

5. 効果検証

5.1 はじめに

これまで、自立循環型住宅における省エネルギー効果は、実験結果を基に推計する方法を示してきたが、実際に建設されている住宅でその効果が得られているかどうかを確認する事を目的とし、以下の実施方針とした。

- ① 実在の自立循環型住宅の効果検証方法を検討する。
- ② 実在の自立循環型住宅で効果を検証する。
 - ・エネルギー消費量の実測
 - ・室内環境等の実測
(少数サンプルによる詳細計測と、比較的多数の簡易計測)
- ③ ガイドラインにおける省エネルギー性の評価方法を必要に応じて補正する。

5.2 効果検証方法に関する提案、問題点等

効果検証として簡易、中間、詳細の3レベルを提案した。以下にそれぞれについて示す。

(1) 簡易レベル

できるだけ簡易化した方法として、以下の2者を比較する。

- ・月別実エネルギー消費量
 - ・ガイドラインによる予測エネルギー消費量
- 前者は領収書などによることを想定している。また、後者は、
- ・対象住宅の建物(プラン)は、自立プランと見なして計算(補正は行わない)
 - ・対象住宅の生活状況は、自立モードと見なして計算(補正は行わない)
- とする。

この方法は、簡易化してあるので、web 調査などを用いた多数のサンプル収集に向いている。ただし、予測エネルギー消費量は、プランや生活状況が異なるため大きな誤差を含むことが考えられる。そこで、多数収集したサンプルによる平均値を元に検討する必要がある。

	建物(プラン)	建物(断熱等)	設備	生活
対象住宅	自立プラン とみなす	対象住宅	対象住宅	自立プラン → 月別実エネルギー消費量
基準住宅	自立プラン	標準レベル	標準レベル	自立モード → 予測エネルギー消費量

対象住宅/基準住宅 を自立での計算結果と比較

(2) 中間レベル

簡易レベルでは誤差の大きくなることが想定されるので、予測エネルギー消費量の精度を比較的簡単な補正方法で向上させる方法である。比較は以下の2者となる。

- ・月別実エネルギー消費量
- ・在室状況を簡易に予測する程度の測定(おんどとり、電力量計等)および建物(プラン)等で補正した予測エネルギー消費量

補正には、床面積、外皮面積、室温、居住者数、居住者の構成等を用いることが考えられる。

この方法では比較的詳細な対象建物の情報を必要とし、また現地における簡単な測定を実施するので、ある程度の協力が可能な居住者のいる住宅が対象となる。

	建物 (プラン)	建物(断熱等)	設備	生活
対象住宅	対象住宅の	対象住宅プラン*	対象住宅	対象住宅のモード* → 月別実エネルギー消費量
基準住宅	自立プラン	標準レベル	標準 レベル	自立モード → 予測エネルギー消費量

*は対象住宅に合わせて補正

対象住宅／基準住宅 を自立での計算結果と比較

(3) 詳細レベル

簡易・中間レベルでは、対象住宅でのエネルギー消費量を領収書等から求めるが、その場合エネルギーの用途分類が難しい。詳細レベルではエネルギー消費の用途分類が可能なように、できるだけそれぞれのエネルギー消費量を個別に測定する。また、それに加えてさらに精度の高い補正が可能となるように、以下の様な情報も収集する。

暖冷房:暖冷房機器の種類、Q 値(断熱性)、窓等の利用状況、生活パターン

給湯 :給湯機器の種類、配管断熱、給湯栓(節湯?)、給湯使用量

換気 :換気扇の種類、ダクトの抵抗(長さ、曲がり数など)

照明 :照明機器の種類、生活パターン

その他:保有する家電機器類とその使用状況、自然エネルギーの利用状況

この方法では、非常に詳細なデータを収集するため居住者の協力が不可欠である。また、計測器なども多く使用するため測定できる数は限られる。

	建物 (プラン)	建物(断熱等)	設備	生活
対象住宅	対象住宅の	対象住宅プラン*	対象住宅	対象住宅のモード* → 月別実エネルギー消費量
基準住宅	自立プラン	標準レベル	標準 レベル	自立モード → 予測エネルギー消費量

*は対象住宅に合わせて補正

対象住宅／基準住宅 を自立での計算結果と比較

5.3 効果検証の結果の例

5.3.1 S邸

1) 建物の概要

集成材による「木質フレームシステム」の木造3階建2世帯住宅。外周壁を耐震壁として間取変更の自由度を高め、長寿命住宅を指向している。また、Q値1.7、C値1.1、蓄熱部位を多くした躯体性能を確保している。暖冷房は24時間換気設備の新鮮空気を暖めたり冷やしたりしてダクトで送る方式である。換気設備は排気末端が各室にあり、連続的な空調をした場合に空調の熱が各居室に供給される設計である。幅5m高さ6mの大開口をもつ吹抜には蓄熱型薪ストーブが置かれ、趣味の暖房として稼働する。冬期吹抜上部の暖気を1階床下に送る縦ダクトにより床下を17～18℃の安定した温度環境としている。吹抜外部の外ブラインドは日射遮蔽・光量調節等の機能を持ち、まちに対して開く・閉じるのメリハリをつける目的を持ち、この家の特徴としている。

