

Digital Grid:

電力ネットワークイノベーションによる 温室効果ガス80%削減への道筋

東京大学総括寄付講座
「電力ネットワークイノベーション(デジタルグリッド)」
特任教授 阿部力也
2016年9月15日



2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒**電力と燃料**

- 答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒**電力で80%削減**
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒**燃料で80%削減**

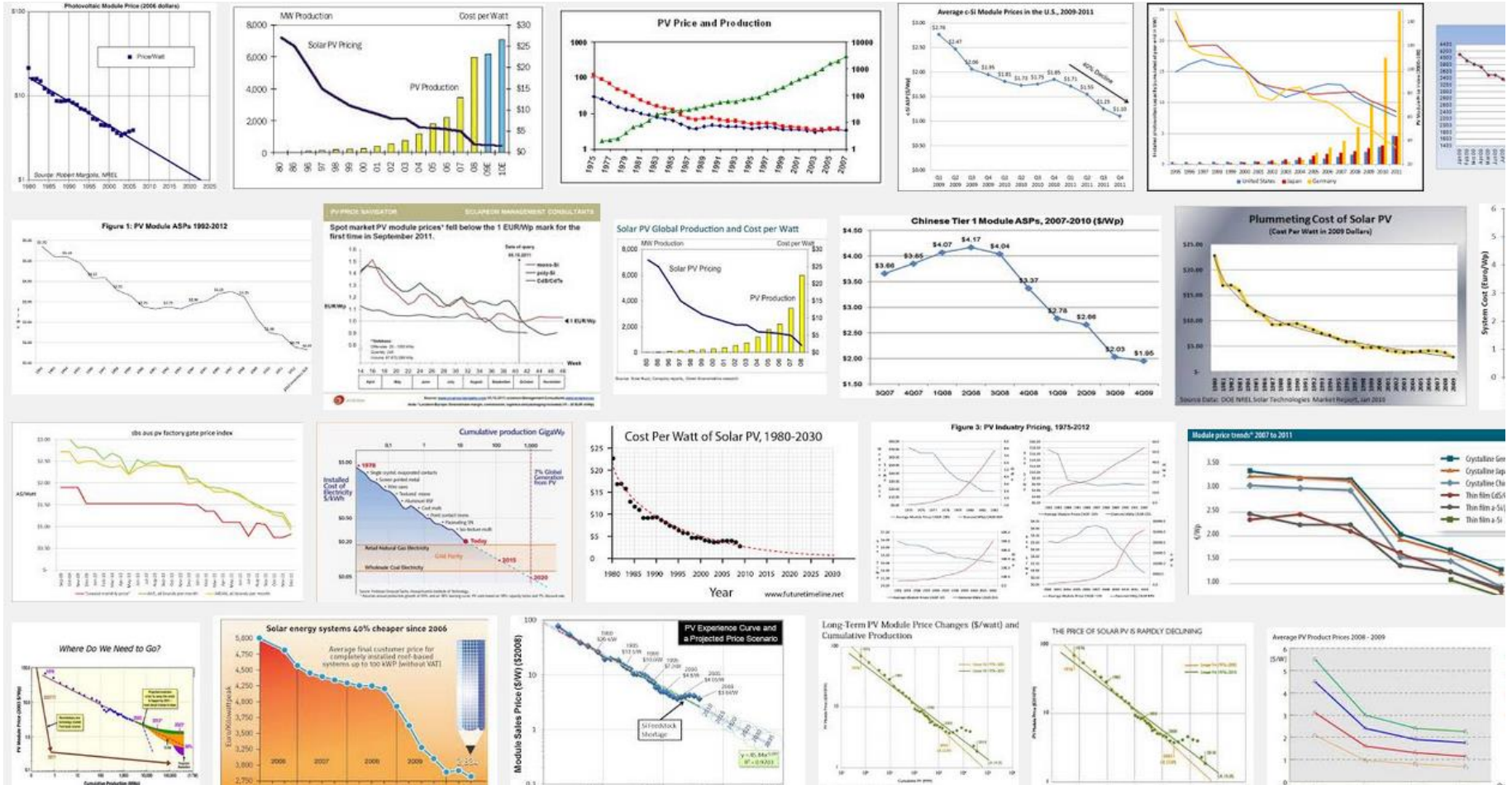
2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒電力と燃料
- **答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料**
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒電力で80%削減
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒燃料で80%削減

2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒電力と燃料
- 答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒電力で80%削減
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒燃料で80%削減

価格：太陽光発電の価格は下がっていく



供給力: 2013年度固定価格買取制度導入成果(2014年3月末)

別紙1

再生可能エネルギー発電設備の導入状況について(3月末時点)



- 太陽光発電設備の導入が、引き続き順調に継続し、固定価格買取制度導入後の再生可能エネルギー発電設備の累計導入実績は、容量ベースで、895.4万kW(認定容量比で13%)、件数ベースで、約62万件(認定件数比で52%)となりました。

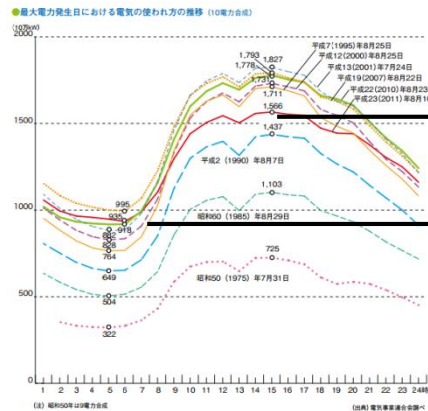
＜平成26年3月末時点における再生可能エネルギー発電設備の導入状況＞

再生可能エネルギー発電設備の種類	設備導入量(運転を開始したもの)			認定容量	
	固定価格買取制度導入前		固定価格買取制度導入後		固定価格買取制度導入後 平成24年7月～平成26年3月末
	平成24年6月末までの累積導入量	平成24年度の導入量(7月～3月末)	平成25年度の導入量	平成24年7月～平成26年3月末	
太陽光(住宅)	約470万kW	96.9万kW	130.7万kW	268.8万kW	6,570万kW
太陽光(非住宅)	約90万kW	70.4万kW	573.5万kW	6,303.8万kW	
風力	約260万kW	6.3万kW	4.7万kW	101.0万kW	
中小水力	約960万kW	0.2万kW	0.4万kW	9.8万kW	
バイオマス	約230万kW	3.0万kW	9.2万kW	156.5万kW	
地熱	約50万kW	0.1万kW	0万kW	1.4万kW	
合計	約2,060万kW	176.9万kW	718.5万kW	6,864.2万kW	
		895.4万kW(619,701件)		(1,199,482件)	

