

設計段階における戸建住宅の年間CO₂排出量算定 ツールの開発

原, 祐介
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

赤司, 泰義
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

住吉, 大輔
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

<https://doi.org/10.15017/26758>

出版情報：都市・建築学研究. 21, pp.27-33, 2012-01-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

バージョン：

権利関係：

設計段階における戸建住宅の年間CO₂排出量算定ツールの開発

The development of an Evaluation tool for Annual CO₂ Emission of detached house
in the design phase

原 祐介*¹, 赤司泰義*², 住吉大輔*²

Yusuke HARA, Yasunori AKASHI and Daisuke SUMIYOSHI

The development of the house whose annual CO₂ emission is less than zero is progressing to reduce CO₂ emission from the private households section. In this paper, we show a method which evaluates the annual CO₂ emission of the detached house in the design phase, using a web program in Energy Conservation Law and estimate the annual CO₂ emission for some cases. As a result, the annual CO₂ emission can be less than zero, if the saving energy by high efficiency instruments and thermal insulation, fuel cell and photovoltaic power generation are adopted to the house.

Keywords: CO₂ emission, Housing, Evaluation tool, Fuel cell CGS, photovoltaic power generation

CO₂ 排出量, 住宅, 算定ツール, 燃料電池 CGS, 太陽光発電

1. はじめに

2008年度の民生家庭部門におけるCO₂排出量は1990年度比で約35%増となっており、住宅の低炭素化への取り組みを一層強化することが求められている。住宅からのCO₂排出量をゼロにする動きは世界的にも広がっており、運用段階のエネルギー消費量をゼロにするZEH（ネットゼロエネルギーハウス）、建設、解体を含めた建築のライフサイクルを通してCO₂排出量をゼロ以下にするLCCM住宅（ライフサイクルカーボンマイナス住宅）などの開発が進んでいる。また、福岡市は東区のアイランドシティにおいて、住宅の運用段階における年間CO₂排出量をゼロにする「CO₂ゼロ街区」の形成を計画しており、それらの住宅を「CO₂ゼロ住宅」として認証するうえでも今後、設計段階で住宅の年間CO₂排出量を算定できるツールが必要となり、汎用性の観点からも入力のない簡易的なものにすることが求められる。

これまでも住宅からのエネルギー消費量を簡易的に算定する方法はあったが、その対象は空調設備、給湯設備といった住宅設備に限られており、家電機器等を含めた住宅全体のCO₂排出量を算定する方法論やツールはなかった。

そこで本研究では、設計者が住宅の設計時点で運用段階における年間CO₂排出量を簡易的に算定できるツールの開発を行うことを目的とする。本報では、住宅の

年間CO₂排出量を算定するツールの概要及び各用途の算定方法を示すとともに、開発したツールを用いて、モデル住宅で年間CO₂排出量のケーススタディを行った。

2. 住宅の年間CO₂排出量算定ツールの概要

住宅の年間CO₂排出量算定ツールのフローを図1に示す。開発するツールはCO₂排出部門とCO₂削減部門に分けて導入技術に基づく評価を行うものとする。まず、対象住宅の年間電力消費量及びガス消費量を求め、それぞれのCO₂排出係数を乗じることにより、機器による年間CO₂排出量を算定する。次に、太陽光発電とコージェネレーションシステムの年間発電量を求め、それぞれのCO₂排出係数を乗じることにより発電による年間CO₂削減量を算定する。最後に、機器による年間CO₂排出量から発電による年間CO₂削減量を引くことで対象住宅の正味の年間CO₂排出量とする。

住宅のエネルギー消費量を正確に予測するには、用途分類して用途別に算定する必要がある。家庭部門における用途分類は様々あるが、本研究では暖房、冷房、換気、給湯、照明、調理、家電機器の7用途に分類してCO₂排出部門の算定を行う。また、CO₂削減部門は住宅の創エネルギー技術として考えられる太陽光発電、コージェネレーションシステムの2用途に分類して算定を行う。

