

分散電源と電力ネットワーク

2009.11.17

九州大学東京オフィス

横浜国立大学大学院工学研究院

大山 力



電気事業、電力ネットワークの将来を握る鍵

自由化

分散電源

環境問題

成長率・資金

分散電源

小規模、短リードタイム

：新規事業者の参入が容易（規制緩和）

：低成長対応、資金リスク対応

自然エネルギー

：環境

：低密度

：出力変動

コージェネレーション

：環境

分散電源への対応

分散電源の導入量が増大

特に自然エネルギーは出力が不安定
配電網からの電力の逆流

出力変動の吸収

需給バランス（大量導入時）

配電網の適切な制御

順逆潮流の補正

電圧分布

単独運転

上記は既存系統との整合性の問題点
⇒ポジティブな要素は？

分散電源への対応

供給側への効果

多数の分散電源を集めると信頼できる電源としてふるまう

需要家側への効果

分散電源を利用した品質改善？

自然エネルギーの場合は？？？

供給側へのメリット

需要家側へのメリット

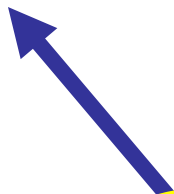
供給力の活用

品質向上

分散電源の導入

接続方法

既存のシステムからの要求



分散電源の導入により生ずる問題点

- ・配電線において異常な電圧や電流が発生
- ・事故時における安全性の低下

➡ 事前に対策技術の検討が必要

情報通信技術
パワーエレクトロニクス

需要家側の新電力供給システムの必要性

需要地系統(電力中央研究所)

FRIENDS(北大、茨城大、阪大、横国大)

単独運転の防止

単独運転：

分散電源がローカル系統に連系している状況で、事故等によってローカル系統が基幹系統と切り離されても、分散電源だけで発電を継続し、局所的に線路負荷に電力を供給している状態。

単独運転の問題点

1. 再閉路時の非同期投入
2. 保守員の安全確保（感電の可能性）

単独運転検出方法

- 受動的方法
- 能動的方法
 - 無効電力変動方式
 - 周波数シフト方式

分散電源供給力の活用

分散電源は中央から集中的に制御できないのでどのような運転をするかわからない。

⇒何とか系統の供給力に寄与するようにできないか

分散電源は信頼度が低い

⇒単機容量が小さく、多数あることはメリット

バーチャルパワープラントVPP

- ・ 複数の非常用電源を通信ネットワークとソフトウェアを使って仮想的に一括制御するシステム

マイクログリッド

- ・ 複数の小さな電源、電力貯蔵システム、電力負荷設備の集合体であり、系統に対しては一つの「良い市民」としてふるまうもの
- ・ 独立運用も可能
- ・ 需要家のさまざまなニーズに基づき設計、設置、制御

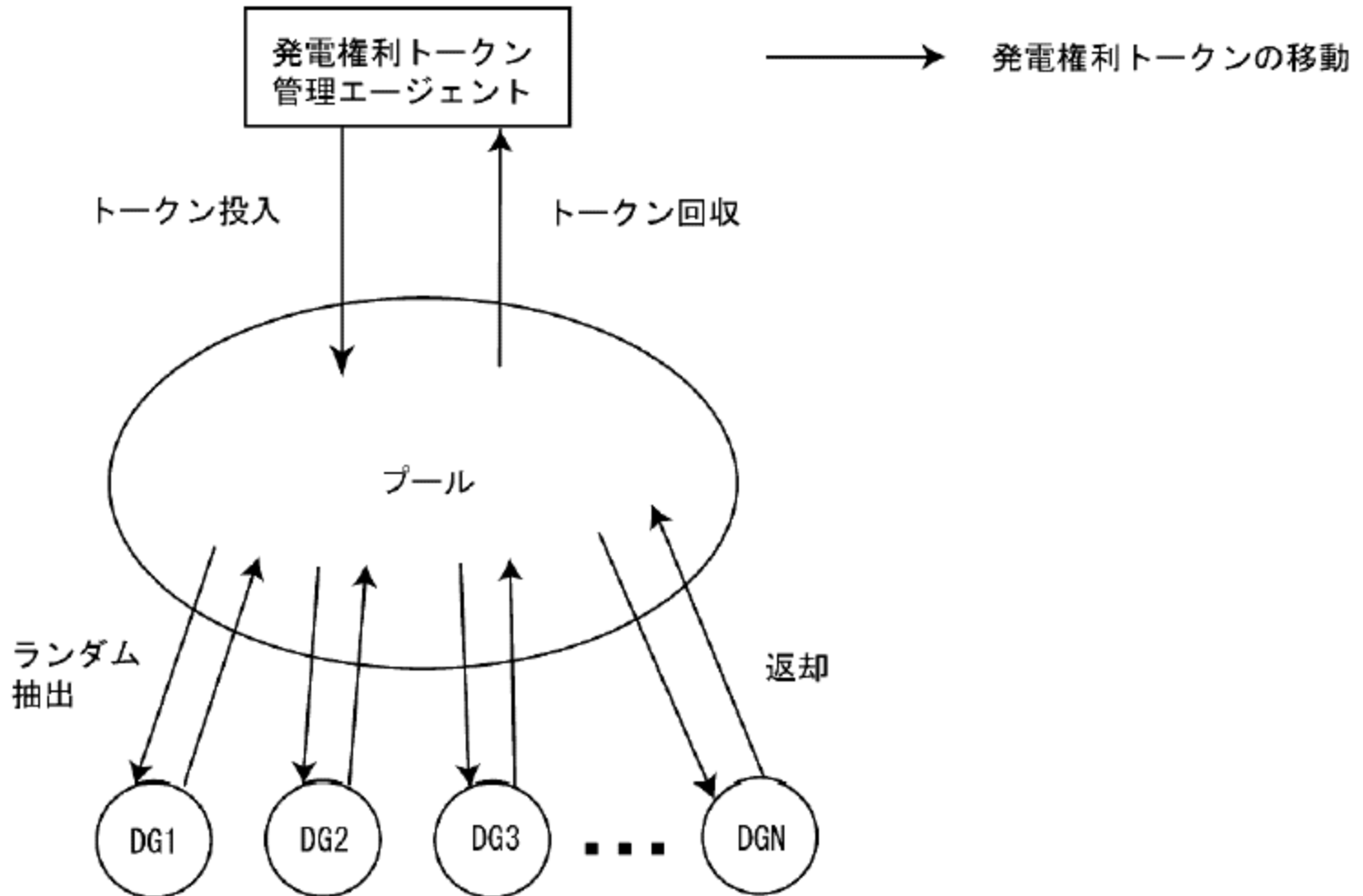
スマートグリッド???

