



BEMS普及コンソーシアム京都 2017.3.24

人とエネルギーの可能性

立命館大学 工学部 建築都市デザイン学科 教授

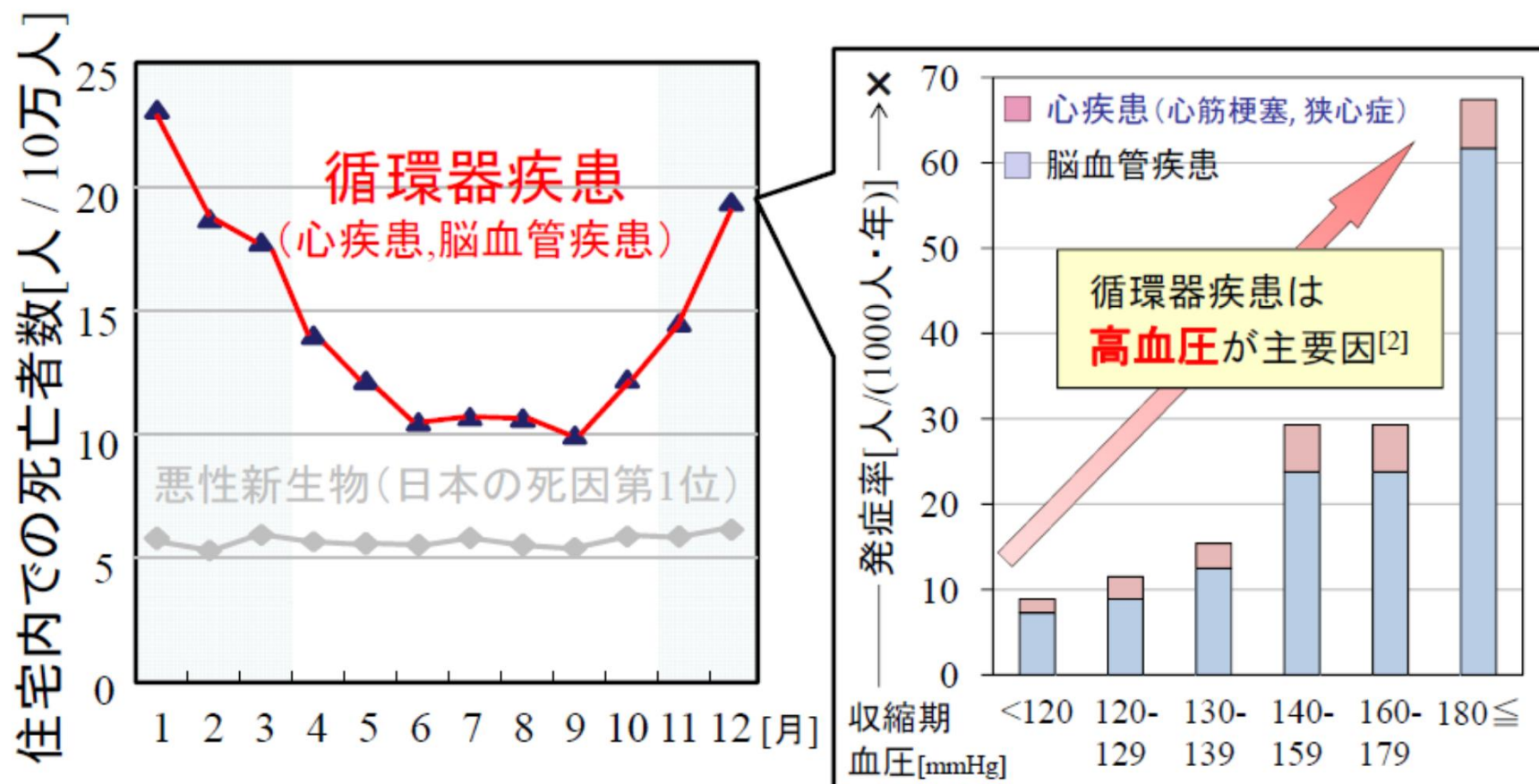
サステナビリティ学研究センター (RCS)

アジア・日本研究所 (AJI)

近本 智行



冬季に急増する住宅内の循環器疾患起因死



▶ 住宅内の温熱環境改善による循環器疾患予防の可能性

[1] 羽山広文 他, 「住環境が死亡原因に与える影響 その1 気象条件・死亡場所と死亡率の関係」, 第68回日本公衆衛生学会総会, 2009

[2] H. Arima et al. 「Validity of the JNC VI recommendations for the management of hypertension in a general population of Japanese elderly - The Hisayama Study」2003

出典: 慶應義塾大学 伊香賀研究室

英国保健省の冬季室内温度指針



◎ 21°C 推奨温度

○ 18°C 許容温度

△ 16°C未満

呼吸器系疾患に影響あり

△ 9-12°C

血圧上昇、心臓血管疾患のリスク

× 5°C

低体温症を起こすハイリスク

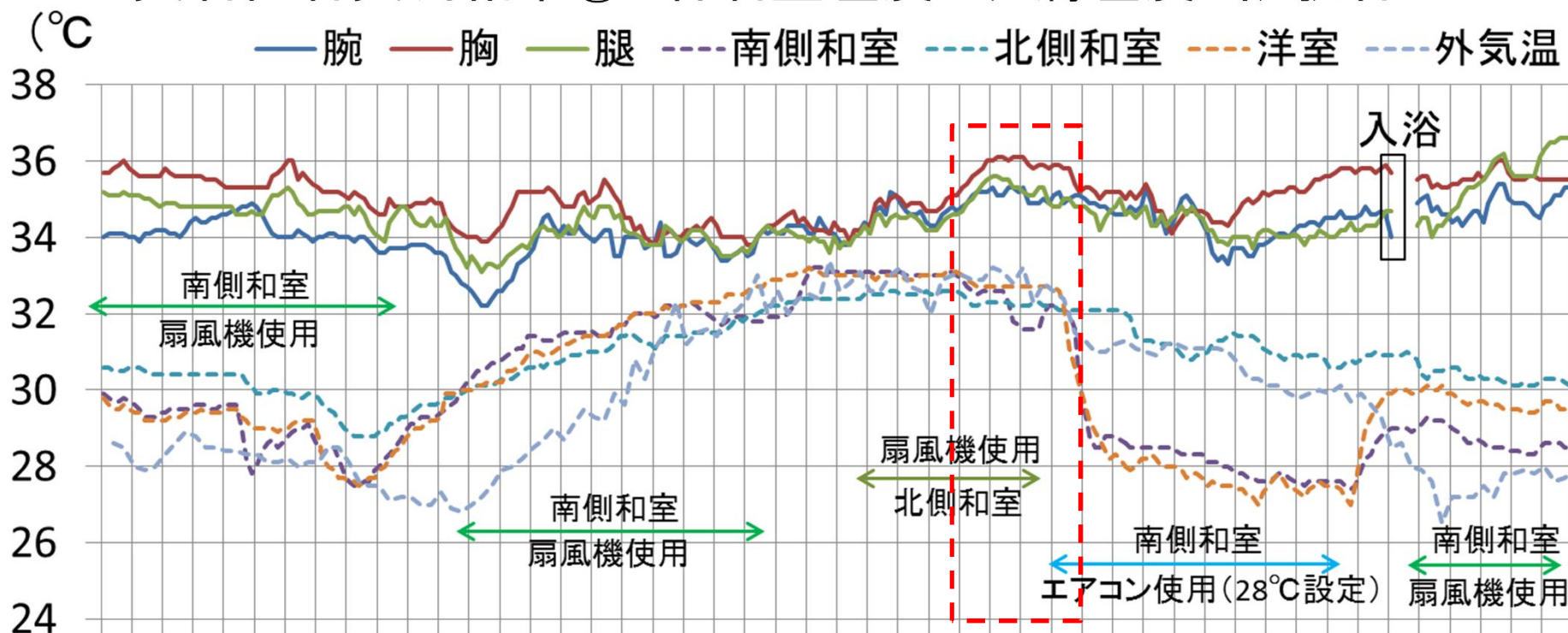
住宅の断熱性向上と適切な暖房を指摘

英国保健省年次報告書(2010.3)

出典:慶應義塾大学 伊香賀研究室

夏期

実居住者実測結果② 各居室温度と皮膚温度 被験者E



【皮膚温度】

14～16時で皮膚温度上昇

16時点で冷房を稼働

⇒ 日中の暑い時間帯に冷房を我慢している可能性がある

エネルギーだけでない
考えも必要

平成21年度モデル校

京都市立朱雀第四小学校



出典：平成22年度 環境省「学校エコ改修と環境教育事業」全国会議資料



事業終了後も、校舎の省エネ運用と環境教育を継続していきます。



第1号

あかしゃエコ便りでは、「朱雀第四小学校（通称：朱四校）エコ改修と環境教育事業」をはじめ、朱四校のエコな取り組みについてご紹介いたします。

環境建築／環境教育 第1回合同研究会が開催

- テーマ エコフロー事業を知る
- 日時 平成21年12月2日(水) 14:15～17:15
- 場所 朱四校 体育館
- 内容
 - 講義1 事業紹介 「学校エコ改修と環境教育事業」
 - 講義2 学校の今を知る① 「朱四校紹介と学校歩き」
 - 講義3 エコ改修を知る 「学校エコ改修の可能性」

朱四校エコ改修と環境教育事業が本格始動 環境建築／環境教育 第1回合同研究会が開催 朱四校巡り 第1弾



「朱四校エコ改修と環境教育事業が本格始動」

朱四校は、環境省の「学校エコ改修と環境教育事業（通称：エコフロー事業）」の平成21年度モデル校に認定されました。エコフロー事業は、“環境建築研究会”“環境教育研究会”という2つの研究会を立ち上げ、学校のエコ改修や環境教育について、民・官・学が一緒になって学び、考え、協働し、地域一丸となって地球温暖化防止を実践していく事業です。平成21年12月2日(水)、朱四校の体育館において「環境建築／環境教育 第1回合同研究会」が開催され、公募によって集まった環境建築研究会参加者、朱四校の先生や地域住民等による環境教育研究会参加者、講師や事務局等を含めて約100名が参加しました。



朱四校巡り

こちらでは、朱四校の特色ある活動や教育施設についてご紹介いたします。第1弾は「紙屋川ゴミ0隊」の活動についてご紹介いたします。

朱四校と紙屋川

紙屋川は朱四校の西を流れる天神川の上流部の名称です。今では民家の間を流れる川幅5m程の川で、水量も少ないですが、昔は荒れ川だったようです。紙屋川の名前は、平安時代、この川のとどりで朝廷御用の紙をすく紙座があったことに由来します。



写真：「紙屋川ゴミ0隊レポート4月」より

紙屋川ゴミ0隊

朱四校ではこの紙屋川にホタルやいろいろな魚が育成出来るように、10年前前から毎月1回、児童や保護者、地域住民が集まり「紙屋川ゴミ0隊」の活動を行っています。みんなで協力してゴミを拾ったり、水生生物の観察やバックテストによる水質の調査等を行っています。また、この取組みは「紙屋川ゴミ0隊レポート」として朱四校HPにも紹介されています。一般の方も参加可能とのこと。この素晴らしい活動をこれからも継続し、地域に、社会に広げていきたいですね。



写真：「紙屋川ゴミ0隊レポート7月」より

今後の予定

第2回環境建築研究会を下記のとおり開催いたします。ぜひご参加下さい。

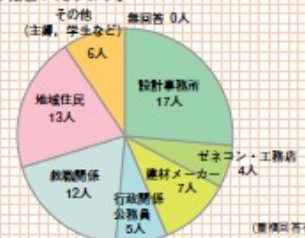
- テーマ 環境建築技術を学ぶ
- 日時 平成21年12月16日(水) 14:15～17:15
- 場所 朱四校 多目的室

参考URL

エコフロー事業 HP: <http://www.ecoflow.go.jp/>
 朱雀第四小学校 HP: <http://cms.edu.city.kyoto.jp/weblog/index.php?id=103305>
京都市教育委員会事務局
 〒604-8571 京都府京都市中京区寺町通池上る上本能寺町可 488 番地
 TEL: 075-222-3791 FAX: 075-256-3947
 HP: <http://www.city.kyoto.lg.jp/kyoiku/>
株式会社創建（専任事務局）
 〒456-0018 愛知県名古屋市中区新尾張 1-10-1
 TEL: 052-682-5041 FAX: 052-682-3149
 HP: <http://www.soken.co.jp/>

アンケート結果

参加者にアンケートをお願いしたところ、61名の方からご回答がありました。アンケート結果を整理しましたので、ご報告いたします。



第1回合同研究会には、講師や事務局等も含めて約100名の参加となりました。アンケートにご回答いただいた61名の内訳を見ても、環境教育研究会から多くの方がご参加頂いていることが分かります。また、環境建築研究会の参加者のうち、約半数が設計プロボーガルに参加したい意向を示しています。朱四校の想いを汲み取り、みんなで朱四校の未来を描いていきたいですね。

良かった点

- 数多くの学校から朱四校が選ばれたのは幸せなことである。環境教育がこれからの事業の積み重ねで成功に向かって欲しい。
- 全国のエコ改修の話を聞いて、朱四校がどのように変わっていくのが楽しみである。
- 先生たちの生の意見が聞けたこと、学校内を見て歩けたことは良かった。
- 様々な立場の方が参加し、意見を話し合えるのが良いと思う。 など

悪かった点

- 時間が足りない、もう少し詳しくお聞きしたかった。
- 他業種の方が集まるのは多目的検討の可能性はあるため興味はあるが、意見がまとまるか心配である。 など

京都市立朱雀第四小学校



こちらは整理して次号にて、ご紹介いたします



グループワークの様子

学校歩き終了後、グループごとに朱四校の良い所・悪い所について意見を出し合い、こう活かしたい・こうしていきたいという理想についても考えました。参加者からは模造紙が一杯になるほどの多くの意見が飛び出し、次回以降の研究会にも反映させていくこととなりました。

