

# 電力システム改革に伴う論点と ステークホルダーにかかる論点

**(一財) 日本エネルギー経済研究所**

化石エネルギー・電力ユニット 電力グループ

永富 悠

## 問題意識

- わが国において電力システム改革を進めていくにあたり、今後より具体的な影響が広がっていくことが考えられる。
- その中で、“**何が**”課題となるのか、その影響は“**どの程度**”であるのかを把握するにあたり、欧米での先行事例が重要になる。
- また、上記について現段階での日本国内の市場参加者の認識、見立てを整理することは今後の我が国の電力システムを見る視点として有用である。

## 背景

- 弊所は平成27年度電源立地推進調整等事業(国内外における電力市場等の動向調査)において、各国の電力市場の動向や体制等に関する情報収集を行った。
- 同調査において、将来的な電力市場のあり方の検討のための情報収集及び多様な論点について有識者等へのヒアリング調査を行った。
- 本報告は委託元である経済産業省様の上意を得て、本事業の成果の概要を紹介するものである。

- 1. システム改革の進展に伴う論点**
- 2. 欧米における電力システム改革**
- 3. 日本のシステム改革の見通しと論点**
- 4. システム改革の論点とステークホルダーの論点**
- 5. まとめ**

# 1. システム改革の進展に伴う論点の例

エネルギー問題を考える際の共通視座としてのS+3Eに関して、システム改革はどのような影響を及ぼすことが考えられるか

## Energy Security + S → 電力の安定供給は確保されるか？

- 電力分野の投資は継続的に行われるか？
- 外資の参入とその規制のあり方は？
- 送配電ネットワークのあり方



- ✓ 市場設計
- ✓ ファイナンス
- ✓ システム運用
- ✓ ガイドライン等

## Economic Efficiency → 経済的な影響は？

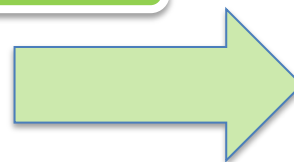
- 産業内外アライアンスの見通しは？
- 電気料金への影響と産業立地への影響は？
- 電気事業におけるファイナンスのあり方
- 先進機器の普及、新たなサービスは？
- 国際展開・標準化戦略



- ✓ 産業論
- ✓ 資源調達
- ✓ ファイナンス
- ✓ 市場設計
- ✓ 技術開発
- ✓ 国際戦略

## Environment → 環境負荷を抑えることができるか？

- 低炭素電源含む電源構成のあり方は？
- 電気事業におけるファイナンスのあり方は？



- ✓ 技術開発
- ✓ ファイナンス
- ✓ 市場設計
- ✓ 環境規制

# 2-1. 欧米における電力システム改革

1990年代：各地域で取引所の開設や一部市場の自由化等、伝統的な自由化モデルに基づき改革が実施された

2000年代半ば：安定供給確保に向け、技術的ルールの見直しが進められた

2010年頃：再生可能エネルギー発電の導入が拡大し、同電源の系統統合と卸電力価格低迷や安定供給確保に向けた見直しが進められているところ

## 第1段階：実験段階（1990年代）

民営化・アンバンドリングの実施、プール市場（取引所）の導入、小売自由化を実施

## 第2段階：広域市場形成への取組みと課題の表面化（1990年代末～2000年代初頭）

地域独占打破に向けたパンケーキ問題解消への取組み、カリフォルニア電力危機（価格スパイクの問題）、エンロン経営破綻（市場操作の問題）、北米北東部停電・イタリア停電（系統の安定運用確保と連系線増強）等

## 第3段階：安定供給確保に伴う見直し（2000年半ば～2010年頃）

適正な卸電力価格の確保と市場操作防止（市場支配力抑止）、系統安定運用確保に向けた系統運用機能の再評価、連系線増強への公的関与強化

## 第4段階：再生可能エネルギー発電系統統合への取組み（2010年頃～現在）

FIT電気の市場投入に伴う卸価格低迷（電気事業者の収益悪化）、容量メカニズム導入、予備力運用見直し（広域化等）、スマートグリッド（デマンドレスポンス、蓄電池活用等）

