

日本太陽エネルギー学会
太陽光発電部会 第5回セミナー
「太陽光発電システムの発電出力把握・予測技術」

配電線潮流データを用いたPV出力推定の研究

アッタウィリヤヌパーブ パトム

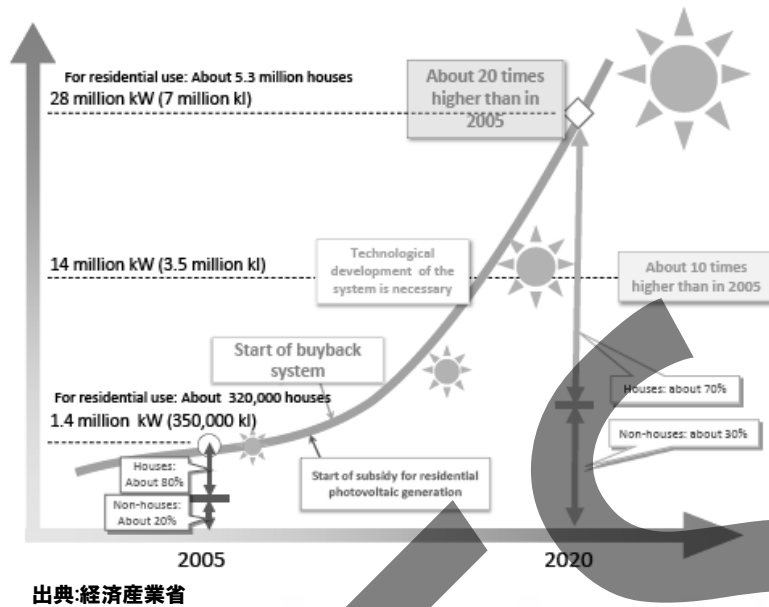
2013年8月5日

 三菱電機株式会社

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

- PV導入状況
- PV大量導入の影響
- 日射量、PV出力、需要のデータ分析
- 配電システムのPV出力推定手法
- シミュレーション結果
- まとめ

日本におけるPV導入量

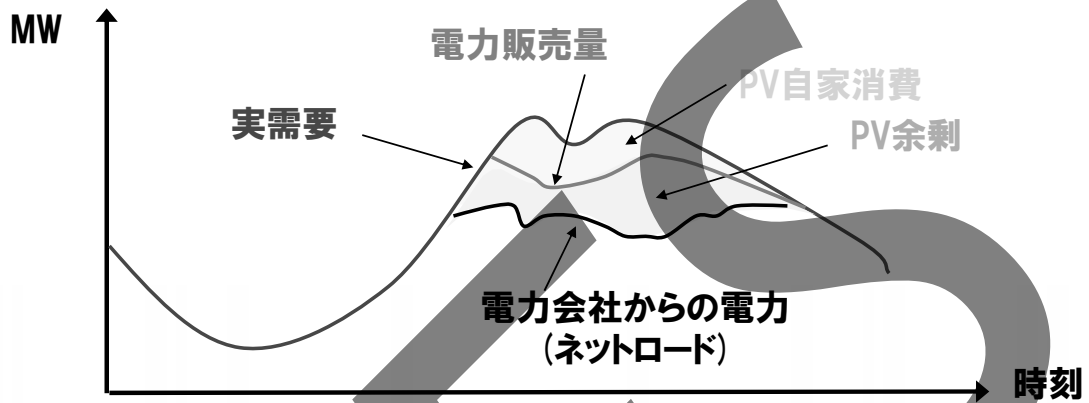
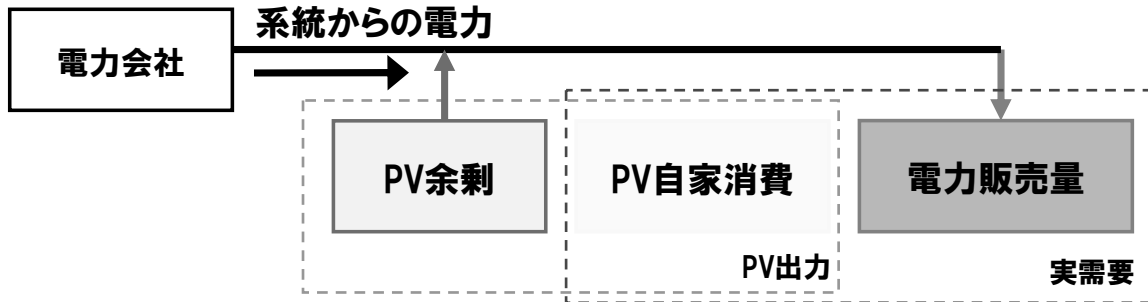