本算定ツールでは、住宅の年間CO₂排出量算定の過程において省エネルギー法「住宅事業建築主の判断の基準」のWebプログラム¹⁾（以下Webプログラム）を活用する。

*1 空間システム専攻修士課程

*2 都市・建築学部

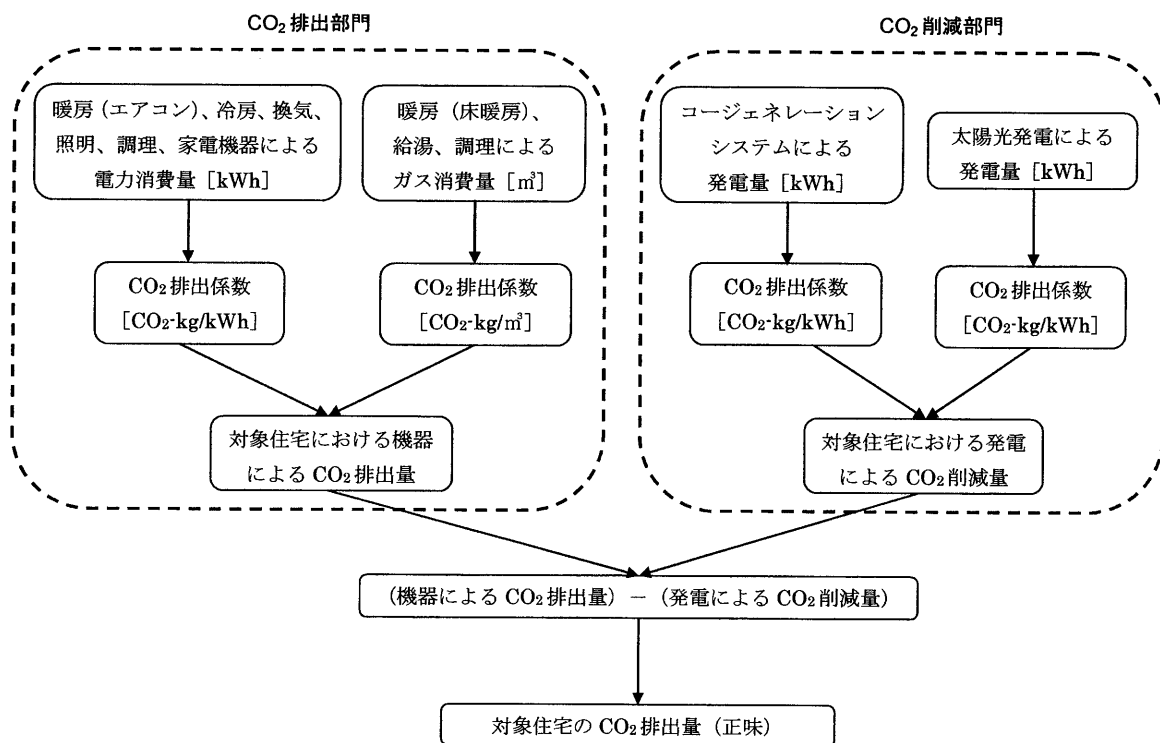


図1 住宅の年間CO₂排出量算定フロー

Webプログラムでは、対象住宅の断熱性能、設備の仕様、性能を選択していくことにより簡易的に、暖房、冷房、換気、給湯、照明、太陽光発電の用途別の1次エネルギー消費量及び削減量を算定できる。その一方で、表1の与条件に基づき算定されるため、対象住宅の住宅プランや世帯構成がWebプログラムの与条件と一致しなければ、予測の誤差が生じるという問題がある。そこで本研究では、延床面積100~140m²、世帯人数3~5人の範囲内の住宅プランに対応できるようWebプログラムの出力結果に対して補正を行うことで、より確度が高く簡便な算定方法となるようにした。

コージェネレーションシステムを導入していない住宅は、機器によるCO₂排出量、発電によるCO₂削減量の算定を行う過程においてWebプログラムで求められる暖房、冷房、換気、給湯、照明による1次エネルギー消費量及び太陽光発電による1次エネルギー削減量を用いる(表2)。

コージェネレーションシステムを導入している住宅に関しては、Webプログラムでは住宅全体の1次エネルギー消費量しか求められないため(表3)、給湯設備を従来型機器と仮定してWebプログラムで暖房、冷房、換気、給湯、照明による1次エネルギー消費量及び太陽光発電による1次エネルギー削減量を求め、その後コージェネレーションシステムによる効果を考えることで機器によるCO₂排出量、発電によるCO₂削減量の算定を行う。調理、家電機器に関しては、既往研究、実測データに基づく算定方法を提案する。

表1 Webプログラム与条件¹⁾

構造		木造住宅
規模	延床面積	120.07m ²
	1階	67.90m ²
	2階	52.17m ²
	室容積	286.7m ³
家族構成		4人(夫婦、高校生、中学生)

表2 Webプログラム出力結果の例(コージェネなし)¹⁾

(5-1)コージェネレーションシステムを設置しない場合	A 暖房設備エネルギー消費量	15.2	GJ/戸・年
	B 冷房設備エネルギー消費量	5.6	
	C 換気設備エネルギー消費量	2.3	
	D 給湯設備エネルギー消費量	15.3	
	E 照明設備エネルギー消費量	8.3	
	消費量小計(A+B+C+D+E) ……②	46.7	
	F 太陽光発電設備の発電量(評百分)	10.4	
合計(②-F) ……③	36.3		
(5-2)コージェネレーションシステムを設置する場合 ……④	****	GJ/戸・年	

表3 Webプログラム出力結果の例(コージェネあり)¹⁾

(5-1)コージェネレーションシステムを設置しない場合	A 暖房設備エネルギー消費量	****	GJ/戸・年
	B 冷房設備エネルギー消費量	****	
	C 換気設備エネルギー消費量	****	
	D 給湯設備エネルギー消費量	****	
	E 照明設備エネルギー消費量	****	
	消費量小計(A+B+C+D+E) ……②	****	
	F 太陽光発電設備の発電量(評百分)	****	
合計(②-F) ……③	****		
(5-2)コージェネレーションシステムを設置する場合 ……④	39.6	GJ/戸・年	

