

沖縄リゾートホテルでのマイクログリッド

東京大学大学院 工学系研究科

修士二年 田口拓弥



沖縄名護市のリゾートホテルで検討

所在地: 沖縄県名護市

客室数: 304室

面積: 80万坪 (2.6km²)

年間電力需要: 6.7GWh/year (一般家庭 1,900世帯分)

年間電力ピーク: 1.3MW (8月3日 20:00~21:00)

- 平成23年にメガソーラー1MWを導入
- 高圧6,600Vで一括受電



沖縄電力は電気料金が比較的高い

電力会社ごとの電気料金を比較した。

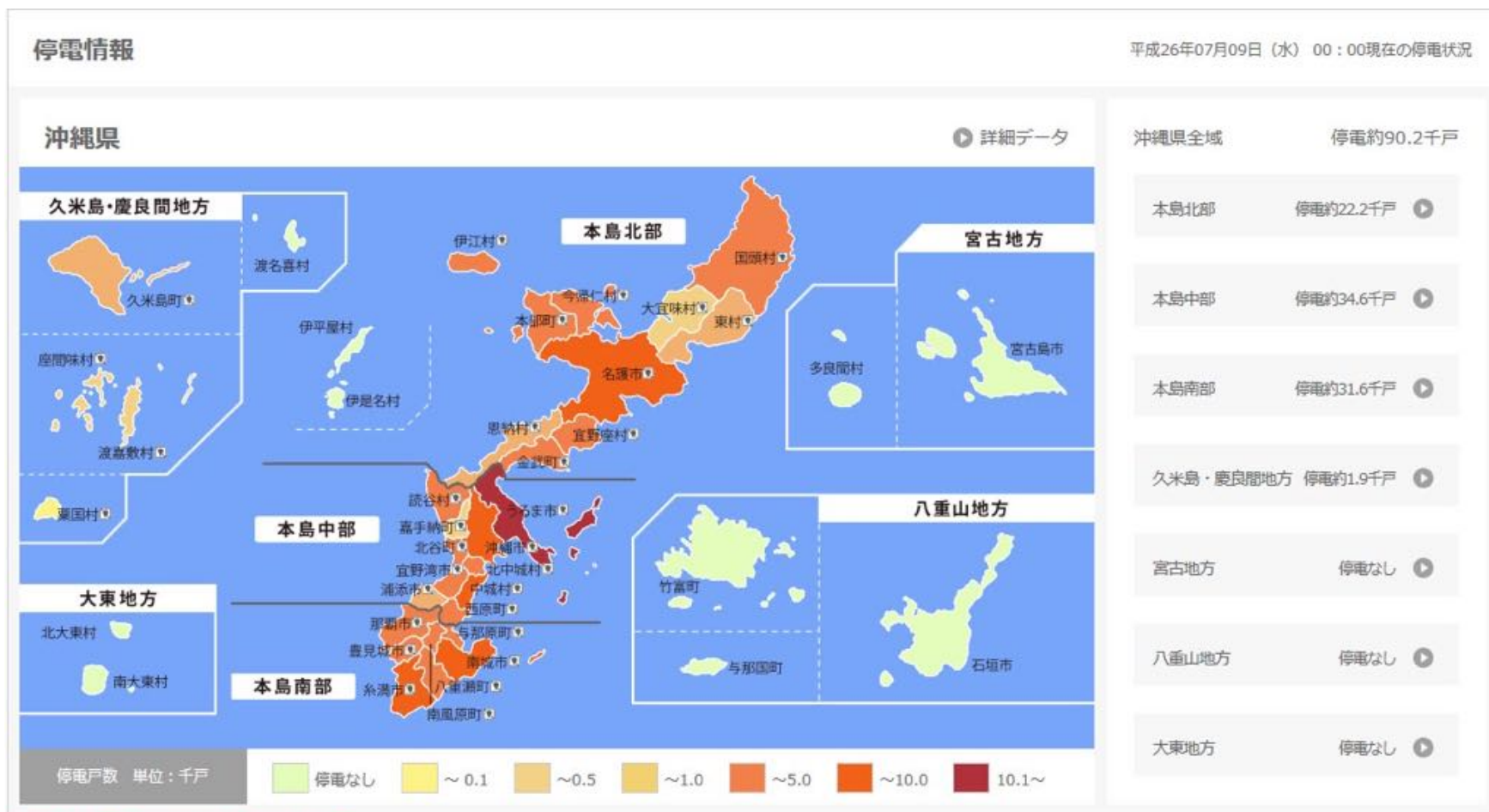
基本料金・電力量料金ともに沖縄電力は比較的高く、電力のピークカット効果が大い。

電気料金の電力会社比較（高圧6,600V供給、500kW以上）

	基本料金 (円/kW・月)	電力量料金 (円/kWh)	
		夏季	その他
九州電力	2,008.80	12.72	11.81
北海道電力	1,836.00	18.12	18.12
中部電力	1,809.26	15.84	14.86
関西電力	1,733.40	17.22	16.17
沖縄電力	1,711.80	16.79	15.34
中国電力	1,701.00	14.01	12.80
東京電力	1,684.80	17.13	15.99
東北電力	1,630.80	16.51	15.34
北陸電力	1,555.20	11.47	10.48
四国電力	1,518.17	15.06	13.89