ドイツ同様に日本のピークを太陽光で賄う(60GW)場合必要な太陽光発電設置面積は約20km²四方(効率15%を仮定)これを分散設置する



※ 各内訳ごとに、四捨五入しているため、合計において一致しない場合があります。



約6,000万kW

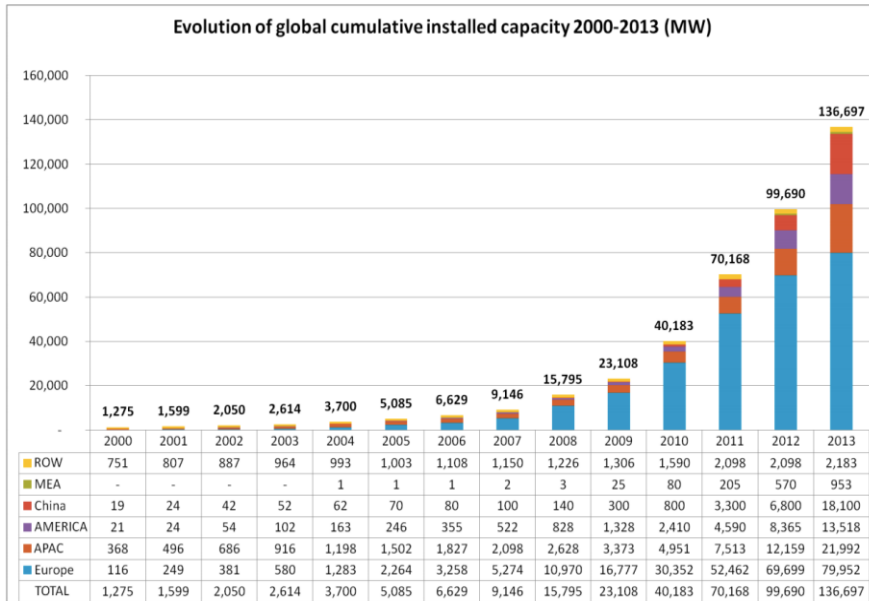
2014年にすでに6,570万kWの設備認定がなされてしまった。(2030年度目標が5,300万kWだった)この容量は日本の一日の需要変化分に相当する。

電事連HP

<http://www.fepec.or.jp/library/data/infobase/pdf/infobase2012.pdf>

スピード: 太陽光と風力の急成長

太陽光発電の世界累積容量

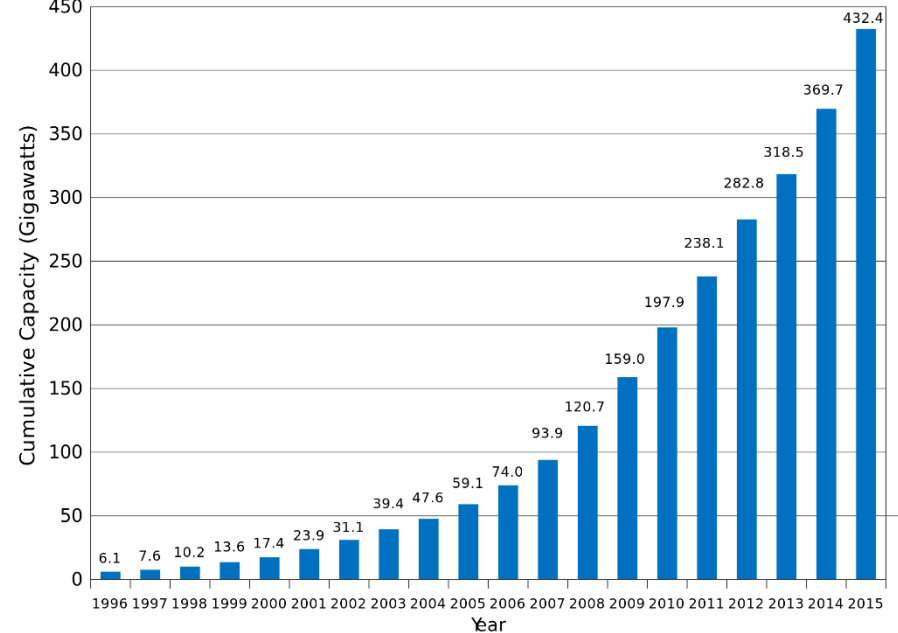


Source: EPIA

米・中両政府は2016年9月3日、COP21で採択された温暖化対策「パリ協定」を批准。温室効果ガスの二大排出国である米中が批准したことで、年内の協定発効に向けて大きく前進した。

風力発電の世界累積容量

Global Wind Power Cumulative Capacity (Data:GWEC)

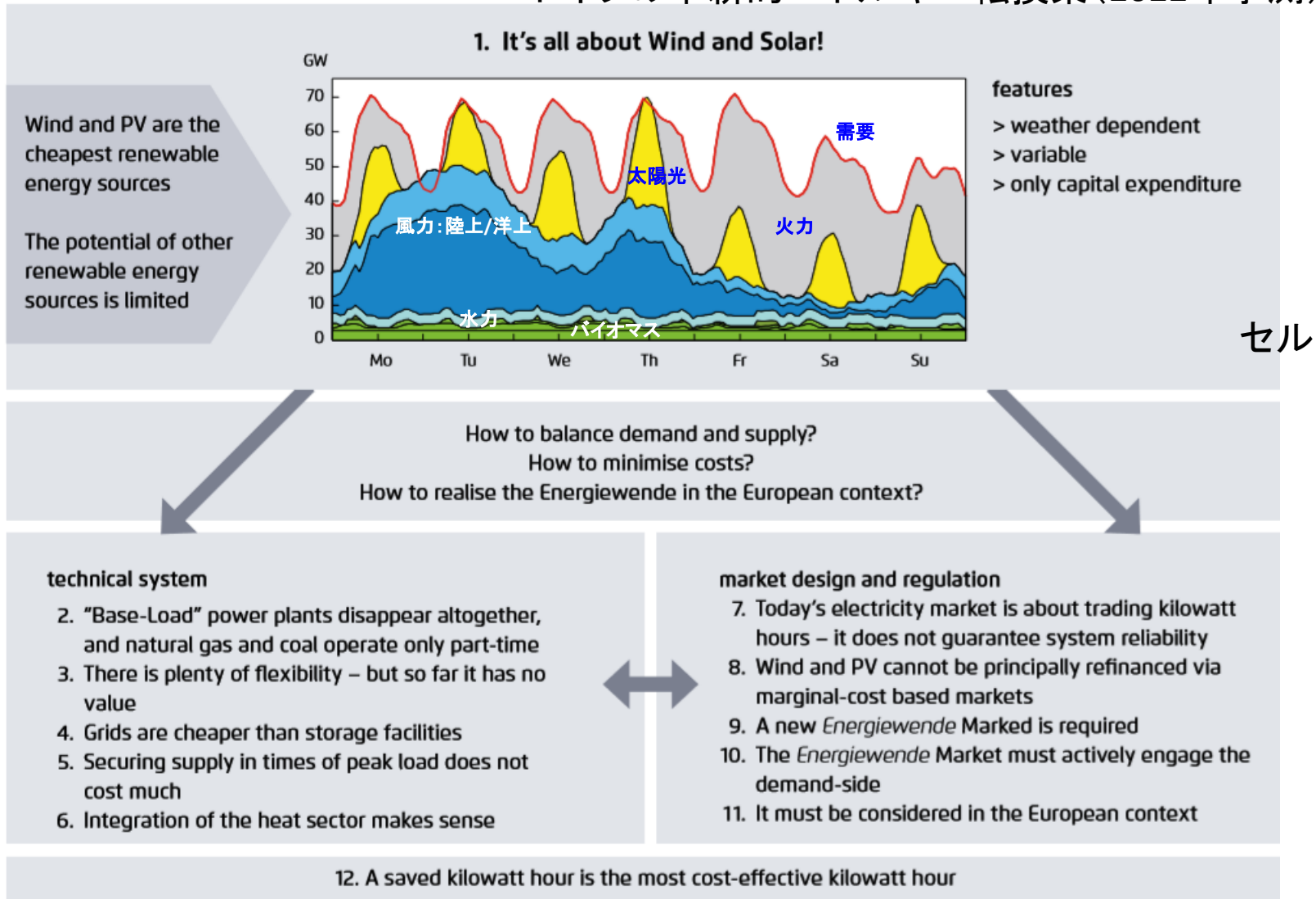


2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒電力と燃料
- 答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒電力で80%削減
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒燃料で80%削減

