break で隣の場所に移動する) は徐々に値が減少し、STAY 群 (移動無し) は値が上下に推移している。2nd Session では、MOVE 群は序盤から中盤にかけて値が増加したのちに、中盤から終盤にかけて低下している。STAY 群は概ね同様な水準で推移している。3rd Session では、両群共に同様な水準で値を上下させている。

そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間 (5min

及び 20min) を t 検定で比較したところ、いずれも有意な差は認められなかった (fig.2-29 N - ① : $t(5) \doteq 2.00, p \doteq 0.107(\text{n.s.})$ N - ② : $t(5) \doteq 0.05, p \doteq 0.96(\text{n.s.})$ N - ③ : $t(5) \doteq 0.16, p \doteq 0.88(\text{n.s.})$ N - ④ : $t(5) \doteq 0.104, p \doteq 0.92(\text{n.s.})$ N - ⑤ : $t(5) \doteq 0.19, p \doteq 0.86(\text{n.s.})$ N - ⑥ : $t(5) \doteq 0.46, p \doteq 0.67(\text{n.s.})$)。

上記の分析に加え、各 Break 区間及びその前後における LF/HF 値の平均を概観すると、1st Break 前後の MOVE 群の値は増加したのちに減少し、STAY 群の値は増加を続けている。また、2nd Break 前後では、MOVE 群大きく減少したのちに微増し、STAY 群はほぼ同様な水準域を推移している。そこで、各 Break 区間とその前後の間にどれほどの LF/HF 値の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行ったところ、2nd Session 20min 区間から 2nd Break にかけて MOVE 群の値が有意に増加したことが明らかになった (同 N - ⑬, t- ⑮ $p < 0.05$)。

以上の結果より、制限時間を除いて心理的負荷を減らし、作業の途中で一方の場所へ移動すると LF/HF の値が有意に低下し、交感神経が優位となった可能性がみられた。しかし、全体の値の推移を概観すると、値が乱高下していることから、測定不良による可能性も指摘されるため、補佐的な結果として扱うとする。

第2章 実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響について

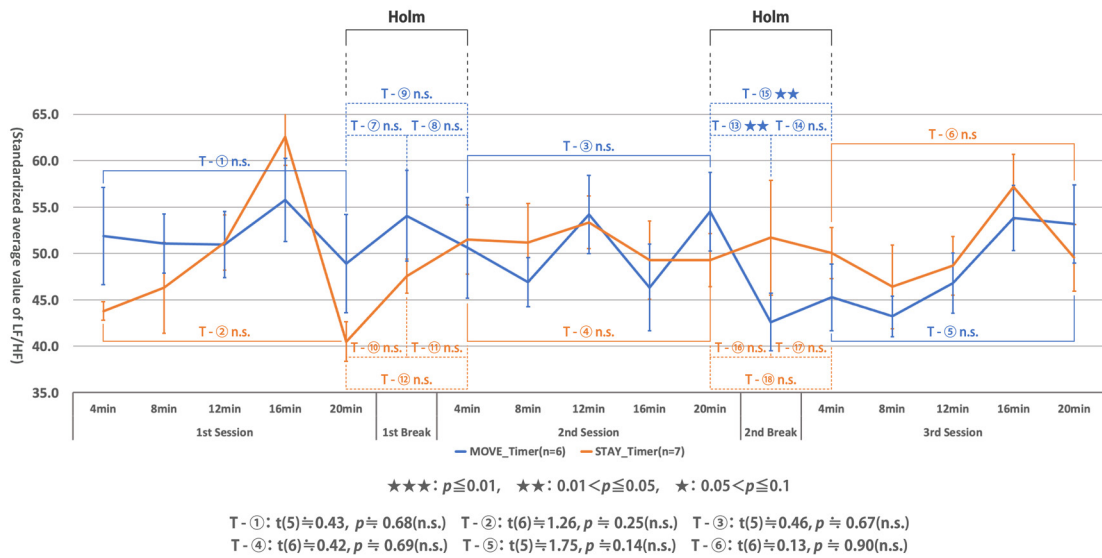


fig.2-28 HF/LF の平均偏差値の推移 (Timer)

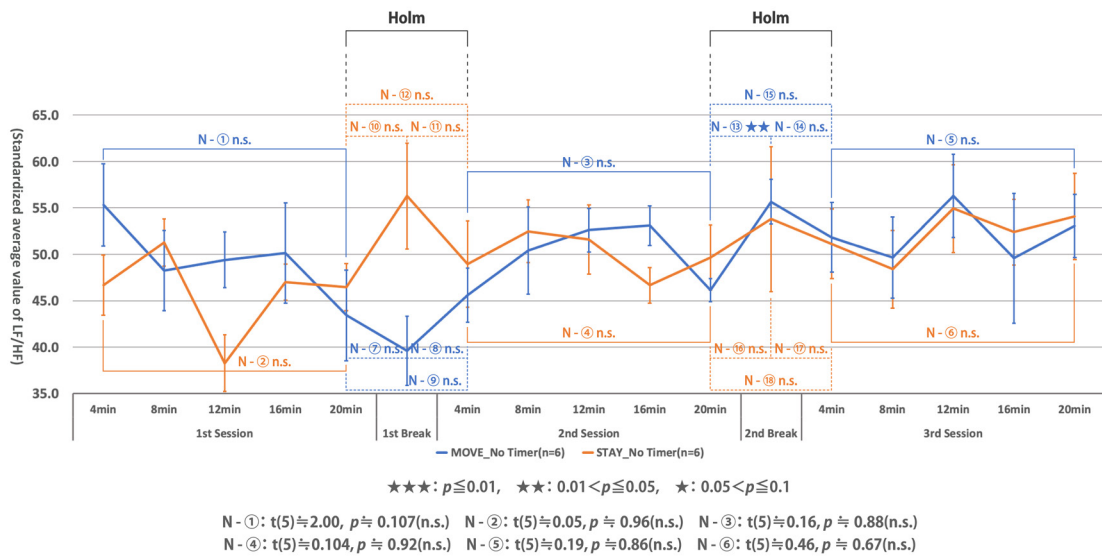


fig.2-29 HF/LF の平均偏差値の推移 (No Timer)

tab.2-8 HF/LF の平均偏差値の推移 (Timer)

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	4min	55.336	4.442	46.672	3.235
	8min	48.226	4.322	51.264	2.526
	12min	49.398	3.004	38.273	3.046
	16min	50.136	5.386	47.006	1.966
	20min	43.413	4.900	46.459	2.559
1st Break (2min)		39.591	3.718	56.274	5.686
2nd Session	4min	45.609	2.913	48.946	4.629
	8min	50.403	4.683	52.484	3.353
	12min	52.614	2.349	51.605	3.740
	16min	53.086	2.150	46.665	1.906
	20min	46.126	1.250	49.651	3.486
2nd Break (2min)		55.674	2.398	53.790	7.821
3rd Session	4min	51.823	3.746	51.121	3.762
	8min	49.633	4.376	48.384	4.194
	12min	56.306	4.494	54.941	4.732
	16min	49.575	7.006	52.380	3.525
	20min	53.051	3.390	54.083	4.639

tab.2-9 HF/LF の平均偏差値の推移 (No Timer)

Time Sequence		MOVE		STAY	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	4min	51.872	5.221	43.784	1.009
	8min	51.058	3.177	46.305	4.887
	12min	50.975	3.558	51.167	2.966
	16min	55.769	4.506	62.565	3.065
	20min	48.890	5.285	40.493	2.123
1st Break (2min)		54.053	4.905	47.543	1.846
2nd Session	4min	50.617	5.426	51.494	3.724
	8min	46.896	2.640	51.193	4.220
	12min	54.195	4.216	53.355	2.817
	16min	46.316	4.669	49.290	4.207
	20min	54.499	4.250	49.284	2.869
2nd Break (2min)		42.602	3.123	51.708	6.182
3rd Session	4min	45.261	3.614	50.048	2.758
	8min	43.205	2.184	46.407	4.513
	12min	46.791	3.240	48.667	3.157
	16min	53.832	3.528	57.170	3.497
	20min	53.168	4.225	49.527	3.588

2-6 まとめ

本章では、「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について明らかにするため、生理指標を用いた実験を行い検証した。

この実験では、2つの被験者群 [MOVE 群：作業の途中で一方の場所に移動し、作業を継続する] 及び [STAY 群：指定された場所に連続して留まり、作業を行う] を設定した。また、生理指標として皮膚コンダクタンスレベル (SCL) 及び心拍変動数 (LF/HF) を計測し、作業成績との対応を行った。なお、後続に予定している視覚的要因の検証と比較するため、本実験では景観の切り替えによる視覚刺激を可能な限り小さくなるよう、実験室の景観を統一した。また、運動負荷による影響が生じない移動距離とした。

SCL の結果によれば、2nd Break(小休憩2回目)とその前後において、一方に場所へ変えて小休憩を取った場合 (MOVE 群) では有意な回復がみられ、変えていない場合 (STAY 群) では有意な回復は認められなかった。しかし、この時の MOVE 群の SCL の増加量を、場所の変更を行っていない 1st Break (小休憩1回目) と比較したところ有意な差は認められず、明白な覚醒度の回復効果は認められなかった。

また、STAY 群の1度目と2度目の小休憩の SCL の増加量を比較したところ、有意な差は認められず、連続して同様な場所で休憩した場合においても、明白な回復効果は認められなかった。

次に、自律神経系の働きからストレス状態などを推定することができる LF/HF の結果からも、場所の変更有無による明白な違いは認められなかった。明白な違いが見られなかった理由として、LF/HF は計測に必要な窓が長く、SCL のような瞬間的な変動を捉えることができなかった点を指摘した。

最後に、作業成績の結果からも、場所の変更有無による差は認められなかった。本実験で用いた作業内容は得手不得手の傾向が強く個人差がみられ、回復効果を評価するには難しかったと考えられる。

また、制限時間表示による過度な心理的負荷により、回復効果が促進されない可能性がみられたため、本実期間の途中で制限時間の表示を削除した。そこで、制限時間を設定した場合 (Timer) と設定していない場合 (No Timer) に被験者を分類し、分析を行った。分析の結果によれば、制限時間表示有無によって SCL の値の推移に違いはみられたが、作業場所の変更による明白な違いは確認できなかった。さらに、LF/HF 及び作業成績からも、明白な違いは認められなかった。

以上の結果より、景観が統一された同室で「座標位置の変化」を体験した場合、明白な回復効果は認められなかった。このような結果に至った原因の一つに、連続して同様な景観を体験した事による飽き (馴化現象) に近い感覚が、影響を及ぼしたのではないかと考察している。

たとえば、都市景観分野に関する張(2006)らの研究によれば、高速道路を想定したCG内で、景観無変化の区間を連続的に走行させたところ、[飽き]により景観への印象評価が低下したと指摘している。このことから、ランドマークや路傍植栽といった「見せ場」を用意し、単調な視覚的刺激を和らげ、主観評価を高める手法が必要になるとしている⁶⁶⁾⁶⁷⁾。

さらに、永見(2008)(2009)らは景色の変化のない単調な道路では、景観に対する飽きから集中力の低下や眠気の増大などにつながる危険性について指摘している⁶⁸⁾⁶⁹⁾。

その他に、二宮(2009)らによる情報処理分野での「飽き」に関する研究では、1カット15秒の動画を連続的に視聴し、その時の「興味度」の推移から飽きの遷移を推察する実験を行なった。この実験の結果によれば、映像に色が使われる、文字数を増やすといった視覚的情報量を増やすことによって、飽きの程度が弱まると指摘している⁷⁰⁾。

以上の研究を踏まえた上で本実験で設定した環境を俯瞰すると、座標位置の変化に伴う視覚的变化が乏しく、これにより景観に対する飽きや馴化といった現象が生じた可能性が考えられる。したがって、場所移動による回復効果を得るためには、視覚的になんらかの変化を加える必要があると考えられる。

そこで次項以降では、歩行による運動を完全に省き、景観の切り替えのみを体験させ、このときにどれほどの回復効果が見られるのか検証を行うとする。

第3章

実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
（その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合）

3-1 実験目的

第1章では、場所移動によって回復効果が促進される要因として、「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが主に関与している仮説を設けた。そこで前章では、仮定した要因の1つである「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について検証したところ、明白な回復効果は認められなかった。この結果を踏まえ、本章では視覚変化に着目し、「景観の切り替え」が回復効果に与える影響について、生理指標を用いた実験を通して明らかにすることを目的とする。

本実験では室内での景観変化を想定しており、作業中にオフィスの壁や床といった既存の空間構成要素を、植物の緑色系の視覚的要素をモチーフにしたデザインに変化させる。なお、景観の切り替え後のデザインに回復効果が期待される植物の緑色系の視覚的要素を取り入れた理由として、回復効果が得られやすいとされる景観デザインから検証を始め、実際にどれほどの違いがみられるのか考察し、今後の研究のエビデンスを得ることを試みるためである。また、生理量として、覚醒度に対応するとされる皮膚コンダクタンスレベル及び集中力の指標とされている瞬き頻度を測り、作業成績との対応を行う。

以上の検証から、「景観の切り替え」が回復効果にどれほどの影響を与えているのか考察する。

3-2 実験方法

3-2-1 実験手順

本実験では、作業の途中で景観の切り替え、その時の影響度を検証するため、ヘッドマウンドディスプレイ(以下HMD)を装着し、仮想環境内(以下VR)で「Phase 1:植物化景観(オフィス景観で作業を開始し、作業途中の小休憩時から室内景観が植物の視覚的要素を取り込んだデザインに変化する)」及び「Phase 2:オフィス景観(終始オフィス景観で作業を行う)」の順で実験を行う^{注6)}。実験中は皮膚コンダクタンスレベルと作業成績,そして瞬きの筋電を計測し、景観の切り替えの効果を検証する。

1) Phase の構成

各 Phase では、まずオフィス景観で5分間の作業[1st Session]を行う。[1st Session]終了後、30秒の小休憩[Break]が開始される。この時、Phase 1では、植物の緑色系の視覚的要素を取り入れたデザインの室内景観に切り替わり、Phase 2では、オフィス景観のまま切り替わらない。小休憩[Break]終了後、2度目の作業[2nd Session]を開始する(fig. 3-1 参照)。

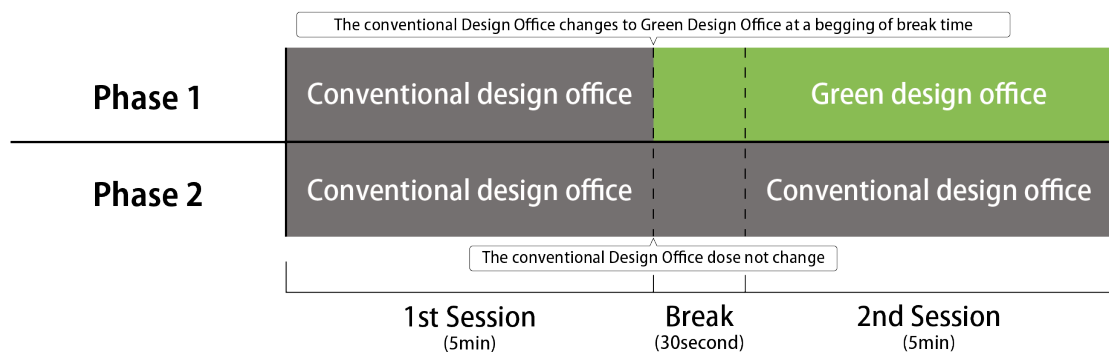


fig. 3-1 各 Phase の構成

2) 実験開始までの流れ

被験者には事前に実験に関する注意事項を伝え、実験当日においても改めて説明し、被験者から同意を得た。また、実験中はVR内のパネルに書かれた教示文を読み、その都度従うよう誘導した。実験開始にあたって、被験者には実験手順について説明し、その後HMDと計測機器を装着し、練習課題を行った。

練習課題では、HMDによる影響や課題回答の操作に問題が見られないか、そして、練習課題後に生理計測などに問題が見られないか確認を行った^{注5)}。その後、生理的に落ち着くまでその場で十分に安静にし、Phase 1(植物化景観)を開始した。

3) 各 Phase 終了後の流れ

Phase 1(植物化景観)終了後は10分間の休憩をとり、疲労などが残っていないか口頭で確認し、Phase 2(オフィス景観)を開始した。Phase 2終了後は、実験協力者の属性(年齢・性別)、実験参加日の体調や睡眠、実験中のVR酔い、実験中に景観の変化に気づいたかどうか、実験中の疲労状態についての感想などに関するアンケートを、専用のタブレット端末で回答し、実験を終了した。一連の所用時間は約60分であった(fig. 3-2 参照)。

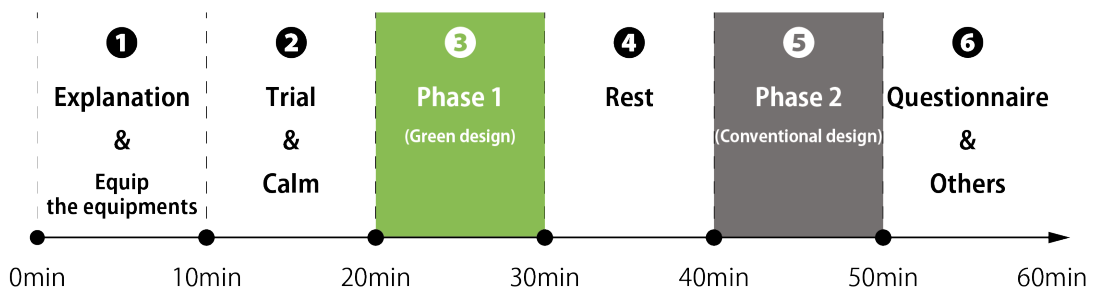


fig. 3-2 実験の流れ

3-2-2 作業課題

作業課題はN-Back課題(n=2)を採用した。作業中は、ディスプレイに2桁の数字が1秒ごとに表示され、2つ前に表示された数字と同じ場合は、手元にある[YESスイッチ]を入力し、異なる場合は[NOスイッチ]を入力した。Session1回あたりの時間は5分間で、合計298問のN-back課題を行った。なお、1問正解するごとに1点の得点が与えられ、満点は298点となる(fig. 3-3 参照)。

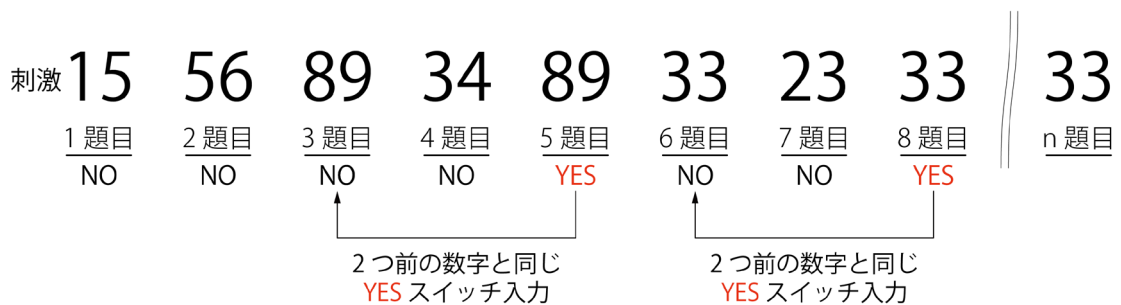


fig. 3-3 N-Back 課題の例

3-2-3 実験環境

3-2-3-1 実験室の環境

本実験は東京大学駒場キャンパスにある研究室の実験エリアで行なった。実験エリアの周りにパーティションを設置し、外部から影響を受けないよう設定した。

実験エリアにある作業用机の上には、課題解答用スイッチパネル、センサ基板、センサとスイッチパネルを同期するためのマイコン (Arduino Uno)、2つの液晶画面を設置した。液晶画面はそれぞれ VR 用 PC と生理計測用 PC と接続した。

実験の説明の際には、実験実施者と被験者が並列して座り、計測用画面を用いて説明した。被験者はその場所のまま HMD を装着し実験を開始した。実験者は少し離れて実験の経過を観察した (fig. 3-4, 3-5 参照)。

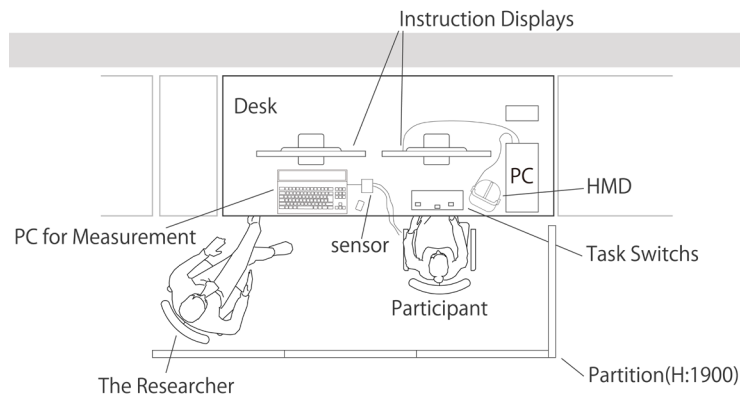


fig. 3-4 実験エリアのレイアウト

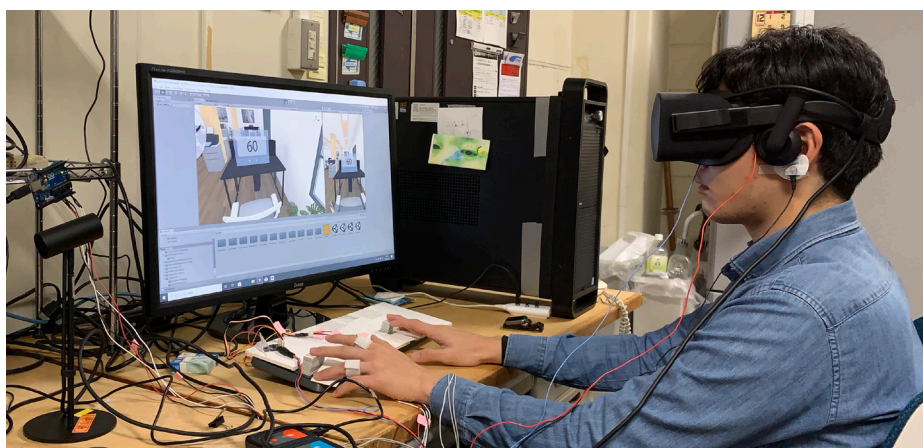


fig. 3-5 実験中の様子

3-2-3-2 VRによる仮想環境

本実験では、作業中の景観を適切に入れ替えるため、VRを用いた。使用したHMDはOculus社製の「Rift(解像度：両目は $2,160 \times 1,200$ 、片目は $1,080 \times 1,200$)(視野角：水平画角 90° 、対角画角 110°)」を採用した。VR環境の制作・表示にはUnity(Unity 2019.1.4)を使用した。オブジェクトのテクスチャなどはAdobe Photoshopを使い編集した。

なお、制作・提示したオフィス景観及び植物化景観の特徴については次の通りである。また、VR環境の再現度については、所属するゼミ生に体験いただき、環境設定のリアリティや視覚体験に問題がないか確認した。

3-2-3-3 オフィス景観

景観は室内のみとし、外部は見えないように設定した。部屋の寸法はD： $10000\text{mm} \times W$ ： $5000\text{mm} \times H$ ： 2800mm とした。

実験課題や教示文を表示させるパネルは、視点を正面にむけた時に中央下側へ位置するよう、使用する座席の机の中央に 10 度傾けて設置した。また、パネルで表示する文字はHMDでも十分に読み取れるように設定した。視点の高さは椅材を想定して、 $1,200\text{mm}$ で固定した。なお、視点方向は頭の傾きや向きに応じて変化するが、座席位置は固定され、移動しないものとする。

インテリアには色味を抑えて、木とモノトーンの素材を使用した。使用する席には黒色の机を設定した。また、床には茶色の木材のフローリングを、壁及び天井にはマット質な白色の壁紙を設定した。さらに、柱や梁には黄色味がかかった白木の素材を採用した。

この他にクーラーやプリンター、キャビネット、観葉植物、ゴミ箱などを数個設置した。

視点を正面に向けた時の色相、彩度、輝度の画像全体のHSV値の平均は[H \simeq 40, S \simeq 11, V \simeq 78]である。また、壁紙のHSV値の平均は[H \simeq 0, S \simeq 0, V \simeq 99]であり、床のHSV値の平均は[H \simeq 29, S \simeq 69, V \simeq 39]である(fig.3-6, 3-7参照)。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)



fig.3-6 オフィスの俯瞰図

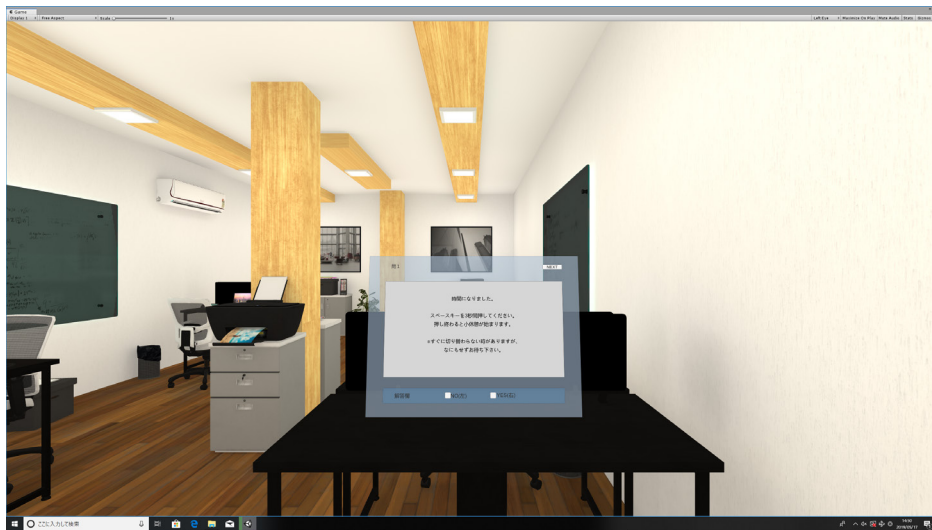


fig.3-7 オフィスで作業を行うときの眺め

3-2-3-4 植物化景観

部屋の寸法や教示用パネル、家具配置、目線高さや方向などの設定はオフィス景観と同一であるが、壁紙、床、柱、梁には異なるテクスチャを設定した。

壁紙には植物をモチーフにした模様がある緑色系の壁紙を採用した。床には緑系のカーペットのテクスチャを採用した。柱と机には白木の素材を採用し、画面全体をオフィス景観の明度に近づけた。その他の設備等はオフィス景観と同様である。また、部屋の照明の配置と強度もオフィス景観と同一に設定した。

