



ともに挑む。つぎを創る。



FREA

ローカルグリッドにおける受電電力制御の改善 と故障区間特定技術

産業技術総合研究所 児玉安広

2026年9月29日

令和8年 第2回 エネルギーネットワーク分科会

会場：郡山商工会議所 4-2会議室 (郡山市清水台1-3-8)

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

1. 葛尾創生電力の概要

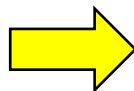
- ・ 葛尾創生電力は、特定送配電事業者として地域の電力供給を担う
- ・ 太陽光発電と蓄電池を活用し電力を供給。不足分は、他の電気事業者から調達

【葛尾創生電力】

太陽光発電

蓄電池

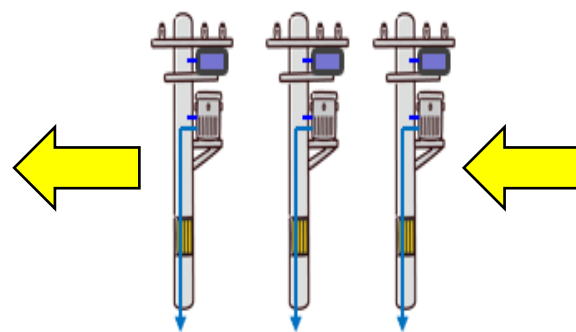
余剰電力



電力供給



不足電力：他の電気事業者から調達

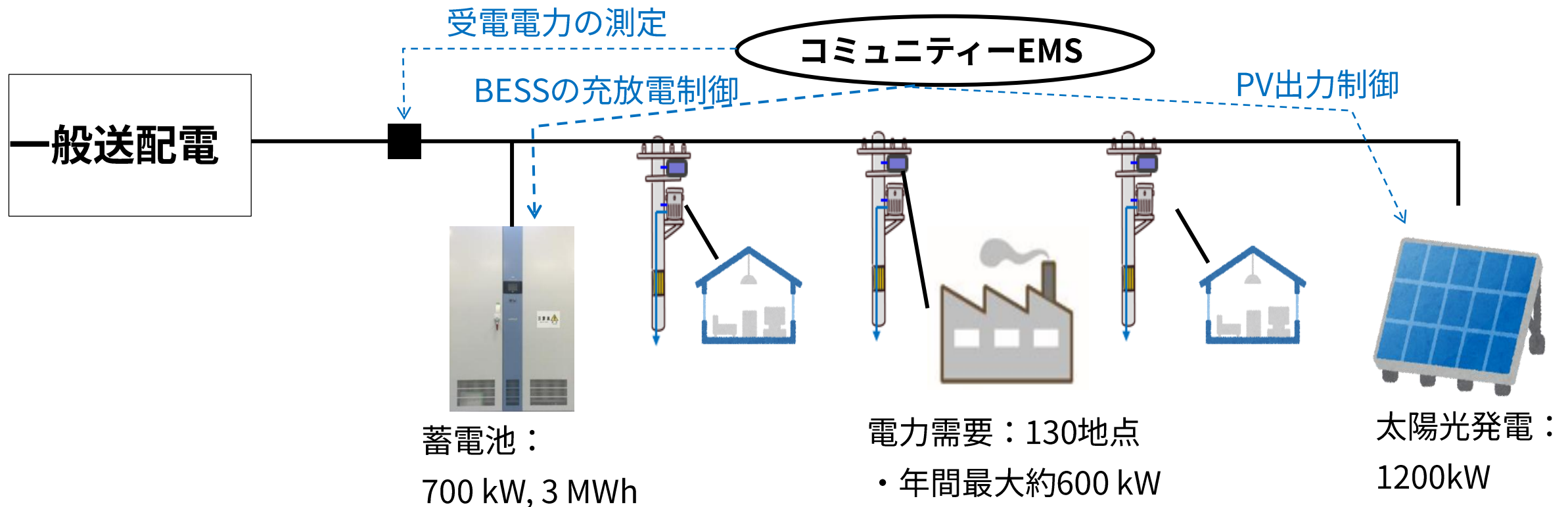


逆潮流：なし

他の電力事業者

1. 葛尾創生電力の概要

- ・ 葛尾創生電力の電力設備と電力需要
- ・ CEMSによる同時同量の制御では、予め設定した受電電力の目標値を優先し、供給量と需要量が同量となるよう、蓄電池と太陽光発電を制御

