

太陽電池の発電効率を向上する キャパシタを用いた革新的システム

～日本ケミコンは晴れてなくても有効活用～

日本ケミコン株式会社
基礎研究センター長 玉光賢次

K&W Inc. 代表 直井和子



解決すべき課題

■最近、電気代が高くて大変！

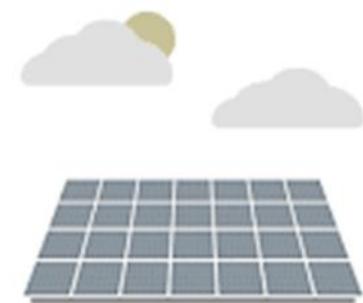
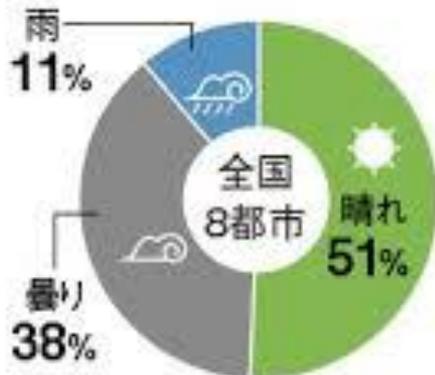
(50 A 契約 : 2011年11,620円⇒2023年22,961円)



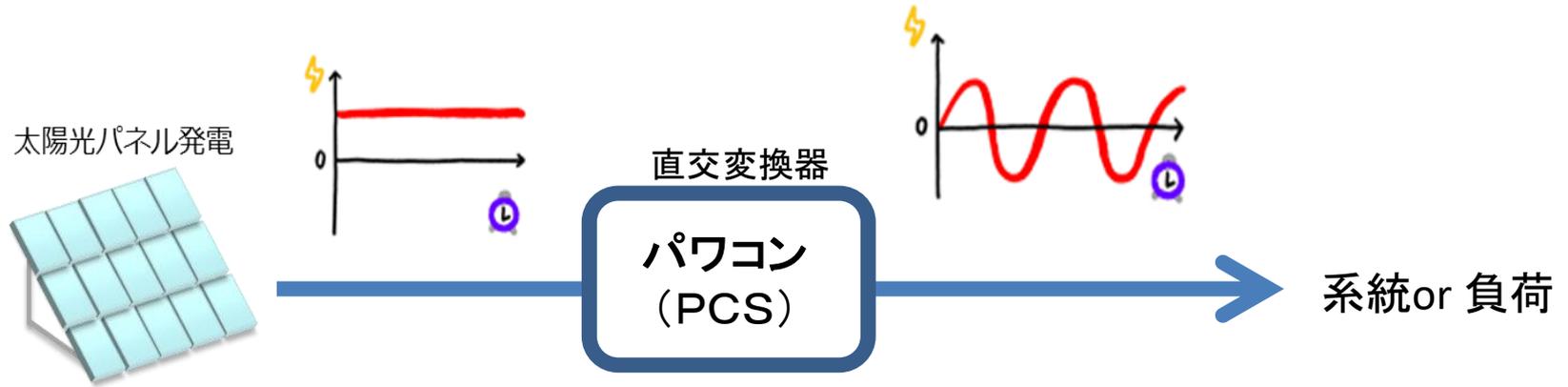
■悪天候時の太陽光発電は変換効率が落ちる。

(晴れの日での10~25%程度)