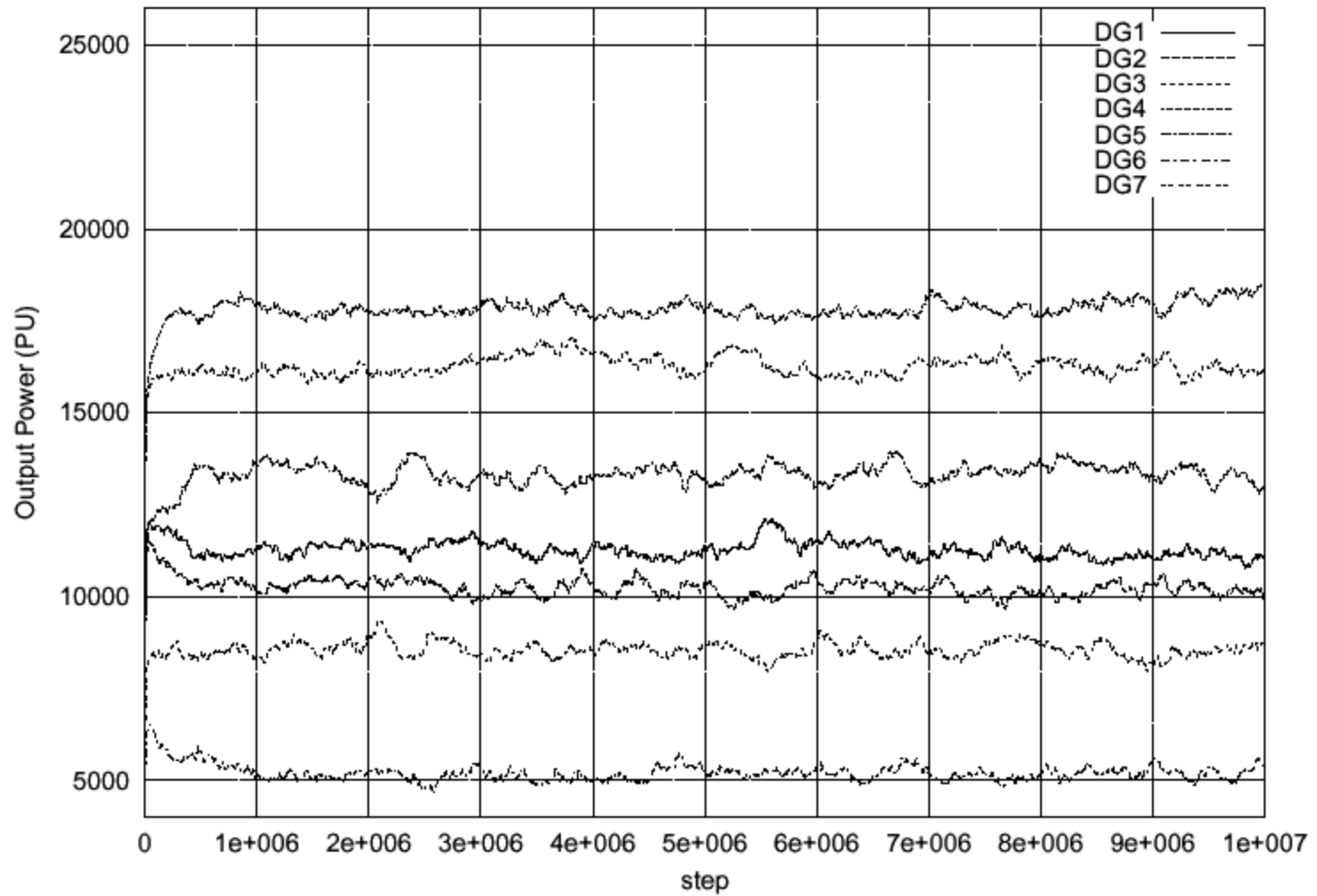
スマートグリッドとは

〈スマートグリッドの定義〉

従来からの集中型電源と送電系統との一体運用に加え、情報通信ネットワークにより分散電源やエンドユーザーの情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムの実現を目指すもの

研究課題：分散制御が実現できないか？





複数DGの発電量推移の例

品質別電力供給

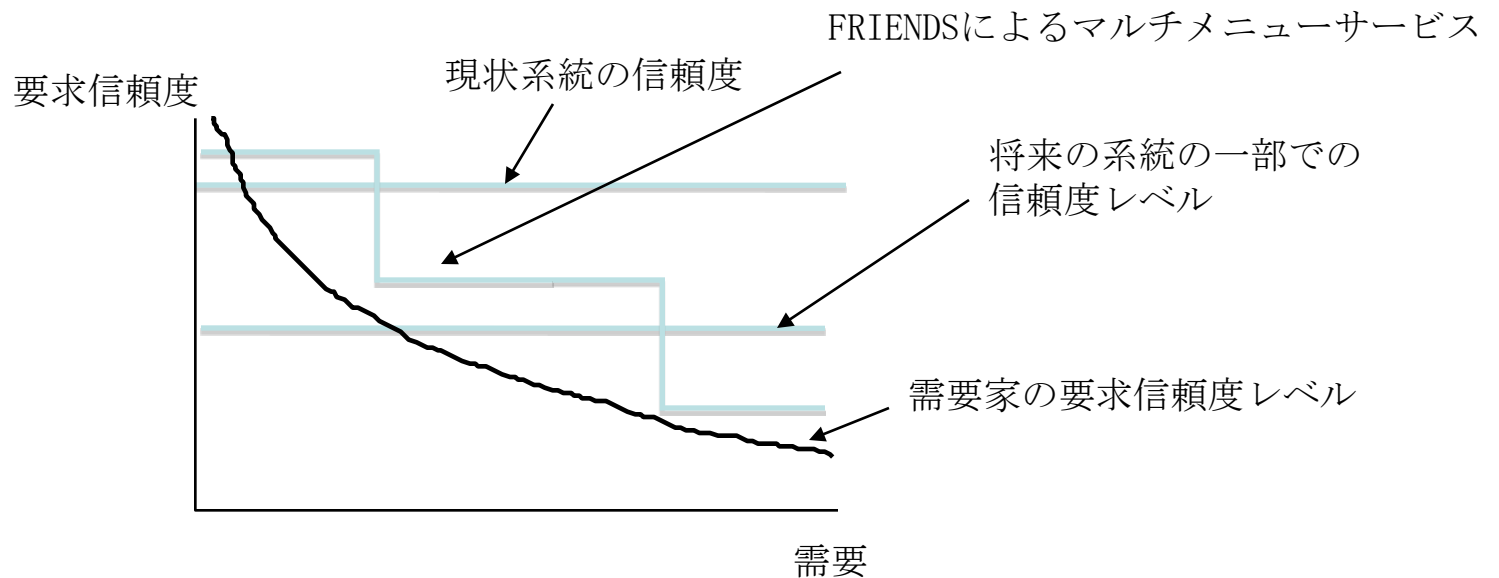
これからの電気エネルギー供給は、
「空気」のようなサービスから「顔の見える」サービスへ
⇒競争の時代に価格以外でも競争を

