

先進グリッドの意義と技術開発動向



早稲田大学 林 泰弘

- なぜ今, 先進グリッド(先進電力網)なのか?
- マイクログリッド
- スマートグリッド
- 国内外の先進グリッド技術の開発動向
- これからの先進グリッド研究の方向性
- 次世代グリッド技術開発のロードマップ

21世紀におけるエネルギーの課題



Face for the Future

Energy security

エネルギーの安定供給

- 資源制約, 品質制約
- 多種エネルギー源のベストミックス(集中型電源, 分散型電源)

Environmental protection

地球環境保全

- 環境制約, 省エネ
- 地球温暖化対策
(2050年までに全世界で温室効果ガス半減目標)

3Eの
達成

Economic growth

経済成長

- エネルギーを通じた経済・地域の活性化
- 新しいエネルギー産業の創造

技術開発を通してどうやって課題解決を進めるのか？

21世紀のエネルギー課題解決のための一つの着眼点



Energy security

エネルギーの安定供給

- 資源制約, 品質制約
- 多種エネルギー源のベストミックス(集中型電源, 分散型電源)

Environmental protection

地球環境保全

- 環境制約, 省エネ
- 地球温暖化対策
(2050年までに全世界で温室効果ガス半減目標)

3Eの
達成

着目

着目

電力ネットワーク

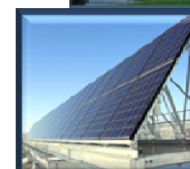
電線	電力 負荷	制御 機器	通信 機器
----	----------	----------	----------



Economic growth

経済成長

- エネルギーを通じた経済・地域の活性化
- 新しいエネルギー産業の創造



分散型電源

太陽 光発 電	風力 発電	燃料 電池	電力 貯蔵 装置
---------------	----------	----------	----------------

- エネルギー消費者に近接
- 面的に広く分布
- 電圧・電流を適正範囲内に制御
- 分散電源導入限界あり



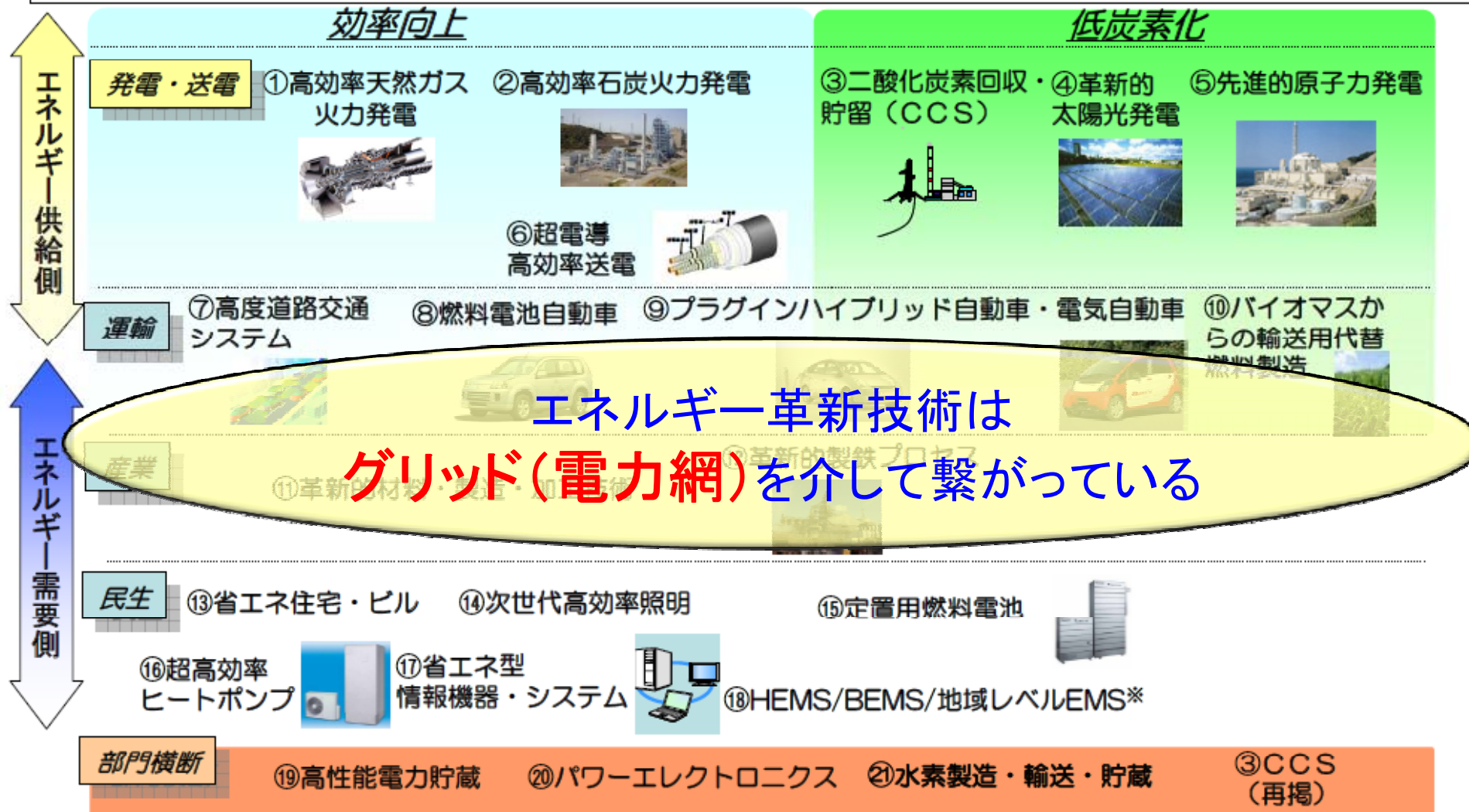
新しい
電気エネルギー供給形態
(先進グリッド)

