

2024/07/26 住宅・建築 SDGs フォーラム第 50 回月例セミナー

住宅・建築における最新の省エネルギーに関する トピックスを対象とした 自立循環プロジェクト(フェーズ7)における取組の紹介

国立研究開発法人 建築研究所 環境研究グループ
桑沢 保夫

住宅・建築における最新の省エネルギーに関するトピックスを対象とした
自立循環プロジェクト(フェーズ7)における取組の紹介

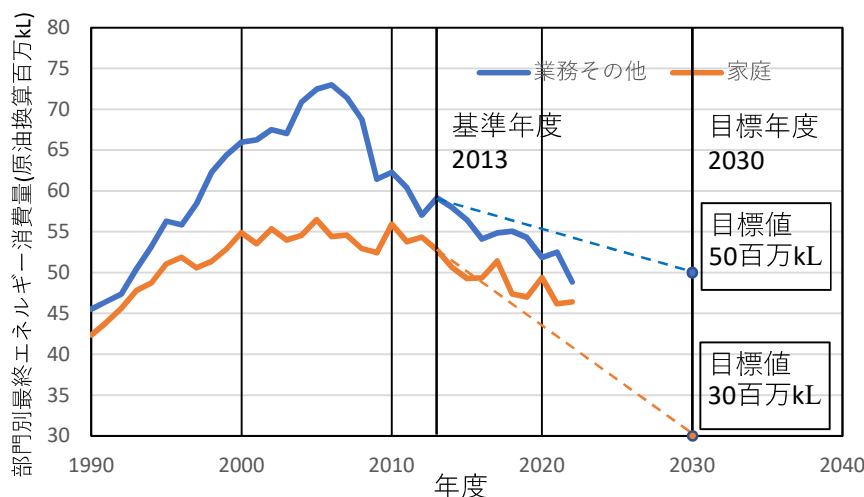
1. 自立循環プロジェクト(フェーズ7)について

1.1. はじめに

自立循環プロジェクト

- ・2001年に開始(概ね3年を1フェーズとして実施)
独立行政法人(現、国立研究開発法人)建築研究所と
国土交通省国土技術政策総合研究所の研究者を中心
+ 学識経験者 + 関連する民間企業 + 事務局:IBEC(現、IBECs)
- ・目標:実証実験による各種省エネルギー手法の定量化
省エネルギー住宅・建築の設計手法の普及
- ・具体的に対象となる研究テーマはその時々状況に応じて少しずつ変化
- ・2021年度から2023年度までは
「住宅・非住宅建築物の省エネルギー・脱炭素・室内環境のための技術体系に関する研究—実証データに基づく技術開発プロジェクトフェーズ7—」が実施

・ 最新統計 (2022年度) までの状況 (参考情報)



- ・ 2005 ~ 2006 年度辺りから建築におけるエネルギー消費量は大勢としては低減傾向にあり、建物の建設や設備機器の開発に関わる専門家や利用者の努力の成果を一定程度見ることができる。
- ・ しかし、「家庭」部門の低減傾向が目標値までの低減を達成するには未だ緩やかである。また、「業務その他」部門については一見低減傾向が著しいものの統計を詳細に見ると経済の伸長とともに非住宅建築物の床面積の増加が顕著であり、非住宅建築物におけるエネルギー消費量の低減は未だ十分なものとはなっていない。
- ・ 従って、2030年度の目標値までの低減を達成するには、引き続き関係する専門家や利用者による努力が求められていると言える。



自立循環型住宅



自立循環型建築

自立循環プロジェクトとは

・省エネルギーで快適な住宅のための合理的な建築技術の確立と普及をめざし、2001年度に国土交通省国土技術政策総合研究所および国立研究開発法人建築研究所で住宅における居住時のエネルギー消費に起因する二酸化炭素排出量を半減させることの可能な住宅・設備機器技術の研究・開発が開始され、その後技術や設備の設計手法と定量的なエネルギー消費量の評価推計手法を構築してきた。

その後、研究対象を業務用建築物にも拡大し、エネルギー消費の実効的な削減につながる設計及び評価法の研究を継続中。

・研究成果は『自立循環型住宅への設計ガイドライン』や技術資料としてまとめられ、広くホームページや講習会等を通じ普及をはかるとともに、法令等の算定根拠等に広く活用されている。



自立循環プロジェクトの研究方針

- ・ 省エネルギー性評価における透明性
(評価方法の全容の整理公開と、再現可能な評価方法の公開)
- ・ 実務における活用を目的とした研究テーマの選定と成果の公開
- ・ 未評価技術且つ今後評価すべき省エネルギー技術等の効果検証
- ・ 試行技術ではない既に実用化されている技術の組み合わせによる、現時点で容易に実現できる手法の省エネルギー効果の検証
- ・ 普及手法と一体として進める研究体制
- ・ 省エネルギーだけではなく室内環境質向上との両立を目指す



自立循環型住宅・建築物 公開情報ラインナップ 2024.7 現在

主に住宅に関するもの

①住宅向け設計ガイドライン



統合版製作中

③一次エネルギー計算プログラム



②ブックレット (公開予定)

④youtube 情報発信jjj-channel



自立循環型住宅・建築物 公開情報ラインナップ 2024.7 現在

主に非住宅建築物に関するもの

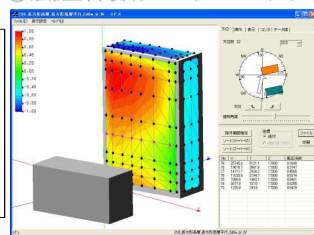
①非住宅建築物向け設計ガイドライン



②技術解説書

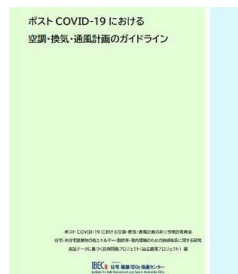


③風圧係数データベース



住宅と非住宅の両方に関するもの

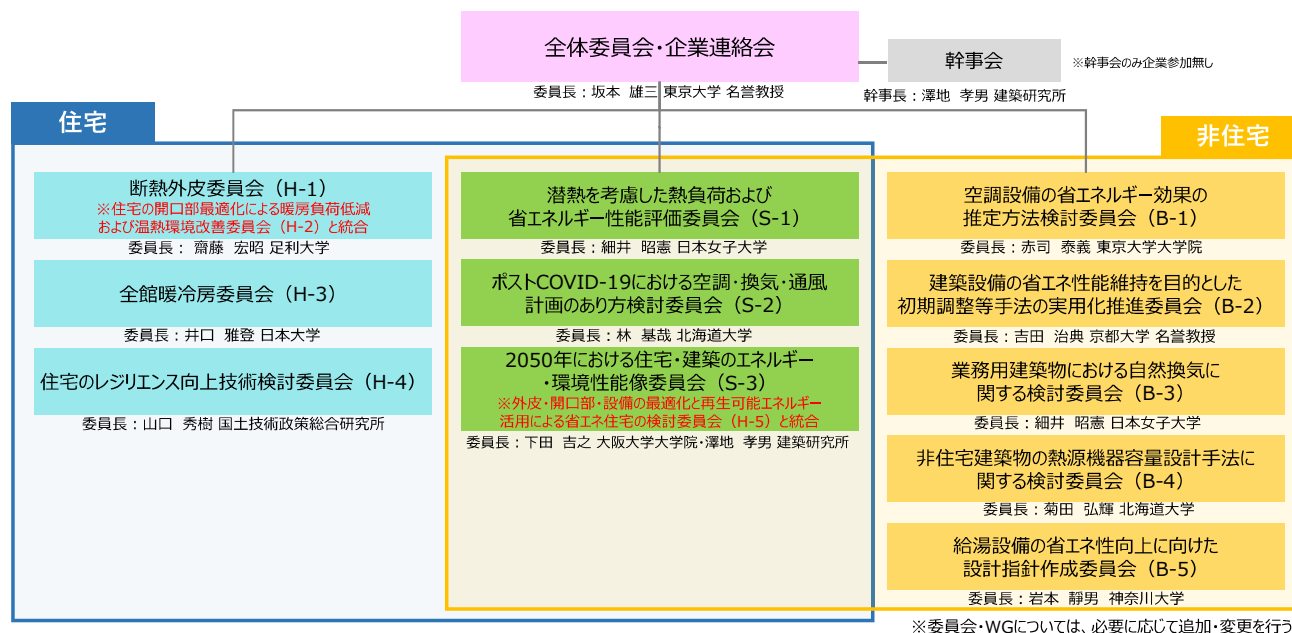
④ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画ガイドライン



⑤将来提案 (成果報告資料)



1.2 研究体制(フェーズ7)



1.3. 各委員会の概要 外皮の断熱等に係る委員会

2001年のプロジェクト開始からあり、断熱・気密・防露などいろいろな観点から検討が進められていたが、近年の動向等も踏まえフェーズ7における「断熱外皮委員会」の検討内容としては以下が掲げられた。

- ・空調対象領域の負荷を表現する日射取得を加味した設計指標の検討
- ・暖房時の上下温度分布や放射環境を外皮性能から推定する手法開発
- ・外皮の省エネ化に伴う不具合防止のための情報整理

成果

プログラムWG 『自立循環Webプログラム』機能充実

断熱外皮委員会 『成果報告資料』委員限定配付

1.3. 各委員会の概要

全館暖冷房委員会

専用機を用いたいわゆるダクト式ヒートポンプセントラル空調に関しては評価法があったものの、近年増えてきた1台のルームエアコンを用いて全館を空調するタイプの空調方式に関しては評価法がまだなかったことから、これに対応するため前フェーズより検討を進めてきたが、さらに残された課題を解決していくことを目標に設置された。この委員会における検討内容としては、以下が掲げられた。

- ・全館暖冷房方式に関する最新動向の調査
- ・実住宅における温熱環境とエネルギー消費の実測と課題の整理
- ・全館暖冷房に用いる汎用型壁掛エアコンの熱源モデルの検討
- ・床下を給気経路とした全館暖冷房方式におけるエネルギー消費の評価法

またフェーズ7の途中からは、すでに出来上がっていたダクト式ヒートポンプセントラル空調に関するさらなるブラッシュアップしていくべき部分があり、この委員会で作成したプログラムがそのような目的にも対応できることから対応したWGを設けて活動を行った。