●年間の天気の割合



太陽光発電システムの基本構成



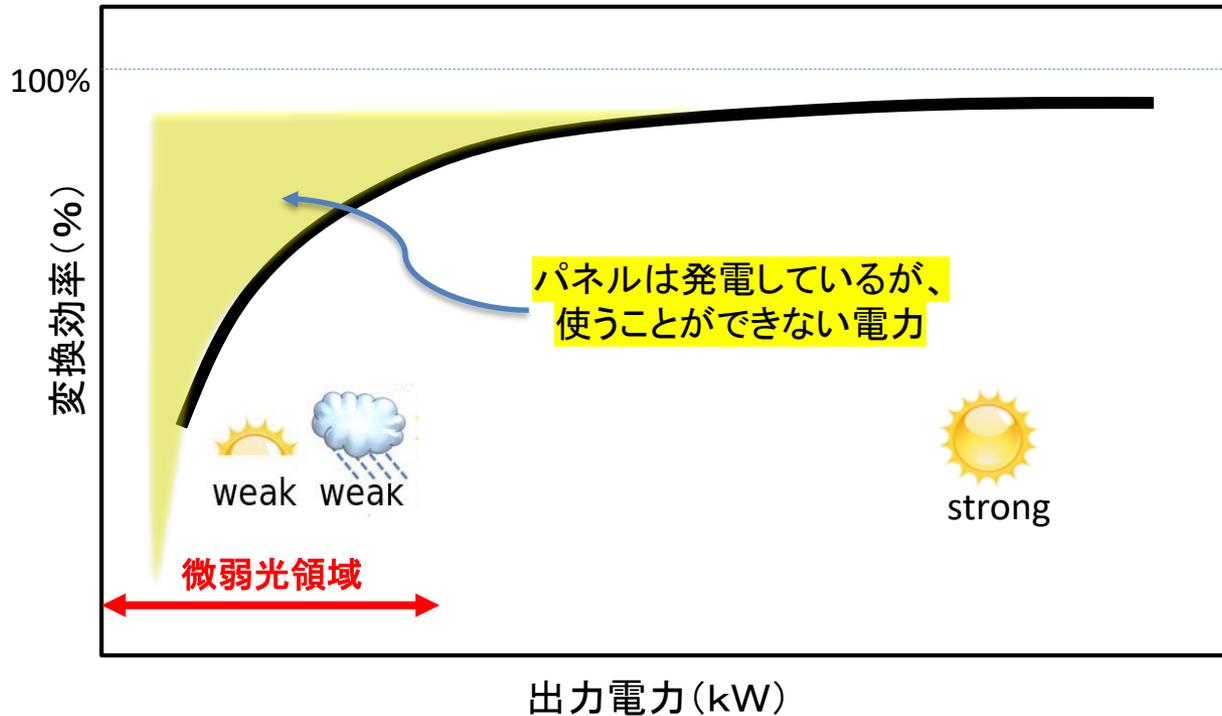
変換効率
95%以上



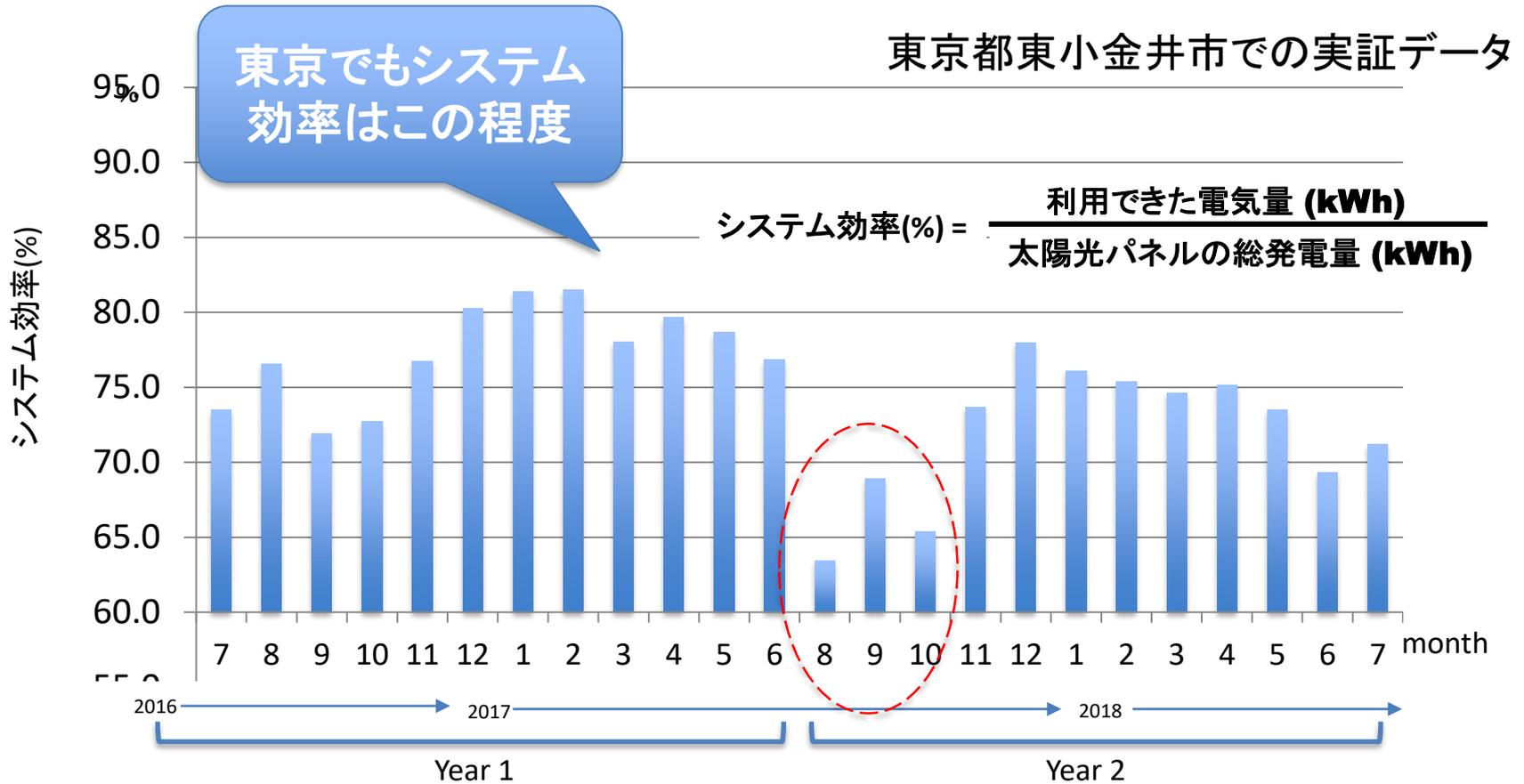
変換効率
0~70%

朝夕、悪天候時の微弱光は効率よく電力変換していない。

パワーコンディショナー(PCS) の電力変換効率特性の傾向



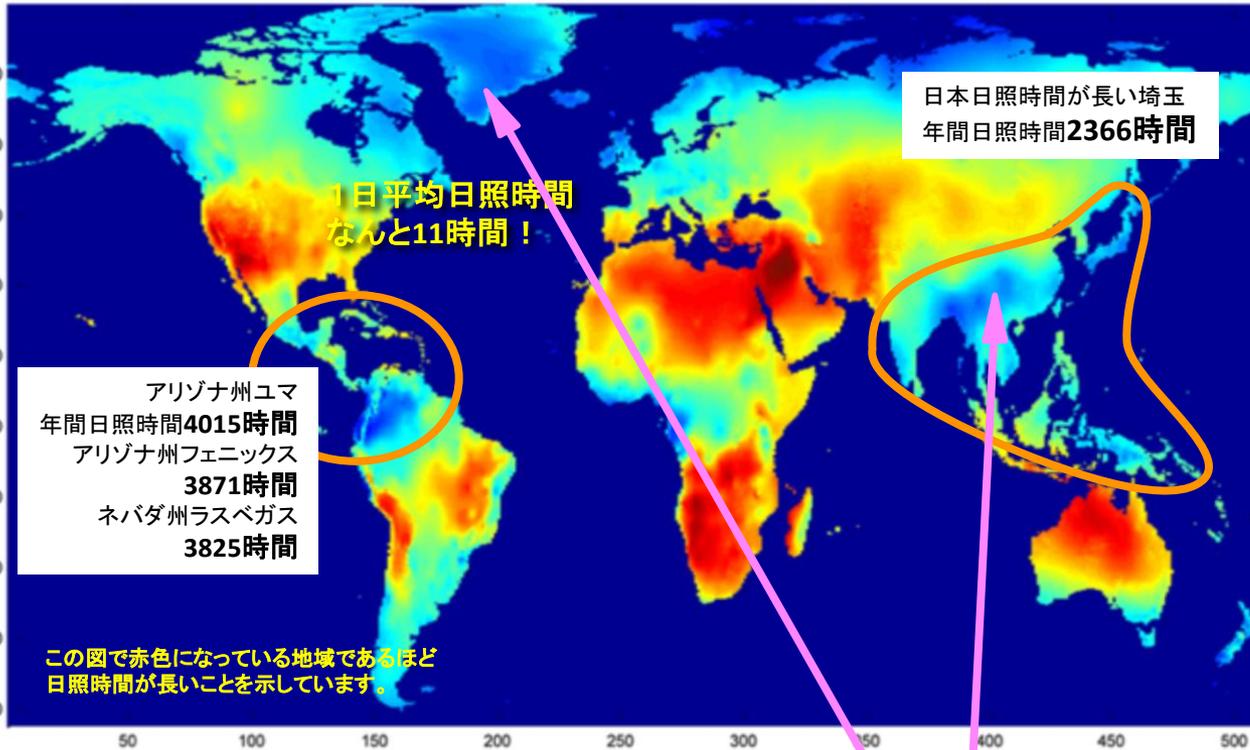
一般的な太陽光発電システムのシステム効率



天候が悪い日や晴れても雲が急に発生して太陽光を遮る
夏には効率が著しく悪くなる。

太陽光は晴れていないと利用効率が低い。 日本などのモンスーン気候域は晴れは少ない。

日本は、世界の中で見ると、あまり日照時間が長い国ではありません。
世界の平均日照時間が約2500時間なのに対し、日本の平均は約1850時間です。
日本は、島国でモンスーン地域で、雲の量が多いからです。



