

これからの電力を考える

平成26年10月30日

日本科学技術振興財団 顧問 ／ 電力技術懇談会 顧問

元東京電力株式会社 副社長 ／ 元電気学会 会長

種市 健

本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

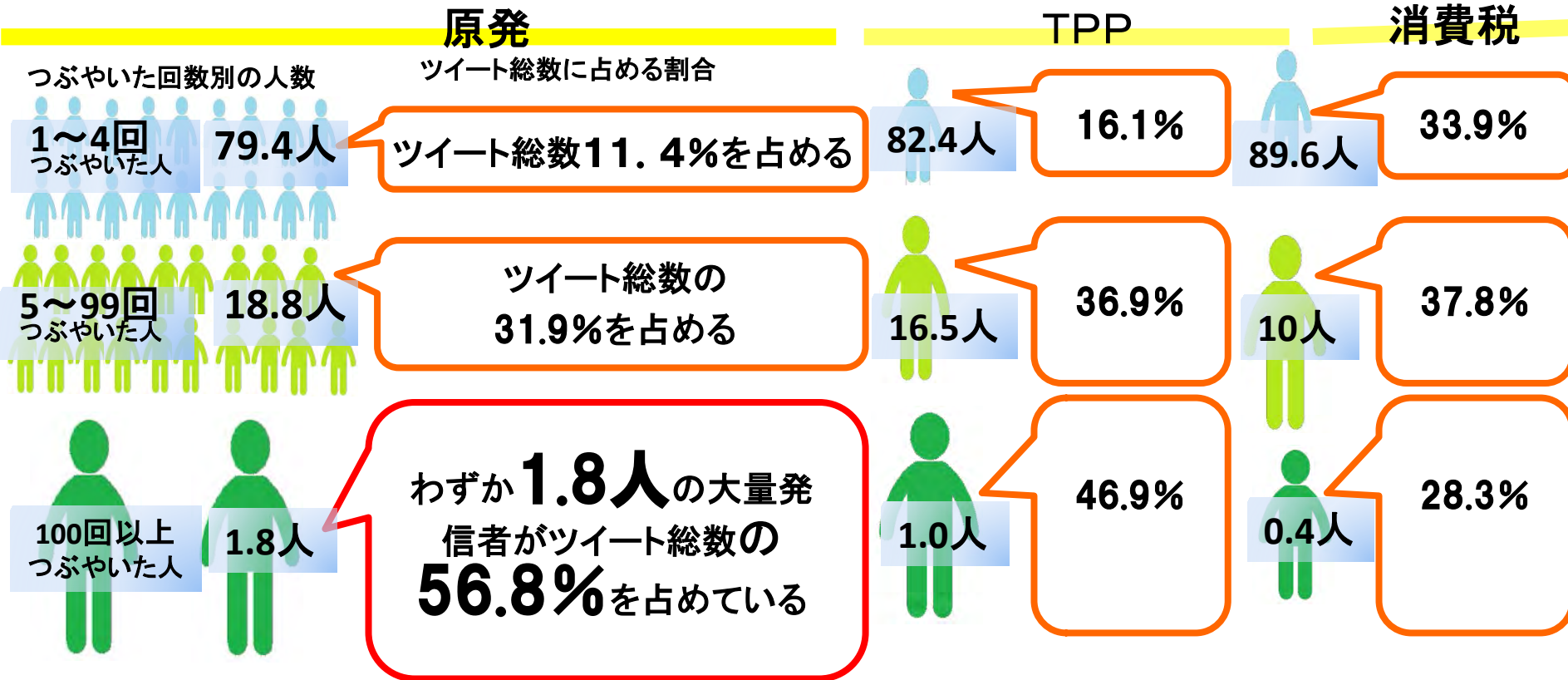
IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

IT時代

1.少数が生み出すうねり

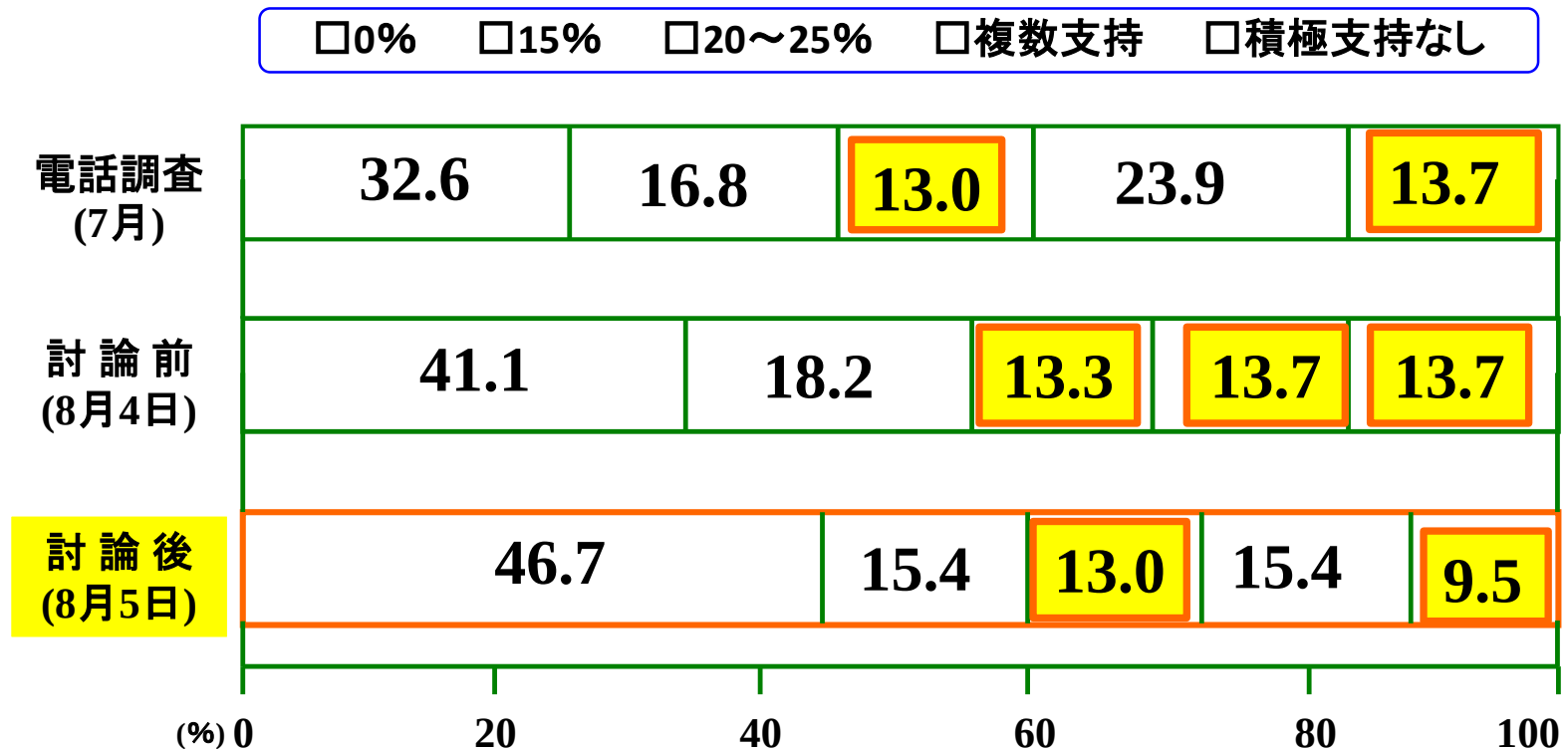


期間は2013年9月7日～12月8日の3ヶ月、420万件の分析・発信者総数40.3万人を100人に換算、大量発信者は平均毎日3.6回発信。数字は四捨五入のため合計100にならない。

出典 日本経済新聞(2014.1.14)

原子力に関する討論型世論調査

原発比率の支持割合



285人参加のDP

産経新聞 2012年8月23日朝刊

国民の賢明さに期待

政治について:

「お任せする」ものから、国民が「選ぶもの」へと変化して、政治家と国民の賢明さが正面から試される時代に。

※「平成デモクラシー」(佐々木毅・21世紀臨調 編著)(2013)

電力エネルギーについて:

自由化の進展もあり、3.11以降は電力会社に「お任せする」ものから、国民が「選ぶもの」へと変化して、電力会社を含め電力のあり方は正に国民の賢明さが正面から試される時代に。

本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

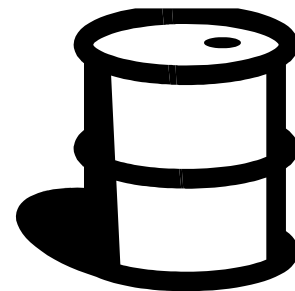
利用者が求める電力

量 : 必要な場所で必要な量が必要なときに容易に
入手できる

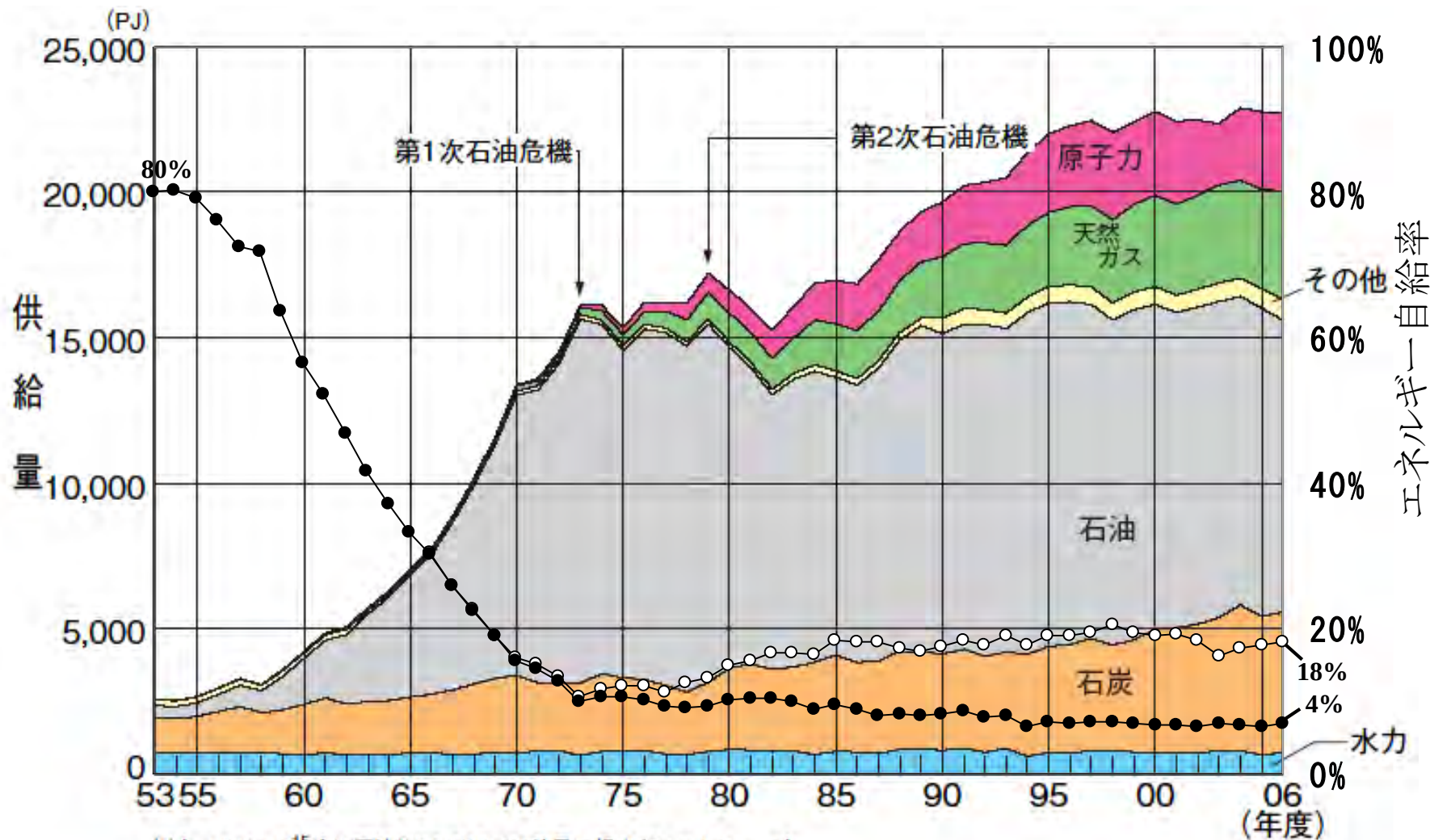
質 : 停電が少ない。周波数・電圧が安定
フリッカ(ちらつき)が少なく、波形が良い

