

環境省 平成29年度低炭素製品普及に向けた3R体制構築支援事業

# リユースEV蓄電池（LiB） ・リユース太陽電池モジュール（PV）を活用した 低炭素電力システムの構築実証事業

2017年11月6日（月）

住友商事美土代ビル カンファレンスルーム8A

[構成]

事業概要

- 1.本事業が目指す低炭素製品普及モデル
  - 2.実証事業の計画と進捗状況
    - (1) 設備機器の設置
    - (2) データ収集等
  - 3.廃EV用LiB蓄電池のリユース
    - (1) LiB蓄電システムの構築
    - (2) LiBリビルトの実施
  - 4.廃PVモジュールのリユース実証結果
  - 5.効果確認
  - 6.今後の課題と対応
  - 7.事業における環境改善効果の評価方法
- 参考資料

## 株式会社啓愛社

[連携法人]

ガラス再資源化協議会

株式会社動力

株式会社浜田

株式会社ニチコン

栃木日産自動車販売株式会社

東京大学

エコスタッフ・ジャパン株式会社

## ■ 低炭素電力システム構築の進捗

- ・ PVシステム(51kW規模)は完成し、現在稼働中
- ・ LiBシステム(71.82kWh規模)は9月5日より蓄電システム容量52%で稼働中  
11月末に75%、12月末で100%稼働する予定
- ・ 遅延要因は、①LiB搭載車両調達の遅れと②LiB分解作業依頼調整に時間を要したこと。
- ・ 遅れによる影響を最小限にするために準備できたものから順次組込み検証する

## ■ 目的達成状況

**目的：** リユースLiBとPVモジュールの活用によりCO<sub>2</sub>を低減できる製品を普及させること

### 解決すべき課題の進捗状況

#### ・ EV用から定置用への適用性の検証

△：本システムに車両の充放電制御機器をそのままの状態では利用できないため、改良し、且つ利用手順を確立  
最適な改良までは未到達なため、不要な部品や配線を除去するなど改良する。

#### ・ 多種多様な仕様を利用する技術

○：本システムでは、敢えて様々なランク(劣化度合いで分類)のリユース品を積極的に導入し活用した  
劣化したモジュールの中には、リカバリー処理することで出力を改善したのも積極採用できる。

・ **システムの費用対効果：** 本システム採用で低コストを実現した。今後は削減される電力量に基づいて評価する

・ **システムのガイドライン策定：** 現在準備中

## ■ 経済効果

- ・ **導入コスト：** 現在準備中（1月完了予定）
- ・ **ピークカットによる契約電力削減：** 今後検証予定（12月～翌年1月予定）
- ・ **CO<sub>2</sub>排出量削減：** 今後評価予定（12月～翌年1月予定）
- ・ **リユースによる効果：** リユースLiBとPVモジュールの有効利用による経済評価の検証予定（12月）

# [事業件名] リユースEV蓄電池 (LiB) ・ リユース太陽電池モジュール (PV) を活用した 低炭素電力システムの構築実証事業

株式会社啓愛社

[連携法人] ガラス再資源化協議会、株式会社動力、株式会社浜田、株式会社ニチコン  
栃木日産自動車販売株式会社、東京大学、エコスタッフ・ジャパン株式会社

## 1. 事業の概要

株式会社啓愛社栃木リサイクルセンター (RC) にリユースLiBとリユースPVを設置し、循環型社会と低炭素社会の統合的実現に向けたCO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できる「低炭素電力システム」の有効性を検証する。

- 実証期間 平成29年6月～30年2月
- 設置場所 株式会社啓愛社 栃木RC (栃木県河内郡上三川町)
- 設置設備 リユースLiBとリユースPVモジュールシステムの設置

## 2. 事業の背景、目的

### ■ EV蓄電池 (LiB)

- EVに搭載されているLiBは充放電を繰り返すと次第に電池容量が下がっていく特性がある。また、EVは「電池容量 = 1充電当たりの走行距離」であるため、定格容量の80%以下まで容量が低下した時点をも電池寿命と定めることが一般的である。
- EVは発売開始から5年以上経過しており、廃車や劣化交換等で生じる使用済みLiBの数が今後増加することが予想される。

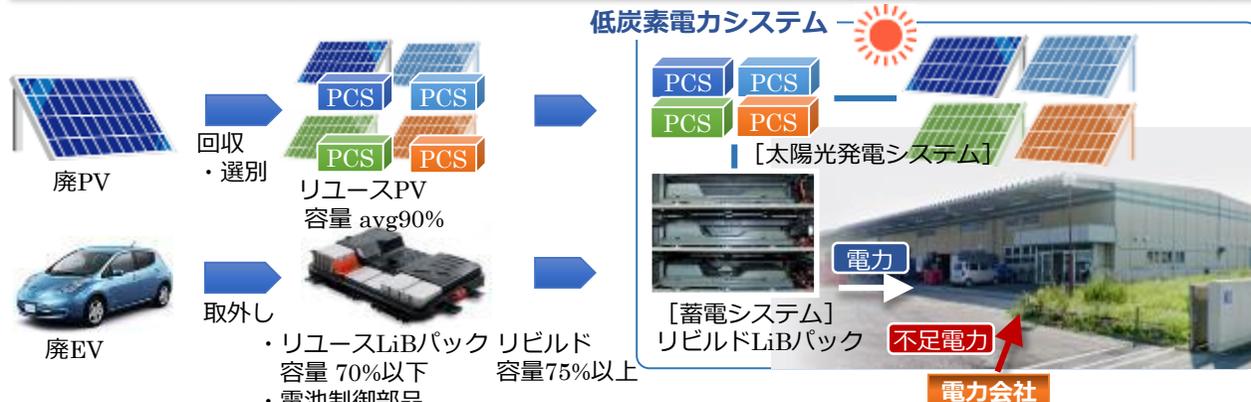
### ■ 太陽電池モジュール (PV)

- FIT終了後並びに自然災害による災害廃棄パネルが増大しているが、その中にはリユース可能なPVモジュールが含まれている。

[循環型社会と低炭素社会の統合的実現に向けた]

リユースEV蓄電池 (LiB) ・ リユース太陽電池モジュール (PV) を活用した低炭素電力システムの構築

## 3. 事業の全体イメージ (低炭素電力システム)



## 4. 解決すべき課題

### A. 経済的なシステム構築

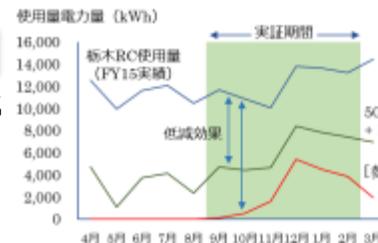
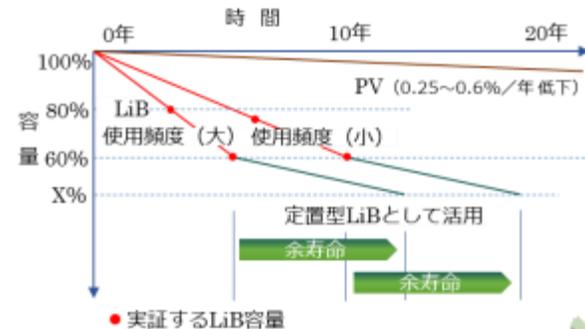
- 設備投資・使用電力料金低減の有効性の検証
- LiBとしてのEV向け使用から、PV向け応用の有効性の検証

