

ZEH-M/+m

sunset

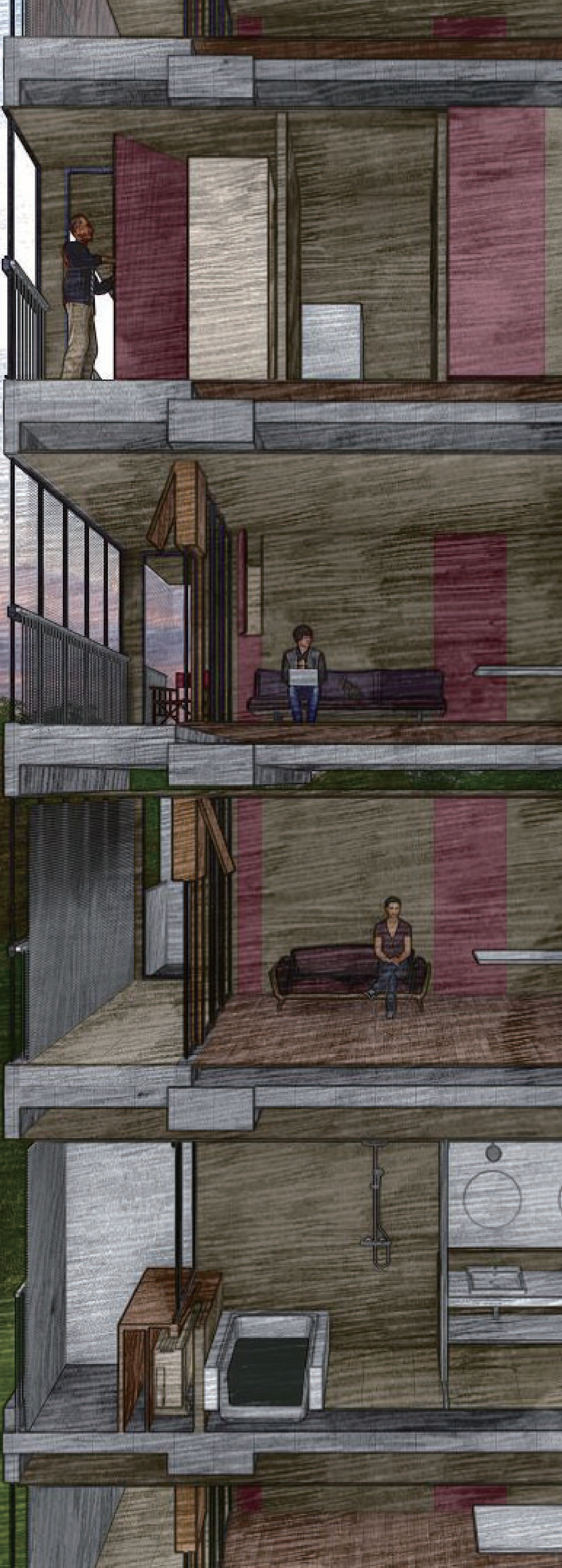
2021 年 SABED 賞社会人部門にて提案した「ZEH-M/+m」

その内容は、太陽光発電量が限られ、ZEH-M 化が難しい中層以上の集合住宅において、一般的な集合住宅のベランダ部分にサッシをつけることで、室外としても、室内としても使える半屋外空間「m ルーム」とし、住人が生活・気候に合わせて、自由に使うことができる「Multiroom」外部環境にตอบสนองすることで住宅設備の過剰な運転を減らす「Management room」とするものであった。

しかし、この提案は、南向き住戸において、日射遮蔽・日射取得・昼光利用等、太陽光をどう上手く利用するかが提案の大半を占めており、日照が少ない住戸でも、北東西向き住戸や、周辺建物の影になり日照時間の少ない住戸においては効果は限定的となる。

世の中、当たりの良い南向きの住戸ばかりではない。集合住宅において、日照が少ない住戸でも、あるいは、陽が沈んだ後でも省エネ効果のある提案ができないか？

扉の開け閉め等、簡単な操作で機器効率をあげることができる「Machine room」の考え方を追加し、更なる省エネルギー化を目指す「+m」を提案する。



パッシブな「m room」/ アクティブな「m room」

前回提案の「m room」による省エネルギー手法は、おおよそ下記の通り。
断熱性を上げた上で

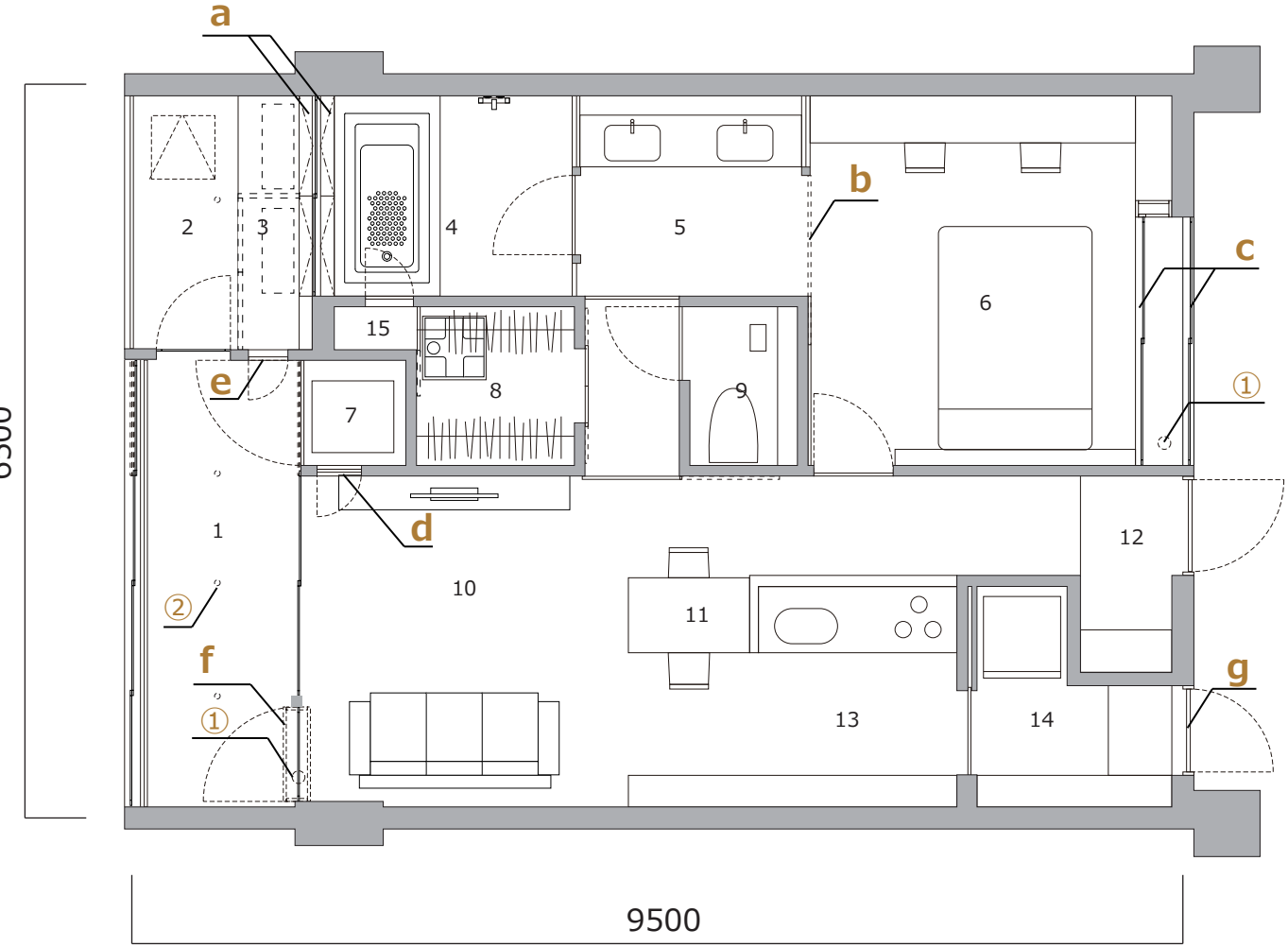
- 日射遮蔽
夏期 m ルームにブラインドを下げ、熱がたまらないようアウターサッシを開放し屋外化することと、ブラインドで日射遮蔽することで、高価な外ブラインドを使わなくても冷房負荷を削減する。
- 日射取得
m ルームができることで、サッシ位置が外壁同面となり、日射取得が増えることで暖房負荷を減らす。また、冬期午前晴天時は、m ルームインナー側サッシを閉じることで、温室化し、その部屋を使うことで、不要な暖房運転を減らす。日が高くなり温室が高温になるにつれ、インナーサッシを開放し、住戸全体に熱を回す。
- 昼光利用
m ルーム床面で太陽光を反射し、室内に取り入れることで、照明運転時間を削減する。
- 打ち水
打ち水による表面温度低下と、実測時の体感による快適温度変更で冷房運転期間を削減する。

上記すべて、パッシブ技術と言われる省エネ手法になり、かつ、打ち水以外は、太陽光に関する省エネ手法である為、日照の少ない住戸や、夕方以降は、効果が小さい。
世の中の住宅がどこも日当たりが良いわけもなければ、どの住宅も一日の半分は夜なので、更なる住宅の省エネルギー化の為に、太陽に頼らない省エネ手法が必要と考える。

例えば、m ルームを気候や住まい方に合わせて、「住人」の都合よく屋内化 / 屋外化したように、m ルームを気候や住まい方に合わせて、「機械」の都合よく屋内化 / 屋外化することで、省エネルギー化ができないか？

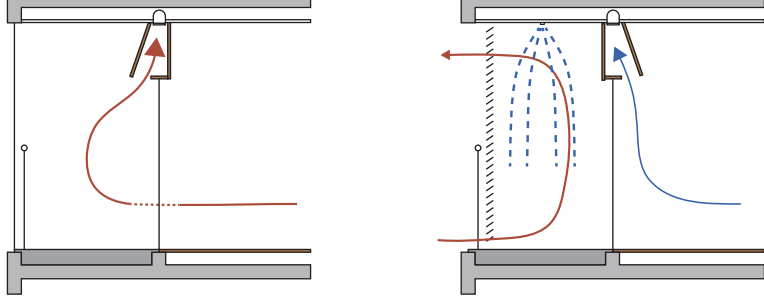
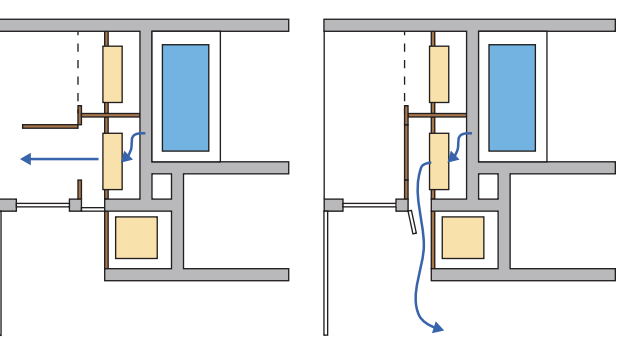
環境行動 × アクティブ手法

高効率機器の開発は、設備機器メーカー等で日々行われているものと思うが、一方で街を歩いていると、エアコンの室外機に日除けのカバーをつけていたり、濡れたタオルをのせて、少しでも機器の効率を上げようと、住人が自ら工夫して暮らしている例を見かける。必ずしもメーカーに推奨される方法ではないものの、効果に疑問のあるものもあるかもしれないが、今ある機器の効率をあげる為に、少しの工夫でできることがあるのでは？と考えさせられる。
今回の検討では、設備機器の高効率化の為に、窓や扉の開け閉め等、住人が簡単にできる方法で、どの程度、機器効率を上げられるか、プランニングや建具の造作と合わせて検討した。
また、m ルームの考え方を広げ、室内化できるバルコニー部分だけでなく、浴室やパントリーも屋外化 / 屋内化して運用することも考える。
機器の高効率化が、メーカーや設計事務所の中だけで行われるのではなく、住人の生活の中に溶け込むようなものになると良いと思う。

