実験住宅における太陽光発電の有効性評価と木津中央地区への展開

A EFFICIENCY EVALUATION OF SOLAR POWER GENERATION AT AN EXPERIMENTAL HOUSE AND ITS DEVELOPMENT POSSIBILITY IN KIZU-CYUO AREA

今川 朱美*, 内藤 正明**
Akemi IMAGAWA and Masaaki NAITO

The study is a part of the project "concept formulation and development of planning methodology of environmental symbiotic area". This research designs an experimental house fitted with building material type solar panels with an objective to curtail the environmental load and reduction in the construction cost that occurs in the usual mode of installation of the additional energy generating and saving devices. Besides solar energy system in the house, the design of the air cavity in the wall and the circulation of the air within the room that has been achieved through detail considerations in the overall design of the house, considerable curtailment in the cooling energy load has been achieved.

It has been found that the experimental house installed with the 3kWh capacity, which is considered to be a viable scale to a dwelling unit, saves 70% of electricity compared to those houses that use dual energy source of gas and electricity, and 40% compared to those that use only electricity. It is remarkable that the resident users became more conscious on the energy consumption with this achievement in curtailment in the energy cost.

The results of the experimental house has then been extended to make a simulation analysis in the residential area of Kizu-chuo.

Keywords : *Solar Power Generation, Electric power charge, Cooling Energy load, Eco-housing, Environmental symbiotic area planning, Kizu-Cyuo Area*

太陽光発電、電力消費量、冷房負荷、環境共生住宅、環境共生地域づくり、木津中央地区

1 はじめに

本稿は、「環境共生の概念探求と計画化」に関する研究^{*1)}の一環として、太陽光発電を利用する住宅地区を実現することによって、エネルギー負荷の削減効果を明らかにしようとするものである。これは、同時に二酸化炭素など温室効果ガス削減にも有効である。いまや、個人住宅レベルでも地球環境負荷の削減対策を講じることが期待されているので、今後の発展が望まれる。

自然エネルギーを利用するエネルギー自立型住宅に関しては、北海道(札幌)において、濱田、中村、落藤ら^{*2)}が、戸建て住宅で太陽光発電を行った場合の電気エネルギー消費に関しては、新潟(仙台)で、佐々木、赤林、坂口ら^{*3)}が、調査を行っている。それらはいずれも寒冷地における暖房エネルギーに焦点を当てているが、自然エネルギーの研究では、言うまでもなく地域ごとの自然条件が多分に影響するため、条件が異なる本島中央に位置する対象地域での本研究は、既往研究と異なるデータを提供する。また、戸建住宅におけるエネルギー供給データをベースとして、それを街区へと展開している点も、本研究の一つの意義と考える。

本研究では、まれな例として、施主の依頼により実際に居住する住宅を、省エネ・新エネの工夫を加えた住宅として、京都市北

区に新たに建設した(図1)。これを今後、本報では実験住宅と呼ぶ。

本研究では、その実験住宅に対して太陽光発電システムを導入した時の環境負荷低減効果を実験的に精密測定、評価すると共に、経済評価を行った。次いで、将来のエネルギー負荷削減にどのくらいの効果があるか、地域規模での大まかな推定を行う為に、実験住宅での基礎データを基にして、京都府木津町で開発が予定されている木津中央地区で、このシステムを採用した場合の効果を試算した。

2 太陽光発電システムの概要

2-1 太陽電池セルとモジュールの選択

太陽光発電システムを導入するには、①モジュール自体に大きな費用が必要であることに加え、②太陽光発電を行なっても住宅の構造が節電に適していなければ、エネルギー負荷削減に効果が得られないこと、③設置コストが大きいこと、④景観規制などにより、地域によってはその設置が制限されること、⑤かなりの荷重がある、などの様々な障害がある。今日、国内各地で環境共生住宅と言われる実験住宅も多く建設されているものの、これらの点が大きく改善されない限り、その普及は難しいと思われる。

* 京都大学大学院工学研究科 大学院生・建修

** 京都大学大学院工学研究科 教授・工博

Graduate Student, Global Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., M. Arch.
Prof., Global Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., Dr. Eng.

