

総合エネルギー企業の経営戦略について

平成30年1月31日
資源エネルギー庁

目次

過去 3 回の要点整理p.2
主要企業の立ち位置p.5
資源市場の動向p.10
電力市場の動向p.14

過去3回の発言ポイント

第2回、平成29年9月29日（金）：資源、地政学、国家戦略

ポール・スティーブンス氏（英国王立国際問題研究所特別上席フェロー）

- 石油の長期需要は過大評価されている。炭化水素から電気へのエネルギー転換はより加速化していく。転換の理由は、気候変動と技術革新（再エネ価格低減、EV）。
- トランプ政権による不確実性に加え、世界の中東依存度の低下傾向とこれを背景とした中東各国の財政不安などを受け、中東は不安定性が高まる可能性が高い。

アダム・シミンスキー氏（米国戦略国際問題研究所エネルギー地政学議長）

- 世界の一次エネルギー消費は新興国が牽引。
- 石炭の需要は横ばい（減少の可能性も）、再エネと天然ガスが急伸。原子力遡増。
- 日本の自給率の低さや火力依存は安全保障の観点から深刻。エネルギー源を分散させ、多様性を高めることが重要。
- 米国は京都議定書に署名せずとも大幅にCO₂を削減してきた。パリ協定離脱は大きな問題ではない。

過去3回の発言ポイント

第3回、平成29年11月13日（月）：温暖化対策

マイケル・シェンバーガー氏（米国 エンバイロンメンタル・プログレス代表）

- エネルギー選択のメгатrendは高密度化（木材⇒石炭⇒石油⇒ウラン）。
- 原発の社会受容性は非常に重要。技術革新（事故耐性燃料等）によって社会受容性が高まる。
- 原発・水力と異なり、太陽光・風力はC O 2 排出原単位との相関が薄い。
(導入がC O 2 削減に繋がっていない)
- ドイツは石炭依存が続き、2020年▲40%達成は困難だろう。

ジム・スキー（英国 インペリアル・カレッジ・ロンドン持続可能エネルギー担当教授）

- 英国は、石炭火力のガスシフトで大幅削減を実現したが、20年半ば以降の削減目標（23～27年▲51%）の達成は現時点では難しい状況。達成のためにはイノベーション（水素・CCS等）が重要。
- 一つの技術に決め打ちせず、「技術間競争」を促すことが大事。
- 英国政府は、国プロで次世代の小型原子炉（SMRs）の研究開発プログラムを民間から提案を募り、支援している。
- ドイツは再エネに必要以上に支援しており、効率化が必要。

※クラウディア・ケンフェルト氏（独国 経済研究所エネルギー・運輸・環境部長）

（資料提出のみ、当日は欠席）

- C O 2 大幅削減に必要なのは省エネ、再エネ、E Vへの投資。
- 再エネ100%のエネルギーシステムは実現可能。
- 余剰電力の水素変換など、分野の垣根を越えた効率化が重要。

過去3回の発言ポイント

第4回、平成29年12月8日（金）ゼロエミッション企業の経営戦略

クリス・グールド氏（米国 エクセロン・コーポレーション 企業戦略担当上級副社長）

ラルフ・ハンター氏（米国 エクセロン・ニュークリア 最高執行責任者）

- 原子炉の高稼働ノウハウ（90%以上）が競争力の源泉。
- 被買収企業の原子炉の稼働率向上による企業価値向上が成長の原資。
- 電力はもはや単なるコモディティではなく、信頼性、強靱性、環境性などの価値あり。これらの価値が価格として適正に評価される市場設計が重要。
- Small Modular Reactor (SMR) は、コスト・安全性の両面でメリットがある可能性あり。

