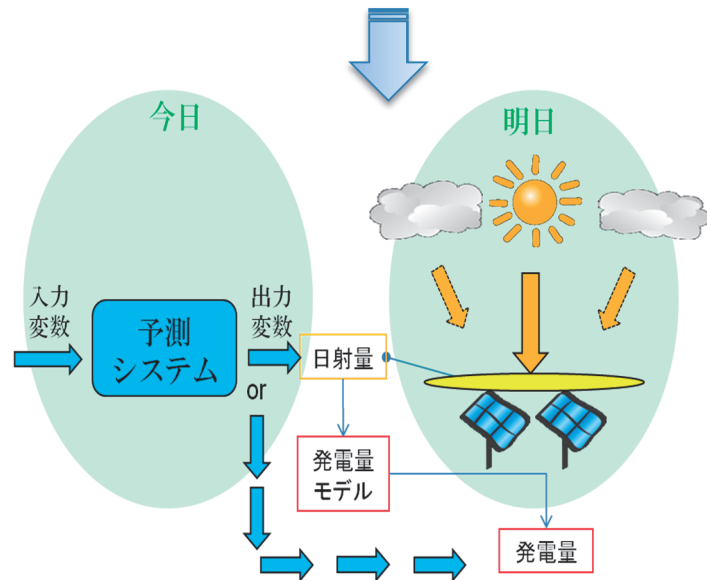


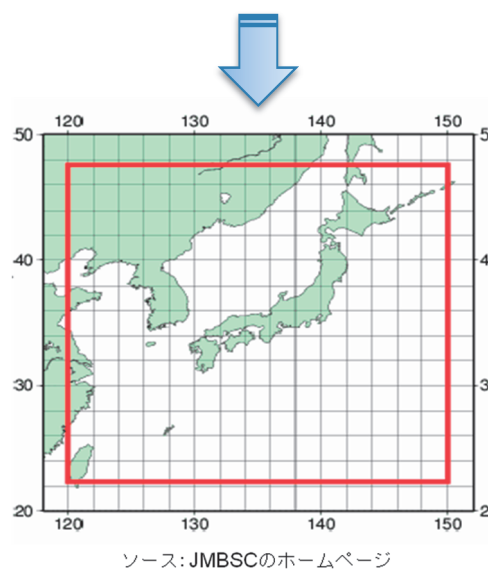
太陽光発電の発電予測に関する研究

ジョアン ガリ ダ シルバ フォンセカ ジュニア、
大関 崇、大竹秀明、下瀬健一、高島工

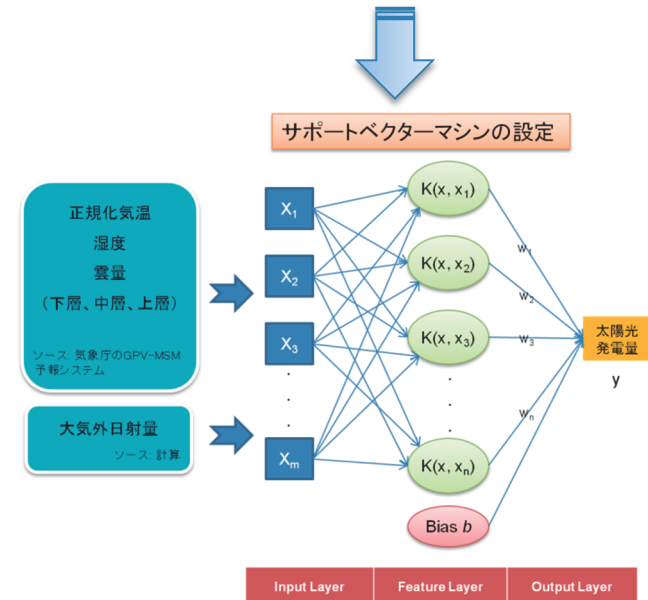
予測分類
間接法や直接法



利用データ分類
MSM - GPV(気象庁)



手法分類
人工知能



目的： 前日に(1日前)次の日の時間ごとの太陽光発電システムの発電量を予測すること。

提案する予測手法

開発した技術の従来技術との比較

既存の手法
ニューラルネットワーク

種類：誤差逆伝播法

多層ネットワーク

専用活性化関数

学習データサイズ：60日間

提案する手法
SVM

種類：Nu-SVR

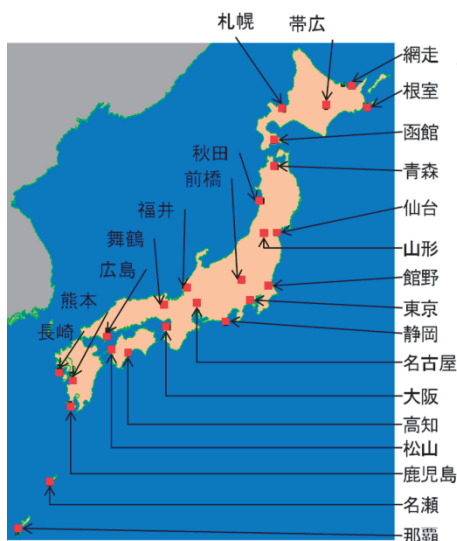
設定変数値：
1年前のデータ利用

カーネル関数：ガウシアン

学習データサイズ：60日間

1

日射量予測の例 (日本国内の25箇所)