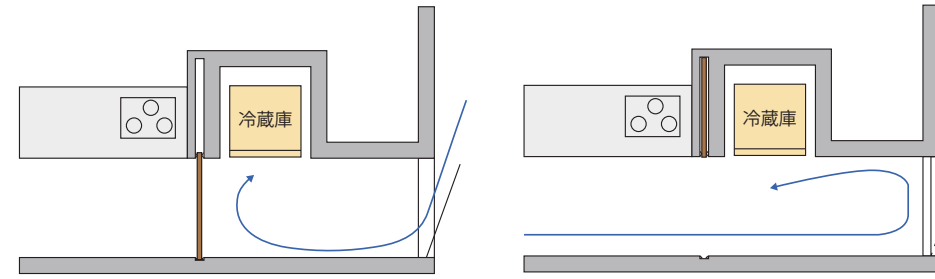


- | | | | | | |
|---|-------------|----|---------------|----|---------|
| 1 | m ルーム | 6 | 寝室 | 11 | ダイニング |
| 2 | バルコニー | 7 | 貯湯タンクスペース (m) | 12 | エントランス |
| 3 | 室外機スペース (m) | 8 | WIC | 13 | キッチン |
| 4 | 浴室 (m) | 9 | WC | 14 | パントリー |
| 5 | 洗面室 | 10 | リビング | 15 | バスポンプ収納 |
| ① | 排気口 | ② | ミストノズル | | |

- e
開放することで、給湯器室外機の冷気を室内に送ることができる扉
- f
扉の開け閉めで排気をリビング側 / m ルーム側と切り替えられる排気口 BOX。C 同様、インナーサッシを少し開けて、m ルーム側から排気をとれば、エアフローウィンドウのように機能する。

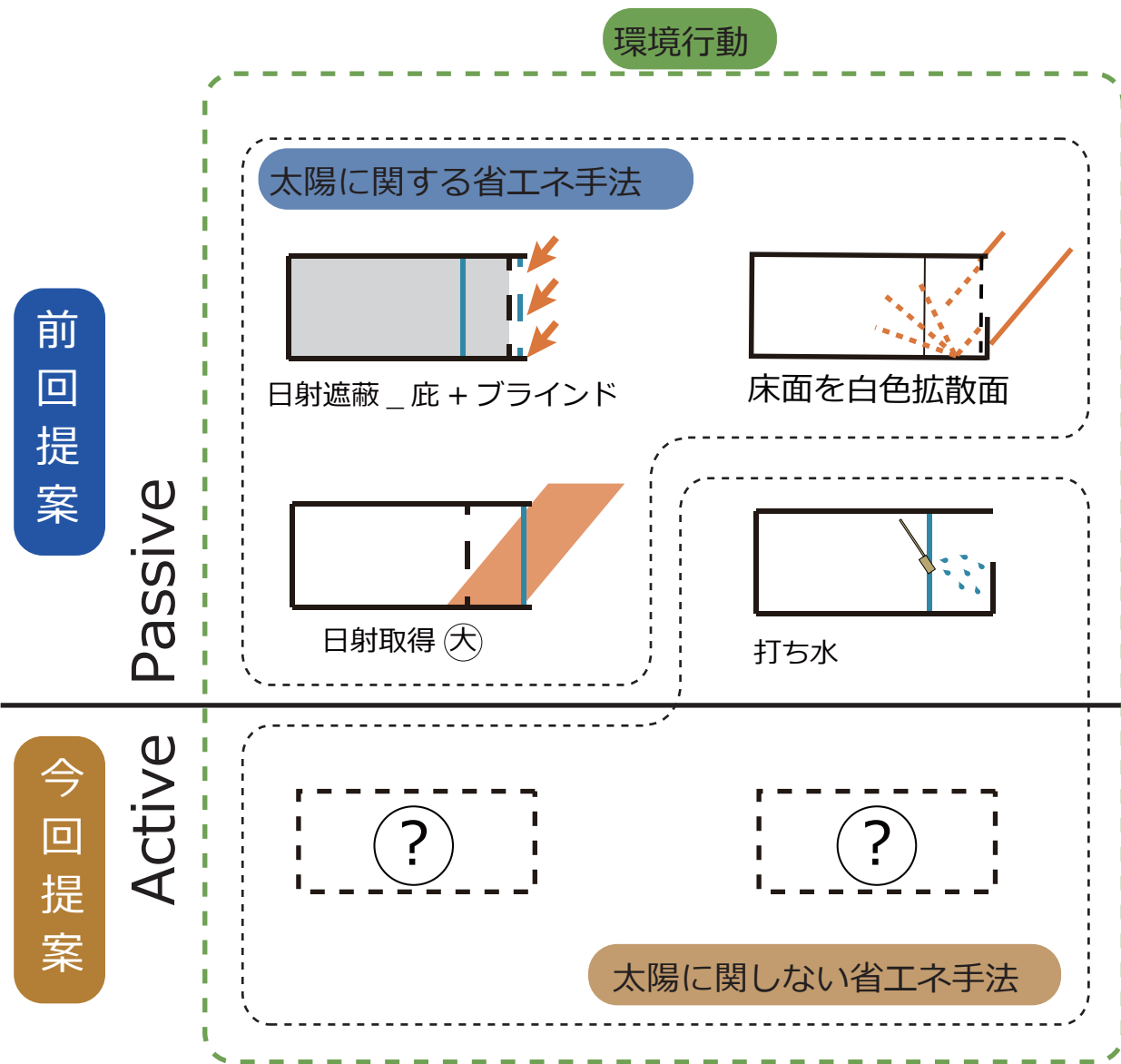


- g
冷蔵庫消費電力を減らすパントリー換気窓



使用計算プログラム

- | | |
|-------------------------|---|
| ・BEST-H (IBECs) | ：エネルギーシミュレーションソフト「The BEST Program」の住宅版 |
| ・BEST- 専門版 (IBECs) | ：「The BEST Program」の建築・設備設計の詳細検討を行う設備技術者や、モジュール開発を行う研究開発者向けツール |
| | 今回の検討では、空調室外機の吸込温度変更に伴う消費エネルギーの検討に用いた。 |
| ・stream (Hexagon) | ：構造格子系汎用三次元熱流体解析ソフト。今回の検討では、住戸内解析や室外機の吸込温度確認、日射解析に用いた。 |
| ・scFLOW (Hexagon) | ：非構造格子系熱流体解析ソフト。今回の検討では、残り湯を用いたミストによる空気温度変化の解析に用いた |
| ・Exel 化 webprogram (自作) | ：住宅に関する省エネルギー基準に準拠したプログラム - 通称 web-program - (IBECs) のヒートポンプ給湯器計算部分を、公開されている技術資料を元に Exel 化したプログラム。今回の検討では、貯湯タンクの設置環境や、給湯器室外機の吸込温度変化を考慮した消費エネルギー算出の確認に用いた。 |



残り湯による給湯機高効率化

使用プログラム：stream,Exel 化 web-program

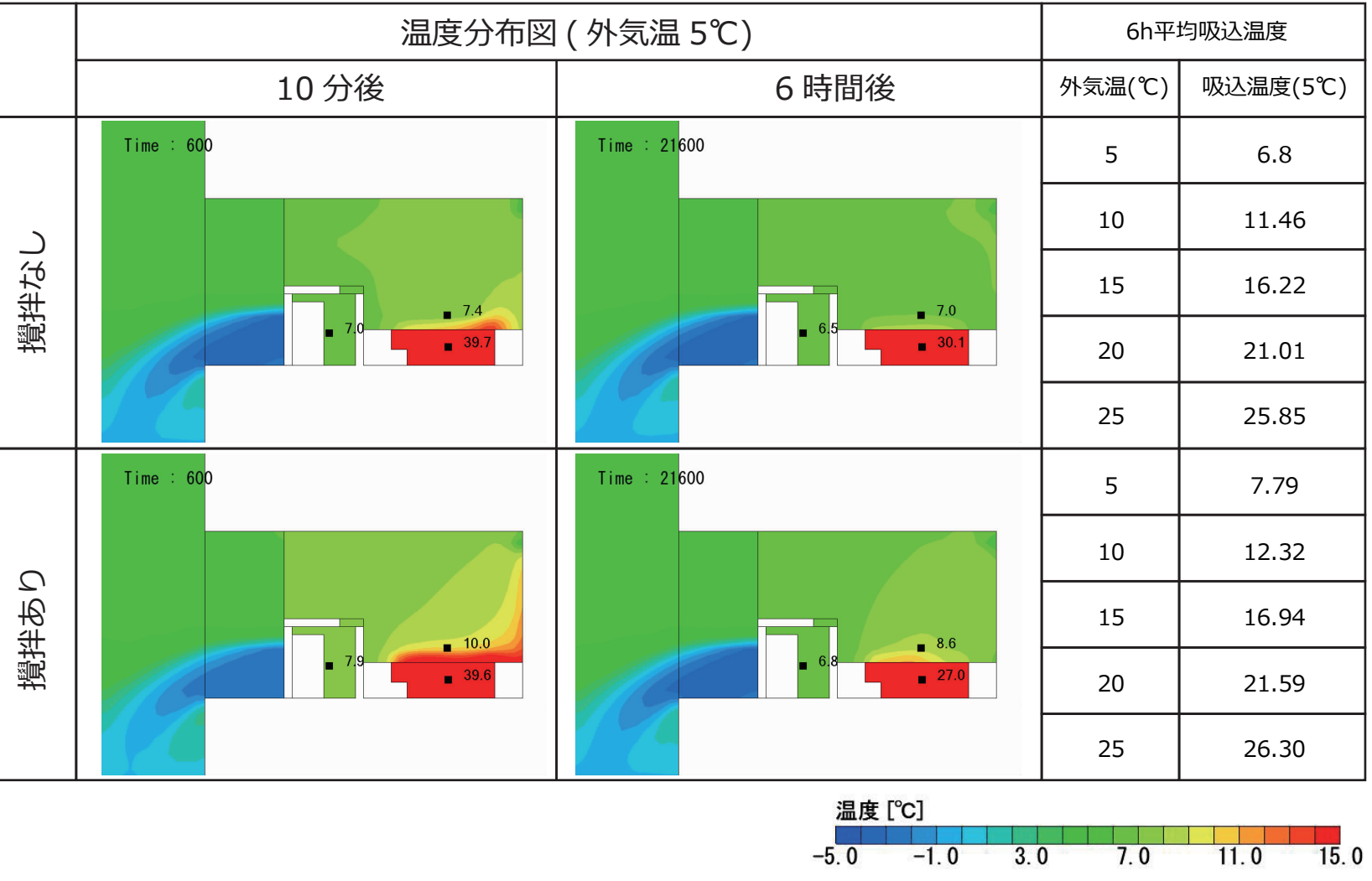
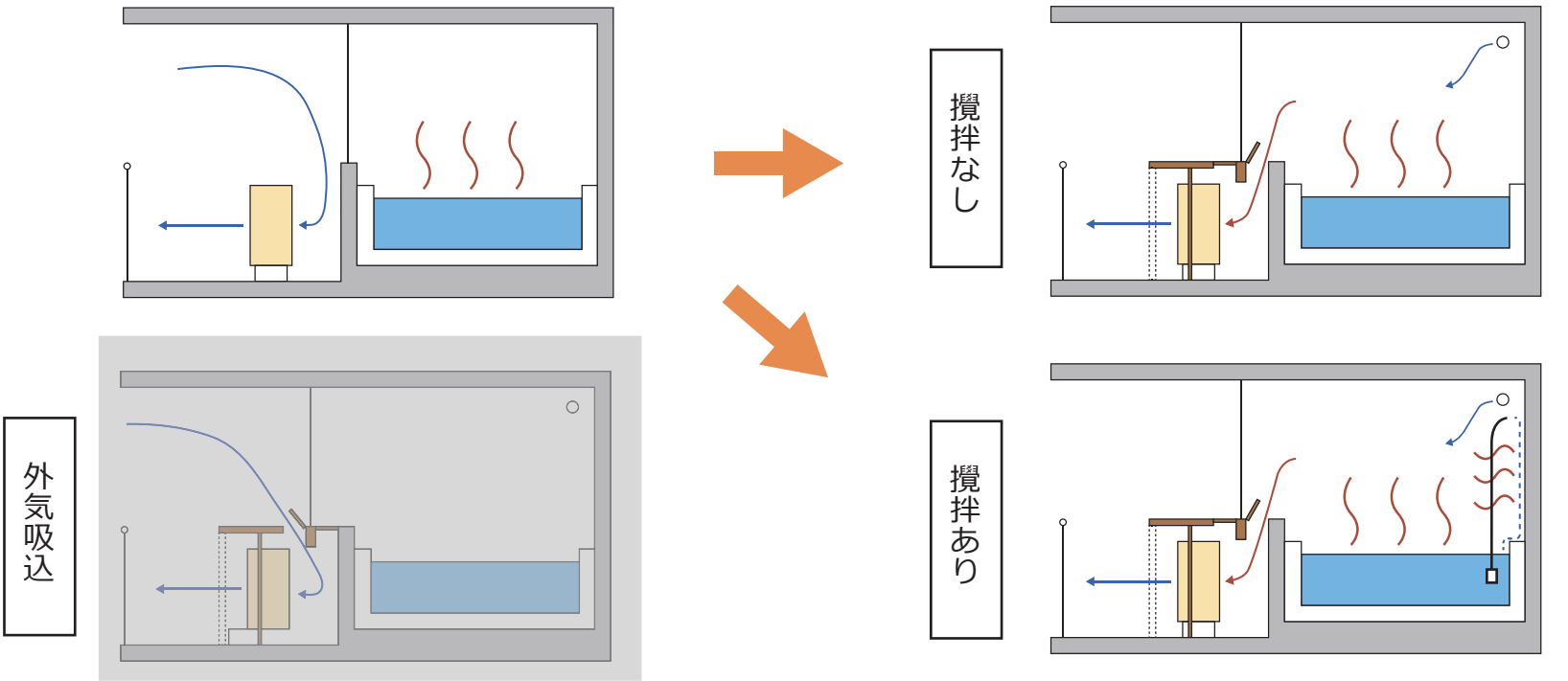
入浴後の残り湯をすぐに捨てず、浴室内に放熱させ、その熱を HP 給湯機室外機に回すことで、吸込温度をあげ、高効率化することができるのではないか？浴室に隣接する位置に室外機設置スペースをつくり、浴室の空気を室外機に回すことができるよう小さな窓（フタ）のようなものを設置し、運用することを考える。

