

第四章 検討の記録と体制

4. 1 ゼロエネルギー化達成可能性検討

(1) 検討の条件

ゼロエネルギー化の具体的な実現可能性の検討にあたり、川崎市内で比較的竣工年次が新しく、本新設小学校の規模と同程度の学校を対象として、その実現可能性を確認するとともに、今後の設計・運用段階に引き継ぐエネルギー消費量計算上の想定条件を整理する。

以下に、参照小学校の仕様及び本新設小学校の建築・設備仕様の例を示す。

表 4-1 検討ケース

項目		参照小学校仕様	新設小学校仕様例	
建築仕様	断熱	屋根	断熱厚 25mm 相当 ^{※1}	断熱厚 100mm 相当 ^{※1}
		外壁	断熱なし	断熱厚 50mm 相当(外断熱) ^{※2}
		床	断熱厚 25mm 相当 ^{※2}	断熱厚 50mm 相当 ^{※1}
	開口部種類	単層ガラス(4.5mm) ※学校用強化ガラス	Low-E複層ガラス等 ※学校用強化ガラス	
	庇	庇なし	ライトシェルフ、バルコニー等	
	屋上緑化	一部、採用	一部、採用	
	エコマテリアル	特になし	・高炉セメント(基礎部) ・内装の木質化 ・エコケーブル	
計画上の工夫	特になし	・自然換気を誘発する建築計画 ・昼光を取り入れる開口部計画、建築計画 ・移動空間の気密性向上 ・メンテナンス性、用途変更への対応性		
空調換気設備仕様	暖冷房設備	普通教室	・空冷ヒートポンプチラー+FCU	・高効率エアコン(EHP)
		特別教室	・エアコン(EHP)	・高効率エアコン(EHP)
		管理諸室	・エアコン(EHP)	・高効率エアコン(EHP) ・二重効用ナチュラルチラー(排熱回収型)+FCU
		体育館	暖冷房なし	・空気式太陽熱集熱装置
	換気設備	居室	・全熱交換器(制御なし)	・全熱交換器(24時間換気、微風量モード有、CO2センサー制御)
		便所等	・三種換気(制御なし)	・三種換気 (サーモ・人感 On/Off 制御、タイマー制御)
		厨房	・一種換気(制御なし)	・一種換気(インバーター制御)
照明設備仕様	器具	居室	・Hf型蛍光灯	・LED照明器具
		廊下・便所等	・Hf型蛍光灯	・LED照明器具
		体育館	・セラミックメタルハライド	・LED高天井照明
	制御	共通	特になし	・適正照度補正制御 ・集中リモコン
		居室	特になし	・明るさセンサー制御
		共用部	特になし	・人感センサー制御
校庭等外部	・自動点滅器	・自動点滅器		
電源	太陽光発電設備	・太陽光発電 10kW 相当	・太陽光発電 290kW 相当	

仕様	変圧器	・トッランナー変圧器(2007)	・トッランナー変圧器(2014)	
衛生 設備 仕様	給湯	湯沸等	・ガス瞬間式湯沸し器、 ・電気貯湯温水器	・潜熱回収型ガス湯沸かし器
		厨房	・ガス瞬間式湯沸し器	・コージェネレーション設備の排熱利用
	厨房	・一般型厨房器具 ・電気式床暖房	・局所排気型厨房器具 ・太陽熱集熱式床暖房(50 m ²)	
	給排水	・受水槽+加圧給水方式	・受水槽+加圧給水方式 ・簡易式トイレ ・雨水利用設備	
防災 機能	電源	特になし	・蓄電池(10kWh)、可搬式発電機(2kWh) ・コージェネレーション設備(25kW×2台)	
	ガス	低圧ガス引き込み	・中圧ガス引き込み※専用ガバナール設置	
	その他	特になし	・二次避難所の機能 ・防災体育館機能	

※1 硬質ウレタンフォーム相当、※2 ポリスチレンフォーム発泡板相当

表 4-2 運用条件(参照小学校)

利用時間	平日			休日		
	空調	照明	換気	空調	照明	換気
普通教室	9-15	9-18	0-24	—	—	0-24
特別教室	9-15	9-18	0-24	—	—	0-24
管理諸室	7-21	7-21	0-24	9-18	9-18	0-24
廊下(教室前)	—	9-21	0-24	—	—	0-24
廊下(管理諸室前)	—	9-21	—	—	8-21	—
体育館	—	8-21	0-24	—	8-21	0-24
校庭		自動点滅				
室内環境設定	冷暖某設定温度(°C)		暖冷房期間		照明照度 (lx)	CO2 濃度 (ppm)
	冷房	暖房	冷房	暖房		
普通教室	28°C	18°C	6月	12月	500	1000
特別教室			~9月	~3月	500	1000
管理諸室					750	1000
廊下	—	—	—	—	300	—
体育館	—	—	—	—	500	1000

(2) 実現可能性検討における建築、設備の仕様例

ア. 暖冷房エネルギー消費量の低減対策例

暖冷房エネルギー消費量は、建物の断熱性能の強化、夏期の日射遮蔽、冬期の日射取得等の熱負荷低減方策と、空調方式、熱源効率の向上、搬送動力の低減等の設備効率の向上により達成される。

本試算においては、主に以下の(ア)～(キ)の対策等の導入により暖房エネルギー消費量、冷房エネルギー消費量を50%低減することを見込む。50%低減の内訳の概要は以下の通りとなる。

$$\frac{(1-30\%)}{\text{熱負荷低減
適正な温度設定、
以下(ア)-(エ)、等}} \times \frac{(1-30\%)}{\text{高効率機器の採用
適正な機器容量の選定
以下(オ)-(キ)、等}} = 49\% \text{ (約 50\%の省エネルギー)}$$

(ア) 断熱仕様

教室棟、特別教室・管理棟などにおいて、屋根・外壁・床下、開口部の断熱性能を高く確保することで、暖房の熱負荷を12%程度の低減が見込まれる。また、体育館等においては、暖房空間ではないが、冬期の活動、災害時の避難者の温熱環境向上の観点から、断熱を適正に行い、空気式太陽熱集熱装置等の設置を検討する。

具体的には、壁の断熱はトップランナー断熱材(下表等)を用いて、外壁50mm程度、屋根100mm程度、床下100mm程度、開口部はLow-ε複層ガラス(熱貫流率1.6[W/m²・℃]以下程度)等を検討する。

表 4-3 断熱区分ごとの目標基準値

区分	目標基準値
	熱伝導率 λ [W/(m・K)]
グラスウール断熱材	0.04156
ロックウール断熱材	0.03781
押出法ポリスチレンフォーム保温材	0.03232

(イ) 日射遮蔽・日射取得

庇等により、教室、管理諸室等の冷房負荷を低減させる。庇深さは窓面が南の場合は概ね、窓高さの1/2程度を検討し、夏期の日射遮蔽と冬期の日射取得を同時に達成する。庇による夏期の冷房負荷低減効果は概ね8%程度とすることが見込まれる。

