

■高効率照明

LED照明はランプの寿命が長く、電気代も抑えられるため、省CO₂を図るには効果的である。しかし、投資コストは従来の白熱灯の約3.5倍と高価であるため、コストと効果の検証が必要である。高効率蛍光灯は、現在の照明器具の反射板を高輝度の反射板にすることにより従来の蛍光灯の1.5～2.0倍の照度を得るため、照明器具の台数を減らして、省CO₂効果を得ることができる。

また、器具の点灯を人感センサーを用いて制御することにより、より高いCO₂削減効果が期待できる。公的賃貸住宅への導入の可能性は高いため、器具の選定に向けて詳細検討をおこなう。

名称	高効率蛍光灯	LED照明	人感センサー
概要	・現在の照明器具の反射板を高性能の反射板にすることにより従来の蛍光灯の1.5～2.0倍の照度を得られる。 ・高効率照明器具を共用部等の電灯に採用、省電力化、長寿命化により、省資源、省CO₂を図る。	・従来の白熱灯に比べて約20倍の寿命がある。 ・エネルギー消費量も従来の白熱灯の約1/5。 ・照明器具自体がまだ高価であり、器具の普及も進んでいないため、予定通りの効果が達成できるかどうか不明。	・共用部照明について、タイマーとセットで人感センサーによる階別オペレーション（点消灯の制御）を行い、省電力化を図る。 ・深夜～朝には、基本的に消灯し、使用時のみ点灯する制御を行う。
省CO ₂ 効果	○	◎	○
コスト	○	×	◎
総合評価	◎	○	◎
備考	採用の場合の効果／コストを検証する	採用の場合の効果／コストを検証する	採用の場合の効果／コストを検証する
名称			
概要			
省CO ₂ 効果			
コスト			
総合評価			
備考			

■創エネルギー設備

太陽熱温水器は、集合住宅に設置して共用部に温水を供給する場合、利用範囲が集会所や施設等に限られ、施設利用が頻繁でないといあまり効果的ではない。各住戸に温水を供給する場合は、各戸への配管が必要となり、投資コストが膨らむと考えられる。

風力発電機（小型風車）は発電量が風車の形状や風環境に左右されると共に、風切り音が発生するなど、住宅との共存が難しい場合もある。

太陽光発電システムは、太陽エネルギーを電気に変えるため、太陽熱温水器に比べて集合住宅でも使いやすく、日中使い切れない余剰電力は売電する系統連系型システムが確立されている。設置費用はやや高価だが、売電による収入も見込まれるため、公的賃貸住宅への導入の可能性は高い。

名称	太陽光発電システム	太陽熱温水器	ソーラーシステム (パッシブ、アクティブ)
概要	- 太陽電池パネルを屋上等に設置して発電することにより、化石燃料による電力の使用を削減する。 - 低圧太陽光発電の場合、余剰電力はR P S法における「新エネルギー等電気」として、電力会社が購入する。	- 太陽熱温水パネルを設置し、給湯は移管により各戸に給湯するシステム。 - 各戸に温水供給するためには、各戸毎のパネル、給湯配管が必要。共用部でのお湯の利用は、集会所や施設等での利用に限定される。	- パッシブ、もしくはアクティブなソーラーシステムを採用し、各戸の冷暖房コストを削減する。 - 温暖な九州では、投資コストに対する効果が小さいと思われる。
省 CO ₂ 効果	○	○	◎
コスト	○	△	△ (アクティブ)
総合評価	◎	△	△
備考	採用の場合の効果／コストを検証する	集会所等での限定的採用が望まれる	
名称	風力発電機（小型風車）		
概要	- 風力発電機（小型風車）を設置し、共用電灯等に利用、省電力化を図る。 - 風環境に左右され、投資コストの回収も難しく、団地等に設置する小型風車は環境共生のアドバラン的に用いられる事が多い。		
省 CO ₂ 効果	△		
コスト	△		
総合評価	×		
備考			

■断熱の強化

建物の断熱は暖冷房負荷を抑えるために重要であり、建物の環境対策として基本的な手法である。

高性能断熱材は、硬質ウレタンフォームなどの一般的な断熱材に比べると約 20 倍もの高い断熱性能を有し、高い省 CO₂ 効果が期待されるが、真空パックを使用するため取扱いが難しく、施工上の配慮が必要となる。また、一般的に広く使われていないため、投資コストが高い。

外断熱は、RC 躯体への蓄熱を軽減するため、室内環境の快適性とともヒートアイランドの抑制など快適な屋外環境づくりにも寄与する。一般的に外壁に内断熱を採用し、屋根についてのみ、外断熱が採用されることも多いが、公営住宅等での外壁の外断熱工法採用事例もあることから、公的賃貸住宅への導入の可能性がある。

名称	外断熱工法	高性能断熱材	
概要	・ 構造躯体の外側に断熱層を設ける工法。 ・ 内断熱工法に比べ、構造熱橋の発生箇所を減じることができ、熱的に有利である。 ・ 外壁に適用するには、外装の劣化、外装デザインの制約、高価であるなど課題も多い。	・ 断熱材にガラス繊維をプラスチック・金属箔ラミネートフィルムで真空パッキングした真空断熱材を採用。これは気体の熱伝導率を低減することができ、グラスウールの約 38 倍の断熱性能を有している。また、高価である。 ・ 断熱材を損傷しないように施工上の配慮が必要。	
省 CO ₂ 効果	◎	◎	
コスト	○	×	
総合評価	◎	×	
備考			
名称			
概要			
省 CO ₂ 効果			
コスト			
総合評価			
備考			

■リサイクル建材の活用・その他

高炉セメント、再生バラスト共に建築物の構造躯体に採用している事例は少なく、特に再生バラストは構造躯体に採用するには強度不足、高炉セメントは初期強度が出ないため扱いが難しい。また、これらは建設時の CO₂ 排出量削減の手法であるが、耐用年数 60 年の集合住宅の場合、建設時の CO₂ 排出量は LCCO₂ の 2 割程度であるため、LCCO₂ 低減に及ぼす効果は非常に小さい。

超節水型便器に期待できる節水効果は、直接的には CO₂ 削減にはつながらないものの、水資源を有効に活用することにもなるため、具体の設計にあたり、採用の検証を行なうことが望まれる。

名称	高炉セメント	再生バラスト	超節水型便器
概要	- 高炉スラグ微粉末を混合材として用いたセメントを利用する。高炉セメントは初期強度が小さく、長期強度は普通ポルトランドセメントに比べて大きいいため、土木ではよく用いられる。 - CASBEE の評価では高炉セメント使用の LCCO₂ 低減効果に対しての評価は低い。	- コンクリートを砕いた碎石、砂利。 - 再生バラストは建築の構造躯体としては十分な強度がでないため、捨てコンクリートなどの強度を比較的必要としない部位に使われる。	大洗浄 6L、小洗浄 5L の超節水型便器は、旧来型便器 (大 13L) と比べ 60% の節水となる (約 2 日で 248L)。水道料金換算で、年間約 12,000 円の節減が可能とされる。
省 CO ₂ 効果	△	△	×
コスト	△	△	○
総合評価	×	×	○
備考			

■詳細検討する要素技術の選定

以上の要素技術の比較検討を踏まえ、以下の 4 項目について CO₂ 削減量及びコストの原単位を算出し、LCC、並びに LCCO₂ のケーススタディを行う。

- 1) 潜熱回収型高効率給湯器 (エコジョーズ等)
- 2) 高効率照明器具 (Hf 型蛍光灯、LED 照明) + 人感センサー
- 3) 太陽光発電システム
- 4) 断熱強化