図1 実験住宅

以上のような課題に対して、本研究では住宅用に開発されている太陽光発電パネルで、屋根材として利用できるものを新築時に取り付けることにより、発電パネル設置面積分の屋根材コストの削減を図り、また、デザイン的にも収まりがよいことで、上記問題③④⑤の相当程度を克服することができた。

住宅用に製品化されているシリコン(Si)系太陽電池については、大量生産に適した多結晶Siを用いた素子が、安価なプロセスでの製造方法により供給されるようになった^{*4)}。将来の増産によるSi原料の不足を予測し、少ない原材料で生産可能な結晶系薄膜Si太陽電池が注目されているが、発電効率や生産の安定性には、まだ技術開発の余地がある^{*5)}。

本実験では、住宅建設時において、設備投資に踏み切れる製品の質と価格を検討した結果、多結晶Siの建材一体型太陽電池モジュールを採用することにした。モジュールの出力は直流電力であるため、インバータで電力に変換し、電力会社の商用電力系統と連結利用が可能な系統連系型システムとした。太陽電池が発電中は、発電した電力を使用し、余剰分を電力会社に売電する。発電量では電力使用量をまかなえない場合は、電力会社から供給される電力と併せて使用する。

システム導入により、年間で電力需要が最大となる夏期の数日間、しかも日中数時間の負荷平準化を期待した。また、日射量が少なく、発電量の期待できない冬季においては、暖房に使うエネルギーを夜間に蓄熱することにより年間を通じ、エネルギー自立型により近い状態の実現を目指した。

表1 実験住宅における太陽光パネルの仕様

太陽電池セル(太陽電池素地)	多結晶シリコン
太陽電池モジュール	建材一体型太陽電池モジュール
太陽電池容量	25.0 m
設置面積	2.8kw (70w×40枚)
年間予測発電量(メーカーによる全国平均)	2,917kwh/年
太陽電池設置面	西南西(19度)
太陽電池設置傾斜	21.3度(四寸勾配)

図2 実験住宅のデータ収集システム

2-2 実験住宅の概要

実験住宅は京都市内の第一種低層住居専用地域に、延床面積約160 m²の木造2階建て住宅として建設した。合掌屋根の西南西方向に40枚の建材一体型太陽電池モジュールが、21.3度(4寸勾配)の傾斜角で設置されている(表1)。冷暖房にはルームエアコンを設置した。また、夏期の冷房負荷軽減のため、①日射により高温となる外壁を二重構造とし、壁内から天井を通過して棟の換気口から熱気を上昇、自然排気させることで、屋内への熱の伝導を軽減する、②屋内の熱気も、鉛直の動線を確認し、天窗から抜く、③水平の風の通り道を確保する、など様々な設計の工夫をした(図1)。なお、冬は蓄熱式床暖房と壁の断熱効果を期待しているが、これについては次稿にて検証したい。

実験住宅には、データ収集用パソコンが設置されており、太陽電池による発電量などのデータが1分毎に記録されている(図2)。二重構造の外壁による断熱、防湿効果については東西南北の各一カ所の外部と内部に温湿度センサーを設置し、これも30分毎に記録している。

3 実験住宅の電力使用量と発電量

3-1 発電量の予測

実験住宅におけるシステムの発電量予測^{*6)}は、斜面日射量^{*7)}と、太陽電池容量に補正係数^{*8)}を乗じて求めた。1年間の予測発電量は、2,531kWhであり、これは一般家庭(ガス併用)の年間の平均電力使用量4,004kWh^{*9)}のうち、63.2%の電力に対応し、また発電時に排出される二酸化炭素も、708.68kg-C/年^{*10)}の排出削減が期待できる(図3)。なお、この推定値は実測値と比較したところ、問題となる程の大差はなかったため、地域規模での発電量予測などに汎用できると判断した。

3-2 電力使用量の予測

実験住宅居住者が、新築の実験住宅に移るまでに生活していた

表2 前住宅と実験住宅の建築及び設備概要の比較

	前 住 宅	実 験 住 宅
所 在 地	京都市左京区	京都市北区
構 造	コンクリート造 2階建	木造(2棟) 2階建
延 床 面 積	80 m ²	159 m ²
調 理 器 具	ガス調理器	IHクッキングヒーター
給 湯 設 備	ガス給湯器	電気温水器(460L)
備付電灯消費電力合計	580W	1,308W
冷房設備消費電力合計	1,600W	3,180W
暖房設備消費電力合計	ガスストーブ	4,960W