なお、壁紙、床及び視点を正面に向けた時の画面全体の平均 HSL 値は、壁紙：[H ≍ 116, S ≍ 23, V ≍ 49], 床：[H ≍ 95, S ≍ 33, L ≍ 60], 正面視点：[[H ≍ 87, S ≍ 12, L ≍ 64] である (fig.3-8, 3-9 参照)。

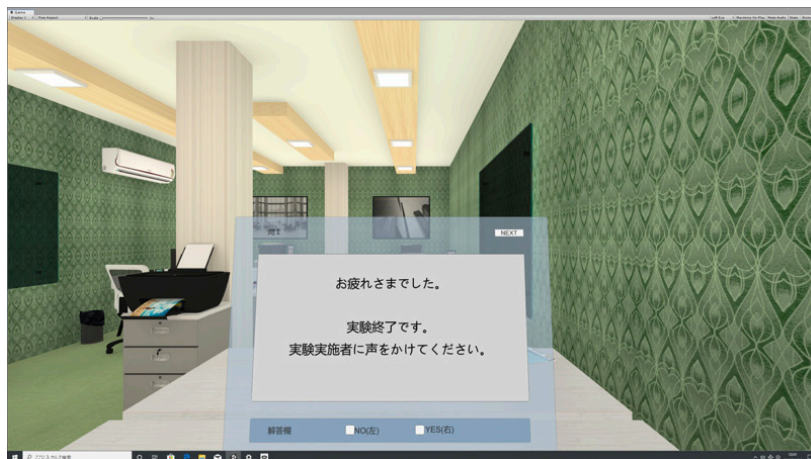


fig.3-8 植物化景観で作業を行うときの眺め

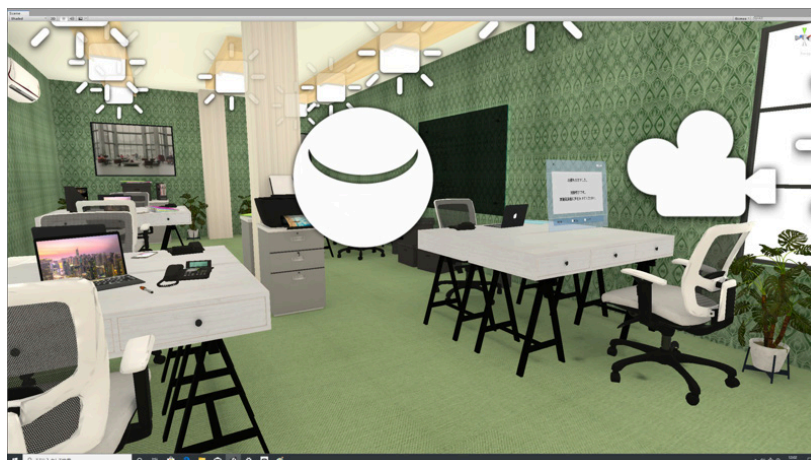


fig.3-9 植物化景観の俯瞰図

3-2-4 生理計測

本実験では、前章と同様に覚醒度の指標として SCL を採用した。また、集中力の指標としてまばたき群発発生数(以下瞬き回数及び瞬き頻度とする)を計測した。

保坂ら(1983)の瞬き頻度に関する研究によれば、覚醒度と瞬き頻度は相関関係にあり、覚醒度が高い時は瞬き頻度が低下し、覚醒度が低い時は瞬き頻度が上昇するとし、パフォーマンスの状態とも相関関係があると指摘している⁷¹⁾。

瞬き頻度の計測は、株式会社 J!NS が公表している特許広報を参考に、筋電による瞬き計測システムを製作した⁷²⁾⁷³⁾。

SCL の計測で使用した皮膚電位計は、前章と同様に、Neulog 社製「NUL-217」を使用し、左手の指に電極を装着した (fig.3-10)。

また、瞬き頻度を計測する筋電センサは、Seed Studio 社製「Grobo EMG」を使用し、左瞼上方と左目目頭、そして左耳たぶに装着した (fig.3-11)。

これらの計測器はマイコン Arduino UNO に接続し、有線で計測用 PC にデータを送信した (fig.3-12)。計測器をマイコンに接続した理由として、各課題開始時のタイミングと同期するためである。マイコンには計測器とは別に同期用スイッチが接続されており、実験協力者は実験を始めるタイミングで自ら同期スイッチを入力し、課題を開始するよう教示した。



fig.3-10 SCL を計測する電極を装着した様子

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

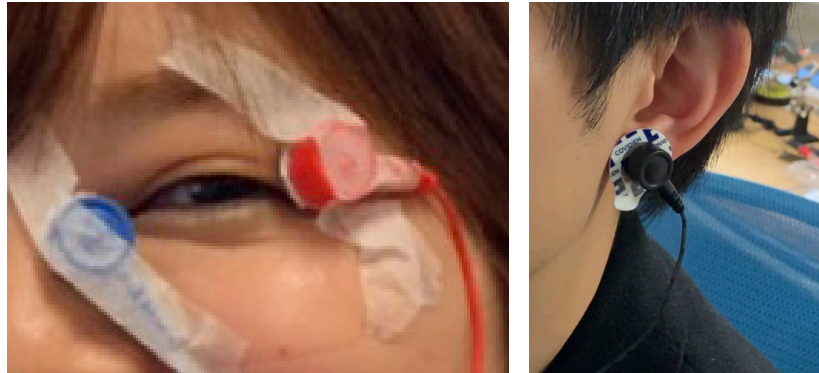


fig.3-11 筋電センサを装着した様子

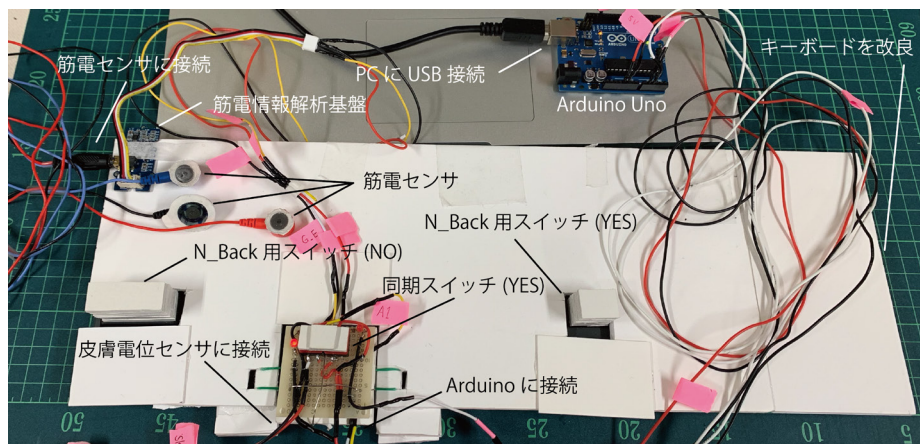


fig.3-12 課題入力カスィッチ,同期カスィッチ,Arduino(マイコン)とセンサ類

3-2-5 実験期間と実験参加者

本実験の実験協力者人数は20代の大学生26人(男:12人,女:14人)である。また、本実験は被験者は2019年12月～2020年2月の期間に行った。

また、本実験はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、実験の手続きについて事前に参加者の同意を得た上で行われた^(注7)。

3-3 実験結果

実験後のアンケートで聞いたVR酔いに関する5段階評価(1:ほとんどない~5:非常に酔った)では、「5」を選択した被験者は無く、「4」を選択した被験者は4名いた。そのほかに、体調に関する項目(1:非常に悪い~5:非常に良い)では、「1」を選択した被験者は無く、「2」を選択した被験者は2名いた。睡眠に関する項目(1:寝れていない~5:よく寝れた)では、「1」を選択した被験者は無く、「2」を選択した被験者は2名いた。これらの被験者には、再度実験中の健康状態の詳細について確認した結果、実験に影響を与えた被験者はいなかったと判断した。なお、実験中の反応に中断が生じた被験者(2名)及び実験課題を適切に行えなかった被験者(1名)をまず分析から除きn=23とした。各データの処理については以下の通りである。

3-3-1 実験結果1：皮膚コンダクタンスレベル

SCLのデータが計測範囲を超えた被験者(1名)を、SCLの分析から除いたため、取得できたSCLのサンプル数はn=22となった。計測値が低い場合で約 $0.5\mu s\sim 3\mu s$ 付近を、高い場合で約 $8\mu s\sim 12\mu s$ 付近に計測値が分布し、値のレベルに個人差が見られたが、値の変動は多くのサンプルで同様な傾向を示した。

特徴的な傾向として、1st Session開始後の計測値は、比較的高いレベルで推移しているが、時間経過と共に低下する傾向がみられた。また、小休憩(Break)及び2nd Sessionへ移行直後は、計測値が上昇する傾向がみられ、その後再び時間経過と共に低下した(fig.3-13参照)。なお、Phase1では22人中16人、Phase2では15人にこのような特徴がみられた。

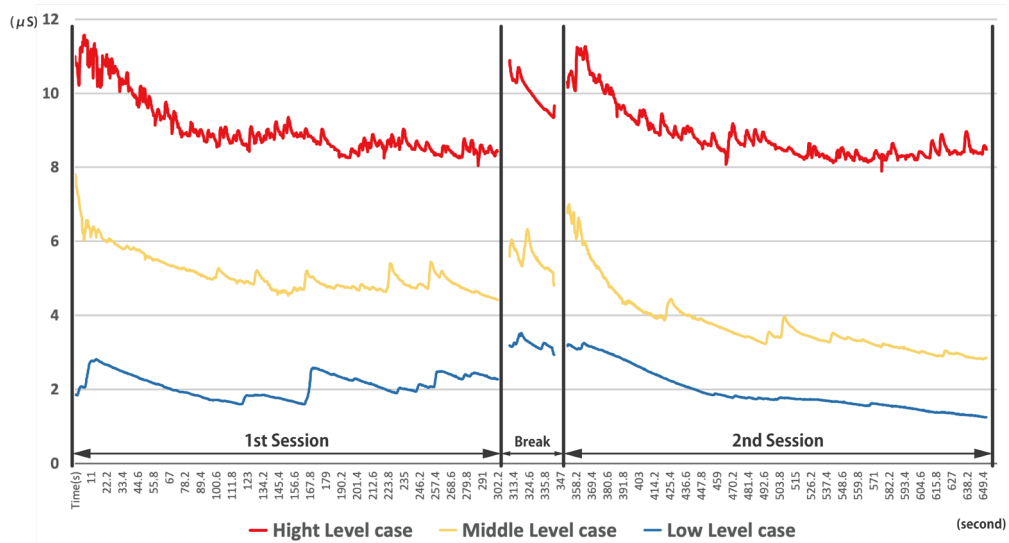


fig.3-13 実際に計測した SCL の推移の例

3-3-2 実験結果2：作業成績

SCLのデータが得られなかった被験者を除いた結果、作業成績のサンプル数は $n=23$ となった。各Phase内の作業成績の推移を把握するため、各Sessionを2.5分間隔(0-2.5mins 区間, 2.5-5.0min 区間)で前後に区切り、2.5分間毎の正解率を算出した。

作業成績の正解率は低い場合では約70%付近を推移し、高い場合では約90%付近を推移するなど、正解率のレベルに個人差が見られたが、大きく値が変動した被験者は多くはなかった。

5%以上正解率の変動した部分についてみると、1st Sessionの前半(2.5min 区間)から後半(5min 区間)にかけては、Phase 1では3名、Phase 2では6名の成績が低下した。また、1st Session 後半から2nd Session 前半にかけては、Phase 1では8名、Phase 2では4名の成績が上昇し、低下した場合はPhase 2で1名のみであった。さらに、2nd Session 前半から後半にかけては、Phase 1では7名、Phase 2では8名の成績が低下した。

このように、正解率が大きく変動した割合は多くなかった。ただし、成績レベルに差が見られたことから、課題遂行能力の個人差を補正するため、被験者毎の2.5分間の4つデータを偏差値に変換し、標準化した。さらに、全被験者の標準化した成績を区間毎に集計し、平均値を算出した。以下の分析では、この平均値を用いるとする。

3-3-3 実験結果3：瞬き頻度

正確に瞬きの筋電を取得できなかった被験3名と、SCLのデータが得られなかった被験者を除いた結果、取得できた瞬き頻度のサンプル数はn=20となった。

瞬きを行った瞬間をカウントするため、実験前に採取したサンプル筋電の波形などを元に、各サンプルごとの固有の閾値を設定した。次に、閾値以上に位置する筋電の波形の極大値を、瞬きを行った瞬間としてカウントした (fig.3-14 参照)。

実験結果によれば、瞬き頻度が少ない場合では、1分あたり0～10回付近を分布し、多い場合では60～70回付近を分布した。全体の平均回数は1分あたり18.3回となった (fig.3-15 参照)。このように、計測値のレベルには大きな差がみられ、各サンプル同士に同様な特徴的傾向は見られなかった。そこで、値の個人差を調整するため、各Sessionを1分間隔(1min 区間～5min 区間)で区切り、1分間あたりの平均値を算出した。つぎに、この値から被験者毎に50を中心とした偏差値を算出し、標準化した。分析では以上の偏差値を用いるとする。ただし、Break区間の経過時間は30秒であるため、分析対象から除外している。

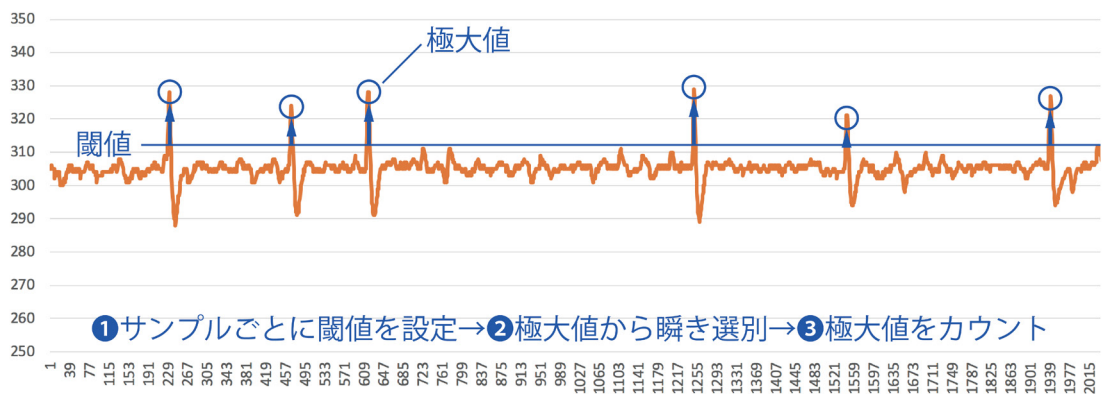


fig.3-14 瞬きのサンプル波形と閾値について

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)



fig.3-15 実際に測定した瞬きの筋電の波形

3-4 分析と考察

3-4-1 分析1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について

fig.3-16 及び Table.3-1 は、Phase 1(植物化景観)及び Phase 2(オフィス景観)の標準化した SCL 値の平均を時系列で表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.3-16 における各 Session の標準化 SCL の平均値の推移を概観すると、各 Phase の値は共に高い水準から低い水準へ推移している。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間(1min 及び 5min)を t 検定で比較したところ、全ての場合において値が有意に低下したことが明らかになった (fig.3-16 ①： $t(21) \div 5.27, p < 0.0001$ ②： $t(21) \div 7.80, p < 0.0001$ ③： $t(21) \div 5.35, p < 0.0001$ ④： $t(21) \div 7.12, p < 0.0001$)。作業序盤の覚醒度は高く、作業終盤では低下したことが明確になり、作業の疲労が働いていたと考えられる。

次に、Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、Phase1 は増加したのちにやや減少し、Phase2 は増加したのちに微増となっている。そこで、各 Phase における 1st Session の最後の区間と Break 区間、そして 2nd Session の最初の区間の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。検定結果によれば、1st Session 5min 区間から 2nd Session 1min 区間にかけて両 Phase 共に有意な増加が見られた(同⑤⑥ともに： $p < 0.01$)。また、1st Session 5min 区間から Break 区間にかけて両 Phase 共に有意に増加した(同⑦： $p < 0.0001$ ⑧： $p < 0.05$)。このことから、1st Session 末尾区間から 2nd Session 冒頭区間までの覚醒度の上昇は Break 区間での覚醒度の上昇によることがうかがわれる。

また、Break 区間から 2nd Session 1min 区間にかけては、Phase1 は低下の有意傾向が見られたが、Phase2 には有意な差は認められなかった(同⑨： $p < 0.1$ ⑩： $p = n.s.$)。

fig.3-17 は 1st Session 5min 区間から Break 区間にかけて標準化した SCL の平均値の増加した量を示したものである。Phase1 は Phase2 と比べ増加分が大きかった。そこで、増加量に有意な差がみられるのか t 検定したところ、Phase1(植物化景観)が有意に多く増加していた($t(21) \div 2.28, p < 0.05$)。

以上の結果より、オフィス景観が緑色系の植物化景観に変化すると、そうでない場合と比べ覚醒度はより高く有意に回復する事が明らかになった。特に、小休憩を行う Break 区間に着目すると、両 Phase 共に休憩行為による覚醒度の回復が確認できたが、植物の緑色系の視覚的要素を用いた環境の場合では、その回復効果はより大きくなることが認められた。

したがって、作業の合間に植物の緑色系の視覚的要素を取り込んだ景観を体験すると、作業

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

で蓄積された疲労を解消し、覚醒度を回復させる効果があることが明らかになり、景観の切り替えに一定の回復効果があることが示唆された。

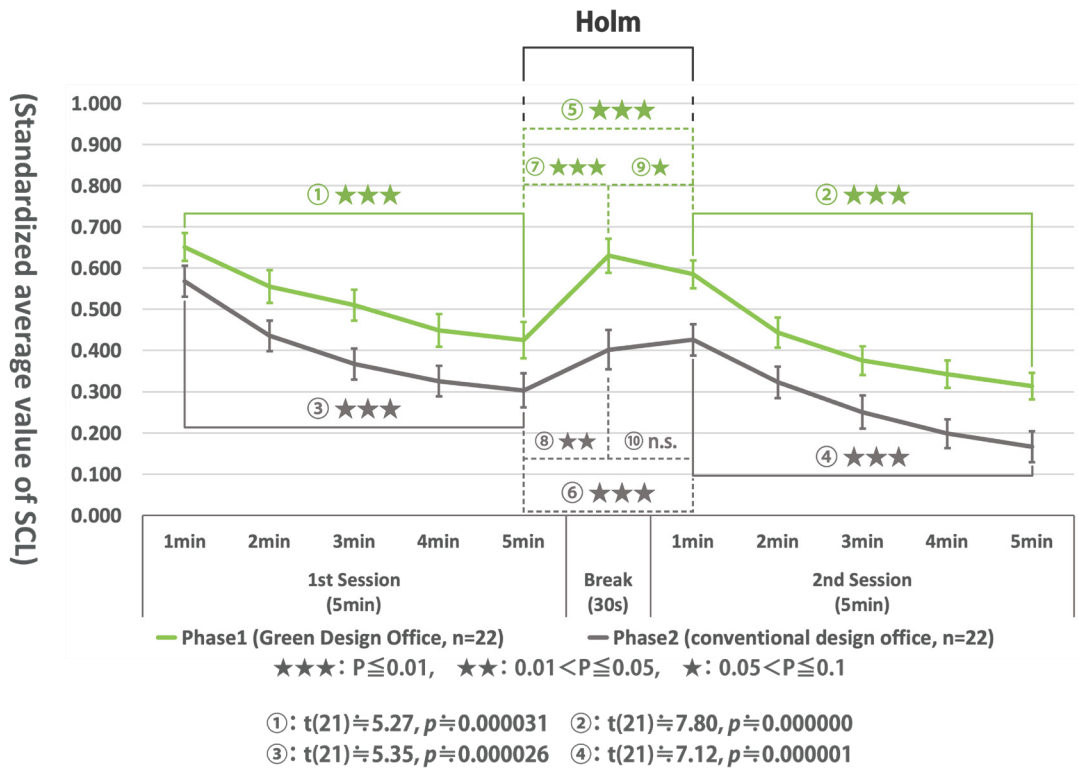


fig.3-16 標準化 SCL の平均値の推移

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

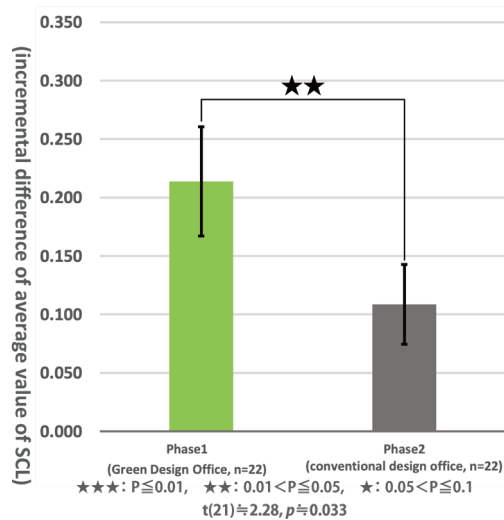


fig. 3-17 Breakへ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量

tab.3-1 標準化 SCL の平均値一覧

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	0.651	0.034	0.568	0.038
	2min	0.555	0.040	0.436	0.037
	3min	0.510	0.037	0.368	0.038
	4min	0.449	0.040	0.325	0.037
	5min	0.425	0.044	0.303	0.041
Break (30s)		0.630	0.041	0.402	0.048
2nd Session	1min	0.585	0.034	0.426	0.038
	2min	0.443	0.036	0.323	0.038
	3min	0.376	0.035	0.251	0.040
	4min	0.343	0.033	0.198	0.035
	5min	0.314	0.032	0.166	0.038

3-4-2 分析2：作業成績の推移について

fig.3-18 及び Table.2 は、植物化景観 (Phase 1) 及びオフィス景観 (Phase 2) の平均偏差値を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.3-18 の各 Session の値の推移を概観すると、1st Session では、前半 [2.5min 区間] から後半 [5min 区間] にかけて Phase1 の値は微減した。Phase2 の値は大きく減少し、1st Session の後半 [5min 区間] では、両 Phase 共に概ね同様な水準となった。2nd Session では、前半 [2.5min 区間] から後半 [5min 区間] にかけて両 Phase 共に減少した。

各 Session 内において、両 Phase の成績共に概ね高い水準から低い水準へ変化している。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session 内の前半と後半の2つの区間 (2.5min 及び 5min) の成績を t 検定で比較したところ、1st Session は Phase2 のみ、そして 2nd Session は両 Phase の成績が有意に低下した (fig.3-18 ① : $t(22) \div 5.45, p < 0.0001$ ② : $t(22) \div 3.34, p < 0.01$ ③ : $t(22) \div 1.04, p = n.s.$ ④ : $t(22) \div 6.27, p < 0.0001$)。作業前半の成績は高く、作業後半では低下したことが明確になり、作業の疲労などが働いたと考えられる。なお、Phase1 の 1st Session 前半 [2.5min 区間] の成績は Phase2 と比べて有意に低い水準となっているが、これはこの区間の被験者が初めて本番の作業を行った時間帯であったため、課題への不慣れなどが影響し、成績が上がらなかったと考えられる。次の区間 1st Session 後半 [5min 区間] では、Phase 2 の値と同水準へと成績が収束したことから、序盤に見られた課題への不慣れは解消されたと判断した (同⑤ : $t(22) \div 4.19, p < 0.001$ ⑥ : $t(22) \div 0.68, p = n.s.$)。

次に、植物化景観へ変化した場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各 Phase に見られたのか、Break 区間を挟んで 1st Session 後半 [5min 区間] と 2nd Session 前半 [2.5min 区間] との成績の違いを t 検定で検証したところ、両 Phase 共に成績が有意に増加した (⑦ : $t(22) \div 4.20, p < 0.001$ ⑧ : $t(22) \div 3.41, p < 0.01$)。小休憩 [Break] によって作業の疲労が軽減されたと考えられるが、景観の違いによる回復量の差は認められなかった。

以上の結果より、オフィス景観から植物化景観に景観が切り替わった時の成績の回復量は、変化していない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

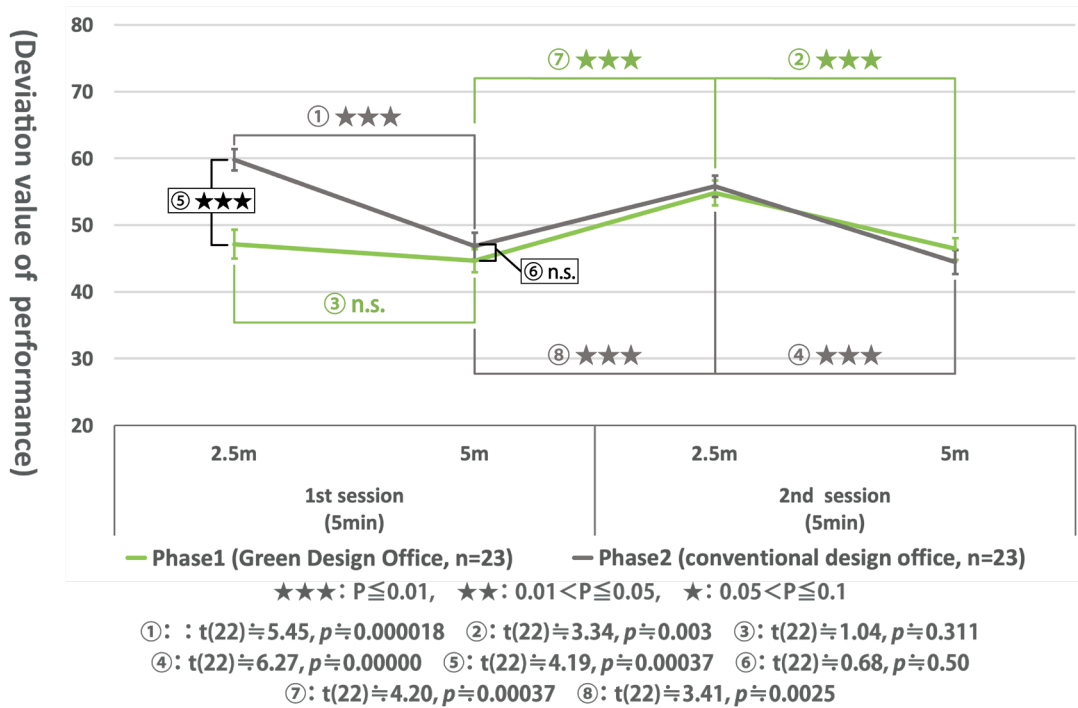


fig.3-18 各 Phase の作業成績 (偏差値) の推移

tab.3-2 各 Phase の作業成績 (偏差値) の一覧

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	2.5min	47.15	0.00	59.80	1.58
	5min	44.67	0.50	46.84	1.97
2nd Session	2.5min	54.83	0.73	55.82	1.60
	5min	46.44	0.44	44.46	1.78

