

密集住宅地におけるゼロエネルギーハウスの可能性に関する検証

VERIFICATION OF THE ZERO ENERGY HOUSE IN A DENSE HOUSING AREA

樋口 佳樹 *¹
Yoshiki HIGUCHI

宇田川 光弘 *²
Mitsuhiro UDAGAWA

佐藤 誠 *³
Makoto SATOH

Abstract

In recent years, the net zero energy house is becoming more realistic by improving the performance of high efficiency equipment, photovoltaic panel and the building itself. The possibility of the net zero energy house was verified by the simulation for the single family house in a dense housing area considering legal restrictions. Two kinds of the net zero energy houses were proposed. One is the all-electric house (TYPE-A) and another is the house in which solar hot water system was installed (TYPE-B). By adopting some energy-saving techniques, the annual primary energy consumption was reduced from 67[GJ/year] to 46[GJ/year]. And required PV capacity for the net zero energy house in cases of TYPE-A and TYPE-B were 4.8[kW] and 4.9[kW], respectively. The additional cost in cases of TYPE-A and TYPE-B were 3,820,000 yen and 3,960,000 yen, respectively. If all the subsidies about photovoltaics and high efficiency equipments are taken into consideration, it may become recoverable in about 12 years. Therefore, in a dense housing area, it seems that the spread of net zero energy houses is possible.

キーワード：ゼロエネルギーハウス、シミュレーション、太陽光発電、太陽熱給湯、家電機器

Key Words: zero energy house, simulation, photovoltaic, solar hot water, home appliance

1. はじめに

太陽エネルギーや他の自然エネルギーを積極的に使用したゼロエネルギーハウスの取り組みは、世界各地で研究が進められてきた¹⁾。その方針の多くは、建物の断熱・気密性を高め、空調負荷を小さくし、高効率の設備機器で空調、給湯、厨房、照明などのエネルギー消費を最小限に抑え、最低限必要となるエネルギーは太陽熱利用、太陽光発電システムもしくは燃料電池で賄うことにより、年間のエネルギー収支をゼロにするという試みとなっている。近年、これらの取り組みは、地球温暖化問題によって、二酸化炭素排出量の抑制が急務となっていることを背景に、ますます重要性が増している。さらに、ゼロエネルギーハウスの研究を進めることは、各種省エネルギー機器、自然エネルギー

機器の市場が拡大し普及が進むなどといった効果も考えられる。このような観点から、ゼロエネルギーハウスが普及することは、地球環境問題を解決する上でも重要な取り組みであり、普及の可能性を検証するためには、技術的な検証だけでなくコスト的な検証も必要となる。

技術的な検証としては、佐々木²⁾は、真空断熱材やトリプルガラスのサッシ、LED照明、太陽光発電、太陽熱温水器などを用いたネットゼロエネルギーハウスを北海道に建設している。ネットゼロエネルギーハウスとは、年間のエネルギー消費量を、創エネ（ここでは発電）によって賄い、エネルギー収支がゼロとなる住宅である。また、各ハウスメーカーにおいても、ゼロエネルギーもしくはゼロCO₂といった住宅を商品化している。しかし、ゼロエネルギーを達成するためには、省エネルギー技術を駆使することに加え、大容量の太陽光発電を行うことが必要であるため、設置面積として大きな屋根を確保する必要がある。そのため、商品化された住宅では屋根形状を片流れ屋根とするなど、敷地条件にさまざまな制約のある一般的な切妻や

*¹ 樋口暮らし環境設計所長、工学院大学客員研究員（〒185-0034 国分寺市光町2-1-25）

*² 工学院大学工学部教授

*³ 佐藤エネルギーリサーチ株式会社、代表取締役

寄棟屋根の住宅では採用できない点も多くみられた。広い屋根面積を確保しづらい都市部近郊の密集した住宅地などは、屋根面積の制約が大きく、ゼロエネルギーを達成することが困難である。たとえば、筆者らの研究²⁾³⁾では、一般的な次世代省エネルギー基準レベル(IV地域、熱損失係数：2.7W/(m²K))で、標準的な設備機器、家電機器を備えた住宅でゼロエネルギーを達成するためには、現在、広く普及している太陽光発電の性能(モジュール変換効率14.4%)では、およそ6.4kWの発電容量が必要となり、太陽光発電の設置面積としては約45m²程度必要となる試算を出している。これは、密集した住宅地ではゼロエネルギーの達成は困難であるということを示している。したがって、さらなる建物性能の向上、高性能設備機器、家電機器の利用を含めた、より詳細な技術的検証を行うことが重要であると思われる。

さらに、ゼロエネルギーハウスの普及にはコストの検証も重要である。これまで、さまざまな最先端機器を盛り込んだ、実験棟の住宅による技術的な検証が多く、ゼロエネルギーハウスの普及を目指したコストの検証は、あまりなされていない。ゼロエネルギーハウスの普及を目指すには、やはりできる限りイニシャルコストを抑え標準的な住宅設計に対する安価なランニングコストを実現することで回収年数を短くすることが重要となる。近年、太陽光発電の設置コストに対する補助金制度や、家庭での余剰電力の買い取り制度の見直しによって、比較的太陽光発電を導入しやすい環境が整ってきている。

このような観点から、本研究では、密集した住宅地を想定してゼロエネルギーハウスを詳細に検討することで、ゼロエネルギーハウスの普及に向けた可能性を、シミュレーションによって技術面およびコスト面から詳細に検証することを目的としている。本研究は、学会誌「太陽エネルギー」の2010年3月号²⁾の記事で述べたものを研究論文として詳細にまとめたものである。