3. 各用途の算定方法

3.1 CO₂ 排出部門

CO₂ 排出部門を構成する暖房、冷房、換気、給湯、照明、調理、家電機器の7用途それぞれの算定方法を示す。

【暖房・冷房】

Web プログラムでは、空調面積が LDK は 29.81 m²、LDK 以外の居室は 34.79 m²として LDK、LDK 以外の居室のそれぞれで暖房、冷房による 1 次エネルギー消費量が算定される。暖房、冷房によるエネルギー消費量は、空調面積におおよそ比例すると考え、Web プログラムの計算条件に対する評価対象住宅の LDK、LDK 以外の居室の空調面積の比を補正係数とし、Web プログラムで求められる 1 次エネルギー消費量に補正係数を乗じることで、評価対象住宅の暖房、冷房による 1 次エネルギー消費量を算定する。

【換気】

換気設備は全般換気と局所換気に分けられるが、局所換気は、一般的に運転時間が短く、使用されるエネルギーの量も全般換気に比べて無視できる程度であるため、本研究では全般換気のみを評価対象とする。

Web プログラムでは、全般換気の必要換気量が 160m³/h として 1 次エネルギー消費量が算定される。本研究では、Web プログラムの計算条件の考え方に沿うように住宅内部空間の容積に対する換気回数 0.5 回/h の必要換気量に 1 割の余裕を見込んだものが換気量となるように補正することで、換気による 1 次エネルギー消費量を算定する。

【給湯】

Web プログラムでは、計算条件として世帯人数が 4 人の生活スケジュールをもとに湯消費量が決められ、1 次エネルギー消費量が算定されるが、給湯によるエネルギー消費量は世帯人数と相関が大きいと考えられる。既往研究の世帯人数と 1 日当たりの湯消費量の関係を図 2 に示す。各世帯人数の湯消費量を世帯人数 4 人の湯消費量で除した値を補正係数とした。Web プログラムの計算条件で求められる 1 次エネルギー消費量に補正係数を乗じることで、評価対象住宅の給湯による 1 次エネルギー消費量を算定する。

【照明】

Web プログラムでは、床面積が LDK は 29.81 m²、LDK 以外の居室は 51.33 m²、非居室は 38.93 m²として LDK、LDK の以外の居室、非居室のそれぞれで 1 次エネルギー消費量が算定される。照明によるエネルギー消費量についても暖房、冷房と同様に床面積におおよそ比例すると考え、Web プログラムの計算条件に対する評価対象住宅の LDK、LDK 以外の居室、非居室の床面積の比を補正係数とし、Web プログラムで求められる 1 次エネルギー消費量に補正係数を乗じることで、評価対象住宅の照明による 1 次エネルギー消費量を算定する。

【調理】

調理によるエネルギー消費量は、世帯人数等により変動すると考えられるが、調理に関する実測データは少な

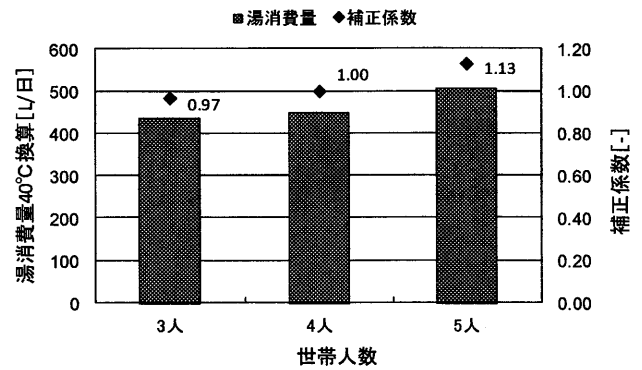


図 2 世帯人数と湯消費量²⁾

く、全体に占める割合も小さいことから、本研究では、世帯人数等による補正は行わず、世帯人数 4 人のときのエネルギー消費量を用いる。

既往研究の世帯人数 4 人を対象とした被験者実験²⁾では、ガスコンロ、IH クッキングヒーターなどの機器による有意差は見られないと報告されているため、その実測値 4.4GJ を評価対象住宅の調理による 1 次エネルギー消費量とする。

【家電機器】

家電機器は、テレビ等を含む家電製品、冷蔵庫、温水暖房便座などの一般家電を対象とする。家電機器によるエネルギー消費量は、世帯人数、延床面積により変動すると考えられるが、住宅において冷蔵庫、テレビ、洗濯機などの家電機器は居住者の持ち込みとなることが多く、家電機器の種類、稼働時間なども居住者のライフスタイルにより大きく変化するため、設計段階において家電機器によるエネルギー消費量を予測することは容易ではない。そこで本研究では、世帯人数、延床面積による補正は行わず、世帯人数 4 人、延床面積 120 m²程度の住宅で用いられる家電機器を想定し、製造年の違いにより、家電機器によるエネルギー消費量を推計する。

