

共同住宅ストック再生のための技術の概要 (環境・省エネルギー性能)

目次

- 1. 共同住宅ストックの環境・省エネルギー性能に関する課題と対応・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
 - 1 - 1 共同住宅の環境・省エネ性能の推移
 - 1 - 2 省エネ改修
 - 1 - 3 共同住宅における住環境の改善がもたらす健康影響及び経済便益評価

- 2. 環境・省エネ性能に係る共同住宅の改修技術の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
 - 2 - 1 想定される省エネ改修工事のフロー
 - 2 - 2 調査・診断技術
 - 2 - 3 改修技術

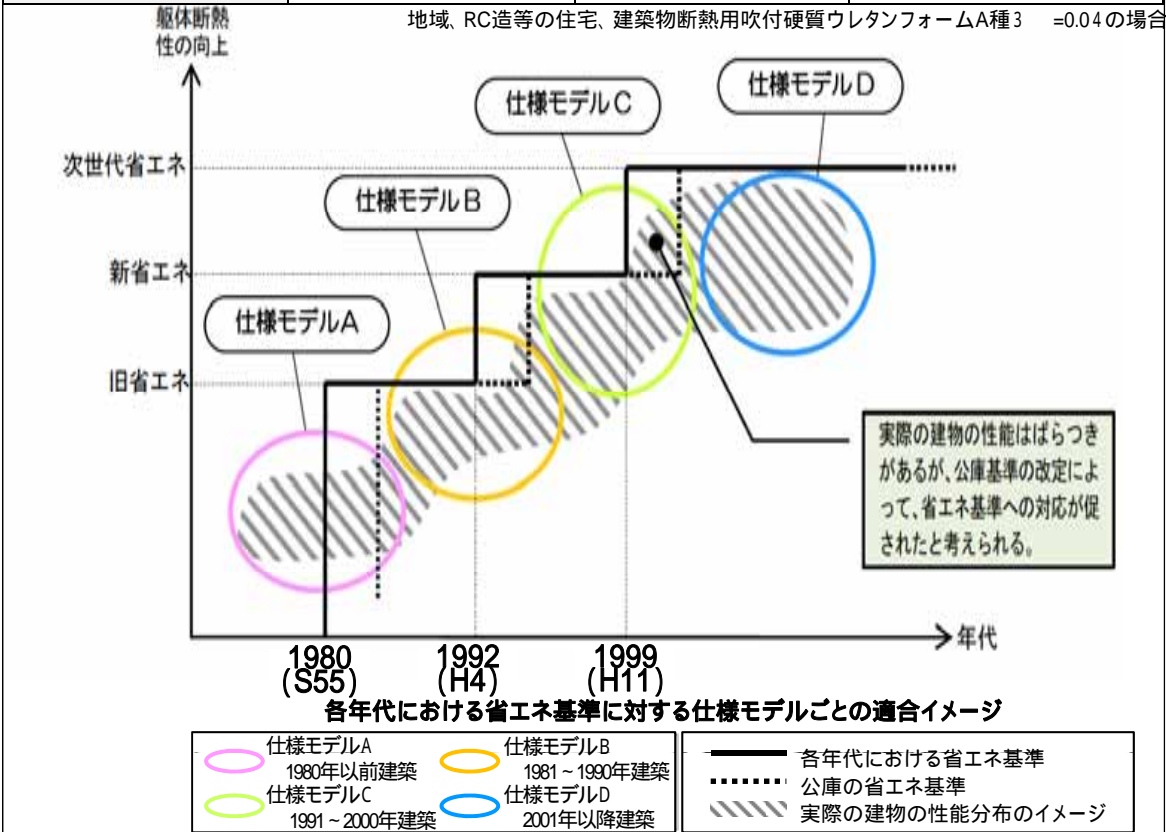
- 3. 技術の活用(省エネ改修)・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
 - 3 - 1 省エネ改修工事の種類と工事費
 - 3 - 2 計画修繕を契機として導入可能な省エネ改修技術
 - 3 - 3 団地レベルを視野に入れた省エネ改修

1 - 1 共同住宅の環境・省エネ性能の推移

環境・省エネ性能の推移

・既存共同住宅の省エネ性能は、建築時期とともに向上してきているが、省エネ法による平成11年の省エネ基準に適合しているものはまだ少ない。

各省エネ基準の制定年	昭和55年(1980)	平成4年(1992)	平成11年(1999)
基準の通称	旧省エネルギー基準	新省エネルギー基準	次世代省エネルギー基準
壁の断熱材の厚み	20mm	30mm	45mm
備考	省エネに関する初の基準	寒冷地で気密化住宅	全国的に気密化住宅



各年代の省エネ基準と仕様モデルの適合イメージとストック量推計

<現状>

・住宅の躯体・開口部の省エネ対策は、省エネ法(S55制定)により「省エネ基準」が定められ、段階的に高断熱化・気密化が図られてきた。このため、その性能の分布は左の図のような状況にあると考えられる。

・また、H17の法改正により大規模なもの(2000㎡以上)について、新築時等の届出の義務づけ、措置が著しく不十分な場合の指示等を制度化。H20年の法改正では、届出対象を300㎡以上に拡大するとともに、2000㎡以上について措置が著しく不十分な場合に命令ができることとした。

・民生用エネルギー消費が増加傾向にある中で、住宅の新築部門だけでは限界があり、省エネ性能の低いストック住宅の省エネを図ることが重要である。

<出典:「既存共同住宅の多世代利用に向けた改修及びマネジメント手法」国総研>

1 - 2 省エネ改修

共同住宅の省エネ改修をめぐる基本認識

・健康性・快適性へのニーズや省エネ・節電に対する生活者意識の高まりから省エネ改修の重要性は増大しているが、補助事業を活用する省エネ改修でも、屋根、開口部の部分断熱改修が多く、外壁を含む住棟全体の改修に至る事例はまだ少ない。

1) 共同住宅の断熱性能に関わる特徴

- ・戸建住宅に比べると、外皮面積が小さく、気密性・熱容量が高く、同じ性能、厚さの断熱材を使用している場合は、相対的に断熱性能が高い。
- ・住戸の位置(中間住戸、妻側住戸等)によって、断熱性能が異なる。
住戸間で改修効果に違いが生じ、居住者間の合意形成上、課題となる可能性がある。

2) 共同住宅の省エネ改修の現状と今日的状況

- ・補助事業()を活用する省エネ改修でも、屋根断熱、開口部(窓、玄関扉等)断熱の改修が多く、外壁を含む住棟全体の改修に至る事例は少ない。
住宅・建築物省エネ改修推進事業(国土交通省)
- ・現行の省エネ基準では、住戸全体の断熱性能及び共用部設備の効率性を評価。
省エネ改修時の目標設定につながりにくい可能性がある。
- ・高齢化に伴う健康性・快適性へのニーズや結露対策、東日本大震災以降の省エネルギーや防災に対する居住者意識が高まりから、省エネ改修の重要性は増大。
- ・CASBEE健康チェックリストなど、光熱費削減以外の便益に着目し、可視化するツール開発も進む。
省エネ改修のきっかけづくりへの活用が期待されている

1 - 2 建築時期等と省エネ改修の適用イメージ

・ 共同住宅の躯体の断熱性能等は、建築時期とともに向上しており、供給時期の古いものを中心に省エネ改修による性能向上が見込まれる。

建築時期等による共同住宅の5つのタイプにおける省エネ改修技術の適用

改修技術		S55年以前(～1980年)供給		S56～H2年 (1981～1990年)供給 (モデルB)	H3～H12年 (1991～2000年)供給 (モデルC)	H13年以降 (2001年～)供給 (モデルD)	参考
		中層階段室・壁 式(モデルA1)	高層・ラーメン (モデルA2)				
				省エネルギー基準(S55)適合以前		旧省エネルギー基 準(S55)対応レベル	新省エネルギー基 準(H4)対応レベル
断熱性の 向上	躯体の断熱性 の向上						-
	開口部の断熱 性能の向上					-	-
日射遮蔽 性の向上	躯体の日射遮 蔽性の向上						-
	開口部の日射 遮蔽性の向上						-
通風							
設備の高効率化							
新技術							

* 、 - は改修の有効性

○ : 改修工事の実施により性能向上が見込まれる

△ : 必要に応じて改修工事を実施

□ : 改修工事を実施しても性能向上は見込めない

注) 断熱改修に係る技術は、改修により次世代省エネ基準を満たす仕様にするものを想定しているため、既に満たしている場合には改修による性能向上は見込んでいません。

次世代省エネ基準は、平成11年3月の「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」等の改正により位置付けられた基準ですが、改正以降に供給された共同住宅でも次世代省エネ基準を満たす仕様であるかどうかは個別に確認が必要です。

1 - 3 共同住宅における住環境の改善がもたらす健康影響及び経済便益評価 調査概要

- ・共同住宅の住環境改善がもたらす健康影響を調べるためにアンケート調査を実施した。
- ・調査結果から、省エネ改修の効果は光熱費の削減に加え、健康維持増進等の便益が発生することがわかった。

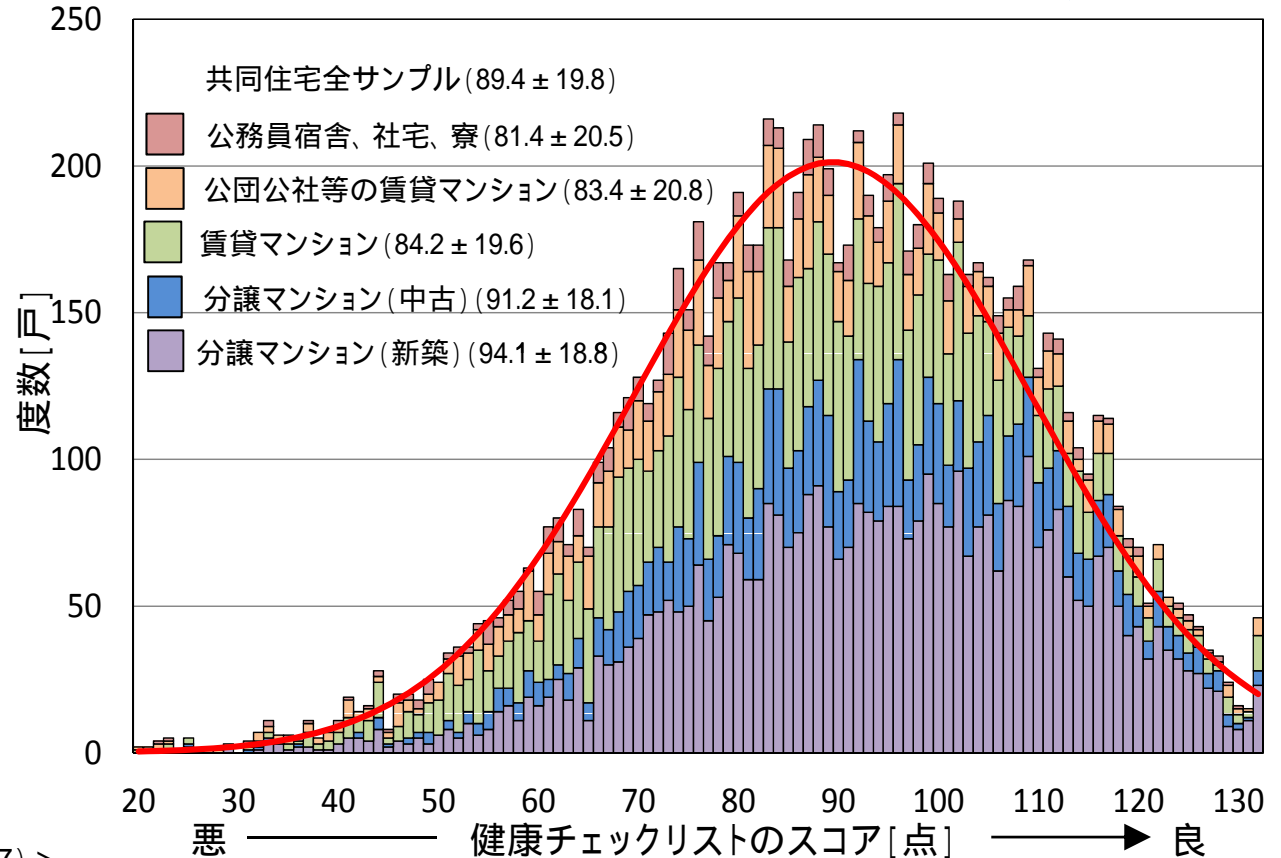
- ・共同住宅の住環境改善がもたらす健康影響及び経済的便益評価のために全国10,254戸の住環境と27,201人の健康状態のアンケート調査を実施
- ・CASBEE-健康チェックリスト の平均スコア89.4点(132点満点中)の正規分布

a. アンケート調査の概要

対象	全国の共同住宅の居住者
調査手法	インターネットアンケート
調査時期	2012/2/23 ~ 2012/2/27
回収率	79.3% (依頼数: 13,025世帯、 回答完了数: 10,323世帯)
有効回答数	10,254世帯 (同居する家族を含めて27,201人)
主な質問内容	1. 回答者と家族の属性 2. CASBEE-健康チェックリストによる住環境評価 3. 回答者と家族の健康状態 4. その他(所得、水道光熱費、医療費、住宅属性等)