分散電源が存在すれば、それを利用して品質別電力供給を行うことが可能

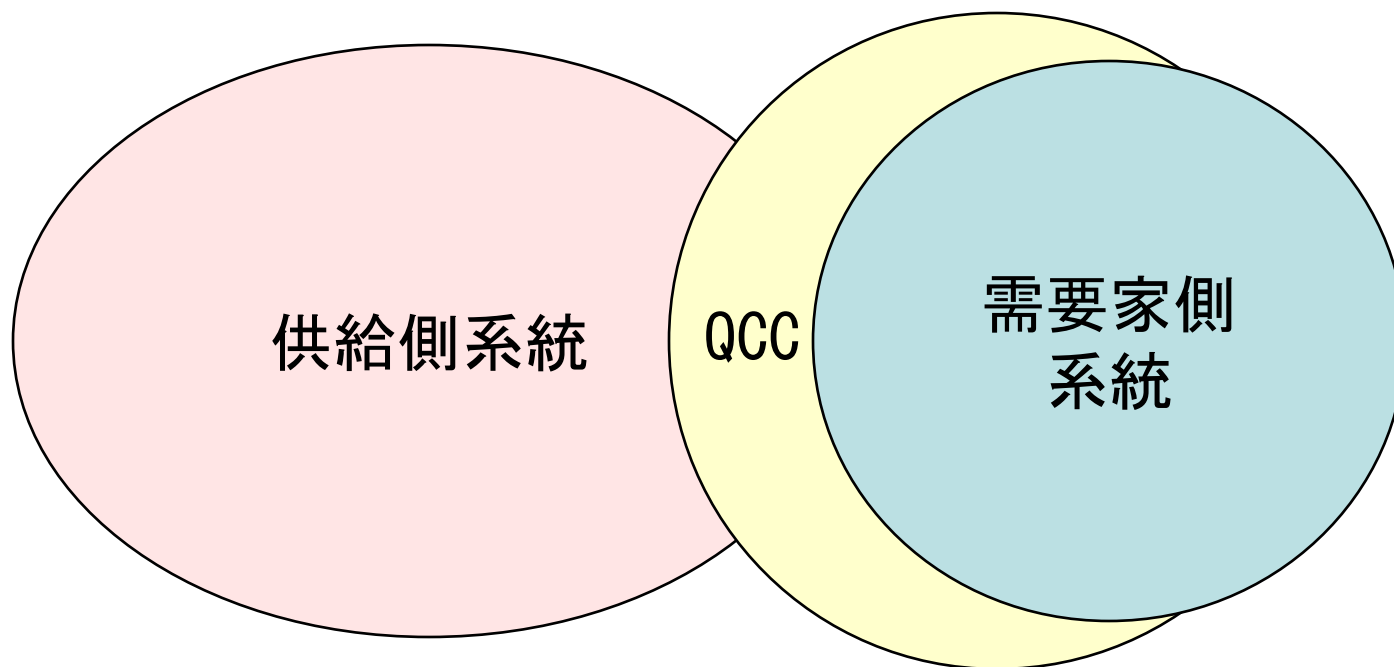
需要家は、全ての機器に高信頼度で電力供給してもらいたいのか？
高価格・高品質の電気と低価格・低品質の電気があったらどうか？