### B. リユース品の品質確保

- 同一仕様品を大量に確保できないため、多種多様な仕様品を利用する技術の確立
- リユースシステムのガイドライン策定

## 5. 得られる経済的効果

- 導入コストの現状に対しての低減化
- ピークカットによる契約電力削減
- CO<sub>2</sub>排出量の削減
- リユースによる資源の有効活用



GRCJネットワークを通じて全国展開

**GRCJ**  
ガラス再資源化協議会

低炭素電力システムの普及・拡大

# 1. 本事業が目指す低炭素製品普及モデル

事業用に採用されるために下記で安価なシステムを構築する

- ・多様な仕様のリユース品を使いこなす
- ・車両構成部品を流用し安全性を確保
- ・製品・部品保証から機能保証サービス化

**[ネック]** それぞれの電池仕様に合わせるため少量品で高価である  
**[新規性]** 多様な仕様のリユース品を使いこなす量産された共通仕様を採用  
車両構成部品を流用し安価にする

**[ネック]** リユース品は部品保証でできず  
**[新規性]** リビルドによる機能保証

機能保証

システムの容量低下、故障時にリビルト品（容量70%以上のモジュールと交換）と交換

部品交換

リビルトLiBパック

PHV

EV

リユースLiBパック  
(多仕様)

リユース車載  
充放電機器  
(電池とセット)

CHAdeMO

(共通仕様)

Vehicle To Home

分電盤

多様な仕様を  
組み合わせる

リユースパワコン  
(多仕様)

リユースPV  
(多仕様)



モーター  
(三相)

空調  
(三相)

照明  
(単相)

## 2. 実証事業の計画と進捗状況 (1) 設備機器の設置

実証用は、下記のシステムとした。

- ・ 3相用のV2H（電池制御（Battery Management））が市販されていない、3相用定置型蓄電池が高額なため、単相用で構成した。
- ・ 廃電気自動車及び廃LiBは流通していないため、不足分は車輛用と同一のLiBを搭載した蓄電池を代替えとして構成した。



### ■ PVモジュール構成

仕様	全体	内 訳		
		単相側	三相側	
PV	平均発電能力	252W	241W	273W
	枚数	202枚	130枚	72枚
	発電量	51.0kW	31.44kW	19.65kW
	型式	トリナソーラー TSM-205~325 13種類		
PCS	能力	-	5.50kW	9.90kW
	台数	11台	9台	2台
	能力計	69.30kW	49.50kW	19.80kW
	型式	-	OMRON KP55	田淵電機 EPU-T99P5-SFL

### ■ LiB蓄電池構成

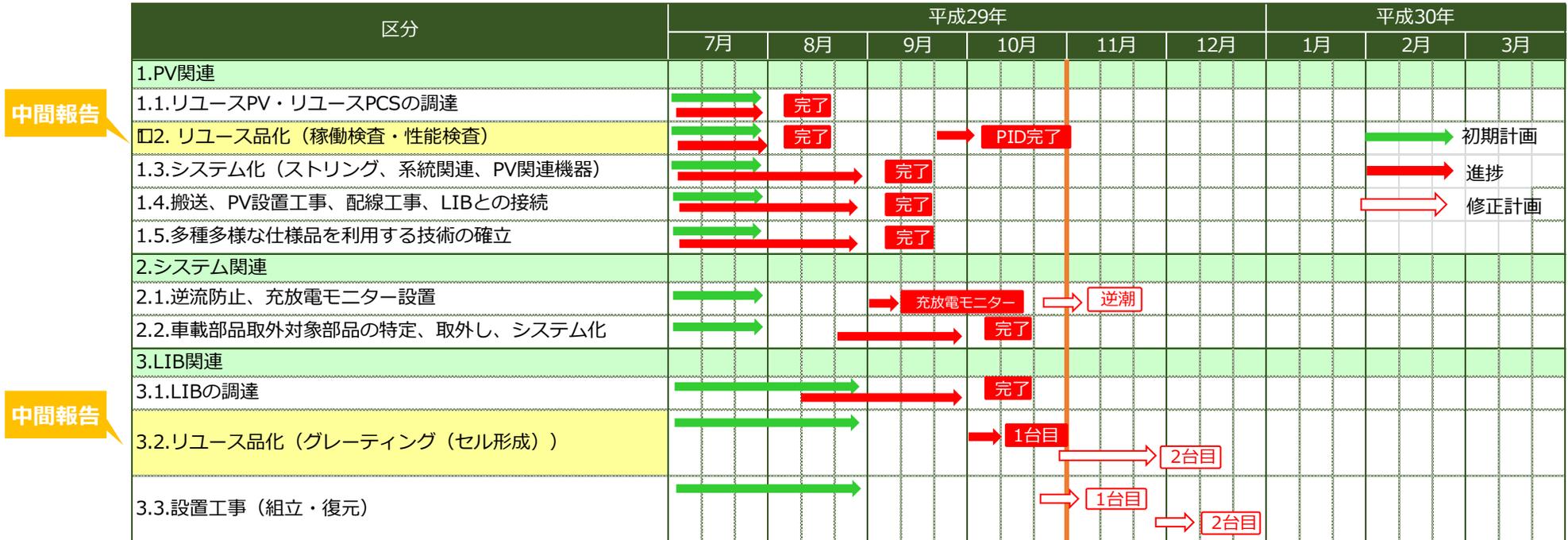
仕様	全体	内 訳	
		V2H + 車輛蓄電池	定置用蓄電池
蓄電能力	71.82kWh	33.60kWh (24.00kWh×70%)	38.22kWh (7.80kWh×70%)
台数	9台	2台	7台
型式	-	ニチコン ZHTP1900RL 日産リーフ ZE0、AZE0	NEC ESS-003007C0

[設置場所] 啓愛社栃木リサイクルセンター  
 [発電容量] 太陽光発電：50kW以下（産業用低圧要件）  
 [蓄電容量] 蓄電池：100kWh  
 （契約電力削減するためのピークカット）

## 2. 実証事業の計画と進捗状況 (1) 設備機器の設置

リユース太陽光発電は2週間遅れで発電及び定置用蓄電・放電を開始できたが、電気自動車を定置用に変更する部分は、市場に流通していない廃電気自動車の確保及び委託先が限られるLiBパック分解に時間を要し、約2ヶ月遅れで開始予定

