



# 施設毎の需要特性を反映した 省エネ計画に向けた 筑波大学の電力消費パターン分析

---

グループ演習 6班

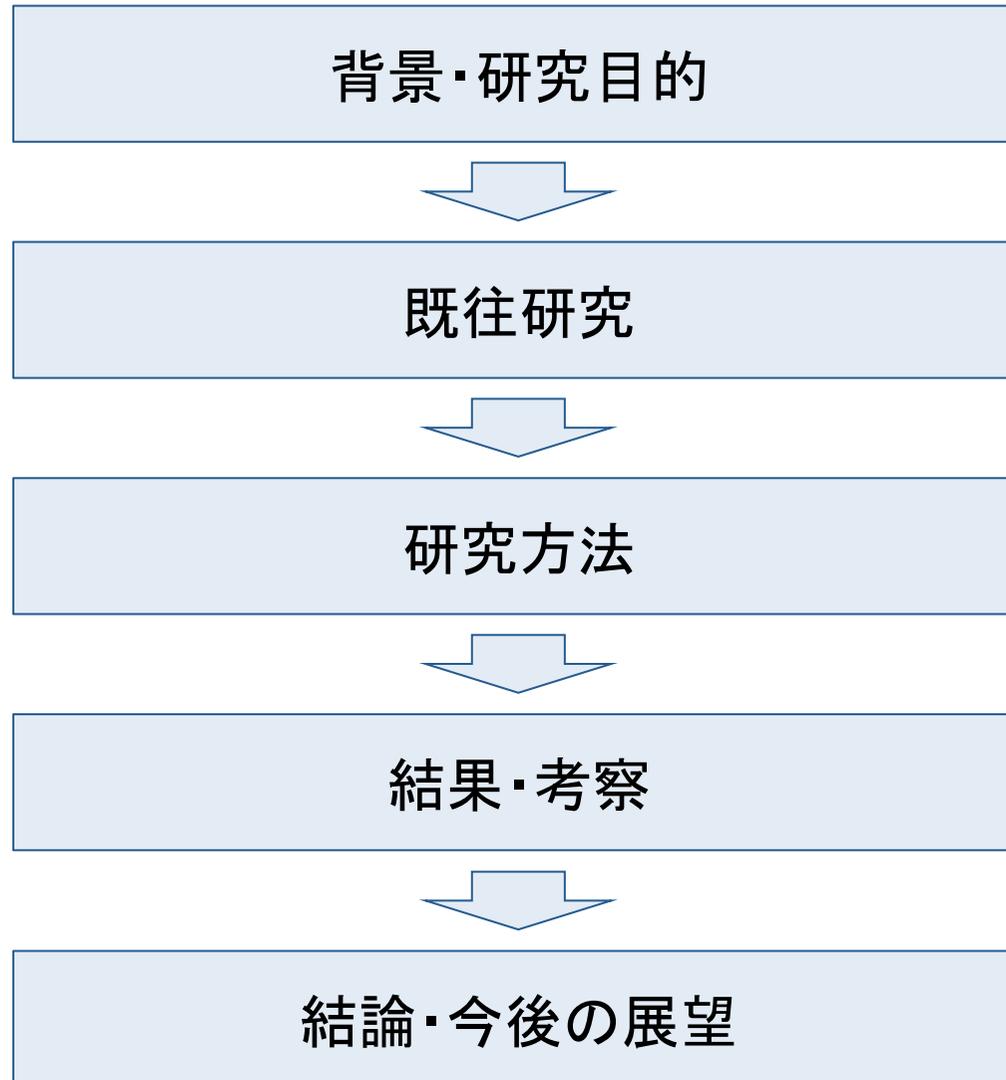
北村拓也、河野健一、鈴木雄太、陳康

アドバイザー教員：鈴木研悟



# 発表の流れ

---

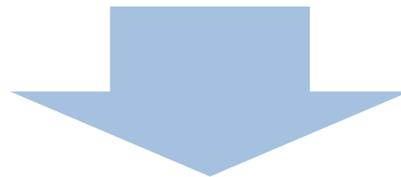


# 背景

- 
- ✓ 電力消費を抑えることは地球温暖化問題対策
  - ✓ 大学運用のコスト削減において利点  
(大学等における省エネルギー対策の手引き,文部科学省より)

しかしながら・・・

- ✓ 大学のエネルギー使用は研究の高度化などによって減少しにくい傾向



本学でもより一層省エネ対策に励む必要

# 筑波大学の取り組み

## 学生や教員への省エネ啓発と設備の更新

- ✓ 電力消費状況の可視化
  - 電力情報システム(TEMS)
- ✓ 夏期節電計画
  - クールビズ等
- ✓ 環境に配慮した施設整備
  - 古い空調設備の更新

大学全体で対策・・・  
施設ごとに見る必要があるのでは

施設部へのヒアリングによる調査  
-各施設での電力消費があまりよくわかっていない

各施設の電力需要の調査が必要

# 筑波大学の取り組み

## 学生や教員への省エネ啓発と設備の更新

- ✓ 電力消費状況の可視化
  - 電力情報システム(TEMS)
- ✓ 夏期節電計画
  - クールビズ等
- ✓ 環境に配慮した施設整備
  - 古い空調設備の更新

大学全体で対策・・・  
施設ごとに見る必要があるのでは

施設部へのヒアリングによる調査  
-各施設での電力消費があまりよくわかっていない

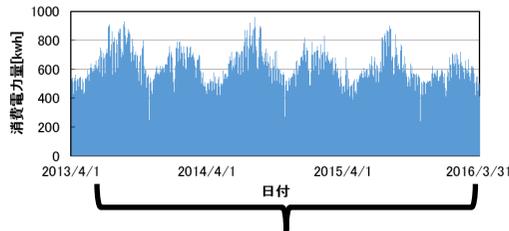
各施設の電力需要の調査が必要

# 研究目的

## <研究の目的>

現行の省エネ・節電計画をより推進していくために、施設毎の電力消費パターンを分析し、施設ごとの電力需要特性を明らかにする

施設ごとの電力需要特性を反映させた計画の基礎資料



各施設の  
消費電力の  
時系列データ  
(3年分)



分析

### ① 電力消費の傾向

平均値の集計

### ② 電力需要の周期性

周波数解析, クラスタリングによる分類

### ③ 電力需要への外気温の影響

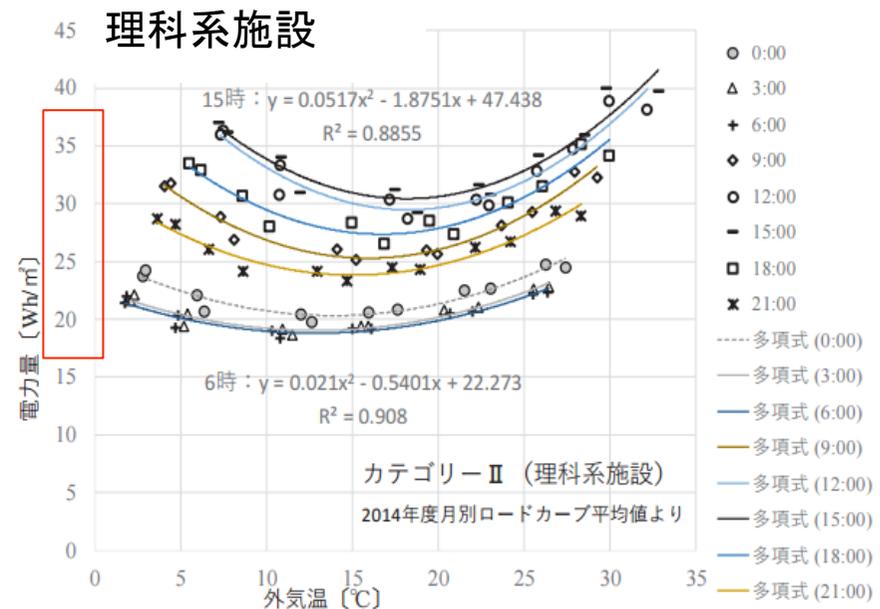
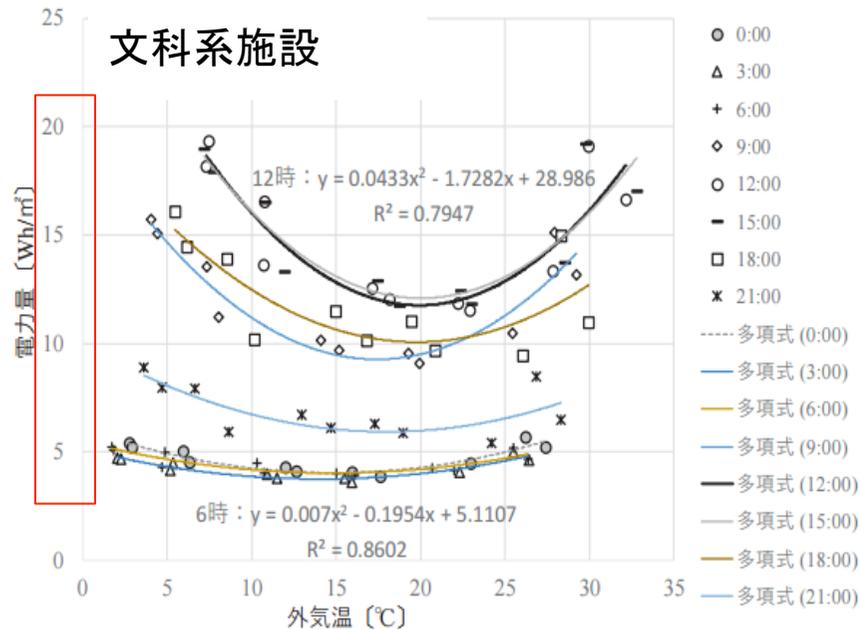
消費電力と外気温の回帰分析