## 2-2. 電気事業における日米欧比較

	日本	欧州	米国
<b>発電</b>	一般電気事業者の地域独占度が高い	EDF、E.on、RWE等の主要電力会社のシェアが高いが、多数の事業者あり（各国では高い独占力が維持される傾向）	支配的事業者が少なく、多数の事業者が存在（全体で3,000社程度（民営・公営））
<b>原子力発電</b>	一般電気事業者9社、日本原電、（JPower（建設中））	EDF、E.ON、RWE等	Exelon、TVA、NextEra Energy、FirstEnergy等
<b>送電</b>	一般電気事業者の地域独占、連系線等をJPOWERが保有	ドイツ等を除き、多くの国で一国一送電会社（国有ないし政府が黄金株を保有することが多い）	送電設備保有者300社以上、送電系統運用者130社と多数の事業者 広域送電機関（ISO・RTO）が7機関設立されている。
<b>配電</b>	一般電気事業者の地域独占	公営を中心に各国に数百社程度	民営、公営、協同組合営等、3,000社程度
<b>小売供給</b>	一般電気事業者の地域独占度が高い（東京・関西での新規参入率が高い）	主要事業者（3社）のシェアが5割～9割程度、支配的事業者がいる国で競争促進策	自由化州では大口で競争度高く、小口は低い傾向 自由化未実施州では地域独占供給
<b>規制</b>	経済産業省内に行政部門のエネルギーと競争政策を担う電力取引監視等委員会を設置	行政部門のエネルギー環境省と競争政策を担う独立規制機関が分離	連邦・州で権限が分かれる。連邦・州で行政部門のエネルギー環境部局と競争政策を担う独立規制機関が分離
<b>競争政策</b>	2016年4月から小売全面自由化予定	小売全面自由化	北東部やテキサス州等で小売全面自由化、部分小売自由化、自由化未実施州も多い

## 2-3. 欧米の電力システム改革の現時点の成果

- 自由化を進めた欧米では、ドイツ、フランス及びイタリアの企業が総合エネルギー企業化、国際展開の拡大を進めたが、英米からは登場しなかった。
- 総合エネルギー企業化、国際展開の拡大は高燃料価格化が進んだ2000年代である。
- 近年は再生可能エネルギー発電導入拡大に伴う卸電力価格の低迷で、多くの総合エネルギー企業の収益が悪化しており、発電投資確保が課題になっている。

	システム改革の効果	課題
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 効率的な卸電力市場の広域運営化（東部系統は南東部を除き RTO*化）、小売新規参入拡大</li> <li>● 米国資本の国際的な総合エネルギー企業なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石炭火力からガス火力・再エネ電源への転換</li> <li>● 老朽化した系統の整備</li> </ul>
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 合併により4大電力会社の寡占化（うち1社が外資）</li> <li>● 2社が総合エネルギー企業化、国際展開の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガス火力発電の維持</li> <li>● 脱原発</li> <li>● 再エネ拡大でシステム改革を見直し中</li> </ul>
イギリス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自由化当初は新規参入が進んだが、2000年代にビック6の寡占化（うち4社が外資）</li> <li>● イギリス資本の国際的な総合エネルギー企業なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 発電、小売の寡占化</li> <li>● 低炭素化に向け改革見直し中</li> </ul>
フランス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● EDFの独占維持・総合エネルギー企業化、国際展開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● EU大での規制改革との整合性確保</li> </ul>
イタリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2003年大停電を契機にプール市場化、競争的市場に</li> <li>● Enelは総合エネルギー企業化、国際展開の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 輸入依存の拡大、発電投資の維持</li> </ul>

\*RTO（Regional Transmission Organizations）地域送電機関



# 3. 日本のシステム改革の見通しと論点

2016年

2017年

2020年

2030年

電力 小売  
全面自由化  
(2016年4月)



ガス 小売  
全面自由化  
(2017年4月)

電力 送配電  
法的分離  
(2020年4月)

ガス導管 法的分離  
(大手三社)  
(2022年4月)

東電、関電  
管内で離脱  
増加

競争の地域  
差が顕在化

新設火力  
運転開始

競争用電源が  
増加し、競争本格化

PVグリッドパリティ

PVオンサイトが進展し、  
更に電力需要が減少

温暖化対策の目標年

発電設備・燃料調達が過剰  
となる懸念が高まっており、  
事業者間の提携によりリスク  
の分散化が模索されている。

供給過剰と火力発電収益悪化が顕在化

供給力確保  
義務厳格化

調整力の  
見直し

・CO2原単位目標  
・発電効率目標  
・非化石電源目標



## 4. システム改革の論点とステークホルダーの論点

□欧米での先行事例より、我が国のシステム改革において

→“何が”課題となるのか、その影響は“どの程度”であるのか。

また、

□我が国で予定されているシステム改革のスケジュールを踏まえて

- ① 現段階で日本国内の市場参加者が持つべき認識とは何か
- ② その認識を踏まえて、どのような対応が必要か

以上について、欧米での先進事例、国内で進行している事例も参考にテーマ毎に論点を整理する。

# 4-1. 電力システム改革の下での投資

## ① 自由化後の電力分野の投資のリスク

- 需要の減少、再エネの拡大が発電部門、送配電部門の投資環境に影響を与えうる。
- 設備利用率の低減、高度化の必要性から設備投資単価を押し上げる方向に働く。
- 例として、PV等のコストダウンに伴う“死のスパイラルの問題”がある。米国ではネットメータリングが一般的で販売電力収入が減少している事例も。