- 2012年末におけるPV設備容量は 6.6 GWとなった(2005年から+5.2 GW)
- 2020年に28 GW、2030年に53 GWの導入目標が設定されている
- 約70%のPVは、配電系統に連系される

PV大量導入の影響

- 周波数の変動
- 余剰電力の発生
- 配電系統の電圧上昇・変動
- 事故復旧時の過負荷
- 実需要把握の困難

実需要とPV出力の関係



PV大量導入により、実需要の想定が難しくなり、設備計画等が困難

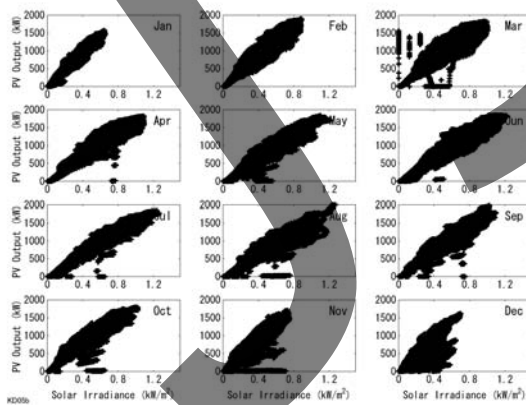
EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

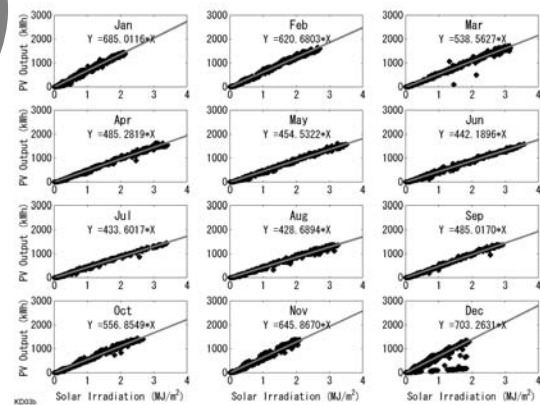
5

PV出力と日射の相関

瞬時値(PV発電電力と日射強度)



エネルギー(PV発電電力量と日射量)



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月のデータ

PV出力データは553軒の合計値、日射強度・日射量データは6箇所の平均値

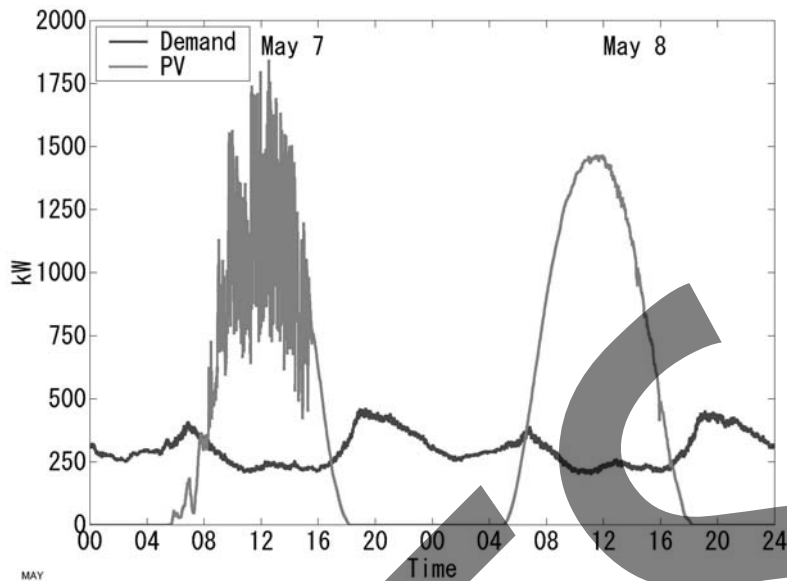
- PV出力の瞬時値 (kW) と日射強度 (W/m²) の相関が高いがばらつきが大きい
- PV発電電力量 (kWh) と日射量 (MJ/m²) の場合は、ばらつきが小さく線形関係で良いモデル化されることが期待できる
- 太陽の場所や気温の影響で月により、PV発電電力量/日射量の感度が異なる