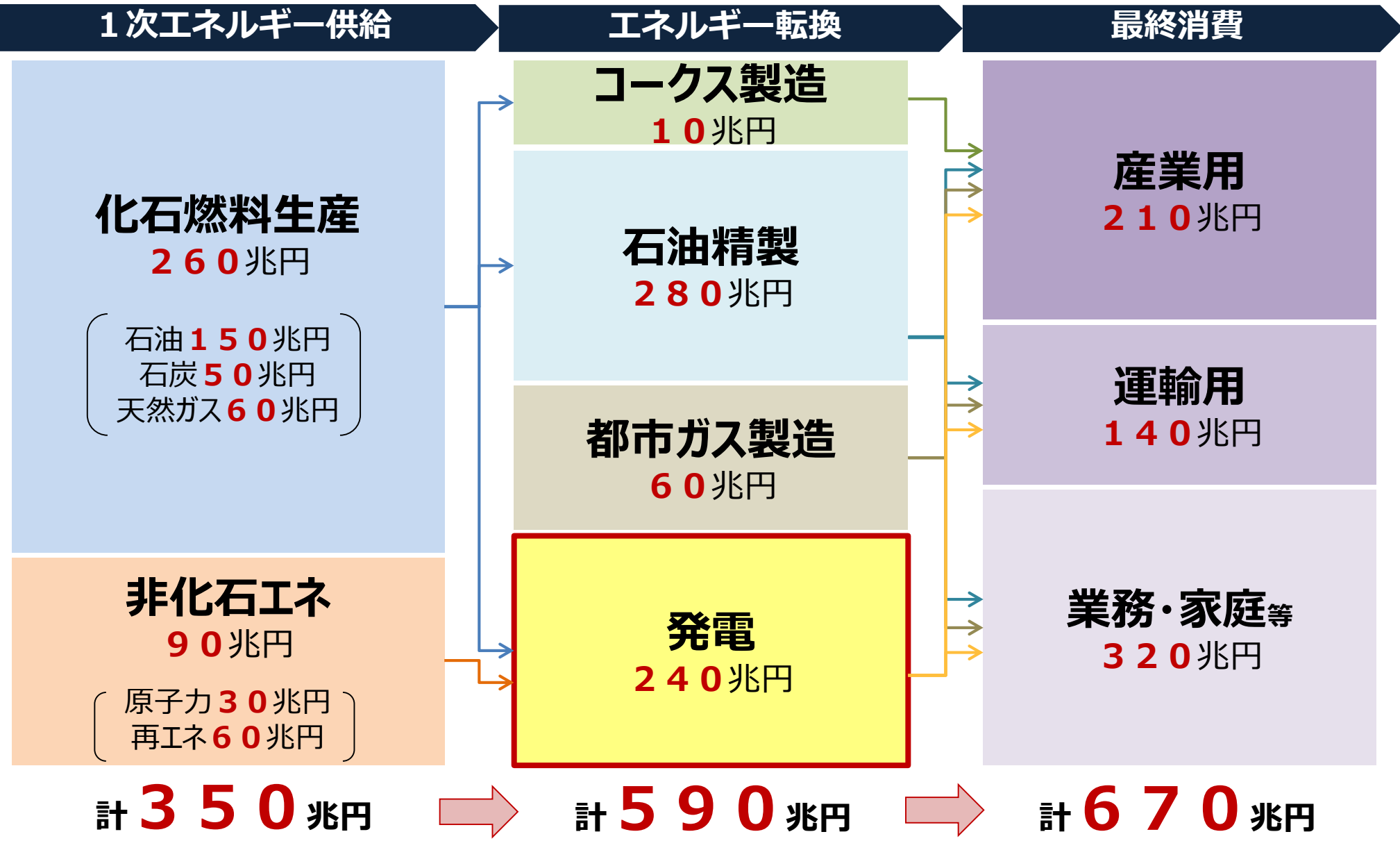
マティアス・バウゼンバイン氏（デンマーク オーステッド アジア太平洋局長）

イチュン・シュー氏（デンマーク オーステッド 市場開発部長）

- 洋上風力のグローバル・リーダー。開発・建設・所有・運用を一気通貫で実施。
- ノンコア事業（水力・ガス火力・陸上風力等）の売却資金を戦略事業（洋上風力）に投入することで、事業の選択と集中を実施。
- 洋上風力のコスト削減のポイントは、風車の大型化によるスケールメリット、複数プロジェクトにおける機器・システムの標準化、複数社からのグローバル調達。
- 政府による中期的なマーケット育成に向けたコミットメントと一般海域の明確な利用ルールが必要。適地へのクラスターとしての導入が、その地域でのサプライチェーンの育成に繋がり、更なるコストメリットとなる。

