

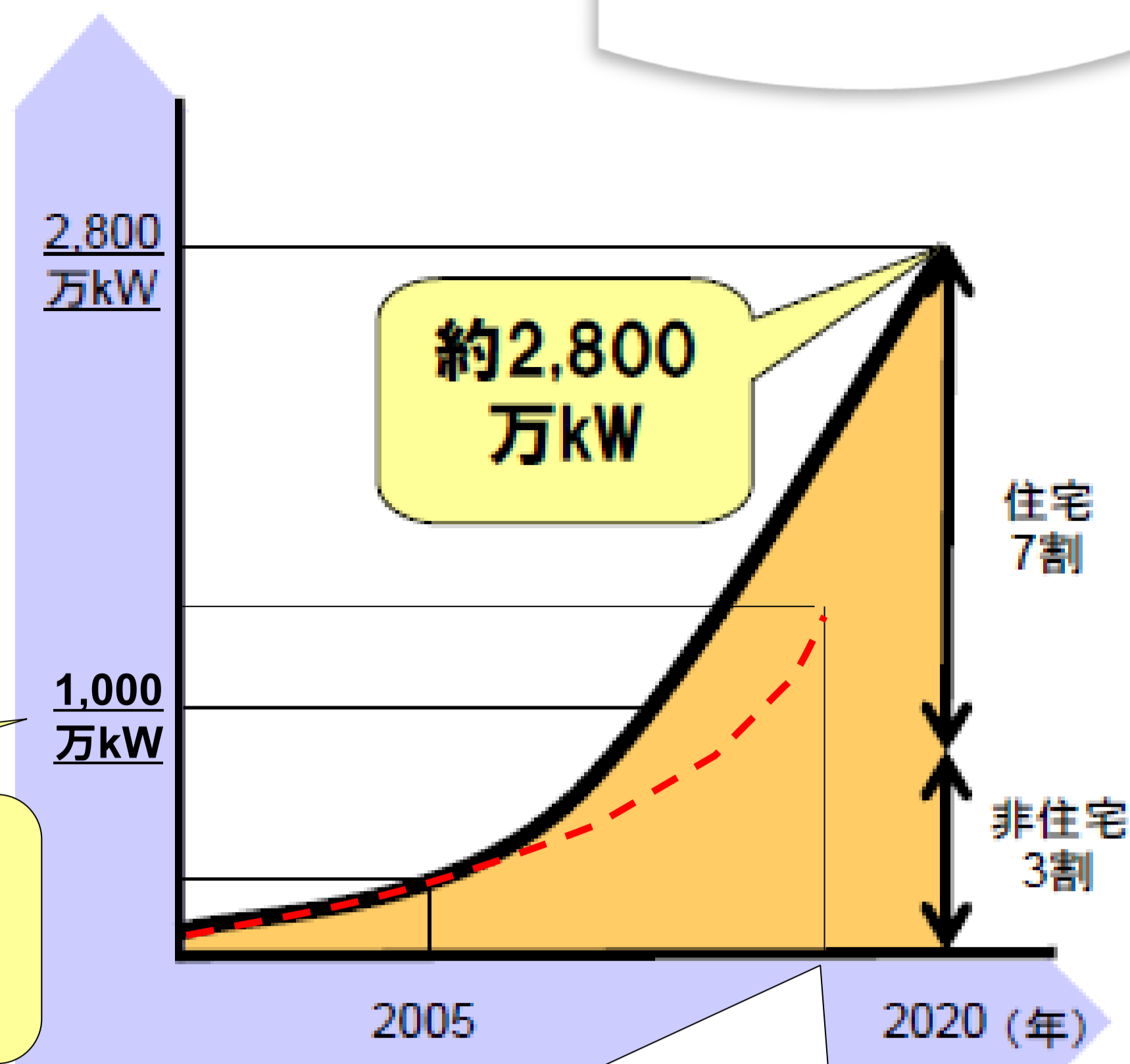
1. 研究背景および目的

太陽光発電設備

国による地球温暖化対策としての低炭素社会実現に向けた取り組み

平成24年7月から再生可能エネルギーの
固定価格買取制度「導入」

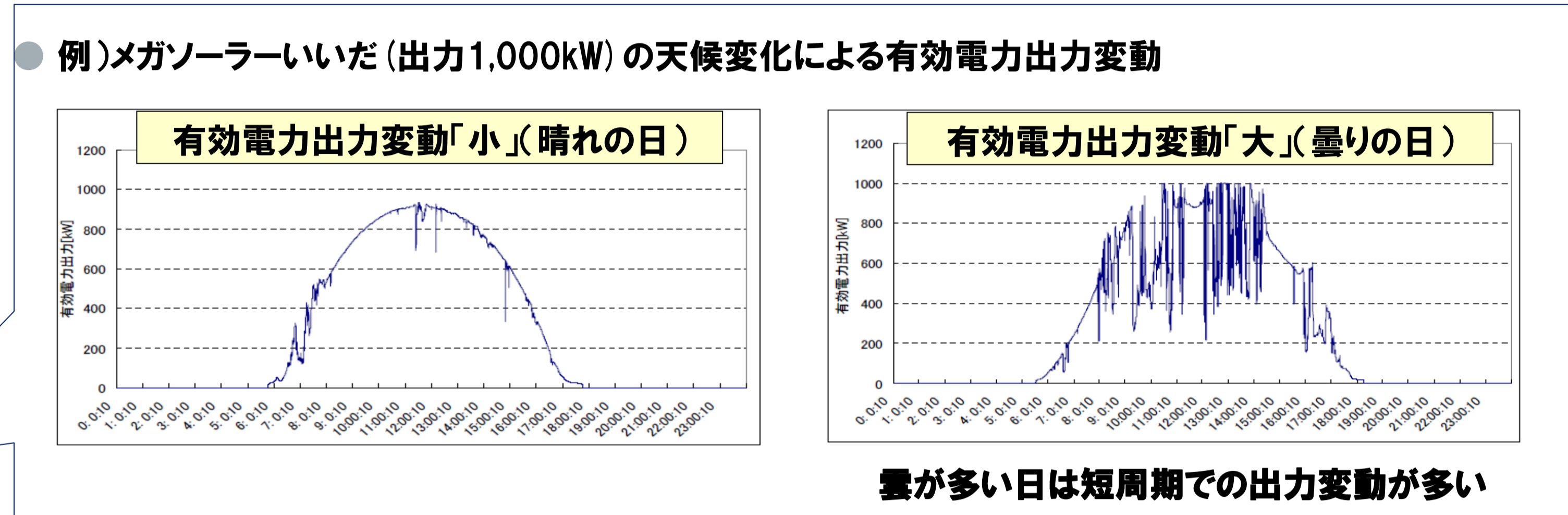
我が国の系統上、約1,000万kW以上導入
されると系統安定化対策が必要
(変電所における逆潮流対策を電力会社にて実施中)



<2014年3月時点の導入状況>
約1431.5万kW(経済産業省報告より)

出典:2009年4月10日政府公表「経済危機対策」

太陽光発電設備(PV:Photovoltaics)の大量導入



天候による太陽光発電の **出力変動 大**

<配電系統への影響>

余剰電力の発生
(逆潮流の発生)

☆太陽光発電設備が短周期に出力変動する例
【40km/hで移動する直径1kmの雲が
幅100mの太陽光発電設備の上空を通過した場合】
約10秒で通過
約10秒で出力が大きく変動