P14参照

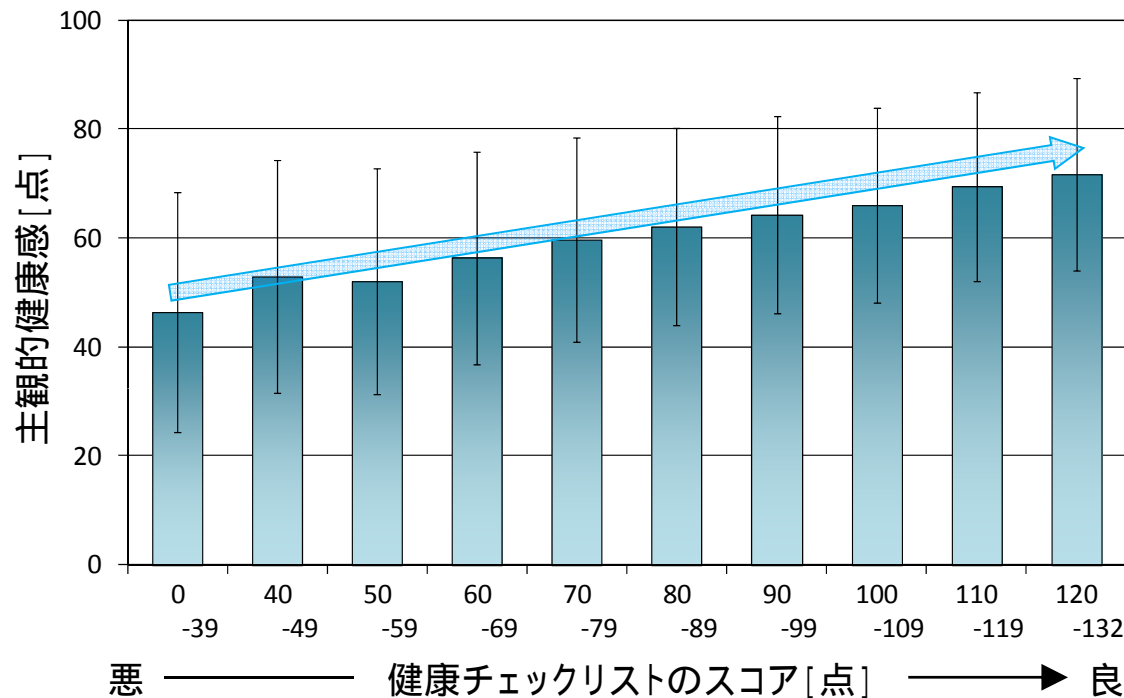
b. CASBEE-健康チェックリストのスコアの頻度分布



1 - 3 共同住宅の住環境が居住者の健康に及ぼす影響

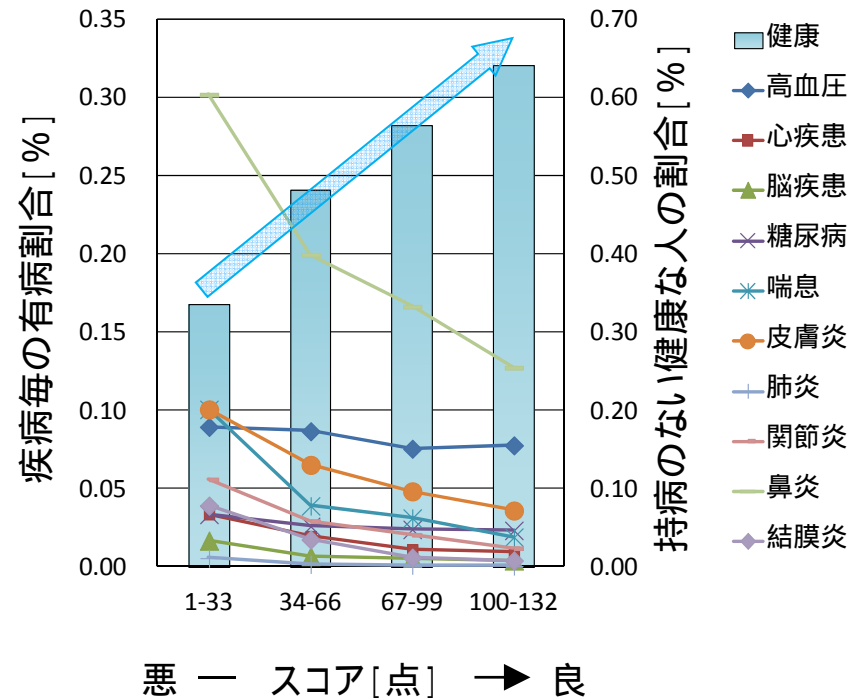
- ・住環境が良い共同住宅の住居者ほど主観的健康観が有意に高くなる。
- ・住環境が良い共同住宅の住居者ほど各種疾病に罹っている人が少なく、健康的な人が多い。

a. CASBEE-健康チェックリストのスコアと主観的健康感*の関係



*国民生活基礎調査に含まれている健康指標のひとつ。
主観的健康感が高い人ほど生存率が高くなることが知られている

b. CASBEE-健康チェックリストのスコアと有病割合の関係



1 - 3 共同住宅の改修がもたらす省エネの直接的便益 (EB)

改修効果の試算に係る条件設定

- (1) モデル: IBEC共同住宅モデル (出典: IBEC(1997), 住宅の新省エネルギー基準と指針)
- (2) 基本情報: RC造 延床面積: 81.0m²
中間階中間住戸、最上階妻側住戸
- (3) 立地情報: 東京都(省エネ地域区分: 地域)
- (4) 改修費用: 100万円 / 住戸

改修前後の熱損失係数(全部位)を以下のように想定:

中間階中間住戸

最上階妻側住戸

改修前 (S55年基準): 1.89 [W/m²K]

改修前 (S55年基準): 3.36 [W/m²K]

改修後 (H11年基準): 1.08 [W/m²K]

改修後 (H11年基準): 2.05 [W/m²K]



省エネがもたらす直接的便益 (EB: Energy Benefits)

エネルギー源	2次エネルギー [GJ / 世帯・年]	
	改修前	改修後
電気	4.5 6.1	3.6 4.7
都市ガス	1.6 4.3	0.1 1.9
灯油	1.3 3.6	0.1 1.6



エネルギー単価 [円 / 10 ³ kcal]	
電気	26.72
都市ガス	15.85
灯油	12.02

改修前の暖冷房費

約39,000円

約66,000円

改修後の暖冷房費

約24,000円

約42,000円

EB(省エネ分)

約15,000円

約24,000円

< 調査分析: 慶應義塾大学 伊香賀俊治研究室(2012.7) >

1 - 3 共同住宅の改修がもたらす健康増進の間接的便益 (NEB)

$$1人あたりのNEB* [円/年・人] NEB = \sum_x \{ (m_x + f_x) \times P_x \times \Delta p_x \} \dots(1)$$

*NEB (Non-Energy Benefits)
=健康増進がもたらす間接的便益

国民一人当たりが
負担する損失の期待値

疾病xに対する改善率
(下表参照)

疾病xに対する改善率[-]

$$\Delta p_x = 1 - \frac{P_{xb}}{P_{xa}} \dots(2)$$

m_x : 疾病xの有病による

1人あたりの医療費[円/年・人]

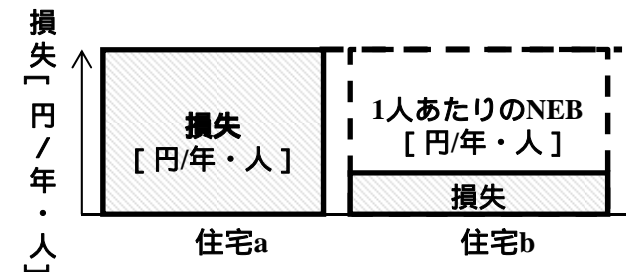
f_x : 疾病xの有病による

1人あたりの所得損失[円/年・人]

P_{xa} : 住み替え前の疾病xの有病割合[-]

P_{xb} : 住み替え後の疾病xの有病割合[-]

	改修前の 有病割合 p_a	改修後の 有病割合 p_b	疾病の改善率 $p = 1 - (p_b/p_a)$	住環境の改善により生じるNEB	
				欠勤日数の軽減に 伴うNEB[円]	医療費の軽減に 伴うNEB[円]
糖尿病	2.99%	1.38%	0.54	1,580	1,730
結膜炎	0.57%	0.38%	0.34	200	70
高血圧	10.46%	4.43%	0.58	4,830	2,930
心疾患	1.74%	0.55%	0.69	1,900	3,420
脳疾患	1.00%	0.26%	0.74	2,270	3,120
鼻炎	16.72%	12.19%	0.27	260	70
肺炎	0.15%	0.05%	0.66	540	890
喘息	2.74%	1.97%	0.28	370	260
皮膚炎	5.16%	3.08%	0.40	1290	470
関節炎	2.79%	1.11%	0.60	450	300



NEBの算出イメージ

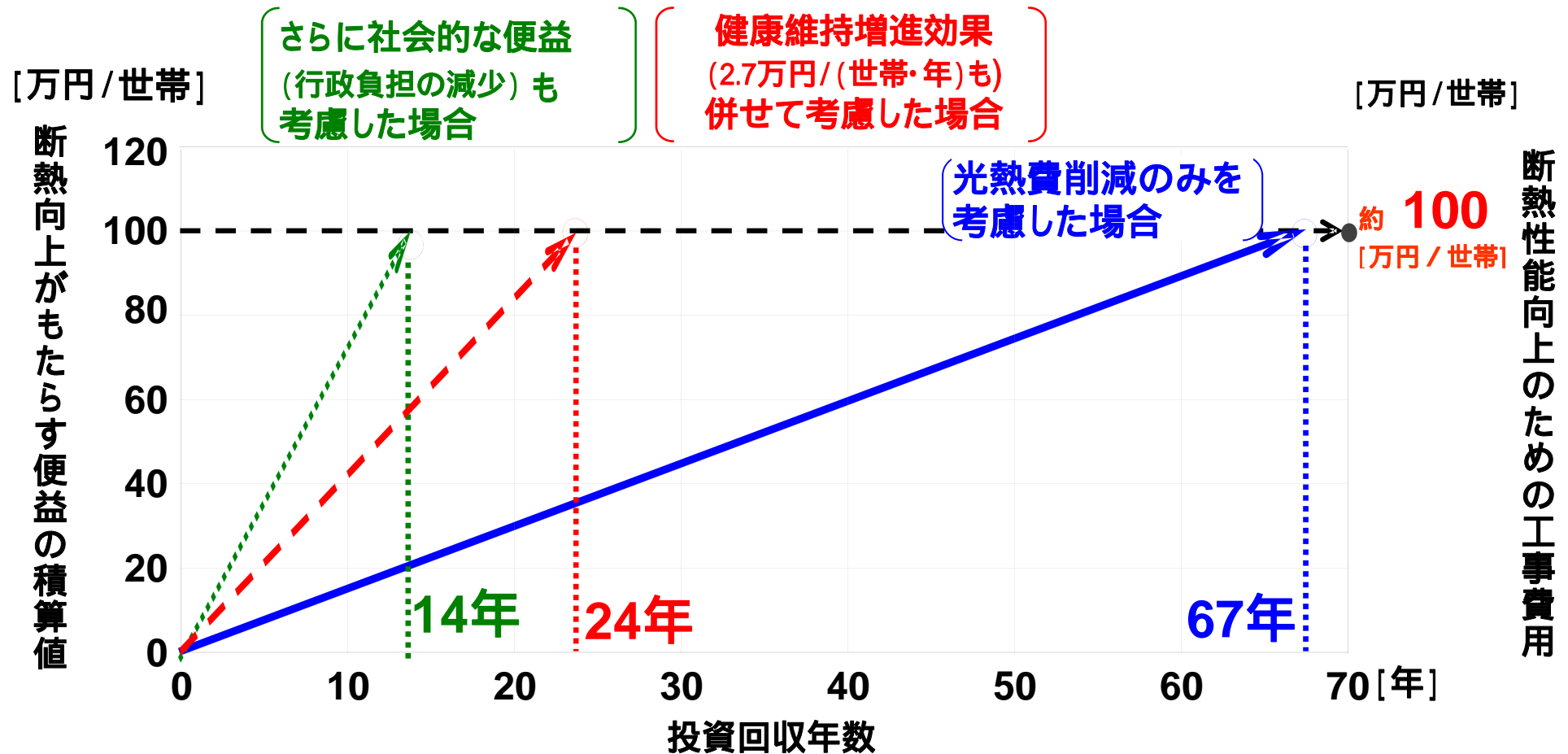
NEB合計 約 27,000円 / 世帯

伊香賀俊治, 江口里佳, 村上周三, 岩前篤, 星旦二, 水石仁, 川久保俊, 奥村公美: 健康維持がもたらす間接的便益(NEB)を考慮した住宅断熱の投資評価, 日本建築学会環境系論文集, Vol.76, No.666, pp.735-740, 2011.8

