

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会電力基本政策小委員会

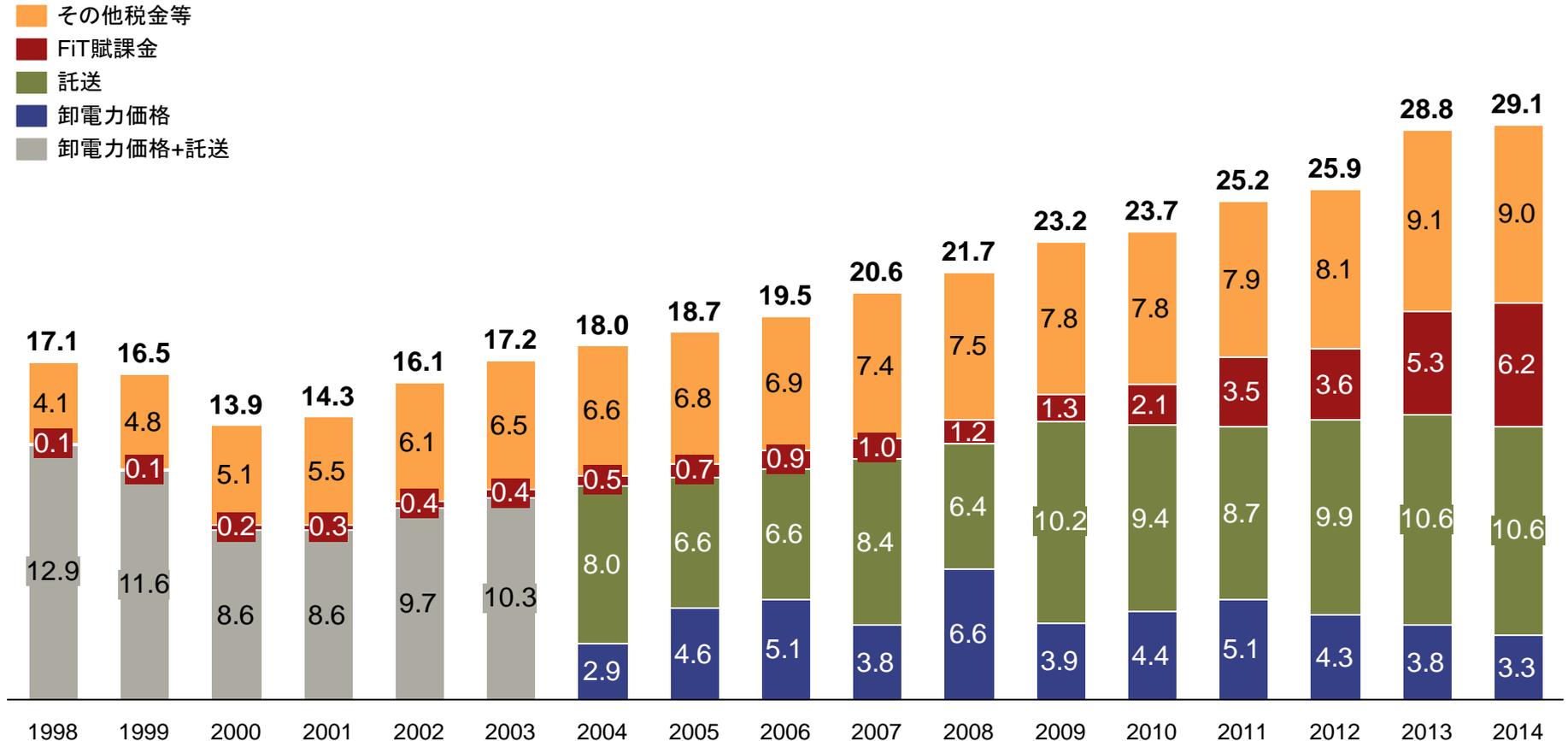
海外自由化市場の事業環境の変化と日本の電力市場の展望

2016年3月30日

- **ドイツの事業環境の変化**
- **英国の事業環境の変化**
- **我が国の二つの事業環境シナリオ**
- **Appendix**

ドイツの家庭用電力料金は、FIT賦課金（サーチャージ）の増加、再エネ接続の為の託送料の増加等により高騰

ドイツの家庭用¹電気料金単価の推移（ユーロセント/kWh）

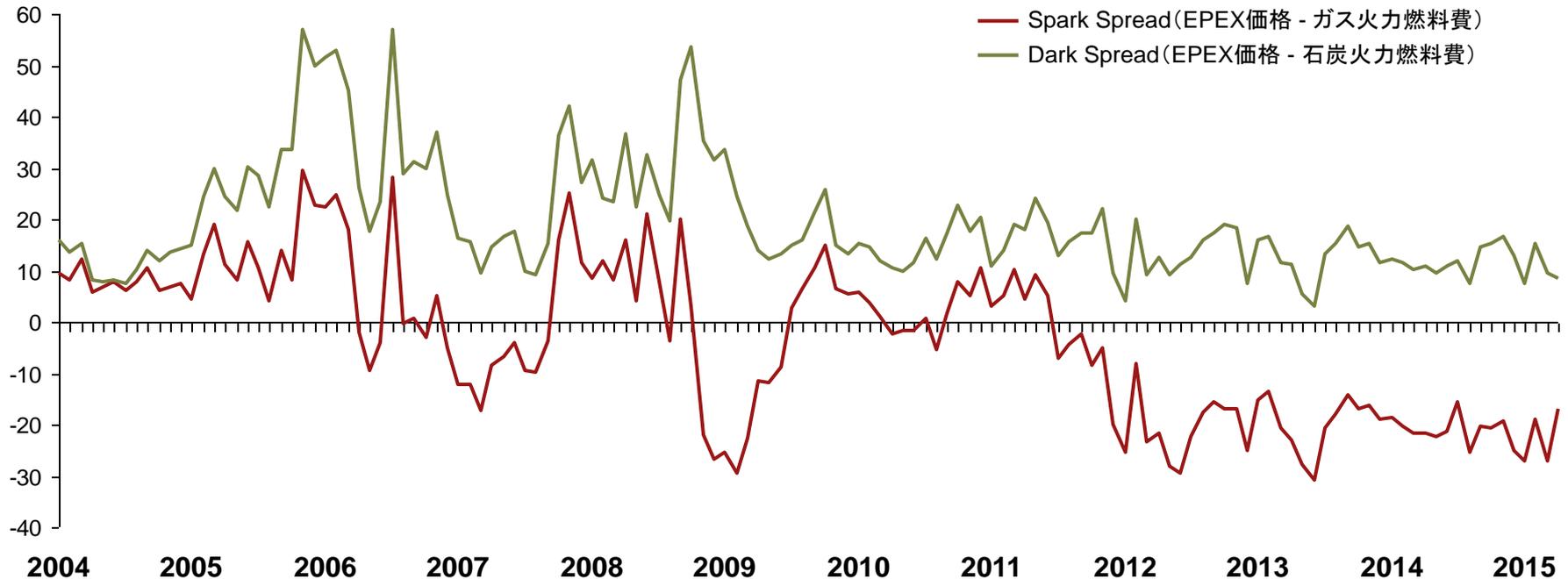


1. 一般的な3人世帯の場合
出所: Strompreisanalyse (BDEW, June 2014)

他方、卸電力市場では再エネの急拡大により卸売市場価格が低迷し、燃料費とのスプレッドが縮小。特にガス火力のスプレッドは恒常的にマイナス(=太宗の時間帯でガス火力は稼働せず)

ドイツ卸電力市場におけるスプレッド推移

EUR/MWh



ガス火力を中心に収益性が悪化、最新鋭ガス火力も閉鎖に追い込まれる。
“kWh価値”だけでは初期投資を含めた収益性が担保されない状態となる

間欠性再エネが拡大・バックアップ電源の必要性もあり、“kW価値”への対価を求めるべく電力会社は「容量市場」の創設を要望。しかし、当局は「戦略的予備力」の採用を決定

戦略的予備力を採択の背景① 十分な供給力

- 周辺国と電力融通を行うことを前提とすると、少なくとも2025年までは供給力は不足しない
 - ENTSO-Eのレポートによると、ドイツ及びヨーロッパの市場では60GWの過剰供給力が存在。同レポートは2025年まで見ても、現状の電源で供給力不足は起こらないとしている（このレポートではDSMの効果は最小限で見られている）。
 - そのため、各国間で適切な電力融通を行い、平準化ができれば、新規電源投資の促進は不要と考えている
 - 尚、フランスは大寒波に対し、冬の暖房需要を自前で賄うことを想定しているため、容量市場を導入（フランスは電化が進み、電力需要の増加が見込まれる）
 - また、ドイツ南部のBW州は、楽観的ケースでも2021年には供給が需要を下回るとの試算を発表している
- 従って、新規電源への投資促進よりも局所的な電源不足を当面回避することを目的とした戦略的予備力を採用

戦略的予備力を採択の背景② Electricity2.0の推進

- 容量市場の導入は、火力発電所の過剰導入を導きかねず、本来であれば不要であった設備に対しても資金投入されかねない
 - このことは、CO2削減の観点からもマイナス
- むしろ、再エネ関連や新たなテクノロジーへの投資を推進し、サステナビリティを向上させ安定供給を維持したい
 - ICTに依拠した電力のコントロールシステムの導入や、フレキシブルパワープラント、蓄電ユニット、DRアグリゲーターなど新たなビジネスチャンスを起こす
 - 容量市場への依存は、既存のアプローチ・テクノロジーに甘んじることを可能にし、結果としてイノベーションを阻害してしまうリスクを重視