エコ改修を知る「学校エコ改修の可能性」

① 徹底的なエコ改修に加えて、子ども達や先生方が賢い使い方を学ぶことで、二酸化炭素排出量が差し引きゼロになるゼロカーボン建築を目指すことも出来る。

② 朱四校では普通教室にエアコンが完備されている。エコ改修を行う際、断熱をしっかりとすると、日射遮蔽をしっかりとするというのは重要なポイントである。

③ 様々な環境教育を既に実施している朱四校においては、エコ改修により環境教育の更なる飛躍が期待される。

④ 続いて、慶應義塾大学の伊香俊治教授より学校エコ改修の可能性と題して、学校施設における環境対策の現状やエコ改修における留意事項について、伊予市立翠小中学校(平成17年度モデル校)における築70年木造校舎のエコ改修事例を交えてご講演頂きました。お話し頂いた内容のポイントは以下のとおりです。



講師 伊香 俊治氏
慶応義塾大学理工学部 教授

事業紹介「学校エコ改修と環境教育事業」

① エコプロ事業はエコ改修というハード面と、環境教育というソフト面からの対策により、民生部門における二酸化炭素排出量を削減する、地球温暖化防止に取り組む事業である。

② また、エコ改修を終えたモデル校における、改修前後の環境の変化や、児童や先生の意識の変化についても紹介して頂きました。

③ エコプロ事業はエコ改修というハード面と、環境教育というソフト面からの対策により、民生部門における二酸化炭素排出量を削減する、地球温暖化防止に取り組む事業である。

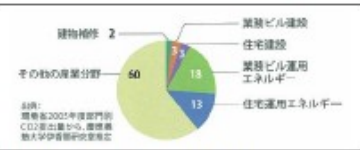
④ また、エコ改修を終えたモデル校における、改修前後の環境の変化や、児童や先生の意識の変化についても紹介して頂きました。



講師 高柳 有希氏
エコラボート編成アドバイザー



エコプロ事業のイメージ



我が国の二酸化炭素排出量の割合 [単位: %]

学校の今を知る①「朱四校紹介と学校歩き」



運動の様子は校内各所に掲示されています

① 自然・生命を身近に感じる学校
② 自然の恵みに感謝し活用する学校

省林の熱意と力で「環境教育の場」となる改修が行われますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

朱四校エコ改修のコンセプト

③ 朱四校エコ改修のコンセプト(視点・考え)として、「自然・生命を身近に感じる学校」「自然の恵みに感謝し活用する学校」を相俟っている。環境教育に相応しい場となる改修が行われることを期待している。

次に、環境教育研究会の座長である、津知隆一校長先生より朱四校の紹介をして頂きました。お話し頂いた内容のポイントは以下のとおりです。



環境教育研究会 座長 津知 隆一氏
朱雀第四小学校校長



緑化にも取り組んでいます(写真:朱四校HPより)

●学校施設における環境対策の推進方策
エコ改修を利用し、朱四校の活動を更に推進することができる

●学校施設における環境対策の推進方策

① 環境教育の推進

② エコ改修の推進

③ エコ改修と環境教育の推進

④ エコ改修と環境教育の推進

●学校エコ改修と環境教育の必要性

① エコ改修の必要性

② 環境教育の必要性

③ エコ改修と環境教育の必要性

●エコ改修の可能性

① エコ改修の必要性

② エコ改修の可能性

③ エコ改修の推進

講評とまとめ

① 朱四校が更に環境教育に相応しい場となるエコ改修が行われるためにも、各研究会が運動し合い、みんまで朱四校のエコ改修・環境教育を考えていければと思います。

② 快適性と環境教育の推進、二酸化炭素の削減をどう共存させるかが重要であり、難しいことである。参加者の皆さんで知恵を出し合い、一緒に考えていきたい。

③ 将来の京都を継承していく児童を育成することも非常に重要である。

④ 京都においては、伝統的な文化を見直し、市民が如何に古の知恵を活かして生活に取り込むか、これを新たな視点で考えながら二酸化炭素の削減に近づけていくことが重要である。

⑤ 最後に、環境建築研究会の座長である、立命館大学理工学部の近本智行教授より、以下のようなご講評を頂きました。



環境建築研究会座長 近本 智行氏
立命館大学理工学部 教授



地域に開放されたふれあい図書室

① 地域とのつながりが密であり、PTAサロンやふれあい図書室等、地域に開放されている教室もある。

② あかしやの森というビオトープや、柿やみかん、ナツメなど実のなる樹木が集まるあかしや果樹園等、緑が比較的多い。

③ その後、参加者全員で学校歩きを行いました。朱四校は、昭和30年に学校施設が設立され、昭和40年に現在の校舎が完成して以来、54年の歴史があります。特色としては主に以下の事が挙げられます。



子ども達が学ぶ教室(エアコン完備)

京都市立朱雀第四小学校

朱四校 エコ改修基本構想（案）

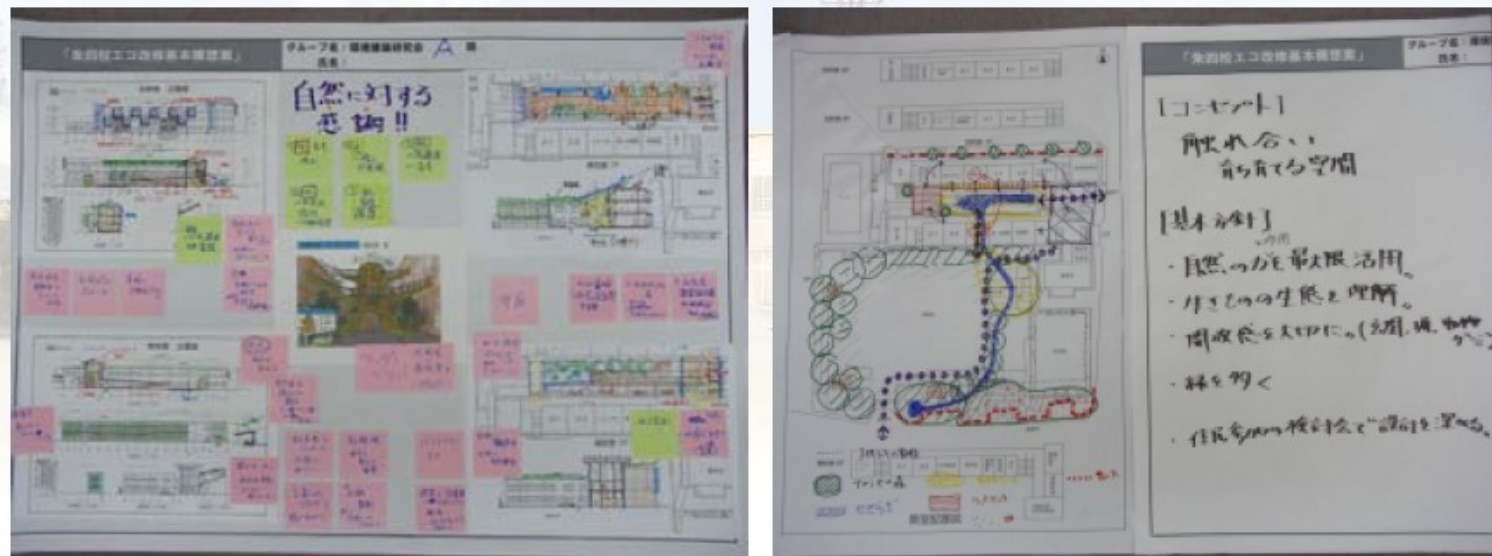
A班：自然に対する感謝 ～風・光・熱・水・安心安全健康～

B班：地域のエコリーダーになろう／学ぶ場の拡大／エコシンボルが欲しい

C班：つながり ～人・自然・地域・教育～

D班：ふれ合い育ち育てる空間

E班：風と緑で明るくつながるエコの心



出典：平成22年度 環境省「学校エコ改修と環境教育事業」全国会議資料

設計ワークショップ

- 2010年9月～11月に計4回開催
- 教職員，地域住民が対象

- ① 新しい朱四校への想いを語ろう！
- ② あかしやホールの使い方を考えよう！

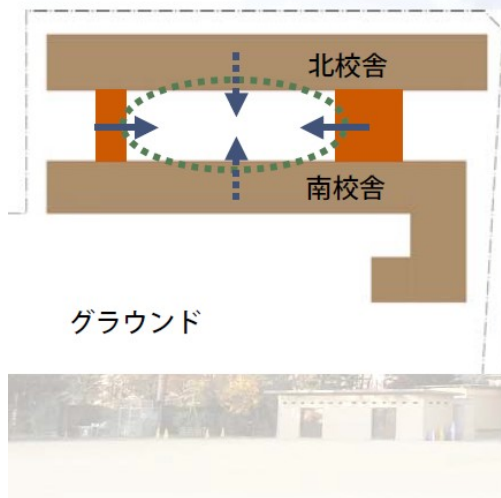
↓ [環境教育研究会にてビオトープづくりについて事前学習](#)

- ③ 「いのちの庭」について考えよう！
- ④ 基本設計を確認しよう！



出典：平成22年度 環境省「学校エコ改修と環境教育事業」全国会議資料

中庭「いのちの庭」



- 校舎に囲まれた
身近な屋外空間
- ↓
- 水田, 池, せせらぎ, 緑の
丘, デッキの縁側
- 環境教育との連携
- 生物の生息する環境の創造



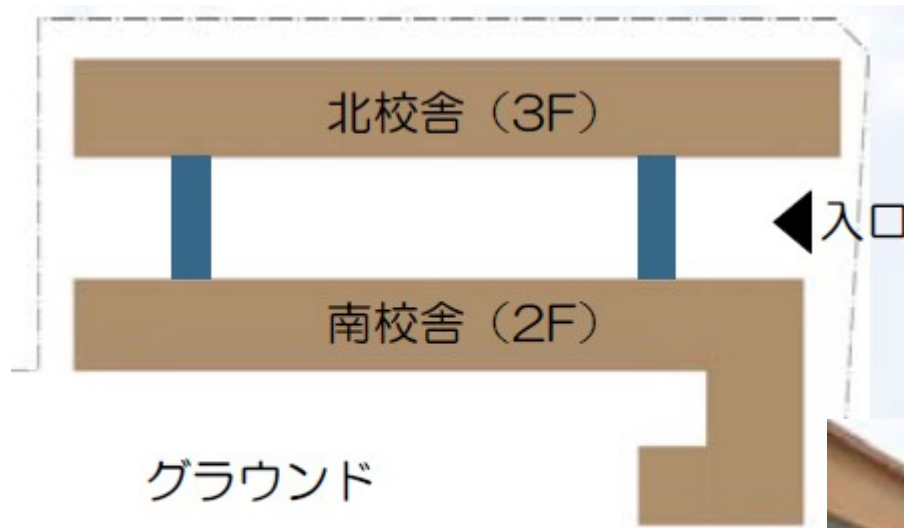
出典:平成22年度 環境省「学校エコ改修と
環境教育事業」全国会議資料

いのちの庭(中庭)



- ・緑の丘
- ・せせらぎ
- ・ビオトープ
- ・水田
- ・手押しポンプ
- ・花壇

京都市立朱雀第四小学校



あかしやホール

・・・学校の「顔」

京町家の要素

- 深い軒庇...
 - ・日ざしの調整
 - ・外壁を雨から守る
- たて格子...
 - ・日ざしの調整・自然通風
 - ・視線の調整
- ばったり床几...
 - ・憩いの場、陳列台
 - ・使わないときはしまえる

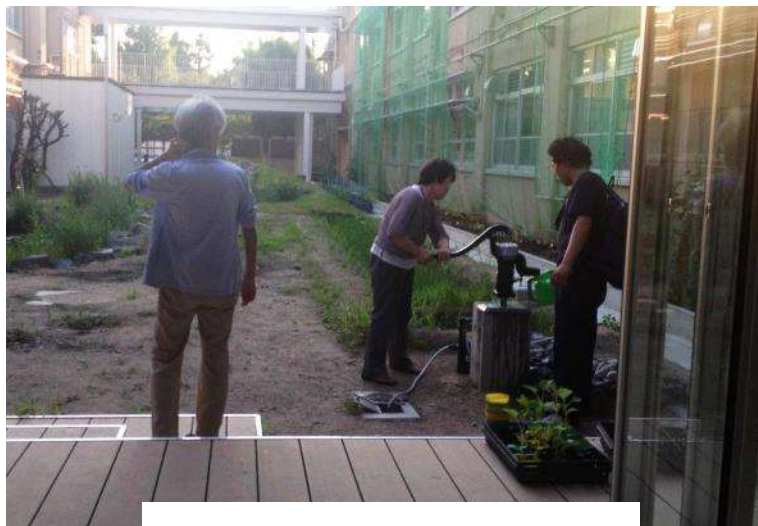
あかしやホール

・児童、地域の交流の場・環境学習の場



京町家の要素

- 高窓...・熱気を逃がす(火袋)
・光を取り入れる
- 土間...・様々な活動に対応
・いのちの庭と一体利用(通り庭)



地域とのつながり



身近な自然エネルギー

6年

校舎を使って、どんなことを調べられるだろうか。

環境学習

断熱材の交効果は?

風が暖気の装置がある。

教室の間が明るくなった。

教室と廊下の間に6枚のドアができた。

改修後平面図

ソーラーパネルが設置された。

ガラスには生かす暑さを防ぐかな?

光が一番さしこむのはどの場所か

風の塔は上へ風を送っているのかな?

3階

ペアガラス音が外に伝わるのかな?

木がくまあるかな? どのくらいすずしいのか

ひさし 光をささるのかな?