建築場所：東京都葛飾区

家族構成：若夫婦・老夫婦の2世帯構成

1・2階4人(夫婦:2名 子:2名)、3階2人(老夫婦)

延床面積：床面積合計 217.25 [m²]

駐車場面積：17.97 [m²]

延面積：199.28 [m²]

住宅性能：C値 1.1 [cm²/m²] (実測値)

Q値 1.7 [W/m²K] (実測に基づく計画値)

設備の特徴

空調設備：天井埋込エアコンを2階、3階に1台ずつ設置、各エアコンのリターン部にセントラル熱交換換気扇の新鮮給気を取り入れている。

換気設備：2階、3階居室ゾーンはセントラル式熱交換換気扇による換気、サニタリーはダクト換気扇、浴室バス乾燥機能付換気扇、センサー付換気扇で換気

給湯：1世帯1組として2階、3階にエコキュートを各1台ずつ設置

循環・搬送：1階吹抜け頂部の滞留暖気を循環用送風機により1階床下に送る。塔屋の暖気を搬送用送風機で3階に送る。

その他：太陽光発電量 3kW、ホームエレベーターを設置、照明はLED、蛍光灯を中心とする多灯分散



図 5.3.1 建物外観(南面)

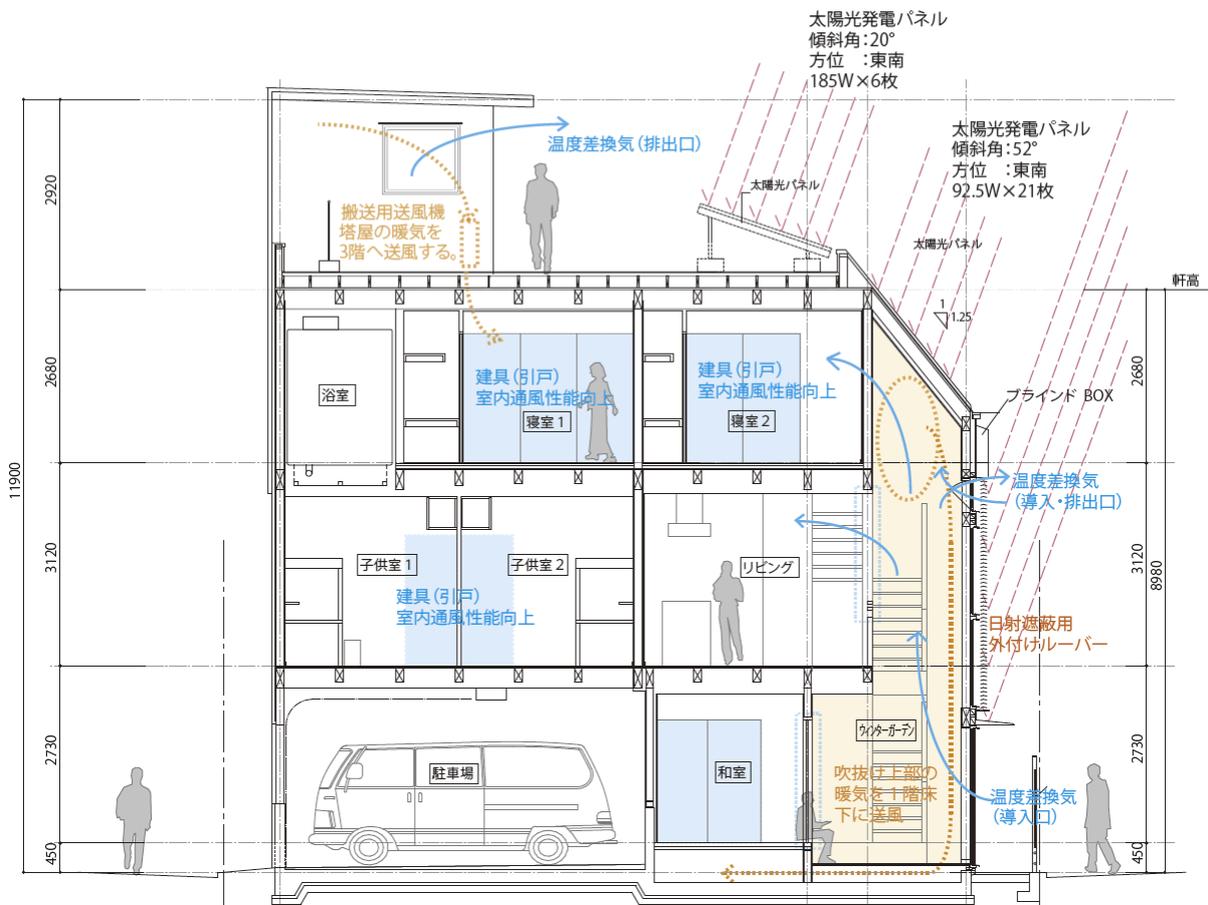


図 5.3.2 断面図

2) 結果の概要

設計値で見ると、断熱外皮計画で平成11年省エネ基準を超えるレベルとしているため、暖房のエネルギー削減量が目立って大きい。また、給湯も高効率給湯器の使用により削減量が大きい。そのほか、換気・家電も一次エネルギー削減に役立っている。また、3kW の太陽光発電を採用していることで、太陽光発電による効果を入れれば基準値の半分以下となる。

各種の省エネルギー要素技術を採用しており、それらを元にした設計値では41.8%の削減率となった。これに対して、浴室乾燥機の使用や、震災後の省エネルギー的なライフスタイルへの変化なども含まれた状態における実際の測定値では、住戸全体の場合自立循環の基準値に比べて太陽光発電を除いて30%の削減となった。

表 5.3.1 年間消費電力量【期間 2010年12月～2011年11月まで】

項目	2010年												2011年												一帯分 kWh	一帯分 GJ
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月							
総消費電力量(注1)	6,306.20	7,110.21	8,116.21	8,116.21	10,116.21	11,116.21	12,116.21	11,116.21	10,116.21	9,116.21	8,116.21	7,116.21	6,116.21	5,116.21	4,116.21	3,116.21	2,116.21	1,116.21	11,116.21	134,800	1,116.21					
照明	5,800	7,000	7,500	7,500	9,000	9,500	10,000	10,500	10,500	9,500	8,500	7,500	6,500	5,500	4,500	3,500	2,500	1,500	11,500	134,800	1,116.21					
空調	19,442	16,250	20,790	21,340	19,700	17,820	21,370	20,040	18,790	19,870	19,790	16,910	16,940	22,440	24,150	23,260	22,440	22,810	19,710	240,000	2,400.00					
給湯	21,800	309,220	601,150	225,350	9,090	54,710	110,500	325,790	519,050	390,420	7,500	4,000	45,510	205,930	300,490	230,120	3,910	40,440	170,340	2184,300	21,843.00					
給湯	エコキュート	71,290	67,200	55,090	72,420	117,120	178,110	248,010	332,010	273,300	289,020	189,100	121,930	90,460	68,460	67,880	82,890	119,440	153,050	106,910	2013,300					
給湯	ボイラ/エコキュート	13,790	13,540	13,890	14,840	16,510	25,370	34,320	28,990	19,020	30,900	15,440	19,610	16,030	13,110	19,420	22,000	20,590	23,040	9,990	271,000					
換気機	セントラル換気機	11,900	12,560	14,440	11,670	14,710	10,980	4,790	6,440	8,090	9,890	9,290	9,290	9,690	9,290	8,920	8,440	7,470	8,700	3,430	39,600					
家電	浴室換気乾燥機	46,180	30,590	14,530	50,540	90,910	88,920	40,630	63,900	206,380	133,540	45,670	81,470	104,610	115,560	76,530	77,840	39,530	62,680	55,360	104,490					
家電	小計	43,590	54,020	53,560	47,220	38,720	30,110	27,480	27,860	27,920	27,140	27,950	27,090	42,600	48,040	46,710	45,890	38,350	30,270	12,430	429,800					
空調	小計	233,880	674,230	703,650	460,740	216,270	417,330	403,750	616,350	694,420	606,710	257,350	209,150	303,420	401,410	605,680	600,670	268,770	354,640	313,250	646,650					