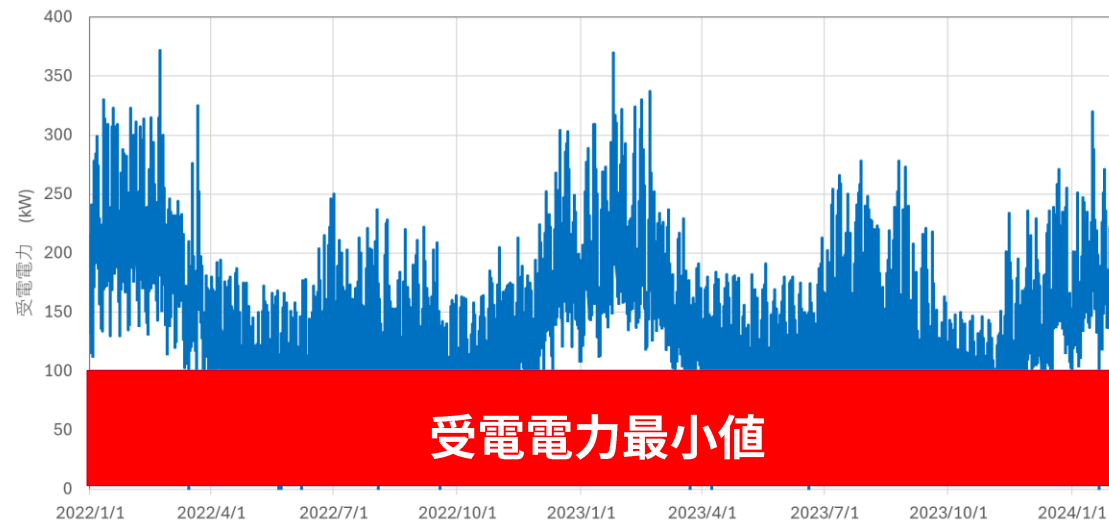


2. ローカルグリッド運用に関する課題

地域エネルギー事業には「経済性」と「安定供給」の両立が必要

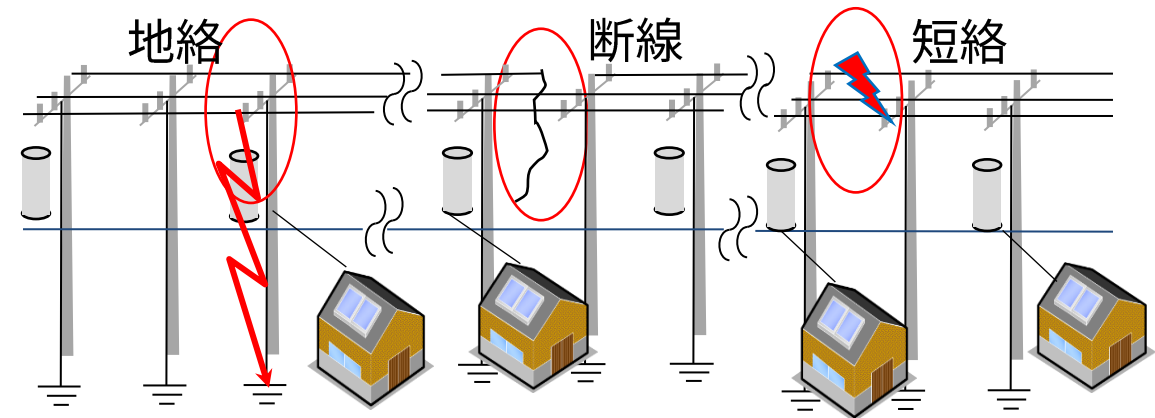
○経済性の向上

- ・ 逆潮流防止のため、CEMS受電電力を0にできず、常時受電が必要
- ・ 常時受電電力を低減し、**電力調達コストを削減**
- ・ 課題：受電電力を0付近まで低減すると**停電リスクが増大** → 発生要因を解明し、対策を検討