3-4-3 分析3：瞬き頻度の推移について

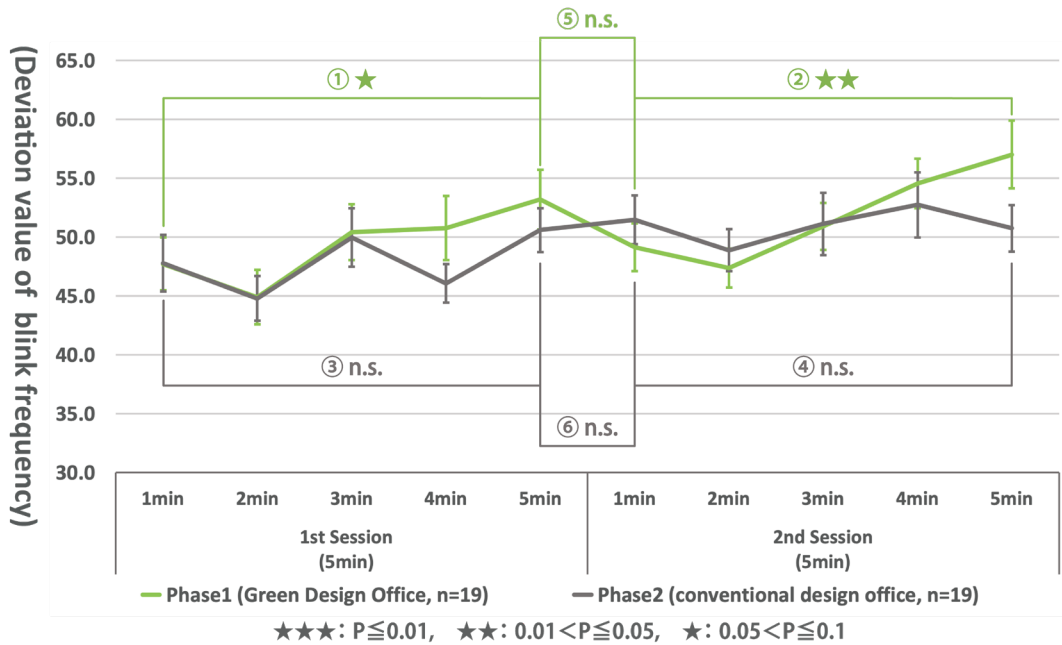
fig.3-19 及び table.3-3 は、植物化景観 (Phase 1) 及びオフィス景観 (Phase 2) の平均瞬き回数を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.3-19 の各 Session の値の推移を概観すると、1st Session の Phase1 及び Phase2 共に微増となっている。また、2nd Session の Phase1 は一時減少したのちに増加し、Phase2 はほぼ横ばいとなっている。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間 (1min 及び 5min) を t 検定で比較したところ、1st Session の Phase 1 は有意な傾向の増加となり、2nd Session でも Phase1 が有意な増加となった。その他には有意な差は認められなかった。(fig.3-19 ① : $t(18) \doteq 1.84, p < 0.1$ ② : $t(18) \doteq 2.42, p < 0.05$ ③ : $t(18) \doteq 0.80, p = n.s.$ ④ : $t(18) \doteq 0.37, p = n.s.$)。1st Session の Phase1 の序盤は被験者が実験を初めて間もない時間帯であり、疲労が少なく集中力が高水準であったと推察される。その後、作業による疲労が蓄積されたことにより、1st Session 終盤では瞬き頻度が増え、有意な傾向の増加となったと考えられる。また、2nd Session の Phase1 の値が有意に増加した理由として、作業による疲労の蓄積が影響し、集中力の低下を起因させたと推察される。一方で Phase2 の瞬き頻度に有意な変化が認められなかった理由として、この区間は4度目の作業となり、作業への慣れによって一定の集中力を保ったためと考えられる。

次に、Break 区間および前後における値を概観すると、Phase1 の値は 1st Session 後半 [5min] から Break 区間にかけて減少し、Phase2 の値は横ばいとなっている。そこで、植物化景観へ変化した場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各 Phase に見られたのか、Break 区間を挟んで 1st Session 後半 [5min 区間] と 2nd Session 前半 [1min 区間] との瞬き頻度の違いを t 検定で検証したところ、両 Phase 共に有意な変化は認められなかった (⑤ : $t(18) \doteq 1.41, p = n.s.$ ⑥ : $t(18) \doteq 0.33, p = n.s.$)。

以上の結果より、作業への経験の違いによる集中力の差が見られたが、オフィス景観から植物化景観に景観が切り替わった時の瞬き頻度は、変化しない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)



- ①: $t(18) \doteq 1.84, p \doteq 0.08$ ②: $t(18) \doteq 2.42, p \doteq 0.026$ ③: $t(18) \doteq 0.80, p \doteq 0.44$
 ④: $t(18) \doteq 0.37, p \doteq 0.74$ ⑤: $t(18) \doteq 1.41, p \doteq 0.18$ ⑥: $t(18) \doteq 0.33, p \doteq 0.74$

fig.3-19 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の推移

tab.3-3 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の一覧

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	47.722	2.237	47.774	2.413
	2min	44.892	2.307	44.776	1.900
	3min	50.415	2.360	49.955	2.492
	4min	50.767	2.736	46.065	1.645
	5min	53.176	2.525	50.580	1.845
2nd Session	1min	49.137	2.017	51.463	2.052
	2min	47.358	1.658	48.888	1.796
	3min	50.898	1.991	51.111	2.661
	4min	54.557	2.098	52.739	2.761
	5min	56.996	2.878	50.733	1.985

3-4-4 小結

本項では、オフィスの空間構成要素を植物の緑色系の視覚的要素を用いたデザインへ変化させた時に、どれほどの回復効果が見られるのか実験を用いて検証した。

SCLの実験結果によれば、オフィス景観が緑色系の植物化景観に変化した場合と、そうでない場合の覚醒度の回復量を比較したところ、緑色系の植物化景観に変化した場合の方がより多く回復していることが明らかになった。したがって、景観の切り替えによって作業で蓄積された疲労を解消したことが示唆された。

次に、作業成績を概観すると、オフィス景観から植物化景観に変化したときの成績の回復量は、変化していない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。また、瞬き頻度においても同様な結果となった。

以上の結果を踏まえると、作業の合間に景観が切り替わると覚醒度が回復することが示唆されたが、集中力や作業成績に明白な影響は見られなかった。実験後のアンケートによれば、およそ半数の被験者が景観変化に気づいていないことが明らかになった。そこで次項以降ではさらに、被験者を植物化景観に気付いた場合とそうでない場合の2つの群に分類し、景観への認識の違いによる影響について考察する。

3-5 分析と考察：景観変化に気づいた場合とそうでない場合について

実験後のアンケート「1回目の実験の時、休憩時に風景が変わったことに気づきましたか？(はい・いいえ)」の設問から、Phase1において、オフィス景観が植物化景観へ景観が切り替わったことに気づかない被験者が一定数いたことが明らかになった。そこで本項では、植物化景観に気づいた場合(以下「気づき有り群」と、そうでない場合(以下「気づき無し群」)の違いについて検討する。「気づき有り群」のサンプル数は、 $n=10$ 、「気づき無し群」のサンプル数は $n=12$ となった。

3-5-1 分析1：景観変化に気づいた場合とそうでない場合の皮膚コンダクタンス

fig.3-20 及び table.3-4 は、「気づきあり群」の、fig.3-22 及び table.3-5 は「気づき無し群」の標準化した SCL の平均値を時系列に表示したものである。fig.3-21 及び fig.3-23 はそれぞれの群の 1st Session 5min 区間から Break 区間にかけて標準化した SCL の平均値の増加量を示したものである。

「気づき有り群」(fig.3-20 参照)における各 Session の標準化 SCL の平均値の推移を概観すると、Phase2 は Phase1 と比べ終始低い水準に位置しているが、両 Phase 共に各 Session 内では減少傾向に見える。各 Session 内の序盤と終盤の2つの区間(1min 及び 5min)の値を t 検定にかけたところ、いずれも有意な減少であったことが明らかになった (fig.3-20 の①： $t(8) \doteq 4.28, p < 0.01$ ②： $t(8) \doteq 8.63, p < 0.0001$ ③： $t(8) \doteq 7.41, p < 0.0001$ ④： $t(8) \doteq 5.86, p < 0.001$)。分析1と同様に、作業序盤の覚醒度は高く、作業終盤では低下したことが明確になり、作業の疲労などが働いたと考えられる。

次に、Break 区間および前後における値を概観すると、Phase1 の値は 1st Session 後半 [5min] から Break 区間にかけて上昇し、その後一定水準を保っているが、Phase2 の値は Phase1 と比べ微増程度の変化となっている。そこで、Break 区間及び前後で Holm 法による多重比較検定を行ったところ、Phase1 の値は 1st Session 後半 [5min] から Break 区間にかけて有意に高くなり、Break 区間から 2nd Session 前半 [1min] にかけては有意な差は見られず、一定水準を保持していることが認められた (同⑤： $p < 0.05$, ⑥： $p = n.s.$)。一方で、Phase2 には有意な変化は見られなかった (同⑦⑧ともに： $p = n.s.$)。したがって、植物化景観に景観が切り替わったことを認識した状態で小休憩すると、そうでない場合と比べ覚醒度は有意に回復したことが明らかになった。次に、fig.3-21 で SCL の平均値の増加量について概観すると、Phase1 は Phase2 と比べ増加が大きい。しかし t 検定したところ、有意な差は見られなかった ($t(8) \doteq 1.86, p = n.s.$)。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

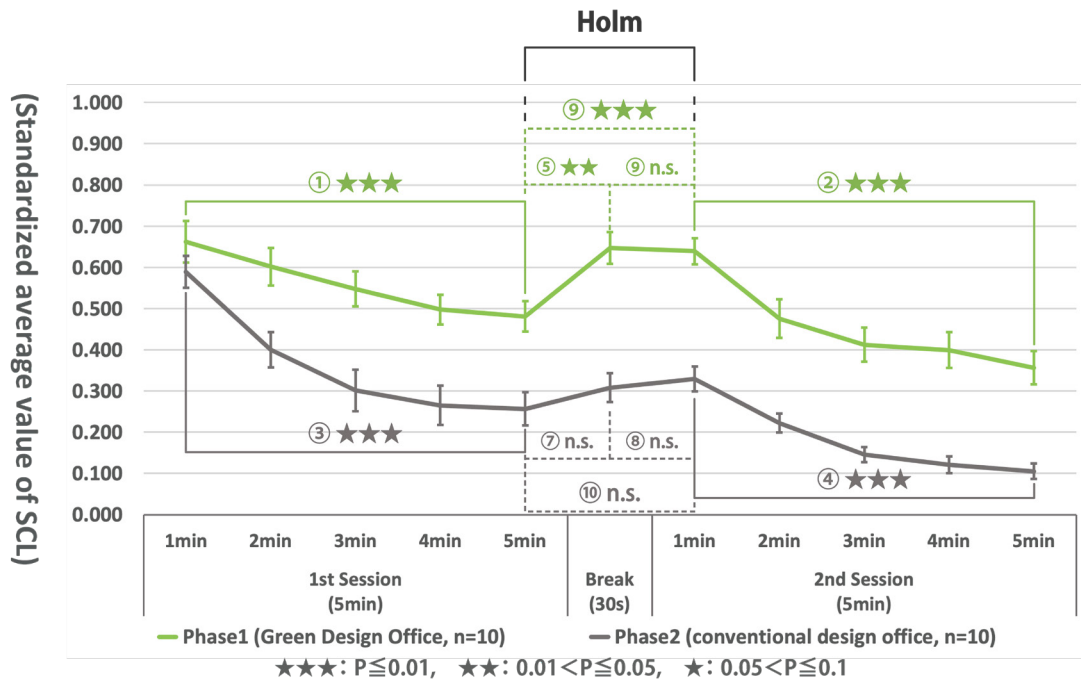
一方で、「気付き無し群」(fig.3-22 参照)における各 Session の値の推移を概観すると、「気付き有り群」と同様に、両 Phase の値は高い水準から低い水準へ変化している。各 Session の序盤と終盤の2つの区間(1min 及び 5min)を t 検定したところ、いずれも有意な減少であったことが明らかになった(fig.3-22 の①： $t(11) \doteq 4.10, p < 0.01$ ②： $t(11) \doteq 4.34, p < 0.01$ ③： $t(11) \doteq 2.54, p < 0.05$ ④： $t(11) \doteq 4.82, p < 0.001$)。「気付き無し群」においても、「気付き有り群」と同様に、作業序盤の覚醒度は高く、作業終盤では低下したことが明確になり、作業の疲労などが働いたと考えられる。

次に、Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、1st Session 後半[5min]から Break 区間にかけて Phase1 は増加したのちに減少し、Phase2 は増加を続けている。Break 区間及び前後で Holm 法による多重比較検定を行ったところ、両 Phase とも 1st Session 後半[5min]から Break 区間にかけての増加は有意であった(同⑤⑥ともに： $p < 0.05$)。この結果より、小休憩[Break]によって作業の疲労から解放され、休憩による回復効果がみられたが、Break 区間から 2nd Session 前半[1min]にかけては、Phase1 の減少には有意傾向がみられ、Phase2 には有意差は見られなかった(同⑦： $p < 0.1$, ⑧： $p = n.s.$)。さらに、1st Session 5min から 2nd Session 1min にかけては、両 Phase 共に有意な増加であった(同⑨⑩ともに： $p < 0.05$)。したがって、植物化景観に景観が切り替わったことを気付いていない場合では、小休憩[Break]による覚醒度の回復効果は見られたが、視覚環境の違いによる回復効果の差は認められなかった。

fig.3-23 で SCL の平均値の増加量について概観すると、Phase1 は Phase2 と比べ増加が大きいが、t 検定したところ、有意な差は見られなかった($t(11) \doteq 1.51, p = n.s.$)。

以上の結果より、いくつかの特徴的な傾向が見られた。「気付き有り群」の Phase2 (景観変化なし)の SCL は、Phase1 (植物化景観に変化)の SCL と比べ終始低い水準を推移し、Break 区間でも有意な覚醒度の回復は見られなかった。一方で、「気付き無し群」の両 Phase は、概ね同様な水準で推移し、小休憩をとった Break 区間でも有意な回復が見られた。注意回復理論に基づいて設定された景観を用意できたとしても、景観の切り替えに気づかない場合では、十分な回復効果が発揮されない可能性があることが示唆された。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)



①: $t(9) \doteq 3.33, p \doteq 0.0086$ ②: $t(9) \doteq 9.64, p \doteq 0.000005$
 ③: $t(9) \doteq 7.89, p \doteq 0.000025$ ④: $t(9) \doteq 6.25, p \doteq 0.00015$

fig.3-20 標準化 SCL の平均値の推移 (気づき有り群)

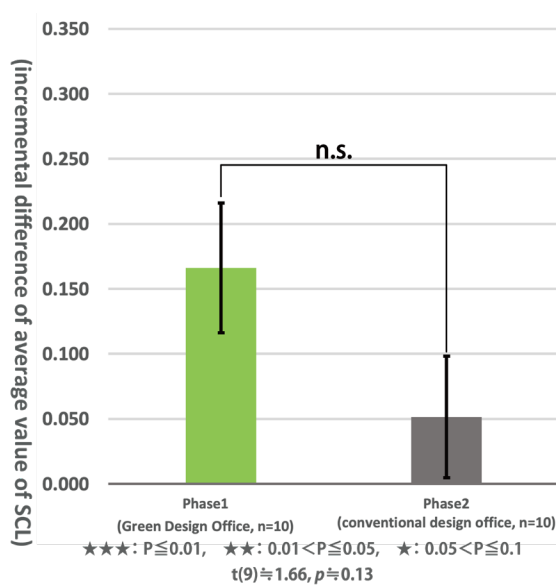


fig.3-21 Break へ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (気づき有り群)

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

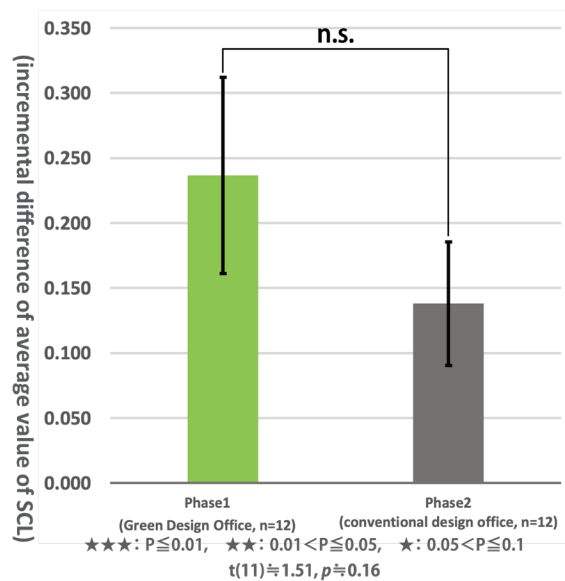
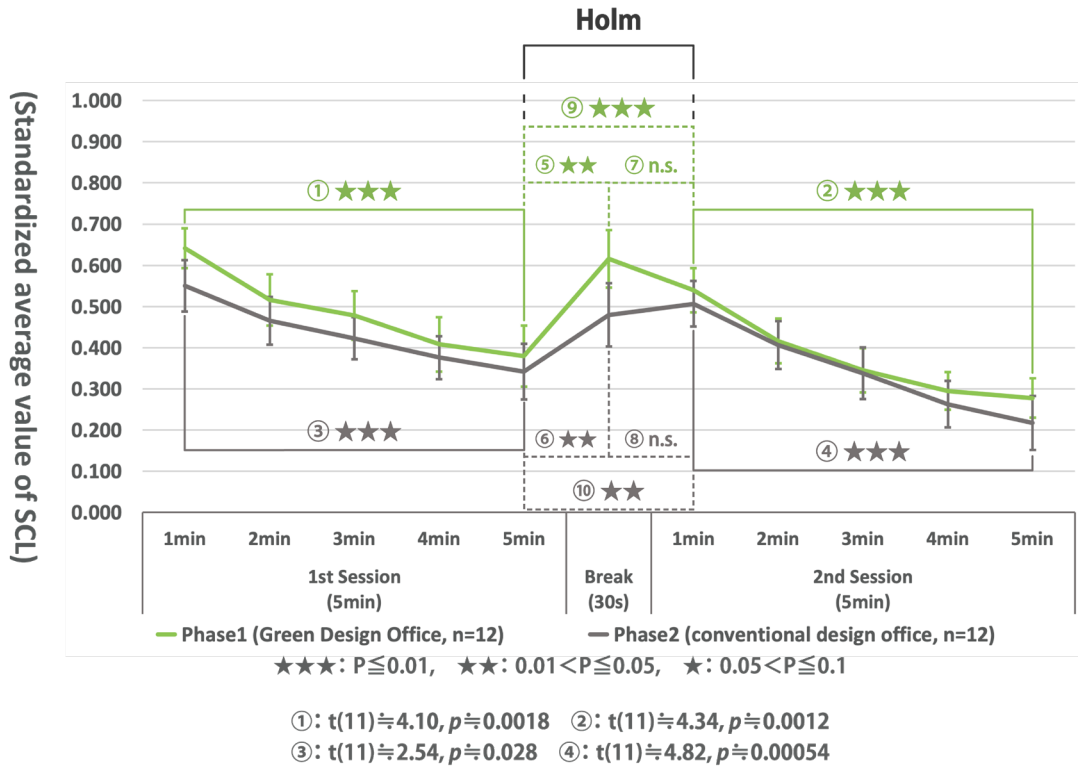


fig.3-23 Breakへ遷移時の標準化 SCL の平均値の増加量 (気づき無し群)

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

tab.3-4 標準化 SCL の平均値一覧 (気づき有り群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	0.662	0.050	0.589	0.039
	2min	0.601	0.046	0.400	0.043
	3min	0.548	0.043	0.301	0.050
	4min	0.497	0.036	0.265	0.048
	5min	0.481	0.037	0.256	0.040
Break (30s)		0.647	0.039	0.308	0.035
2nd Session	1min	0.639	0.032	0.329	0.030
	2min	0.476	0.046	0.222	0.023
	3min	0.412	0.041	0.146	0.018
	4min	0.399	0.044	0.121	0.021
	5min	0.357	0.040	0.105	0.019

tab.3-5 標準化 SCL の平均値一覧 (気づき無し群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	0.642	0.048	0.550	0.062
	2min	0.516	0.062	0.466	0.058
	3min	0.479	0.059	0.423	0.051
	4min	0.408	0.066	0.376	0.052
	5min	0.379	0.074	0.342	0.067
Break (30s)		0.616	0.070	0.480	0.077
2nd Session	1min	0.539	0.054	0.507	0.056
	2min	0.416	0.055	0.407	0.058
	3min	0.345	0.054	0.338	0.063
	4min	0.295	0.046	0.263	0.056
	5min	0.278	0.048	0.218	0.066

3-5-2 分析2：景観変化に気づいた場合とそうでない場合の作業成績の推移について

本項では前項に引き続き、「気付き有り群」と「気付き無し群」の作業成績の違いについて検討する。SCLのデータが得られなかった被験者を除いた結果、「気付き有り群」のサンプル数は、両Phase共にn=10となり、「気付き無し群」は両Phase共にn=12となった。

fig.3-24及びtable.3-6は、「気付きあり群」の、fig.3-25及びtable.3-7は「気付き無し群」の標準化した作業成績の平均値を時系列に表示したものである。

「気付き有り群」(fig.3-24参照)における各Phaseの作業成績の平均値の推移を概観すると、すべてのSessionで前半[2.5min区間]から後半[5min区間]にかけて大なり小なり成績が低下した。

各Session内の前半と後半の2つの区間(2.5min及び5min)の成績変化をt検定で検証したところ、Phase2の成績は有意に低下していたが、Phase1の低下は有意ではなかった(fig.3-24 ①:t(9)≐3.53, p<0.01 ②:t(9)≐5.65, p<0.001 ③:t(9)≐0.53, p=n.s. ④:t(9)≐1.38, p=n.s.)。一方、Phase間で成績をt検定したところ、1st Session前半[2.5min区間]において、Phase1の値がPhase2と比べ成績が有意に低かった。これは分析4.2と同様に課題への不慣れなどが影響したと考えられる。次の区間では、Phase2の値と概ね同水準まで成績が収束したことから、序盤に見られた課題への不慣れは解消されたと判断できる(同⑤:t(9)≐3.52, p<0.01 ⑥:t(9)≐0.95, p=n.s.)。

これらの結果より、Phase1の2nd Sessionに見られるように緑色系の視覚的要素を取り込んだ景観の中では、成績の低下が緩和される現象が認められた。疲労の蓄積が軽減されたためと考えられる。一方で、オフィス景観(Phase2)を連続して体験した場合では、Session内で成績が有意に低下したことから、作業の疲労は緩和されず蓄積されたことが伺える。

次に、植物化景観へ景観が切り替わった場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各Phaseに見られたのか、1st Session後半[5min区間]から2nd Session前半[2.5min区間]にかけての成績をt検定で検証したところ、両Phase共に成績が有意に上昇した(fig.3-25 ⑦:t(9)≐3.40, p<0.01 ⑧:t(9)≐2.84, p<0.05)。小休憩[Break]によって作業の疲労が軽減されたと考えられるが、景観の切り替えに気が付いた場合でも、景観の違いによる回復の違いは認められなかった。

次に、「気付き無し群」(fig.3-25参照)において、各Session内の前半と後半の2つの区間(2.5min及び5min)の成績を、t検定で比較したところ、Phase1の1st Session以外はいずれも値が有意に低下した(fig.3-25 ①:t(11)≐3.67, p<0.01 ②:t(11)≐3.20, p<0.01 ③:t(11)≐0.67, p

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

= n.s. ④： $t(11) \doteq 3.42, p < 0.01$)。作業の疲労などが働き成績が低下したと考えられる。また、2nd Session 内の成績の低下は Phase1,2 とも同等程度で、「気付き有り群」で見られたような、植物化景観下で成績の低下が緩和される効果は認められなかった。ただし、「気付き有り群」と同様な理由で、1st Session 前半 [2.5min 区間] では、Phase1 の値が Phase2 と比べ有意に低くなっていた。次の区間では両 Phase 共に同水準まで成績が収束したことから、不慣れは解消されたと考える (同⑤： $t(9) \doteq 3.52, p < 0.01$ ⑥： $t(9) \doteq 0.95, p = n.s.$)。

さらに植物化景観へ景観が切り替わった場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が成績に見られたのか、1st Session 後半 [5min 区間] から 2nd Session 前半 [2.5min 区間] にかけての成績を t 検定で検証した。Phase1 は成績が有意に上昇し、Phase2 には有意な変化は認められなかった (同⑤： $t(11) \doteq 2.65, p < 0.05$ ⑥： $t(11) \doteq 1.43, p = n.s.$)。植物化景観へ景観が切り替わったことを認識していなかった場合でも、成績の有意な向上が認められた一方で、景観が切り替えのない場合は休憩による成績の有意な向上は認められなかった。

以上の結果より、被験者が植物化景観を認識して体験した場合、作業成績の低下を緩和させる効果があることが示唆された。この結果に対して、認識していない場合では、景観デザインの違いによる差は認められず、いずれの場合でも作業継続で成績が有意に低下した。また、植物化景観を認識していない場合であっても、オフィス景観から植物化景観が切り替わった場合、休憩後の成績が有意に向上している。このことから、植物化景観による一定の回復効果をもたらされたと言えるが、その効果は持続しなかった。

さらに、分析3の SCL の結果と合わせて考察すると、植物化景観を認識したことにより高まった覚醒度が集中力を向上させ、成績の低下を緩和させたことも考えられる。したがって、植物化景観への気付き有無が作業成績へ一定の影響を及ぼす可能性が示唆された。また、植物化景観に景観が切り替わったことを認識した場合は、その作業成績のレベルを一定水準保ちやすくする効果があることが認められた。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