照明	小計	27,320	34,680	43,650	45,940	52,020	50,510	47,850	68,090	44,760	50,250	32,950	27,690	25,010	24,630	24,490	26,620	27,730	32,330	13,420	432,500					
空調	小計	20,720	401,010	674,720	270,870	89,130	230,630	263,130	215,490	211,840	154,230	80,040	14,510	42,890	245,510	288,090	141,360	18,710	130,890	121,870	2,007,810					
給湯	小計	33,910	41,220	33,830	40,700	63,620	99,240	122,120	182,760	141,390	144,480	83,900	63,270	47,870	37,000	33,010	40,220	39,120	47,790	30,310	1,094,420					
給湯	ボイラ/エコキュート	10,140	10,260	20,960	17,900	22,680	14,480	18,870	20,390	14,480	13,370	12,730	12,250	10,280	10,830	10,070	11,250	12,290	13,070	3,070	1,030,540					
換気機	セントラル換気機	26,190	31,110	31,090	32,880	31,870	30,370	49,700	35,120	15,230	18,540	16,910	26,890	30,480	31,320	31,240	30,420	25,120	17,230	6,480	326,440					
家電	浴室換気乾燥機	8,090	14,330	24,580	29,290	25,120	20,730	8,530	5,170	4,100	4,440	4,340	4,550	4,420	4,620	4,620	4,500	4,420	1,830	56,440	60,000					
家電	小計	148,330	240,620	225,870	427,680	503,340	442,020	392,480	713,390	593,670	461,090	308,720	254,220	207,020	353,330	512,190	391,640	257,160	304,430	224,750	2,627,590					
空調	小計	12,830	16,000	15,300	13,460	14,310	13,100	13,370	15,560	11,360	10,480	10,850	10,670	11,330	11,810	12,610	12,970	13,410	13,700	4,550	140,000					
その他	小計	812,320	953,100	950,890	982,040	467,150	952,870	923,310	931,590	545,600	460,250	206,240	296,000	291,540	252,040	246,520	234,660	215,000	251,500	157,400	373,930					
太陽光発電	小計	705,290	1484,010	1991,820	1294,520	1020,070	1220,370	1424,830	1879,030	2151,050	1841,520	920,910	861,130	899,140	1338,050	1247,170	1130,360	755,600	1003,330	771,960	1553,020					
太陽光発電(パワコン)	発電量	-226,450	-383,100	-334,810	-243,010	-164,840	-202,080	-227,010	-209,890	-216,510	-251,500	-330,350	-260,690	-220,070	-300,380	-290,100	-213,480	-192,710	-60,410	-315,870	-300					
太陽光発電(パワコン)	発電ロス	-79,370	-31,340	-2,480	-13,130	-36,600	-48,070	-48,660	-66,640	-11,170	-63,860	-133,290	-66,400	-48,480	-17,930	-26,860	-43,170	-76,410	-68,480	-71,620	-60					
① 太陽光発電(パワコン)	合計	391,210	1212,230	1699,910	1091,840	894,820	1098,280	1243,770	1648,280	1945,650	1641,020	720,810	694,040	718,730	1099,410	1099,670	822,330	621,230	866,100	723,240	1319,620					
② 太陽光発電(パワコン)	合計	-154,060	-271,760	-332,320	-212,080	-125,250	-153,990	-181,160	-230,650	-205,410	-287,640	-187,310	-172,080	-180,410	-282,450	-250,510	-207,010	-134,370	-137,230	-48,720	-2448,210					
①-②	合計	705,290	1484,010	1991,820	1294,520	1020,070	1220,370	1424,830	1879,030	2151,050	1841,520	920,910	861,130	899,140	1338,050	1247,170	1130,360	755,600	1003,330	771,960	1553,020					