○安定供給の向上

- ・ 故障区間を早く見つける
- ・ 停電時間を短縮
- ・ 課題：広い配電線から故障箇所を探す



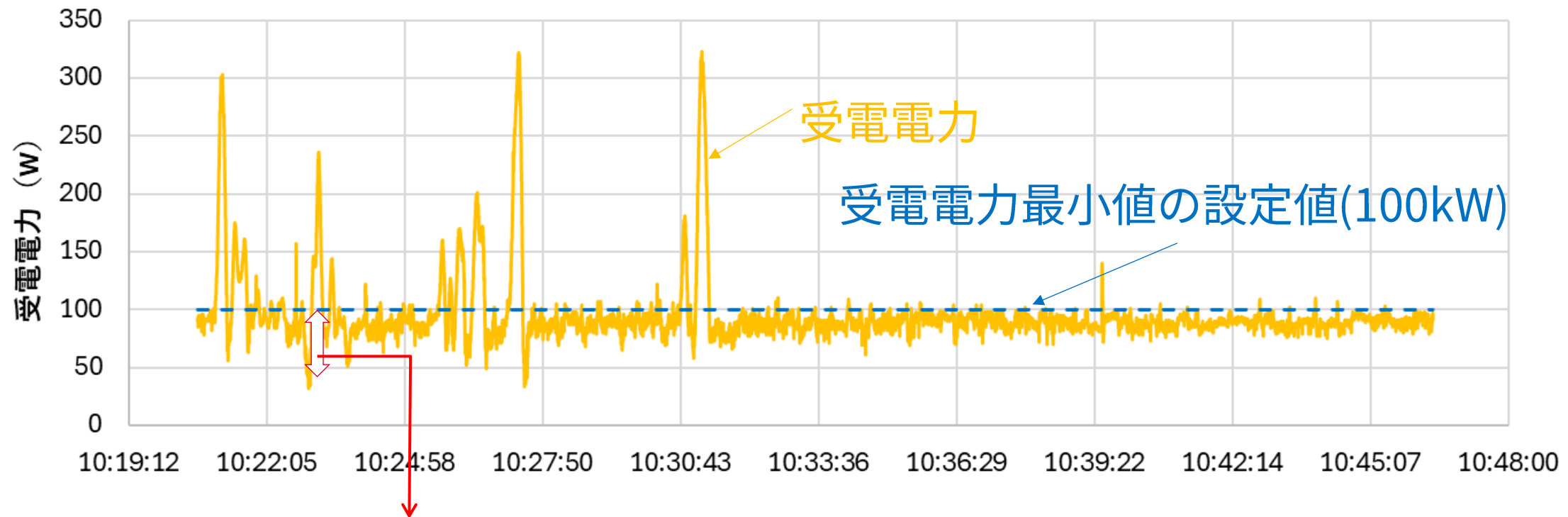
本報告では、実測データとシミュレーションを用いて、二つの課題を検討

電気事業収益の向上に向けた取り組み

3. 電気事業収益の向上に向けた取り組み

受電電力の設定値と実測値に乖離が発生

- 逆潮流を防ぐため、受電電力に下限値を設定
- 実測では、受電電力が設定値を下回る事象を確認
- この乖離が下限値低減の制約となるため、その要因を分析

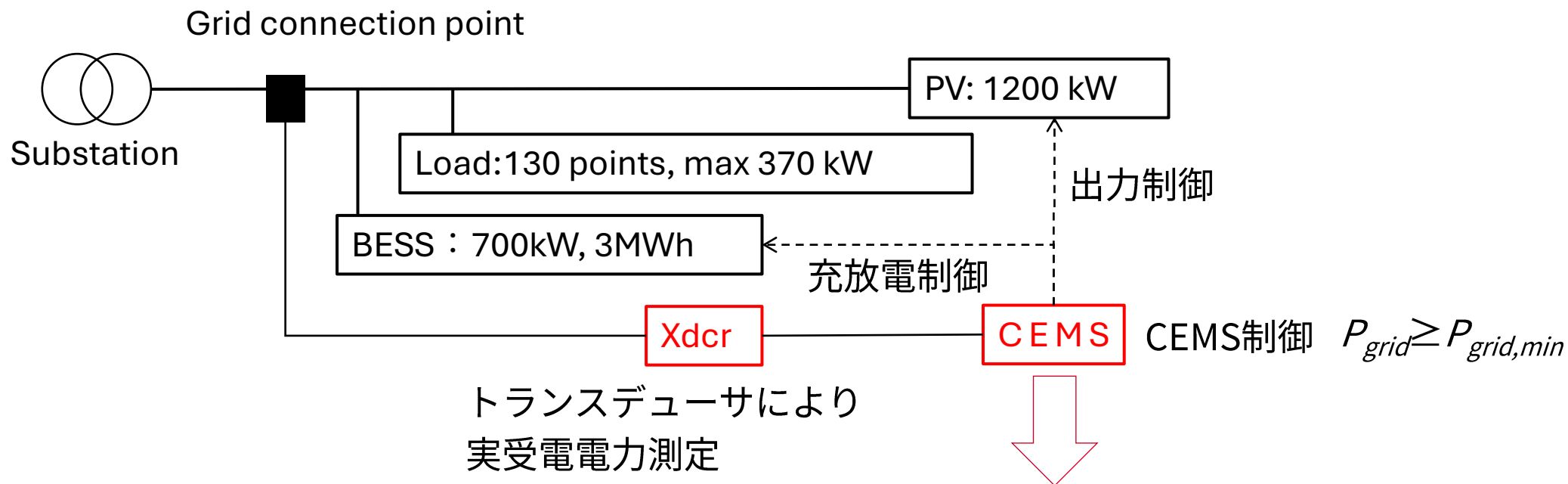


この乖離があるため、受電電力の設定値を下げられない。

3. 電気事業収益の向上に向けた取り組み

CEMSは太陽光発電の変動を蓄電池で吸収

- CEMSはPV出力とBESS充放電を制御し、需給バランスを維持。受電電力 P_{grid} は受電電力最小値 P_{grid_min} 以上となるように制御
$$P_L = P_{PV} \pm P_{BESS} + P_{grid} \dots (1)$$
- 制御フローの一例： 太陽光発電が増加⇒CEMSが変化を感知⇒蓄電池へ充電を指令⇒受電電力を一定に制御



