北海道大学

主催：北海道・札幌市・(公社)北海道マンション管理組合連合会
令和３年度 北海道マンション管理講習会

# 総合施設管理(FM)の視点に立ったマンション管理と大規模修繕

2021年9月18日

羽山広文（北海道大学・名誉教授）

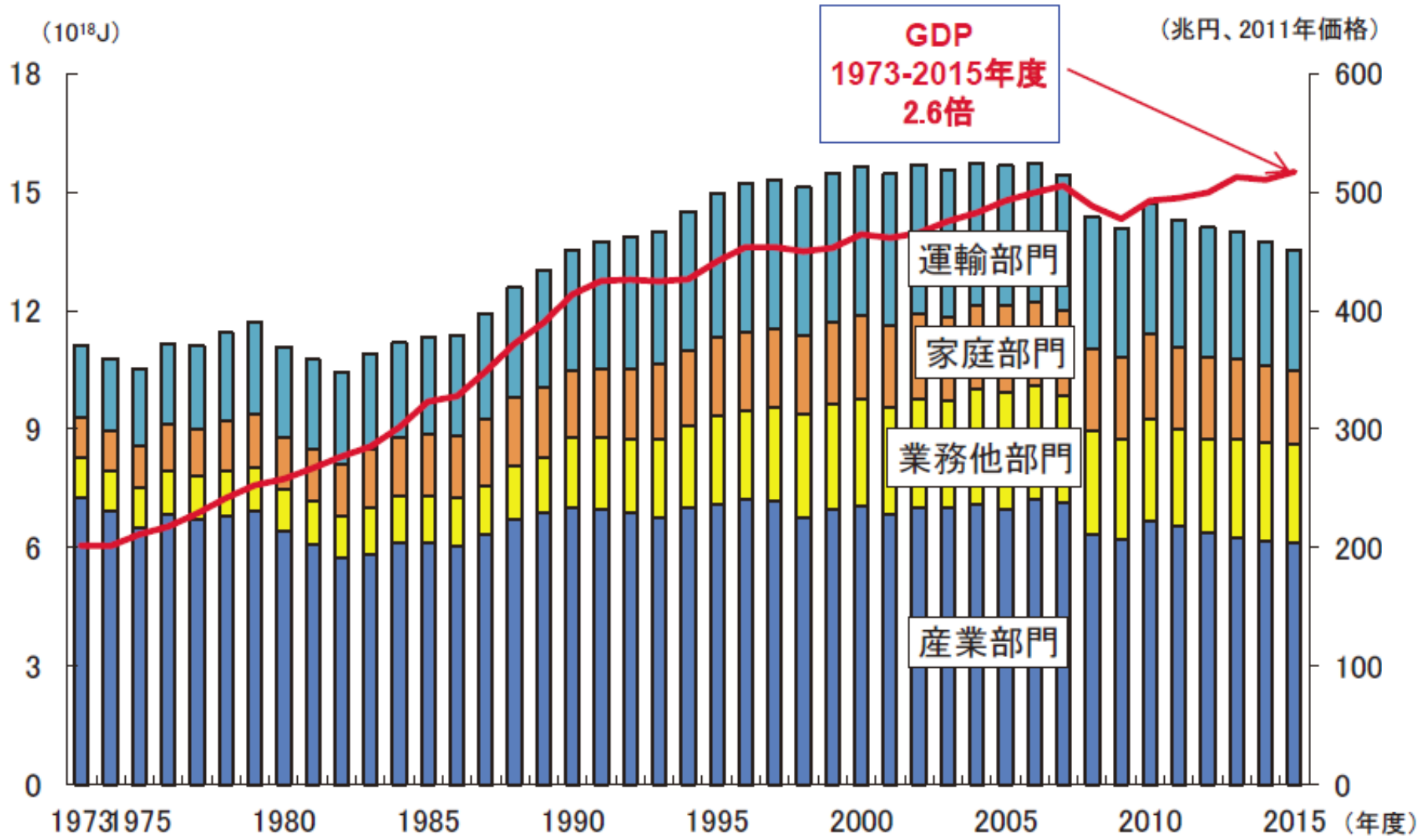
- マンションのエネルギー消費量と省エネルギーの意義
- 高圧一括受電と修繕積立金の確保
- 外断熱による大規模修繕
- 断熱改修によるエネルギー消費量と室内環境