日射角の変化による出力変動
||
長周期(数十分)での潮流変動

流れ雲に伴う日照量の変化による出力変動
||
短周期(100秒程度以内)での潮流変動

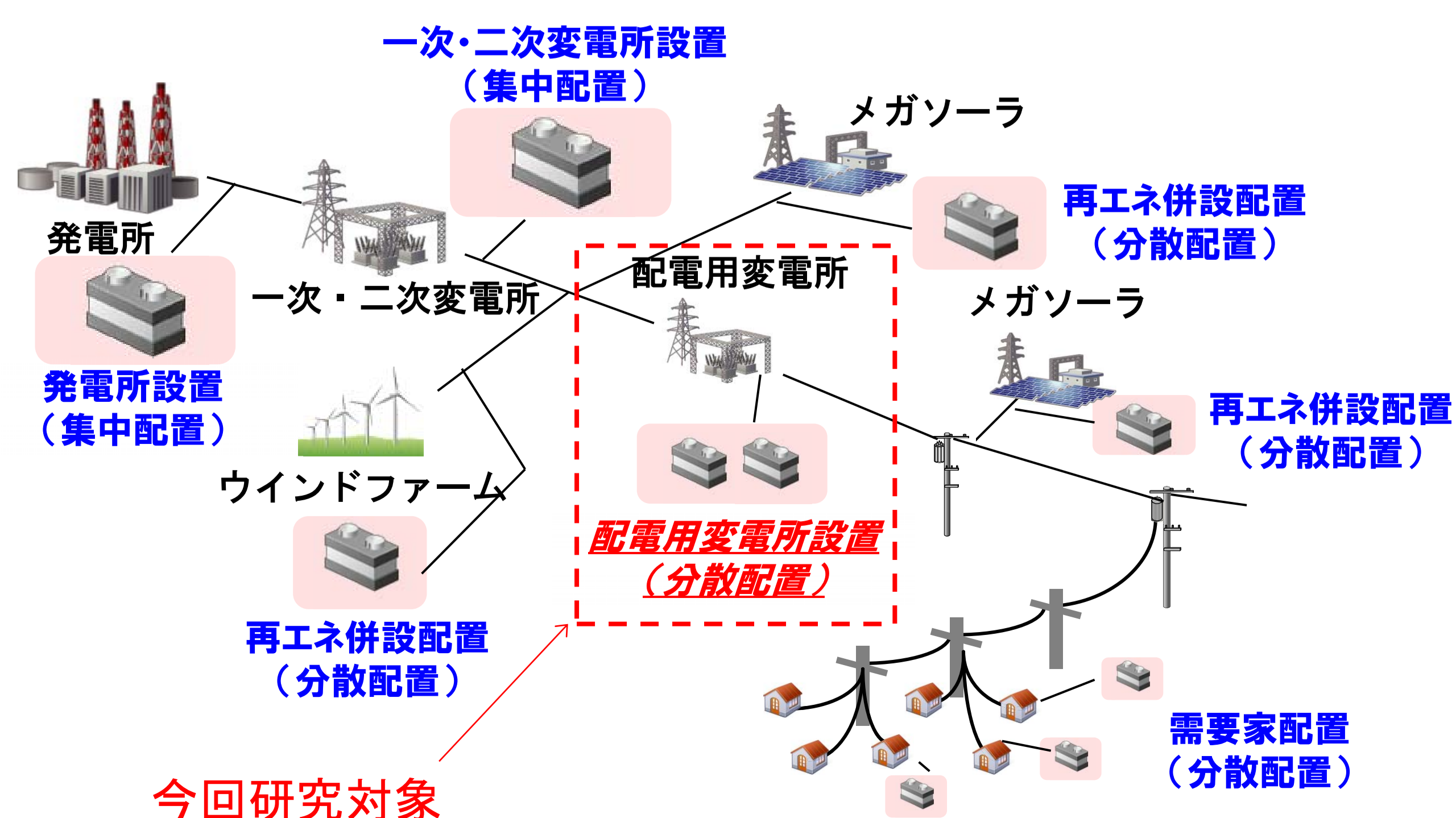
<配電系統上の現象>

配電用変電所母線(送り出し)電圧の上昇

変圧器のタップ制御により対応

変圧器のタップ制御による**対応不可**

<蓄電システムの導入形態イメージ>



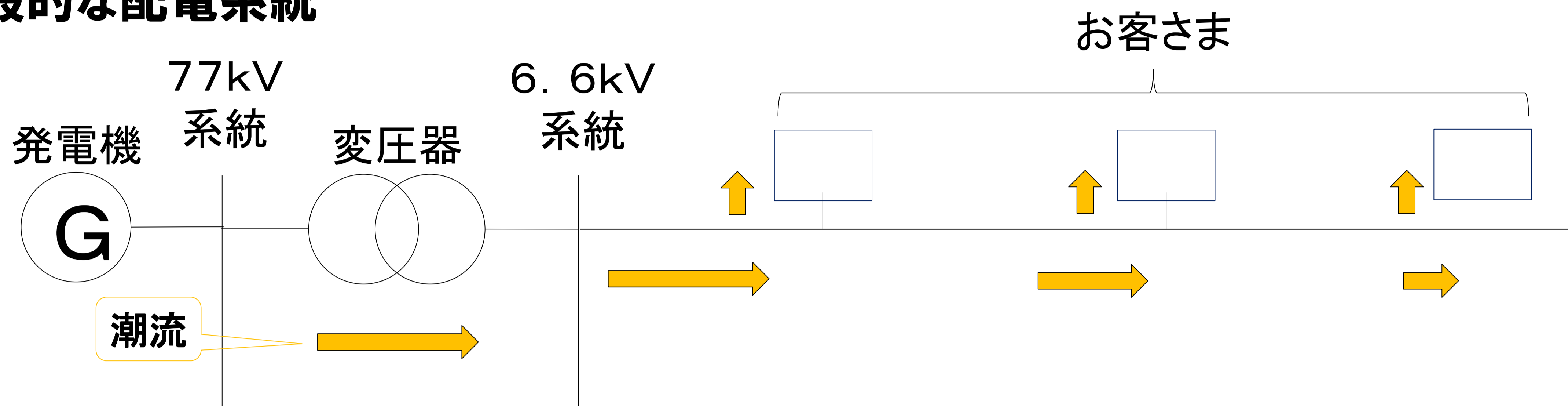
**短周期(100秒程度以内)のバンク潮流変動を
蓄電システムにより抑制する**

