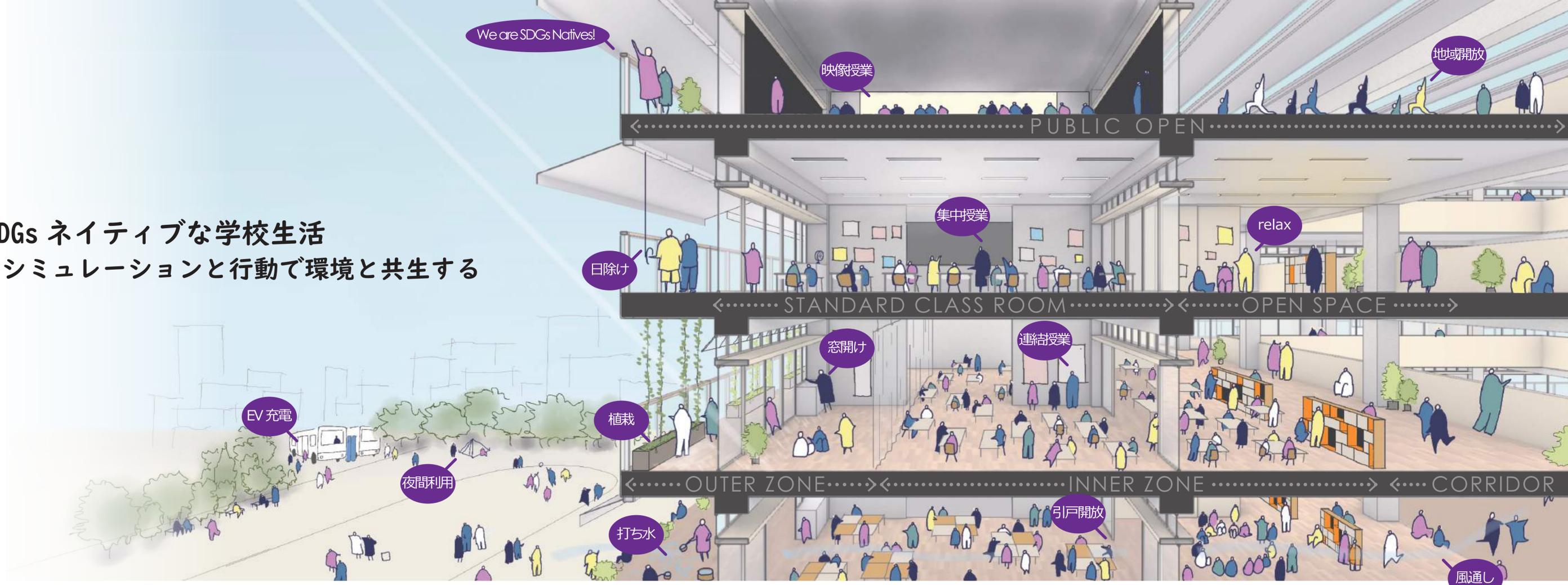


SDGs ネイティブな学校生活

- シミュレーションと行動で環境と共生する



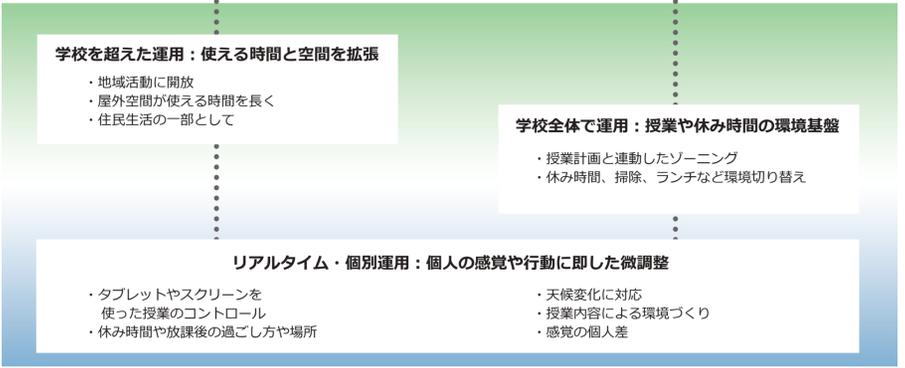
■コンセプト ZEB を超えてレジリエンスを育てる次世代学校像

学校建築のZEB化は、既に目標ではなく、この2023年現在における自明の要求となっている。
 学校で育むべきは「次世代の環境」を担う子供たちであり
 そのために必要なのは知識だけではなく、来るべき変化を想像する力・体感する力・アクションする力を持ち
 人や環境との関係をつくっていくことではないだろうか。
 ここでは、天気や季節・時間帯で移りゆく風・温度・光・エネルギーの情報を活用して
 予測→体感→行動の流れをサポートすることで
 多様な学習・生活スタイルや、学校の使われ方を受け入れられる弾力性=レジリエンスを育てる学校像を提案する。



strategy01: 学校特有のエネルギー × 空間と時間
発電・蓄電予測による学校の余剰体力活用

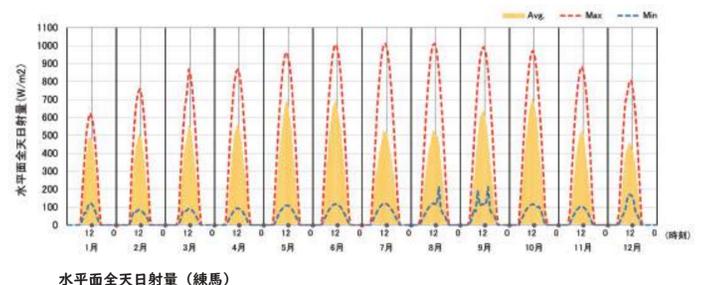
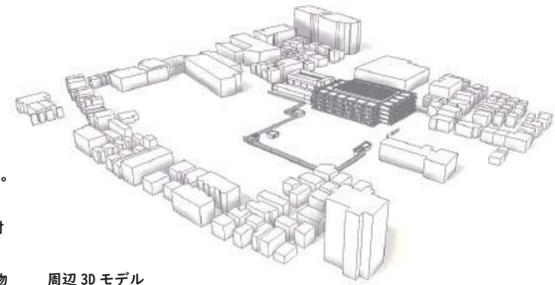
strategy02: 多様な環境創出 × 学校に必要な弾力性
天気予報活用による行動に基づく省エネ運用



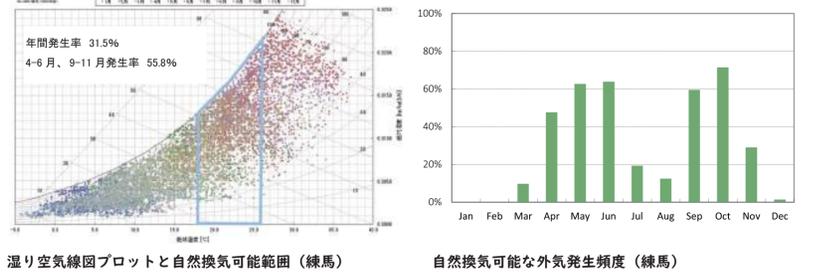
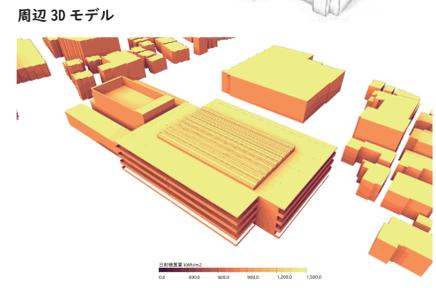
■敷地・気象データ

敷地
 計画敷地は武蔵野市桜堤に位置している。
 周辺は戸建住宅や中低層集合住宅が並ぶ住宅地である。

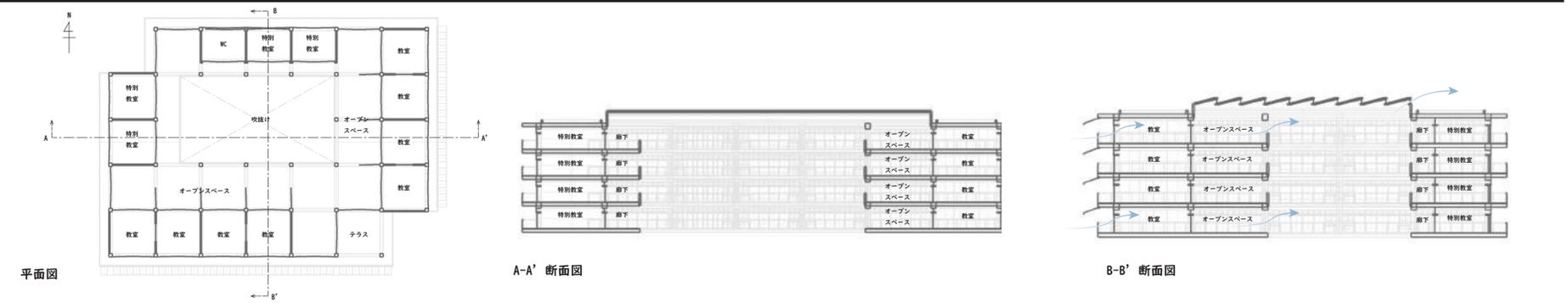
気象データ分析
 計画敷地の最寄りの気象データである『練馬』の2020標準年気象データを確認する。
 ①日射量
 全国的に見て日照時間が長い地域である。また、7-8月に比べ、初夏や晩夏の日射量が多い傾向がある。冬期と夏期の日長の差は4-5時間程度あり、差が大きい。
 周辺環境を含めた年間日射積算量を見ると、周囲に高い建物がないため、計画建物の屋根面はほかの屋根面と同程度の日射が当たるポテンシャルがあることが分かる。



②自然換気が可能な割合
 練馬の気象データを用いて、小学校が運営されている時間(8-15時)で、自然換気に有効な気温(18-26℃)の時間を集計した。年間での発生率は31.5%であるが、中間期(4-6月、9-11月)での発生率は55.8%であり、中間期は半分以上の時間が自然換気が有効なことが分かった。運用時に適切な窓開けを行えばエネルギー使用量を減らすことが出来ると考える。



■図面



学校の余剰体力の有効活用

■省エネルギーと太陽光発電による ZEB 化

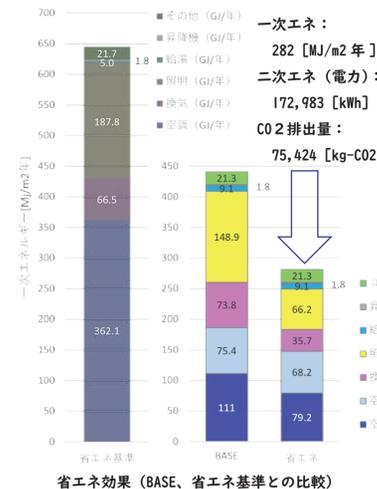
標準的な手法による省エネ

学校用途については、他の建物用途に比べると一次エネルギー消費量は小さく、空調と照明とが大部分を占める傾向がある。

標準的な省エネ手法を採用した「省エネ」の場合、「BASE」に対して 36% 削減となり、年間の一次エネルギー消費量は、282 [MJ/(m²年)]、CO2 排出量は、75,424 [kg-CO2]となる。

(BEST 設計ツール v3.1.1 にて算出)

※電気事業低炭素協会 2022 年度 CO2 排出実績 (速報値) CO2 排出係数: 0.436 [kg-CO2/kWh]



設備概要		
空調設備	熱源設備	個別分散方式
	空調設備	EHP+全熱交換器
	換気設備	教室: 第2種換気、トイレ等: 第3種換気
衛生設備	給湯設備	電気給湯器 (局所給湯)
電気設備	照明設備	蛍光灯
昇降機	エレベータ	積載重量450kg、速度45m/s、1台

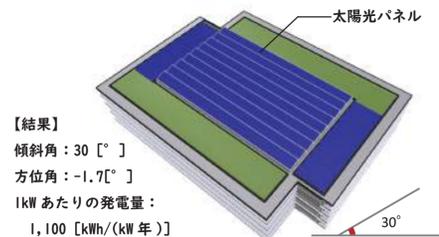
BASE の仕様 (基準一次エネ算根拠 (H25 年版))		
外皮	外壁	断熱25mm (熱貫流率U値: 0.98[W/m ² K])
	窓	単板ガラス5mm、アルミサッシ
	庇	なし
空調	熱源設備	COP: 3.24
換気	空調設備	全熱交 (熱交換効率: 60%)
照明	換気設備	制御無し

標準的な省エネ手法

- 外皮
 - 外壁: 断熱 45mm (U 値 = 0.66)
 - 窓: 高日射遮蔽型 Low-ε、樹脂サッシ
 - 庇: 水平庇 1.5m (高さ 3m)
- 空調
 - 熱源容量の最適化
 - 熱源 COP: 3.9 (冷房)
- 換気
 - 高効率電動機の採用
 - インバータ制御
 - 全熱交換器の熱交換効率: 70%
 - 外気カット制御
- 照明
 - LED: 教室の消費電力 5[W/m²]
 - 設定照度 500Lx、効率 83[lm/W]
 - 星光利用制御、自動ブラインド制御

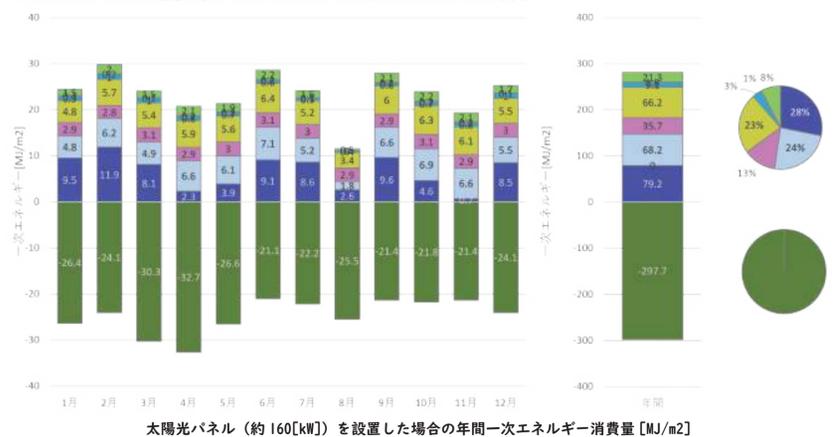
ZEB と太陽光パネル (PV) 傾斜角と方位角の最適化

PV の方位角と傾斜角を設計変数とし、PV 1kW あたりの年間発電量 [kWh/年] を目的関数とした最適化計算により、傾斜角: 30°、方位角: -1.7°にて、発電量: 1,100 [kWh/年] の最適値が得られた。電力使用量である 172,983 [kWh] を賅うには、158 [kW] 以上の太陽光パネルが必要であり、1 kW あたりの設置面積を 5 [m²] と仮定すると、ZEB 達成のためには、810 [m²] 程度の設置面積が必要となる。



計算条件	
設計変数	PV の傾斜角
	PV の方位角
目的関数	PV 1kW あたりの発電量 (二次エネ)

