

建物の省エネルギー化が街区内の電力自給に与える影響に関する考察

著者	菅野 智之, 鈴木 道哉
雑誌名	東北学院大学工学部研究報告
巻号	51
ページ	1
発行年	9-16
URL	2017-02
URL	http://id.nii.ac.jp/1204/00024110/

研究論文

建物の省エネルギー化が街区内の電力自給に与える影響 に関する考察

Effect of Energy-saving of Buildings to Self-sufficiency of Electric Demand in a Area

菅野 智之*

鈴木 道哉**

Tomoyuki KANNO

Michiya SUZUKI

Abstract: Energy conservation and self-sufficiency of electric demand study on a virtual urban development area in Sendai city is carried out. Maximum installation of photovoltaic panels is assumed in each buildings in the area. Result of the annual calculation of energy supply and demand shows that self-sufficient ratio of electric power of the area is reached at approximately 104 percent if electric power is used mutually between each buildings, and excess energy is charged by using batteries. Moreover, if the energy conservation measures are installed, the ratio increases up to approximately 125 percent.

Keywords: Energy-saving, Energy self-sufficiency, Photovoltaic generation, Electricity interchange, Low-energy urban development

1 はじめに

近年地球温暖化を始めとした多くの環境問題が懸念され、CO₂ 排出の削減に向けた様々な措置がなされている。再生可能エネルギーを利用した発電への転換もその1つであり、中でも太陽光発電は普及が進んでいる代表といえる。太陽光発電のメリットとしては騒音や振動、汚染物質等の発生リスクのない点が挙げられ、このため多くの人々が居住する市街地においても導入が可能となっている。また最近の新規のまちづくりでは低炭素化に向けた目標が掲げられ、災害時等における自立性の確保のために街区内部でのエネルギーの自給に着目した事例が増えている。

本研究では仙台市郊外の立地を想定した仮想の街区を対象に、太陽光発電の導入により街区内の電力自給達成がどれ程可能となるかを明らかにした。その際、通常と省エネルギー化を想定した場合の2つのシミュレーションを行い、それらの結果を比較することで、省エネルギー化が街区内の電力自給達成にもたらす影響について考察した。

2 シミュレーション条件設定

2.1 街区条件設定

街区敷地面積の想定は近年の仙台市内を代表する2開発地区「仙台市富沢駅周辺土地区画整理事業[1]」および「仙台市荒井東土地区画整理事業[1]」の平均値より41.0haとした。また一般性を考慮し、街区内部に立地する建物用途およびその構成比率は全国統計に準じた。

表1は第一著者がまとめた、主要建物用途の延床面積の全国統計である。建物用途区分は報告書[2]より決定し、統計値は表2の通り推計した。今回の街区においては、表1中の延床面積上位の建物用途を選定し立地を検討した。しかし上位のうち、工場・倉庫・市場については一般的に市街地内の立地が不適と考えたため、これを除外した5建物用途(住宅、事務所、店舗、学校、病院)の立地を想定した。さらに住宅は戸建住宅、集合住宅、店舗は小売店、飲食店、コンビニに細分することで、計8建物用途とした(表1「選定No.」参照)。これらの街区内部における構成比率は、統計の延床面積より算出し表1「延床面積比率」の通りとした。

* 東北学院大学大学院博士前期課程1年

** 東北学院大学

2.2 詳細条件設定

前節で算出した「延床面積比率」を街区敷地面積に反映させるためには、容積率の値が必要となる。そこで建物用途毎に次の通り、設定を行った。まず戸建住宅は総務省の統計調査[3]より全国の平均値とし、学校は東北学院大学土樋キャンパスより算出した値とした。それ以外の建物用途は仙台市内および周辺都市に実在する建物数棟をそれぞれ代表として値を算出し、その平均をとり決定した。また同様の方法で建ぺい率の値も設定を行ったが、店舗(小売店、飲食店、コンビニ)は今回全て平屋建を想定したため、容積率と同値とした。

続いて各面積の想定値を算出した。まず街区敷地面積41.0haのうち、三分の一にあたる13.67haを道路・公園等とし、残りの27.33haに建物の立地を想定した。そこで今回立地する8建物用途の表1の延床面積に、それぞれ設定した容積率の値の逆数を乗じることで敷地面積に換算した。その比率を街区内における「敷地面積比率」とし、27.33haに適用させた。これより建物用途毎の敷地面積を算出し、さらに容積率および建ぺい率の値を乗じることでそれぞれ延床面積、建築面積も算出した。以上の値を表3に示し、以後のシミュレーションに使用した。

3 電力需要量の推計方法

3.1 時刻別電力需要データの入手方法

街区内の電力需要量の算出にあたり、戸建住宅、集合住宅、事務所、小売店、学校、病院の6建物用途に関しては、HASP[※]を使用し、空調に係る年間の時刻別電力需要データを作成した。その際、一般的な建物想定を「通常仕様」、省エネルギー化を図った建物想定を「省エネ仕様」と呼称し、計算に使用したモデル建物の諸元も含め表4に示している。ここで空調設定温度は冷房:26℃(病院の「病室」、「ホール・廊下」のみ28℃)、暖房:22℃としたが、住宅においては外気温26℃未満時の冷房は窓開け換気に対応するものとし、空調の負荷には算入していない。なお今回立地する学校は全て大学を想定し、モデル建物を東北学院大学多賀城キャンパスの5号館とした。各スケジュールの詳細を表5に示す。