コスト : 諸外国並みのレベル

セキュリティ : 資源の変化、戦乱、災害などに強い

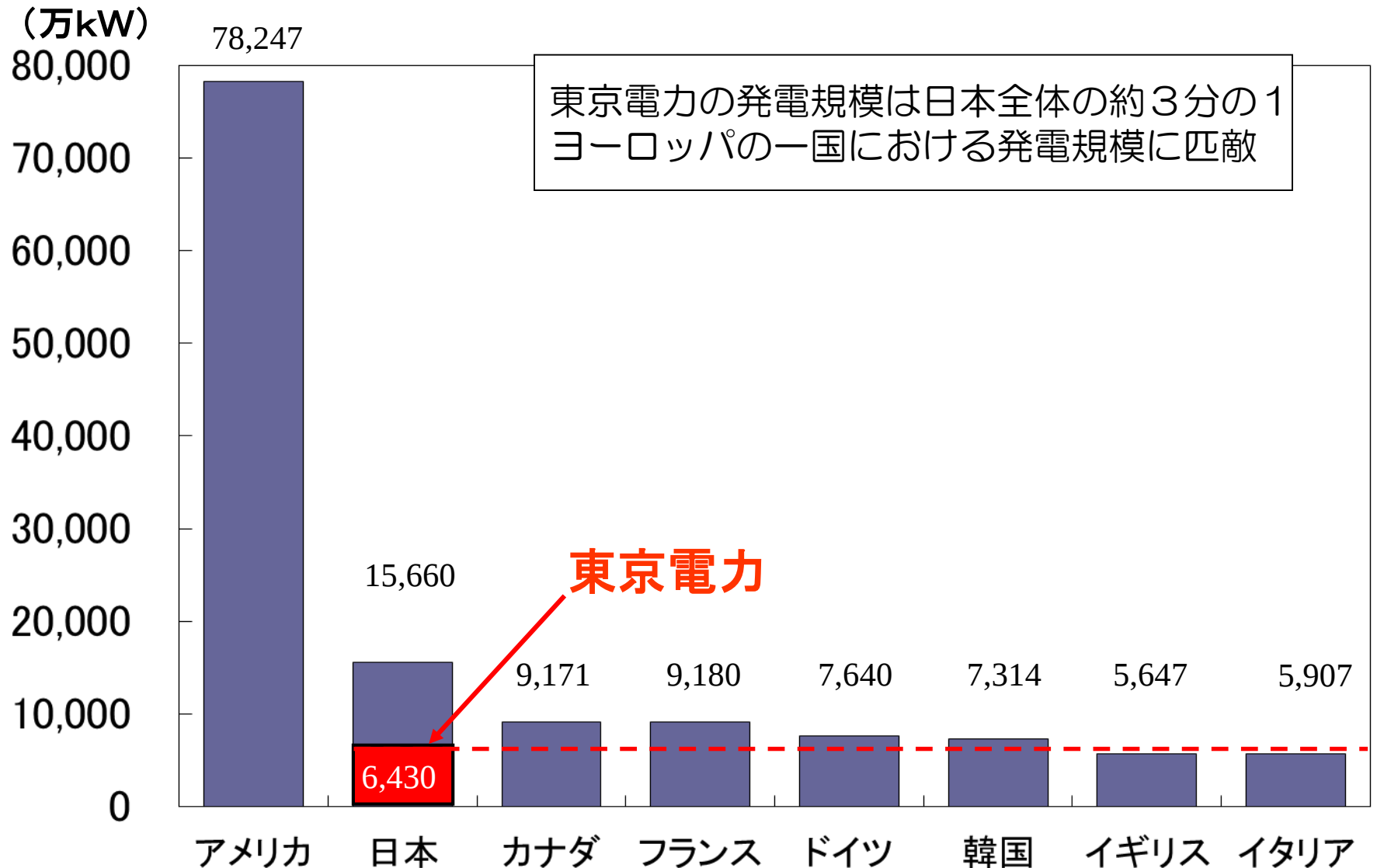


我が国の一次エネルギー供給実績



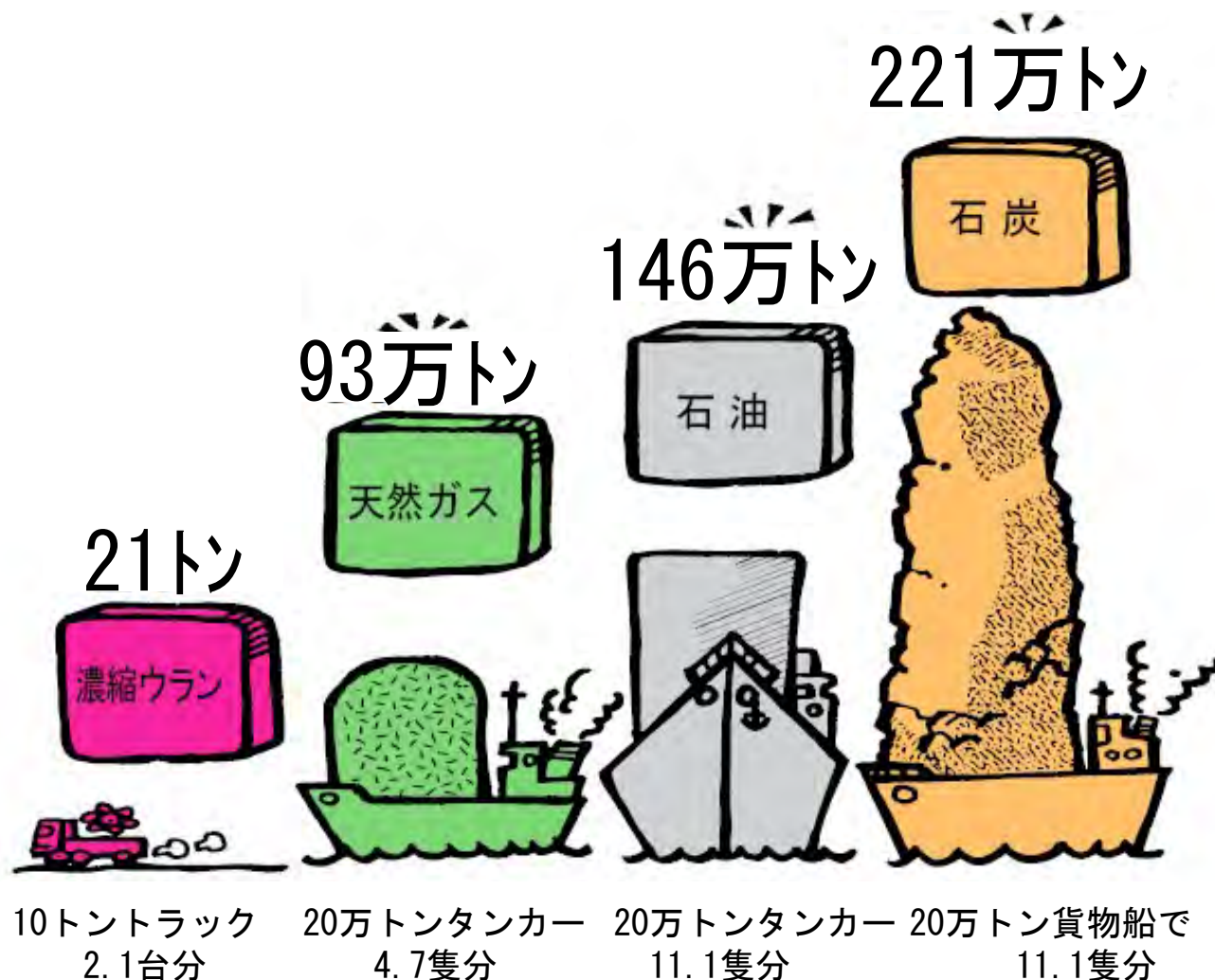
出展:「原子力図面集2009年版」電気事業連合会

主要国の最大電力



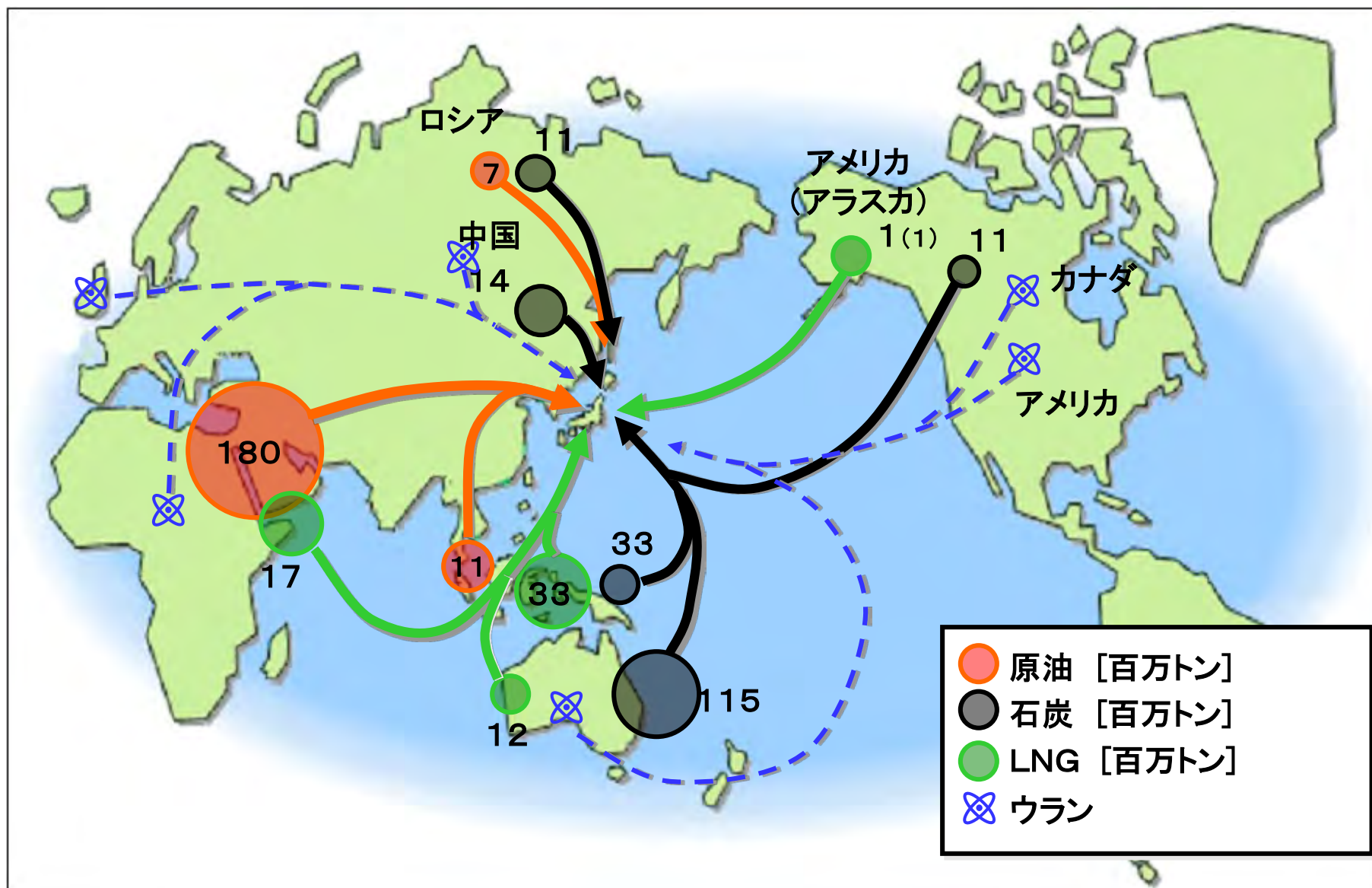
出典: 海外電気事業統計2013年版

100万kWの発電所を1年間運転するために必要な燃料



出典：資源エネルギー庁「原子力2008」

我が国のエネルギー資源輸入状況



燃料船と備蓄

原油タンカー

高松丸

積貨重量25万8千トン、全長321.5m 全幅58m
(日本郵船提供)



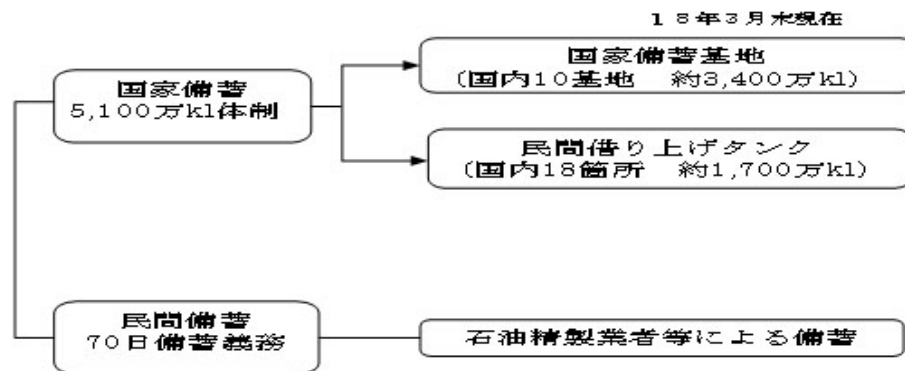
LNGタンカー

パシフィック・ノータス号(東京電力子会社保有船)
積載容量13万5千 m^3 、全長294m 全幅46m
(東京電力燃料部提供)



国家備蓄量

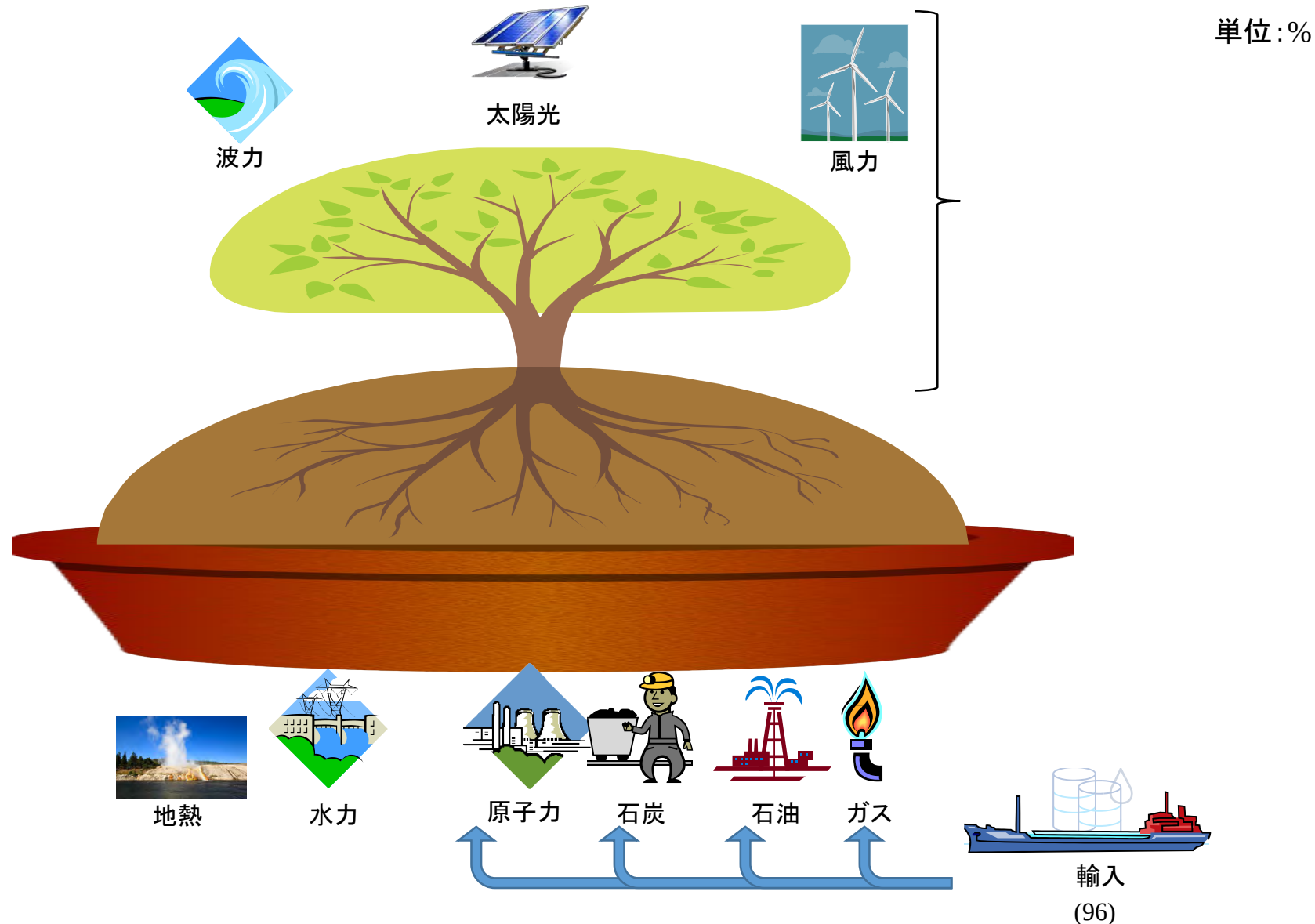
石油備蓄(国家5100万kl、民間70日分)



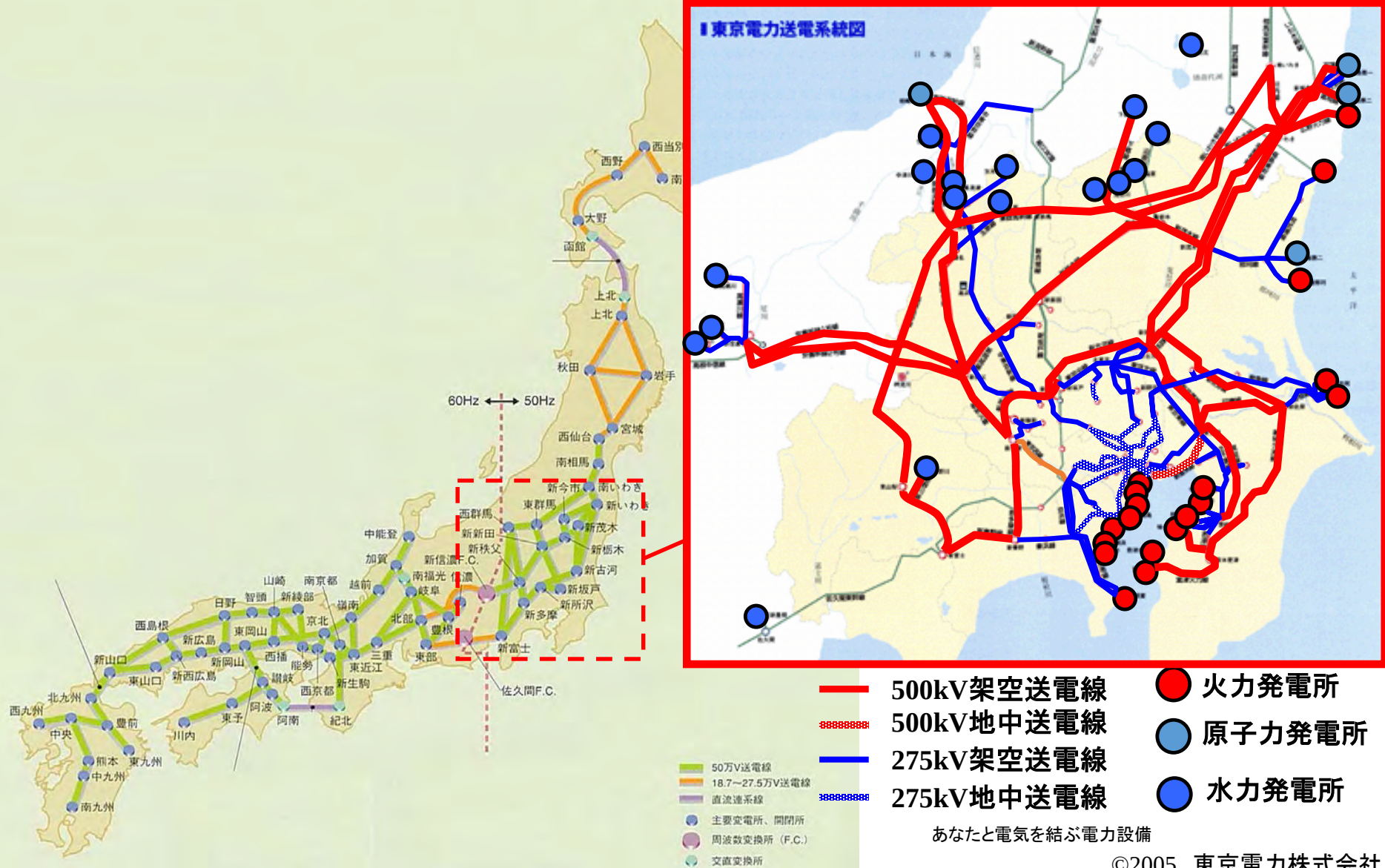
LPG備蓄(国家150万t、民間50日分)