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

6

狭いエリアに集中的に連系されたPV出力と電力需要



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月における553軒の総PV出力と総需要のデータ

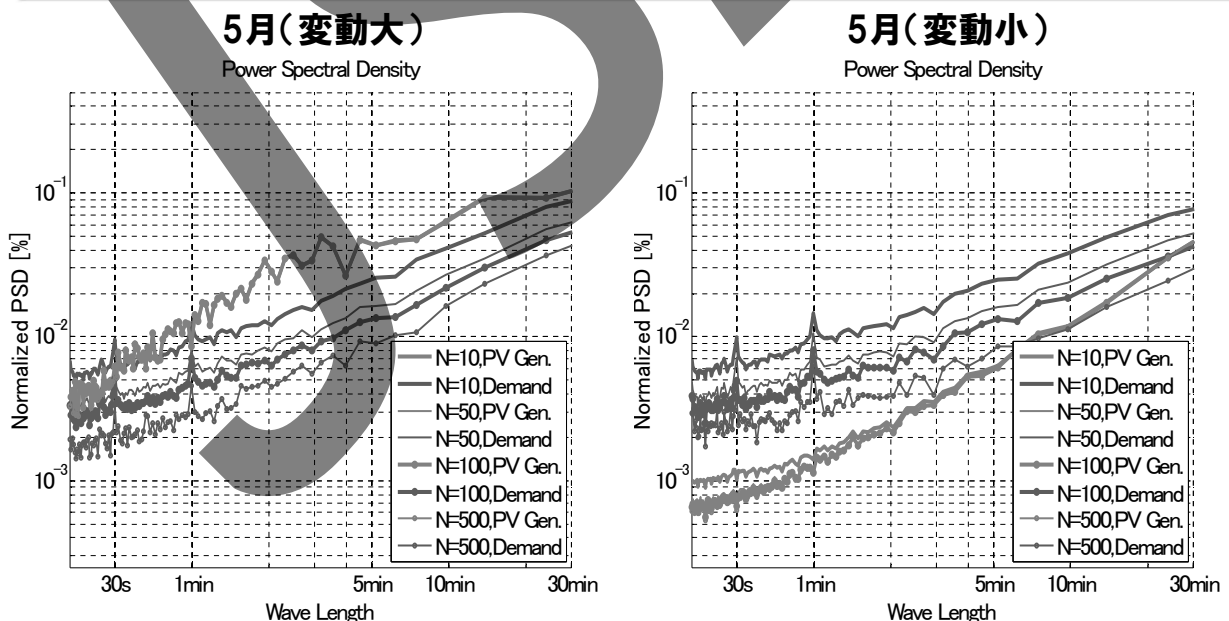
- 同じエリアにおける日射は似ているため、PV出力の変動が平滑されず、変動が大きい
- 需要の場合、同じエリアであっても、短周期の変動がランダムのため、総需要の短周期の変動が小さくなった

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

7

PV出力と電力需要のスペクトル強度



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月における553軒の総PV出力と総需要のデータ

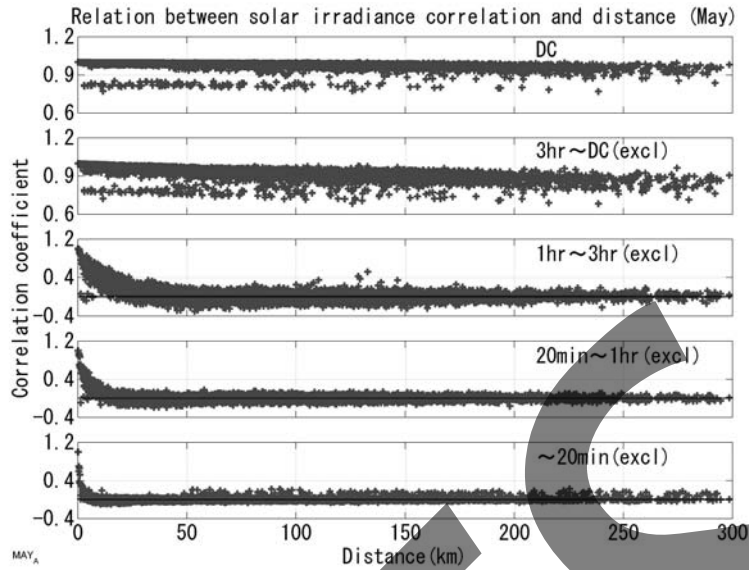
- 需要家を集約することにより、電力需要においてはスペクトル強度が低下するが、PV出力においてはスペクトル強度の低下が見られない
- 電力需要に対しては1km四方の範囲であっても均し効果が動くがPV出力に対してはほとんど均し効果が働かない