成果

合同開催セミナー『全館暖冷房の発展と室内温熱・湿度環境評価』

1.3. 各委員会の概要

住宅のレジリエンス向上技術検討委員会

前フェーズの後半から実施されてきたが、今フェーズに継続しての実施となり、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・戸建て住宅における各種設備等の非常時対応方法に関する情報収集
- ・ライフラインの供給状況が限定された状況における生活環境確保の優先順位の考え方の整理
- ・生活環境確保に必要な代替手法(代替設備および代替エネルギー源など)の整理
- ・複数の被災シナリオに応じた設計事例の検討とブックレット案の作成

成果

レジリエンス向上に資する計画・設計手法に関するブックレット(戸建て住宅)

1.3.各委員会の概要

空調設備の省エネルギー効果の 推定方法検討委員会

前フェーズの後半から実施されてきたが、プログラムの完成を目指して今フェーズに継続しての実施となり、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・これまで研究開発したシミュレーションプログラムのモジュール化
- ・モジュール化した一部のプログラムについて、APIドキュメント(モジュールの使い方の説明書)と Engineering Reference(物理モデルの解説書)を作成
- ・プログラムコード(モジュールとメインプログラム)の修正と最終形の完成
- ・プログラムコードの活用を例示(自動制御ロジックやパラメータを変更した際の制御挙動や消費電力の変化を分析)。
- ・講習会等を通じて第三者にプログラムコードを活用してもらい、フィードバックを取得

成果

推計プログラム『Phyvac』の開発・公開

Phyvac conference開催

1.3.各委員会の概要

建築設備の省エネ性能維持を目的とした 初期調整等手法の実用化推進委員会

前フェーズから実施されてきたが、さらに内容を拡張するべく今フェーズに継続しての実施となり、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・変風量(VAV)空調システムのFPT法*の整備(CO2濃度による外気導入量制御、空気調和機の送風機の配置及び能力選定の方法も含む。)
- ・水熱源熱回収ヒートポンプシステムに関するFPT法の整備

成果

FPT法によるVWV・VAVの省エネルギー設計・施工・調整・試験方法に関する技術解説書シリーズ 制作・公開

(*システムが適切に制御されていることの確認を行う機能性能試験手順 : Functional Performance Testing)

1.3.各委員会の概要 業務用建築物における

自然換気に関する検討委員会

前フェーズから実施されてきたが、残された課題に対応するものとして今フェーズに継続しての実施となり、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・換気回路網による熱負荷削減効果の計算における排熱効率
- ・実測による開口部通風抵抗計測方法(基礎資料)
- ・リファレンスモデルの追加とその利用方法
- ・計画段階の自然換気の負荷削減効果推定方法および基準としての合理的評価方法

成果

自然換気ブックレットの内容改訂

ISO化の検討

省エネ基準への評価方法の提案とりまとめ

1.3.各委員会の概要 非住宅建築物の

熱源機器容量設計手法に関する検討委員会

前フェーズでは寒冷地における高断熱建物の熱源容量の適正化に関して委員会が設けられていたが、フェーズ7ではこの適用範囲を広げて実施され、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・課題明確化のための機械設備設計者へのアンケート及びヒアリング、試計算の実施
- ・実建物を対象とした調査(内部発熱や部分負荷率、設計負荷と実負荷の乖離の検証)
- ・熱源機器容量の適正化に向けた検討(気象データの超過危険率、暖房時の内部発熱、換気量、安全率の再考)
- ・関連テーマの検討と評価(エネルギー基準計算支援プログラムを寒冷地(蒸暑地)建物に適用したときの課題及び結果活用法の検討)

成果

熱源・空調設備の設計実態調査分析・とりまとめ、公表(建築学会)。

オンラインシンポジウム『非住宅建築物の熱源機器容量設計手法の再考』開催

1.3.各委員会の概要

給湯設備の省エネ性向上に向けた 設計指針作成委員会

前フェーズから実施されてきたが、研究内容をさらに進めるものとして今フェーズに継続しての実施となり、検討内容としては以下が掲げられた。

- ・非住宅におけるセントラル給湯方式のシステム全体の1次エネルギー予測の精度向上および省エネ措置に関する充実
- ・住宅における、太陽熱給湯設備の新評価の検討

成果

給湯設備設計計算プログラム

業務用建築の給湯設備省エネルギーガイドライン Ver.3

1.3.各委員会の概要

潜熱を考慮した 熱負荷および省エネルギー性能評価委員会

前フェーズでは湿度を考慮した室内環境及び省エネルギー性能を検討する委員会があったが、フェーズ7では検討内容としては以下が掲げられた。

- ・省エネ評価法として妥当な潜熱計算法の確立
- ・室内湿度基準を考慮した基準負荷と省エネ性評価の確立
- ・建物用途別の設定基準の検討
- ・建物用途、室別湿度基準
- ・市販の加湿、除湿機器の特性把握

成果

合同開催セミナー『全館暖冷房の発展と室内温熱・湿度環境評価』

1.3.各委員会の概要 ポストCOVID-19における

空調・換気・通風計画のあり方検討委員会

前フェーズの途中で新型コロナウイルス感染症の問題が表面化し、これに対応した委員会が急遽設けられたが、その後継としてフェーズ7でも実施され、その検討内容としては以下が掲げられた。

- ・建築と換気・空調におけるウイルス感染症対策に関する国内外調査
- ・技術要素に関する調査(加湿、熱交換、ハイブリット換気、パーソナル空調、全外気空調、フィルター効果、UV等の殺菌など)
- ・建築と換気空調における感染症対策ガイドラインの作成(運転制御方法、維持管理方法、省エネルギー対応、非常時対応など)

成果

ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のガイドライン

2050年における住宅・建築の エネルギー・環境性能像委員会報告書

- (A)建築の使われ方の変化(テレワーク・ショッピング、機能統合、用途構成比の変化)
- (B)ZEB、ZEH拡大のための建築の規模、目指すべきエネルギー収支の水準
- (C)機器の容量設計の適正化、部分負荷対応
- (D)外皮性能の高度化(断熱・蓄熱・気密)とパッシブデザイン
- (E)調湿技術の将来
- (F)給湯の技術
- (G)換気の省エネルギー技術

ポストCOVID-19における 空調・換気・通風計画のガイドライン

第1章 はじめに

第2章 建築物における新型コロナウイルス感染症に関する知見

第3章 **オフィスビル** 感染拡大時に備えたウイルス感染症対策技術

第4章 **住宅** 感染拡大時に備えたウイルス感染症対策技術

第5章 **学校** 感染拡大時に備えたウイルス感染症対策技術

第6章 **病院** 感染拡大時に備えたウイルス感染症対策技術

第7章 **高齢者施設** 感染拡大時に備えたウイルス感染症対策技術

第8章 おわりに

第3章 **オフィスビル** 感染拡大時に備えた ウイルス感染症対策技術

3.1 感染拡大時の建築物におけるウイルス感染症対策の実態

3.1.1 建築物におけるウイルス感染の機序

3.1.2 建築物におけるウイルス感染対策がエネルギー消費に与える
影響

3.1.3 厚生労働科学研究等による室内環境調査データを用いた分析

3.1.4 ウイルス感染症対策の実態調査

3.2 ウイルス感染症対策技術

第3章 オフィスビル 感染拡大時に備えた ウイルス感染症対策技術

3.2 ウイルス感染症対策技術

3.2.1 建築計画による接触感染対策

3.2.2 空調設備

3.2.3 通風・換気計画

3.2.4 個別の対策技術

3.2.5 複合的な対策技術

第3章 オフィスビル 感染拡大時に備えた ウイルス感染症対策技術

3.3 ウイルス感染症対策と環境・健康性能の両立

3.3.1 オフィスの環境・健康性能に対する社会的要請

3.3.2 環境・健康性能向上による感染対策への波及効果

3.3.3 環境・健康性能の向上が感染対策に波及した事例

3.3.4 ウイルス感染症対策と環境・健康性能の両立に向けて

1.3.各委員会の概要

2050年における

住宅・建築のエネルギー・環境性能像委員会

フェーズ7で新たな視点として始められたこの委員会では、検討内容として以下が掲げられた。

- ・欧州を中心とした再生可能エネルギー普及地域におけるエネルギー供給構造に関する文献調査及び住宅・建築側の評価に関する研究事例調査
- ・我が国の現状及び2050年におけるエネルギー供給構造に関する資料等調査及び2050年に想定される状況の推定
- ・再生可能エネルギー源等の普及下における住宅・建築の省CO₂性能の評価のあり方の検討・設計方法の検証・要素技術群の過不足の検証

成果

シンポジウム「2050年における住宅・建築のエネルギー・環境性能像」

2050年における住宅・建築の エネルギー・環境性能像委員会報告書

- (A)建築の使われ方の変化(テレワーク・ショッピング、機能統合、用途構成比の変化)
- (B)ZEB、ZEH拡大のための建築の規模、目指すべきエネルギー収支の水準
- (C)機器の容量設計の適正化、部分負荷対応
- (D)外皮性能の高度化(断熱・蓄熱・気密)とパッシブデザイン
- (E)調湿技術の将来
- (F)給湯の技術
- (G)換気の省エネルギー技術

2050年における住宅・建築の エネルギー・環境性能像委員会報告書

(H)建築設備竣工後のBEMS、HEMSを用いた新しいエネルギーマネジメント

(I)全館空調と省エネルギー

(J)2050年の技術・社会変化に向けた建築計画の配慮

(K)地球温暖化進行に対する適応策

(L)二次エネルギーの選択・電力システムとの統合

(M)地球温暖化対策計画・エネルギー基本計画における住宅・建築部門の対策の進捗状況と、各対策の効果の評価

(N)外皮・開口部・設備の最適化と再生可能エネルギー活用による省エネルギー住宅・建築の計画

1.4.全体を通じての活動など

参加者

建築研究所、国土技術政策総合研究所

その他学識経験者

ハウスメーカー、エネルギー事業者、建材メーカー、設備メーカー、設計事務所、専門建設業者(設備)など住宅・建築にかかわる各方面から計38社

1.4.全体を通じての活動など

「自立循環型住宅への省エネルギー効果推計プログラム」

各委員会などでの研究成果を集約したものとして開発されし、web上に公開*した。このプログラムでは竣工検査での問題点や基準のスコープから外れてしまっているなどの理由から省エネ基準では評価していない項目も評価対象とできるようにしてある。例えば床面積とは関係なく居住人数が入力できる。また単価を入力すればコストの試算も可能である。