予測の条件	
箇所の数	25
予測期間	1年間(2008年) *時間毎5時から19時迄
学習に利用されたデータ	60日間

*一日の予測は過去の60日間のデータを利用した。

誤差

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (I_{fcs,i} - I_{msd,i})^2}$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |I_{fcs,i} - I_{msd,i}|$$

$I_{fcs,i}$: 予測日射量(kWh/m²);
 $I_{msd,i}$: 実測日射量(kWh/m²);
N: 時間の数

2

発電電力量予測の例 (響灘太陽光発電所)

発電所について

データ	値
緯度	33° 55' N
経度	130° 44' E
最大出力	1 MW(nominal)
太陽光モジュール	5600*
傾斜	20°

*多結晶シリコン



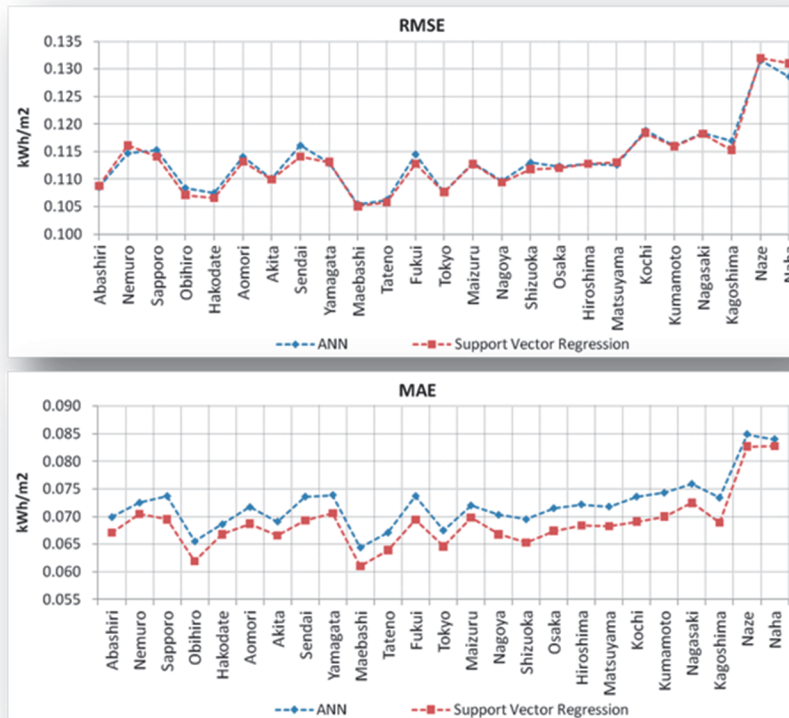
予測条件について

データ	値
予測期間	1年(2009年)
予測種類	一時間毎(6時から19時迄)
訓練事例量	60日
予測時間	前日の18時

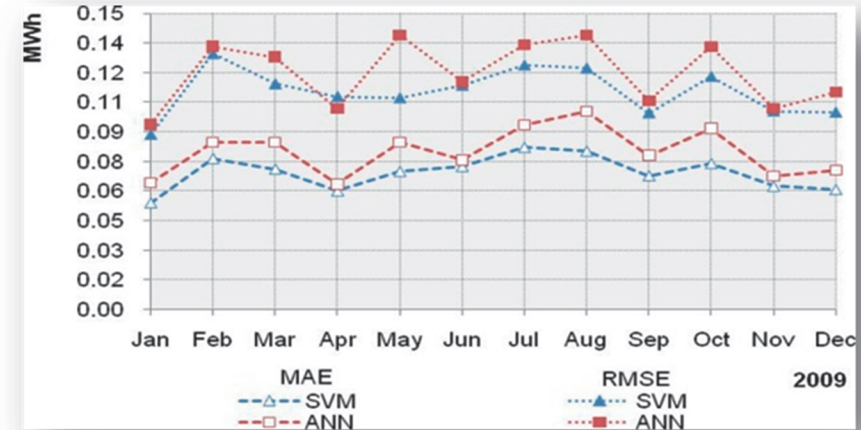
ソース JPOWER平成19年度 共同研究業務成果報告書

比較結果

1 日射量予測の例 (日本国内の25箇所)