太陽光発電に重要な、日照時間という観点からすると、日本や東南アジア、インド、中米などは不利だということがわかります。

RE100(自社のエネルギーは100%再生エネルギーである)を公言している米国のアップルやグーグルは、アリゾナなどの1年中ほとんど雨の降らない地域に大きな太陽光発電所を持っている。

とはいえ、場所を選ばず利用できる太陽光発電は重要で、今後も増やしていかなければならない再生エネルギーであることに変わりありません。

赤道から遠いわけではないので、日射はあるのに、日照時間が短いなんてなんか惜しいですね。
ただ、雲に覆われたり、雨が降っていても暗くはないんです。
＝潜在的な使えそうな微弱電流がたくさんあるのでは？

同じ青色だけど、事情は
かなり異なる？(日射量が違う)

<https://eruditors.click/p0149/>

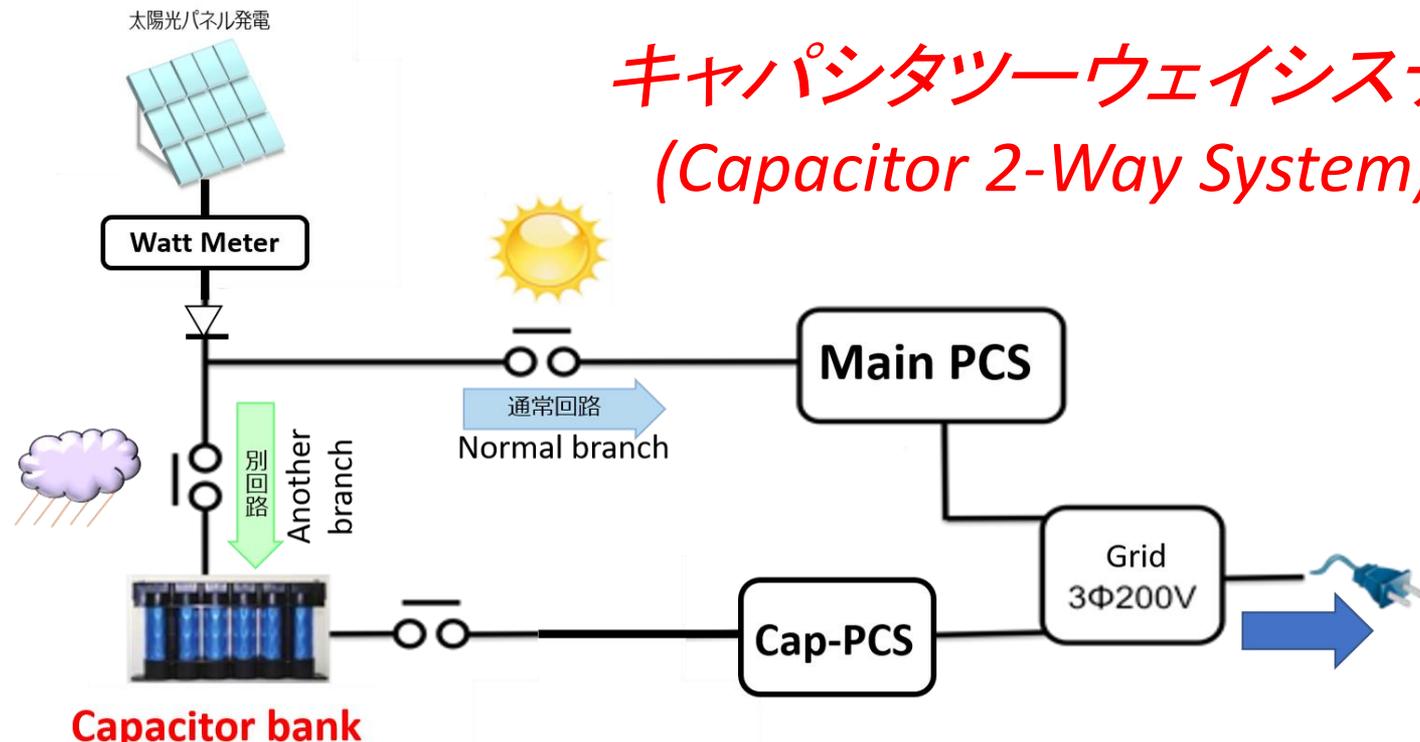
<https://www.mdpi.com/1424-8220/11/3/2385/htm>

