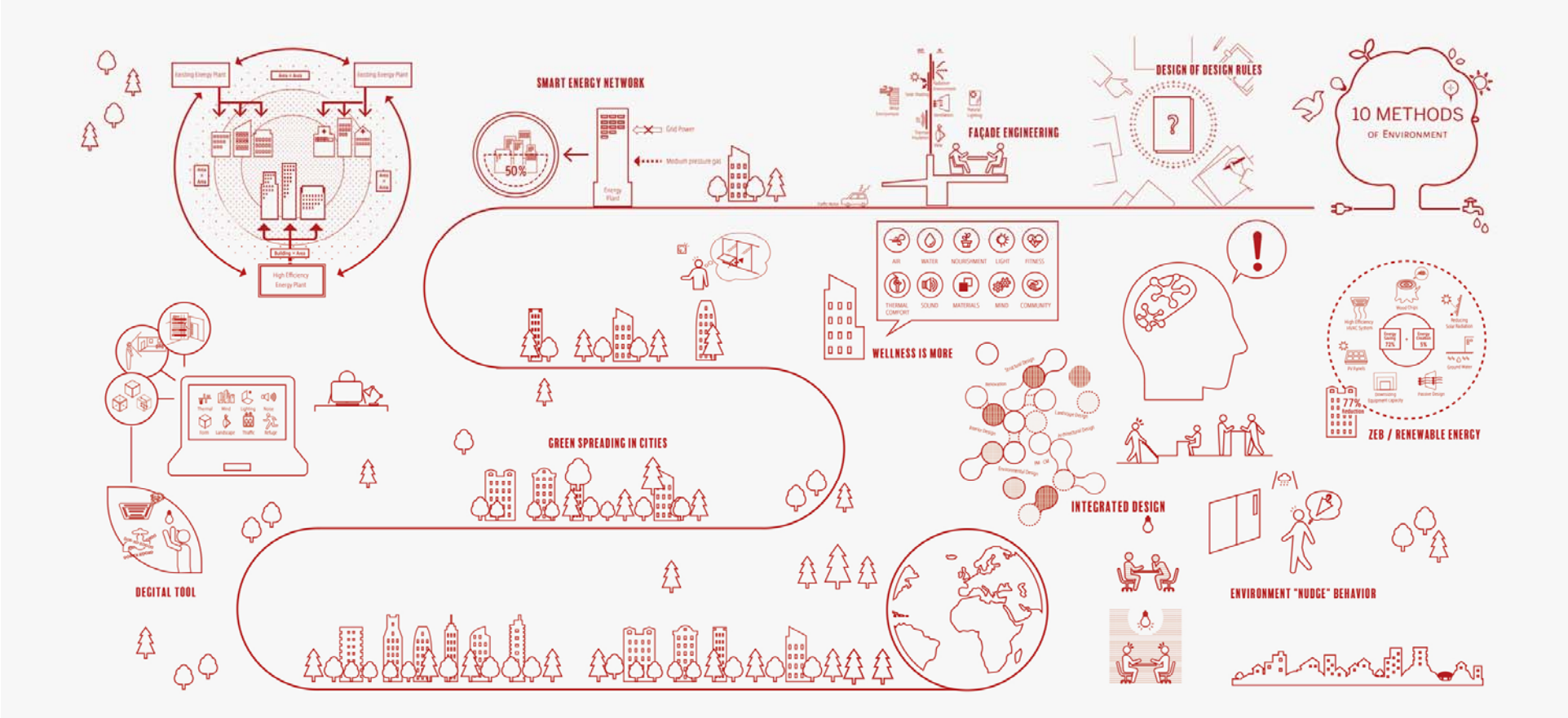


BA協会主催　令和２年度オンラインセミナー　～ニューノーマルに向けての空調・計測制御～　2021.03.03

これから必要な空調システムとは

NIHON SEKKEI

株式会社日本設計　第1環境・設備設計群
副群長　佐々木真人

環境建築を取り巻く社会動向

	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030
	・オイルショック		・阪神	・淡路大震災 ・SARS	・東日本大震災	・COVID-19ショック	
社会基盤	Society 3.0			Society 4.0		Society 5.0	Society …
	成長の限界			←MDGs(2000-2015)→		←SDGs(2016-2030)→	
産業基盤	Industry 3.0				Industry 4.0		Ind., …
		1980_AI第2次ﾌﾞｰﾑ			2006_AI第3次ﾌﾞｰﾑ		ｼﾝｷﾞｭﾗﾘﾃｨｰ 2045
環境建築	Passive and Low Energy 建築			環境建築 1.0		環境建築 2.0？	SB …
						2015_ZEB	
				2004_環境選択①		2014_環境選択③・④	
				2007_環境選択②		2019_環境選択⑤	
					環境文脈0.0	環境文脈1.0	・・・

with COVID-19における空調・換気

「商業施設，事務所に関係する皆様へ」**2020 年12 月9 日**　公益社団法人 空気調和・衛生工学会　新型コロナウイルス対策特別委員会；http://www.shasej.org/oshirase/2012/2020.12.09%20syougyo.pdf

✓ 感染経路は?	⇒	・飛沫感染、接触感染、空気感染すべてへの対策が必要。 ・すべての対策として、「**マスクを着用すること**」が有効。
✓ 適切な換気の量は?	⇒	・一人当たり30m3/hの換気を確保すれば，新型コロナウイルスの空気感染が防止できることは**明らかになっておらず，換気量が大きければ大きいほど，空気感染リスクの低減に有効**。 ・上記の**適正温湿度が維持できる範囲で**，できるだけ換気量を増やすことが望ましい。
✓ 有効な換気回数は?	⇒	（※空間気積があることや、窓開け頻度と窓配置による換気性能にもよるため、今回の低減では指標として触れていない。）
✓ フィルターは効果ある?全外気しかNG?	⇒	・**中性能以上のフィルタが設置されている場合**は，外気とともに，室内で発生した粒子状物質をろ過された循環空気中の大半（フィルタ捕集率が90％の場合，循環空気量の90％が清浄な空気となり，相当換気量とみなされる）が粒子状物質の希釈に寄与するため，**室内の空気清浄に有効**である。
✓ 影響するのは換気量のみか?	⇒	・WHO は呼吸器系疾病予防の観点から住宅における冬期の温度として18℃を下回らないように勧告している。従って，**冬期の室内温度は18℃以上に維持**することが望ましい。 ・呼吸器系の疾病の予防には，相対湿度を40～60%の範囲に制御することが望ましいとする報告がある。従って，冬期においては**室内湿度を40％以上に管理**することが重要である。
✓ その他の注意点	⇒	・CO2モニターの推奨と計測器の精度についてコメントあり。 ・トイレでの感染リスクをアナウンス。封水を維持管理で確保すること。便座の蓋が有効だが、接触感染リスクが高いのでこまめな清掃が推奨されて