2. ゼロエネルギーハウスの概要

2.1 ゼロエネルギーハウスの定義

ゼロエネルギーハウスには、調理・家電を含めず暖冷房・給湯・照明の2次エネルギーもしくは1次エネルギー消費量をゼロとするという考え方(設備ゼロエネルギーと称する)と、調理・家電を含めた生活で消費するエネルギーのすべてをゼロとする(トータルゼロエネルギーと称する)という考え方がある。本研究におけるゼロエネルギーハウスは、トータルゼロエネルギーの達成を目標とし、1次エネルギーでの比較を行うこととした。

2.2 住宅モデル

モデルとなるゼロエネルギーハウスが立地する住宅配置は、Fig. 1に示すように、都市部近郊に多く指定されている第一種低層住居専用地域(建蔽率が40%、容積率80%)の

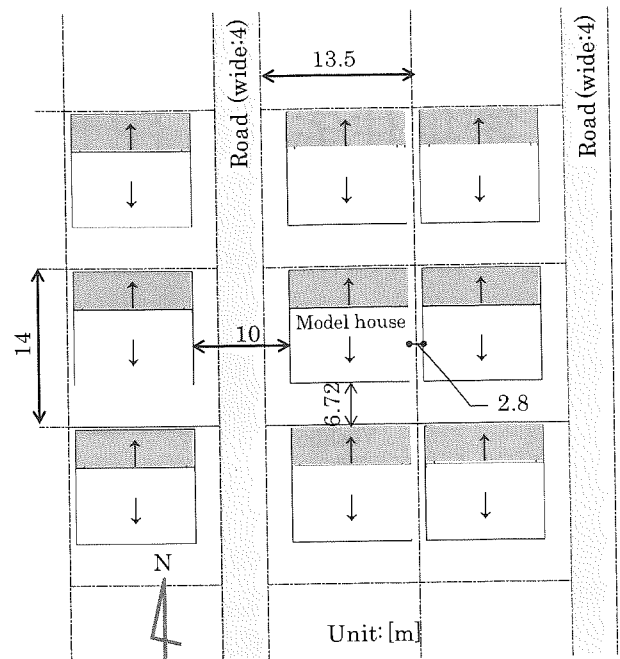


Fig. 1 Housing arrangement

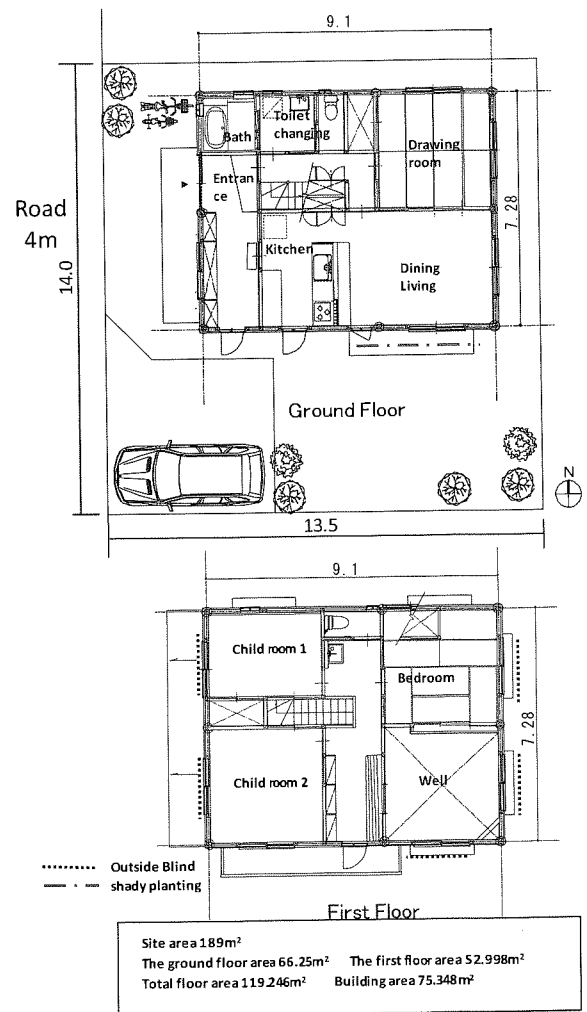


Fig. 2 Plan of the zero energy house

比較的密集した住宅地を想定した。ゼロエネルギーハウスの住宅モデルを FIG. 2, 3 に示す。ゼロエネルギーハウスは、延べ床面積 119 m² の 2 階建て木造住宅を想定した。北側は第一種高度斜線による制限を受け、片流れ屋根は不可能である。家族構成は、夫婦と子供二人の 4 人家族である。場所は東京とした。

3. 発電量の計算

発電量の計算は、JIS C 8907:2005 に準じており、設置する屋根の傾斜角や方位角、気温および経年変化補正、アレイ回路補正、インバータ実効効率などを加味して計算される。計算に必要な係数を Table1 に示す。なお、太陽電池アレイ温度の計算方法は以下の実験式 Formula(1) による。Table2 に太陽電池アレイの設置方式の違いによる係数を示す。本研究では、屋根置き形の数値を採用した。

Table 1 Coefficients in calculation of produced power

K _{HD}	0.97	K _{PM}	0.94
K _{PD}	0.95	η _{INO}	0.90
K _{PA}	0.97		
K' (K _{HD} × K _{PD} × K _{PA} × K _{PM} × η _{INO})			0.756
α _{pmax}		-0.4 (%・°C ⁻¹)	

※Explanation of coefficients

K_{HD}: 日射量年変動補正係数、K_{PD}: 経時変化補正係数

K_{PA}: アレイ回路補正係数

(Array circuit correction coefficient)

K_{PM}: アレイ負荷整合補正係数

(Array load consistency correction coefficient)

η_{INO}: インバータ実効効率(Inverter effective efficiency)

K': 基本設計係数(Basic design coefficient)

α_{pmax}: 最大出力温度係数

(Maximum output temperature coefficient)

$$T_{PA} = T_A + \left(\frac{A}{B \cdot V^{0.8} + 1} + 2 \right) \cdot G_A - 2 \quad \text{Formula(1)}$$