参考) 需給が全体にタイトな場合、全電源にkW価値の対価が支払われる
 容量市場が、局所的な場合は戦略的予備力が採用される傾向が見られる

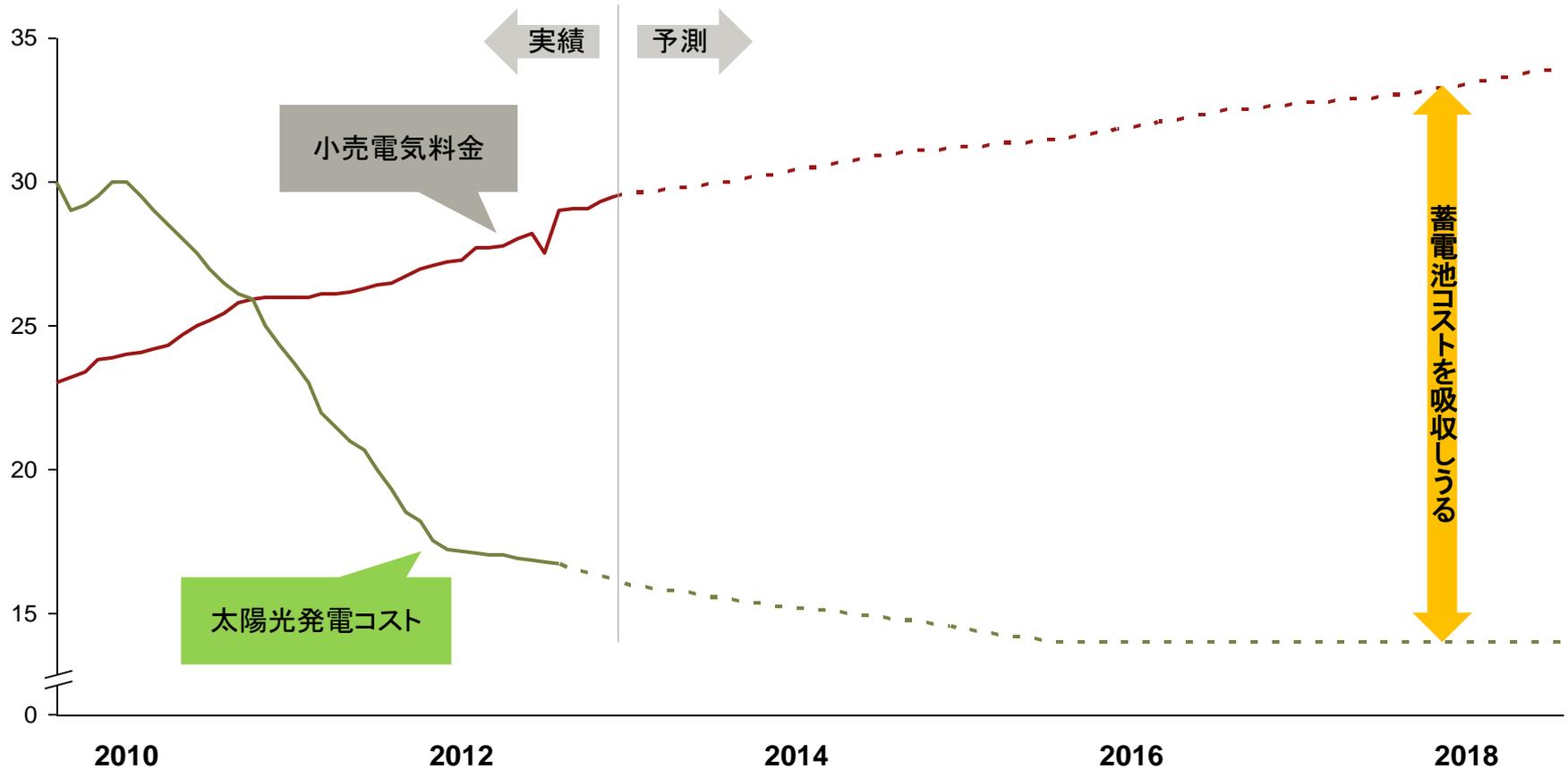
容量メカニズムの分類

	容量市場 (集中型)	容量市場 (分散型)	戦略的予備力	容量支払制度	
概要	<ul style="list-style-type: none"> 系統運用者が将来の総容量(kw)を規定 発電事業者が電源容量を入札し、約定 小売側が遍く費用負担 	<ul style="list-style-type: none"> 小売事業者が将来の必要容量を自ら規定 小売と発電事業者が容量を相対取引 	<ul style="list-style-type: none"> 将来緊急時に不足すると見られる量を、系統運用者が入札で調達 系統運用者は確保した電源を、電力価格が高騰した際に市場に投入 	<ul style="list-style-type: none"> 発電事業者が保有する容量に対して、公的主体が容量に応じた報酬を定期的に支払う 	
導入事例 (導入時期)	<ul style="list-style-type: none"> 米PJM (2007) 英国 (2014) 	<ul style="list-style-type: none"> 仏国 (2016-17予定) 	<ul style="list-style-type: none"> スウェーデン (2003) 独国 (2016-17予定) 	<ul style="list-style-type: none"> スペイン (2007) 	
評価	供給力確保の信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 系統運用者が定めるため、確実に確保可能 	<ul style="list-style-type: none"> - 需要予測が各小売業者に任せられ、不確実性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> - 戦略的予備力対象外の電源にはインセンティブなし 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 一種の補助金であり、電源投資を促す
	市場メカニズム(効率性)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (介入を強めすぎると効率性下がる可能性も) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (容量の認証や供給力としての実効性チェックは必要) 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 戦略的予備力とされた電源には市場メカニズムが働かない 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 発電事業者のコスト削減意欲が低下
	制度設計の簡索性	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 需要予測、容量管理、対象電源設定、ペナルティ設定など複雑 	<ul style="list-style-type: none"> - 集中型に比べれば制度設計負担は小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓
	透明性・公平性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全体で必要な供給力を確保するため負担の透明性高い 	<ul style="list-style-type: none"> - 相対取引であり、透明性・公平性が確保されない恐れ 	<ul style="list-style-type: none"> - 入札ではあるが、支払対象が限定的、不公平感あり 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 支払対象が限定的で、不公平感あり

家庭用太陽光は2011年にグリッドパリティに。蓄電池コストが15~20セント/kWhになると、家庭用太陽光+蓄電池でもグリッドパリティとなる

小売電気料金と太陽光発電コスト(LCOE)の推移予測

Euro Cents/kWh



そうした中、かつての「電力メジャー」はパラダイムシフトに直面し、大幅な事業戦略の見直しを余儀なくされた

ドイツの大手電力会社の戦略方向性の転換 (2014年4月時点での各社ヒアリングより)

- ドイツの大手電力会社は従来の発電事業依存から、再エネや小売事業強化に戦略転換を強いられている
 - 太陽光発電の拡大による、卸市場価格 (特にピーク) の低下が主要因
 - “再エネ (太陽光) を underestimate していた” として、戦略転換

E.On

“大規模発電で利益をあげるのはもう難しくなるかもしれない。需要家起点で、事業モデルを作り直す必要もあるし、長期的にはグリーン電源にシフトしていく”

“まだビジョンレベルであり、具体化はこれからだが、顧客にもっとフォーカスする。Big Data解析を活用するなど顧客のニーズを理解、ソリューションを提供していく”

RWE

“従来型大型発電を事業のコアとしこれを収益と成長の源泉としてきたビジネスモデルを転換せざるをえない。コモディティ供給者から脱し、スマート化を軸に技術・情報に立脚した「システム」の提供者になる”

EnBW

“これまで従来型発電が事業の「バックボーン」だったが崩壊した”

“アナリティクスを駆使しつつ、顧客にフォーカスし、小売で収益を上げる体制にシフトする”

その後、E.On、RWEは火力等大型発電部門と小売や再エネ部門等との分離を意思決定

独E.ONや仏EdFといった大手も革新的技術を求め、スタートアップ企業への投資を積極化している

E.ON

- 2014年10月、E.ONは“Digital Transformation Unit”という組織をベルリンに9人で組成し、その後既に16人に組織は拡大
- この新たな組織は“デジタル領域”におけるすべての取組を管理・運営することを目的としたもの
- E.ONはシリコンバレーにもオフィスを開設し、特に米国のスタートアップ企業に注力して投資
- 既に、ドイツ、英国、スウェーデンにおいて、エネルギーセクターの複数のスタートアップ企業の株式を取得

EdF

- EdFのR&D予算は、毎年6億5,000万€(約830億円)に達する
- 更に、クリーンテクノロジーのスタートアップ企業に投資する目的で9,000万€(約115億円)のファンドを組成
- 既に、8社の株式を取得：スウェーデンの風力タービン製造業、米国の消費データ管理を行う企業、蓄電池管理システムに特化した企業等

