快適・省エネ・お得な

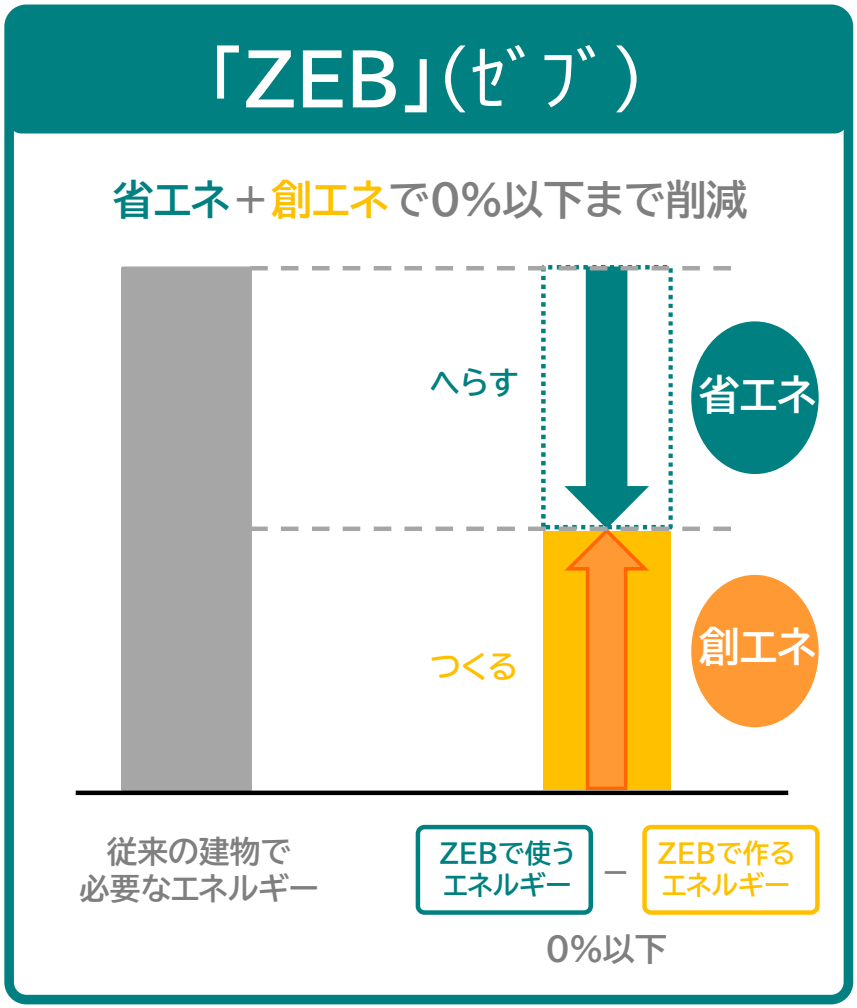
断熱 × 家庭用ルームエアコンによる「学校体育館空調」整備

－ 市有建築物のZEB化設計指針の策定と先行実践事例 －

＜ 北九州市 ＞

■ ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング）とは…

室内環境の質を維持しつつ、**大幅な省エネ化**を実現した上で、**再生エネを導入**することで、
エネルギー自立度を極力高め、**年間一次エネ消費量の収支をゼロ**を目指した建築物