(ウ) 外気負荷低減

外気の手入れは原則的に全熱交換器等の個別換気装置を利用する。なお、室の使用状況に併せて風量を可変可能とし、夜間等の無人時には停止もしくは微風量での運転が可能な機器を採用する。消し忘れ防止や中間期のモード変更を一括で行えるよう、集中リモコン等にて管理できるようにする。これらの対策により、冬期で暖房負荷の20%程度、夏期で冷房負荷の5%程度の低減が見込まれる。

(エ) 適正な室内環境条件の設定

良好な学習環境の確保と省エネルギーが矛盾しないよう、適正な温熱環境の確保を行う。特に冬期の湿度の低下はインフルエンザ等のウィルス性疾患の予防上も重要であるため、加湿器の設置について十分に検討する。

(オ) 空調熱源システム

本試算においては、普通教室廻りは学年、クラスにより利用状況がさまざまであるため、高効率 EHP によるビル用マルチエアコン方式を想定した。なお、特別教室や管理諸室も同様の考え方とする。

ただし、職員室は常に在席者がおり、年間を通した利用が見込まれる部屋であるため、コージェネレーション設備からの排熱の給湯利用で使い切れない部分の受け皿として、排熱回収型吸収式冷温水機等の導入を検討し、防災拠点としての性能と省エネルギー性を同時に確保する。また、重要系統については、停電時でも運転を可能とするよう、システムもしくは機器により対応する。コージェネレーション設備の運転時間は空調運転時間と連動させ、排熱を夏期・中間期は冷房・給湯に、冬期は給湯に活用する方法に検討する。なお、このような温水利用の熱システムは、太陽熱集熱パネル等の再生可能エネルギーとの連携も可能であるため、全体計画の中において積極的な導入を検討する。

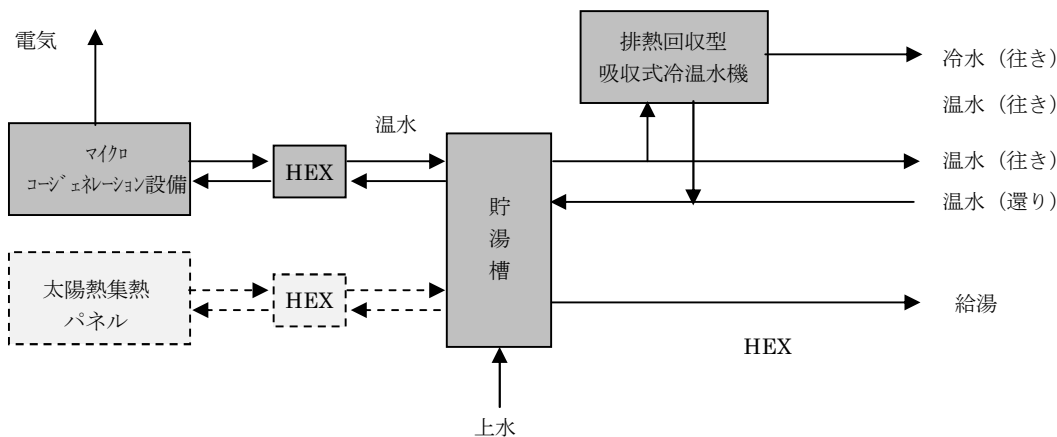
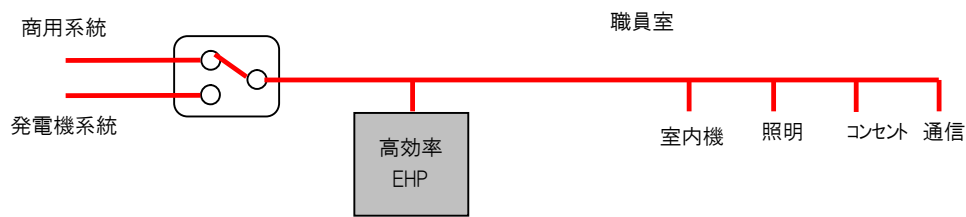
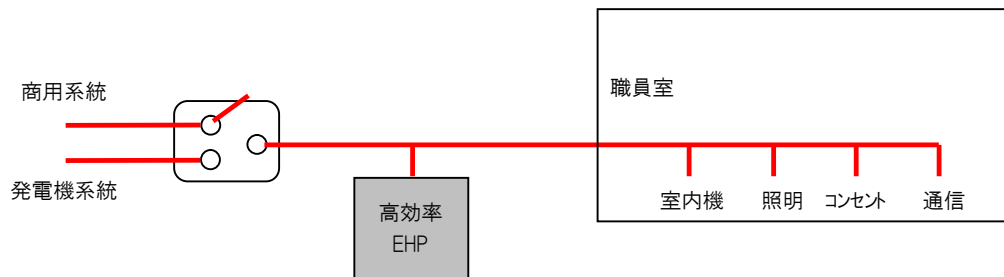


図 4-1 コージェネレーション設備の排熱及び太陽熱集熱パネルによる暖冷房・給湯



1) 平常時における電源供給



2) 停電時における電源供給

図 4-2 重要系統の通電イメージ図

(カ) 高効率熱源機器の採用

上記の対策等により最小化された熱負荷をさらに高効率に処理することで、暖冷房エネルギー消費量は大きく低減される。例えば、熱負荷が 30%削減され、熱源効率が 30%向上すると、 $(1-0.3) \times (1+0.3) = 0.49$ となり、50%の省エネルギーが達成される。本試算では主に下表程度の性能を見込んだ。また、ビル用マルチエアコンは、機種により部分負荷効率が最大となる負荷率が異なる。そのため、年間における暖冷房シミュレーションを実施して、年間を通じてピーク性能、平均性能が高くなる機種選定、ゾーン選定を行うことが重要で、機種・容量の適正化により 20%程度の省エネルギーが見込まれる。

表 4-4 空調方式

	参照小学校	新設小学校
中央式	空冷ヒートポンプチラー+FCU COP-暖房・冷房 3.57	排熱投入型吸収式冷温水機 COP-冷房 1.31、暖房 0.87(高位発熱量基準)
個別式	ビル用マルチエアコン (電気式) COP-冷房 3.54、暖房 3.95	高効率ビル用マルチエアコン (電気式) COP-冷房 4.12、暖房 4.60

(キ) 搬送動力の低減対策

中央熱源方式を利用する際には、空調機ファン、ポンプ等の風量、流量は VAV (変風量制御、Variable Air Volume)、VWV (変流量制御、Variable Water Volume) や設定温度による発停等を行い、70%程度の低減が図られることが見込まれる。

イ. 照明設備の仕様例

本試算において、照明関連の対策としては、主に以下の対策を講じ、以下に説明する効果の積み上げにより、概ね 68%程度の低減が見込まれる。68%程度の低減の内訳の概要は以下の通りとなる。

$$\frac{(1-10\%)}{\text{適正照度補正 スケジュール制御 以下の(ア)}} \times \frac{(1-40\%)}{\text{昼光利用 以下の(ア)}} \times \frac{(1-40\%)}{\text{高効率照明 適正な照度 以下の(イ)}} = \text{約 } 32\% \text{ (約 } 68\% \text{ の省エネルギー)}$$

