長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

第7回コプロダクションワークショップ
2008年2月29日

荻本　和彦
ogimoto@iis.u-tokyo.ac.jp
エネルギー工学連携研究センター(CCE)
東京大学

長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - “エネルギー技術ビジョン　2100 (Oct. ,2005)”
   - “エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)”
   - “Cool Earth エネルギー技術革新計画”

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - エネルギーシステム解析ツール
   - 太陽光発電導入解析(時系列)
   - 太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - “エネルギー技術ビジョン　2100 (Oct. ,2005)”
   - “エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)”
   - “Cool Earth エネルギー技術革新計画”

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - エネルギーシステム解析ツール
   - 太陽光発電導入解析(時系列)
   - 太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

エネルギー と 環境

- エネルギーは、すべての人類の活動の基礎となるもの。エネルギーに対する制約は、人類の効用(経済活動、生活の質)のレベルに直結
- 持続性の実現のためには、将来のエネルギー戦略を考える際には、資源制約、環境制約の両方を視野に入れることが必要
- 長期的視野から真に持続可能なエネルギーの安定な需給構造を実現する鍵は、技術（技術がない状況で実現することは不可能)であり、より多くの人の福利の向上につながる。

出典：エネルギー総工研　H17　資源エネルギー庁委託調査 エネルギー技術戦略マップ

エネルギー技術戦略の重要性

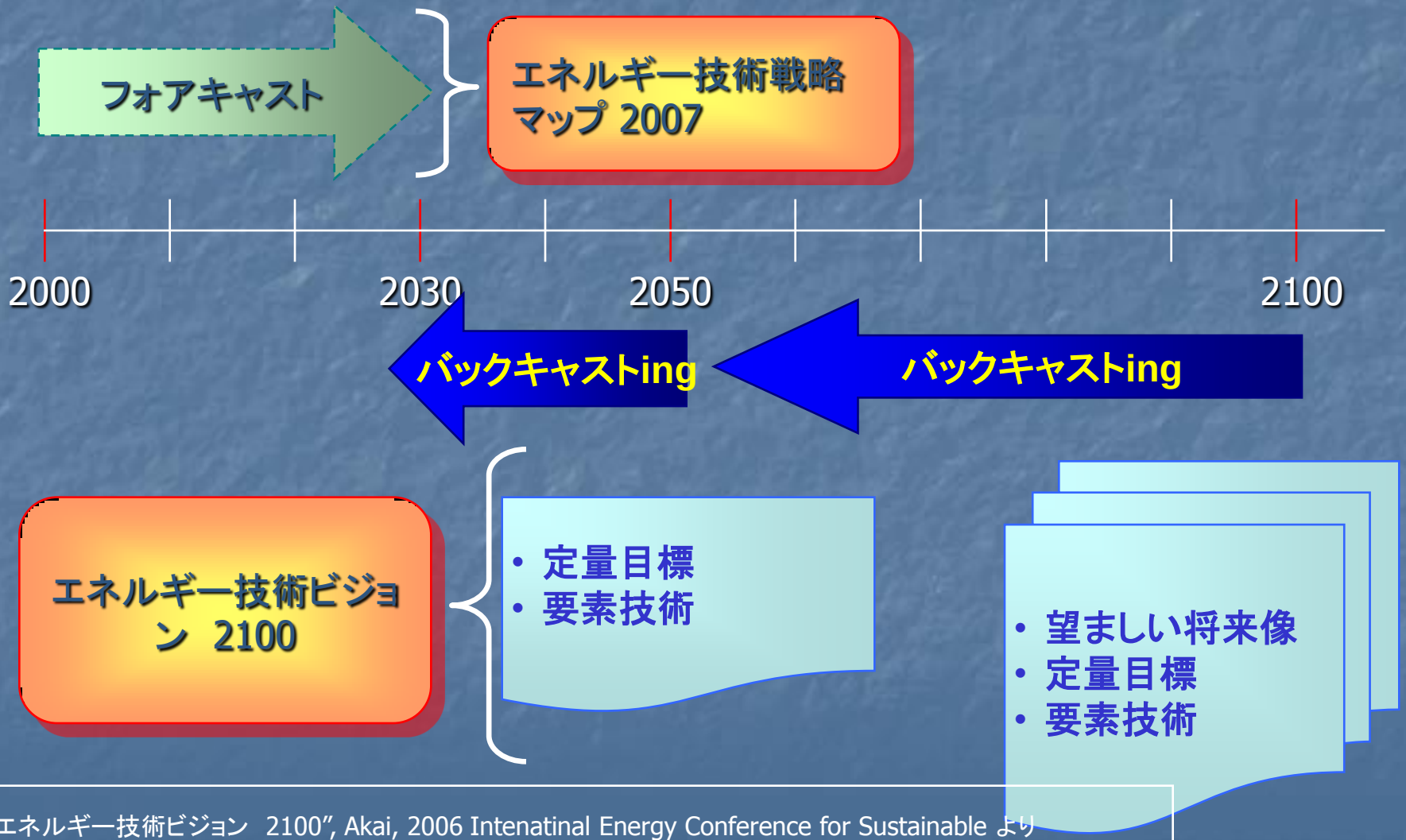
- 技術戦略策定により技術に求められる将来の姿を描きすることは、エネルギー技術の研究開発を効率的かつ効果的に行うために不可欠
- 資源 と 環境制約は数十年から数百年という長期に顕在化し、技術研究開発・導入普及・インフラ 整備には長いリードタイムが求められる. (長期性)
- 想定する制約の大きさ や 時期, 競合代替技術の開発状況などにより, それぞれの技術の重要性は大きく影響される. (不確実性)
- エネルギーシステムは社会システムの中の大きな領域の数多く関連技術とそのポートフォリオの可能性がある. (多様性)

エネルギー総工研 H17 資源エネルギー庁委託調査 エネルギー技術戦略マップより作成

エネルギー技術戦略の検討例

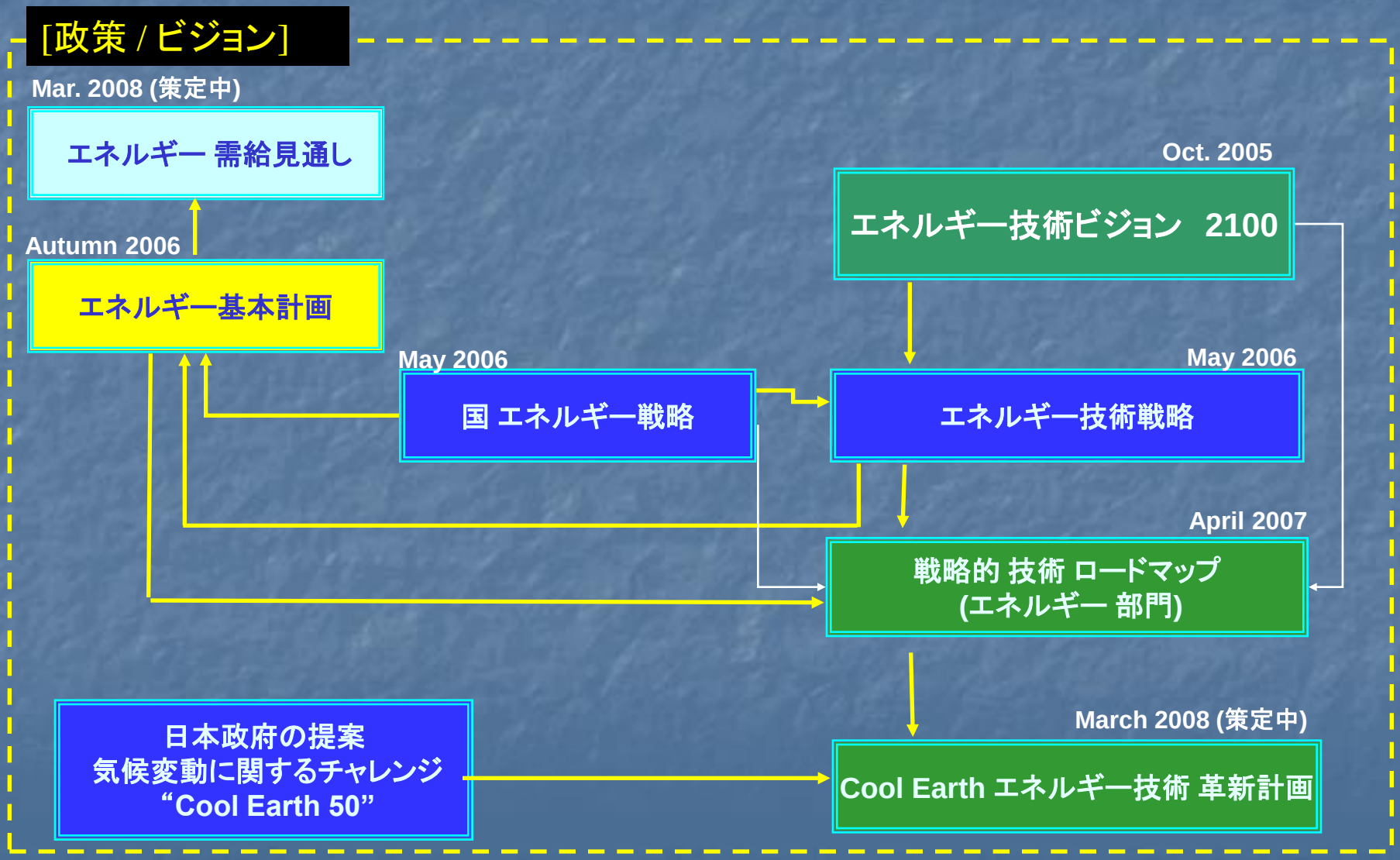
- 「技術戦略マップ(2005.10,資源エネルギー庁)」では、2100年からのバックキャスト手法により、資源制約、環境制約を、技術の開発・利用によって長期的に解決するための、必要となる技術スペック、時期等を整理した。
- 「技術戦略マップ2007(2007.4, 資源エネルギー庁)」では、技術戦略マップの方向性のもと、新国家エネルギー戦略の2030年の目標達成に向けた技術戦略をとりまとめた。
- 現在、経済産業省による有識者会議のもとでの「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」のとりまとめに向け、「Cool Earth-エネルギー革新技術検討委員会」による検討が進行中。