表 5.3.2 一次エネルギー削減量と削減量

項目	単位[GJ]			削減率	単位[GJ]		
	子世帯	親世帯	合計		住戸全体エネルギー削減率	単位面積あたりのエネルギー削減率	一人あたりのエネルギー削減率
暖房	13.6	11.4	25.1	42%		65%	61%
冷房	7.7	8.2	15.8	-199%		-79%	-49%
換気	1.0	3.2	4.1	12%		47%	41%
給湯	19.7	10.4	30.0	-23%		26%	18%
照明	3.5	4.2	7.7	28%		57%	64%
家電(バス乾燥&EV&その他)	52.1	12.6	64.7	-173%		-64%	-82%
調理(H)	2.6	1.8	4.2	4%		43%	36%
合計	100.2	51.6	151.8	-30%		22%	13%
太陽光発電も含む合計			121.0	-4%		38%	31%
太陽光発電	30.8		30.8				

※世帯分割出来ない系統については子世帯に計上

表 5.3.3 採用手法と省エネルギー効果の推計

採用手法と省エネルギー効果の推計				
用途	要素技術	レベル評価	エネルギー消費率	採用手法
暖房	断熱外皮計画	レベル4	0.7	平成11年基準を超える断熱性能
	日射熱の利用	レベル0	1	開口部の断熱性能向上
	暖房設備計画	レベル1	0.85	COP3.28 + 配管保温
冷房	自然風の利用	レベル0	1	温度差換気 + 室内通風性能向上 + 屋根面を利用した自然風の取り込み*
	日射遮蔽手法	レベル3	0.65	木製気密サッシ (クリアトガス入り複層ガラス 4-12A-4) + 外付けブラインドシャッター、内付にガス-エスクリン
	冷房設備計画	レベル1	0.85	COP3.03 + 配管保温
給湯	太陽熱給湯	レベル0	1	なし
	給湯設備計画	レベル2	0.8	高効率給湯機の導入 + 配管保温
換気	換気設備計画	レベル2	0.6	ダクト式換気システムの適正化 + 高効率機器の導入 (セントラル式全熱交換型換気設備)
照明	昼光利用	レベル0	1	LD 2面 + その他居室 1面採光 (採光条件1)
	照明設備計画	レベル1	0.7	高効率機器の採用 + 多灯分散照明
家電	高効率家電機器の導入	レベル1	0.8	2010年製冷蔵庫 + 液晶テレビ + 待機電力の低減
その他 (調理)		レベル0	1	なし
電力	太陽光発電	レベル1	—	発電容量: 3.05kW

