

太陽エネルギー併用型住宅の設計・施工 (第2期)

関東ポリテクカレッジ 建築科 角本 邦久
(関東職業能力開発大学校)

1. はじめに

総合制作実習で取り組んでいる、太陽エネルギー併用型住宅～第2期に関して、報告する。

これは、昨年より、3年越しで、実施している計画案である。

第1期 2003年度 外気導入型太陽エネルギー利用、

第2期 2004年度 太陽光発電エネルギー利用、

第3期 2005年度 データ収集、と計画している。

今回は、この第2期外気導入型太陽エネルギー利用の途中経過と、太陽光発電エネルギー利用の設置について、報告する。

2. インテグレーションについて

これらの建築づくりの背景にある考え方は、基本の住宅建築づくりに、ソーラー技術というものをイ

ンテグレートしていく考え方である。

図1は、そのインテグレーション段階ごとの構法的特性を、図示したものである。

3. 建物計画とシミュレーションについて

この建物規模は、2間×2間の大きさである。この建物に、ソーラーエネルギー利用技術を、インテグレートする。1年目は、南側屋根の東側寄りに、外気導入型太陽エネルギー利用パネルを設置した。2年目は、南側屋根の西側寄りに、太陽光発電パネルを設置した。

(1) 真北測定および日影図作成について

建物の真北測定を、標準時との差で計算し、実測した。是は念のため、2回実測した。

これにより、建物の軸線を、真南—真北に合わせ、設定している。日影チェックも、実施した。



図1 インテグレーション度について (作図:角本)

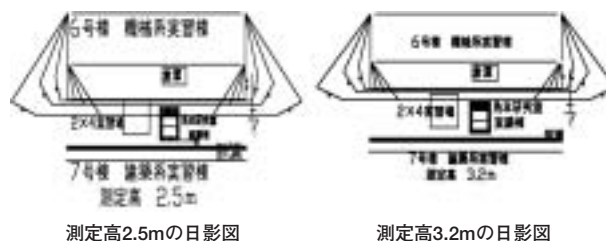


図2 真北測定および日影図

(2) 太陽光発電シミュレーションについて

今回の建物では、1つの建物で、南側西寄りの太陽光発電システムと南側東寄りの外気導入型太陽エ

エネルギー利用システムを、住宅としても、エネルギー利用形態としても、併用している併用型住宅なので、この点での設定に、留意した。

過去のアメダス気象データから、小山での全天日射データを、表に作成する。次に、シミュレーション条件として、太陽光発電パネルの傾斜角および方位角を変えて、その設定条件ごとの発電量の比較検

表1 気象データ (小山)

全天日射量測定値を気象データから読み取り入力

(全天日射量測定値) (小山) (1991~1995)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
年平均	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表2 条件別発電量 (小山)

(条件別発電量 (kWh/年))

傾斜角	方位角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
0°	0°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	15°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	30°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	36.4°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	45°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	60°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	75°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0°	90°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

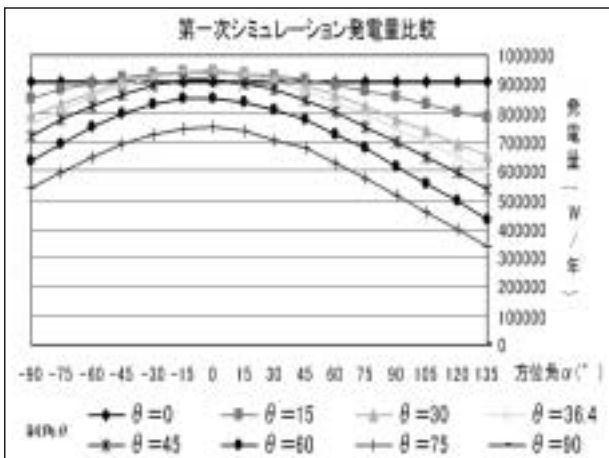


図3 1次シミュレーション

討したものを、以下に示す。

シミュレーション結果から、 $\theta = 15^\circ \sim 40^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の範囲内であれば、高い発電量が得られることが、傾向としてみられる。実際の屋根設置は、方位は真南とし、勾配は36度とした。

(3) 外気導入型のシミュレーションについて

このモデル棟では、いくつかの条件を設定して、シミュレーションを実施した。この外気導入型のシミュレーション作業は、専用ソフトのため、協会の会員会社の方のご協力をいただいた。