配電ネットワーク

- 導入量年々増大
- CO2排出なし
- 再生可能
- 自然エネルギーによる出力変動大

低炭素化と効率向上面から重点的に取り組むべきエネルギー革新技術

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



*EMS : Energy Management System, HEMS : House Energy Management System, BEMS : Building Energy Management System

出典: Cool Earthエネルギー革新技術シート及び解説

マイクログリッド



複数の分散型電源と負荷をITを用いて一括制御できる極めて小さなグリッド(電力網)

【連系時】連系電力 ≤ 系統送電容量
【非連系時】総発電電力 = 総消費電力

米国で提唱され商標登録

【マイクログリッド】

配電線(自営線など)

通信線

既存の電力ネットワーク
(商用系統)

連系,または
非連系

グリッド内で(発電電力)の
コントロール(周波数と電圧維持)

再生可能
電源

太陽光、
風力など

電熱併給
電源

ガスエンジン(GE)
燃料電池(FC)

電気

電力・熱
貯蔵装置

熱負荷

電気負荷

情報

通信・制御
システム

熱

熱パイプライン

【マイクログリッドの特徴】

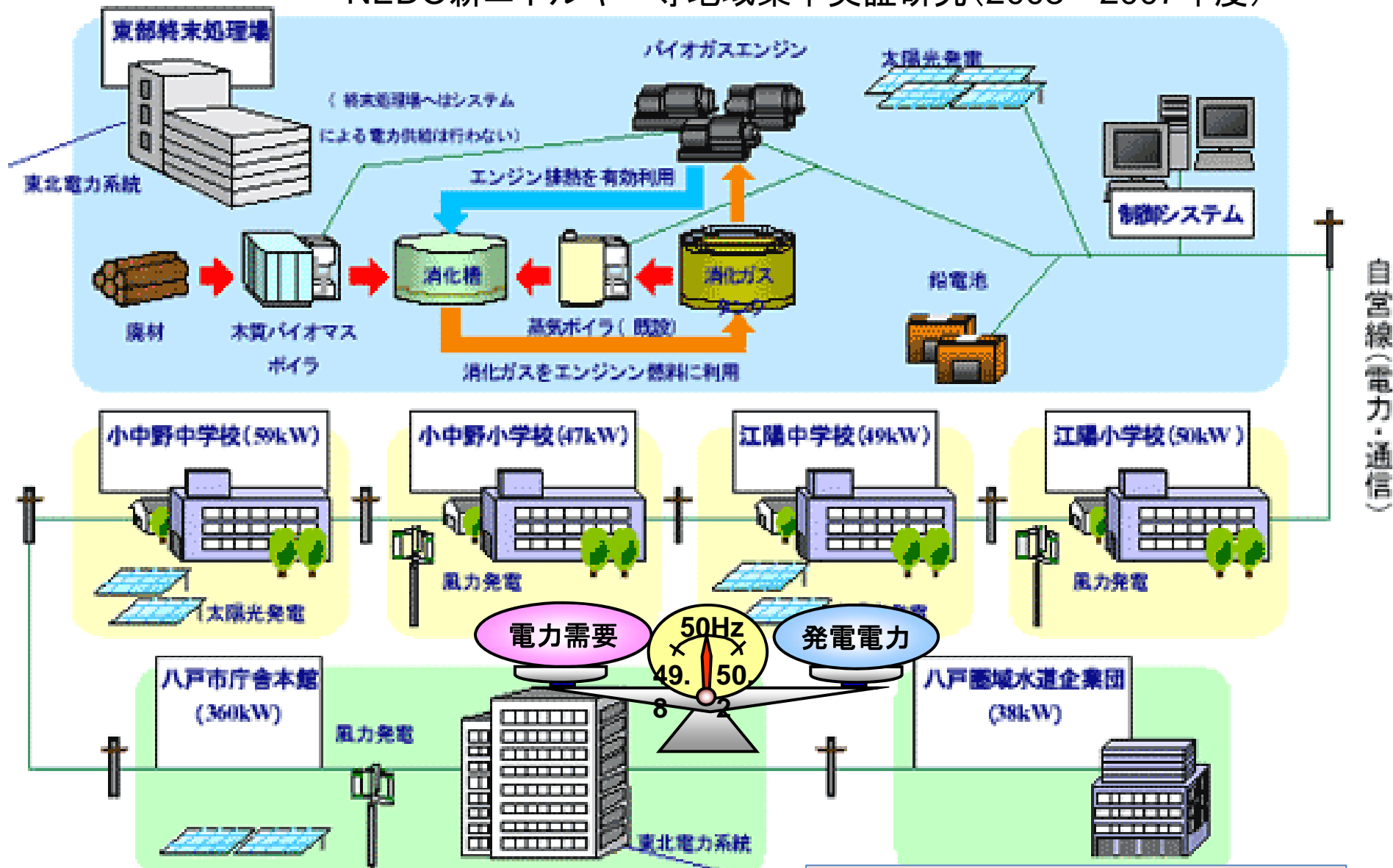
- エネルギーの地産地消 ⇒ 系統連系運転型と自立運転型(非連系)
⇒ 連系型では商用系統の電力品質に影響を与えない
- 様々なバリエーション ⇒ 電力供給型と電熱併給型あり

マイクログリッドの実証研究例(八戸市)



Focus on the Future

NEDO新エネルギー等地域集中実証研究(2003~2007年度)