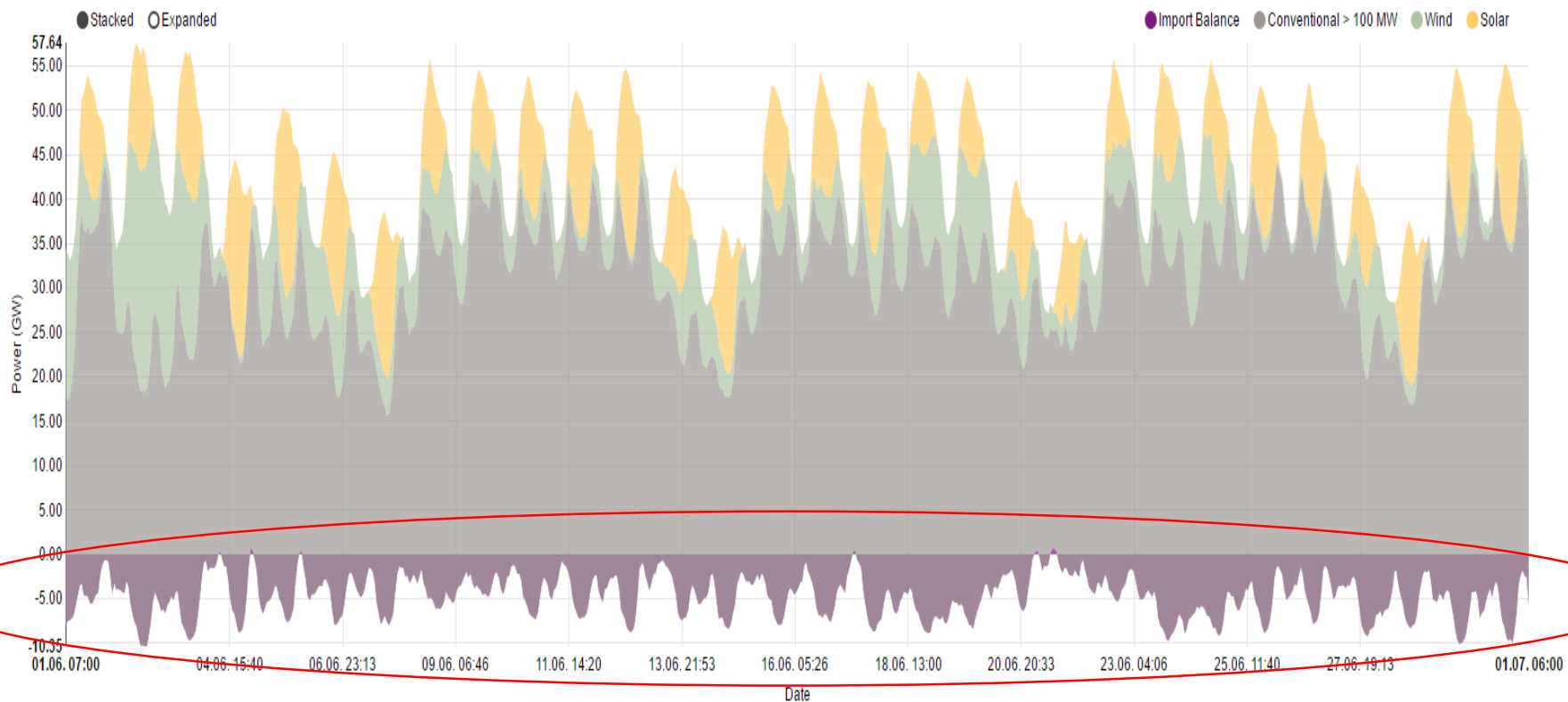
ドイツのエネルギー政策：風力と太陽光が主役

ドイツの革新的エネルギー転換策（2022年予測）



http://www.agora-energiewende.org/fileadmin/downloads/publikationen/Impulse/12_Thesen/Agora_12_Insights_on_Germanys_Energiewende_web.pdf