ここで、従来型家電（1997 年度に高い販売シェアを占めていた製品）と省エネ型家電（2003 年度に販売されていた最も省エネルギー化の進んだ製品）の機器別の年間 1 次エネルギー消費量を図 3 に示す。省エネ型家電は従来型家電の約 6 割のエネルギー消費量となっており、家電機器の省エネルギー化が進んでいるといえる。また、冷蔵庫、テレビ、温水暖房便座は家電機器全体の電力消費量の約 7 割を占めており、特に冷蔵庫、テレビの年間電力消費量は大きく減っていることが分かる。現在は 2003 年の省エネ型家電よりさらに省エネルギー化が進んでいると考えられる。そこで、家電機器のエネルギー消費量に大きな影響を及ぼすと考えられる冷蔵庫、テレビ、温水暖房便座を重点家電とし、2003 年製の実測データと 2010 年製のメーカーの仕様書との比較を行い、2010 年製の家電機器を導入したときのエネルギー

消費量の推定を行った。それ以外の家電機器については、2010年製のエネルギー消費量は2003年製と同等のものとしている。

＜冷蔵庫＞

既往研究では、2003年の冷蔵庫の実測データは、庫内容量400ℓの冷蔵庫を対象に行われていたため、主要3メーカーの2010年製の400ℓ程度の冷蔵庫を対象に調査を行った。2010年製の冷蔵庫のカタログ値を表4に示す。カタログ値では、冷蔵庫6機種の間年消費電力量は230～300kWhとなっており、平均年間消費電力量は263kWhとなった。本研究では、これらの結果から2010年製の冷蔵庫の間年消費電力量は最も数値の大きい300kWhとした。

＜テレビ＞

既往研究では、2003年製のテレビの実測データは、29型のブラウン管テレビを対象に行われていたが、現在の一般家庭では大画面の液晶テレビが主流となると考えられるため、主要3メーカーの2010年製の32型の液晶テレビを対象に調査を行った。2010年製の32型の液晶テレビのカタログ値を表5に示す。液晶テレビ3機種の間年消費電力量は273～339kWhとなっており、平均年間消費電力量は305kWhとなった。本研究では、これらの結果から2010年製の液晶テレビの間年消費電力量は最も数値の大きい339kWhとした。

＜温水暖房便座＞

温水暖房便座には瞬間式と貯湯式があるが、既往研究では、2003年製の温水暖房便座の実測データは、瞬間式温水暖房便座を対象に行われていたため、主要2メーカーの2010年製の瞬間式温水暖房便座を対象に調査を行った。2010年製の瞬間式温水暖房便座のカタログ値を表6に示す。温水暖房便座4機種の間年消費電力量は80～135kWhとなっており、平均年間消費電力量は110kWhとなった。本研究では、これらの結果から2010年製の温水暖房便座の間年消費電力量は最も数値の大きい135kWhとした。

2003年製と2010年製の重点家電それぞれの年間消費電力量の比較を図4に示す。2010年製の重点家電合計の間年消費電力量は2003年製と比べて197kWh減少している。重点家電以外の家電は、2003年製と2010年製とで同じ年間消費電力量として、住宅に2010年製の家電機器を導入したときの1次エネルギー消費量を11.5GJとした。家電機器の製造年別の1次エネルギー消費量を表7示す。住宅に導入する家電機器の製造年を選択することにより、対象住宅の家電機器による1次エネルギー消費量を算定する。