沖縄は停電が多く、BCPの観点からも必要度が高い

沖縄は台風被害を受けやすいため、停電のリスクが高い。
沖縄電力からの供給が停止しても、ある程度電力を自給自足できることが必要である。



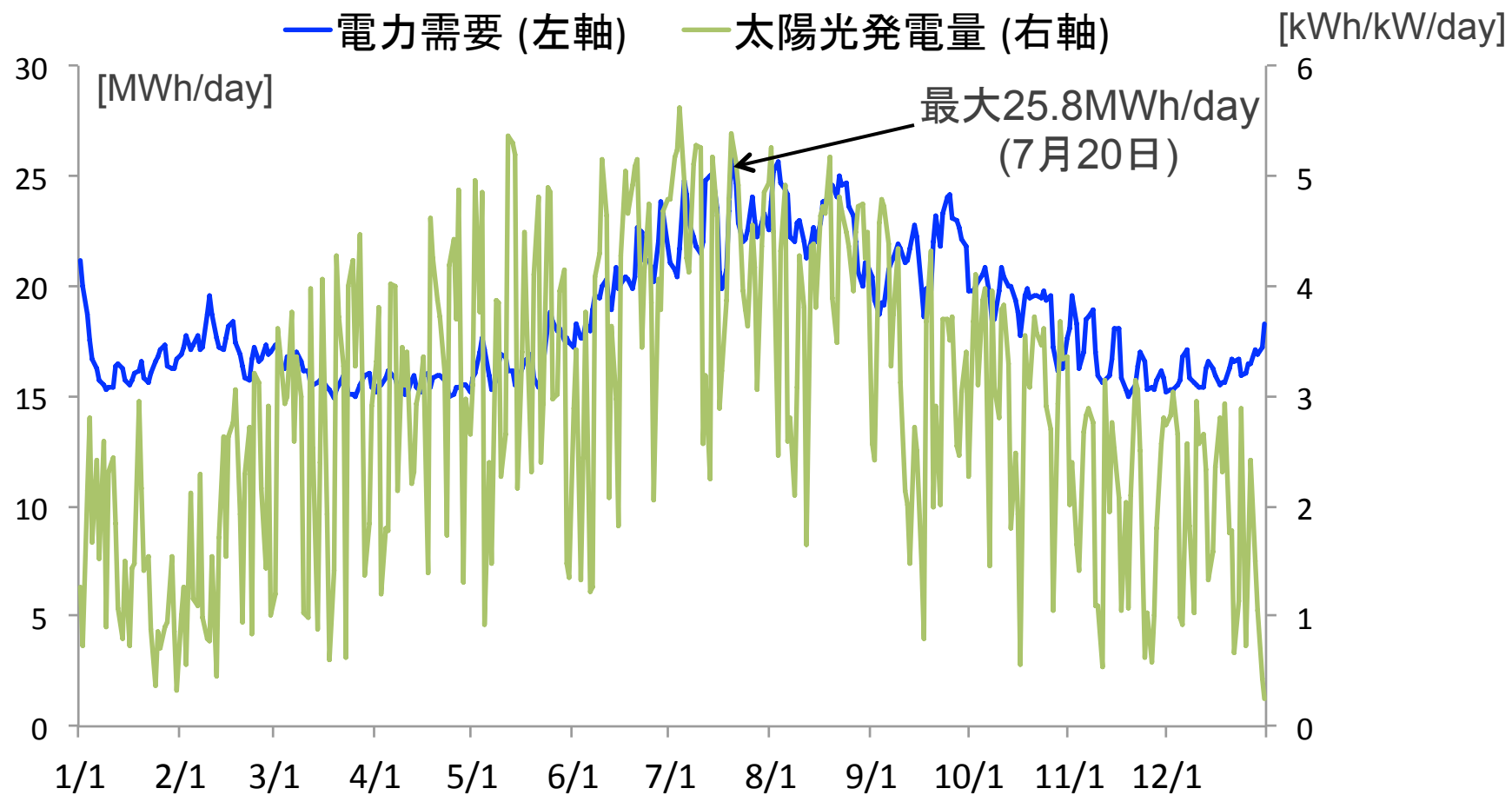
※四捨五入の関係で合計が合わない場合があります。

検討するリゾートホテルの電力需要変動(季節変動)

夏場の電力需要が高く、太陽光発電との相性が良い。

日次最大電力需要は25.8MWh (7月20日)