*自然風の利用は「全館連続暖冷房」のため評価できない。

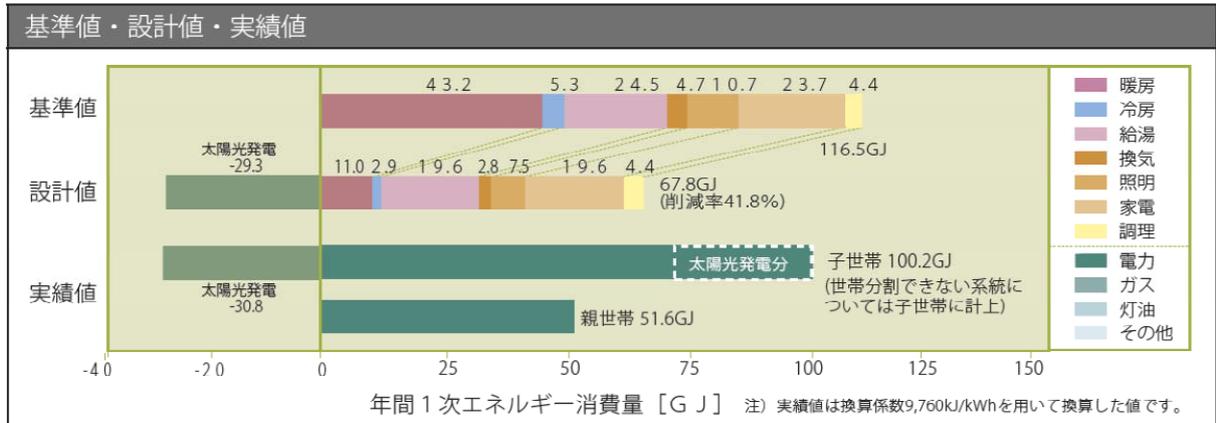


図 5.3.3 年間一次エネルギー消費量の基準値と設計値、実績値

5.3.2 邸

1) 建物の概要

屋根面の集熱部により暖められた空気を暖房、給湯に利用するシステムを採用している。暖房時には屋根面で暖められた空気は床下に搬送され、基礎部分に蓄熱するとともに1階床から室内に吹き出すことで対流型暖房となるのに加えて、床下から床面も暖められることで放射型の暖房にもなっている。室内温度がある程度高い場合には、暖められた空気の熱は貯湯槽の水の加熱に利用される。また、搬送用の電力は太陽光発電を利用している。建設地は太平洋側で冬季の晴天率が高く、日射熱を暖房に活用しやすい。

敷地は、住宅地の西側端部に位置している。東側は住宅街であるが、西側は企業の寮と社員用駐車場、また坂の頂上、という条件となっており、東側以外は比較的広がりのある環境である。東隣の建物が接近しており一階の東側には日照が期待出来ないため、玄関、水廻りなどを東側に配置する事で、リビング・ダイニング・キッチンの明るさに配慮している。また、階段を南側のリビング東側に設け、東側の出っ張りを無くすことで、午前中日照が得られる時間には、すぐにリビングに日が差すよう考慮されている。また空気式集熱システムを採用し、階段廻りをすのこ床にすることで、空気が2階にも上がり、暖房エネルギーの削減に効果を得られる。

表 5.3.4 建物概要と家族構成

所在地	愛知県安城市
竣工年	2008 年春
床面積	延床:96m ² (1階:48m ² 2階:48m ²) ※ロフト部分の面積は含めず
家族構成	4 人家族 父(会社員)、母(主婦)、 姉(中学3年生)、弟(小学6年生)



図 5.3.4 建物外観(南面)