主要企業の立ち位置

世界のエネルギー市場規模の概算 (2015年)



※1次エネルギー供給・転換には非エネ利用を含み、最終消費は非エネ利用を除く。転換は主なもののみ記載。

※金額はエネルギー需給量に対して一定の単価（発電10円/kWh, 産業用電力15円/kWh等）を掛け合わせた概数。

主要電力企業の概要・電源構成

	欧米					日本	
	Engie (フランス)	EDF (フランス)	Enel (イタリア)	Ørsted (デンマーク)	Exelon (米国)	東京電力	九州電力

売上高

9.4兆円 10.1兆円 10.2兆円 1.5兆円 3.6兆円 6.1兆円 1.8兆円

海外比率

64% 47% 48% 75% 不明 2% 不明

電源構成	再エネ	19% (水力:15%)	6% (水力:6%)	31% (水力:23%)	45% (風力:45%)	3% (内訳不明)	5% (水力:5%)	10% (水力:8%)
	原子力	6%	81%	14%	0%	89%	0%	14%
	火力	75% (ガス:58%)	12% (内訳不明)	55% (石炭:30%)	55% (石炭:36%)	8% (内訳不明)	95% (ガス:72%)	76% (石炭:42%)
	合計	25%	93%	80%	45%	92%	100%	90%