## ② 投資環境の変化

- 小売部門の料金規制撤廃、一般担保の廃止等を踏まえた資金調達環境の整備が課題。
- 欧米では政策の不透明感に伴って投資決定しづらい状況が生まれている。

## ③ 欧米での事例

- 上記に関連する政策的措置として、発電部門における容量市場や送電部門における託送料金の見直しなどの議論が行われている。
- 社債発行時の条件として財務体質、電力会社のスケール、事業の展開の分散、電源構成などが審査されるため、欧米では多角的経営、事業規模の拡大を目指す傾向。

**電力システム改革、特に自由化後の電気事業の投資環境は不透明性が高い。  
また、従来の発電投資から再エネ投資、更にネットワーク投資の拡大等、新たな投資需要に対応することが求められる。**

## 4-2. 送配電ネットワーク

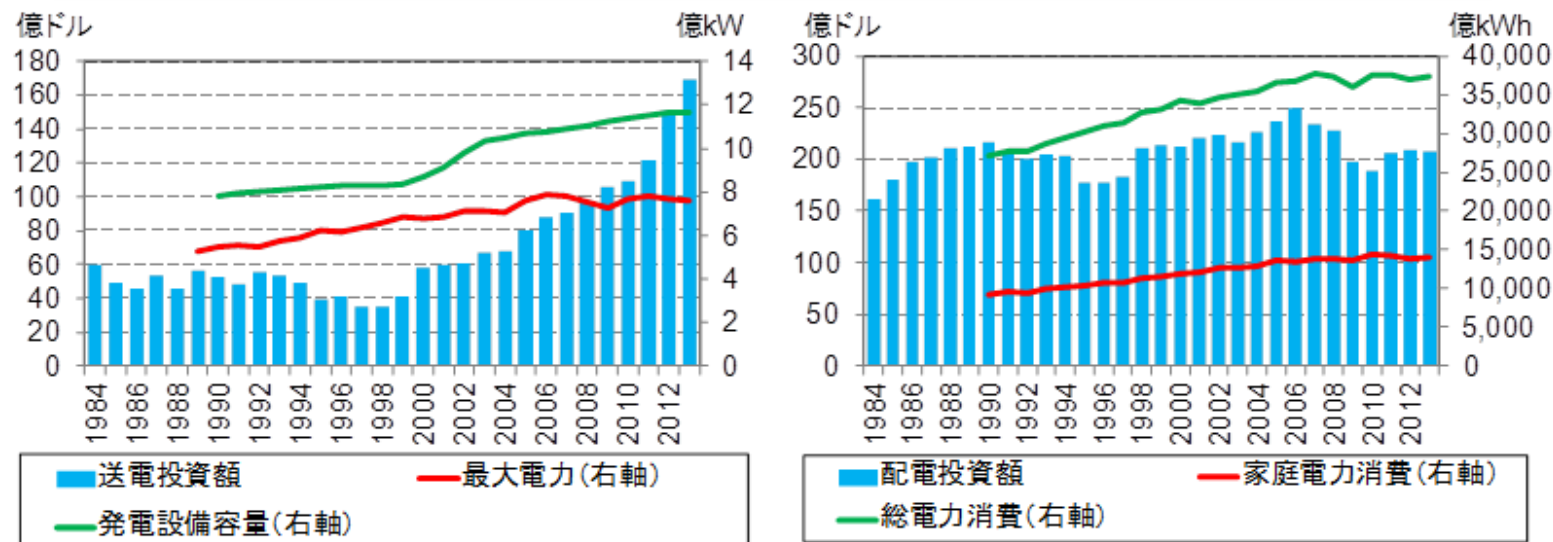
### ① 送配電部門の投資と運用の現状

- 電力需要の減少、自家消費の増加に伴う託送料金収入の減少が課題（死のスパイラルの課題）
- また、再エネ大量導入で送電設備の構成が変わってくることが予想される。
- 短期的には自由化後に競争条件整備のための設備投資などのコストが増加。

### ② 送配電部門の投資と運用にかかる今後の課題

- 送配電部門への投資は、メリットの特定化、及びそれに伴う負担の配分が難しい。
- 送配電部門は規制部門であるが託送料金認可で見ても適切な報酬率の設定等の検討課題がある。
- 再生可能エネルギーや、より高度なネットワーク制御技術を必要とする状況においてはネットワークの高付加価値化に伴う投資額の増加の可能性が高い。

#### 米国市営電力会社の投資額の推移（左：送電投資額、右：配電投資額）



(出所) エジソン電気協会, "Construction Expenditures for Transmission and Distribution Years 1984 through 2013"より作成