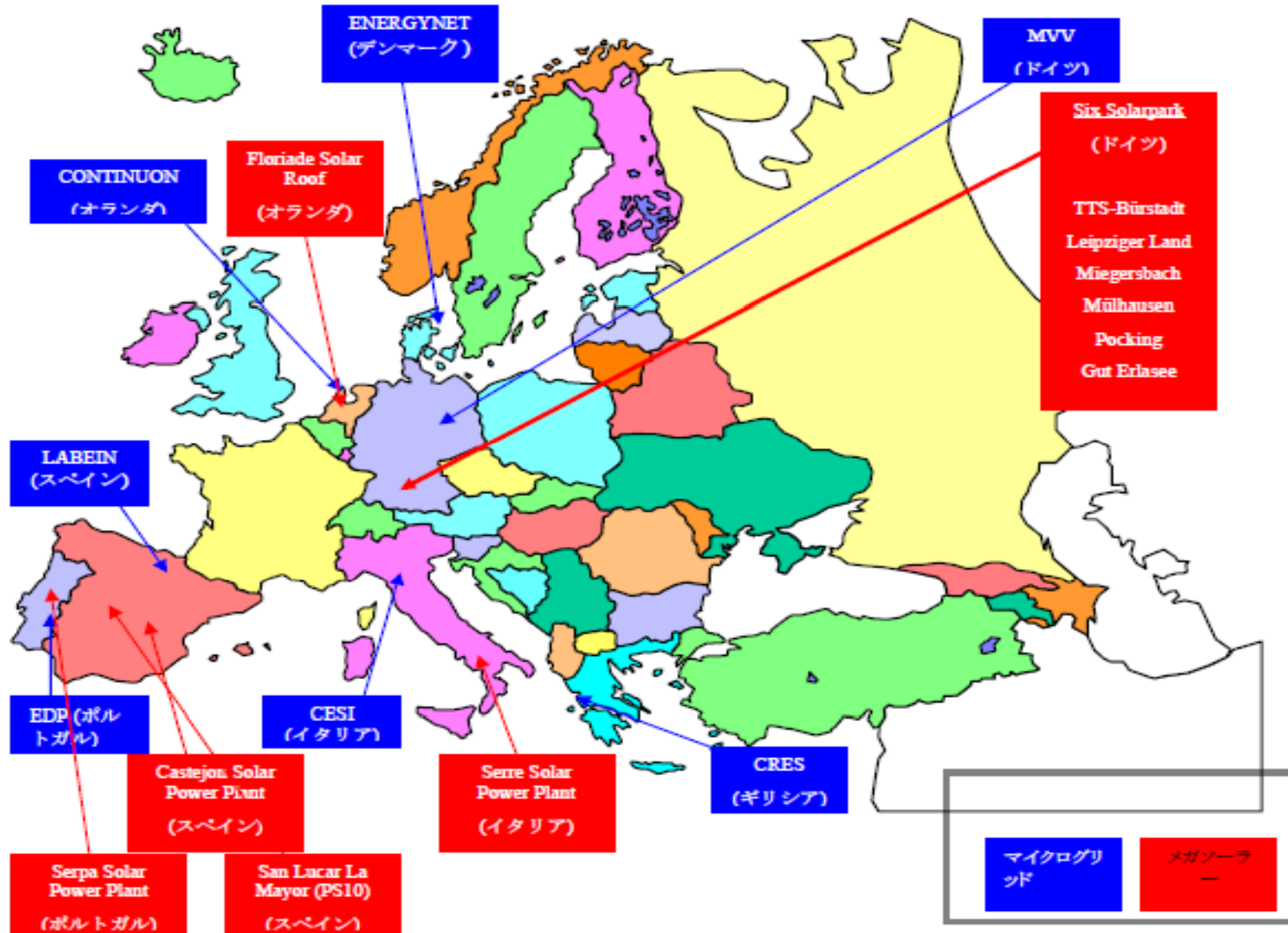


6分間同時同量誤差平均 $< \pm 3\%$

欧州でのマイクログリッドプロジェクト



uture

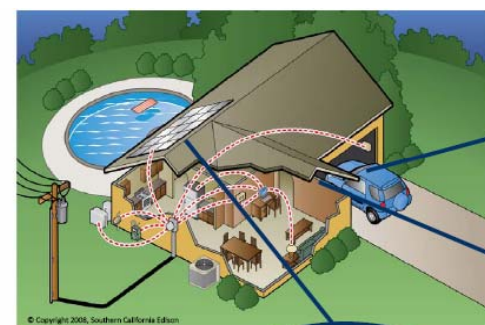


出典: NEDO2007年3月欧州のマイクログリッド、メガソーラーに関する動向調査報告書

米国のスマートグリッドの特徴



Focus on the Future



Enable Net Metering,
Discrete Metering and
Integrated Energy
Management w/Solar
Panel



Long-Term Opportunities
through Plug-in
Electric Vehicles



Home Energy Storage
Creates Opportunities
for Increased
Renewables



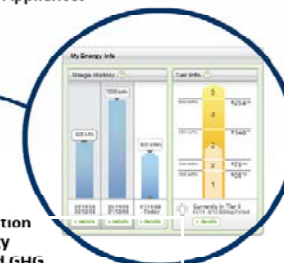
Improved Load
Management through
Edison Smart Connect™
Technologies