< 調査分析: 慶應義塾大学 伊香賀俊治研究室(2012.7) >

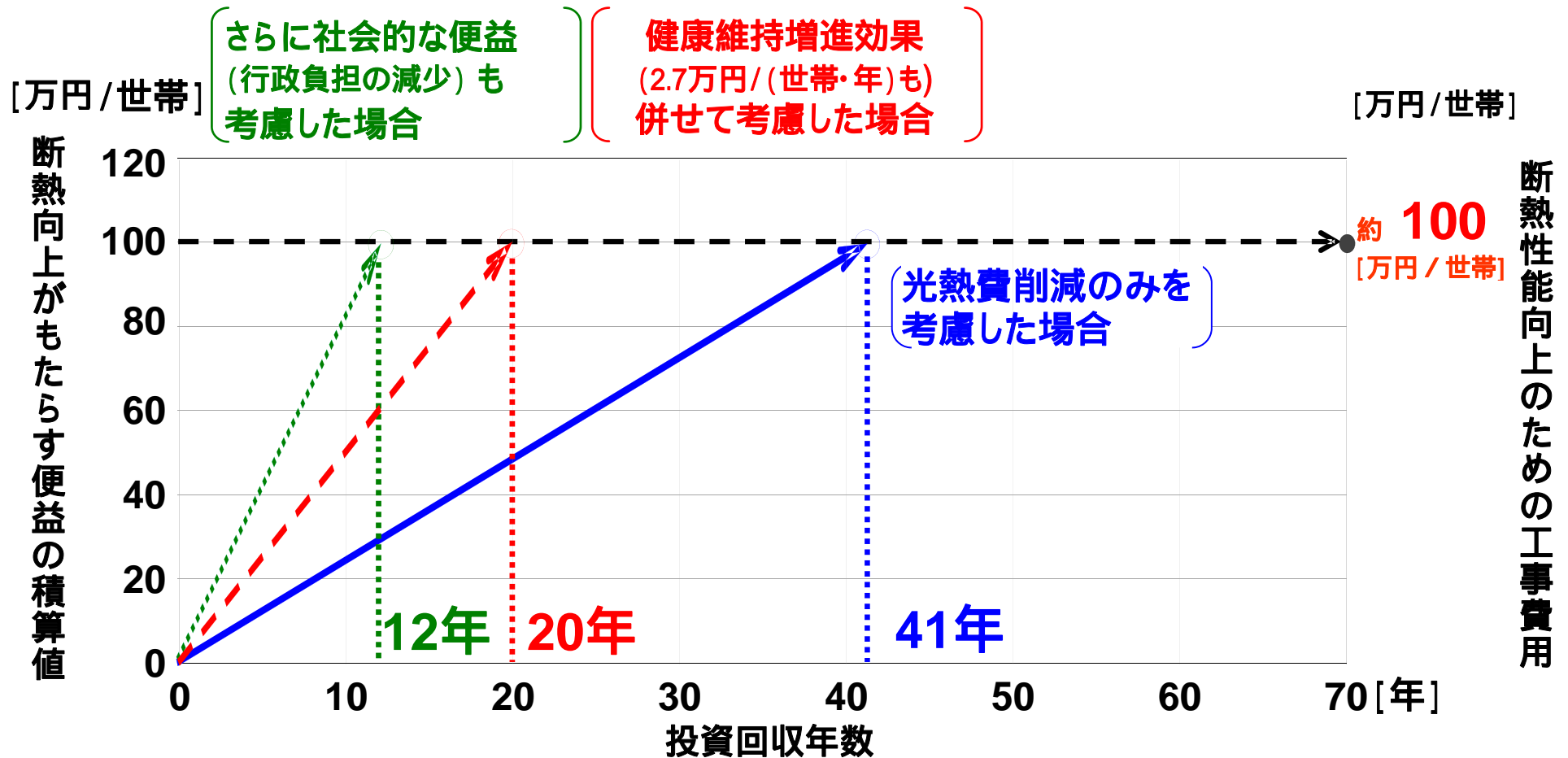
1 - 3 共同住宅の断熱改修工事の投資回収年数の試算結果 (中間階中間住戸)

- ・断熱改修工事費の投資回収年数は、光熱費削減 (Energy Benefit) のみでは67年かかる。
- ・疾病予防による個人の健康維持増進便益 (医療費・休業損失軽減) を考慮すれば 24年で回収
- ・疾病予防による社会的な便益 (健康保険等の行政負担軽減) まで考慮すれば 14年で回収



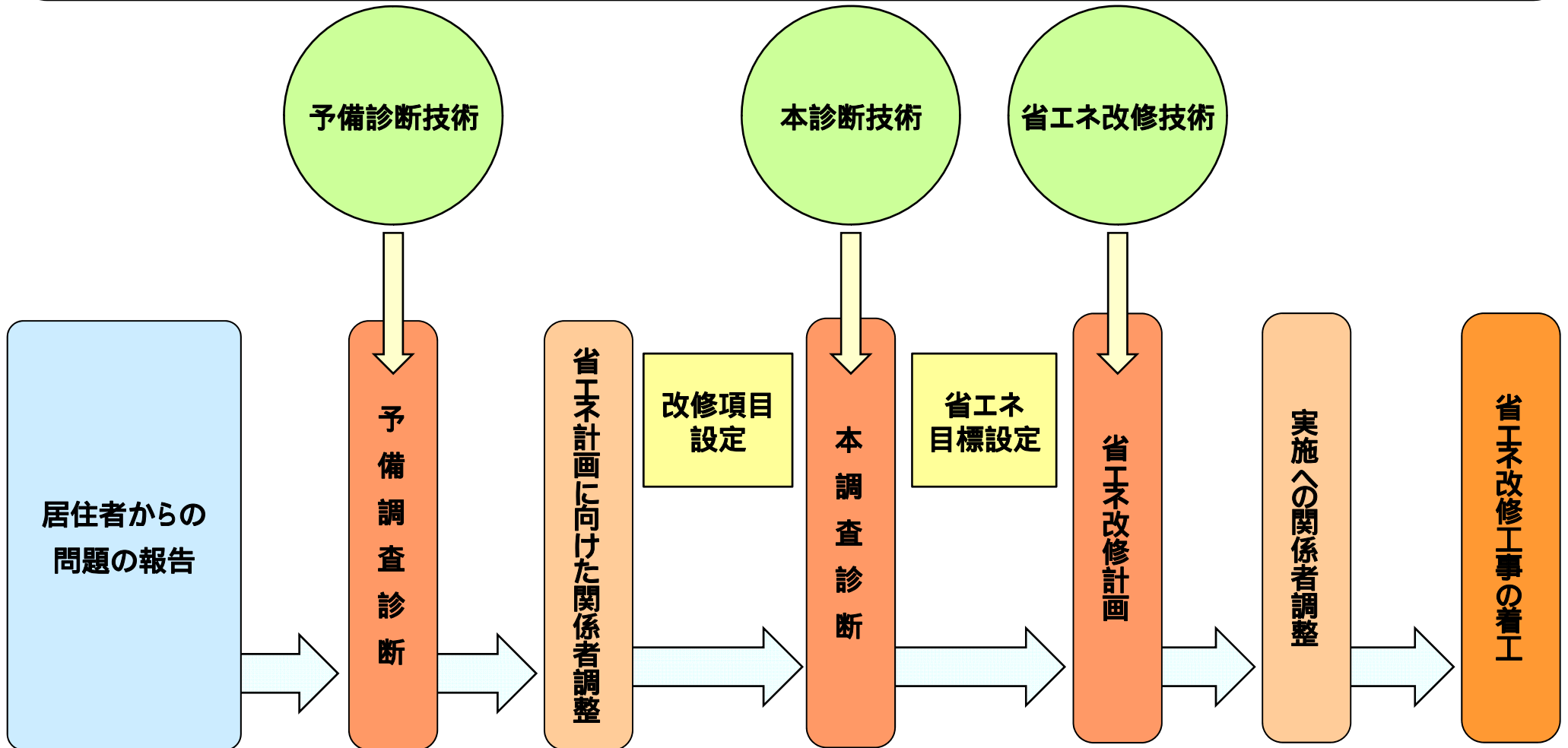
1 - 3 共同住宅の断熱改修工事の投資回収年数の試算結果(最上階妻側住戸)

- ・断熱改修工事費の投資回収年数は、光熱費削減(Energy Benefit)のみでは41年かかる。
- ・疾病予防による個人の健康維持増進便益(医療費・休業損失軽減)を考慮すれば 20年で回収
- ・疾病予防による社会的な便益(健康保険等の行政負担軽減)まで考慮すれば 12年で回収



2 - 1 想定される省エネ改修工事のフロー

- ・省エネ改修は、居住者が問題に気づく、全戸からのアンケート等(予備調査)により問題点を明確化する、専門家による調査(本調査)を踏まえて改修内容を計画する、といった流れで工事が具体化される。
- ・実際には、大規模修繕に向けた検討の中で計画され、あわせて工事されることが多い。



2 - 2 調査・診断技術 環境・省エネ性能分野の調査・診断技術の概要

- ・予備調査は、問題点等の把握のための現況調査であり、居住者が実施できるもの
- ・本調査(部位・設備別性能調査・診断)は、各部位の現況仕様の確認等であり、専門家が実施するもの

大分類	中分類		診断技術	診断レベル		実施者	具体的な作業
				予備調査	本調査		
現況調査・診断 (問題点等の把握)	室内環境		居住者ヒアリング、アンケート			居住者	暖かさ、寒さ、明るさ、結露の有無等確認
	エネルギー使用量		居住者アンケート			〃	光熱費、エネルギー使用量等の確認
	健康性		CASBEE健康チェックリスト			〃	部屋・場所ごとに暑さ、寒さ騒音等を質問
部位・設備別性能 調査・診断	屋根 外壁 開口部	仕様確認	図面等の確認			専門家	設計図書による材料、厚さ等の確認
			目視			〃	外観等を目視で確認
	測定		表面、室内外温度測定			〃	温度センサー等による温度測定
	設備	仕様確認	図面等の確認			〃	設計図書による機器容量・効率等の確認
			目視			〃	機器の銘板等による仕様の確認

予備診断: 省エネ改修を本格的に検討するためのニーズ把握、現況調査
本診断: 省エネ改修工事の実施に向けた効果等を精査するための調査

省エネ改修に合わせた現状把握と目標設定、改善効果を定量的に把握する
診断技術の体系化は、進んでいない。

2 - 2 環境・省エネ性能分野の調査・診断技術の概要 - 2

・本調査(総合調査・診断)は、調査や計算による値を基準値と比較して診断する調査であり、専門家が実施するもの

大分類	中分類	診断技術	診断レベル		実施者	具体の作業
			予備調査	本調査		
総合調査・診断	断熱性能	省エネ基準(仕様規程)			専門家	躯体仕様(断熱厚さ等)の基準値との比較
		省エネ基準(性能規程)			"	断熱性能値、設備性能値の計算結果による基準値との比較
		熱負荷(ピーク、年間)シミュレーション			"	躯体仕様、気象条件等に基づく計算
	一次エネルギー消費量(断熱性能・設備性能)	住宅トップランナー基準			"	躯体仕様、気象条件、設備性能に基づく計算
	環境総合性能	CASBEE改修			"	改修前後の環境品質・環境負荷を各種項目の取り組みレベルで採点

地域の省エネ基準(仕様規定、性能規定)の基準値(例)

省エネ対策等級			1等級	2等級	3等級	4等級
省エネ性能基準			S55年以前相当	S55年基準相当	H4年基準相当	H11年基準相当(現行基準)
性能基準	熱損失係数			5.2W/(m ² K)以下	4.2W/(m ² K)以下	2.7W/(m ² K)以下
仕様基準	断熱材の仕様(厚み)	外壁(内断熱)	なし	15mm	20mm	35mm
		屋根(外断熱)	なし	20mm	35mm	60mm
		床(内断熱)	なし	5mm	15mm	45mm
	開口部の仕様	窓	アルミサッシ+単板ガラス	アルミサッシ+単板ガラス	アルミサッシ+単板ガラス	アルミサッシ+複層ガラス(空気層6mm)

断熱材の種類は、押出法ポリスチレンフォーム3種(熱伝導率0.028W/(m・K))

部分的な改修を行うと他の部位に結露等問題が発生する場合もあるのでバランスよく改修することが重要

2 - 2 「CASBEE-健康チェックリスト」を活用した省エネ予備診断の例

・CASBEE-健康チェックリストは、健康に悪影響が及ばない居住環境を実現するために開発され、これにより居住環境の健康性の異常の有無に気づき、改善のきっかけを得ることができる。

自宅の健康度を診断

・部屋・場所ごとの健康に関するチェック項目(下記)に答えることで、健康に影響を与える要素を見つけられる

➡ 健康特性(レーダーチャート)

・全国6,000軒の戸建て住宅に対して行ったアンケート調査に基づき、自宅の健康ランキングが分かる

➡ 総合的な健康ランキング順位

チェックリストの内容(質問項目)

・自宅での日常の生活を振り返って、下記のような質問項目(50問)について部屋・場所ごとに回答。

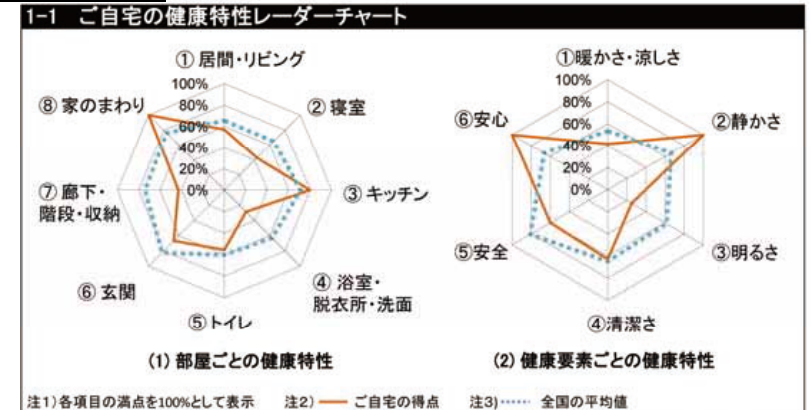
・使い勝手を考え8種類に分類(はランキング非表示)