## 4-3. アライアンス

## ① アライアンスの意義

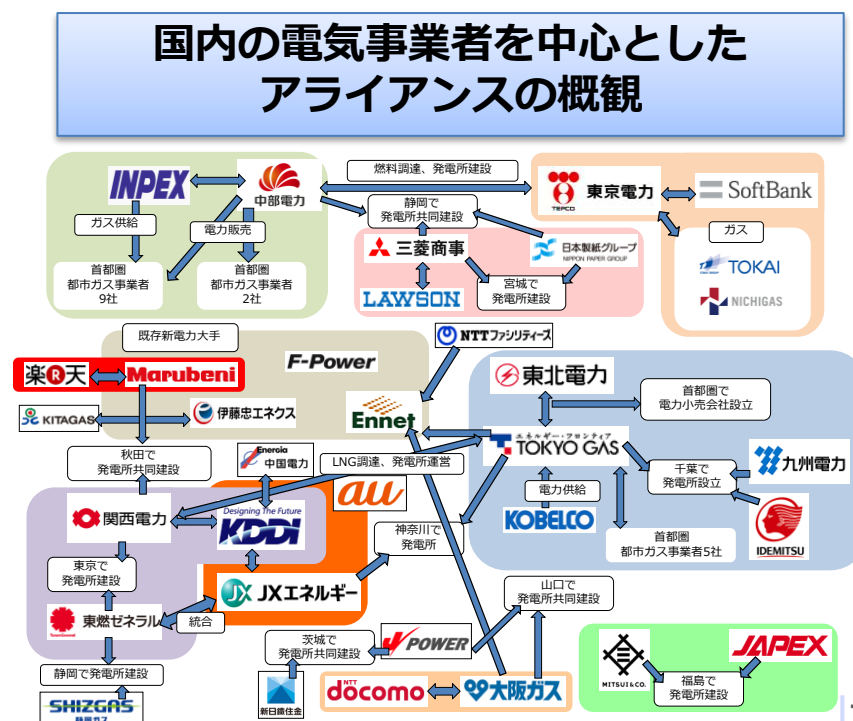
- 各事業における経験、営業力など互いの強み・弱みの相互補完。リスクマネジメント戦略。  
(例：電気事業者の上流への進出、ガス事業への進出、再エネ事業への進出など)

## ② 上流部門、発電部門でのアライアンスについて

- JERAのような例は欧米でも同様の事例は見られず、日本独自の取り組みといえる
- しかし、単純なバーゲニングパワーの拡大について事業の柔軟性とのバランスで懐疑的な見方も

### ③ 国内でのアライアンスの動向

- 我が国ではエリア外への進出の際には営業力を補完する意味で地場の会社とのアライアンスが進展。
- 様々な業種、規模に関係なくアライアンス先を検討し、生き残るための戦略のために発想の転換を進める。
- セット販売などを、互いの顧客を守るためにサービスの多重化を視野に入れたアライアンスが多数。
- また、国内では来年度のガスの小売り自由化を見据えたアライアンスがあるが、ガス事業では保安の論点もある。



# 4-4. ファイナンス

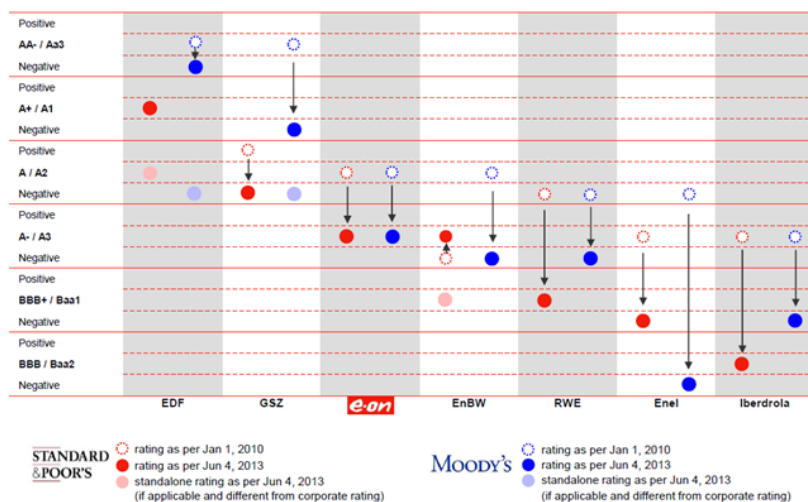
## ① 電気事業者の資本構成

- 日本の電力会社の資金調達は銀行借入が多い。
- 米国では社債と内部取引を用いており、欧米の事業者は日本ほど負債に依存していない。
- 米国では自由化州と規制州で調達資本コストが大きく異なる。