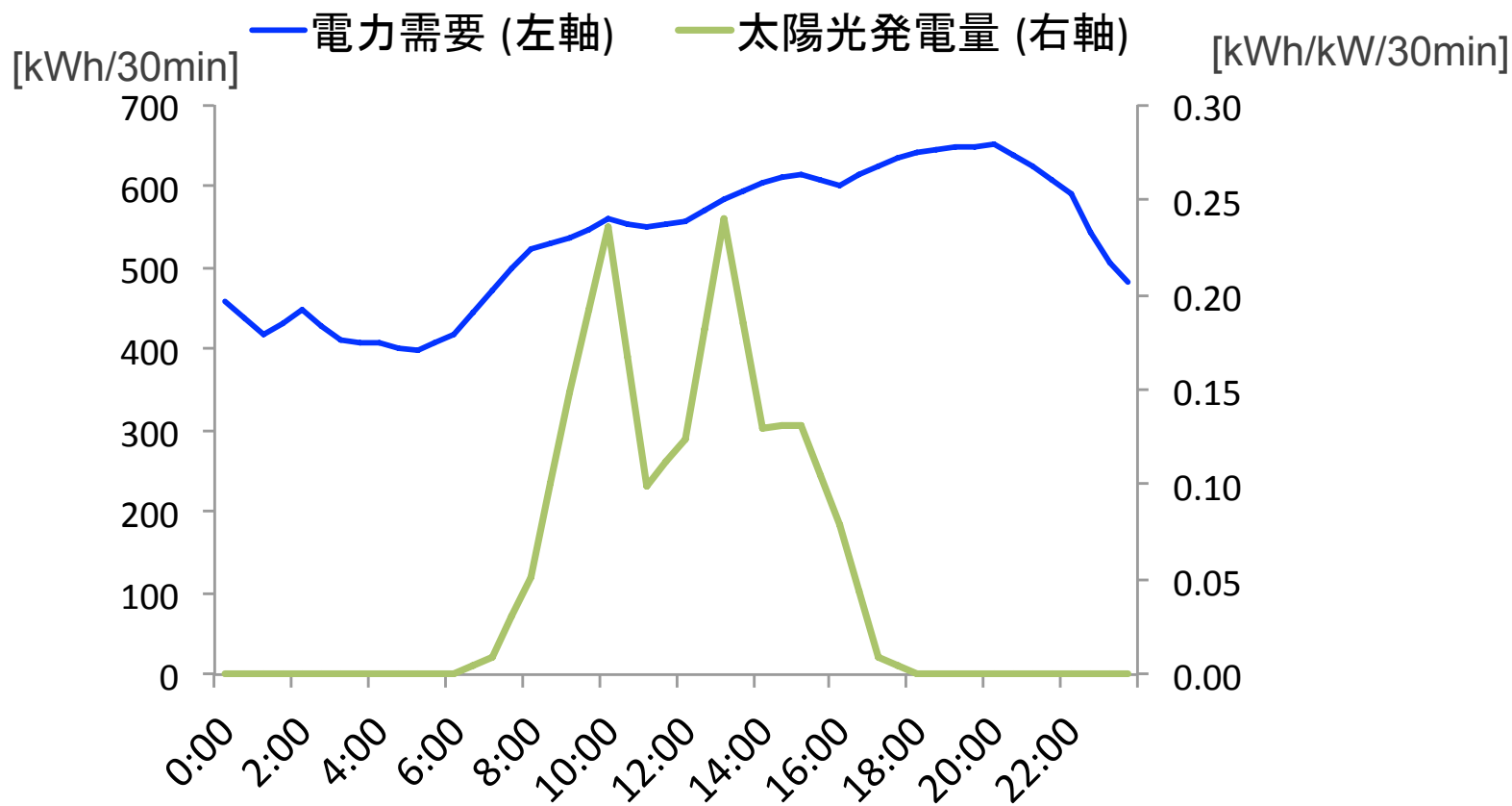
日次電力需要と日射量



検討するリゾートホテルの電力需要変動(昼夜変動)