欧州の大企業も事業戦略の自由度を高めると同時に、技術分野でのリーダーシップを確保しようとしている

E.ONはこれまで16のスタートアップに投資。大きくは『家庭用エネマネ』、『B2Bエネマネ』、『DR』、『スマートグリッド』といったジャンルに分類できる

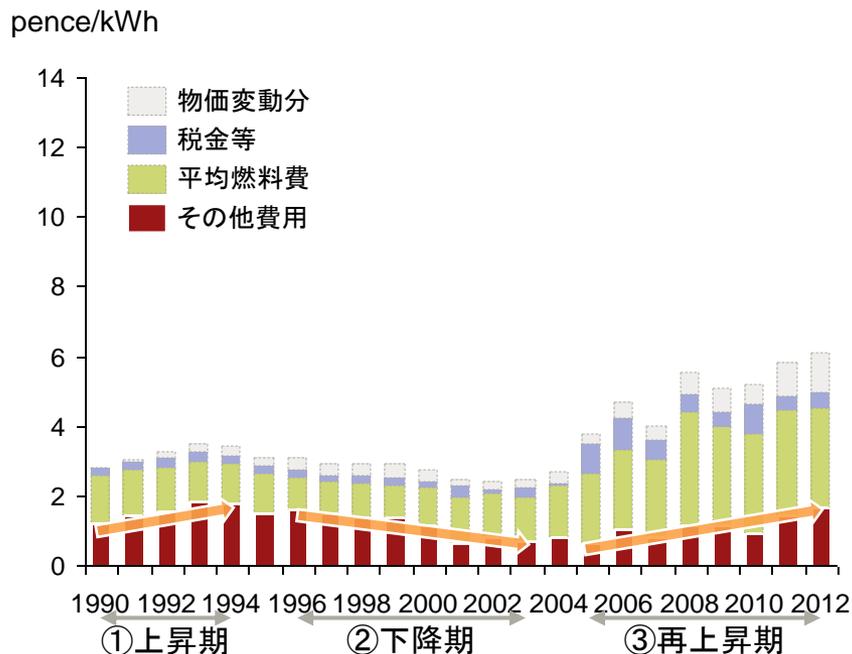
E.ONのco-investment先

	ジャンル			ジャンル	
① 家庭用エネマネ	bidgely	エネマネ系デバイス	③ DR	AutoGrid	エネルギーデータ分析プラットフォーム
	leeo	ホームセキュリティ系デバイス		④ スマートグリッド	SPACE-TIME INSIGHT
	Thermondo	熱供給システム比較サイト (工事機能も所持)	Greensmith		バッテリー・PCS最適化プラットフォーム
	enervee	省エネスコアリングサイト	Bloomenergy		SOFC燃料電池プロバイダー
	(社名非公表)	家庭用IoTプラットフォーム	orcan		コジェネ機器プロバイダー
	(社名非公表)	顧客向けプラットフォーム	SUNGEVITY		太陽光システム導入事業者
② B2Bエネマネ	FIRSTFUEL	エネルギー使用分析プラットフォーム	Botix (破産)		太陽光システム制御システム
	organic response	照明最適化デバイス	The Westly Group	ファンド	

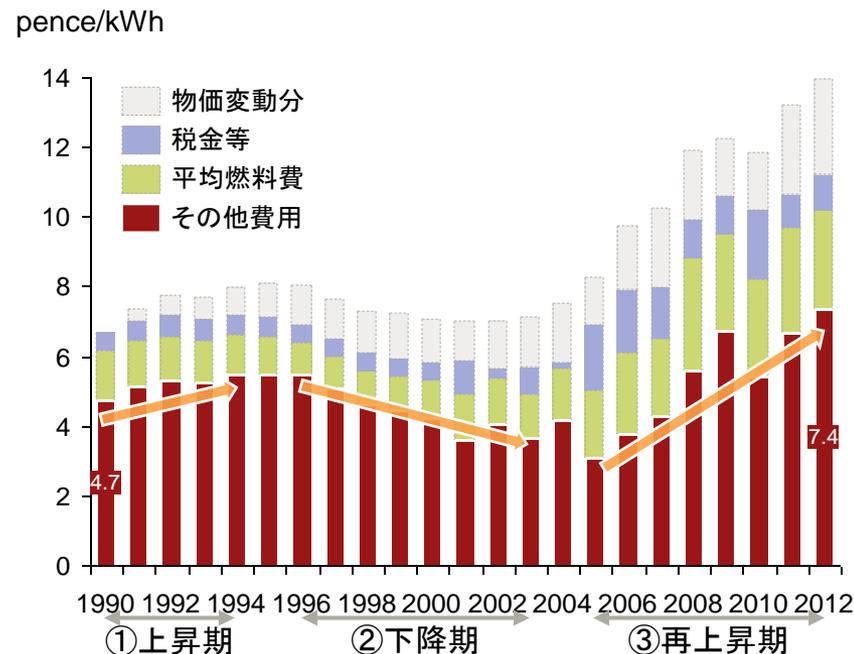
- **ドイツの競争環境の変化**
- **英国の競争環境の変化**
- **我が国の二つの競争環境シナリオ**
- **Appendix**

電気料金の変動には、物価や燃料価格の変動、また環境税等の政策費用といった外部要因の影響も大きい

産業用電気料金の内訳の推移



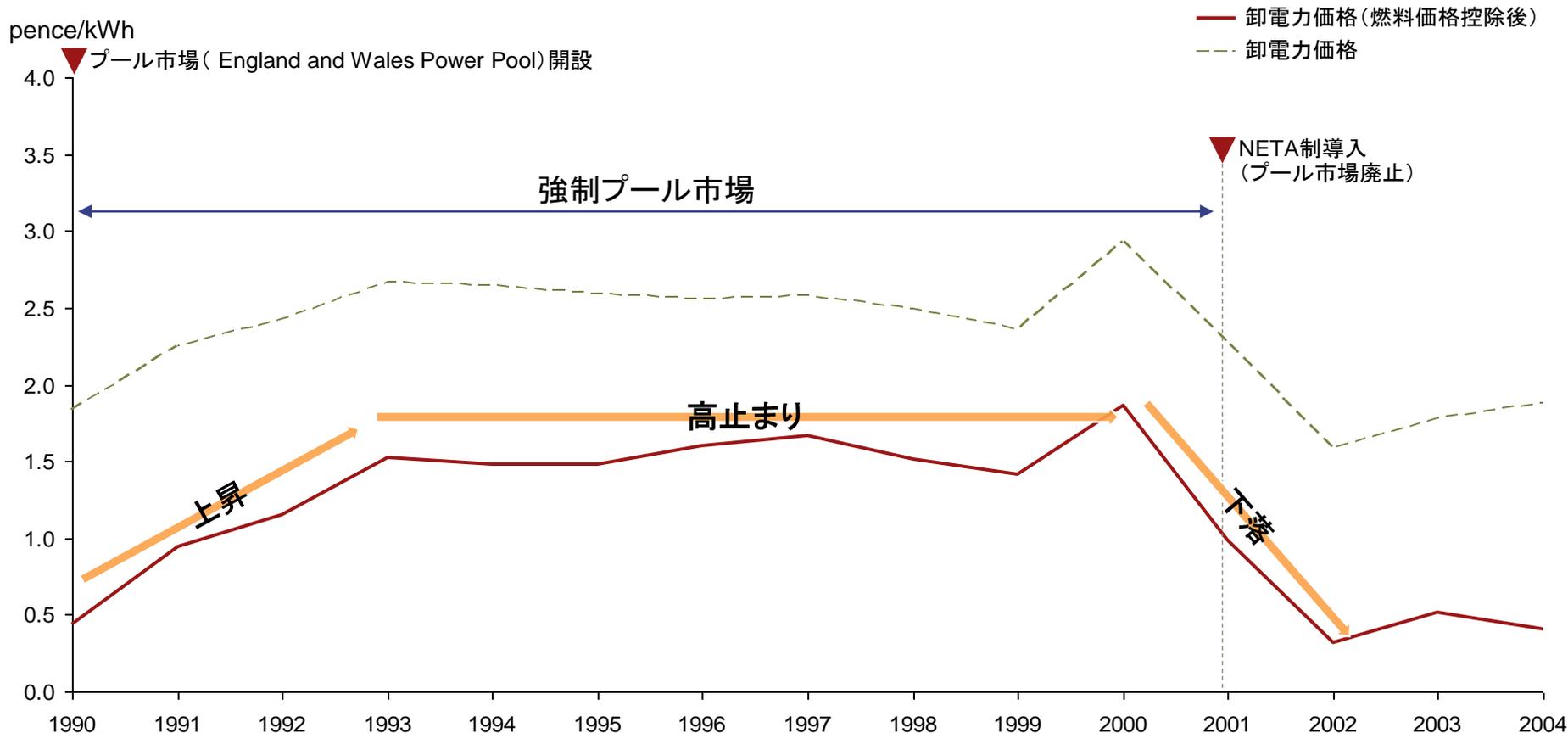
家庭用電気料金の内訳の推移



外部要因を取り除くと、産業用・家庭用ともに、①1990-1994年頃の上昇期、②1996-2003年頃の下降期、③2005-2012年頃の再上昇期の3つの価格変動トレンドがより明確になる

1990-1994年頃の電力価格上昇は、強制プール市場における2大発電事業者の市場支配力行使による価格操作が要因のひとつと言われている

卸電力市場の価格の推移

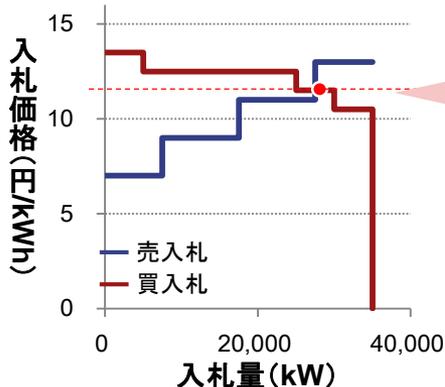


価格操作を可能としたのは、取引量の推測が容易な強制プール市場で、発電電力量の8割近くを2大発電事業者が占める寡占状態に起因

卸電力取引所の価格決定メカニズム (シングルプライスオークション方式)

- シングルプライスオークション方式は、一般には価格操作がされにくいと言われる
 - 売りと買いを価格順に量を積み上げ、その交点で、約定価格と量が決定される
 - 現在も我が国を含め、多くの国で採用される方式
- ただし、価格操作を難しくするにはいくつかの条件があると考えられる
 - 需要側の意思の反映 (あまりに高値だと買わない)
 - 発電部門に十分な供給余力があり、また競争的であること (落札が確約はされない)

価格決定メカニズムのイメージ (シングルプライスオークション方式)



