

博士論文

建築施設のエネルギーマネジメントにおける  
計測密度に関する研究

—大規模複合施設におけるケーススタディー—

孫 璿珪



A Doctoe's thesis

# A study on Measurement density for Energy management of Facilities

The authors have collected energy use and environmental related big data as for large size complex thorough internet based observation system over 1000 sensors connected. To get empirical knowledge on optimization of numbers and spatial distribution of sensors, the report reviews independency and relevance of collected data by correlation analysis. The report indicates the feasibility of the method by which correlation among the clustered data could provide significant suggestion on the optimization.

The Universisty of Tokyo

Minkyu SON



# 目次

## 第1章 序論

1. 1	研究の背景	3
1. 1. 1	エネルギー消費の現状	3
1. 1. 2	エネルギー効率測定の必要性	4
1. 2	研究の目的	5
1. 3	研究の対象	6
1. 4	既存研究のレビュー	7
1. 4. 1	モニタリングシステムに関する研究	7
1. 4. 2	省エネルギーに関する研究	7
1. 4. 3	建物改善に関する研究	8
1. 5	研究の方法	9
1. 6	研究の構成	10
1. 7	用語の定義	12

## 第2章 データの収集手法

2. 1	モニタリングシステムの仕組み	15
2. 1. 1	モニタリングシステムの計測理由	15
2. 1. 2	モニタリングシステムの必要性	15
2. 1. 3	モニタリングシステムの構成	16
2. 1. 4	モニタリングシステムとPDCAの関係	18
2. 2	P施設におけるモニタリングシステムの仕組み	19
2. 3	P施設の計測項目	20
2. 4	モニタリングシステムの導入事例	21
2. 4. 1	T大学Rキャンパス	21
2. 4. 2	Y市I区総合庁舎	23
2. 5	モニタリングシステムによる自動制御システムの有効性	26
2. 6	小結論	27

### 第3章 ステークホルダーと収集可能な情報の関係

3. 1 P施設の施設情報把握プロセス.....	31
3. 2 P施設に関わるステークホルダー.....	33
3. 2. 1 ステークホルダーの種類.....	33
3. 2. 2 ステークホルダーの要求項目.....	33
3. 3 モニタリングシステムとステークホルダーの関係.....	38
3. 4 小結論.....	40

### 第4章 モニタリングシステムと計測ポイントの分類

4. 1 一般的な施設にかかわるの概要.....	43
4. 1. 1 P施設の概要.....	44
4. 1. 2 P施設の問題点.....	44
4. 2 P施設におけるモニタリングシステム.....	45
4. 3 P施設における分析時期の選定.....	48
4. 4 3つの施設における計測ポイントの分類.....	49
4. 4. 1 対象施設の計測項目及び比較.....	50
4. 4. 2 分析から除外したポイント.....	51
4. 5 P施設における計測ポイントの分類.....	53
4. 5. 1 環境系.....	55
4. 5. 2 エネルギー系.....	56
4. 5. 3 運転系.....	57
4. 5. 4 その他.....	58
4. 6 小結論.....	59

## 第5章 計測ポイントにおける相関係数の計算方法

5. 1 相関関係の理解	63
5. 1. 1 相関係数	64
5. 1. 2 回帰分析	65
5. 2 相関係数の計算方法	67
5. 2. 1 相関係数による計算方法	67
5. 2. 2 固定値による計算方法	68
5. 3 計測ポイントの相関係数	70
5. 4 小結論	71

## 第6章 P施設における相関関係の分析

6. 1 相関関係の分析方法	75
6. 1. 1 相関係数に関する表の構成	75
6. 1. 2 相関係数の分析における課題	76
6. 2 同一系における相関関係の分析	78
6. 2. 1 環境系と環境系	79
6. 2. 2 エネルギー系とエネルギー系	83
6. 2. 3 運転系と運転系	93
6. 3 異なる系における相関関係の分析	101
6. 3. 1 環境系とエネルギー系	102
6. 3. 2 環境系と運転系	105
6. 3. 3 エネルギー系と運転系	108
6. 4 P施設におけるクラスター化による構造化	112
6. 4. 1 環境系と環境系	112
6. 4. 2 エネルギー系とエネルギー系	113
6. 4. 3 運転系と運転系	114
6. 4. 4 環境系とエネルギー系	115
6. 4. 5 環境系と運転系	116
6. 4. 6 エネルギー系と運転系	117
6. 5 P施設におけるクラスター化の統合的な構造化	118
6. 6 小結論	120

## 第7章 相関係数による分析方法の展開可能性

7. 1  他の施設におけるデータ間の相関分析の大略的な手段	123
7. 1. 1  計測ポイントによるデータの整理	123
7. 1. 2  データによる相関係数の計算	123
7. 2  L施設における相関関係の適用及び分析	130
7. 2. 1  L施設の概要	130
7. 2. 2  相関係数を基にした項目の整理	130
7. 2. 3  計測ポイントのクラスター化	131
7. 2. 4  クラスター間の相関分析	134
7. 2. 5  クラスター化による構造化の分析	142
7. 3  I施設における相関関係の適用及び分析	146
7. 3. 1  I施設の概要	145
7. 3. 2  相関係数を基にした項目の整理	145
7. 3. 3  計測ポイントのクラスター化	147
7. 3. 4  クラスター間の相関分析	150
7. 3. 5  クラスター化による構造化の分析	161
7. 4  3つの施設における相関分析の比較	164
7. 4. 1  総合的なクラスター化の比較	164
7. 4. 2  総合的な構造化の比較	165
7. 5  小結論	166



## 第8章 結論

8. 1 研究の概要	171
8. 2 研究の手法	172
8. 2. 1 計測ポイント	172
8. 2. 2 クラスタ化及び構造化の手法	172
8. 3 クラスタ化の結果及びその有効性	175
8. 3. 1 有効データの検討	175
8. 3. 2 計測ポイント縮約の可能性	177
8. 3. 3 相関関係の安定性	178
8. 4 構造化の結果及びその有効性	180
8. 4. 1 3つの施設における構造化の比較	180
8. 4. 2 他の建築施設への適用可能性	183
8. 4. 3 計測ポイントの分類におけるコーディングの必要性	184
8. 4. 4 相関分析のリアルタイムモニタリングへの応用	185
8. 4. 5 施設別における相関係数の分析範囲	185

## 第9章 附録

9. 1 分析の事例	189
9. 2 参考文献	199



## 1. 序論

### 1. 1 研究の背景

#### 1. 1. 1 エネルギー消費の現状

#### 1. 1. 2 エネルギー効率測定の必要性

### 1. 2 研究の目的

### 1. 3 研究の対象

### 1. 4 既存研究のレビュー

#### 1. 4. 1 モニタリングシステムに関する研究

#### 1. 4. 2 省エネルギーに関する研究

#### 1. 4. 3 建物改善に関する研究

### 1. 5 研究の方法

### 1. 6 研究の構成

### 1. 7 用語の定義



## 1. 1 研究の背景

### 1. 1. 1 エネルギー消費の現状

最近、日本ではGDPの上昇とともにエネルギー使用量が激しく増加している。産業部門では物の生産部分でエネルギーを使用し、民生部門では家庭や職場でエネルギーを使用し、運輸部門では物を運輸するときに使用している。これらのエネルギー消費率が、オイルショック時に、産業：民生：運輸の比率が4：1：1であったのが、2007年度では2：1.4：1に変化し、民生部門がかなり増加した。（図1-1）

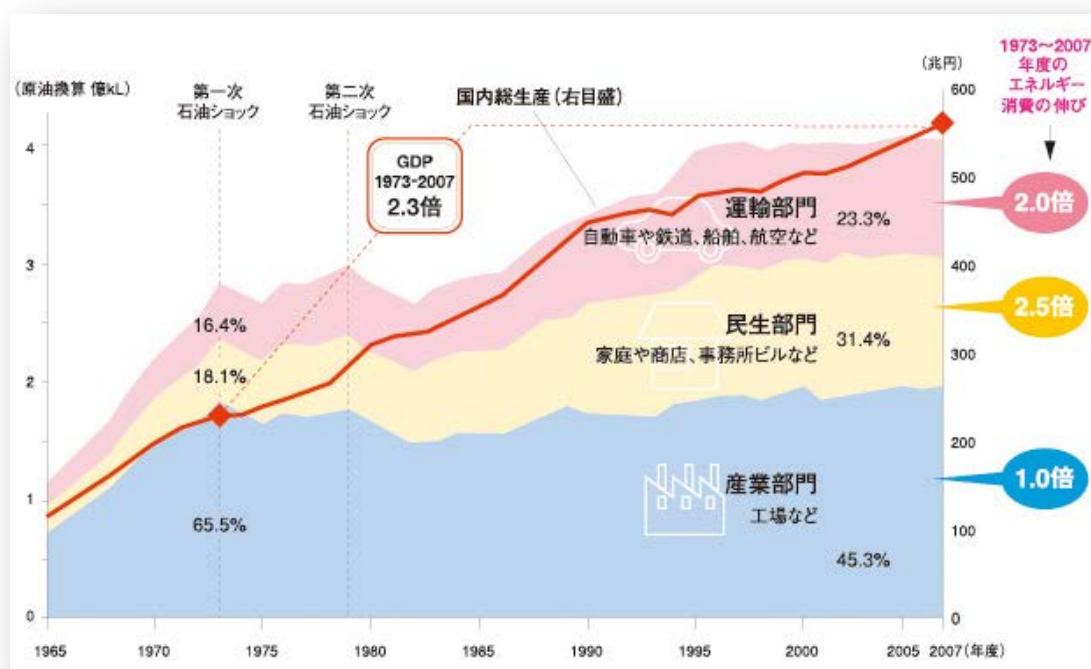


図1-1. 使用エネルギーの現状

本研究では、「図1-1」の民生部分に関する大規模複合施設のモニタリングシステムを通じ、施設管理のためのデータに対するマネジメント方法をターゲットとしている。

●出所：資源エネルギー庁（2013）「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」

●出所：（財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

「図1-2」のように経済にともなう消費の拡大により、人の生活レベルが向上する一方で、環境問題大きく増加していく。それでは、どの程度エネルギーを使用し、削減する必要があるものか調べる必要があると思われる。

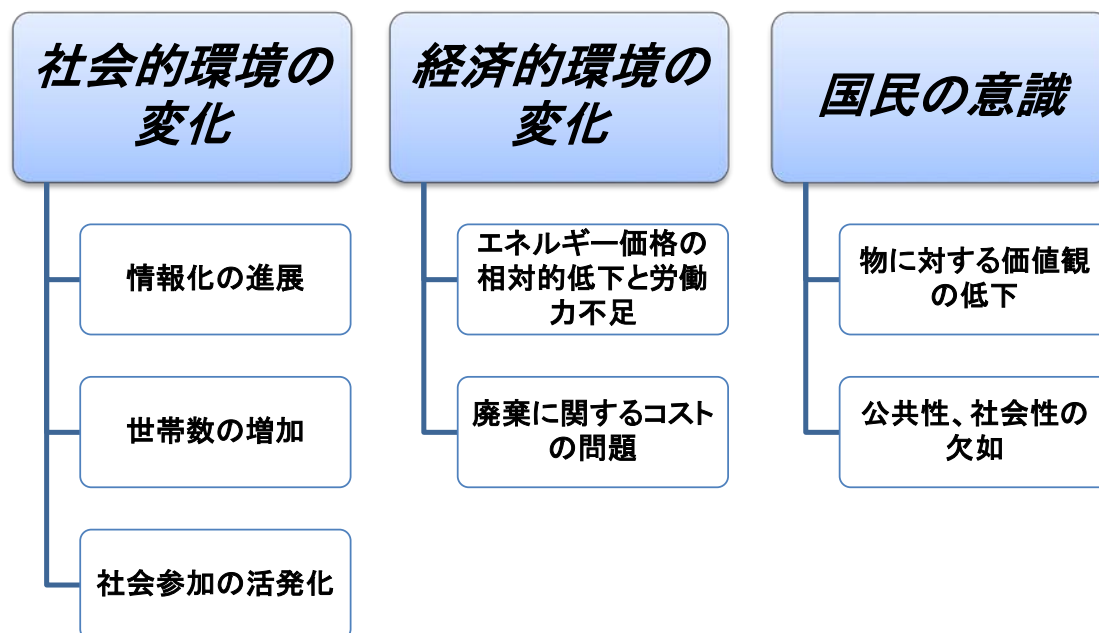


図1-2. エネルギー増加の原因

●出所：「国民生活審議会の活動」、「資源・エネルギー消費増大及び排出物増大の背景」

●出所：消費者庁（2013）、国民生活審議会

## 1. 1. 2 エネルギー効率測定の必要性

新築と既存建物のリニューアル等で、最新の省エネルギー設備機器が導入されている。一般的に、多くの建築物では、最初の企画段階で、建物の規模や使用目的等を予測・分析して、最も適当な各種設備機器を導入している。

施設におけるエネルギーの管理は、効果的な維持管理という点で非常に重要であるが、以降の使用上において、導入されている機器の機能的な問題が起こらなければ、現状のエネルギー管理の効率を計測しない。つまり、施設の現状をモニタリングしないので、エネルギーなどを無駄に使用していても正しい判断が難しい。

施設で省エネルギー管理技術を導入する方法には、大きく見ると二つが考えられる。一つは新築建物の企画・設計段階で導入する方法である。この場合は、新築の設計段階から、規模と用途に合わせて、設備設計の計算を基に施工のときに行う。もう一つは、現在使われている施設で使用されているエネルギーなどの状況をモニタリングし、現在の運用方法や設備劣化診断などを検討し、将来の中長期保全計画を立ち、最適な制御が可能になるよう運用・設備計画などを改める

システムを検討し、構築する事である。

既存の測定水準では、電気・ガス・水道等の日別・月別・年別の計測がほとんどであった。しかし、正確な改善のためには、「どの部屋のどの設備から、いつどれだけエネルギーを使用するか」「対象建物に設置されている設備や熱源機器が正常的にエネルギーを消費しているのか」等の問題の具体的な解決方法を提案させる事が難しい。

その解決方法としても、各部屋や場所のエネルギー使用状況のリアルタイムで計測し、そのデータを基盤として、建築物の空調・照明・各種設備機器等で使われる電力・ガス・水道等の実時間エネルギー使用量の定量的な蓄積が必要である。そして、室内の温度・湿度・CO2及び室外の気温・湿度・気象状況を把握して、その建物に対して一番適切な改善をする必要があると思われる。

しかし、施設の把握のため、詳しく計測するほど正確な把握が可能になるのだけ、それにともない計測機器(センサー)が増えるので、それは結局コストの増加とつながり、施設のオーナーに負担をかけることになる。そのため、センサーの設置場所や数などを決める方法があればよいのに、ほとんどの設置は技術的な専門家の経験で行う場合が多い。

### 1. 2 研究の目的

エネルギーマネジメントは機器の運転・制御やエネルギー流量、温熱環境等に関するデータを常時モニタリングすることによって確実化、精密化される可能性があるが、モニタリングデータの種類・量が増大すると管理者の業務負担能力の限界を超えてしまうという問題が生ずる。IoTに代表される近年の革新により、こうした問題を抜本的に解決する方向が示されつつあるが、多種大量のデータが互いに関連しながら全体としてどのような挙動を示すかについては、その全体像を精確に描き出そうとした既往研究が見られない。

そこで、モニタリングシステムから収集した大量のデータ間の相関に基づき、同様の振舞いをする同種のデータを「クラスター化」し、さらにクラスター化されたデータ間の相関を見ることにより、データ全体の動き方を「構造化」し、可視化を試みる。クラスター化により計測データ数を縮約して効率的な建築施設の維持管理することが可能し、また構造化は異常の運転検出などのモニタリングを行う際の標準状態として利用できると思われる。

以上、要約すれば、多種大量のモニタリングデータのクラスター化と構造化により、エネルギーマネジメントの効率化や確実化の可能性を高めることが本研究の目的である。

### 1. 3 研究の対象



図1-3. 研究の対象になるP施設 (By Google)

エネルギーマネジメントのためのモニタリングシステムを導入している3つの施設(表1-1)を対象とし、モニタリングデータを取得した。このうち、中心的な分析対象は、約30,000㎡の展示場にホール、会議施設、宿泊施設を併設した3つの施設中最も大規模で複雑な複合MICE施設(P施設)である。(図3-1)

P施設における分析結果の一般性を検証するために、最も小規模で空間構成も単純なS造ショールーム(L施設)、やや大規模ながら標準的な行政サービス事務所建築であるY市I区総合庁舎(I施設)に関して同様の分析を行った。

本論文では、モニタリングシステムを構成する各場所のセンサーを「計測ポイント」と言い換える。計測ポイントはセンサー種別(計測データ)および設置場所によって区別される。計測ポイントの数は最も多いP施設で1032、展示施設であるL施設は174、最も少ないI施設で168となっている。(表1-1)

表1-1. 対象施設の概要

施設	用途	構造・規模等	計測ポイント数
P	複合MICE施設	複数棟による構成 297,411㎡	1032
L	建築設備ショールーム	S造2階建・1,251㎡	174
I	区総合庁舎	RC造8階建・24,000㎡	168



## 1. 4 既存研究のレビュー

### 1. 4. 1 モニタリングシステムに関する研究

表1-2. モニタリングシステムに関する論文の例

題目	エネルギー削減支援：モニタリングとAI制御によるエネルギー削減マネジメント (3.ユビキタスセンサネットワークによる社会インフラ,社会を支えるユビキタスセンサネットワークとその運用)
団体・年度	電子情報通信学会誌 2012
著者	馬郡 文平
目的	人工知能を活用した最適エネルギー制御アルゴリズムの活用した導入事例 ①北海道の大樹町における環境実験棟 ②東京大学の理想の教育棟
参考事項	センサに関すること ①建物に関連するエネルギー活用の関係 ②経済的で汎用的なセンサの活用とその組合せ ③分析や情報解像度の高い高度な技術を持つセンサの活用 ④センサやモニタリングシステムによる継続的な計測 ⑤関係者へのWEBを通じた計測データの提供

「表1-2」の論文ではモニタリングシステムに関わるAI制御の導入として、①北海道の大樹町における環境実験棟、②東京大学の理想の教育棟の2か所を事例として論じている。その中モニタリングセンサーについてモニタリングセンサーの活用としてシステムによる継続的な計測の必要性を説明している。本研究では1分間隔で計測しているデータに関して演算システムを通じて、1日の平均値を出し、そのデータを利活用の対象として分析を行った。

### 1. 4. 2 省エネルギーに関する研究

表1-3. 省エネルギーに関する論文の例

題目	建物の省エネルギー化のためのコンテキストを用いたデータマイニング手法の検討
団体・年度	日本建築学会近畿支部研究報告集,構造系 2011
著者	塚本 祥太; 矢吹 信喜; 福田 知弘
目的	建物の省エネルギー化を目指し、センサに夜環境計測データに対して、データマイニングの方法論であるBEEDMC(Building environment and Energy Data Mining with Contexts)手法の開発
参考事項	センサ数の増加やセンシングの長期化により、大量のデータが蓄積されると、蓄積されたモニタリングデータに含まれている有用な知識を見逃してしまうことが懸念される。 ①計測データのパターン発見によるデータマイニングの手法 ②温湿度・消費電力などの時系列データのパターン発見を行うためのデータマイニングアルゴリズム ③大阪大学の実施事例や検証

「表1-3」の論文の場合、建物の省エネルギー化の上で、巨大なデータが発生すれば、それらを処理する過程において、データをマイニングする方法を提案している。本研究では巨大なデータから一部の1032ポイントのみ出して、そのものを分析対象とする。

## 1. 4. 3 建物改善に関する研究

表1-4. 建物改善に関する論文の例

題目	BEMSデータを用いた事務所ビルのテナント部分における熱負荷の推定方法
団体・年度	学術講演梗概集.D-2 2010
著者	原 英嗣; 白根 和明; 臼井 清治
目的	①事務室ビルにおけるBEMSデータを活用したテナント部分の熱負荷を推定する方法の提供 ②BEMSデータの記録状況についての調査 ③活用可能なBEMSデータ項目の選定 ④実測値と本手法を用いた推計値との比較による推計手法の検討
参考事項	①制御メーカーの管理している10000～23000m <sup>2</sup> のテナント事務室ビル31件について、BEMSに記録されているデータ項目の抽出 ②テナント熱負荷の推定方法(推定式)の提案

「表1-4」の論文は、BEMSが設置されている建物に対し、テナント側の熱負荷を推定する方法を提案している。本研究では、BEMSが設置されている大規模複合施設に対し、モニタリングシステムを通して計測するポイントの一部を相関係数の関係を通じて、計測値を予測する方法を提案する。

## 1. 5 研究の方法

一般的なモニタリングシステムの流れは、図1-4のように計測系・蓄積系・閲覧系・表示系の順番になる場合が多い。ここで、計測系では、建物の状況に関してセンサーなどを利用して計測し、蓄積系では、計測したデータを一部または全部蓄積する。閲覧系では、ステークホルダーに転送するため、準備する段階である。表示系では、そのデータをステークホルダーにグラフ・図・電子ファイルなどで表示している。

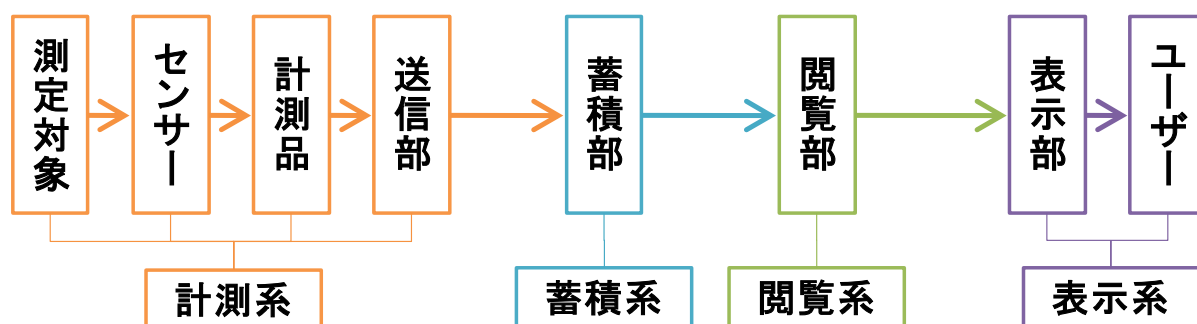


図1-4. 一般的なモニタリングシステムの仕組み

本研究では、2013年8月に対し、モニタリングシステムによる1032ポイントから分析対象である539ポイントのデータを選定する。つづいて、相関関係を利用し、ポイント間の関係性を分析する。

本研究は2つ1組の計測ポイントのデータの相関のみにもとづいて分析を行う。各施設について、分析の手順は以下の通りである。

- ①データの抽出：各施設の各計測ポイントの8月1ヵ月分のデータを収集する（P施設：2013年、L施設：2016年、I施設：2016年）。モニタリングシステムに蓄積された各計測ポイントのデータは1分間隔であるが、本研究では1日の平均を代表値とした。
- ②相関係数の算出：各施設の全計測ポイント間の相関係数を算出する。
- ③クラスター化：計測ポイントをその種類により、まず「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」の3つに大きく分ける。次に、各系の同種計測ポイントのうち、空間・位置の同一（類似）性の制限内ではほぼ同様の値の変動を示すもの（相関の強いもの）をまとめ、データ群の縮約化をはかる。
- ④構造化：各クラスター間の相関を分析することにより、全データのなかで連動して変動するクラスター群を抽出する。

P施設については、1月分のデータの分析も一部追加して行った。

●出所：馬郡文平、野城智也（2005）

建物データ・リアルタイムモニタリング・システムの開発

日本建築学会技術報告集 第21号 p379～384

## 1. 6 研究の構成

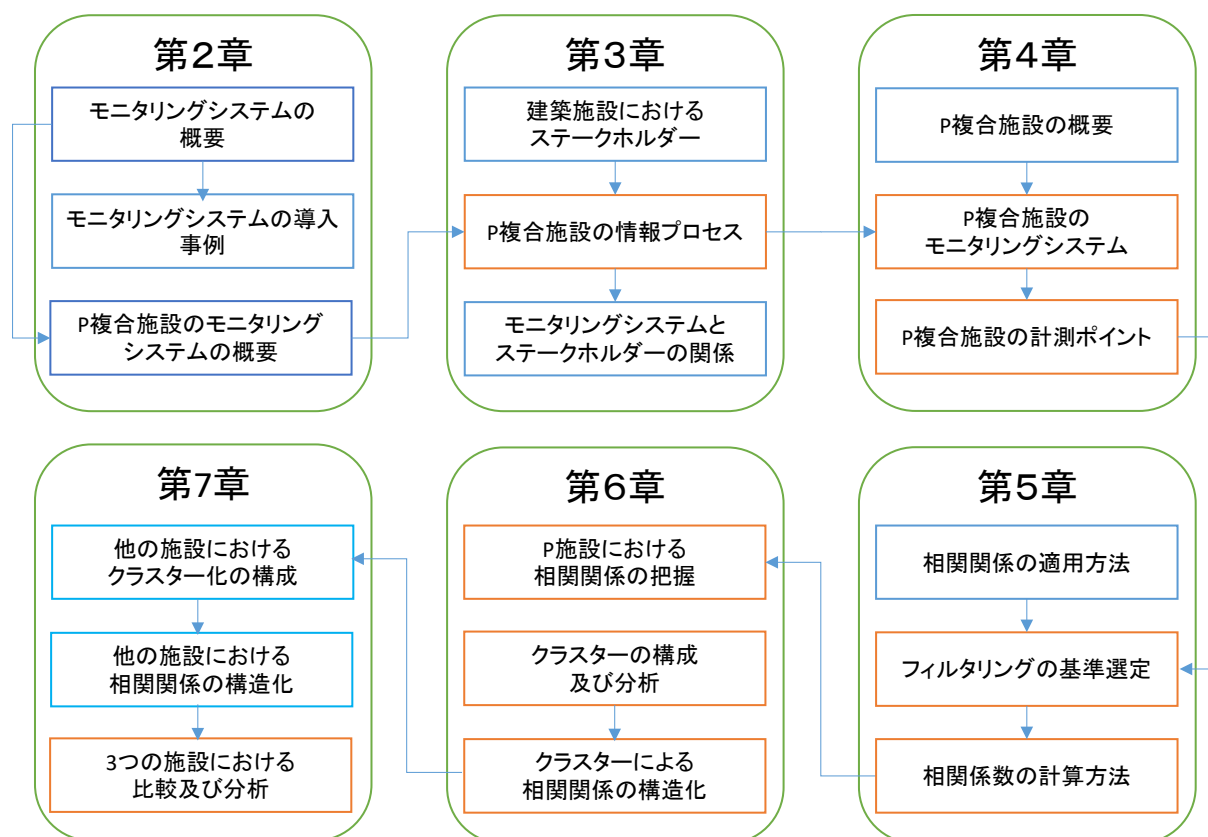


図1-5. 論文の構成

本研究の構成は、下記のとおりである。(図1-5参考)

第2章：一般的なモニタリングシステムの仕組みを把握し、モニタリングシステムの一般的な必要性を論じる。そこで、モニタリングシステムにおけるサイクルとPDCAサイクルを比較する。つづいて、対象になるP施設の施設管理のため設置されているBEMSからモニタリングシステムまでのデータの流れを論じる。最後にモニタリングシステムの実例として、二箇所の施設に関して分析する。

第3章：P施設における施設情報のプロセスである図面・BEMS・機器台帳・モニタリングシステムの関係性を分析し、その情報に関わるステークホルダーの種類や要求項目及び関係性を論じる。さらに、ステークホルダーがモニタリングシステムから必要とするデータの収集可能性を明らかにする。

第4章：P施設の概要として現状や問題点を分析し、設置されているモニタリングシステムについて詳細に分析する。つづいて、モニタリングシステムから収集可能な1032ポイントを把握し、分析するデータの時期を選定し、関係性によるグループを作成する。グループは性質によって4つのグループ化を行い、環境系、エネルギー系、運転系、その他とする。

第5章：本論文で利用する相関係数の関係などについて論じる。その後、4章で分類を行ったグループにより、トータルの計測ポイントから分析対象のポイントに絞る条件や方法について論じる。つづいて、トータル1032個の計測ポイントからデータフィルタリングを通じ、分析対象になる539個の計測ポイントに関して相関関係を計算する。

第6章：P施設に関して5章に計算した相関係数の結果により、539個の計測ポイントを、6つの系に分け、グループ化し、そのクラスターの関係性を把握し分析を行う。つづいて、クラスターによる関係性を構造化し、明確にする。

第7章：本論文で利用した相関関係における分析の方法（6章のP施設）を他の施設への展開性について検討を行う。そのため、展示施設1ヵ所(L施設)、オフィス施設1ヵ所(I施設)に適用し、その可能性を明らかにする。

## 1. 7 用語の定義

### ■計測密度

施設の情報を計測する上で、空間間隔や時間間隔で測定することを示す。

### ■複合施設

ショッピングセンターをはじめ飲食施設や展示場、会議場、遊技場などの娯楽施設（商業施設）といった複数の施設が集まっている建物・地域の総称である。

### ■BEMS (Building Energy Management System)

ビルの機器・設備等の運転管理によってエネルギー消費量の削減を図るためのシステムのことである

### ■モニタリングシステム

各種センサーとIT技術を利用して、対象建物のエネルギー消費をリアルタイムで計測する。そこで得られたデータを、大量に長期間保存できるようにして、そのデータを施設管理者及び関係者等がいつでも確認できるシステムである。

### ■ポイント

計測・制御・状態(運転/停止)の箇所数を示す。

### ■演算データ

計測ポイントから得たデータを演算機器により求めた差分を示す。

### ■ステークホルダー(stakeholder)

企業・行政・NPO等の利害と行動に直接・間接的な利害関係を有する者を指す。

### ■相関関係(correlation coefficient)

二個の確率変数の間の相関(類似性の度合い)を示す統計学的指標である。

### ■回帰分析(regression analysis)

目的変数と連続尺度の説明変数の間に式を当てはめ、目的変数が説明変数によってどれくらい説明できるのかを定量的に分析することである。

## 2. データの収集手法

### 2. 1 モニタリングシステムの仕組み

#### 2. 1. 1 モニタリングシステムの計測理由

#### 2. 1. 2 モニタリングシステムの必要性

#### 2. 1. 3 モニタリングシステムの構成

#### 2. 1. 4 モニタリングシステムとPDCAの関係

### 2. 2 P施設におけるモニタリングシステムの仕組み

### 2. 3 P施設の計測項目

### 2. 4 モニタリングシステムの導入事例

#### 2. 4. 1 T大学Rキャンパス

#### 2. 4. 2 Y市I区総合庁舎

### 2. 5 モニタリングシステムによる自動制御システムの有効性

### 2. 6 小結論





## 2. 1 モニタリングシステムの仕組み

### 2. 1. 1 モニタリングシステムの計測理由

現在、新築と既存建物のリニューアル等で、最新省エネルギー設備機器が導入されている。多くの新築施設では、企画段階において、建物の規模の使用目的等を予測・分析して、適当な各種設備機器を導入する。そして施設の管理は、効果的な維持管理において非常に重要であるが、運用の上において、導入されている機器の機能的な問題が起こらなければ、施設の問題点を調査しない。また既存施設や古い施設では、施設の管理システムが最初から投入されていない場合が多いので、設備において問題が無ければ、無駄なエネルギー消費が行われていてもその問題に対して、具体的な解決方法を提案する事が難しい。

### 2. 1. 2 モニタリングシステムの必要性

建築物で省エネルギー管理技術を導入する方法は、大きく見ると二つに分けられる。一つは新築建物の企画・設計段階で導入する方法である。もう一つは、現在使っているエネルギーをモニタリングして最適な制御を可能にする改善システムを構築する事である。

既存のメニューアル的な測定方法では、電気・ガス・水道などの日別・月別・年別の計測が全部であった。しかし、正確な改善のためには、「どの部屋のどの設備から、いつどれだけエネルギーを使用するか」・「対象建物に設置されている設備や熱源機器の正常なエネルギー消費量なのか」等の問題の具体的な解決方法を提案する事が難しい。

このような解決方法では、各部屋や場所のエネルギー使用状況をリアルタイムで計測して、そのデータを基盤として、建築物の空調・照明・各種設備機器等で使われる電力・ガス・水道等の実時間エネルギー使用量の定量的な蓄積が必要である。そして、室内の温度・湿度・CO2及び室外の気温・湿度・気象状況を把握して、その建物に対して最も適切な改善をする必要があると思われる。

そして、施設のエネルギー使用量・環境快適性・各種類の機器の現状などを把握し、省エネルギー改善や将来の保全計画などを立てるため、モニタリングシステムを通じて、データの収集を行う必要がある。

●出所：孫ミンギョ、野城智也、馬郡文平（2009）

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

2009年度日本建築学会関東支部研究報告集Ⅱ 2010. 3, ISSN 1346-4361

Minkyu SON, Department of Architecture, School of Engineering, The University of Tokyo

## 2. 1. 3 モニタリングシステムの構成

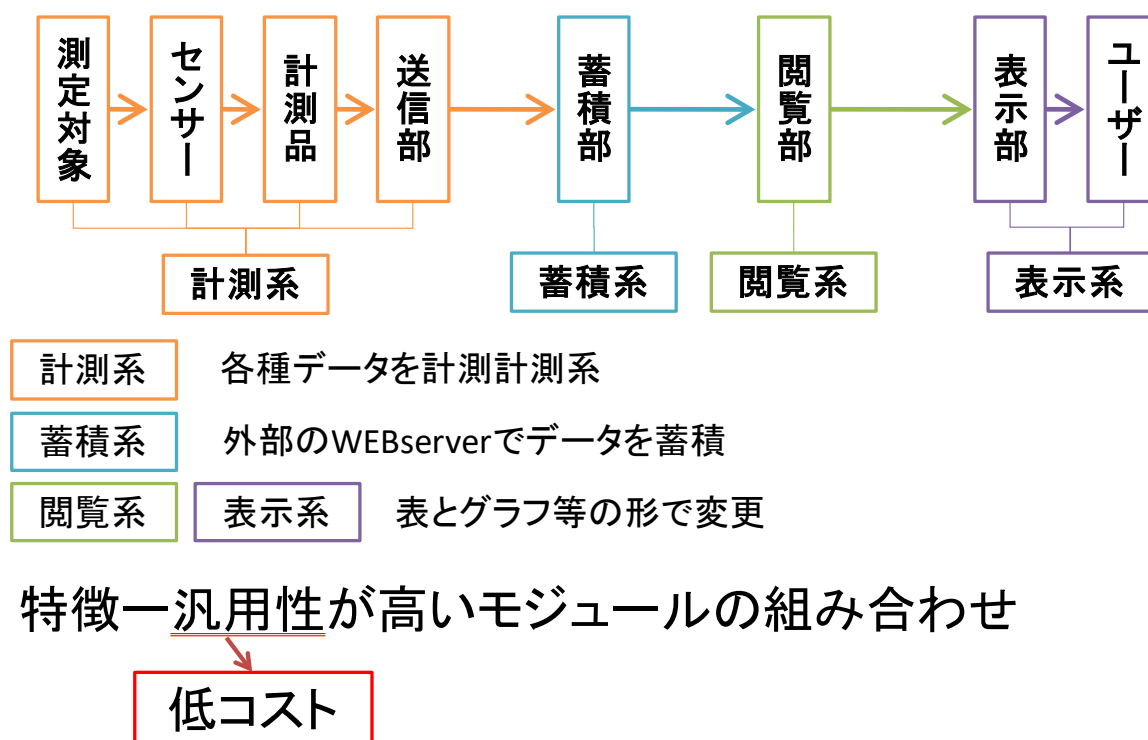


図2-1. モニタリングシステムに基本的な仕組み

「図2-1」のモニタリングシステムは、大きく4つの系（計測系、蓄積系、閲覧系、表示系）で構成され、その中は8つの機能モジュールに分類される。

計測系では測定対象・センサー・計測品・送信部の4つのモジュールになっているし、蓄積系は蓄積部、閲覧系は閲覧部、表示系は表示部とユーザーの仕組みになっている。

計測系、蓄積系、閲覧系、表示系の4つの基幹機能の中に含まれる8つのモジュールは、将来的にも産業的にも技術は個別に発展することが予測またシステムの全体ではなく一部のモジュールが劣化した場合、そのモジュールのみ新しいモジュールと交換できるように汎用性が高い低コストのモジュールで構成されている。各系の役割は下記ようになる。

### 1) 計測系

築年数の古い建物で、中小規模の建物である程、センサーや計測による監視制御を行っていない場合が多い。そして、計測系ではエネルギーを消費しているすべての機器にセンサーを設置して、温度、湿度、風速、CO2及び消費しているエネルギー(電力、ガス、水道)等を計測して、その数値を蓄積部に送る。

次にセンサーからの情報を共有したい場合の課題としては、例えば温度を計測しているセンサーが、同じメーカーであってもバージョンの違いや異なる商品シリーズでは、その仕様、精度、機能、通信などが異なる場合もある。そして、最初に計測したデータを次の蓄積系で蓄積する。

### 2) 蓄積系

計測系で計測したデータをサーバーで蓄積する。計測された結果をデータ化し、データベース(サーバー)に記録する。サーバーの場合、直接蓄積する場合もあり、インターネットを通じて外部のサーバーに蓄積する場合もある。

将来の蓄積データと本システムで蓄積するデータの量と質は異なる。大きい差としては、状態はほとんど蓄積量が、1週間ほどであったが、本システムでは3年以上のデータを蓄積して次の閲覧系で可視化する。

### 3) 閲覧系

可視化と行うのが閲覧系である。閲覧系ではデータの閲覧は可能であるが、見やすい表やグラフなどにはなっていない。そして、専門エンジニア用データであるため、一般ステークホルダーが見るのは相当難しい。

閲覧系は、データをそのままダウンロードできるようにする。そのデータは一般ステークホルダーではなく専門家が分析するためのものである。

### 4) 表示系

表示系ではステークホルダーが簡単に見みられる表やグラフ等の形式で可視化している。

#### ●出所：孫ミンギョ、野城智也、馬郡文平（2009）

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

2009年度日本建築学会関東支部研究報告集Ⅱ 2010. 3, ISSN 1346-4361

#### ●出所：馬郡文平（2012）

既存建物における省エネルギー・CO2削減のためのリアルタイムモニタリング及び最適化制御に関する開発研究

東京大学2012年度博士論文 p91～107

#### ●出所：馬郡文平、野城智也、迫博司（2012）

AIネットワークシステムを活用した最適化コントロールに関する研究

日本建築学会・情報システム技術委員会 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2012

## 2. 1. 4 モニタリングシステムとPDCAの関係

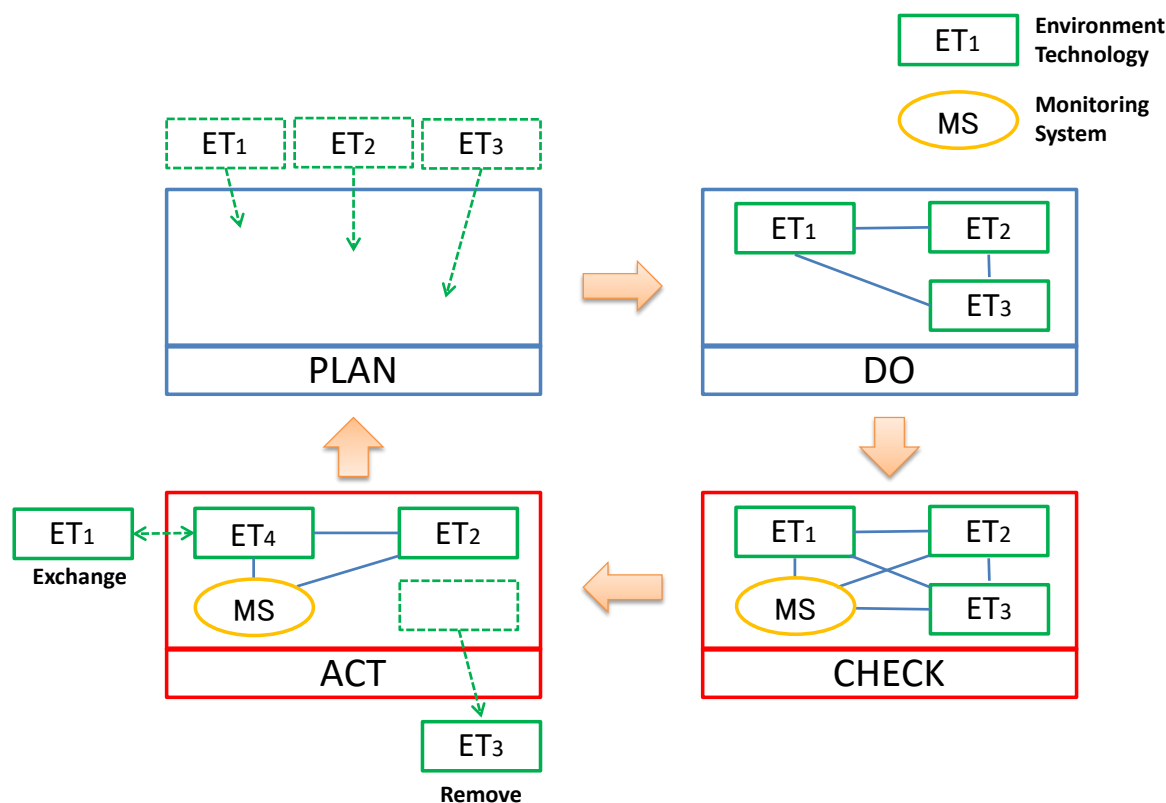


図2-2. モニタリングシステムやPDCAの関係

最近では、建築物に対し、できる限り長く使う事に関する研究が進んでいる。その維持管理概念において環境配慮技術であるエネルギー管理システムは、重要な要素になっている。

「図2-2」は、建築物の環境配慮技術におけるPDCA Cycleとモニタリングシステムによる改善の関係を表示した概念である。「PLAN」段階では、対象である建築物に、新しい設備機器を入れる計画をする。次の「DO」段階では、「PLAN」段階で計画した設備の設置が行われる。普段、このように「DO」段階で、設備に関する計画は終了する。しかし、建築物の使用期間によって、設備の性能と残り寿命も変わっていくので、現在使用されている設備機器等の性能と効率及びエネルギー使用量を確認して、また調節する必要があると思われる。そのためには、「CHECK」段階で、モニタリングシステムを導入して、計測したデータの分析を行って、対象建物の設備機器等に対して、機器の性能と運用方法及び改善の必要性を確認する。次の「ACT」段階で、対象建築物の設備機器等に関して運用及び設備改善等の正確な改善対案が可能になる。

●出所： 孫ミンギョ (2009)

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

東京大学2009年度修士論文 p5

Minkyu SON, Department of Architecture, School of Engineering, The University of Tokyo

## 2. 2 P施設におけるモニタリングシステムの仕組み

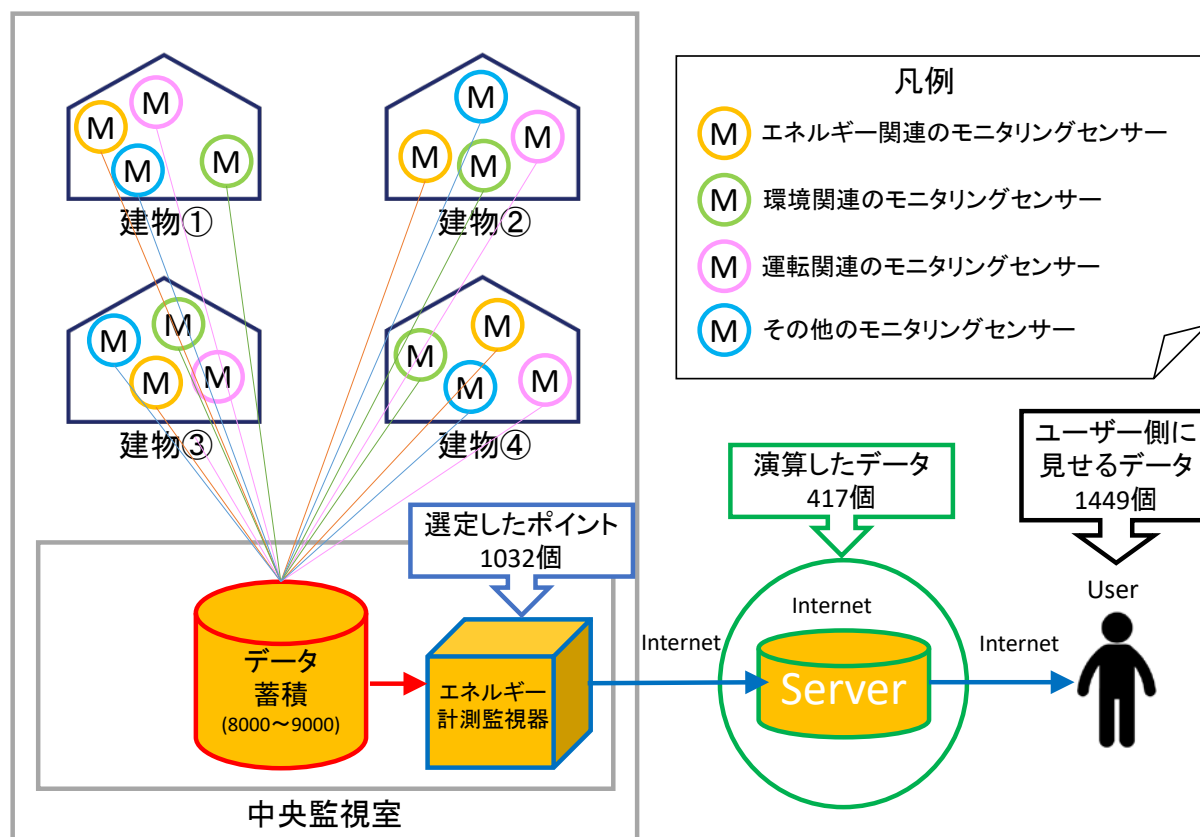


図2.3 P施設におけるモニタリングシステムの仕組み

本研究の対象建物であるP施設では、新築の時、施設管理のためBEMSを設置し、その後モニタリングセンサーを設置し、施設の状況を把握し、中央監視室でデータの蓄積を行っていた。しかし蓄積データの数が約8000～9000ポイントであり、データが多すぎて正確な管理が難しかった。

そのため、新しくエネルギー監視機器やモニタリングシステムを投入し、蓄積されているデータなど、施設の省エネルギー計画や中長期保全計画を立てるため、直接計測する1032ポイントを外部のサーバーに予め蓄積しながら、演算機器を使って417ポイントの演算データを生成する。演算データとは、施設で計測したポイントに関して、データの使用量と積算したものである。最後に合わせて1032ポイントや417データをステークホルダーで可視化する。(図2-3)

## 2. 3 P施設の計測項目

計測項目としては、表2-1のようにエネルギー系・環境系・運転系の分類が可能である。

エネルギー系の代表的なポイントは、電気・ガス・蒸気・冷水などの使用量を計測する項目である。その詳細な内容は「表2-1」のように計測目標は使用エネルギーを計測して、エネルギー使用量を把握し、無駄なエネルギー使用を判断する。

環境系は温度・湿度・CO2濃度などで、室内の快適性と関係性を持つ。その詳細な内容は、「表2-1」にのようにする。

運転系は各種類の空調機器・照明機器・衛星機器などの状況を把握し、機器の性能や劣化状況を把握し、将来的な機器の交換などのために計測する項目である。

表2-1. 計測データの計測項目の分類

目的関数	エネルギー系		環境系	運転系
計測項目	受変電電力量	一般ガス使用量	CO2濃度	機器運転状況
	用途別電力量	空調用ガス使用量	外気温度	熱源送水温度
	部室別電力量	給湯用ガス使用量	室内温度	降雨信号
	DHC冷水	水温	外気湿度	
	蒸気流量	水道使用量	室内湿度	
	DHC蒸気	中水使用量(雨水)	給気温度	
		冷水熱量	リターン温度	

## 2. 4 モニタリングシステムの導入事例

### 2. 4. 1 T大学Rキャンパス



図2-4 T大学Rキャンパス (By Google)

Rキャンパスは延床面積50,149㎡で目黒区駒場にある大学の研究施設である。この施設では、2001年8月31日から2002年6月31日まで、「Rキャンパス・効果的な省エネルギー・施設運用サービス改善計画」という題目で、改善提案を行った。改善目標は、使用エネルギー量を定量的に設定して、エネルギー費用や施設運用費を削減し、設備運用効率を把握して、その結果のとおり継続的に改善する事である。この提案の特徴は1段階で終わらせるのではなく、それ以降の計画につながっていく事になる。(表2-2)

●出所： 孫ミンギョ (2009)

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

東京大学2009年度修士論文 p13～14

表2-2. K研究施設におけるマスタースケジュール

段階	内容	期間
第1段階	モニタリングによる省エネルギーの運用改善 －空調温度管理実施 －夏期の集中学習エリアの設定	2001年～2003年
第2段階	モニタリングによる省エネルギーの運用改善及び設備改善 －閉室管理 －各研究室のサーバー関係 －一部ガラスに日射遮蔽スクリーン設置	2004年～2009年
第3段階	モニタリングによる省エネルギーの設備改善 －AI制御導入 －BC棟空調設備効率化 －LEDダウンライト設置	2009年～2016年

表2-2ように、各段階では、「①省エネルギー計画、②改善実施、③分析・評価」の順番で実施して、その蓄積データを次の段階のベースデータにて使われるようにする。第1段階では、2001年から2003年まで、モニタリングによる省エネルギーの運用改善を目指し、様々な計画を立て、実行を行った。つづいて、第2段階では、2004年から2009年までのモニタリングによる省エネルギーの運用改善及び設備改善として、第1段階で計画した実行項目の一部からの実施を行った。最後の第3段階では、モニタリングによる省エネルギーの設備改善ということで、一部の空調システムや設備機器や照明などのAIシステムの導入を行った。それにつづくシステムの自動化に関しては、現在も計画・実施中である。

この施設は、教育研究機関なので、大きな実験室以外には、それぞれの小さい研究室で構成されている。各室の責任者は、教授と担当教員及び研究員になっている。各室の責任者は、WEBシステムのログインIDとPasswordを割り当て、当該研究室のエネルギー使用状況をリアルタイムで確認して省エネルギー管理やピーク電力などのエネルギー低減ができるようになっている。

つまり、キャンパスのある建物で、使用エネルギー量が増えた場合、モニタリングシステムを通じて、いつどの研究室で、どの程度のエネルギーを使用しているかを確認できて、当該研究室や部室に責任を取らせる事も可能であるが、その前に、各室の責任者の判断で予防する事も可能である。



本プロジェクトの成果としては、下記の4点である。

- 1) モニタリングシステムの可視化によって各研究室と部屋で使われる電力使用量の実時間計測が可能になった。
- 2) 定量的な計測データを分析・活用する事で、最適な改善提案の実現及び効率のよい最適な設備選択が可能になった。
- 3) 今回の環境配慮技術の水平展開により、他のキャンパスにも、モニタリングシステム基盤の自動設備環境制御システムによる無人コントロールが可能になった。
- 4) 他の研究機関や教育機関で使われるモニタリングシステムによる省エネルギー改善計画に対する基盤データを提供した。

## 2. 4. 2 Y市I区総合庁舎



図2-5. Y市I区総合庁舎

「公共建築物の総合的な省エネルギー対策」について、実証試験が実行された。実行期間は、2008年5月1日から2009年4月28日であり、研究課題はY市公共建築物温暖化対策事業に係る実証試験であった。実験方法としては、建物の使用状況及びエネルギーの使用状況を、モニタリングシステムを通じて計測・分析し、「きめ細かな運用改善」を実施した。あわせて、運用改善により削減させる空調負荷に対応して最大限の効率で機器を運転できるような空調熱源の「チューニング」を実施する。施設の規模は 延床面積22,048㎡の地下1F・地上4FのSRC構造である。

2階から4階まで設置した「温湿度CO2センサー」は、室内の温度・湿度・CO2濃度を計測して、事務空間の環境を確認する。市民ホール1階と区民ホール上部では、「吹き抜け用温度センサー」によって、温度のみで確認する。屋上には、外気環境を計測するため、「外気温湿度センサー」、「風速計」、「降雨センサー」の3種類のセンサーが設置されている。また、トップライト排煙窓7個にマグネットセンサーを設置して、開閉の状況を確認する。

地下1階ボイラー室では、「冷温水管用温度センサー」と「電力量計」により、冷温水発生器4台と各冷温水発生器につながる冷温水ポンプ4台と冷却水ポンプ4台の冷温水温度と電力使用量を計測する。また、屋上にあるRP-4盤内に設置された「電力量計」により、冷却塔の電力量を計測する。

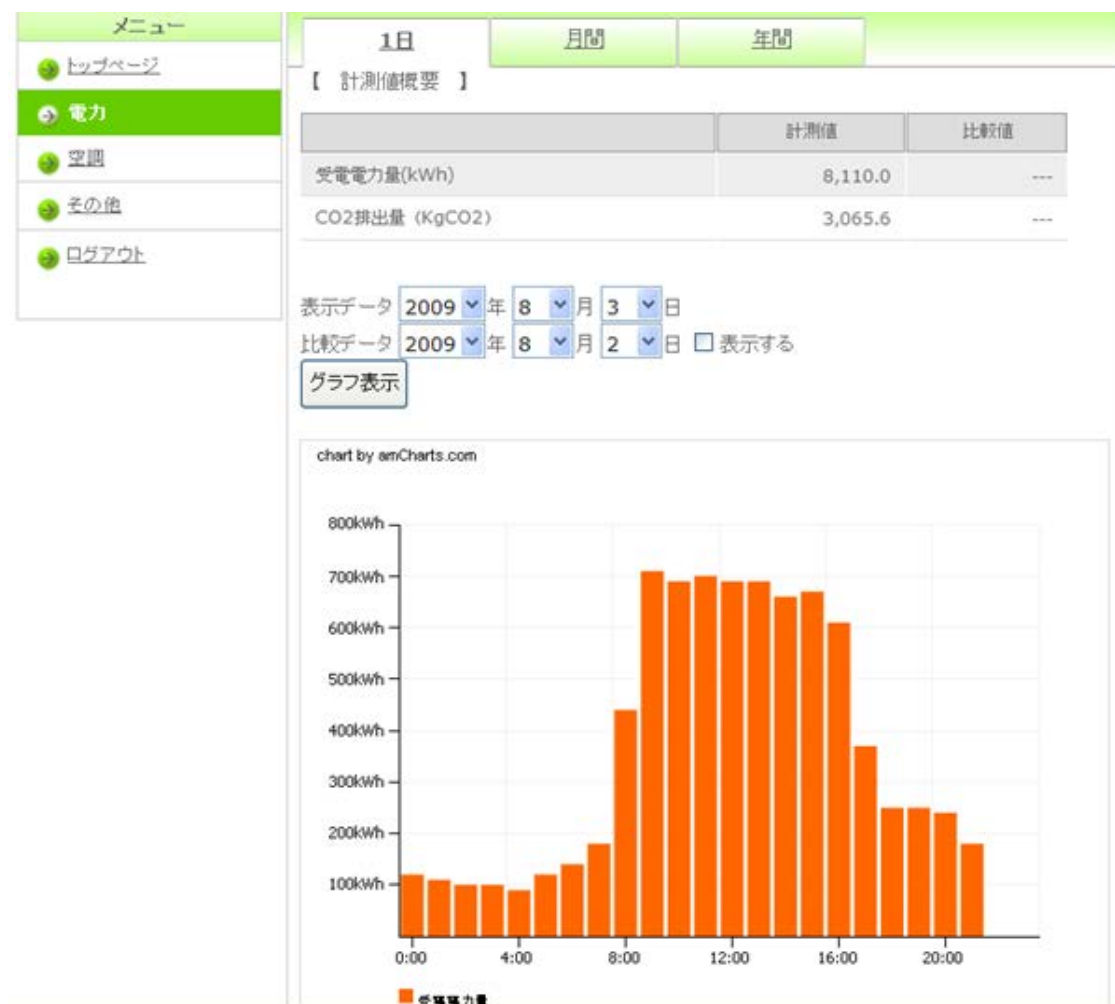


図2-6. 電力使用量の表示例

施設ではモニタリングシステムにより、エネルギー使用量について「図2-6」のように可視化が可能になった。

この施設の場合、中央監視室の監視盤によりリアルタイムでエネルギー使用量の表示システムが構築されていて、担当職員は24時間監視盤を確認する仕組みになっている。

エネルギー使用量が指定されている目標デマンドを超えた場合は、中央監視室の職員にメールで知らされる。そのメールの内容は、「ピーク電力の予想」、「外気・室内の温度による窓の開閉」、「空調機器の設定案内」及び「WEBページの更新」などである。メールを確認した施設の担当職員は手動で各機器の設定を行う。蓄積されたデータの場合はT大学Rキャンパスと同じようにIDとPasswordを割り当て、管理権限を持っている関係者のみの確認が可能である。

本プロジェクトの成果としては、下記の5点である。

- 1) モニタリングシステムによる各センサーから計測した情報により、中央監視室を通じて、施設管理者による可視化が可能になった。
- 2) 計測した電力の使用量をデマンドメールで、施設管理者に送信する事で、最大エネルギー使用量を抑制して、契約電力の削減ができた。
- 3) 運用改善の見直しと施設改善によって、空調機器の効率が上昇し、使用エネルギーとCO2の削減ができた。
- 4) モニタリングシステムによる計測データにより、以降の改善の方向性を提示した。
- 5) 試験のデータを基盤として、対象のY市I庁舎1箇所以外にも、他の公共施設まで展開させる計画を持つようになった。

●出所： 孫ミンギョ (2009)

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

東京大学2009年度修士論文 p16～27

## 2. 5 モニタリングシステムによる自動制御システムの有効性

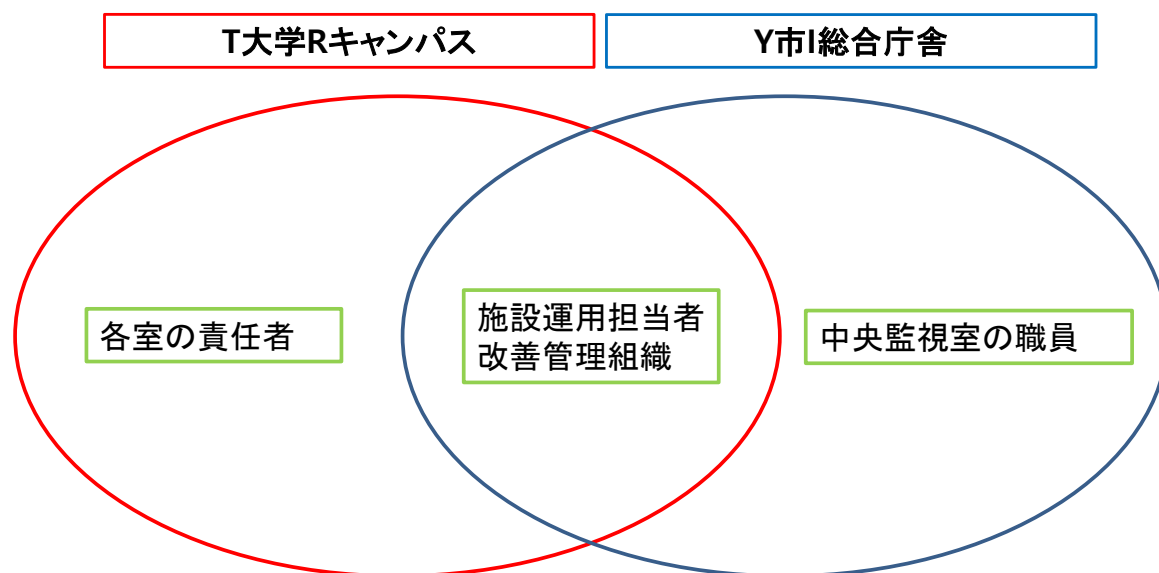


図2-7. モニタリングシステムの制御範囲

二つの施設のデータ可視化の範囲を「図2-7」に示す。両建築物とも、建物の設備施設を運用管理する職員と、建築物に対する改善計画を立てて実施する職員に対して、いつでもWEBシステムを通じてリアルタイムで確認ができる仕組みになっている。

T大学Rキャンパスの場合は、第3段階改善計画中で、空調・照明等の効率的な制御のため、自動制御システムの導入が計画されている。しかし、Y市I総合庁舎の場合は、中央監視室の監視システムによって既に設定されている条件の通りに建築物のエネルギー使用量や環境状況を判断した上で、担当管理者までメールを送っている。メールの通知を確認した担当者は、手動で窓の開閉と空調機の温度設定等の設定を行う。その後、作業報告書を作成して、施設運用担当者に報告する仕組みになっている。

しかし、人の作業の能率のみを考えると、中央監視室で直接窓の開閉、空調設備設定、自動制御に関して、その結果を担当者にメールで報告する形が、より効率的であると思われる。

●出所： 孫ミンギョ (2009)

エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究

東京大学2009年度修士論文 p74

## 2. 6 小結論

建物のエネルギー費用の管理は、効果的な維持管理をする上で非常に重要である。しかし、使用している機器の機能的な問題点が起こらなければ、エネルギー管理の効率を計測しないし、現在、無駄なエネルギーを使用しているとも判断が難しい。つまり、省エネルギー改善や中長期保全計画などを立てようと思っても、どの部屋のどの機器が、いつどれだけエネルギーを使用するか、現在設置されている機器の正常な消費量なのか、その機器の劣化状況や交換時期はいつなのか等の問題に対して、具体的な解決方法を提案する事が困難である。

2章では、モニタリングシステムの仕組み、P施設に関わるモニタリングシステム及びそのシステムの導入事例を取り扱った。

モニタリングシステムの一番大きな特徴としては、汎用性が高い各モジュールをいつでも他のモジュールで取り替えることが可能であり、一般的なBEMSなどに比べて簡単な仕組みになっている。尚、モニタリングシステムにより機器交換をPDCA CYCLEに基づいてその関係性を示した。

そして、本研究の対象施設であるP施設に設置されているBEMSにモニタリングシステムを追加設置し、モニタリングシステムの計測ポイントや項目を整理し、P施設で計測するポイントからモニタリングシステムを通じて可視化が可能な項目の整理を行った。

実際のモニタリングシステムの導入事例としてT大学RキャンパスやY市I区総合庁舎の二つの事例を紹介した。

まず、T大学Rキャンパスはモニタリングシステムを導入・計測したデータを分析・省エネルギー改善の3段階に分けて実施している。

その成果は、各研究室と部屋で使われる電力使用量の実時間計測が可能になり、それにより最適改善提案の実現及び効率のよい最適設備選択が可能になった。また他のキャンパスにも、モニタリングシステム基盤の自動設備環境制御システムによる無人コントロールが可能になり、他の研究機関や教育機関で使われるモニタリングシステムによる省エネルギー改善計画に基盤データを提供した。

つづいて、Y市I区総合庁舎2008年5月1日から2009年4月28日間モニタリングシステムを設置して実証試験を行った。その目標は様々なセンサーを設置して、省エネルギー改善をすることだった。

その成果としては、モニタリングシステムによる各センサーから計測した情報が中央監視室を通じて、モニタリングシステムの可視化により、施設管理者が確認することができた。モニタリングシステムで計測したエネルギー使用量をデマンドメールで、施設管理者に送信する事で、最大エネルギー使用量を抑制して、契約電力の削減ができた。尚、運用改善の見直しと設備改善によって、空調機器の効率が増加し、使用エネルギーとCO2の削減ができた。また試験のデータを基盤として、Y市I区総合庁舎1箇所以外に、他の公共施設まで、展開させる計画を持つようになった。



### 3. ステークホルダーと収集可能な情報の関係

- 3. 1 P施設の施設情報把握プロセス
- 3. 2 P施設に関わるステークホルダー
  - 3. 2. 1 ステークホルダーの種類
  - 3. 2. 2 ステークホルダーの要求項目
- 3. 3 モニタリングシステムとステークホルダーの関係
- 3. 4 小結論







### 1) 図面

施設では、建築・設備・電気などの図面が保管され、この図面の情報はBEMS・機器台帳・モニタリングシステムに直接つながる。

### 2) BEMS (building energy management system)

新築のときから設置されていたBEMSでは、施設に関するエネルギー使用量・機器の運転状況及びスケジュール・室内の快適性などの把握を行っている。このBEMSから収集した情報はモニタリングシステムを通じて、データのダウンロードや可視化が可能になっている。

### 3) 機器台帳

機器台帳とは、図面情報に基づいて新しく作成した機器に関する情報の台帳である。この台帳には、「建築リスト」、「電気リスト」、「機械リスト」の3つがある。

①建築台帳：建築の竣工図、仕上図から情報を得て作成を行い、分類情報には各部屋名を記入し、基本情報と詳細情報には様々な面積(床・壁)と高さ及び仕上げを記入

②電気台帳：電気及び電灯図の電気機器表と平面図から電灯品目を得て作成

③機械台帳：衛生図面・設備図面の機器表を基に作成

電気台帳と機械台帳は、「分類情報」という項目を作り、大項目と中項目を設定している。「基本情報」には、竣工図の機器名称と竣工時に決めた機器番号を登録し、「詳細情報」は、竣工図の機器表とその平面図から確認した情報を登録している。各機器は竣工時に、固有の機器番号を持っていたので、各台数が1台になるように整理され、機器によって詳細能力が確認できる品目のみ、詳しい能力を記入し、新しく改修した機器等については、改修台帳の一部から確認し、再入力を行った。(表3.1)