今回研究対象

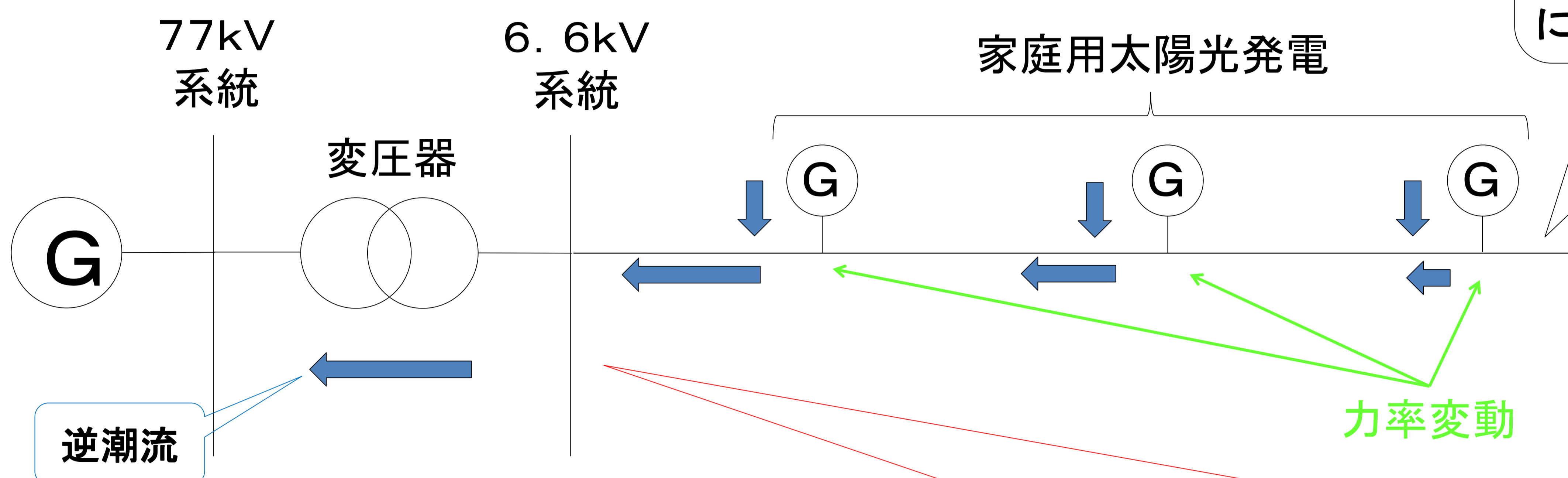
2. 配電系統における 短周期電圧変動による影響

太陽光発電設備による配電系統への影響

● 一般的な配電系統



● 太陽光発電設備が接続された配電系統



お客さまの受電電圧範囲を
○100V:101±6V
○200V:202±20V
に抑える必要あり

逆潮流および無効電力(力率)の変動による送り出し電圧の変動
 ・長周期電圧変動 … 変圧器のタップ制御にて対応可能
 ・短周期電圧変動 … 変圧器のタップ制御にて対応不可 ← 対応要