とても **良い。**

でも **高い!?**

ドイツでは…

「ZEBは、いつも 経済的 である」

計算してみよう…

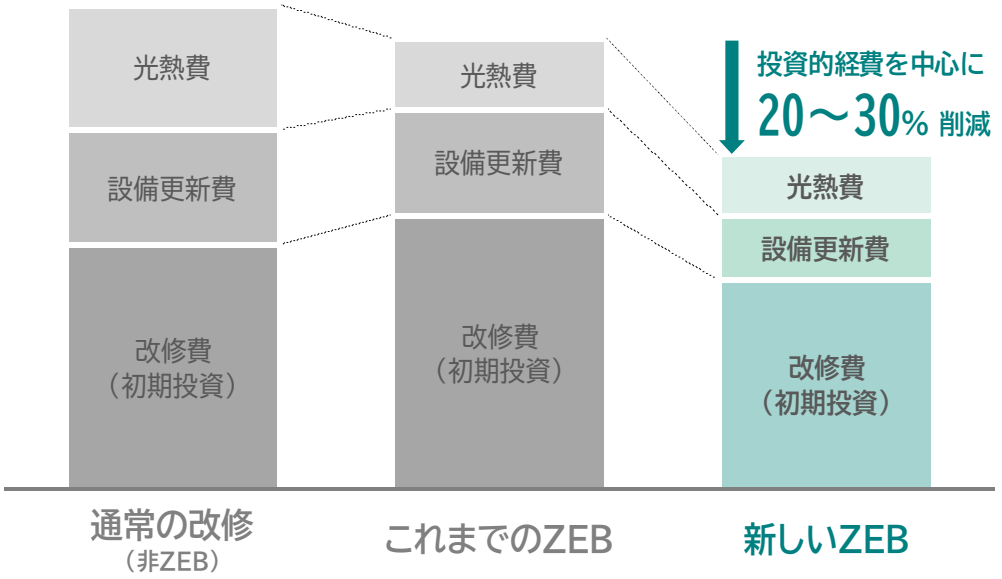
Q 辿り着いた「新しいZEB」とは？

■ 北九州市の「市有建築物のZEB化設計指針」の5つの特徴

省エネでお得

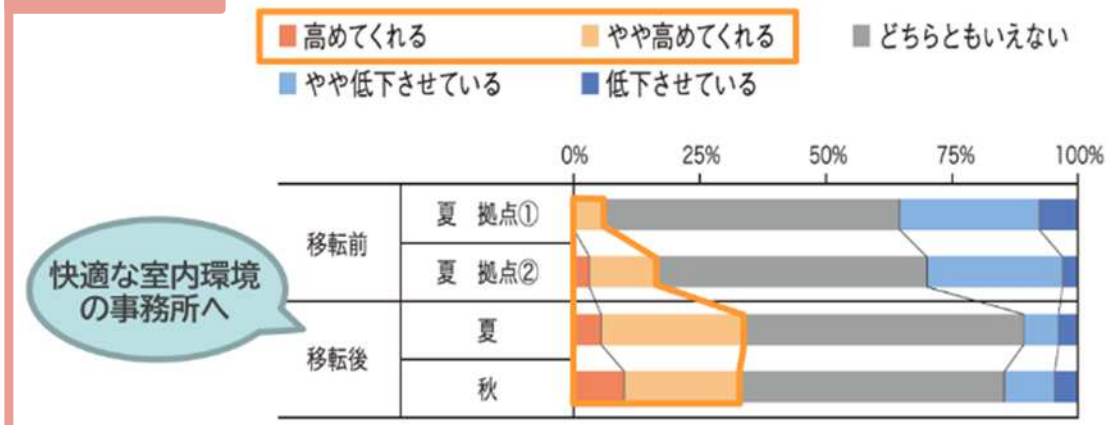
1 **建物の断熱性能を重視**して、
設備機器をダウンサイジングし、
室内環境の質を高めた上で、
投資的経費も最小限に抑える
考え方を**「新しいZEB」**と定義