本来、受電電力は設定値に維持するよう制御されるが、実運用では設定値とのずれが発生

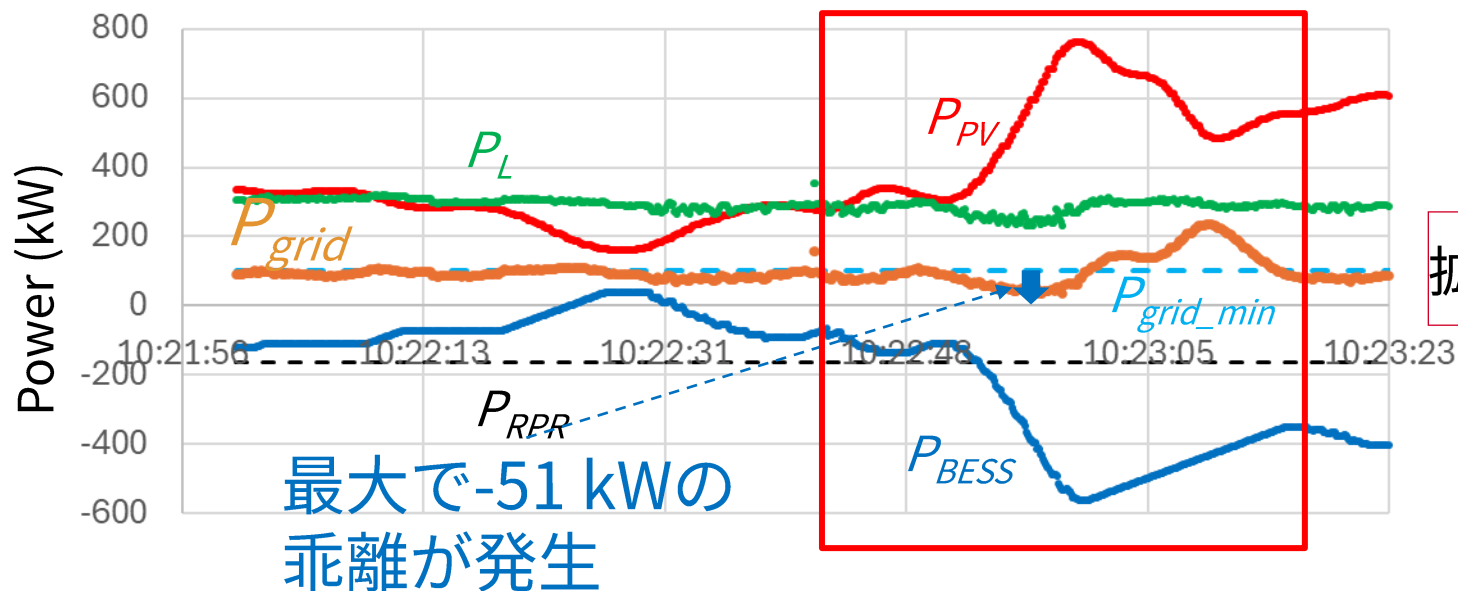
3. 電気事業収益の向上に向けた取り組み

太陽光発電の急増時に、最大51 kWの乖離が発生

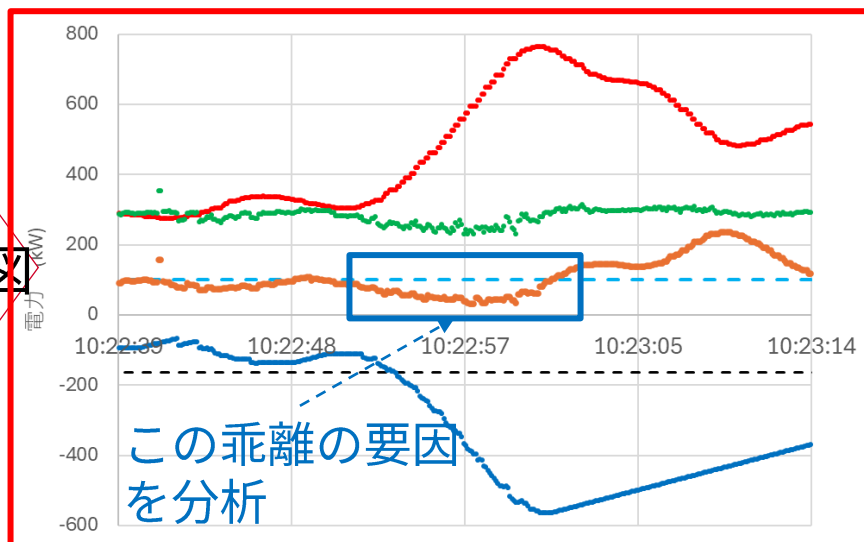
- 理想的には、 $P_L = P_{PV} \pm P_{BESS} + P_{grid_min}$ (1) が成立
- CEMSから蓄電池への指令にタイムラグ (Δt) が発生すると仮定
 $\Delta P_{PV}(t) = P_{PV}(t) - P_{PV}(t - \Delta t)$ (2) $\Delta P_{BESS}(t) = P_{BESS}(t) - P_{BESS}(t - \Delta t)$ (3)