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

8

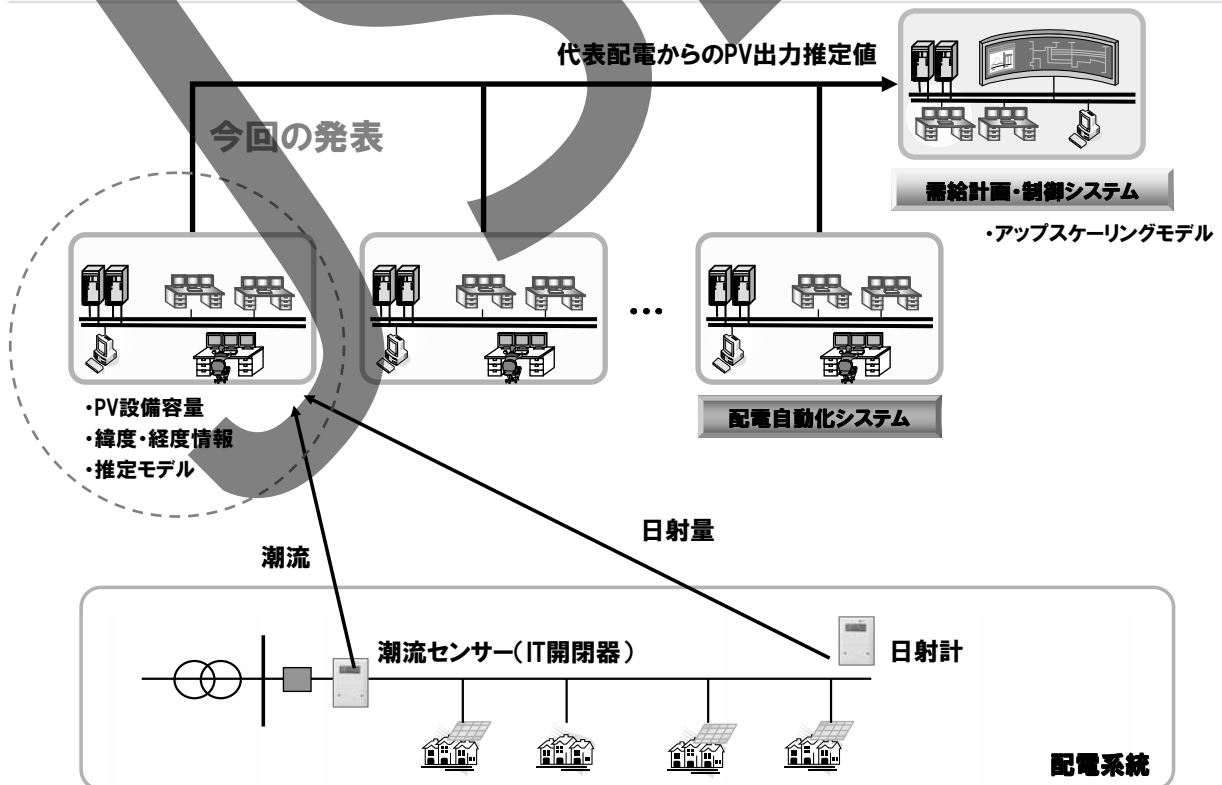
地点間日射強度相関と距離の関係



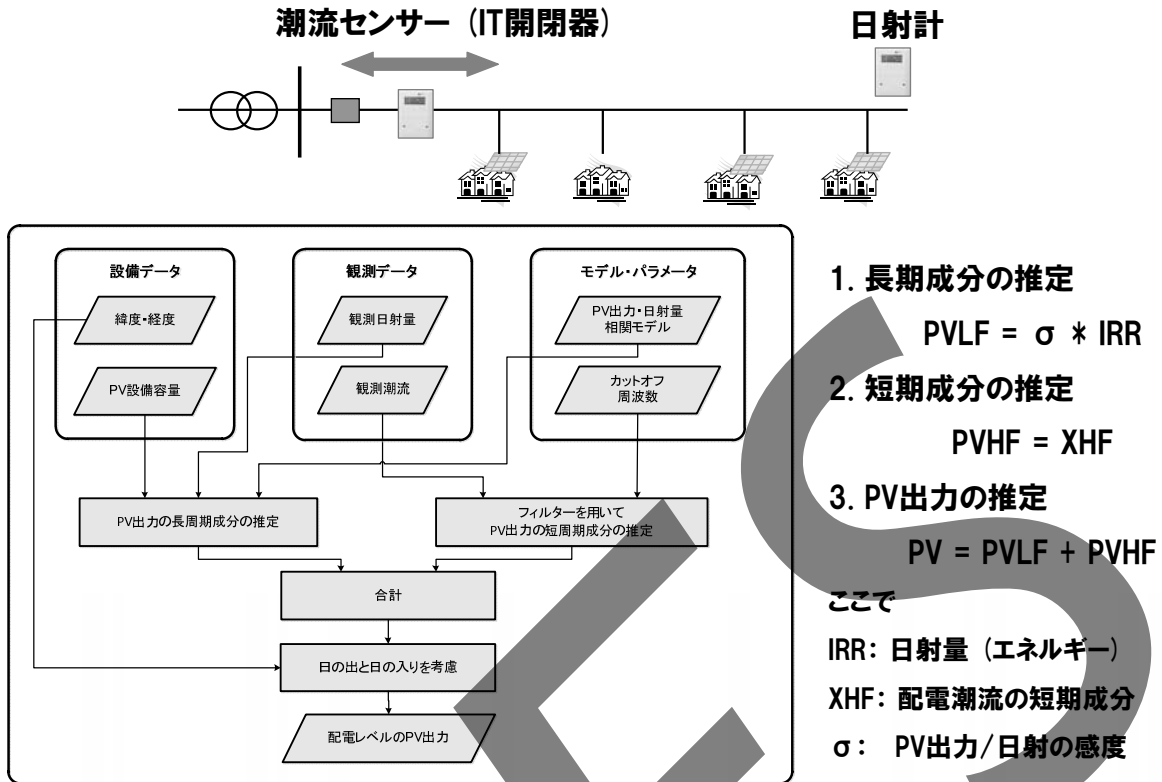
※ 分散型新エネルギー大量導入促進システム安定対策事業の2010年11月～2011年10月のデータ

- 地点間の日射強度相関は、同じ距離の場合、周期が長いほど相関が大きい
- 3時間～DCの成分は、距離が近いほど相関係数が大きく、100 km以上の範囲でも相関が高い
- 3時間までの短周期成分は、数10kmのうち急激に相関が低下

提案手法の概要(1)



提案手法の概要(2)