■ 改修建物のライフサイクルコスト比較（イメージ）



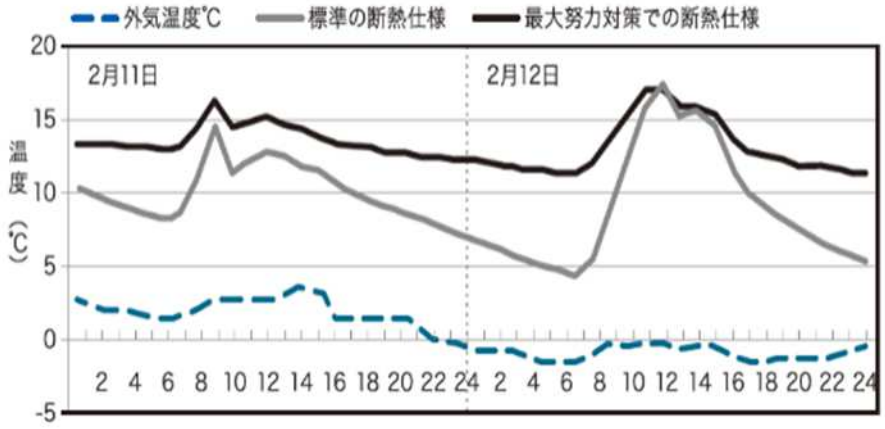
快 適

事務所が作業のしやすさに与える影響の評価



【出展】知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査
（竹中工務店・東大生産技術研究所）

体育館の断熱仕様の違いによる床表面温度の変化



※仙台地域における温度変化の結果
【出展】学校ゼロエネルギー化に向けて（文科省・国交省）

■ 北九州市の「市有建築物のZEB化設計指針」の5つの特徴

2 これまでの「メカZEB」ができてしまう設計フローを見直し、設計の初期段階で省エネ計算や空調に係るLCCを算出

①「メカZEB」になる設計フロー

建築・設備が分業で省エネ計算は一番最後になり、建築仕様の選定プロセスに影響せず

ZEB化手法検討

※ LCC計算によらず、下記の従来フローで出来上がる「メカZEB」を前提に検討

建築設計

省エネ計算の結果を見ることなく、建物配置や平面プランを作成し、壁や窓ガラスなどの仕様を決定

※ ガラスを多用したり、大きな吹抜けを採用するなど省エネ的に厳しい設計になりがち

設備設計

従来的建築設計で作られたペラペラな建物でもしっかり空調が効くように設備の仕様を決定

※ 必要以上に大きく、高性能な設備になりがち

省エネ計算

想定されるエネルギー使用量を計算し、基準のエネルギー使用量以内に収まっているか確認

基準満たしていない場合 →概ね、設備設計の中で対応（建築設計まで遡って変更が困難）

②「新しいZEB」の設計フロー

省エネ計算及びLCC計算を早期に実施し建築・設備仕様の選定プロセスに採用

ZEB化手法検討

※ 基本計画や基本設計（ない場合は実施設計の初期）に実施

省エネ計算＆LCC計算（概算）

省エネ計算に影響する大まかな建築・設備仕様を比較検討

※ 標準設計にできればZEB化手法検討は不要に

建築設計

省エネ計算

設備設計

省エネ計算

建築・設備仕様を繰り返し比較検討

省エネ計算＆LCC計算（最終）

LCC計算で最も有利なZEBを達成→新たな財源創出

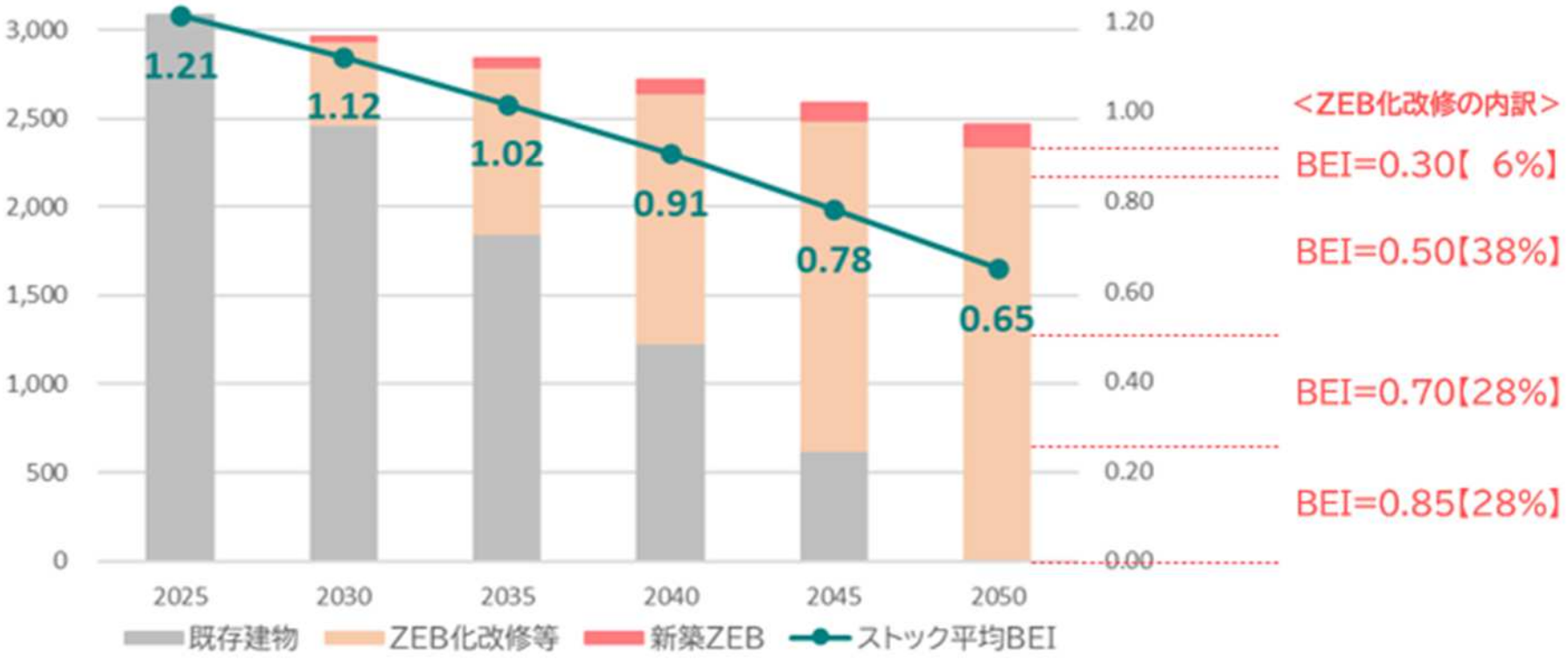
■ 北九州市の「市有建築物のZEB化設計指針」の5つの特徴

3 新築だけでなく**既存施設の改修工事を対象**に、最低限満たすべき**断熱性能や利用実態を加味した設備設計の考え方**などをマニュアル化

(1)適用対象

原則として、すべての市有建築物(市営住宅を除く)において、新築や省エネ性能に大きく関わる部位(外壁・防水、空調・照明設備など)の改修等を行う施設を対象とする。

■ 市有建築物・2050年ストック平均ZEB(目標BEI=0.65)ロードマップ



■ 北九州市の「市有建築物のZEB化設計指針」の5つの特徴

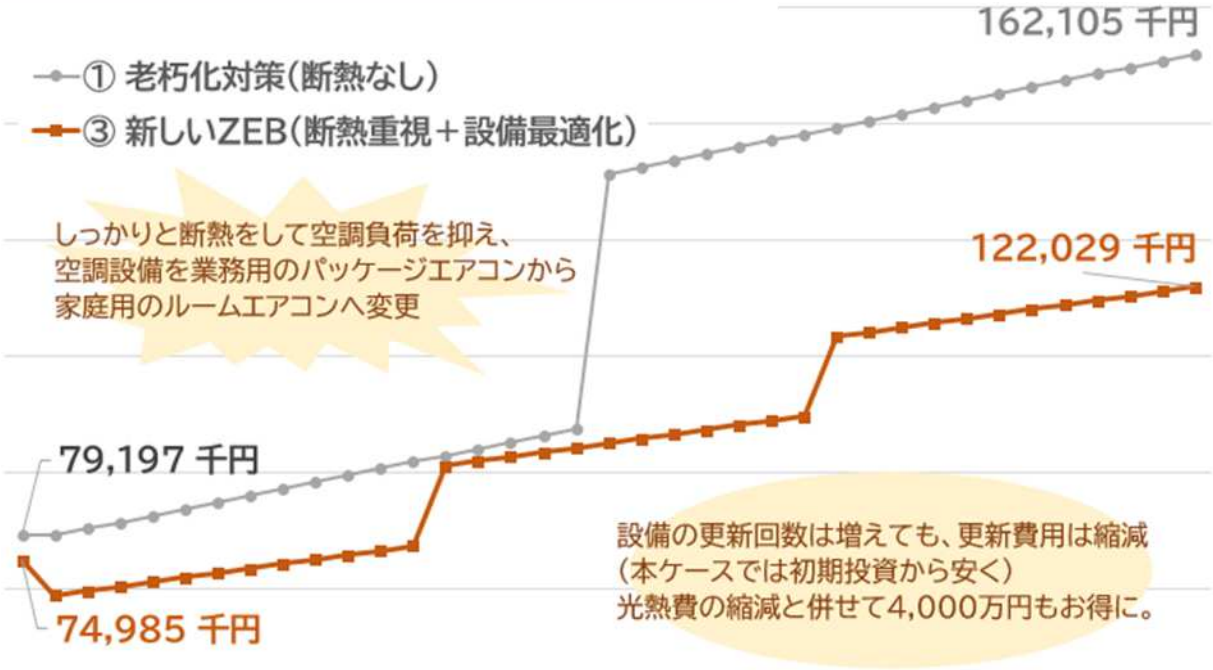
4 ZEBランクや認証取得に拘らず、LCC縮減の可否で投資判断

➡ BEI=0.85も、BEI=0.3もやる

(2)省エネ化目標

① 市有建築物を新築する場合は、原則として ZEB Oriented 相当以上（BEI≦0.6～0.8）を達成（ZEB Ready 相当（BEI≦0.5）」を目指す）し、かつ、ライフサイクルコストが縮減できる範囲で、可能な限り BEI の低減を目指す。

② 市有建築物の省エネ性能に大きく関わる部位（外壁・防水、空調・照明設備など）を改修する場合は、ライフサイクルコストが縮減できる範囲で、可能な限り BEI の低減を目指す。