バックキャストと フォアキャスト



“エネルギー技術ビジョン　2100”, Akai, 2006 Intenatinal Energy Conference for Sustainable より

日本の エネルギー 政策 & 施策



エネルギー技術戦略マップ

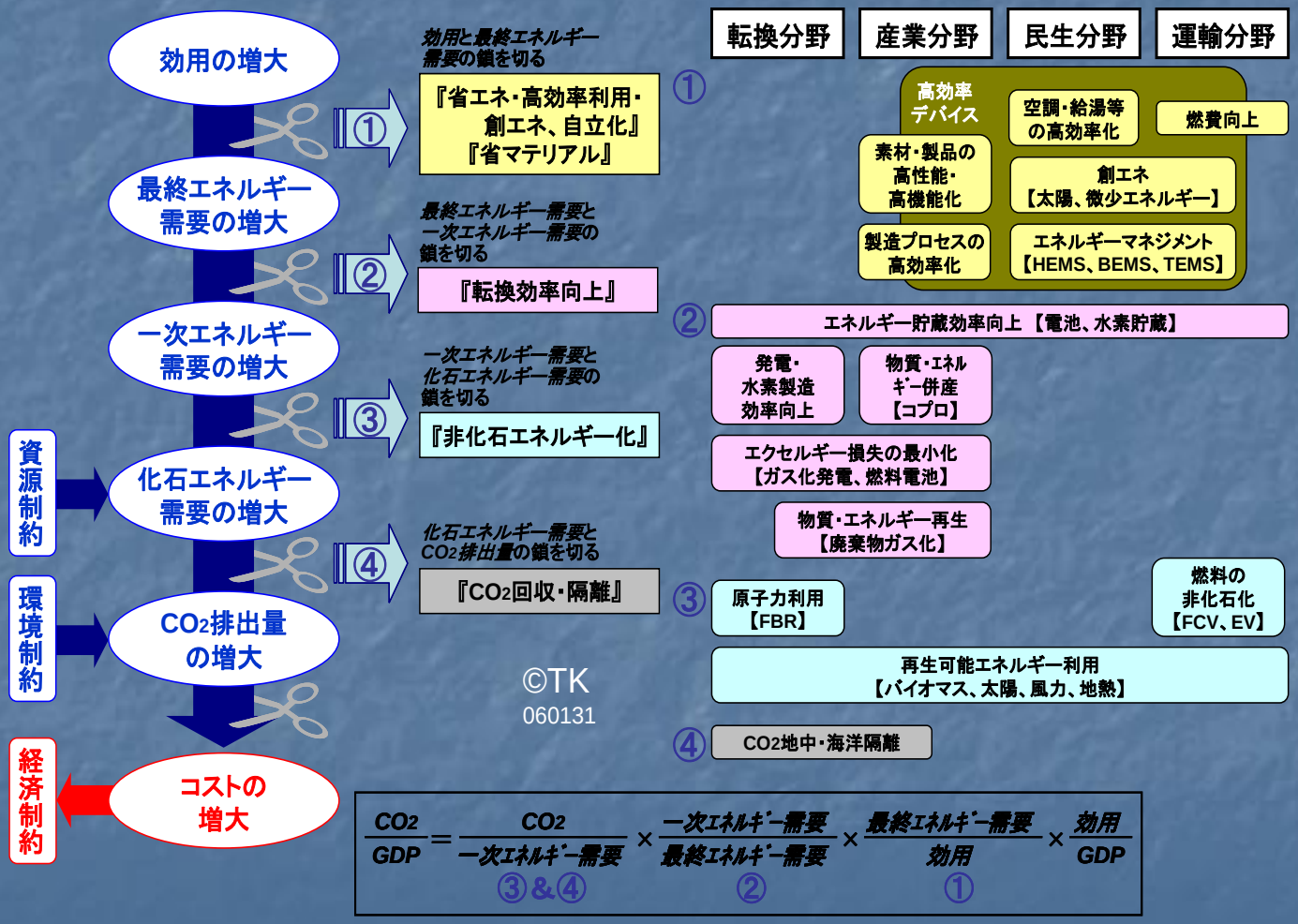


図３　資源制約・環境制約克服のための連鎖脱却と分野ごとの技術の全体像

出典:エネルギー総工研　H17　資源エネルギー庁委託調査 エネルギー技術戦略マップ

3つの極端ケースと経路

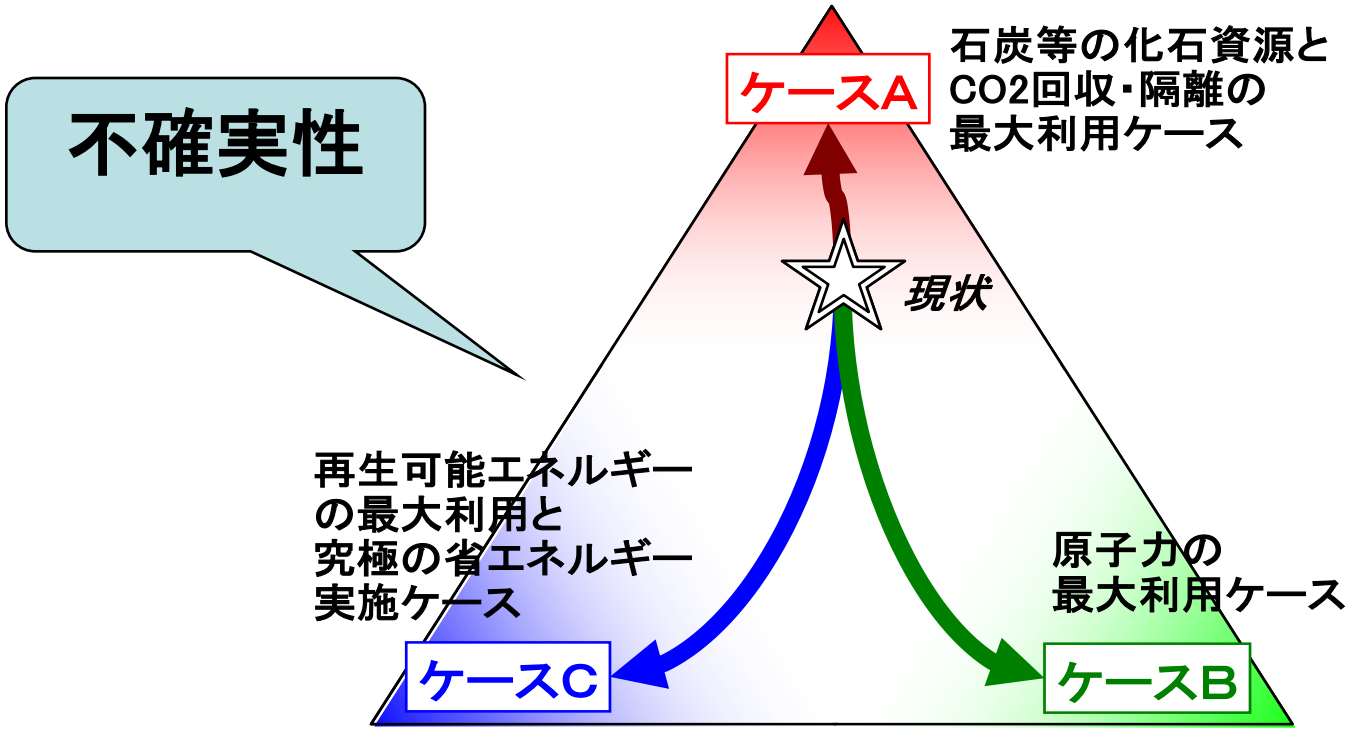
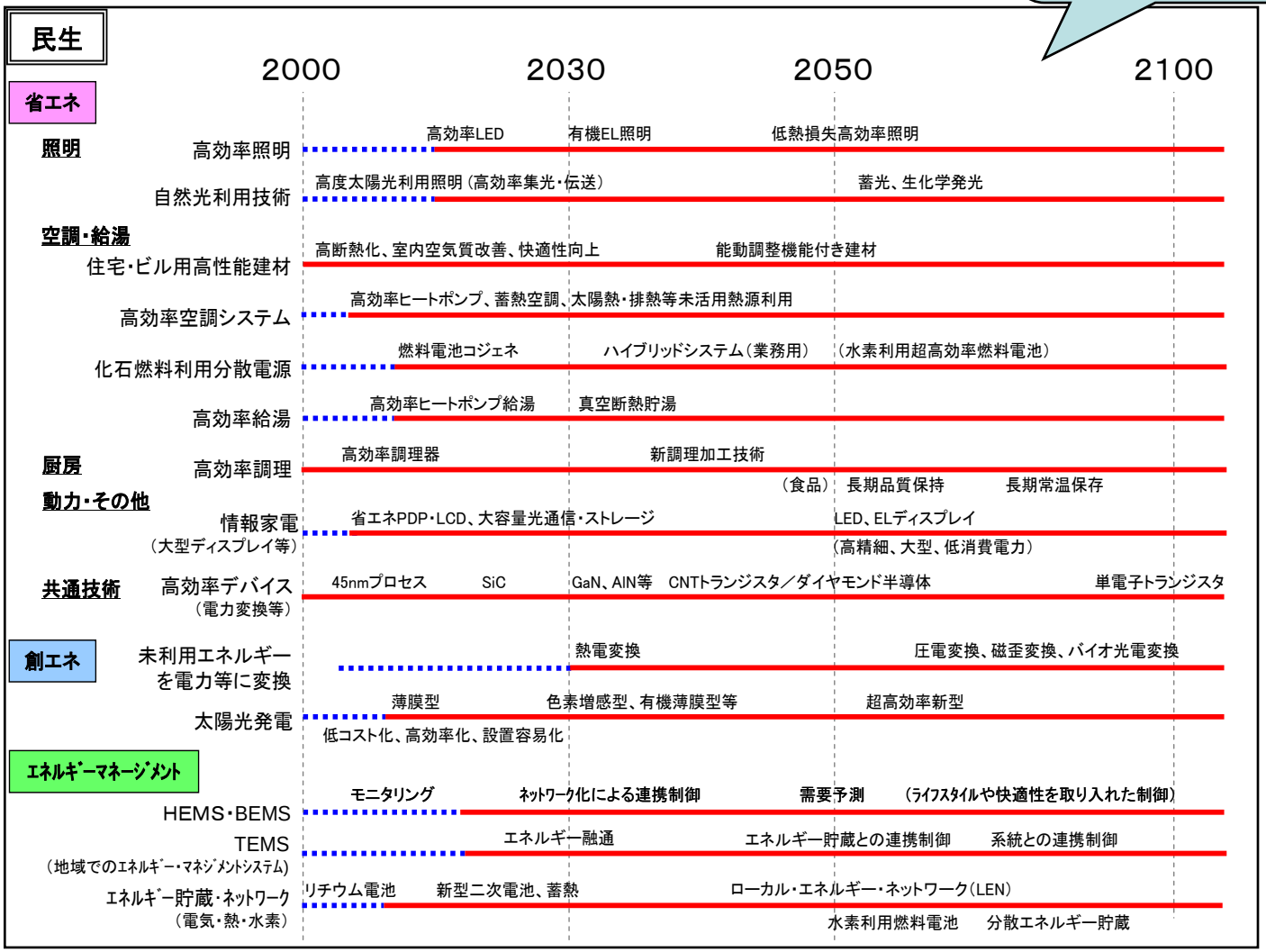