TPA: Solar array temperature[°C]、T_A: Outside temperature[°C]、

G_A: Solar irradiance[kW・m⁻²]、A・B: Coefficients[-] (Refer to Table2)、

V: Wind velocity[m・S⁻¹]

Table 2 Coefficient of a numerical formula(1)

The installation type of a solar array	A	B
With a mount	46	0.41
On a roof	50	0.38
The roof material	57	0.33

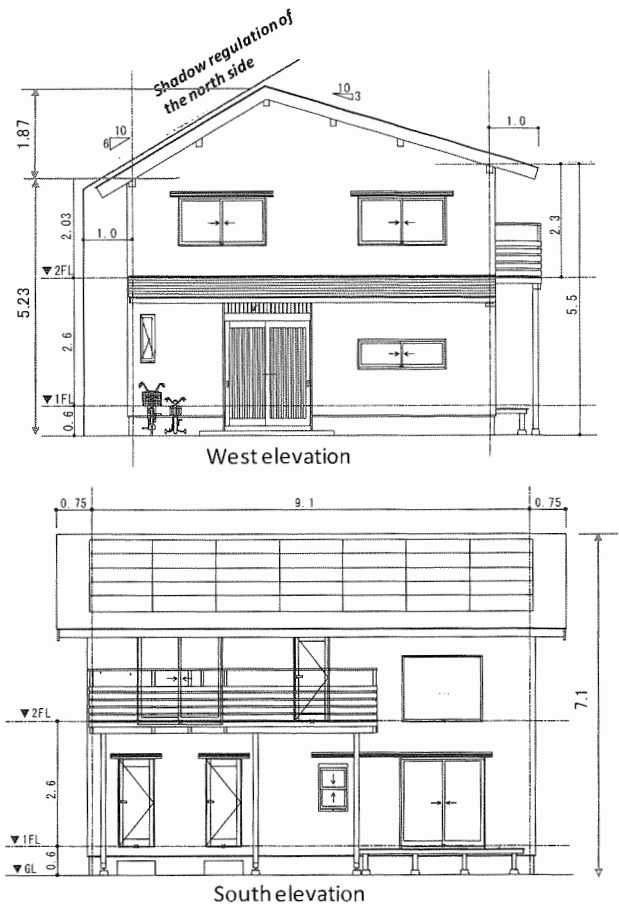


Fig. 3 Elevation of Zero energy house

Table 3 The setting conditions of heat load calculation

Location	Tokyo, Japan (the next-generation energy-saving 4 area in Japan)
Family ⁵⁾	Parents and two children
Indoor heating schedule	Based on Act on the Rational Use of Energy ⁵⁾
Air conditioning	Intermittent operation. Based on Act on the Rational Use of Energy ⁵⁾
Temperature and humidity	Heating: 20°C, Cooling: 27°C, 60% (28°C, 60% in sleeping time)
Hot water	Average 450 liter/day. Based on Act on the Rational Use of Energy ⁵⁾
Ventilation	0.5 air change/hour throughout a day
Weather data	Meteorological data used the standard year of AMeDAS ⁶⁾
Simulation tool	EESLISM ^{3,4)} . The effects of outside environment can be considered

4. シミュレーション概要

4.1 設定条件

Table3 にシミュレーションの設定条件を示す。密集した住宅におけるゼロエネルギーハウスの検証には、シミュレーションプログラム EESLISM^{3,4)} を用いた。EESLISM は、2007 年に外部環境 (隣棟や樹木) の影響が考慮できる⁴⁾ ように改良され、さらに 2007 年には、3 章の Formula(1) を用いて、

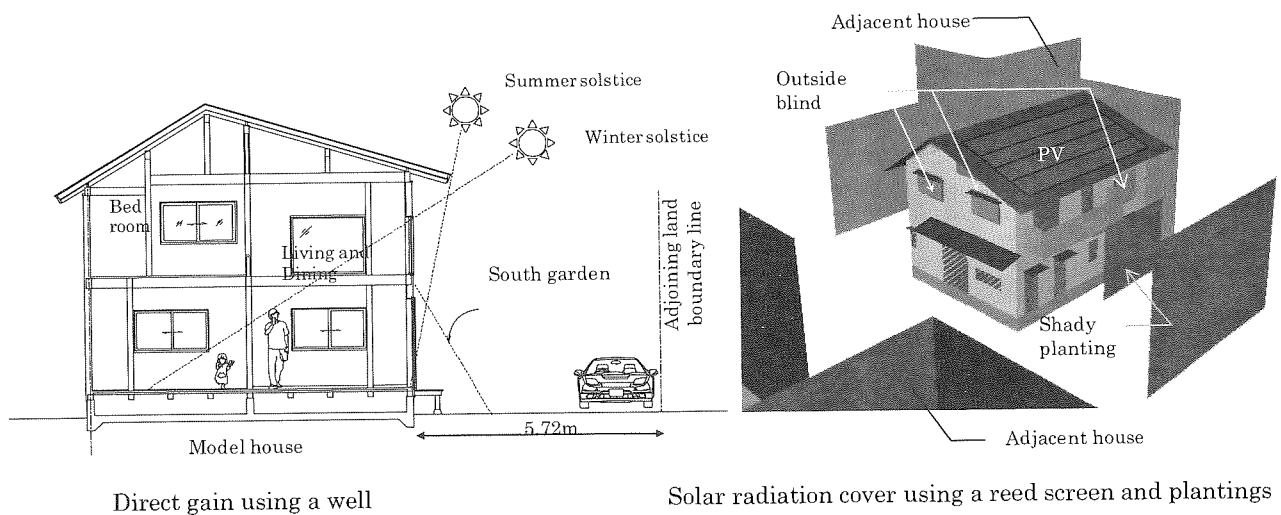


Fig.4 Passive design of the zero energy house

時々刻々の発電量を計算する機能が追加されている。これにより EESLISM は、地域、気象、屋根勾配等を考慮した時々刻々の発電量の計算および、都市部の密集した住宅地を想定したシミュレーションが可能となり、ゼロエネルギーハウスをより詳細に評価するツールとして利用できる。