シミュレーション条件は、断熱仕様・カバーガラス等を変更し、いくつか設定した。

下図は、屋根・壁の断熱材厚を100mm/mとし、屋根集熱面のカバーガラス長を、棟近くで1.5m長とした場合に、各部温度をプロットしたものである。

以上が、外気導入型太陽エネルギー利用システム

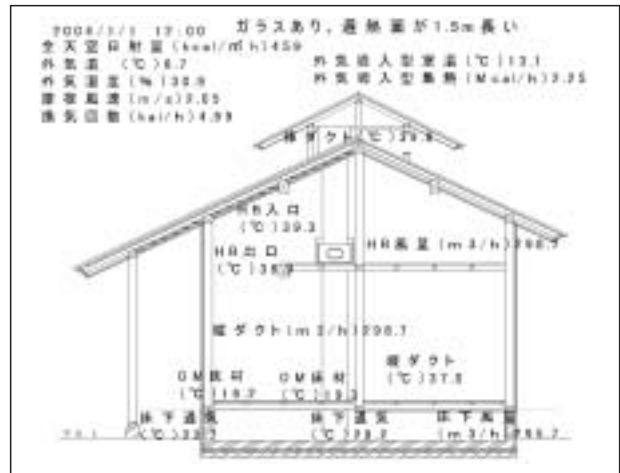


図4 縦断面図 (ガラス1.5m長仕様)

表3 室温シミュレーション結果

時刻	室内温度 (°C)	外気温度 (°C)	屋根温度 (°C)	ガラス温度 (°C)	HR盤温度 (°C)	HR盤流量 (m³/h)	ガラス流量 (m³/h)	ガラス温度 (°C)	ガラス流量 (m³/h)
08:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
09:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
10:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
11:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
12:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
13:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
14:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
15:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
16:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
17:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
18:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
19:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
20:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
21:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
22:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
23:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
24:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
25:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
26:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
27:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
28:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
29:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29
30:00	13.9	3.7	13.9	19.7	13.9	1.29	1.29	19.7	1.29

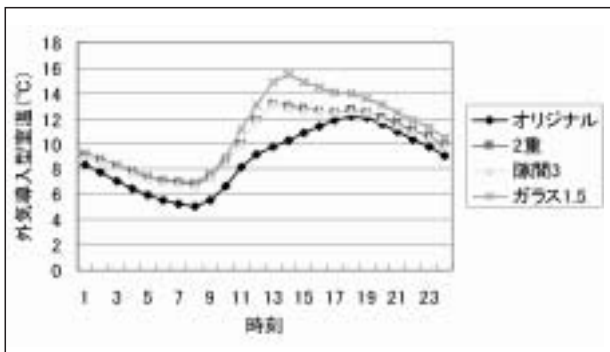


図5 設定条件別室温

の考え方とシミュレーション結果である。

(4) 外気導入部の断面詳細について

建物の外気導入部の断面詳細について、以下に示す。建物の機密性を、いかに上げるかが、ポイントとなる。

これらの基本的な建物仕様決めおよび1期・2期分の施工実習を実施した。

このシミュレーション作業および施工実習に際しては、OMソーラー協会および会員会社である熊倉

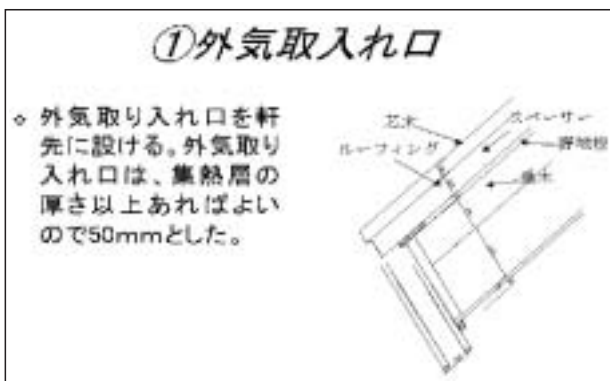


図6 外気導入部詳細図

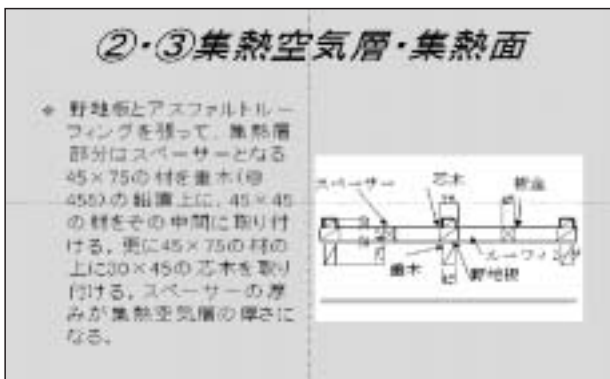


図7 集熱部断面詳細図

建築工業の八田氏，関係各方面からの協力に対して，この紙面を借りて，感謝したい。

4. 太陽光発電パネル設置工事について

今年度の施工課題である，南側西寄りの太陽光発電パネルの取り付け工事に関して，以下に述べる。

これは，120Wパネル×8枚を，設置している。インバーターは，1KW発電仕様対応のものである。

ほかに，既設電力との接続のため，専用分電盤を取り付けている。

電気接続関係は，もちろん，電気工事士有資格者が行った。

手順については，まず，屋根面に墨出しする。この墨にそって，架台用レールをセットする前に，屋根防水用のクッション設置とシーリングを実施する。そこに，架台用レールをセットする。各レールは，