風呂フタを開けて残り湯を放置した場合と、バスポンプ※1 等で残り湯の熱を空気に移動しやすくした場合とで、HP 給湯機室外機の吸込温度が外気温に比べ、何℃上昇するかを CFD 解析を用いて確認を行った。

また、一次消費エネルギー算出に関して、吸込空気が高湿化することにより霜取運転時間が延びる可能性があるが、霜取運転は稼働しないとした場合と、吸込温度 5℃以下を霜取運転稼働期間として、その期間は浴室内空気を室外機に回さない場合とで算出した。一次消費エネルギー算出は、web プログラムの技術資料を基に HP 給湯機部分のみをエクセル化したプログラムを用い、外気温として CFD の吸込温度を入力し、給水温度、タンク熱損失は浴室の影響は受けないものとして計算した。

※1：浴槽残り湯を洗濯機に移す為の簡易ポンプ

※2：残り湯を壁面に伝わせた場合の熱損失は、仮に浴槽の熱損失が 2 倍になるものとして、計算した。



結果 攪拌なしでは、吸込温度 5℃以下を除いた場合で、給湯エネルギーが 2.47%削減、5℃以下も含んだ場合で、4.85%削減。攪拌ありでは、吸込温度 5℃以下を除いた場合で、4.14%削減、5℃以下も含んだ場合で、7.23%削減となった。各手法を合わせた最終的な消費エネルギー計算には「攪拌あり・吸込温度 5℃以下を除いた値」を用いた。

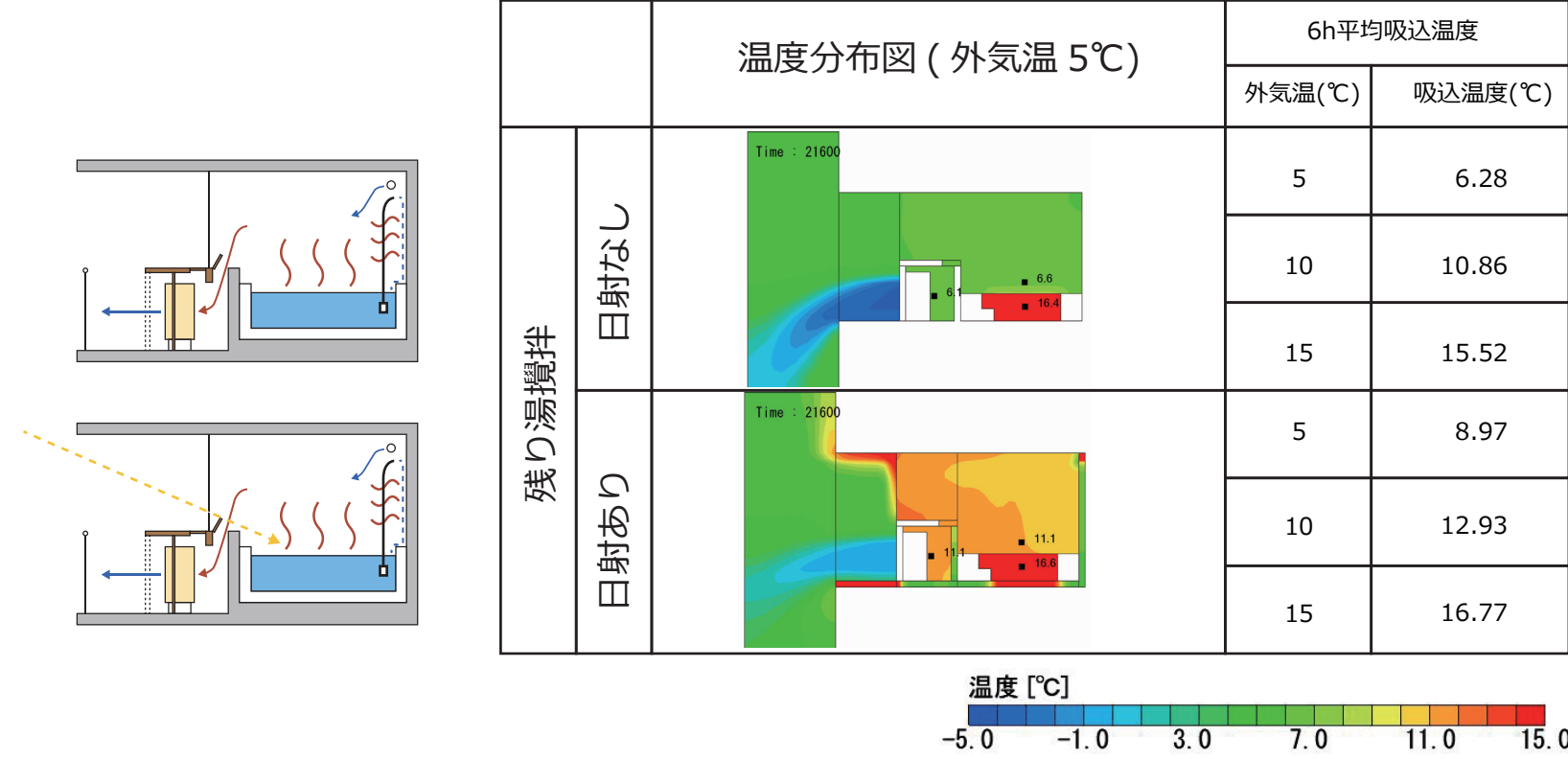
給湯▲4.14% 全体▲1.25%

残り湯 / 浴室日射取得による暖房高効率化

使用プログラム

stream,BEST- 専門版

夜間、残り湯によって、HP 給湯器室外機の吸込み温度を上げ、高効率化を図ったが、まだ残り湯に熱が残っている。この熱を使い、同様に AC 室外機に吸わせ、昼間の AC 室外機の高効率化を図る。また、今回の検討は、日射のない住戸での検討がメインだが、浴室に窓がある場合、日射取得によって、浴室内の温度も上昇する。入浴時以外には使われない浴室の熱をルームエアコン室外機に吸い込ませることによる高効率化についても確認した。



結果 日射なしでは、暖房エネルギーが 2.75%削減、日射ありでは、8.67%程度の暖房エネルギー削減となった。日射ありでは CFD によって得た吸込温度を暖房期間の 65%が晴天日として計算した。浴室以外でも使用頻度の低い部屋の日射取得を利用して、使用している部屋の空調効率を上げられる可能性がある。

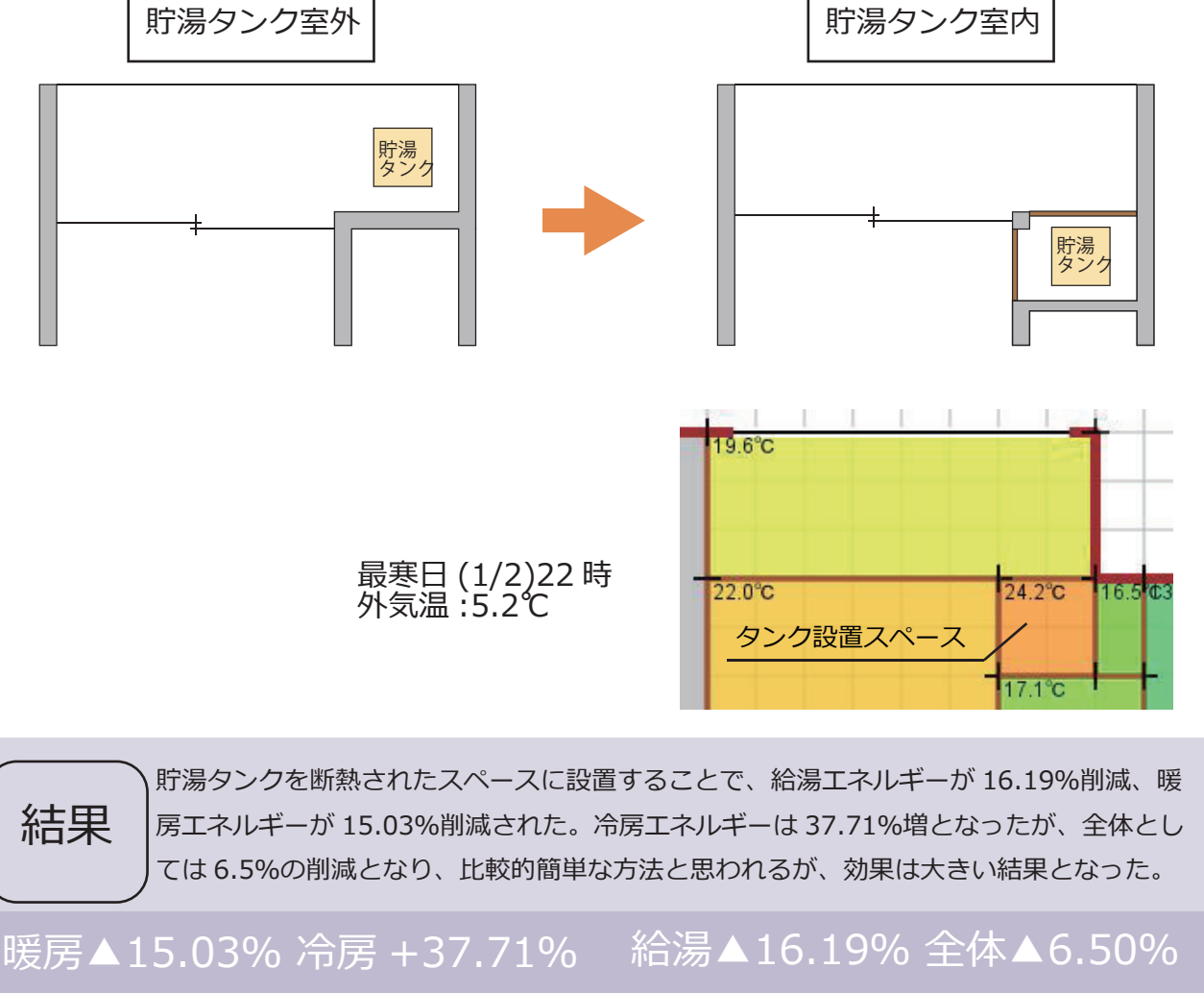
残り湯 暖房▲2.75% 全体▲0.44%

残り湯 日射 暖房▲8.67% 全体▲1.37%

貯湯タンク室内設置による熱損失削減

使用プログラム：BEST-H,Exel 化 web-program

一般的に屋外に設置される給湯器の貯湯タンク。少しでも暖かい場所に設置することで、タンクからの熱損失を減らせるのではないか？ m ルームの一部に断熱をし、貯湯タンク設置スペースを確保した場合、どの程度の消費エネルギー削減になるか確認した。