北海道大学

# マンションのエネルギー消費量と省エネルギーの意義

# 日本の最終エネルギー消費と実質GDP

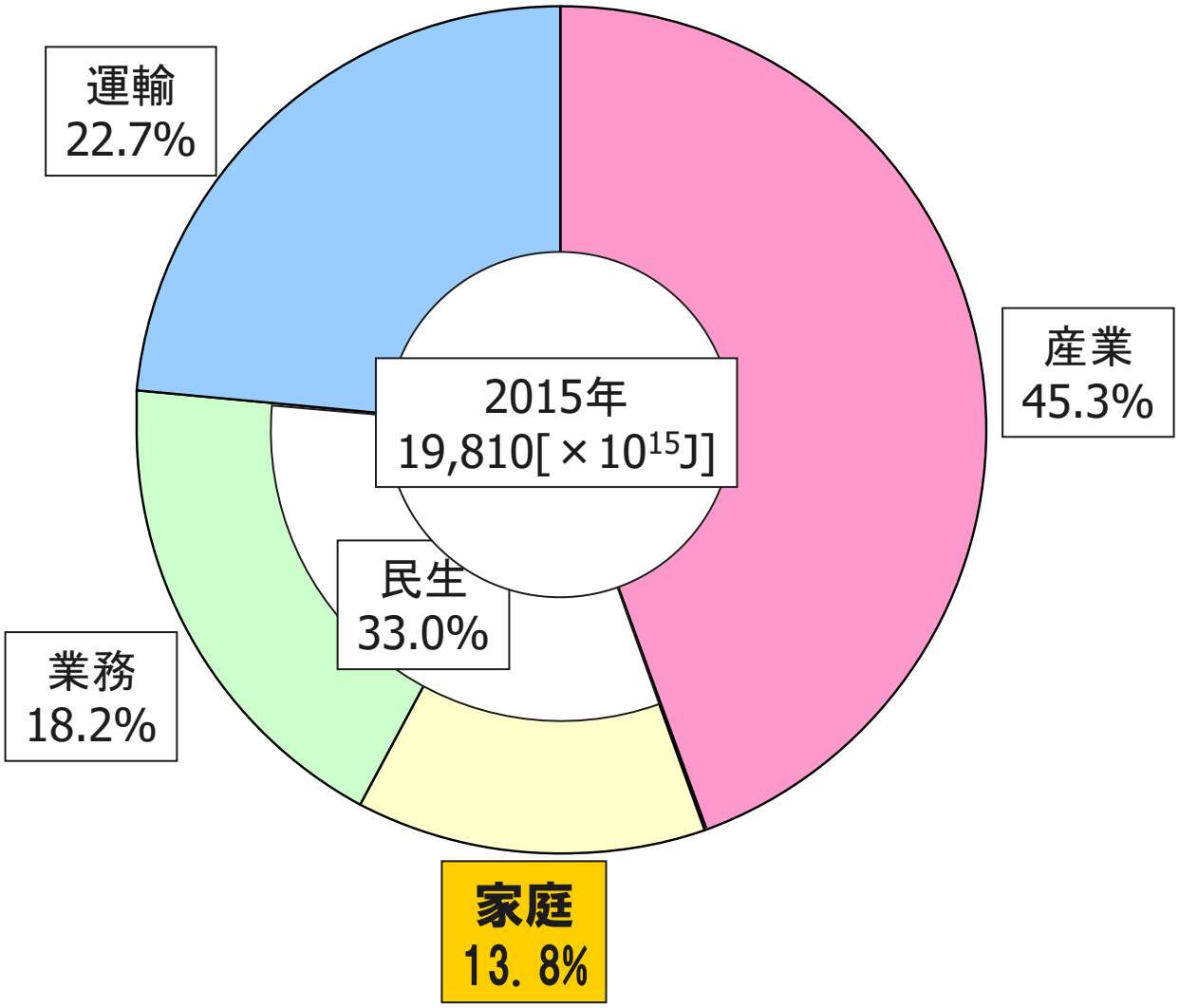





出展：資源エネルギー庁　エネルギー白書2016

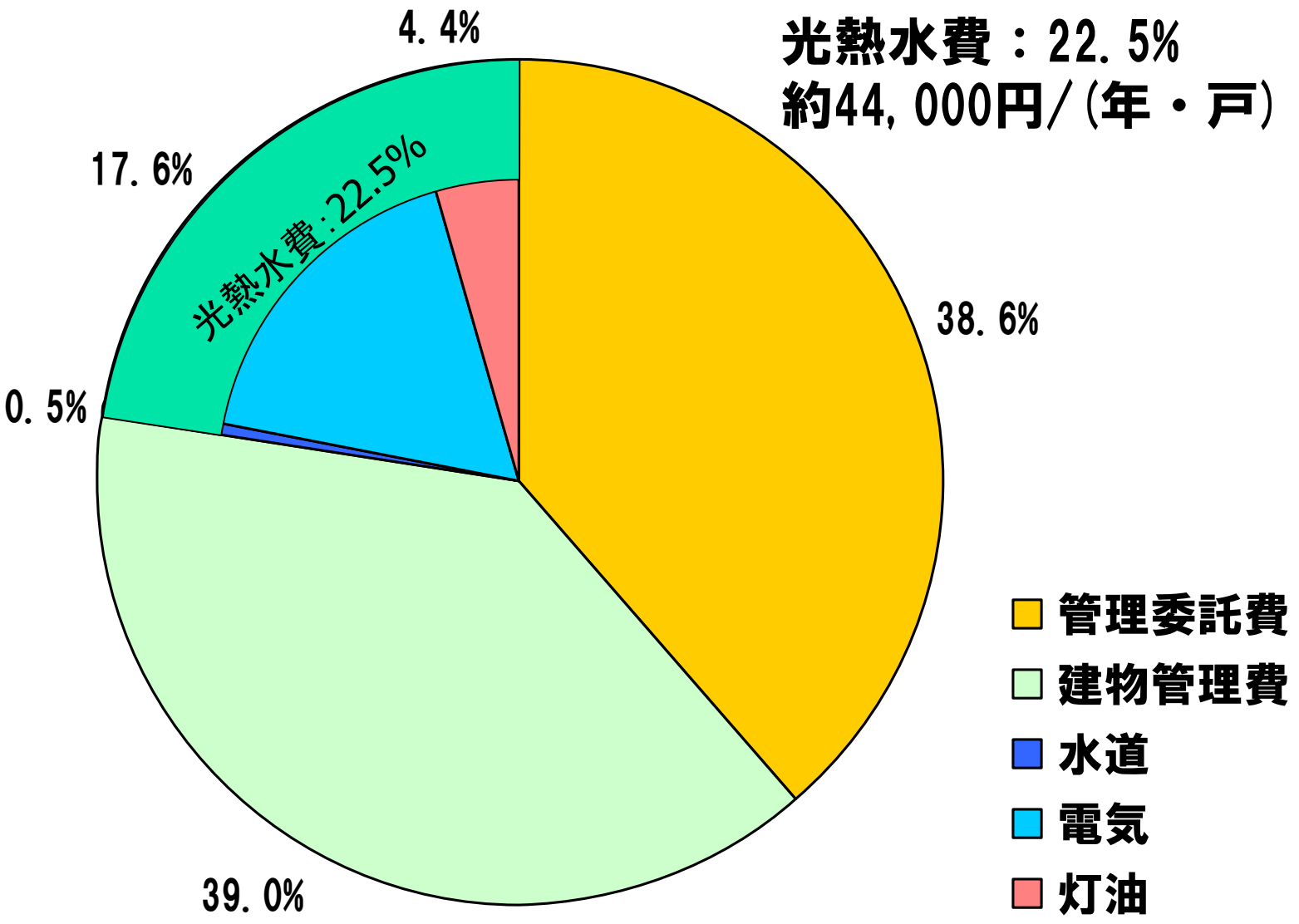
# 日本のエネルギー消費構造





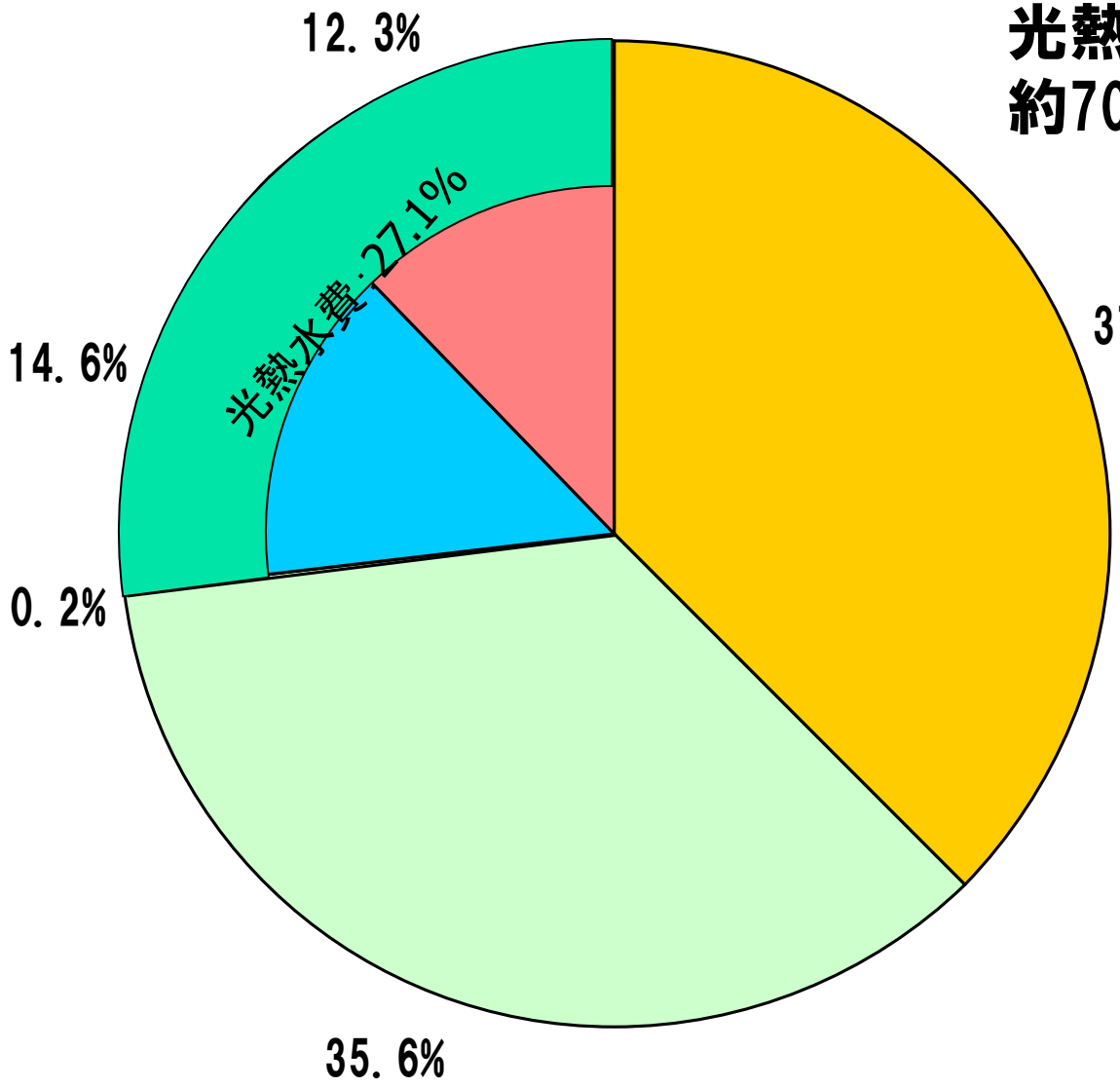
# マンションの共用部分の支出構造（１）札幌市中央区26戸の例





# マンションの共有部分の支出構造（２）札幌市中央区146戸の例






光熱水費：27. 1%
約70, 531円/(年・戸)

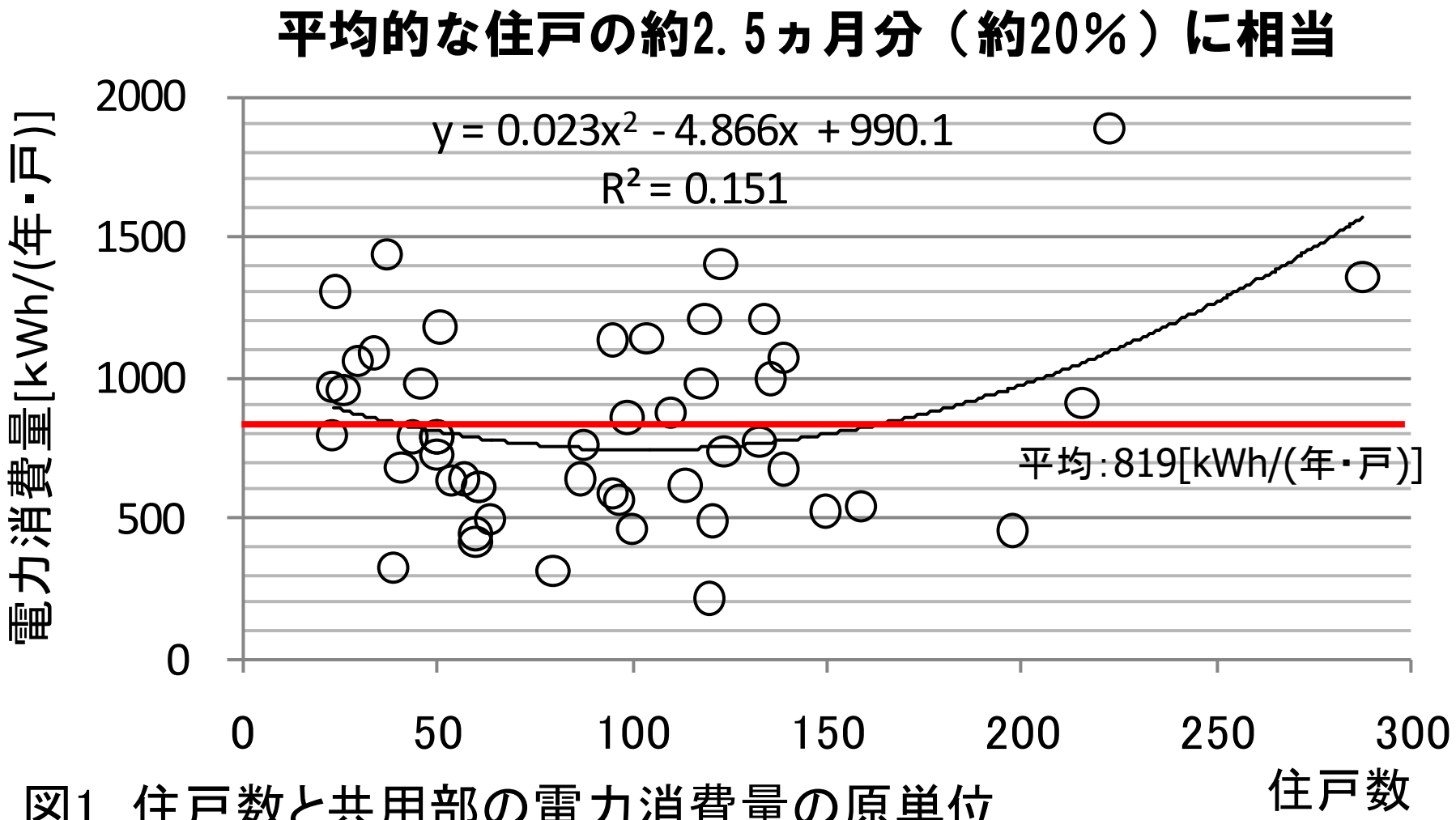



図1　住戸数と共用部の電力消費量の原単位

盛川,羽山,絵内,菊田：集合住宅におねる共用部分のエネルギー消費量に関する調査研究,空気調和・衛生工学会北海道支部,学術講演会論文集,pp.97-100,2007

北海道大学

# 高圧一括受電と修繕積立金の確保

# 共用部の電力契約(北海道電力2007年当時)

- 小規模マンション
  - 低圧受電：動力用電力（3相200V）と電灯用電力（単層100V）の2系統で契約
  - 電灯用電力（単層100V）：従量電灯契約
  - 基本：325.5円/kVA、従量：18.27～25.37円/kWh
  - 動力用電力（3相200V）　：低圧電力契約
    - 基本：1228.5円/kW、従量：11.61円/kWh
- 大規模マンション（規模は不明）
  - 高圧受電：6600Vで受電、自前の受変電設備
    - 基本：1963.5円/kW、従量：10.59円/kWh

# 低圧受電の問題点（１）2007年当時

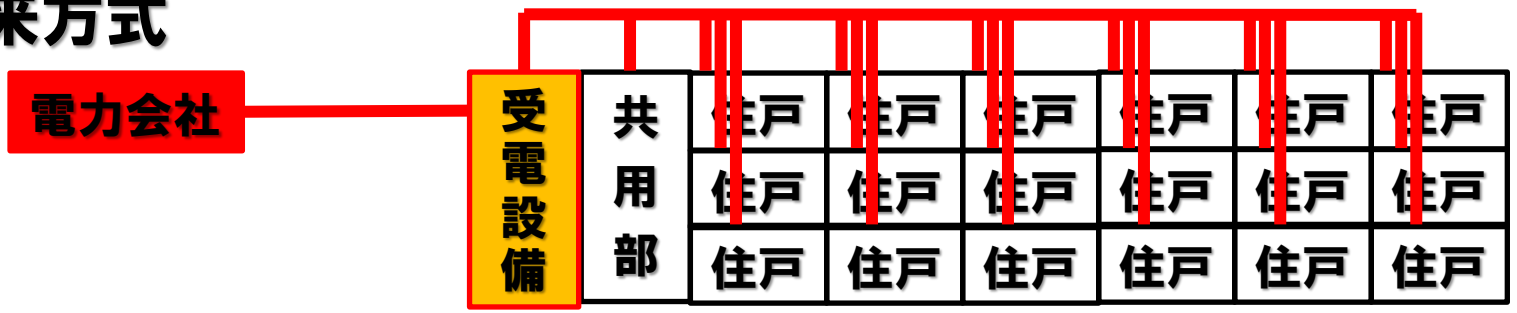
- 電灯用電力（単層100V）の単価が高い
  - ～120kWh　　：18.27円/kWh
  - 120～280kWh　：23.68円/kWh
  - 280kWh～　　：25.37円/kWh
  - マンションの共用部は電力消費量が多く、大半が最高単価
- 事例（14階建て26戸の場合）ある月
  - 電灯用電力の使用量：1,074kWh
  - 基本料金：6,836円（22％）　（21kVA契約）
  - 従量料金：24,766円（78％）
  - 基本料を含む電力単価：29.4円/kWh

# 低圧受電の問題点（２）

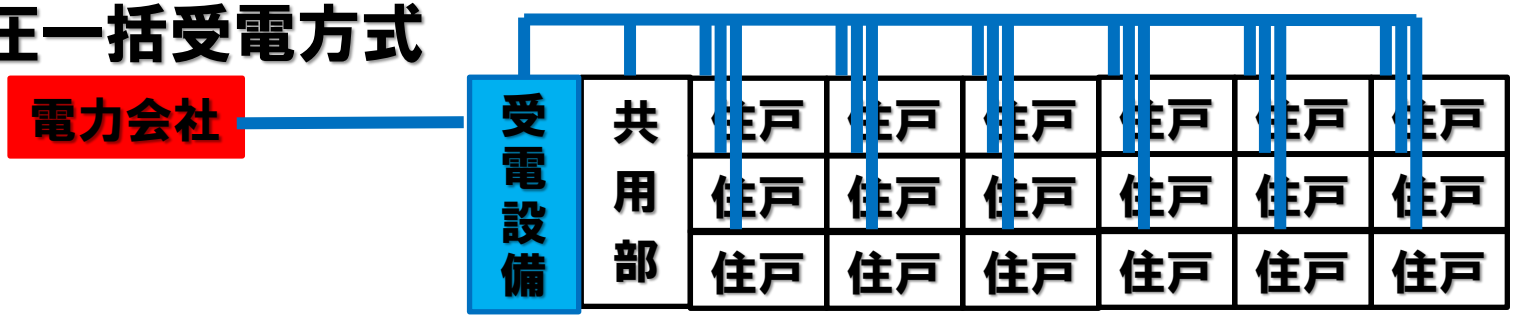
- 動力用電力（3相200V）は機器の容量で決定
  - 利用の有無に関わらない
  - 同時稼働率を考慮していない
  - スプリンクラー用非常用ポンプの容量も加算
- 事例（14階建て26戸の場合）ある月
  - 基本料金：30,713円（87％）（25kW契約）
  - 従量料金：4,637円（13％）437kWh×10.59円/kWh
  - **基本料を含む電力単価：80.9円/kWh**
- 現在の電力契約では回避できない

