

太陽光発電を考慮した集合住宅の高さと隣棟間隔

	筑波大学	* 小林隆史	KOBAYASHI Takafumi
01102840	筑波大学	腰塚武志	KOSHIZUKA Takeshi
01009480	筑波大学	大澤義明	OHSAWA Yoshiaki

1. はじめに

本研究の目的は、建築物に当たる日射照度の総量を概算し、太陽光から得られるエネルギー上限値を探ることである。その上で、太陽光発電利用の場として、利用電圧の低い住宅地を選択した。

特徴は以下の3点である：屋根で受ける日射量を発電量とする；壁面での日射量減少分を年間通じて計算する；緯度により生じる差を具体的に示す。これらの分析を通して太陽光発電という視点から、集合住宅に関する新たな建築規制を提案したい。

2. 日射量の計算方法

集合住宅において受光可能な太陽エネルギーの理論的な上限値を測るが、ここでは直達日射のみを計算する。参考文献[1]に記されている観測面直達日射量(W/m^2)の経験式を用いる。これは緯度、時刻 t (季節含む)、及び観測面の向きによる関数である。観測面が水平面、南北鉛直面の時を、それぞれ J_h , J_v とおく。大気透過率には日本の一般的平均値 0.7 を用いる。通年で積分すると緯度による違いが明確になる(図1)。水平面での日射量は低緯度から高緯度にかけて減少し、南北鉛直面ではその逆となる。

建物の形状は平屋根の箱形で、隣棟と高さは同一、南面配置で東西軸に無限にのびることを仮定する。屋根、壁面で受ける日射量を発電可能量とする。同緯度の時、発電可能量は住棟の屋根面積、及び高さ、と隣棟間隔により決まることになる。

受光時における屋根(水平面)及び壁面(南北方向鉛直面)の単位面積当たりの日射量は経験式で求められている。屋根面では一年中日が当たるため、日射量は単位面積当たり年間水平面日射量に屋根面積 $R(m^2)$ を乗じた値になる。ただし午前と午後を同じ日射量と仮定し、日の出時刻を S とする。

$$2R \int_S^{12} J_h dt \quad (1)$$

壁面については計算簡略化のために、隣棟の影が、地面と観測住棟の境目にくる境界時刻 T (緯度、日付けの関数) を式に加える(図2)。日の出から境界時刻までの壁面の受光量は住棟間面積 $D(m)$ に J_v を乗じた値で、境界時刻から12時までは壁面積 $H(m)$ に J_v を乗じた値となり、正午で折り返す。

$$2 \left(D \int_S^T J_h dt + H \int_T^{12} J_v dt \right) \quad (2)$$

3. 計算結果

ここでは1階階高を4m、2階以上を3mとした。一住宅当たり床面積(単位当たり住棟屋根面積)を日本全国の平均値 $80 m^2$ とし、単位住棟当たりの屋根を南北10m、東西8mの矩形とする。太陽光発電の変換効率には近年の値である10%を用いた。

住棟での発電可能量を、各世帯で融通しあい、分配するものとした。北緯35度(東京都)での一住宅当たりの発電量を、住棟の階数、隣棟間隔を変数として図3に示す。間隔0mは屋根のみで発電する量を示す。隣棟間隔が階数に対して十分に大きいときは、全壁面で発電していることを意味する。現実はこちら極端な場合の中間であるから、壁面に落ちる隣棟の影により日射量は減少する。

家庭電力消費量の全国平均(1997年)の4500 kWh/year (4050 kWh/year: 10%省エネ時の計算結果を以下括弧内に示す)を基準値とする。高層化する程一住宅当たりの発電量は小さくなるため、隣棟間隔がいくら大きくても、基準値を満たせる高層化は7(9)階建てまでが限度である。階数別の基準値を満たす隣棟間隔の条件は、4階建てで間隔5(3)m、5階建てで間隔11(7)m、6階建てで間隔22(13)m、7階建てで間隔50(22)mのようにできる。なお、この関係は既存の日影規制などと比較すると、かなり建て込んでいる[2]。

次に、緯度による影響を分析しよう。北緯25度(沖縄県)、35度、45度(北海道北辺)の結果を図4に示す。壁面での日射量が屋根のに比べて大きくなる高層住棟では、高緯度の一住宅当たり日射量が低緯度のそれを追い抜くという現象が起きる。この数値では7(7)階以上で起こるのが、図4の8階では36mで35度が25度を追い抜いている。

具体的に4500 kWh/year を満たすために必要な隣棟間隔の条件は、4階建てでみると、25度では3(0)m、35度では5(3)m、45度では9(5)mとなっている。5階建てとすると、25度では8(5)m、35度では11(7)m、45度では20(12)mとなる。この例から、太陽エネルギーを考えるなら、全国一律の建築規制ではなく、地域毎の細やかな規制が必要だといえる。

地域特有の晴天指数により発電量が変化することも、その理由付けの一つとなる。

4. おわりに

本研究により、壁面での受光可能な日射量の限界と、集合住宅居の高さ・隣棟間隔の関係を明らかにすることができた。また、省エネや発電効率の上昇により、高層の方が影響を受け易い事がわかった。さらに一世帯当たり平均電力消費量と比較する事で、一世帯が自給可能な、集合住宅の高さ・隣棟間隔規制ラインを示せた。

