メーソンリー工法の特徴を生かした
次世代型長寿命エコ住宅研究委員会

報告書

２０１２年１１月

北海道建築技術協会

メーソンリー工法の特徴を生かした次世代型長寿命エコ住宅研究委員会

委員会名簿

五十音順・敬称略

平成２４年１１月現在

委員長	奈良	顕子	(有)奈良建築環境設計室
委　員	秋田谷	三雄	
	植松	武是	北方建築総合研究所
	大橋	周二	(有)大橋建築設計室
	大元	敏和	(有)大元工務店
	川治	正則	(社)北海道建築技術協会　会長
	木村	芳昭	(株)よねざわ工業
	野田	恒	(社)北海道建築技術協会　常任理事
	長谷川	寿夫	(社)北海道建築技術協会　専務理事
	山之内	裕一	山之内建築研究所
	吉田	健司	(有)吉田工業所
	米澤	稔	(株)よねざわ工業
幹　事	井上	敏明	北海道農材工業
	久津那	誠司	(株)よねざわ工業

目次

はじめに 1
Ⅰ．次世代型長寿命エコ住宅とは
　１．「次世代型」「長寿命」「エコ」 2
　２．構造体別比較表 3
Ⅱ．快適さの理由
　１．熱容量と温熱環境 7
　２．構造的信頼性　　耐震性・耐火性
Ⅲ．暖房用エネルギー消費量の試算 8
Ⅳ．ライフサイクルコスト
　１．ライフサイクルコスト（LCC） 9
　２．イニシャルコスト 12
　３．メンテナンスコスト
　４．エネルギーコスト 22
　５．一般管理費その他のコスト 24
　６．外断熱メーソンリー長寿命建物のＬＣＣ 25
　７．省エネとＬＣＣ 26
　８．ライフサイクルコストの試算 29
　９．ＣＯ２排出の抑制 34
Ⅴ．メーソンリー建築の施工
　１．長寿命とエコ性に関して 49
　２．構造の計画・設計に関して 50
　３．工事に関して 52
Ⅵ．最近の実例紹介 58
Ⅶ．住人の感想 60
Ⅷ．エクステリアとしてのブロックの可能性
　１．モデュール 62
　２．テクスチュア 64
　３．外装材 66
　４．実例 67
５．レンガ施工例 68
Ⅸ．今後の課題・まとめ
　１．資産価値の評価 69
　２．長期優良住宅認定制度 76

はじめに

メーソンリーで建てられた住宅は、外断熱にすることで、断熱性・気密性はもちろん耐久性・蓄熱性に優れ、次世代型長寿命エコ住宅と呼ぶにふさわしいものになる。

実際に、20 年以上経ったメーソンリー外断熱の住宅は、目視できる範囲には構造体の劣化はなく、断熱性・蓄熱性等の性能も変わらず、構造体がそのまま内装になっているため内装の変化もなく、快適さを維持し続けている。

しかし最近、メーソンリー外断熱の住宅新築戸数は激減している。

そのようなメーソンリー外断熱住宅の優れた特徴を再確認し、技術的提案を含めてさらなる普及を目指したい。

Ⅰ．次世代型長寿命エコ住宅とは

１．「次世代型住宅」「長寿命住宅」「エコ住宅」

メーソンリー工法の特徴を生かした住宅とは、外断熱工法であることが大前提である。ここでは補強コンクリートブロック造外断熱の住宅を対象にする。

補強コンクリートブロック造外断熱（以下ＣＢ造外断熱）住宅の「次世代型住宅」「長寿命住宅」「エコ住宅」のそれぞれの言葉の意味を考えてみる。

「次世代型住宅」

次の世代に引き継ぐことができる住宅という意味と、未来的機能を持った住宅という意味があると思われる。引き継ぎ可能な住宅であるためには、丈夫で長持ち、長寿命、住み替え可能、構造体の信頼性等が必要である。また、室内の快適さが経年で変わらず次の世代に引き継ぐことができることも重要であてはまる。

もう一つは、未来的機能を持った住宅である。次々と変化するアクティブな機能ではなく、未来的に変化しない構造体の持つ蓄熱性のようなパッシブな機能を持つことが必要で、日射取得熱等を蓄熱する自然エネルギー利用などが考えられる。

「長寿命住宅」

建物が長寿命で、高齢化社会に対応して高齢者にも快適であることが必要である。建物が長寿命であるということは、構造体自体が長寿命であること、これは、構造体以外の部分（間仕切・設備等）を変更しても住宅として使い続けられ、地震・火災等でも構造体に損害が及ばない信頼性があるということだ。ＣＢ造外断熱の住宅の構造体は断熱材・外装材で外気から守られ、雨水・日射・紫外線にさらされることがなく、温度変動も少ない状態に保たれることにより、長寿命となる。

「エコ住宅」

まず、ＣＢ造外断熱の住宅は蓄熱性能が高いことによる暖房用エネルギー使用量が少ないことでエコ住宅と言える。これは暖房用ランニングコストをおさえるので、住人にうれしいエコ住宅である。

また、CO2 削減をエコとすると、暖房用エネルギー使用量が少ないこと・建設時に構造体が地元で作られることでエコ住宅と言える。

以上のことから、メーソンリー工法の特徴を生かした住宅、つまりＣＢ造外断熱住宅は、次世代型長寿命エコ住宅と呼ぶのにふさわしい住宅である。

２．構造体別比較表

（１）構造別スケルトン比較表

構造別スケルトン　比較表

◎-5　○-4　・-3　△-2　×-1

工法 / エコ要素	ＣＢ造	木造	ＲＣ造
①耐震性	◎	○	◎
②耐火性	◎	×	◎
③蓄熱性	◎	×	◎
④耐久性	◎	△	◎
	20	8	20

ＣＢ造・木造・ＲＣ造を、スケルトンの構造体別の特徴・性質を比較表で確認してみる。それぞれの構造体のエコ要素を 5 段階に点数化し、合計点数を出す。

この比較表で想定するスケルトンの木造は、屋根は野地板のみ・壁は金物補強・構造用合板とする。

明らかに木造に比べて、ＲＣ造と並びＣＢ造は優れた構造体と言える。構造体としての資産価値が高いのも納得できる。

耐震性･耐火性については、ＣＢ造･ＲＣ造の構造体は強く、大規模な地震火災で焼け残ったり、津波でも流されることなく残った事例がある。

（２）構造別エコ要素比較表

構造体別に完成した住宅のエコ要素を比較してみる。それぞれの構造体のエコ要素を 5 段階に点数化した。評価は５項目の観点で、エコ要素番号の合計点数を表す。

構造別　エコ要素比較表

◎-5　○-4　・-3　△-2　×-1

エコ要素＼工法	ＣＢ造 外断熱	ＣＢ造 内断熱	木造	鉄骨造	ＲＣ造 外断熱	ＲＣ造 内断熱
①蓄熱	◎	・	×	×	◎	・
②室温変動	◎	・	×	×	◎	・
③構造体耐久性	◎	○	・	○	◎	○
④内装耐久性	◎	△	×	×	◎	△
⑤構造体地場産	◎	◎	△	△	◎	◎
⑥ＬＣＣ	◎	・	×	×	◎	・
⑦イニシャルコスト	・	・	◎	○	△	△
⑧リフォームの可能性	○	・	◎	◎	○	・
⑨結露	◎	×	・	・	◎	×
⑩耐火性　自発火	◎	○	△	△	◎	○
⑪耐火性　延焼	○	◎	△	△	○	◎
⑫遮音性	◎	◎	×	×	◎	◎
⑬吸音性	△	・	◎	◎	△	・
⑭漏水性	◎	×	◎	◎	◎	○
⑮施工時廃棄物	・	・	○	○	×	×
評価　構造③	5	4	3	4	5	4
評価　エコ①③④⑤⑥⑧⑮	32	23	17	18	30	21
評価　コスト③④⑥⑦	18	12	11	11	17	11
評価　快適さ②⑨⑫⑬	17	12	10	10	17	12
評価　安心③⑩⑪⑭	19	14	12	13	19	17

①蓄熱は、断熱材の室内側にある質量の大きい部分の量で決まる。蓄熱性能が高いと、冬には暖房時に温まった躯体が冷めにくく、夏には夜間換気等で冷えた躯体が温度上昇しにくい。

②室温変動は蓄熱量が多いほど少なく、外気の温度変化の影響を受けにくい快適な温度環境を作る。室温の変化は外気温の変化から時間遅れとなる。

③構造体耐久性・⑥ＬＣＣについては、30 年・60 年・100 年と、想定するスパンにより評価が変わるがが、長いスパンで考えるほど、木造とＣＢ造は差がつき、ＣＢ造に加点される。

④内装耐久性については、ＣＢ造・ＲＣ造外断熱は、内装を構造体現し、それ以外はＰＢクロス張りを想定する。ＣＢ造の構造体現しは、内装の耐久性において抜群である。

⑤構造体地場産の木造については、輸入木材が価格的に安く地場の道産木材が充分に使われている状況とは言えないため減点される。今後地場産の木材がもっと使われるようになることを望む。

⑦イニシャルコストについては、木造はローコストが可能だが、ＣＢ造は躯体自体にコストが掛かるためローコスト化は難しい。

⑧リフォームの可能性とは、増築のない間仕切り変更リフォームのし易さを想定する。

⑨結露は、換気計画が必要だが、躯体が室温に保たれるＣＢ造外断熱は温度ムラができず、結露はしずらい。

⑩耐火性自発火は、ＣＢ造内断熱の場合には内装材・プラスチック系断熱材からのガスが発生するため、構造体には耐火性があるが人命を守る意味では減点される。ＣＢ造内断熱の場合には、不燃繊維系断熱材を使用することが望ましい。火災の拡大は内装材の耐火性によるが、最終的には構造体の耐火性で木造は全焼する可能性があるが、ＣＢ造は区画された部分であれば自室のみの火災で済む可能性がある。

⑪耐火性延焼は、構造種別に関わらず外装材の耐火性によるが、最終的には構造体の耐火性で木造は全焼する可能性がある。

⑫遮音性は、構造体の質量が重い程強くなる。

⑬吸音性は、室内が構造体現しの外断熱では低く、仕上げがありさらにグラスウールが充填されている木造は高い。

⑭漏水性は、内断熱のＣＢ造では、特に風を伴う雨がブロックに浸透するため減点となる。窓回りに関して、木造は防風シートによって外壁との隙間がガードされるが、ＣＢ造ではコーキングに頼るので、弱い部分となる。木造でも、外壁や窓の取替え時に、窓回りの防水シートをカッター等で傷つけないよう注意する必要がある。

⑮施工時廃棄物は、型枠の使用量に左右される。

（３） 評価について

構造評価はスケルトンでも比較しているが、木造も内装・外装材のよって確実に水・結露等から保護されれば、スケルトンでの比較ほど差は出ない。

エコ評価は、暖房に掛かるランニングコストや、ＬＣＣに関わる部分で、外断熱ＣＢ造が高い評価となる。

コスト評価は、イニシャルコストでのローコスト化の可能性が高い木造が高い評価となるが、ＬＣＣで逆転し外断熱ＣＢ造が高い評価となる。

快適さ評価は、室温変動の少ない事や結露の可能性が少ない事、遮音性能に優れている事で外断熱ＣＢ造が高い評価となる。ただ、吸音性能は構造体現しの外断熱ＣＢ造では木造に比べて低い評価となる。

安心評価は、耐震性能を含む構造体耐久性と耐火性、さらに漏水性を対象とし、外断熱ＣＢ造が高い評価となる。

評価では、全項目でＣＢ造外断熱が、同内断熱・木造に比べて高得点となっている。特にエコの項目では大差となり、ＣＢ造外断熱が「長寿命エコ住宅」と評価されるにふさわしい裏付けとなる。

Ⅱ　快適さの理由

１．熱容量と温熱環境

高断熱は、木造をはじめどの構造でも可能である。また、Q値計算では内断熱・外断熱の区別はつかず、快適さの違いもわからない。

ブロック造を外断熱にすることで、壁のブロックや臥梁・スラブのコンクリートの蓄熱体が室温側になるため、木造の約10倍の熱容量を持つことになる。そのため、外気温の変動が室温に表れにくく、温度変化の少ない穏やかな温熱環境となる。

（1）　冬

初冬の暖房をスタートする時期は遅くなり、春の暖房を止める時期は早くなる。

急な冷え込み等、外気温の変化は室内ではほとんど感じられない。また、間欠暖房で暖房を消しても室温低下はほとんどなく、快適な室温を保つことができる。窓からの日射所得熱や内部発熱は有効に蓄熱体である躯体に蓄熱され、まさに自然エネルギー利用を可能にする。

（2）　夏

急な外気温上昇は室温に影響しづらい。

窓の日射遮蔽をし、熱帯夜がほとんどない北海道では夜間換気を積極的に行えば、日中の温度上昇時にも室温を上昇させないことが可能になる。躯体が夜間の温度を蓄熱し、熱い外気を室内に入れないように窓を開けずにいると、室温はなかなか上昇しない。

２．構造的信頼性

補強コンクリートブロック造の持つ、ブロック・鉄筋・コンクリートで固められた堅牢性は壁式鉄筋コンクリート造に並び、しかし鉄筋コンクリート造よりは施工費が安く、住宅に適している。

また、地震や火災に強く、家族の命を守る住宅として頼りがいのある構造である。

Ⅲ　暖房用エネルギー消費量の試算

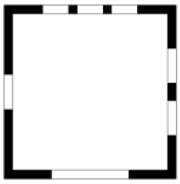
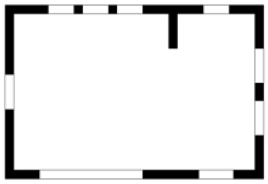
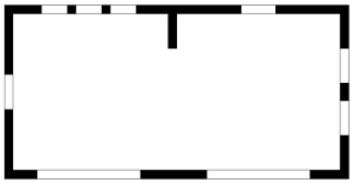
下記のエネルギー消費量の試算は、住宅の大きさを３パターン（Ａ・Ｂ・Ｃプラン)、建設地を３か所（函館・札幌・名寄)、断熱性能をＱ値で３パターン（1.３・1.０・0.７)、それぞれのシーズン暖房灯油消費量（ﾘｯﾄﾙ）を計算したものである。

プランA（12 坪+12 坪＝24 坪）　**プランB**（18 坪+18 坪＝36 坪）　**プランC**（24 坪+24 坪＝48 坪）

80 ㎡　6.32m×6.32m（総2階）　120 ㎡　6.32m×9.49m（総2階）　160 ㎡　6.32m×12.66m（総2階）

窓面積　14.64 ㎡　　窓面積　17.28 ㎡　　窓面積　23.28 ㎡

（南 6.72 東 1.92 西 0.96）　（南 8.64 東 1.92 西 0.96）　（南 13.44 東 1.92 西 0.96）

暖房灯油使用量　（）内は外断熱係数 0.8 を掛けた数値

北方型 ECO 住宅　　Ｑ値＝1.3

断熱（FP 板 B3）屋根 100mm　壁 60 ㎜　基礎 60 ㎜

灯油換算l/ｼｰｽﾞﾝ	函館	札幌	名寄
プランA	534.44(427.35)	592.22(473.78)	953.33(762.66)
プランB	1018.33(814.66)	1083.33(866.66)	1646.67(1317.34)
プランC	1386.67(1109.14)	1502.22(1201.78)	2195.56(1756.45)

札幌型スタンダード住宅　Ｑ値＝1.0

断熱（FP 板 B3）屋根 200mm　壁 120 ㎜　基礎 100 ㎜

灯油換算l/ｼｰｽﾞﾝ	函館	札幌	名寄
プランA	300.00(240.00)	355.56(284.45)	615.56(492.45)
プランB	633.33(506.66)	700.00(560.00)	1133.33(906.66)
プランC	888.89(711.11)	977.78(782.22)	1666.67(1333.34)

札幌型ハイレベル住宅　　Ｑ値＝0.7

断熱（FP 板 B3）屋根 200mm　壁 120 ㎜　基礎 100 ㎜　＋熱交換換気扇（回収率 70%以上）

灯油換算l/ｼｰｽﾞﾝ	函館	札幌	名寄
プランA	108.89(87.11)	132.22(105.78)	311.11(248.89)
プランB	291.67(233.34)	338.33(270.66)	630.00(540.00)
プランC	420.00(336.00)	482.22(385.78)	902.22(721.78)

Ｑ値は構造によらず計算でき、また断熱材の位置（内・外断熱）にかかわらず同じ数値になる。灯油消費量は、日射取得熱・室内取得熱が加味され地域による暖房度日（D_{20-20}）の差が出てくる。つまりこの表は、構造によらず断熱の位置によらず、住宅の大きさ・建設地・Ｑ値を変化させて計算した暖房灯油使用量である。

実際の外断熱ＣＢ造では、蓄熱性能がプラスされ、初冬の暖房開始時期が遅くなり、春の暖房停止時期が早くなり、室温を維持するのにかかる熱源も少なくて済み、暖房灯油使用量は少なくなる。

外断熱ＣＢ造の暖房灯油使用量は実測等で約２割の減少となるので、外断熱ＣＢ造の暖房灯油使用量の、他の構造の暖房灯油使用量に対する割合を「０．８」とし、「外断熱係数」としたい。日射取得した熱等を蓄熱できる能力が、暖房灯油使用量を２割減少させるという結果となっている。

上記表の（　）内の数値が、外断熱係数０．８を掛けた数値である。同じ大きさの住宅を同じ地域に同じ断熱性能で建てた場合に、外断熱ブロック造にすることでこれほど暖房灯油使用量が減り省エネルギーになる。

Ⅲ．ライフサイクルコスト（LCC）

１．ライフサイクルコスト（LCC）

ライフサイクルコストは、企画・設計費及び建設費のイニシャルコストと、エネルギーコスト、保全費、改修・更新費、一般管理費などのランニングコスト及び除却時の解体処分費により構成される。ライフサイクルコストの構成は、建築費が全コストの４分の１程度、ランニングコストが残りの４分の３を占めるといわれている。解体処分費はわずかである。ライフサイクルコストの低減を図るためには、企画・設計段階において全費用をトータルに検討することが必要である。

参考図Ⅲ-1-1 の例では、建設段階（企画・設計費、建設費）で 26%、運用段階（保全費、修繕費、更新費、運用費、一般管理費）で 74%である。

上記の例はオフィスビルなど業務施設に関する分析の例であり、戸建住宅に適用するには無理がある。特に保全費[設備管理、清掃、警備]、一般管理費[一般事務]は戸建住宅において発生しない費用と考えられる。一般管理費[利息]は、戸建住宅の場合の住宅ローンの利息が該当すると考えることもできる。

マンションの大規模修繕のために居住者は修繕費を積み立て、計画的に修繕を行っている。修繕費は結果としてライフサイクルコストのメンテナンスコストに該当するが、修繕の対象となるのは共用部分であり、専用部分である居住室は対象とならない。

戸建住宅の LCC は住み続け、使い続けるために、修繕・改修の資金が何時、どの程度必要になるか、あるいは、最終的に資産として高く売却するにはどうしたらよいのか、などの計画や検討に役立てることができる。したがって、LCC の要素として、一般的な要素とともに、居住環境の維持、改善、家族構成の変化への対応、資産価値の維持・向上・低減防止、などを考慮することが必要である。

建物の修繕・改修　建物の使用段階での修繕・改修等の目的は次のようなものである。

・物理的劣化の予防、回復：物理的劣化には、自然による劣化、経年使用による劣化、技術的不備による劣化、事故による劣化などがある。

・機能的劣化の予防、回復：機能的劣化には、法改正等による法不適合、設備等の陳腐化・容量の不足、内外装材の陳腐化などがある。

・設備性能の改善、向上、充実：建物の使用環境の向上、性能向上の要求は常に求められ、それに応える新しい設備も開発されている。

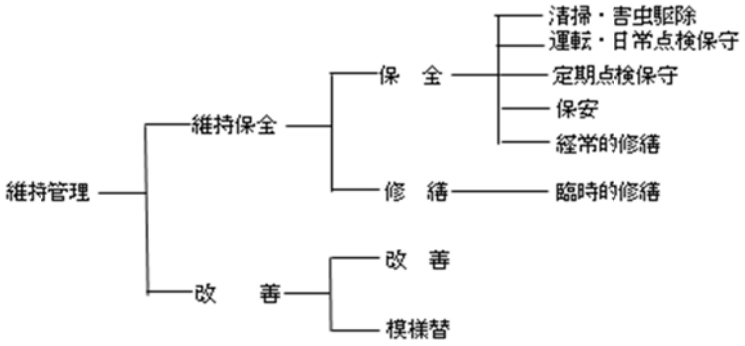
・費用低減

・省エネルギー性能の向上、改善

耐用年数　一般的には固定資産が使用に耐える期間をいうが、建物が経年とともに劣化・変質し、安全性の毀損、使用が困難、改善に多額の費用が必要になるなど、建物の存在価値が失われたと判断されるまでの期間といえる。

長期優良住宅認定基準では、劣化対策として数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できることとされ、構造躯体が少なくとも 100 年継続使用するための措置が講じられていることとされている。なお、住宅性能表示制度の劣化対策等級 3 では、3 世代にわったて住宅を使用できる措置が講じられていることと規定され、期間はおおむね 75～90 年とされている。

維持管理　維持管理について、石塚義高は次のように定義している。『維持管理とは、固定資産である建築物の機能性・耐久性・安全性・快適性・経済性を保持・運用し、必要な取得と処分を行うことである。維持保全と改善に分かれる。」さらに、その内容を参考図Ⅲ-1-2 のように分類している。



参考図Ⅲ-1-2　維持管理の系統　出典：「建築経済学とＬＣＣ」　石塚義高

保全　保全には予防保全と事後保全がある。点検によって不具合の徴候を発見し、不具合が発生しないよう部材等を修繕・交換して性能・機能をよい状態に維持することを予防保全といい、各部材に不具合が発生してからその部分を修繕することを事後保全という。事後保全の場合、不具合が拡大するなどして予防保全より費用が嵩むといわれている。公共施設や業務用施設では、常に、建物の状態を良好に保つことが必要であり、予防保全が行われることが多いが、個人の資産である戸建住宅では、所有者の経済的事情から事後保全すら行われない場合もある。

修繕　修繕とは性能・機能が低下したり失われた場合に当初の状態に戻す行為とされ、経常的（計画的）に行う修繕（保全）と臨時的に行う修繕がある。

２．イニシャルコスト

建物建設時のコストで、工事費の他、測量費、設計監理費、税金・経費などで構成される。工事費は建設当初の見積金額で明らかとなる。

イニシャルコストの低減は必用であるが、低廉な敷材を使うと工事費は低減できるが建設後の維持管理の費用（修繕費、更新費）が増大する恐れがある。省エネルギー効果による費用の低減を目的に所為エネ性能の高い機器類を採用するとイニシャルコストの増大をもたらすことが予想される。初期建設費とランニングコストとのバランスを考慮すると、必ずしもイニシャルコストの最少化が最善ということにはならない。

３．メンテナンスコスト

建物の維持、修繕、大改装等に係るコストで、建物使用中の修繕コスト、大規模改修時の改修コストなどで構成される。建物基礎や構造躯体は長期的な耐用が期待されるがその他の部位・部分については使用段階で必要に応じて修繕、改修等が容易に行われるような配慮が必要である。

大規模改修　世代交代時（30～40 年程度）には大規模改修が必要になることが予想されるが、以下のような内容となる。

基礎：部分補修程度
構造躯体（床、屋根、柱、梁、壁）：部分補修程度
内部躯体（雑壁等）：全面改修、部分改修
内装：全面改修
外装（外断熱外皮、断熱材、屋根仕上げ、防水層）：全面改修、部分改修
設備（冷暖房、照明、給排水、衛生）：全面改修

部分改修　世代継続中（30～40 年間）に行われる部分改修・補修では、定期的に経年劣化や陳腐化に対応して修繕・改善を行うことが望ましい。また、家族構成の年代的変化は部屋割りなどの間仕切りの変更などが必要となることもあるが、おもにエネルギー消費に関係する。

戸建住宅の改修　戸建住宅では計画的な修繕が行われることが少ないと思われるが、突発的な不具合に対してはその都度対処しなければならない。修繕・改修は、生活に支障がなければある程度はがまんし、不具合が進行した時点で生活空間（部屋）ごとにまとめて実施することが多いようである。この場合は、不具合がない部位もついでに改修されることになる。また、建物の劣化や陳腐化、家族構成への対応が困難になった場合には全面的改修が必要になることもある。

建物の修繕・改修費用がどの程度の額に達するかはばらつきが大きく、正確な想定は困難であるが、総務省家計調査による住居関係の支出に垣間見ることができる。家計調査票では住居の構造について、木造、防火木造、ブロック造、鉄骨・鉄筋コンクリート造、その他の５種類について記入されるようになっているが、住居構造別の集計は行わ