PV出力変化に対するBESS応答遅れが、受電電力乖離の主要因と推定

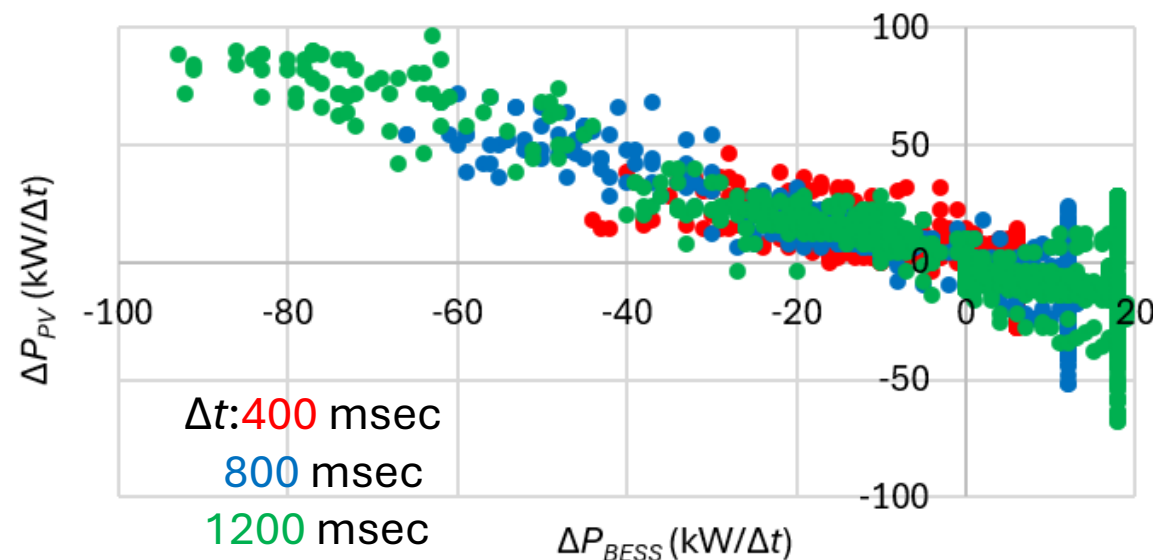


拡大図



3. 電気事業収益の向上に向けた取り組み

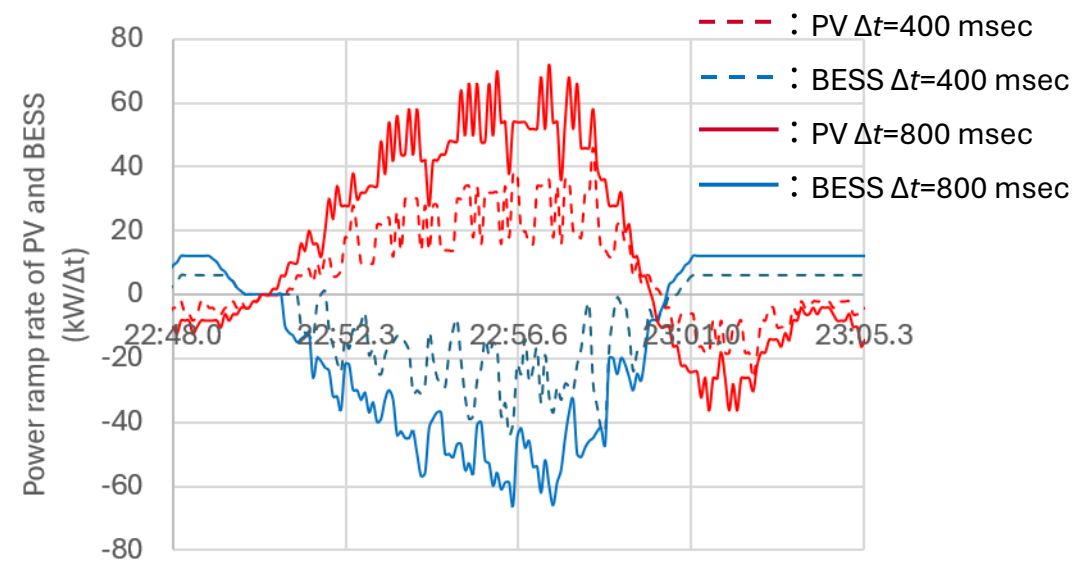
蓄電池は太陽光発電の変化に約0.8 s遅れて応答



ΔP_{PV} と ΔP_{BEES} の相関図

相関図から R^2 を算出

Δt (msec)	400	500	600	700	800	900	1000
R^2	0.51	0.61	0.65	0.69	0.71	0.65	0.66



一例として、 $\Delta t=400$ msecと800msecを比較

➡800msecの追随性が良い。

$\Delta t_0=800$ msec (類似の形状となっている)