貯湯タンク扉開閉による暖房負荷削減

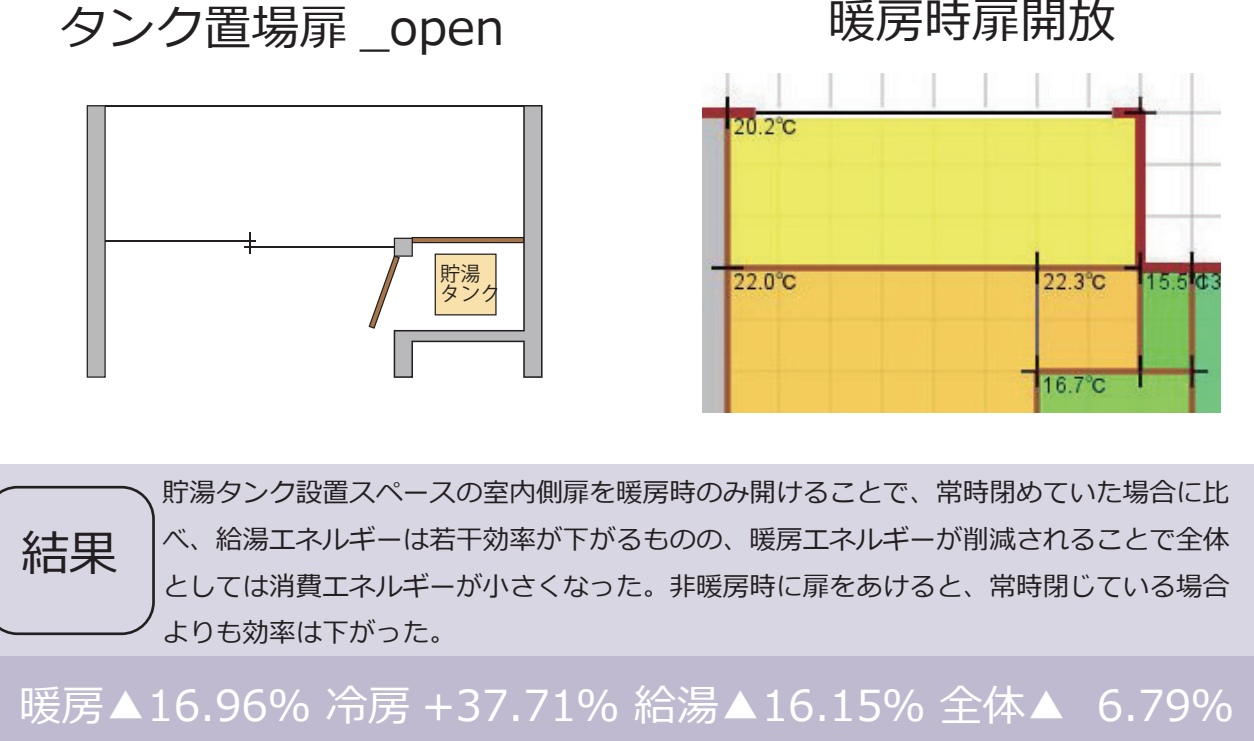
使用プログラム：BEST-H,Exel 化 web-program

タンク設置スペースのリビング側にも扉をつけ、リビングに熱を送ることができた場合、扉は閉めたままタンクの熱損失を抑えた方がいいのか？それとも、扉をあけリビングの暖房負荷を抑えた方がいいのか？下記のステップで確認した

①BEST-H によりタンクなしの場合のタンク設置スペースの年間の室温を得る。

②その室温をエクセル化 web-pro の外気温に代入し、タンクの熱損失を得る。

③その熱損失を BEST-H に発熱として与え、リビング側扉を開けた場合と、リビング側扉を閉めた場合とで、タンク設置スペースの室温を得て、再度エクセル化 web-pro に代入し、最終的な給湯エネルギーを得た。



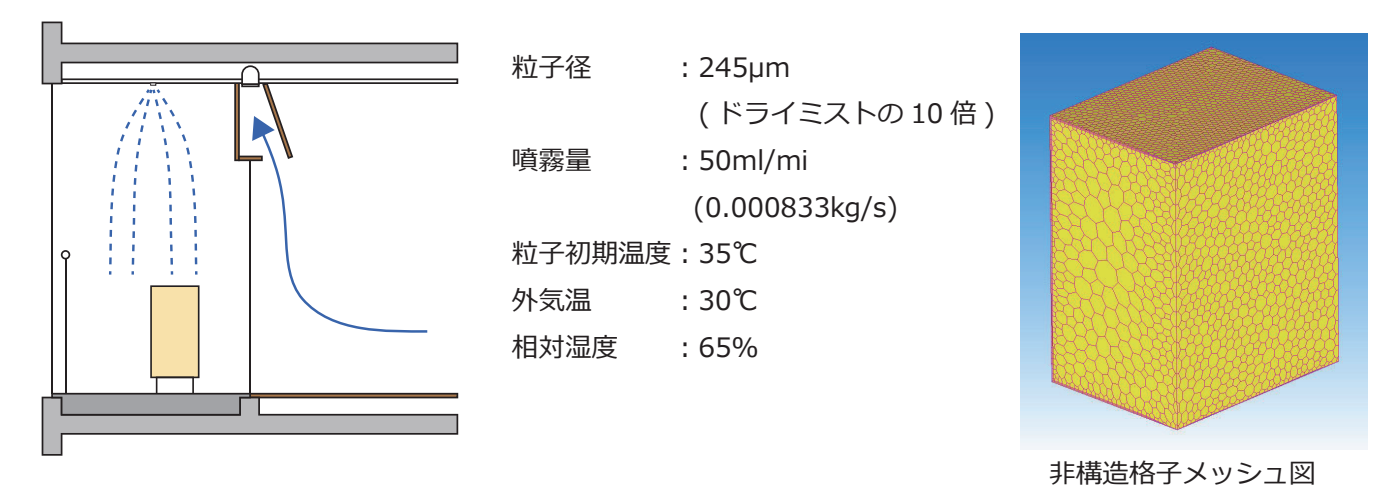
残り湯ミストによる冷房高効率化とサッシ貫流熱減

使用プログラム：scFLOW,BEST- 専門版

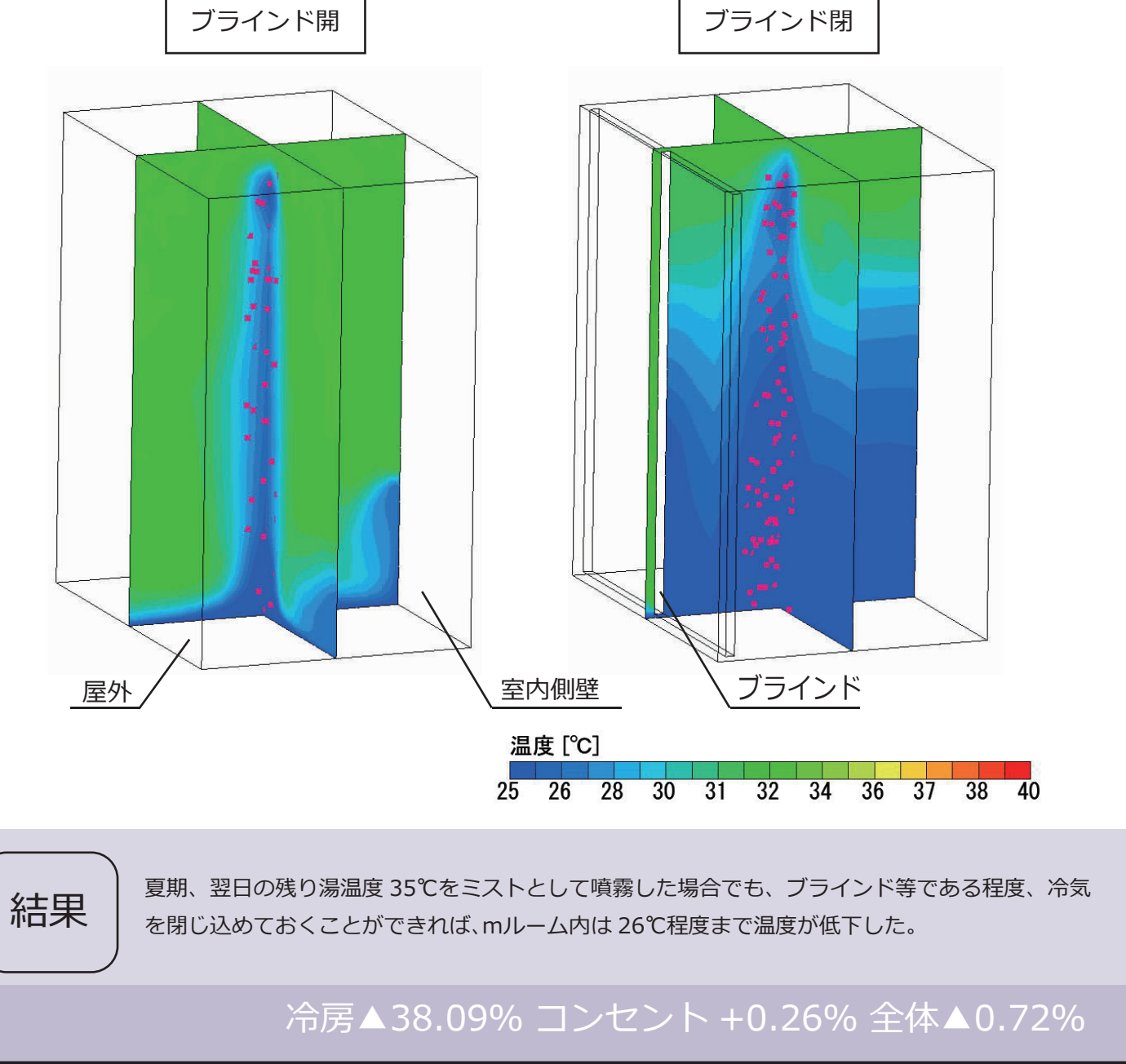
夏期、入浴後の残り湯をすぐに捨てずに翌日までとっておく。この残り湯を日中、m ルーム内にミストとして散布することで、サッシからの貫流熱を削減できるのではないか？また、ミストにより空調室外機の吸込温度が下がることで、機器効率が上がるのではないかと C F D 解析で得た残り湯水温をミストの初期粒子温度として与え、m ルーム内の気温はどの程度低下するか空中での粒子と空気との熱移動も考慮できる scFLOW を用いて確認した。アウターサッシは開放した状態で、ブラインドの開閉による 2 ケース解析を行った。

また、一般的なドライミスト（24μm）は高圧で噴霧する為、コンセント電力が大きい。今回は、農作業や庭の散水に使われる「霧吹き（粒子径 245μm、水量 200ml/min、ポンプ消費電力 20w、ノズル ×4）」程度とした。m ルームは公共空間ではなく、歩行者の服が濡れること等を気にしないで良いものとして、この数字を用いた。

消費エネルギーに関しては、ミストによる温度低下分を BEST- 専門版にて、室外機吸い込み温度を補正し、どの程度の冷房エネルギー削減になるかを確認した。サッシの貫流熱削減分は、m ルーム内が平均気温が 26℃程度であり、空調設定温度が 26℃あることから、貫流熱 0 として計算した。



ミスト散布時等、m ルームが屋外化している場合にも換気経路をできるような排気口ボックスを作り、m ルーム側、リビング側の扉の開け閉め、換気経路を変更できるようにしておく。

