

ゼロエネルギー化の可能性に関するシミュレーション検討 検討状況の報告

1. シミュレーションの目的

学校施設（主に小中学校を対象）を対象にゼロエネルギー化の実現可能性について、シミュレーションにより検討を行うとともに、その実現方法と建築・設備計画のあり方について解説を行い、今後の新築、改築、改修設計等に対するあるべき方向性について検討を行う。

2. 学校施設のエネルギー消費に係る特徴

学校施設のエネルギー消費構造における特徴としては主に以下の点等が考えられる。

1) 利用上の特徴

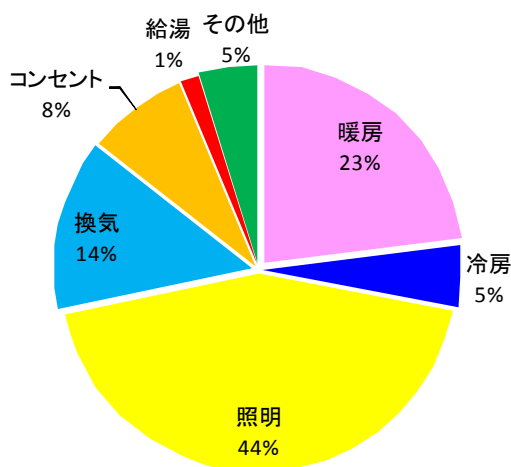
- ①使用時間が短い
- ②冷房の期間が短い
- ③児童・生徒の移動に伴い、室の使用時間が多様である
- ④スポーツ施設を有する
- ⑤利用者側に設備の技術専門家がない

2) 建築的特徴

- ①低層建築である場合が多い
- ②延べ床面積に対する窓面積の比率が高い
- ③空間的な連続性（教室と共用部等）が高い
- ④天井が高い

3) エネルギー消費構造上の特徴

- ①照明のエネルギー消費量の比率が大きい
- ②冷房よりも暖房におけるエネルギー消費量が大きい



計算条件
・建設地域：東京地域
・延べ床面積：9080 m ² （RC造）
・空調設備：個別式ガス熱源空調 （冷房 COP3.0、暖房 COP3.0）
・照明設備：一般型蛍光灯（制御なし）
・換気設備：一般換気（制御なし）
・厨房施設：あり（配膳のみ、調理なし）
・一般公開：あり

図 2.1 学校のエネルギー消費量の内訳例

3. ゼロエネルギー化検討におけるケーススタディ

1) ゼロエネルギー化の考え方

(1) 一般的な考え方

建築物のゼロエネルギーを推進するためには、以下の技術要素、手法などの徹底的な取り組みが必要である。本資料においては学校施設の年間での利用において消費する一次エネルギー消費量と創出するエネルギーの一次エネルギー換算量の差し引きがゼロ以下である場合を「ゼロエネルギー」と考える。

STEP1: パッシブ手法による負荷抑制(図 3.1 緑)

ゼロエネルギー化を推進する上では、まず建物等の工夫や適正な使い方などによるパッシブ手法を取り入れ、可能な限り負荷を抑制、自然エネルギーを利用することが望ましい。

STEP2: アクティブ技術による省エネルギー(図 3.1 青)

パッシブ手法により最小化された負荷を未利用エネルギー、再生可能エネルギーの利用及び高効率の機械にて効率的に処理することにより最大限の省エネルギーを図る。

STEP3: 創エネルギー、蓄エネルギーによるゼロエネルギー化(図 3.1 橙)

STEP2 までの取り組みにより、さらに残った部分を創エネルギー、蓄エネルギーの技術により期間、時間におけるゼロエネルギー化を図る。同時にLCCO₂について検討を行う。

STEP4: 的確なエネルギーマネジメントによる実現性の担保(図 3.1 桃)

ゼロエネルギー化の実現は、建築・設備の取り組みにより自動的に成し得る訳ではなく、利用状況も勘案した利用側の適正かつ的確なマネジメントも必要と考えられるため、様々な「見える化」の手法を導入し、学校から家庭への環境教育へ資することも考慮する。

