

概要

平成 24 年 7 月に導入された「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」をきっかけに、太陽光発電を事業として実施する事業者が増加し、太陽光発電の出荷量が図 1 のとおり急激に増加している¹⁾。また、東日本大震災以降、BCP 対策として、太陽光発電だけではなく蓄電池の活用も注目されている。蓄電池は、通常時には電力ピークの抑制、非常時には独立電源としての活用が可能であり、今後導入事例が増える可能性がある。

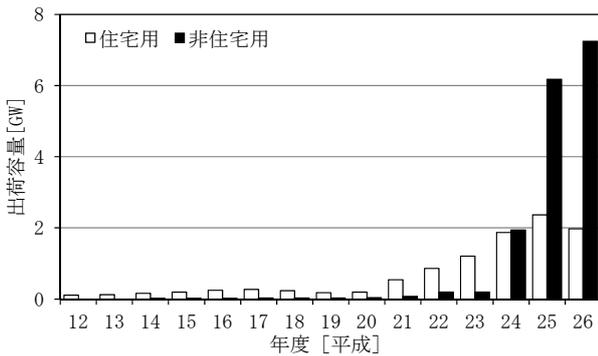


図 1 日本における太陽電池の出荷量¹⁾

検討条件

検討モデル

高圧受電の事業所に、太陽光発電システムを設置する場合を想定する。概要は図 2 のとおりであり、屋上設置を想定して発電出力 10kW とした。

検討ケース

ケース a) 太陽光発電システム 10kW・全量売電

発電電力量をすべて電力会社に売電する。太陽光発電システムは、配電系統には低圧で連系する(図 2(a)参照)。

ケース b) 太陽光発電システム 10kW・余剰売電

発電電力量のうち自家消費以外の余剰分を売電する(図 2(b)参照)。

ケース c) 太陽光発電システム 10kW・余剰売電
蓄電池 10kWh 設置

発電電力量のうちピークカット(最大需要電力の低減)目的で蓄電池を充電し、残りを余剰売電する。(図 2(b)点線部分参照)

検討条件

① 年間発電電力量: 太陽電池モジュールを、東京地区、南向き、傾斜角度 20° で設置する条件で、NEDO が提供する発電量試算ソフトウェアの STEP-PV を用いて計算した。10kW システムの場合の発電電力量は 11,019kWh/年である。

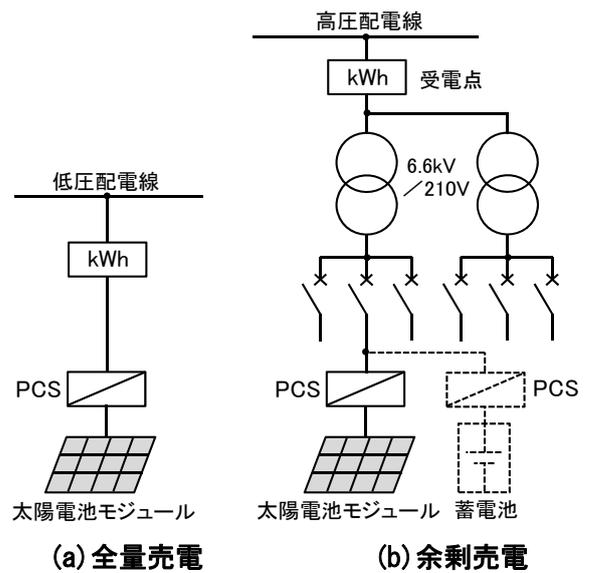


図 2 検討モデル

- ② 売電単価: 平成 26 年度の 10kW 以上の買取価格である 32 円に消費税を足し合わせた 34.56 円/kWh とした。
- ③ 建設, 更新, 廃棄時 CO2 原単位: 文献 2) で使用した原単位を見直し, 新たに文献 3) をもとに<資料編>表 1 のとおり設定した。
- ④ 建設時コスト: 文献 4) に記載された, 平成 26 年度の固定価格買取制度の買取単価の設定根拠として示されたコストデータのうち, 10kW ~50kW の平成 25 年 10 月~12 月期の平均値である 369 千円/kW を, 文献 5) における部材別コストデータの比率で按分し, 最新の部材別コストとして計算に用いた。また, 蓄電池コストには, 文献 2) で使用されている値を用いた。
- ⑤ 蓄電池システム効率: リチウムイオン電池を想定し, 充放電効率を 95%, PCS 効率を 95% とした。
- ⑥ 更新, 修繕に係る CO2: 文献 6) に示された建設時 CO2 に対する百分率で表現した原単位を用いた。
- ⑦ 更新, 修繕周期: 更新周期を太陽電池パネル 20 年, PCS10 年, 蓄電池 8 年とした。修繕は毎年行うものとし, 修繕周期を 1 年とした。

計算方法

① 評価の考え方

太陽光発電を設置しない場合を基準とし, 基準より CO2 やコストが増加する分をプラス, 削減できる分をマイナスとして評価する。発電電力量分の CO2 を LCCO2 の削減分とし, 電力会社への売電

で得られる収入を LCC の削減分とする。

② 余剰売電の扱い

事業所の負荷機器の合計消費電力は 10kW よりも十分大きいとし、余剰電力（受電点での逆潮流）は発生せず、発電電力量をすべて事業所内で消費するとして計算する。これにより電力会社からの買電量が減る分を LCC02 及び LCC 削減分とする。

③ ピークカット効果の計算

蓄電池を適正に運用することで、年間の最大需要電力削減（ピークカット）できると仮定し、事業所内消費による買電削減分とピークカットによる基本料金削減分を LCC02 及び LCC の削減分とする。また、10kWh 蓄電池の設置によるピークカット効果を 5kW とする。詳細は、＜資料編＞を参照のこと。

検討結果

LCC02

LCC02 の計算結果を図 3 に示す。ケース a) では削減できる CO2 排出量の方が大きく、折れ線で示した LCC02 合計はマイナスである。ケース b) は、ケース a) に対して発電電力の売電方法が変わるのみであるため、LCC02 はケース a) と同じである。ケース c) では蓄電池の建設・更新・修繕でのプラス分と、充放電ロスにより発電電力量中の消費電力量が小さくなるマイナス分の減少により、合計 LCC02 削減量はケース a)、ケース b) の 3 分の 2 程度に減少する。