PV 仕様	
種類	結晶系
設置方式	架台設置型
パワーコンディショナの効率	0.93

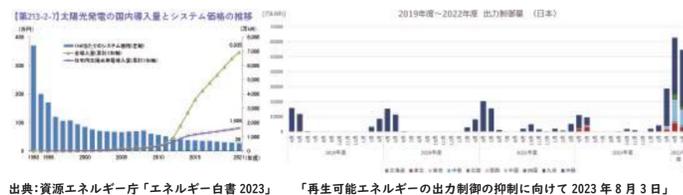


■カーボンニュートラル (CN) に向けた蓄電池の活用

再生可能エネルギー (再エネ) の余剰電力と出力制御

「カーボンニュートラル宣言」を背景に、国内の PV 導入量は年々増加し、国内の発電電力量に占める再エネの割合は 20% (PV は 8%) を超えている※。一方、再エネの出力制御量も増加 (特に低需要期) しており、余剰電力 (売電) が有効活用されない場合、大きな損失となる。

※2021 年度エネルギー需給実績 (確報) より



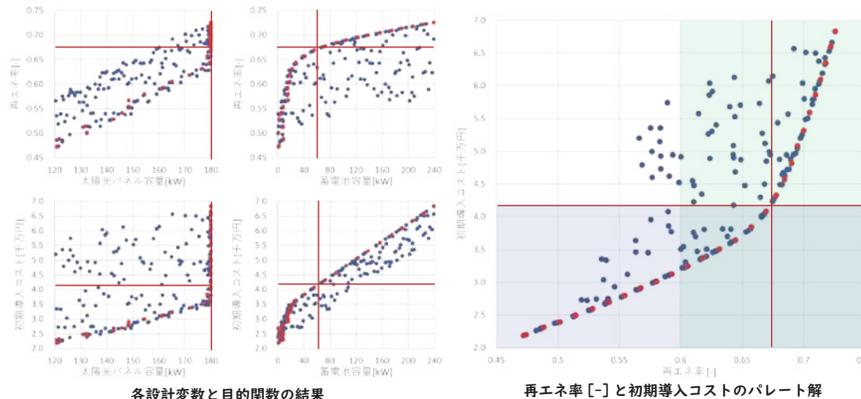
PV と蓄電池容量の検討

建物の使用電力に占める再生エネルギーの割合 (再エネ率) を増やし、余剰電力 (売電) を減らす方法の一つとして蓄電池の採用がある。ここでは、PV と蓄電池を採用する際の最適な容量について検討する。具体的には、再エネ率の増加 (+10% 以上 (65%)) と、初期導入コストの低減 (4,200 万円程度 (投資回収 15 年)) を目的関数とした多目的最適化計算を実施した。再エネ率の向上には PV の容量が大きく影響するため、最大限 PV を設置した後、コストが許す限り蓄電池を導入するという結果となった。但し、日本国内の定置用蓄電池システムの導入量は近年急速に増加し、価格水準は年々低下している。また、PV の自家消費率を上げることが目的とする場合や、今後の電気料金の変動により、状況は大きく変わると予想される。

【初期コスト条件】
PV: 18 [万円/kW]
蓄電池: 15 [万円/kWh]

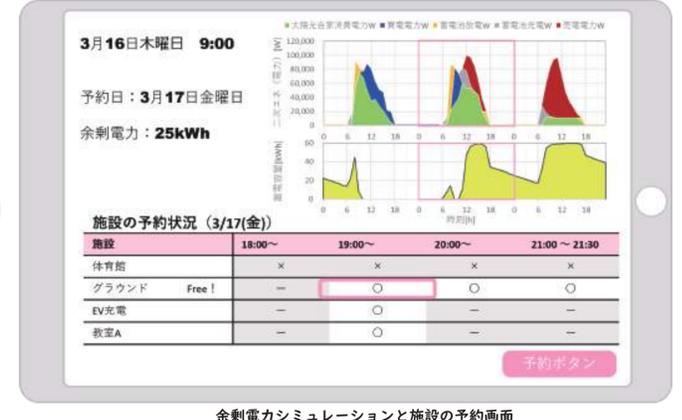
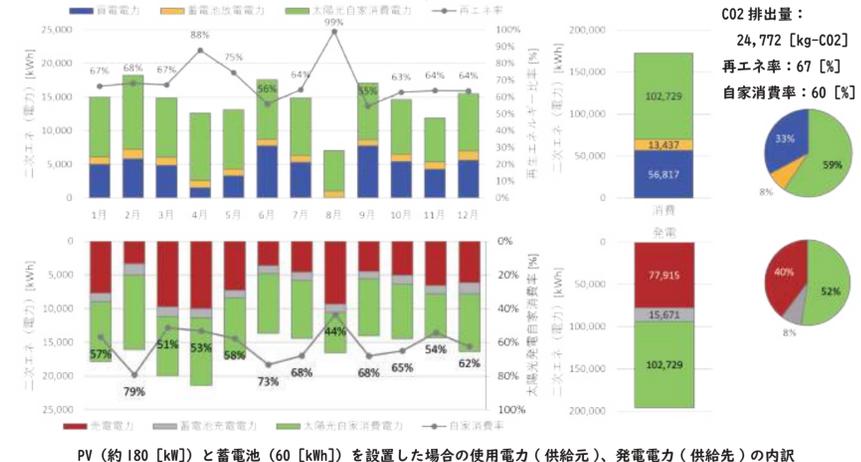
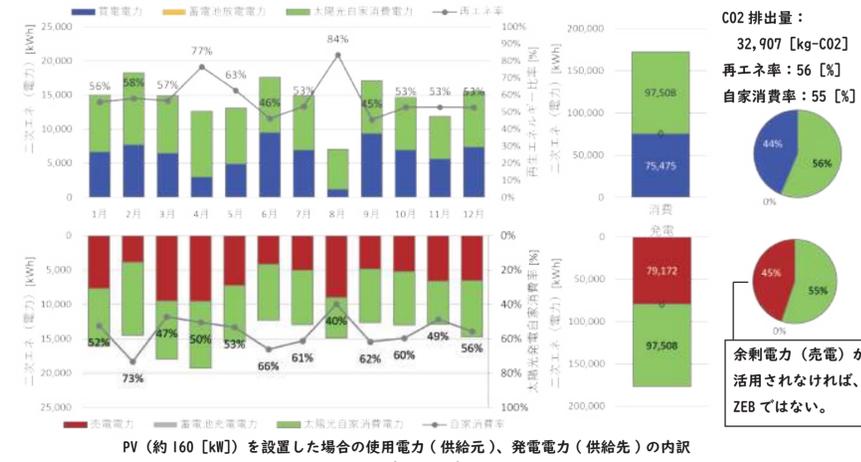
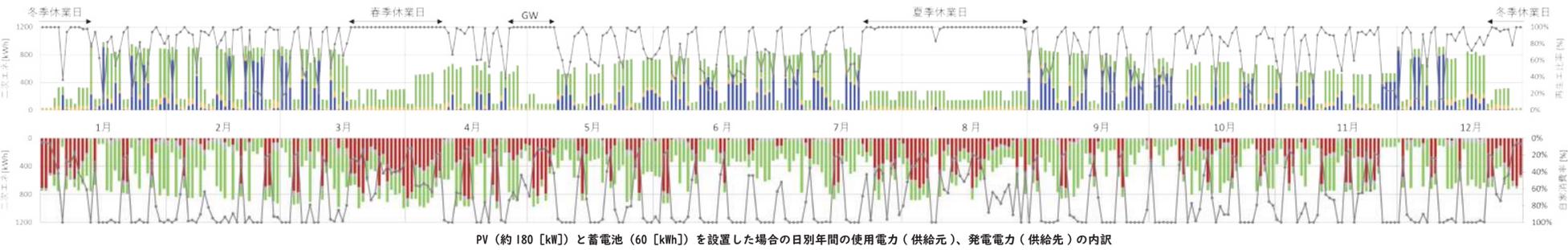
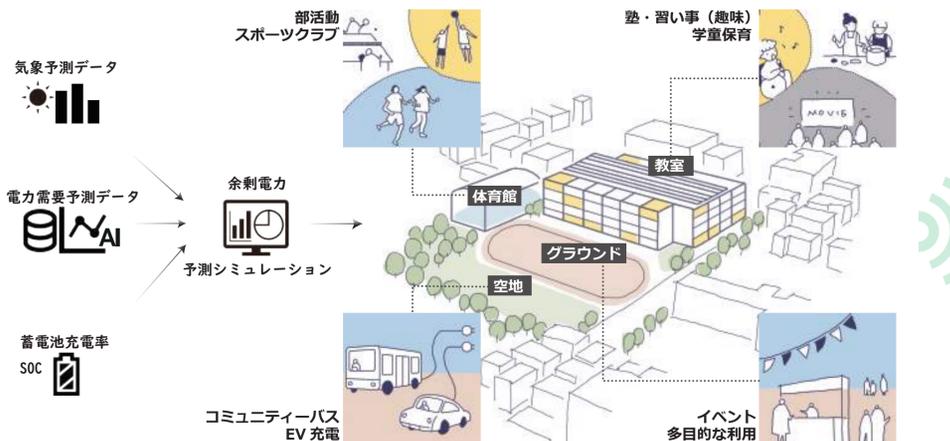
【運用コスト条件】
電気料金: 25 [円/kWh]
期間: 15 [年] ※劣化なし

【結果】
PV 容量: 180 [kW]
蓄電池容量: 60 [kWh]
再エネ率: 68 [%]
初期導入コスト: 4,140 [万円]



■気象・電力需要と余剰電力予測シミュレーションによる学校の有効活用

PV と蓄電池を活用することにより、再エネ率や自家消費率を向上させることが可能である。しかし、変動が大きい再エネ供給と、長期休業や土日休み等の学校側の需要変動により余剰電力 (売電) が発生する。ここでは、シミュレーションを用いて余剰電力の発生を 3 日後までシミュレーションし、地域へ情報発信することで学校の有効活用を促す方法を示す。シミュレーションに必要な日射量、気温は、気象サービス事業者より入手可能であり、電力需要はビッグデータ (過去の電力需要等の BEMS データ) から機械学習・AI を用いて予測する。蓄電池 SOC は初期条件として設定する。

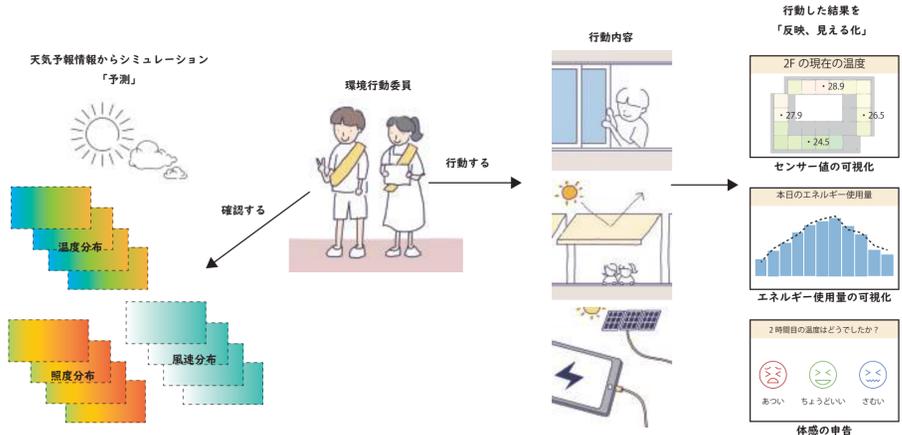


天気予報活用による行動に基づく省エネ運用

■天気予報を活用したシミュレーションと運用について

自然換気における窓開けの運用やオーニングの運用はその日の天気に影響を受けやすく、運用の結果は快適性やエネルギー使用量に影響をもたらす。そこで、天気予報情報を境界条件としたシミュレーション結果を生徒にお知らせすることでその日の運用方法を決定して行動に移してもらう仕組みを提案する。

シミュレーション結果を確認した生徒『環境行動委員』は、その日の行動内容を決定し運用を行う。行動した結果は、現地に設置されたセンサー値の可視化や、エネルギー使用量、体感の申告を通して快適性の確保や省エネルギーにつながっていることを確認する。



■シミュレーションシステム

取得できる天気予報情報

天気予報情報は、WebAPI サービスを利用し取得することが可能である。都市名もしくは緯度、経度で地点を設定し、3時間ごと5日分の天気予報情報を取得することが可能となっている。シミュレーションの境界条件として利用するのは、下表の青色で示す項目である。

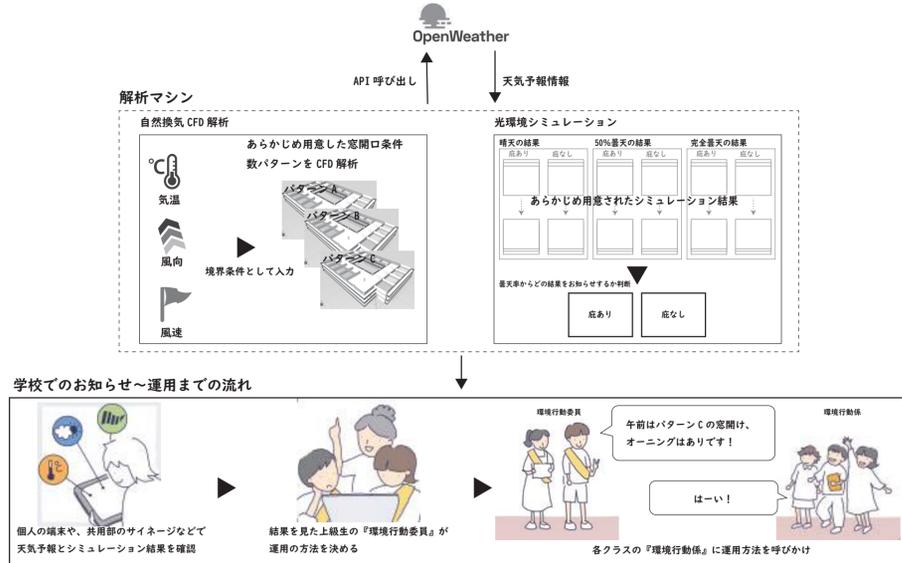
天気予報 WebAPI サービス名	地点の設定	取得できる期間や日数	DL 形式
Open Weather Map	都市名 緯度経度	3時間ごとを 5日分	json, xml

曇天率	気温	湿度	風速	風向	日射量	降水量	降雪量	視界	気圧	天候
○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
%	℃	%	m/s	°		mm			Pa	記号

シミュレーションの流れ

まず、シミュレーション段階において、解析マシンから API 呼び出しを行い天気予報情報を取得し、各シミュレーションにて必要なデータを取り出す。取り出した天気予報情報を利用し、学校で知らせるシミュレーションを実施、またはあらかじめ用意したシミュレーション結果で表示する内容を判断する。

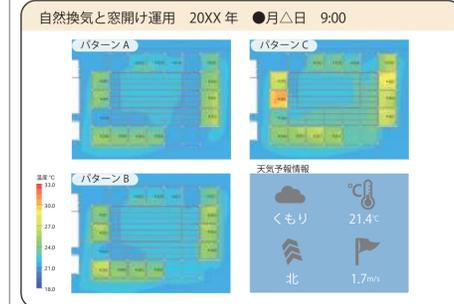
学校でのお知らせは、個人の端末や共用部のサイネージを通して行い、結果を見た上級生の『環境行動委員』が運用の方法を決定し、各クラスの『環境行動係』を通して学校全体へ呼びかけを行う。生徒自身が運用を決めることが環境学習の一環を担うと考えられる。