4. CO₂排出量、削減量及びコストの算定

4. 1 市営住宅の CO₂ 排出量の算定

(1) 試算を行う住棟の概要

北九州市で現在供給している標準的な市営住宅をモデルとして、CO₂ 排出量の算定を行い、LCCO₂ 削減量試算のベースとする。

試算は、昨年度竣工した日吉団地 8 工区の住棟で行うこととし、住棟の概要を以下に示す。

表 4.2 標準住棟の概要

戸数	建築面積	延べ床面積	階数	構造
24 戸	514.09 m ²	1608.76 m ²	4 階建て	鉄筋コンクリート造

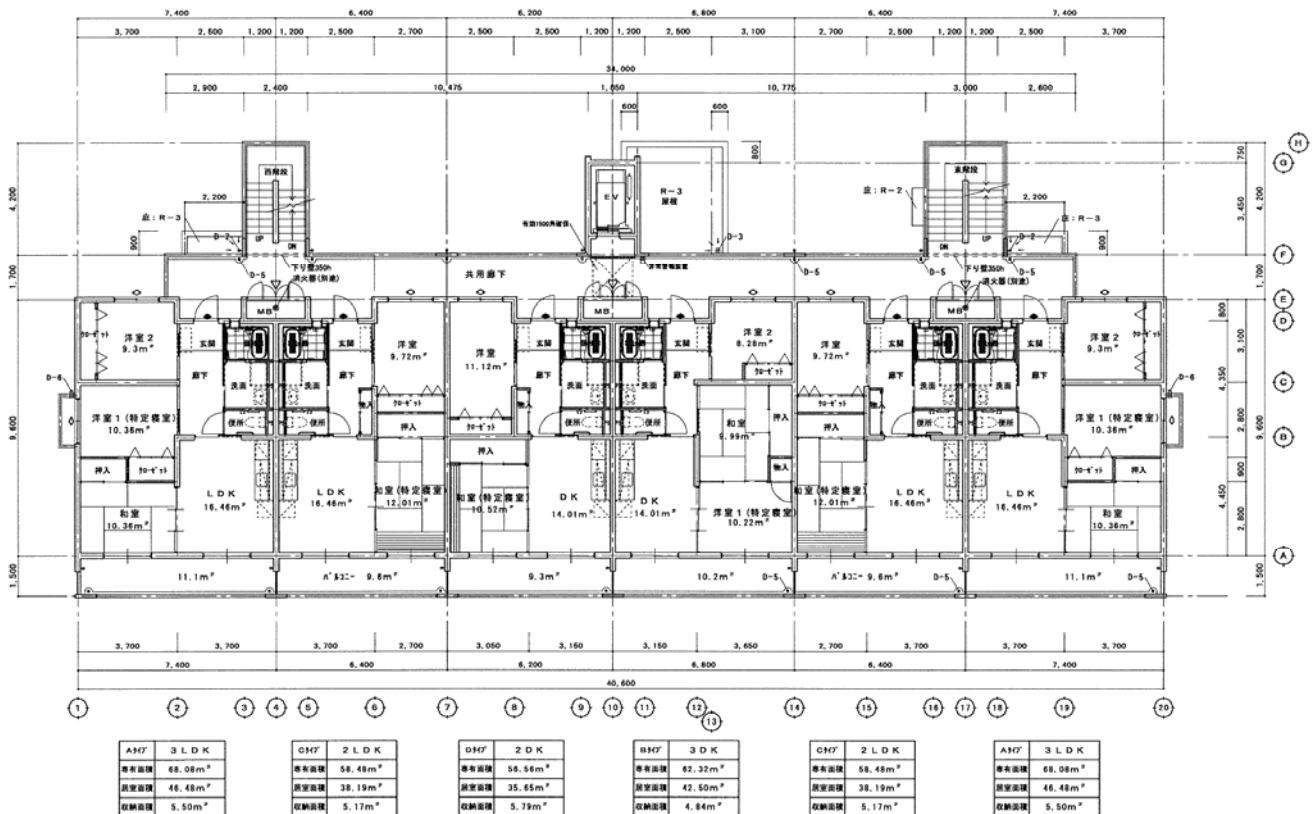


図 4.1 標準住棟の基準階平面図

(2) CO₂排出量の算出方法

建物が地球環境に対する影響を評価するには、建設してから解体するまでの建築物の一生（ライフサイクル）で評価することが重要である。その影響を計るために、地球温暖化ガスの代表的な CO₂ がどのくらい排出されるかという総量に換算し、建築から解体までを足し合わせたものがライフサイクル CO₂（LCCO₂）である。

一般に建築物の LCCO₂ を評価する作業は、建物を構成するすべての部材について材料となる資源の採取・輸送・加工の各段階で使われるエネルギー資源の種類と量を調査し、それぞれの資材ごとの CO₂ 原単位を乗じて積算するという膨大な時間と手間が必要であるが、CASBEE 評価の中の計算ツールを使用すると次のように比較的容易に算出できる。北九州市では CASBEE 評価を活用した届け出制度を実施しており、これと整合を図るためにも CASBEE を用いて LCCO₂ を算出する。

地球温暖化が重要な課題として認識され始めた中、CASBEE 評価においても、新築（簡易版）の 2008 年版から集合住宅の LCCO₂ 評価が導入された。CASBEE の評価では、世の中の一般的な建築物について用途別・構造別に CO₂ 排出量の計算を行った結果が「基準値」としてデータベース化されている。基準値は「基準となる建物＝すべての評価項目でレベル 3 相当での CO₂ 排出量」であり、CO₂ 排出量の算定結果表では、“参照値（参照建物）”として記載される。評価対象建物の CO₂ 排出量は、CO₂ 排出に関連する評価項目の採点レベルに応じて基準値から調整される仕組みになっている（採点レベルに応じた基準値からの効果量がデータベース化されている）ため、一部に数値入力が必要であるが、従来の評価項目の採点を行うことで LCCO₂ の概算値を得ることができるようになっている。

建築物のライフサイクルは、建設、運用、修繕・更新、解体・処分に分けられ、それぞれの段階で排出される CO₂ は次のとおりである。

表 4.3 CASBEE において評価対象となっている CO₂ 排出にかかる項目

段階	CO ₂ 排出にかかる項目
建設	新築段階で使う部材の製造・輸送、施工
運用	運用時のエネルギー消費
修繕・更新	修繕・更新段階で使う部材の製造・輸送
解体・処分	解体段階で発生する解体材の処理施設までの輸送

(3) 標準住棟の CO₂ 排出量

本調査において、LCCO₂ 削減試算のベースとする、市営住宅の現行仕様で標準的な規模の住棟（標準住棟）の LCCO₂ 算定は、CASBEE を用いておこなった。次ページに算定結果表を示す。

標準住棟の算定結果は、「評価対象」の欄に示されている。性能表示制度の劣化対策等級が等級 2 であることから、想定耐用年数は 60 年となり、各段階での CO₂ 排出量は次のとおりである。

建設段階：11.07kg-CO₂/年m²

修繕・更新・解体段階：20.19 kg-CO₂/年m²

運用段階：29.19 kg-CO₂/年m²

参照建物は、CASBEE 評価項目 Q2/2.2.1 躯体材料の耐用年数がレベル 3（劣化対策等級 1 相当）で想定耐用年数 30 年であるため、想定耐用年数 60 年である標準住棟の建設段階の CO₂ 排出量（年間あたり）は、参照建物の約 1/2 になっている。運用段階の CO₂ 排出量は、現行仕様で CASBEE 評

価項目 LR1 の一部にレベル3より高いものがあつたため、参照建物よりやや少ない値になっている。

表 4.4 CASBEE による LCCO₂ 算定結果(標準計算)

項目		参照値(参照建物)	評価対象	備考
建物概要	建物用途	集合住宅,	集合住宅,	
	建物規模	1,609㎡	1,609㎡	
	構造種別	RC造	RC造	
ライフサイクル設定	想定耐用年数	集合住宅部分30年,	集合住宅部分60年,	
建設段階	CO ₂ 排出量	21.94	11.07	kg-CO ₂ /年㎡
	エンボディドCO ₂ の算定方法	日本建築学会による1995年産業連関表分析による日本の平均値	左記からの、リサイクル建材の採用による削減量を推定して算定	
	CO ₂ 排出量原単位の出典	日本建築学会による1995年産業連関表分析による分析結果	同左	
	バウンダリー	国内消費支出分	同左	
	代表的な資材量			
	普通コンクリート	0.73	0.73	m3/㎡
	高炉セメントコンクリー	0.00	0.00	m3/㎡
	鉄 骨	0.01	0.01	t/㎡
	鉄骨(電炉)	0.00	0.00	t/㎡
	鉄 筋	0.10	0.10	t/㎡
	木 材	0.01	0.01	t/㎡
	代表的な資材の環境負荷			
	普通コンクリート	282.00	〃	kg-CO2/m3
	高炉セメントコンクリー	206.00	〃	kg-CO2/m3
	鉄 骨	0.90	〃	kg-CO2/kg
	鉄骨(電炉)	0.90	〃	kg-CO2/kg
	鉄 筋	0.70	〃	kg-CO2/kg
	型 枠	7.20	〃	kg-CO2/m2
	主要なリサイクル建材と利用率			
	高炉セメント(躯体での利用率)	0%	0%	
	既存躯体の再利用(躯体での利用率)	0%	0%	
	電炉鋼材(鉄筋)	0%	0%	
	電炉鋼材(鋼材)	0%	0%	
修繕・更新・解体段階	CO ₂ 排出量	14.10	15.09	kg-CO ₂ /年㎡
	更新周期(年)			
	外装	25年	25年	
	内装	18年	18年	
	設備	15年	15年	
	平均修繕率(%/年)			
	外装	1%	1%	
	内装	1%	1%	
	設備	2%	2%	
	解体段階のCO ₂ 排出量の算定方法	解体廃棄物量として、2000kg／㎡を仮定して、30kmの道路運送分を評価		同左
運用段階	CO ₂ 排出量	31.29	29.19	kg-CO ₂ /年㎡
	エネルギー消費量の算定方法	統計値より、一次エネルギー消費量の平均値を引用	LRIの取り組みによる省エネルギー量を推定	
	一次エネルギー消費量	0	0	MJ/年
	エネルギーのCO2排出量原単位			
	一次エネルギーあたり	0.0563	同左	CO2-kg/MJ
	電力	0.555	同左	CO2-kg/kWh
	ガス	0.0506	同左	CO2-kg/MJ
	その他の燃料()	—	—	CO2-kg/MJ
その他	上水使用			

4.2 CO₂削減量等の算定

前章で選定した採用候補とする要素技術について、CO₂削減量及びコストの原単位を算出する。

なお、現状建物のCO₂排出量の算定はCASBEE 新築の評価ツールを用いて行ったが、個別要素については、以下に示すように手法ごとに現行仕様で使用する1次エネルギー量と手法導入時に使用する1次エネルギー量を算出してこれらの差をCO₂量に換算して削減量とする。LCCO₂は、前項で算出した現行仕様でのCO₂排出量から手法導入による削減量を加減して算出する。

以下に手法ごとの算定方法と削減量を示す。

(1) 断熱強化

1) 断熱強化の仕様設定

- ・現況仕様が住宅性能評価の温熱等級3であるため、等級4となる仕様を設定する。
- ・等級4の仕様設定に当たり、省エネルギー基準の仕様規定によると窓ガラスが複層ガラスとなり、イニシャルコストの増加や破損時の補修が高額になるなど、市や居住者にとっての負担が大きくなる。よって、窓ガラスは単板ガラスとして躯体部分の断熱材で補完することにより熱損失係数（Q値）基準値に適合するよう断熱強化の仕様を設定する。

表 4.5 標準住棟の断熱材等の仕様

■スラブ厚		■階高	
屋根スラブ厚	150mm	最上階	3005～3455mm
床スラブ厚(最下階～最上階)	150mm	その他の階	2700mm
■断熱材			
屋根(内断熱)	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種		35mm
外壁(内断熱)	一般部	吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品)	25mm
	押入部	硬質ウレタンフォーム保温板1種3号	25mm
倉庫見上げ	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種		35mm
ピット見上げ	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種		25mm
土間スラブ下	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種		25mm
■熱橋補強			
熱橋となる部分については、断熱補強なし。			
■ガラス			
単板ガラス			

表 4.6 次世代省エネ基準の熱損失係数基準値に適合する断熱材等の仕様(断熱強化仕様)

■断熱材			
屋根(外断熱)	硬質ウレタンフォーム保温板2種2号		50mm
外壁(内断熱)	一般部	吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品)	30mm
	押入部	硬質ウレタンフォーム保温板1種3号	30mm
倉庫見上げ	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種		50mm
ピット見上げ	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種		50mm
■熱橋補強			
熱橋となる部分については、省エネ法に準じて熱抵抗値 $0.6W/(m^2 \cdot K)$ 以上となる断熱補強を450mm以上の範囲で施工する。			
※床スラブ上も断熱施工するため、二重床とならない場合は打ち込み断熱とする。			
※土間スラブ上も断熱補強を行っている。			
■ガラス			
単板ガラス			