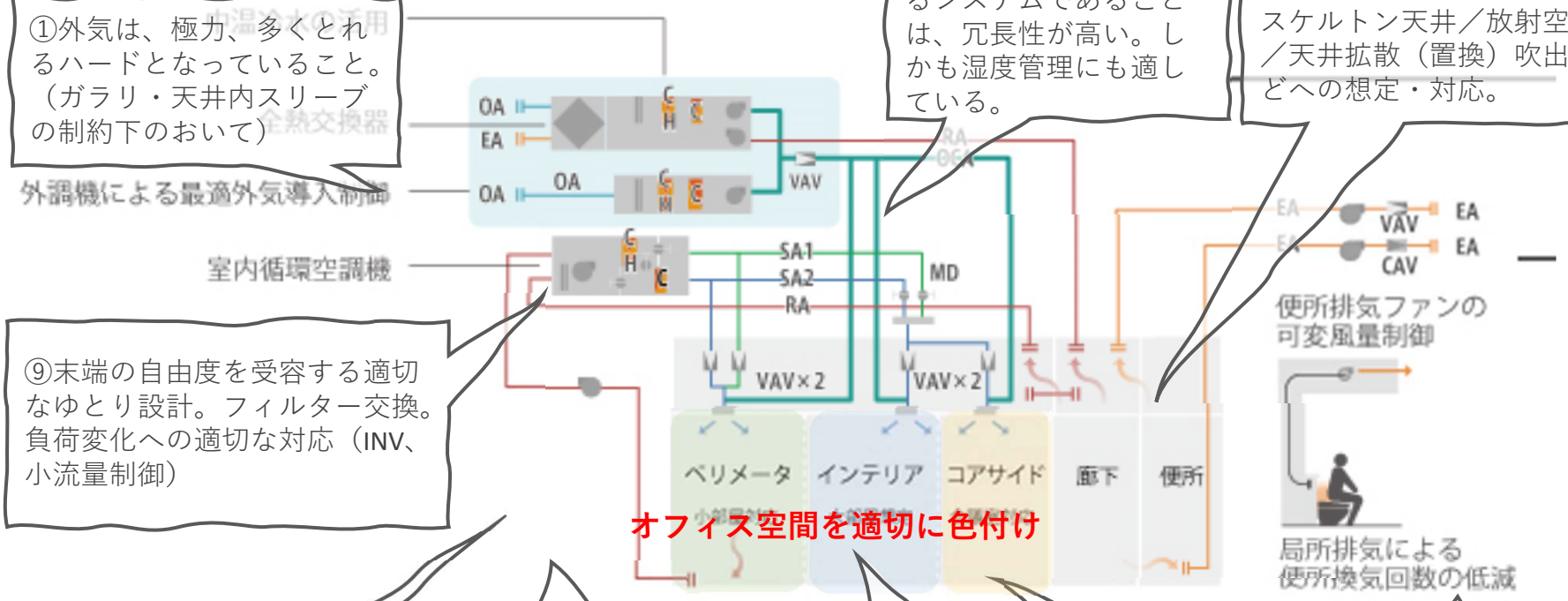
コロナ禍契機での大型テナントオフィスの視座

大きな変化は必須ではないと考えられる。従来の変化・進化を踏まえ、<u>受容力・冗長性</u>の視点で、<u>多様性を創出・サポート</u>するオフィス環境づくり。

①外気は、極力、多くとれるハードとなっていること。（ガラリ・天井内スリーブの制約下のおいて）

②外気を直接供給できるシステムであることは、冗長性が高い。しかも湿度管理にも適している。

③天井システムの在り方。スケルトン天井／放射空調／天井拡散（置換）吹出などへの想定・対応。



⑨末端の自由度を受容する適切なゆとり設計。フィルター交換。負荷変化への適切な対応（INV、小流量制御）

⑧環境センシング。多様な場所の環境を適切に伝え、行動選択をサポート

⑦外皮周りで屋外環境との親和空間。外気に触れ、採光・眺望を享受。放射環境もポジティブに。ポイントは心地よく過ごせる多様性

⑥“密”や“パーソナル”に対応した特化ゾーン。（換気量増大、置換空調、パーソナル空調など。）

⑤行動変化のチェンジングスペース。変化を演出・受容・サポートする環境づくり。情報共有ゾーン。

④クリーンでない空気を適切に局所で排気できるシステム（巾木吸込みやWC内でのUVGIなど）

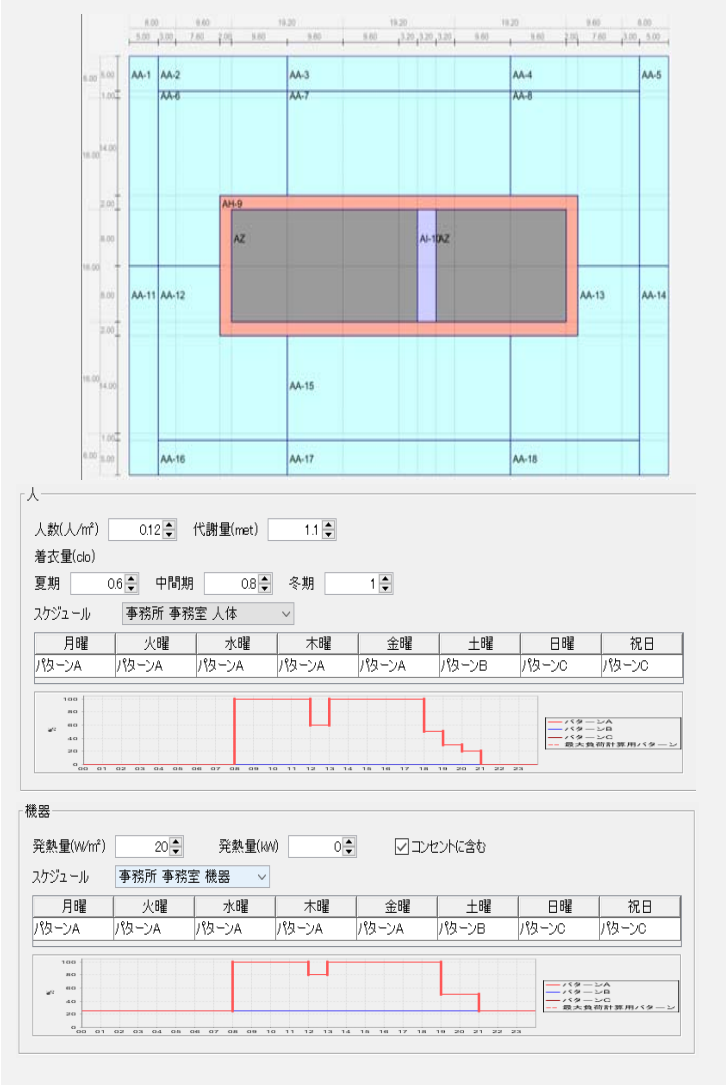
コロナ影響-エネルギーに関する検証

大規模テナントオフィスにおけるCOVID-19の空調エネルギー影響をモデルビルで予測してみました。

- ✓ テレワーク（≒人員密度減）のエネルギー消費傾向は･･･？
- ✓ コロナ対策で外気量を増やした時の影響は･･･？
- ✓ 夏でも換気窓をあけると、どうなる･･･？

	人員密度※1	照明設備※2	OA機器※2	CO_2制御※3	自然換気※4
a-0: 基準	0.12人/㎡	10W/㎡	20W/㎡	○	×
a-1: CO2制御停止	↑	↑	↑	×	↑
b-0: コロナ運用-1	0.06人/㎡	5W/㎡	10W/㎡	○	↑
b-1: コロナ運用-2	↑	↑	↑	×	↑
b-2: コロナ運用-3	↑	↑	↑	↑	2回/h想定