2 発電電力量予測の例 (響灘太陽光発電所)



年間の予測	MAE (MWh)	RMSE (MWh)
ANNの予測	0.080	0.1206
SVMの予測	0.069	0.1109
偏差 (ANN基準)	-13%	-8%

改善

- RMSEに関しては、両手法にて同程度の予測精度であるが、MAEにおいては、SVMが良好な結果を得た。
- MAEの結果から平均的な予測誤差低減にはSVMが有効であることが確認できた。
- RMSEは、大きな予測誤差を強調しており、このような大外れの場合には、SVM、ANNの両者とも大差はない。

まとめ・今後の課題

予測手法の改善に向けガイダンス技術の開発



パターン認識や統計学などによる予測手法を開発した

しかし



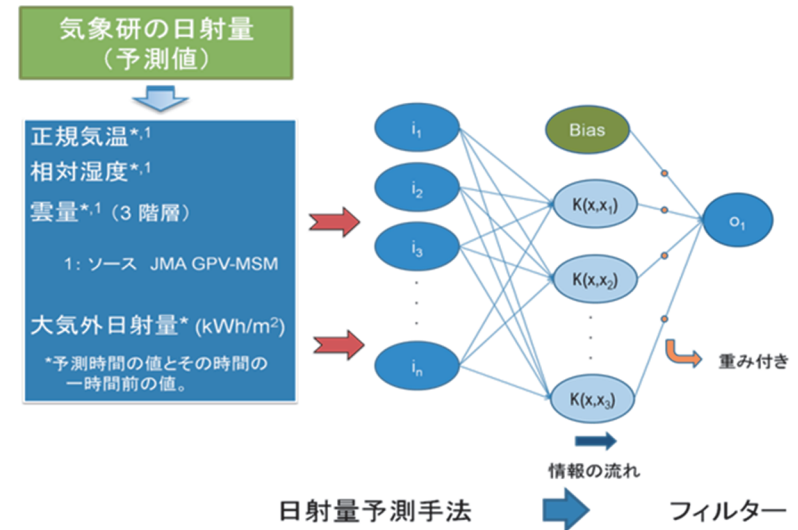
気象研では大気状態(自然現象)を観測した結果をモデルに考慮した日射量予測システムを改良中



気象研と連携し気象研の日射量予測をガイダンスしより良い精度がある日射量予測そして発電量予測を目指す

- 日射およびPV発電予測についてSVMを利用した手法の開発を行った。
- ANN等既存の手法よりも予測誤差を改善できた。
- 今後は、気象研が出力する日射量予測のガイダンス技術の開発、広域発電技術の開発を行う。

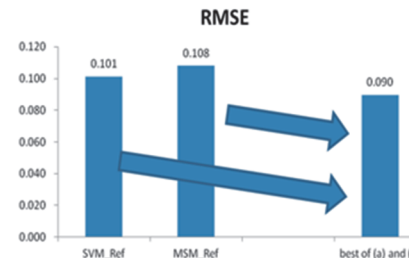
提案 1 SVMがフィルターとして採用する



提案 2 SVMとGPVの予測の中に最良予測を選択



館野2010年のデータによる



完璧な分類器が開発できれば

気象研の予測が約16%改善できる

SVMの予測が約11%改善できる

太陽光発電の発電予測に関する研究

ジョアン フォンセカ、大関崇、大竹秀明、下瀬健一、高島工
システムチーム

研究の背景・目的

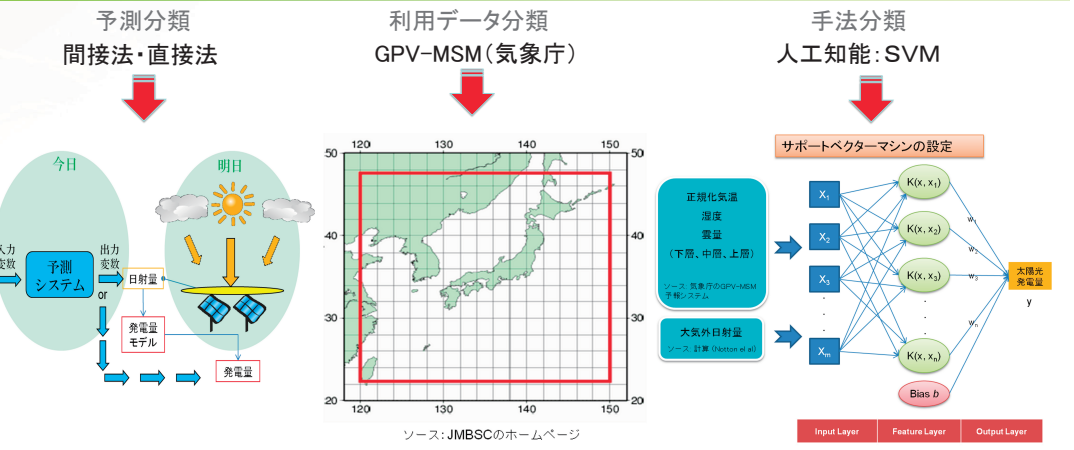
東日本大震災があつてから再生可能なエネルギーの利用の必要性が急激に高まった。それを応えるように多く太陽光発電システムの設置が期待される。一方、太陽光発電量は天気状態に依存するので、大量導入した場合に、電力供給システムが不安定になる恐れがある。その問題を解決する一つである太陽光発電の発電予測技術の開発を目的としている。