※ 2015年、グループ企業等も含む値。

※ Ørstedの石炭比率は電気・熱用途の化石燃料使用量の割合から推計

※ 東京電力、九州電力の火力内訳は平成28年度供給計画のエリア別電源構成から推計した値

主要石油企業の概要

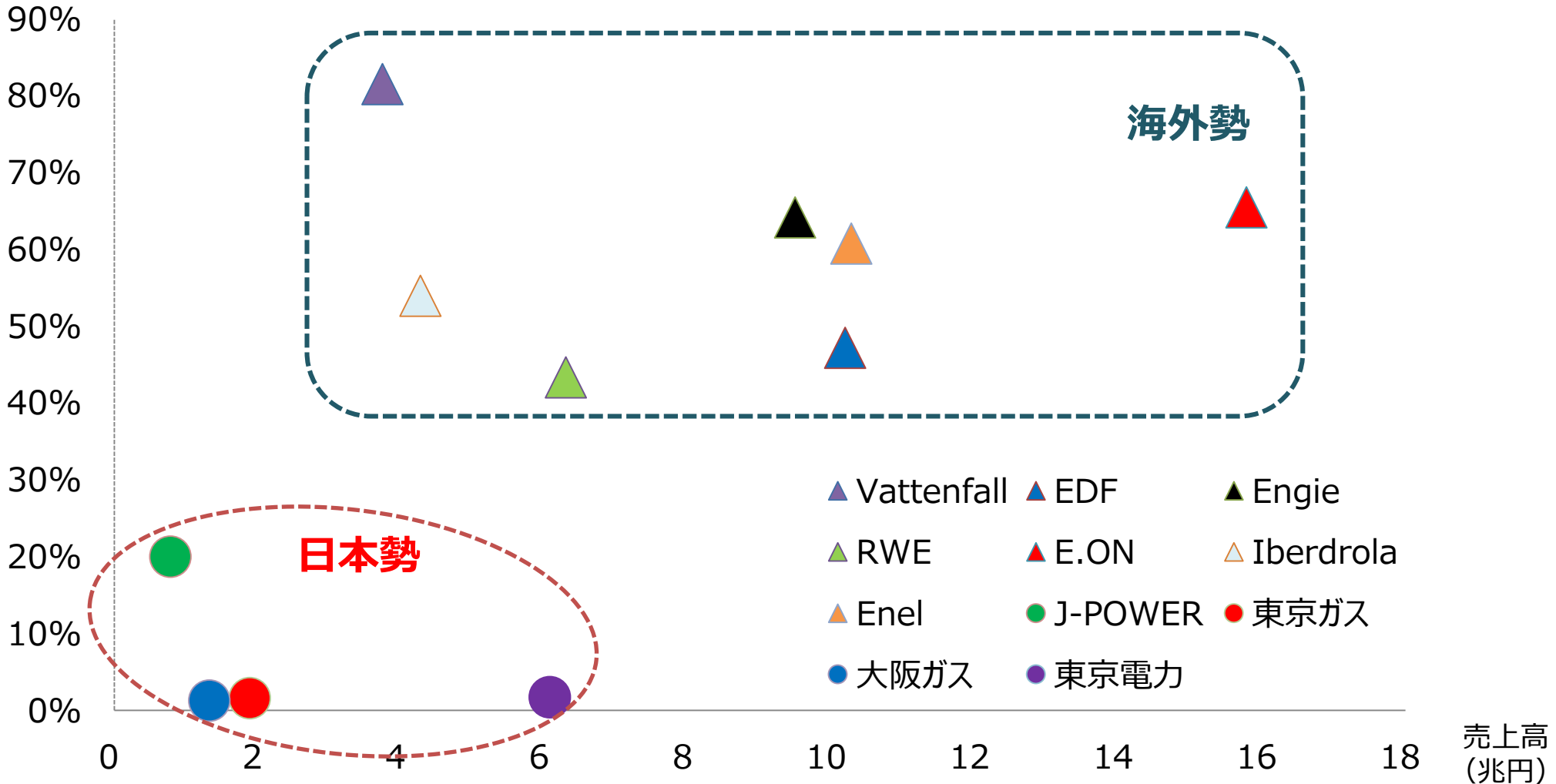
		海外					日本
		ExxonMobil (米国)	Shell (英・蘭)	BP (英国)	Saudi Aramco (サウジ)	イラン国営石油 (イラン)	INPEX
		欧米オイルメジャー			中東国営石油企業		上流専業
石油・ガス 生産量		410万BD	330万BD	320万BD	1400万BD	780万BD	52万BD
売上高 (上流：中下流)		25兆円 (3：22)	25兆円 (3：22)	20兆円 (2：18)	97兆円	28兆円	0.9兆円
企業戦略	石油・ガス 開発	バランス重視 生産量全体に占めるガス比率	ガスシフト傾向	国内のみ・歳入の柱	投資拡大		
		49% →42% (2012→2017)	47% →49% (2012→2017)	37% →60% (2017→2025)	72% (2015)	37% (2015)	100万BD 目標 (2020代前半)
		※BPのみ明確な将来目標を設定					
石油精製 ・販売	グローバルサプライチェーンの展開 各地域における原油処理能力の割合	輸出拡大 石油製品生産量に 占める輸出割合	別途国営企業 を設立	全投資額 の2% (パイプライン LNG基地 (国内)のみ)			
	北米：44% 欧州：33% アジア：18% 中東：4%	北米：40% 欧州：31% アジア：26% アフリカ：3%	北米：40% 欧州：46% アジア：9% アフリカ：5%	25% →45% (2011→2016)			
新分野 (例)	2016.1～ バイオ燃料の 研究開発	2017.10 EV充電サービ ス企業を買収	2017.12 太陽光事業に 参入	2017.12 米国LNG参 入を企図？	—		
					2015 インドネシア 地熱開発		

※ 2016年の値、イランの石油・ガス収入は2015年

(出所) Energy Intelligence, SPEEDA, 各社年次レポート等より作成

(参考) エネルギー企業の売上高・海外売上高比率 (2015年)

海外売上高比率



※中国の国家电网は30兆円以上の規模で世界一 (海外比率は未公開)