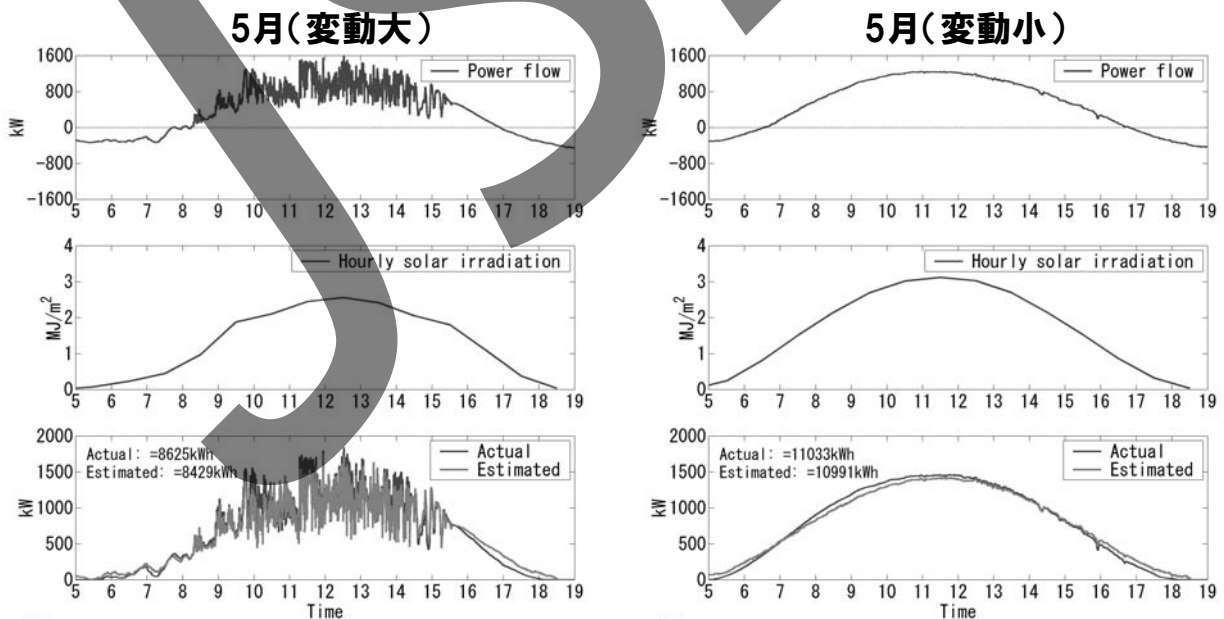


EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

11

シミュレーション結果(オフライン)



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月のデータ

オフライン推定とは、1日単位で一括で推定

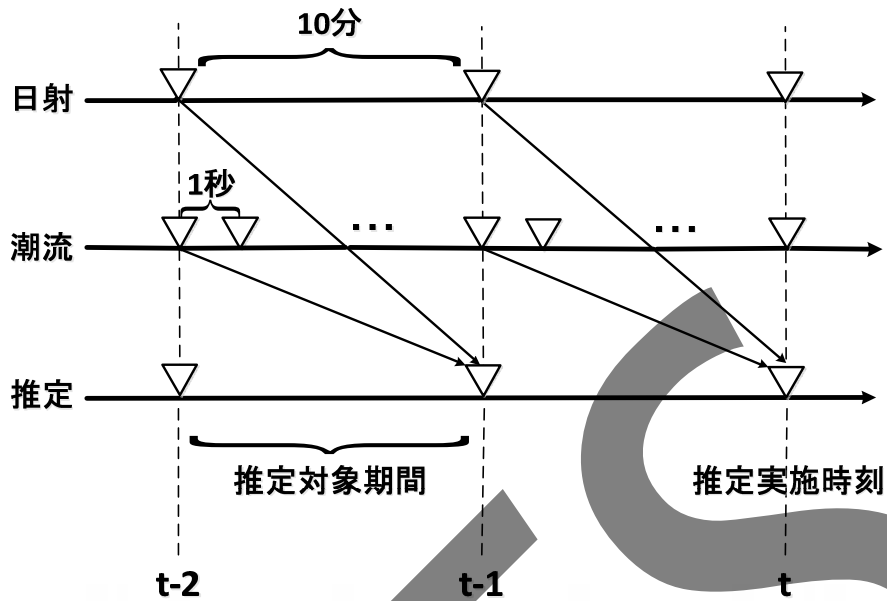
- PV出力の変動が大きい日と小さい日の両方のPV出力を推定可能
- 1年間シミュレーションにより、RMSEは4.81%、MEは-0.15%(8時～16時、1秒値)