れていないようである。

家計調査（住居関連費用）　家計調査による平成18～22年の住居関連消費支出の平均値を表Ⅲ-3-１～4示す。

表Ⅲ-3-1　住居に係る費用　円/年（全体　二人以上世帯　H18～22年平均）						
	設備材料	工事その他	家具・家事用品	室内装備・装飾品	住宅関係負担費	合計
全国	29,598	46,893	23,849	11,154	19,734	131,228
北海道	29,989	46,014	16,484	6,247	10,901	109,635
札幌	46,590	54,951	13,274	12,310	29,473	156,598
出典：第４－１表　都市階級・地方・都道府県庁所在市別１世帯当たり支出金額，購入数量及び平均価格 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345						

表Ⅲ-3--2　住居に係る費用 円/月（持家 二人以上世帯　H18～22年平均）						
	設備材料	工事その他	家具・家事用品	室内装備･装飾品	住宅関係負担費	合計
全国	2,992	6,189	1,910	837	3,723	15,651
５万人以上の市	2,862	6,113	1,911	861	4,034	15,781
大都市	2,527	5,672	1,911	884	5,207	16,201
中都市	3,106	6,405	1,985	891	3,766	16,153
小都市Ａ	2,865	6,155	1,814	795	3,257	14,886
小都市Ｂ	3,040	6,120	1,786	804	2,649	14,399
北海道	3,050	6,133	1,531	750	2,913	14,377
出典：第３－７表　住居の所有関係別１世帯当たり１か月間の収入と支出 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345						

表Ⅲ-3-3　住居に係る費用 円/月（全体　二人以上世帯　世帯人数別 H18～22年平均）						
	設備材料	工事その他	家具・家事用品	室内装備・装飾品	住宅関係負担費	合計
平均	2,460	5,091	980	786	2,026	11,343
２人	2,780	6,277	1,000	793	1,271	12,121
３人	2,574	5,409	986	828	1,759	11,556
４人	1,753	3,425	946	742	2,160	9,026
５人	2,482	3,271	933	728	1,803	9,217
６人(6.32)	2,574	4,712	1,015	845	1,355	10,501
出典：第３－１表　世帯人員別１世帯当たり１か月間の収入と支出 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345						

表Ⅲ-3-4　住居に係る費用 円/月（全体　二人以上世帯 5万人以上の市　世帯人数別　18～22年平均）						
	設備材料	工事その他	家具・家事用品	室内装備・装飾品	住宅関係負担費	合計
平均	2,377	4,942	968	799	3,685	12,771
２人	2,766	6,324	979	807	2,869	13,745
３人	2,313	4,948	994	843	3,921	13,019
４人	1,799	3,280	909	755	4,855	11,598
５人	2,196	3,118	966	724	3,921	10,925
６人(6.32)	2,698	4,511	1,037	898	2,859	12,003
出典：第３－１表　世帯人員別１世帯当たり１か月間の収入と支出 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345						

全体と持家では持家の方が支出額は大きく、年間の支出は172,524～193,836円である。世帯人数別では人数による支出額の大きな違いはみられないが、4人以上世帯の支出は平均を下回り、2人世帯の支出が最も大きくなっている。札幌市の設備材料（設備

器具）及び住宅関係負担費の支出が突出している。

建築材料・製品等の修繕周期・修繕率及び更新周期　LCC の算定にはイニシャルコスト（建設費等）のほかに使用段階での修繕費やエネルギーコスト等を算定することが必要であるが、修繕費の算定には部材・製品等の修繕周期、修繕率、更新周期等のデータが必要となる。これらについては様々な提案があるが、すべての建築材料・製品等を網羅することは不可能なので、実際には修繕周期、修繕率、更新周期については類推しながら適宜設定することになる。

修繕の内容については明記されていない場合が多い。鉄部、木部、ボード類は表面が塗装されているものが多く、修繕は再塗装であり、本体の修繕ではないことが多い。

戸建住宅において建物の状態を常に健全に保つというのは現実的ではないと思われるので、修繕率は建物の状態を良好に保つことを前提とする目安と考え、劣化の内容や程度に応じて数値を設定するのが実際的である。

別表Ⅲ-3-5 は各種資料を参考にまとめた。種類に関する標記は資料の標記をそのまま採用しているので、材料の一般名称や商品名が混在している。

Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(1)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
屋根	アスファルト防水（押えあり）	10	10	40
	アスファルトシングル	10	10	30
	アスファルト防水（露出）	5	10	15
	アスファルト防水（歩行用）	10	10	30
	アルミ笠木	20	15	40
	塩化ビニール波板	-	-	10
	押えコンクリート	0	0	30
	壁モルタル塗	10	10	30
	カラーアルミ	-	-	30
	カラーステンレス	-	-	50
	カラー鉄板	5	10	15
	ガラス繊維保温材	-	-	30
	瓦	5	5	60
	キャンティバルコニー防水パン	-	-	35
	金属板葺き	5	10	15
	コロニアル葺き	10	10	30
	下地モルタル塗	10	10	30
	シート防水	15	10	30
	伸縮目地	10	10	30
	セメント瓦	10	10	30
	銅版	10	10	60
	塗膜防水	5	10	13
	発泡断熱材	-	-	30
	フッ素樹脂鋼板	10	10	30
	水切・役物・換気棟	10	10	30
	モルタル防水	5	15	15
	ルーフバルコニーフラット屋根塗装	15	10	30
	ルーフバルコニーフラット屋根防水シート	15	10	30
	レンガ積	10	10	30
外部床	タイル張り	10	10	-
	床クリンカータイル	10	10	30
外部壁	ＡＬＣ板	10	5	50
	Ｍウッド	15	10	30
	アスロック	10	10	30
	アルミ・フッ素樹脂スパンドレル、アルミパネル	-	-	40
	石材仕上げ	-	-	60
	打込タイル	20	10	60
	エポキシ系吹付タイル（コンクリート下地）	5	5	15
	エポキシ系吹付タイル（モルタル下地）	10	10	30

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(2)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
外部壁	カラー鉄板	5	10	15
	金属板、金属サイディング	5	10	20
	珪酸カルシウム板、パーライト板	5	10	30
	コンクリート打ち放し	10	5	100
	コンクリートブロック	10	5	60
	サイディング	10	10	40
	シーリング	5	10	20
	磁器質タイル	20	10	40
	スタッコ	10	10	30
	ステンレススパンドレル	-	-	60
	ストレストパネル	-	-	60
	スレート張り	5	10	30
	成形セメント板	10	10	60
	セメント	10	5	40
	タイル	20	10	40
	ニューセラミック（塗装）	7	20	17
	ニューセラミック目地シーリング	7	20	17
	吹付タイル	10	10	30
	複層仕上塗材	10	10	20
	木材仕上げ	10	10	30
	木毛セメント板	5	10	30
	モザイクタイル張り	20	10	60
	モルタル塗	20	10	30
	リシン吹付	10	10	30
外部天井	アルミモールディング	20	10	40
外部建具	上げ下げマドバランサー	-	-	10
	雨戸・網戸	10	20	35
	アルミニウム製窓（部材１）	10	5	40
	アルミニウム製窓（部材２）	20	10	40
	アルミニウム製窓（部材3）	30	5	40
	アルミ引違窓	-	-	40
	アルミルーバー	20	10	40
	屋外に面する開口部	5	10	20
	ガラス	10	10	40
	強化ガラスドア	-	-	60
	金属製建具	10	10	40
	玄関建具・マド	3	5	35
	玄関ドアコローザー	-	-	15
	鋼製ガラリ	15	20	30
	鋼製出入口	15	15	30
	シーリング	5	10	10
	シャッター	-	-	35

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(3)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
外部建具	上げ下げマドバランサー	-	-	10
	雨戸・網戸	10	20	35
	アルミニウム製窓（部材１）	10	5	40
	アルミニウム製窓（部材２）	20	10	40
	アルミニウム製窓（部材3）	30	5	40
	アルミ引違窓	-	-	40
	アルミルーバー	20	10	40
	屋外に面する開口部	5	10	20
	ガラス	10	10	40
	強化ガラスドア	-	-	60
	金属製建具	10	10	40
	玄関建具・マド	3	5	35
	玄関ドアコローザー	-	-	15
	鋼製ガラリ	15	20	30
	鋼製出入口	15	15	30
	シーリング	5	10	10
	シャッター	-	-	35
	スチールシャッタ	10	10	20
	スチールフラッシュ戸	10	10	30
	ステンレス引違窓	-	-	50
	ステンレス製出入口	20	15	40
	鉄部調合ペイント塗	-	-	5
	戸車・クレセント	-	-	10
	防火ドア	10	10	30
	窓枠、戸袋などの木部	3	-	-
	木製建具	10	10	40
	木製引違ガラス窓	10	10	40
	木製フラッシュ戸	10	10	40
外部雑	雨樋	3	10	15
	煙突　陣笠	10	10	30
	岩綿系成型パイプ	20	5	30
	手すり　その他金物	4	10	30
	手摺（アルミ）	-	-	40
	手摺（スチール）	5	10	25
	手摺（ステンレス）	-	-	60
	軒裏天井	10	10	30
	破風・鼻隠し塗装	10	10	30
	バルコニー（アルミ部）	5	10	20
	バルコニー（鉄部）	5	10	20
	バルコニー（木部）	3	10	20
	防蟻	10	-	-
	床下換気口	-	-	60

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(4)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
木造軸組	土台、床組	5	-	-
	床組	5	-	-
	柱、はり	15	-	-
	壁（室内側）	15	-	-
	天井、小屋組	10	-	-
	階段	10	-	-
内部床	アクリルリシン吹付	15	10	60
	アスファルト防水（密着、押えモルタル）	10	10	30
	カーペット	10	10	20
	合成樹脂塗防水	10	10	30
	下地モルタル塗	10	10	30
	シート防水（ブチル、押えモルタル）	10	10	30
	杉板張り	10	10	30
	セメント	10	50	20
	タイル張り	10	10	50
	畳	5	40	30
	畳敷き	2	40	16
	〃	4	64	-
	チェッカープレート	10	10	30
	塗装	10	50	20
	塗膜防水	5	10	10
	ビニルシート張り	10	10	30
	ビニルタイル張り	10	10	30
	縁甲板	10	10	30
	木質複合合板（フローリング）	10	15	30
	モルタル防水	10	10	30
	モルタル塗	10	10	30
内部壁	クロス	5	10	10
	既製間仕切り	10	10	40
	軽量鉄骨下地	10	10	40
	合成樹脂 EP 塗	10	20	20
	コンクリートブロック	10	10	60
	下地モルタル塗	20	5	-
	石膏ボード	5	10	30
	〃	30	50	ー
	石膏ボード張り＋ビニルクロス	5	10	30
	セメント	10	10	40
	大理石	-	-	60
	タイル張り	20	5	50
	テラゾブリックスクリーン	20	5	50
	テラゾブロック	-	-	50
	軟質繊維板張り厚 12	5	10	15

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(5)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
内部壁	軟質繊維板張り厚 5	5	10	10
	幅木等テラゾブロック	10	10	30
	ビニル幅木	10	10	30
	プラスター塗	5	10	15
	プリント合板張り	5	10	30
	フレキシブルボーダ張り＋ビニルクロス	5	10	30
	モルタル塗	10	10	30
	浴室（タイル仕上げ）	-	-	15
内部天井	アルミスパンドレル	-	-	60
	アルミパネル	-	-	30
	ガラス	10	10	30
	岩綿吸音板	10	10	30
	軽量鉄骨下地	10	10	30
	合成樹脂 EP 塗	5	10	10
	合板張り	10	10	30
	竿縁天井（杉板）	-	-	30
	ストレストパネル	-	-	60
	石膏ボード張り＋ビニルクロス	10	10	30
	石膏ボード張り他	10	10	30
	天井板（杉柾）	-	-	30
	塗装	10	10	20
	バスリブ	10	10	30
	ビニルクロス	10	10	30
	吹付材	5	10	15
	フレキシブルボード	10	10	30
	モルタル塗	10	10	40
内部建具	ガラス框戸	10	10	30
	金属製建具	10	10	30
	鋼製出入口シャッタ	15	15	30
	障子貼り替え	2	50	-
	ステンレス製出入口	20	15	40
	ドア・引戸・戸襖・襖・障子部品交換	10	10	-
	戸襖・襖貼り替え	5	50	-
	ふすま・障子	10	20	30
	フラッシュ戸	10	10	30
	木製建具	10	10	30
	木製出入口	15	15	30
	木鉄部調合ペイント塗	10	10	30
木工事	構造材	10	10	30
	造作材	10	10	30
	階段	10	10	50

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(6)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
内部雑	その他ステンレス金物	20	15	-
	その他鉄金物	10	10	40
	その他塗装	-	-	10
	ピット内モルタル塗	10	10	-
	ボーダー人造石研出	5	5	-
	床・壁断熱材	10	10	40
	滑り止め金物	5	15	15
	鋼製手摺	10	10	40
	厨房・受付カウンター	15	10	30
厨房	ガスコンロ（グリル焼き網、バーナーキャップ、バーナーリング	1	20	5
	ガスコンロ（本体）	1	10	10
	キッチンセット（蝶番・防虫パッキン）	5	10	15
	キッチンセット（ビルトイン）	10	10	30
	浄水器・快水器カートリッジ	1	100	1
	シンク（ステンレス）	5	10	20
	レンジフードファンセット	1	10	12
	レンジフードフィルター	1	20	6
	戸棚・流し	10	5	30
風呂	風呂釜・浴槽	4	10	8
	バスユニット	5	10	30
	バスユニット（風呂釜）	5	10	20
	バスユニット（シャワーヘッド・ホース・排水栓）	-	-	10
	バスユニット（出入口ドアパッキン）	-	-	15
トイレ	便器	5	10	30
	衛生陶器	5	10	25
	衛生用金具	5	15	15
	トイレ	10	10	40
	トイレ洗浄・暖房便座	5	50	10
	トイレロータンク内部	1	-	6
洗面	洗面設備	1	5	30
	洗面化粧台（電球）	2	100	-
	洗面化粧台（ゴム栓・ヘアーキャッチャー）	6	100	-
	洗面化粧台（蝶番・スイッチ）	13	100	-
設備一般	エアコン	2	10	10
	化学消火器	1	-	20
	ガス管	3	-	30
	給水管	5	-	30
	給水ポンプ	3	-	15
	給湯器（ガス）	1	-	12
	空調機	3	10	15
	コンクリート柱、ハンドホール	7	15	35
	雑材（鉄線、ビニールテープ）	5	10	20

表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(7)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
	自動制御（機器、盤、計装）	5	10	20
	受水槽	2	-	30
	消火栓	1	-	20
	浄化槽	10	-	-
	水槽類	1	-	20
	スプリンクラー	1	-	20
	製缶類	5	10	20
	制気口類	5	10	20
	ダクト類	10	20	30
	塗装	5	50	25
	トラップ	1	-	20
	配管材（鋼、ステンレス、銅、その他）	5	10	20
	排水管	5	-	25
	排水ポンプ	3	-	15
	排水枡	10	-	20
	ファン類	3	5	15
	弁、計器、雑金物	5	10	20
	ボイラー	1	-	20
	保温類	5	50	25
	ポンプ類	3	5	15
	水栓金具	1	10	15
	水栓金具パッキン	1	20	6
	水栓金具ハンドル・吐水キャップ	1	10	15
	湯沸機	1	-	10
	冷却塔	1	-	15
	冷凍機（その他）	1	-	20
	冷凍機（レシプロ式）	1	-	15
電気	アルカリ蓄電池	3	30	15
	換気設備	-	-	20
	自家発電装置	5	10	20
	弱電機器	3	10	15
	シャンデリア	5	10	20
	照明器具（蛍光灯）	4	10	10
	照明器具（ミニクリプトン・ハロゲン）	2	10	10
	照明器具本体	5	10	20
	電気温水器	-	-	15
	電気設備	-	-	20
	電球	2	50	20
	塗装関係	5	20	25
	鉛蓄電池	1	15	7
	配管材（電線管、フロアダクト、ボックス類、ケーブルラック）	5	10	25
	配線器具（支持材、吊ボルト、碍子）	5	10	25

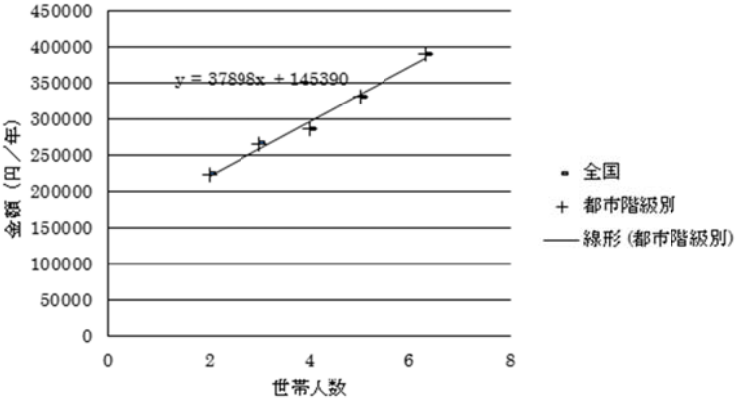
表Ⅲ-3-5　建物の部位別材料別修繕周期・修繕率・更新周期(8)				
区分	種類	提案		
		修繕周期	修繕率	更新周期
		年	%	年
	配線材（電線、ケーブル、バスダクト、配線器具）	5	10	25
	柱、ハンドホール	5	10	25
	盤類（動力、監視、分電、端子）	5	10	25
	防災機器（自火報、防排煙、非常放送、非常警報）	3	10	15
換気	フロアセントラル換気システム	3	10	10
エレベータ	エレベータバッテリー	1	-	3
	エレベータ主ロープ	1	-	10
	エレベータ制御盤	1	-	15
	エレベータ巻上機・本体	1	-	30
	昇降機設備機器	1	-	25

参考資料
① 石塚義高 「建築経済学とＬＣＣ」 2006
② 巽和夫他 「進化する建築保全」 2002
③ 旧住宅金融公庫基準
④ ミサワ住まいのメンテナンス計画（ミサワホームＨＰ）
⑤ 住宅金融普及協会 「木造住宅工事仕様書（フラット 35） 平成２２年版」
⑥ 日本建築学会 「建物のＬＣＡ指針」 2003
⑦ 建設省建築研究所 「建築のライフサイクルエネルギー算出プログラムマニュアル」 1997

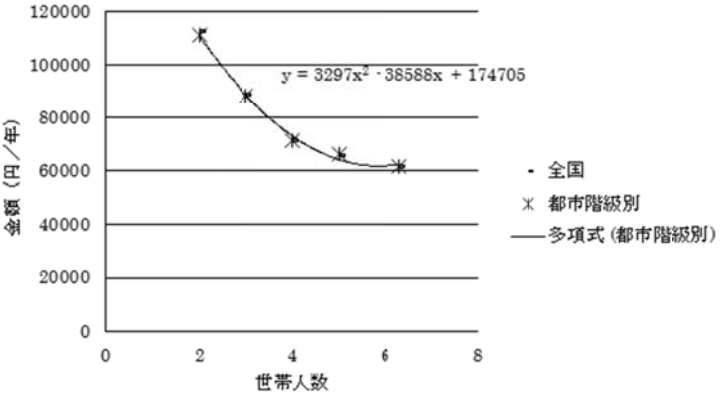
４．エネルギーコスト

戸建住宅の寿命が長期化すると LCC の構成要素の中でエネルギーコストが大きな比重を占めることになる。冷暖房（床暖房も含めて）、照明、給排水、衛生、厨房関係では省エネ器具の使用、利用するエネルギーの種類などにより設備コスト及びエネルギー消費量に大きな違いが生じることが考えられる。また、エネルギー消費量が増えると CO_2 の排出量も増加するので、環境への影響に配慮しながら使用する設備使用や利用するエネルギーの種類などを選

図Ⅲ-4-1　世帯人数別エネルギー消費支出



図Ⅲ-4-2　世帯人数別一人当たりエネルギー消費支出



定することが重要である。

エネルギー消費に関する資料　住宅の居住者の消費エネルギー（電力、ガス、灯油、水道）コスト及び消費量の現状についてのデータとしては総務省の家計調査、省エネルギーセンター発行の「エネルギー・経済統計要覧」などがある。

家計調査によるエネルギーコスト　家計調査による平成 18～22 年のエネルギーに係る消費支出の平均値を表Ⅲ-4-1～4 に示す。

北海道及び札幌市の電気代・ガス代は全校平均を下回っているが、灯油代が全国平均の 4 倍前後と際立って多額となっているため、エネルギー消費支出総額で全国平均を10%ほど上回っている（表Ⅲ-4-1、表Ⅲ-4-2）。

世帯人数別では、世帯人数が増えると支出は増加するが、一人当たり支出は減少する。暖房、照明、厨房など人数に依存しないエネルギー支出が大きな比重を占めていることによるものと考えられる。世帯人数別エネルギー消費支出を図Ⅲ-4-1 に、世帯人数別一人当たりエネルギー消費支出を図Ⅲ-4-2 に示す。

表Ⅲ-4-1　エネルギーに係る費用　円/年（全体　二人以上世帯、H18～22年平均）

	電気代			ガス代			灯油他			上下水道料	合計
	深夜電力	その他	小計	都市ガス	プロパン	小計	灯油	その他	小計		
全国	2,539	114,627	117,166	39,320	29,413	68,733	20,120	366	20,486	60,673	267,058
北海道	2,737	98,352	101,089	16,946	29,293	46,239	83,112	523	83,635	58,545	289,508
札幌	3,146	98,396	101,542	24,743	32,959	57,702	74,407	493	74,900	55,254	289,398

「第４－１表　都市階級・地方・都道府県庁所在市別１世帯当たり支出金額，購入数量及び平均価格」より
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345

表Ⅲ-4-2　エネルギーに係る費用　円/月（持家　二人以上世帯、H18～22年平均）

	電気代	ガス代	灯油他	上下水道料	合計	年間計
全国	10,347	5,536	1,930	5,276	23,089	277,068
5万人以上の市	10,198	5,891	1,541	5,325	22,955	275,460
大都市	10,043	6,470	976	5,485	22,974	275,688
中都市	10,104	5,852	1,592	5,434	22,982	275,784
小都市A	10,476	5,393	2,007	4,990	22,866	274,392
小都市B	10,838	4,221	3,359	5,102	23,520	282,240
北海道	9,245	3,029	7,797	5,040	25,111	301,332

第３－７表　住居の所有関係別１世帯当たり１か月間の収入と支出
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345

表Ⅲ-4-3　エネルギーに係る費用 円/月（全体　二人以上世帯　世帯人数別 H18～22年平均）

	電気代	ガス代	灯油他	上下水道料	合計	年間計
平均	9,599	5,728	1,706	5,056	22,089	265,068
２人	8,221	4,944	1,630	3,984	18,779	225,348
３人	9,602	5,914	1,669	5,010	22,195	266,340
４人	10,266	6,289	1,527	5,774	23,856	286,272
５人	11,925	6,653	2,044	6,887	27,509	330,108
６人(6.32)	14,737	6,596	3,050	8,156	32,539	390,468

第３－１表　世帯人員別１世帯当たり１か月間の収入と支出
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345

表Ⅲ-4-4　エネルギーに係る費用 円/月（全体　二人以上世帯 5万人以上の市　世帯人数別　18～22年平均）						
	電気代	ガス代	灯油他	上下水道料	合計	年間計
平均	9,460	5,932	1,453	5,066	21,911	262,932
２人	8,137	5,096	1,430	3,972	18,635	223,620
３人	9,499	6,109	1,422	5,026	22,056	264,672
４人	10,162	6,611	1,279	5,828	23,880	286,560
５人	11,799	7,072	1,703	7,024	27,598	331,176
６人(6.32)	14,467	7,100	2,527	8,490	32,584	391,008
第３－１表　世帯人員別１世帯当たり１か月間の収入と支出 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345						

５．一般管理費その他のコスト

税金　関係する主な税としては不動産取得税、登録税、固定資産税、都市計画税などである。不動産取得税は固定資産評価額の税率 4%であるが、新築の場合 1,200 万円（長期優良住宅の場合 1,300 万円）の控除がある。登録免許税は、新築住宅の場合、課税標準額の 0.15%（長期優良住宅の場合 0.1%）となる。固定資産税は税率 1.4%、都市計画税は税率 0.3%である。各年度の課税標準額は次式によって計算される。

課税標準額＝再建築価額×経年減点補正率

再建築価額は評価時点において新築時と同等の住宅を建設するために必要な建築工事原価とされている。経年減点補正率は自治省告示 158 号に定められているもので、経年による減耗の程度及び積雪寒冷地の区分けによって補正率が定められており、木造住宅と非木造住宅に分かれている。札幌の場合、木造は 1 年目が補正率 0.60、その後経年的に低下し 20 年目以降は 0.20 となり、非木造では 1 年目が 0.9558、45 年目以降が 0.2000 となる。(出典：http//houmukyoku.moj.go.jp/Sapporo/static/hoseirituhyo.pdf) 補正率 0.20 は建物の状態にかかわらず、除却されるまで継続する。固定資産税評価額は、通常 3 年ごとに見直される。