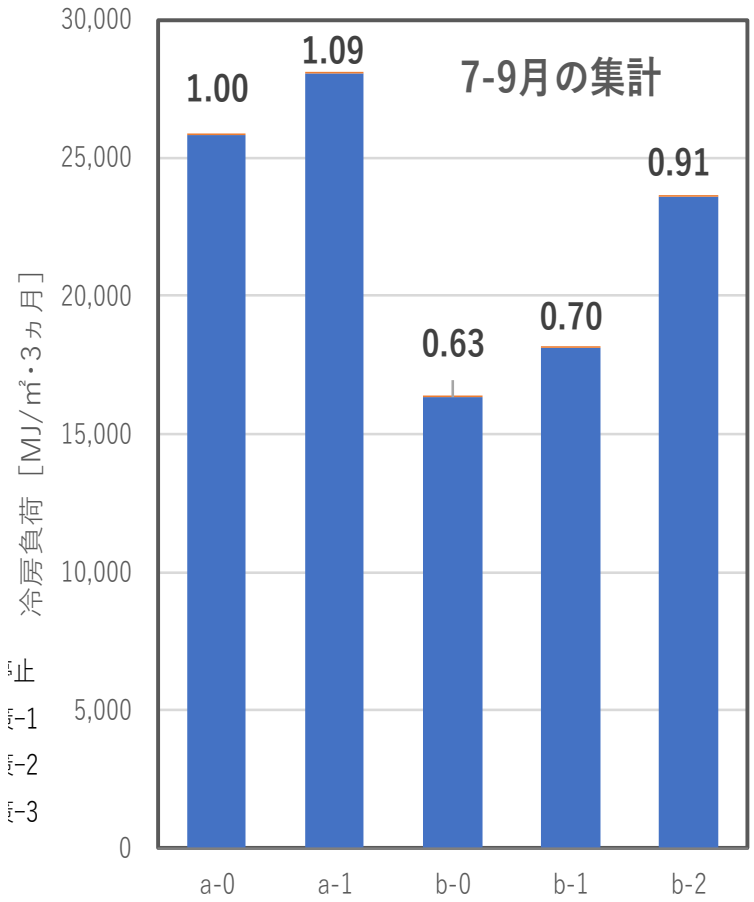
※1：日常人員を0.2人/㎡×在席率60%と想定。コロナ運用により、日常の50%としてみた。
※2：照明やOA負荷は、人員密度に追従する想定とし、コロナ運用時は日常の50%
※3：CO2制御“×”は、定格の外気量を供給（空調処理あり）とした。**全熱交あり**
※4：自然換気窓があるビルを想定。執務室の2回/h程度を定量的に導入できたとして試算



コロナ影響-エネルギーに関する検証

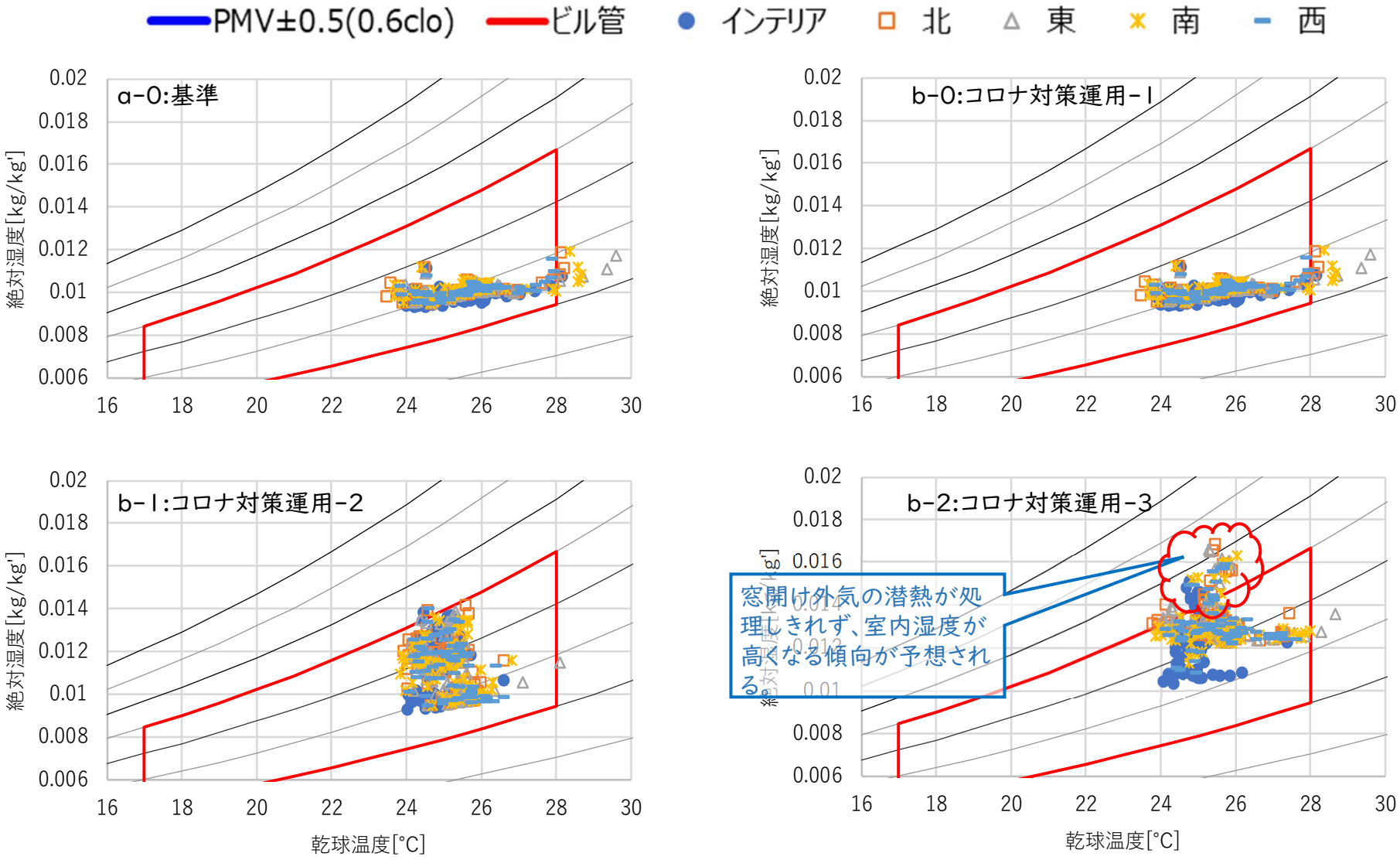
大規模テナントオフィスにおけるCOVID-19の空調エネルギー影響をモデルビルで予測してみました。

- 日常想定において、外気CO2制御を停止（定格外気導入）の影響 ・・・[a-0とa-1の比較]
  - 全熱交換器の効果が大きく、9%程度増と予想される。（全熱交なしの場合、a-0の負荷も増えるので比率は同程度と推測される。）
- コロナ運用によって人員密度減・内部発熱減となった影響 ・・・[a-0とb-0の比較]
  - 人体・照明・OA機器の内部発熱減の影響が大きく、37%減。
- コロナ運用によって内部発熱減・外気量増とした場合の影響 ・・・[a-0とb-1の比較]
  - 内部発熱減+外気量増の運用では、日常想定と比べ、30%減程度予想される。
- コロナ運用において、窓から外気導入を行った場合の影響 ・・・[b-1とb-2の比較]
  - 生外気（未処理外気）が室内負荷として供給された場合、内部発熱が減少しても外気負荷が増加し、日常想定と比べ、9%程度減。