## ② 規制緩和後の資金調達

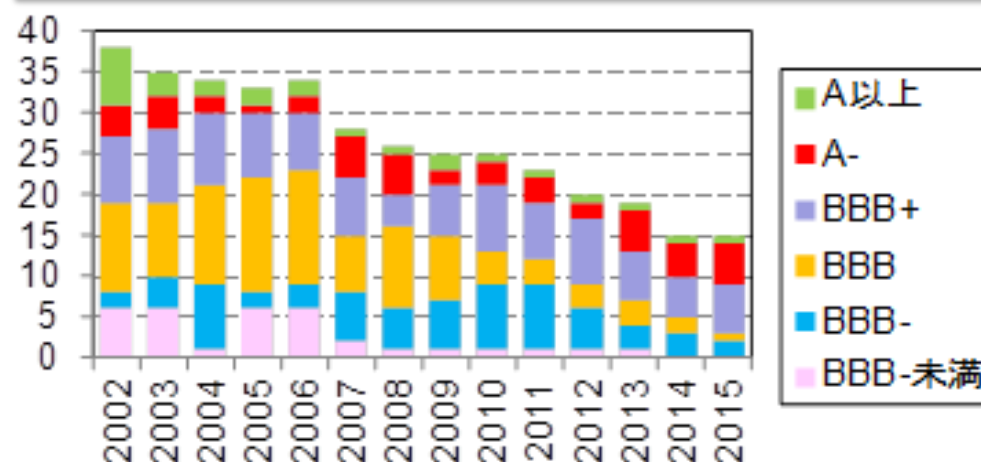
- 電力会社の信用力とそれに基づく社債で、いかに有利に資金調達できるかが重要。
- 欧米では規制緩和により格付けが低下する傾向にある。
- 我が国でも一般担保見直し後、投資家に影響を与える格付がより重要になる。

### 欧州電力会社の格付けの変化



(出所) E.ON Debt Investor Update Call、2013年6月

### 近年の米国私営電力会社の格付けの変化 (S&P)



(出所) エジソン電気協会、"Electric Utility Industry Financial Data and Trend Analysis"より作成

# 4-5. 電気料金に影響を与える要因と産業立地

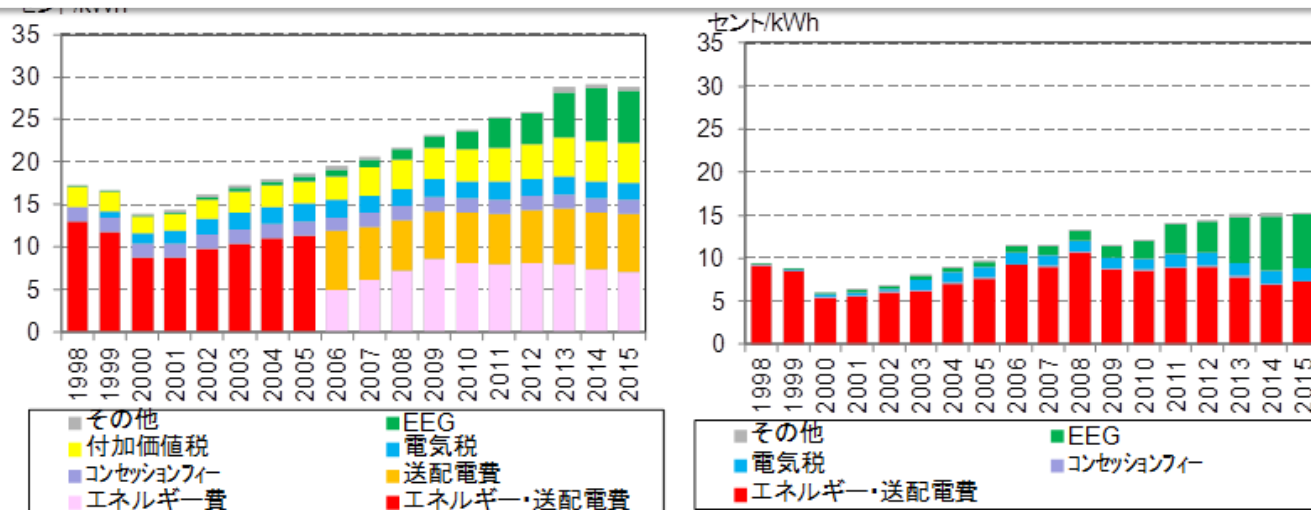
## ① 電気料金に影響を与える諸要因について

- 自由化によりシステム開発や、市場取引コストなど新たなコストが発生しうる。
- 欧州では政策的に再エネが大量導入されたため電気料金が上昇する一方で、卸電力市場価格は下落
- 米国は燃料価格の低下にもかかわらず、再エネ・省エネ投資が電気料金を押し上げている。この状況下で燃料価格が上がれば、電気料金が一気に上がる懸念もある。

## ② 電気料金が産業立地へ与える影響

- 自由化によりすぐに料金の変動するわけではない。
- 欧米の事例では産業立地への影響は今のところ限定的だが、移転の計画もある
- 自由競争でも地域差があり、競争のある地域しかメリットを享受できていない可能性がある
- 再生可能エネルギーに伴う小売り料金への賦課金の展開については何らかの配慮が必要