図２　ケーススタディを行った３つの極端なエネルギー構成

出典:エネルギー総工研　H17　資源エネルギー庁委託調査 エネルギー技術戦略マップ

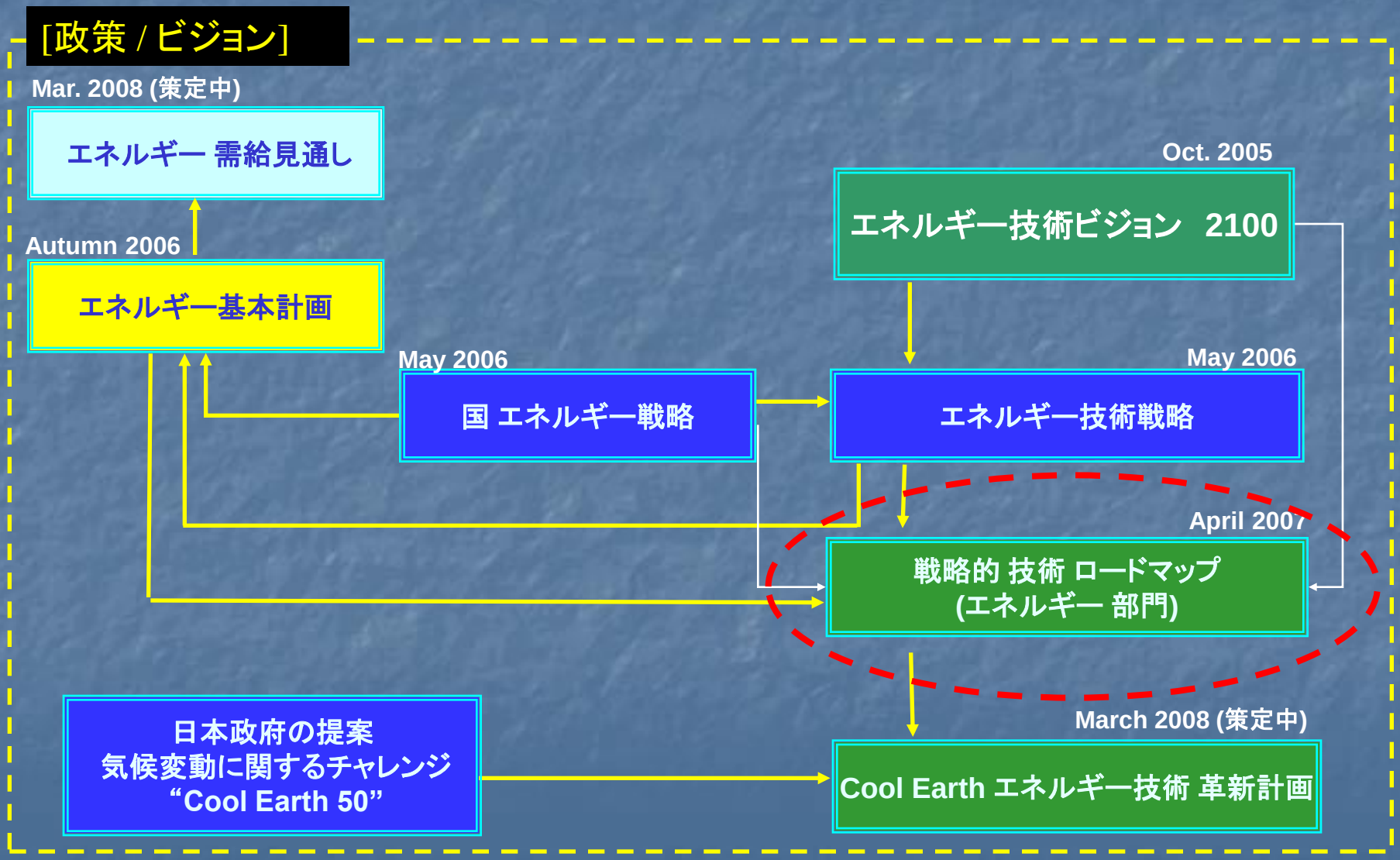
ロードマップの例：民生部門の概要

長期性



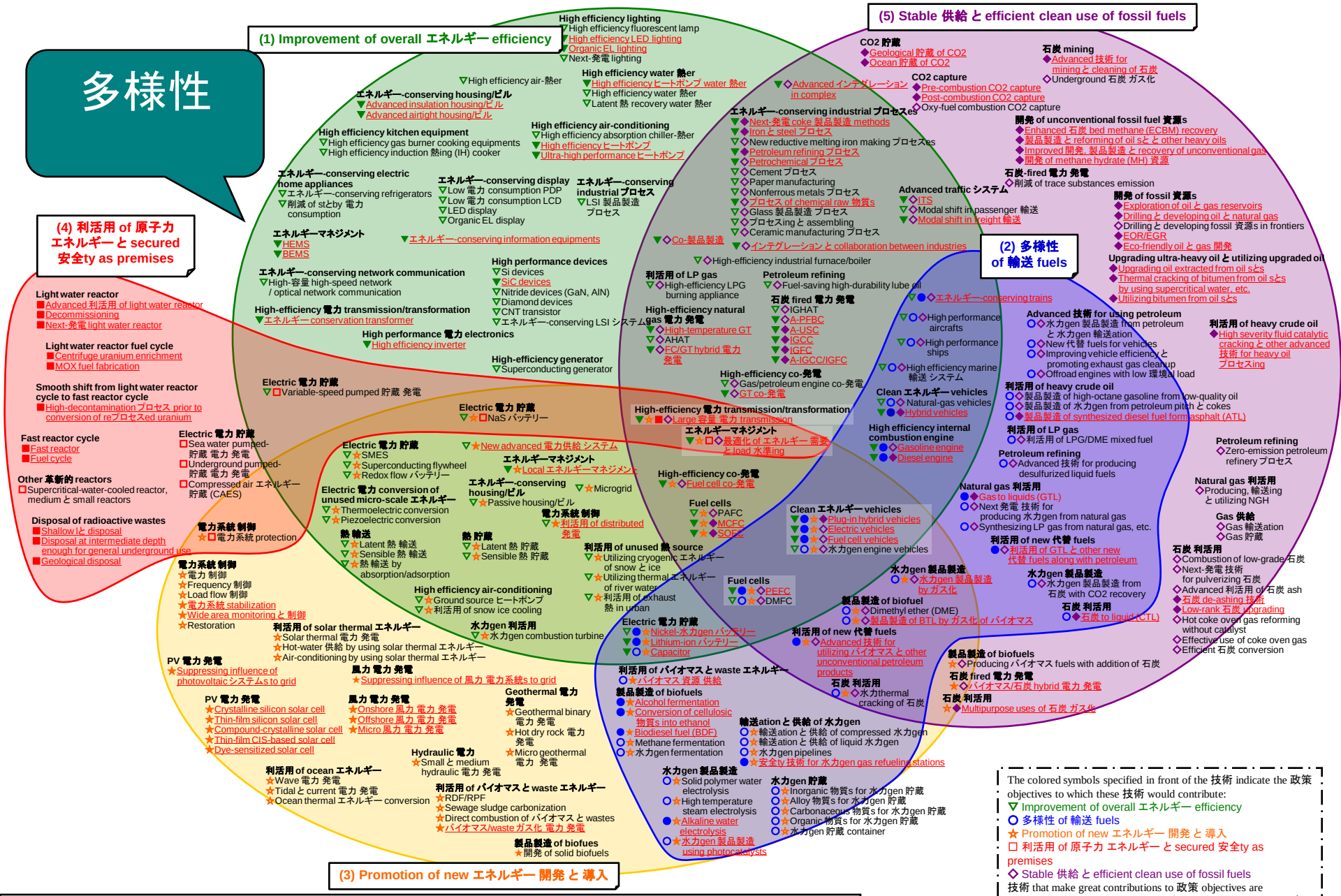
出典：エネルギー総工研　H17　資源エネルギー庁委託調査 エネルギー技術戦略マップ

日本の エネルギー 政策 & 施策



"エネルギー技術戦略マップ 2007"

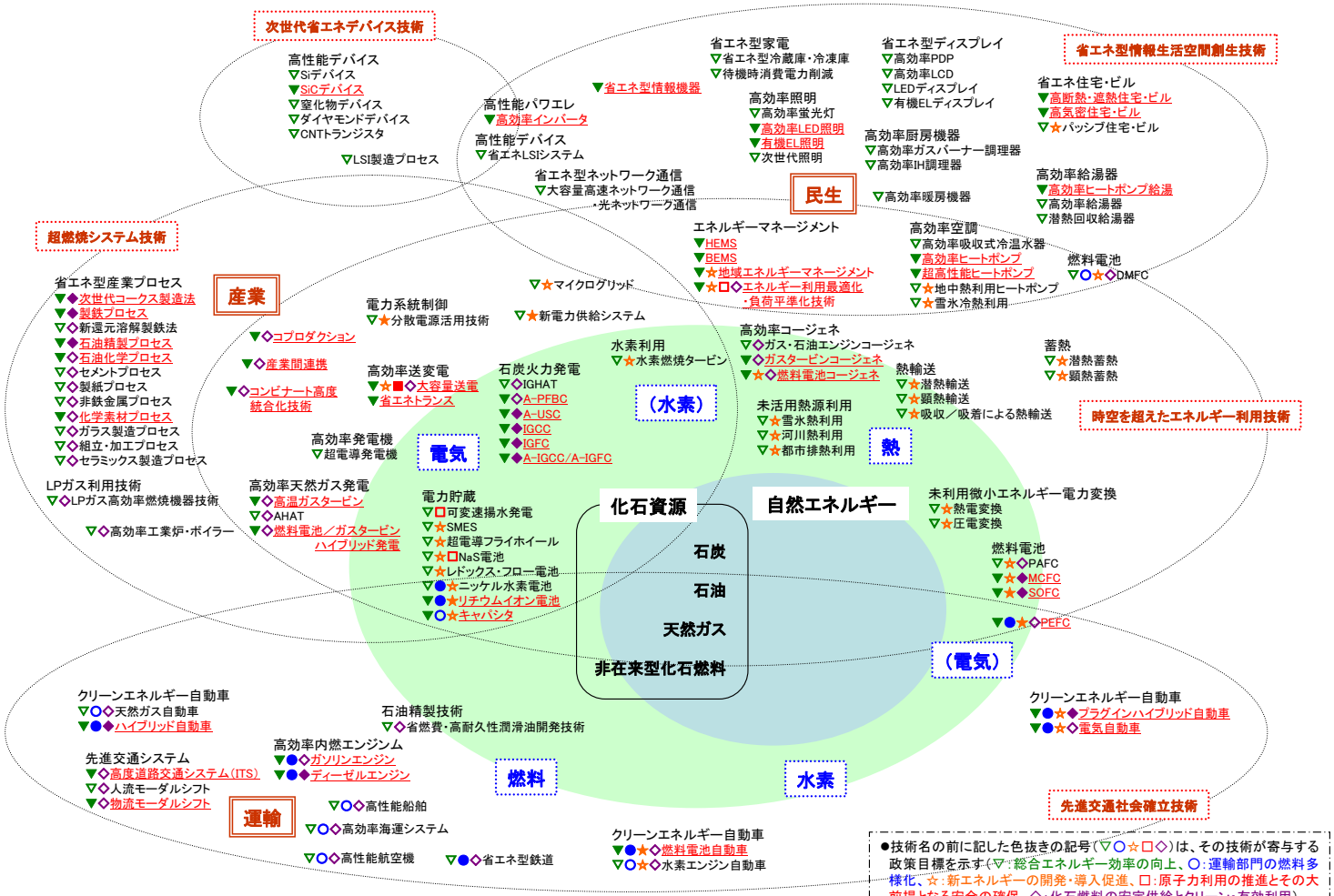
Overhead Map of エネルギー技術



The colored symbols specified in front of the 技術 indicate the 政策 objectives to which these 技術 would contribute:
▽ Improvement of overall エネルギー efficiency
○ 多様性 of 輸送 fuels
★ Promotion of new エネルギー 開発 と 導入
□ 利活用 of 原子力 エネルギー と secured 安全ty as premises
◇ Stable 供給 と efficient clean use of fossil fuels
技術 that make great contributions to 政策 objectives are accompanied by pasted symbols (▼●★■◆) for the relevant 政策 objectives と specified with underlined red letters.

出典:エネルギー技術戦略マップ2007(エネ総工研　H18　資源エネルギー庁委託調査)

総合エネルギー効率の向上に寄与する技術マップ



①「総合エネルギー効率の向上」に寄与する技術の技術マップ（整理図）

出典：エネルギー技術戦略マップ2007(エネ総工研　H18　資源エネルギー庁委託調査)

"エネルギー技術戦略マップ 2007"

新エネルギー 開発 と 導入に関する技術マップ

The colored symbols specified in front of the 技術 indicate the 政策 objectives to which these 技術 would contribute:
▽ Improvement of overall エネルギー efficiency
○ 多様性 of 輸送 fuels
☆ Promotion of new エネルギー 開発 と 導入
□ 利活用 of 原子力 エネルギー と secured 安全ty as premises
◇ Stable 供給 と efficient clean use of fossil fuels
技術 that make great contributions to 政策 objectives are accompanied by pasted symbols (▼●★■◆) for the relevant 政策 objectives. 技術 that make great contributions to the "promotion of new エネルギー 開発 と 導入" are specified with underlined red letters.

High efficiency air-conditioning
▽☆Ground source ヒートポンプ
▽☆利活用 of snow ice cooling

熱 貯蔵
▽☆Latent 熱 貯蔵
▽☆Sensible 熱 貯蔵

エネルギー-conserving housing/ビル
▽☆Passive housing/ビル

エネルギーマネジメント
▼☆Local エネルギーマネジメント
▼☆□◇最適化 of エネルギー 需要 と load 水準ing

Res/Com

熱 輸送
▽☆Latent 熱 輸送
▽☆Sensible 熱 輸送
▽☆熱 輸送 by absorption/adsorption

利活用 of solar thermal エネルギー
☆Solar thermal 電力 発電
☆Hot-water 供給 by using solar thermal エネルギー
☆Air-conditioning by using solar thermal エネルギー

利活用 of unused 熱 source
▽☆Utilizing cryogenic エネルギー of snow と ice
▽☆Utilizing thermal エネルギー of river water
▽☆利活用 of exhaust 熱 in urban

熱

▽☆Microgrid

High-efficiency co-発電
▼☆◇Fuel cell co-発電

Photovoltaic 電力 発電
★Suppressing influence of photovoltaic システムs to grid

Electric 電力 貯蔵
▽☆SMES
▽☆Superconducting Flywheel
▽☆□NaS バッテリー
▽☆Redox flow バッテリー
▽●☆Nickel-水力gen バッテリー
▼●★Lithium-ion バッテリー
▼○☆Capacitor

Natural energies

- Solar
- Hydraulic
- 風力
- Marine
- Geothermal
- バイオマス

Fossil fuels

- *石炭*
- *Oil*
- *Natural gas*
- *Unconventional fossil fuels*

Photovoltaic 電力 発電
★Crystalline silicon solar cell
★Thin-film silicon solar cell
★Compound-crystalline solar cell
★Thin-film CIS-based solar cell
★Dye-sensitized solar cell

▽★New electric 電力供給 システム

Electricity

Hydraulic 電力
☆Small と medium hydraulic 電力 発電

風力 電力 発電
★Onshore 風力 電力 発電
★Offshore 風力 電力 発電
★Micro 風力 電力 発電

利活用 of ocean エネルギー
☆Wave 電力 発電
☆Tidal と current 電力 発電
☆Ocean thermal エネルギー conversion

Geothermal 電力 発電
☆Geothermal binary 電力 発電
☆Hot dry rock 電力 発電
☆Micro geothermal 電力 発電

High-efficiency 電力 transmission/transformation
▼☆■◇Large 容量 電力 transmission

風力 電力 発電
★Suppressing influence of 風力 電力系統s to grid

Electric 電力 conversion of unused micro-scale エネルギー
▽☆Thermoelectric conversion
▽☆Piezoelectric conversion

電力系統 制御
☆電力 制御
☆Frequency 制御
☆Load flow 制御
★電力系統 stabilization
▽★利活用 of distributed 発電
★Wide area monitoring と 制御
☆□電力系統 protection
☆Restoration

産業

水力gen 利活用
▽☆水力gen combustion turbine

輸送ation と 供給 of 水力gen
○☆輸送ation と 供給 of compressed 水力gen
○☆輸送ation と 供給 of liquid 水力gen
○☆水力gen pipelines
●☆安全ty 技術 for 水力gen gas refueling stations

Fuel cells
▽☆◇PAFC
▼☆◆MCFC
▼★◆SOFC
▼●★◇PEFC
▽○☆◇DMFC

石炭 fired 電力 発電
★◇バイオマス/石炭 hybrid 電力 発電

(Electricity)

利活用 of バイオマス と waste エネルギー
○★バイオマス 資源 供給

(熱)

利活用 of バイオマス と waste エネルギー
☆Refuse derived fuel (RDF), refuse paper と plastic fuel (RPF)
☆Sewage sludge carbonization
☆Direct combustion of バイオマス と wastes
★バイオマス/waste ガス化 電力 発電

製品製造 of biofuels
●★Alcohol fermentation
●★Conversion of cellulosic 物質s into ethanol
●★Biodiesel fuel (BDF)
○☆◇Dimethyl ether (DME)
○★◇製品製造 of BTL by ガス化 of バイオマス
○☆Methane fermentation
☆◇Producing バイオマス fuels with addition of 石炭

水力gen 製品製造
○☆Solid polymer water electrolysis
○☆High temperature steam electrolysis
●☆Alkaline water electrolysis
○★水力gen 製品製造 using photocatalysts

水力gen

水力gen 貯蔵
○☆Inorganic 物質s for 水力gen 貯蔵
○☆Alloy 物質s for 水力gen 貯蔵
○☆Carbonaceous 物質s for 水力gen 貯蔵
○☆Organic 物質s for 水力gen 貯蔵
○☆水力gen 貯蔵 container