(* <https://house.app.jjj-design.org/#/>)

住宅・建築における最新の省エネルギーに関するトピックスを対象とした
自立循環プロジェクト(フェーズ7)における取組の紹介

2. めれ面積率を考慮した湿度環境評価について

2. ぬれ面積率を考慮した湿度環境評価について (潜熱を考慮した熱負荷および省エネルギー性能評価委員会の成果)

2.1 はじめに

2.2 皮膚のぬれ面積率の既往研究について ぬれ面積率と不快感に関する研究例

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価 ぬれ面積率とPMV、SET*との関係 既発表論文のデータに基づく検討例

2.4 おわりに

2.1 はじめに

自立循環型住宅や省エネ法における負荷計算では

→湿度と風速の要因を考慮していない。

→同じ気温と平均放射温度であれば湿度の多寡にかかわらず熱負荷は同等

→全熱交換器、デシカント、除湿機などによる除湿の効果は考慮されない。

しかし、高温時に湿度も高いと蒸し暑さとして体感される。

→冷房時の負荷計算に用いられている気温よりも1~2℃程度高い気温としても、湿度を下げることで同程度の快適性になることが考えられる。

※高温時には皮膚のぬれ面積率と不快感に高い相関関係があるといわれている。

→高温時における湿度のぬれ面積率に対する影響、
またその温熱環境の不快感について検討した。

2.2 皮膚のぬれ面積率の既往研究について ぬれ面積率と不快感に関する研究例

皮膚のぬれ面積率(w)は以下の式で定義されている。

$$w = E_{sk} / E_{max} \quad (1)$$

E_{sk} : 皮膚からの蒸発による放熱量

E_{max} : 皮膚からの蒸発による最大の放熱量

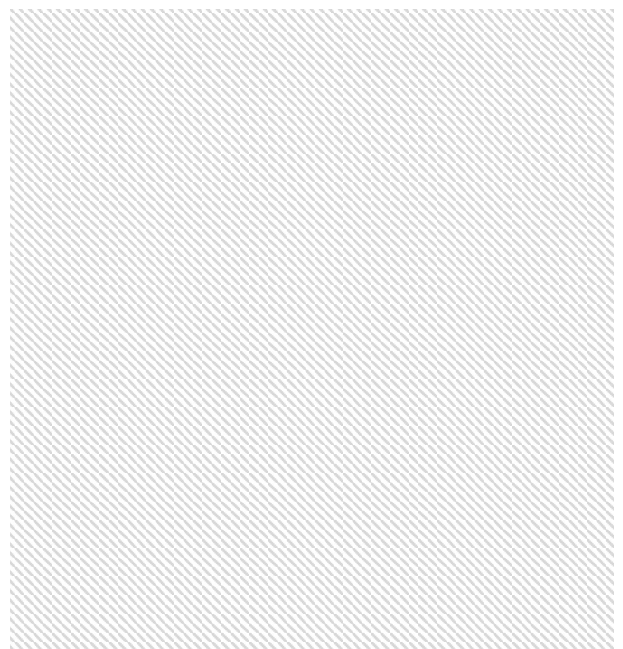
2.2 皮膚のぬれ面積率の既往研究について ぬれ面積率と不快感に関する研究例

ぬれ面積率と不快感の関係について、GONZALEZらは右の図に示すように高い相関があると示している*1。

*1 GONZALEZ, R.R. and GAGGE, A.P. (1973)

MAGNITUDE ESTIMATES OF THERMAL DISCOMFORT DURING TRANSIENTS OF HUMIDITY AND OPERATIVE TEMPERATURE AND THEIR RELATION TO THE NEW ASHRAE EFFECTIVE TEMPERATURE (ET*)

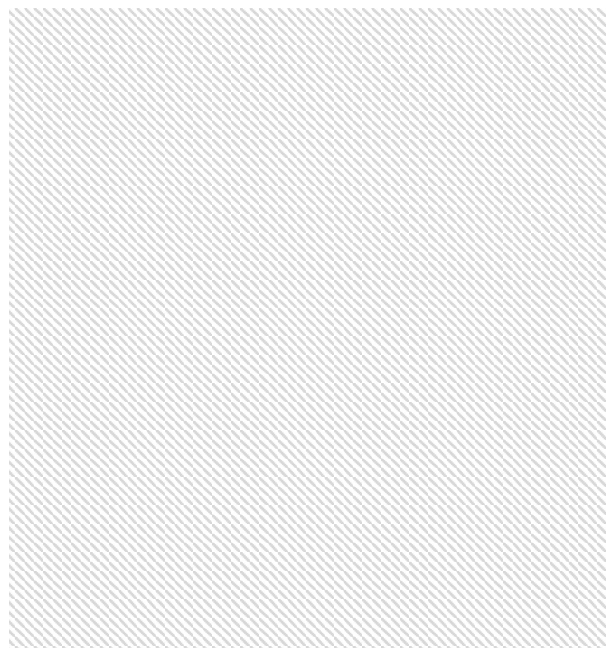
ASHRAE Trans., Vol. 79(1), pp.88-96



2.2 皮膚のぬれ面積率の既往研究について

ぬれ面積率と不快感に関する研究例

この図における縦軸は、ある環境における不快感を任意の数値で示した値を基準として、対象とする環境における不快感を示す数値との比率を示している。そのため、PMVから算出されるPPD(予測不快者率)などと、直接比較することはできない。しかし、気温や湿度が異なっても同じぬれ面積率であれば同じ程度の不快感となることが示されている。



2.2 皮膚のぬれ面積率の既往研究について

ぬれ面積率と不快感に関する研究例

図に示されている実験条件の気温、水蒸気分圧から相対湿度を求めると右のようになる。比較的高いぬれ面積率までの実験とするため、高温、高湿の条件となっている。

表1 実験時の相対湿度

Ta [°C]	Pa [mmHg]	RH [%]
29	26	86
44	26	38
32	13	36
32	32	90
36	12	27
36	36	81
40	15	27
40	46	83

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

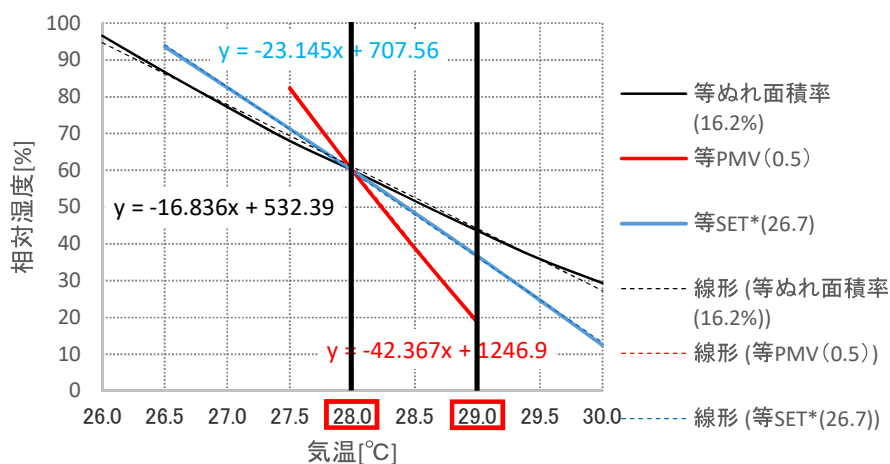


図 等ぬれ面積率、等PMV、等SET*線率線

放射温度=気温、気流速度0.15[m/sec]、着衣量0.4[clo]、代謝量1[met]

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

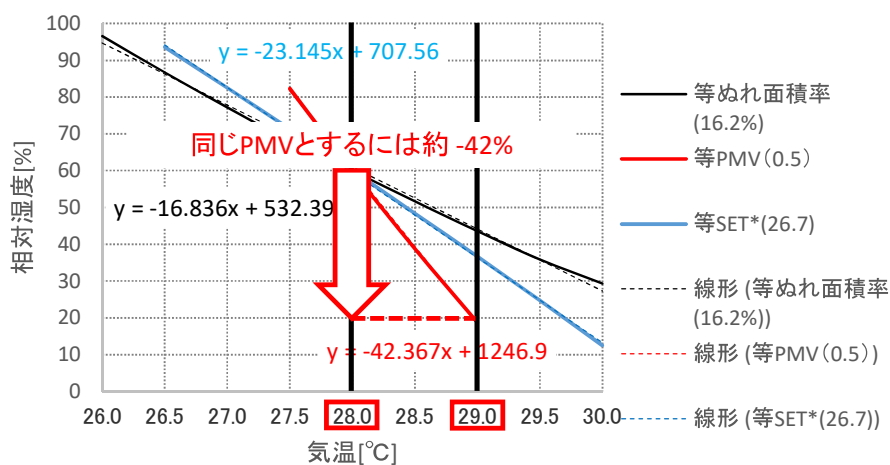


図 等ぬれ面積率、等PMV、等SET*線率線

放射温度=気温、気流速度0.15[m/sec]、着衣量0.4[clo]、代謝量1[met]

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

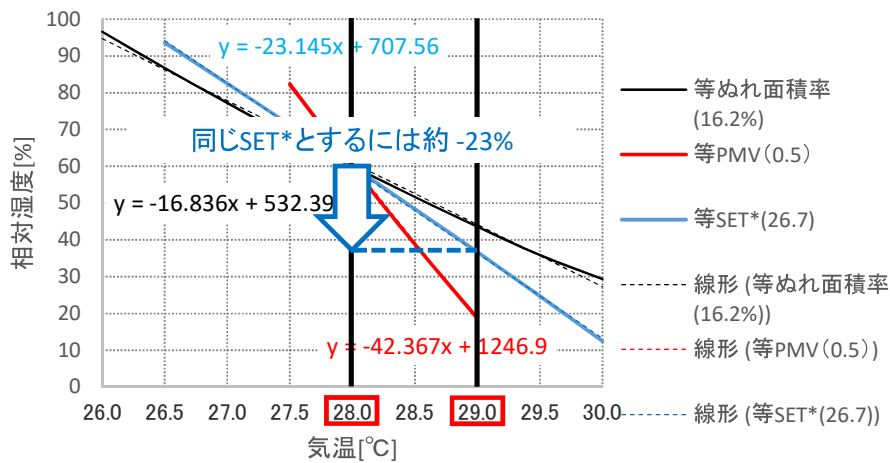


図 等ぬれ面積率、等PMV、等SET*線率線

放射温度=気温、気流速度0.15[m/sec]、着衣量0.4[clo]、代謝量1[met]