普通に使っている教室と使っていない教室の気温の差は、どうなっているのか。

暖かい空気を逃がさずするものがある。

2階平面図

うきうきルーム

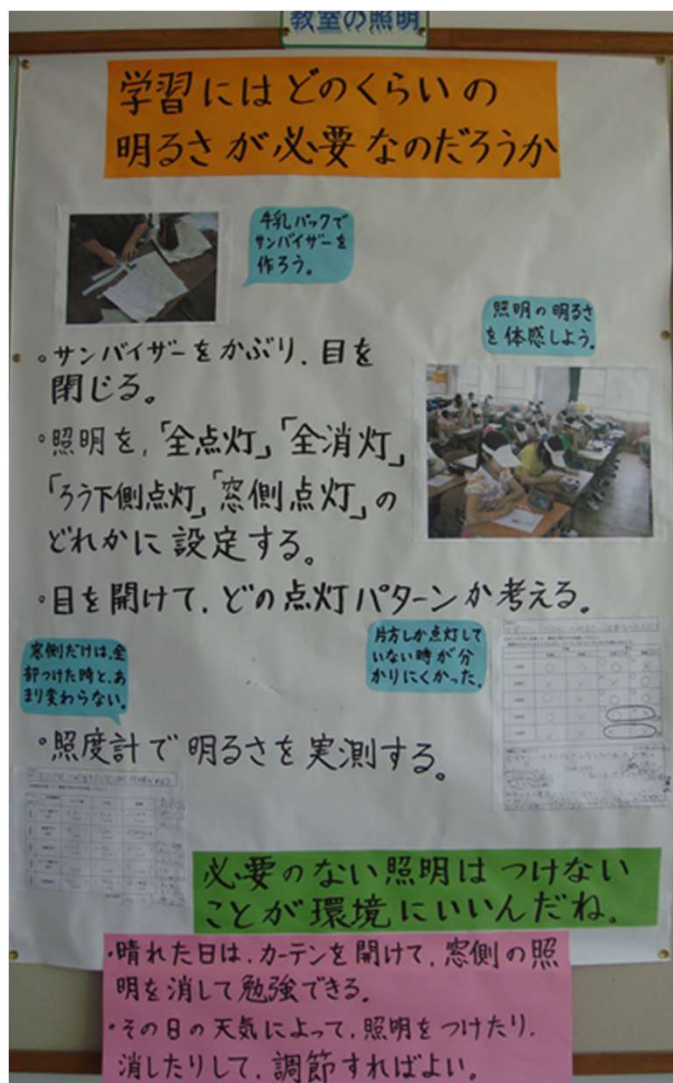
3階から日光が入るとも明るい。

雨水ポンプ 植物を育てられそう。

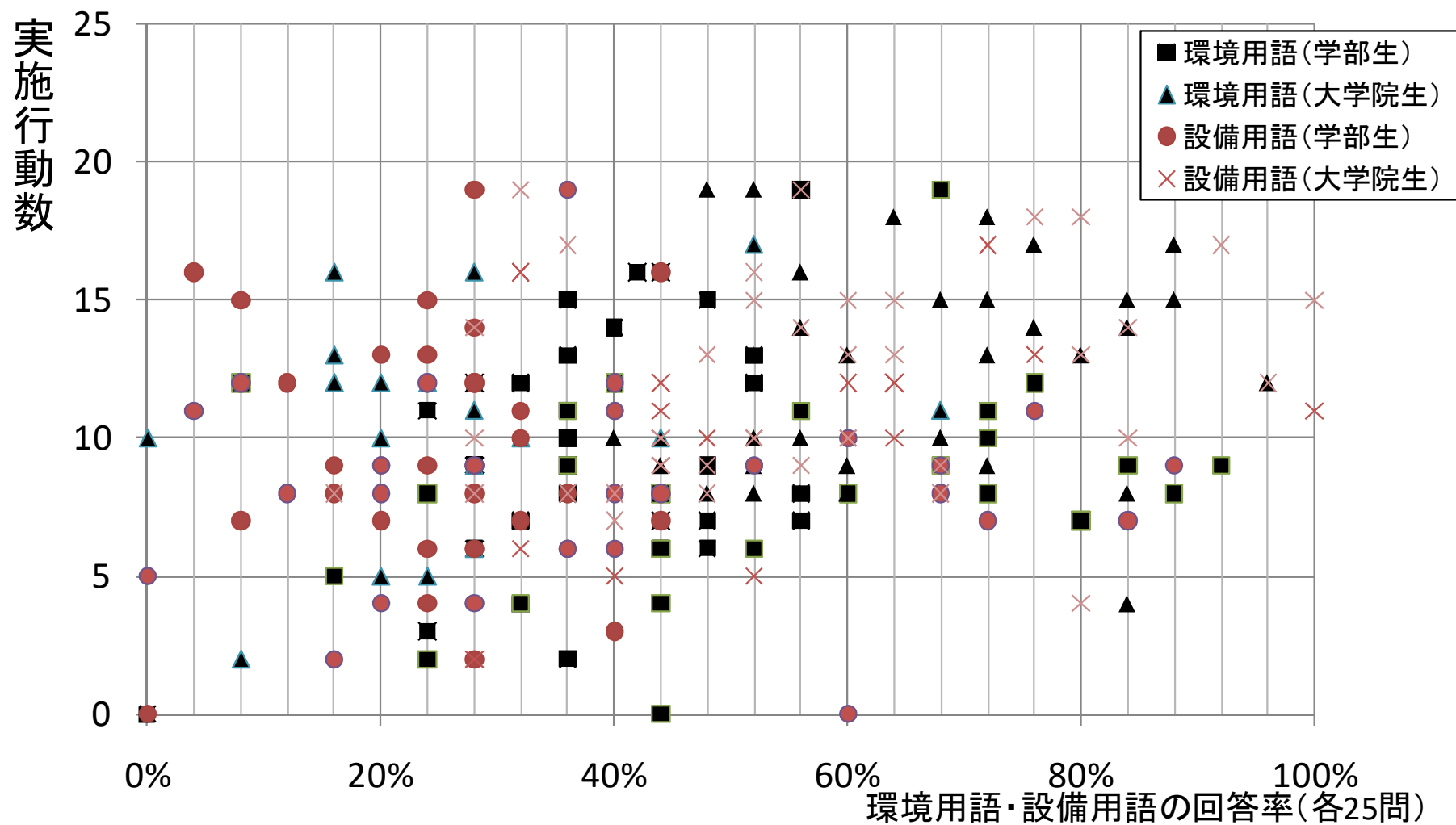
1階平面図

雨水タンクにはどれくらいの水がたまっているのか。その雨水タンクにはたまた水はどこに使われているのだろうか。

省エネ性だけで評価できない

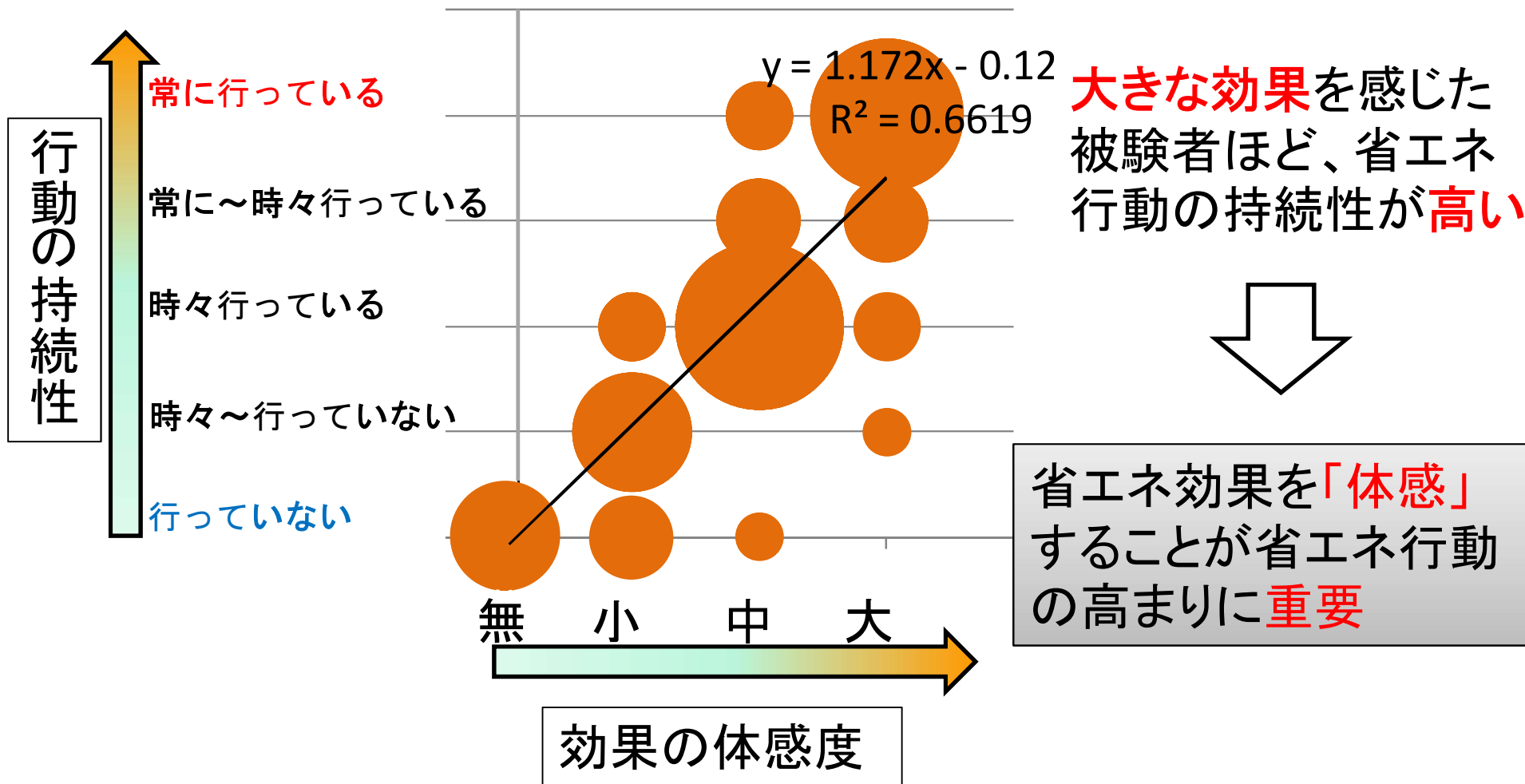


環境に関心を持ち、児童自らその効果を試して体験



効果を体験することによる省エネ行動の持続性

効果を体感することの重要性

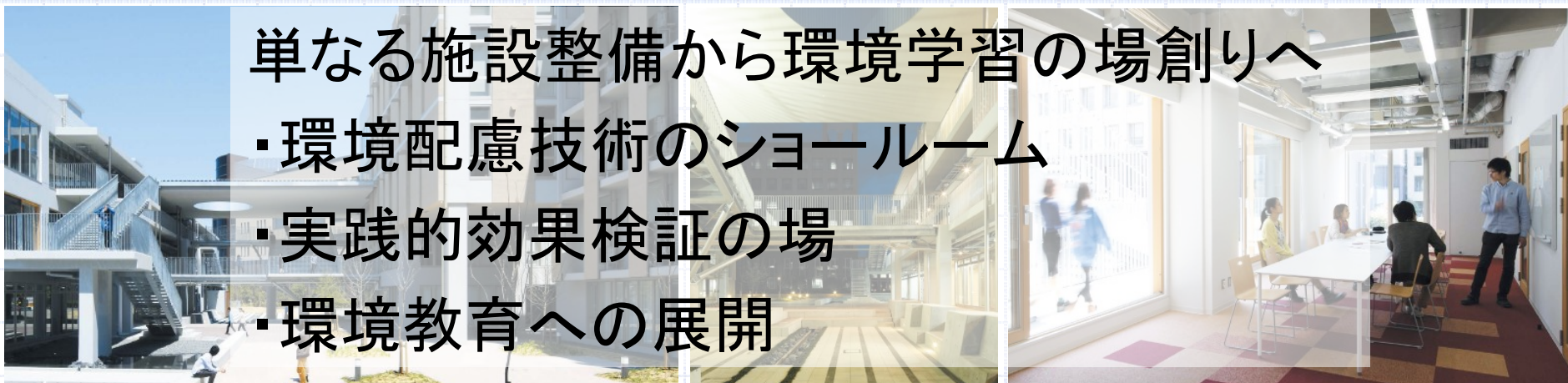


Tricea
建物外観
Building appearance



単なる施設整備から環境学習の場創りへ

- ・環境配慮技術のショールーム
- ・実践的効果検証の場
- ・環境教育への展開



■グリーンビルディング コンソーシアム

この新棟を研究・実験棟として、本学教員と企業が連携して環境関連の新技术を導入し、その効果の検証や改善のための研究を行うために、立命館サステナビリティ学研究センター(RCS)に設置。

研究成果は参加企業と共有するとともに、広く社会に公表を行い、成果を還元する。

参加企業：20社

株式会社アイランドプロファイル	木製サッシ
株式会社アレフネット	空調自動制御技術 運転効率を向上させて省エネを図る制御プログラム
生田産機工業株式会社	風力発電システム
イサム塗料株式会社	消臭塗料 光触媒塗料
株式会社ウィングート	外壁の高断熱化 アルミ熱線反射材利用ウレタン遮熱工法
大阪ガス株式会社 株式会社安井建築設計事務所	電力自立 GHP
近江窯業株式会社 株式会社ノザワ	壁面緑化 信楽焼技術による外壁冷却タイル
株式会社大塚商会	消費電力の見える化 照明・コンセントの計測システム
新晃工業株式会社	アダプティブ空調 人体生理を利用した空調
株式会社スミノエ	リサイクルタイルカーペット リサイクル消臭内装材
積水アクアシステム株式会社	放射冷暖房 天井放射空調パネル マイクロ水力発電 マイクロ水力発電用タンク
積水化学工業株式会社	外壁の高断熱化 躯体打ち込み断熱ボード 自然エネルギーの採熱・放熱 高耐久ポリエチレンパイプ
株式会社東畑建築事務所	パーソナル空調 省エネ・節電を実現する空調システム
東邦レオ株式会社	耐圧基盤 根上り防止、雨水貯留できる基盤材
東リ株式会社	ノーワックスビニル床タイル
TOTO 株式会社	便器 超節水型便器 塗料 ハイドロテクト塗装
パナソニック株式会社エコソリューションズ社	照明空調制御 画像センサー信号による照明・空調発停制御 LED照明器具 明るさに合わせて心地よい光の色に変化。シンクロ調色 LED照明
フジクリーン工業株式会社	雑排水の再利用

設置場所でじかに確認： トリシアスタンプラリー

施設開設時に、キャンパス創設20周年イベントに合わせ、トリシアの環境配慮技術を親子と一緒に学んでもらおうという主旨でスタンプラリーを開催した。建物各所に設置してある環境配慮技術毎に、その場所にポスターを設置し、実体験してもらいながら技術を紹介した。