⇒需要家が電気の品質を選べるシステム

⇒QCCに設置される貯蔵装置・パワーエレクトロニクス機器によって実現



供給側系統と需要家側系統の接続：QCC



- ・多品種電力供給
- ・情報センター
- ・柔軟なネットワーク制御
 - 供給支障の削減
 - 分散電源の影響の吸収
- ・供給事業者の選択

環境との共存

環境問題は今後のエネルギー問題の鍵

自由化の下では環境問題が忘れられる？

供給側対策：

ベストミックス（環境も配慮した）

効率向上など技術開発

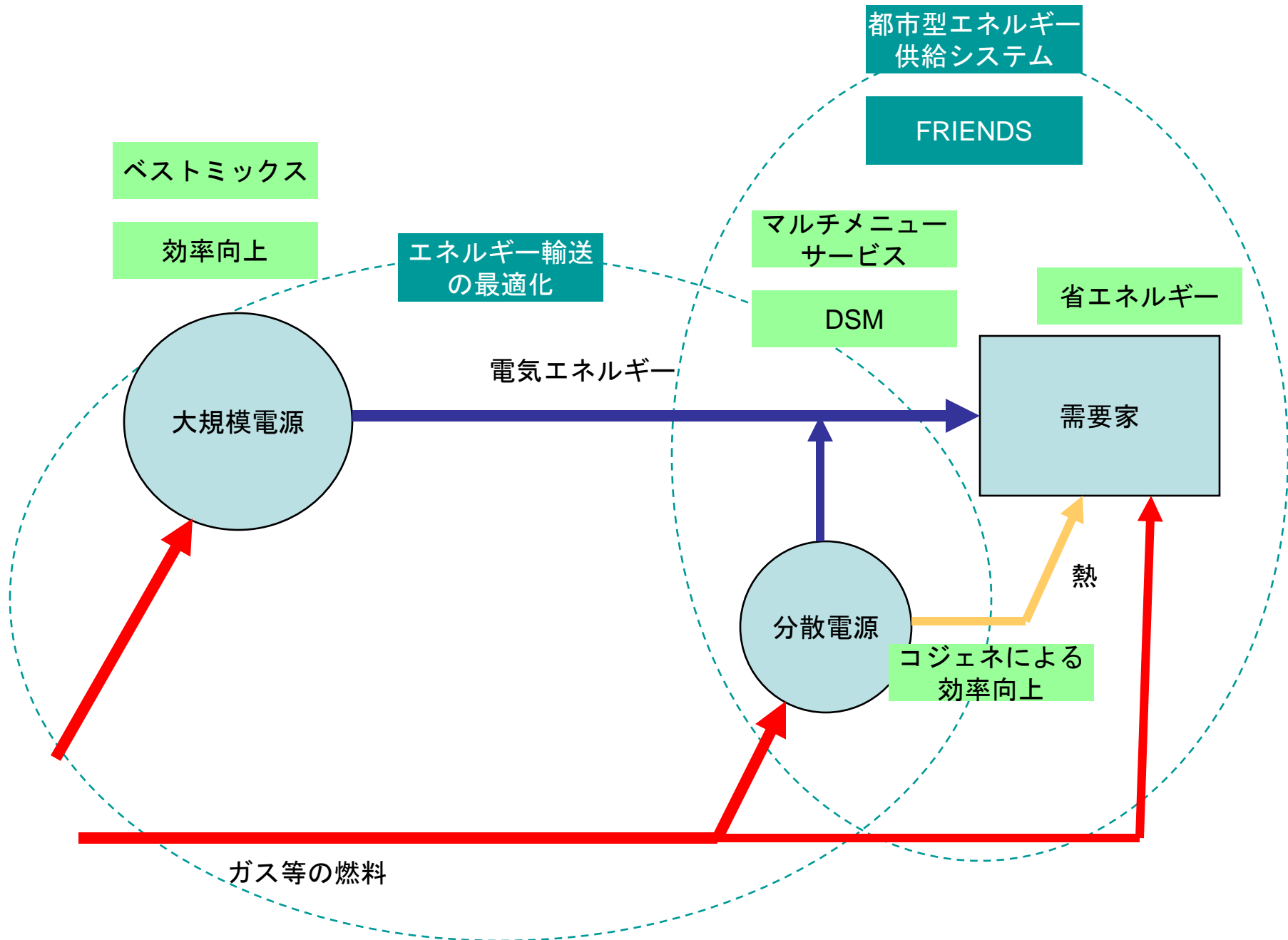
分散電源/コジェネレーションの活用

需要側対策：

省エネルギー

マルチメニューサービスとアドバンストDSM

分散電源/コジェネレーションの活用





新エネ発電大量導入に向けて

太陽光・風力の導入目標量

	2007年末 導入実績 (万kW)	2020年 最大導入ケース (万kW)	2030年 最大導入ケース (万kW)
太陽光発電	192	2864	5321
風力発電	168	491	661

出典：需給部会および総合部会資料より

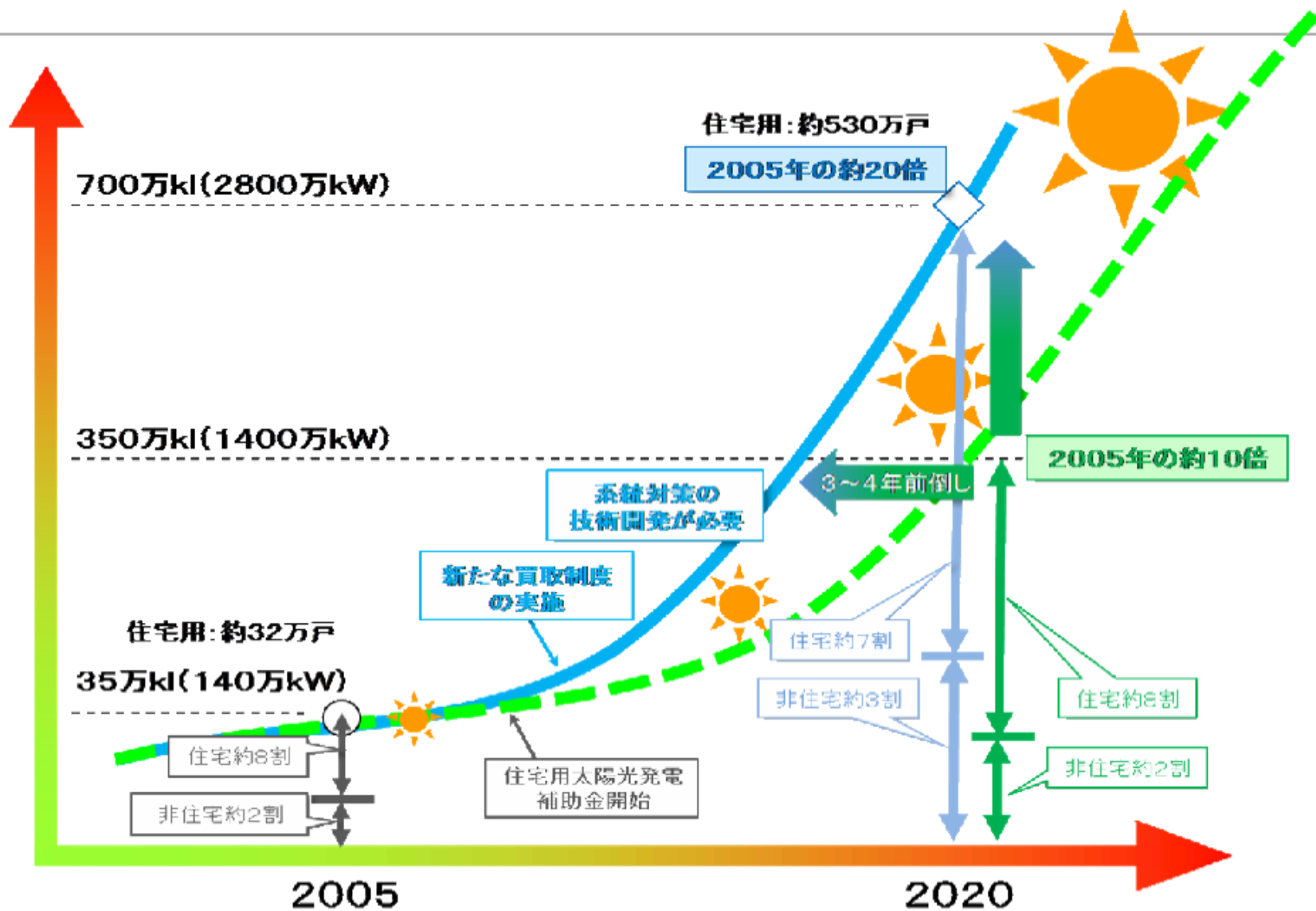
新エネ発電が系統に与える影響

- 突き上げ潮流による電圧上昇
- 調整力不足
- 短期周期調整力（周波数調整力）
- 長周期調整力（余剰電力対策）
- 一斉解列による供給力不足
- 系統の安定度低下（同期化力減少）
- 短絡容量の増加