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

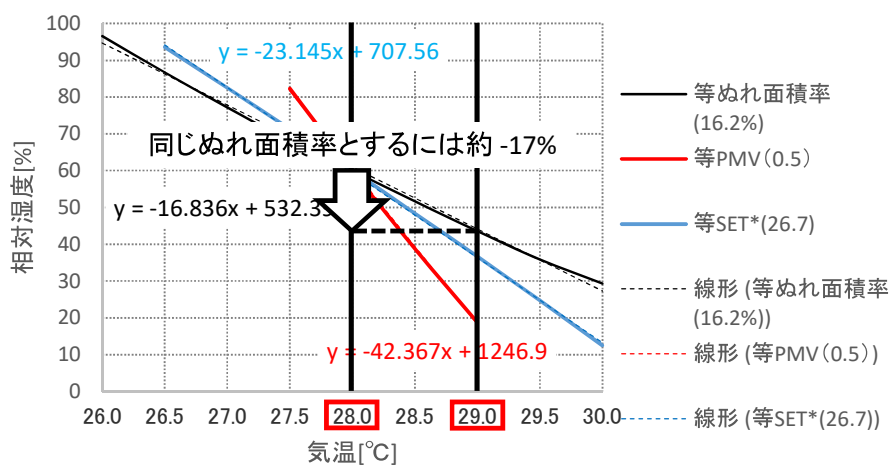


図 等ぬれ面積率、等PMV、等SET*線率線

放射温度=気温、気流速度0.15[m/sec]、着衣量0.4[clo]、代謝量1[met]

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

考察

PMVからPPDはひとつの値に定まる
PMVからぬれ面積率はひとつの値に定まらない



ぬれ面積率と不快感に高い相関関係がある

GONZALEZらの研究では比較的高温・高湿の条件が中心で、負荷計算時に近い条件はその低温側の一部しかないが、PMVは熱的に中立な環境に近い条件からずれた条件については誤差が大きくなるといわれており、これが理由の一つとして挙げられる。

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(1) ぬれ面積率とPMV、SET*との関係

考察

PMVでは人体の熱収支を解いて同じ熱収支の状況であれば同じ温熱感覚を得られるとし、ぬれ面積率などとは関係なく、その温熱感覚から不快感を生じる比率が決まるとしている。一方、GONZALEZらの研究では同じ温熱感覚(熱収支)の状況でもぬれ面積率が異なれば、そのことにより生じた不快感が反映されていると考えられる。

また、PMVによる高温域における湿度による影響の評価は不十分である、との意見は以前からあることも考慮し、冷房熱負荷計算を行う際の湿度の評価に関しては、快適性を考慮すると当面SET*を参照して1℃あたり相対湿度で20%程度としておくのが妥当と考えられる。

2.3 むれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

むれ面積率と不快側申告を推定できる既発表論文*のデータを基に検討した。

*「高温低湿空調の快適性に関する研究 (その2) 各種室内環境における立位状態と着座状態の被験者実験の比較」、○古橋翔 (東京工芸大学), 水谷国男 (東京工芸大学・正F), 斉藤奨 (東京工芸大学・学), 佐藤英樹・塩谷正樹 (三建設備工業・正)、空気調和衛生工学会大会, 2022年9月、H-61

2.3 むれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

温冷感申告(TSV)の平均値

代謝量を変数、着衣量を0.5clo(梗概の写真から想定)として算出されるPMV

上記TSVとPMVの誤差が最小となる代謝量として1.14METが求められた。

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

これらの値をもとにぬれ面積率を求め、快適感申告が不快側(非常に不快、不快、やや不快)となった申告率と比較した。

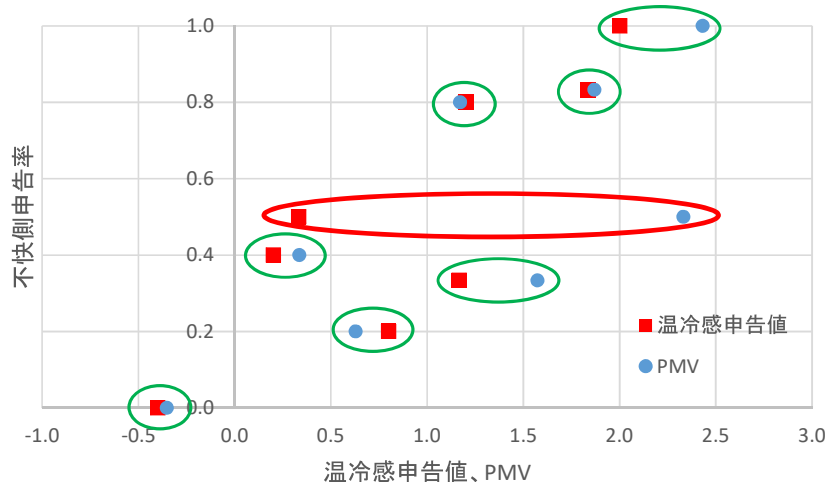
空気温度 [°C]	放射温度 [°C]	相対湿度 [%]	気流速度 [m/s]	着衣量 [clo]	代謝量 [MET]	PMV (ISO)	ぬれ 面積率	平均TSV	不快側 申告率
26	26	50	0	0.5	1.14	0.34	0.13	0.20	0.40
28	28	70	0	0.5	1.14	1.17	0.23	1.20	0.80
31	31	40	0	0.5	1.14	1.87	0.24	1.83	0.83
33	33	35	0	0.5	1.14	2.43	0.28	2.00	1.00
26	26	50	0.5	0.5	1.14	-0.35	0.08	-0.40	0.00
28	28	70	0.5	0.5	1.14	0.63	0.15	0.80	0.20
31	31	40	0.5	0.5	1.14	1.57	0.16	1.17	0.33
33	33	35	0.5	0.5	1.14	2.33	0.19	0.33	0.50

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

温冷感申告、PMVと不快側申告率の関係
1条件を除き横軸で0.5以下のずれとなった。

ずれの大きかった条件は33°C, 35%rhで、横軸で2程度のずれとなった。これは、PMV計算の範囲外であり、また暑熱条件ではPMVと申告値に乖離があるといわれている点が示された形である。

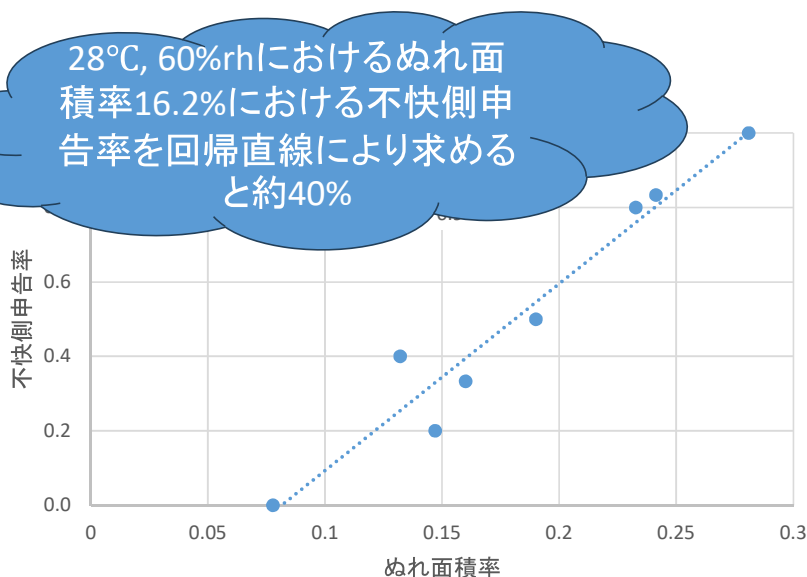


2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

ぬれ面積率と不快側申告率の関係

比較的少人数の実験結果ながら大変相関の高い結果となり、「高温時には皮膚のぬれ面積率と不快感に高い相関関係があるといわれている」ことが確認された。



2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

28°C, 70%rhと31°C, 40%rhの無風時のぬれ面積率はほぼ等しい
 →不快側申告率がほぼ同等となる条件は、1°Cあたり10%rh



1°Cあたり20%rh程度

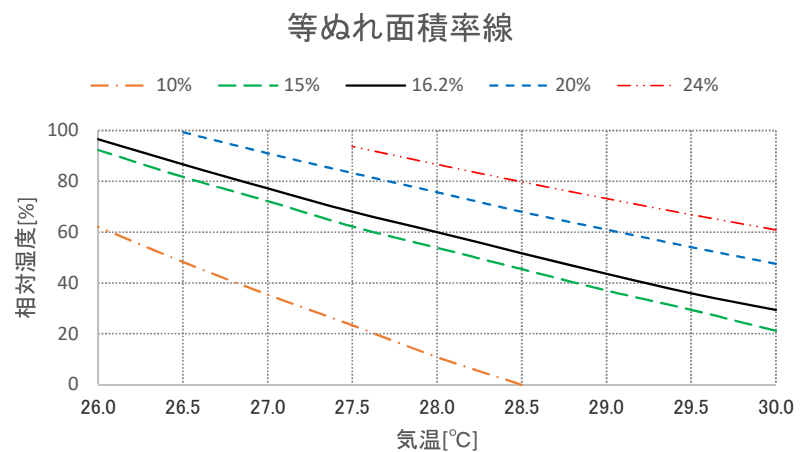
空気温度 [°C]	放射温度 [°C]	相対湿度 [%]	気流速度 [m/s]	着衣量 [clo]	代謝量 [MET]	PMV (ISO)	ぬれ 面積率	平均TSV	不快側 申告率
26	26	50	0	0.5	1.14	0.34	0.13	0.20	0.40
28	28	70	0	0.5	1.14	1.17	0.23	1.20	0.80
31	31	40	0	0.5	1.14	1.87	0.24	1.83	0.83
33	33	35	0	0.5	1.14	2.43	0.28	2.00	1.00
26	26	50	0.5	0.5	1.14	-0.35	0.08	-0.40	0.00
28	28	70	0.5	0.5	1.14	0.63	0.15	0.80	0.20
31	31	40	0.5	0.5	1.14	1.57	0.16	1.17	0.33
33	33	35	0.5	0.5	1.14	2.33	0.19	0.33	0.50