居間・リビング	寝室	キッチン
浴室・脱衣所・洗面	トイレ	玄関
廊下・階段・収納	家のまわり	(介護対応)

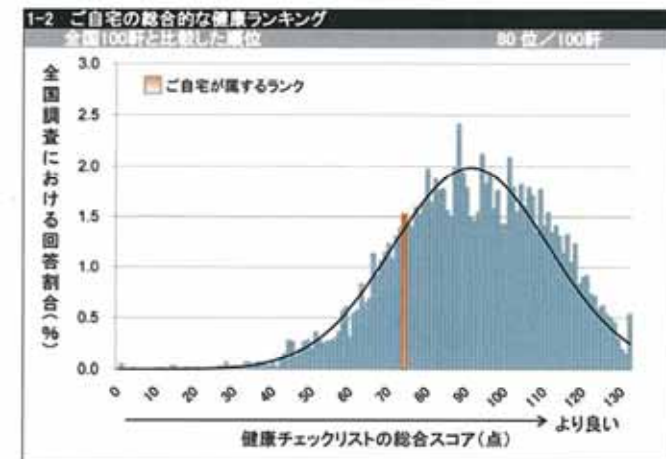
- ・夏、冷房が効かずに暑いと感じるか？
- ・窓を閉めても室内外の音・振動が気になるか？
- ・調理台の周辺に湿気やにおいがこもることがあるか？
- ・収納でカビや化学物質のにおいを感じることはあるか？

等

診断結果



健康特性(レーダーチャート)
 <部屋・場所別、健康要素別採点結果>



総合的な健康ランキングの順位

2 - 2 「CASBEE-改修」を活用した省エネ本診断の例

・CASBEE-改修は、既存建築物の改修後の「Q:環境品質」と「LR:環境負荷の低減性」を比較して改修内容を評価するツールである。

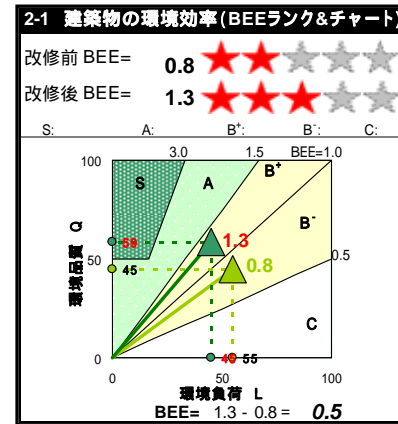
CASBEE-改修のイメージ

CASBEE-改修の取り扱い範囲

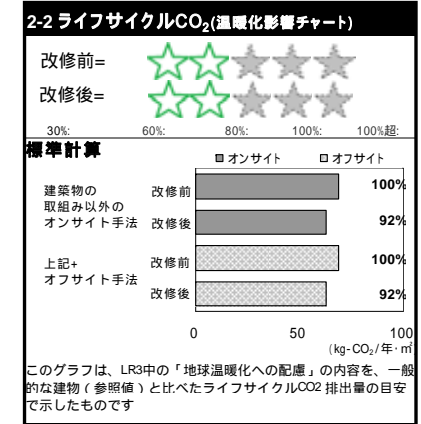
- 設備システムの機能向上、省エネルギー化
- 内装機能の向上(OAフロア設置、アスベスト除去)
- 外皮の機能向上(高耐久化、断熱性能向上)
- 建物全体の機能向上(レトロフィット)
- 建物の用途変更(コンバージョン)

CASBEE-改修の評価基準

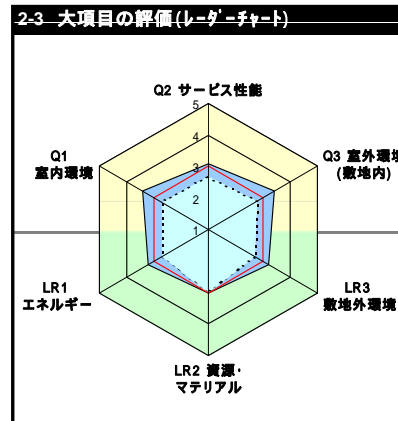
- 既存部分の評価は建設当時ではなく最新の評価基準を使用
- 改修前はCASBEE-既存を改修後はCASBEE-新築で評価
- 改修を実施しない部分は、CASBEE-既存で評価
- 改修前後の評価基準をどちらかに合わせるように微調整
- 資料に乏しい古い建物については簡易な評価を許容



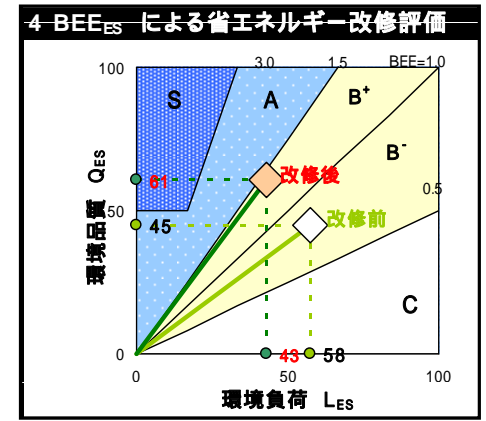
建築物の環境効果 (BEEランク&チャート)



ライフサイクルCO₂ (温暖化影響チャート)



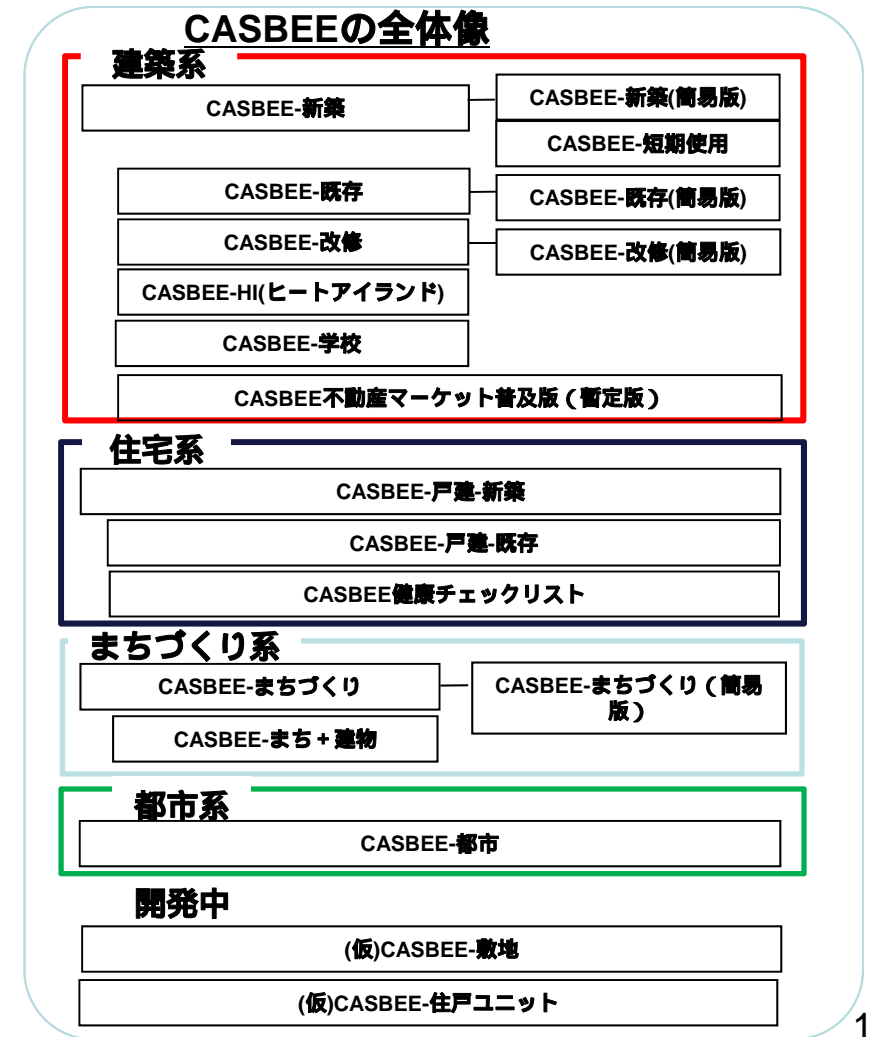
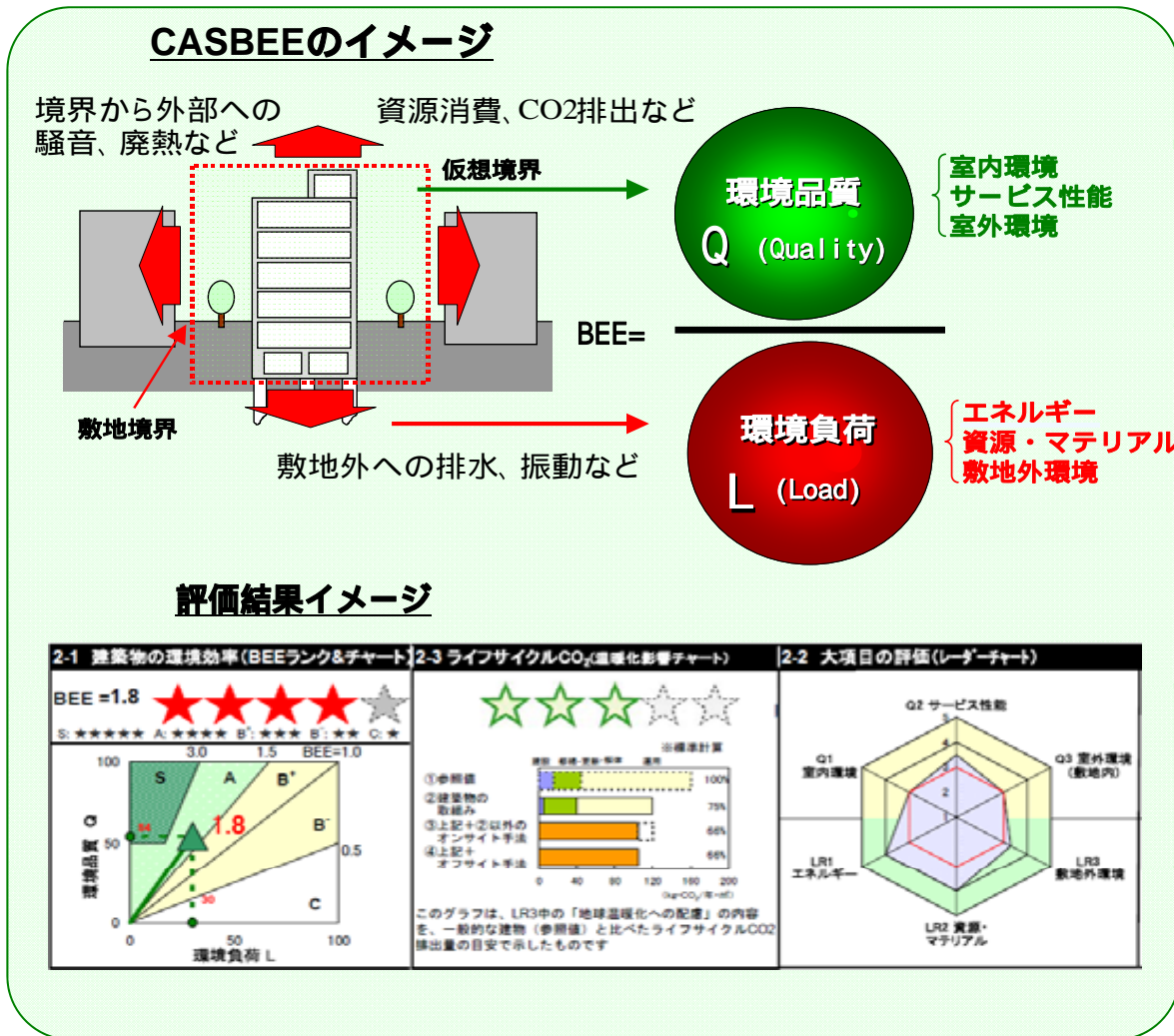
大項目の評価 (レーダーチャート)



BEEESによる省エネルギー改修評価

(参考)CASBEEについて

住宅・建築物・まちづくりの環境品質・性能の向上(室内環境、景観への配慮等)と地球環境への負荷の低減等を、総合的な環境性能として一体的に評価を行い、評価結果を分かり易い指標として示す「建築環境総合性能評価システム(CASBEE: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)」の開発・普及を推進。(2001~)



2 - 3 改修技術 省エネ改修技術の概要

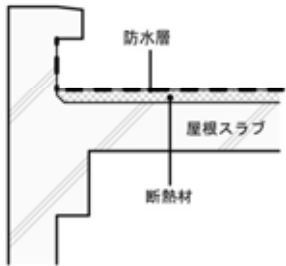
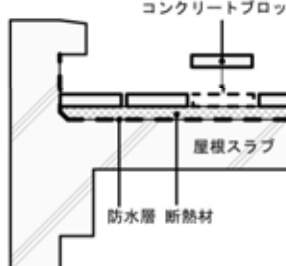
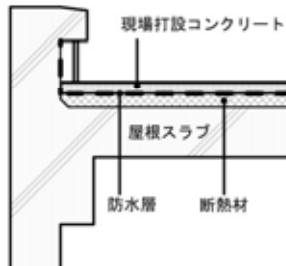
・省エネ改修技術には、躯体を対象にして、断熱性能・日射遮蔽性能・通風性能の向上を図る技術がある。また、設備機器を対象にして、省エネ・高効率化を図る技術がある。さらに、分散エネルギー、再生可能エネルギー、エネルギー管理など新技術が普及しつつある。