出典：平成20年度 電力系統関連設備形成等調査
—電力系統監視・制御技術の高度化に関する調査—
(エネルギー総合工学研究所)



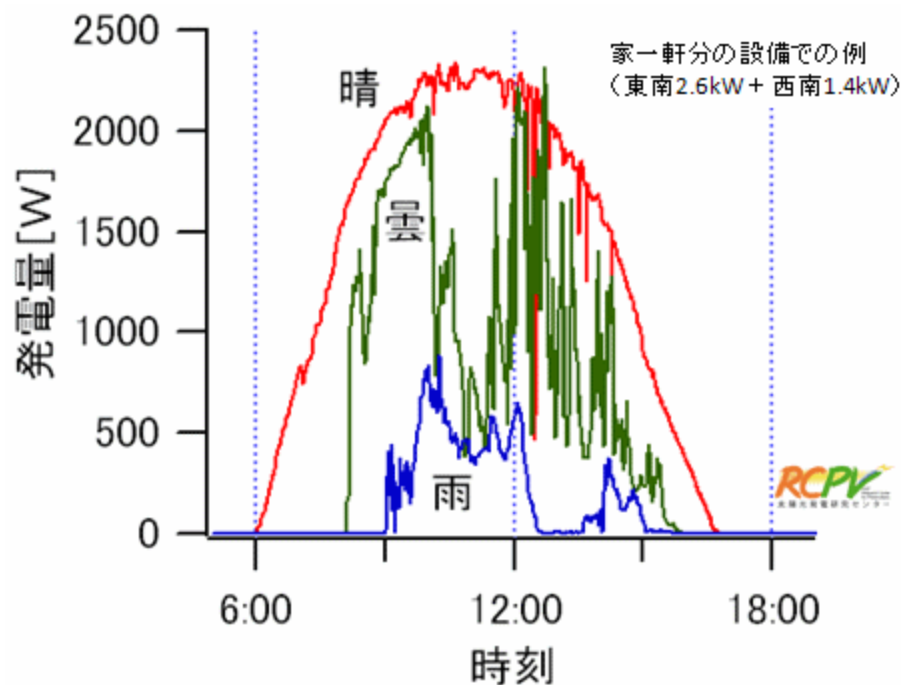
太陽光発電大量導入時の余剰対策



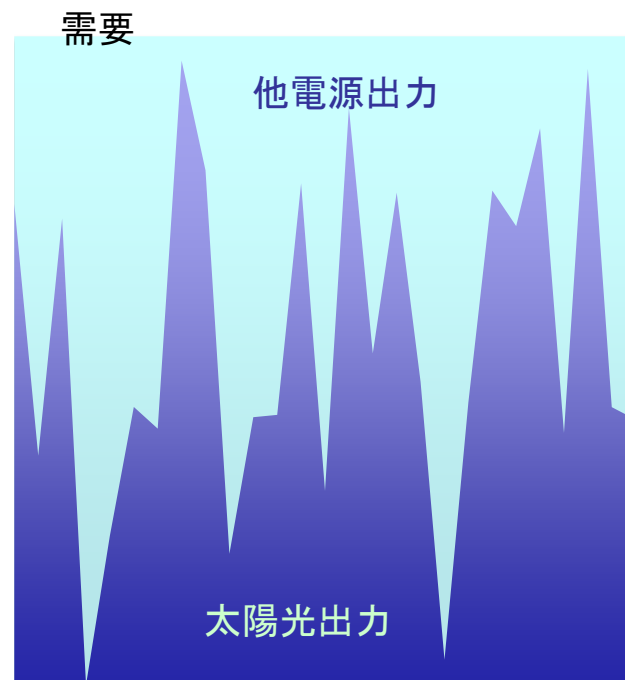
出典:新エネルギー一般会資料

周波数調整力の不足

太陽光発電の出力変動



出典 (独) 産業技術総合研究所



「ダンスパートナー」が必要
CIGRE IEEE PES 2009 Calgary

余剰電力対策

太陽光出力の抑制

GWや年末年始に出力抑制

これにより既存揚水のみで対応可能な導入量

2020年：1300万kW

2030年：2800万kW

それを超過すると追加貯蔵設備が必要
蓄電池の導入

さらに増えると週間運用が不可能に...
季節間運用

新エネ発電の地域偏在と連系線

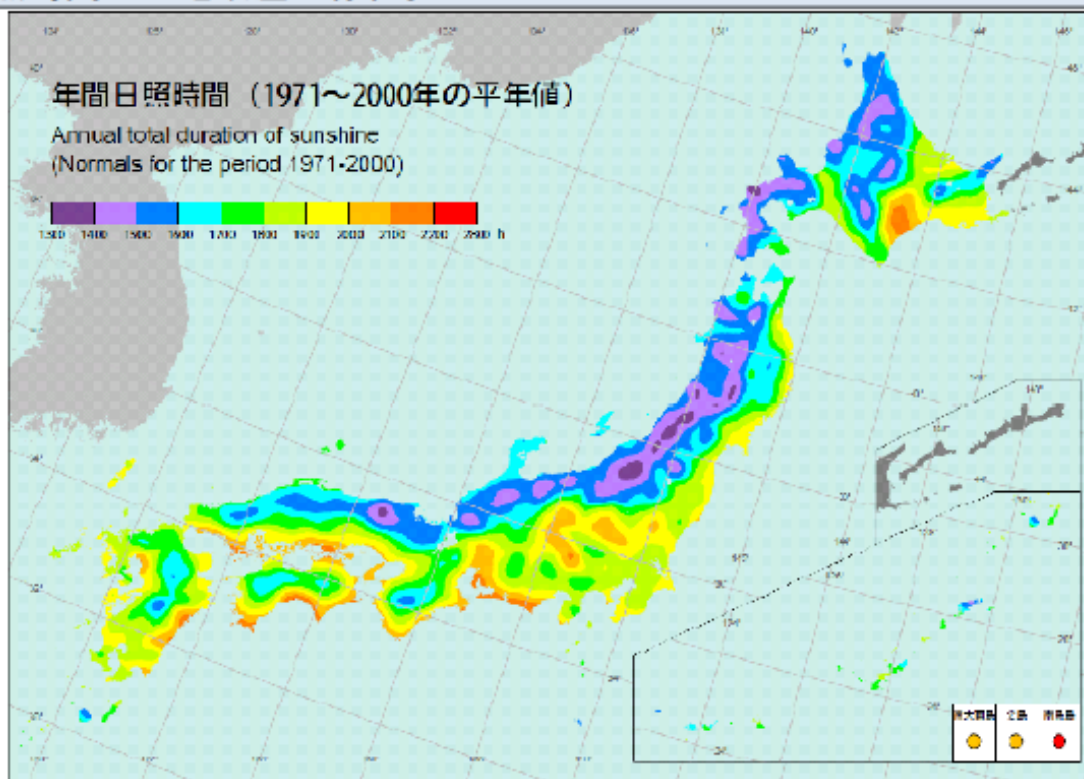
風力発電のエリア別導入状況

	2007年度末 風力発電導入量 【電気事業便覧より】		2007年度(8月) 最大電力と風力発 電導入量の割合		2008年11月末 電力各社が公表している 連系可能 (万kW)	2020年 導入 目標量 (万kW)	2030年 導入 目標量 (万kW)