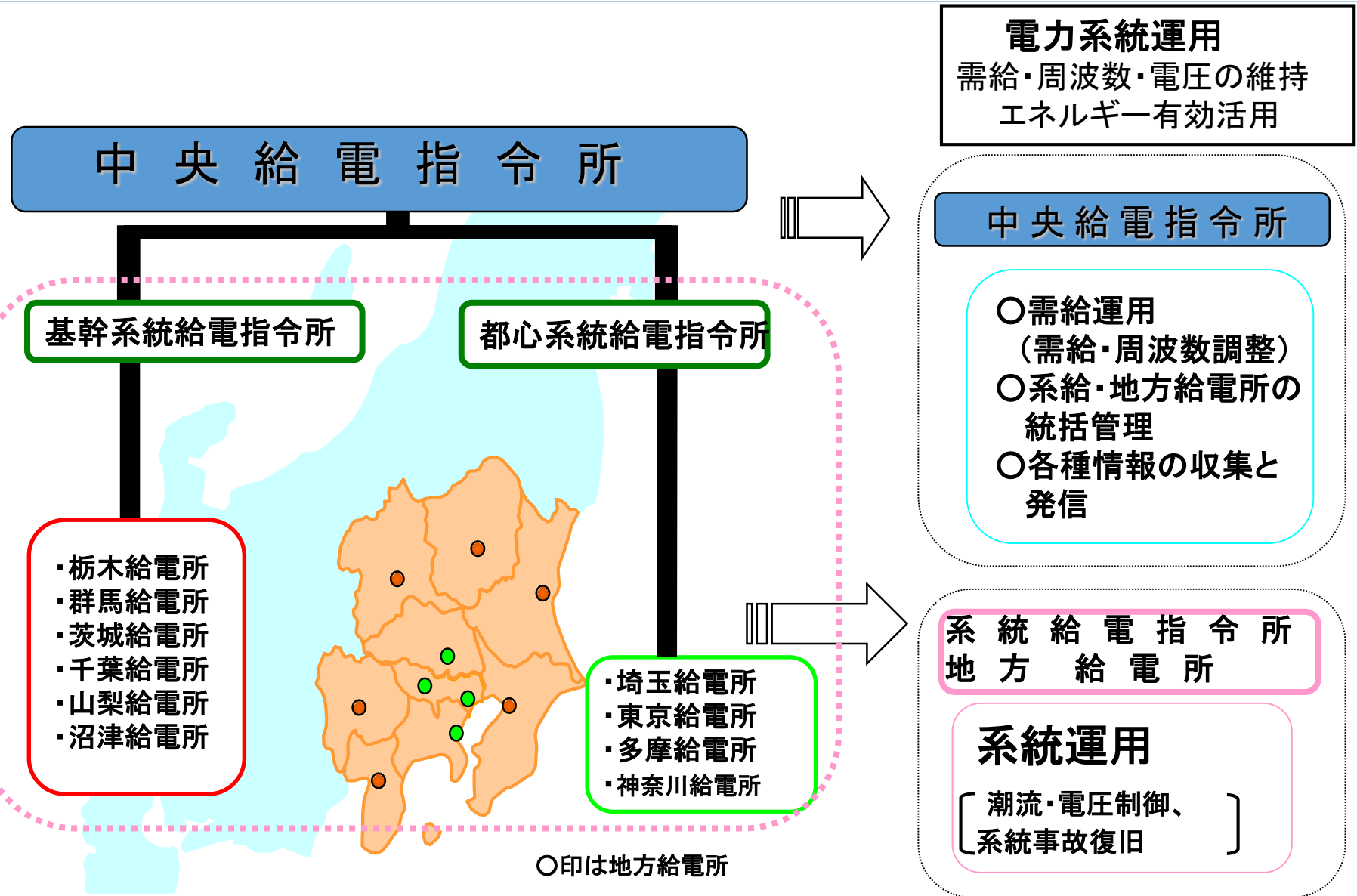
電力系統は50Hzで脈打つ大きな鉢植え



日本と東京電力の主な送電系統

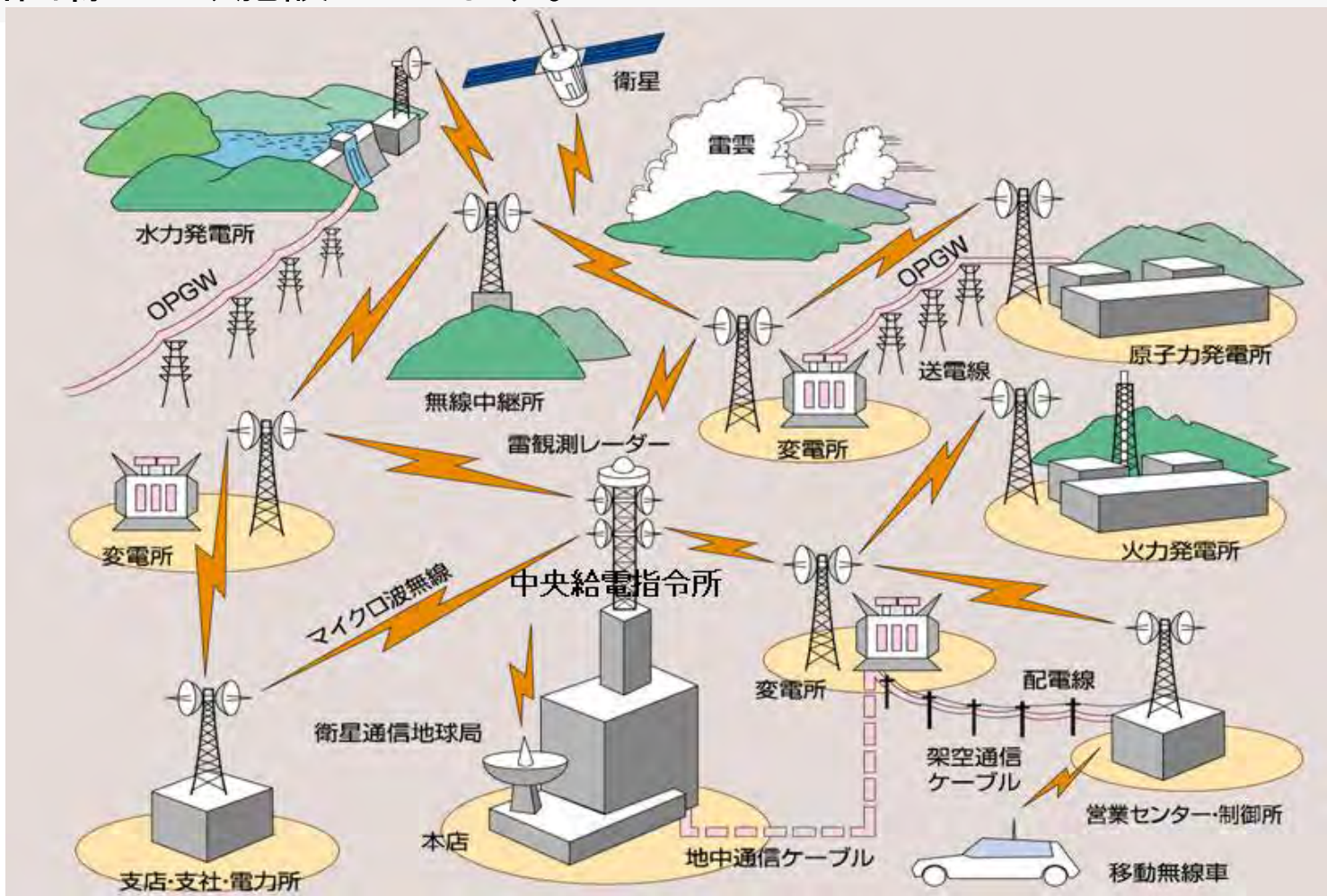


給電所の役割分担



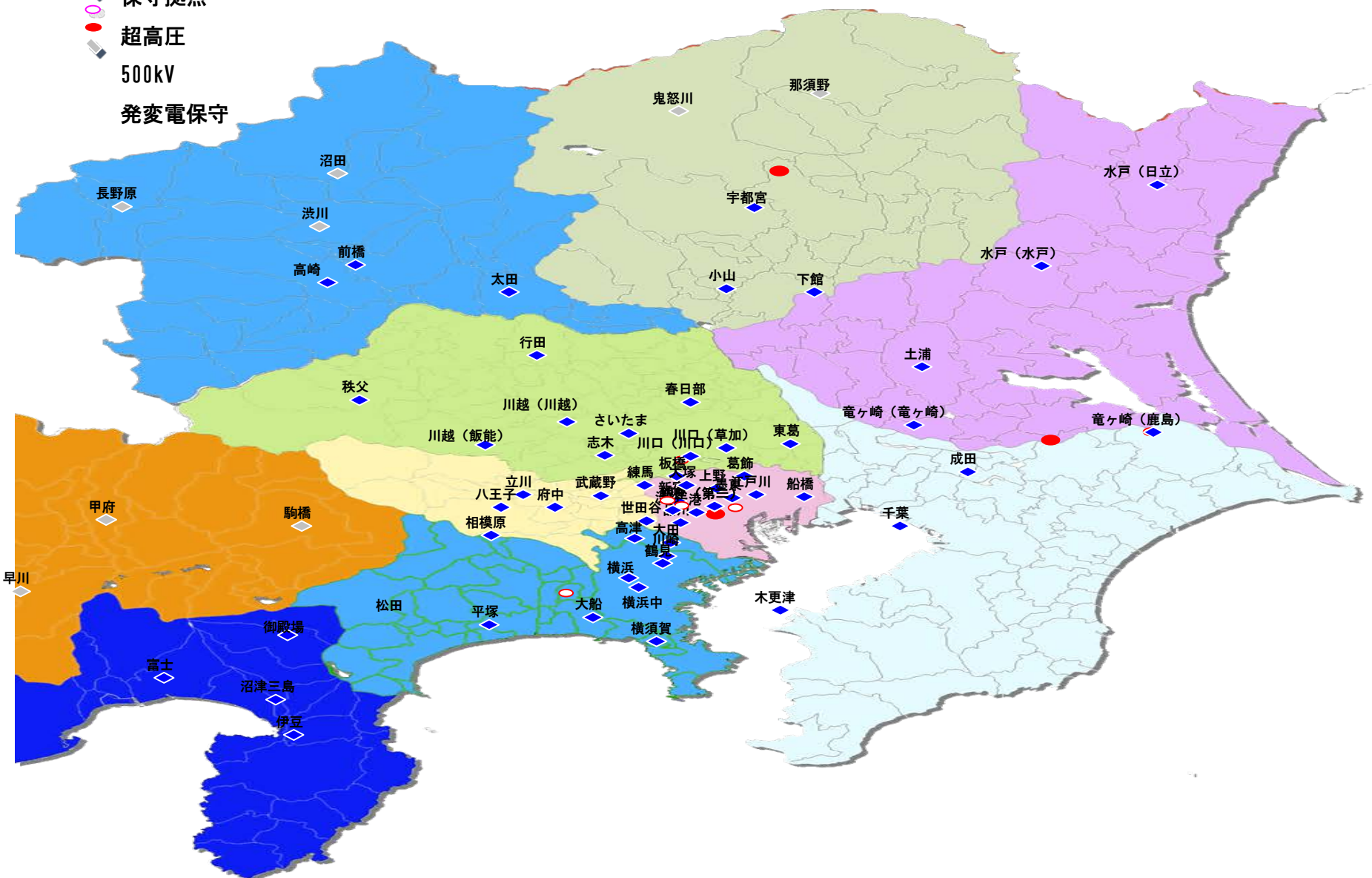
電力用通信ネットワーク

東京電力では、電力保安用通信設備として、各事業所、発電所、変電所等の間を結ぶ自営通信網を地上マイクロ波無線回線、有線通信回線(光ファイバなど)、衛星通信回線により施設しています。



有人事業所配置

-  保守拠点
-  超高圧
-  500kV
- 発電電保守



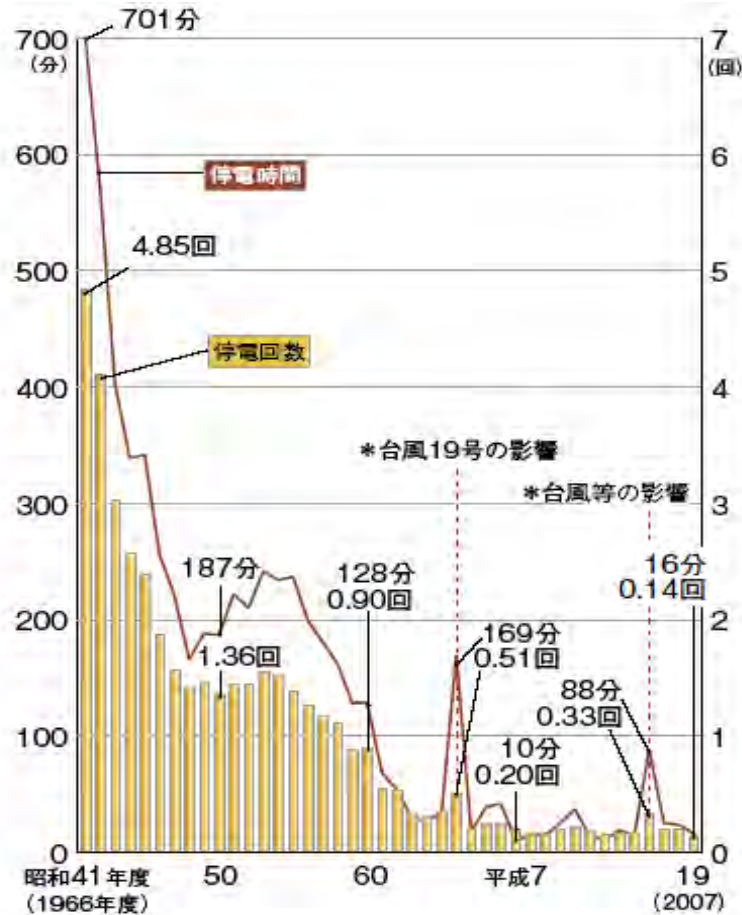
電力会社の規模

(平成22年度末現在)

	当社受持区域 (a)	全国(10電力計) (b)	(a)/(b)
人口 (万人)	4,471	12,802	34.9%
面積 (km ²)	39,509	377,950	10.5%
販売電力量 (億kWh)	2,934	9,064	32.4%
総資産 (億円)	142,559	405,873	35.1%
総収入 (億円)	52,035	156,210	33.3%

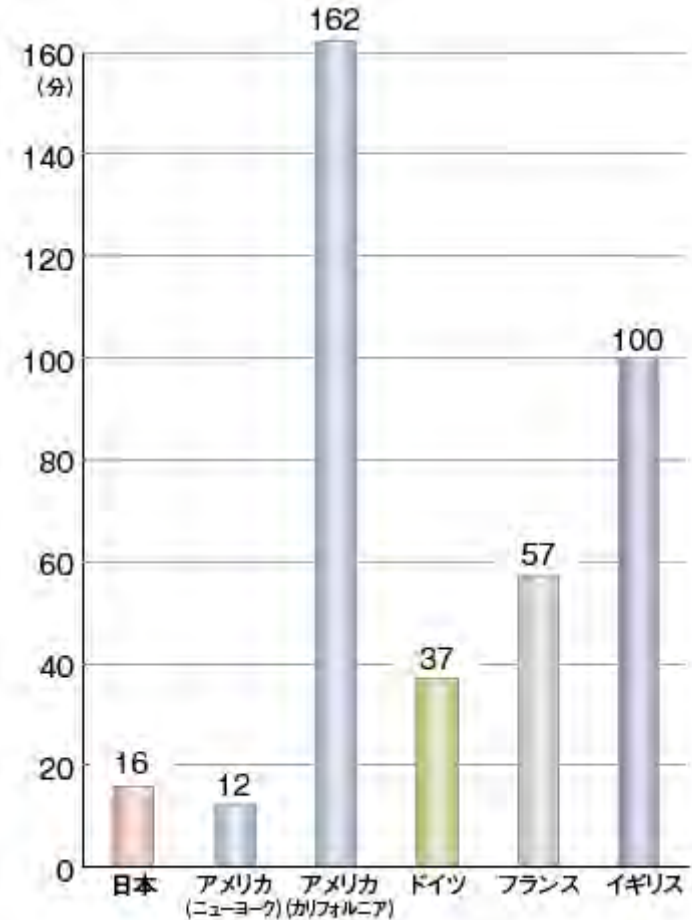
出典: 東京電力発行 数表でみる東京電力

群を抜いて少ない日本の停電時間



お客さま1件あたりの年間停電回数
(10電力計)

※工事計画による停電含む。事故停電のうち、
再閉路成功含まず。無停電率=99.996%



お客さま1軒あたりの年間停電時間
(国際比較)

出典: 電気事業連合会パンフレット(2008)

日本の周波数・電圧の変動幅

	基準値	実績
周波数	50.0±0.2Hz	50.0±0.2Hz以内の 時間滞在率:99.9988% (東京電力H13年度実績)
電圧	100V:101V±6V 200V:202V±20V (電気事業法施行規則第44条)	

出典:電気新聞編「電力系統」をやさしく科学する

フリッカと高調波

フリッカ：蛍光灯などの照明に生じる細かいちらつき現象
フリッカの判定基準：

$$\Delta V_{10} = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (\alpha_n \cdot \Delta V_n)^2} < 0.45[\text{V}]$$