夕方～夜にかけて電力需要がピークになるため、効果的に太陽光発電を利用するにはバッテリー等による制御が不可欠

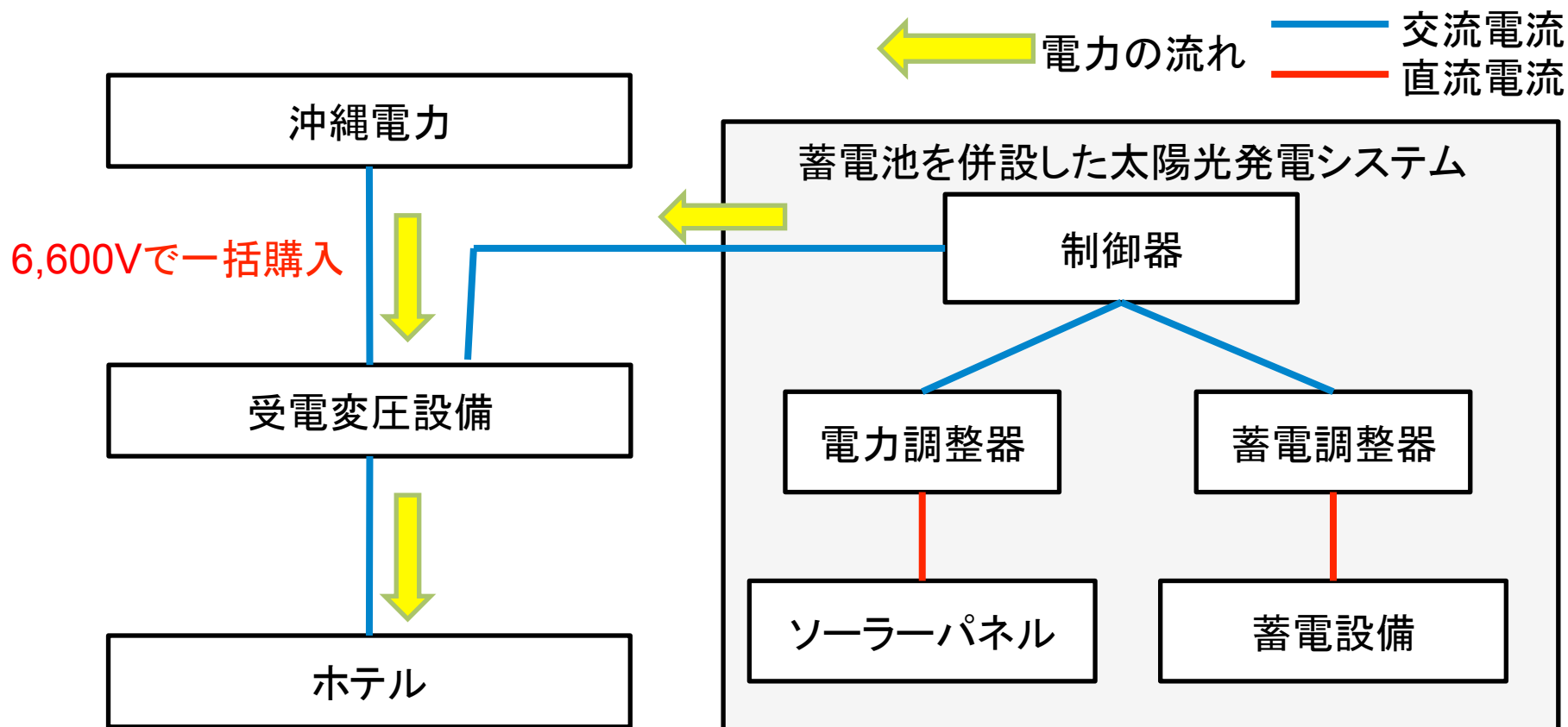
電力需要変動(8月3日)



システムの概要

当ホテルで検討するシステム概要

- ❖ 系統(沖縄電力)から6,600Vで一括購入 → 中央配電棟から各施設へ配電
- ❖ 蓄電池を併設した太陽光発電システム
- ❖ 中央配電棟で、配電、環境対応、レジリエンス能力を持ち集中管理



目次

1. 背景と検討の目的
2. システムの概要
3. EMSシミュレーションと導入効果
4. 採算性検討
5. 停電時のレジリエンス能力
6. まとめ

シミュレーション条件

(PV, 蓄電池) = (1MW, 1MWh), (2MW, 2MWh) の2通りを以下の条件において、それぞれ導入した場合の効果を、電力マネジメントシミュレーションCSSDを用いて検証する。

経済性評価に用いる条件	単位	値
単価 PV	円/kW	230,000
蓄電池	円/kWh	110,000 or 150,000
EMS	円	35,000,000
補助金 PV		3/4
蓄電池		3/4
EMS		3/4
メンテナンス費 PV	%	3%
蓄電池	%	3%
EMS	%	5% (最初5年間はメンテ無し)
基本料金	円/kW	1,712
電力量料金	円/kWh	15.3

設備耐用年数: 15年

導入による電力指標

電力量に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
総需要量	MWh	6,737	6,737	6,737
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の割合		-	15.6%	31.3%
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の割合		-	5.4%	10.8%
PV総発電量	MWh	-	1,053	2,106
総系統供給量	MWh	6,737	5,684	4,797
系統供給量削減量	MWh	-	1,053	1,940
系統供給量削減率	%	-	15.6	28.8
系統電力ピーク	kW	1,303	1,122	989
系統電力ピーク削減量	kW	-	180.6	314.5
系統電力ピークカット率	%	-	13.9	24.1
総逆潮流量	MWh	0	0.0	166.4
PV発電量に対する逆潮流量比率	%	-	0.0	7.9
充電回転率	%	-	65.3	64.2
放電回転率	%	-	65.3	64.3
SOC利用率	%	-	69.3	68.5
充電帯域70%以上滞在比率	%	-	25.7	21.7

導入による電力指標

系統供給量(沖縄電力からの電力購入量)

電力量に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
総需要量	MWh	6,737	6,737	6,737
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の割合		-	15.6%	31.3%
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の割合		-	5.4%	10.8%
PV総発電量	MWh	-	1,053	2,106
総系統供給量	MWh	6,737	5,684	4,797
系統供給量削減量	MWh	-	1,053	1,940
系統供給量削減率	%	-	15.6	28.8
系統電力ピーク	kW	1,303	1,122	989
系統電力ピーク削減量	kW	-		
系統電力ピークカット率	%	-		
総逆潮流量	MWh	0		
PV発電量に対する逆潮流量比率	%	-		
充電回転率	%	-	65.3	64.2
放電回転率	%	-	65.3	64.3
SOC利用率	%	-	69.3	68.5
充電帯域70%以上滞在比率	%	-	25.7	21.7

