

環境共生共同住宅 レックスハイツ文京春日 環境配慮技術の導入効果に関する実測調査

佐 竹 晃
志 村 正 幸

丸 山 勇 祐
義 江 龍 一 郎

要 旨

地球環境の保全が重要な課題となっている社会背景をふまえ、当社では種々の環境配慮技術を適用した環境共生共同住宅「レックスハイツ文京春日」の企画・設計・施工を行った。当施設は、躯体に高強度コンクリートを採用する等で 100 年の高寿命建物を提供し、また自社開発のソーラー発電外装システムや風力発電システム、薄層屋上緑化を採用するなど、高度な環境共生住宅を提案したものである。本報では当施設の概要を報告するとともに、竣工後 1 年間実施してきたソーラー発電システム、風力発電システム、及び屋上緑化に関する実測結果を報告する。両発電システムについては、年間発電実績を把握し、また設計予測式の検討、精度確認を行った。屋上緑化については、緑化によるスラブ表面温度の変化量を統計的に把握することができた。また実測値を用いた室内環境シミュレーションを行い、屋上緑化を行った場合の下階住戸の自然室温や空調負荷変化量を推定し、その導入効果を明らかにした。

キーワード 環境共生住宅／地球環境／自然エネルギー／太陽光発電／風力発電／屋上緑化

目 次

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. はじめに | 5. 屋上緑化の実測 |
| 2. 施設概要 | 6. 風力発電システムの実測 |
| 3. 実測概要 | 7. まとめ |
| 4. ソーラー発電システムの実測 | |

AN INVESTIGATION INTO CONDOMINIUM "RECS HEIGHTS BUNKYO KASUGA" WHICH EMPLOY ENVIRONMENT CONSERVATION TECHNOLOGIES

Akira SATAKE	Yusuke MARUYAMA
Masayuki SHIMURA	Ryuichiro YOSHIE

Synopsis:

Meeting the social demands on conservation of global environment and energy saving, we have built a condominium where some environment conservation technologies (photovoltaics system, wind power generation system, rooftop greening) were applied practically.

Since the completion of the building, we have been making an observation on the effectiveness of those technologies for about one year. In this paper, firstly, we will report the electricity generated from the photovoltaics system and the wind power generation system, and verified a formula for estimating the power generations in the stage of building planning by the observational data. Secondly we will report the results of the temperature variation measured on the surface of concrete slab after greening, and show the improvement of the thermal index in rooms below by measurement and numerical simulations.

1. はじめに

地球環境の保全が社会的に重要な課題となっている中、建築物においても環境問題への取り組みが求められている。当社グループで設計・施工・販売を行った「レックスハイツ文京春日」（写真-1）は、種々の環境配慮型技術を導入した分譲共同住宅で、(財)建築環境・省エネルギー機構より共同住宅としては初めて環境共生住宅に認定された（図-1）。認定では、自社開発のソーラー発電外装システム、軽量かつメンテナンス容易の屋上緑化システム、100年の高寿命建物を目指した高耐久コンクリート施工システムの3つの技術が、環境共生に資する取り組みであるとの評価を受けている。その他にも自然エネルギー利用技術である風力発電システムの導入も図っている。

これら環境配慮技術（システム）の特性や導入効果は明確になっていない点も多く、今後の研究開発へのフィードバックや、企画提案・設計のためにこれらを明らかにしていく必要がある。本実測調査は、導入した環境配慮技術の主に省エネルギー効果を明確にすることを目指して行ったものである。

2. 施設概要

2.1 建物概要

建物の概要を表-1に示す。

表-1 建物概要

建築場所	東京都文京区
主要用途	分譲共同住宅（全29戸）
竣工年月	2001年4月
構造、規模	RC造、地上6階
敷地/建築/延床面積	1378m ² / 737m ² / 2994m ²
最高高さ	18.9m

2.2 環境共生住宅認定制度の概要

当制度は、環境に配慮した建築物の推進を図ることを目的に(財)建築環境・省エネルギー機構(IBEK)が創設した認定制度¹⁾である。本認定の基準は、必須要件と提案類型の2段階で構成される。必須要件は、環境共生住宅を謳う住宅として最低満足すべきレベルの仕様で、断熱等の省エネルギー性能、耐久性、立地環境への配慮、バリアフリー、室内空気質についての基準を満たすことが要求される。提案類型は限定的な基準は設けられず、自由に発想した環境共生に資する技術や設計の工夫を提案することが求められる。次項に本施設へ導入した種々の環境配慮技術の中のうち新しい試みを記すが、このうち(1)～(3)が提案類型で評価を受けた技術である。

2.3 環境配慮技術の概要

(1) ソーラー発電外装システム

ソーラー発電外装システム²⁾を建物外壁面、外構フェンスへ、また架台設置型のシステムを屋上へ採用した（写真-1,2）。自然エネルギーの積極利用で環境へ貢献するとともに、共用部への照明電力等に供給し、電気料金の負担低減を図った。