図3 実験住宅の推定発電量と一般の電気・ガス併用家庭の平均電力使用量

住宅（以後は前住宅と呼ぶ）での実績データ（2000年5月～2001年4月）を基にして様々な比較を行った。前住宅はコンクリート造で、気密性がよく、熱効率も良い。実験住宅の延床面積は前住宅と比べて2倍程度になったため（表2）、建築条件からすると、冷暖房エネルギーの消費量が増大することが予測されるが、実験住宅では、夏の通気、冬の蓄熱システムを導入しており、それに相当する効果が期待できるため、建築物の条件による冷暖房需要の差異の補正は省いている。

住宅に備えた電気製品の消費電力を算出すると、①高齢化に備えオール電化住宅としたこと、②前住宅では暖房をガスに頼っていたが、蓄熱式床暖房としたこと、③老後のために電灯を過分に取付けたこと、④データ収集のためにもIT化を行い、新たに2台のパソコンを導入したこと、などから一ヶ月あたりの消費電力が大幅に増加している。前住宅の電灯及び家電分の1ヶ月あたりの電力使用量は、200kWh/M前後であったが、実験住宅では①から④の条件より、関電エリアでのガス併用一般住宅の月平均電力使用量310 kWh/M^{*11)}よりも大きくなると予測されるため、倍増したものと設定した。

前住宅でのガス使用量より、厨房ガスと給湯ガスの使用量の合計は、20 m³を越えることはないと仮定し、厨房・給湯ガスの使用量の比を1:4と定め^{*12)}、ガスコンロをIHクッキングヒーターに、ガス給湯器を電気温水器に置き換えてのエネルギー消費量を概算する。冬期の暖房ガス使用量は20 m³越えた分とし、ガスファンヒーターとエアコンで、同効力のものを使用したとして試算した^{*13)}。

図4 実験住宅とオール電化住宅の月別電力使用量の推定値

ターに、ガス給湯器を電気温水器に置き換えてのエネルギー消費量を概算する。冬期の暖房ガス使用量は20 m³越えた分とし、ガスファンヒーターとエアコンで、同効力のものを使用したとして試算した^{*13)}。

3-3 実験住宅の電力使用量と発電量

関西電力は、関電エリアにおけるオール電化住宅の電力使用量を905kWh/M^{*14)}と推定している。図3に示した月別電気使用量に月別ガス使用量^{*15)}を電力に変換したものを加算する^{*16)}と、関電エリア内のオール電化住宅での電力使用量は平均778kWh/M(年間9,335kWh/Y)、最大値が1月の1,024kWhであり、季節変動として900kWhを越える月は11～1月と8～9月であった(図4)。905kWh/Mに比べて少ない数値となったのは、算出のための元データである電気及びガス使用量の実績値には、戸建て住宅だけではなく、使用量の少ない集合住宅や単独居住者のデータも含まれているためであると思われる。関電エリア全域でのオール電化住宅月平均電力使用量推定値に比べ、京都市内では777kWh/M(9,320kWh/Y)で、大きな違いは見られないが、1月の最大値が1,033kWhと関電エリア内の平均を上回るのは、冷え込みの厳しい地域特性のためと思われる。

実験住宅に住む夫婦2人の前住宅での生活は、電気・ガス併用でガス暖房を利用していた。前住宅での住まい方を基に、ガス使用量を電力に変換し、オール電化の実験住宅での電力使用量を求めると、886kWh/Mとなった。ただし、暖房をガスに頼っていたため、暖房負荷の電力換算値が2月では最大の1,664kWhにも上ると予測された。

3-4 夏期における電力需要と負荷軽減

暖房を必要としない期間の5～9月を夏期と定め、その間の電気エネルギーの収支を見ると、実験住宅においては、推定使用電力量の合計が3,013kWh、推定発電量が1,234kWhであり、4割近く電力を賄えた(図5)。

実際の電力使用量(計2,524kWh)と発電量(計1,193kWh)を見ると、月平均48%の電力が自宅の太陽光発電で供給できる計算になり、一ヶ月あたりの月平均買電量は266kWh/Mであった。これは、

図5 実験住宅の電力使用量と発電量及び関電エリア内の住宅の電力使用量

関電エリア内の夏期における一般的なガス併用住宅一軒あたりの月平均電力使用量^{*9)}(実績値) 346kWh(5~9月計 1,722kWh)よりも下回る。電力会社から供給を受けた一ヶ月あたりの電力量をCO₂排出量に換算すると、実験住宅は74.5kg-CO₂/kWh、一般的なガス併用住宅では96.9kg-CO₂/kWhとなる。