ケース1でも15.6%の削減率と効果が確認できる

導入による電力指標

系統電力ピーク(沖縄電力からの電力購入量ピーク [1時間値])

電力量に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
総需要量	MWh	6,737	6,737	6,737
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の割合		-	15.6%	31.3%
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の割合		-	5.4%	10.8%
PV総発電量	MWh	-	1,053	2,106
総系統供給量	MWh	6,737	5,684	4,797
系統供給量削減量	MWh	-	1,053	1,940
系統供給量削減率	%	-	15.6	28.8
系統電力ピーク	kW	1,303	1,122	989
系統電力ピーク削減量	kW	-	180.6	314.5
系統電力ピークカット率	%	-	13.9	24.1
総逆潮流量	MWh	0		
PV発電量に対する逆潮流量比率	%	-		
充電回転率	%	-	65.3	64.2
放電回転率	%	-	65.3	64.3
SOC利用率	%	-	69.3	68.5
充電帯域70%以上滞在比率	%	-	25.7	21.7

効果が確認できる

導入による電力指標

逆潮流量

電力量に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
総需要量	MWh	6,737	6,737	6,737
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の割合		-	15.6%	31.3%
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の割合		-	5.4%	10.8%
PV総発電量	MWh	-	1,053	2,106
総系統供給量	MWh	6,737	5,684	4,797
系統供給量削減量	MWh	-	1,053	1,940
系統供給量削減率	%	-	15.6	28.8
系統電力ピーク	kW	1,303	1,122	989
系統電力ピーク削減量	kW	-	180.6	314.5
系統電力ピークカット率	%	-	13.9	24.1
総逆潮流量	MWh	0	0.0	166.4
PV発電量に対する逆潮流量比率	%	-	0.0	7.9
充電回転率				
放電回転率				
SOC利用率				
充電帯域70%以上滞在比率	%	-	25.7	21.7

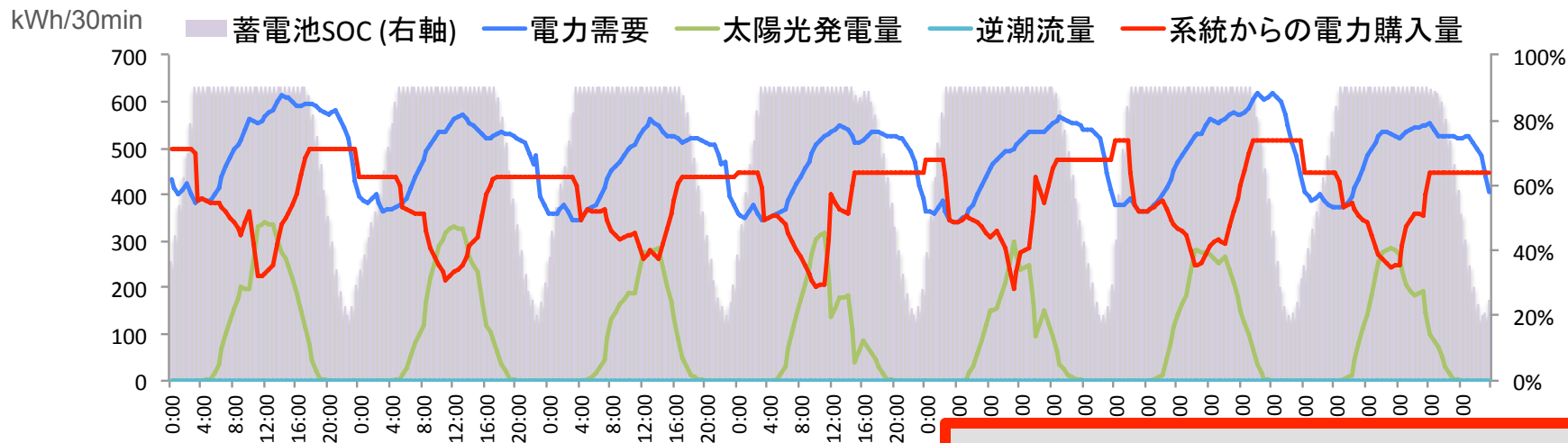
ケース1では逆潮流は発生していないが、
ケース2では太陽光発電量の約8%を損失している

季節別の電ママネジメント指標推移

ケース1 (PV, Lib) = (1MW, 1MWh)