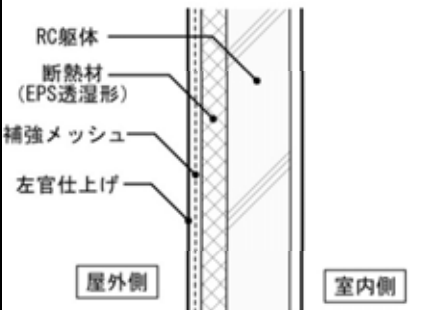
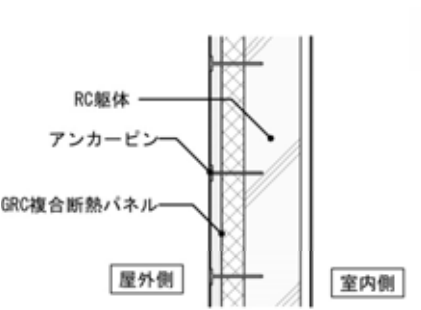
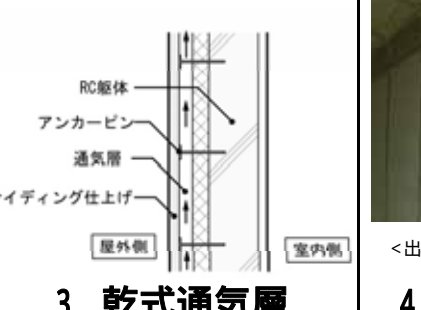


大分類	中分類	改修技術	課題	大分類	中分類	改修技術	課題
断熱性の向上	躯体の断熱性向上	屋上外断熱工法	・断熱材の厚みによる内法寸法・有効寸法の減少 ・荷重増加による構造負荷の増大 ・外断熱工事では足場が必要	通風性の向上	窓の通風性の向上	通風・換気機能付き建具の採用	・効果的な通風・換気を行うためにはプラン改修等大規模な改修が必要な場合もある
		外壁外・内断熱工法			通風経路の確保	ランマ付建具の設置	
		スラブ上・下断熱工法		・複層ガラス導入時の重量増加、サッシ強度不足 ・かぶせ工法採用時の内法寸法の減少 ・劣化の進んだ開口部は既存撤去交換工法となり、工期が長く居ながら工事が不可能	その他室内環境向上	仕上材による室内環境向上	木質系仕上材の採用
	開口部の断熱性向上	2重化工法(窓)	高効率化		設備機器の節エネ・高効率化	エレベーターの高効率化	・従来品より比較的高価
		かぶせ工法(窓・玄関ドア)				給水ポンプの高効率化	
		サッシの交換(窓)				冷暖房機器の高効率化	
		ガラスの交換(窓)				給湯機器の高効率化	
		断熱シートの設置(窓)				照明設備の高効率化	
		扉の交換(玄関扉のみ)				換気設備の高効率化	
	玄関ドアの交換(玄関扉枠含)	節湯	節湯型水栓機器の採用	分散エネルギー	コージェネレーション	・設置スペースの問題	
日射遮蔽性の向上	躯体の日射遮蔽性向上	屋上日射遮蔽浮床工法	・荷重増加による構造負荷の増大		再生可能エネルギー		太陽熱利用
		屋上・外壁高反射率塗装	・汚れ付着による性能低下			太陽光発電	
		屋上・壁面緑化	・継続的な維持管理に関する問題 ・足場が必要な場合もある	エネルギー管理	HEMS		
		壁面ルーバー設置	・荷重増加による構造負荷の増大 ・足場が必要		BEMS(共用設備)		
		外壁通気工法	・足場が必要	その他	カーシェアリング		
	開口部の日射遮蔽性向上	庇・ルーバー等の設置	・足場が必要	新技術	その他	カーシェアリング	
		緑化による日射遮蔽	・継続的な維持管理に関する問題				
		日射調整フィルム等設置	・施工箇所(方位)によっては増エネとなる場合がある				
		ガラスの交換	・複層ガラス導入時の重量増加、サッシ強度不足				

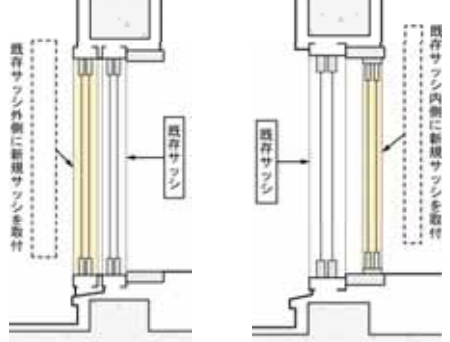
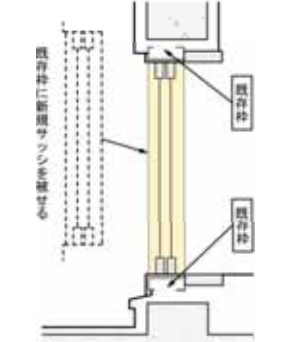
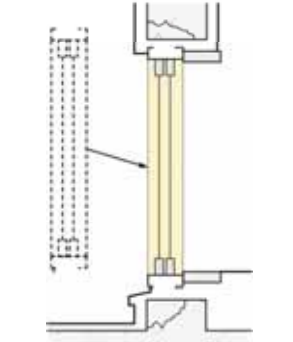
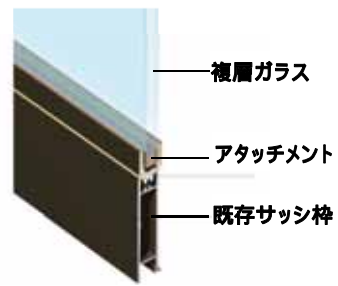
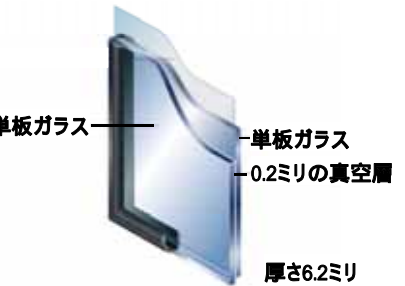
・2重化工法: 既存サッシをそのまま利用し、新規にサッシを内部または外部に取付ける工法
 ・かぶせ工法: 既存窓・玄関ドア枠の上に新規枠を取付ける工法
 ・断熱シート工法: 既存サッシ枠、ガラスはそのままガラスの室内側に空気層等を持つ断熱シートを設置
 ・外壁通気工法: 躯体と外壁の間に通気層を設け排熱する工法

2 - 3 一般的な躯体断熱改修技術(躯体、開口部の改修技術例)

・躯体・開口部の省エネ改修では、既存部分を撤去しないかぶせ工法や、軽量の建材を用いた工法など居住者や既存建物に与える影響の少ない工法が採用されることが多い。

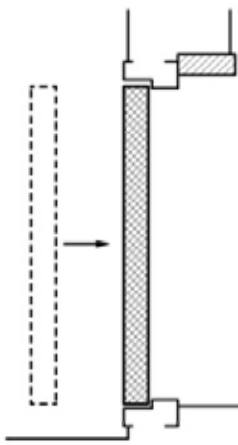
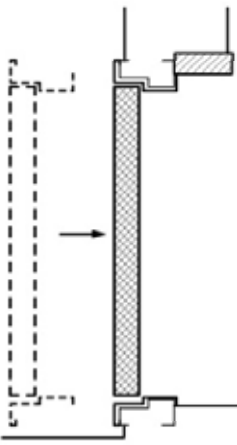
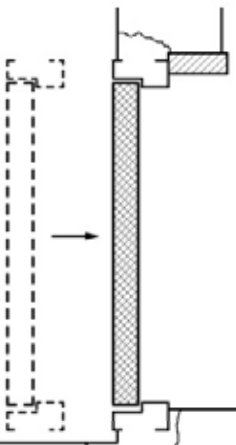



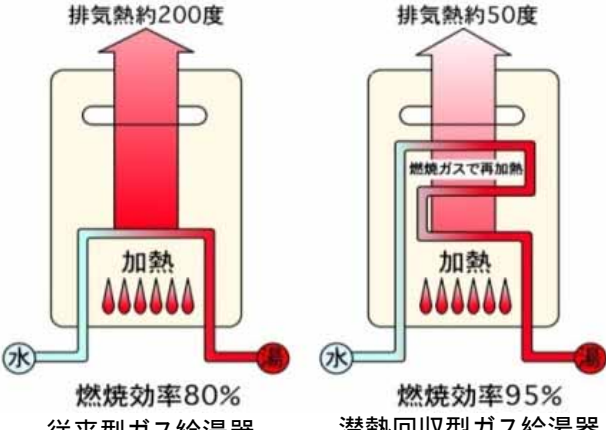

屋根	 <p>1. 外断熱アスファルト露出防水工法</p>	 <p>2. 防水層断熱ブロック押え工法</p>	 <p>3. 防水層断熱コンクリート押え工法</p>
----	---	--	---

外壁	 <p>1. 湿式密着外断熱工法</p>	 <p>2. 乾式密着外断熱工法</p>	 <p>3. 乾式通気層外断熱工法</p>	 <p>4. ウレタン発砲断熱材吹付工法(専有工事)</p> <p><出典:(株)アイシネン アジア・パシフィック></p>	 <p>5. 発砲プラスチック系断熱材重ね張り(専有工事)</p> <p><出典:宮坂建築事務所></p>
----	--	--	---	---	--

開口部 サッシ	 <p>1. 2重化工法(共用/専有工事)</p>	 <p>2. かぶせ工法</p>	 <p>3. サッシ交換</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>アタッチメント式 <出典:YKK AP(株)></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>真空複層ガラス <出典:日本板硝子(株)></p> </div> </div> <p>1. ガラス交換</p>
------------	--	---	--	--

2 - 3 一般的な躯体断熱改修技術(開口部・設備の改修技術例)

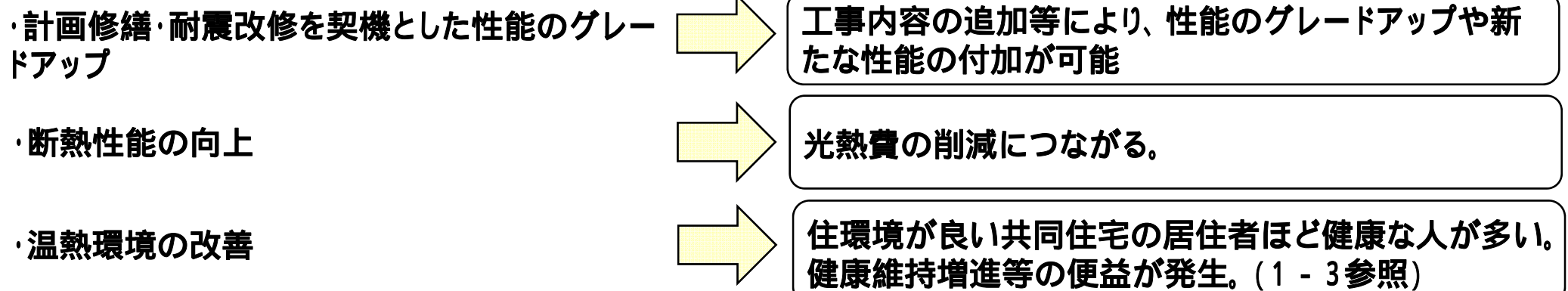
・設備機器においては、技術進歩により高効率化が飛躍的に進んでいる。設備機器の耐用年数は短いため、共同住宅が建築されたときの設備が交換されているものも多い。

開口部 玄関	 <p>1. 扉交換</p>	 <p>2. かぶせ工法</p>	 <p>3. ドア交換</p>	開口部 日射遮蔽	 <p>軽量アルミ庇 <出典:(株)共和></p> <p>1. 庇・ルーバーの設置</p>	 <p><出典:住友スリーエム(株)></p> <p>2. 日射調整フィルム (専有工事)</p>
設備	 <p>LED照明器具 <出典:UR都市機構> <出典:Panasonic(株)></p> <p>1. 高効率照明器具、給水ポンプ エレベータに更新(共用工事)</p>	 <p>排気熱約200度 排気熱約50度</p> <p>加熱 加熱</p> <p>水 水</p> <p>燃烧効率80% 燃烧効率95%</p> <p>従来型ガス給湯器 潜熱回収型ガス給湯器</p> <p>2. 高効率冷暖房設備、照明設備 給湯設備、換気設備に更新(専有部工事)</p>	 <p>従来品シャワーからの 節水量 35%</p> <p>L節水型シャワーヘッド <出典:TOTO(株)></p> <p>3. 節電型、節水型器具に更新 (専有工事)</p>			