製品製造 of biofuels
☆開発 of solid biofuels

Fuel

製品製造 of biofuel
○☆水力gen fermentation

水力gen 製品製造
○★◇水力gen 製品製造 by ガス化

利活用 of new 代替 fuels
●☆◇Advanced 技術 for utilizing バイオマス と other unconventional petroleum products

石炭 利活用
○☆◇水力thermal cracking of 石炭
☆◆Multipurpose uses of 石炭 ガス化

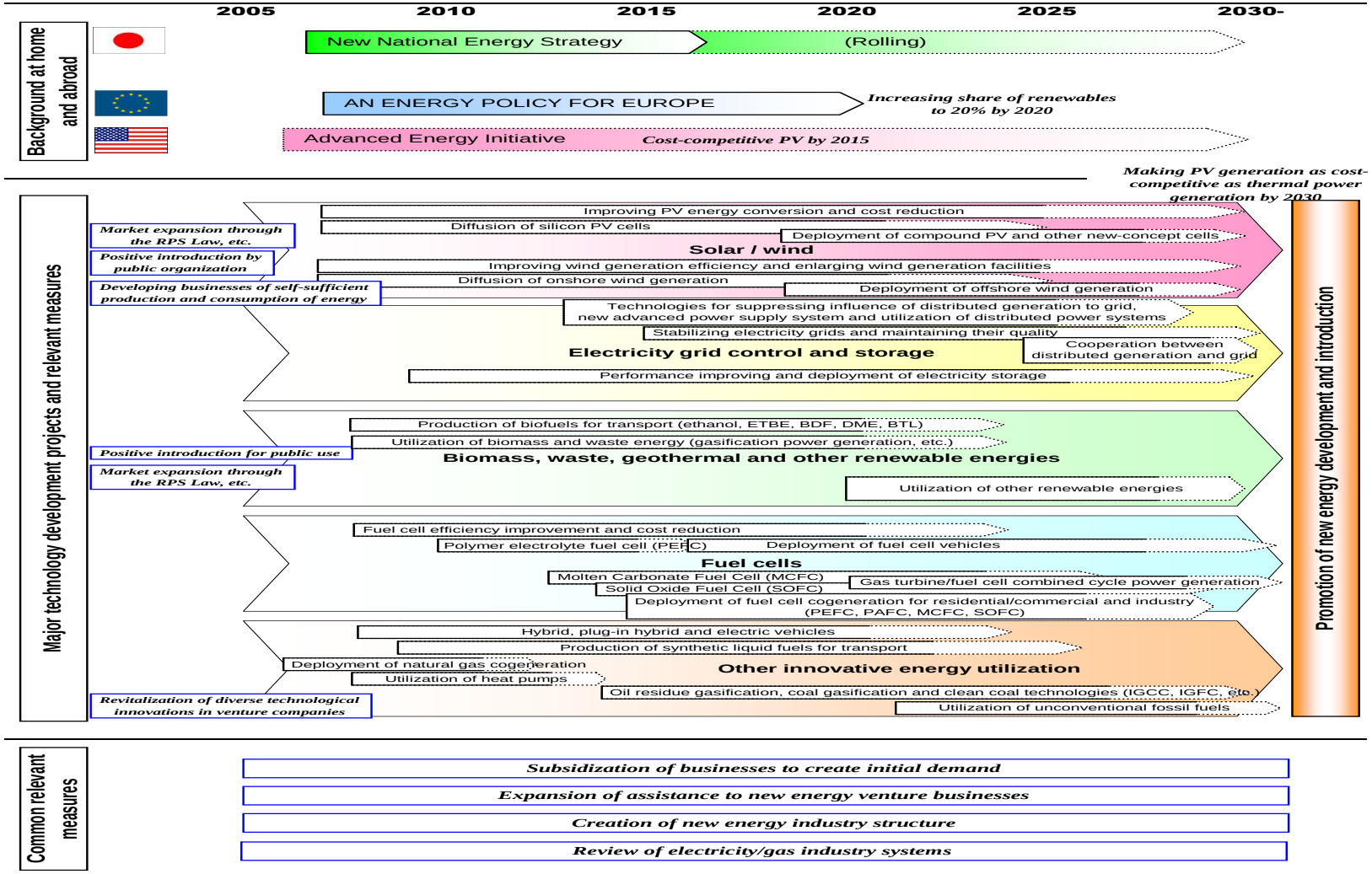
Clean エネルギー vehicles
▼●☆◆Plug-in hybrid vehicles
▼●☆◇Electric vehicles
▼●★◇Fuel cell vehicles
▽○☆◇水力gen engine vehicles

輸送

出典:エネルギー技術戦略マップ2007(エネ総工研 H18 資源エネルギー庁委託調査)

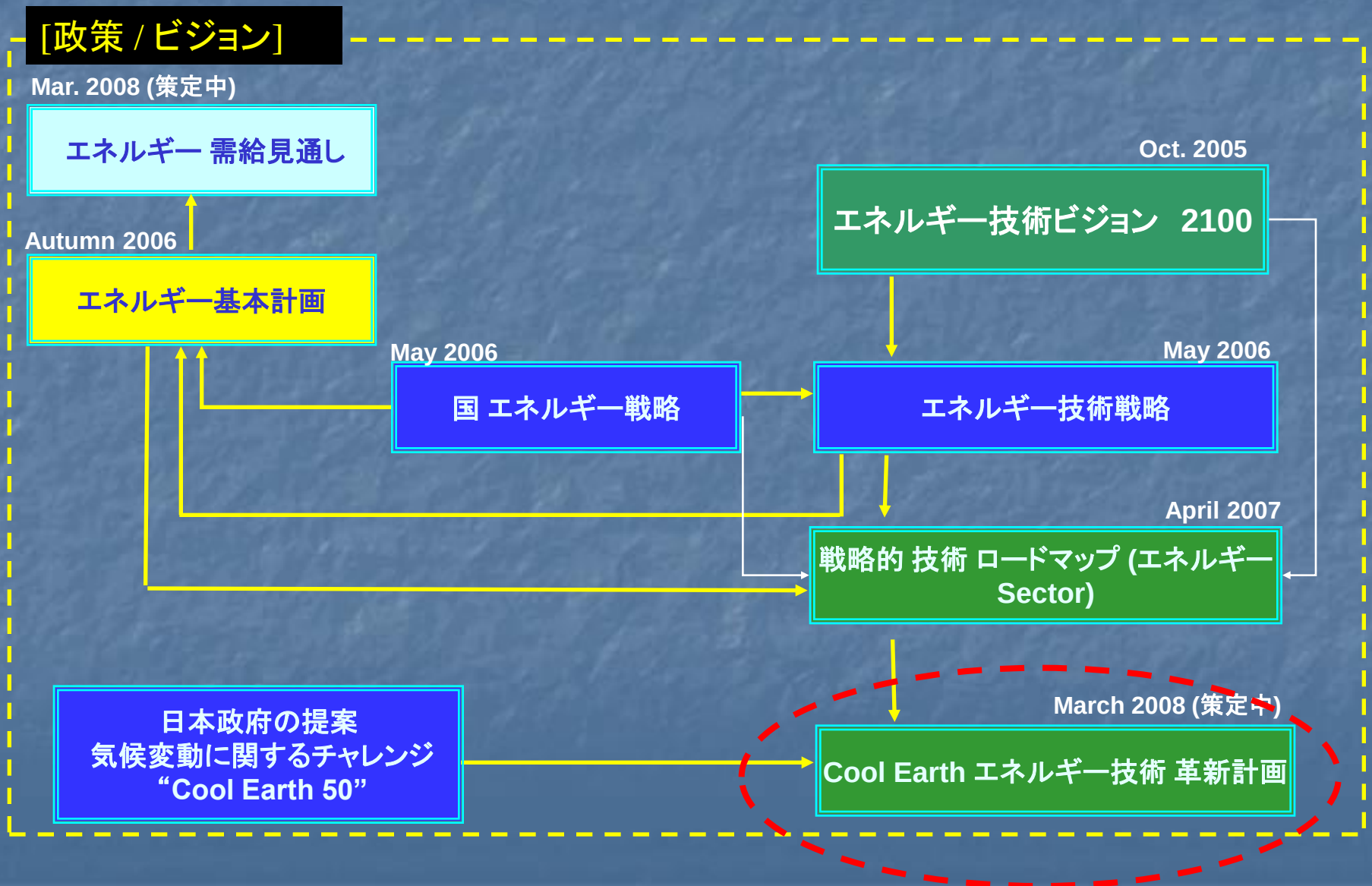
導入 シナリオ例

(“新エネルギー 開発 と 導入の推進“)



出典:エネルギー技術戦略マップ2007(エネ総工研　H18　資源エネルギー庁委託調査)

日本の エネルギー 政策 & 施策



Cool Earth エネルギー技術 革新計画

技術開発と導入普及の加速の必要性

Source：METI

エネルギー需給/技術の方向性①

- 化石燃料は、相当期間、世界のエネルギー供給で大きな割合を占めるが、石油・天然ガスの資源制約のもと、
  原子力、再生可能エネルギー、石炭の役割は増大
- 持続性の確保のためには、物質・ネルギーの供給～利用～再生の全体効率の向上、非化石エネルギー(原子力、再生可能)活用、CO2回収・貯留、インフラ整備などが必要
- 供給側のみの取り組みには限界があり、
  利用側での取り組みの重要性拡大

エネルギーシステム 革新の方向性(2)

- 産業: 物質とエネルギーの併産などのプロセス インテグレーション, 物質の貯蔵に着目したプロセス 協調, リサイクルの容易性に配慮した製品製造
- エネルギー転換: 石炭ガス化発電, 再生可能エネルギー 発電, 原子力 発電、CCSと, バイオマス 利活用
- 利用: 空調/給湯用ヒートポンプ, PHEV/EV, 分散電源, PVなどの様々な省エネルギー技術と創エネルギー技術
- リサイクル: 廃棄物処理, 水処理, 金属の再利用
- システム: HEMS, BEMS と 地域レベルEMS

エネルギーシステム革新の方向性(3)

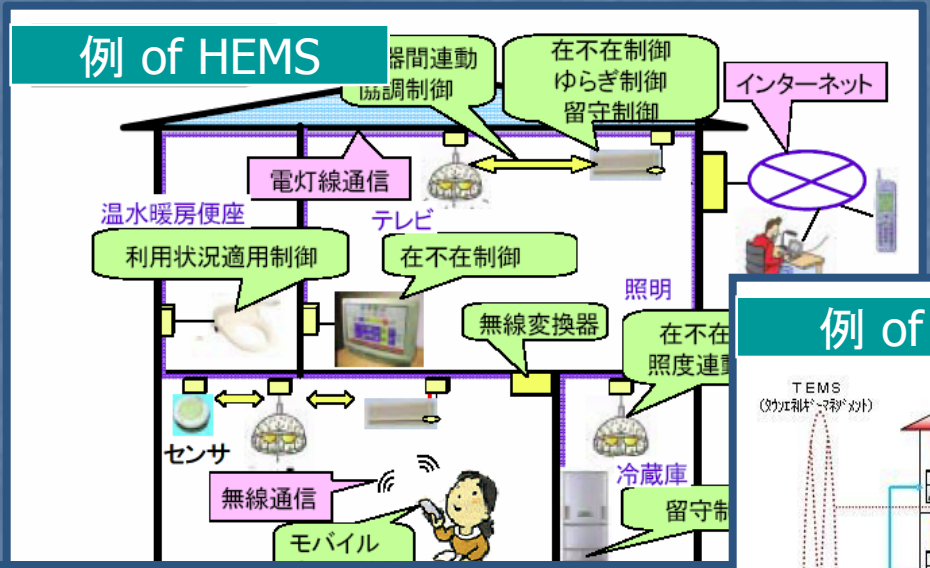
- 革新技術によるエネルギー 需給構造の改変 (エネルギーシステム インテグレーション)
- 製造-利用-リサイクルの物質循環構造の構築 (エネルギー と物質の統合的最適化)
- これらの改変は、従来一般に考えられていたよりもずっと早く行う必要がある.