	(万kW)	(%)	(万kW)	(%)			
合計	152.7	100	17570	0.9	368.5+α	491	661
北海道	24.6	16	470	5.2	36(解列枠5を含む)		
東北	51.7	34	1440	3.6	118(蓄電池枠33を含む)		
東京	9.9	7	5900	0.2	制限を設けず		
中部	10.0	7	2700	0.4	制限を設けず		
北陸	6.8	5	530	1.3	25(解列枠10を含む)		
関西	4.9	3	2960	0.2	制限を設けず		
中国	13.6	8	1170	1.2	62		
四国	7.8	5	570	1.4	25(解列枠5を含む)		
九州	22.0	14	1690	1.3	100		
沖縄	1.4	1	140	1.0	2.5		

太陽光発電の導入量（偏在の可能性）

各県の年間日照時間

・日照時間には地域差が存在。

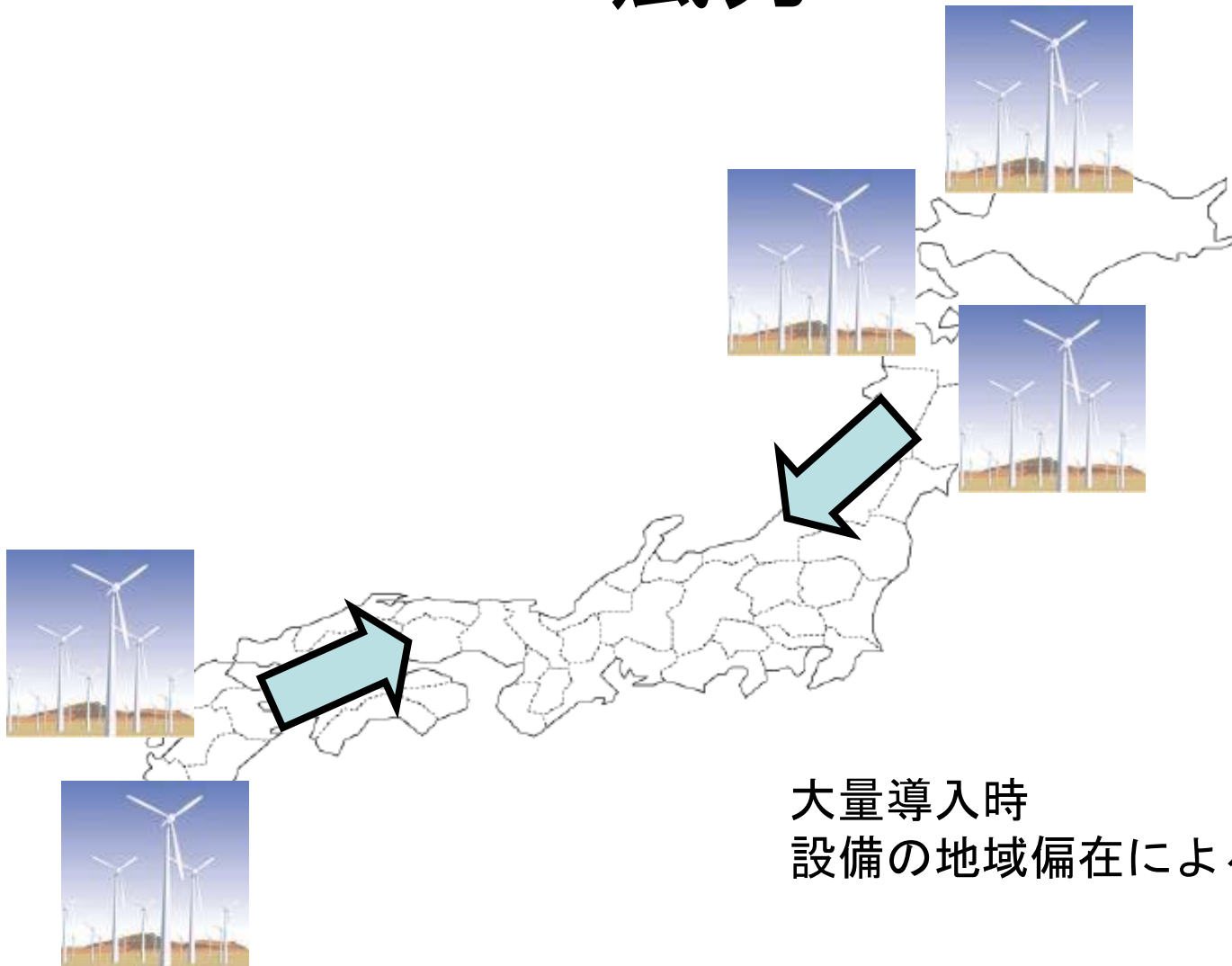


太陽光発電の導入量（偏在の可能性）

地域別電源導入量と、太陽光発電容量の比較(万kW)