# 既往研究

吉田, 下田(2016): 大学キャンパスにおける夏期電力ピーク  
デマンドの予測手法に関する研究

気温と電力需要の関係を文科系施設、理科系施設に分けて分析

- ・文科系施設と理科系施設の電力需要の違いを指摘
- ・気温と電力消費に強い相関



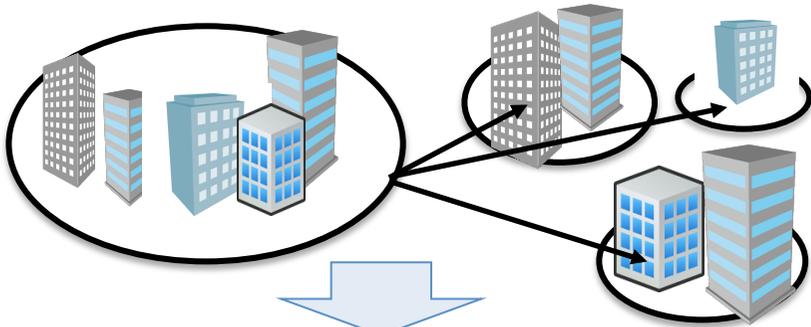
施設の種類による電力需要の分類は有効

# 研究方法

## 電力需要の周期性

昼/夜, 平日/休日, 季節,  
時間スケール  
施設利用に傾向がある  
⇒ **消費電力に周期性**

周波数ごとのスペクトルを  
クラスタリングし, グループ化



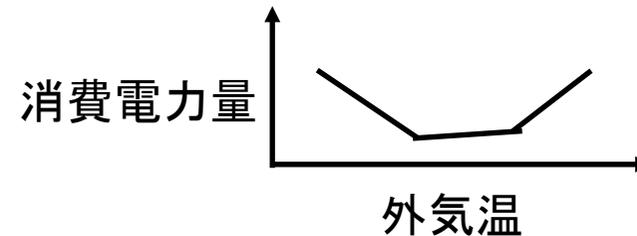
グループごとに,  
電力需要の特性を考察

## 電力需要への外気温の影響

空調等, 熱機器の利用

⇒ **消費電力量と外気温  
に相関関係**

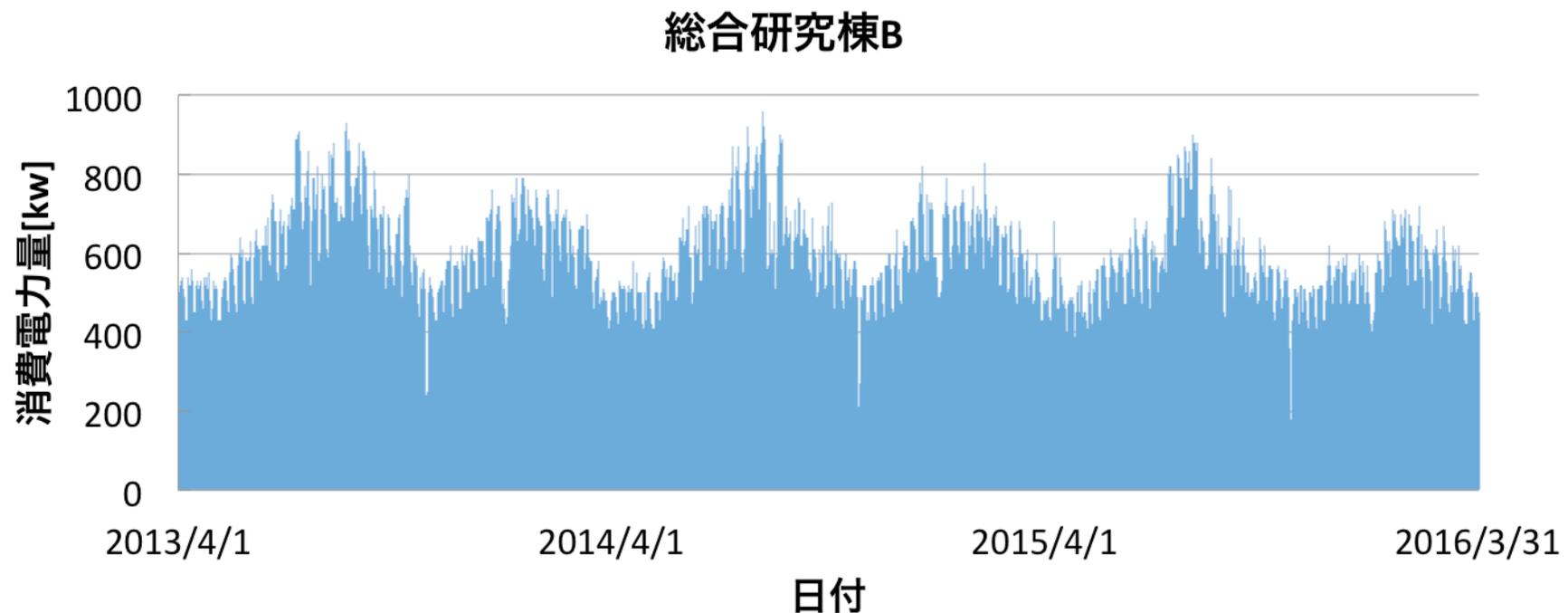
消費電力量と外気温の  
回帰分析をもとに特徴づけ



特徴ごとに,  
電力需要の特性を考察

# TEMS(筑波大学電力情報システム)のデータ

- ✓ 各施設ごとの1時間単位の消費電力のデータ
- ✓ 施設の数: 62ヶ所
- ✓ 期間: 2013/4/1 ~ 2016/3/31 の3年分 (震災後)



# 施設別消費電力量の集計 - 方法

## ✓ 目的

施設毎の電力消費パターンを  
詳細に把握すること

## ✓ 対象

1年 (2015/4/1～2016/3/31)

## ✓ 時間スケール分け

季節 / 平休日 / 時間帯

## ✓ 集計

施設それぞれについて、  
時間スケールごとの  
平均消費電力を算出

|                         |     |             | 施設     |     |
|-------------------------|-----|-------------|--------|-----|
| 季節                      | 平休日 | 時間帯         | 総合研究棟B | ... |
| 春秋<br>(3～5月,<br>9月～11月) | 平日  | 深夜 (1時～9時)  | 391    | ... |
|                         |     | 日中 (9時～17時) | 493    | ... |
|                         |     | 夜 (17時～25時) | 470    | ... |
|                         | 休日  | 深夜          | 382    | ... |
|                         |     | 日中          | 403    | ... |
|                         |     | 夜           | 414    | ... |
| 夏<br>(6～8月)             | 平日  | 深夜          | 432    | ... |
|                         |     | 日中          | 616    | ... |
|                         |     | 夜           | 559    | ... |
|                         | 休日  | 深夜          | 426    | ... |
|                         |     | 日中          | 499    | ... |
|                         |     | 夜           | 493    | ... |
| 冬<br>(12月～2月)           | 平日  | 深夜          | 448    | ... |
|                         |     | 日中          | 551    | ... |
|                         |     | 夜           | 521    | ... |
|                         | 休日  | 深夜          | 434    | ... |
|                         |     | 日中          | 443    | ... |
|                         |     | 夜           | 469    | ... |