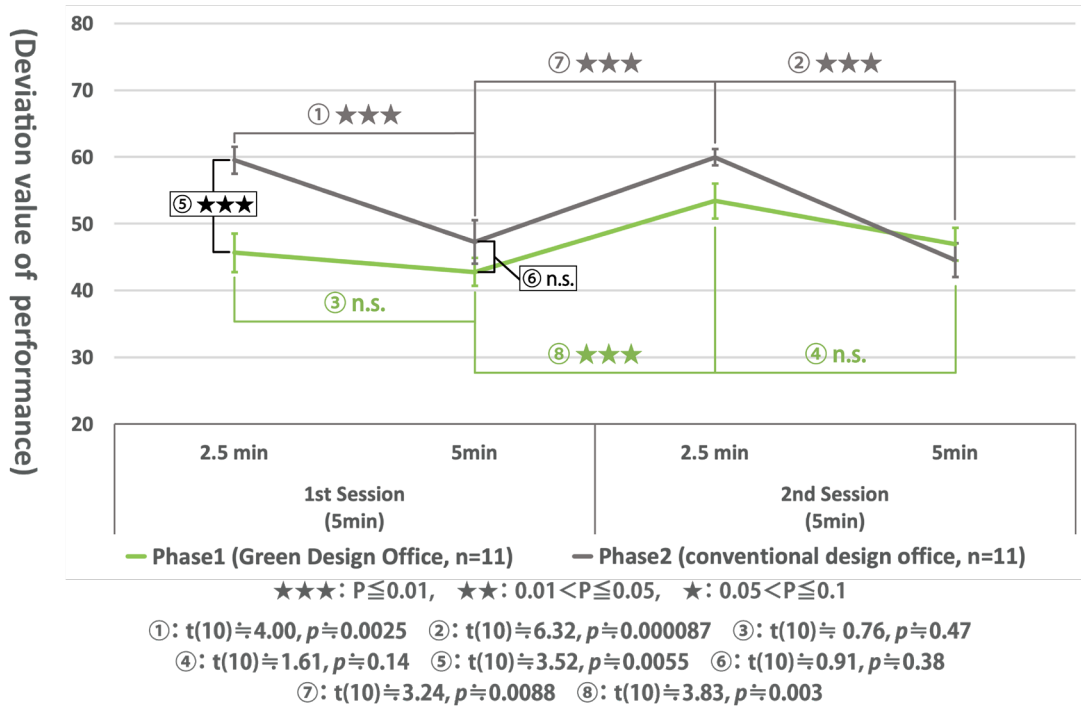


fig.3-24 Phase の作業成績 (偏差値) の推移 (気づき有り群)

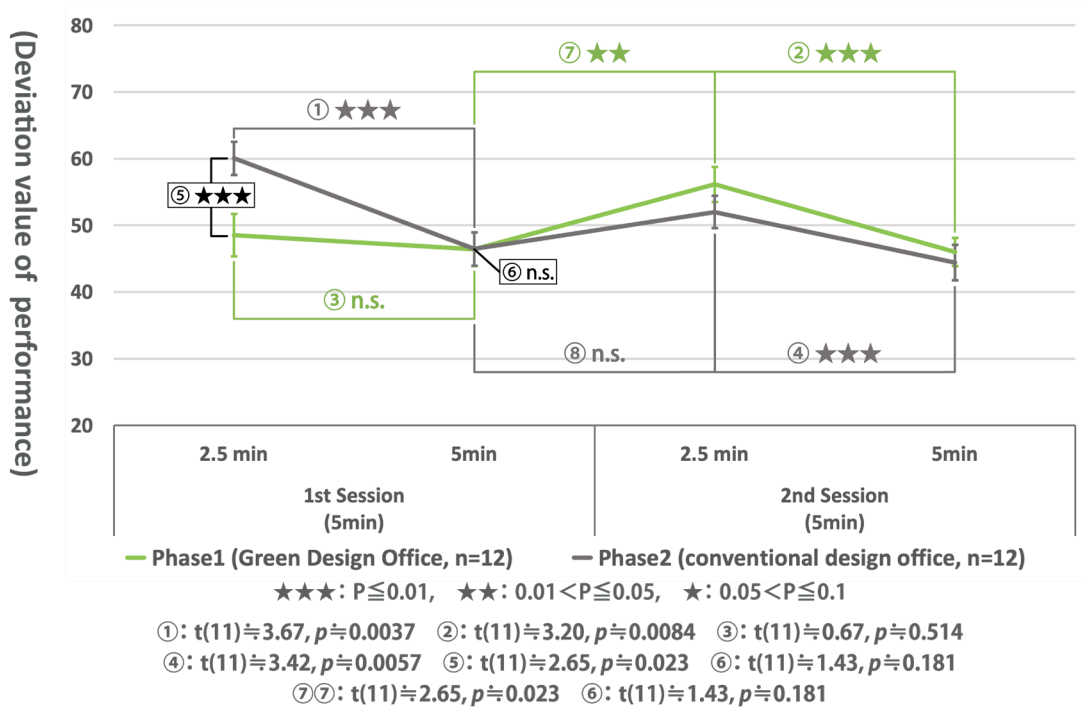


fig.3-25 各 Phase の作業成績 (偏差値) の推移 (気づき無し群)

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

tab.3-6 各 Phase の作業生成 (偏差値) の一覧 (気づき有り群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	2.5min	45.64	2.91	59.52	2.02
	5min	42.77	2.09	47.26	3.23
2nd Session	2.5min	53.41	2.60	59.96	1.24
	5min	46.91	2.47	44.53	2.50

tab.3-7 各 Phase の作業生成 (偏差値) の一覧 (気づき無し群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SD	mean	SD
1st Session	2.5min	48.53	3.17	60.05	2.49
	5min	46.41	2.52	46.46	2.48
2nd Session	2.5min	56.14	2.61	54.62	41.16
	5min	46.00	2.14	44.40	41.72

3-5-3 分析3：景観変化に気づいた場合とそうでない場合の瞬き頻度の推移について

本項では前項に引き続き、「気付き有り群」と「気付き無し群」の平均瞬き頻度の違いについて検討する。SCLのデータが得られなかった被験者及び正確に瞬きの筋電を取得できなかった被験者を除いた結果、「気付き有り群」のサンプル数は、 $n=9$ 、「気付き無し群」のサンプル数は $n=10$ となった。fig.3-26及びtable.3-8は、「気付きあり群」の、fig.3-27及びtable.3-9は「気付き無し群」の標準化した瞬き頻度の平均値を時系列に表示したものである。

「気付き有り群」(fig.3-26参照)における各Sessionの平均瞬き回数の推移を概観すると、1st Sessionでは両Phase共に同様な水準で微増している。また、2nd Sessionでは、Phase1は一度減少したのちに増加し、Phase2はほぼ横ばいとなった。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各Sessionの序盤と終盤の2つの区間(1min及び5min)をt検定で比較したところ、いずれも有意な差は認められなかった(fig.3-26の①： $t(8) \div 0.72, p = n.s.$ ②： $t(8) \div 1.80, p = n.s.$ ③： $t(8) \div 0.64, p = n.s.$ ④： $t(8) \div 0.33, p = n.s.$)。

次に、Break区間および前後における値を概観すると、Phase1の値は1st Session後半[5min]からBreak区間にかけて減少し、Phase2の値は横ばいとなっている。そこで、植物化景観へ変化した場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各Phaseに見られたのか、Break区間を挟んで1st Session後半[5min区間]と2nd Session前半[1min区間]との瞬き頻度の違いをt検定で検証したところ、いずれも有意な差は認められなかった(同⑤： $p = n.s.$, ⑥： $p = n.s.$)。

以上の結果より、オフィス景観から植物化景観に景観が切り替わった場合の瞬き頻度は、切り替わっていいない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。

一方で、「気付き無し群」(fig.3-27参照)における各Sessionの値の推移を概観すると、各Session共にPhase1は増加し、Phase2はほぼ横ばいとなっている。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各Sessionの序盤と終盤の2つの区間(1min及び5min)をt検定したところ、1st SessionのPhase1は有意な傾向の増加となった。その他では有意な差は認められなかった。(fig.3-27 ①： $t(9) \div 2.20, p < 0.1$ ②： $t(9) \div 1.83, p < 0.05$ ③： $t(9) \div 0.45, p = n.s.$ ④： $t(9) \div 0.16, p = n.s.$)。1st SessionのPhase1が有意な傾向で増加した理由は項3-4-3と同様であると考えられる。この区間の序盤は被験者が実験を初めて間もない時間帯であり、疲労が少なく集中力が高水準であったと推察される。その後、作業による疲労が蓄積されたことにより、1st Session終盤では瞬き頻度が増え、有意な傾向の増加となったと考えられる。一方で、phase2の瞬き頻度に有意な変化が認められなかった理由として、課題を複数回行った事により、慣れが生じ、一定の集中力を保った可能性が指摘される。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

次に、Break 区間及びその前後における平均瞬き頻度を概観すると、Phase1 の値は 1st Session 後半 [5min] から Break 区間にかけて減少し、Phase2 の値は横ばいとなっている。そこで、植物化景観へ変化した場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各 Phase に見られたのか、Break 区間を挟んで 1st Session 後半 [5min 区間] と 2nd Session 前半 [1min 区間] との瞬き頻度の違いを t 検定で検証したところ、両 Phase 共に有意な変化は認められなかった (⑤ : $t(9) \doteq 1.00, p = n.s.$ ⑥ : $t(9) \doteq 0.41, p = n.s.$)。作業への経験の違いによる集中力の差が見られたが、オフィス景観から植物化景観へ景観が切り替わったことを瞬き頻度は、変化しない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。

以上の結果より、景観が切り替わったことに気づいた場合とそうでない場合で、それぞれの Phase の瞬き頻度を比較したところ、いずれも有意差は認められなかった。「気付き有り群」の SCL において、オフィスのデザインが植物化景観に変化すると、覚醒度の回復が認められたが、瞬き頻度には統計的な差は見られなかった。このような結果に至った理由として、指標の特製が関係していると考えられる。SCL は 1 秒に 5 つのデータを計測し、数秒から数十秒程度の時間窓から変化を捉えることが可能であるであるが、瞬き頻度は 1 分あたりの瞬き回数から算出している。このため、瞬き頻度からは、短時間の生理的変化を捉えることができず、明白な差が見られなかった可能性がある。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

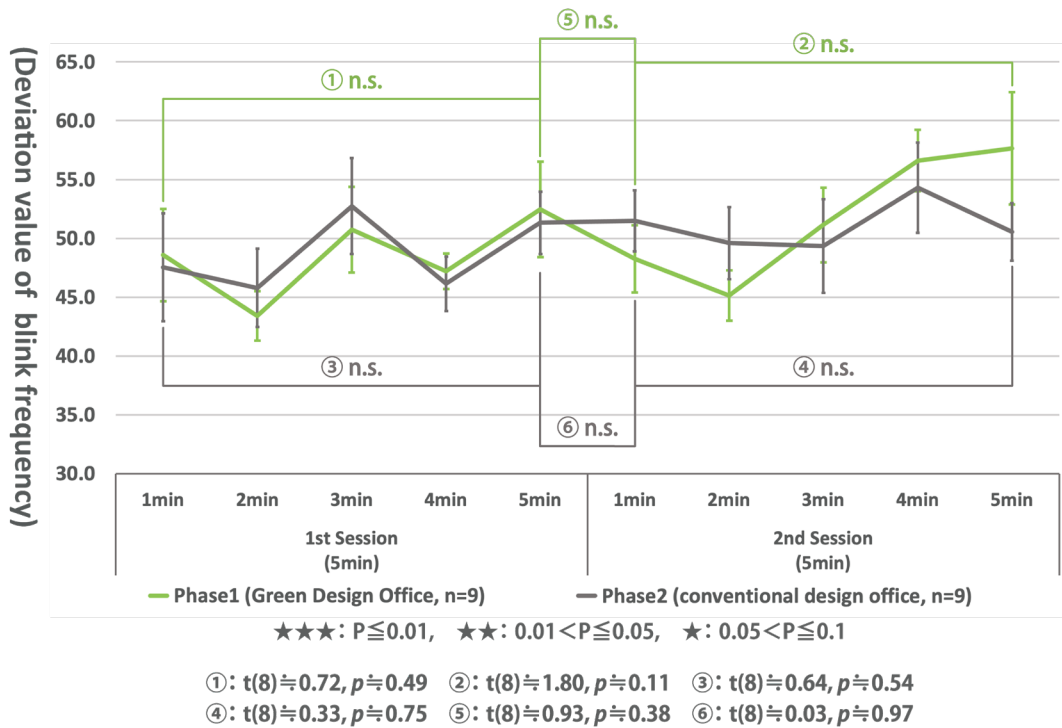


fig.3-26 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の推移 (気づき有り群)

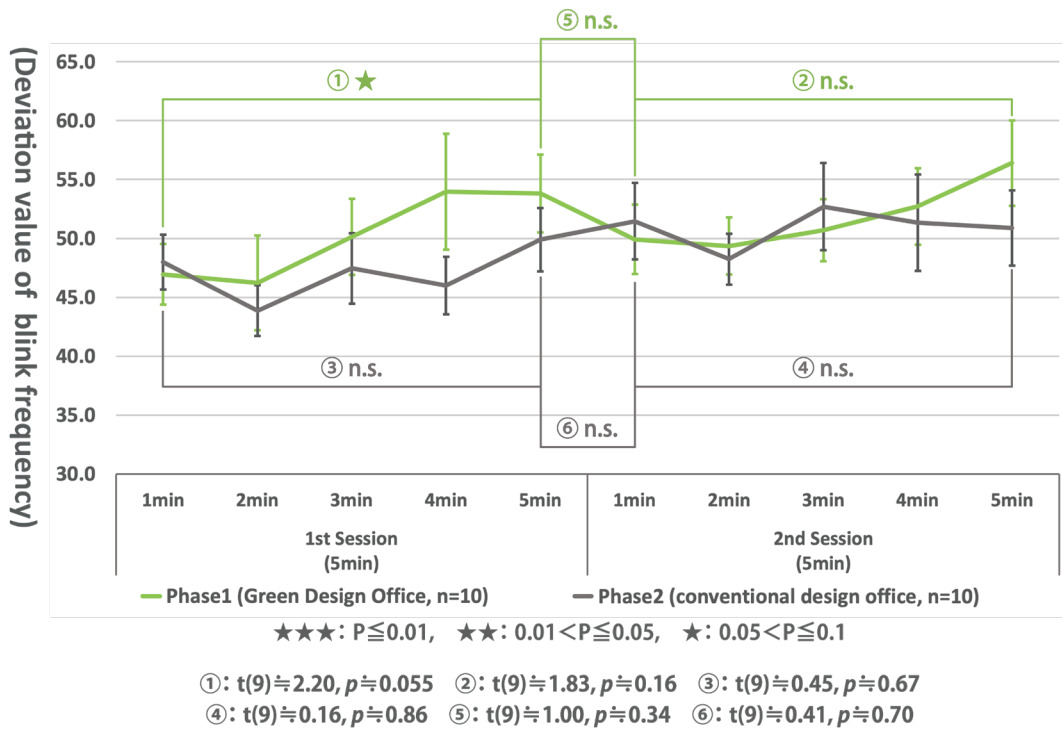


fig.3-27 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の推移 (気づき無し群)

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

tab.3-8 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の一覧 (気づき有り群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	51.862	4.806	47.031	4.123
	2min	44.430	2.134	46.017	2.986
	3min	52.141	3.558	51.716	3.779
	4min	47.844	1.480	45.775	2.093
	5min	52.577	3.618	50.449	2.531
2nd Session	1min	47.684	2.621	51.127	2.344
	2min	46.539	2.368	48.891	2.831
	3min	51.942	2.961	48.659	3.620
	4min	56.305	2.351	53.120	3.624
	5min	56.141	4.528	49.750	2.332

tab.3-9 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の一覧 (気づき有り群)

Time Sequence		Phase1 (Green Design Office)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	46.955	2.567	47.988	2.316
	2min	46.226	4.036	43.862	2.160
	3min	50.122	3.232	47.446	2.981
	4min	53.975	4.925	45.997	2.456
	5min	53.818	3.324	49.903	2.685
2nd Session	1min	49.925	2.962	51.457	3.259
	2min	49.360	2.423	48.244	2.159
	3min	50.683	2.633	52.700	3.698
	4min	52.714	3.240	51.333	4.094
	5min	56.399	3.633	50.892	3.190

3-5-4 小結

「3-5 分析と考察：景観変化に気づいた場合とそうでない場合について」では、景観の切り替えに気づいた被験者を「気づき有り群」、気づいていない被験者を「気づき無し群」に分類し、生理量や作業成績に違いが見られないか検証を行った。

まず、SCLの検証結果を概観すると、「気づき有り群」のPhase1（植物化景観に切り替え）では覚醒度の有意な回復がみられた。また、Phase2（景観の切り替えなし）のSCLは、Phase1（植物化景観に変化）のSCLと比べ終始低い水準を推移し、Break区間でも有意な回復は見られなかった。一方で、「気づき無し群」の両Phaseは、概ね同様な水準で推移し、小休憩をとったBreak区間ではどちらも有意な回復を示したが、両者の推移に明白な違いはみられなかった。したがって景観の切り替えに気づいていない被験者にとって、両景観は同様な存在として認識されていた可能性が考えられる。

次に作業成績の結果を概観すると、被験者が植物化景観に景観が切り替わったことを認識して体験した場合（気づき有り群）は、作業成績の低下を緩和させる効果があることが示唆された。この結果に対して、認識していない場合（気づき無し群）では、景観デザインの違いによる差は認められず、いずれの場合でも成績が有意に低下した。また、植物化景観を認識していない場合であっても、オフィス景観から植物化景観に景観が切り替わると休憩後の成績が有意に向上している。このことから、植物化景観による一定の回復効果をもたらされた可能性が指摘されるが、その効果は持続しなかった。

さらに、SCLの結果と合わせて考察すると、景観の切り替えに気づいた「気づき有り群」では、植物化景観を認識したことにより高まった覚醒度が集中力を向上させ、成績の低下を緩和させた可能性が考えられる。したがって、景観の切り替えの気づきは作業成績へ一定の影響を与えている可能性が示唆された。

最後に瞬き頻度の結果を概観したところ、「気づき有り群」及び「気づき無し群」の間に明白な違いは認められなかった。このような結果に至った原因として、瞬き頻度はSCLのように短時間窓での計測が難しく、細かい生理的な変化を捉えることが出来なかった点を指摘した。

以上の結果より、オフィス景観が緑色系の植物化景観に景観が切り替わった事に気づいた場合ではSCLに明白な回復効果が認められ、作業成績を一定水準維持したことが明らかになった。一方で、気づいていない場合では明白な違いは見られず、景観の違いによる差は認められなかった。

3-6 まとめ

本章では、場所移動によって回復効果が促進される要因の一つとして仮定した「景観の切り替え」に着目し、回復効果にどれほどの影響を与えているのか明らかにするため、生理指標を用いた実験を行い検証した。

この実験では、室内での景観の切り替えをVR環境で再現した。切り替えたあとの景観には、緑色系の植物の視覚的要素を取り入れたデザインを用いた。また、生理量として皮膚コンダクタンスレベル(SCL)及び瞬き頻度を計測し、作業成績との対応を行い、以下の点が示された。

- 1) 作業中にオフィス景観が緑色系の植物化景観に切り替わる場合は、そうではない場合と比べ、覚醒度を示すSCLの値がより有意に高く回復した。
- 2) 植物化景観へ景観が切り替わったことに気付いた被験者「気付き有り群」では、植物化景観によって覚醒度が有意に回復し、一定水準を維持した。
- 3) 植物化景観へ景観が切り替わったことに気付いた被験者「気付き有り群」では、植物化景観の中での作業成績の低下が緩和された。一方で、「気付き無し群」の作業成績は有意に低下した。

以上の結果より、作業の合間にオフィス景観が植物の視覚的要素を取り込んだ緑色系の景観に切り替わると、覚醒度を回復させることが明らかになった。また、覚醒度の回復により集中力が保たれ、一定の作業成績を維持したことが示唆された。さらに、景観の切り替えに気づいた場合は、覚醒度の回復効果が明白に高くなることが示された。

「気付き有り群」の被験者において、明白な回復効果が認められた理由として、植物化景観を視覚的に認識して体験したことにより、緑色系の植物の視覚的要素を取り入れた景観デザインが効果的に回復効果を促進させたことが考えられる。一方で「気付き無し群」の被験者においては、オフィス景観も植物化景観も同様なデザインに感じられ、十分に植物化景観の認識ができなかったことから、オフィス景観との回復の違いが見られなかった。以上を踏まえると、景観の切り替えを用いて回復効果を促す場合、その変化に気づかせる工夫が必要があることが示唆された。

その他に、VR環境の体験を通じた検証によって、生理的な回復効果が認められたことも注目すべき結果である。使用しているオフィス空間に緑色系の植物の視覚的要素を十分に配置できない場合であっても、VR環境を通じて回復効果を得ることが可能であると示唆された。

また、実験2で得られた興味深い結果の一つとして、およそ半数の被験者が景観の切り替えに気づかなかった点があげられる。アンケート回答時、被験者から実験実施者へ景観の切り替えが本当に再現されていたのか何度か尋ねたことから、一部の被験者にとって全く気づかない変化であったことが伺える。

第3章 実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について (その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)

このような結果に至った原因の一つとして、作業用のパネルが影響したと考えられる。作業用のパネルは常に正面に位置し、実験の遂行に関わる情報を呈示しているため注意を集めやすいと言える。そのため、周囲の環境への注意が及ばず、景観の切り替えに気付かなかった可能性が考えられる。このような周囲の環境の変化に気づかない現象として、「変化の見落とし」といった人間の特性が関与した可能性がある。

例えば、変化の見落とし (change blindness)⁷⁴⁻⁷⁹⁾ に関する Rensikn(1997) らが行なった実験では、写真 A と一部を変化させた A' を用意し、A → A → A' → A' → A → A... の順 (写真刺激時間 240ms, 切り替え間の時間 80ms) で 60 秒表示させた。実験の結果によれば、写真に表示されている中心的な物体の変化を早く検知することができたが、その周囲の物体の変化の検出は非常に困難であったと指摘した。人は注意が向けられやすい対象を優先的に処理していることが考えられる⁷⁶⁾。

以上の研究を踏まえると、本実験においても同様な現象がみられた可能性が示唆される。本実験の VR 環境には、課題や実験進行に必要な情報を表示させる作業用のパネルが設置されているため、パネルが注意を引き寄せる対象になり、およそ半数の人が周辺環境まで十分に注意を向けなかった可能性が考えられる。

回復効果を促進するために、周囲の対象に注意を逸らす必要がある場合は、注目を集めている対象が主体に刺激を与えて、別の方へ注意を誘導させる必要があると言える。

なお、その他に考えられる景観の切り替えに気づかなかった理由として、被験者個人特性が関与した可能性も捨てきれない。周囲の環境の変化を敏感に感じ取れる性質がある被験者と、そうでない被験者の間で景観の切り替えへの気づきに違いがあった可能性が考えられる。本実験では、景観の切り替えへの気づきと個人特性との関係性は調査していない。要因については、今後の研究で個人特性がどれほど関与しているのか調査し、より精密な議論を進める必要が残された。

次項では、より明白に景観の切り替えを大きくした場合 (オフィス→森林) について検証し、引き続き景観の切り替えによる影響について議論する。

第4章

実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について (その2：森林景観を用いた場合)

4-1 実験目的

第1章では、場所移動によって回復効果が促進される要因として、「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが主に関与している仮説を設けた。そこで第2章では、仮定した要因の1つである「座標位置の変化」が回復効果に与える影響について検証したところ、景観変化有無による明白な回復効果は認められなかった。

この結果を踏まえ、前章では視覚変化に着目し、「景観の切り替え」が回復効果に与える影響について、実験を通して検証した。検証の結果によれば、作業の合間に植物の視覚的要素を取り込んだ緑色系の景観に切り替わると、切り替わっていない場合と比べSCLが有意に上昇したことから、景観の切り替えは覚醒度を回復させる効果があると示唆された。さらに、景観が切り替わっていない場合では、作業成績の有意な低下がみられたが、切り替わった場合では明白な変化は認められず、一定の作業成績を維持したことも示唆された。

これらの結果に加え、景観の切り替えに気づいた場合「気付き有り群」と気づいていない場合「気付き無し群」を比較したところ、「気付き有り群」でSCLの値が明白に回復し、作業成績を一定水準維持する効果が認められた。よって、景観変化を認識して体験した場合、回復効果がより大きくなる可能性が示唆された。

このように前章で行った景観の切り替えの実験では、およそ半数の被験者は景観の切り替えに気づかなかず、明白な回復効果も認められなかった。

そこで本章では、作業の途中で実物の植物や樹木等に似せた自然物のモデルで構成された全く別の景観(森林景観)へ明白に切り替わる実験を行い、この時の回復効果について検証する。なお、森林景観を用いる理由は前章と同様に、回復効果が得られやすいとされる景観デザインから検証を始め、実際にどれほどの違いがみられるのか考察し、今後の研究のエビデンスを得ることを試みるためである。また、生理指標も前章と同様に、覚醒度に対応するとされる皮膚コンダクタンスレベル及び集中力の指標とされている瞬き頻度を測り、作業成績との対応を検討する。

以上の検証から、オフィス景観が植物や樹木等に似せたモデルで構成された全く別の景観へ切り替わった場合に、どれほどの回復効果がみられるのか明らかにすることを目的とする。さらに、第3章で検証した景観の切り替えと比較し、変化の度合いの違いから、どれほどの回復効果の差がみられるのか考察する。

4-2 実験方法

4-2-1 実験手順

本実験では、作業の途中で景観の切り替え、その時の影響度を検証するため実験開始と共にヘッドマウンドディスプレイ(以下HMD)を装着し、VRで「Phase 1：森林景観(オフィス景観で作業を開始し、作業途中の小休憩時から室内景観が森林景観に変化する)」及び「Phase 2：オフィス景観(終始オフィス景観で作業を行う)」の順で実験を行う^{注4)}。実験中は皮膚コンダクタンスレベルと作業成績を計測し、屋内から屋外へ移動中の過程が再現されていない状態での景観の切り替えによる効果を検証する。実験の手順及び詳細については以下の通りである。

1) Phase の構成

各 Phase では、まずオフィス景観で5分間の作業[1st Session]を行う。[1st Session]終了後、30秒の小休憩[Break]が開始される。この時、Phase 1では、森林景観に切り替わり、Phase 2では、オフィス景観のまま切り替わらない。小休憩[Break]終了後、2度目の作業[2nd Session]を開始する(fig.4-1 参照)。