また空調に係る以外の時刻別電力需要データは、既存エネルギーデータ[7]を使用した。さらに上記以外の2建物用途(飲食店、コンビニ)の時刻

別電力需要データも同様に、既存エネルギーデータ[7]から入手したが、今回面積比率が小さいために省エネルギー化の対象からは除外した。

3.2 時刻別電力需要量の推計方法

入手した建物用途毎の時刻別電力需要データを各建物の延床面積で除し、延床面積あたりに換算した。その値に表3の各延床面積の想定値を乗じることで、街区内のそれぞれの建物用途の時刻別電力需要量を算出した。

表1 全国統計(H25年時点)

建物用途	延床面積(十萬㎡)	選定No.	延床面積比率(%)	補足
住宅	戸建住宅	37,133	1	78.3
	集合住宅	11,645	2	
工場・倉庫・市場	12,936	-	-	選定から除外
事務所	4,836	3	7.8	
店舗	小売店	3,140	4	5.0
	飲食店	654	5	1.1
	コンビニ	81	6	0.1
学校	3,648	7	5.9	
病院	1,130	8	1.8	
ホテル	912	-	-	不選定
劇場	357	-	-	不選定
計	76,472		100.0	

<参考> 菅野智之、鈴木道哉、「まちづくりにおける電力自給の詳細および検討」、日本建築学会、(2016)において発表されたうち、統計データを最新のものに差し替え

表2 延床面積の推計方法

項目	延床面積の推計方法
住宅	戸建住宅 a1 総務省の統計調査[3]の全国の一戸建の総数に、1住宅当たりの延べ面積を乗じたものによる
	集合住宅 a2 総務省の統計調査[3]の全国の家屋建及び共同住宅の総数に、1住宅当たりの延べ面積をそれぞれ乗じたものの和による
工場・倉庫・市場	b 総務省の統計書[4]の全国計の木造家屋の工場・倉庫及び、木造以外の家屋の工場・倉庫・市場の床面積の総数の和による
事務所	c 業務用建物床面積の統計データ[5]による
店舗	小売店 d1 総務省の統計書[4]の全国計の木造家屋の事務所・銀行・店舗及び、木造以外の家屋の事務所・店舗・百貨店・銀行の床面積の総数の和からc、d2、d3を減じたものによる
	飲食店 d2 業務用建物床面積の統計データ[5]による
	コンビニ d3 商業統計表[6]の業態別売場面積のコンビニエンスストアに、ある一般的なコンビニの店舗から算出した売場面積に対する延床面積の倍率1.61を乗じたものによる
学校	e 業務用建物床面積の統計データ[5]による
病院	f 業務用建物床面積の統計データ[5]による
ホテル	g 業務用建物床面積の統計データ[5]による
劇場	h 業務用建物床面積の統計データ[5]による
計	a1~hの和による

表3 シミュレーションの値

選定No.	建物用途	設定値(%)		各面積の想定値(百㎡)			敷地面積比率(%)	
		容積率	建ぺい率	延床面積	建築面積	敷地面積		
1	戸建住宅	47.8	30.9	899	581	1,880	82.5	68.8
2	集合住宅	75.3	25.1	282	94	374		13.7
3	事務所	128.2	21.4	117	19	91	3.3	
4	小売店	41.7	41.7	76	76	182	10.1	6.7
5	飲食店	19.6	19.6	16	16	81		3.0
6	コンビニ	17.6	17.6	2	2	11		0.4
7	学校	113.1	25.3	88	20	78	2.8	
8	病院	76.1	28.7	27	10	36	1.3	
-	道路・公園等	-	-	-	-	1,367	-	
	計			1,507	818	4,100	100.0	

[※] 一般社団法人 建築設備技術者協会:

動的熱負荷計算・空調システム計算プログラム

表4 プログラム計算条件およびモデル建物諸元(※表中のCOPは文献[8]を参照し、定格値のものを使用した)