資源市場の動向

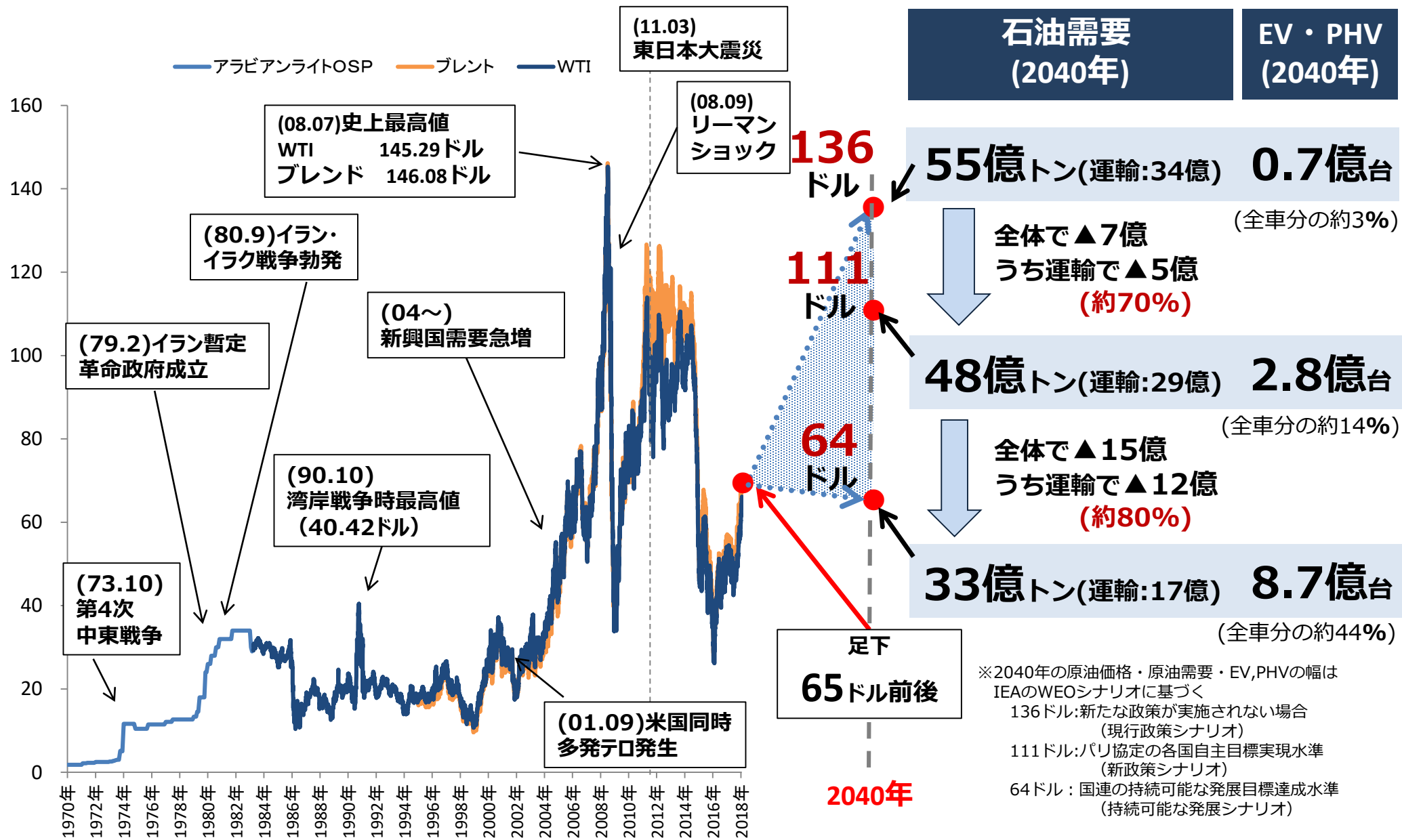
増大するアジア市場へのアプローチが企業戦略の一つのカギ

	石油需要		天然ガス需要	
	2016	2040	2016	2040
世界	44億トン	+4 48億トン	30億トン	+13 44億トン
アジア	14億トン (32%)	+4 18億トン (38%)	6億トン (20%)	+6 12億トン (27%)
日本	1.8億トン (4%)	-0.8 1.0億トン (2%)	1.0億トン (3%)	-0.1 0.9億トン (2%)
米国	8億トン (18%)	-2 6億トン (12%)	6億トン (21%)	+1 7億トン (17%)
欧州 (EU)	5億トン (12%)	-2 3億トン (6%)	4億トン (13%)	0 4億トン (9%)
中東	3億トン (8%)	+1 5億トン (10%)	4億トン (13%)	+3 7億トン (15%)
その他	13億トン (30%)	+3 17億トン (34%)	10億トン (33%)	+4 14億トン (32%)