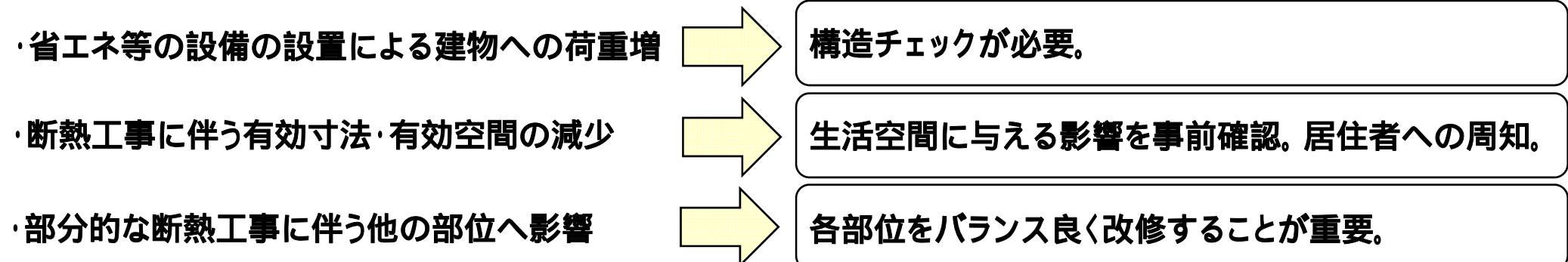
2 - 3 実行上の課題整理

・省エネ改修について居住者の理解を得るために、適切な改修計画を作成するとともに、多面的な効果を説明することが必要。

【省エネ改修について理解を求めるための取り組み】



【改修計画づくりに係る課題】



3 - 1 省エネ改修工事の種類と工事費

・省エネ改修工事について区分すると、1棟丸ごと断熱工事、省エネのために高効率設備等を導入する工事、計画修繕と一体的な省エネ改修工事が考えられる。

(1) 1棟丸ごと断熱工事

- ・外皮(屋上、外壁、開口部)をまとめて断熱工事を実施
- ・屋上外断熱 + 外壁外断熱 + 開口部の断熱化

(2) 省エネのために高効率設備等を導入する工事

- ・共用部を対象とした設備の単独工事
- ・コージェネレーション設備、太陽光発電等の導入、HEMS

(3) 大規模計画修繕と一体的な省エネ改修工事

- ・計画修繕工事等を契機とする省エネ性能のグレードアップを図る工事
- ・屋上防水の修繕 屋上断熱防水工法の採用 、外壁塗装の修繕 外壁外断熱工法の採用
- ・建具の修繕 Low-e複層ガラスの採用など

3 - 1 1棟丸ごと断熱工事の内容と工事費

・屋上、外壁、開口部を総合的に断熱化する改修工事の費用は、棟全体を工事した事例の工事費を参考にする。

外断熱改修事例(神奈川県、分譲マンション)

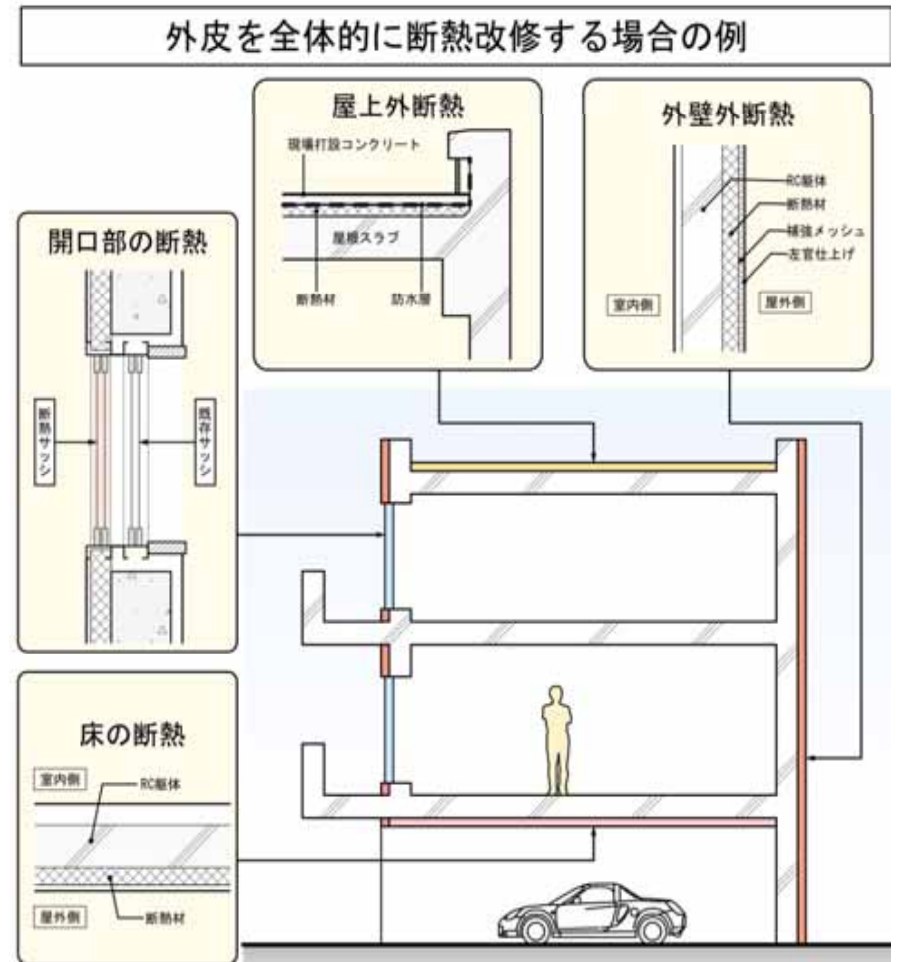
- ・外皮全体を断熱改修
- ・RC造地上3階地下1階 ・全22戸 (平均専有面積50㎡)

部位	工法	費用	備考
屋根	外断熱防水	3,500万円 (159万円/戸)	断熱材100mm 露出防水
開口部	掃出し窓(2箇所):外付2重サッシ 腰高窓(1箇所):ガラス交換(複層ガラス) 玄関ドア断熱化:かぶせ工法 熱交換式換気扇		
外壁	外断熱改修		断熱材50mm 左官仕上
床下	最下階床下断熱化		

外断熱改修事例(茨城県、賃貸住宅)

- ・外皮全体を断熱改修
- ・RC造地上4階(1階店舗) ・全12戸(平均専有面積25㎡)

部位	工法	費用	備考
屋根	外断熱防水	1,374万円 (115万円/戸)	断熱材30mm シート防水
開口部	玄関ドア断熱化:扉のみ交換 掃出し窓(1箇所):内付2重サッシ		
外壁	外断熱改修		断熱材50mm



3 - 1 省エネのために高効率設備等を導入する工事の内容と工事費

・共用部に高効率設備を導入する工事の費用は、機器とその設置費用を含めた工事費を参考にする。

単独工事として実施される省エネ改修事例

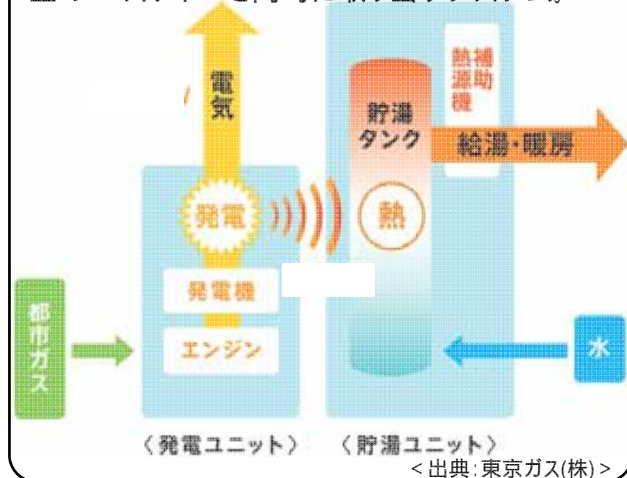
1 大阪ガス資料による。

省エネ改修工事		費用の変動要因	向上する性能	概算工事費 1		備考
設備	仕様			円	円/戸	
コージェネレーション (共用部設置)	25kW(161戸)	住棟や団地の規模 (100戸以上でスケールメリット) 共用部コージェネor全棟コージェネ	高効率化による エネルギー消費量の低減	3,000万円/基	186,000円/戸	上水予熱方式 共用部コージェネ:共用部の電力と共用部の設備に利用

コージェネレーションのしくみ

電気は運びやすく、熱はためやすいが運びにくい。発電所で発生した熱を家庭では利用できない。

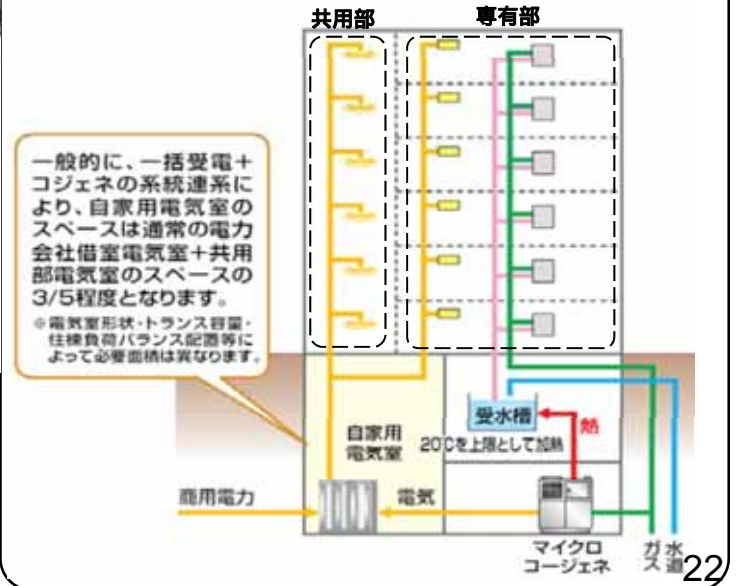
電気をつくり、そこで生まれた熱も利用する、このように1つのエネルギーから電気や熱など2つ以上のエネルギーを同時に取り出すシステム。



コージェネレーションを共同住宅に導入したイメージ

全棟コージェネ

共用部に都市ガス等を燃料とする自家発電機を設置し、発生した電力を全棟(専有部・共用部)の電力に供給し、排熱を有効に活用する。



3 - 1 計画修繕と一体的な省エネ改修工事の内容と工事費

・計画修繕のうち、対象部位の劣化を修繕するとともに省エネ性能を向上させる工事は、工事で使用する材料を変更し、手順を追加した技術を活用して実施される。この場合の工事費は、単価×数量の数値の置換えや、追加した工程に応じた費用の増額で算出される。

各部位の計画修繕工事と省エネ改修工事を実施する場合の比較

部位	工法等		工事内容	試算例	
				増額比	価格 (円/戸)
屋根	計画修繕工事の例	露出防水工法	(既存防水層の上に) 露出防水	1.8倍	98,000
	省エネ改修工事の例	断熱露出防水工法	上記に加え(防水層の下に)、 断熱材を追加		180,000
玄関ドア	計画修繕工事の例	清掃・金物取替え等	着脱、水研ぎ、再塗装、 付属建具金物を取替え	2.8倍	65,000
	省エネ改修工事の例	かぶせ工法	既存枠に新規枠を被せる 扉・付属建具金物を取替え		185,000
サッシ	計画修繕工事の例	清掃・金物取替え等	着脱クリーニング框外し 付属建具金物を取替え	3.1倍	225,000
	省エネ改修工事の例	かぶせ工法 (Low-e複層ガラス)	既存枠に新規枠を被せる サッシを取替え		700,000

試算例は、メーカーヒアリングによる。

屋根は5階建て30戸の共同住宅を想定して試算している。

サッシ改修(かぶせ工法)は、掃出し窓2箇所、腰高窓1箇所を想定して試算している。

3 - 2 計画修繕を契機として導入可能な省エネ改修技術

- 計画修繕を契機として省エネ性能を向上させるものとしては、断熱性能を向上させる等既存性能をグレードアップする技術だけでなく、既存性能に新たな性能を付加する技術がある。

	修繕工事項目	省エネ施工技術	A	B
屋根防水	屋上露出防水の修繕	屋上高反射率塗装	○	
	屋上露出防水撤去・新設 屋上保護防水の修繕	断熱露出防水工法		
		断熱保護防水工法		
		屋上緑化		
		屋上高反射率塗装		
外壁塗装等	外壁補修・塗替え	壁面ルーバーの設置		○
		外壁高反射率塗装		○
		壁面緑化		○
		庇・ルーバーの設置		○
	外壁塗装除去・再塗装	ピンネット押え外断熱工法		
		乾式密着外断熱工法		
		乾式通気層外断熱工法		
		湿式密着外断熱工法		

	修繕工事項目	省エネ施工技術	A	B
建具・金物等	ガラス・戸車の交換	内付2サッシ工法	○	
		ガラスの交換(断熱)	○	
		断熱シートの設置	○	
	玄関ドアの交換	玄関扉の交換		
		玄関ドアかぶせ工法		
		玄関ドアの交換		
	アルミサッシの交換	外付2重化工法		
		かぶせ工法		
		サッシの交換		
		通気・換気機能付建具の採用		

A: 既存性能のグレードアップを図る施工技術

B: 新たな性能を付加する等その他の施工技術

3 - 2 計画修繕を契機として導入可能な省エネ改修技術 - 2

	修繕工事	省エネ施工技術	A	B
内部仕上	洗面台、キッチン本体、浴室改修	節湯型水栓器具の採用	○	
		保温型浴槽の採用	○	
	クロスの張り替え	外壁内断熱工法		
	室内ドアの交換	通風・換気経路の確保	○	
	フローリング、畳張り替え	スラブ上断熱		