3.2 CO₂削減部門

CO₂削減部門を構成する太陽光発電、コージェネレーションシステムの2用途それぞれの算定方法を示す。

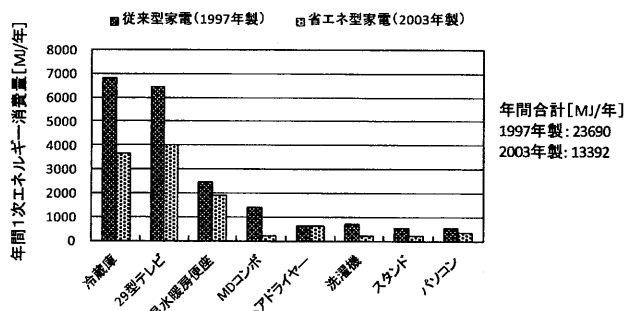


図3 家電機器別の年間1次エネルギー消費量²⁾

表4 冷蔵庫の間年消費電力量^{3), 4), 5)}

メーカー	容積(ℓ)	年間消費電力量(kWh)
A	451	270
	426	260
B	415	240
	415	230
C	427	300
	426	280

表5 テレビの間年消費電力量^{3), 6), 7)}

メーカー	サイズ	年間消費電力量(kWh)
a	32型液晶テレビ	303
b	32型液晶テレビ	339
c	32型液晶テレビ	273

表6 温水暖房便座の間年消費電力量^{8), 9)}

メーカー	タイプ	年間消費電力量(kWh)
I	瞬間式	135
	瞬間式	90
II	瞬間式	135
	瞬間式	80

表7 家電機器の1次エネルギー消費量

製造年	1次エネルギー(GJ)
1997年	23.7
2003年	13.4
2010年(重点家電)+2003年(その他)	11.5

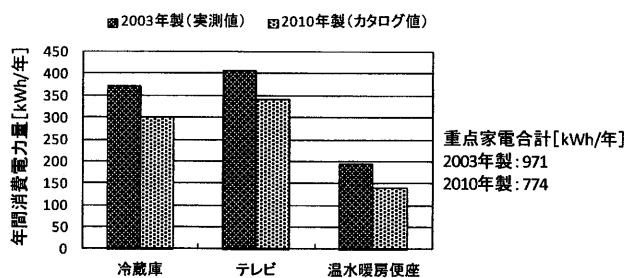


図4 重点家電の間年消費電力量比較

【太陽光発電】

Web プログラムでは、太陽光発電設備による発電量のうち、空調、照明、給湯に使用される電力量は評価対象であるが、売電分、家電機器等に使用される電力量は

評価対象外となっている。しかし、住宅における CO₂ 削減量を評価するためにはこれらを含める必要がある。そのため、売電分、家電機器等に使用される電力量も評価対象となるように Web プログラムの結果を補正することで評価対象住宅の太陽光発電による 1 次エネルギー削減量を算定する。

【コージェネレーションシステム】

コージェネレーションシステムの導入による CO₂ 削減量を算定するには、導入したときの住宅全体のガス消費量、電力消費量を求める必要があり、既往研究¹⁾をベースとした算定方法を提案する。既往研究における 1 日の熱負荷と 1 次エネルギー削減量の推定式を図 5 に示す。また、参考文献¹⁾より作成した 1 日の熱負荷と発電量の推定式を図 6 に示す。図 5、図 6 の区間ごとの推定式を表 8、表 9 に示す。図 6 について、区間 1 は負荷が小さく燃料電池が稼働せず、バックアップボイラーのみの運転となっているため発電量が 0 である。区間 2 では燃料電池が稼働する。また、区間 3 において発電量が一定となっているのは、燃料電池が 24 時間連続フル運転した際の排熱量 120MJ/日を超える範囲であり、これ以上は発電が行えないためである。

図 5、図 6 の推定式より 1 日の熱負荷から 1 日の 1 次エネルギー削減量、発電量を求め、365 日分積算することで年間の 1 次エネルギー削減量、発電量を算定することができる。しかし、365 日分の計算を行う必要があり計算が煩雑となるため、本研究では床暖房の有無に応じて、年間の熱負荷から年間の 1 次エネルギー削減量、発電量を算定する。以下にその方法を示す。

コージェネレーションシステムを導入している住宅は、まず Web プログラムにおいて給湯設備及び熱源機を従来型機器（効率 73.5%）と仮定し年間の 1 次エネルギー消費量を求める。それを効率の逆数で割ることにより年間の熱負荷を算定する。

＜床暖房を設置していない住宅＞

床暖房を設置していない住宅は、熱負荷は給湯のみとなり、年間の熱負荷 L_h は年間給湯負荷 L_w と等しくなる。標準的な住宅の 1 日の給湯負荷は 14.1MJ~91.8MJ である¹⁾ため、年間を通じて図 5、図 6 の区間 2 の範囲内に収まるものとし、区間 2 の推定式の変数を 1 日の熱負荷から年間の熱負荷にすることで式 1、式 2 を作成した。年間の熱負荷 L_h(GJ)から年間の 1 次エネルギー削減量 E_R(GJ)を式 1、発電量 E_G(GJ)を式 2 により求める。

$$E_R = 0.916 \times L_h - 3.23 \quad (4.3 \leq L_h \leq 43.8) \quad \text{式 1}$$

$$E_G = 0.519 \times L_h + 2.73 \quad (4.3 \leq L_h \leq 43.8) \quad \text{式 2}$$

＜床暖房を設置している住宅＞

床暖房を設置している住宅は、暖房期間（11 月～3 月）と暖房期間外（4 月～10 月）に分けて、それぞれの 1 次エネルギー削減量、発電量を算定し、合計することで年間