※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。
 ※括弧内の%は世界に対するシェア。単位は石油換算トン。

(出所) World Energy Outlook 2017を基に作成
 (2040年は新政策シナリオの値)

油価は変動を繰り返し、足下65ドル。



※ 1983年にWTI先物 (NYMEX) とブレント先物 (IPE、現ICE) が上場。
 ※ 価格はバレル当たり、需要は原油換算。
 ※ 運輸部門の需要減少には燃費改善等他の要因も寄与。EV・PHVの普及は一例。

※2040年の原油価格・原油需要・EV,PHVの幅はIEAのWEOシナリオに基づく
 136ドル: 新たな政策が実施されない場合 (現行政策シナリオ)
 111ドル: パリ協定の各国自主目標実現水準 (新政策シナリオ)
 64ドル: 国連の持続可能な発展目標達成水準 (持続可能な発展シナリオ)

(参考) EV化への各国のスタンス

	主な目標・発言	全自動車台数 (2015年)	EV・PHV 定量台数目標			
			2016年	2020年	2030年	2040年
日本	2030年までに EV・PHVの新車販売 20~30%を目指す (経済産業省)	8,000万台	15万台 (累計)	100万台 (累計)	20~30% (新車販売)	
英国	2040年までに ガソリン・ディーゼル車 販売終了※1 (運輸省、環境・食料農村地域省)	4,000万台	9万台 (累計)	150万台 (累計)		ガソリン・ディーゼル 販売終了
フランス	2040年までに GHG排出自動車の 販売終了※1 (エコ・エコロジー大臣)	4,000万台	8万台 (累計)	200万台 (累計)		ガソリン・ディーゼル 販売終了
ドイツ	ディーゼル・ガソリン車の禁止は 独政府のアジェンダには 存在しない (政府報道官)	5,000万台	7万台 (累計)	100万台 (累計)	600万台 (累計)	
中国	2019年から生産量の一部※2を EV・FCV・PHVとするよう 義務化 (工信部)	1億6,000万台	65万台 (累計)	500万台 (累計)	8,000万台 (累計)	
米国 (加州)	販売量の一部※3を ZEV※4とする規制あり (2018年からHVが対象外に) (カリフォルニア州)	2,500万台	56万台 (累計)	150万台 (累計)		※2025年の目標

※1PHV・HVの終了については明言されていない ※2 2019年10%,2020年12% ※3 2020年 6% (EV・FCVのみの値) ※4 Zero Emission Vehicle (EV・FCV・PHV)

