

B-16 家庭等における二酸化炭素排出抑制システムに関する研究

(1) 家庭等における二酸化炭素排出抑制のための建造物の断熱構造化の普及促進に関する研究

研究代表者

国立環境研究所

若松 伸司

環境庁 国立環境研究所

地域環境研究グループ

統括研究官

内藤正明

都市大気保全研究チーム

若松伸司・上原 清

交通公害防止研究チーム

清水 浩・森口祐一

(委託先)

室蘭工業大学

鎌田紀彦・窪田英樹

平成3-5年度合計予算額 25,938千円

(平成5年度予算額 9,116千円)

[要旨]

快適性の向上（アメニティー）をはかり、環境負荷の低減を実現する住まい「エコハウス」の構築にあたっては、住宅の高気密・高断熱化が極めて有用である。このため木造一戸建て住宅を中心に、モデル住宅におけるエネルギー消費を計算し、二酸化炭素排出削減効果の検討を行った。これとともに住宅構法に関する検討を行った。

モデル住宅の居住時における用途別熱及び電力負荷計算結果をもとに、各用途の使用エネルギー、使用機器を設定し、エネルギー使用量を試算した。予測結果によれば高断熱・高気密レベルと新設住宅の現状レベルとを比較すると部分間欠暖房時で20～25%程度、全室連続暖房で35～40%程度、高断熱・高気密住宅の方がエネルギー使用量が少なくなる事がわかった。住宅の建設時におけるCO<sub>2</sub>排出量を推定したところ延床面積150m<sup>2</sup>の住宅で炭素換算で1年あたりの排出量は約400kgとなる。この値と居住時におけるCO<sub>2</sub>排出量を全国7都市（札幌、仙台、新潟、東京、米子、広島、鹿児島）について比較した。全室連続暖房運転では札幌、東京両地域においてともに4割近くの差が、新設住宅の現状レベルと高断熱・高気密レベルの住宅との間に見られ、この値は住宅建設に伴うCO<sub>2</sub>排出量よりも大きい。高断熱・高気密住宅の利用は家庭等におけるCO<sub>2</sub>排出抑制のために極めて効果的であることが示された。

[キーワード] 高断熱・高気密住宅、新在来木造構法、エコハウス

1. 序

民生部門（家庭、事務所ビル等）におけるCO<sub>2</sub>の排出量は我が国における部門別排出量の23%を占めており年率3.5%の割合で増加しつつある。この中で家庭からのものは約半分の12%程度であり今後住生活スタイルの変化に伴って更に増加の傾向にある。このため家庭等におけるCO<sub>2</sub>排出抑制のための具体的な方策を検討することは温暖化防止対策上極めて重要である。本研究においては住宅における高断熱・高気密化に関する検討を、モデル計算を中心に実施し、モデル住宅実験、構法評価等の検討もあわせて行った。

## 2. 研究方法

現在我が国において一般的に利用されているタイプの住宅を想定して、この住宅が気象条件が異なる日本の各地域において利用された時のCO<sub>2</sub>の発生量を各種の住宅条件に関して計算により求め高断熱・高気密の性能の評価を行った、更に住宅建設時のCO<sub>2</sub>の発生量を推定した。高断熱・高気密住宅はエネルギー性能面からばかりではなく快適な居住性や容易な建築構法の観点からも評価されなければならないため、この点に関しての実験的な検討も合わせて実施した。

## 3. 住宅からのCO<sub>2</sub>発生量の推定

住宅からのCO<sub>2</sub>発生量は住宅の構法、設計プラン、住宅面積、建築構法、建設地域、住まい方、住宅設備等により異なると考えられる。今回は住宅の性能評価を中心に考え、プラン、面積、住まい方については同一のモデルを設定し、住宅設備や構造、並びに地域による差を主に検討した。プランについては、総2階建ての単純なものと一部2階建てのもので熱負荷が異なることから両者を検討の対象とし、住宅面積は150m<sup>2</sup>程度で、4人世帯を想定し、構造については、今後の省エネルギー型住宅の基本となると考えられる高気密・高断熱をベースとし、比較対象として現状の新設住宅における断熱・気密構造を設定した。

## 4. 熱負荷計算結果

熱負荷計算は「SMASH」(財)住宅・建築省エネルギー機構)を用いて実施し対象地域は札幌、仙台、新潟、東京、米子、広島、鹿児島 の7ケースとした。空調運転モードと温湿度条件の組み合わせにより、冷房1ケース、暖房2ケースを設定した(表1)。なお、夏期に外気温が26℃以下で室温がそれ以上の時は、窓開放による換気(20回/h)を行うこととした。住宅の断熱性能と気密性能に関して2ケースを設定した。断熱・高気密の性能を評価するために、比較対象として新設住宅の現状に近いと考えられる、断熱・気密水準を設定した(表2)。以下「新設住宅の現状レベル」と呼ぶ。この新設住宅の現状レベルの断熱性能については、建設省告示第451号「住宅に係るエネルギーの仕様の合理化に関する設計及び施工の指針」で示された、「木造の気密住宅」の各部位の熱貫流率の基準値に基づき、それから逆算された断熱材の厚さを、対象地域ごとに適用した(表3)。気密性能については、自然換気回数を1.5回/hとする。熱負荷計算条件のフローを図1に示す。

計算にあたっては暖房、冷房、給湯、厨房、照明動力の用途別にエネルギー消費量を試算し、それぞれに、都市ガス、0.0564(炭素 Kg/M Cal)、LPG 0.0683、電気 0.1418、灯油0.0774のCO<sub>2</sub>排出原単価を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を求めた。また空調については熱負荷シミュレーションを行った。熱負荷計算にあたっての暖房温度の設定は在室時20℃、その他の場合を18℃、冷房時の設定は27℃、60%とした。二種類の住宅プランについて、断熱・気密性能別(高断熱・高気密レベルと新設住宅の現状レベル)・運転モード別(全室連続運転と部分間欠運転)に、札幌仙台、新潟、東京、米子、広島、鹿児島 の7地域の年間熱負荷計算を行った。