### 4) モニタリングシステム

モニタリングシステムからダウンロードして把握ができる情報は、可視化の項目・エネルギー使用量・LCC関連情報・機器の能力・運転状況・スケジュール・室内の快適性・データの演算情報などであり、重要なのは、図面・BEMS・機器台帳からの情報が最後に集まることである。

つまり、モニタリングシステムを通じて、施設のほとんどの情報をわかるようになる。しかし、これらの情報とステークホルダー別の目的との関係が把握できていないため、収集情報と共有の程度が不明確であった。

●出所：孫ミンギョ、馬郡文平、野城智也（2014）

大規模コンベンションセンターにおけるマルチステークホルダーが必要とする施設情報の分類に関する研究

日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 2014. 9, ISSN 1883-9363

### 3. 2 P施設に関わるステークホルダー

#### 3. 2. 1 ステークホルダーの種類

P施設関に関するステークホルダーの代表的な項目は下記のようなになる。

- ①オーナー：施設を法的に所有している団体及び人である。
- ②施設管理者：P施設では代表的な項目として維持管理・消防・警備・セキュリティー等の関係者がある。彼らは施設のオーナーの代わりに施設の機器などを管理し、修繕及び保守する役割を持つ。
- ③テナント：施設のオーナーと契約し、その契約期間、建物の一部を賃貸する立場の団体及び人である。
- ④一般ユーザー：施設の一部を利用する人であり、例えば展示ホールで展示があればその期間に利用料を払って一時的に利用する団体及び人である。
- ⑤コンサルタント：様々な産業で技術の専門的な知識や応用を必要とする分野に対して役に立ってくれる技術者を示す。
- ⑥元設計者・元施工者：建築施設を最初の設計・施工に参加した業者である。
- ⑦リニューアル事業者：元設計者・元施工者とは違い、施設が一定期間過ぎて、改修が必要となるときに参加してリニューアルする業者である。
- ⑧行政：P施設の場合、施設内の一部がY市と関係があるのに、施設の改善などをするときには、行政の許可が必要である。
- ⑨ESCO(Energy Service Company)：ESCOは施設オーナーと契約をして、一定期間間エネルギー利用者の代わりにエネルギー節約施設に投資し、これによるエネルギー削減量の一部を回収する企業である。
- ⑩保険会社：同じ種類の事故にあう危険性がある多くの人や企業及び団体が事前に保険料を拠出して、共通の準備財産を形成し、事故に遭った人が保険から財産的給与を受ける経済制度である。
- ⑪エネルギー供給会社：施設にエネルギー提供を行う会社である。例えばP施設では電力・ガス・蒸気・冷水が補給されている。

### 3. 2. 2 ステークホルダーの要求項目

建物に関連するステークホルダーについて、一般的な施設から収集可能な情報と、様々なステークホルダーが必要とする情報を示す(表3-1)。「目的」の項目は、各々のステークホルダーの要求事項、もしくは代表的な課題である。「収集可能な情報」とは、施設が現在、保有している情報である。さらに、「可視化」の欄に黒い丸がついている項目は、WEBを活用し、何らかの可視化が実施されているものである。目的が異なるステークホルダーでも、同一の情報を使用する場合があることが分かる。

- ①オーナー：オーナーの目的は大きくみれば、維持管理コストと関係がある。コストを削減することが目的であり、それに関係がある項目に興味を持つ。
- ②施設管理者(維持管理・消防・警備・セキュリティー等)：施設管理者は施設をエネルギー削減・建物維持管理・室内快適性増加などのオーナーやユーザーのために必要なことを目的とする。
- ③テナント：テナントの場合、施設を賃貸するので、その使用料に直接関係があるエネルギー使用量と施設を利用する立場でどの程度快適性を維持してくれるかに関係がある。
- ④一般ユーザー：一般ユーザーは一時的に利用する団体及び人なので、施設の快適性及び便利性などに興味を持つ。
- ⑤コンサルタント(省エネ・中長期保全)：P施設に入っているコンサルタントは省エネルギー改善・中長期保全の目的で契約されて動いている。そしてP施設から収集可能なすべての情報に関心がある。
- ⑥元設計者・元施工者：元設計者や元施工者は施設の運用に直接関係はないのが、施設に問題があった場合、その修繕及び保守計画に参加してアドバイスなどをするため、建築情報・設備情報などに関心がある。
- ⑦リニューアル事業者：リニューアル事業者は施設のリニューアル計画を立てるため、建築・施設リニューアル情報を必要とする。
- ⑧行政：現在、P施設ではCO2排出量により、税金を払わなければならないので、行政の立場としてはCO2排出量を把握することを一番の目的とする。
- ⑨ESCO等：ESCO等は施設のエネルギー削減量にともなって利益が発生するので、エネルギー使用量の把握及び削減を目的とする。
- ⑩保険会社：保険会社は施設の安全性の確保のため、施設の構造が把握できる図面や施設全体の劣化状況に関心がある。
- ⑪エネルギー供給会社(電力・ガス・DHC)：エネルギー供給会社は施設のエネルギー使用量及び節約に関心がある。

表3-1. P施設に関するステークホルダーと施設情報の関係

ステークホルダー	目的	P施設から収集可能な情報	可視化	情報の記録蓄積
オーナー	LCC削減	エネルギー使用量	●	●
	エネルギー削減			
	CO2排出量削減	CO2濃度	●	●
	室内快適性増加	室内温湿度	●	●
		CO2濃度	●	●
	メンテナンス コスト削減	機器台帳		●
		設備劣化状況		△
		建築劣化状況		△
施設管理者 (維持管理・消防・警備・セキュリ ティー等)	エネルギー削減	エネルギー使用量	●	●
	建物維持管理	設備運転状況	●	●
		機器運転スケジュール	●	△
		設備劣化状況		△
		機器台帳		●
		図面情報		●
	室内快適性増加	外気温湿度	●	●
		室内温湿度	●	●
		CO2濃度	●	●
テナント	光熱費削減	エネルギー使用量	●	●
	室内快適性増加	室内温湿度	●	●
		CO2濃度	●	●
一般ユーザー	室内快適性増加	室内温湿度	●	●
		CO2濃度	●	●

<p>コンサルタント (省エネ・中長期保全)</p>	LCC削減	エネルギー使用量	●	●
	省エネルギー化			
	CO2排出量削減	CO2濃度	●	●
	室内快適性増加	内外温湿度	●	●
	中長期保全計画	図面情報		●
		機器台帳		●
		設備運転状況	●	●
		機器運転スケジュール	●	△
		設備劣化状況		△
		建築更新履歴		△
<p>元設計者 元施工者</p>	建物	図面情報		●
		建築更新情報		△
	設備	エネルギー使用量	●	●
		図面情報		●
		機器台帳		●
<p>リニューアル 事業者</p>	建築 リニューアル	図面情報		●
		建築更新情報		△
	設備 リニューアル	図面情報		●
		機器台帳		●
		設備運転状況	●	●
		設備劣化状況		△
行政	CO2排出量把握	CO2濃度	●	●
ESCO等	エネルギー削減	エネルギー使用量	●	●
		外気温湿度	●	●
		室内温湿度	●	●
		設備運転状況		●
		設備劣化状況		△

保険会社	安定性確認	図面情報		●
		設備劣化状況		△
		建築劣化状況		△
エネルギー供給会社 (電力・ガス・DHC)	エネルギー請求 エネルギー契約	エネルギー使用量	●	●

凡例 ●:実施されている、△:一部実施されている、空欄:実施されていない

●出所：野城智也 (2005)

自動認識情報敷設による建築ライフサイクル価値向上のための枠組に関する基礎的考察

日本建築学会計画系論文集 p119～125

●出所：馬郡文平 (2005)

建物データ・リアルタイムモニタリング・システムの開発

日本建築学会技術報告集 p379～384

●出所：馬郡文平 (2013)

既存建物における省エネルギー・CO2削減のためのリアルタイムモニタリング及び最適化制御に関する開発研究

博士学位論文 p24, p41

●出所：孫ミンギョ、馬郡文平、野城智也 (2014)

大規模コンベンションセンターにおけるマルチステークホルダーが必要とする施設情報の分類に関する研究

日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 2014. 9, ISSN 1883-9363

### 3. 3 モニタリングシステムとステークホルダーの関係

P施設に設置されているモニタリングシステムにより、計測情報を分類し、代表的な収集情報と各々のステークホルダーが必要とする要求事項との関係性を示す。(表3-2)

これにより、ステークホルダーがどのような計測情報を活用できるかが分かる。

表3-2のステークホルダー中でモニタリングシステムのデータを利用する代表的な項目としては、施設管理者・コンサルタント・元設計者元施工者・リニューアル事業者・ESCOなどである。

施設管理者やコンサルタントはP施設のモニタリングシステムのすべてのデータを要求していることがわかる。

元設計者・元施工者・リニューアル事業者はすべてのデータを利用するのに、その必要性が高くはないことが判別される。

ESCOの場合、その特性の上、環境系・運転系よりエネルギーのデータの必要性が高くなっている。

また、各々のステークホルダーの間で、必要性を評価した同じモニタリングデータに関しても、異なるステークホルダーにより、異なる必要性が存在していることが分かる。

●出所：飯田智彦 (2008)

モニタリングデータを活用したファシリティマネジメントのあり方に関する研究

東京大学2008年度修士論文

●出所：孫ミンギョ、馬郡文平、野城智也 (2014)

大規模コンベンションセンターにおけるマルチステークホルダーが必要とする施設情報の分類に関する研究

日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 2014. 9, ISSN 1883-9363



表3-2. P施設のモニタリング項目とステークホルダーが必要とする項目の関係

分類	P施設のモニタリング項目	ステークホルダー										
		オーナー	施設管理者	テナント	一般ユーザー	コンサルタント	元設計者 元施工者	リニューア ル事業者	行政	ESCO	保険会社	エネルギー供 給会社
環境系	外気温度		●			●	△	△				
	外気湿度		●			●	△	△				
	室内温度		●	●	●	●	△	△		△		
	室内湿度		●	●	●	●	△	△		△		
	室内給気排気 湿度		●	●	●	●	△	△		△		
	CO2濃度		●	●	●	●	△	△	●	△		
エネルギー系	受変電電力量		●			●	△	△		●		●
	用度別電力量		●			●	△	△		●		
	部室別電力量		●			●	△	△		●		
	用度別消費熱量		△			●	△	△		●		
	用度別 消費蒸気量		△			●	△	△		●		
	電力率		△			●	△	△				
	ガス使用量		●			●	△	△		●		●
	水使用量		●			●	△	△		●		●
	用度別冷水温度		△			●	△	△		●		
	DHC冷水		●			●	△	△		●		●
	DHC蒸気		●			●	△	△		●		●
運転系	機器運転状況 (スケジュール)		●	●		●	△	△		●		
	機器消費蒸気量		●			●	△	△		●		
	機器消費熱量		●			●	△	△				
	機器給気排気 温度		●			●	△	△				
	熱源機器用 水温度		●			●	△	△		△		
	熱源機器温度		●			●	△	△		△		
	空調機関連温度		●			●	△	△		△		
その他		(●)		(●)		(●)	(△)	(△)	(△)		(△)	

その他の項目では、見える化になっていないが、必要性がある項目として、エネルギー費用、COP(機器の劣化状況)、安全(火災など)、CO2排出量などを含む。 凡例：●：必要性が高い、△：やや必要、( )：今後活用されるべき項目、空欄：必要ではない

### 3. 4 小結論

3章では、P施設に関する図面・機器台帳・BEMS・モニタリングシステムに関わる情報の流れやその定義について示した。図面には、施設の新築のときの情報が入ってその情報から機器台帳が作られた。その情報や新築時に設置されBEMSから省エネルギー改善や中長期計画に必要な情報をモニタリングシステムの可視化を通じてステークホルダーに伝えるようになっている。その中で機器台帳の場合、その事例を参考として一部の説明を記入した。

P施設に直接関係を持つ各種ステークホルダーを選択し、その定義やP施設での役割を示した。

ステークホルダーがP施設に保管されている情報中で要求している情報を整理し、モニタリングシステムにより可視化されている情報の整理を行った。

また、P施設のモニタリングシステムの可視化項目とステークホルダーが必要とする項目との関係を明らかにした。モニタリング項目の分類は大きく環境系・エネルギー系・運転系からなり、ステークホルダーの項目は、P施設に関係を持つ11項目からなる。

## 4. モニタリングシステムと計測ポイントの分類

- 4. 1 一般的な施設にかかわるの概要
  - 4. 1. 1 P施設の概要
  - 4. 1. 2 P施設の問題点
- 4. 2 P施設におけるモニタリングシステム
- 4. 3 P施設における分析時期の選定
- 4. 4 3つの施設における計測ポイントの分類
  - 4. 4. 1 対象施設の計測項目及び比較
  - 4. 4. 2 分析から除外したポイント
- 4. 5 P施設における計測ポイントの分類
  - 4. 5. 1 環境系
  - 4. 5. 2 エネルギー系
  - 4. 5. 3 運転系
  - 4. 5. 4 その他
- 4. 6 小結論



#### 4. 1 一般的な施設にかかわる概要

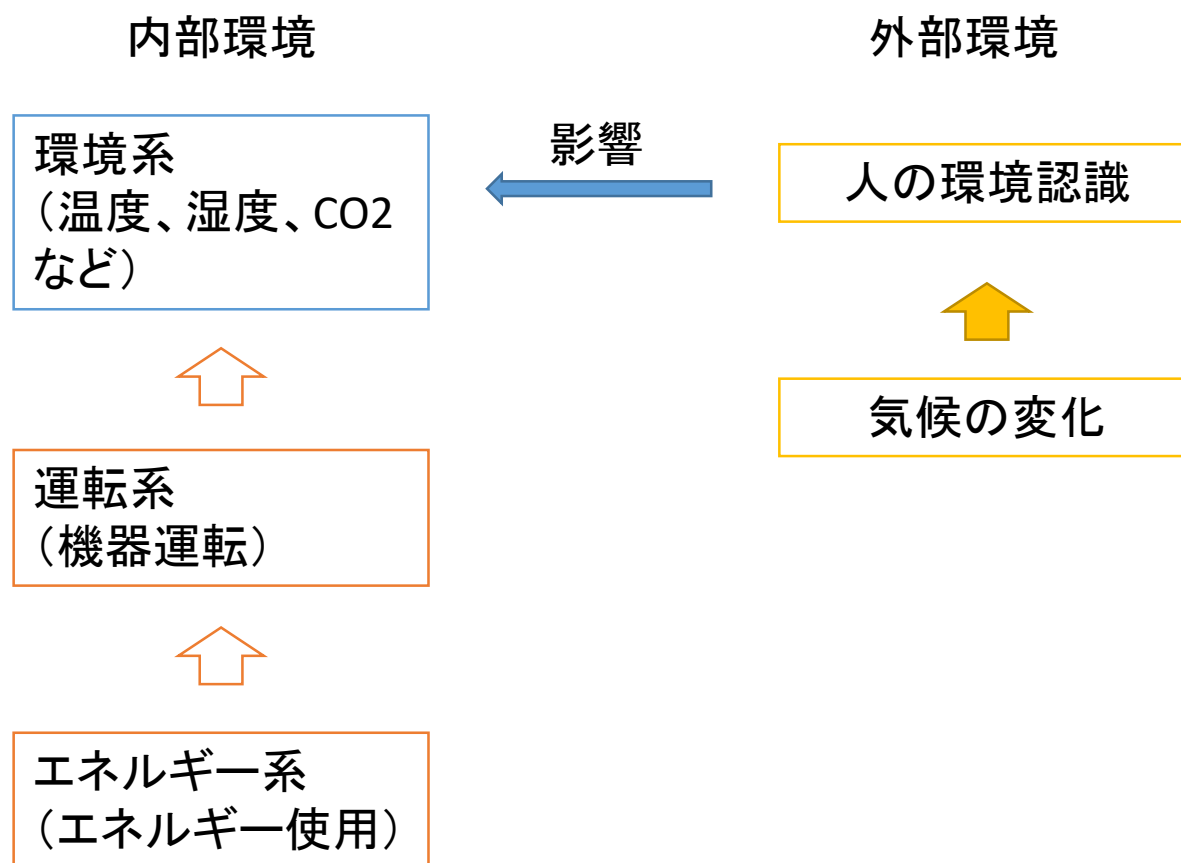


図4-1. 計測ポイントの基準による関係図

「図4-1」は、分析対象とするポイントのグループ(その他は除外)を、環境系、エネルギー系、運転系として分類した概念図であり、自然環境による快適な室内環境を維持するための説明を図として示している。つまり、外部の気温、日照量、降水量のような気候条件の変化により、人は室内環境の変化を認識する。外部の環境条件と室内の快適性と関連性を考慮して室内の環境を設定することになる。そして、人の活動が可能になる室内の環境条件のレベルを様々な設備機器などを利用して設定し、それらを維持するため、エネルギーを使用するものとする。

#### 4. 1. 1 P施設の概要

P施設は、Y市にあり、延床面積約23万㎡の大規模複合施設である。

正式名称はY国際平和会議場であり、運営は株式会社Y国際平和会議場、代表的な用途としては敷地内にホテル棟（約72万㎡）、国立ホール棟（約16万㎡）、会議センター棟（31万㎡）、展示ホール棟（約52万㎡）の各棟があり、地下駐車場（約47万㎡）、国際協力センター（約8万㎡）連結して配置されている。

会議センター・ホテル・展示ホールⅠは1991年に竣工し、国立大ホール・展示ホールⅡは1994年に竣工した。

新築の時、施設管理のためBEMS(building energy management system)が設置され、中央監視室でデータの蓄積を行ってきた。蓄積データの数は約8000～9000ポイントであった。

その後、施設の省エネルギー計画や中長期保全計画を立てるため、2010年から新たなエネルギー監視機器やモニタリングシステムを投入し、蓄積されているデータから1032の計測ポイントを外部のサーバーに改めて蓄積しながら、演算機器を使って417ポイントの演算データを生成した。演算データとしては、施設で計測したポイントに関して、データの使用量を積算したことである。そして計測する1032ポイントや演算する417データを省エネルギー計画や中長期保全計画に関するステークホルダーに可視化した。

#### 4. 1. 2 P施設の問題点

P施設ではBEMSを利用して8000～9000ポイントを計測しても適切な管理ができず、新たな省エネルギー計画や中長期保全計画を立てるのにポイントの数が多すぎたため、省エネルギー計画や中長期保全計画に直接関係があるポイントを選ぶ必要があった。

そして、2010年から新たなモニタリングシステムの導入が実施された。

## 4. 2 P施設におけるモニタリングシステム

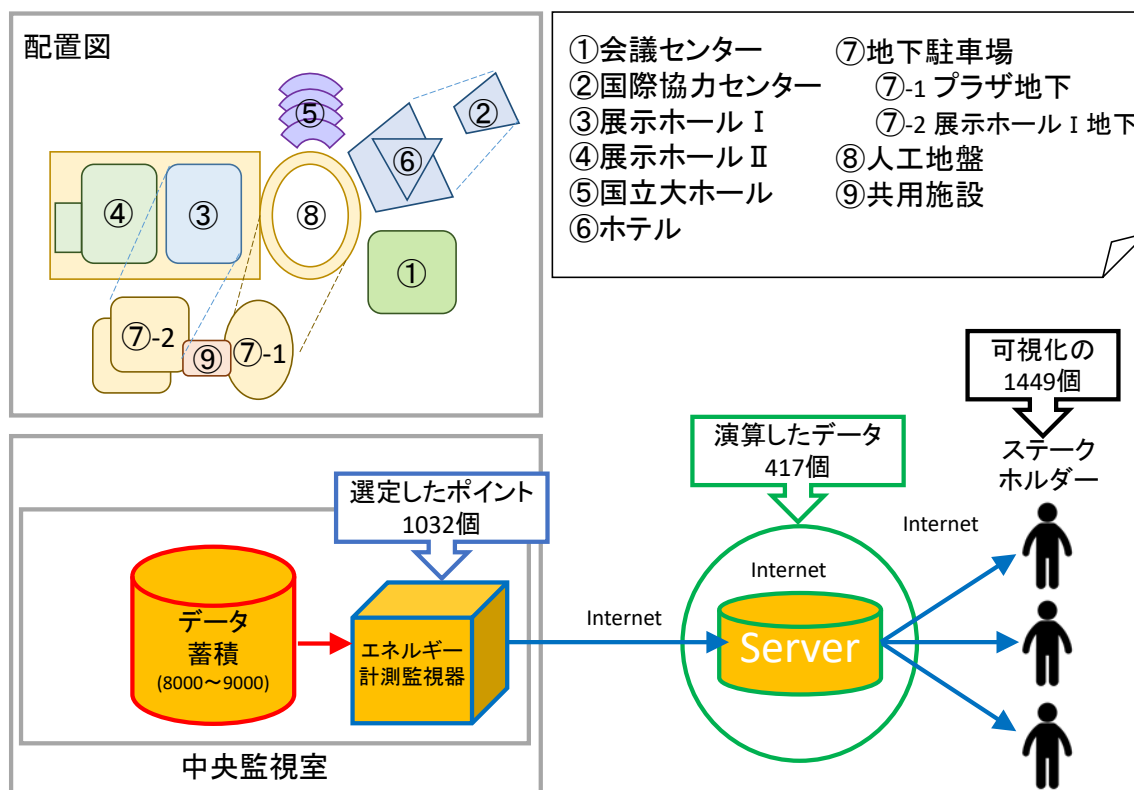


図4-2. P施設におけるモニタリングシステムの仕組み

P施設は大きく9箇所に分けられる。その中、共用施設では新築のときからBEMSが設置され、中央監視室があり、そこで約8000~9000ポイントのデータを蓄積している。しかし、データの量が多すぎるし、2010年に始まった省エネルギー計画や中長期保全計画のためあまり役に立たなかったため、新たなモニタリングシステムの新たなエネルギー監視機器を設置し、1032の計測ポイントを選んで、省エネルギー計画や中長期保全計画で利用している。しかし、データの流動性を高めるため、外側のインターネットサーバーを設置し、また3年以上のデータを蓄積している。(図4-1)

しかし、1032の計測ポイントは積算データではなく、リアルタイムデータなので、エネルギーなどの使用量を把握するため、サーバーと演算機器との連動を行い、積算数値の417の演算データを改めて連動させた。

最後のユーザー側のステークホルダーはリアルタイムの1032ポイントや演算した417データを合わせ、可視化することが可能である。

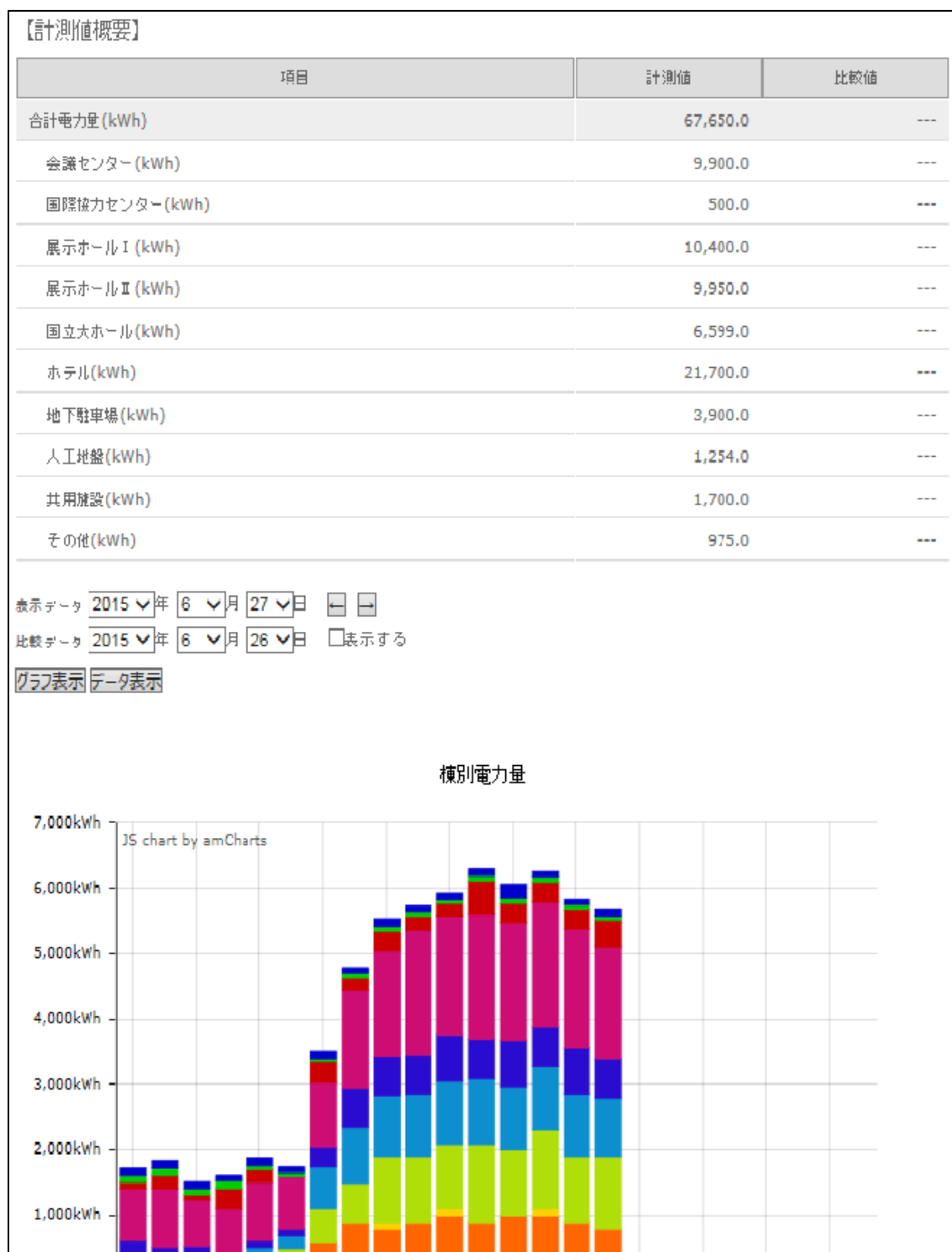


図4-3. モニタリングシステムによる可視化のWEB画面



ユーザー側のステークホルダーには、インターネットでIDやPASSWORDを入力して接続すると「図4-3」ように計測ポイント1032個や演算データ417個の可視化グラフや数値を見ることが可能である。この画面では、図4-3で示した施設の建物9箇所の温度・湿度など、CO2電力・ガス・冷水・蒸気など、及び機器などの設備に関する情報などが確認できる。

表4-1. 計測システムのデータリスト(一部)


No	Table_Name	負荷名称		備考
1	moni00021_c001_p100201	[000.5118.01] 展示ホール 外気温度	℃	
2	moni00021_c001_p100202	[000.5118.03] 展示ホール 外気露点温度	℃	
3	moni00021_c001_p100301	[000.5597.01] 展示ホールⅡ期 外気温度	℃	
4	moni00021_c001_p100401	国立大ホール OA-T 外気温度	℃	
5	moni00021_c001_p101201	[000.5118.02] 展示ホール 外気湿度	%	
6	moni00021_c001_p101301	[000.5597.02] 展示ホールⅡ期 外気湿度	%	
7	moni00021_c001_p101401	国立大ホール OA-H 外気湿度	%	
8	moni00021_c001_p121201	[000.5153.07] 展示ホール 降雨信号		雨:1
9	moni00021_c001_p130261	[000.5119.04] 展示ホール A11室温	℃	
10	moni00021_c001_p130262	[000.5119.05] 展示ホール A12室温	℃	
11	moni00021_c001_p130202	[000.5121.19] 展示ホール AC-402 室内温度	℃	
12	moni00021_c001_p130263	[000.5119.02] 展示ホール AM1室温1	℃	
13	moni00021_c001_p130264	[000.5119.01] 展示ホール AM1室温2	℃	
14	moni00021_c001_p130265	[000.5119.06] 展示ホール AM2室温1	℃	
15	moni00021_c001_p130266	[000.5119.07] 展示ホール AM2室温2	℃	
1442	moni00021_c001_p680102	[000.4201.15] 会議センター 6Fレストラン AC-127 蒸気量(差分)		演算
1443	moni00021_c001_p680103	[000.4201.16] 会議センター 6Fレストラン・厨房 蒸気量(差分)		演算
1444	moni00021_c001_p680201	[000.5112.07] 展示ホール 還水タンク投入蒸気量(差分)		演算
1445	moni00021_c001_p680202	[000.5121.24] 展示ホール AC-402 アッティモ 蒸気量(差分)		演算
1446	moni00021_c001_p680203	[000.5124.09] 展示ホール AC-407 ダンゼロ 蒸気量(差分)		演算
1447	moni00021_c001_p711101	冷水デマンド予測値		
1448	moni00021_c001_p711201	蒸気デマンド予測値		

「図4-3」ように一般ステークホルダー用のWEB可視化システム以外に、データをそのまま数値でダウンロードツールを利用してダウンロードすることも可能である。「表4-1」は、1032個の計測ポイントと417個の演算データリストであり、モニタリングシステムのサーバーに接続するとき、ユーザー側がIDやPASSWORDを入力して接続すると、各ポイントに固有番号があり、CSVファイルで数値データをダウンロードすることが可能である。

## 4. 3 P施設における分析時期の選定

表4-2. Y地域の基準の選定方法

2009年～2013年					
年	気温(°C)				
	平均			最高	最低
	日平均	日最高	日最低		
2009	16.3	20	13.3	33.3	0.4
2010	16.5	20.5	13.3	35.6	-0.3
2011	16.3	20.3	13.1	35.2	-1.3
2012	15.8	19.8	12.7	34.8	-1.9
2013	16.6	20.6	13.3	37.4	-0.5



2013年					
月	気温(°C)				
	平均			最高	最低
	日平均	日最高	日最低		
1	5.4	9.6	1.8	14.5	-0.5
2	5.8	10	2.4	20.3	-0.4
3	12	16.6	8.1	24.5	3
4	14.8	19	10.6	24.5	5.1
5	19.1	23.5	15.5	27.5	9.1
6	22	25.7	19.4	30.3	14.8
7	26.3	30.4	23.5	35.3	20
8	28.4	32.7	25.3	37.4	19.6
9	24.5	28.4	21.3	34.3	15.1
10	19.4	22.6	16.8	30.8	12.2
11	13.2	17.1	9.6	21.9	4.4
12	8.2	12	4.7	17.7	1.1

本論文で決めた分析時期の選定基準は、Y市の気象庁で2009年から2013年の5年間測定した温度を基準とした。そして、日平均温度が一番高かった年は2013年で16.6°Cだった。ここで2013年では、8月の日平均温度が28.4°Cで一番高かったため、8月1日から31日までの1ヶ月を選定した。日平均温度が一番高かった2013年8月を分析対象として選定した理由は、快適な環境を作るため、エネルギーを非常に使用すると考え、計測ポイントのデータが大きく変動すると判断したためである。(表4-2)

表4-3. P施設の5年間電力使用量

	電力使用量(kWh)				
	2010	2011	2012	2013	2014
1月	2,078,160	2,311,680	2,177,760	2,199,600	2,070,720
2月	2,119,920	2,208,000	2,152,080	2,085,600	2,280,960
3月	2,333,040	1,883,071	2,235,840	2,374,320	2,486,400
4月	2,196,720	1,735,440	2,147,280	2,245,680	2,294,100
5月	2,356,560	2,096,640	2,239,440	2,353,920	2,465,760
6月	2,290,320	2,131,200	2,223,120	2,344,560	2,439,120
7月	2,490,720	2,108,640	2,394,240	2,453,520	2,539,440
8月	2,482,560	2,053,920	2,459,280	2,505,840	2,646,480
9月	2,525,572	2,185,920	2,395,680	2,390,160	2,405,280
10月	2,477,520	2,333,280	2,347,920	2,381,040	2,467,680
11月	2,140,062	2,238,240	2,294,400	2,309,520	2,356,320
12月	2,454,000	2,342,160	2,351,040	2,314,560	2,440,560
年計	27,945,154	25,628,191	27,418,080	27,958,320	28,892,820

ちなみに、8月の電力使用量の場合も、「表4-3」のように2,505,840kWhで相当高かった。外気温度が一番高い時期を選定した理由は、一般的には外気温度が高いほど施設ではエネルギー使用量が増加するケースが多いと考えためである。

## 4. 4 3つの施設における計測ポイントの分類

表4-4. P・L・I施設における計測ポイントの分析

P施設							L施設							I施設							
区分	番号	分類	トータル ポイント 数	分析対象 ポイント 数	期間係数 計算不可	除外対象 ポイント数	番号	分類	トータル ポイント 数	分析対象 ポイント 数	期間係数 計算不可	除外対象 ポイント数	番号	分類	トータル ポイント 数	分析対象 ポイント 数	期間係数 計算不可	除外対象 ポイント数			
環境系	1	外気温度	3	3	0	0	1	外気温度	1	1	0	0	1	外気温度	1	1	0	0			
	2	外気湿度	3	1	0	0	2	外気湿度	1	1	0	0	2	外気湿度	1	1	0	0			
	3	室内温度	40	38	1	2	3	室内温度	7	4	3	0	3	室内温度	7	7	0	0			
	4	室内湿度	6	5	0	1	4	室内湿度	7	4	3	0	4	室内湿度	7	7	0	0			
	5	CO2濃度	3	1	0	2	5	CO2濃度	0	0	0	0	5	CO2濃度	14	14	0	0			
	6	PMV	0	0	0	0	6	PMV	4	4	0	0	6	PMV	7	7	0	0			
小計							54	49	1	5	小計							20	14	6	0
1	実発電電力量	1	1	0	0	1	実発電電力量	1	1	0	0	1	実発電電力量	1	1	0	0				
2	用度別電力量	21	18	0	0	2	用度別電力量	0	0	0	0	2	用度別電力量	21	21	0	0				
3	電力率	21	20	3	1	3	電力率	0	0	0	0	3	電力率	0	0	0	0				
4	ガス使用量	7	3	0	4	4	ガス使用量	0	0	0	0	4	ガス使用量	7	7	0	0				
5	冷水使用量	6	3	0	0	5	冷水使用量	0	0	0	0	5	冷水使用量	0	0	0	0				
6	蒸気使用量	8	2	0	2	6	蒸気使用量	0	0	0	0	6	蒸気使用量	0	0	0	0				
7	水使用量	61	34	0	16	7	水使用量	0	0	0	0	7	水使用量	0	0	0	0				
8	用度別冷水熱量	18	12	0	0	8	用度別冷水熱量	0	0	0	0	8	用度別冷水熱量	0	0	0	0				
9	用度別温水熱量	1	1	1	0	9	用度別温水熱量	0	0	0	0	9	用度別温水熱量	1	0	0	1				
10	用度別通温水温度	0	0	0	0	10	用度別通温水温度	0	0	0	0	10	用度別通温水温度	22	22	0	0				
11	用度別冷水流量	3	1	0	0	11	用度別冷水流量	0	0	0	0	11	用度別冷水流量	3	3	0	0				
12	用度別温水流量	6	3	0	2	12	用度別温水流量	0	0	0	0	12	用度別温水流量	0	0	0	0				
13	機器別電力電力量	123	116	0	7	13	機器別電力電力量	3	3	0	0	13	機器別電力電力量	0	0	0	0				
14	機器別動力電力量	75	58	0	17	14	機器別動力電力量	3	3	0	0	14	機器別動力電力量	21	21	0	0				
15	機器別電力量	72	71	0	1	15	機器別電力量	0	0	0	0	15	機器別電力量	0	0	0	0				
16	機器消費蒸気量	6	1	0	5	16	機器消費蒸気量	0	0	0	0	16	機器消費蒸気量	0	0	0	0				
17	COP	0	0	0	0	17	COP	0	0	0	0	17	COP	8	6	0	2				
18	エンタルピー	0	0	0	0	18	エンタルピー	0	0	0	0	18	エンタルピー	8	8	0	0				
小計							403	344	4	55	小計							92	89	0	3
1	空調機温度設定	45	42	7	2	1	空調機温度設定	10	0	1	9	1	空調機温度設定	0	0	0	0				
2	空調機モード指令	0	0	0	0	2	空調機モード指令	22	14	8	0	2	空調機モード指令	7	7	0	0				
3	空調機速度設定	6	5	0	1	3	空調機速度設定	0	0	0	0	3	空調機速度設定	0	0	0	0				
4	空調機給気温度	28	28	0	0	4	空調機給気温度	0	0	0	0	4	空調機給気温度	0	0	0	0				
5	空調機レターン温度	18	18	0	0	5	空調機レターン温度	0	0	0	0	5	空調機レターン温度	0	0	0	0				
6	空調機送気温度	6	6	0	0	6	空調機送気温度	0	0	0	0	6	空調機送気温度	0	0	0	0				
7	空調機還気温度	5	5	0	0	7	空調機還気温度	0	0	0	0	7	空調機還気温度	0	0	0	0				
8	空調機吸込温度	0	0	0	0	8	空調機吸込温度	15	8	0	7	8	空調機吸込温度	0	0	0	0				
9	空調機解凍温度	6	6	0	0	9	空調機解凍温度	0	0	0	0	9	空調機解凍温度	0	0	0	0				
10	熱源機器用水温度	6	6	0	0	10	熱源機器用水温度	0	0	0	0	10	熱源機器用水温度	0	0	0	0				
11	熱源機器温度	22	21	21	1	11	熱源機器温度	0	0	0	0	11	熱源機器温度	1	0	0	1				
12	用度別冷水温度	10	10	0	0	12	用度別冷水温度	0	0	0	0	12	用度別冷水温度	0	0	0	0				
13	デマンド関連	0	0	0	0	13	デマンド関連	3	3	0	0	13	デマンド関連	3	1	0	2				
14	水蓄熱	0	0	0	0	14	水蓄熱	0	0	0	0	14	水蓄熱	2	0	0	2				
15	冷凍水二次ポンプ電力量	0	0	0	0	15	冷凍水二次ポンプ電力量	0	0	0	0	15	冷凍水二次ポンプ電力量	1	0	0	1				
16	負荷 (BCU)	0	0	0	0	16	負荷 (BCU)	0	0	0	0	16	負荷 (BCU)	12	10	0	2				
小計							179	147	28	4	小計							26	18	0	8
1	機器運転状況	355	0	0	0	1	機器運転状況	56	24	8	24	1	機器運転状況	13	13	0	0				
2	共用施設送水温度	1	0	0	0	2	共用施設送水温度	0	0	0	0	2	共用施設送水温度	0	0	0	0				
3	展示ホール 外気露点温度	1	0	0	0	3	展示ホール 外気露点温度	0	0	0	0	3	展示ホール 外気露点温度	0	0	0	0				
4	展示ホール 露点値	1	0	0	0	4	展示ホール 露点値	0	0	0	0	4	展示ホール 露点値	0	0	0	0				
5	発電機関連	6	0	0	0	5	発電機関連	0	0	0	0	5	発電機関連	0	0	0	0				
6	国立大ホール床温度	2	0	0	0	6	国立大ホール床温度	0	0	0	0	6	国立大ホール床温度	0	0	0	0				
7	SCS状況	17	0	0	0	7	SCS状況	0	0	0	0	7	SCS状況	0	0	0	0				
8	会議センター雨水排水水量	1	0	0	0	8	会議センター雨水排水水量	0	0	0	0	8	会議センター雨水排水水量	0	0	0	0				
9	会議センター雨水処理量	1	0	0	0	9	会議センター雨水処理量	0	0	0	0	9	会議センター雨水処理量	0	0	0	0				
10	共用設備 T2二次電力	2	0	0	0	10	共用設備 T2二次電力	0	0	0	0	10	共用設備 T2二次電力	0	0	0	0				
11	インバータ 回転数	2	0	0	0	11	インバータ 回転数	0	0	0	0	11	インバータ 回転数	0	0	0	0				
12	インバータ 周波数	2	0	0	0	12	インバータ 周波数	0	0	0	0	12	インバータ 周波数	0	0	0	0				
13	契約電力	0	0	0	0	13	契約電力	1	0	0	1	13	契約電力	0	0	0	0				
14	目標電力	0	0	0	0	14	目標電力	1	0	0	1	14	目標電力	0	0	0	0				
15	人工知能制御状態	0	0	0	0	15	人工知能制御状態	39	1	0	38	15	人工知能制御状態	0	0	0	0				
小計							391	0	0	0	小計							13	13	0	0
合計							1027	539	33	64	合計							168	157	0	11

表4-5. 表4-4の凡例(色の区分)

色	意味
	個数・分類
	トータルポイント数
	分析対象ポイント数
	相関係数計算不可
	除外対象ポイント数

「表4-4」は、対象施設のP施設を基準としたP・L・I施設における計測ポイントの分析である。

まず、計測ポイントの性質により、環境系、エネルギー系及び運転系で大区分を行った。つづいて、詳細により簡単に項目を作成した。項目のみ確認しても属する計測ポイントの種類が推定できるように分類を行った。

緑色の欄は、各施設の計測ポイントのトータル個数であり、黄色の欄は実際に本論文で相関分析を行う計測ポイントの個数である。水色とオレンジ色の場合、分析から除外したポイントとして、その代表的なポイントとその原因を記録している。最終に赤色の欄は、各系の小計と合計を示している。(表4-5)

#### 4. 4. 1 対象施設の計測項目及び比較

##### 1) 環境系の比較

外気温湿度は、3つの施設に共通して計測されている。室内温湿度も同様であるが、L施設(14ポイント)、I施設(14ポイント)と比べた場合、大規模複合施設であるP施設は多くの空間・付属室を有するため、約3.5倍(46ポイント)もの計測ポイントがある。また、L施設とI施設の場合、室内の快適性を分析するため、PMVのポイントが付加されている。PMVのデータは、実際に計測している温湿度のデータをもとにある想定で算出された一種の演算データである。(表4-4)

##### 2) エネルギー系の比較

エネルギー系の場合、施設により計測ポイント各分類項目の有無、および計測ポイント数の違いが顕著である。P施設の場合、規模が大きいため、電灯電力量(123ポイント)、動力電力量(75ポイント)、機器別電力量(72ポイント)のポイント数が特に多い。(表4-4)

##### 3) 運転系の比較

P施設は、空調機温度設定(45ポイント)と空調機給気温度(28ポイント)に関して、他の項目より格段に多いポイント数がある。しかし、空調機関連機能を一括してコントロールする空調機モード指令センサーを用いているL施設、I施設では、給気温湿度・還気温湿度・レターン温湿度などをそれぞれ計測する必要がないため、それぞれ22ポイント、7ポイントの計測にとどまっている。また、I施設は熱源として氷蓄熱システムを使用するため、冷暖房負荷(12ポイント)の計測ポイントが加わっている。(表4-4)

#### 4) その他の比較

P施設の「その他」に含まれている項目の特徴は、施設内部にあるBEMSの状況モニターに表示される連続した変量ではなく、オン／オフなどである。その理由で、P施設の相関分析の項目では、その他を抜き、「環境系」・「エネルギー系」・「運転系」の項目のみ、分析対象とした。次に述べるように、これらは分析から除外されてしまうため、他の計測ポイントとの関連を相関係数によらずに分析・表現する手法が必要である。(表4-4)

P施設におけるポイントのトータルリストは、1449個として蓄積され、その中リアルタイムで計測ポイントは1032個である。ここで、計測ポイント1032個中で、演算して蓄積されているデータは417個である。

### 4. 4. 2 分析から除外したポイント

#### 1) 計測ポイントのフィルタリング

まず、最初の作業として、データフィルタリング(計測ポイントの除外)を行う。つまり、施設における効率的な維持管理のため、モニタリングシステムと繋がる計測センサーが設置されているのに、施設の稼働方法により、センサー設置の初期目的(場所、機能、種類など)とは異なるデータが計測される場合がある。例えば、施設運営の上で変動があり、「計測の必要性」、「空間の未使用」、「用途の変更」、「センサーの破損」などの様々な理由があると考えられる。そして、計測ポイント間の相関分析として、利用しても意味をもたない計測ポイントがある。

除外した計測ポイントのデータを確認した結果、下記のような原因があった。(表4-6)

表4-6. 計測データにおけるフィルタリングの基準

	基準	理由
①	計測値一致	1ヵ月間同じ数値が継続する場合
②	一部未計測	センサー不良と推定
③	計測値0	0以外の数値が計測されるはずなのに0となる場合
④	計測値不良	数値が+になるはずのポイントが-になる場合
⑤	未計測	データが全く存在しない場合

計測ポイントの数は最も多いP施設で1032個、L施設は174個、I施設は168個になり、全体に占める除外ポイントの割合は、P、L、I施設でそれぞれ47.7%、59.1%、6.5%であった。

#### 2) フィルタリングされた計測ポイントの対策方法

施設に関する省エネルギー改善及び施設の維持管理計画をたてるために必ず得るべきデータを持つ計測ポイントが、ある原因で損失する場合があると考えられる。本論文では、損失したデータを持つ計測ポイントについて、相関分析の対象としてフィルタリングを行い、その原因を「表4-6」のように整理を行った。

しかし、フィルタリングを行った計測ポイントの中で、元の正しいデータを計測したセンサー「表7-2」のような原因で、データの損失が生じたのであるとすれば、本論文では、その問題に対し、現時点での2つの方法を下記のとおり提案する。

①技術的な方法：計測ポイントのリストで、センサーの設置場所を確認し、除外条件の5つの中でどのような原因で除外されたのかを確認する。その後、計測ポイントのリスト(4章の4.4.3の表4-1)に示した場所名や設置場所のとおり、直接、施設を訪問し、原因を探しながら修理を行う方法を提案する。

②学術的な方法：フィルタリングされたセンサーと同一の場所、他は同一の機能をするセンサーのデータに関する「クラスター化」や「構造化」の分析をつうじて、除外されたセンサーからの正しいデータを推定し、相関を把握する方法を提案する。

しかしながら、これは画一的な解決方法である。本論文で提案する方法が、施設の用途や稼働の有無により、どのようなセンサーが、どのようなセンサーと、どのような関係を持つのかを分析する必要があるので、施設の計測ポイントに対して、計測ポイントにおける大略的なセンサーの再設定が必要であると判断した。ここで相関関係の分析を利用すると、計測センサー間の関係性が把握でき、センサーの設置計画に役に立つと判断する。

結局、省エネルギー改善及び施設の維持管理のため、本論文では、相関関係における分析の方法を利用した。しかしながら、「クラスター化」及び「構造化」をより正確に分析をするためには、「表7-2」のような原因を持つフィルタリングされたデータに関して、明確な解決方法を示す必要があると判断した。

## 4. 5 P施設における計測ポイントの分類

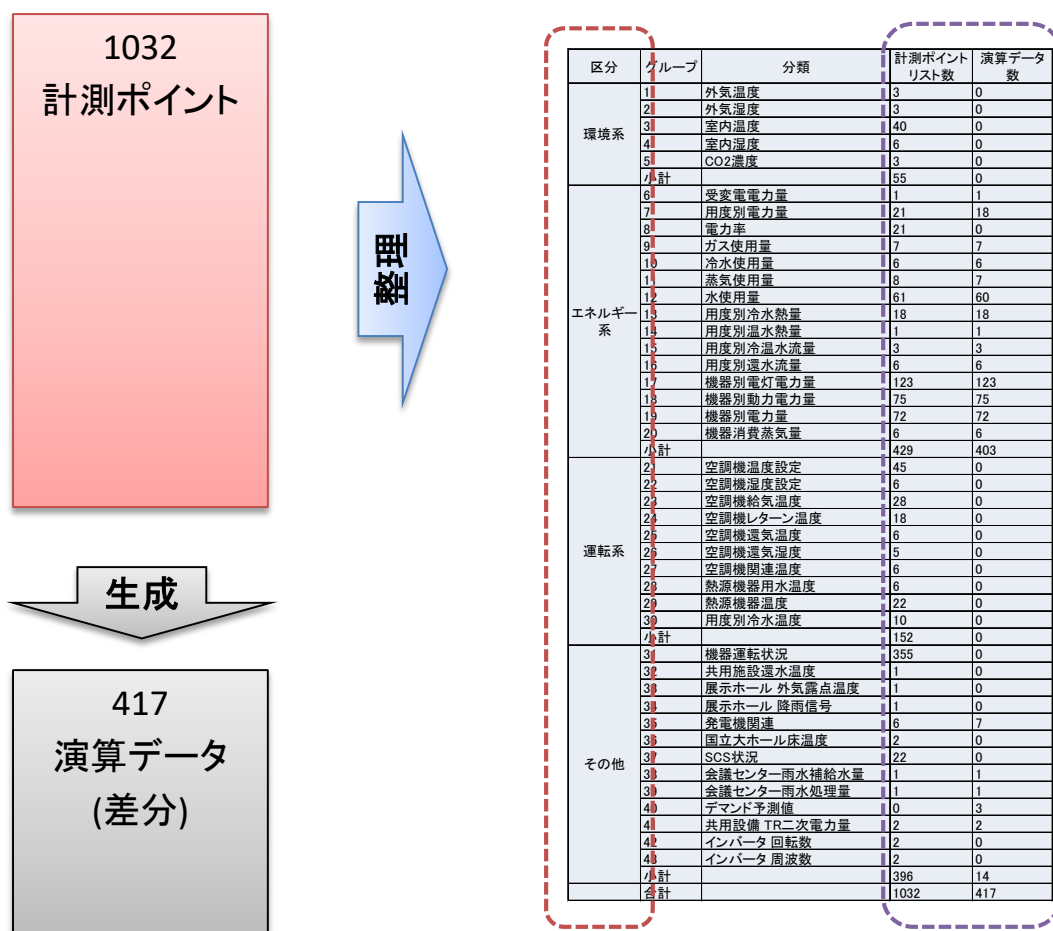


図4-4. P施設における計測ポイントのグループ化

P施設における計測ポイントは、「図4-4」のように連算機器を通じ、1302ポイントから417ポイントの計測値を循環使用量として、計算し、ユーザー側に可視化している。その目録としては、電力・ガス・冷水・蒸気などのエネルギー系のポイントが多い。

本論文では、計測ポイントから計算が難しい場合、循環利用データとして、計算データとポイントとして利用する。

表4-7. P施設における計測ポイントの分類

区分	計測ポイントリスト数	演算データリスト数
環境系	55	0
エネルギー系	429	403
運転系	152	0
その他	396	14
合計	1032	417

「表4-7」は、4つの大グループに分け、リアルタイムで計測しているポイントの数やそこから演算して蓄積されるポイントの数を表示したものである。計測ポイントの1032個は、管理や比較及び分析のため、4つの大グループ(環境系、エネルギー系、運転系、その他)として下記のように分類を行った。

- ①環境系：施設を利用する上で、快適な環境を評価する。
- ②エネルギー系：環境構成のため、様々な機器の設定などを維持しながら、使用されるエネルギー量を測定する。
- ③運転系：外部の自然環境の変化と関係なく、持続的で快適な環境を作るための様々な種類の機器の設定及び設定状況を表示する。
- ④その他：設備や機器などの現状を表示する。

体表施設であるP施設に関しては、下記の「表4-8～表4-11」で整理を行った。



## 4. 5. 1 環境系

表4-8. P施設における環境系のポイントリスト

区分	グループ	分類	計測ポイントリスト数	演算データリスト数	蓄積ポイント
環境系	1	外気温度	3	0	3
	2	外気湿度	3	0	3
	3	室内温度	40	0	40
	4	室内湿度	6	0	6
	5	CO2濃度	3	0	3
	小計		55	0	55

室外の状況に示した室内の快適性などを計測する項目は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度、CO2濃度のように5項目になり、ポイントリスト中で実際に蓄積しているポイントの数は55ポイントである。(表4-8)

## 4. 5. 2 エネルギー系

表4-9. P施設におけるエネルギー系のポイントリスト

区分	グループ	分類	計測ポイントリスト数	演算データリスト数	蓄積ポイント
エネルギー系	1	受変電電力量	1	1	1
	2	用途別電力量	21	18	18
	3	電力率	21	0	21
	4	ガス使用量	7	7	7
	5	冷水使用量	6	6	3
	6	蒸気使用量	8	7	4
	7	水使用量	61	60	58
	8	用途別冷水熱量	18	18	12
	9	用途別温水熱量	1	1	0
	10	用途別冷温水流量	3	3	1
	11	用途別還水流量	6	6	5
	12	機器別電灯電力量	123	123	123
	13	機器別動力電力量	75	75	75
	14	機器別電力量	72	72	72
	15	機器消費蒸気量	6	6	6
	小計		429	403	406

施設全体における定量的なエネルギー使用量に関するポイントリストである。電力量、ガス使用量、冷水使用量、蒸気使用量、冷温水使用量、機器別動力使用量などがあり、15項目として分類し、ポイントリスト中で実際に蓄積しているポイントの数は406ポイントである。(表4-9)

## 4. 5. 3 運転系

表4-10. P施設における運転系のポイントリスト

区分	グループ	分類	計測ポイントリスト数	演算データリスト数	蓄積ポイント
運転系	1	空調機温度設定	45	0	44
	2	空調機湿度設定	6	0	6
	3	空調機給気温度	28	0	28
	4	空調機レターン温度	18	0	18
	5	空調機還気温度	6	0	6
	6	空調機還気湿度	5	0	5
	7	空調機関連温度	6	0	6
	8	熱源機器用水温度	6	0	6
	9	熱源機器温度	22	0	22
	10	用途別冷水温度	10	0	10
	小計		152	0	151

空調機器や熱源機器などの温度や設定状況を表示するポイントリストで、空調機温度設定、空調機給気温度、空調機レターン温度、熱源機器温度などの10項目であり、ポイントリスト中で実際に蓄積しているポイントの数は151ポイントである。(表4-10)

## 4. 5. 4 その他

表4-11. P施設におけるその他のポイントリスト

区分	グループ	分類	計測ポイントリスト数	演算データリスト数	蓄積ポイント
その他	1	機器運転状況	355	0	355
	2	共用施設還水温度	1	0	1
	3	展示ホール 外気露点温度	1	0	1
	4	展示ホール 降雨信号	1	0	1
	5	発電機関連	6	7	6
	6	国立大ホール床温度	2	0	2
	7	SCS状況	22	0	22
	8	会議センター雨水補給水量	1	1	1
	9	会議センター雨水処理量	1	1	1
	10	デマンド予測値	0	3	0
	11	共用設備 TR二次電力量	2	2	2
	12	インバータ 回転数	2	0	2
	13	インバータ 周波数	2	0	2
	小計		396	14	396

その他の項目としては、環境系、エネルギー系、運転系で属さず、定量的ではない施設における様々な設備や機器の現状を計測して演算する。大部分のポイントのデータは、onやoffを基準として、0や1で表示されている。項目としては、機器運転状況、降雨信号、発電機関連、インバータなどの13項目であり、ポイントリスト中で実際に蓄積しているポイントの数は396ポイントである。(表4-11)

## 4. 6 小結論

4章は、P施設の概要やBEMSに連結されているモニタリングシステム及びモニタリングシステムによるポイントリストの分類について示した。

まず、P施設は大規模複合施設で、会議施設・展示施設・ホール・ホテルなどが含まれて、最近気温が非常に高かった2013年8月の契約電力は4500kWで、ピーク電力は4368kWだった。さらに電力の使用量は2,505,840kWhだった。

P施設の大きな問題点としては、BEMSから8000～9000ポイントを計測しても適切な管理ができず、省エネルギー計画や中長期保全計画を立てるのが難しかった。そして2010年から新たなモニタリングシステムの導入が実施された。

P施設では、すでに8000～9000ポイントを計測し、データの蓄積を行っていたが、新たなモニタリングシステムを投入し、1分間隔のリアルタイムで可視化やデータのダウンロードをすることが可能になった。特に可視化システムによるグラフは、数値を同時に見ながら、一部予測することも可能になった。

ポイントの分類では、まず、計測時期の選定基準について示し、基準としては2009年から2013年間で気温が一番高かった2013年を選定し、さらに一番高かった月の8月を選定した。つづいて、1032個のポイントリストをエネルギー系・環境系・運転系・その他の大グループとして分類し、それぞれを詳細な項目に分けて、43項目で整理に整理した。



## 5. 計測ポイントにおける相関係数の計算方法

### 5. 1 相関関係の理解

#### 5. 1. 1 相関係数

#### 5. 1. 2 回帰分析

### 5. 2 相関係数の計算方法

#### 5. 2. 1 相関係数による計算方法

#### 5. 2. 2 固定値による計算方法

### 5. 3 計測ポイントの相関係数

### 5. 4 小結論





## 5. 1 相関係数の理解

本研究で利用する相関関係による分析の方法について論じる。つづいて、ポイントのデータ管理及び分析の方法を説明する。尚、分類したポイントの項目を基準として、データ間の相関関係を分析する。

### 5. 1. 1 相関係数

多変量分析(multivariate analysis)とは、複数の項目、すなわち、複数の変数が含まれている資料を解析する方法であり、世の中の多くの資料は多変量である。これらの複雑な資料を分析するための技法を多変量分析と呼ばれている。

その多変量分析中では、変量の分析について様々な分析方法がある。その中、本研究では相関分析や回帰分析の計算式や方法を利用し、データの分析を行う。

相関関係(correlation)とは、二つの変数の間の相関を示す統計学的指標である。つまり、独立的な二つの変数に互いに相関関係がある場合、二つの変数間の関係の強度を相関関係という。単純な二つの変数がどの程度強い関係にあるかを測定することを単純相関分析といい、三つ以上の変数間の関係に対する強さを測定することを多重相関分析という。本研究では、二つの変数に関わる関係性を説明するため、一般的に使われるピアソン(Pearson)の相関係数を利用する。

相関係数とは二つの変数を  $x$ ,  $y$  とする時、一緒に変わる程度、あるいは  $x$  と  $y$  が別に変わる程度を示すことにより、 $x$  値を通じて  $y$  値を予測することができる程度を表現する。

式1は、二つの変数  $x$  と  $y$  の相関係数を計算する数式である。二つの変数の集合( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), 集合( $y_1, y_2, \dots, y_n$ )が存在し、 $x_i$ の平均値を $\bar{x}$ 、 $y_i$ の平均値を $\bar{y}$ とすれば、 $x$ 、 $y$ の共分散を  $x$  値、 $y$  値の標準偏差の二乗で割ると、相関係数を計算することができる。(式5-1)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

式5-1. 相関関係の基本公式

相関係数は大きく二つの方法で説明することができる。x値の増加によってy値が増加する正の相関関係と、x値の増加によってy値が減少する負の相関関係がある。「図5-1」は、正の相関関係と負の相関関係を表したもので、それぞれの相関関係で、どのような分布がより高い相関関係を表現しているのかを示す。

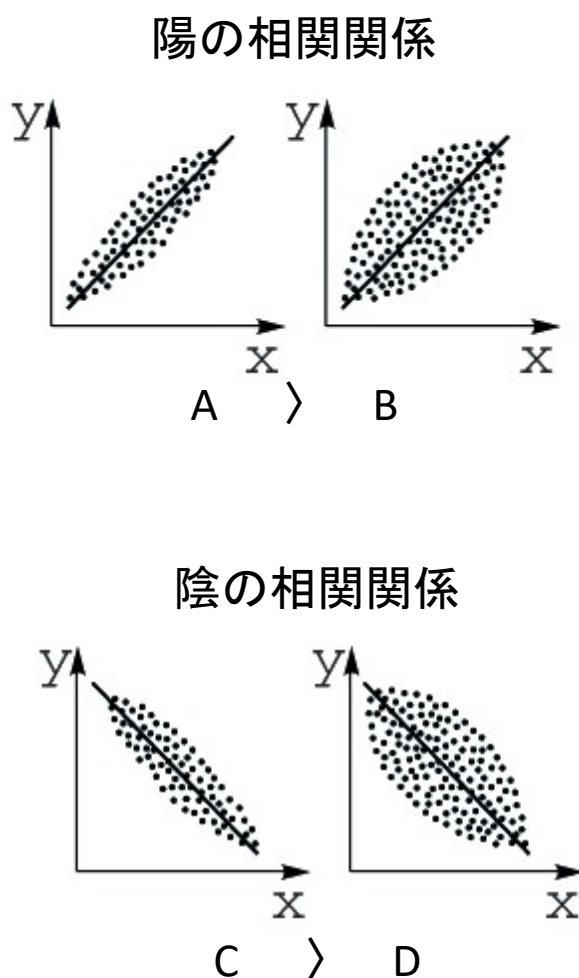


図5-1. 相関係数のグラフ

●出所 : wikipedia.org

変数  $x$ 、 $y$  の相関関係を測定した相関係数は1になると、完全に同一の移動パターンを持ち、-1になると、完全に反対の移動パターンを持つ。そして0になると全く関係がないという解釈になる。つまり、データの分布が回帰直線により短く凝集している場合、より高い相関関係を持つことになる。

表5-1. 相関関係による強さの基準

相関係数	相関の強さ
$0.7 > 1$	強い
$0.4 \sim 0.7$	中間の強さ
$0.2 \sim 0.4$	弱い
$0 > 0.2$	ない

●出所：wikipedia.org

表5-1は、相関係数の範囲による相関関係の分析方法を説明した表である。相関係数が0.7以上なら、強い正的相関関係を持つと考えられる。

### 5. 1. 2 回帰分析

回帰分析(regression analysis)とは、複数の変数の値に対して、ある一つの変数の値を予測するために、利用する多変量分析の一つの手法である。つまり、2変数 $x$ と $y$ のデータがあるとき回帰方程式(regression equation)と呼ばれる説明の関係を定量的に表す式を求めることを目的としている。説明される変数を $Y$ で表し、これを従属変数、被説明変数、内生変数などと呼ぶ。また、説明する変数を $X$ で表し、独立変数、説明変数、外生変数などと呼ぶ。(5-2)

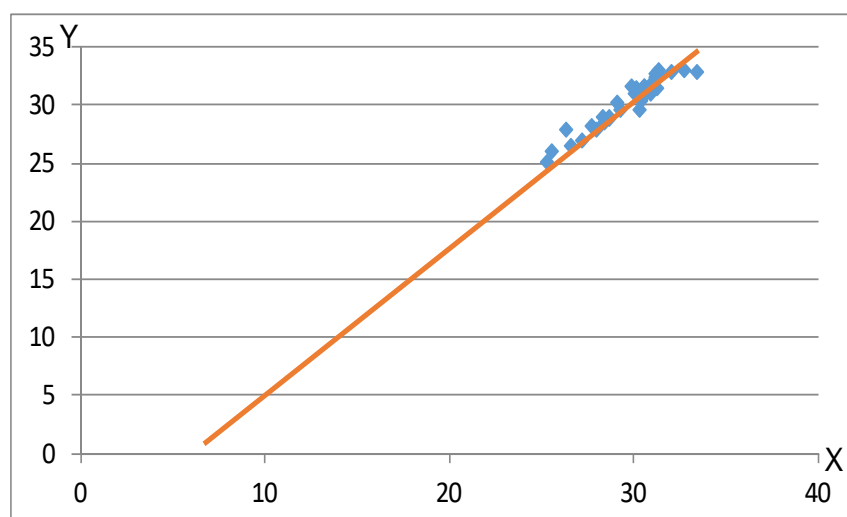


図5-2. 回帰方程式による散布度

回帰方程式は、 $x$ 、 $y$ の共分散を $s_{xy}$ 、 $x$ の分散を $s_x^2$ 、 $x$ 値の平均を $\bar{x}$ 、 $y$ 値の平均を $\bar{y}$ とすれば、式5-2の回帰方程式を表現することができる。つまり、この式を利用すると、「図5-2」のような回帰方程式による散布度を示すことが可能である。回帰方程式を通じて $x$ 値だけを持って誤差範囲内で $y$ 値を推定することが可能である。

$$y = \frac{s_{xy}}{s_x^2} x + (\bar{y} - \frac{s_{xy}}{s_x^2} \bar{x})$$



$$y = ax + b$$

式5-2. 回帰方程式

●出所：前野 昌弘 （2012）

回帰分析超入門

技術評論社 p81

●出所：石村貞夫、石村光資郎 （2012）

統計学の基礎のキ分散と相関係数編

東京図書 p171

●出所：山田 剛史、杉澤 武俊、村井 潤一郎 （2008）

Rによるやさしい統計学

Ohmsha p291

●出所：東京大学教養学部統計学教室石村光資郎 （1991）

統計学入門

東京大学出版会 p257

●出所：石井俊全 （2014）

まずはこの一冊から 意味がわかる統計学

ベレ出版 p306

## 5. 2 相関係数の計算方法

### 5. 2. 1 相関係数による計算方法

本研究では、計測ポイント中で、相関係数で分析が可能であるデータのみ分析を行う。分析されたポイント間の相関係数の計算を通じて、相関係数による数値や固定値による数値で分類し、相関係数を-1から1までの、相関係数を持つポイントを分析の対象にする。