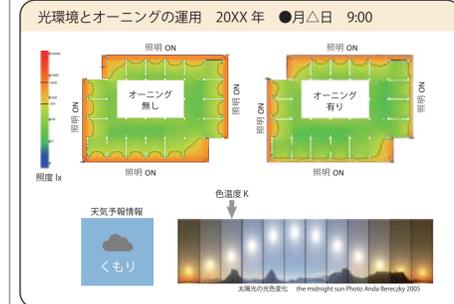
■1日のタイムライン

お知らせする内容

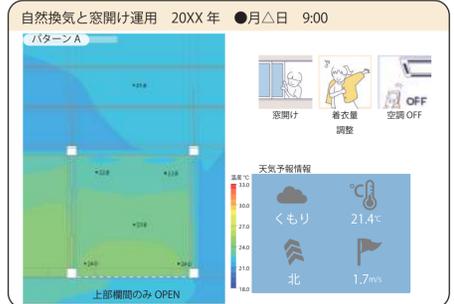
9:00
午前中の授業を受けるための環境づくり



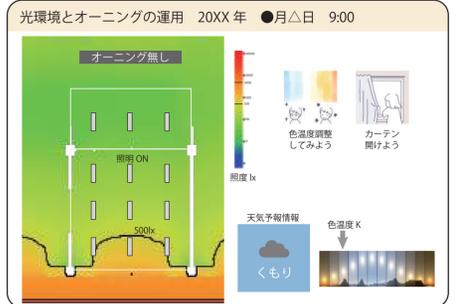
パターン数分の窓開けの結果を全部表示する。どの窓開けパターンで暑くなる教室があるかを確認することが出来る。



天候状況におけるオーニングの開け閉めの結果を表示する。オーニングの効果を確認できる。

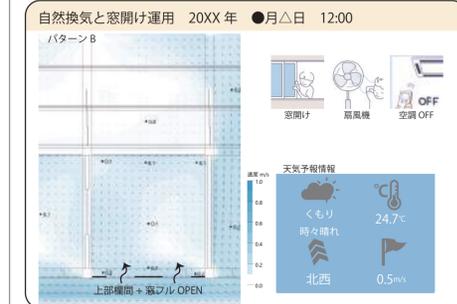


一つの教室を選ぶとどの窓を開ければいいか表示される。さらに快適に過ごすためのアクション内容が提示される。

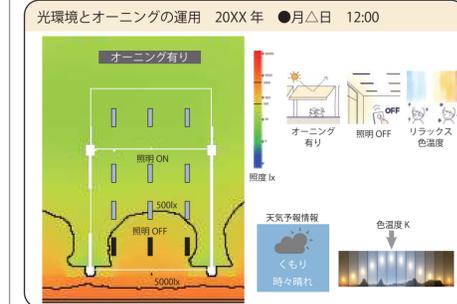


一つの教室を選ぶとその時間の天気に応じたオーニング操作の結果が表示される。さらに快適に過ごすためのアクション内容が提示される。

12:00
お昼休みは外を感じる環境づくり

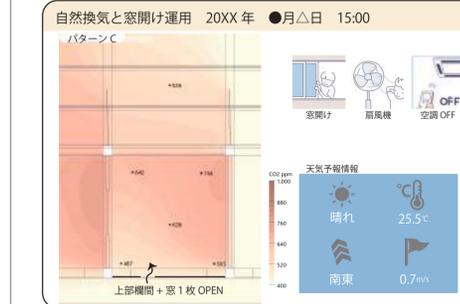


風速分布とベクトル表示で風の入り方や流れ方を確認できる。昼休みはより外気を導入可能できる運用へ。

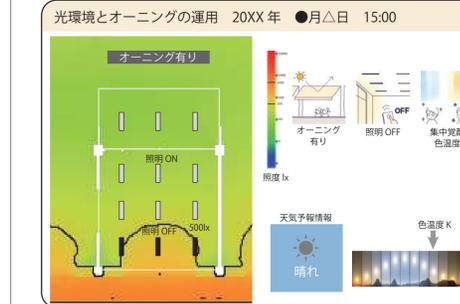


12:00 は、晴れ間が出てくる予報となり、窓際の照明を消すことができる。さらに快適に過ごすため、昼休みは色温度を下げることでリラックスできる光色をお勧めし選択できる運用へ。

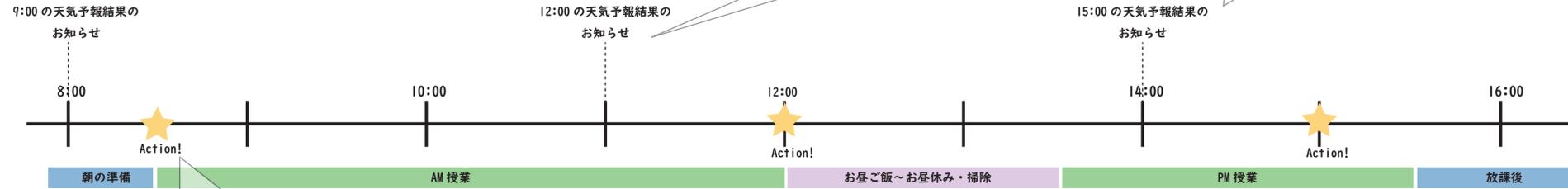
15:00
午後の授業を集中し放課後へ…。



C02 濃度分布の結果を見ることができ、換気の効果を確認することができる。授業に集中するため C02 濃度の低い窓開け運用を行う。



15:00 は、晴れ予報となり、窓際の照明を消すことができる。授業時間となるため覚醒効果がある色温度が高い光色をお勧めするアクションが表示される。



行動内容について

行動内容は大きく二つに分けている。ひとつは、『学校全体で協力して取り組む行動』である。窓開けやオーニングの運用などが挙げられる。『学校全体で協力して取り組む行動』は、教室一つ一つの運用が学校全体の環境に影響を与える行動で、天気予報を活用したシミュレーション結果をもとに行動が選ばれる。ふたつは『教室や個人単位でできる行動』である。教室や個人の過ごし方が学校全体の環境へ大きな影響を与えることのない行動である。ひとつの『学校全体で協力して取り組む行動』で学校全体の環境を決定しているが、さらに快適な環境にしたかったり、授業に必要な環境にしたかったりする場合にはこれらの行動を行うことになる。『学校全体で協力して取り組む行動』は天気予報を活用したシミュレーションによって効果に分かるようになっていくが、『教室や個人単位でできる行動』はそれぞれの行動の効果を確認しながら行動を決めることができる。そうすることで生徒自身が効果を確認しながら行動を決めることができる。そうすることで生徒自身が効果を確認しながら行動を決めることができる。

学校全体で協力して取り組む行動

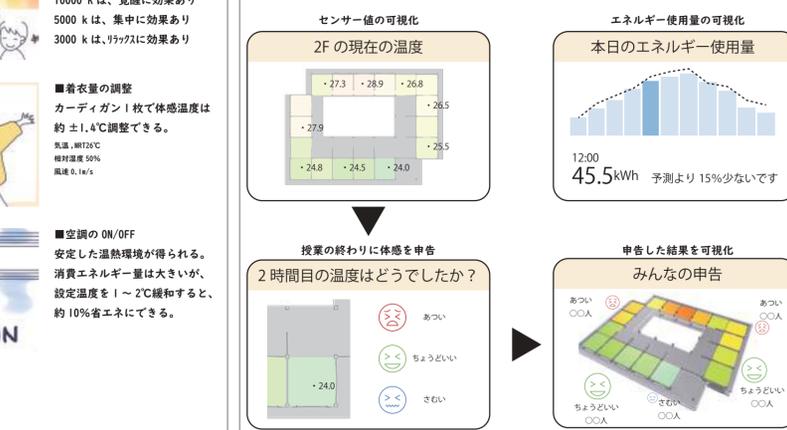
- 窓の開け閉め
- オーニングの有り無し
- 教室の移動
- 端末の充電

教室や個人単位で出来る行動

- カーテンの開け閉め
均一な明るさを確保できる。冬季にまぶしさを対策できる。暗くした授業のとき。
- 扇風機の活用
扇風機をつけると体感温度が約 1.2℃下がる。体を動かす授業、暑がりな人はおすすめ。
- 打ち水
バルコニーでの体感温度が約 0.9℃下がる。朝や夕方のおすすめ。
- 窓際の照明を OFF
500 ~ 5000lx の範囲で昼光利用により照明を消せる窓際！列灯によって教室あたり約 33% 省エネ。
- 色温度の調整
屋外の光色に合わせることが出来る (サーカディアン) 10000 K は、覚醒に効果あり 5000 K は、集中に効果あり 3000 K は、リラックスに効果あり
- 着衣量の調整
カーディガン1枚で体感温度は約 1.4℃調整できる。気温 20℃ 相対湿度 50% 風速 0.1 m/s
- 空調の ON/OFF
安定した温熱環境が得られる。消費エネルギー量は大きいですが、設定温度を 1 ~ 2℃緩和すると、約 10% 省エネにできる。

行動した結果の反映や体感申告

生徒が決めた運用の効果より体感してもらうために、現地に設置したセンサー値の可視化や、体感の申告、エネルギー使用量の可視化を行い、個人の端末や共用部のサイネージなどで確認できるように仕組みづくりを行う。蓄積されたセンサー値や体感申告、消費エネルギーのデータは将来機械学習を利用した運用へ活用されることが期待できる。



SABED環境シミュレーション設計賞2023【社会人部門】

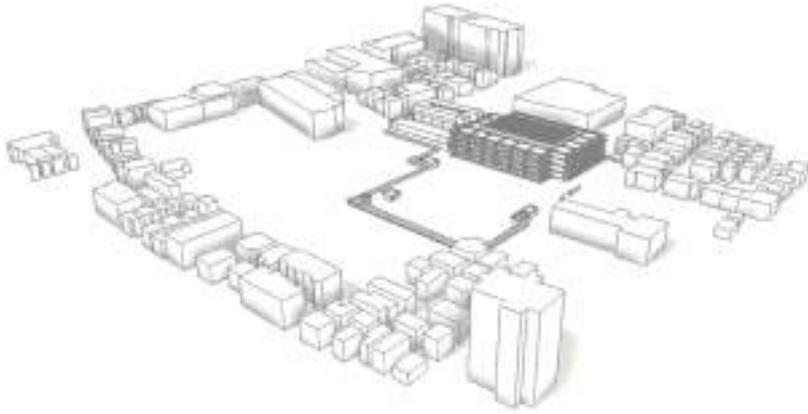
SDGsネイティブな学校生活 ーシミュレーションと行動で環境と共生する

説明シート

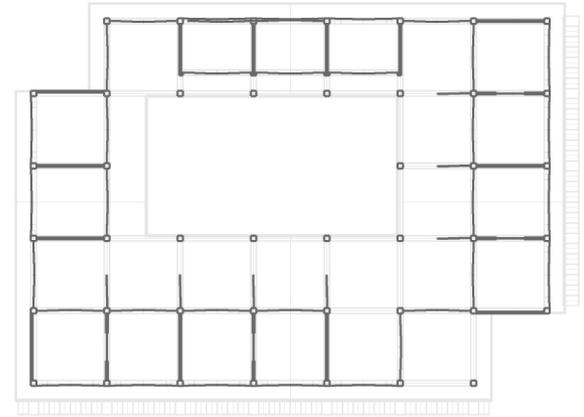
メンバー

- 飯田 玲香
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ エネルギーシミュレーション
- 内田 橘花
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ CFD担当
- 海上 亜耶
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ 意匠設計
- 金子 知弘
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ CFD、エネルギーシミュレーション
- 中曾 万里恵
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ 光環境シミュレーション
- 永瀬 修
株式会社 日建設計 環境デザインスタジオ 気象データ分析

建物情報



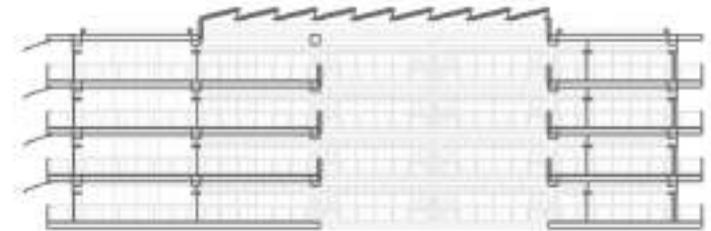
周辺建物を含めた3Dモデル



基準階平面図



長手方向断面図



短手方向断面図

建物情報

建物概要 (BASE)

敷地概要	建設場所	練馬
建物概要	建物用途学校	小学校
	延べ床面積	6,000㎡
	階数	4階
	建物高さ	+12.6m
空調設備	熱源設備	個別分散方式
	空調設備	EHP+全熱交換器
	換気設備	教室：第2種換気、トイレ等：第3種換気
衛生設備	給湯設備	電気給湯器（局所給湯）
電気設備	照明設備	蛍光灯
昇降機	エレベータ	積載重量450kg、速度45m/s、1台

※設備システムやBASE仕様は、建築物省エネ法の基準値算定根拠に示された仕様

建物情報

外皮仕様 (BASE)

部位	性能	備考
外壁	熱貫流率(U値)=0.98[W/m2K]	コンクリート150mm、断熱25mm
窓 ※ガラス+サッシの性能	U値 = 6.02[W/m2K] 日射熱取得率(η値)=0.7[-] 窓面積率=30[%]	単板ガラス 5mm、 明色ブラインド、アルミサッシ、
屋根	U値=0.52[W/m2K]	コンクリート150mm、断熱50mm

内部発熱及び外気量 (BASE)

項目	条件	備考
外気量	12.5[CMH]	25[CMH/人]
内部発熱	人員密度：0.5[人/m2] 照明：11.5[W/m2] 機器：0.5[W/m2]	教室

空調条件 (BASE)

項目	条件	備考
冷暖房期間	暖房：12～3月、冷房：4～11月	
設定温度	暖房：22℃、冷房：26℃	
熱源COP	3.24	EHP

計画敷地・気象データについて

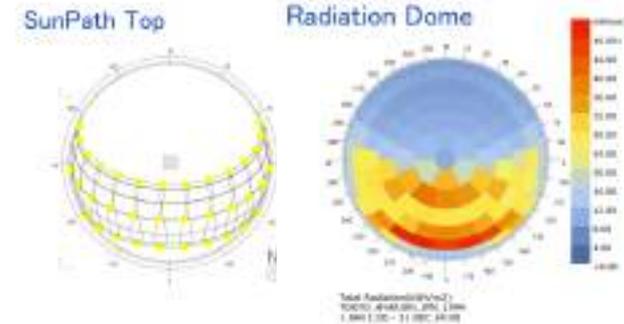
◆練馬の気象分析

拡張アメダス気象データを基に気象分析を行った。

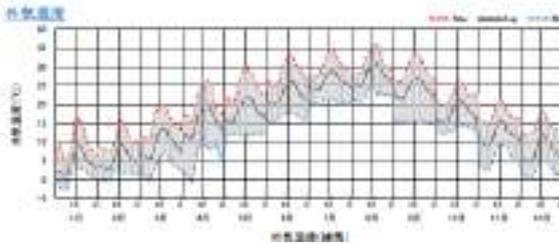
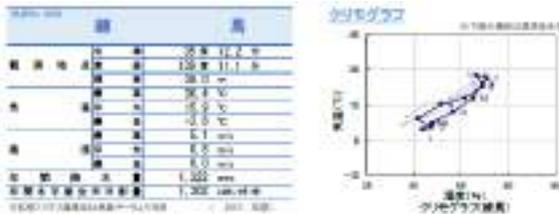
- 本検討では、気象予報を用いた事前予測を行っているため、将来予測値も含めた比較を行った。
- 右表より、2020年の最高気温は37.2°Cに対し2086年では、39.4°Cと2.2°C上昇している。