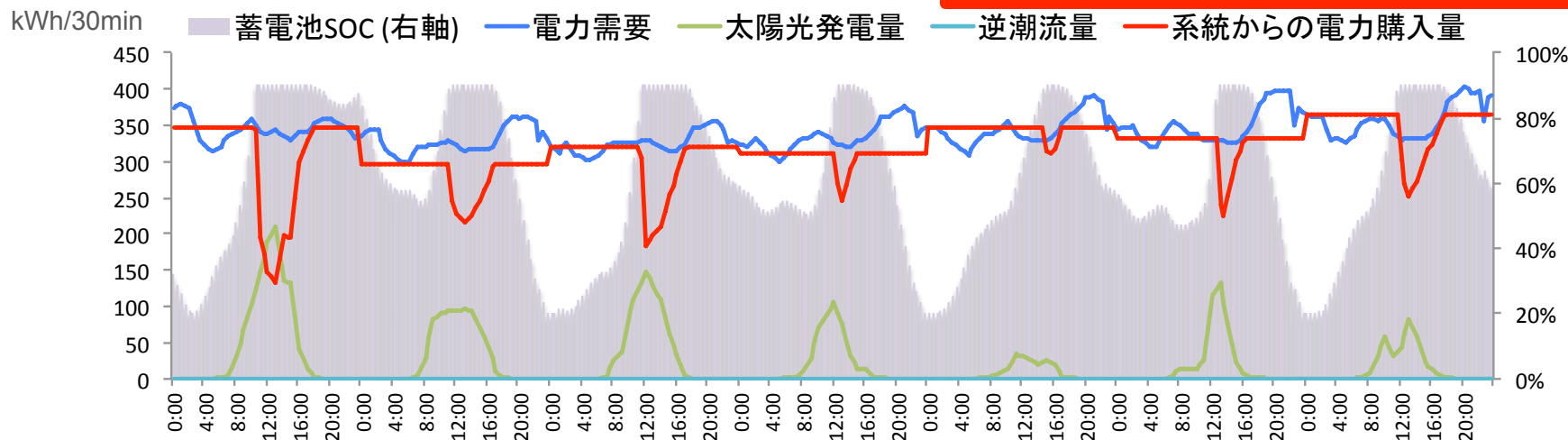
夏場は天気が安定し日射量も多いので、ピークカット効果大

夏季 (7月20日~26日)



需要の昼夜変動が小さく、PV発電量
が小さいため、細かなピークをカット

冬季 (1月20日~26日)



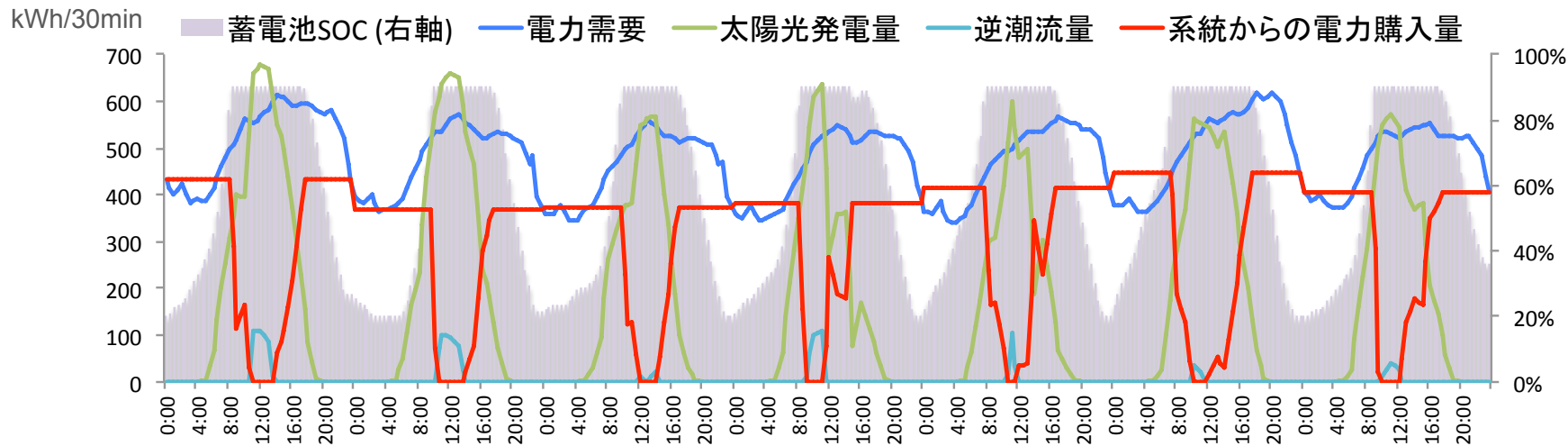
蓄電池充放電範囲 20%~90%

季節別の電マネジメメント指標推移

ケース2 (PV, Lib) = (2MW, 2MWh)