相関関係が高いというのは、データ間の距離とは関係なく、二つの変数 $x$ 、 $y$ の変動パターンが似ていることを示している。つまり、データ間の距離が近くても、変動パターンが同一でないなら、相関関係がないと判断されるので類似のグループに纏めることができない。

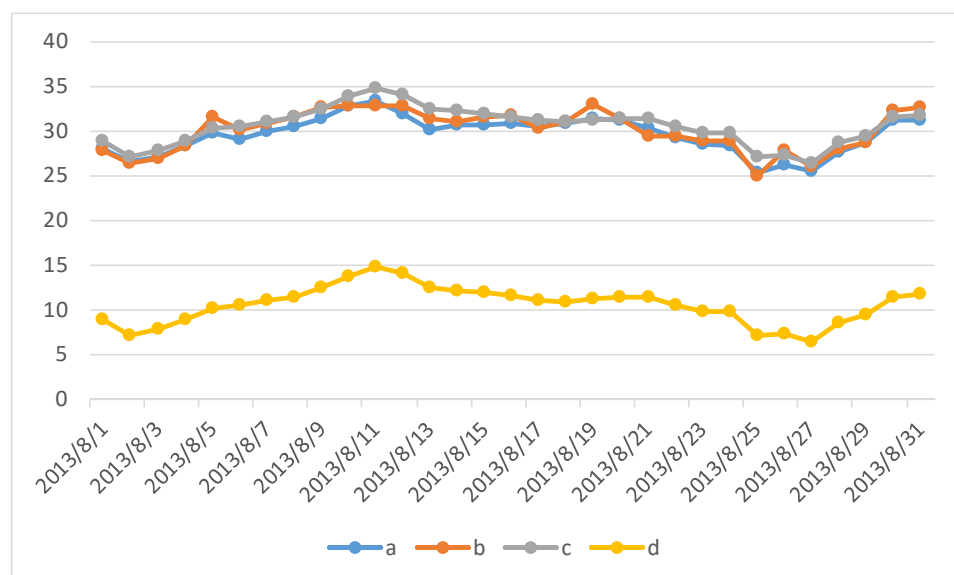


図5-3. 相関係数による類似グループ

図5-3は、計測ポイントのデータが、a、b、c、dとすれば、ポイントa、b、cは非常に類似したパターンを持ち、距離も非常に近くなっている。しかし、dはa、b、cグループとは距離的に、遠く離れて、何の相関も見えないが、データの変動パターンはa、b、cと似ている。例えば、cとdを回帰分析の方程式で計算すると、直線に回帰される。つまり、a、b、cのこの3つのポイントに対し、dは相関係数を計算すると非常に強い相関を持つのがわかる。

### 5. 2. 2 固定値による計算方法

固定値とは、時間の流れには関係なく、常に一定値を持つデータである。本研究では固定値を持つポイントを分析対象に含ませた。しかし、時間の流れには関係なく、常に一定値を持つデータは相関係数で計算が不可能である。その理由としては、平均値が0になるため、0では標準偏差を計算することができないからである。

「図5-4」は、変数 $x$ 値が3、変数 $y$ 値が5である固定値を持つデータを散布図として示したものである。この散布図では、変数 $x$ 値と変数 $y$ 値が固定されているので、一つの点で表現される。さらに、一つに固定された変数 $x$ 値は、常に一定し、これによって他の値を正確に計算し、予測が可能であると考ええる。

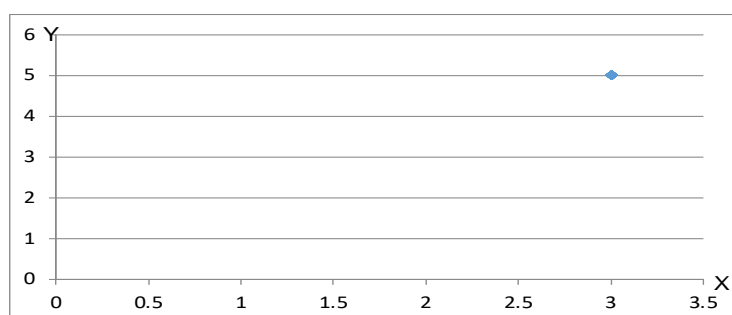


図5-4. 固定値の散布度

$$\sum_{i=1}^n |(x_i - \bar{x})| = 0$$

式5-3. 固定値の計算式

$$y = x + b$$

式5-4. 固定値 $x$ による $y$ の予測方程式

例えば、変数 $x$ の固定値を決定するため、「式5-3」として示すことが可能であると考ええる。つまり、変数 $x$ に対するそれぞれの値を $x_i$ 、これに対する平均を $\bar{x}$ とすれば、それぞれの値から平均値を引いた結果の合は0になる。さらに、固定値の決定によって二つの値 $x$ 、 $y$ が固定の値として存在し、その距離が $b$ なら、「式5-4」のような式で $y$ 値をより明確に予測することが可能だと考ええる。相関係数で計算できない時間と関係なく、一定値を持つデータが存在する。計測ポイントの値が時間と関係なく固定された値を持つ場合、高い相関関係があると考ええる。これは計測された値が変化なく固定されているので、データ間の距離を計算すると今度からは、計測しなくても、基準値のみで、正確に予測することが可能になると考える。

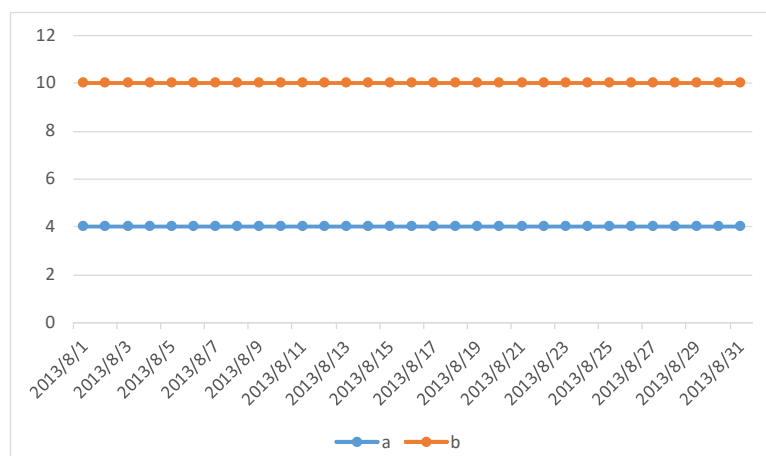


図5-5. 固定値による類似グループ

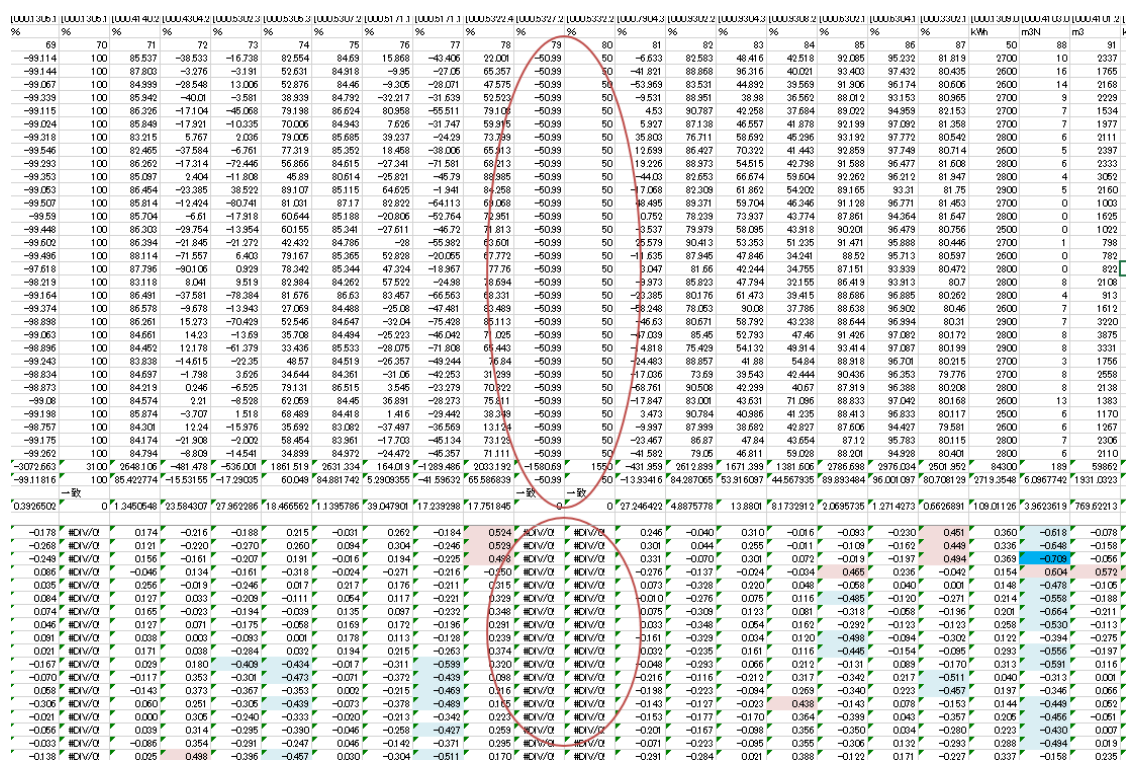


図5-6. 固定値によるエラー

例えば、図5-5のように二つの値a、bは時間の流れとは関係なく、一定な値を持ち、二つの値には6という距離が存在する。この場合は、a値を計測して、6を加えるとb値を明確に予測することが可能になる。本研究では、このような場合は、相関係数の計算式中で分散が0になり、計算が不可能なので、固定値になる数値として示す。図5-6ように、計測ポイントに対し、相関係数を計算した後に、相関係数による数値に含まれるのができないポイントが存在する。このポイントは8月の1か月間、同じ数値が表示され、相関係数の計算をすると、分散が0になるので相関係数の把握が不可能である。この場合、固定値による数値(Fixed value)はエラーとして表示される。

図5-7. 計測ポイントのデータによる相関係数の計算表

分析対象とするデータについての計算表である。相関係数の計算により、①相関係数による数値(Correlation Coefficient Value)と②固定値による数値(Fixed value)に表示されている。そして、分析対象になる539ポイントに対し、計算softを利用して相関係数を計算し、見やすくするため、色でマーキングを行った。尚、相関係数の数値は小数点第3位で四捨五入を行った。(表5-2)

相関係数			色マーキング
		1	
0.9	～	0.999	
0.8	～	0.899	
0.7	～	0.799	
0.4	～	0.699	
-0.699	～	-0.4	
-0.799	～	-0.7	
-0.899	～	-0.8	
-0.999	～	-0.9	
-1			



## 5. 4 小結論

本研究で利用されるピアソンの相関係数についてその簡単な理論や適用方法について論じた。

その後4章でまとめた計測データ1032個に関して、データのフィルタリングの基準を決め、その基準に基づいて、フィルタリングを行った。ここで、フィルタリングを通じた有効なデータを持つ539個のポイントを分析対象とした。

分析対象とする539個のポイントに対し、相関係数による計算を行い、それを表として整理した。相関係数による数値(Correlation Coefficient Value)と固定値による数値(Fixed value)を利用し、データの分類方法を論じた。相関関係の計算表に載せた計算セルの数は、144,991個になり、その中、見やすくするため色塗りを行った。



## 第6章 P施設における相関関係の分析

### 6. 1 相関関係の分析方法

#### 6. 1. 1 相関係数に関する表の構成

#### 6. 1. 2 相関係数の分析における課題

### 6. 2 同一系における相関関係の分析

#### 6. 2. 1 環境系と環境系

#### 6. 2. 2 エネルギー系とエネルギー系

#### 6. 2. 3 運転系と運転系

### 6. 3 異なる系における相関関係の分析

#### 6. 3. 1 環境系とエネルギー系

#### 6. 3. 2 環境系と運転系

#### 6. 3. 3 エネルギー系と運転系

### 6. 4 P施設におけるクラスター化による構造化

#### 6. 4. 1 環境系と環境系

#### 6. 4. 2 エネルギー系とエネルギー系

#### 6. 4. 3 運転系と運転系

#### 6. 4. 4 環境系とエネルギー系

#### 6. 4. 5 環境系と運転系

#### 6. 4. 6 エネルギー系と運転系

### 6. 5 P施設におけるクラスター化の統合的な構造化

### 6. 6 小結論



## 6. 1 相関関係の分析方法

### 6. 1. 1 相関係数に関する表の構成

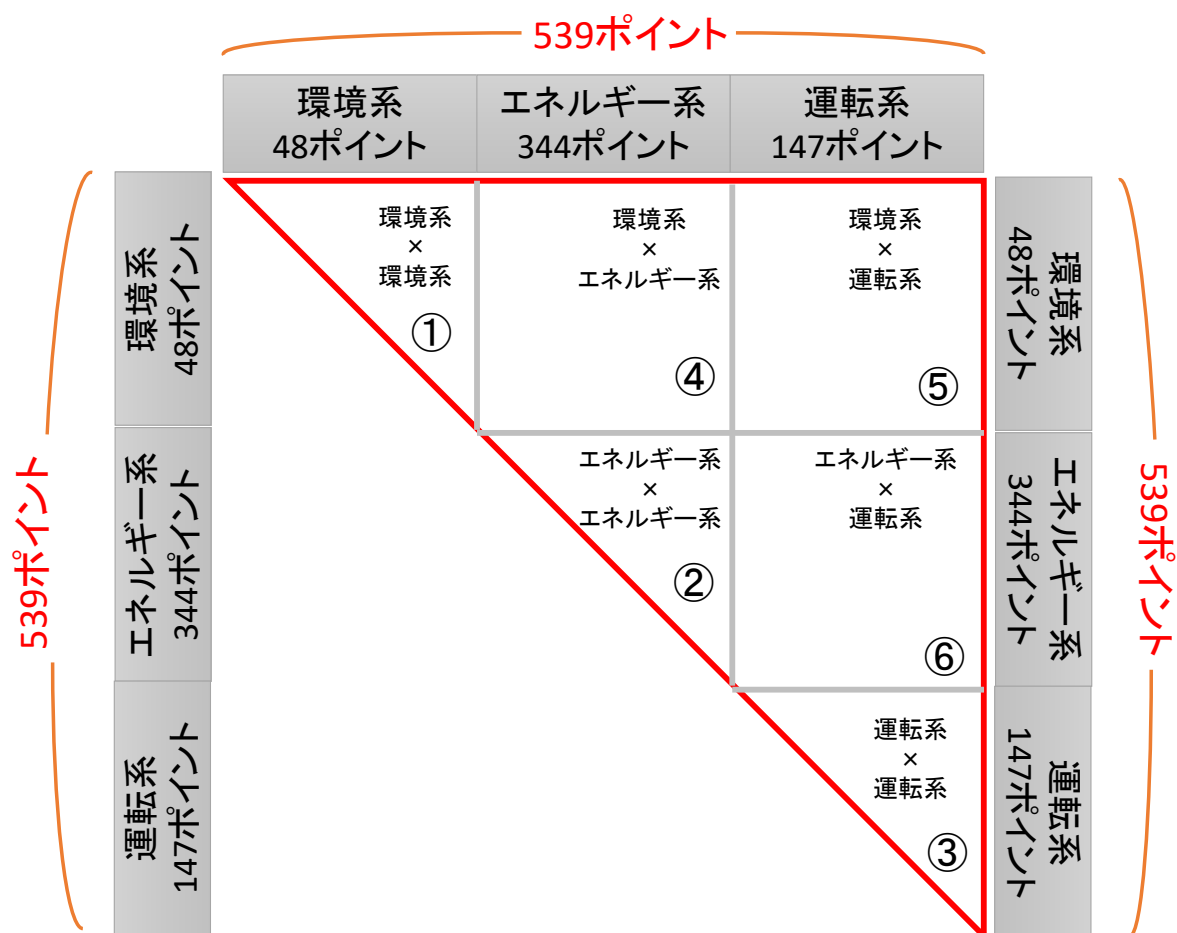


図6-1. 3つの系による相関分析の区分

5章で示した539個の計測ポイントにおける相関係数の関係にもとづき、性質により、6個に区分し、クラスター化による同一系の間（①、②、③）や異なる系の間（④、⑤、⑥）について相関関係を分析する。（表図6-1）

## 6. 1. 2 相関係数の分析における課題

## 課題1：計測ポイントのクラスター化(表6-1)

下記の条件に一致するセルをまとめ、計測ポイントのクラスター化を行う。

- ①計測ポイント（計測センサー）が同じ種類であること。
- ②計測ポイント間の相関が高いこと（おおむね絶対値で0.7以上）。
- ③設置位置がほぼ同じか、同様の条件であると判断されること。

表6-1. クラスター化の例

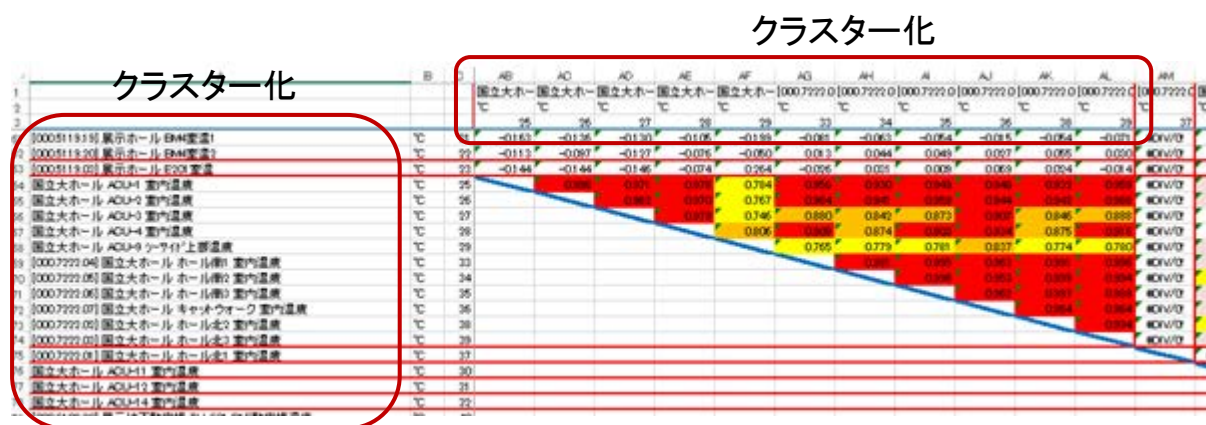
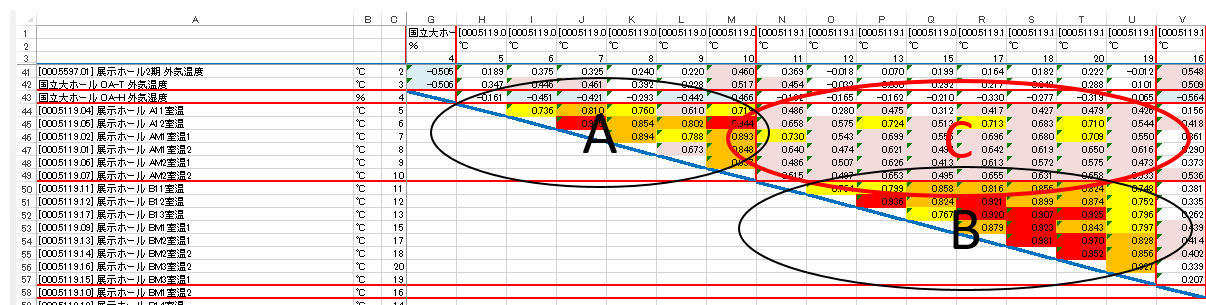


表6-2. 二つのクラスター間に属するクラスターの事例、



「表6-2」のように条件に合わせ、クラスター化する。その結果、「表6-2」のように、2つのクラスター間の相関において、同じクラスターに属することが確認できる。つまり、クラスター(A)及びクラスター(B)の各計測ポイントによる相関係数(C)は、いずれも同様の値であると確認できる。

## 課題2：クラスター化のリストに関する特徴の分析

クラスター化により、計測ポイントの種類と特徴を分析する。(表6-3)

表6-3. クラスター化によるリストの関係

クラスター化のリスト		クラスター化のリスト									
		国立大ホー	[000.61.02.2	[000.61.05.2	[000.31.02.2	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大
		℃	℃	℃	℃	%	%	%	%	%	%
49	[000.5119.07] 展示ホール AM2室温2	10	0.283	0.840	0.825	0.768	0.136	0.076	0.143	0.128	
50	[000.5119.11] 展示ホール E11室温	11	0.041	0.683	0.645	0.679	0.038	-0.002	0.070	0.003	
51	[000.5119.12] 展示ホール E12室温	12	-0.170	0.508	0.668	0.246	-0.146	-0.197	-0.084	-0.138	
52	[000.5119.17] 展示ホール E13室温	13	-0.069	0.643	0.778	0.422	-0.177	-0.215	-0.112	-0.172	
53	[000.5119.08] 展示ホール E14室温1	15	0.119	0.552	0.527	0.483	0.074	0.062	0.141	0.108	
54	[000.5119.13] 展示ホール E15室温1	17	0.065	0.721	0.787	0.497	-0.038	-0.080	0.010	-0.030	
55	[000.5119.14] 展示ホール E16室温2	18	0.086	0.706	0.740	0.523	-0.066	-0.081	-0.013	-0.053	
56	[000.5119.16] 展示ホール E17室温2	20	0.126	0.707	0.752	0.556	0.007	-0.022	0.067	0.014	
57	[000.5119.15] 展示ホール E18室温1	19	0.146	0.533	0.544	0.384	-0.234	-0.208	-0.133	-0.167	
58	[000.5119.10] 展示ホール E19室温2	16	0.130	0.323	0.289	0.462	0.232	0.186	0.266	0.282	
59	[000.5119.18] 展示ホール E20室温	14	-0.002	0.442	0.492	0.118	-0.236	-0.232	-0.177	-0.202	
60	[000.5119.06] 展示ホール E21室温	24	0.098	0.319	0.290	0.206	0.250	0.256	0.233	0.290	
61	[000.5119.19] 展示ホール E22室温1	21	0.082	0.230	0.194	0.015	-0.180	-0.146	-0.102	-0.106	
62	[000.5119.20] 展示ホール E23室温2	22	0.162	0.250	0.166	0.106	0.070	0.106	0.173	0.160	
63	[000.5119.03] 展示ホール E24室温	23	0.329	0.246	0.060	0.480	0.312	0.356	0.378	0.376	
64	国立大ホール ACU-1 室内温度	25	0.010	0.460	0.408	0.363	0.397	0.261	0.292	0.312	
65	国立大ホール ACU-2 室内温度	26	-0.008	0.468	0.408	0.331	0.408	0.368	0.364	0.321	
66	国立大ホール ACU-3 室内温度	27	-0.027	0.498	0.462	0.373	0.244	0.106	0.110	0.139	
67	国立大ホール ACU-4 室内温度	28	-0.015	0.580	0.533	0.470	0.337	0.195	0.227	0.224	
68	国立大ホール ACU-5 シェード上部温度	29	0.331	0.626	0.455	0.768	0.580	0.494	0.498	0.514	
69	[000.7222.04] 国立大ホール ホール南1 室内温度	33	0.073	0.379	0.312	0.304	0.538	0.419	0.468	0.485	
70	[000.7222.06] 国立大ホール ホール南2 室内温度	34	0.120	0.377	0.295	0.323	0.592	0.480	0.526	0.561	
71	[000.7222.08] 国立大ホール ホール南3 室内温度	35	0.087	0.420	0.354	0.338	0.538	0.419	0.472	0.500	
72	[000.7222.07] 国立大ホール キヤットオーク 室内温度	36	0.117	0.469	0.392	0.460	0.468	0.371	0.464	0.440	
73	[000.7222.09] 国立大ホール ホール北2 室内温度	38	0.119	0.382	0.304	0.319	0.580	0.469	0.514	0.553	
74	[000.7222.03] 国立大ホール ホール北3 室内温度	39	0.071	0.419	0.355	0.334	0.531	0.408	0.458	0.486	
75	[000.7222.01] 国立大ホール ホール北1 室内温度	37	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	NDV/OI	
76	国立大ホール ACU-11 室内温度	30	0.226	0.138	0.103	0.069	0.579	0.537	0.612	0.683	
77	国立大ホール ACU-12 室内温度	31	0.652	0.044	0.028	0.155	0.031	0.134	0.097	0.160	
78	国立大ホール ACU-14 室内温度	32		0.213	0.013	0.346	0.343	0.463	0.354	0.440	
79	[000.61.02.20] 展示地下駐車場 TH-601 E1F 駐車場温度	40			0.782	0.159	0.077	0.121	0.080		
80	[000.61.05.20] 展示地下駐車場 TH-602 E2F 駐車場温度	41			0.595	-0.007	-0.141	-0.067	-0.127		
81	[000.31.02.27] ロータリー地下駐車場 TH-501 駐車場温度	42				0.287	0.243	0.263	0.240		
82	国立大ホール ACU-1 室内温度	43				0.979	0.862	0.846	0.846		
83	国立大ホール ACU-1 室内温度	44				0.992	0.862	0.853	0.853		

## 課題3. 各系別のクラスターとクラスター間の相関分析

- ①クラスターとクラスターとの間で、正の相関が高いグループの相関分析
- ②クラスターとクラスターとの間で、負の相関が高いグループの相関分析

表6-4. クラスターとクラスター間の相関

		AC	AR	AS	AT
		[000.61.02.2	[000.61.05.2	[000.31.02.2	国立大
		℃	℃	℃	%
4	国立大ホール ACU-1 室内温度	-0.301	-0.470	-0.399	-0.455
5	[000.5119.04] 展示ホール A11室温	0.167	0.719	0.613	0.627
6	[000.5119.06] 展示ホール A12室温	0.158	0.657	0.384	0.724
7	[000.5119.02] 展示ホール AM1室温1	0.167	0.820	0.869	0.776
8	[000.5119.01] 展示ホール AM1室温2	0.329	0.830	0.765	0.663
9	[000.5119.06] 展示ホール AM2室温1	0.072	0.789	0.832	0.547
10	[000.5119.07] 展示ホール AM2室温2	0.283	0.840	0.825	0.768
11	[000.5119.11] 展示ホール E11室温	0.041	0.683	0.645	0.679
12	[000.5119.12] 展示ホール E12室温	-0.170	0.508	0.668	0.246
13	[000.5119.17] 展示ホール E13室温	-0.069	0.643	0.778	0.422
15	[000.5119.08] 展示ホール E14室温1	0.119	0.552	0.527	0.483
17	[000.5119.13] 展示ホール E15室温1	0.065	0.721	0.787	0.497
18	[000.5119.14] 展示ホール E16室温2	0.086	0.706	0.740	0.523
20	[000.5119.16] 展示ホール E17室温2	0.126	0.707	0.752	0.556
19	[000.5119.15] 展示ホール E18室温1	0.146	0.533	0.544	0.384
16	[000.5119.10] 展示ホール E19室温2	0.130	0.323	0.289	0.462
14	[000.5119.18] 展示ホール E20室温	-0.002	0.442	0.512	0.118

表6-4は、相関グループにより作られたクラスターの関係を示している事例である。

## 6. 2 同一系における相関分析

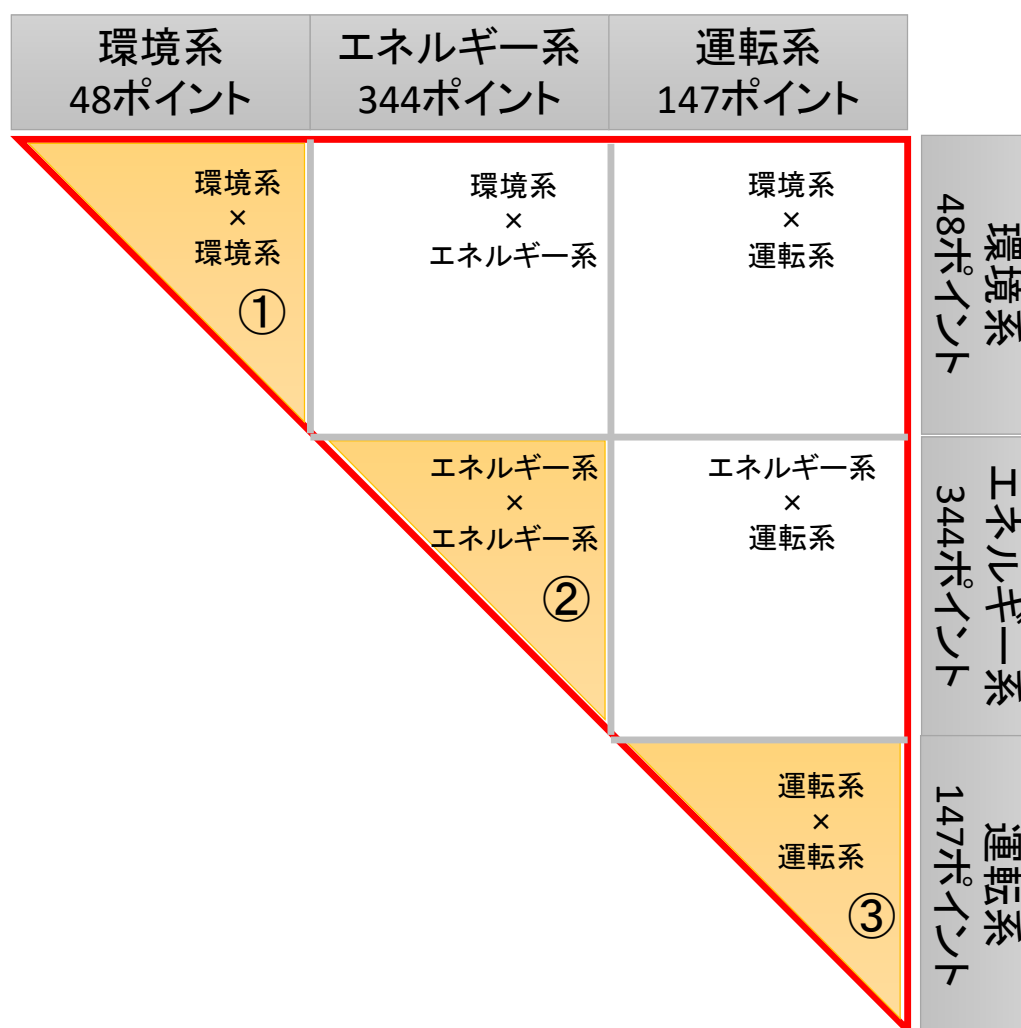


図6-2. 同一系の相関に関する分析の領域

性質が同一の系のクラスター化を行い、互いの相関を分析し、クラスターの特徴やクラスター間の関係性を分析する。(図6-2)



## 6. 2. 1 環境系と環境系

環境系と環境系の場合、「図6-3」のような黄橙色の部分に関わる分析を行う。

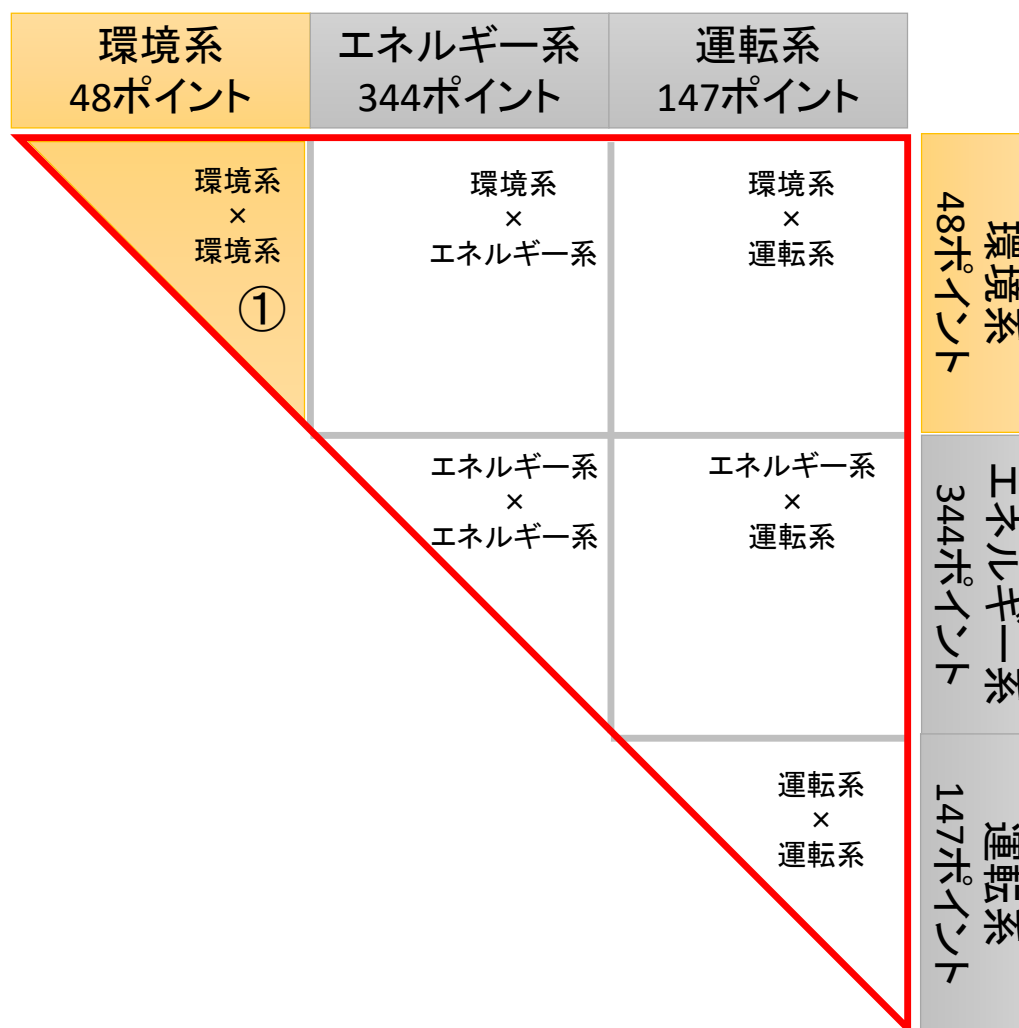


図6-3. 環境系に関わる互いの関係図

「図6-3」で黄色のところは、環境系の相関係数の範囲である。

この系の間では、6つの相関関係の分類による性質が同じである環境系と環境系の間に関する分析を行う。環境系が含んでいるポイントの特徴は、各建物の外気や室内における温湿度に関連する計測ポイントがほとんどである。それ以外には、一部駐車場1ヶ所のCO2濃度を測っている。環境系に属するポイントは48個であり、18個にクラスター化される。

## 1) クラスタ化による特徴

対角線に当たっているグループ化されたクラスターの場合、3つの条件に合わせ、行列の交換を行った。その結果、大きくなるグループが多い。しかし、3つの条件と異なり、グループ化が不可能の場合もある。つまり、独立のクラスターになる。対角線についていない内側の四角のグループの場合、特に対角線についていないクラスターとクラスターの間にあるグループ化されている大きな四角系のクラスターの特徴としては、計測センサーの種類と計測する建物が同じであるのに、相関係数が基準に達しない場合がほとんどである。しかし、同じ建物中で、部屋が並んでいる場合と部屋の用途が似ている場合は、計測方法が同じであれば、相関係数は高くなる。

表6-5. 環境系に関するクラスター化の事例

	A	B	C	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1				[0005119.0]	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	[0007222.0]	[0007222.0]	[0007222.0]	[0007222.0]	[0007222.0]	[0007222.0]	[0007222.0]
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				23	25	26	27	28	29	33	34	35	36	38	39	
58	[0005119.0] 展示ホール EMI 室温2	℃	16	0.215	0.488	0.489	0.485	0.505	0.615	0.522	0.547	0.548	0.619	0.553	0.537	NDV
59	[0005119.0] 展示ホール EMI 4室温	℃	14	0.144	-0.018	0.004	0.038	0.075	-0.061	0.011	0.008	0.043	0.084	0.022	0.030	NDV
60	[0005119.0] 展示ホール EMI 2室温	℃	24	0.234	-0.139	-0.107	-0.223	-0.106	-0.069	-0.010	0.003	-0.042	0.023	0.061	0.019	NDV
61	[0005119.0] 展示ホール EMI 4室温1	℃	21	0.324	-0.163	-0.136	-0.250	-0.106	-0.199	-0.081	-0.063	-0.054	-0.044	-0.054	-0.071	NDV
62	[0005119.0] 展示ホール EMI 2室温2	℃	22	0.588	-0.113	-0.087	-0.127	-0.076	-0.060	0.013	0.044	0.049	0.027	0.065	0.030	NDV
63	[0005119.0] 展示ホール EMI 室温	℃	23		-0.144	-0.144	-0.146	-0.074	0.264	-0.026	0.031	0.008	0.069	0.024	0.014	NDV
64	国立大ホール ACU-1 室内温度	℃	25			0.396	0.371	0.378	0.784	0.356	0.330	0.343	0.343	0.332	0.358	NDV
65	国立大ホール ACU-2 室内温度	℃	26				0.362	0.370	0.767	0.354	0.341	0.358	0.344	0.340	0.368	NDV
66	国立大ホール ACU-3 室内温度	℃	27					0.373	0.746	0.380	0.342	0.373	0.307	0.346	0.388	NDV
67	国立大ホール ACU-4 室内温度	℃	28						0.806	0.302	0.374	0.303	0.334	0.375	0.318	NDV
68	国立大ホール ACU-5 ティアット上部温度	℃	29							0.765	0.773	0.781	0.837	0.774	0.780	NDV
69	[0007222.04] 国立大ホール ホール南1 室内温度	℃	33								0.391	0.395	0.363	0.391	0.398	NDV
70	[0007222.05] 国立大ホール ホール南2 室内温度	℃	34									0.396	0.353	0.399	0.394	NDV
71	[0007222.06] 国立大ホール ホール南3 室内温度	℃	35										0.392	0.397	0.393	NDV
72	[0007222.07] 国立大ホール キャットウォーク 室内温度	℃	36											0.354	0.364	NDV
73	[0007222.08] 国立大ホール ホール北2 室内温度	℃	38												0.334	NDV
74	[0007222.09] 国立大ホール ホール北3 室内温度	℃	39													NDV
75	[0007222.01] 国立大ホール ホール北1 室内温度	℃	37													NDV
76	国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	30													NDV

表6-5は、環境系に関するクラスター化の事例である。

室内温度の関係で、国立大ホールの様々な場所の相関で、係数が高くなるのは部屋の使い方や時間などがほぼ同じ場合であることが確認できる。

## 2) クラスター化による結果

表6-6. 環境系のクラスター化による結果

計測項目		場所(大)		場所(小)		計測ポイント		
外気温度	1					外気温度	℃	3
外気湿度	1					国立大ホール OA-H 外気湿度	%	1
室内温度	13	展示ホール	20	Aホール	6	付属部屋の室内温度		6
				Bホール	14	付属部屋の室内温度①	℃	8
						付属部屋の室内温度②	℃	2
						展示ホール BM1室温2	℃	1
						展示ホール B14室温	℃	1
						展示ホール E202室温	℃	1
						展示ホール E201室温	℃	1
		国立大ホール	15			付属部屋の室内温度	℃	11
						国立大ホール ホール北1 室内温度	℃	1
						国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	1
						国立大ホール ACU-12 室内温度	℃	1
						国立大ホール ACU-14 室内温度	℃	1
						地下駐車場の室内温度	℃	3
室内湿度	2	国立大ホール	5			付属部屋の湿度	%	4
						国立大ホール ACU-11 室内湿度	%	1
CO2濃度	1					ロータリー地下駐車場のCO2濃度	ppm	1

1) 計測ポイント48個がクラスター化により、18個に整理された。(表6-6)

2) 大きなクラスターにまとめられた計測ポイント(センサーの種類)は下記のとおりである。

## ①室内温度

展示ホール：Aホールの付属部屋 (6)

展示ホール：Bホールの付属部屋 (8)

国立大ホールの付属部屋 (11)

## ②室内湿度

国立大ホールの付属部屋 (4)

計測項目中で、温度や湿度に対する大空間の付属部屋が大きくクラスター化された。その理由は、同じ空間に同じタイプとして並んでいるので、計測センサーの種類や部屋の使い方がほぼ同じであると考えられる。

## 3) クラスター間の相関分析

表6-7. 環境系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度 外気湿度		
	②展示ホール1期 附属部屋	外気温度 外気湿度		
	③国立大ホール 附属施設 室内温度	外気温度 外気湿度		
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	外気温度 外気湿度	ロータリー地下駐車場 温度	展示地下駐車場 温度
②展示ホール1期 附属部屋	②展示ホール1期 附属部屋	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		展示ホール1期 B附属部屋 温度
	③国立大ホール 附属施設 室内温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		国立大ホール 附属施設 室内温度
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度	展示地下駐車場 温度	ロータリー地下駐車場 温度
③国立大ホール 附属施設 室内温度	③国立大ホール 附属施設 室内温度	国立大ホール 附属施設 湿度	展示地下駐車場 温度	国立大ホール 附属施設 湿度
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	展示地下駐車場 温度 ロータリー地下駐車場 温度		
④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	国立大ホール 附属施設 湿度		

表6-7は、環境系における高い正の相関関係を持つクラスター間の相関関係の表である。

①高い正の相関を持つクラスターは、地下駐車場である展示地下駐車場やロータリー地下駐車場である。

②展示地下駐車場は、展示ホール1期の「Aホールの附属部屋」と「Bホールの附属部屋」が高い正の相関を持つ。

③ロータリー地下駐車場は、外気温度と高い正の相関を持つ。

表6-8. 環境系における高い負の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度 外気湿度	外気湿度	
	②展示ホール1期 附属部屋	外気温度 外気湿度	展示ホール1期 A附属部屋 温度	
	③国立大ホール 附属施設 室内温度	外気温度 外気湿度	国立大ホール 附属施設 湿度	
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	外気温度 外気湿度	展示地下駐車場 温度 ロータリー地下駐車場 温度 国立大ホール 附属施設 湿度	
②展示ホール1期 附属部屋	②展示ホール1期 附属部屋	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
	③国立大ホール 附属施設 室内温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
③国立大ホール 附属施設 室内温度	③国立大ホール 附属施設 室内温度	国立大ホール 附属施設 湿度		
	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	展示地下駐車場 温度 ロータリー地下駐車場 温度		
④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	④国立大ホール 附属施設 湿度/ 駐車場 温度湿度	国立大ホール 附属施設 湿度		

表6-8は、環境系における高い負の相関関係を持つクラスターの表である。

特に環境系間の相関で、高い負の相関を持つクラスターは無い。

## 6. 2. 2 エネルギー系とエネルギー系

エネルギー系とエネルギー系の場合、「図6-4」のような黄橙色の部分に関わる分析を行う。

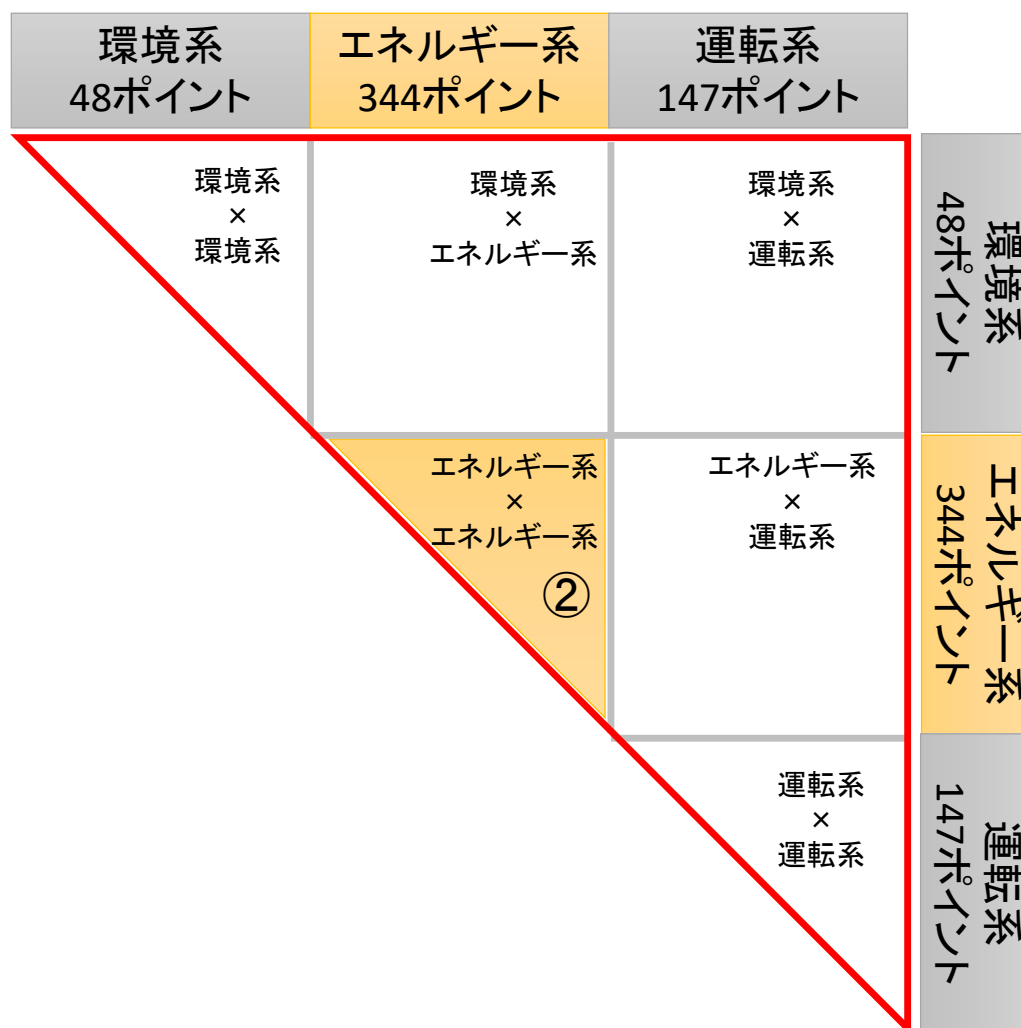


図6-4. エネルギー系に関わる互いの関係図

図6-4で黄色のところは、エネルギー系の相関係数の範囲である。

この系の間では、6つの相関関係の分類による性質が同じであるエネルギー系とエネルギー系の間に関する分析を行う。エネルギー系が含んでいるポイントの特徴は、各建物における様々な場所や設備などで使用される電力量・ガス量・蒸気・冷水である。それ以外には、電力率や2台の発電機の冷却塔補給水量がある。エネルギー系に属するポイントは344個であり、211個にクラスター化される。

## 1) クラスタ化による特徴

グループ化したクラスターの場合、大きなグループになる場合が多いが、グループ化が不可能である場合がほとんどである。つまり、独立のクラスターの数が多い系である。エネルギー系の相関係数が低い場合の大きな理由は、同じ建物内でもセンサーの機器の種類や設置場所が異なる場合が多いためである。つまり、同じ建物の電力使用量のポイント間の相関係数は、機器の種類によるセンサーや詳細な場所が異なれば、係数が低くなる。

対角線についていない内側の四角のグループの場合、計測センサーの種類と計測する建物と同じであるのに、相関係数が低い場合がほとんどである。しかし、同じ建物内で、部屋が並んでいる場合や部屋の用途が似ている場合などは、計測方法が同じであれば、相関係数が高くなる場合がある。エネルギー系では、他の系では確認できないセンサーや系統の連結を確認することができる。

表6-9. エネルギー系に関するクラスター化の事例

	A	B	C	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO
1				[0005308.1] kWh	[0005306.1] kWh	[0005310.1] kWh	[0005303.1] kWh	[0005309.1] kWh	[0005323.1] kWh	[0005328.2] kWh	[0005518.1] kWh	[0005518.2] kWh	[0005306.1] kWh
2				161	159	160	162	163	215	219	224	223	270
3													
193	[0004245.22] 会議センター WH-M07 保安電灯電力量(差分)	kWh	151	-0.145	0.242	0.274	0.267	0.288	0.223	0.290	0.132	0.121	0.281
194	[0004103.08] 会議センター 2Fラウンジ1 電灯電力量(差分)	kWh	152	-0.026	-0.163	-0.274	-0.190	-0.235	-0.170	-0.252	-0.009	-0.017	-0.238
195	[0004216.14] 会議センター 一般電灯1(6F厨房)電力量(差分)	kWh	147	-0.021	0.125	0.137	0.159	0.148	0.148	0.137	0.221	0.169	0.139
196	[0004304.25] 会議センター 6Fレストラン電灯電力量(差分)	kWh	157	-0.021	0.125	0.137	0.159	0.148	0.148	0.137	0.221	0.169	0.139
197	[0005311.16] 展示ホール ND.1SS 展示電灯電力量(差分)	kWh	158	0.983	-0.078	-0.037	-0.079	-0.046	-0.141	-0.075	-0.085	-0.084	-0.078
198	[0005308.16] 展示ホール ND.4SS 展示電灯電力量(差分)	kWh	161		-0.183	-0.120	-0.171	-0.103	-0.177	-0.124	-0.117	-0.127	-0.129
199	[0005306.16] 展示ホール ND.2SS 展示電灯電力量(差分)	kWh	159			0.928	0.376	0.842	0.757	0.776	0.716	0.696	0.778
200	[0005310.16] 展示ホール ND.3SS 展示電灯電力量(差分)	kWh	160				0.964	0.861	0.887	0.924	0.675	0.625	0.818
201	[0005303.16] 展示ホール ND.1-5 展示電灯電力量(差分)	kWh	162					0.925	0.850	0.883	0.773	0.747	0.895
202	[0005309.16] 展示ホール ND.6SS 展示電灯電力量(差分)	kWh	163						0.951	0.887	0.746	0.694	0.933
203	[0005323.11] 展示ホール2期 イベント電灯1電力量(差分)	kWh	215							0.959	0.677	0.619	0.955
204	[0005328.25] 展示ホール2期 イベント電灯5電力量(差分)	kWh	219								0.716	0.669	0.938
205	[0005518.11] 展示ホール2期 E2-LP-02-A04 イベント電灯(差分)	kWh	224									0.953	0.721
206	[0005518.09] 展示ホール2期 E2-LP-02-A03 イベント電灯(差分)	kWh	223										0.677
207	[0005306.14] 展示ホール ND.2SS 展示動力電力量(差分)	kWh	270										
208	[0005310.14] 展示ホール ND.3SS 展示動力電力量(差分)	kWh	271										
209	[0005303.14] 展示ホール ND.1-5 展示動力電力量(差分)	kWh	273										

表6-9は、エネルギー系に関するクラスター化の事例である。

展示ホールの様々な電灯機器と電気室(FG~FN)において、高い相関が確認できる。つまり、系統が繋がっている可能性が高いと考えられる。

## 2) クラスター化による結果

表6-10. エネルギー系のクラスター化による結果の分類表

A	受電電力量
	電力率
B	ガス使用量
	冷水使用量
	蒸気使用量
	水使用量
	用度別冷水熱量
	用度別温水熱量
	用度別冷温水流量
	用度別還水流量
C	機器別電灯電力量
D	機器別動力電力量
E	機器別電力量
	機器消費蒸気量

エネルギー系のクラスター化を下記のように分けて分析をする。(表6-10)

A：受電力関連

B：ガス・蒸気・冷水関連

C：電灯関連

D：動力関連

E：その他

表6-11. A : 受電力関連

計測項目	場所	計測ポイント		
受電電力量	19	会議センター	[000.4302.04] 会議センター NO1・NO2 受電電力量(差分)	kWh 2
		展示ホール	[000.5305.24] 展示ホール NO1・NO2電気室 受電電力量(差分)	kWh 2
			[000.5307.24] 展示ホール NO7SS電気室 受電電力量(差分)	kWh 1
		展示ホール2	[000.5322.30] 展示ホール2期 電気室3・4 受電電力量(差分)	kWh 2
			[000.5332.10] 展示ホール2期 電気室5 受電電力量(差分)	kWh 1
		国立大ホール	[000.7904.02] 国立大ホール 受電電力量(差分)	kWh 2
		ホテル	[000.9304.19] ホテル NO2・NO3電気室 受電電力量(差分)	kWh 2
			[000.9302.11] ホテル NO1電気室 受電電力量(差分)	kWh 1
		駐車場	[000.6302.05] 展示地下駐車場 展示場B2F 電気室受電電力量(差分)	kWh 2
			[000.3302.04] ロータリー地下駐車場 ロータリーB1F 受電電力量(差分)	kWh 1
			[000.1305.14] 共用設備 受電電力量(差分)	kWh 1
			[000.4306.04] 国際協力センター 国際機関電気室 受電電力量(差分)	kWh 1
			[000.1309.04] 共用設備 受電電力量(差分)	kWh 1
電力率	20	会議センター	[000.4140.28] 会議センター 第1電気室 受電力率	% 1
			[000.4304.27] 会議センター 第2電気室 受電力率	% 1
		展示ホール	[000.5302.36] 展示ホール NO.1 受電力率	% 1
			[000.5305.31] 展示ホール NO.2 受電力率	% 1
			[000.5307.28] 展示ホール NO.7SS 受電力率	% 1
			[000.5171.11] 展示ホール NO.1 受電力率	% 1
			[000.5171.12] 展示ホール NO.2 受電力率	% 1
		展示ホール2	[000.5322.40] 展示ホール2 電気室3 受電力率	% 1
			[000.5327.21] 展示ホール2 電気室4 受電力率	% 1
			[000.5332.23] 展示ホール2 電気室5 受電力率	% 1
		国立大ホール	[000.7904.30] 国立大ホール 受電力率	% 1
		ホテル	[000.9302.24] ホテル 電気室NO.1 受電力率	% 1
			[000.9304.35] ホテル 電気室NO.2 受電力率	% 1
			[000.9308.27] ホテル 電気室NO.3 受電力率	% 1
			[000.1309.10] 受電力率	% 1
			[000.1305.17] 1号TR二次力率	% 1
			[000.1305.18] 2号TR二次力率	% 1
			[000.6302.11] 展示地下駐車場 NO.1電気室 受電力率	% 1
			[000.6304.10] 展示地下駐車場 NO.2電気室 受電力率	% 1
			[000.3302.10] ロータリー地下駐車場 受電力率	% 1

クラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記ようになる。(表6-11)

- 1) 受電電力量 (19→13)
- 2) 電力率 (変化無し)

受電電力量の場合、系統がつながり、使用量時期が一致する計測ポイントがあり、系統の数のおりにクラスター化することが可能である。

しかし、電力率がクラスター化できない理由は、受電電力量と建物名が一致するのに、計測センサーの設置場所が異なるためであると考えられる。



表6-12. B: ガス・蒸気・冷水関連

計測項目	場所	計測ポイント		
ガス使用量	3	[000.4103.02] 会議センター ガス本管量(6Fレストラン厨房)(差分)	m3N	1
		[000.5118.05] 展示ホール ガス計量-2 Bホール(差分)	m3N	1
		[000.5691.05] 展示ホール2期 Dホールイベントガス使用量(差分)	m3N	1
冷水使用量	3	[000.4101.20] 会議センター 冷水流量(積)(差分)	m3	1
		[000.4150.20] 国際協力センター 冷水流量(積算)(差分)	m3	1
		[000.5608.15] 展示ホール2期 冷水流量積算(差分)	m3	1
蒸気使用量	2	[000.1101.10] 共用設備 蒸気流量(積算) DHC(差分)	TON	1
		[000.4201.16] 会議センター 6Fレストラン・厨房 蒸気量(差分)	TON	1
水使用量	34	会議センター [000.4103.12] 会議センター 2Fラウンジ1 給湯往メータ(差分)	m3	1
		[000.4103.13] 会議センター 2Fラウンジ1 給湯還メータ(差分)	m3	1
	会議センター	[000.4135.14] 会議センター ST-101 貯湯槽 給水量(差分)	m3	1
		[000.4135.15] 会議センター ST-102 貯湯槽 給水量(差分)	m3	1
		[000.4103.05] 会議センター 2Fパントリー 給水量(差分)	m3	1
		[000.4103.11] 会議センター 2Fラウンジ1 給水量(差分)	m3	1
		[000.4103.25] 会議センター 3Fパントリー(2) 給水量(差分)	m3	1
		[000.4104.03] 会議センター 4Fパントリー 給水量(差分)	m3	1
		[000.4201.08] 会議センター 6Fレストラン・厨房給水量(差分)	m3	1
	展示ホール	[000.5118.18] 展示ホール 量水器 アッティモ(差分)・ダンゼロ(差分)	m3	2
		[000.5154.06] 展示ホール 給水量(差分)	m3	1
		[000.5593.06] 展示ホール デイリー給水量(差分)	m3	1
		[000.5118.18] 展示ホール 量水器 フードテラス(差分)	m3	1
		[000.5118.13] 展示ホール 量水器 A4(差分)	m3	1
		[000.5118.19] 展示ホール 量水器 ミルクホール(差分)	m3	1
	展示ホール2	[000.5593.03] 展示ホール2期 1Fホール パーク側量水器D-2(差分)	m3	1
		[000.5693.02] 展示ホール2期 1F展示場ホール系統幹線D-1(差分)	m3	1
		[000.5693.03] 展示ホール2期 1F展示場ホール系統幹線D-2(差分)	m3	1
		[000.5693.04] 展示ホール2期 2F パントリー量水器(差分)	m3	1
		[000.5593.05] 展示ホール2期 2F厨房1 量水器(差分)	m3	1
		[000.5593.04] 展示ホール2期 2F厨房2 量水器(差分)	m3	1
	国立大ホール	国立大ホール WM1 主管給水量(差分)	m3	1
		国立大ホール WM2 厨房給水量(差分)	m3	1
		国立大ホール WM3 パー給水量(差分)	m3	1
	プラザ	[000.2102.09] プラザ 給水量(1Fロータリー受水槽室)(差分)	m3	1
		[000.2109.04] プラザ 給水量(海上ターミナル)(差分)	m3	1
		[000.4152.07] 国際協力センター 給水本管量(差分)	m3	1
		[000.6112.04] 展示地下駐車場 WF-601 給水量(差分)	m3	1
		[000.6112.06] 展示地下駐車場 共用受水槽給水量(差分)	m3	1
		[000.3106.05] ロータリー地下駐車場 WP-501 給水量(差分)	m3	1
		[000.4103.01] 会議センター 給水本管量(差分)	m3	1
		[000.1109.05] 発電機 NO1発電機 冷却塔補給水量(差分)	m3	1
		[000.1103.28] 発電機 NO2発電機 冷却塔補給水量(差分)	m3	1
用途別冷水熱量	12	会議センター [000.4201.10] 会議センター 6Fレストラン AC-126 冷水熱量(差分)	Mcal	1
		[000.4201.14] 会議センター 6Fレストラン AC-127 冷水熱量(差分)	Mcal	1
		[000.4101.21] 会議センター 冷水熱量(積)(差分)	Mcal	1
	展示ホール	[000.5121.23] 展示ホール 付属部屋 冷水熱量(差分)	Mcal	2
		[000.5111.13] 展示ホール 冷水熱量(積算)(差分)	Mcal	1
	国立大ホール	国立大ホール C-CAL 冷水積算熱量(差分)	Mcal	1
		国立大ホール ACU-21 冷水積算熱量(差分)	Mcal	1
	国際協力センター	[000.4150.21] 国際協力センター 付属部屋 冷水熱量(積算)(差分)	Mcal	3
		[000.1101.07] 共用設備 冷水熱量(積算) DHC(差分)	Gcal	1
用途別温水熱量	1	国立大ホール ACU-13 温水積算熱量	Mcal	1
用途別冷温水流量	1	[000.5609.12] 展示ホール2期 FCU冷温水流量積算(差分)	m3	1
用途別還水流量	3	[000.1101.13] 共用設備 還水流量(積算) DHC(差分)	m3	1
		[000.4102.04] 会議センター 還水流量(積算)(差分)	m3	1
		[000.5112.02] 展示ホール 還水流量積算(差分)	m3	1

クラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記ようになる。(表6-12)

- 1) 水使用量 (34→33)
- 2) 用途別冷水熱量 (12→9)

水使用量のなかでクラスター化された場所は、展示ホールの附属食堂である。ほぼ同じ時間に利用されるので、相関がある。

用途別冷水熱量の場合は、展示ホールの附属部屋が同じ向きに並んだ部屋なので、ほぼ同じ温度で使用時期が一致する。国際協力センターは、特別な大空間を分けて事務室のように利用していて、1つの系統から冷水が流れるので相関があると考えられる。

表6-13. C : 電灯関連

計測項目	場所	計測ポイント
機器別電灯電力量	116 会議センター	[000.4304.26] 会議センター 一般電灯3電力量(差分)・中会議調光盤(差分)
		[000.4103.09] 会議センター 付属食堂 電灯電力量(差分)
		[000.4245.21] 会議センター WHM306 一般電源電力量(差分)
		[000.4103.16] 会議センター 3Fパントリー(1) 電灯電力量(差分)
		[000.4103.23] 会議センター 3Fパントリー(2) 電灯電力量(差分)
		[000.4104.01] 会議センター 4Fパントリー 電灯電力量(差分)
		[000.4201.01] 会議センター 5Fパントリー 電灯電力量(差分)
		[000.4245.22] 会議センター WHM307 保安電灯電力量(差分)
	展示ホール	[000.5311.16] 展示ホール 付属部屋 展示電灯電力量(差分)
		[000.5306.16] 展示ホール・2期 付属部屋 展示電灯電力量(差分)
		[000.5180.19] 展示ホール 付属部屋 保安電灯電力量
		[000.5180.03] 展示ホール 付属部屋 一般電灯(差分)
		[000.5180.05] 展示ホール 付属部屋 一般電灯(差分)
		[000.5313.28] 展示ホール 付属部屋 保安電灯電力量 E-L-02-4(差分)
		[000.5313.32] 展示ホール 付属部屋 保安電灯電力量
		[000.5180.10] 展示ホール 付属部屋 一般電灯(差分)
		[000.5180.08] 展示ホール 付属部屋 一般電灯(差分)
		[000.5180.23] 展示ホール 付属部屋 保安電灯(差分)
		[000.5180.17] 展示ホール 付属部屋 保安電灯(差分)
		[000.5318.03] 展示ホール ダンゼロ・厨房 一般電灯電力量 TLM-3-8(差分)
		[000.5180.01] 展示ホール E-L-M2-1 一般電灯(差分)
		[000.5180.16] 展示ホール E-L-M2-1 保安電灯(差分)
		[000.5180.02] 展示ホール E-L-M2-2 一般電灯(差分)
		[000.5182.16] 展示ホール デイリー電灯電力量(差分)
		[000.5313.39] 展示ホール ミルクホール電灯電力量(差分)
		[000.5313.35] 展示 ビジネスセンター 一般電灯電力量 E-LP-02-3(差分)
		[000.5313.37] 展示ホール フードテラス電灯電力量(差分)
		[000.5182.10] 展示ホール TLM 3-10 NO-1 アッティモ一般電灯(差分)
	展示ホール2	[000.5324.21] 展示ホール2期 付属施設 イベント電灯電力量(差分)
		[000.5516.01] 展示ホール2期 展示場 一般電灯(差分)
		[000.5516.02] 展示ホール2期 展示場保安電灯(差分)
		[000.5313.17] 展示ホール 2Fコンコース 一般電灯電力量 E-L-M2-1(差分)
		[000.5313.18] 展示ホール 2Fコンコース 一般電灯電力量 E-L-M2-2(差分)
		[000.5313.20] 展示ホール 2Fコンコース 保安電灯電力量 E-L-M2-1(差分)
		[000.5518.05] 展示ホール2期 E2-LP-02-A01 イベント電灯(差分)
		[000.5518.07] 展示ホール2期 E2-LP-02-A02 イベント電灯(差分)
		[000.5518.13] 展示ホール2期 E2-LP-02-A05 イベント電灯(差分)
		[000.5518.15] 展示ホール2期 E2-LP-02-A06 イベント電灯(差分)
		[000.5518.01] 展示ホール2期 E2-LP-2-1 厨房電灯(差分)
		[000.5518.03] 展示ホール2期 E2-LP-2-2 厨房電灯(差分)
		[000.5617.03] 展示ホール2期 E2-LP-2-3 2Fパントリー電灯(差分)
	ホテル	[000.9308.25] ホテル 電気室NO.3 一般電灯1電力量(差分)
		[000.9308.26] ホテル 電気室NO.3 一般電灯2電力量(差分)
		[000.9305.11] ホテル 電気室NO.2?1 客室電灯電力量(差分)
		[000.9306.11] ホテル 電気室NO.2?2 客室電灯電力量(差分)
	人口地盤	[000.5312.07] 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧電灯(1) 電力量(差分)
		[000.5312.34] 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧電灯(2) 電力量(差分)
		[000.5333.23] 展示2人工地盤 NO.2電気室 低圧電灯電力量(差分)
		[000.2303.07] 人口地盤ロータリー部 イベント電灯電力量(差分)
		[000.2301.26] 人口地盤ロータリー部 NO1電気室 電灯電力量(差分)
		[000.2302.07] 人口地盤ロータリー部 NO2電気室 電灯電力量(差分)
	プラザ	[000.2103.29] プラザ 電気室(1) 一般電灯電力量(差分)
		[000.2104.08] プラザ 電気室(2) 一般電灯電力量(差分)
	水際線	[000.2110.27] 水際線 電気室水 一般電灯1電力量(差分)
		[000.2112.08] 水際線 電気室水 一般電灯2電力量(差分)
		[000.8302.06] 水際線 一般電灯2電力量(差分)
		[000.8301.18] 水際線 NO1電気室 電灯電力量(差分)
	旅客ターミナル	[000.8303.16] 旅客ターミナル 50M桟橋照明電力量(差分)
		[000.8303.15] 旅客ターミナル 70M桟橋照明電力量(差分)