2.3 ぬれ面積率による湿度の評価

(2) 既発表論文のデータに基づく検討例

ぬれ面積率が大きくなるにつれて傾きが緩やか
→ぬれ面積率が高いほど相対湿度の影響が大きい

検討対象のデータはぬれ面積率24%と高めであったため相対湿度の影響が大きく見積もられた。



2.4 おわりに

- ・ぬれ面積率と快適性の関係の高いことが再確認された。
- ・28°C, 60%rh (ぬれ面積率が16.2%) となる条件を基準とすれば、当面SET* を参照して1°Cあたり相対湿度で20%程度としておくのが妥当と考えられる。

住宅・建築における最新の省エネルギーに関するトピックスを対象とした
自立循環プロジェクト(フェーズ7)における取組の紹介

3. 全館空調システムの評価方法構築

3. 全館空調システムの評価方法構築

(全館暖冷房委員会の成果)

3.1 はじめに

3.2 評価対象

3.3 評価方法

3.4 検証

3.5 おわりに

3.1 はじめに

自立循環型住宅や省エネ法における負荷計算

→専用熱源による

ダクト式セントラル暖冷房システムの評価方法が対象



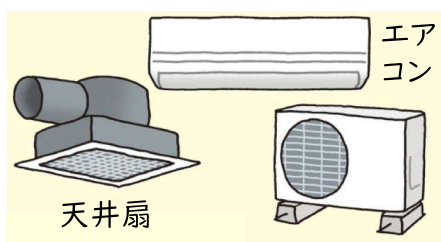
ルームエアコンを熱源として

全館を空調するシステムが多く現れてきた。

→評価方法の構築

■ 全館空調システムの多様化

ダクト式セントラル空調機に加え、汎用品を組み合わせる
ルームエアコンディショナ活用型も登場



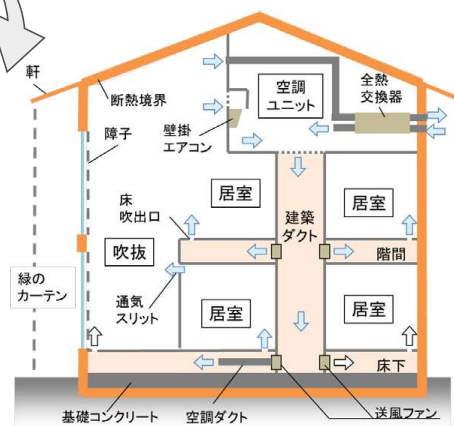
汎用品を
組合せ

(メリット)

- ・効率の良い機器を活用
- ・メンテナンス・更新が容易

(デメリット)

- ・制御機能を省略、送風経路が多様
- ・品質の担保が難しい



※全てのシステムに当てはまるわけではない。

3.2 評価対象

構成:

ルームエアコンディショナーの室内機を空調室・チャンバー内等に設置
ダクト・建築ダクト等を介して対象居室まで空調空気を搬送

熱源(ルームエアコンディショナー):

直吹き of 壁掛け型、家庭用

送風機:

室内機の最大風量以上を送風可能な循環用送風機*を
空調室・チャンバー内等に設置

(*複数の送風機が用いられる場合には合計風量)

3.3 評価方法

検証用プラットフォーム として以下のプログラムを構築した。

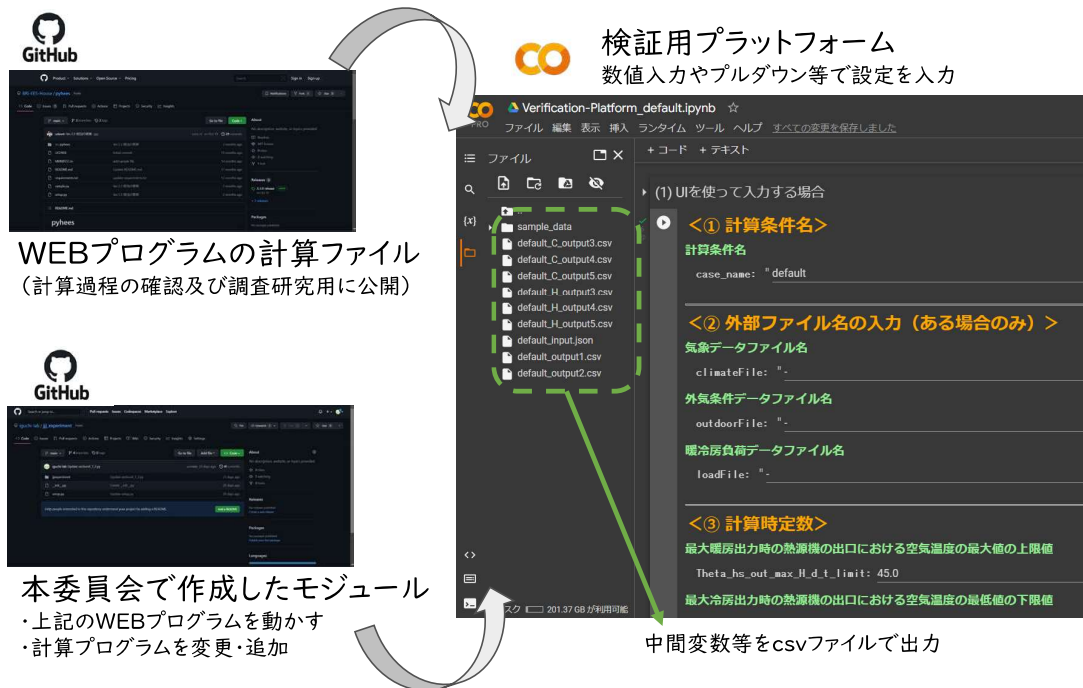
ダクト式セントラル空調システムのWEBプログラム:

専用熱源 + 搬送

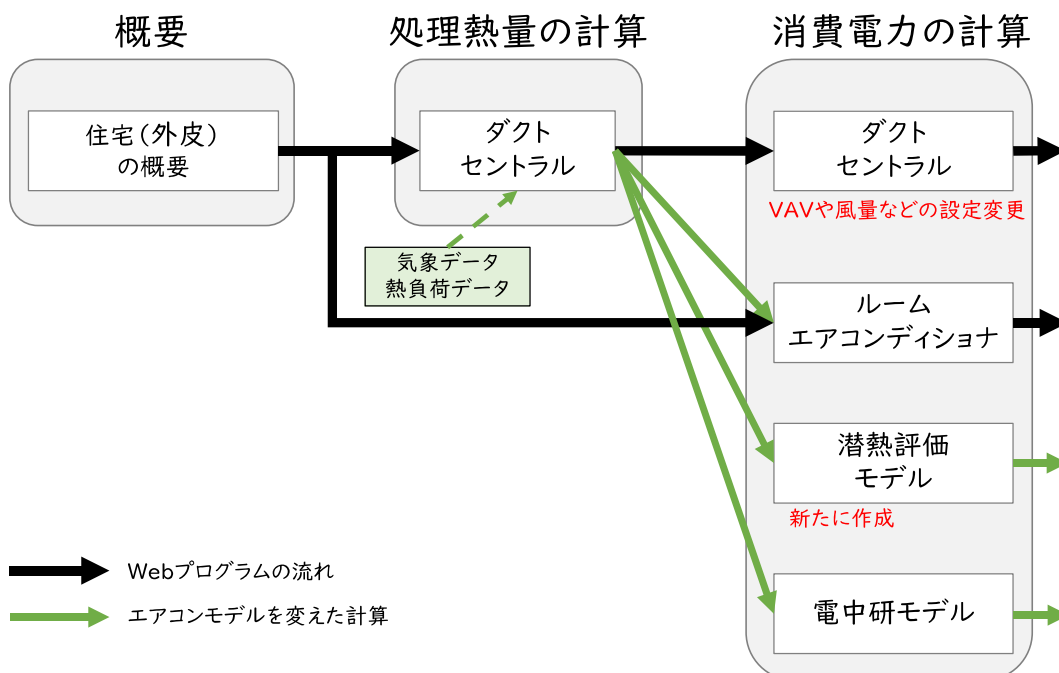


ルームエアコンディショナー(WEBプログラム)	+	搬送
ルームエアコンディショナー(潜熱評価モデル)	+	搬送
ルームエアコンディショナー(電中研モデル)	+	搬送

■検証用プラットフォームの概要



■検証用プラットフォームの構成



■検証用プラットフォームの入力項目

①計算条件名

②外部ファイル名の入力

気象データ・暖冷房負荷データ

③計算時定数等

熱源機出口温度の上下限值、
VAV風量の計算法など

④基本情報(面積など)

⑤外皮条件(U_A 値、 η_{AC} など)