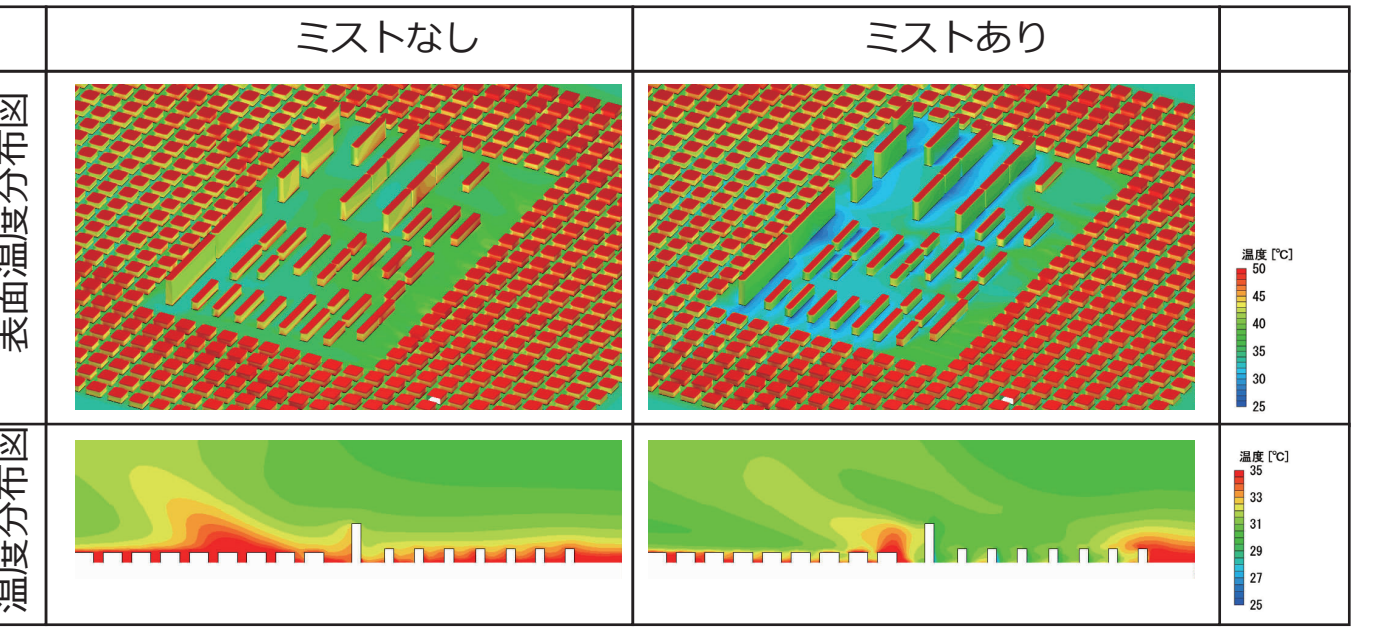


ミスト団地によるヒートアイランド抑制

使用プログラム：stream

住戸単位で行った残り湯のミスト散布を、集合住宅全体、さらに言えば、その集合住宅が集まった団地等で行った場合どうなるか？冷気が都市に流れていくことでヒートアイランド抑制効果があるのではないかとミストを団地全住戸から散布した場合の解析を行った。

（この解析結果は、住戸当たりの一次消費エネルギー計算には反映しない）

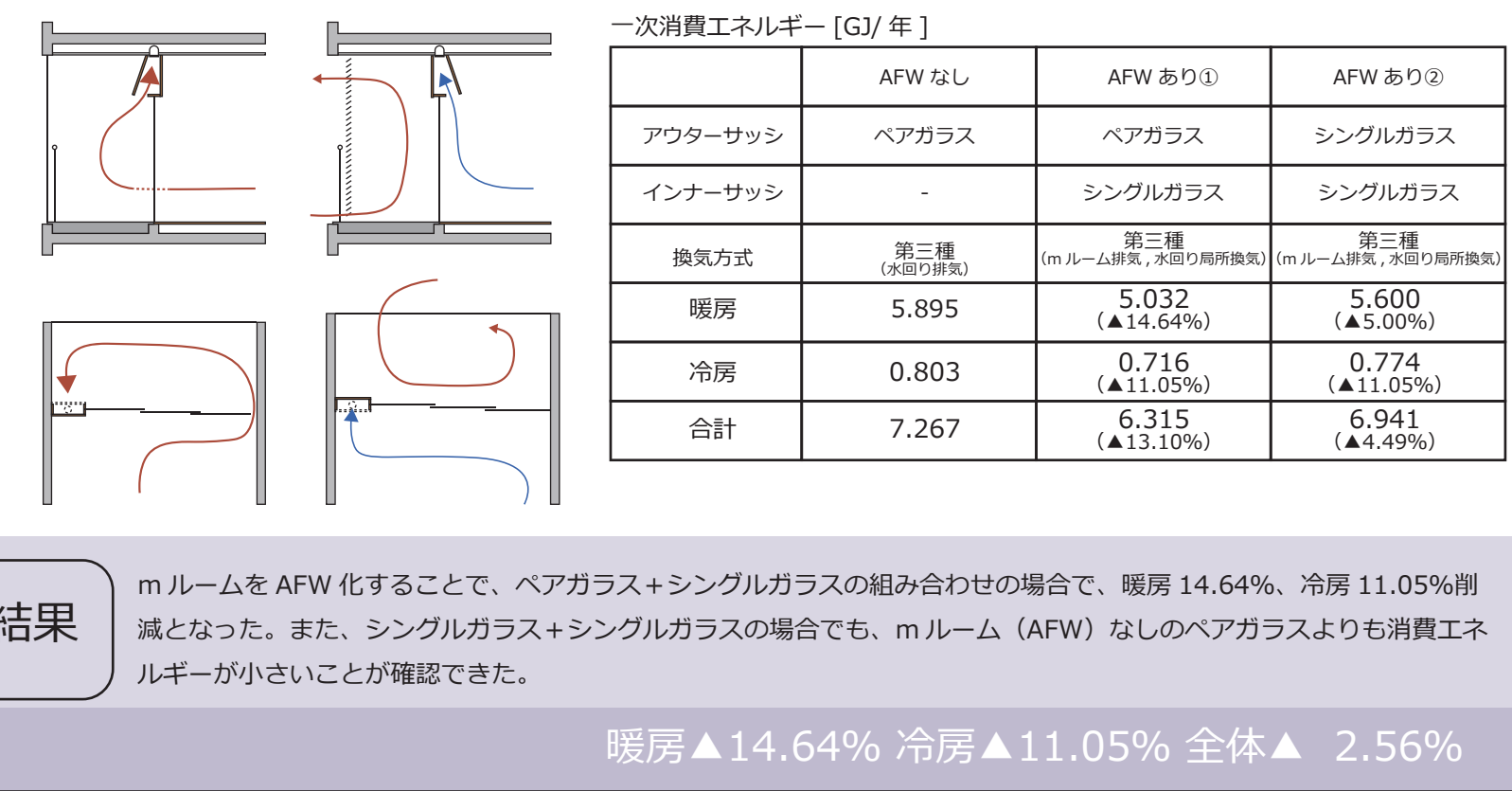


m ルームのエアフロー・ウィンドウ化

使用プログラム：BEST-H

排気口を m ルーム内に設置し、アウターサッシを閉じた状態で、インナーサッシを少し開けることで、m ルームを簡易なエアフロー・ウィンドウ (AFW) のように用いることができ、空調エネルギー削減につながるかどうかを確認した。

また、m ルームは外部的化されることもあり、排気口が天井等についていると、換気経路がなくなってしまう為、室内と m ルームの間にどちら側からでも使える換気ボックスをつくり、運用する。下記シミュレーション結果は、常時 AFW として運用した場合の結果。

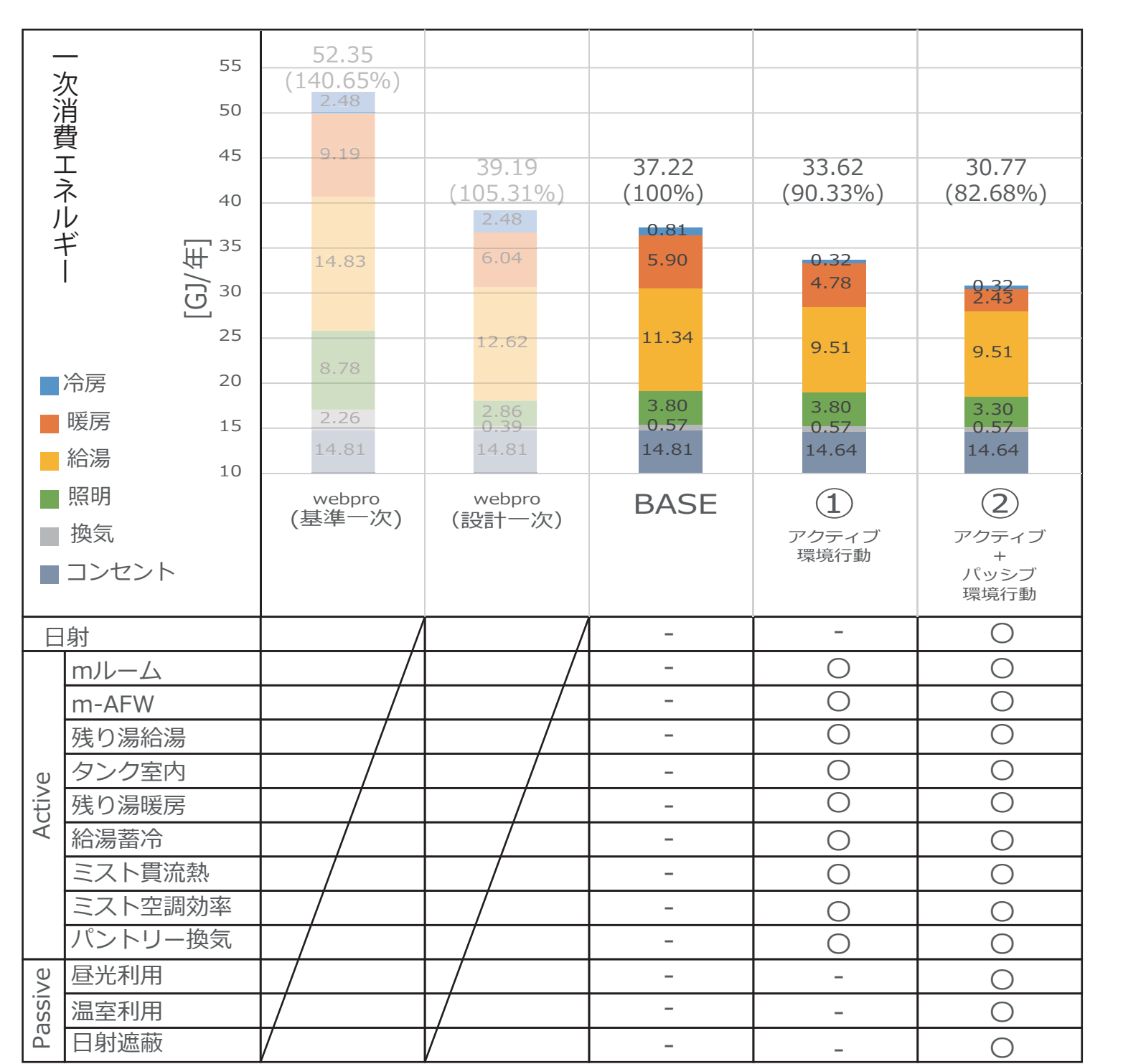
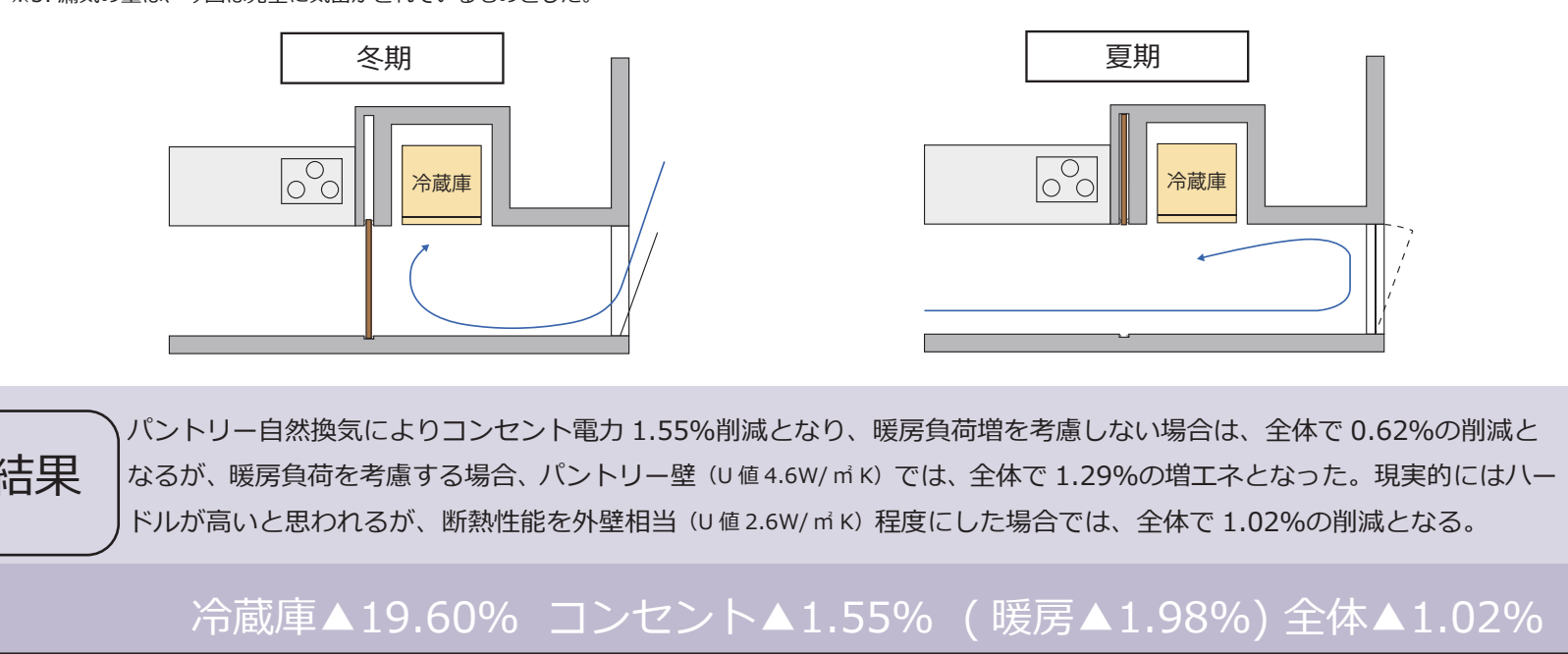


