新潟大学工学部建設学科建築学コース
卒業研究梗概　　平成２５年度

オフィスビルを対象としたZEB化（Zero Energy Building）に関する研究
—太陽光発電による発電設備容量と年間電力収支に関する実測及び解析結果—

坂口真悟
指導教員　　赤林伸一教授

1　研究目的

我が国の民生部門におけるエネルギー消費において、業務部門のエネルギー消費は全体の約20%を占め、年々増加する傾向にある。一方、近年、非住宅建築物において年間の一次エネルギー消費量をゼロ、又は概ねゼロとするZEB(Zero Energy Building)が提案されている。また、「エネルギー基本計画（2010年６月）」では、低炭素型成長を可能とするエネルギー需要構造の実現の方策として、非住宅建築物におけるZEBの普及が推進されている。

本研究では、実際にZEB化に着手しているオフィスビルにおいて、１年間の消費電力量と太陽光発電電力量の実測結果を基に、太陽光発電設備容量を変化させて、建物内における電力収支の解析を行う。算出した設備容量及び電力収支から、建物全体でZEBを達成するためのイニシャルコストを求めることにより、非住宅建築物におけるZEB化の実現可能性を検討することを目的とする。

2　研究概要

2.1　対象：茨城県つくばみらい市に建設された研究施設及び施設に設置された太陽光発電設備を研究対象とする。この施設は、2010年以降、ゼロエネルギーを目指して建物の消費電力を詳細に計測し、ZEBの検証を継続して行っている。表１に現行の太陽光発電システム仕様を示す。

表１　現行のシステム仕様

システム公称出力（3φ200V50Hz）[kW]		10
セル種類		単結晶+薄膜アモルファス（ハイブリット構造）
公称最大出力[W/枚]		200
モジュール発電効率[%]		15.6
外形寸法	W[mm]	1,580
	L[mm]	812
	H[mm]	35
質量[kg]		15
設置枚数[枚]		54
設置向き		南
設置角度		20°
定格容量[kW]		10.8
パネル総面積[㎡]		69.28
発電効率[W/㎡]		155.9

2.2　解析条件：表２に電力料金、表３に月別電力料金調整費、表４に太陽光発電システムの実測結果（2011/9-2012/8）※1を示す。買電料金は表２，表３及び式（１）※2より、売電料金は表２※3,※4より算出する。

$$X=b*e*(185-pf)/100+(c+f+r+pv)*Ec \quad \cdots式（１）$$

X：買電料金［円］,pf：力率［%］,r：再生可能エネルギー発電促進賦課金単価［円/kWh］
b：基本料金単価［円/kW］,c：従量料金単価［円/kWh］,Ec：使用電力量［kWh］
e：契約電力［kW］,f：燃料調整単価［円/kWh］,pv：太陽光発電促進付課金単価［円/kWh］

本研究では、ZEBの評価及び実現可能性の検討を行うため、４つのCaseについてシミュレーションを行い、各Caseにおいて必要な太陽光発電設備容量を算出する。なお、余剰電力は逆潮流させる。

（１）Case1　年間電力収支がほぼゼロになる条件

（２）Case2　日積算発電量が年間最大電力消費日の日積算消費電力量以上となる条件：図１，図２に日積算消費電力量、日積算太陽光発電量の推移を示す。年間最大日積算消費電力量は2012年８月21日の131[kWh]である。

（３）Case3　年間瞬間最大消費電力に対する発電量：図３に消費電力量の推移を示す。年間瞬間最大消費電力は2012年６月14日16時29分の17.87[kW]である。

① Case3-1 太陽光発電設備定格能力が年間瞬間最大消費電力以上となる条件

② Case3-2 最大電力消費時の太陽光発電量が年間瞬間最大消費電力以上となる条件

表２　電力料金

契約電力[kW]		36
力率[%]		85
基本料金単価[円/kW]		1233.75
従量料金単価[円/kWh]	夏季（7/1-9/30）	15.85
	その他	14.88
売電料金単価[円/kWh]		40
太陽光発電設備単価[千円/kW]		500

表３　月別電力料金調整費

		燃料費調整単価[円/kWh]	再生可能エネルギー発電促進賦課金単価[円/kWh]	太陽光発電促進付加金単価[円/kWh]
平成23年度	9月	-0.09	0	0.03
	10月	0.17	0	0.03
	11月	0.30	0	0.03
	12月	0.31	0	0.03
平成24年度	1月	0.22	0	0.03
	2月	0.20	0	0.03
	3月	0.30	0	0.03
	4月	0.35	0	0.03
	5月	0.33	0	0.06
	6月	0.54	0	0.06
	7月	0.83	0	0.06
	8月	1.09	0.22	0.06

表４　実測結果（2011/9-2012/8）

年積算消費電力量[kWh]	18,962
太陽光パネル面積[㎡]	69
太陽光発電パネル定格発電能力[kW]	10
年積算発電量[kWh]	14,404
年間買電量[kWh]	11,695
年間売電量[kWh]	6,802
年間電力収支[kWh]	-4,893
年間買電料金[千円]	715
年間売電料金[千円]	272
イニシャルコスト[千円]	5,000