家族構成、設定温度、および空調、換気、室内発熱（在室人員、照明、家電）、給湯のスケジュールは、文献 5) による住宅事業建築主の判断の基準に基づいている。そのため給湯は、4 人家族用の修正 M1 モード⁵⁾を使用した。

4.2 計算パターン

ゼロエネルギーハウスの普及可能性を検討するためには、一般的な新築戸建住宅の仕様に対して、どのような省エネの工夫が有効なのか。どのくらいの追加初期費用が必要なのかを、数値として把握することが重要となる。そのような観点から、2010 年時点で推奨されている次世代エネルギー基準を満たした仕様をベースケースとして想定し、ゼロエネルギーハウスとの比較対象とした。また、ゼロエネルギーハウスとしては、2 パターン検討することとした。ひとつは、ヒートポンプ給湯器と電磁調理器を採用したオール電化仕様 (TYPE-A とする) で、もうひとつは、太陽熱給湯 + 潜熱回収型ガス給湯器とガスコンロを採用した太陽熱給湯仕様 (TYPE-B とする) である。ともに、広く普及している機器であり、比較的経済的なシステムであるため、一般的な設備仕様として採用した。Table 4 に、ベースケースおよびゼロエネルギーハウスの仕様を示す。それぞれの仕様の詳細は、5 章で述べる。各仕様における一次エネルギー消費量およびゼロエネルギーに必要な発電量を計算し、さらにイニシャルコストおよびランニングコストの検討を行い、普及の可能性を検証する。

照明、家電機器、調理に関しては、エネルギー消費量を積み上げた。冷暖房の 2 次エネルギー消費量は、文献 5) によるエアコンの部分負荷特性のグラフを回帰分析し、特性曲線を作成し、EESLISM にて計算した。給湯の 2 次エネルギー消費量は、EESLISM で計算された給湯負荷に対し

て、設備機器効率で除すことで算出した。1 次エネルギー換算係数は、9.760 MJ/kWh¹³⁾を用いた。

5. ベースケースとゼロエネルギーハウスの特徴

5.1 建物性能

ベースケースおよびゼロエネルギーハウスの熱損失係数は、2.7W/(m²・K)、2.38W/(m²・K) である。ベースケースは、2010 年時点での新築住宅を想定しており、次世代省エネルギー基準を満たす仕様とした。ゼロエネルギーハウスは、普及を前提としているため、過度な高断熱ではなく、次世代省エネルギー基準の III 地域相当 (熱損失係数 (Q 値) は 2.4 以下) の性能を設定した。

Fig. 4 に、ゼロエネルギーハウスにおけるパッシブデザインを示す。冬期には、太陽高度が低いため、前面建物による影の影響により居間及び和室の暖房負荷が増加する可能性があるため居間上部に大きな吹き抜けを設け、北側の居室まで日射を取り込む工夫をしている。また、夏期には、主に、西日の遮へいが重要になるため、窓の外側に簾を設置した。さらに、庭からの反射日射などの対策として、居間の前面に、ゴーヤによる緑化を行っている。簾の開閉スケジュールを Table 5 に示す。

5.2 暖冷房設備

暖冷房にはルームエアコンを使用した。ゼロエネルギーハウスでは、2009 年夏版省エネ性能カタログ⁷⁾を参考に、2009 年時点で最も性能のよい機種を採用した。ベースケースでは、文献 7) において平均的な機種を使用している。

5.3 給湯設備

ベースケースでは、潜熱回収型ガス給湯器を使用した。また、TYPE-A ではヒートポンプ給湯器を使用し、TYPE-B では、強制循環型の太陽熱給湯を採用した。Fig. 5 に TYPE-B のシステム図を示す。4 m²の集熱器を屋根に設置し、200L のタンクに貯湯する。補助熱源として、潜熱回収型ガス給湯器を用いている。Table 4 にヒートポンプ給湯器および潜