暖房負荷について同じ運転モードで、断熱気密性能の違いによる暖房負荷の比較をすると、総2階プラン、一部2階プランとともに全室連続運転時では、「高断熱・高気密レベル」の暖房負荷が「新設住宅の現状レベル」の暖房負荷の3割～5割程度である。部分間欠運転時でも、同様の結果であった。つまり計算上は、断熱・気密性能を高くすることによって、相当の負荷低減を見

表1 空調運転モード、温湿度の設定

	運転モード	設定温<湿>度
冷房	部分間欠（在室起床時のみ）	27℃<60%>
暖房	部分間欠（在室起床時のみ） 全室連続（起床時のみ）	20℃ 20℃（在室時）、18℃（その他）

表2 断熱・気密性能のレベルの設定

	断熱性能に関わる 部位仕様		気密性能 (自然換気回数)
高断熱・高気密 レベル	壁体	吹込用グラスウール18K（天井） グラスウール16K細繊維品	0.5回/h
	窓	ペアガラス樹脂サッシ(3+3mm)	
新設住宅の現状 レベル	壁体	グラスウール24K	1.5回/h
	窓	ペアガラスアルミサッシ(3+3mm)	

表3 断熱材の厚さ（総2階タイプ、一部2階タイプ共通）

	断熱材の厚さ（mm）						
	地域	小屋裏	外壁	外気に接する床		その他の床	
				畳敷	板敷	畳敷	板敷
高断熱・高気密 レベル	—	250	100	100	100	100	100
新設住宅の現状 レベル	札幌	175	100	135	150	85	100
	仙台	55	40	60	75	25	45
	新潟	55	40	60	75	25	45
	東京	55	35	25	45	5	20
	米子	55	35	25	45	5	20
	広島	55	35	25	45	5	20
	鹿児島	55	20	15	35		15

<参考文献>

住宅の新省エネルギー基準と指針、(財)住宅・建築 省エネルギー機構、平成4年

込めることになる。同じ断熱気密性で、運転モードの違いによる熱負荷の比較を行うと、総2階プランについてみると、高断熱・高気密レベルでは、「全室連続運転」時の熱負荷が「部分間欠運転」時の熱負荷の1.8～2.1倍となった。同様に、新設住宅の現状レベルでは、2.1～2.3倍になった。また、一部2階プランについてみると高断熱・高気密レベルでは「全室連続運転」時の熱負荷が「部分間欠運転」時の1.6～1.7倍となり、新設住宅の現状レベルでは、1.8～1.9倍となる。一部2階プランの値が、総2階プランのそれに比べ低いのは、延床面積に対する非居室の面積比の違いによるものと考えられる。ちなみに両プランとも、高断熱・高気密レベルの全室連続運転時の熱負荷は、新設住宅現状レベルの部分間欠運転時の熱負荷と同程度かそれ以下になっている。今後、全室暖房を考える際には、住宅の高断熱・高気密化は不可欠の性能であると考えられる。

冷房負荷計算については、運転モードを部分間欠運転のみで行う。断熱気密性能の違いによる冷房負荷の比較をすると、「高断熱高気密レベル」の冷房負荷は「新設住宅の現状レベル」の負荷より1～2割程度低く、南の地域ほどその割合が大きくなることがわかった。

## 5. 居住時におけるCO<sub>2</sub>排出量

モデル住宅の居住時における熱及び電力負荷計算から用途別エネルギー消費量を求め、CO<sub>2</sub>排出量を試算した。この計算にあたっては熱源として暖房は灯油、冷房は電気、給湯は、用湯、厨房はLPG、照明動力は電気を想定している。熱負荷計算の結果とほぼ同様の傾向が示されている。すなわち、高断熱・高気密レベルと新設住宅の現状レベルを比較すると部分間欠暖房時で20～25%程度、全室連続暖房で35～40%程度、高断熱・高気密住宅の方がCO<sub>2</sub>排出量が少なくなることがわかった。一方部分間欠暖房と全室連続暖房の比較では現状レベルの住宅では、39～56%程度全室連続暖房の方がCO<sub>2</sub>排出量が増加するのに対して高断熱・高気密住宅ではその増加率が13～30%と小さいことが示された。

前節のシステムの設定に基づき用途別のエネルギー消費量を求め、そのエネルギー種別CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じて居住時におけるCO<sub>2</sub>排出量を試算した。(エネルギー種別CO<sub>2</sub>排出原単位については、(財)日本エネルギー経済研究所の試算値(1990年の電源構成による試算値)を使用した。

CO<sub>2</sub>排出量試算のための設定条件を図2に示す。

在来木造・プロトタイプ of 2プランについては、「新設住宅の現状レベル」の既存設備システムの場合のCO<sub>2</sub>排出量に対して、「高断熱高気密レベル」の既存システムの場合、あるいは太陽熱温水器・多機能ヒートポンプ・太陽光発電システムを導入した場合のCO<sub>2</sub>排出量を比較した。

地域別(対象7地域)、プラン別(総2階プラン、一部2階プラン)、空調運転モード別(全室連続、部分間欠)にCO<sub>2</sub>排出量試算結果を図3～9に示す。

断熱気密性能が「新設住宅の現状レベル」で、導入設備が「既存システム」の場合のCO<sub>2</sub>排出量を基準に、「高断熱・高気密レベル」で前述の3つの設備を導入した場合のCO<sub>2</sub>排出量の削減率を表4に示した。

まず「新設住宅の現状レベル」を「高断熱高気密レベル」にすることによって、CO<sub>2</sub>排出量が、「全室連続」運転の場合4割、「部分間欠」運転の場合3割程度削減できる。ここでは地域、プランによる違いはほとんどみられない。その「高断熱・高気密レベル」に太陽熱温水器を導入した場合は、「全室連続」運転でさらに4～7%、「部分間欠」運転でさらに5～10%削減でき