配電用変電所における短周期電圧変動の抑制

● 短周期電圧変動の抑制

- ・ 潮流変動抑制 (潮流制御による抑制) … 蓄電池により対応
- ・ 電圧変動抑制 (無効電力(力率)制御による抑制) … パワーコンディショナにより対応

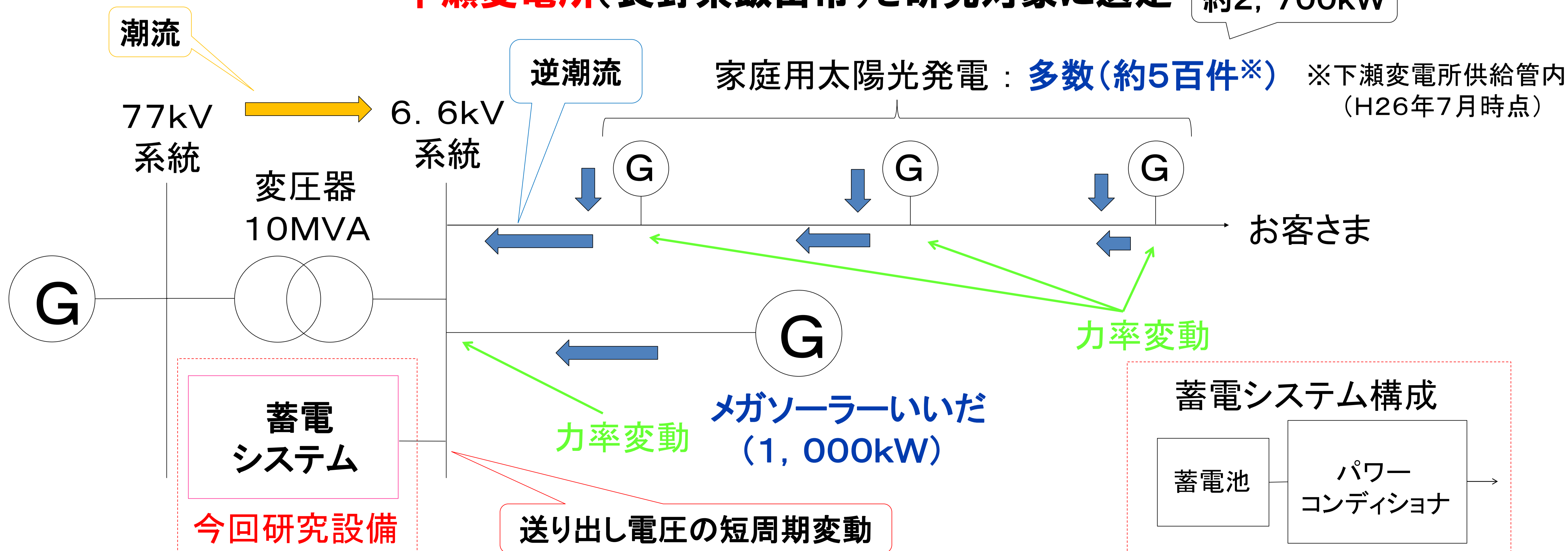
蓄電池とパワーコンディショナを組み合わせた蓄電システムによる制御

● 研究対象設備の選定

多数の太陽光発電設備が連系している

<長野県飯田市>
国の「環境モデル都市」に選定され、地域ぐるみで太陽エネルギー利用の促進などに取り組んでいる。

下瀬変電所(長野県飯田市)を研究対象に選定 約2,700kW

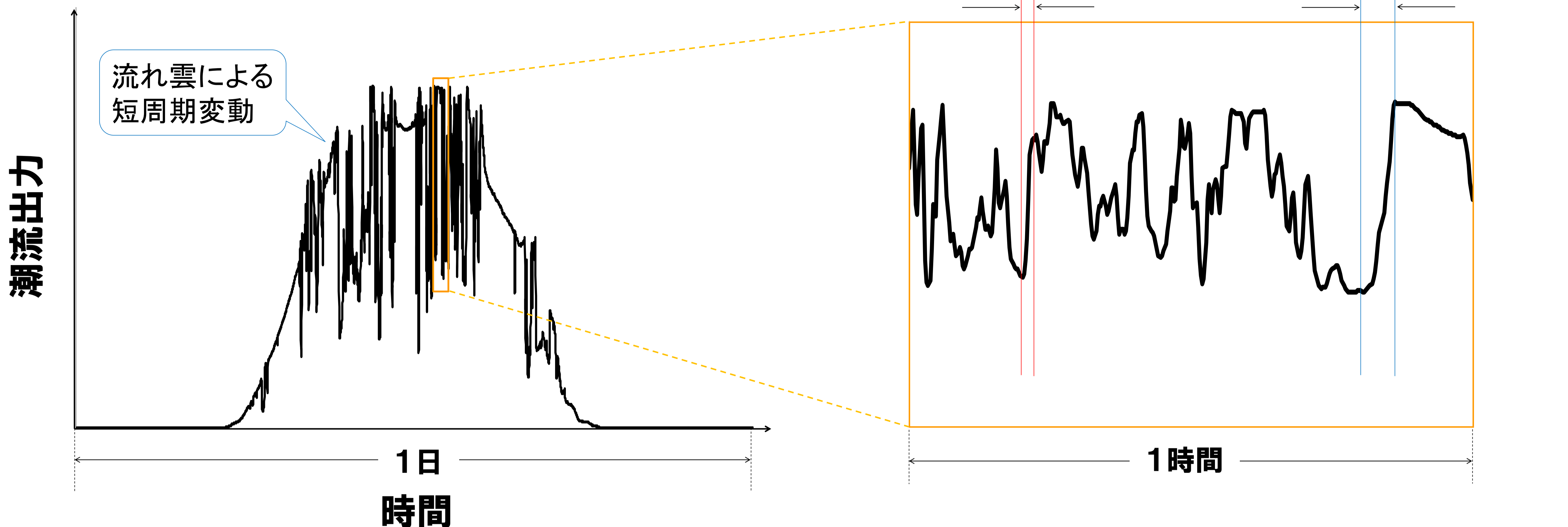


3. 短周期電圧変動抑制 に向けた蓄電池容量の算定

蓄電池容量の算定

太陽光発電設備(1設備)による潮流出力

H24. 8. 5(曇りの日) 実測波形



太陽光発電設備の天候変化による短周期変動

下瀬変圧器二次有効電力 - 太陽光発電設備有効電力の相関係数

周期	①8/5 (曇り)	②9/19 (曇り)	③8/23 (曇り)	④9/8 (晴れ)	⑤9/5 (雨)
2	0.007688838	0.000233477	0.01308786	0.000548827	-0.009318353
4	0.008457324	-0.021030767	0.056044208	0.014052719	0.005054994
8	-0.076627406	-0.217676788	0.103072198	-0.01497645	0.006579548
16	-0.300151107	-0.545959818	-0.38195286	-0.045812174	-0.045356868
32	-0.722108164	-0.782871902	-0.73631014	-0.199659676	-0.094406331
64	-0.869496473	-0.895965022	-0.91743343	-0.357845977	-0.274759687