気象データによる温度変化

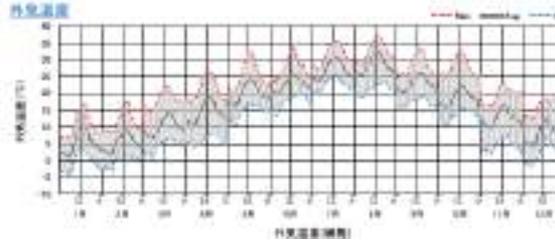
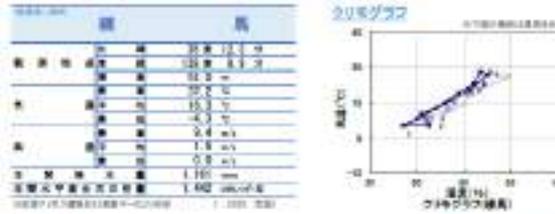
気象データ		標準年		将来予測
		2010	2020	2086
気温[°C]	最高	36.4	37.2	39.4
	平均	15.9	16.3	18.0
	最低	-2.8	-4.3	-0.4



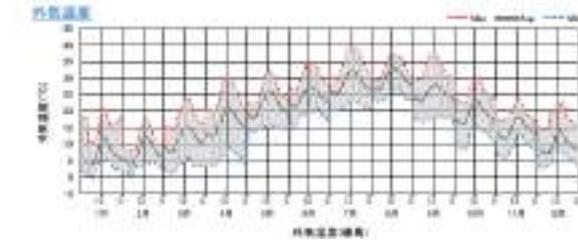
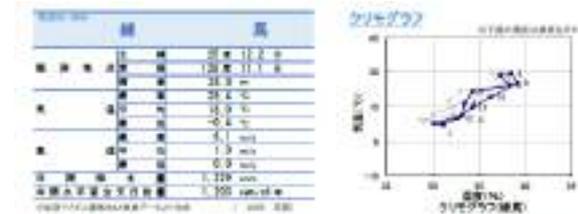
2010年標準年（練馬）



2020年標準年（練馬）



2086年予測（練馬）



計画敷地・気象データについて

◆自然換気が可能な割合

練馬における自然換気が可能な時間集計を行った。

【算出条件】

気温：18℃～26℃

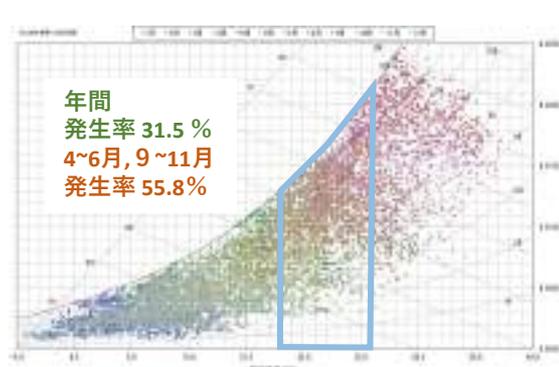
時刻：8時～15時

- 気象データによって数値は異なるが、中間期（4-6月、9-11月）では50%以上が自然換気が有効な時間帯である。
- 今回、2086年予測のデータを用いたが、年間の発生率は大きく変わらないが、暑くなる7~8月で発生率が下がり、冬期には増える傾向がみられた。

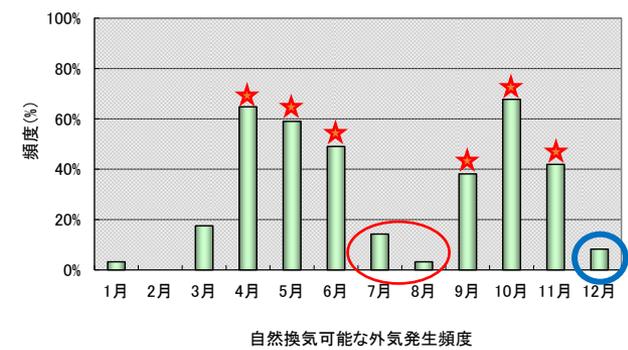
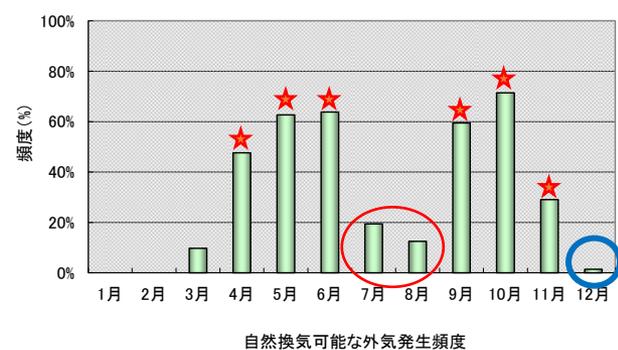
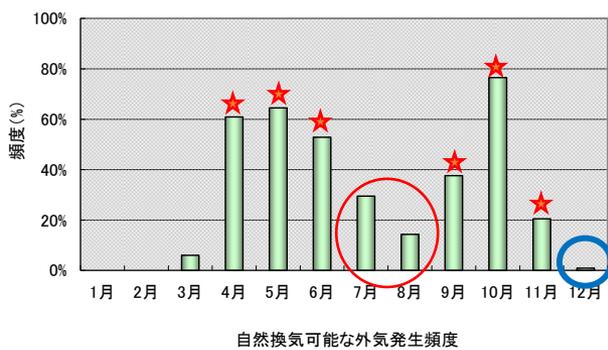
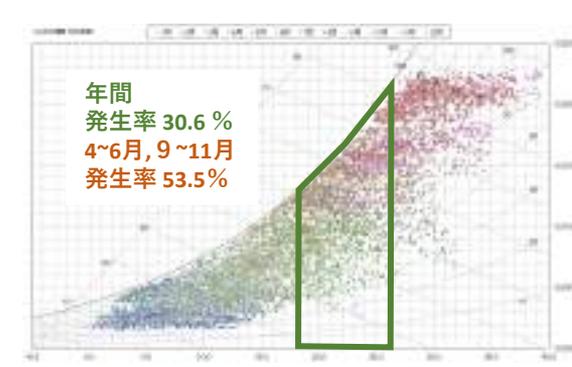
2010年標準年（練馬）



2020年標準年（練馬）



2086年予測（練馬）

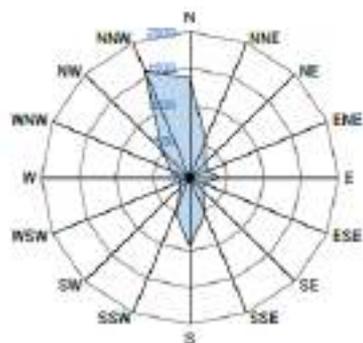


計画敷地・気象データについて

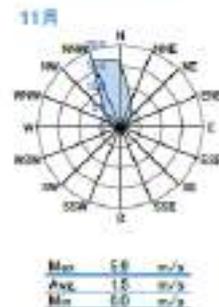
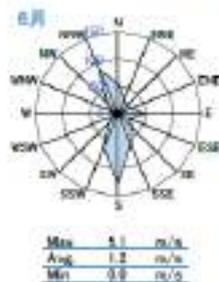
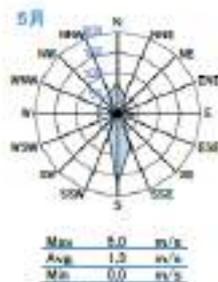
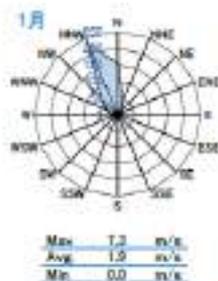
◆風配図（練馬、2020年標準年）

練馬		
緯度	35 度 12.3 分	
経度	139 度 9.9 分	
標高	51.0 m	
風速（年間）	最高	9.4 m/s
	平均	1.5 m/s
	最低	0.0 m/s

気象庁アメダス標準年々々気象データ（標準年）(2020年度)
 (1) 4ヶ月前半期で地上高さ10mに設置した風速
 (2) 観測間 0700~2700 (1~24時)



年間風配図(練馬)



①エネルギーシミュレーション

エネルギーシミュレーションモデルの概要

- 建築物省エネ法のモデル建物（5,000m²）の室用途構成や設備システムをベースとし、教室等の方位や庇等の設定を変更して検討を実施。
- BEST設計ツール v 3.1.1にて算出



室用途の構成（面積率）



エネルギーシミュレーションモデル「省エネ」

◆空調設備の仕様（室外機）

□室外機												
No	名称	種類	冷房 (kW)				暖房 (kW)				冷媒配管長(平均)(m)	冷媒管高低差(平均)(m)
			能力	消費電力	燃料消費量	COP	能力	消費電力	燃料消費量	COP		
1	RC-1 1F 教室1	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	22.87	5.88	-	3.89	24.87	6.4	-	3.89	25	10
2	RC-2 1F 教室2	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	22.87	5.88	-	3.89	24.87	6.4	-	3.89	25	10
3	RC-3 1F 教室3	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	23.53	6.05	-	3.89	25.59	6.58	-	3.89	25	10
4	RC-4 2F 教室6	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	19.38	4.99	-	3.88	21.07	5.42	-	3.89	25	10
5	RC-5 2F 教室5	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	23.02	5.92	-	3.89	25.03	6.44	-	3.89	25	10
6	RC-6 2F 教室4	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	22.74	5.85	-	3.89	24.73	6.36	-	3.89	25	10
7	RC-7 2F 教室1	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	19.92	5.12	-	3.89	21.66	5.57	-	3.89	25	10
8	RC-8 2F 教室2	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	19.92	5.12	-	3.89	21.66	5.57	-	3.89	25	10
9	RC-9 2F 教室3	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	20.44	5.26	-	3.89	22.22	5.72	-	3.88	25	10
10	RC-10 3F 図書室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	29.54	7.6	-	3.89	32.12	8.27	-	3.88	25	10
11	RC-11 1F 放送室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	5.4	1.39	-	3.88	5.86	1.51	-	3.88	25	10
12	RC-12 1F 印刷室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	6.72	1.73	-	3.88	7.31	1.88	-	3.89	25	10
13	RC-13 3F OA室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	41.64	10.71	-	3.89	45.27	11.64	-	3.89	25	10
14	RC-14 1F 特別教室1	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	23.53	6.05	-	3.89	25.59	6.58	-	3.89	25	10
15	RC-15 1F 特別教室2	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	22.87	5.88	-	3.89	24.87	6.4	-	3.89	25	10
16	RC-16 1F 特別教室3	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	21.98	5.66	-	3.88	23.9	6.14	-	3.89	25	10
17	RC-17 2F LL室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	15.01	3.86	-	3.89	16.32	4.2	-	3.89	25	10
18	RC-18 3F 音楽室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	39.8	10.24	-	3.89	43.28	11.13	-	3.89	25	10
19	RC-19 3F 美術室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	19.96	5.13	-	3.89	21.7	5.58	-	3.89	25	10
20	RC-20 1F 応接	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	16.63	4.29	-	3.88	18.02	4.39	-	4.1	25	10
21	RC-21 2F 相談室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	3.95	1.01	-	3.91	4.28	1.04	-	4.12	25	10
22	RC-22 1F 事務室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	5.09	1.31	-	3.89	5.51	1.34	-	4.11	25	10
23	RC-23 2F 事務室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	2.8	0.72	-	3.89	3.03	0.73	-	4.15	25	10
24	RC-24 1F 校長室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	4.54	1.17	-	3.88	4.91	1.2	-	4.09	25	10
25	RC-25 1F 職員室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	30.73	7.9	-	3.89	33.26	8.11	-	4.1	25	10
26	RC-26 2F 保健室	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	3.96	1.02	-	3.88	4.29	1.04	-	4.13	25	10
27	RC-27 2F 食堂	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	50.1	12.89	-	3.89	52.35	13.46	-	3.89	25	10
28	RC-28 2F 売店	EHP_ビルマルチ_標準冷暖切替	4.24	1.09	-	3.89	4.43	1.14	-	3.89	25	10

◆空調設備の仕様（室内機）

□室内機															
No	名称	種類	冷房			暖房			送風量(m3/h)	タイプ	全熱交換器			外気量(m3/h)	加温能力(kg/h)
			能力(kW)	消費電力(kW)	吹出温度(°C)	能力(kW)	消費電力(kW)	吹出温度(°C)			熱交換効率(%)	バイパス	消費電力(kW)		
1	ACP-1 1F 教室1	室内機+全熱交換器	14.52	0.81	-	15.79	0.81	-	2613.94	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
2	ACP-2 1F 教室2	室内機+全熱交換器	14.52	0.81	-	15.79	0.81	-	2613.94	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
3	ACP-3 1F 教室3	室内機+全熱交換器	14.94	0.83	-	16.25	0.83	-	2689.37	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
4	ACP-4 2F 教室6	室内機+全熱交換器	12.3	0.68	-	13.38	0.68	-	2214.86	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
5	ACP-5 2F 教室5	室内機+全熱交換器	14.61	0.81	-	15.89	0.81	-	2630.4	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
6	ACP-6 2F 教室4	室内機+全熱交換器	14.44	0.8	-	15.7	0.8	-	2598.86	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
7	ACP-7 2F 教室1	室内機+全熱交換器	12.65	0.7	-	13.75	0.7	-	2276.57	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
8	ACP-8 2F 教室2	室内機+全熱交換器	12.65	0.7	-	13.75	0.7	-	2276.57	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
9	ACP-9 2F 教室3	室内機+全熱交換器	12.98	0.72	-	14.11	0.72	-	2335.54	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
10	ACP-10 3F 図書室	室内機+全熱交換器	18.76	1.04	-	20.4	1.04	-	3376.46	カセット型	70	あり	0	1875	13.05
11	ACP-11 1F 放送室	室内機+全熱交換器	3.43	0.19	-	3.73	0.19	-	616.68	カセット型	70	あり	0	328.12	2.28
12	ACP-12 1F 印刷室	室内機+全熱交換器	4.27	0.24	-	4.64	0.24	-	768	カセット型	70	あり	0	375	2.61
13	ACP-13 3F O.A室	室内機+全熱交換器	26.43	1.47	-	28.74	1.47	-	4758.25	カセット型	70	あり	0	1953.12	13.59
14	ACP-14 1F 特別教室1	室内機+全熱交換器	14.94	0.83	-	16.25	0.83	-	2689.37	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
15	ACP-15 1F 特別教室2	室内機+全熱交換器	14.52	0.81	-	15.79	0.81	-	2613.94	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
16	ACP-16 1F 特別教室3	室内機+全熱交換器	13.96	0.77	-	15.18	0.77	-	2512.46	カセット型	70	あり	0	1187.5	8.26
17	ACP-17 2F LL室	室内機+全熱交換器	9.53	0.53	-	10.37	0.53	-	1715.66	カセット型	70	あり	0	1000	6.96
18	ACP-18 3F 音楽室	室内機+全熱交換器	25.27	1.41	-	27.48	1.41	-	4549.03	カセット型	70	あり	0	2500	17.4
19	ACP-19 3F 美術室	室内機+全熱交換器	12.67	0.7	-	13.78	0.7	-	2280.69	カセット型	70	あり	0	1250	8.7
20	ACP-20 1F 応接	室内機+全熱交換器	13.68	0.71	-	14.81	0.71	-	2461.97	カセット型	70	あり	0	312.5	4.06
21	ACP-21 2F 相談室	室内機+全熱交換器	3.25	0.18	-	3.52	0.18	-	584.47	カセット型	70	あり	0	131.25	1.7
22	ACP-22 1F 事務室	室内機+全熱交換器	4.18	0.22	-	4.52	0.22	-	752.75	カセット型	70	あり	0	250	3.25
23	ACP-23 2F 事務室	室内機+全熱交換器	2.3	0.11	-	2.49	0.11	-	413.65	カセット型	70	あり	0	75	0.97
24	ACP-24 1F 校長室	室内機+全熱交換器	3.73	0.2	-	4.04	0.2	-	671.36	カセット型	70	あり	0	206.25	2.68
25	ACP-25 1F 職員室	室内機+全熱交換器	25.26	1.33	-	27.33	1.33	-	4546.65	カセット型	70	あり	0	950	12.34
26	ACP-26 2F 保健室	室内機+全熱交換器	3.26	0.18	-	3.53	0.18	-	586.25	カセット型	70	あり	0	131.25	1.7
27	ACP-27 2F 食堂	室内機+全熱交換器	31.81	1.77	-	34.58	1.77	-	5724.91	カセット型	70	あり	0	3437.5	33.79
28	ACP-28 2F 売店	室内機+全熱交換器	2.69	0.15	-	2.92	0.15	-	484.05	カセット型	70	あり	0	375	3.69