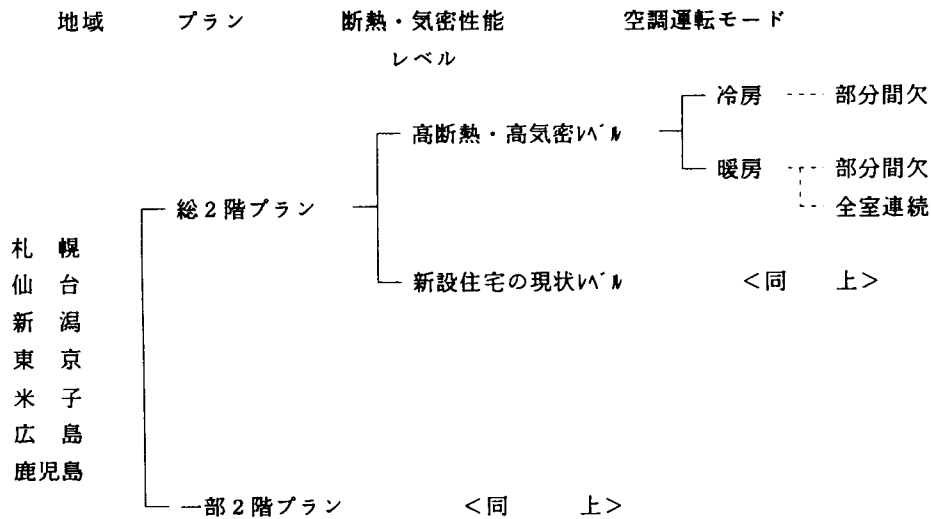


図1 熱負荷計算条件のフロー図

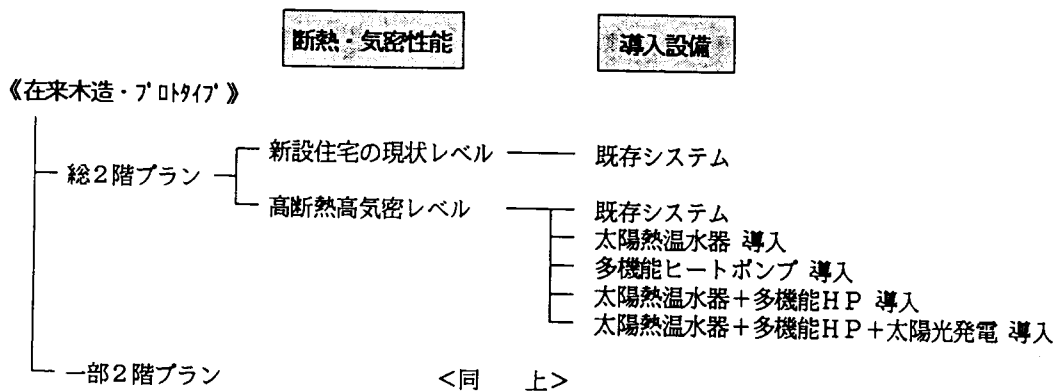


図2 CO<sub>2</sub>排出量試算のための設定条件

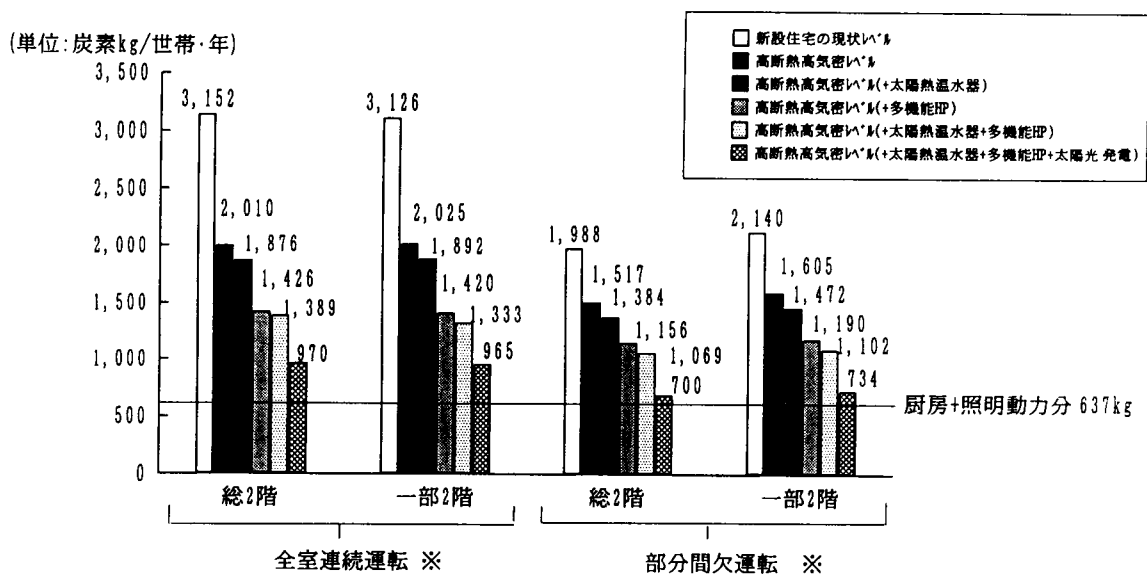


図3 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(札幌)