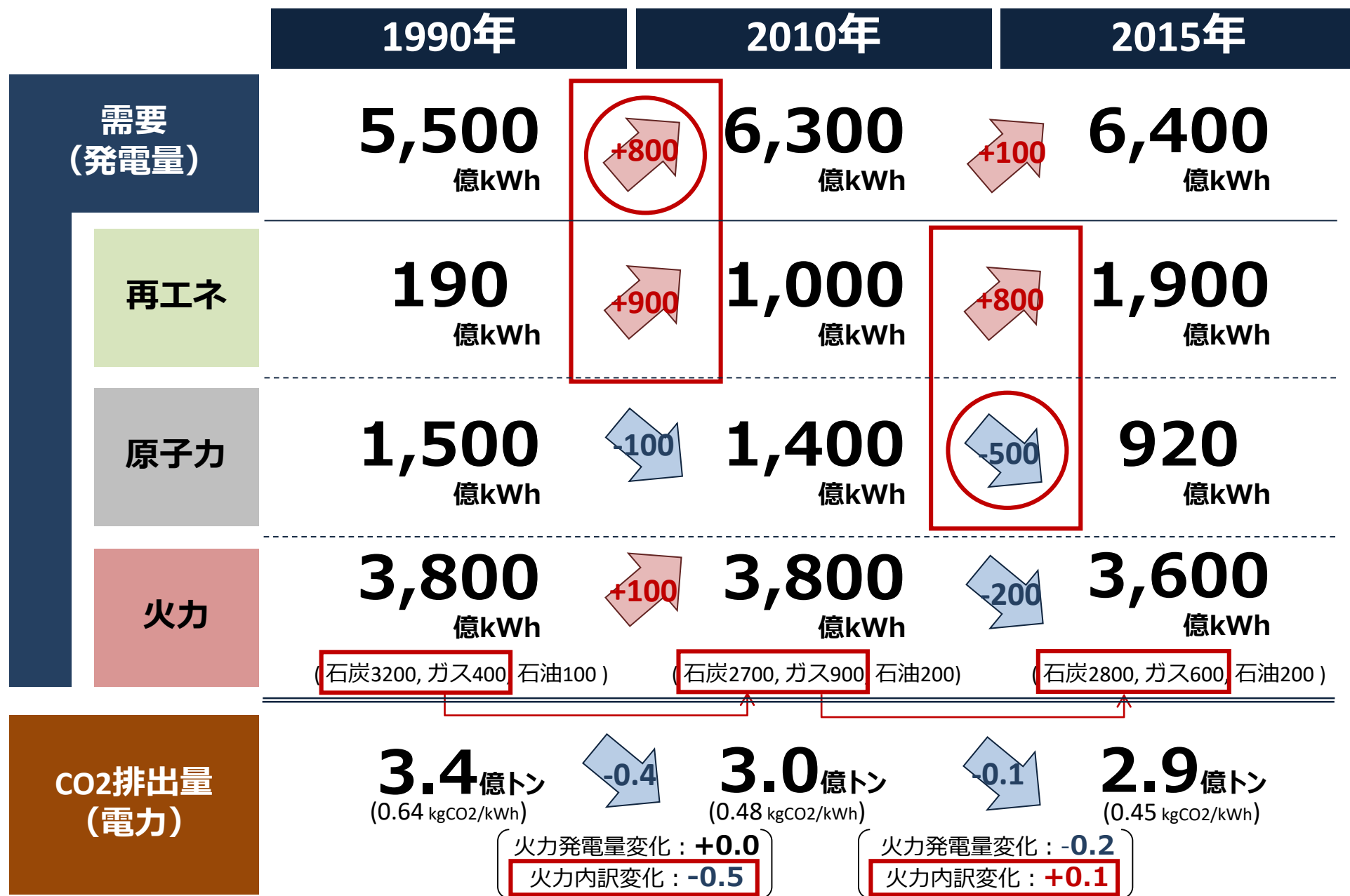
電力市場の動向

電力市場は拡大、火力には幅がありしたたかな対応が必要

	2016年	2040年 (IEA見通し)			
		各国自主目標(日本は▲26%)水準※1		パリ協定目標達成水準※2	
		発電量	市場規模変化※3	発電量	市場規模変化※3
電力需要 (世界発電量)	24 兆kWh	39 兆kWh	+150 兆円	36 兆kWh	+120 兆円
再エネ	6 兆kWh	16 兆kWh	+100 兆円	23 兆kWh	+170 兆円
太陽光 風力	1兆kWh (太陽光:0.3 風力:1.0)	7兆kWh (太陽光:3.2 風力:4.3)	+60兆円	12兆kWh (太陽光:5.3 風力:7.0)	+120兆円
原子力	3 兆kWh	4 兆kWh	+10 兆円	5 兆kWh	+20 兆円
火力	16 兆kWh	20 兆kWh	+40 兆円	8 兆kWh	-80 兆円