# 高圧一括受電の概要

## 従来方式




## 高圧一括受電方式




### 役割分担

| | 受変電設備 | 電力計遮断器 | 検針料金徴収 | 定期保守 | 更新 |
|---|---|---|---|---|---|
| 従来方式 | 電力会社 | | | | |
| 高圧一括受電方式 | マンション管理組合 | | | | |

# 高圧一括受電のメリット（2007年当時）

- 基本料金：1,963円/kW
  - 30分間の受電量の最大値によりその後11ヶ月間を算定。需要量に見合った金額
- 従量料金が安価：10.59円/kWh　約50%
  - その他各種料金プランあり
    - ウイークエンド契約（マンションに適している）
    - 基本料金：2320.5円/kW
    - 従量料金：平日10.23円/kWh、休日9.24円/kWh
- 北海道電力ではマンション内電気室の受変電設備を簿価で譲渡

# 高圧一括受電のデメリット

- 全戸の居住者・区分所有者の承諾
- 受変電設備の設置
- 複雑な手続き
  - ①電力会社への確認
  - ②見積もり依頼と工事会社の選定
  - ③費用対効果の試算
  - ④全戸への賛成の取り付け（総会決議）
  - ⑤修繕積立金取崩し（総会決議）
  - ⑥電力供給規定の制定（総会決議）
  - ⑦工事契約・実施
  - ⑧受変電設備の保守委託契約締結
  - ⑨毎月の検針と料金徴収

- 本件の経済的試算
- 本件の高圧一括受電に変更する具体的な費用は不明、一般的に100戸以上のマンションでは、その費用は1年間の電力料金の差益で賄える
- 高圧一括受電による差益は、各戸の電力使用量で異なるが、概ね5万円/(戸・年)程度の差益
- このマンションの例では544戸× 5万円/(戸・年)＝約2,720万円/年の差益を失う

# 工事の様子

# 受変電設備、現在の概観

# 電力の検針値から料金を自動計算



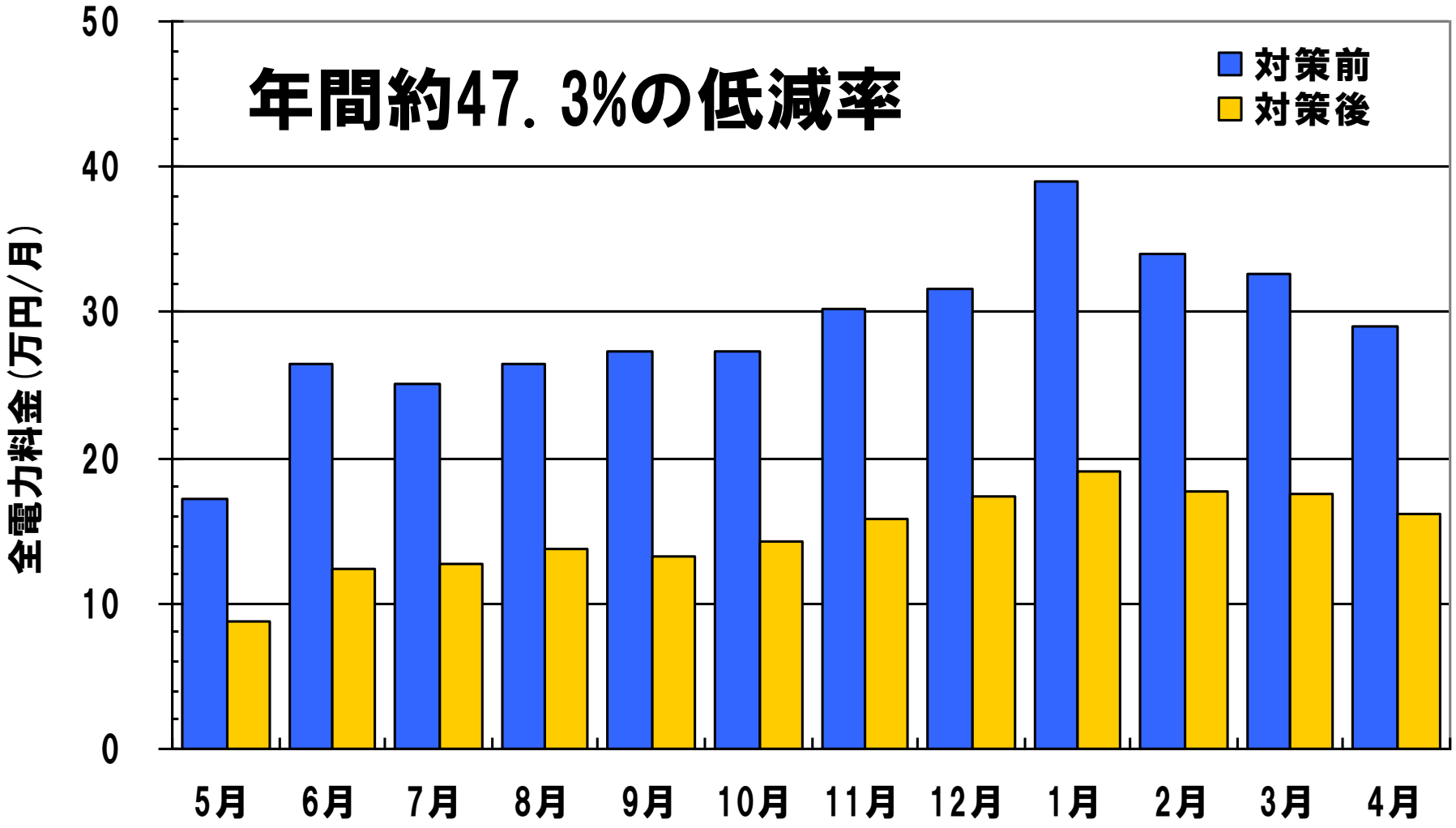
| 年月／(使用期間) | | 契約容量 | 単位 | 機器No. | 初針値 | 2008年5月 | 2008年6月 | 2008年7月 | 2008年8月 | 2008年9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 前回検針日 | 2008/5/1 | 2008/5/30 | 2008/7/1 | 2008/8/1 | 2008/9/2 |
| 部屋No. | ご契約者名 | | | | 今回検針日 | 2008/5/30 | 2008/7/1 | 2008/8/1 | 2008/9/2 | 2008/10/2 |
| 共用高圧 | 力率 | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 当月最大需要電力 | | kW | | | 25 | 22 | 22 | 23 | 23 |
| | 過去11ヶ月最大需要電力 | | kW | | | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| | 平日 | | kWh | | | 85615 | 91260 | 97638 | 104205 | 110460 | 116322 |
| | 休日 | | | | | 43067 | 47168 | 49541 | 52283 | 55257 | 58184 |
| | 燃料調整費 | | 円/kWh | | | 0.92 | 1.17 | 1.17 | 1.17 | 0 |
| 共用低圧 | 動力 | 25 | kW | 0754196 | | 4982 | 5,378 | 5,815 | 6,239 | 6,681 | 7,085 |
| | 電灯 | 21 | kVA | 0789929 | | 17288 | 18,539 | 19,721 | 20,860 | 22,006 | 23,097 |
| 201号室 | | 50 | A | 0789917 | | 5664 | 6,031 | 6,424 | 6,818 | 7,210 | 7,584 |
| 202号室 | | 40 | A | 0789970 | | 4205 | 4,503 | 4,830 | 5,146 | 5,471 | 5,764 |
| 301号室 | | 50 | A | 0789976 | | 3265 | 3,506 | 3,768 | 3,981 | 4,244 | 4,474 |
| 302号室 | | 50 | A | 0789919 | | 4688 | 5,011 | 5,350 | 5,744 | 6,197 | 6,573 |

| 年月／(使用期間) | | 契約容量 | 基本料金 | 2008年5月 | 2008年6月 | 2008年7月 | 2008年8月 | 2008年9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 共用高圧 | 力率[-] | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | 受電容量[kW] | | | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| | 基本料金[円] | | | 61,145 | 61,145 | 61,145 | 61,145 | 61,145 |
| | 平日[円] | | | 51,144 | 57,785 | 59,497 | 56,670 | 59,968 |
| | 休日[円] | | | 33,095 | 19,150 | 22,128 | 24,000 | 27,045 |
| | 燃料調整費[円] | | | 8,966 | 10,239 | 10,892 | 10,798 | 0 |
| | 合計 | | | 154,350 | 148,318 | 153,661 | 152,613 | 148,158 |
| 共用低圧 | 動力 | 25 | 30,713 | 34,216 | 34,642 | 34,507 | 34,694 | 34,695 |
| | 電灯 | 21 | 6,836 | 35,206 | 33,573 | 32,556 | 32,721 | 32,724 |
| | 合計[円] | | 37,548 | 69,422 | 68,215 | 67,063 | 67,415 | 67,419 |
| 201 | 様 | 50 | 1,628 | 9,181 | 9,796 | 9,820 | 9,772 | 9,794 |
| 202 | 様 | 40 | 1,302 | 7,229 | 7,915 | 7,655 | 7,868 | 7,461 |
| 301 | 様 | 50 | 1,628 | 6,263 | 6,726 | 5,647 | 6,748 | 6,296 |
| 302 | 様 | 50 | 1,628 | 8,139 | 8,518 | 9,820 | 11,216 | 9,843 |