2) CO₂削減量の算出方法

- ・現行仕様と断熱強化仕様で各々年間暖冷房負荷を算出し、これをエアコンにより対応するものとして発生 CO₂ 量を算出する。

※ 年間暖冷房負荷の計算は、SMASH による

※ エアコンの消費エネルギー量は、省エネ法におけるトップランナー目標基準値を満足するエアコンとする。

3) 1 住戸当たりの CO₂ 削減量、コスト

- ・現況仕様における CO₂ 排出量 561kg-CO₂/年に対して、断熱強化仕様は 483kg-CO₂/年となり、13.9%削減される。
- ・断熱強化にかかるコストの増加は、建設費で 215 千円/戸となる。これは、屋根を内断熱+シート防水から外断熱の露出断熱アスファルト防水に変更したことによるコストの増加が大きく影響している。
- ・運用時のエネルギー消費量が削減された分を電気料金に換算すると、年間約 4.6 千円削減される。

表 4.7 断熱強化の原単位(1 住戸当たり)

断熱強化				耐用年数			60年	
				現設計①	検討後②	②－①		
建設費	壁・床		[円]	92,696	148,008	55,312	CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト 114円/年	
	屋根		[円]	68,771	228,100	159,329		
	計		[円]	161,467	376,108	214,640		
修繕・更新費用	屋根	更新周期	[年]	20	20			
		更新回数	[回]	2	2			
		更新費用	[円/回]	68,771	228,100	159,329		
		年間あたり	[円/年]	2,292	7,603	5,311		
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)			[円/年]	4,983	13,872	8,888		
運用時	エネルギー消費量		[MJ/年]	9,864	8,490	▲ 1,374		削減比率 ▲ 13.9%
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	561	483	▲ 78		
ランニングコスト(電気料金)			[円/年]	20,556	16,000	▲ 4,556		

(2) 高効率照明器具

1) 仕様設定

- ・現況仕様で共用部に設置されている照明器具（蛍光灯）に比べて効率が高い機器としては、H f 型蛍光灯と LED 照明がある。また、共用部での電力消費量を削減するためには、人感センサーを設置して深夜の人通りが少ない時間帯は通行があるときのみ点灯する方法がある。よって、H f 型蛍光灯と LED 照明への変更、さらに人感センサー設置の 4 パターンで CO₂ 削減量とコストを試算し、費用対効果が高いものを選定する。

2) 共用灯の点灯時間の設定

- ・市営住宅の共用灯の点灯時間は、通常、次のように設定されている。
 - ・タイマー設定により、日の入の 1 時間前に点灯、日の出の 1 時間後に消灯
 - ・夜間は常時点灯している。
 (スイッチを設けて住民が消灯できるような設定にはなっていない)
- ・環境対策を行う場合の点灯時間の設定

a) 機器の変更のみの場合

- ・現状と同等の点灯時間（年間平均で 14 時間/日）とする。

b) 人感センサーを設置する場合

- ・共用廊下の照明器具に人感センサーを設置し、点灯時間が 7 時間/日になると設定する。
なお、階段の照明は夜間常時点灯と設定する。

3) CO₂削減量の算出方法

- ・各器具の消費電力と点灯時間から使用電力量を算出し、1 次エネルギー変換の上、CO₂排出量に換算する。

4) 1 住戸当たりの CO₂ 削減量、コスト

- ・現況仕様における CO₂排出量 78kg-CO₂/年に対して、H f 型蛍光灯への変更では 67kg-CO₂/年、L E D 照明への変更では 40kg-CO₂/年、H f 型蛍光灯 + 人感センサー設置への変更では 40kg-CO₂/年、L E D 照明 + 人感センサー設置への変更では 23kg-CO₂/年となり、L E D 照明 + 人感センサー設置が最も削減効果が高い。
- ・耐用年数を 60 年としてその間にかかる建設費・修繕費・更新費の合計を 60 で除した年間あたりのコストは、H f 型蛍光灯への変更が 572 円/年に対して、L E D 照明 + 人感センサー設置は 2,821 円/年と、手法によって大きな差がある。
- ・年間あたりのコストを年間の CO₂ 削減量で除して、1kg-CO₂/年削減にかかるコストを算出すると、H f 型蛍光灯 + 人感センサー設置が 26 円/年と最も低く、H f 型蛍光灯への変更や L E D 照明 + 人感センサーの半分程度となった。

5) 高効率照明器具の仕様の決定

- ・1 kg-CO₂/年削減にかかるコストがもっとも低い「H f 型蛍光灯 + 人感センサー設置」を採用する。

表 4.8 高効率照明器具の原単位(1 住戸当たり)

高効率照明器具 Hf型蛍光灯				耐用年数 60年				
				現設計①	検討後②	②－①		
建設費				[円]	5,584	10,500	4,916	CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト
修繕・更新費用	器具	更新周期	[年]	20	20			
		更新回数	[回]	2	2			
		更新費用	[円]	5,584	10,500	4,916		
		年間あたり	[円/年]	186	350			
ランプ	年間あたり	[円/年]	198	525	491			
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)				[円/年]	478	1,050	572	54円/年
運用時	年間電力量		[kWh/年]	141	121	▲ 19	▲ 13.6%	
	年間エネルギー使用		[MJ/年]	1,372	1,184	▲ 187		
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	78	67	▲ 11		
ランニングコスト(電気料金)				[円/年]	2,858	2,469	▲ 390	

表 4.8(続き) 高効率照明器具の原単位(1 住戸当たり)

高効率照明器具 LED照明				耐用年数			60年	
				現設計①	検討後②	②－①		
建設費				[円]	5,584	33,000	27,416	CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト
修繕・更新費用	器具	更新周期	[年]	20	20			
		更新回数	[回]	2	2			
		更新費用	[円]	5,584	33,000	27,416		
		年間あたり	[円/年]	186	1,100			
ランプ	年間あたり	[円/年]	198	0	716			
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)				[円/年]	478	1,650	1,172	31円/年
運用時	年間電力量		[kWh/年]	141	73	▲ 68	▲ 48.4%	
	年間エネルギー使用		[MJ/年]	1,372	708	▲ 663		
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	78	40	▲ 38		
ランニングコスト(電気料金)				[円/年]	2,858	1,476	▲ 1,382	

高効率照明器具 Hf型蛍光灯+センサー				耐用年数		60年		
				現設計①	検討後②	②－①		
建設費				[円]	5,584	22,558	16,974	CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト
修繕・更新費用	器具	更新周期	[年]	20	20			
		更新回数	[回]	2	2			
		更新費用	[円]	5,584	22,558	16,974		
		年間あたり	[円/年]	186	752			
ランプ	年間あたり	[円/年]	198	309	677			
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)				[円/年]	478	1,437	959	26円/年
運用時	年間電力量		[kWh/年]	141	73	▲ 68	▲ 48.2%	
	年間エネルギー使用		[MJ/年]	1,372	711	▲ 661		
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	78	40	▲ 38		
ランニングコスト(電気料金)				[円/年]	2,858	1,481	▲ 1,377	

高効率照明器具 LED照明+センサー				耐用年数		60年				
				現設計①	検討後②	②－①				
建設費				[円]	5,584	45,058	39,474	CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト		
修繕・更新費用	廊下器具	更新周期	[年]	20	16	39,474				
		更新回数	[回]	2	3					
		更新費用	[円]	5,584	40,933					
	階段器具	更新周期	[年]		8				2,144	
		更新回数	[回]		7					
		更新費用	[円]	0	4,125					
	器具計 年間あたり		[円/年]	186	2,528					
ランプ 年間あたり		[円/年]	198	0						
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)				[円/年]	478	3,279	2,801	51円/年		
運用時	年間電力量		[kWh/年]	141	41	▲ 100	▲ 71.0%			
	年間エネルギー使用		[MJ/年]	1,372	398	▲ 973				
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	78	23	▲ 55				
ランニングコスト(電気料金)				[円/年]	2,858	830	▲ 2,028			

(3) 潜熱回収型高効率給湯器

1) 仕様設定

- ・現況仕様がガス湯沸かし器 16 号(追い炊きなし)であるため、同じ規格の潜熱回収型が適切であるが、潜熱回収型ガス湯沸かし器 16 号で追い炊きなしの製品がないため、潜熱回収型ガス湯沸かし器 20 号(追い炊きなし)とする。なお、16 号と 20 号の価格差は、カタログ単価で 10%程度、市場単価(刊行物による)で 5%程度である。

2) CO₂削減量の算出方法

- ・住戸タイプ別に居住人数を設定し、1住戸当たりで使用する標準的な給湯使用量を算出する。
- ・各戸の給湯使用量を、一般型のガス湯沸かし器で給湯する場合と潜熱回収型ガス湯沸かし器で給湯する場合のエネルギー使用量及びCO₂排出量の差を算定する。

3) 1住戸当たりのCO₂削減量

- ・現況仕様におけるCO₂排出量 983kg-CO₂/年に対して、高効率給湯器に変更することにより827kg-CO₂/年となり、155kg-CO₂/年が削減される。
- ・建設費の増加は、MB内への排水管取り付けを含めて71.6千円/戸である。
- ・給湯器の計画更新周期は、一般的に10年とされているが、実態に合わせて12年周期で60年間に4回更新した場合、CO₂排出量1kg-CO₂/年削減にかかるコストは30円/年となる。
- ・エネルギー使用の削減量を光熱費に換算すると、年間15千円のガス料金が削減される。

表 4.9 高効率給湯器の原単位(1住戸当たり)

高効率給湯器				耐用年数			60年	
				現設計①	検討後②	②－①		
建設費				[円]	142,412	214,057	71,645	
修繕・更新費用	器具	更新周期	[年]	12	12		CO ₂ 排出量 1kg-CO ₂ /年 削減に係る コスト	
		更新回数	[回]	4	4			
		更新費用	[円]	142,412	194,582	52,170		
		年間あたり	[円/年]	9,494	12,972	3,478		
建設費・修繕・更新費 合計 (年間あたり)				[円/年]	11,868	16,540	4,672	30円/年
運用時	年間ガス消費量		[m3/年]	422	355	▲ 67	削減比率 ▲ 15.8%	
	年間エネルギー使用		[MJ/年]	19,419	16,352	▲ 3,066		
	CO ₂ 排出量		[kg-CO ₂ /年]	983	827	▲ 155		
ランニングコスト(電気料金)				[円/年]	87,947	72,580	▲ 15,368	