Customer Enabled
Automated Response thru
Energy Smart Appliances



energy information
Drives Energy
Conservation and GHG
Reductions



出典: DOE

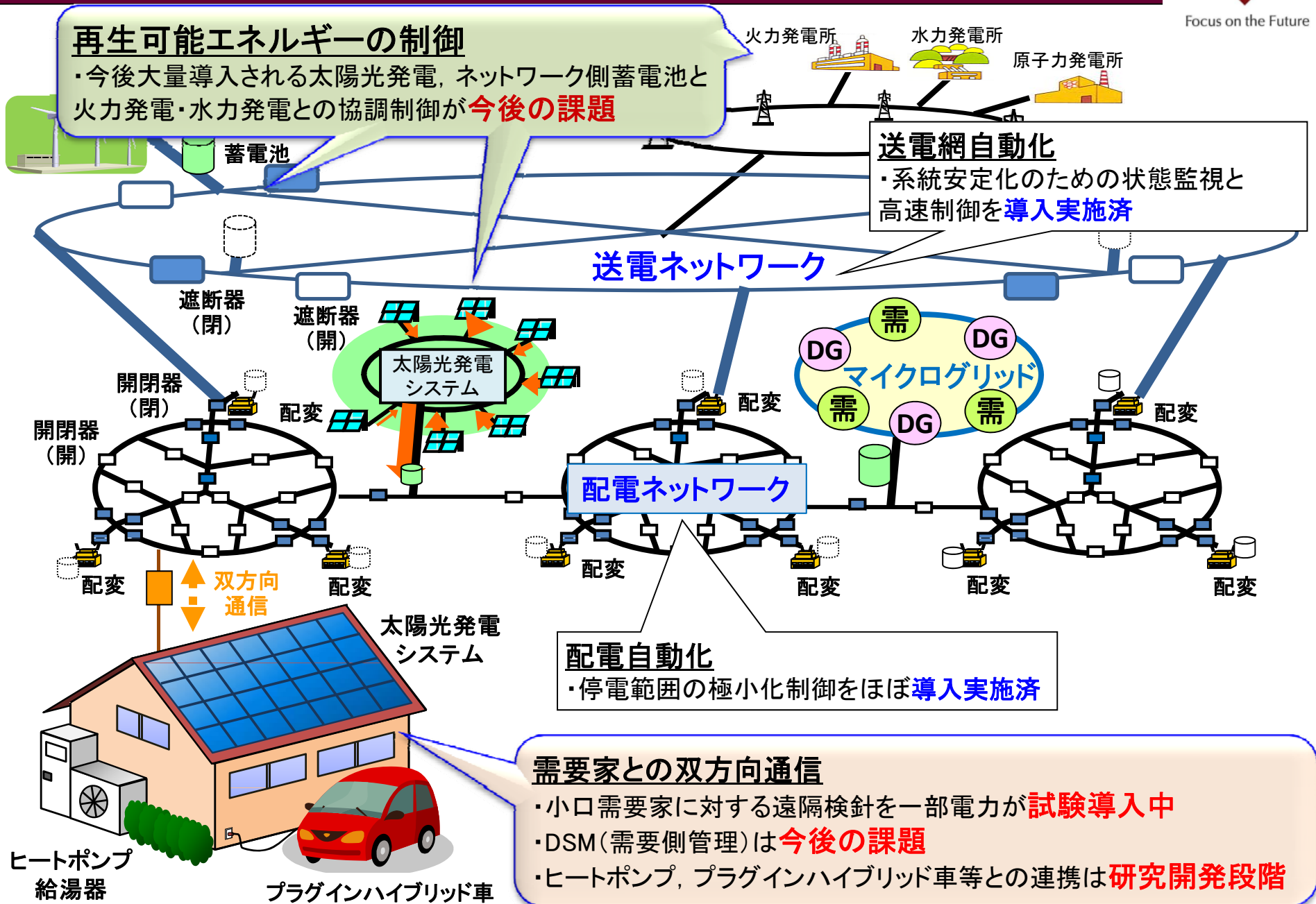
- ① グリッドへの需要家参加の実現
- ② 全種類の電源と電力貯蔵設備のグリッドへの適合
- ③ 新たな製品・サービス・市場の創出
- ④ 半導体時代の電力品質提供
- ⑤ 設備形成と運用の最適化
- ⑥ グリッド動揺の発生予測と対応
- ⑦ 人的攻撃と自然災害への対応

出典: 2009年6月海外電力

スマートグリッド構成技術に関する日本の実施状況・課題



Focus on the Future



再生可能エネルギーの制御

・今後大量導入される太陽光発電, ネットワーク側蓄電池と火力発電・水力発電との協調制御が**今後の課題**

送電網自動化

・系統安定化のための状態監視と高速制御を**導入実施済**

送電ネットワーク



配電ネットワーク

配電自動化

・停電範囲の極小化制御をほぼ**導入実施済**

需要家との双方向通信

- ・小口需要家に対する遠隔検針を一部電力が**試験導入中**
- ・DSM(需要側管理)は**今後の課題**
- ・ヒートポンプ, プラグインハイブリッド車等との連携は**研究開発段階**