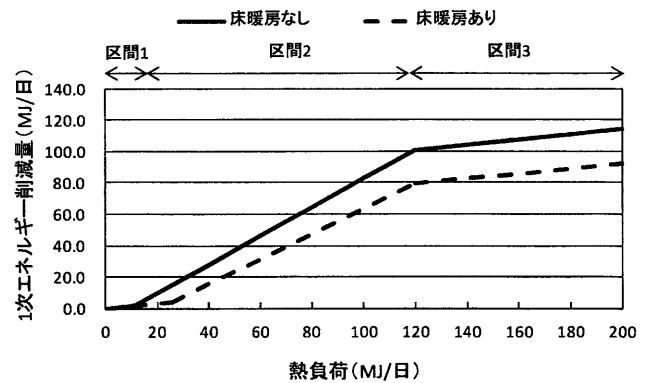


図 5 1 日の熱負荷と 1 次エネルギー削減量の推定式¹⁾

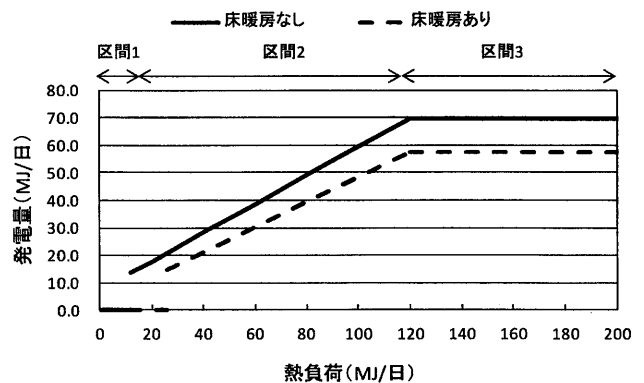


図 6 1 日の熱負荷と発電量の推定式¹⁾

表 8 区間別の 1 次エネルギー削減量の推定式¹⁾

	区間1	区間2	区間3
床暖房なし	$y=0.162x$ ($0 \leq x \leq 11.7$)	$y=0.916x-8.84$ ($11.7 < x < 120.1$)	$y=0.162x+81.69$ ($120.1 \leq x$)
床暖房あり	$y=0.162x$ ($0 \leq x \leq 26.0$)	$y=0.799x-16.57$ ($26.0 < x < 120.1$)	$y=0.162x+59.94$ ($120.1 \leq x$)

表 9 区間別の発電量の推定式¹⁾

	区間1	区間2	区間3
床暖房なし	$y=0$ ($0 \leq x \leq 11.7$)	$y=0.519x+7.48$ ($11.7 < x < 120.1$)	$y=69.8$ ($120.1 \leq x$)
床暖房あり	$y=0$ ($0 \leq x \leq 26.0$)	$y=0.453x+3.1$ ($26.0 < x < 120.1$)	$y=57.45$ ($120.1 \leq x$)

表 10 標準的な住宅の年間給湯負荷の構成¹⁾

	給湯負荷(GJ)	比率
暖房期間	8.8	0.54
暖房期間外	7.6	0.46
年間	16.3	1.00

の 1 次エネルギー削減量 E_R、発電量 E_G を求める。

標準的な住宅の年間給湯負荷 L_w の構成を表 8 に示す。表 8 より暖房期間外の給湯負荷 L_{w_o} を年間の給湯負荷 L_w の 46%、暖房期間の給湯負荷 L_{w_w} を年間の給湯負荷 L_w の 54% とする。暖房期間外の熱負荷 L_{h_o} は暖房期間外の給湯負荷 L_{w_o} と等しくなるため、図 5、図 6 の区間 2 の範囲内に収まるものとし、区間 2 の推定式の変数を 1 日の熱負荷から暖房期間外の熱負荷にすることで式 3、式 4 を作成した。暖房期間外の熱負荷 L_{h_o} (GJ) から暖房期間外の 1

次エネルギー削減量 E_{Ri} (GJ)を式3、発電量 E_{Gi} (GJ)を式4により求める。

$$E_{Ri}=0.916 \times Lh_i - 1.89 \quad (2.4 \leq Lw \leq 25.7) \quad (\text{式 } 3)$$

$$E_{Gi}=0.519 \times Lh_i + 1.69 \quad (2.4 \leq Lw \leq 25.7) \quad (\text{式 } 4)$$

暖房期間の熱負荷 Lh_w は暖房期間の給湯負荷 Lw_w 、床暖房負荷 Lf の合計となる。低負荷時 ($4.3 \leq Lh_w \leq 18.3$) は図5、図6の区間2、高負荷時 ($Lh_w > 18.3$) は区間3の範囲内に収まるとし、図5、図6の推定式の変数を1日の熱負荷から暖房期間の熱負荷にすることで式5～式8を作成した。暖房期間の熱負荷 Lh_w (GJ)から暖房期間の1次エネルギー削減量 E_{Rw} (GJ)を式5、式6、発電量 E_{Gw} (GJ)を式7、式8により求める。

$$E_{Rw}=0.799 \times Lh_w + 2.5 \quad (4.3 \leq Lh_w \leq 18.3) \quad (\text{式 } 5)$$

$$E_{Rw}=0.162 \times Lh_w + 9.05 \quad (Lh_w > 18.3) \quad (\text{式 } 6)$$

$$E_{Gw}=0.453 \times Lh_w + 0.47 \quad (4.3 \leq Lh_w \leq 18.3) \quad (\text{式 } 7)$$

$$E_{Gw}=8.67 \quad (Lh_w > 18.3) \quad (\text{式 } 8)$$

以上より、床暖房を設置している住宅の年間の1次エネルギー消費量 E_R を式9、発電量 E_G を式10により求める。

$$E_R = E_{Ri} + E_{Rw} \quad (\text{式 } 9)$$

$$E_G = E_{Gi} + E_{Gw} \quad (\text{式 } 10)$$

4. モデル住宅によるケーススタディ

開発した住宅のCO₂排出量算定ツールを用いて、モデル住宅を対象に、年間CO₂排出量のケーススタディを行い、断熱性能の向上、空調、給湯、照明、家電機器等の高効率化に伴う年間CO₂排出量の変化を明らかにするとともに、太陽光発電、コージェネレーションシステムの導入効果を考察した。