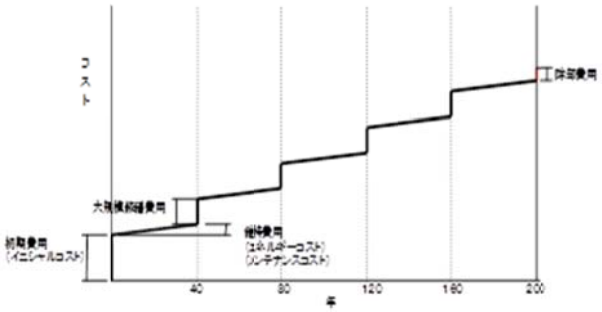
保険　住宅にかけられる保険では火災保険、地震保険などがあり、業界各社のサービス内容は複雑である。建物の構造、耐火性能などにより掛け金に大きな差が出る。主要各社で提供しているサービスでは、契約期間 30 年で 413,000 円~1,070,000 円まで大きな開きがある。

住宅ローン　住宅金融支援機構のパンフレットによれば、フラット 35 を利用して、3,000 万円を借り入れ、返済期間 35 年、元利均等払い、ボーナス返済なし、金利 2.18%とすると、毎月の返済額は 102,172 円、総返済額 42,912,244 円となる。つまり、35 年間の利子相当額は 12,912,244 円で、年平均 368,921 円となる。

借入金の本体は資産であり、住宅ローンの返済は消費支出と見做されないようであるが、利息分は資産となるものではないので、支出として LCC のランニングコストとして算定してもよいと思われる。

６．外断熱メーソンリー長寿命建物のＬＣＣ

外断熱メーソンリー住宅は外断熱を施すことによって構造躯体の長寿命化がはかられ、耐用期間内に数回の世代交代が行われることが想定できる。世代交代の時期には内外装、設備等を含めて大改装が行われることが多くなると思われる。建物の修繕は、外装、内装、設備などそれぞれの要素の特性に応じて、一定の間隔で計画的に行われることが望ましい。外断熱の外装の耐久性が長いこと、CB 造躯体の耐久性が長い（100～200 年程度）こと、内装が簡略化され汚れなども少なくなることが LCC に大きな意味を持つ。長寿命建物 LCC のイメージを図Ⅲ-6-1 に示す。



長期優良住宅　長期にわたり良好な状態で使用するための措置が講じられた住宅（長期優良住宅）の普及を促進することを目的に「長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の基準」（平成 21 年国土交通省告示第 209 号）が制定された。当該住宅に認定されると税金、住宅ローンなどで優遇措置を受けられる。ここでの長期とは概ね 100 年を指す。住宅ローンの優遇措置を利用しない場合、長期優良住宅とするための性能強化費用の一部を所得税対象から控除できるとした。控除される金額は、RC 造・SRC 造で 36,300 円／㎡、その他の構造で 33,000 円／㎡である。この費用は、通常の住宅と長期優良住宅の性能の違いによるコストアップ分と考えることができる。構造別の性能強化費用を資料表Ⅲ-6-1 に示す。認定基準の概要を資料表Ⅲ-6-2 に示す。

資料表Ⅲ-6-1 長期優良住宅に係る標準的な性能強化費用	
構造種別	床面積 1 平方メートルあたり単価（円）
木 造	33,000
鉄骨鉄筋コンクリート造	36,300
鉄筋コンクリート造	36,300
鉄骨造	33,000
その他の構造	33,000
出典：国土交通省	

資料表Ⅲ-5-2 長期優良住宅の認定基準（概要）	
劣化対策	数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できること。 ・通常想定される維持管理条件下で、構造躯体の使用継続期間が少なくとも 100 年程度となる措置
耐震性	極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易化を図るため、損傷のレベルの低減を図ること。 ・大規模地震力に対する変形を一定以下に抑制する措置を講じる。
維持管理・更新の容易性	構造躯体に比べて耐用年数が短い内装・設備について、維持管理（清掃・点検・補修・更新）を容易に行うために必要な措置が講じられていること。
可変性	居住者のライフスタイルの変化等に応じて間取りの変更が可能な措置が講じられていること。
バリアフリー性	将来のバリアフリー改修に対応できるよう共用廊下等に必要なスペースが確保されていること。
省エネルギー性	必要な断熱性能等の省エネルギー性能が確保されていること。
居住環境	良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること。
住戸面積	良好な居住水準を確保するために必要な規模を有すること。
維持保全計画	建築時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていること。
出典：国土交通省「長期優良住宅の認定基準（概要）」より抜粋 http://www.mlit.go.jp/common/000041843.pdf	

７．省エネとＬＣＣ

建物の高断熱化、高性能設備や省エネ設備の利用による省エネ効果はエネルギーコストの低減に寄与する。一方、高断熱化のためのコスト増加、高価格の最新設備の導入によるコスト増加などを招き、LCC として有利に働くかは慎重な検討が必要である。

設備関係では設備のエネルギー消費に伴う CO2 排出量を低減するため、省エネルギー機器、自然由来エネルギーの使用に配慮するなどして、エネルギー消費量を削減することによりランニングコストは低減するが、イニシャルコストの増加をもたらす可能性が高くなるので注意が必要である。

省エネ機器の開発にはメーカー各社が積極的に取り組んでいる。電気製品としては LED 照明、IH クッキングヒータなどが注目されている。省エネシステムとしては燃料電池システム（エネファーム）、潜熱回収型ガス給湯暖房熱源機（エコジョーズ、エコフィール）、自然冷媒ヒートポンプ給湯機（エコキュート）などがある。太陽熱エネルギーを利用では太陽光発電、太陽熱温水器がある。

ＬＥＤ照明　LED 照明は白熱灯と比較すると電気代、CO2 排出量ともに 2 割程度と大きな違いがあるが、蛍光灯とはほとんど同じである。各種ランプの特性の比較を資料表Ⅲ-7-1 に示す。

資料表Ⅲ-7-1　照明器具の経済性比較

	白色 LED 照明 （5mm ランプ）	白色 LED 照明 （パワータイプ）	白熱電球	蛍光ランプ （電球型）
全光束・消費電力 （点灯回路含む）	800 lm 12W	800 lm 17W	790 lm 60W	810 lm 13W
光源効率	100 lm/W	70 lm/W	13 lm/W	62 lm/W
総合効率	66 lm/W	46 lm/W	13 lm/W	62 lm/W
定格寿命	4 万時間	4 万時間	1,000 時間	6,000 時間
ランプ費用	7,000 円 （ランプ 1 個、点灯回路含む）	5,000 円 （ランプ 1 個、点灯回路含む）	3,200 円 （ランプ 40 個、単価 80 円）	6,300 円 （ランプ 7 個、単価 900 円）
電気代 23 円/kWh	11,100 円	15,800 円	55,200 円	12,000 円
CO_2 排出量	267 kg	382 kg	1,350 kg	290 kg
出典：フリー百科事典　ウィキペディア				

ＩＨクッキングヒータ　IH とは電磁誘導加熱（Induction　Heating）のこと。磁力線の働きで、鍋自体をヒーターのように発熱させる。うずまき状のコイルから発生する磁力線によって上に置かれた鉄鍋の底にうず電流を生じさせると、鉄は電気抵抗があるため、流れる電流が熱に変わり、鍋の底板が熱くなる。IH クッキングヒータのエネルギーコストについて次のようなインターネット情報がある。

IH クッキングヒーターの電気代（http://www.dennka.com/ih.htm）
４人家族の維持費を参考に示します。
４人家族（夫婦、子供２人）［主人４３歳、妻３９歳、長女１４歳、長男１２歳］
食事は
平日：　朝食　家族揃って
　　昼食　妻一人
　　夕食　妻と子供一緒、夫は別
休日：　家族揃って

１ヶ月の調理にかかる電気料金またはガス料金（モデルケースの場合）

資料表Ⅲ-6-3　IH クッキングヒータの電気料金比較		
（日立調べ）	電気料金	都市ガス料金
１週間当り（税込）	13,276Wh	31,369kcal
１ヶ月当り使用料金	1,252 円	2,017 円
換算ベース（税込）	22 円/kWh	165 円/m³
出典：　デンカコム HP（http://www.dennka.com/ih.htm）		

エネファーム　エネファームは都市ガスから水素を取り出し、これを大気中の酸素と反応させて電力を生産する家庭用燃料電池システムである。燃料電池ユニット、貯湯ユニットで構成される。設置に際しては国の補助制度（平成 23 年度第 3 期募集分では 1 台あたり 85 万円まで）がある。

各ガス会社の HP 情報によれば、エネファームの能力が定格電力出力 0.7ｋW、熱出力１.0ｋW 程度で価格は 270 万円～325 万円程度となっている。年間の CO2 削減効果は 1.5ｔ、燃料代の削減は 5～6 万円程度である。

エネオスでは、使用開始から 10 年間、故障修理を無償で実施、保証期間以降の故障修理は、有償対応としている。また、LP ガスの場合は、「10 年間」または「累積運転時間 4 万時間」のいずれか短い期間としている。

エコジョーズ　エコジョーズは天然ガス・都市ガスを使った「潜熱回収型ガス給湯暖房熱源機」である。価格は仕様に応じて 16～40 万円程度である（積算資料より）。

また、北ガス HP 情報では、給湯能力 41ｋW、暖房能力 17ｋW、追い炊き能力 10ｋW のエコジョーズ（24 号）の場合、年間 CO2 排出量 5.8ｔ（セントラルヒーティング比 0.43ｔ減）、ランニングコストは年間 27 万円程度（セントラルヒーティング比 5 万円減）となっている。

お風呂リフォーム 2.net では、ノーリツのエコジョーズで、7 年間の修理を無料で行うとしている。価格は 171,300～211,900 円。（出典：http://www.ofuro-reform2.net/kyutouki/noritz/noritz_eco.html）

エコフィール　エコフィールは灯油を使った「潜熱回収型ガス給湯暖房熱源機」である。コロナ社のエコフィールは約 200℃の排熱を約 60℃になるまで再利用（潜熱回収）して水を温めることで、熱効率を 95%にまで向上させ、15 年間のメンテナンスフリーをうたっている。同社のエコフィールと灯油熱源の給湯器との比較を資料表Ⅲ-7-2 に示す。

資料表Ⅲ-7-2　エコフィールと灯油熱源給湯器の比較		
	年間コスト	年間 CO2 排出量（kg-CO2）
エコフィール	41,200	1,363
灯油熱源給湯器	47,200	1,560
出典：コロナ社 HP（http://www.corona.co.jp/ecofeel/index.html）		

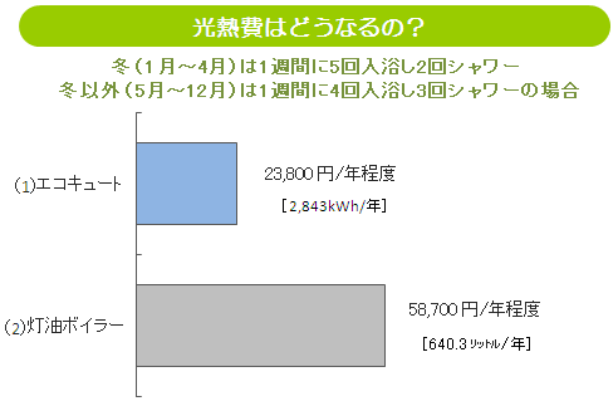
エコキュート　一般名称は「自然冷媒ヒートポンプ給湯機」で、「エコキュート」は関西電力の登録商標である。エコキュートはヒートポンプ技術を使った世界初の給湯器である。エコキュートは年間平均機器効率が約 300%（電気 1 を投入すると熱をその 3 倍つくる）以上である。仮に天然ガスを使って発電効率 50%の火力発電所で電力を発電

した場合に、エコキュートを使ってお湯をつくると 50%×300%=150%となり、天然ガス（都市ガス）を使った従来式燃焼式給湯器（エコジョーズ機器効率 95%）と比較して大幅な給湯の省エネルギーが実現できる（出典：フリー百科事典　ウィキペディア）。

価格は定価ベースで 65～110 万円ほどであるが、インターネット上の販売価格は定価の 40%程度のものもある。北海道電力のパンフレットによれば、エコキュート（3ｋVA　370ℓ　マイコン型 1.5ｋW）の場合、年間の光熱費が 22,400 円、CO2 排出量が 1,204kg で、灯油ボイラーエコフィール（給湯出力 46.5ｋW）の年間光熱費 61,100 円より 38,700 円少なく、CO2 排出量 1,596kg より 392kg 少ないという。

北電ＨＰではエコキュートのランニングコストについて次のように説明している。

エコキュートのランニングコスト
【試算条件】
下記の条件により試算しております。実際の光熱費はお住まいの地域や家族構成・使用状況などによって異なります。
上記ランニングコストには初期費用（購入費用・工事費用）、メンテナンス費用は含まれておりません。
【試算モデル】
札幌・4 人家族
【年間負荷】
給湯：22,316MJ／年
【年間エネルギー消費量・適用料金メニュー・試算機器】
（1）2,843kWh／年　ドリーム 8：3kVA　エコキュート（370 リットル、マイコン型 1.5kW）
（2）640.3 リットル／年　灯油ボイラー　エコフィール（給湯出力 46.5kW）
【その他の条件】
●エコキュートの性能は、外気温度などの外部環境、メーカーや機種などによって異なります。
●エコキュートの試算には、従量電灯契約 30A からドリーム 8 契約 3kVA への基本料金の増加額と通電制御型機器の割引額を含みます。
●電気料金：平成 20 年 9 月 1 日改定単価適用。燃料費調整額は、平成 24 年 4 月分の燃料費調整単価（−0.08 円／kWh）を適用しております。
●電気料金には太陽光発電促進付加金（0.03 円／kWh）が含まれております。
●灯油単価：91.72 円／リットル　平成 24 年 2 月全道平均値［石油情報センター北海道局調べ］
●上記ランニングコストには消費税等相当額が含まれております。

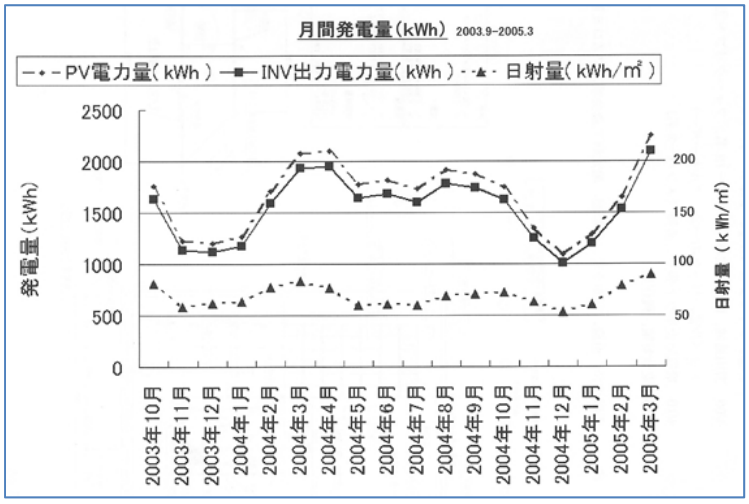


参考図Ⅲ-7-1　エコキュートと灯油ボイラーのコスト比較
出典：北海道電力 HP

太陽光発電　太陽光発電システムは電力を生産する太陽電池モジュール、電力を安定させ直流を交流に変換するパワーコンディショナー、系統電力や家電などへの接続装置、架台などで構成される。発電量は日本全国で大きな差はなく、日射量、変換効率などに左右される。また、温度が低いほど発電効率もよくなるので、北海道のような寒冷地は太陽光発電に向いているといわれている。図Ⅲ-7-1 に札幌市中心部における太陽光発電の月間発電量の推移のグラフを示す。定格出力は 30kW、ビルの屋上に設置された 8 方位のタワーの 5 方位（東、東南、南、南西、西）とビルの南面外壁に垂直に設置されている。1 日の発電量は 35~65kWh、年間平均発電量は 52.4kWh／day である。

太陽電池の設置費用は出力 1 kW 当たり、52～85 万円と大きな幅があるが、70 万円程度のものが多い。

現在、太陽光発電による生産電力は系統電力会社による買い取りが制度化され、価格は 42 円／kWh となっている。家庭などの小口需要者が購入する通常の電力単価は 25 円／kWh 前後である。差額については電力会社が電気料金の値上げによって回収することになっている。また、設置者には国から出力 1kW 当たり 4.8 万円の補助金が出る。



図Ⅲ-7-1　札幌市中心部における月間発電量の推移（2003.5~2005.3）

北海道内では札幌市ほか 50 市町村で補助を、3 市町でモニター制度を、遠軽町では両方を実施している。補助金は出力に応じて変動するが上限はおおむね 30 万円以下である。（平成 23 年 5 月 17 日作成　北海道庁パンフレットより）

太陽熱利用システム　太陽熱温水器は太陽の熱で水を温め貯湯し給湯する蓄熱式の給湯器である。太陽光の 40～50%を熱として利用できる。既存の再生可能エネルギー利用機器の中ではエネルギー変換効率や費用対効果が最も高く、20 年程度の耐久性が確認されている

太陽熱利用システム（強制循環式の太陽熱温水器）のリースを行う事業者に対して、国が、太陽熱利用システムの設置経費を補助する制度がある。

８．ライフサイクルコストの試算

外断熱 CB 造住宅及び木造住宅のライフサイクルコストの試算を行った。ここで示したのは多くの仮定条件のもとでの試算であり、戸建住宅の LCC のイメージを示すことを目的としたものである。

CB 造モデルは過去に実際に建築された建物の設計・見積りデータを用いた。概要は次のとおりである。

構造規模：CB 造　3 階建

面積：建築面積　60.20 ㎡　延床面積 168.69 ㎡

工事費：2,950 万円

木造モデルは経済調査会発行「積算資料　ポケット版総合編　2012 前期」に掲載されている設計見積り事例 1 を用いた。特殊な設備として、ホームエレベータ及びスタジオが併設されている。概要は次のとおりである。

構造規模：木造　３階建

面積：建築面積　46.6 ㎡　延床面積　139.8 ㎡

工事費：3,489 万円

両事例ともに、イニシャルコストとして工事費のほかに設計料 250 万円、測量・ボーリング調査費 50 万円を仮定した。建物の耐用期間は木造 60 年、CB 造 100 年とし、経過年数 30 年目ごとに世代交代があることを想定し、内外装、設備等の大規模修繕を行うことと仮定した。

税額の算定については課税標準額が標準的建物の建築費用のおおよそ 60~70%程度である場合が多いといわれていることから初期建設費の 65%と仮定し、固定資産税率 1.4%、都市計画税率 0.4%で算定した。新築当初 3 年間の税額を 50%免除とした。経年減価補正率は法務局公表資料（http://houmukyoku.moj.go.jp/sapporo/static/hoseiritu hyou.pdf）を用いた。

登録免許税は考慮していない。納入する税金は CB 造モデルで 100 年間の総額約 993 万円、木造モデルで 60 年間の総額 551 万円である。

保険については、新築時に 30 年契約、その後は 10 年ごとに再契約するものとし、保険金額は主要各社が提供するサービスの平均的な保険料として、30 年契約で 238,000 円、10 年契約で 93,000 円とした。CB 造モデルでは 100 年間の総額 889,000 円、木造モデルでは 60 年間の総額 517,000 円である。

また、住宅ローンについては個別の事情により大きな違いが生じるが、住宅新築に際して多額の住宅ローンを抱えることが多いので、その利息を LCC に加算することとした。住宅金融支援機構のローン（フラット 35）を利用し、初期建設費の 75%を借入、35 年間の元利均等返済と仮定した。CB 造モデルの場合、借入金額 2,200 万円、返済額 270,000 円／年、返済利息総額 945 万円、木造モデルでは借入金額 2,600 万円、返済額 320,000 円／年、返済利息総額は 1,120 万円である。

エネルギーコストは以下の仮定に基づいて算出した。年間エネルギーコストは家計調査の結果より、2 人家族で 225,000 円、4 人家族で 285,000 円、6 人家族で 391,000 円とし、新築当初は 4 人家族、10 年後に 2 人家族となり、20 年後に 2 世帯 6 人家族となり、30 年後以降は同様の家族構成が繰り返されるものとした。この仮定をもとに、省エネ設備や外断熱工法の採用によるエネルギー消費の削減程度に応じて、エネルギーコストを設定した。

CB 造モデルでは省エネ関連でエコキュート、IH クッキングヒータ、外断熱などが採用されている。木造モデルではエコキュートが採用されている。これらによるエネルギーコストの低減額はエコキュートが年間 34,900 円、IH クッキングヒータが年間 9,000 円と仮定した。また、外断熱による暖房コストの削減は、エネルギー消費量の減少を 50%として、以下のように算定した。

資料表Ⅲ-9-11　家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量の 2009

年度における電力、ガス、灯油の消費量に占める暖房用消費量の割合は、電力が 7.62%、ガスが 17.24%、灯油が 76.67%である（表Ⅲ-8-1）。したがってこれらの各 50%が削減されるものとした。表Ⅲ-4-3 の全国の世帯人数別のエネルギー支出から削減額を算定し（表Ⅲ-8-2）、表Ⅲ-4-1 より札幌対全国のエネルギー別消費支出の比率を求めて（表Ⅲ-8-3）、札幌（寒冷地）でのエネルギー削減額とした（表Ⅲ-8-4）。

表Ⅲ-8-1　エネルギー源別暖房エネルギーの割合

2009 年度	暖房用		冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計
	消費量	各エネルギーに占める割合					
電力	353	7.62%	173	358	203	3,545	4,632
都市ガス	423	17.24%	0	1,106	292	0	1,821
LPG	90		0	760	304	0	1,154
灯油	1,581	76.67%	0	481	0	0	2,062
石炭等	0		0	11	1	0	12
太陽熱	0		0	81	0	0	81

資料表Ⅲ-9-11　家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量(10^3kcal/世帯)より

表Ⅲ-8-2　世帯人数別エネルギー消費支出と外断熱による削減率

	電気代	ガス代	灯油他	上下水道料	合計	年間計
２人	8,221	4,944	1,630	3,984	18,779	225,348
４人	10,266	6,289	1,527	5,774	23,856	286,272
６人(6.32)	14,737	6,596	3,050	8,156	32,539	390,468
外断熱による低減率(%)	3.31	8.62	38.34			

表Ⅲ-4-3　エネルギーに係る費用 円/月（全体　二人以上世帯　世帯人数別 H18～22年平均）より

表Ⅲ-8-3　札幌市のエネルギー消費支出の対全国比

	電気代	ガス代	灯油代
全国	117,166	68,733	20,486
札幌	101,542	57,702	74,900
対全国比	0.87	0.84	3.65

表Ⅲ-4-1　エネルギーに係る費用　円/年（全体　二人以上世帯、H18～22年平均）より

表Ⅲ-8-4　世帯人数別全国及び札幌市の外断熱によるエネルギー消費支出の削減額（円／月）

	全国				札幌			
	電気	ガス	灯油	合計	電気	ガス	灯油	合計
2 人	272	426	625	1,323	237	358	2281	2,876
4 人	340	542	585	1,467	296	455	2135	2,886
6 人	488	569	1169	2,226	425	478	4267	5,170

表Ⅲ-8-2 及び表Ⅲ-8-3 より

表Ⅲ-8-4 に示すように、札幌市（寒冷地）における外断熱による暖房費の年間削減額を 2 人世帯で 34,500 円、4 人世帯で 34,600 円、6 人世帯で 62,000 円と仮定した。

以上の結果、年間のエネルギーコストを表Ⅲ-8-5 のように仮定した。

表Ⅲ-8-5 モデル建物の世帯人数別年間エネルギーコスト（円／年）

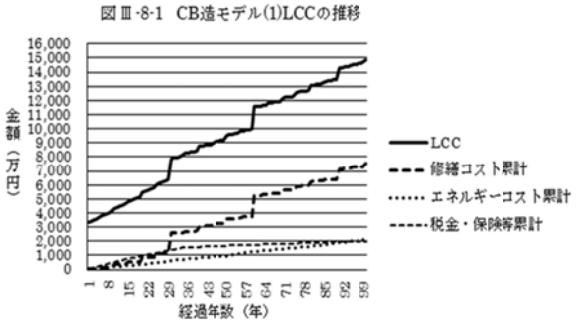
	2 人世帯	4 人世帯	6 人世帯
CB 造モデル	146,600	206,500	285.100
木造モデル	190.100	250,100	356,100