機器別電灯電力量に対する大きなクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記のようになる。(表6-13)

- 1) 展示ホール1期 (60→19)
- 2) 展示ホール2期 (26→13)

機器別電灯電力量の場合、大きなクラスター化が可能な計測ポイントは、展示ホール1期と2期である。

建物の附属部屋は同じ向きで並んでいるし、ホールを利用するときは、一緒に利用されるので、電灯の使用時間が一致する。ちなみに、2つの建物は、同じ形の構造を持っているので、クラスター化される場所が同じ位置である。

表6-14. D: 動力関連

計測項目	場所	計測ポイント
機器別動力電力量	58 国立大ホール	国立大ホール STND ステンドグラス電力量(差分)
		国立大ホール ACU-21 ステンドグラス電力量(差分)
	展示ホール	[000.5306.14] 展示ホール 付属施設 展示動力電力量(差分)
		[000.5313.13] 展示ホール 付属部屋 一般動力電力量
		[000.5313.11] 展示ホール 付属部屋 一般動力電力量 E-P-3-8(差分)
		[000.5323.13] 展示ホール2期 イベント動力 電力量(差分)
		[000.5311.14] 展示ホール NO.1SS 展示動力電力量(差分)
		[000.5308.14] 展示ホール NO.4SS 展示動力電力量(差分)
		[000.5313.04] 展示ホール 一般電灯電力量 E-L-3-1(差分)
		[000.5313.16] 展示ホール コンコース 一般動力電力量 E-P-3-10(差分)
		[000.5313.14] 展示ホール コンコース 一般動力電力量 E-P-3-8(差分)
		[000.5313.15] 展示ホール コンコース 一般動力電力量 E-P-3-9(差分)
		[000.5313.36] 展示 ビジネスセンター 保安動力電力量 E-LP-02-3(差分)
		[000.5182.17] 展示ホール デイリー動力電力量(差分)
		[000.5313.38] 展示ホール フードテラス動力電力量(差分)
		[000.5318.05] 展示ホール ダンゼロ厨房動力電力量 TLM-3-8(差分)
		[000.5313.40] 展示ホール ミルクホール動力電力量(差分)
	展示ホール2	[000.5324.27] 展示ホール2期 イベント動力3電力量(差分)
		[000.5329.13] 展示ホール2期 イベント動力6電力量(差分)
		[000.5518.02] 展示ホール2期 E2-LP-2-1厨房動力(差分)
		[000.5518.04] 展示ホール2期 E2-LP-2-2厨房動力(差分)
		[000.5617.04] 展示ホール2期 E2-LP-2-3 2Fパントリー動力(差分)
		[000.4304.24] 会議センター 6Fレストラン動力電力量(差分)
	会議センター	[000.4103.10] 会議センター 2Fラウンジ1 動力電力量(差分)
		[000.4103.18] 会議センター 3Fパントリー(1) 保安動力電力量(差分)
		[000.4104.02] 会議センター 4Fパントリー 動力電力量(差分)
		[000.4201.07] 会議センター 6Fレストラン・厨房保安保安動力(差分)
	ホテル	[000.9302.21] ホテル 電気室NO.1 一般動力1電力量1(差分)
		[000.9302.22] ホテル 電気室NO.1 一般動力2電力量1(差分)
		[000.9302.23] ホテル 電気室NO.1 一般動力3電力量1(差分)
		[000.9304.32] ホテル 電気室NO.2 一般動力1(フィットネス)電力量(差分)
		[000.9304.34] ホテル 電気室NO.2 一般動力2(フィットネス)電力量(差分)
		[000.9304.33] ホテル 電気室NO.2 一般動力2(宴会・厨房)電力量(差分)
		[000.9308.24] ホテル 電気室NO.3 一般動力3電力量(差分)
		[000.2103.25] プラザ・人口地盤 電気室(1) 一般動力1電力量(差分)
		[000.2301.24] 人口地盤ロータリー部・プラザ NO.1電気室 動力(200V)電力量(差分)
		[000.5182.12] 展示ホール アッティモ・旅客ターミナル テナント厨房動力(差分)
		[000.2110.23] 水際線 電気室 2ヶ所 一般動力1電力量(差分)
		[000.5312.32] 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧動力 電力量(差分)
		[000.5333.19] 展示2人工地盤 NO.1電気室 低圧動力2電力量(差分)
		[000.5333.21] 展示2人工地盤 NO.2電気室 低圧動力電力量(差分)

機器別電灯電力量に対する大きなクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記のようになる。(表6-14)

- 1) 展示ホール1期 (25→15)
- 2) 展示ホール2期 (9→6)
- 3) 人口地盤 (13→7)

展示ホール1期の場合は、クラスター化された計測ポイントは、同じ向きの同じ利用時間を持つ部屋なので、動力電力も稼働時期が一致する。

展示ホール2期の場合は、大空間のホールに対するイベント動力なので、利用する場合は稼働時期が一致する。

人口地盤は、施設の北側の外にある場所であり、附属する場所としては、ロータリー・プラザ・水際線などがある。つながっている場所で、系統や稼働時間の差がないので、相関を持っている。

表6-15. E: その他

計測項目	場所	計測ポイント
機器別電力量	71 会議センター	[000.4201.12] 会議センター 6Fレストラン AC-127・EF-122 電力量(差分)
		[000.4245.19] 会議センター WHM304 SF-509・EF-512電力量(差分)
		[000.4201.09] 会議センター 6Fレストラン AC-126 電力量(差分)
		[000.4245.16] 会議センター WHM301 デリベントファン電力量(差分)
		[000.4245.17] 会議センター WHM302 シャタ電力量(差分)
		[000.4245.18] 会議センター WHM303 排水ポンプ電力量(差分)
		[000.4201.17] 会議センター NTT電力量(差分)
	展示ホール	[000.5181.06] 展示ホール 付属部屋 展示場空調機(差分)
		[000.5181.01] 展示ホール 付属部屋 展示場空調機(差分)
		[000.5182.14] 展示ホール AC-402 アッティモ・ダンゼロ 電力量(差分)
		[000.5182.07] 展示ホール TLM 付属施設 (差分)
		[000.5182.01] 展示ホール TLM 付属施設 (差分)
		[000.5182.05] 展示ホール TLM 付属施設 (差分)
		[000.5181.08] 展示ホール E-P-3-9 コンコース空調機(差分)
		[000.5181.09] 展示ホール E-P-3-10 コンコース空調機(差分)
		[000.5181.07] 展示ホール E-P-3-8 コンコース空調機(差分)
		[000.5182.18] 展示ホール NTTシステム電力量(差分)
		[000.5182.11] 展示ホール TLM 3-10 NO-2 アッティモ厨房(差分)
		[000.5182.03] 展示ホール TLM 3-6 NO-1(差分)
		[000.5182.04] 展示ホール TLM 3-6 NO-2(差分)
		[000.5182.09] 展示ホール TLM 3-8 NO-3(差分)
	展示ホール2	[000.5322.33] 展示ホール2期 展示ホール空調電力量(差分)
		[000.5322.34] 展示ホール2期 E2-P-03-2 展示ホール空調電力量(差分)
		[000.5517.01] 展示ホール2期 E2-P-3-3 2F厨房1空調機(差分)
		[000.5517.02] 展示ホール2期 E2-P-3-3 2F厨房2空調機(差分)
	国際協力センター	[000.4243.01] 国際協力センター 付属施設 電力量(差分)
		[000.4243.21] 国際協力センター 付属施設 保安電力量(差分)
		[000.4243.04] 国際協力センター 付属施設 電力量(差分)
		[000.4243.03] 国際協力センター O-I-5-3 電力量(差分)
		[000.4243.06] 国際協力センター O-I-5-6 電力量(差分)
		[000.4243.09] 国際協力センター O-I-5-9 電力量(差分)
		[000.4243.11] 国際協力センター O-I-5-11 電力量(差分)
		[000.4243.17] 国際協力センター O-L-6-1 一般電力量(差分)
		[000.4150.25] 国際協力センター O-P-B1-1 電力量(差分)
		[000.4243.23] 国際協力センター O-P-6-1 空調電力量(差分)
		[000.8303.09] 旅客ターミナル A-P-1-1電力量(差分)
		[000.8303.08] 旅客ターミナル A-P-B1-2電力量(差分)
	国立大ホール	国立大ホール WHM100 バ-電力量(差分)
		国立大ホール WHM200 バ-電力量(差分)
		国立大ホール WHM200 厨房電力量(差分)
		国立大ホール WHM400 厨房電力量(差分)
	旅客ターミナル	[000.8303.13] 旅客ターミナル A-L-1-1電力量(差分)
		[000.8303.12] 旅客ターミナル A-L-B1-1電力量(差分)
		[000.8303.14] 旅客ターミナル テナント電力量(差分)
機器消費蒸気量	1	国立大ホール STM-Q 蒸気積算流量(差分)

機器別電力量に対する、大きなクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記のようになる。(表6-15)

- 1) 展示ホール1期 (22→14)
- 2) 展示ホール2期 (8→4)
- 3) 国際協力センター (24→12)

展示ホール1期・2期は空調機の一部がクラスター化された。その理由は、つながっている附属部屋の稼働時間が一致するためである。

国際協力センターの場合、大空間なので、電力の系統がつながっているし、部屋別に分かれていないので、様々な機器の稼働時間が一致し、電力の使用時間も一致すると考えられる。

### 3) クラスター化のまとめ

①計測ポイント344個がクラスター化により、233個に整理された。

②エネルギーの場合、大きなクラスターが集まっている項目は、下記のみである。

㊦機器別電灯電力量 (116→59)

㊧機器別動力電力量 (58→41)

㊨機器別電力量 (71→44)

上記以外の項目は、ほぼクラスター化されていない。その理由は、同じ種類の計測センサーなのに、附属部屋の建物が異なり、計測方法も異なるためである。

## 4) クラスター間の相関分析

表6-16. エネルギー系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①国立大ホール 室内温度SP	①国立大ホール 室内温度SP	国立大ホール 室内温度SP		展示ホール1期 AC レターン温度
	②展示ホール1期 AC レターン温度	国立大ホール 室内温度SP		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	国立大ホール 室内温度SP		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール 室内温度SP		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール 室内温度SP		
②展示ホール1期 AC レターン温度	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
③展示ホール1期 AC 給気温度設定	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC 給気温度設定		国立大ホール ACU 給還気温度SP
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
④国立大ホール ACU 給還気温度SP	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
⑤展示ホール1期 AC 給気温度	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU DDO温度	国立大ホール ACU 還気温度
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
⑥国立大ホール ACU 給還気温度	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度		
⑦冷水還温度	⑦冷水還温度	展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度		

表6-17. エネルギー系における高い負の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①国立大ホール 室内温度SP	①国立大ホール 室内温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	②展示ホール1期 AC レターン温度	国立大ホール 室内温度SP		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	国立大ホール 室内温度SP		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール 室内温度SP	展示ホール1期 冷水往温度	
②展示ホール1期 AC レターン温度	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC レターン温度		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 冷水往温度	
③展示ホール1期 AC 給気温度設定	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 冷水往温度	
④国立大ホール ACU 給還気温度SP	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		国立大ホール ACU 還気温度
	⑦冷水還温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		展示ホール1期 冷水往温度
⑤展示ホール1期 AC 給気温度	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 冷水往温度	
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
⑥国立大ホール ACU 給還気温度	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 冷水往温度	
⑦冷水還温度	⑦冷水還温度	展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度		展示ホール1期 冷水往温度

「表6-16」は、エネルギー系における高い正の相関関係を持つクラスターの表である。運転系間の高い正の相関を持つクラスターは、「展示ホール1期 AC 給気温度」と「国立大ホール ACU DDC温度」の相関である。近接する施設の場合、外気温度の差が無く、給気する温度とエアコンのコントロール温度差がほぼないので、正の向きに相関を持つと考えられる。

「表6-17」は、エネルギー系における高い負の相関関係を持つクラスター間の相関関係の表である。運転系間の高い正の相関を持つクラスターは、3つである。

- ①国立大ホール ACU 給還気温度SP ⇔ 国立大ホール ACU 還気温度
- ②国立大ホール ACU 給還気温度SP ⇔ 展示ホール1期 冷水往温度
- ③展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 ⇔ 展示ホール1期 冷水往温度

### 6. 2. 3 運転系と運転系

運転系と運転系の場合、「図6-5」ような黄橙色の部分に関わる分析を行う。

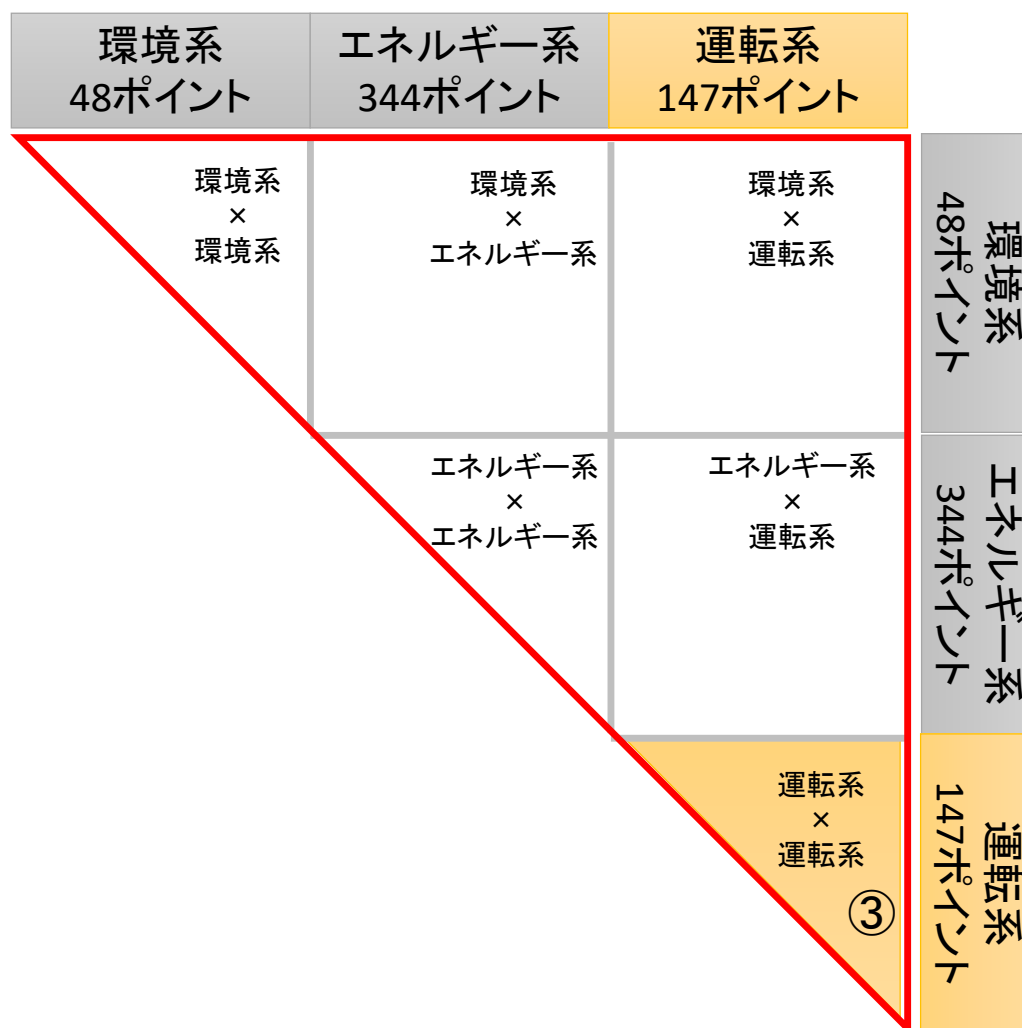


図6-5. 運転系に関わる互いの関係図

図6-5で黄色のところは、運転系の相関係数の範囲である。

この系の間では、6つの相関関係の分類による性質が同じである運転系と運転系の間に関する分析を行う。運転系に属するポイントは147個であり、グループ化すると85個にクラスター化される。



## 1) クラスタ化による特徴

特徴的なのは、設備機器の設定値の関係である。詳細な場所は把握ができない場合が多いので、同じ建物での同じ種類の機器やセンサーであるとしても、機器番号が異なって測定データの誤差が大きい場合があり、他のポイントは、いかなる相関関係もない場合もある。特に運転系は機器の設定値なので、1か月間、同じ設定をする場合は、相関係数の計算が不可能であり、分析ができない。その結果、半分程度の分析が不可能である。

相関関係を基準として、相関係数が低い場合の理由は、同じ建物の同じ機能をする機器であるのに、型番が異なるためであると考えられる。つまり、計測センサーが異なると考えられる。しかし、同じ機器やセンサーで、型番が異なっても、相関係数が高い場合があり、その理由は、場所の使用方法や稼働時間がほぼ似ているためであると考えられる。

表6-18. 運転系に関するクラスタ化の事例

	A	B	C	FZ	QA	QB	QC	QD	Q
1				国立大ホー	[0005121.0	[0005122.0	[0005125.1	[0005127.0	[0005129.0
2				%	℃	℃	℃	℃	℃
3				439	440	441	447	450	
474	国立大ホール ACU-7 湿気湿度SP	%	435	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
475	国立大ホール ACU-8 湿気湿度SP	%	436	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
476	国立大ホール ACU-9 湿気湿度SP	%	437	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
477	国立大ホール ACU-11 室内湿度SP	%	438	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
478	国立大ホール ACU-12 室内湿度SP	%	439	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
479	[0005121.04] 展示ホール AC-401 給気温度	℃	440			0.999	0.972	0.970	
480	[0005122.04] 展示ホール AC-403 給気温度	℃	441				0.972	0.969	
481	[0005125.19] 展示ホール AC-410 給気温度	℃	447					0.994	
482	[0005127.04] 展示ホール AC-413 給気温度	℃	450						
483	[0005131.19] 展示ホール AC-422 給気温度	℃	453						
484	[0005126.04] 展示ホール AC-411 給気温度	℃	448						
485	[0005129.04] 展示ホール AC-417 給気温度	℃	454						
486	[0005123.04] 展示ホール AC-406 給気温度	℃	443						
487	[0005123.19] 展示ホール AC-406 給気温度	℃	444						

表6-18は、運転系に関するクラスタ化の事例である。

異なる部屋の異なる設備機器に対し、機器の種類が同じであり、その計測センサーも同じである。つまり、同じ機器の型番が近接する場合は、相関関係が高くなることが確認できた。その理由は、同じ日に利用目的が一緒であるイベントがあったためであると考えられる。

対角線から離れている内側にある相関関係もほぼ同じ理由で相関を持つと考えられる。



## 2) クラスター化による結果

表6-19. 運転系のクラスター化による結果の分類表

A	空調機温度設定
	空調機湿度設定
B	空調機給気温度
	空調機レターン温度
	空調機還気温度
	空調機還気湿度
	空調機関連温度
C	熱源機器用水温度
	熱源機器温度
	用途別冷水温度

「表6-19」に示した運転系のクラスター化に関しては、下記のように分けて分析を行う。

A：空調機の温度・湿度関連

B：空調機の給気・レターン・還気など関連

C：熱源機器の温度関連

表6-20. A：空調機の温度・湿度関連

計測項目		場所	計測ポイント		
空調機温度設定	42	国立大ホール	国立大ホール ACU-2 DDC設定データ	℃	1
			国立大ホール ACU-3 DDC設定データ	℃	1
			国立大ホール ACU-4 DDC設定データ	℃	1
			国立大ホール ACU-1 室内温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-2 室内温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-3 室内温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-4 室内温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-11 室内温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-12 室内温度SP	℃	2
			国立大ホール ACU-1 給気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-2 給気温度SP	℃	2
			国立大ホール ACU-4 給気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-5 給気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-10 給気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-13 給気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-6 還気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-9 還気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-7 還気温度SP	℃	1
			国立大ホール ACU-8 還気温度SP	℃	1
		展示ホール	[000.5121.08] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度設定	℃	4
			[000.5121.08] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度設定	℃	8
			[000.5121.08] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度設定	℃	3
			[000.5131.08] 展示ホール AC-421 給気温度設定	℃	1
			[000.5125.05] 展示ホール AC-409 給気温度設定	℃	1
			[000.5126.08] 展示ホール AC-411 給気温度設定	℃	1
			[000.5130.05] 展示ホール AC-419 給気温度設定	℃	1
			[000.5127.20] 展示ホール AC-414 給気温度設定	℃	1
			[000.5128.23] 展示ホール AC-416 給気温度設定	℃	1
空調機湿度設定	5	国立大ホール	国立大ホール ACU-7 還気湿度SP	%	1
			国立大ホール ACU-8 還気湿度SP	%	1
			国立大ホール ACU-9 還気湿度SP	%	1
			国立大ホール ACU-11 室内湿度SP	%	1
			国立大ホール ACU-12 室内湿度SP	%	1

空調機の温度・湿度に対する、大きなクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記ようになる。(表6-20)

1) 空調機温度設定 (42→28)

①国立大ホール (21→19)

②展示ホール1期 (21→9)

2) 空調機湿度設定 (変化無し)

空調機温度設定の場合、展示ホールの給気温度設定において大きなクラスターが3個存在し、すべて使用時期が同じである。

国立大ホールにはクラスターがあまり存在しない。その理由は展示ホールとは用途や構造が異なるし、附属部屋の位置が一括的な構造でないためである。

表6-21. B: 空調機の給気・レターン・還気など関連

計測項目	場所	計測ポイント
空調機給気温度	28 展示ホール	[000.5121.04] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度① °C 4
		[000.5121.04] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度② °C 3
		[000.5121.04] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度③ °C 9
		[000.5121.04] 展示ホール 付属部屋 AC 給気温度④ °C 2
		[000.5130.03] 展示ホール AC-419 給気温度 °C 1
		[000.5126.19] 展示ホール AC-412 給気温度 °C 1
		[000.5131.04] 展示ホール AC-421 給気温度 °C 1
		国立大ホール 国立大ホール ACU 給気温度 °C 6
空調機レターン温度	18 展示ホール	国立大ホール ACU-13 給気温度 °C 1
		[000.5129.21] 展示ホール 付属部屋 AC レターン温度① °C 8
		[000.5129.21] 展示ホール 付属部屋 AC レターン温度② °C 8
		[000.5128.21] 展示ホール AC-416 レターン温度 °C 1
空調機還気温度	6 国立大ホール	[000.5122.21] 展示ホール AC-404 レターン温度 °C 1
		国立大ホール ACU 付属部屋 還気温度① °C 3
		国立大ホール ACU 付属部屋 還気温度② °C 2
空調機還気湿度	5 国立大ホール	国立大ホール ACU-7 還気温度 °C 1
		国立大ホール ACU 付属部屋 還気湿度 % 3
		国立大ホール ACU-9 還気湿度 % 1
空調機関連温度	6 国立大ホール	国立大ホール ACU-5 ホール還気湿度 % 1
		国立大ホール ACU 付属施設 DDC温度T °C 6

空調機の温度・湿度に対する大きなクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記のようになる。(表6-21)

1) 空調機給気温度 (28→9)

①展示ホール1期 (21→7)

②国立大ホール (7→2)

2) 空調機レターン温度 (18→4)

3) 空調機関連温度 (6→1)

空調機給気温度の場合、展示ホール1期は給気温度に関するクラスターが多いほうである。その理由は、ホールの附属部屋が同じ規模で同じ向きなので、稼働時間や使い方が一致するためである。

国立大ホールの場合は、系統が大空間のホールなので、稼働時間が一致する。

空調機レターン温度の場合は展示ホール1期のみを計測する。この場合も、附属部屋が同じ規模の同じ向きで、稼働時間や使い方が一致するためである。

表6-22. C：熱源機器の温度関連

計測項目	場所	計測ポイント	単位	数
熱源機器用水温度 6	国立大ホール	国立大ホール HE-1 送水温度	℃	1
		国立大ホール HE-2 送水温度	℃	1
	展示ホール	[000.5113.04] 展示ホール FCU冷温水往温度	℃	1
		[000.5114.04] 展示ホール 床冷暖冷温水往温度・還温度	℃	2
		[000.5113.05] 展示ホール FCU冷温水還温度	℃	1
熱源機器温度 21	展示ホール	[000.5115.01] 展示ホール PH-01 温度	℃	1
		[000.5115.05] 展示ホール PH-03 温度	℃	1
		[000.5115.07] 展示ホール PH-04 温度	℃	1
		[000.5115.09] 展示ホール PH-05 温度	℃	1
		[000.5115.11] 展示ホール PH-06 温度	℃	1
		[000.5115.13] 展示ホール PH-07 温度	℃	1
		[000.5115.15] 展示ホール PH-08 温度	℃	1
		[000.5115.17] 展示ホール PH-09 温度	℃	1
		[000.5115.19] 展示ホール PH-10 温度	℃	1
		[000.5115.21] 展示ホール PH-11 温度	℃	1
		[000.5116.01] 展示ホール PH-12 温度	℃	1
		[000.5116.03] 展示ホール PH-13 温度	℃	1
		[000.5116.05] 展示ホール PH-14 温度	℃	1
		[000.5116.07] 展示ホール PH-15 温度	℃	1
		[000.5116.09] 展示ホール PH-16 温度	℃	1
		[000.5116.11] 展示ホール PH-17 温度	℃	1
		[000.5116.13] 展示ホール PH-18 温度	℃	1
		[000.5116.15] 展示ホール PH-19 温度	℃	1
		[000.5116.17] 展示ホール PH-20 温度	℃	1
		[000.5116.19] 展示ホール PH-21 温度	℃	1
		[000.5116.21] 展示ホール PH-22 温度	℃	1
用度別冷水温度 10		[000.1101.03] 共用設備 冷水往温度 DHC	℃	1
		[000.4101.16] 会議センター 冷水往温度	℃	1
		[000.4150.16] 国際協力センター 冷水往温度	℃	1
		[000.5111.06] 展示ホール 冷水往温度	℃	1
		国立大ホール C-T 冷水流入温度	℃	1
		[000.1101.04] 共用設備 冷水還温度 DHC	℃	1
		[000.4101.17] 会議センター 冷水還温度	℃	1
		[000.4150.17] 国際協力センター 冷水還温度	℃	1
		[000.5111.07] 展示ホール 冷水還温度	℃	1
		国立大ホール CR-T 冷水返送温度	℃	1

熱源機器の温度関連に対するクラスター化により、まとめられた計測ポイントの数は下記のようになる。(表6-22)

1) 熱源機器用水温度 (6→5)

①国立大ホール (変化無し)

②展示ホール (4→3)

2) その他 (変化無し)

熱源機器の温度に関してクラスターが1つのみである。すなわち、熱源機器用水温度に関する項目の展示ホール1期の床冷暖冷温水往温度と還温度である。クラスター化された理由は、同じ系統の往還で温度の変化値がほぼ似ているためである。

### 3) クラスター化のまとめ

①計測ポイント147個がクラスター化により、89個に整理された。

②運転系の場合、大きなクラスターが集まっている項目は、下記のみである。

㊦空調機温度設定 (42→28)

㊧空調機給気温度 (28→9)

㊨空調機レターン温度 (18→4)

㊩空調機関連温度 (6→1)

上記以外の項目は、ほぼクラスター化されていない。その理由は、同じ用途の場所なのに、使い方や使用時期が異なると温度・湿度などの設定値が異なるためであると考えられる。

## 4) クラスター間の相関分析

表6-23. エネルギー系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①国立大ホール 室内温度SP	①国立大ホール 室内温度SP	国立大ホール 室内温度SP		展示ホール1期 AC レターン温度
	②展示ホール1期 AC レターン温度	国立大ホール 室内温度SP		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	国立大ホール 室内温度SP		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール 室内温度SP		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール 室内温度SP		
②展示ホール1期 AC レターン温度	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
③展示ホール1期 AC 給気温度設定	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC 給気温度設定		国立大ホール ACU 給還気温度SP
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		展示ホール1期 AC 給気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
④国立大ホール ACU 給還気温度	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
⑤展示ホール1期 AC 給気温度	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU DDC温度	国立大ホール ACU 還気温度
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
⑥国立大ホール ACU 給還気温度	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度		
⑦冷水還温度	⑦冷水還温度	展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度		

表6-24. 運転系における高い負の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①国立大ホール 室内温度SP	①国立大ホール 室内温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	②展示ホール1期 AC レターン温度	国立大ホール 室内温度SP		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	国立大ホール 室内温度SP		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール 室内温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール 室内温度SP		
	⑦冷水還温度	国立大ホール 室内温度SP		
②展示ホール1期 AC レターン温度	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度		展示ホール1期 冷水往温度
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC レターン温度		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC レターン温度		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 冷水往温度	
③展示ホール1期 AC 給気温度設定	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 冷水往温度	
④国立大ホール ACU 給還気温度	④国立大ホール ACU 給還気温度SP	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		国立大ホール ACU 還気温度
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		展示ホール1期 冷水往温度
	⑦冷水還温度	国立大ホール ACU 給還気温度SP		
⑤展示ホール1期 AC 給気温度	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 冷水往温度	
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 AC 給気温度		
⑥国立大ホール ACU 給還気温度	⑥国立大ホール ACU 給還気温度	国立大ホール ACU 給還気温度	展示ホール1期 冷水往温度	
⑦冷水還温度	⑦冷水還温度	展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度		展示ホール1期 冷水往温度

「表6-23」は、運転系における高い正の相関関係を持つクラスターの表である。運転系間の高い正の相関を持つクラスターは、「展示ホール1期 AC 給気温度」と「国立大ホール ACU DDC温度」の相関である。近接する施設の場合、外気温度の差が無く、給気する温度とエアコンのコントロール温度との差がほばないので、正の向きに相関を持つと考えられる。

「表6-24」は、運転系における高い負の相関関係を持つクラスターの表である。

運転系間の高い正の相関を持つクラスターは、3つである。

- ①国立大ホール ACU 給還気温度SP ⇔ 国立大ホール ACU 還気温度
- ②国立大ホール ACU 給還気温度SP ⇔ 展示ホール1期 冷水往温度
- ③展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 ⇔ 展示ホール1期 冷水往温度

### 6. 3 異なる系における相関分析

環境系 48ポイント	エネルギー系 344ポイント	運転系 147ポイント	
環境系 × 環境系	環境系 × エネルギー系  ④	環境系 × 運転系  ⑤	環境系 48ポイント
	エネルギー系 × エネルギー系	エネルギー系 × 運転系  ⑥	エネルギー系 344ポイント
		運転系 × 運転系	運転系 147ポイント

図6-6. 異なる系の相関に関する分析の領域

「図6-6」は、異なる系を示した表であり、互いに性質が異なる系を示している。

分析の条件としては、クラスター化が始まる部分である対角線に当たる部分の相関係数がグループ化されると、自動的に対角線から離れている内部にもグループが作成される。そのグループ内で、相関関係を把握する。

つまり、同一系(6. 2)において、クラスター化された項目の分析を行ったので、異なる系(6. 3)では、クラスター化のリスト分析はしない。

### 6. 3. 1 環境系とエネルギー系

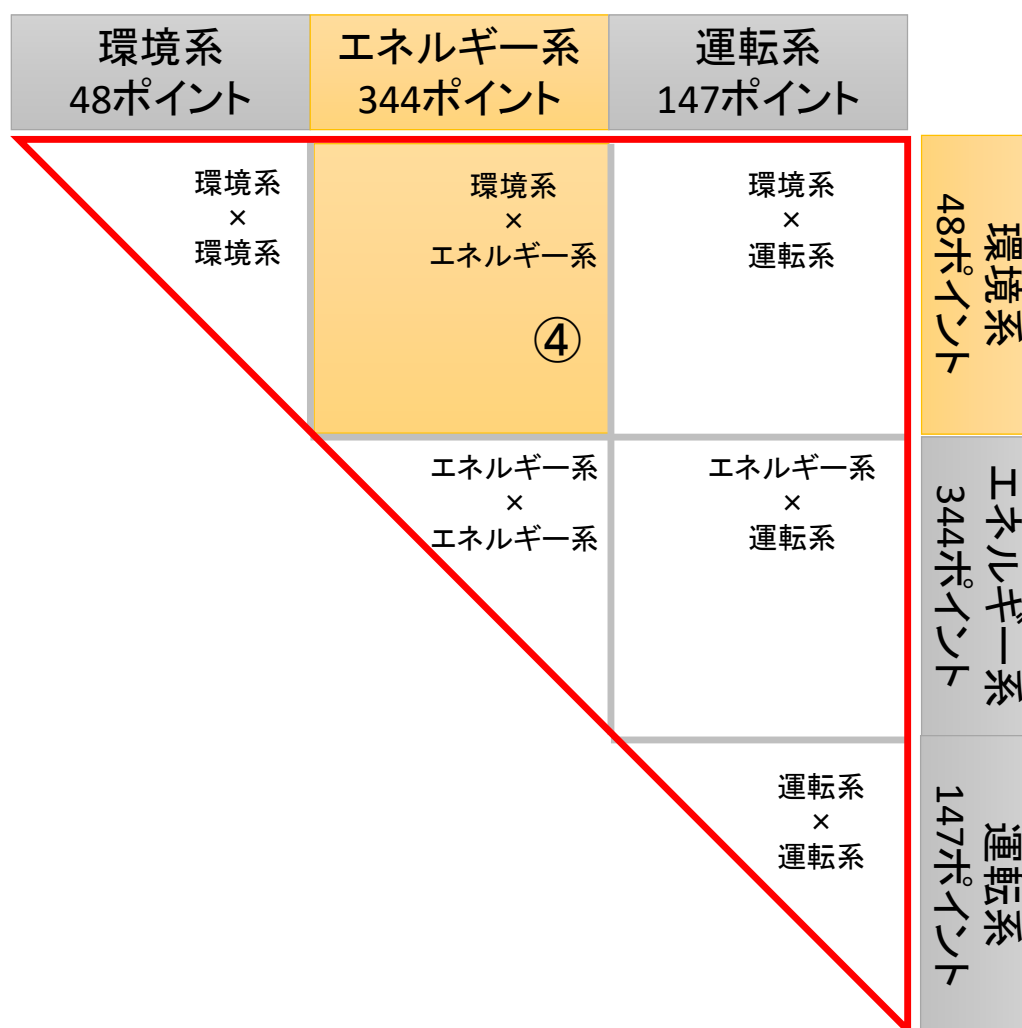


図6-7. 環境系とエネルギー系に関わる関係図

環境系とエネルギー系の場合、「図6-7」の黄色のところが相関係数の範囲である。

相関係数の特徴は、比較的に関係が低いことである。環境系の温度とエネルギー系の様々な場所の電力使用量は関係を持つことが多く、同じ場所でセンサーが異なる場合でも相関係数が高くなる場合がある。



表6-25. 運転系とエネルギー系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①外気温度湿度	①受電電力量	外気温度		ホテル 受電電力量
	②電力率	外気温度		国立大ホール 受電電力量 展示ホール2期 受電力率 展示地下駐車場 受電力率 ロータリー地下駐車場 受電力率
	③ガス/冷水流量	外気温度 外気湿度		会議センター ガス本管量 会議センター 冷水流量 共用設備 蒸気流量 DHC
	④給水量	外気温度		会議センター 冷水熱量
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	外気温度		展示ホール1期 展示場 動力 電力量 水際線 電気室 一般動力 電力量
	⑥各種類 機器 電力量	外気温度 外気湿度	旅客ターミナル A-P-1-1電力量	
	⑦受電電力量	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
	⑧電力率	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		受電力率 受電力率 展示ホール1期 受電力率
	⑨ガス/冷水/蒸気 流量	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
	⑩給水量	展示ホール1期 B附属部屋 温度		
②展示ホール1期 附属部屋	⑪電灯 電力量/動力 電力量	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		水際線 電気室水 一般電灯 電力量1電力量 水際線 水際線NO1電気室 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量
	⑫各種類 機器 電力量	展示ホール1期 B附属部屋 温度		プラザ 電気室(2) 一般電灯 電力量 水際線 電気室水 一般電灯 電力量1電力量 人口地盤ロータリー部 NO2電気室 電灯 電力量 水際線 水際線NO1電気室 電灯 電力量
	⑬受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度		
	⑭電力率	国立大ホール 附属施設 室内温度		
	⑮ガス/冷水/蒸気 流量	国立大ホール 附属施設 室内温度		
	⑯給水量	国立大ホール 附属施設 室内温度		展示ホール 量水器 ミルクホール 展示地下駐車場 WF-601 給水量
	⑰電灯 電力量/動力 電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度		展示ホール1期 附属部屋 保安電灯 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール ミルクホール電灯 電力量 人口地盤 附属施設 イベント電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール ミルクホール動力 電力量
	⑱各種類 機器 電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度		旅客ターミナル A-P-1-1電力量
	⑲受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度		
	⑳電力率	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		受電力率 国立大ホール 受電力率 展示地下駐車場 受電力率 ロータリー地下駐車場 受電力率
③国立大ホール 附属施設 室内温度	㉑ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		
	㉒給水量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		展示ホール2期 2F厨房1 量水器
	㉓電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		展示ホール ミルクホール電灯 電力量 水際線 電気室水 一般電灯 電力量 水際線 水際線NO1電気室 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール ミルクホール動力 電力量
	㉔各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		展示ホール1期 附属部屋 保安電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量
	㉕受電電力量	展示地下駐車場温度		
	㉖電力率	展示地下駐車場温度		
	㉗ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度		
	㉘給水量	展示地下駐車場温度		
	㉙電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度		
	㉚各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		
④国立大ホール 附属部屋 湿度/ 駐車場 温度湿度	㉛受電電力量	展示地下駐車場温度		
	㉜電力率	展示地下駐車場温度		
	㉝ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度		
	㉞給水量	展示地下駐車場温度		
	㉟電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度		
	㊱各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		
	㊲受電電力量	展示地下駐車場温度		
	㊳電力率	展示地下駐車場温度		
	㊴ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度		
	㊵給水量	展示地下駐車場温度		

「表6-25」は、運転系とエネルギー系における高い正の相関関係を持つクラスターを示した。

環境系とエネルギー系との間の高い正の相関を持つクラスターは、「外気温度」の相関における「旅客ターミナル A-P-1-1電力量」である。施設の内部ではなく外部であり、外気温度の影響を直接受けるので、高い正の相関を持つと考えられる。

表6-26. 運転系とエネルギー系における高い負の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①外気温度湿度	①受電電力量	外気温度	展示ホール2期 受電電力量	
	②電力率	外気温度		
	③ガス/冷水流量	外気温度 外気湿度	会議センター ガス本管量	
	④給水量	外気温度		
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	外気温度	展示ホール1期 附属部屋 動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 保安電灯 電力量 展示ホール2期 イベント動力 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量	外気温度 外気湿度	旅客ターミナル A-P-1-1 電力量	
②展示ホール1期 附属部屋	①受電電力量	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度	展示ホール1期 受電電力量	
	②電力率	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度		
	③ガス/冷水/蒸気 流量	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度	会議センター ガス本管量 共用設備 蒸気流量 DHC 会議センター ガス本管量 共用設備 蒸気流量 DHC	
	④給水量	展示ホール1期 B附属部屋 温度		展示ホール2期 FCU冷温水流量
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	展示ホール1期 A附属部屋 温度  展示ホール1期 B附属部屋 温度	展示ホール1期 展示場 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール2期 イベント動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附属部屋 保安電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール2期 イベント動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール2期 イベント電灯 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量			
	①受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度	会議センター 受電電力量 共用設備 受電電力量	国立大ホール 受電電力量
	②電力率			
	③ガス/冷水/蒸気 流量	国立大ホール 附属施設 室内温度	会議センター ガス本管量 会議センター 冷水流量	
	④給水量	国立大ホール 附属施設 室内温度	国立大ホール WM1 主管給水量 会議センター 冷水流量	
③国立大ホール 附属施設 室内温度	⑤電灯 電力量/動力 電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度	会議センター 2Fラウンジ1 電灯 電力量 プラザ 電気室(2) 一般電灯 電力量 人口地盤 附属施設 電灯 電力量 会議センター 6Fレストラン・厨房保安動力 電力量 会議センター 6Fレストラン動力 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度		
	①受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内温度	会議センター 受電電力量 共用設備 受電電力量 展示ホール2期 受電電力量	
	②電力率	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		
	③ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	会議センター ガス本管量 会議センター ガス本管量	
	④給水量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	国立大ホール WM1 主管給水量 発電機 NO1発電機 冷却塔補給水量 会議センター 冷水流量	
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度  国立大ホール 附属施設 室内湿度	展示ホール1期 展示場 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール2期 附属部屋 イベント動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール2期 イベント電灯 電力量 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧動力 電力量 人口地盤 附属施設 電灯 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		
	①受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内湿度	会議センター 受電電力量 共用設備 受電電力量 展示ホール2期 受電電力量	
	②電力率	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		
④国立大ホール 附属部屋 湿度/ 駐車場 温度湿度	③ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	会議センター ガス本管量 会議センター ガス本管量	
	④給水量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	国立大ホール WM1 主管給水量 発電機 NO1発電機 冷却塔補給水量 会議センター 冷水流量	
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度  国立大ホール 附属施設 室内湿度	展示ホール1期 展示場 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール2期 附属部屋 イベント動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール2期 イベント電灯 電力量 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧動力 電力量 人口地盤 附属施設 電灯 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		
	①受電電力量	国立大ホール 附属施設 室内湿度	会議センター 受電電力量 共用設備 受電電力量 展示ホール2期 受電電力量	
	②電力率	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度		
	③ガス/冷水/蒸気 流量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	会議センター ガス本管量 会議センター ガス本管量	
	④給水量	展示地下駐車場温度 国立大ホール 附属施設 室内湿度	国立大ホール WM1 主管給水量 発電機 NO1発電機 冷却塔補給水量 会議センター 冷水流量	
	⑤電灯 電力量/動力 電力量	展示地下駐車場温度  国立大ホール 附属施設 室内湿度	展示ホール1期 展示場 電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量 展示ホール2期 附属部屋 イベント動力 電力量 展示ホール1期 附属部屋 一般電灯 電力量 展示ホール2期 イベント電灯 電力量 展示人工地盤 展示ホールデッキ低圧動力 電力量 人口地盤 附属施設 電灯 電力量	
	⑥各種類 機器 電力量	展示地下駐車場温度		

「表6-26」は、運転系とエネルギー系における高い負の相関関係を持つクラスターの表である。

環境系とエネルギー系間の高い負の相関を持つクラスターは、「展示ホール1期 B附属部屋 温度」の項目における「展示ホール2期 FCU冷温水流量」と「国立大ホール 附属施設 室内温度」の項目における「国立大ホール 受電電力量」である。

展示ホール1期と2期は、ほぼ同じ形で用途も同じである。そして、スケジュールの無いときは2つの展示ホールのうち1個しか運営されないので、全体的に使用エネルギーが負の相関を持つ場合があると考えられる。

### 6. 3. 2 環境系と運転系

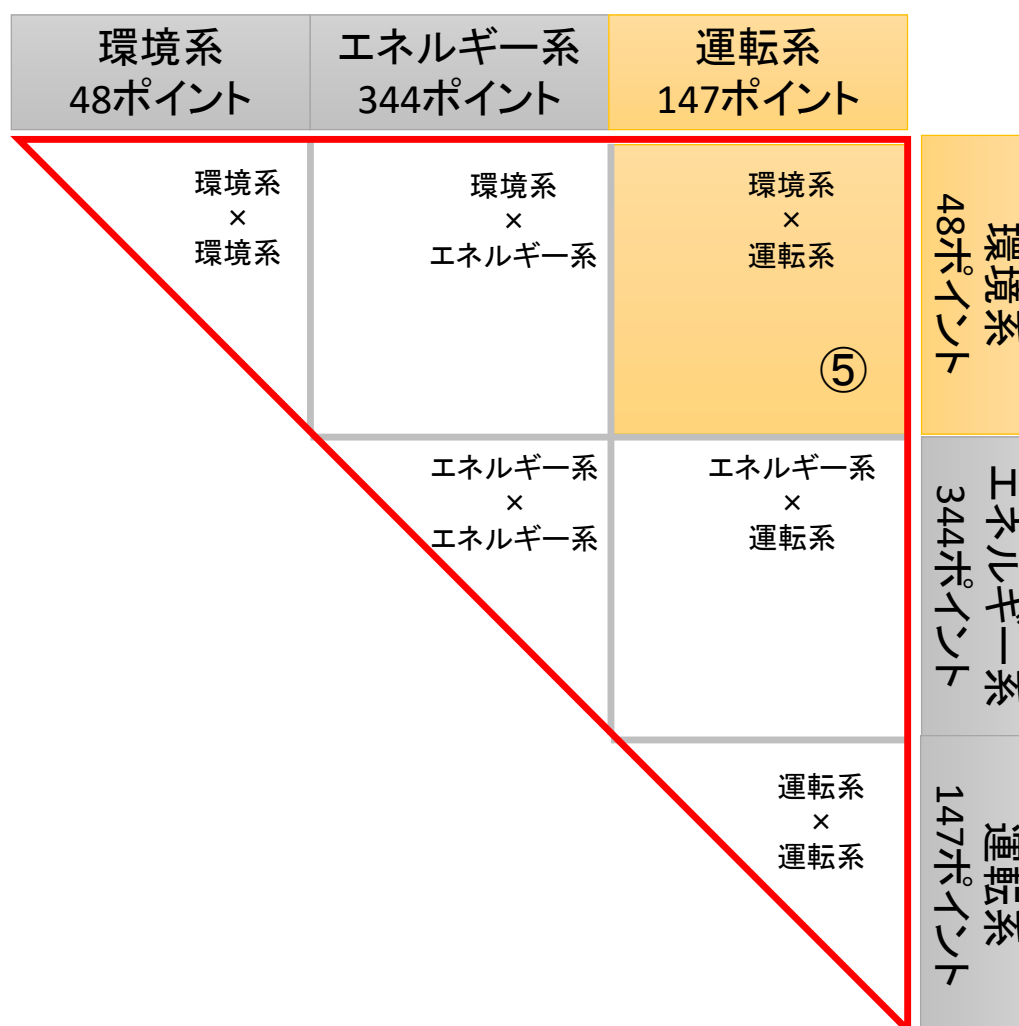


図6-8. 環境系と運転系に関わる関係図

環境系と運転系の場合、「図6-8」の黄色のところは相関係数の範囲である。

相関係数の特徴は、高い相関を持つポイントが多い。その理由は、環境系の温湿度を計測するポイントのデータと、それと関係を持つ運転系の設備機器の温湿度を設定する制御機器のデータがほぼ一致するためだと考えられる。

大きなクラスターが2つ存在する。そのクラスター間の相関を把握すると、環境系の室内温度と運転系の温度設定との深い相関を持つことが把握できる。

表6-27. 環境系と運転系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①外気温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	外気湿度		
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	外気湿度		展示ホール1期 AC 給気温度設定
		外気湿度		
	③展示ホール1期 AC レターン温度	外気湿度		展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	外気湿度		国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	外気湿度		展示ホール1期 FCU冷水還温度 国立大ホール HE 共用設備 冷水往温度 DHC 会議センター 冷水往温度
②展示ホール1期 附属部屋 温度 / 国立大ホール 附属部屋 温度	①国立大ホール ACU DDC温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール ACU DDC温度 国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC レターン温度 展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 国立大ホール HE 会議センター 冷水還温度	会議センター 冷水還温度 国立大ホール HE 国立大ホール HE 会議センター 冷水還温度
③国立大ホール 附属施設 湿度 / 駐車場 温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	国立大ホール 室内温度 展示地下駐車場温度		国立大ホール ACU DDC温度
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場 CO2温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度	展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 国立大ホール ACU 室内温度	国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 国立大ホール HE	展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度

「表6-27」は、環境系と運転系における高い正の相関関係を持つクラスターを示した表である。環境系と運転系間の高い正の相関を持つクラスターは、10個である。

- ①国立大ホール 附属部屋 温度 ⇔ 国立大ホール ACU DDC温度
- ②国立大ホール 附属部屋 温度 ⇔ 国立大ホール ACU 還気温度
- ③展示ホール1期 A附属部屋 温度 ⇔ 国立大ホール HE
- ④展示ホール1期 A附属部屋 温度 ⇔ 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
- ⑤展示ホール1期 B附属部屋 温度 ⇔ 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
- ⑥ロータリー地下駐車場温度 ⇔ 展示ホール1期 AC レターン温度
- ⑦展示地下駐車場温度 ⇔ 国立大ホール HE
- ⑧展示地下駐車場温度 ⇔ 展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度
- ⑨ロータリー地下駐車場温度 ⇔ 国立大ホール HE
- ⑩国立大ホール ACU 室内温度 ⇔ 国立大ホール HE

2つの共通点があると考えられる。

1つ目は、同じ場所で同じ系統につながるの、設備機器などの利用時期が一緒になり、相関が高くなることと、2つ目は、国立大ホールと展示ホールは横に並んでいるので、地下駐車場を通じて熱源機器の系統が連結していることである。

表6-28. 環境系と運転系における高い負の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①外気温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	外気温度	国立大ホール ACU DDC温度	
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	外気温度	国立大ホール ACU DDC温度 展示ホール1期 AC 給気温度設定 国立大ホール ACU 還気温度	
		外気温度		
	③展示ホール1期 AC レターン温度	外気温度	展示ホール1期 AC レターン温度	
		外気温度		
	④国立大ホール ACU 還気温度	外気温度	国立大ホール ACU 還気温度	
		外気温度		
	⑤冷水還温度	外気温度	共用設備 冷水還温度 DHC	
		外気温度	展示ホール1期 冷水往温度	
②展示ホール1期 附属部屋 温度 /国立大ホール 附属部屋 温度	①国立大ホール ACU DDC温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		
	⑤冷水還温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	共用設備 冷水還温度 DHC	展示ホール1期 冷水往温度 展示ホール1期 冷水往温度
③国立大ホール 附属施設 湿度 /駐車場 温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	国立大ホール 室内温度 展示地下駐車場温度		
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場 CO2温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度		
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度		
	⑤冷水還温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 国立大ホール ACU 室内温度	展示ホール1期 冷水往温度	展示ホール1期 冷水往温度

表6-28は、環境系と運転系における高い正の相関関係を持つクラスターを示した表である。

環境系と運転系間の高い負の相関を持つクラスターは、「展示ホール1期 床冷暖冷往還温水往温度」に対する「展示ホール1期 A附属部屋 温度」「展示ホール1期 B附属部屋 温度」「展示地下駐車場温度」の3個である。

全部同じ展示ホールなのに、高い負の相関をもつ理由は、3ヶ所とも室内であり、室内温度が高くなるほど、それを下げるために、空調機系統におくる水の温度を下げる必要があるからである。

### 6. 3. 3 エネルギー系と運転系

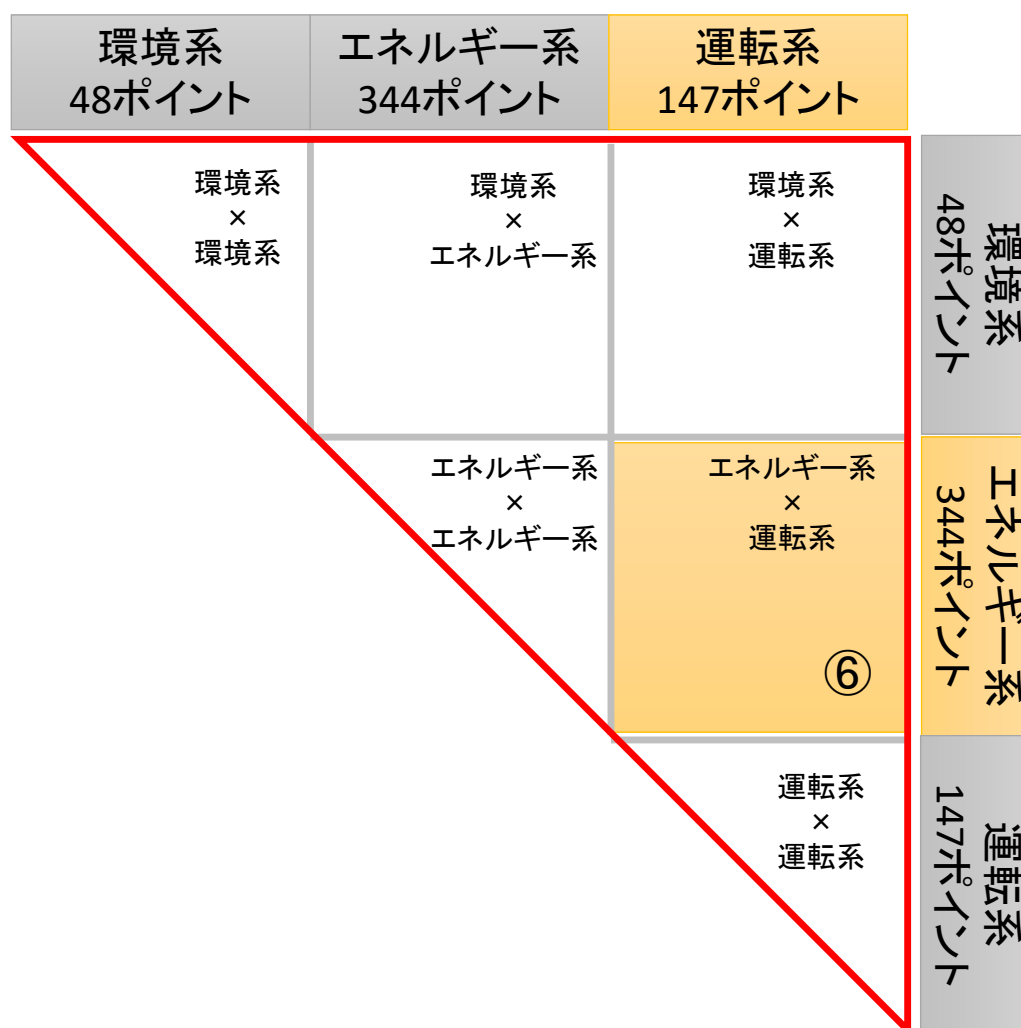


図6-9. エネルギー系と運転系に関わる関係図

エネルギー系と運転系の場合、「図6-9」の黄色のところが相関係数の範囲である。

相関係数の特徴は、相関の高い係数が相当すくないことであるが、設定値が変化するため、相関係数の計算ができず、相関の分析が不可能である場合が多い。

もう1つの特徴は、他のパートと比べ、負の相関が多いことである。その理由は、運用時期が異なる場所が多いためである。

表6-29. エネルギー系と運転系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分組項目(行)	対象	正 高	正 低
①受電電力量	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 受電電力量 ホテル 受電電力量		国立大ホール 室内温度SP
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 受電電力量 展示ホール2期 受電電力量 ホテル 受電電力量		展示ホール1期 AC レターン温度
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	共用設備 受電電力量 展示地下駐車場 受電電力量		
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	展示ホール1期 受電電力量		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	共用設備 受電電力量		共用設備 冷水還温度 DHC 会議センター 冷水還温度
	⑥国立大ホール ACU 還気温度	国立大ホール 受電電力量 展示地下駐車場 受電電力量		会議センター 冷水還温度 会議センター 冷水還温度 展示ホール 冷水還温度 国際協力センター 冷水還温度
	⑦冷水還温度	共用設備 受電電力量		
		展示地下駐車場 受電電力量 ロータリー地下駐車場 受電電力量		
②電力率	①国立大ホール 室内温度SP	受電電力量		
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 電力率		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	会議センター 受電電力量 ホテル 受電電力量		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	展示ホール1期 電力率		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	会議センター 受電電力量		
	⑥国立大ホール ACU 還気温度	受電電力量		
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 電力率 ホテル 受電電力量 展示駐車場 受電電力量 ロータリー駐車場 受電電力量		展示ホール1期 戻冷暖冷水還温水往還 共用設備 冷水往温度 DHC
③ガス/冷水/蒸気 流量	①国立大ホール 室内温度SP	会議センター ガス本容量 展示ホール2期 冷水流量		
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール2期 冷水流量 展示ホール1期 冷水流量 展示ホール2期 冷水流量		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	会議センター ガス本容量 会議センター 冷水熱量 国際協力センター 冷水熱量 展示ホール2期 冷水流量		
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	展示ホール2期 冷水流量		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	国立大ホール 蒸気流量 展示ホール1期 冷水熱量 展示ホール2期 冷水流量		
	⑥国立大ホール ACU 還気温度	会議センター ガス本容量 会議センター 冷水流量 会議センター 冷水熱量		
	⑦冷水還温度	会議センター 冷水流量 国際協力センター 冷水流量 共用設備 蒸気流量		共用設備 冷水往温度 DHC 会議センター 冷水往温度 国立大ホール C-T 冷水流入温度
		展示ホール2期 冷水流量		
④給水量	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール1期 給水量		
	②展示ホール1期 AC レターン温度			
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定			
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	展示ホール1期 給水量		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 量水部ミルクホール 国立大ホール WM1 主管給水量 展示地下駐車場 WF-401 給水量 国際協力センター 冷水熱量		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑥国立大ホール ACU 給気温度	展示ホール1期 給水量		
	⑦冷水還温度	国際協力センター 給水本容量 展示ホール1期 給水量	国際協力センター 冷水還温度	共用設備 冷水往温度 DHC 会議センター 冷水往温度
⑤電灯 電力量/動力 電力	①国立大ホール 室内温度SP	会議センター WHM308 一般電源電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 展示場 動力 電力量	展示ホール1期 AC レターン温度	
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 イベント動力 電力量 ホテル 電気室 一般動力 電力量		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
	⑥国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		展示ホール1期 冷水往温度 展示ホール1期 冷水往温度 展示ホール1期 FCU冷水還水還温度 展示ホール1期 FCU冷水還水還温度 展示ホール1期 戻冷暖冷水還温水往還
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
⑥各種類 機器 電力量	①国立大ホール 室内温度SP	国際協力センター 附属部屋 動力電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		展示ホール1期 AC レターン温度 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	②展示ホール1期 AC レターン温度	国際協力センター 附属部屋 動力電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	国際協力センター 附属部屋 動力電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		
	④国立大ホール ACU 給気温度SP	国際協力センター 附属部屋 動力電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		国立大ホール ACU 給気温度SP 展示ホール1期 AC 給気温度
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量		
	⑥国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		展示ホール1期 冷水往温度 展示ホール1期 FCU冷水還水還温度 展示ホール1期 FCU冷水還水還温度 展示ホール1期 戻冷暖冷水還温水往還
	⑦冷水還温度	展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール2期 附風 一般電灯 電力量 展示ホール1期 附風 一般電灯 電力量		

「表6-29」は、エネルギー系と運転系における高い正の相関関係を持つクラスターを示した表である。

エネルギー系と運転系で、正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。

①展示ホール1期 給水量 ⇔ 国際協力センター冷水還温度

②展示ホール1期 展示場 動力 電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC レターン温度

③国際協力センター 附属部屋 動力電力量 ⇔ 展示ホール1期 冷水往温度

展示ホール1期と国際協力センターは、冷水の送水管が直接つながっているため、往還に関する温度が、高い正の相関を持つと考えられる。

また、同じ場所の同じ機器の稼働の有無により、高い正の相関を持つと考えられる。



表6-31. エネルギー系と運転系における高い正の相関関係

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
1)受電電力量	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 受電電力量	国立大ホール 室内温度SP	
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 受電電力量	展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度
		展示ホール2期 受電電力量	展示ホール1期 AC レターン温度	
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	ホテル 受電電力量	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
		共用設備 受電電力量	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
		展示地下駐車場 受電電力量	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	④国立大ホール ACU 給送気温度SP	展示ホール1期 受電電力量	国立大ホール ACU 送気温度	展示ホール1期 AC 給気温度
	⑤展示ホール1期 ACU 送気温度	共用設備 受電電力量	国立大ホール ACU 送気温度	
		国立大ホール 受電電力量	国立大ホール HE	国立大ホール ACU 送気温度
		展示地下駐車場 受電電力量		
2)電力率	①国立大ホール 室内温度SP	受電電力率		
	②展示ホール1期 ACU レターン温度	展示ホール1期 受電電力率		展示ホール1期 AC レターン温度
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	会議センター 受電電力率		
		ホテル 受電電力率		
	④国立大ホール ACU 給送気温度SP	展示ホール1期 受電電力率	国立大ホール ACU 給送気温度SP	
	⑤展示ホール1期 AC 給気温度	会議センター 受電電力率	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑥国立大ホール ACU 送気温度			
	⑦冷水還温度	受電電力率	展示ホール1期 冷水往温度	
		ホテル 受電電力率	会議センター 冷水往温度	
		展示駐車場 受電電力率	共用設備 冷水往温度 DHO	
3)ガス/冷水/蒸気 流量	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC レターン温度	
	②展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC レターン温度	
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	④国立大ホール ACU 送気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	展示ホール1期 AC 給気温度
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑤展示ホール1期 ACU 送気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑥冷水還温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
4)給水量	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	②展示ホール1期 ACU レターン温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	④国立大ホール ACU 給送気温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑤展示ホール1期 ACU 給気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑥国立大ホール ACU 給送気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑦冷水還温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
5)電灯 電力量/動力 電力	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	②展示ホール1期 ACU レターン温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	④国立大ホール ACU 給送気温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑤展示ホール1期 ACU 給気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑥国立大ホール ACU 給送気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑦冷水還温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
6)各種機 器 電力	①国立大ホール 室内温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	②展示ホール1期 ACU レターン温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	③展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	④国立大ホール ACU 給送気温度SP	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑤展示ホール1期 ACU 給気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑥国立大ホール ACU 給送気温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
	⑦冷水還温度	展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	
		展示ホール2期 冷水流量	展示ホール1期 AC 給気温度	

「表6-31」は、エネルギー系と運転系における高い負の相関関係を持つクラスターを示した表である。

エネルギー系と運転系で、正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。

①展示ホール1期 受電電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC レターン温度

②展示ホール1期 受電電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC 給気温度

③国立大ホール 受電電力量 ⇔ 国立大ホール ACU 還気温度

④展示ホール 1期 受電力率 ⇔ 展示ホール1期 AC レターン温度

⑤展示ホール2期 冷水流量 ⇔ 展示ホール1期 AC 給気温度

⑥国際協力センター 冷水流量 ⇔ 会議センター 冷水還温度



- ⑦国際協力センター 冷水流量 ⇔ 国際協力センター 冷水還温度
- ⑧展示ホール1期 附属 一般電灯 電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC レターン温度
- ⑨展示ホール1期 附属 一般電灯 電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC 給気温度設定
- ⑩展示ホール2期 附属 イベント動力 電力量 ⇔ 展示ホール1期 AC 給気温度設定
- ⑪国際協力センター 附属部屋 動力電力量 ⇔ 国立大ホール ACU 給還気温度SP

同じ施設の施設電力量と設備機器の温度は、大きな相関を持つ。季節が夏なので、外気温度の影響で室内温度を下げる必要があるため、電力量が大きく増加し、高い負の相関を持つことになる。場所が異なっても、稼働時間が同じであれば、電力量と室内温度は負の相関を持つと考えられる。