遅れの影響：定置型に応用したLiBの有効性検証、信頼性に対する評価が不十分となるため、準備できた順に順次組込み構築する。



中間報告

中間報告

## 2. 実証事業の計画と進捗状況 (2) データ収集等

今後は、得られた結果をもとに最適化と普及モデルの事業性を検証する

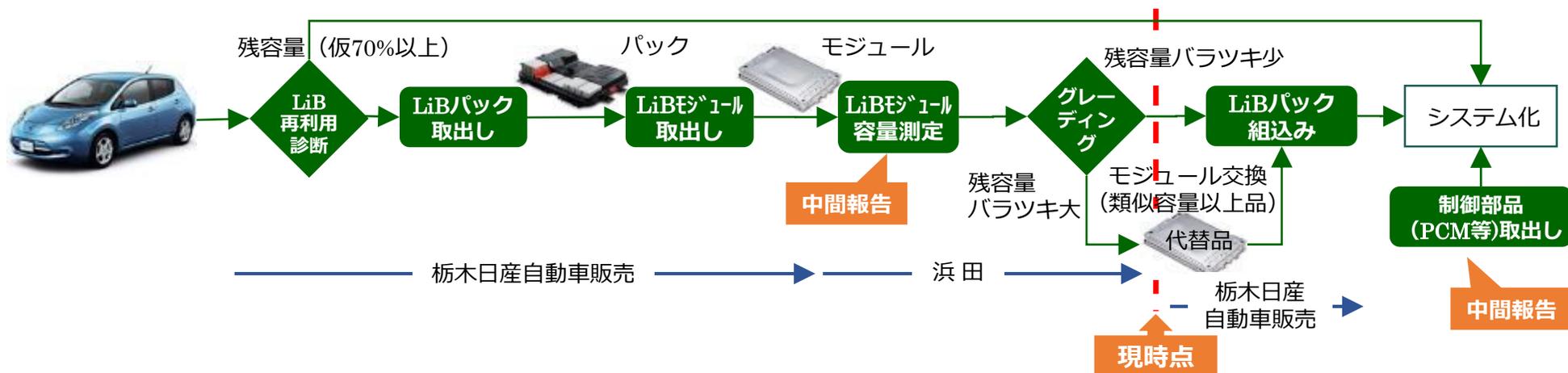
中間報告

区分	平成29年						平成30年		
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
4.データ収集開始									
4.1.リユースPV稼働 8月～		→	→	→	→	→	→	→	→
4.2.リユースPV+リユースLIB 9月～			→	→	→	→	→	→	→
5.レビュー									
5.1.発電・蓄電状況の確認・検証			→	→	→	→	→	→	→
5.2.設備の稼働状況、点検・検査、構成の見直し等			→	→	→	→	→	→	→
6.検証(1)_1 リユース品の品質確認									
6.1.機能確認、故障時の対応の決定		→					→	→	→
6.2.リユースシステムのガイドライン策定		→					→	→	→
7.検証(2)_1 経済的なシステム構築									
7.1.設備投資及び使用電気料金低減の可能性の検証		→					→	→	→
7.2.定置型利用によるLIBの寿命延長の検証		→					→	→	→
8.環境省評価検討会									
9.検証(1)_2 リユース品の品質確認									
9.1.機能確認、故障時の対応の決定							→	→	→
9.2.リユースシステムのガイドライン策定							→	→	→
10.検証(2)_2 経済的なシステム構築									
10.1.設備投資及び使用電気料金低減の可能性の検証							→	→	→
10.2.定置型利用によるLIBの寿命延長の検証							→	→	→
11.LCA評価									
11.1.LCA評価				→			→		
12.本実証事業のまとめ									
12.1.検証(1) リユース品の品質確認							→	→	→
12.2.検証(2) 経済的なシステム構築							→	→	→
12.3.LCA評価							→	→	→
12.4.低炭素製品普及、3R体制構築に向けた報告書作成							→	→	→

### 3. 廃EV用LiB蓄電池のリユース：（1）LiB蓄電システム構築

LiBを蓄電システムとして構築するにあたり、電池の残容量とセル・モジュールを評価する。

課題：経済性の良い再利用可否判断方法の確立（車載段階で再利用判定する等）



#### ■ 再利用診断とLiBモジュール取り出し

##### Step1 : LiB残容量確認

メーター内の表示を確認

- ・ LiB容量
- ・ 走行距離



LiB容量 (12セグメント)



##### Step2 : LiB再利用要否診断

CONSULT診断 (車輻故障診断装置)

LiBモジュール情報を取得

- ・ LiBパック電圧・LiBモジュール電圧
- ・ 充電回数・充電時間

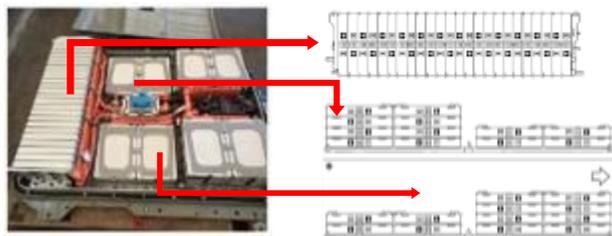
##### Step3 : LiB再利用・リビルト要否判断

パックのまま再利用するか、

リビルトするか判断する

課題：閾値設定

リビルトする場合：LiBパックからLiBモジュールを取り出す



#### ■ 蓄電池パック構成

	セル	モジュール	パック
構成	1cell	4cell (2直2並)	48セル (192cell)
定格電圧	3.75V	7.5V	360V
定格容量	32.5Ah	65Ah	65Ah
定格電力量	122Wh	488Wh	23.4kWh
充電電圧	4.2V	8.4V	403.2V

## ■ LiB蓄電システム構築・・制御部品構築

安価で安全な蓄電システムの構築を目指し、廃EVの部品を利用する手順を確立した。  
システム構築に必要な部品を整備要領書と確認作業から特定する。

課題：構成部品を更に減らしたシステムを構築（不使用ハーネスの除去、代替部品利用等）

### Step1：不要な機器の特定-1

整備要領書 高圧配線図から  
不要な機器の電源を切る（フューズを外す）



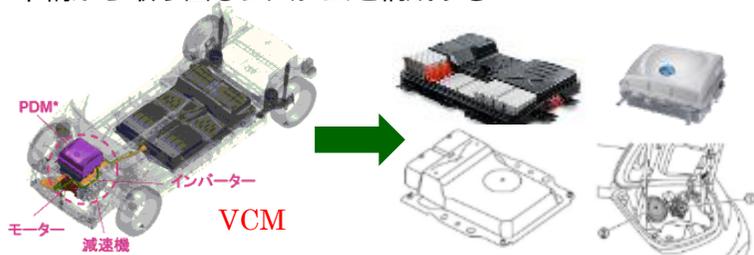
### Step2：不要な機器の特定-2

整備要領書 低圧・制御配線図から不要な機器の制御線を外す

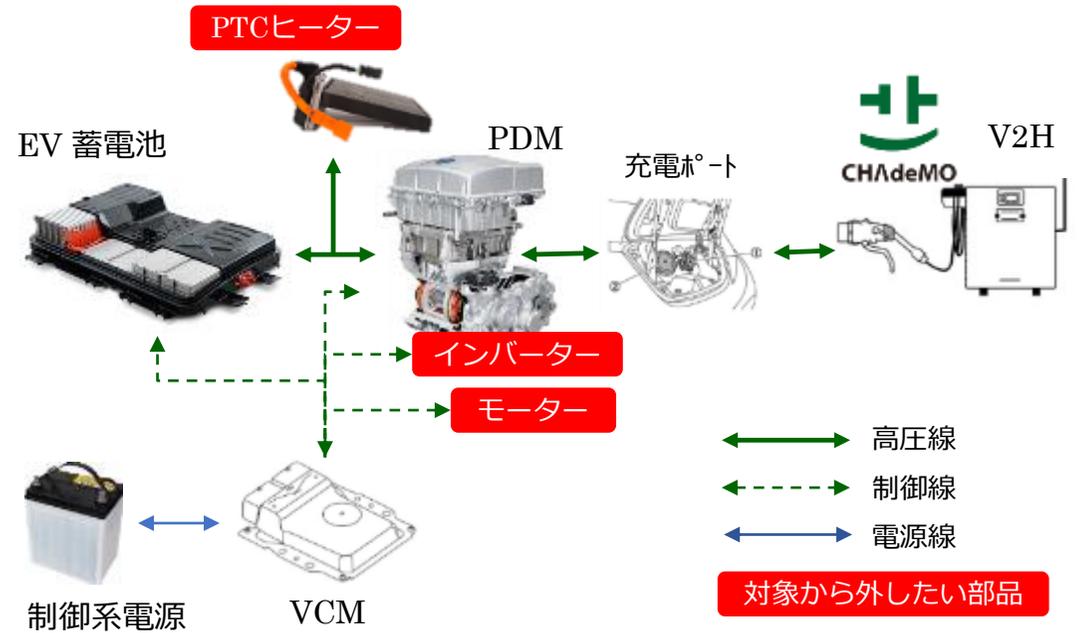


### Step3：必要な機器を取り出す

車輛から取り出しシステムを構成する



## 構築した自動車部品を利用したシステム



### 3. 廃EV用LiB蓄電池のリユース：（2）LiBリビルトの実施

LiBモジュールの容量は、同一条件で充電と放電を行い測定する。

① モジュールの静特性測定  
(開回路電圧OCV、内部抵抗IR)

② 1ブロック、12モジュールを並列に配線接続する  
充電試験装置の能力上、全体を12モジュール単位で  
4ブロックに分けてブロック毎に試験を行う



ブロックNo.1, 2 並列接続充電



ブロックNo.3,4 並列接続充電

③ 充電  
定電圧定電流充電 (8.4V,48A) 電流垂下停止値 39A  
※ブロックNo.1は安全確認のため一旦電流を45Aで停止、  
問題無と判断し、追加で39Aに垂下するまで充電した。