写真-1 施設全景



図-1 認定書



a) 外壁設置型

b) 屋上架台設置型

写真-2 ソーラー発電システム



写真-3 屋上緑化システム

(2) 屋上緑化

屋上のほぼ全面(約200m²)に、建築構造への負担が少ない軽量、かつメンテナンスフリーの薄層緑化システム³⁾（写真-3）を導入し、地域緑化への配慮と最上階住戸の室内環境向上

を図った。緑化植物はセダム類と野菊等の花卉類を採用した。

(3) 高耐久性躯体

100年の高寿命建物を目指し、躯体に30N/m²の高強度コンクリートを採用した。さらに、設計段階で部位ごとにひび割れの危険度を評価し対策を講じる自社開発の管理システムを導入した。また、新型連続ミキサー「MY-BOX」をコンクリート打設に採用することで、モルタルと粗骨材の分離を防止しコンクリートの品質確保にも配慮した。

(4) 風力発電システム

直線翼垂直軸型システム⁴⁾(写真-4)を、施設のシンボリック性向上も目指し屋上に設置した。本システムは、従来のプロペラ型システムに対し、動作時の風切り音が低い、風向依存性が無い、建築物デザインとの融合性が高い、という特徴があり、都市建築物への設置に対しすぐれた優位性をもつものである。

3. 実測概要

導入した環境配慮技術の省エネルギー効果を検証する目的で、竣工後より実測を開始した。計測期間は2001/5/1～2003/4/30の丸2年間を計画しており、現在一年間分のデータを収集した。

各種センサー、ロガー、パソコンによる連続計測システムを現地に設置し(図-2)、管理人室のモニター装置で各データの瞬時値、過去の値が表示されるシステムとなっている(写真-5)。データは5秒間隔サンプリング値の10分間平均をパソコンに記録した。

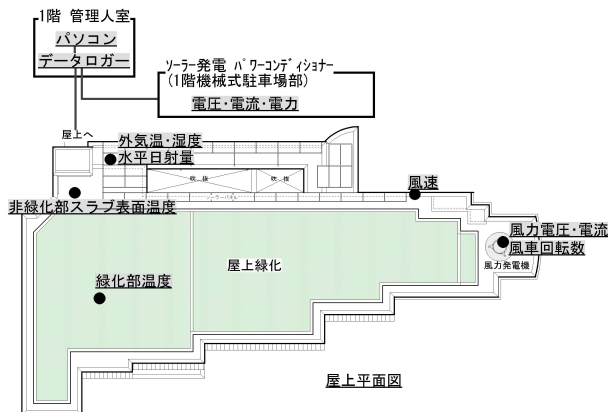


図-2 実測概要(センサー位置)

4. ソーラー発電システムの実測

4.1 実測目的

これまで研究的に小試験体での発電性能は確認してきたが²⁾、実際の系統連携システムで見込み通り運転が行われるかを検証する必要がある。また発電特性把握や課題抽出も目的とした。

4.2 システム概要・実測項目

システムは、表-2に示した太陽電池、及び容量4kWの系統連携パワーコンディショナー2台で構成した。パワーコンディショナーは、太陽電池が発電した直流電力を交流に変換し、商



写真-4 風力発電システム

写真-5 計測モニター

表-2 ソーラー発電システム容量、仕様

	部位	方位角* 傾斜角	容量 (kWピーク)	太陽電池仕様
パワー コンディショナー 1	外壁 (東面)	70° 90°	1.8	アモルファス電池 42枚
	外構フェンス (南面)	6° 90°	2.6	アモルファス電池 60枚
	屋上 (傾斜設置)	20° 30°	1.4	多結晶電池 12枚
パワー コンディショナー 2	屋上 (水平設置)	0° 0°	2.5	多結晶電池 21枚
合計			8.4	

*方位：南を0°とした。東は-90°

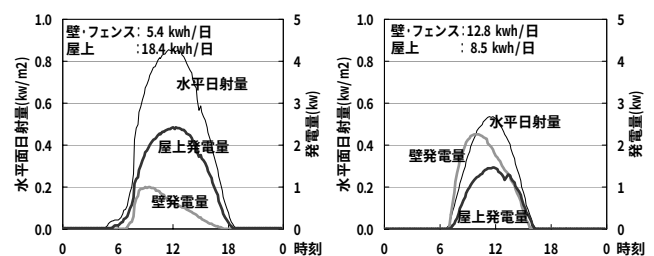
用電源系統に連携する装置である。系統連携することにより、発電中に負荷がない場合には電気の売電が可能となり発電電力を無駄なく利用できる。太陽電池とパワーコンディショナーの接続は、表-2のように外壁部、外構フェンス部のものを1台目に、屋上部のものを2台目に接続した。

実測項目は、屋上での水平面日射量、各パワーコンディショナーの入力直流電圧・直流電流、及び交流変換後の出力電力とした。

4.3 実測結果

(1) 快晴日の発電量

快晴日の発電量及び水平面日射量推移を図-3に示す。屋上発電量は、水平面日射量と同様な傾向で増減している。壁・フェンス部発電量は、左肩上がりにピークを持つ形で推移し、また冬季に発電量が多くなる。これは、太陽高度の低い午前中に東壁面日射量が多いこと、さらに冬季は太陽高度が低いため壁面日射が多くなるためである。



a) 夏季快晴日[2001/7/10] b) 冬季快晴日[2001/12/23]