- ① 人感センサー、タイマー制御、集中管理
- ② 適正な照度設定（350lx～400lx）及び初期照度補正制御
- ③ Hf 蛍光灯、LED 照明の高効率器具の利用
- ④ グレア（まぶしさ感）を抑え最大限に昼光を活用する建築的工夫と明るさ連動制御

(ア) 照明制御

照明器具の特性や自然光を利用することで、机上面照度を適正に制御し、照明エネルギーを低減する。照明制御は利用のされ方と整合して、適用することが効果的であるため、本試算においては下表のとおり、その制御による削減効果と適用対象室を想定した。なお、明るさセンサー制御による効果は、建築的に昼光を取り入れる努力が行われた建築計画を想定し、一般的な効果量の倍程度を見込んでいる。

表 4-5 照明制御等における省エネルギー効果と適用用途室

(低減率)	適正照度補正	明るさセンサー	人感センサー制御	集中リモコン	高効率照明器具	照度の適正化	削減率
	15%	60%	20%	0%	10%	20%	
普通教室	○	○		○	○	○	75%
多目的スペース	○	○		○	○	○	75%
特別教室	○	○		○	○	○	75%
管理諸室	○			○	○	○	61%
廊下	○		○	○	○	○	49%
階段	○		○	○	○	○	49%
便所	○		○	○	○	○	49%
倉庫			○	○			20%
体育館				○	30%		30%

※湯沸室を設ける場合は便所と同様

(イ) 適正照度及び高効率照明器具

学校衛生環境基準では、「教室及びそれに準ずる場所の照度の下限値は、300lx とする。また、教室及び黒板の照度は、500lx 以上であることが望ましい」とされており、一般的には 500lx 程度で設計されている場合が多い。一方で、東日本大震災以降、オフィスビル等では従来は 750lx 程度で運用されていたオフィスにおいて、300～400lx 程度に照度を落として運用している事例が多く報告され、作業性についても問題がないことなどが報告されているため、本試算においては 400lx の照度設定とする。なお、設計照度は従来通りの 500lx とし、あくまで運用照度の想定を 400lx とする。

照明器具については、LED 照明を積極的に利用し、設定照度の低減効果は照度に比例として換算した。

表 4-6 居室廻りの設定条件

	参照小学校	新設小学校
設定照度	500lx	400lx
照明器具	Hf 蛍光灯	LED ベースライト
調光制御	制御なし	明るさセンサー制御
建築仕様	特になし	ライトシェルフ、ハイサイドライト 勾配天井、光庭

表 4-7 共用部の設定条件

	参照小学校	新設小学校
設定照度	300lx	200lx
照明器具	Hf 蛍光灯 電球型蛍光灯	LED ベースライト LED 蛍光灯
調光制御	制御なし	人感センサー制御

眩しさを極力排除しつつ、最大限昼光を利用するためには、できる限り高い位置からの彩光が求められるため、梁を逆梁として、ライトシェルフより上の開口を最大化するなどの工夫が必要となる（図 4-3）。なお、バルコニーを設置する場合は、昼光率が低下し、昼光による照明エネルギー消費量の低減効果が目減りする可能性があるため、他の断熱計画等との勘案によりファサードの計画を検討する。

また、勾配天井など室内に入光した光ができる限り室奥まで届く仕様を検討する必要がある。なお、北側の多目的スペース側からの天空光も最大限活用し、両面採光とすることが非常に重要であるため、普通教室と多目的スペースの間の間仕切りは、透過性のある材料を想定する。

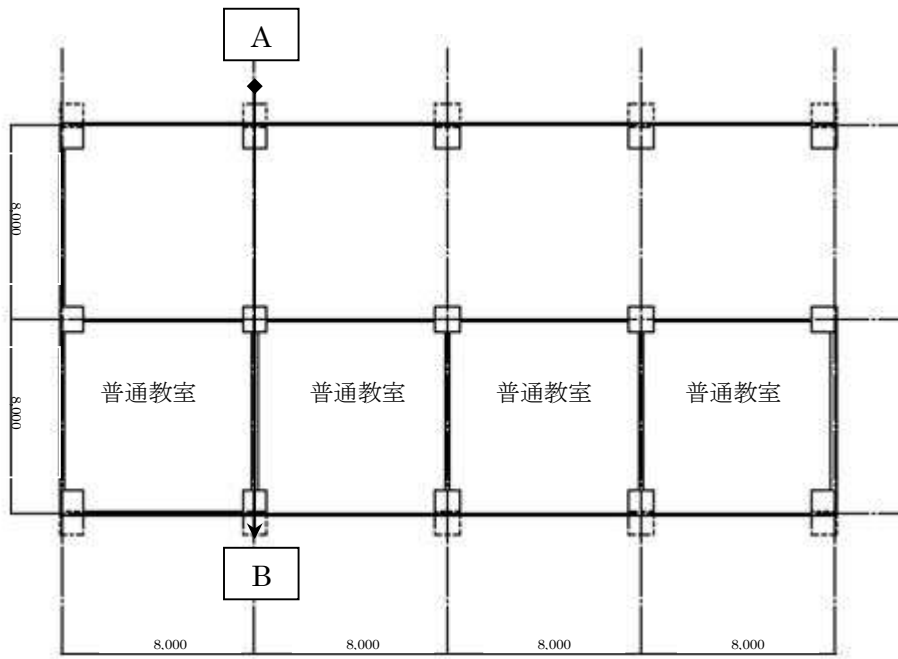
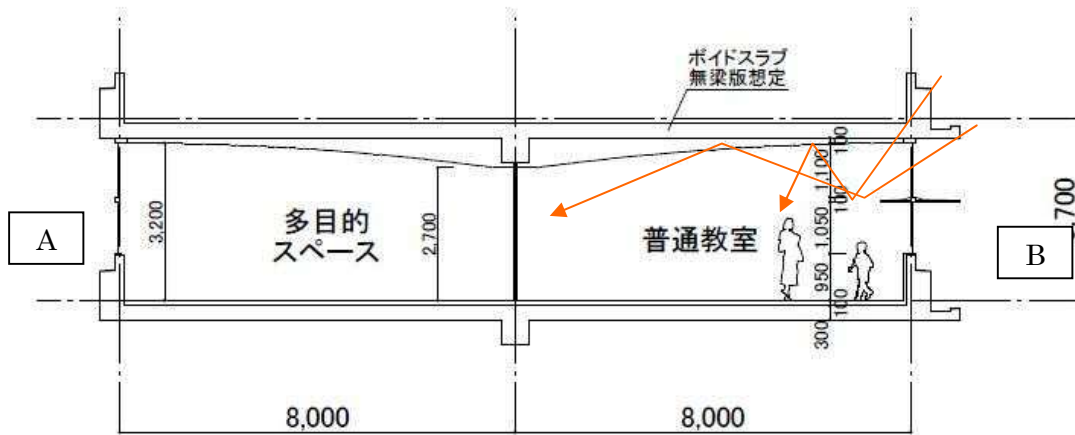