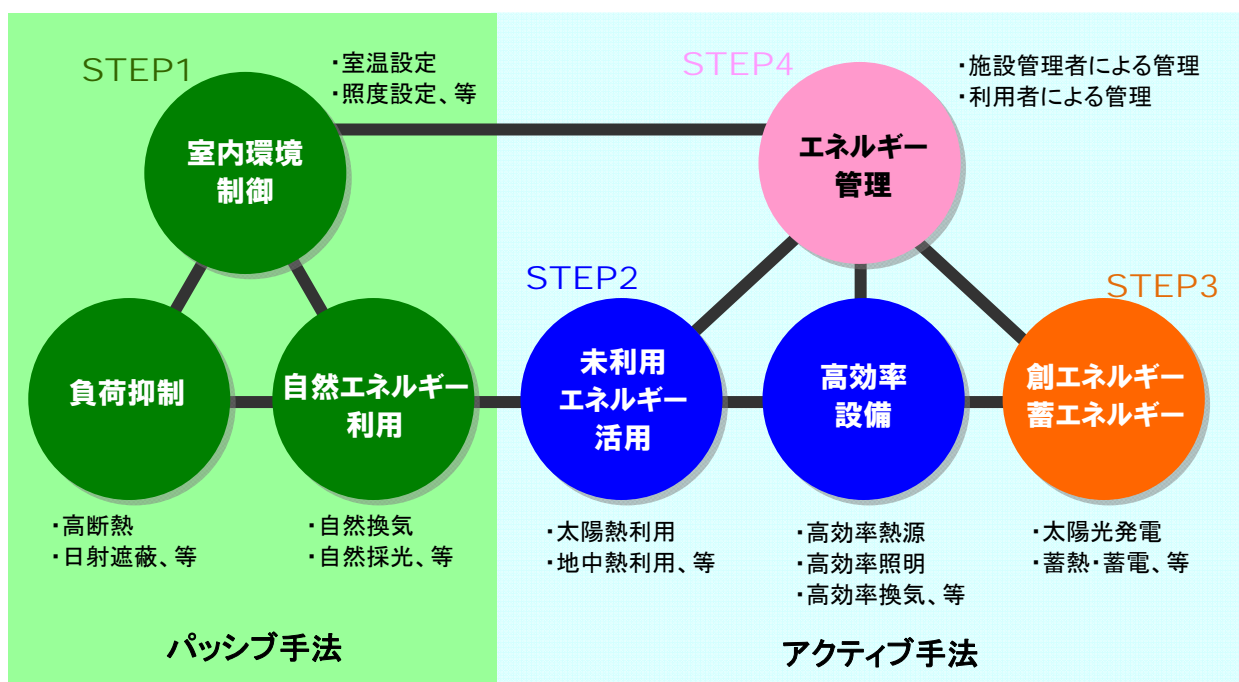


図 3.1 ゼロエネルギー化を推進する技術要素・手法

(2) 学校施設におけるゼロエネルギー化実現の考え方

学校施設においてゼロエネルギー化を実現するためには、学校におけるエネルギー消費構造、学校の利用状況等を勘案した検討と留意、環境教育に根差した対策の選択などが必要になる。

そのため、以下のように削減すべき設備項目の対象等を決定し、経済性も勘案した上で、計画に応じて適切に省エネルギー技術を導入していくことが望まれる。

①学校の平均的なエネルギー使用現状から重点対象を決定する

学校のエネルギー消費源の7割以上が電力所以であり、IV地域の場合では年間エネルギー消費が、平均的には照明44%、暖房24%、換気14%、冷房5%、その他（コンセント、給湯、コピー機等）14%（図2.1）であることから、特に重点的に省エネルギーを推し進める順位は以下とする。各学校の個別的な運営状況である給食室等異なる要素については、給食の中央センター化が進んでいることを鑑み、ここでは考慮しない。

■学校施設において対策を優先すべきエネルギー項目

1. 照明エネルギー消費量の削減
2. 暖冷房エネルギー消費量の削減
3. 換気エネルギー消費量の削減

②経済性に配慮した対策により現状のエネルギー消費を最大50%程度を目指して低減し、その残り50%を創エネにより補うことを目標としてシミュレーションを行う。

2) ゼロエネルギー化の可能性検討のためのケーススタディ

前節の考え方にのっとり、ゼロエネルギー化実現の可能性を確認するためのケーススタディを行う。

ケーススタディは代表的な地域として温暖地、寒冷地を対象として、RC造、木造について以下のケースを検討する。表1に検討するケースでの取り組み例を示す。

現状の一般的な建築・設備仕様（標準ケース）に対して、標準努力ケースにおいては、建物性能の基本的性能を高める建築的手法および経済性に優れた設備技術を全面的に導入する。

最大努力ケースでは、ゼロエネルギー化を目的として、建築・設備の統合的工夫が求められるパッシブ技術や室内の快適性を確保しながら省エネルギーを図る設備項目。加えて、大規模な太陽光発電設備の導入について検討する。

ケース1	標準ケース	: 2000年以降程度の標準的な建築・設備仕様
ケース2	標準努力ケース	: 今後の施設整備において標準的に導入を推進する建築・設備仕様
ケース3	最大努力ケース	: ゼロエネルギー化の実現を目的とした建築・設備仕様

表 3.1 検討ケース(適用技術例)

構造	RC 造、木造			
地域	温暖地(主に都心部)、寒冷地			
空調方式	個別熱源			
	個別熱源方式により冷暖房を前提とした空調設備を想定する			
	省エネ		再エネ	
標準ケース	標準仕様(別紙1)		標準仕様(別紙1)	
標準努力 ケース	建築	<ul style="list-style-type: none"> ・外壁・屋根の高断熱化 ・開口部の複層化(複層 Low-ε ガラス) ・日射遮蔽材の採用 ・移動空間の気密性向上 		太陽光発電 20kW
	設備	暖冷房	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率熱源機器の採用 ・普通教室の冷房化 ・全熱交換器の採用 	
		照明	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率照明器具の採用 ・初期照度補正 ・人感センサー制御(トイレ等) ・高効率誘導灯 	
		換気	<ul style="list-style-type: none"> ・換気ファン制御 	
最大努力 ケース	建築	<ul style="list-style-type: none"> ・自然換気を誘発する建築計画 ・昼光を取り入れる開口計画(ライトシェルフ) 		太陽熱集熱装置 太陽光発電(大規模)
	設備	暖冷房	<ul style="list-style-type: none"> ・熱源室外機水噴霧装置 ・潜熱顕熱分離空調 	
		照明	<ul style="list-style-type: none"> ・明るさセンサー制御 	
		その他	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易 BEMS・見える化装置 	
防災対応	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電設備、蓄電池、コジェネレーション設備 ・体育館床下断熱強化、気密性強化 ・体育館床暖房設備(ペレットボイラー) ・耐震性貯水槽、プール水浄化装置 ・雨水・中水利用設備 			

3) 試算結果の概要

(1) 試算結果 (RC 造の場合)

① 年間における一次エネルギー消費量 (図 3.2、表 2)

計算においては、実在する学校施設 (別紙 2) をモデルとして、当学校に表 1 の取り組みを適用した場合について検討を行った。また、最大努力ケースにおける技術導入のイメージを別紙 2 に示す。

東京、仙台の両地域において最大努力ケースではゼロエネルギー化が実現される。

両地域において、標準努力ケースにおいては太陽光発電の導入も加えると標準ケースに加えて概ね 30% 程度の省エネルギーが実現され、最大努力ケースでは省エネルギーで 50% 程度、太陽光発電の導入で 100% 強の省エネルギーとなる。