図-3 快晴日の水平面日射量と発電量の推移

(2) 積算発電量

月積算発電量・月積算水平面日射量の実測値、及び標準月積算水平面日射量を表-3、図-4に示す。標準月積算水平面日射量はNEDOの日射量データベース⁵⁾(方位角、傾斜角、月毎の標準日射量データを整備したもの)の東京の値を記した。

水平面日射量実測値は、7月に標準日射量を4割程度上回り、8月は2割程度下回った以外は、ほぼ標準日射量と同等であった。このため発電量実績は7月が前後の月に比べ突出した形となっているものの、壁・フェンスの鉛直設置型の発電量は、太陽高度の低い冬に多く、太陽高度の高い夏に少なくなる推移をし、屋上の水平・30°設置型は逆の傾向を示している様子が確認できる。

月毎の積算発電量は鉛直設置と水平設置を組み合わせたことによって比較的平準化されている。月積算発電量平均は490kwhであり、年間積算5,900kwhの発電量が確認できた。電気料金を24円/kwhとすると、年間約142,000円の節電効果があった。

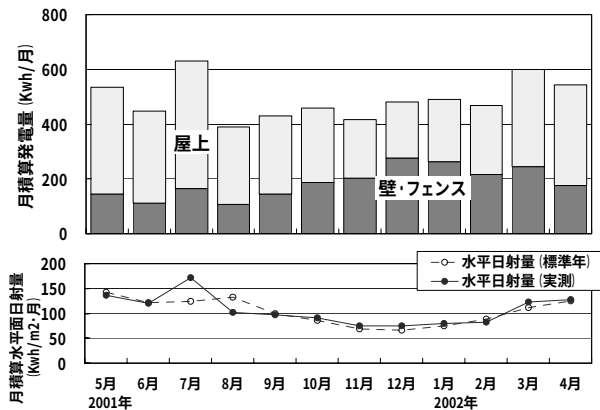


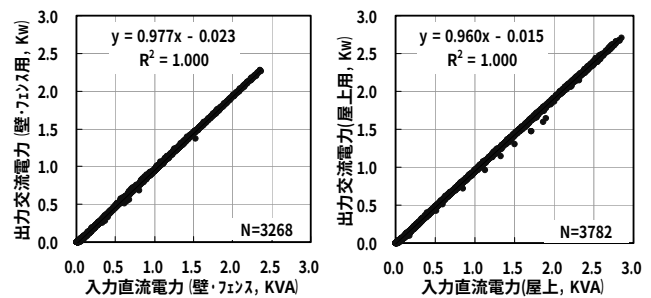
図-4 快晴日の水平面日射量と発電量の推移

(3) パワーコンディショナーの直流交流変換特性

パワーコンディショナーの、直流入力から交流出力への変換特性を分析した。分析は、記録データを1時間分平均した各時刻データのうち、発電がある日中データのみを用いた。

直流の入力電力と交流の出力電力の関係を図-5に示す。入力・出力間の相関は非常に高く、パワーコンディショナーは異常なく運転継続していることが確認できた。

図-5中に表示した近似線の比例項係数は、パワーコンディショナー(インバータ)の直交変換効率と判断できる。96~98%と、機器定格性能94%以上の良好な運転が行われている。なお、近似線の切片項はパワーコンディショナー消費電力で、約20Wが内部の各種機器や発電量表示LED装置等で消費されていると考えられる。

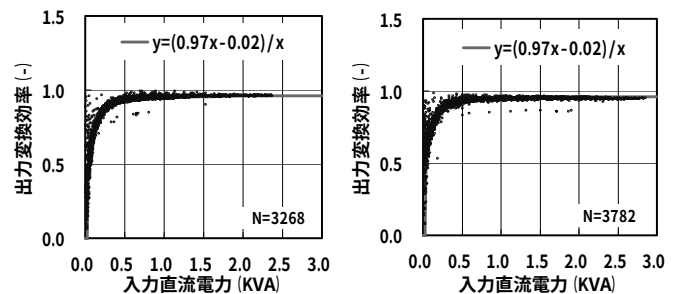


a) 壁・フェンス部

b) 屋上部

図-5 パワーコンディショナーの直交変換特性

パワーコンディショナーの「出力電力÷入力電力」を変換効率とし、入力電力との関係をまとめたものを図-6に示す。図中には図-5の近似線各係数を用いた変換効率曲線を併せて記したが、入力電力が少ない場合も、ほぼ曲線にのった運転が行われていることが分かる。パワーコンディショナー入力電力が小さい時は前述の約20Wが影響し変換効率は悪く、入力が500Wを超えた頃から95%以上の高い変換効率で運転していることが分かる。なお、壁・フェンス部は500W以下の変換効率が低い帯域に5割以上の日中実測値が分布していることを確認しており、インバーター容量に対して太陽電池容量が少なかったという知見も得られた。