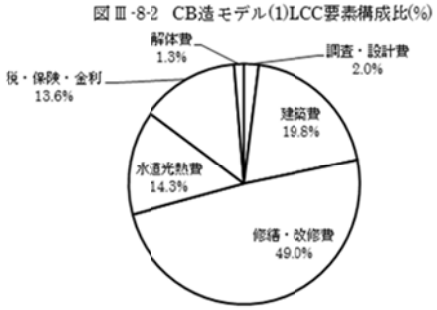
モデル(1)は計画修繕を行うものとして修繕周期、修繕率、更新周期について表Ⅲ-3-5を参考に設定した。モデル(2)は修繕コストをモデル(1)の 50%に設定した。モデル(3)は修繕コストを家計調査の結果を参考に、年間 156,500 円と仮定し、中間での大規模修繕は行わないと仮定した。除却処分費は CB 造が 2,000,000 円、木造が 1,000,000 円とした。

外断熱ＣＢ造の試算

ＣＢ造モデル(1)

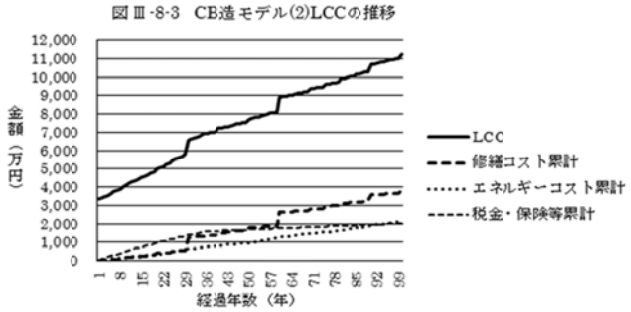
表Ⅲ-8-6　CB 造モデル(1)LCC の内訳							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	14,904	300	2,950	7､310	2,124	2,020	200
構成比(%)	100.0	2.0	19.8	49.0	14.3	13.6	1.3

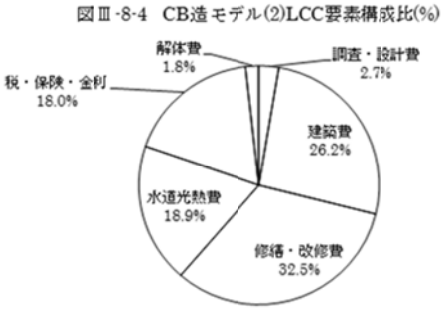




ＣＢ造モデル(2)

表Ⅲ-8-7　CB 造モデル(2)LCC の内訳							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	11,249	300	2,950	3.655	2,124	2,020	200
構成比(%)	100.0	2.7	26.2	32.5	18.9	18..0	1.8

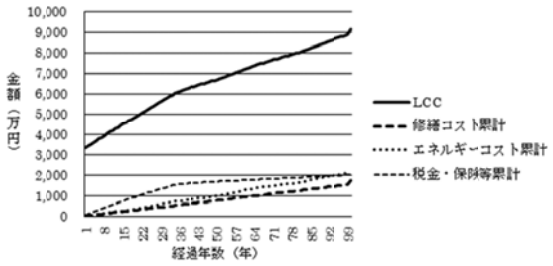




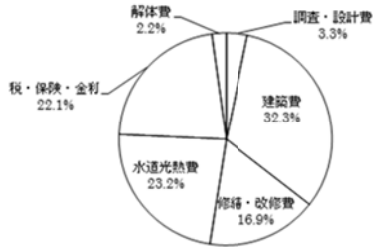
ＣＢ造モデル(3)

表Ⅲ-8-8　CB 造モデル(3)LCC の内訳							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	9,144	300	2,950	1,549	2,124	2,020	200
構成比(%)	100.0	3.3	32.3	16.9	23.2	22.1	2.2

図Ⅲ-8-5　CB造モデル(3)LCCの推移



図Ⅲ-8-6　CB造モデル(3)LCC要素構成比(%)

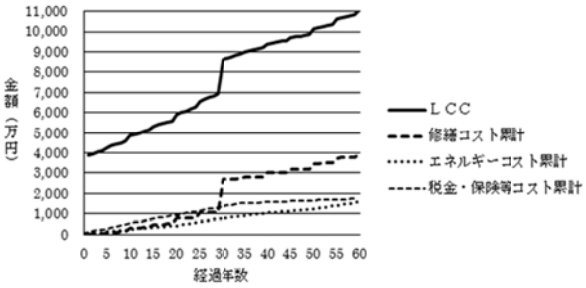


木造の試算

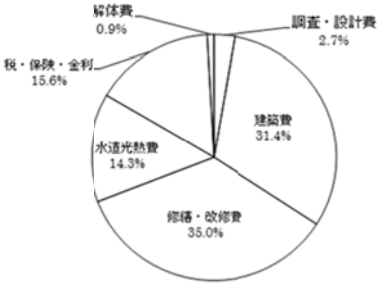
木造モデル(1)

表Ⅲ-8-9　木造モデル(1)LCC の内訳							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	11,001	300	3,489	3,784	1,590	1,736	100
構成比(%)	100.0	2.7	31.7	34.4	14.5	15.8	0.9

図Ⅲ-8-7　木造モデル(1)LCCの推移



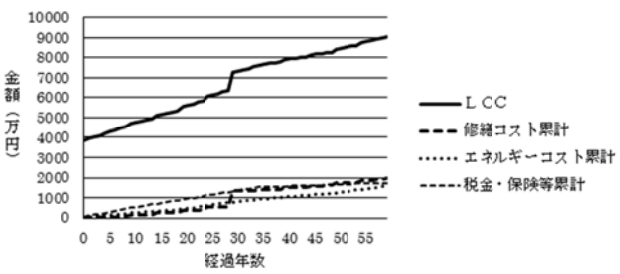
図Ⅲ-8-8　木造モデル(1)LCC要素構成比(%)



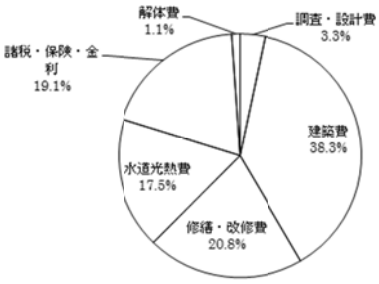
木造モデル(2)

表Ⅲ-8-10　木造モデル(2LCC の内訳)							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	9,169	300	3,489	1,892	1,590	1,736	100
構成比(%)	100.0	3.3	38.3	20.8	17.5	19.1	1.1

図Ⅲ-8-9　木造モデル(2)LCCの推移

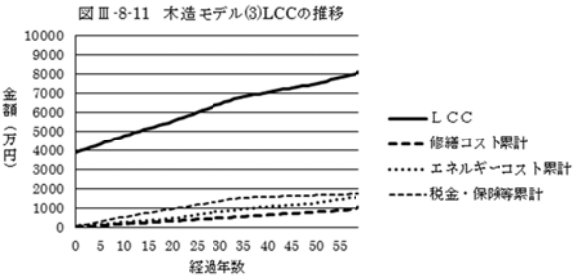


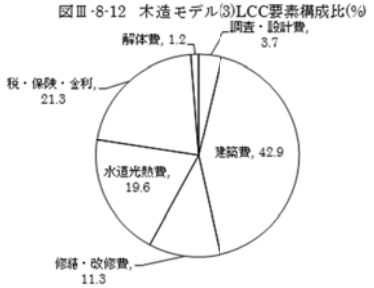
図Ⅲ-8-10　木造モデル(2)LCC要素構成比(%)



木造モデル(3)

表Ⅲ-8-11　木造モデル(3)LCC の内訳							
	LCC	調査･設計費	建築費	修繕･改修費	水道光熱費	税金･保険等	解体費
金額(万円)	8,141	300	3,489	923	1,590	1,736	100
構成比(%)	100.0	3.7	42.9	11.3	19.6	21.3	1.2





試算によって得られた LCC 及びその内訳の耐用年数及び延床面積当たりの金額を表Ⅲ-8-12 に示す。CB 造と木造の違いはおもに耐用年数の違いによるものであり、耐用年数が長期化するほど LCC は低い値となる。

表Ⅲ-8-12　耐用年数・延床面積当たり LCC（円／年・㎡）				
		モデル(1)	モデル(2)	モデル(3)
外断熱 CB 造 延床面積：168.97 ㎡ 耐用期間：100 年	LCC	8,821	6,657	5,412
	修繕コスト	4,326	2,163	917
	調査・設計コスト	176		
	建設コスト	1,746		
	エネルギーコスト	1,257		
	税金・保険等	1,196		
	解体コスト	118		
木造 延床面積：139.8 ㎡ 耐用期間：60 年	LCC	13,115	10,931	9,704
	修繕コスト	4,511	2,256	1,100
	調査・設計コスト	358		
	建設コスト	4,160		
	エネルギーコスト	1,896		
	税金・保険等	2,070		
	解体コスト	119		

９．ＣＯ２排出の抑制

温室効果ガス　温室効果ガスは CO_2 を含めて 24 種類あり、CO_2 以外のガスについては影響度合いの大きさ（地球温暖化係数）によって CO_2 量に換算して評価される。各種温暖化ガスの地球温暖化係数を資料表Ⅲ-9-1 に示す。

資料表Ⅲ-9-1　温暖化ガスの地球温暖化係数	
ガス名称	地球温暖化係数
二酸化炭素	1
メタン	21
一酸化二窒素	310
ハイドロフルオロカーボン（13 種類）	140～11,700
パーフルオロカーボン（7 種類）	6,500～9,200
六フッ化硫黄	23,900
出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第 4 条より	

温室効果ガスの排出　地球温暖化抑止への取り組みが世界的規模で進められている。温室効果ガスの環境への排出はますます増加の一途をたどってきたが、2007 年をピーク

に減少の傾向となった。近年の日本における温室効果２スの大気中への放出量は資料表Ⅲ-9-1 のとおりである。

2009 年度において排出された温室効果ガスは 12 億 930 万トンで、エネルギー由来の CO_2 が 88.9%、その他の CO_2 が 5.7%、その他のガスが 5.4%である。

資料表Ⅲ-9-2　温室効果ガスの経年的推移（抜粋）				
年度	温室効果ガス排出量			
		CO_2 排出量		その他ガス
		エネルギー由来	その他	
1990	1,261.3	1,059.1	84.3	117.2
1995	1,339.8	1,135.3	91.2	113.3
2000	1,344.3	1,166.9	87.4	90.0
2005	1,354.8	1,202.6	83.4	68.9
2009	1,209.3	1,075.2	69.3	64.8
単位：CO_2 換算百万トン				
その他ガス：メタン、一酸化二窒素、ハイドロフルオロカーボン、パーフルオロカーボン、六フッ化硫黄				
出典：エネルギー・経済統計要覧　2011				

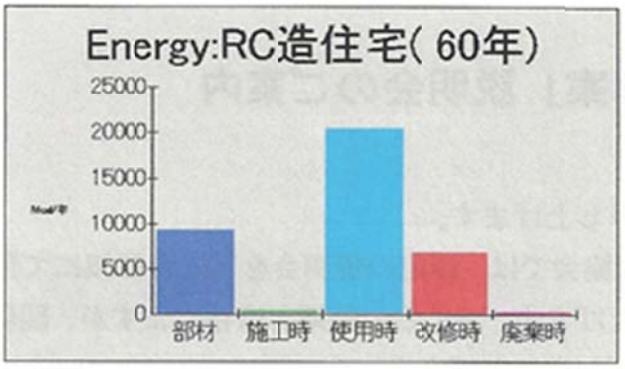
建物のＬＣＡ（ライフサイクルアセスメント）とＬＣＣＯ₂　建物の建設段階から使用段階を経て除却解体に至るまでの間には材料・部材等の生産、施工、使用段階での生活におけるエネルギーの消費、建物の修繕・改修、除却解体などで様々な温室効果ガスやその他の大気汚染ガスが大気中へ放出される。建物のライフサイクルにおける大気汚染への影響評価を LCA といい、温室効果への影響評価を $LCCO_2$ という。

ライフサイクルアセスメント　建設の LCA では、材料・施工・使用・廃棄の各段階でそれぞれの環境影響の原単位を設定しその影響を数値化して評価する。日本においては 1990 年代に入って、建物の $LCCO_2$ について本格的な取り組みが始まり、計算手法やデータベースの構築が行われた。主な成果を以下に示す。

建設省建築研究所:「建築のライフサイクルエネルギー算出プログラムマニュアル」1997

建設省建築研究所では、建物が環境に与える負荷を定量的に評価するため、建物のライフサイクル分析を行うツールを開発し、併せてこれに必要なエネルギー原単位のデータベースを作成した。計算ソフトへの入力は、建物の構造・面積・階数・構工法、建設地、部材、居住者の属性、断熱材などに関する情報で、そのほかに必要な事項は自動的に計算されるように構成されている。

	E(Mcal/年)	CO2(C-kg/年)
部材	9,337.29	610.50
施工時	348.56	38.02
使用時	20,488.50	2,235.11
改修時	6,819.15	517.47
廃棄時	200.94	21.92
合　計	37,194.44	3,423.02



CB 造戸建住宅の出力例を資料図Ⅲ-9-1 に示す。入力条件は、構造：CB 造、延べ床面積：151 ㎡、建設地：札幌、建物寿命：60 年である。この出力例では $LCCO_2$ が 3,423（C-kg/

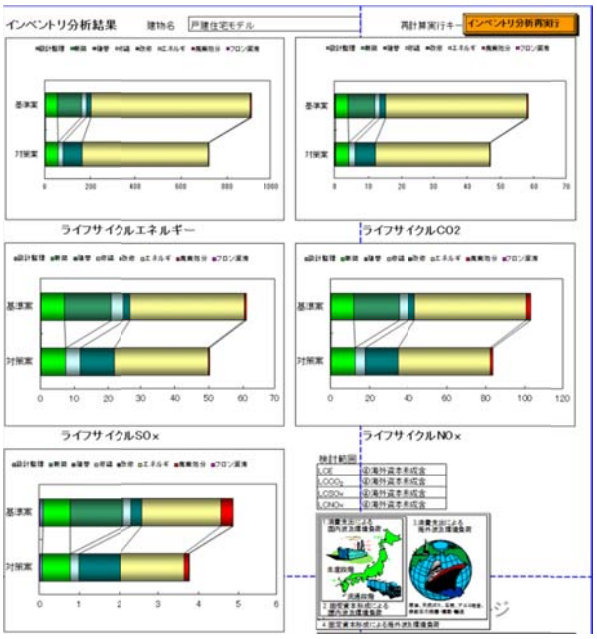
年）となり、83.12（CO2-kg/㎡・年）となる。建設時に 18.9%、使用時に 65.3%、改修時に 15.1%、廃棄時に 0.6%となっている。

木造の同様な条件での試算では、$LCCO_2$ が 2,815（C-kg/年）、68.36（CO_2-kg/㎡・年）となる。建設時に 11.8%、使用時に 79.4%、改修時に 8.5%、廃棄時に 0.2%である。

算定の基本となるデータは開発当初のものであり、その後の社会情勢の変化、新たな技術開発などは反映されていないものと思われる。

日本建築学会：「建物の LCA 指針」2003

日本建築学会では、1997 年 12 月に「建築物の生涯二酸化炭素放出量（$LCCO_2$）の 30%削減、耐用年数 3 倍 100 年以上を目指すべき」を公表した。これに続いて、$LCCO_2$ の実用的算定手法の指針を提案し、産業連関表を利用した CO_2、一次エネルギー、SOx、NOx の各原単位からなる建物評価用 LCA データベースを「建物の LCA 指針」として取り纏めた。さらに検討を重ね、$LCCO_2$ に加えて、LCNOx、LCSOx、LCE、LCC 等を設計段階において簡易計算できるようにしたものである。



2006 年には更新版として、「一般建築用 LCA ツール」及び「戸建住宅用 LCA ツール」を公表した。（http://news-sv.aij.or.jp/tkankyo/s0/site/arc08.html）

戸建木造住宅、床面積 134 ㎡、評価期間 90 年の出力例の一部を資料図Ⅲ-9-2 示す。

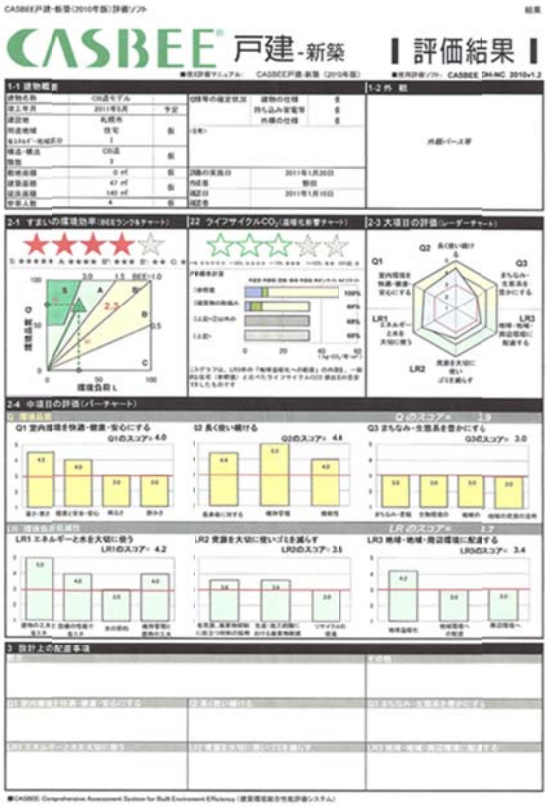
（財）建築環境・省エネルギー機構（ＩＢＥＣ）：CASBEE 戸建住宅―新築

CASBEE 戸建住宅－新築は、戸建住宅の環境に係わる性能を総合的に評価するものである。評価対象は建物本体に限らず、外構、居住者の持ち込み機器、建物供給側から居住者への情報提供、維持管理の計画や体制、更には部材製造段階や施工現場における取組みまでを含む。$LCCO_2$ の算定プログラムは建築研究所の成果を応用している。

省 CO_2 に資する評価を強化し、総合的な評価による格付けに加え、戸建住宅の $LCCO_2$ に基づき格付けされる。評価項目は、環境品質（Q）の評価として、室内環境を快適・健康・安心にする（Q1）、長く使い続ける（Q2）、まちなみ・生態系を豊かにする（Q3）、環境負荷（LR）を低減する取り組みの評価として、エネルギーと水を大切に使う（LR1）、資源を大切に使いゴミを減らす（LR2）、地球・地域・周辺環境に配慮する（LR3）の 6 項目で評価する。それぞれの分野について評価を実施した後に、戸建住宅の環境効率

（BEE）＝環境品質（Q）／環境負荷（L）を求め、これに基づき総合的な環境性能の格付け（赤星によるランキング）を表示する。

CASBEE は多くの自治体で受け入れられているが、CASBEE 戸建－新築は一部の自治体で採用が始まったばかりである。IBEC では評価員の養成を行うなど、普及に力を入れている。IBEC のホームページに評価例が公開されている。公表されている事例の LCCO2 は概ね 20～40kg-CO2/（㎡・年）で、35kg-CO2/（㎡・年）程度が多いようである。出力例を資料図Ⅲ-9-3 に示す。



戸建住宅のＬＣＣＯ２　戸建住宅のライフサイクルにおける CO_2 の排出は使用段階でのエネルギー消費によるもの 60～80%、建設時に 10～20%程度と推測される。建設工事における CO_2 負荷の低減と、特に使用中のエネルギー消費の削減が重要であるといえる。

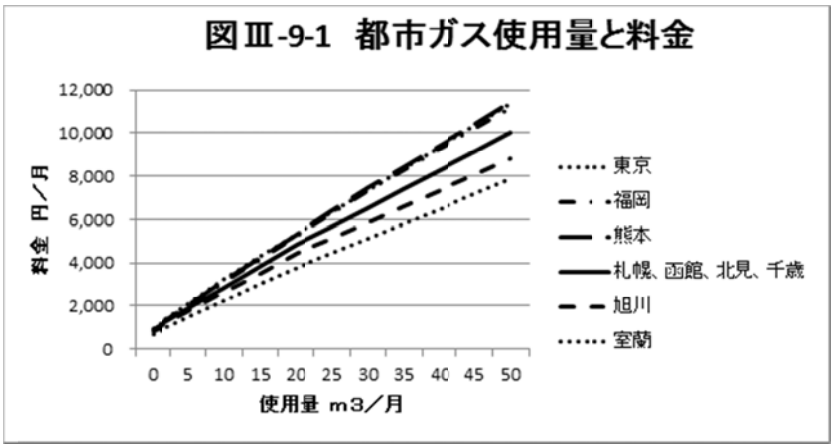
家計調査にみるエネルギー消費の現状　総務省家計調査では都市ガス及び上下水道の使用については、資料表Ⅲ-9-3 に示すように支出金額のみが表示されていて使用量の記載はない。これらの料金体系は自治体ごとに異なっていることから、おおよその値を仮定して支出金額から消費量もしくは使用量を推計する。

資料表Ⅲ-9-3　１世帯当たり年間のエネルギー消費数量（二人以上の世帯）

	電　気	都市ガス	プロパンガス	灯　　油	上下水道料
	kWh	金　額	ｍ３	ℓ	金　額
全国	5,269.292	39,320	51.3056	263.199	60,673
北海道	4,486.967	16,946	41.8418	1,101.040	58,545
札幌市	4,454.078	24,743	49.2538	1,006.622	55,254

「第４－１表　都市階級・地方・都道府県庁所在市別１世帯当たり支出金額，購入数量及び平均価格」より
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070345

都市ガス及び上下水道の消費支出を資料表Ⅲ-9-3 に、都市ガスの使用料金の例を資料表Ⅲ-9-4 示す。また、使用量と料金の関係を図Ⅲ-9-1 に示す。全国平均では 3,228 円/月で 11.870m3（札幌の値を使用）、北海道が 1,798 円/月で 4.140m3（札幌と室蘭の中間の値を使用）、札幌市では 2,317 円/月で 7.219m3 となる。



資料表Ⅲ-9-4　都市ガス使用量と料金												
使用量ｍ３		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
東京ガス	東京	724	1,490	2,256	3,022	3,789	4,466	5,143	5,820	6,497	7,174	7,851
西部ガス	福岡	872	1,982	3,093	4,204	5,242	6,279	7,317	8,286	9,255	10,224	11,194
	熊本	872	2,007	3,143	4,279	5,334	6,395	7,456	8,438	9,429	10,420	11,411
北海道ガス	札幌 函館 北見 千歳	903	1,882	2,862	3,841	4,821	5,654	6,528	7,403	8,278	9,153	10,027
旭川ガス	旭川	837	1,734	2,632	3,530	4,427	5,100	5,837	6,573	7,310	8,047	8,783
室蘭ガス	室蘭	945	2,095	3,245	4,308	5,314	6,320	7,325	8,331	9,336	10,342	11,348
出典：各社ＨＰより												

札幌市、旭川市、東京都の上下水道使用料金を資料表Ⅲ-9-5～7 に示す。また、使用量と料金の関係を図Ⅲ-9-2 に示す。支出は年間 53,785 円（4,482 円/月）～61,220 円（5,102 円/月）となっていて、札幌と東京の値はほぼ同じであるが、旭川市の値が大きな金額となっている。

資料表Ⅲ-9-5 札幌市上下水道料金（円/月）					
	基本料金	従量料金（円/m³）			
		0～10	11～20	21～30	31～100
水道料金	1,320	0	200	230	265
下水道料金	600	0	67	91	118
札幌市ＨＰより					

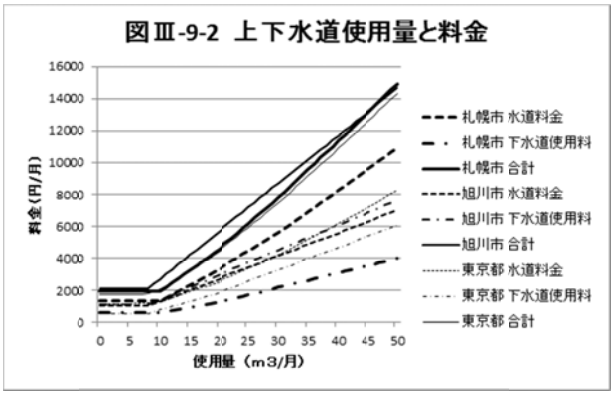
資料表Ⅲ-9-6　旭川市上下水道料金（円/月）			
	基本料金	従量料金（円/m³）	
		0～16	17～
水道料金	1、020	0	143
下水道料金	1,096	0	156
旭川市ＨＰより			

資料表Ⅲ-9-7　東京都上下水道料金（円/月）						
	基本料金	従量料金（円/m³）				
水道料金		0～5	6～10	11～20	21～30	31～50