128	-0.944731834	-0.941732491	-0.95743967	-0.425391369	-0.43287718
256	-0.954125935	-0.948017291	-0.95500026	-0.297026593	-0.585039275
512	-0.930440701	-0.954415596	-0.9741498	-0.603408831	-0.871945437
1024	-0.961420915	-0.927118783	-0.96436361	-0.521451285	-0.892046859
2048	-0.905096896	-0.969708608	-0.95417036	-0.723045756	-0.86575739
4096	-0.855480858	-0.913961832	-0.97672654	-0.360821373	-0.846432616

太陽光発電設備の天候変化による短周期変動

相関係数の範囲と度合い

相関係数の範囲	相関の度合い
$0 \leq r \leq 0.2$	ほとんど相関がない
$0.2 \leq r \leq 0.4$	やや相関がある
$0.4 \leq r \leq 0.7$	かなり相関がある
$0.7 \leq r \leq 1$	強い相関がある

16~64秒の短周期において高い相関あり

コストパフォーマンスを勘案

変動抑制対象周期を16、32秒に決定

対象周期波形の瞬時容量は50kW(積算容量はわずか)
リチウムイオン電池の瞬時容量は2C(積算容量Cの2倍)

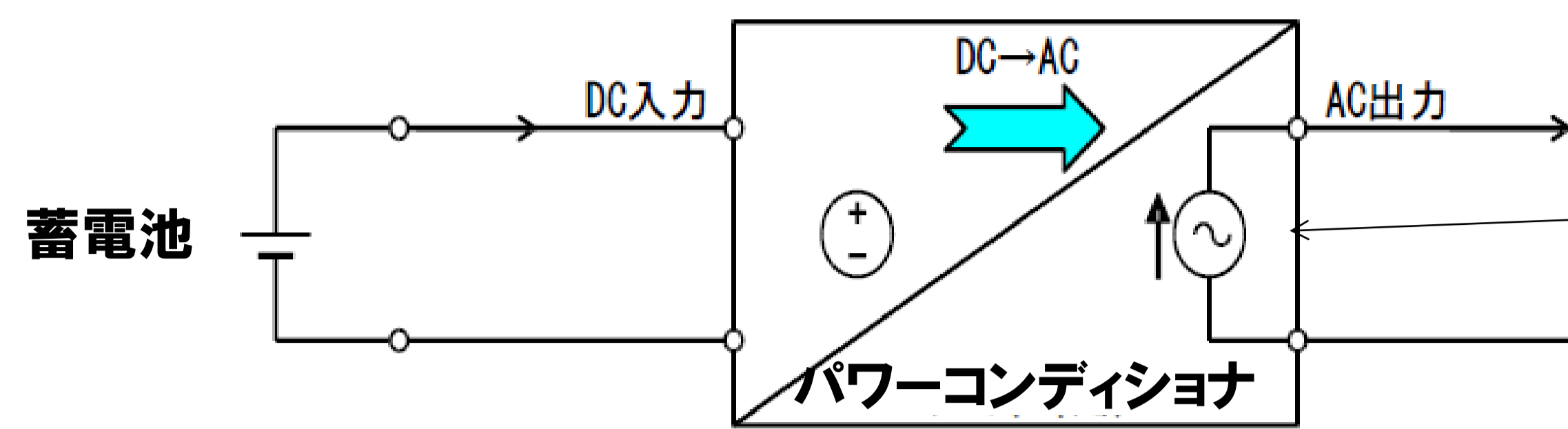
<制御に必要な蓄電池容量>

実験ベース: 25kWh

(設置スペース: 約1m²)

4. 蓄電システムの制御方式

概要

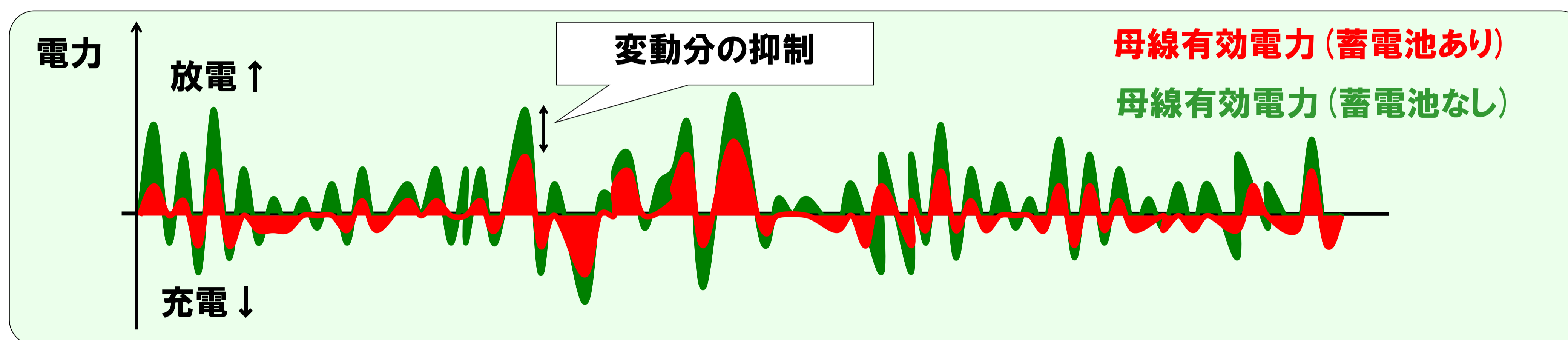


- 蓄電池充放電制御 → 潮流変動抑制
- 有効・無効電力力率調整 → 電圧変動抑制

制御イメージ

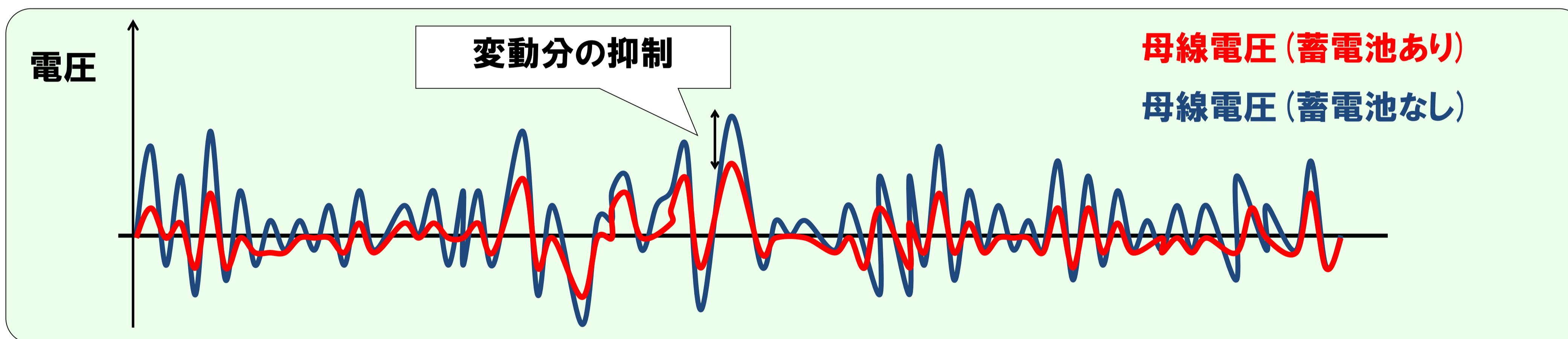
● 潮流(有効電力)変動抑制制御

蓄電池の充放電により変動量を抑制(蓄電池容量により変動抑制量が決定)