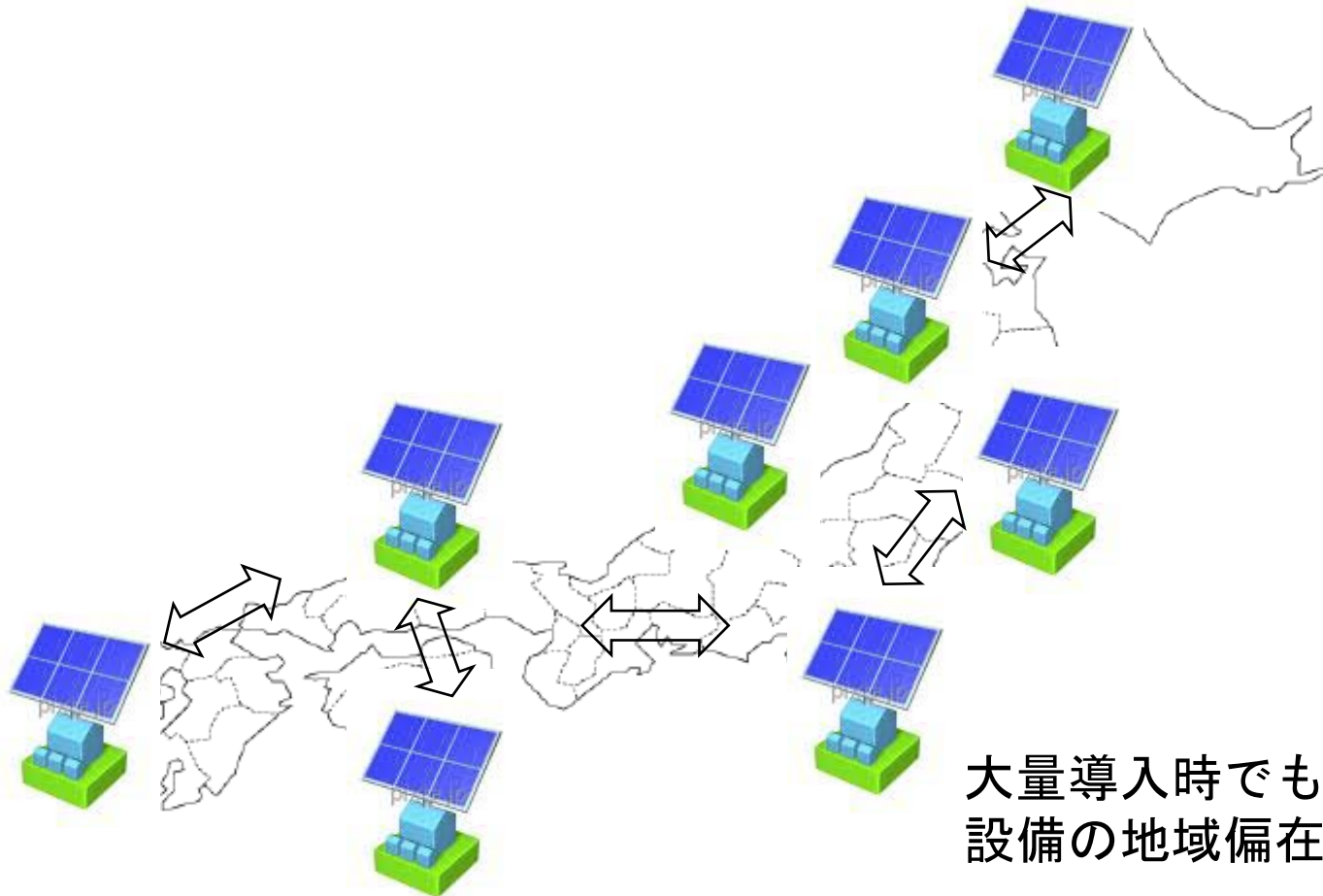
	住宅用(万kW)		非住宅用(万kW)		2030年度 合計(万kW)	太陽光導入量との関係	
	2020年度	2030年度	2020年度	2030年度		設備容量	最大電力
北海道	40	124	12	76	199	23.4%	37.4%
東北	107	335	37	230	565	25.8%	36.8%
東京	366	1,146	75	467	1,612	19.0%	25.9%
北陸	31	98	9	55	154	16.2%	26.9%
中部	190	594	49	303	897	21.7%	31.4%
関西	144	451	39	241	692	16.7%	22.4%
中国	66	205	22	134	338	18.8%	26.9%
四国	42	130	13	79	209	24.6%	36.3%
九州	105	328	40	246	574	23.7%	31.9%
沖縄	9	28	4	24	52	17.4%	30.6%
合計	1,099	3,437	299	1,854	5,292	20.2%	28.4%