# 管理組合電気供給規定

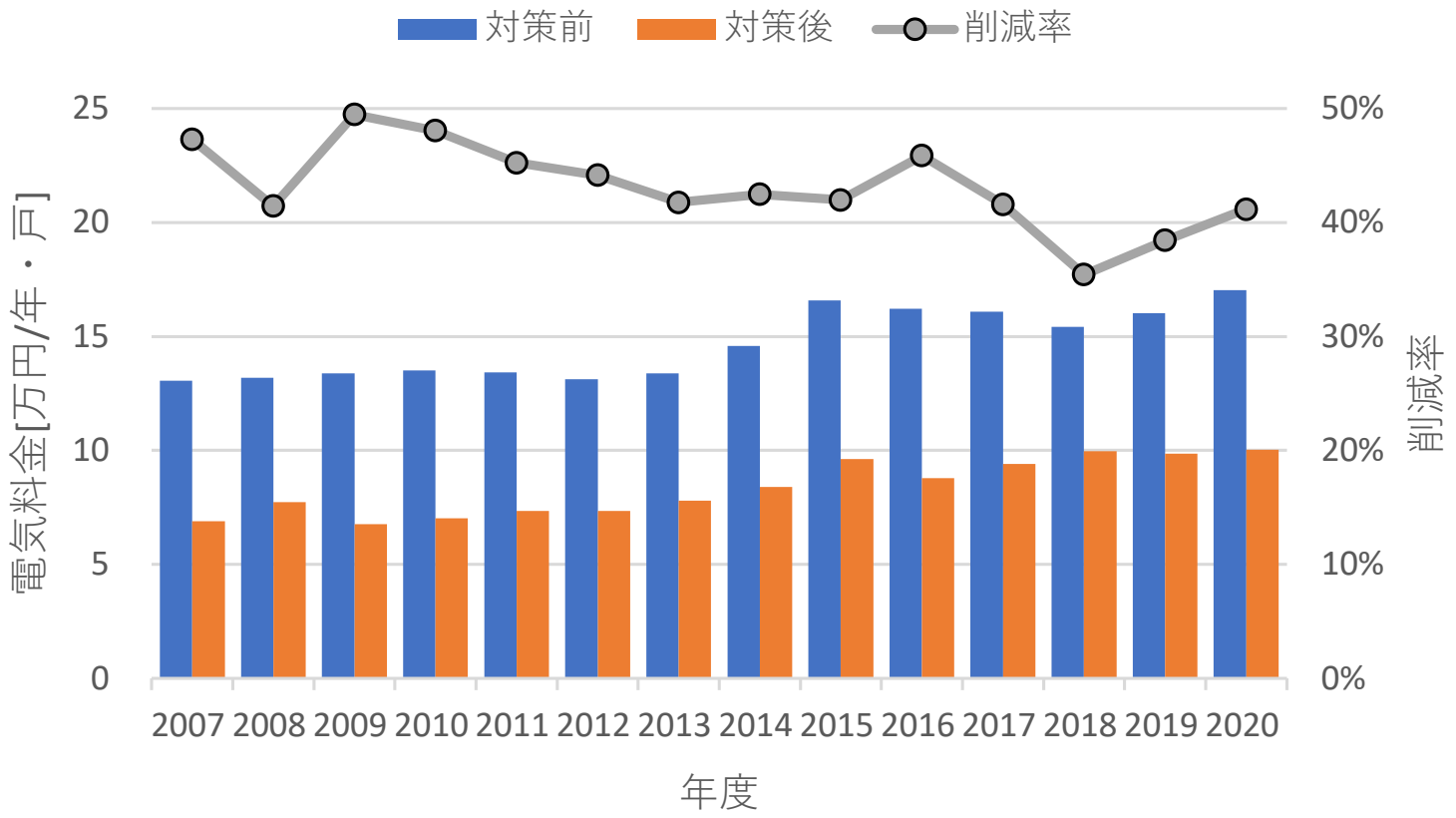

Ⅰ　総　　則
Ⅱ　契約の申し込み
Ⅲ　契約種別および料金
　1. 契　約　種　別
　2. 従　量　電　灯
Ⅳ　料金の算定及び支払い
　3. 料金の適用開始の時期
　4. 検　針　日
　5. 料金の算定期間
　6. 料金の算定
　7. 日　割　計　算
　8. 料金の支払義務
　9. 料金その他支払い方法及び期限
　10. 需要場所への立入りによる業務の実施
　11. 電気の使用にともなう入居者の協力
　12. 供給の停止
　13. 供給停止の解除
　14. 供給停止期間中の料金
　15. 違　約　金
　16. 供給の中止または使用制限もしくは中止
　17. 損害賠償の免責
　18. 設備の賠償
　19. 需要契約の変更
　20. 名義の変更
　21. 需給地点および施設
　22. 計量器等の取付け
　23. 電流制限器等の取付け
Ⅶ　保　　安
　24. 保安の責任
　25. 調　　査
　26. 調査等の委託
　27. 調査に対する入居者の協力
　28. 保安に対する入居者の協力
　29. 検査または工事の受託
附　　則
協議改定

# 対策前後の電力料金（2007年度）



# 導入効果

- 2007-2020年14年間で平均約43%の電力料金削減
- 約6万円/戸・年、修繕積立金の約50%に相当
  - 修繕積立金に繰入れ（2020年度末：約2,250万円）

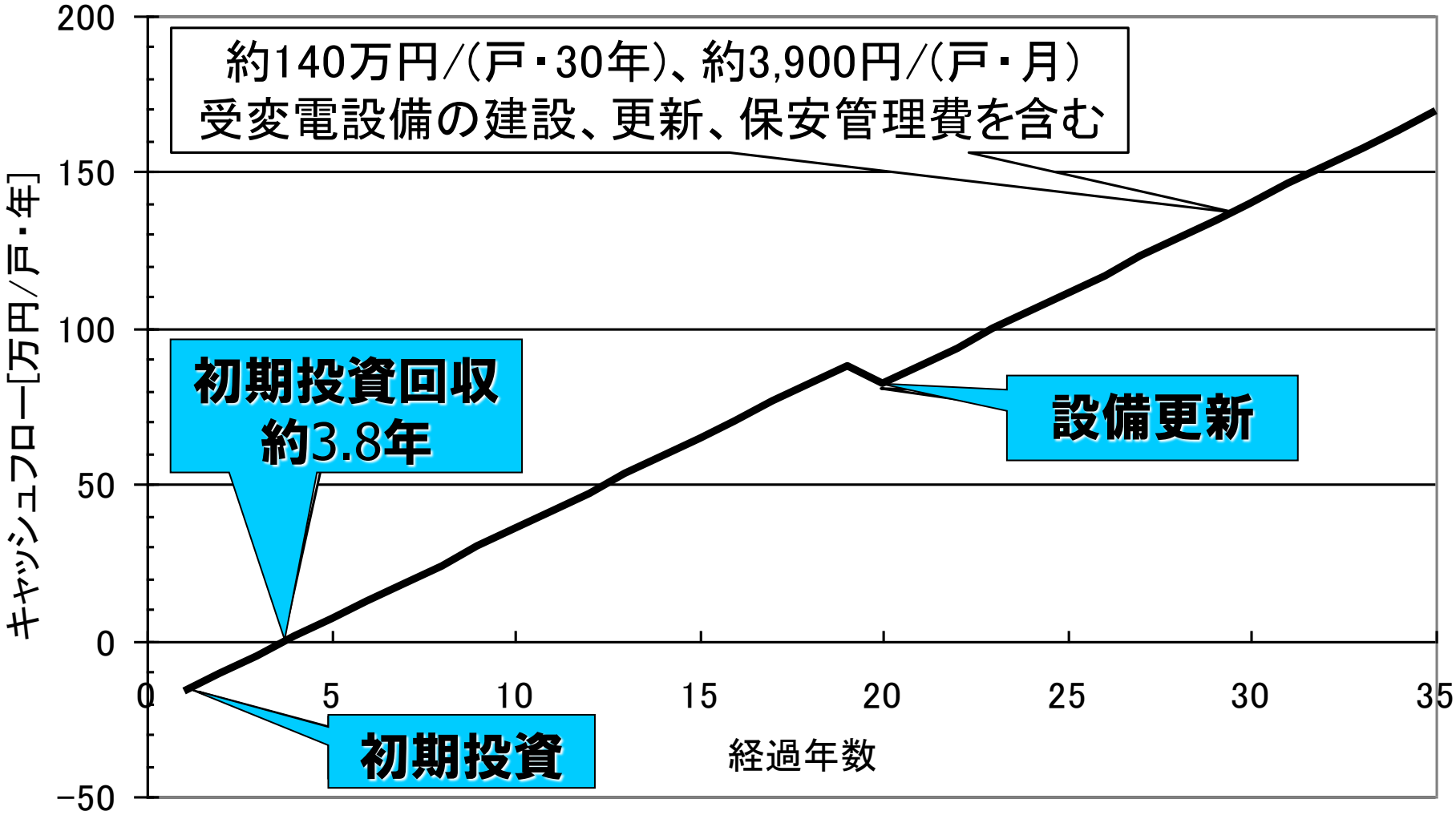


# 電力料金の差益を修繕積立金へ繰り入れ

- 差益の還元方法
  - 年間約160万円の差益（2007～2020年度）
  - 差益は電力料金を支払っている居住者のものだが電力会社へ支払う金額の2％分を減額
  - 残りの差益（144万円）を修繕積立金へ繰り入れ
  - 区分所有者と居住者が異なる場合もある
- 修繕積立金
  - 年間約6万円/戸の相当
  - 換算すると50円/(㎡・月)に相当
  - 管理費と修繕積立金の合計250～300円/(㎡・月)

# トータルの収支（差益）




約140万円/(戸・30年)、約3,900円/(戸・月)
受変電設備の建設、更新、保安管理費を含む
初期投資回収
約3.8年
設備更新
初期投資
キャッシュフロー[万円/戸・年]
経過年数
200
150
100
50
0
−50
0
5
10
15
20
25
30
35

# 高圧一括受電と修繕積立金の確保のまとめ（１）

- 高圧一括受電は電力料を大きく低減可能
- 首都圏を中心に事業として展開
  - 全居住者、区分所有者の承諾を取るのが困難
  - 検針に稼動が必要、料金計算も煩雑
  - 事業者は電力料の5％減額、しかし普及困難
  - 検針業務をしている方の職を奪うので「反対」
  - 「電力会社より信頼性が低い」と主張する方もいる
- 管理組合が自ら行えば差益は大きい。全電力料は約45％低減
- 差益の一部を居住者へ還元しても、修繕積立金に繰り入れ可能。50円/㎡・月は極めて魅力的
- 管理組合会計にとっては貴重な財源の一つ

# 高圧一括受電と修繕積立金の確保のまとめ（２）

- **規模が大きなマンションほど効果が大きい**
- 全居住者・区分所有者の承諾取得が困難
- 電力会社にマンションの一部を電気室で貸与の場合、設備を安価に買い取る例もある（電力会社との交渉が必要）
- 滞納者が出た場合は管理組合の負担
- 受変電設備の維持管理・更新が必要
- 管理組合だけでなく、管理会社、電力会社、工事会社と十分に協議し進めることが肝心

北海道大学

# 外断熱による大規模修繕

- 落下事故の責任　⇒　管理組合（理事長）
  - 2015年2月、札幌市内のビルの看板が落下事故
  - 2017年3月、建物管理者に有罪の判決
  - 「竣工または外壁改修から10年経過すれば外壁タイルの全面打診を実施」（平成20年国土交通省告示第282号）が義務
- マンションの大規模修繕
  - 10～15年周期の実施
  - 積雪寒冷地に相応しい工法
- 一般工法　⇒　外断熱工法
  - 資金計画と合意の方法（Kマンションを例に）

# 外断熱工法のメリット



- 断熱性能の向上で省エネルギー
  - 外気温の影響を受けにくく、暖冷房が省エネ
- 住戸内の温度差が小さくなる
  - 外壁が外気温の影響を受けにくく、温度差が小い
- 建物の耐久性が向上
  - 躯体が外装材で守られ、建物の耐久性がアップ
- 大規模修繕の回数を削減
  - 通常10数年　⇒　20～30年に1度に減らせば、長期的には修繕コストを抑制
- 住みながらの工事が可能
  - 外断熱改修は外側から工事可能

# 外断熱工法のデメリット

- 経済的理由
  - 従来の大規模改修に比べてコスト増
  - 修繕積立金が不足　⇒　資金調達が課題
  - 一時金の徴収など経済的な負担　⇒　合意困難
- 外観が変わる
  - 「タイル張りのマンション＝高級」と考えている方が以外に多い
  - 「私はこの色のタイル張りが気に入って購入したので、タイルがなくなるのに反対である」と云う組合員
- 大多数は経済的負担増がなければ無関心

# 大規模修繕のプロセス



- 設計管理者の選定：複数社のプロポーザル
- 簡易診断の実施
- 一般工法（タイルの打診検査、張替え補修）と外断熱工法の二種類の見積もり作成
- 定期総会で外断熱工法を決定
- 工事業者の選定：複数社の競争入札
- 価格交渉（建設物価上昇）
- 臨時総会で外断熱工法・資金借入を最終決定
  - 工事金額上昇　⇒　銀行からの借入（5年返済）
- 2016年3月工事開始、7月末工事完了

# 改修前後の建物仕様

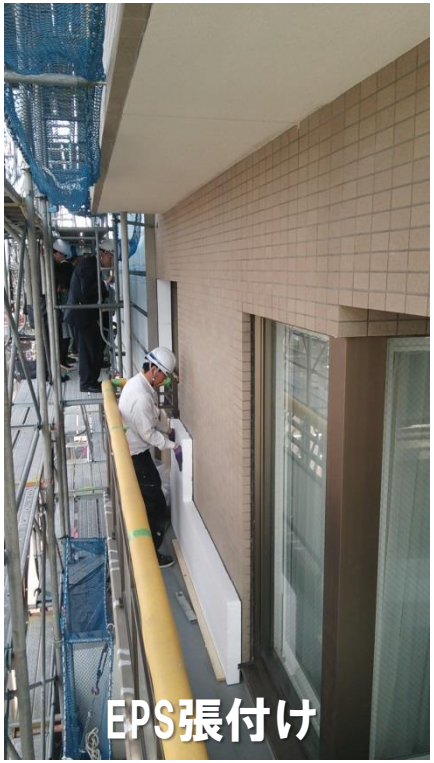


| | | |
|---|---|---|
| 概要 | | 鉄筋コンクリート造　地上14階建て（基準階型） |
| | | 住戸数：26戸（基準階住戸数：2戸） |
| | | 専有部床面積：約2,600㎡ |
| | | 竣工：2001年 |
| | | 外断熱改修年：2016年 |
| 主な断熱仕様等 | 改修前 | 屋根：外断熱PUF50mm<br>外壁：内断熱PUF30mm吹付（北面は40mm）<br>床　：PUF30mmスラブ吹付（外気に接する部分は吹込GW200付加）<br>窓　：アルミサッシ＋樹脂製内窓（一部アルミサッシのみ）<br>熱損失係数：2.28 W/m²K（換気回数0.5回/hとして） |
| | 改修後 | 屋根：PUF50mm付加<br>外壁：外断熱75mm付加（EPS3号、XPS3種）<br>床　：既存のまま<br>窓　：　〃<br>熱損失係数：1.84 W/m²K（換気回数0.5回/hとして） |