建物用途	構造	RC造3階建				RC造5階建							
		延床面積 (㎡)	窓面積率 (%)	空調面積 (㎡)	内訳	延床面積 (㎡)	窓面積率 (%)	空調面積 (㎡)	内訳				
戸建住宅	延床面積 (㎡)	120.0	内部発熱量 (W/m ²)				5,704.0 (一戸75.0)	内部発熱量 (W/m ²)					
	窓面積率 (%)	11.0	人体				38.0	人体					
	空調面積 (㎡)	66.4	照明 [11]				55.6	照明 [11]					
	内訳	LDK	30.5	15.6	6.9	3.7	2.8	LDK	26.5	18.0	7.9	4.2	3.2
		子供室1	11.1	10.7	7.2	5.0	3.9	洋室1	10.9	11.0	7.3	5.1	3.9
		子供室2	11.1	10.7	3.4	5.0	3.9	洋室2	8.3	14.3	4.6	6.7	5.2
		寝室	13.7	17.4	5.8	4.1	3.1	和室	9.9	24.0	8.1	5.7	4.3
	断熱材厚 (mm)	2階天井				50	160	屋根				50	80
	[9]	外壁				60	90	外壁				15	40
	ステンレシポット板	内壁				30	30	床				30	30
λ=0.037 (W/mK)	1階床				50	90	1階床				50	90	
熱源効率 [注3]	冷房COP				2.65	3.20	冷房COP				2.65	3.20	
	暖房COP				3.68	3.86	暖房COP				3.68	3.86	
窓仕様	窓ガラス				複層	Low-Eペア	窓ガラス				複層	Low-Eペア	
	ブラインド				中間色	白色	ブラインド				中間色	白色	
全熱交換器設置	なし				あり [注4]		なし				あり [注4]		
換気回数 (回/h)	全共通: 0.5								全共通: 0.5				
事務所	構造	RC造6階建				RC造5階建							
	延床面積 (㎡)	2,934.2	内部発熱量 (W/m ²)				960.0	内部発熱量 (W/m ²)					
	窓面積率 (%)	22.0	人体				13.0	人体					
	空調面積 (㎡)	2,079.0	照明 [10]				804.0	照明 [10]					
	内訳	1Fホール	98.3	3.6	20.0	14.8	7.3	売場	495.0	16.7	25.0	19.7	9.7
		事務室	1980.7	11.9	20.0	14.8	7.3	事務室	23.0	26.2	15.0	14.8	7.3
								作業室	46.0	4.8	15.0	9.8	4.9
								その他	240.0	9.5	5.0	19.7	9.7
	断熱材厚 (mm)	屋根				50	75	屋根				15	75
	[9]	外壁				15	50	外壁				15	50
ステンレシポット板	1階床				0	30	床				30	45	
λ=0.037 (W/mK)	冷房COP				3.10	3.86	冷房COP				3.10	3.86	
熱源効率 [注7]	暖房COP				3.70	4.19	暖房COP				3.70	4.19	
窓仕様	窓ガラス				単層	Low-Eペア	窓ガラス				単層	Low-Eペア	
	ブラインド				中間色	白色	ブラインド				中間色	白色	
全熱交換器設置	なし				あり [注8]		なし				あり [注8]		
換気回数 (回/h)	全共通: 0.9								売場: 1.2, 事務室: 1.8, 作業室: 0.4, その他: 6.2				
学校	構造	RC造4階建				RC造3階建							
	延床面積 (㎡)	2,815.2	内部発熱量 (W/m ²)				5,494.0	内部発熱量 (W/m ²)					
	窓面積率 (%)	18.0	人体				8.0	人体					
	空調面積 (㎡)	2,085.6	照明 [12]				4,402.1	照明 [14]					
	内訳	1F講義室	432.0	32.1	2.7	9.8	4.9	病室	478.0	11.9	3.0	5.9	2.9
		2F講義室	459.0	80.9	2.8	9.8	4.9	診療室等	681.4	8.3	20.0	19.7	9.7
		3F南側研究室	284.8	6.0	9.3	9.8	4.9	売店・薬局等	208.0	17.9	3.0	19.7	9.7
		3F北側研究室	197.5	6.0	9.3	9.8	4.9	ナースsta.	95.0	23.8	20.0	9.8	4.9
		4F製図室	612.0	25.0	0.3	19.7	9.7	事務室	104.9	23.8	20.0	14.8	7.3
								ホール・廊下	2834.8	3.6	20.0	14.8	7.3
断熱材厚 (mm)	屋根				50	75	屋根				50	75	
[9]	外壁				25	50	外壁				25	50	
ステンレシポット板	内壁				25	25	1階床				0	30	
λ=0.037 (W/mK)	1階床				0	30	冷房COP				3.10	3.86	
熱源効率 [注7]	暖房COP				3.70	4.19	暖房COP				3.70	4.19	
窓仕様	窓ガラス				単層	Low-Eペア	窓ガラス				複層	Low-Eペア	
	ブラインド				中間色	白色	ブラインド				中間色	白色	
全熱交換器設置	なし				あり [注8]		なし				あり [注8]		
換気回数 (回/h)	1F講義室: 2.3, 2F講義室: 5.8, 3F南側研究室: 0.5, 3F北側研究室: 0.5, 4F製図室: 1.8								病室: 1.1, 診療室等: 0.9, 売店・薬局等: 0.9, ナースsta.: 0.9, 事務室: 1.9, ホール・廊下: 0.9				