市民センター（約700㎡）の改修工事での試算結果

■ 北九州市の「市有建築物のZEB化設計指針」の5つの特徴

5 横展開可能な施設は設計標準化 ➡ 実効性を高める

① 断熱仕様

長期使用が想定される通常校においては、40 年間の LCC 比較において最も有利となった「屋根断熱＋内窓＋外壁外断熱」を標準とする。

将来統廃合が予想される小規模校においては、次期の空調設備更新が到来する 15 年以内に投資回収が可能な「屋根断熱＋内窓」を標準とする。

対象施設（想定シナリオ）	標準仕様および備考
通常校 （長期使用を想定）	「屋根断熱＋ 内窓 ＋ 外壁外断熱」を標準とする 【屋根断熱仕様】外断熱 押出法ポリスチレンフォーム(XPS) 保温板 3 種 b 50mm 相当以上 ※参考 U 値:0.49 以下 【内 窓 仕 様】樹脂サッシ・複層ガラス(Low-E1 枚、A12)相当以上 ※参考U値:1.63 以下(二重窓全体の値) 【壁外断熱仕様】外断熱 ビーズ法ポリスチレンフォーム(EPS)4 号 50mm 相当以上 ※参考 U 値:0.65 以下 ・40 年間の LCC 比較において、トータルコストが最も有利となるため。
小規模校 （将来の統廃合を想定）	「屋根断熱 ＋ 内窓」を標準とする 【屋根断熱仕様】外断熱 押出法ポリスチレンフォーム(XPS) 保温板 3 種 b 50mm 相当以上 ※参考 U 値:0.49 以下 【内 窓 仕 様】樹脂サッシ・複層ガラス(Low-E1 枚、A12)相当以上 ※参考U値:1.63 以下(二重窓全体の値) ・次期の空調設備更新が到来する 15 年以内に投資回収が可能であり、初期投資の抑制を最優先とするため。

表 2.1-11 体育館における将来計画に応じた推奨断熱仕様

② 空調設計における条件設定

空調設計の熱負荷計算における人体負荷、照明負荷および外気負荷については、下表のとおり設定することを標準とする。

なお、空調熱源(電気・都市ガス・LP ガス)の選定については、電気式とすることが望ましいが、電気容量の増大に伴う受変電設備および幹線設備の増強費用が大きくなる可能性を考慮し、(基本・)実施設計における LCC 比較によって決定する。

また、ルームエアコンの採用については、今後の実証結果等を受けて検討する。

熱負荷計算条件	備考
人体負荷	平常授業における学童・生徒および教諭の人数にて算定する(例:2 クラス＋教諭 1 人など)代謝量 ＊盛夏における全校集会などの実施はない想定とする
照明負荷	LED 照明とし、実際の照明器具設置台数によるが、5W/㎡程度にて算定する
外気負荷	必要換気量は、20 ㎥/h・人とし、人体負荷算出時の人数により算出する 全熱交換器はなしとする

表 2.1-12 空調設計における熱負荷計算条件(体育館)

②設備仕様

換気設備や照明設備の仕様については、下表のとおりを標準とする。

設備種別	設備仕様および備考
換気設備	壁付換気扇とし、居住域(床上＋3m 以内)を目安に設置する 排気量に見合う給気口を忘れずに設置する
照明設備	LED 照明とし、LED 型マルチハロゲン灯などを設計照度にあわせて設置する 高所設置になることが多いため、更新方法をあらかじめ想定する 照明制御はなしとする

表 2.1-13 換気・照明設備の標準仕様(体育館)

Q 断熱仕様を、空調のLCC試算で決める方法とは？

■ 学校体育館の断熱仕様パターン別省エネ計算結果の比較

	断熱パターン			空調パターン	照明	冷房熱負荷【削減率】	空調冷房能力（室外機/室内機）	BEI		BPI
	屋根	窓	外壁						照明	
現状	断熱なし	断熱なし	断熱なし	ビルマル(高効率) ＋有圧換気扇	非LED	287kW	67kW×4 14kW×20	0.73	1.29	0.99
①	断熱なし	断熱なし	断熱なし	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	129kW 【基準】	67kW×2 14kW×10	0.49	0.40	0.99
②	屋根外断熱 50mm	断熱なし	断熱なし	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	77kW 【▲40%】	45kW×2 11.2kW×8	0.35	0.40	0.83
③	屋根外断熱 100mm	断熱なし	断熱なし	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	74kW 【▲43%】	40kW×2 11.2kW×8	0.33	0.40	0.82
④	屋根外断熱 50mm	複層内窓設置 (すべての窓)	断熱なし	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	68kW 【▲47%】	40kW×2 9kW×8	0.33	0.40	0.77
⑤	屋根外断熱 100mm	複層内窓設置 (すべての窓)	断熱なし	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	65kW 【▲50%】	33.5kW×2 9kW×8	0.29	0.40	0.76
⑥	屋根外断熱 50mm	複層内窓設置 (すべての窓)	壁外断熱 50mm (建物全体)	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	52kW 【▲60%】	28kW×2 9kW×6	0.26	0.40	0.64
⑦	屋根外断熱 100mm	複層内窓設置 (すべての窓)	壁外断熱 100mm (建物全体)	ビルマル(超高効率) ＋換気扇	すべてLED (制御なし)	47kW 【▲64%】	28kW×2 9kW×6	0.25	0.40	0.62