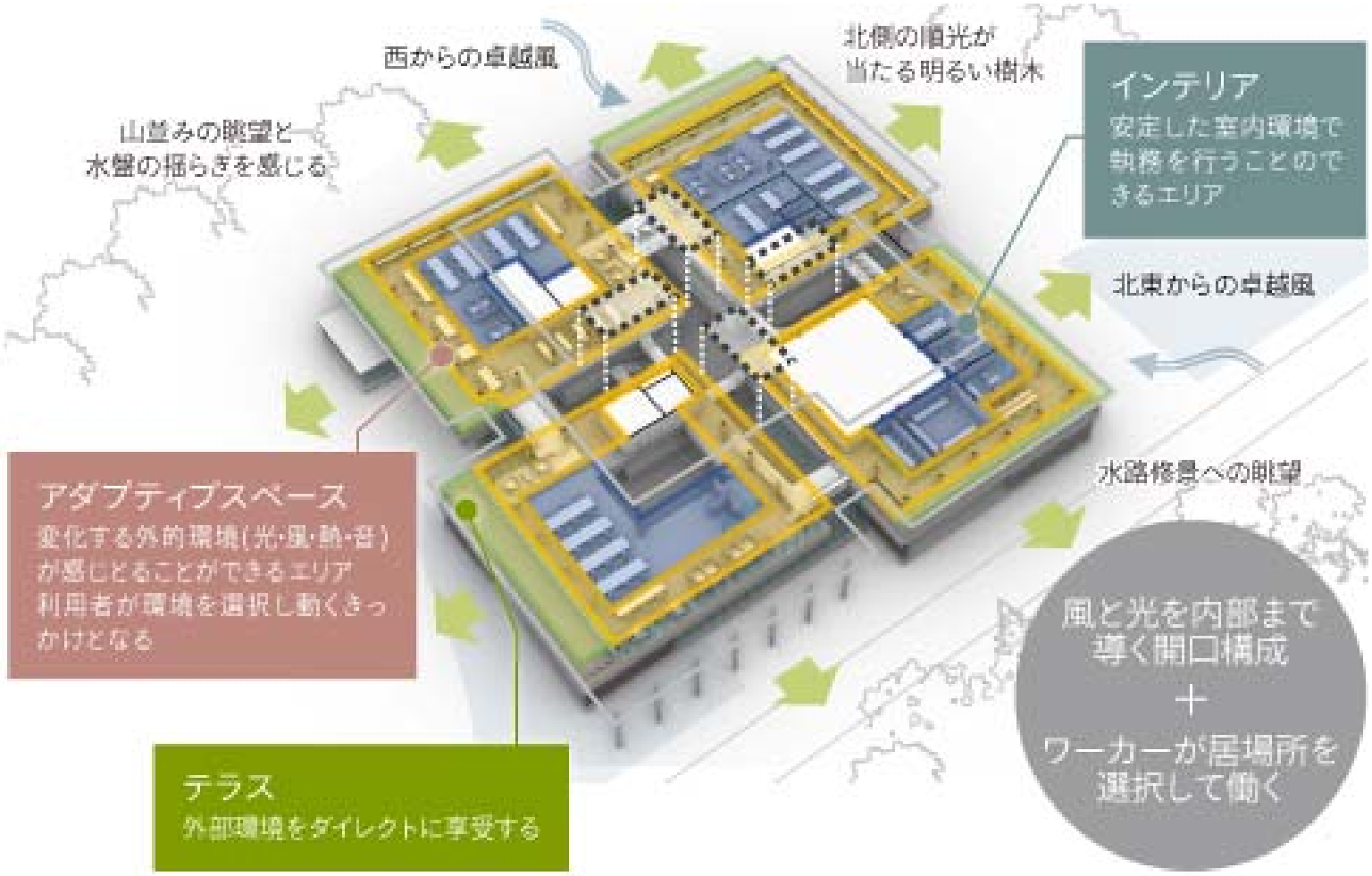


コロナ影響-エネルギーに関する検証

大規模テナントオフィスにおけるCOVID-19の空調エネルギー影響をモデルビルで予測してみました。

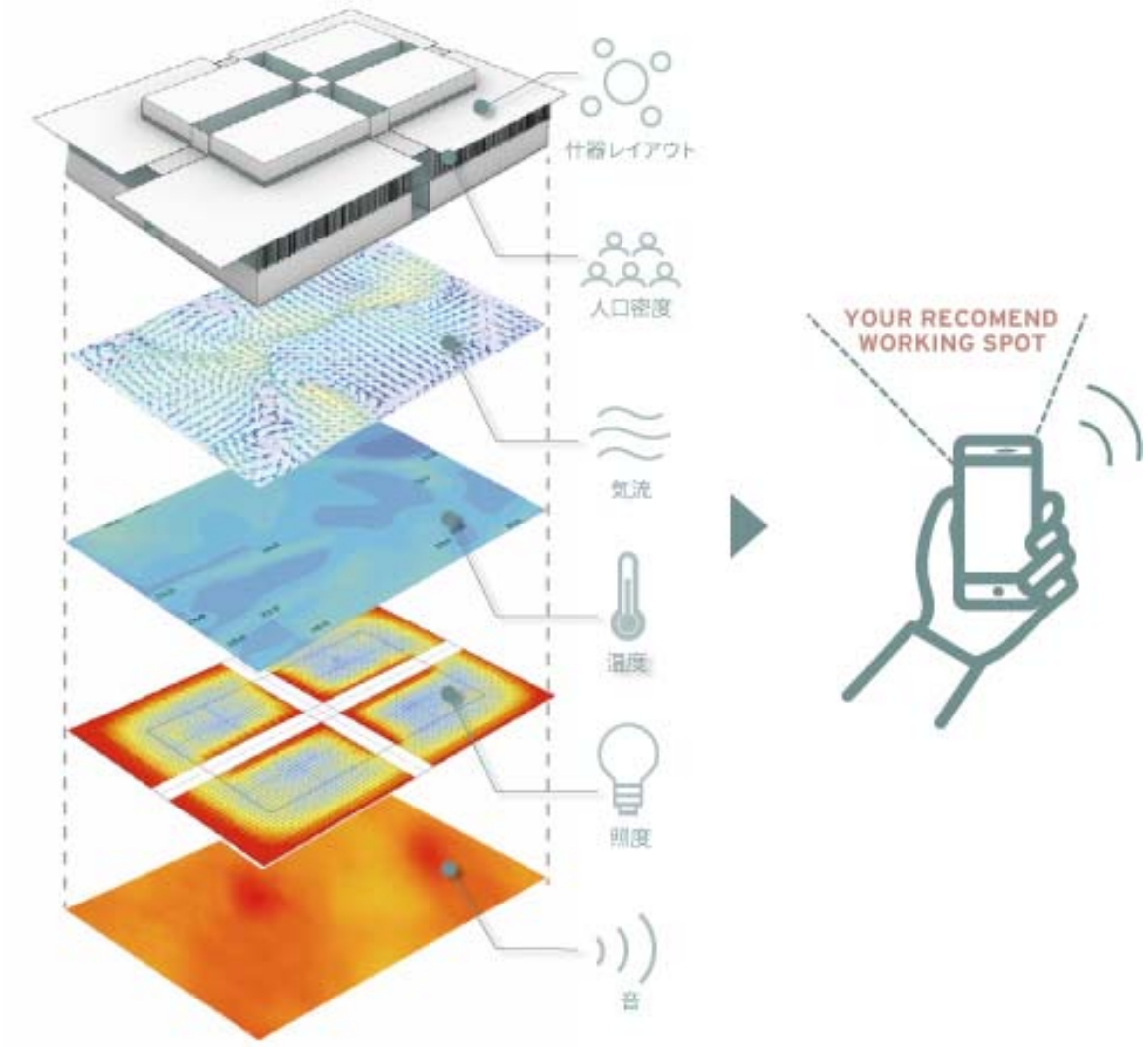


With/Postコロナからのワークプレイス



https://www.nihonsekkei.co.jp/think/ideas/report_14645/

With/Postコロナからのワークプレイス



https://www.nihonsekkei.co.jp/think/ideas/report_14645/

COVID-19契機

➢ 環境選択がもたらす“多様性”を考える。

『**多様性**』（Wikipediaより）

また環境に適応する面からも、画一的な生物群よりも多様性を持った生物群の方が生き残りやすいと考えられる。**環境に変化が起きたとき、画一的なものは適応できるかできないかの二択であるが、多様なものはどれかが適応し生き残る為の選択肢が多いから**である。