LCC

LCC の計算結果を図 4 に示す。ケース a) では建設・更新費用を最近のコストデータを元に計算したため、合計 LCC はマイナスである。ケース b) では発電電力をすべて自家消費するため、買電電力料金を削減できるのみであり、費用削減分がケース a) より小さく、合計 LCC はプラスである。ケー

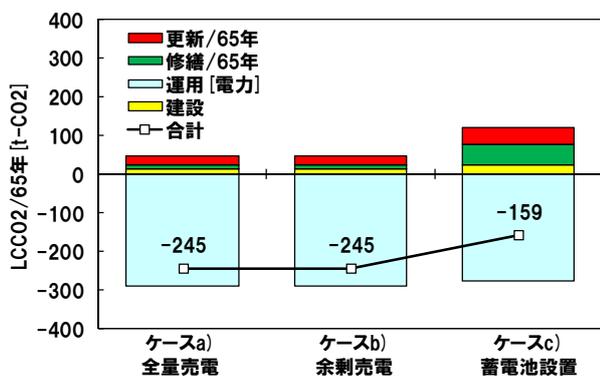


図 3 LCC02 の比較検討

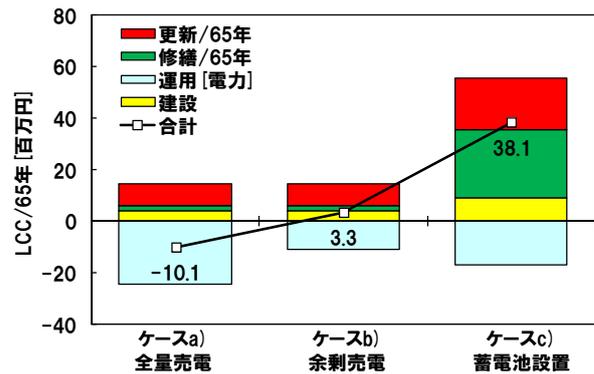


図 4 LCC の比較検討

ス c) では、ピークカット効果による基本料金削減によりマイナス分が大きくなるが、蓄電池分の費用が大きいため、合計 LCC は大幅にプラスである。

パラメータ検討結果

太陽電池モジュール容量を変えた場合

一般的に PCS の効率は、定格出力に対する発電出力が低いほど低下する。そのため、PCS をなるべく高負荷率で稼働させ、発電電力量を最大とする目的で、PCS 定格よりも太陽電池モジュールを多く設置するシステムが最近多くなっている。そこで、ケース a) を基準とし、PCS 定格を 10kW で一定とし、太陽電池モジュール容量を 11kW (ケース a1)、12kW (ケース a2) と多くした場合の LCC02 と LCC を評価した。

ここで、年間発電電力量は、STEP-PV で 1 時間毎の発電量を計算し、発電電力が PCS 定格である 10kW を超過した時間の発電電力を 10kW として 1 年間分積算したて求めた。なお、STEP-PV では PCS の負荷率毎の効率特性も考慮されており、ここでは STEP-PV に用意された産業用 10kW 機種の効率を使用した。

図 5 は評価結果であり、モジュール設置容量を大きくすると、おおむねモジュール容量に比例して発電電力量が大きくなるため、LCC02 もそれに応じて削減される。

蓄電池のピークカット効果を変えた場合

前頁の留意事項で述べたとおり、同じ容量の蓄電池を設置する場合でも、対象事業所の電力ロードカーブ形状によってピークカット効果が異なる。そこで、ケース c) を基準に蓄電池容量を 10kWh のままとし、ピークカット効果をケース c) の半分である 2.5kW (ケース c0)、及びピークカット効果を期待できるビルと想定した 10kW (ケース c1) とし

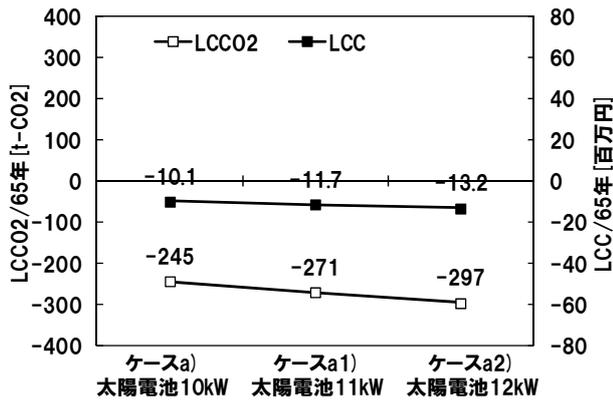


図5 モジュール容量を変えた場合の評価結果

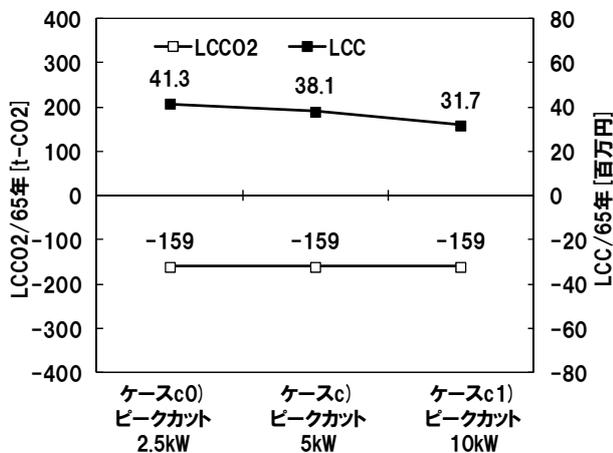


図6 ピークカット効果を変えた場合の評価結果

た場合のLCCO2とLCCを評価した。

図6は評価結果であり、ピークカット効果が変わっても蓄電池の充放電電力量は同じであるため、LCCO2は変化しない。一方、ピークカット効果が大きいほど、電力基本料金の削減メリットが大きいため、LCCは小さくなるもののマイナスにはならない。