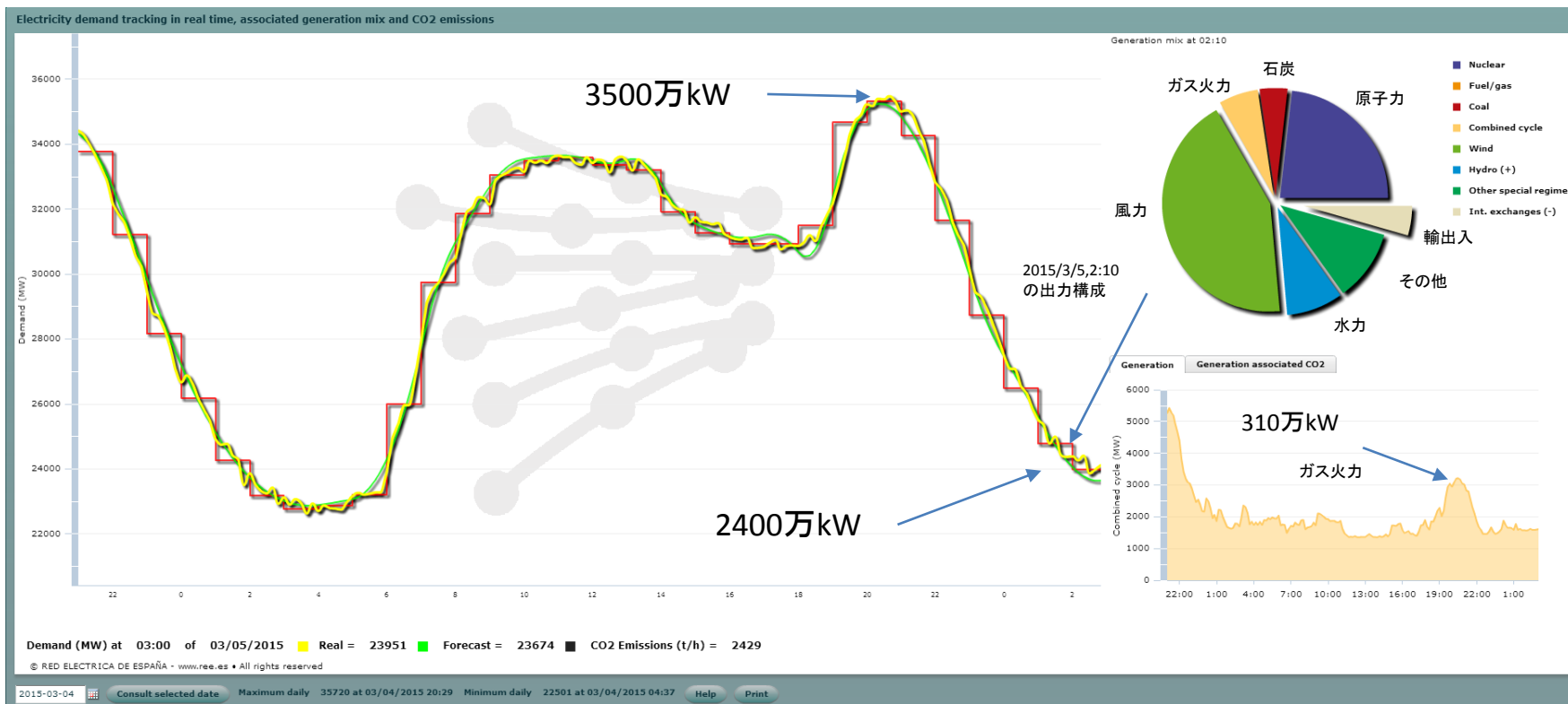
ドイツの電力需給: 2015年7月



Last update: 01 Aug 2015 08:18

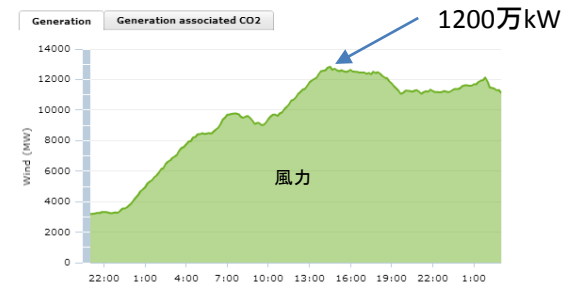
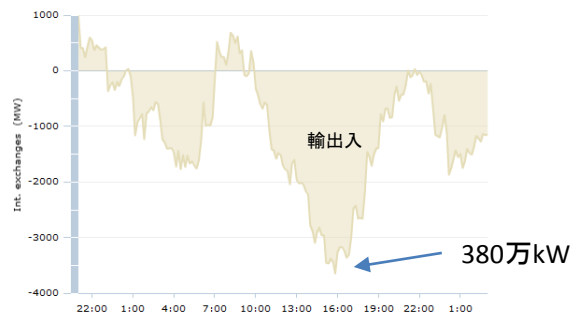
電力制約

他国との電力融通に依存（スペインのリアルタイム電力需給）



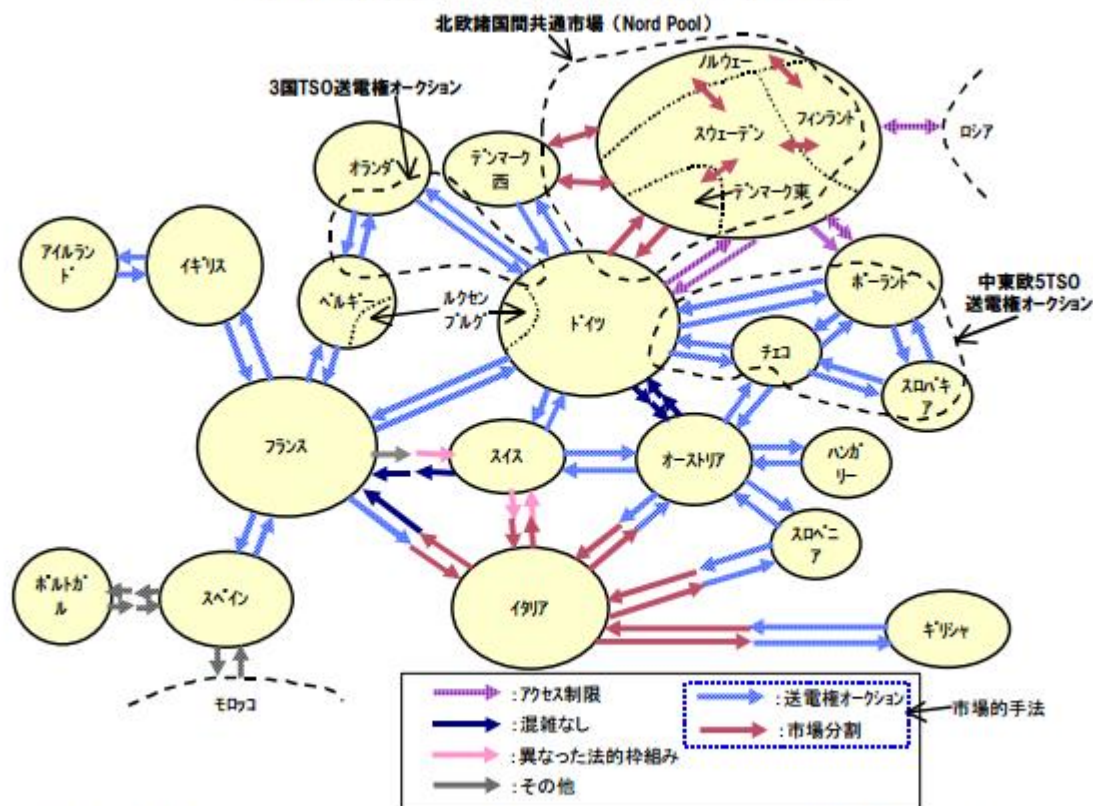
<https://demanda.ree.es/demandaEng.html>

多国間で±10%–15%の電力のやり取りを行うことで、電力システム（周波数）を維持している



欧州でもメッシュ状電力系統が大量の再生可能エネルギー導入を可能にしている

図2-2 国際連系線一日前混雑処理の枠組み (2006年)



(出所) ETSO, " An Overview of Current Cross-border Congestion Management Methods in Europe"、2006年5月より作成

仮に電力エネルギーの8割が風力発電なら

- 日本の年間電力消費量
 - 797,057GWh
 - 80%の電力量=638,056GWh
- 風力発電設備利用率を25%とする
 - $638,056\text{GWh} / 365 / 24 / 25\% = 291\text{GW}$
 - 291GWの設備が必要 > 日本の最大電力160GW