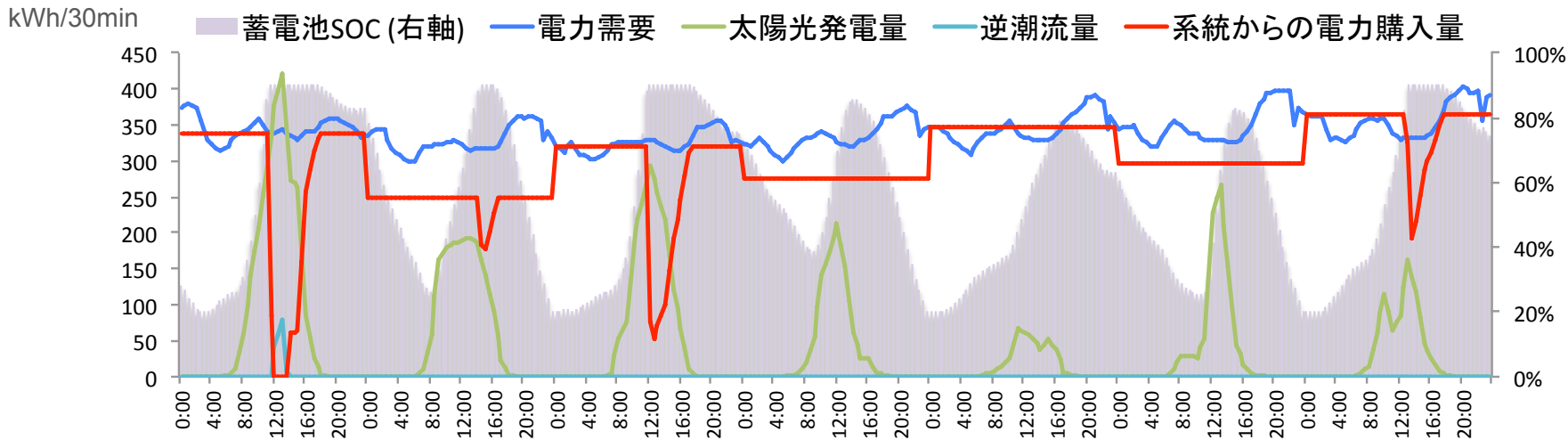
PV発電量(需要の32%)が大きく、昼間は逆潮流が発生→出力抑制が必要

夏季 (7月20日～26日)



冬季でも晴天時は逆潮流発生する場合もあり

冬季 (1月20日～26日)



蓄電池充放電範囲 20%~90%

目次

1. 背景と検討の目的
2. システムの概要
3. EMSシミュレーションと導入効果
4. 採算性検討
5. 停電時のレジリエンス能力
6. まとめ

導入による経済性指標

経済性評価に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の	日分	-	0.16	0.31
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の	日分	-	0.05	0.11
電力料金	百万円/年	130.1	110.2	93.9
うち従量料金	百万円/年	103.3	87.2	73.6
うち契約料金	百万円/年	26.8	23.1	20.3
電力料金削減額	百万円/年	-	19.9	36.2
うち従量料金削減額	百万円/年	-	16.2	29.8
うち契約料金削減額	百万円/年	-	3.7	6.5
電力料金削減率	%	-	15.3	27.8
うち従量料金削減率	%	-	15.6	28.8
うち契約料金削減率	%	-	13.9	24.1

経済性評価に関する項目	単位	ケース0(未導入)	ケース1	ケース2
太陽電池導入量	kW	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する発電量の	日分	-	0.16	0.31
蓄電池導入量	kWh	-	1000	2000
一日の平均電力需要に対する導入量の	日分	-	0.05	0.11
電力料金	百万円/年	130.1	110.2	93.9
うち従量料金	百万円/年	103.3	87.2	73.6
うち契約料金	百万円/年	26.8	23.1	20.3
電力料金削減額	百万円/年	-	19.9	36.2
うち従量料金削減額	百万円/年	-	16.2	29.8
うち契約料金削減額	百万円/年	-	3.7	6.5
電力料金削減率	%	-	15.3	27.8
うち従量料金削減率	%	-	15.6	28.8
うち契約料金削減率	%	-	13.9	24.1

年間1億3,000万円かかっていた電気料金を
ケース1では1,990万円、ケース2では3,620万円削減

蓄電池価格、ケース別のIRR比較

電力料金削減額を収入、初期投資額と設備維持費を支出として、設備耐用年数15年のIRRを算出した。

ケース1の導入を検討する場合、採算性の軸ではLiB価格11万円/kWhほどでの導入が妥当。

		ケース1 (1MW, 1MWh)	ケース2 (2MW, 2MWh)
蓄電池価格	11万円/kWh	4.3%	2.8%
	15万円/kWh	0.7%	-1.0%

採算性検討

年間収支表（ケース1: PV:1MW, LiB:1MWh/ 電池単価:11万円/kWh）

最もIRRの高い、電池価格11万円/kWh、(PV, LiB) = (1MW, 1MWh)ケースでは、1~5年目は160万円/年の収入を得られ、6年目以降は20万円/年の追加維持費がかかる。

(単位: 百万円)	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	15年目
収入 (みなし)									
年間電力量削減額		19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
収入小計		19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
経費									
設備コスト	103.8								
（うち太陽電池設備コスト）	57.5								
（うち蓄電池設備コスト）	37.5								
（うちEMS設備コスト）	8.8								
設備維持コスト		11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	13.2	13.2	13.2
減価償却費		6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
経費小計		18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	20.1	20.1	20.1
利益		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	-0.2	-0.2	-0.2
同累積		1.6	3.1	4.7	6.2	7.8	7.6	7.4	5.8
償却利益前		8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	6.7	6.7	6.7