提案内容

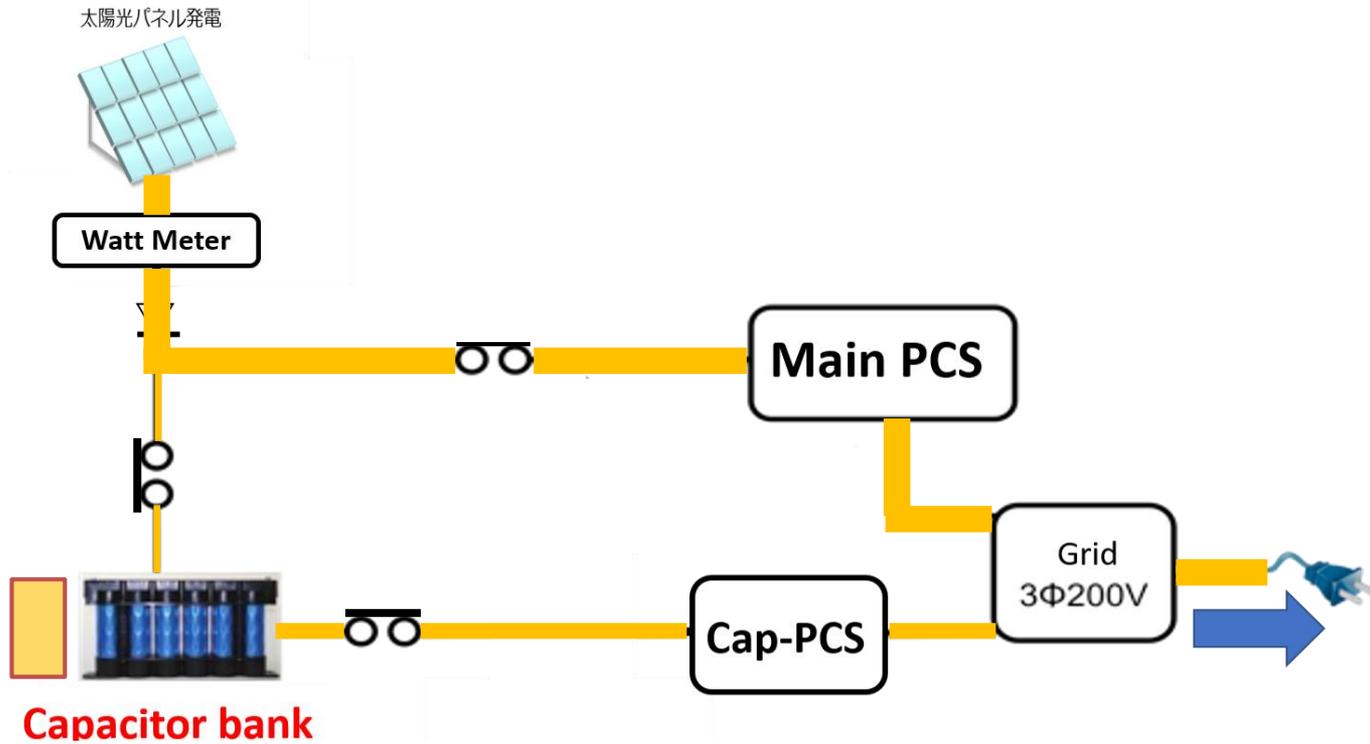
日本の天候条件において、有効発電電力を10～15%増加できるキャパシタを用いたツーウェイシステムとそれに適した新型キャパシタを開発する。

ツーウェイシステムのしくみ

システムの変換効率が低下する微弱発電電力をリアルタイムで変換せずキャパシタに蓄電した後、変換効率が高い電力でキャパシタから放電することで太陽光パネルの発電電力を無駄なく変換する。

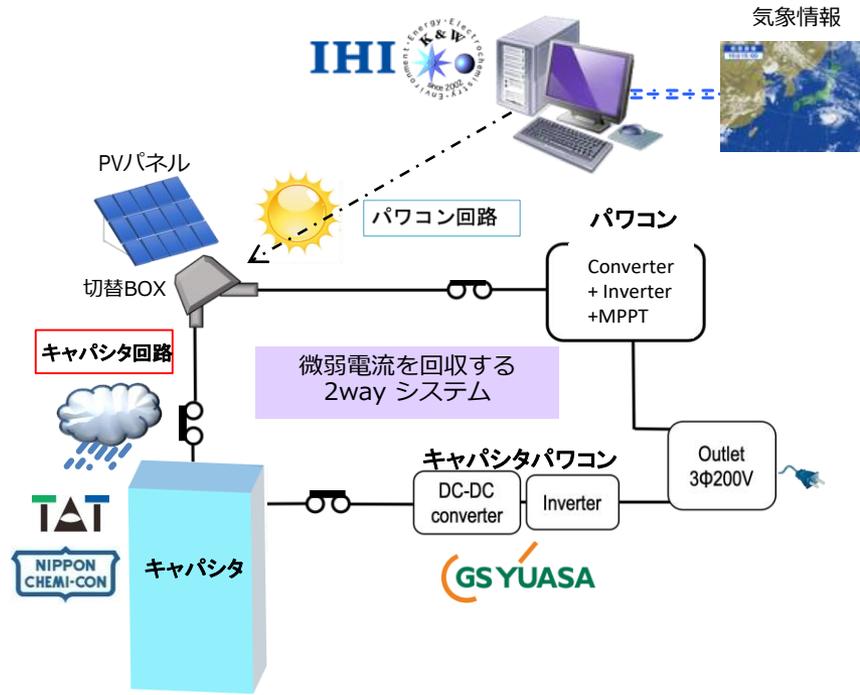


ツーウェイシステムの動作フロー



環境省「ナノハイブリッドキャパシタを用いた太陽光発電の利用率向上と自立化を支援するシステムの開発」

- ・第2世代ナノハイブリッドキャパシタ導入
- ・キャパシタパワコンにSiC採用+最適化
- ・気象予報で回路切り替えスレッシュホールドを調整



文部科学省重点基盤経費⇒太陽光省エネ実証設備設置



2016年よりFSを開始。
ZEHで第1世代EDLCの
省エネFS→最大20%回収

PVパネル=5kW

検証

環境省 技術開発・実証事業2018



ZEBで本格検証
第2世代NHC気象予報連携
(AI導入)による省エネ最
適・自動化

10kW×2系統

立川



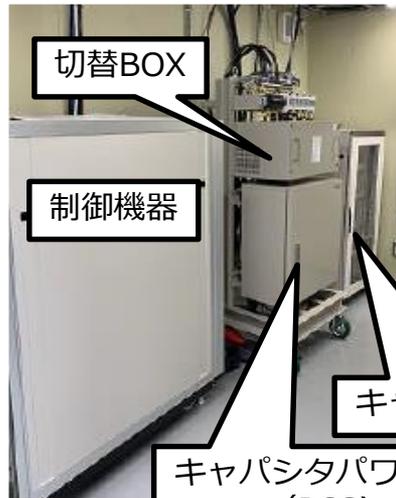
東
小
金
井



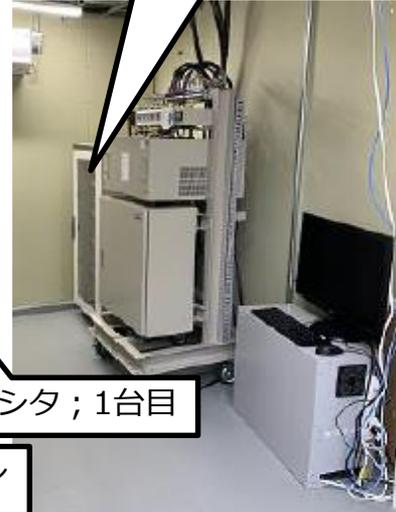
実証設備 (東京農工大学)