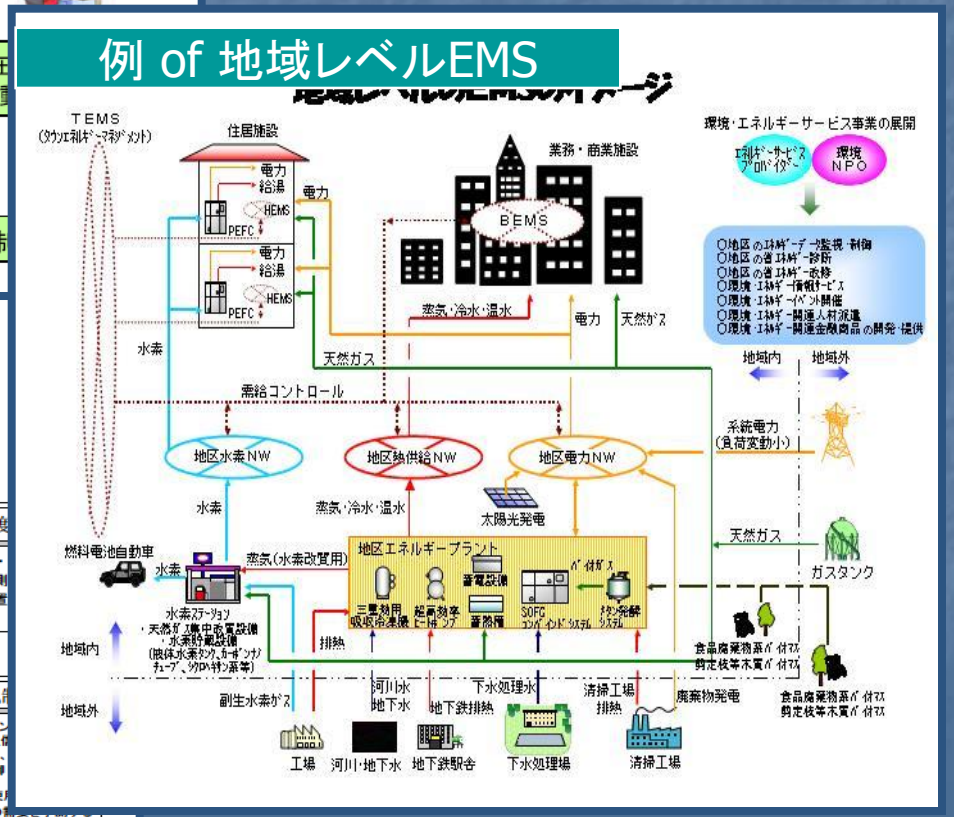
エネルギーシステム インテグレーション (1)

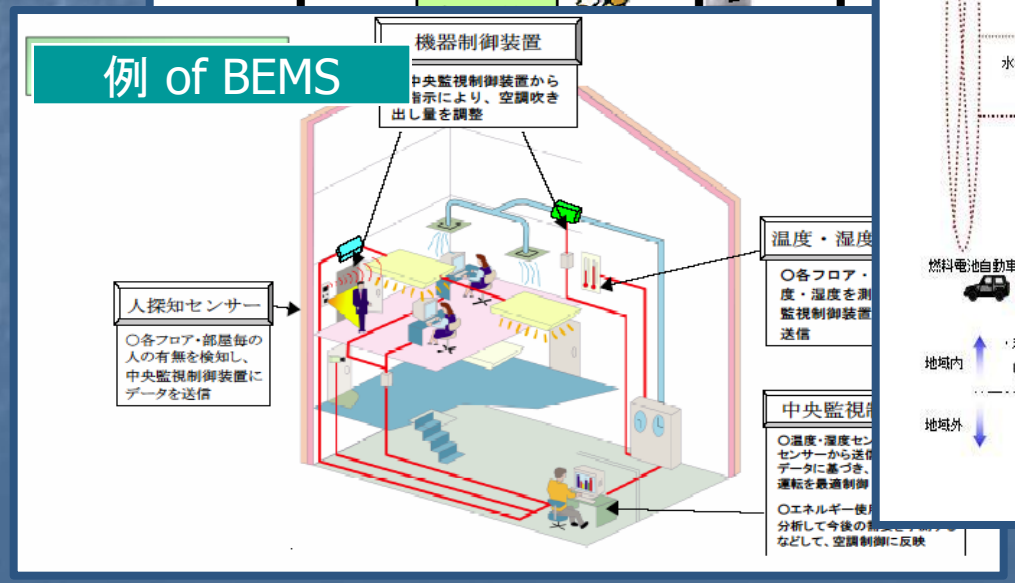
家庭, ビル, 地域のレベル:

- HEMS, BEMS と 地域レベルEMS, クラスター化された と 複数階層 分散制御によるエネルギー需給管理と系統運用との協調
- 二次エネルギー選択(含 自動車燃料)と流通インフラの改変
- 地域の資源利活用, 廃棄物処理, 水処理 と 熱/電力供給のインテグレーション

エネルギーマネジメントによるインテグレーション







出典: METI報告書

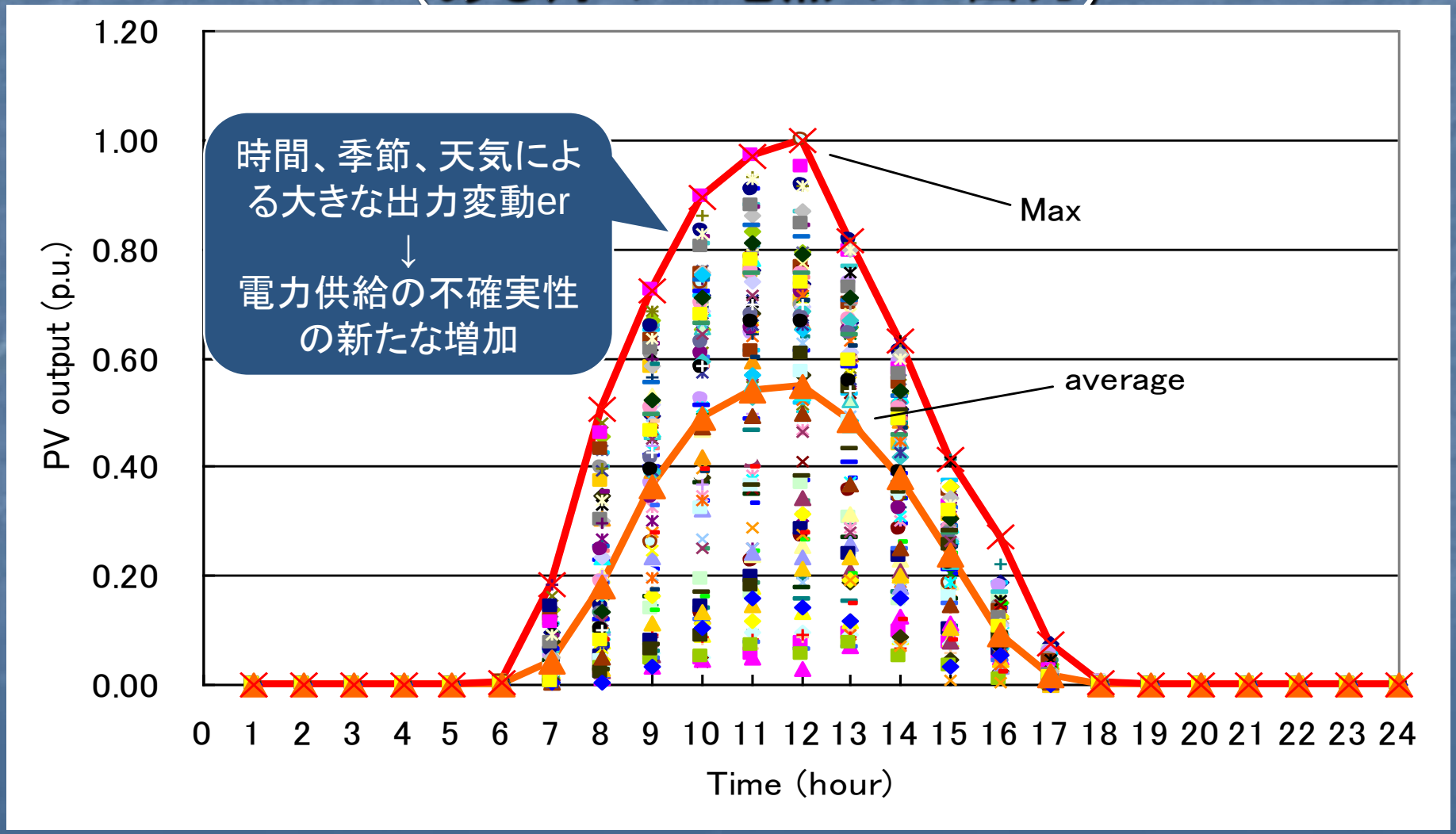
エネルギーシステムインテグレーション (2)

国 と 地域のレベル:

- ロバスト(頑健)で持続的 一国あるいは地域の、エネルギー物質併産、再生可能エネルギーやCCSを含めたエネルギーインテグレーション
- 大規模 PV 発電と海水淡水化プラントのインテグレーション (水貯蔵と間欠的なPV 発電の組み合わせ)
- 大規模再生可能エネルギーと送電線や水素などによるエネルギー輸送/貯蔵のインテグレーション

新しい不確実性

再生可能エネルギーの間欠性
(ある月の一地点のPV出力)



長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - ■“エネルギー技術ビジョン　2100 (Oct. ,2005)”
   - ■“エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)”
   - ■ “Cool Earth エネルギー技術革新計画”

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

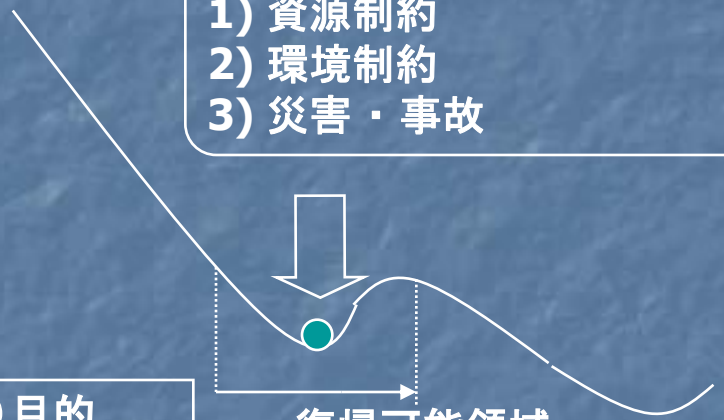
3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - ■エネルギーシステム解析ツール
   - ■太陽光発電導入解析(時系列)
   - ■太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

エネルギーシステムのロバスト(頑健)性

2) リスク

1) 資源制約
2) 環境制約
3) 災害・事故



1) 目的

1) エネルギー 供給 セキュリティ
2) 競争力のある 産業
3) 安全 と 安心な生活

3) 施策

1) エネルギー 政策に基づく戦略的施策
2) 資源確保のための外交的 活動
3) 民間の 管理 リスク 最小化施策

Source：Triple 50, 東京大学

長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - ■“エネルギー技術ビジョン　2100 (Oct. ,2005)”
   - ■“エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)”
   - ■ “Cool Earth エネルギー技術革新計画”

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

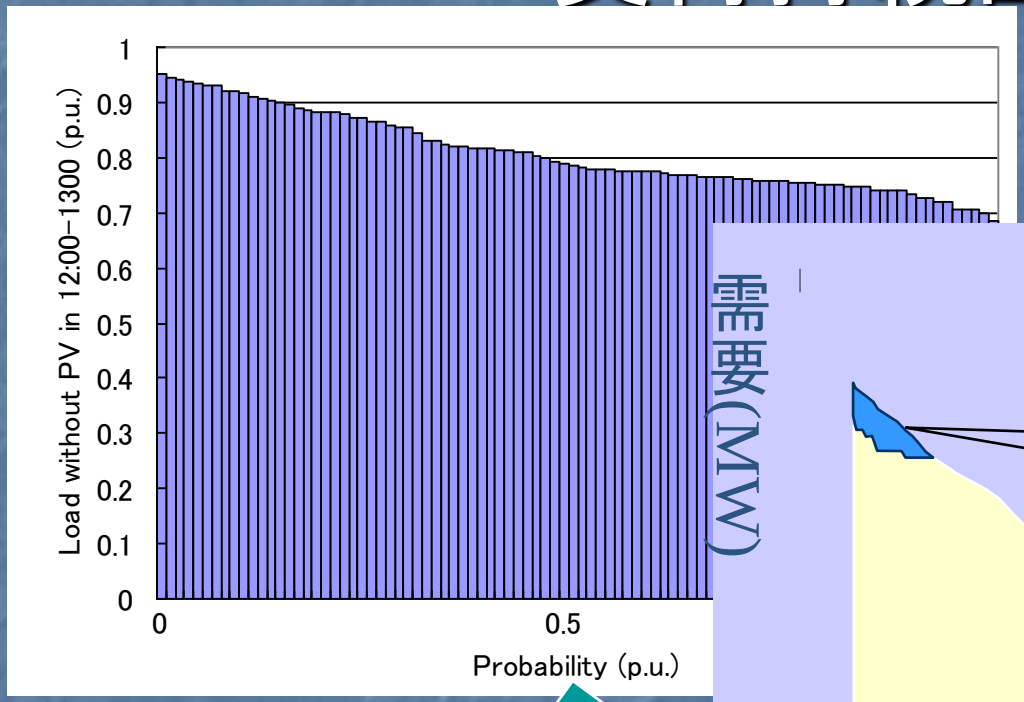
3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - ■エネルギーシステム解析ツール
   - ■太陽光発電導入解析(時系列)
   - ■太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