気象データ・暖冷房負荷データ

⑥その他

床下空間活用、全体風量を固定など

⑦暖房全般

⑦-1 ダクトセントラル空調機

⑦-2 ルームエアコンディショナ

⑦-3 潜熱評価モデル

⑦-4 電中研モデル

⑧冷房全般

⑧-1 ダクトセントラル空調機

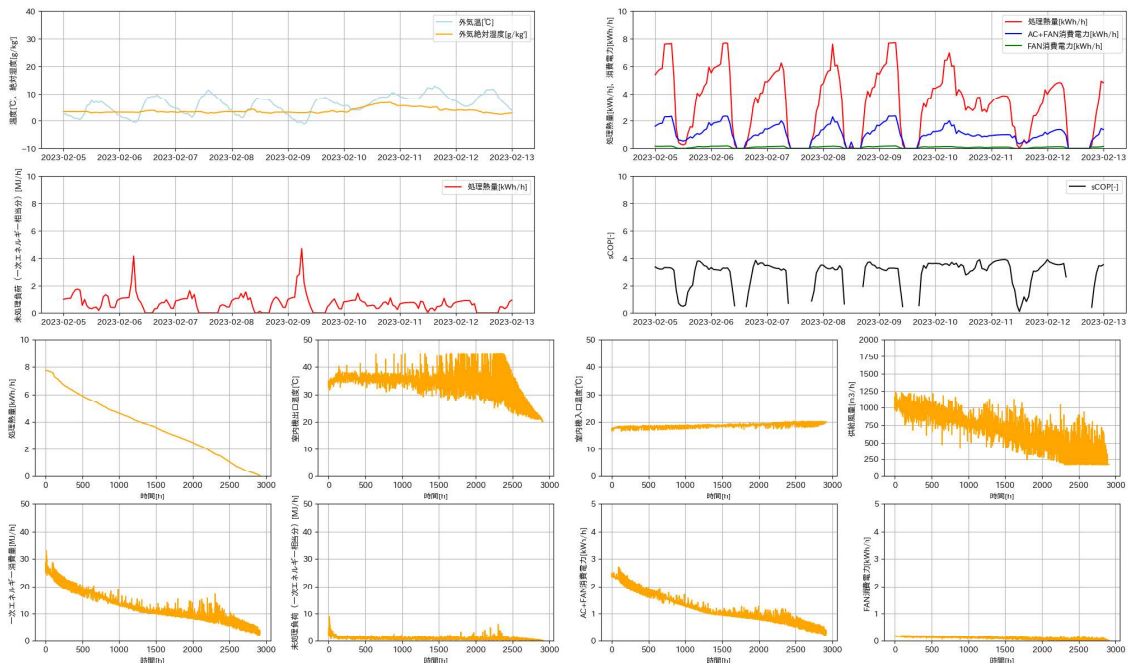
⑧-2 ルームエアコンディショナ

⑧-3 潜熱評価モデル

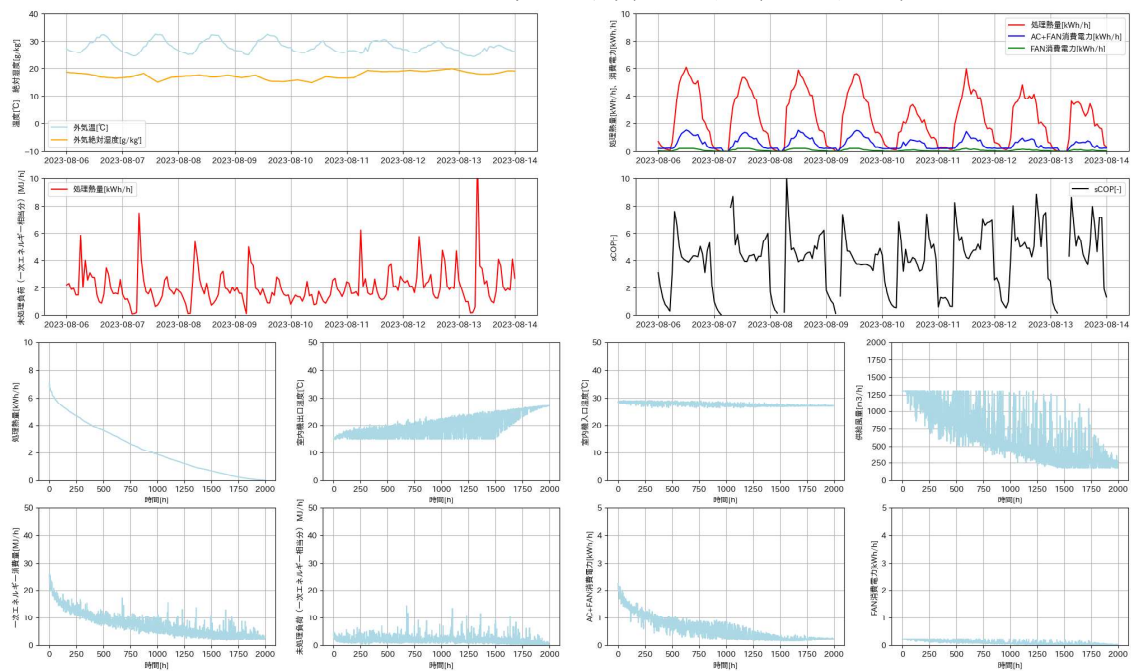
⑧-4 電中研モデル

計算結果を出力

■ダクト式セントラル空調機の計算結果(暖房時)



■ダクト式セントラル空調機の計算結果(冷房時)



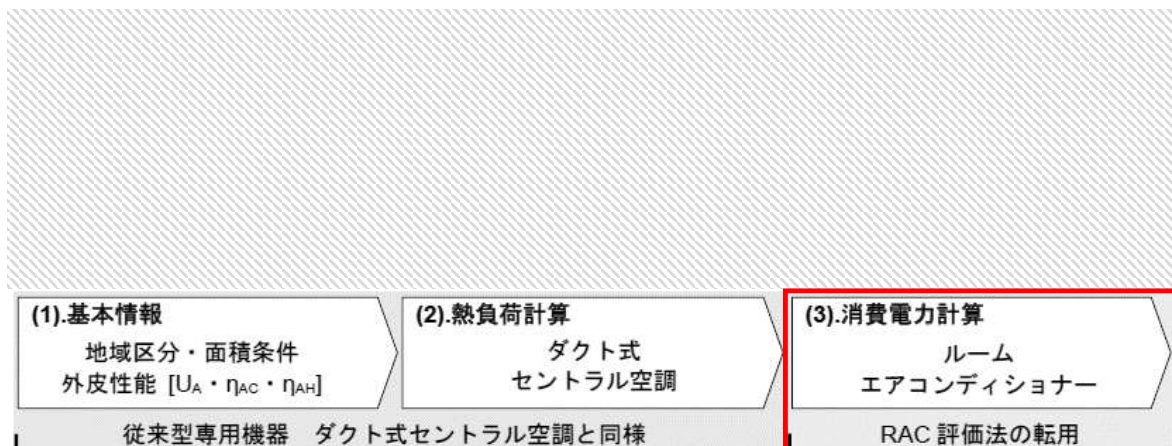
3.4 検証

(1) 全館空調に活用したルームエアコンの処理負荷・電力量実測

検証①実測・消費電力量計算

あなたの暮らしを応援。
Panasonic Homes

◆実測概要/消費電力の計算



※全館空調用途の実測値(外気・処理熱量)を入力条件に、RAC 評価法で消費電力量を推計・実測値と比較

$$L = \rho \cdot V_{AC} \cdot (h_{out} - h_{in})$$

※空調制御の変化点では、瞬時的な温度影響を受けるため除外

L : 処理熱量[kJ/h], h_{out} : 吹出空気エンタルピー[kJ/kg], h_{in} : 吸込空気エンタルピー[kJ/kg], ρ : 空気の密度[kg/m³], V_{AC} : 風量[m³/h]

空調ユニットに室内機最大風量以上送風するファンを格納、各機器を制御
外気・処理熱量実測→RAC評価法の消費電力量算出

検証①風量・湿度の出力補正

あなたの暮らしを応援。
Panasonic Homes

◆RAC評価法の算出過程 (風量・湿度の出力補正係数)

最大暖房出力 $Q_{max,H,d,t} = Q_{rmax,H,d,t} \times q_{rtd,H} \times C_{af,H} \times C_{af,H,d,t} \times 3600 \times 10^{-6}$
最大暖房出力比 定格能力 デフロスト補正

最大冷房出力 $Q_{max,C,d,t} = Q_{rmax,C,d,t} \times q_{rtd,C} \times C_{af,C} \times C_{hm,C} \times 3600 \times 10^{-6}$
最大冷房出力比 定格能力

①室内機吹き出し風量に関する能力補正係数

冷房: 0.85、暖房: 0.80
フィン・フラップ動作の風量低下相当分

②室内機吸い込み湿度に関する冷房能力補正係数

冷房: 1.15
JIS47%RH-省エネ計算60%RHの差異相当分

壁掛け設置とユニット格納式の風量への影響を踏まえた係数設定が必要
実測との対比では室内湿度の違いも考慮が必要

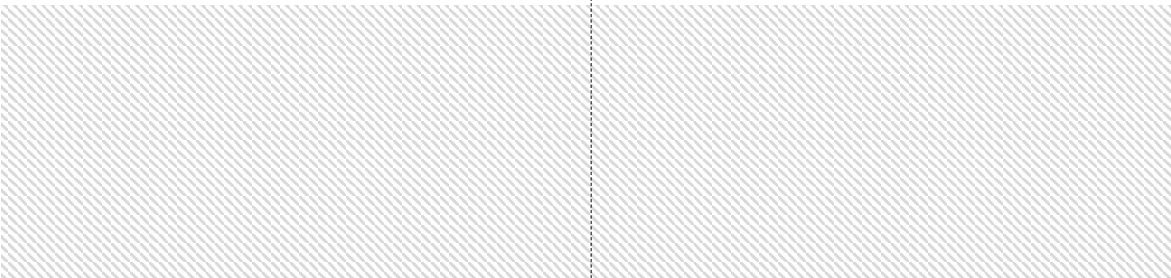
検証①風量・湿度の出力補正

あなたの暮らしを応援し、
Panasonic Homes

◆RAC評価法の算出過程（風量・湿度の出力補正係数）

①フィン・フラップ動作の風量影響
（循環運転＝吹出側が負圧）
風量が低下しない

②室内の相対湿度
（壁掛けよりも湿度が低く推移）
JIS条件に近い運転



フィン	中央					左右(平均)				
フラップ	上	中上	中中	中下	下	上	中上	中中	中下	下
壁掛け設置	94%	97%	100%	100%	97%	61%	65%	68%	71%	74%
ユニット格納	100%	100%	100%	100%	100%	81%	84%	84%	84%	87%

※フラップ：5パターン(上・中上・中中・中下・下)、フィン：2パターン(中央・左右)
※ユニット格納はエアコンスペックと同風量の循環用送風機を運転して計測した数値。

	室内相対湿度
RAC評価法(想定条件)	60%RH
K邸	50%RH
N邸	53%RH
JIS計測条件	47%RH

ユニット格納式・フィン・フラップ動作固定される場合は風量が低下しない
湿度も実態を踏まえ各補正を考慮しない場合も推計・比較

検証①熱源機の消費電力量

あなたの暮らしを応援し、
Panasonic Homes

◆消費電力量比較(冷房)