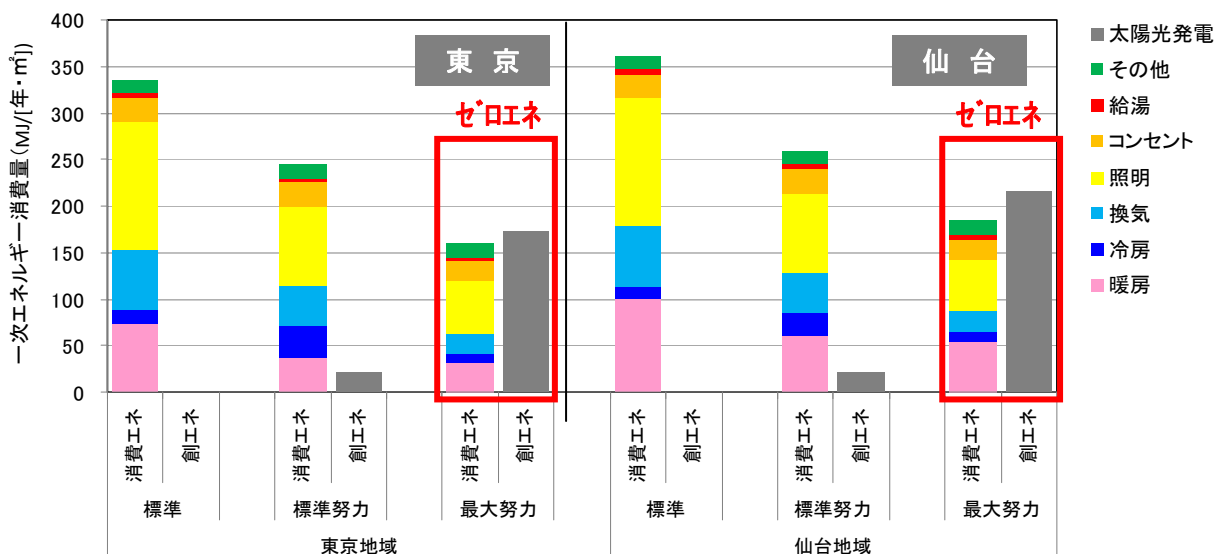


図 3.2 試算結果 (RC 造) での省エネルギー効果

表 3.2 試算結果 (RC 造) の内訳内容

項目	東京地域			仙台地域			備考
	標準	標準努力	最大努力	標準	標準努力	最大努力	
エネルギー 使用量 MJ/[年・㎡]	暖房	72.6	36.8	31.2	101.4	60.3	54.7
	冷房	15.7	34.5	10.3	12.0	25.3	10.2
	照明	137.4	84.9	56.6	137.4	84.9	56.6
	換気	43.9	43.9	22.0	43.9	43.9	22.0
	コンセント	25.6	25.6	20.5	25.6	25.6	20.5
	給湯	4.7	4.2	4.2	5.6	5.0	5.0
	その他	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	合計	315.0	244.8	159.6	340.9	259.9	183.9
	省エネルギー率	22%	49%		24%	46%	
創エネ対策 による効果	太陽光発電パネル		-21.5	-172.0		-21.5	-215.0
	合計		223.3	-12.4		238.4	-31.1
	省エネルギー率 (Net)		29%	104%		30%	109%
LCCO2	PVパネル容量 (kW)		20	160		20	200
	PVパネル面積 (㎡)		174	1391		174	1739
LCCO2	建設						今後検討 予定
	改修・維持管理・廃棄						
	運用						

②晴天日（平日）における一次エネルギーの需給パターン（最大努力ケース）

各シーズンの晴天日におけるエネルギー消費のパターンと太陽光発電による発電パターンを図 3.3 に示す。暖房期間、冷房期間においては発電に対して、各時刻で消費エネルギーが上回るものの、中間期、長期休暇期間などにおいては昼間の時間帯においてゼロエネルギーが達成される