A: 既存性能のグレードアップを図る施工技術
B: 新たな性能を付加する等その他の施工技術

	修繕工事	省エネ施工技術	A	B
設備	給湯器の交換	給湯器の高効率化	○	
		ガス発電給湯システムの採用		○
		家庭用燃料電池の採用		○
	換気扇の交換	換気扇の高効率化	○	
	冷暖房機器の交換	冷暖房機器の高効率化	○	
	エレベータの交換	エレベーターの高効率化 (インバーター方式の採用)		
	給水ポンプの交換	給水ポンプの高効率化 (インバーター制御方式の採用)	○	
	受水槽の交換	給水ポンプの高効率化 (直結増圧方式の採用)		
	共用電灯設備の交換	照明の高効率化	○	
	セントラル給湯暖房機ボイラー等の交換	コージェネレーション(共用)		○
太陽熱利用(共用)			○	

3 - 3 団地レベルを視野に入れた省エネ改修 住宅のスマート化に関する状況

・情報通信技術(ICT)を活用した住宅のスマート化は、戸建住宅では既に商品化が進行しており、共同住宅でも新築マンションを中心に取り組み例が増大している。

(1) スマート化

- ・スマート化とは、ICT(情報通信技術)を駆使し、状況に応じて運用を最適化するインテリジェントなシステム構築のこと*
*新語時事用語辞典
- ・省エネの視点からのスマート化とは、ICTを利用して住宅のエネルギー需給を最適に管理・制御するシステムの構築である。「見える化」などエネルギー管理を担うツールの1つがHEMSである。

(2) スマートハウス

- ・住宅のスマート化を具現化したものがスマートハウス
- ・エネルギー需給の管理に止まらず、省エネ家電、太陽光発電、蓄電池などを装備し、これらの最適な運用、管理、制御を行うのが一般的なシステムである。
- ・戸建住宅では既に商品化が進行しつつあり、大手住宅メーカーの多くが参入済み。

(3) 共同住宅のスマート化

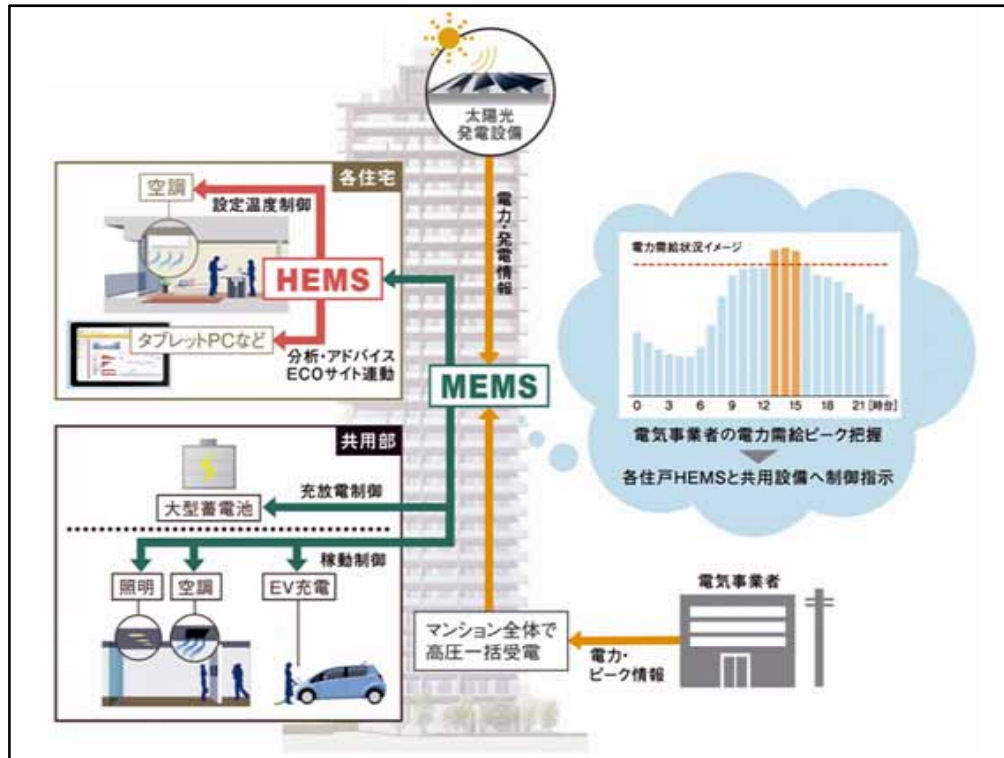
- ・共同住宅でも、新築マンションを中心にスマート化に取り組む例が増大
- ・後述する「一括受電」の導入に合わせ、多様な姿でスマート化が促進される可能性があり、既存共同住宅への適用も期待できる。

3 - 3 共同住宅におけるスマート化の概念

・共同住宅ではHEMS (住宅内エネルギー管理システム)によって、共用部分と専有部分のエネルギーを制御し、マンション全体のスマート化を図る事例がみられる。

エネルギーマネジメントとデマンドレスポンスを組み合わせた例

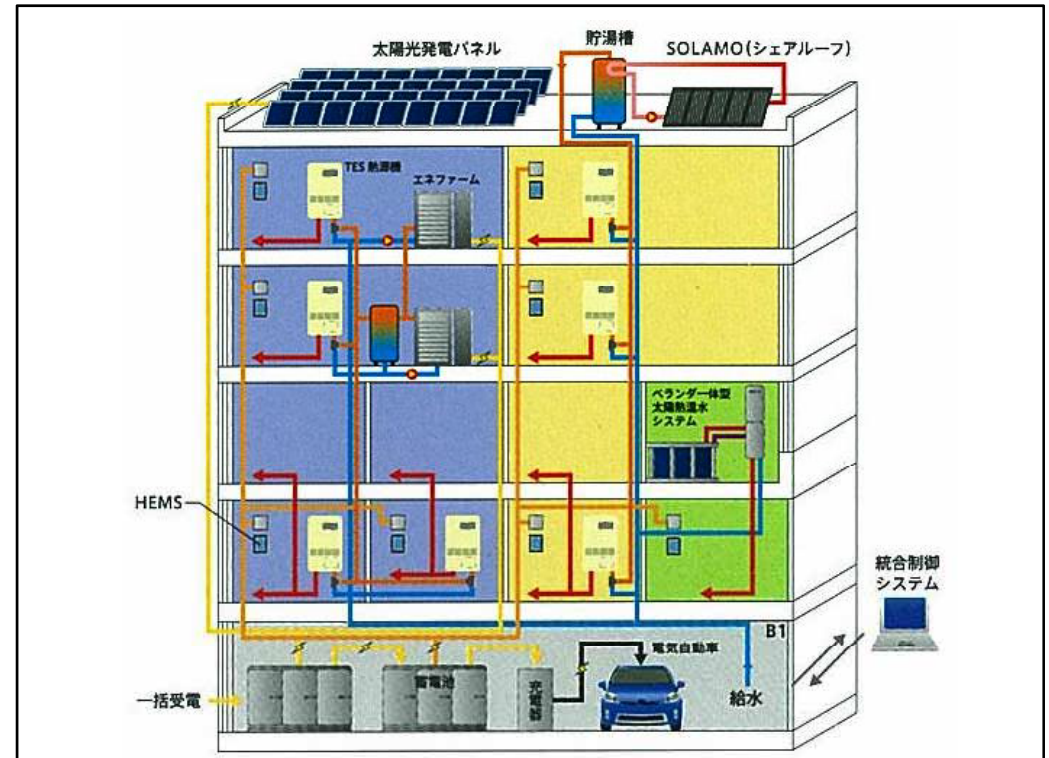
- 対象は「パークタワー西新宿エムズポート」(179戸)
- 共用部のエネルギーを制御する「MEMS」と各住戸のエネルギーを制御する「HEMS」の連携によるエネルギーマネジメントと、電力需給に応じたデマンドレスポンスによるインセンティブ還元を組み合わせて、マンション全体のエネルギー利用をスマート化



< 出典: 三井不動産レジデンシャル(株) >

集合住宅版スマートハウスの例

- 対象は東京ガスの社宅(24戸)。集合住宅版スマートハウスの実証試験を実施
- 高断熱仕様の集合住宅に再生可能エネルギー設備を最大限設置し、分散型エネルギーシステムを導入するとともに、集合住宅全体でエネルギー融通を行い、統合制御システムによる効率的な運用を実施。さらに、HEMSによって住まい手の省エネ行動を促進



< 出典: 「磯子スマートハウス実証事業」パンフレット、東京ガス(株) >

(参考) スマート化と各種省エネ技術を導入したマンションの事例

(仮称)西宮苦楽園計画

- 国土交通省の平成22年度第1回住宅建築物省CO₂先導事業の採択プロジェクト:「分譲マンション事業における「省CO₂サステナブルモデル」の提案」
- 「ライフ」・「エネルギー」・「パッシブ」のトータルデザインでLCCO₂を削減
 - 「ライフ」: エネルックプラスによる「エネルギーの見える化」、ウェブ上での省エネアドバイスやポイント発行等で居住者の意識向上に寄与。また、水と緑のカスタマイズ可能なプランを用意
 - 「エネルギー」: Feu理論を取り入れた照明計画と全面的にLED照明を採用。充電ステーション・太陽光発電システムの設置。次世代省エネ基準の断熱計画
 - 「パッシブ」: 居住者の利用に応じてカスタマイズ可能な可動日除けルーバーや緑のカーテン、パッシブウィンドー。建物緑化、保水ブロック、ミスト等で温熱環境負荷を低減

< 出典: 「第5回住宅・建築物の省CO₂シンポジウム資料」国土交通省 >

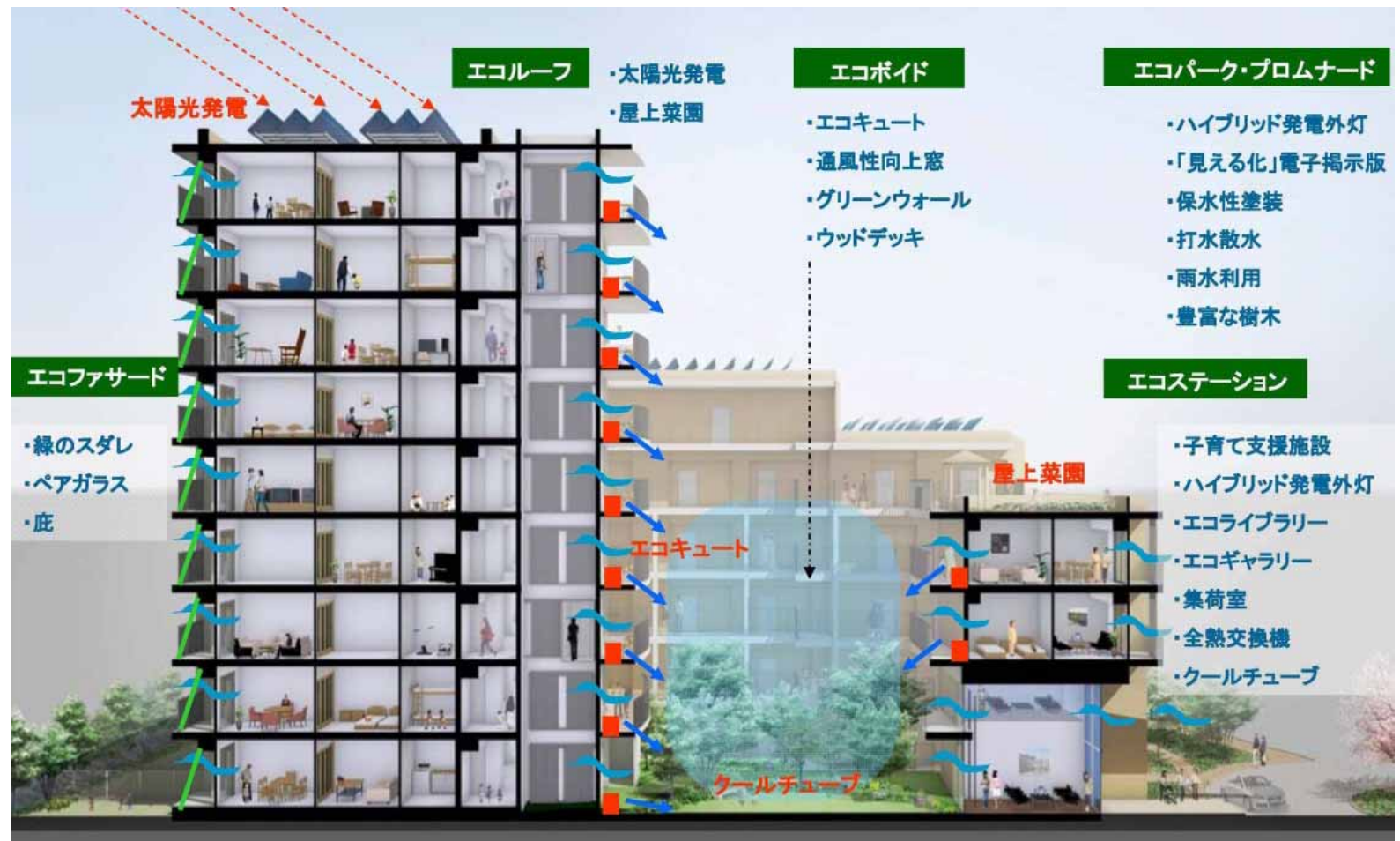


(参考) スマート化と各種省エネ技術を導入したマンションの事例

世田谷区経堂の賃貸集合住宅プロジェクト

- 国土交通省の平成22年度第1回住宅建築物省CO2先導事業の採択プロジェクト:「クールスポット(エコボイド)を活用した低炭素生活「デキル化」賃貸集合住宅プロジェクト」
- 建物中心にある「エコボイド」にエコキュート室外機の冷排熱を貯め、自然風を利用して住戸内や周辺環境へ快適な空気を送る
- 「太陽光発電」を設置し、共用部だけでなく、子育て世帯向け住戸に個別供給(関東初)を行う
- 省CO2の普及・波及活動として積極的に行うため、見える化から一歩進んで「出来る化」を目指す