◆換気設備の仕様

□非空調室換気設備																
No	系統名	換気制御		フロア名称	室番号	運転時間(h)	排気					給気				
		種類	台数				ファンの種類	風量(m3/h)	静圧(Pa)	消費電力(kW)	高効率電動機	ファンの種類	風量(m3/h)	静圧(Pa)	消費電力(kW)	高効率電動機
1	Fan_1	インバータ方式	1	非空調室	1F 設備機械室	9760	シロココファン片吸込み	1575	300	-	あり	シロココファン片吸込み	1575	300	-	あり
2	Fan_2	インバータ方式	1	非空調室	1F 物入	9760	シロココファン片吸込み	26	300	-	あり	シロココファン片吸込み	26	300	-	あり
3	Fan_3	インバータ方式	1	非空調室	2F 物入	9760	シロココファン片吸込み	26	300	-	あり	シロココファン片吸込み	26	300	-	あり
4	Fan_4	インバータ方式	1	非空調室	3F 物入	9760	シロココファン片吸込み	45	300	-	あり	シロココファン片吸込み	45	300	-	あり
5	Fan_5	インバータ方式	1	非空調室	1F 雑品庫1	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
6	Fan_6	インバータ方式	1	非空調室	1F 雑品庫2	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
7	Fan_7	インバータ方式	1	非空調室	1F 雑品庫3	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
8	Fan_8	インバータ方式	1	非空調室	1F 雑品庫4	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
9	Fan_9	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫1	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
10	Fan_10	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫2	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
11	Fan_11	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫3	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
12	Fan_12	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫6	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
13	Fan_13	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫5	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
14	Fan_14	インバータ方式	1	非空調室	2F 雑品庫4	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
15	Fan_15	インバータ方式	1	非空調室	3F 雑品庫2	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
16	Fan_16	インバータ方式	1	非空調室	3F 雑品庫1	9760	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり	シロココファン片吸込み	162	300	-	あり
17	Fan_17	インバータ方式	1	非空調室	1F 便所1	2410	シロココファン片吸込み	2124	300	-	あり	シロココファン片吸込み	2124	300	-	あり
18	Fan_18	インバータ方式	1	非空調室	1F 便所2	2410	シロココファン片吸込み	2304	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
19	Fan_19	インバータ方式	1	非空調室	2F 便所3	2410	シロココファン片吸込み	243	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
20	Fan_20	インバータ方式	1	非空調室	2F 便所1	2410	シロココファン片吸込み	2124	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
21	Fan_21	インバータ方式	1	非空調室	2F 便所2	2410	シロココファン片吸込み	2304	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
22	Fan_22	インバータ方式	1	非空調室	3F 便所1	2410	シロココファン片吸込み	1452	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
23	Fan_23	インバータ方式	1	非空調室	3F 便所2	2410	シロココファン片吸込み	1435	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
24	Fan_24	インバータ方式	1	非空調室	1F 準備室1	2410	シロココファン片吸込み	650	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
25	Fan_25	インバータ方式	1	非空調室	1F 準備室2	2410	シロココファン片吸込み	390	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
26	Fan_26	インバータ方式	1	非空調室	1F 倉庫	2410	シロココファン片吸込み	292	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
27	Fan_27	インバータ方式	1	非空調室	1F 更衣室1	2410	シロココファン片吸込み	360	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
28	Fan_28	インバータ方式	1	非空調室	1F 更衣室2	2410	シロココファン片吸込み	360	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
29	Fan_29	インバータ方式	1	非空調室	1F ロッカー	2410	シロココファン片吸込み	325	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
30	Fan_30	インバータ方式	1	非空調室	2F ロッカー1	2410	シロココファン片吸込み	325	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
31	Fan_31	インバータ方式	1	非空調室	2F ロッカー2	2410	シロココファン片吸込み	325	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
32	Fan_32	インバータ方式	1	非空調室	2F 更衣室1	2410	シロココファン片吸込み	198	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
33	Fan_33	インバータ方式	1	非空調室	2F 更衣室2	2410	シロココファン片吸込み	252	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
34	Fan_34	インバータ方式	1	非空調室	3F 乗降庫	2410	シロココファン片吸込み	488	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
35	Fan_35	インバータ方式	1	非空調室	3F 倉庫	2410	シロココファン片吸込み	938	300	-	あり	(選択なし)	-	-	-	-
36	Fan_36	インバータ方式	1	非空調室	2F 倉庫(食品庫)	1205	シロココファン片吸込み	507	300	-	あり	シロココファン片吸込み	507	300	-	あり

◆給湯設備の仕様

□給湯使用量の計算

No	フロア名称	室番号	室用途	面積(m ²)	標準人員密度 (人/m ²)	標準給湯原単位 (L/人・日、L/m ² ・日)	節湯器具	計画給湯原単位 (L/人・日、L/m ² ・日)	計画給湯(L/日)	給湯機器系統タイプ	給湯機器系統選択
1	非空調室	1F 更衣室1	学校等 / 更衣室又は倉庫	30	0.1	62	なし	62	186	一管式個別給湯	Boiler_19
2	非空調室	1F 更衣室2	学校等 / 更衣室又は倉庫	30	0.1	62	なし	62	186	一管式個別給湯	Boiler_20
3	非空調室	2F 更衣室1	学校等 / 更衣室又は倉庫	16.5	0.1	62	なし	62	102.3	一管式個別給湯	Boiler_21
4	非空調室	2F 更衣室2	学校等 / 更衣室又は倉庫	21	0.1	62	なし	62	130.2	一管式個別給湯	Boiler_22

□一管式個別給湯方式

No	名称	給湯機器	加熱能力(kW)	消費電力(kW)	燃料消費量(kW)	定格COP	貯湯量(L)	台数
1	Boiler_19	電気温水器	10	10	0	1	20	1
2	Boiler_20	電気温水器	10	10	0	1	20	1
3	Boiler_21	電気温水器	10	10	0	1	20	1
4	Boiler_22	電気温水器	10	10	0	1	20	1

先止まり配管設備

平均配管長さ(m)	5
代表口径	20A

省エネ手法

◆ 「BASE」 に対する変更事項

照明	LED化：教室の照明電力5[W/m ²] 昼光利用制御：窓から3列（2m間隔）にて調光制御を行う。 設定照度500Lx、効率83[lm/W]、自動ブラインド制御	LED化・昼光利用制御にて、照明の一次エネルギー消費量は、60%程度の省エネ効果があり、建物全体の約20%の一次エネルギー消費量を削減できる。
換気	換気制御：インバータ方式 高効率電動機の採用	換気ファン高効率化により、換気ファンの一次エネルギー消費量は約半分となる。
断熱	外壁：断熱45mm（U値=0.66） 窓：窓面積率70[%]、樹脂サッシ、高日射遮蔽型Low-ε（U値=1.74[W/m ² K]、η値=0.24[-]、日射透過率=0.19[-]） 庇：水平庇1.5m(窓高さ3m)	窓面積率を70%程度に大きくしたものの、屋根、外壁、窓の断熱及び、庇の採用により、空調熱源の一次エネルギー消費量で約10%程度の省エネ効果があった。
空調	全熱交換器の熱交換効率：70% 外気カット 熱源容量の最適化：約90%程度の容量 熱源COP：3.9（冷房）	全熱交換器の効率を上げることで外気負荷を低減し、断熱や外気カット等の効果を加味して熱源の容量を最適化した。また、熱源効率を上げることにより、空調熱源エネルギー消費量を約20%程度削減した。

太陽光パネルの方位角、傾斜角の最適化

- サロゲートベースの遺伝的アルゴリズムによる太陽光パネルによる年間の発電量の最大化検討
- 電力から一次エネルギーの算出式

$$\text{二次エネルギー (電力) } J \times 9,760/3,600 = \text{一次エネルギー} J$$

PVと蓄電池の最適化

・ サロゲートベースの遺伝的アルゴリズムによる再エネ率と初期導入コストの多目的最適化検討

・ 運用コスト（15年分）の算出根拠

1年間の電力使用量：172,983 [kWh/年]

目標とする再エネ率：65%

削減できる電力量：112,439 [kWh/年]

電気料金：25 [円/kWh] 参考：TEPCO業務用電力（契約電力500kW未満）

期間：15 [年]

削減できる運用コスト：42,164,687 [円]

・ 初期導入コストの算出根拠

項目名	初期導入コスト
太陽光パネルの容量[kW]	18万円/kW
蓄電池の容量[kWh]	15万円/kW

出典：経済産業省 令和4年度 エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（定置用蓄電システムの普及拡大策の検討に向けた調査）調査報告書

・ 再エネ100宣言 <https://saiene.jp/>

気象・電気需要予測と余剰電力のシミュレーション

学校施設の利用方法

- ・キッチンカー、マーケットの開催
- ・授業（消費電力が大きい）開催
- ・タブレットを充電する。

・校庭・体育館の利用促進

- ・ [スポーツ庁「学校体育施設の有効活用に関する手引き 令和2年3月」](#)
- ・ [グラウンドの照明消費電力](#)
- ・ [徳島市宮井小学校 | スポーツ施設照明 グラウンド | 納入事例 | 岩崎電気 \(iwasaki.co.jp\)](#)

・コミュニティーバス、EV充電

気象データ

- ・ 気象庁の気象予測

<https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/shiyou/>

- ・ 気象データ予測のAPIサービス

<https://www.wxbc.jp/memberserviceintroduction/>

②光環境シミュレーション

検討内容

学校教室に求められる光環境

1) 直射とグレア

- ・カーテンで閉はなく屋外は見える状況を理想とする
- ・拡散光（天空光）を取り入れ、室内は均斉度を確保
→最大と最小照度が10：1を超えないことが望ましい
- ・明るさ感を上げる
- ・教室及び黒板に必要な照度 →300～500lx以上

2) 目の疲れと覚醒度

- ・サーカディアンリズムに合わせた光環境
→色温度可変の照明器具より可能
→自然光をセンシングすることで色温度を合わせる
- ・グリーンの配置で眼精疲労を緩和

→運用時の環境調整で可能なもの

- ・庇によるグレアカット時間の算出
(天気予報→まぶしい時間を予測→アクションを促す)
- ・色温度変化（サーカディアン）の可視化
- ・自然光と室内照明の照度バランスの調整
- ・グレアが生じる可能性のある席を知らせる（移動教室を促す）

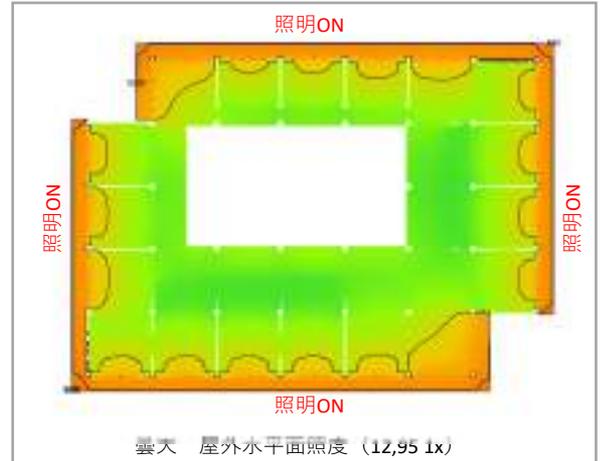
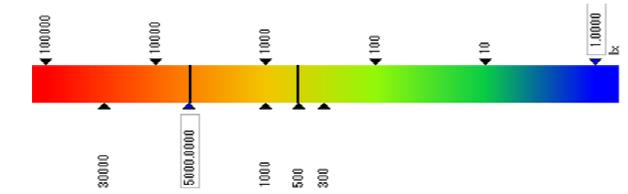
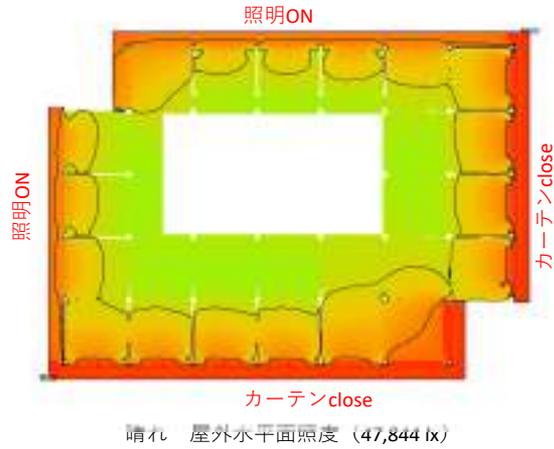
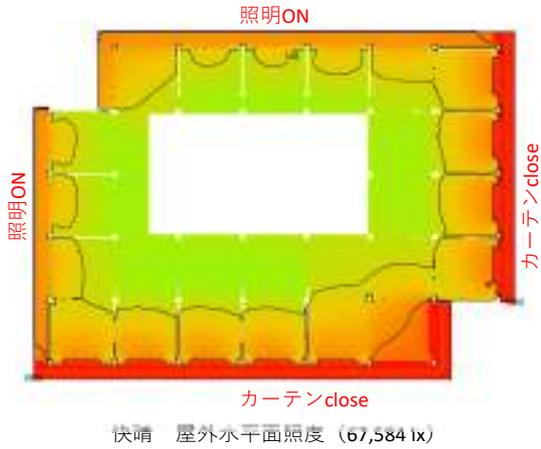
グン		
採光及び照明	(16) 照度	(7) 教室及びそれに準ずる場所の <u>照度の下限値は、300 lx（ルクス）</u> とする。また、 <u>教室及び黒板の照度は、500 lx以上</u> であることが望ましい。 (4) 教室及び黒板のそれぞれの <u>最大照度と最小照度の比は、10：1</u> を超えないこと。また、 <u>10：1を超えないことが望ましい</u> 。 (5) コンピュータ教室等の机上の照度は、500～1000 lx程度が望ましい。 (6) テレビやコンピュータ等の画面の垂直面照度は、160～500 lx程度が望ましい。 (8) その他の場所における照度は、工業標準化法（昭和24年法律第186号）に基づく日本工業規格（以下「日本工業規格」という。）Z 9110 に規定する学校施設の人工照明の照度基準に適合すること。
	(17) まぶしさ	(7) 児童生徒等から見て、黒板の外側 15° 以内の範囲に輝きの強い光源（昼光の場合は窓）がないこと。