### ドイツの電気料金の推移（左図：家庭用電気料金、右図：産業用電気料金）



(出所) E.on, "Strategy & Key Figures"各年版及びBDEWより作成



# 4-6. 電気事業に関する技術革新

## ① スマートメーターなどIoTを活用した新サービスの可能性

- ・スマートメーターの導入により、実量制による料金メニューや各家庭、タービンや工場のライン等、需要家の機器の使用状況によるエネルギーサービス等、新たなサービスの可能性
- ・分散型電源増でアグリゲーターやVPPを活用する際にインフラとしてITのイノベーションへの期待
- ・電気、ガス事業者が有する膨大なデータを用いたサービス事業の検討と横展開の可能性

## ② デマンドレスポンスへの期待

- ・再エネ普及拡大や原子力の再稼働により、供給過多になり火力で需給変動のしわをとるような状況になれば、デマンドレスポンスのチャンスが生じる。

## ③ 今後の新たな技術開発について

- ・今まで一般電気事業者が担ってきた最新火力や原子力の実証的な使用への対応によっては、先進的な技術開発が遅れる可能性も懸念される。
- ・欧米では電気事業者がスタートアップに先行投資している事例もある。

## ④ IT等、新規技術にかかる課題

- ・欧米では、スマートメーターにより検針業務を行うニーズもあり、導入効果について見切り発車で導入を進めているが、その費用対効果に懐疑的な見方も強い。



# 4-7. 将来の電源構成

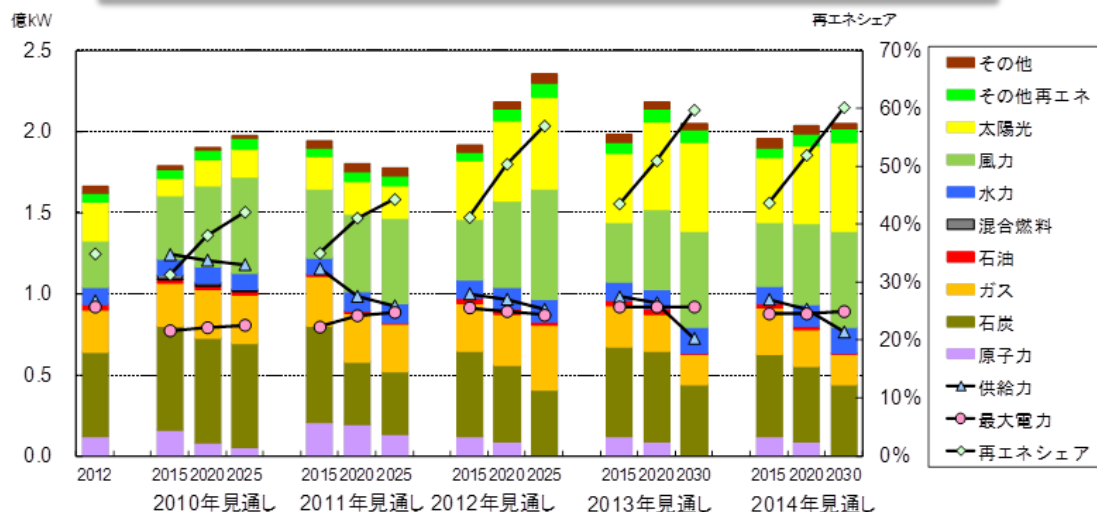
## ① 電力需給、電源構成の現状

- 短中期的には日本は供給過多。欧州では長期的に供給力の懸念も。
- 欧州では市場を使った競争原理を軽視しているわけではないが、再エネ導入、CO2削減を目標とした電源構成を目指した政策を実施、その上で電気料金を抑えるために市場を活用するという発想。

## ② 電源構成の見通し

- 国内の電力需要の伸びは低いと見込まれる中で、我が国でもエネルギーセキュリティの観点から石炭等も含めたバランスの取れた電源構成が必要。
- 卸電力市場での調達はまだ予見性が低いため、自前の発電所が重要になる。
- 望ましい電源構成の実現のためには、容量の価値を評価する仕組みが必要であるが課題も多い。
- 再エネが大幅に増加する中で、既存火力の扱いについて検討する必要がある。