※ 現状の空調負荷設定条件：非LED照明、人員 0.7人/㎡ ➡416人、換気 30㎥/人（すべて大人扱い）

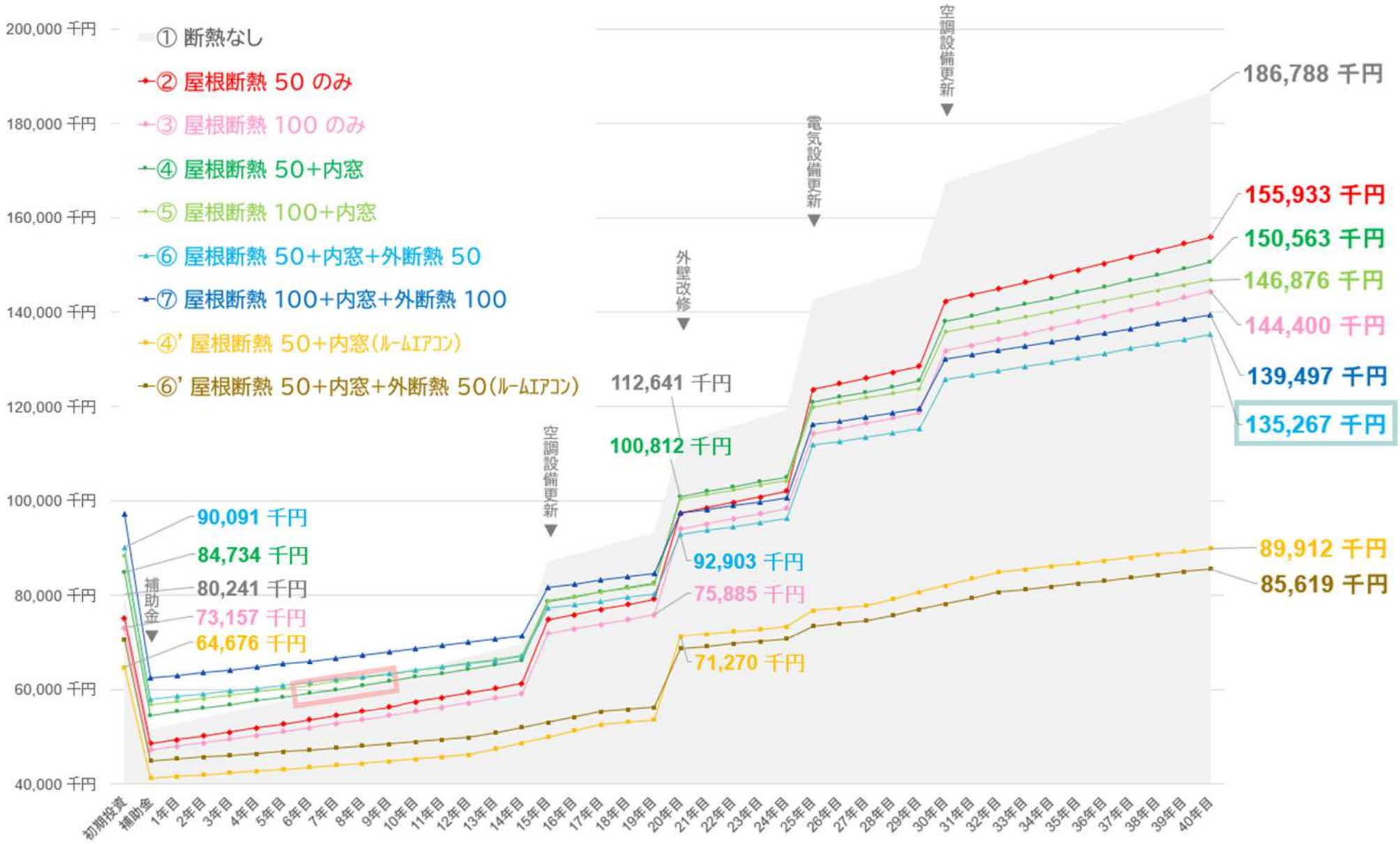
※ ①～⑦の空調負荷設定条件：LED照明、人員 利用実態 ➡ 81人、換気 20㎥/人（教師1名のみ30㎥/人）

BEI：Building Energy Indexの略称。エネルギー消費計算プログラムに基づく基準建築物と比較した時の設計建築物の一次エネルギー消費量の比率のこと。（例）BEI=0.6 基準建築物比4割省エネ

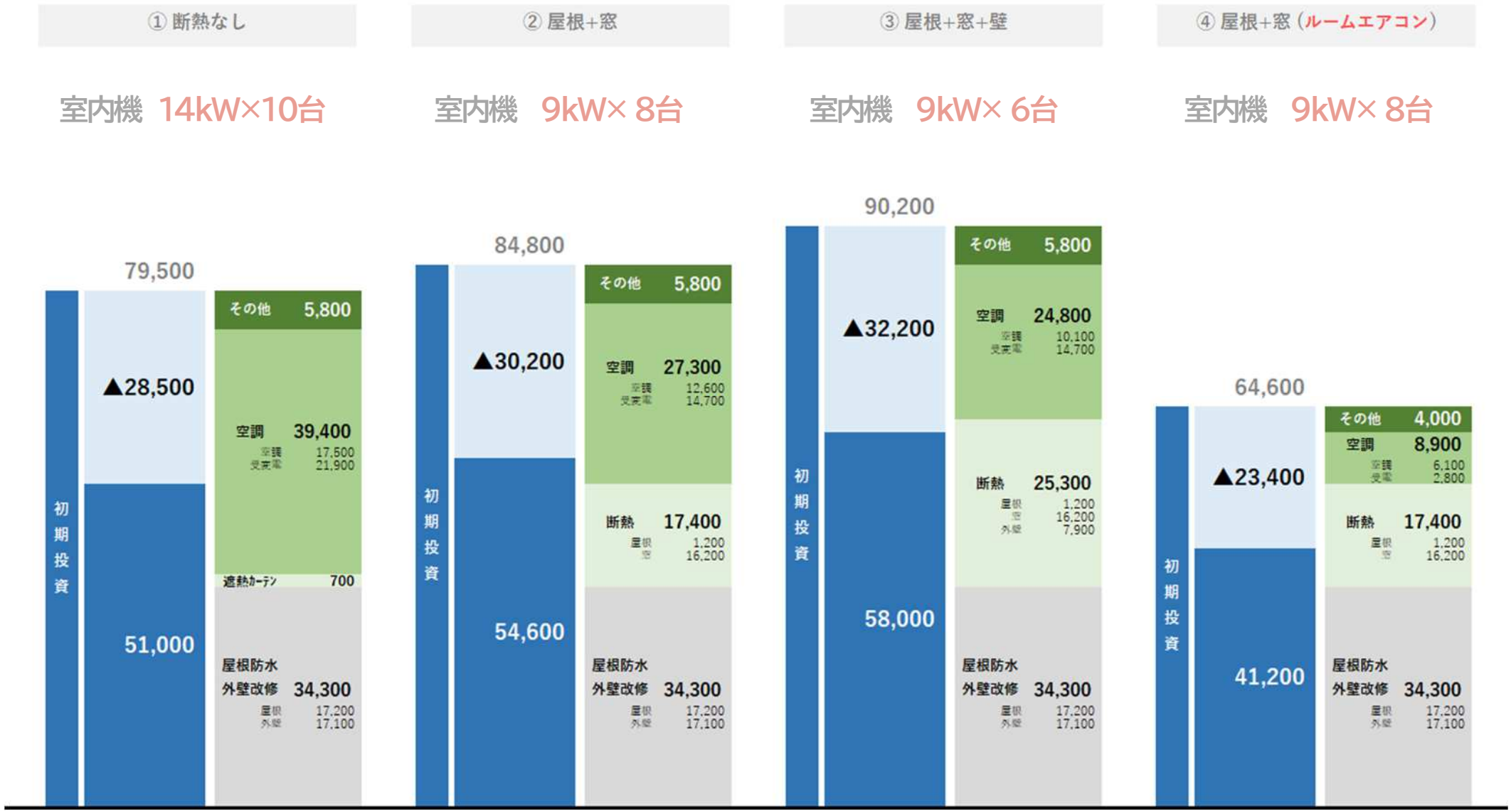
BPI：Building Palstar Indexの略称。建築物の省エネ性能評価指標の一つで、外皮（壁や窓など）の性能が基準値に対してどの程度削減されているかを示す。