表5 内部発熱・空調スケジュール設定

建物用途	内訳	内部発熱スケジュール		空調スケジュール	
		月～金	土日祝	月～金	土日祝
戸建住宅	LDK	月～金 6:00-8:00-17:00-23:00 (100%) (0%) (100%)	土日祝 8:00-23:00 (100%)	月～金 6:00-8:00、17:00-23:00	土日祝 8:00-23:00
	子供室1	20:00-24:00 (100%)		20:00-24:00	
	子供室2	20:00-24:00 (100%)		20:00-24:00	
	寝室	23:00-24:00 (100%)		23:00-24:00	
	1Fホール	月～金 9:00-20:00 (100%) 土日祝 終日0%		月～金 8:00-19:00 土日祝 終日空調なし	
事務所	事務室	月～金 [人体・コンセント] 9:00-12:00-13:00-18:00-19:00 (100%) (50%) (100%) (50%) 月～金 [照明] 9:00-12:00-13:00-19:00 (100%) (70%) (100%) 土日祝 終日0%		月～金 8:00-19:00 土日祝 終日空調なし	
	1F講義室	月～金 9:00-12:00-13:00-18:00 (60%) (20%) (60%) 土日祝 終日0%		月～金 9:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
学校	2F講義室	月～金 9:00-12:00-13:00-18:00 (60%) (20%) (60%) 土日祝 終日0%		月～金 9:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	3F南側研究室	月～金 9:00-12:00-15:00-18:00 (60%) (80%) (60%) 土日祝 終日0%		月～金 9:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	3F北側研究室	月～金 9:00-12:00-15:00-18:00 (60%) (80%) (60%) 土日祝 終日0%		月～金 9:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	4F製図室	月～金 15:00-18:00 (50%) 土日祝 終日0%		月～金 15:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
集合住宅	LDK	月～金 6:00-8:00-17:00-23:00 (100%) (0%) (100%)	土日祝 8:00-23:00 (100%)	月～金 6:00-8:00、17:00-23:00	土日祝 8:00-23:00
	洋室1	20:00-24:00 (100%)		20:00-24:00	
	洋室2	20:00-24:00 (100%)		20:00-24:00	
	和室	23:00-24:00 (100%)		23:00-24:00	
	売場	9:00-21:00 (100%)		9:00-21:00	
	事務室	8:00-13:00-22:00-23:00 (80%) (100%) (50%)		9:00-19:00	
小売店	作業室	8:00-12:00-13:00-18:00-21:00 (100%) (80%) (100%) (80%)		9:00-19:00	
	その他	9:00-21:00 (100%)		9:00-21:00	
	病室	[人体] 終日100% [コンセント・照明] 7:00-21:00 (100%)		7:00-21:00	
	診療室等	月～金 8:00-18:00 (100%) 土日祝 終日0%		月～金 8:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	売店・薬局等	月～金 8:00-18:00 (100%) 土日祝 終日0%		月～金 8:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	ナースsta.	終日100%		終日空調あり	
病院	事務室	月～金 8:00-18:00 (100%) 土日祝 終日0%		月～金 8:00-18:00 土日祝 終日空調なし	
	ホール・廊下	7:00-21:00 (100%)		7:00-21:00	

4 太陽光による発電量の推計方法

4.1 太陽光発電条件設定

太陽光発電の導入にあたり太陽電池パネルの設置場所は、一般的に設置が行われる建物屋上

(屋根)に加え、平置き駐車場上部とした。これは街区内の電力自給達成には、大規模な導入の想定をする必要があると考えたからである。

そこでまず建物屋上(屋根)への設置は、建物用途毎に建築面積に対する太陽電池パネルの設置割合を設定し、表 3 の建築面積を乗じることで設置面積を算出した。このとき戸建住宅は、切妻屋根南面の面積のうちの 75%[注 9]への設置を想定し、割合を設定した。集合住宅、事務所、学校、病院は、建築面積のうち屋上搭屋およびメンテナンスに係る面積として 6 割を考慮し、それ以外への設置を想定した。平屋建を想定した小売店、飲食店、コンビニについては、建築面積のうちメンテナンスに係る面積を 2 割として設置を想定した。

次に平置き駐車場上部への設置は、車路部を除いた駐車スペースの上部のみに限定した。その際 2.2 節と同様に、仙台市内および周辺都市に実在する建物数棟を代表として敷地面積に占める駐車スペース面積割合を決定し、表 3 の敷地面積に乘じることで設置面積を算出した。ただし戸建住宅については、一戸あたりの駐車スペース面積の関係上、設置を想定しなかった。

また今回使用した太陽電池パネルのアレイ出力の値は、市販されている中で最も高いものを調べ、戸建住宅 201W/m²[注 10]、戸建住宅以外の建物用途 212W/m²[注 11]とした(JIS C 8918 標準状態下の場合)。これに建物用途毎の太陽電池パネル面積の合計を乗じ、それぞれの太陽電池アレイ出力合計を算出した。さらに発電した電力の変換を行う際に必要となるパワーコンディショナも同様に、変換効率がそれぞれ最高クラスのものを使用し、戸建住宅 98.0%[注 12]、戸建住宅以外の建物用途 98.6%[注 13]とした。以上により算出された値を表 6 に示す。

4.2 設置傾斜角度の選定

街区が立地する仙台市の方位角 0°(真南)における、年間最多日射量となる角度を今回の太陽電池パネルの設置傾斜角度とした。この選定にあたり、月毎に最も平均的な年のものが抽出された日射量データ[15]を使用し、傾斜角度ごとの年間日射量を比較した。その結果、最多となった 37°を設置傾斜角度として選定し、戸建住宅以外の建物用途について適用した。

戸建住宅の設置傾斜角度は、宮城県内のハウスメーカー等への聞き取り調査を行い、仙台市内の住宅の一般的な屋根勾配 27°を選定した。発電量の算出には、それぞれ選定した設置傾斜角度における時刻別日射量を使用した。

4.3 時刻別発電量の推計方法

発電量の算出には、文献[16]に記載されている式を使用した。しかし時刻別発電量 E_h (kWh) を今回は算出するため、式(1)の通りとした。

$$E_h = (P_{AS} \cdot H \cdot K) / G_s \cdots (1)$$

P_{AS} : 標準状態下の各太陽電池アレイ出力合計 (kW)

H : 時刻別アレイ面日射量 (kWh/m²)

K : 総合設計係数(各パワーコンディショナ変換効率、結晶系シリコン太陽電池の各月の補正係数参考値[17]およびその他汚れ等の損失補正係数として 0.95 を乗じた値)

G_s : 標準状態下の日射強度 (kW/m²) = 1

5 電力需要量および発電量の算出結果

建物想定が「通常仕様」、「省エネ仕様」それぞれの電力需要量を算出した。このとき時刻別電力需要データは、3.1 節で入手した年間のもののうち、仙台の気象統計データ[18]を参照し選定した月毎の代表日(平日、休日)の値を算出に使用した。発電量は、日射量データ[15]より入手した年間の各日の時刻別日射量の値を使用した。