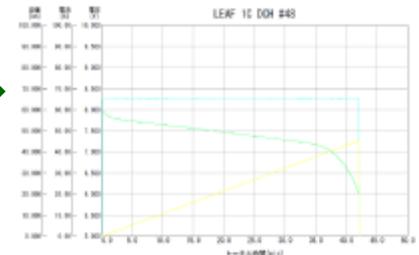


ブロックNo. 1	8.4V 48A充電 停止電流45A※⇒39A	#1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17,19, 21, 23
ブロックNo. 2	8.4V 48V充電 停止電流39A	#2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24
ブロックNo. 3		#25 ~ 36
ブロックNo. 4		#37 ~ 48

④ 容量測定  
並列接続をはずし、モジュール単位で放電 (65A負荷で6V  
に低下するまで放電) し容量を算出する  
※最初の試験条件確認 (⑤の※) によりブロックNo.1に  
おいてはNo.2~4に比較して少し充電量が多くなり、  
その分放電容量もやや多くなっている。



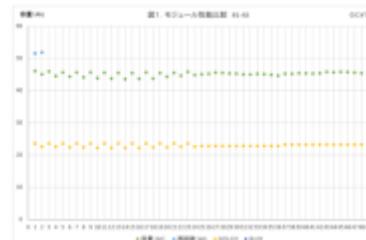
ブロック No.4 単モジュール放電



単モジュール容量算出

**容量：平均334.3Wh (321.6~341.7) ⇒定格68%**

⑤ グレーディング基準の設定  
一般的に電池の劣化を判断する場合、電極の活物質の劣化  
である容量劣化と、放電反応抵抗の増加による放電電圧の  
低下を観察するが、今回のその双方を加味する電池の放電  
電力量によるグレードを設定した。



単モジュール容量、容量バラツキ



グレード	電池放電電力Wh (放電容量Ah×平均電圧V)	
A	400以上	定格80%以上
B	300~399	定格60%以上
C	200~299	定格40%以上
D	100~199	定格20%以上
E	99以下	定格20%以下

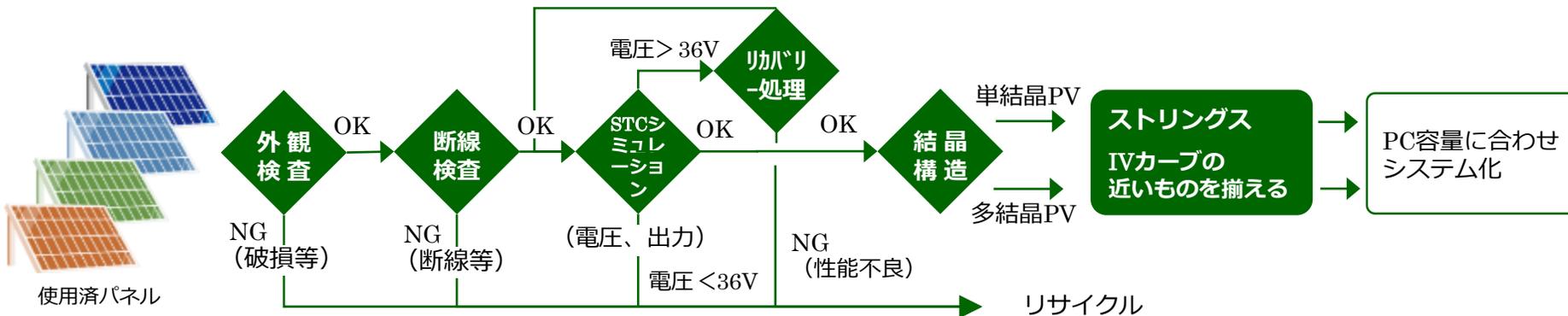
⑥ パック再構成のため入手時の状態まで補足充電  
(48A to 8.1V 24A)

## 4. 廃PVモジュールのリユース実証結果

廃PVモジュールでのリユースPVシステム構築手順を確立した。

発電力を現場の太陽光下でIVチェッカーを利用しSTC(パネル標準値)をシミュレートする。

課題：IVチェッカーのシミュレーション品質と照度との相関を検証すること



### ■ リユースPVシステム構築に必要な検査機器

検査	使用機器
STCシミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>SATOTECH製 IVチェッカー PROOVA1011A</li> <li>架台 (自家製)</li> </ul>
断線検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>OMRON製 DC Fault Tester (DCFT)</li> </ul>
リカバリー処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>OMRON製 PIDbox Mini</li> </ul>



SATOTECH製  
IVチェッカー  
PROOVA1011A



OMRON製  
DC Fault Tester  
(DCFT)



リカバリー処理  
OMRON製  
PIDbox Mini



IVチェッカーを用いた  
PVモジュール検査の様子

太陽光下での検査  
(照度：171～831w/m<sup>2</sup>  
STC：1,000w/m<sup>2</sup>)

問題点：低照度での信頼性

30度

## ■ スtrings形成

リユース品の場合は、IVチェッカでシミュレーションしたSTC（パネル標準出力）をもとに、PCS容量に合わせ構成する手順とした。実証用として、負荷に応じ単相と三相に分け、PCS#8, 9は、C, Dランクで構成した。

### ■ PVモジュール251枚の検査結果

ランク	STC出力比 STCPmax/定格	選別結果	波形不良
A	81%~	124枚	6枚
B	70.0%~80.9%	43枚	21枚
C	60.0%~69.9%	21枚	8枚
D	50.0%~59.9%	14枚	0枚
E	40.0%~49.9%	5枚	-
F	0.0%~39.9%	10枚	-
H	破 損	34枚	-



### ■ Strings形成の結果

種別	PCS容量 (W)	定格出力 (W)	STC出力 (W)	Strings (分子：波形不良)				
				A	B	C	D	
単相	PCS1	5,500	4,920	4,955	24	0	0	0
	PCS2	5,500	1,640	1,294	3	1/5	0	0
	PCS3	5,500	4,650	5,121	5	10/10	0	0
	PCS4	5,500	2,310	2,153	8	1/3	0	0
	PCS5	5,500	3,120	3,450	11	1	0	0
	PCS6	5,500	3,120	2,390	0	2/12	0	0
	PCS7	5,500	3,475	3,230	0	7/12	0	0
	PCS8	5,500	3,640	2,436	0	0	8/12	1
	PCS9	5,500	4,560	2,727	0	0	9	13
合計	49,500	31,435	27,754	52	21/43	8/21	14	
三相	PCS10	9,900	9,900	11,149	6/33	0	0	0
	PCS11	9,900	9,750	10,819	39	0	0	0
	合計	19,800	19,650	21,969	6/72	0	0	0

### ■ Strings手順

- 多結晶、単結晶で分ける
- PCS容量に合わせてSTC Pmax順に並べて組む
- 本事業) 波形不良リユース性を評価  
⇒波形不良同士をまとめ
- PCSStrings間のバランスとる

太陽光 総発電量	69,300
-------------	--------

51,085	49,723	124	43	21	14
--------	--------	-----	----	----	----

## ■ 劣化モジュールリカバリー処理

劣化したモジュールに対しPID機器で夜間にリカバリー処理を行った。

実証結果：劣化相当品（C、Dランク波形不良）20モジュールに対し、3モジュールはSTC（パネル標準出力）が向上。

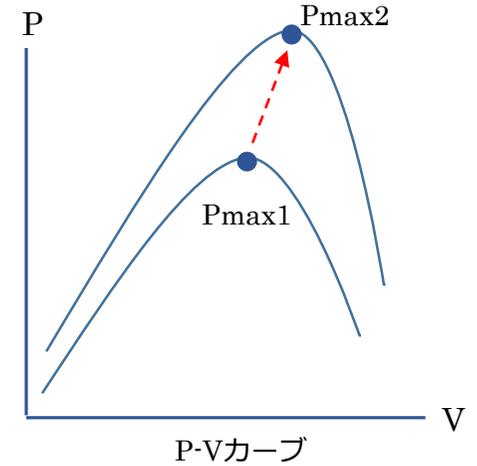
課題：リカバー可否を検査段階で判断できる手法確立すること。

## ■ PID試験対象

種別	枚	標準出力	実測出力	
PCS8 単相	13	3,640W	2,436W	Cランク2枚 Cランク・波形不良8枚
PCS9 単相	22	4,560W	2,727W	Cランク5枚, Dランク5枚