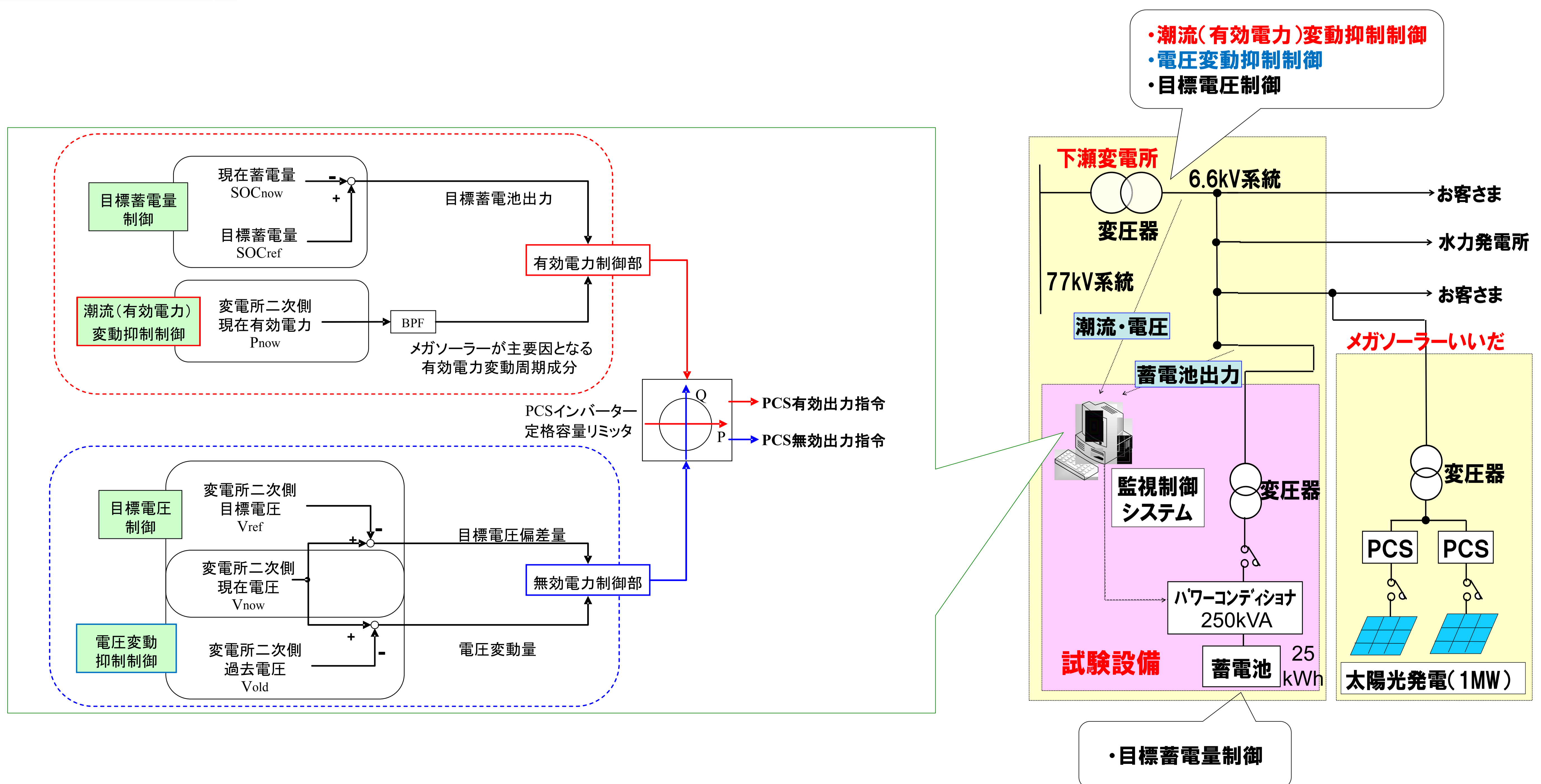


● 電圧変動抑制制御

パワーコンディショナによる無効電力調整により変動量を抑制



制御ロジック

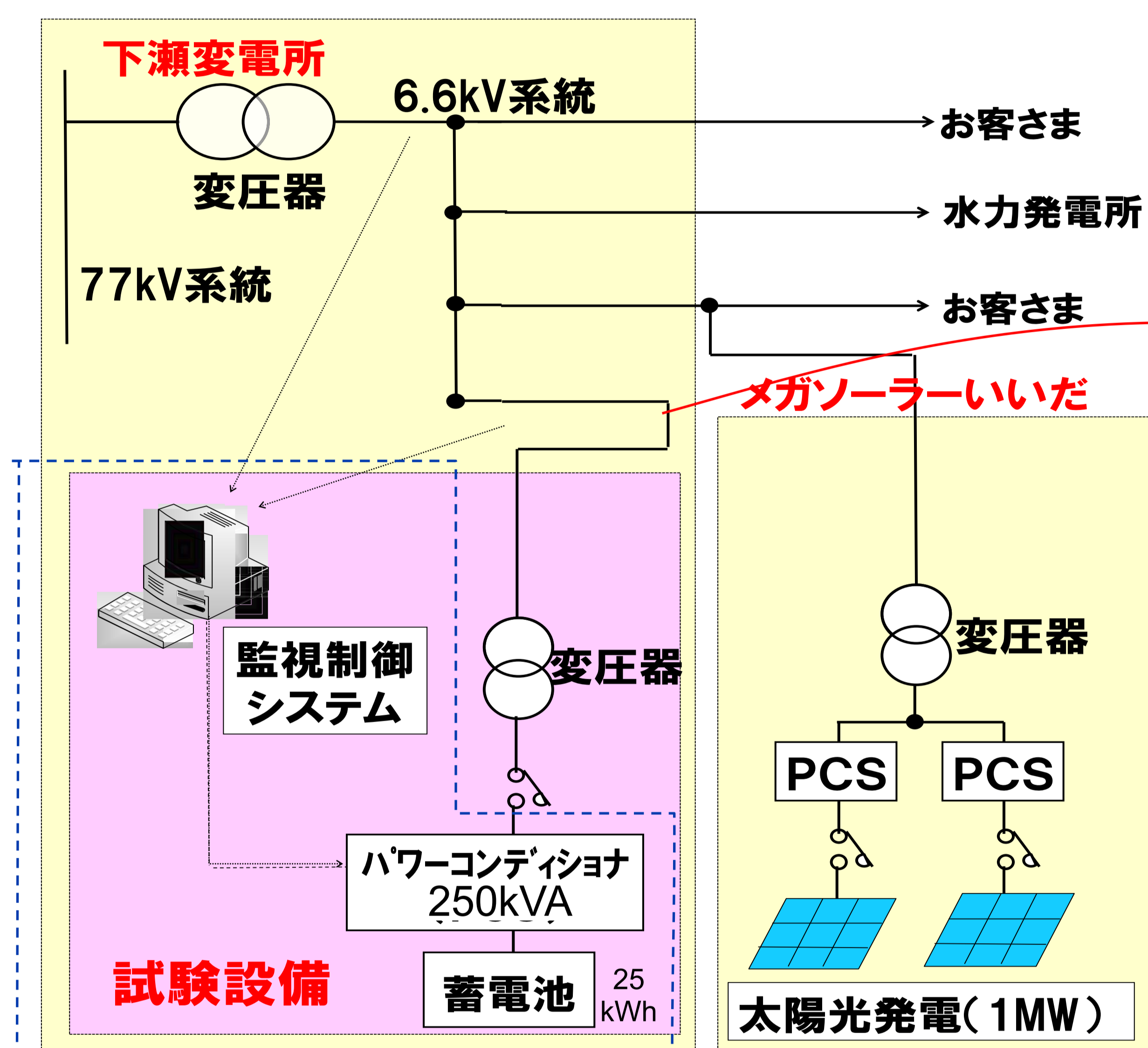


5. システムの設置状況と構成

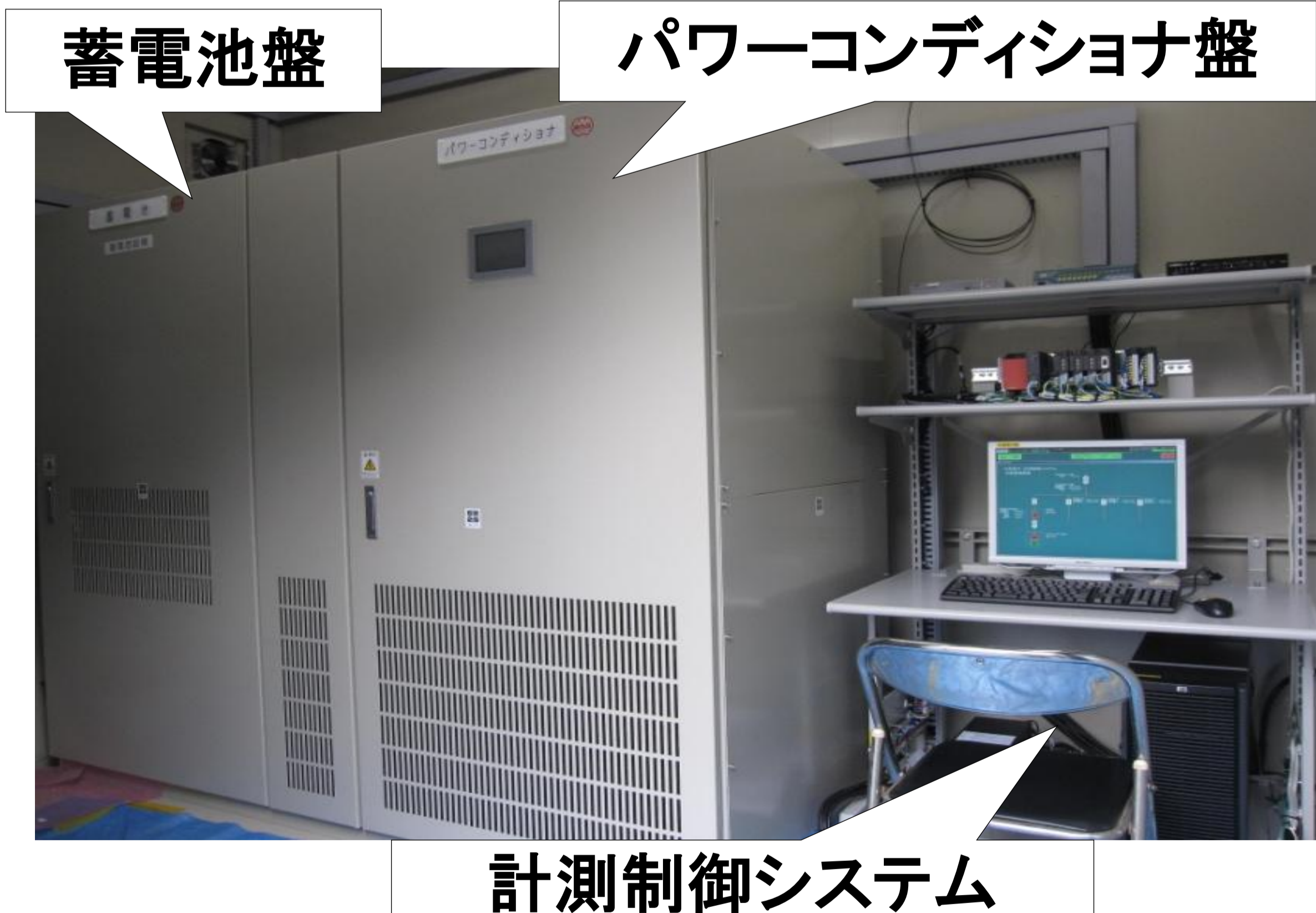
下瀬変電所の位置と蓄電システム設置状況



試験設備連系とシステム構成



システム収納コンテナ内設備