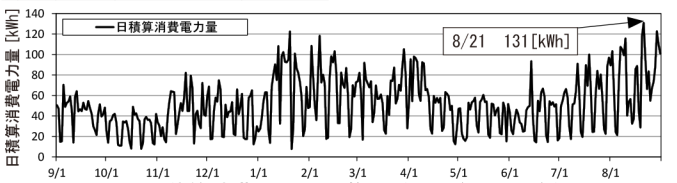

図１　日積算消費電力量の推移（2011/9-2012/8）

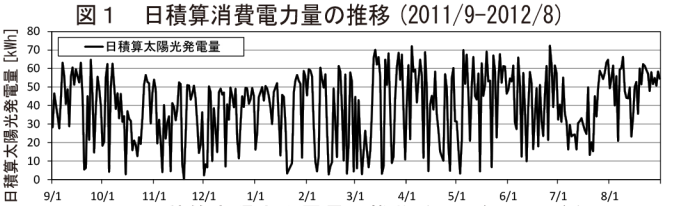

図２　日積算太陽光発電量の推移（2011/9-2012/8）

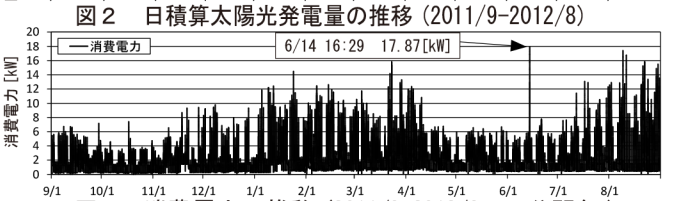

図３　消費電力の推移（2011/9-2012/8、１分間毎）

3　解析結果

（１）**Case1 の結果**：表５に Case1 の解析結果を、図４に Case1 における月積算電力量推移を示す。年積算消費電力量は 18,962[kWh] である。これとほぼ一致する電力量を発電するには、太陽光パネルは現行の 1.4 倍の 14[kW] の定格能力が必要であり、イニシャルコストは 7,000[千円] となる。年間買電量は 10,886[kWh] となり、現行と比較して約 800[kWh] 削減することができる。

（２）**Case2 の結果**：表６に Case2 の解析結果を、図５に日積算最大電力消費日 (2012/8/21) における電力の推移（１分間毎）を示す。Case2 の条件を満たすには、現行の 2.1 倍の 21[kW] の定格能力が必要であり、イニシャルコストは 10,500[千円] となる。年間買電量は 10,166[kWh] となり、現行と比較して約 1,500[kWh] 削減することができる。日積算発電量は日積算消費電力量を満たしており、９時 -16 時の消費電力ピークの時間帯を太陽光発電のみで賄うことができるが、17 時付近の買電ピークを減少させることはできない。これは日没間近の時間帯に起因する太陽光発電量の不足のためである。

（３）**Case3 の結果**：表７，８に Case3-1,3-2 の解析結果を、図６，７に Case3-1,3-2 の最大電力消費日 (2012/6/14 16:29) における電力推移（１分間毎）を示す。

Case3-1 では、イニシャルコストは 9,000[千円] となる。年間買電量は 10,416[kWh] となり、現行に比較して約 1,300[kWh] 削減できる。しかし、最大消費電力時における発電量は 5.7[kW] と不足している。Case3-2 では、現行の 5.7 倍の定格能力が必要であり、イニシャルコストは 28,500[千円] となる。年間買電量は 9,083[kWh] であり、現行に比較して約 2,600[kWh] 削減できる。

4　まとめ

イニシャルコストの面では、太陽光発電パネルの容量は Case1 の場合が最も安価となる。また、Case3-2 の条件を満たすには、現行の 5.7 倍の定格能力が必要であり、他の Case と比べてイニシャルコストは最も高価となる。

本研究は、現行の発電システムの太陽光発電パネル面積のみに着目したため、太陽光発電パネル面積は定格能力に比例する。そのため、太陽光発電のみで瞬間的な最大電力消費に対応させるのは不可能と考えられる。

※１　本実測におけるサンプリング間隔は１分間である。
※２　東京電力　http://www.tepco.co.jp/e-rates/corporate/charge/charge09-j.html
※３　資源エネルギー庁　http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/kakaku.html
※４　現行契約では逆潮流できない為、実際には売電は行っていない。

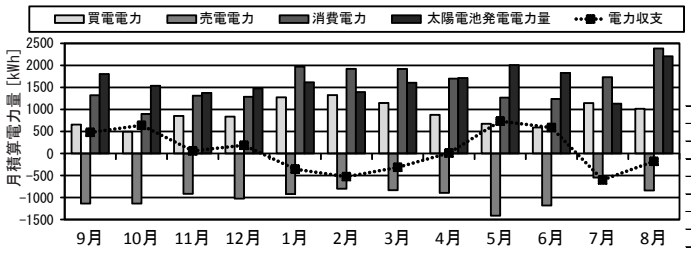

図４　Case1 における月積算電力量推移 (2011/9-2012/8)