留意事項

- ・ 太陽光発電システムを長期にわたり安全に稼働させるには、適切な保守・メンテナンスが必要である。
- ・ 蓄電池の設置によるピークカット効果は、対象事業所の電力ロードカーブにより変わるため、事業所毎に実態に合った条件で試算する必要がある。

トピックス

- ・ これまでの太陽電池の種類は、単結晶や多結晶が多かったが、影の出力への影響が小さい、温

度による出力変化が小さい、建築物と調和する外観などが特徴の化合物系太陽電池も、徐々に普及しつつある。

参考文献・出典

- 1) 太陽光発電協会：「太陽電池の出荷統計」,
<http://www.jpea.gr.jp/document/figure/index.html> (2014年11月時点)
- 2) 電気設備学会：IEIEJ-B-0030「地球環境を考慮した電気設備」委員会報告書 (2003)
- 3) NEDO：「平成19～20年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)
- 4) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部：「最近の太陽光発電市場の動向及び前回の指摘事項について」, 調達価格等算定委員会第13回配布資料 (2014)
- 5) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課：「平成24年度新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」(2013)
- 6) 日本建築学会：「建物のLCA指針(案)」(1999)

データシート (LCCO2・LCC計算結果)

比較ケース		ケースa)	ケースb)	ケースc)	備考	
		全量売電	余剰売電	蓄電池設置		
計算条件	定格出力	10kW	10kW	10kW		
	PCS出力	10kW	10kW	10kW		
	変圧器容量	0kVA	0kVA	0kVA		
	蓄電池容量	0kWh	0kWh	10kWh		
	自家消費電力	0kWh/年	0kWh/年	0kWh/年		
	自家消費比率	0%	100%	100%		
	ピークカット電力	0.0kW	0.0kW	5.0kW		
	蓄電池充放電効率	100%	100%	86%	PCS充電：95%、蓄電池：95%、PCS放電：95%	
	評価対象期間	65年	65年	65年	委員会共通条件	
	修繕周期	アレイ+制御装置	1年	1年	1年	委員会共通条件
	修繕率		1%	1%	1%	委員会共通条件
	更新周期		10年	10年	10年	文献1)よりPCSを10年で交換
	更新時廃棄費用		4%	4%	4%	文献2) (CO2評価では「使用後処理」で考慮)
	修繕周期	蓄電池	8年	8年	8年	文献2)のMSEの値
	修繕率		75%	75%	75%	文献2)のMSEの値
	更新周期		20年	20年	20年	文献2)のMSEの値
	更新時廃棄費用		6%	6%	6%	文献2)のMSEの値
	コスト (太陽電池パネル)		254千円/kW	254千円/kW	254千円/kW	文献3)
	コスト (PCS)		65千円/kW	65千円/kW	65千円/kW	文献3)
	コスト (架台)		50千円/kW	50千円/kW	50千円/kW	文献3)
	コスト (蓄電池)		537千円/kW	537千円/kW	537千円/kW	2003年委員会でのメーカ見積による独自設定
	電力料金 (基本料金)		1,638円/kW	1,638円/kW	1,638円/kW	委員会共通条件
	電力料金 (従量料金)		15.83円/kWh	15.83円/kWh	15.83円/kWh	委員会共通条件
	電力料金 (買取料金)		34.56円/kWh	34.56円/kWh	34.56円/kWh	固定価格買取制度による (32円+消費税8%)
	CO2原単位 (電力)		0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	委員会共通条件
	CO2原単位 (kWベース)	太陽電池パネル	984.7kg-CO2/kW	984.7kg-CO2/kW	984.7kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		PCS	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		接続箱+配線	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		架台	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		交換部品 (PCS)	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		使用後処理	11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		蓄電池	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	文献4)
	(重量ベース) 蓄電池重量		0kg	0kg	1.670kg	2003年委員会での設定 (167kg/kW)
	年間発電量		11,019kWh/年	11,019kWh/年	11,019kWh/年	
	年間蓄電電力量		0kWh/年	0kWh/年	3,650kWh/年	毎日全容量充電すると仮定
年間発電量 (蓄電池損失分を削減)		11,019kWh/年	11,019kWh/年	10,499kWh/年		
エネルギー収支	買電電力量の変化 (減るときマイナス)	0kWh/年	-11,019kWh/年	-10,499kWh/年	自家消費-発電×自家消費率	
	売電電力量 (売るときプラス)	11,019kWh/年	0kWh/年	0kWh/年	発電×(1-自家消費率)	
	電力収支 (マイナスは削減)	-11,019kWh/年	-11,019kWh/年	-10,499kWh/年	買電-売電	
LCCO2	修繕回数	太陽電池パネル	62回	62回	62回	更新年以外の年1回実施
		PCS	59回	59回	59回	
		接続箱+配線	62回	62回	62回	
		架台	64回	64回	64回	
		蓄電池	6回	6回	6回	
	更新回数	太陽電池パネル	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		PCS	5回	5回	5回	PCSは10年毎に交換
		接続箱+配線	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		架台	回	回	回	更新しない
		蓄電池	2回	2回	2回	
	建設	太陽電池パネル	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	アレイ+制御装置+架台+受電盤
		PCS	456kg-CO2	456kg-CO2	456kg-CO2	
		接続箱+配線	152kg-CO2	152kg-CO2	152kg-CO2	
		架台	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	
		蓄電池	kg-CO2	kg-CO2	9,492kg-CO2	
	運用		-290,796kg-CO2	-290,796kg-CO2	-277,058kg-CO2	発電電力量×CO2原単位
	修繕	太陽電池パネル	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	制御装置×修繕率×回数
		PCS	269kg-CO2	269kg-CO2	269kg-CO2	
		接続箱+配線	94kg-CO2	94kg-CO2	94kg-CO2	
		架台	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	
		蓄電池	kg-CO2	kg-CO2	42,715kg-CO2	
	更新	太陽電池パネル	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	交換+使用後処理
		PCS	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	
		接続箱+配線	304kg-CO2	304kg-CO2	304kg-CO2	
		架台	kg-CO2	kg-CO2	kg-CO2	
		蓄電池	kg-CO2	kg-CO2	20,124kg-CO2	
	合計		-245,366kg-CO2	-245,366kg-CO2	-159,297kg-CO2	
	年平均		-3,775kg-CO2/年	-3,775kg-CO2/年	-2,451kg-CO2/年	
	単位出力当たり		-377kg-CO2/kW/年	-377kg-CO2/kW/年	-245kg-CO2/kW/年	
	CO2回収年数		3.2年	3.2年	5.5年	建設時CO2÷(年間発電×CO2原単位)