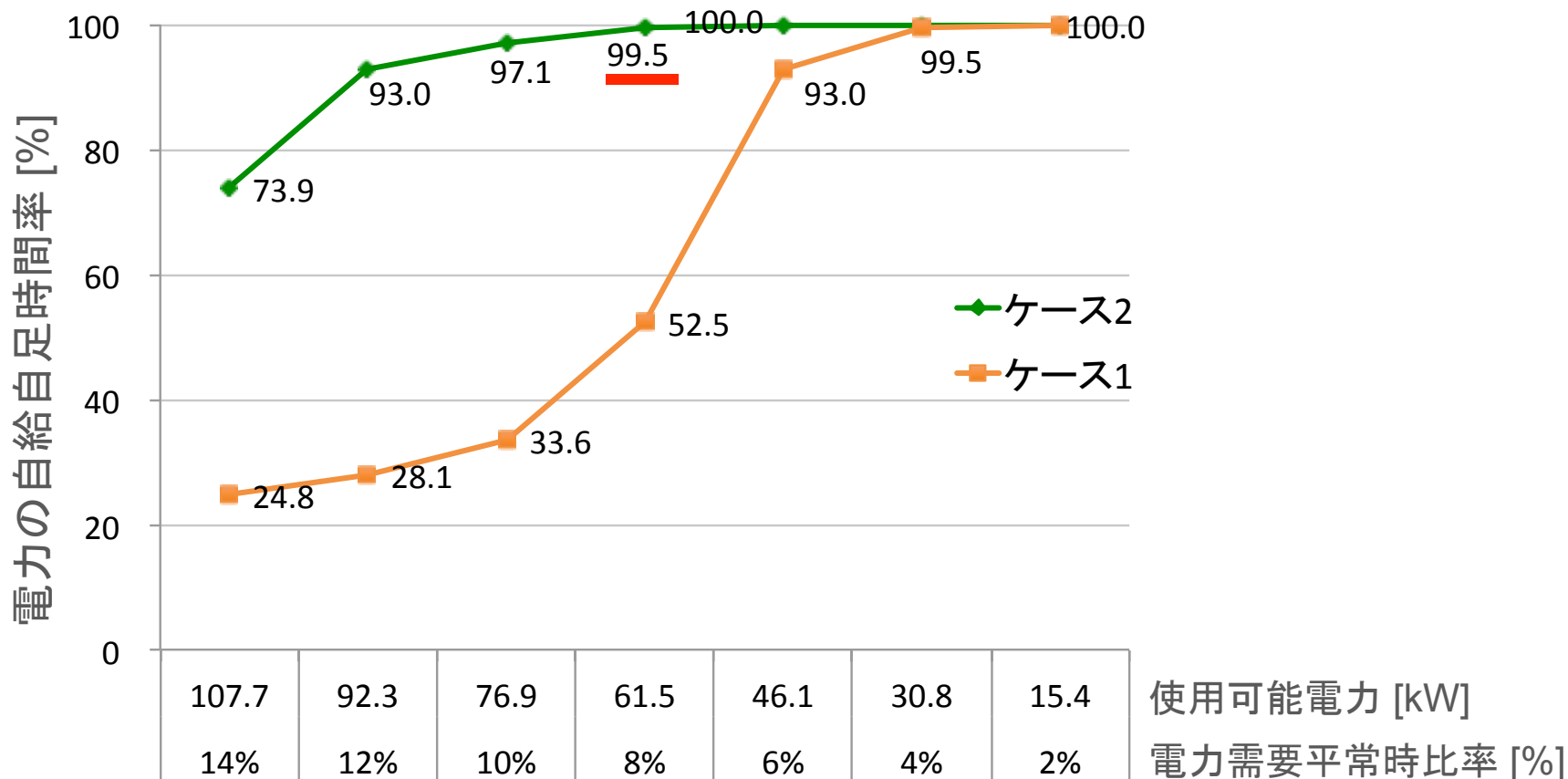
※定額法による減価償却

目次

1. 背景と検討の目的
2. システムの概要
3. EMSシミュレーションと導入効果
4. 採算性検討
5. 停電時のレジリエンス能力
6. まとめ

停電時のレジリエンス能力

どれくらいの需要に抑えれば自給自足が出来るのかを計算した。
停電が発生して沖縄電力からの電力供給が途絶えたとしても、
ケース2では平時比8% (平均で61.5kW) の電力をいつでも賄うことが出来る



まとめ

- ❖ 沖縄リゾートホテルへ、太陽電池・蓄電池を導入した場合の効果と採算性を検証した
- ❖ 補助金3/4ほどあれば、採算性は確保可能
- ❖ 停電時に最低限必要な機器の出力を事前に把握しておくことで、ホテルにとって十分なレジリエンス能力をもつ太陽電池・蓄電池の導入量を決定できる
(逆に導入量を決定してからBCP策定を行うことも)

End