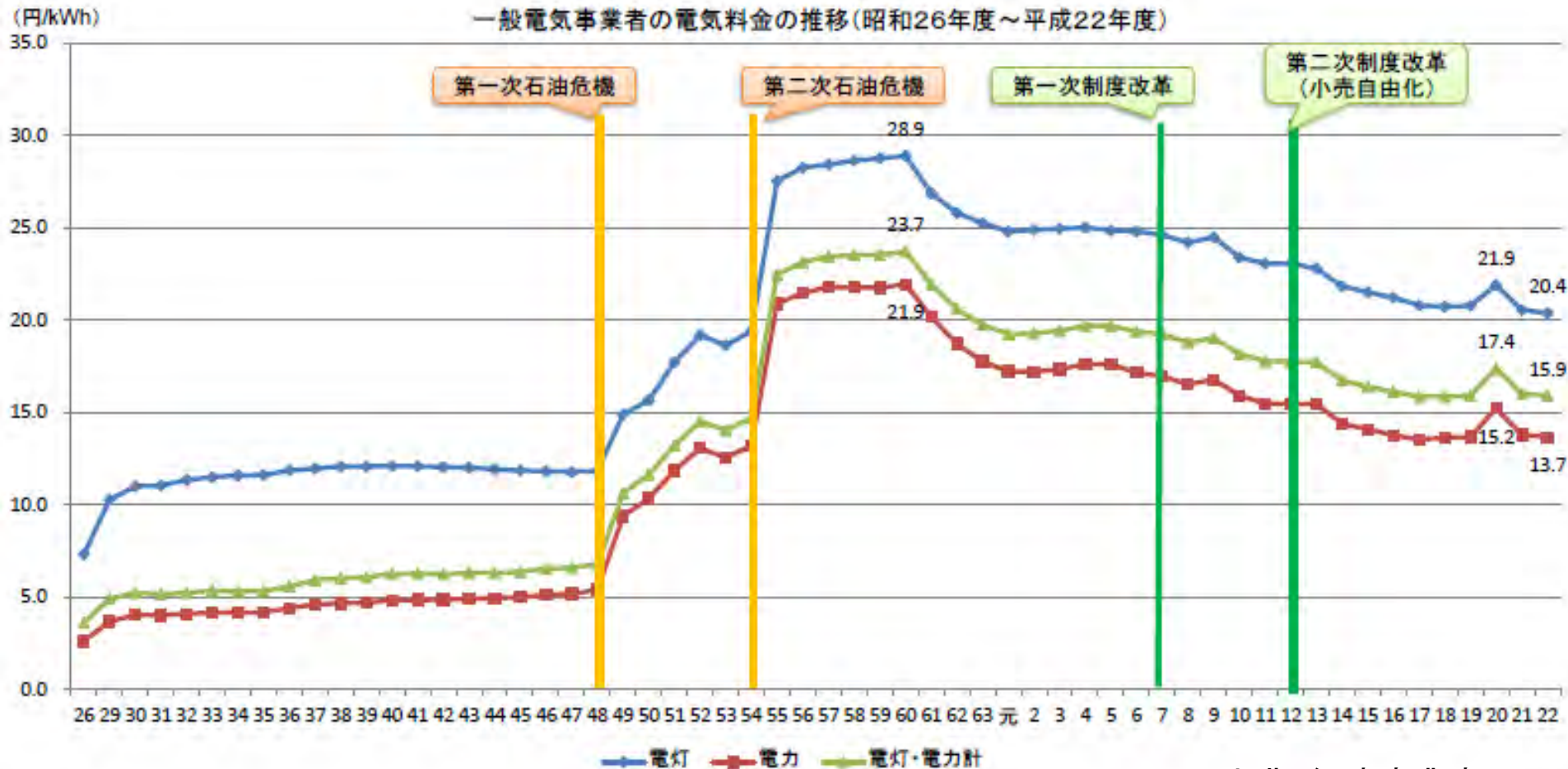
ΔV_n : 変動周波数 f_n の電圧変動分(実効値) [V]

α_n : 周波数 f_n における視感度係数で、ちらつきを最も感じやすい10Hzを1とした場合の感度

高調波：交流電流に重畳する、周波数の高いひずみ成分で、インバータやアーク炉などが発生源。

電圧ひずみ率基準：特別高圧系統・・・3%以下
配電系統・・・5%以下

電力料金の推移



出典: 経済産業省HP

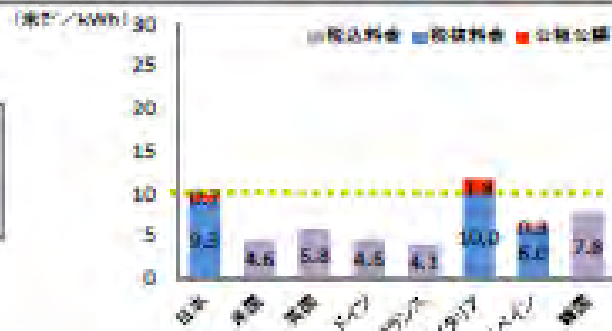
電力会社の販売収入を販売電力量で割った単価を示す。

「電灯」は家庭向け、「電力」は企業向け。

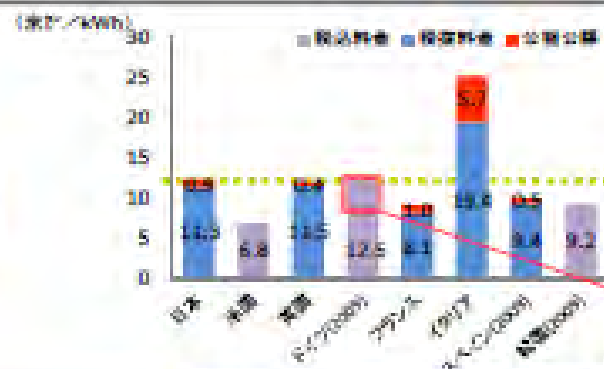
購買力平価換算による電気料金比較

- 2000年時点では、日本の電気料金は、産業用・家庭用ともにイタリアよりも低いですが、他の諸外国と比較すると非常に高い。
- 2010年時点では、為替レート換算の場合と同じく、内外価格差の縮小傾向が見られる。英国と同水準となった一方、米国、フランス、韓国と比較すると高い。ドイツについては、家庭用料金の水準に比して産業用料金が低くなっており、日本の電気料金と比べて、産業用は安く、家庭用は高い。

産業用



産業用

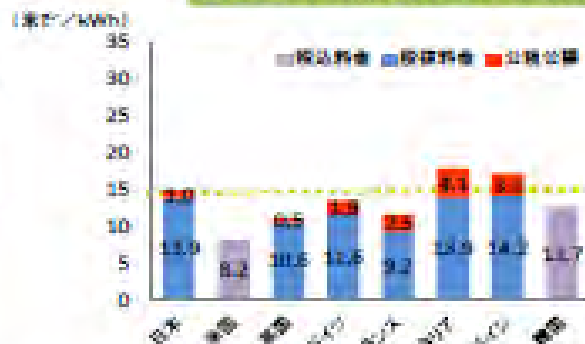


4割弱がFIT料金等
の公営公費に算入すると
考えられる

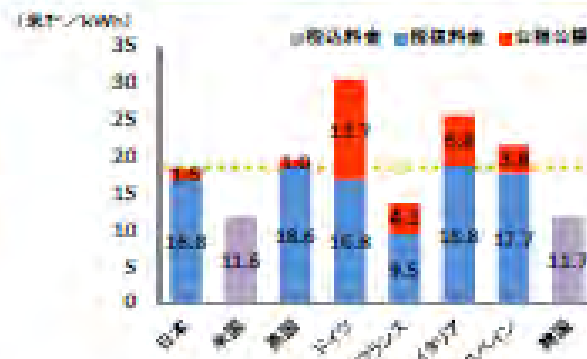
2000年(購買力平価換算)

2010年(購買力平価換算)

家庭用



家庭用



(出典)本資料は、国際電気料金比較研究会が、各国の電力会社から提供されたデータに基づいて作成された。

資料として、OECD/IEA "Energy prices and taxes 2013" "Energy prices and taxes 2007"を使用。

注) 本資料の1年間の平均電料金を算出した。平均電料金を算出した上で、送電料金部分と配電料金部分とを区分。

注) 本資料には、送電料金、配電料金だけでなく、FITによる発電料金、税が加算されている。税が加算されている国は、税が加算されている国と区別される。

注) 本資料の料金の中には、送電料金(送電料)の料金を含むものがある。送電料金は、送電料金のうちには送電料金の料金を含む。

注) フランスに於ける2008～2009年の送電料金の値上げは、IEAへの報告によれば送電料金の値上げの方向の異なるものがある。

注) 本資料の送電料金に於ける送電料金は、ドイツ連邦ネットワーク(Bundesnetzagentur, Bundesnetzagentur) - Statistik der Strom- und Gasnetze(2010年)

出典：経済産業省HP

新エネルギー 買取価格



太陽光	10kW以上	10kW未満	10kW未満 (ダブル発電)
調達価格	37.8円(36円+税)	38円(税込)	31円(税込)
調達期間	20年間	10年間	10年間



風力	20kW以上	20kW未満
調達価格	23.1円(22円+税)	57.75円(55円+税)
調達期間	20年間	20年間



水力	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
調達価格	25.2円 (24円+税)	30.45円 (29円+税)	35.7円 (34円+税)
調達期間	20年間	20年間	20年間



地熱	15,000kW以上	15,000kW未満
調達価格	27.3円(26円+税)	42円(40円+税)
調達期間	15年間	15年間

出典：
経済産業省HP

東京電力の資源構成の変化

エネルギー別発電電力量構成比(他社受電含む)

	平成13年度	平成22年度	平成24年度
原子力	44%	28%	0%
火力	49%	65%	93%
	LN(P)G	45%	62%
	石炭	10%	11%
	石油	9%	19%
	その他ガス	1%	1%
新エネ等	0%	1%	1%
水力	7%	6%	6%

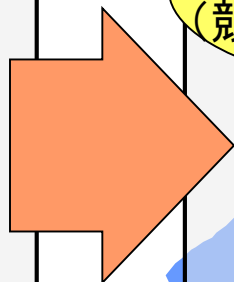
日本の技術の特色

電力を取り巻く厳しい環境

資源小国

自然環境
(四季, 地震, 台風)

社会環境
(狭隘・過密・高度情報化)



電力技術開発

エネルギーセキュリティ確保
(電源多様化, 新エネルギー)

貿易立国
(競争力確保, 技術力向上)

省エネルギー
(大容量・高効率化)