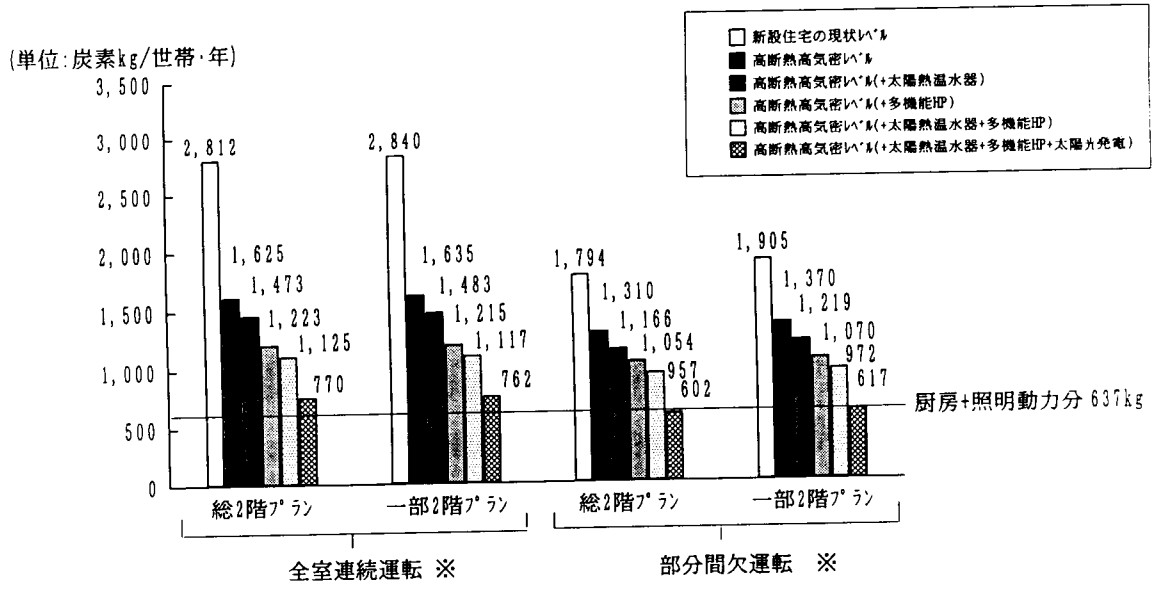


図4 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(仙台)

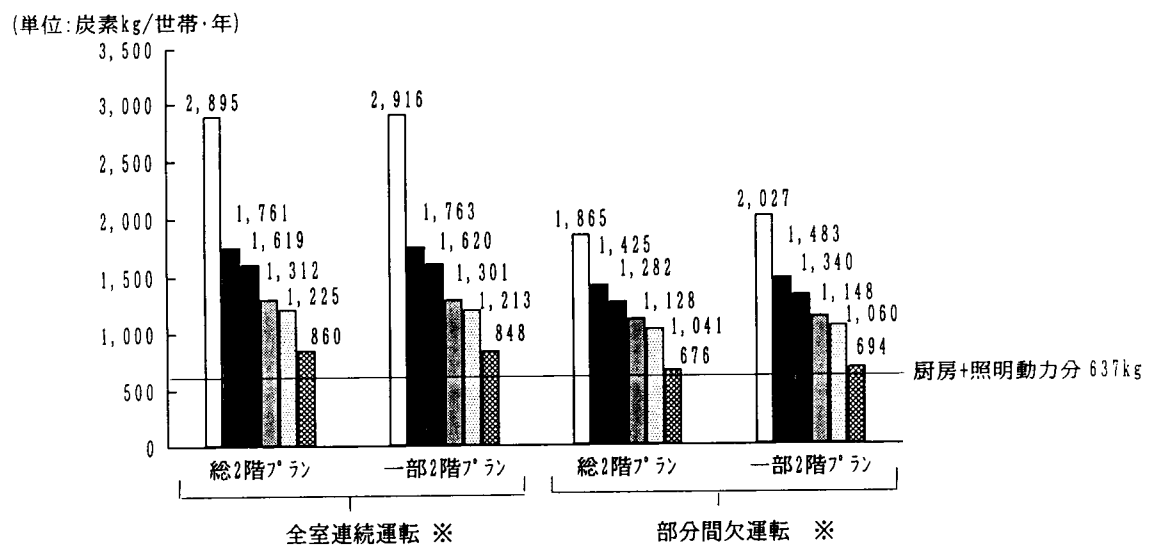


図5 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(新潟)

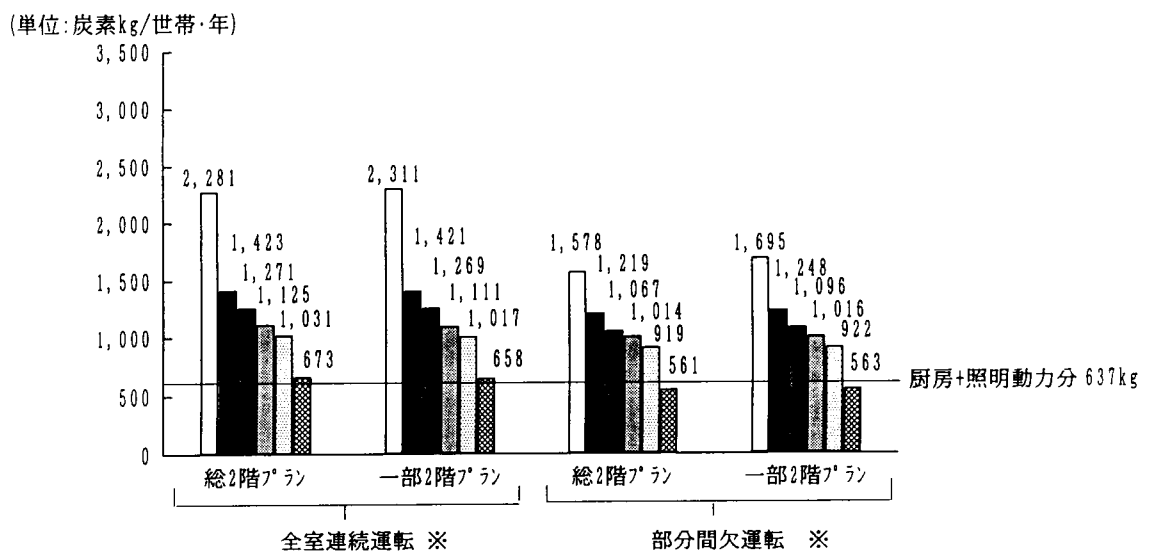


図6 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(東京)