学校環境衛生基準（平成21年文部科学省告示第60号）

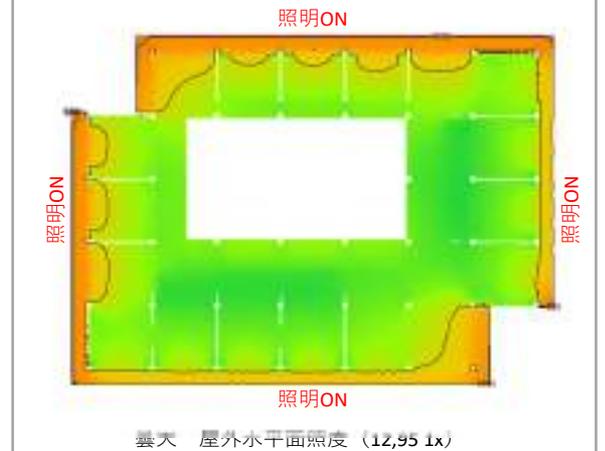
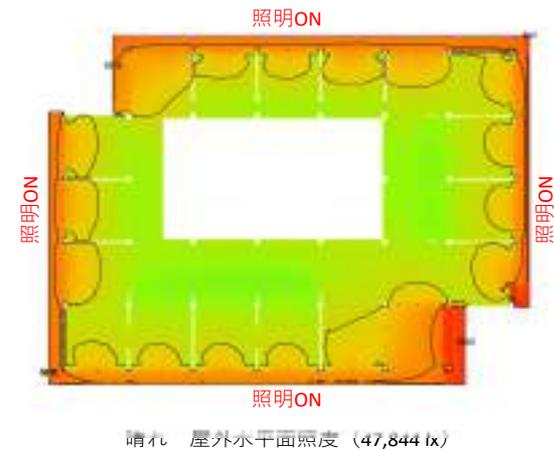
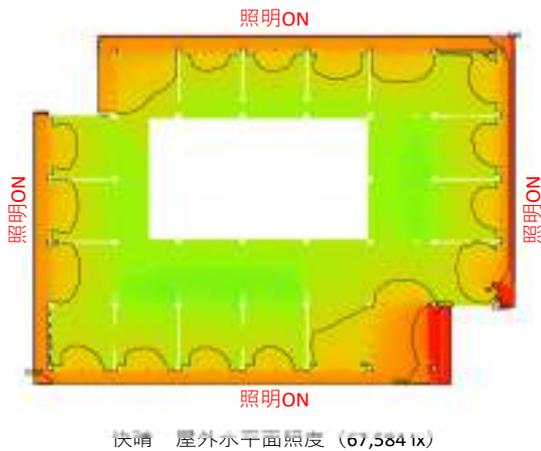
解析結果

※地盤面の反射なし

10/3 9:00 可動庇なし



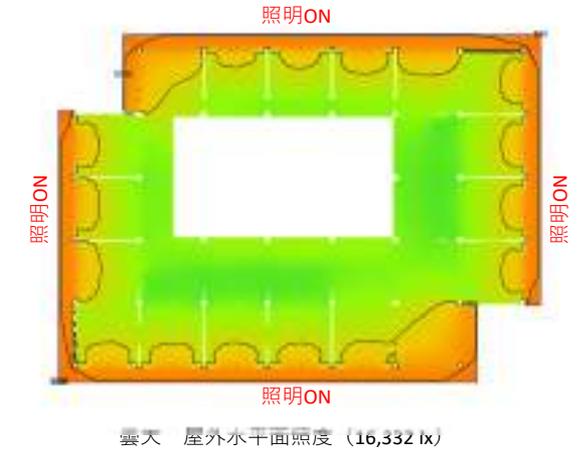
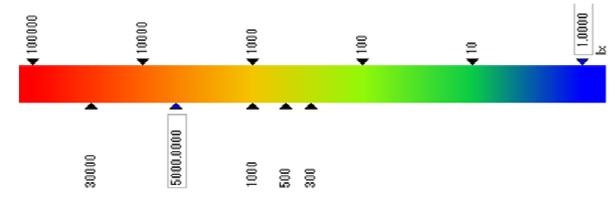
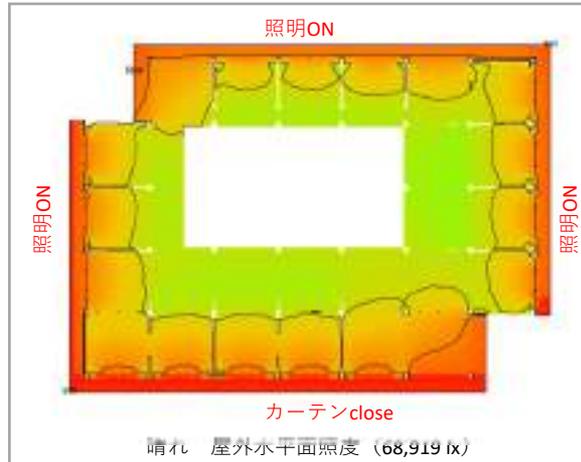
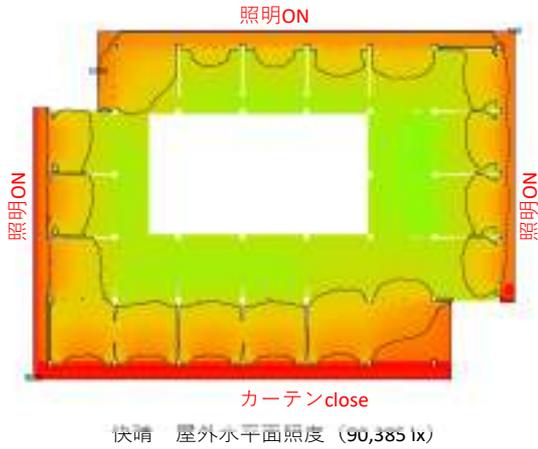
10/3 9:00 可動庇あり



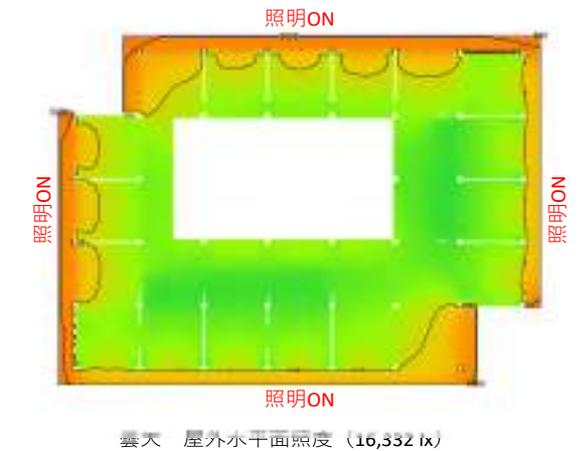
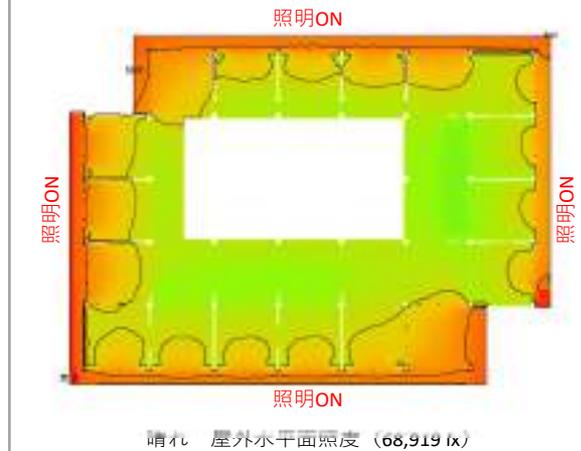
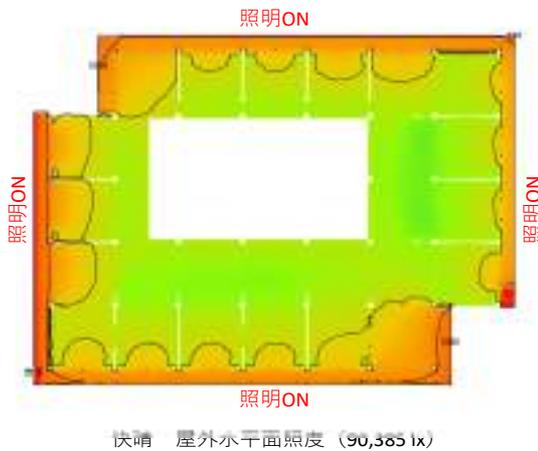
解析結果

※地盤面の反射なし

10/3 12:00 可動庇なし

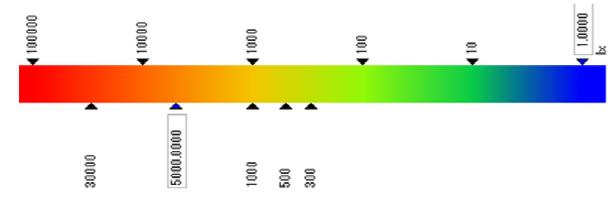


10/3 12:00 可動庇あり

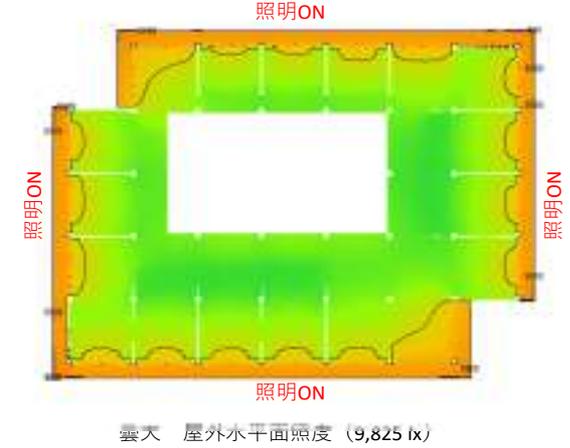
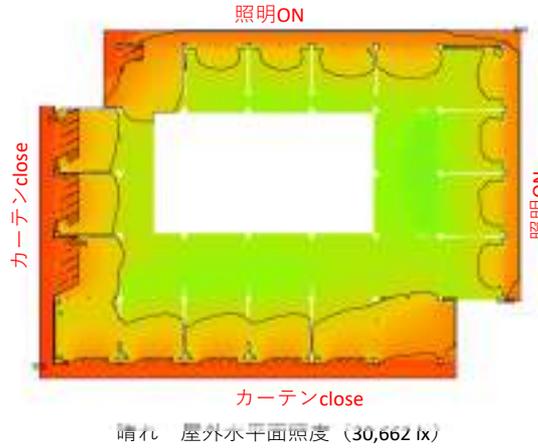
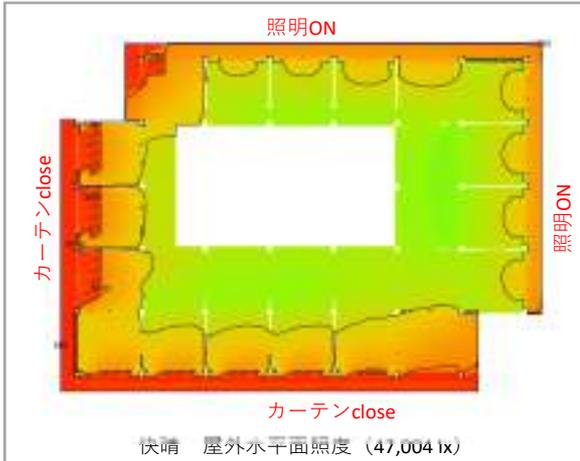


解析結果

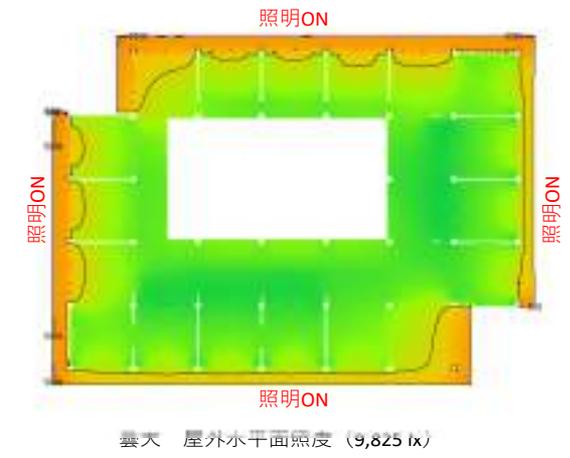
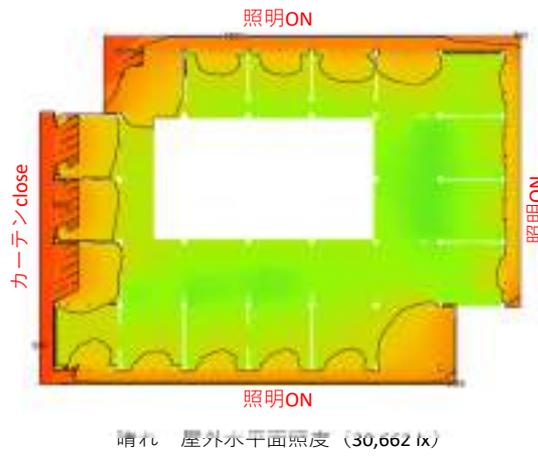
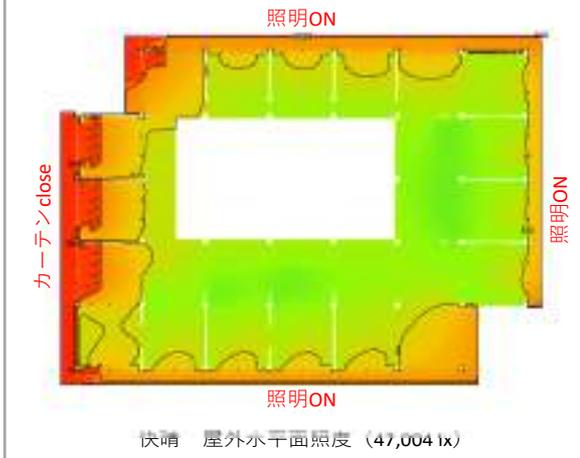
※地盤面の反射なし