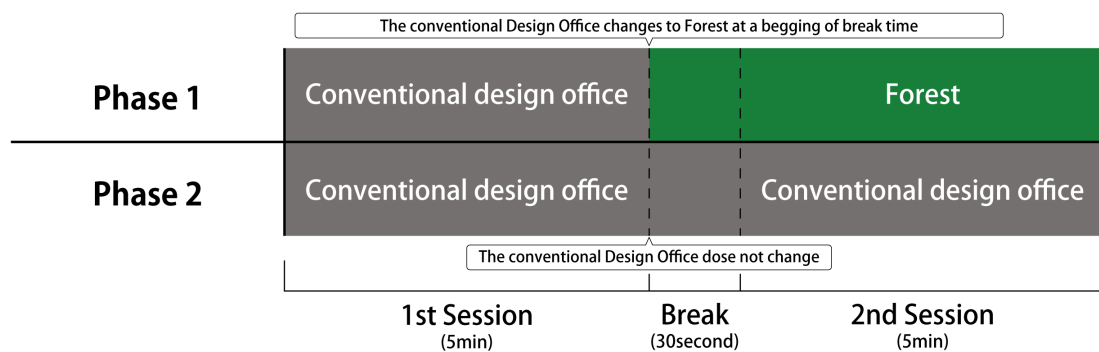


fig.4-1 各 Phase の構成

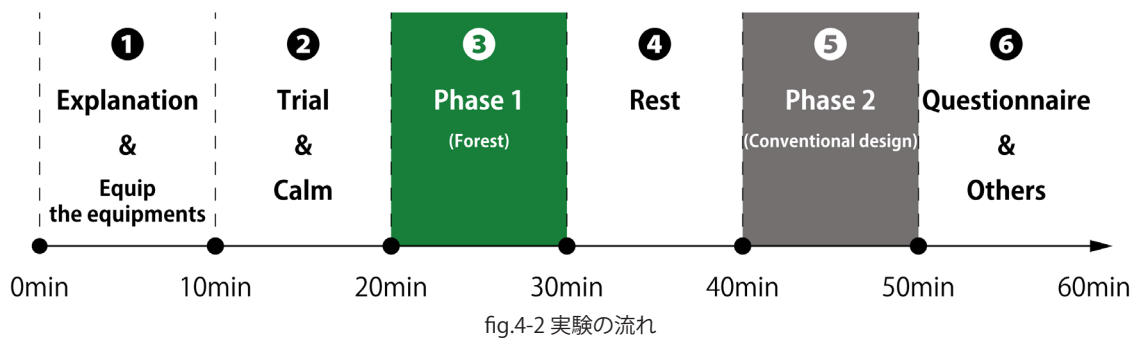
2) 実験開始までの流れ

被験者には事前に実験に関する注意事項を伝え、実験当日においても改めて説明し、被験者から同意を得た。また、実験中はVR内のパネルに書かれた教示文を読み、その都度従うよう誘導した。実験開始にあたって、被験者には実験手順について説明し、その後HMDと計測機器を装着し、練習課題を行った。

練習課題^{注5)}では、HMDによる影響や課題回答の操作に問題が見られないか、そして練習課題後に生理計測などに問題が見られないか確認を行った。その後、生理的に落ち着くまでその場で十分に安静にし、Phase 1(森林景観)を開始した。

3) 各 Phase 終了後の流れ

Phase 1(森林景観)終了後は10分間の休憩をとり、疲労などが残っていないか口頭で確認し、Phase 2(オフィス景観)を開始した。Phase 2終了後は、実験協力者の属性(年齢・性別)、実験参加日の体調や睡眠、実験中のVR酔い、実験中に景観の変化に気づいたかどうか、実験中の疲労状態についての感想などに関するアンケートを、専用のタブレット端末で回答し、実験を終了した。一連の所用時間は約60分であった(fig.4-2参照)。



4-2-2 作業課題

作業課題は第3章と同様に、N-Back課題(n=2)を採用した。作業中は、ディスプレイに2桁の数字が1秒ごとに表示され、2つ前に表示された数字と同じ場合は、手元にある[YESスイッチ]を入力し、異なる場合は[NOスイッチ]を入力した。Session1回あたりの時間は5分間で、合計298問のN-back課題を行った。なお、1問正解することにより1点の得点が与えられ、満点は298点となる(fig.4-3参照)。

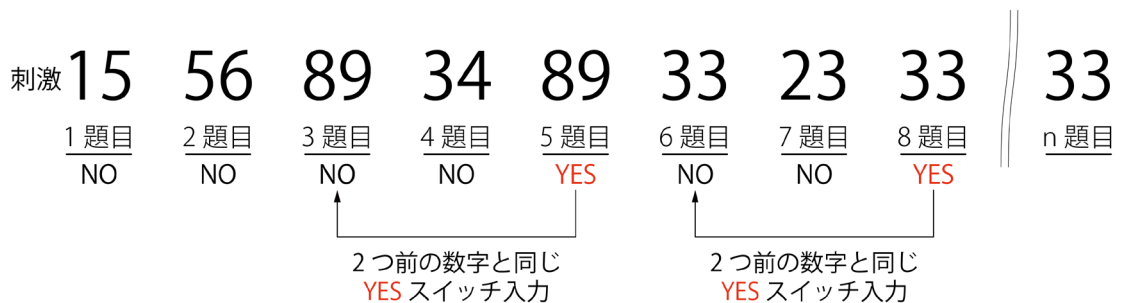


fig. 4-3 N-Back 課題の例

4-2-3 実験環境

4-2-3-1 実験室の環境

本実験は第3章と同様な実験室の環境・条件で行った。詳しくは第3章を参照のこと。また、概略はfig.4-4, 4-5を参照のこと。

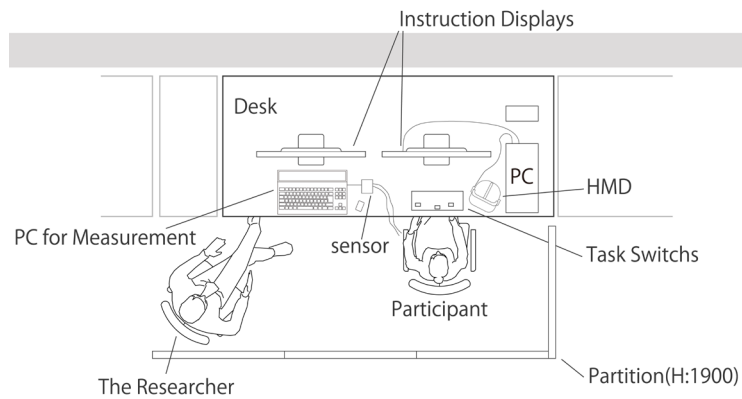


fig. 4-4 実験エリアのレイアウト

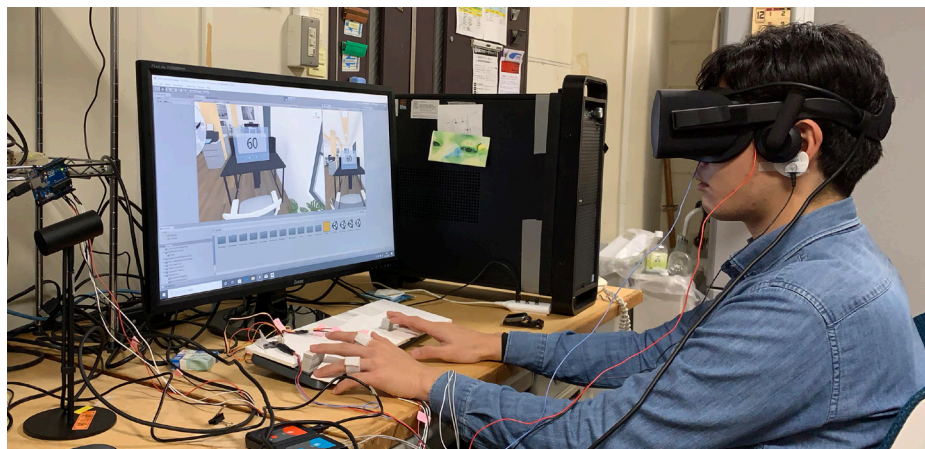


fig. 4-5 実験中の様子

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その2：森林景観を用いた場合)

4-2-3-2 VRによる仮想環境

本実験は第3章と同様なVRによる仮想環境で行った。詳しくは第3章を参照のこと。

4-2-3-3 オフィス景観

本実験は第3章と同様なオフィス景観を用いた。詳しくは第3章を参照のこと。また、概略はfig.4-6, 4-7を参照のこと。なお、視点を正面に向けた時の色相, 彩度, 輝度の画像全体のHSV値の平均は $[H \doteq 40, S \doteq 11, V \doteq 78]$ である。また、壁紙のHSV値の平均は $[H \doteq 0, S \doteq 0, V \doteq 99]$ であり、床のHSV値の平均は $[H \doteq 29, S \doteq 69, V \doteq 39]$ である (fig.4-7 参照)。



fig.4-6 オフィスの俯瞰図

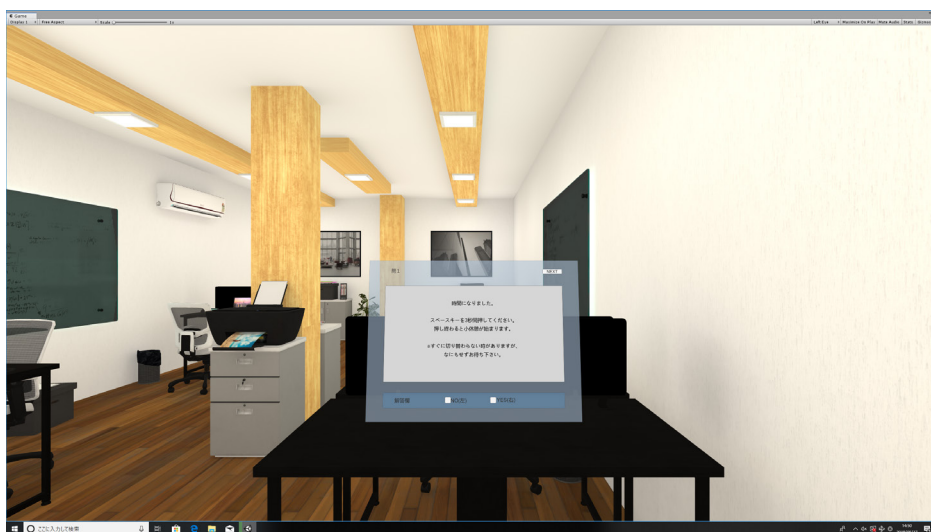


fig.4-7 オフィスで作業を行うときの眺め

4-2-3-4 森林景観

教示用パネル、家具配置、目線高さや方向などの設定はオフィス景観と同一であるが、環境には森林を再現する数種類の植物や樹木を設定した。

森林景観は屋外を想定しているため、空間の寸法に制限はない。森林景観に使用した樹木はイチョウのような広葉樹を用いた。また、シダ植物に近い低木や草、花にはチューリップを使用した。さらに、周囲には落ち葉や丸太、石や岩などを配置した。空にある雲は実際の写真を加工し、奥行きが感じ取れるように考慮した。作業場所の机や床には灰色系の枯れ木のテクスチャの質感を採用した。

また、風速1mほどの風を流し草木が少し揺らめくように設定し、実際に屋外にいる感覚になるように環境を構築した。

なお、森林景観に視点を正面に向けた時の画面全体の平均HSV値は、[H ≒ 110, S ≒ 14, V ≒ 33]である (fig.4-9 参照)。

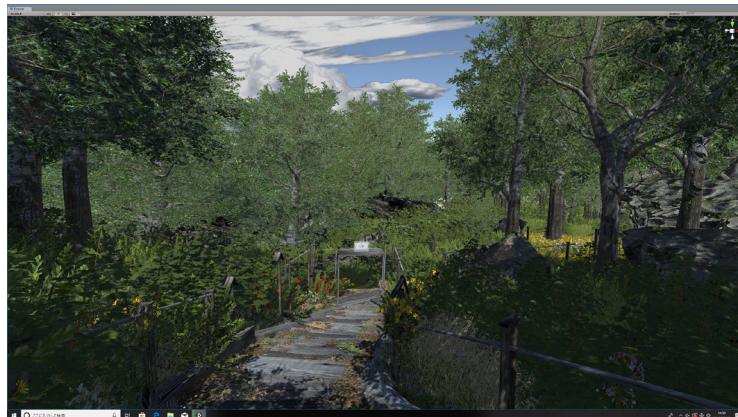


fig.4-8 森林景観の俯瞰図

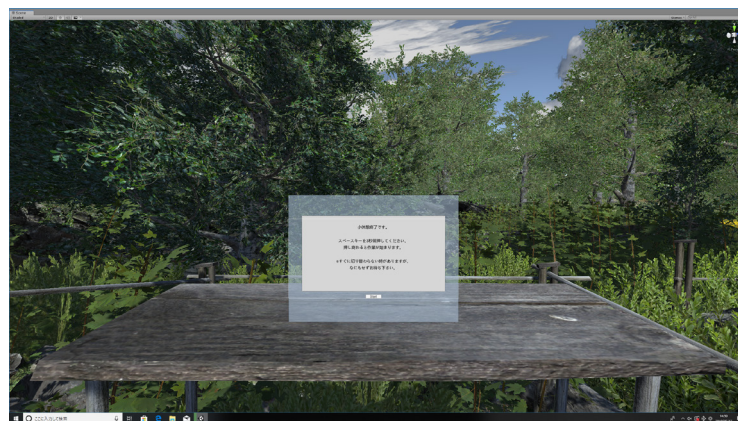


fig.4-9 森林景観で作業を行うときの眺め

4-2-3-5 景観設定の違いについて

前章で行なった実験2の結果を受け実験3では、景観の切り替えを室内のオフィス景観から屋外の森林景観へより明白な変化となるよう設定している。

それぞれの景観を概観すると、オフィス景観は白色を基調とした壁、森林景観では樹木によって構成された緑色の視環境が広がっている。前者のオフィス景観の壁の一部には影がかかっている箇所が見えるが、全体的に概ね同様な印象となっている。後者の森林景観は自然光の反射や樹木の形状によって見え方にばらつきが見られる。

中心視野付近の特徴的な部分を 10pixel × 10pixel の範囲で抽出し、それぞれの HSV の平均値(オフィス景観：①～④, 森林景観：⑤～⑧)を算出した結果は以下の通りである。また、抽出した各領域から隣り合う縦横 1pixel の範囲を 2 点抽出し、HSV の値にどれほどの違いが見られるのか確認した(オフィス景観：1-1～4-2, 森林景観：5-1～8-2)(fig.4-10, fig.4-11 参照)。

・オフィス景観

[① : H ≐ 38, S ≐ 9, V ≐ 80] [(1-1) : H = 38, S = 9, V = 80] [(1-2) : H = 40, S = 9, V = 80]
[② : H ≐ 41, S ≐ 10, V ≐ 80] [(2-1) : H = 39, S = 10, V = 89] [(2-2) : H = 41, S = 10, V = 89]
[③ : H ≐ 148, S ≐ 12, V ≐ 100] [(3-1) : H = 143, S = 10, V = 98] [(3-2) : H = 154, S = 100, V = 94]
[④ : H ≐ 39, S ≐ 32, V ≐ 86] [(4-1) : H = 38, S = 10, V = 89] [(4-2) : H = 41, S = 30, V = 85]

・森林景観

[⑤ : H ≐ 133, S ≐ 13, V ≐ 53] [(5-1) : H = 138, S = 33, V = 18] [(5-2) : H = 123, S = 13, V = 65]
[⑥ : H ≐ 160, S ≐ 25, V ≐ 14] [(6-1) : H = 143, S = 36, V = 9] [(6-2) : H = 55, S = 27, V = 74]
[⑦ : H ≐ 92, S ≐ 15, V ≐ 38] [(7-1) : H = 100, S = 39, V = 30] [(7-2) : H = 101, S = 14, V = 87]
[⑧ : H ≐ 93, S ≐ 37, V ≐ 37] [(8-1) : H = 96, S = 37, V = 37] [(8-2) : H = 94, S = 22, V = 30]

以上の結果を概観すると、オフィス景観では③の色相(H)の値が高いことが明らかになったが、その他は概ね同様な水準となっている。③の色相の値が高くなった理由として、近くにある照明の光が影響したと考えられる。

さらに、各領域で抽出した2点の値を比較すると、(5-1)(5-2), (6-1)(6-2), (7-1)(7-2)の2点間で明度の値に大きく違いが見られた。樹木の形状や自然光の反射によって、狭い領域内でも明度にばらつきが多く見られた。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その2：森林景観を用いた場合)

以上より、オフィス景観を大きく占める白色の壁は概ね一様な質感であり、森林景観を占める樹木は細かいスケールで、色相や明度に大きな違いがあることがり、比較的チラチラした景観であることがわかる。したがって本実験では、性質の異なる2つの景観を用いて明白な景観の切り替えを行うとする。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その2：森林景観を用いた場合)



fig.4-10 オフィス景観から抽出した白い壁の特徴的な部分のHSV 平均値



fig.4-11 森林景観から抽出した白い壁の特徴的な部分のHSV 平均値

4-2-4 生理計測

本実験は第3章と同様な生理指標 (SCL, 瞬き頻度) 及び計測器を使用した。詳しくは第3章を参照のこと。概略は fig.4-12, 4-13 を参照のこと



fig.4-12 SCL を計測する電極を装着した様子

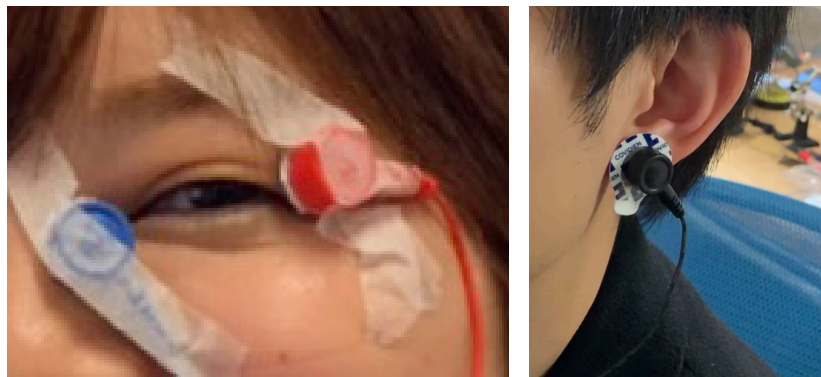


fig.4-13 筋電センサを装着した様子

4-2-5 実験期間と実験参加者

本実験の実験協力者人数は20代の大学生で、男性11人、女性6人、合計17人であった。また、本実験は2019年6月～2020年7月の期間に行った。なお本実験はヘルシンキ宣言の趣旨則り、実験の手続きについて事前に参加者の同意を得た上で行われた^{注6)}。

4-3 実験結果

実験後のアンケートで聞いたVR酔いに関する5段階評価(1:ほとんどない~5:非常に酔った)では、「5」を選択した被験者は無く、「4」を選択した被験者は1名いた。そのほかに、体調に関する項目(1:非常に悪い~5:非常に良い)では、「1」を選択した被験者1名おり、「2」を選択した被験者は無かった。睡眠に関する項目(1:寝れていない~5:よく寝れた)では、「1」を選択した被験者は無く、「2」を選択した被験者は2名いた。これらの被験者には、再度実験中の健康状態の詳細について確認した結果、実験に影響を与えた被験者はいなかったと判断した。各データの処理については以下の通りである。

4-3-1 実験結果1：皮膚コンダクタンスレベル

取得できたSCLのサンプル数は $n=17$ となった。計測値が低い場合で約 $0.5\mu s\sim 3\mu s$ 付近を、高い場合で約 $6\mu s\sim 9\mu s$ 付近に計測値が分布し、値のレベルに個人差が見られたが、値の変動は多くのサンプルで同様な傾向を示した。

特徴的な傾向として、1st Session 開始後の計測値は、比較的高いレベルで推移しているが、時間経過と共に低下する傾向がみられた。また、小休憩(Break)へ移行直後は値が上昇または横ばいに推移する傾向がみられた。2nd Session へ移行直後は、計測値が上昇する傾向がみられ、その後再び時間経過と共に低下した(fig.4-14 参照)。なお、Phase1 及び Phase2 共に12人にこのような特徴がみられた。

このように、およそ7割近くの被験者に同様な値の変動を示したが、計測値のレベルには大きな差がみられた。そこで、計測値の個人差を調整するため、各 Phase 開始から終了するまでの間を、被験者毎に0(最小値)から1(最大値)の間で標準化した。

次に、各 Session を1分間隔(1min 区間~5min 区間)で区切り、1分間あたりの平均値を算出した。Break 区間は30秒間の平均値を求めた。分析では以上の平均値を用いるとする。

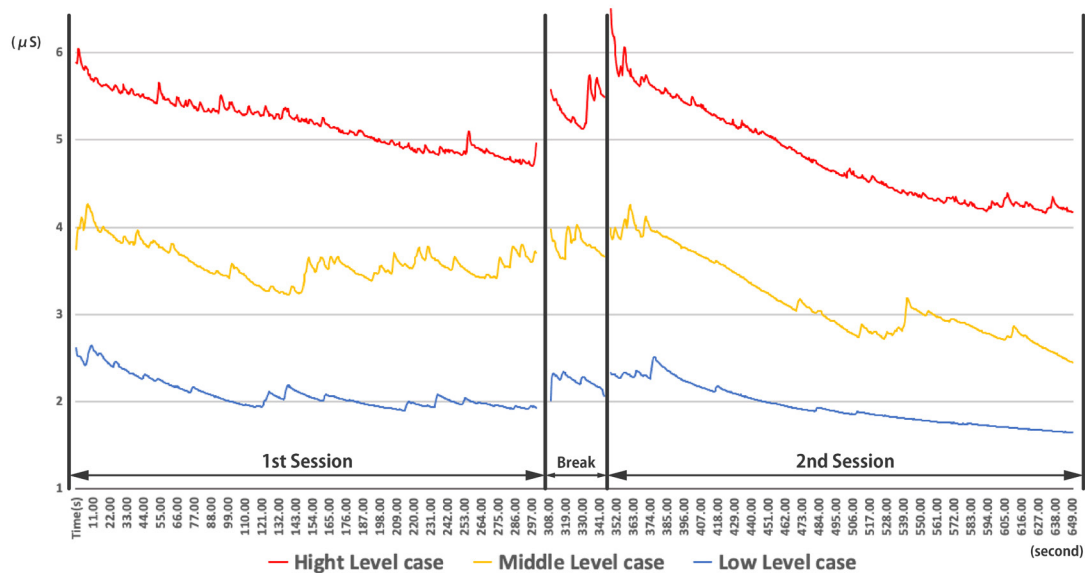


fig.4-14 実際に計測した SCL の推移の例

4-3-2 実験結果 2：作業成績

■作業成績

作業成績のサンプル数は $n=17$ となった。各 Phase 内の作業成績の推移を把握するため、各 Session を 2.5 分間隔 (0-2.5mins 区間, 2.5-5.0min 区間) で前後に区切り、2.5 分間毎の正解率を算出した。

作業成績の正解率は低い場合では約 70% 付近を推移し、高い場合では約 90% 付近を推移するなど、正解率のレベルに個人差が見られたが、大きく値が変動した被験者は多くはなかった。

5% 以上正解率の変動した部分についてみると、1st Session の前半 (2.5min 区間) から後半 (5min 区間) にかけて低下した被験者は無く、増加した被験者は Phase1 で 5 名いた。また、1st Session 後半から 2nd Session 前半にかけては、Phase 1 では 2 名, Phase 2 では 1 名の成績が上昇し、低下した場合は Phase 1 で 2 名いた。さらに、2nd Session 前半から後半にかけては、両 Phase ともに 1 名の成績が低下し、増加した被験者は Phase1 で 3 名いた。

このように、正解率が大きく変動した割合は多くなかった。ただし、成績レベルに差が見られたことから、課題遂行能力の個人差を補正するため、被験者毎の各 Phase にある 2.5 分間あたりの正解率を導き、合計 8 つのデータを偏差値に変換し、標準化した。さらに、全被験者の

標準化した成績を区間毎に集計し、平均値を算出した。以下の分析では、この平均値を用いるとする。

4-3-3 実験結果3：瞬き頻度

正確に瞬きの筋電を取得できなかった被験者が3名いたため、取得できた瞬き頻度のサンプル数は $n=14$ となった。

瞬きを行った瞬間をカウントするため、実験前に採取したサンプル筋電の波形などを元に (fig.4-15 参照)、各サンプルごとの固有の閾値を設定した。次に、閾値以上に位置する筋電の波形の極大値を、瞬きを行った瞬間としてカウントした。

実験結果によれば、瞬き頻度が少ない場合では、1分あたり0～10回付近を分布し、多い場合では50～60回付近を分布した。全体の平均回数は1分あたり23.5回となった。このように、計測値のレベルには大きな差がみられ、各サンプル同士に同様な特徴的傾向は見られなかった。そこで、値の個人差を調整するため、各 Session を1分間隔(1min 区間～5min 区間)で区切り、1分間あたりの平均値を算出した。つぎに、この値から被験者毎に50を中心とした偏差値を算出し、標準化した。分析では以上の偏差値を用いるとする。ただし、Break 区間の経過時間は30秒であるため、偏差値算出から除外したため、分析対象とはしない。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その2：森林景観を用いた場合)



fig.4-15 実際に測定した瞬きの筋電の波形

4-4 分析と考察

4-4-1 分析1：皮膚コンダクタンスレベルの推移について

fig.4-16 及び table.4-1 は、Phase 1(森林景観)及び Phase 2(オフィス景観)の標準化した SCL 値の平均を、時系列で表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.4-16 における各 Session の標準化 SCL の平均値の推移を概観すると、各 Phase の値は共に高い水準から低い水準へ推移している。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間(1min 及び 5min)を t 検定で比較したところ、全ての場合において値が有意に低下したことが明らかになった (fig.4-16 ①： $t(16) \div 3.86, p < 0.005$ ②： $t(16) \div 3.15, p < 0.01$ ③： $t(16) \div 6.05, p < 0.0001$ ④： $t(16) \div 3.42, p < 0.005$)。作業序盤の覚醒度は高く、作業終盤では低下したことが明確になり、作業の疲労が働いていたと考えられる。

次に、Break 区間及びその前後における標準化 SCL の平均値を概観すると、両 Phase ともに増加傾向にある。そこで、各 Phase における 1st Session の最後の区間と Break 区間、そして 2nd Session の最初の区間の間にどれほどの標準化 SCL の変動が見られるのか、Holm 法による多重比較検定を行った。検定結果によれば、1st Session 5min 区間から 2nd Session 1min 区間にかけて両 Phase 共に有意な増加が見られた (同⑤： $p < 0.005$, ⑥： $p < 0.05$)。また、Break 区間から 2nd Session 1min 区間にかけて両 Phase 共に有意に増加した (同⑦： $p < 0.05$ ⑧： $p < 0.05$)。このことから、1st Session 末尾区間から 2nd Session 冒頭区間までの覚醒度の上昇は Break 区間での覚醒度の上昇によることがうかがわれる。

なお、1st Session 5min 区間から Break 区間にかけては、両 Phase 共に有意な差は認められなかった (同⑨⑩共に： $p = n.s.$)。