高信頼性

耐環境性

軽量・コンパクト化

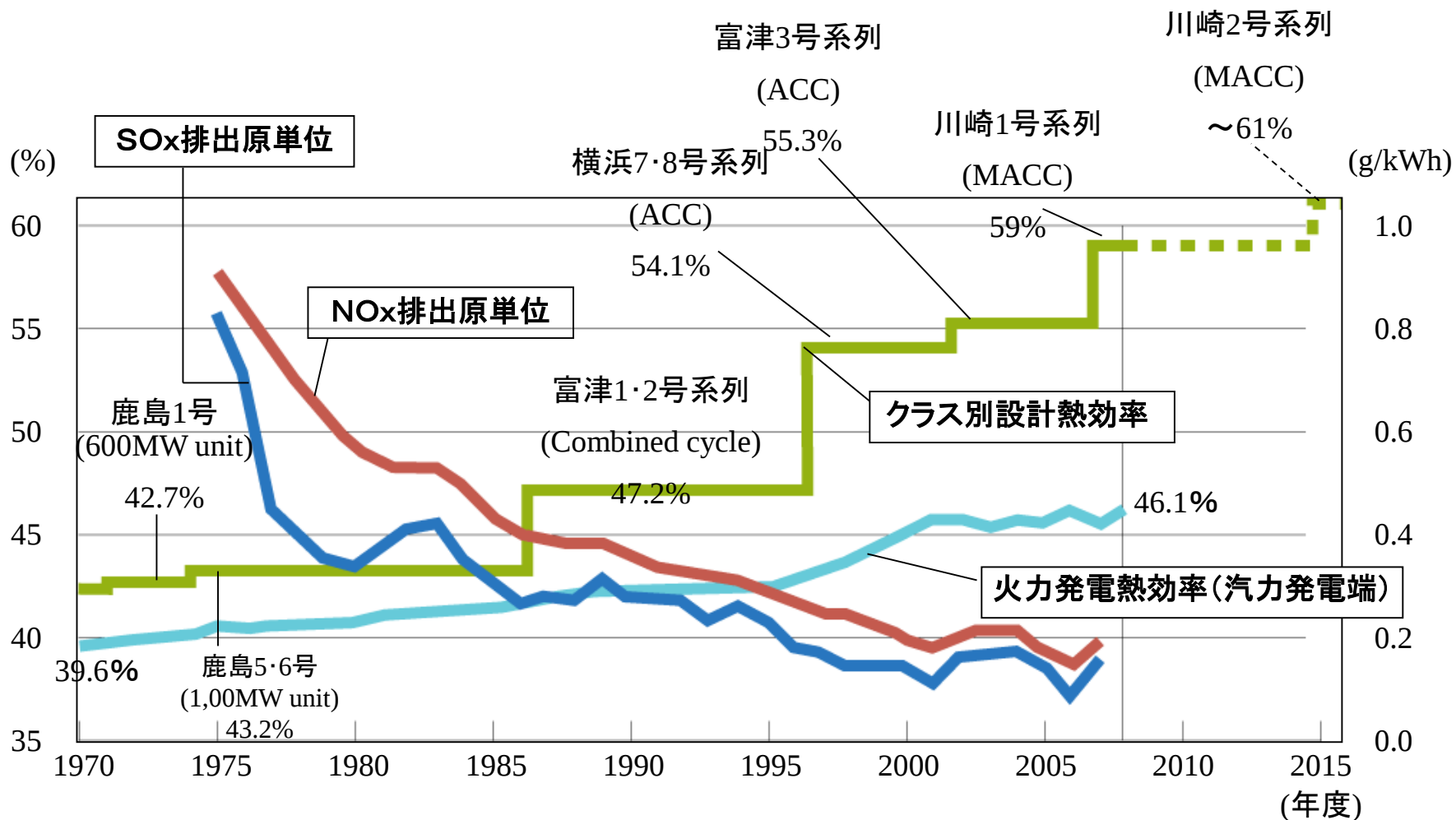
高信頼性

大容量化

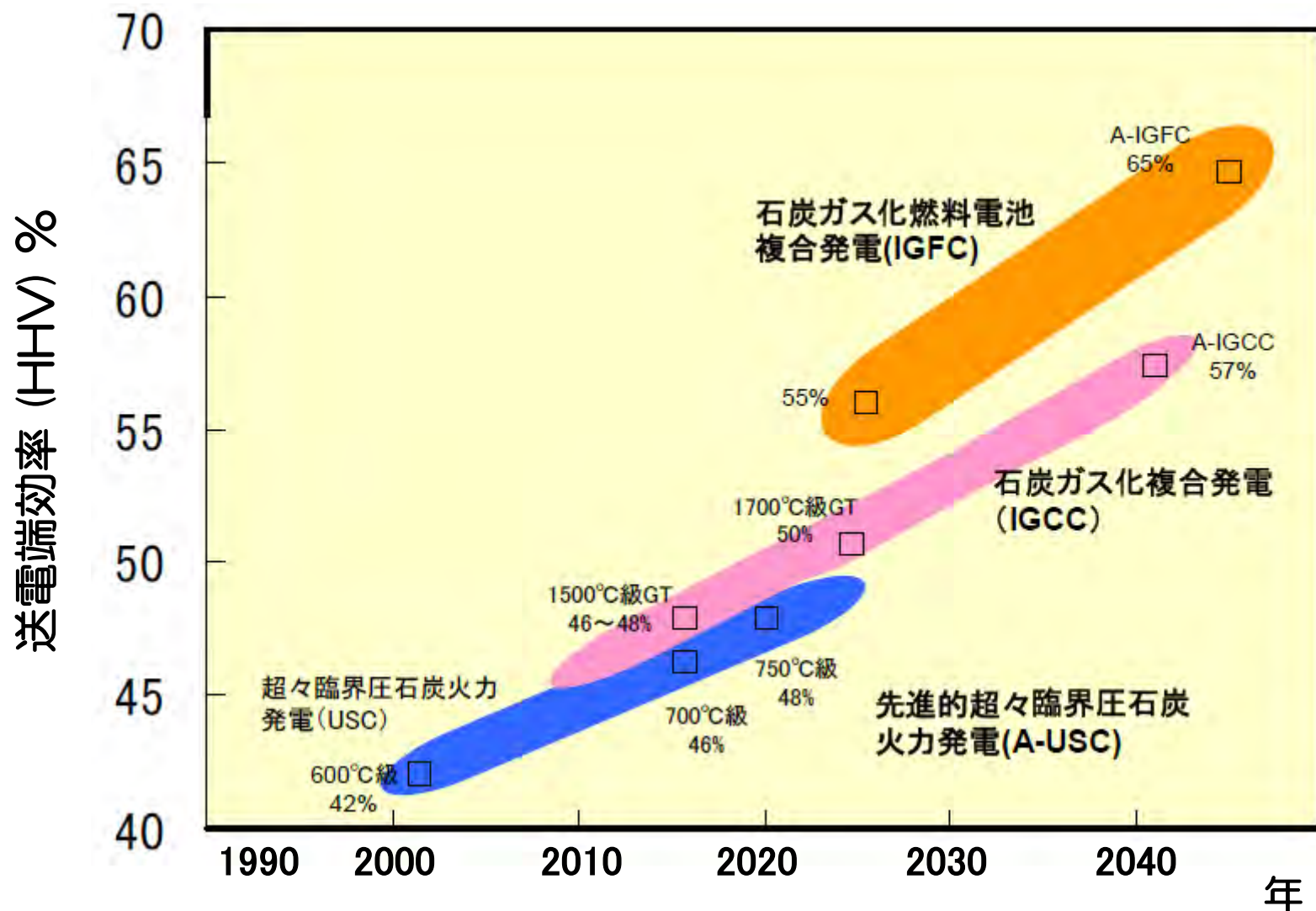
高効率化

環境対策

火力効率



石炭火力の高度化



出典：資源エネルギー庁資料

本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

東日本大震災(3.11)以降のエネルギー政策

1-3.大規模集中から「分散・再エネ」と「需給調整」を主要な成長戦略の柱にすべき

「大規模集中」

【前提】月単位、分単位で変動する需要に応じて電力会社が確実に供給

【大規模施設での発電と遠距離からの送配電】



震災(3.11)を受け、大転換

「分散・集約」+「需給調整」

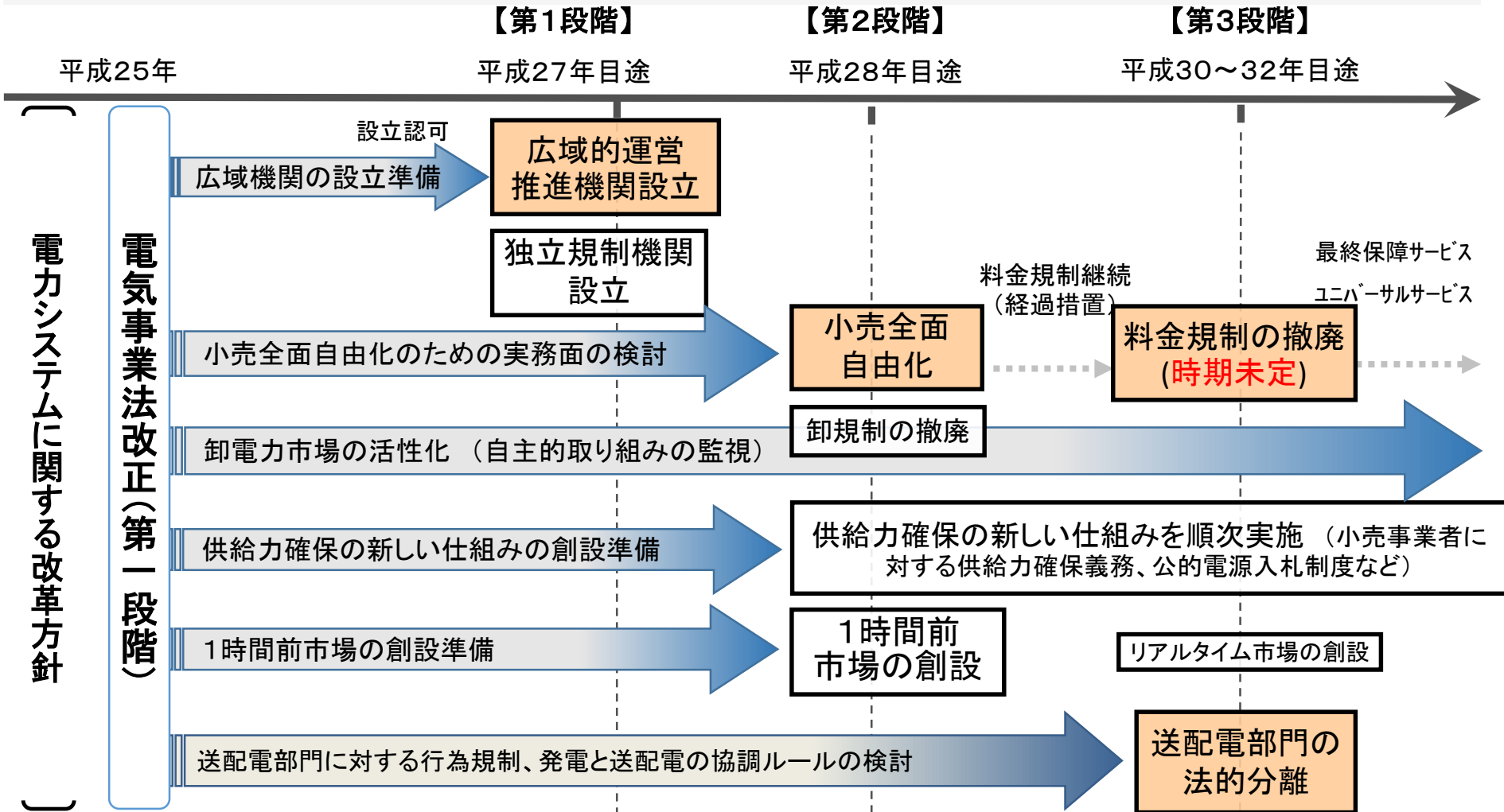
【前提】需要側と供給側が相互で調整する需給システム



出典:「東日本大震災復興事業から日本の成長戦略へ」2011年6月7日環境大臣国家戦略室資料

改革の工程表

- 法改正・実施を三段階に分けて、各段階で検証を行う
- 広域系統運用や小売参入の全面自由化は、順次実施。法的分離や料金規制の撤廃は、相当の期間を置き、事業環境なども踏まえたうえで実施



広域機関の業務

- 広域機関は、電気事業者が会員として加入義務を負う団体（電気事業法に基づく認可法人）とされ、以下の業務を行うとともに、会員に対して指示する強い権限を持つ。詳細については議論中

広域機関の役割

広域的運用

需給逼迫時の広域調整

⇒緊急時の対応

周波数の広域調整

⇒再エネ電源などの出力変動の吸収を支援

連系線利用の管理

⇒窓口一本化により利用者の利便性を向上

信頼度維持

中長期の計画の取りまとめ

⇒全国の需給見通しの責任、連系線の基本計画策定

短期の予備力の管理

⇒電気事業者の監視

中立性向上

系統アクセス業務の窓口

⇒電力会社の業務を一部移管

送電線の作業停止調整

⇒連系線に影響する送電線の補修時期などを調整

電力会社の送配電部門が守るべき各種ルールを策定

（経産大臣の認可事項）

出典：第1回制度設計WG資料をもとに作成

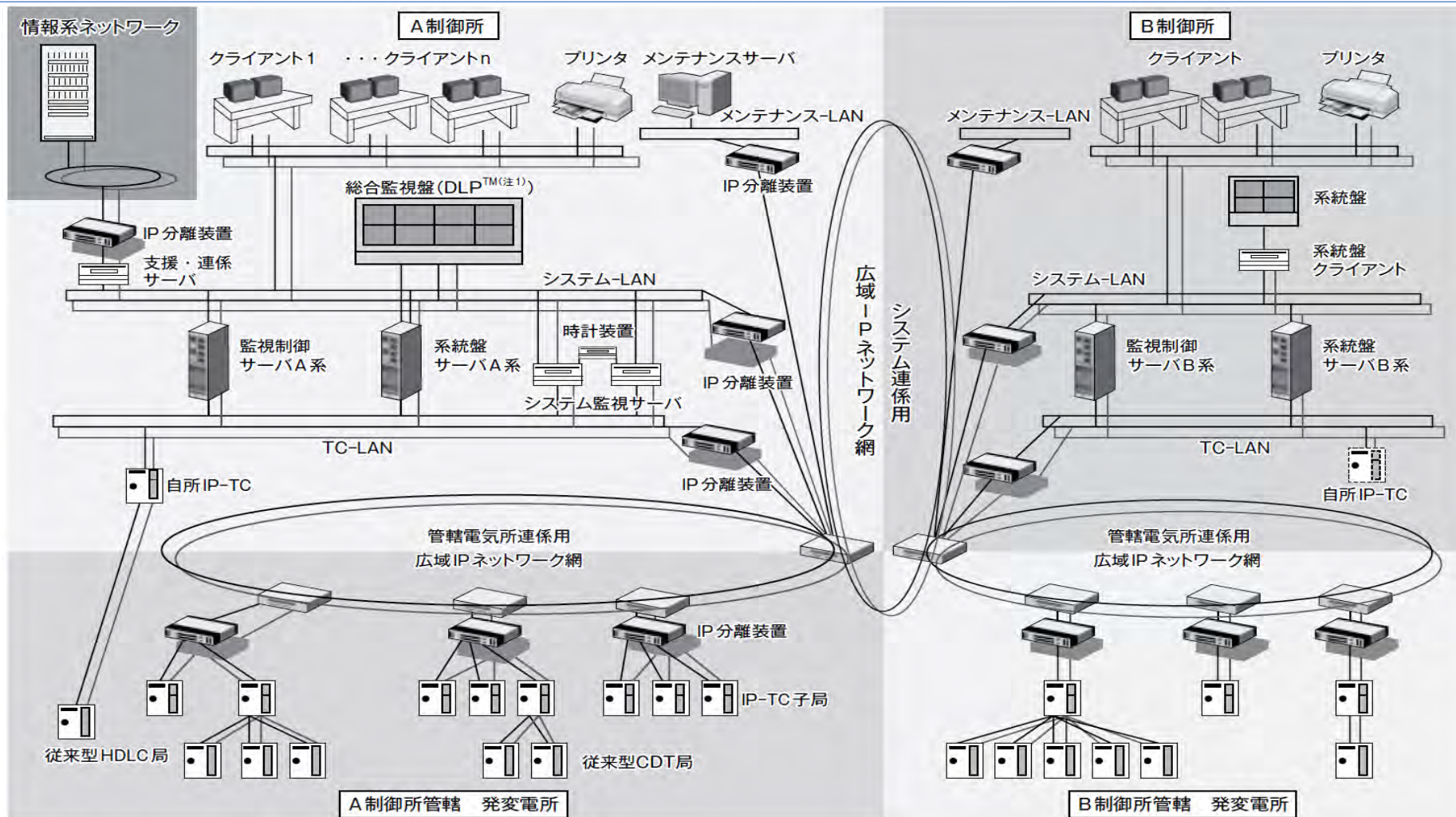
系統に求められるアンシラリーサービス

ーイギリスの例ー

サービスの種類	特徴
無効電力 (reactive power)	系統内の電圧バランス維持のための無効電力の供給(消費)。
周波数制御 (frequency control)	系統周波数の維持(49.5Hzから50.5Hz)のため、自動的に発電機出力を調整するサービス。周波数変動の大きさにより、常時サービス、随時サービスに分けられる。
ブラックスタート (black start)	広範囲な停電時(全系停電も含む)の系統復旧のために、系統からの電力供給を受けずに起動できる補助電源を装備した発電ユニットが行うサービス。
予備力 (reserve)	発電設備の事故や需要想定の誤差などから生じる需給アンバランスを解消するためのサービス。発電事業者と同様に、大口産業需要家(需要量の削減)からも供給させれるサービス。
系統制約調整 (constraints)	系統内の特定の送電線に発生する送電制約違反(過負荷潮流)を解消するために行われるサービス。

出典: 電力自由化と技術開発

広域ネットワークシステム制御システム



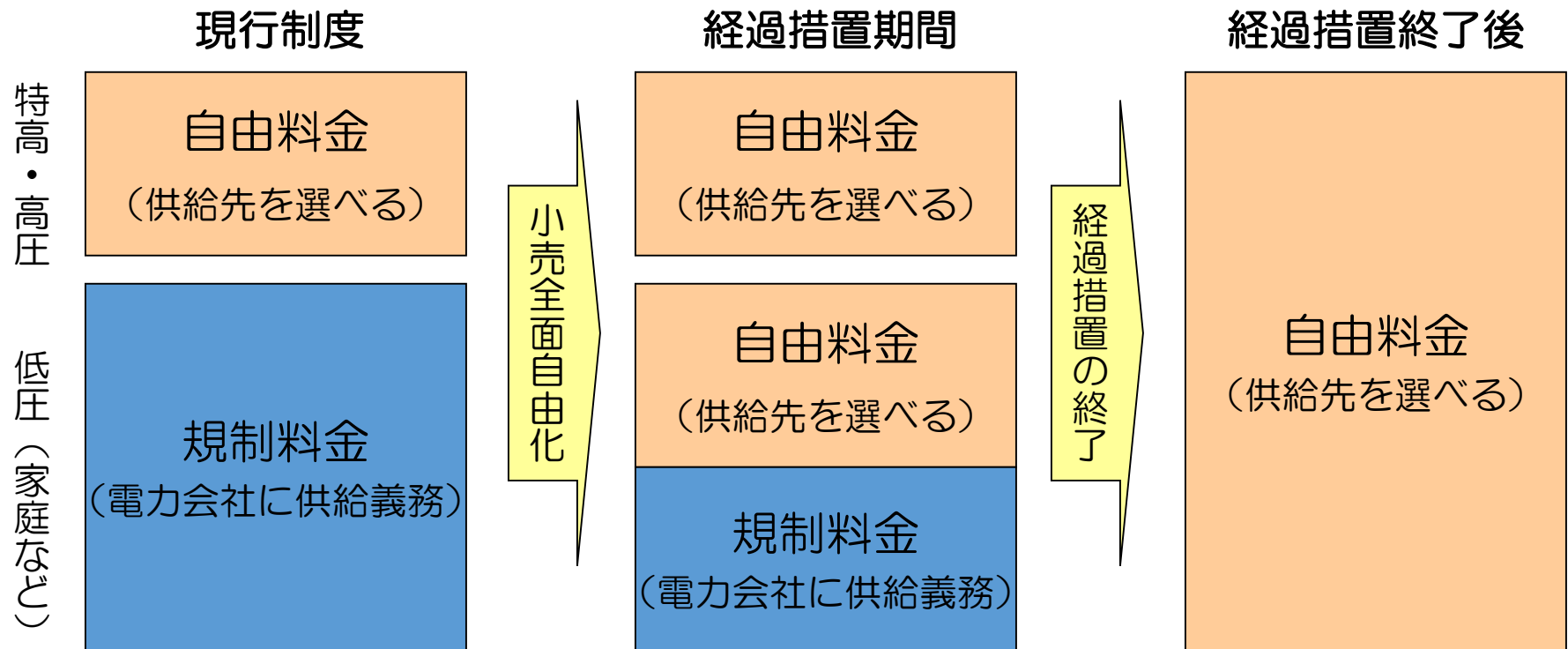
DLP : Digital Light Processing

広域ネットワーク分散型系統制御システムの構築事例

出典 東芝レビュー Vol63 No.4 2008

小売全面自由化と料金規制

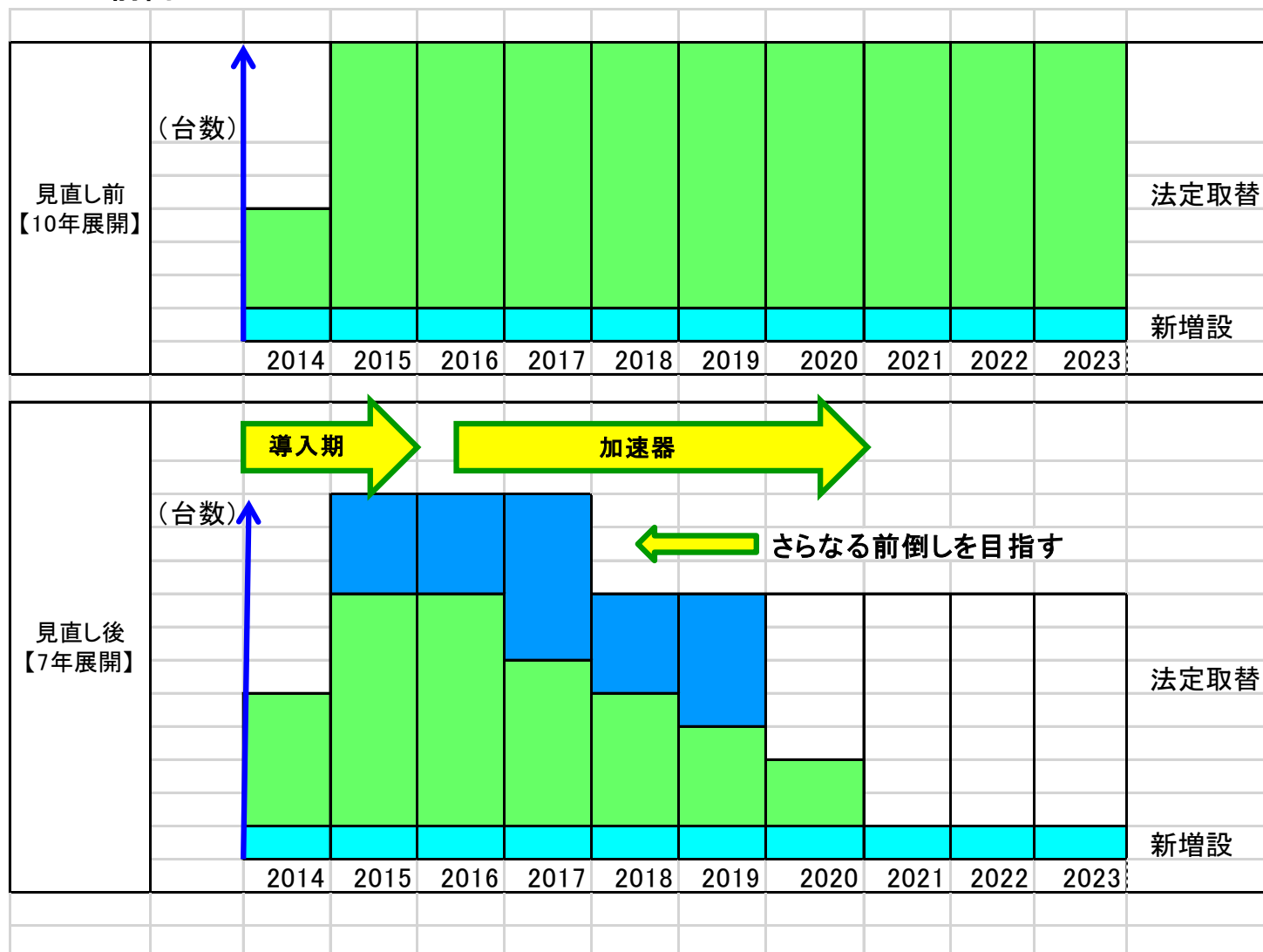
- 小売事業を全面自由化し、需要家の選択肢を拡大する
- ただし、小売参入の全面自由化後、需要家保護の観点から、一定の経過措置期間を設け、電力会社の料金規制を残す
- 経過措置の解除は、送配電部門の中立化、スマートメーターの導入や各種制度の整備、競争状況のレビューの結果を踏まえて行う