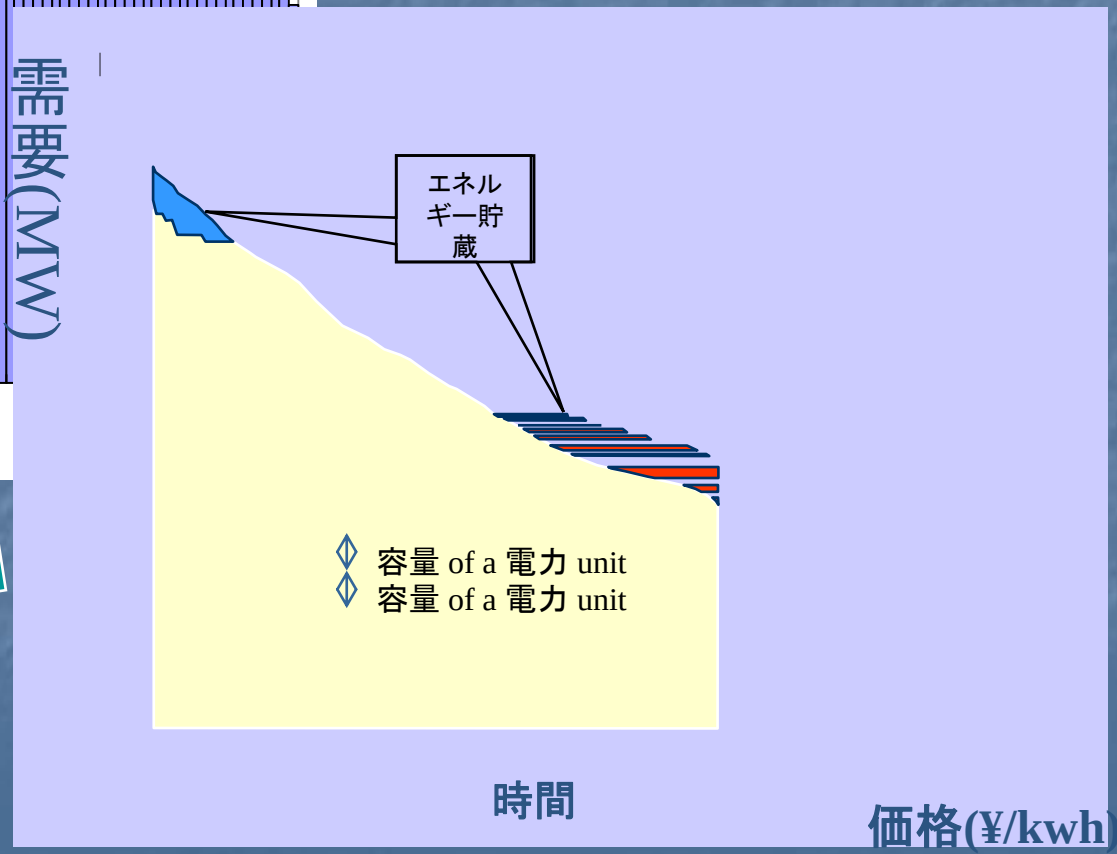
4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

エネルギーシステム解析ツール
戦略からグランドデザインへ

- エネルギーバランス解析
- 物質フロー解析
- 電力需給解析
  新技術の導入普及の影響分析
  - ✓ 時系列法 / 負荷持続曲線法
  - ✓ 単一母線 / 多地域 / クラスター化・複数階層
  - ✓ エネルギー貯蔵の有/無
  - ✓ 需要制御の有/無
  - ✓ 集中 / 分散制御

エネルギーシステム解析ツール
負荷持続曲線法





負荷持続曲線とは,
時系列の需要データを大きさの順に並べ替えたもの.
この曲線に対し、下から可費の安い順に各発電ユニットの発電を割り当てる(メリットオーダー負荷配分).

エネルギーシステム解析ツール

負荷持続曲線法と時系列法の比較

- 時系列法
  - ✓ 理解しやすい
  - ✓ 複雑な制御などの動的な要素を表現できる
  - ✓ エネルギー貯蔵を直接モデル化できる
- 負荷持続曲線法
  - ✓ 発電所事故や再生可能発電の間欠性などを効果的に取り扱うことができる
  - ✓ 負荷配分の結果などが安定してえられる
  - ✓ 計算時間を短縮できる

長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - ■“エネルギー技術ビジョン　2100 (Oct. ,2005)”
   - ■“エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)”
   - ■ “Cool Earth エネルギー技術革新計画”

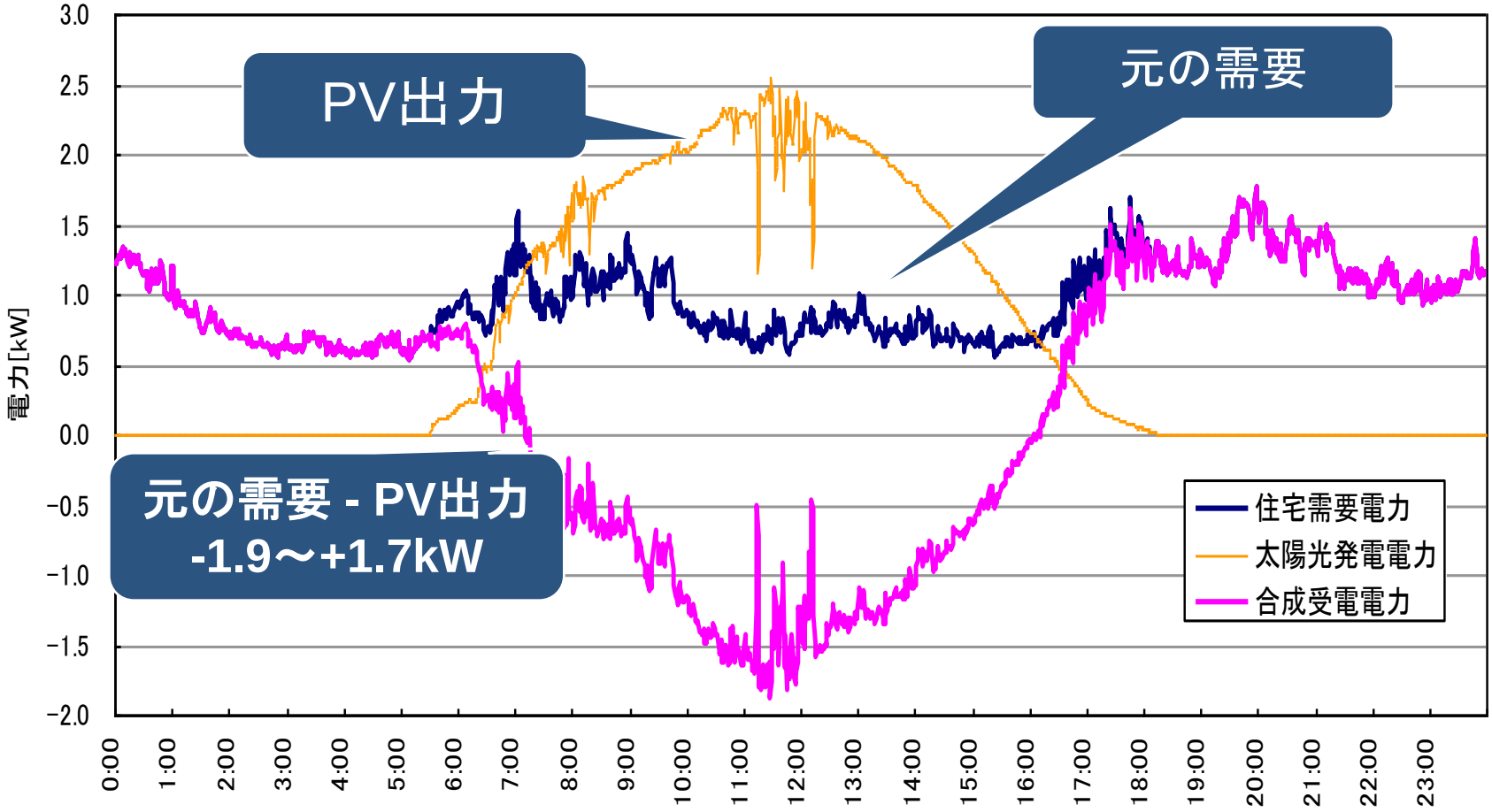
2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - ■エネルギーシステム解析ツール
   - ■太陽光発電導入解析(時系列)
   - ■太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

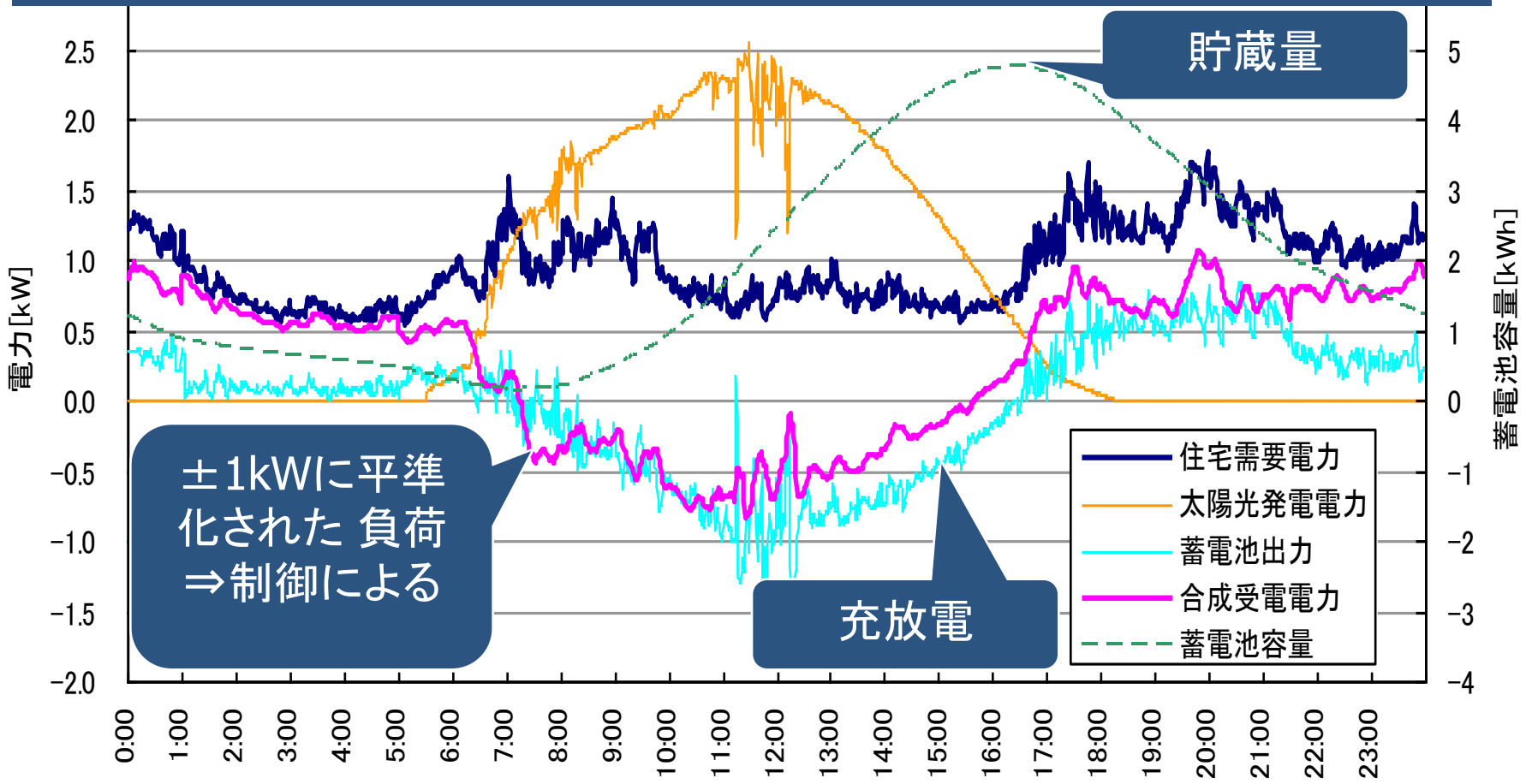
4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