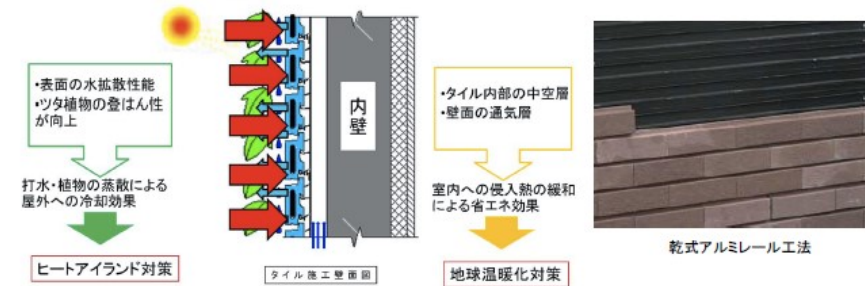
30個景品を準備していたが、結果的に350名ほどの親子に参加頂き、関心の高さが感じられ、その場で景品を追加。



スタンプラリー: No.1

信楽焼技術による 外壁冷却タイル壁面緑化

近江窯業(株)



ここです。霧吹きで水をかけると、水が広がるよ。



琵琶湖漫画研究会 との協同:



グリーンビルディングコンソーシアム

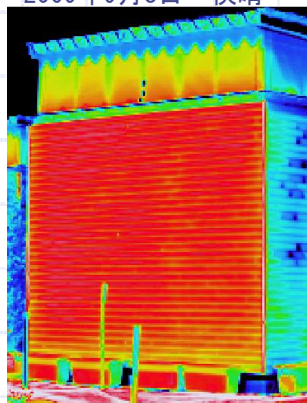
信楽焼タイルの製造技術を用いた
外壁冷却タイルによる外壁システム

・施工後のタイルへの打水の様子

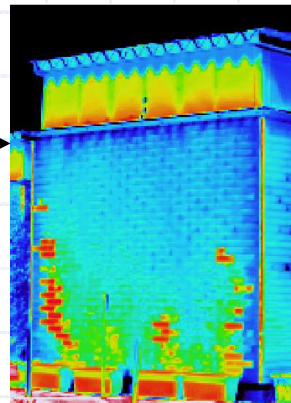


・打ち水による壁表面の冷却効果

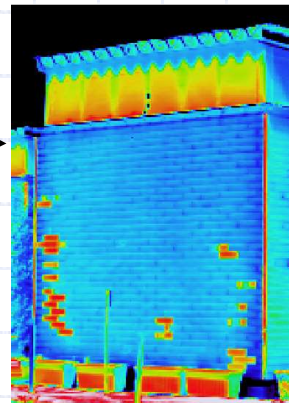
2009年9月8日 快晴



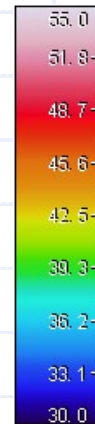
11:00...打水を開始



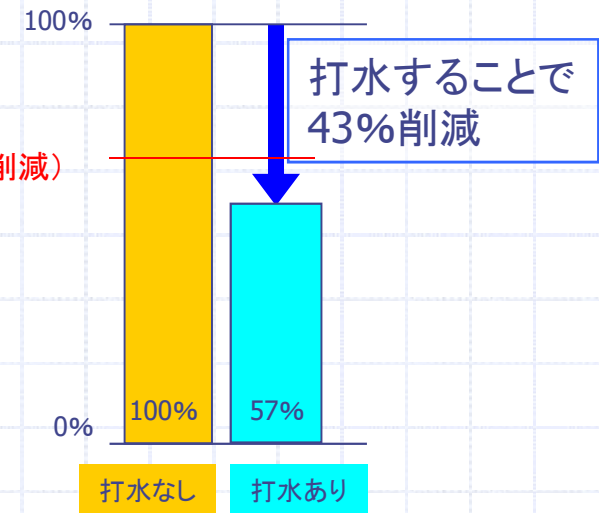
11:10...打水終了



11:15...打水5分後



目標
(30%削減)



・エアコンの電気使用量の削減

エアコンの設定: 設定温度28℃

打水の設定: 4面を2系統に分けて、

(東・北面)9時 10分間

(西・南面)11時、12時、13時、14

時、15時、16時、17時 各10分間

(水の使用量:

(東・北面)0.43リットル/日/㎡

(西・南面)3.02リットル/日/㎡)

室そのものを比較できるように設え技術導入・実証:



指向・拡散切換可能吹出口

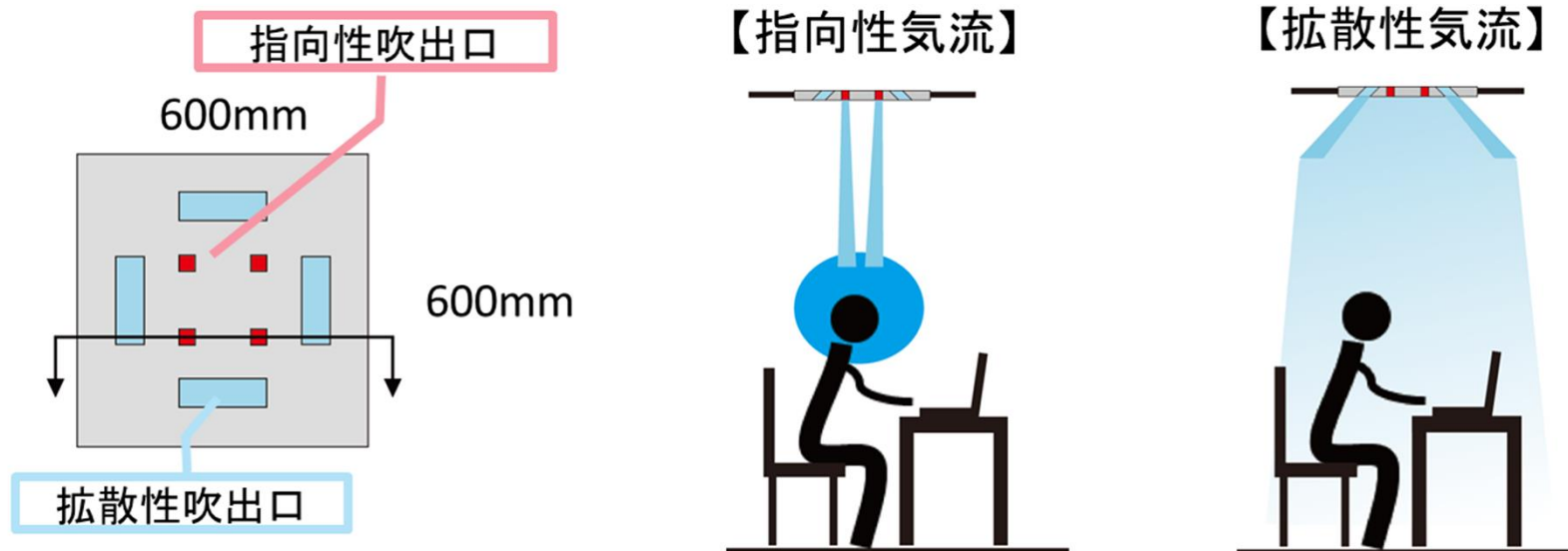
◆指向性吹出口 (30mm × 30mm)

【夏期】気流感を与えるため、人体首筋付近に送出

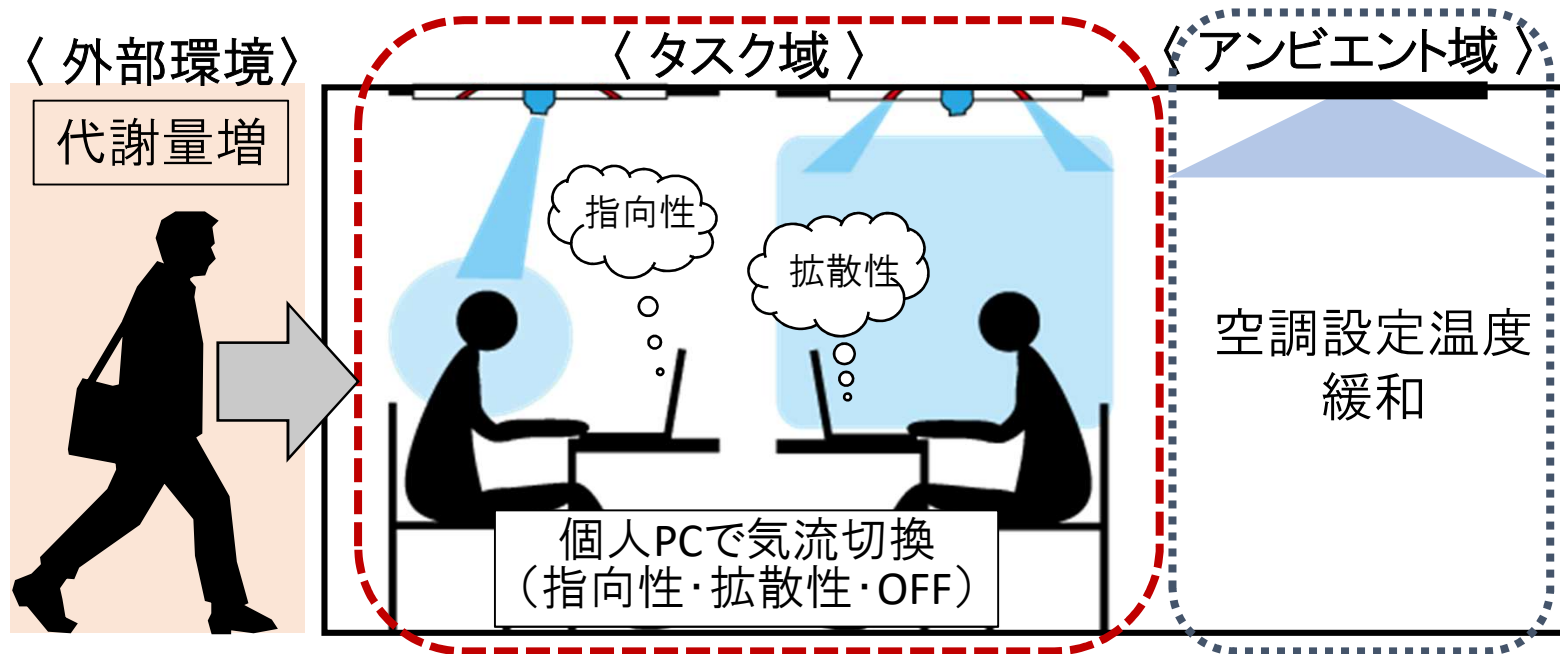
【冬期】コールドドラフトを抑えるため、足元付近に送出

◆拡散性吹出口 (50mm × 180mm)

ドラフト感を抑えるため、45° の角度で送出



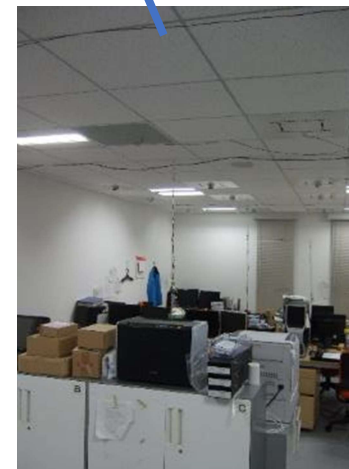
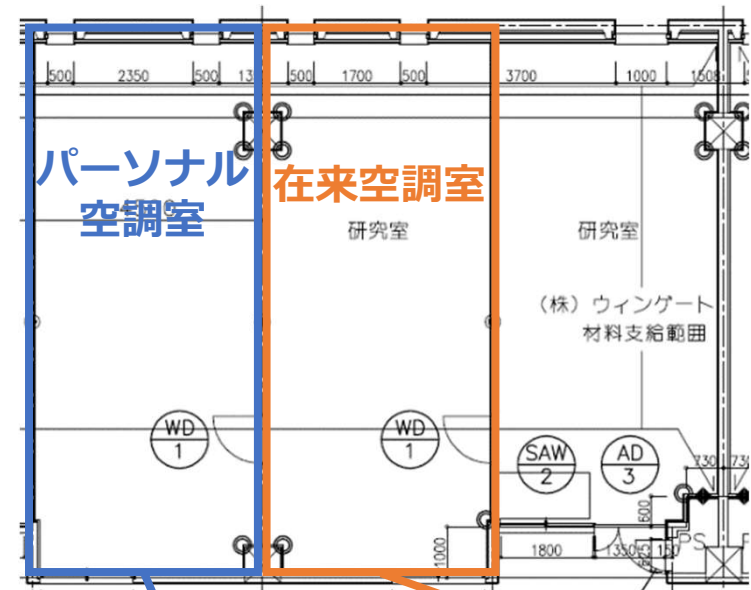
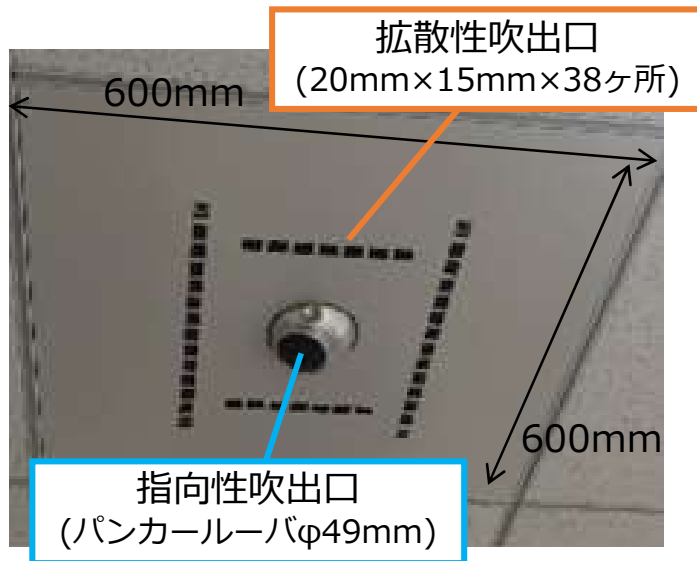
パーソナル空調システム