データを見て分かるように、実験住宅では一般に中間期と言われる5~6月よりも7~8月の電力使用量が減少していることが分かる。居住者に、電力使用量が減少した要因として考えられることがないか尋ねたところ、①実験住宅へ引っ越し後しばらくは、電気器具の使用法に不慣れであり消し忘れなどがあったが、新しい住宅にも慣れ、待機電力をはじめ各種節電を気にするようになったこと、②例年7月の電気代の請求が来てから8月にエアコン使用をひかえるようにしていたが、実験住宅では、建具を開放し天窓を開けた状態で扇風機を利用すれば、充分快適であったため、エアコンを使用する必要を感じず、来客時や帰宅後の数分部屋を冷やす程度であった、③表示パネルで発電量を確認し、発電量が少ないときは電化製品を使うことを躊躇した、という回答を得た。居住者の電力使用量に対する興味と、節電への意識の高まりが、電力使用量を削減する効果を与える要因であることが分かった。

夏期における電力使用量を最も増加させる冷房負荷については、実験住宅では目立った増加を来さなかったことが分かった。建築条件は変わったものの、周辺環境や生活習慣も前家とほぼ変わりなく、冷房は日中に数時間の使用程度で済むと予測をしてい

図6 外気温及び室温の日変化(8月2日)

たが、実際に、冷房の利用は7~9月を通じて数時間に満たなかった。冷房利用を抑えられた要因は、まず、壁内に空気層を設けた効果として、屋内の温度が外気によって影響を受けにくく、あまり上昇しなかったことにある。

東西南北4カ所の窓周辺にロガーを設置し、外壁外表面近傍(以下、外壁外側とする)の温度と、外壁内表面近傍(以下、外壁内側とする)の温度と、室内の温湿度を測定した結果、最高気温を記録した8月2日も、エアコンを使用せずに済んだことが分かった(図6)。日変化を見ると、北側の外壁内側の温度と室温が不自然な上昇を見せるが、これは隣家がエアコンを使用したため室外機のファンにより、北側の窓より外気が流入したからである。南側の外壁内側が、正午を中心に高くなっているのは、温度センサー周辺の壁が、窓からの日射の影響を受けたためである。

四方とも室温と外壁内側の温度に対し、外壁外側の温度が日中は明らかに高く、夜間は低くなっていることから、外壁を二重構造としたことによる効果であると考えられる。特に、南側の室温が、他の3方と比べて2℃ほど低くなっているのは、底を深くしたこと、植え込みがあることも要因と考えられるが、外壁の空気層が他の三方(12mm)に比べ厚い(110mm)ためでもあると考えられる。

日中に屋内が温室化し、室温が上昇するのではなく、緩やかに温度変化を見せているのは、1階から2階への小窓をはじめとする、空間を仕切る建具を開放し、室内の熱い空気を天窓から排気した効果もある。真夏の日中時^{*17)}に、天窓の直下において階下からの上昇気流を計測したところ、一時的に2m/sを記録した。敷地内の外部で正午の気温が42℃を記録したこの日^{*18)}、屋内の温度は36℃以上にはならなかった。建設時の工夫により、室温調節効果があることが実証された。

3-5 電力供給ピーク時の負荷軽減

電力需要が最大になるのは、真夏の昼間である。平成13年度

図7 夏期電力使用量最大日(8月2日)の日変化

図8 木津川及び木津中央地区の位置

においては8月2日の3,306万kWであった。ピーク時の電力需要による負荷は年々増大している^{*19)}。電力使用量最大日の世帯あたりの電力供給量と、実験住宅における実際の太陽光発電量(図7)を重ねてみると、電力使用量最大時であった14時の電力供給量3,585.92Whの内、発電(586.67Wh)により16.4%相当の電力を自給できたことを示す。この日は雲の影響で夕刻より日射が得られず午後の早い時間より発電が終了してしまったが、通常は19時頃まで発電があるため、条件が良ければさらに高い効果が期待できる。