- 一つの商品 (特定の受渡日・時間) について、予め決められた期間内に、売りと買いの入札を受け付け、全ての入札を並べて約定価格と量を決定
- 需要 (買) と供給 (売) の交点で市場価格が決定される
- 価格と量に買側と売側の意思が反映され、通常はその詳細な入札内容は公開されず、一市場参加者による恣意的な価格操作は困難とされる

かつての英国の状態

- 英国の卸電力市場は、価格操作がされないための条件を充たしていなかった
- 1 需要側の意思が反映されない強制プール
 - 強制プール市場であるため、取引量は消費電力量に等しくなり、刻々の取引量 (どの程度が約定されるか) の推測が容易
 - また、強制プール市場であるため、必要電力量の全量を市場から調達するため、買側の意思が反映されない (買入札は無い)
 - 2 発電が寡占状態にあり、価格決定権をほぼ独占することが可能であった
 - 市場の価格は、安価な売入札から積み上げ、必要量に達したときの入札価格となる
 - National PowerとPowerGenの2大発電事業者が発電電力量の約8割を占めるため、この2大発電事業者がほぼ価格決定権を持つ入札を行うことになる。実際に、これら2大発電事業者が価格決定権を持つ入札の9割以上を占めていたとの報告もある

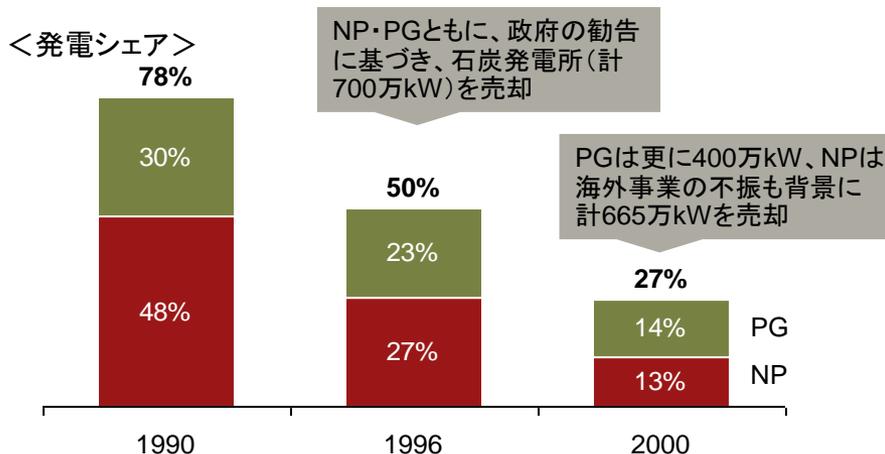
価格決定権を持つ入札量を想定し、その入札価格を恣意的に設定することで市場価格操作が可能

2大発電事業者による市場支配力の行使に対応するため、その後当局は発電所の売却を要請、またNETA制に制度を変更した

発電所の売却勧告(1993年~)

• 1990年代、市場シェアを持つNational PowerとPower Genに石炭火力発電所の売却を要請

- 背景として、当事全量プール市場下で価格が低下せず、市場支配力の行使が問題とされていた
- National PowerとPower Genは、1990年時点でそれぞれ48%、30%の発電シェアを有していたが、2000年までにそれぞれ14.4%、12.5%までシェアが低下



NETA制の導入(2001年)

強制プール市場

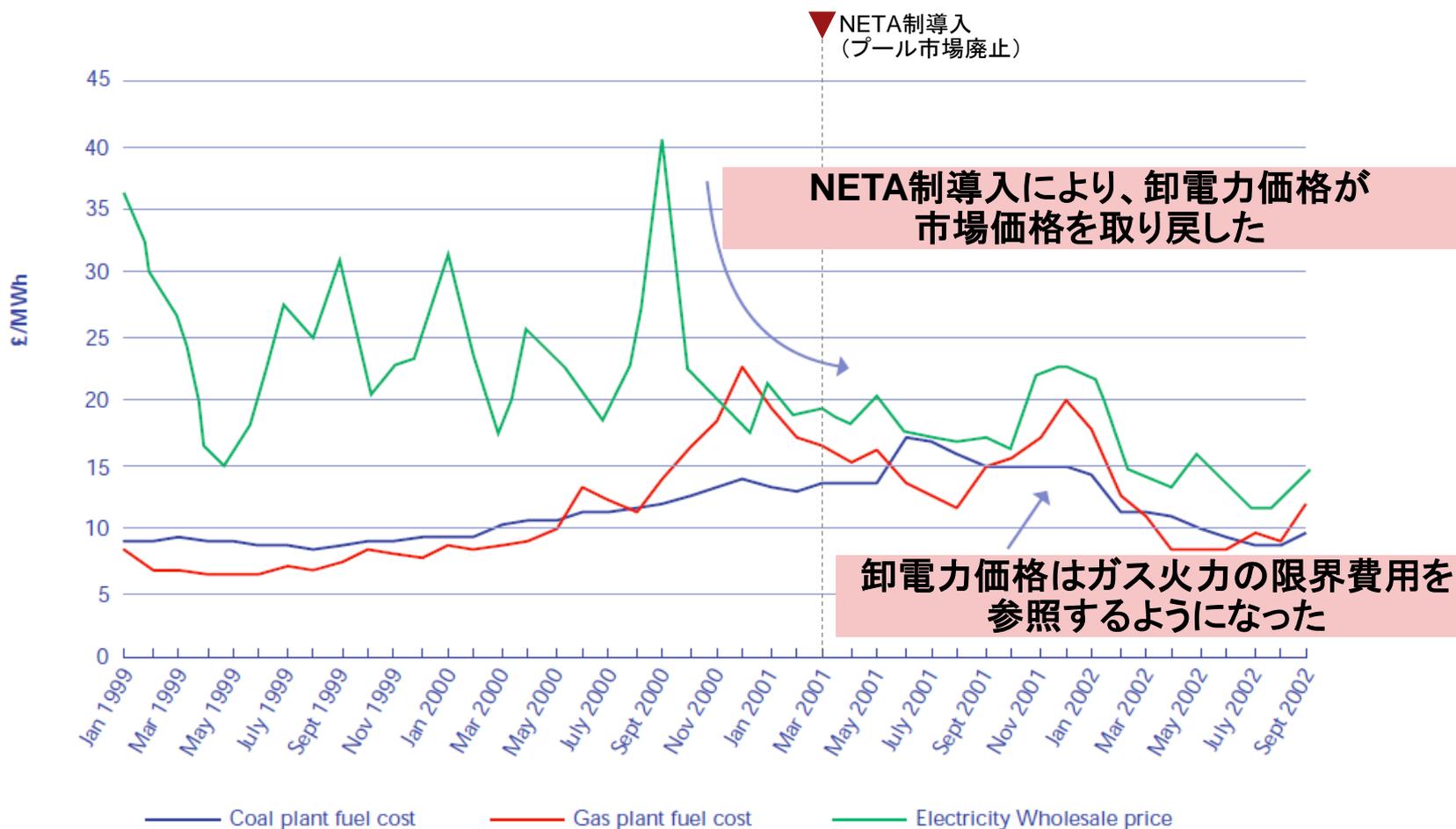
- EnglandおよびWales地域において1990年に公営卸売市場「England and Wales Power Pool」が開設
 - 運営は系統運用者のNational Grid
 - 総発電容量100MW以上の発電事業者はプールへの参加が義務付けられる

NETA制 (その後、スコットランドを取込みBETTA制へ)