（途中省略）

しかしこれらは単純に混じれば良いかというとそうではなく、各々の民族が**確固たるアイデンティティを維持しながら相互に尊重する事で、最大の変化を促す**傾向が歴史上の現象に見て取れる。

（途中省略）

なお国家内における民族の例をあげた訳だが、更に言及するならば、**個人としての多様性が集団の経験値を総合的に高める傾向も見て取れる。**同種同列の集団に在っては、個人が個人である理由が失われるが、**各々がそれぞれに必要とされる社会では、個人は個人として尊重され、同時に他を尊重する。**

“環境選択”により、環境の多様性を創造し、よりよい環境を創発する。

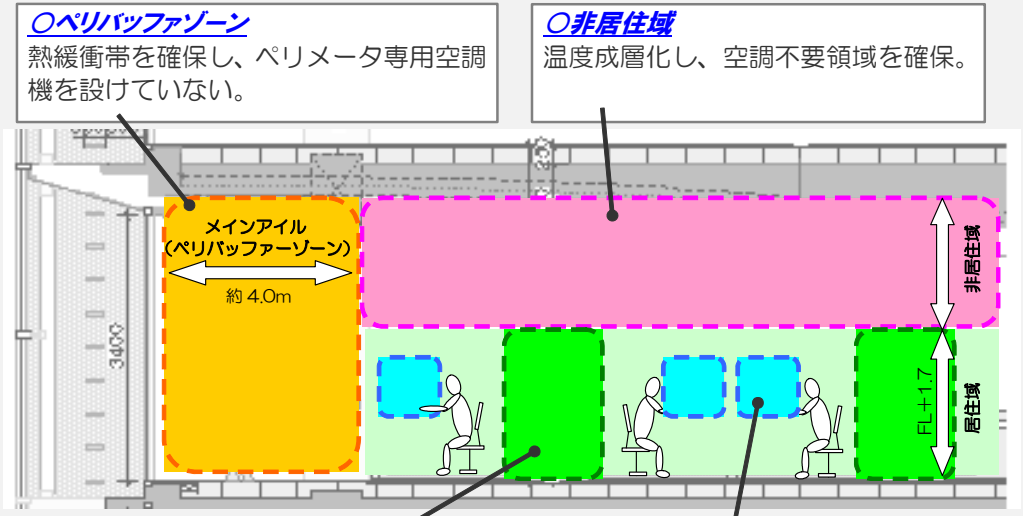
ワークプレイス環境創造の変遷

○第1世代（2004年竣工）【マブチモータ本社棟】

➢ワークプレイス環境⇒ **『クール・ビズ』**

・空間特性を踏まえ、28°C環境下での“満足度”、“快適性”の向上

パーソナル空調　“個別制御性”の提供



ワークプレイス環境創造の変遷

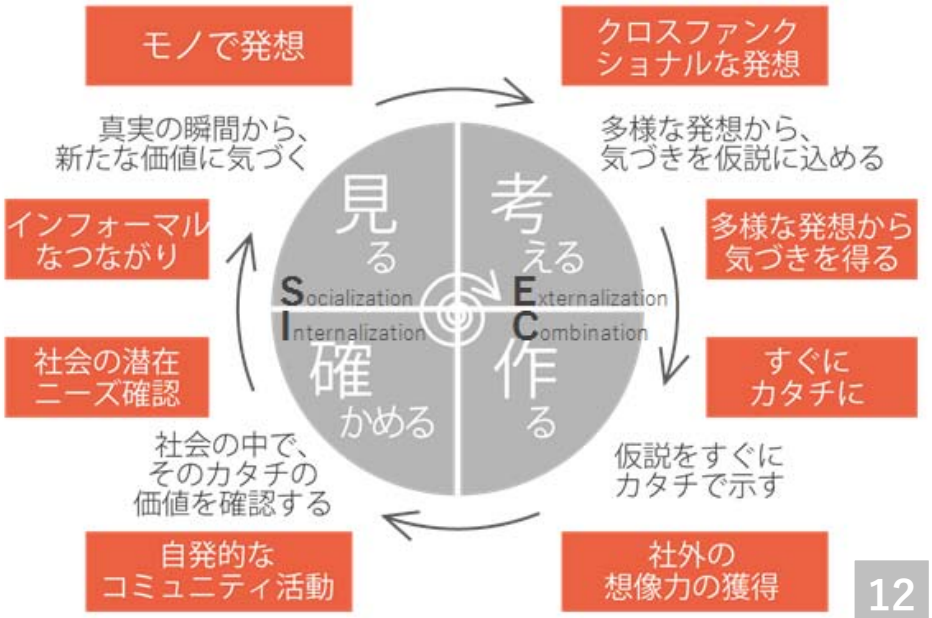
○第2世代（2007年竣工）【日産先進技術開発センター】

➢ワークプレイス環境⇒ 『**SECIモデル**』，『**W**ork **P**lace **P**roductivity』

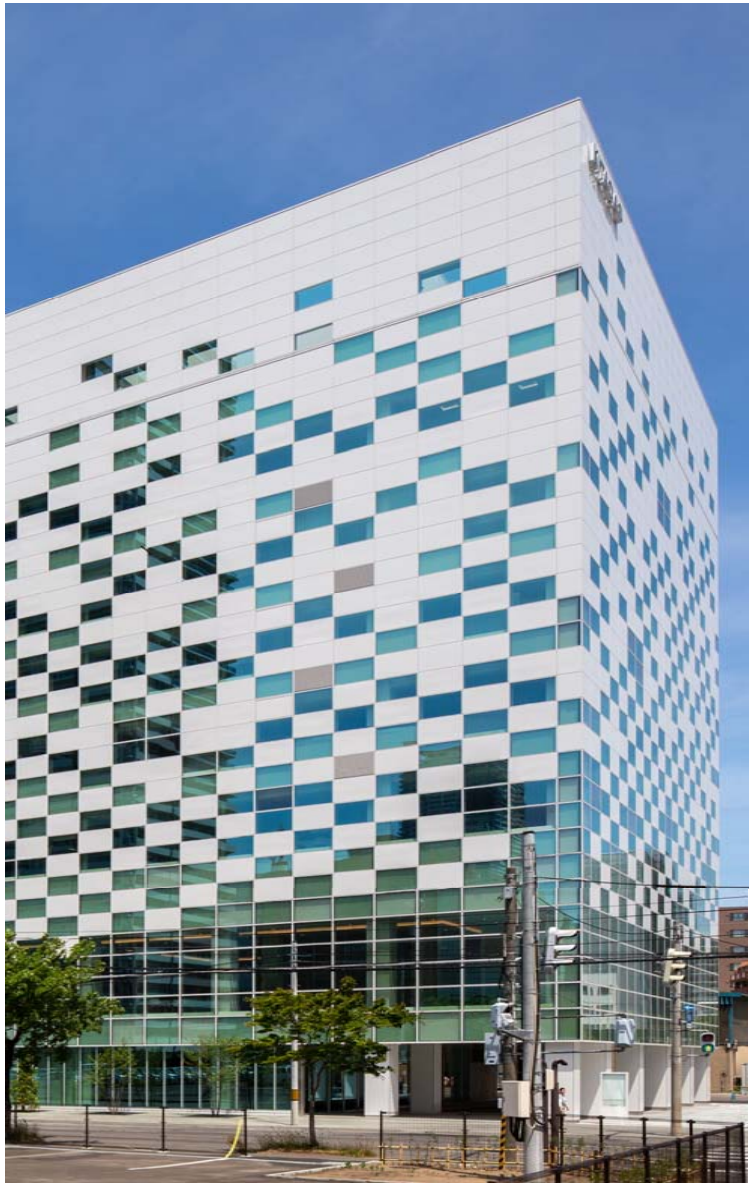
・知識創造活動には、知の段階にあった“場”が必要
・コミュニケーション、リフレッシュ空間の環境創造