図 4-3 普通教室廻りにおける建築計画の例

ウ. 換気設備の仕様例

換気設備における対策としては主に以下を想定し、高効率ファンの導入、全熱交換器の 24 時間運転モードの導入、一般換気等の適正制御等により 50%程度の省エネルギーを達成することを見込む。50%の内訳の概要は以下の通りとなる。

- ① 効率の高いファン …… DC ファン等
- ② 適正制御 …… CO2 センサー、人感制御、熱・空気質制御等
- ③ 24 時間換気への対応 …… 微風量モード付、休暇期間中の停止等
- ④ 一括管理・手動発停制御・…集中管理コントローラー

○全熱交換器の省エネ

$$\left(\frac{66\%}{\text{非在室時割合以下の(ア)}} \times \frac{(1-66\%)}{\text{非在室時風量低減以下の(ア)}} + \frac{34\%}{\text{在室時割合以下の(ア)}} \right) \times \frac{(1-10\%)}{\text{CO2 濃度制御以下の(ア)}} = \text{約 } 50\% \text{ (約 } 50\% \text{ の省エネ)}$$

○その他の換気ファン制御 →発停制御により 30~40%の省エネルギー (以下、(イ))

$$\frac{(1-10\%)}{\text{高効率ファン以下の(イ)}} \times \frac{(1-30\%)}{\text{非在室時風量低減以下の(ア)}} = \text{約 } 63\% \text{ (約 } 37\% \text{ の省エネ)}$$

(ア) 全熱交換器

近年の学校はシックスクールが社会的問題となって以降、建築基準法により非住宅の居室において 0.3 回/時間以上の 24 時間換気設備を導入することが求められ、24 時間 365 日運転しつづける運用が一般的となりつつある。

設備項目毎のエネルギー消費量に占める換気の比率は以前に比べると顕著に大きくなりつつある。特に夜間や長期期間中も平日昼間と同様の風量で換気をし続けている場合、年間ではかなりのエネルギー消費量となっている。

下表に示す通り、普通教室の場合、平日、休日を合わせた非在室時間は年間 8,760 時間中の 80%と大きい比率を占めており、職員室においても 48.5%となっている。この時間帯に必要な最小限の運用を行うことが換気のエネルギー消費量低減に大きな影響を及ぼす。

本試算において、参照小学校ではこの微弱モードを利用せずに、長期休み以外の平常時は週末も含めて強運転行っているとし、本新設小学校では非在室時には微弱モードで運転することとする。また、在室時についても CO2 濃度センサーにより風量の低減 (10%程度) を図ることが見込まれる。

表 4-8 主要諸室の在室時間と非在室時間

	平日		休日	
	在室時間	非在室時間	在室時間	非在室時間
普通教室	1,755 時間	2,925 時間	0 時間	4,080 時間
	20.0%	33.4%	0.0%	46.6%
職員室	3,430 時間	2,450 時間	1,080 時間	1,800 時間
	39.2%	28.0%	12.3%	20.5%

※表 2-11 の建物利用時間及び表 2-12 の建物利用日数の想定を用いて集計(p42 参照)

職員室平日の在室時間の計算例:利用時間は、表 2-11 より管理諸室の平日(照明)の利用時間 7-21 =14 時間、日数は、表 2-12 より教職員勤務日数 245 日とし、この利用時間と日数を用いて、在室時間=14 時間×245 日=3,430 時間としている。

表 4-9 全熱交換器による風量と消費電力の比較

	全熱交換時				普通換気			
	特強	強	弱	微弱	特強	強	弱	微弱
風量 (m3/h)	500	500	350	210	500	500	350	210
消費電力 (W)	275	258	169	102	275	258	169	102

※一部のメーカーでは、24 時間運転中(非在室時間)には自動的に微弱風量に切り替える制御を有している。

(イ) 換気ファン制御

小学校では給食室程度であるが、三相の大型ファン等については消費電力も大きいため、必要最小限の運用となるように制御を行うことが重要である。

また、便所やパントリー等の第三種換気を対象としている空間においても、清潔に利用することにより常時の運転は不要であり、運転時間を大幅に減らすことができる。

表 4-10 換気制御等における省エネルギー効果と適用用途室

(低減率)	高効率ファン	サーモ制御	インバーター制御	在室検知 タイマー制御	備考
	10%	70%	60%	70%	
機械室	○	○			
電気室	○	○			
家庭科室					
倉庫	○			○	
便所	○			○	
給食室	○		○		

※湯沸室を設ける場合は便所と同様

エ. 太陽光発電設備の仕様例

本試算において、太陽光発電設備の定格出力は他の取組導入後に残ったエネルギー消費分を賄う量として位置づけ、ゼロエネルギー化を目指す。この場合、設置スペースの面積が物理的に成立するかも併せて確認する。太陽光発電設備導入時の留意点を以下に示す。

- ① 適正な設置環境 ・ ・ ・ 棟配置、設置方位角、設置角度
- ② 系統との連系、災害時における蓄電池等々の連携
- ③ 周辺マンションの日影の配慮

なお、本試算における導入仕様を以下に示す。また、次ページにシミュレーションによる発電量の試算結果を示す。

セル種類	: 単結晶アモルファス
定格出力	: 290kW (必要容量: 285.9kW)
モジュール効率	: 19.7%
パネル面積	: 1,500 m ² 程度 (290÷0.197=1,487)
設置方位	: 南向き
設置角度	: 10° (パネルの敷設面積が最大になるような角度に設定)

○太陽光発電シミュレーション(P24の気象条件を基に算出)

kWh/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1月	0	0	0	0	0	0	165	1,292	2,819	3,907	4,470	4,530	3,988	3,185	1,962	711	32	0	0	0	0	0	0	0	22,785
2月	0	0	0	0	0	1	419	1,695	3,190	4,206	4,570	4,686	4,602	3,422	2,202	1,119	229	0	0	0	0	0	0	0	25,035
3月	0	0	0	0	0	121	881	2,136	3,428	4,327	5,073	5,001	4,472	3,903	2,881	1,640	543	30	0	0	0	0	0	0	27,869
4月	0	0	0	0	20	481	1,447	2,707	3,722	4,504	4,926	4,851	4,281	3,952	2,840	1,646	616	85	0	0	0	0	0	0	27,701
5月	0	0	0	0	175	904	1,846	2,768	3,884	5,055	5,628	5,510	5,372	4,684	3,496	2,203	1,200	341	2	0	0	0	0	0	37,374
6月	0	0	0	0	167	712	1,511	2,186	2,942	3,347	3,576	4,064	3,766	3,268	2,547	1,705	890	285	15	0	0	0	0	0	26,405
7月	0	0	0	0	191	838	1,804	2,665	3,839	4,790	5,280	5,216	5,122	4,537	3,424	2,197	1,232	428	26	0	0	0	0	0	36,090
8月	0	0	0	0	40	477	1,407	2,367	3,144	4,141	4,447	4,740	4,962	4,325	3,348	2,187	1,094	244	0	0	0	0	0	0	29,486
9月	0	0	0	0	1	306	1,130	1,984	2,773	3,188	3,663	3,765	3,628	3,128	2,254	1,222	381	17	0	0	0	0	0	0	21,247
10月	0	0	0	0	0	94	891	2,126	3,026	3,720	3,903	4,153	3,967	3,028	2,124	892	97	0	0	0	0	0	0	0	21,885
11月	0	0	0	0	0	9	465	1,454	2,437	3,386	3,769	3,926	3,503	2,549	1,452	416	1	0	0	0	0	0	0	0	19,003
12月	0	0	0	0	0	0	112	895	2,047	3,014	3,679	3,444	3,161	2,352	1,287	336	0	0	0	0	0	0	0	0	17,274
年間総発電量(kWh/年)																								312,154	