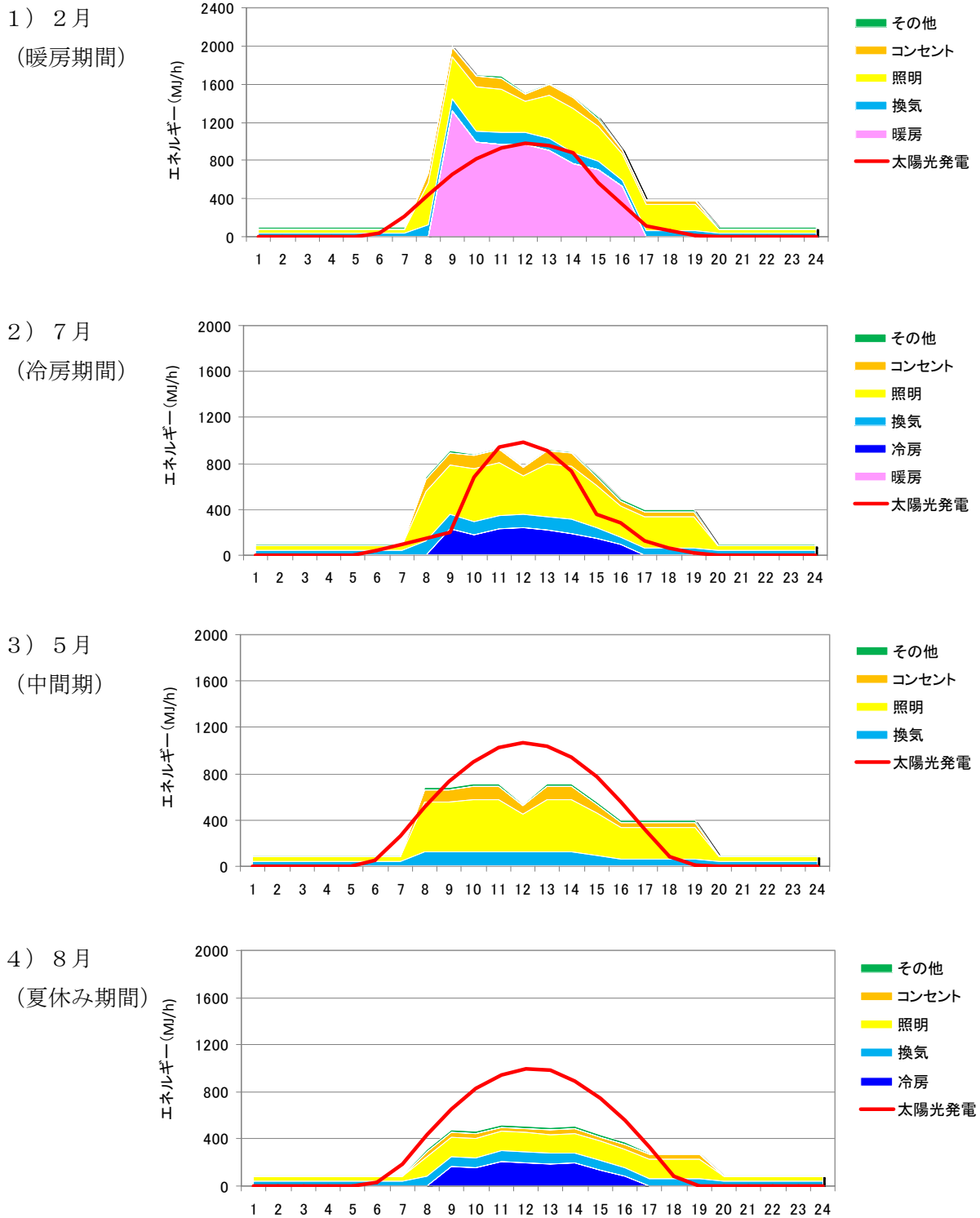


図 3.3 各月平日の晴天日におけるエネルギーの時刻別需給パターン

4. ゼロエネルギー化を実現する具体的対策例の解説と留意事項

以下にゼロエネルギー化を実現するための具体的な対策の代表事例とそれらを学校施設に導入する際における留意事項、特に児童・生徒の発達段階に配慮した留意事項、新築だけでなく既存施設の改修に適用する場合の留意事項等についても必要に応じて補足する。

4. 1 照明エネルギーの削減対策例〔照明エネルギーの削減目標 最大 59%〕

A. 標準努力対策

A-1：照明器具の高効率化（エネルギー削減率：40%*一般値による）

総合効率が 100lm/W の HF インバータ蛍光灯を採用し、器具効率（全光束/定格光束）が 0.6 以上（下面カバー付）・0.75（ルーバー付）以上・0.9 以上（下面開放型）の器具を設置する。教室では 500lx、オープンスペースや職員室では 300lx の照度を確保する。初期調光制御機能付きの器具の設置を計画する。

【留意事項】

- ・LED 照明等の先端技術についても室内環境への影響等を勘案しつつ、設計手法や費用対効果等を考慮して随時導入を検討する。

A-2：照度センサー・人感センサー等の設置

教室などにライトシェルフ等の昼光利用装置を取り入れた部分で、昼光利用が出来ない天候を考慮し、照度センサーを組合せる。共用部や職員室等では人感センサーを設置し、スイッチの切り忘れなどを防止する。

【留意事項】

- ・照明を積極的に消灯するためには、スイッチや制御の系統が利用パターン、昼光率等の状況を勘案して計画される必要があり、設計段階で室の利用状況や室内昼光率等を十分に検討する。

B. 最大努力対策

B-1 昼光利用（エネルギー削減率：30%）

教室などで、昼光利用と窓際からの段階的な照明制御等を行い、照明エネルギーを削減する。直射日光によるグレアや冷房効率の低下が生じないように、天空光や反射光を取り入れる。反射光については、内装仕上げの反射率を「天井 70%以上、床面 10%以上、壁面 30%以上」とする。

①ライトシェルフ：

上面から天井部に導光し部屋の照度を上げる。下部では夏期日射を遮蔽する。ライトシェルフによる昼間照明の消灯により南面と北面で 30%以上の消費エネルギーを削減する。庇の出 400・600・900・1200 mm ごとに南面、北面の窓面双方に行った照度計算では、窓面・ライトシェルフ上の欄間窓、廊下側も含めた自然光昼光率は 30%弱程度の数値となる。

【留意事項】

- 昼光にて机上面が適正な照度を確保できたとしても、視野角内の窓面などとの相対輝度差が大きいと、感覚的には暗く感じてしまうため、運用後に適切に昼光を取り入れるためには、眩しさを除去しつつ、最大限昼光を取り入れる工夫が必要である。
- 窓面は暖冷房の観点から捉えると、大きな熱負荷要因になるため、暖冷房と照明のバランス及び室内環境に十分注意する。