⇒出力自動抑制が必要
- 風力発電が不足する時間帯の対応
 - 系統電源のサポートが必要
 - 他の再エネ分散電源との組み合わせも必要

⇒柔軟な多重電力サポート(系統+分散型コージェネ)が必要

2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

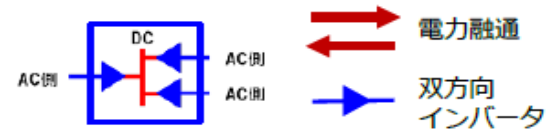
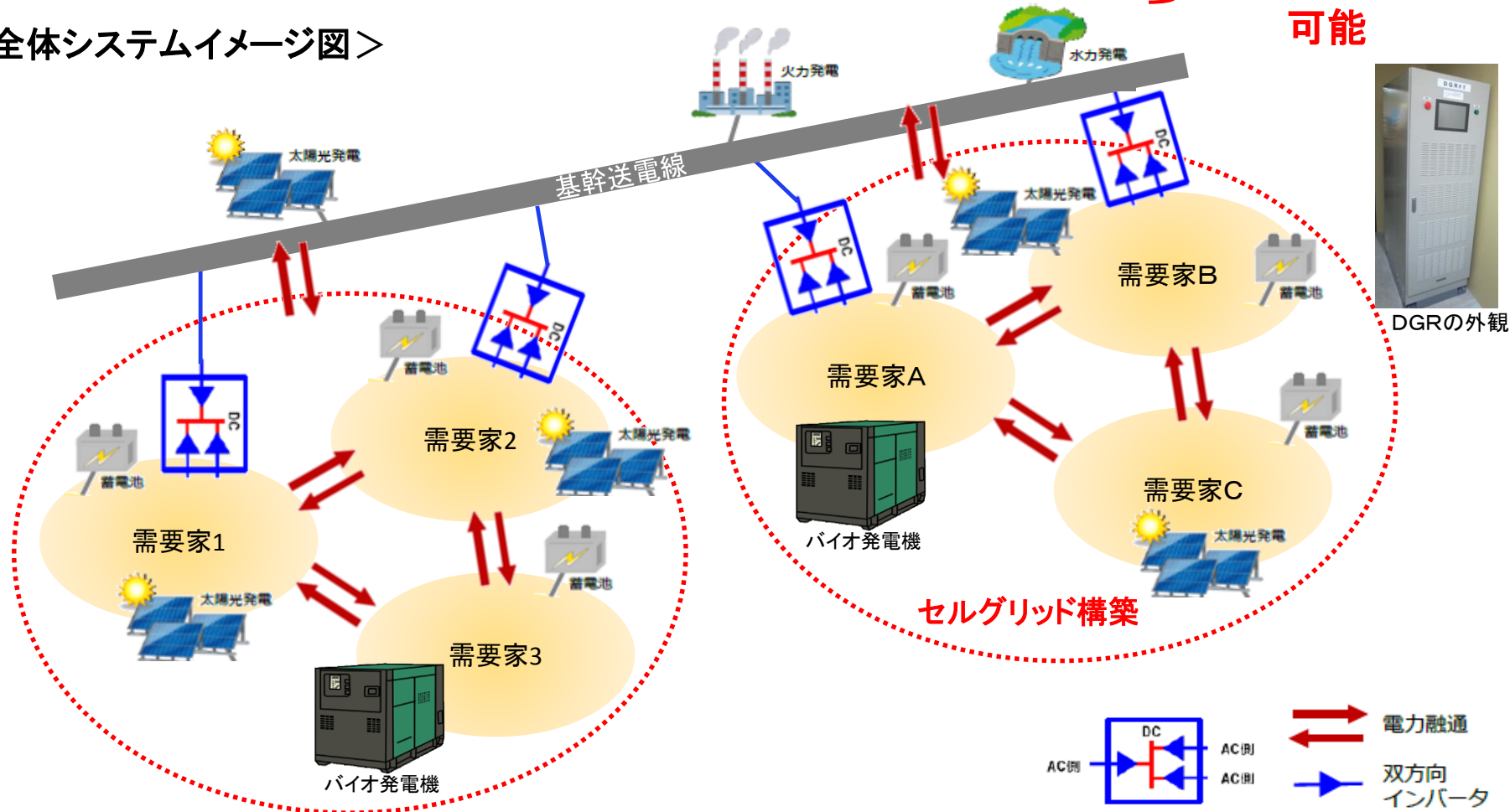
- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒電力と燃料
- 答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒電力で80%削減
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒燃料で80%削減

非同期連系：電力制約からの開放

- 系統との間で、「交流～直流～交流」の変換を行うことで非同期連系を行う
- セル側では系統電力接続の際に求められる同期の制約から解放
- 系統側に悪影響を及ぼす再エネ電力の出力変動を伝えない