データシート (LCC02・LCC計算結果)

比較ケース		ケース a) 全量売電	ケース b) 余剰売電	ケース c) 蓄電池設置	備考	
LCC	初期建設工事	PV+PCS+架台+盤	3,690千円	3,690千円	3,690千円	アレイ+制御装置+架台+受電盤
		蓄電池	0千円	0千円	5,370千円	
	運用費	発電電力	-24,753千円	-11,338千円	-10,803千円	-売電量×売電単価×年数-買電量×買電単価×年数
		ピークカット	0千円	0千円	-6,388千円	
	修繕費	太陽電池パネル	1,576千円	1,576千円	1,576千円	(アレイ+制御装置+受電盤) × 修繕率 × 修繕回数
		PCS	381千円	381千円	381千円	
		接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
		架台	321千円	321千円	321千円	
	更新費	蓄電池	0千円	0千円	24,165千円	
		太陽電池パネル	5,288千円	5,288千円	5,288千円	
		PCS	3,359千円	3,359千円	3,359千円	
		接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
	架台	架台	0千円	0千円	0千円	
		蓄電池	0千円	0千円	11,170千円	
	合計		-10,138千円	3,277千円	38,129千円	
年平均費用		-156千円/年	50千円/年	587千円/年		
単位出力当たり		-15,597円/kW/年	5,042円/kW/年	58,661円/kW/年		
コスト回収年数		9.7年	21.2年	34.3年	建設 ÷ (年間売電量 × 売電単価)	
イニシャルコスト	太陽電池パネル	2,542千円	2,542千円	2,542千円		
	PCS	646千円	646千円	646千円		
	接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)		
	架台	502千円	502千円	502千円		
	蓄電池	0千円	0千円	5,370千円		
ランニングコスト	発電分	-381千円/年	-174千円/年	-166千円/年	-売電価格+買電価格	
	ピークカット分	0千円/年	0千円/年	-98千円/年		

- 文献1) NEDO: 「平成19~20年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書
太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)
- 文献2) 建築保全センター: 「平成17年版建築物のライフサイクルコスト」(2005)
- 文献3) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課:
「平成24年度 新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」(2013)
- 文献4) 日本建築学会, 建物のLCA指針~温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール~改訂版(2013)

データシート (LCCO2・LCC計算結果)

比較ケース	ケースa) 全量売電	ケースb) 余剰売電	ケースc) 蓄電池設置	備考		
計算条件	10kW	10kW	10kW			
定格出力	10kW	10kW	10kW			
PCS出力	0kVA	0kVA	0kVA			
変圧器容量	0kWh	0kWh	10kWh			
蓄電池容量	0kWh/年	0kWh/年	0kWh/年			
自家消費電力	0%	100%	100%			
自家消費比率	0.0kW	0.0kW	5.0kW			
ピークカット電力	100%	100%	86%	PCS充電：95%、蓄電池：95%、PCS放電：95%		
蓄電池充放電効率	65年	65年	65年	委員会共通条件		
評価対象期間	1年	1年	1年	委員会共通条件		
修繕周期	1%	1%	1%	委員会共通条件		
修繕率	10年	10年	10年	文献1)よりPCSを10年で交換		
更新周期	4%	4%	4%	文献2)のCO2評価では「使用後処理」で考慮		
更新時廃棄費用	8年	8年	8年	文献2)のMSEの値		
修繕周期	75%	75%	75%	文献2)のMSEの値		
修繕率	20年	20年	20年	文献2)のMSEの値		
更新周期	6%	6%	6%	文献2)のMSEの値		
更新時廃棄費用	254千円/kW	254千円/kW	254千円/kW	文献3)		
コスト (太陽電池パネル)	65千円/kW	65千円/kW	65千円/kW	文献3)		
コスト (PCS)	50千円/kW	50千円/kW	50千円/kW	文献3)		
コスト (架台)	537千円/kW	537千円/kW	537千円/kW	2003年委員会でのメーカ見積による独自設定		
コスト (蓄電池)	1,638円/kW	1,638円/kW	1,638円/kW	委員会共通条件		
電力料金 (基本料金)	15.83円/kWh	15.83円/kWh	15.83円/kWh	委員会共通条件		
電力料金 (従量料金)	34.56円/kWh	34.56円/kWh	34.56円/kWh	固定価格買取制度による (32円+消費税8%)		
電力料金 (買取料金)	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	委員会共通条件		
CO2原単位 (電力)	太陽電池パネル	太陽電池パネル	太陽電池パネル			
CO2原単位 (kWベース)	PCS	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
	接続箱+配線	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
	架台	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
	交換部品 (PCS)	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
	使用後処理	11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
	(重量ベース)蓄電池	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	文献4)	
蓄電池重量	0kg	0kg	1.670kg	2003年委員会での設定 (167kg/kW)		
年間発電電力量	11,019kWh/年	11,019kWh/年	11,019kWh/年			
年間蓄電電力量	0kWh/年	0kWh/年	3,650kWh/年	毎日全容量充電すると仮定		
年間発電電力量 (蓄電池損失分を削減)	11,019kWh/年	11,019kWh/年	10,499kWh/年			
エネルギー収支	0kWh/年	-11,019kWh/年	-10,499kWh/年	自家消費-発電×自家消費率		
発電電力量 (売るときプラス)	11,019kWh/年	0kWh/年	0kWh/年	発電×(1-自家消費率)		
電力収支 (マイナスは削減)	-11,019kWh/年	-11,019kWh/年	-10,499kWh/年	買電-売電		
LCCO2	修繕回数	太陽電池パネル	62回	62回	62回	更新年以外の年1回実施
		PCS	59回	59回	59回	
		接続箱+配線	62回	62回	62回	
		架台	64回	64回	64回	
		蓄電池	6回	6回	6回	
	更新回数	太陽電池パネル	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		PCS	5回	5回	5回	PCSは10年毎に交換
		接続箱+配線	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		架台	回	回	回	更新しない
		蓄電池	2回	2回	2回	
	建設	太陽電池パネル	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	アレイ+制御装置+架台+受電盤
		PCS	456kg-CO2	456kg-CO2	456kg-CO2	
		接続箱+配線	152kg-CO2	152kg-CO2	152kg-CO2	
		架台	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	
		蓄電池	kg-CO2	kg-CO2	9,492kg-CO2	
	運用	-290,796kg-CO2	-290,796kg-CO2	-277,058kg-CO2	発電電力量×CO2原単位	
	修繕	太陽電池パネル	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	制御装置×修繕率×回数
		PCS	269kg-CO2	269kg-CO2	269kg-CO2	
		接続箱+配線	94kg-CO2	94kg-CO2	94kg-CO2	
		架台	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	
		蓄電池	kg-CO2	kg-CO2	42,715kg-CO2	
	更新	太陽電池パネル	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	交換+使用後処理
		PCS	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	
		接続箱+配線	304kg-CO2	304kg-CO2	304kg-CO2	
		架台	kg-CO2	kg-CO2	kg-CO2	
蓄電池		kg-CO2	kg-CO2	20,124kg-CO2		
合計	-245,366kg-CO2	-245,366kg-CO2	-159,297kg-CO2			
年平均	-3,775kg-CO2/年	-3,775kg-CO2/年	-2,451kg-CO2/年			
単位出力当たり	-377kg-CO2/kW/年	-377kg-CO2/kW/年	-245kg-CO2/kW/年			
CO2回収年数	3.2年	3.2年	5.5年	建設時CO2÷(年間発電×CO2原単位)		