< 出典:「第5回住宅・建築物の省CO2シンポジウム資料」国土交通省 >



3 - 3 団地レベルのスマート化(1)

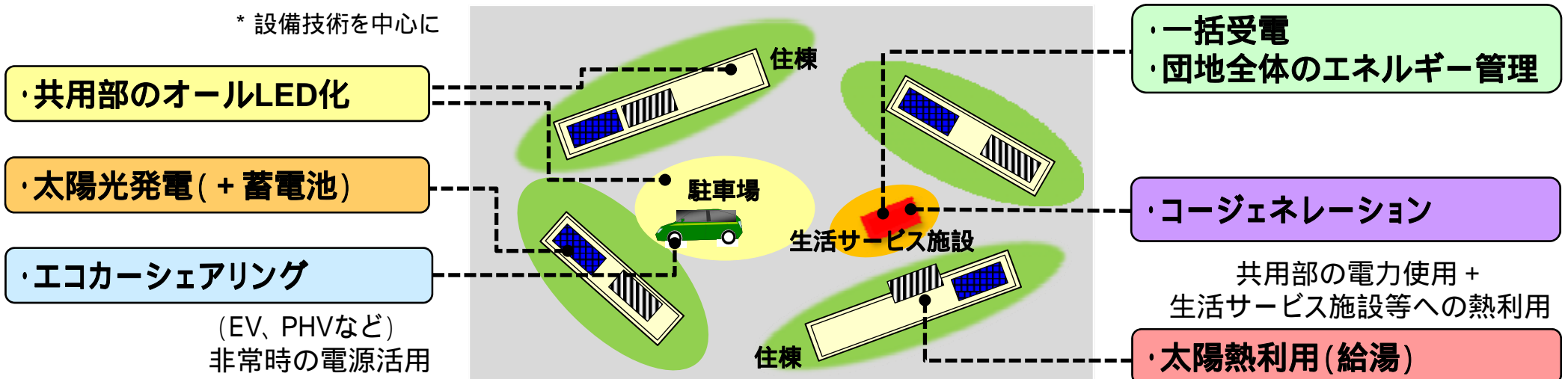
・団地では、住宅が多数集合して立地しているだけでなく、共用施設や関連施設等が立地していることから、スケールメリットや多様な利用者によるエネルギー利用の分散など、スマート化を実現する可能性が広がる。

(1) 団地におけるスマート化の考え方: 団地の特質を活かした対応

- ・スケールメリット 共用設備等については投資の費用対効果は大。一括受電 + スマート化に伴う電力料金抑制や防災機能の充実などの点で有利
- ・入居世帯の多様性 世代やライフスタイルが多彩、多様であれば、電力ピークは平準化。一括受電の費用対効果が向上
- ・共用施設の充実、生活サービス関連施設の併設 コージェネレーション等、電力と熱を複合利用する省エネシステム導入が可能

団地レベルのスマート化技術(例)

* 設備技術を中心に



3 - 3 団地レベルのスマート化(2)

- ・ 団地レベルの省エネルギーとして、スマート化が期待されている。

(2) 団地レベルの省エネルギーシステム

- ・ 住宅団地を対象とした省エネルギーシステムとして、かつて注目されたのが「地域熱供給」
- ・ ドイツ等寒冷地の住宅団地では、地域熱供給を導入し、太陽熱や地中熱等を活用する事例も紹介されている
- ・ 我が国においても、北海道や大都市圏の住宅団地で少なからず導入事例が見られるものの、多くは1970～1980年代に整備された団地であり、一部では個別方式への切り替えが進行
- ・ 個別熱源方式の高効率化が進んでおり、住宅団地での集中熱源方式による地域熱供給は個々の団地ごとに費用対効果も勘案して選択する必要

(3) 団地レベルのスマート化

- ・ 団地レベルの省エネルギーについては、エネルギー需給の最適化を促すスマート化に期待
- ・ 一括受電による電力料金抑制、太陽光発電・蓄電池・コージェネ等の導入による非常時の電源確保など、省エネの付加的要素が居住者や管理組合に注目され、合意形成を促進
- ・ エネルギーマネジメントを駆使して、「見える化」、「ランキング化」、「ポイント付加」、更にはデマンドレスポンス対応型電気料金の制度運用など、ソフトなしくみを追求
- ・ 団地の特性を活かしたタウンマネジメントとエネルギーマネジメントを融合させる試みにも期待。自動車や自転車のシェアリングなども有効
- ・ 複数棟から成る新規住宅開発プロジェクトでは、スマート化に向けた多様な試み(紹介例を参照)。既存団地のスマート化に関しては、コスト負担や関係者合意などが課題

(参考) スマート化と各種省エネ技術を導入した住宅団地の事例

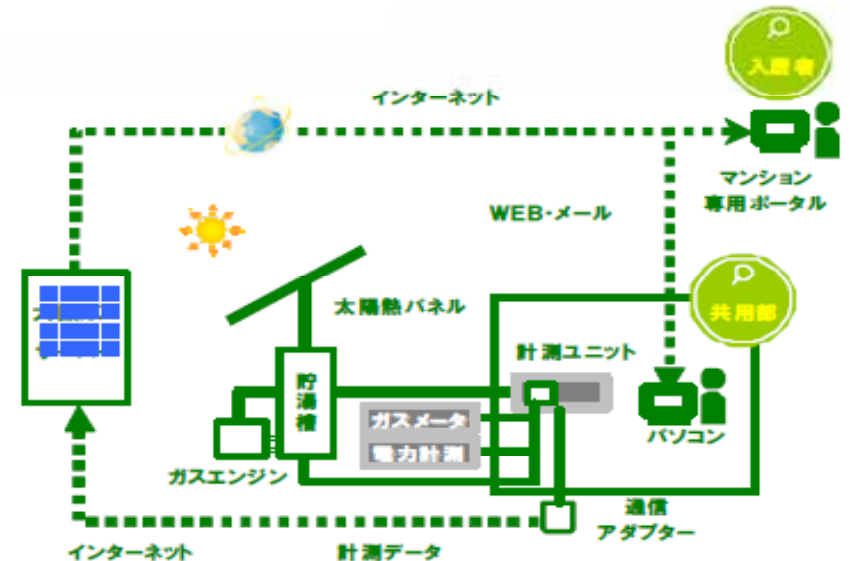
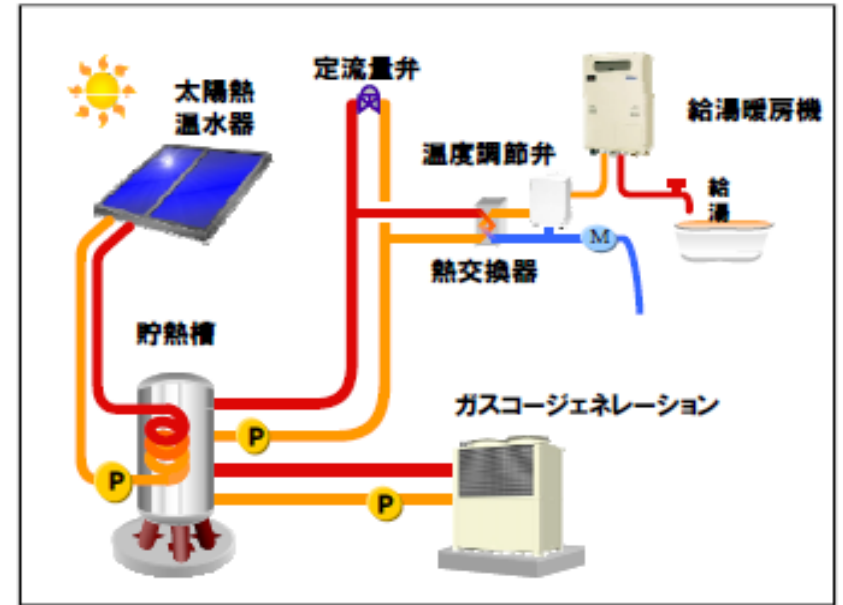
尼崎D.C.グランスクエア

- 国土交通省の平成23年度第2回住宅建築物省CO₂先導事業の採択プロジェクト:
「再生可能エネルギーと高効率分散電源による熱利用システムを導入した都心型集合住宅～新たなエネルギーサービス～」
- 太陽熱とガスエンジンコージェネの排熱を融合したシステム(各戸の給湯暖房機を併用)
- エネルギーサービス事業者が太陽熱温水器、ガスエンジン等の設備を所有し、住民(管理組合)に熱と電気を「エネルギーサービス」する新しいビジネスモデル
- 共用部と住戸内(一部)のエネルギー利用状況が見える化(一部住戸にHEMS導入)



■ 外構緑化・屋上緑化
■ 太陽熱集熱パネル

システムイメージ

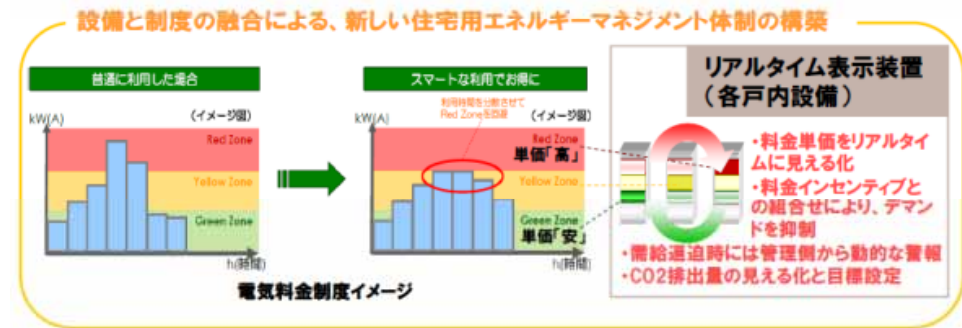


< 出典: 「第8回住宅・建築物の省CO₂シンポジウム資料」, 国土交通省 >

(参考) スマート化と各種省エネ技術を導入した住宅団地の事例

船橋スマートシェアタウンプロジェクト

- 国土交通省の平成23年度第2回住宅建築物省CO2先導事業採択プロジェクト:「船橋スマートシェアタウンプロジェクト」
- 住戸レベル、共用設備レベル、タウンレベルそれぞれの多彩な先導的取組み
- 大規模集合住宅における電力・通信の融合による動的な使用量 & デマンド抑制マネジメント
- PV、EV、電動自転車等の大規模導入と、それらを融合・制御する先導的システム構築



ハード×ソフト両面からの省CO2化

- ・躯体レベルでの省CO2化
- ・スマートコントローラ、スマートコンセントの導入
- ・リアルタイム表示装置

- ・独自の使用量・デマンド抑制型電気料金制度運用
- ・「見える化」、「ランキング化」
- ・管理側からの動的な省CO2マネジメント

共用設備における省CO2化

- ・省CO2・防災を両立する「EHP+GHP」
- ・PVとEV・電動自転車との連携
- ・スマート街路灯 ・共用部デジタルサイネージ

先進的技術の“面的”大規模導入

- ★PV合計出力 ...200kW以上
- ★EV充電設備 ...200台分完備
- ★防災用発電機 ...200kVA(×街区)

+

各技術を融合し、最適制御を行うシステム構築



街ぐるみでの省CO2化

- ・T(own)EMS・C(ity)EMS
- ・緑化・生物多様性の維持
- ・住民・地域密着型の取組の展開
- ・国内クレジット制度活用

(参考) 自営線を活用したスマート化と各種省エネ技術を導入した地域の事例

八幡東田地区における自営線によるスマート化

- ・北九州市八幡東区東田地区は、新日鐵八幡製鉄所の高炉跡地の再開発。高度な都市基盤と環境との共生を両立させた次世代の街づくりが進行。オフィス、商業施設、博物館、集合住宅などを建設
- ・本地区には、独自の電力インフラが存在。新日鐵が全額出資した発電所「東田コージェネ」は、新日鐵八幡製鉄所内に設けた天然ガス利用コージェネプラント。発電した電力を用いた売電事業は新日鐵が平成17年2月から実施。なお、コージェネの発生蒸気は製鉄所内で活用
- ・本地区では「北九州スマートコミュニティ創造事業」の一環として、ソーラー等の新エネルギー供給や地域エネルギーマネジメント等の実証事業を展開。この際に、上記の特定供給電源を基幹電力とみなして対応。
- ・一般の電力供給とは異なり、電力需給組合への加入に基づく自営線を使用しているため、様々な実証がしやすい環境にある。なお、本地区の取り組みによるCO₂削減率は、業務部門で33%、家庭部門で26%と報告されている。