- 卸電力市場において相対取引を可能とする制度に変更
- それにより、取引所も需側を反映した買入札を受けようになった
 - 取引所の運営はAPX

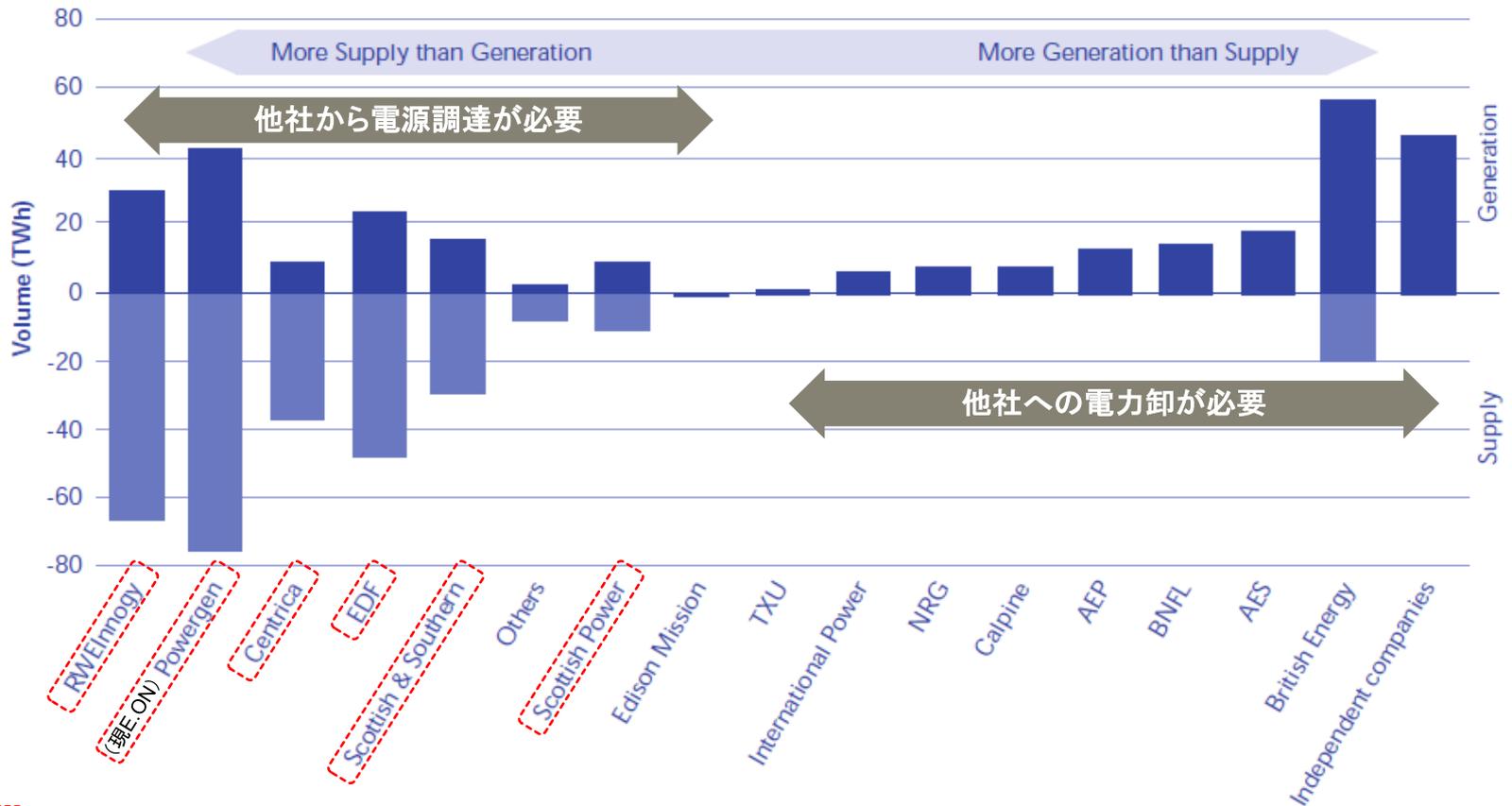
資源価格等もあるが、NETA制導入1年目に卸電力価格は4割下落した

2001年からは前述のNETA制導入により、卸電力価格は本来の市場価格となり、ガス火力へのシフトもあり、卸電力価格はガス火力の限界費用に近づいた



Big 6を含む垂直一貫事業者も発電と小売のバランスは様々で、他社との取引を必要としたことから、必然的に電源間競争も進展したと考えられる

英国の電力会社の発電と小売のバランス(2002年)



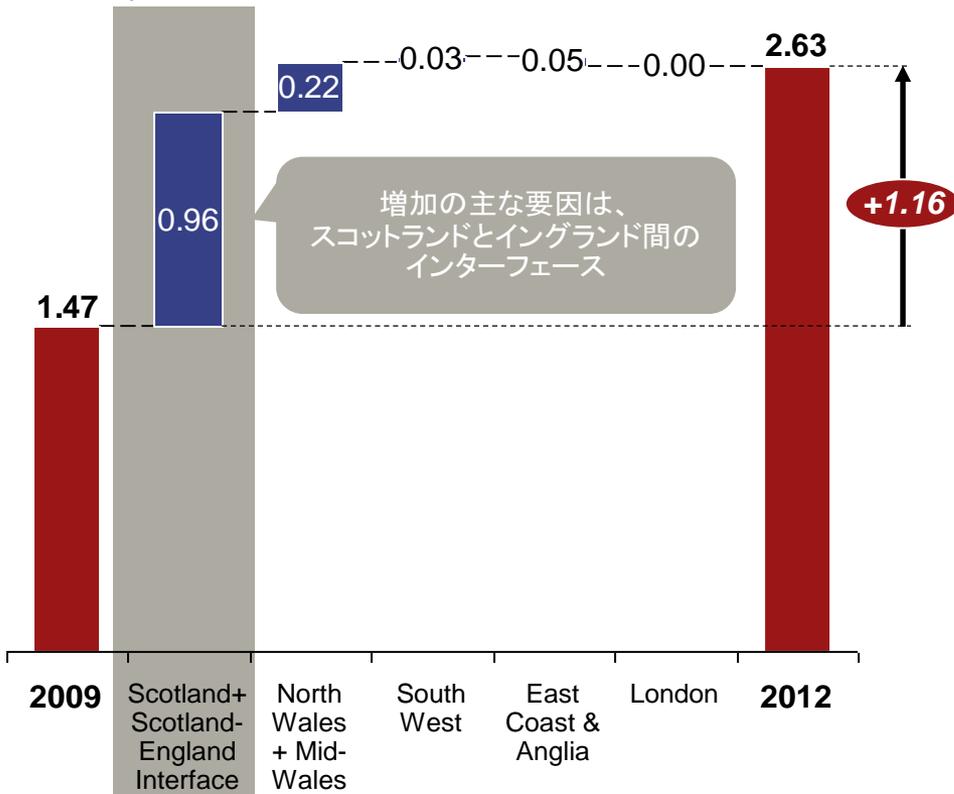
現Big6



2005年頃より、外部要因を除いた電気料金は再び上昇トレンドに入るが、再生可能エネルギー導入のための託送料の上昇が要因のひとつ

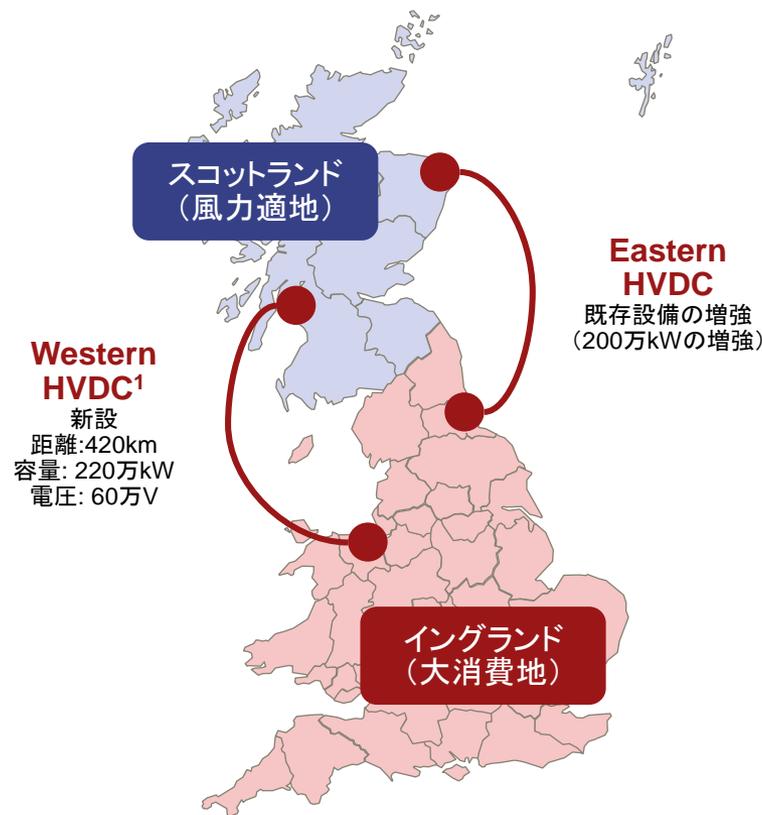
平均託送料金の変化
(2009年→2012年)

(単位: pence/kWh)