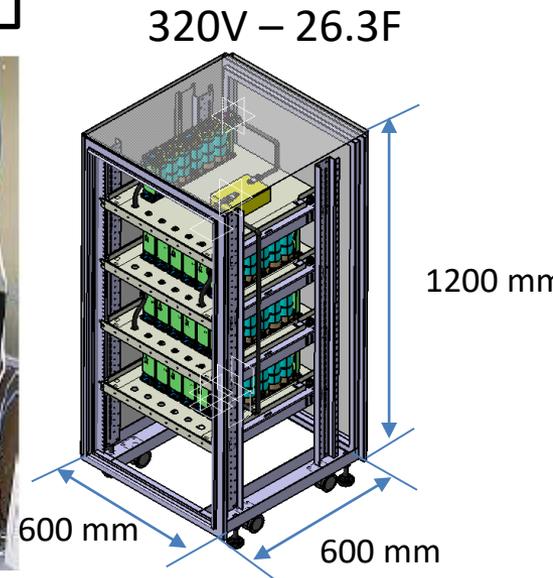
太陽電池パネル
10kW×2系統



キャパシタパワコン
(PCS)

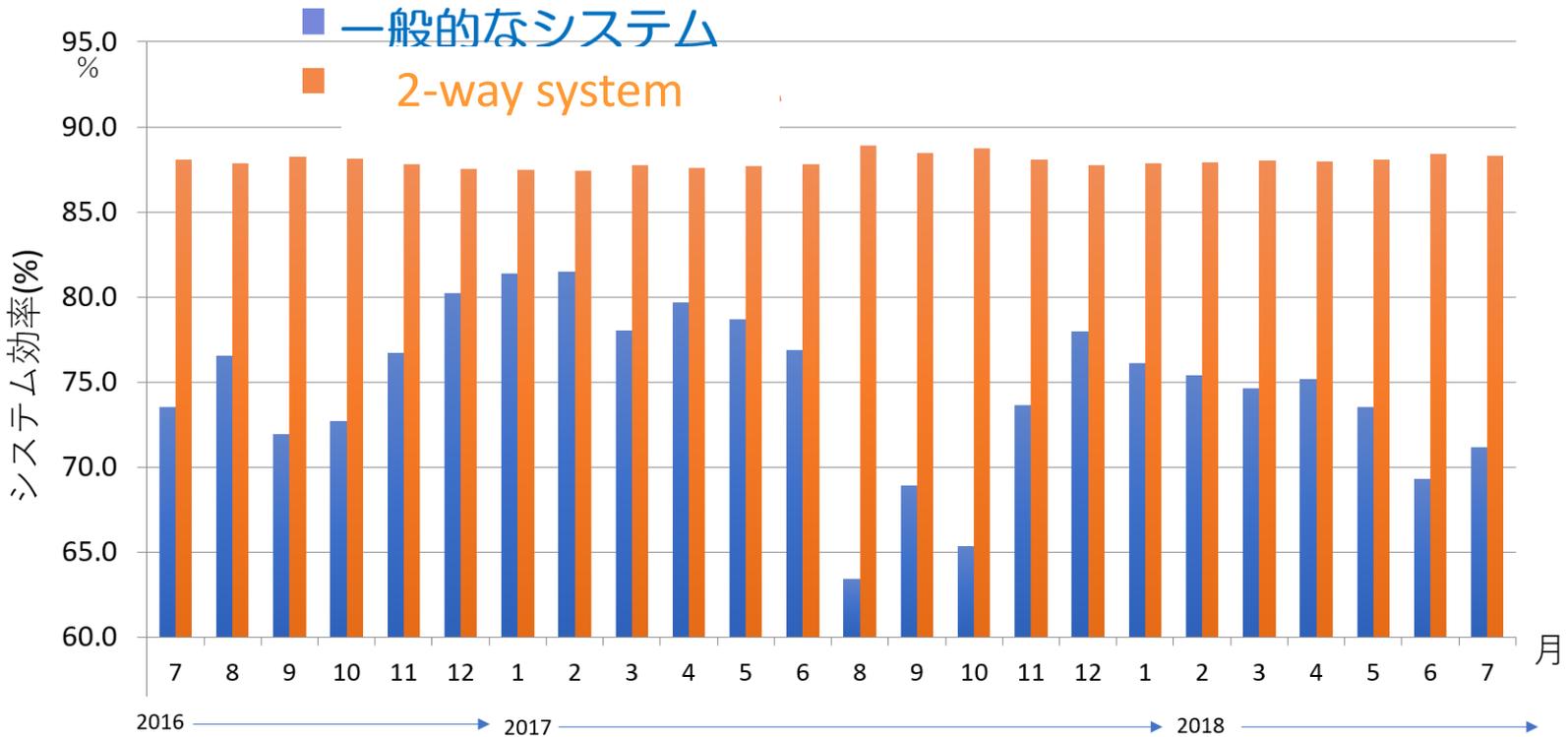


キャパシタ; 2台目



優位なポイント

全天候においてキャパシタツーウェイシステムは高いシステム効率を実現できることがわかりました。

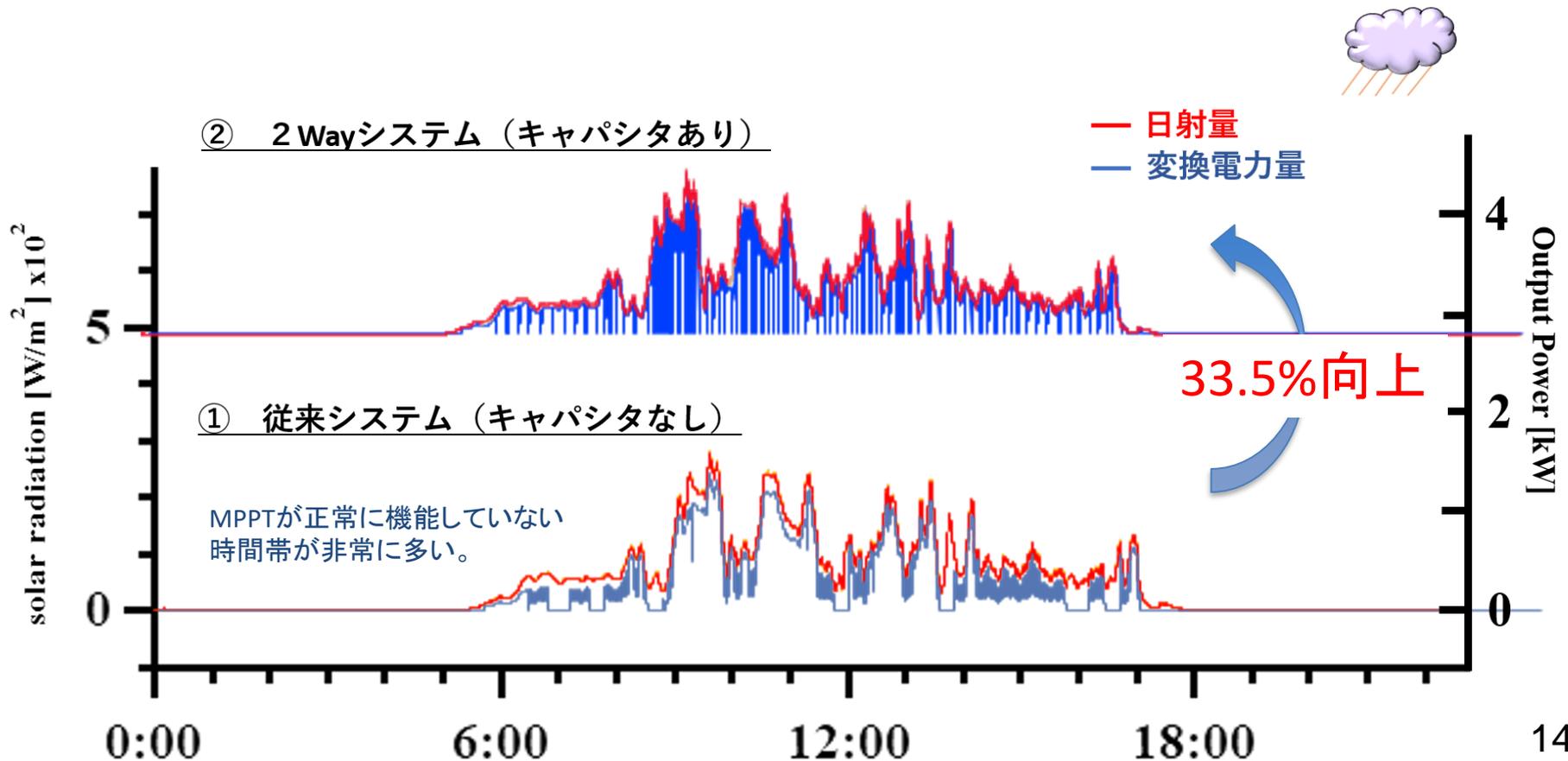


従来システムと比べ、年平均約17%の発電量増加を確認

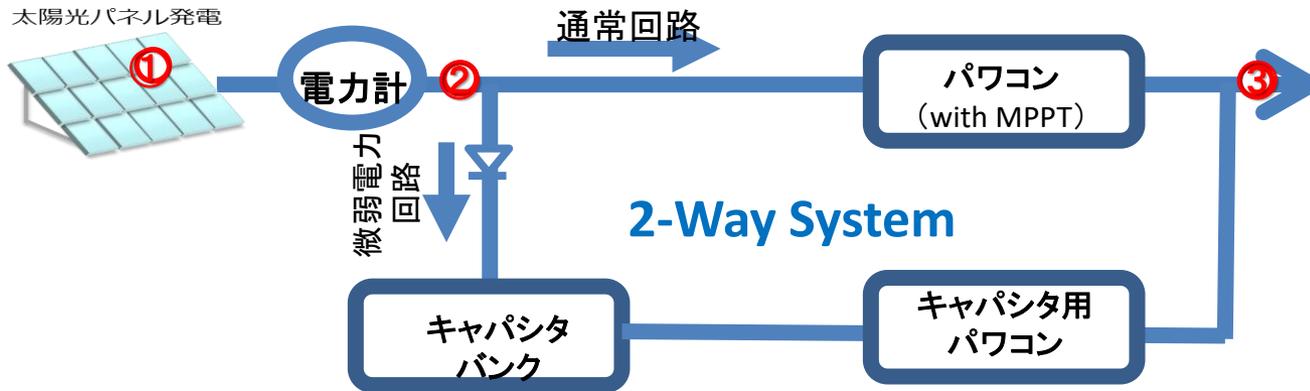
たとえば雨天日の比較

下図はある日（一日中雨）の日射量と最終変換電力量の時間推移を示した図です。従来システムでは日射量に対して変換電力量が小さい時間帯が散見されます。ひどい時間帯は変換していない時間もあります。これは発電量が微弱過ぎて効率が悪いと判断してMPPTが停止しているためです。

2-wayシステムはこの日、従来システムに比べ**34%**も多く電力を変換しました。



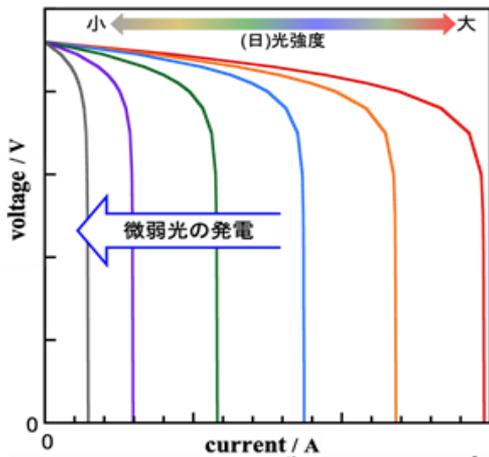