## 6. 4 P施設におけるクラスター化による構造化

各系別のクラスター分析の結果を元に、相関関係の構造化を行う。

表6-32. ダイアグラム内でのクラスターの関係を示す線の種類

クラスター間の相関係数	クラスター間の相関の区分
高い正の相関	-----
低い正の相関	_____
低い負の相関	_____
高い負の相関	-----

「表6-32」は、クラスター化により、相関関係の構造化を示すダイアグラムにおいて、相関関係を示す線の種類である。

### 6. 4. 1 環境系と環境系

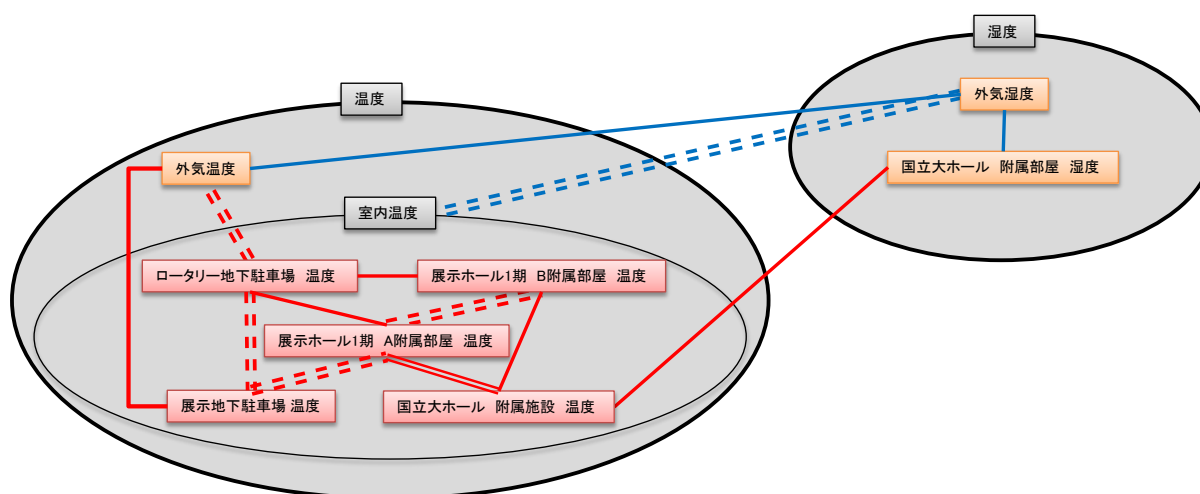


図6-10. 環境系の構造化

「図6-10」は、環境系の構造化を示したものである。

- ①環境系間のクラスターは、温度と湿度に大きく分類できる。
- ②外気湿度は、外気温度及び室内温度のすべてのクラスターと負の相関を持つ。

## 6. 4. 2 エネルギー系とエネルギー系

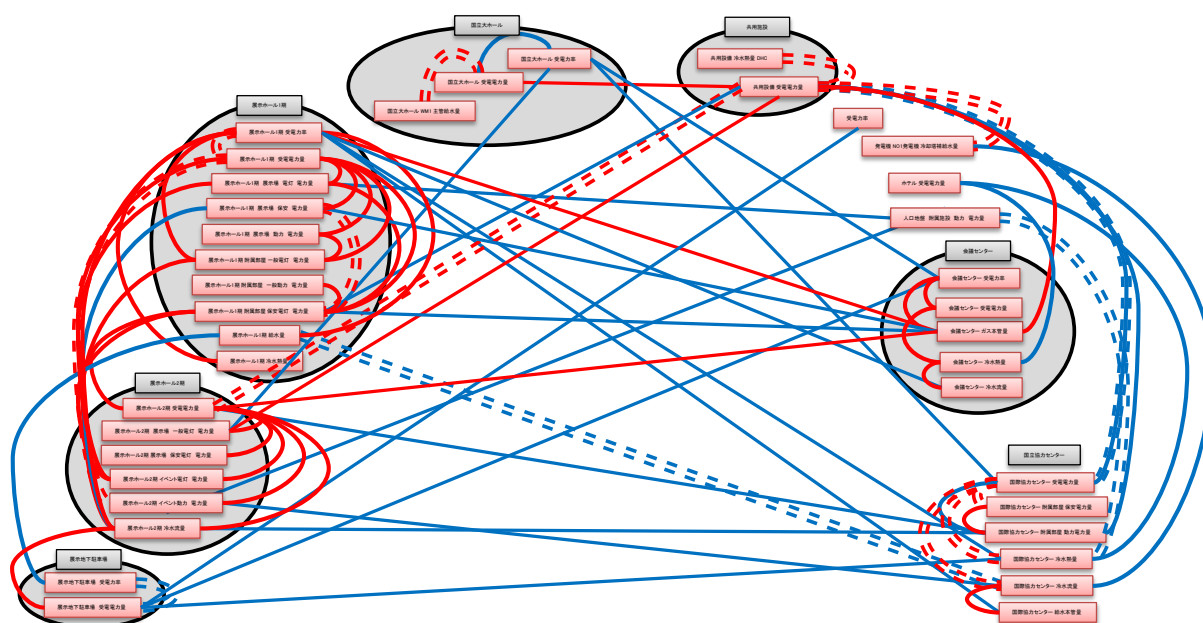


図6-11. エネルギー系の構造化

「図6-11」は、エネルギー系の構造化を示したものである。

- ①展示ホール1期と2期は、クラスター項目がほとんど正の相関を持つ。同じ規模で同じ用途のために使用されるので、正の相関が多いと考えられる。
- ②共用施設と国際協力センターは、負の相関が多い。

### 6. 4. 3 運転系と運転系

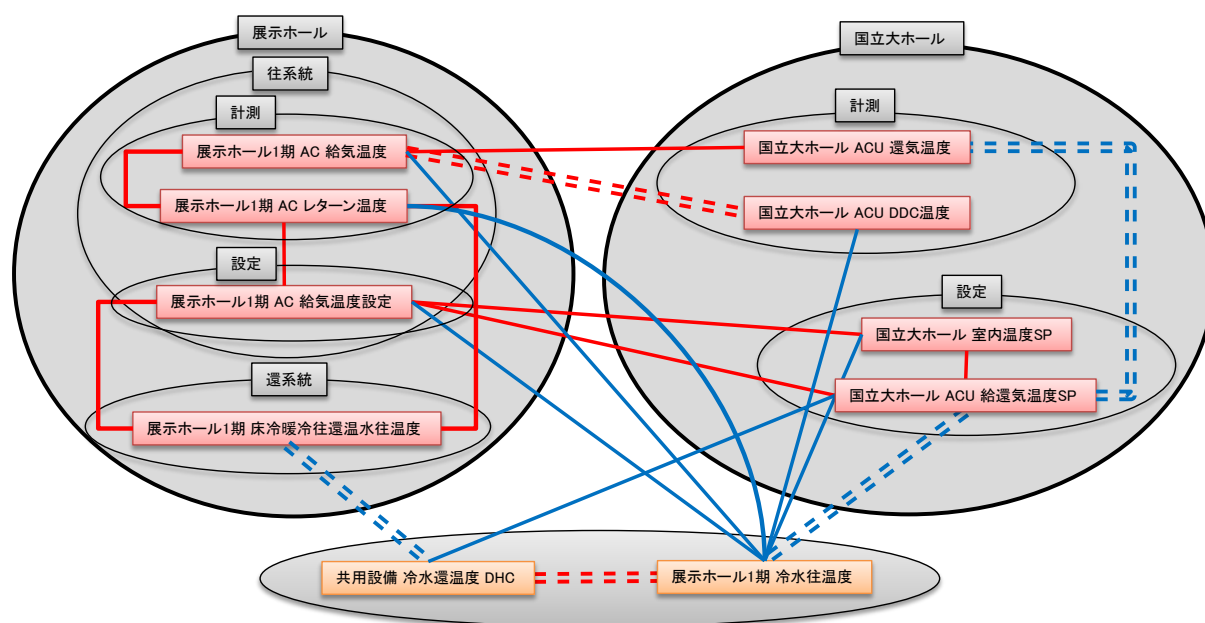


図6-13. 運転系の構造化

「図6-12」は、運転系の構造化を示したのものである。

①運転系の場合、展示ホールと国立大ホールに分類される。

②その他として、共用施設の冷水還温度と展示ホール1期の冷水往温度があり、互いに高い正の相関を持つ。しかし、展示ホールや国立大ホールとは、負の相関関係でつながっていることが確認できる。

## 6. 4. 4 環境系とエネルギー系

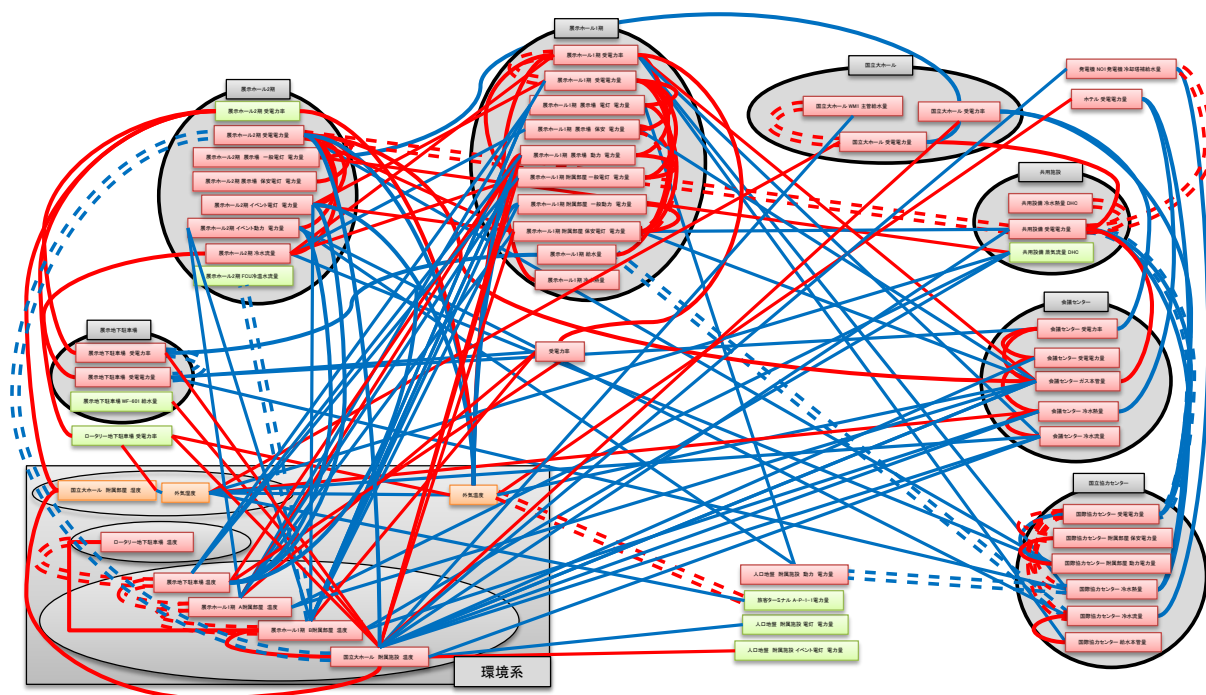


図6-13. 環境系とエネルギー系の構造化

「図6-13」は、環境系とエネルギー系の構造化を示したものである。

- ①環境系とエネルギー系の間で、高い正の相関を持つクラスターは、「人口地盤の附属施設である「旅客ターミナル A-P-1-1電力量」のみであり、外気温度との相関を持っている。
- ②高い負の相関を持つのは、「展示ホール1期のBホールの附属部屋の温度に対する展示ホール2期に属するFCU冷温水流量」と「国立大ホールの附属施設の室内温度に対する国立大ホールの受電電力量」である。
- ③2つの系間の相関を分析した結果、新しく相関を発見できたクラスターは、「共用設備蒸気流量DHC」「展示ホール2期受電電力率」「展示ホール2期 FCU冷温水流量」「展示地下駐車場 WF-601 給水量」「ロータリー地下駐車場 受電力率」「人口地盤附属施設電灯電力量」「人口地盤 附属施設 電灯 電力量」「旅客ターミナル A-P-1-1電力量」の8項目であり、「図6-14」に緑色で示した。
- ④環境系に属するクラスターの項目は、国際協力センターに属するクラスターの項目と相関が無いことが確認できた。

## 6. 4. 5 環境系と運転系

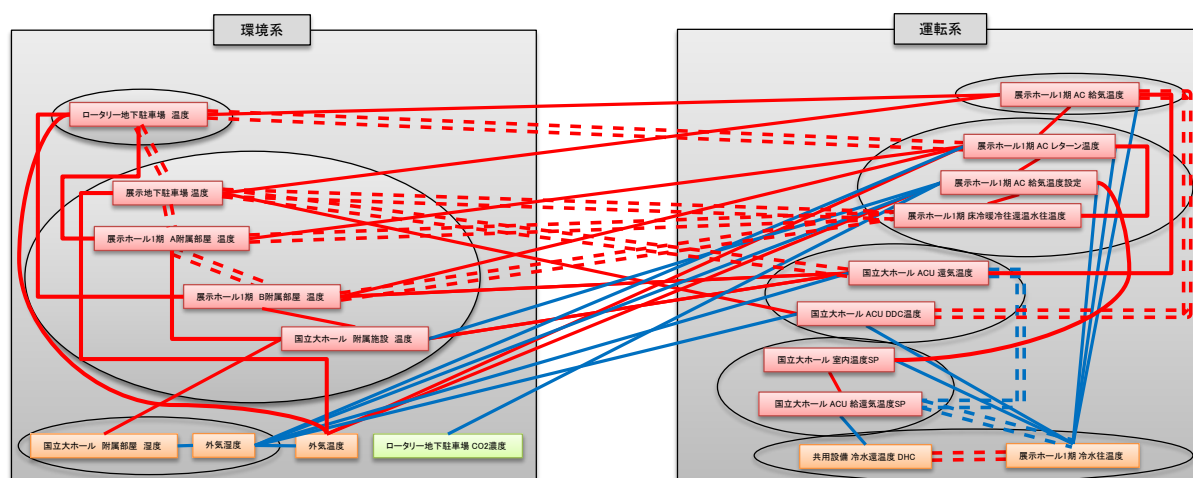


図6-14. 環境系と運転系の構造化

「図6-14」は 環境系と運転系の構造化を示したものである。

①環境系と運転系のクラスターの相関を分析すれば、運転系で設定した通りに環境系（室内温湿度）が維持されているのが確認できる。

②新たに発見されたロータリー地下駐車場CO2濃度の場合、「展示ホール1期 AC 給気温度設定」と負の相関を持つ。その理由は、給気温度の上昇のため、給気量が増加すると、排気量も増加し、CO2濃度が低下するためである。

## 6. 4. 6 エネルギー系と運転系

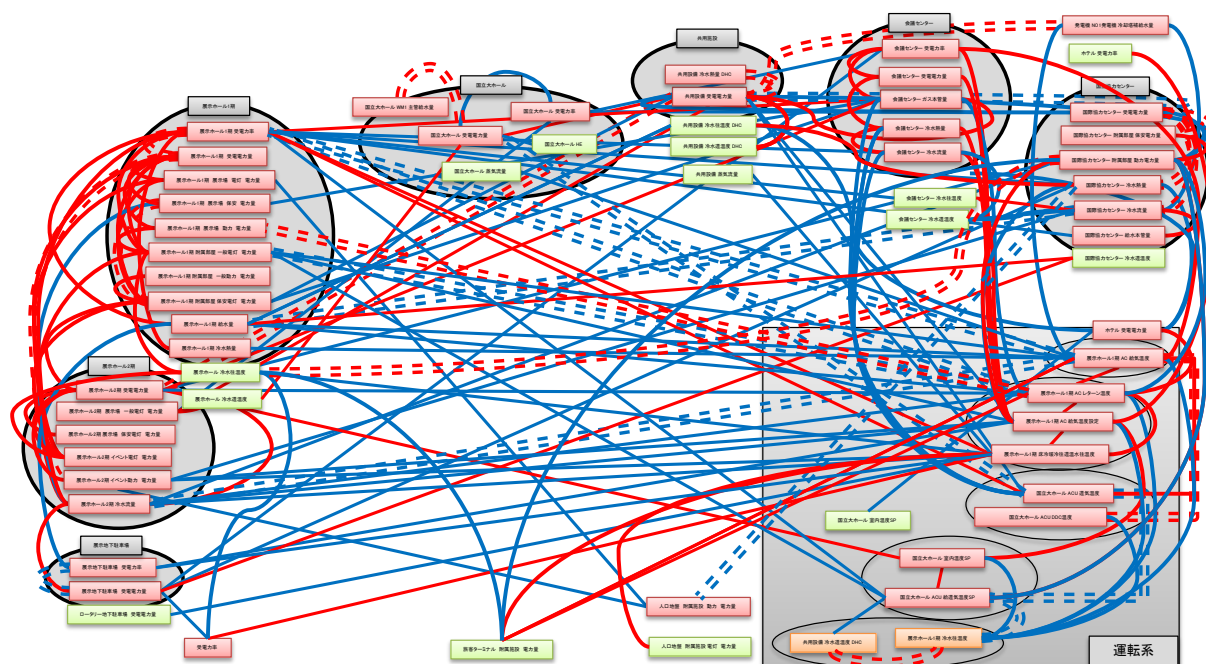


図6-15. エネルギー系と運転系の構造化

「図6-15」は、エネルギー系と運転系の構造化を示したものである。

- ①蒸気・冷水・ガスの場合、様々な建物が、共用施設と直接関連をもつ。つまり、共用施設から本管が始まることが推定される。
- ②電力使用量に関しては、展示ホール1期・2期と国立大ホールが、負の相関を持つ場合が多い。それは、使用目的がほぼ似ているので、同時に使用する場合が少ないためであると判断される。
- ③エネルギー系と運転系は、同じ建物の場合、深い相関を持つことが確認される。
- ④新しく相関を発見できたクラスター項目は、16個である。



## 6. 5 P施設におけるクラスター化の統合的な構造化

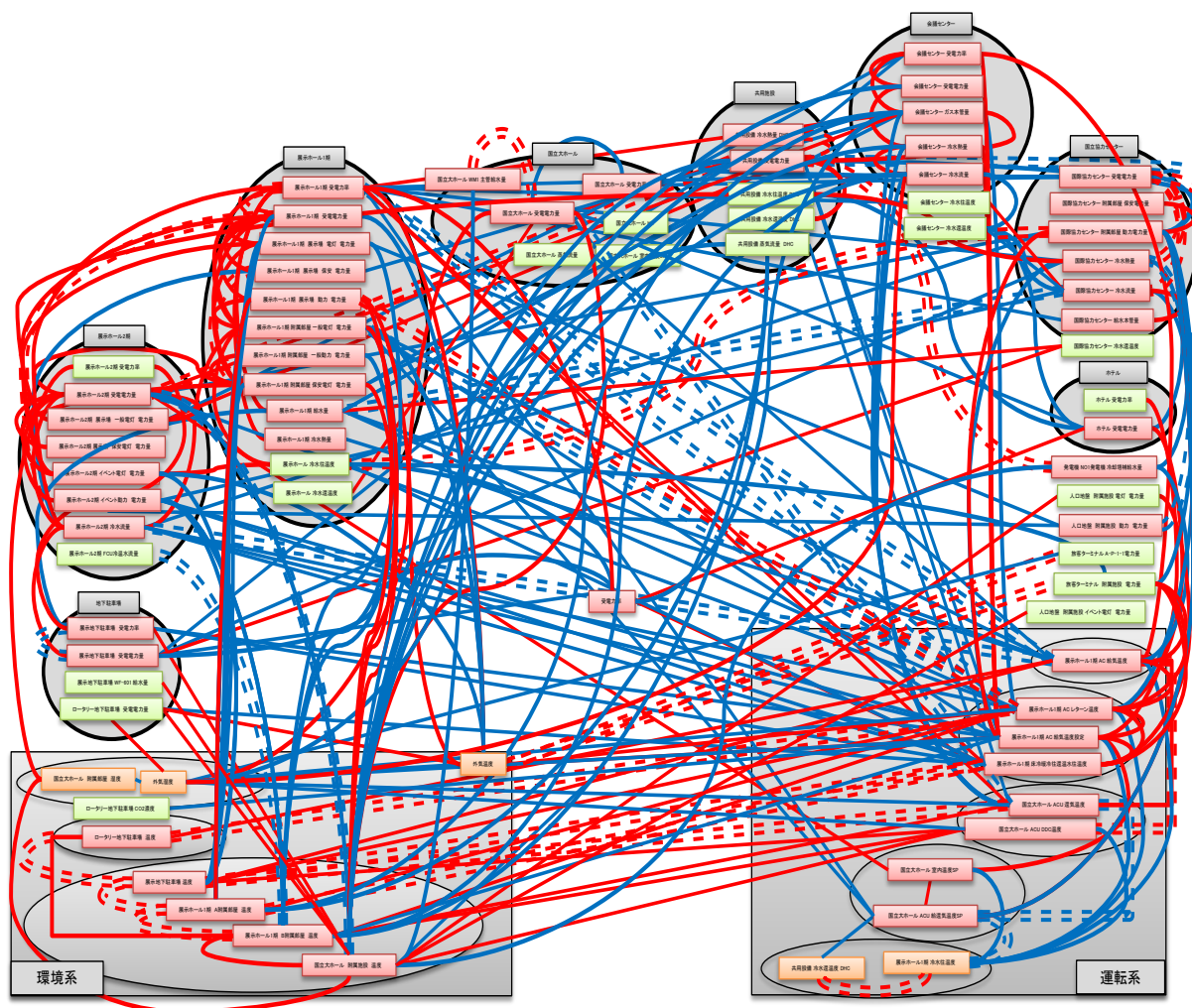


図6-16. クラスター化の統合的な構造化

「図6-16」は、環境系、エネルギー系及び運転系における統合的な構造化を示したものである。クラスターの数が多いため、次の「図6-17」で要約して説明をする。



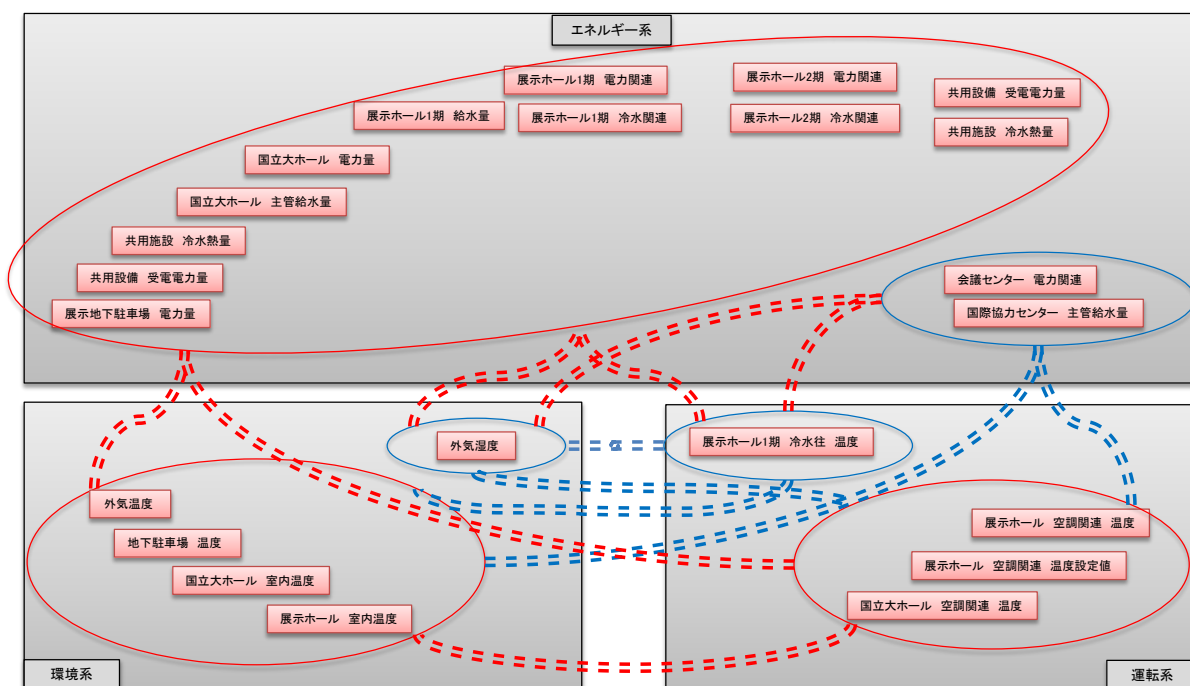


図6-17. 統合的な構造化の簡略化

「図6-17」は、先の「図6-16」にある代表的なクラスターをもとに、簡略化した図である。この図では下記のような分析が可能である。

- ①環境系の外気温度に対し、エネルギー系のほとんどの計測ポイントは、正の相関を持つ。8月なので、外気温度の上昇にともない、エネルギー使用量も増加することが確認できた。
- ②環境系の外気湿度に対し、エネルギー系のほとんどの計測ポイントは、正の相関を持つ。湿度が上がると、室内の快適性を維持するため、空調関係の設備を稼働させるので、それにともない空調関係のエネルギー使用量も増加することが理由である。
- ③運転系の空調関連計測及び設定ポイントは、エネルギー系の空調関連温度の計測ポイントと正の相関を持つ。設定値のとおり正しく稼働していることが確認できた。
- ④環境系の展示ホールや国立大ホールの室内温度に対し、エネルギー系の会議センターの電力量や国際協力センターの給水量、運転系の展示ホールや国立大ホールの空調関連温度は、負の相関を持つ。その理由は、運営方法が異なるためである。つまり、展示ホールと国立大ホールの使い方は、大空間なので、施設全体をon/offする運営方法となり、会議センターと国際協力センターの場合、中会議室や大会議室以外の附属部屋は、それぞれ必要な時のみ稼働するためである。

## 6. 6 小結論

### 1) クラスタ間との相関の構造化の手順

クラスタ間との相関の構造化は、各系内部の構造化と系間の構造化の2段階に分けて行い、各段階における手順は次に従う。

①クラスタ間との相関係数のうち、正負の絶対値の高いものを抽出し、リスト化する。この際、絶対値で0.7以上を高い相関、0.4～0.7をやや高い相関とした。例として、P施設における環境系及び運転系の正負のリストが多く存在することが確認できた。

②リストの内容を図で示し、視覚化する。環境系内部の構造化の例は(図6-11)のとおりである。この例では、系内のクラスタは大きく温度、湿度の2群に分かれ、外気湿度は外気温度や室内温度のすべてのクラスタと負の相関を持つことがわかる。

### 2) P施設のクラスタ化による構造化に関する考察

「図6-17」は、「図6-16」の環境系、エネルギー系、運転系の各系内部、及び各系間の構造化の結果を簡略化し、ダイアグラムとしてまとめた図である。

これからわかることは、まず、エネルギー系のクラスタのほとんどは、環境系の外気温度、外気湿度に対して正の相関を持つことである。また、運転系の空調関連の計測（設定）ポイント（クラスタ）はエネルギー系の空調関連温度の計測ポイント（クラスタ）と正の相関を持つ。

以上は容易に想像できることであるが、一方、環境系の展示ホールや国立大ホールの室内温度に対し、エネルギー系の会議センターの電力量や国際協力センターの給水量、及び運転系の展示ホールや国立大ホールの空調関連温度は負の相関を持つ。これは、施設全体の利用のされ方を考慮に入れないと理解できないことである。

## 7. 相関係数による分析方法の展開可能性

### 7. 1 他の施設におけるデータ間の相関分析の大略的な手段

#### 7. 1. 1 計測ポイントによるデータの整理

#### 7. 1. 2 データによる相関係数の計算

### 7. 2 L施設における相関関係の適用及び分析

#### 7. 2. 1 L施設の概要

#### 7. 2. 2 相関係数を基にした項目の整理

#### 7. 2. 3 計測ポイントのクラスター化

#### 7. 2. 4 クラスター間の相関分析

#### 7. 2. 5 クラスター化による構造化の分析

### 7. 3 I施設における相関関係の適用及び分析

#### 7. 3. 1 I施設の概要

#### 7. 3. 2 相関係数を基にした項目の整理

#### 7. 3. 3 計測ポイントのクラスター化

#### 7. 3. 4 クラスター間の相関分析

#### 7. 3. 5 クラスター化による構造化の分析

### 7. 4 3つの施設における相関分析の比較

#### 7. 4. 1 総合的なクラスター化の比較

#### 7. 4. 2 総合的な構造化の比較

### 7. 5 小結論



## 7. 1 他の施設におけるデータ間の相関分析の大略的な手段

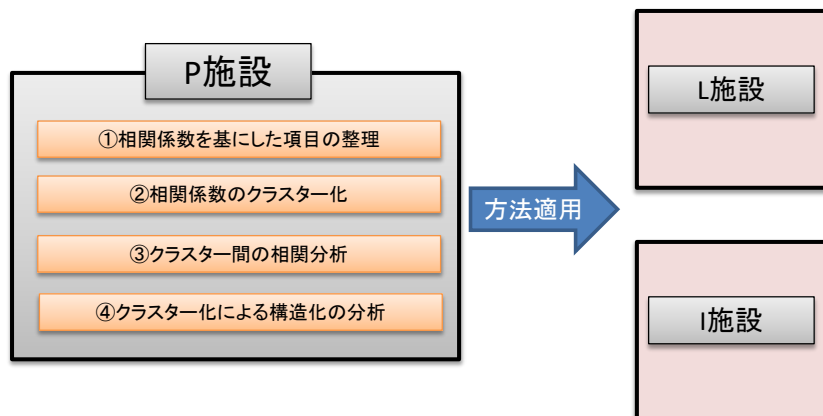


図7-1. L施設やI施設に適用する方法

7章の目的は、P施設に対するモニタリングシステムの計測ポイントにおける収集データを基にし、クラスター化及び構造化までの手順を、L施設やI施設に適用することである。その理由は、P施設は大規模複合施設であるため、クラスター化及び構造化による分析がどの程度の一般性を有しているかを判断しにくいからである。そこで、展示用途である小規模の単純な「L施設」、一般的な庁舎施設である「I施設」について同様の方法を適用し、どの程度の実効的な分析ができるのかを比較分析する。そして、計測ポイントにおけるデータの相関係数に基づく分析を通じて、施設の省エネルギー改善及び維持管理状況を把握しようとする本研究の方法が、他の施設にも展開できるのかについて論じる。(表7-1)

## 7. 1. 1 計測ポイントによるデータの整理

モニタリングシステムの計測ポイントの項目を整理し、データ間の相関係数を計算する。

表7-1. 計測ポイントやデータの並び方

2013/1/2	26.54	26.81	26.53	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.58	26.5
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

計測ポイントのデータを1日単位で8月の1ヵ月分をダウンロードする。その後、相関係数の計算をする前に下記のような作業を行う。

## 1) 計測ポイントのフィルタリング

まず、最初の作業として、データフィルタリング(計測ポイントの除外)を行う。つまり、施設における効率的な維持管理のため、モニタリングシステムと繋がる計測センサーが設置されているのに、施設の稼働方法により、センサー設置の初期目的(場所、機能、種類など)とは異なるデータが計測される場合がある。例えば、施設運営の上で変動があり、「計測の必要性」、「空間の未使用」、「用途の変更」、「センサーの破損」などの様々な理由があると考えられる。そして、計測ポイント間の相関分析として、利用しても意味をもたない計測ポイントがある。

除外した計測ポイントのデータを確認した結果、下記(表7-2参考)のような原因があった。

表7-2. 計測データにおけるフィルタリングの基準(6章の4.4.2再掲)

	基準	理由
①	計測値一致	1ヵ月間同じ数値が継続する場合
②	一部未計測	センサー不良と推定
③	計測値0	0以外の数値が計測されるはずなのに0となる場合
④	計測値不良	数値が+になるはずのポイントが-になる場合
⑤	未計測	データが全く存在しない場合

計測ポイントの数は最も多いP施設で1032個、L施設は174個、I施設は168個になり、全体に占める除外ポイントの割合は、P、L、I施設でそれぞれ47.7%、59.1%、6.5%であった。

## 2) フィルタリングされた計測ポイントの対策方法

施設に関する省エネルギー改善及び施設の維持管理計画をたてるために必ず得るべきデータを持つ計測ポイントが、ある原因で損失する場合があると考えられる。本論文では、損失したデータを持つ計測ポイントについて、相関分析の対象としてフィルタリングを行い、その原因を「表7-2」ように整理を行った。

しかし、フィルタリングを行った計測ポイントの中で、元の正しいデータを計測したセンサー「表7-2」のような原因で、データの損失が生じたのであれば、本論文では、その問題に対し、現時点での2つの方法を下記のとおり提案する。

①技術的な方法：計測ポイントのリストで、センサーの設置場所を確認し、除外条件の5つの中でどのような原因で除外されたのかを確認する。その後、計測ポイントのリスト(4章の4.4.3の表4-1)に示した場所名や設置場所のとおり、直接、施設を訪問し、原因を探しながら修理を行う方法を提案する。

②学術的な方法：フィルタリングされたセンサーと同一の場所、他は同一の機能をするセンサーのデータに関する「クラスター化」や「構造化」の分析をつうじて、除外されたセンサーからの

正しいデータを推定し、相関を把握する方法を提案する。

しかしながら、これは画一的な解決方法である。本論文で提案する方法が、施設の用途や稼働の有無により、どのようなセンサーが、どのようなセンサーと、どのような関係を持つのかを分析する必要があるので、施設の計測ポイントに対して、計測ポイントにおける大略的なセンサーの再設定が必要であると判断した。ここで相関関係の分析を利用すると、計測センサー間の関係性が把握でき、センサーの設置計画に役に立つと判断する。

結局、省エネルギー改善及び施設の維持管理のため、本論文では、相関関係における分析の方法を利用した。しかしながら、「クラスター化」及び「構造化」をより正確に分析をするためには、「表7-2」のような原因を持つフィルタリングされたデータに関して、明確な解決方法を示す必要があると判断した。

### 3) 計測ポイントの分類及び整理

「表7-1」は、計測ポイントやデータを並べた事例である。

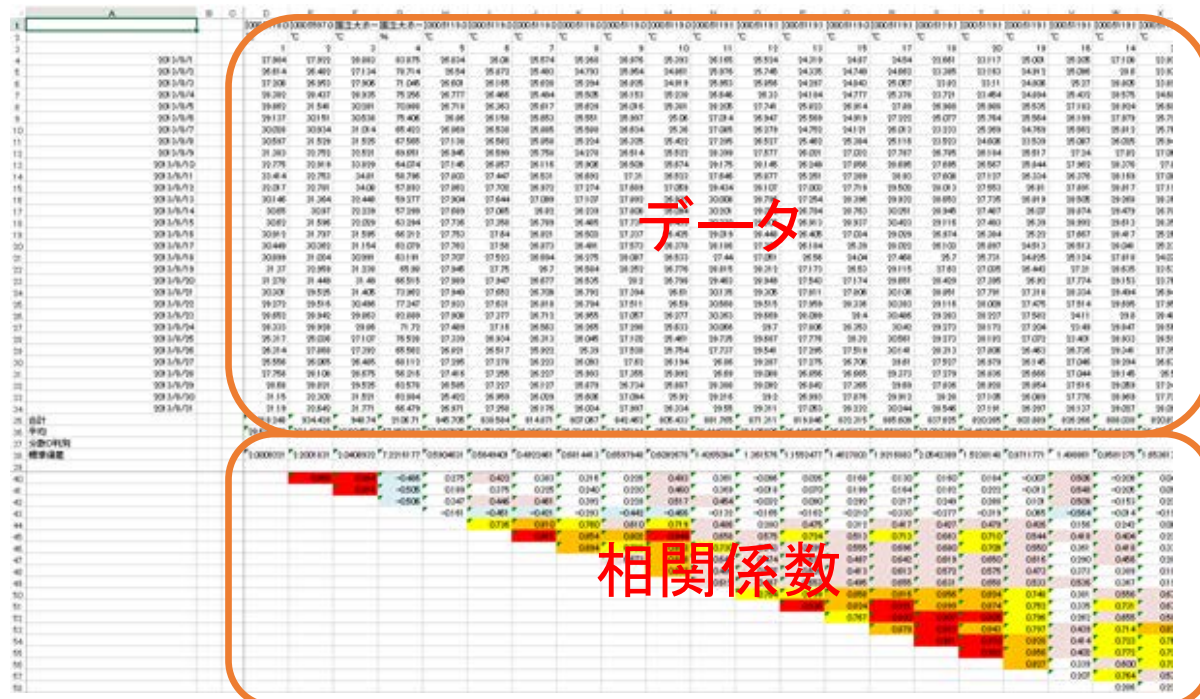
データの相関係数を計算する前に、「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」、「その他」の枠組みを作成し、各計測ポイントの性質により、その枠組みに入れ、順番通りに列を交換しながら、整理を行う。「環境系」には、温湿度のように外気及び室内の快適性に関する計測ポイントが含まれている。「エネルギー系」には、受電電力量、ガス量、各種熱源・設備機器などの設備が消費するエネルギー量の計測ポイントが含まれている。「運転系」には、設備機器・熱源機器の設定値であり、温度設定、湿度設定、吸気設定、冷温水温度などが含まれている。「その他」には、さまざまな機器の運転状況、雨の信号、雨水処理、インバータ関係、人工知能制御状態などが含まれている。

6章のP施設の場合は、「その他」項目を除外した。「その他」に含まれている計測ポイントは、定量的なデータではなく、ON/OFFの表示を0と1で表示し、相関を分析する意味がないと判断した。しかし、「その他」が施設の相関分析にどのような影響を持つのかを分析するため、L施設やI施設では「その他」の計測ポイントのデータを含めて相関分析を行う。

## 7. 1. 2 データによる相関係数の計算

## 1) 相関係数の計算方法

表7-3. データの計算による相関係数(5章の5.3再掲)



「表7-1」の計測ポイントのデータに基づき、相関係数の計算を行うと、「表7-3」のように三角形になる。本研究では、相関係数の計算式(式5-1)に基づき、計算ソフトを利用し、計算を行った。

その後、相関係数を「表7-4」の区分(5.3参考)のとおり、正(+0.4~+1)から、負(-0.4~-1)まで、色を塗ってわかりやすくする。この作業により、施設の全体的なクラスターの特徴や分布を把握することが可能である。

表7-4. 色マーキングの基準(5章の5.3再掲)

相関係数				色マーキング	
		1			
0.9	~	0.999	➡		
0.8	~	0.899			
0.7	~	0.799			
0.4	~	0.699			
-1					
-0.999	~	-0.9			
-0.899	~	-0.8			
-0.799	~	-0.7			
-0.699	~	-0.4			



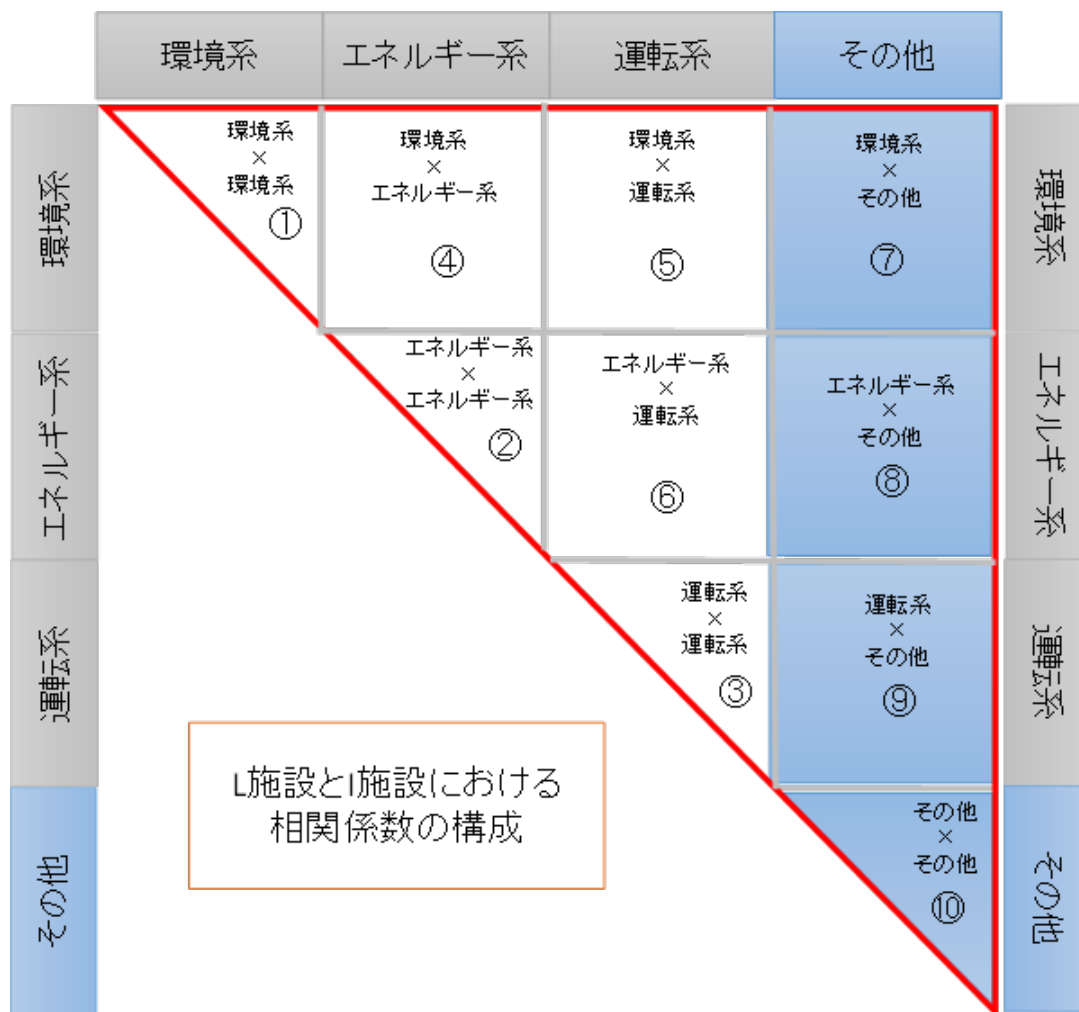


図7-2. 相関係数の構成

「図7-2」は、「表7-2」に関する相関係数の部分を各系の枠組みとして示した図である。各系にしたがって整理をした後、データの相関を計算すれば、「図7-2」のような形になる。

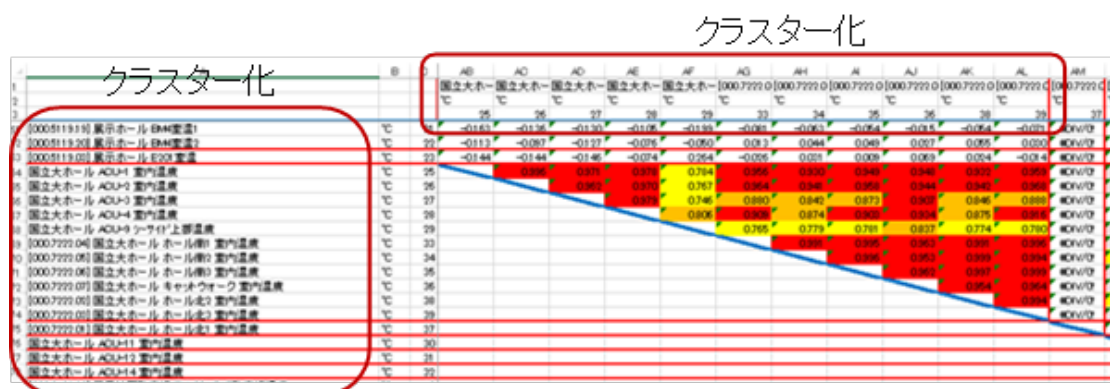
本研究では、各部分に番号を付け、対角線に接している4つの三角形の部分(①②③⑩)を互いに同じ系として「同一系」と示す。つまり、①の「環境系×環境系」の場合は、同じ性質である計測ポイント間の相関係数である。四角形(④⑤⑥⑦⑧⑨)は互いに異なる系の相関係数で「異なる系」を示す。「異なる系」の場合は、性質が異なる系で区分としては関連性がない計測ポイント間の相関係数である。

「同一系」は、性質が同じなので、当然な結果を持つ場合が多いのに対し、「異なる系」は性質が異なるので、さまざまな関連性を持つ相関分析が可能であると推定される。

ここで、新しく分析対象になる「その他」は水色の部分である。P施設では、「その他」に含まれている計測ポイントのデータが、ON/OFF基準で0と1で表示され、関連性がないと判断し、除外を行った。しかし、L施設とI施設では、「その他」を共に分析すれば、全体的にどのような影響を受けるのかを検討する。

## 2) クラスター化の作成方法

表7-5. 相関係数のクラスター化(6章の6.2.1再掲)



整理された相関係数を以下の条件(6.1.1参考)に合わせ、行列を移しながら計測ポイントのクラスター化を行う。

- ①計測ポイント(計測センサー)が同じ種類であること。
- ②計測ポイント間の相関が高いこと(おおむね絶対値で0.7以上)。
- ③設置位置がほぼ同じか、同様の条件であると判断されること。

「表7-5」は、データの相関係数を条件に合わせ、行列を移し、作成したクラスターである。1つの相関係数に当たる計測ポイントを「シングルクラスター」と示し、クラスター化の作業により、「シングルクラスター」が、大きな固まりのクラスターになる。この作業をクラスター化と示す。

表7-6. クラスター化の分析表(6章の6.2.1再掲)

計測項目	場所(大)	場所(小)	計測ポイント
外気温度 1			外気温度 °C 3
外気湿度 1			国立大ホール OA-H 外気湿度 % 1
室内温度 13	展示ホール 20	Aホール 6	付属部屋の室内温度 °C 6
		Bホール 14	付属部屋の室内温度① °C 8
			付属部屋の室内温度② °C 2
			展示ホール BM1室温2 °C 1
			展示ホール B14室温 °C 1
			展示ホール E202室温 °C 1
			展示ホール E201室温 °C 1
	国立大ホール 15		付属部屋の室内温度 °C 11
			国立大ホール ホール北1 室内温度 °C 1
			国立大ホール ACU-11 室内温度 °C 1
			国立大ホール ACU-12 室内温度 °C 1
			国立大ホール ACU-14 室内温度 °C 1
			地下駐車場の室内温度 °C 3
室内湿度 2	国立大ホール 5		付属部屋の湿度 % 4
			国立大ホール ACU-11 室内湿度 % 1
CO2濃度 1			ロータリー地下駐車場のCO2濃度 ppm 1

「表7-6」は、クラスター化を行い、クラスターを数えた分析表である。「シングルクラスター」の場合、計測ポイントの名を記入し、固まりのクラスターは、代表的な名を記入する。この表により、各枠組みごとのクラスターによる計測ポイントの「場所の特性」、「計測センサーの密集」などを分析することが可能になる。例えば、大きなクラスターが存在する場合、その中の計測ポイントは、相関が高くて、どの程度の関連性を持つのか推定が可能である。しかし、クラスターの数が少ない場合、データ間の相関関係が低いと推定される。

表7-7. P施設の高い正の相関関係の事例(6章の6.3.2再掲)

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①外気温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	外気湿度		
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	外気湿度		展示ホール1期 AC 給気温度設定
		外気湿度		
	③展示ホール1期 AC レターン温度	外気湿度		展示ホール1期 AC レターン温度
		外気湿度		
	④国立大ホール ACU 還気温度	外気湿度		国立大ホール ACU 還気温度
②展示ホール1期 附属部屋 温度 / 国立大ホール 附属部屋 温度	⑤冷水還温度	外気湿度		展示ホール1期 FCU冷水還温度 国立大ホール HE 共用設備 冷水往温度 DHC 会議センター 冷水往温度
		外気湿度		
	①国立大ホール ACU DDC温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール ACU DDC温度 国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC レターン温度 展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 国立大ホール HE 会議センター 冷水還温度	会議センター 冷水還温度
		展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 国立大ホール HE 会議センター 冷水還温度
③国立大ホール 附属施設 温度 / 駐車場 温度湿度	①国立大ホール ACU DDC温度	国立大ホール 室内温度 展示地下駐車場温度		国立大ホール ACU DDC温度
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場 CO2濃度		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度	展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	展示地下駐車場温度 ロータリー地下駐車場温度 国立大ホール ACU 室内温度	国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 国立大ホール HE	展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度 展示ホール1期 床冷暖往還温水往温度

「表7-7」は、「表7-5」のクラスター化を基にし、P施設の正の相関関係をまとめた表である。この表は、各枠組みごとの正の相関関係、負の相関関係で分け、整理を行い、クラスター間の相関関係を分析し、その理由を推定する。

つづいて、「表7-6」を基に、施設に対するクラスター間の全体的な相関を「可視化」するため、クラスター間の相関を示すダイアグラムを作成する。本論文では、この作業を「構造化」と示し、それを「簡略化」しながら、俯瞰的、大局的な傾向を分析する。

最終的には、「P施設」で使われた相関分析の方法や手順を「L施設」や「I施設」に適用し、用途が異なる建築施設に対し、相関関係における分析の方法(クラスター化、構造化)を展開する可能性について論じる。

## 7. 2 L施設における相関関係の適用及び分析

### 7. 2. 1 L施設の概要

#### 1) 用途について

L施設は、延床面積が1,251m<sup>2</sup>である小規模の展示空間を持つ単純なS造で、2階建の建築設備に関するショールームである。展示空間は2Fまで吹き抜けの構造で、1Fと2Fには様々な附属部屋がある。附属部屋は展示空間の稼働時間と関係なく、その都度の目的にしたがって利用する。

#### 2) 計測ポイントについて

L施設は計測ポイントの個数は、「環境系」20個、「エネルギー系」7個、「運転系」50個、「その他」97個で、ポイントの合計数は174個である。

### 7. 2. 2 相関係数を基にした項目の整理

表7-8. L施設の相関係数(一部)

		AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	
		AO-2-1 2F事務 床指令 床指令	AO-2-3 2F事務 床指令 床指令	AO-1-1 1F LB 冷却 冷却	AO-1-3 1F LB 冷却 冷却	AO-1-5 1Fショー ルーム 吸込温度	AO-1-7 1Fショー ルーム 吸込温度	AO-3-1 1F多目 室の吸 込温度	AO-2-1 2F多目 室の吸 込温度	AO-2-3 2F多目 室の吸 込温度	AO-1-1 1F LB 冷却 冷却	AO-1-3 1F LB 冷却 冷却	AO-1-5 1Fショー ルーム 運転表示	AO-1-7 1Fショー ルーム 運転表示	AO-3-1 1F多目 室の運 転表示	AO-2-1 2F多目 室の運 転表示	AO-2-3 2F多目 室の運 転表示	AM-1-1 2F更衣 室運転表 示	1Fコ モモ	
1	2016/9/1	24.657	24.657	29.444	29.224	28.898	30.219	32.301	28.795	27.73	34.445	632	670	670	532	319	877	877	28	
2	2016/9/2	24.708	24.708	29.531	29.413	28.089	29.342	34.324	28.174	27.086	31.134	671	671	671	634	15	874	874	234	
3	2016/9/3	24.528	24.563	30.272	29.636	33.442	32.731	31.367	28.687	27.613	32.533	314	400	0	0	319	771	771	60	
4	2016/9/4	24.625	24.785	29.713	28.648	28.533	29.773	31.819	28.363	27.644	35.563	671	671	671	577	251	877	877	2	
5	2016/9/5	24.395	24.488	29.038	28.87	29.138	30.13	32.415	29.254	28.449	31.741	672	672	636	555	322	821	821	285	
6	2016/9/6	24.215	24.215	29.494	28.404	29.018	29.975	35.031	31.285	31.651	30.12	589	684	684	585	0	929	929	321	
7	2016/9/7	24.007	24.007	29.067	28.464	28.658	29.125	36.599	34.244	34.065	29.065	681	681	681	591	0	155	155	177	
8	2016/9/8	25.708	25.792	26.971	26.176	27.089	28.176	28.624	27.331	26.505	27.234	680	681	681	598	542	627	627	434	
9	2016/9/9	25.217	25.494	27.396	27.274	27.681	28.003	28.002	27.802	26.508	28.757	692	692	692	692	761	881	880	335	
10	2016/9/10	24.348	25.007	27.77	27.564	27.545	28.089	33.22	26.345	26.508	27.84	671	671	671	569	0	876	876	327	
11	2016/9/11	25.173	25.389	33.359	30.783	30.384	31.599	33.461	27.927	26.737	26.11	0	231	265	0	937	937	731		
12	2016/9/12	26.043	26.339	33.041	31.926	31.9175	34.338	33.0571	31.645	30.136	36.578	15144	15493	15192	13802	5553	22137	26850	7055	
13	2016/9/13	24.53106	24.62946	30.09467	29.67181	29.65081	30.43219	33.40592	29.59392	29.716	31.24446	489.5161	499.9677	490.0645	448.4616	179.2226	731.6129	227.5129		
14	平均	24.6188	24.6188	29.368	29.368	29.368	29.368	32.301	28.795	27.73	34.445	632	670	670	532	319	877	877	28	
15	標準偏差	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	0.4160	
16	相関係数																			
17	外気温度 ℃	1	-0.467	-0.480	0.025	0.022	0.033	0.010	0.375	0.107	0.118	0.366	0.165	0.171	0.175	0.203	-0.213	0.092	0.062	-0.054
18	外気湿度 %	2	0.493	0.460	-0.395	-0.349	-0.343	-0.338	-0.246	-0.217	-0.223	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246
19	1Fショー ルーム ℃	3	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
20	1Fショー ルーム ℃	4	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
21	1Fショー ルーム ℃	5	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
22	2F事務室 室内PMV	6	-0.433	-0.463	0.355	0.455	0.451	0.444	0.464	0.606	0.374	0.370	-0.155	-0.205	-0.181	-0.145	-0.127	-0.163	-0.128	-0.246
23	2F事務室 室内PMV	7	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
24	2F事務室 室内PMV	8	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
25	1Fショー ルーム ℃	9	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
26	1Fショー ルーム ℃	10	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
27	1Fショー ルーム インテリ	11	-0.149	-0.122	-0.383	-0.259	-0.247	-0.285	-0.365	-0.268	-0.278	-0.285	0.745	0.772	0.748	0.745	0.135	0.334	0.345	0.305
28	1Fショー ルーム インテリ	12	0.404	0.402	-0.383	-0.259	-0.247	-0.285	-0.365	-0.268	-0.278	-0.285	0.119	0.160	0.180	0.136	0.102	0.089	0.089	0.303
29	1Fショー ルーム インテリ	13	0.404	0.402	-0.383	-0.259	-0.247	-0.285	-0.365	-0.268	-0.278	-0.285	0.119	0.160	0.180	0.136	0.102	0.089	0.089	0.303
30	1Fショー ルーム インテリ	14	0.404	0.402	-0.383	-0.259	-0.247	-0.285	-0.365	-0.268	-0.278	-0.285	0.119	0.160	0.180	0.136	0.102	0.089	0.089	0.303
31	1Fショー ルーム インテリ	15	0.135	0.028	-0.356	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	0.313	0.356	0.313	0.305	0.265	0.381	0.404	0.396
32	電力消費量 kWh	16	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
33	電力消費量 kWh	17	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
34	電力消費量 kWh	18	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
35	電力消費量 kWh	19	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
36	電力消費量 kWh	20	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
37	電力消費量 kWh	21	0.347	0.457	-0.432	-0.151	-0.175	-0.248	-0.285	-0.298	-0.279	-0.275	0.033	0.045	0.121	0.080	0.162	0.217	0.237	0.310
38	電力消費量 kWh	22	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
39	電力消費量 kWh	23	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
40	電力消費量 kWh	24	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
41	電力消費量 kWh	25	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
42	電力消費量 kWh	26	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
43	電力消費量 kWh	27	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
44	電力消費量 kWh	28	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
45	電力消費量 kWh	29	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
46	電力消費量 kWh	30	0.444	0.472	-0.027	0.139	0.171	0.107	0.170	-0.176	0.005	0.011	-0.258	-0.148	-0.177	-0.177	0.185	-0.017	-0.077	-0.077
47	電力消費量 kWh	31	0.425	0.454	-0.035	0.152	0.174	0.115	0.187	-0.136	0.034	0.043	-0.255	-0.159	-0.174	-0.174	0.185	-0.017	-0.077	-0.077
48	電力消費量 kWh	32	0.461	0.491	-0.035	0.152	0.174	0.115	0.187	-0.136	0.034	0.043	-0.255	-0.159	-0.174	-0.174	0.185	-0.017	-0.077	-0.077
49	電力消費量 kWh	33	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
50	電力消費量 kWh	34	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q	HOV/Q
51	電力消費量 kWh	35	0.470	0.463	0.463	0.478	0.630	0.372	0.363	0.512	-0.304	-0.331	-0.311	-0.264	-0.411	-0.385	-0.377	-0.377	-0.377	-0.377
52	電力消費量 kWh	36	0.383	0.354	0.367	0.570	0.476	0.469	0.553	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.441	-0.423	-0.423	-0.423	-0.423	-0.423	-0.423
53	電力消費量 kWh	37	0.425	0.454	0.454	0.559	0.559	0.471	0.464	0.617	-0.320	-0.349	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350
54	電力消費量 kWh	38	0.461	0.491	0.491	0.559	0.559	0.471	0.464	0.617	-0.320	-0.349	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350
55	電力消費量 kWh	39	0.470	0.463	0.463	0.570	0.476	0.463	0.476	0.553	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.441	-0.423	-0.423	-0.423	-0.423	-0.423
56	電力消費量 kWh	40	0.425	0.454	0.454	0.559	0.559	0.471	0.464	0.617	-0.320	-0.349	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350
57	電力消費量 kWh	41	0.461	0.491	0.491	0.559	0.559	0.471	0.464	0.617	-0.320	-0.349	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350
58	電力消費量 kWh	42	0.470	0.463	0.463	0.570	0.476	0.463	0.476	0.553	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.441	-0.423				

「表7-8」は、計測ポイントにおける相関係数を計算した結果を示す表である。

①相関分析のため選択したポイントの数は、「環境系」14個、「エネルギー系」7個、「運転系」25個、「その他」23個で、合計は71個である。各ポイントは1分単位で計測する。しかし、本研究では、演算機器(データの蓄積サーバー)で1日平均を計算し、1か月分のデータ(31個)を並べる。

②その計測ポイント間の相関を公式のとおり、計算(5.1参考)すれば、「図7-1」のように相関係数の数値を並べることが可能である。その後、相関関係を正(+0.4~+1)と負(-0.4~-1)に区分し、基準(5.3参考)を決めて、色(5.3参考)を塗る。白色のところは、計測ポイントのデータ間に対し、ほぼ相関がない係数(-0.4~+0.4)である。

### 7. 2. 3 計測ポイントのクラスター化

#### 1) クラスター化による結果

表7-9. L施設におけるクラスター(一部)

			AC-1-1 1F UBコー ナー 吸込 温度	AC-1-3 1F UBコー ナー 吸込 温度	AC-1-5 1F ショー ルーフ 吸 込温度	AC-1-7 1F ショー ルーフ 吸 込温度	電力デマ ンド予測値	デマンド制 御出力1	デマンド制 御解除	AC-1-1 1F UBコー ナー 運転 表示	AC-1-3 1F UBコー ナー 運転 表示	AC-1-5 1F ショー ルーフ 運 転表示	AC-1-7 1F ショー ルーフ 運 転表示	AC-3-1 1F 多目的 室 運転表 示	Av 2F 運
1		℃	36	37	38	39	44	45	46	47	48	49	50	51	
76	AC-2-1 2F 事務室 吸込温度	℃	41	0.476	0.471	0.456	0.477	-0.330	0.051	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345
77	AC-2-3 2F 事務室 吸込温度	℃	42	0.469	0.464	0.468	0.468	-0.320	0.044	0.120	-0.326	-0.357	-0.323	-0.295	-0.371
78	AM1-1-1 2F 更衣室 吸込温度	℃	43	0.450	0.617	0.638	0.611	-0.289	0.383	0.191	0.913	0.928	0.911	0.907	0.269
79	AC-1-1 1F UBコーナー 吸込温度	℃	36	0.476	0.471	0.456	0.477	-0.330	0.051	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345
80	AC-1-3 1F UBコーナー 吸込温度	℃	37	0.469	0.464	0.468	0.468	-0.320	0.044	0.120	-0.326	-0.357	-0.323	-0.295	-0.371
81	AC-1-5 1F ショールーム 吸込温度	℃	38	0.450	0.617	0.638	0.611	-0.289	0.383	0.191	0.913	0.928	0.911	0.907	0.269
82	AC-1-7 1F ショールーム 吸込温度	℃	39	0.476	0.471	0.456	0.477	-0.330	0.051	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345
83	電力デマンド予測値	kW	44	-0.330	0.051	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345
84	デマンド制御出力1		45	0.051	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.345
85	デマンド制御解除		46	0.113	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345
86	AC-1-1 1F UBコーナー 運転表示		47	-0.333	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.345
87	AC-1-3 1F UBコーナー 運転表示		48	-0.367	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345
88	AC-1-5 1F ショールーム 運転表示		49	-0.336	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.345
89	AC-1-7 1F ショールーム 運転表示		50	-0.296	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345
90	AC-3-1 1F 多目的室 運転表示		51	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.371	-0.345	-0.345
91	AC-2-1 2F 事務室 運転表示														
92	AC-2-3 2F 事務室 運転表示														
93	AM1-1-1 2F 更衣室 運転表示														

クラスターというのは、計測ポイントの相関係数を計算したもので、相関係数を下記の条件(6.1.1参考)に合わせ、行列を交換すれば枠組みになるため、その計測ポイントの枠組みを示す。(表7-9)

クラスター化の条件は下記のようになる。

- ①計測ポイント(計測センサー)が同じ種類であること。
- ②計測ポイント間の相関が高いこと(おおむね絶対値で0.7以上)。
- ③設置位置がほぼ同じか、同様の条件であると判断されること。

L施設は計測ポイントの個数は174個で、計測値一致などのため、相関係数の計算が不可能なポイントは23個、未計測などのため、除外対象になったポイントは80個であり、分析対象になるポイントは71個であった。分析対象になったポイントの71個について相関係数の計算を行った結果、



L施設に対する相関係数の数は2485個であった。その2485個の相関係数についてP施設と同じように3つの条件に合わせ、クラスター化を行った。(表7-9)

L施設に関するクラスター化の全体的な特徴は、クラスター化の規模が小さく、個数も少ない。その理由は、全体の計測ポイントの数が少なく、計測するセンサーの場所と空間に比べセンサーの数が少ないためと考えられる。

## 2) クラスター化による結果の整理

表7-10. L施設の同一系におけるクラスター表

区分	計測項目	場所	計測ポイント		
環境系	外気温度	外気	外気温度	°C	1
	外気湿度	外気	外気湿度	%	1
	室内温湿度	1F・2F	1Fショールーム 室内温度	°C	3
			2F事務室 温度	°C	1
			2F事務室 湿度	%	1
			1Fショールーム ペリメータ南側 湿度	%	1
			1Fショールーム ペリメータ東側・インテリア 湿度	%	2
	PMV	1F	1Fショールーム インテリア PMV・ペリメータ南側 室内PMV		2
			1Fショールーム ペリメータ東側 室内PMV		1
		2F	2F事務室 室内PMV		1
エネルギー系	電力量	全体	動力電力量①	kWh	1
			受電・動力・電灯電力量	kWh	5
			電灯電力量	kWh	1
	空調機モード指令	1F・2F	1F・2F 室内 モード指令		7
		1F	AC-3-1 1F 多目的室 設定温度指令	°C	1
			1F 室内 設定温度指令	°C	3
		2F	AM1-1-1 2F 更衣室 モード指令		1
			AC-2-1 2F 事務室 設定温度指令	°C	1
			AC-2-3 2F 事務室 設定温度指令	°C	1
	空調機吸込温度	1F	AC-3-1 1F 多目的室 吸込温度	°C	1
			AM1-1-1 2F 更衣室 吸込温度	°C	1
			1F UBコーナー 吸込温度	°C	4
		2F	AC 2F 事務室 吸込温度	°C	2
運転系	デマンド関連	全体	電力デマンド予測値	kW	1
			デマンド制御出力1		1
			デマンド制御解除		1
その他	機器運転状況	1F	1F UBコーナー・ショールーム 運転表示		4
			AC-3-1 1F 多目的室 運転表示		1
			1F・2F 空調機 運転表示・モード表示		9
		1F UBコーナー・ショールーム	空調機 設定温度表示	°C	3
			多目的室・更衣室 空調機 設定温度表示	°C	3
		2F	2F 事務室 運転表示		2
			2F 事務室 空調機 設定温度表示	°C	2
	人工知能制御状態	全体	人工知能制御状態		1

「表7-9」で、クラスター化の作業が終了すれば、クラスターの個数を数え、「表7-10」のように整理をする。計測ポイントの場合、計測ポイントが1つのシングルクラスターは、計測ポイントの名と一致する。しかし、クラスター化され、計測ポイントが複数になる場合は、分かりやすい代表的な名で整理する。その後センサーの場所で絞り、その枠組みがどのような計測項目に入るのかを判断する。(4.4参考)

「表7-10」により、L施設に対し、どの計測ポイントがクラスター化されるのかがわかり、L施設のクラスター化の可能性を分析することができる。

L施設におけるクラスター化の整理は下記のとおりである。(表7-9)

1) 環境系 (14→10)

①室内温湿度 (8→5)

②PMV (4→3)

2) エネルギー系 (29→13)

①電力量 (7→3)

②空調機モード指令 (14→6)

③空調機吸込温度 (8→4)

3) 運転系 (無し)

4) その他 (25→8)

①機器運転状況 (24→7)

L施設で大きくクラスター化された項目は、「その他」の機器運転状況である。その理由は、施設が大きな空間が存在する展示施設であり、各種類の機器の稼働時間が重なるためである。それに関係を持つ空調機モード指令も同じ理由で大きくクラスター化されたと考えられる。

「エネルギー系」の空調機モード指令のクラスター化が大きくなっている。それは、機器運転状況や空調機モード指令が相関を持つと考えられる。空調機が設定どおり、正しく稼働している。そして、機器運転の状況で、その正しい設定値が表示されることが考えられる。つまり、機器運転状況が大きくクラスター化されれば、それに系統が繋がっている空調機モード指令も大きくクラスター化されると推定される。また、「エネルギー系」の空調機吸込温度は同じ場所のセンサーなので、計測値がほぼ同じになり、その理由で、クラスター化されたと考えられる。尚、電力量は、受変・電力・電灯がクラスター化され、それは、施設が大きな空間を持つ展示施設なので、展示空間の稼働時間により、電力関係の使用時間が一致するためだと考えられる。