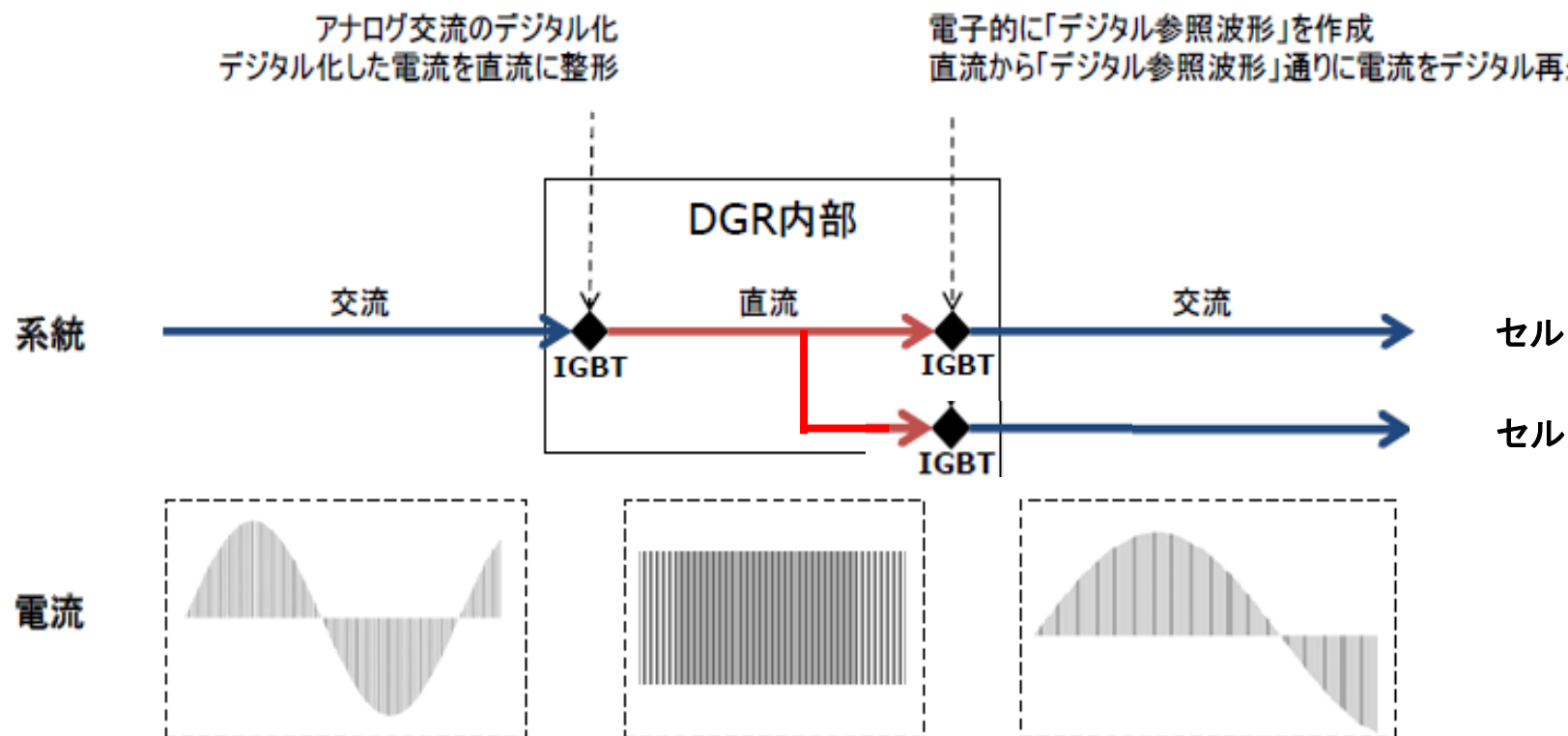
再エネ電力を自由に接続可能

〈全体システムイメージ図〉



コア技術：波形のデジタル化

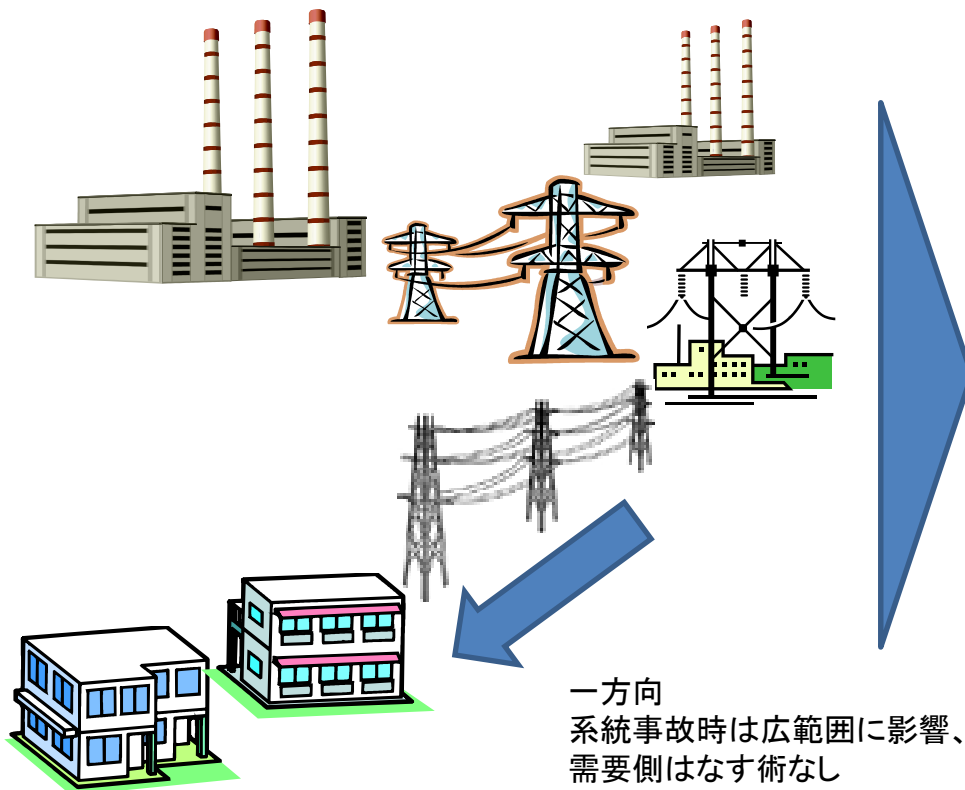
- 非同期連系の鍵を握る技術が電力波形のデジタル化
- 系統のアナログ交流波形をデジタル的に直流に変換し、セル側にはデジタル参照波形を通じて交流電流をデジタル再生
- セル側では系統との同期の制約は解消されているため、分散電源を自由に活用することができる



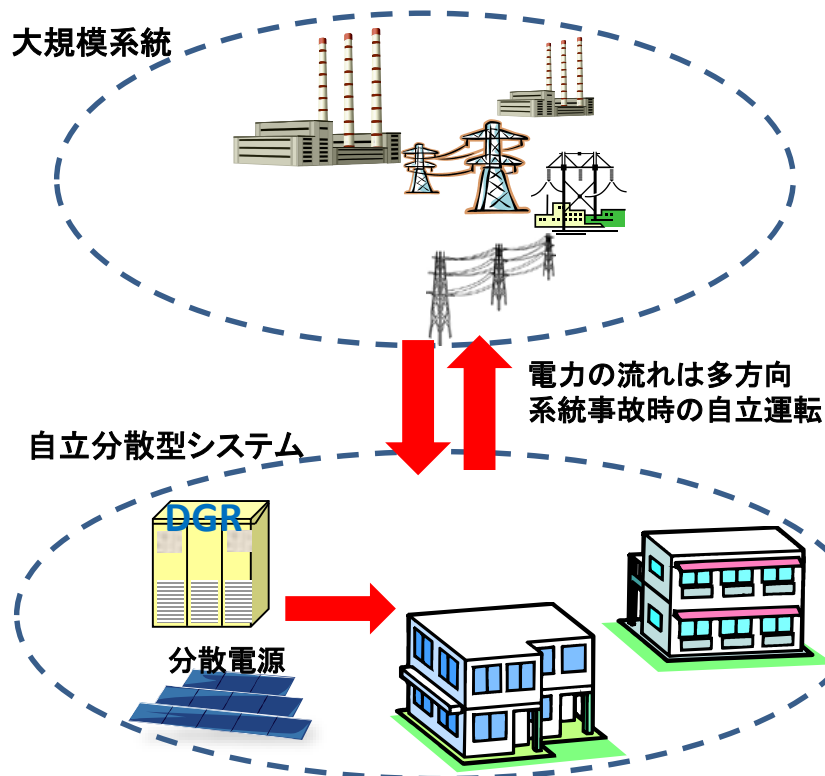
電力セキュリティの向上: 自立可能性の追求

- Digital Grid Router (DGR) は分散電源をもつセルと系統電力を同時に利用できる
- 系統事故が発生した場合でも、セル側だけで電力需給を継続させることが可能
- 電力系統事故時も影響範囲は限定的に