まとめ

- 日射およびPV発電予測についてSVMを利用した手法の開発を行った。
- ANN等既存の手法よりも予測誤差を改善できた。
- 今後は、気象研が出力する日射量予測のガイダンス技術の開発、広域発電技術の開発を行う。

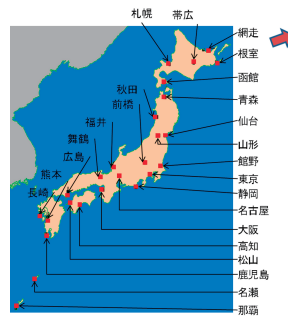
発電予測手法の概要

気象数値予報を入力データに利用し、前日の段階で翌日分の時間値を予測する、太陽光発電の発電予測技術の開発を行っている。産総研では、人工知能手法のひとつであるサポートベクターマシンを利用した技術を提案している。



予測精度

日射量予測の例 (日本国内の25箇所) 基本的な手法の比較(ニューラルネットワーク)

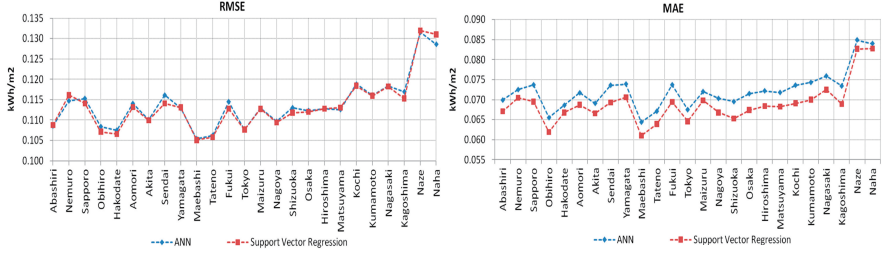


予測の条件	
箇所数	25
予測期間	1年間(2008年) *時間毎5時から19時迄
学習に利用されたデータ	60日間
*1日の予測は過去の60日間のデータを利用した。	

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_{res,i} - f_{pred,i})^2}$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |f_{res,i} - f_{pred,i}|$$

$f_{res,i}$: 予測日射量(kWh/m²)
 $f_{pred,i}$: 実測日射量(kWh/m²)
 N : 時間の数



	最高値	最低値
RMSE	0.13 kWh/m ²	0.10 kWh/m ²
MAE	0.08 kWh/m ²	0.06 kWh/m ²

RMSEに関しては、両手法にて同程度の予測精度であるが、MAEにおいては、SVMが良好な結果を得た。
MAEの結果から平均的な予測誤差低減にはSVMが有効であることが確認できた。
RMSEは、大きな予測誤差を強調しており、このような大外れの場合には、SVM、ANNの両者とも大差はない。

今後の課題: 予測手法の改善に向けたガイダンス技術の開発

提案 1 SVMがフィルターとして採用する

気象研の日射量(予測値)

正規気温*1
相対湿度*1
雲量*1(3階層)

1: ソース JMA GPV-MSM

大気外日射量*(kWh/m²)
*予測時間の増とその時間の一時間の値。

重み付き

情報の流れ

フィルター

提案 2 SVMとGPVの予測の中に最良予測を選択

正規気温*1
相対湿度*1
雲量*1(3階層)

1: ソース JMA GPV-MSM

大気外日射量*(kWh/m²)

SVMの日射量予測

入力による一番良い予測を選択

気象研の日射量予測

気象研で大気状況などによる日射量を自然現象として反映できるように予測システムを開発中

気象研に連携し気象研の日射量予測をガイダンスより良い精度がある日射量予測そして発電量予測を目指す

完璧な分類器が開発できれば
気象研の予測が約16%改善できる
SVMの予測が約11%改善できる

気象研2010年のデータによるRMSE

SVM_Ref: 0.101
MSM_Ref: 0.108
best of (A) and (B): 0.090