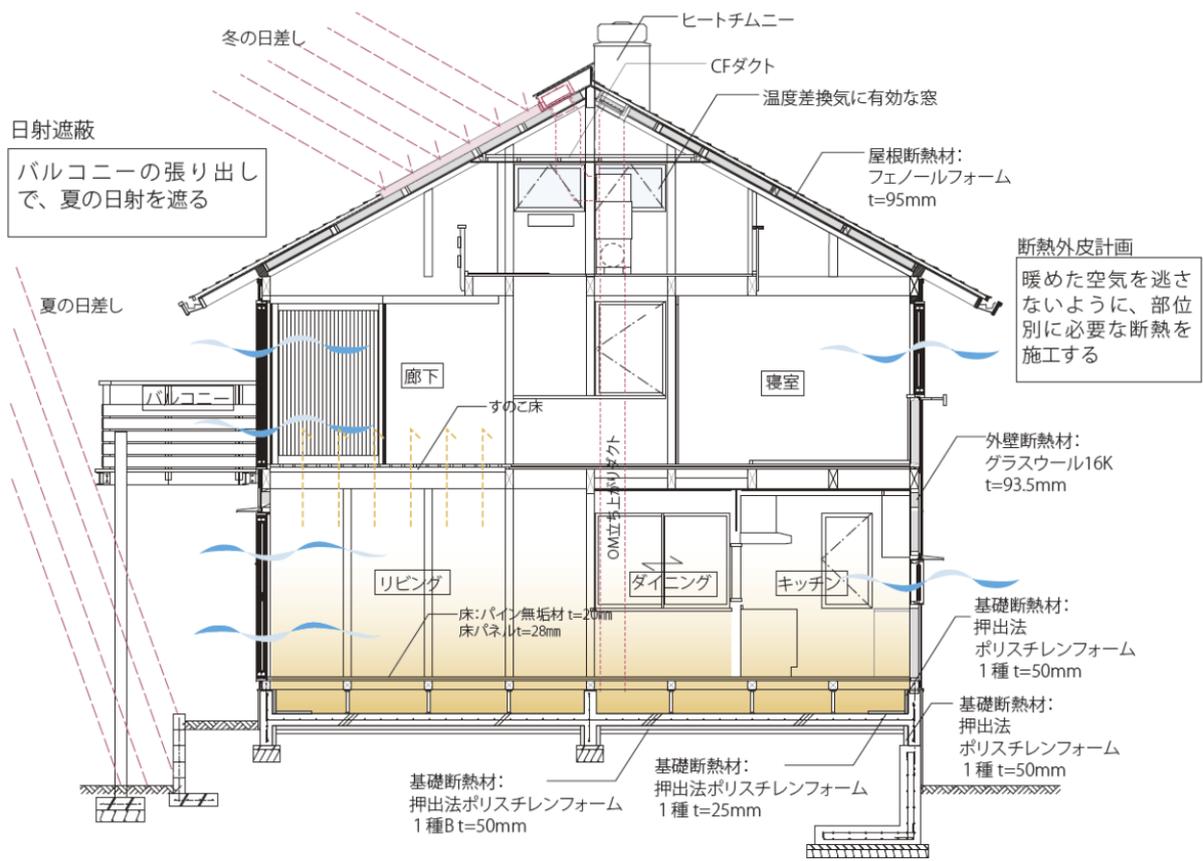


図 5.3.5 空気式集熱システム、昼光利用、自然風の利用

2) 結果の概要

この住宅も断熱外皮計画で平成11年省エネ基準を超えるレベルとしているため暖房エネルギー削減量が大きく、また、家電についても効果的な機器を導入していることから削減量が大きい。一方、空気集熱式のソーラーシステムは暖房・給湯に活用されているが現状の評価手法ではその効果が見込まれていないため実績値との誤差の要因となっている。特に給湯では設計値では削減がない想定となっているが、夏季には大きな集熱量があり、今後の検討課題と言える。

これに加えて、この住宅における居住者の住まい方として、暖房期でも比較的低い気温で過ごしていることが多いなどの要因も含まれているが、実績値では設計値よりもさらに低い年間1次エネルギー消費量となった。

表 5.3.5 採用手法と省エネルギー効果の推計

採用手法と省エネルギー効果の推計				
用途	要素技術	レベル評価	エネルギー消費率	採用手法
暖房	断熱外皮計画	レベル4	0.45	平成11年省エネ基準を超える断熱性能
	日射熱の利用	レベル0	1	なし
	暖房設備計画	レベル1	0.8 ^{※1}	高効率エアコンの採用(暖冷房平均COP4.0以上) +空気集熱式ソーラーシステム
冷房	自然風の利用	レベル1	0.9	直接的な取込み+温度差換気利用+室内通風性能向上
	日射遮蔽手法	レベル3	0.55	樹脂サッシ+低放射複層ガラス+すだれ
	冷房設備計画	レベル1	0.8	高効率エアコンの採用(暖冷房平均COP4.0以上)
給湯	太陽熱給湯	レベル0	1 ^{※1}	空気集熱式ソーラーシステム
	給湯設備計画	レベル0	1	なし
換気	換気設備計画	レベル1	0.7 ^{※1}	換気方式の簡略化+空気集熱式ソーラーシステムと連動した換気
照明	昼光利用	レベル3	0.9	LD・寝室2面+その他居室2面、非居室1面採光
	照明設備計画	レベル0	1	なし
家電	高効率家電機器の導入	レベル2	0.6	2008年製液晶テレビ+2008年製冷蔵庫 +2007年製温水暖房便座
その他(調理)		レベル0	1	なし
電力	太陽光発電	レベル0	1	なし

※1空気集熱式ソーラーシステムは、「自立循環型住宅への設計ガイドライン」温暖地版では、要素技術として取り上げられていないため、レベル評価およびエネルギー消費率には反映しない。