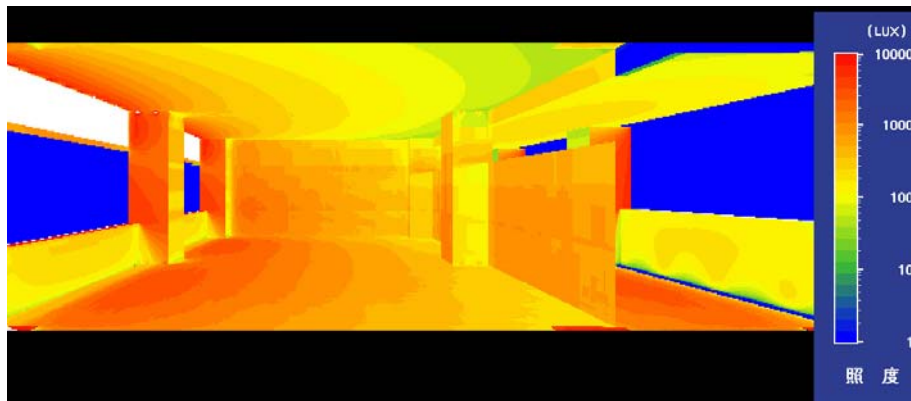


図 4.1 普通教室におけるライトシェルによる昼光利用時の壁面照度の計算結果例

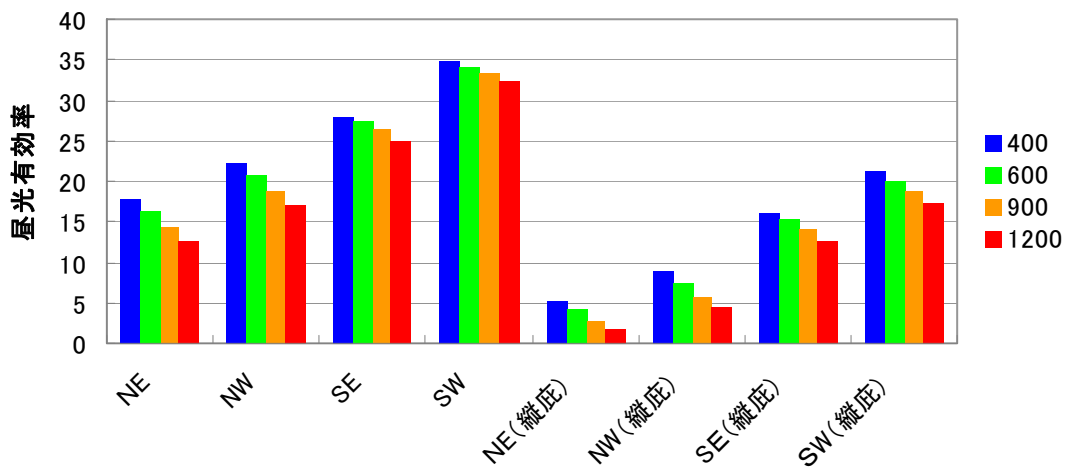


図 4.2 ライトシェルフ庇深さに応じた昼光有効率（人工照明消灯率）

- ②トップ・ハイサイドライト（天窗・頂側窓）：北面から導光及び上部換気窓とする。
 トップサイドライトの設置により最上階に導光し、人工照明の補助とする。

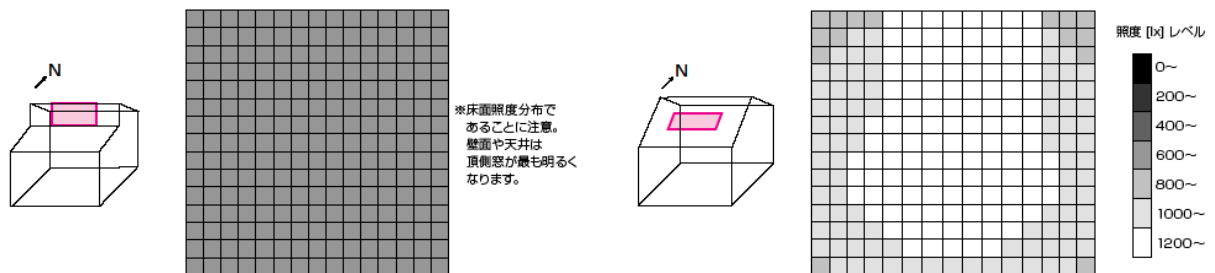


図 4.3 天窗と頂側窓との床面照度分布（自立循環型住宅への設計ガイドラインより）

【留意事項】

- ・トップライトを設ける場合は、直下の照度が強いため、落下防止ネット等の安全防止策と合わせ、ルーバー等である程度照度を抑える。

C. その他の照明対策

C-1 アトリウム(図(別紙2)に記載せず)

建物中央にアトリウム等の吹き抜け空間を設けることにより、通常は昼光を取り入れることが難しい、平面中央付近への採光が可能となる。計画上設置可能な場合については採光可能な吹き抜けを積極的に採用する。

【留意事項】

- ・アトリウム等の計画を行う場合には、アトリウム上下の温度差を利用した自然換気なども併せて検討を行う。
- ・児童・生徒の乗り出し等による危険を回避する、落下防止策を講じる。

C-2 その他(図(別紙3)に記載せず)

- ・反射ミラー・採光ダクト・光ファイバー・プリズム等

4. 2 暖冷房エネルギーの削減〔暖冷房エネルギーの削減目標 最大 36%〕

建築物の年間熱負荷は、年間の外部から侵入する熱と内部で発生する熱に対し、建物外周の断熱性能と室温・湿度管理を含めた空調の性能により決まるため、断熱性能を向上し、空調機器の効率のよいものを採用する。

A. 標準努力対策

A-1 外皮断熱化

①屋根・外壁・基礎の断熱

RC造の場合、ヒートブリッジの対策とコンクリートの熱容量を考慮すると外張断熱が有効な手法となる。図 4. 4 などの試算例より、押出法ポリスチレンフォーム 2 種 b t=40 (R=1.36) から t=60 (R=1.76) 以上で厚みを増しても断熱性能に大きな向上は見込めないことから、努力仕様ではコンクリートによる断熱性を同断熱材にて 40mm 程度見込む。また、基礎を断熱化する事で建物全体の温度環境を改善する。