# 工事の様子

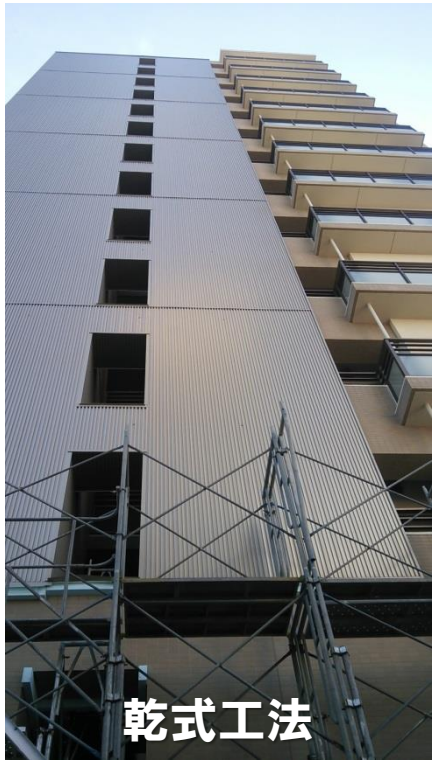
浮いたタイル除去とモルタル補修

EPS張付け


EPS張付け

湿式工法

乾式工法


乾式工法

# 湿式の外断熱方式

写真3　南西角部分　（撮影：大橋周二）

写真4　南側バルコニー内　（撮影：大橋周二）

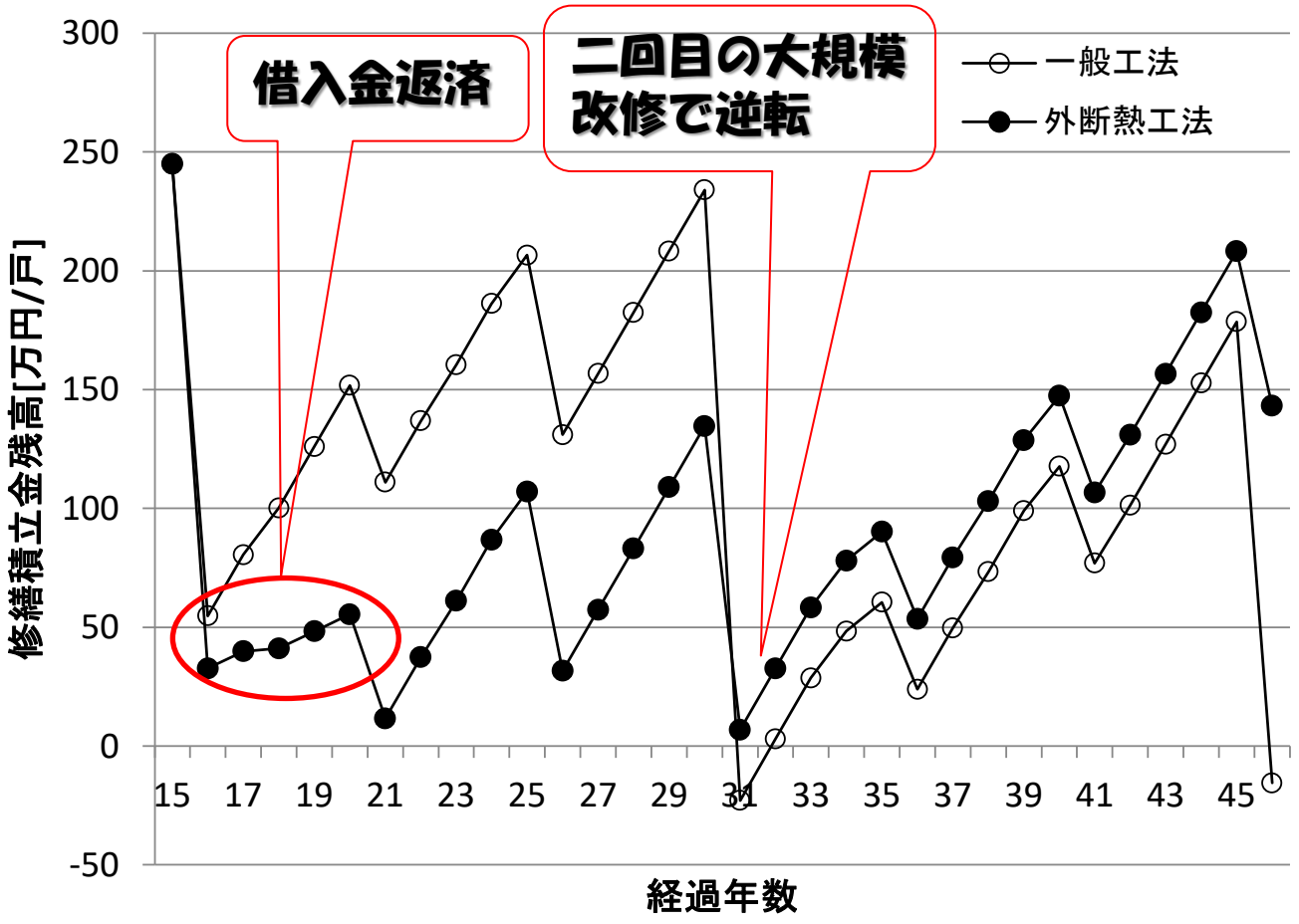
# 工事前後の外観（撮影：大橋周二）

工事前

工事後

# 修繕積立金の経年予測

- 借入金の返済のため5年間は残高増加が少ない
- 二回目の大規模改修で逆転し、その後は優位

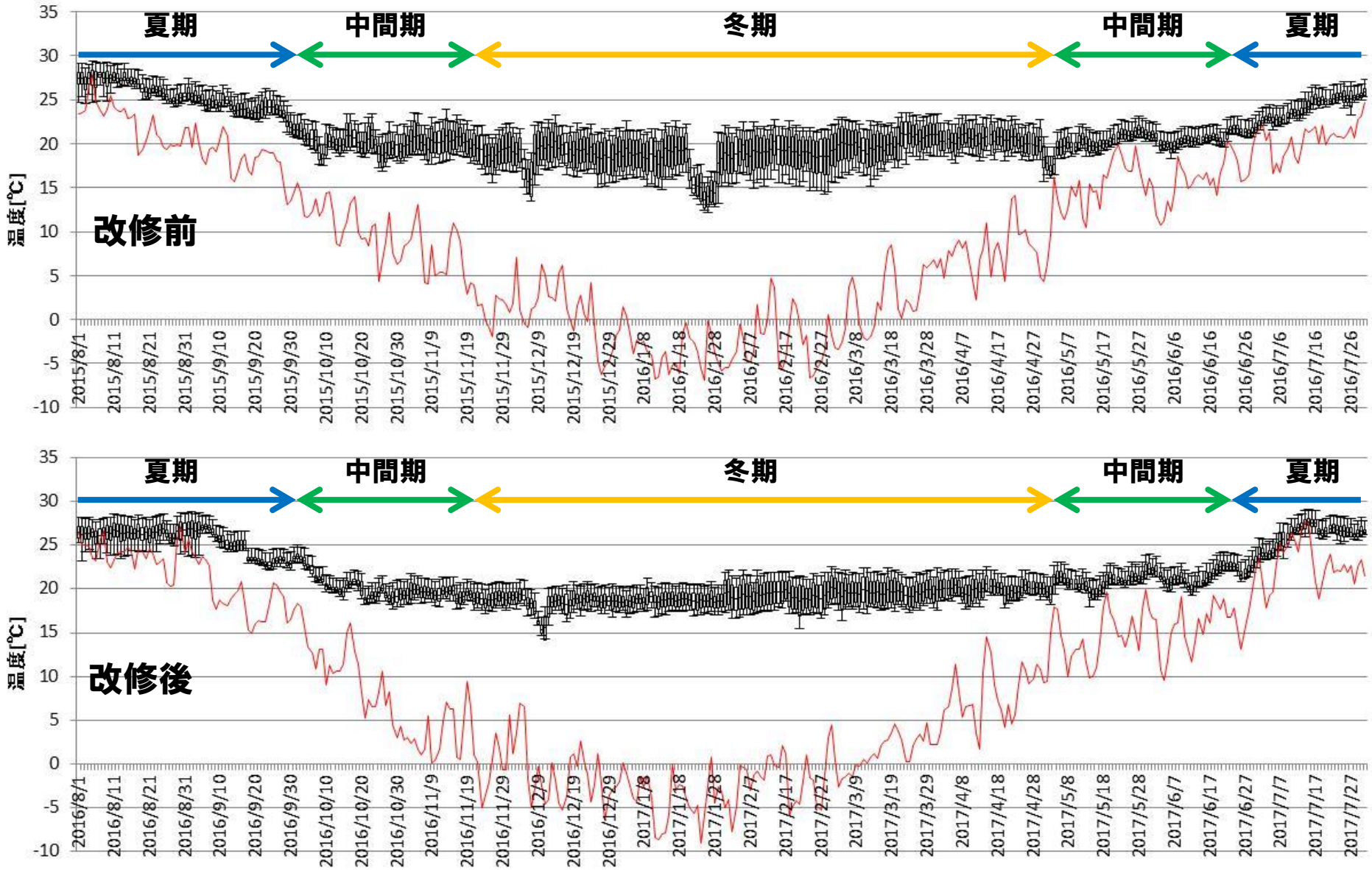


北海道大学

# 断熱改修による室内環境とエネルギー消費量

# 改修前後の室内環境の比較（8F室　居間・寝室・玄関・浴室）

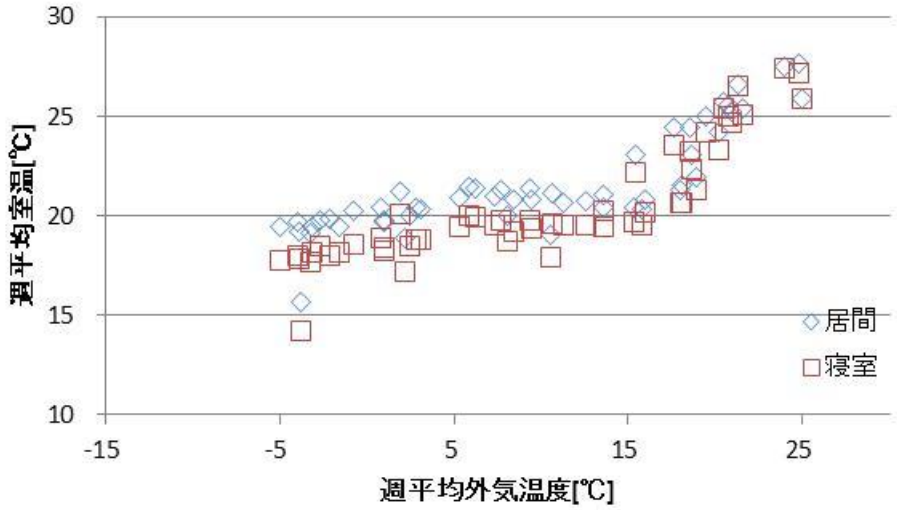


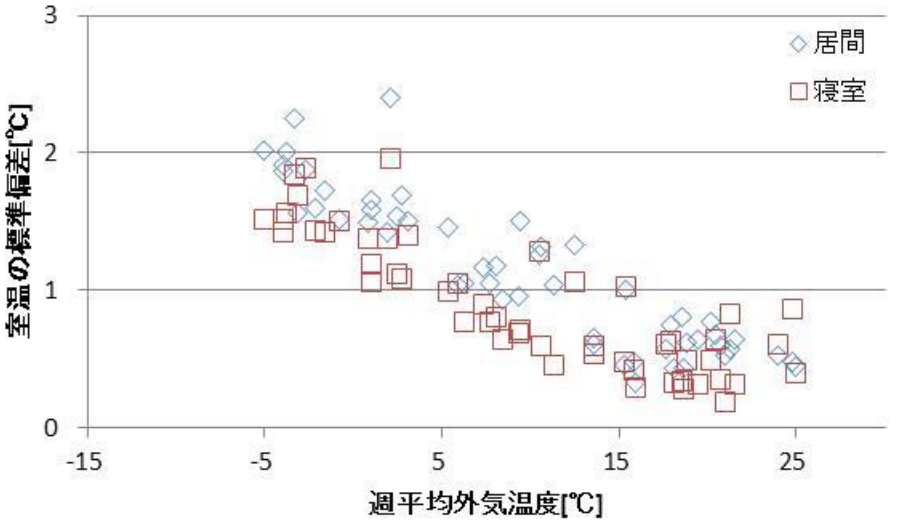


# 改修前後の週平均室温と標準偏差（8F室 居間・寝室）

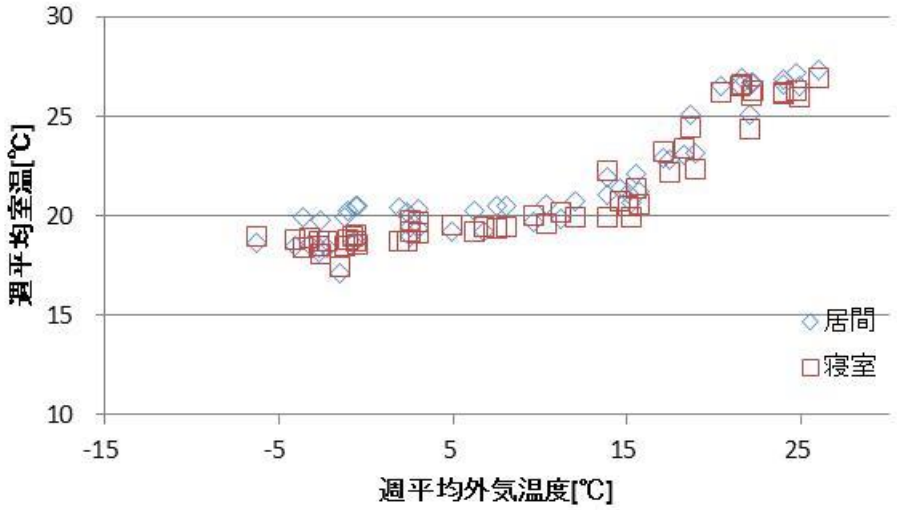