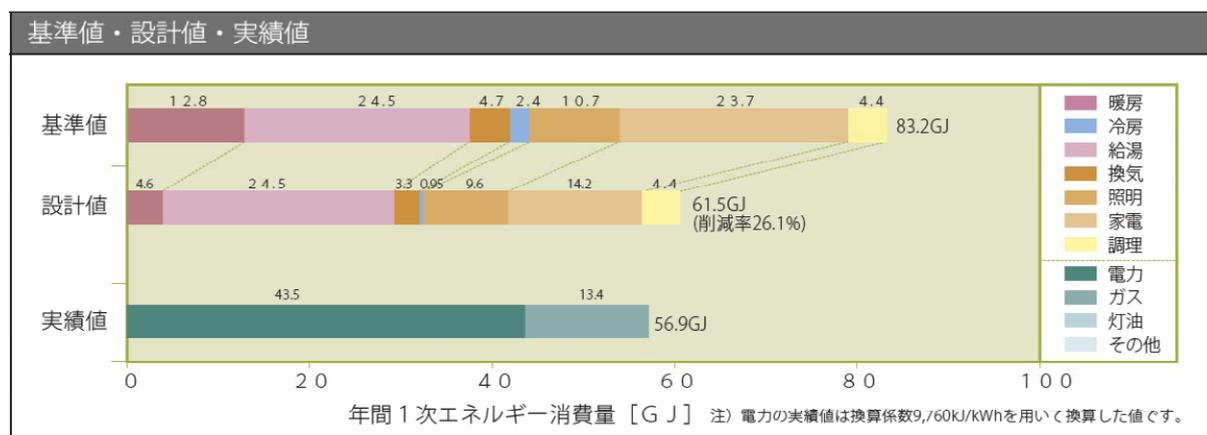


図 5.3.6 年間1次エネルギー消費量の基準値と設計値、実績値

5.3.3 M邸

1) 建物の概要

“都市にあってもエコライフを育み、楽しく永く住み継げるすまい”をコンセプトに建てられた木造枠組壁工法のモデルハウスである。無理な我慢をしない“快適・健康で省エネルギーなすまい”の実現に向け、“次世代省エネルギー基準を上回る住宅性能”＋“全館空調だからできる快適性&都市でもオープンに過ごすことができる間取り”をベースとしている。シャープなデザインの庇や袖壁を利用したパッシブ設計技術や太陽光発電による創エネルギーに加え、夏期と冬期で使い分けができる半戶外空間“コンサバトリー”や排気ガスの出ない電気自動車を室内に取り込む“カースタジオ”を提案している。



図 5.3.7 外観

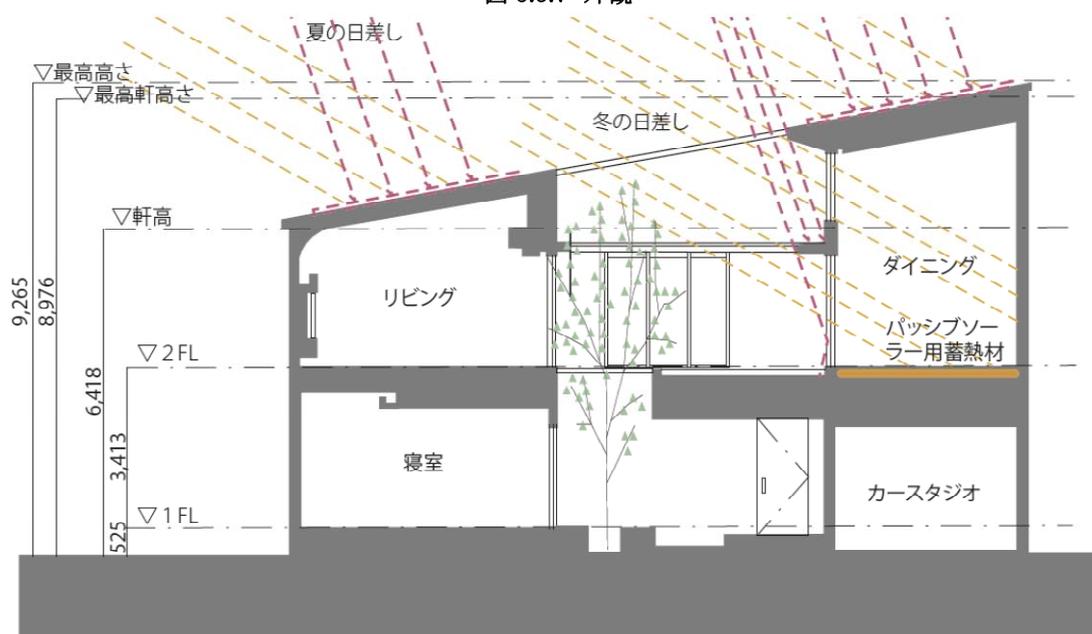


図 5.3.8 断面図

2) 結果の概要

モデルハウスのため居住状態による実績値はないが、設計値で見ると、やはりこの住宅でも断熱外皮計画で平成11年省エネ基準を超えるレベルとしていることから暖房エネルギー削減量が大きい。次に、給湯にも高効率給湯器を用いていることから削減量が大きい。そのほか、換気・家電も一次エネルギー削減に役立っている。全館空調システムではあるが、これらの削減により部分間欠暖冷房方式の基準値を下回る年間一次エネルギー消費量となっている。また、6kW を超える容量の太陽光発電を採用しているが、ガイドラインでは 4kW としてカウントされるため、実際には設計値で示したよりもさらに大きな削減量となる可能性がある。