4 木津中央地区でのエネルギー負荷軽減

4-1 木津町木津中央地区

京都府相楽郡木津町は京都府の南端、奈良市の北に位置する。京都市と大阪市の双方から30km圏であり、ベッドタウンとしても期待されていた。関西文化学術研究都市建設促進法、関西文化学術研究都市の建設に関する基本方針及び関西文化学術研究都市の建設に関する計画に沿って、文化学術研究機能を備えた新市街地の建設が進められている。現在計画中の地域は4つあるが、そのうち2つは構想段階で計画の見直しがなされている。1つは土地の整備が既に終了しており、建物の建設が始まりつつある。本研究でのモデル地区は計画が終了し着手前の「木津中央」地区(図8)である。この地域において、今後建設する住宅に太陽光

発電システムを導入し、設計施工時に通風・換気などの工夫をすることによって環境負荷がどのくらい削減されるか、シュミレーションを行った。

4-2 街区単位での太陽光発電採用による効果

木津中央地区でシュミレーションを行う場合に加味する要素は①日射量などの自然的地域特性、②4000戸分の住宅用地の分譲が予定されており、地区内の住宅がすべて新築されること、③新市街地への電力供給量は旧市街地に比べて多い、ということである。

地域内に建設される住宅すべてに実験住宅と同等の太陽光発電システムを同じ程度の傾斜角で設置すると仮定し、現行の住宅計画図より設置方位を検討したところ、約6割が真南、あとの2割ずつが南東と南西に向けるものとした。一軒当たりの発電量推定値は、設置面が真南の場合2,904kWh/Y、南東が2,802kWh/Y、南西であると2,803kWh/Yであり、実験住宅の発電量推定値の2,530kWh/Y(図3)に比べ、高くなっているのは、実験住宅の建設地である京都市より、木津町の月平均傾斜面日射量が多いことに起因する。木津中央地区に建設される全住宅で太陽光発電システムを導入した場合、11,453MWh/Y^{*20)}の発電が可能である(図9)。これは、CO₂削減に、3,207t-Cの貢献が期待できる。

近畿圏内での住宅新築時における太陽光発電導入率である、5.7%^{*21)}で算出すると、発電量は653MkWh/Y、CO₂削減量は、183t-Cにとどまる。ただし、住宅新築時の導入は年々増加している^{*22)}ことから、今後建設されるこの地域では高い導入率が期待できる。

現在木津町では町民の半数以上が新市街地に住んでおり、既成市街地に住む住民に比べ、若い世代が多い。また、住宅が新しく、電化率も高いと考えられる。木津町への電力供給量も関電エリア全体に比べて高くなっている。同町内に建設される木津中央地区も、同じような特徴を見せることが考えられるため、地域全体としての電力使用量は、平均より多い木津町への電力供給量から算出した。地域内の対象戸建て住宅群の年間電力使用量は、16,818MWh/Yとなる。地域に建設される住宅全てが太陽光発電システムを導入したとして電力使用量のうち68%、新築時の導入率を考慮に入れると約3.9%の電力を自家発電で供給できる。

5 結論

新たな実験住宅の実測値により、興味深いデータが得られた。発電量3kWh程度のパネルを設置した場合のエネルギー負荷低減効果として、①ガス併用の一般住宅であれば電力使用量の7割程度を、オール電化であっても自家発電で4割近くを賄える、②設置したことによる2次的効果として、居住者の省エネルギーに対する意識の向上が見られ、結果として電力の使用量そのものが削減できる可能性があるといえる、③新築時に導入するのであれば、外壁の断熱や屋内外の空気の流れの導線を計画に組み込むなど、自然環境を利用した設計を行うことによって、エネルギー負荷削減に貢献ができる。また、④木津中央地区へのシュミレーションでは、一定の効果が望め、新築時の導入が大いに期待できることを予測した。

図9 木津中央地区における月別推定発電量と電力使用量のシュミレーション

本稿では夏期のエネルギー負荷にを対象に考案したが、次稿では冬の暖房負荷時での効果を検証する。その際、蓄熱式の床暖房の効果もあわせて考察を行いたい。

謝辞

電力供給量(使用量)に関するデータについては、関西電力(株)より提供していただいた。ガスエネルギー使用量に関するデータは、大阪ガス(株)に、また、発電量シュミレーションについては、京セラ(株)にご協力いただいた。実験住宅における実測データを収集するに当っては、応地家の全面的協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