■ 学校体育館における断熱パターン別の空調関係ライフサイクルコストの比較（40年間）

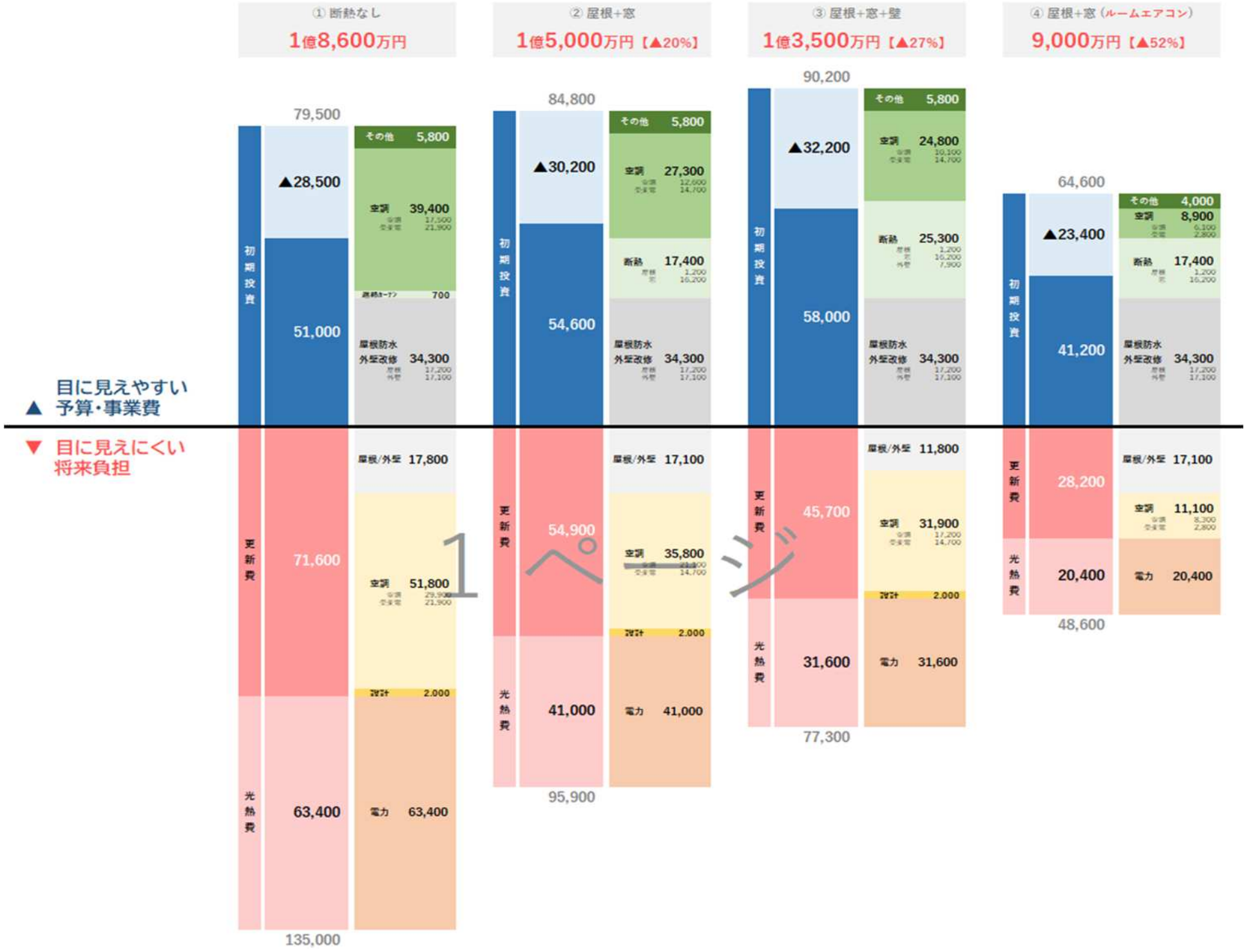
① **長期（40年間）**のトータルコスト比較では、**「屋根断熱＋内窓＋外断熱」が最も有利。** ※20年目の外壁改修で逆転
② **短期（15年未満）**では、「屋根断熱のみ」と「屋根断熱＋内窓」が既存改修より有利だが、**快適性を考慮すれば「屋根断熱＋内窓」が最も良い。**
③ 一定以上の断熱を行なえば、**ルームエアコンでも容量は足り、最も経済的。** ➡ 風量不足の懸念あるため**実証必要**