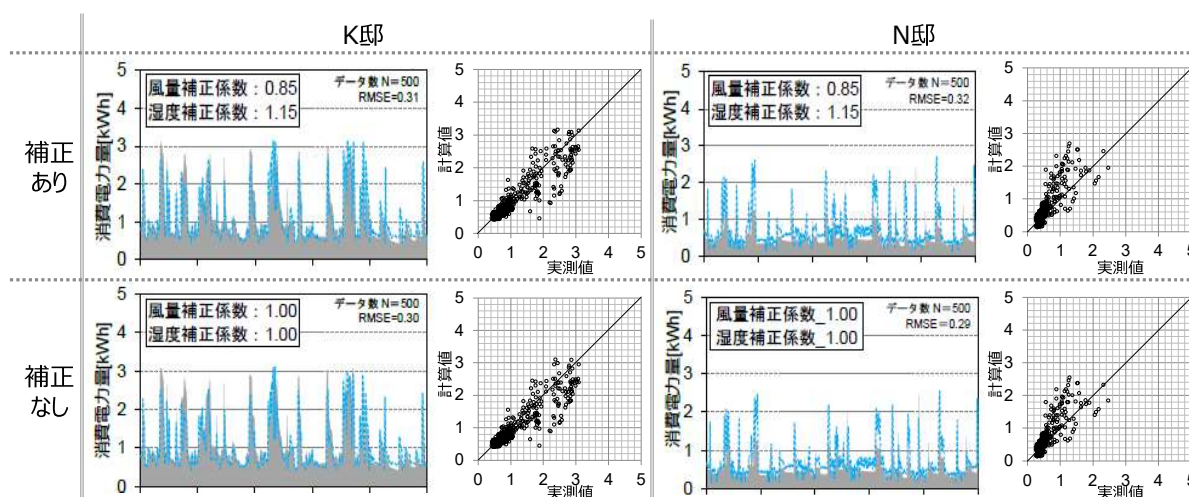


図3 冷房消費電力量の比較 ■：実測 —：計算

実測挙動が概ね再現、風量量・湿度補正なしが、若干計算精度が高まる
但し、風量補正係数 $0.85 \times$ 湿度補正係数 $1.15 \div 0.9775$ ほぼ同等

検証①熱源機の消費電力量

◆消費電力量比較(暖房)

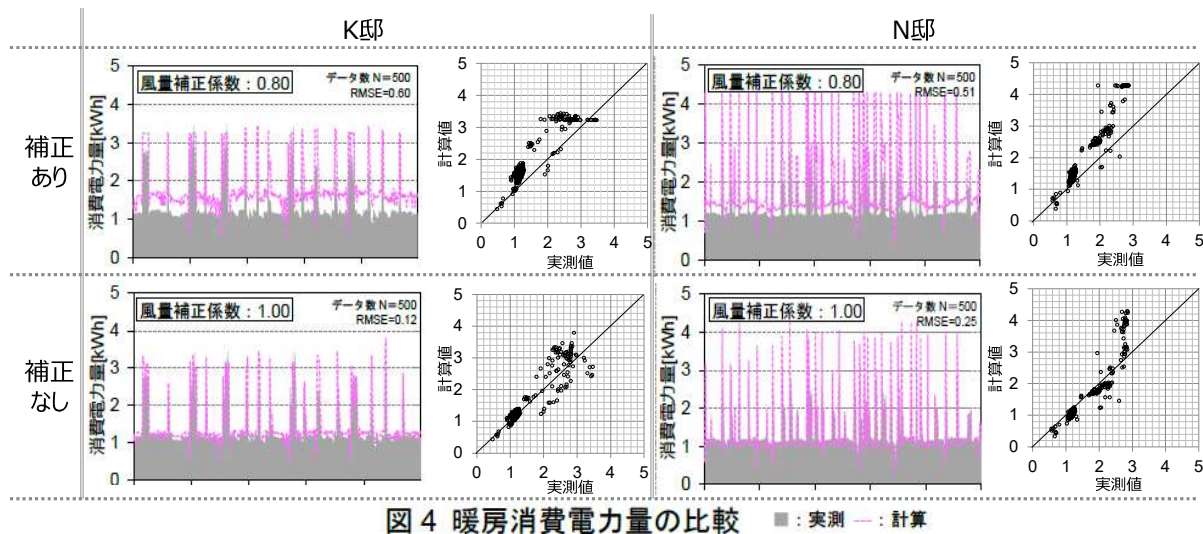


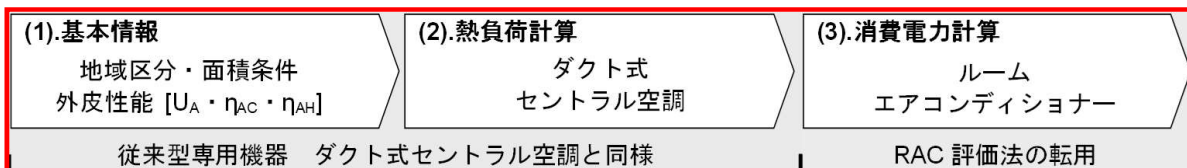
図4 暖房消費電力量の比較 ■: 実測 —: 計算

実測挙動が概ね再現、風量量補正なしが、計算精度が高まる傾向
(対象システム: フィン・フラップの動作に伴う風量低減がないため)

3.4 検証

(2) 実邸での消費電力量と検証用プラットフォーム計算値の比較

◆対象リスト



※検証用プラットフォーム ルームエアコンディショナ活用型全館空調、ダクト全てもしくは一部が断熱区画外、VAVあり設計風量、機器仕様・設置方法：実仕様に基づく

<実測対象リスト>



<検証用プラットフォーム>

<2>2 電房 ルームエアコンディショナ活用型全館空調 (県庁省エネ流ルームエアコンモデル) >

→ 設備の入力

設備の入力 (設備の入力を入力するor 機器仕様を入力する)

RAC_model, 2, 2: 設置方法を入力する

設置方法: 1に指定される (断熱区画外 or 断熱区画内)

RAC_dedicated_chamber: 指定しない

断熱区画外 (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外)

RAC_fixed_flow_direction: 指定しない

断熱区画外 (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外)

RAC_model, 2, 2: 0

→ 設備の入力

設備の入力 (設備の入力を入力するor 機器仕様を入力する)

RAC_model, 2, 2: performance: 断熱区画外 (断熱区画外)

断熱区画外 (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外)

RAC_model, 2, 2: 2.2

断熱区画外 (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外)

RAC_model, 2, 2: 2.2

断熱区画外 (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外) (断熱区画外)

RAC_model, 2, 2: 0

対象データ：21邸(内、設定温度情報あり：18邸)、
検証用プラットフォーム構築：実邸建物性能・面積・機器条件より電力試算

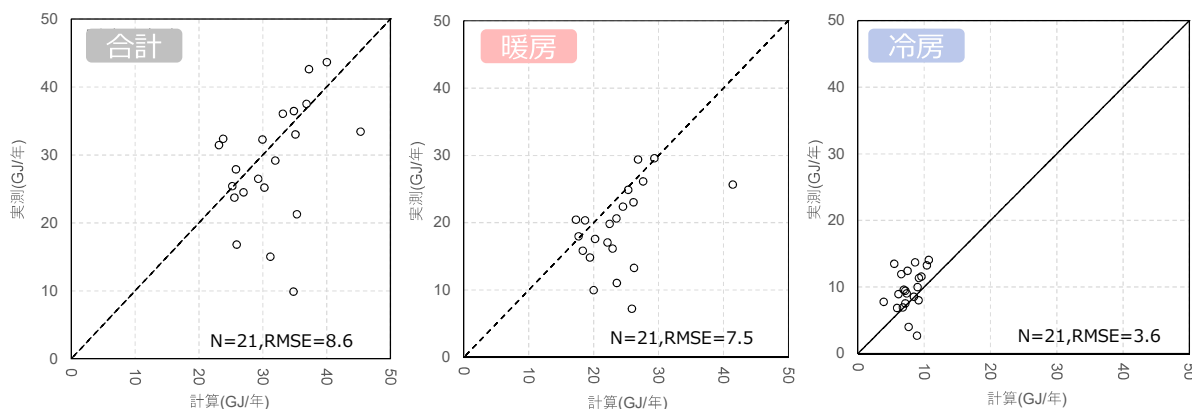


国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

◆一次エネルギー比較

※縦軸:実測、横軸:計算



設定温度・外気・生活スタイルの違いを有しているが、比較的よく一致
年間のエネルギー評価としては概ね妥当な計算が出来ている



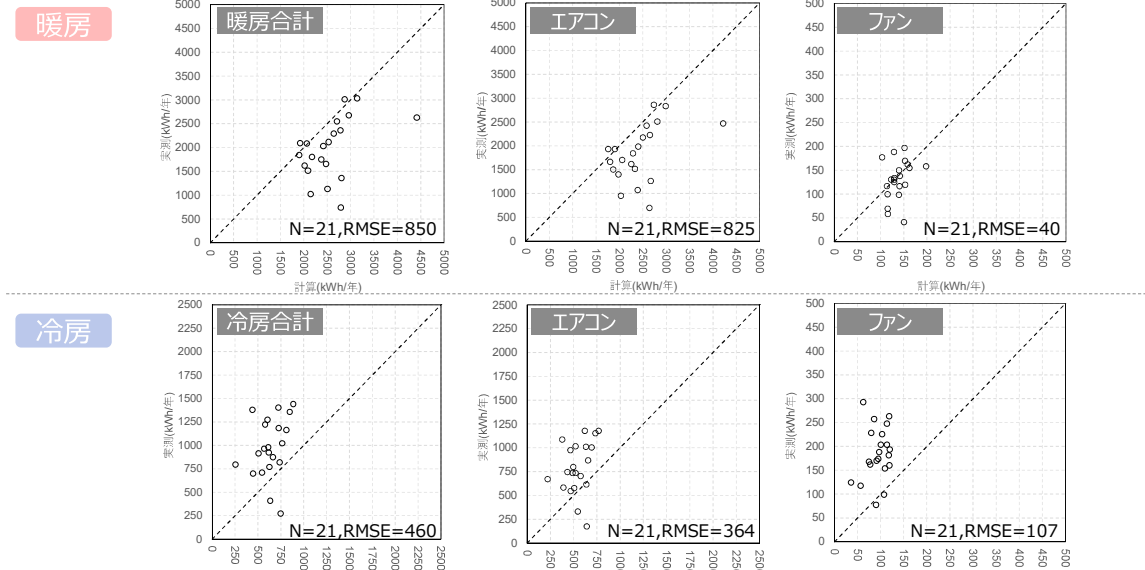
国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