以上の結果より、オフィス景観から森林景観に切り替わった時の SCL の回復量は、切り替わっていない場合と比べ明白な違いはみられず、景観の違いによる差は認められなかった。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その2：森林景観を用いた場合)



fig.4-16 標準化 SCL の平均値の推移

tab.4-1 標準化 SCL の平均値一覧

Time Sequence		Phase1 (Forest Design)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	0.608	0.054	0.480	0.054
	2min	0.532	0.053	0.384	0.042
	3min	0.454	0.057	0.296	0.038
	4min	0.392	0.062	0.249	0.034
	5min	0.375	0.065	0.228	0.034
Break (30s)		0.399	0.067	0.249	0.039
2nd Session	1min	0.486	0.059	0.333	0.052
	2min	0.429	0.054	0.240	0.034
	3min	0.372	0.054	0.208	0.039
	4min	0.341	0.056	0.180	0.037
	5min	0.335	0.055	0.177	0.044

4-4-2 分析2：作業成績の推移について

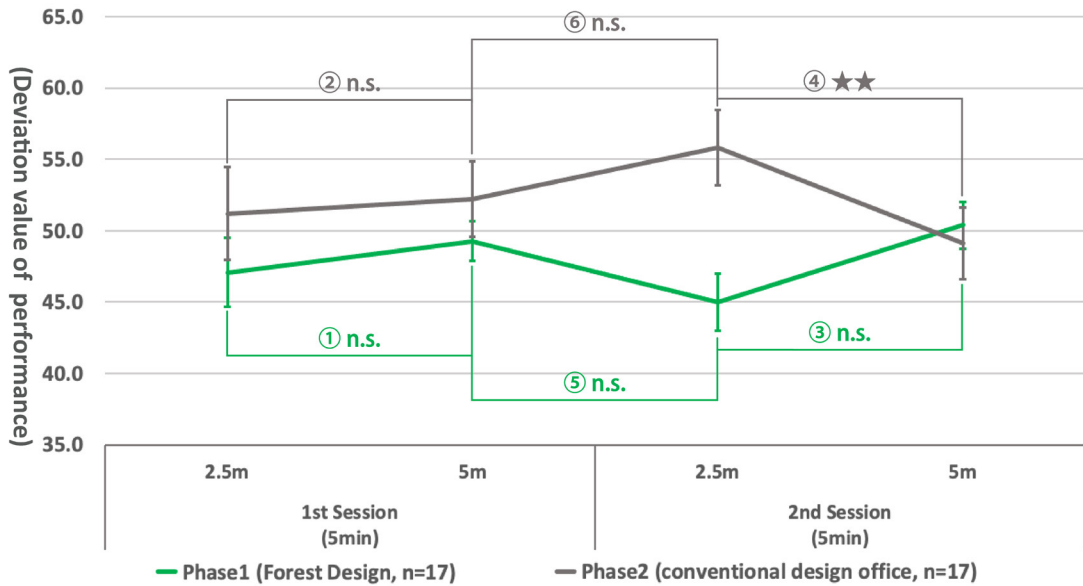
fig.4-17 及び table.4-2 は、森林景観 (Phase 1) 及びオフィス景観 (Phase 2) の平均偏差値を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.4-17 の各 Session の値の推移を概観すると、1st Session では、前半 [2.5min 区間] から後半 [5min 区間] にかけて両 Phase 共に微増な傾向となっている。また、2nd Session では、前半 [2.5min 区間] から後半 [5min 区間] にかけて Phase1 は増加し、Phase2 は減少した。各 Session 内において、両 Phase に成績の変化がみられた。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session 内の前半と後半の2つの区間 (2.5min 及び 5min) の成績を t 検定で比較したところ、2nd Session の Phase2 の成績が有意に低下した。1st Session の両 Phase 及び 2nd Session の Phase1 には、有意な差は認められなかった (fig.4-17 ① : $t(16) \doteq 0.53, p = n.s.$ ② : $t(16) \doteq 1.52, p = n.s.$ ③ : $t(16) \doteq 0.47, p = n.s.$ ④ : $t(16) \doteq 2.56, p < 0.05$)。疲労の蓄積によって、2nd Session の Phase2 の成績が低下したと考えられる。また、Phase1 では 2nd Session 前半 [2.5min 区間] に成績が低かった。その理由として、森林景観への切り替えが影響した可能性が考えられる。2nd Session の前半 [2.5min 区間] から後半 [5min 区間] にかけても有意な差では無かったが、成績が上昇している。これは、2nd Session 前半 [2.5min 区間] で落ち込んだ成績が、作業への慣れなどによって通常の水準まで戻ったと考えられる。

次に、植物化景観へ切り替わった場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各 Phase に見られたのか、Break 区間を挟んで 1st Session 後半 [5min 区間] と 2nd Session 前半 [2.5min 区間] との成績の違いを t 検定で検証したところ、両 Phase 共に有意な変化は認められなかった (⑤ : $t(16) \doteq 1.01, p = n.s.$, ⑥ : $t(16) \doteq 1.27, p = n.s.$)。

以上の結果より、森林景観に切り替わった前後で成績の回復効果は認められず、成績が低迷する傾向がみられた。森林景観による作業成績への影響はみられなかった。また、オフィス景観 (Phase2) を連続して体験した場合には、2nd Session 内で成績が有意に低下したことから、作業の疲労が蓄積されたことがうかがえた。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その2：森林景観を用いた場合)



★★★: $P \leq 0.01$, ★★: $0.01 < P \leq 0.05$, ★: $0.05 < P \leq 0.1$

①: $t(16) \approx 0.53, p \approx 0.61$ ②: $t(16) \approx 1.52, p \approx 0.64$ ③: $t(16) \approx 0.47, p \approx 0.15$
④: $t(16) \approx 2.56, p \approx 0.021$ ⑤: $t(16) \approx 1.01, p \approx 0.33$ ⑥: $t(16) \approx 1.27, p \approx 0.22$

fig.4-17 各 Phase の作業成績 (偏差値) の推移

tab.4-2 各 Phase の作業成績 (偏差値) の一覧

Time Sequence		Phase1 (Forest Design)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	2.5min	47.07	3.24	51.19	2.41
	5min	49.25	2.66	52.19	1.38
2nd Session	2.5min	45.01	2.64	55.79	2.01
	5min	50.39	2.51	49.10	1.65

4-4-3 分析3：瞬き頻度の推移について

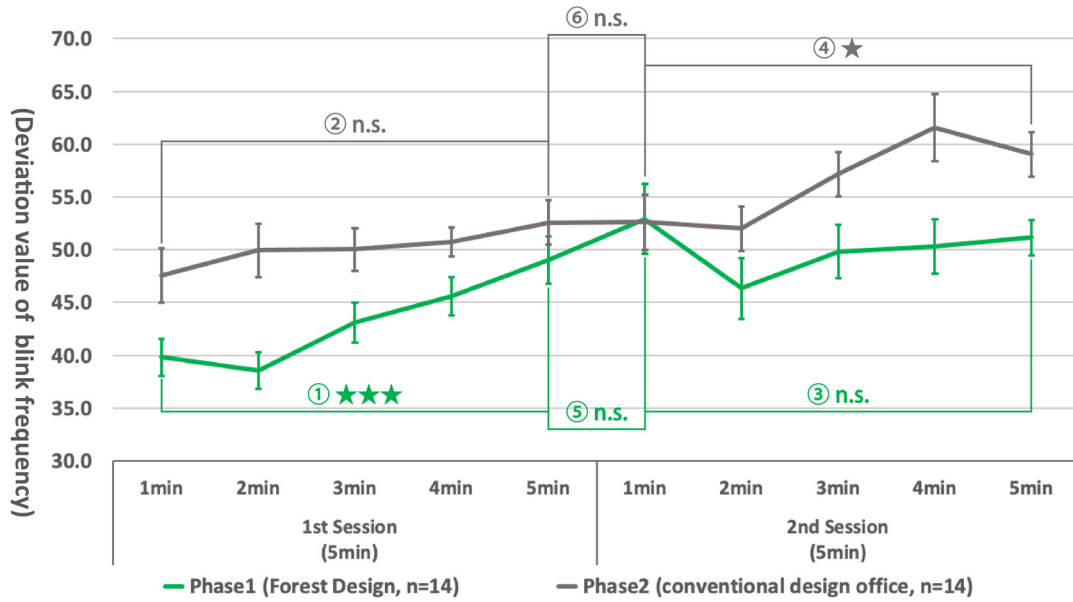
fig.4-18 及び table.4-3 は、森林景観 (Phase 1) 及びオフィス景観 (Phase 2) の平均瞬き回数を時系列に表示したものである。また、特筆すべき箇所には番号を割り当てた。

fig.4-18 の各 Session の値の推移を概観すると、1st Session の Phase1 は増加しており、Phase2 は微増となっている。また、2nd Session の Phase1 はほぼ横ばいとなり、Phase2 は増加している。そこで、有意な変化であるのか検証するため、各 Session の序盤と終盤の2つの区間 (1min 及び 5min) を t 検定で比較したところ、1st Session の Phase 1 は有意な増加となり、2nd Session の Phase2 は有意な傾向の増加となった。その他には有意な差は認められなかった。(fig.4-18 ① : $t(13) \doteq 3.60, p < 0.005$ ② : $t(13) \doteq 7.80, p = n.s.$ ③ : $t(13) \doteq 1.34, p = n.s.$ ④ : $t(13) \doteq 1.98, p < 0.1$)。1st Session の Phase1 の序盤は、被験者が実験を初めて間もない時間帯であるため、疲労が少なく集中力が高かったため、瞬き頻度が少なかったと考えられる。その後、作業による疲労が蓄積されたことにより、1st Session 終盤では Phase2 と同等な水準まで瞬き頻度が増え、有意な増加となったと考えられる。また、2nd Session の Phase2 においては、序盤から終盤にかけて作業による疲労が蓄積したため、瞬き頻度が有意な傾向で増加したことから、集中力の低下を誘発したと言える。そのため、分析2でみられたような作業成績の有意な低下に至ったのではないかと考察する。一方で、Phase1 は瞬き頻度に有意な差は見られず、一定水準を保っていることから、集中力も一定水準保ち、分析2でみられたように作業成績も一定水準保ったと言える。

次に、景観が切り替わった場合とそうでない場合に、どれほどの明確な変動が各 Phase に見られたのか、Break 区間を挟んで 1st Session 後半 [5min 区間] と 2nd Session 前半 [2.5min 区間] との瞬き頻度の違いを t 検定で検証したところ、両 Phase 共に有意な変化は認められなかった (⑤ : $t(13) \doteq 1.02, p = n.s.$ ⑥ : $t(13) \doteq 0.01, p = n.s.$)。

以上の結果より、オフィス景観 (Phase2) を連続して体験した場合では瞬き頻度が有意な傾向で増加したが、景観が切り替わったあとの (Phase1) 森林景観のなかでは、瞬き頻度に有意な変化は見られ無かった。したがって、森林景観の中では、集中力を保つことが示唆された。一方で、オフィス景観 (Phase2) を連続して体験した場合では、2nd Session 内で瞬き頻度が有意な傾向で増加し、集中力が低下したことから、作業の疲労は緩和されず蓄積されたことがうかがえる。

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
 (その2：森林景観を用いた場合)



★★★: $P \leq 0.01$, ★★: $0.01 < P \leq 0.05$, ★: $0.05 < P \leq 0.1$

①: $t(13) \approx 3.60, p \approx 0.003$ ②: $t(13) \approx 7.80, p \approx 0.20$ ③: $t(13) \approx 1.34, p \approx 0.64$
 ④: $t(13) \approx 1.98, p \approx 0.069$ ⑤: $t(13) \approx 1.02, p \approx 0.33$ ⑥: $t(13) \approx 0.01, p \approx 0.99$

fig.4-18 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の推移

tab.4-3 各 Phase の瞬き頻度 (偏差値) の一覧

Time Sequence		Phase1 (Forest Design)		Phase2 (conventional design office)	
		mean	SE	mean	SE
1st Session	1min	39.815	1.742	47.570	2.607
	2min	38.563	1.695	49.960	2.548
	3min	43.094	1.866	50.023	2.024
	4min	45.609	1.810	50.753	1.338
	5min	49.025	2.206	52.581	2.079
2nd Session	1min	52.939	3.307	52.600	2.637
	2min	46.334	2.900	52.002	2.112
	3min	49.844	2.523	57.163	2.082
	4min	50.316	2.552	61.600	3.162
	5min	51.152	1.670	59.057	2.128

4-5 まとめ

前章で行った景観の切り替えの実験では、およそ半数の被験者は景観の切り替えに気づかず(気づき無し群)、景観の切り替えに気づかなかった被験者から明白な回復効果も認められなかった。そこで本章では、作業の途中で実物の植物や樹木等に似せた自然物のモデルで構成された全く別の景観(森林景観)へ切り替え、明白な景観の切り替えからどれほどの回復効果がみられるのか検証を行った。また、皮膚コンダクタンスレベル(SCL)や瞬き頻度を計測し、作業成績との対応を行い、以下の点が示された。

- 1) 覚醒度の指標とされているSCLの推移からは、景観の違いによる影響は認められなかった。
- 2) 作業中にオフィス景観が森林景観へ切り替わった直後に、作業成績が低迷する傾向がみられた。また、オフィス景観を連続して体験している場合に、後半に作業成績が有意に低下した。
- 3) 森林景観の中では、集中力の指標とされている瞬き頻度を一定水準保つことが示唆された。一方で、オフィス景観を連続して体験している場合では、後半に瞬き頻度が有意な傾向で増加し、集中力の低下がみられた。

以上の結果より、オフィス景観のみを体験した場合では、後半の作業中に集中力及び作業成績の低下が見られた。一方で、森林景観の中での後半の作業中には集中力が維持された可能性が示唆された。

しかし、覚醒度の指標であるSCLにおいては、オフィス景観と森林景観の間に明白な差は見られなかった。また、作業成績においては、森林景観へ切り替わると成績が低迷する傾向が見られた。このような結果に至った原因として、いくつかの可能性が考えられる。

考えられる原因の一つとして、劇的な景観の切り替えによって自己定位が失われた可能性がある。実験3では、作業の合間に予期せず見知らぬ場所へ移動したことにより、不安や緊張を増大させ、回復効果が阻害されたと考えられる。一方で、実験2の景観の切り替えでは、同様な建物内にある別のオフィス環境へ移動したように感じられ、自己定位を保ち、回復効果が促進されたと考えられる。

これに加え、環境とシチュエーションの間の適合性が失われたことも理由の一つとして考えられる。実験2では、再現されたオフィス景観から切り替え後の景観も植物化オフィスとなっており、引き続き作業を行うことを前提とした環境として受け取れる。しかし、実験3では、本来作業を行わない森林景観へ切り替わっているため、引き続き作業を求められている状況に対して、環境の設定が状況に対して不一致な状態となっている。そのため、環境とシチュエーションの間の適合性が失われ、不安や緊張などにより回復効果が阻害されたと考えられる。

本研究で再現している景観の切り替えは作業の合間の短時間な休憩時に行われているため、オフィス間同士での景観切り替えが望ましかったと言える。森林景観も回復効果を促す効果的

第4章 実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について
(その2：森林景観を用いた場合)

な回復環境であるが、この景観を用いて気分転換などを得るためには作業を完全に終了させ、意識から作業のことを忘れてから体験するのが好ましかった可能性がある。

その他、回復に影響した要因としては、VR環境の再現が不十分であった可能性も捨てきれない。現在VRで使用されているCGの再現度は高いとは言えず、樹木や植物の表現は実物と比べ現実味に欠けた見た目となることが多い。また、自然光や陰影の表現も実際の森林のコントラストと比べ強い傾向が感じられ、被験者には通常の森林景観と比べ眩しく感じられた可能性も捨ある。これが、景観への違和感を助長させ、回復効果が促進されなかった可能性も考えられる。

以上をもって、本章を総括する。

第5章

まとめ

5-1 各章の総括とまとめ

5-1-1 各章の総括

本研究では、オフィスにおけるストレスを軽減するための、リフレッシュや気分転換の方法として、歩行による場所移動の回復効果について着目し、考察を進めてきた。その結果、回復効果を促進させる要因として、「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが主に関与していると仮説を設けた。

仮定している要因から一定の回復効果が認められれば、オフィス全体をより効果的な回復環境として計画することが可能になるが、これまでの研究ではこの点に関して十分に議論されていない。

そこで本研究では、座標位置の変化を再現した実験と、運動感覚を完全に除き、景観の切り替えのみを再現した実験を行い、どちらの要因が主に関与しているのか、生理指標を用いて明らかにすることを研究目的とした。主に回復効果を促す要因が明らかになれば、その要因特性を取り入れたオフィスの計画が可能になると言える。この目的を達成するため、本論文では以下の構成で議論を展開した。

まず、第1章では、本論の背景として、職場でのストレスに関する調査を概観した。職場でのストレスに対して、政府は2019年から「働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律」を施行したが、繁忙期であれば1ヶ月の残業時間の上限を、休日含めて100時間未満まで容認するなど、今後もオフィスでの滞在時間は以前長いままである可能性がある指摘した。

また、働安全衛生法によって事業所は労働者の疲れを回復させる設備を設置し、快適な職場環境を維持するよう義務付けているが、オフィスなどに用意されているリフレッシュスペースや休憩場所への満足度及び利用頻度は非常に低く、利用しやすい状況でないことも影響し、多くのワーカーが自席やトイレのような場所でやむなく休憩していることについても確認した。さらに、休憩場所や休憩する時間が無い、といった理由も散見された。

このような状況の中で、9割を超えるワーカーが気分転換や精神疲労回復のために、快適で使いやすいリフレッシュ・休憩スペースを望み、オフィス環境の改善が急務であることが明らかになった。

そこで、オフィスでリフレッシュや気分転換を促す方法の一つである作業中の場所移動に着目し、既往研究について概観した。既往研究を概観した結果、場所移動による回復効果には、視覚的要因が大きく関与している可能性がみられた。特に視覚的体験による回復効果は、注意回復理論の特性を保有した視覚環境が効果的であることが明らかになり、その例として森林や樹木といった自然物の視覚的体験が有効であることが明らかになった。

以上より、オフィスでストレスを感じた時の対応として、歩行による場所移動が有効に働く

ことが示唆された。

場所移動における一連のプロセスを概観し、回復効果を促した要因について考えたところ、歩行中の環境変化と発着地間の環境の違いがあると考えた。しかし、これまでの研究では歩行中の要因に着目した議論が多くみられ、発着地間の環境の違いについては十分に研究されていない。発着地間の環境の変化に一定の回復効果があることが明らかになれば、例えば歩行量を抑えつつも十分な回復効果を促すことが可能になると考えられ、空間資源が限られたオフィスをより効果的な回復環境として構築できるようになると言える。今後のオフィスにおける回復効果に関する知見を広げるためにも、発着地間の環境の違いについて引き続き検証を行なっていく必要があると述べた。

発着地間の環境の変化が一定の回復効果を与えていると仮定したところ、この効果を促進する要因として、滞在していた場所の変化「座標位置の変化」と体験していた景観の変化「景観の切り替え」の大きく2つの要因が関与している可能性があるとして仮説を設けた。

そこで本研究では、座標位置の変化を再現した実験と、運動感覚を完全に除き、景観の切り替えのみを再現した実験を行い、どちらの要因が主に関与しているのか、生理指標を用いて明らかにすることを研究目的とした。そして、研究目的を達成するため、3種の実験「実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響」、「実験2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について（その1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合）」、「実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について（その2：森林景観を用いた場合）」を計画した。

第2章では、「実験1：作業中の歩行による座標位置の変化が回復効果に与える影響」について議論した。この実験では、同様な景観が設定された室内に2つの席を設置し、作業の合間に一方の場所へ歩行で移動し別の位置の席として着座する。このときに回復効果がみられるのか、生理指標を用いて検証した。被験者群は [MOVE 群：作業の途中で一方の場所に移動し、作業を継続する] 及び [STAY 群：指定された場所のみで作業を行う] のように2群設定した。なお、後続に予定している視覚的要因の検証と比較するため、本実験では可能な限り作業場所の景観を統一した。また、運動負荷による影響が生じない移動距離とした。さらに、生理量として皮膚コンダクタンスレベル及び心拍変動 [LF/HF] を計測し、作業成績との対応を行った。

以上の検証から、場所移動による回復効果に座標位置の変化がどれほど関与しているのか検証した。

SCLの結果によれば、2nd Break(小休憩2回目)とその前後において、一方に場所へ変えて小休憩を取った場合(MOVE 群)では有意な回復がみられ、変えていない場合(STAY 群)では有意な回復は認められなかった。しかし、この時のMOVE 群のSCLの増加量を、場所の変更を行っ

ていない 1st Break (小休憩 1 回目) と比較したところ有意な差は認められず、明白な覚醒度の回復効果は認められなかった。また、STAY 群の 1 度目と 2 度目の小休憩の SCL の値を比較したところ、有意な差は認められず、連続して同様な場所で休憩した場合においても、明白な回復効果は認められなかった。

次に、自律神経系の働きからストレス状態などを推定することができる LF/HF の結果からも、場所移動有無による明白な違いは認められなかった。明白な違いが見られなかった理由として、LF/HF は計測に必要な窓が長く、SCL のような瞬間的な変動を捉えることができなかった点を指摘した。

最後に、作業成績の結果からも、場所移動有無による差は認められなかった。本実験で用いた作業内容は得手不得手の傾向が強く個人差がみられ、回復効果を評価するには難しかったと考えられる。

また、制限時間表示による過度な心理的負荷により、場所移動の回復効果が働かない懸念がみられたため、本実期間の途中で制限時間の表示を削除した。そこで、制限時間を設定した場合 (Timer) と設定していない場合 (No Timer) に被験者を分類し、分析を行った。分析の結果によれば、制限時間表示有無によって SCL の値の推移に違いはみられたが、場所の変更による明白な違いは確認できなかった。

以上の結果より、景観が統一された同室で「座標位置の変化」を体験した場合、明白な回復効果は認められなかった。このような結果に至った原因の一つに、連続して同様な景観を体験した事による飽き (馴化現象) に近い感覚が、影響を及ぼしたのではないかと考察した。したがって、場所移動による回復効果を得るためには、視覚的になんらかの変化を加える必要があると指摘した。

第 3 章では、「実験 2：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について (その 1：植物の緑色系の視覚的要素を用いた場合)」について議論した。

この実験では、室内での景観の切り替えを VR 環境で再現した。景観変化後のデザインは、オフィスの壁や床といった既存の空間構成要素のテクスチャーを、植物の緑色系の視覚的要素をモチーフにしたデザインへ変化させた。なお、景観の切り替え後のデザインに回復効果が期待される植物の緑色系の視覚的要素を取り入れた理由として、回復効果が得られやすいとされる景観デザインから検証を始め、実際にどれほどの違いがみられるのか考察し、今後の研究のエビデンスを得ることを試みるためとした。

全ての被験者は、オフィスの景観が植物化景観へ変化した場合 (Phase1) → オフィス景観のまま変化しない場合 (Phase2) の順で実験を行い、生理量として覚醒度に対応するとされる皮膚コンダクタンスレベル及び集中力の指標とされている瞬き頻度を測り、作業成績との対応を行っ

た。

以上の検証から、回復効果に景観の切り替えがどれほど関与しているのかが明らかにすることを目的とし、次の点が示された。

- 1) 作業中にオフィス景観が緑色系の植物化景観に景観が切り替わる場合は、そうではない場合と比べ、覚醒度を示す SCL の値がより有意に高く回復した。
- 2) 植物化景観へ景観が切り替わったことに気付いた被験者「気付き有り群」では、植物化景観によって覚醒度が有意に回復し、一定水準を維持した。
- 3) 植物化景観へ景観が切り替わったことに気付いた被験者「気付き有り群」では、植物化景観の中での作業成績の低下が緩和された。一方で、「気付き無し群」の作業成績は有意に低下した。

以上の結果より、作業の合間にオフィス景観が植物の視覚的要素を取り込んだ緑色系の景観に切り替わると、覚醒度を回復させることが明らかになった。また、覚醒度の回復により集中力が保たれ、一定の作業成績を維持したことが示唆された。さらに、景観の切り替えに気づいた場合は、覚醒度の回復効果が明白に高くなることが示された。

「気付き有り群」の被験者において、明白な回復効果が認められた理由として、植物化景観を視覚的に認識して体験したことにより、緑色系の植物の視覚的要素を取り入れた景観デザインが効果的に回復効果を促進させたと考えられる。一方で「気付き無し群」の被験者においては、オフィス景観も植物化景観も同様なデザインに感じられ、十分に植物化景観認識できなかったことから、回復効果が十分に促進されなかったと考えられる。景観の切り替えを用いて十分に回復効果を促進する場合、注目を集めている対象が主体に何らかの信号や刺激を与えて、景観に注意を誘導させる必要があると考察した。

その他に、VR 環境の体験を通じた検証によって、生理的な回復効果が認められた。使用しているオフィス空間に緑色系の植物の視覚的要素を十分に配置できない場合であっても、VR 環境を通じて回復効果を得ることが可能であると示唆された。

実験 2 で得られた興味深い結果の一つとして、およそ半数の被験者が景観の切り替えに気づかなかった点があがられる。このような結果に至った原因の一つとして、作業用のパネルが影響したと考察した。作業用のパネルは常に正面に位置し、実験の遂行に関わる情報を呈示しているため注意を集めやすいと言える。そのため、周囲の環境への注意が及ばず、景観の切り替えに気付けなかった可能性が考えられる。このような周囲の環境の変化に気づかない現象として、「変化の見落とし」といった人間の特性が関与した可能性があると考えた。

なお、その他に考えられる景観の切り替えに気づかなかった理由として、被験者個人特性が関与した可能性も捨てきれないと指摘した。この要因については、今後の研究で個人特性がどれほど関与しているのか調査し、より精密な議論を進める必要性が残された。

第4章では、「実験3：作業中の景観の切り替えが回復効果に及ぼす影響について（その2：森林景観を用いた場合）」について議論した。第3章で行った景観の切り替えの実験では、およそ半数の被験者は景観の切り替えに気づかなかった。そこで第4章では、作業の途中で全く別の景観として森林景観へ切り替える実験を行い、この時の回復効果について検討した。なお、自然物として森林景観を用いる理由は前章と同様である。また、生理指標も前章と同様とし、作業成績との対応を行った。実験手順も同様とし、全ての被験者はオフィスの景観が森林景観へ変化した場合 (Phase1) → オフィス景観のまま変化しない場合 (Phase2) の順で実験を行った。

以上の検証から、オフィス景観が森林景観へ変化した場合に、どれほどの回復効果がみられるのか検証し、次の点が示された。

- 1) 覚醒度の指標とされている SCL の推移からは、景観の違いによる影響は認められなかった。
- 2) 作業中にオフィス景観が森林景観へ切り替わると、作業成績が低迷する傾向がみられた。また、オフィス景観を連続して体験している場合には、後半で作業成績が有意に低下した。
- 3) 森林景観の中では、集中力の指標とされている瞬き頻度を一定水準保つことが示唆された。一方で、オフィス景観を連続して体験している場合では、後半の作業で瞬き頻度が有意な傾向で増加し、集中力の低下がみられた。