「運転系」の場合は、デマンド関連の3つのシングルクラスターのみになり、互いのセンサーの役割が異なるので、相関がないと考えられる。

「環境系」の展示空間の室内温度がクラスター化されている。1つのホールなので、計測するセンサーが同じ数値を出すと考えられる。「環境系」には、PMVの計測ポイントがある。しかし、PMVを実際に計測するのではなく、温度や湿度は計測するが、他の平均輻射温度、活動量、着衣量、相対気流速度は固定値を入力し、PMVのデータを算定している。

## 7. 2. 4 クラスタ間での相関分析

### 1) 同一系におけるクラスタ間の相関分析

	環境系	エネルギー系	運転系	その他	
環境系	環境系 × 環境系 ①	環境系 × エネルギー系 ④	環境系 × 運転系 ⑤	環境系 × その他 ⑦	環境系
エネルギー系		エネルギー系 × エネルギー系 ②	エネルギー系 × 運転系 ⑥	エネルギー系 × その他 ⑧	エネルギー系
運転系			運転系 × 運転系 ③	運転系 × その他 ⑨	運転系
その他				その他 × その他 ⑩	その他

図7-3. 同一系における相関係数の枠組み

「図7-2」の相関係数の形を基にし、同一系(黄色の三角形)の枠組み内でクラスタ間の相関の高低を分類し、整理を行う。同一系とは、例えば、「環境系」に対する「環境系」のように互いに同じ区分間内のクラスタ間の相関を意味する。(図7-3)



表7-11. 同一系における高い正の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①環境系×環境系	①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度 外気湿度		
		②室内 附属部屋 温湿度	外気温度 外気湿度		2F 附属部屋 湿度
		③PMV	外気温度 外気湿度		1F ショールーム ベリメータ東側 PMV
	②室内 附属部屋 温湿度	②室内 附属部屋 温湿度	1F 附属部屋 温度 2F 附属部屋 温度		2F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 PMV 1F ショールーム インテリア 湿度
			1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度		
		③PMV	1F 附属部屋 PMV 2F 附属部屋 PMV		
	①電力量	①電力量	受変電力量 動力電力量 電灯動力量		
③運転系×運転系	①空調機モード指令	①空調機モード指令	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		②空調機温度設定	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		③空調機吸込温度	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		④デマンド関連	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		②空調機温度設定	2F 空調機モード指令		
	②空調機温度設定	②空調機温度設定	1F 多目的室 設定温度指令		2F 事務室 設定温度指令 1F 多目的室 吸込温度
			1F UBコーナー・ショールーム 設定温度指令 2F 事務室 設定温度指令①		1F 多目的室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
			2F 事務室 設定温度指令②	2F 事務室 吸込温度	
		③空調機吸込温度	1F 多目的室 設定温度指令 2F 事務室 吸込温度		2F 事務室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
		④デマンド関連	1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 デマンド関連		
		③空調機吸込温度	1F 多目的室 吸込温度 2F 事務室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度		2F 事務室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 2F 事務室 設定温度指令表示
		④デマンド関連	デマンド関連		
		④デマンド関連	デマンド関連		
	①機器運転状況	①空調機運転表示	1F UBコーナー・ショールーム 運転表示 2F 事務室 運転表示		
		②空調機モード表示	モード表示		
		③空調機設定温度指令表示	設定温度指令表示		

同一系における正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-11)

①2F 事務室 設定温度指令② ⇔ 2F 事務室 吸込温度

比較的に正の相関は高いのに、高い正の相関関係を持つクラスター間のリストは1つのみである。その理由は、2F 事務室の空調機器の吸込温度はリモートコントロールの設定温度のとおり、正しく動くのであるが、その状況が他の空調機器の吸込温度と設定温度により、もっと正しく稼働するためだと考えられる。

他に低い正の相関を持つクラスターは大部分、展示空間に関する空調機の吸込温度とそれぞれの附属部屋の吸込温度である。この場合も施設の稼働時間により空調機のON/OFFと関係があると考えられる。

表7-12. 同一系における高い負の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①環境系×環境系	①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度 外気湿度		外気湿度
		②室内 附属部屋 温湿度	外気温度 外気湿度	2F 附属部屋 湿度	
		③PMV	外気温度 外気湿度	1F ショールーム インテリア・ペリメータ南側 PMV 2F 附属部屋 PMV	
	②室内 附属部屋 温湿度	②室内 附属部屋 温湿度	1F 附属部屋 温度 2F 附属部屋 温度		
			1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	2F 附属部屋 PMV 1F ショールーム インテリア・ペリメータ南側 PMV	
		③PMV	1F 附属部屋 PMV 2F 附属部屋 PMV		1F ショールーム ペリメータ東側 PMV
②エネルギー系×エネルギー系	①電力量	①電力量	受変電力量 動力電力量 電灯電力量		
③運転系×運転系	①空調機モード指令	①空調機モード指令	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		②空調機温度設定	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		③空調機吸込温度	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		④デマンド関連	1F 空調機モード指令 2F 空調機モード指令		
		②空調機温度設定	2F 空調機温度設定		
	②空調機温度設定	②空調機温度設定	1F 多目的室 設定温度指令  1F UBコーナー・ショールーム 設定温度指令 2F 事務室 設定温度指令①  2F 事務室 設定温度指令②	2F 事務室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 電力デマンド予測値  2F 事務室 吸込温度 2F 更衣室 吸込温度 電力デマンド予測値	
	③空調機吸込温度	③空調機吸込温度	1F 多目的室 設定温度指令  2F 事務室 吸込温度  1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度		電力デマンド予測値
		④デマンド関連	デマンド関連		
		③空調機吸込温度	1F 多目的室 吸込温度  2F 事務室 吸込温度  2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度		電力デマンド予測値
		④デマンド関連	デマンド関連		
		④デマンド関連	デマンド関連		
⑩その他×その他	①機器運転状況	①空調機運転表示	1F UBコーナー・ショールーム 運転表示 2F 事務室 運転表示	1F UBコーナー・多目的室・2F 更衣室 設定温度指令表示	
		②空調機モード表示	モード表示		
		③空調機設定温度指令表示	設定温度指令表示		

同一系における負の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-13)

- ① 1F 附属部屋 PMV ⇔ 1F ショールーム ペリメータ東側 PMV
- ② 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 ⇔ 電力デマンド予測値
- ③ 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 ⇔ 電力デマンド予測値

PMVの場合、利用目的による稼働時間が異なる場所であるため、高い負の相関を持つと考えられる。電力デマンド予測値は、10分間使用した電力使用量の平均を出して10分後の電力使用量を予測する演算ポイントである。L施設において電力デマンド予測値と展示空間の吸込温度は高い負の相関を持つ。それは、電力予測値のとおり、展示空間の吸込温度が一致しないためであると考えられる。

## 2) 異なる系におけるクラスター間の相関分析

	環境系	エネルギー系	運転系	その他	
環境系	環境系 × 環境系 ①	環境系 × エネルギー系 ④	環境系 × 運転系 ⑤	環境系 × その他 ⑦	環境系
エネルギー系		エネルギー系 × エネルギー系 ②	エネルギー系 × 運転系 ⑥	エネルギー系 × その他 ⑧	エネルギー系
運転系			運転系 × 運転系 ③	運転系 × その他 ⑨	運転系
その他				その他 × その他 ⑩	その他

図7-4. 異なる系における相関係数の枠組み

「図7-2」の相関係数の形を基にし、異なる系(黄色の四角形)の枠組み内でクラスター間の相関の高低を分類し、整理を行う。異なる系とは、例えば、互いの性質違いが異なる区分間内のクラスター間の相関を意味する。(図7-4)

特にL施設の場合は「その他」のクラスターを他の「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」と比較することで、「その他」のクラスターが他の系のクラスターに及ぼす影響が見られると考えられる。(図7-4)

表7-13. 異なる系における高い正の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
④環境系×エネルギー系	①外気温湿度	①電力量	外気温湿度		
			外気温湿度		
	②1F・2F 附属部屋 温度	①電力量	1F 附属部屋 温度 2F 附属部屋 温度		
			1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	動力電力量	
	④PMV	①電力量	1F 附属部屋 PMV 2F 附属部屋 PMV		
⑤環境系×運転系	①外気温湿度	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	外気温湿度		電力デマンド予測値 2F 事務室 設定温度指令
		③空調機吸込温度	外気温湿度		
		④デマンド関連	外気温湿度		電力デマンド予測値
	②1F・2F 附属部屋 温度	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	2F 附属部屋 温度		
		③空調機吸込温度	2F 附属部屋 温度	2F 更衣室 吸込温度	1F 多目的室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
		④デマンド関連			
	③1F・2F 附属部屋 湿度	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度		
		③空調機吸込温度	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度		
		④デマンド関連	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	電力デマンド予測値	
	④PMV	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	1F ショールーム・インテリア ペリメータ東側 PMV 2F 附属部屋 PMV 2F 附属部屋 PMV		2F 事務室 設定温度指令
		③空調機吸込温度			
⑥エネルギー系×運転系	①電力量	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令			
		③空調機吸込温度	受変電力量		
			動力電力量		
			電灯動力量		
⑦環境系×その他	①外気温湿度	①空調機運転表示	外気温湿度 外気温湿度		多目的室 運転表示 2F 事務室 設定温度表示
		②空調機モード表示	外気温湿度 外気温湿度 外気温湿度		
		③空調機設定温度表示	外気温湿度		
	②室内 附属部屋 温湿度	①空調機運転表示	2F事務室 温度 1Fショールーム ペリメータ東側 湿度	1F UBコーナー 運転表示	
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示			
		④空調機運転表示			
		⑤空調機モード表示			
⑧エネルギー系×その他	①電力量	①空調機運転表示	受変電力量	1F UBコーナー 運転表示	
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	電灯動力量	1F UBコーナー 運転表示	
⑨運転系×その他	①空調機モード指令	①空調機運転表示	2F 更衣室 モード指令		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示			
	②空調機温度設定	①空調機運転表示	1F 多目的室 設定温度指令 1F UBコーナー・ショールーム 設定温度指令	2F 事務室 運転表示 2F 更衣室 運転表示	
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	1F 多目的室 設定温度指令 2F 事務室 設定温度指令	人工知能制御状態	2F 事務室 運転表示 2F 更衣室 運転表示 人工知能制御状態
	③空調機吸込温度	①空調機運転表示	多目的室 吸込温度 2F 事務室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 電力デマンド予測値		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度		

異なる系における正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-13)

- ① 1F 附属部屋 湿度 ⇔ 動力電力量
- ② 2F 附属部屋 温度 ⇔ 2F 更衣室 吸込温度
- ③ 1F 附属部屋 湿度 ⇔ 電力デマンド予測値
- ④ 1Fショールーム ペリメータ東側 湿度 ⇔ 1F UBコーナー 運転表示
- ⑤ 受変電力量 ⇔ 1F UBコーナー 運転表示
- ⑥ 電灯動力量 ⇔ 1F UBコーナー 運転表示
- ⑦ 1F 多目的室 設定温度指令 ⇔ 2F 更衣室 運転表示
- ⑧ 1F 多目的室 設定温度指令 ⇔ 人工知能制御状態

1Fにある附属部屋の湿度は、動力電力量や電力デマンド予測値と高い正の相関を持つ。つまり、動力電力量と電力デマンド予測値の関係も正の相関を持つことになる。1Fにある附属部屋の湿度と電力デマンド予測値が互いに高い正の相関を持つ理由では、動力電力量の関係も含まれている。まず、室内湿度が増えると、快適性を維持するため、空調機の使用量が増える。そのため、動力電力量が増えることになる。ここで、電力デマンド予測値のとおり、動力電力量が増えるので、3つのクラスターが互いに正の相関を持つと考えられる。

2Fにある附属部屋の温度の場合は、2Fの更衣室に設置されている空調機の吸込温度と高い正の相関を持つ。室内の温度が増加すれば、空調機の稼働率も増加し、そのため吸込量や温度も増加すると考えられる。

1FにあるUBコーナーという場所にある空調機の運転表示は受変電力量と電灯動力量において高い正の相関を持つ。つまり、3つのクラスターが正の相関を持つことになる。その理由を推定すれば、UBコーナーにある電灯を使用すると電灯動力量が上がり、それは施設全体の動力量が影響を受けられ、受変電力量の増加になると考えられる。

1Fにある多目的室に設置されている空調機の設定温度指令が、2Fにある更衣室に設置されている空調機の運転表示と高い正の相関を持つ理由は、稼働時間が一致する附属部屋なので、多目的室の空調機が指令のとおり正しく稼働し、更衣室の空調機も設定どおり正しく稼働するので、両方の指令や表示が、場所は異なるのに高い正の相関を持つと考えられる。また、多目的室は人工知能制御状態と高い正の相関を持つ。多目的室の空調機が人工知能制御状態により、正しく稼働するので、空調機の温度指令が人工知能制御状態と正の相関を持つと考えられる。結局、多目的室の空調機による設定温度指令と更衣室による空調機の運転表示及び人工知能制御状態による3つのクラスターが正の相関を持つことになると考えられる。

低い正の相関を持つ代表的なクラスターとしては、更衣室の運転表と多目的室の設定温度指令に対する、附属部屋の温度や湿度関係の室内の快適性に関するクラスターが多い。その理由は、更衣室の運転表と多目的室の設定温度指令は、空調関係なので、更衣室や多目的室に設置されている空調機と相関があるためだと考えられる。

表7-14. 異なる系における高い負の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
④環境系×エネルギー系	①外気温湿度	①電力量	外気温湿度	動力電力量 電灯電力量	
	②1F・2F 附属部屋 温度	①電力量	外気温湿度 1F 附属部屋 温度 2F 附属部屋 温度	動力電力量	電灯電力量
	③1F・2F 附属部屋 湿度	①電力量	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	動力電力量 電灯電力量	
⑤環境系×運転系	①外気温湿度	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	外気温湿度	2F 事務室 設定温度指令	
			外気温湿度		
		③空調機吸込温度	外気温湿度	1F 多目的室 吸込温度	
		④デマンド関連	外気温湿度		
	②1F・2F 附属部屋 温度	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	2F 附属部屋 温度	2F 事務室 設定温度指令	
			2F 附属部屋 温度		
		③空調機吸込温度			
	③1F・2F 附属部屋 湿度	④デマンド関連			
		①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	2F 事務室 設定温度指令	
			1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度		
		③空調機吸込温度	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度		
	④PMV	④デマンド関連	1F 附属部屋 湿度 2F 附属部屋 湿度	2F 事務室 設定温度指令	
		①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令	1F ショールーム・インテリア ペリメータ東側 PMV 2F 附属部屋 PMV		
			2F 附属部屋 PMV		
		③空調機吸込温度	1F 多目的室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度	2F 事務室 吸込温度	
⑥エネルギー系×運転系	①電力量	①空調機モード指令			
		②空調機設定温度指令			
		③空調機吸込温度	受変電力量		1F 多目的室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
			動力電力量		1F 多目的室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
	②室内 附属部屋 温湿度		電灯電力量		電力デマンド予測値
		④デマンド関連	受変電力量		電力デマンド予測値
		①空調機運転表示	外気温湿度 外気温湿度	2F 事務室 設定温度表示	
			外気温湿度 外気温湿度		
		②空調機モード表示	外気温湿度 外気温湿度		
⑦環境系×その他	①外気温湿度	③空調機設定温度表示	外気温湿度 外気温湿度		
			外気温湿度 外気温湿度		
		②室内 附属部屋 温湿度	①空調機運転表示	2F事務室 温度 1Fショールーム ペリメータ東側 湿度	
		②空調機モード表示			
	③PMV	③空調機設定温度表示			
		①空調機運転表示	1F UBコーナー 運転表示		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示			
⑧エネルギー系×その他	①電力量	①空調機運転表示	受変電力量		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	電灯電力量		
⑨運転系×その他	①空調機モード指令	①空調機運転表示	2F 更衣室 モード指令		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示			
	②空調機温度設定	①空調機運転表示	1F 多目的室 設定温度指令		
			1F UBコーナー・ショールーム 設定温度指令		
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	1F 多目的室 設定温度指令 2F 事務室 設定温度指令		
	③空調機吸込温度	①空調機運転表示	多目的室 吸込温度 2F 事務室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 電力デマンド予測値	2F 事務室 運転表示 2F 事務室 運転表示 2F 事務室 運転表示	1F 多目的室 運転表示 2F 事務室 運転表示 1F ショールーム 運転表示 1F 多目的室 運転表示
		②空調機モード表示			
		③空調機設定温度表示	2F 更衣室 吸込温度 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度		

異なる系における負の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-14)

- ①2F 附属部屋 温度 ⇔ 電灯動力量
- ②2F 附属部屋 PMV ⇔ 2F 事務室 吸込温度
- ③受変電力量 ⇔ 1F 多目的室 吸込温度
- ④受変電力量 ⇔ 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
- ⑤動力電力量 ⇔ 1F 多目的室 吸込温度
- ⑥動力電力量 ⇔ 1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度
- ⑦電灯動力量 ⇔ 電力デマンド予測値
- ⑧多目的室 吸込温度 ⇔ 1F 多目的室 運転表示
- ⑨2F 事務室 吸込温度 ⇔ 2F 事務室 運転表示
- ⑩1F UBコーナー・ショールーム 吸込温度 ⇔ 1F ショールーム 運転表示
- ⑩電力デマンド予測値 ⇔ 1F 多目的室 運転表示

2Fにある附属部屋の温度は、電灯動力量と高い負の相関を持つ。電灯を入れると室内温度が増加するためだと考えられる。また、2Fにある附属部屋のPMVが事務室にある空調機の吸込温度と高い負の相関を持つ理由は、室内の快適性が増加すると空調機の吸込温度が低下するためである。

受変電力量と1Fにある多目的室の吸込温度は、高い負の相関を持つ。また、受変電力量は1FにあるUBコーナー・ショールームの吸込温度と高い負の相関を持つ。対象時期が8月の夏なので、外気温が高い。その影響で室内まで吸込温度が自然に高くなり、消費電力が低下し、施設全体に関わる受変電力量の節約に繋がると考えられる。動力電力量の対象も受変電力量と同じように、1Fにある多目的室の吸込温度と1FにあるUBコーナー・ショールームの吸込温度である。動力電力量も受変電力量と同じ理由で、高い負の相関を持つと考えられる。結局、受変電力量と動力電力量は正の相関を持ち、多目的室の吸込温度とUBコーナー・ショールームの場合も正の相関を持つことになる。

電灯動力量は電力デマンド予測値と高い負の相関を持つ。推定すれば、電力デマンド予測値のとおり、電灯使用時間が異なる場合があると考えられる。

1Fにある多目的室に設置されている空調機の運転表示は、吸込温度と電力デマンド予測値に対し、高い負の相関を持つ。まず、多目的室は展示空間と用途や利用時間が異なるので、電力デマンド予測値のとおり、ならなかった。尚、多目的室にある空調機の運転表示と同じ部屋の吸込温度が高い負の相関を持つのは、多目的室の利用方法により、空調機を稼働しない場合があるためだと考えられる。また、UBコーナー・ショールームの吸込温度やショールームの運転表示が高い負の相関を持つ理由も、多目的室の運転表示や同じ部屋の吸込温度が高い相関を持つ理由と同じであると考えられる。

電力デマンド予測値と1Fにある多目的室に設置されている空調機の運転表示が負の相関を持つ理由は、予測値のとおり多目的室の空調機が稼働しないためであると考えられる。

## 7. 2. 5 クラスタ化による構造化の分析

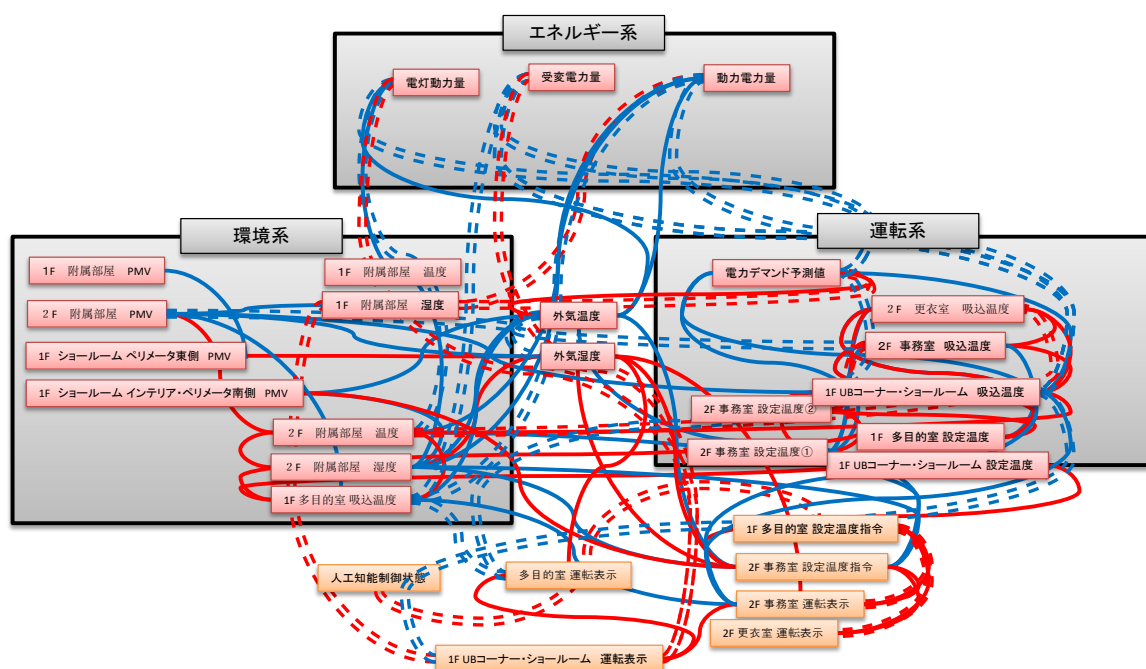


図7-5. L施設における相関関係の構造化

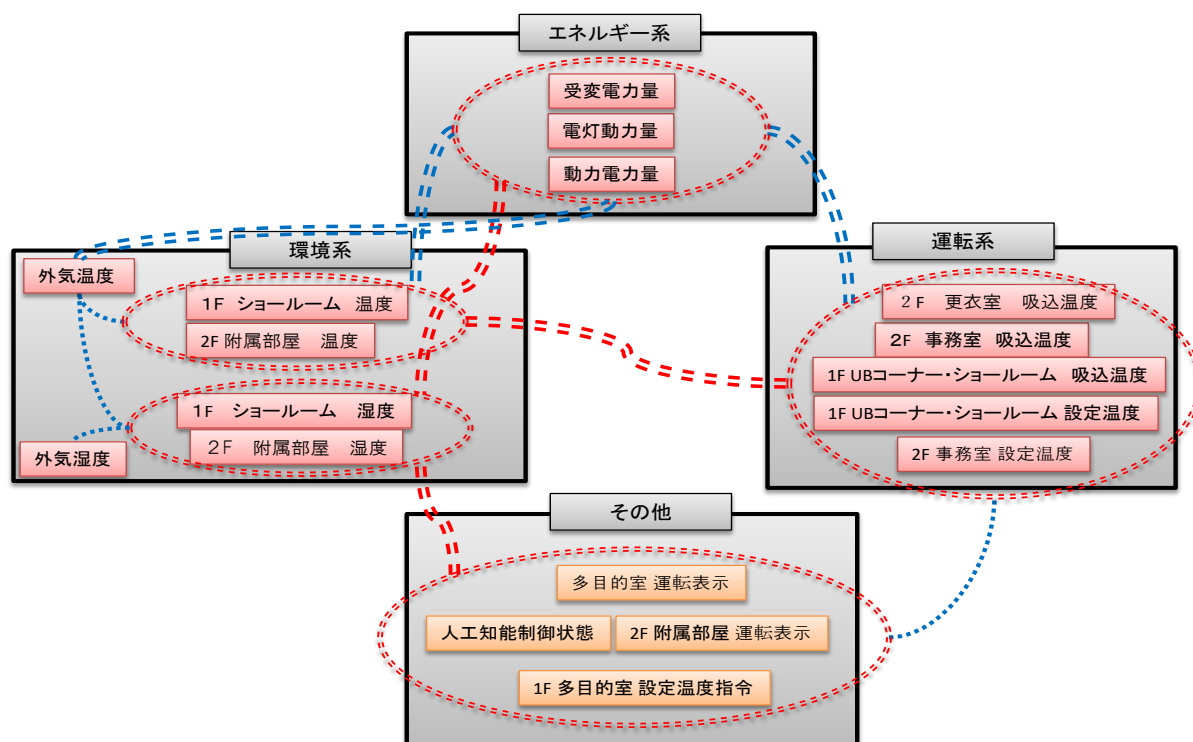


図7-6. L施設における構造化の簡略化



## 1) 作成の手順について

「図7-5」と「図7-6」は、L施設に関するクラスター化によるダイアグラムである。本論文では「図7-5」を「構造化」、「図7-6」を「構造化の簡略化」と示す。「図7-5」は、L施設に関するクラスター化のリスト「表7-11」から「表7-14」までの相関関係を正(+0.4～+1)と負(-0.4～-1)に基づいて作成を行う。

表7-14. 構造化におけるクラスター間の相関の区分

クラスター間の相関係数	クラスター間の相関の区分
高い正の相関	-----
低い正の相関	-----
低い負の相関	-----
高い負の相関	-----

「図7-5」の場合、全体的なクラスター間の相関である。まず、「環境系」、「エネルギー系」、「環境系」の枠組みがあり、その内部にクラスター化された項目を赤色でクラスター名を記入する。新しく相関分析の対象とした「その他」に属するクラスターは枠組みがないので、オレンジ色で記入する。しかし、構造化のクラスターが多すぎると複雑になるので、分析しにくい。そして、相関係数が低く、大きな影響を受けないクラスター(相関係数0.4程度のシングルクラスター)の場合は、複雑にならないように省略する。クラスターの配置が終わったら、「図7-5」の枠組み内の赤色のクラスター「表7-15」のクラスター間の相関係数の数値により、区分して4つの線で示す。L施設の場合、P施設のように複雑な関係はない。つづいて、より簡単に可視化するため、「図7-5」の「構造化」内で、より重要性(より多いクラスターと相関を持つクラスター及び高い正・負の相関を持つクラスター)を持つクラスター間の相関関係を表示し、見やすくなるように作成したダイアグラムを「構造化による簡略化」と示す。「図7-6」は、「図7-5」を簡略化されたダイアグラムで、施設全体を構成するクラスター間の相関関係がより簡単に読み取ることが可能になる。

## 2) 解読されたことについて

「図7-5」は、資格四角の枠組み内にある赤いクラスターが、他のクラスターと相関を示す。それは「表7-14」のような繋がる線の色や形で、どのような相関を持つのか区分ができる。その後、他の系の枠組み中のクラスターとの相関関係も線で区別する。「図7-5」では、「エネルギー系」の内部には、3つの電力関係のクラスターがあり、互いの相関は持っていない。しかし、3つの電力関係のクラスターは、他の系のクラスターと同時に正の相関を持つ場合が多いので、3つの電力関係のクラスターも互いに正の相関を持つと推定され、「図7-6」の簡略化のダイアグラムでは、大きな赤い丸で絞り、互いに正の相関を持つことを示した。「運転系」の場合は、他の系のクラスターとの相関もあり、特に内部のクラスター間で高い相関が多い。それらを、「図7-6」で「運転系」のクラスターが大きな丸で絞られた。「その他」の場合、「図7-5」で互いに正の相関を持つので、「図7-6」の簡略化でも丸で絞られている。このような方法で、「構造化」と「構造化の簡略化」を読み取ることにより、L施設に関する全体の相関を大略的に把握し、考察することが可能であると考えられる。

### 3) 考察について

前項で読み取られたことから次のようなことが考えられる。

- ①外気温度や外気湿度を中心として、4つの系のクラスターと細かい相関を持っている。室内の快適性とは負の相関を持つ。外気の状態が悪くなるほど、室内の快適性を上昇させるためだと考えられる。
- ②エネルギー系の電力使用量は、環境系の室内温湿度クラスター及び運転系の設備機器関連クラスターと負の相関を持つ。室内温湿度を良く維持するため、さまざまな設備の稼働量が上昇するので、エネルギー消費量も上昇すると考えられる。
- ③L施設では、エネルギー系中で、受変電力量、電灯電力量、動力電力量がある。3つは互いに高い相関をもつ。L施設の用途が展示施設なので、稼働時間が決められたと考えられる。
- ④運転系の様々な設備に関するクラスターは、互いに高い正の相関を持つ。その理由は、稼働時間が決められたことが原因だと考えられる。
- ⑤その他のクラスターの場合は、設備機器の状態を表示するクラスターなので、用途の特性上、互いの正の相関が高くなるためだと考えられる。

### 4) 構造化の有効性について

#### ①技術的な有効性

L施設は、展示空間を持つ施設であり、一般建物とは異なる使用目的や稼働方法が異なる。つまり、稼働時間やスケジュールにより、省エネルギー改善と密接な関係を持つと考えられる。そして、省エネルギー化・二酸化炭素の削減・LCC(Life Cycle Cost)の向上のため、様々な運営改善が行われている。尚、運営改善のため、新しいシステムの導入を行うためには、施設の状況を詳細に把握し、運用方法及び設置されている設備などに関する様々な計測情報(データ)などが必要である。しかし、計測情報の収集、取り扱い方法などが、明確化されてないため、維持管理専門家(メンテナンスエンジニア)の経験によって、計測センサーの設置計画を立てる場合も多い。本研究で使われた相関分析の構造化により、L施設のような展示空間を持つ施設において「情報データの収集方法」「必要なデータの関係性」「データの利活用方法」などを明確化し、理論化することが可能になると考えられる。

#### ②学術的な有効性

L施設のような展示空間を持ち、展示用途として利用する施設は、一般建築とは運営方法が異なる。しかし、本論文で使われた計測ポイントによるデータの相関を基にした分析により、施設全体の稼働状況や構成を把握することができた。つまり、省エネルギー改善や建物維持管理の研究分野に新しい施設の分析方法として提案することが可能になると考えられる。尚、他の大規模空間を持つ施設にも同じ相関分析をつうじて、施設の分析をすることが可能であると考えられる。

## 7. 3 I施設における相関関係の適用及び分析

### 7. 3. 1 I施設の概要

#### 1) 用途について

I施設は、大規模の標準的な行政サービス事務所建築である。RC造の8階建て延床面積が24,000㎡である。各階にはオフィスのように部屋などがあり、オープンスペースもある。

#### 2) 計測ポイントについて

I施設は計測ポイントの個数は、「環境系」37個、「エネルギー系」92個、「運転系」26個、「その他」13個で、ポイントの合計数は168個である。

### 7. 3. 2 相関係数を基にした項目の整理

表7-16. I施設の相関係数(一部)

項目	計測ポイント															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 外気温	940	321	500	112	59,515	65,308	64,788	62,491	60,538	61,566	61,801	65,965	67,19	0.899	0.757	0.546
2 外気温	861	240	512	103	57,756	65,883	65,428	63,579	64,045	64,77	64,647	66,532	67,43	0.877	0.776	0.745
3 外気温	843	253	416	186	63,945	64,973	65,964	63,984	64,587	63,792	66,256	67,14	1.054	0.792	0.813	0.981
4 外気温	539	0	489	50	24,463	65,352	69,028	66,996	67,085	67,241	67,213	68,548	69,02	1.224	1.037	1.066
5 外気温	459	492	0	0	63,884	67,421	70,055	69,76	69,311	69,751	72,325	68,44	1.303	1.199	1.172	1.253
6 外気温	691	37	559	93	28,748	66,764	66,9	63,291	66,325	66,22	69,663	67,95	1.022	0.899	0.648	0.886
7 外気温	768	270	397	106	64,361	66,187	66,044	62,612	64,112	64,042	67,372	67,943	0.76	1.016	0.892	0.869
8 外気温	1,023	593	146	289	51,306	64,649	65,417	61,156	64,108	64,042	67,372	67,943	0.38	0.835	0.894	0.865
9 外気温	939	580	0	433	70,29	64,495	64,47	60,992	62,377	61,339	61,3	64,905	0.895	0.929	0.806	0.804
10 外気温	958	443	500	0	69,439	63,82	64,112	60,653	61,926	61,691	61,3	66,242	0.675	0.98	0.817	0.807
11 外気温	524	0	422	94	51,227	64,305	66,039	63,898	62,646	62,861	65,425	65,746	0.705	1.003	0.749	0.786
12 外気温	221	177	0	142	22,651	63,79	66,438	63,895	61,511	61,386	61,691	64,429	0.68	1.008	0.803	0.835
13 外気温	706	48	696	0	41,734	65,72	65,47	61,089	62,04	63,654	63,728	67,068	0.699	0.959	0.661	0.92
14 外気温	698	400	78	223	41,441	66,26	65,526	61,482	60,308	62,345	62,991	68,425	0.667	0.907	0.562	0.933
15 外気温	575	54	440	78	71,258	63,197	62,431	59,221	60,308	62,345	62,991	68,425	0.667	0.907	0.562	0.933
16 外気温	2,951	8,671	1,074	265	157,663	203,387	203,387	196,058	194,912	197,232	199,099	201,811	21,325	21,172	25,273	21,327
平均	757,451.61	1,033,128.0	331,415.58	125,744.54	62,711.267	64,562.616	68,136.161	63,237.356	62,961.843	63,423.871	65,110.037	68,136.161	0.867,502	1,066,484	858.9	0.700,235
標準偏差	211,469.42	203,699.9	228,644.4	1,08,436.67	1,495,668.7	1,532,485.7	1,827,427	1,566,616	1,895,913.3	2,482,406	2,375,360	2,344,939	0,071,91.81	0,115,677	0,146,877	0,242,024
外気温	0.436	0.319	0.236	-0.234	0.754	-0.104	-0.008	0.002	0.013	0.007	0.049	-0.047	0.009	0.072	0.181	0.117
外気温	0.016	0.237	-0.140	-0.114	0.340	-0.659	-0.504	-0.195	-0.200	-0.262	-0.267	-0.418	-0.377	-0.002	0.196	0.140
外気温	-0.228	-0.073	0.072	-0.049	-0.119	0.337	0.522	0.504	0.293	0.922	0.487	0.399	0.249	0.651	0.461	0.515
外気温	-0.486	0.010	-0.215	-0.119	-0.067	0.566	0.706	0.738	0.663	0.642	0.420	0.485	0.468	0.387	0.341	0.416
外気温	-0.063	-0.142	-0.263	-0.285	0.298	-0.180	0.408	0.795	0.638	0.578	0.597	0.322	0.294	0.821	0.831	0.864
外気温	-0.554	-0.088	-0.299	-0.285	0.204	-0.163	0.559	0.741	0.815	0.746	0.726	0.393	0.355	0.813	0.892	0.854
外気温	-0.480	-0.081	-0.223	-0.225	0.295	-0.157	0.528	0.710	0.802	0.748	0.733	0.384	0.368	0.885	0.867	0.875
外気温	-0.400	0.045	-0.223	-0.225	0.270	-0.100	0.481	0.706	0.740	0.694	0.723	0.405	0.304	0.798	0.886	0.876
外気温	-0.483	0.041	-0.213	-0.413	0.478	-0.296	0.295	0.592	0.559	0.509	0.830	0.360	0.208	0.747	0.814	0.775
外気温	0.254	0.143	-0.073	0.385	-0.803	0.314	0.409	0.172	0.107	0.183	0.237	0.521	0.251	-0.208	-0.272	-0.308
外気温	-0.216	-0.054	-0.210	0.125	-0.656	0.781	0.877	0.507	0.532	0.600	0.608	0.751	0.434	0.187	0.049	0.127
外気温	-0.486	-0.204	-0.215	-0.17	-0.508	0.724	0.877	0.818	0.670	0.702	0.946	0.593	0.466	0.406	0.282	0.392
外気温	-0.37	-0.002	-0.176	0.104	-0.535	0.742	0.788	0.495	0.704	0.765	0.737	0.847	0.495	0.294	0.097	0.270
外気温	-0.228	-0.038	-0.211	0.073	-0.547	0.778	0.878	0.564	0.746	0.810	0.780	0.878	0.522	0.317	0.336	0.360
外気温	-0.277	-0.081	-0.201	0.033	-0.646	0.713	0.884	0.546	0.713	0.767	0.783	0.865	0.412	0.363	0.186	0.220
外気温	-0.074	-0.040	-0.115	0.173	-0.679	0.866	0.873	0.546	0.713	0.767	0.783	0.865	0.412	0.363	0.186	0.220
外気温	-0.486	0.281	0.158	0.118	0.216	0.150	-0.055	-0.142	-0.059	-0.082	-0.166	-0.256	-0.054	-0.192	-0.069	-0.100
外気温	0.061	0.273	0.483	0.124	0.216	0.153	-0.062	-0.095	-0.050	-0.082	-0.166	-0.256	-0.054	-0.192	-0.069	-0.100
外気温	0.384	0.337	0.377	0.309	0.192	0.188	-0.477	-0.612	-0.500	-0.435	-0.466	-0.395	-0.195	-0.665	-0.648	-0.638
外気温	0.246	0.324	0.345	0.263	0.064	0.199	-0.486	-0.708	-0.600	-0.523	-0.538	-0.350	-0.258	-0.767	-0.810	-0.781
外気温	0.328	0.327	0.360	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-0.789
外気温	0.043	0.337	0.352	0.271	0.096	0.172	-0.512	-0.718	-0.604	-0.531	-0.548	-0.383	-0.263	-0.764	-0.803	-



I施設のクラスター化の特徴は、「環境系」と「その他」に多めに集中し、非常に大きなクラスター化である。尚、「エネルギー系」と「運転系」のクラスター化は規模が小さく、個数も少ない。その理由は、全体の計測ポイントの数が多いけれども、施設の用途がオフィスタイプなので、「エネルギー系」と「運転系」の熱源・空調設備の系統が場所ごとに分かれている場合が多いためであると考えられる。(表7-17)(表7-18)

表7-19. I施設の同一系におけるクラスター表

区分	計測項目	場所	計測ポイント		
環境系	外気温度	外気	外気温度	°C	1
	外気湿度	外気	外気湿度	%	1
	室内温湿度	B1	B1階図書館カウンター温度	°C	1
		2階～6階	事務室	°C	6
		全体	事務室	%	7
	PMV	2階～6階	2階～6階 事務室	-	6
		B1	B1階図書館カウンターPMV値	-	1
	CO2濃度	B1	B1階図書館カウンターCO2濃度(室内)	ppm	1
		2階～6階	事務室(室内)	ppm	6
		2階～6階	事務室(出力)	ppm	6
エネルギー系		B1	B1階図書館カウンターCO2濃度(出力)	ppm	1
	ガス量		冷温水発生器No.1-1・1-2・2-1 ガス消費量	m3	3
			冷温水発生器No.1-1・1-2・2-1 ガス消費量(差分)	m3	3
			冷温水発生器ガス消費量合計(差分)	m3	1
	電力量	全体	受電電力量	Kwh	1
		全体	受電電力量(差分)	Kwh	1
			氷蓄熱チャージ 電力量	Kwh	1
			冷温水二次ポンプINV・No.2-1・No.2-2 電力量	Kwh	3
			冷温水二次ポンプINV 電力量	Kwh	1
			冷水二次ポンプINV、No.2-1、No.2-2、No.2-3 電力量	Kwh	2
			冷温水二次ポンプNo.2-2、No.2-3、No.2-4 電力量	Kwh	2
			蓄熱系統電力量(昼夜間)、二次ポンプNo.2-1	kWh	5
			熱源機器関連 電力量	kWh	4
			RB-1-1電力量	kWh	1
			RB-1-2電力量	kWh	1
			RB-2-1電力量	kWh	1
			冷温水発生器No.1-1 電力量(差分)	Kwh	1
			冷温水発生器No.1-2 電力量(差分)	Kwh	1
			冷温水発生器No.2-1 電力量(差分)	Kwh	1
			冷温水二次ポンプINV・No.2 関連 (差分)	Kwh	7
			温水二次ポンプINV・No.2-1電力量(差分)	Kwh	2
			冷却水ポンプ・冷却塔 No.1-1 電力量	Kwh	2
			冷却水ポンプ・冷却塔No.1-2 電力量	Kwh	2
			冷却水ポンプ・冷却塔No.2-1 電力量(差分)	Kwh	2
			温水二次ポンプNo.2-2、No.2-3電力量(差分)	Kwh	2

エネルギー系	冷温水温度		冷温水発生器No.2-1 冷水(還)・二次側 冷水(往還)温度	°C	3
			冷温水発生器No.2-1 冷却水(往)温度	°C	1
			冷温水発生器No.2-1 温水(往)温度	°C	1
			冷温水発生器No.2-1 温水(還)温度	°C	1
			二次側 温水(還)温度	°C	1
			二次側 温水(往)温度	°C	1
			冷温水発生器No.1-1 冷温水(往)温度	°C	1
			冷温水発生器No.1-2 冷温水(往)温度	°C	1
			冷温水発生器No.1-1 冷温水(還)温度	°C	1
			冷温水発生器No.1-2 冷温水(還)温度	°C	1
			二次側 冷温水(往還)・蓄熱系統冷温水(往還)温度	°C	4
			冷温水発生器No.1-1・1-2・2-1 冷却水(往還)温度	°C	4
			冷温水発生器No.1-2 冷却水(還)温度	°C	1
			冷温水発生器No.2-1 冷却水(還)温度	°C	1
	冷温水流量		二次側 温水流量	m3	1
			二次側 冷水流量	m3	1
			二次側 冷温水流量	m3	1
	COP		冷房COP(RB-1-1)	?	3
			暖房COP(RB-1-1)・(RB-1-2)	?	2
			暖房COP(RB-2-1)	?	1
運転系	エンタルピー	外気	外気エンタルピー	-	1
		B1	B1階図書館カウンターエンタルピー	-	1
		2階～6階	事務室	-	6
	デマンド関連	全体	デマンド予測値	Kw	1
	機器負荷		庁舎冷房負荷	Mcal	1
			公会堂冷房負荷	Mcal	1
			冷房負荷(RB-1-1)	Mcal	1
			冷房負荷(RB-1-2)	Mcal	1
			冷房負荷(RB-2-1)・暖房負荷(RB-2-1)	Mcal	2
			庁舎暖房負荷・公会堂暖房負荷	Mcal	4
空調機ダンパ			AHU-B1-2 ダンパ指令	-	1
			AHU-2-2・3-1・5-1 ダンパ指令	-	3
			AHU-5-3 ダンパ指令	-	1
			AHU-6-1 ダンパ指令	-	1
			AHU-5-2 ダンパ指令	-	1
				-	1
その他	冷却塔関連		冷却塔No.1-1-A・B・冷温水発生器No.1-1状態	-	3
			冷却塔No.1-2-A・B・冷温水発生器No.1-2状態	-	3
			冷温水発生器No.2-1・冷却塔No.2-1 関連 状態	-	5
			冷却水ポンプNo.1-1・No.1-2 状態	-	2

I施設は、センサーの場所が明確に確認できない測定点が多いので、L施設のように各系をまとめて整理した。分析も計測項目を中心として整理を行う。(表7-19)

I施設におけるクラスター化は下記のようなになる。

1) 環境系 (23→7)

①室内温湿度 (14→3)

②PMV (7→2)

2) エネルギー系 (103→51)



- ①CO2濃度 (14→4)
  - ②ガス量 (7→3)
  - ③電力量 (43→21)
  - ④冷温水温度 (22→14)
  - ⑤COP (6→3)
  - ⑥エンタルピー (8→3)
- 3) 運転系 (18→12)
- ①機器負荷 (10→6)
  - ②空調機ダンパ (7→5)
- 4) その他 (13→4)
- ①冷却塔関連 (13→4)

「環境系」の場合、室内温湿度やPMVが大きくクラスター化された。その理由は、オフィスのように各階の稼働時間がほぼ同じであり、空調機器による温度設定も一定であるためと考えられる。

「エネルギー系」の項目は全体的に約50%程度クラスター化された。I施設は氷蓄熱システムを稼働する。その理由で、連結する部分のセンサーが、稼働時間の影響を受けるので、センサーが多いほど、系統に関係を持つそれぞれのセンサーによるデータの動き方がほぼ同じであると考えられる。特にCO2濃度の場合、大きなクラスターが、2つ存在する。CO2濃度は、施設全体に分布し、その濃度や増加量がほぼ一致するためだと考えられる。ガス使用量と電力使用量の場合は、熱源機器や設備機器などが稼働すれば、必要なエネルギーとして同時に使われる場合が多いため、それぞれ、クラスター化されたと考えられる。冷温水温度は、大きな温度変化がないかぎり、系統がつながれば、当然な結果として、クラスター化されると考えられる。

「運転系」は、大きなクラスターはない。その中、機器負荷の計測ポイントが若干クラスター化された。

「その他」では、冷却塔関連の計測ポイントが、規模は小さいのに、扨多数クラスター化された。冷却塔関連の計測ポイントは全て冷却塔関連の熱源なので、系統が繋がることで、クラスター化の数が多いと思われる。

I施設の計測ポイントは「エネルギー系」が相当多いし、電力量関連のクラスターが固まりになることが確認できた。結局、オフィスのような用途なので、建物の稼働時間によって全体的な計測ポイントが一定のデータを算出すると考えられる。

### 7. 3. 4 クラスタ間の相関分析

#### 1) 同一系におけるクラスタ間の相関分析

	環境系	エネルギー系	運転系	その他	
環境系	環境系 × 環境系 ①	環境系 × エネルギー系 ④	環境系 × 運転系 ⑤	環境系 × その他 ⑦	環境系
エネルギー系		エネルギー系 × エネルギー系 ②	エネルギー系 × 運転系 ⑥	その他 × その他 ⑧	エネルギー系
運転系			運転系 × 運転系 ③	その他 × その他 ⑨	運転系
その他				その他 × その他 ⑩	その他

図7-7. 同一系における相関係数の枠組み

「図7-2」の相関係数の形を基にしたので、全体的な相関係数の枠組みは、L施設と同一である。同一系(黄色の三角形)の枠組み内でクラスタ間の相関の高低を分類し、整理を行う。同一系とは、例えば、「環境系」に対する「環境系」のように互いに同じ区分間内のクラスタ間の相関を意味する。(図7-7)



表7-20. I施設の同一系における高い正の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
①環境系×環境系	①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度		外気湿度
		②室内 附属部屋 温湿度	外気温度		
		③PMV	外気温度		
		④CO2濃度	外気温度		B1階図書館カウンターCO2濃度
		②室内 附属部屋 温湿度	室内温度		B1階図書館カウンターPMV
		③PMV	室内 PMV		
②エネルギー系×エネルギー系	①エネルギー使用量	①エネルギー使用量	ガス使用量	受電電力量 氷蓄熱チャラー 電力量 温水二次ポンプ 電力量 関連 冷水二次ポンプ 電力量 一部 氷蓄熱チャラー 電力量 冷水二次ポンプ 電力量 一部	冷却水ポンプ 電力量 一部 冷却塔 電力量 関連  冷却塔 電力量 関連 熱源機器 電力量 関連
		②冷温水温度	ガス使用量 電力使用量	冷水発生器・冷却水 一部 温度	
		③冷温水流量	ガス使用量 電力使用量		二次側 冷温水流量
		④エンタルピー	ガス使用量 電力使用量		冷水二次ポンプ 一部②
		⑤COP	ガス使用量 電力使用量	冷水発生器① 冷却塔 電力使用量 関連① 冷却塔 電力使用量 関連②	熱源機器 一部
		②冷温水温度	冷水温度 関連 温水温度 関連	冷水発生器② (往・還)温度 冷水発生器① (往・還)温度	二次側 冷温水(往・還)温度 関連
		③冷温水流量	冷水温度 関連 温水温度 関連		冷水発生器 冷却水(往)温度
		④エンタルピー	冷水温度 関連 温水温度 関連		
		⑤COP	冷水温度 関連 温水温度 関連		
		③冷温水流量	冷水流量 関連 温水流量 関連		二次側 冷温水流量
		④エンタルピー	冷水流量 関連 温水流量 関連		
		⑤COP	冷水流量 関連 温水流量 関連		
		④エンタルピー	④エンタルピー 外気エンタルピー 室内エンタルピー		
		⑤COP	⑤COP 外気エンタルピー 室内エンタルピー		
		⑤COP	⑤COP 冷房COP 暖房COP		
③運転系×運転系	①デマンド 関連	①デマンド 関連	デマンド予測値		
		②熱源機器 負荷	デマンド予測値		
		③空調機モード指令	デマンド予測値		
	②熱源機器 負荷	②熱源機器 負荷	冷房負荷 暖房負荷		
		③空調機モード指令	冷房負荷 暖房負荷		
	③空調機モード指令	③空調機モード指令	低階 ダンパ指令 高階 ダンパ指令		高階 ダンパ指令
⑩その他×その他	①機器運転状況	①機器運転状況	冷却塔 関連 状況	冷却塔 関連 ポンプ 一部①	

同一系における正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-20)

- ①ガス使用量 ⇔ 受電電力量
- ②ガス使用量 ⇔ 氷蓄熱チャラー 電力量
- ③ガス使用量 ⇔ 温水二次ポンプ 電力量 関連
- ④ガス使用量 ⇔ 冷水二次ポンプ 電力量 一部
- ⑤ガス使用量 ⇔ 冷水発生器①
- ⑥電力使用量 ⇔ 氷蓄熱チャラー 電力量
- ⑦電力使用量 ⇔ 冷水二次ポンプ 電力量 一部
- ⑧電力使用量 ⇔ 冷水発生器・冷却水 一部 温度
- ⑨電力使用量 ⇔ 冷却塔 電力使用量 関連①②
- ⑩温水温度 関連 ⇔ 冷水発生器①② (往・還) 温度

ガス使用量の高い正の相関を持つクラスターは5つある。

まず、受電電力量と高い正の相関を持つ理由は、熱源機器や空調機器などの使用量が増加するとガス使用量の増加と同時に電力使用量も増加するためである。I施設の場合、氷蓄熱システムがあり、ガス使用量が氷蓄熱チラー電力量と正の相関を持つ理由は、氷蓄熱チラーが稼働すれば、ガスや電力に関するエネルギー使用量が増加するためである。つづいて、冷温水二次ポンプの電力量が増加するという意味は、熱源機器の使用量が増加することであり、共にガス使用量の増加によって高い正の相関を持つと考えられる。冷温水発生器の使用量が増加すれば、当然ガス使用量の増加につながり、高い正の相関を持つことになる。そして、5つの相関を分析すると、冷温水二次ポンプの電力量や冷温水発生器、及び氷蓄熱チラーの電力量は、互いに正の相関を持つことが確認できる。つまり、ガス使用量とつながり、結局、5つのクラスターが、受電電力量と正の相関を持つと推定される。

つづいて、電力使用量と高い正の相関を持つクラスターとしては、4つのクラスターがある。

まず、氷蓄熱チラーの電力量と冷温水二次ポンプの電力量及び冷却塔に関する熱源機器の使用量が増加すれば、当然に電力使用量も増加することになる。尚、冷温水発生器の冷却水も使用量により、電力使用量の増加につながる。電力量に対する4つのクラスターは、電力使用量を基準としてすべて正の相関を持ち、すべて電力と直接の関係があると考えられる。

温水温度の関連と冷温水発生器(往・還)温度が高い正の相関を持つ理由は、冷温水発生機の水温度が増加すれば、利用する温水の温度が増加するためと推定される。さらに、冷温水発生器の温度はガス使用量と高い正の相関を持つため、温水温度もガス使用量と正の相関を持ち、結局、電力使用量の関係も正の相関を持つと考えられる。

ここで、非常に大事な結論は、ガス使用量に対するクラスターと電力使用量に対するクラスターがほぼ同じということである。つまり、同一系における高い正の相関関係リストにはないのに、I施設の10個あるクラスターの相関関係に関する結論は、すべて正の相関として連結していると推定される。

他に低い正の相関を持つクラスターの特徴は、エネルギー関係(ガス使用量、電力使用量)に対するポンプや冷温水発生器との相関であり、室内の快適性関係(温度、湿度)とPMVやCO2濃度などがある。特に外気温度に対するCO2濃度の場合、地下1Fのみで、用途は図書館である。外気温度と地下1Fの図書館が正の相関を持つ理由は、使い方として地上はオフィス形で稼働時間が決められているが、地下1Fの図書館は利用するときのみオープンするので、稼働時間や使い方が異なるためと考えられる。

低階ダンパ指令と高階ダンパ指令は正の相関がある。オフィス用途として利用し、1日稼働時間が同じであることにより、正の相関を持つと考えられる。

温水流量の関連と二次側の冷温水流量が正の相関を持つ。詳細に推定すれば、温水流量は冷温水発生器と正の相関、冷温水発生器はガス使用量と正の相関、ガス使用量は電力使用量と正の相関を持つ。つまり、冷温水流量も10個の高い正の相関をもつクラスターと関係があり、正の相関を持つと考えられる。

表7-21. I施設の同一系における高い負の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
①環境系×環境系	①外気温度湿度	①外気温度湿度	外気温度 外気湿度		
		②室内 附属部屋 温湿度	外気温度 外気湿度		附属部屋 湿度
		③PMV	外気温度 外気湿度		
		④CO2濃度	外気温度 外気湿度		
	②室内 附属部屋 温湿度	②室内 附属部屋 温湿度	室内温度 室内湿度		附属部屋 CO2濃度
		③PMV	室内 PMV		附属部屋 CO2濃度
		④CO2濃度	CO2濃度		
②エネルギー系×エネルギー系	①エネルギー使用量	①エネルギー使用量	ガス使用量  電力使用量		
		②冷温水温度	ガス使用量 電力使用量	冷温水発生器・冷却水 一部 温度 冷温水発生器・冷却水 一部 温度 二次側 温水 一部 温度	
		③冷温水流量	ガス使用量 電力使用量		
		④エンタルピー	ガス使用量 電力使用量	熱源機器 一部 二次側 冷温水流量	
		⑤COP	ガス使用量 電力使用量	冷温水発生器②	
		②冷温水温度	②冷温水温度	冷水温度 関連 温水温度 関連	
		③冷温水流量	冷水温度 関連 温水温度 関連	二次側 冷水流量	
		④エンタルピー	冷水温度 関連 温水温度 関連		
		⑤COP	冷水温度 関連 温水温度 関連		冷房COP
	③冷温水流量	③冷温水流量	冷水流量 関連 温水流量 関連		
		④エンタルピー	冷水流量 関連 温水流量 関連	室内エンタルピー 室内エンタルピー	
		⑤COP	冷水流量 関連 温水流量 関連		
		④エンタルピー	④エンタルピー 室内エンタルピー	B1階図書館	
		⑤COP	⑤COP 室内エンタルピー		
	⑤COP	⑤COP	冷房COP 暖房COP		
③運転系×運転系	①デマンド 関連	①デマンド 関連	デマンド予測値		
		②熱源機器 負荷	デマンド予測値		
		③空調機モード指令	デマンド予測値		空調機ダンパ指令 一部
	②熱源機器 負荷	②熱源機器 負荷	冷房負荷 暖房負荷	暖房負荷	
		③空調機モード指令	冷房負荷 暖房負荷		
	③空調機モード指令	③空調機モード指令	低階 ダンパ指令 高階 ダンパ指令		
⑩その他×その他	①機器運転状況	①機器運転状況	冷却塔 関連 状況	冷却塔No.1 状態 冷温水発生器No.2 状態 冷却水ポンプNo.1-2 状態	

同一系における負の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-21)

- ①外気湿度 ⇔ 附属部屋 湿度
- ②室内温度 ⇔ 附属部屋 CO2濃度
- ③室内 PMV ⇔ 附属部屋 CO2濃度
- ④冷水温度 関連 ⇔ 冷房COP
- ⑤デマンド予測値 ⇔ 空調機ダンパ指令 一部

外気湿度と附属部屋の湿度が高い負の相関を持つ。その理由は、外気湿度が高くなれば、室内の湿度も高くなるが、室内の快適性を維持するため、空調機が稼働し、室内の湿度を低下させるためである。

室内温度と附属部屋のCO2濃度が高い負の相関をもつ理由は、室内の快適性を維持するため、空調機が稼働すればCO2を排出し、CO2濃度の低下につながるためだと考えられる。

PMVの数値が上がるほど室内は快適になる。そして、附属部屋のCO2濃度が低下するので、室内のPMVと附属部屋のCO2濃度は高い負の相関を持つ。

冷水温度は熱源機器の稼働率と関係があり、冷房COPの場合、熱源機器の効率と関係がある。冷水温度と冷房COPが高い負の相関を持つ理由は、冷水温度が低下するため、熱源機器の稼働率が増加し、それがエネルギー使用量と比例し、結局、冷房COPの効率が低下するためと考えられる。

デマンド予測値は、空調機ダンパ指令と高い負の相関を持つ。その理由を推定すれば、空調機ダンパ指令が高くなるほどエネルギー使用量が増加するためである。そして、デマンド予測値はあくまで予測値なので、空調機の稼働についてデマンド予測値から離れる場合があると考えられる。

他に低い負の相関を持つクラスターは、ガス使用量や電力使用量に対する冷温水発生器の冷却水の一部である。I施設には2つの冷却水関連の熱源機器があり、2つが同時に稼働しないため、1番目の機器が稼働すると2番目の機器は止まっている。そして、負の相関を持つ場合は、他の機器が稼働し、エネルギー使用量が増加するのに対し、対象機器は動かないため、エネルギー関係(電力使用量、ガス使用量)とは負の相関を持つと考えられる。

さらに、熱源機器の一部や二次側冷水流量も、エネルギー関係(電力使用量、ガス使用量)や冷温水発生器の冷却水の一部と同じ理由で負の相関を持つと考えられる。尚、冷水温度や二次側冷水流量も同じ理由で負の相関を持つと考えられる。

I施設では、外気及び室内のエンタルピーを計測している。冷水流量や温水流量が室内エンタルピーと負の相関を持つ。水の流量が一定になるほど室内エンタルピーは低下すると考えられる。つづいて、地下1Fの図書館と外気エンタルピーが負の相関を持つ。外気エンタルピーが低下すると安定し、地上はその影響で快適になる。そして、室内のPMVや附属部屋のCO2濃度が負の相関を持つことと同じような理由だと推定される。

冷房負荷と暖房負荷の関係を持つ熱源機器は稼働目的が反対向きなので、当然のように負の相関を持つ。

I施設では冷却塔が2つあり、それに関する熱源機器も2つの向きに分かれている。その理由で、冷却塔の状況は、他の冷却塔に関する状況や冷温水発生器及び冷却水ポンプと負の相関を持つ。そして、冷水温度や二次側冷水流量と同じように、対象とする冷却塔に関する状況や冷温水発生器及び冷却水ポンプが稼働すれば、残り1つは停止するので負の相関を持つと考えられる。同じ原因として推定されるクラスターは、ガス使用量に対する冷温水発生器の負の相関である。普段は、冷温水発生器が稼働するため、ガスを使用するはずなので、負の相関を持つ。この場合も、同じ理由で、対象の冷温水発生器が稼働すれば、残り1つは停止すると考えられる。

## 2) 異なる系におけるクラスター間の相関分析

	環境系	エネルギー系	運転系	その他	
環境系	環境系 × 環境系 ①	環境系 × エネルギー系 ④	環境系 × 運転系 ⑤	環境系 × その他 ⑦	環境系
エネルギー系		エネルギー系 × エネルギー系 ②	エネルギー系 × 運転系 ⑥	その他 × その他 ⑧	エネルギー系
運転系			運転系 × 運転系 ③	その他 × その他 ⑨	運転系
その他				その他 × その他 ⑩	その他

図7-8. 異なる系における相関係数の枠組み

「図7-8」は、黄色の枠組みは、異なる系(黄色の四角形)の枠組を示す。枠組み内部のクラスター間の相関を高低に分類し、整理を行う。異なる系とは、例えば、互いに性質の異なる区分間内のクラスター間の相関を意味する。(図7-8)

特にI施設の場合は「その他」のクラスターを他の「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」と比較することで、「その他」のクラスターが他の系のクラスターに及ぼす影響が見られると考えられる。(図7-8)

表7-22. I施設の異なる系における高い正の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
④環境系×エネルギー系	①外気温度湿度	①エネルギー使用量	外気温度		冷温水発生器 一部 ガス使用量 一部 熱源機器 電力量 一部
			外気湿度		
		②冷温水温度	外気温度		冷温水発生器・冷却水 一部 温度 冷温水発生器 冷却水(還) 一部 温度
			外気湿度		
		③冷温水流量	外気温度 外気湿度		二次側 温水流量
		④エンタルピー	外気温度 外気湿度	外気エンタルピー 外気エンタルピー	
		⑤COP	外気温度 外気湿度		
		②室内 附属部屋 温湿度	①エネルギー使用量 附属部屋 温度 附属部屋 湿度		冷水二次ポンプ 電力量 一部
		②冷温水温度	附属部屋 温度 附属部屋 湿度		
		③冷温水流量	附属部屋 温度 附属部屋 湿度		
		④エンタルピー	附属部屋 温度 附属部屋 湿度	B1 エンタルピー	室内エンタルピー 室内エンタルピー
		⑤COP	附属部屋 温度 附属部屋 湿度		
	③PMV	①エネルギー使用量	PMV		
		②冷温水温度	PMV		
		③冷温水流量	PMV		
		④エンタルピー	PMV	室内エンタルピー	
		⑤COP	PMV		
	④CO2濃度	①エネルギー使用量	CO2濃度	冷温水発生器 一部 ガス使用量 一部 安電電力量 熱源機器 電力量 関連	冷温水ポンプ電力量 一部
		②冷温水温度	CO2濃度		
		③冷温水流量	CO2濃度	二次側 冷温水流量	
		④エンタルピー	CO2濃度		
		⑤COP	CO2濃度		
⑤環境系×運転系	①外気温度湿度	①デマンド 関連	外気温度 外気湿度		
		②熱源機器 負荷	外気温度 外気湿度		
		③空調機モード指令	外気温度 外気湿度		低階 ダンパ指令
				低階 ダンパ指令	
		②室内 附属部屋 温湿度	①デマンド 関連 附属部屋 温度 附属部屋 湿度		
		②熱源機器 負荷	附属部屋 温度 附属部屋 湿度		
		③空調機モード指令	附属部屋 温度 附属部屋 湿度		低階 ダンパ指令 高階 ダンパ指令
	③PMV	①デマンド 関連	PMV		
		②熱源機器 負荷	PMV		
		③空調機モード指令	PMV		低階 ダンパ指令 高階 ダンパ指令
		④CO2濃度	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	CO2濃度 CO2濃度 CO2濃度	冷暖房負荷 一部
	⑥エネルギー系×運転系	①エネルギー使用量	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	ガス使用量 電力使用量 電力使用量 電力使用量 電力使用量	冷暖房負荷 一部 冷暖房負荷 一部
		②冷温水温度	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	冷水温度 関連 温水温度 関連 温水温度 関連 冷水温度 関連 温水温度 関連	冷暖房負荷 一部 冷房負荷
		③冷温水流量	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	冷水流量 関連 温水流量 関連 冷水流量 関連 温水流量 関連 冷水流量 関連 温水流量 関連	
		④エンタルピー	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	外気エンタルピー 室内エンタルピー 外気エンタルピー 室内エンタルピー 外気エンタルピー 室内エンタルピー	
		⑤COP	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	COP COP COP	冷房負荷
	⑦環境系×その他	①外気温湿度	①機器運転状況	外気温度 外気湿度	冷却塔 関連 ポンプ 一部
		②室内 附属部屋 温湿度	①機器運転状況	附属部屋 温度 附属部屋 湿度	
		③PMV	①機器運転状況	PMV	
		④CO2濃度	①機器運転状況	CO2濃度	
		⑧エネルギー系×その他	①エネルギー使用量	①機器運転状況	冷却塔 関連 ポンプ 一部① 冷却塔 関連 ポンプ 一部①
		②冷温水温度	①機器運転状況	冷水温度 関連 温水温度 関連	冷却塔 関連 ポンプ 一部②
		③冷温水流量	①機器運転状況	冷水流量 関連 温水流量 関連	冷却塔 関連 ポンプ 一部① 冷却塔 関連 ポンプ 一部①
		④エンタルピー	①機器運転状況	外気エンタルピー 室内エンタルピー	
		⑤COP	①機器運転状況	COP	冷却塔 関連 ポンプ 一部① 冷却塔 関連 ポンプ 一部②
		⑨運転系×その他	①デマンド 関連 ②熱源機器 負荷 ③空調機モード指令	①機器運転状況 デマンド予測値 冷房負荷 暖房負荷 低階 ダンパ指令 高階 ダンパ指令	冷却塔 関連 ポンプ 一部① 冷却塔 関連 ポンプ 一部②

異なる系における正の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-22)

- ①外気温度 ⇔ 外気エンタルピー
- ②外気湿度 ⇔ 外気エンタルピー
- ③附属部屋 温度 ⇔ B1 エンタルピー
- ④PMV ⇔ 室内エンタルピー
- ⑤C02濃度 ⇔ 冷温水発生器 一部
- ⑥C02濃度 ⇔ 受電電力量
- ⑦C02濃度 ⇔ 熱源機器 電力量 関連
- ⑧C02濃度 ⇔ 二次側 冷温水流量
- ⑨外気湿度 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ⑩C02濃度 ⇔ 冷暖房負荷 一部
- ⑪ガス使用量 ⇔ 冷暖房負荷 一部
- ⑫電力使用量 ⇔ 冷暖房負荷 一部
- ⑬COP ⇔ 冷房負荷
- ⑭ガス使用量 ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部①
- ⑮温水温度 関連 ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部②
- ⑯COP ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部①
- ⑰COP ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部②
- ⑱冷房負荷 ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部①
- ⑲暖房負荷 ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部②