【留意事項】

- ・木造の場合、住宅で培われたグラスウールによる充填断熱を行い、地域の気候に応じてさらに外張付加断熱とする方法にてコストパフォーマンスが高い。
- ・外断熱を採用した場合、内部に蓄積された熱の除去は困難であるため、通年の室内環境条件を勘案し、適切に自然換気等と組み合わせ、冷房負荷が増加しないよう注意する。

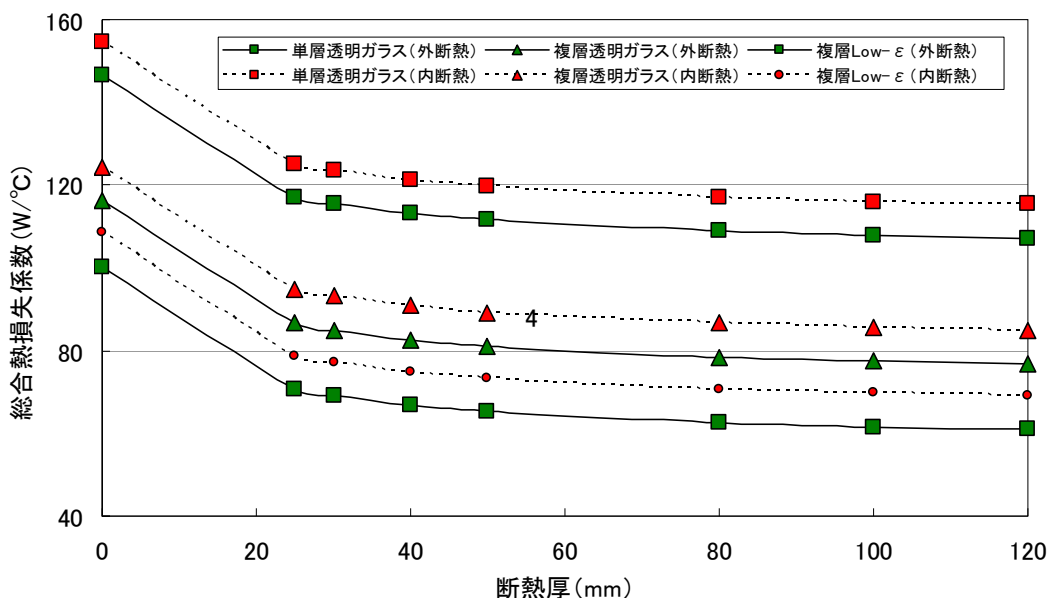


図 4. 4 断熱厚み、窓仕様の組み合わせによる総合熱損失係数

表 4.1 断熱材の仕様例

地域	部位	標準的な仕様例	努力仕様例 (標準努力、最大努力)		
RC造					
III	屋根	押出法P S F 2種 b t =40	R =1.17	押出法P S F 3種 b t =40 (外張)	R =1.42
IV	外壁	押出法P S F 2種 b t =20	R =0.58	押出法P S F 3種 b t =40 (外張)	R =1.42
	基礎	なし	—	押出法P S F 3種 b t =40 (外張)	R =1.42
木造 (充填)					
II	屋根	高性能GW14k t =105	R =2.76	高性能GW16k t =200 (充填) 押出法P S F 3種 b t =40 (外張付加断熱)	R =6.97
	外壁	高性能GW14k t =105	R =2.76	高性能GW16k t =150 (充填) 押出法P S F 3種 b t =40 (外張付加断熱)	R =5.58
	基礎	なし	—	押出法P S F 3種 b t =40 (外張)	R =1.42

A-2 開口部の断熱・日射遮蔽

学校施設は他の建物用途と比べても外壁面積に対する開口面積の比率が高いため、外皮の断熱性能向上において開口部の性能が与える影響は大きい。

そのため、地域の温熱環境と日射取得の特性を踏まえて開口部の仕様を決定する。表 4.2 に参考仕様例を示す。

【留意事項】

- ・ 昼光利用を行うことから、IV地域の南面窓以外、低放射複層ガラスは使用しない。
- ・ 渡り廊下などの屋外空間と直結する廊下、居室等については季節に応じて自然換気と気密性確保を両立できるようにサッシの仕様等に留意する。
- ・ 児童・生徒の活動を勘案して、開口部の屋外側に落下防止フィルム、内窓に強化ガラスを用いるなど安全面にも留意する。
- ・ 既存施設では建具の総改修などは費用、工期等の観点から実施は難しい。改修の場合には、日射反射フィルム、断熱フィルムなどの採用についてもメンテナンス、費用対効果等を勘案して採用を検討する。

表 4.2 窓・サッシの仕様例

枠数	枠位置	標準			努力ケース					
		仕様例	熱貫流率 U (W/m ² ·K)	日射侵入 率 η	仕様例	熱貫流率 U (W/m ² ·K)	日射侵入 率 η	標準 努力	最大 努力	模式 図 記載
一重	外窓	アルミサッシ FL6 落下防止フィルム	6.040	0.86	アルミサッシ(熱遮断構造) (北)	3.24	0.76	○		
		FL5+A16+FL5 落下防止フィルム								
一重	外窓 南面	アルミサッシ FL6 落下防止フィルム	6.040	0.86	アルミサッシ(熱遮断構造) (南)	2.52	0.40	○		
		LowE5+A16+FL5 落下防止フィルム								
二重	外窓	アルミサッシ FL6 落下防止フィルム	6.040	0.86	アルミサッシ	2.3	0.79	○		
	内窓	-			樹脂サッシ FL3+A12+TP4					
二重	外窓	アルミサッシ FL6 落下防止フィルム	6.040	0.86	アルミサッシ(熱遮断構造)	1.73	0.76		○	○
	内窓	-			樹脂サッシ FL3+A12+TP4					