冬期パントリー自然換気による冷蔵庫消費電力削減

使用プログラム：Excel

一般的に室内に置かれる冷蔵庫。電気を使いヒートポンプで庫内を冷やしているので、少しでも温度の低いところに設置すれば、温度差が小さくなり消費電力を下げられるのではないかと冷蔵庫を窓のあるパントリー内に設置する。パントリー壁は断熱し、扉はパッキン等で可能な限り気密(※3)をとり、冬期は窓を開放し、パントリー内の温度を下げた場合、どの程度の消費エネルギー削減になるかと。

※3: 漏気量は、今回は完全に気密とされているものとした。



m ルームなし、日射なしの住戸を BASE として、今回検討したプラン・造作+住人による①「アクティブ環境行動」で 9.67% (15.30%)削減となり、南向き住戸に日射あり+宅移動による暖房 OFF+昼光利用による照明 OFF を行う②「アクティブ+パッシブ環境行動」で、17.32% (28.01%) の削減となった。前回提案時に行ったソーラーパネル発電量に基づく ZEH-M 可能階数に換算すると、①6.02 層、②6.91 層となった。コンセントも含む Real ZEH-M とすると、①3.63 層、②3.93 層となった。

※1) 内はコンセント抜きの場合

①アクティブのみ (日射なし住戸)	▲9.67%	②アクティブ + パッシブ (南向き・日射あり住戸)	▲17.32%
※コンセント抜き	▲15.30%	※コンセント抜き	▲28.01%

ZEH-M/+m
sunset

NIKKEN



担当者



日建設計
環境デザインスタジオ
金子 知弘

【SABED講習】

Architectural CFD Course
(Basic Theory Course) GOLD

【担当】

建築計画
エネルギー解析
CFD解析

目次

検討敷地の気象条件	p3
残り湯による給湯機高効率化	p4
残り湯によるルームエアコン高効率化	p5
貯湯タンク室内設置による熱損失減/暖房負荷削減	p6
HP給湯給湯機による夏期夜間蓄冷	p7
残り湯ミストによるAC高効率化とサッシ貫流熱削減	p8
ミスト団地によるヒートアイランド抑制	p9
mルームのエアフローウィンドウ化	p10
冬期パントリー自然換気による冷蔵庫消費電力削減	p11

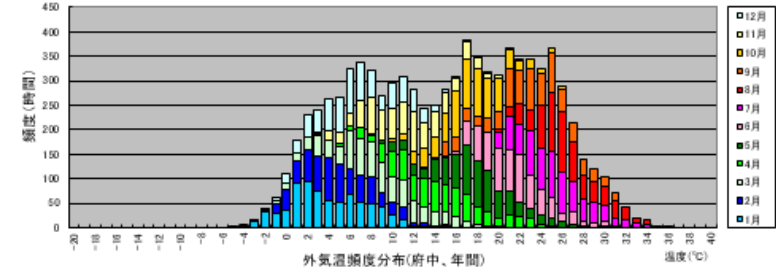
検討敷地の気象条件

敷地は前回同様、
東京都府中として、解析を行った。
詳細な検討に入る前に、対称敷地の
気象データ分析を右に示す。

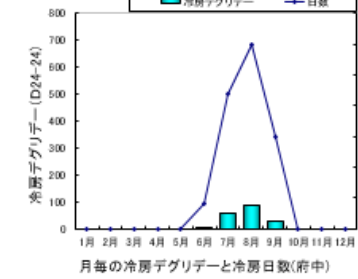
府 中	
緯 度	35 度 41.0 分
経 度	139 度 28.9 分
標 高	59.0 m
最 高	36.4 °C
最 低	15.5 °C
最 大	-4.2 °C
年 間 降 水 量	1,402 mm
年 間 水 平 面 全 天 日 射 量	4,853 MJ/m ² ・年
年 間 斜 面 全 天 日 射 量 (南30°)	5,674 MJ/m ² ・年
太 陽 光 パネル 発 電 量 ※1	315 kWh/m ² ・年
風 力 発 電 量 ※2	4 kWh/m ² ・年

※1 季節性: 定速発電30%として算出
※2 季節性: 小規模電力発電のサーカ-放射方式より算出(地上6.5mに設置)
※3 気象データ: 気象データ(日本気象学会)の2010年観測データより作成

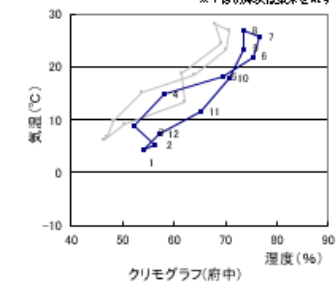
気温



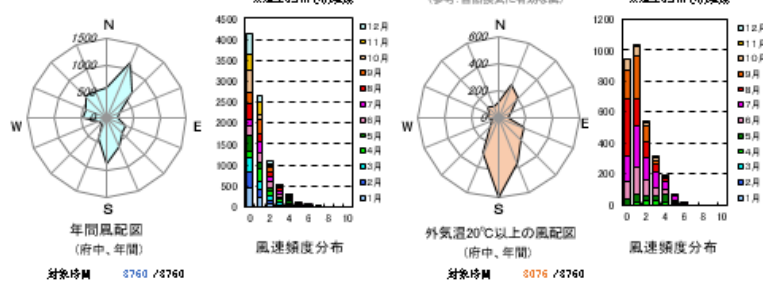
デグリデー



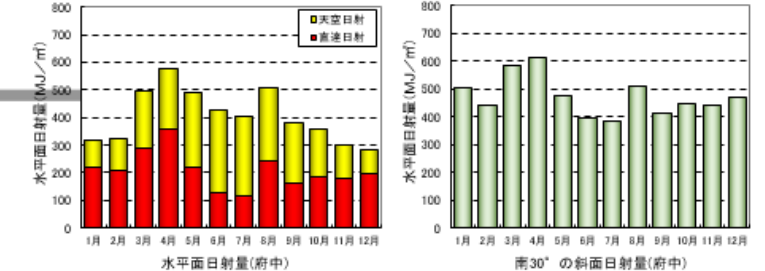
クロモグラフ



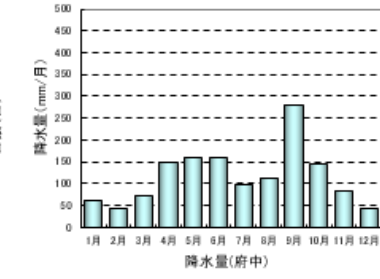
風向/風速



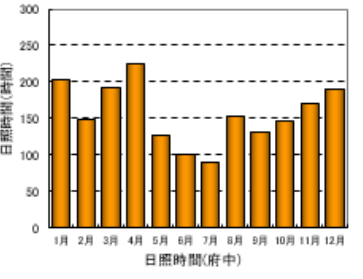
日射量



降水量



日照時間



残り湯による給湯機高効率化

解析概要：

残り湯により温度上昇した浴室空気をヒートポンプ給湯機に吸い込ませた場合、どの程度、吸込温度が上昇するかを確認する。

- ・残り湯をそのまま放置した場合
- ・熱伝達係数を倍にした場合

(バスポンプ等で空気に熱を移動させやすくした場合を想定)

でCFD解析を行った。

その結果をExel化したWeb-proに給水温度、タンク熱損失は変更せず、残り湯により上昇した6時間平均吸込上昇温度分を外気温にプラスする形で入力し、給湯エネルギーの削減量を求めた。

外気 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ではケース①・①'、 $10^{\circ}\text{C} < \text{外気温} \leq 15^{\circ}\text{C}$ は②・②'、 $15^{\circ}\text{C} < \text{外気温} \leq 20^{\circ}\text{C}$ は③・③'、 $20^{\circ}\text{C} < \text{外気温} \leq 25^{\circ}\text{C}$ は④・④'、 $25^{\circ}\text{C} < \text{外気温}$ は⑤・⑤'の温度上昇分をExcel版web-programに入力した。

また、高温度の浴室空気を吸い込んだ場合の霜取運転効率は知見がない為、

A,吸込温度が 5°C 以下となった場合は、外気温そのままとする

B,吸込温度が 5°C 以下となる場合も、温度上昇を加味する

2ケースを確認し、最終的な住戸全体の一次消費エネルギー計算には、「攪拌ありのA」の値を用いた。

結果：

攪拌等を想定し、浴槽からの熱伝達係数を倍にした場合、外気をそのまま吸い込む場合に比べ、6時間の平均吸込温度が最大 2.79°C 上昇した。

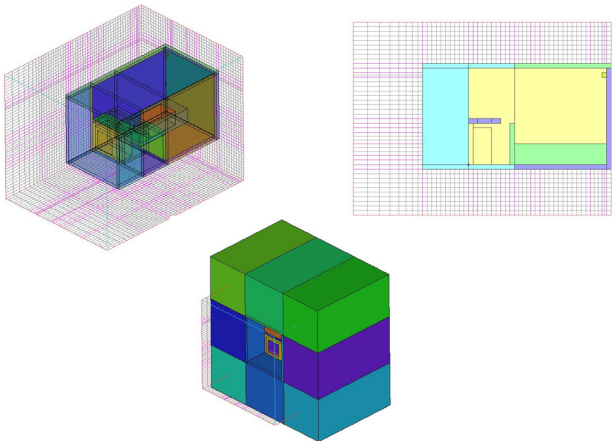
NIKKEN

解析条件

CFDソフト		STRAEM2022.01
解析領域		5.6m×4.2m×4.2m
要素数		98736
定常/非定常		非定常
時間間隔/終了時間		5秒※1/6時間後
浴槽	サイズ(m)	L1.6×w0.6×h 0.45
	水面面積 (㎡)	0.78
	湯量 (L)	351
	初期水温 (℃)	40
壁・床・天井		障害物
窓ガラス貫流率 (W/㎡・K)		3.4
室外機	能力(kw)	4.5
	風量(CMH)	1000
浴室初期空気温度 (℃)		外気温

解析結果

検討ケース	攪拌有無	外気温 (℃)	浴槽熱損失 (W/㎡・K)	6h平均吸込温度 (℃)	吸込温度上昇 (℃)	給湯エネルギー (GJ/年)	
						A	B
BASE	-	-	-	-	-	11.34	
①	攪拌なし ※2	5	32.8	6.8	1.8	11.06 (▲2.47%)	10.79 (▲4.85%)
②		10	32.8	11.46	1.46		
③		15	35.1	16.22	1.22		
④		20	39.1	21.01	1.01		
⑤		25	50.2	25.85	0.85		
①'	攪拌あり	5	65.6	7.79	2.79	10.87 (▲4.14%)	10.52 (▲7.23%)
②'		10	65.6	12.32	2.32		
③'		15	70.2	16.94	1.94		
④'		20	78.2	21.59	1.59		
⑤'		25	100.4	26.30	1.30		