I施設では、正の相関を持つクラスターが、より多い。

外気エンタルピーの場合、外気温度や外気湿度と高い正の相関を持つ。外気温度や外気湿度が増加すれば、それに対するエンタルピーも増加するのが原因だと考えられる。

附属部屋の温度と地下1Fのエンタルピーに関しては、地下1Fの図書館は地上と使い方が異なるので互いに正の相関を持つと考えられる。

PMVと室内エンタルピーが高い正の相関を持つ理由は、PMVとエンタルピーの数値が比例するためだと推定される。

C02濃度の場合、5つのクラスターが高い正の相関を持つ。冷温水発生器の稼働量が増加すると、エネルギー使用量が増加し、C02濃度や排出量が増加すると考えられる。受電電力量が増加することは、さまざまな設備機器の稼働量が増加することを意味するので、正の相関を持つ。つづいて、熱源機器の電力量との関係はエネルギー使用量との関係とつながり、稼働するほどC02濃度が高くなる。二次側の冷温水流量は熱源機器の稼働量と比例する。つまり、冷温水流量を増加させるためにはポンプの稼働量を増加させる必要があるので、正の相関を持つ。熱源機器の稼働量が増

加すると冷暖房負荷も高くなり、CO2濃度も高くなる。そして、CO2濃度と冷暖房負荷は高い正の相関を持つ。

CO2濃度に対する5つのクラスターは、すべて高い正の相関を持つ。その理由は、冷温水発生器、受電電力量、熱源機器の電力量、二次側の冷温水流量、冷暖房負荷が互いに正の相関を持つ可能性が高いためと考えられる。

外気湿度と低階のダンパ指令は、高い正の相関を持つ。その理由は、外気湿度が増加すると室内の快適性を維持するため、空調機の稼働率を増加させる。そして、ダンパの稼働率も上昇すると考えられる。

冷暖房負荷が上昇する原因は、それにつながる熱源機器の稼働率と比例するためである。熱源機器の稼働率が上昇すれば、使用するエネルギー量(ガス使用量、電力使用量)も増加するので、冷暖房負荷とガス使用量及び電力使用量は高い正の相関を持つ。さらに、ガス使用量は冷却塔のポンプと高い正の相関を持つ。つまり、ガス使用量、電力使用量、冷却塔のポンプはお互いに正の相関を持つと考えられる。

COPの場合、冷房負荷や冷却塔のポンプ2台と高い正の相関を持つ。もし、系統が繋がっている場合は冷却塔のポンプ2台の稼働率に比例し、冷房負荷も上昇するためである。また、ポンプ2台は冷房負荷や暖房負荷及びCOP、温水温度やガス使用量と高い正の相関を持つ。クラスター項目のリストにはないが、この関係を推定すれば、ガス使用量、電力使用量、COP、温水温度、冷房負荷、暖房負荷、冷却塔のポンプ2台が正の相関としてつながっている。

他の低い相関を持つクラスターは、附属部屋の温度と室内エンタルピーの相関がある。室内の温度が増加すると室内エンタルピー数値も増加する。冷水二次ポンプの電力量は附属部屋の湿度と正の相関を持つ。室内湿度が増加すれば、空調機が稼働し、系統が繋がっている冷水二次ポンプの稼働率が増加され上昇し、消費する電力量も増加する。

外気温度に対しては、冷温水発生器の一部のガス使用量、熱源機器の電力量、冷温水発生器に関する冷却水の温度がある。この場合も、リストにはないが、外気温度に対するそれぞれのクラスター間に正の相関を持つと考えられる。

特にCO2濃度に対し、冷温水ポンプ電力量が正の相関を持つ。この場合は、高い相関関係と推定したCO2濃度や熱源機器の電力量と同じ理由で正の相関を持つと考えられる。

冷水温度に対する冷房負荷や暖房負荷がある。冷水温度を低下させるためには系統が繋がっている熱源機器を稼働させる。その稼働率により、負荷が上昇するので、結局、冷水温度と冷房負荷及び暖房負荷は正の相関を持つ。

ダンパ指令に対し、PMVや附属部屋の温度及び外気温度の相関がある。PMVを増加させるためにはダンパの動きが必要であり、附属部屋の温度が上がるとダンパの稼働率が増加する。尚、外気温度に合わせダンパの動きを指令するのである。この場合、PMVや附属部屋の温度及び外気温度、3つのクラスターも正の相関を持つ可能性があると考えられる。



表7-23. I施設の異なる系における高い負の相関関係

各系	分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
4環境系×エネルギー系	①外気温度湿度	①エネルギー使用量	外気温度	受電電力量 水蓄熱テラ 電力量 冷温水二次ポンプ 電力量 一部 冷温水発生器 一部 ガス使用量 一部 受電電力量 水蓄熱テラ 電力量	
			外気湿度		
		②冷温水温度	外気温度	冷温水発生器・冷却水 一部 温度	
			外気湿度		
		③冷温水流量	外気温度		
			外気湿度		
	④エンタルピー	④エンタルピー	外気温度	B1階図書館カウンターエンタルピー	
			外気湿度		
		⑤COP	外気温度		
			外気湿度		
	②室内 附属部屋 温湿度	①エネルギー使用量	附属部屋 温度	冷温水発生器 一部 ガス使用量 一部 受電電力量 熱源機器 電力量 関連	
			附属部屋 湿度		
		②冷温水温度	附属部屋 温度	冷温水発生器No.2-1 温水(往還)温度	
			附属部屋 湿度	二次側 温水 温度	
		③冷温水流量	附属部屋 温度	二次側 冷温水流量	
			附属部屋 湿度		
5環境系×運転系	①外気温度湿度	①エネルギー使用量	PMV	冷温水発生器 一部 ガス使用量 一部 受電電力量 熱源機器 電力量 関連	
			PMV		
		②冷温水温度	PMV		
			PMV		
		③冷温水流量	PMV		
			PMV		
	②室内 附属部屋 温湿度	①エネルギー使用量	CO2濃度		
			CO2濃度		
		②冷温水温度	CO2濃度		
			CO2濃度		
		③冷温水流量	CO2濃度	室内エンタルピー	
			CO2濃度		
	③PMV	①デマンド 関連	外気温度		
			外気湿度		
		②熱源機器 負荷	外気温度		
			外気湿度		
		③空調機モード指令	外気温度		
			外気湿度		
6エネルギー系×運転系	①外気温度湿度	①デマンド 関連	附属部屋 温度		
			附属部屋 湿度		
		②熱源機器 負荷	附属部屋 温度	冷暖房負荷 一部	
			附属部屋 湿度		
		③空調機モード指令	附属部屋 温度		
			附属部屋 湿度	B1 ダンパ指令	
	②室内 附属部屋 温湿度	①デマンド 関連	PMV		
			PMV	冷暖房負荷 一部	
		②熱源機器 負荷	PMV		
			PMV		
		③空調機モード指令	PMV		
			PMV		
	③PMV	①デマンド 関連	CO2濃度	高階 ダンパ指令	低階 ダンパ指令
			CO2濃度		
		②熱源機器 負荷	CO2濃度		
			CO2濃度		
		③空調機モード指令	CO2濃度		
			CO2濃度		
7環境系×その他	①外気温度湿度	①デマンド 関連	ガス使用量		
			電力使用量		
		②熱源機器 負荷	ガス使用量		
			電力使用量		
		③空調機モード指令	ガス使用量	高階 ダンパ指令	低階 ダンパ指令
			電力使用量	高階 ダンパ指令	低階 ダンパ指令
	②冷温水温度	①デマンド 関連	冷水温度 関連		
			温水温度 関連		
		②熱源機器 負荷	冷水温度 関連		冷房負荷 一部
			温水温度 関連		
		③空調機モード指令	冷水温度 関連	低階 ダンパ指令	
			温水温度 関連	低階 ダンパ指令	
	③冷温水流量	①デマンド 関連	冷水流量 関連		
			温水流量 関連		
		②熱源機器 負荷	冷水流量 関連		
			温水流量 関連		
		③空調機モード指令	冷水流量 関連		低階 ダンパ指令
			温水流量 関連		低階 ダンパ指令
8エネルギー系×その他	①外気温度湿度	①デマンド 関連	外気エンタルピー		
			室内エンタルピー		
		②熱源機器 負荷	外気エンタルピー		
			室内エンタルピー		
		③空調機モード指令	外気エンタルピー	低階 ダンパ指令	
			室内エンタルピー		
	②室内 附属部屋 温湿度	①デマンド 関連	COP		
			COP		
		②熱源機器 負荷	COP		
			COP		
		③空調機モード指令	COP		
			COP		
	③PMV	①機器運転状況	外気温度		
			外気湿度		
		②機器運転状況	附属部屋 温度		
			附属部屋 湿度		
		③機器運転状況	PMV		
			PMV		
9運転系×その他	①外気温度湿度	①機器運転状況	CO2濃度		
			CO2濃度		
		②機器運転状況	ガス使用量	冷却塔 関連 ポンプ 一部②	
			電力使用量		
		③機器運転状況	冷水温度 関連		冷却塔 関連 ポンプ 一部①
			温水温度 関連		
	②室内 附属部屋 温湿度	①機器運転状況	冷水流量 関連		
			温水流量 関連		
		②機器運転状況	冷水流量 関連		
			温水流量 関連		
		③機器運転状況	外気エンタルピー		
			室内エンタルピー		
	③PMV	①機器運転状況	COP		
			COP		
		②機器運転状況	冷暖房負荷		
			冷暖房負荷		
		③空調機モード指令	低階 ダンパ指令		
			高階 ダンパ指令		

異なる系における負の相関が高いクラスター項目は、下記のとおりである。(表7-23)

- ①CO2濃度 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ②ガス使用量 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ③電力使用量 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ④冷水温度 関連 ⇔ 冷房負荷 一部
- ⑤冷水流量 関連 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ⑥温水流量 関連 ⇔ 低階 ダンパ指令
- ⑦冷水温度 関連 ⇔ 冷却塔 関連 ポンプ 一部①

正の相関に比べ、負の相関を持つクラスターは少ない。

I施設の異なる系における高い負の相関関係では、ダンパ指令に対するクラスターが多い。低階のダンパ指令に対するクラスターのリストとしては、CO2濃度、ガス使用量、電力使用量、冷水流量、温水流量がある。まず、CO2濃度が上昇すると、高階のダンパ稼働率は上昇し、代わりに低階のダンパの稼働率が低下すると考えられる。ガス使用量や電力使用量も高階のダンパ稼働率が上昇すると低階のダンパの稼働率は低下し、負の相関を持つと考えられる。冷水流量、温水流量の場合、適当な流量で流れるのは、室内の快適性が維持され、ダンパの稼働率が低下するためと考えられる。ここで、ダンパの指令に対し、負の相関を持つ5つのクラスターは、互いに正の相関を持つと考えられる。

冷房負荷は冷水温度と高い負の相関を持つ。この場合、系統が異なるので、対象とする熱源機器が稼働するとき、他の熱源機器は止まっているし、稼働時間が異なるので互いに負の相関を持つと考えられる。また、冷水温度と冷却塔のポンプが高い負の相関を持つ理由も冷房負荷や冷水温度の理由と同じであると考えられる。

他に低い負の相関を持つクラスターは、熱源機器のクラスターが多い。まず、外気温度や外気湿度に対し、氷蓄熱チラーの電力量、冷温水二次ポンプの電力量、冷温水発生器のガス使用量がある。この場合、系統が異なるので、他の熱源機器が稼働するとき、対象とする熱源機器は止められていると考えられる。

附属部屋の温度や湿度と低い負の相関を持つクラスターは、冷温水発生器のガス使用量、熱源機器の電力量、冷温水発生器No. 2-1の温水(往還)温度、二次側の温水温度、二次側の冷温水流量がある。この場合も系統が異なるので、負の相関を持つと考えられる。

PMV関係では、冷温水発生器のガス使用量、熱源機器の電力量、受電電力量がある。この場合は、PMV数値が適当であれば、熱源機器や空調機器などが稼働する必要がないため、冷温水発生器のガス使用量、熱源機器の電力量のエネルギー量が節約され、施設全体に関わる受電電力量にも影響を受け、負の相関を持つと考えられる。

他にはダンパ関係が多い。その中、附属部屋の湿度に対する地下1Fのダンパ指令の場合、室内湿度が増加すれば、ダンパが稼働するはずなのに、地下1Fの場合、地上と用途や使い方が異なるし、地上の湿度によるダンパの稼働と関係がないので負の相関を持つと考えられる。

### 7. 3. 5 クラスタ化による構造化の分析

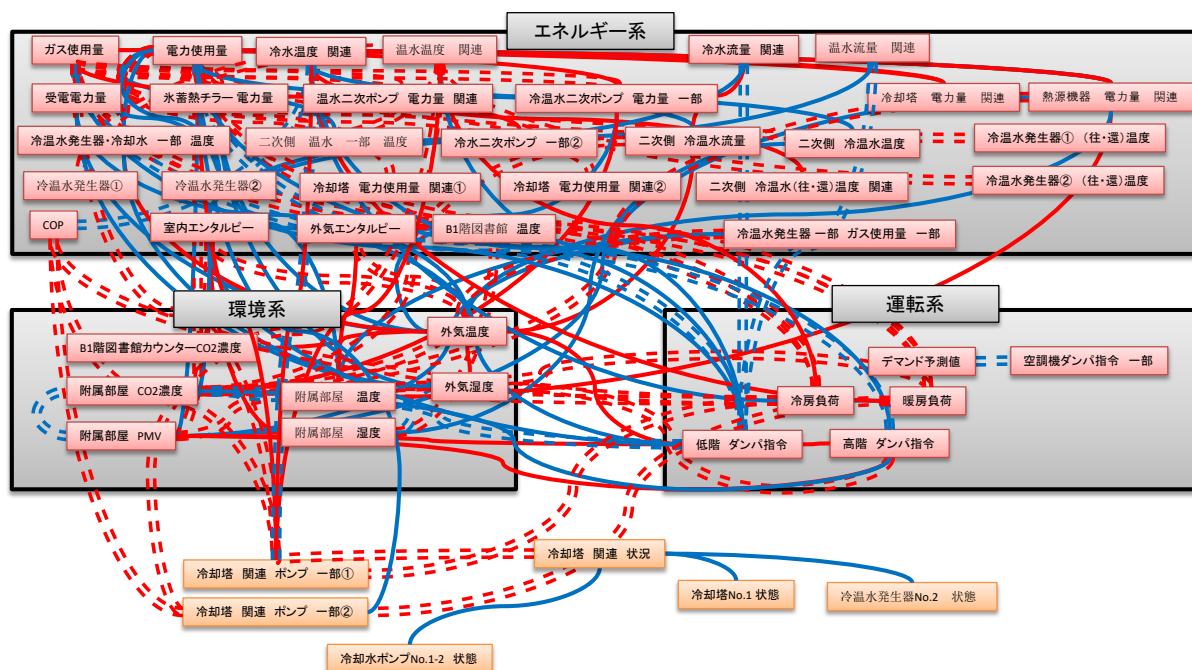


図7-10. I施設における相関関係の構造化

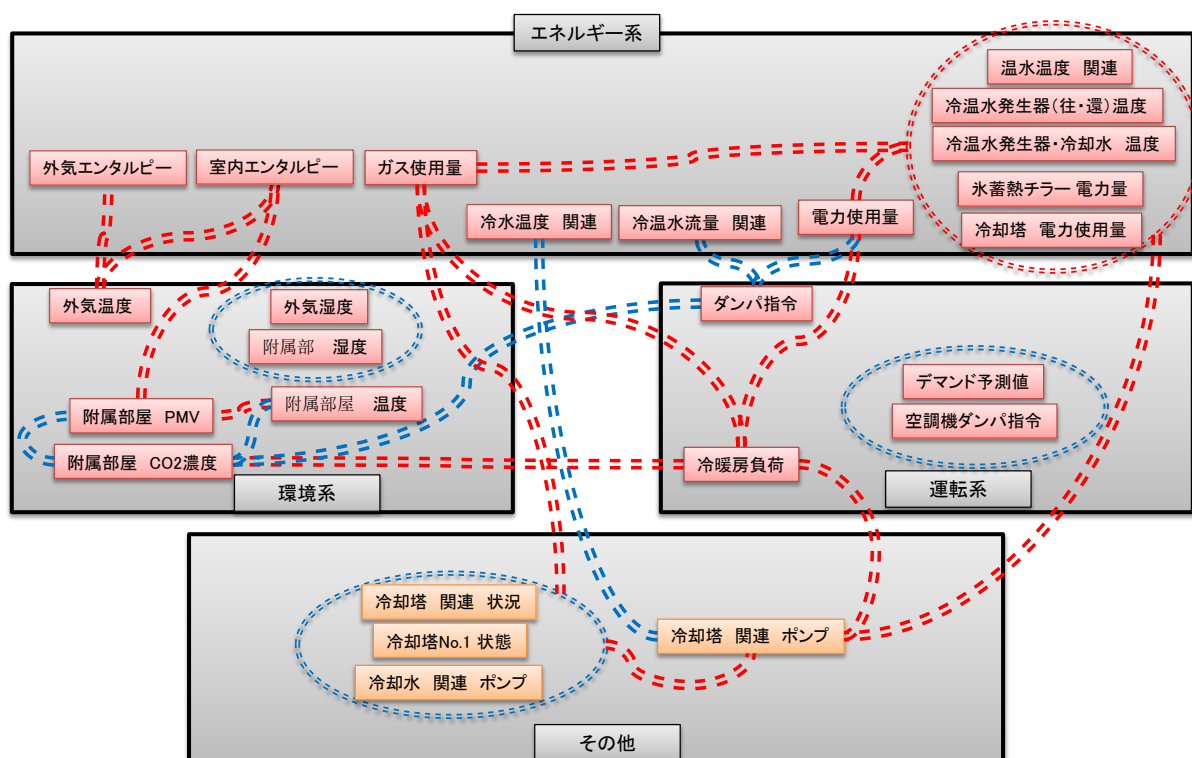


図7-11. I施設における構造化の簡略化

## 1) 作成の手順について

作成の手順や方法については、P施設やL施設と一致する。「図7-10」と「図7-11」は、I施設に関するクラスター化によるダイアグラムの「構造化」や「構造化の簡略化」である。「図7-10」は、I施設に関するクラスター化のリスト「表7-10」から「表7-13」までの相関関係を正(+0.4~+1)と負(-0.4~-1)に基づいて作成する。

「図7-10」の場合、全体的なクラスター間の相関を示し、「図7-11」は、それを簡略化して可視化し、分析をしやすくしたダイアグラムている。

「環境系」、「エネルギー系」、「環境系」の枠組みがあり、その内部にクラスター化された項目を赤色でクラスター名を記入する。新しく相関分析の対象になった「その他」に属するクラスターは枠組みがないので、オレンジ色で記入する。しかし、構造化のクラスターが多すぎると複雑になるので、分析しにくい。例えば、I施設では「エネルギー系」内部のクラスターの項目の数が多すぎて、相関係数が低く、大きな影響を受けないクラスター(相関係数0.4程度のシングルクラスター)の場合は、複雑にならないため、「図7-11」のように省略する。

クラスターの配置が終わったら、「図7-10」の枠組み内の赤色のクラスターと「表7-14」のクラスター間の相関係数の数値により、区分して4つの線で示す。I施設の場合、「エネルギー系」内部のクラスターが相当複雑な関係になっている。そして、簡単に可視化するため、「図7-10」の「構造化」内で、重要性(より多いクラスターと相関を持つクラスター及び高い正・負の相関を持つクラスター)を持つクラスター間の相関関係を表示し、見やすくなるように作成したダイアグラムを「構造化による簡略化」と示す。「図7-6」により、「エネルギー系」の構造が、簡略化され、施設全体を構成するクラスター間の相関関係をより簡単に読み取ることが可能になる。

## 2) 解読されたことについて

I施設の場合、「図7-10」を見れば、「エネルギー系」のクラスターの数が多い。内部の相関も他の系までの相関も複雑になっている。しかし、簡略化された「図7-11」を参考すれば、相関関係の流れを把握することができる。例えば、冷却塔関連の熱源機器などが赤い丸で絞られている。それは、「図7-10」の右側にあるクラスター中で高い正の相関を持つクラスターや互いに相関を持つクラスターである。「図7-10」を簡単に見れば、「運転系」や「エネルギー系」のクラスターは、ほとんど「環境系」のクラスターと相関を持つ場合が多い。その中心は、外気温度がある。「その他」のクラスターは2つに分けているように見える。互い正の相関を持つクラスターや他の系につながるクラスターがある。「図7-11」で確認すれば、冷却塔関連の熱源機器は互いに負の相関を持ち、残り1つのポンプのみ独立して様々なクラスターと相関を持つ。

P施設で、オレンジ色の「その他」が含まれているクラスターの項目を省略したが、I施設の「構造化」を分析すれば、「その他」に含まれているクラスターと、他の系に含まれているクラスターとの相関関係が高いことが確認できた。つまり、「その他」機器運転状況や人工知能制御状態などの直接機器を測らず、状況のみ表示するのに、それがどのようなクラスターと相関を持つのか、その関係性を確認できた。

### 3) 考察について

①4つの系中で、エネルギー系のクラスターが、非常に多い。そのクラスターは環境系の快適性に関するクラスターと正の相関を持つ場合が多い。室内の快適性を良く維持するためには、消費エネルギーが上昇するので、互いに正の相関を持ち、その他の冷却塔関連のクラスターも正の相関を持つと考えられる。

②運転系の場合、ダンパ関係のクラスターが、消費エネルギー関連クラスターと負の相関を持つ。その理由は、ダンパが正しく設定どおりに稼働すると、ダンパ関連消費エネルギー量が減少するためだと考えられる。

③冷暖房負荷は全ての系と相関を持つ。特にCO2濃度とは高い正の相関を持つ。その理由は、CO2濃度が上昇するとさまざまな空調機器の稼働率が上昇し、必要とするガス使用量も正の相関を持つためだと考えられる。

④エンタルピーとクラスターは外気温度の影響で正の相関を持つと考えられる。正の相関として繋がる熱快適環境のPMVは、CO2濃度と負の相関を持つ。その理由は、PMVが正常数値(0)になれば、室内環境が良なり、CO2濃度とは半比例するので、負の相関を持つと考えられる。

### 4) 構造化の有効性について

#### ①技術的な有効性

I施設は、一般的なオフィス形型の建物として、各階は附属部屋があるし、オープンスペースの型になり場所が多く、各階による使用目的が異なるのに稼働方法はおなじである。つまり、稼働時間により、省エネルギー改善と施設の効率的な維持管理における運営方法に関係を持つと考えられる。そして、省エネルギー化・二酸化炭素の削減・LCC(Life Cycle Cost)の向上のため、様々な運営改善が行われている。尚、運営改善のため、新しいシステムの導入を行うためには、施設の状況を詳細に把握し、運用方法及び設置されている設備などに関する様々な計測情報(データ)などが必要である。しかし、計測情報の収集、取り扱い方法などが、明確化されていないため、維持管理専門家(メンテナンスエンジニア)の経験によって、計測センサーの設置計画を立てる場合も多い。本研究で使用した相関分析の構造化により、I施設のような展示空間を持つ施設において「情報データの収集方法」「必要なデータの関係性」「データの利活用方法」などを明確化し、理論化することが可能になると考えられる。

#### ②学術的な有効性

I施設のように一般的なオフィス型で、計測センサーによるモニタリングシステムとの連動が可能な施設の場合、他の一般的な事務室の用途として使われる施設に対して、本論文の相関関係における分析の方法を展開することが、より簡単にできると考えられる。つまり、省エネルギー改善や建物維持管理の研究分野で、事務室の用途として利用される施設があれば、施設に対する新しい分析の方法を提案することが可能であると考えられる。尚、より大きな高層建物にも同じ相関分析の方法を適用することが可能であると考えられる。また、本研究で利用した相関分析の方法に関する展開可能性は、大略的な相関係数の計算方法を単純化することで、より大きな成果を導くと考えられる。

## 7. 4 3つの施設における相関分析の比較及び分析

本章では、L・I施設に5章や6章で利用した手法を適用した。以下、5章や6章で得られた知見と本章で読み取れた知見を比較する。

### 7. 4. 1 総合的なクラスター化の比較

クラスター化を行った結果、「表7-9」と「表7-17」及び「表7-18」には、L施設とI施設におけるクラスター化について示し、L施設やI施設における全体のクラスター化については、「表7-10」と「表7-19」としてまとめた。

P施設の場合、大規模複合施設なので、各系別に分け、クラスター化の整理を行った。しかし、L施設は、施設の規模や計測ポイントの数が少ないため、各系を1つにまとめて整理した。

P施設の場合、L施設やI施設に比べて建物の規模が大きいので、同種類の計測センサーが多く、その結果、大きなクラスターが生成されている。L施設の場合、展示空間を持つ施設なので、稼働時間の影響と展示空間の特性により、展示空間に関する運転系の設備に関するクラスターの固まりが多数存在すると判断された。I施設は、オフィスのような施設の運営時間により、全階の可能時間が決まっているし、構造的にも、附属部屋よりもオープンスペース型の場所が多いため、室内の環境に関する「環境系」と、それにつながる「エネルギー系」のクラスターが大きくなる場合がある。

各系別に比較及び分析をすれば、下記のようなになる。

- ①「環境系」は、P施設の場合、複合施設であるため使い方や使用時期が異なるので、温度・湿度などの設定値が異なり、クラスターの生成は多くない。しかし、L施設とI施設は単一の用途の施設であり、稼働時間が一定なので、クラスター化がより多くみられる。
- ②「エネルギー系」は、P施設とI施設において、エネルギー系中で電力使用量に関する計測ポイントのクラスターが多かったので、電力関連の計測ポイントにおいて多くのクラスター化がみられる。しかし、L施設の場合は、「エネルギー系」における電力関係の計測ポイントが3つのみであり、それぞれクラスター化されていない。
- ③「運転系」は、P施設とL施設において、空調関連の計測ポイントでクラスター化が多く可能であった。しかし、I施設の場合、氷蓄熱を基準とし、これに連結している熱源関連のみが計測されているので、ポンプ関連にクラスター化が認められる。尚、冷却等関連の熱源機器も系統により、クラスター化される場合があった。
- ④「その他」は、P施設の場合、「その他」項目を除外した。「その他」に含まれている計測ポイントは、定量的なデータではなく、ON/OFFの表示が0と1で表示されるため、相関の意味がないと判断した。しかし、「その他」が施設の相関分析にどのような影響を持つのかを分析するため、L施設やI施設ではそれを含めて相関分析を行った。その結果、L施設の場合、電力使用量のクラスターが多いため、系統が繋がっている空調関連の運転・表示のクラスター化が多い。I施設の場合は、氷蓄熱設備と系統が繋がっている熱源機器の冷暖房負荷に関する計測ポイントがクラスター化される。

#### 7. 4. 2 総合的な構造化の比較

構造化の結果、6章ではP施設における大略的なクラスター間の相関関係と本章ではL施設やI施設のそれぞれのクラスター間の相関関係をまとめた。これらを比較することで、次のようなことが読み取れる。

L施設やI施設の手順はP施設の手順と同一である。3つの施設の手順は、計測ポイントにおけるデータの相関係数の計算を行い、相関関係のリストを作成し、クラスター化による構造化の作成である。その後、分析をするため、構造化の簡略化を作成し、施設に対する分析や考察を行った。

P施設の場合は、「エネルギー系」に含まれているクラスターのほとんどが、環境系の外気温度、外気湿度に対して正の相関を持つ。また、運転系の空調関連の設定に関する計測ポイントが、空調関連温度の計測ポイントと正の相関を持つ場合が多い。以上は、容易に想像できることであるが、環境系の展示ホールや国立大ホールの室内温度に対し、「エネルギー系」の会議センターの電力量や国際協力センターの給水量、及び「運転系」の展示ホールや国立大ホールの空調関連温度は負の相関を持つ。これは、P施設の特徴として、様々な施設が集まっている大規模複合施設で、各施設の稼働の有無による結果だと考えられる。つまり、P施設は、大規模複合施設であるため、各建物の利用日時が一定ではない。しかし、L施設とI施設は単一の用途で構成され、毎日同様の利用が繰り返される。そして、L施設とI施設においては、クラスター化された計測ポイントに関して正の相関を持つことが多い。P施設の展示施設と、L施設は、用途が同じであるので、ほぼ同じ相関を持つ計測ポイントが多く見られる。つまり、展示空間については、他の附属部屋と「環境系」や「エネルギー系」及び「運転系」が、高い正の相関を持つ場合や負の相関を持つ場合がある。その理由は、展示空間の用途とは異なる附属部屋の稼働時間や利用目的が異なるためだと考えられる。それと、附属部屋の互いの相関は、それぞれ使用の有無により、正・負の相関を持つ。L施設の「その他」により、展示空間と附属部屋との室内温度や空調機器の設定が正の相関を持ち、正しく空調機器が稼働していることが確認できた。L施設は展示空間なので、室内の快適性を維持するため、「環境系」と「運転系」が、系統により、正や負の相関を持つ場合が多い。その結果、室内環境のため「運転系」の空調設備が稼働するので、「エネルギー系」の電力関係と高い正や負の相関を持つことが確認できる。I施設の用途はオフィス型の役所なので、P施設の会議センターと用途が似ている。2つの施設に関して共通点は、「エネルギー系」の計測ポイントに関する相関が多いことである。その中、冷温水ポンプに関する使用量・温度・流量などが、正の相関を持つ。その理由は、事務室のような利用目的を持つので、「運転系」に関する熱源機器の稼働率が似ているためだと考えられる。

3つの施設の大きな共通点は、「環境系」の室内環境に対する「環境系」の設備機器や熱源機器、それに使われる「エネルギー系」の使用量の連結関係が同一することである。つまり、快適な室内環境を維持するため空調機を稼働すれば、稼働の有無により、かかわる消費エネルギーの量が増加することを意味する。結局、3つの要素が正の相関を持つ場合は、系統が繋がっていると判断される。しかし、負の相関を持つ場合もある。それは、使用目的や稼働時間が異なる附属部屋や設備に関する系統が繋がらない場合だと考えられる。構造化のダイアグラムを解説すれば、P施設やI施設の場合、「エネルギー系」のクラスター間の相関が非常に多い。その理由は、P施設は大規模複合施設であり、I施設はオフィス型の役所なので、それぞれ附属部屋が多いためだと考えられる。しかし、L施設は、展示空間の持つ小規模の展示施設なので、附属部屋が少ないし、エネルギー使用量の計測に関して、附属部屋より展示空間に集中するためだと考えられる。

## 7. 5 小結論

### 1) 相関関係の展開可能性について

7章の目的は、5章や6章で利用した計測ポイントにおけるデータの相関係数に基づいた分析を他の建築施設へ適用することの有効性を検証することである。

その後、3つの施設に関して総合的な比較や分析を行った。大規模複合であるP施設の会議センターとI施設は用途がほぼ同じであり、計測ポイント間の相関も似ていることが確認された。尚、P施設の展示ホールや国立大ホールとL施設の場合も同じ用途で、クラスター間の相関は、ある程度似ていることが確認できた。つまり、同じ用途の建築施設に適用すれば、異なる分析結果よりも、同様の分析結果のほうが相当多いと考えられる。

分析の手順を簡単に要約すると下記のとおりである。(7.1参考)

- ①計測ポイントにおけるデータの相関係数の計算
- ②下記の条件に合わせ、データ間のクラスター化
- ③クラスター間の相関リストの作成
- ④クラスター化による構造化
- ⑤3つの施設における総合的なクラスター化と構造化の比較及び分析

### 2) 計測ポイントのフィルタリングについて

L施設やI施設においても計測ポイントにおけるデータを次のようにデータフィルタリングする。各施設のすべての計測ポイントには、その固有の目的がある。ほとんどの目的は省エネルギー改善計画や効率的な維持管理のためであり、モニタリングシステムと繋がるように設定し、可視化する。しかし、施設の稼働方法により、計測センサー設置の初期目的(場所、機能、種類など)とは異なるデータが計測される場合がある。例えば、施設運営の上で変動があり、「計測の必要性」、「空間の未使用」、「用途の変更」、「センサーの破損」などの様々な理由があると考えられる。そして、計測ポイント間の相関分析として、利用しても意味をもたない計測ポイントがある。

除外した計測ポイントのデータを確認した結果、下記(表4-4参考)のような原因があった。

- ①相関係数の計算が不可能なポイント
  - ㊦計測値一致：1ヵ月間同じ数値が継続する場合
  - ㊧一部未計測：センサー不良と推定
- ②除外対象ポイント
  - ㊦計測値0：0以外の数値が計測されるはずなのに0となる場合
  - ㊧計測値不良：数値が+になるはずのポイントが-になる場合
  - ㊨未計測：データが全く存在しない場合



そして、この5つの条件を持つ計測ポイントは、分析対象ポイントから除外した。

計測ポイント数全体に占める除外ポイントの割合は、P、L、I施設でそれぞれ47.7%、59.1%、6.5%であった。

除外した計測ポイントの中には、相関関係の分析方法を含む、様々な建物に関する改善方法を検討するため、必ず得るべきデータを持つ計測ポイントがあると考えられる。その除外された計測ポイントについて、元の正しいデータが必要な場合があれば、技術的な方法としては、計測ポイントのリストで、センサーの設置場所を確認し、除外条件の5つの中でどのような原因で除外されたのかを確認する。その後、計測ポイントのリスト(表4-1参考)で場所名や設置場所のとおり、直接、施設を訪問し、原因を探しながら修理を行う方法があると考えられる。学術的な方法としては、除外されたセンサーと同一の場所、他は同一の機能をするセンサーのデータに関する「クラスタ化」や「構造化」の分析をつうじて、除外されたセンサーからの正しいデータを推定し、相関を把握する方法を提案したいと考えている。

### 3) P施設では分析しなかった計測ポイントについて

計測ポイントは、性質により、「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」、「その他」の4つの枠組みを作って区分する。その中、P施設では、「その他」の項目を除外した。その理由は、「その他」に含まれている計測ポイントが、定量的なデータではなく、ON/OFFの表示が0と1として表示されるため、相関の意味がないと判断したためである。しかし、「その他」が施設の相関分析に対して、どのような影響を持つのかを確認するため、L施設やI施設では「その他」を含めて相関分析を行った。その結果、L施設の場合、電力使用量のクラスターが多いため、系統が繋がっている空調関連の運転・表示のクラスター化が多い。I施設の場合は、氷蓄熱設備と系統が繋がっている熱源機器の冷暖房負荷に関する計測ポイントがクラスター化された。

L施設とI施設は、「その他」の枠組みを一緒に同一線上で分析を行ったが、機器運搬運転状況を把握すること以外には大きな変更が見つからなかった。

例えば、L施設の「その他」の相関は負の相関で、附属部屋が異なるし、同一の時間で利用しないことが確認できた。I施設の「その他」の相関は、異なる冷水塔や異なる系統を持つポンプであり、冷却塔の稼働時間が異なるため、負の相関を持つと考えられる。

その結果については、P施設で除外した「その他」のクラスターは、L施設やI施設の分析結果を確認したとおり、クラスター化や構造化の分析において、P施設に対しても大きな影響を持つと考えられる。



## 8. 結論

### 8. 1 研究の概要

### 8. 2 研究の手法

#### 8. 2. 1 計測ポイント

#### 8. 2. 2 クラスター化及び構造化の手法

### 8. 3 クラスター化の結果及びその有効性

#### 8. 3. 1 有効データの検討

#### 8. 3. 2 計測ポイント縮約の可能性

#### 8. 3. 3 相関関係の安定性

### 8. 4 構造化の結果及びその有効性

#### 8. 4. 1 3つの施設における構造化

#### 8. 4. 2 他の建築施設への適用可能性

#### 8. 4. 3 計測ポイントの分類におけるコーディングの必要性

#### 8. 4. 4 相関分析のリアルタイムモニタリングへの応用

#### 8. 4. 5 施設別における相関係数の分析範囲



## 8. 1 研究の概要

エネルギーマネジメントは機器の運転・制御やエネルギー流量、温熱環境等に関するデータを常時モニタリングすることによって確実化、精密化される可能性があるが、モニタリングデータの種類・量が増大すると管理者の業務負担能力の限界を超えてしまうという問題が生ずる。IoTに代表される近年の革新により、こうした問題を抜本的に解決する方向が示されつつあるが、多種大量のデータが互いに関連しながら全体としてどのような挙動を示すかについては、その全体像を精確に描き出そうとした既往研究が見られない。

そこで、モニタリングシステムから収集した大量のデータ間の相関に基づき、同様の振舞いをする同種のデータを「クラスター化」し、さらにクラスター化されたデータ間の相関を見ることにより、データ全体の動き方を「構造化」し、可視化を試みる。クラスター化により計測データ数を縮約して効率的な建築施設の維持管理することが可能し、また構造化は異常の運転検出などのモニタリングを行う際の標準状態として利用できると考えられる。以上、要約すれば、多種大量のモニタリングデータのクラスター化と構造化により、エネルギーマネジメントの効率化や確実化の可能性を高めることが本研究の目的である。

本研究では、エネルギーマネジメントのため、モニタリングシステムを導入している3つの施設を対象とし、モニタリングデータを取得した。このうち、まず主たる分析の対象としたのは、約30,000㎡の展示施設、会議施設、宿泊施設を併設した3つの施設中最も大規模で複雑な複合施設（P施設）である。P施設における分析結果の一般性を検証するために、最も小規模で空間構成も単純なS造ショールーム（L施設）、やや大規模ながら標準的な行政サービス事務所建築であるY市I区総合庁舎（I施設）に関して同様の分析を行った。

表8-1. 対象施設の概要(1章の1.3再掲)

施設	用途	構造・規模等	計測ポイント数
P	大規模複合施設	複数棟による構成 297,411㎡	1032
L	建築設備ショールーム	S造2階建・1,251㎡	174
I	区総合庁舎	RC造8階建・24,000㎡	168

その結果より、本研究で提示した相関分析による「クラスター化」と「構造化」は、エネルギーマネジメントにおけるモニタリングシステムの挙動を分析するうえで有効であることを6章、7章に示した。

また、本研究の分析事例を一般的な建築施設に適用し、IoT等今後の技術の発展に備えるために考慮すべきこと及び蓄積されたモニタリングデータを事後的に分析する本研究の手法をリアルタイムのモニタリングに応用することの可能性については8章にまとめて示した。

## 8. 2 研究の手法

### 8. 2. 1 計測ポイント

本論文では、モニタリングシステムを構成する各場所の計測センサーを「計測ポイント」と言い換える。計測ポイントは、センサーの計測目的、種類及び設置場所によって区別される。

計測ポイントの数は、「表8-1」に示したように、P施設は1032、L施設は174、I施設で168となっている。

### 8. 2. 2 クラスタ化及び構造化の手法

#### 1) 手順

本研究では、全計測ポイントのデータ間の相関のみに基づいて分析を行っている(4章及び5章参照)。各施設について、分析の手順は以下である。

①データの抽出：各施設の各計測ポイントの8月1ヵ月分のデータを収集する。P施設は2013年、L施設は2016年、I施設は2016年である。モニタリングシステムは計測センサーからのデータを、1分間隔で測って蓄積しているが、本研究では1日の平均を代表値とした。

②相関係数の計算：各施設の全計測ポイント間の相関係数を計算する。

③クラスタ化：計測ポイントを、その性質により、まず「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」、「その他」の4つに大きく分ける。次に、各系の同種計測ポイントのうち、空間・位置の同一（類似）性の制限内でほぼ同様の値の変動を示すもの（相関の強いもの）をまとめ、データ群の縮約化をはかる。

④構造化：各クラスター間の相関を分析することにより、全データの中で連動して変動するクラスター群を抽出する。

## 2) クラスター化

計測ポイントのクラスター化は、各系につき、下記の条件に一致するセルをまとめることによって実行した。

- ①計測ポイント（センサー）が同じ種類であること。
- ②計測ポイント間の相関が高いこと（おおむね絶対値で0.7以上）。
- ③設置位置がほぼ同じか、同様の条件であると判断されること。

表8-2. 相関係数によるのクラスター化の事例(6章の6.1.2再掲)

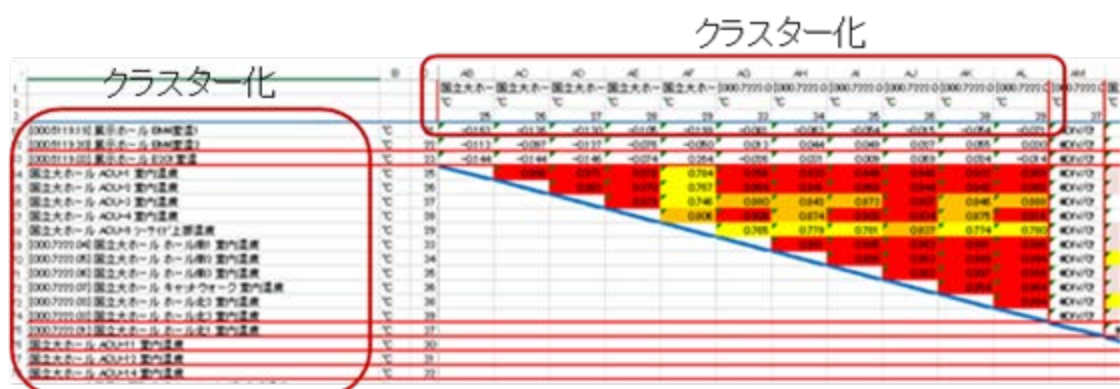


表8-3. 2つのクラスター間に属するクラスターの事例(6章の6.1.2再掲)



これを繰り返して各系におけるクラスター化が完成するが、本研究では同一クラスターに含まれる計測ポイントのすべてについて、他クラスターの計測ポイントとの相関係数がほぼ一致していることを確認している。(表8-2、表8-3)

## 3) クラスター化による構造化

クラスター間の相関の構造化は、各系内部の構造化と系間の構造化の2段階に分けて行った。各段階における手順は、次に従う。クラスター間の相関係数の中で、正負の絶対値の高いものを抽出し、リスト化する。絶対値で0.7以上を高い相関、0.4～0.7をやや高い相関とした。事例としてP施設における環境系や運転系における「正の相関リスト」と「負の相関リスト」の一部を「表8-4」、「表8-5」に示す。

表8-4. 環境系と運転系における高い正の相関関係(6章の6.3.2一部再掲)

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	正高	正低
②展示ホール1期 附属部屋 温度 / 国立大ホール 附属部屋 温度	①国立大ホール ACU DDC温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール ACU DDC温度 国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC 給気温度設定 展示ホール1期 AC 給気温度設定
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		展示ホール1期 AC レターン温度 展示ホール1期 AC レターン温度
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		国立大ホール ACU 還気温度 国立大ホール ACU 還気温度
	⑤冷水還温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	国立大ホール HE 展示ホール1期 床冷暖冷往還温度 展示ホール1期 床冷暖冷往還温度	会議センター 冷水還温度 国立大ホール HE 国立大ホール HE 会議センター 冷水還温度

表8-5. 環境系と運転系における高い負の相関関係(6章の6.3.2一部の再掲)

分類項目(列)	分類項目(行)	対象	負低	負高
②展示ホール1期 附属部屋 温度 / 国立大ホール 附属部屋 温度	①国立大ホール ACU DDC温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	②展示ホール1期 AC 給気温度設定	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	展示ホール1期 AC 給気温度設定	
	③展示ホール1期 AC レターン温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		
	④国立大ホール ACU 還気温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度		
	⑤冷水還温度	展示ホール1期 A附属部屋 温度 展示ホール1期 B附属部屋 温度 国立大ホール 附属部屋 温度	共用設備 冷水還温度 DHC	展示ホール1期 冷水往温度 展示ホール1期 冷水往温度

クラスター化による相関リストの内容を図で示し視覚化する。「図8-1」の構造化したダイアグラムは、環境系内部のクラスター間の相関関係を示す。系内のクラスターは、大きく温度、湿度の2群に分かれ、外気湿度は外気温度や室内温度のすべてのクラスターと負の相関を持つことがわかる。

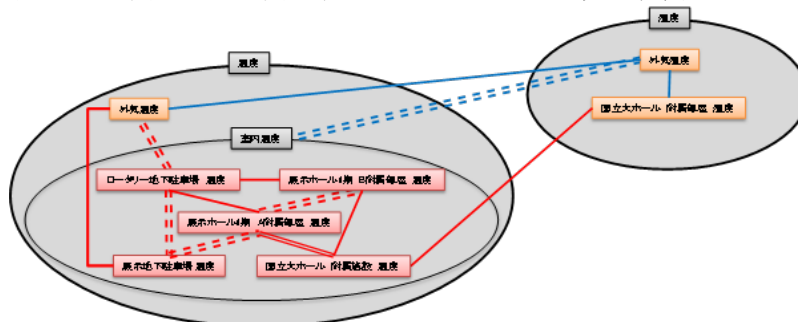


図8-1. 環境系間の構造化(6章の6.4.1再掲)



## 8. 3 クラスター化の結果及び有効性

## 8. 3. 1 有効データの検討

表8-6. P・L・I施設における計測ポイントの分析(4章の4.4再掲)

区分	番号	分類	P施設				L施設				I施設			
			トータル ポイント 数	分析対象 ポイント 数	相関係数 計算不可	除外対象 ポイント数	トータル ポイント 数	分析対象 ポイント数	相関係数 計算不可	除外対象 ポイント数	トータル ポイント 数	分析対象 ポイント数	相関係数 計算不可	除外対象 ポイント数
環境系	1	外気温度	3	3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	2	外気湿度	3	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	3	室内温度	40	38	1	2	7	4	3	0	7	7	0	0
	4	室内湿度	6	5	0	1	7	4	3	0	7	7	0	0
	5	CO2濃度	3	1	0	2					14	14	0	0
	6	PMV					4	4	0	0	7	7	0	0
エネルギー系	小計		54	48	1	5	20	14	6	0	37	37	0	0
	1	受電電力量	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	2	用電別電力量	21	18	0	0					21	21	0	0
	3	電力率	21	20	3	1								
	4	ガス使用量	7	3	0	4					7	7	0	0
	5	冷水使用量	6	3	0	0								
	6	蒸気使用量	8	2	0	2								
	7	水使用量	61	34	0	16								
	8	用電別冷水熱量	18	12	0	0								
	9	用電別温水熱量	1	1	1	0					1	0	0	1
	10	用電別温水温度									22	22	0	0
	11	用電別冷水温度	3	1	0	0					3	3	0	0
	12	用電別冷水流量	6	3	0	2								
	13	機器別電灯電力量	123	116	0	7	3	3	0	0				
	14	機器別動力電力量	75	58	0	17	3	3	0	0	21	21	0	0
	15	機器別電力量	72	71	0	1								
	16	機器消費蒸気量	6	1	0	5								
	17	CO2									8	6	0	2
	18	エンタルピー									8	8	0	0
運転系	小計		403	344	4	55	7	7	0	0	82	89	0	3
	1	空調機温度設定	45	42	7	2	10	0	1	9				
	2	空調機モード指令					22	14	8	0	7	7	0	0
	3	空調機湿度設定	6	5	0	1								
	4	空調機給気温度	28	28	0	0								
	5	空調機レターン温度	18	18	0	0								
	6	空調機送気温度	6	6	0	0								
	7	空調機送気湿度	5	5	0	0								
	8	空調機吸込温度					15	8	0	7				
	9	空調機送風速度	6	6	0	0								
	10	熱源機温水温度	6	6	0	0								
	11	熱源機温水温度	22	21	21	1					1	0	0	1
	12	用電別冷水温度	10	10	0	0								
	13	デマンド関連					3	3	0	0	3	1	0	2
	14	水蓄熱									2	0	0	2
	15	冷温水二次ポンプ電力量									1	0	0	1
	16	負荷(BCU)									12	10	0	2
その他	小計		179	147	28	4	50	25	9	16	26	18	0	8
	1	機器運転状況	355	0	0	0	56	24	8	24	13	13	0	0
	2	共用施設温水温度	1	0	0	0								
	3	展示ホール 外気露点温度	1	0	0	0								
	4	展示ホール 露点露点	1	0	0	0								
	5	発電機関連	6	0	0	0								
	6	国立大ホール床温度	2	0	0	0								
	7	SCS状況	17	0	0	0								
	8	会議センター雨水補給	1	0	0	0								
	9	会議センター雨水処理	1	0	0	0								
	10	照明設備 TR二次電力量	2	0	0	0								
	11	インバータ 回転数	2	0	0	0								
	12	インバータ 周波数	2	0	0	0								
	13	契約電力					1	0	0	1				
	14	目標電力					1	0	0	1				
	15	人工知能制御状態					39	1	0	38				
合計	小計		391	0	0	0	97	25	8	64	13	13	0	0
	合計		1027	539	33	64	174	71	23	80	169	157	0	11

表8-7. 計測データにおけるフィルタリングの基準(4章の4. 4. 2再掲)

	基準	理由
①	計測値一致	1ヵ月間同じ数値が継続する場合
②	一部未計測	センサー不良と推定
③	計測値0	0以外の数値が計測されるはずなのに0となる場合
④	計測値不良	数値が+になるはずのポイントが-になる場合
⑤	未計測	データが全く存在しない場合

「表8-6」は、本研究で使用した計測ポイントに関する分析表であり、各施設に対し、「トータルポイントの数」・「分析対象ポイントの数」・「相関係数の計算が不可なポイントの数」・「除外対象ポイントの数」を示した。つづいて、「表8-7」は、P施設やL施設及びI施設に関して、各計測ポイントのデータのフィルタリング(計測ポイントの除外)を行った基準を整理した表である。

計測ポイント数の全体に占める除外ポイントの割合は、P、L、I施設でそれぞれ47.7%、59.1%、6.5%であった。ほぼ半数の計測ポイントが除外されたP施設、L施設においては、相関分析において重要な意味を持つ計測ポイントが除外された可能性がないとは言えない。

P施設において、特に除外ポイントが多かったのは、「その他」の機器運転状況であった。その理由は、ON/OFFとして表示される機器運転状況を当初より相関分析から除外する方針をとったためであり、結果として「その他」の391ポイント中で355ポイントがフィルタリングされることとなった。L施設で除外ポイントが多かったのは、「運転系」の機器運転設定と空調機吸込温度及び「その他」の機器運転状況であった。除外した計測ポイントの代表的な項目は次である。「運転系」の機器運転設定の10ポイントは、ほぼ未計測が原因であった。空調機器に対する設定値を送信するセンサーの不良として判断して未計測9ポイントを除外した。空調機吸込温度は、除外したポイントのすべて原因が未計測であった。つまり、空調機器の吸込温度を計測するセンサーの不良で計測しなかったため、分析対象のポイント22ポイント中で7ポイントを除外した。「その他」の56ポイント中で、機器運転状況は、計測値一致8ポイント、未計測24ポイントを除外した。

以上をまとめると、P施設では「その他」に分類した運転状況(ON/OFF)を計算から除外したこと、またL施設では「運転系」および「その他」における未計測ポイント、すなわちセンサーに不良があったと推定されることが、除外ポイントの割合を大きくした主たる原因である。P施設の運転状況は、L施設、I施設ではその相関を計算しているように、本来相関分析に含めることが可能であり、これを除外しなかった場合、P施設の除外ポイント数の割合は約13%まで低下する。また、L施設のセンサー不良(計40ポイント)がなかったと仮定すれば、L施設の除外ポイント数の割合も約36%まで低下する。

上記の相関分析に及ぼす影響については次のようにまとめられる。まず、P施設については、本来計算に含めるべき「その他」の運転状況は「運転系」の運転機器設定と高い相関があると考えられるため、実質的な影響はない。また、L施設のセンサー不良は「運転系」の機器温度の大半を占めるため、分析に大きな影響をおよぼしたという結論になる。

## 8. 3. 2 計測ポイント縮約の可能性

表8-8. 各施設に関する縮約可能な比率

区分	P施設			L施設			I施設		
	クラスター	ポイント数	縮約比率	クラスター	ポイント数	縮約比率	クラスター	ポイント数	縮約比率
環境系	18	48	62.5 %	10	14	28.6 %	7	23	69.6 %
エネルギー系	233	344	32.3 %	13	29	55.2 %	51	103	50.5 %
運転系	89	147	39.5 %	3	3	0.0 %	12	18	33.3 %
その他	-	-	- %	8	25	68.0 %	4	13	69.2 %
総計	340	539	36.9 %	34	71	52.1 %	74	157	52.9 %

「表8-8」に、フィルタリング後の計測ポイント数、クラスター化後のクラスター数、およびクラスター化による縮約比率をまとめた。縮約比率は、計測ポイント数からクラスター数を引いた値を計測ポイント数で除した数値である。下記は、「表8-6」に対する各施設の縮約可能な比率に関する具体的な説明である。

①P施設：全分析ポイント539が340のクラスターにまとめられており、約36.9%の縮約可能性がある。特に縮約効果が認められたのは環境系（62.5%）であり、その理由は大規模複合施設の多くの場所に同種のセンサー（例えば温度センサー）が設けられていたことによる。

②L施設：52.1%で約半分程度の縮約比率を持つことが確認できた。特に「その他」の縮約比率が高い。その理由は、ON/OFFのいずれかで判定される機器運転状況が機器相互の高い相関をもたらしたためである。

③I施設：半分程度（52.9%）の縮約可能性がある。大きなクラスターとなったのは、「環境系」では快適性を計測する室内温湿度やPMV及びCO2濃度であり、「エネルギー系」では、ポンプ関連のエネルギー使用量や冷温水発生器に関する冷温水温度であった。「その他」では、2台の冷却塔と系統が繋がると判断される熱源機器に関する相関が高いため、高い縮約の可能性が見られた。

計測ポイント全体では、L施設、I施設において50%強の縮約効果が認められたが、P施設の場合、縮約比率は36.9%とやや低くなる。その理由としては、P施設は様々な用途を持つ大規模複合施設であり、各建物の利用状況や稼働時間、運営方法が異なるためであると考えられる。施設規模がある程度大きくなれば（P施設、I施設）同種センサーが多く用いられるため、環境系の計測ポイントをほぼ3分の1程度にまで縮約できる可能性がある。単一空間に近い施設（L施設）では環境系の縮約比率は28.6%と格段に低くなる。「エネルギー系」の縮約比率はL施設やI施設のように半分程度に縮約できる可能性があるが、「運転系」の縮約比率はそれほど高くない。結論として、相関の高い計測ポイントをまとめるクラスター化による縮約化の可能性は最も高い場合で3分の1から半分程度であり、劇的な効果があるという結果にはならなかった。

上記のケーススタディから、計測ポイントにける縮約の可能な比率が把握できたが、相関関係の分析を用いて、計測ポイントを実際に縮約する判断を行うのは、妥当性はないと考えられる。その理由は、計測ポイントは、モニタリングシステムに対し、「センサーの計測目的」「センサーの種類」「センサーの設置場所」などを考慮した上で決定しているため、同様のセンサーでも、その計測値が異なる。例えば、P施設の場合、外気温度センサーの3つの相関係数が、ほぼ同値として見えているが、設置場所が異なるので、実際の計測データには別々計測が必要になる程度の相違が生じため、縮約はできない。

## 8. 3. 3 相関関係の安定性

本研究では8月の1か月間のデータを基に相関分析を行ったが、相関関係は年間を通じて一定であるとは言えない。また、施設の利用状況によっても日々変わることがあると考えられる。そこで、P施設について、外気環境が異なる冬の1月における外気温度と展示ホールの電力量の相関に着目し、8月のそれと比較することを試みた。また、イベントのスケジュールによって各建物、部屋の稼働の有無が決められることから、イベントの有無による電力量のデータについて相関係数を比較することも試みた。その結果を以下にまとめる。

## 1) 季節の影響

表8-9. 8月の外気温度と展示ホールの動力電力量の相関

	外気温度①	外気温度②	外気温度③	展示動力①	展示動力②	展示動力③	展示動力④	展示動力⑤	展示動力⑥
	°C	°C	°C	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
外気温度① °C		0.955	0.964	0.694	-0.404	-0.426	0.412	-0.394	-0.392
外気温度② °C			0.916	0.625	-0.473	-0.496	0.355	-0.462	-0.460
外気温度③ °C				0.747	-0.444	-0.467	0.514	-0.434	-0.432
展示動力① kWh					-0.512	-0.544	0.582	-0.500	-0.496
展示動力② kWh						0.990	-0.421	0.999	0.998
展示動力③ kWh							-0.432	0.984	0.984
展示動力④ kWh								-0.412	-0.407
展示動力⑤ kWh									1.000
展示動力⑥ kWh									

表8-10. 8月の外気温度と展示ホールの動力電力量の相関

	外気温度①	外気温度②	外気温度③	展示動力①	展示動力②	展示動力③	展示動力④	展示動力⑤	展示動力⑥
	°C	°C	°C	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
外気温度① °C		0.613	0.938	-0.542	-0.067	0.248	-0.359	0.122	0.182
外気温度② °C			0.647	-0.257	0.074	0.097	-0.054	-0.186	-0.129
外気温度③ °C				-0.470	-0.148	0.244	-0.281	0.114	0.126
展示動力① kWh					-0.138	-0.110	0.797	-0.079	-0.112
展示動力② kWh						0.408	-0.131	0.334	-0.097
展示動力③ kWh							-0.095	0.822	-0.009
展示動力④ kWh								-0.057	-0.081
展示動力⑤ kWh									0.056
展示動力⑥ kWh									

「表8-9」と「表8-10」は、P施設の同じ場所で計測した外気温度と展示ホールの空調機関連の電力量の相関である。この例からは、季節が異なると相関係数の正負が逆転することがあるとを確認できた。すなわち、計測ポイント間の相関関係は季節、気候条件によっておおいに異なるという結論である。今後の課題としては、冬期や中間期におけるデータ分析を蓄積し、相関係数の季節変動を確実に把握しておくことが必要である。

## 2) イベントの影響

表8-11. 8月のイベントが有るときの展示ホールの動力電力量の相関

		展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh
展示電力 kWh			0.906	0.502	0.480	0.504
展示電力 kWh				0.502	0.480	0.504
展示電力 kWh					0.387	0.476
展示電力 kWh						0.570
展示電力 kWh						

イベント有

表8-12. 8月のイベントが無いときの展示ホールの動力電力量の相関

		展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh	展示電力 kWh
展示電力 kWh			0.900	0.639	0.225	0.328
展示電力 kWh				0.639	0.225	0.328
展示電力 kWh					0.231	0.367
展示電力 kWh						0.256
展示電力 kWh						

イベント無

「表8-11」と「表8-12」は、P施設の展示ホールで使われる8月の電力量について、イベントの有無による違いを比較した結果である。異なる季節の場合ほどの大きな差はないが、明らかにイベントの有無による相関係数の違いが認められる（イベントが無い時でも、施設の点検や掃除のために電力は使用される）。

このように、利用状況が日によって大きく異なる施設の各空間については、利用状況毎の相関係数の標準値を把握しておく必要がある。

## 8. 4 構造化の結果及び有効性

### 8. 4. 1 3つの施設における構造化

構造化とは、環境系、エネルギー系、運転系の各クラスター間で相関の高いものを抽出することにより、全体としてどのようなクラスター群が連動しているかを明らかにするものである。そのため、構造化はまず環境系、エネルギー系、運転系のそれぞれについて行い、次いで系間の相関について行った。本節では、まずP施設（複合展示施設）の構造化の結果について概要を記し、次いでやや大規模であるが機能や使用状況が比較的単純なI施設（区総合庁舎）の構造化との比較分析を行った結果を示す。

#### 1) P施設における構造化

「図8-2」にP施設に関する構造化の結果を示す。各系の内部、系間ともに複雑な相関関係があるとわかる。これを簡略化して図化したものが「図8-3」である。

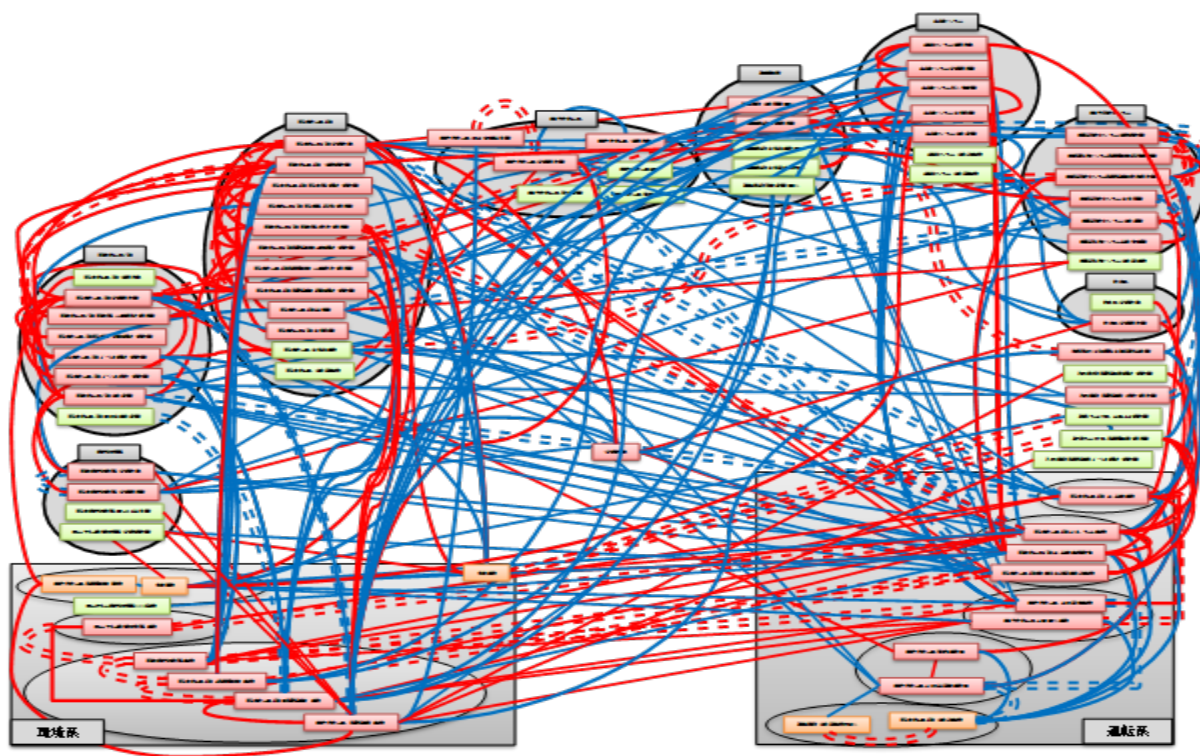


図8-2. P施設における構造化(6章の6.5再掲)



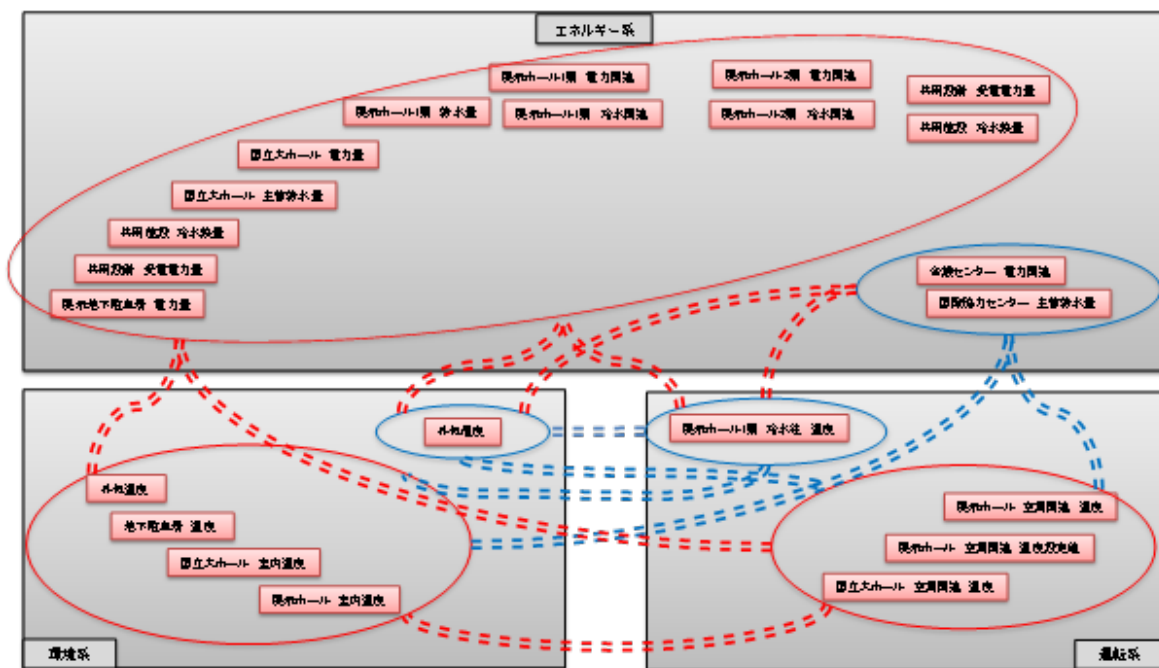


図8-3. P施設における構造化の簡略化(6章の6.5再掲)