A-3 空調機器の高効率化

①高効率熱源機器の採用

熱源機器を選択する場合には、定格域で高い効率の機器（国土交通省のグリーン調達基準、東京都「東京都環境物品等調達方針(公共工事)」等を参考に）を選択することはもちろんの事、年間を通じた負荷の発生状況を勘案して部分負荷発生時の効率向上に考慮する。図 4.5 にモデル学校（RC 造）における標準仕様、標準努力仕様の断熱性能による年間熱負荷降順図を示す。

II 地域、IV 地域ともに断熱性能が標準仕様の場合と比べて、標準努力仕様の場合には暖房負荷のピーク（図の一番左の最大値）が大きく低減する一方で、冷房負荷は大差がない。

空調熱源機器は学校の場合、概ね暖房能力で決定されるため、冷房負荷と暖房負荷に大きな乖離があると、冷房時の部分負荷効率が低下してしまう可能性がある。

そのため、適正な断熱化により暖房負荷を低減することは、熱源機器容量の低減、コストの低減、通年を通じた空調の効率的な運用に資する。

【留意事項】

- ・空調の熱源システムを考慮する際は、時間における使用パターンが類似する部屋を同システムとする。
- ・個別熱源方式において、屋外機の熱源容量を選定する際は、室内機容量の積み上げだけでなく、熱負荷計算による熱負荷発生の同時発生について考慮し、過剰に大きな機械が入らないよう留意する。
- ・空調熱源機器の選定においては、対象学校施設の熱負荷パターンを勘案し、年間の平均的な負荷において最も効率が高くなる機器を選定する。

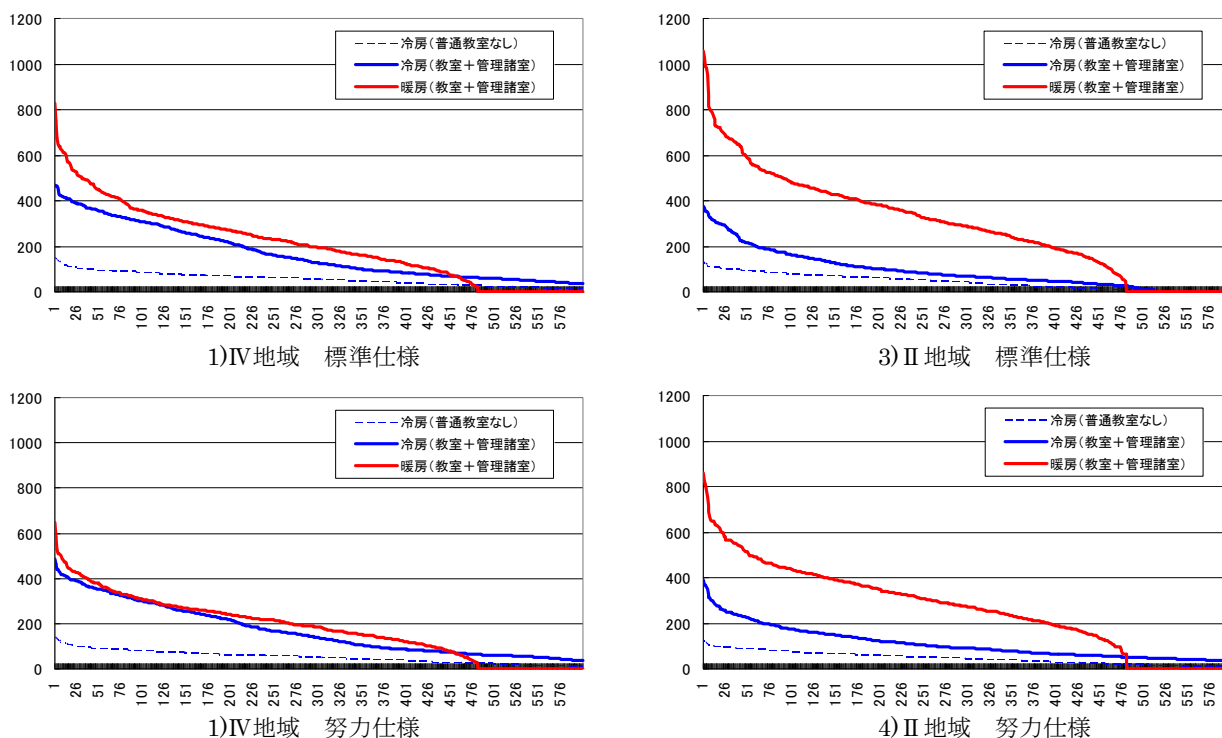


図 4.5 II、IV地域における断熱性能の違いによる暖冷房熱負荷降順図
(縦軸：熱負荷 (kW)、横軸：時間)

A-2 全熱交換器の採用

学校施設、特に教室は人口密度の高い居室であり、外気の導入量が比較的大きいため、全熱交換器等を採用し、外気負荷の低減を図る。

【留意事項】

- ・全熱交換器は一般的に、暖冷房機械との連動運転は行われず。そのため、本来、熱交換をすべき時期に熱交換を行っていないか、室内よりも外部の条件がよい中間期などに熱交換を行っているなどの無駄な運用が多く散見されているため、これらを回避する制御・捜査方法の採用などに留意する。
- ・外気の導入計画は外気負荷の低減、外気による冷房など全熱交換器だけでなく年間を通じた組み合わせを勘案する。

B. 最大努力対策

B-1 開口部等の工夫による冷暖房効率の向上

①自然換気・ナイトパージ

空調の設定温度よりも室温に余裕がある中間期は自然風の取り入れを行う。自然風は、体温からの負荷が高い建物中央に向かって取り入れる。

- 1) 直接換気：教室や職員室では、卓越風向に考慮し二方向換気が行えるよう、開口位置に配慮し、間仕切りがある場合は開閉可能な欄間など通風に配慮する。
- 2) 温度差換気・風圧による換気：外気を導入し、建物の温度差で空気を動かす。風圧による換気では、屋根勾配が3寸5分以下のとき、図のように天窓や頂側窓が空気の流出口になる。中間期や夏期の風向と天窓等の方位が適している場合は、積極的に採用する。
- 3) 夜間外気を取り入れるガラリ等。コンクリート躯体を冷却し、翌日の冷房立上がりエネルギーを削減する。