パーソナル空調システム

導入室

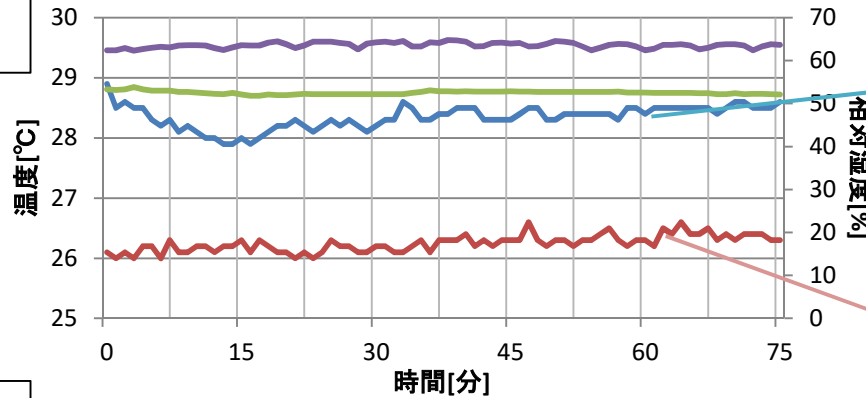
立命館大学 トリシア I 低層棟3F
建築環境・設備研究室内



実験結果(夏) 快適性の検証

人体付近温湿度

- Case1-1
- Case2-1
- Case1-1(湿度)
- Case2-1(湿度)



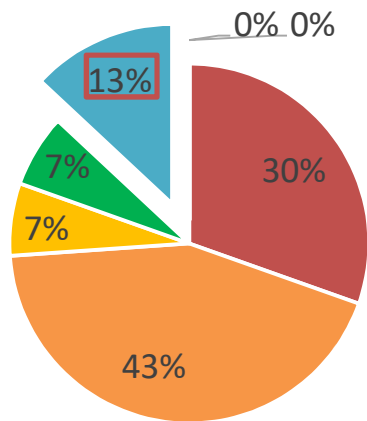
Case2-1 平均28.3°C

温度差約2°C

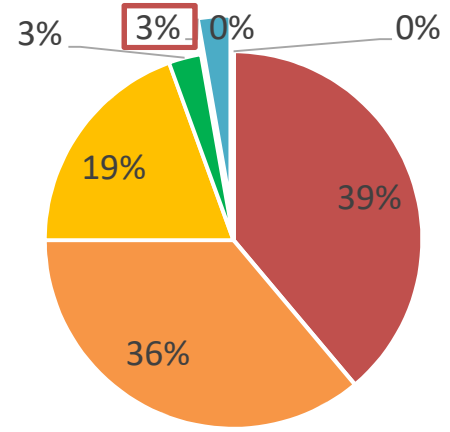
Case1-1 平均26.2°C

快適性アンケート

Case1-1 在来空調室



Case2-1 パーソナル空調室



不快申告が減少

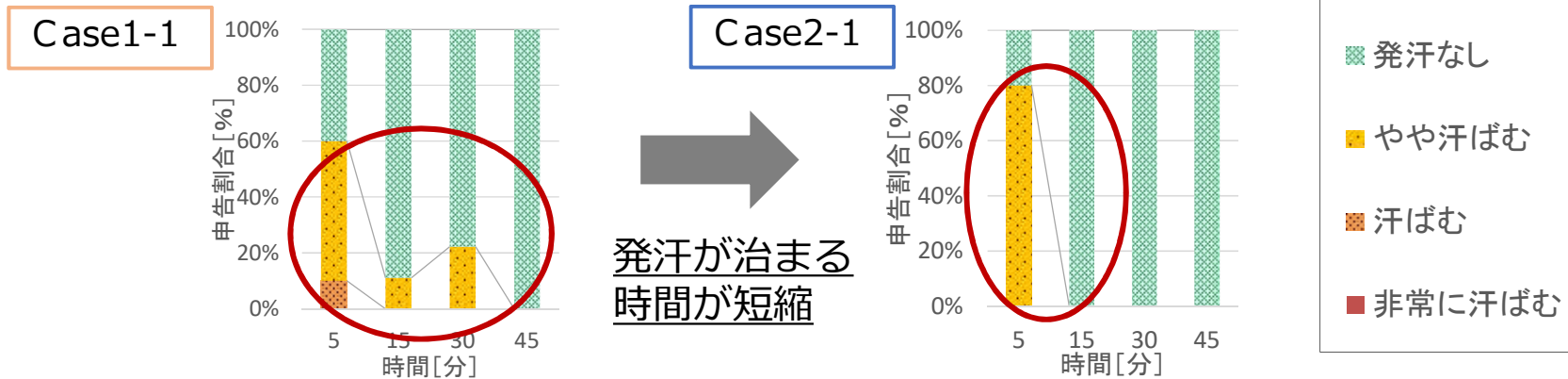


- 非常に快適
- 快適
- やや快適
- どちらでもない
- やや不快
- 不快
- 非常に不快

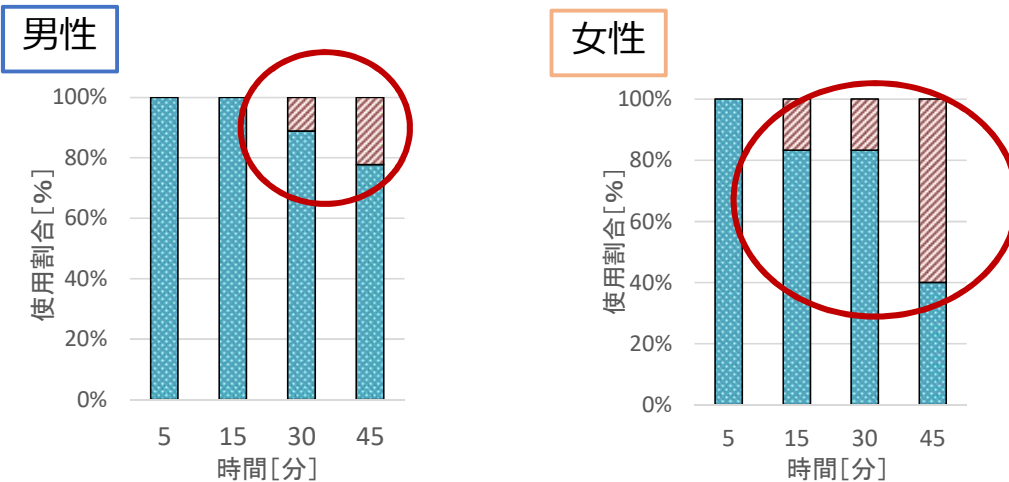
夏期 快適性評価

Case1-1(在来空調室)・Case2-1(パーソナル空調室)

* 発汗状態の時間推移



パーソナル吹出口使用割合

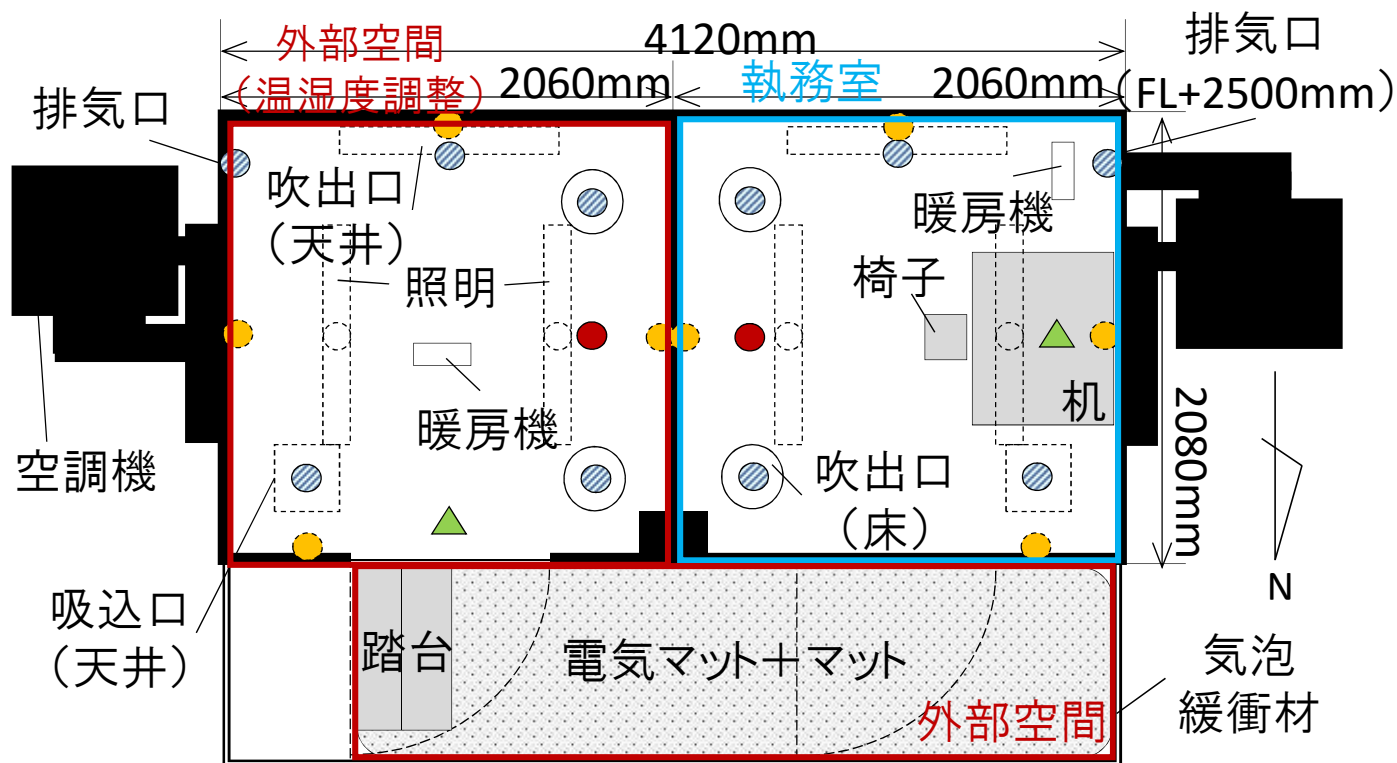


- ・ 時間推移とともに、
指向性気流→拡散性気流
- ・ 好みに応じた切換が可能

実験室

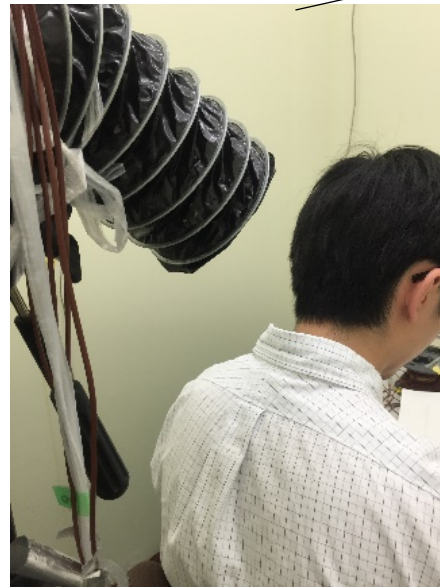
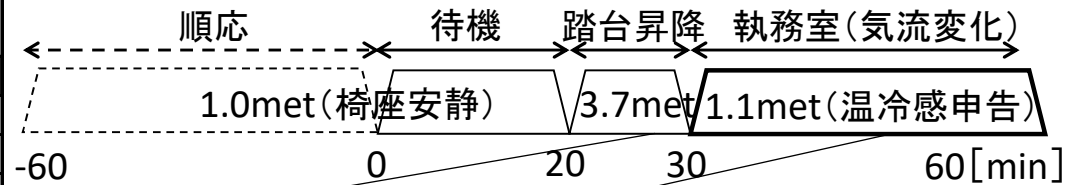


凡例	測定項目	測定点数	測定機器
●	上下温度分布	8点×2室(0mm、100mm、600mm、1100mm、1600mm、2100mm、2600mm、2700mm)	熱電対
●	壁面温度	4点×2室(東西南北面 各1点:1100mm)	
●	吹出・吸込・排気口温度	5点×2室(天井吹出口×1、床吹出口×2点、吸込口×1点、排気口×1点)	
▲	室内温湿度	2点(執務室、外部想定空間共にFL+1100mm)	アメニティメータ