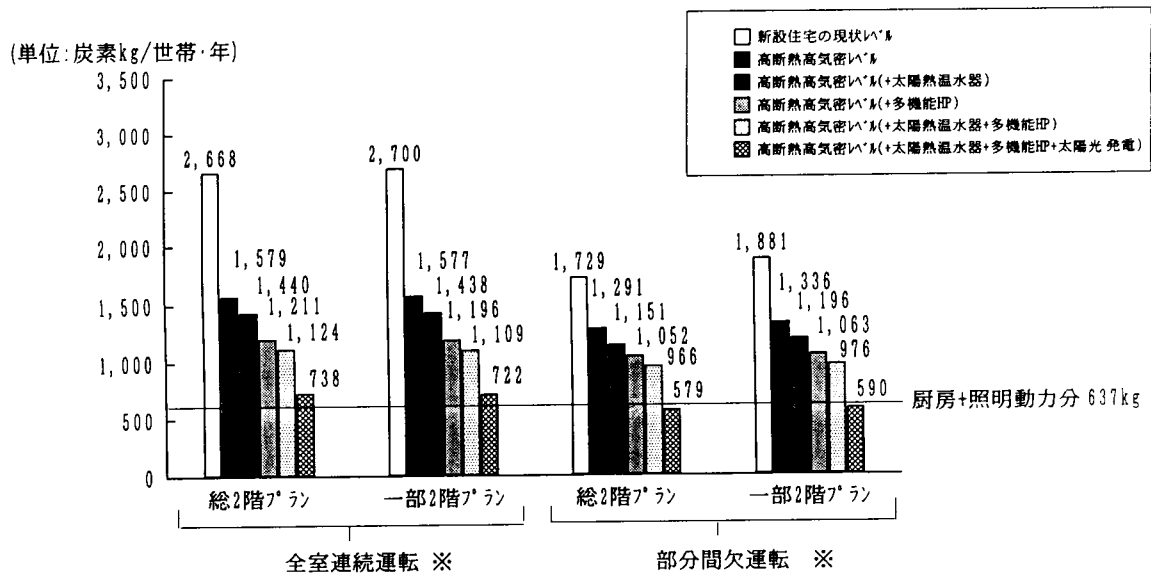


図7 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(米子)

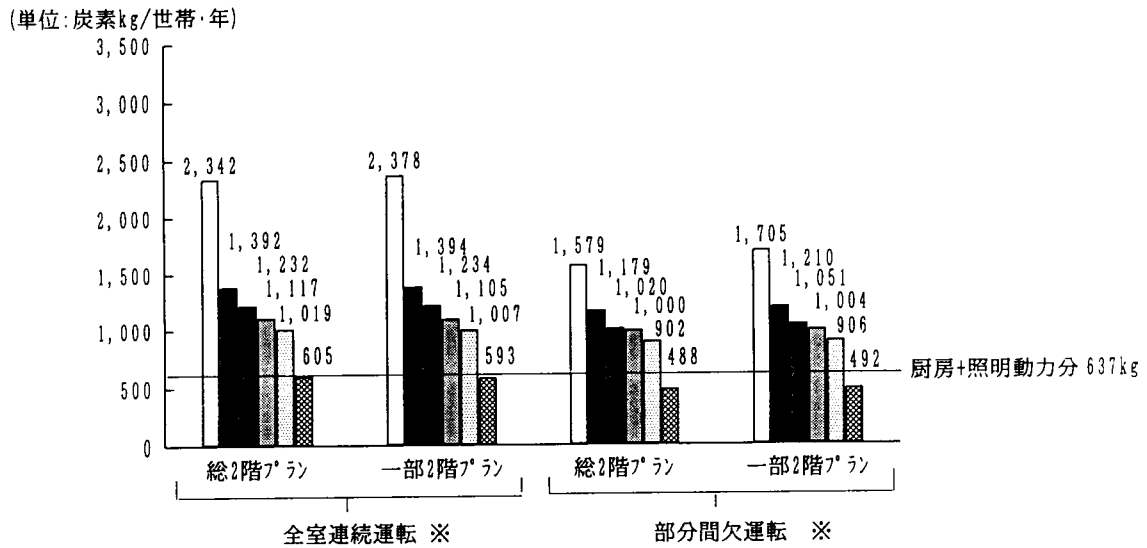


図8 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(広島)

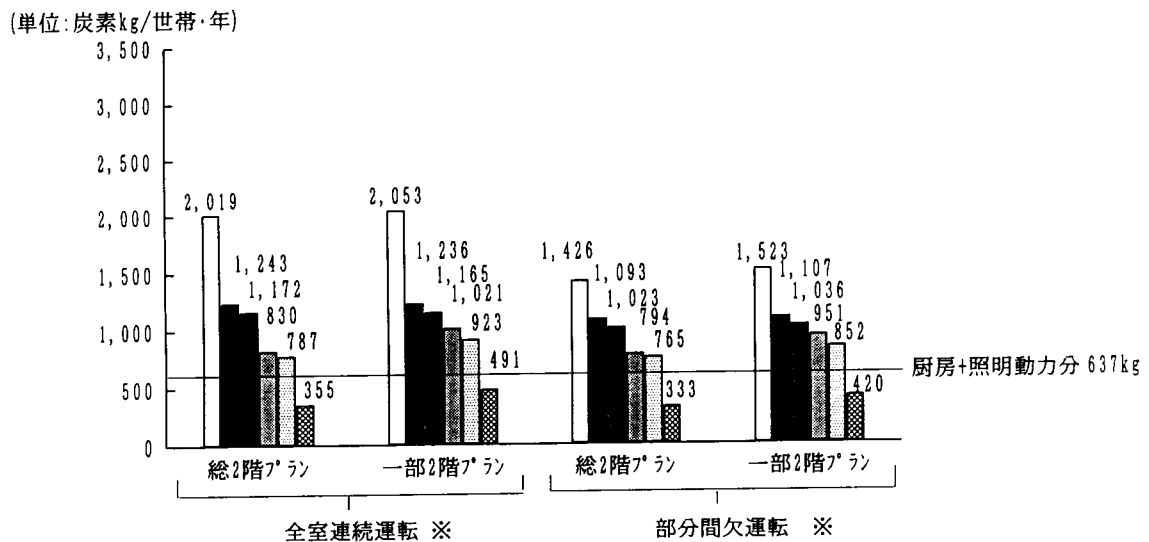


図9 居住時の年間CO<sub>2</sub>排出量(鹿児島)