年間の結果のうち、中間期(5月)代表日の時刻別推移を図 1~図 5 に示す。発電量については、月平均の時刻別推移としている。各図中の凡例は全て共通とし、「街区全体」は今回立地を想定した 8 建物用途の時刻毎の積算値としている。なお、冬期(1月)および夏期(8月)の算出結果についても別章[注 14]に記載している。

表 6 太陽光発電に関する値のまとめ

選定 No.	建物用途	割合 (%)		太陽電池パネル面積 (百 m ²)			太陽電池アレイ出力合計 (kW)
		建築面積に対する設置	駐車スペース面積	建物屋上(屋根)	駐車スペース	合計	
1	戸建住宅	37.5	-	218	0	218	4,377
2	集合住宅	40.0	13.8	37	52	89	1,887
3	事務所	40.0	21.9	8	20	28	588
4	小売店	80.0	24.9	61	45	106	2,245
5	飲食店	80.0	25.1	13	20	33	697
6	コンビニ	80.0	18.6	2	2	4	77
7	学校	40.0	4.4	8	3	11	240
8	病院	40.0	22.0	4	8	12	254

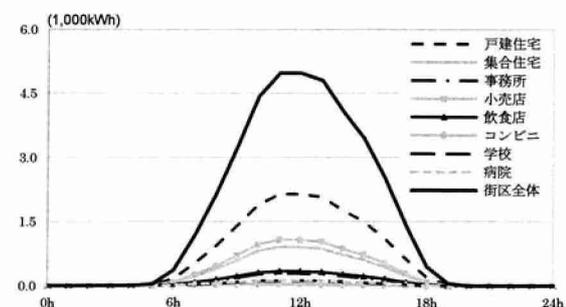


図 1 中間期時刻別発電量および凡例

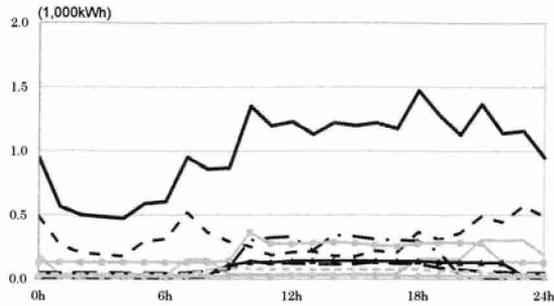


図2 中間期時刻別電力需要量(通常仕様・平日)

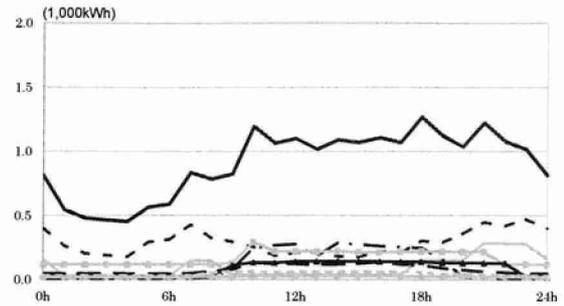


図4 中間期時刻別電力需要量(省エネ仕様・平日)

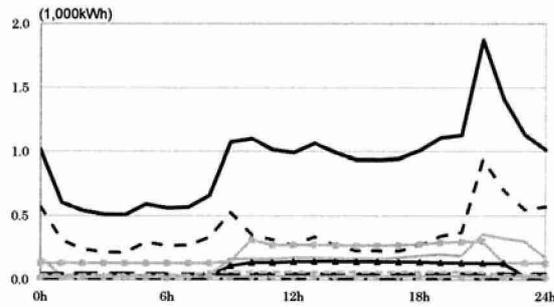


図3 中間期時刻別電力需要量(通常仕様・休日)

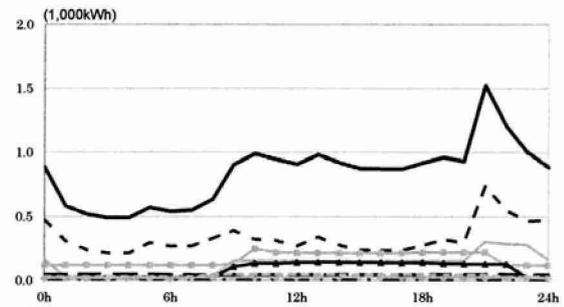


図5 中間期時刻別電力需要量(省エネ仕様・休日)

6 電力自給達成の評価

6.1 評価方法

前節の算出結果をもとに、電力自給達成の評価を行った。ここで図1～図5の結果を見ると、電力需要量内に収まる発電量(有効発電量)の他に、余剰発電量が発生している時間帯がある。そのため、この余剰発電量の低減・活用策を講じない場合(ケースI)と講じる場合(ケースII、ケースIII)を想定した計3ケースで評価結果の比較を行った。講じる低減・活用策の詳細は、次の通りとした。

ケースIIでは、異なる建物用途間の電力融通を行うことにより、余剰発電量を低減する場合を想定した。ここでは送電に係る損失は考慮しないものとした。ケースIIIでは、この電力融通に加え蓄電池により、蓄電池の損失分を除いた発生する余剰発電量を全て活用し、電力自給達成に加味する場合を想定した。今回、蓄電池の損失としては充放電時における各5%のみを考慮した。