データシート (LCC02・LCC計算結果)	太陽電池モジュール容量を変えた場合
------------------------	-------------------

比較ケース		ケースa) 全量売電	ケースb) 余剰売電	ケースc) 蓄電池設置	備考	
LCC	初期建設工事	3,690千円	3,994千円	4,299千円	アレイ+制御装置+架台+受電盤	
		蓄電池	0千円	0千円	0千円	
	運用費	発電電力	-24,753千円	-27,320千円	-29,876千円	-売電量×売電単価×年数-買電量×買電単価×年数
		ピークカット	0千円	0千円	0千円	
	修繕費	太陽電池パネル	1,576千円	1,734千円	1,892千円	(アレイ+制御装置+受電盤)×修繕率×修繕回数
		PCS	381千円	381千円	381千円	
		接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
		架台	321千円	353千円	385千円	
	更新費	蓄電池	0千円	0千円	0千円	
		太陽電池パネル	5,288千円	5,817千円	6,346千円	
		PCS	3,359千円	3,359千円	3,359千円	
		接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
		架台	0千円	0千円	0千円	
		蓄電池	0千円	0千円	0千円	
合計	-10,138千円	-11,681千円	-13,214千円			
年平均費用	-156千円/年	-180千円/年	-203千円/年			
単位出力当たり	-15,597円/kW/年	-16,337円/kW/年	-16,941円/kW/年			
コスト回収年数	9.7年	9.5年	9.4年	建設÷(年間売電量×売電単価)		
イニシャルコスト	太陽電池パネル	2,542千円	2,797千円	3,051千円		
	PCS	646千円	646千円	646千円		
	接続箱+配線	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)		
	架台	502千円	552千円	602千円		
	蓄電池	0千円	0千円	0千円		
ランニングコスト	発電分	-381千円/年	-420千円/年	-460千円/年	-売電価格+買電価格	
	ピークカット分	0千円/年	0千円/年	0千円/年		

- 文献1) NEDO: 「平成19~20年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書
太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)
- 文献2) 建築保全センター: 「平成17年版建築物のライフサイクルコスト」(2005)
- 文献3) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課:
「平成24年度 新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」(2013)
- 文献4) 日本建築学会, 建物のLCA指針~温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール~改訂版(2013)

データシート (LCCO2・LCC計算結果)