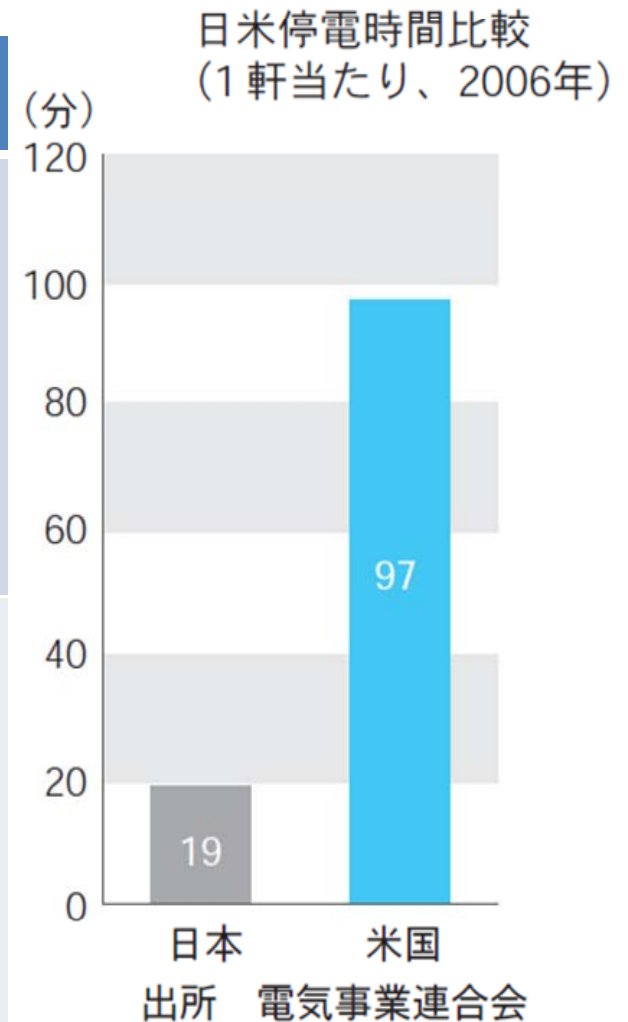
ヒートポンプ
給湯器

プラグインハイブリッド車

日本と欧米の先進グリッドに適用可能な技術開発動向



	先行している技術開発や取り組み
日本	<ul style="list-style-type: none"> ●送電ネットワーク監視・制御の自動化技術 ●配電ネットワーク監視・制御の自動化技術 ●再生可能電源の影響抑制技術 ●蓄電池制御技術
欧米	<ul style="list-style-type: none"> ●双方向通信技術 (ICT技術) ●分散型電源の市場価値向上に資する取組 ●負荷機器の直接制御 (DSM) ●デマンドレスポンスプログラム (DRP) 技術



【米国の動向】

ICTによる家庭用負荷一つずつの制御や反応に基づく、高品質・高信頼・高効率電力供給実現を積極指向 (国をあげての米国型スマートグリッドの推進)

国内の先進グリッド研究開発動向（民間、大学等のプロジェクト）



大分類	個別システム	実施内容
電力ネットワーク側アプローチ	需要地系統 (電中研)	<ul style="list-style-type: none"> ・ループコントローラ(電力潮流制御による配電線有効活用)と需給インターフェイス(需要家サービス+電力品質維持)の開発 ・分散電源を含む自律分散型運用・制御手法の開発 ・分散型電源のフリーアクセス化
	ホロニック (東京ガス)	コージェネレーション等の分散型エネルギーシステムの最適な導入規模・形態・運用についての設計技術に加え、風力・太陽光・バイオマス等の再生可能エネルギーの利用や貯蔵・熱利用等の要素技術と、それらの最適な組合せを検討
	マイクログリッド (清水建設)	ニッケル水素電池とキャパシタを協調制御することにより、ガスエンジンだけでは達成困難と考えられる一定水準の電力品質を確保する実証実験の実施
	FRIENDS (北大, 茨城大, 大阪大, 横国大)	配電用変電所と需要家の間に、電力品質を管理する「電力改質センター(QCC)」という概念を導入し、需要家近傍の不特定多数の分散電源や電力貯蔵装置を活用した将来の電力システムの形態を提案
分散型電源側アプローチ	西目風力発電所 (富士電機システムズ)	二次電池と電気二重層キャパシタの特性を活かした最適な運転制御方法の検討・評価を行い、電力安定化装置の容量削減および電池類の長寿命化の実現をめざして各種試験、データの蓄積
協調的アプローチ	協調運用形態 (早大, 東大, 福井大, 徳島大, 東京電力)	<ul style="list-style-type: none"> ・分散型電源と配電ネットワークの協調運用による、分散型電源連系課題解決支援実験システムのプロトタイプ(ANSWER)を開発 ・開発した実験システムを用いて協調運用および分散型電源の有効利用手法の検証実験を行い、開発手法の実用性を確認