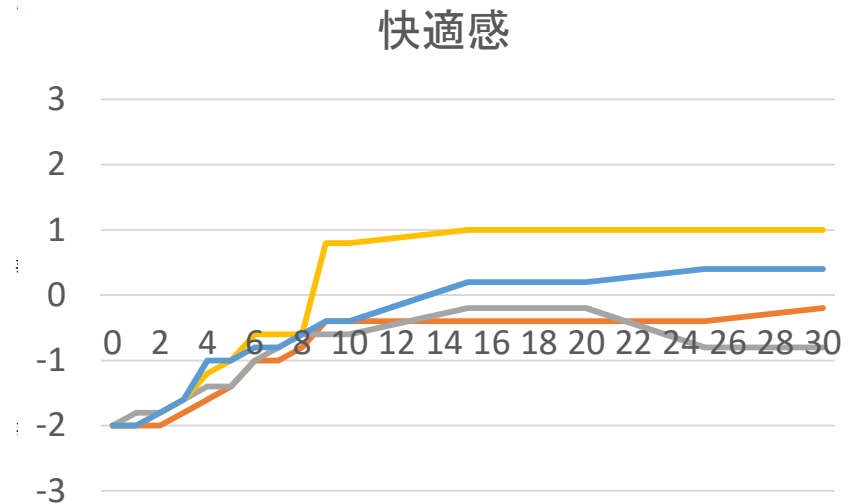


実験手順・ケース

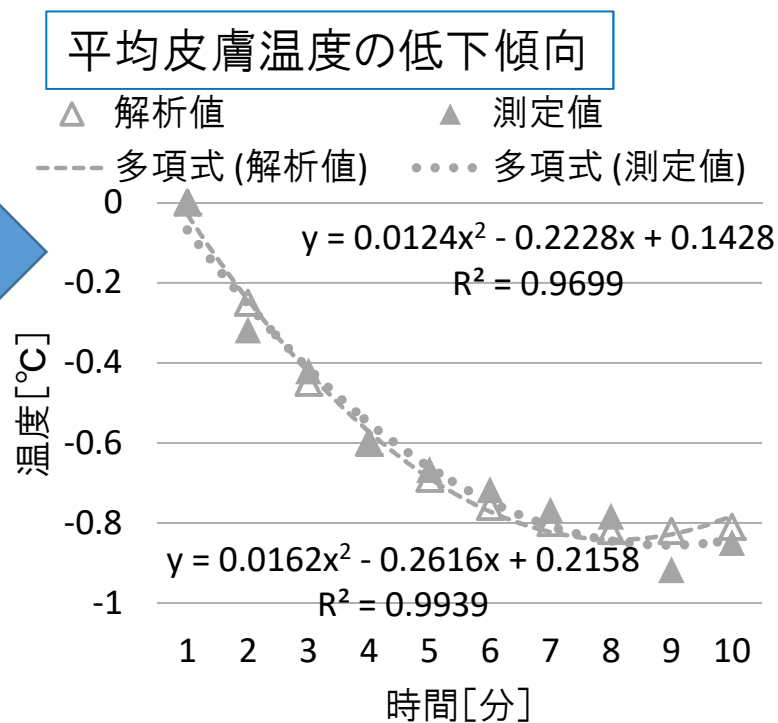
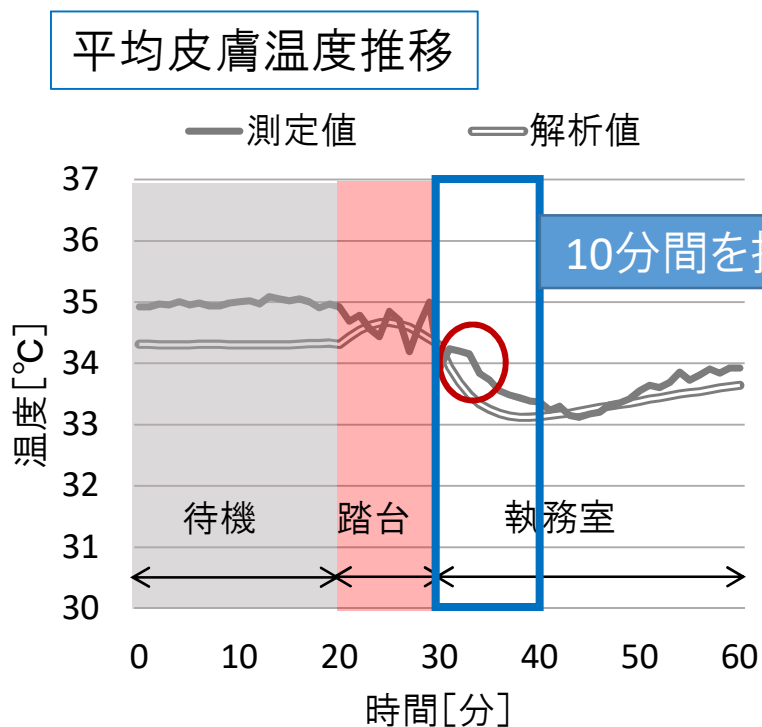
Case	気流性状	執務室温度[°C]	吹出温度[°C]	気流を当てる部位
1-1	拡散性	28	22	首(1.0m/s)
2-1	指向性			腕(0.4m/s)
2-2				首(1.0m/s)
2-3				



温冷感／快適感／気流感／発汗／発汗している部位／自由記述



解析による実験時の被験者の再現



平均皮膚温度の低下傾向がおおむね一致

温冷感と生理量

温熱的快適感の閾値

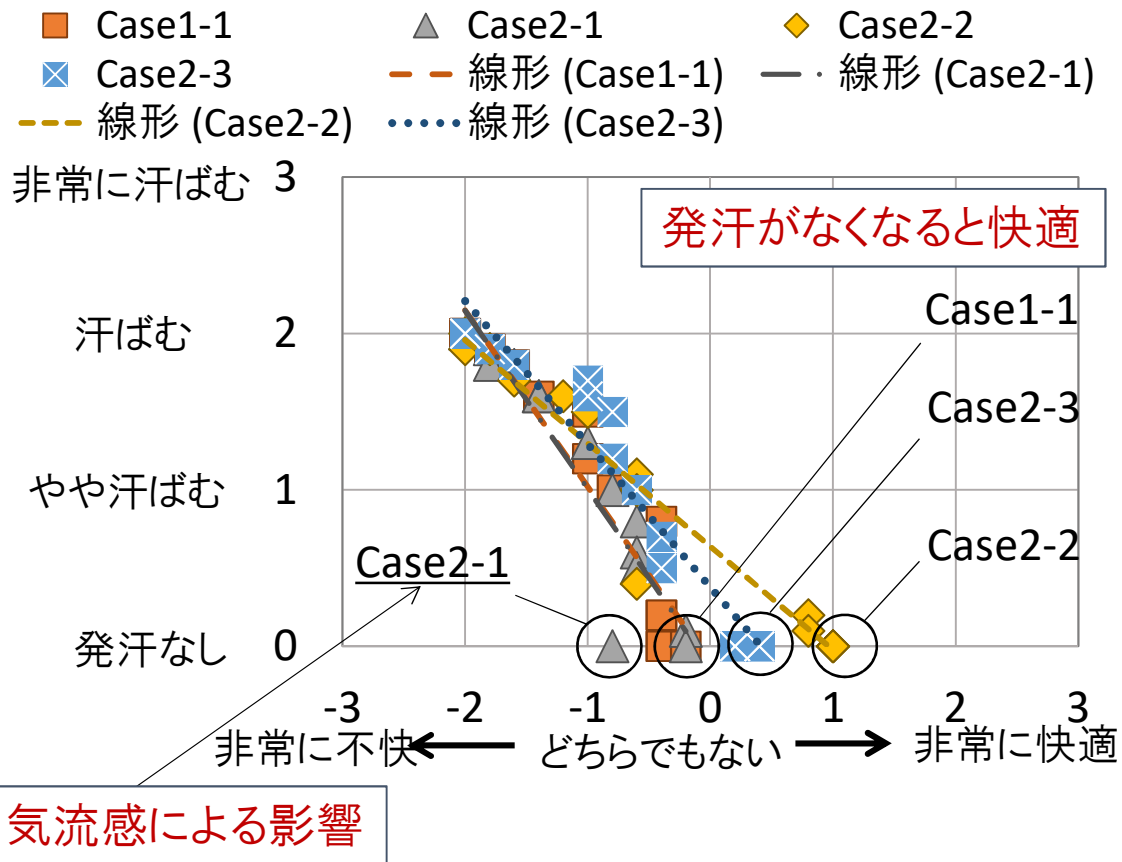
代謝量を指標とした人が温熱的不快感を覚える始めるぬれ率
の閾値

閾値の推定式:

$$\text{Comfort limit in } w \text{ (for Male)} = 0.0011 \times M + 0.32$$

(w :ぬれ率[-]、 M :産熱量[W])

温冷感と生理量



温冷感と生理量

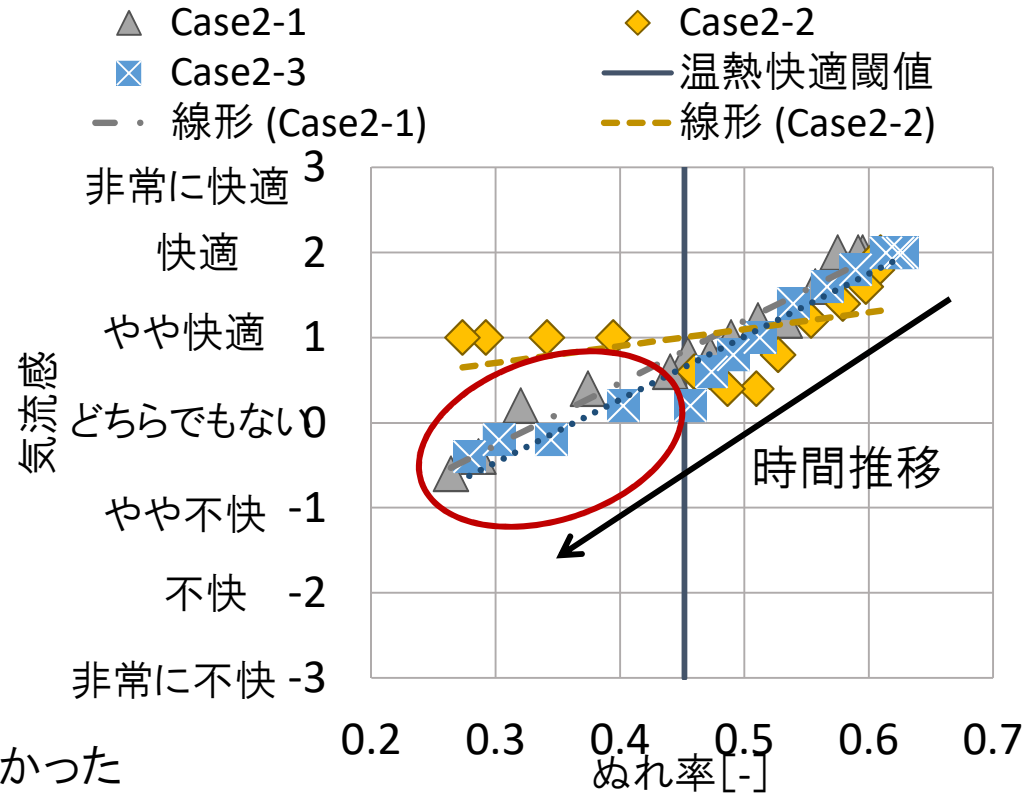
Case	温熱快適 閾値[-]	発汗なし時の ぬれ率[-]
1-1	0.45	0.43~0.49
2-1		0.32~0.37
2-2		0.40~0.46
2-3		0.41~0.46

発汗なしと申告した時のぬれ率に
温熱的快適感の閾値が含まれている

Case2-1・・・環境温度が他ケースよりも高かった
蓄湿の影響で申告が遅れた

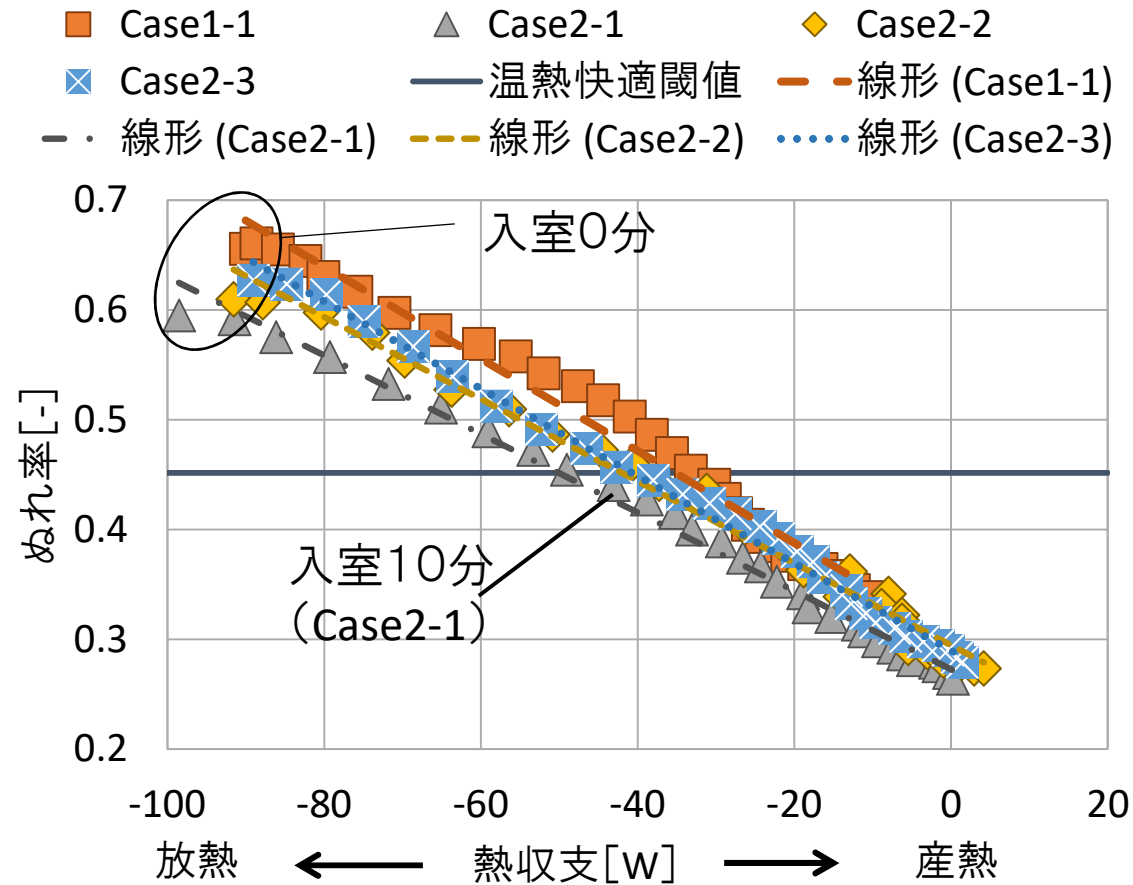


閾値に到達した地点で発汗がなくなるとする



首を冷却した場合、発汗がなくなると
快適感是不快になっていく

温冷感と生理量



Case2-1が最も冷却効果が高い → 首の気流を10分行い、切り換える

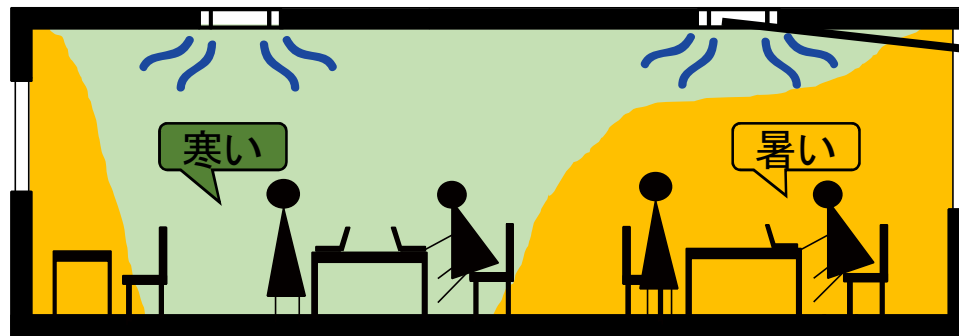
研究背景

従来のオフィス空調方式

空調機等に取り付けられた**一点**の温度センサで空調の温度制御を行う

問題点

- ・ 実際の室内には**温度分布**が生じているがわからない
- ・ 温度センサが感知した温度と**居住域温度**に**ずれ**が生じる



人感センサ
温度センサ

近年

温度センサの小型化・低価格化によって室内の**数点**の温度をモニター

効率よく空調機を運転させるには…

少ないセンサ情報で温熱環境分布を推測した上での制御が重要

モデル式の理論検討

$$f_{PX} = \frac{SVE4 \times (\theta_i - \theta_s)}{(\theta_0 - \theta_s) \times \sigma_\theta}$$

f_{PX} : P点におけるX吹出口から出た気流の影響

θ_i : f_P を算出する点の室温[°C] θ_s : 吹出温度[°C]