これより電力自給達成の評価指標を「電力自給率(単位:%)」と呼称し、式(2)の通り定義した。

$$(電力自給率) = (A - B + C) / D \dots (2)$$

A : 月間または年間総発電量 (kWh)

B : 月間または年間総余剰発電量 (kWh)

C : 月間または年間総蓄電量 (kWh)

(ケースIおよびIIの時 C=0)

(ケースIIIの時 C=B×0.95²)

D : 月間または年間総電力需要量 (kWh)

6.2 評価結果

各ケースにおける月毎および年間通じての電力自給率を建物想定に応じて、算出した。結果を図6～8に示す。なお、凡例は全て共通とする。

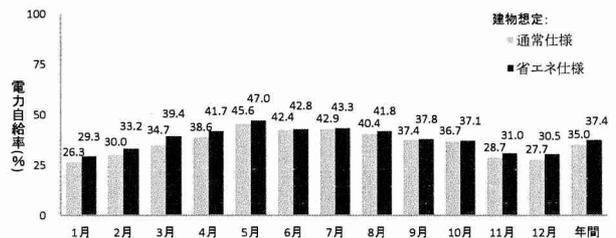


図6 電力自給率の算出結果(ケースI)

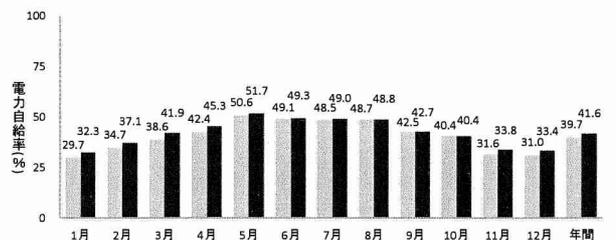


図7 電力自給率の算出結果(ケースII)

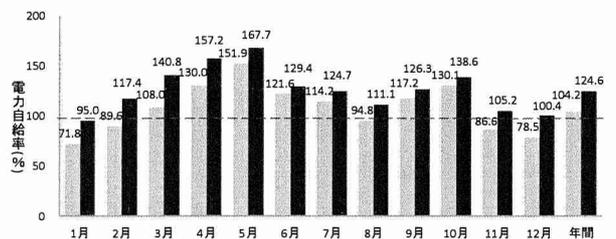


図8 電力自給率の算出結果(ケースIII)

6.3 考察と検討

全ケースの結果を1年を通して比較すると、共通して夏期と冬期で電力自給率が低くなるという傾向が見られた。これは空調に係る電力需要が大きいためと考えられ、特に仙台市を想定した今回は暖房の電力需要が多いことから、冬期の電力自給率が低くなったと推測される。

次にケースⅠとケースⅡを比較すると、電力自給率の増加幅は各月約3~5%程にとどまった。これより異なる建物用途間の電力融通のみを行うのは、余剰発電量の低減・活用策としては効果が薄いといえる。そして両ケース共通して、省エネ仕様とした場合の増加幅も大きくはなかった。

一方でケースⅢと前2ケースを比較すると、大幅な電力自給率の向上が見られた。特に年間通じての結果では通常仕様の場合約104%、省エネ仕様とした場合約125%となり、建物の省エネルギー化によらず電力自給達成がなされていた。また省エネ仕様とした場合は、1月を除いた全ての月において電力自給率100%を超えた。この場合、1月以外では電力の自立性が認められ、災害等の発生で発電所からの電力供給が止まる事態においても、ほぼ1年を通して対応が可能といえる。またこのときの必要蓄電容量(図8の結果を得るために1年を通して必要となる蓄電池の容量の最大値)を算出すると、通常仕様の場合1,408,100kWhとなり、省エネ仕様とした場合2,534,827kWhとなった。その増加割合は+80.0%となり、非常に多くの蓄電池を要することが判明した。今後は蓄電池のコストや運用効率の観点からの考察も行っていくたい。

さらに、建物用途毎の年間総電力需要量を通常仕様および省エネ仕様において求め、その低減率を省エネルギー率として算出した。結果を図9に示す。建物用途毎に比較すると、延床面積あたりでは小売店、病院が省エネルギー率20%を超えており、今回の計算条件においては省エネルギー化による電力需要量低減効果が大きいことが判明した。これより建物の省エネルギー化を考えると、小売店と病院は電力自給達成に与える影響が大きい建物用途といえる。

7 結論

本研究において得られた知見を以下にまとめる。なおこの結論は、仙台市内およびその周辺近接エリアにて適用される。

(i) 通常と省エネルギー化を想定した建物仕様の空調負荷計算を行い、建物用途毎の時刻別電力需要データをまとめた。

(ii) 本研究の条件下では、異なる建物用途間の電力融通のみを行うのは、街区内の電力自給達成の観点では十分とはいえず、このとき建物の省エネルギー化の影響も大きくないといえる結論を得た。

(iii) 本研究の条件下では、異なる建物用途間の電力融通に加え蓄電池を使用することで、街区内の電力自給達成に大きく近づけられ、このとき省エネルギー化を想定した建物仕様とすることで、1月を除く全ての月において電力自給達成がなされるという結論を得た。

(iv) 本研究の条件下では、今回計算した6建物用途のうち、小売店と病院が延床面積あたりの省エネルギー化による電力需要量低減効果が大きく、電力自給達成の観点での省エネルギー化の影響が大きい建物用途といえる結論を得た。