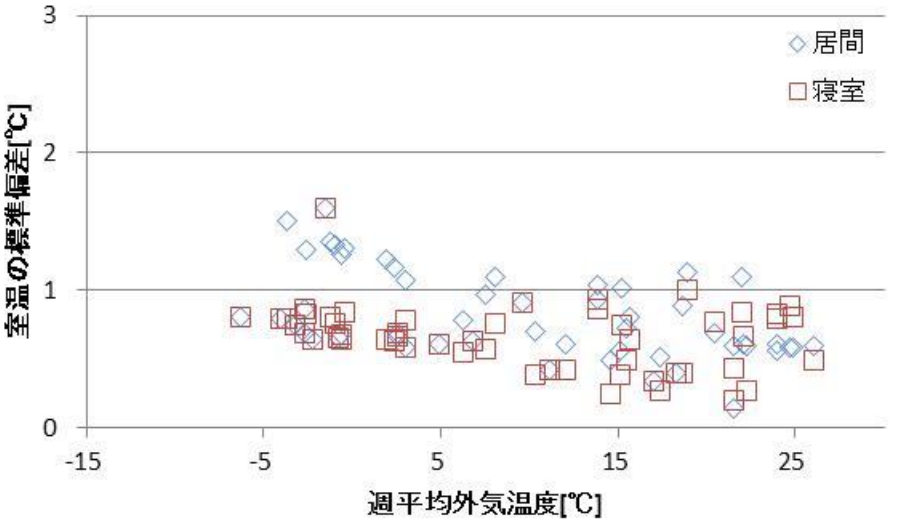
## 改修前



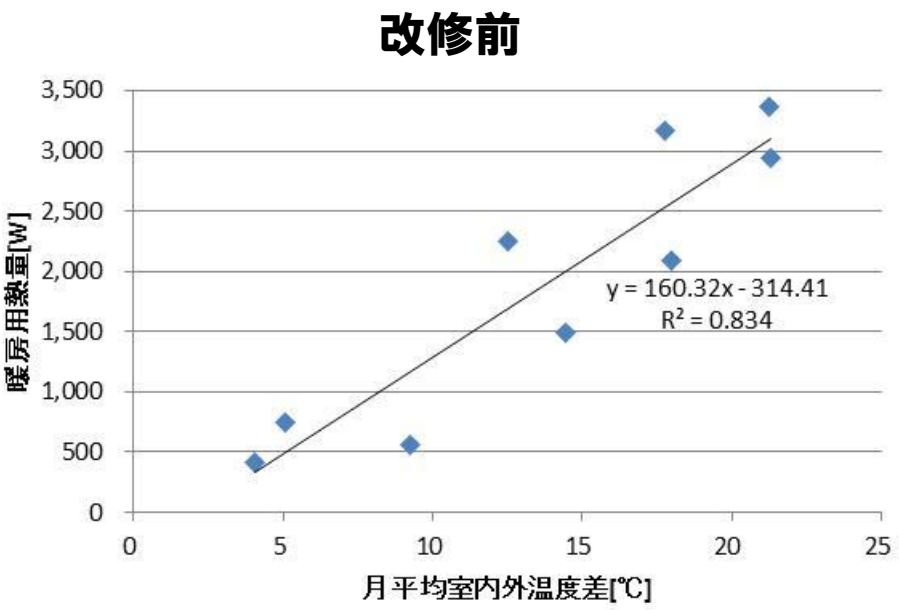

## 改修後

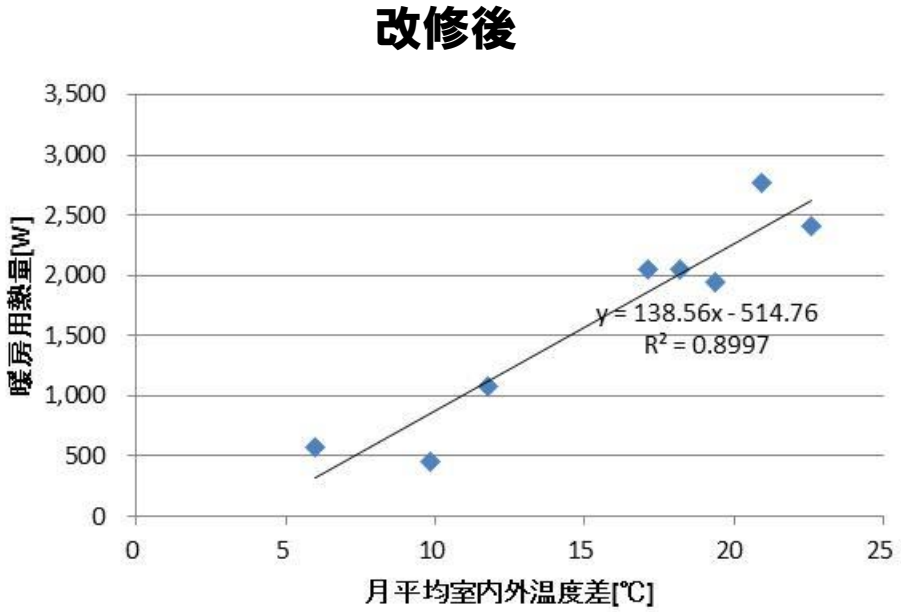


# 改修前後の暖房用エネルギー消費量と室温・標準偏差





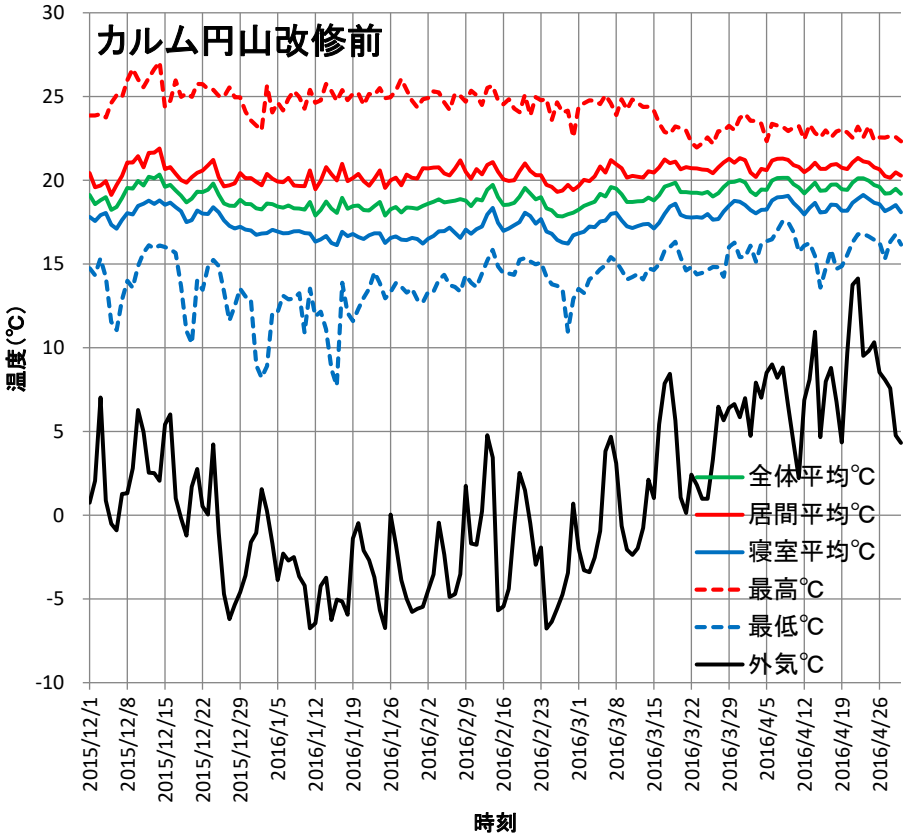



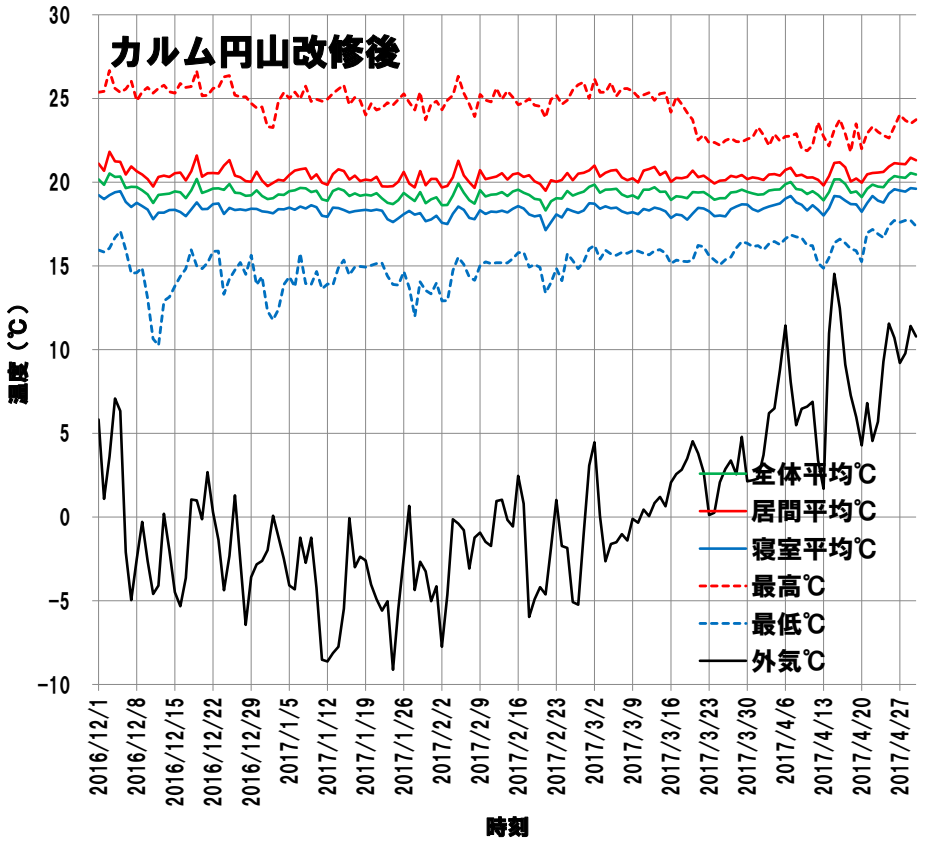

| | 改修前 | 改修後 |
|---|---|---|
| 平均室温・標準偏差　冬期 | 19.0℃・1.90℃ | 19.1℃・1.14℃ |
| 平均室温・標準偏差　中間期 | 20.1℃・1.19℃ | 20.6℃・1.34℃ |
| 平均室温・標準偏差　夏期 | 24.9℃・1.56℃ | 25.8℃・1.39℃ |
| 暖房用エネルギー消費量 | 灯油　1,147L | 灯油　871L（▼26%） |
| 建物の熱損失係数[W/m² K] | 1.60 | 1.39（▼13%） |