θ_0 : 基準状態での室温[°C] σ_θ : 温度拡散係数

換気効率指標(SVE)

室内の換気特性の分布状況を評価する

SVE4

室内各所の環境形成における吹出口の寄与率を評価

温度分布予測モデル

$$\theta'_P = \theta_P + f_{PA}(\theta'_A - \theta_A) + f_{PB}(\theta'_B - \theta_B)$$

θ'_P : 目標温度[°C] θ_P : 室内温度(CFD値)[°C]

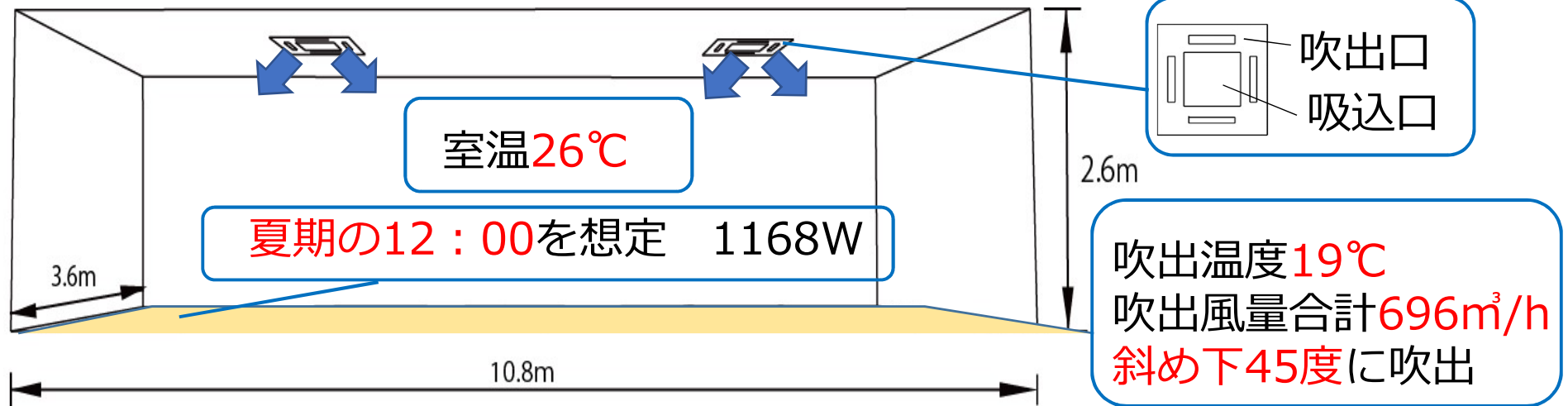
f_P : 吹出気流の室温形成への寄与率

$\theta'_A \cdot \theta'_B$: 変化後の吹出温度[°C] $\theta_A \cdot \theta_B$: 変化前の吹出温度[°C]

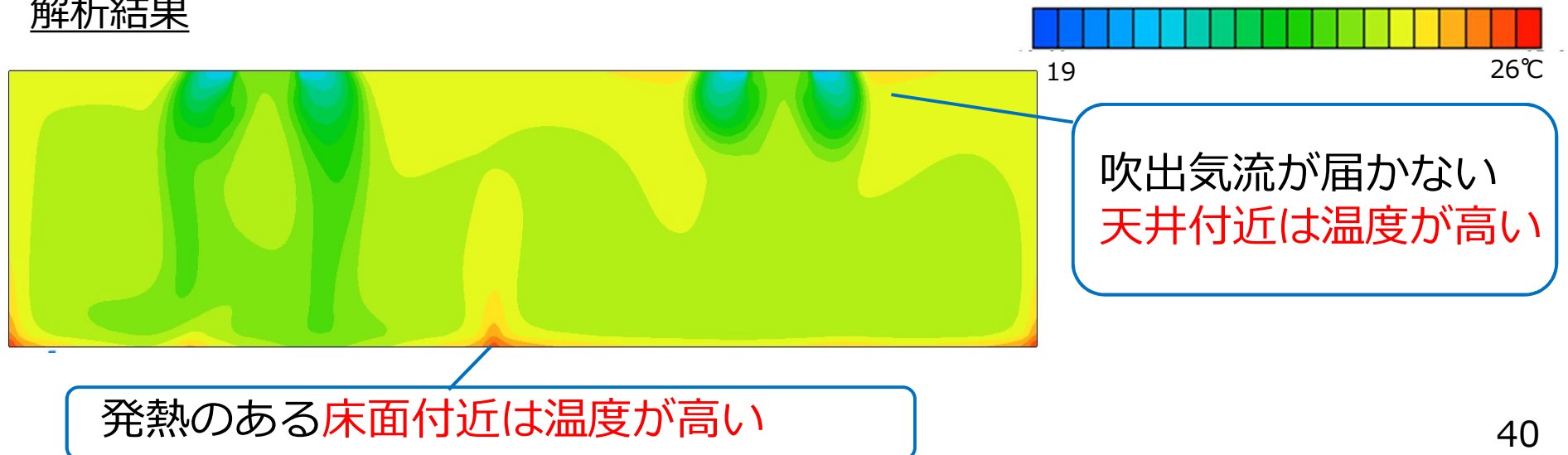


オフィス空間の三次元温度分布解析

解析空間

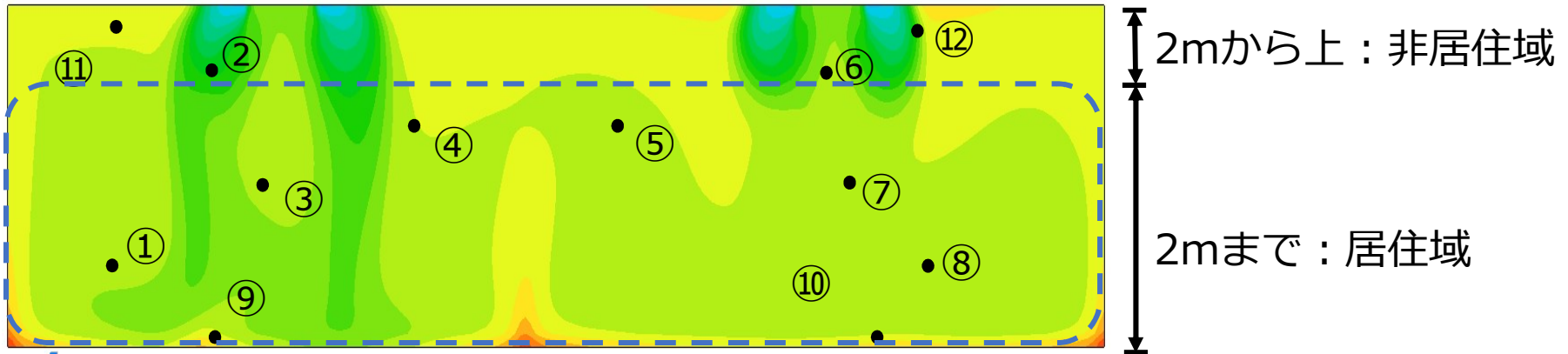


解析結果



任意計測点の吹出温度算出

目標温度を設定し、それを満たす吹出温度をモデル式から算出



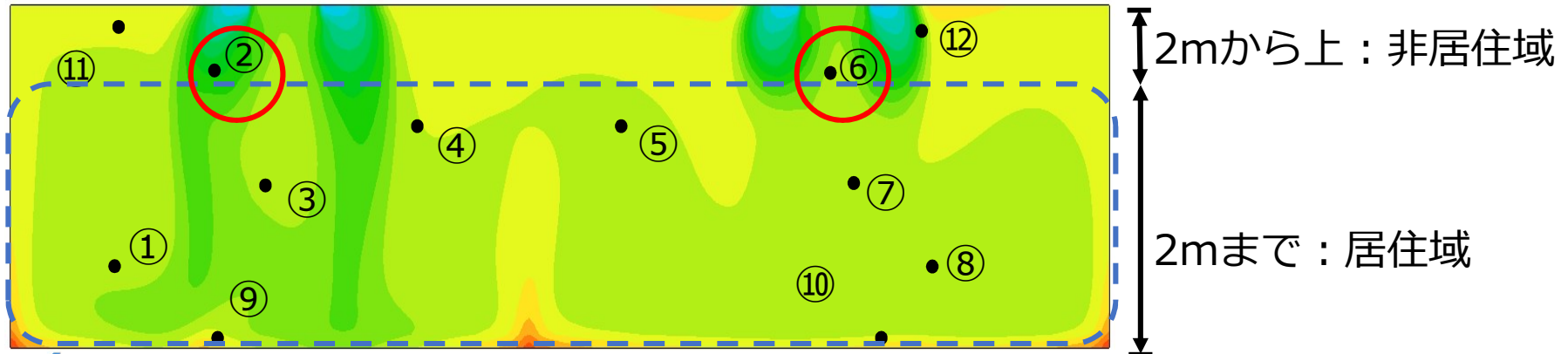
	計測点		θ'_p [°C]	θ'_0 [°C]	Aの吹出温度[°C]	Bの吹出温度[°C]
case1	②	⑦	23	26	20.04	17.26
case2	③	⑥			18.07	17.73
case3	①	⑧			17.98	17.74
case4	④	⑤			17.14	17.98
case5	②	⑧			20.12	16.95
case6	①	⑥			17.96	17.77
case7	⑨	⑩			17.54	17.88
case8	⑪	⑫			17.23	17.57

■ : 計測点が非居住域

■ : 計測点が居住域

CFD再解析結果

算出した吹出温度を入力条件としてCFDで再解析



	目標温度	解析温度[°C]	誤差[°C]	解析結果[°C]	誤差[°C]
case1	23°C	②23.94	-0.94	⑦23.37	-0.37
case2		③23.16	-0.16	⑥22.76	0.24
case3		①22.99	0.01	⑧22.19	0.81
case4		④22.54	0.46	⑤22.54	0.46
case5		②24.44	-1.44	⑧22.84	0.16
case6		①22.85	0.15	⑥23.03	-0.03
case7		⑨22.57	0.43	⑩22.59	0.41
case8		⑪22.73	0.27	⑫21.34	1.66

- : 誤差が0.5°C以下
- : 誤差が0.5°C~1°C
- : 誤差が1°C以上

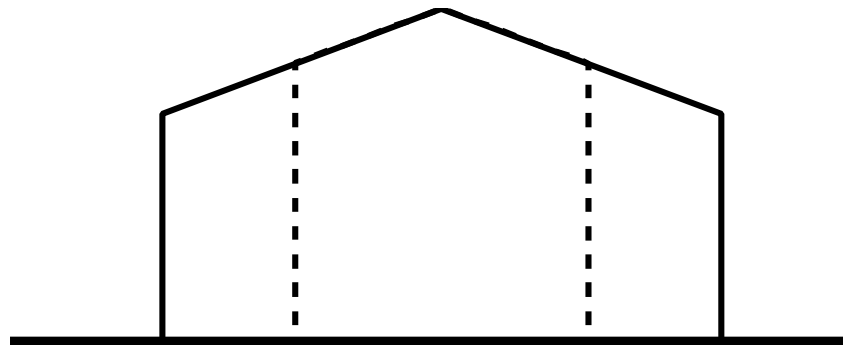
- ほとんどの計測点で誤差0.5°C以下
- 吹出口付近の計測点では吹出気流の影響を大きく受け誤差が大きい