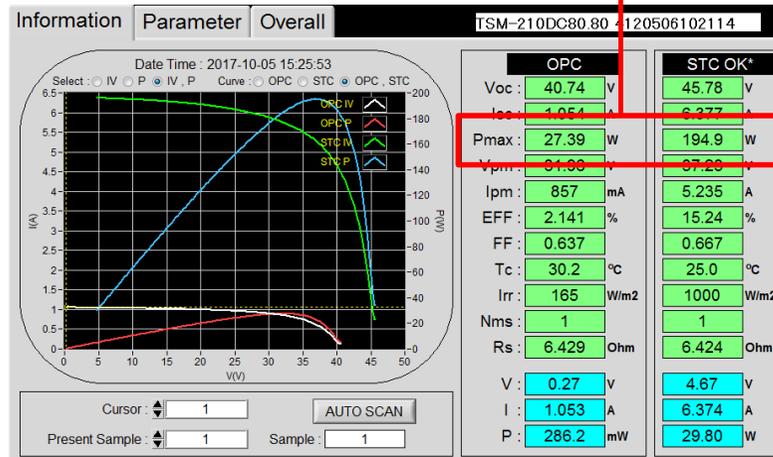
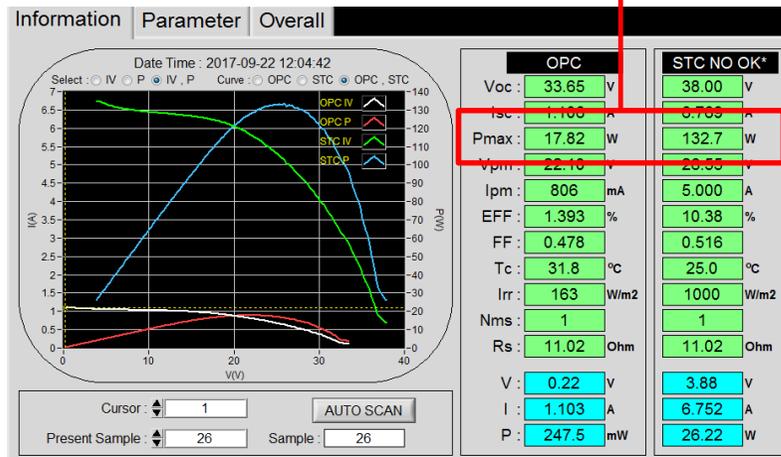


OMRON製 PIDbox Mini  
※ PID  
Potential Induced Degradation



## ■ PID試験結果（Cランクで30%向上）

### PID実施前後の発電電力比較



測定W / 標準W	
出荷前	55%
PID設置前	63%
PID設置後	93%

PID設置前

PID設置後

# 5. 効果確認

## ■ システム構築レベル (2017年11月6日現在)

蓄電能力が53%であるため、  
夜間電力を蓄電し午前中のピークカットに利用

### 設置済

- ・ 太陽光発電：42kW (計画：42kWの100%)
- ・ 蓄電量：38kWh (計画：71kWhの53%)

### 未設置

- ・ V2Hによる蓄電放電：33kWh

### 今後の対応：

残りの蓄電池 (V2H)を設置し、  
午後のピークカットに利用

## ■ 電気代削減効果

### 電気代削減効果

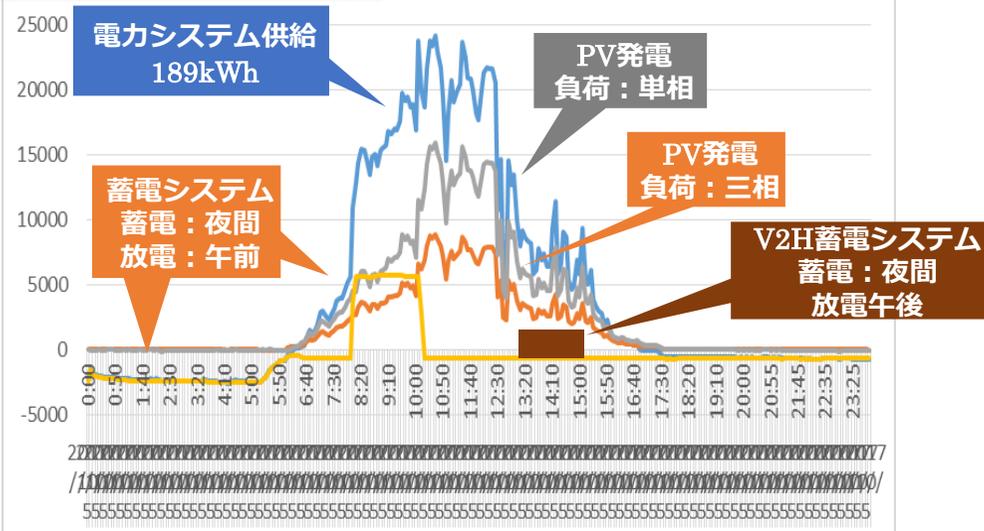
- ・ 曇りときどき晴れで 年間543千円/年
- ・ 晴天・・・

曇りときどき晴れ：10月5日

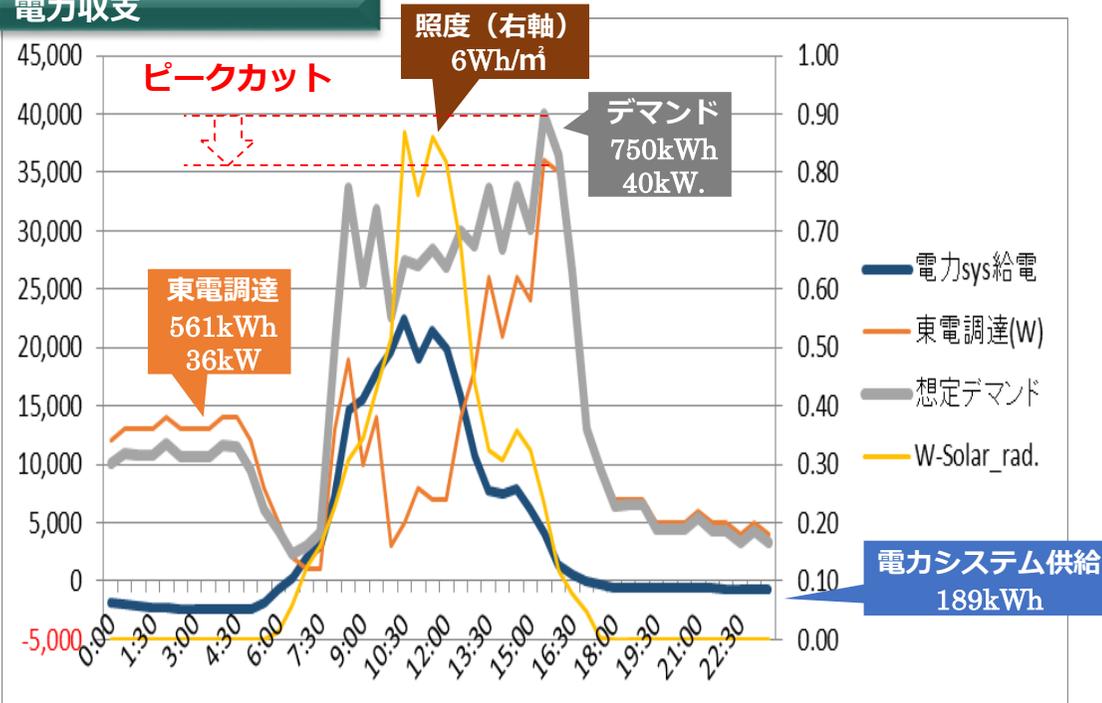
電気代：△7,835円/日 ピークカット 電力量削減  
→年間) 1,880千円/年 (1,218千円/年 + 662千円/年)