以上の結果より、オフィス景観のみを体験した場合では、後半の作業で集中力及び作業成績の低下が見られた。一方で、森林景観の中では後半の作業中に集中力が維持された可能性が示唆された。

しかし、覚醒度の指標である SCL においては、オフィス景観と森林景観の間に明白な差は見られなかった。また、作業成績においては、森林景観へ切り替わると成績が低迷する傾向が見られた。このような結果に至った原因として、いくつかの可能性を考察した。

まず、考えられる原因の一つとして、劇的な景観の切り替えによって自己定位が失われた可能性があるという指摘した。作業の合間に予期せず見知らぬ場所へ移動したことにより、不安や緊張を増大させ、回復効果が阻害された可能性がある。一方で、実験2の景観の切り替えでは、同様な建物内にある別のオフィス環境へ移動したように感じられたため、自己定位を保ち、回復効果が促進されたと考えた。

これに加え、環境とシチュエーションの間の適合性が失われたことも理由の一つとして考えられると指摘した。実験2で再現された景観切り替え後の環境もオフィス景観となっており、引き続き作業を行うことを前提とした環境として受け取れる。しかし実験3では、本来作業を行わない森林景観へ切り替わっているため、引き続き作業を求められている状況に対して、環境の設定が状況に対して不一致となっている。そのため、環境とシチュエーションの間の適合性が失われ、不安や緊張などにより回復効果が阻害されたと考察した。

本研究で再現している景観の切り替えは作業の合間の短時間な休憩時に行われているため、オフィス間同士での景観切り替えが望ましかったと言える。森林景観も回復効果を促す効果的な回復環境であるが、この景観を用いて気分転換などを得るためには作業を完全に終了させ、意識から作業のことを忘れてから体験するのが好ましかった可能性がある。

その他、回復に影響した要因としては、VR環境の再現が不十分であった可能性が捨てきれない点を指摘した。現在VRで使用しているCGの再現度は高いとは言えず、樹木や植物の表現は実物と比べ現実味に欠けた見た目となり、被験者に違和感を与えた可能性があったと考えられると指摘した。

以上をもって、本論の各章を総括する。

5-1-2 本論のまとめ

以上より、場所移動による回復効果は、発着地間で切り替わる景観によって促進された可能性が示唆された。特に実験2の結果によると、同じ建物内に感じられるようなエリアで、景観の異なる場所へ移動した場合に効果的な回復効果がみられた。しかし、実験3のように、作業のシチュエーションと適さないような環境へ移動した場合は、明白な回復効果は得られないことが示唆された。そのため、森林景観のような回復環境を用いる場合は、作業を一旦終了させ、気持ちを切り替えてから利用するのが好ましかった可能性がある。

また、同様な景観内での場所移動は、回復効果の観点から相応しくないことも示唆された。本実験で再現した座標位置の変化の実験は、同様な景観が設定された室内での近距離移動ではあったが、少なくとも景観の変化が小さい室内での作業場所変更からは、回復効果は得られないことが明らかになった。

以上の結果を受け、回復を効果的に促すオフィス計画について考えると、例えば主に使用しているオフィスの他に、気分転換になり回復効果の認められる景観、例えばここでは植物化景観が施されたオフィスを隣接させ、ワーカが自身の状況に応じて利用できるようにする方法がある。ワーカーは別に用意された植物化景観のオフィスで一旦気分転換をはかり、回復したのちにそこで作業を再開することができる。室内全体に植物化景観を施すことが難しい場合は、ブースや半個室を用意し、内部に植物化景観を計画する方法も提案の一つとして推奨したい。

一方で、新たに別のオフィスやブースなどを設けることが難しい場合、既存の壁などに電子ペーパーや有機EL、そしてプロジェクションなどを使用し、緑色系の植物の要素を取り入れた画像や映像を演出する方法も考えられる。

また、ワーカーが作業に集中し、自身の疲労に気づかない場合も考えられる。そこで、注意を向けている作業画面やスマートフォン、そしてウェアラブルデバイスなどから作業の一時中断を知らせ、植物化景観が施されたオフィスやブースへ場所移動を促したり景観への注意を促したりし、気分転換をはかれるようにするシステムも同時にあることが望まれる。

本研究のそのほかの成果としては、VR環境を用いた手法から一定の回復効果が認められた点があげられる。既存のオフィスで景観の切り替えが再現できない場合において、仮想環境といった技術を用いることで十分に対応できる可能性が示唆された。また、今後VR環境などを用いた研究を行う場合においても、本研究で設定した再現度以上の条件であれば、十分に実験が行えることが示された。

しかし、現在のVRの表現には限界があるため、表現する環境が実際の環境と比べ大きく異なり、違和感のある世界に感じられる可能性も捨てきれない。そのため、VR環境を用いる時は十分に注意する必要がある。

最後に、本研究ではいくつかの生理指標を用いて実験を行ってきた。用いた、生理指標の長所と短所についての感想を Tab.5-1 のように整理した。今後の研究に向けて、合わせてここに記述し、本研究のまとめを閉め括りたい。

tab.5-1 本研究で得られた各生理指標の長所や短所などについて

	計測内容と解析方法	長所	短所
SCL (皮膚コンダクタンスレベル)	<ul style="list-style-type: none"> ・(計測内容)覚醒度 ・(計測方法)電極を指, 手, 腕などに装着し、皮膚の電気抵抗値を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測器によっては、値の計測間隔を1秒以下に設定できるため、短時間の反応を正確に計測することができる。 ・刺激に対する反応がはっきりとしているため、明白な値の推移を示し、値の傾向がつかみやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測する利用者が多汗症の傾向が見られる場合、正確に計測できない可能性がある。 ・激しい運動や動作を伴う場合はノイズが入り、正確に測定できない可能性がある。 ・セーターなど着衣している服によって静電気が発生しやすい場合、正確に測定できない可能性がある。
瞬き筋電 (1分間あたりの瞬き頻度)	<ul style="list-style-type: none"> ・(計測内容)集中度 ・(計測内容)疲労 ・(計測内容)瞬きの頻度が少ない場合は集中している状態を示し、多い場合は疲労の蓄積による集中力の低下を示唆する指標となっている。 ・(計測方法)筋電センサを用いて瞬き頻度を計測する場合、目の周囲に2箇所(筋電位の測定)及び、耳たぶに1つのセンサ(筋肉がない箇所として採用)を装着する。筋肉のない耳たぶの値をベースに、瞬きによる筋電位の変化を計測している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者の瞬き頻度を時系列に比較する事により、集中度の変化を評価することができる。 ・数時間～数日間といった長期間の計測向いている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・筋電センサを皮膚に貼り付ける必要があるため、固定方法に難あり。 ・筋電センサは専用のジェルが塗られたものを使用するため、消耗が激しく、金銭的に難あり。 ・顔の皮脂や化粧などによって、貼り付けが弱くなることもあるため、事前に汚れを落とす必要がある。また、発汗などにより、実験中に剥がれる可能性が高い。HMDがずれることにより、剥がれる可能性もある。 ・ある程度の長さの計測窓が必要とまる。1分間あたりの瞬き頻度(回数)を計測する場合、瞬間的な反応を捉えることは難しいと言える。一方で、長期間の計測には向いていると考えられる。
心拍変動 (LF/HF)	<ul style="list-style-type: none"> ・(計測内容)自律神経の活動(交感神経及び副交感神経の優位度について) ・(計測方法)R-Rインターバル(心臓の鼓動のピーク間の時間)を計測し、この値を時系列に並べ波形に変換し、さらにこの波形を周波数解析する事によってLF/HFの値が算出される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自律神経に影響される指標であるため、心理的なストレスを被る場合に明白な変化が見られるとされている。 ・呼吸の回数とも相関関係があるとされ、緊張や運動に伴う呼吸回数の変化と連動し、対比しながら評価することができる。 ・クリップ式の赤外線センサーを使った計測の場合(例: 耳や指先など)、比較的簡易に計測できる点。 ・一定時間の計測窓が必要なため、比較的長時間の計測に向いている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電極を使用して計測する場合、胸の近くに装着させる必要があるため、特に女性などへの使用が難しい。 一定時間の計測窓が必要になり、瞬き頻度と同様に、瞬間的な反応を捉えることは難しい。さらに、分析の工程が多く、結果を明らかにするまでの時間の浪費が多くなる可能性が高い。MATLABやPythonなどを使い、分析システムを構築することを推奨する。

5-2 展望

本研究では、オフィスでのストレス軽減の方法として、歩行による場所移動の回復効果の可能性に着目した。この効果を促進させる要因として「座標位置の変化」及び「景観の切り替え」のどちらかが主に関与していると仮定し、実験を通して検証を行ってきた。その結果、第3章で行った実験2より、オフィスの壁や床といった空間構成要素のテクスチャーを入れ替える程度の景観の切り替えから明白なSCLの回復効果がみられ、場所移動による回復効果は、発着地間で切り替わる景観によって促進された可能性が示唆された。

しかし、およそ半数の被験者はこの景観の切り替えに気づかず、明白な回復効果は認められなかった。このような結果に至った原因の一つとして、被験者の個人特性が関与した可能性を指摘した。周囲の環境の変化を敏感に感じ取れる性質がある被験者と、そうでない被験者の間で景観の切り替えへの気づきに違いがあった可能性が考えられる。そこで今後の研究の課題として、景観の切り替えにどれほど個人特性が関与しているのか、より精密な議論を進める必要が残された。引き続き検証が必要である。

また、本研究ではVR環境を用いた実験から一定の回復効果が認められた。しかし、森林のような複雑な要素含んだ景観を再現する場合、十分な再現度とまらない可能性がみられた。そこで、今後の研究では、現行のVR(仮想現実)をはじめとしたAR(拡大現実)やMR(複合現実)といった技術が得意とする違和感の無い環境構成について検証を重ね、景観の切り替えをどの程度補助できるのか、引き続き研究を進めていきたいと計画している。

さらに、実験順序の違いによる影響度の差異についても検証を進めていく必要があると考えている。本研究で再現した景観の切り替えでは、コントロール群から対象群への変化のみを検証している。今後は逆の順序の検証も行い、景観切り替えに用いるデザインの順序の違いによって、回復効果にどれほどの違いが見られるのか検証する。

本実験で得られた知見を元に、今後はオフィスや休憩室を快適な回復環境として改善させていくことが可能になると期待している。現行のオフィスの景観は概ね同様な景観が広がっている場合が多くみられ、場所移動を行なったとしても十分に回復効果が得られていない可能性がある。そこで、ワーカーの疲労を検知し、必要な箇所へプロジェクションし気分転換を促す方法が考えられる。また、ワーカーが利用する作業画面にコーションを表示し、作業の合間に回復環境が提供されている休憩室へ誘導するシステムも効果的であると考えられる。さらに、VRやARを活用し、その場で一時的に別の環境を体験する方法も一つの選択として考えられる。このように、今後の研究では、本研究で得られた知見とIoT技術を組み合わせた新たな提案についても議論を進めていきたい

最後に

2021年1月28日現在、2019年11月より全世界に感染が拡大した新型コロナウイルスの影響により、感染拡大を抑えるため世界中で外出自粛が求められている。これにより多くのワーカーがオフィスから離れ、自宅などで仕事をこなしている。仕事とプライベートの時間を同様な場所で過ごす様子が多く見られるようになり、同じ場所で長時間留まることによる心理的な負担を被る様子が散見されるようになった。そのため、行政による自粛の呼びかけに応じず、気分転換を求めて屋外へ足を運んでしまう様子も多く見られるようになった。

コロナ禍による生活が定着していく中で、テレワークは新たな生活様式として徐々に広がりを見せている。今後はオフィスを想定した環境だけでなく、在宅ワークを想定したシチュエーションでの議論も必要になると予測しており、自宅を仕事環境として想定した研究についても展開していきたいと考えている。

注

- 注 1) 労働基準法 第三十六条
- 注 2) 労働安全衛生規則 第三編 第六章 休養 (第六百十三条一第六百十八条)
- 注 3) 事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針 第 1 「快適な職場環境の形成についての目標に関する事項 1, 労働者の心身の疲労の回復を図るための施設・設備の設置・整備」
- 注 3) 本実験は、東京大学総合文化研究科における「ひとを対象とする実験の倫理審査」を経た (審査番号 559)
- 注 4) 全ての被験者が Phase1 の条件から実験を開始した理由として、初めてオフィス景観を体験した状態から植物化景観へ変化したときの影響を正確に測るためである。
- 注 5) 練習環境は実験への影響を考慮し、無限に広がる白地の床の上に白地の机と作業用パネルのみを設置し、そのほかには何も設置していない。
- 注 6) 本実験は、東京大学総合文化研究科における「ひとを対象とする実験の倫理審査」を経た (審査番号 614(-2))
- 注 7) SPI は企業の採用時の適性検査に使われる試験である
-
- 1) 厚生労働省,平成 31 年「労働安全衛生調査(実態調査)」の概況, [<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/h30-46-50b.html>] (accessed 2012.9.7)
- 2) 大塚 泰正・鈴木 綾子・高田 未里 (2007): 職場のメンタルヘルスに関する最近の動向とストレス対処に注目した職場ストレス対策の実際, 日本労働研究雑誌, No.558, p.41-53,
- 3) 杉山 岳己, 岡 浩一郎: オフィス環境、座位行動と健康, MERA Journal (人間・環境学会誌), Vol.20 No.2, pp.11-15, 2018.5
- 4) Andrew J. M. Cooper, Soren Brage, Ulf Ekelund, Nicholas J. Wareham, Simon J. Griffin, and Rebecca K. Simmons : Association between objectively assessed sedentary time and physical activity with metabolic risk factors among people with recently diagnosed type 2 diabetes, Diabetologia, 57(1), pp.73-82, 2013.10
- 5) Robert M. Yerkes, John D. Dodso : The relation of strength of stimulus to rapidity of habit - formation, Journal of Comparative Neurology and Psychology, Volume18, Issue5 1908.11, pp.459-482
- 6) 木野村泰子, 下村孝 (2008) : オフィスワーカーが休憩のために訪れる屋上の現状と屋上緑化の今後のあり方, ランドスケープ研究, 71(5).21, p.827-832
- 7) 大山能永, 森川泰成, 中村芳樹 (2003): オフィスワーカーのリフレッシュの現状について, 日本建築学会技術報告集 第 17 号 2003 年 6 月, p.269-274
- 8) Selye, H. (1936) : A syndrome produced by diverse nocuous agents. Nature, 138, p.32

- 9) 横山 裕也 (2015) : ストレス場面における適切なコーピング選択を促すワークシートの作成と効果検討, 岩手大学大学院人文社会科学研究所, 岩手大学大学院 人文社会科学研究所研究紀要, (24), p.63-85
- 10) Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984) : Stress, appraisal, and coping. Springer Publishing Company
- 11) 坪井 康次 (2010) : ストレスコーピング —自分でできるストレスマネジメント—, 心身健康科学 6 巻, 2 号
- 12) ストレスと疲労のバイオマーカー, 創葉シリーズ (5) トランスレーショナルリサーチ (18) 137 巻 4 号, p.185-188
- 13) 吉岡 陽介, 宗方 淳, 川瀬 貴晴 : 休憩空間での昼光曝露が執務空間での覚醒水準と作業成績に及ぼす影響, 日本建築学, 日本建築学会計画系論文集 80(718), pp.2815-2822, 2015.12
- 14) 長谷川 祥子, 村井 千絵美 (2015) : 囲み空間での休憩が作業負荷からの回復に及ぼす影響, 岐阜市立女子短期大学, 岐阜市立女子短期大学研究紀要第 65 輯, p.67-74
- 15) 加藤 祥子, 村井 千絵美 (2016) : 他者と居合わせた環境での作業負荷に囲み空間での休憩が及ぼす影響 (創立 70 周年記念特集号), 岐阜市立女子短期大学, 岐阜市立女子短期大学研究紀要第 66 輯, p.91-96
- 16) 小川 聡, 伊香賀 俊治, 市原 真希, 張本 和 (2016) : オフィス内歩行活動による知的生産性向上効果に関する被験者実験, 平成 28 年度大会 (鹿児島) 学術講演論文集 第 8 巻, 性能検証・実態調査編, p.429-432
- 17) 浅野 久美子, 松島 一剛, 長澤 夏子, 渡辺 仁史 (2009) : オフィスの移動空間の違いによる変化の傾向 : 空間内でのストレス変化に関する研究その 2, 日本建築学会, 学術講演梗概集 . E-1, 建築計画 I, 各種建物・地域施設, 設計方法, 構法計画, 人間工学, 計画基礎 (2009), p.783-784
- 18) 浅野 久美子, 長澤 夏子, 渡辺 仁史, 番場 正敬 (2010) : 映像による演出を加えたオフィスの移動空間がワーカーの生理状態に与える影響 (建築計画), 日本建築学会, 日本建築学会関東支部研究報告集 (80), p.221-224
- 19) 本田悠夏, 長澤 夏子, 渡辺 仁史 (2007) : 気分転換を促す空間に関する研究 (空間・環境, 建築計画 I), 日本建築学会, 学術講演梗概集 . E-1, 建築計画 I, 各種建物・地域施設, 設計方法, 構法計画, 人間工学, 計画基礎 (2007), p.1155-1156
- 20) スマートライフ —渡辺仁史研究室が考える未来の暮らし— (早稲田大学理工研叢書シリーズ), パレード, 2011
- 21) 仁科 弘重, 中本 有美, 渡森 里, 増井 典良, 橋本 康 : 観葉植物が人間の心理に及ぼすアメニティ効果の脳波および SD 法による解析, 植物工場学会誌, 10 巻 2 号, p.65-69, 1998.6
- 22) 齋藤 ゆみ, 西巻 優, 辰己 尚隆, 小野 さや香, 木下 美絵, 笹山 哲, 齋藤 邦明 : 木質空間およびビニル空間における疲労・ストレスの緩和効果 生化学的・心理学的指標による比較, 木材学会誌 55 巻 2 号, pp.101-107, 2009.3
- 23) 上田 樹美, 杉田 耕介, 下田 宏, 石井 裕剛, 大林 史明, 谷口 和宏 : オフィス作業の知的集中を高める統合温熱制御の提案, 空気調和・衛生工学会 論文集, 44 巻 266 号, pp.1-10, 2019.5
- 24) Terry Hartig : The Restoration Perspective : A Source of Novel Concepts for Research on Environment and Health(<Feature 1>Restorative environments), MERA Journal (人間・環境学会誌) Vol.15 No.2, pp.3-7, 2012.12

- 25) 佐藤 仁人, 乾 正雄, 中村 芳樹: 執務空間における視環境要因の人間心理に与える影響評価 (続報), 日本建築学会計画系論文集 (417), pp.11-17, 1990.11
- 26) 武藤 浩, 宇治川 正人, 安岡 正人, 平手 小太郎, 山川 昭次, 土田 義郎: 窓の心理的効果とその代替可能性: 地下オフィスの環境改善に関する実証的研究 その 2, 日本建築学会計画系論文集 (474), pp.57-63, 1995.08
- 27) 合掌 顕, 牧田 真奈, 吉田 恵史郎: アクアリウムの注意回復効果について (<特集 1> 回復環境), MERA Journal (人間・環境学会誌), Vol.15 No.2, pp. 13-17, 2012.12
- 28) Kaplan, R. & Kaplan, S: The Experience of Nature: A psychological perspective. New York, Cambridge University Press. 1989.7
- 29) 芝田 征司: 自然環境の心理学 - 自然への選好と心理的つながり -, 自然による回復効果 -: 環境心理学研究 /1 巻 (2013) 1 号 . 2013, pp38-45
- 30) 畠山 彰文: 「回復環境」としての森林: 環境心理学の視点からの検討, 自然による回復効果 -: 北海道医療大学心理科学部研究紀要, 8 号 . 2012, pp39-42
- 31) 高山 範理, 香川 隆英 (2013): 注意回復理論を用いた回復環境としての森林環境の機能に関する研究, ランドスケープ研究, 76 巻 (2013) 5 号, p.539-542
- 32) 三井 知代 (2011): 森林植物園ウォーキングによるストレス軽減 効果の検討, 心身医学 /51 巻 (2011) 4 号 2, p.345-348
- 33) 恒次 祐子, 朴 範鎮, 李 宙宮, 香川 隆英, 宮崎: 良文森林セラピーの心理的リラックス効果—全国 19 森林 228 名被験者の結果より, ミニ特集 第 81 回日本衛生学会シンポジウム 7: 予防医学の視点から森林セラピーの健康増進・疾病予防効果を検証する, 日本衛生学雑誌, 66 巻, 4 号, p.670-676
- 34) Park BJ, Furuya K, Kasetani T, Takayama N, Kagawa T, Miyazaki Y. (2011): Relationship between psychological responses and physical environments in forest settings, Landscape Urban Plan, 102, p.24-32
- 35) 李 卿 (2009): 森林浴の効果, アンチ・エイジング医学—日本抗加齢医学会雑誌 Vol5 No3, p.050 (362) -055 (367)
- 36) 李 宙宮, 朴 範鎮, 恒次 祐子, 香川 隆英, 宮崎 良文 (2011): 森林セラピーの生理的リラックス効果—4 箇所でのフィールド実験の結果—, ミニ特集 第 81 回日本衛生学会シンポジウム 7: 予防医学の視点から森林セラピーの健康増進・疾病予防効果を検証する, 日本衛生学雑誌, 66 巻 4 号, p.663-669
- 37) 近藤 照彦, 武田 淳史, 武田 信彬, 下村 洋之助, 谷田 貝 光克, 小林 功, 関 耕二, 福村 幸仁, 村上 正巳, 山口 貴史, 富岡 淳 (2007): 森林浴効果の生理学的研究 - 川場村における癒しと健康効果の検討 -, 群馬パース大学, 群馬パース大学紀要 (4), p.435-442
- 38) 近藤 照彦, 武田 淳史, 武田 信彬, 下村 洋之助, 谷田 貝 光克, 小林 功 (2008): 森林浴効果の生理・心理学的研究, 日温気物医誌第 71 巻 2 号, p.131-138
- 39) 朴 範鎮, 恒次 祐子, 森川 岳, 香川 隆英, 李 宙宮, 池井 晴美, 宋 チョロン, 宮崎 良文 (2014): 宿泊型森林セラピーにおける森林歩行がもたらす生理的・主観的リラックス効果, 日本衛生学雑誌 69 巻 2 号, p. 98-103
- 40) Li Q1, Morimoto K, Nakadai A, Inagaki H, Katsumata M, Shimizu T, Hirata Y, Hirata K, Suzuki H, Miyazaki Y, Kagawa T, Koyama Y, Ohira T, Takayama N, Krensky AM, Kawada T. (2007): Forest bathing

enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins., NTERNATIONALJOUR
NALOFIMMUNOPATHOLOGYANDPHARMACOLOGYVol. 20, no. 2, (S2), p.3-8

- 41) Li Q1, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, Hirata K, Suzuki H, Li YJ, Wakayama Y, Kawada T, Park BJ, Ohira T, Matsui N, Kagawa T, Miyazaki Y, Krensky(2008) : Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins, AM.INTERNAIONALJOURNALOFIMMUNOPATHOLOGYANDPHARMACOLOGYVol. 21, no. 1, p.117-127
- 42) 岩崎 寛, 山本 聡, 石井 麻有子, 渡邊 幹夫 (2007) : 都市公園内の芝生地およびラベンダー畑が保有する生理・心理的效果に関する研究, 日本緑化工学会誌 2007 年 33 巻 1 号, p.116-121
- 43) 高柳 和江 (2008) : 都市空間における緑陰の効果—生理的, 心理的, 身体的分析—, 日本補完代替医療学会誌, 5 巻 2 号, p.145-152
- 44) 近藤 照彦, 武田 淳史, 小林 功, 谷田貝 光克 : 森林浴が生体に及ぼす生理学的効果の研究, 日本温泉気候物理医学会雑誌, 第 74 巻 3 号, pp.169-177, 2011.5
- 45) Roger S Ulrich : View Through Window May Influence Recovery from Surgery, May 1984 Science 224(4647), p.420-421, 1984.4
- 46) Roger S Ulrich(1991) : Stress recovery during exposure to natural and urban environments, Journal of Environmental Psychology vol.11, pp201-230
- 47) 藤澤 翠, 高山 範理 (2014) : 日本語版回復感指標 (ROS-J) の開発とオフサイト森林浴の心理的回復効果の測定, 第 28 回環境情報科学学術研究論文発表会, 環境情報科学論文集, Vol.28, p. 361-366
- 48) 高山 範理, 藤澤 翠, 荒牧 まりさ, 森川 岳 (2012) : 木漏れ日の静止映像等による心理的ストレス低減効果に及ぼす印象評価・個人特性の影響, ランドスケープ研究, 75 巻 5, p. 565-570
- 49) 橋本 幸博, 鳥海 吉弘 (2012) : オフィス空間における植物量のストレス緩和への影響に関する研究 模擬執務空間における被験者実験結果, 日本建築学会計画系論文集, 77 巻 680 号, p.2371-2378
- 50) 岩崎 寛, 山本 聡, 権 孝, 渡邊 幹夫 (2006) : 屋内空間における植物のストレス緩和効果に関する実験, 日本緑化工学会誌, 32 巻 1 号, p.247-249
- 51) 小坂 凜, 岩崎 寛 (2014) : 植物の設置による VDT 作業時の疲労緩和効果に関する基礎的研究, 日本緑化工学会誌, 40 巻 1 号, p.254-256
- 52) 今西 弘子, 生尾 昌子, 稲本 勝彦, 土井 元章, 今西 英雄 (2002) : 植物の存在がオフィスで働く人々に与える心理的效果, 園芸学研究, 1 巻 1 号, p.71-74
- 53) 仁科 弘重, 中本 有美, 渡森 里, 増井 典良, 橋本 康 (1998) : 観葉植物が人間の心理に及ぼすアメニティ効果の脳波および SD 法による解析, 植物工場学会誌, 10 巻 2 号, p.65-69
- 54) 沼田洋子, 片岡真弓, 島地英夫 (2010) : フィスで働く人に植物の配置量が及ぼす心理的效果, 東京都農林総合研究センター研究報告 (5), p.57-603
- 55) 中本 有美, 仁科 弘重, 橋本 康 (2001) : 観葉植物, イミテーションプランツ, 写真の違いが人間の心理に及ぼすアメニティ効果の解析, 生物環境調節, 39 巻 3 号, p.167-173
- 56) 松本 博, 源城 かほり (2012) : 観葉植物のグリーンアメニティ効果に関する研究 : (第 1 報) 植物がオフィスワーカーの心理・生理反応及びプロダクティビティに及ぼす影響, 公益社団法人 空気調和・衛生工学会, 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集 2012.1(0), p.961-964