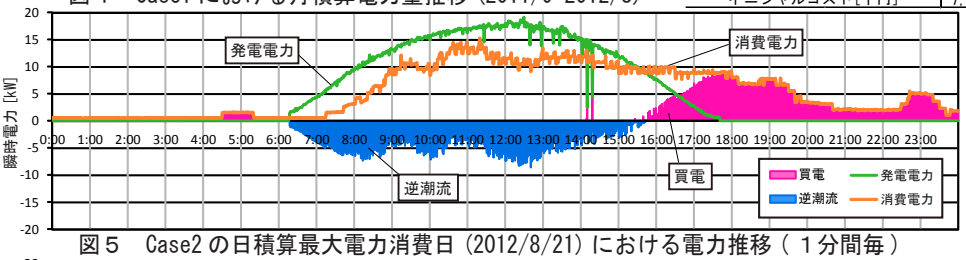

図５　Case2 の日積算最大電力消費日 (2012/8/21) における電力推移（１分間毎）

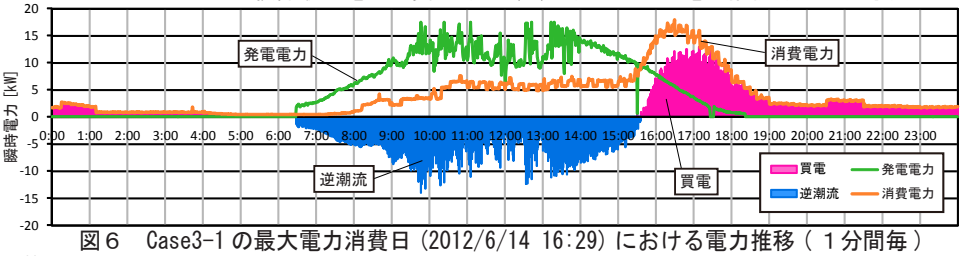

図６　Case3-1 の最大電力消費日 (2012/6/14 16:29) における電力推移（１分間毎）

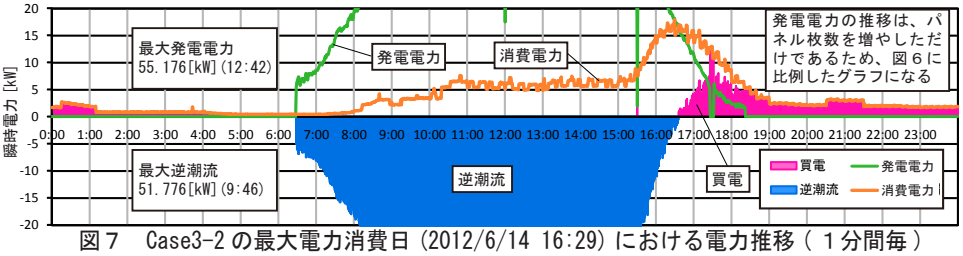

図７　Case3-2 の最大電力消費日 (2012/6/14 16:29) における電力推移（１分間毎）

表５　Case1 の解析結果

太陽光パネル面積[m²]	97
太陽光発電パネル定格発電能力	14
年積算消費電力量[kWh]	18,962
年積算発電量[kWh]	19,676
年間買電量[kWh]	10,886
年間売電量[kWh]	11,624
年間電力収支[kWh]	+738
年間買電料金[千円]	703
年間売電料金[千円]	465
イニシャルコスト[千円]	7,000

表６　Case2 の解析結果

対象日（日積算最大電力消費日）	2012/8/21
最大日積算消費電力量[kWh]	131
太陽光発電パネル面積[m²]	145
太陽光発電パネル定格発電能力[kW]	21
日積算発電量[kWh](2012/2/21)	131
年積算消費電力量[kWh]	18,962
年積算発電量[kWh]	29,545
年間買電量[kWh]	10,166
年間売電量[kWh]	20,742
年間電力収支[kWh]	+10576
年間買電料金[千円]	691
年間売電料金[千円]	830
イニシャルコスト[千円]	10,500

表７　Case3-1 の解析結果

対象日（瞬時最大電力消費日）	2012/6/14
瞬時最大消費電力[kW]	18
太陽光発電パネル面積[m²]	125
太陽光発電パネル定格発電能力[kW]	18
瞬時最大電力消費時における瞬時発電量[kW]	5.7
年積算消費電力量[kWh]	18,962
年積算発電量[kWh]	25,298
年間買電量[kWh]	10,416
年間売電量[kWh]	16,776
年間電力収支[kWh]	+6359
年間買電料金[千円]	695
年間売電料金[千円]	671
イニシャルコスト[千円]	9,000

表８　Case3-2 の解析結果

対象日（瞬時最大電力消費日）	2012/6/14
瞬時最大消費電力[kW]	18
太陽光発電パネル面積[m²]	395
太陽光発電パネル定格発電能力[kW]	57
瞬時最大電力消費時における瞬時発電量[kW]	18.1
年積算消費電力量[kWh]	18,962
年積算発電量[kWh]	80,110
年間買電量[kWh]	9,083
年間売電量[kWh]	70,254
年間電力収支[kWh]	+61171
年間買電料金[千円]	674
年間売電料金[千円]	2,810
イニシャルコスト[千円]	28,500