増加の主な要因は、スコットランドとイングランド間のインターフェース

スコットランドとイングランド間の送電線の新設・増強は再生可能エネルギーの拡大が目的

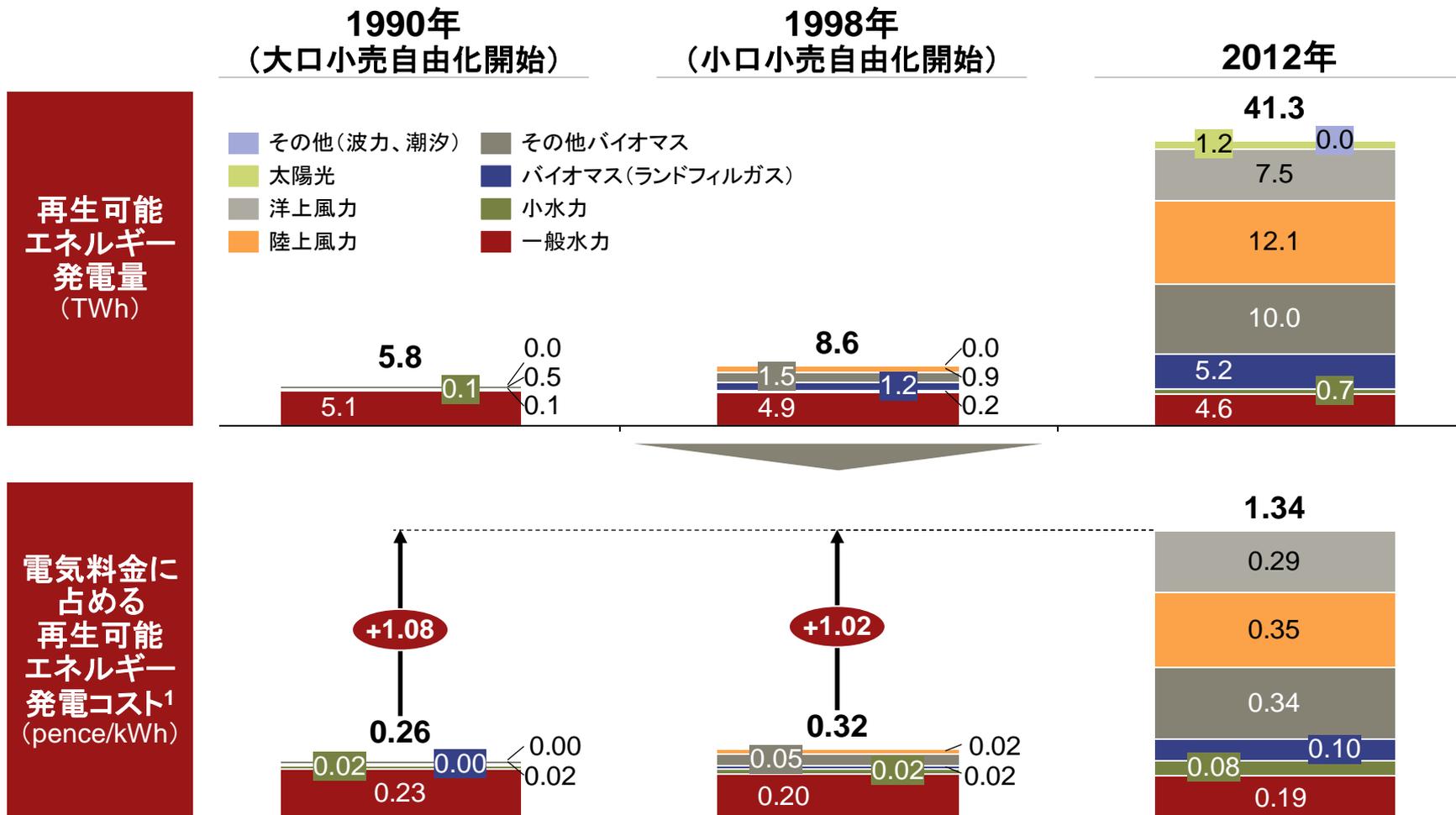


1. HVDC: High Voltage Direct Current (高圧直流送電線)

出所: DECC, "Our Electricity Transmission Network: A Vision For 2020" (ENSG)より、A.T. カーニー分析



また、RPSで拡大した再生可能エネルギーの発電コストは、自由化当初より約1ペンス/kWh程度増加し、電気料金に反映されていると考えられる
 (太陽光発電の費用は、FIT制度で回収がなされるため含んでいない)

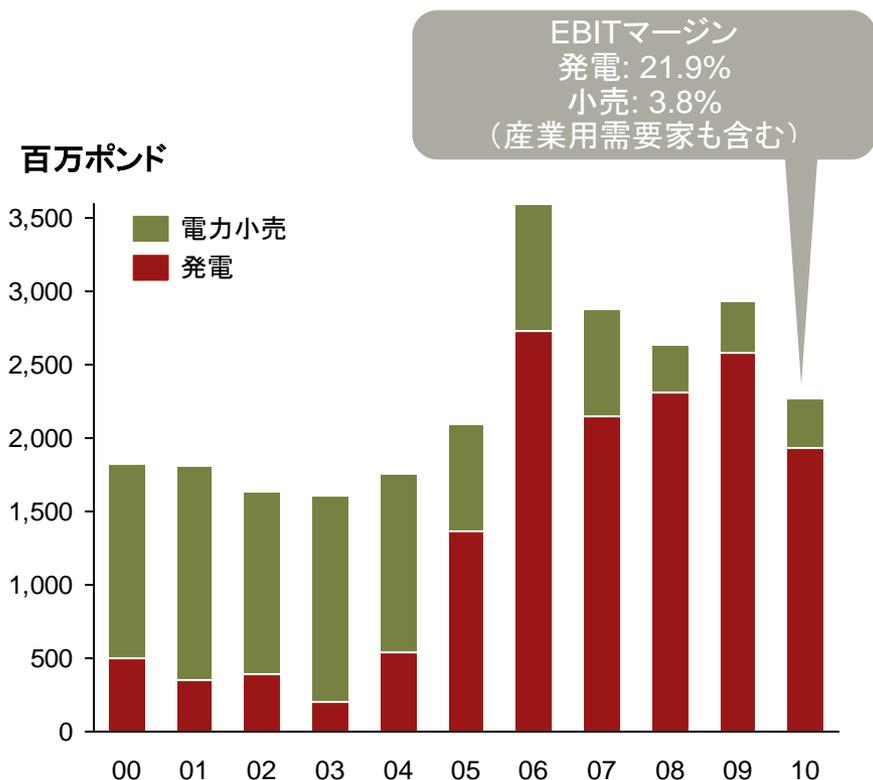


1. 試算に使用した発電コストは、2012年新設の場合のコストであるため、それ以前に設置された電源のコストと異なる可能性があるが、2012年において再生可能エネルギー発電量の太宗を占めるものは、風力(陸上・洋上)およびバイオマスであり、それらが導入量を増やしたのは近年(2005年以降)であるため、大きな相違はないと想定
 出所: "Digest of United Kingdom energy statistics" (DECC), "Electricity Generation Costs" (DECC, 2012年10月)よりA.T. カーニー試算

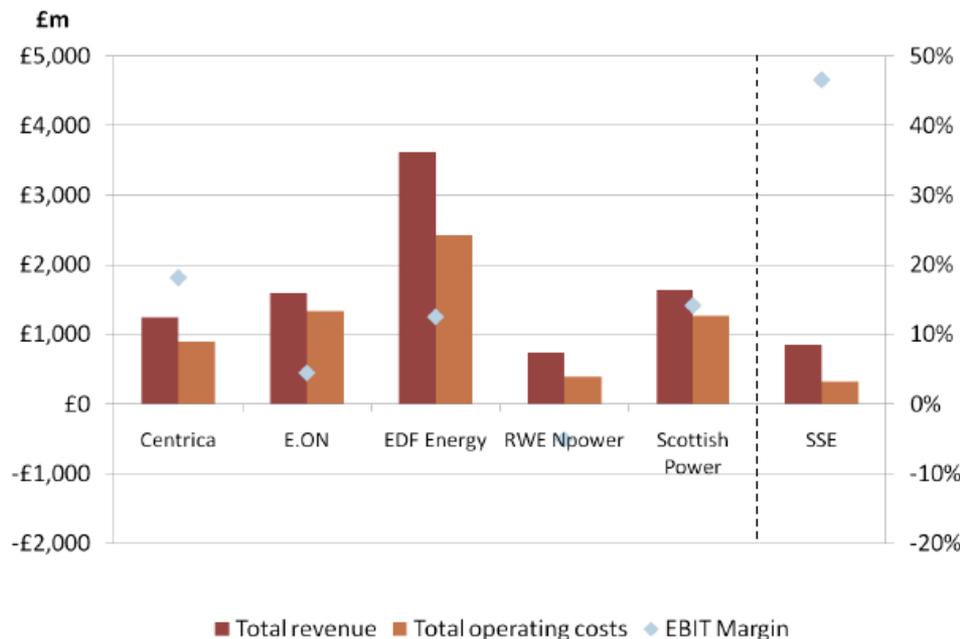


他方、バリューチェーン別の収益では、2000年代後半に小売から発電に収益をシフトさせながら、垂直統合の収益は向上

家庭用電力のバリューチェーン別収益



(参考) Big6の事業者別発電部門収益(2010年)





発電資産発買収を契機に参入した事業者は小売部門を強化しながら、NETA制導入後10年弱を経て、6大電力として市場を寡占。市場支配力を強め、卸電力市場が機能していないとの指摘がなされるようになった

市場支配力を背景とした卸電力市場の低い流動性が競争阻害の要因と懸念

- Ofgemは、2009年以降市場支配力の行使と、それが競争阻害に繋がっている懸念を表明

<Ofgemによる主な指摘・懸念>

- NETAおよびその後のBETTAへの拡張後も、売り渋りや、スコットランドとイングランド間の連系線制約を使い、価格操作がなされている
- 1990年代の発電所の強制売却により、発電部門の寡占度は他国と比べても低いが、連系線制約のある地域別に見ると寡占度は非常に高い
- 新規参入の脅威が無いと、小売市場での競争環境は醸成されず、自由化により消費者が得る競争益は限定的となる
- 非垂直統合事業者にとって、卸電力市場は十分な流動性を有しておらず、参入障壁となっている

“Secure & Promote”

- 2011年に、卸電力市場の流動化策として、2014年3月よりSecure & Promoteが施行
 - 数回の提案内容のコンサルテーションを経て、2013年12月18日締切で、法令のコンサルテーションを実施
 - Secure&Promoteは、市場支配力を持つ垂直統合事業者に対して、3つの義務を課すもの

目的	対策
① 小規模事業者が交渉しやすい基準を作ること	・取引ルールの指定
② 信頼性のある価格指標を形成すること	・マーケットメーカー制
③ 実効的な短期市場を構築すること	・自主的取組が奏功し、厚みが増してきたため、当面は監視のみ継続