出典: 2008年3月NEDO「新電力ネットワーク技術に係る総合調査」報告書

先進グリッド技術開発の方向性



Focus on the Future

現 状

課 題

システム面の開発

基盤技術の開発

国内実証の成果

- 電力NW側、DG側の制御技術はほぼ確立
- 先進グリッド普及には情報セキュリティ確保と経済性向上が必要
- NWとDGの協調は不十分

コスト低減、
価値向上、
情報セキュリティ
確保技術
NWとDGの
協調制御

電力NWとDGの協調制御
集中制御と分散制御の協調

分散型電源技術

太陽光発電、風力発電、
燃料電池

海外の動向

- 国内に比べ
- DGの有効活用
 - DSM、スマートメータ、DRPに関する取組が先行

DGの電力
NWへの貢献
DSMの活用

系統連系状態と自立運転
のシームレスな並解列

パワーエレクトロニクス技術

- ・DGの系統連系インバータ
- ・電気利用機器のインバータ
- ・静止型の系統制御機器
- ・情報機器(GreenIT)

社会環境の変化

- 実証試験開始当時に比べ
- 燃料価格の高騰
 - エネルギーセキュリティへの関心の高まり
 - 地球環境問題の取組強化
 - 電力自由化の進展

再生可能
エネルギー
の導入拡大
省エネ推進
顧客サービスの
向上

DGによる電力NWへの
貢献運用制御

電力貯蔵技術

二次電池、フライホイール、
SMES、PHEV、EV

需要家側の負荷制御
による省エネ推進(DSM)

超電導技術

超電導送電、SMES、フライ
ホイール、超電導変圧器

再生可能エネルギーの導入
拡大に対応した電力NWと
DGの協調システム

監視・制御・通信技術

スマートメータ、PLC、
EMS、DSM、GreenIT

各種情報サービス
メータリングサービス
ホームマネジメント

次世代グリッドへの技術開発ロードマップ



the Future

2010年

2020年

2030年

コンセプト

分散制御

DGの統合制御

大規模電源とDGの協調

需要家の参加・協調制御

電力システム技術の移行

分散型電源技術
(再生可能電源)

単独連系 集中連系 太陽光・風力発電の大規模集中連系
電力貯蔵装置の活用
発電制御 発電予測、発電機・電力貯蔵装置の最適制御

配電NW技術

樹枝状 監視・制御の高度化 機能ループ運用
SVR、SVC アクティブネットワーク化
自律分散制御 集中制御の導入 分散制御と集中制御の協調

統合制御技術

DG単独連系 マイクログリッド
ミニグリッド(自立運転できるMG) 複数のマイクログリッドの協調
自律分散制御 統合制御

需要家側技術

自己防衛 広域的な防衛 マイクログリッドと
UPS、自家発 品質別電力供給 品質別電力供給の融合
瞬低補償制御 DG、電気利用機器の電力システムへの貢献
自立運転制御

DSM関連技術

エネルギー利用量の可視化 ・ 電気利用機器の負荷制御
ホームオートメーション・メータリングサービス
BEMS HEMS 地域エネルギーマネジメント
エネルギー貯蔵装置 PHEV EV