■ 学校体育館・40年間ライフサイクルコストの内訳比較



■ 学校体育館・40年間ライフサイクルコストの内訳比較

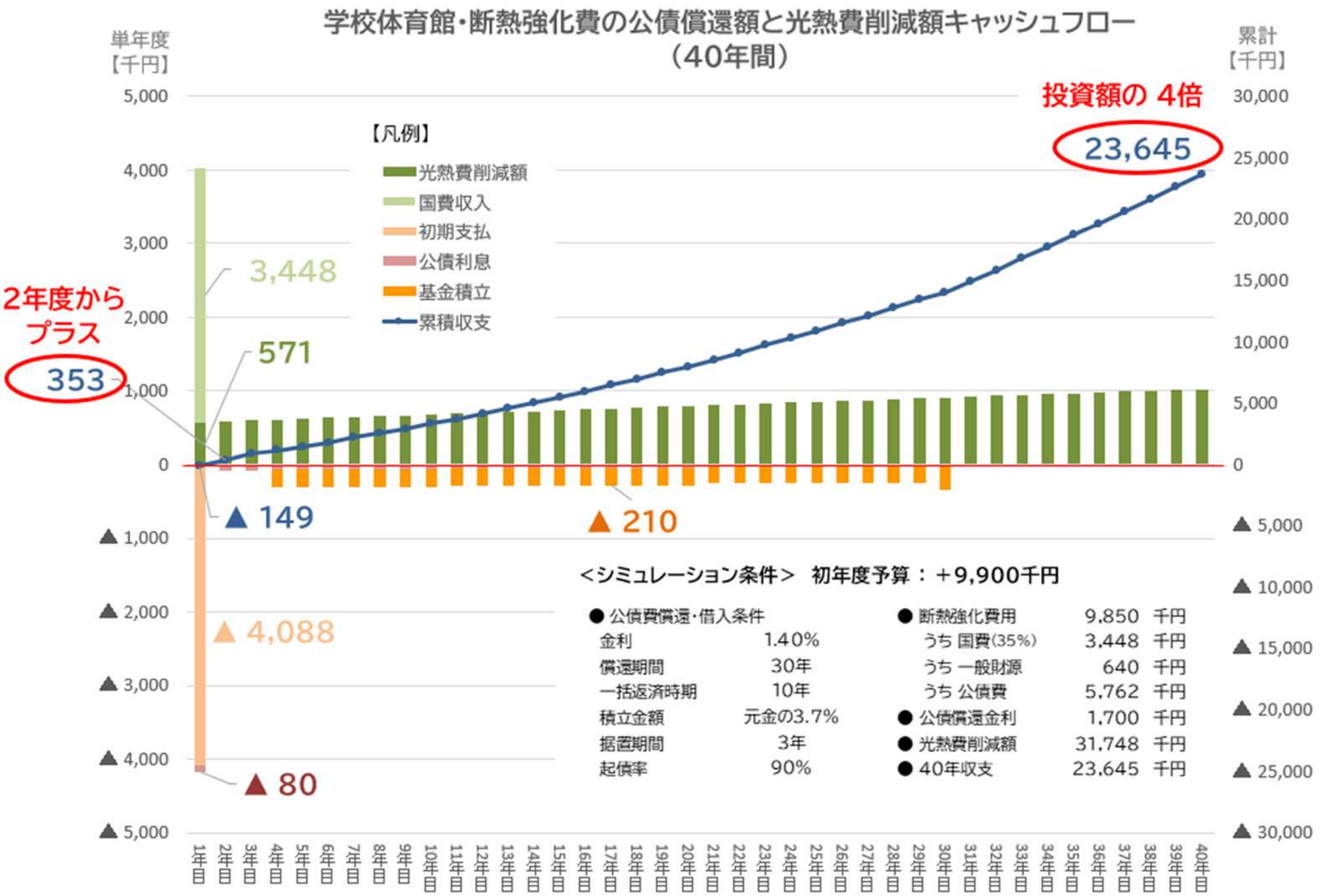


Q

財政が気にするべき!?

もうひとつのコスト比較とは？

■ キャッシュフローは、ほぼ最初からプラス（ケース⑥:屋根+窓+壁断熱）



■ 今後の学校体育館の整備方針

① **長期（40年間）**利用を見込む学校は、
「屋根断熱＋内窓＋外断熱」まで実施

② **長期利用が見込めず（15年未満）**、統廃合などの
可能性が高い小規模学校は、**「屋根断熱＋内窓」を実施**

③ これに加え、**官民連携の実証実験を踏まえて**
「屋根断熱＋内窓＋ルームエアコン」の採用を検討

■ 学校体育館空調関係のLCC全校総計（40年間）

① 断熱なし

1.86億円 × 200校 ＝ 約370億円

⑥ 屋根断熱＋内窓＋壁断熱

1.35億円 × 200校 ＝ 約270億円　▲100億円

④′ 屋根断熱＋内窓 ※ルームエアコン

0.90億円 × 200校 ＝ 約180億円　▲190億円

※注意　ルームエアコンの実証は、小規模校（700㎡程度）なため
全校に適用するのは困難な見通し

Q

ところで…

ルームエアコンは効いたの？

■ 学校体育館（屋根断熱＋南側内窓＋ルームエアコンの実証実験）

Kitakyushu Action!
動かせ、未来。北九州市

令和８年７月２日
北九州市教育委員会

報道機関各位

官民連携による「学校体育館空調」の実証研究を開始！

～快適で持続可能な学校環境の実現に向けて～

北九州市教育委員会は、株式会社ゼネラルと連携し、**家庭用ルームエアコンによる学校体育館の空調に関する実証研究**を開始します。

本実証研究では、昨年度から改修を進めている池田小学校体育館をフィールドとして活用し、大規模空間における冷暖房効果やエネルギー効率、運用面での有効性などを検証します。また、実際の利用環境におけるデータを収集・分析することで、将来的な市内学校施設への導入に向けたモデルケースを構築します。

本プロジェクトは、株式会社ゼネラルの技術力と北九州市が有する学校施設を活用した**官民連携の取組**です。それぞれの強みを生かしながら、学校施設の快適性向上と持続可能な施設環境の実現を目指します。

なお、本実証研究で得られた成果は、今後の学校施設整備や施設運営の検討に活用し、より良い教育環境の実現につなげていきます。

ぜひ、取材方よろしくお願いいたします。

実証研究の内容について

１　実証概要
　体育館内壁面に家庭用ルームエアコン１０台を設置し、温湿度等の計測、データ分析・評価を実施
２　実証事業者　株式会社ゼネラル
３　実証期間　令和８年７月１日から１７日まで（夏季の検証）
　※冬季の検証は別途調整
４　実証場所　北九州市立池田小学校体育館