10/3 15:00 可動庇なし



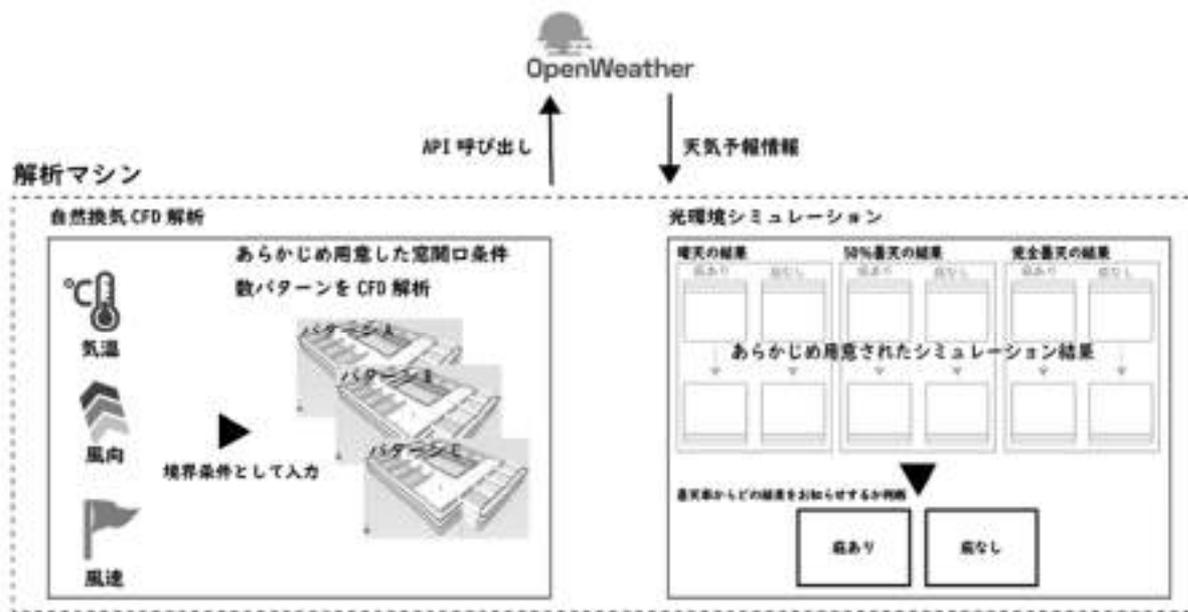
10/3 15:00 可動庇あり



③自然換気シミュレーション

天気予報情報を活用したCFDシミュレーション

自然換気CFD解析では、天気予報情報から「気温」、「風向」、「風速」を取り出し境界条件として入力する。

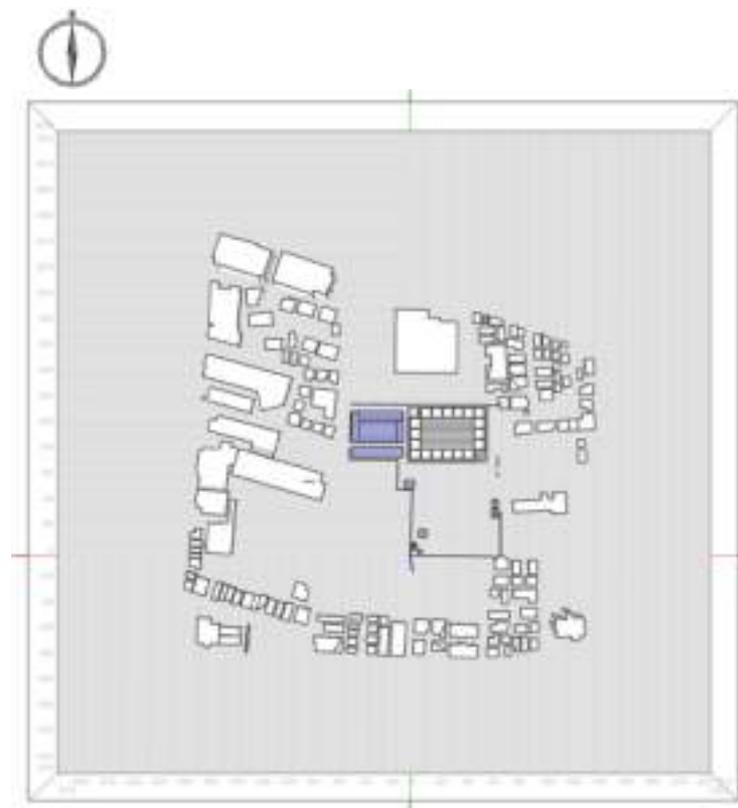


学校でのお知らせ～運用までの流れ

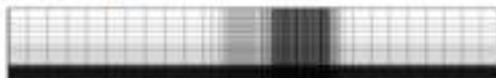


CFDモデル

CFDソフト	FlowDesigner2021
解析領域	右図参照
メッシュ	下図参照
乱流モデル	乱流/高レイノルズ数型k-εモデル
差分スキーム	一時風上
壁面境界	上面：free-slip 側面：自由流出入 下面：べき乗則 壁面：一般化対数則
流入条件	外部：べき乗則流速
流出条件	外部：自由流出入条件
収束判定	-5.0



メッシュ情報



X-Z面



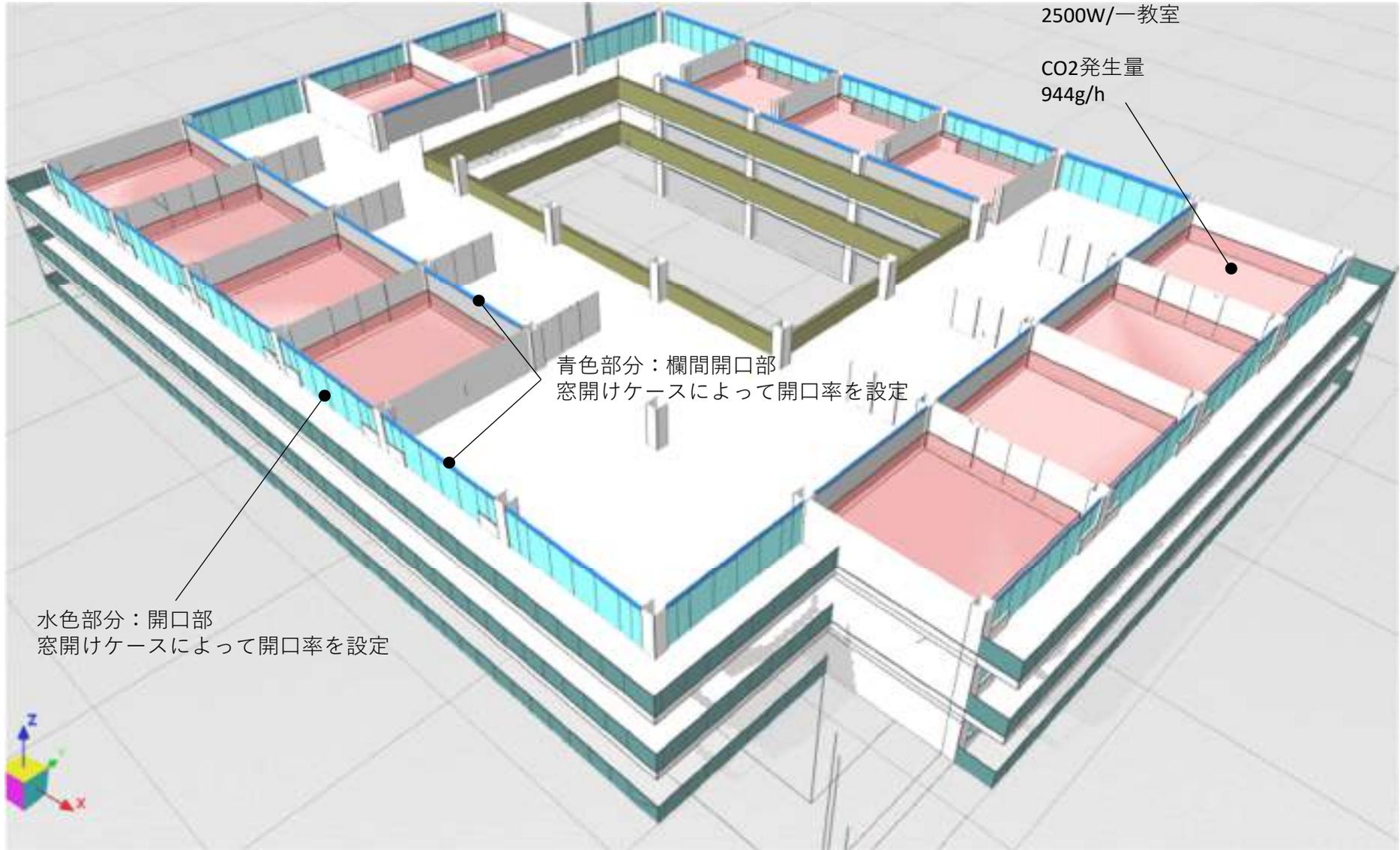
Y-Z面

総要素数	X-分割数	Y-分割数	Z-分割数
3,318,396	218	177	86

解析領域サイズ

	領域幅 m	最小座標値 m	最大座標値 m
X-座標	500.000E+00	-270.000E+00	230.000E+00
Y-座標	500.000E+00	-170.000E+00	330.000E+00
Z-座標	75.000E+00	0.000E+00	75.000E+00

CFDモデル



シミュレーション条件

シミュレーションに使用した気象データ

	9時	12時	15時
気温[°C]	21.4	24.7	25.5
風向	北	北西	南東
風速[m/s]	1.7	0.5	0.7

※風速観測点高さ：11.3m

屋外CO2濃度：400ppm

練馬の過去の気象データをを参照し、中間期で9～15時で風向の変化が見られた日を採用した。

シミュレーション条件

窓開けパターン

気象データの卓越風から、北風を取り込む窓開けパターンAと南風を取り込む窓開けパターンBを考えた。

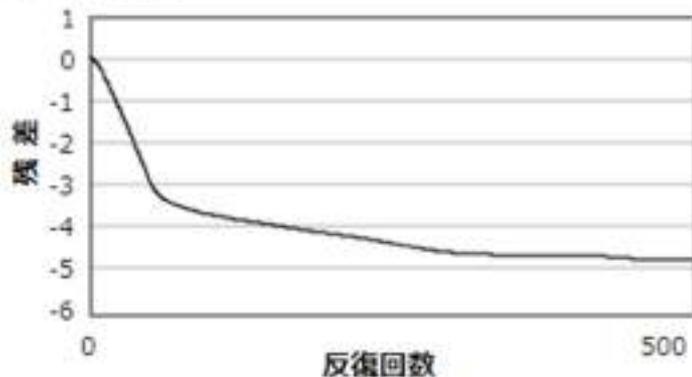
また、吹抜けとトップライトを利用した重力換気ができることを考え、下階から徐々に窓を開ける面積が増える、窓開けパターンCを考えた。

	北	南	西	東	トップライト
窓開けパターンA	窓、欄間 50%OPEN	欄間のみ50%OPEN	欄間のみ50%OPEN	欄間のみ50%OPEN	25%
窓開けパターンB	欄間のみ50%OPEN	窓、欄間 50%OPEN	欄間のみ50%OPEN	欄間のみ50%OPEN	25%

	1F	2F	3F	4F	トップライト
窓開けパターンC	欄間のみ50%OPEN	欄間50%OPEN 窓10%OPEN	欄間50%OPEN 窓25%OPEN	欄間50%OPEN 窓50%OPEN	50%

計算収束状況

■ 解析終了状態



残差	反復回数	1時間当りの湧き出し量 kg/h
-4.728	500	-18.783E+03/ 21.891E+06 (0.086 %)

残差と計算時間を考慮し計算回数は500回に設定。最終的な残差は約-4.8、1時間当たりの湧きだし量は0.086%、温度や流速に異常値が無く、流量アンバランス熱量アンバランスともに0%に近いことから計算は十分に収束していると考えられる。

拡散物質バランスも流入量と流出量の差はほとんどないため濃度計算の収束性の高さも確認できる。

■ 解析結果の最大、最小値

	最小値	最大値	平均値
流速 m/s	0.000	0.942	0.651
温度 °C	24.690	36.323	24.690
CO2	399.719	1677.270	400.519

■ 流量バランス

■ 流体名：空気(標準)

外気 m ³ /h	流入口 m ³ /h	流出口 m ³ /h	開口部 m ³ /h
122.594E+06	0.000E+00	0.000E+00	122.580E+06

流量アンバランス %	0.000
------------	-------

■ 熱量バランス

	総熱量 W	流入・流出条件 W	熱的境界条件 W	熱的内部条件 W
流入熱量	1.002E+09	1.002E+09	0.000E+00	129.940E+03
流出熱量	1.002E+09	1.002E+09	0.000E+00	0.000E+00

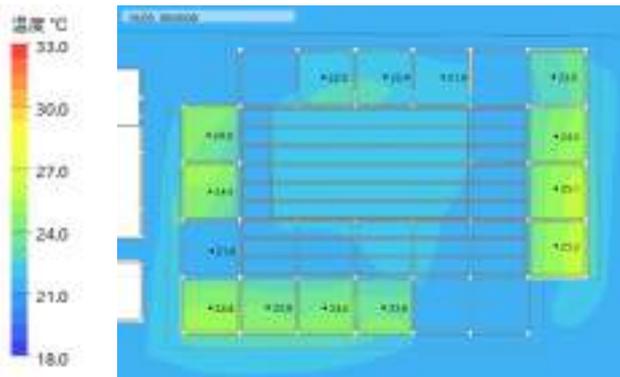
熱量アンバランス %	0.014
------------	-------

■ 拡散物質バランス

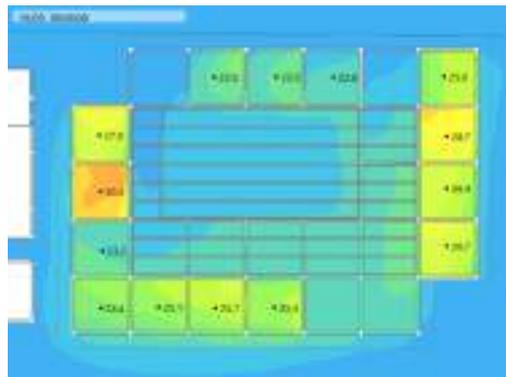
CO2 kg/s	総量	流出入口	壁面上	体積内
流入量	16.163E+00	16.149E+00	0.000E+00	13.634E-03
流出量	16.161E+00	16.161E+00	0.000E+00	0.000E+00

CFD結果 9時_コンター2階平面図

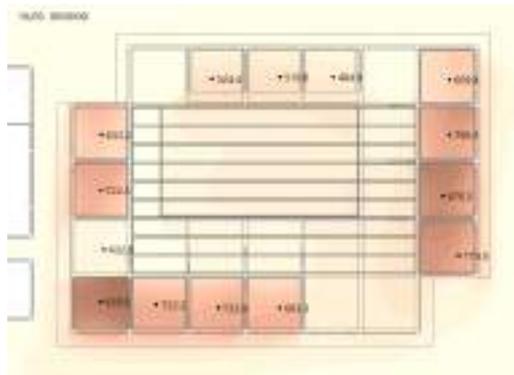
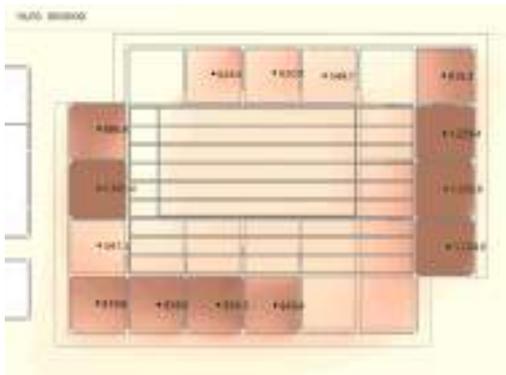
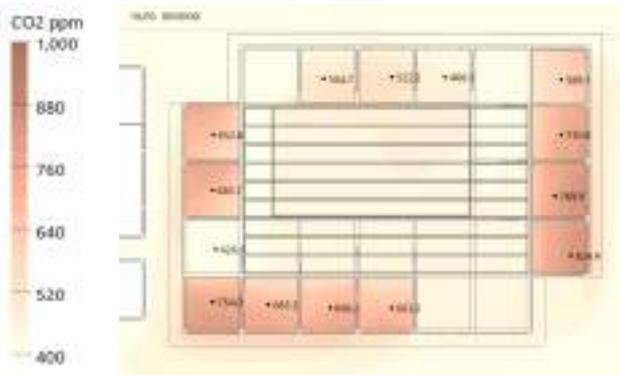
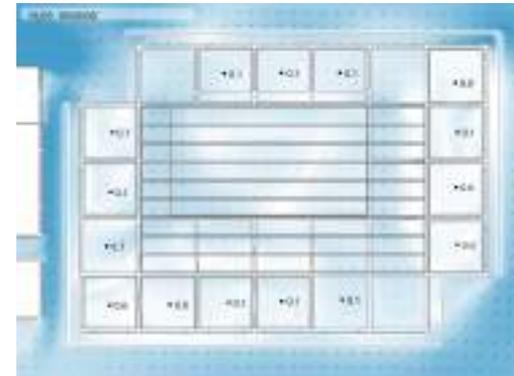
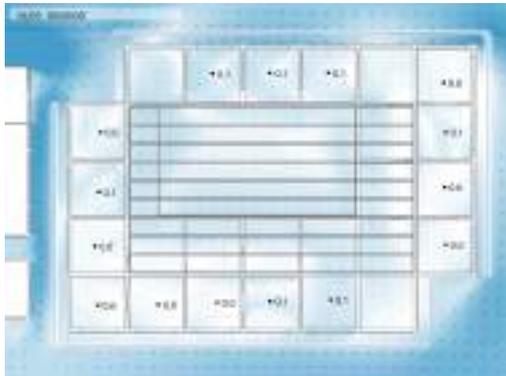
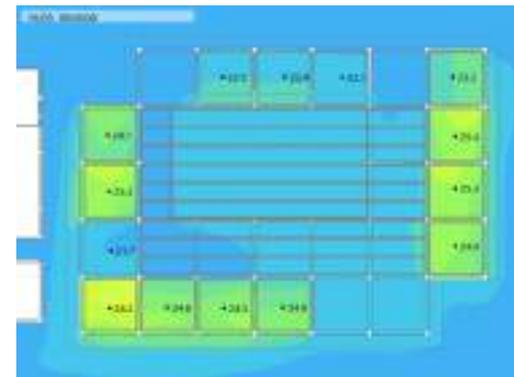
窓開けA