家庭へのPV導入解析

PV有, エネルギー貯蔵無でのバランス

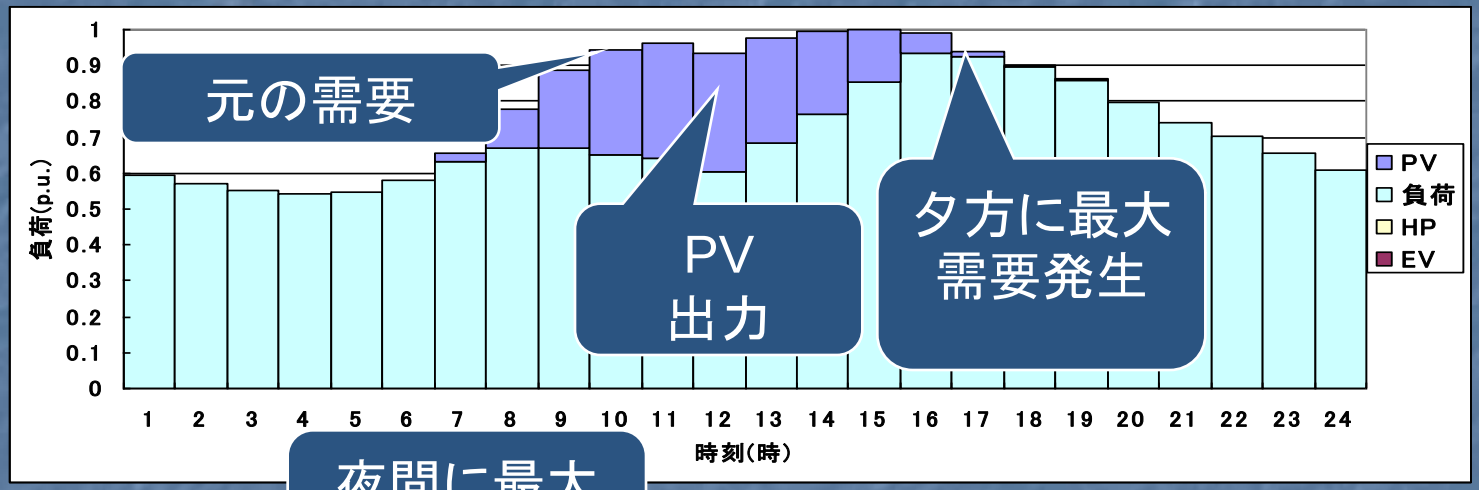


家庭へのPV導入解析
PV有, エネルギー貯蔵有でのバランス

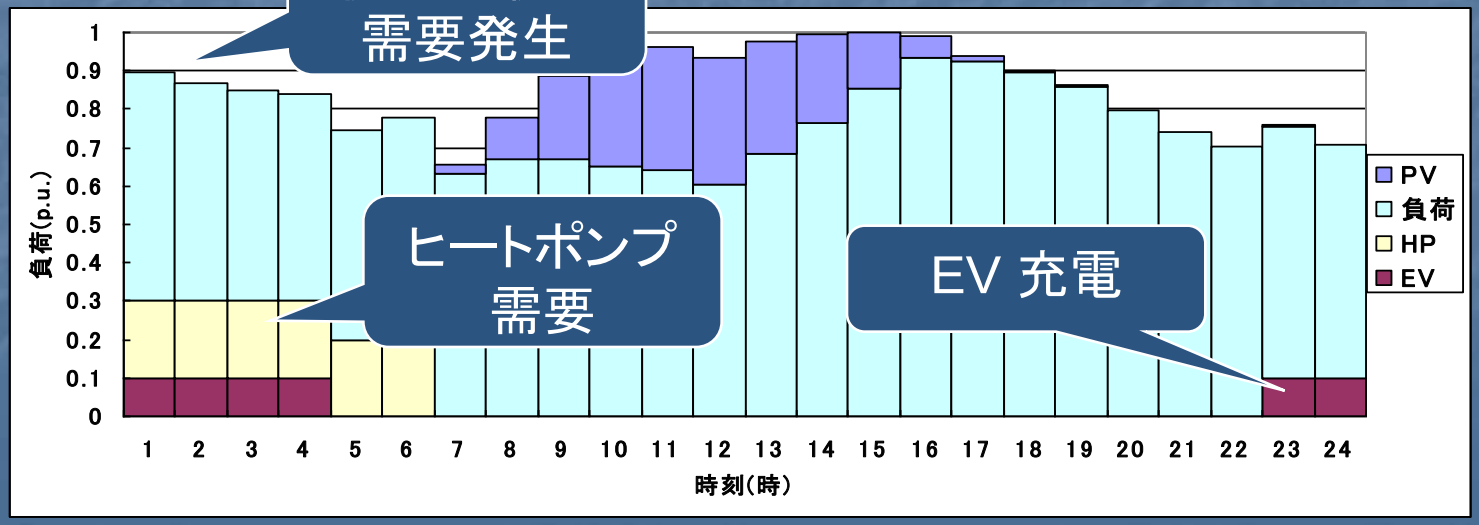


系統需要に対する新技術導入の影響

元の需要
-
PV出力



+
EV充電
+
HP運転



長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

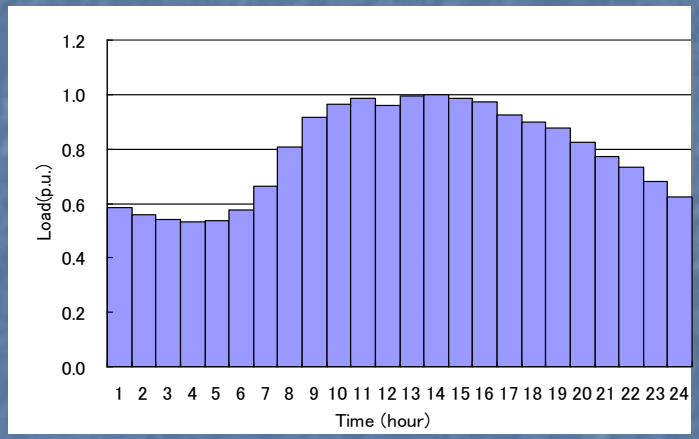
1. エネルギー技術戦略
   - "エネルギー技術ビジョン 2100 (Oct. ,2005)"
   - "エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)"
   - "Cool Earth エネルギー技術革新計画"

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

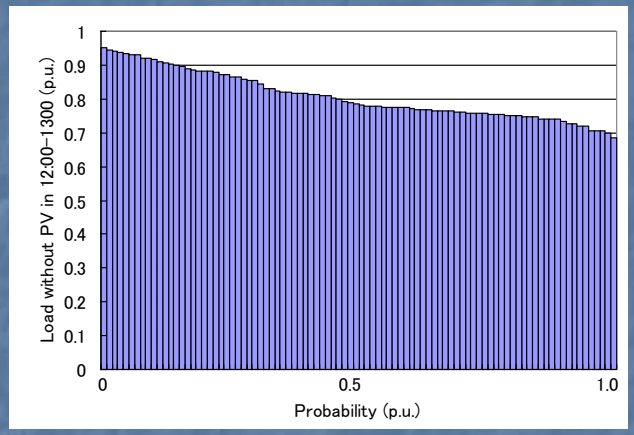
3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - エネルギーシステム解析ツール
   - 太陽光発電導入解析(時系列)
   - 太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

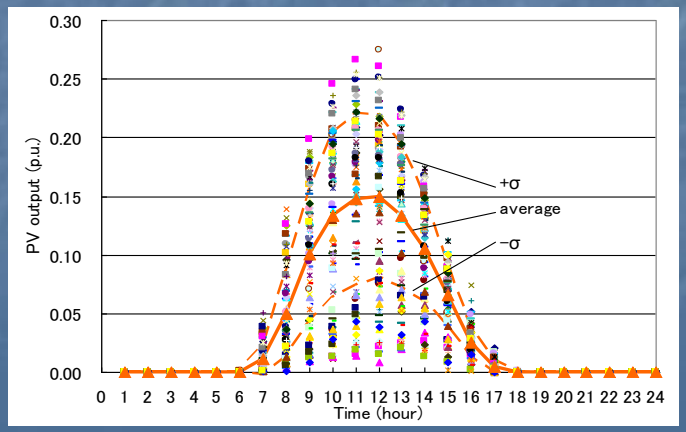
電力系統へのPV導入
負荷持続曲線 (1ケ月分)



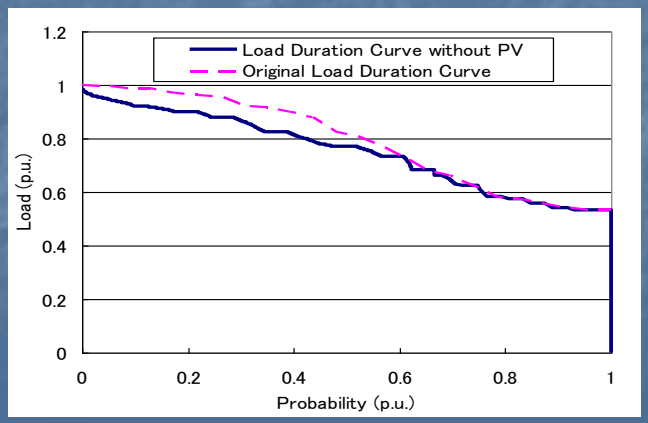
1) 24時間の需要



3) PVの間欠性を含めた負荷持続曲線



2) PV出力の間欠性

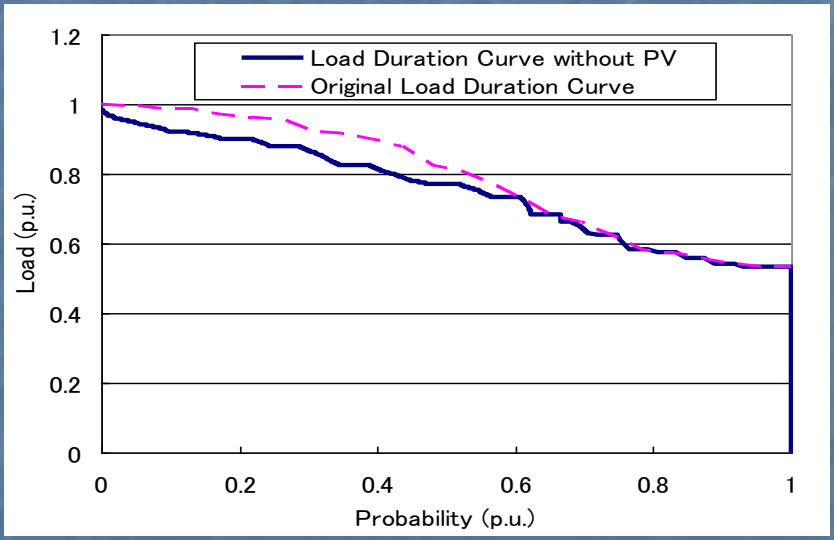


4) 間欠性の有無による比較

再生可能エネルギーの間欠性の影響

日本の日射条件とPV 導入量の想定(発電量の数%)のもとで:

- 最大需要は、ほとんど削減されない.
- 中間-ピーク帯の需要量は削減され
  その領域のユニットの稼働率は
  現象して、システムの経済性が
  変化する.
- エネルギー貯蔵設備の活用が
  需給バランス改善の解決法となる.
- グランドデザインにおいては、
  電力貯蔵を含めた流通インフラの改変*
  全体システムの経済性の評価が必要.

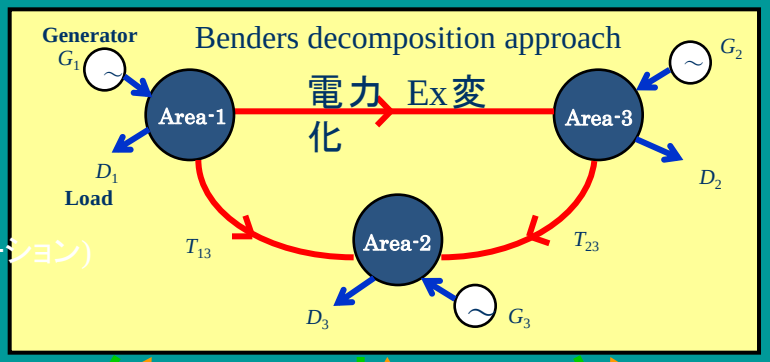


既存の報告がある:Kousuke Kurokawa, 大量のルーフトップPV導入と
従来需要による太陽光発電システムの追加検討, 22nd EU PVSEC, 2007.

クラスター化、複数階層による電力需給解析

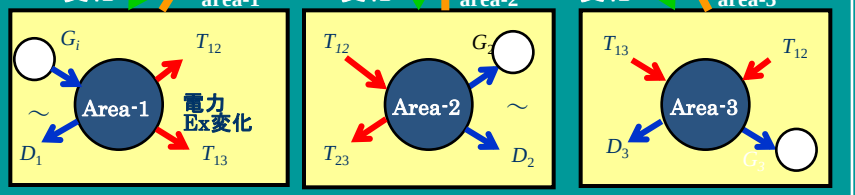
集中制御,
多地域 解析

上位問題
(coordination
と インテグレーション)



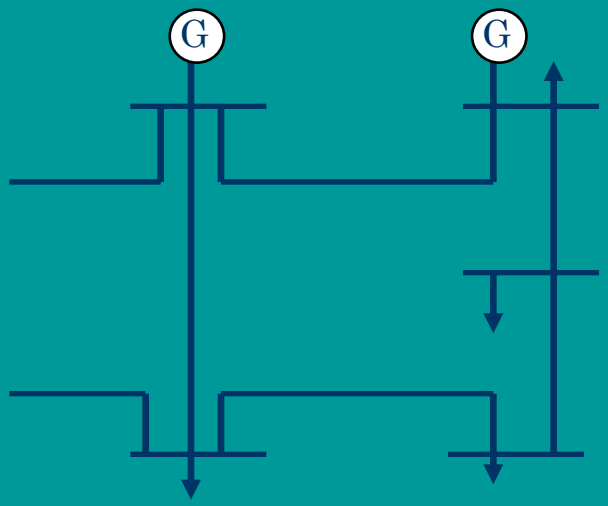
電力 ex 変化
PDP of area-1
電力 ex変化
PDP of area-2
電力 ex変化
PDP of area-3

下位問題
(個別 最適化)