※網掛け部は次頁の簡易日影計算により発電が見込まれない時間帯

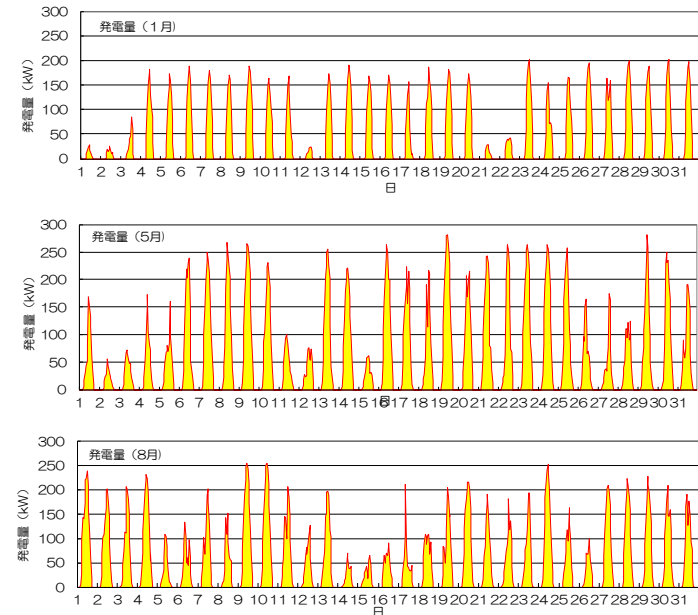
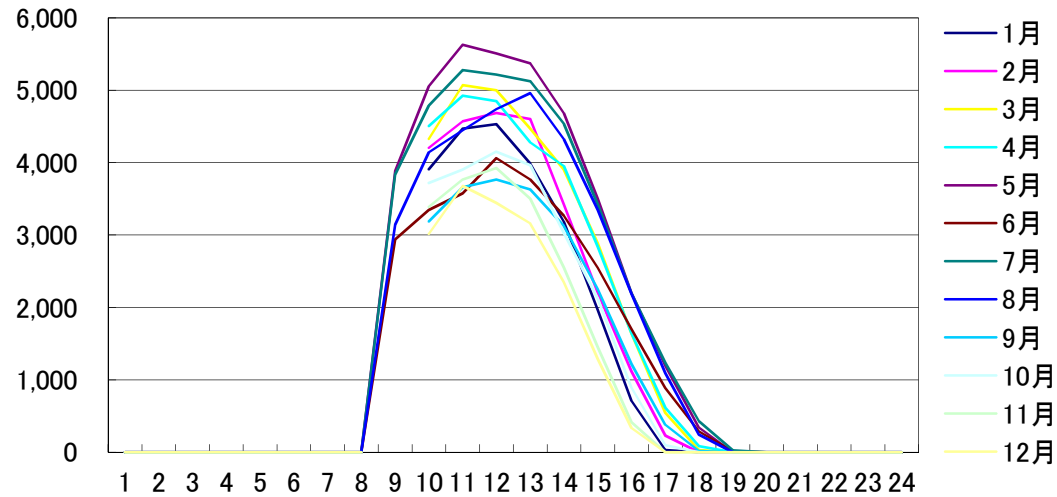


図 4-4 太陽光発電による発電量 (パネル面積 1451 m²)

※パネル面積： 想定定格出力 285.9(kW) ÷ 0.197(kW/m²) = 1,451(m²)

オ. 厨房設備の仕様例

厨房設備における対策としては、主に以下の対策とする。

- ① 厨房器具 ・・・ 局所排気可能な装置
- ② 調理・食器洗い用給湯 ・・・ コージェネレーション設備の排熱利用（優先）
- ③ 乾燥用床暖房 ・・・ 太陽熱排熱の利用（優先）
- ④ ガス調理器具の採用 ・・・ 電気から熱を発生させる調理器具のガス化

既存の川崎市の調査及び参照小学校の図面調査等から、参照小学校の厨房エネルギー消費量の内訳を以下に示す。厨房では調理用に利用するガスが全体の 50%弱を占め、乾燥のための床暖房のエネルギー消費量も全体の 18%弱程度となっている。

本新設小学校の試算では、給食用の給湯は全てコージェネレーション設備で賄うことを想定する。なお、電気ヒーター式の床暖房については、エネルギー効率が1を超えず、一次エネルギー消費量に換算してもさらに効率が低下することから取りやめ、太陽熱利用の温水循環タイプ等の自然エネルギーを活用し、ボイラー等で追い掛けるシステム等と想定し、できる限り省エネルギーを図る。これらのシステムは汎用されていないため、設計段階で暖冷房、給湯システムとの連携も含めて検討する。

また、調理器具によるエネルギー消費量の低減は難しいが、ガス調理器具の採用により、一次エネルギー消費量の低減が図られるとともに、局所排気調理器具を利用することで、排気を最小化することができる。

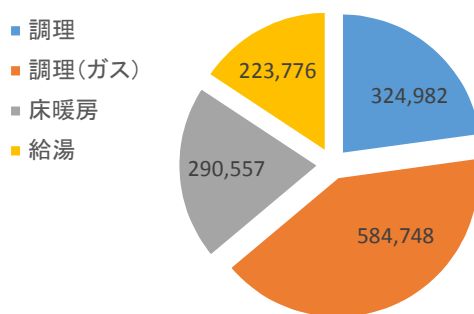


図 4-5 参照小学校における厨房のエネルギー消費量
表 4-11 参照小学校における厨房のエネルギー消費量の内訳

平日		エネルギー消費量(MJ/年)	
		参照小学校	新設小学校
①	調理	324,982	254,924
②	調理(ガス)	584,748	609,790
③	床暖房	290,557	0
④	給湯	223,776	0
合計		1,424,063	864,714
		—	39.3%

カ. エネルギー消費量の概算

参照小学校の一次エネルギー消費量の内訳をみると、暖冷房、照明、換気、厨房の4用途においてエネルギー消費量の8割ぐらいを占めている。合計は532MJ/(年・㎡)程度であり、DECC（非住宅建築物の環境関連データベース、Data-base for Energy Consumption of Commercial building）データ等における平均値に対して、1.5倍程度の数値となっており、また床面積の規模も従来の学校よりも増加している状況がうかがえる。

これは、学校の冷房化、24時間換気の導入、厨房の床暖房など環境面、衛生面の水準が向上したことに加えて、オープンスクールタイプの多目的室、吹き抜けによる大規模空間を有する学校が増加するなど、教育の視点から空間的な豊かさの水準も向上しつつある状況に起因していることが考えられる。ただし、一般のオフィスビル(延床面積3000㎡、6階建程度)では震災後の節電対応後においても1,800MJ/(年・㎡)程度であり、オフィスビル等に比べると1/3以下となっている。