Table 4 Specification of the base case and the zero energy houses

		BASE CASE	TYPE-A	TYPE-B	
Building performance	Insulation	Wall, roof and floor Glass wool (wall:70mm, floor:60mm, roof:120mm)	Phenol form (wall:60mm, floor:66mm, roof:95mm)		
	Heat shielding	Window Double layer clear glass(3+A6+3)	Low-emission double glass (4+A12+3)		
	Over Coefficient of Heat Loss [W/m ² K]	2.7	2.38		
	Additional initial cost (1,000yen)	-	349.1		
Air conditioning	Room air conditioner	COP		COP	
		Living/Dining	Cooling:3.63 Heating:4.30	Cooling:4.82 Heating:5.4	
		Bedroom	Cooling:3.63 Heating:4.39	Cooling:4.74 Heating:5.64	
	Children's room	Cooling:5.05 Heating:5.70	Cooling:5.5 Heating:6.25		
Additional initial cost (1,000yen)	-	70.4			
Hot water	Water heater	Latent heat recovery type gas water heater	Heat pump water heater	Solar hot water system + Latent heat recovery type gas water heater	
		Combustor efficiency:95%	Annual Performance Factor:3.5	Power of the pump 80W	
	Additional initial cost (1,000yen)	-	328.1	403.9	
	Faucet	Wide use	Water saving faucet		
Additional initial cost (1,000yen)	-	55.1			
Lighting		Some incandescent lamp	All Fluorescent lamp with dimming function or human sensor		
	Additional initial cost (1,000yen)	-	88.9		
Ventilation	24-hour ventilation	Pipe fan Power: 3.2W	Same as the left		
	Bath	Pipe fan Power: 5.6W			
	Kitchen	Sirocco fan Power (high:79W, middle:42W, low:22W)			
Household appliance	Cooking	Gas cooker	Electromagnetic cooker	Gas cooker	
		Annual energy consumption 945kWh/year	Annual energy consumption 348kWh/year	Annual energy consumption 945kWh/year	
	Household appliance	Refrigerator-freezer	Annual energy consumption 444kWh / year	Annual energy consumption 330kWh / year	
		Toilet bowl warm water flush system	Annual energy consumption 195kWh / year	Annual energy consumption 77kWh / year	
		Television	Power (When using:109W, Standby:0.31W)	Power (When using:59W, Standby:0.1W)	
		DVD recorder	Annual energy consumption 51kWh / year, standby power 1.2W	Same as the left	
		Desk lamp	Incandescent lamp 60W	Same as the left	
		Audio	Using:20W standby:0.3W	Same as the left	
		Television game	Using:30W standby:0W	Same as the left	
		Computer	Using:91W	Same as the left	
		Automatic washing machine	Annual energy consumption 43.8kWh/year	Same as the left	
		Vacuum cleaner	97Wh/room	Same as the left	
		Iron	Power:1000W	Same as the left	
		Drier	Power:1200W	Same as the left	
Additional initial cost (1,000yen)	-	54.6			
Produced power	Photovoltaic power generation	-	Capacity :4.8kW	Capacity : 4.9kW	
	Additional initial cost (1,000yen)	-	2880	2940	
	Total additional initial cost (1,000yen)	-	3826.1	3961.9	

Table 5 Schedule of opening and closing outside blinds

Period	Open/Close	Transmittance
1/1 - 5/15	Open	1
5/16-10/15	Close	0.2
10/16-12/31	Open	1

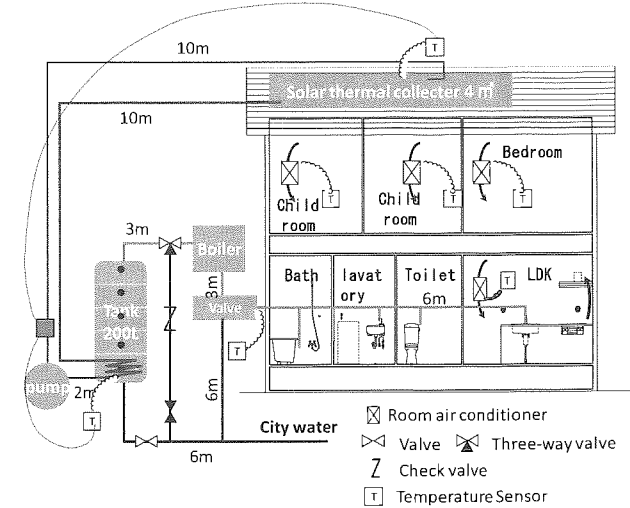


Fig.5 System of Solar hot water type in TYPE-B

Table 6 Effect of saving hot water faucet

TYPE	節湯 A (TypeA) Easy operation	節湯 B (TypeB) Small flux	節湯 AB (TypeAB) Both A and B
Kitchen	9%	17%	26%
Bath	20%	15%	35%

Table 7 Annual lighting time in each room⁵⁾

Room	Annual lighting time[h]
Living	3590
Dining	1020
Kitchen	950
Japanese room	1180
Lavatory	760
Bath	750
Toilet	580
Corridors, stairs	1580
Entrance	210
Porch	1270
Bedroom	290
Child room	1180
Closet	200
Storage	200
Study room	1180

Table 8 Annual energy consumption of cooking⁹⁾

Gas cooker	Electromagnetic cooker
945.0 kWh/year	347.5 kWh/year

熱回収型ガス給湯器の効率を示す。

また、TYPE-A、Bともに、浴室およびキッチンの水栓に節湯器具（節湯AB[®]）を使用している。文献5では、手元で容易に止水操作ができる水栓を節湯A、台所水栓の最適流量が5L/分以下、浴室シャワー水栓の最適流量が8.5L/分以下の水栓を節湯Bと定義し、その両方を満たす水栓を節湯ABと定義している。Table6に節湯器具の効果を示す。

5.4 照明

ベースケースでは、一部白熱球を使用しているが、ゼロエネルギーハウスでは、すべて蛍光灯とした。また、居室（居間、寝室、子供室）の照明は、調光機能を付加し、トイレ、廊下には人感センサーを取り付けることでさらにエネルギー消費を削減している。照明のエネルギー消費量は、文献5を基にして、Table7に示す各室の年間照明点灯時間から算出している。

5.5 家電機器

家電機器の種類は、文献5,8を参考にしている。冷蔵庫、テレビ、温水洗浄便座は消費電力が大きいためゼロエネルギーハウスでは、2009年時点で最も性能のよい家電機器を使用している。ベースケースでは、2009年時点での平均的な機種を想定している。温水洗浄便座は、ベースケースでは、一般的な貯湯式を使用しているが、ゼロエネルギーハウスでは、待機電力の小さい瞬間式を採用している。

5.6 調理

ベースケースおよびTYPE-Bではガスコンロを使用し、TYPE-Aでは電磁調理器を使用した。調理のエネルギー消費量は、文献9よりTable8に示す数値を想定した。

5.7 太陽光発電

ベースケースではPVパネルは設置しない。ゼロエネルギーハウスでは、PVパネルは、広く普及している標準的な性能（モジュール変換効率：14.4%²²）のパネルを採用した。発電量の計算は、3章で述べた。

6. シミュレーション結果

6.1 年間暖冷房負荷

Fig.6にベースケースおよびTYPE-Aにおける年間の暖冷房負荷を示す。建物性能を向上させることで、暖房負荷が0.45MWh/年、冷房負荷が0.49MWh/年削減された。年間暖冷房負荷は、約16.5%減少した。