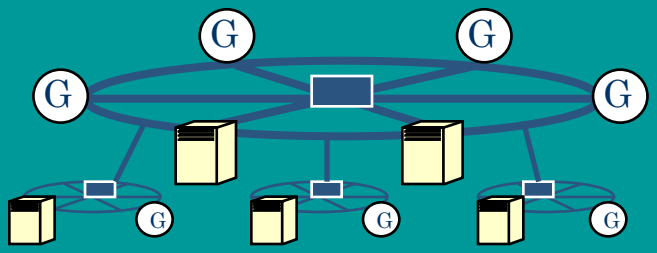


Subproblem-1 Subproblem-2 Subproblem-3～

集中制御,
ネットワーク 解析



分散制御, クラスター化された, と 複数階層による電力需給 解析



制御 センター,
EMS 制御装置

: エネルギー貯蔵

長期技術戦略と
エネルギーシステム インテグレーション

1. エネルギー技術戦略
   - "エネルギー技術ビジョン 2100 (Oct. ,2005)"
   - "エネルギー技術戦略マップ 2007 (April, 2007)"
   - "Cool Earth エネルギー技術革新計画"

2. ロバスト性とエネルギーシステム指標

3. エネルギーシステムインテグレーションの解析ツール
   - エネルギーシステム解析ツール
   - 太陽光発電導入解析(時系列)
   - 太陽光発電導入解析(負荷持続曲線)

4. 物質・エネルギー「環」とシステム戦略

エネルギー・物質「環」とシステム戦略

■このためには、「エネルギー・物質」の「相互協調した循環」による「環」の実現には、エネルギー・物質の統合した取り扱い、再生の強化、再生可能エネルギーの導入などが鍵であり、全体最適を目指した「システム戦略・計画」によるデザインが重要。

■エネルギー・環境問題の超長期性、多様性(広範な経済社会システムを対象とすること)、不確実性(資源制約や環境性約が大きく変化すること)のため、エネルギー・物質の「環」のデザインには、モデルによる分析・評価が不可欠

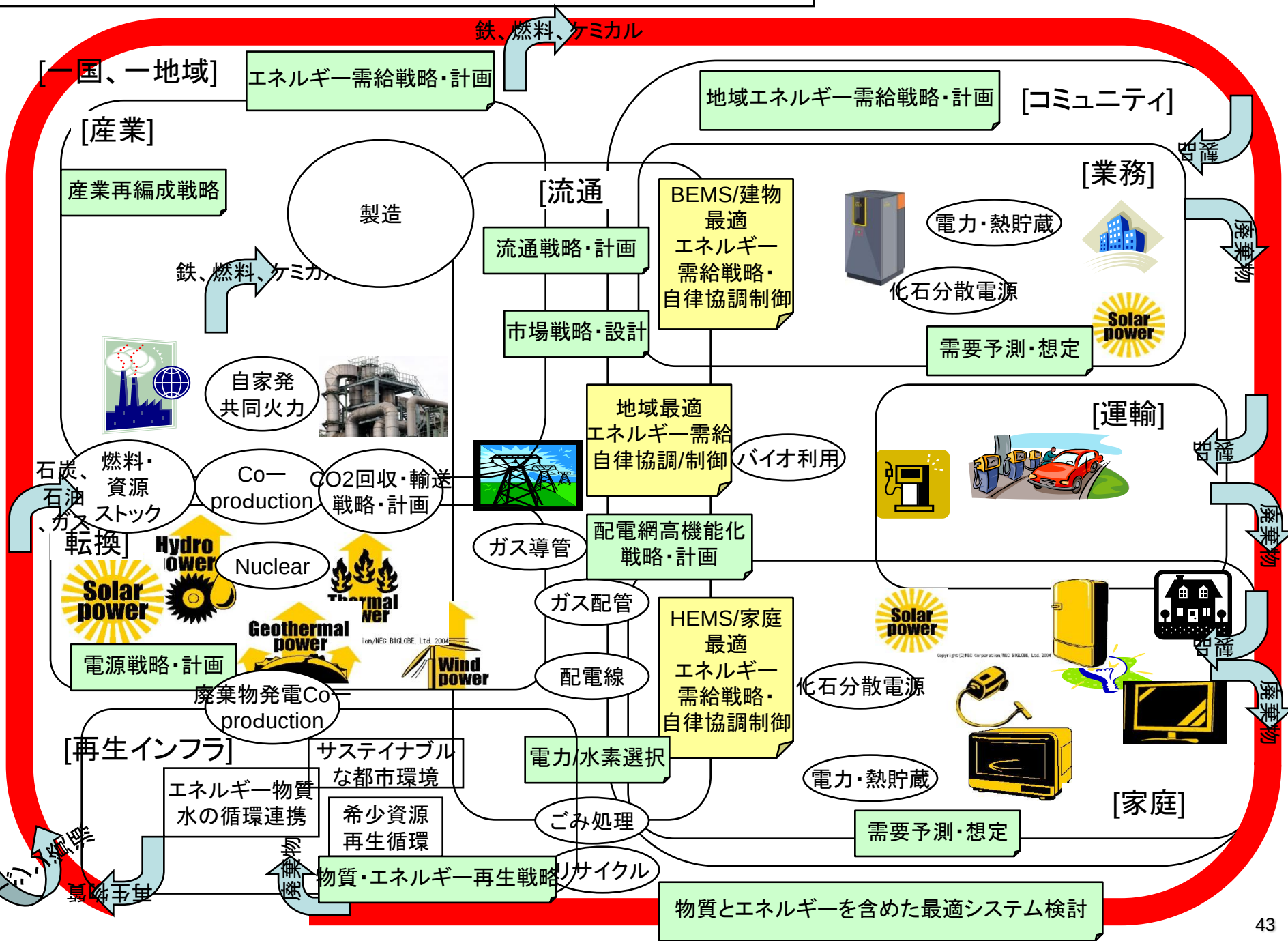
■既存の手法には、技術変化の取り扱い、連産・再生の取り扱い、持続性を含め必要な評価指標の提供、政策、技術開発計画、制度整備に必要な分解能などに不足がある。

■資源制約、地球環境問題などへの対応のため、エネルギー・産業戦略は、より長期的かつ社会・経済システムの広い範囲を視野に入れた、技術開発、設備形成、運用の戦略策定、制度設計を行うことが重要。

システム戦略・計画の切り口

- 適用対象：世界、地域、国、地域、ビル、家庭/セクター
- 需給　　：需要想定、需要予測、設備(含流通)形成計画、運用計画、運用制御、物質とエネルギーの循環
- 評価軸　：安定供給、環境性、経済性などに持続性、接続性の観点を加え、実際の技術開発戦略、技術選択、設備形成、循環システムのパフォーマンス評価などに具体的に適用可能な指標体系の確立要
- 新技術のキーワード：
  コプロダクション、大規模発電技術、再生、エネルギー貯蔵、再生可能エネルギー、分散電源、流通インフラ、分散システムの自律協調制御、その他

全体システム：持続可能な産業・社会基盤の確立



物質・エネルギー「環」の実現に向けて

- エネルギーと物質を、発熱反応と吸熱反応の組み合わせ、あるいは利用後の再生プロセスにおいてエクセルギーの最大活用を図るため、主要な物質の最適な生産・利用・再生の循環を解析、評価すること。
- 太陽光発電、風力発電、バイオマス利活用などの再生可能エネルギー利用の拡大あたっての、地域的な偏在、太陽光発電の季節、時間、天気による出力変動のような間欠性の評価とこれを軽減・解消することのできる技術体系の確立
- 電力やガスはその媒体の特性と貯蔵技術(揚水発電所、タンク)に応じて、生産・貯蔵の調節を行い、需給バランスを確保している。間欠性を持つ再生可能エネルギー、出力変動を行わないことで最大効率を追求できる原子力、石炭ガス化複合火力発電、物質とエネルギーの併産など増加により低下する供給側の調節機能を、エネルギー貯蔵、需要側のエネルギーマネジメントなどによる相互協調で補うための技術、設備形成、運用の取り扱いが重要
- 物質・エネルギーの循環は、最終的には、各時間断面内のローカル最適ではない、有限の資源の最小限の消費を含めた世代を超えた最適化（持続性）が重要。また、断面間の設備形成、制度整備、技術開発・導入・普及などを含めて移行が可能(接続性)でなくてはならない。
- 技術開発戦略、設備形成、システムのパフォーマンス評価などに具体的に適用可能な安定供給、環境性、経済性に持続性、接続性を加えた指標体系の確立
- 実際の技術開発戦略、技術選択、設備形成、循環システムのパフォーマンス評価などに具体的に適用可能な解像度が必要。
- エネルギー・物質の循環システムの地勢的あるいは行政的な独立性と資源の偏在・輸送の必要に関連した、地域性の取り扱いが重要。

エネルギー・物質「環」のデザイン：分析・評価モデル

1）エネルギー・物質循環モデル
主要物質につき、循環システムのダイナミックスを考慮して安定解を得るモデル

2）再生可能エネルギーの間欠性評価モデル
再生可能エネルギーの間欠性を評価し、同時にこの間欠性をエネルギー貯蔵技術などと組み合わせることにより、軽減・解消するモデル

3）動的エネルギー需給モデル
再生可能エネルギーの間欠性、化石・原子力系の生産量調整制約、エネルギー貯蔵調整機能、利用側の調整能力を考慮して、電力、ガスなどのエネルギー別に動的な需給バランスを解析・評価し、必要な設備形成、運用条件を明らかにするモデル

4）エネルギー・物質の需給モデル
各時間断面につき、1)～3)の結果を包含する、エネルギーバランスモデル

5）最適シナリオ解析・評価モデル
ある外部条件(社会・経済条件、資源制約など)のもとで、接続性を条件に4)の各時間断面のモデルを接続性を制約条件として時系列に組み合わせて、最適なシナリオを解析するモデル

エネルギー・物質「環」のデザイン：プロセスイメージ

1. 社会・経済に関するマクロパラメタの想定
2. エネルギー資源、鉄鋼、アルミ、レアメタルなどの資源の賦存量の定義
3. 安定供給、環境性、経済性、持続性、接続性などの指標の定義
4. 資源価格・制約、環境制約などの想定
5. 生産・利用・再生に関する技術の特性の定義
6. 安定断面における生産・利用・再生体系の想定と持続性評価
7. 安定断面に至る各断面における生産・利用・再生体系の想定と評価指標算出
8. 断面間の移行可能性のチェック、設備投資額の推計
9. 安定断面に至る最適移行シナリオの策定と評価

注)プロセス6,7,8などには、前出の分析・評価モデルを使用

地域性に基づく検討領域

[世　界]

世界の
エネルギー
需給戦略・計画

Oil resource

Natural Gas resource

Metal resource

Coal Resource

Biomass resource

Carbon Storage

大規模再生可能
エネルギー開発
戦略・計画

[他温帯地域]

[熱帯地域]

[熱帯地域]

[モンスーン地域]

モンスーン気候国の
エネルギー利用技術
戦略と需要想定

モンスーン気候国の
エネルギー
需給戦略・計画

都市のエネルギー
需給戦略・計画

遠隔地大容量
エネルギー
輸送技術

電力多国間連携
戦略・計画

[乾燥地域]

乾燥気候国の
エネルギー利用技術
戦略と需給想定

乾燥気候国の
エネルギー
需給戦略・計画

都市のエネルギー
需給戦略・計画

サステナブルマニュファクチュアリング

- 強度n倍の構造材料など、機能の飛躍的向上で生産の実質的な省エネルギーが可能
- 「再生」を見通した、製品設計の重要性
- 上記を実現するための基礎技術としての
  - ・エコマテリアル設計
  - ・ゼロエミッション製造・加工技術
  - ・ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合によるマテリアルイノベーション

エネルギー戦略研究の出口

・政府：エネルギー政策：需給展望、技術シナリオ、制度、産業政策
科学技術政策：新技術開発、教育
環境政策：地球温暖化対策（技術と制度）、ポスト京都の国際枠組

・企業：　エネルギー技術の経済・環境評価、政策対応

・社会：　エネルギービジョン、社会インフラ形成、ライフスタイルへのガイドライン

・学術：　エネルギーに関する総合的な学術の創出⇒エネルギー学

・グローバル社会：　世界エネルギーシナリオ、持続可能な発展を支えるエネルギーシステム

エネルギーシステムの全体最適化に向けて

- 環境/資源制約のもとでのエネルギー・産業戦略、技術開発戦略策定と、発信

↑ ↓

- 家庭、ビル、産業、地方、国、地域など多様なケースの資源、需要形態に関するインテグレーションの研究と、発信

↑ ↓

- 実現に向けた要素技術の研究・開発の加速

エネルギーシステムの全体最適化に向けて

- 長期的かつ分野横断、垂直統合などの多様な視点が必要

⇒人材育成や産(事業実施箇所)、官(政策策定箇所)、学が連携した取り組みが重要

- 技術、資金、適用など日本の中で完結しない場合が多い

⇒ 様々な段階、形態での国際的連携が重要

今後の取り組み

- 要素技術開発
  - 需要のクラスター化と複数階層化による協調運用
  - 新技術 (PV, 風力, HP, PHEV/EF, 石炭 ガス化 発電, エネルギー貯蔵, CCS)を反映したエネルギーシステムインテグレーション
  - 物質とエネルギー全体最適化
  - 地域の資源を活用した地域 エネルギー インテグレーション
- ロバスト(頑健)で持続的な物質・エネルギー「環」のデザイン
- エネルギー技術戦略
  - 技術研究開発 戦略
  - 導入普及 戦略
  - 制度検討

御静聴

ありがとうございました