# 施設別消費電力量の集計 - 結果

## ✓ 考察

### ① 人の出入りがある

深夜が小さい

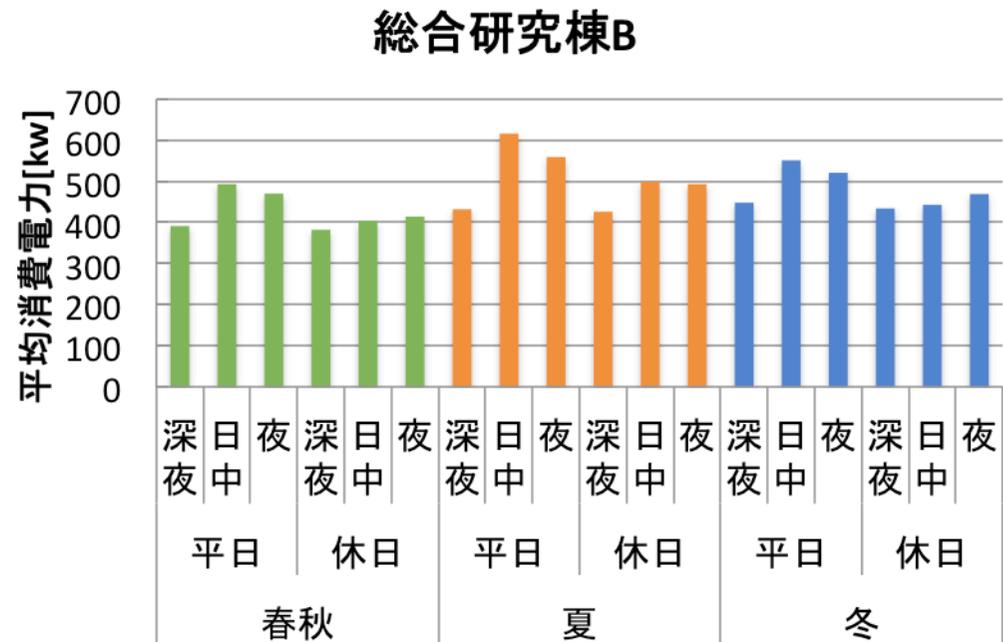
休日より平日が大きい

### ② 講義が少ない

日中と夜が同程度

### ③ 冷暖房設備を使用する

春秋より夏冬が大きい

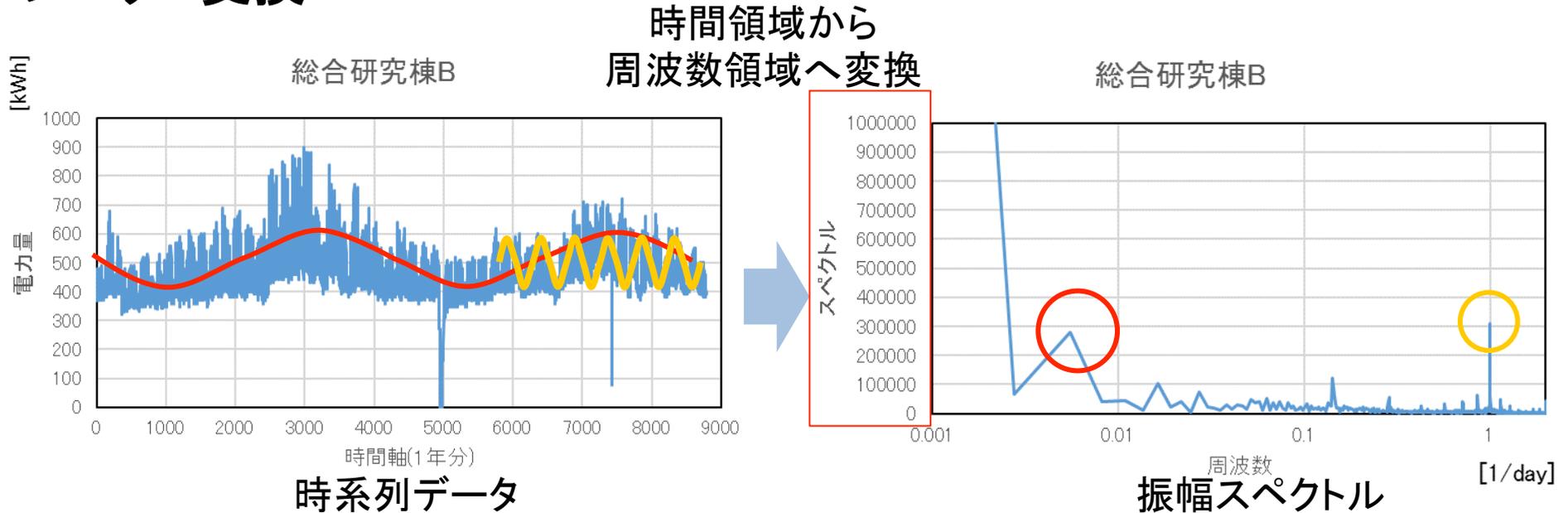


メリット : 施設ごとに電力消費パターンを詳細に把握できる

デメリット : 特徴抽出が簡単ではない  
恣意的に選んだ時間スケールでしか把握できない

# 周波数解析による電力需要の特性

## フーリエ変換



本研究では・・・

振幅スペクトルの2乗  
(パワースペクトル)

$$X(f) = F_N(f) * F_N^*(f)$$

周波数間で  
相対化  
[0-1]で表す

施設間で,  
周波数特性を比較・分類可能

$$X_r(f) = \frac{X(f)}{\sum_{k=0}^{N-1} X(k)}$$

**相対スペクトル**と呼ぶ

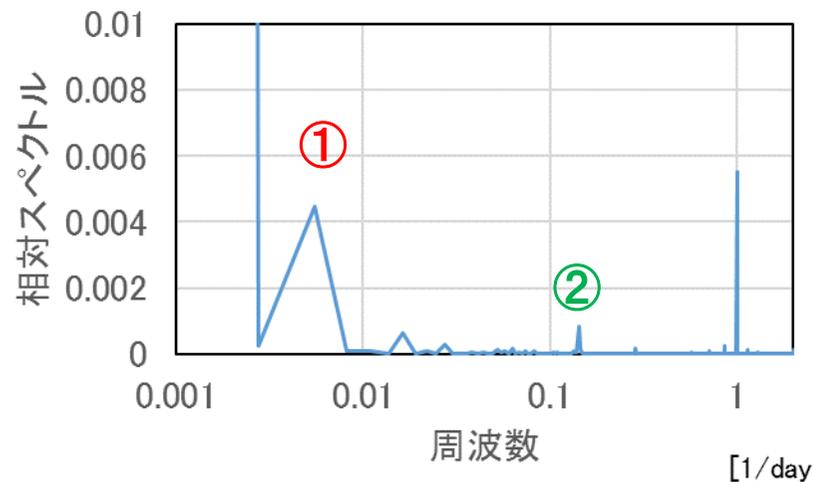


# 電力需要の周期性

## 総合研究棟Bの例

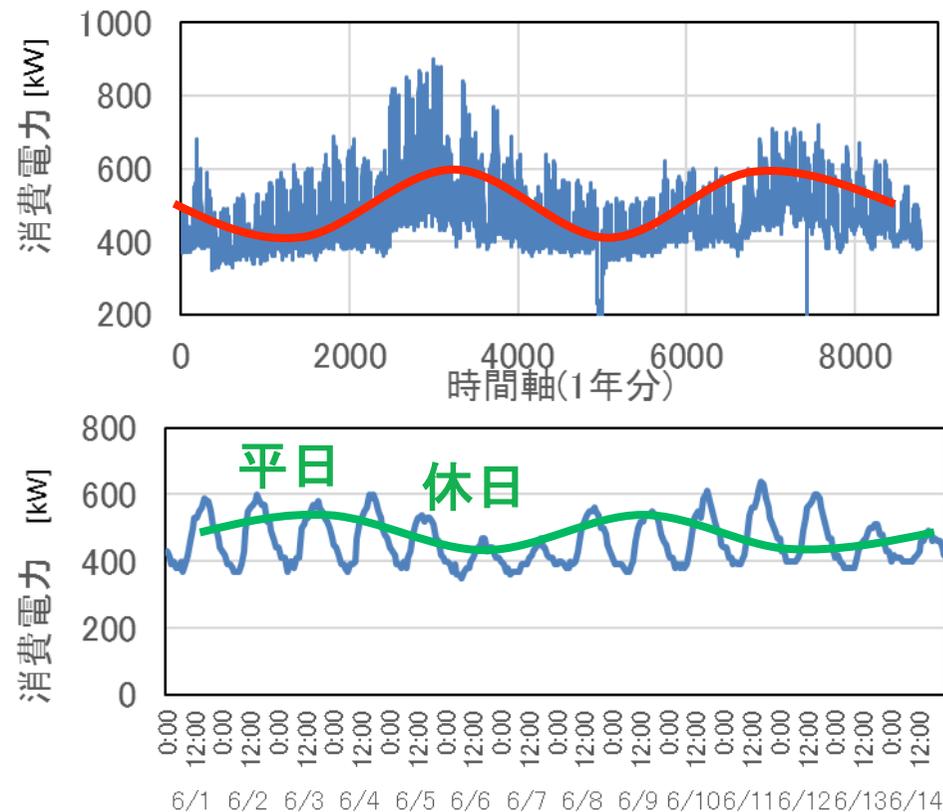
対象データ:

総合研究棟Bの2015/4/1～2016/3/31の1時間毎の消費電力(kW)



消費電力に変動がある時間スケール

- ①半年周期の変動: 春と夏, 秋と冬
- ②1週間の変動: 平日と休日

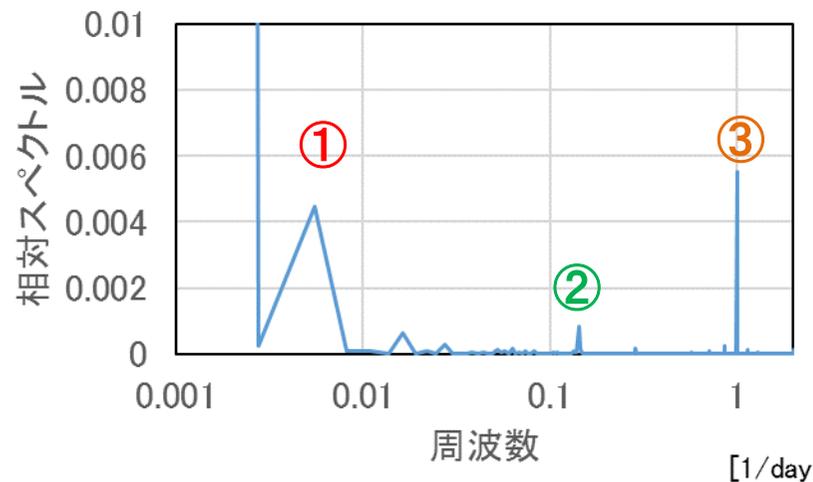


# 電力需要の周期性

## 総合研究棟Bの例

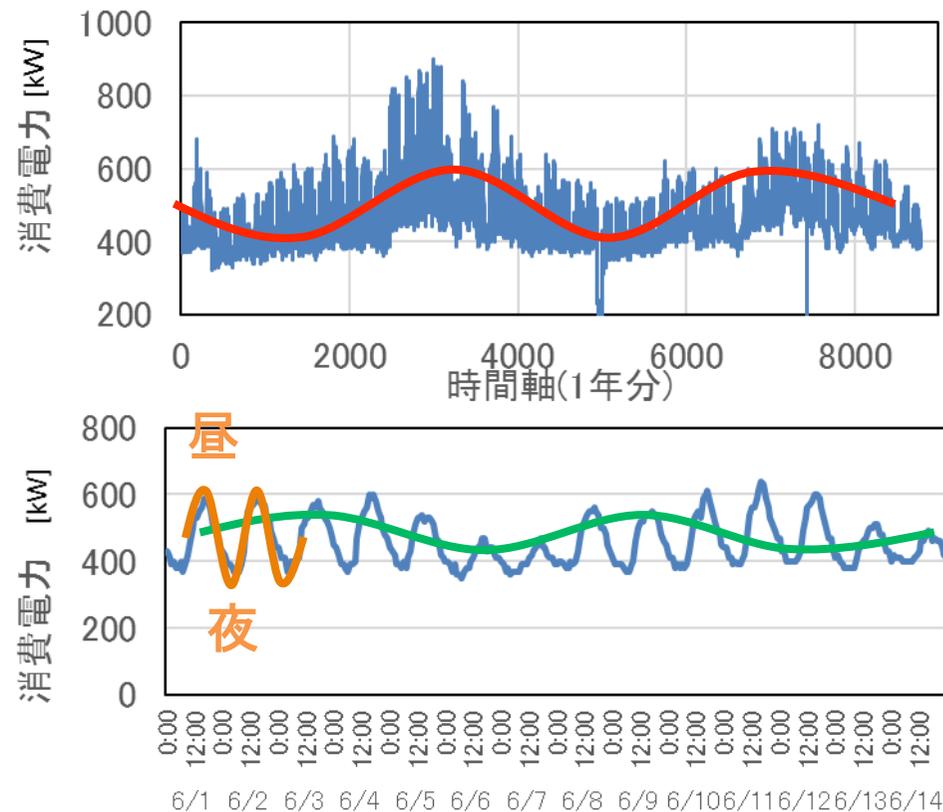
対象データ:

総合研究棟Bの2015/4/1～2016/3/31の1時間毎の消費電力(kW)



消費電力に変動がある時間スケール

- ①半年周期の変動: 春と夏, 秋と冬
- ②1週間の変動: 平日と休日
- ③1日周期の変動: 昼と夜

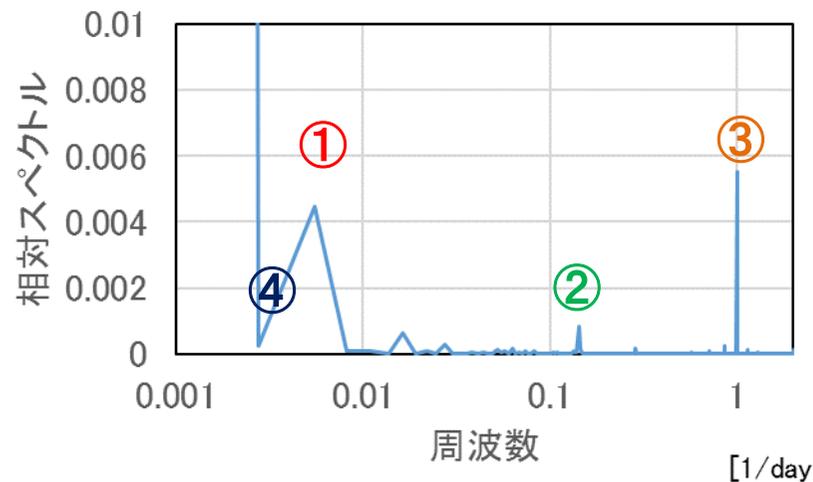


# 電力需要の周期性

## 総合研究棟Bの例

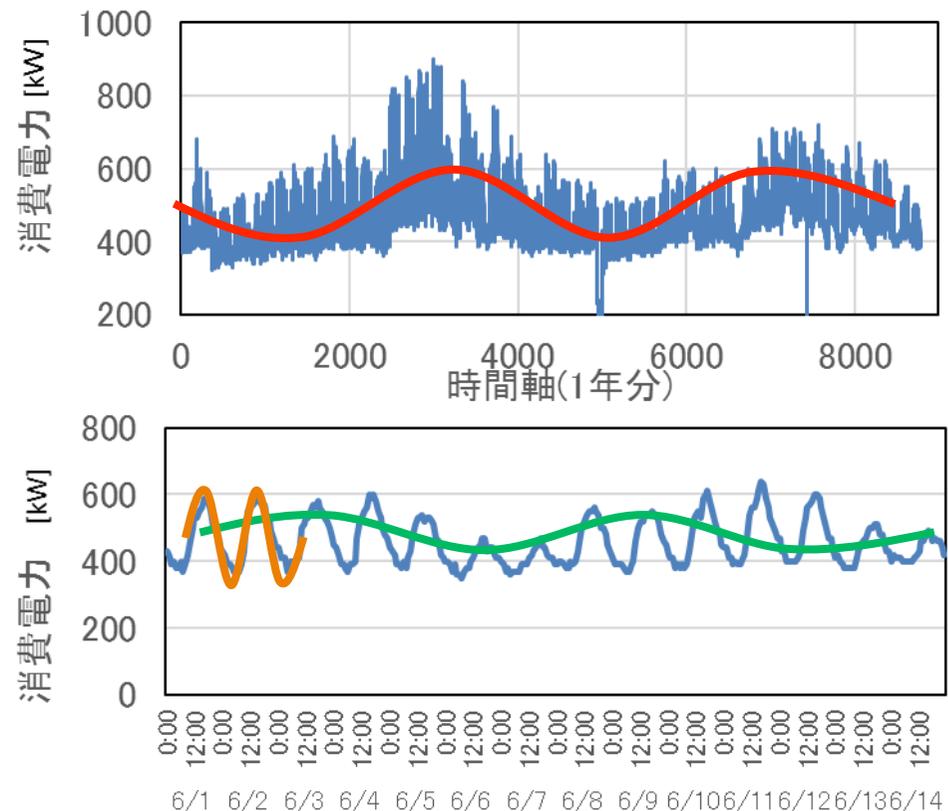
対象データ:

総合研究棟Bの2015/4/1～2016/3/31の1時間毎の消費電力(kW)



消費電力に変動がある時間スケール

- ①半年周期の変動: 春と夏, 秋と冬
  - ②1週間の変動: 平日と休日
  - ③1日周期の変動: 昼と夜
- 変動がない時間スケール
- ④1年周期の変動: 夏と冬

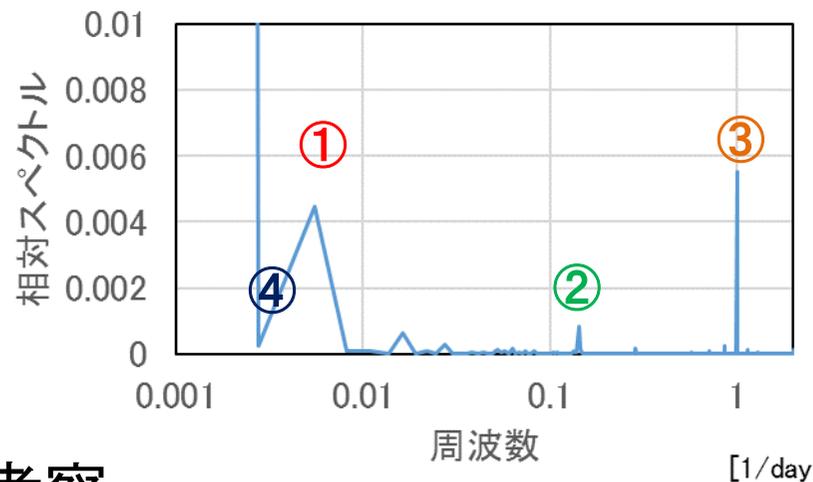


# 電力需要の周期性

## 総合研究棟Bの例

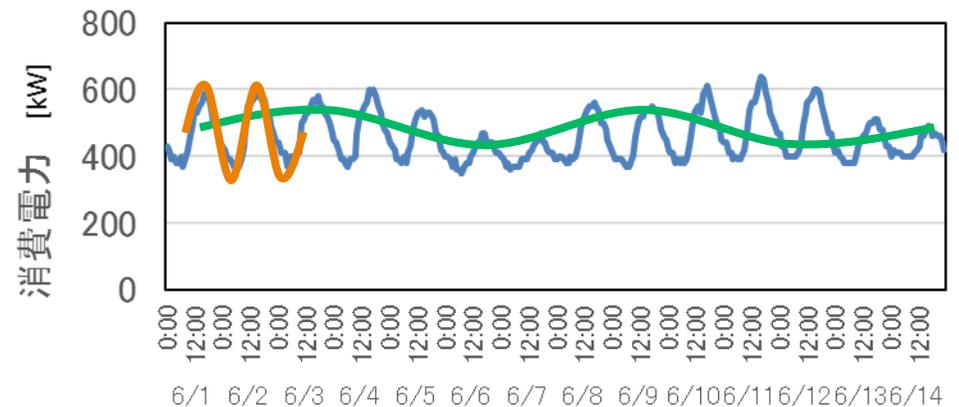
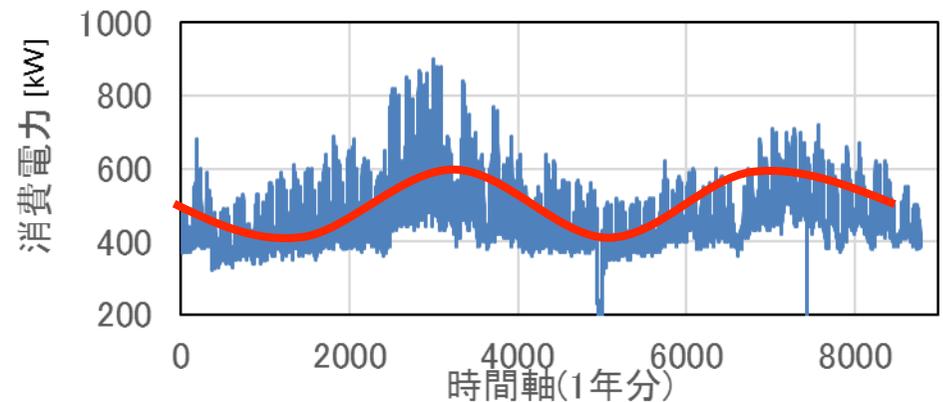
対象データ:

総合研究棟Bの2015/4/1～2016/3/31の1時間毎の消費電力(kW)



考察

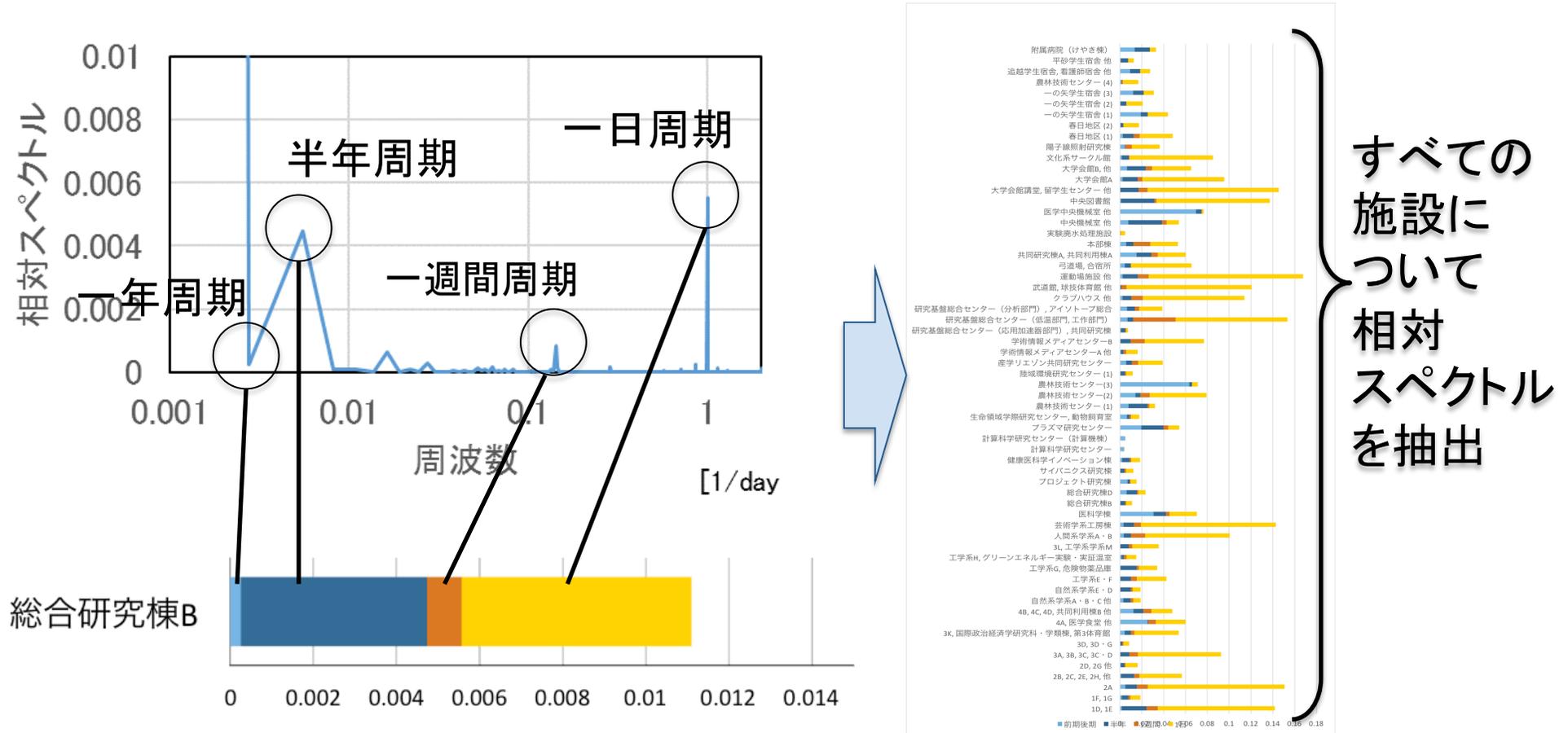
- ・1日の相対スペクトルが大きい  
→1日の出入りが激しい
- ・1週間の相対スペクトルが小さい  
→休日でも出入りがある、研究？