6.2 一次エネルギー消費量とゼロエネルギーに必要な発電容量

ベースケースとゼロエネルギーハウスの年間一次エネルギー消費量をFIG.7に示す。ベースケースでは、一次エネルギー消費量は18.62MWh/年であったが、前述の省エネルギー手法を採用することで、TYPE-AおよびTYPE-Bの一次エネルギー消費量は、それぞれ12.62MWh/年、12.79MWh/年となった。

Fig.8にTYPE-AおよびTYPE-Bにおいて、ゼロエネルギ

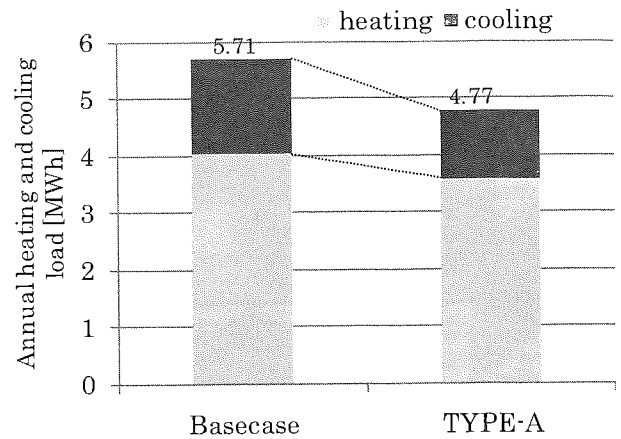


Fig.6 Annual heating and cooling load in Base case and TYPE-A

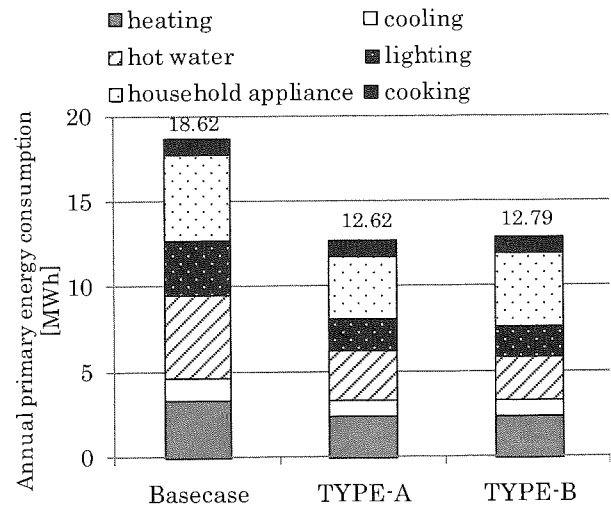


Fig.7 Annual primary energy consumption

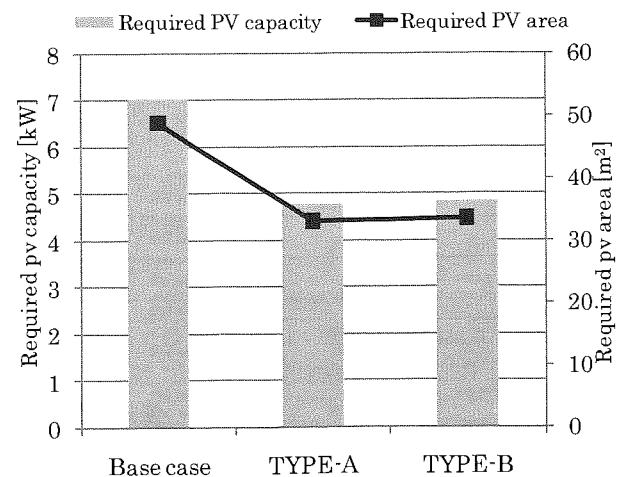


Fig.8 Required PV capacity and PV area for Zero energy house

Table 9 Charge systems of Tokyo electric power company (TEPCO) and Tokyo gas Co.

	Tokyo electric power company	Tokyo Gas Co.
Basecase and TYPE-B	従量電灯 B ¹⁵⁾ (meter-rate lighting service)	家庭用高効率給湯器契約 ¹⁶⁾ (High Efficiency Water Heater contract)
TYPE-A	季節別時間帯別電灯 ¹⁵⁾ (Lighting service by season and time zone)	

Table 10 Selling electricity price of solar surplus power

Charge	Unit
Capacity 0-10kW	48.00 yen/kWh

一を達成するために必要な発電容量と設置面積を示す。設置可能屋根面積は、TYPE-A は約 43 m²、TYPE-B は約 38 m²である。TYPE-B は 4 m²の太陽熱集熱器を設置するため PV パネルを設置できる面積は小さくなっている。ベースケースでは、必要発電容量は 7.0kW、必要設置面積は 48.8 m²となったため、ゼロエネルギー住宅とはならない。それに対して、TYPE-A では、必要発電容量は 4.77kW、必要設置面積は 33.1 m²となった。また、TYPE-B においては、必要発電容量は 4.83kW、必要設置面積は 33.5 m²となった。どちらの仕様においても、ゼロエネルギーを達成できている。

6.3 年間ランニングコストの計算

年間ランニングコストの計算では、エネルギー計算の設定以上に多くの設定条件を想定する必要がある。①電気、ガスの契約メニューの選定と契約容量の設定、②太陽光発電の発電量の自家消費分と売電分への分解を行う。①については、Table9 に示すように設定した。②については、3章で述べた Formula(1)を用いて、EESLISM にて時々刻々の太陽光発電の発電量を算出し、自家消費分と売電分に分離した。ヒートポンプ給湯器はその一日に必要な給湯需要量を深夜電力を利用して沸き上げるため、朝 7 時まで沸き上げるようにエネルギー使用量を割り付け直して計算した。余剰電力の売電単価を Table10 に示す。また、6.2 節の結果より、TYPE-A および TYPE-B に設置する太陽光発電の容量は、それぞれ 4.8kW (年間予測発電量:4690kWh/年)、4.9kW (年間予測発電量:4788kWh/年) とした。