池田小学校について

１　所在地　北九州市八幡西区池田三丁目２番１号
２　児童数　２８９名　１６学級
３　体育館建築年度　昭和４５年度



サーモカメラ





おんどとり（RTR503）



親機（RTR500BW）



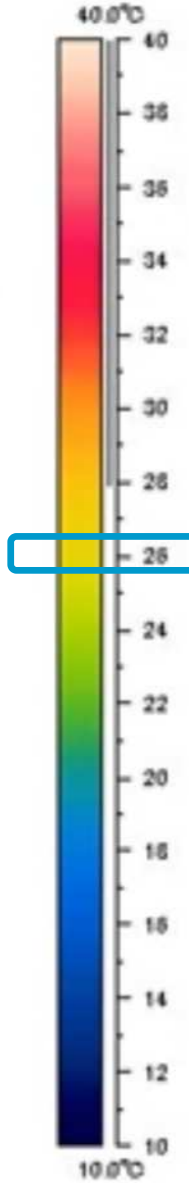
池田小体育館　サーモ画像撮影（26/07/12）







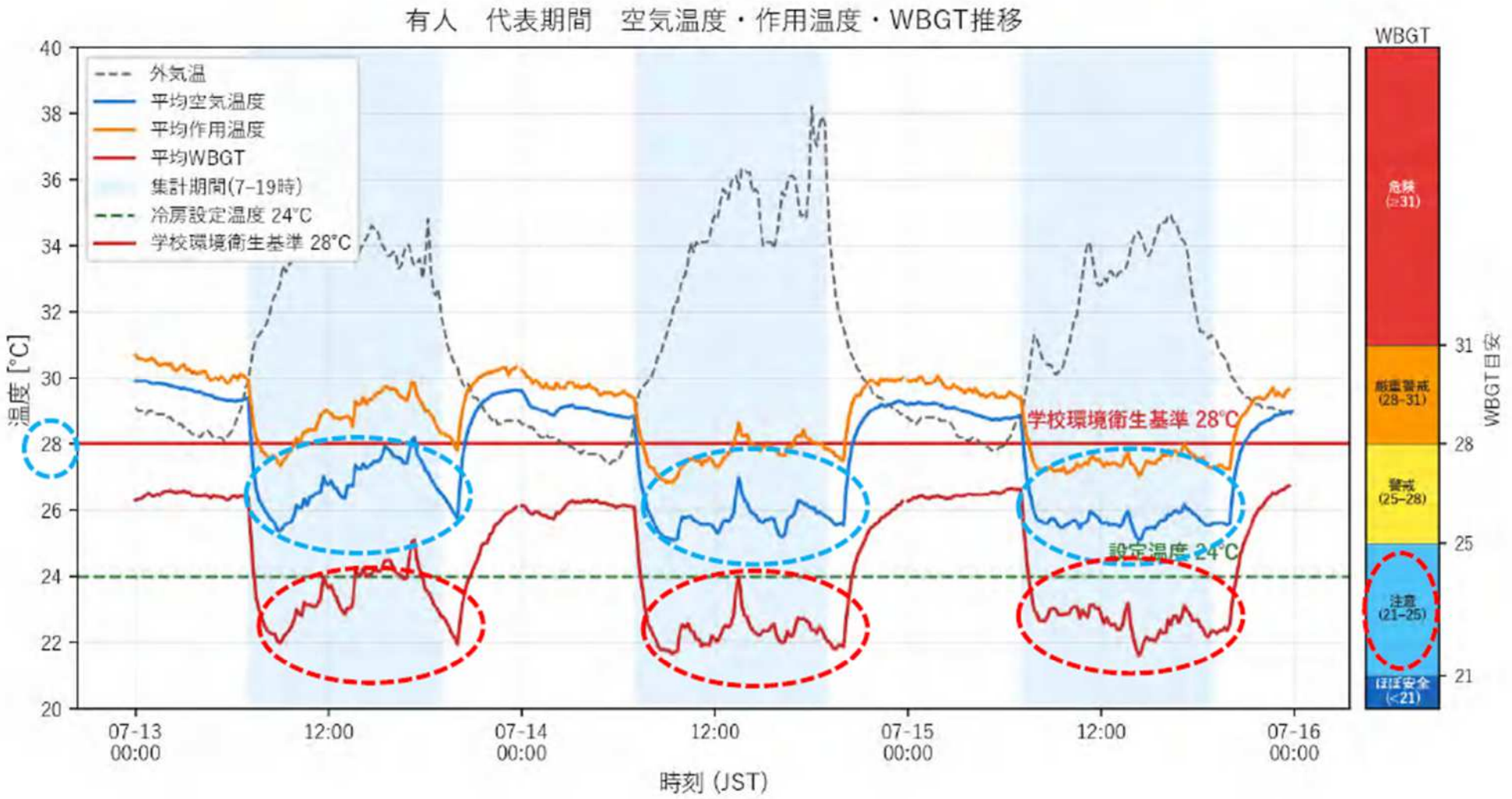




【撮影】東京大学･前研究室

実測結果１　快適性　授業期間　時刻推移

授業期間 7/13~15



・空気温度　利用時間帯は概ね28℃以下（学校環境衛生基準）

・WBGT　利用時間帯は概ね「注意」以下

【資料】東京大学･前研究室

■ 家庭用ルームエアコンを使った感想は？（TV報道より）

「めっちゃ涼しい」小学校の体育館に家庭用エアコン10台　効果は？　北九州市

7/10(金) 7:00 配信　55

FBS福岡放送



【出展】FBS福岡放送

小学校の体育館に家庭用エアコン　熱中症対策の実証実験はじまる　「汗もそんなにかかなくなった」　福岡・北九州市

暮らし

2026/07/09 16:00



【出展】福岡TNCにユース

▶ 冬季の計測結果もお楽しみに…

関係者のみなさまへ
心より感謝申し上げます。
ありがとうございました。

Fin…

■ 市有建築物のZEB化設計指針（北九州市）

北九州市ホームページ

https://www.city.kitakyushu.lg.jp/contents/339 00014.html