(4) 太陽光発電

1) 仕様設定

- ・低圧太陽光発電の系統連系からの余剰電力需給は、電気需給契約1契約に対して1受給契約が原則である。
- ・低圧引き込みの集合住宅においては、単相3線の電灯と3相3線の低圧動力に分けて電力引き込みを行い、それぞれ従量電灯契約、低圧電力契約を行っているため、太陽光発電の系統連系もそれぞれに対して設置し、受給契約を締結することとなる。
- ・電力会社による余剰電力買い取りの主旨から、太陽電池による発電量は需要電力相当が妥当であり、天候等による発電効率(一般的に60%)を勘案して、太陽電池容量は契約電力量の2倍を目安とする。
- ・従量電灯の契約電流は、需要者からの申し出によって設定するため、20Aと30Aの2通りで試算を行う。
- ・低圧電力の契約電力は、契約負荷設備の入力値から換算するため、ELV等の種類によって異なってくる。よって、出力2.8kWと3.6kWの2通り(契約電力は5kWと6kW)で試算を行う。

以上より、表 4.10 の4通りの電池容量で収支計算を行い、ケーススタディに使用する組み合わせを設定する。

表 4.10 太陽光発電の太陽電池容量の設定

	単相3線		3相3線	
電力会社との契約電流・契約電力	従量電灯B		低圧電力	
	20A契約	30A契約	5kW契約	6kW契約
太陽電池容量の設定 [kW]	4 kW	6 kW	10 kW	12 kW

2) CO₂削減量の算出方法

- ・CO₂削減量は、太陽光発電による発電量を1次エネルギー換算の上、CO₂排出量に換算する。

表 4.11 太陽電池容量別 年間発電量、CO₂排出量

太陽電池容量[kW]	単相3線		3相3線	
	4 kW	6 kW	10 kW	12 kW
日射時間/日 [h/日]	5 h/日	5 h/日	5 h/日	5 h/日
年間日数 [日]	365日	365日	365日	365日
天候等による効率	60%	60%	60%	60%
相当年間発電時間 [h]	1,095 h	1,095 h	1,095 h	1,095 h
年間発電量 [kWh]	4,380 kWh	6,570 kWh	10,950 kWh	13,140 kWh
年間エネルギー使用量 [MJ/年]	42,749	64,123	106,872	128,246
CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /年]	2,432	3,649	6,081	7,297
一次エネルギー換算値 9.76 MJ/kWh CO ₂ 排出係数 0.0569 kg-CO ₂ /MJ				

3) 太陽光発電の仕様の決定

- ・太陽光発電は、設置費用が高額であるが、売電に収入があるため、これを勘案した収支計算を行い、発電容量設定の考え方を整理する。
- ・戸建住宅にも用いられる単相3線は、発電容量が小さいパワーコンディショナーがあるため、設置費用は概ね発電容量に比例する。よって、売電量が多くなるよう発電容量を大きく設定する方が有利である。発電容量を大きく設定するためには、契約電流が大きくなり基本料金が上がるが、基本料金の差はそれほど大きくないため、契約電流をあげて発電容量を大きくしたほうが有利である。
- ・3相3線の製品は、パワーコンディショナーが10kW単位となるため、12kWにすると20kW分のパワーコンディショナーが必要となり、kWあたりの設置費用は割高となる。よって、低圧動力系統は、契約電力が5kWを超えても太陽光発電の発電容量は10kWとする方が合理的である。
- ・以上より、単相3線は6kW、3相3線は10kWを採用する。

4) 太陽光発電によるCO₂削減量、コスト

- ・6kW+10kWの太陽光発電を設置した場合の年間発電量は約17,520 kWh/年となり、1住戸あたりでは約730 kWh/年、CO₂排出量に換算すると405 kg-CO₂/年となる。
- ・1住戸当たりの建設費の負担は、589 千円となる。30年目で太陽光発電設備を更新、その間に定常修繕を1回行くと設定して、建設費・修繕費・更新費の年間あたり金額は22 千円/戸となり、CO₂排出量1 kg-CO₂/年削減にかかるコストは53 円/年である。
- ・太陽光発電の余剰電力は、電力会社に売電できることから、売電費用として、戸あたり約17 千円/年が見込まれる。これを405 kg-CO₂/年で割ると42 円/年となり、57 円/年から差し引くと11 円/年となる。

表 4.12 太陽光発電の原単位(1 住戸当たり)

太陽光発電			耐用年数 60年		
			現設計①	検討後②	②－①
建設費	単相3線 6kW	[円]		212,713	
	3相3線 10kW	[円]		374,693	
	電力量計	[円]		1,238	
	計	[円]		588,643	588,643
修繕・更新費用	太陽光発電	更新周期	[年]	30	
		更新回数	[回]	1	
		更新費用	[円/回]	587,405	
		修繕周期	[年]	15	
		修繕回数	[回]	2	
		修繕費用	[円/回]	58,741	
	電力量計	取替え周期	[年]	10	
		取替え回数	[回]	5	
		取替え費用	[円/回]	1,308	
	合計(年間あたり)			11,857	11,857
建設費・修繕・更新費 合計 ① (年間あたり)		[円/年]	0	21,668	21,668
運用時	年間発電量	[kWh/年]		730	730
	1次エネルギー量換算	[MJ/年]		7,125	7,125
	CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /年]		405	405
	発電時間中の自己消費	[kWh/年]		42	
	余剰電力	[kWh/年]		688	
	売電費用 ②	[円/年]		▲ 17,210	▲ 17,210
	自己消費分の電気料金	[円/年]	550	0	▲ 550
年間あたりのコスト ①＋②		[円/年]	0	4,458	4,458

- ・太陽光発電の計画更新・修繕周期は、建築物のライフサイクルコスト※による
- ・ただし、住棟の耐用年数を 60 年と設定するため、太陽光発電の更新周期は 30 年、修繕はその間に 1 回として試算を行う。
- ・太陽光発電の定常修繕の単価は、建築物のライフサイクルコスト※の修繕・更新係数（建設費の 0.1）による

※ 平成 17 年度版建築物のライフサイクルコスト（財団法人建築保全センター）

- ・電力量計の取り換え周期は、計量法に基づく有効期限による
- ・電力量計の設置費用・取り換え費用は、九州電力の単価表による

5. ケーススタディ及び採算性確保等の検討

5.1 ケーススタディ

(1) ケーススタディパターンの設定

前項でCO₂削減量の原単位を算定した手法の組み合わせによって、住棟全体のCO₂の削減量を算定する。以下に、耐用年数60年とした場合の手法ごとのCO₂削減量と各ケースのCO₂削減量及び削減割合を示す。

表 4.13 手法別 CO₂削減量(1 住戸当たり)

	エネルギー消費量		LCCO ₂						
	原設計 [MJ/年]	検討後 [MJ/年]	建設時 [kg-CO ₂ /年]	修繕・更新・解体時 [kg-CO ₂ /年]	運用時			合計値 [kg-CO ₂ /年]	削減割合 [kg-CO ₂ /年]
					原設計 [kg-CO ₂ /年]	検討後 [kg-CO ₂ /年]	削減量 [kg-CO ₂ /年]		
原設計			742	1,012	1,957			3,710	基準
断熱強化(冷暖房費用)	9,864	8,490			561	483	▲ 78	3,632	2.1%
共用部 高効率照明	Hf型蛍光灯	1,184.5			78	67	▲ 11	3,700	0.3%
	LED照明	708.2				40	▲ 38	3,672	1.0%
	Hf型蛍光灯+センサー	710.7				40	▲ 38	3,673	1.0%
	LED照明+センサー	398.4				23	▲ 55	3,655	1.5%
高効率給湯器(エコジョーズ)	19,418.5	16,352.4			983	827	▲ 155	3,555	4.2%
太陽光発電 (16kW/24戸)	0	▲ 7,125			0	▲ 405	▲ 405	3,305	10.9%

注) 太陽光発電は、エネルギーを創出する手法である。エネルギー消費量を削減する他の手法と整合させるため、便宜的に原設計のエネルギー消費量を0、検討後のエネルギー消費量をマイナスで表記した。

表 4.14 ケーススタディの組み合わせ別 CO₂削減量(1 住戸当たり)

		採用手法の組み合わせ	CASE.1	CASE.2	CASE.3	CASE.4	CASE.5	CASE.6	CASE.7	CASE.8
		要素別削減量	断熱強化	断熱強化 高効率照明	断熱強化 高効率給湯器	断熱強化 高効率照明 高効率給湯器	断熱強化 太陽光発電	断熱強化 高効率照明 太陽光発電	断熱強化 高効率給湯器 太陽光発電	断熱強化 高効率照明 高効率給湯器 太陽光発電
原設計のLCCO ₂		[kg-CO ₂ /年]	3,710	3,710	3,710	3,710	3,710	3,710	3,710	3,710
手法別削減量	断熱強化(冷暖房費用)	[kg-CO ₂ /年]	▲ 78	▲ 78	▲ 78	▲ 78	▲ 78	▲ 78	▲ 78	▲ 78
	共用部									
	Hf型蛍光灯	[kg-CO ₂ /年]	▲ 11							
	LED照明	[kg-CO ₂ /年]	▲ 38							
	Hf型蛍光灯+センサー	[kg-CO ₂ /年]	▲ 38	▲ 38		▲ 38		▲ 38		▲ 38
	LED照明+センサー	[kg-CO ₂ /年]	▲ 55							
	高効率給湯器(エコジョーズ)	[kg-CO ₂ /年]	▲ 155		▲ 155	▲ 155			▲ 155	▲ 155
太陽光発電 (16kW/24戸)		[kg-CO ₂ /年]	▲ 405				▲ 405	▲ 405	▲ 405	▲ 405
削減量の合計		[kg-CO ₂ /年]	▲ 78	▲ 116	▲ 233	▲ 271	▲ 484	▲ 521	▲ 639	▲ 676
対策後のLCCO ₂		[kg-CO ₂ /年]	3,632	3,594	3,477	3,439	3,227	3,189	3,071	3,034
CO ₂ 排出量の削減割合			-2.1%	-3.1%	-6.3%	-7.3%	-13.0%	-14.0%	-17.2%	-18.2%