出典: 電力システム改革専門委報告書をもとに作成

スマートメーター設置の加速

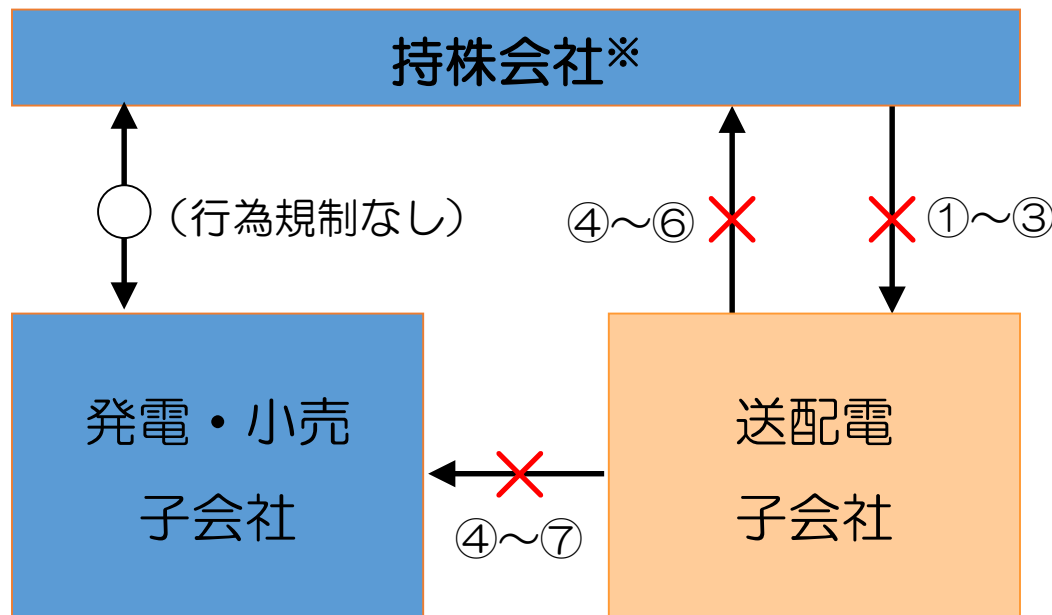
展開スケジュール前倒しのイメージ



送配電部門の中立性確保(法的分離・行為規制)

- 法的分離とは送配電部門を持株会社形態などへ別会社化すること。改革においては、電力会社の法的分離を実施する前提で作業を進める
- 送配電子会社は、発電・小売との兼業が禁止され、現行と同様に行為規制が課される。また、親会社も行為規制の対象になる。詳細は今後の検討事項

＜持株会社形態の場合＞



(親会社に対する行為規制)

- ① 送配電会社の意思決定への影響力行使、トップマネジメントに一定の規制
- ② 送配電会社との兼職禁止、親会社からの転籍・出向に一定の制限
- ③ 親会社から送配電会社への業務委託内容や、共同広告は一定の制限

(送配電会社に対する行為規制)

- ④ 情報の目的外利用の禁止
- ⑤ 差別的取り扱いの禁止
- ⑥ 会計分離
- ⑦ 発電・小売業務との兼職禁止

※ 以下については規制対象とならない。

- ・株主としての行為（独立性確保規制に反しない議決権行使、配当受け取り）
- ・スケールメリットを追求する行為（一括資金調達、送配電子会社への貸し付け、資材の一括購入など）

出典：電力システム改革専門委報告書をもとに作成

(参考) 改革後の発電、送配電、小売の各事業者の役割

A 発電事業者

- ①発電所の建設
- ②燃料の調達
- ③発電所の運転
- ④小売事業者(又は自社の小売部門(注))への電気の販売

B 送配電事業者

- ・ ①地域独占・料金規制、②料金による投資回収の保証、③供給責任を措置(最終保障サービス提供、需給バランスの維持義務等)
- ・ 中立性確保のための人事・会計等に関する規制

- ①送配電網の建設・保守
- ②電力系統の運用(各発電所への指令や、送配電網の運用による安定的な電力の供給)
- ③メーターの設置、電力使用量の検針
- ④「最終保障サービス」や「離島への料金平準化措置」の提供

C 小売事業者

- ①顧客に販売する電力の調達
(発電事業者からの購入、又は、自社の発電部門からの調達(注))
- ②料金メニューの開発・提供
- ③顧客への営業、各種サービスの提供
- ④料金の徴収

(注)同一事業者が小売部門と発電部門の双方を持つ場合。

発電事業者

小売事業者への販売契約

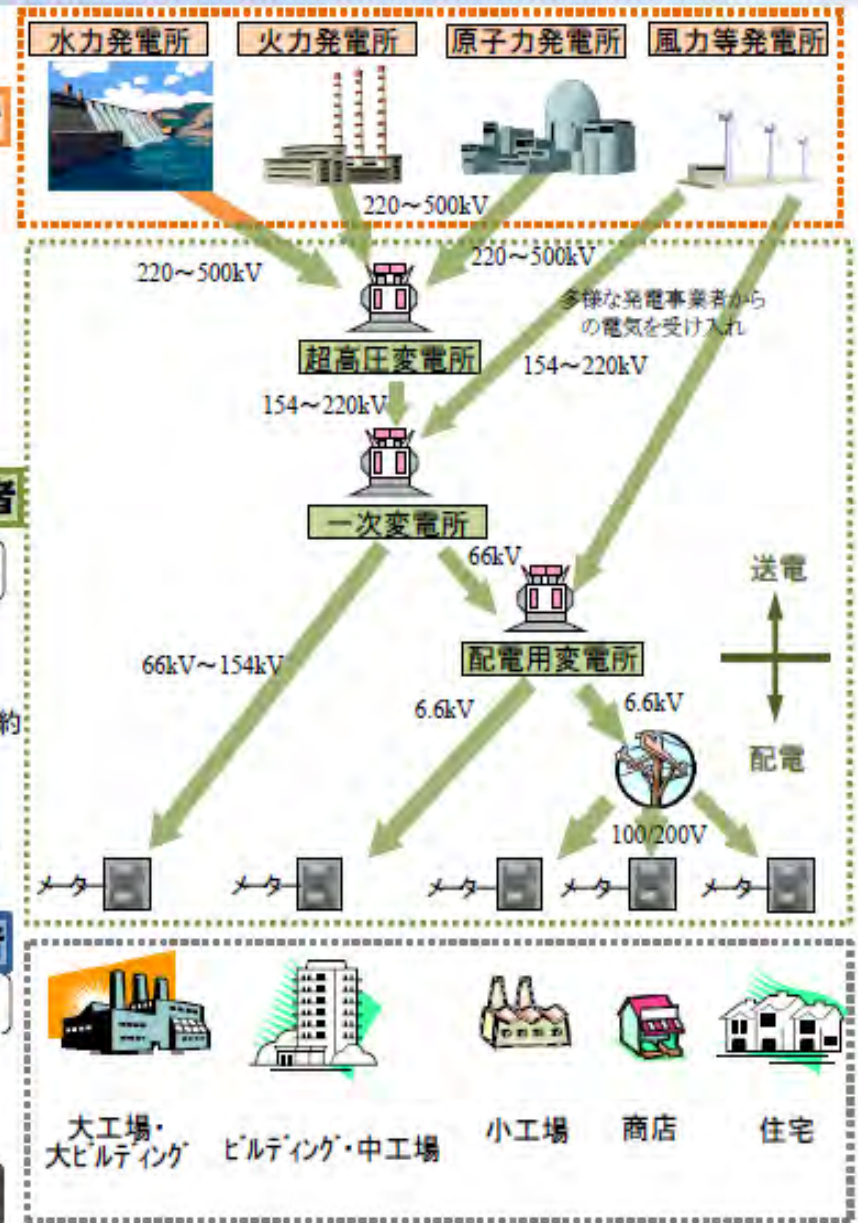
送配電事業者

〔地域独占・料金規制等〕
託送契約

小売事業者

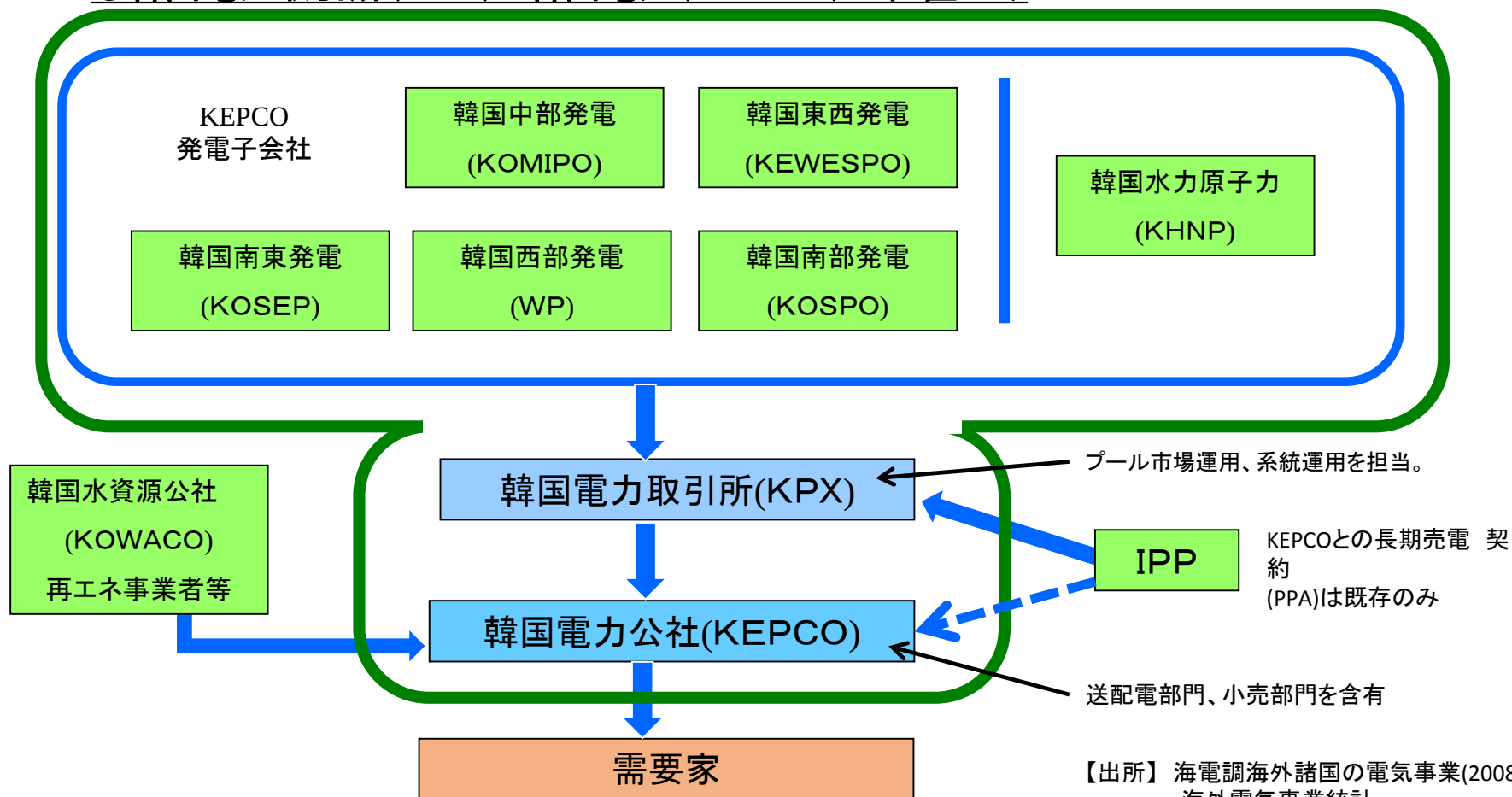
設備を保有する必要は無い
需要家への小売契約

需要家



韓国の供給体制

○韓国電力取引所(KPX)と韓国電力(KEPCO)の位置づけ

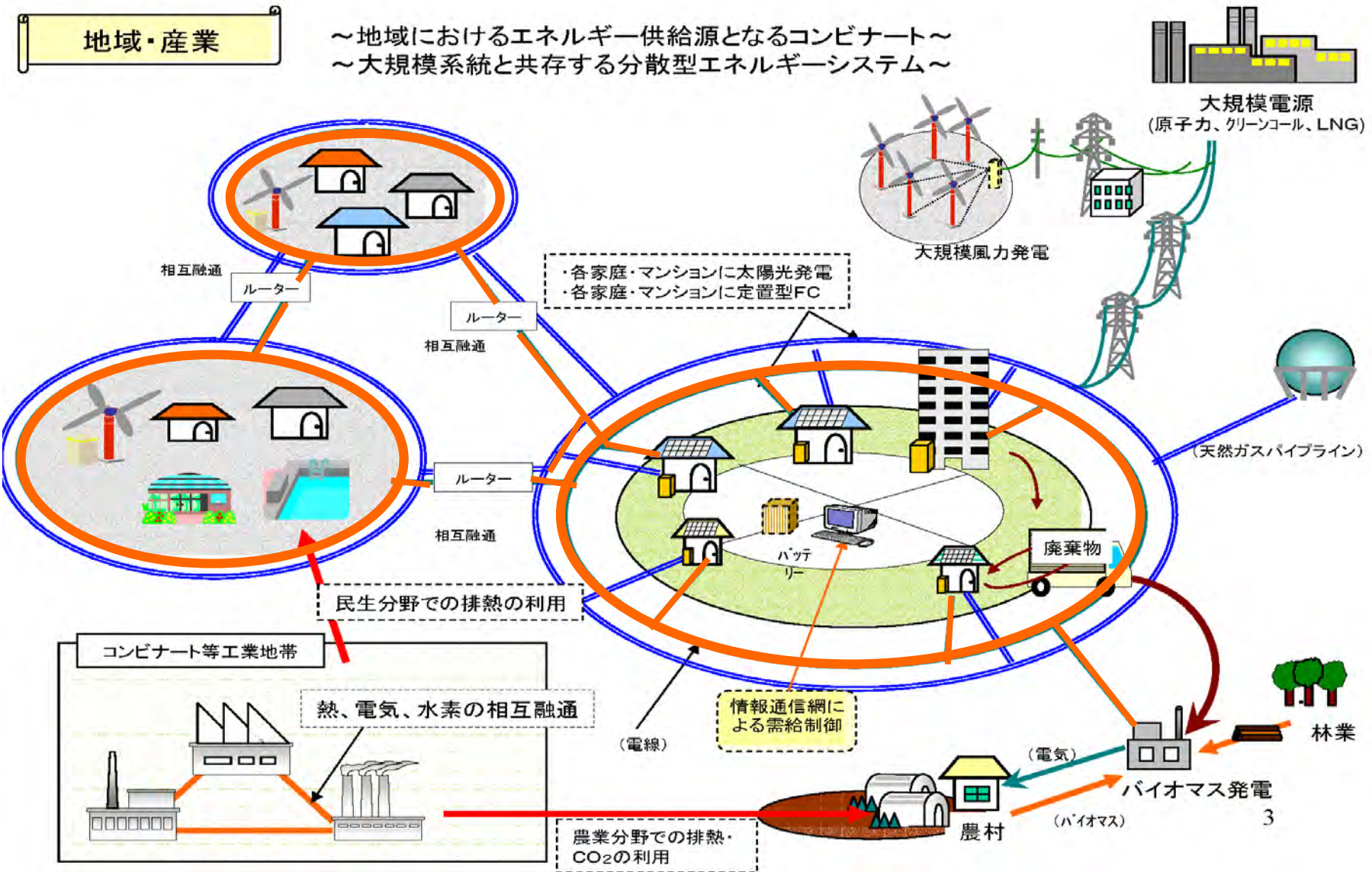


- 緑枠以内が自由化以前(2001年3月以前)の旧韓国電力(KEPCO)。
- 2001年以降は韓電の発電部門が分割、子会社化。韓国電力の出資比率は政府51%、民間49%
- 非営利の独立法人韓国電力取引所(KPX)がISO兼取引所として系統運用を担当。