写真1 屋根防水処理シーリング



写真2 太陽光発電パネル取り付け

取り付け位置決めされているので、注意する。その後、写真2のごとく、発電パネルを設置する。

8枚パネルを設置し、接続する。インバーターに接続し、分電盤に接続する。

パネル接続が完了したら、発電性能を、計測器で、確認する。



写真3 発電量確認



写真4 インバーター接続



写真5 接地抵抗確認

すべての接続が完了したら、接地抵抗を測定し、安全を確認する。

パネル設置後、1日ごとの発電状況を、データ取りながら、確認する。

5. 太陽光発電データについて

2004年11月にパネル8枚設置し、その後の参考データを、以下に示す。

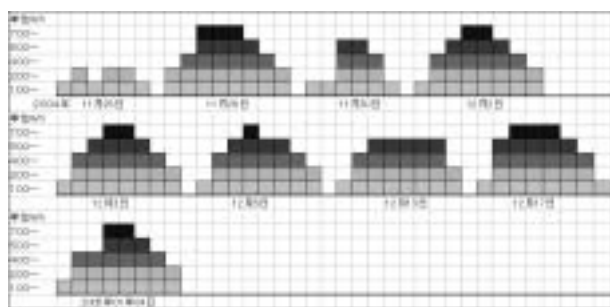


図8 1日ごとの発電データ

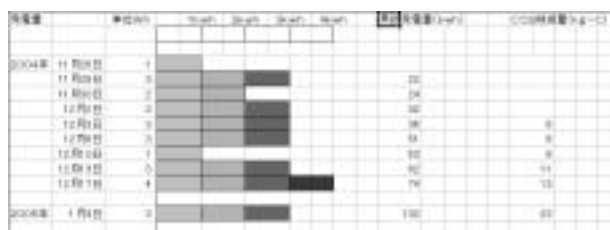


図9 集計発電量とCO2削減量

6. 外壁(被)構成の考え方について

外壁(被)の形態化への、基本的考え方について、以下に述べる。

壁のK-値 (kcal/m²h[°]C 熱貫流率) について、

$$1/K = 1/\beta_i + 1/L + 1/\beta_a$$

(おのおの、L = (kcal/m²h[°]C 熱伝導係数))、

β_i, β_a = (kcal/m²h[°]C 熱伝達係数のおのおの内側と外側))。そして、Lは、次式より。

$$1/L = d_1/r_1 + d_2/r_2 + \dots + d_n/r_n$$

(おのおの、d = (m) 厚さ、r = (kcal/mh[°]C 熱伝達率))。

熱貫流率計算については、

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{a_0} + \sum_n \frac{l_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_i}}$$

熱貫流率 K ($W/m^2/K$, $kcal/m^2/h/^\circ C$, $1/R$)

式中的のおおのの単位は、以下。

(おおの, $R = (m^2K/W)$ 熱貫流率抵抗), a_0 , $a_i = (W/m^2K)$ 外表面と内表面の熱伝導率), $l = (m)$ 壁の各材料の層厚さ), $\lambda = (W/mK)$ 壁の各材料の熱伝導率)。

熱貫流抵抗 R_t は、

$$R_t = R_0 + \sum R_n + R_i$$

熱貫流抵抗 R_t ($m^2 \cdot K/W$)

(おおの, $R_0 = (m^2 \cdot K/W)$ 外気側熱伝達抵抗), $R_i = (m^2 \cdot K/W)$ 室内側熱伝達抵抗), $R_n = (m^2 \cdot K/W)$ 各材料の熱伝達抵抗)。

7. 能開セミナーとの関連性について

今回の太陽エネルギー併用型住宅としての、モデル棟の仕様は、住宅性能表示との関連性において、その温熱環境に関して、検討を加えている。

大分県において実施する能力開発セミナー「住宅性能表示技術」においても、事例研究の1つとして、セミナーコースの中で紹介し、受講生の方々からも、積極的なご質問を頂戴する、良い機会となった。

今後は、さらに、総合制作実習においても、理解を深めている、CO2換算としてのLCA指針や、建築総合環境性能評価としてのCASBEE指針についても、セミナー内容に加えていきたい。