環境の異なる“場”を創発

自然のゆらぎ活用。多様環境の境界“際”を構築。



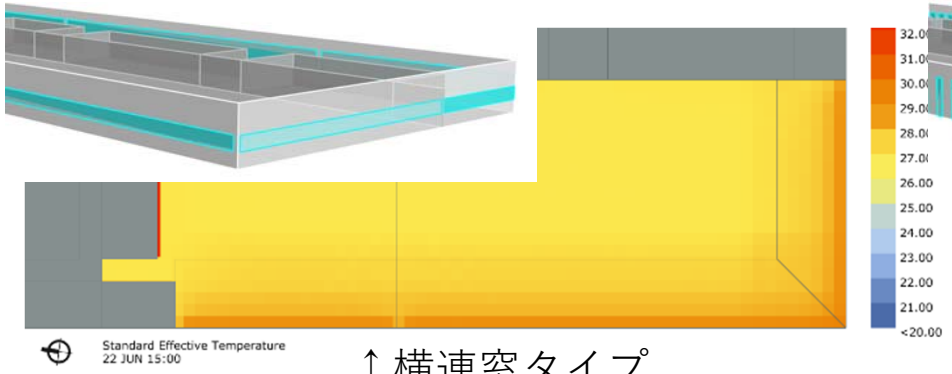
外装により環境多様性をエンジニアリング



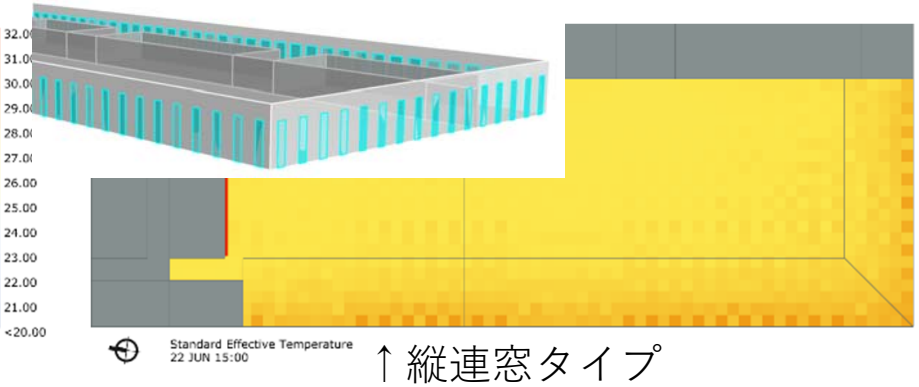
多形態外装による室内環境多様性創出

➢「各ゾーンの空気温度・表面温度を算出」
→「各グリッドにおける形態係数・平均放射温度を算出」
→「SET*の平面分布」を予測評価

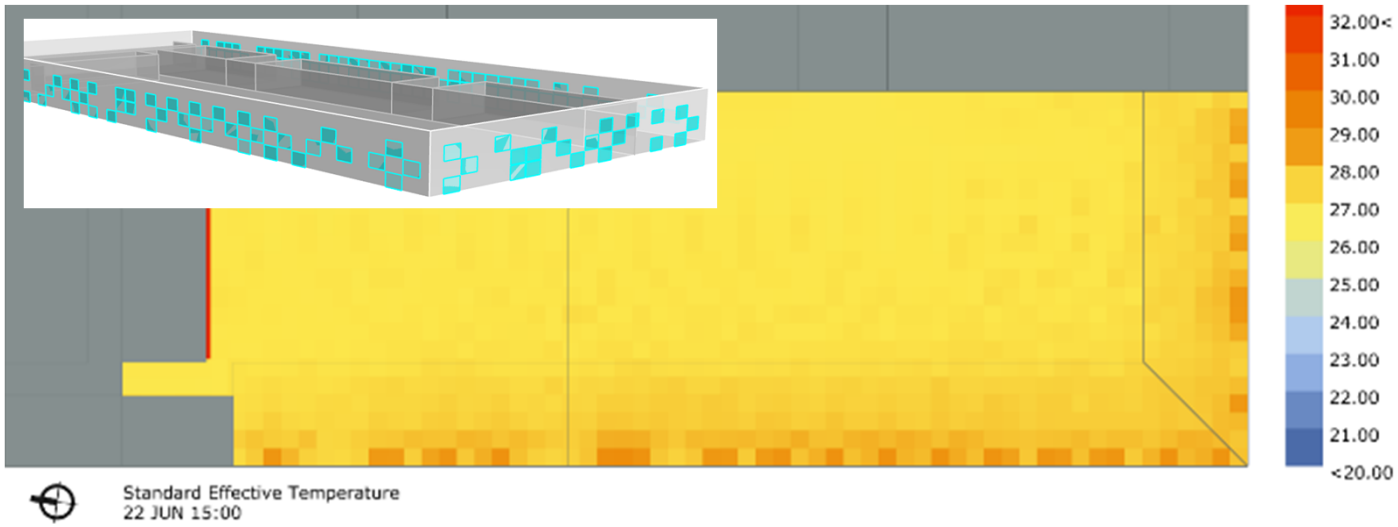
気象データ	JPN_HK_Sapporo.474120_TMYx.2003-2017.epw
冷暖房設定	冷房：26°C設定 暖房：22°C設定 空調時間：平日8:00～20:00
SET*算出に用いた想定値	風速：0.1m/s（自然換気の考慮なし） 着衣量：夏期 0.6clo 中間期0.8clo 冬期 1.0clo 代謝量：1.0met
SET*分布算出における解析グリッド	1m × 1m