相対スペクトルによって電力需要の周期的な特性を表現可能

# クラスタリングによる分類

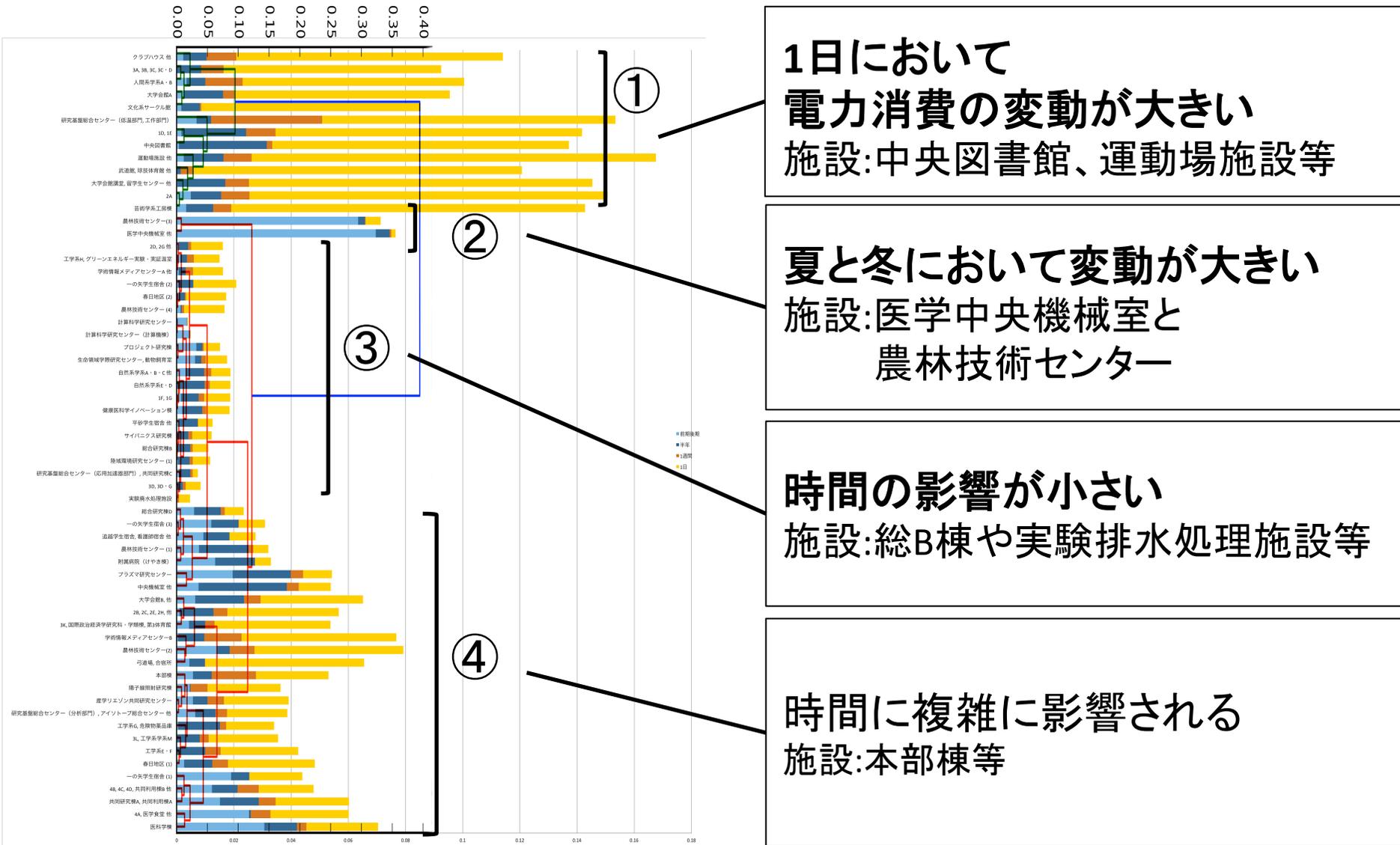
フーリエ変換より得られた相対スペクトルから、一部の周波数を抽出



管理者が省エネ対策の考察を容易にするため  
クラスタリングによる分類を行う

電力需要の周期性

# クラスタリングによる分類結果



# グループに対する考察

## ① 1日に変動が大きい施設



中央図書館や運動場施設等

- ・使用方法  
昼間、または夜間に集中
- ・省エネの焦点  
電力消費が集中している  
昼間や夜間を中心に調査

## ② 夏と冬に変動が大きい施設



農林技術センター等

- ・使用方法  
ボイラーによる  
温室内の温度維持
- ・省エネの焦点  
暖房設備の性能と使い方

# グループに対する考察

## ③ 時間の影響が小さい施設



平砂・一の矢宿舎や総合研究棟B等

- ・使用方法  
常に電力を消費している機器  
→無駄遣いの恐れ
- ・省エネの焦点  
ベースとなる電力の使い方  
利用者の省エネ意識

## ④ 時間に複雑に影響される施設

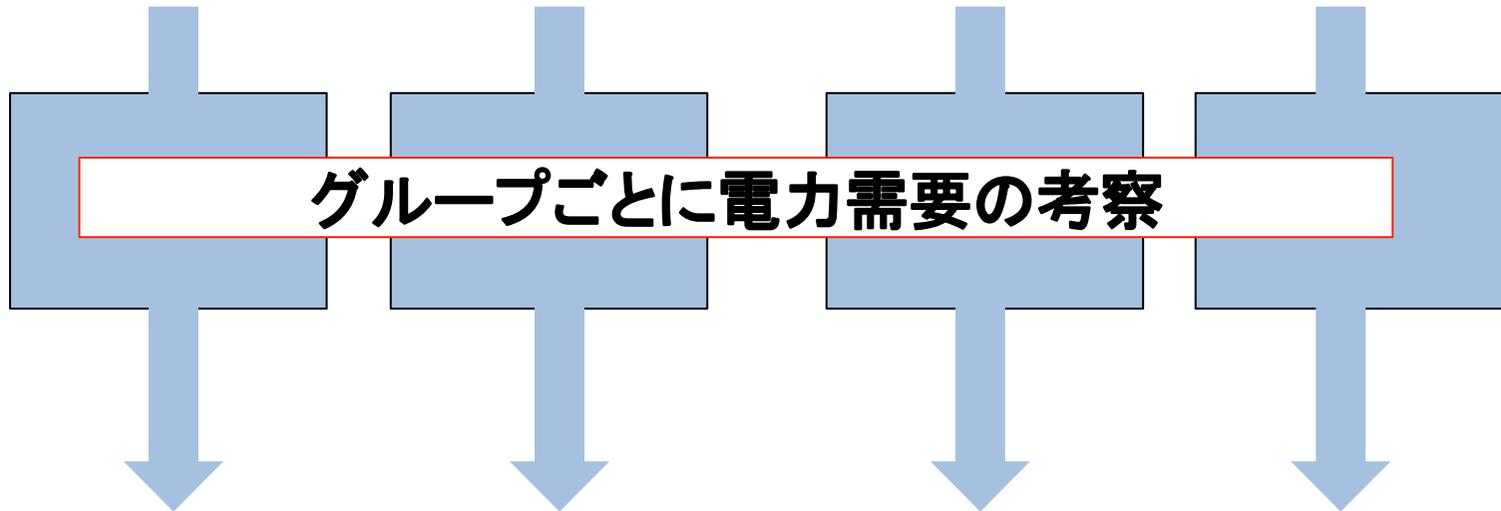
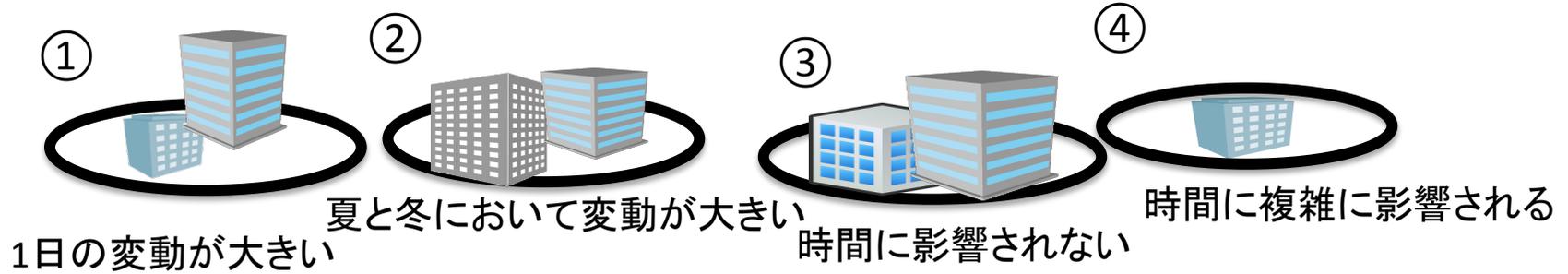