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

12

オンライン推定のイメージ



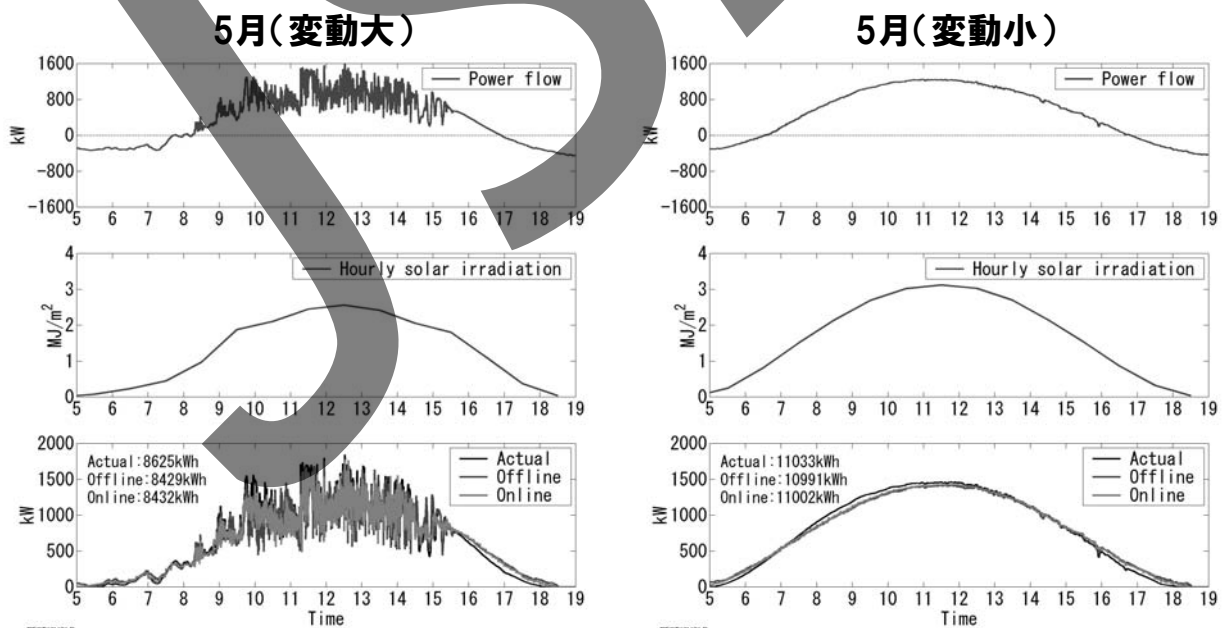
- 日射量は10分間隔、潮流は1秒間隔のデータを10分周期で推定システムとの関係
- t 時点で、(t-2) ~ (t-1) の10分間のPV出力を推定

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

13

シミュレーション結果(オンライン)



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月のデータ

オンライン推定とは、10分周期で10分間のPV出力を推定(日射・潮流データが10分毎にリアルタイムで更新される)

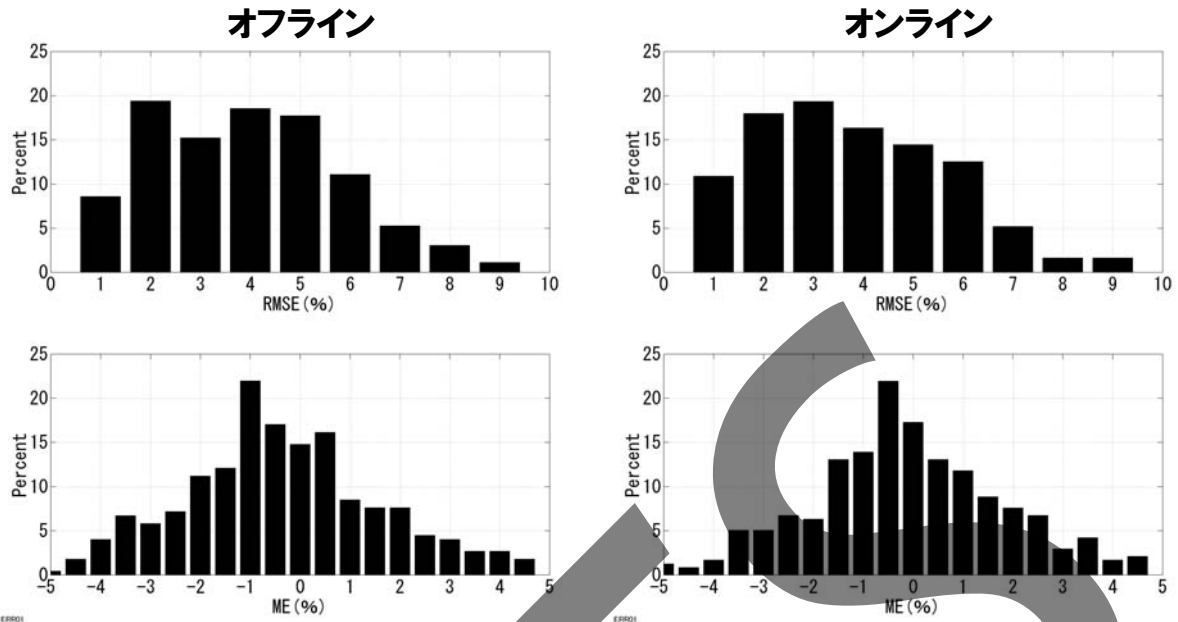
- オフラインとオンラインの推定結果はほとんど変わらない
- 1年間シミュレーションにより、RMSEは4.45%、MEは0.25%(8時～16時、1秒値)