蓄電池のピークカット効果を変えた場合

比較ケース		ケース c0)	ケース c)	ケース c1)	備考	
		ピークカット効果2.5kW	ピークカット効果5kW	ピークカット効果10kW		
計算条件	定格出力	10kW	10kW	10kW		
	PCS出力	10kW	10kW	10kW		
	変圧器容量	0kVA	0kVA	0kVA		
	蓄電池容量	10kWh	10kWh	10kWh		
	自家消費電力	0kWh/年	0kWh/年	0kWh/年		
	自家消費比率	100%	100%	100%		
	ピークカット電力	2.5kW	5.0kW	10.0kW		
	蓄電池充放電効率	86%	86%	86%	PCS充電：95%、蓄電池：95%、PCS放電：95%	
	評価対象期間	65年	65年	65年	委員会共通条件	
	修繕周期	1年	1年	1年	委員会共通条件	
	修繕率	1%	1%	1%	委員会共通条件	
	更新周期	10年	10年	10年	文献1)よりPCSを10年で交換	
	更新時廃棄費用	4%	4%	4%	文献2) (CO2評価では「使用後処理」で考慮)	
	修繕周期	8年	8年	8年	文献2)のMSEの値	
	修繕率	75%	75%	75%	文献2)のMSEの値	
	更新周期	20年	20年	20年	文献2)のMSEの値	
	更新時廃棄費用	6%	6%	6%	文献2)のMSEの値	
	コスト (太陽電池パネル)	254千円/kW	254千円/kW	254千円/kW	文献3)	
	コスト (PCS)	65千円/kW	65千円/kW	65千円/kW	文献3)	
	コスト (架台)	50千円/kW	50千円/kW	50千円/kW	文献3)	
	コスト (蓄電池)	537千円/kW	537千円/kW	537千円/kW	2003年委員会でのメーカ見積による独自設定	
	電力料金 (基本料金)	1,638円/kW	1,638円/kW	1,638円/kW	委員会共通条件	
	電力料金 (従量料金)	15.83円/kWh	15.83円/kWh	15.83円/kWh	委員会共通条件	
	電力料金 (買取料金)	34.56円/kWh	34.56円/kWh	34.56円/kWh	固定価格買取制度による (32円+消費税8%)	
	CO2原単位 (電力)	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	委員会共通条件	
	CO2原単位 (kWベース)	太陽電池パネル	984.7kg-CO2/kW	984.7kg-CO2/kW	984.7kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		PCS	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	45.6kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		接続箱+配線	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	15.2kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		架台	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	365.3kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
		交換部品 (PCS)	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	45.1kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定
使用後処理		11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	11.8kg-CO2/kW	文献1)をもとに設定	
(重量ベース)	蓄電池	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	5.684kg-CO2/kg	文献4)	
	蓄電池重量	1,670kg	1,670kg	1,670kg	2003年委員会での設定 (167kg/kW)	
年間発電量	11,019kWh/年	11,019kWh/年	11,019kWh/年			
年間蓄電電力量	3,650kWh/年	3,650kWh/年	3,650kWh/年	毎日全容量充電すると仮定		
年間発電量 (蓄電池損失分を削減)	10,499kWh/年	10,499kWh/年	10,499kWh/年			
エネルギー収支	発電電力量の変化 (減るときマイナス)	-10,499kWh/年	-10,499kWh/年	-10,499kWh/年	自家消費-発電×自家消費率	
	売電電力量 (売るときプラス)	0kWh/年	0kWh/年	0kWh/年	発電×(1-自家消費率)	
	電力収支 (マイナスは削減)	-10,499kWh/年	-10,499kWh/年	-10,499kWh/年	買電-売電	
LCCO2	修繕回数	太陽電池パネル	62回	62回	62回	更新年以外の年1回実施
		PCS	59回	59回	59回	
		接続箱+配線	62回	62回	62回	
		架台	64回	64回	64回	
		蓄電池	6回	6回	6回	
	更新回数	太陽電池パネル	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		PCS	5回	5回	5回	PCSは10年毎に交換
		接続箱+配線	2回	2回	2回	全更新時にのみ更新
		架台	回	回	回	更新しない
		蓄電池	2回	2回	2回	
	建設	太陽電池パネル	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	9,847kg-CO2	アレイ+制御装置+架台+受電盤
		PCS	456kg-CO2	456kg-CO2	456kg-CO2	
		接続箱+配線	152kg-CO2	152kg-CO2	152kg-CO2	
		架台	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	3,653kg-CO2	
		蓄電池	9,492kg-CO2	9,492kg-CO2	9,492kg-CO2	
	運用		-277,058kg-CO2	-277,058kg-CO2	-277,058kg-CO2	発電電力量×CO2原単位
	修繕	太陽電池パネル	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	6,105kg-CO2	制御装置×修繕率×回数
		PCS	269kg-CO2	269kg-CO2	269kg-CO2	
		接続箱+配線	94kg-CO2	94kg-CO2	94kg-CO2	
		架台	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	2,338kg-CO2	
		蓄電池	42,715kg-CO2	42,715kg-CO2	42,715kg-CO2	
	更新	太陽電池パネル	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	19,929kg-CO2	交換+使用後処理
		PCS	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	2,282kg-CO2	
		接続箱+配線	304kg-CO2	304kg-CO2	304kg-CO2	
架台		kg-CO2	kg-CO2	kg-CO2		
蓄電池		20,124kg-CO2	20,124kg-CO2	20,124kg-CO2		
合計		-159,297kg-CO2	-159,297kg-CO2	-159,297kg-CO2		
年平均		-2,451kg-CO2/年	-2,451kg-CO2/年	-2,451kg-CO2/年		
単位出力当たり		-245kg-CO2/kWh/年	-245kg-CO2/kWh/年	-245kg-CO2/kWh/年		
CO2回収年数		5.5年	5.5年	5.5年	建設時CO2÷(年間発電×CO2原単位)	

データシート (LCC02・LCC計算結果) 蓄電池のピークカット効果を変えた場合

比較ケース		ケースa) 全量売電	ケースb) 余剰売電	ケースc) 蓄電池設置	備考	
LCC	初期建設工事	PV+PCS+架台+盤 3,690千円	3,690千円	3,690千円	アレイ+制御装置+架台+受電盤	
		蓄電池 5,370千円	5,370千円	5,370千円		
	運用費	発電電力 -10,803千円	-10,803千円	-10,803千円	-売電量×売電単価×年数-買電量×買電単価×年数	
		ピークカット -3,194千円	-6,388千円	-12,776千円		
	修繕費	太陽電池パネル 1,576千円	1,576千円	1,576千円	1,576千円	(アレイ+制御装置+受電盤)×修繕率×修繕回数
		PCS 381千円	381千円	381千円	381千円	
		接続箱+配線 (PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
		架台 321千円	321千円	321千円	321千円	
	更新費	蓄電池 24,165千円	24,165千円	24,165千円	24,165千円	
		太陽電池パネル 5,288千円	5,288千円	5,288千円	5,288千円	
		PCS 3,359千円	3,359千円	3,359千円	3,359千円	
		接続箱+配線 (PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	
		架台 0千円	0千円	0千円	0千円	
		蓄電池 11,170千円	11,170千円	11,170千円	11,170千円	
合計	41,324千円	38,129千円	31,741千円			
年平均費用	636千円/年	587千円/年	488千円/年			
単位出力当たり	63,575円/kW/年	58,661円/kW/年	48,833円/kW/年			
コスト回収年数	42.1年	34.3年	25.0年	建設÷(年間売電量×売電単価)		
イニシャルコスト	太陽電池パネル 2,542千円	2,542千円	2,542千円	2,542千円		
	PCS 646千円	646千円	646千円	646千円		
	接続箱+配線 (PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)	(PCSに込み)		
	架台 502千円	502千円	502千円	502千円		
	蓄電池 5,370千円	5,370千円	5,370千円	5,370千円		
ランニングコスト	発電分 -166千円/年	-166千円/年	-166千円/年	-166千円/年	-売電価格+買電価格	
	ピークカット分 -49千円/年	-98千円/年	-197千円/年			