表 4-12 エネルギー消費量の試算例（参照小学校） 単位：MJ/（年・㎡）

設備項目	電気		ガス		合計
	平日	休日	平日	休日	
暖房	54.0	3.3			57.4
冷房	31.0	2.0			32.9
照明	92.4	14.2			106.6
コンセント	30.9	1.6			32.5
換気	全熱交換器	69.5	58.1		127.6
	換気ファン	19.6	5.3		24.9
厨房	54.3	1.1	71.3	0.0	126.7
給湯(厨房以外)	9.8		2.9		12.7
その他	1.8	0.4			2.2
変圧器損失	4.7	4.0			8.8
太陽光発電					
合計	368.1	90.1	74.2	0.0	532.3

表 4-13 エネルギー消費量の試算例（新設小学校） 単位：MJ/（年・㎡）

設備項目	電気		ガス		合計
	平日	休日	平日	休日	
暖房	14.0	1.5	12.8		28.3
冷房	9.0	1.2	6.3		16.5
照明	27.4	6.9			34.2
コンセント	24.8	1.3			26.0
換気	全熱交換器	40.2	18.6		58.8
	換気ファン	11.6	4.0		15.6
厨房	22.5	1.4	53.8	0.0	77.7
給湯(厨房以外)	0.0		3.5		3.5
その他	0.7	0.2			0.9
変圧器損失	2.9	2.6			5.5
コジェネレーション設備	-35.2		38.7		3.5
太陽光発電	-144.6	-126.1			-270.7
合計	-26.7	-88.5	115.1	0.0	-0.1

表 4-14 参照小学校と新設小学校の比較

	設備項目	単位	参考小学校		新設小学校		削減率	
			消費量	創出量	消費量	創出量		
エネルギー消費量	暖房	MJ/(年・㎡)	57.4		28.3		51%	
	冷房	MJ/(年・㎡)	32.9		16.5		50%	
	照明	MJ/(年・㎡)	106.6		34.2		68%	
	コンセント	MJ/(年・㎡)	32.5		26.0		20%	
	換気	MJ/(年・㎡)	152.5		74.4		51%	
	厨房	MJ/(年・㎡)	126.7		77.7		39%	
	給湯(厨房以外)	MJ/(年・㎡)	12.7		3.5		73%	
	その他	MJ/(年・㎡)	2.2		0.9		58%	
	変圧器損失	MJ/(年・㎡)	8.8		5.5		37%	
	コージェネレーション設備	MJ/(年・㎡)	0.0		3.5		-	
	太陽光発電	MJ/(年・㎡)					270.7	
	小計		532.3		0.0		270.6	270.7
省エネルギー率		-		49.2%				
創エネ対策による効果	太陽光発電パネル	MJ/(年・㎡)	0.0		-270.7			
	合計		532.3		-0.1			
	省エネルギー率(Net)		-		100.0%			
太陽光発電仕様	定格出力	kW				285.9		
	パネル面積	㎡				1451.1		

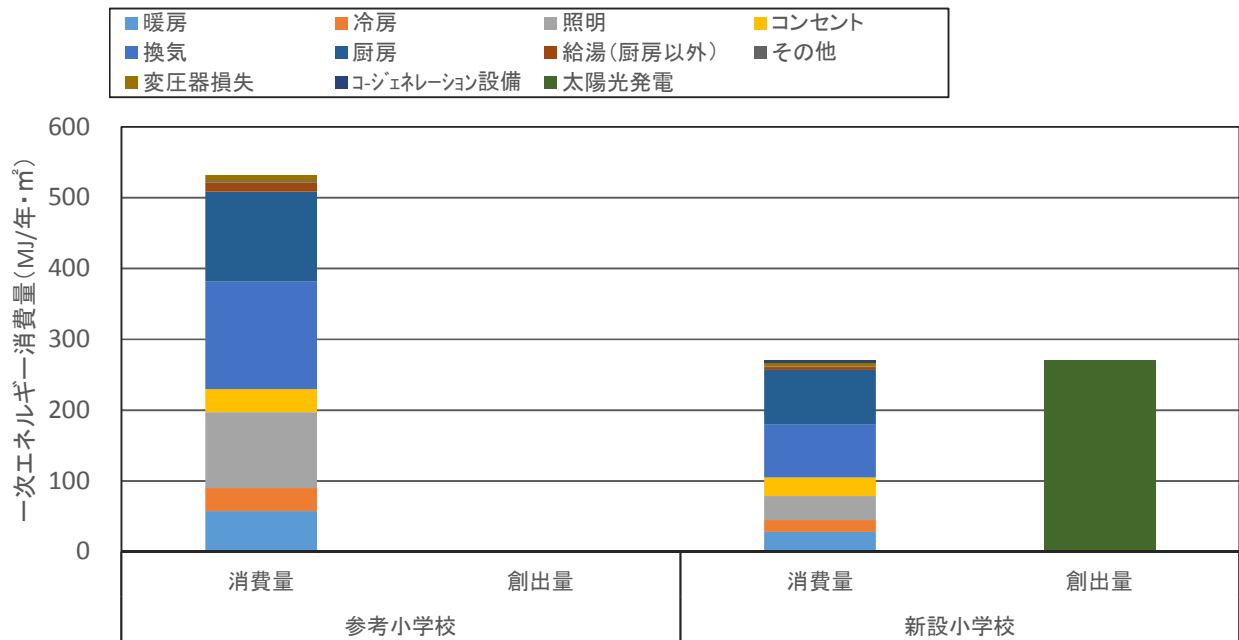


図 4-6 ゼロエネルギー化の試算結果

4. 2 CASBEE 学校の試算内容

本新設小学校においては、ゼロエネルギー化の推進だけでなく、様々な対策を含めて CASBEE による「S」ランクの実現を目指している。

「S」ランクを達成するための設計要件を把握するため、現段階で挙げられている主な取組を CASBEE 学校にて試行的に評価した。

(1) 主な評価のポイント

- ・ 温熱環境の確保 (Q1)
- ・ 音環境の確保 (Q1)
- ・ 機器更新、配管更新等の容易性 (Q2)
- ・ 災害時の信頼性確保 (Q2)
- ・ 大規模な省エネルギー (LR1)
- ・ 非再生性資源利用の最小化 (LR2)
- ・ 地域活性化 (Q3)

(2) 評価の前提条件

- ・ 上記のポイントに挙げている対策については、各評価項目にて想定される仕様にて、レベル 4、レベル 5 の採点を行っている。
- ・ その他の項目については、原則的には一般的レベルでの評価としているが、本計画において具体的な方針が示されている内容については想定してレベル 1～5 の範囲で評価している。

(3) 試行評価の結果

- ・ 環境効率 BEE=3.1 (S ランク、CASBEE 学校 2010 年版)

・ 環境品質 Q 項目

Q=64 点 (0～100 点、100 点が最高評価)