a) 壁・フェンス部

b) 屋上部

図-6 パワーコンディショナーの変換効率

(4) 発電量予測式の精度検証

一般に用いられているシステム発電量予測式⁶⁾の妥当性を、実測値との比較で検証した。予測発電量は、以下の方法で1時間平均日射量から算出した。

- ① 各時刻での太陽方位・高度を求め、各太陽電池面(表-2に示した4部位)からみた太陽位置を算出⁷⁾。
- ② 各時間毎の水平面日射量実測値を直達成分と天空成分に分離(過去の観測統計値に基づく推定、直散分離⁷⁾)
- ③ 求めた直達日射量、天空日射量、各太陽電池面から見た

表-3 月積算発電量と水平面日射量

		2001年								2002年				合計
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
月積算発電量 (kWh)	壁・フェンス部	145	112	164	107	145	186	202	277	263	216	245	176	2240
	屋上	390	336	466	283	286	272	215	205	229	252	355	368	3656
	合計	535	448	630	391	430	458	417	482	491	468	600	544	5895
水平面日射量 実測		136	120	172	102	98	91	75	75	80	82	123	128	1281
" 標準データ		143	122	123	132	99	86	69	66	74	88	111	125	1238

太陽位置及び天空の形態係数により、各太陽電池面での時刻毎の日射量を算出。なお地面反射光は無視した。

- ④ 求めた各太陽電池面での時刻毎の日射量(Qs)を用い、下式により推定発電量を算出。
- ⑤ 2部位ずつの推定発電量を足し合わせ、壁・フェンス部と屋上部の推定発電量とした。

<計算式>

$$Q_p = (P/G \cdot K_t \cdot Q_s - Q_i) \cdot K_i \cdot K_e$$

Qp：予測発電量 (kw)

P：標準状態における太陽電池出力 (kw)

G：標準状態における日射強度 (1kw/m²)

Kt：温度補正係数=0.9(-)

Qs：太陽電池面日射量 (kw/m²)

Qi：インバータ損失=0.02(kw)

Ki：インバータ効率=0.97(-)

Ke：環境係数(電線損失、電圧降下、電圧バンス)=0.8

予測発電量と実測発電量の関係を図-7に示す。壁・フェンス部、屋上ともに、時刻毎の予測値と実測値が概ね良好な対応を示した。また、年積算発電量の予測精度誤差が3%以下であることも別途計算で確認し、上記予測式の妥当性が確認できた。

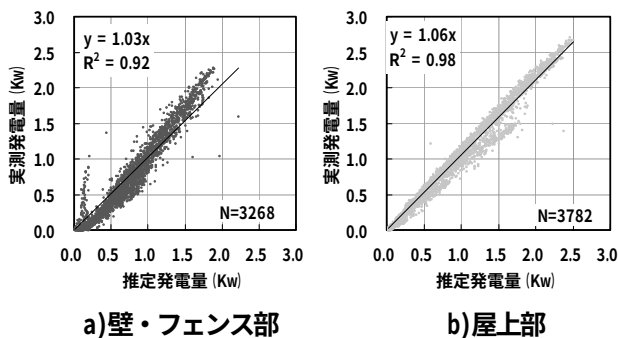


図-7 予測値と実測値の比較

5. 屋上緑化の実測

5.1 実測目的

屋上緑化の主な導入目的は地域緑化への貢献や、ヒートアイランド現象の緩和効果を期待したものであるが、その他に下階住戸での夏季冷房負荷低減効果や、冬の断熱効果が期待されている。そこで直下階住戸の室内環境改善効果を明らかにすることを目的に、緑化によるスラブ表面温度変化量の把握を行った。

5.2 システム概要・実測項目

屋上スラブ仕様は、φ125の鋼管入中空コンクリートスラブ(厚さ250mm)に、硬質ウレタンフォーム系ボード35mmによる外断熱のうえ、アスファルト露出防水(SX1-50G)である。屋上緑化部はその上に防根シート敷設の上、土厚100mmの人工軽量土壌に緑化が行われている。下階住戸は、8月中旬以前は販売用モデルルームとして使用され、それ以降に入居がなされた。なお、住戸使用状況は入居者任せとなっている。