表4 CO<sub>2</sub>削減量と削減率

*(プラン、 運転モード)	新設住宅の 現状レベルの 排出量	削減量 (炭素kg/世帯・年)					削減率 (%)				
		①	+(ア)	+(イ)	+(ウ)	+(エ)	①	+(ア)	+(イ)	+(ウ)	+(エ)
札幌 (総,連)	3,152	1,143	134	584	621	1,040	36	4	19	20	33
(部,連)	3,126	1,101	134	605	693	1,061	35	4	19	22	34
(総,間)	1,988	471	134	362	449	817	24	7	18	23	41
(部,間)	2,140	535	134	416	503	871	25	6	19	24	41
仙台 (総,連)	2,812	1,187	151	402	499	854	42	5	14	18	30
(部,連)	2,840	1,205	151	420	517	872	42	5	15	18	31
(総,間)	1,794	484	144	256	353	708	27	8	14	20	39
(部,間)	1,905	535	151	301	398	753	28	8	16	21	40
新潟 (総,連)	2,895	1,134	143	449	536	901	39	5	15	19	31
(部,連)	2,916	1,153	143	462	549	914	40	5	16	19	31
(総,間)	1,865	440	143	297	384	749	24	8	16	21	40
(部,間)	2,027	544	143	335	423	789	27	7	17	21	39
東京 (総,連)	2,281	858	151	297	392	750	38	7	13	17	33
(部,連)	2,311	891	152	310	404	763	39	7	13	17	33
(総,間)	1,578	359	152	205	300	658	23	10	13	19	42
(部,間)	1,695	447	152	232	326	685	26	9	14	19	40
米子 (総,連)	2,668	1,089	139	368	455	842	41	5	14	17	32
(部,連)	2,700	1,123	139	381	468	855	42	5	14	17	32
(総,間)	1,729	438	139	238	325	712	25	8	14	19	41
(部,間)	1,881	545	139	272	359	746	29	7	14	19	40
広島 (総,連)	2,342	950	159	275	373	787	41	7	12	16	34
(部,連)	2,378	984	159	289	387	801	41	7	12	16	34
(総,間)	1,579	400	159	179	277	691	25	10	11	18	44
(部,間)	1,705	495	159	206	304	718	29	9	12	18	42
鹿児島 (総,連)	2,019	776	71	413	456	888	38	4	20	23	44
(部,連)	2,053	817	71	215	313	745	40	3	10	15	36
(総,間)	1,426	333	71	299	328	760	23	5	21	23	53
(部,間)	1,523	416	71	157	255	687	27	5	10	17	45

注) (プラン,運転モード) ( )内の左側にプラン、右側に空調運転モードの略称を示す。  
「総2階プラン」…総、「一部2階プラン」…部  
「全室連続運転」…連、「部分間欠運転」…間、とする。

注) ①, +(ア), +(イ), +(ウ) ①…断熱気密性能を「高断熱・高气密レベル」にした場合  
+(ア)…①に「太陽熱温水器」を導入した場合  
+(イ)…①に「多機能ヒートポンプ」を導入した場合  
+(ウ)…①に「太陽熱温水器」、「多機能ヒートポンプ」を導入した場合  
+(エ)…①に「太陽熱温水器」、「多機能ヒートポンプ」、「太陽光発電システム」を導入した場合



る。従って「新設住宅の現状レベル」に対し、「全室連続」運転では5割、「部分間欠」運転では4割程度の削減が可能である。ここでは地域、プランによる差はほとんどない。

同様に「高断熱・高気密レベル」に多機能ヒートポンプを導入した場合は、「既存システム」導入時に比べ、10～20%CO<sub>2</sub>排出量を削減できる。従って「新設住宅の現状レベル」に対し、「全室連続」運転では5～6割、「部分間欠」運転では4～6割程度の削減が可能である。ここではプラン、運転モードによる差はほとんどなく、地域差が若干出ている。ただし鹿児島ではプランにより1割近く差がある。

次に、「高断熱・高気密レベル」に太陽熱温水器、多機能ヒートポンプの両者を導入した場合をみると、「既存システム」導入時に比べ、15～22%程度の削減である。従って「新設住宅の現状レベル」に対し、「全室連続」運転では6割、「部分間欠」運転では5割程度の削減が可能である。ここでも鹿児島だけプランによる違いが若干ある程度で、運転モード、地域差はほとんどみられない。

「高断熱・高気密レベル」に太陽熱温水器、多機能ヒートポンプに加え、太陽光発電システムを導入した場合は、「既存システム」導入時に比べ、「全室連続運転」で3割、「部分間欠運転」で4割、CO<sub>2</sub>排出量を削減できる。従って「新設住宅の現状レベル」に対し、「全室連続」運転、「部分間欠」運転ともに7割程度の削減が可能である。鹿児島においてはプランによる削減率の違いが若干あるが、その他は地域、プランによる差はみられない。

1991年の全国平均一世帯当たり年間CO<sub>2</sub>排出量は917kg/世帯・年（住環境計画研究所試算）である。これと同等となるのは、東京でみると、「高断熱・高気密レベル」に多機能ヒートポンプと太陽熱温水器を採用した場合である。つまり、居住性からみると現状平均よりはるかに高いレベルである、今回の150m<sup>2</sup>程度の戸建住宅でも、これら各種省エネルギー手法を採用することで、現状と同程度のCO<sub>2</sub>排出量で抑えることが可能である。