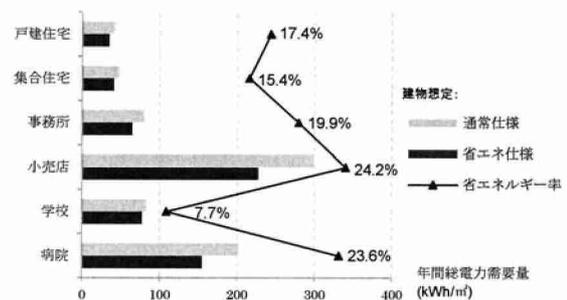


図9 年間総電力需要量および省エネルギー率の算出結果

注釈

[注 1] T 社蛍光灯ランプ 型番:FCL30EX-D/28-Z

[注 2] T 社 LED ランプ 型番:LEDH81800-LC

[注 3] M 社住宅用ルームエアコン(共通)

(通常仕様) 型番:MSZ-AX50HS-T

(省エネ仕様) 型番:MSZ-X6316S-W

[注 4] M 社住宅用全熱交換器 型番:VL-08SR2

[注 5] P 社蛍光灯ランプ 型番:FSA41038F VPN9

[注 6] T 社 LED ランプ 型番:LEDT-54521HNK-LS9

[注 7] M 社空冷ヒートポンプ式パッケージエアコン(共通)

(通常仕様) 室外ユニット型番:PUHY-P450M-E

室内ユニット型番:PLFY-P45AM(H)-E

(室外ユニット1台につき10台設置)

(省エネ仕様) 室外ユニット型番:PUHY-GP450SDMG3

室内ユニット型番:PLFY-EP45EMG3

(室外ユニット1台につき10台設置)

[注 8] M 社業務用全熱交換機 型番:LGH-N50CX

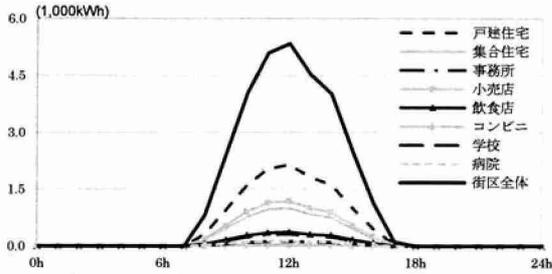
[注 9] T 社パンフレットにおける切妻屋根への設置例より割合を算定,
 <http://www.toshiba.co.jp/sis/h-solar/inc/pdf/catalog_15.pdf>, (2016.5.31 最終閲覧)

[注 10] S 社太陽電池パネル 型名:SPR-250NE-WHT-J

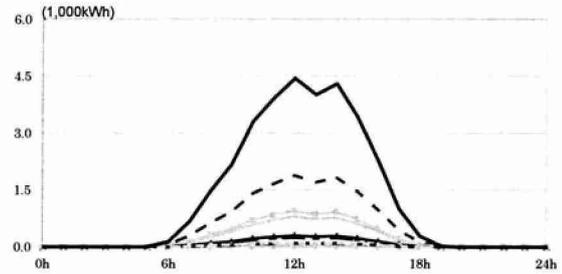
[注 11] S 社太陽電池パネル 型名:SPR-X21-345-COM

[注 12] M 社パワーコンディショナ 型名:PV-PN44KX22

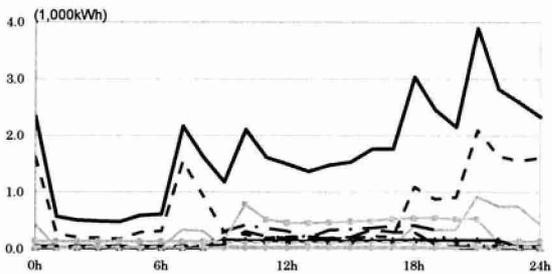
[注 13] T 社パワーコンディショナ 型名:PVL-LO500E(J)



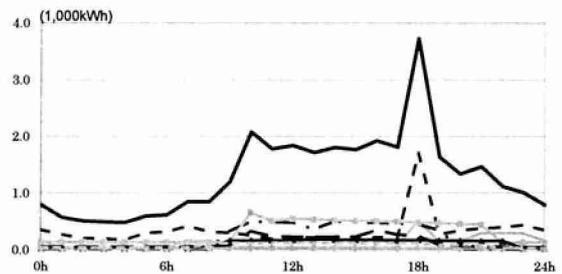
[注 14-1] 冬期時刻別発電量および凡例



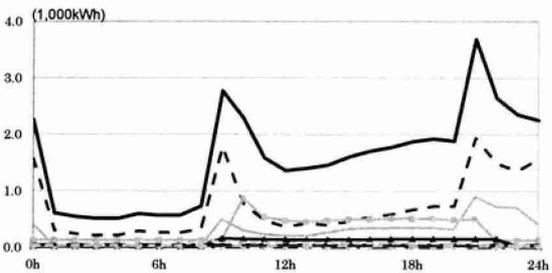
[注 14-6] 夏期時刻別発電量



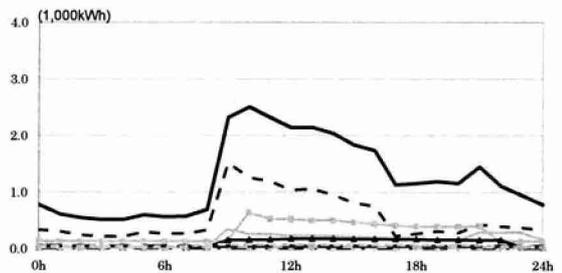
[注 14-2] 冬期時刻別電力需要量(通常仕様・平日)