本部棟等

- ・使用方法  
複雑な電力消費を取っている
- ・省エネの焦点  
職員や学生の利用習慣  
について重点的に調査する

# 電力需要の周期性

## まとめ



**グループごとに省エネ対策の焦点がわかる**

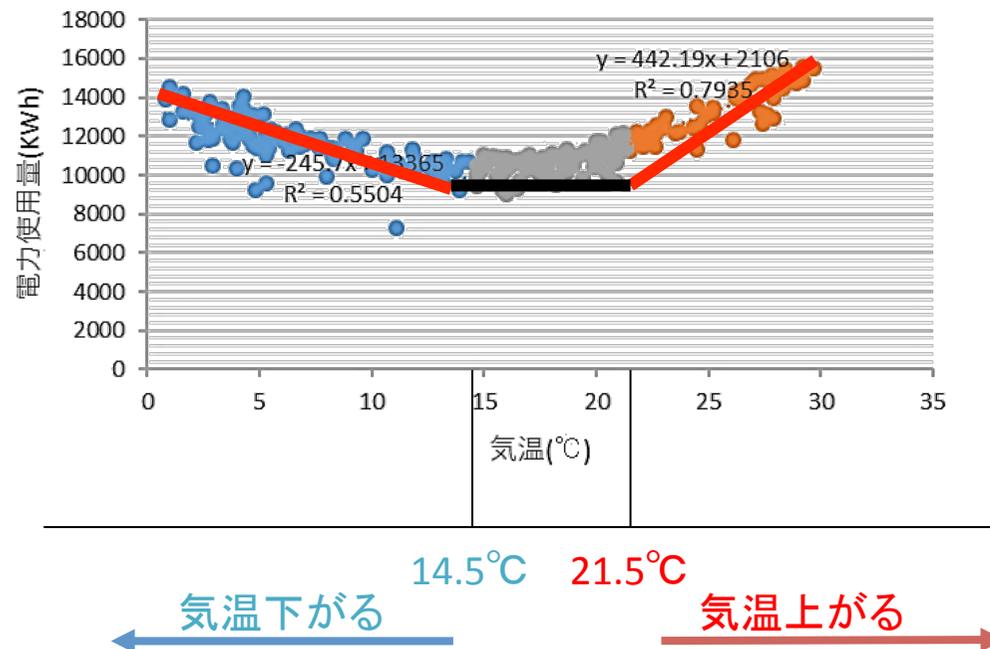
**各施設の省エネ対策を検討する手掛かりになる**

# 電力需要の外気温への影響

## 回帰分析の方法

- ✓ 範囲：筑波大学の施設62ヶ所
- ✓ 期間：2015年4月1日～2016年3月31日

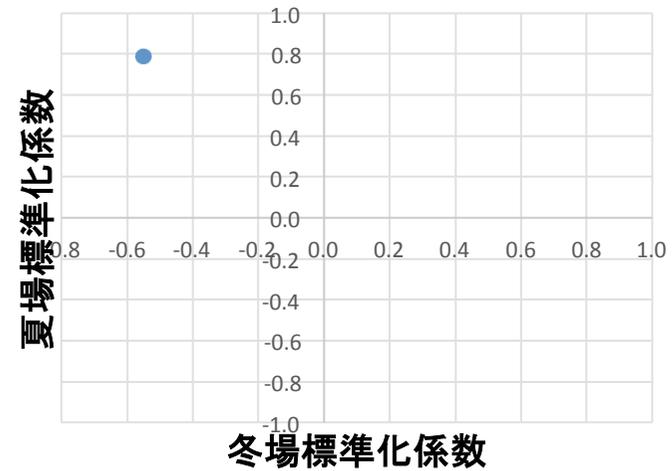
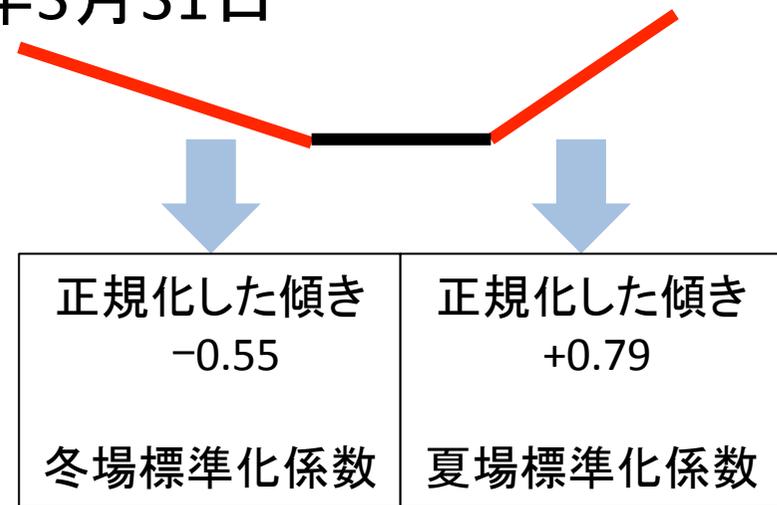
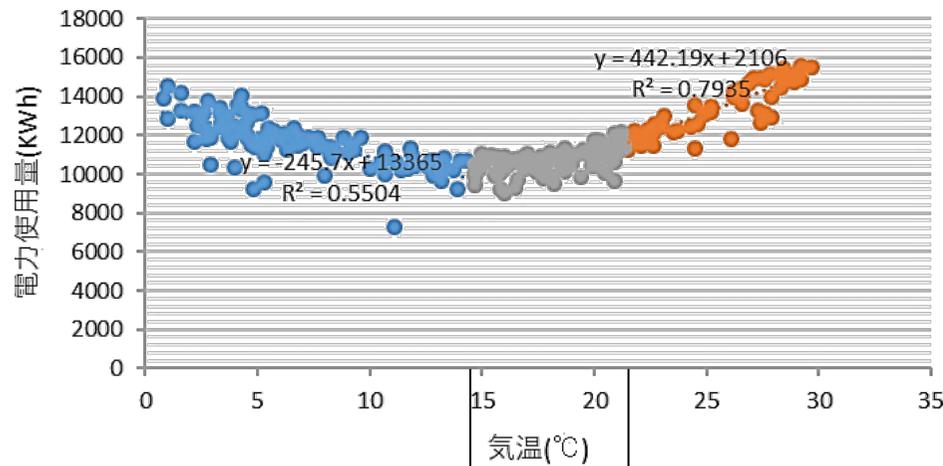
冬と夏の消費電力量の違い (平日)