参考文献

- [1]松浦邦男『建築環境工学1』朝倉書店, 1974
- [2]山地英雄『これからの住宅団地』清文社, 1977
- [3]桑野幸徳『新太陽電池を使いこなす』講談社, 1999

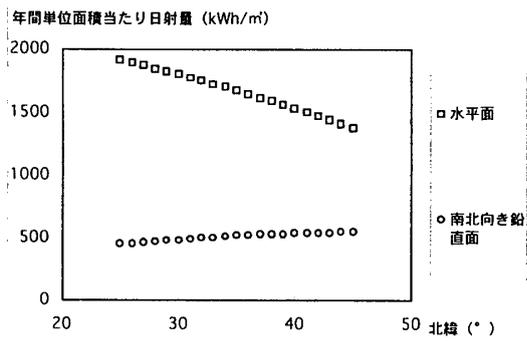


図1：単位面積当たり年間日射量（向き固定）

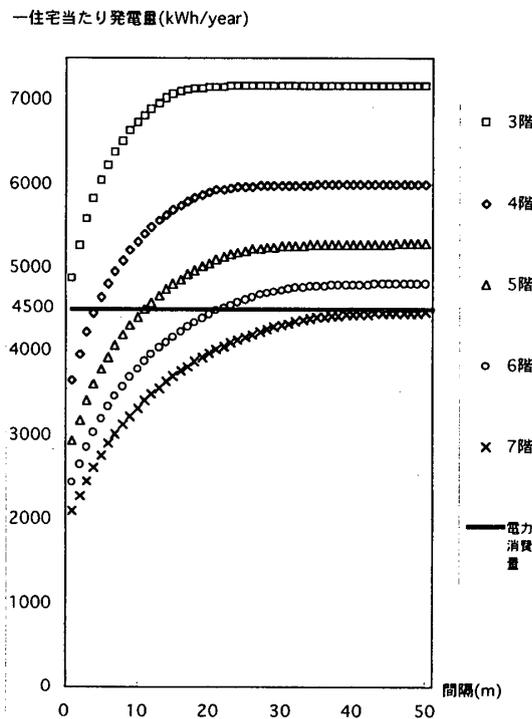


図3：北緯35度一住宅当たり発電可能量

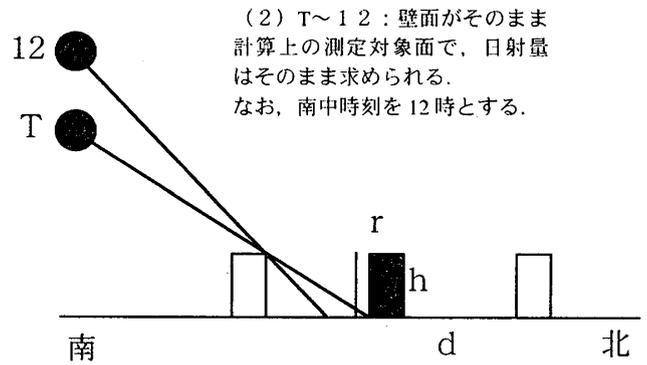
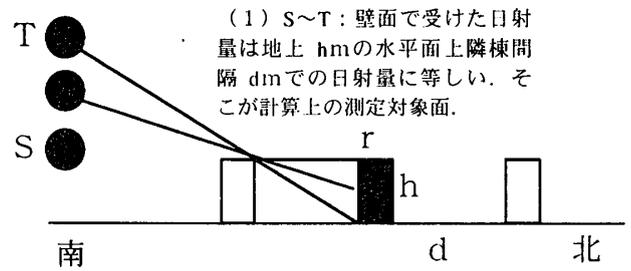


図2：モデル住棟南北断面図

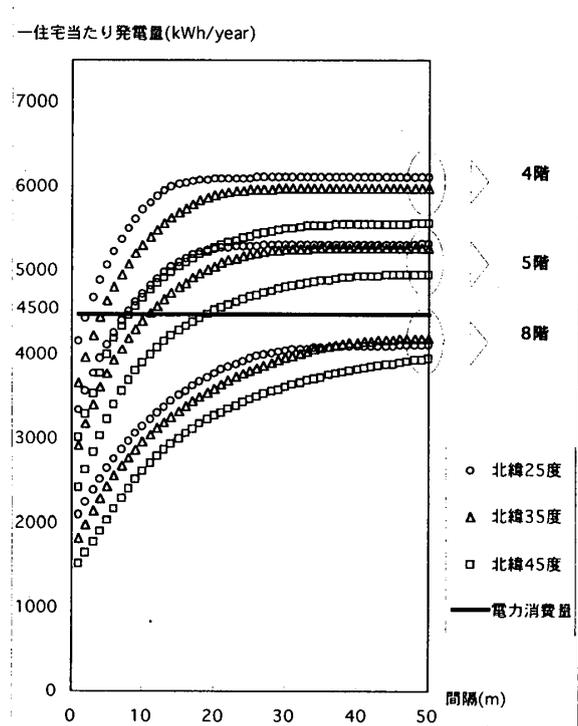


図4：緯度別一住宅当たり発電可能量