### 欧州のシナリオ別電源構成見通し



**再エネのシェアは増加するものの、供給力ベースでは長期的に低下傾向**

**→投資の確保が必要**

(出所) ENTSO-E, "Scenario Outlook & Adequacy Forecast"より作成

# 4-8. 外資参入と規制のあり方

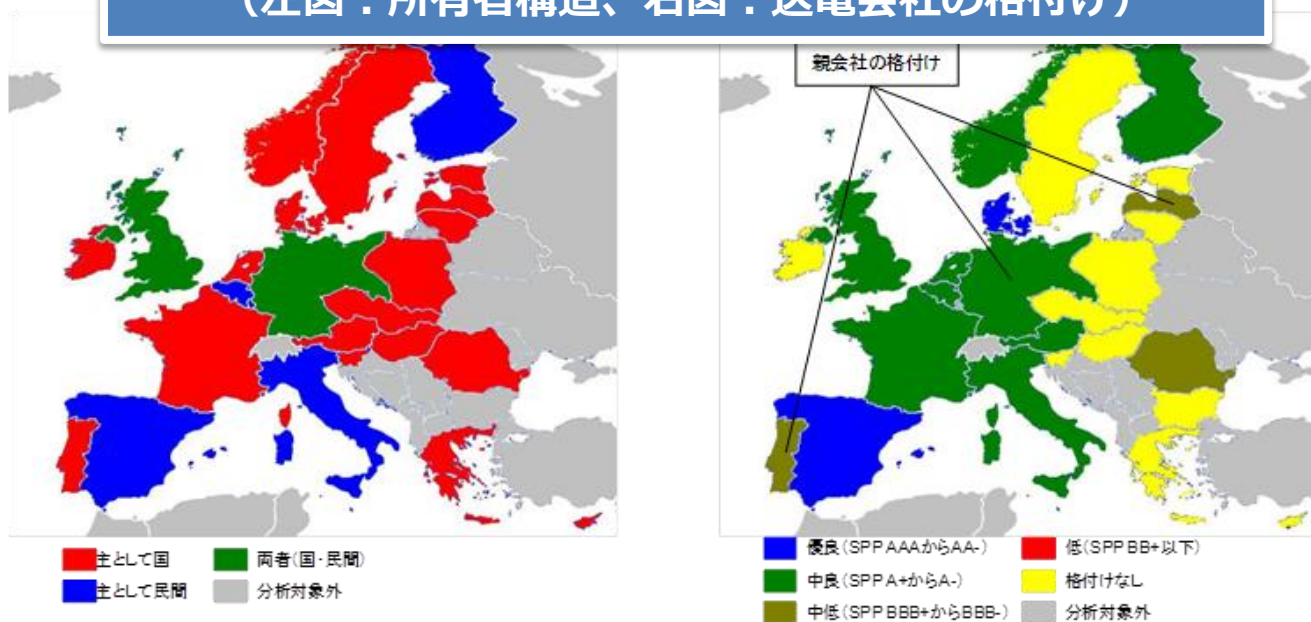
## ① 欧米における電気事業に関する外資規制

- 電気事業に関して、発電については米国の原子力発電に対する規制以外は特段の規制はない。
- ただし、フランスのEDFは実質国営、英国のBEは政府が黄金株を保有する等一定の制約がある。
- 同様に小売り部門の外資参入の規制もないが、送電線は米国、EUともに外資規制がある。

## ② 外資企業との連携について

- 日本の電力市場は利益率が低く各国で制度も異なるため、外資は直接投資に前向きではない可能性。
- 日本の事業者は公益事業として事業を行っており、外資とは戦略目的が合わない可能性。
- しかし、今後の海外展開には外資系企業との連携も必要となるのではないか。

欧州電力会社の所有構造と格付け  
(左図：所有者構造、右図：送電会社の格付け)



(出所) 欧州委員会、“The structuring and financing of energy infrastructure projects, financing gaps and recommendations regarding the new TEN-E financial instrument”, 2011年7月より作成