4.1 計算概要

CO₂換算係数に関しては、系統電力は0.369kg-CO₂/kWh¹⁰⁾、ガスは2.28kg-CO₂/m³¹¹⁾、コージェネレーションシステムによる発電分は0.69kg-CO₂/kWh¹²⁾を使用する。

4.2 対象建物概要

対象住宅の建物概要を表11、平面図を図9に示す。暖房、冷房についてはLDK、主寝室、子供室1、子供室2で行う。

4.3 ケースの概要

住宅の断熱性能、導入する住宅設備、創エネルギー技術等の違いによるCO₂排出量の変化を明らかにするため、すべてのケースで住宅プラン、世帯構成などの計算条件は同じものとしている。各ケース概要を表12、各ケースの機器性能を表13に示す。エアコンの機器性能に関しては、普及型はWebプログラム上の一般的な性能値、高効率型はメーカーの仕様書に基づき設定した。各ケースの特徴を以下に示す。

1) Case1

Case1は、標準的な住宅を想定している。断熱性能は旧省エネ基準の仕様で、空調、給湯、照明、家電機器等は普及型の機器を使用している。

2) Case2

Case2はCase1から断熱性能、機器性能ともに向上した住宅を想定している。エネルギー消費量を抑えた住宅であるが、創エネルギー技術は導入していない。

3) Case3

Case3はオール電化住宅でCase2より断熱性能が向上しQ値が2.1の仕様になっているが、機器性能はCase2と同じである。創エネルギー技術として6.28kWの太陽光発電を導入している。

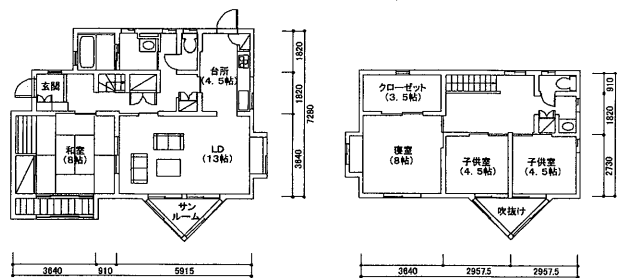


図9 平面図²⁾

表11 対象住宅の建物概要

建設地・地域区分		福岡市東区 地域区分IVb
構造・構法		木造在来軸組構法
規模	延床面積	128.35m ²
	1階	71.21m ²
	2階	57.14m ²
	室容積	298.6m ³
家族構成		4人(夫婦、高校生、中学生)

表12 各ケースの概要

要素	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
建物性能					
住宅モデル	標準住宅(断熱弱)	標準住宅(断熱強)	オール電化住宅	ダブル発電住宅(床暖房なし)	ダブル発電住宅(床暖房あり)
創エネルギー	なし	なし	太陽光発電(6.28kW)	太陽光発電(4.15kW) 燃料電池	太陽光発電(4.15kW) 燃料電池
断熱性能	等級2(Q値=5.2) 旧省エネ基準	等級4(Q値=2.7) 次世代省エネ基準	等級4(Q値=2.1) 次世代省エネ基準	等級4(Q値=2.1) 次世代省エネ基準	等級4(Q値=2.1) 次世代省エネ基準
機器性能					
暖房	エアコン(普及型)	エアコン(高効率型)	エアコン(高効率型)	エアコン(高効率型)	温水式床暖房
冷房	エアコン(普及型)	エアコン(高効率型)	エアコン(高効率型)	エアコン(高効率型)	エアコン(高効率型)
給湯	普及型	高効率型	電気温水器	燃料電池	燃料電池
照明	普及型	高効率型	高効率型	高効率型	高効率型
家電機器	普及型	高効率型	高効率型	高効率型	高効率型

表 13 各ケースの機器性能¹⁾

設備	項目	機器性能
暖冷房	エアコン(普及型)	(LDK) 暖房COP3.48 冷房COP2.91 (一般居室) 暖房COP5.47 冷房COP5.09
		(LDK) 暖房COP5.65 冷房COP4.91 (一般居室) 暖房COP6.59 冷房COP6.33
	温水式床暖房	(LDK) 燃料電池(潜熱回収型)
換気	壁付きファン	比消費電力0.07W/(m ³ /h)
給湯	普及型	従来型ガス瞬間式給湯器 効率74%
	高効率型	潜熱回収型ガス瞬間式給湯器 効率88%
	電気温水器	電気温水器(CO2ヒートポンプ型) APF3.3
	燃料電池	燃料電池 電気出力1kW
照明	普及型	白熱灯併用
	高効率型	白熱灯を使用しない
家電機器	普及型	1997年製の家電製品を使用
	高効率型	2010年製の家電製品を使用