風力



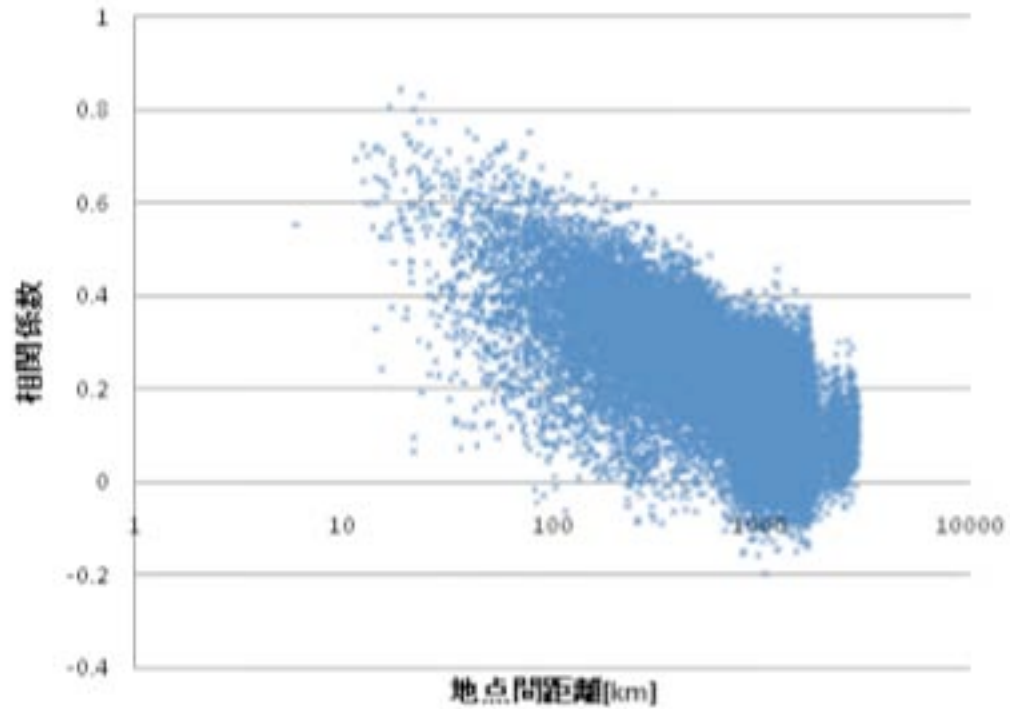
大量導入時
設備の地域偏在による連系線潮流

太陽光



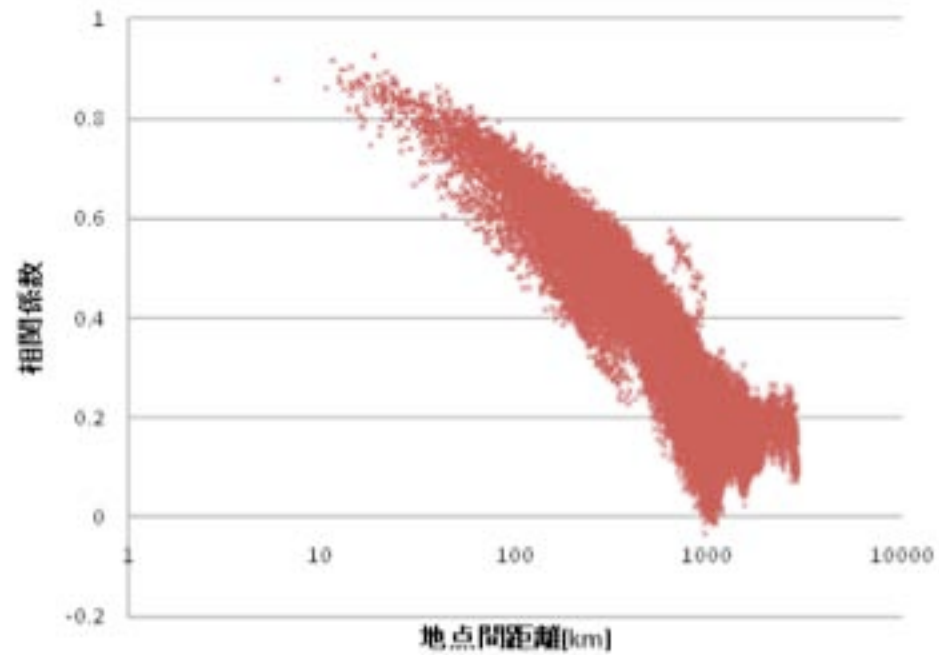
大量導入時でも
設備の地域偏在はあまりない

風速の地点間距離と相関係数

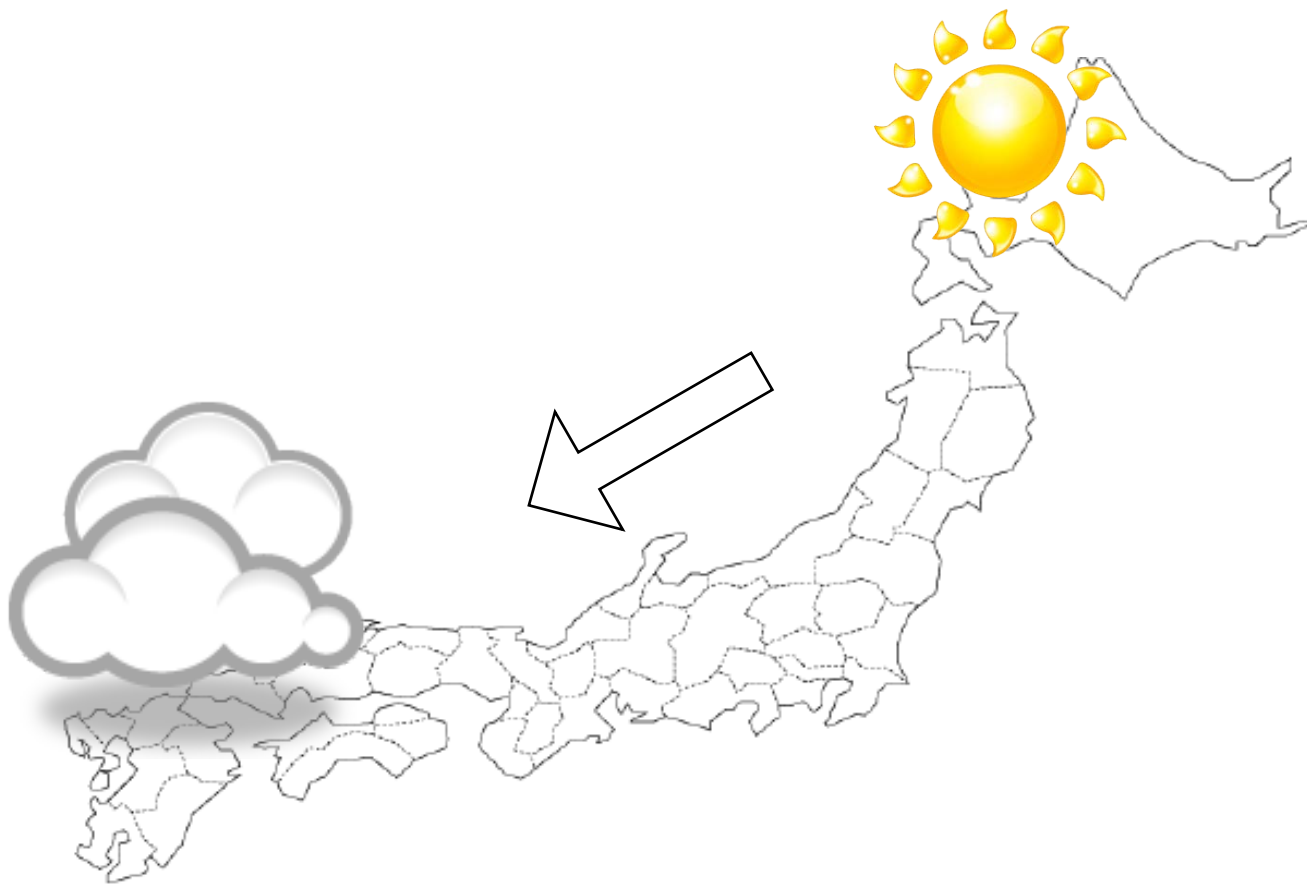


距離が離れれば風速の相関はなくなる

日射の地点間距離と相関係数



距離が離れれば日射の相関もなくなる



晴れの地域から曇り・雨の地域への潮流？

風力による連系線潮流：特定電源？

太陽光による連系線潮流：不特定電源？



連系線増強と利用法は？