Fig. 9 は、1 月 15 日の TYPE-A における、時々刻々の発電量と電力消費、余剰電力の例である。明け方に消費電力が大きくなっているのはヒートポンプ給湯器の消費電力である。太陽電池の発電のピークは 12 時であるが、住宅の消費電力のピークは朝晩に現れるため、日中は余剰電力として売電する量が多くなっている。Fig. 10 は、TYPE-A における月積算値である。中間期や夏期の余剰電力によって冬期の不足分を相殺するような構図になっている。

Fig. 11 は、各ケースにおける年間ランニングコストの比較である。年間のランニングコストゼロについては、太陽電池の余剰電力買い取り制度 (48 円/kWh) により、トータ

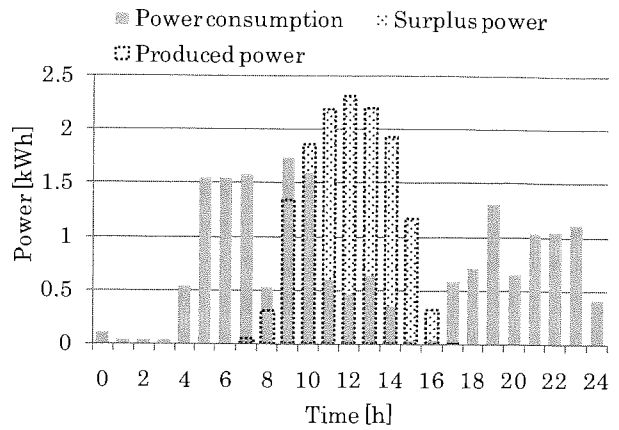


Fig.9 Power consumption, surplus power and produced power of TYPE-A in Jan.15

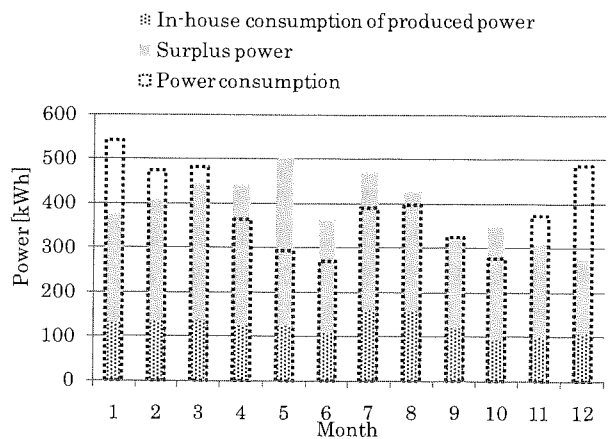


Fig. 10 Monthly produced power and energy consumption of TYPE-A

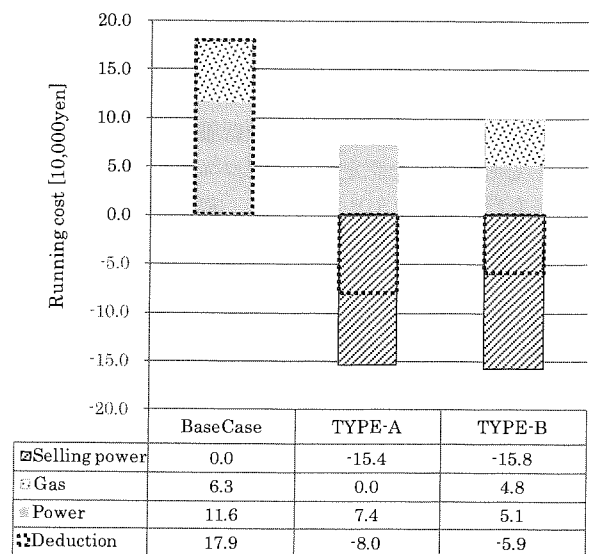


Fig. 11 Annual running cost in case of Base case, TYPE-A and TYPE-B

ルゼロエネルギーが達成していればランニングコストゼロ住宅になる。Fig. 11 より、ベースケースに対して、TYPE-A および TYPE-B で、年間およそ 25.9 万円、23.8 万円光熱費が安くなる。

6.4 イニシャルコストによる検討

Table4 に、ベースケースに対するイニシャルコストの増加費用を示している。イニシャルコストの増加費用には、省エネルギー手法を採用した場合のコスト増加分と太陽電池設置費用が含まれる。太陽電池設置費用は、1kW あたり 60 万円とした。建物性能の向上に含まれる外側ブラインド⁶は、製品を特定せず簾のようなものを想定していたため、イニシャルコストには含めていない。断熱材や窓ガラスなど建設資材におけるイニシャルコストは文献 10 を参考にし、各設備機器および照明機器については、WEB での製品比較サイト¹⁴を参考に、2010 年 4 月時点における市場の平均価格を採用している。

Table4 より、TYPE-A および TYPE-B のイニシャルコストの増加分をそれぞれ 382.6 万円、396.2 万円と試算した。

6.5 回収年数の検証

48 円の売電単価を固定とした場合を仮定すると、前節までのランニングコストおよびイニシャルコストの試算より、初期追加費用の回収年数は、TYPE-A で 14.8 年、TYPE-B で 16.7 年となる。Table11 に、2010 年度の杉並区における建設時の補助金を示す。例として、これをもとにして計算した TYPE-A および TYPE-B で受けられる補助金金額を Table12 に示す。2010 年時点では、TYPE-A で 98.6 万円、TYPE-B で 110.5 万円の補助金が受けられる。これら補助金を加味すると、TYPE-A において 11.0 年、TYPE-B において 12.0 年で回収できることになる。