- ・ ピークカット：△4kW  
≒ △5,076円/日 (4kw×1,269円/kWh)
- ・ 電力量削減：△189kWh  
≒ △2,759円/日 (189kWh×14.6円/kWh)

## ■ 電力システム稼働状況



## ■ 電力収支



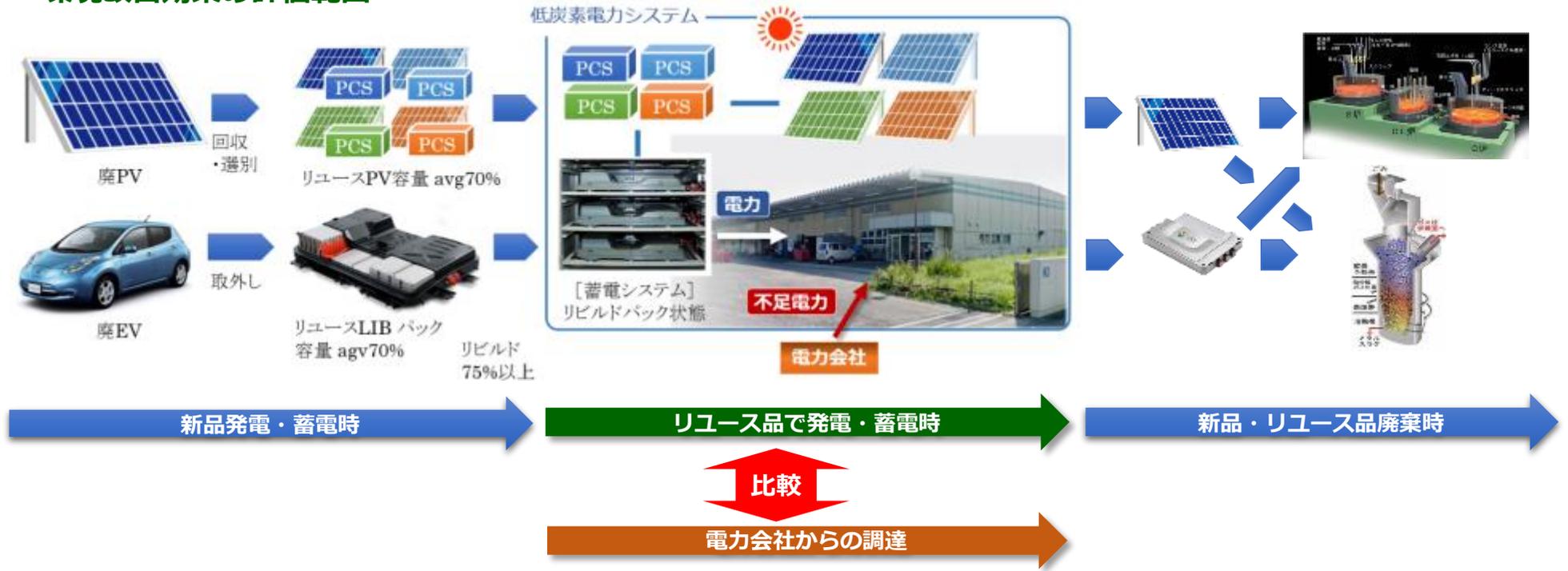
## 6. 今後の課題と対応

課題		対応
LiB関係	<b>LiB蓄電システム構築</b> 経済性の良い再利用可否判断方法の確立	経済性から設定する (調達コスト、リビルトコスト、効果)
	<b>LiB蓄電システム構築・・制御部品構築</b> 構成部品を更に減らしたシステムを構築 (不使用ハーネスの除去、代替部品利用等)	代替手段の検討 (構造と必要としている制御内容を調査)
PV関係	<b>廃PVモジュールのリユース実証結果</b> IVチェッカーのシミュレーション品質と照度との相関を検証すること	晴天時にIVチェックを実施 (低照度データは取得済)
	<b>劣化モジュールリカバリー処理</b> リカバリー可否を検査段階で判断できる手法確立すること	リカバリー可能性のあるパネルでの追加処理

今後の計画		内容
LiB関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>● EV車載LiB蓄電池を定置型に置き換えた際の評価               <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性の評価</li> <li>・信頼性の評価</li> <li>・余寿命の推定</li> </ul> </li> </ul>	
システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 効果最大化策の検討 (単相、3相)</li> <li>● 経済性</li> <li>● 環境改善効果の評価</li> </ul>	

# 7. 事業における環境改善効果の評価方法

## ■ 環境改善効果の評価範囲

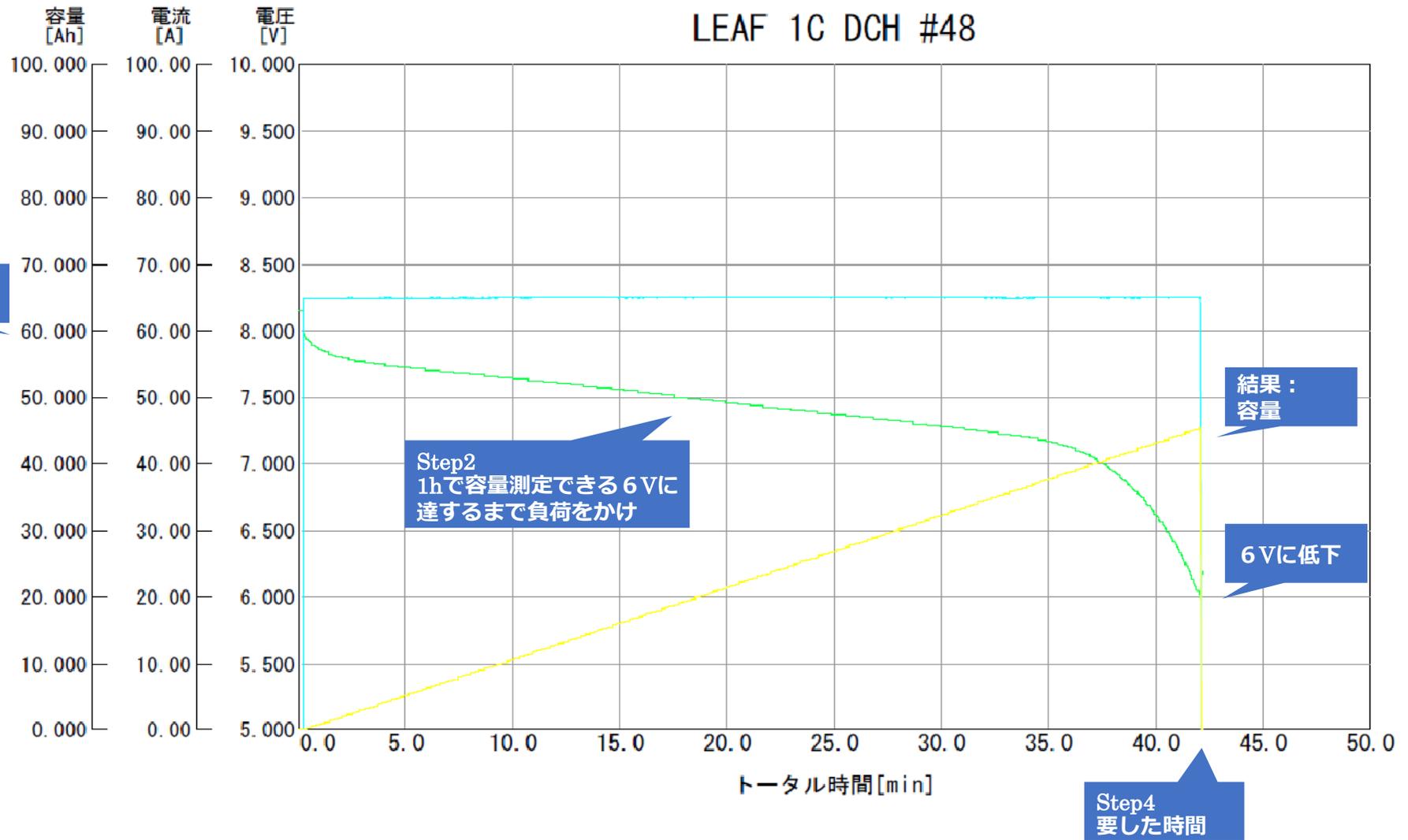


- 機能単位：PVパネル1枚のリユースによる電力供給187.51 kWh（仮定値）
- 基本フロー：PVパネル1枚
- リユースパネルの輸送・試験・検査など：1.0 CO2e-kg
- 系統電力（電源構成）による発電：110 CO2e-kg/
- リユースによる削減効果：109 CO2e-kg