↑横連窓タイプ

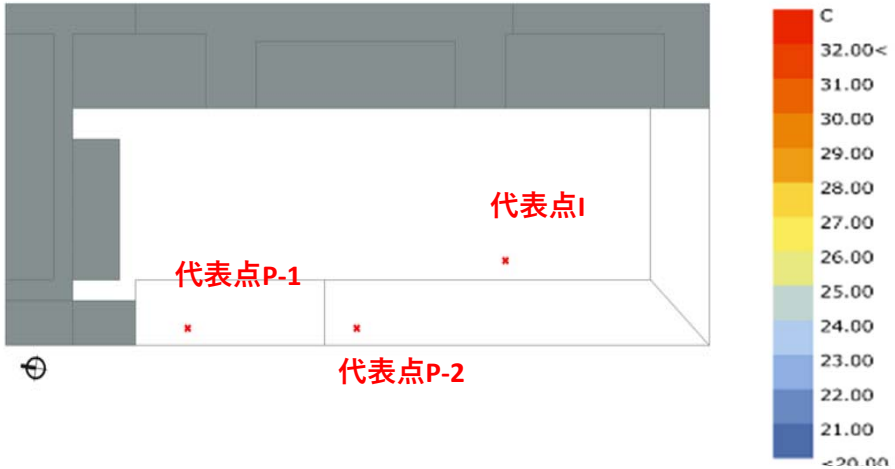


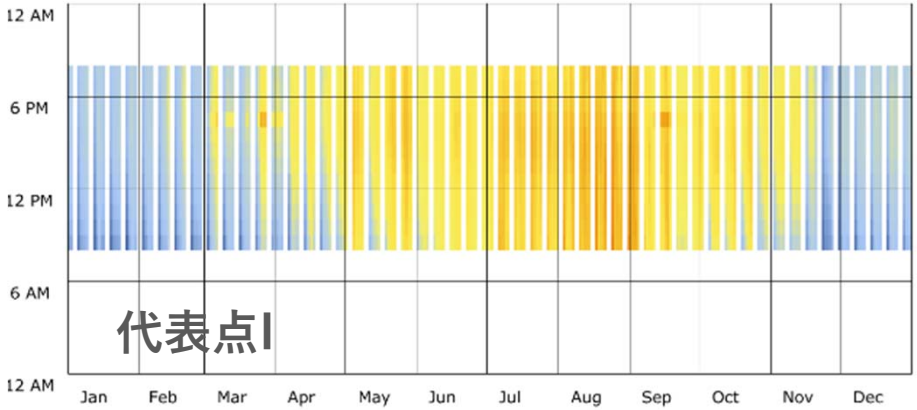
↑縦連窓タイプ

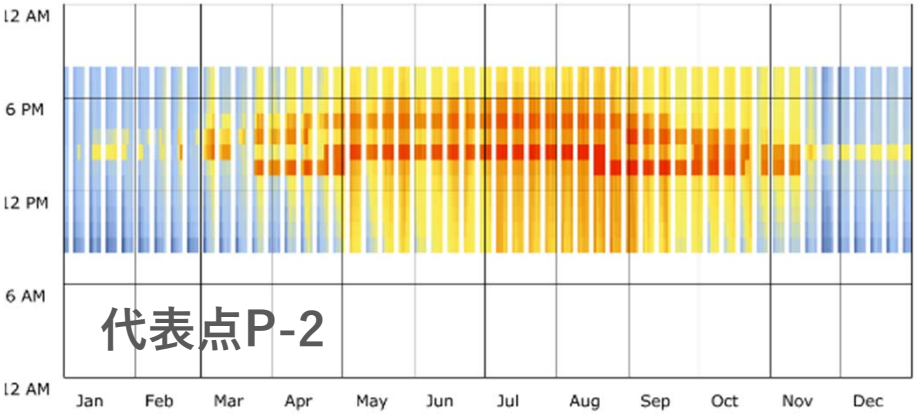


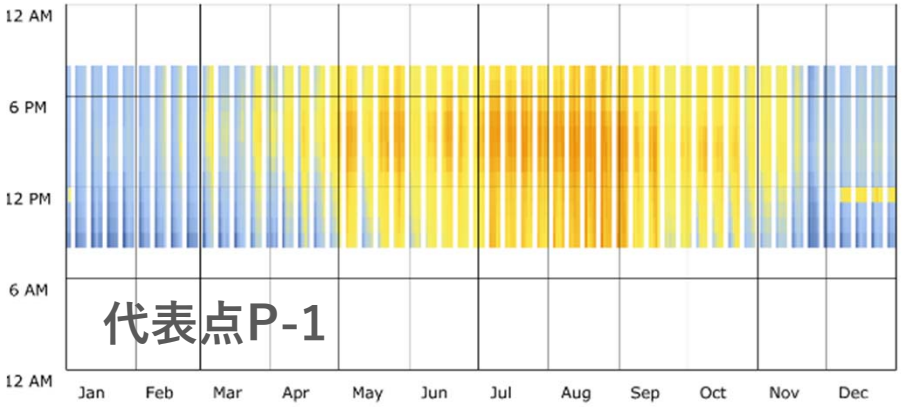
←計画案
（ランダム窓）

多形態外装による室内環境多様性創出









- ✓ インテリアエリアの日変動は抑えられている。（安定環境向きActivity）
- ✓ ペリメータエリアには、“場所性”がある。（選択する場所、選択したい場所）

⇨ 利用者への情報の伝え方、環境の伝え方がポイントとなる。

LEED&WELL Buiding Standard

10 METHODS OF ENVIRONMENT

AIR

受動的かつ能動的な建物の設計と運用戦略、そして人間の生活習慣の見直しなどの様々な項目により、空気汚染源を排除または削除することで、高品質の室内空気質の確保を目的とする。

■ **必須項目**

- **A01 基本的な空気質**（粒子状物質、有機ガス、無機ガス、ラドン、基本的パラメータを監視）
- **A02 禁煙環境**（屋内禁煙、屋外禁煙または制限）
- **A03 効率的な換気**（換気量確保、換気システムのバランス調整実施）
- **A04 建設段階の汚染管理**（建設汚染の軽減）

□ **オプション項目**

- **A05 向上した空気質**（粒子状物質、有機ガス、無機ガス）
- **A06 換気の強化**（外気量供給、デマンドコントロール、置換換気、空気分布）
- **A07 開閉可能な窓**（窓の面積、窓利用の管理、ユニバーサルデザイン）
- **A08 空気質のモニタリングと意識**（モニタリング実施、測定表示、教育による意識向上）
- **A09 汚染侵入管理**（高性能な建物外皮、健康配慮の入口）
- **A10 燃焼の最小化**（燃焼式機器の不使用、低排出ガス燃焼製品の活用）
- **A11 発生源分離**（屋内汚染源の隔離、適切な排気管理）
- **A12 空気ろ過**（微粒子ろ過）
- **A13 揮発性有機化合物の積極的な制御**（活性炭ろ過、浄化戦略）
- **A14 微生物とカビ制御**（紫外線殺菌、結露管理・カビ管理）