	1170	0	110	128	163	202
下水道料金		0～8	9～20		21～30	31～50
	560	0	140		118	170
東京都ＨＰより						

全国平均では 5,101 円/月で 21.592m3（札幌の値を使用）、北海道が 5,013 円/月で 21.318m3（札幌と室蘭の中間）、札幌市では 4,482 円/月で 19.596m3 となる。

上記の結果及び資料表Ⅲ-9-3 より、１世帯当たりの年間エネルギー消費量を表Ⅲ-9-1 に示す。



表Ⅲ-9-1　１世帯当たり年間のエネルギー消費数量（二人以上の世帯）

	電　気	都市ガス	プロパンガス	灯　　油	上下水道
単位	kWh	ｍ３	ｍ３	ℓ	ｍ３
全国	5,269.292	142.440	51.3056	263.199	259.104
北海道	4,486.967	49.68	41.8418	1,101.040	255.816
札幌市	4,454.078	86.628	49.2538	1,006.622	235.152

家庭部門用途別エネルギー消費量　エネルギー総消費量は 2005 年度をピークに漸減の傾向にある。2009 年度の用途別エネルギー消費量は、動力他（電力）36.3%、給湯用 28.7%、暖房用 25.1%、厨房用 8.2%、冷房用 1.8%で、京都議定書基準年の 1995 年対比で、動力他（電力）1.22 倍、給湯用 0.90 倍、暖房用 0.96 倍、厨房用 1.05 倍、冷房用 0.76 倍となっている。電力消費が比重が大きくかつ消費量も増大している。

動力用はすべて電力である。給湯用では、都市ガスが 11.3%、LPG が 7. 8%、灯油が 4.9%である。暖房用では、灯油が 16.2%である。

近年の傾向として動力他（電力）の消費は増加傾向にあるが他の用途では減少傾向にある。電気製品・機器類の普及が進む一方で、環境に対する意識の向上から、エネルギー消費の節約志向が進んでいることによるものであろう。家庭における用途別エネルギー消費の経年的推移を図Ⅲ-9-3 に示す。（データ：省エネルギーセンター　「エネルギ

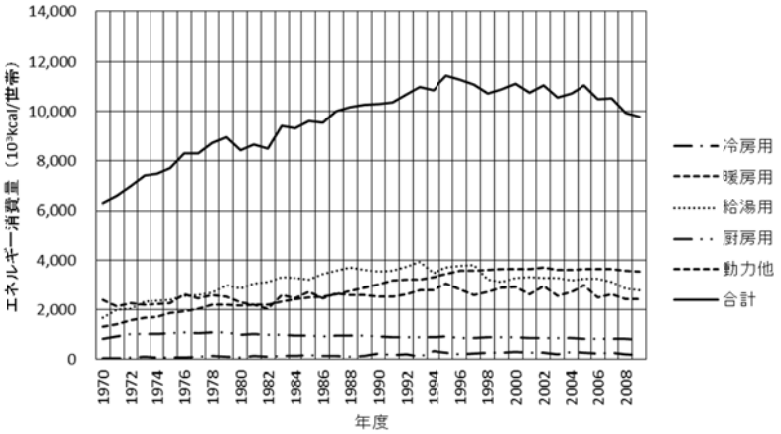
ー・経済統計要覧　2011」）

家庭部門エネルギー源別エネルギー消費量　2009 年度における家庭部門のエネルギー源別エネルギー消費量は、電力 47.4%、灯油 21.1%、都市ガス 18.7%、LPG11.8%、太陽熱 0.8%、石炭 0.1%である。京都議定書基準年の 1995 年対比では、電力 1.24 倍、灯油 0.82 倍、都市ガス 1.07 倍、LPG0.83 倍、太陽熱 0.44 倍、石炭 0.42 倍となっている。電力、都市ガスの消費が増大する一方、他のエネルギーは消費が減少しているが、自然エネルギーの利用の発展が期待される中で、太陽熱利用が減少しているのが憂慮される。

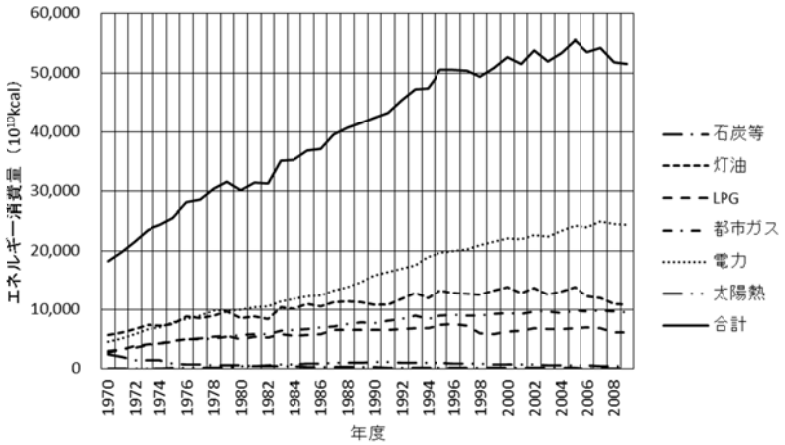
家庭におけるエネルギー源別エネルギー消費量の経年的推移を図Ⅲ-9-4 に示す。（データ：省エネルギーセンター　「エネルギー・経済統計要覧　2011」）

家庭部門世帯当たり用途別エネルギー消費量　エネルギーの総消費量は 1995 年度をピークに漸減の傾向にある。2009 年度における用途別エネルギー消費量は、動力他 36.4%、給湯用 28.7%、暖房用 25.1%、厨房用 8.2%、冷房用 1.8%である。1995 年度対比では、動力他 1.02 倍、給湯用 0.75 倍、暖房用 0.80 倍、厨房用 0.87 倍、冷房用 0.64 倍と、動力他がわずかに増加しているが、その他のエネルギー消費は減少している。総エネルギー消費量は 1995 年度対比で 0.85 倍である。家庭部門世帯当たり用途別エネルギー消費量の経年的推移を図Ⅲ-9-5 に示す。（データ：省エネルギーセンター　「エネルギー・経済統計要覧　2011」）

図Ⅲ-9-5 家庭部門世帯当たり用途別エネルギー消費量



図Ⅲ-9-4 家庭部門エネルギー源別エネルギー消費量



家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量　2009 年度において、動力他はすべて電力であるが全体の 36.3%を占めている。暖房用では灯油 16.2%、都市

ガス 4.3%、電力 3.6%、給湯用では都市ガス 11. 3%、LPG7.8%、灯油 4.9%、電力 3.7%、厨房用では LPG3.1%、都市ガス 3.0%、電力 2.1%となっている。家庭における世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量の経年的推移を資料表Ⅲ-9-8 に示す。

資料表Ⅲ-9-8　家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量(10^3kcal/世帯)							
1970 年度	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	83	56	46	72	1,313	1,570	25.0
都市ガス	186	0	649	174	0	1,009	16.0
LPG	31	0	380	511	0	922	14.7
灯油	1,672	0	278	11	0	1,961	31.2
石炭等	430	0	318	77	0	825	13.1
太陽熱	0	0	0	0	0	0	0.0
合計	2,402	56	1,671	845	1,313	6,287	100.0
構成比	38.2	0.9	26.6	13.4	20.9	100.0	
1980 年度	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	83	62	352	93	2,186	2,776	33.0
都市ガス	282	0	1,026	269	0	1,577	18.8
LPG	66	0	760	587	0	1,413	16.8
灯油	1,812	0	556	23	0	2,391	28.4
石炭等	55	0	73	19	0	147	1.7
太陽熱	0	0	102	0	0	102	1.2
合計	2,298	62	2,869	991	2,186	8,406	100.0
構成比	27.3	0.7	34.1	11.8	26.0	100.0	
1990 年度	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	182	231	264	128	3,039	3,844	37.3
都市ガス	365	0	1,187	335	0	1,887	18.3
LPG	92	0	1,062	431	0	1,585	15.4
灯油	1,886	0	746	23	0	2,655	25.8
石炭等	11	0	34	9	0	54	0.5
太陽熱	0	0	273	0	0	273	2.7
合計	2,536	231	3,566	926	3,039	10,298	100.0
構成比	24.6	2.2	34.6	9.0	29.5	100.0	
2000 年度	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	297	293	243	158	3,669	4,660	41.9
都市ガス	445	0	1,217	340	0	2,002	18.0
LPG	84	0	852	394	0	1,330	12.0
灯油	2,109	0	814	8	0	2,931	26.4
石炭等	2	0	17	3	0	22	0.2
太陽熱	0	0	166	0	0	166	1.5
合計	2,937	293	3,309	903	3,669	11,111	100.0
構成比	26.4	2.6	29.8	8.1	33.0	100.0	

2009 年度	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	353	173	358	203	3,545	4,632	47.4
都市ガス	423	0	1,106	292	0	1,821	18.7
LPG	90	0	760	304	0	1,154	11.8
灯油	1,581	0	481	0	0	2,062	21.1
石炭等	0	0	11	1	0	12	0.1
太陽熱	0	0	81	0	0	81	0.8
合計	2,447	173	2,797	800	3,545	9,762	100.0
構成比	25.1	1.8	28.7	8.2	36.3	100.0	
出典：（財）省エネルギーセンター　「エネルギー・経済統計要覧　2011」							

ＣＯ２排出原単位・排出係数　CO_2 排出原単位・排出係数の各種データを資料表Ⅲ-9-9～12 に示す。

資料表Ⅲ-9-9　エネルギー源別発熱量当たり炭素排出係数			
		排出係数	
		炭素換算係数	二酸化炭素換算係数
		Gg-C/10^{10}kcal	Gg-CO_2/10^{10}kcal
石炭	原料炭	1.0260	3.7620
	輸入一般炭	1.0344	3.7927
	国産一般炭	1.0423	3.8219
	無煙炭	1.0658	3.9078
石炭製品	コークス	1.2299	4.5095
	コールタール	0.8749	3.2079
	練豆炭	1.2299	4.5095
	コークス炉ガス	0.4600	1.6868
	高炉ガス（2008）	1.1068	4.0582
	転炉ガス	1.6091	5.9001
	電気炉ガス	1.6091	5.9001
原油	原油	0.7811	2.8641
	瀝青質混合物	0.8355	3.0636
	NGL･コンデンセート	0.7702	2.8242
石油製品	ナフサ	0.7606	2.7889
	ガソリン	0.7656	2.8073
	ジェット燃料油	0.7665	2.8104
	灯油	0.7748	2.8411
	軽油	0.7840	2.8748
	A 重油	0.7912	2.9009
	C 重油	0.8180	2.9992
	潤滑油	0.8046	2.9500
	他重質油	0.8694	3.1880
	オイルコークス	1.0612	3.8909
	製油所ガス	0.5923	2.1719
	液化石油ガス(LPG)	0.6752	2.4758
天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	0.5639	2.0675

	国産天然ガス	0.5819	2.1335
都市ガス	都市ガス(2008)	0.5718	2.0967
出典：(財) 省エネルギーセンター　「エネルギー・経済統計要覧　2011」			

資料表Ⅲ-9-10　CO_2排出・エネルギー原単位			
種類	二酸化炭素排出量 kg-co2/MJ ($\times10^{-3}$)	エネルギー量	CO2 排出原単位
都市ガス	51.3	41.14MJ/m3	2.11kg-CO2/m3
LPG	58.6	50.25MJ/kg	2.94kg-CO2/kg
灯油	68.5	36.73MJ/ℓ	2.52kg-CO2/ℓ
ガソリン	68.8	34.63MJ/ℓ	2.38kg-CO2/ℓ
軽油	69.2	38.24MJ/ℓ	2.65kg-CO2/ℓ
出典：(有)ひのでやエコライフ研究所ホームページ			

資料表Ⅲ-9-11　エネルギー種別による CO_2 排出原単位					
エネルギー	単位	熱量：a (MJ/kg or m3)	係数；b	kg-CO_2/kg：c =a×b×44/12	kg-CO_2/MJ($\times10^{-3}$) =c÷a
一般炭	kg	25.7	0.0247	2.33	90.57
灯油	L	36.7	0.0185	2.49	67.83
軽油	L	37.7	0.0187	2.58	68.57
ＬＰＧ	kg	50.8	0.0161	3.00	59.03
ＬＮＧ	kg	54.6	0.0135	2.70	49.50
都市ガス	m3	44.8	0.0136	2.23	49.87
出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令・別表１					

北海道ガスは都市ガス（13Ａ）の CO_2 排出原単位を 51.3×10^{-3}kg/MJ＝2.36kg/m^3 として北海道ガス HP に公表している（2011.12.8 現在）

電気事業者ごとのＣＯ２排出係数　電気事業者ごとの CO_2 排出原単位を資料表Ⅲ-9-12 に示す。

ＣＯ２の排出　これらの諸データと表Ⅲ-9-1 の消費量から２人以上世帯当たり年間エネルギー源別 CO_2 排出量を算定した結果を表Ⅲ-9-2 に示す。なお、LPG は 1 ㎥＝2.18kg とし、CO_2 原単位 3.00kg-CO_2/kg とした。北海道・札幌市とも全国平均より 1.5ｔほど大きいが、暖房による灯油の消費に由来することが歴然としている。

資料表Ⅲ-9-12　電気事業者ごとの CO2 排出係数	
事業者名	排出係数 (kg-CO_2/kWh)
北海道電力株式会社	0.433
東北電力株式会社	0.468
東京電力株式会社	0.384
中部電力株式会社	0.474
北陸電力株式会社	0.374
関西電力株式会社	0.294
中国電力株式会社	0.628
四国電力株式会社	0.407
九州電力株式会社	0.369
沖縄電力株式会社	0.931
出典：平成 22 年 12 月 27 日環境省発表より抜粋	

表Ⅲ-9-2　２人以上世帯当たり年間エネルギー源別 CO_2 排出量（kg-CO_2）					
	電　気	都市ガス	プロパンガス	灯　　油	合計
全国	2,281.6	301.3	335.5	663.3	3,581.7
北海道	1,942.9	103.8	273.6	2,774.6	5,094.9
札幌市	1,928.6	182.3	322.1	2,536.7	4,969.7

表Ⅲ-9-3　家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別 CO_2 排出量（2009 年度）							
	暖房用	冷房用	給湯用	厨房用	動力他	合計	構成比
電力	178	87	180	102	1,785	2,332	64.8
都市ガス	91	0	238	63	0	391	10.9
LPG	22	0	186	75	0	283	7.9
灯油	453	0	138	0	0	591	16.4
合計	744	87	742	239	1,785	3,598	100.0
構成比	20.7	2.4	20.6	6.7	49.6	100.0	

資料表Ⅲ-9-8 に示す家庭部門世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量の 2009 年度のデータをもとに算定した CO_2 排出量を表Ⅲ-9-3 に示す。全体では 1 世帯当たり年間 3,598kg の CO_2 を排出していることになる。用途別では、動力他が 49.6%、暖房用が 20.7%、給湯用が 20.6%で全体の 90%以上を占めている。エネルギー源別では、電力が 64.8%、灯油が 16.4%で、この 2 種類で 80%以上を占めている。

ＣＯ₂の排出抑制へ向けて　エネルギー利用に関する公的基準としては次世代省エネ基準がある。次世代省エネ基準は地域区分に応じて Q 値が 1.6～3.7 と定められている。この基準は、長期優良住宅評価基準、住宅性能評価基準などに取り込まれている。最近では、この程度の保温性能では十分ではないとして、さらに高い保温性能を有する住宅の開発が求められ、Q 値が 1.0～0.5 程度を目安としての試行が進められている。

住宅の保温性能を高めることによりエネルギー消費量が低減し、CO_2 排出が抑制されるが、さらに、住宅の建設・維持保全というハード面と住宅における生活のしかたというソフト面の両面での CO_2 排出抑制の努力が必要である。

家庭生活におけるＣＯ₂排出の管理　一般の家庭からの CO_2 排出を抑制するために各家庭において CO_2 の排出量を明確に把握する手法として環境家計簿を用いる方法が広く採用されている。環境家計簿は自治体や民間団体などで提案しているが、内容・様式は提案者によってさまざまである。環境家計簿のための CO_2 排出原単位の例を資料表Ⅲ-9-12 に示す。

資料表Ⅲ-9-12　環境家計簿のための CO_2 排出原単位				
種類	品目		単位	CO_2 原単位
エネルギー	電気		kWh	0.36
	ガス	都市ガス	m3	2.1
		LPG	m3	6.3
	灯油		ℓ	2.5
	ガソリン		ℓ	2.3
水道	水道		m3	0.58
廃棄物	アルミ缶		個	0.17
	スチール缶		個	0.04
	ペットボトル		個	0.07
	ガラス瓶		個	0.11
	牛乳パック		個	0.16
	食品トレー		個	0.008
廃棄ゴミ	ゴミ		kg	0.84
出典：インターネットサイト「ロハス年金生活」（http://automoney.sakura.ne.jp/lohas/200/ent258.html）				

住宅の建設・維持保全段階におけるＣＯ₂削減　住宅に係るハード面では建築、設備ともに CO_2 排出原単位の小さな材料・工法を採用し、CO2 量の低減に配慮する。設備関係では設備のエネルギー消費に伴う CO_2 排出量を低減するため、省エネルギー機器、自然由来のエネルギーの使用に配慮する。CO_2 排出原単位の例を参考図Ⅲ-9-4～5 に示す。

複合原単位集計表

コード	仕様	単位	資源投入量 (kg/単位)	バージン資源投入量 (kg/単位) 基準	バージン資源投入量 (kg/単位) 対策	備考	労務費等 単価根拠	労務費等 単位	環境負荷原単位 CO2/☆	税別単価 千円/☆ (資材+労務)
	直接仮設									
1.0-01	直接仮設	㎡	0.0	0.0	0.0			千円/㎡	0.0	0.000
	残土・汚泥									
2.1-01	残土	m3	2,000.0	0.0	0.0			千円/m3	0.0	0.000
2.1-02	汚泥(泥水)	m3	2,000.0	0.0	0.0			千円/m3	0.0	0.000
	杭・基礎									
2.2-01	鋼管杭 φ200	m	120.0	108.0	108.0			千円/m	167.0	11.779
2.3-01	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc18N/mm2	m3	2,223.0	1,983.3	1,983.3			千円/m3	302.0	27.886
2.3-02	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc24N/mm2	m3	2,284.0	2,059.0	2,059.0			千円/m3	309.7	28.136
2.3-03	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc27N/mm2	m3	2,297.0	2,057.5	2,057.5			千円/m3	328.4	28.314
	コンクリート									
3.1-01	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc18N/mm2	m3	2,223.0	1,983.3	1,983.3			千円/m3	302.0	27.886
3.1-02	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc24N/mm2	m3	2,284.0	2,059.0	2,059.0			千円/m3	309.7	28.136
3.1-03	ｺﾝｸﾘｰﾄ(8.5ﾄﾝｼｮｯﾄ) Fc27N/mm2	m3	2,297.0	2,057.5	2,057.5			千円/m3	328.4	28.314
	型枠									
3.2-01	型枠	㎡	12.0	12.0	12.0			千円/㎡	11.1	3.559
	鉄筋・鉄骨・製材・集成材									
3.3-01	鉄骨(高炉)	kg	1.0	0.9	0.9			千円/kg	1.1	0.050
3.3-02	鉄骨(電炉)	kg	1.0	0.0	0.0			千円/kg	1.1	0.050
3.3-11	雑鉄骨	kg	1.0	0.9	0.9			千円/kg	1.1	0.050
3.4-01	鉄筋	kg	1.0	0.0	0.0			千円/kg	0.9	0.042
3.5-01	製材	kg	1.0	1.0	1.0			千円/kg	0.3	0.121
3.5-02	集成材	kg	1.0	1.0	1.0			千円/kg	1.3	0.298
3.9-01	PC鋼線	kg	1.0	0.9	0.9			千円/kg	1.5	0.100
	外装									
4.1-01	屋根 歩行防水(断熱材を除く)	㎡	151.3	125.8	125.8			千円/㎡	36.7	1.947
4.1-21	屋根 露出防水(断熱材を除く)	㎡	6.8	6.8	6.8			千円/㎡	3.2	0.089
4.1-22	屋根 シート防水(断熱材を除く)	㎡	2.1	2.1	2.1			千円/㎡	5.1	1.002
4.1-51	屋根 瓦仕様	㎡	43.1	43.1	43.1			千円/㎡	16.6	1.808
4.1-52	屋根 スレート仕様	㎡	18.2	18.2	18.2			千円/㎡	6.3	0.677
4.1-71	屋根 野地板	㎡	6.6	6.6	6.6			千円/㎡	8.4	2.628
4.2-01	外壁 ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	㎡	12.8	12.8	12.8			千円/㎡	4.4	0.694
4.2-11	外壁 ﾓﾙﾀﾙ	㎡	79.8	51.8	51.8			千円/㎡	119.8	19.713
4.2-12	外壁 ﾓﾙﾀﾙ+ﾀｲﾙ	㎡	100.2	72.2	72.2			千円/㎡	144.6	25.693
4.2-21	外壁仕上 塗装	㎡	0.3	0.3	0.3			千円/㎡	0.5	0.104
4.2-71	外壁 下地合板	㎡	6.6	6.6	6.6			千円/㎡	8.4	2.628
4.3-01	ｶﾗﾏﾂ6mm(単層)	㎡	15.2	15.2	15.2			千円/㎡	34.6	3.103
4.3-02	ｶﾗﾏﾂ6mm(複層)	㎡	30.5	30.5	30.5			千円/㎡	69.2	6.205
4.3-11	ｱﾙﾐｻｯｼ	m	5.3	4.5	4.5			千円/m	49.0	2.879
4.3-21	玄関扉	㎡	55.9	50.3	50.3			千円/㎡	921.9	220.791
4.4-01	断熱材 GW 10K	m3	10.0	10.0	10.0			千円/m3	22.7	3.879
4.4-02	断熱材 GW 16K	m3	16.0	16.0	16.0			千円/m3	36.3	6.204
4.4-03	断熱材 GW 24K	m3	24.0	24.0	24.0			千円/m3	54.5	9.306
4.4-04	断熱材 GW 32K	m3	32.0	32.0	32.0			千円/m3	72.7	17.409
4.4-11	断熱材 RW 25K	m3	25.0	25.0	25.0			千円/m3	2.0	0.211
4.4-12	断熱材 RW 35K	m3	35.0	35.0	35.0			千円/m3	2.8	0.296
4.4-13	断熱材 RW 40K	m3	40.0	40.0	40.0			千円/m3	3.2	0.338
4.4-21	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ A特	m3	27.0	27.0	27.0			千円/m3	98.7	19.464
4.4-22	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ A1	m3	30.0	30.0	30.0			千円/m3	109.6	21.626
4.4-23	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ A2	m3	25.0	25.0	25.0			千円/m3	91.3	18.022
4.4-24	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ A3	m3	20.0	20.0	20.0			千円/m3	73.1	14.417
4.4-25	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ A4	m3	15.0	15.0	15.0			千円/m3	54.8	10.813
4.4-31	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ B1	m3	20.0	20.0	20.0			千円/m3	73.1	14.417
4.4-32	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ B2	m3	20.0	20.0	20.0			千円/m3	73.1	14.417
4.4-33	断熱材 ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ B3	m3	20.0	20.0	20.0			千円/m3	73.1	14.417
4.4-41	断熱材 ｳﾚﾀﾝ 1号	m3	45.0	45.0	45.0			千円/m3	164.4	32.439
4.4-42	断熱材 ｳﾚﾀﾝ 2号	m3	35.0	35.0	35.0			千円/m3	127.9	25.231
4.4-43	断熱材 ｳﾚﾀﾝ 3号	m3	25.0	25.0	25.0			千円/m3	91.3	18.022
4.4-51	断熱材 ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ A	m3	30.0	30.0	30.0			千円/m3	109.6	21.626
4.4-52	断熱材 ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ B	m3	25.0	25.0	25.0			千円/m3	91.3	18.022
4.4-61	断熱材 ﾌｪﾉｰﾙ 1種1号	m3	45.0	45.0	45.0			千円/m3	164.4	32.439
4.4-62	断熱材 ﾌｪﾉｰﾙ 1種2号	m3	30.0	30.0	30.0			千円/m3	109.6	21.626
4.4-63	断熱材 ﾌｪﾉｰﾙ 2種1号	m3	50.0	50.0	50.0			千円/m3	182.7	36.044
4.4-64	断熱材 ﾌｪﾉｰﾙ 2種2号	m3	40.0	40.0	40.0			千円/m3	146.2	28.835
4.9-01	軒天井	㎡	4.8	4.8	4.8			千円/㎡	2.6	1.196
	内装									
5.1-01	床下地 合板	㎡	6.6	6.6	6.6			千円/㎡	8.4	2.628
5.1-02	床下地 ﾊｰﾄｳｫｰﾙﾄ	㎡	12.0	1.8	1.8			千円/㎡	15.3	4.778
5.1-03	床下地 荒床板	㎡	7.2	7.2	7.2			千円/㎡	2.3	0.872
5.1-21	床仕上 フローリング	㎡	6.6	6.6	6.6			千円/㎡	8.4	2.628
5.1-22	床仕上 ｸｯｼｮﾝﾌﾛｱ	㎡	2.0	2.0	2.0			千円/㎡	4.9	0.993
5.1-23	床仕上 畳	㎡	12.2	12.2	12.2			千円/㎡	433.2	220.669
5.1-24	床仕上 断熱畳	㎡	1.1	1.1	1.1			千円/㎡	3.9	0.764
5.1-25	床仕上 ｶｰﾍﾟｯﾄ	㎡	3.2	3.2	3.2			千円/㎡	26.1	6.184
5.1-26	床仕上 ﾋﾞﾆﾙｼｰﾄ	㎡	2.2	2.2	2.2			千円/㎡	5.5	1.094
5.1-27	床仕上 ﾀｲﾙ	㎡	55.5	55.3	55.3			千円/㎡	28.9	6.730
5.2-01	壁下地 PB 9.5t	㎡	8.7	3.7	3.7			千円/㎡	3.3	0.367
5.2-02	壁下地 PB 12.5t	㎡	11.4	4.8	4.8			千円/㎡	4.4	0.483
5.2-11	壁下地 木枠	㎡	2.3	2.3	2.3			千円/㎡	0.7	0.272
5.2-21	壁仕上 ﾋﾞﾆｰﾙｸﾛｽ	㎡	1.2	1.2	1.2			千円/㎡	3.0	0.597
5.2-22	壁仕上 塗装	㎡	0.3	0.3	0.3			千円/㎡	0.5	0.104
5.2-23	壁仕上 ﾀｲﾙ	㎡	8.9	8.9	8.9			千円/㎡	10.8	2.618
5.3-01	天井下地 PB 9.5t	㎡	8.7	3.7	3.7			千円/㎡	3.3	0.367
5.3-02	天井下地 PB 12.5t	㎡	11.4	4.8	4.8			千円/㎡	4.4	0.483
5.3-11	天井下地 木枠	㎡	2.3	2.3	2.3			千円/㎡	0.7	0.272
5.3-21	天井仕上 ﾋﾞﾆｰﾙｸﾛｽ	㎡	1.2	1.2	1.2			千円/㎡	3.0	0.597
5.3-22	天井仕上 塗装	㎡	0.3	0.3	0.3			千円/㎡	0.3	0.030