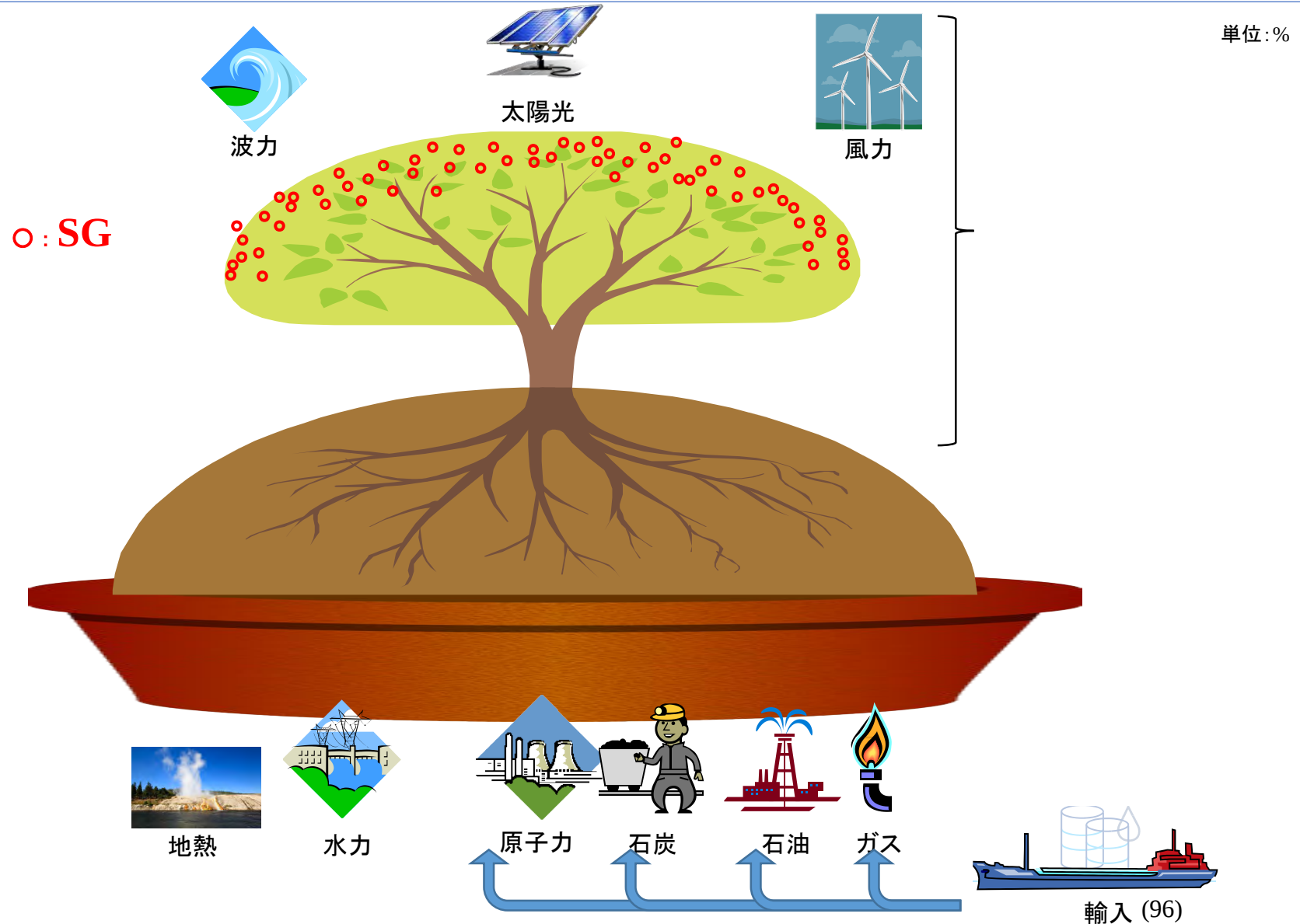
スマートグリッド

地域・産業

～地域におけるエネルギー供給源となるコンビナート～
～大規模系統と共存する分散型エネルギーシステム～

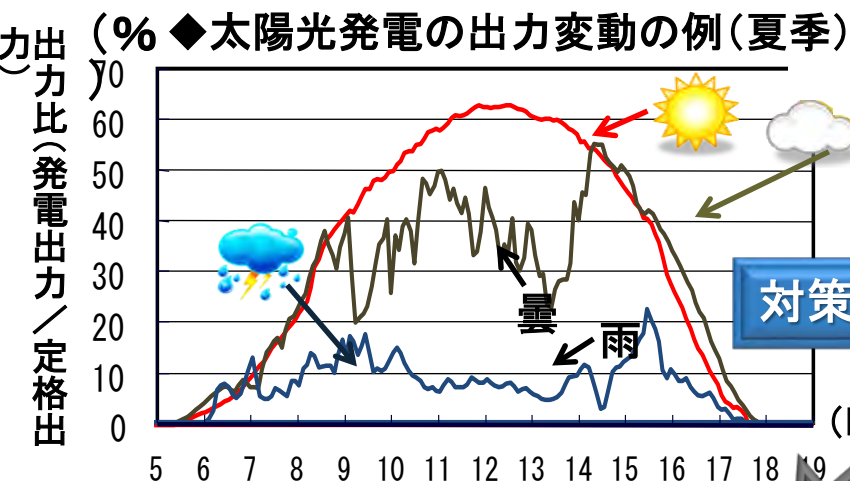


電力系統は50Hzで脈打つ大きな鉢植え

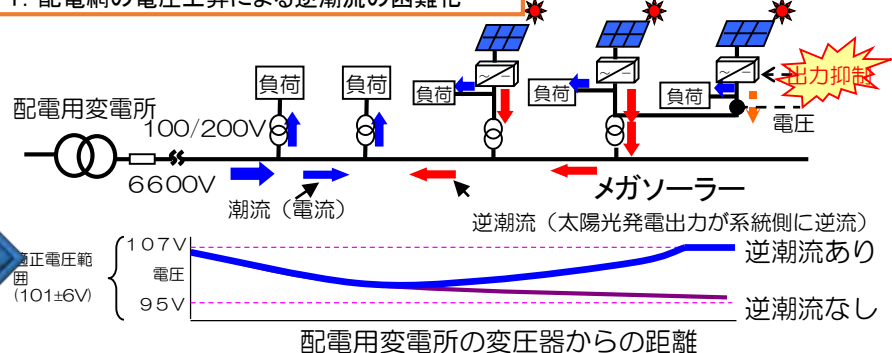


再生可能エネルギー大量導入時の系統対策

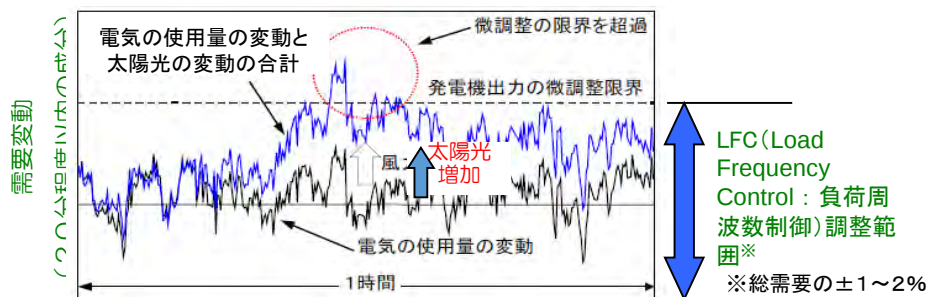
- 太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入により、電力ネットワークに余剰電力の発生、電圧の上昇、周波数調整力の不足といった課題
- 他方、IT技術の進歩と蓄電池の普及により、電力需給両面の制御を行うことで、電力の高効率なシステム(スマートグリッド)の構築が可能



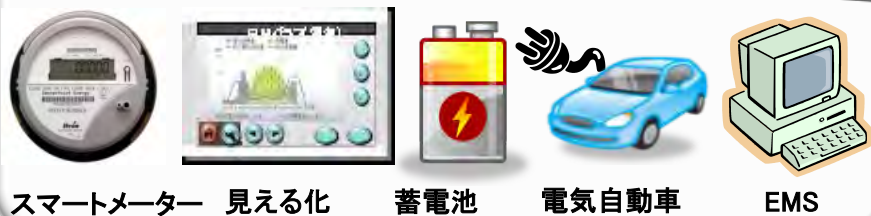
1. 配電網の電圧上昇による逆潮流の困難化



2. 周波数調整力の不足



電力需給両面の調整



スマートハウス・ビルの課題例

1. 5つの課題への対応状況と今後のスケジュール

①重点機器の下位層(伝送メディア)の特定・整備

・HEMSと各機器の間は公知な通信方式を用い、メーカーが独自仕様を用いないことを合意。

※例えば、Wi-Fi、Bluetooth、PLC等が考えられる。

・今年度中に、重点機器ごとの通信方式の詳細仕様(プロトコルスタック)を策定する。

②重点機器の運用マニュアルの整備

・運用マニュアルにおいて整備すべき項目を決定し、骨子として報告。

※具体的な項目としては、「事業者の責任分解点の整理」、「施工時の手順」、「カスタマーサポートの役割分担」等

・今年度中に、当該運用マニュアル第1版を策定・公表。

③他社機器との相互接続検証と機器認証

・相互接続検証や機器認証をサポートするため、神奈川工科大学に「認証センター」を11月21日に開所することを報告。

・今年度中に、中小企業を始めとする様々な事業者の参入を支援するための「開発支援キット」を整備する。

④国際標準規格との融合・連携

・海外規格との融合・連携を検証していくため、早稲田大学に「実証センター」を11月1日に開所することを報告

⑤DR技術・標準の調査研究

・全国共通に用いるデマンドレスポンスの手法として、既存方式である「OpenADR」をベースとした検討を進めることとする。

・今後、我が国のニーズに合わせた詳細仕様を策定していく。

2. デマンドレスポンスタスクフォースの立ち上げ

○上記課題⑤で示されたデマンドレスポンス手法の詳細仕様の策定を加速化するため、本検討会にデマンドレスポンスタスクフォース(DR-TF)を設置し、作業を進める(今年度中に策定)。

○また、エネルギー管理システム(BEMS)導入促進事業などとも連携し、デマンドレスポンスの普及の加速化を目指す。

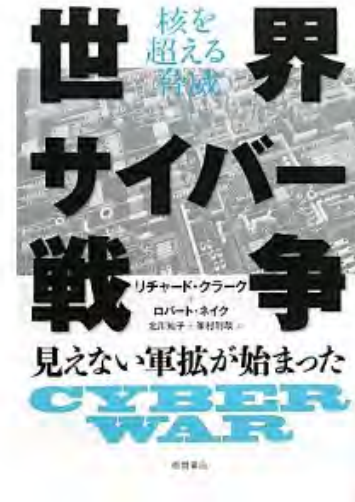
サイバー戦争への警告

1. 世界サイバー戦争 ー核を超える脅威

リチャードクラーク(元米国防総省)著

ロバートネイク(外交問題評議会)著

2011. 3 徳間書店



2. ブラックアウト

マルク・エルスベルグ

(ウィーンのコンサルタント)著

2012. 7 角川文庫



3. ダイ・ハード4. 0

『ダイ・ハード』シリーズ第4作。

日本公開 2007年7月



本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

太陽光発電・風力

再生可能エネルギーの導入ポテンシャル

	2010年実績 (括弧内は発電電力量に占める割合)	導入ポテンシャル／年
太陽光発電	16億kWh(0.2%)	930億kWh(注1) 1,770億kWh(注2)
風力発電	40億kWh(0.4%)	2,700億kWh(注3)
地熱発電	26億kWh(0.3%)	260億kWh(注4) 1,440億kWh(注5)
水力発電	858億kWh(8.5%)	1,390億kWh(注6)
バイオマス・廃棄物発電	33億kWh(0.3%)	300億kWh(注7)
合計	973億kWh(9.7%)	5,580億kWh(48%)～

日本の全発電電力量は2010年1兆1,569 億kWh

注1 コスト検証委員会による。一戸建てで設置可能なすべての屋根、マンションや公共施設、工場などに設置可能なすべての屋根に設置できた場合の数値

注2 NEDOによる。穏やかな制約条件で最大限設置した場合の202GWから算定

注3 コスト検証委員会による。保安林外・国有林外・自然公園外での陸上風力のポテンシャル

注4 コスト検証委員会による。国立・国定公園の特別保護地区・特別地域以外でのポテンシャル

注5 資源エネルギー庁による地熱の賦存量2,347万kWから算定

注6 資源エネルギー庁の包蔵水力調査による

注7 独)科学技術振興機構によるバイオマスの実際的供給可能量2,100万toe／年より算定

2100年の水力発電案

- | | |
|------------------|------------|
| 1. 既存水力 | 9 5 2 億kWh |
| 2. 工不庁調査 | 5 6 9 億kWh |
| 3. 今回試算増分 | 3 4 3 億kWh |
| 4. 流れ込み増分 | 1 4 億kWh |
| (合計) 約1900億kWh／年 | |

注：原油輸入量の20%削減に相当

出典：JAPIC水循環委員会

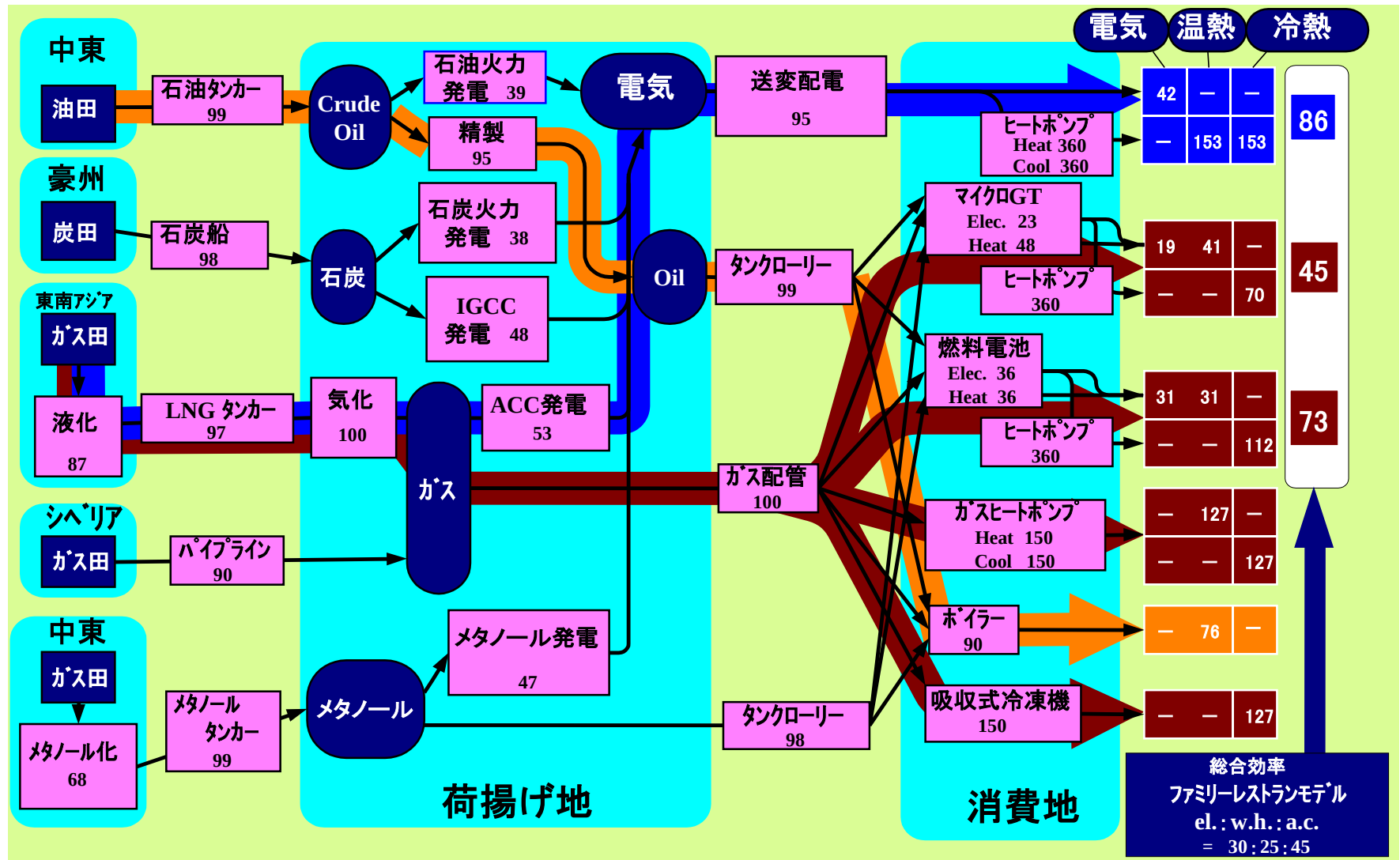
地熱

現在の技術と将来の技術による日本の地熱資源量の推定

地熱資源の種類	内容	発電設備容量 K W × 30年	対総量供給能力	下限深度
浅部高温地熱水系資源 (> 150°C)	現在技術 + 規制緩和で開発可能	2,347万kW	9.80%	約3Km
浅部中温地熱水系資源 (150 ~ 120°C)	現在技術 + 規制緩和で開発可能	1,060万kW	4.42%	約3Km
浅部低温地熱水系資源 (120 ~ 53°C)	現在技術 + 規制緩和で開発可能	833万kW	3.50%	約3Km
深部EGS発電資源	比較的近い将来技術	7,700万kW	32.10%	約5Km
マグマ発電資源	超未来技術	7.48億kW	311.70%	約10Km