# 改修前後の室温（10住戸の分析）



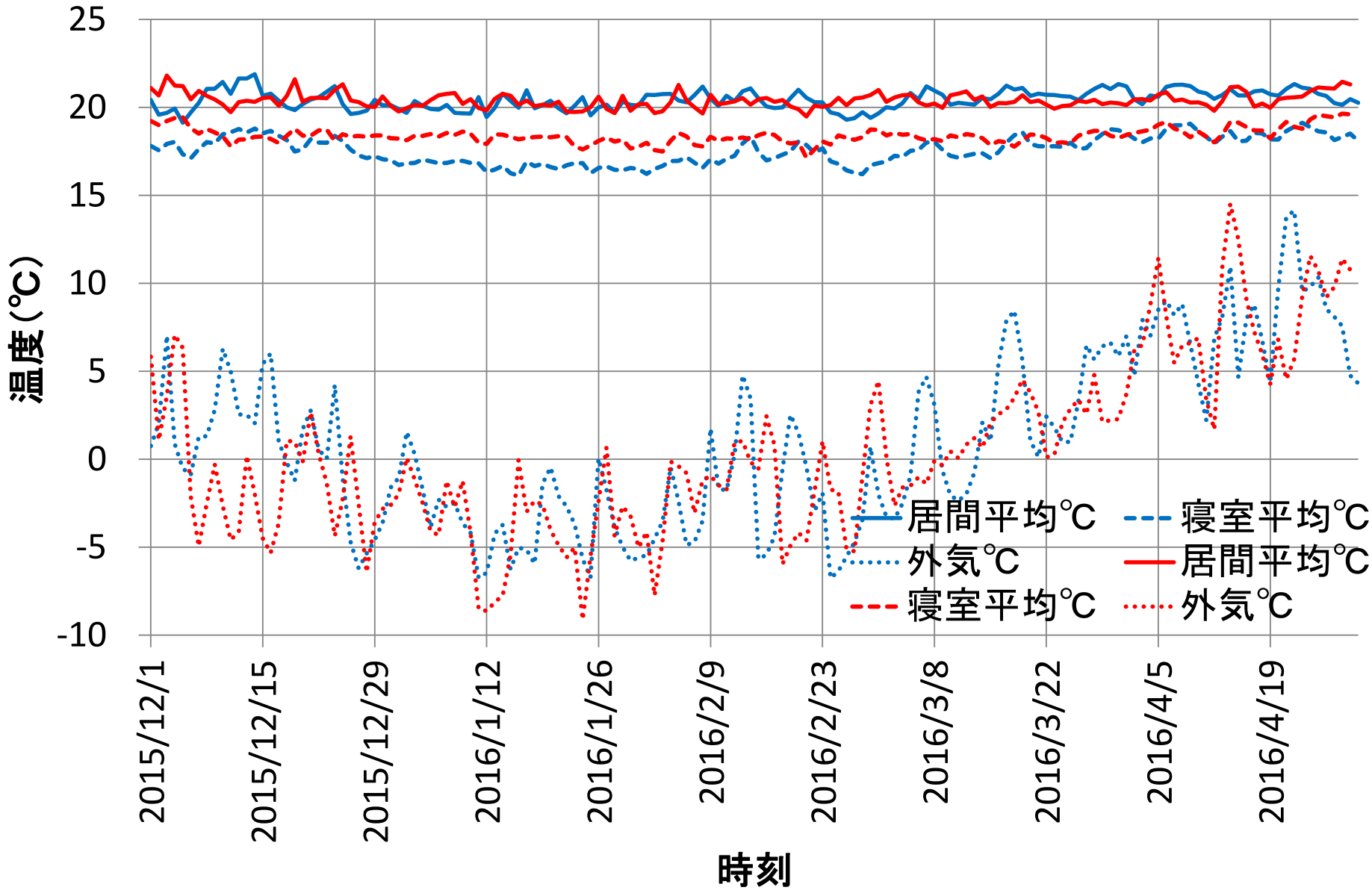
**室内温湿度調査：10戸/26戸(1時間間隔)、12/1～4/30（2015～2017年）**
**電力消費量・灯油消費量：月単位**



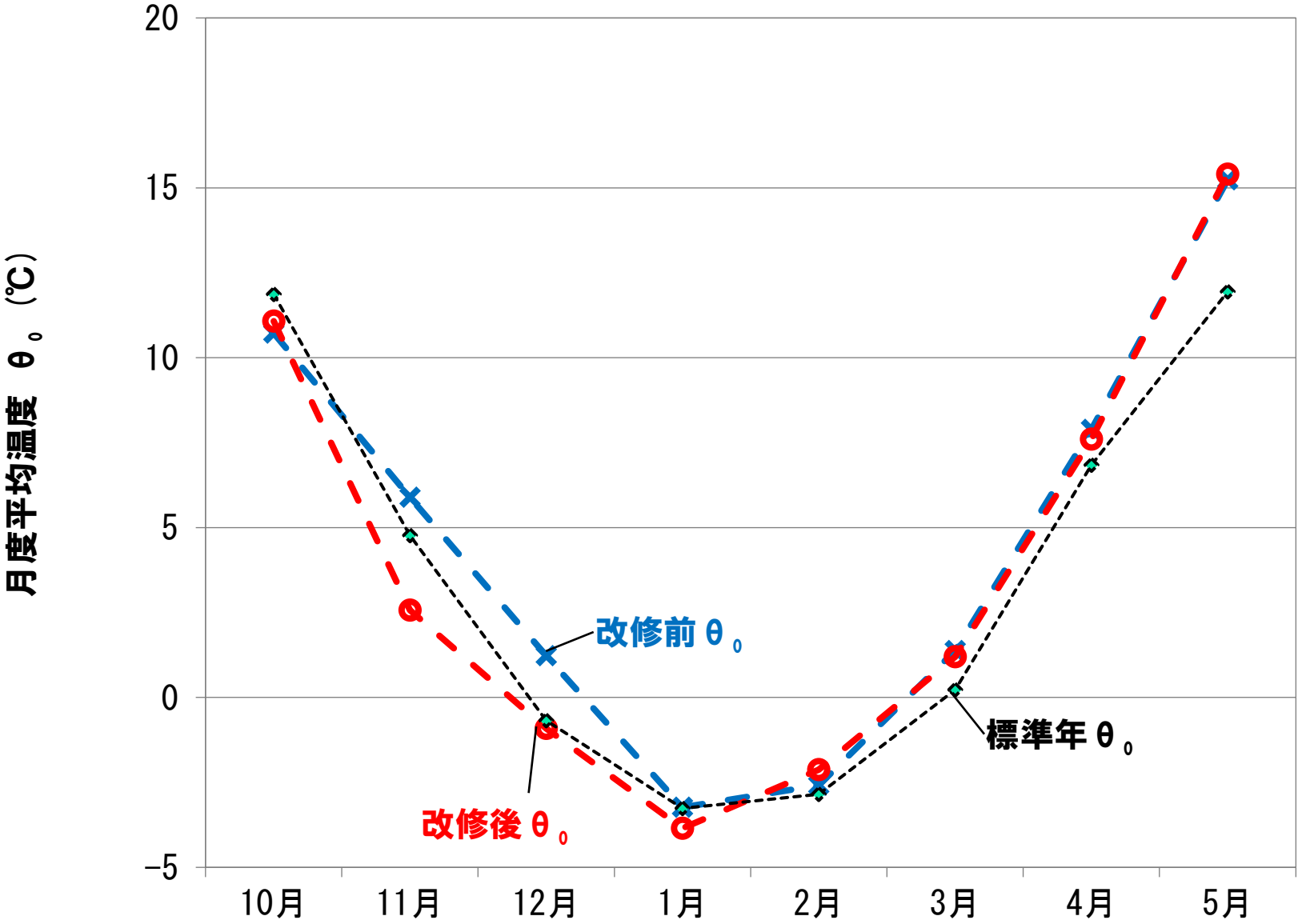
# 改修前後温度比較



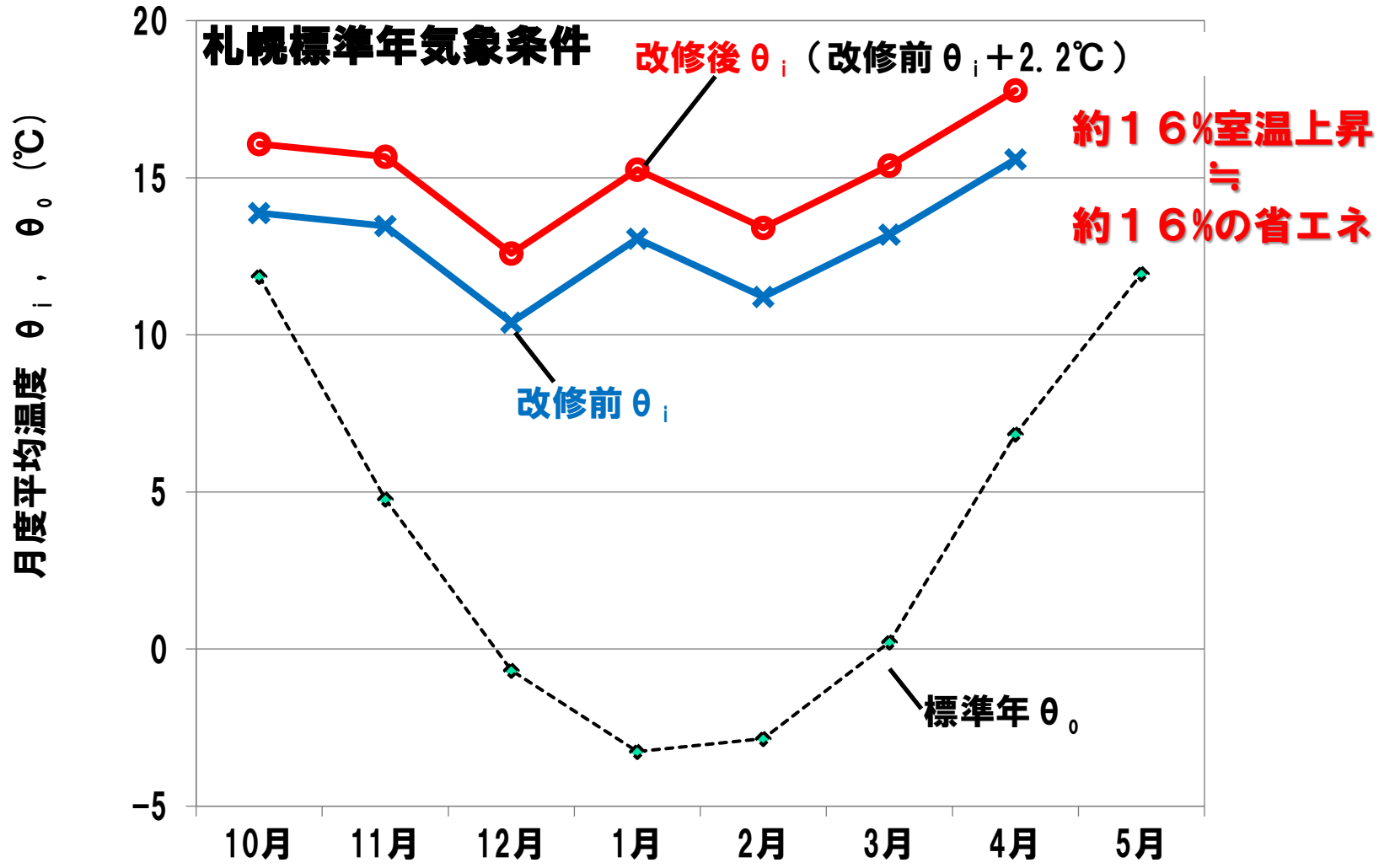

25
20
15
10
5
0
-5
-10
温度(℃)
2015/12/1
2015/12/15
2015/12/29
2016/1/12
2016/1/26
2016/2/9
2016/2/23
2016/3/8
2016/3/22
2016/4/5
2016/4/19
時刻
居間平均℃
寝室平均℃
外気℃
寝室平均℃
居間平均℃
外気℃