# 4-9. エネルギー事業者の海外展開

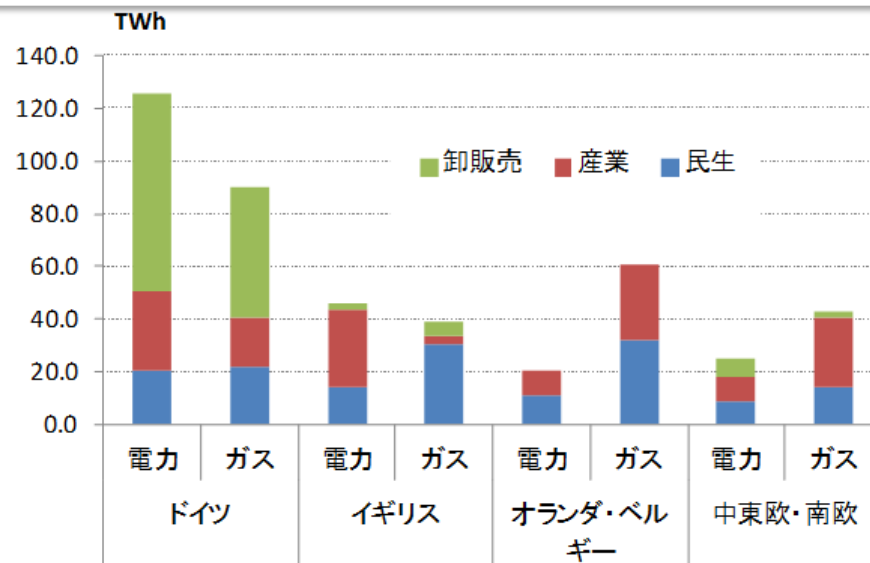
## ① 欧米企業による海外展開

- ・ 欧米では上流含めて、大規模に事業展開を行っている電気事業者が存在する。  
(例、権益、パイプライン、ガス貯蔵設備、燃料のトレーディングなど)
- ・ 海外市場は透明性が高く、多様なカテゴリーでリスクを取れるプレイヤーが存在する。

## ② 我が国のエネルギー事業者の海外展開について

- ・ 調達規模の拡大によるポートフォリオの整理、バリューチェーン全体としての上流調達戦略の検討。
- ・ 需要減、価格競争による国内市場環境を踏まえて、技術を生かした海外市場での利益確保。
- ・ 各国、市場の事情、リスクを踏まえた上で強みを活かせる事業展開が期待される。
- ・ 例えば、高品質な日本の設備をダウングレードして途上国での需要を取りに行く戦略がありうるか。

RWEの地域別のエネルギー販売量（2014年実績）



(出所) RWE AG、Annual Report 2014より作成

# 4-10. その他（CO2規制、市場の活用等について）

## ① CO2削減等に関する取り組みについて

- ・ 新規参入者は新たな火力電源が作れず、自由化による競争が進まなくなる可能性がある
- ・ 現存火力のリプレイスなしでは対応できないが、自由化で資金調達が難しくなる中で低炭素電源の切り出しを求めることはコストアップにつながる懸念もある
- ・ 産業界との既存の取り組み着実な推進と、更に技術的な可能性に検討の余地もある
- ・ 我が国の非化石電源比率44%の目標は一事業者だけで達成は困難であり、共同達成が必要

## ② 規制の見通し

- ・ 規制変更にあたっては対象の明記、また、先の見通しが重要

## ③ 市場の活用、新規参入者からの受電について

- ・ 市場の活用のためには市場の厚み、また、合理的予見可能性が重要。
- ・ 新規参入者にとって求められる要件が高く、リーチしにくい需要家も存在する。

## ④ 自社事業の再編等について

- ・ 欧米では卸電力価格の低下にともなって、従来型発電（火力、原子力）事業の再編を検討中
- ・ 現状のアセットであるシステム及び事業経験の効率的活用と拡張をどう進めるか
- ・ 社外連携に加えて、更なるオープンイノベーションの推進

# 4-11. システム改革の論点とステークホルダーの論点まとめ

## 我が国の電力システム改革におけるステークホルダーにとっての検討課題

- 需要減少下での事業規模の維持、拡大のあり方
- 電気事業における投資に関する事業機会、資金調達、規制リスクの顕在化
- 規制部門であるネットワーク部門での収入の確保と技術の維持
- 電気料金と競争環境状況に関する見通し
- IoT等を用いた新たなサービス、事業者間のアライアンス
- 海外展開のチャンス/リスク、事業の見極め
- 国内関連市場の整備と事業体制の再構築

欧米の事例を踏まえて多様な課題が考えられるが、不透明な点も多い。いずれも課題ではあるが、即座に対応することが難しいものもある。

## システム改革の理念と現実（現状）

### ① 安定供給を確保します。

→新設計画も多く、設備は短・中期的には余剰気味。

### ② 電気料金を最大限抑制します。

→低圧では規制料金に揃えた形で消費量が多い顧客に対する割引メニュー及びセット販売メニューが中心。現在、国際エネルギー価格は下落、上昇局面での見通しは不透明。

### ③ 電気利用の選択肢や企業の事業機会を拡大します。

→参入者は増加、スイッチングも増加。しかし、事業者にとって望ましい事業機会であるのかは不透明。また、消費者にとってのメリットも今のところ不透明。



## 5. まとめ

我が国では電力、ガスシステム改革により、エネルギー産業に大きな変革が訪れると見込まれる。同時にS+3Eの視座から改めて多様な論点が指摘される。

わが国において予定されている電力・ガスシステム改革のスケジュールの中で、いつ頃、どのようなことが起きうるか見通しを持つことが重要になる。

欧米の事例も参照しつつ、改めて問題の所在を認識する必要がある。本年4月からの低圧含めた全面自由化、原子力再稼働がようやく始まりつつある中で、新たな市場の立ち上がり等の動きへの対応が求められる。

欧米での経験を踏まえて、自由化、システム改革が目指すものを実現できるかどうか。政府、規制側も含めた各ステークホルダーにとっても手探りの中で自由化が始まったといえる。