夏を旨とする温暖地域の住宅

○内部と外部の繋がりによる居住文化

- 最大限の風通しにより夏期の快適性を得る
- 繊細な季節の変化を感じながら住まう

夏を旨とする住まい



伝統的な温暖地域の住宅



エネルギー消費を抑えつつ、
冬の寒さを和らげる断熱改修が必要

夏も冬も旨とする入れ子型断熱システム

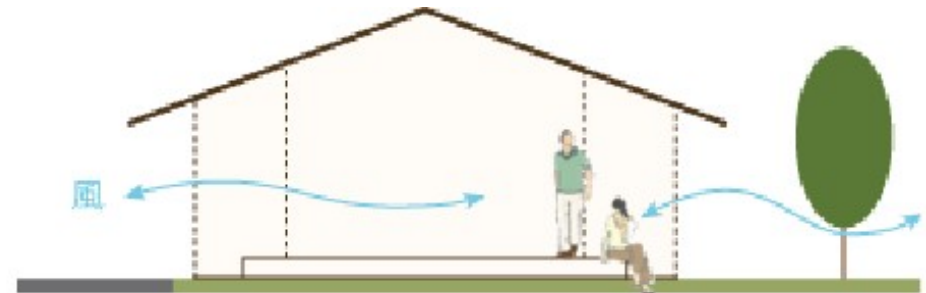
○入れ子型断熱システム

外皮＋内側の断熱建具によって構成される入れ子空間によって断熱する

冬の住み方



夏・中間期の住み方



建具などを変更することで断熱改修

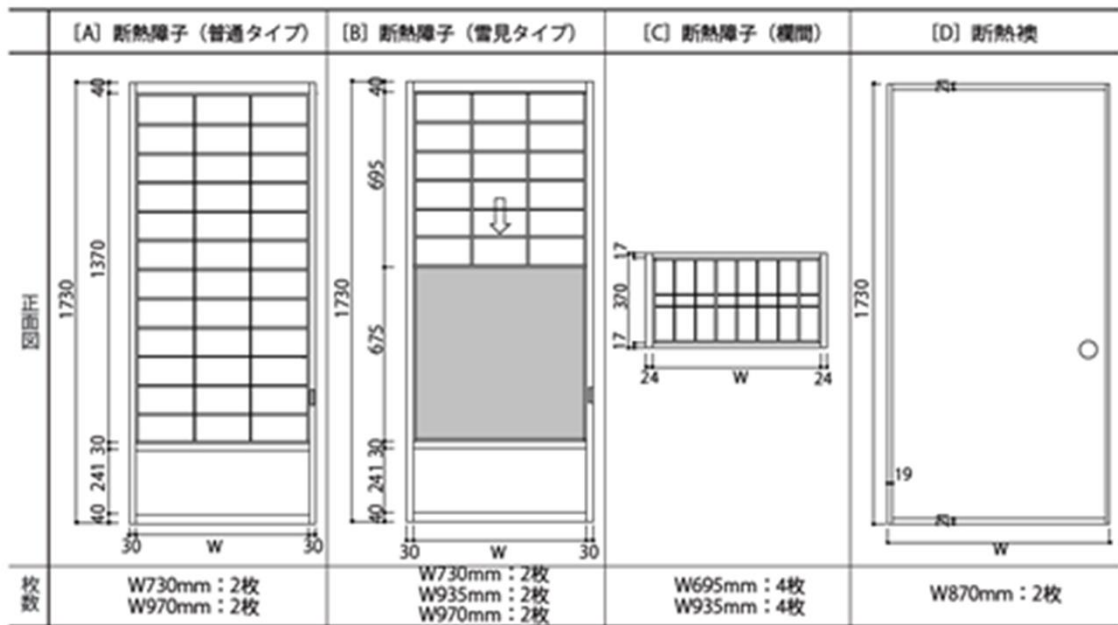


図 - 6 改修建具姿図



図 - 7 改修建具設置位置

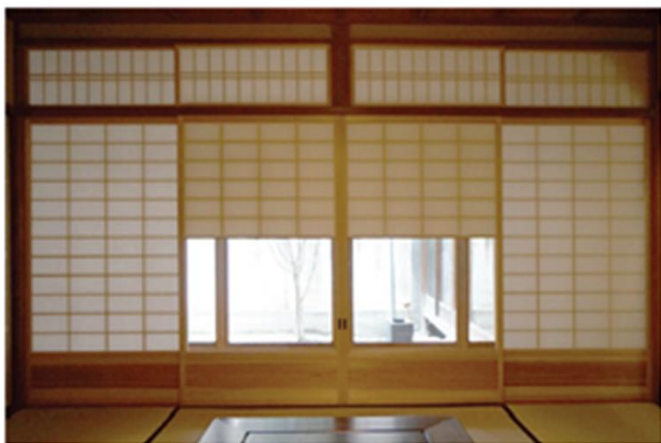


図 - 8 断熱障子

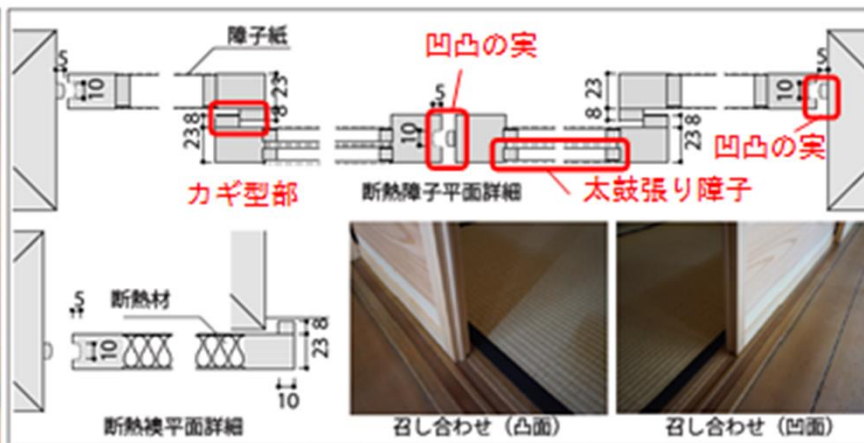


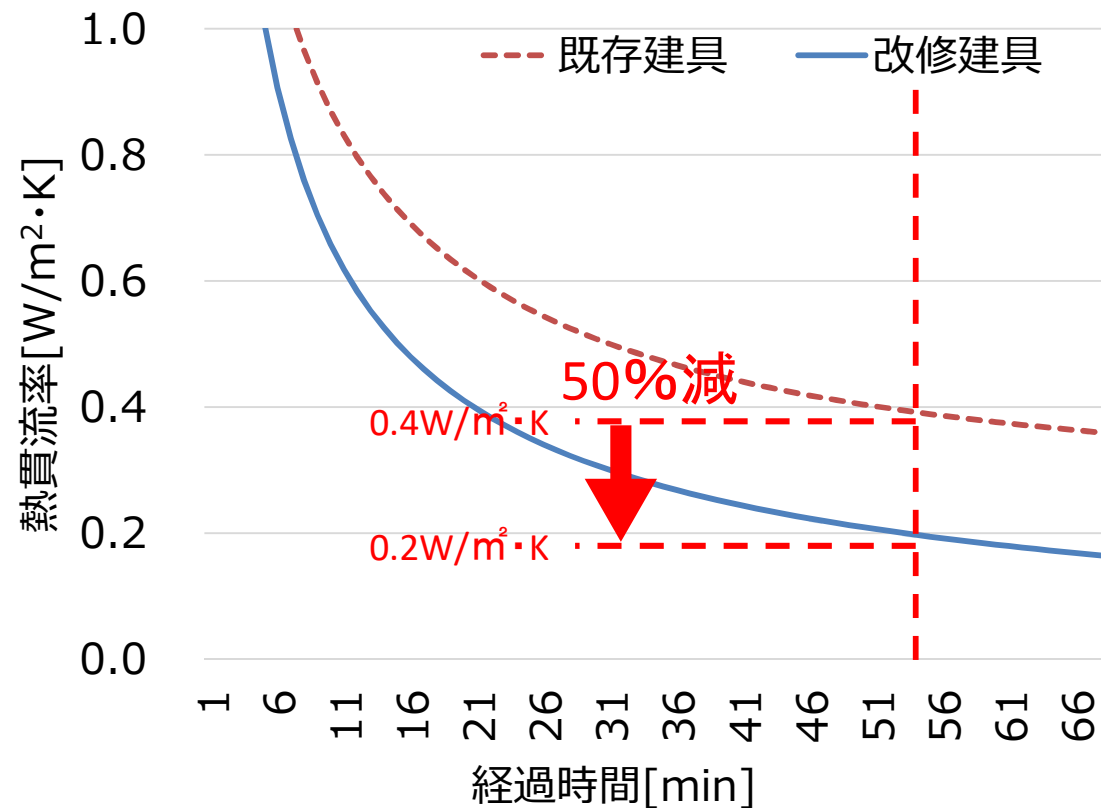
図 - 9 断熱建具詳細

温熱環境の改善効果の検証

改修前後での空調停止後の温度勾配測定

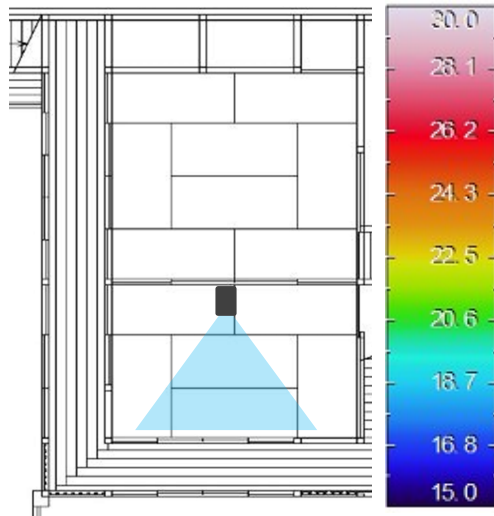
$$K = \frac{c\rho V \Delta\theta_{in}}{S(\theta_{in} - \theta_{out})}$$

K : 相当熱貫流率[W/(m²·K)]
 S : 熱交換表面積[m²]
 $c\rho V$: 室内熱容量[J/K]
 $\Delta\theta_{in}$: 室温変化[K]
 θ_{in} : 室温[°C]
 θ_{out} : 外気温[°C]



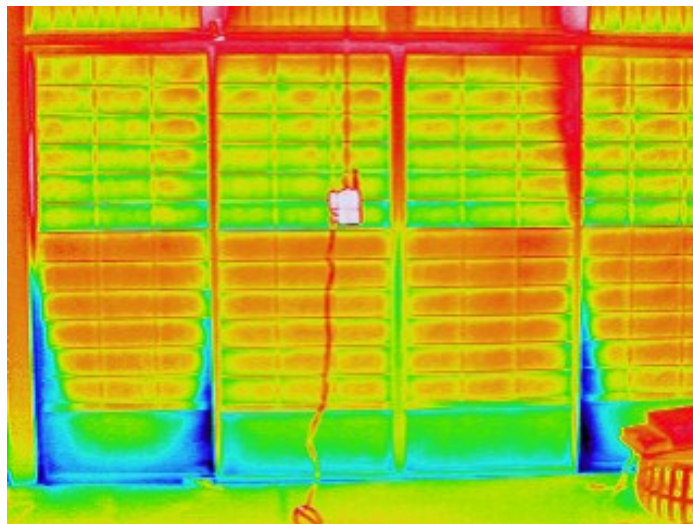
建物の外皮全体を断熱しなくても断熱性能を向上

温熱環境の改善効果の検証

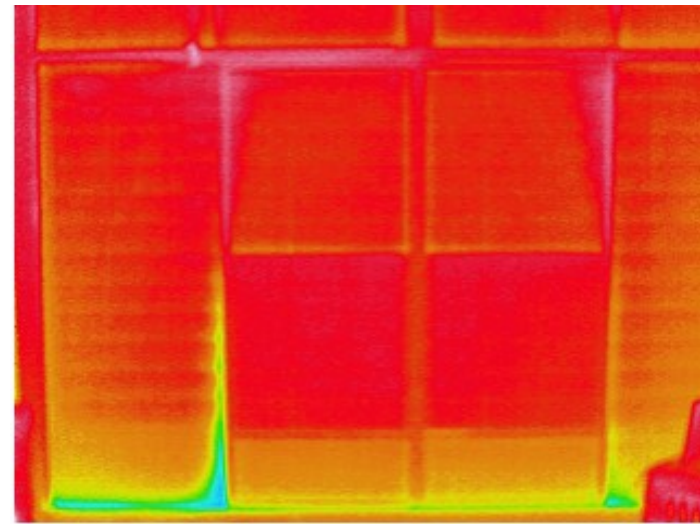


空調機によって室内外に温度差をつけ、
建具の熱画像を測定した

- ・隙間風の減少
(気密性能の向上)
- ・建具表面温度の上昇
(放射熱環境の改善)

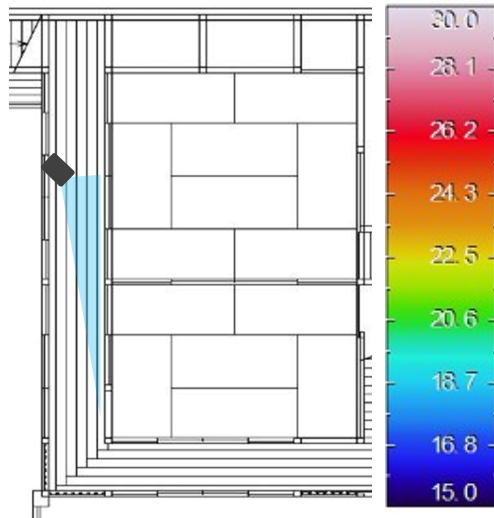


改修前

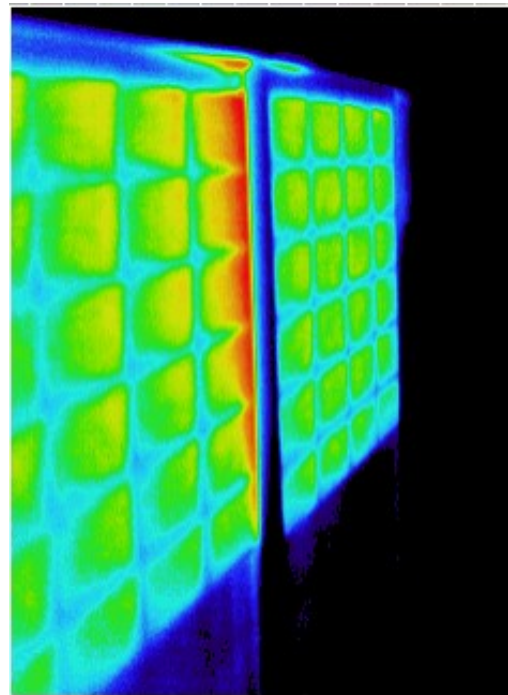


改修後

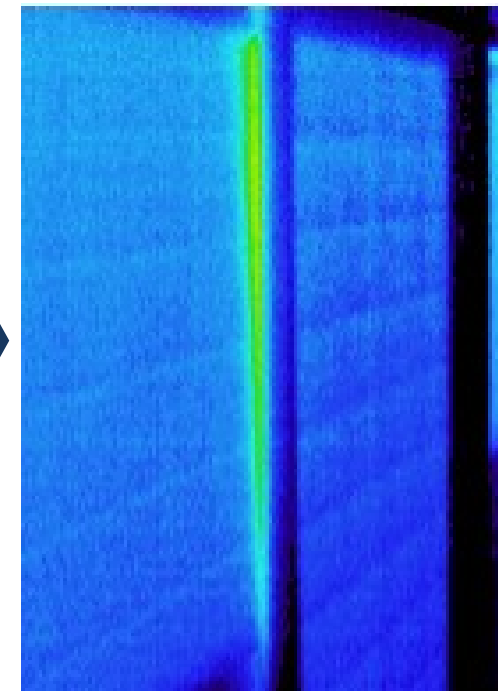
温熱環境の改善効果の検証



空調機によって室内外に温度差をつけ、
建具の熱画像を測定した



改修前



改修後

建具表面温度の低下（断熱性能の向上）

健康で省エネを考えるにはすまい方、
くらし方が重要

エネルギーと、快適で健康な環境
づくりのことを考えることへ

ご清聴ありがとうございました