(2) CO₂削減量とコストの関係

1) イニシャルコストとCO₂削減量の関係

- ・イニシャルコストとCO₂削減量の関係は、概ね比例関係となっているが、高効率給湯器(エコジョーズ)を組み合わせた手法が他の手法に比べて費用対効果が高い。
- ・太陽光発電を含まない場合の建設費の増分は30~40千円であり、断熱強化+高効率給湯器の費用対効果が高い。
- ・太陽光発電を含む場合の建設費の増分は900~1,000千円であり、高効率給湯器を含むケース

が建設費の増分はやや多いが費用対効果は高い。

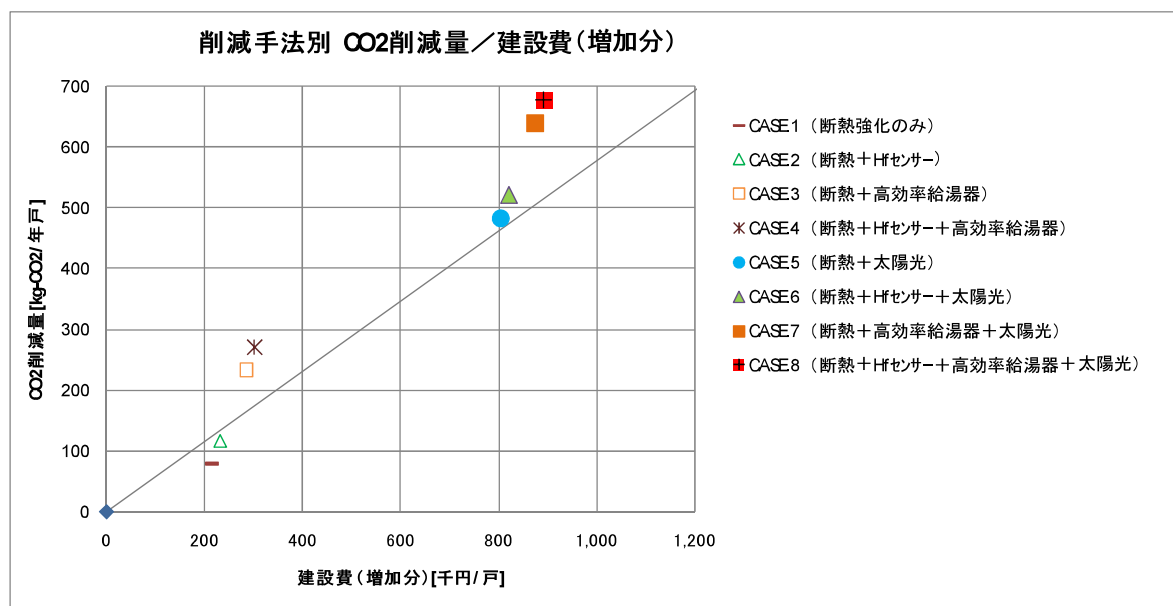


図 4.2 CO₂削減量/建設費(1 住戸当たり)

2) 建設・修繕・更新費用と CO₂削減量の関係

- ・建設・修繕・更新の年間あたりのコストと CO₂削減量の関係は、概ね比例関係となっている。
- ・建設費のみと CO₂削減量の関係に比べると、太陽光発電を含むケースの費用対効果が高い。これは、太陽光発電の更新周期 30 年に対して給湯器の更新周期が 12 年と短いため、修繕更新費用を含めると太陽光発電を含むケースの費用対効果が高くなっていく。
- ・太陽光発電を含まない場合の年間戸当たりコストの増分は 10～15 千円/年・戸、太陽光発電を含む場合の増分は 30～36 千円/年・戸となっている。
- ・費用対効果は、すべての手法を組み合わせた CASE. 8 が最も高い。

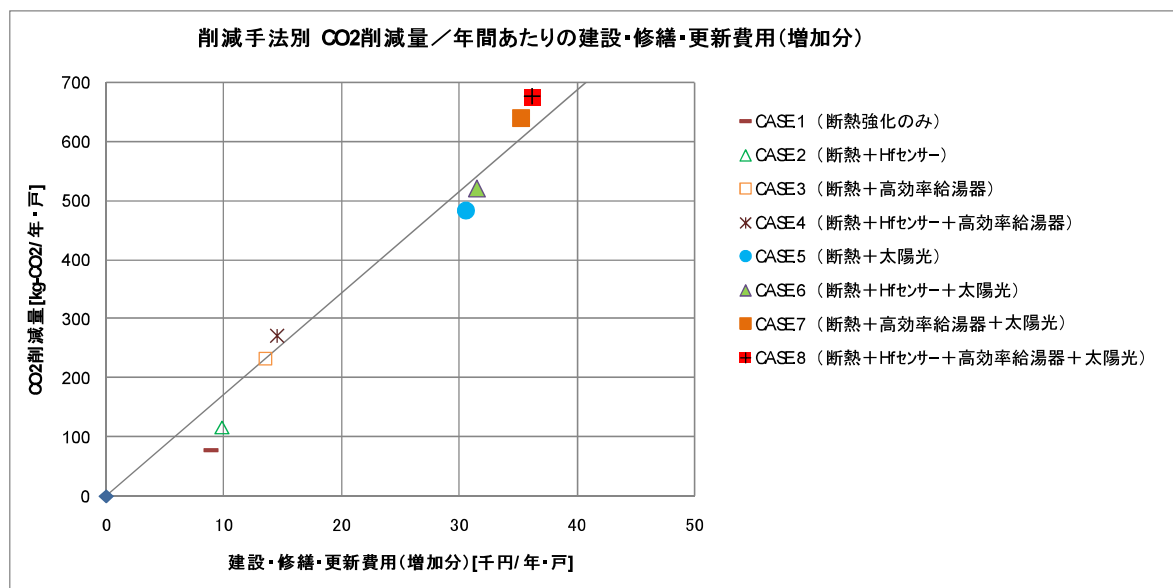


図 4.3 CO₂削減量/年間あたりの建設・修繕・更新費用(1 住戸当たり)

3) 売電料・光熱費を考慮した戸当たり年間コストと CO₂削減量の関係

- ・太陽光発電を設置した場合の建設・修繕・更新費用の年間あたりのコストは売電料で補完できるものとして、年間戸当たりコストと CO₂ 削減量の関係を見ると、太陽光発電を含むケースの年間戸当たりコストが約 17 千円下がるため太陽光発電を含まないケースに比べて費用対効果は2倍以上となる。
- ・手法導入により削減できる運用時のエネルギー量を光熱費に換算して年間戸当たりコストの評価に含めると、高効率給湯器を含む CASE. 3、CASE. 4 の年間戸当たりコストはマイナスとなり、光熱費の削減で設備費用を回収できる。
- ・太陽光発電と高効率給湯器を含む CASE. 7、CASE. 8 も年間戸当たりコストがマイナスとなり、売電費用と光熱費の削減で設備費用を回収できる。
- ・光熱費の削減は、CASE. 1（断熱強化のみ）は約 5 千円/年・戸に対して、CASE. 3（断熱強化＋高効率給湯器）は約 20 千円と、高効率給湯器を組み合わせたケースの削減効果が大い。これは高効率給湯器と他の手法を組み合わせた CASE. 4、CASE. 7、CASE. 8 においても同様である。
- ・高効率照明器具による光熱費の削減は、約 1 千円と他の手法に比べると小さい。

以上にコメントしたように、売電料と光熱費の削減を考慮して費用対効果を見ると、高効率給湯器や太陽光発電を組み合わせたケースは、費用対効果が非常に高い。しかし、断熱強化（すべてのケースに共通で導入）や高効率給湯器によって削減されるエネルギーは入居者の生活で使用するものであり、光熱費も入居者が負担している。高効率照明器具は共用部に導入する手法であるが、これにかかる光熱費は北九州市の場合は共益費として住民が負担している。よって、家賃等の設定を現状のままとしてこれらの手法を導入すると、自治体の設備投資によって居住者が光熱費削減の恩恵を受けることとなる。

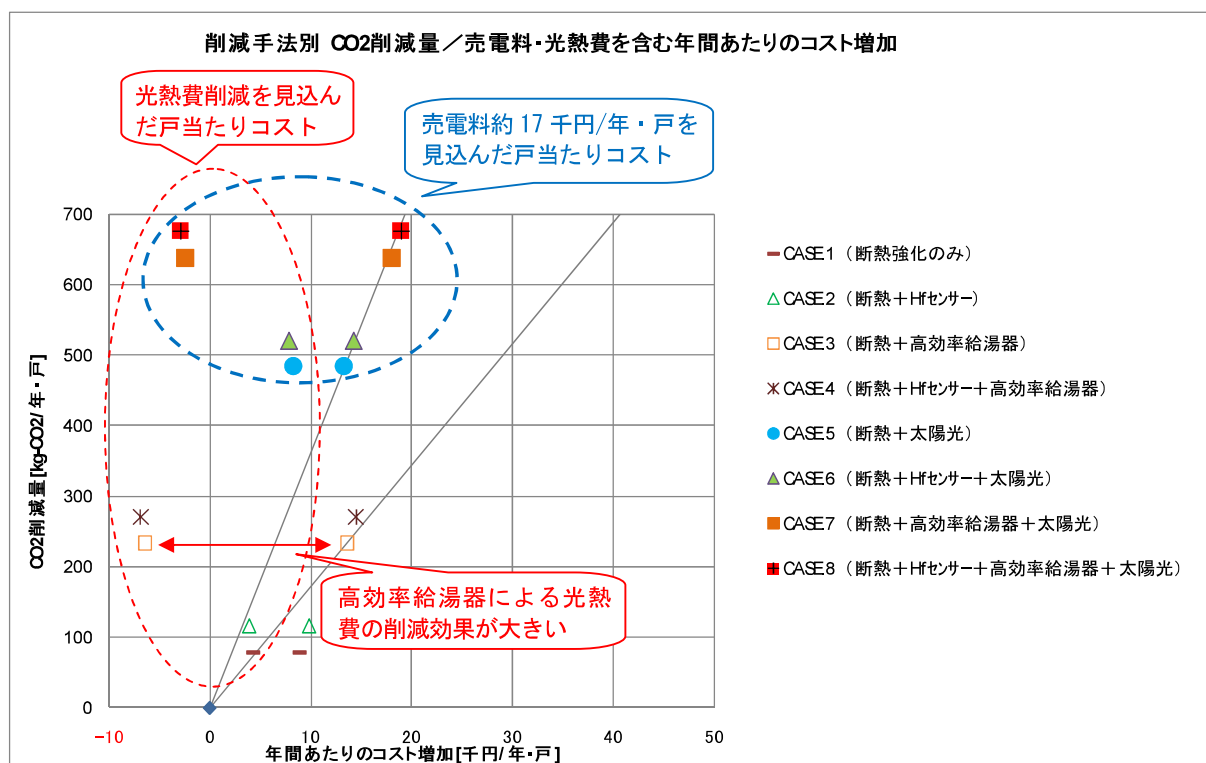


図 4.4 CO₂削減量/売電・光熱費を含む年間あたりのコスト増加(1 住戸当たり)