巨視的に見れば、次のような大きな構造が見て取れる。ただし、この結果は分析対象とした8月の状況の構造化であることに留意する必要がある。

- ①環境系の外気温度に対し、エネルギー系のほとんどの計測ポイントは、正の相関を持つ。8月なので、外気温度の上昇により、エネルギー使用量も増加することが確認できた。
- ②環境系の外気湿度に対し、エネルギー系のほとんどの計測ポイントは、正の相関を持つ。理由は、湿度が上がると、室内の快適性を維持するため、空調関係の設備が稼働することで、空調関係のエネルギー使用量も増加すると考えられる。
- ③運転系の空調関連計測及び設定ポイントは、エネルギー系の空調関連温度の計測ポイントと正の相関を持つ。設定値のとおり正しく稼働していることが確認できた。
- ④環境系の展示ホールや国立大ホールの室内温度に対し、エネルギー系の会議センターの電力量や国際協力センターの給水量、運転系の展示ホールや国立大ホールの空調関連温度は、負の相関を持つ、その理由は、運営方法が異なるためである。つまり、展示ホールと国立大ホールの使い方は、大空間なので、施設全体をon/offする運営方法をとるのに対し、会議センターと国際協力センターの場合、中会議室や大会議室以外の附属部屋は、それぞれ必要な時のみ稼働するという相違である。

## 2) 3施設における構造化の比較

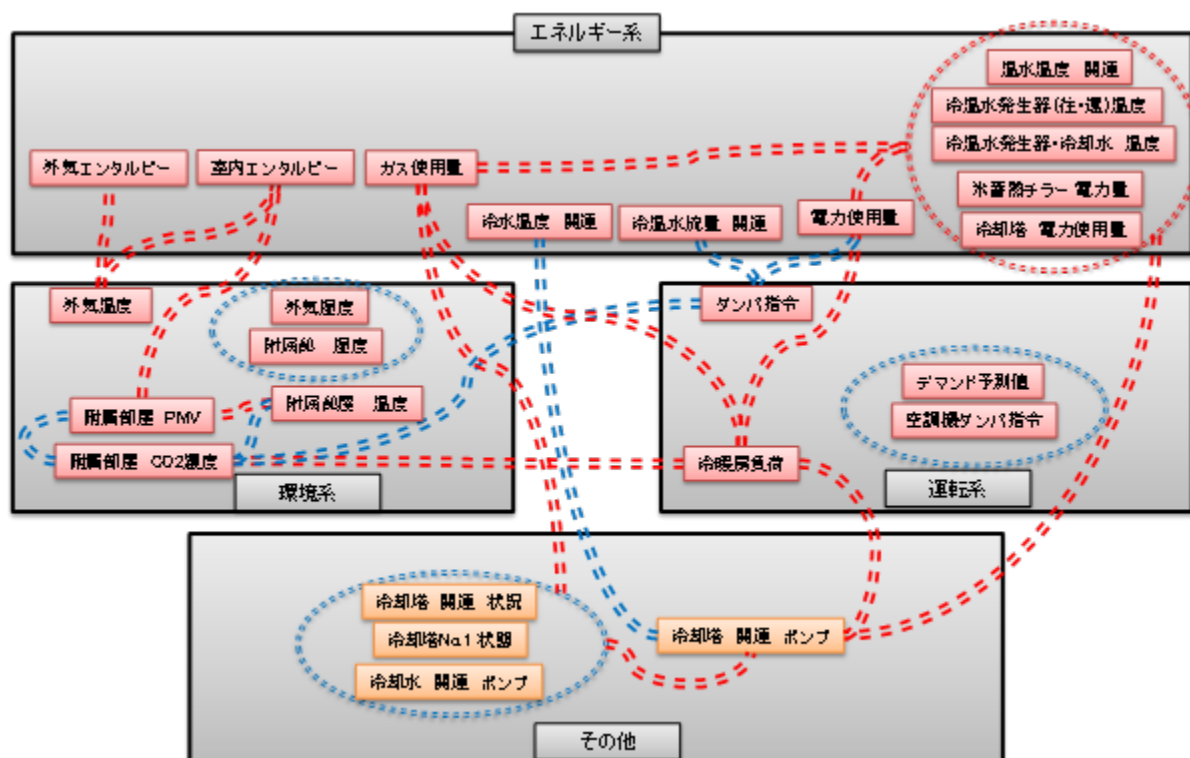


図8-4. I施設における構造化の簡略化(7章の7.2.5再掲)

窓口業務執務空間や事務空間であるI施設における構造化の結果では次のことが読み取れる。  
(8-4)

①環境系においては、外気温度と外気湿度の間に負の相関がある点でP施設と共通している。また、I施設ではPMV（計算値として蓄積）が新たに加わり、CO<sub>2</sub>濃度が多ポイントで測定されているが、同じ環境系内の温湿度とこれらのクラスター（センサー種類）の間には正負の相関があり、これらの関係は各系をまたいで連動するクラスター間の関係としてあらわれている。

②また、I施設では、P施設では相関係数を計算しなかった「その他」の運転状況の相関も検討しているが、環境系、エネルギー系、運転系、その他の系のすべてで連動するクラスター間の相関が認められる。



#### 8. 4. 2 他の建築施設への適用可能性

P施設とL施設及びI施設の構造化の結果を併せて、次のようにまとめることができる。

- ①クラスター群は、環境系、エネルギー系、運転系などの各系をまたいで連動するように関連している。
- ②大規模複合施設の構造は、いくつかの独立した部分構造(様々な施設)の集合、部分構造を持つ。

この結果より、相関分析の他の建築施設への適用可能性について、以下のように結論付けることができる。

- ①各種計測ポイントのデータによる相関分析は、同様の計測ポイントが同様の連動の仕方を示すことから、他の建築施設に適用することが可能である。
- ②施設の空間的な構成及び機能的構成の複雑性が高い場合、また、全体構造から独立した部分構造の集合は、全体構造を部分構造の集合に還元できる。このとき、個々の部分構造は、施設の規模・種類によらず、特定の組み合わせのクラスター群から構成され、同様の相関関係でまとめることを予想することができる。
- ③部分構造を全体構造にまとめるため、特に環境系について施設の空間的・機能的構成を（必要に応じて階層的に）記述する方法が必要である。このことについては、次(8. 4. 3)に基本的な考え方を示す。
- ④施設の空間的・機能的構成はエネルギー系の構成と結び付けられ、またエネルギー系の構成は運転系と関連付けられるが、エネルギー系、運転系の構成は複雑な系統を持つと考えるため、一般的な取り扱いを整理する必要がある。これについても、次(8. 4. 3)で基本的な考察を行う。

### 8. 4. 3 計測ポイントの分類におけるコーディングの必要性

前節に示したように、本研究で用いた相関分析によるエネルギーマネジメント分析手法を一般の建物に有効に適用するためには、計測ポイント（各種センサー）の分類標準を構築するとともに、その位置や系統を示すための空間構成あるいは系統構成の記述の枠組みが必要である。要するに、センサー種類、空間（範囲／位置）、系統の3つの次元に関する情報が必要である。

各種センサーの分類標準は、本研究で用いた「環境系」、「エネルギー系」、「運転系」、「その他」といった基本分類を検討することで構築可能である。特に、環境系に関しては、「表8-4」ように、分析対象とした3つの施設でほぼ共通しており、標準分類を用意し、共通コード化することはそれほど困難ではないと考えられる。

しかし、エネルギー系及びそれと相関の高い運転系については、採用されている設備システムの違い等により千差万別である。これらの系のセンサー種類の分類の標準化や共通コード化については、今後多くの検討が必要となる。その際、IoTなど今後さらに発展していくICT技術との連結などを考えれば、BIMに関する建物の階層的分類標準とコーディングを用意しているOmniclass（米国CSI）、Uniclass2（英国NBS）などの標準が参考になる。

本研究では、計測ポイントはセンサーが設置されている空間（位置）情報を含むものとして定義されている。環境系においては空間情報による分類とその表現は比較的単純で理解しやすい（例：展示ホール1期室内温度）。しかし、エネルギー系、運転系においては空間（建物／部屋名称）が設備システムの系統を表しているではなく、同種センサーや同士の関係を計測ポイントの名称で理解することはほぼ不可能である。

また、空間構成と設備系統は、必ずしも1対1に対応していないため、3次元を2次元に縮約して表現することは不可能であり、結局、センサー種類、空間、設備系統の3次元の分析が必要である。そのコーディングの採用の仕方を示したのが「表8-13」である。空間コード、系統コードの桁数は階層の深さと各層の分類数による。

表8-13 センサー種類と空間／系統コードの対応

センサー標準分類	空間コード	系統コード
環境系	○	×
エネルギー系	△	○
運転系	△	○

#### 8. 4. 4 相関分析のリアルタイムモニタリングへの応用

本研究で用いた相関分析は1ヵ月分といった期間データを事後的(蓄積)に分析するものであるため、リアルタイムのモニタリングには向かない。しかしながら、相関関係が事前に明らかになれば、高い相関を示すクラスター(計測ポイント)の代表値として、関数でまとめ、異常運転などをリアルタイムで検出することが可能になる。クラスター化はモニタリングの対象になる計測ポイントを合理的に削減するには有効であり、構造化は案数関係を持つクラスターを選択するうえで役に立つ。

ただし、8.3.3に示したように、相関関係は季節やイベントの有無(施設の使用状況)によって一定ではないため、年間をつうじた相関係数の変化や使用状況による相関関係の変化に応じて、検討すべきクラスター群を選択できるようにするなどの分析がさらに必要になる。

#### 8. 4. 5 施設別における相関係数の分析範囲

表8-14. 色マーキングの基準(5章の5.3再掲)

相関係数				色マーキング
		1		
0.9	～	0.999		
0.8	～	0.899		
0.7	～	0.799		
0.4	～	0.699		
-0.699	～	-0.4		
-0.799	～	-0.7		
-0.899	～	-0.8		
-0.999	～	-0.9		
-1				

本研究では、P施設を基準として相関分析のため、相関係数内で約50%～60%程度を分析対象とした。その結果、相関係数の範囲は、正の相関は「0.4～1」であり、負の相関は「-1～-0.4」で決められた。その中、クラスター化の作成としては、正の相関を持つクラスターは、0.7以上、負の相関を持つクラスターは、-0.7以下を基準とした。

その後、全体の分布やクラスター化を見やすくするため、「表8-14」の基準のとおり、色マーキングを行った。相関係数の分析基準は、8.3.2に示した各施設に関する縮約可能な比率と深い関係性を持つ。

例えば、クラスター化の分析のため、基準点を増加すれば、より明確な縮約可能性を把握することができるのに、クラスターの個数は低下し、施設に対する相関分析の密度が低下する。

表8-15. P施設における環境系のクラスターの事例(6章の6.1.2再掲)

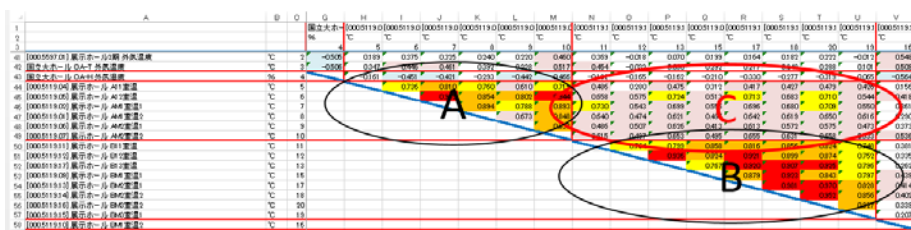
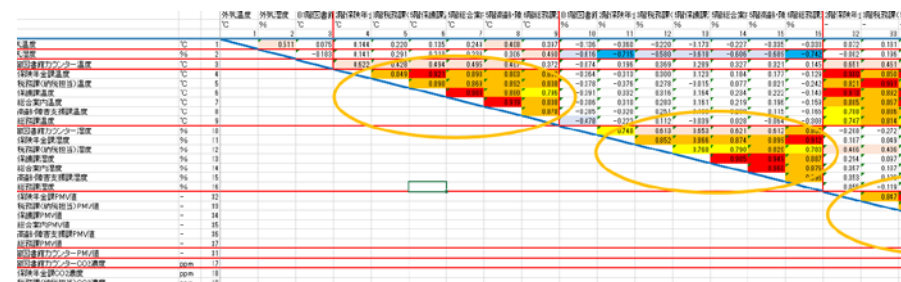


表8-16. I施設における環境系のクラスターの事例(7章の7.3.3再掲)



例えば、「表8-15」のように、「クラスターA」と「クラスターB」の間に属する「四角のグループC」が見られる。この「四角のグループC」が明らかに存在することで、「クラスターA」と「クラスターB」の枠組みが正しく計算できたことが確認できる。一方、P施設の基準点をI施設で適用したところ、「表8-16」ようなクラスター間に属するグループが見えない場合もあった。

図8-5. 計測ポイントのデータによる相関係数の計算表(5章の5.3再掲)



本論文では、P施設に対する相関係数の基準点でL施設やI施設に適用し、分析を行ったが、相関係数の度合いは、施設の用途や規模及び稼働有無により、計測ポイントの種類や個数により異なるので、「表8-14」に示したP施設の相関係数の度合い程度がそのまま適用できるわけではない。「図8-5」に例示するような相関係数の全体的分布から、相関係数の度合い(例:表8-14)を設定する必要があり、さらなる考究が必要であることをここに記しておかねばならない。

## 9. 附録

### 9. 1 分析の事例

### 9. 2 参考文献



## 9. 1 分析の事例

表9-1. 部屋の場合が並んでいる場合の事例

	A	B	C	V	W	X
1				[0005119.1	[0005119.1	[0005119
2				°C	°C	°C
3				16	14	2
49	[0005119.07] 展示ホール AM2室温2	°C	10	0.536	0.367	0.19
50	[0005119.11] 展示ホール B11室温	°C	11	0.381	0.556	0.67
51	[0005119.12] 展示ホール B12室温	°C	12	0.735	0.731	0.67
52	[0005119.17] 展示ホール B13室温	°C	13	0.262	0.655	0.58
53	[0005119.08] 展示ホール BM1室温1	°C	15	0.439	0.714	0.82
54	[0005119.13] 展示ホール BM2室温1	°C	17	0.414	0.723	0.71
55	[0005119.14] 展示ホール BM2室温2	°C	18	0.402	0.772	0.72
56	[0005119.16] 展示ホール BM3室温2	°C	20	0.339	0.600	0.72
57	[0005119.15] 展示ホール BM3室温1	°C	19	0.207	0.764	0.57
58	[0005119.10] 展示ホール BM1室温2	°C	16		0.286	0.22
59	[0005119.18] 展示ホール B14室温	°C	14			0.46
60	[0005119.08] 展示ホール E202室温	°C	24			

「表9-1」は、同じ階で並んでいる部屋8ヶ所で、計測センサーの種類が一緒の場合、計測センサーは、1階下のB14(W)という部屋との高い相関を持つ。相関が高い場合、同じ空間ではなくても、係数が高くなる場合がある。その原因としては、部屋の形や向き、部屋の使用目的、イベントの有無、計測センサーなどが同じであれば、相関係数が高くなることが考えられる。

表9-2. 外気湿度と室内温度の関係による事例

	A	B	C	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1				[0005119.0	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	[0007222.0	[0007222.0	[0007222.0	[0007222.0	[0007222.0	[0007222.0	[0007222.0
2				°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
3				23	25	26	27	28	29	33	34	35	36	38	39	
40	[0005118.01] 展示ホール 外気湿度	°C	1	0.313	0.237	0.295	0.333	0.380	0.738	0.263	0.279	0.272	0.388	0.268	0.273	#DIV/0!
41	[0005597.01] 展示ホール2期 外気湿度	°C	2	0.323	0.283	0.251	0.277	0.325	0.697	0.232	0.251	0.237	0.329	0.240	0.239	#DIV/0!
42	国立大ホール OAH 外気湿度	°C	3	0.430	0.318	0.284	0.290	0.361	0.772	0.296	0.330	0.314	0.428	0.320	0.308	#DIV/0!
43	国立大ホール OAH 外気湿度	%	4	0.025	-0.475	-0.460	-0.432	-0.446	-0.648	-0.463	-0.487	-0.493	-0.518	-0.500	-0.483	#DIV/0!
44	[0005119.04] 展示ホール A11室温	°C	5	0.483	0.335	0.320	0.348	0.436	0.530	0.327	0.316	0.357	0.388	0.318	0.353	#DIV/0!
45	[0005119.06] 展示ホール A12室温	°C	6	0.239	0.396	0.380	0.431	0.508	0.579	0.338	0.326	0.379	0.492	0.330	0.379	#DIV/0!
46	[0005119.02] 展示ホール AM1室温	°C	7	0.342	0.389	0.468	0.487	0.602	0.651	0.448	0.440	0.485	0.546	0.344	0.479	#DIV/0!
47	[0005119.03] 展示ホール AM1室温2	°C	8	0.373	0.307	0.294	0.344	0.418	0.527	0.300	0.291	0.336	0.386	0.296	0.321	#DIV/0!
48	[0005119.06] 展示ホール AM2室温1	°C	9	0.196	0.360	0.361	0.427	0.478	0.419	0.290	0.345	0.310	0.390	0.308	0.340	#DIV/0!
49	[0005119.07] 展示ホール AM2室温2	°C	10	0.224	0.498	0.404	0.451	0.531	0.641	0.383	0.375	0.420	0.488	0.381	0.413	#DIV/0!
50	[0005119.11] 展示ホール B11室温	°C	11	0.448	0.176	0.115	0.128	0.244	0.348	0.128	0.131	0.156	0.219	0.131	0.140	#DIV/0!

「表9-2」は、国立大ホールで計測した外気湿度に対し、同じ建物に設置されている部屋(AB～AL)の11ヶ所の室内温度に関する負の相関である。その理由は、外気湿度が高くなれば室内湿度も上昇するためである。しかし、室内の快適性維持のため、空調機の稼働により、室内温度や湿度が低くなるので、結局、外気湿度と室内温度は負の相関を持つと考えられる。

表9-3. 相関係数が1.0になる事例

	A	B	C	DL	DM	DN	DO
1				[000.5691.0]	[000.5593.0]	[000.5693.0]	[000.56
2				m3N	m3	m3	m3
3				90	111	112	
148	[000.5118.18] 展示ホール 量水器 アッティモ(差分)	m3	107	0.039	0.039	0.039	0.
149	[000.5118.18] 展示ホール 量水器 ダンゼロ(差分)	m3	108	-0.171	-0.171	-0.171	0.
150	[000.5118.19] 展示ホール 量水器 ミルクホール(差分)	m3	110	-0.076	-0.076	-0.076	-0.
151	[000.5118.05] 展示ホール ガス計量-2 Bホール(差分)	m3N	89	0.033	-0.033	-0.033	-0.
152	[000.5691.05] 展示ホール2期 Dホールイベントガス使用量(差分)	m3N	90		1.000	1.000	-0.
153	[000.5593.03] 展示ホール2期 1Fホール パーク側量水器D-2(差分)	m3	111			1.000	-0.
154	[000.5693.02] 展示ホール2期 1F展示場ホール系統幹線D-1(差分)	m3	112				-0.
155	[000.5693.03] 展示ホール2期 1F展示場ホール系統幹線D-2(差分)	m3	113				
156	[000.5693.04] 展示ホール2期 2F パントリー 量水器(差分)	m3	114				
157	[000.5593.05] 展示ホール2期 2F 厨房1 量水器(差分)	m3	115				
158	[000.5593.04] 展示ホール2期 2F 厨房2 量水器(差分)	m3	116				
159	国立大ホール VM1 主管給水量(差分)	m3	117				

「表9-3」は、エネルギー系間の相関係数が1.0として一致する場合である。イベントがあるとき、温水(DM、DN)を使用するためガスを利用し、電力も同時に使用するので、相関係数が一致する場合があると推定される。

表9-4. 同じ場所中の系統がつながる場合の事例

	A	B	C	KQ	KR	KS	KT	KU
1				[000.5313.3]	[000.5318.0]	[000.5318.0]	[000.5318.0]	[000.5182.1]
2				kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
3				210	211	212	290	262
84	国立大ホール ACU-3 室内湿度	%	45	0.062	-0.025	0.112	0.038	-0.074
85	国立大ホール ACU-4 室内湿度	%	46	0.078	-0.080	0.066	-0.016	-0.143
86	国立大ホール ACU-11 室内湿度	%	47	0.280	-0.341	-0.205	-0.435	-0.264
87	[000.3102.28] ロータリー地下駐車場 CO2-501 駐車場CO2濃度	ppm	48	-0.322	-0.147	-0.182	-0.350	-0.121
88	[000.1305.14] 共用設備 受電電力量(差分)	kWh	49	0.155	0.303	0.267	0.324	0.339
89	[000.5305.24] 展示ホール NO1電気室 受電電力量(差分)	kWh	54	0.196	0.571	0.576	0.526	0.514
90	[000.5302.28] 展示ホール NO2電気室 受電電力量(差分)	kWh	55	0.284	0.333	0.348	0.312	0.287
91	[000.5307.24] 展示ホール NO7SS電気室 受電電力量(差分)	kWh	56	-0.071	0.362	0.312	0.347	0.352
92	[000.5322.30] 展示ホール2期 電気室3 受電電力量(差分)	kWh	57	0.090	0.290	0.247	0.347	0.299
93	[000.5327.10] 展示ホール2期 電気室4 受電電力量(差分)	kWh	58	0.099	0.381	0.249	0.402	0.346
94	国立大ホール VM 受電電力量(差分)	kWh	60	0.064	-0.001	-0.036	-0.020	0.111
95	[000.7904.02] 国立大ホール 受電電力量(差分)	kWh	61	0.033	0.015	-0.015	-0.003	0.134
96	[000.5332.10] 展示ホール2期 電気室5 受電電力量(差分)	kWh	59	-0.062	0.315	0.069	0.068	0.262

「表9-5」の場合、同じ展示ホール中でNO7SSという電気室と、同じ建物の食堂の電灯(KR、KS、KU)と動力(KT)が高い相関係数を持つことから、系統が繋がっていることを確認できる。



表9-5. 異なる場所の系統がつながる場合の事例①

	A	B	C	NQ	NR	NS	NT	NJ
1				[000.5182.1	[000.5182.1	[000.5182.0	[000.5182.0	[000.5182.
2				kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
3				375	376	377	378	379
267	[000.5313.17] 展示ホール 2Fコンコース一般電灯電力量 E-L-M2-1(差分)	kWh	197	-0.253	-0.140	-0.204	-0.281	0.017
268	[000.5313.18] 展示ホール 2Fコンコース一般電灯電力量 E-L-M2-2(差分)	kWh	198	-0.018	-0.156	0.060	-0.220	-0.037
269	[000.5313.20] 展示ホール 2Fコンコース保安電灯電力量 E-L-M2-1(差分)	kWh	200	-0.320	0.141	-0.113	-0.082	0.256
270	[000.5182.16] 展示ホール デイリ電灯電力量(差分)	kWh	209	-0.171	0.259	0.071	0.277	-0.277
271	[000.5313.39] 展示ホール ミルクホール電灯電力量(差分)	kWh	213	0.031	0.385	0.782	0.999	-0.087
272	[000.5518.05] 展示ホール2期 E2-LP-02-A01 イベント電灯(差分)	kWh	221	-0.172	0.258	-0.052	-0.063	0.300
273	[000.5313.35] 展示 ビジネスセンター 一般電灯電力量 E-LP-02-3(差分)	kWh	214	0.015	0.078	0.076	-0.089	1.000
274	[000.5518.07] 展示ホール2期 E2-LP-02-A02 イベント電灯(差分)	kWh	222	-0.098	-0.098	-0.284	-0.240	-0.287
275	[000.5324.21] 展示ホール2期 イベント電灯2電力量(差分)	kWh	216	0.144	-0.078	0.198	-0.042	-0.137

「表9-5」は、展示ホール中のミルクホールの電灯電力量と違う場所の遠隔計測機 TLM 3-5 NO-1(NS)と2(NT)が、異なる場所でも確認が可能で、高い相関係数を持つので系統が繋がっていることを確認できる。

表9-6. 異なる場所の系統がつながる場合の事例②

	A	B	C	MW	MX	MY	MZ
1				[000.4245.1	[000.4245.1	[000.4245.2	[000.4245.
2				kWh	kWh	kWh	kWh
3				347	348	349	350
275	[000.5324.21] 展示ホール2期 イベント電灯2電力量(差分)	kWh	216	-0.096	0.526	0.502	-0.111
276	[000.5324.25] 展示ホール2期 イベント電灯3電力量(差分)	kWh	217	-0.071	0.485	0.461	-0.037
277	[000.5328.21] 展示ホール2期 イベント電灯4電力量(差分)	kWh	218	-0.114	0.450	0.405	-0.114
278	[000.5329.11] 展示ホール2期 イベント電灯6電力量(差分)	kWh	220	-0.037	0.811	0.785	0.011
279	[000.5518.13] 展示ホール2期 E2-LP-02-A05 イベント電灯(差分)	kWh	225	0.655	-0.014	-0.019	0.111
280	[000.5518.15] 展示ホール2期 E2-LP-02-A06 イベント電灯(差分)	kWh	226	-0.108	-0.014	-0.061	0.077
281	[000.5516.01] 展示ホール2期 E2-L-3-2展示場一般電灯(差分)	kWh	227	-0.037	-0.606	0.061	-0.111
282	[000.5516.03] 展示ホール2期 E2-L-3-3展示場一般電灯(差分)	kWh	229	-0.050	0.176	0.179	-0.061

「表9-6」は、会議センターの電力量計であるWHM304 SF-509(MX)とWHM305 EF-512(MY)の関係である。展示ホール2期のイベント動力6の場合、建物や機器の種類やセンサーも一致していないが、展示ホールのイベントで使用するときに展示ホールと繋がっている会議センターの一部の動力を利用する系統になっていることが確認可能である。

表9-7. 使用エネルギーの種類が異なる事例

	A	B	C	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME
1				[000.4243.0]	[000.4243.0]	[000.4243.0]	[000.4243.0]	[000.4243.1]	[000.4243.1]	[000.4243.2]	[000.4243.1]	[000.4243.1]	[000.4243.1]
2				kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
3				321	322	327	328	330	333	335	336	338	339
139	[000.41.03.11] 会議センター 2Fラウンジ 給水量(差分)	m3	99	0.110	0.214	0.302	0.177	0.238	0.306	0.428	0.214	0.225	0.253
140	[000.41.03.25] 会議センター 3Fパントリー(2) 給水量(差分)	m3	100	-0.216	-0.260	-0.275	-0.131	-0.178	-0.207	-0.235	-0.436	-0.286	-0.225
141	[000.41.04.03] 会議センター 4Fパントリー 給水量(差分)	m3	101	-0.086	-0.023	-0.042	-0.028	-0.095	0.068	-0.103	-0.047	-0.057	-0.067
142	[000.42.01.08] 会議センター 6Fレストラン 厨房給水量(差分)	m3	102	0.338	0.308	0.224	0.220	0.221	0.290	0.248	0.212	0.259	0.317
143	[000.41.52.07] 国際協力センター 給水本管量(差分)	m3	103	0.897	0.881	0.787	0.870	0.858	0.913	0.753	0.836	0.885	0.887
144	[000.51.54.06] 展示ホール 給水量(差分)	m3	104	-0.653	-0.666	-0.706	-0.792	-0.787	-0.731	-0.595	-0.771	-0.724	-0.683
145	[000.55.93.06] 展示ホール デイリー給水量(差分)	m3	105	0.453	-0.483	-0.284	-0.461	-0.432	-0.386	-0.465	-0.380	-0.408	-0.406
146	[000.51.18.18] 展示ホール 量水器 フードテラス(差分)	m3	106	-0.337	-0.297	-0.110	-0.253	-0.206	-0.201	-0.131	-0.182	-0.174	-0.155
147	[000.51.18.13] 展示ホール 量水器 A4(差分)	m3	106	-0.030	-0.043	-0.024	0.018	0.014	-0.038	-0.076	-0.011	-0.064	-0.090
148	[000.51.18.18] 展示ホール 量水器 アッティモ(差分)	m3	107	-0.325	-0.305	-0.603	-0.469	-0.528	-0.380	-0.351	-0.413	-0.379	-0.327
149	[000.51.18.18] 展示ホール 量水器 ダンゼロ(差分)	m3	108	-0.213	-0.263	-0.503	-0.444	-0.461	-0.360	-0.201	-0.406	-0.363	-0.308
150	[000.51.18.19] 展示ホール 量水器 ミルカホール(差分)	m3	110	-0.189	-0.185	-0.115	-0.229	-0.198	-0.103	-0.080	-0.111	-0.163	-0.154

「表9-7」は 国際協力センターにある電力盤(LV～ME)と、展示ホールの給水量との相関である。非常に高い負の相関を持つ理由は、場所やエネルギーの種類が異なるためである。

表9-8. 設備機器の稼働時間による事例

	A	B	C	SB	SC	SD	SE
1				国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー	国立大ホー
2				℃	℃	℃	%
3				488	490	491	493
463	国立大ホール ACU-1 給気温度SP	℃	424	0.210	0.176	-0.146	0.246
464	国立大ホール ACU-2 給気温度SP	℃	425	0.335	0.257	0.298	0.019
465	国立大ホール ACU-3 給気温度SP	℃	426	0.153	0.061	-0.014	-0.012
466	国立大ホール ACU-4 給気温度SP	℃	427	-0.028	-0.121	-0.381	-0.082
467	国立大ホール ACU-5 給気温度SP	℃	428	-0.080	0.149	-0.111	0.001
468	国立大ホール ACU-10 給気温度SP	℃	429	-0.406	-0.702	-0.776	0.036
469	国立大ホール ACU-13 給気温度SP	℃	430	0.312	0.456	0.658	0.146
470	国立大ホール ACU-6 湿気温度SP	℃	431	0.552	0.646	0.701	0.242
471	国立大ホール ACU-9 湿気温度SP	℃	434	0.388	0.725	0.608	0.009
472	国立大ホール ACU-7 湿気温度SP	℃	432	0.484	0.597	0.787	-0.068
473	国立大ホール ACU-8 湿気温度SP	℃	433	-0.106	0.084	0.344	-0.077

「表9-8」は、国立大ホールのACU-10の給気温度SPの数値、同じ建物のACU-9還気温度の設定値(SC)及びACU-21の還気温度の設定値(SD)の相関である。高い負の相関を持つ理由は、ACU-10に対し、ACU-9やACU21は、稼働時期が異なるためであると考えられる。

表9-9. 外気・室内温度と電力使用量に対する相関係数の事例

	A	B	C	KE	KF	KG
1				[000.4216.0]	[000.5311.1]	[000.5308.1]
2				kWh	kWh	kWh
3				268	209	272
40	[000.5118.01] 展示ホール 外気温度	℃	1	-0.438	0.694	0.412
41	[000.5597.01] 展示ホール2期 外気温度	℃	2	-0.461	0.625	0.355
42	国立大ホール O&T 外気温度	℃	3	-0.545	0.747	0.514
43	国立大ホール O&H 外気温度	%	4	-0.661	-0.275	-0.323
44	[000.5119.04] 展示ホール A11室温	℃	5	-0.500	0.574	0.531
45	[000.5119.06] 展示ホール A12室温	℃	6	-0.525	0.714	0.470
46	[000.5119.02] 展示ホール AM1室温1	℃	7	-0.635	0.696	0.647
47	[000.5119.01] 展示ホール AM1室温2	℃	8	-0.606	0.661	0.517
48	[000.5119.06] 展示ホール AM2室温1	℃	9	-0.373	0.499	0.364
49	[000.5119.07] 展示ホール AM2室温2	℃	10	-0.549	0.727	0.487
50	[000.5119.11] 展示ホール B11室温	℃	11	-0.385	0.743	0.596
51	[000.5119.12] 展示ホール B12室温	℃	12	-0.201	0.351	0.307
52	[000.5119.17] 展示ホール B13室温	℃	13	-0.263	0.519	0.339
53	[000.5119.09] 展示ホール BM1室温1	℃	15	-0.335	0.618	0.448
54	[000.5119.13] 展示ホール BM2室温1	℃	17	-0.381	0.583	0.456
55	[000.5119.14] 展示ホール BM2室温2	℃	18	-0.359	0.636	0.463
56	[000.5119.16] 展示ホール BM3室温2	℃	20	-0.427	0.637	0.458
57	[000.5119.15] 展示ホール BM3室温1	℃	19	-0.167	0.574	0.265
58	[000.5119.10] 展示ホール BM1室温2	℃	16	-0.334	0.335	0.235
59	[000.5119.18] 展示ホール B14室温	℃	14	-0.089	0.245	0.201
60	[000.5119.08] 展示ホール E202室温	℃	24	-0.298	0.389	0.487

「表9-9」は、3つのクラスター(40～42、44～49、50～57)と展示ホール NO.1SS 展示動力電力量(KF)との相関係数である。外気温度との相関は、比較的に高く、その理由は、展示ホールのAホールとBホールで部屋の使用があったら、系統が繋がっているNO.1SS電気室の電力使用量と関係することが確認できる。

表9-10. 外気温度や電気室内の温度に関する事例

	A	B	C	LQ	LR	LS	LT
1				[000.2103.2]	[000.2110.2]	[000.8301.0]	[000.5182.1]
2				kWh	kWh	kWh	kWh
3				312	313	317	319
40	[000.5118.01] 展示ホール 外気温度	℃	1	0.408	0.895	0.895	-0.134
41	[000.5597.01] 展示ホール2期 外気温度	℃	2	0.284	0.862	0.862	-0.387
42	国立大ホール O&T 外気温度	℃	3	0.396	0.860	0.860	-0.104
43	国立大ホール O&H 外気温度	%	4	0.109	-0.404	-0.404	0.191

「表9-10」は、3カ所で計測した外気温度に対し、外部にある水際線という電気室内部の温度(LR, LS)を、2つのセンサーの相関係数である。外気温度が高くなると、設備機器の利用が多くなり、電力を供給するトランスの利用も多くなるので、電気室の室内温度が上昇し、冷房のために使用する電力量が増加する。

表9-11. 使用目的が異なる場合の事例

	A	B	C	FA	FB	FC	FD	FE
1				[000.4245.2	[000.4103.0	[000.4216.1	[000.4304.3	[000.5311.1
2				kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
3				151	152	147	157	158
61	[000.5119.19] 展示ホール BM4室温1	℃	21	-0.010	-0.101	-0.080	-0.080	-0.101
62	[000.5119.20] 展示ホール BM4室温2	℃	22	0.313	-0.176	-0.087	-0.087	-0.076
63	[000.5119.03] 展示ホール E201室温	℃	23	0.110	-0.167	-0.356	-0.356	0.163
64	国立大ホール ACU-1 室内温度	℃	25	-0.176	-0.588	-0.547	-0.547	0.041
65	国立大ホール ACU-2 室内温度	℃	26	-0.176	-0.583	-0.546	-0.546	0.061
66	国立大ホール ACU-3 室内温度	℃	27	-0.176	-0.566	-0.497	-0.497	-0.011
67	国立大ホール ACU-4 室内温度	℃	28	-0.180	-0.586	-0.555	-0.555	0.071
68	国立大ホール ACU-9 シアタール上部温度	℃	29	-0.301	-0.468	-0.684	-0.684	0.091
69	[000.7222.04] 国立大ホール ホール南1 室内温度	℃	33	-0.128	-0.593	-0.623	-0.623	0.081
70	[000.7222.06] 国立大ホール ホール南2 室内温度	℃	34	-0.147	-0.576	-0.643	-0.643	0.081
71	[000.7222.06] 国立大ホール ホール南3 室内温度	℃	35	-0.146	-0.579	-0.626	-0.626	0.071
72	[000.7222.07] 国立大ホール キャットウォーク 室内温度	℃	36	-0.243	-0.595	-0.663	-0.663	0.051
73	[000.7222.02] 国立大ホール ホール北2 室内温度	℃	38	-0.141	-0.578	-0.638	-0.638	0.071
74	[000.7222.03] 国立大ホール ホール北3 室内温度	℃	39	-0.148	-0.583	-0.616	-0.616	0.071
75	[000.7222.01] 国立大ホール ホール北1 室内温度	℃	37	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
76	国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	30	-0.038	-0.354	-0.578	-0.578	0.011

「表9-11」は、国立大ホールの様々な場所に対し、会議センターの6Fのレストランに設置されている電灯に関する3カ所(FB～FD)の電力使用量である。全クラスターが負の相関を持つ。その理由は、使用目的や系統が異なるからだと考えられる。

表9-12. 室内温度に対する設備機器の運転状況の事例

	A	B	C	RL	RM	RN	RO	RP	RR	RS	RT	RJ	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB
1				[000.5125.0	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール	国立大ホール
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				446	462	461	463	464	465	466	467	468	469	488	489	490	500	501	502
61	[000.5119.19] 展示ホール BM4室温1	℃	21	-0.074	0.067	-0.049	0.087	0.117	0.072	-0.056	-0.041	-0.083	-0.060	-0.160	-0.143	-0.171	-0.164	-0.077	-0.147
62	[000.5119.20] 展示ホール BM4室温2	℃	22	-0.121	0.060	0.113	0.119	0.046	0.030	0.087	0.082	0.037	0.063	-0.083	-0.161	-0.100	-0.076	-0.156	-0.075
63	[000.5119.03] 展示ホール E201室温	℃	23	0.348	-0.130	0.074	0.083	0.064	0.018	0.142	0.194	0.045	0.188	-0.114	-0.114	-0.126	-0.089	-0.259	-0.115
64	国立大ホール ACU-1 室内温度	℃	25	0.290	0.859	0.734	0.921	0.688	0.808	0.764	0.880	0.877	0.846	0.838	0.885	0.838	0.864	0.864	0.881
65	国立大ホール ACU-2 室内温度	℃	26	0.262	0.837	0.814	0.824	0.638	0.823	0.784	0.886	0.882	0.851	0.833	0.878	0.836	0.835	0.852	0.838
66	国立大ホール ACU-3 室内温度	℃	27	0.245	0.800	0.666	0.776	0.607	0.755	0.638	0.735	0.808	0.820	0.867	0.891	0.857	0.852	0.875	0.832
67	国立大ホール ACU-4 室内温度	℃	28	0.453	0.739	0.701	0.774	0.608	0.766	0.676	0.842	0.866	0.873	0.874	0.876	0.870	0.868	0.866	0.866
68	国立大ホール ACU-9 シアタール上部温度	℃	29	0.528	0.575	0.658	0.708	0.561	0.648	0.676	0.842	0.855	0.854	0.800	0.738	0.790	0.791	0.861	0.776
69	[000.7222.04] 国立大ホール ホール南1 室内温度	℃	33	0.326	0.937	0.921	0.875	0.789	0.886	0.937	0.946	0.836	0.834	0.861	0.804	0.869	0.866	0.883	0.837
70	[000.7222.06] 国立大ホール ホール南2 室内温度	℃	34	0.324	0.911	0.950	0.836	0.830	0.897	0.933	0.966	0.920	0.846	0.837	0.863	0.846	0.846	0.846	0.853
71	[000.7222.06] 国立大ホール ホール南3 室内温度	℃	35	0.324	0.916	0.930	0.887	0.795	0.894	0.910	0.955	0.915	0.867	0.856	0.891	0.861	0.863	0.876	0.872
72	[000.7222.07] 国立大ホール キャットウォーク 室内温度	℃	36	0.341	0.843	0.835	0.806	0.808	0.887	0.823	0.942	0.897	0.866	0.855	0.808	0.852	0.846	0.887	0.846
73	[000.7222.02] 国立大ホール ホール北2 室内温度	℃	38	0.312	0.815	0.848	0.801	0.822	0.900	0.931	0.965	0.904	0.848	0.833	0.867	0.846	0.847	0.850	0.860
74	[000.7222.03] 国立大ホール ホール北3 室内温度	℃	39	0.314	0.814	0.841	0.883	0.788	0.887	0.895	0.954	0.893	0.865	0.855	0.806	0.871	0.870	0.893	0.860
75	[000.7222.01] 国立大ホール ホール北1 室内温度	℃	37	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
76	国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	30	0.126	0.665	0.832	0.654	0.682	0.887	0.914	0.969	0.955	0.855	0.859	0.815	0.855	0.858	0.854	0.854
77	国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	31	0.122	-0.155	0.003	-0.067	0.002	-0.067	0.045	-0.060	-0.063	-0.111	-0.108	-0.040	-0.004	-0.105	-0.060	-0.003

「表9-12」は、国立大ホールの室内温度と、同じ国立大ホールに設置されている設備機器の給気(RN～RR)・還気(RS～RU)・DDC自動制御(RV～SA)の設定状況の相関係数である。相関が高くなる理由は、設備機器が比較的に設定温度の通りに運転しているためであると考えられる。

表9-13. 外気温度によるエアコンの運転状況の事例

	A	B	C	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG
1				[0005123.0]	[0005125.2]	[0005127.0]	[0005126.0]	[0005126.3]	[0005128.0]	[0005131.2]	[0005121.0]	[0005122.0]	[0005128.0]
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				471	474	477	475	476	480	484	468	469	47
40	[0005118.01] 展示ホール 外気温度	℃	1	0.261	0.739	0.715	0.625	0.832	0.808	0.816	0.627	0.616	0.35
41	[0005597.01] 展示ホール2期 外気温度	℃	2	0.223	0.663	0.630	0.553	0.732	0.740	0.766	0.564	0.546	0.33
42	国立大ホール OA-T 外気温度	℃	3	0.380	0.796	0.789	0.714	0.880	0.881	0.873	0.716	0.718	0.45
43	国立大ホール OA-H 外気温度	℃	4	0.076	0.423	-0.368	-0.466	-0.457	-0.446	-0.381	-0.490	-0.443	0.12
44	[0005119.04] 展示ホール A1室温	℃	5	0.618	0.618	0.668	0.706	0.559	0.594	0.589	0.743	0.730	0.42
45	[0005119.05] 展示ホール A12室温	℃	6	0.517	0.688	0.678	0.715	0.578	0.549	0.537	0.756	0.611	0.32

「表9-13」は、外気温度に対して展示ホール1期のある部屋に設置されているエアコンのレターン温度設定(QY~RF)あるところに外気が入ってくる影響で相関が高くなると考えられる。

表9-14. 系統や場所が異なる事例

	A	B	C	OO	OP	OQ	OR	OS	OT
1				国立大ホール	[0005121.0]	[0005122.0]	[0005125.2]	[0005127.0]	[0005122.0]
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				402	403	404	410	413	406
61	[0005119.19] 展示ホール BM4室温1	℃	21	-0.001	0.171	0.171	0.171	0.171	0.223
62	[0005119.20] 展示ホール BM4室温2	℃	22	0.089	0.155	0.155	0.155	0.155	0.328
63	[0005119.03] 展示ホール E201室温	℃	23	0.287	0.135	0.135	0.135	0.135	0.461
64	国立大ホール ACU-1 室内温度	℃	25	0.029	-0.649	-0.649	-0.649	-0.649	-0.183
65	国立大ホール ACU-2 室内温度	℃	26	-0.005	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.177
66	国立大ホール ACU-3 室内温度	℃	27	0.006	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.223
67	国立大ホール ACU-4 室内温度	℃	28	0.047	-0.663	-0.663	-0.663	-0.663	-0.133
68	国立大ホール ACU-9 シェアード上部温度	℃	29	0.312	-0.421	-0.422	-0.422	-0.422	0.096
69	[0007222.04] 国立大ホール ホール南1 室内温度	℃	33	0.063	-0.620	-0.620	-0.620	-0.620	-0.003
70	[0007222.06] 国立大ホール ホール南2 室内温度	℃	34	0.079	-0.587	-0.588	-0.588	-0.588	-0.051
71	[0007222.06] 国立大ホール ホール南3 室内温度	℃	35	0.071	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601	-0.048
72	[0007222.07] 国立大ホール キャットウォーク 室内温度	℃	36	0.158	-0.535	-0.535	-0.535	-0.535	-0.027
73	[0007222.02] 国立大ホール ホール北2 室内温度	℃	38	0.078	-0.585	-0.585	-0.585	-0.585	-0.050
74	[0007222.03] 国立大ホール ホール北3 室内温度	℃	39	0.062	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.077
75	[0007222.01] 国立大ホール ホール北1 室内温度	℃	37	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
76	国立大ホール ACU-11 室内温度	℃	30	0.108	-0.620	-0.620	-0.620	-0.620	0.000

「表9-14」は、国立大ホールの様々な場所における展示ホールの4か所(OP~OS)の系統とつながるエアコンの設定値である。クラスター全体がほぼ似た負の相関を持つ。その理由は、系統と場所が完全に異なるからだと考えられる。



表9-15. 相関係数の分析が不可能である事例

	A	B	C	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM
1				°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2				516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530
3				°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
246	[0005180.26] 展示ホール E-L-3-5 保安電灯(差分)	kWh	179	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
247	[0005180.27] 展示ホール E-L-3-6 保安電灯(差分)	kWh	181	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
248	[0005313.08] 展示ホール 保安電灯電力重 E-L-3-2(差分)	kWh	192	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
249	[0005313.08] 展示ホール 保安電灯電力重 E-L-3-3(差分)	kWh	193	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
250	[0005313.33] 展示ホール 保安電灯電力重 E-L-3-5(差分)	kWh	195	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
251	[0005313.24] 展示ホール 保安電灯電力重 E-L-3-6(差分)	kWh	196	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
252	[0005313.13] 展示ホール 一般動力電力重 E-P-3-10(差分)	kWh	279	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
253	[0005313.02] 展示ホール 一般動力電力重 E-P-3-4(差分)	kWh	280	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
254	[0005313.03] 展示ホール 一般動力電力重 E-P-3-6(差分)	kWh	281	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
255	[0005313.11] 展示ホール 一般動力電力重 E-P-3-9(差分)	kWh	283	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
256	[0005181.06] 展示ホール E-P-3-10 展示場空調機(差分)	kWh	355	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
257	[0005181.02] 展示ホール E-P-3-4 展示場空調機(差分)	kWh	356	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
258	[0005181.03] 展示ホール E-P-3-6 展示場空調機(差分)	kWh	357	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
259	[0005181.05] 展示ホール E-P-3-8 展示場空調機(差分)	kWh	361	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
260	[0005180.01] 展示ホール E-L-M2-1 一般電灯(差分)	kWh	182	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
261	[0005180.61] 展示ホール E-L-M2-1 保安電灯(差分)	kWh	183	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
262	[0005180.02] 展示ホール E-L-M2-2 一般電灯(差分)	kWh	184	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
263	[0005180.17] 展示ホール E-L-M2-2 保安電灯(差分)	kWh	185	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
264	[0005180.19] 展示ホール E-L-M2-3 保安電灯(差分)	kWh	187	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
265	[0005313.21] 展示ホール 2Fコンコース 保安電灯電力重 E-L-M2-3 kWh	kWh	201	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
266	[0005313.22] 展示ホール 2Fコンコース 保安電灯電力重 E-L-M2-3 kWh	kWh	202	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
267	[0005313.17] 展示ホール 2Fコンコース 一般電灯電力重 E-L-M2-1 kWh	kWh	197	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
268	[0005313.18] 展示ホール 2Fコンコース 一般電灯電力重 E-L-M2-2 kWh	kWh	198	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

「表9-15」は、展示ホール1期の温水二次ポンプの設定値(SZ~TL)が、各系は存在しても測定期間中で一定値のため、相関係数の分析が不可能であることを示したものである。

表9-16. 用度別の運営期間に関する事例

	A	B	C	OO	OP	OQ	OR	OS	C
1				国立大ホー	[0005121.0	[0005122.0	[0005125.2	[0005127.0	[0005128.0
2				°C	°C	°C	°C	°C	°C
3				402	403	404	410	413	
367	[0008301.06] 水降線 水降線ND1電気室 動力(300kVA)電力重(差分) kWh	317	0.241	-0.106	-0.106	-0.106	-0.106	-0.106	-
368	[0005182.12] 展示ホール TLM 3-10 ND-3 アッティモ厨房動力(差分) kWh	319	-0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	-
369	[0008303.07] 旅客ターミナル テナント動力電力重(差分) kWh	320	0.218	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-
370	[0004243.01] 国際協力センター O-I-5-1 電力重(差分) kWh	321	-0.044	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-
371	[0004243.02] 国際協力センター O-I-5-2 電力重(差分) kWh	322	-0.115	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-
372	[0004243.07] 国際協力センター O-I-5-7 電力重(差分) kWh	327	-0.092	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	-
373	[0004243.08] 国際協力センター O-I-5-8 電力重(差分) kWh	328	-0.126	-0.078	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-
374	[0004243.10] 国際協力センター O-I-5-10 電力重(差分) kWh	330	-0.153	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098	-
375	[0004243.12] 国際協力センター O-I-6-1 電力重(差分) kWh	333	-0.063	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-
376	[0004243.22] 国際協力センター O-L-6-2 一般電力重(差分) kWh	335	-0.209	-0.197	-0.197	-0.197	-0.197	-0.197	-
377	[0004243.13] 国際協力センター O-I-6-2 電力重(差分) kWh	336	-0.148	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-
378	[0004243.14] 国際協力センター O-I-6-3 電力重(差分) kWh	338	-0.109	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-
379	[0004243.15] 国際協力センター O-I-6-4 電力重(差分) kWh	339	-0.102	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-
380	[0004243.21] 国際協力センター O-L-6-2 保安電力重(差分) kWh	337	-0.261	-0.140	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-
381	[0004243.16] 国際協力センター O-L-6-1 保安電力重(差分) kWh	334	-0.356	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	-
382	[0004243.18] 国際協力センター O-I-6-5 電力重(差分) kWh	351	-0.155	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-

「表9-16」は、展示ホールにある部屋に設置されているエアコン4台(OP~OS)と国立大ホールの詳細な場所の電力使用量との相関である。この施設の運用計画では、特別なイベントが無い場合は、2つのホールを同時に運用する場合は少ない。そのため、運営時期が異なる展示ホールの設備機器の設定と国立大ホールの設備機器の設定の場合、相関がほぼなしである0に近い負の相関が確認できる。

表9-17. 系統がつながる場合の事例

	A	B	C	QX	GY	GZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG
1				[0005123.0]	[0005125.2]	[0005127.0]	[0005126.0]	[0005126.2]	[0005129.0]	[0005131.2]	[0005121.0]	[0005122.0]	[0005128.0]
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				471	474	477	475	476	480	484	468	469	47
408	[0005182.07] 展示ホール TLM 3-8 ND-1 (差分)	kWh	383	-0.072	-0.228	-0.193	-0.258	-0.165	-0.169	-0.223	-0.125	-0.094	-0.16
410	[0005182.08] 展示ホール TLM 3-8 ND-2 (差分)	kWh	384	0.070	-0.084	-0.043	-0.077	-0.004	0.000	0.006	0.016	0.096	-0.04
411	[0005182.09] 展示ホール TLM 3-8 ND-3 (差分)	kWh	385	0.032	0.014	0.042	-0.020	0.087	0.089	0.013	0.081	0.131	-0.02
412	[0005517.01] 展示ホール2期 E2-F-3-3 3F 厨房1空調機 (差分)	kWh	370	-0.021	-0.153	-0.148	-0.049	-0.031	-0.069	-0.135	-0.212	-0.135	-0.02
413	[0005517.02] 展示ホール2期 E2-F-3-3 3F 厨房2空調機 (差分)	kWh	371	-0.246	-0.359	-0.365	-0.310	-0.273	-0.348	-0.348	-0.283	-0.261	-0.26
414	[0008303.08] 旅客ターミナル A-P-1-1 電力室 (差分)	kWh	372	0.306	0.710	0.689	0.629	0.751	0.779	0.776	0.651	0.622	0.58
415	[0008303.08] 旅客ターミナル A-P-1-2 電力室 (差分)	kWh	373	-0.257	-0.218	-0.235	-0.117	-0.182	-0.207	-0.300	-0.102	-0.116	-0.23
416	[0004201.17] 会議センター NTT 電力室 (差分)	kWh	374	0.030	0.665	0.043	0.041	0.136	0.143	0.147	0.028	0.011	-0.01
417	[0005182.18] 展示ホール NTT システム 電力室 (差分)	kWh	375	-0.020	0.004	0.061	0.008	0.088	0.082	0.126	0.039	0.032	0.00
418	[0005182.11] 展示ホール TLM 3-10 ND-2 アッティモ厨房 (差分)	kWh	376	0.148	0.192	0.219	0.179	0.250	0.236	0.168	0.237	0.239	0.00
419	[0005182.01] 展示ホール TLM 3-5 ND-1 (差分)	kWh	377	-0.175	0.162	0.151	0.188	0.107	0.063	0.037	0.158	0.133	-0.25

「表9-17」は、旅客ターミナルにある電気室のA-P-1-1という電力使用量と展示ホールにある場所(QY~RF)の電力使用量との相関である。正の相関が高くなる理由は、場所が異なっても電力使用の系統が繋がっているためであると考えられる。

表9-18. イベントの影響による相関関係の事例

	A	B	C	KD	KE	KF	KG	KH
1				[0004304.2]	[0004216.0]	[0005311.1]	[0005308.1]	[0005311.1]
2				kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
3				267	268	263	272	2
40	[0005118.01] 展示ホール 外気温度	℃	1	-0.435	-0.435	0.694	0.412	0.1
41	[0005597.01] 展示ホール2期 外気温度	℃	2	-0.451	-0.451	0.625	0.355	0.1
42	国立大ホール OA-T 外気温度	℃	3	-0.545	-0.545	0.747	0.514	0.1
43	国立大ホール OA-H 外気温度	℃	4	0.661	0.661	-0.275	-0.313	-0.1
44	[0005119.04] 展示ホール A11 室温	℃	5	-0.500	-0.500	0.574	0.531	0.2
45	[0005119.06] 展示ホール A12 室温	℃	6	-0.525	-0.525	0.714	0.470	0.2
46	[0005119.02] 展示ホール AM1 室温1	℃	7	-0.635	-0.635	0.696	0.647	0.3
47	[0005119.01] 展示ホール AM1 室温2	℃	8	-0.605	-0.605	0.661	0.517	0.3
48	[0005119.06] 展示ホール AM2 室温1	℃	9	-0.373	-0.373	0.499	0.364	0.1
49	[0005119.07] 展示ホール AM2 室温2	℃	10	-0.549	-0.549	0.727	0.483	0.3
50	[0005119.11] 展示ホール B11 室温	℃	11	-0.385	-0.385	0.743	0.596	0.2
51	[0005119.12] 展示ホール B12 室温	℃	12	-0.201	-0.201	0.351	0.307	0.1
52	[0005119.17] 展示ホール B13 室温	℃	13	-0.263	-0.263	0.519	0.339	0.1
53	[0005119.09] 展示ホール BM1 室温1	℃	15	-0.335	-0.335	0.618	0.488	0.1
54	[0005119.13] 展示ホール BM2 室温1	℃	17	-0.381	-0.381	0.583	0.456	0.1
55	[0005119.14] 展示ホール BM2 室温2	℃	18	-0.359	-0.359	0.636	0.463	0.1
56	[0005119.16] 展示ホール BM3 室温2	℃	20	-0.427	-0.427	0.637	0.458	0.1
57	[0005119.15] 展示ホール BM3 室温1	℃	19	-0.167	-0.167	0.574	0.265	0.0
79	[0006102.20] 展示地下駐車場 TH-601 B1F 駐車場温度	℃	40	-0.614	-0.614	0.736	0.596	0.2
80	[0006105.20] 展示地下駐車場 TH-602 B2F 駐車場温度	℃	41	-0.449	-0.449	0.571	0.543	0.2
81	[0003102.27] ローター地下駐車場 TH-501 駐車場温度	℃	42	-0.565	-0.565	0.898	0.684	0.2
82	国立大ホール ACU-1 室内湿度	%	43	-0.647	-0.647	0.072	0.522	0.4
83	国立大ホール ACU-2 室内湿度	%	44	-0.628	-0.628	0.061	0.441	0.3

「表9-18」は、展示ホール NO.1SS 展示動力電力量(KF)における外気温度、展示ホール1期の各部屋及び地下駐車場の相関関係である。

3つの要素が繋がっていることが推定される。展示ホール1期でイベントがある場合は、外気温度が高くなると、イベントを開く場所は冷やす必要があるため、使用電力量が増加する。また、駐車場にパーキングする車が増加すれば、換気量が増加するので電力量が高くなる。

表9-19. 設定数値と維持関係の事例

	A	B	C	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH
1				[0005123.0]	[0005125.0]	[0005127.0]	[0005126.0]	[0005126.2]	[0005129.0]	[0005131.2]	[0005121.0]	[0005122.0]	[0005128.2]	[0005128.5]
2				℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
3				471	474	472	475	476	480	484	468	469	479	
40	[0005118.0] 展示ホール 外気温度	℃	1	0.261	0.739	0.715	0.625	0.832	0.809	0.816	0.627	0.616	0.359	(
41	[0005597.0] 展示ホール2期 外気温度	℃	2	0.223	0.563	0.630	0.553	0.732	0.740	0.766	0.564	0.546	0.333	(
42	国立大ホール OA-H 外気温度	℃	3	0.380	0.796	0.789	0.714	0.880	0.881	0.873	0.716	0.718	0.453	(
43	国立大ホール OA-H 外気温度	%	4	0.076	-0.423	-0.368	-0.466	-0.457	-0.446	-0.381	-0.490	-0.446	0.120	-)
44	[0005119.04] 展示ホール AI1 室温	℃	5	0.618	0.618	0.668	0.706	0.559	0.594	0.589	0.743	0.730	0.403	(
45	[0005119.05] 展示ホール AI2 室温	℃	6	0.517	0.688	0.678	0.715	0.578	0.649	0.537	0.756	0.611	0.323	(
46	[0005119.02] 展示ホール AM1 室温1	℃	7	0.684	0.702	0.716	0.788	0.602	0.691	0.616	0.832	0.725	0.419	(
47	[0005119.01] 展示ホール AM1 室温2	℃	8	0.599	0.675	0.701	0.738	0.570	0.619	0.536	0.700	0.588	0.411	(
48	[0005119.06] 展示ホール AM2 室温1	℃	9	0.449	0.558	0.521	0.638	0.438	0.471	0.311	0.653	0.536	0.180	(
49	[0005119.07] 展示ホール AM2 室温2	℃	10	0.517	0.741	0.719	0.773	0.679	0.727	0.616	0.780	0.648	0.346	(
50	[0005119.11] 展示ホール BI1 室温	℃	11	0.872	0.613	0.634	0.604	0.455	0.649	0.549	0.705	0.593	0.630	(
51	[0005119.12] 展示ホール BI2 室温	℃	12	0.529	0.213	0.204	0.241	-0.006	0.214	0.072	0.389	0.234	0.305	(
52	[0005119.17] 展示ホール BI3 室温	℃	13	0.016	0.414	0.392	0.435	0.166	0.355	0.216	0.552	0.396	0.350	(
53	[0005119.09] 展示ホール BM1 室温1	℃	15	0.706	0.478	0.498	0.498	0.347	0.529	0.372	0.561	0.436	0.498	(
54	[0005119.13] 展示ホール BM2 室温1	℃	17	0.583	0.483	0.476	0.503	0.295	0.458	0.294	0.596	0.432	0.359	(
55	[0005119.14] 展示ホール BM2 室温2	℃	18	0.656	0.532	0.530	0.538	0.337	0.495	0.335	0.626	0.470	0.437	(
56	[0005119.16] 展示ホール BM2 室温2	℃	20	0.619	0.546	0.537	0.566	0.353	0.520	0.378	0.657	0.517	0.401	(
57	[0005119.15] 展示ホール BM2 室温1	℃	19	0.710	0.450	0.467	0.462	0.293	0.404	0.253	0.510	0.387	0.577	(
82	国立大ホール ACU-H 室内温度	%	43	0.061	0.184	0.231	0.306	0.308	0.309	0.433	0.263	0.334	0.058	-)
83	国立大ホール ACU-L2 室内温度	%	44	0.039	0.185	0.233	0.298	0.301	0.294	0.412	0.223	0.304	0.103	-)

「表9-19」は、展示ホール1期の各部屋中のエアコンのレターンに関する設定温度(QY～RF)を示したもので、展示ホール1期のAホールの部屋は設定通り、良く維持されているが、Bホールの部屋の場合は殆ど維持されていない。

表9-20. 系統が繋がる場合の事例

	A	B	C	SN	SO	SP
1				[0005114.0]	[0005113.0]	国立大ホ
2				℃	℃	℃
3				508	507	46
291	[0005615.06] 展示ホール2期 E2-L-03-9 展示保安電灯(差分)	kWh	236	0.110	0.639	0.19
292	[0005615.07] 展示ホール2期 E2-L-03-11 展示保安電灯(差分)	kWh	238	0.056	0.605	0.17
293	[0005322.33] 展示ホール2期 E2-P-03-1 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	364	0.004	0.490	0.19
294	[0005327.13] 展示ホール2期 E2-P-03-4 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	367	0.011	0.487	0.18
295	[0005322.35] 展示ホール2期 E2-P-03-3 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	366	0.029	0.714	0.23
296	[0005327.14] 展示ホール2期 E2-P-03-5 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	368	0.029	0.720	0.24
297	[0005327.15] 展示ホール2期 E2-P-03-6 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	369	0.085	0.700	0.23
298	[0005322.34] 展示ホール2期 E2-P-03-2 展示ホール空調電力量(差分)	kWh	365	0.030	0.715	0.23
299	[0005518.01] 展示ホール2期 E2-LP-2-1 厨房電灯(差分)	kWh	239	-0.202	-0.411	-0.16
300	[0005518.03] 展示ホール2期 E2-LP-2-2 厨房電灯(差分)	kWh	240	-0.225	-0.110	-0.18
301	[0005617.03] 展示ホール2期 E2-LP-2-3 2Fパントリー電灯(差分)	kWh	241	0.168	-0.418	-0.14

「表9-20」は、展示ホール1期のFCU冷温水還温度(SO)にと展示ホール2期の空調機の電力使用量との関係を示している。相関係数が高くなっていることは、展示ホール1期にある部屋のファンコイルユニットと展示ホール2期にある部屋の空調機との系統が繋がっていることが確認できる。



## 9. 2 参考文献

- 資源エネルギー庁 (2013) 「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」
- (財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」
- 国民生活審議会の活動 「資源・エネルギー消費増大及び排出物増大の背景」
- 消費者庁 (2013) 国民生活審議会
- 馬郡文平 (2012) エネルギー削減支援 : モニタリングとAI制御によるエネルギー削減マネジメント 電子情報通信学会誌 2012
- 塚本祥太、矢吹信喜、福田知弘 (2011) 建物の省エネルギー化のためのコンテキストを用いたデータマイニング手法の検討 日本建築学会近畿支部研究報告集. 構造系 2011
- 原英嗣、白根和明、臼井清治 (2010) BEMSデータを用いた事務所ビルのテナント部分における熱負荷の推定方法 学術講演梗概集. D-2 2010
- 馬郡文平、野城智也 (2005) 建物データ・リアルタイムモニタリング・システムの開発 日本建築学会技術報告集 第21号
- 孫ミンギョ、野城智也、馬郡文平 (2009) エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究 2009年度日本建築学会関東支部研究報告集Ⅱ 2010. 3, IS SN 1346-4361
- 馬郡文平 (2012) 既存建物における省エネルギー・CO2削減のためのリアルタイムモニタリング及び最適化制御に関する開発研究 東京大学2012年度博士論文
- 馬郡文平、野城智也、迫博司 (2012) AIネットワークシステムを活用した最適化コントロールに関する研究 日本建築学会・情報システム技術委員会 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2012
- 孫ミンギョ (2009) エネルギーモニタリングデータを活用した公共建築物の省エネルギー方法に関する研究 東京大学2009年度修士論文
- 孫ミンギョ、野城智也、迫博司 (2011) 建築物の省エネルギー化に向けた情報収集方法及び理論化に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 2011. 8, ISSN 1883-9363
- 孫ミンギョ、馬郡文平、野城智也 (2014) 大規模コンベンションセンターにおけるマルチステークホルダーが必要とする施設情報の分類に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 2014. 9, ISSN 1883-9363
- 飯田智彦 (2008) モニタリングデータを活用したファシリティマネジメントのあり方に関する研究 東京大学2008年度修士論文
- 野城智也 (2005) 自動認識情報敷設による建築ライフサイクル価値向上のための枠組に関する基礎的考察 日本建築学会計画系論文集

馬郡文平 (2005) 建物データ・リアルタイムモニタリング・システムの開発 日本建築学会技術報告集

石村貞夫、石村光資郎 (2012) 統計学の基礎のキ 分散と相関係数編 東京図書

石井俊全 (2014) まずはこの一冊から 意味がわかる統計学 ベレ出版