- 57) 源城 かほり, 松本 博, 緒方 伸昭, 中野 卓立 (2018): オフィス空間への植物設置によるメンタルヘルスケア効果に関する実証研究, 日本建築学会環境系論文, 83 巻 743 号, p. 1-10
- 58) 矢動丸 琴子, 大塚 芳嵩, 中村 勝, 岩崎 寛 (2016): オフィス緑化が勤務者に与える心理的効果に関する研究, 日本緑化工学会誌, 42 巻 1 号, p. 56-61
- 59) 矢動丸 琴子, 中村 勝, 岩崎 寛 (2017): オフィス緑化が勤務者に与える影響に関する研究 一業種・職種別による考察一, 日本緑化工学会誌 43 巻 1 号, p. 86-91
- 60) 洋泉社, これが本当の SPI3 テストセンターだ!【2018 年度版】 ,2016
- 61) 福田 玄明 (2018): 寄稿論文 生理計測で何がわかるのか - 環境心理学への応用 -, MERA 第 41 号, p.67-75
- 62) James A Russell, (1980): A Circumplex Model of Affect, Journal of Personality and Social Psychology 39(6), 1980. 12, pp.1161-1178
- 63) 藤永 博 (2003): 心拍変動と感情, 経済理論, 第 314 号, 2003.7, pp.23-57
- 64) 鹿取 廣人, 杉本 敏夫, 鳥居 修晃 (2015): 心理学 第 5 版, 東京大学出版会
- 65) usan Weinschenk (著), 武舎 広幸 (2012): インタフェースデザインの心理学 —ウェブやアプリに新たな視点をもたらす 100 の指針 S, オライリー・ジャパン
- 66) 張 挺, 八馬 智, 杉山 和雄 (2006): " 飽き " に着目した道路シークエンス景観の評価構造に関する研究, 土木学会, 景観・デザイン研究論文集 (1), p.163-171
- 67) 張 挺, 八馬 智, 杉山 和雄 (2006): 道路のシークエンス景観における「飽き」と路傍植栽の関係に関する研究: 地方部道路でのケーススタディー, 景観デザイン, 口頭による研究発表概要, 日本デザイン学会 第 53 回研究発表大会平成 18 年度 日本デザイン学会 第 53 回研究発表大会日本デザイン学会研究発表大会概要集
- 68) 永見 豊, 本橋 直也 (2008): 反復効果に着目した道路内部景観に関する研究 (1) ~ 動的視点で見た繰り返しパターンと印象の関係 ~, 日本デザイン学会, デザイン学研究. 研究発表大会概要集 (55), p.212-213
- 69) 永見 豊, 永田 裕典 (2009): 反復効果に着目した道路内部景観に関する研究 (3) — 飽きの解消を目的としたトンネル壁面のパターンデザイン —, 日本デザイン学会, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 56(0), p16-17
- 70) 二宮 利仁, 鉄谷 信二 (2009): 「飽きる」要因を特定するための視線情報解析の一考察, 映像情報メディア学会技術報告, 33.51 巻, p.107-112
- 71) 保坂 良資, 渡辺 瞭 (1983): まばたき発生パターンを指標とした覚醒水準評価の一方法, 人間工学 19 巻 3 号, p.161-167
- 72) 特許 5689206 特願 2014-244033, 2014/12/02, 2015/03/25, アイウエア, 株式会社ジェイアイエヌ, A61B3/10@B, A61B3/10@E, A61B3/10,800, 他
- 73) 特開 2013-244370, 特願 2012-122349, 2012/05/29, 2013/12/09, アイウエア, 株式会社ジェイアイエヌ, A61B3/10@B, A61B3/10@E, A61M21/00,330@B, 他
- 74) 認知心理学ハンドブック (有斐閣ブックス) 有斐閣 (2013/12/21) 日本認知心理学会
- 75) 横澤 一彦, 大谷 智子 (2003): 見落とし現象における表象と注意——非注意による見落としと変化の見落とし——, 心理学評論 46 巻 (2003) 3, p. 482-500

- 76) Ronald A. Rensink J., Kevin O'Regan, James Clark(1997) : To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scene, *Psychological Science* 8(5), p.368-373
- 77) Daniel J. Simons & Daniel T. Levin(1998) : Failure to detect changes to people during a real-world interaction, *Psychonomic Bulletin & Review* volume 5, p.644–649
- 78) IRVIN ROCK, CHRISTOPHER M. LINNETT, AND PAUL GRANT, ARIEN MAC(1992) : Perception without Attention: Results of a New Method, *COGNITIVE PSYCHOLOGY* 24, p.502-534
- 79) Daniel J Simons, Christopher F Chabris(1999) : Gorillas in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events , *Perception*, 1999, volume 28, p.1059-1074

謝辞

本論執筆にあたり、多くの方からご協力を得て完成することができました。指導教官・主査である横山先生から何度も丁寧な指導をいただきけたことは大変貴重な学びの機会であったと言えます、言葉に表せないほどの感謝の気持ちでいっぱいです。私が研究を進める上で、議論がそれたり、考えがまとまらない時に的確な指摘をいただき、時には間違いに対して自ら考えるよう議論を展開いただいたりと、研究に必要な正しい思考となるよう導いていただいた経験は、今後の研究生活に必ず活かせると感じております。心より厚く御礼申し上げます。

また、副査の先生である松田先生、大月先生、舘先生、佐野先生からも、お忙しい中何度もご指導いただき、本論をより良いものになるようブラシアップいただきました。心より厚く御礼申し上げます。

生理計測や計測手法については、福田先生から丁寧に指導いただいたこと、厚く御礼申し上げます。特に MERA の講演会では(第 25 回)、私の腕や胴、まぶた等を見本とし、様々な生理計測の計器を用いた講演を行っていただきました。指標の値が意味する内容や分析方法などもご教示いただき、大変勉強となり、本研究の計測に活かすことができました。

さらに、元横山研究室の PD であった諫川先生からも、研究の指導いただいたこと、心より感謝申します。

そのほかに、本研究を進めていく上で、多くのゼミ生からのご協力を得られたことも大変助けになりました。特に金さん、李さん、伊藤さんには博士号保持者として、何度も相談いただき、予備実験のご協力や、データの分析、統計手法、考察の整合性など、細かく本論についてアドバイスいただいたこと、厚く御礼申し上げます。さらに、明治大学の大学院長 石川先生及び橋本非常勤講師にも統計の分析方法についてご指導いただきました。心より感謝申し上げます。

実験用のシステム開発にあたっては、元ゼミ生の和泉さんや安藤さんから Unity や Python のプログラミング等に関する知見を提供いただき、正確に稼働するシステムが構築できました。また、元早稲田大学の土屋さんには Unity の基本的構成について指導いただいたこと、心より感謝申し上げます。システム開発に携わっていただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

また実験の様子の撮影に応じてくれた元ゼミ生の王さん、元早稲田大学助教の桑江さん、会社員の高柳さんにも感謝申し上げます。研究の考察に役立つ文献を提供頂いた慶應大学大学院 (SFC) 博士課程の Venny さんにも、心より感謝申し上げます。そのほかに、予備実験の被験者として協力頂いた友人の佐藤さん、大崎さん、元ゼミ生の朴さんにも感謝申し上げます。

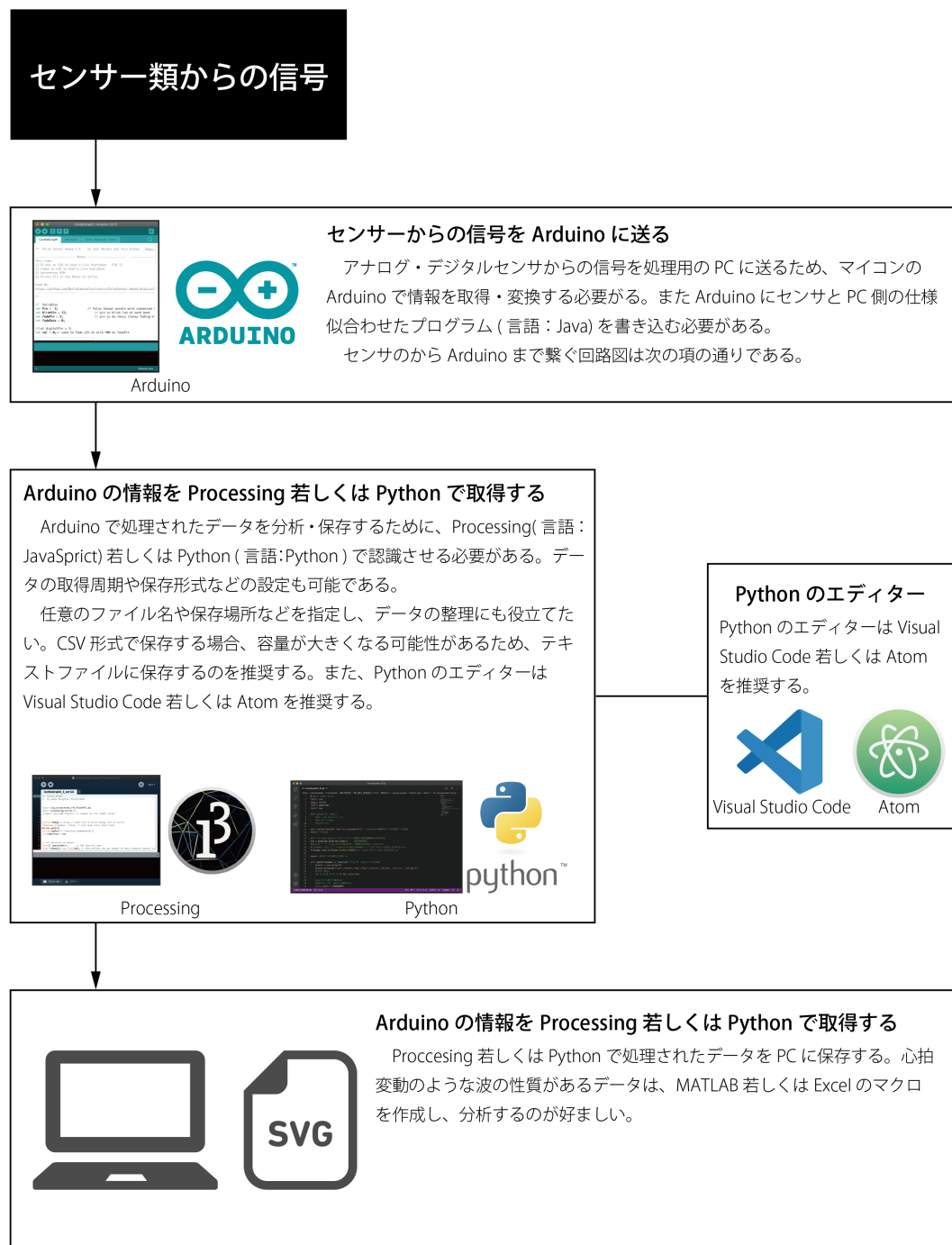
その他、多くゼミ生からも的確な意見をいただき、本論を進めていくことができました。自分が悩んでいた時に、すぐそばで気軽に相談いただいたことは、とても恵まれた環境であったと思います。心より感謝申し上げます。

本研究を行うにあたって、実験室を提供いただき、多くの被験者の方々にご協力いただいたこと、大変嬉しく思います。改めて厚く御礼申し上げます。また、例年春と秋に開催されていた研究会や、MERA, EBRA, IAPS, 日本建築学会の発表でも多くの皆様から本研究について議論いただいたこと、大変嬉しく思います。心より御礼申し上げます。日本建築学会 人間工学小委員会の WG である Hivee の皆様からも本研究について議論いただいたこと、心より感謝申し上げます。

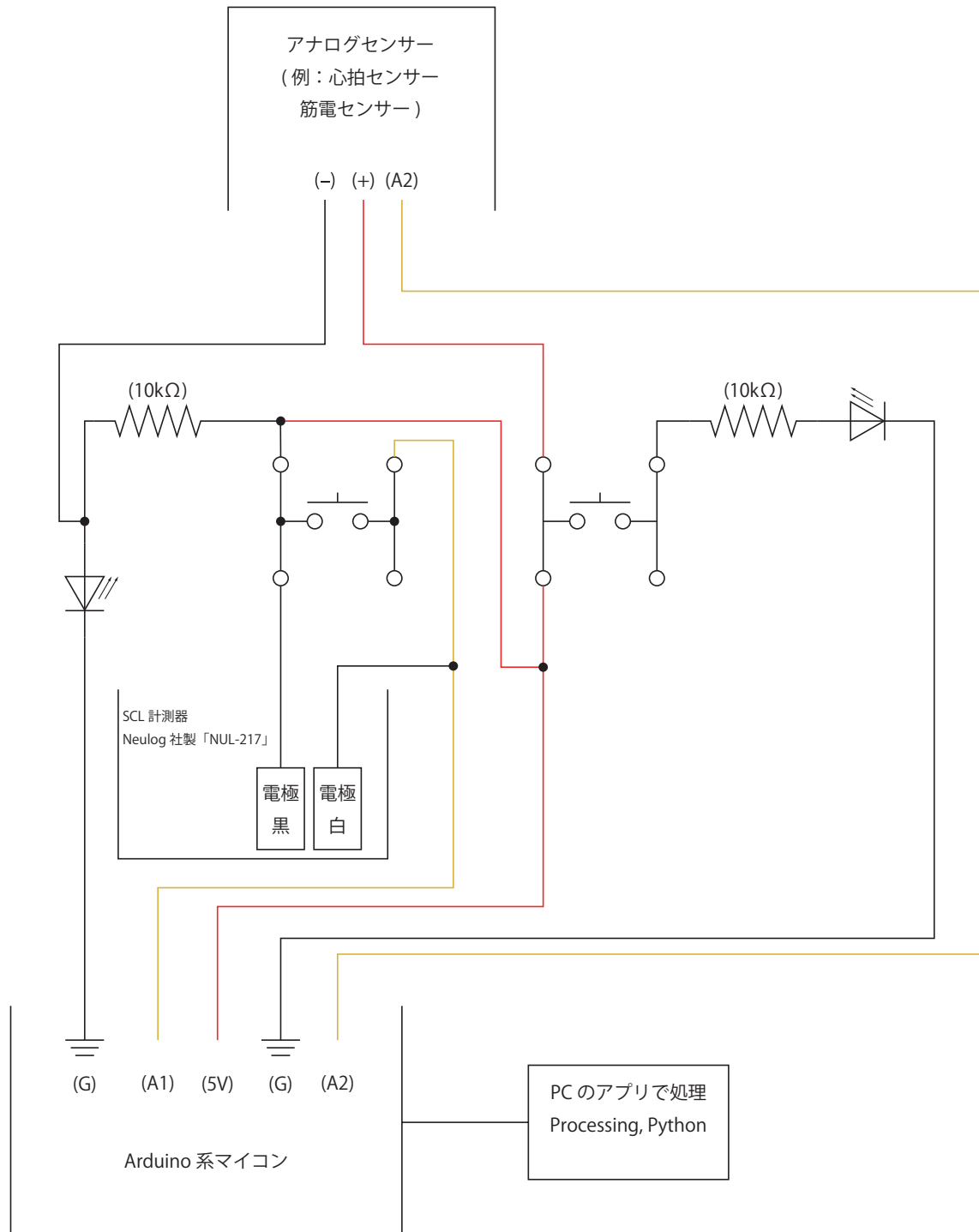
資料編

資料編

計測システム概略図



計測用電子回路 全実験共通



実験課題などの設定について



Unity を使った実験刺激システムの開発

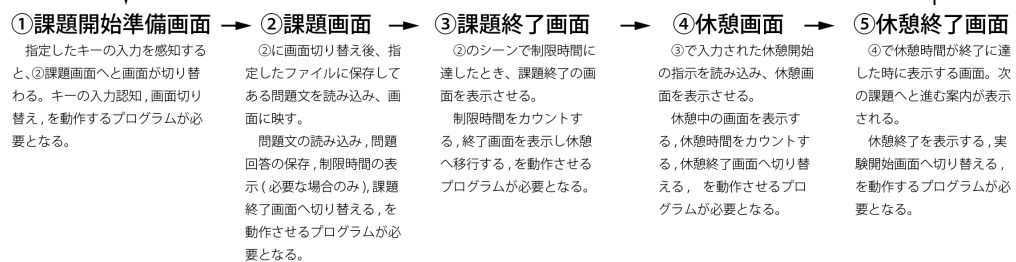
本研究では全ての実験において、Unity(言語：C#)で開発した実験刺激システムを使用した。実験1では、課題を表示する macOS 用のアプリを作成した。また実験2と3では、VR環境と課題を表示する Windows OS のシステムを開発した。それぞれのシステムに必要な機能などについて以下の通り概略を記した。

なお、全ての実験において、場面の切り替えは「シーンの移行」のプログラム機能を用いている。

実験1のシーンの順番

実験1では幾つかのシーンを用意し実験を行った。詳細については以下の通りである。

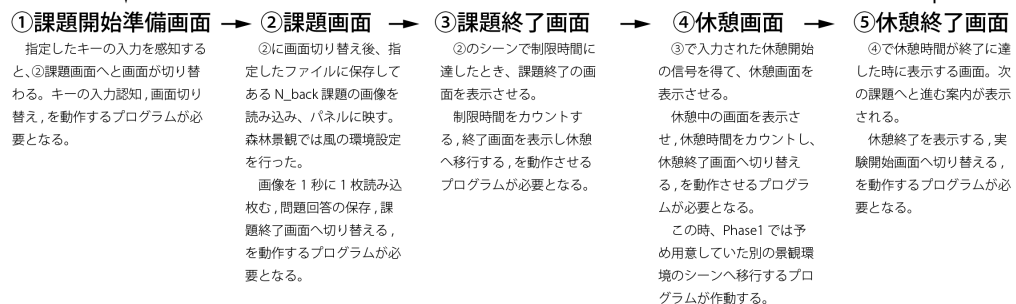
3rd Session が終了するまで、この工程を繰り返す



実験2及び3のシーンの順番

実験2及び実験3でも幾つかのシーンを用意し実験を行った。詳細については以下の通りである。

2nd Session が終了するまで、この工程を繰り返す



※そのほかに、HMDの使用と同期させる準備が必要となる。

実験1のアンケートについて

アンケート

実験にご協力ありがとうございました。最後に、実験を通してのご感想やご意見を、以下のアンケートにご記入していただきますよう、お願い致します。

実験実施日時： _____ 年 月 日 時 分頃

実験協力者番号： _____

性別： 男 / 女 _____ 年齢： _____ 才 _____

職業： 大学生(院 生) _____ 大学名： _____
 会社員 自営業 無職 その他 (_____)

設問 1-1

今日の体調はいかがですか？

1 2 3 4 5
 非常に悪い ----- 普通 -----> とても良い

設問 1-2

睡眠はしっかり取れましたか？

1 2 3 4 5
 あまり眠れなかった ----- 普通 -----> よく眠れた

設問 2-1

現在の疲労感はどれほどありますか？

1 2 3 4 5
 ほとんど無い ----- どちらとも言えない -----> とてもある

設問 2-2

作業中疲労感を感じた時はありましたか？それは何回目ですか？(複数回答可)

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 3-1

作業中ストレスを感じた時はありましたか？それは何回目ですか？(複数回答可)

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 3-1

作業に飽きたと感じた時はありましたか？それは何回目ですか？(複数回答可)

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 4-1

作業には慣れましたか？それは何回目ですか？(複数回答可)

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 5-1

作業中に席を移りたいと思った時がありましたか？それはどれほど切実でしたか？(円にチェックを入れてください)

1 回目の作業の時	2 回目の作業の時	3 回目の作業の時	<input type="checkbox"/> なし
○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ない → とても切実である	○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ない → とても切実である	○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ない → とても切実である	

設問 5-2

設問 5-1 で「なし」以外について回答した方に質問です。なぜ、席を移動したいと考えましたか？また、不快に感じるものがありましたか？可能な範囲で理由を教えてください。

(記述欄)

実験協力者番号： _____

設問 6-1

作業中、「ぼーっと」するような感覚を覚えた時はありましたか？それは何回目ですか？（複数回答可）

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 6-1

作業中、集中が切れたと思った時はありますか？それは何回目ですか？（複数回答可）

1 回目の作業の時 2 回目の作業の時 3 回目の作業の時 なし

設問 8-1

作業全体を通して、どれをどのストレスを感じましたか？

1 2 3 4 5
 ほとんど無い 普通 とも感じた

設問 5-2

作業途中などで、感じていたストレスになんらかの変化がありましたら、教えてください。

（記述欄）

設問 8

作業内容は難しかったですか？

1 2 3 4 5
 とても易しい 普通 とても難しい

実験協力者番号： _____

設問 9
問題はどれほど真剣に取り組みましたか？

1 2 3 4 5

適当に解いた 普通 全力で解いた

設問 9
その他感じたことや、意見などがありましたら教えてください。

(記述欄)

アンケートは以上になります。ご協力ありがとうございました。

実験協力者番号： _____

実験2と実験3のアンケートについて

<h2>実験のアンケート</h2> <p>*必須</p>	<p>矯正視力 *</p> <p>回答を入力</p>
<p>氏名 *</p> <p>回答を入力</p>	<p>視力矯正器具</p> <p>選択</p>
<p>実験日程 *</p> <p>YYYY MM DD</p> <p>___ / ___ / ___</p>	<p>今日の体調はいかがですか? *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>非常に悪い ○ ○ ○ ○ ○ 非常に良い</p>
<p>実験開始時間 *</p> <p>時刻</p> <p>__ : __</p>	<p>睡眠はどれほどとれましたか? *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>寝れていない ○ ○ ○ ○ ○ よく寝れた</p>
<p>性別 *</p> <p>選択</p>	<p>CGで再現されたVRの体験は何回目ですか? *</p> <p>選択</p>
<p>年齢 *</p> <p>選択</p>	
<p>裸眼視力 *</p> <p>回答を入力</p>	

0. VR酔いについて

0-1・1回目前半の作業の時、VR酔いはどれほどありましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどない ○○○○○ 非常に酔った

0-2・1回目後半の作業の時、VR酔いはどれほどありましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどない ○○○○○ 非常に酔った

0-3・2回目前半の作業の時、VR酔いはどれほどありましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどない ○○○○○ 非常に酔った

0-4・2回目後半の作業の時、VR酔いはどれほどありましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどない ○○○○○ 非常に酔った

次へ

実験のアンケート

*必須

各作業での疲労感・ストレスに関する質問

1.疲労感について

1-1・1回目前半の作業の時、疲労感はどれほどですか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど疲労はない ○○○○○ 非常に疲労を感じる

1-2・1回目後半の作業の時、疲労感はどれほどですか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど疲労はない ○○○○○ 非常に疲労を感ずる

1-3・2回目前半の作業の時、疲労感はどれほどですか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど疲労はない ○○○○○ 非常に疲労を感じる

1-4・2回目後半の作業の時、疲労感はどれほどですか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど疲労はない ○○○○○ 非常に疲労を感じる

2. ストレスについて

2-1・1回目前半の作業の時、どれほどストレスを感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどストレスは無い ○○○○○ 非常にストレスを感じた

2-2・1回目後半の作業の時、どれほどストレスを感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどストレスは無い ○○○○○ 非常にストレスを感じた

2-3・2回目前半の作業の時、どれほどストレスを感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどストレスは無い ○○○○○ 非常にストレスを感じた

2-4・2回目後半の作業の時、どれほどストレスを感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんどストレスは無い ○○○○○ 非常にストレスを感じた

戻る

次へ

実験のアンケート

*必須

飽き、慣れなどに関する質問

3. 飽きについて

3-1・1回目前半の作業の時、どれほど飽きたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど感じていない ○○○○○ とても感じた

3-2・1回目後半の作業の時、どれほど飽きたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど感じていない ○○○○○ とても感じた

3-3・2回目前半の作業の時、どれほど飽きたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど感じていない ○○○○○ とても感じた

3-4・2回目後半の作業の時、どれほど飽きたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど感じていない ○○○○○ とても感じた

4.慣れについて

4-1・1回目前半の作業の時、どれほど慣れたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

あまり慣れていない ○○○○○ とても慣れた

4-2・1回目後半の作業の時、どれほど慣れたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

あまり慣れていない ○○○○○ とても慣れた

4-3・2回目前半の作業の時、どれほど慣れたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

あまり慣れていない ○○○○○ とても慣れた

4-4・2回目後半の作業の時、どれほど慣れたと感じましたか？ *

1 2 3 4 5

あまり慣れていない ○○○○○ とても慣れた

5.場所移動について

5-1・1回目前半の作業の時、どれほど作業の場所を変えたいと思いましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど思っていない ○○○○○ とても思った

5-2・1回目後半の作業の時、どれほど作業の場所を変えたいと思いましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど思っていない ○○○○○ とても思った

5-3・2回目前半の作業の時、どれほど作業の場所を変えたいと思いましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど思っていない ○○○○○ とても思った

5-4・2回目後半の作業の時、どれほど作業の場所を変えたいと思いましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど思っていない ○○○○○ とても思った

5-5・もし場所を変えたい気持ちになった理由がありましたら、ご記入お願い致します

回答を入力

戻る

次へ

実験のアンケート

*必須

集中力などに関する質問

6. 「ぼーっと」した感覚について

6-1・1回目前半の作業の時、どれほど「ぼーっと」するような感覚を覚えましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

6-2・1回目後半の作業の時、どれほど「ぼーっと」するような感覚を覚えましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあつ



6-3・2回目前半の作業の時、どれほど「ぼーっと」するような感覚を覚えましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

6-4・2回目後半の作業の時、どれほど「ぼーっと」するような感覚を覚えましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

7.集中力について

7-1・1回目前半の作業の時、集中が切れたと感じたのは、どれほどありますか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

7-2・1回目後半の作業の時、集中が切れたと感じたのは、どれほどありますか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

7-3・2回目前半の作業の時、集中が切れたと感じたのは、どれほどありますか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

7-4・2回目後半の作業の時、集中が切れたと感じたのは、どれほどありますか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常にあった

戻る

次へ

実験のアンケート

*必須

その他について

全体を通して、どれほどのストレスを感じましたか？ *

1 2 3 4 5

ほとんど無い ○○○○○ 非常に感じた

作業内容は難しかったですか？ *

1 2 3 4 5

非常に易しかった ○○○○○ 非常に難しかった

1回目の実験の時、休憩時に風景が変わったことに気づきましたか？ *

はい

いいえ

1回目の実験の時、2回目の風景が1回目と違うことに気づきましたか？ *

はい

いいえ

作業の途中で、感じていたストレスや疲労感になんらかの変化がありましたら、教えてください。

回答を入力

その他何かありましたら、コメントください。

回答を入力

以上になります。実験の協力ありがとうございました。

[戻る](#) [送信](#)