実測項目は、屋上での気象状況(気温、湿度、水平面日射量、風速)、緑化部の土上・土中・土下温度、土下熱流量、非緑化部表

面温度とした。図-8にスラブ断面及び計測点位置を示す。

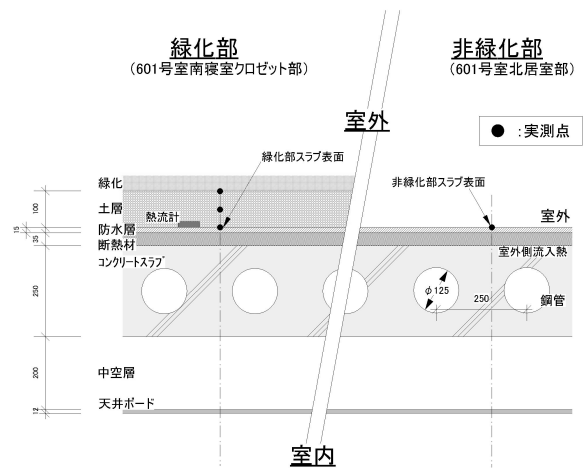


図-8 屋上緑化仕様及び計測点

5.3 実測結果

(1) 快晴日のスラブ表面温度日変動

図-9に、夏季、冬季快晴日の緑化部、非緑化部のスラブ表面温度推移を示す。夏季の非緑化部は、明け方30℃、日中65℃以上と日格差が35℃以上になるが、緑化部では外気温を大きく上回することは無く日格差は10℃以下に収まっている。また冬季明け方は、非緑化部では夜間放射により外気温より7℃程下回るのに対し、緑化部では保温されている。しかし、昼間は日射熱を遮るため、外気温より低い温度で推移している。

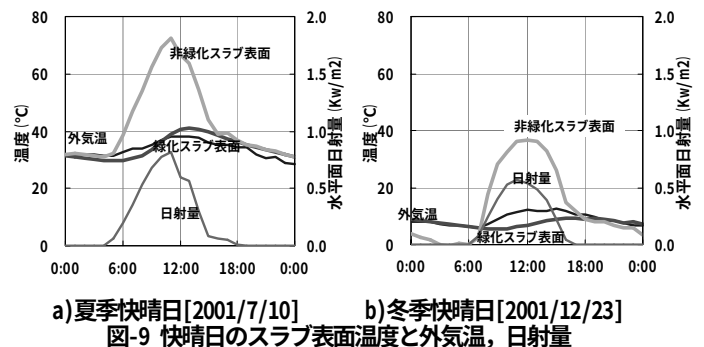
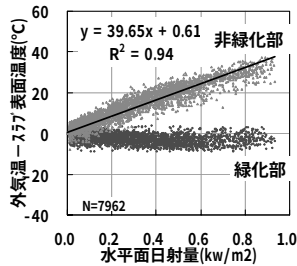
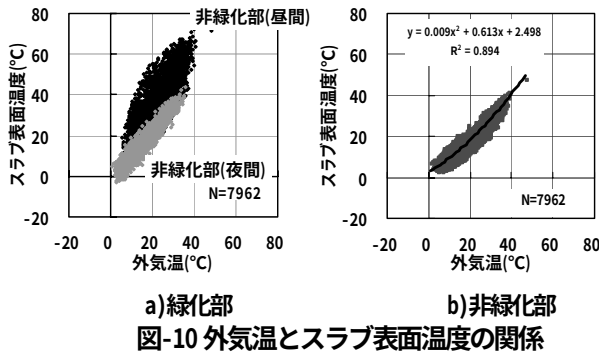


図-9 快晴日のスラブ表面温度と外気温、日射量

(2) スラブ表面温度の年間特性

年間のスラブ表面温度と外気温の関係を図-10に示す。図-10 b)の非緑化部は、水平面日射量100w/m²を閾値として日中データと夜間データに分けてプロットした。

緑化部スラブ表面温度は、通年で外気温を若干下回る傾向であることが明らかとなった。また、図中の曲線によって±5℃の誤差で近似できるとの知見も得られた。夜間の非緑化部スラブ表面温度もほぼ外気温と等しいが、外気温を10℃程下回るサンプルも比較的多いことが分かる。日中の非緑化部スラブ表面温度は外気温と弱い相関があるといえる。図-11には[スラブ表面温度-外気温]と水平面日射量の関係を示す。非緑化部は日射量の影響を受け外気温より上昇することが分かる。緑化部は日射の影響による温度上昇が起らないことが分かる。



(3) 実測スラブ表面温度を用いた動的熱負荷計算による室内自然温度の推定

表面温度実測結果から、屋上緑化導入により夏の日中の遮熱効果や冬の明け方の保温効果が期待されること、逆に冬の日中は遮熱され逆効果となることが明らかとなった。そこで、このスラブ表面温度の変化が、下階住戸の室内環境にどう影響を及ぼすかについてシミュレーションによる検討を行った。

まず、動的熱負荷計算⁸⁾により非空調時の下階住戸の自然室温の推定を行った。動的熱負荷計算とは、1時間毎の外気温湿度・日射量・風速・天空放射の外気象条件や、内部発熱等の条件を与え、室内の温湿度や、熱負荷等の動的応答を年間に渡って計算するものである。この計算プログラム MICRO-HASP⁹⁾に、外気象実測値やスラブ表面温度実測値を時刻毎に与えるよう改良を加え計算を行った。計算モデルを表-4に、建物外皮構成を表-5に、夫婦+子供2人の生活を想定した住戸内発熱条件を図-12に示す。

自然室温の計算結果のうち夏季、冬季1週間の推移を図-13に示す。屋上緑化の日射遮蔽効果により夏季の室内温度が常時約2.5℃低く抑えられること、冬季も約1℃低くなること明らかとなった。また、冬季明け方の緑化時自然室温の推移は、非緑化時に比べて特に差異は見られず、屋上緑化による保温効果は自然室温に殆ど影響しないことも明らかとなった。