※1,今回の検討は、概算であり、発散等もしていないことから、時間間隔は5秒とした。
※2,「森勇樹、井上隆、前真之、佐藤誠、村上雄飛:住宅における高断熱浴槽の湯温低下抑制に関する研究,日本建築学会環境論文集,第79巻,第700号,515-523,2014年6月」の熱損失がすべて湯面から行われるものとして入力した。
外気温 5°C に関しては、 10°C と同じ熱損失とした。

残り湯によるルームエアコン暖房高効率化

解析概要：

夜間、給湯機室外機に熱を移動させた冷めた残り湯（「残り湯による給湯機高効率化」の6h後の水温）を用い、もう一度浴室室内温を上昇させ、今度は空調室外機に吸い込ませた場合、どの程度、吸込温度が上昇するかを確認する。

・熱伝達係数を倍にした場合（バスポンプ等で空気に熱を移動させやすくした場合を想定）

・浴室に日射がある場合

でCFD解析を行った。

その結果をBEST-専門版に室外機吸込温度の補正值として入力し、消費エネルギーの確認を行った。

給湯機の高効率化計算と同様、外気温5℃毎に上昇する温度を変更して入力した。エネルギー計算上の晴天日は暖房期間の65%とした。

結果：

攪拌等を想定し、浴槽からの熱伝達係数を倍にした場合、外気をそのまま吸い込む場合に比べ、6時間の平均吸込温度が日射なしで1.28℃、日射ありで最大3.97℃上昇した。

解析条件

CFDソフト		STRAEM2022.01
解析領域		5.6m×4.2m×4.2m
要素数		98736
定常/非定常		非定常
時間間隔		5秒
浴槽	サイズ(m)	L1.6×w0.6×h0.45
	水面面積(m ²)	0.78
	湯量(L)	351
	初期水温(℃)	25

壁・床・天井		障害物 (隣室と熱やり取りなし)
窓ガラス貫流率(W/m ² ・K)		3.4
室外機	能力(kw)	4.5
	風量(CMH)	1000
日射	日付	1月2日
	時刻	7時～16時 (日射量は時刻毎に変化)
	日射量	ASHRAE2013
	吸収率	浴室壁・床・天井：1.0
	物性値	エポキシ樹脂t.5mm

解析結果

	外気温(℃)	浴槽熱損失(W/m ² ・K)		日射	8h平均吸込温度(℃)	吸込温度上昇(℃)	暖房一次消費エネルギー(GJ/年)
		攪拌なし	攪拌あり				
BASE	-	-	-	-	-	-	5.895
①	5	-	65.6	なし	6.28	1.28	5.733 (▲2.75%)
②	10	-	65.6	なし	10.86	0.86	
③	15	-	70.2	なし	15.52	0.52	
④	5	-	65.6	あり	8.97	3.97	5.384 (▲8.67%)
⑤	10	-	65.6	あり	12.93	2.93	
⑥	15	-	70.2	あり	16.77	1.17	

貯湯タンク室内設置による熱損失減/暖房負荷削減

解析概要：

給湯機貯湯タンクを、外部ではなく、室内に設置した場合の消費エネルギーの確認を行った。

BEST-Hにて、タンク設置スペースの5分毎の室温を計算し、web-programは、1h毎の外気温を入力する為、BEST-Hの結果の1h毎の平均値をExcel化したweb-programに外気温として入力した。

Web-programの計算ロジックでは、外気温が変更されると、給水温度も連動して変更されてしまう為、給水温度は外気温変更前のものを固定して計算を行った。

室内にタンクが置かれることで、冷房負荷は増加し、暖房負荷は減少する為、Excel化したweb-programの計算過程で算出される貯湯損失熱量の平均値を一定値でBEST-Hのタンク設置スペースに発熱として与えた。

また、給湯機貯湯タンク設置スペースの室内側に扉をつけ、扉を開閉した場合、タンク熱損失量は増加する一方で暖房負荷は減少するが、扉を開け場合/閉めた場合で、どちらが有利になるかを確認した。

タンクの熱損失は、周囲温度によって変動するが、扉の開閉各ケース毎に、

①：BEST-Hによりタンクなしの場合のタンク設置スペースの年間の室温を得る。

②：その室温をExcel化web-proの外気温に代入し、タンクの熱損失を得る。

③：その熱損失の平均値をBEST-Hに発熱として与える。

④：②、③を数回繰り返し、タンクの熱損失量の収束を確認する。

⑤：④のタンク熱損失量を最終的な発熱量としてBEST-Hに代入し得た室温を再度Excel化web-programに代入し、最終的な給湯エネルギーとした。

結果：

暖房時のみ扉を開いた場合、タンクの熱損失よりも暖房負荷削減の方が上回り若干の省エネルギーとなった。

解析条件

居住人数	2人
地域区分	6
貯湯タンク総括熱抵抗	0.3
設置スペース断熱仕様	0.47 W/mk

解析結果

	BASE	①常閉	②常開	③暖房時のみ開
暖房	5.895	5.009	4.895	4.895
	-	▲15.03%	▲16.96%	▲16.96%
冷房	0.805	1.109	1.2667	1.109
	-	+37.71%	+57.30%	+37.71%
給湯	11.34	9.504	10.039	9.509
	-	▲16.19%	▲11.47%	▲16.15%
合計	18.043	15.622	16.207	15.513
	-	▲13.40%	▲10.20%	▲14.01%

貯湯タンク室内設置による熱損失減/暖房負荷削減

Excel化web-program(ヒートポンプ給湯機)

外気温：
この値をケース毎
に変更する

給水温度：
この値は変更し
ない

貯湯熱損失量
(1st)

貯湯熱損失量
(2nd)

日付	時刻	給湯	浴槽あり 入浴人数 (人暮らし)	1日の 合計入 浴人数 (人暮らし)	浴槽温 まり (人暮らし)	台所 (人)
t					Wb,d,t	Wk
1月1日	0 休日在宅(大)		1	0	2	0
1	1		1	0	2	0
2	2		1	0	2	0
3	3		1	0	2	0
4	4		1	0	2	0
5	5		1	0	2	0
6	6		1	0	2	0
7	7		1	0	2	0
8	8		1	0	2	0
9	9		1	0	2	0
10	10		1	0	2	0
11	11		1	0	2	0
12	12		1	0	2	0
13	13		1	0	2	0
14	14		1	0	2	0
15	15		1	0	2	0
16	16		1	0	2	0
17	17		1	0	2	0
18	18		1	0	2	0
19	19		1	0	2	0
20	20		1	0	2	180
21	21		1	1	2	0
22	22		1	1	2	0
23	23		1	0	2	0
1月2日	0 平日(中)		4	0	2	0
1	1		4	0	2	0
2	2		4	0	2	0
3	3		4	0	2	0
4	4		4	0	2	0
5	5		4	0	2	0
6	6		4	0	2	0
7	7		4	0	2	0
8	8		4	0	2	0
9	9		4	0	2	0
10	10		4	0	2	0
11	11		4	0	2	0
12	12		4	0	2	0
13	13		4	0	2	0
14	14		4	0	2	0
15	15		4	0	2	0
16	16		4	0	2	0
17	17		4	0	2	0
18	18		4	0	2	0
19	19		4	0	2	0
20	20		4	0	2	180
★制御モード、焚き上げ温度 ★エネルギー消費効						

日付	時刻	給湯	浴槽あり 入浴人数 (人暮らし)	1日の 合計入 浴人数 (人暮らし)	浴槽温 まり (人暮らし)	台所 (人)
d,t	W s,d,t					
1月1日	0 休日在宅(大)		1	0	2	0
1	1		1	0	2	0
2	2		1	0	2	0
3	3		1	0	2	0
4	4		1	0	2	0
5	5		1	0	2	0
6	6		1	0	2	0
7	7		1	0	2	0
8	8		1	0	2	0
9	9		1	0	2	0
10	10		1	0	2	0
11	11		1	0	2	0
12	12		1	0	2	0
13	13		1	0	2	0
14	14		1	0	2	0
15	15		1	0	2	0
16	16		1	0	2	0
17	17		1	0	2	0
18	18		1	0	2	0
19	19		1	0	2	0
20	20		1	0	2	180
21	21		1	1	2	0
22	22		1	1	2	0
23	23		1	0	2	0
1月2日	0 平日(中)		4	0	2	0
1	1		4	0	2	0
2	2		4	0	2	0
3	3		4	0	2	0
4	4		4	0	2	0
5	5		4	0	2	0
6	6		4	0	2	0
7	7		4	0	2	0
8	8		4	0	2	0
9	9		4	0	2	0
10	10		4	0	2	0
11	11		4	0	2	0
12	12		4	0	2	0
13	13		4	0	2	0
14	14		4	0	2	0
15	15		4	0	2	0
16	16		4	0	2	0
17	17		4	0	2	0
18	18		4	0	2	0
19	19		4	0	2	0
20	20		4	0	2	180
★制御モード、焚き上げ温度 ★エネルギー消費効						

日付	時刻	給湯	浴槽あり 入浴人数 (人暮らし)	1日の 合計入 浴人数 (人暮らし)	浴槽温 まり (人暮らし)	台所 (人)
d,t	W s,d,t					
1月1日	0 休日在宅(大)		1	0	2	0
1	1		1	0	2	0
2	2		1	0	2	0
3	3		1	0	2	0
4	4		1	0	2	0
5	5		1	0	2	0
6	6		1	0	2	0
7	7		1	0	2	0
8	8		1	0	2	0
9	9		1	0	2	0
10	10		1	0	2	0
11	11		1	0	2	0
12	12		1	0	2	0
13	13		1	0	2	0
14	14		1	0	2	0
15	15		1	0	2	0
16	16		1	0	2	0
17	17		1	0	2	0
18	18		1	0	2	0
19	19		1	0	2	0
20	20		1	0	2	180
21	21		1	1	2	0
22	22		1	1	2	0
23	23		1	0	2	0
1月2日	0 平日(中)		4	0	2	0
1	1		4	0	2	0
2	2		4	0	2	0
3	3		4	0	2	0
4	4		4	0	2	0
5	5		4	0	2	0
6	6		4	0	2	0
7	7		4	0	2	0
8	8		4	0	2	0
9	9		4	0	2	0
10	10		4	0	2	0
11	11		4	0	2	0
12	12		4	0	2	0
13	13		4	0	2	0
14	14		4	0	2	0
15	15		4	0	2	0
16	16		4	0	2	0
17	17		4	0	2	0
18	18		4	0	2	0
19	19		4	0	2	0
20	20		4	0	2	180
★制御モード、焚き上げ温度 ★エネルギー消費効						

日付	時刻	給湯	浴槽あり 入浴人数 (人暮らし)	1日の 合計入 浴人数 (人暮らし)	浴槽温 まり (人暮らし)	台所 (人)
d,t	W s,d,t					
1月1日	0 休日在宅(大)		1	0	2	0
1	1		1	0	2	0
2	2		1	0	2	0
3	3		1	0	2	0
4	4		1	0	2	0
5	5		1	0	2	0
6	6		1	0	2	0
7	7		1	0	2	0
8	8		1	0	2	0
9	9		1	0	2	0
10	10		1	0	2	0
11	11		1	0	2	0
12	12		1	0	2	0
13	13		1	0	2	0
14	14		1	0	2	0
15	15		1	0	2	0
16	16		1	0	2	0
17	17		1	0	2	0
18	18		1	0	2	0
19	19		1	0	2	0
20	20		1	0	2	180
21	21		1	1	2	0
22	22		1	1	2	0
23	23		1	0	2	0
1月2日	0 平日(中)		4	0	2	0
1	1		4	0	2	0
2	2		4	0	2	0
3	3		4	0	2	0
4	4		4	0	2	0
5	5		4	0	2	0
6	6		4	0	2	0
7	7		4	0	2	0
8	8		4	0	2	0
9	9		4	0	2	0
10	10		4	0	2	0
11	11		4	0	2	0
12	12		4	0	2	0
13	13		4	0	2	0
14	14		4	0	2	0
15	15		4	0	2	0
16	16		4	0	2	0
17	17		4	0	2	0
18	18		4	0	2	0
19	19		4	0	2	0
20	20		4	0	2	180
★制御モード、焚き上げ温度 ★エネルギー消費効						