文献1) NEDO: 「平成19~20年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書
太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)
文献2) 建築保全センター: 「平成17年版建築物のライフサイクルコスト」(2005)
文献3) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課:
「平成24年度 新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」(2013)
文献4) 日本建築学会, 建物のLCA指針~温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール~改訂版(2013)

資料編

建設、更新、廃棄時 CO2 原単位の設定

資料編文献 1) をもとに表 1 のとおり設定した。表中の文献値とは資料編文献 1) に記載された部材別の発電出力 (kW) あたりの原単位である。これをもとに、計算上の便宜を図るため、輸送に係る原単位を部材毎の CO2 排出量比で按分した値 (表中の設定値) を用いた。以下にこれらの算出根拠を記載する。

(1) パネル製造・輸送

資料編文献 1) にある表 2 より、多結晶 Si のモジュール製造 927.7kg-CO2/kW と製品輸送の 12.5 kg-CO2/kW の値をそのまま使用し、輸送込の原単位として $927.7 + 12.5 = 940.2$ に設定した。

表 1 建設・更新・廃棄時の CO2 原単位

部材の分類		CO2 原単位 [kg-CO2/kW]		
		文献値	設定値 (輸送込)	
パネル	製造	927.2	984.7	
	輸送	12.5		
周辺機器	製造	PCS	42.9	45.6
		接続箱	2.8	15.2
		配線材料	11.5	
		架台	343.1	
	輸送	25.9	部材毎按分	
交換部品供給 (PCS)		45.8	45.8	
使用後処理		11.8	11.8	

表 2 太陽電池モジュールのライフサイクルにおける CO2 排出量 (資料編文献 1) より引用)

		多結晶 Si	単結晶 Si
モジュール製造		927.7	1,352.8
製品輸送		12.5	12.7
使用後処理	基本ケース/ リサイクル効果考慮ケース	2.1	2.1
	リサイクル促進ケース	49.1	45.3
リサイクル効果	基本ケース	-	-
	リサイクル効果考慮ケース	-64.6	-93.2
	リサイクル促進ケース	-273.2	-311.2
合計	基本ケース	987.3	1,367.7
	リサイクル効果考慮ケース	922.7	1,274.4
	リサイクル促進ケース	761.1	1,099.7

(2) 周辺機器製造・輸送

資料編文献 1) にある表 3 では、周辺機器をパワーコンディショナ (PCS)・接続箱・アレイ架台・配線材料の 4 種類に区別し、モジュール容量 10.03kW の想定システムの CO2 排出量を kg-CO2 値で求めている。また、製品輸送を周辺機器全体の値で求めている。そこで、これらの値をモジュール容量で割り、kW 単位の原単位を求めた。

次に、本検討では PCS のみ 10 年周期、他の機器を 20 年周期で更新するため、周辺機器別に輸送も含めた原単位を設定する必要がある。そこで、ここでは輸送時の CO2 排出量は製品輸送の CO2 原単位を周辺機器の CO2 排出量比で案分して周辺機器の製造時原単位に足し合わせて設定した。例えば、アレイ架台の CO2 原単位は、次式のとおり求められる。

$$343.1 + 25.9 \times 343.1 / (42.9 + 2.8 + 11.5 + 343.1) = 365.3$$

なお、更新時の PCS の CO2 排出量には、表 3 中の「交換部品供給 (PCS)」の排出量を kW 単位とした値を使用した。

また、資料編文献 1) の表 3 にある使用後処理の排出量を kW あたりに換算し、更新時に考慮するものとした。

表 3 周辺機器 (BOS) のライフサイクルにおける CO2 排出量 (資料編文献 1) より引用)

		多結晶 Si	単結晶 Si
BOS 製造	パワーコンディショナ	429.81	429.81
	接続箱	28.34	28.34
	アレイ架台	3,440.80	3,298.93
	配線材料	114.92	114.75
製品輸送		260.18	251.39
交換部品供給 (パワーコンディショナ)		459.70	459.70
使用後処理		96.51	92.93
合計		4,822.06	4,667.66
リサイクル効果	鉄	-2,214.02	-2,135.82
	アルミ	-72.87	-72.87
	銅	-60.92	-60.90
	プラスチック	-27.47	-27.39
	合計	-2,375.28	-2,296.96
差し引き 計		2,446.78	2,370.70

建設時コストの設定

本検討では、建設時コストを表4のとおり設定した。これは、資料編文献2)に記載された平成26年度の固定価格買取制度の買取単価の設定根拠として示されたコストデータのうち、10kW～50kWの平成25年10月～12月期の平均値である369千円/kWを、資料編文献3)における部材別コストデータの比率で按分したものである。また、蓄電池コストには、資料編文献4)で使用されている値を用いた。以下に設定根拠を示す。

表4 建設時のコスト原単位

分類	原単位
太陽電池モジュール	254.2千円/kW
PCS	64.6千円/kW
架台	50.2千円/kW
蓄電池	537.0千円/kWh

**表5 太陽光発電のコストデータ
(資料編文献2)より引用)**

10kW～50kW未満		
運転開始時期	平均値	件数
平成24年7-9月期	47.2万円/kW	875件
平成24年10-12月期	43.6万円/kW	4854件
平成25年1-3月期	41.2万円/kW	8696件
平成25年4-6月期	39.0万円/kW	7620件
平成25年7-9月期	38.0万円/kW	7248件
平成25年10-12月期	36.9万円/kW	2322件

-6.7万円

**表6 太陽光発電の部材別コストデータ
(資料編文献3)より引用)**

平成22年度地域新エネルギー等導入促進事業におけるシステム出力別平均価格と件数(補助金交付申請時)

単位: 価格(千円/kW)・件数(件)

容量範囲	太陽電池	パワコン	架台	工事	合計	件数
10kW～19kW	370	94	73	158	695	178
20～49kW	363	102	75	140	680	88
50～99kW	335	100	82	173	690	78
100～199kW	307	87	55	175	624	35
200～499kW	314	87	66	148	615	17
500～999kW	-	-	-	-	-	-
平均(件数は合計)	331	93	70	160	654	396