参考資料(7) LCA 手法による環境負荷原単位

① 建設・設備資機材の購入者価格あたり環境負荷原単位

建築・設備資機材の購入者価格あたり環境負荷原単位

行コード	行部門名称	購入単価	単位	エネルギー MJ/千円 ④海外資本形成含			CO_2 kg-CO_2/千円 ④海外資本形成含			
				生産段階	流通段階	計	生産段階	流通段階	計	kg-C/千円
622011	砂利・採石	2.5	円/kg	44.210	28.684	72.894	2.953	1.954	4.907	1.34
622021	砕石	2.1	円/kg	52.331	23.664	75.995	3.463	1.613	5.076	1.38
1611011	製材	124.7	円/kg	30.279	8.495	38.774	1.977	0.578	2.555	0.70
1611021	合板	410.1	円/kg	37.920	8.468	46.388	2.524	0.577	3.101	0.85
2521011	セメント(国内平均)	10.6	円/kg	395.228	18.029	413.257	75.800	1.262	77.062	21.02
2522011	生コン(国内平均)	12.6	円/kg	100.897	8.849	109.746	15.742	0.604	16.346	4.46
2523011	セメント製品	39.3	円/kg	65.716	8.533	74.249	8.096	0.585	8.681	2.37
2531011	建設用陶磁器	301.9	円/kg	55.408	6.128	61.536	3.602	0.419	4.021	1.10
2599021	その他の建設用土石製	43.7	円/kg	70.917	9.530	80.447	8.146	0.651	8.797	2.40
2599099	その他の窯業・土石製品(除別掲)	8.7	円/kg	62.151	7.398	69.549	8.748	0.504	9.252	2.52
2622011	普通鋼鋼管	101.1	円/kg	193.382	4.153	197.535	13.479	0.287	13.766	3.75
2623011	冷間仕上鋼材	102.6	円/kg	204.474	4.715	209.189	14.052	0.324	14.376	3.92
2623021	めっき鋼材	102.6	円/kg	152.581	4.363	156.944	10.567	0.300	10.867	2.96
2631021	鋳鉄管	284.7	円/kg	113.495	3.985	117.480	8.649	0.274	8.923	2.43
2631031	鋳鉄品	212.7	円/kg	165.967	3.702	169.669	13.216	0.254	13.470	3.67
3011031	原動機	984.5	円/kg	59.361	2.724	62.085	4.066	0.185	4.251	1.16
3012011	運搬機械	1016.0	円/kg	46.865	3.850	50.715	3.174	0.262	3.436	0.94
2521011b	セメント(B種高炉)	10.6	円/kg	384.487	18.029	402.516	56.046	1.262	57.308	15.63
2521011p	セメント(ポルトランド)	10.6	円/kg	397.551	18.029	415.580	80.071	1.262	81.333	22.18
2522011b	生コン(B種高炉)	12.6	円/kg	98.966	8.849	107.815	12.192	0.604	12.796	3.49
2522011p	生コン(ポルトランド)	12.6	円/kg	101.315	8.849	110.164	16.509	0.604	17.113	4.67
2522022x	生コン製造工程	12.6	円/kg	5.414	8.849	14.263	0.393	0.604	0.997	0.27
2523011x	PC製造工程	39.3	円/kg	5.390	8.533	13.923	0.385	0.585	0.970	0.26
2621016	特殊鋼熱間圧延鋼材	119.5	円/kg	317.164	4.419	321.583	21.977	0.304	22.281	6.08

1995 年産業連関表データ、資源循環性評価機能追加版（日本建築学会、2006.7.3 修正）

「一般建築物用LCAツール」（http://news-sv.aij.or.jp/tkankyo/s0/sc03.htm）より作成

②産業連関表分析による二酸化炭素負荷原単位）

2000年産業連関表分析による二酸化炭素負荷原単位

列コード	部門コード	部門名	国内生産額(百万円)	CO_2排出原単位(t-CO_2/百万円)		CO_2排出原単位(t-CO_2/生産数量)			
				輸入品含む	輸入品除く	生産数量	単位	輸入品含む	輸入品除く
252101	152	セメント	501,187	115.081	114.371	83,705,900	t	0.689	0.685
252201	153	生コンクリート	1,828,559	22.344	21.777	155,728,070	m^3	0.262	0.256
259901	156	耐火物	251,801	8.654	7.950	1,666,897	t	1.307	1.201
261103	163	粗鋼(転炉)	2,133,081	63.232	60.130	75,784,436	t	1.780	1.692
261104	164	粗鋼(電気炉)	1,012,055	24.572	19.627	30,660,032	t	0.811	0.648
262101	166	熱間圧延鋼材	4,538,447	37.663	35.115	100,275,696	t	1.705	1.589
262201	167	鋼管	822,659	18.956	17.196	9,019,498	t	1.729	1.568
262301	168	冷間仕上鋼材	2,575,409	21.784	19.816	32,750,860	t	1.713	1.558
272101	180	電線・ケーブル	1,029,248	3.591	2.447	943,385	導体t	3.918	2.670

(注) 1. 国内生産額は生産者価格による。
2. 輸入品はその生産に係る環境負荷が国内で同一製品を生産した時と同じと仮定した場合

出典 「産業連関表による環境負荷データブック(3EID) ― LCA インベントリデータとして ― 」
((独)国立環境研究所地球環境センター、2002) web 版「2000 年表原単位」(2006. 12)
http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/jpn/index_j.htm

備考 生産数量当たりの排出原単位は、「平成 12 年(2000 年)産業連関表 ―計数編(1)―」(総務省、平成 16 年)「部門別品目別国内生産額表」の国内生産額と生産数量から引用者が作成したものである。

省エネ機器の開発にはメーカー各社が積極的に取り組んでいる。省エネで注目を集めている製品としては LED 照明がある。省エネシステムとしては燃料電池システム（エネファーム）、ガスコージェネレーションシステム（エコジョーズ）などがある。自然

由来のエネルギーを利用する例としては太陽光発電、太陽熱利用がある。

LED 照明は白熱灯と比較すると CO_2 排出量は 2 割程度と大きな違いがあるが、蛍光灯とはほとんど同じである（P18 参照）。

エネファームは年間の CO_2 削減効果は 1.5 t 程度である（P19 参照）。

エコジョーズは年間 CO_2 排出量 5.8 t でセントラルヒーティング比 0.43 t 減程度である（P19 参照）。

エコフィールは年間 CO_2 排出量 1.363 t で灯油給湯器より 0.197t 少ない（P19 参照）。

エコキュートは年間平均機器効率が約 300%で、仮に天然ガスを使って発電効率 50%の火力発電所で電力を発電した場合、エコキュートを使ってお湯をつくると 50%×300%=150%となり、天然ガス（都市ガス）を使った従来式燃焼式給湯器（エコジョーズ機器効率 95%）と比較して大幅な給湯の省エネルギーが実現できる（フリー百科事典ウィキペディア）とされている。

北海道電力のパンフレットによれば、エコキュート（3 k VA370ℓ　マイコン型 1.5 k W）の場合、年間の CO_2 排出量が 1,204kg で、灯油ボイラーエコフィール（給湯出力 46.5 k W）の年間 CO_2 排出量 1,596kg より 392kg 少ないという（P20 参照）。

地球温暖化の抑制のために省エネは喫緊の課題として取り組まれて久しいが、まだ十分な成果を遂げているとは言えない。これからも積極的な取り組みを展開していくことが重要である。住宅に関するハード面及びそこで生活する居住者に対して建築技術者がどのように取り組んでいくべきか、その方向性と課題について表Ⅲ-9-4 に示す。住宅の床面積当たり年間 CO_2 排出量の大きな暖房、給湯、家電に対する取り組みが特に重要であるといえる

表Ⅲ-9-4　省エネの方向性と課題

		冷暖房	給湯	照明・家電	調理	換気	水
住宅	建物	高断熱 高気密 日射遮蔽・利用					
	設備	高効率化	高効率化	省エネ照明器具・家電	高効率化	排熱回収	節水器具
	自然エネルギー	太陽熱利用、痛風、蓄熱、自然採光、中水利用					
	創エネ	太陽光発電、燃料電池、ヒートポンプ、コージェネレーション					
居住者		省エネ意識の喚起・向上、省エネ行動へのサポート					
住宅床面積当たり年間 CO_2 排出量（kg-CO_2/年・㎡）CASBEE 戸建住宅（Ⅰ地域）		冷房：0.00 暖房：13.51	8.58	照明：3.99 家電：8.02	1.23	1.99	0.91

ＬＣＣＭ（ライフサイクルカーボンマイナス）住宅の技術開発　国土交通省住宅局の支援による研究開発事業として、一般社団法人日本サステナブル建築協会内に設けられた「ライフサイクルカーボンマイナス住宅研究・開発委員会（委員長：村上周三（独）建築研究所理事長）」において、平成 21 年度からの 3 年計画で LCCM 住宅技術の開発が進められている。LCCM 住宅とは、住宅の建設・運用・解体・廃棄までの一生涯に

排出する CO_2 を減少させる各種技術の導入と、それらを使用する省エネ型生活行動を前提とし、太陽光、太陽熱、バイオマスなどの再生可能エネルギーを利用してライフサイクルトータルで CO_2 収支がマイナスとなる住宅のことである。

LCCM 住宅の基本的コンセプトは以下の 4 つである。

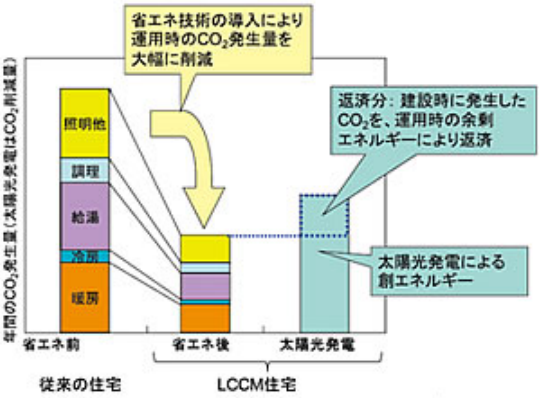
・シェルターの高性能化と可変性を実現する。 住宅の断熱性を高め、かつ開口部などの可変性を確保して高い基本性能を確保する。

・エネルギー利用の効率化（冷房・暖房・給湯など）を実現する。高効率の設備機器の採用などでエネルギー利用を効率化する。

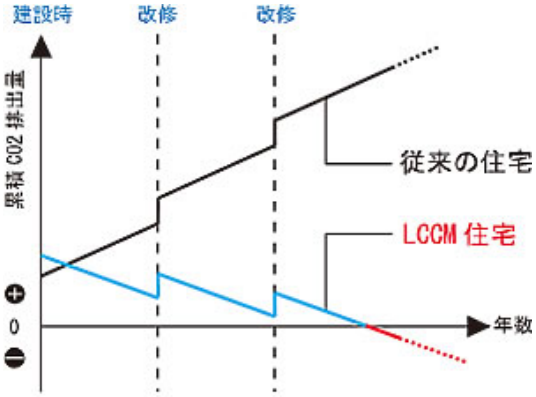
・住宅自身でエネルギーを生産する。太陽光発電などのエネルギー生産で、運用時をカーボンマイナスとする。

・運用段階・建設段階も対象としてライフサイクルにわたる CO_2 排出を削減する

運用時のエネルギー消費を大幅に削減し、その消費量を上回るような太陽光発電を導入することで、建設時等に発生した CO_2 を運用時の余剰エネルギーにより返済するものである。(参考図Ⅲ-9-6)。従来の住宅であれば運用年数が増えるほど CO_2 排出量は増加していくが、LCCM 住宅では改修の際には少し増えるものの、全体として CO_2 排出量は減少していき、ある年数が経過したところでマイナスとなる（参考図Ⅲ-9-7)。



■図１　運用時のLCCM住宅のコンセプト



■図２ LCCM住宅におけるCO2排出量の変化（イメージ）

参考図Ⅲ-9-6　運用時の LCCM 住宅のコンセプト
出典：建築研究所 HP
http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/index.html

参考図Ⅲ-9-7　LCCM 住宅における CO2 排出量の変化（イメージ）
出典：建築研究所 HP
http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/in

Ⅴ. メーソンリー建築の施工

1. 長寿命とエコ性に関して

〔はじめに〕

・メーソンリー次世代型長寿命エコ住宅は、外断熱工法に限定して施工に関する事項を検討した。長寿命とエコ性に関わる事項や、必要と思われるメンテナンスに関する事項も取り上げ、主に構造躯体に関して工法や施工面に関する考え方を示した。

・メーソンリー工事の現状の施工法は、現場施工中心で労働集約型の旧態依然としたものが大勢を占めている。たびたび天候に左右され、品質管理面や工期に乱れが出やすい。また、結果的にコスト高の施工法となり、建て主からはなかなか選択されない工法に位置付けられているので、この課題の改善案を幾つか示している。

写真-1 モルタル用の砂、ミキサー、セメント(奥のシート)

写真-2 遣方とブロック積

写真-3 梁・スラブの型枠

〔エコ性〕

・エコ住宅として必要な要素は、環境負荷を低減すること、健康で快適な住まい空間であること、火災や災害に強いこと、地域に密着した特性を持つことが必要である。施工方法の面からも、これらに配慮したものでなければならない。

例えば、型枠合板の小片加工の必要な施工は、施工の合理化に逆行するばかりでなく、型枠材のリユースが難しくなるので、回避するためのディテールの検討、あるいは複合的な工法の選択をする必要がある。

・コンクリートブロックのセメントには、低炭素化に効果があることから高炉B種セメントを使用し、骨材にはリサイクル材の利用を推進する。

〔長寿命化〕

・長寿命化について、構造躯体の寿命は 100 年程度を確保できる措置が必要である（長期優良住宅の認定基準の劣化対策から）。施工面についても、躯体の長寿命化に資する工法を推進し、メーソンリー造が 100 年寿命の十分条件となる工法として位置付ける。

・これまでの様々な検証により、コンクリート系構造躯体の長寿命化には、外断熱工法こそ最適であることが実証されている。例えば構造躯体にとって、コンクリートの中性化の遅延、中性化や凍結融解を誘発する雨水や内部結露をシャットアウトする。また、外気温や日射による温度変化が起因する、躯体の伸縮による内部応力増大から守ってくれる。これら全ての効果が、建物の寿命を長期化する。

〔メンテナンス〕

・建材、資材、設備機器などの寿命を大別し、後々のメンテナンスを施すことによる長寿命化を目指す。また、更新や改修施工に関し、隣合う建材、下地材、開口部や備品類に損傷を与えないよう、個々に工事ができる計画やディテールとすることが大事である。

・外断熱工法による外装材のリニュアル工事では、構造材を痛めることなくしかも室内工事が極めて軽微であり、住まいながらのメンテナンスが容易である。

・建設時・解体時のリユースやリサイクル利用を考慮した原材料や資材の選択を行い、廃棄物の発生を抑制する。

2. 構造の計画・設計に関して

〔耐力壁〕

・リニュアル時の構造壁の改造は大規模工事となるため、構造計画時にこれを避けるように配慮すべきである。そこで構造壁の配置は、外周に集中させることを提唱したい。建物の重心と耐力壁との偏芯が少なくなるよう、構造壁の配置バランスを考慮する必要がある。偏芯量が多くなる場合は、それに応じた壁量の増量、あるいは補強を検討する。壁量を増量する手法として、壁厚を厚くする或いは二重に配置することを検討する。

・間仕切壁は出来るだけ非構造壁とし、将来的に構造壁に影響を与えることなく間取り改造が容易となるよう配慮する。（例えばスケルトン・インフィル住宅）

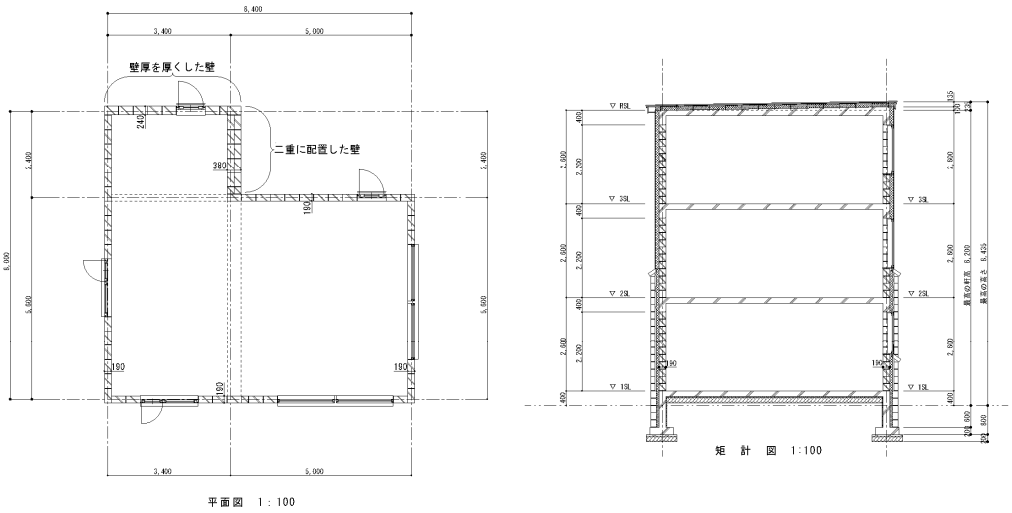


図-1 外周に集めた耐力壁図

・設計段階でブロック構造壁面を、素地面とするか仕上げ面として目地仕上げをするかは、重要な選択である。特に外断熱工法では、内壁面を表しにして目地仕上げにする場合が多く、組積には入念な事前のブロック割が必要である。しかし、内壁を素地面として考える時、目地割は施工の合理化を優先して決めることができる。

優れた組積技能士が年々高齢化し、美しいブロック目地仕上げの施工ができる技能士が枯渇している現状を考えるとき、新たな考え方による仕上げ手法を広める必要がある。

〔梁、スラブ〕

・コンクリートブロック造において、壁梁、臥梁の最小断面仕様は、建築基準法施行令及び建築学会の設計規準において定めている。しかし、スラブと耐力壁上部の壁梁あるいは臥梁との取り合いが複雑なため、施工時に労力を要する欠点がある。梁型の立ち上がり部分の型枠を、ブロック耐力壁の上に設けない工夫が必要である。

そこで一例として、耐力壁の頂部に型枠状ブロックを利用する手法や、スラブ厚さを厚くして、梁に相当する部分をスラブに内包する単純な収まりにする。何れにしても、ブロック壁の頂部とスラブの底面をそろえる必要がある。

厚いスラブでは、軽量化するために必要によって中空化、あるいは工期短縮のためのハーフPC床板の利用を検討する。また、コンクリート合成スラブやブロックパネル化したスラブも、十分可能性がある。

小梁には、必要によって鉄骨を利用することもできる。

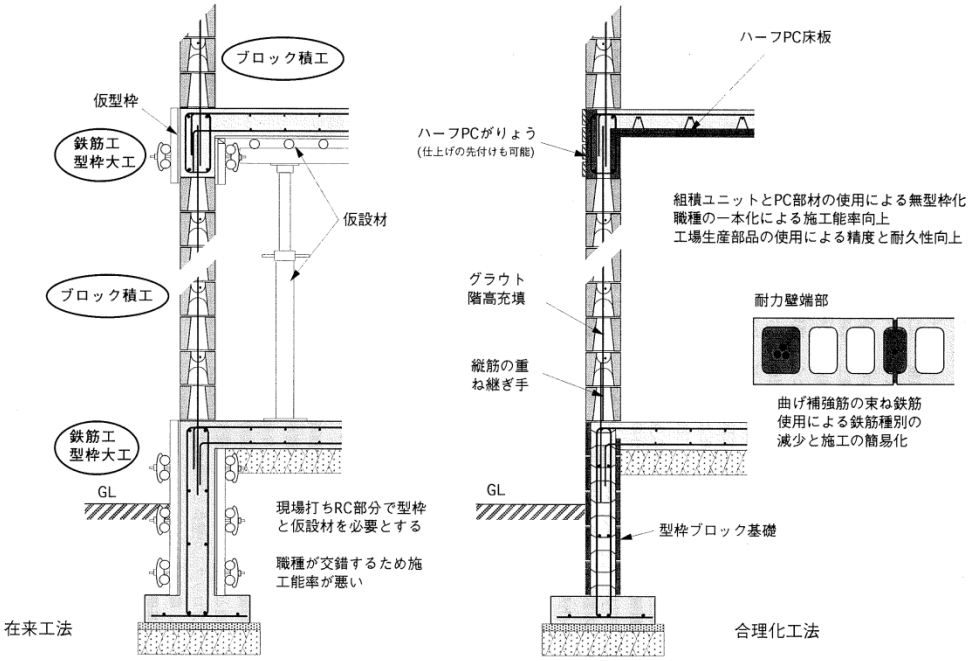


図-2 合理化工法のイメージ

3. 工事に関して

〔仮設工事〕

・仮設機器、建設機械、工具道具を利用し、軽作業化することで、年齢や性別など体力の差を縮めた作業環境を可能にする。特に場内小運搬や揚重作業には、効果的である。

写真-4 ｱﾒﾘｶにおける既調合ﾓﾙﾀﾙ装置

写真-5 ｱﾒﾘｶにおけるﾌﾞﾛｯｸ足場、揚重作業

・オールシーズン施工を可能とした、施工計画を組み込む。特に、冬季施工の省エネと、品質保全を追求する必要がある。例えば外断熱部分を先施工し、温度養生に役立たせる工程も考えられる。

〔基礎事業、基礎工事、土間工事、地下工事〕

・建物重量が重いので、地盤が良好な場合を除き、原則は支持杭又は摩擦杭を設ける。
砂地や埋め戻し地盤においては、地盤改良など地震時の液状化対策が必要である。

・新築時に、長期にわたる建物利用期間に、メンテナンス施工を容易にする工夫が必要である。土間下に埋め殺しで配管することを避けるため、配管ピット、配線用の大きい径の配管又はピット、あるいは集合配線スペースを設ける。少なくとも配線、配管の交換が、構造体に悪影響を与えない計画は、必須である。

地下工事：地下水位が浅い場合、半地下も含めて地下室は避けるべきでしょう。

・地下室を設ける場合は、大きな水圧がかからないように、排水方法を工夫すべきである。水位の浅い土地に地下室を設ける場合は、浮力による影響も検討する必要がある。
また、躯体の外側および底板にかかる水圧を十分考慮して、構造クラックが入らないようにするなど、防水、止水などの対策を入念にすべきです。
地下室においては、結露が生じないよう断熱、除湿および換気に注意を払うこと。