7. まとめ

ゼロエネルギーハウスの普及を検証する上では、パッシブ効果や発電量に対して条件の厳しい密集した住宅地でのゼロエネルギーの可能性を検討することが重要であるため、都市部近郊に多くみられる第一種低層住居専用地域に立地する住宅密集地域を想定して、ゼロエネルギー住宅のモデル設計を行い、EESLSIM を用いて、密集住宅地におけるゼロエネルギーの実現の可能性を技術面および経済面から詳細に検討した。

モデル住宅は、延べ床面積 119 m²の木造 2 階建て住宅とし、第一種高度斜線などの法的建築制限を加味したモデルを設計した。

各省エネルギー手法を採用することで、一次エネルギー消費量は 18.62MWh/年から、TYPE-A で 12.62MWh/年、TYPE-B で、12.79MWh/年まで削減された。ゼロエネルギーを達成するために必要な発電容量は TYPE-A で 4.8kW、TYPE-B で 4.9kW となった。どちらのケースにおいても、必要な PV 設置面積は約 33 m²~34 m²となり、斜線規制の厳しい都市部近郊の住宅地においても、技術的には十分ゼロエネルギー

Table 11 Subsidies of energy saving appliances in Suginami city, Tokyo 2010 (example) Unit :[1,000yen]

	Country	Tokyo Metropolis	Suginami City
Photovoltaic generation	70/kW	100/kW	40/kW, the upper limit 120
Heat pump water heater	40 *1		50
Solar hot water system		33/m ² , the upper limit 1000	20/m ² the upper limit 60
Latent heat recovery type gas water heater	20 *1		20

*1 : They can't be used taken with another subsidies from country

Table 12 Subsidies in case of All electric type and Solar hot water type in Suginami city, Tokyo 2010 (example) Unit [1,000yen]

	TYPEA	TYPEB
Photovoltaic generation	936	953
Heat pump water heater	50	0
Solar hot water system	0	132
Latent heat recovery type gas water heater	0	20
Total	986	1105

ハウスの実現は可能である。

すべての省エネ手法を用いることで、初期追加費用は、TYPE-A で約 382.6 万円、TYPE-B で 396.2 万円となることを示した。内訳は、省エネ手法への投資が約 100 万円、PV パネルへの費用が約 280 万円と試算した。

EESLSIM で時々刻々の発電量を算出し、48 円の売電単価を考慮して、ランニングコストを計算した。発電量では、冬期は消費電力量が発電量を上回り、夏期は発電量が上回って、年間でトータルゼロエネルギーを達成している。年間のランニングコストは、TYPE-A で-8.0 万円、TYPE-B で-5.9 万円となった。ベースケースに比べて、TYPE-A で年間およそ 25.9 万円、TYPE-B で 23.8 万円程度、光熱費を抑えられる結果となった。

売電単価 48 円を固定とした場合の試算としては、回収年数は、TYPE-A で 14.8 年、TYPE-B で 16.7 年となったが、地域によって異なるが、さまざまな補助金制度によって、100 万円程度の補助が受けられるとすると 12 年前後での回収が可能である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、特定非営利活動法人 NPO 環境持続建築の多大なる助力を得ました。ここに記して謝意を表す。また、本研究の一部は、平成 22 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (B))、22360239 研究代表者 宇田川光弘によるものである。

参考文献

- 1) 佐々木, 工藤, 木口: 寒冷地における新たな暖房・給湯エネルギー低減の研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (2009), pp147-148
- 2) 樋口, 宇田川, 佐藤: ゼロエネルギーソーラーハウスの性能予測, 日本太陽エネルギー学会学会誌「太陽エネルギー」, (2010), Vol. 36, No2 (通巻 196 号) 特集, 39-44
- 3) M.udagawa, M.satoh, Y.higuchi: SIMULATION OF BUILDING INTEGRATED SOLAR ENERGY SYSTEMS USING EESLISM, Renewable energy 2010, (2010)
- 4) 樋口, 宇田川, 佐藤, 木村: 建築屋外における日射と長波長放射の計算モデル—周囲環境を考慮した住宅の熱負荷シミュレーションに関する研究 その 1, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 544, (2001), pp. 9-15
- 5) 一般社団法人日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム編: 住宅事業建築主の判断の基準, (2009)
- 6) 日本建築学会: 拡張アメダス気象データ, (2000)
- 7) 経済産業省資源エネルギー庁, 省エネ性能カタログ 2009 年夏版, (2009)
- 8) 澤地, 堀ら: 省エネルギー効果検証を目的とした生活模擬手法を含む実験手法の提案, 住宅のための省エネルギー手法の実験的研究に関する研究 その 1, 日本建築学会環境系論文集, Vol1621, (2007), pp69-76
- 9) 日本建築学会: 日本の住宅におけるエネルギー消費
- 10) 建設物価 2010 年 4 月号: 建設物価調査会, (2010)
- 11) 価格比較サイト: 価格.COM (2010 年 1 月取得)
<http://kakaku.com/>
- 12) SHARP ホームページ: 製品情報 (2010 年 4 月取得)
<http://www.sharp.co.jp/sunvista/>
- 13) 経済産業省資源エネルギー庁改正省エネ法: (2010 年 6 月取得)
<http://www.enecho.meti.go.jp/index.htm>
- 14) T.Esbensen and V.Korsgaard, Dimensioning of the solar heating system in the zero energy house in Denmark, Solar Energy, (1977), Vol. 19-2, pp195-199
- 15) 東京電力ホームページ: 電気料金・各種お手続き (2010 年 12 月取得)
<http://www.tepco.co.jp/e-rates/index-j.html>
- 16) 東京ガスホームページ: 料金メニューのご案内 (2010 年 12 月取得)
http://home.tokyo-gas.co.jp/userguide/ryo-kin/menu_new.html