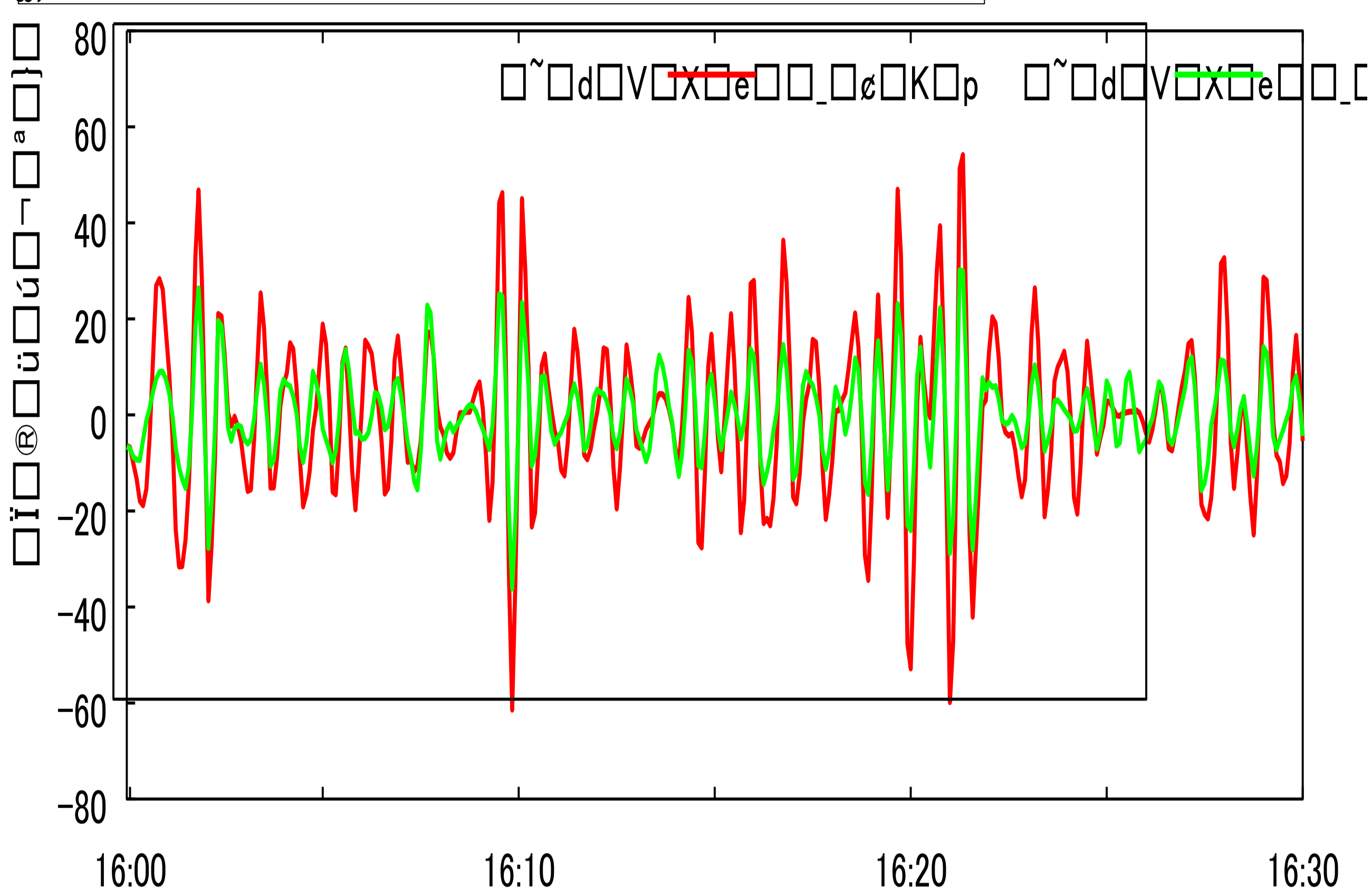


- 連系用キュービクル
蓄電池を連系するにあたり必要となる変圧器、遮断器、保護継電器等を収納している。
- 蓄電池盤
蓄電池盤はLiイオン電池25kWhを収納。
- パワーコンディショナ盤
パワーコンディショナは、交流システムに対する蓄電池の放電・充電と有効電力・無効電力の比率調整を、制御システム信号に応じて行う機能を有しており、これにより短周期の有効電力変動と電圧変動を抑制する。