大規模電力系統のみに依存



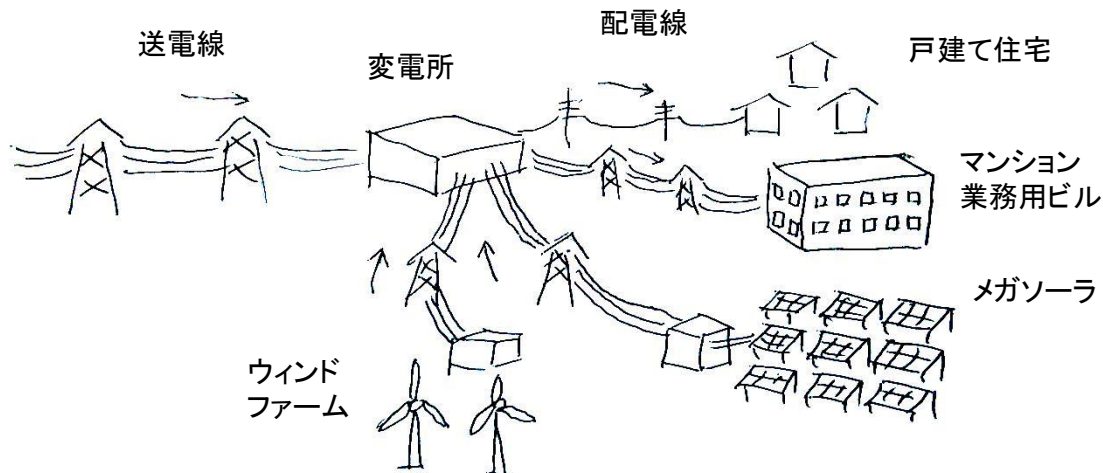
大規模電力系統と分散型システムの共存



送配電線開放→配電網の自由化

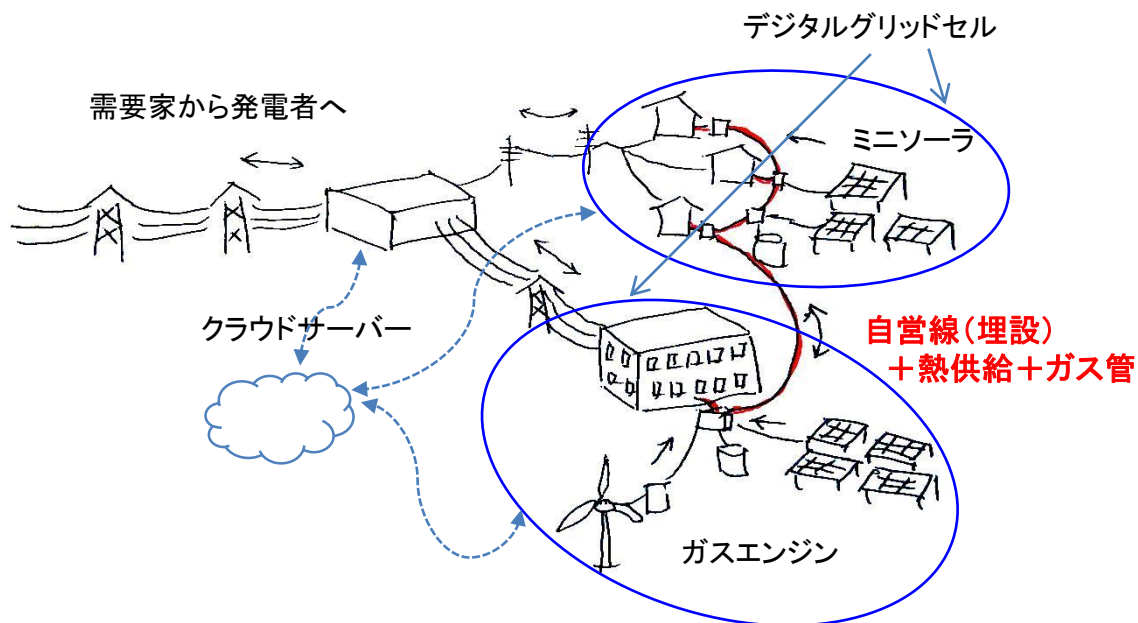
再エネ=電力設備

- ・変電所に入り、送配電される
- ・上流変送配電設備負担: 託送料金

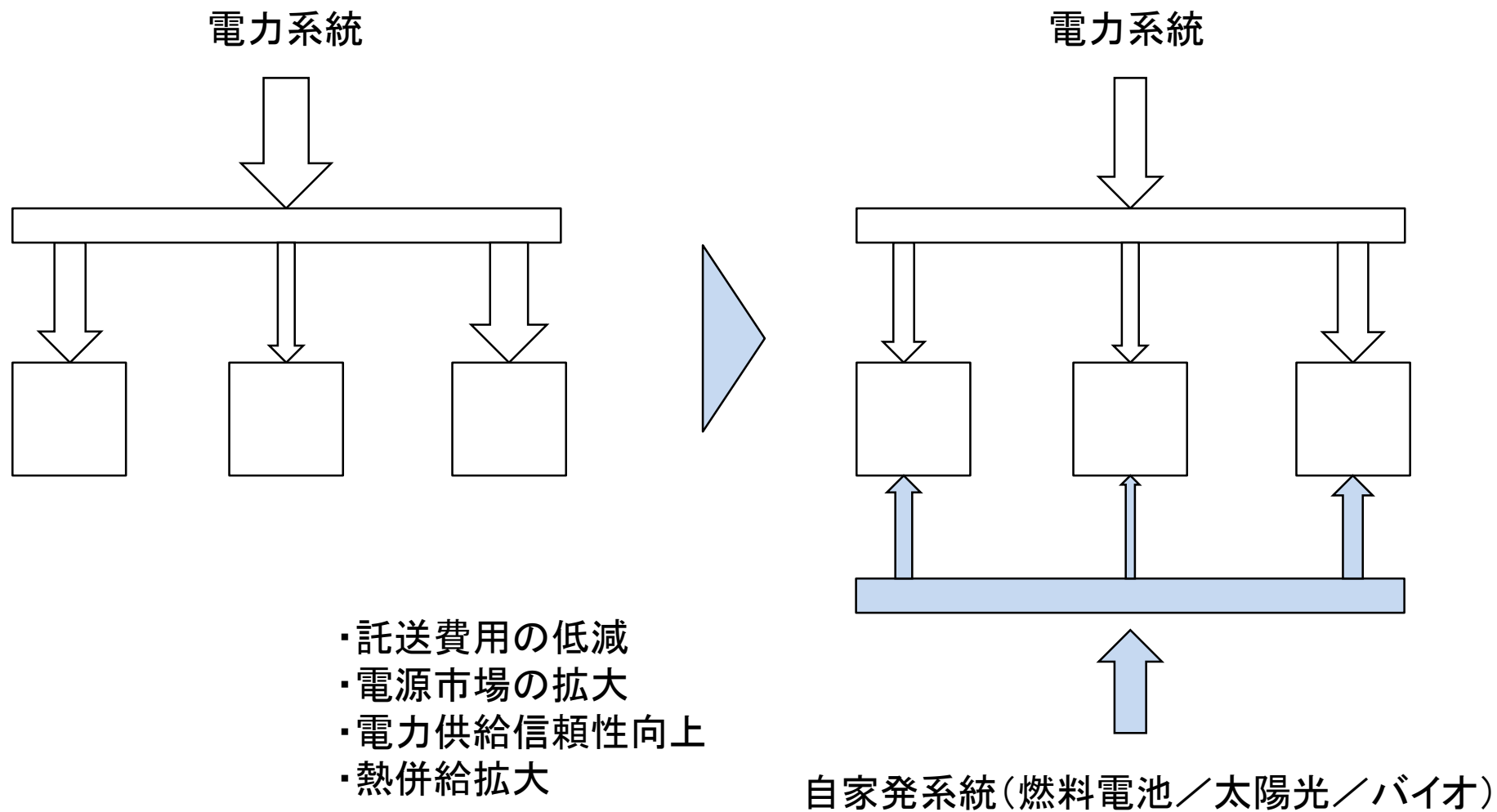


再エネ=需要家設備

- ・需要家に直接入る、託送料金不要
- ・再エネ自家発の増大

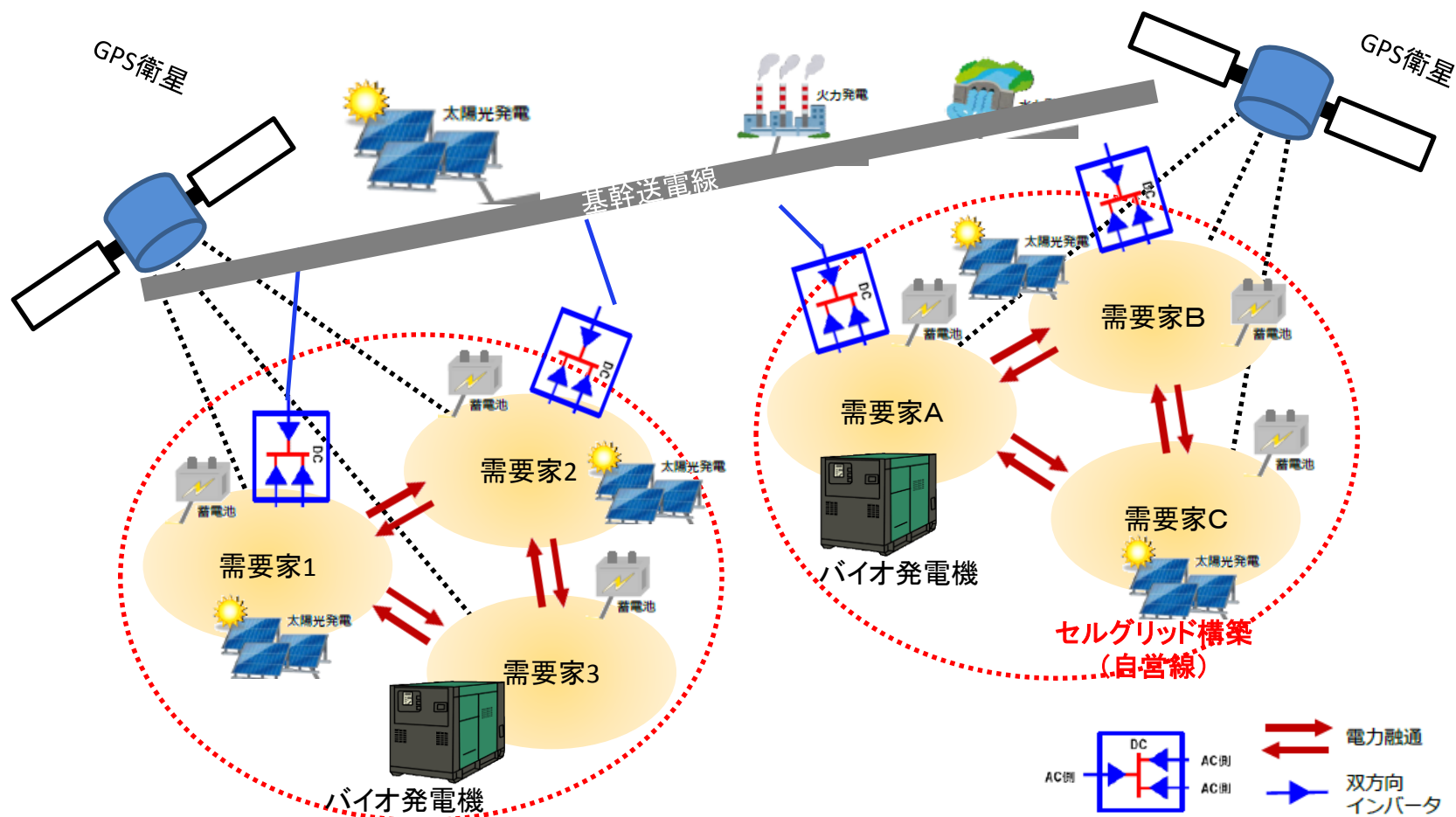


ハイブリッド電力系統



GPS時刻同期

GPS時刻同期による自営電力線内での周波数同期問題の解決



2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

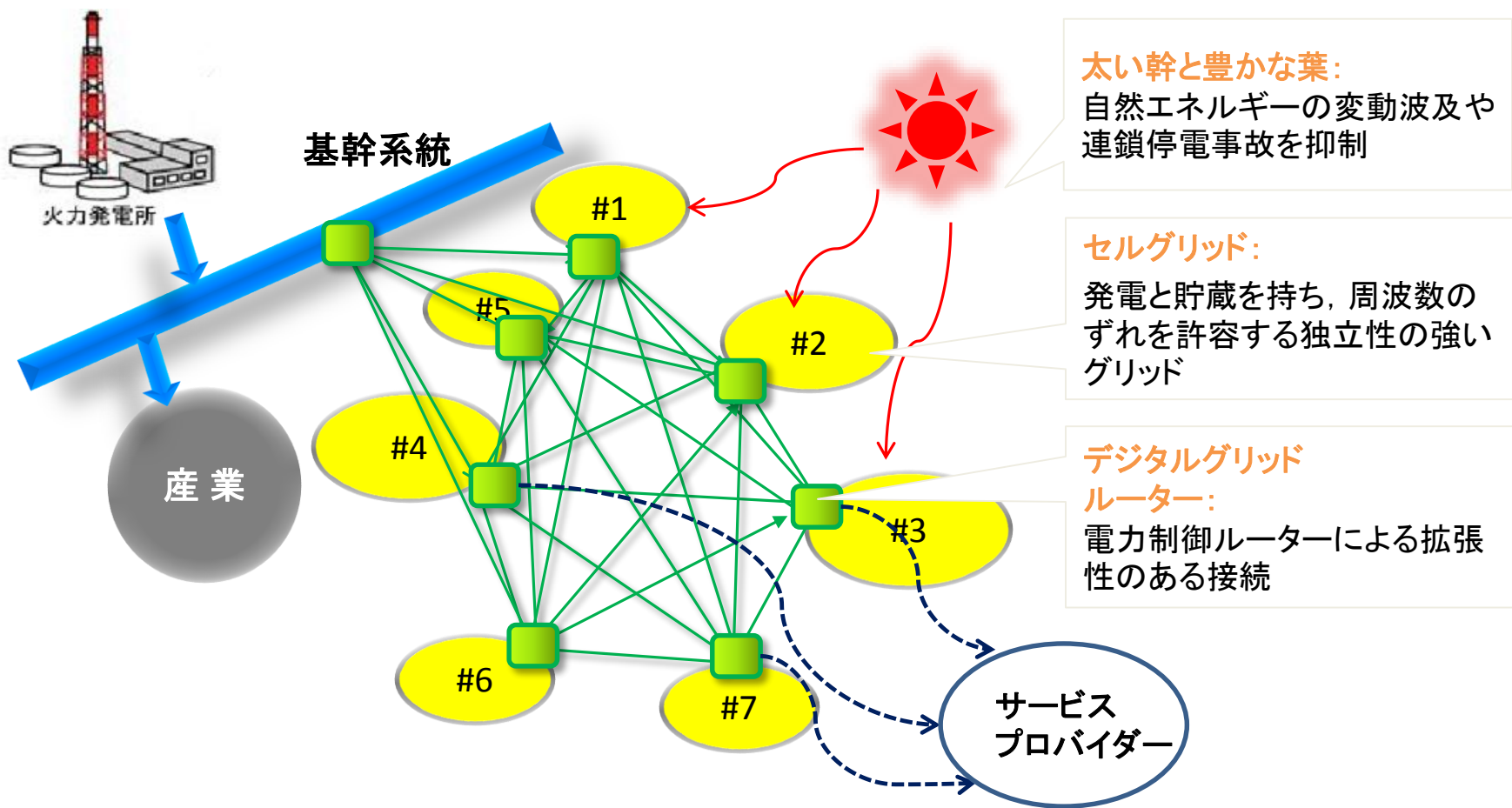
- 従来の取組の延長では実現が困難⇒イノベーションによる解決
- 温室効果ガス排出量の約9割⇒エネルギー起源CO₂⇒電力と燃料
- 答え⇒再エネ転換電力＋再エネベース合成液体燃料
- 価格は○、供給力は○、スピードは○
- 不安定さ⇒ドイツ、スペインの例
 - ⇒莫大な輸出入発生
- 自動抑制(非同期自立セル制御)＋サポート(系統＋分散型コジェネ)
 - ⇒電力で80%削減
- 配電網自由化＋中小規模電力系統セル化⇒電気代低下
 - ⇒人工合成液体燃料
 - ⇒燃料で80%削減

エネルギーコストゼロの電力が生み出す合成燃料



新しい電力供給システム ～デジタルグリッド～

エネルギー本位経済の基盤



2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減

温室効果ガス排出量の約9割をしめるエネルギー起源CO₂を削減するために、

電力と燃料を再エネ化する

【電力】

- 再エネ転換電力のために、配電網の多重受電を許可し、再エネ自家発の供給、自営線連結の緩和、自立可能セルを許容する
- 多様な再エネ自家発の技術開発を促進（ミニ風力、プチソーラー、小水力、潮流、潮位差、バイオコージェネ、バイナリー、水素発電等）

【燃料】

- セル内で余剰電力を使って、合成燃料をつくる技術開発を促進（水素、DME, メタノール等）
- 再エネベース合成液体燃料および電気自動車で運輸部門の再エネ化を図る。

ご清聴ありがとうございました

2016年9月15日



Digital Grid Consortium Inc.,



THE UNIVERSITY OF TOKYO

Presidential Endowed Chair,
“Electric Power Network Innovation
by Digital Grid”