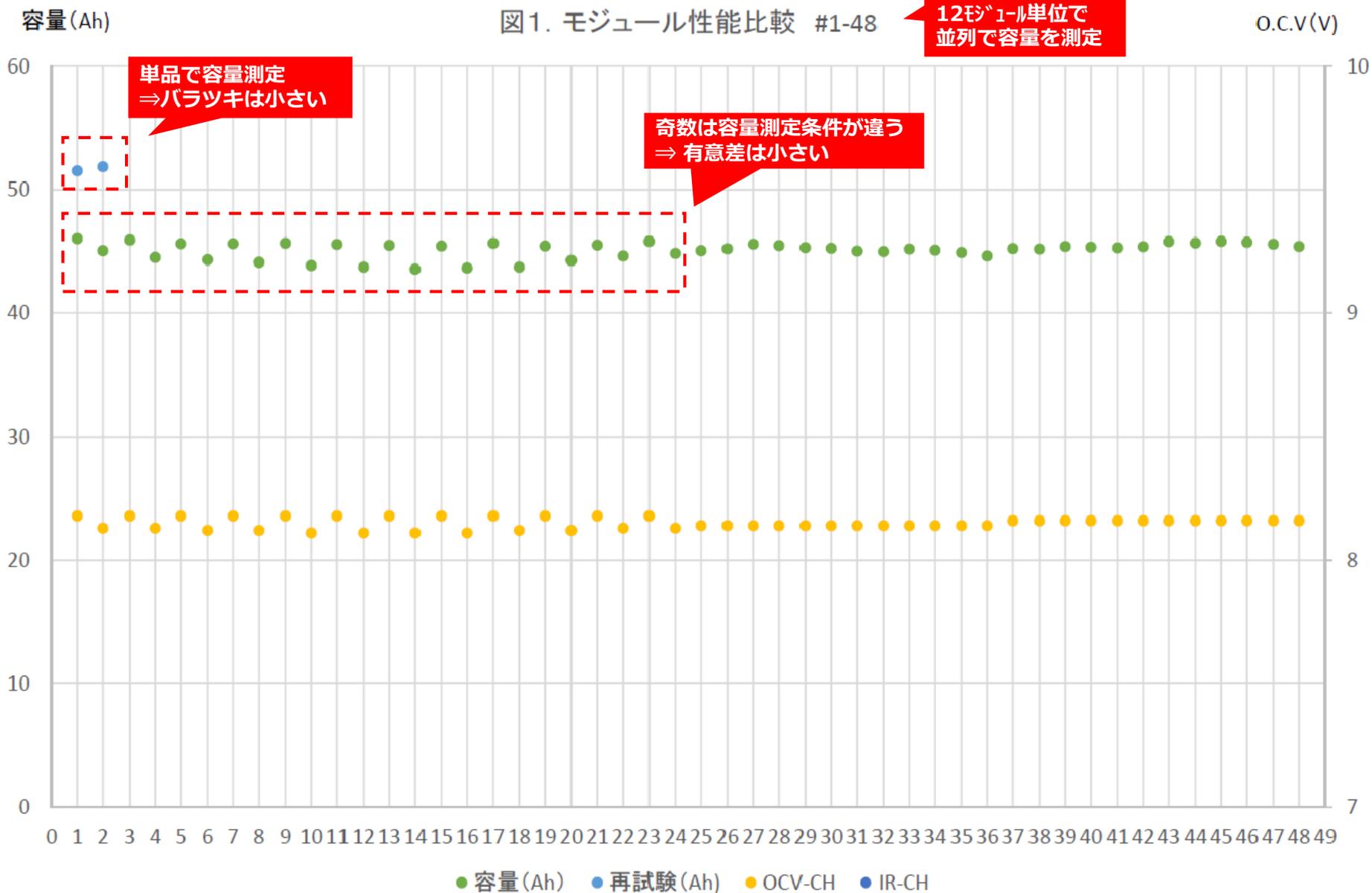
# 参考情報

---

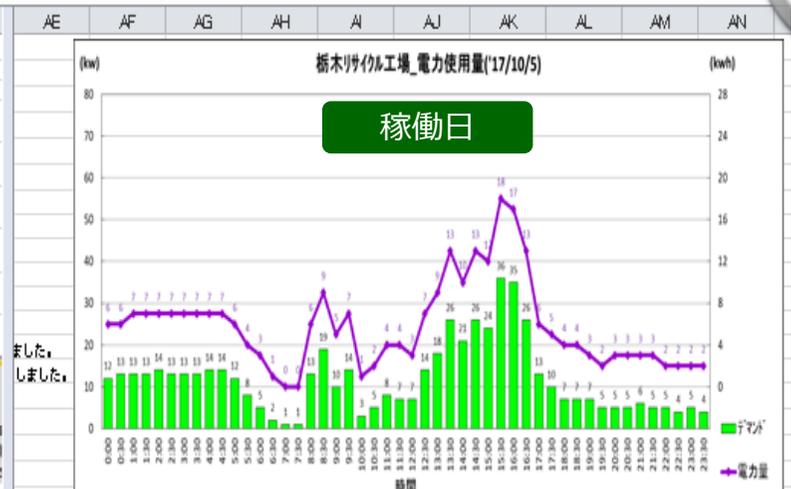
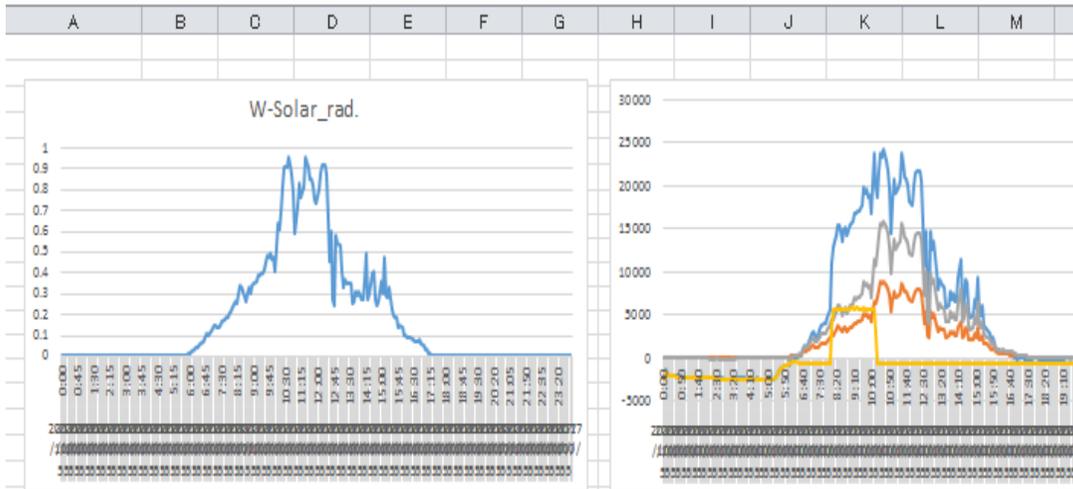
# ■ 容量測定