日付	時刻	給湯	浴槽あり 入浴人数 (人暮らし)	1日の 合計入 浴人数 (人暮らし)	浴槽温 まり (人暮らし)	台所 (人)
d,t	W s,d,t					
1月1日	0 休日在宅(大)		1	0	2	0
1	1		1	0	2	0
2	2		1	0	2	0
3	3		1	0	2	0
4	4		1	0	2	0
5	5		1	0	2	0
6	6		1	0	2	0
7	7		1	0	2	0
8	8		1	0	2	0
9	9		1	0	2	0
10	10		1	0	2	0
11	11		1	0	2	0
12	12		1	0	2	0
13	13		1	0	2	0
14	14		1	0	2	0
15	15		1	0	2	0
16	16		1	0	2	0
17	17		1	0	2	0
18	18		1	0	2	0
19	19		1	0	2	0
20	20		1	0	2	180
21	21		1	1	2	0
22	22		1	1	2	0
23	23		1	0	2	0
1月2日	0 平日(中)		4	0	2	0
1	1		4	0	2	0
2	2		4	0	2	0
3	3		4	0	2	0
4	4		4	0	2	0
5	5		4	0	2	0
6	6		4	0	2	0
7	7		4	0	2	0
8	8		4	0	2	0
9	9		4	0	2	0
10	10		4	0	2	0
11	11		4	0	2	0

ヒートポンプ給湯機による夏期夜間蓄冷

解析概要：

夏期夜間にHP給湯機が湯沸かしを行った際の冷気を室内に取り込み蓄冷した場合、どの程度の冷房エネルギー削減になるかを確認した。

「残り湯による給湯機高効率化」のCFD解析で得た吹き出し温度（16℃）を、BEST-Hで使用電力0の空調機として、運転した。Exce化web-programの計算過程で算出される運転時間は、夏期40～50分程度であるが、1h時間として運転した。

結果：

給湯機の冷気を室内に蓄冷することで、45.86%の冷房エネルギー削減となった。

（吹出温度が低い為、結露の可能性があり、室内の耐水性のある内装材や除湿器を運転する等の対策は別途検討が必要と思われる。）

解析条件

室外機吹出温度	16℃
運転時間	1h(5時～6時)

物性値

室内側	石膏ボードt12.5
	コンクリートt150
室外側	外装材+断熱材

解析結果

	BASE 24h換気のみ	② 夜間窓あけ換気 (ナイトパージ)	③ リビング側（mルーム、リビング、ダイニング、キッチン）夜間給湯機蓄冷 + 寝室側（寝室、洗面室、浴室）夜間窓開け換気
冷房	0.8053	0.67	0.436
	-	▲16.80%	▲45.86%

残り湯ミストによる冷房高効率化とサッシ貫流熱削減

解析概要：

夏期、残り湯をミストとして噴霧し、ミストの蒸発潜熱によって温度低下した空気を室外機から吸い込んだ場合のACの高効率化と、ミスト噴霧しているサッシ面の貫流熱削減による、冷房エネルギーの削減量を確認した。

「残り湯による給湯機高効率化」のCFD解析で得た夏期の残り湯水温（35℃）をミストの初期水温として与え、CFD（非構造メッシュ）によって、空気とミスト（粒子）との熱のやりとり、蒸発潜熱を考慮した解析を行った。

そこから得た空気温度からBEST-専門版のAC室外機の吸込温度を補正して、冷房エネルギーを算出した。サッシ貫流熱は、ミスト散布後のmルーム空気温度が26℃程度であり、空調設定温度が26℃である為、サッシ面からの貫流熱は0として計算した。ミスト散布の為のコンセント電力は、ドライミスト用のポンプを用いると消費電力が大きくなる為、工場用のミストキット(0.18L/min)を参考に20Wとし、ミストの粒子径もドライミストよりも大きいものを用いた。

結果：

初期水温35℃でも外気温30℃、相対湿度65%での解析では、ブラインドを閉め、冷気が漏れなければ、気温26℃程度まで冷却できることが確認できた。

エネルギーとしては、消費電力の小さい噴霧器（ただし、粒子径は大きい）であれば、省エネルギー効果が確認できた。

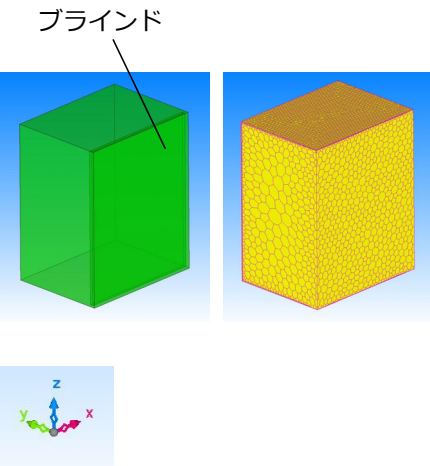
NIKKEN

解析条件

CFDソフト	scFLOW2022.01
解析領域	2m×1.5m×2.5m
要素数	20000
定常/非定常	非定常
時間間隔	0.1秒
解析タイプ	流れ、熱、湿度、混相流（噴霧）
外気	温度30℃、相対湿度65%
噴霧形状	スプレーコーン
噴霧粒子総量	0.000833kg/s
粒子直径	245μm (ドライミスト24.5μmの10倍、霧吹き程度)
粒子初期水温	35℃
流れ境界	Xmin,Xmax:対称境界
	Ymax:全圧0pa
	Ymin,Zmin,Zmax:ノースリップ

CFD検討ケース

	ブラインド
①	なし
②	あり



エネルギー解析結果

	BASE ミストなし	②ミストあり 貫流熱効果のみ	③ミストあり 冷房高効率化＋貫流熱効果
冷房	0.805	0.597	0.499
	-	▲25.87%	▲38.04%
コンセント	14.810	14.848	14.848
	-	+0.26%	+0.26%
合計	15.615	15.445	15.347
	-	▲1.09%	▲1.72%

ミスト団地によるヒートアイランド抑制

解析概要：

ミストを団地の全住戸のバルコニーから散布した場合の周辺地域に与える冷却効果を確認した。

地面、建物表面を全て厚み200mmのコンクリートとした都市環境に日射を与え、ミスト有り/無しで計算を行った。残り湯を8時間かけて使い切る量、かつ全て気化するものとして、発熱を与えた。

（計算負荷の問題から、scFLOWは用いずSTREAMで計算を行った、実際に気化できるかは別途検討が必要）

結果：

ミストを散布することで、敷地内GL+1mで2.78℃の温度低下し、風下の周辺地域はGL+1mで0.34℃の温度低下となった。仮に周辺地域の建物が今回検討している住戸と同じ空調機、断熱性能かつ日射遮蔽をしている場合で、周辺地域のAC室外機吸込温度が0.34℃下がるとして、BEST-専門版で計算を行うと、5.64%の冷房エネルギー削減となる。

また、ミストを散布することで団地のAC室外機からの排熱も減るものと思われるが、今回の計算には反映していない。

別の住棟からのミスト散布によって、mルーム反対側の壁（玄関側）からの貫流熱も減少する可能性があるが、今回は反映していない。

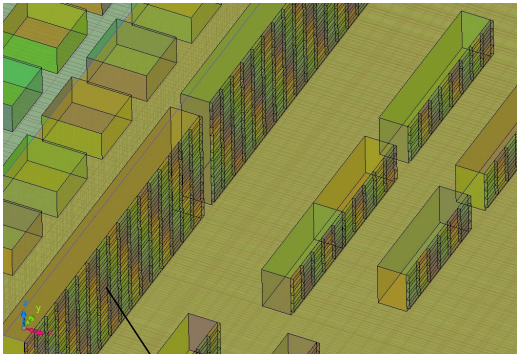
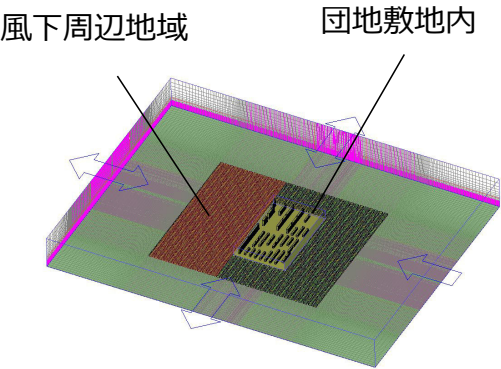
この計算結果は、最終的な全体の一次消費エネルギー計算には反映していない。

解析条件

CFDソフト	STRAEM2022.01
解析領域	2000m×1500m×200m
要素数	3480000(マルチブロック)
定常/非定常	定常
解析タイプ	流れ、熱、湿度
外気	温度30℃、相対湿度65%
流れ境界	Xmax:ベキ乗則 (2m/s,基準高さ10.5m,低層建築物の市街地)
	Ymax,Ymin,Xmax:全圧0pa
	Zmax:フリースリップ
	Zmin：ノースリップ
物性値	石灰岩コンクリート（厚さ200mm）
	建物内部側は26℃固定
熱伝達係数	23W/m ² K
ミスト(1住戸当たり)	発熱-21.74kw,加湿0.0086kg/s (浴槽の残り湯を8時間で使い切るとして)
日射	8月1日 13時 ASHRAE2013による日射量

検討ケース

	ミスト
①	あり
②	なし



mルームのエアフローウィンドウ化

解析概要：

アウターサッシとインナーサッシを持つ、mルームについて、アウターサッシを閉じ、インナーサッシを少しだけ開放し、隙間をあけ、mルーム側から排気をとった場合、簡易なエアフローウィンドウとした場合の空調エネルギー削減効果を確認した。

結果：

MルームをAFW化することで、空調エネルギー削減効果が確認できた。ペアガラスのmルーム (AFW)なしよりは、シングルガラスのmルーム (AFW)ありの方が、消費エネルギーが小さい結果となった。

解析結果

	BASE	②	③	④	⑤
mルーム	なし	あり	あり	あり	なし
アウターガラス	ペアガラス	ペアガラス	ペアガラス	シングルガラス	ペアガラス
インナーガラス	-	シングルガラス	シングルガラス	シングルガラス	
換気方式	第三種 (トイレ排気)	第三種 (トイレ排気)	第三種AFW (mルーム排気、水回り は局所換気)	第三種AFW (mルーム排気、水回り は局所換気)	全熱交換機
暖房	5.895	5.395	5.032	5.6	5.132
	-	▲8.48%	▲14.64%	▲5.00%	▲12.43%
冷房	0.8053	0.707	0.7163	0.774	0.774
	-	▲12.21%	▲11.05%	▲3.89%	▲3.89%
換気	0.567	0.567	0.567	0.567	1.622
	-	0.00%	0.00%	0.00%	+186.02%
合計	7.267	6.669	6.315	6.941	7.558
	-	▲8.23%	▲13.10%	▲4.49%	+4.00%

冬期パントリー自然換気による冷蔵庫消費電力削減

解析概要：

冬期に冷蔵庫設置スペース（パントリー）を自然換気し、冷蔵庫の周辺温度を下げた場合、冷蔵庫の消費電力がどの程度削減されるかを確認した。

「冷蔵庫・エアコンの実際の電力消費量推定法/佐藤春樹（慶応義塾大学）/第4回住宅エネルギーシンポジウム, 2005」の計算式を元に、夏期はBEST-Hによるパントリー室温を用い、冬期は自然換気によりパントリー室内が外気温同等になるものとして、冷蔵庫の消費電力を計算した。

また、パントリーが外気温同等となる場合、暖房負荷が増加するが、パントリー壁の断熱性能の違いで、どの程度暖房負荷が増加するかも確認を行った。扉の漏気はないものとして、計算した。

結果：

パントリー壁の断熱性能0.47w/m²K（グラスウール16k t.85mm+石膏ボード）では、暖房負荷の方が大きく、トータルでエネルギー増となった。現実的には、費用対効果の面でハードルが高いと思われるが、仮に0.26W/m²K（Heat20_G2外壁レベル）とした場合では、トータルで若干のエネルギー削減となった。

解析結果

	BASE パントリー壁 0.47W/m ² K (パントリー換気なし)	① パントリー壁 0.47W/m ² K	② パントリー壁 0.26W/m ² K
暖房	5.895	6.392	5.778
	-	+8.43%	▲1.98%
コンセント	14.810	14.581	14.581
	-	▲1.55%	▲1.55%
合計	20.705	20.973	20.359
		+1.29%	▲1.67%