# 改修前後の外気温度補正



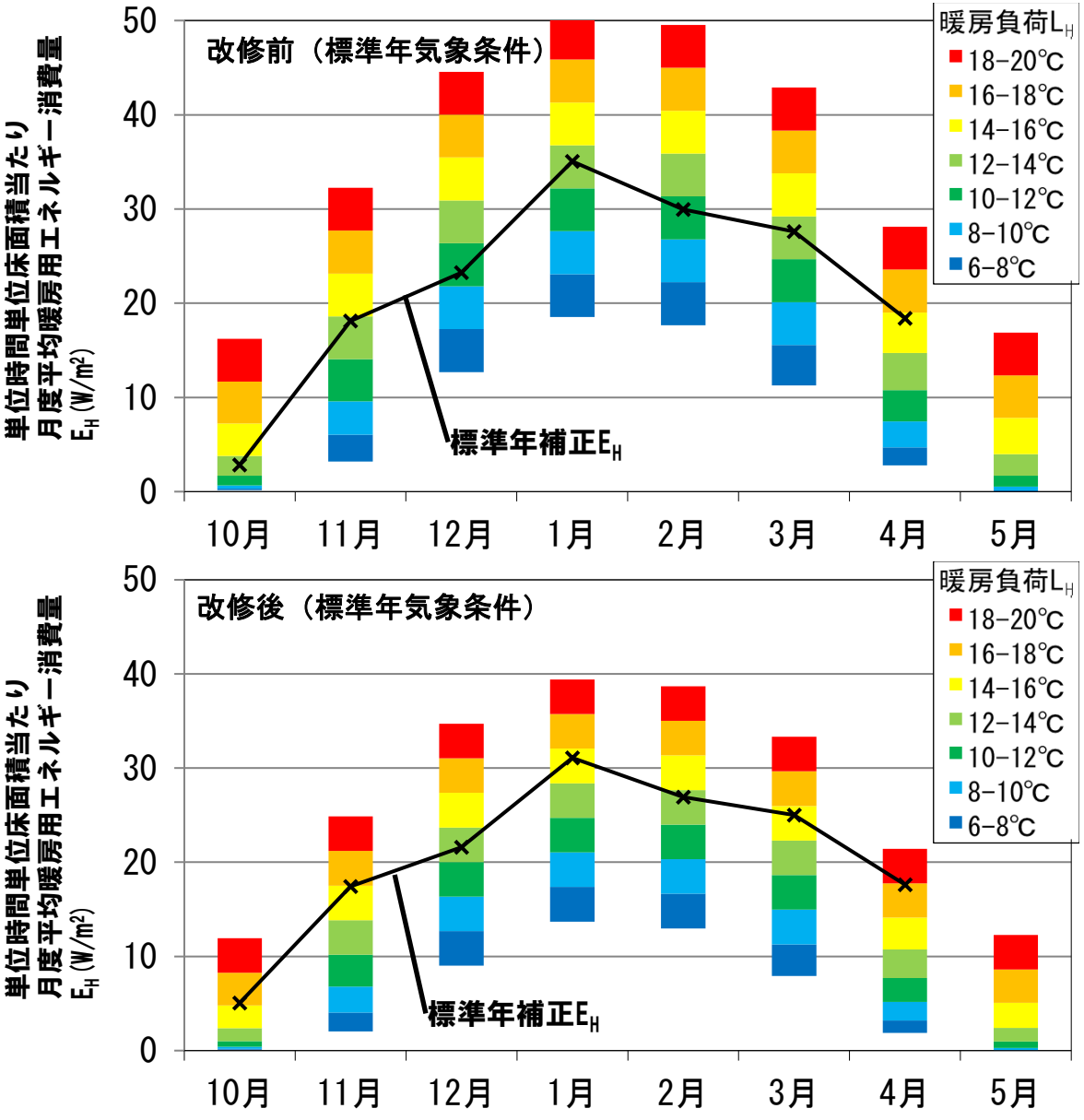


# 標準年気象条件の月度平均外気温度θ$_o$および室内温度θ$_i$設定




札幌標準年気象条件の月度平均外気温度θ$_o$および室内温度θ$_i$設定

# 月度平均暖房用エネルギー消費量EH標準年条件補正値




暖房期平均$E_H$：
改修前：22.2 W/m²
改修後：20.7 W/m²
↓
平均6.8%削減
≒
約6.8%の省エネ

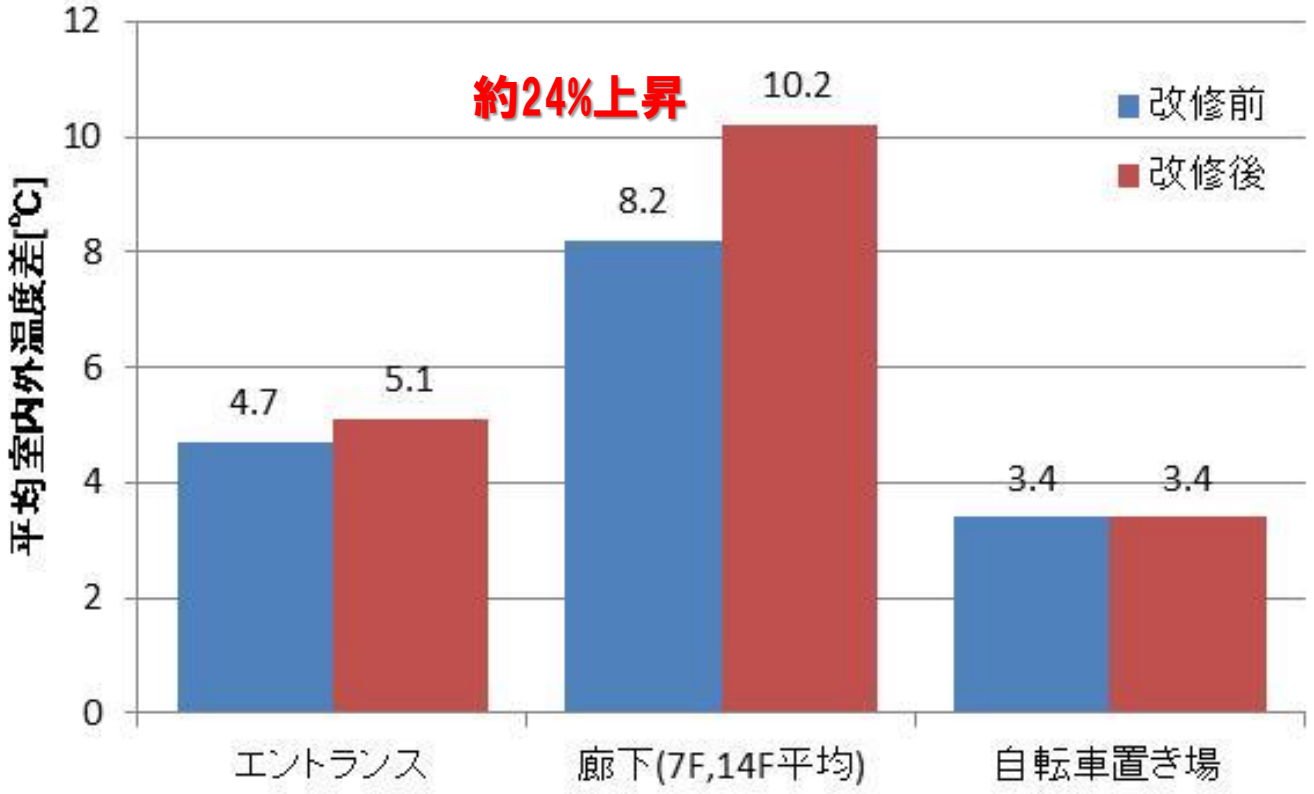
室内相対湿度：
改修前：44.0%
改修後：37.1%
↓
平均6.9%低下

全熱交換機の吸気口清掃 ⇒ 換気量が増加？

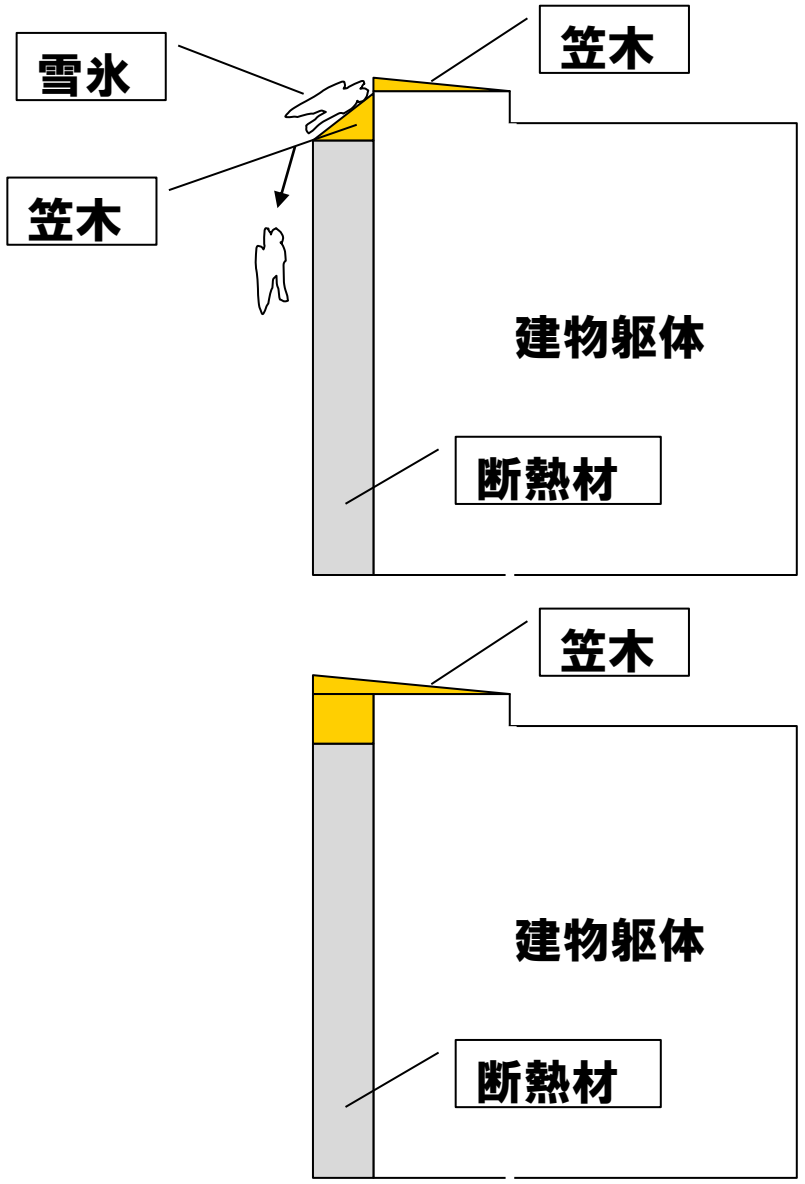
# 共用部の温度（平均室内外温度差12月～4月）



- 1Fのエントランス、自転車置き場の平均室内外温度差は研修前後で変化なし
- 7F, 14Fの共用部廊下（エレベータホール前）の平均室内外温度差は2.0℃（24%）上昇



- 不具合事例
  - 僅かな笠木部分でも雪氷は堆積する
  - 堆積した雪氷は笠木上を滑落する
  - 小さな雪氷でも階数が高いと非常に危険
  - 設計時には予想外
- 改修方法
  - 全ての笠木を建物内側へ向かうよう改修⇒解決



# 外断熱工法による大規模修繕の課題



- 全戸の経済的負担にならない修繕積立金の増加方法
  - 駐車場収入の一部繰入など他にどんな方法があるか
- 外断熱工法だと10～15年周期の足場を建てた外壁改修が不要になるか？
  - 一般工法とのコスト比較検証
- 外断熱工法の一般化と工事費の低価格化
  - 北海道では事例が増えてきている
- 全居住者・区分所有者の合意取得の簡素化
  - 事例が増えれば賛成者も増える
- 省エネルギー性、室内環境改善の定量的評価
  - 現在、実施前後の室内温度とエネルギー消費量計測
  - 冬期間の室温は平均約2.2℃上昇（17%の省エネ）、暖房用エネルギー消費量6.9%削減。**合計約２４%の省エネ**