②空気集熱式太陽熱利用システム（エネルギー削減率：36～67%、体育館100%）

冷暖房：計画上設置可能な場合については太陽光と躯体蓄熱を利用した床暖房と夏期の廃熱により、冷暖房として用いる。校舎棟で通常努力仕様で36～54%、最大努力仕様で53～67%の冷暖房エネルギーを削減、体育館は空気集熱式太陽熱利用システムのみでの暖房で、冬期室温（Ⅲ地域12～14℃、Ⅳ地域16℃～18℃）となる。

ナイトパージ：冷風取込みにより、躯体を冷却する。校舎棟で-0.5～-0.7℃、体育館で-0.7～-0.9℃朝方の室温が下がる。

換気：施設用ハンドリングでは風量720～1080 m³/h・台、消費電力170～250W/台の換気能力がある。天候の良い日であれば、検証事例のRC造教室棟の場合、1.44～2.17回/hの換気量となる。

③冬期暖房区画

冬期はオープンスペースや別棟の接続を建具等で区画し、断熱効率を上げ隙間風を防止する。

B-2 空調機器のエネルギーマネジメント等

コントロールパネルなどの見える化やルールにより、不在時の切り忘れ、空調範囲の設定、室温設定の確認を行う。取り組みの見える化により、省エネの普及を考慮する。

C. その他の対策

C-1 パッシブ対策、未利用エネルギーの利用

下記のようなパッシブ対策、未利用エネルギー利用等を計画上可能な場合取り入れる。

- ・陸屋根の屋上緑化や、壁面緑化により外皮の断熱効果を向上させる。
- ・地中熱、雪氷、河川、廃熱など地域の自然条件に合ったエネルギーを冷暖房や給湯に利用する。
- ・発電機排熱、周辺の清掃工場等からの熱供給等
- ・ペレットストーブやペレットボイラーによる熱供給

C-2 付属部材の設置

直射日光によるまぶしさや熱を抑制するため、カーテンやブラインド等を設置する。東西面では、必要に応じて、ルーバー、外部ブラインド等を設置する。

4. 3 換気エネルギーの削減〔換気エネルギーの削減目標 最大 68%〕

シックスクール対策を考慮し、24 時間換気を採用する。夏期・冬期は熱交換換気、中間期は通常換気に切り替える、自然風の取入れを行う。

A. 標準努力ケース

A-1 換気設備の高効率化

①圧力損失の低減

ダクトの距離を短くし、曲がり箇所を少なくするなど、換気経路の圧力損失を最小化し換気ファン動力を低減する

②気密性の確保

換気ファンの吸気ガラリ、排気ガラリなどを全閉機構付きの気密仕様にするすることで、室内外の漏気を低減することができ、無駄な隙間風の侵入を防ぐ。

A-2 換気機器のエネルギーマネジメント等

コントロールパネルなどの見える化やルールにより、不在時の切り忘れ、熱交換換気や通常換気、風量設定の確認を行う。取り組みの見える化により、省エネの普及を考慮する。

【留意事項】

- ・教室、更衣室等の換気はシックスクール問題の関係から 24 時間換気する場合も増えている。換気ファンの停止により、これらの問題が惹起されないよう、運用ルール（長期休み前は停止、等）等を作成して、可能な範囲で省エネルギーも目指す

4. 4 創エネルギー

A. 標準努力対策

A-1 太陽光発電パネル

ケーススタディでは、架台による屋根荷重の増加を制限するため、勾配屋根とし、屋根一体型パネルを設置した。

- ・（単結晶、パネル出力 230w/枚）の場合

表 4.3 学校のゼロエネルギー化を目的とした太陽光パネルの設置面積例

	延床 8398 m ² ※標準	延床 8398 m ² * ※最大努力 IV地域	延床 8398 m ² * ※最大努力 III地域
学校の消費エネルギー	328MJ/m ² ・年	164MJ/m ² ・年	193MJ/m ² ・年
太陽光パネル定格出力 (校舎+体育館)	-	160kW	200KW
枚数 (校舎+体育館)	-	696 枚	870 枚
設置面積	-	891 m ²	1113 m ²

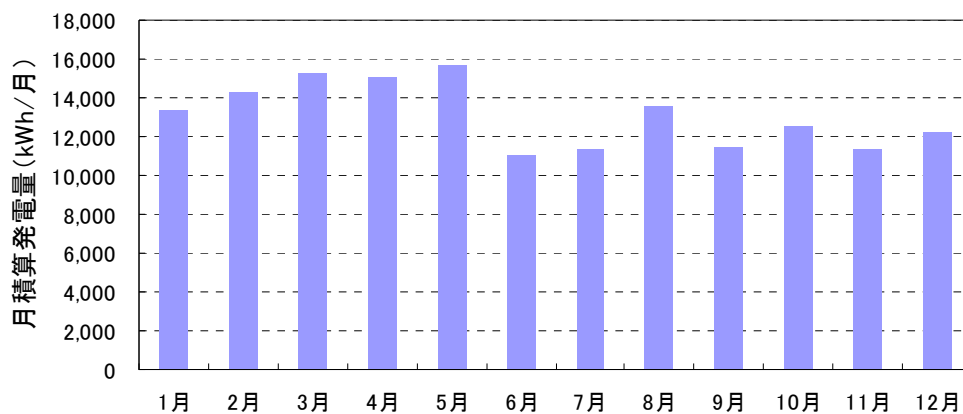


図 4.6 月毎積算発電量