## 6. 建設時の投入エネルギー量・CO<sub>2</sub>排出量の試算

住宅建築に用いられる部材は、木材、金属、ガラス、プラスチックなどの原材料で構成されているが、これら原材料の製造および住宅部材への加工にはエネルギー消費・CO<sub>2</sub>排出を伴う。また、住宅の現場施工過程での工作機械の使用、現場への資材の運搬等についてもエネルギーが消費されていると考えられる。これら住宅建築のためのエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量を試算し、運用時のエネルギー消費・CO<sub>2</sub>排出量と比較することによって、住宅のライフサイクル全体に占める位置づけを明らかにした。

具体的な推定方法としては主に産業連関表のみによる方法を用いた。

国立環境研究所の近藤・森口・清水が行った昭和60年度産業連関表取引基本表による部門別CO<sub>2</sub>原単位・最終需要別排出構造の分析結果を利用した。取引基本表において建築関係は住宅・非住宅、木造・非木造の組み合わせからなる4つの部門に分割されている。よって、ここでは木造住宅新建築（部門コード411101）を取り上げる。昭和60年度の取引基本表から求めたこの部門の原単位は、エネルギー消費が0.7227TOE/100万円、CO<sub>2</sub>排出が0.6437tC/100万円であった。ここで1TOE=10<sup>7</sup>kcal：石油等価トンである。産業連関表の品目別国内生産額表によれば、この部門の総生産額は8.217兆円、建築総面積は6480万m<sup>2</sup>である。よって建築単価は12.68万円/m<sup>2</sup>である。これとさきに求めた原単位から、床面積1m<sup>2</sup>あたりのエネルギー消費量は0.0916TOE、CO<sub>2</sub>排出

量は0.0816tCである。ここで想定する住宅の床面積を150m<sup>2</sup>とすると、一軒の住宅の建設時によるCO<sub>2</sub>排出量は12.24tC、エネルギー投入量は13.75TOEと計算される。

こうして求めた建設時の全エネルギー・全CO<sub>2</sub>排出がどのような部材に起因しているかは、2つの側面からみることができる。1つは、使われた部材が元をたどってどの部門でのエネルギー消費やCO<sub>2</sub>排出と結びついているか、もう1つは建築部門に投入される段階でどの部門の製品・サービスを経てきているかである。前者は、住宅の構成部材を、木材、鉄、セメント、プラスチック、ガラスなどの材料に分解する考え方に相当し、後者は、住宅建設に直接投入される製品の内訳、すなわち見積書に記載される部材の内訳に相当する。

CO<sub>2</sub>排出についてみると、前者の見方では、セメント、專業用電力、銑鉄、自家用貨物自動車輸送、住宅建築（現場でのエネルギー消費に相当する）等が上位に位置する。これを連関表の29分類まとめたものを図10に示す。一方、後者の見方では、表に示すように、セメント、建築用金属製品、自家用貨物自動車輸送、生コンクリート、熱間圧延鋼材と続き、製材、ボルト、ナット、リベット、塗工紙・建設用加工紙なども上位に位置する。木造住宅建築の見積書などを参考に、これらの部門に対応すると考えられる部材名、サービスの種類を表の備考に期した。また全項目について連関表29分類に集約したものを図11に示す。

投入エネルギーについても、CO<sub>2</sub>排出量と傾向は概ね一致するが、セメントのように、CO<sub>2</sub>排出原単位とエネルギー原単位の大きく異なるものについては、寄与がかなり異なる。波及先（エネルギーが直接投入された部門）の内訳を図12に、また、建設部門への投入経路の内訳を図13に示す。

## 7. 高気密・高断熱化のための構法の検討

住宅の高気密・高断熱化を目指す新在来木造構法は、在来木造構築工法を一部修正し、製作の工程と住宅各部の納まりを変えただけのものであるため一般の工務店や大工には理解し易いという長所を持っているが、気密化（防湿化）は断熱部位の内側に厚さ0.2mm以上のポリエチレンシートを張り、建物全体を途切れなくすっぽり包み込む施工を基本としているため施工の手順が複雑であり生産性も低いといった短所を持っている。今後、高気密・高断熱住宅を日本の広い地域に普及促進させるためには、構法の簡略化が極めて重要となろう。そこで住宅の性能を低下させず、構法を単純化するシステムの検討を行った。具体的にはプレカット軸組構法を基本とし、構造材の部材化のため、桁の断面を統一し、これにより柱長さを統一した。また住宅に使用する木材は、森林保護などの環境問題に対応するために集成材を利用する方法を提案した。集成材は小さな木の断片を貼り合わせた材料でありこれ迄一般の住宅の構造材として使用される事はほとんど無かったが、材の狂いが少ないため利用価値は高い。高精度でプレカットした集成材をクレテック（金物）で組み上げ住宅を構築することにより先張りシート施工の工程を簡略化することが出来た。

我国において新設される一戸建て住宅の中で木造住宅の占める割合は約82%と極めて高い。このうち約20%はハウスメーカーが造っており、残りの大部分は中小工務店による在来木造構法によるものである。今後この方法を基本としたオープンシステムのプレハブ構法が可能となれば、日本における大部分の住宅を建設している工務店がプレハブシステムを共有することが出来るため、高気密・高断熱化住宅の普及促進が極めて急速に進展するものと期待される。