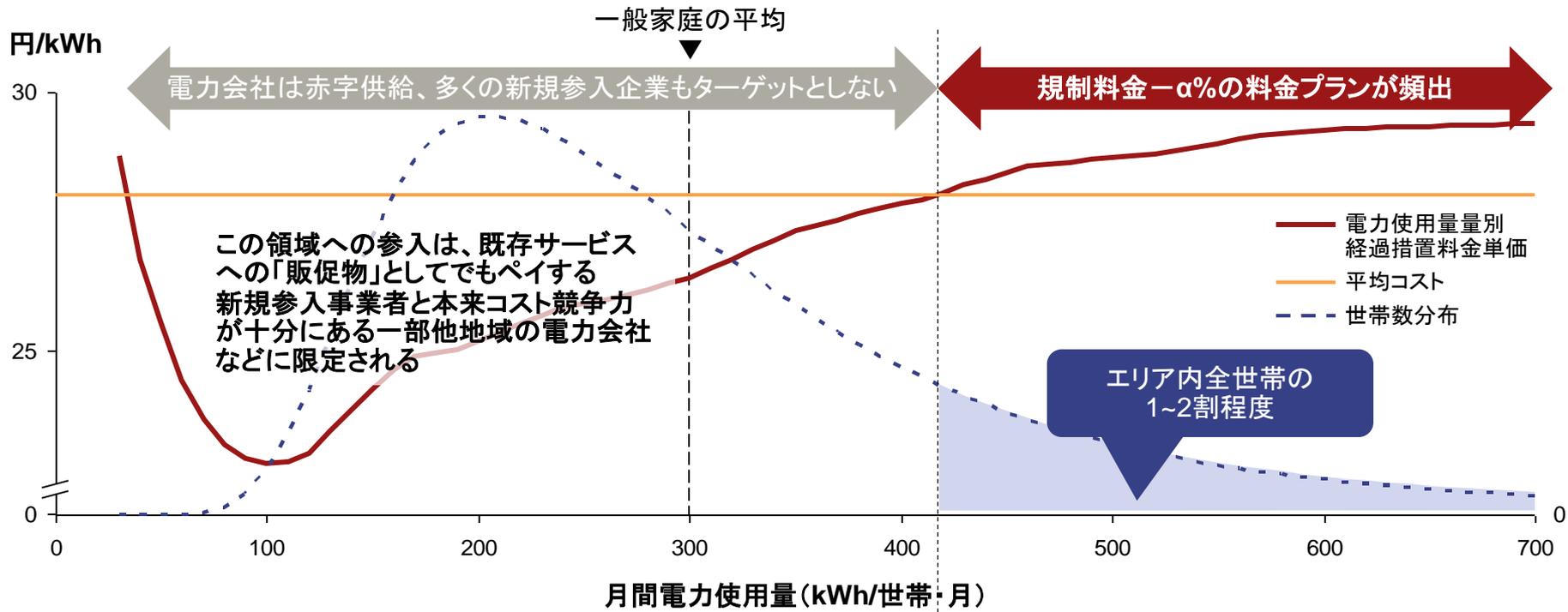
Ofgemでは、競争促進を通じ、自由化による需要家便益の最大化を企図し、卸電力市場の活性化策(Secure&Promote)を導入

- **ドイツの競争環境の変化**
- **英国の競争環境の変化**
- **我が国の二つの競争環境シナリオ**
- **Appendix**

足元では、消費電力量の多い需要家を主たる対象に、電力会社の規制料金をプライスセッターとした“ $-\alpha$ ”の価格競争が始まった

規制料金単価と需要家分布
(契約A制を導入しているエリアの例)

イメージ



当面は新規参入者にクリームスキミングの余地があるにせよ、供給力の回復に伴い卸市場は流動化していくと、電気料金は均衡点に収斂し、薄利多売の構造に拍車をかける

短期的には電力会社を中心とした発電コスト競争が蓋然性が高いが、中長期では異業種を交えた小売競争に発展する可能性も否定できない

短期的には
蓋然性の高い
シナリオ

シナリオA
「電力間発電コスト競争」

長期的には
あり得る
シナリオ

シナリオB
「異業種を交えた小売競争」

需給状況

- 需給緩和に留まる
 - 再エネ普及、火力新增設、原発再稼働も一定程度。供給過剰とまではならない

卸市場の厚み

- 厚みは不十分
 - 依然として発電一体的での競争となり、市場への電源抛出は限定的

競争の担い手

- 大手電力が競争の担い手
 - 電源の太宗を有する大手電力が競争主体
 - 新規参入(新電力)は、多く参入があってもごく一部のシェアを奪うに留まる

競争エリア

- 電気料金が高止まりする地域が中心
 - 料金が高止まりする首都圏・関西圏等で収益性高いセグメント狙い打ち(クリームスキミング)

小売価格

- 高止まりする小売価格- α 程度
 - 総括原価撤廃後も固定費含むコストベースで価格が規定
 - 競争エリアの電力会社がプライスセッター

- 再エネ・火力の電源開発、原発再稼働
- 卸市場に対する競争政策



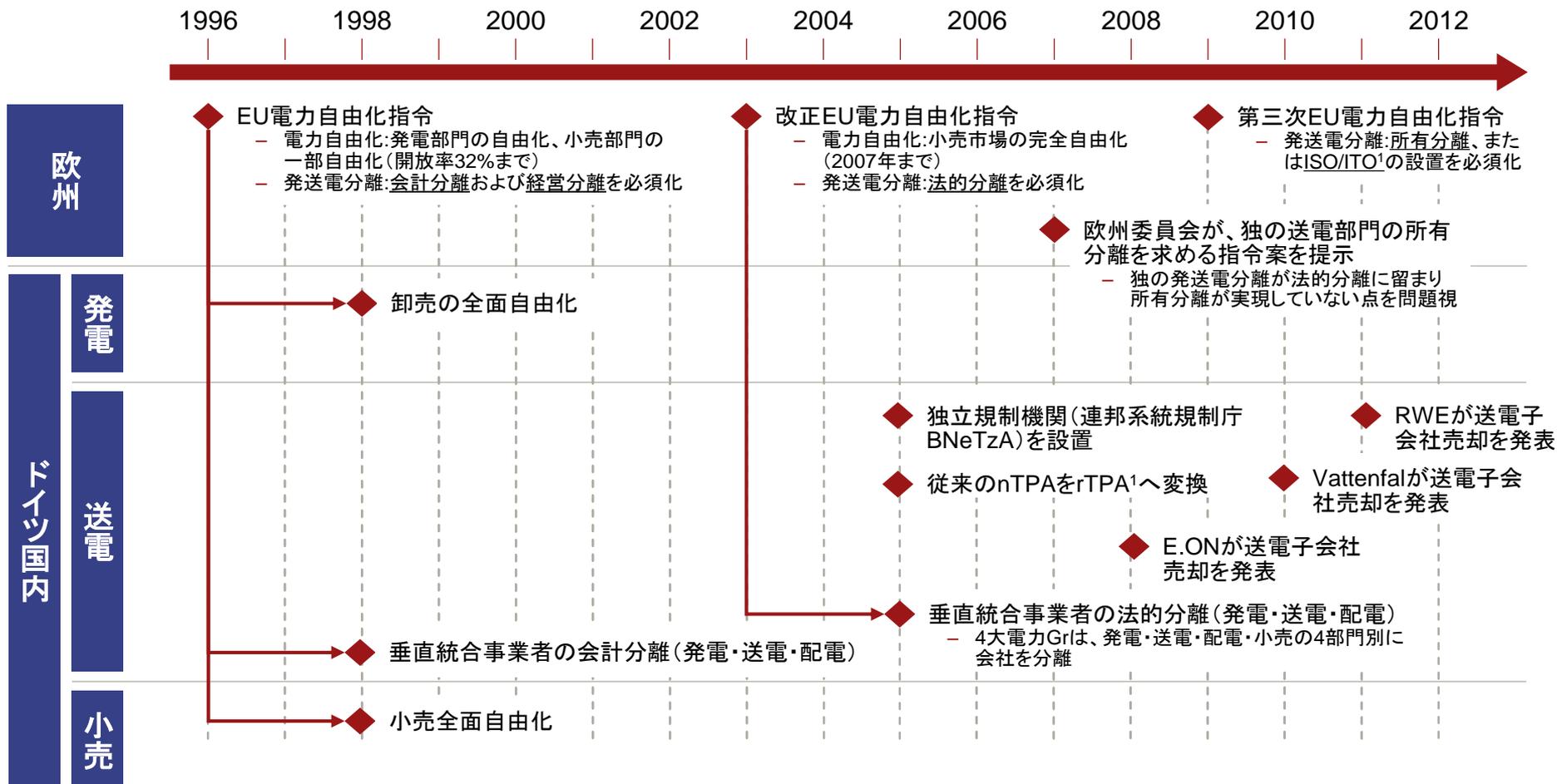
- 協調的電源開発?
- 卸市場の活用の制限?

- 供給過剰に至る
 - 再エネ導入の加速、火力新增設、原発再稼働も進み、供給過剰に至る
- 十分に厚みを増す
 - 供給過剰から卸市場も活用した発電競争が進み、市場は厚みを増していく
- 異業種含む新規参入者も競争に参加
 - 発電分離が進み、新電力の競争環境も整う
 - 小売競争では、異業種ならではの強みも発揮される
- 全国大に競争が拡大
 - 広域メリットオーダーによる発電競争の結果、地域間のコスト差も縮小
 - 電源調達の制約も解消、競争は全国に拡大
- 限界費用に基づく市場原理+ β
 - 卸売価格は限界費用が規定し、安価な電源の増加により市場価格は低下
 - それに伴い、小売価格も低下していく