まとめ



	①日射量 (MJ/m ²)	②総発電量 (kWh)	③最終出力 (kWh)	システム効率 (%)	PCS総出力 増加率
従来システム	4.05	7.18	5.34	74.4	
2-Way	3.83	8.14	7.13	87.6	33.5%(35.4%)

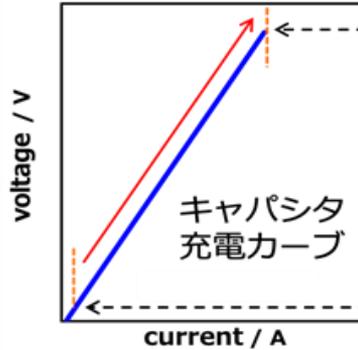
なぜキャパシタ①？

太陽光パネルの発電のI-Vカーブ



発電のI-Vカーブはスロープ、微弱電流であるほど、傾斜が急峻になる

キャパシタ

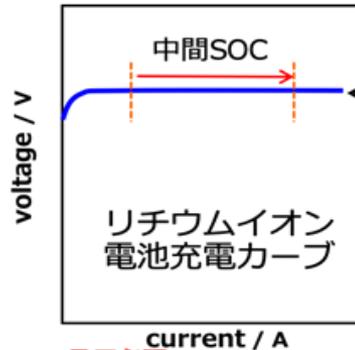


DC-DCコンバータ不要
直づけ可、深いSOC

PVからの受入性が良い

0 V付近(低SOC)から、そのまま充電できる。すなわち微弱電流が貯められる。太陽光パネルと直付けできる。

リチウムイオン電池



昇圧必要
DC-DCコンバータ必要
直づけ不可、浅いSOC

PVからの受入性が悪い

この電圧まで、DC-DCコンバータで昇圧しなければ充電できない。この電圧以下の微弱電流は受け入れられない。



ソーラーパネルと直結できる。(DC-DCコンバータ不要)