表 4.15 CO₂ 排出量削減にかかるコスト一覧(1 住戸当たり)

			耐用年数 60年								
			CO ₂ 排出量 要素別の削減 ① [kg-CO2/年]	コスト				1kg-CO ₂ /年 削減に係るコスト ④/① [円]	光熱費の削減 (年間戸当たり) [円/年・戸]		
				建設費の増分 [円/戸]	修繕・更新費用の増分 (年間戸当たり) [円/年・戸]	建設・修繕・更新の増分 ② (年間戸当たり) [円/年・戸]	売電費用 ③ (年間戸当たり) [円/年・戸]	合計 ④=②+③ (年間戸当たり) [円/年・戸]			
手法別建設費増加	断熱強化		a	▲ 78	214,640	5,311	8,888	8,888	114	▲ 4,556	
	共用部 高効率 照明	Hf型蛍光灯	b	▲ 11	4,916	491	573	573	54	▲ 390	
		LED照明	c	▲ 38	27,416	716	1,173	1,173	31	▲ 1,382	
		Hf型蛍光灯+センサー	d	▲ 38	16,974	677	960	960	26	▲ 1,377	
		LED照明+センサー	e	▲ 55	39,474	2,144	2,802	2,802	51	▲ 2,028	
	高効率給湯器(エコジョーズ)		f	▲ 155	71,645	3,478	4,672	4,672	30	▲ 15,368	
	太陽光発電 (16kW/24戸)		g	▲ 405	588,643	11,857	21,668	▲ 17,210	4,458	11	▲ 550
手法の組合せ	CASE.1		a	▲ 78	214,640	5,311	8,888	0	8,888	114	▲ 4,556
	CASE.2		a+d	▲ 116	231,615	5,988	9,848	0	9,848	85	▲ 5,933
	CASE.3		a+f	▲ 233	286,286	8,789	13,560	0	13,560	58	▲ 19,924
	CASE.4		a+d+f	▲ 271	303,260	9,466	14,520	0	14,520	54	▲ 21,301
	CASE.5		a+g	▲ 484	803,283	17,168	30,556	▲ 17,210	13,346	28	▲ 5,106
	CASE.6		a+d+g	▲ 521	820,257	17,845	31,516	▲ 17,210	14,306	27	▲ 6,483
	CASE.7		a+f+g	▲ 639	874,928	20,646	35,228	▲ 17,210	18,019	28	▲ 20,473
	CASE.8		a+d+f+g	▲ 676	891,902	21,323	36,188	▲ 17,210	18,978	28	▲ 21,851

5.2 採算性確保の検討

前項で示したように、売電料、光熱費を考慮すると CASE. 3、CASE. 4、CASE. 7、CASE. 8 は費用対効果が高い結果となるが、事業を実施する上では、初期費用が負担可能かの判断も必要となる。ここでは、初期費用が大きくかつ売電による収入が見込まれる太陽光発電について事業収支の試算を行い、採算性を確認する。

太陽光発電以外の手法については、居住者の受益分を家賃に反映させることができれば事業採算性の向上につながるが、そのためには公営住宅の管理を行っている部局との調整が必要となるため、今後の課題とする。

(1) 太陽光発電設備設置にかかる事業収支試算

太陽光発電設置による建設費の増加と売電費用を、自治体の収支として試算する。建設時点の設備設置費用は地域住宅交付金の対象とし起債償還 25 年で試算すると、28 年目で累積収支が黒字に転換することから、28 年目以降も発電できれば設置費用を回収して収入が得られることとなる。

以下に事業収支の条件設定と1棟（24戸）当たりの試算結果を示す。

表 4.16 事業収支の条件

電力会社による余剰電力の購入価格	25 円/kWh
起債償還の条件	金利：2.5% 償還期間：25 年（うち据え置き期間 3 年）

表 4.17 太陽光発電設備設置にかかる事業収支【1棟(24戸)当たり】

太陽電池容量	単相3線3相3線		合計
	6kW	10kW	
年間発電量	6,570	10,950	17,520 kWh/年
太陽光発電の自己消費	145	854	999 kWh/年
年間売電量	6,425	10,096	16,521 kWh/年

従量電灯B 料金単価	
基本料金(20A契約)	567 円/月
基本料金(30A契約)	850.5 円/月
従量料金	16.1 円/kWh

低圧電力 料金単価	
基本料金 1kW	966 円
電力量料金(夏季)	13.65 円/kWh
電力量料金(その他)	12.41 円/kWh

設置費用	更新年数・周期		初期費用	修繕・更新費用
	30年	10年		
単相6kW	30年		5,105.1 千円	見積×0.65 (851 千円/kW)
3相10kW	30年		8,992.6 千円	見積×0.65 (899 千円/kW)
定常修繕	15年			1409.8 千円 設置費用の10%
電力	10年		13.4 千円	14.2 千円 九州電力の単価表
量計	10年		16.3 千円	17.2 千円

従量電灯B	30A契約	基本料金	850.5 円/月
低圧電力	5kW	基本料金	4830 円/月
売電費用(年間)			413,034 円/年
自己消費分の電気料金			13,191 円/年
(月平均、従量分のみ)			(1,099 円/月)

単相3線 6kW + 3相3線 10kW

	建設時	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
支出	太陽光発電設備設置	14,098															1,410				
	定常修繕																				
	電力量計		30								31										31
	起償償還(元金)				269	275	282	289	297	304	312	319	327	335	344	352	361	370	380	389	399
	起償償還(利息)				194	187	180	173	166	159	151	143	135	127	119	110	101	92	83	73	64
	起償償還(計)				462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462
	計		14,127	0	0	0	462	462	462	462	494	462	462	462	462	1,872	462	462	462	462	494
収入	地域住宅交付金		6,344																		
	地方債		7,754																		
	売電費用			413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413
	自己消費分の電気料金相当		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	計		14,098	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426	426
収支			-30	426	426	426	-36	-36	-36	-36	-36	-68	-36	-36	-36	-1,446	-36	-36	-36	-36	-68
累積収支			-30	397	823	1,249	1,213	1,176	1,140	1,104	1,068	1,031	994	928	891	855	-664	-700	-736	-772	-840

単位: 千円

	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目
支出	太陽光発電設備設置									
	定常修繕									
	電力量計									
	起償償還(元金)	409	419	429	440	451				
	起償償還(利息)	54	43	33	22	11				
	起償償還(計)	462	462	462	462	462				
	計	462	462	462	462	462	0	0	0	0
収入	地域住宅交付金									
	地方債									
	売電費用	413	413	413	413	413	413	413	413	413
	自己消費分の電気料金相当	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	計	426	426	426	426	426	426	426	426	426
収支		-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36
累積収支		-876	-913	-949	-985	-1,021	-595	-169	257	684

・ 公営住宅の場合、補助対象となる主体付帯工事費基本額が構造に同じで設定されているが、要件に適合する項目については「特例加算」として増額が認められている。太陽光発電設備は、「特例加算」の「その他特別工事」に含まれ、「その他特別工事」の加算額は、1戸当たり2,529千円が上限である(平成20年度における住宅局所管事業に係る標準建設費を参照)。

・ 地域住宅交付金の基幹事業として公営住宅を整備する場合は、補助率が45%となる。

(2) 手法の導入の可能性検討

太陽光発電は、戸当たりの建設費増加は大きいものの、CO₂削減効果が高く売電費用で設置費用・修繕費用の回収を見込めるため、今後の市営住宅の環境対策として導入することは妥当である。

断熱については、現行仕様が性能表示制度の温熱等級3（いわゆる新省エネ基準相当。公営住宅整備基準に準拠）であり、現行の省エネルギー基準（いわゆる次世代省エネ基準）を満たしていない。省エネ法の改正により300㎡以上の住宅に届け出義務がかかってくると集合住宅のほとんどが届け出対象となることから、現行の省エネルギー基準に適合した仕様への変更は不可欠となってくる。今回の試算においては、屋根の現行仕様（内断熱＋露出シート防水）から外断熱のアスファルト防水へと断熱性能だけでなく防水の仕様も向上する設定としたため、戸当たりの建設費用増加が大きくなった。外装仕上げや断熱の方法は具体の設計の中で精査していく必要があるが、断熱性能強化についての対応は不可欠である。

高効率照明器具と高効率給湯器は、両方で建設費の1%以下の増額である。高効率照明器具は共用部のみへの導入なので、CO₂削減量はさほど大きくないが、導入にかかる戸当たりコストが小さく現行仕様に比べた削減率は48.2%と大きい。高効率給湯器は、現行仕様に比べた削減率は15.8%であるが、住宅で使用するエネルギーで給湯の比率が高いため、CO₂削減量は155 kg-CO₂と大きい。よって、高効率照明器具と高効率給湯器の導入が望まれる。

公営住宅においては収入階層に応じた応能応益家賃が原則であり、建設費が家賃に反映されないため、これらの手法を導入した住宅において、現行と同様の家賃設定であれば、居住者は光熱費削減の恩恵を受けるものの、太陽光発電以外の建設費の増加は市の負担となり事業採算性は低下する。しかし、高効率給湯器を含む手法は、光熱費削減分で概ね設置費用を回収できることから、光熱費削減相当分を家賃に反映させられれば、事業採算性は確保される。