表-4 計算建物モデル

住戸	南向き片廊下板状住棟、最上階中間住戸
住戸寸法	間口7.0m、桁行き11.0m 階高3.0m、天井高さ2.5m
気象データ	実測データ
屋上スラブ温度	緑化部若しくは非緑化部の実測データ
換気条件	常時0.5回/h
隣接住戸条件	検討対象住戸と同じ室温

表-5 外皮構成

部位	面積 (m ²)	構成部材(室外より) [厚さ mm, 熱伝達抵抗 m ² ℃/w]
南外壁	9.3	コンクリート[150,0.11]+断熱材[25,0.83]+空気層[10,0.09]+PB[12,0.06]
南窓	8.2	ガラス[5,0.008]
北外壁	14.1	コンクリート[150,0.11]+断熱材[25,0.83]+空気層[10,0.09]+PB[12,0.06]
北窓	3.4	ガラス[5,0.008]
東西戸境壁	各27.5	PB[12,0.06]+空気層[10,0.09]+コンクリート[150,0.11]+空気層[10,0.09]+PB[12,0.06]
床	77	PB[10,0.05]+空気層[200,0.09]+コンクリート[250,0.22]+空気層[100,0.09]+木[12,0.06]
天井	77	防水層[10,0.08]+断熱材[35,1.41]+コンクリート[250,0.22]+空気層[100,0.09]+PB[10,0.05]

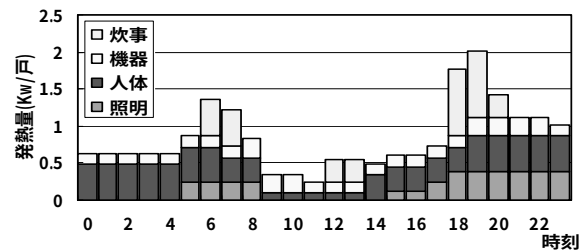


図-12 設定内部発熱量

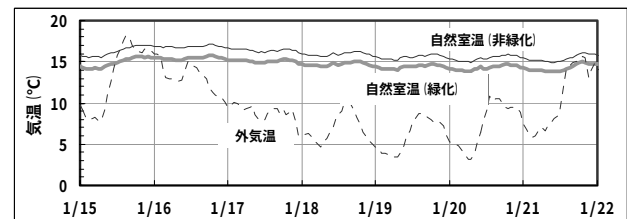
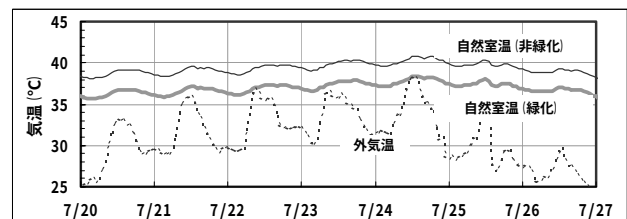


図-13 緑化・非緑化時の下階室自然室温

(4) 実測スラブ表面温度を用いた動的熱負荷計算による室内空調負荷の推定

屋上緑化をした場合の室内空調負荷への影響量を、前項と同様実測値を用いたシミュレーションにより推定した。空調の設定温湿度は表-6に示す値とし、24時間空調運転を行うものと設定し比較した。

表-6 設定温湿度条件

期間	設定温湿度
暖房期 12~3月	温度 19~24℃ 湿度 40~60%
中間期 4,5,9,10月	温度 19~29℃ 湿度 40~60%
冷房期 6~9月	温度 24~29℃ 湿度 40~60%

空調負荷計算結果の月積算値を図-14に示す。屋上緑化により6～8月の夏期で冷房負荷は1,000(MJ/戸・月)前後低減され、逆に12～1月の冬期で暖房負荷が500(MJ/戸・月)前後上昇している。なお、冷房負荷は2001年7月の記録的な暑さの影響を受け大きなピークがある。年間を通すと、冷房負荷が4,400(MJ/戸・年)減り、暖房負荷が約2,100(MJ/戸・年)増え、全期間で2,300(MJ/戸・年)の空調負荷が低減されるという結果が得られた。なお、空調は通期エアコンによるものとし、そのCOPを2と想定、また電気料金を24円/kWhとした場合、屋上緑化による節電効果は年間約7,600円となる。

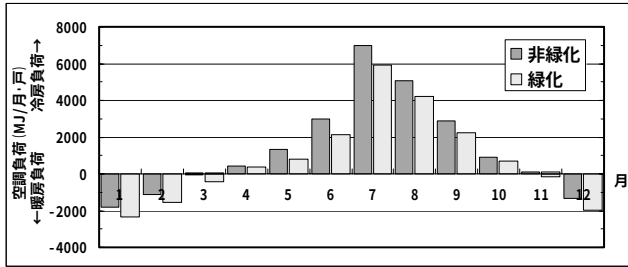


図-14 緑化・非緑化時の下階室空調負荷

6. 風力発電システムの実測

6.1 システム概要・実測項目

これまで風洞実験や予測計算によりその発電性能を検討してきた⁴⁾が、自然風条件での性能は不明な点があり、実測による運転特性や運転実績の把握、また課題の抽出を目指した。