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

14

推定誤差の分布



※ NEDO集中連系型太陽光発電システム成果普及事業の2006年12月～2007年11月のデータ

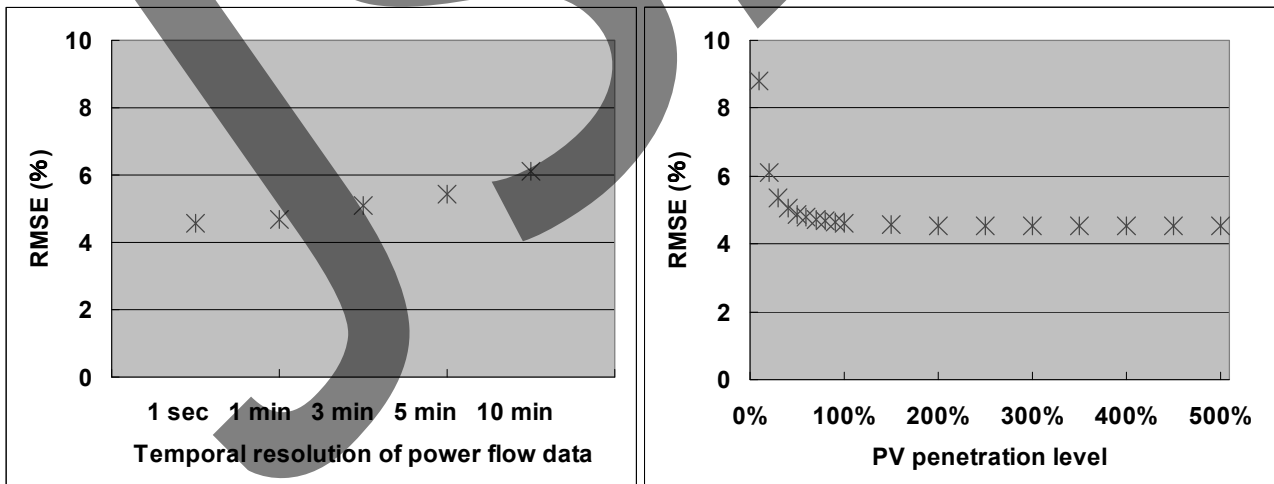
- オフラインとオンラインの両方のRMSEは0%～10%、MEは-5%～5%のレンジに分布している
- 両方のRMSEとME分布は、ほとんど変わらない

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

15

パラメータ感度分析



※ PV導入率(PV設備容量/最大需要)は約177%
1分～10分の場合、線形補間により1秒値に変換

※ 潮流データの間隔は1秒

- 潮流データの間隔が長いほど推定精度が悪くなる(1秒値への変換の誤差)
- 潮流の短周期成分が全てPV出力からと想定したため、PV導入率が小さい場合、PV出力に対する需要の短周期成分の割合が大きく精度が悪くなる

EWDN13N176

COPYRIGHT © 2013 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

16

<まとめ>

- 配電系統にPVが大量導入された場合、事故復旧や実需要把握が困難となり、PV出力把握が必要となる
- 本研究は、配電系統に連系したPVの出力推定手法を提案する。
- 提案手法は、配電線の潮流と日射量データに基づいて、PV出力の短・長周期成分を推定する
- シミュレーションにより、オフラインとオンライン推定の両方の平均RMSEはPV設備容量の約4～5%

<謝辞>

本研究は、「太陽光発電出力予測技術開発実証事業」の一環として行った。
また、集中連系型太陽光発電システム成果普及事業と分散型新エネルギー大量導入促進系統安定化対策事業のデータを用いて検証した。
ここに深く感謝する。