5.3 長寿命化の効果について

CASBEEによる現行仕様の市営住宅のLCCO₂算定結果は4-27ページに示したが、これを1住戸あたりに換算すると、1住戸当たりの年間CO₂排出量は、3,710 kg-CO₂/年・戸となり、各段階ごとの比率は、建設時が20%、修繕・更新・解体時が27%、運用時が53%となる。

表 4.18 標準住棟のCO₂排出量

建物概要			
構造種別	延床面積	戸数	想定耐用年数
RC造	1,608.76 ㎡	24 戸	60年
年間当たりのCO ₂ 排出量			
	延床面積当たり [kg-CO ₂ /年・㎡]	1住戸当たり [kg-CO ₂ /年・戸]	比率
建設段階	11.07	742	20%
修繕・更新・解体段階	15.09	1,012	27%
運用段階	29.19	1,957	53%
合計	55.35	3,710	100%

ケーススタディ結果より、耐用年数は60年として断熱強化・高効率照明・高効率給湯器・太陽光発電を組み合わせた場合のCO₂削減量は676 kg-CO₂/年・戸であり、標準住棟の運用段階の排出量から加減すると1281 kg-CO₂/年・戸となる。これらの手法を導入することにより資材量が若干増加

するため、建設段階、修繕・更新・解体段階の CO₂ 排出量を割り増して LCCO₂ を算定すると、約 18% の削減が見込まれる。

これ以上の CO₂ 排出量の削減を行うための 1 つの方法としては、建物の寿命を延ばすことにより、建設時の CO₂ 排出量の 1 年あたりの量を削減することが考えられる。

標準住棟（現行仕様で耐用年数 60 年）と、環境配慮型の仕様（断熱強化＋高効率照明＋高効率給湯器＋太陽光発電）で耐用年数 90 年を比較すると、LCCO₂ は約 22% 削減される。

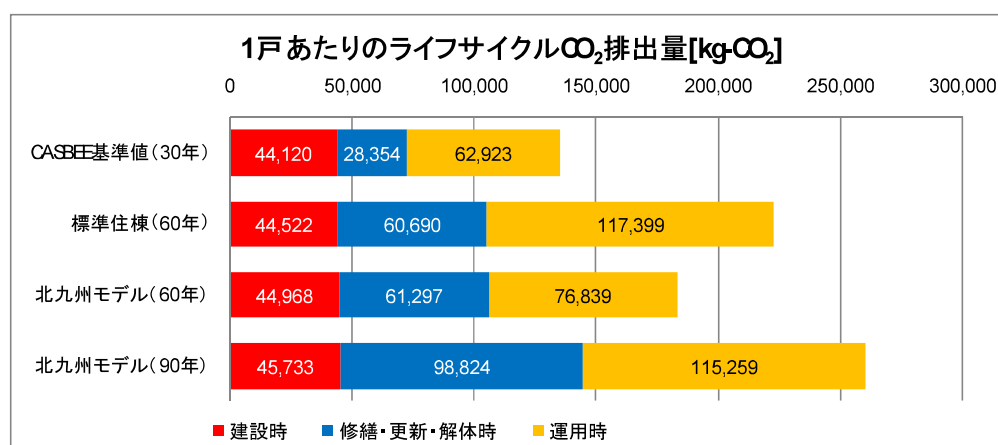


図 4.5 LCCO₂ 比較(1 住戸当たり)

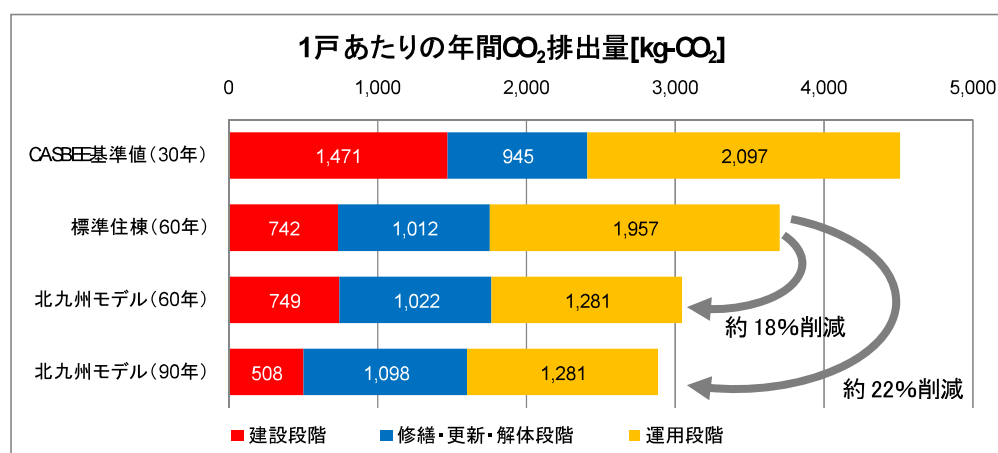


図 4.6 年間あたりの CO₂ 排出量比較(1 住戸当たり)

- ・CASBEE 基準値は、CASBEE 評価における参照建物（全評価項目がレベル 3 →劣化対策等級は等級 1 相当）
- ・標準住棟（60 年）の LCCO₂ は、CASBEE 新築(2008)の標準計算により算出
- ・北九州モデル（60 年）の運用時は、手法別 CO₂ 排出量原単位で算出した年間あたりの削減量を CASBEE の計算結果より差し引いて算出
- ・北九州モデル（60 年）の建設時、修繕・更新・解体時は、太陽光発電パネル等の増加を考慮し、CASBEE の計算結果に 1 % 割り増した
- ・北九州モデル（90 年）の運用時は、北九州モデル（60 年）に同じ
- ・北九州モデル（90 年）の建設時、修繕・更新・解体時は、太陽光発電パネル等の増加を考慮し、CASBEE による 90 年の計算結果（現行仕様）に 1 % 割り増した

6. 北九州モデルの構築

6.1 環境配慮型の市営住宅モデルの設定

前項では、北九州市の気候条件にも配慮しつつ、要素技術の仕様と併せて、LCC、LCCO₂の詳細検討を行い、市営住宅に採用可能なCO₂削減効果の高い要素技術の選定を行った。

環境配慮型の市営住宅に導入する要素技術は以下の4項目であり、次ページに、環境配慮型市営住宅<北九州モデル>のイメージとCASBEE評価結果の比較を示す。

○潜熱回収型高効率給湯器（エコジョーズ等）

- ・各戸の給湯器を、旧来型のガス給湯器から潜熱回収型高効率給湯器（エコジョーズ等）に切り替えることにより、全ての住戸でのLCCO₂削減効果を期待する。

○高効率照明（Hf型蛍光灯+人感センサー）

- ・住棟の玄関ホール、共用廊下等の共用部の照明に、高効率照明器具としてHf型蛍光灯の灯具を採用し、照明器具の使用電力を削減するとともに、これを人感センサーによってオペレーション（点消灯制御）することにより、より一層の省電力となる効果を期待する。

○太陽光発電

- ・共用電灯や揚水ポンプ等、住棟共用部の需要電力量相当の発電能力の低圧太陽光発電パネルを屋上に設置する。（ケーススタディでは、単相3線6kw+3相3線10kw）
- ・連携システムにより、余剰電力を売電することにより、設置費用が概ね回収できる。
- ・高いCO₂削減効果が期待される。

○断熱強化

- ・住宅性能評価の温熱等級4（次世代省エネ基準相当）を性能規定によりクリアする断熱強化を行うものとする。特に直射日光に曝され熱環境的に不利とされる屋上、及び妻外壁には、外断熱工法の採用を検討し、躯体の焼け込みを防ぎ、輻射熱による不快感の軽減も図るものとする。

北九州モデルは、これまでの標準的な住棟で算定したLCCO₂よりも約18%（耐用年数60年）のCO₂排出量が削減される。これにかかる建設費の増分は892千円/戸であるが、年間17千円/戸の売電による収入が見込まれる。これは上記4項目のみの効果の試算であり、実際の<北九州モデル>の計画設計プロジェクトにあたっては、他の環境配慮項目や要素技術等を、敷地条件等に応じて組み合わせることにより、2割を超えるCO₂削減を達成することが期待される。

また、公営住宅整備基準の改正により平成20年度から、構造躯体は性能表示制度の劣化対策等級が等級3に適合する仕様となった。劣化対策等級3とは構造躯体等に対し「住宅が限界状態に至るまでの期間が3世代以上（75～90年）となるために必要な対策」が講じられている仕様である。

現在のところ耐火構造の公営住宅の耐用年限は70年となっているが、適正な維持管理を行い、劣化の進行を抑え構造躯体の更なる延命化を図ることにより、LCCO₂の更なる削減が期待できる。