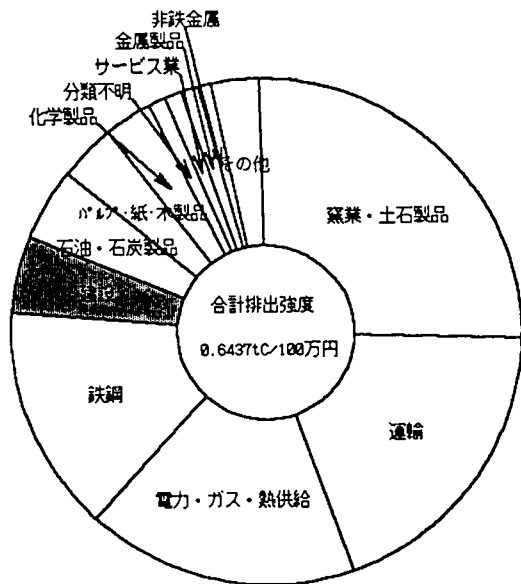


図10 木造住宅新建築部門の誘発CO<sub>2</sub>排出の内訳

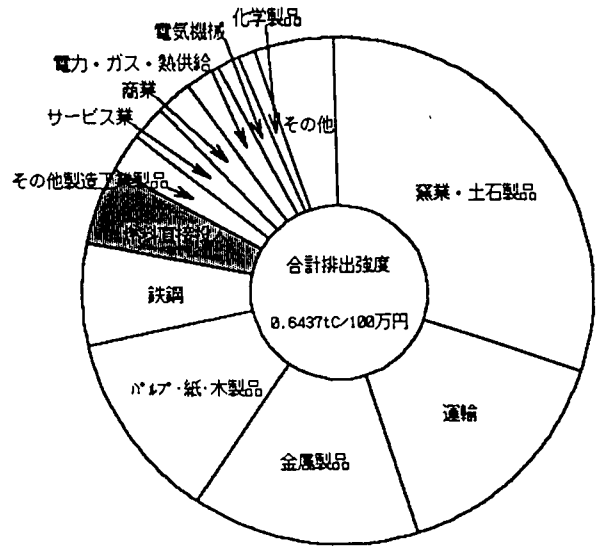


図11 木造住宅新建築部門の誘発CO<sub>2</sub>排量の投入経路内訳

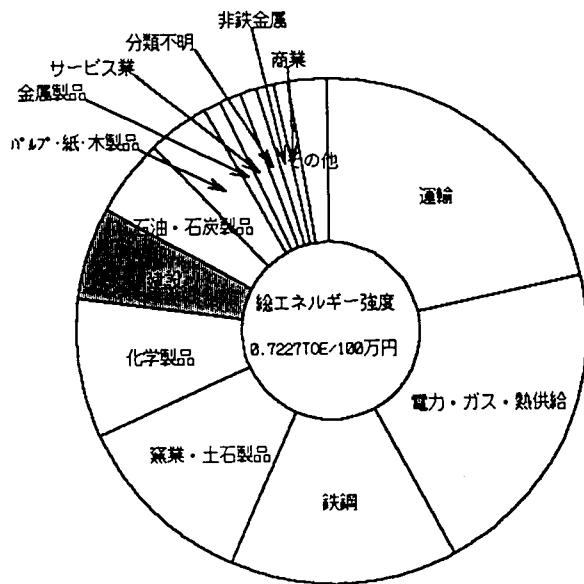


図12 木造住宅新建築部門の総投入エネルギーの内訳

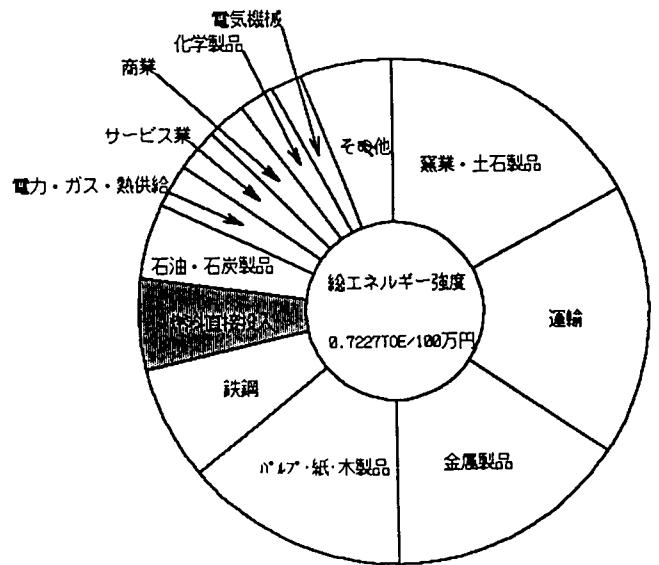


図13 木造住宅新建築部門のエネルギー投入経路の内訳

## 8. まとめ

高気密・高断熱住宅と現状レベルの新設住宅からの居住時におけるCO<sub>2</sub>発生量を全国の7都市について比較検討した。モデル計算の結果、高気密・高断熱住宅ではCO<sub>2</sub>の発生量は20～40%程度減少することがわかった。またその効果は特に全室連続暖房時に顕著であった。木造住宅新築建設部門のCO<sub>2</sub>合計排出量は、炭素換算で費用の100万円あたり0.6437tCとの推定結果が得られた。前述の産業連関表取引基本表を用いての建築単価は12.68万円/m<sup>2</sup>であるため150m<sup>2</sup>の家の場合には12.2tCの排出が見込まれる。住宅の寿命を30年と仮定すれば、1年あたりの排出量は0.407tC/年となる。この値は高断熱・高気密化による削減率より小さい。以上の結果から高気密・高断熱住宅の普及促進は家庭からのCO<sub>2</sub>排出削減のためには必須であることがわかる、またこのような住宅を普及促進するためには構法の簡略化が重要であろう。

## 9. 成果発表

若松伸司(1993), 「EJハウス」-環境調和型住宅の試み-, 環境科学会誌、6(1), p67-74

若松伸司ほか(1993), 「EJハウス」の基本概念と熱負荷シミュレーション, 環境科学会要旨集

鎌田紀彦ほか(1993), フレック軸組部材による在来木造木構造システムの研究、日本建築学会大会  
学術講演梗概集