あなたの暮らしを建てよう。
Panasonic Homes

◆暖房・冷房 消費電力量

※縦軸:実測、横軸:計算



一次エネルギーと同傾向であるが、冷房は計算に比べ実測が上振れ
設定温度・空調期間の違いも影響するため2月・8月データを抽出して比較



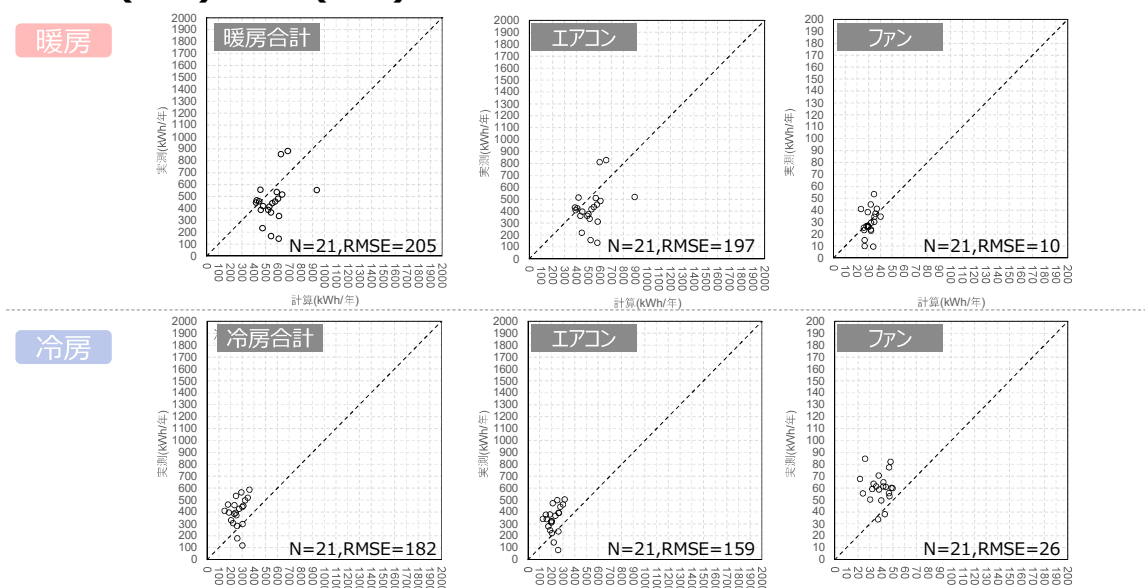
国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

あなたの暮らしを建てよう。
Panasonic Homes

◆暖房(2月)・冷房(8月) 代表月抽出

※縦軸:実測、横軸:計算



冷房は設定温度低いため、初夏の稼働を除くことで計算に近づくが、
差異の傾向は年比較同様、外気・設定温度の違いを考慮した比較が必要



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

◆外気・室内環境の差異補正方法

建物の平均的な想定熱負荷を試算

→計算対する実測条件の想定負荷の倍率を消費電力計算値に乗じて補正

※暖房は夜間の負荷、冷房は日中の負荷が主となるため、日射は冷房のみ考慮

※冷房設定温度・室内相対湿度60%RHを条件に全熱負荷の差異を考慮

暖房

$$L_H = (U_A \cdot A_{env}) \cdot (\theta_i - \theta_{ex}) + \rho_{air} \cdot c_{p,air} \cdot V_{Vent} (\theta_i - \theta_{ex}) / 3.6$$

冷房

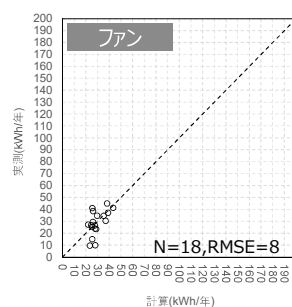
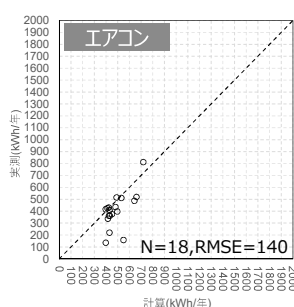
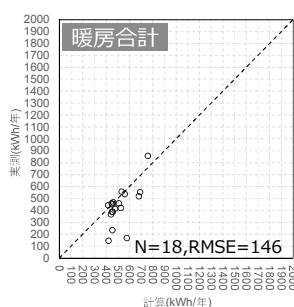
$$L_C = (U_A \cdot A_{env}) \cdot (\theta_{ex} - \theta_i) + \rho_{air} \cdot V_{Vent} (h_i - h_{ex}) / 3.6 + \eta_{AC} / 100 \cdot A_{env} \cdot J_{ave}$$

L_H : 暖房想定負荷(W), L_C : 冷房想定負荷(W), U_A : 外皮平均熱貫流率($W/m^2 \cdot K$), η_{AC} : 冷房期平均日射熱取得率(%), A_{env} : 外皮面積(m^2), V_{Vent} : 換気量(m^3/h), θ_i : 室内設定温度($^{\circ}C$), θ_{ex} : 外気温度($^{\circ}C$), h_i : 室内空気エンタルピー(kJ/kg), h_{ex} : 外気空気エンタルピー(kJ/kg), J_{ave} : 水平面全天日射量(W/m^2), ρ_{air} : 空気の密度= $1.20 (kg/m^3)$, $c_{p,air}$: 空気の比熱= $1.006 (kJ/(kg \cdot K))$

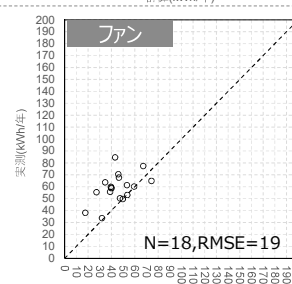
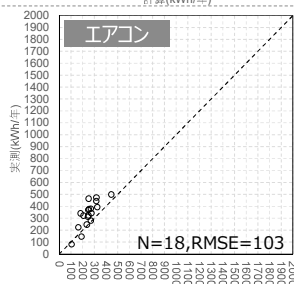
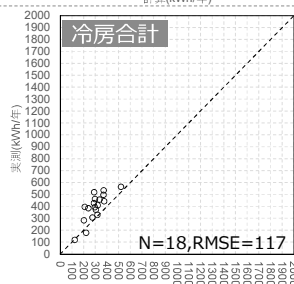
◆設定温度・外気条件の補正

※縦軸: 実測、横軸: 計算

暖房



冷房

室内湿度
60%RH

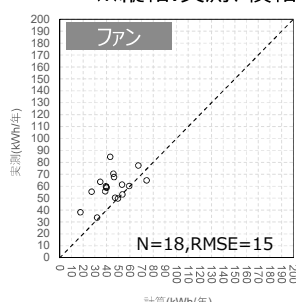
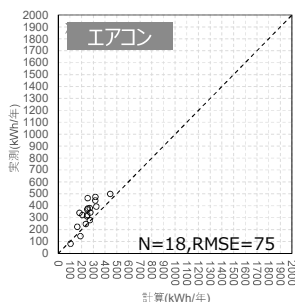
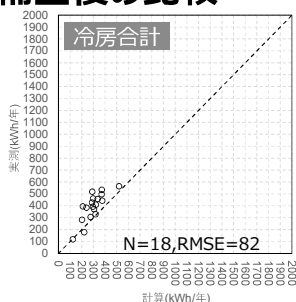
冷房の乖離も小さく、実測・計算の差異は概ね整合が取れる結果
冷房は若干実測が上振れ傾向→室内湿度を加味した比較

あなたの隣りを選んで、
Panasonic Homes

◆室内湿度補正後の比較

冷房

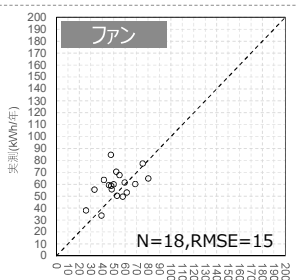
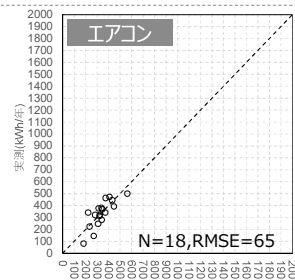
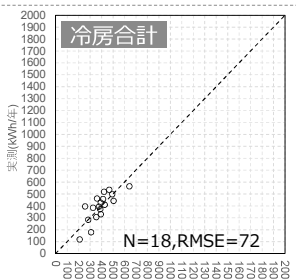
室内湿度
60%RH



※縦軸:実測、横軸:計算

冷房

室内湿度
50%RH
負荷補正
+
吸込湿度
補正係数



実際に形成された室内環境(相対湿度50%相当)
負荷・吸込み湿度の補正係数を実条件に近づけると再現性が高まる結果

国立研究開発法人 建築研究所 冷房出力補正係数 (以下、湿度補正係数: 冷房1.15→1.00)

Building Research Institute

3.4 検証

(2) まとめ

検証①:

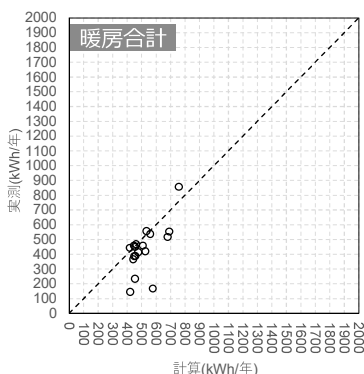
ルームエアコンの実測挙動を概ね再現できることを確認

但し、室内機風量以上の循環ファン運転があるユニット方式”、“フィン・フラップ固定運転される方式”は、風量低減の抑制効果の加味が必要。

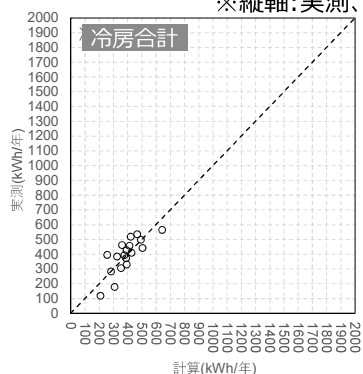
検証②:

実生活・複数棟との対比より、妥当な試算ができることを確認

暖房



冷房



※縦軸:実測、横軸:計算

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

3.3 おわりに

ルームエアコンを熱源として
全館を空調するシステムに対して

- ・評価方法を構築
- ・構築された評価方法を実験室・実住戸で検証



THANK YOU