〔ブロック積〕

・ブロック積にはユニットの全周にモルタルを施す必要があり、通常は 10 ミリ厚程度にモルタルを施工する。しかし、現実には 20~30 ミリ程度のフェイスシェル幅に余盛りしたモルタルを塗りつけ、その上に次のユニットを敷設して高さ調整するので、はみ出たモルタルが内外に落下し、混練りモルタルが全量利用されないで、残コンの処理手間もかかる。現場における骨材管理や配合には誤差もあり、富調合による安全率で品質をカバーせざるをえない。混練り量も多いので、その労力は荷揚げなど場内小運搬も重なり多大である。

そこで、既調合モルタルの利用を推進したい。

・既調合モルタルの利用を前提に、目地を薄目地とし打ち込み目地工法を提唱する。薄目地モルタル施工時には、モルタルガンなど施工に便利な道具を利用する。結果として積作業をするときのモルタル量が必要最小限となり、空洞部内へのモルタルの落下もない。モルタルの品質管理が良好となり、高い強度の目地を確保でき、品質保全も容易となる。ブロックは、空洞および型枠の何れの形状も、同様の作業である。

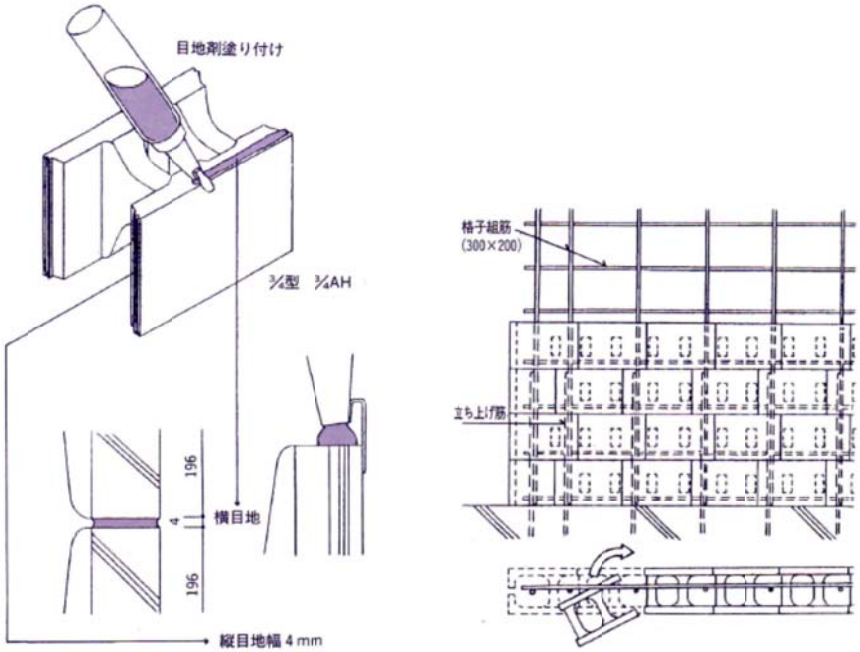


図-3 サンコーシステム工法(鉄筋先組工法の例)

・今後、ますます現場施工人工数を最小にして、工程日数の短縮を目指す必要がある。その手法の一つとして、壁面やスラブのプレキャスト化は、現場施工の工数削減と、高所作業が少なくなることで、作業のスピードアップと安全性確保に寄与する。

写真-6 ﾄﾞｲﾂにおける PCa れんが板による築造例

〔充填モルタル〕

・空洞部へのモルタルの充填作業は、モルタルの量が多く、作業現場での混練りであるためその品質管理もばらつきが多くなる。よって従来この作業がすべて人手によるため、その出来具合に相当の格差が生じていた。特に、モルタルの練り置き時間の管理が難しい。結果としてブロック壁の信頼性が落ちる原因となっていた。そこで、この充填作業はポンプ車によって、生モルタルに流動化剤を添加して、階高充填を行う。臥梁やスラブのコンクリート時に先だって打ち込むので、住宅程度の小規模建築ではポンプ車損料は変わらない。わずかな隙間にも漏れなく隅々まで充填されるので、不良施工は生じない。作業をする人の技能レベルを選ばず、確実に品質が保全されることが大きなメリットである。

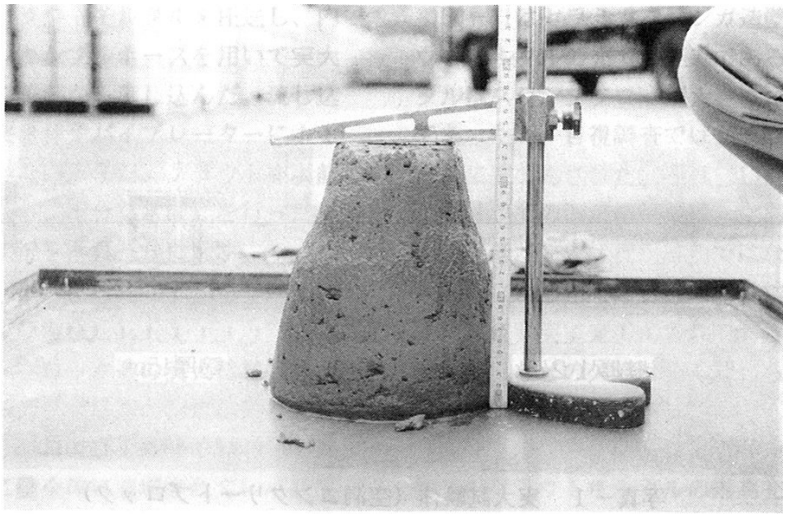


写真-7 ｸﾞﾗｳﾄﾓﾙﾀﾙのﾍﾞｰｽｽﾗﾝﾌﾟ

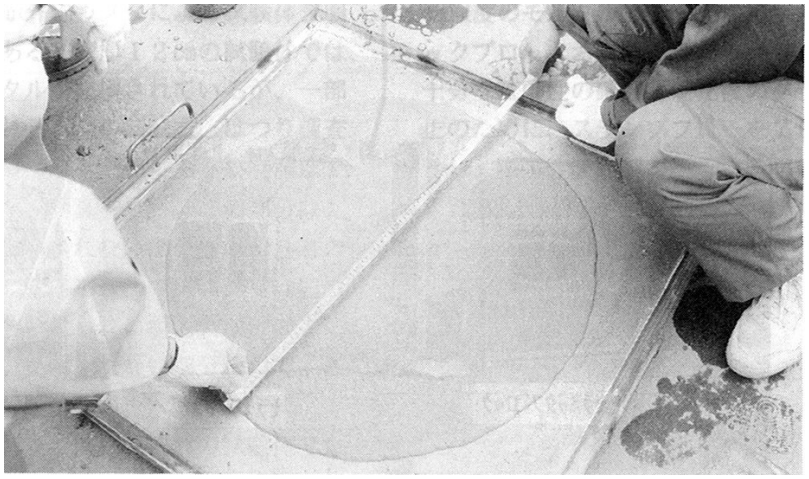


写真-8 高性能減水剤添加後のｸﾞﾗｳﾄﾓﾙﾀﾙ

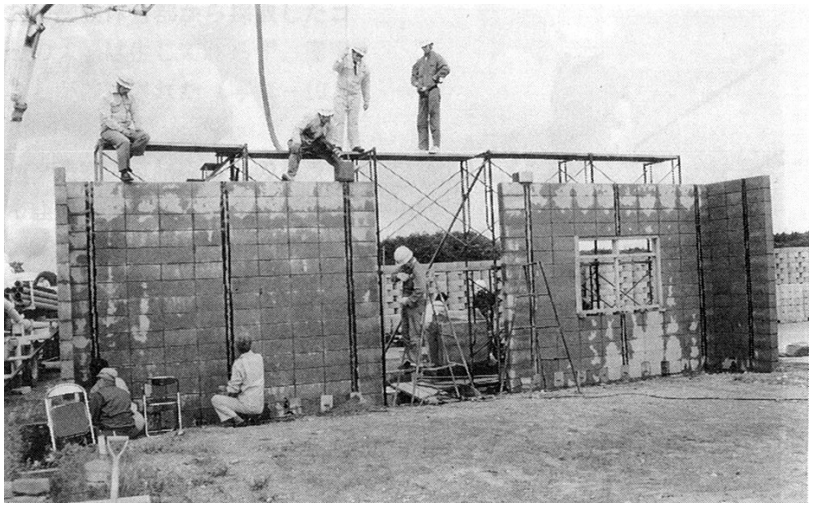


写真-9 ｸﾞｳﾗｳﾄﾓﾙﾀﾙの打ち込み状況

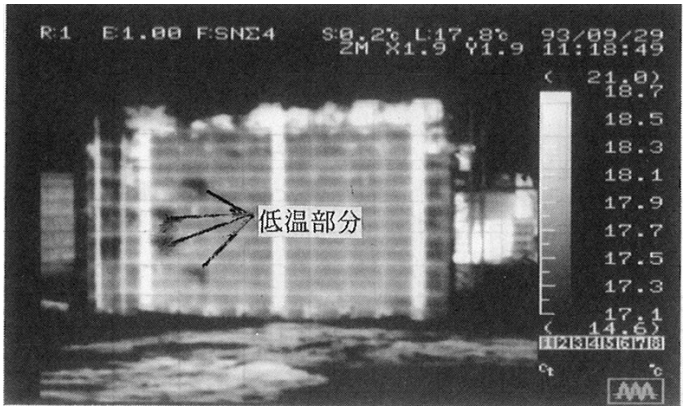


写真-10 赤外線ｶﾒﾗによる充填状況解析結果(壁厚 12 cm)

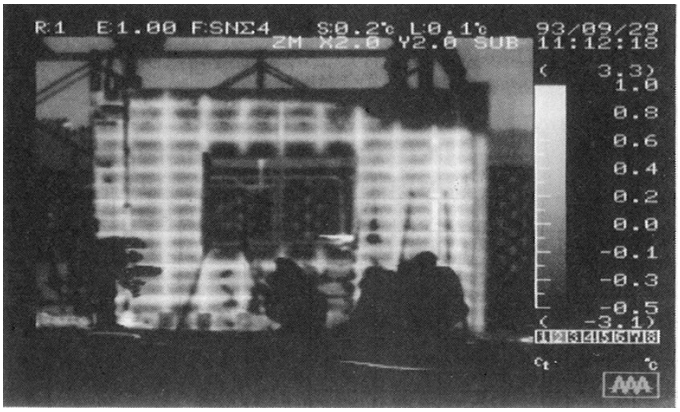


写真-11 赤外線ｶﾒﾗによる充填状況解析結果(壁厚 15 cm)

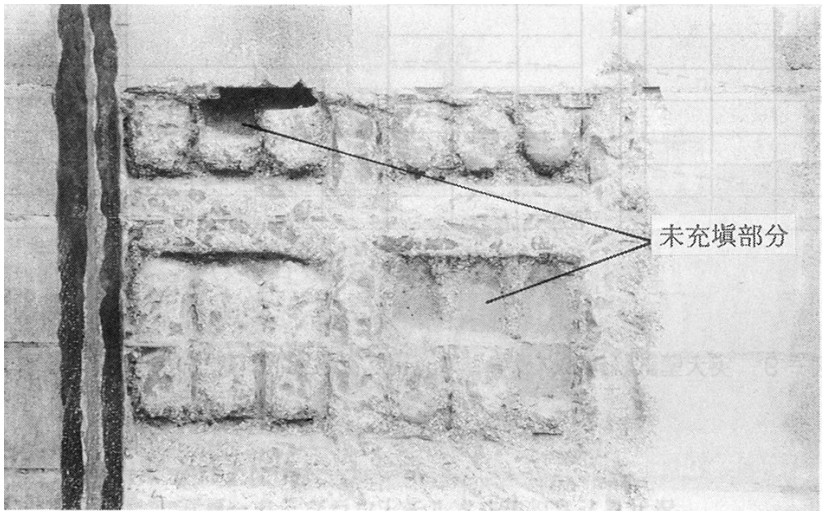


写真-12 ｸﾞﾗｳﾄが充填されなかった空洞部(壁厚 12 cm)

※写真-7～12 北海道寒地住宅研究所 平成 5 年度共同研究報告書

「ﾌﾞﾛｯｸ工事におけるｸﾞﾗｳﾄの階高充填工法の開発」より引用

〔鉄筋工事〕
・ブロック壁内の配筋は、組積作業と並行して行われている。しかし、鉄筋の端部加工や長さの事前段取り、縦筋との結束など逐次モルタル充填も行いながらの作業なので、手間のかかる作業である。そこで、型枠ブロック造の壁筋の先組工法を紹介する。JASS7によると、建て筋は基礎または梁に定着長さを取り、横筋はブロック積の作業に沿って配筋をすることになっている。この現行の標準仕様書の工法では、作業効率が悪い。そこで、400グリッドのメッシュ筋を先組して、ブロック積をその後の工程とする。この場合、配筋の確認が容易であること、配筋及びブロック積の作業が非常に効率的なものとなる。作業の段取りが単純化される。出来れば、補強 CB 造においてもこの工法が利用できれば、施工の合理化が進むと思われる。
・曲げ補強筋は重ね継ぎ手を禁じているが、溶接やスパイラル筋との併用など同等以上の効果のある継ぎ手を利用して効率化を図る。
・要所にスペーサーを使用して、かぶり厚さを確保する。

〔外装工事〕
・断熱工法は、外断熱とする。コンクリートブロック壁およびRC部に関して、寿命や室内温熱環境など住環境は、外断熱によって格段に高いレベルで活かされる。
・将来の断熱改修時に、断熱性能のレベルアップによる断熱材の張り増しを考慮し、外壁側の外部へのふかしを可能とする収まり、あるいは取り込む手法を織り込んでおくことが必要と思う。
・詳しくは、一般社団法人北海道技術協会の編集発行「RC 造・外断熱改修工法ハンドブック」に、外断熱工法の留意点や代表的な工法事例が記載されている。ここではこれに関する記述は割愛する。

〔電気・給排水換気・ガス設備工事などの躯体に影響すること〕
・将来のリニュアル工事の作業性を考慮して、天井懐空間や床下空間の計画をすることで、電気配線や給排水配管の改修工事が容易になる。また、小建築であっても、上下方向のパイプスペース・ダクトスペースを、適切な位置に設けることが重要である。
・貫通する設備配管などは、構造耐力に影響を与えないよう位置の選択や補強に注意を払わなければならない。

Ⅶ　最近の実例紹介

メーソンリー
研究会

千歳の外断熱ブロック造・エコハウス

●設計：山之内建築研究所／施工：札建工業／ブロック施工：よねざわ工業

千歳市内に建つ、夫婦と3人の子供たちのための住宅です。構造躯体は、補強コンクリートブロック造です。外壁はガルバリウム鋼板竪平葺きで外断熱を施し、内部はコンクリートブロックをそのまま仕上げとしています。堅牢で蓄熱性能が高い躯体をしっかりつくるという当たり前のことがエコハウスの第一歩と考えています。
次に、エコハウスとして CO2削減と自然エネルギーを積極的に利用することを考えました。

ドイツ・スティーベル社の高性能空気熱源ヒートポンプによる低温水床暖房システムを採用し、外断熱された熱容量の大きい躯体蓄熱との相乗効果が期待できる安全で快適な暖房システムを構築しています。また、屋上には太陽光発電パネルを設置し、生じた電気は買い取りシステムにより調理機器や給湯など住宅の電気代軽減に貢献しています。

施主は、将来のライフスタイルの変化に対応できるように、敷地を広く残しておきたいと考え、平屋や2階建てではなく3階建てとし建築面積を最小にすることを希望しました。

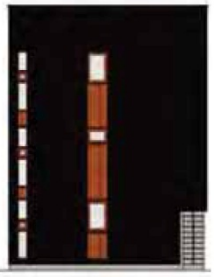
各階の構成は、1階を玄関とゲストのための和室および駐車スペースとし、2階は居間を中心とした食堂・台所および浴室・ユーティリティーなどの水まわりとしました。3階は主寝室と子供室です。また、屋上を積極的に利用し、直接主寝室バルコニーから上ることができる計画としています。

（山之内裕一）

設計概要

所 在 地：千歳市花園5丁目85番地
用途地域：第1種住居地域（建蔽率60%、容積率200%）
敷地面積：254.88㎡
建築面積：　60.20㎡
延床面積：168.69㎡
構造規模：補強コンクリートブロック3階建て

南側立面図


西側立面図

最近の設計例

美しが丘の家

設計：山之内建築研究所／施工：札建工業㈱

■ 接地性を考えた住宅

施主は地面のないマンションの高層階に居住していた経験から、地面そのものへの憧れと庭づくりの夢を抱いていました。戸建て住宅の魅力のひとつは、接地性にあると私は考えます。したがって、設計に際しては、できるだけ地面を意識できるようにと配慮しました。前面道路からはゆるくスロープで下り、引き込まれるように玄関にいたります。真南に向けた居間からは開口幅いっぱいにとった木製デッキと、それへ連続した庭へとつながります。外観は2層に分節し水平方向を強調、できるだけ低い印象を与えるようにと考えました。補強コンクリートブロック造の選択によって、あたかも地面に根が生えたような表情を作ることができ、接地性をうまく表現できたと考えています。

■ 北東側を曲面とした住宅

外壁は北側および東側を曲面で構成しました。それは、北国独特の冬場の季節風を抵抗なく受け流すためであり、熱負荷の大きい陽の当たらない外壁面をできるだけ小さな面積に抑えるためでもあります。また北側に接する隣家への日照確保のために役立ちました。素材はガルバリウム鋼板の丸小波板を竪張りし、平面に沿ってやわらかな曲面を作っています。対照的に1階は、直線のコンクリートブロックで多角形としての曲面を構成。一部に張られた北海道産杉羽目板は、風向きに合わせて重ねをつくる下見板ならぬ「横見板」張りとしています。

■ 敷地にミズキの大木を残す住宅

敷地は、100坪ほどのゆるく傾斜した正方形に近い敷地です。敷地角にミズキの大木を残し、シンボルツリーとして敷地の記憶を伝えようとしました。ともすれば時間を感じさせるような景観がほとんどない郊外の新興住宅地にあって、ほんの少しでも敷地の個性が生まれることを望んでいました。住宅が、一本の樹木を残すことによってここにしかない敷地の雰囲気を作っていくものと信じています。（山之内裕一）

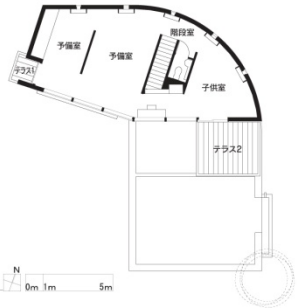
「設計概要」

所 在 地：札幌市清田区美しが丘
主な用途：専用住宅
用途地域：第一種低層住居専用
建築面積：128.16㎡
延床面積：152.54㎡
構造階数：木造一部補強CB造、2階建

「仕　　上」

外壁（1階）コンクリートブロック化粧積
　　（2階）ガルバリウム鋼板
内壁（1階）コンクリートブロック化粧積
　　（2階）珪藻土壁紙

配置図・1階平面図



2階平面図

写真撮影　安達　治（安達建築写真事務所）

Ⅷ 住人の感想

１．メーソンリーの住宅に暮らして　　山之内裕一（山之内建築研究所代表）

コンクリートブロック造２重積工法の外断熱メーソンリー住宅に暮らして27年になります。設計者自身が暮らしの感想を語るのは、一人キャッチボールのようなもので、エラーしないように無意識に手加減した物言いになってしまう気がします。かといって、30代の頃の我が身の未熟さを全て吐露するほどの勇気もなし、いっそこの家に長く住んでいる老猫に「吾輩はメーソンリー猫である」などと語らせる思案をしていたのです。冬は暖房機のまわりの蓄熱されたブロックに体を寄せ、夏は風通しの良い窓近くのコンクリート床に居て、この家の最大の理解者でした。ところが、そのことを知ってか知らずか老猫があっけなく天に召されてしまいました。

我が家は、1985年末に竣工し「建築家の自邸」として一年後、雑誌（新建築住宅特集1986年12月号）に発表しました。いま当時の文章を再読しますと、その後の住宅と暮らしについて様々なことに気付かされます。

いきなり言い訳がましくこう書いてありました。「今回の計画がもちあがったのは、およそ2年半の東京本社勤めも終わろうかという5年前のことでした。事務所では比較的大きな建築の経験しかなかったので、準備期間が相当必要でした。公庫融資の申し込みを終えた後は、非常にハードな日々の連続でした。当然作業は休日に限られていましたし、出勤前の早朝や帰宅後の夜中も現場へ出向きました。自邸だから気楽にいこうと思う反面、後にも先にもこれっきりという気負いもありました。一向に進まない工事にイライラもしましたが、とにかく雪の降る中、引越しができ、新居で正月が迎えられました。」

要するに、初めての住宅設計で、一生懸命設計はしたけれど借金コンクリートブロックのローコスト建築だから、この程度の出来で勘弁してください、ということです。

また、なぜメーソンリーだったのかについては、一気にこう述べています。「北海道の住宅は、屋内での多様な充実した生活を可能にするものでありたい。半年間、雪に閉ざされるのだから、飽きのこない内部空間が大切だし、何といっても頼れる壁が必要だ。コンクリートブロック二重積壁は、そうした条件を充分備えている。断熱材と空気層を含めて 390mm厚の重量感。コンクリート打放し仕上げに比較して、白くざらざらしているために肌合いが柔らかい。雨に打たれ、黒々とした外壁の表情などは、自然に対する反応も豊かに感じられる。ここで使用されたコンクリートブロックは、何の変哲もないごく普通の市販品である。しかし、札幌近郊の工場で生産され、経験豊かな地元の職人たちによって積み上げられたこのコンクリートブロック壁が私は好きだ。」

27年前といえば、今では一般的になっている24時間換気方式など私のまわりでは誰も考えていませんでしたし、快適な温水暖房システムでさえ安価な灯油 FF ストーブに負けていた頃です。

いまだに我が家は換気や暖房は昔のままのシステムですが、メーソンリー躯体への信頼感はずっと変わることなく、日々日常の時間と記憶を紡いでいます。そしてこれからも。

2. メーソンリーの住宅に暮らして　　大元　敏和

私は、ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ造の住宅で産まれ育ちました。
そこでの印象は、以下のようなものでした。

・　北側の部屋は結露する
・　寒い
・　湿気がある
・　冷たい

その後、親元を離れ木造のアパート数件、コンクリート造のアパート、築 30 年を超えた住宅数棟で生活を行い、現在住んでいるのが外断熱のコンクリートブロック造の住宅です。
生活した場所も札幌、千葉、埼玉、神奈川などさまざまです。

このような土地柄や建物の下で生活して改めて感じることは、木造の住宅（築年数が多い建物）は基本的に外気の影響をすぐ受けるということです。隙間風もあります。夏暑く、冬寒い。当たり前といえばその通りなのですが、私が育ったブロック住宅は冬は寒いと思っていましたが木造の同じような築年数の住宅に比べると数段暖かかく（というか芯まで冷えることも無く）、隙間風もそういえば感じていませんでした。夏には暑い日でも、室内の温度はひんやりしていたことを記憶しています。但し、冬に北側の部屋の結露には、父が手を焼いていたのを記憶しています。

私が現在住んでいる住宅は数年前に中古で購入した外断熱コンクリートブロック造の住宅で、築 20 年を超えています。この建物は私が子供の頃住んでいたブロック造の『結露』を外断熱で克服した住宅だなとつくづく感じています。

住んでみて最初に驚いたのは、室内温度が大きく変わらないという事でした。北側の部屋でも温度差をほとんど感じませんので当然壁が結露することもありません。そして夏でも室内は涼しく、はじめて我が家に来た人は『エアコンついているのですか？』と聞くくらいです。冬は床暖というのもあって、室内温度は 21℃程度で十分生活できています。当然壁も室温と近い温度なのでさわると冷たく感じますが、これは体温が 36° 位なので当然のことです。子供の頃『冷たい』という印象を持っていたのはこのためだったのだと気がついたのは、今の住宅に住んだからでしょう。

それと、冬の室内の湿度が 50～60%と実に過ごしやすいというのも付け加えておきたい特徴です。

このような住宅ですが、妻が言ってました。『寒い部屋もほしい。』と。
これは、現在の住宅全般に言えることでしょうが、全室暖房が主流の北国の住宅では食料の保管する涼しい部屋がほしくなるようです。

いずれにせよ、我が家は 20 年以上前に建てられた住宅ですから、これから建てる外断熱コンクリートブロック住宅の快適性は想像以上だと思います。出来ることならそんな住宅で一度生活してみたいものです。

Ⅷ　エクステリアとしてのブロックの可能性

メーソンリー住宅を構成する主たる素材はコンクリートブロックである。

しかし、このコンクリートブロックも建築物に使用する事例は少なく、その主だった用途はエクステリア材としてで、そのため各ブロックメーカーはエクステリア材としてのブロックに様々な工夫を凝らしているのが現状となる。