➡改善策の検討が必要

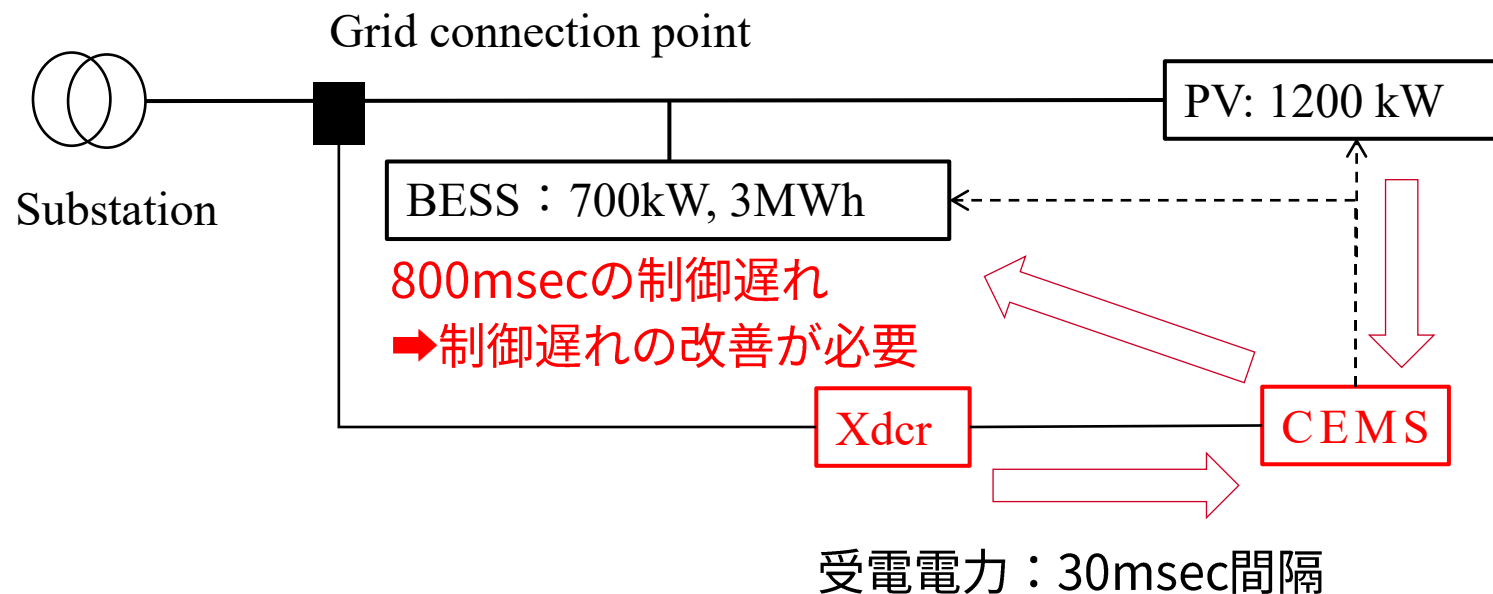
3. 電気事業収益の向上に向けた取り組み

応答遅れの短縮により、受電電力の設定値をさらに低減できる可能性

現状：蓄電池に約0.8秒の遅れ

問題：実受電電力が設定値を下回る

改善効果：逆潮流を防ぎながら受電電力を低減

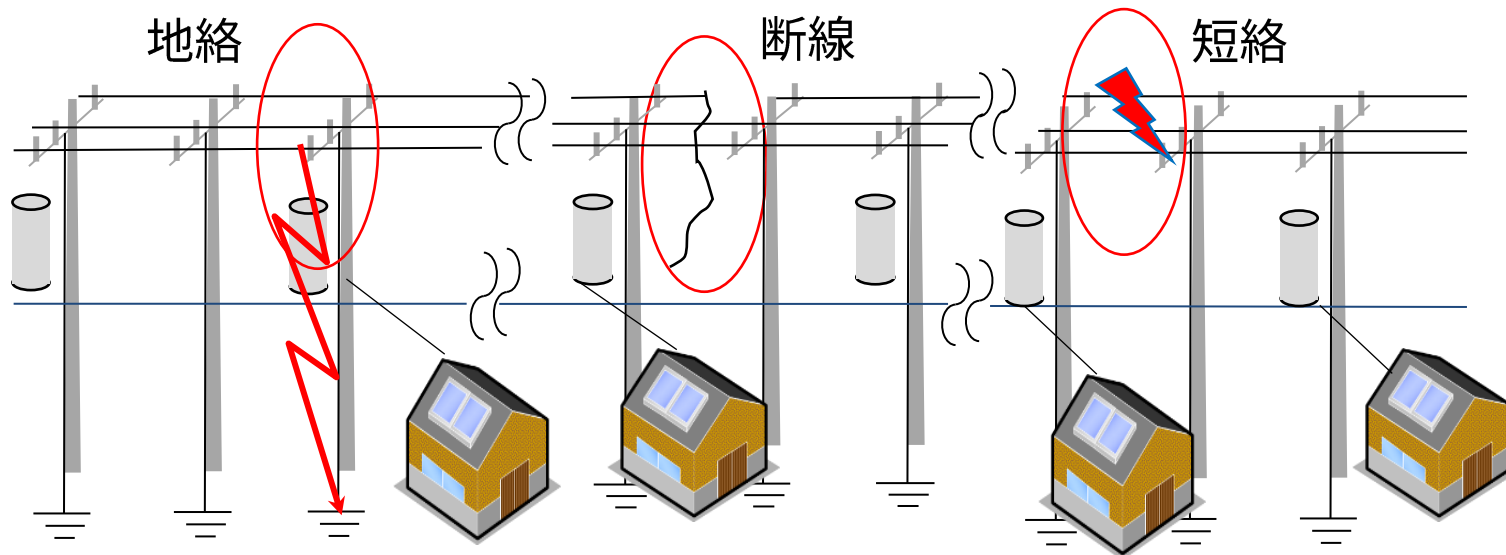


保守管理技術高度化に向けた取り組み

4.保守管理技術高度化に向けた取り組み

- 公衆安全と故障発生後の早期送電を目的とした電力設備の故障点を迅速に発見する手法の検討が必要

故障モード	一般的な説明	主な影響
地絡	電線から大地へ電気が漏れる	感電・設備損傷
短絡	電線同士が接触する	大電流・設備損傷
断線	電線が切れる	停電・公衆安全上の危険



4.保守管理技術高度化に向けた取り組み

- 実システムを模擬した電力システムを用いて系統連系時と自立運転時における故障モードの電流特性を把握し、故障区間を早期に特定する手法の検証
- 葛尾創生電力の電力系統と保護リレーをモデル化