註

- *1)「環境共生地域」の概念探求と計画化 ～京都府木津町を事例として～
文部科学省科学研究費補助研究、日本学術振興会特別研究員 今川朱美、2001年4月～2003年3月。
- *2) 文献[9] [10] [13]
- *3) 文献[6] [7] [8]
- *4) 冬木隆：2.3 多結晶シリコン太陽電池の現状と課題、文献[1]
- *5) 文献[1] [2] [3] [4] [5] 及び京セラ(株) S E商品技術部 柿添氏らのヒヤリングによる。
- *6) 京セラ(株) S E事業推進部営業企画 増井氏の協力による。
- *7) 月平均日積算斜面日射量算出には、「r bモデル(斜面日射量直達成分モデル)」「Hayモデル(斜面日射量天空散乱成分モデル)」「均一反射モデル(斜面日射地点反射成分モデル)」を用いている。なお、今回の推定値算定のための日射量は、(財)日本気象協会：太陽光発電システム実用化技術開発「発電量基礎調査」S62.3による、1961年から1990年の30年間の平均値を使用している。
- *8) 損失因子に対し次のような補正係数を与えている。

$$K = K_{pt} \cdot K_w \cdot K_e \cdot K_c$$

$$K_{pt} : \text{太陽電池素地の温度上昇による損失の割合} \\ (12 \sim 2 \text{月} = 0.90) (3 \sim 5 \cdot 9 \sim 11 \text{月} = 0.85) (6 \sim 8 \text{月} = 0.80)$$

$$K_w : \text{配線、受光面の汚れ、逆流防止ダイオードによる損失などの補正值} \\ = 0.92$$

$$K_e : \text{モジュール設置方法による損失の補正值(屋根材型} = 0.98)$$

$$K_c : \text{電力変換効率に伴う損失(エコノライン401の場合} = 0.945)$$
文献[15] [16]を参考に(株)京セラの指導により、温度上昇による損失の割合を従来のものよりも損失条件を厳しくした。
- *9) 関西電力(株) 滋賀支店お客様室提供による。関西電力の電力供給エリア内の「一般家庭における月別従量電灯A契約使用電力量 (= 従量電灯A契約供給電力 ÷ 従量電灯A契約口数) 2000.9～2001.8」従量電灯A契約とは、電気ガス併用一般家庭用の契約である。年々電力使用量は増加しているので、入手可能な最新データを使用している。
- *10) CO₂排出量原単位 = 0.28kg-CO₂/kWh(2000年度) 関西電力(株)「地球環境アクションレポート2001」。現在は、関西電力が電力業界で最も低い水準である。本研究の実験住宅及び対象地域である木津中央地区は、関西エリアであるためこの数値を使用した。電力業界全体では、0.371kg-CO₂/kWh:電気事業連合会「電気事業における環境行動計画2001」
0.328kg-CO₂/kWh:東京電力(株)「TEPCO環境行動レポート2001」
0.425kg-CO₂/kWh:東北電力(株)「地球環境行動レポート2001」
0.317kg-CO₂/kWh:九州電力(株)「2001年度環境アクションレポート」
- *11) 一般の家庭用電気使用量 = 310kWh: 関西電力(株) 電力供給管内2,000世帯を対象にしたサンプリング調査平均値
- *12) 中間期から夏のガス使用量は最大で20m³(5月) 8月は11m³であることから、厨房・給湯ガスの使用量を20m³と仮定する。大阪ガスの調査によると、各家庭ごとに年間を通じて厨房ガス(単身者を含む平均6m³)はほぼ一定であり、給湯ガスは冬のピークに向かって直線的に増加することから、厨房・給湯ガスを1:4と定めるとその条件を満たす。冬期の20m³を越えた分については、暖房ガスと考える。
- *13) 厨房ガス: ガスコンロ標準使用量(9m³ × 40%)を熱量換算しIH調理器(熱効率78%)で算出。給湯ガス: 460L t_{47°}の電気温水器の標準使用量電気温水器(減効率90%) (社)日本電機工業会調べ。ガスファンヒーター(10畳用)をエアコン(10畳用)で試算。
- *14) オール電化住宅一ヶ月あたり電力使用量 = 905kWh: 13) + 55kWh(調理機器電気使用量) + 540kWh(電気温水器460L, 54kW)。(社)日本電機工業会調べ
- *15) 一般家庭ガス使用量: 大阪ガス(株) 供給管内の全家庭用顧客 545万件(戸建住宅45%、集合住宅55%)を対象にしたH12年度の実績による。