- **ドイツの競争環境の変化**
 - **英国の競争環境の変化**
 - **我が国の二つの競争環境シナリオ**
- **Appendix**

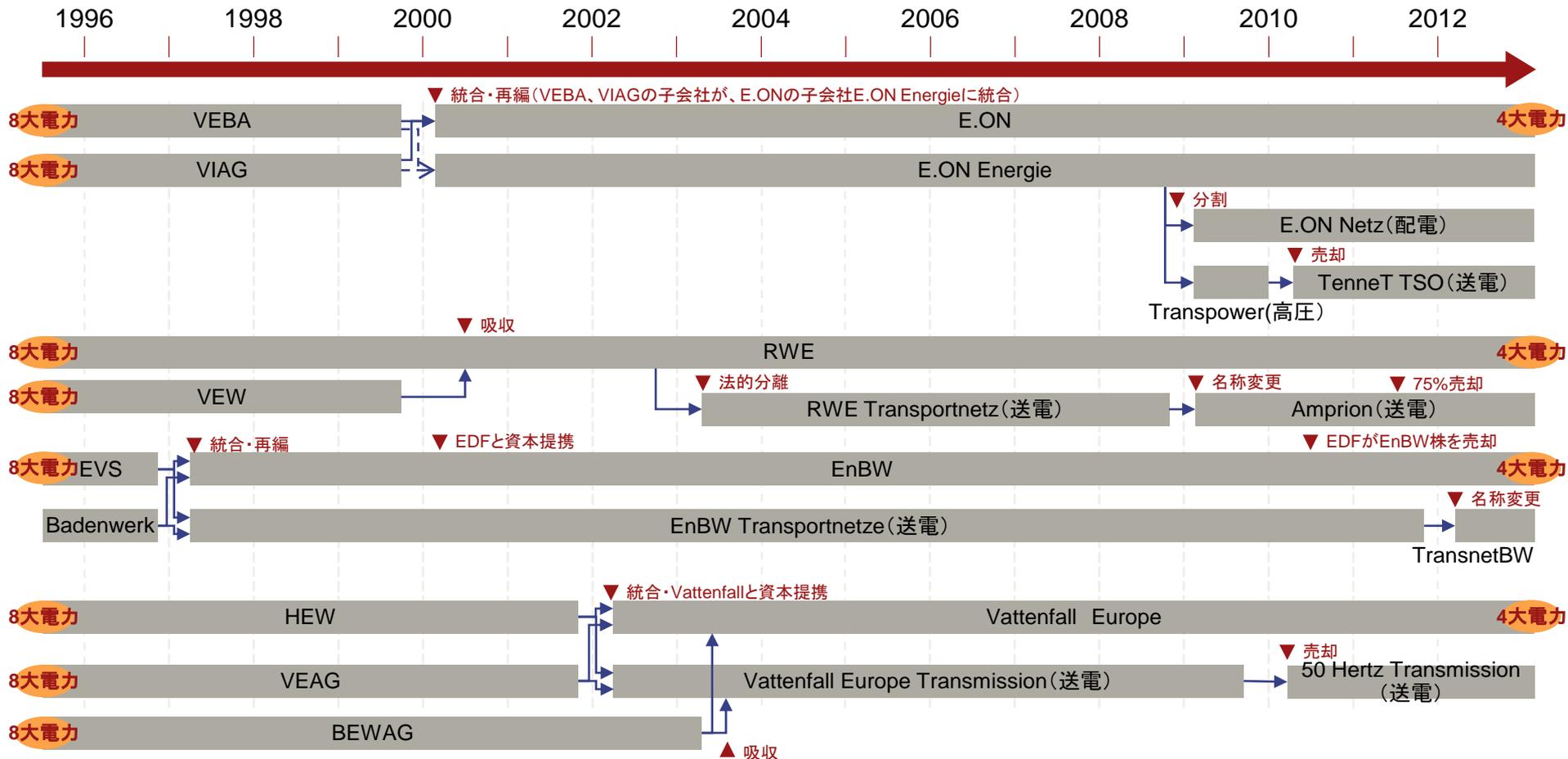
ドイツでは、欧州電力指令に応じて自由化を進めてきたが、発送電分離については、欧州委員会からの指摘を受けながら徐々に所有分離が進展

ドイツの電力自由化の取組



ドイツでは、1998年の電力自由化を契機に、当時の8大電力体制が、現在は外資を含む4大電力体制となり、またうち3社は送電の所有分離に至る

主な電気事業者の変遷(小規模事業者は含まない)



英国では、欧州他国に先行し電力自由化・発送電分離に取り組んできた

英国の電力自由化の取組

1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012

発電分野

- ◆ 1990 公営卸売市場「England and Wales Power Pool」が開設 (100MW以上の発電事業者に全量市場供出を義務化)
- ◆ 1996 二大発電事業者 (National Power、PowerGen) の市場支配力低下のため、政府勧告に基づき石炭発電を売却
- ◆ 2001 市場支配力の行使懸念より、全量プール制は廃止され、新電力取引制度 (NETA) を導入 (NETA導入後、1年で卸電力価格は4割減)
- ◆ 2005 イングランド・ウェールズとスコットランドの卸電力市場を統合し、BETTA制度を導入

送電分野

- ◆ 1990 イングランド・ウェールズ地域において、発送電を独占的に担う国有企業CEGB、発電3社・送電1社に分割・民営化
- ◆ 1991 スコットランドでは、発送電一貫の国有2社が株式会社化
- ◆ 1992 アイルランドでは、発送電一貫の国有企業が、発電設備は分離・売却、送配電・小売は民営化

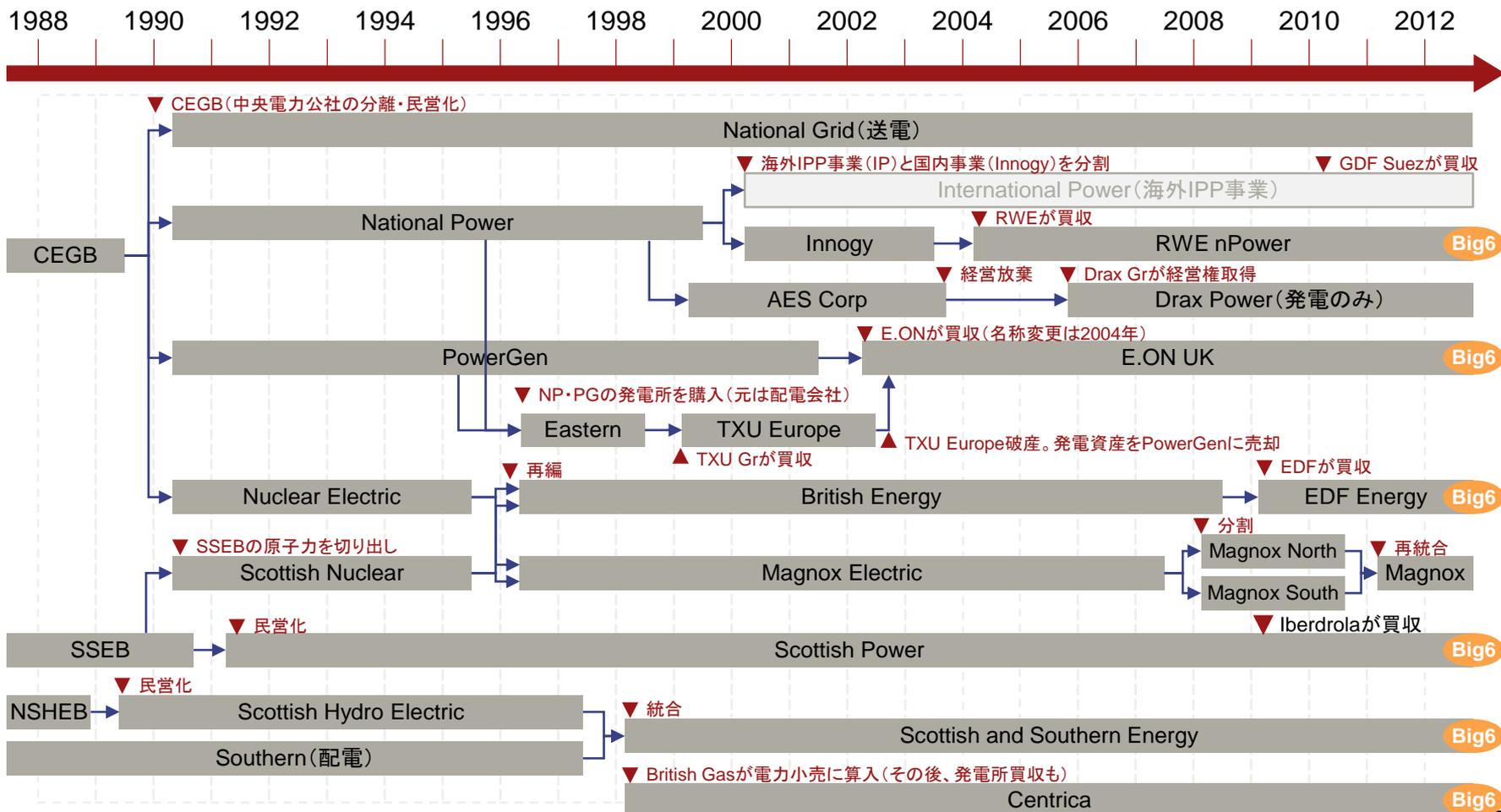
卸市場活性化のための新たな規制 (Secure & Promote) をコンサルテーションを実施、2014年3月施行予定

小売分野

- ◆ 1991 1,000kW超の需要家を対象に小売自由化
- ◆ 1994 100kW超の需要家迄、小売自由化対象を拡大
- ◆ 1998 小売全面自由化

1990年の電力事業の民営化・自由化以降、M&Aを繰り返し、現在は外資を含むBig6を形成(なお、小規模事業者にもBig6の資本が多く入る)

主な電気事業者の変遷(小規模事業者は含まない)



A.T. カーニーは先進性とクライアントとの協働作業を特徴とするグローバル・チームです。短期間で有意義な結果をもたらし長期的には大きな変革を実現します。

A.T. カーニーは1926年の創立以来、CEOアジェンダについて、世界のあらゆる産業や業界における主要企業ならびに政府・公共機関に対しコンサルティングを行ってきました。現在では世界40カ国以上の主要都市に拠点を置いています。

Americas	Atlanta Bogotá	Calgary Chicago	Dallas Detroit	Houston Mexico City	New York Palo Alto	San Francisco São Paulo	Toronto Washington, D.C.
Asia Pacific	Bangkok Beijing	Hong Kong Jakarta	Kuala Lumpur Melbourne	Mumbai New Delhi	Seoul Shanghai	Singapore Sydney	Taipei Tokyo
Europe	Amsterdam Berlin Brussels Bucharest	Budapest Copenhagen Düsseldorf Frankfurt	Helsinki Istanbul Kiev Lisbon	Ljubljana London Madrid Milan	Moscow Munich Oslo Paris	Prague Rome Stockholm Stuttgart	Vienna Warsaw Zurich
Middle East and Africa	Abu Dhabi Doha	Dubai Johannesburg	Manama Riyadh				