8. 光視環境との関連性について

ソーラー利用技術に関する、さらに発展的内容として、建築ファサード面における、太陽光発電パネル設置と、光視環境との複合化利用が、新しい課題として、考えられる。

ここで、事例研究として、いくつかの実施例があ

げられる。

1つは、1998年4月に、渋谷に建てられた、投資育成ビルの例である。

西側JR線路沿いのファサードに、太陽光縦型ルーバーとして取り付けられており、西陽を防ぐ役割も果たす。屋上庭園のソーラーパネルは、パーゴラとしても、デザインされている。

もう1つは、2002年4月に、沖縄に建てられた、糸満新市庁舎の例である。

南壁面と屋上部分に、太陽光発電パネルが取り付けられている。鉄骨財およびPC材の架台に、太陽光発電パネルとして、同時に、強い陽射しを遮るシェルター・ルーバーとして、設置されている。

これらに共通した考え方は、壁面における、太陽エネルギー集光・集熱効率の不利さを、場合によっては、垂直よりも、多少勾配を付けることによって、効率を改善するとともに、他方で、ルーバー等として用いることによって、建物の空調熱負荷の低減を図り、建物全体として、熱的バランスを、保っている。

この意味において、ソーラーパネルは、建築部位へと、インテグレートされており、その時のソーラーパネルの働きは、多機能性部材として、その機能的役割を、果たしている。

9. 今後の課題について

この分野での、今後の開発すべき課題について、以下に述べる。

○今後の展開として、より建築部材化、多機能部材化を推進し、インテグレーション度を高めていく。

(図1参照)

○多機能化技術の建築への応用化を図り、建築の付加価値を高めていく。

○近未来型の外壁構法は、二重(ダブルスキン)から三重(トリプルスキン)へと、その機能性と環境調整能力を高めつつ、発展を遂げていく可能性がある。

これは、建築環境の体内化現象のゆえんであり、これも多機能性部材による外壁(被)の姿である。

○屋根と壁を含めた、建築の外被構法について、より良く、その考え方を深めていくことは、建築的にも大切なことである。

この点、ソーラーエネルギー利用へのインテグレートしていく部位としても、今までのように、屋根利用のみならず、壁面へのインテグレート構法も十分に考えられる。(これは、斜面での集熱・集光効率の低減性を、ルーバーとして使用することによって、空調熱負荷を低減し、合わせて全体で、バランスを取る。)

○今後の建築づくりの考え方として、住宅性能表示に留意するとともに、建築総体としては、建築総合環境性能評価を考慮に入れながら、設計・施工にかかわっていく、必要性がある。建てていく建築物の、維持管理も含めた、環境に対する評価を、推進していく必要がある。

(2005年9月には、この関係で、サステナブル建築に関する国際会議が、日本で、予定されている。)

10. まとめとして

能力開発業務における考え方を、以下に述べる。

○総合制作に関する、新しい課題に取り組む、試みとしての2年目は、着実に、進んでいる。

○1年目の課題としての、いかに、実習生達のreadiness状態を整えるか、という課題に関しては、今年は、2年目であるが、全体を、3年計画で実行することによって、単年度計画の場合に比べて、時間的にも、予算的にも、計画・実行しやすいとの実感を得た。

○総合制作実習の初めと中程に、セミナー形式での講義を実施している。これは、実習生達のreadiness状態を高めるうえで、有効な方法であると、考える。

○標準カリキュラムの中に、来るべき環境問題やエネルギー問題など、建築関連知識として、講義できる科目を、設定する必要がある。

<参考文献>

1. 角本：「太陽エネルギー併用型住宅の検討」NO. 41293, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2004年8月, D-2 p.613
2. 角本：「省エネルギー計画と光環境～ファサードを含む外被の構法的分類と光環境」, 光環境シンポジウム冊子, 日本建築学会環境工学委員会, 2004年8月, p.37～p.40
3. 角本：「都市系の環境建築空間に関する提言～プログラム導入の考え方」NO. 82, 都市建築の発展と制御, (社)日本建築学会, 2004年3月, p.379～p.382



日本の技術者

—江戸・明治時代—

中山秀太郎 著 技術史教育学会 編

■ A 5判 / 208ページ

■ 定価1,575円 (税込)

ISBN4-87563-224-X

好評発売中

江戸時代から明治・大正時代にかけて日本の近代化を推進するために多大な貢献をした28人の技術者の生涯を通して、技術と社会との関わり、技術の果たした役割や意義を説く。

社団法人 雇用問題研究会

■発行所

〒104-0033 東京都中央区新川1-16-14 電話 03-3523-5181 (代表) FAX 03-3523-5187 URL ■ <http://www.koyoerc.or.jp>