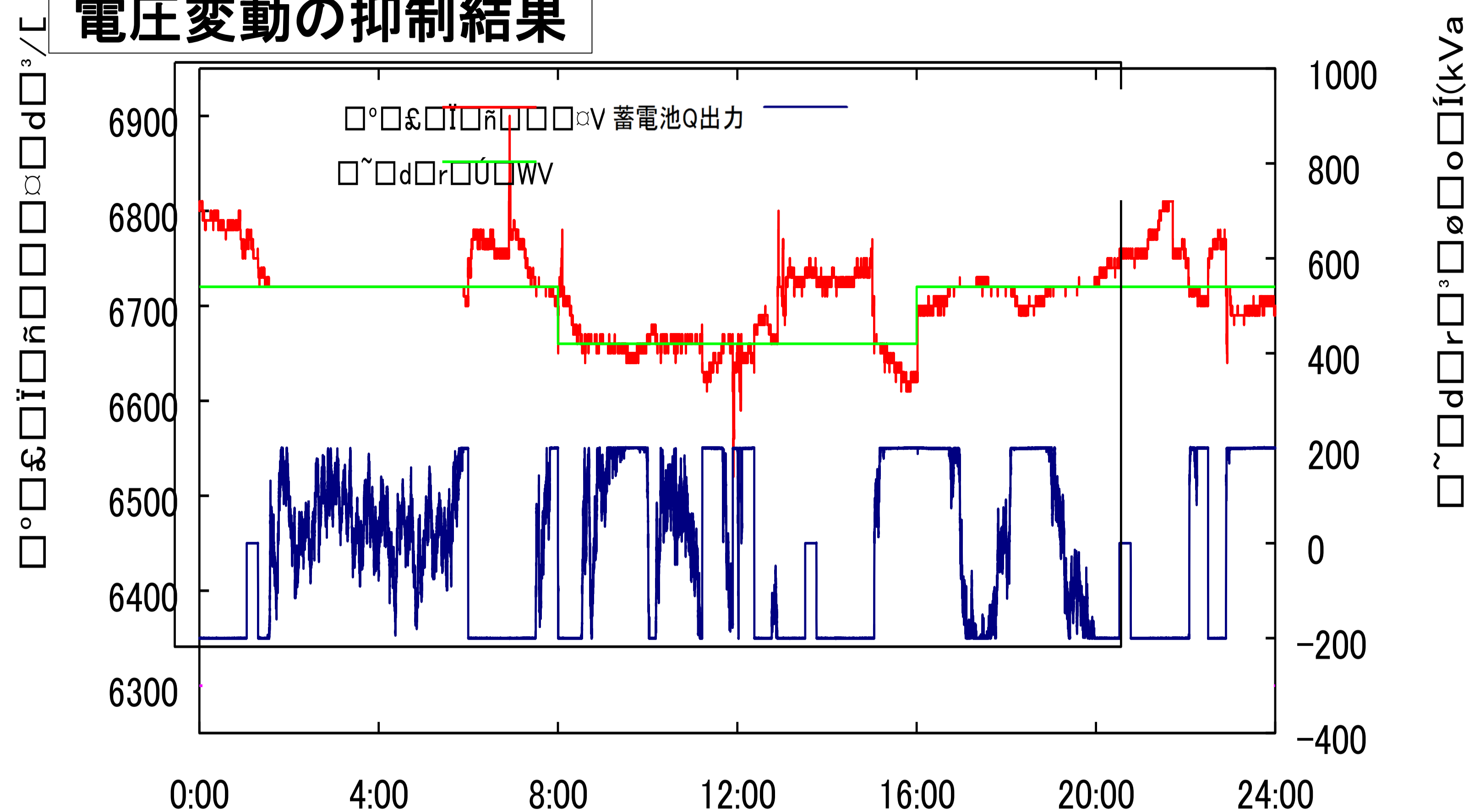
6. 蓄電システム実証試験結果

実証試験結果

潮流(有効電力)変動の抑制結果

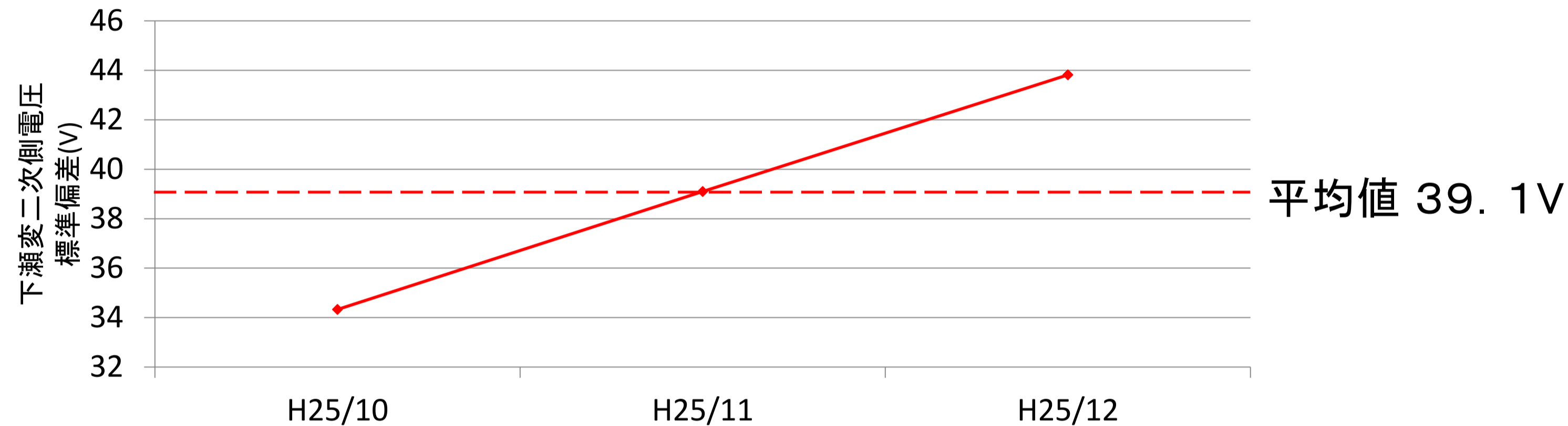


電圧変動の抑制結果

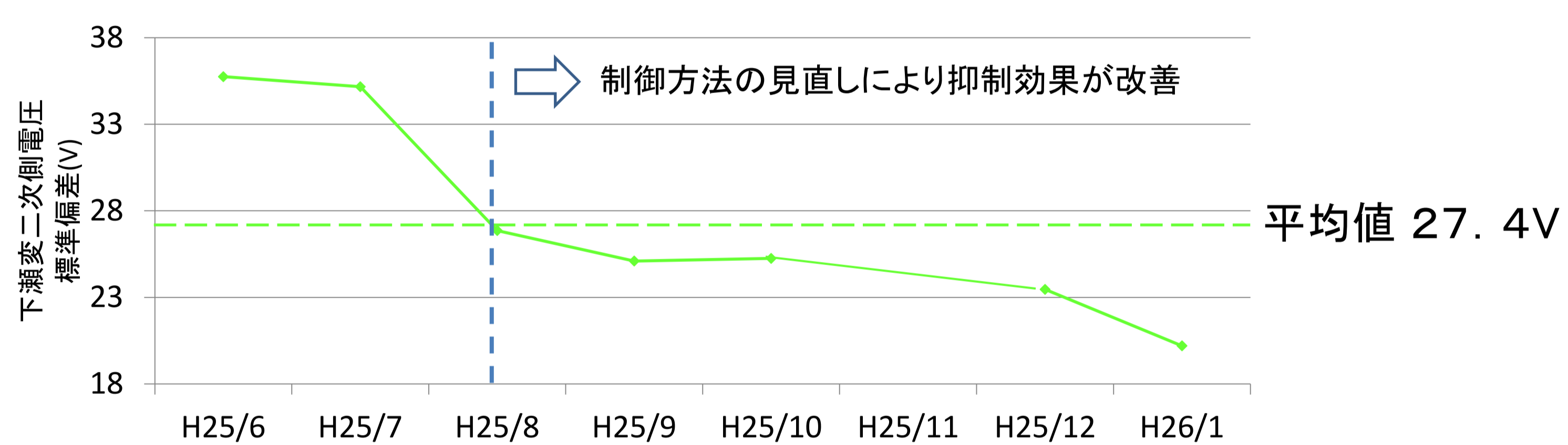


電圧変動の抑制効果

○蓄電システム未適用時



○蓄電システム適用時

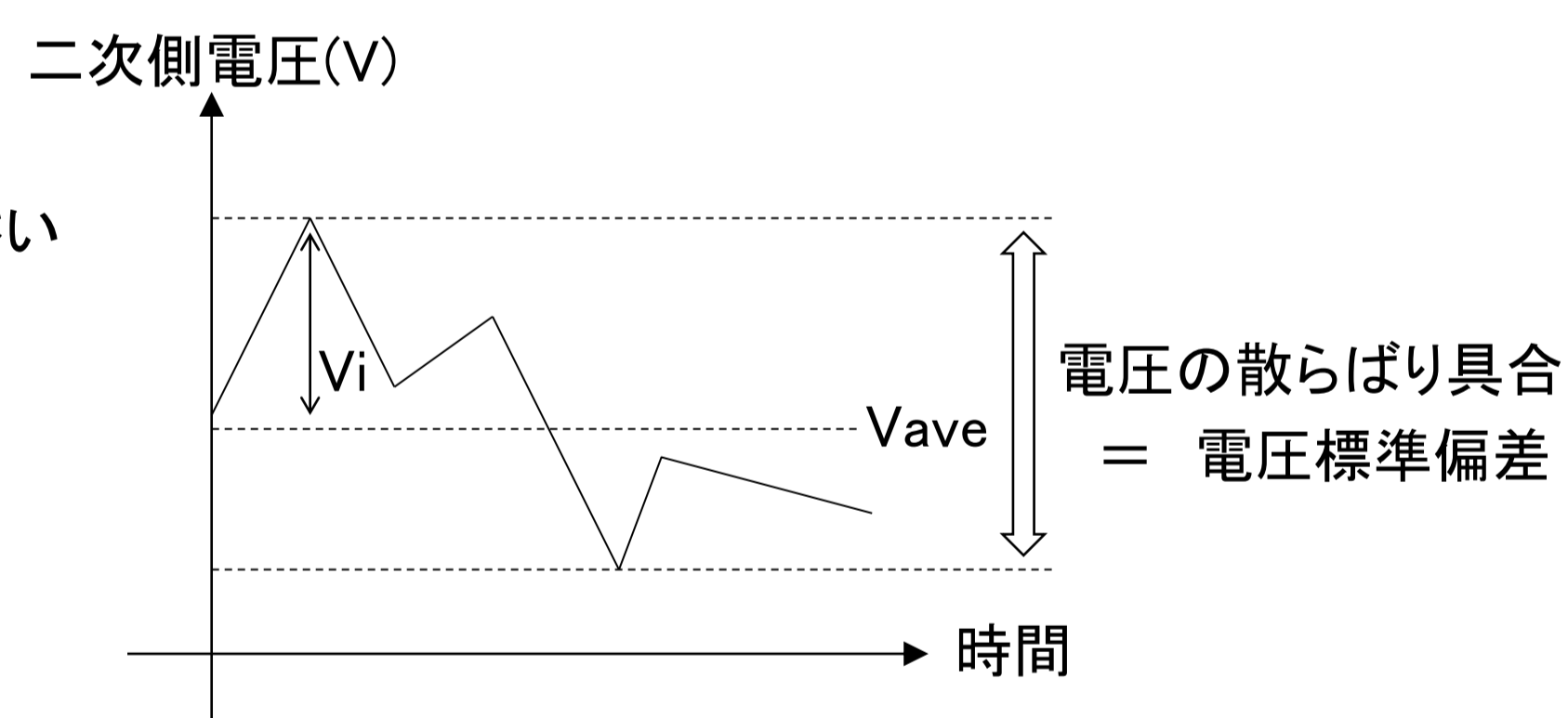


<参考: 電圧標準偏差>

電圧標準偏差: 電圧の散らばり具合
→ 散らばり具合が小さいほど変動量は小さい

$$\text{電圧標準偏差(V)} = \sqrt{\frac{\sum (V_i - V_{ave})^2}{\text{サンプル数}}}$$

V_{ave} : 二次側電圧の1日の平均値



実証試験結果

評価対象	蓄電システム未適用	蓄電システム適用	抑制効果 [%]
潮流変動抑制制御変動量 (*1)	40284.5 [kWh]	29217.7 [kWh]	27.5
電圧変動抑制制御電圧標準偏差 (*2)	39.1 [V]	27.4 [V]	29.9

※1実証試験中の累積値(8ヶ月間分)

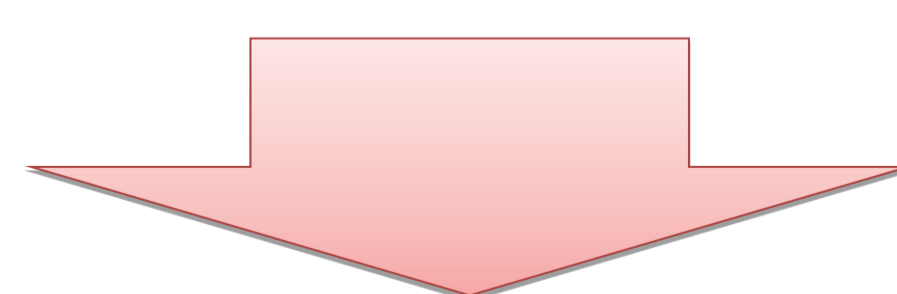
※2実証試験中の1秒あたりの平均値

蓄電システム設置に伴う抑制効果を確認

- ・潮流(有効電力)変動量の抑制
- ・電圧変動量の抑制

蓄電システムの課題と今後の検証

- ①蓄電システムの適用効果ならびにシステム性能の改善(平成26年度)
- ②蓄電池の寿命効果(平成27年度)



- ・システム基本構成の総合的な機能検証
- ・システム(蓄電池)のコスト低減長寿命化
- ・システムの保全方法、経済性評価