6.2 システム概要・実測項目

直線翼垂直軸型風車は、直径1m、高さ1mのものを2段にし、頂部に起動補助用のサボニウス風車を組み合わせている。受風面積2m²、定格出力180W(風速10m/s)であり、バッテリーを用いた蓄電システムとしている。風の吹かない日が続いたときのバッテリー放電を防ぐため、太陽光発電とのハイブリット化を行っている。

実測項目は、風車位置における風速、風車回転数、バッテリー電圧、及びバッテリーへの充電電流(風力発電分のみ)とした。なお、システムの稼働が竣工よりすこし遅れ、実測値は7月からとなった。

6.3 実測結果

(1) 発電時の時刻歴

観測期間中よく発電した日(2002.1.27)の時刻歴波形を図-15に示す。実測値は全て10分間平均値である。発電電力は、電圧及び電流平均値の積で求めている。風速が2m/sを超えると風車が回転し、4～5m/sを超えると風車回転数が100rpmを超え、発電し始める。最大発電量は風速8m/s時に、110Wであり、このときの発電効率は約20%である。

(2) 発電性能

風力発電システムの月別積算発電量及び月平均風速を図-16

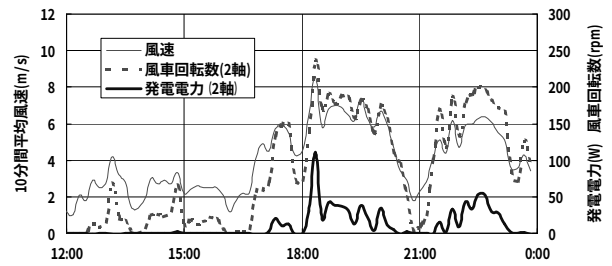


図-15 風車回転数・風速・発電量の時刻歴(2002.1.27)

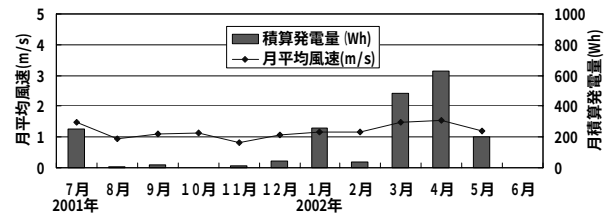
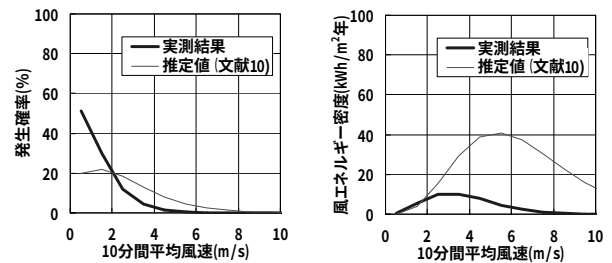


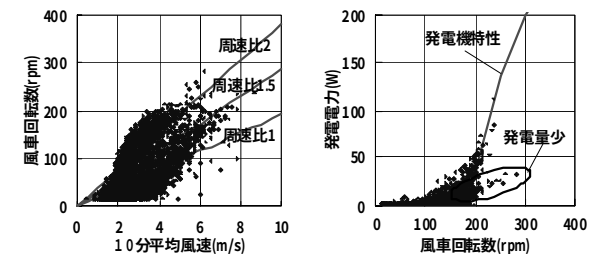
図-16 風力発電システムによる月別発電量



a) 風速発生確率

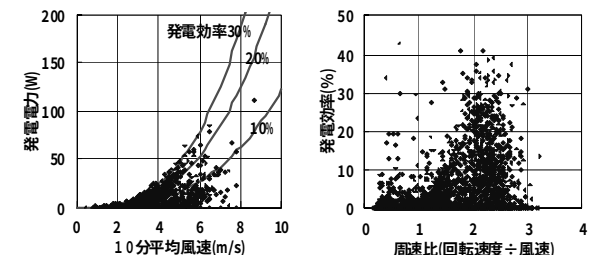
b) 風エネルギー密度分布

図-17 風車設置場所における風況



a) 風速-一回転数

b) 回転数-発電電力



c) 風速-発電電力

d) 発電効率

図-18 風速・風車回転数・発電電力の相関関係

に示す。月平均風速が1m/s未満の場合にはほとんど発電しない。2002年4月がもっとも発電量が多く、積算発電量0.63kWh、月平均風速1.54m/sである。測定期間(2001年7月～2002年5月)の総積算発電量は1.94kWh、平均風速は1.19m/sである。