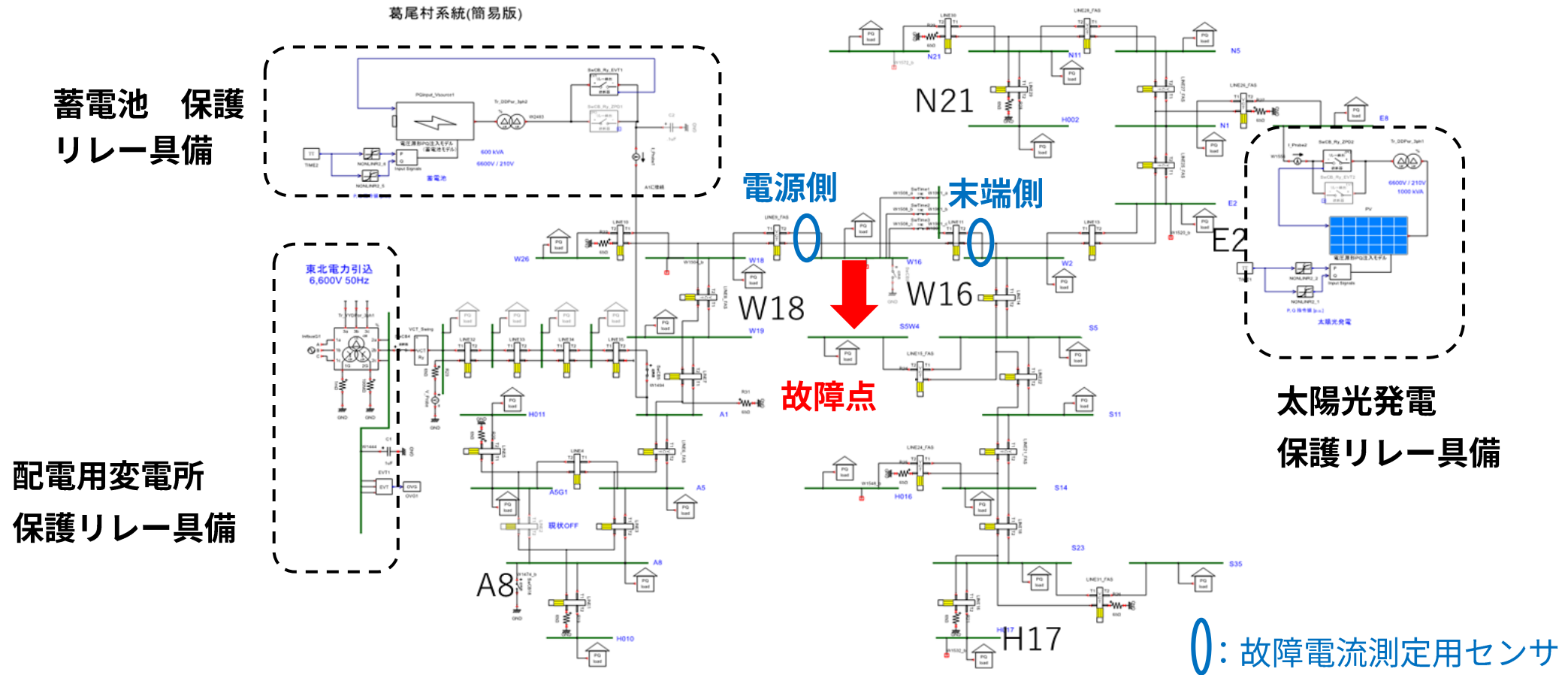
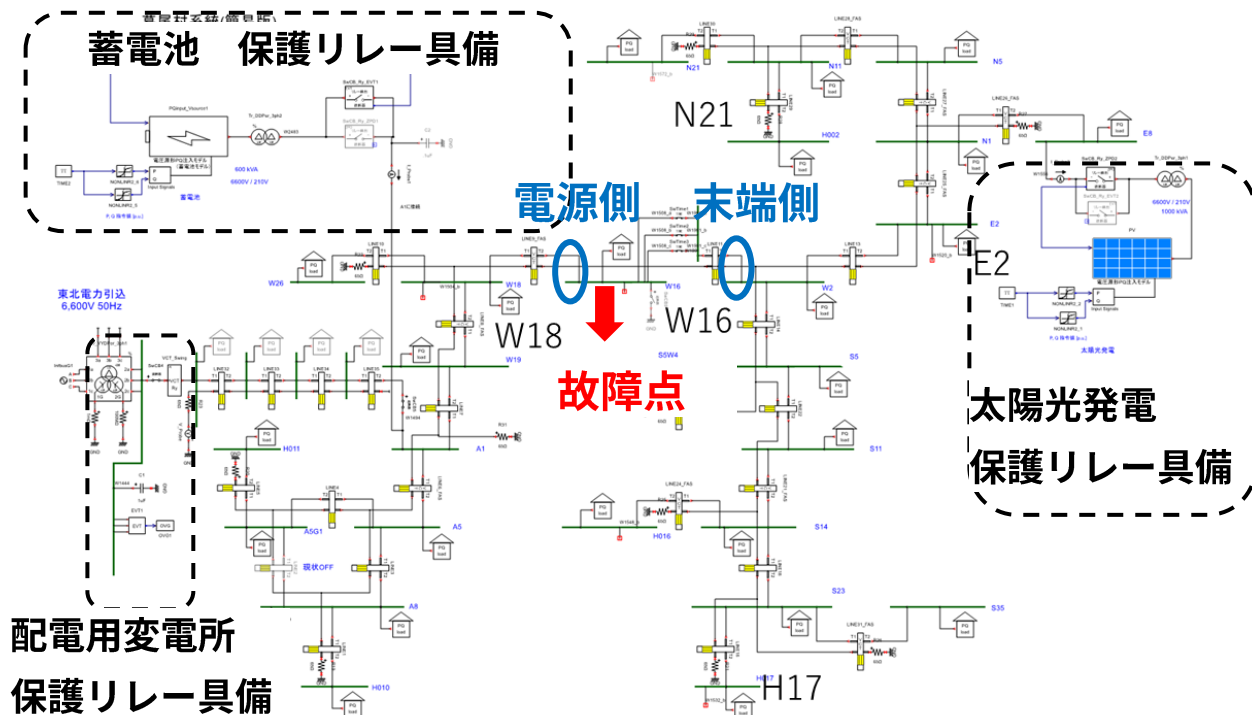


図4 実システムを模擬したモデル

4. 保守管理技術高度化に向けた取り組み

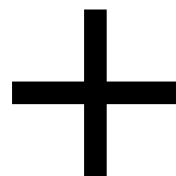
【故障点特定の方針】

- 実システムを模擬したモデルを構築
- 電圧・電流の変化から故障を検出
- 二つのセンサ情報から故障区間を判定



現実の電力系統に

則した検証



【配電用変電所のリレー設定項目】

保護リレー種別	検出レベルと検出時限の設定
過電流	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
地絡過電流	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
地絡過電圧	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限