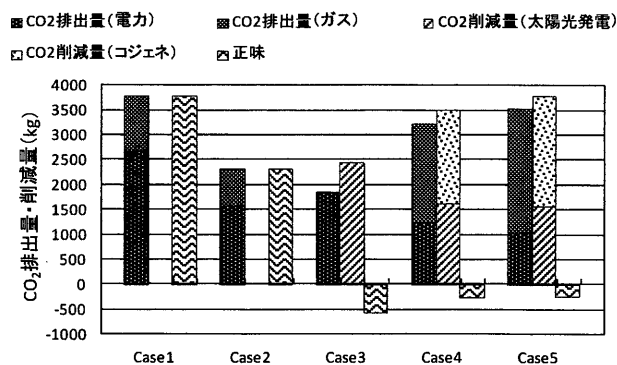


図 10 ケース別年間 CO₂ 排出量・削減量

4) Case4

Case4 は家庭用燃料電池と 4.15kW の太陽光発電を組み合わせたダブル発電住宅で、断熱性能、機器性能に関しては Case3 と同じものである。暖房は LDK、LDK 以外の一般居室ともにエアコンを使用している。

5) Case5

Case5 は Case4 から LDK の暖房設備を温水式床暖房に変更したものである。

4.4 計算結果

ケース別年間 CO₂ 排出量及び削減量を図 10 に示す。省エネルギーに配慮されていない住宅である Case1 の年間 CO₂ 排出量は約 3800kg となった。Case2 の年間 CO₂ 排出量は Case1 に比べて約 40%減少しているが、これは断熱性能の向上、空調、給湯、照明、家電機器等の高効率化によるのである。Case4、Case5 においてガスによる年間 CO₂ 排出量は増加しているが、これは家庭用燃料電池を導入したことによるものである。Case3、Case4、Case5 では、正味の年間 CO₂ 排出量がそれぞれ約-570kg、-270kg、-250kg となり、断熱性能、機器性能が向上し、創エネルギーを導入した住宅であれば、年間の CO₂ 排出量が正味ゼロ以下になることが確認できた。

また、Case3、Case4 では、正味の年間 CO₂ 排出量がゼロ以下となったが、Case3、Case4 において正味の年間 CO₂ 排出量を丁度ゼロにするためには、太陽光発電の容量を Case3 では 5.4kW、Case4 では 3.5kW にする必要があると分かった。

5. おわりに

本報では、Web プログラムを活用して住宅の運用段階における年間 CO₂ 排出量を算定できるツールの開発を行った。そして、開発した CO₂ 排出量算定ツールを用いて、モデル住宅を対象に年間 CO₂ 排出量のケーススタディを行い、住宅の年間 CO₂ 排出量をゼロ以下にするために必要な要素技術について検討した。その結果、Q 値=2.1 の断熱性能を満たし、高効率機器を導入した住宅であれば、太陽光発電 5.4kW 以上、もしくは家庭用燃料電池と太陽光発電 3.5kW 以上の創エネルギー技

術を導入することで住宅の年間 CO₂ 排出量を正味ゼロ以下にできることが明らかとなった。

今後は、モニタリング等を通して算定ツールによる推計値と実績値の比較を行い、算定ツールの精度検証につなげる。

【謝辞】

本研究は福岡市港湾局との「アイランドシティ低炭素型まちづくりに関する共同研究」により実施したものである。関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 財団法人 建築環境・省エネルギー機構：住宅事業 建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説, 2009 年 3 月
- 2) 財団法人 建築環境・省エネルギー機構：自立循環型住宅への設計ガイドラインエネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計, 2005 年 6 月
- 3) パナソニック株式会社ホームページ, <http://panasonic.jp/>, 2011 年 1 月
- 4) 株式会社日立製作所ホームページ <http://www.hitachi.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 5) 株式会社東芝ホームページ, http://www.toshiba.co.jp/index_j3.htm, 2011 年 1 月
- 6) シャープ株式会社ホームページ, <http://www.sharp.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 7) ソニー株式会社ホームページ, <http://www.sony.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 8) TOTO 株式会社ホームページ, <http://www.toto.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 9) 株式会社 INAX ホームページ, <http://inax.lixil.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 10) 事業者別排出係数等一覧, 環境省, 2010 年 12 月
- 11) 西部ガスホームページ, 2010 年度実績値 <http://www.saibugas.co.jp/>, 2011 年 1 月
- 12) 中央環境審議会地球環境部会「目標達成シナリオ小委員会」中間とりまとめ, 環境省, 2001 年 1 月