風車地点で計測した風速の発生頻度、及びそれをもとに算定したこの地点における風力エネルギー密度を図-17に示す。参考のため、文京区におけるワイブル係数¹⁰⁾を基に、風速発生頻度を推定したものを図中に示す。システムの導入計画時に推定していた風速より、風車部分で得られた風は弱い。図-15に示したように、この風車では風速4~5m/sを超えると発電するが、実際には風速5m/sを超えるのは1%に満たなかった。カットイン風速(=4m/s)以上のエネルギー密度を積分すると、実際の風速では16.7kwh、推定風速では210kwhである。風車は建物の端に設置しているが、屋上スラブから高さ3m程度であるため、建物のウエイクの中に入っていることが考えられる。風車を実際の建物屋上に設置する場合には、避雷針等の関係があり高さ制限を受けるため、建物の影響を受けない場所に設置することは難しい。今後、建物への風力発電の導入を検討する際の課題となるだろう。

風速、風車回転数、発電電力の相関関係を図-18に示す。a)は風速と風車回転数の関係を表したものである。周速比とは風車の回転速度を風速で無次元化したものであり、概ね周速比1~2の範囲で回転している。b)は風車回転数と発電電力の関係を表している。発電機の特性曲線もあわせて示す。ほぼ発電機の性能通りの発電電力が得られているデータもあるが、図中に○で示したように、回転が上がっているにもかかわらず、発電量が少ないデータも見られる。これは、蓄電システムとしているため、バッテリーが満充電状態では風車が発電せず、回転数のみが上がっているためと考えられる。c)は風速と発電量の関係である。発電効率とは風の持つエネルギーのうち電気に変換した割合を表す。よく発電した場合の効率は約30%であるが、効率が低いデータも見られる。これも蓄電システムの影響と考えられる。d)は、発電効率と周速比の関係である。回転時のデータを全てプロットしているためデータにばらつきが多いが、よく発電しているときには周速比2付近で25%~30%の効率となっている。風洞実験結果⁴⁾では、周速比1.5付近で効率がもっとも良くなっていたが、実測結果では周速比2付近で最大となっている。

このシステムで蓄えられた電力は中庭の照明に使用している。現在までバッテリーが放電状態になった等の故障がないことは、風車による発電量は少ないもののハイブリットシステムとしてはうまく機能していると捉えることができる。

7. まとめ

環境共生共同住宅「レックスハイツ文京春日」に導入した、環境配慮技術について、竣工後1年間分のデータ分析結果、及び導入効果報告した。その結果をまとめると以下ようになる。

ソーラー発電システム

・年間発電実績は約5,900kwhであり、年間の節電効果は約142,000円であった。

・実測日射量に基づき算出した予測発電量と実測発電量の比較を行ったところ、年積算値で誤差が3%以下であり、予測式が妥当であること、また異常なく運転していることが確認できた。

屋上緑化

・外気温より30℃以上高くなることもあるスラブ表面温度は、屋上緑化により外気温程度となることが明らかとなった。
・実測値を用いたシミュレーションにより、下階住戸の自然室温を推定した。スラブ温度が低下することで夏季の室温が2.5℃程度低下し温熱環境が改善される反面、冬季は1℃程度の室温低下となり逆効果であるとの結果が得られた。
・実測値を用いたシミュレーションにより、下階住戸の空調負荷の変化量を推定した。スラブ温度が低下することで夏季の冷房負荷が年間で4,400(MJ/戸・年)減る半面、暖房負荷が約2,100(MJ/戸・年)増え、差し引き年間で2,300(MJ/戸・年)の空調負荷が低減されるという結果が得られた。電力料金に換算すると約7,600(円/戸・年)節電になる結果が得られた。

風力発電システム

・年間発電実績は約1.94kwhであり、平均風速は1.19m/sであった。
・良く発電している時には25%~30%と比較的良好な効率で発電を行っていた。
・導入計画時に推定していた風速より風車部分で得られた風はかなり弱く、風のもつエネルギーは推定値の1/12以下であった。

参考文献

- 1)(財)建築環境・省エネルギー機構(IEBC)ホームページ：「環境共生住宅の認定」, <http://www.iiijnet.or.jp/iebc/nintei/kyousei/>
- 2)佐竹, 義江：太陽光発電一体型外装システムの開発, 前田建設技術研究所報 Vol.41, 2000.9
- 3)田窪, 小口：人工軽量土壌を用いた屋上緑化における土壌厚と各種植生との関係, 前田建設技術研究所報 Vol.42, 2001.9
- 4)丸山, 志村, 義江, 佐竹：建物に融合する都市型風力発電装置の開発, 前田建設技術研究所報 Vol.41, 2001.9
- 5)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 編：全国日射関連データマップ, 1998.3
- 6)例えば 黒川, 若松：太陽光発電システム設計ガイドブック, 太陽光発電技術研究組合監修, 1997.7
- 7)例えば 宇田川：空気調和計算法, オーム社, 1986
- 8)松尾, 横山, 石野, 川元：空調設備の動的熱負荷計算入門, 日本建築設備士協会, 1980
- 9)日本建築設備士協会：MICRO-HASP/1982 マニュアル
- 10)風工学研究所編：新・ビル風の知識, 鹿島出版会, 1989