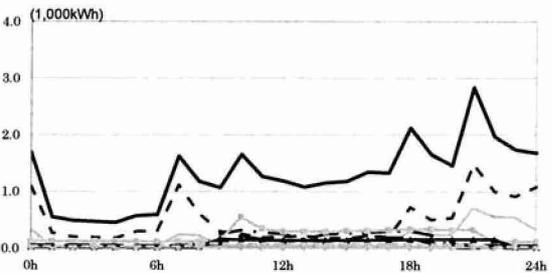
[注 14-7] 夏期時刻別電力需要量(通常仕様・平日)



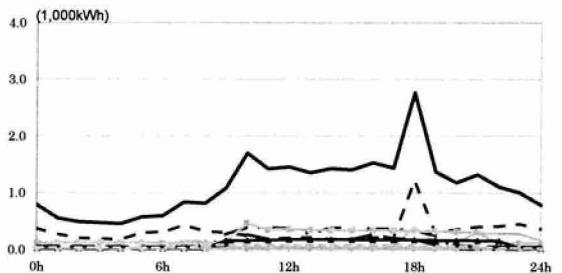
[注 14-3] 冬期時刻別電力需要量(通常仕様・休日)



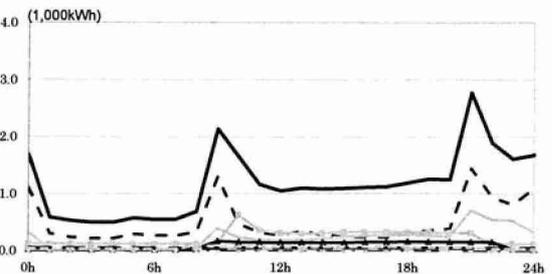
[注 14-8] 夏期時刻別電力需要量(通常仕様・休日)



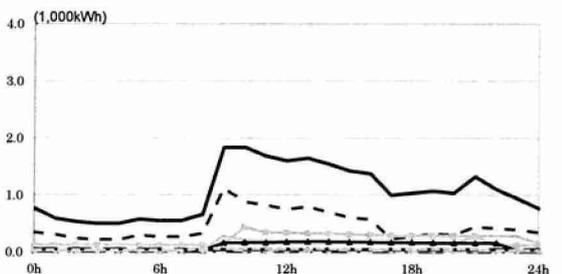
[注 14-4] 冬期時刻別電力需要量(省エネ仕様・平日)



[注 14-9] 夏期時刻別電力需要量(省エネ仕様・平日)



[注 14-5] 冬期時刻別電力需要量(省エネ仕様・休日)



[注 14-10] 夏期時刻別電力需要量(省エネ仕様・休日)

参考文献

- [1] 仙台市: ``仙台市の土地区画整理事業",
<http://www.city.sendai.jp/sumiyoi/toshi/kukakuseiri/1193034_1635.html>,
(2016.5.1 最終閲覧)
- [2] 国土交通省・総合政策局・情報安全・調査課・建設統計室: ``建築物ストック統計検討会報告書",
(2010), p. 36
- [3] 総務省・統計局: ``平成 25 年住宅・土地統計調査結果",
<<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/>>,
(2016.5.18 最終閲覧)
- [4] 総務省: ``平成 25 年度固定資産の価格等の概要調書", (2014), p. 158, pp.168/169
- [5] 日本エネルギー経済研究所: ``EDMC エネルギートレンド", (2014)
- [6] 経済産業省: ``平成 19 年商業統計表(二次加工統計表)", (2009), p. 31
- [7] 成田政杜: ``多賀城市における建築物のエネルギー消費量削減に関する調査研究", 東北学院大学平成 26 年度修士論文, (2015), pp.20/24, pp.35/40, pp.47/49
- [8] 赤林伸一, 坂口淳 他: ``住宅用エアコンの COP の現状と APF の地域特性に関する研究", 日本建築学会技術報告集, Vol.20 No.44 (2014), pp.187/190
- [9] フラット 35: ``断熱等性能等級 4 技術基準", (2016), p. 2, p. 9, p. 11, p. 13
- [10] 株式会社野村総合研究所: ``住宅・建築物の省エネ基準適合義務化に係る調査", (2012), pp.18/19
- [11] Panasonic: ``おすすめの畳数設定について", <http://panasonic.jp/light/jou_su/>,
(2016.9.15 最終閲覧)
- [12] 菅原諒: ``大学施設のエネルギー消費実態と省エネルギー化に関する研究", 東北学院大学平成 24 年度修士論文, (2013), p. 113
- [13] 文部科学省・日本学校保健会: ``学校環境衛生の基準", (2004 年), p. 3
- [14] Panasonic: ``病院の照明",
<<http://www2.panasonic.biz/es/lighting/plam/knowledge/document/0210.html>>,
(2016.9.15 最終閲覧)
- [15] NEDO: ``日射量データベース閲覧システム",
<<http://app0.infoc.nedo.go.jp/metpv/metpv.html>>,
(2016.4.26 最終閲覧)
- [16] NEDO: ``太陽光発電導入ガイドブック(本編)", (1998), pp.76/77
- [17] JPEA: ``太陽光発電協会 表示ガイドライン(平成 26 年度)", (2014), p. 3
- [18] 気温と雨量の統計: ``宮城県 仙台の気温、降水量、観測所情報",
<<http://weather.time-j.net/Stations/JP/sendai>>,
(2016.9.23 最終閲覧)