■環境配慮型市営住宅<北九州モデル>のイメージ

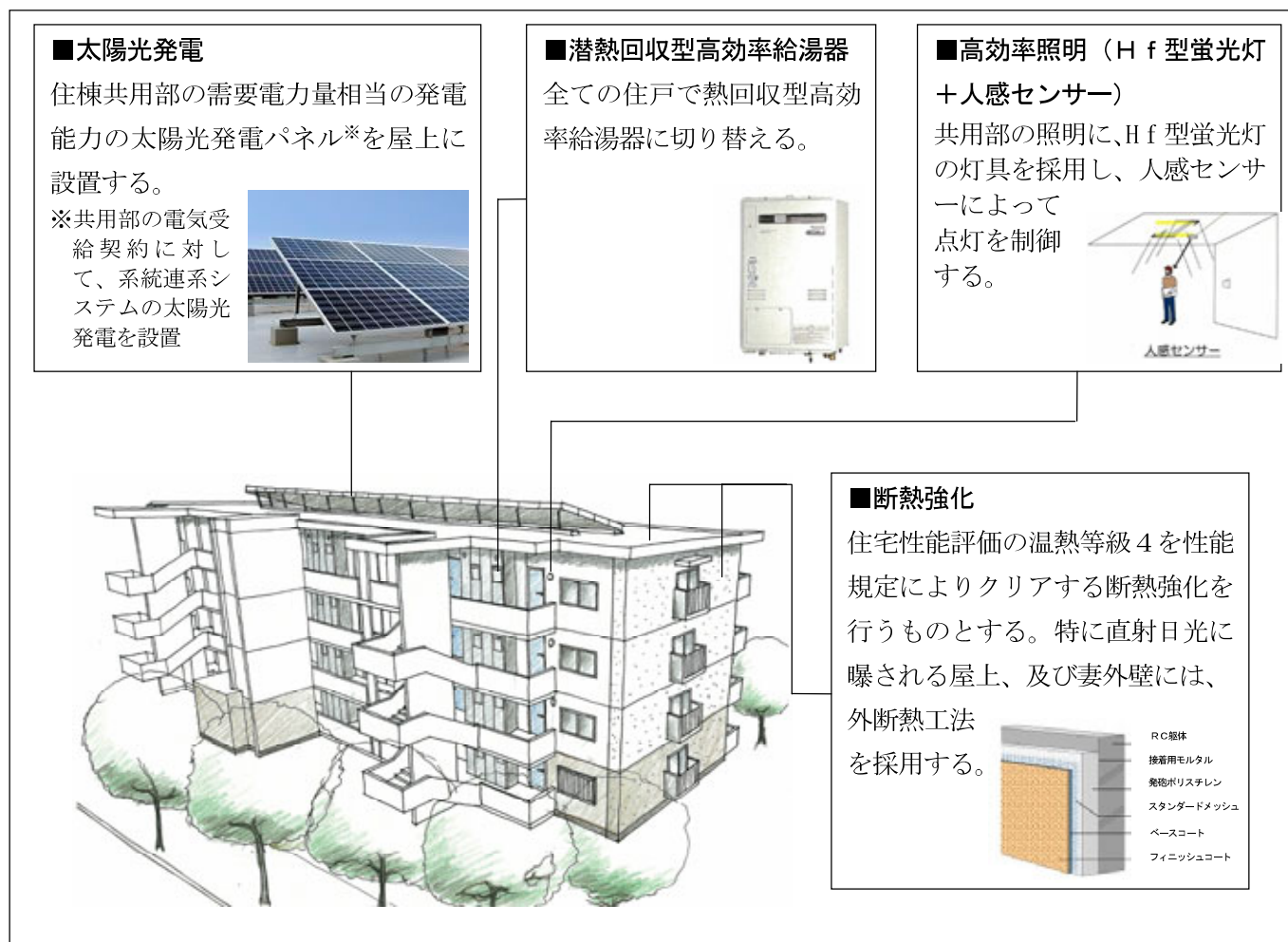
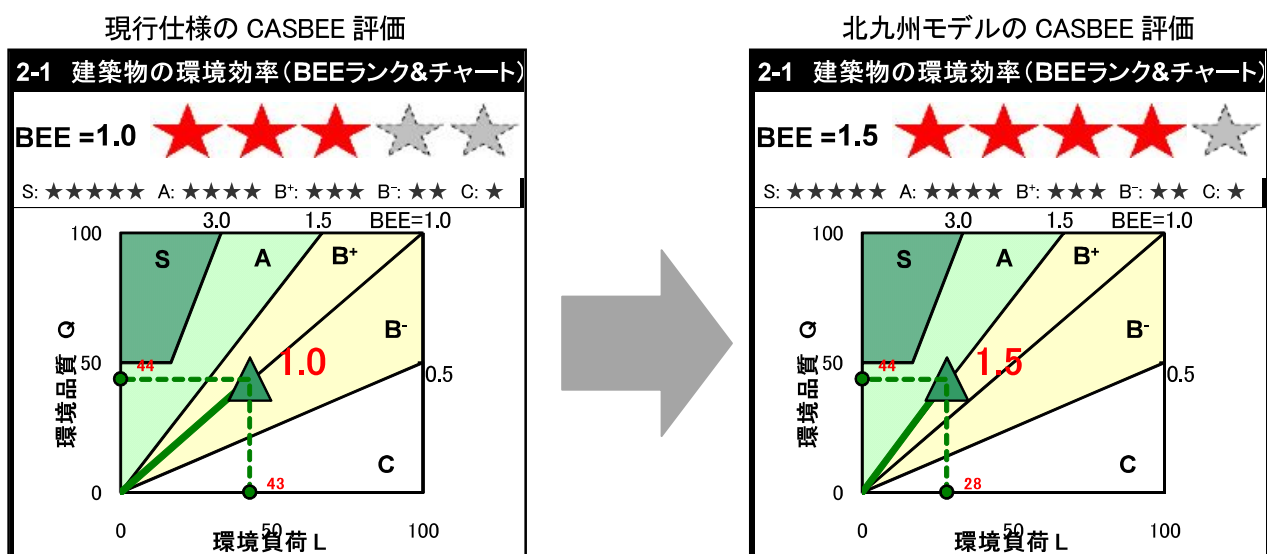


図 4.7 環境配慮型市営住宅<北九州モデル>のイメージ



※現行仕様、北九州モデルとも建物部分のみの自己評価(敷地に関する項目はすべてレベル3とした)

図 4.8 現行仕様と北九州モデルの CASBEE 評価の比較

6.2 事業実施に向けての今後の課題

本検討においては、公的賃貸住宅に採用可能な CO₂ 削減効果の高い要素技術を抽出して組み合わせ、＜北九州モデル＞の構築を行った。これは住棟レベルでのモデルであるため、個別のプロジェクトにおいては配置計画や屋外空間のつくり方等に留意して計画設計を進めていく必要がある。また、北九州市における事業の実施に向けては、次のような課題が見えてきたため、管理部局との調整を行いながら事業を進めることが求められる。

太陽光発電に関して

- ・現在、市営住宅の共用部の電気料金は、住棟の代表者が電力会社と契約し、共益費として居住者から徴収して電力会社に納入している。
- ・太陽光発電の採用にあたり、売電益を市の収入にするためには、市が電力会社との契約を行う必要がある。その場合、居住者からの共益費の徴収等の事務作業が発生する。
- ・太陽光で発電した電力の一部は、昼間に使用するエレベーターやポンプの動力等に使用されるため、電力会社から供給を受ける電気料金は削減される。金額的には小さいものの、他団地との公平性を勘案して差額を徴収する場合は、金額の算定方法について検討が必要である。なお、高効率照明設備（H f 蛍光灯＋人感センサー）によって削減される電力量に比べると、太陽光で発電して直接共用部で消費される電力の方が少ない。

高効率給湯器について

- ・住宅で使用するエネルギーのうち、給湯が占める割合が高いため、高効率給湯器の設置は、CO₂ 排出量削減の大きな効果が見込めるとともに、光熱費の削減効果も大きい。
- ・他団地との公平性や市の事業採算性確保のため、光熱費削減分を家賃に反映させることが望まれる。

断熱強化について

- ・次世代省エネ基準に適合させるに当たり、仕様規定を用いると開口部のガラスが複層ガラスとなるが、建設費の上昇や破損時の負担増加を避けるため、今回の試算では窓は単板ガラスとして壁・屋根の断熱材補完により熱損失係数（Q 値）の基準値に適合するよう仕様を設定した。個別物件の設計においては、省エネ計算の方針を設計条件として明確にしておく必要がある。
- ・屋根や外壁の外断熱は、R C 躯体への蓄熱を抑制できるため、ヒートアイランドの抑制等、屋外の快適な環境づくりの効果が期待される。建物の省エネ計算においては、熱損失が暖冷房負荷の要素であるため、内断熱でも外断熱でも大きな違いは出てこないが、日没後に窓を開けて涼しい風が入ってくればクーラーの使用を減らせるなど、生活実感上の効果は期待される。
- ・外断熱は内断熱に比べてコストが高くなるため、仕様設定や使用範囲など、コストも含めて具体の設計の中で検討を行っていく必要がある。

更なる CO₂ 排出量の削減に向けて

・＜北九州モデル＞において選定した4つの要素技術を採用するのみでは、約18%のCO₂削減しか見込めないため、他の環境配慮項目や要素技術等を、敷地条件等に応じて組み合わせることにより、プロジェクトとしてより高いレベルのCO₂削減を達成できるよう、配慮することが必要である。更なるCO₂排出量削減に向けては次の展開が考えられる。

- ① 建物の寿命を延ばすことにより、建設時のCO₂排出量の1年あたりの量を削減する。
- ② 通風・採光の確保や日射遮蔽を考慮した住棟配置、屋外の緑化等、環境に配慮した団地計画を行う。屋外環境によるCO₂削減量は数値化しづらいが、気持ちのよい屋外空間をつくることで、中間期の自然通風利用などによってクーラー使用量が削減されることが期待される。
- ③ 太陽光発電による発電量を増加し、エネルギー由来の電力の使用量を削減する。
- ③ 居住者が購入・設置する住戸内の空調・照明等の設備機器を高効率のものにするよう誘導する。
- ④ こまめな消灯や中間期の自然通風の取り入れ等、環境に配慮した生活習慣を誘導する。

7. まとめ

7.1 他都市での展開に向けて

CO₂削減に資する要素技術や事例は、全国の集合住宅整備において参考となるが、CO₂削減量やコストの原単位は市営住宅の現行仕様との差で算出しているため、他都市での使用においては注意が必要である。

CO₂削減に資する要素技術の導入は、建設費は増大するもののCO₂排出量削減とともに光熱費の削減という金銭的なメリットもあるが、賃貸住宅においてはその負担者と受益者が異なるため、賃料設定等でうまく配分を行う必要がある。公的賃貸住宅において、標準仕様として継続的に導入していくためには、CO₂削減の意義とともに、光熱費削減の受益を還元して住宅供給者の負担を減らすことが求められる。

7.2 分野横断的な取組について

一般的に公営住宅等の住棟や屋外の清掃、高木を除く植栽の管理等は住民による自治会で行うこととなっている。しかし、近年の公営住宅等はセーフティネットの役割が強くなり、居住者の高齢化や母子世帯の増加など旧来通りの団地管理を行うのが難しい状況になりつつある。

快適な屋外環境づくりや植栽によるCO₂吸収のためには、団地屋外空間の緑化が望まれるところではあるが、居住者の負担が大きくなり、団地によっては自主管理が困難となることもありうる。今後、公営住宅等の屋外空間の緑化等によりCO₂排出量削減を目指す場合は、中高木は公園部局が管理を行うなど、環境に配慮した屋外空間づくりを実現するための維持管理を含めた計画が望まれる。