出典: 新エネルギー導入促進協議会

太陽光発電システム全体のコストを、表5より369千円/kWとした。この全体コストを、表6の10kW～19kWの各部材別コストの比率で按分し、太陽電池、パワーコンディショナ(PCS)、架台の部材別コストを求めた。具体的には次のとおりである。

太陽電池モジュール

$$369 \times 370 / (370 + 94 + 73) = 254.2 \text{ [千円/kW]}$$

PCS

$$369 \times 94 / (370 + 94 + 73) = 64.6 \text{ [千円/kW]}$$

架台

$$369 \times 73 / (370 + 94 + 73) = 50.2 \text{ [千円/kW]}$$

蓄電池設置によるピークカット効果の設定

(1) ピークカット効果の計算方法

本検討では、事務所ビルにおいて実測したロードカーブを用いて、蓄電池設置によるピークカット効果を定量的に設定する。具体的な設定方法を、以下に説明する。

図 6 は、3 件の事務所ビルにおける、30 分毎の 1 週間の受電点電力の実測例である。いずれも契約電力が 100kW 程度の小規模ビルである。例えば X ビルでは、ピーク電力は 80kW である。この X ビルに蓄電池を導入し、目標値を 50kW としてピークカットを行う場合、1 日目は図 1 中の P1[kWh] の電力量を蓄電池によってまかなうことが必要である。同様に 2 日目は P2[kWh]、N 日目は PN[kWh] である。この計算を 1 年間 (365 日) の実測ロードカーブに対して実施し、P1~P365 の最大値を、必要な蓄電池容量であると考ええる。

(2) 実測データを用いたピークカット効果計算

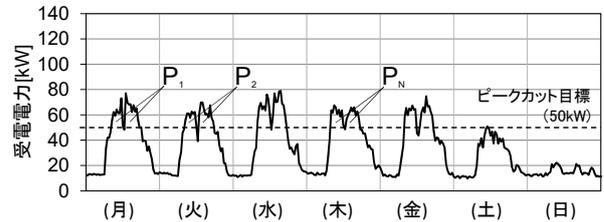
図 7 の実測例を用いて具体的な計算を実施した。X ビルは夏季に最大電力が発生し、昼間の電力は昼休みを除き大きな変化がない。Y ビルは冬季に最大電力が発生し、1 日のうちでは朝方に最大電力が発生する。Z ビルでは、事業内容の関係で営業時間帯後に機器類への充電のために 18 時以降の夜間に最大電力が発生する。

これら 3 件の 1 年間の実測データに対し、前項 (1) に示した考え方に従い、ピークカット目標値を変化させて、必要な蓄電池容量を求めた。その結果を、横軸に求められた蓄電池容量、縦軸に削減できるピーク電力 (= 最大需要電力 - ピークカット目標値) を取った散布図として図 8 に示す。図より、同じ 10kWh の蓄電池を設置した場合でも、X ビルと Y ビルでは 7kW 程度のピークカット効果であるのに対して、Z ビルでは 13kW のピークカット効果がある。ただし、Z ビルには夜間負荷があるため、使用状況が特殊であると考えられる。これを踏まえ、10kWh の蓄電池を設置した場合のピークカット効果を、標準的なビルでは 5kW、より効果が期待できるビルでは 10kW と設定する。

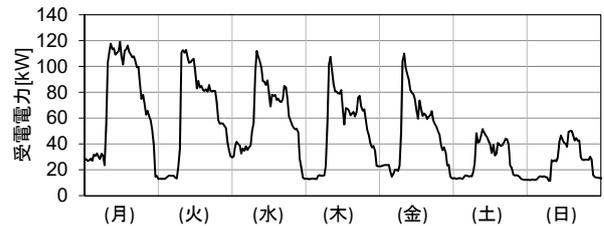
(3) 蓄電池の運用方法

年間を通じた蓄電池の運用方法の考え方を述べる。ロードカーブの形状にもよるが、ピークカットの目的を電力の基本料金削減のみに限定する場合には、年間の最大電力発生時期にのみ蓄電池を使用すればよい。ただし、本検討では設備の有効

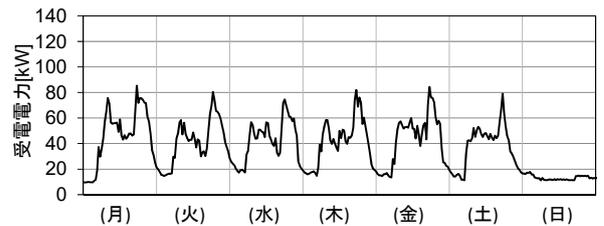
利用や電力平準化も考慮し、毎日 22 時から翌朝 8 時までに蓄電池を全容量充電し、当日 8 時から 22 時までに全電力量を放電する理想的な運用がされるものとする。



(a) X ビル (8 月)



(b) Y ビル (2 月)



(c) Z ビル (2 月)

図 7 事務所ビルの受電点ロードカーブの例

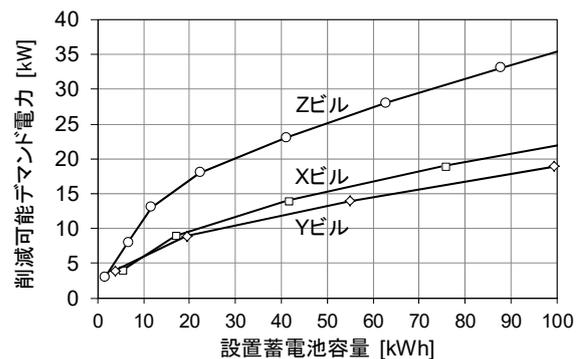


図 8 設置蓄電池容量と削減可能電力の関係

検討ケース 5	太陽光発電システム	自然エネルギーの利用
---------	-----------	------------

資料編 参考文献・出典

- 1) NEDO：「平成 19～20 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」（2009）
- 2) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部：「最近の太陽光発電市場の動向及び前回のご指摘事項について」，調達価格等算定委員会第 13 回配布資料（2014）
- 3) 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課：「平成 24 年度 新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」（2013）
- 4) 電気設備学会：IEIEJ-B-0030「地球環境を考慮した電気設備」委員会報告書（2003）