なぜキャパシタ②？

本システムの蓄電デバイスは頻繁に充放電可能であることが必要

ソーラー微弱電力回収システム



微弱を集めて、すぐ放電

1日に100回以上充放電
年間40,000回以上



充放電サイクル耐性が重要

ソーラー発電用蓄電池システム



まとめて貯めて、災害時や夜使う

1日に1回～数回充放電



貯められる量が重要

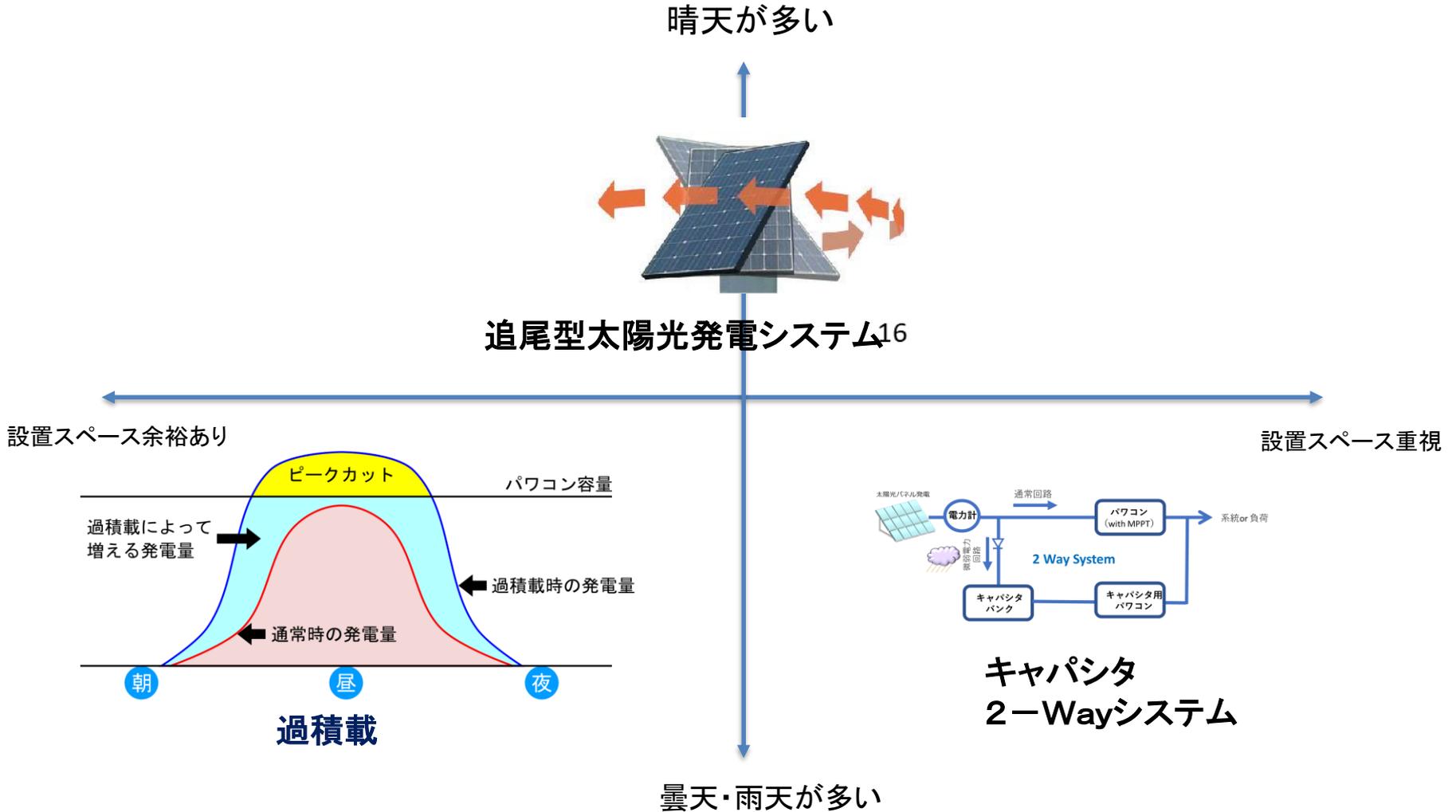
ハイパワーLIBとキャパシタの性能比較

キャパシタは電気二重層キャパシタ(EDLC)

	ハイパワーLIB	キャパシタ	キャパシタ／LIB
エネルギー密度	50Wh/kg	5Wh/kg	1／10
利用SOC	20%～80%	25%～100%	—
実効エネルギー	30Wh/kg	3.75Wh/kg	1／8
サイクル寿命	40,000回以上	2,000,000回以上	50倍
生涯エネルギー量	1.2MWh/kg	7.5MWh/kg	6.3倍

デバイスの充放電サイクル寿命はキャパシタの方が圧倒的に長い。

差別化（既存品との比較）



達成すべき技術課題、技術開発の必要性

しくみは確立したけれど、社会実装のためにはいくつかの技術課題がある。

1. 動作の補償と採算性

- ・キャパシタの性能の問題
- ・回路構成(簡素化又は多機能化)