Q₁=3.8、Q₂=3.6、Q₃=3.0

※レベル 1～5、3 が一般的、5 が最高評価

・ 環境負荷低減 LR 項目

L=20 点 (0～100 点、0 点が最高評価)

LR₁=4.9、LR₂=4.1、LR₃=3.3

※レベル 1～5、3 が一般的、5 が最高評価

1-1 建物概要		1-2 外観	
建物名称	新川崎地区新設小学校(仮称)	階数	地上4F
建設地	神奈川県川崎市	構造	RC造
用途地域	市街地区域、準工業地域、準防火地域	平均居住人員	1,000 人
気候区分		年間使用時間	4,510 時間/年
建物用途	学校	評価の段階	基本設計段階評価
竣工年	2018年 予定	評価の実施日	2013年10月8日
敷地面積	16,800 m ²	作成者	川崎市
建築面積	3,000 m ²	確認日	
延床面積	12,000 m ²	確認者	

外観バース等
図を貼り付けるときは
シートの保護を解除してください

2-1 建築物の環境効率 (BEEランク&チャート)	2-2 ライフサイクルCO ₂ (温暖化影響チャート)	2-3 大項目の評価 (レーダーチャート)
<p>BEE = 3.1</p> <p>S: ★★★★★ A: ★★★★★ B+: ★★★★★ B: ★★★★★ C: ★</p> <p>環境効率 G</p> <p>環境負荷 L</p>	<p>30% ☆☆☆☆ 60% ☆☆☆☆ 80% ☆☆☆☆ 100% ☆☆☆☆</p> <p>標準計算</p> <p>①参照値 100%</p> <p>②建築物の取組み 76%</p> <p>③上記②以外のオンサイト手法 76%</p> <p>④上記+オフサイト手法 76%</p> <p>(kg-CO₂/年・m²)</p> <p>このグラフは、LR3中の「地球温暖化への配慮」の内容を、一般的な建物(参照値)と比べたライフサイクルCO₂排出量の目安で示したものです</p>	<p>Q2 サービス性能</p> <p>Q1 室内環境</p> <p>Q3 室外環境 (敷地内)</p> <p>LR1 エネルギー</p> <p>LR2 資源・マテリアル</p> <p>LR3 敷地外環境</p>

2-4 中項目の評価 (バーチャート)		
<p>Q 環境品質</p> <p>Q のスコア = 3.5</p>		
<p>Q1 室内環境</p> <p>Q1のスコア = 3.8</p>	<p>Q2 サービス性能</p> <p>Q2のスコア = 3.6</p>	<p>Q3 室外環境 (敷地内)</p> <p>Q3のスコア = 3.0</p>
<p>LR 環境負荷低減性</p> <p>LR のスコア = 4.2</p>		
<p>LR1 エネルギー</p> <p>LR1のスコア = 4.9</p>	<p>LR2 資源・マテリアル</p> <p>LR2のスコア = 4.1</p>	<p>LR3 敷地外環境</p> <p>LR3のスコア = 3.3</p>

3 設計上の配慮事項		
<p>総合</p> <p>注) 設計における総合的なコンセプトを簡潔に記載してください。</p>		<p>その他</p> <p>注) 上記の6つのカテゴリ以外に、建設工事における廃棄物削減・リサイクル、歴史的建造物の保存など、建物自体の環境性能としてCASBEEで評価し難い環境配慮の取組みがあれば、ここに記載してください。</p>
<p>Q1 室内環境</p> <p>注) 「Q1 室内環境」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>	<p>Q2 サービス性能</p> <p>注) 「Q2 サービス性能」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>	<p>Q3 室外環境 (敷地内)</p> <p>注) 「Q3 室外環境 (敷地内)」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>
<p>LR1 エネルギー</p> <p>注) 「LR1 エネルギー」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>	<p>LR2 資源・マテリアル</p> <p>注) 「LR2 資源・マテリアル」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>	<p>LR3 敷地外環境</p> <p>注) 「LR3 敷地外環境」に対する配慮事項を簡潔に記載してください。</p>

■ CASBEE: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (建築環境総合性能評価システム)

■ Q: Quality (建築物の環境品質)、L: Load (建築物の環境負荷)、LR: Load Reduction (建築物の環境負荷低減性)、BEE: Building Environmental Efficiency (建築物の環境効率)

■ 「ライフサイクルCO₂」とは、建築物の部材生産・建設から運用、改修、解体廃棄に至る一生涯の間の二酸化炭素排出量を、建築物の寿命年数で除した年間二酸化炭素排出量のこと

■ 評価対象のライフサイクルCO₂排出量は、Q2、LR1、LR2中の建築物の寿命、省エネルギー、省資源などの項目の評価結果から自動的に算出される

■ LCCO₂の算定条件等については、「LCCO₂算定条件シート」を参照されたい

スコアシート		基本設計段階			
配慮項目	環境配慮設計の概要記入欄	建物全体・共用部分		全体	
		評価点	重み係数		
Q 建築物の環境品質				3.5	
Q1 室内環境			0.40	3.8	
1 音環境		4.7	0.15	4.7	
1.1 騒音		5.0	0.40		
1 室内騒音レベル	設備騒音対策等	5.0	1.00		
2 設備騒音対策		-	-		
1.2 遮音		4.4	0.40		
1 開口部遮音性能	開口部遮音性能の向上	5.0	0.30		
2 界壁遮音性能		3.0	0.30		
3 界床遮音性能(軽量衝撃源)	床材等による遮音	5.0	0.20		
4 界床遮音性能(重量衝撃源)	床材等による遮音	5.0	0.20		
1.3 吸音	壁、天井の吸音	5.0	0.20		
2 温熱環境		3.4	0.35	3.4	
2.1 室温制御		3.8	0.50		
1 室温		3.0	0.60		
2 負荷変動・追従制御性		-	-		
3 外皮性能	断熱性能の向上	5.0	0.40		
4 ゾーン別制御性		-	-		
5 温度・湿度制御		-	-		
6 個別制御		-	-		
7 時間外空調に対する配慮		-	-		
8 監視システム		-	-		
2.2 湿度制御		3.0	0.20		
2.3 空調方式		3.0	0.30		
3 光・視環境		4.2	0.25	4.2	
3.1 屋光利用		4.6	0.30		
1 屋光率	大きく高めの開口部	5.0	0.60		
2 方位別開口		-	-		
3 屋光利用設備	ライトシェルフ等	4.0	0.40		
3.2 グレア対策		4.0	0.30		
1 照明器具のグレア		-	-		
2 屋光制御	庇、カーテン	4.0	1.00		
3 映り込み対策		-	-		
3.3 照度		3.0	0.15		
3.4 照明制御	屋光利用連動制御、人感制御等	5.0	0.25		
4 空気質環境		3.5	0.25	3.5	
4.1 発生源対策		3.0	0.50		
1 化学汚染物質	低ホルムアルデヒド建材、什器の利用	3.0	1.00		
2 アスベスト対策		-	-		
3 ダニ・カビ等		-	-		
4 レジオネラ対策		-	-		
4.2 換気		3.3	0.30		
1 換気量		3.0	0.33		
2 自然換気性能	自然換気窓の設置	4.0	0.33		
3 取り入れ外気への配慮		3.0	0.33		
4 給気計画		-	-		
4.3 運用管理		5.0	0.20		
1 CO ₂ の監視	CO ₂ センサーによる換気量制御	5.0	0.50		
2 喫煙の制御	全館禁煙	5.0	0.50		
Q2 サービス性能		-	0.30	3.6	
1 機能性		3.8	0.40	3.8	
1.1 機能性・使いやすさ		4.0	0.40		
1 広さ・収納性		3.0	0.50		
2 高度情報通信設備対応		-	-		
3 バリアフリー計画	バリアフリー対策	5.0	0.50		
1.2 心理性・快適性		4.5	0.30		
1 広さ感・景観		5.0	0.50		
2 リフレッシュスペース		-	-		
3 内装計画	木質内装の積極利用等	4.0	0.50		
1.3 維持管理		3.0	0.30		
1 維持管理に配慮した設計		3.0	0.50		
2 維持管理用機能の確保		3.0	0.50		
3 衛生管理業務		-	-		
2 耐用性・信頼性		3.5	0.31	3.5	
2.1 耐震・免震		3.0	0.48		
1 耐震性		3.0	0.80		
2 免震・制振性能		3.0	0.20		
2.2 部品・部材の耐用年数		3.7	0.33		
1 躯体材料の耐用年数		3.0	0.23		
2 外壁仕上げ材の補修必要間隔		3.0	0.23		
3 主要内装仕上げ材の更新必要間隔	更新年数の長い内装材	4.0	0.09		
4 空調換気ダクトの更新必要間隔	更新年数の長いダクトの利用	4.0	0.08		
5 空調・給排水配管の更新必要間隔	更新年数の長い配管材の利用	4.0	0.15		
6 主要設備機器の更新必要間隔	主要設備の更新間隔への配慮	5.0	0.23		