# 電力需要の外気温への影響 回帰分析の方法

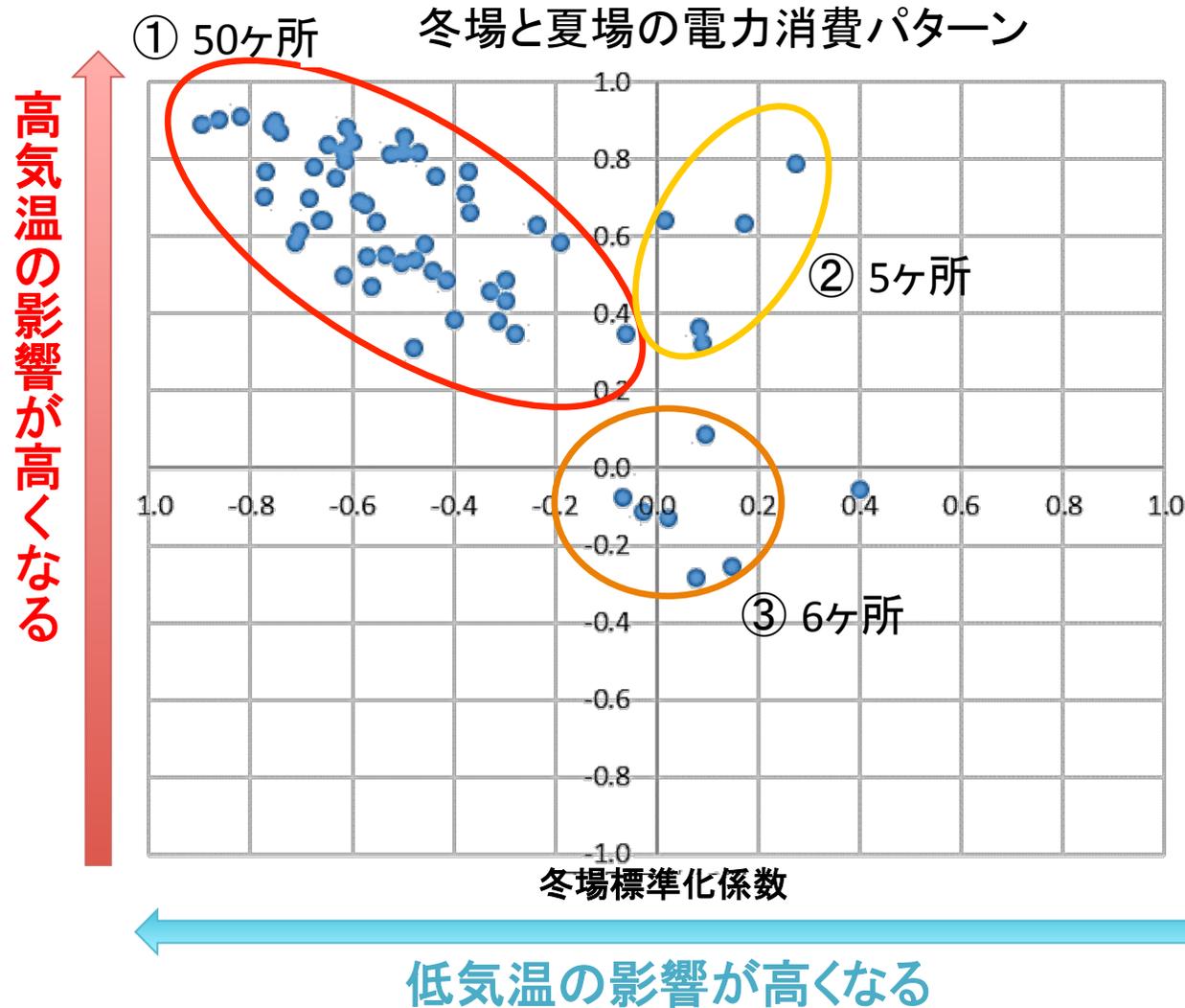
- ✓ 範囲：筑波大学の施設62ヶ所
- ✓ 期間：2015年4月1日～2016年3月31日

冬と夏の消費電力量の違い (平日)

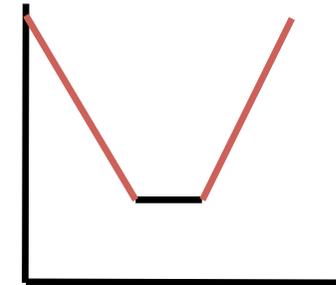


# 電力需要の外気温への影響

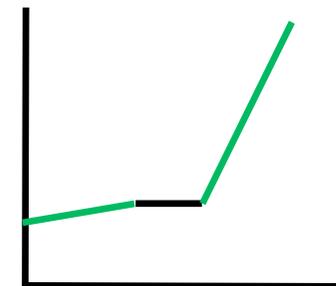
## 電力需要特性の分布



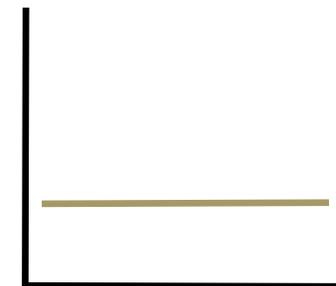
① 冬場と夏場に影響を受ける



② 主に夏場に影響を受ける



③ 影響が小さい



電力需要の外気温への影響

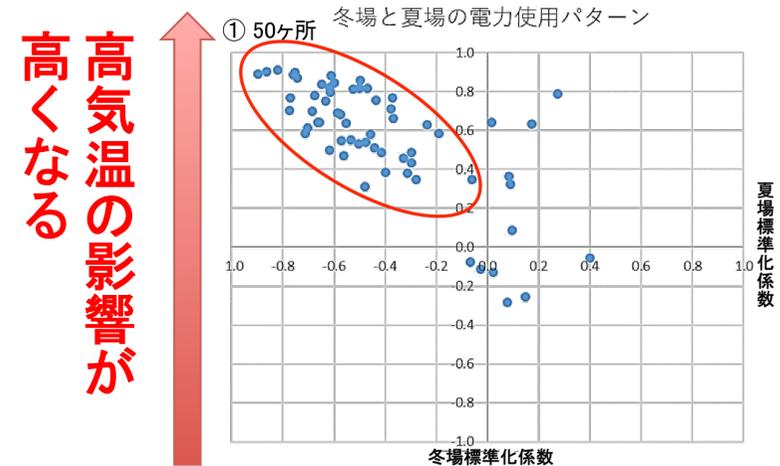
# 消費電力量と外気温の関係

## ① 冬場と夏場に影響を受ける

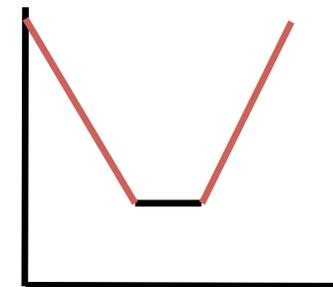
総合研究棟D



- ・使用法  
日常的に空調を利用
- ・省エネの焦点  
空調の使用実態の調査



低気温の影響が高くなる



# 消費電力量と外気温の関係

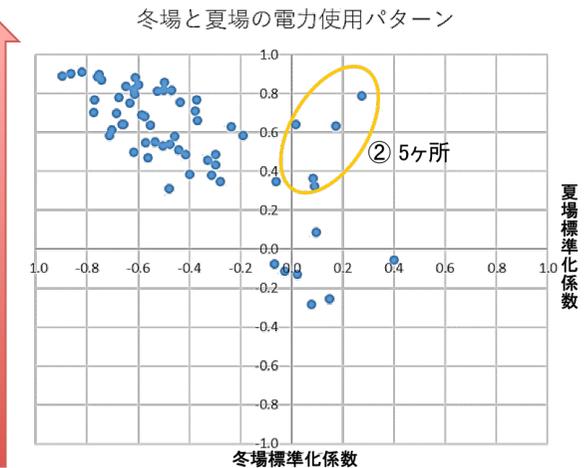
## ② 夏場に影響を受ける

医学中央機械室

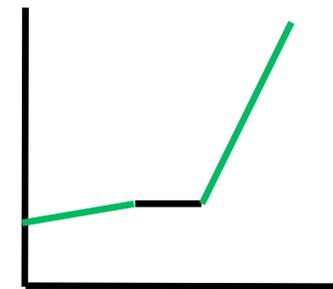


- ・使用法  
コンピュータが常に動く
- ・省エネの焦点  
効率の良い設備の検討

高くなる  
高気温の影響が



低気温の影響が  
高くなる



# 結論 / 今後の展望

---

## ✓ まとめ

周波数特性を用いて、  
時間スケールの電力需要特性を4つのグループに大別できた  
回帰分析を用いて、  
外気温から受ける影響の特性を3つのグループに大別できた

## ✓ 結論

施設の電力需要特性ごとに省エネ計画を立案するための  
基礎資料を定量的に作成した

## ✓ 今後の展望

使用状況の実態と本分析の需要特性の関係調査  
施設課に分析結果を提供し、省エネ計画に役立てていただく

# 謝辞

---

本研究を進めるにあたり、  
ヒアリングへの協力およびデータの提供をしていただいた、  
筑波大学施設部施設サービス課中島慎二さん、  
施設サービス課の方々に感謝いたします。

# 参考文献

---

[1] “大学等に求められる省エネルギー対策”

[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2010/05/21/1291316\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2010/05/21/1291316_3.pdf), 文部科学省

[2] “TEMS(筑波大学電力情報システム)”

<http://tems.tsukuba.ac.jp> (最終閲覧日 2016年10月20日)

[3] “大学構内における総使用電力からの空調用電力と非空調用電力の分離に関する研究”

謝学海, 山下哲生, 中村安弘, 空気調和・衛生工学会論文集, No.116, pp. 11-19, 2006

[4] “大学キャンパスにおける夏期電力ピークデマンドの予測手法に関する研究”

吉田友紀子, 下田吉之, 第35回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集 13-4, 2016