2. 耐久性の問題

技術開発はどの段階にあるか？

システムの開発レベル

TRL 6：実証システム（試作品）の導入環境に近い環境での実証（システムレベル）

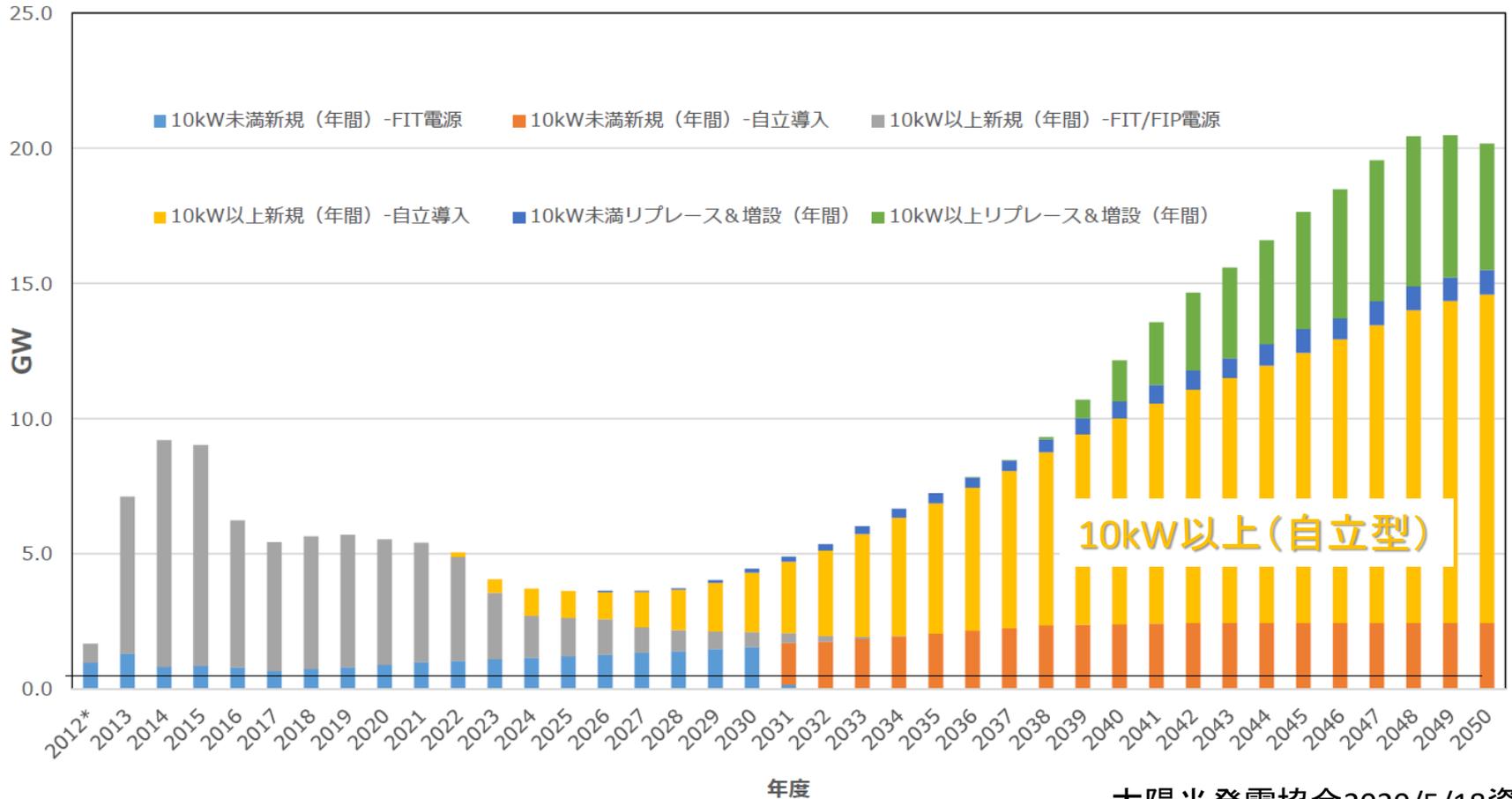
新型キャパシタの開発レベル

TRL 4：各開発要素の製作と性能確認、応用的な開発（要素レベル）

波及効果、インパクトの試算

国内太陽光発電システムの新設導入予想

- 導入量は2020年代前半は4~6GW/年となるが、低コスト化・CO2削減の要求から2030年後半以降は、リプレース・増設分を含め10~20GW/年の導入を想定



太陽光発電協会2020/5/18資料

既設置済みを含めた国内太陽光発電システム 全てに導入した場合(潜在需要)

国内の新設だけでなく既設の太陽光発電システムにもアドオンで導入すると仮定した場合の市場ポテンシャル推計

	PV総量* (GW)	キャパシタシステム導入による年間効果 (潜在需要をすべて取り込めたと仮定した場合)		
		増加電力量 (GWh/年)	電力料換算 (億円/年)	CO2排出削減量
2025年	87	17,200	4,500	1,140 万ton-CO2
2030年	118	23,200	6,100	1,530 万ton-CO2
2040年	209	41,200	10,800	2,720 万ton-CO2
2050年	300	59,100	15,400	3,900 万ton-CO2

回収電力量 : PVパネルの設備利用率15%での発電量に対して15%の回収電力量の増加して算出

回収電力収益 : 新電力ネットの全国の電気料金単価、電力(低圧) 26.14円/kWh(2023年2月) から算出

CO2排出削減量 : 原油熱量からのCO2換算値、 6.60×10^{-4} (t) / kWhで算出

* 一般社団法人太陽光発電協会公表資料(2022.3.10)、資源エネルギー庁(再エネ認定・導入実績(2022年12月))を基に当社で効果試算

事業開始時のターゲットとしている50kW以下の 低圧設備**新規**設置のみに導入を想定した場合

10～50kWの小規模事業者用太陽光発電システム（自立型、非FIT）をターゲットとする。

	10-50kW 推定PV導入量 (GW)*	キャパシタシステム導入による年間効果 (潜在需要をすべて取り込めたと仮定した場合)		
		回収電力 (億kWh)	回収電力収益 (M円)	CO2排出削減量
2025年	0.8	1.58	4,120	10.4 万ton-CO2
2030年	1.8	3.55	9,270	23.4 万ton-CO2
2040年	4.5	8.87	23,180	58.5 万ton-CO2
2050年	7.5	14.78	38,640	97.6 万ton-CO2

回収電力量 : PVパネルの設備利用率15%での発電量に対して15%の回収電力量の増加して算出
 回収電力収益 : 新電力ネットの全国の電気料金単価、電力（低圧）26.14円(2023年2月) から算出
 CO2排出削減量 : 原油熱量からのCO2換算値、 6.60×10^{-4} (t) / kWhで算出

* 2020.5.18 一般社団法人太陽光発電協会公表資料を基に当社で効果試算

目指すべき社会像 (社会実装イメージ、シナリオ、ロードマップ)

メガソーラーは環境破壊が著しい



分散型エネルギー社会へ

分散型エネルギー社会へ 災害にも強い地産地消へ



キャパシタ 2-Wayシステムで日本の市街地の
狭い敷設面積でも有効発電量増量を!



“Contribution to technology with attention to environment and people”

As a global supplier of aluminum electrolytic capacitors, Nippon Chemi-Con will continue to make comprehensive efforts to develop and utilize innovative new technologies.

ご清聴ありがとうございました。

Nippon Chemi-Con Corporation
URL: <http://www.chemi-con.co.jp/>

玉光賢次（たまみつけんじ）
[e-mail: tama@nippon.chemi-con.co.jp](mailto:tama@nippon.chemi-con.co.jp)
TEL:044-379-6881