2.4	信頼性			4.6	0.19	
	1	空調・換気設備	重点機能の信頼性の確保、電源の二重化	5.0	0.20	
	2	給排水・衛生設備	重点機能の信頼性の確保、給排水電源の二重化、雨水利用	5.0	0.20	
	3	電気設備	電源の二重化、受変電設備の地上配置	5.0	0.20	
	4	機械・配管支持方法		3.0	0.20	
	5	通信・情報設備	地域防災無線の設置、構内LAN	5.0	0.20	
3 対応性・更新性				3.6	0.29	3.6
3.1	空間のゆとり			3.6	0.31	
	1	階高のゆとり	階高3.7m	4.0	0.60	
	2	空間の形状・自由さ		3.0	0.40	
3.2 荷重のゆとり				3.0	0.31	
3.3 設備の更新性				4.1	0.38	
	1	空調配管の更新性	構造材、非構造材を傷めない更新を可能とする	5.0	0.17	
	2	給排水管の更新性	構造材、非構造材を傷めない更新を可能とする	5.0	0.17	
	3	電気配線の更新性	構造材、非構造材を傷めない更新を可能とする	5.0	0.11	
	4	通信配線の更新性	構造材、非構造材を傷めない更新を可能とする	5.0	0.11	
	5	設備機器の更新性		3.0	0.22	
	6	バックアップスペース		3.0	0.22	
Q3 室外環境(敷地内)				-	0.30	3.0
1 生物環境の保全と創出				2.0	0.30	2.0
2 まちなみ・景観への配慮				3.0	0.40	3.0
3 地域性・アメニティへの配慮				4.0	0.30	4.0
	3.1	地域性への配慮、快適性の向上	地域開放施設、緑化等	5.0	0.50	
	3.2	敷地内温熱環境の向上		3.0	0.50	
LR 建築物の環境負荷低減性				-	-	4.2
LR1 エネルギー				-	0.40	4.9
1 建物の熱負荷抑制			断熱、高断熱開口部、庇	5.0	0.30	5.0
2 自然エネルギー利用				4.5	0.20	4.5
	2.1	自然エネルギーの直接利用	自然換気、昼光利用	4.0	0.50	
	2.2	自然エネルギーの変換利用	太陽光発電等	5.0	0.50	
3 設備システムの高効率化			高効率熱源、LED、照明制御、換気量制御	5.0	0.30	5.0
4 効率的運用				5.0	0.20	5.0
	4.1	モニタリング	見える化による環境教育	5.0	0.50	
	4.2	運用管理体制	計画段階からの継続したエネルギーマネジメント	5.0	0.50	
LR2 資源・マテリアル				-	0.30	4.1
1 水資源保護				3.8	0.15	3.8
	1.1	節水	節水便器等	4.0	0.40	
	1.2	雨水利用・雑排水等の利用		3.6	0.60	
	1	雨水利用システム導入の有無	雨水利用	4.0	0.67	
	2	雑排水等利用システム導入の有無		3.0	0.33	
2 非再生性資源の使用量削減				4.2	0.63	4.2
	2.1	材料使用量の削減		3.0	0.07	
	2.2	既存建築躯体等の継続使用		3.0	0.24	
	2.3	躯体材料におけるリサイクル材の使用	高炉セメント	5.0	0.20	
	2.4	非構造材料におけるリサイクル材の使用	集成材、レンガ	5.0	0.20	
	2.5	持続可能な森林から産出された木材		3.0	0.05	
	2.6	部材の再利用可能性向上への取組み	躯体と非構造材を分離容易な工法	5.0	0.24	
3 汚染物質含有材料の使用回避				4.0	0.22	4.0
	3.1	有害物質を含まない材料の使用		3.0	0.32	
	3.2	フロン・ハロンの回避		4.5	0.68	
	1	消火剤		-	-	
	2	発泡剤(断熱材等)	GWP=0の冷媒使用	5.0	0.50	
	3	冷媒	ノンフロン、ノンハロン消火剤	4.0	0.50	
LR3 敷地外環境				-	0.30	3.3
1 地球温暖化への配慮			ゼロエネルギー住宅	3.9	0.33	3.9
2 地域環境への配慮				3.0	0.33	3.0
	2.1	大気汚染防止		3.0	0.25	
	2.2	温熱環境悪化の改善		3.0	0.50	
	2.3	地域インフラへの負荷抑制		3.2	0.25	
	1	雨水排水負荷低減	雨水利用による雨水貯留	4.0	0.25	
	2	汚水処理負荷抑制		3.0	0.25	
	3	交通負荷抑制		3.0	0.25	
	4	廃棄物処理負荷抑制		3.0	0.25	
3 周辺環境への配慮				3.0	0.33	3.0
	3.1	騒音・振動・悪臭の防止		3.0	0.40	
	1	騒音		3.0	1.00	
	2	振動		-	-	
	3	悪臭		-	-	
	3.2	風害、日照阻害の抑制		3.0	0.40	
	1	風害の抑制		3.0	0.60	
	2	砂塵の抑制		3.0	0.20	
	3	日照阻害の抑制		3.0	0.20	
	3.3	光害の抑制		3.0	0.20	
	1	屋外照明及び屋内照明のうち外に漏れる光への対策		3.0	0.70	
	2	屋外の建物外壁による反射光(グレア)への対策		3.0	0.30	