【蓄電池と太陽光発電のリレー設定項目】

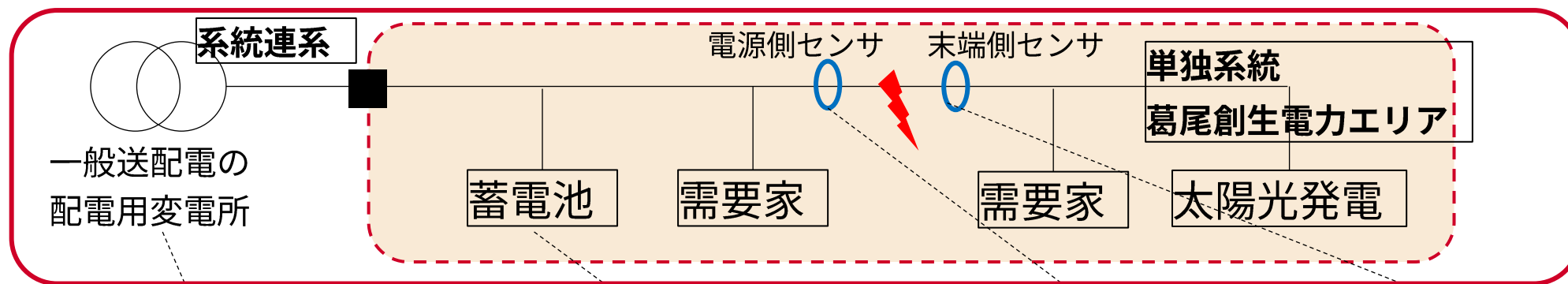
保護リレー種別	検出レベルと検出時限の設定
過電流	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
地絡過電流	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
地絡過電圧	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
過電圧	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
不足電圧	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限
周波数低下	・ 検出レベルの設定、・ 検出時限

4. 保守管理技術高度化に向けた取り組み

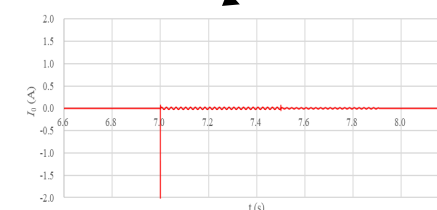
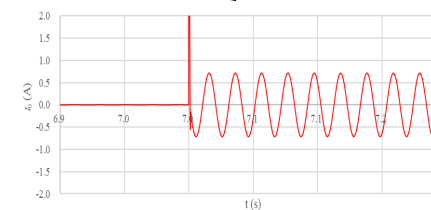
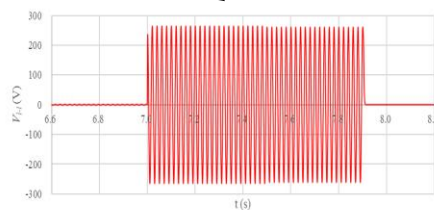
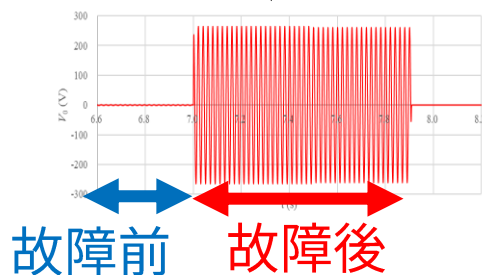
故障点前後で電流変化を比較し、故障区間を判定

故障電流が流れたセンサと、流れなかったセンサ間が故障点

- 系統連系・単独系統故障時
- 地絡故障判定：検出可能
- 地絡区間：センサを流れる電流特性から検出可能

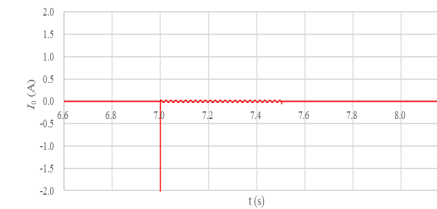
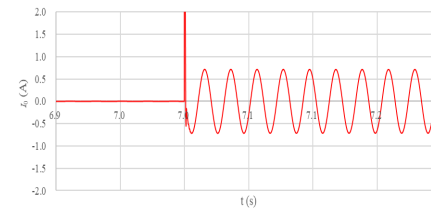
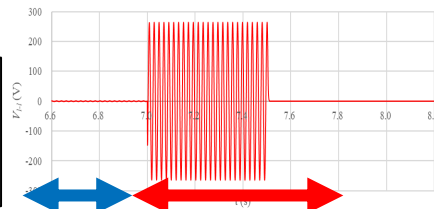


系統連系



単独系統

蓄電池の設置方式
をEVTに変更



4. 保守管理技術高度化に向けた取り組み

系統連系時と単独運転時において、3種類の故障について、
故障検出と区間判定の可能性を確認

故障モード	電圧・電流の主な変化	故障検出	区間判定
地絡	地絡電圧・電流が変化	可能	可能
短絡	電圧低下・電流増加	可能	可能
断線	電圧・電流の不平衡が発生	可能	可能

断線：負荷電流が小さいと区間判定が困難となる場合有

○電気事業収益の向上

- ✓ 受電電力の設定値と実測値のずれを確認し、主因が蓄電池の制御遅れであることを特定
- ✓ 受電電力の下限值低減には、CEMSを含むシステム全体の応答性向上が必要

○保守管理技術の高度化

- ✓ 葛尾創生電力の配電系統と保護リレーを模擬したシミュレーションモデルを構築
- ✓ 電圧・電流の変化から、故障検出と故障区間の特定が可能であることを確認

本研究は、福島国際研究教育機構(F-REI)の委託研究費 (JPFR2507113) により実施した。