ここでは主にエクステリア材として開発されたブロックのデザインを通し、メーソンリー建築のデザインとしての可能性を探りたい。

1. モデュール

コンクリートブロックの代表的なモデュール寸法は 200x400 である。

メーソンリー建築にもよく使用される JIS 規格の普通ブロックが代表例で、ブロック自体のサイズが「190x390」目地幅が 10 ㎜として 200x400 のモデュールを構成している。

北方建築総合研究所

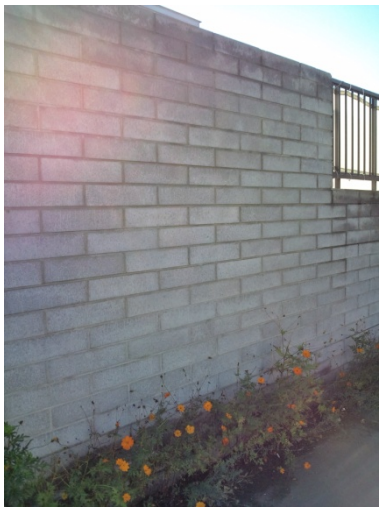
薄目地施工例　函館湯元啄木亭

このモデュールのアレンジ例として、モデュール寸法は変えずにブロックのサイズを一回り大きくし、目地幅を 5 ㎜程度に薄くする施工例もある。

但し付着目地の量が半減するので、目地材に付着力の強い素材を使用するとか、型枠状ブロックを使用する等により一定の付着力を確保する必要性が出てくる。

薄目地施工例　陸別町国民健康保険診療所

また、200x400 モデュールをベースとしたアレンジ例としては 100x400 サイズのブロックを使用した例や、200x200 サイズのブロックを使用するケースもある。



救世軍菊水上町保育園

㈱マチダコーポレーション　ユーキューブジュピター

他には、一回り小さいサイズの 150x300、そこからアレンジされた 150x600 サイズのブロックで施工した例もある。

明治神宮外苑研修棟

150x600

太陽セメント工業㈱　川口サービスセンター

150x300　施工写真

他には、300x300 サイズ、200x500、300x900 サイズの大型ブロックもエクステリア材としては利用されている実績がある。

2. テクスチュア

ブロックのテクスチュアも様々なものが使われている。

すり面、割り肌、ショット、研磨が代表的な例である。

すり面はいわゆる普通ブロックで見られるものだが、最近は低コスト化粧ブロックにも各メーカーからエクステリア材として販売されている。

普通ブロック

㈱よねざわ工業　ネオリブ

割り肌は、化粧ブロックの代表例とも言える存在で街角のブロック塀で多く見ることが出来る。

㈱よねざわ工業　ラインストーン

ブロック住宅(外装化粧ブロック積み)

ショット仕上げ

研磨仕上げ

また、最近の商品の事例としてブロック表面にプリントしたもの

㈱エスビック　ビザート

海外の事例としては、透光性のあるブロックも実在し、また目地にガラスを組み込むことで採光する納まりも事例としてある。
これらの組み合わせにより可能性はいかようにも広がるものと思われる。

海外透光性ブロック(HP より)

縦目地にガラスを組み込んだ施工

アメリカにおける施工例

3. 外装材

建築物の外装材として使用するブロックの例としては、自立式の普通ブロック･化粧ブロックもあるが、外壁に引っ掛けて固定するタイプの工法もある。
この工法はカナダにおいて開発された工法で、見え掛りのモデュール寸法が 75x200 とコンパクトになり、自立式ブロック 200x400 とは異なったイメージを見せている。

陸別民家施工例

4. 乾式施工と透かし積

塀工事で透かしブロック等を用い、部分的に透かし効果をデザイン表現する塀はありましたが、塀全体を透かしブロックにすることは鉄筋のかぶり厚さ（2cm）等の関係で難しいとされてきました。
ここでご紹介するレンガブロックは透かし積専用のブロックで、構造はレンガの内部に鋼管を入れ、目地部にはゴム製スペーサーを用いた、鉄骨構造の乾式施工のブロックユニットです。

（鉄骨・乾式の構造）

（システム部材）

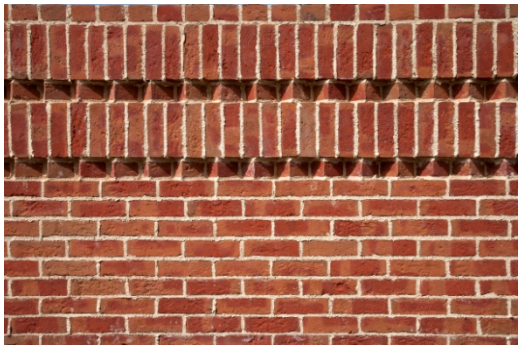
乾式工法の施工では、レンガ・鋼管・目地スペーサーの３つの部材を組み合わせ、積み重ねていきます。
乾式施工はモルタルを使用しないため、施工が早く・どなたにも施工が簡単にできるところも特徴です。

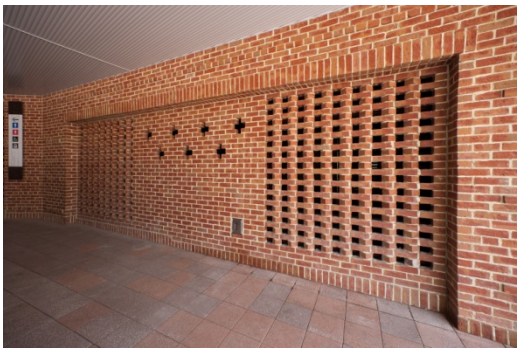
鉄骨構造の乾式透かし積施工の特徴は、壁厚が薄て大きな壁が透かしで積めるところにあります。
壁の高さがあり、開口率の高い壁が施工出来ることで、組積構造では難しかったスクリーンのデザイン効果が可能となります。

（レンガのシルエット）

（門柱の透かしデザイン）

５．レンガ施工例





Ⅸ. 今後の課題・まとめ

１.資産価値の評価

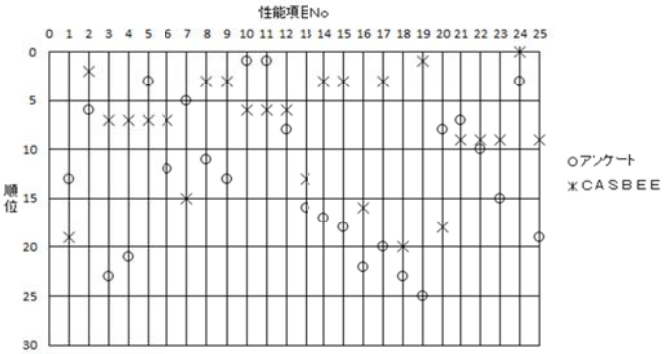
戸建住宅の資産価値　不動産の価値には使用価値（フローの対価→賃料など）と資産価値（ストックの対価→価格）がある。不動産の資産価値は使用価値をベースに決められ、使用価値が高いほど資産価値も高くなる。ただし、使用価値の市場である賃貸市場と資産価値の市場である売買市場は全く別箇の市場である。住宅を所有し、住まい、使用し続けている間は使用価値（賃料）は問題にはならない。また、資産価値も特に意識することもないが、住宅を売却するときには、その時点での残存する資産価値が問題となる。

住宅は建設されると、その時点から物理的な劣化、機能的な陳腐化などが始まり、資産価値の減耗が始まり、やがてすべての価値が失われてしまう。住宅を得るために投じた莫大な資金が消耗してしまうことになる。

資産価値を維持するためには物理的劣化の回復、機能的陳腐化の更新・回復など、随時行うことが必要であり、資産価値を向上させるためには、生活様式の変化への対応（プランの変更、最新設備への変更）、環境対応など、使用する過程で新たな価値の創造が必要である。

住宅の価値に対する認識　（財）日本不動産研究所は不動産投資家を対象に不動産の環境性能の認識を明らかにすべくアンケート調査を行い、発表した（「環境不動産入門」住宅新報社　2010）。環境対応型不動産は他の不動産より高い価値があるという認識を持っているが、資産価値としては大きな違いはなく、環境配慮型不動産への投資の予定がある不動産投資家は約２割に過ぎなかったという。アンケート調査はCASBEEの性能評価項目を参考に25項目を設定し、回答を集計し、重視度を評点化して順位づけ、CASBEEの性能項目の重みづけ係数の順位と比較検証している。表Ⅲ-10-1、図Ⅲ-10-1にその結果を抜粋して示す。

図Ⅹ-1-1　不動産評価性能項目の重みづけの比較



CASBEEでは非再生資源の使用量削減(1位)、温熱環境（2位)、機能性（3位)、まちなみ・景観への配慮（3 位)、建物熱負荷抑制（3 位)、設備システムの高効率化（3位）などが上位を占めているのに対して、不動産投資家の認識では耐用性・信用性－建築基準法適合耐震性能、免震・制震構造（1 位)、耐用性・信用性－設備のメンテナンス・更新(1位)、空気室環境－化学汚染物質、ダニ、カビ等への配慮（3位)、公共交通機関の利便性（3位)、対応性・更新性（5位)、温熱環境（6位）となっていて、それぞれの価値意識に違いがあることがわかる。特に、光・視環境、対応性・更新性、機能性、まちなみ・景観への配慮、建物熱負荷抑制、設備システムの高効率化、非再生資源

の使用量削減などが上位下位にわかれ、中でも非再生資源の使用量削減についてはCASBEE では１位であるが不動産投資家の評価は最下位である。

住宅の生産者側の価値観と不動産市場の価値観には大きな乖離があるといえよう。

表Ｘ-1-1　不動産投資家の重視度順位と CASBEE の重みづけ順位に対比

	性能項目	アンケート調査の設問事項	順位	
			アンケート	CASBEE
	音環境	設備機器や外部の騒音に配慮	13	19
2	温熱環境	細かなゾーニング、個別制御対応空調設備	6	2
3	光・視環境１	昼光利用設備	23	7
4	光・視環境２	調光設備等による照明制御	21	7
5	空気室環境１	価額汚染物質、ダニ、カビ等への配慮	3	7
6	空気室環境１	十分な換気量	12	7
7	対応性・更新性	用途・レイアウト変更が可能な設計・設備	5	15
8	機能性１	バリアフリー対応	11	3
9	機能性２	共用スペース（ﾘﾌﾚｯｼｭ･ﾚｽﾄｽﾍﾟｰｽ）	13	3
10	耐用性・信用性１	建築基準法適合耐震性能、免震・制震構造	1	6
11	耐用性・信用性２	設備のメンテナンス・更新	1	6
12	耐用性・信頼性	各種設備の災害・トラブル発生時機能維持	8	6
13	地域性・アメニティへの配慮	緑化・防犯・公開空地等室外環境に配慮	16	13
14	まちなみ・景観への配慮	まちなみ・景観に配慮した建築形態	17	3
15	建物熱負荷抑制	断熱性能の高い工法・材料の使用	18	3
16	自然エネルギー利用	自然エネルギー利用設備、省エネ設備	22	16
17	設備システムの高効率化	省エネ性能の高い設備	20	3
18	水資源保護	節水、再使用に配慮	23	20
19	非再生資源の使用量削減	再生可能な材料、再生材の使用	25	1
20	汚染物質含有材料の使用回避	健康被害、環境被害物質の使用	8	18
21	地球環境・/周辺環境への配慮１	ふん時・騒音・振動・悪臭等に配慮	7	9
22	地球環境・/周辺環境への配慮２	雨水流出・風碍・日照阻害に配慮	10	9
23	地球環境への配慮１	自動車利用による渋滞発生抑制の取り組み	15	9
24	公共交通機関の利便性	電車・地下鉄・バス等の利便性	3	0
25	地球環境への配慮２	ゴミ減量化対策	19	9

以下に不動産の評価、不動産市場の現状について概要を紹介する。

自用の建物に関する不動産鑑定の考え方と評価方法・基準

不動産鑑定評価基準（国土交通省　平成 22 年月 1 日施行）及び不動産鑑定評価基準運用上の留意事項（国土交通省　平成 22 年 4 月 1 日施行）より戸建建物に関する規定を抜粋する。

・建物に関する個別的要因（不動産鑑定評価基準第 2 章第 3 節）

１．建築（新築、増改築又は移転）の年次

２．面積、高さ、構造、材質等
３．設計、設備等の機能性
４．施工の質と量
５．耐震性、耐火性等建物の性能
６．維持管理の状態
７．有害な物質の使用の有無及びその状態
８．建物とその環境との適合の状態
９．公法上及び私法上の規制、制約等

・建物に関する個別的要因について（不動産鑑定評価基準運用上の留意事項Ⅱ 「総論第３章　不動産の価格を形成する要因」について）

（１）設計、設備等の機能性

基準階面積、階高、床荷重、情報通信対応設備の状況、空調設備の状況、電気容量等に留意する。

（２）建物の性能

建築基準法に基づく耐震基準との関係、住宅品確法の性能表示基準による性能表示への対応に留意する。

（３）維持管理の状態

破損・老朽化等の状況及び保全の状態について留意する。

（４）有害な物質の使用の有無及びその状態

アスベスト、ポリ塩化ビフェニル（ＰＣＢ）の使用状況及び保管状況に留意する。

・不動産の価格に関する諸原則（第４章）

不動産の価格に関して需要と供給の原則、 変動の原則、代替の原則、最有効使用の原則、均衡の原則、収益逓増及び逓減の原則、収益配分の原則、寄与の原則、適合の原則、競争の原則、予測の原則などがある。

・鑑定評価の方式（第７章）

原価方式、比較方式、収益方式があり、次の諸点に着目して不動産の価格又は賃料を求める。

原価方式：不動産の再調達に要する原価

比較方式：不動産の取引事例又は賃貸借等の事例

収益方式：不動産から生み出される収益

・価格を求める鑑定評価の手法（第７章第１節）

鑑定評価の基本的な手法には原価法、取引事例比較法、収益還元法がある。

原価法　再調達原価を求め、減価修正を行って不動産の試算価格を求める（積算価格）。再調達原価は標準的な建設費に通常の付帯費用を加算して求める。

減価修正を行うに当たっては、減価の要因に着目して対象不動産を部分的かつ総合的に分析検討し、減価額を求める。

（１）減価の要因

減価の要因は、物理的要因、機能的要因及び経済的要因に分けられる。

・物理的要因：摩滅及び破損、時の経過又は自然的作用によって生ずる老朽化並びに偶発的な損傷

・機能的要因：建物と敷地との不適応、設計の不良、型式の旧式化、設備の不足及びその能率の低下等

・経済的要因：近隣地域の衰退、環境との不適合、他の不動産との比較における市場性の減退等

（２）減価修正の方法

減価額を求めるには、次の二つの方法があり、原則としてこれらを併用する。

・耐用年数に基づく方法：定額法、定率法等がある。経過年数よりも経済的残存耐用年数に重点をおいて判断する。耐用年数満了時における残材価額をいかにみるかについても、対象不動産の実情に即して決定する。

・観察減価法：設計、設備等の機能性、維持管理の状態、補修の状況、付近の環境との適合の状態等各減価の要因の実態を調査し、減価額を直接求める。

取引事例比較法　取引事例を収集し、取引価格に必要に応じて事情補正及び時点修正を行い、地域要因の比較及び個別的要因の比較を行って求められた価格を比較考量し、試算価格を求める（比準価格）。

収益還元法　将来期待される純収益の現在価値の総和を求め、試算価格を求める（収益価格）。

・自用の建物及びその敷地（各論　第１章価格に関する鑑定評価　第２節建物及びその敷地）

自用の建物及びその敷地の鑑定評価額は、積算価格、比準価格及び収益価格を関連づけて決定する。建物の用途を転換し、又は建物の構造等を改造して使用することが最有効使用と認められる場合の鑑定評価額は、用途変更後の経済価値の上昇の程度、必要とされる改造費等を考慮して決定する。建物を取り壊すことが最有効使用と認められる場合の鑑定評価額は、建物の解体による発生材料の価格から取壊し、除去、運搬等に必要な経費を控除した額を、当該敷地の最有効使用に基づく価格に加減して決定する。

・建物の鑑定（各論　第１章価格に関する鑑定評価　第３節　建物）

建物とその敷地は一体として鑑定評価の対象とされるのが通例であるが、建物及びその敷地が一体として市場性を有する場合における建物のみの鑑定評価又は建物及びその敷地が一体として市場性を有しない場合における建物のみの鑑定評価がある。

建物及びその敷地が一体として市場性を有する場合　敷地と一体化している状態を前提として、全体の鑑定評価額の内訳として建物について部分鑑定評価を行う。建物の鑑定評価額は、積算価格、配分法に基づく比準価格及び建物残余法（敷地の価格を収益還元法以外の手法によって求めることができる場合に、敷地と建物等からなる不動産に

ついて建物等に帰属する純収益から建物等の収益価格を求める方法）による収益価格を関連づけて決定する

建物及びその敷地が一体として市場性を有しない場合　一般に特殊価格を求める場合に該当する。文化財の指定を受けた建造物、宗教建築物又は現況による管理を継続する公共公益施設の用に供されている建物について、保存等に主眼をおいて行うものである。建物の鑑定評価額は、積算価格を標準として決定する。

建物の減価償却と耐用年数　減価償却とは「企業会計に関する購入費用の認識と計算の方法のひとつである。長期間にわたって使用される固定資産の取得に要した支出を、その資産が使用できる期間にわたって費用配分する手続き（フリー百科事典　ウィキペディア）」である。償却の方法や計算方法などが定められている。計算のために、中古資産の耐用年数、資産の残存価額に関しても定められている。

2007/4 月以降に買ったモノは、残存価額を廃止するように税法で改定された。これにより全額を費用化できるようになった。しかし、償却期間が終わっても、モノとして残っているので、0 円扱いはせず、価額を 1 円とすることした。これを備忘価格という。

減価償却費の算式を下記に示す。建物の価値は寿命が来たときに新築のときの一割の価値になると考えて、価値の減少額を計算する。

建物の耐用年数は事業用の建物について定められているが、自宅等の非事業用建物は事業用の 1.5 倍の耐用年数としてよいとされている（所得税法施行令第 85 条）。減価償却には定率法と定額法があり、耐用年数に応じた償却率が定められている（減価償却資産の耐用年数等に関する省令）。

減価償却費の算式

（1）事業用達物の場合

減価償却費＝建物の購入代価・建築費等×0.9×耐用年数に対応する償却率×経過総月数／12

（2）非事業用（自己の居住用等）建物の場合

減価償却費＝建物の購入代価・建築費等×0.9×耐用年数の 1.5 倍の年数に対応する償却率×経過年数

（注）経過年数の 1 年未満の端数は、６か月以上切上げ、６か月未満切り捨て

一戸建ての場合は、周辺環境や内外装の充実度が大きく価格に関わってくる。周辺環境では、交通網や商用施設、学校などへのアクセスといった利便性は重要な要素となる。内外装については、居住者の満足度や生活スタイルに関係し、重視されている。不動産としての価値の評価方式として、これらの諸項目について、その物件が満たしているかどうかを評価する「加減点方式」がとられ、中古物件については、これに基づいた相場が設けらる。似たような物件でも、リフォームが施されているかどうか、売主が売り急いでいるかどうか、などで価格差が生じることがある。

中古住宅は、屋根の塗装、水回りの金属のさび、木部の腐食などの経年劣化が進み、どこかに修繕箇所がある可能性があり、価格としては新築より大幅に低廉になる。

一方、中古住宅購入の際には、新築住宅に比較して金額的に割安であり、立地条件を選択でき、住宅に規模・仕様等も選択でき、実際の建物を確認できる、などのメリットがある。

中古戸建住宅の価格

中古住宅の価格については、これまでは、木造の場合、ほぼ一律に耐用年数（建物の経済価値を求めるための年数で、税法の耐用年数や、いつまで使用し続けられるかといった物理的な年数とは異なる）を 20 年位とされていたが、最近では、建物の品質が向上し、木造でも、建物によっては耐用年数を 25 年程度まで伸ばすことがある。

・再調達原価から求める方法

現在時点で新築すると想定した価格（再調達原価 ）から、建築された時から現在までの経過年数を考慮した減価額を控除して価格を求める。

建物の価格＝再調達原価－減価額‥‥(1)

再調達原価＝㎡当たりの新築単価×延床面積‥‥(2)

減価額＝再調達減価×経過年数／耐用年数‥‥(3)

(1)～(3)の式を変形すると次のようになる。

建物の価格＝延床面積×新築単価×残存年数／耐用年数‥‥(4)

・土地建物の取引価格から求める方法

土地建物の取引価格－土地価格（更地としての価格）＝建物価格

・土地建物一体の価格の査定（原価法による場合）

土地価格＝１㎡当たりの標準価格×個別格差修正率×土地面積‥‥①

建物価格＝再調達原価－減価額‥‥②

土地建物価格（①＋②）×市場性減価＝原価法による積算価格（鑑定評価額）

・建物の残存価値

(1)～(3)の計算式は、建物の耐用年数が経過した後には住宅の残存価値がゼロになると仮定した場合のものである。したがって、耐用年数が長くなれば（長寿命建物であれば）形式的な耐用年数（木造では 20～25 年程度）が経過した後でも残存価値があり、資産としての価値が残ることとなる。長期優良住宅の認定を受けた建物であれば、構造躯体の寿命は概ね 100 年程度が期待でき、構造躯体の価値が長期にわたって認められることができる。一方、長期優良住宅のような公的な制度に乗らないものについては、耐用年数が長期にわたるものであるかを確認、保証する方法が必要である。

・建物の減価要因

建物の原価要因には、物理的な劣化、間取りの陳腐化、設備の劣化など機能的なもののほか、もともと住宅地域であったものが、その後商業地域へと変化したなど、地域との関係の中で価値が低下する経済的な減価もある。

国土交通省では、中古住宅の価格構成要素に関する調査を行い、その結果を公表した。要旨は次のとおりである。(「中古住宅・リフォームトータルプラン検討会（第３回）平成２３年６月２７日」：中古住宅の価格構成要素に関する調査結果について）（http://www.mlit.go.jp/common/000148668.pdf）

リフォームによって建物価値は回復・向上する。また、台所・浴室等水回りのリフォームは、その他のリフォームに比べ建物価値回復の程度が大きい。

建物減価額の査定は、これまで（形式的な）総耐用年数と経過年数に重点がおかれていたが、これからは、経過年数と（実質的な）残存耐用年数に重点をおき、適切なリフォームによって残存耐用年数を延ばすことが可能である。

市場性の増減価に関してはこれまでは中古住宅に対する悪いイメージが住宅価格を低く見る方向に働いていたが、これからは、「新築並みの瑕疵担保（保証・保険）＋魅力あるリフォーム」で不安感を解消し、街並みが良くなることで、地域のみならず建物に対するイメージが向上し、市場性のアップに繋がる。イメージが上がることが建物価値、中古住宅の価値があがるということに反映させることが大事である。

戸建住宅の資産価値向上への展望　戸建住宅は社会の変化に対応して長寿命化、高品質化、環境対応など、大きく変わろうとしている。これからの戸建住宅に必要とされる要件としては以下のようなことが考えられる。

・住宅を長期間にわたって良好な状態を維持し、使用できる
・居住者が変わってもその生活スタイルに柔軟に対応できる
・住宅として具備すべき性能が良い
・環境対応として、エネルギー消費量、CO2 排出量が少ない
・ライフサイクルコストが小さい
・住宅内部の仕様、設備の仕様等が社会情勢の変化に容易に対応できる

これらのことが資産価値として金銭面で評価されることが必要であるが、現状ではすべてが的確に評価されているとは言えない。

中古の戸建住宅については、建物の品質などが積極的に評価されるようになってきた。内外装のリフォーム、耐震改修、バリアフリー改修、断熱改修、省エネ機器の導入など、住宅性能の付加価値を高める改修については、多くの場合価値査定の加算要因とされ、高く査定する仕組みができつつある。

１戸の住宅が数世代にわたって所有者が変わっても使用され続けるためには、良質の住宅が建設され、不動産市場において的確に評価され、居住者、住宅需要者、生産者、不動産業者など関係者の意識や価値観も変わることが必要である。

新築住宅の高品質化・高性能化、中古住宅の適正なな価値評価の方法やシステムの構築が進められ、これらがモチベーションとなって、住宅需要者の意識が変わっていく時代が訪れつつある。

２.長期優良住宅認定制度

木造・RC造では長期優良住宅の認定制度があるが、CB造は対象となっていない。この委員会で再確認したように、CB造外断熱の住宅は長期優良住宅と呼ぶのにふさわしい性能を兼ね備えている。一刻も早くCB造の長期優良住宅の認定制度が確立するよう、各方面へ働き掛けていきたい。