窓開けB



窓開けC

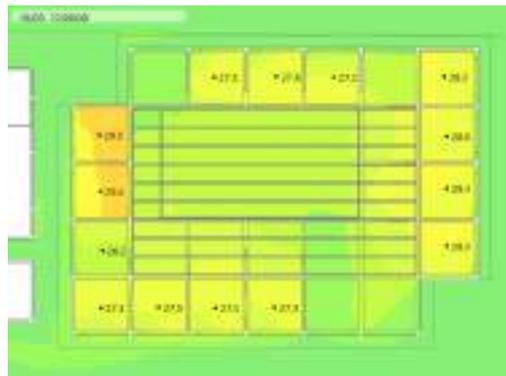


CFD結果 12時_コンター2階平面図

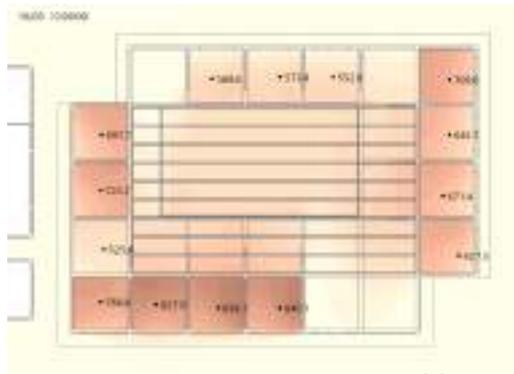
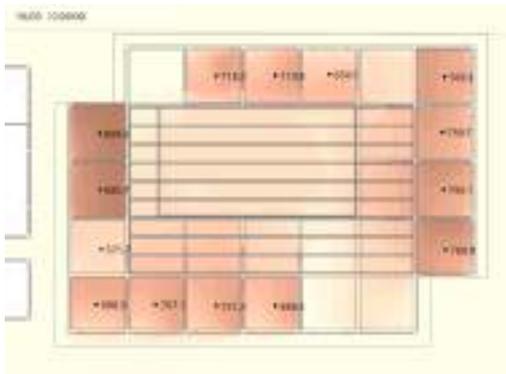
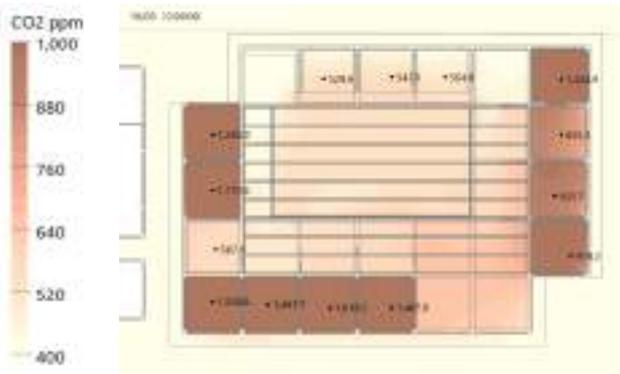
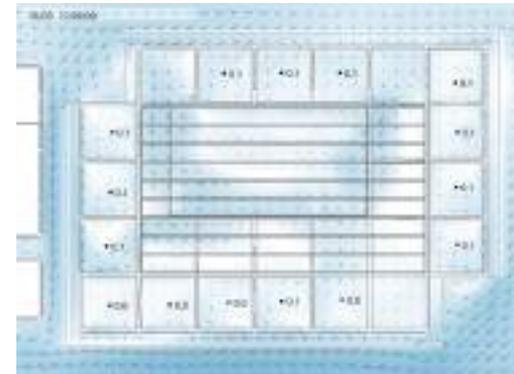
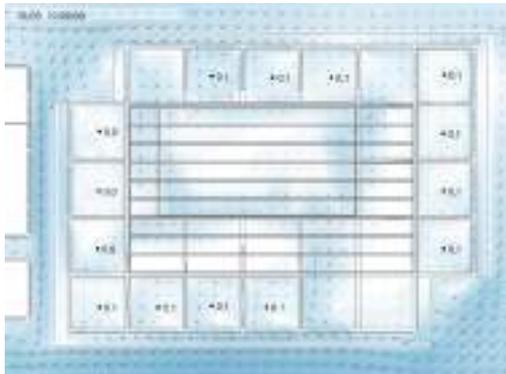
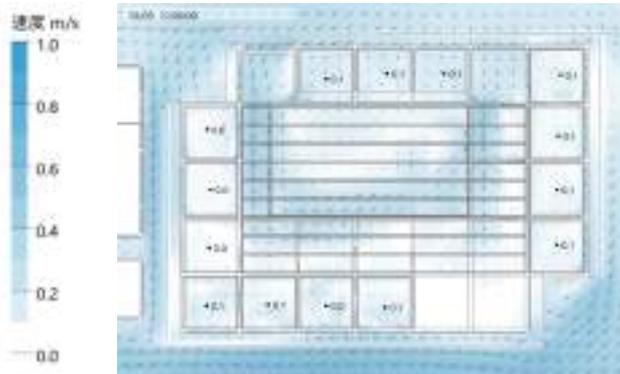
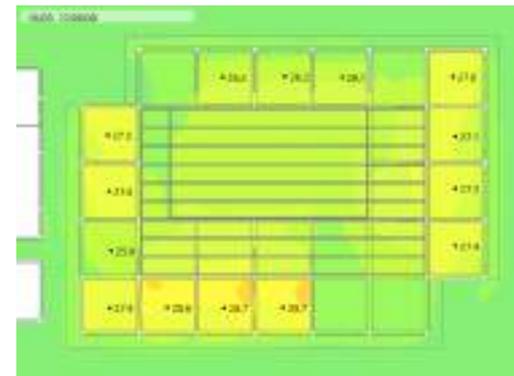
窓開けA



窓開けB

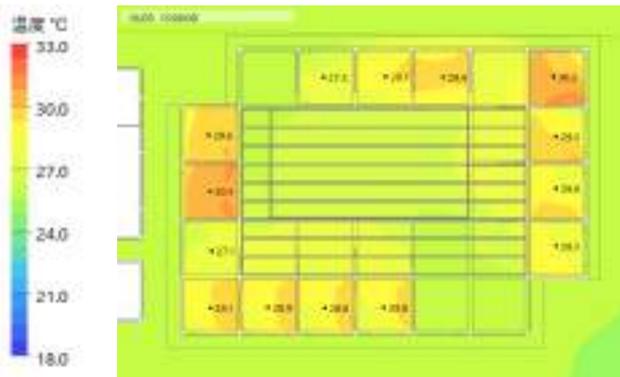


窓開けC



CFD結果 15時_コンター2階平面図

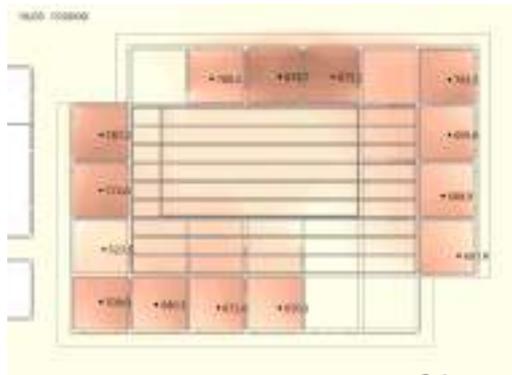
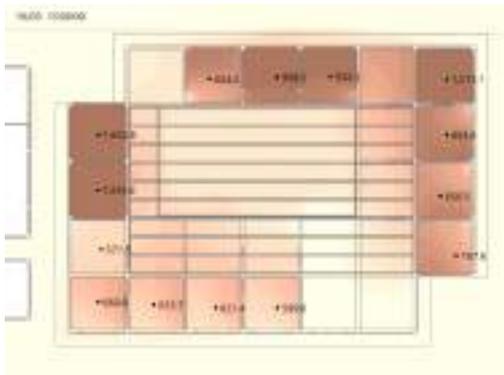
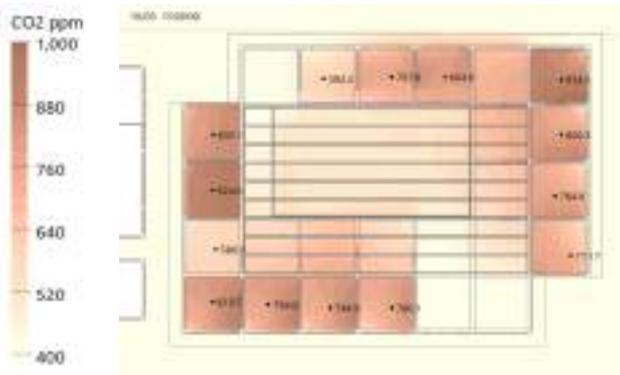
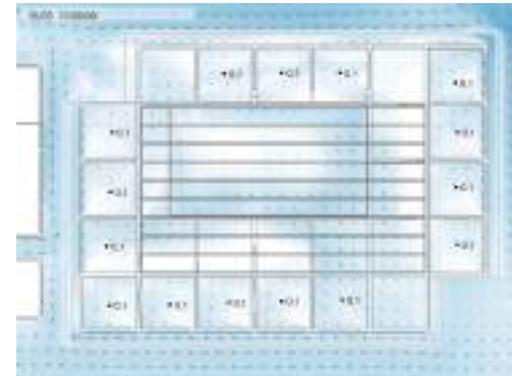
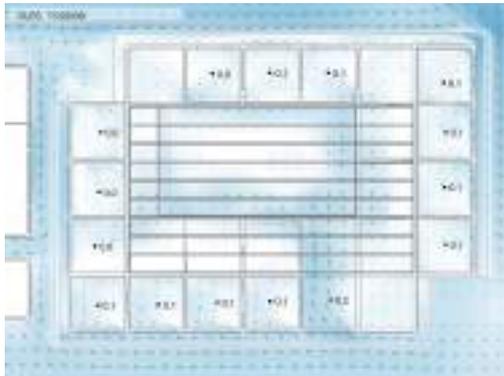
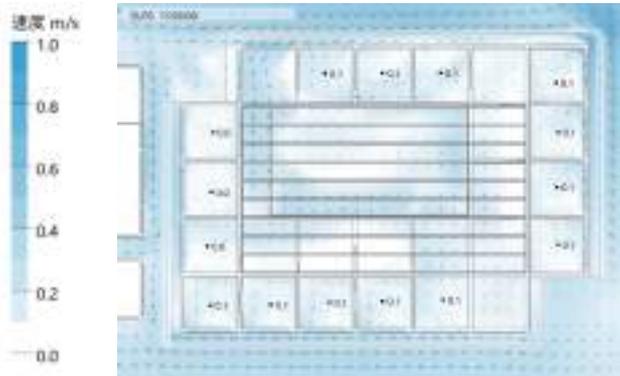
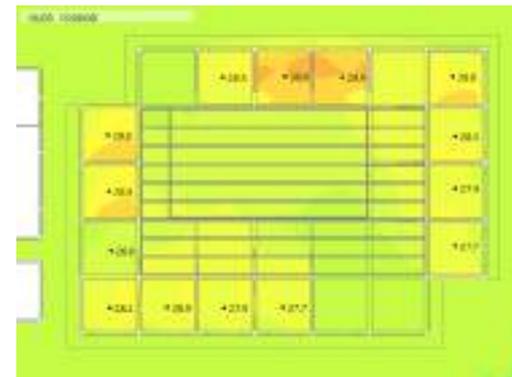
窓開けA



窓開けB



窓開けC



④行動内容の効果について

行動内容の効果について



■扇風機の活用

扇風機がない場合の風速を0.1m/s、扇風機を付けた場合の風速を0.5m/sとし、SET*を算出した。

気温、MRT26°C

相対湿度50%

着衣量0.5clo,代謝量1met

扇風機なしの場合、25.4°C

扇風機ありの場合、23.2°C



■着衣量の調整

薄手カーディガンの有無をSET*で評価した。

気温、MRT26°C

相対湿度50%

風速0.1m/s

代謝量1met

薄手カーディガン0.2cloとし、

0.5cloの場合、25.4°C

0.7cloの場合、26.8°C



■打ち水

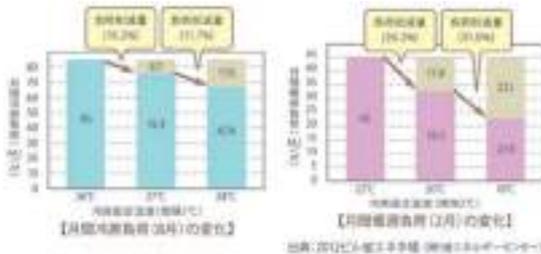
SABED環境シミュレーション設計賞2021【社会人部門・チャレンジ部門】、「ZEH-M+m」より、打ち水/バルコニーの温熱環境実測から、夏季夕方に打ち水を行った場合、SET*0.9°C下がった結果を引用。

行動内容の効果について



■空調のON/OFF

大阪府 省エネ診断事例－学校5 ([大阪府／省エネ診断事例-学校5 \(osaka.lg.jp\)](http://osaka.lg.jp)) より。
設定温度を1から2°C緩和することにより、燃料使用量の10%程度の削減が見込める。電気式のエアコンでも同様の省エネ効果がある。



■色温度の調整

屋外の光色に合わせることができる
(サーカディアン)
10000 Kは、覚醒に効果あり
5000 kは、集中に効果あり
3000 kは、リラックスに効果あり



■窓際の照明をOFF

500～5000lxの範囲で
昼光利用により照明を消せる
窓際1列消灯によって
教室あたり約33%省エネ。