- *16) 厨房ガス: 年間一律 = 約6m³/月 + 給湯ガス: 夏期の最小値 = 約12m³/月、冬期の最大値 = 約40m³/月 + 暖房ガス(大阪ガス調べ)を参考に試算
- *17) 2001年8月3日、実験住宅に屋内の状態を体感するために滞在した際に測定を行った。
- *18) 京都の天候は曇で、平均気温は30.9℃、最高気温は38.2℃であった。気象庁月報 2001年8月(CD-ROM)による。
- *19) 関西電力(株) 平成13年度の電力供給管内への電力供給量の実績値による。
- *20) 発電量の算出は実験住宅と条件を同じにし6)8)、地域変動のある日射量については7)木津町から最も近い奈良のデータを利用した。住宅により異なる接面の方位は現行の分譲計画より4000戸のうち6割の2400戸は南向きに設置し、それぞれ2割の800戸が南東と南西向きに設置するものとした。
- *21) 導入率: 国土省によると平成12年度の近畿地域における住宅の新築件数は58,930件、関西電力と新規の売電契約締結は3,395件。近畿地方における住宅新築時の太陽光発電導入は5.76パーセントといえる。また、文献[14]では、2010年の日本平均太陽光発電導入率は5パーセントとしている。
- *22) 新エネルギー財団による。また、関西電力の売電契約締結口数も、97年1454件、98年2528件、99年46360件、2000年8031件、と増加している。

参考文献

- [1] 濱川圭弘編著「太陽光発電－最新の技術とシステム－」シーエムシー、2000
- [2] 太陽光発電技術研究組合「太陽光発電－その発展と展望－」朝日新聞社、1998
- [3] 太陽光発電協会 編「太陽光発電システムの設計と施工」オーム社、2000
- [4] 京セラ(株)ソーラーエネルギー事業部 編著「太陽エネルギーへの挑戦」精文社、1994
- [5] 谷辰夫: 第3章 太陽光発電(清水幸丸編「自然エネルギー利用学」パワー社、1999) pp57-106
- [6] 佐々木淑貴、赤林伸一、坂口淳: 戸建住宅における電気エネルギー消費に関する研究－主に東北地方を対象とした太陽光発電の有効性の検討－、日本建築学会計画系論文集 第545号, pp79-86, 2001.7
- [7] 赤林伸一、坂口淳、田村由香 他: 太陽光発電の地球特性に関するシュミレーション その1 東北地方を対象とした発電と暖房負荷の関係、日本建築学会北陸支部(長野)研究報告集, pp195-198, 1997.7
- [8] 坂口淳、赤林伸一、山ロー: 東北7県の住宅における電力消費量の実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国、D-2, pp151-152, 1999.9
- [9] 濱田靖弘、中村真人、落藤澄 他: 札幌における家庭用エネルギー消費量とその季節別変動に関する実測と評価、空気調和・衛生工学会論文集No.82, pp29-37, 2001.7
- [10] 濱田靖弘、中村真人 他: 自然エネルギーをハイブリッドに活用したエネルギー自立型住宅に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集No.73, pp105-115, 1999.4
- [11] 繪内正造、福島明、羽山広文: 地球環境時代におけるパッシブ省エネルギー手法の意義とその展開(特集・北海道にみる建築設備と環境技術の変遷と動向) 空気調和・衛生工学 74-9, pp763-767, 2000.9
- [12] 長野克則: 北海道におけるアクティブ省エネルギー手法の現状と将来展望、(特集・北海道にみる建築設備と環境技術の変遷と動向) 空気調和・衛生工学 74-9, pp769-773, 2000.9
- [13] 落藤 澄・濱田絃弘 他: ローエネルギーハウスの建設の意義とその可能性(特集・北海道にみる建築設備と環境技術の変遷と動向) 空気調和・衛生工学 74-9, pp781-784, 2000.9
- [14] 京都市環境局「京都市地域新エネルギービジョン策定調査報告書」H12.3
- [15] 大谷謙: 2000年太陽光発電システムの通信簿、(総説「太陽光発電」)日本エネルギー学会誌 80-3, 2001.3
- [16] 大谷謙仁 他: 住宅用太陽光発電システムの運転特性評価、電気学会新エネルギー・環境研究会 No. FTE-00-5, 2000.3
- [17] H.Scheer, Solare Wertschaft, VAKG, Munchen, 1999 (Japanese edition, 2001)
- [18] J.Schaeffer & The Real Goods Staff, Solar Living Source Book, CGPC, USA, 1996

(2002年2月10日原稿受理, 2002年5月20日採用決定)