# ■ グレーディング結果

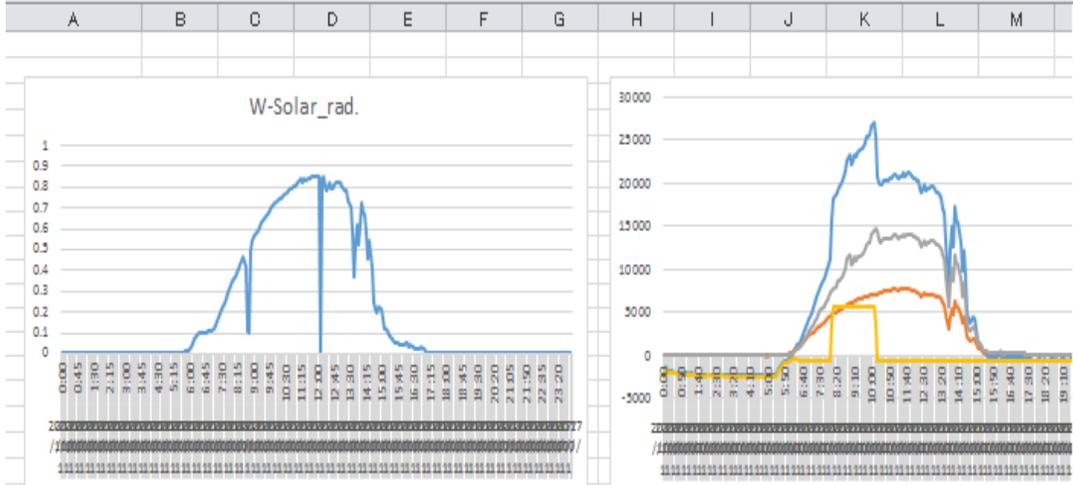


# ■ モニタリング状況



Keiai\_shya01\_20171005

グラフKeiai\_shya01\_20171001.xlsx



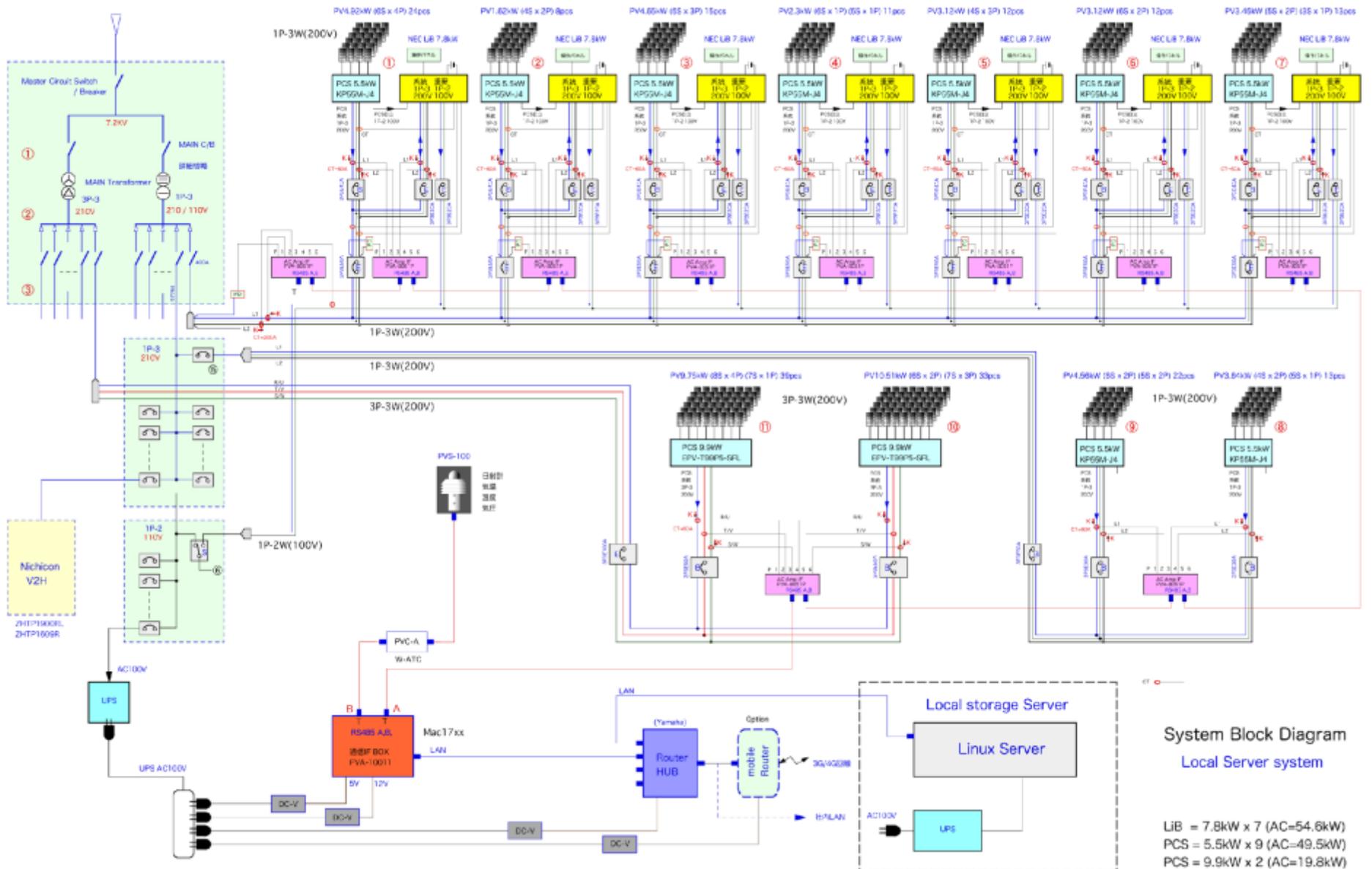
Keiai\_shya01

日射量

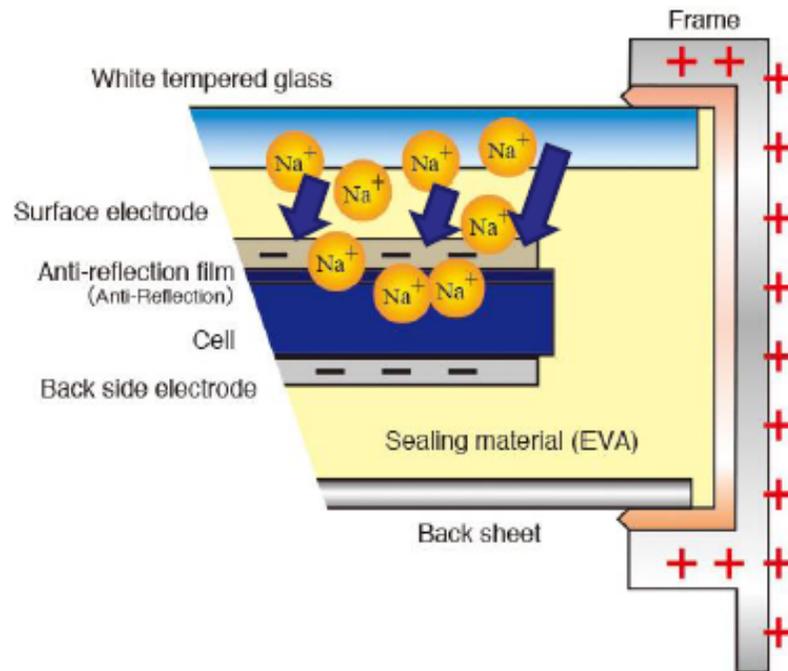
給電・充電量

東京電力からの調達量

# [参考資料] 啓愛社栃木RC 単結線配線図



## [参考資料] Understanding the module degradation (PID) caused by a negative potential



- Module frames are grounded
- Therefore, voltage diff. between the frames and the cells with a (-) voltage.
- This voltage can cause a migration of mobile ions through the module either towards or away from the cells
- Mobile positive sodium ions contained in the glass substrate can migrate towards the cells.
- Crystalline defects known as stacking faults permit the ingress of these sodium atoms, which results in shunts and **module degradation**