Well-beingへの取り組みとして、
- ・空気質の確保
- ・モニタリング

THERMAL COMFORT

空調システムの設計・制御の向上と、個人の温熱嗜好に合わせることにより、人の生産性を促進してすべての建物使用者の最大温熱快適性を実現することを目的とする。

■ **必須項目**

- **T01 熱性能**（温熱環境のサポート、パラメーターの監視）

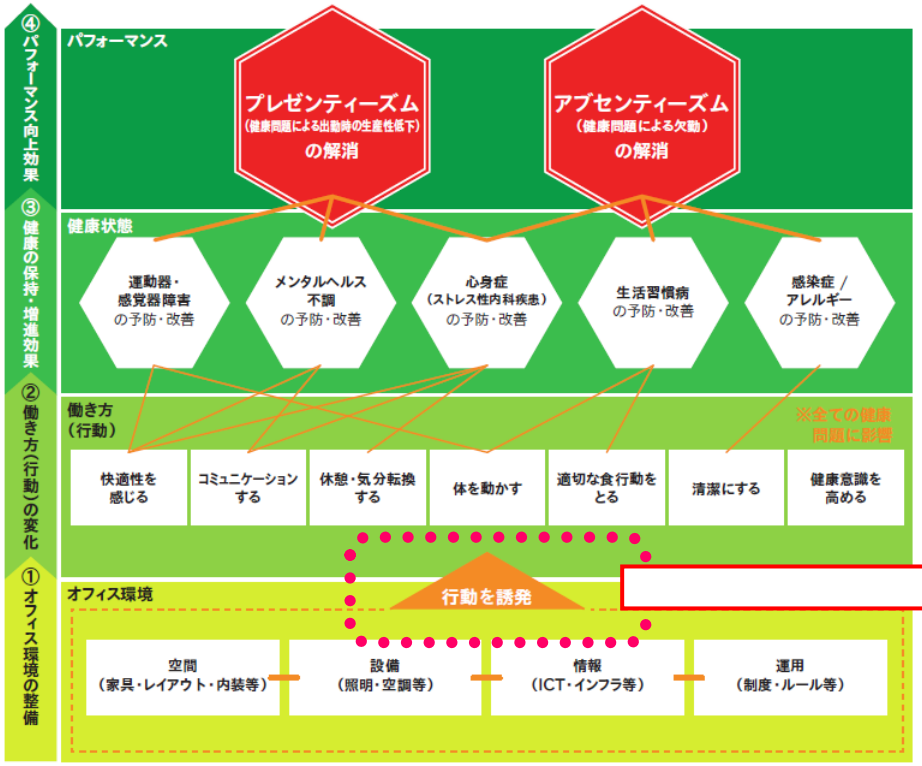
□ **オプション項目**

- **T02 拡張伝熱能力**（温熱環境の向上、温熱快適性の達成）
- **T03 温熱のゾーニング**（サーモスタット、フリーアドレス）
- **T04 個別温度制御**（パーソナル温熱快適性、温熱的適応性）
- **T05 輻射による温熱快適性**（輻射システム、専用外気システム）
- **T06 温熱快適性の監視**（モニタリング、環境測定の表示）
- **T07 湿度制御**（相対湿度）

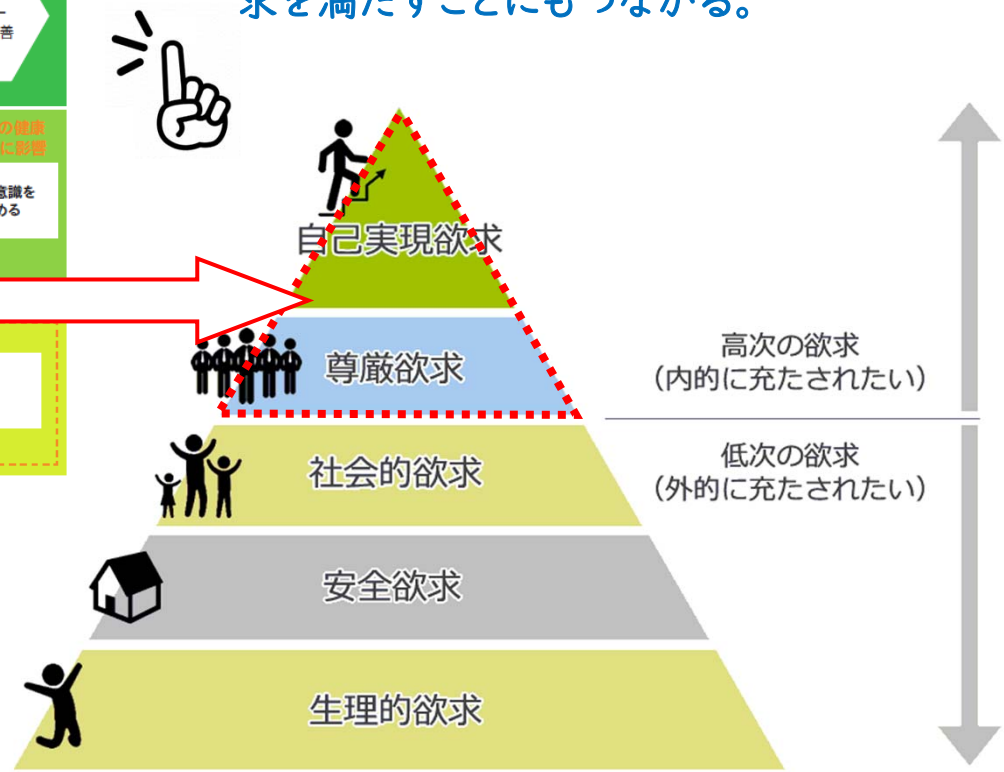
空調システムにおける個人の温熱嗜好を考慮
- ・フリーアドレス+意図的な環境偏差
- ・パーソナル空調
- ・モニタリング

健康，幸福感には、物理的な環境要素・品質とともに、個人に寄り添う視点がポイント

健康経営オフィスとワーカーの自己欲求実現



- 「行動誘発」がトリガーとなり、アウトカムを目指している。
- 「行動選択」は、尊厳欲求や自己実現欲求を満たすことにもつながる。



○マズローの欲求5段階層モデル

行動選択ができる空間・環境が、健康・幸福感への実現サポートとなる。

環境と“ひと”との関わりをデザインする

環境行動変容においての取り組み

○ナッジ（Nudge）

- 「注意や合図のために肘で軽く突く」ような行為
- 行動経済学において、人に「良い行動」をとらせようとする戦略。
- 相手が気づかないくらい、ささやかに行動を促進する問いかけ（Canやshouldは、思考の委縮やブーメラン効果をもたらすリスクあり）

参考文献：電力中央研究所「オフィス環境におけるナッジを用いた省エネルギー・節電促進策に関する考察」

マッピング	• 行動の選択とその結果の関係を分かりやすく示す。そうすることで合理的な行動選択を促すことができる。
フィードバック	• 選択行動の効果など情報の提示。様々な比較で効果として算出。 • ただし、一般的には時間の経過とともに逓減する傾向がある。
選択の体系化	• 利用可能な選択肢が多すぎると適切な選択行動がなされない。 • 選択判断を容易にする絞り込みや補足情報などの配慮が必要。

＋ 空間・環境への思い・意図を文脈として伝える＝Creative Shared Value

The New Normalにおける環境建築

[Volatility（変動性）、Uncertainty（不確実性）、Complexity（複雑性）、Ambiguity（曖昧性）]

光環境、視環境

多様な環境要素

熱環境、空気環境
湿気環境

『Better than Best』
（正解だけでなく、選択の意味・価値を捉える）

ABW・働き方
働く場所・テレワーク
SECIモデル

活動の多様性

環境の冗長性・受容力

環境の変動性

概日リズム
四季の移ろい
建築の熱容量

- 変化、偏差を活用する環境
- 使い方を工夫できる環境
- ひとの意思決定が尊重される環境
- まぁいいよねと許容される環境

コロナショック・接触回避
経済＜エネルギー？
SDGs、ESG投資
働き方、健康、幸福感

変動する社会

The New Normalの環境建築は･･･

環境文脈の伝え方［環境文脈1.0］

環境“文脈”（Context)、ある空間の環境的な背景や、環境を感じる状況。

空調は一般的に“工学”である。
が、工学の方向性を定め、ひろめ、伝えるための術も必要。
それには、・・・。

環境の価値や意義を、
“ことば”のように分かりやすく伝え、共有したい。