次世代グリッド

系統電力・分散型電源・負荷機器の協調

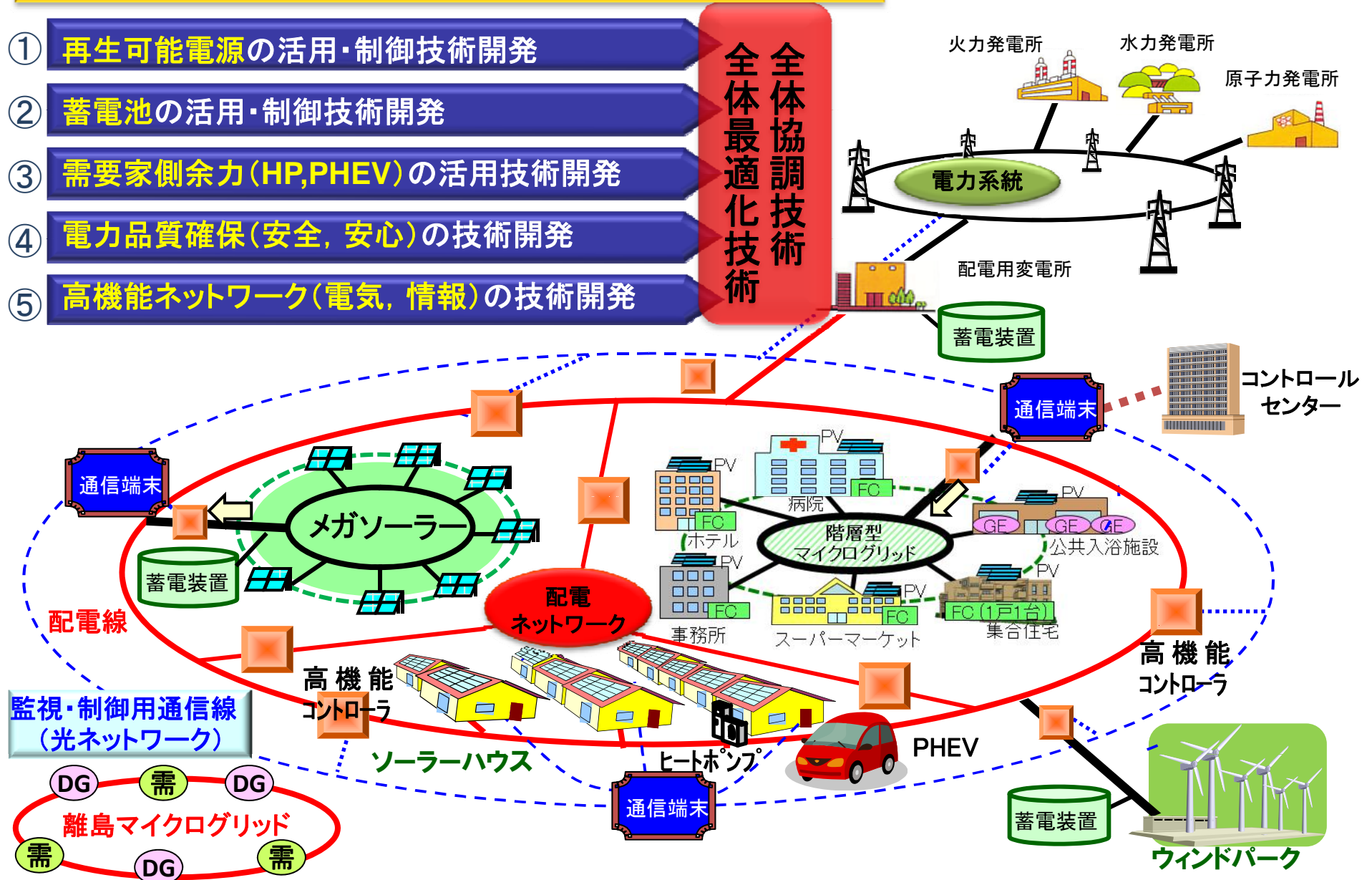
参考資料: 2008年3月NEDO「新電力ネットワーク技術に係る総合調査」報告書

低炭素・高効率・高品質・高信頼度の次世代グリッド実現の核となる技術開発

国ごとのグリッドの特徴を踏まえた技術開発推進が重要

- ① 再生可能電源の活用・制御技術開発
- ② 蓄電池の活用・制御技術開発
- ③ 需要家側余力(HP,PHEV)の活用技術開発
- ④ 電力品質確保(安全,安心)の技術開発
- ⑤ 高機能ネットワーク(電気,情報)の技術開発

全体協調技術
全体最適化技術



ご清聴有難うございました