表 5.3.6 採用手法と省エネルギー効果の推計

採用手法と省エネルギー効果の推計				
用途	要素技術	レベル評価	エネルギー消費率	採用手法
暖房	断熱外皮計画	レベル4	0.3	平成11年基準を超える断熱性能
	日射熱の利用	レベル0	1	開口部の断熱性能向上
	暖房設備計画	レベル2	0.8	COP4.57 + 室別温度調節機能
冷房	自然風の利用	レベル0	1	直接的な自然風の取り込み(開口部配置) + 間接的な自然風の取り込み(ウインドキャッチャー)※
	日射遮蔽手法	レベル3	0.55	アルミ・樹脂複合サッシ+遮熱・断熱複層ガラス+庇+外付けブラインド
	冷房設備計画	レベル2	0.8	COP3.73 + 配管保温
給湯	太陽熱給湯	レベル0	1	なし
	給湯設備計画	レベル2	0.8	高効率給湯機の導入 + 室別温度調節機能
換気	換気設備計画	レベル2	0.6	ダクト式換気システムの適正化 + 高効率機器の導入(セントラル式全熱交換型換気設備)
照明	昼光利用	レベル1	0.98	LD、老人室2面 + その他居室1面採光 + 非居室1面採光(採光条件3)
	照明設備計画	レベル1	0.7	高効率機器の採用 + 多灯分散照明
家電	高効率家電機器の導入	レベル1	0.8	2009年製液晶テレビ + 瞬間沸かしタイプ温水暖房便座 + 待機電力低減
その他(調理)		レベル0	1	なし
電力	太陽光発電	レベル2	—	発電容量: 6.67kW

※自然風の利用は「全館連続暖冷房」のため評価できない。

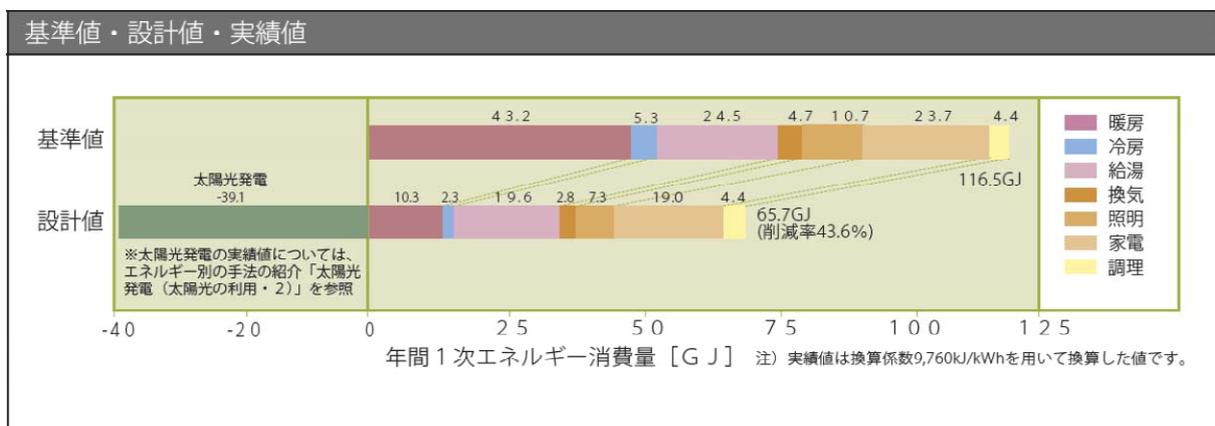


図 5.3.9 年間一次エネルギー消費量の基準値と設計値

5.4 まとめ

まず初めに、効果検証のレベルとして3段階を示した。その後、詳細レベルの検証を行い、特にこれまで評価対象としてこなかった空気式集熱システムについては、新たなガイドラインに組み込めるような情報を収集できた。また、その他、各種の条件における計測結果からエネルギー消費の詳細に関する情報等を多く得ることができた。

しかしながら、測定できた件数があまり多くはなく、大規模な簡易レベル調査も実施することができなかつたため、住宅規模やライフスタイルなどの違いによる年間一次エネルギー消費量の補正方法にまでは到達することができなかつた。今後はさらなる情報の収集とともに、既存情報も活用しながらガイドラインにおける設計値の補正方法などについて検討を加えていく必要がある。