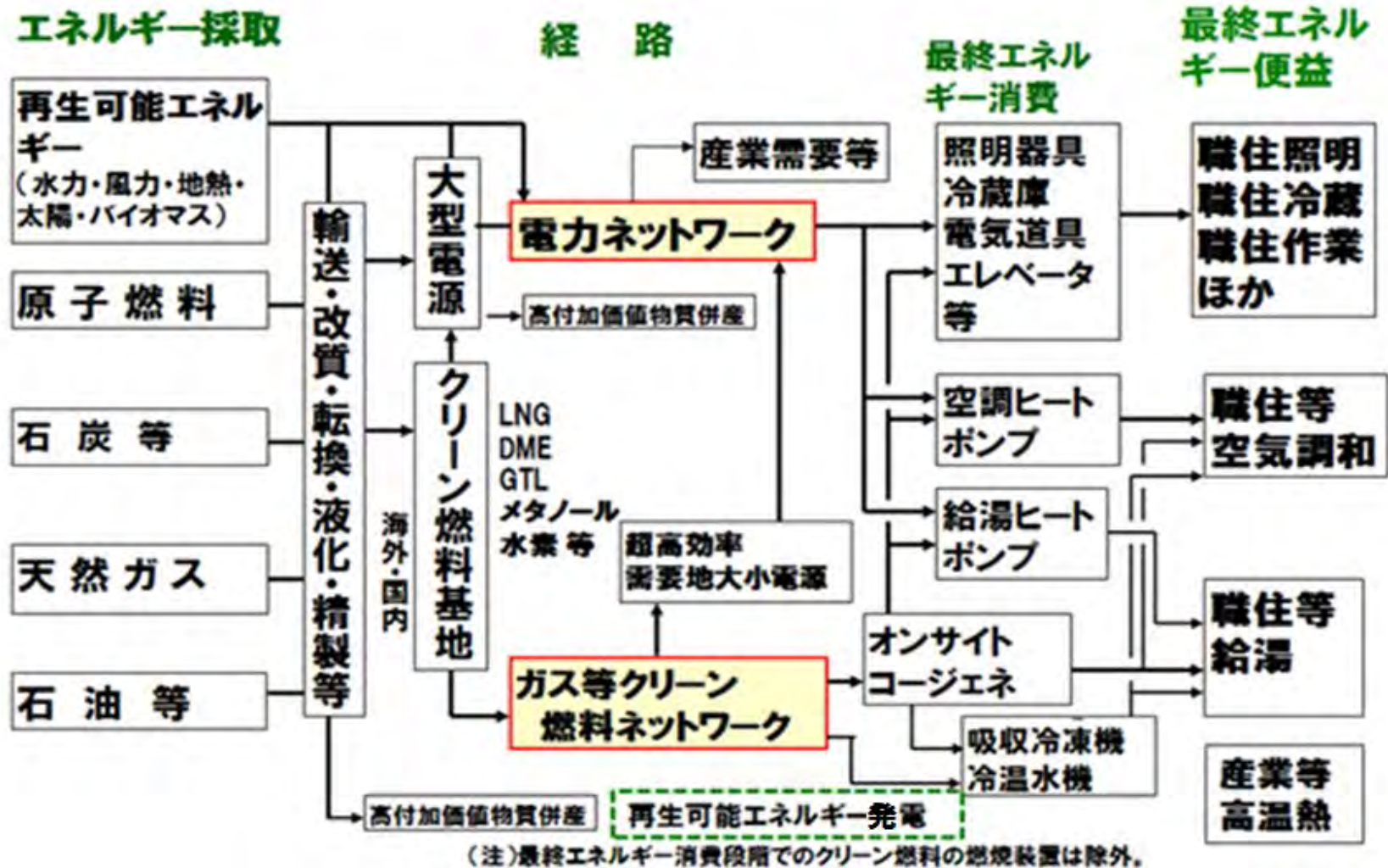
日本の総電力設備容量: 2. 40億kW(2009年度実績・近年減少傾向)

効率に関するエネルギーフロー



出典: エネルギーフローに基づく最適エネルギーシステム、2000年10月 <Unit: %>
(一部データを最新値に更新)

エネルギーチェーンの最適化(便益から考える)



本日の講演内容

I IT時代

II 皆様の電力

ーその量・質・コスト・セキュリティー

III 電力システム改革

III－1 2011.3.11以降のエネルギー政策

III－2 段階をふむ改革

第1段階：2015年目途「広域的運営機関設立」

第2段階：2016年目途「小売全面自由化」

第3段階：2018～2020目途「送配電部門の法的分離」

III－3 スマートグリッド

IV 日本の資源

IV－1 資源の諸相

IV－2 エネルギーチェーン

V 改革への理解と参加

科学技術と社会の供進化のための市民側の課題

共進化のための市民側の課題

- ・合理的・科学的な議論の知的基盤(リテラシー)はあるか

リテラシーとは

基礎的な知識 × 合理的・科学的考え方

合理的考え方とは

複雑さという概念の理解

確率・リスクに関する理解

数字の裏の意味を知ろうとする意識

失敗の意味を理解する力

専門性を尊重する謙虚さ

不安に支配されてしまわない判断力

- ・公民として説明を聞く姿勢
- ・意志決定は情緒的でも、合理的に議論をする姿勢

出典 日本経済新聞社 社友 鳥井弘之氏

米国の施策



国際競争力を高める米国の教育戦略

技術内容スタンダードの達成目標の概要 (ITEAプロジェクトより)

第3章 技術の本質

	スタンダード	幼稚園－第2学年	第3学年－第5学年	第6学年－第8学年	第9学年－第12学年
1	技術の性格と範囲	・自然界と人工の世界 ・人間と技術	・自然物と人工物 ・道具、材料、技能 ・創造的思考	・技術の有用性 ・技術の開発 ・人間の創造性と動機 ・製品需要	・技術の本質 ・技術普及の速度 ・合目的研究 ・技術の商業化
2	技術の中核的概念	・システム ・資源 ・プロセス	・システム ・資源 ・必要条件 ・プロセス	・システム ・資源 ・必要条件 ・トレード・オフ ・プロセス ・制御	・システム ・資源 ・必要条件 ・最適化とトレードオフ ・プロセス ・制御
3	技術相互の関連性と、 技術と他教科の関係	・技術と他教科との 結びつき	・技術の結合 ・技術と他教科との関 連性	・システムの相互作用 ・技術的環境の相互関係 ・他教科の知識と技術	・技術移転 ・発明と改良 ・知識の保護と特許 ・技術的知識と科学、数学の発達との相互関係

第4章 技術と社会

「国際競争力を高めるアメリカの教育戦略」国際技術教育学会著(教育開発研究所,2002)より

	スタンダード								
4	技術の文化的、社会的、経済的、政治的な影響	8	設計の特質についての理解	12	技術的製品とシステムを使用し、保守する能力	16	エネルギーとパワー技術についての理解	20	建設技術についての理解
5	環境に対する技術の影響	9	工学設計についての理解	13	製品やシステムのインパクトを評価する能力	17	情報と通信技術についての理解		
6	技術の開発と利用における社会の役割	10	問題解決におけるトラブルシューティング、研究開発、発明、イノベーション、実験の役割	14	医療技術についての理解	18	輸送技術についての理解		
7	歴史に対する技術の影響力	11	設計プロセスを応用する能力	15	農業とそれに関するバイオテクノロジーについての理解	19	製造技術についての理解		

日本の施策(例)

“科学技術の智”プロジェクト

(URL : <http://www.science-for-all.jp>)

【目的】

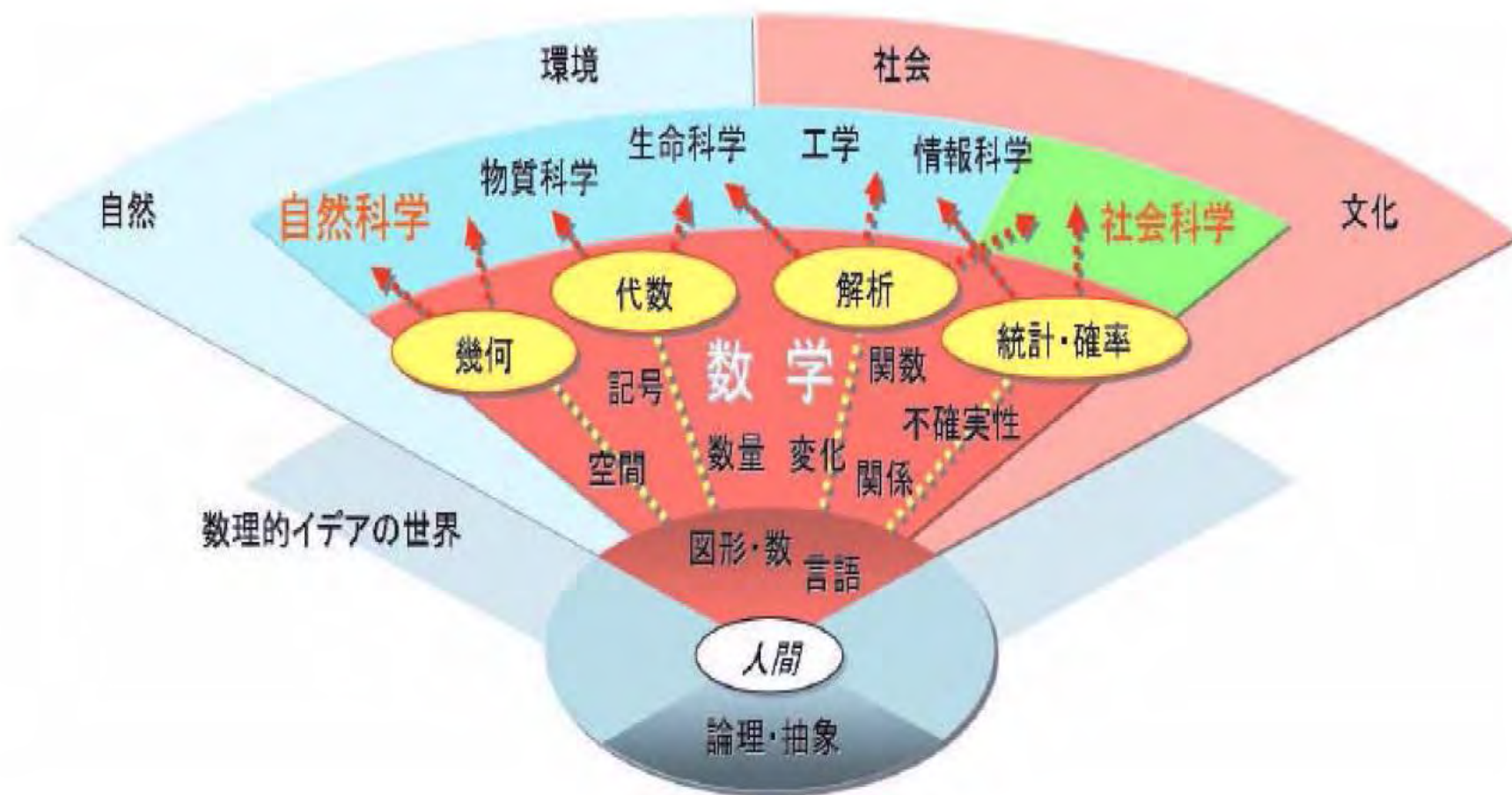
- ・ 民主主義国家の主権である国民が、国の未来を検討、判断するために、身につけておくべき科学技術の基礎的知識や考え方をまとめた。身近に、生活に密着して理解できるよう、従来の学問分野や教科の枠を超えて体系的に整理した。

【活動】

- ・ 7つの専門部会を設置
(/ 数理科学, / 生命科学, / 物質科学, / 情報学, / 宇宙・地球・環境科学, / 人間科学・社会科学, / 技術)
- ・ 参加委員：約150名
(科学者, 教育学者, 技術者, マスコミ関係者など)
- ・ 総合報告書作成 (2008年6月)

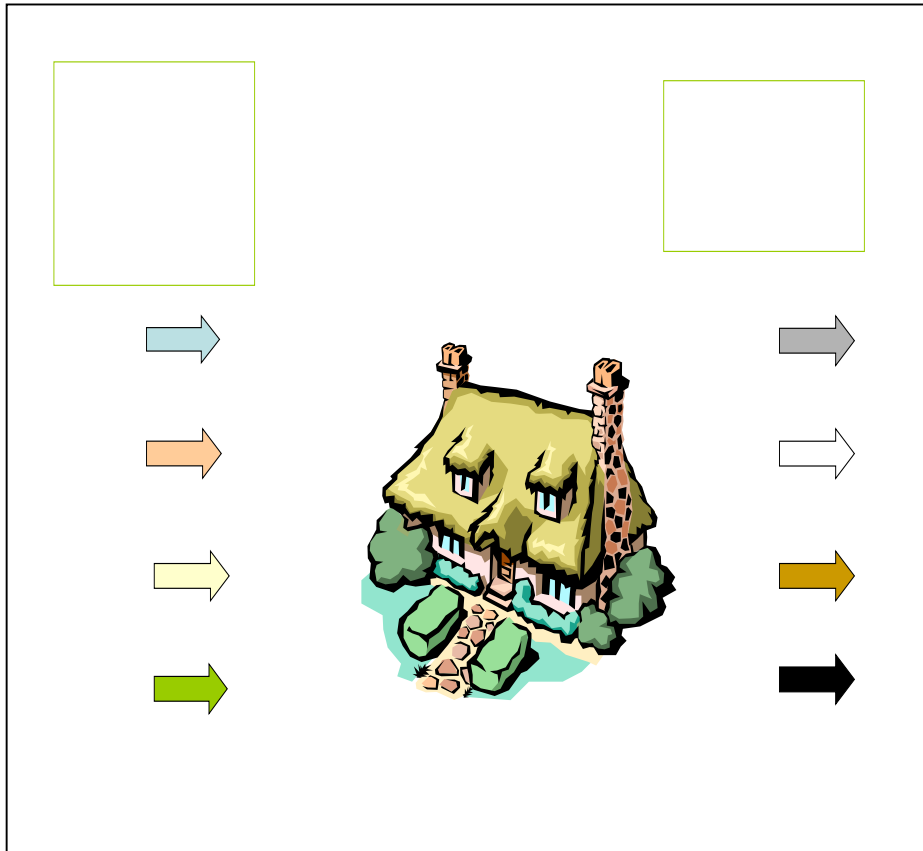
数理科学の例

1. 数理科学

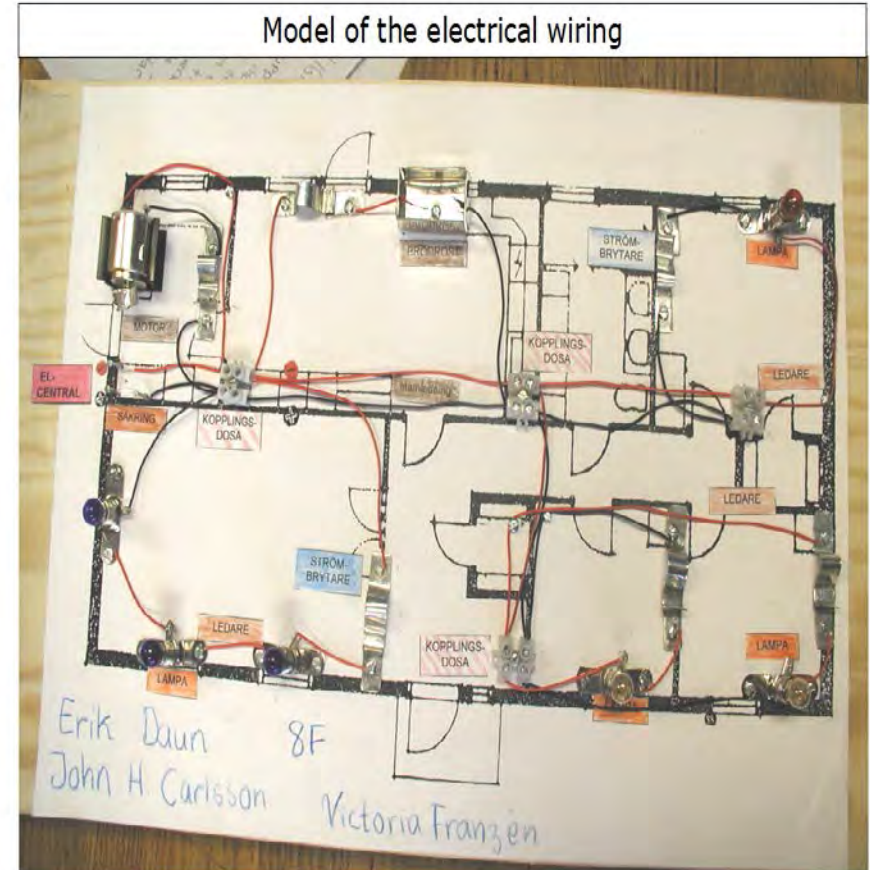


スウェーデンの教材から

ドリームハウス



屋内電気配線モデル



出典：持続可能な社会のための エネルギー環境教育
～欧米の先進事例に学ぶ～
2008年1月31日初版発行
社団法人科学技術と経済の会 監修

ご清聴

ありがとうございました。