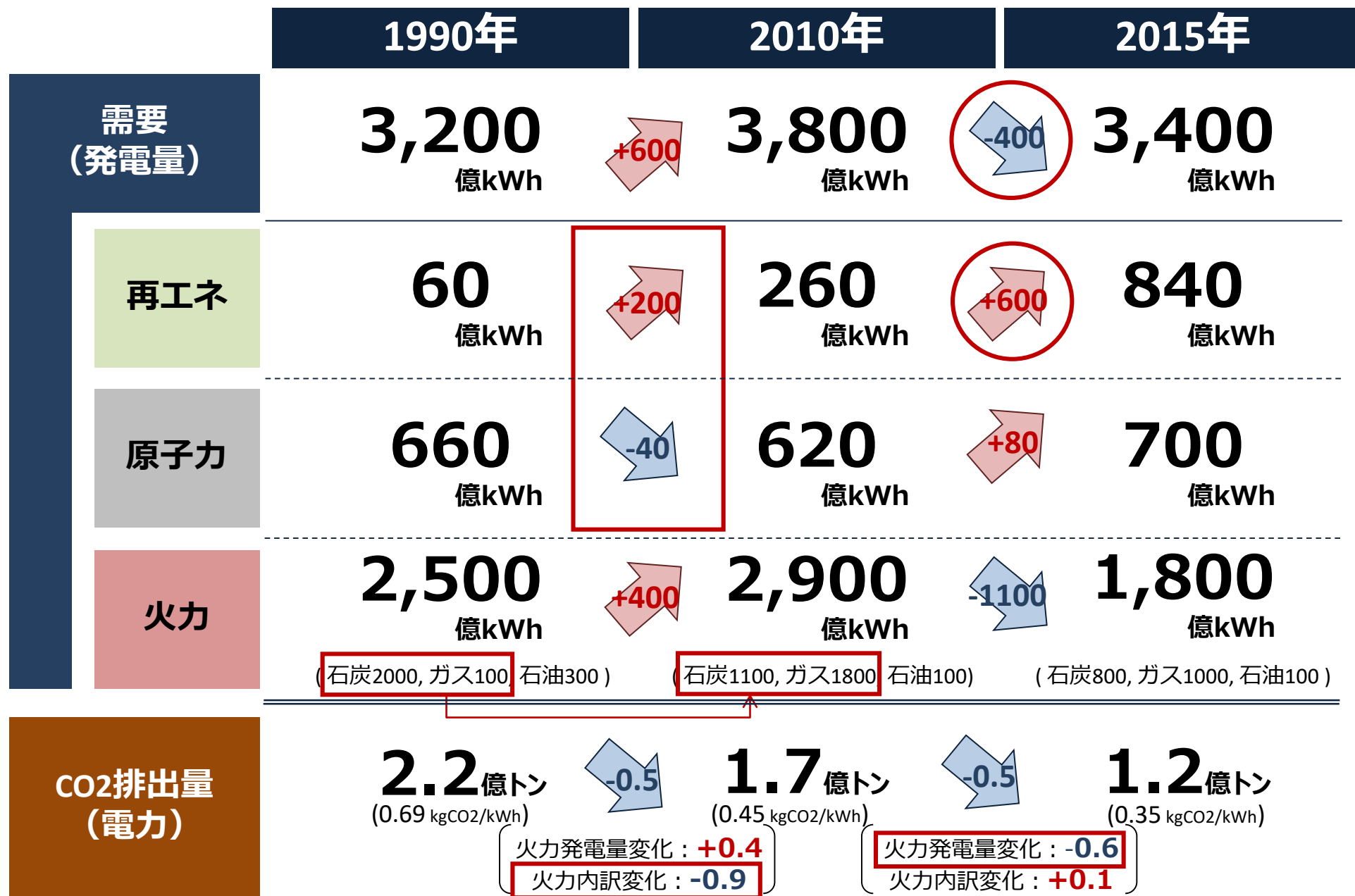
※1 新政策シナリオ ※2 持続可能な発展シナリオ
 ※2 2016年⇒2040年の市場規模変化 (市場規模は10円/kWhと想定して概算)

ドイツの電力由来CO2排出量の推移



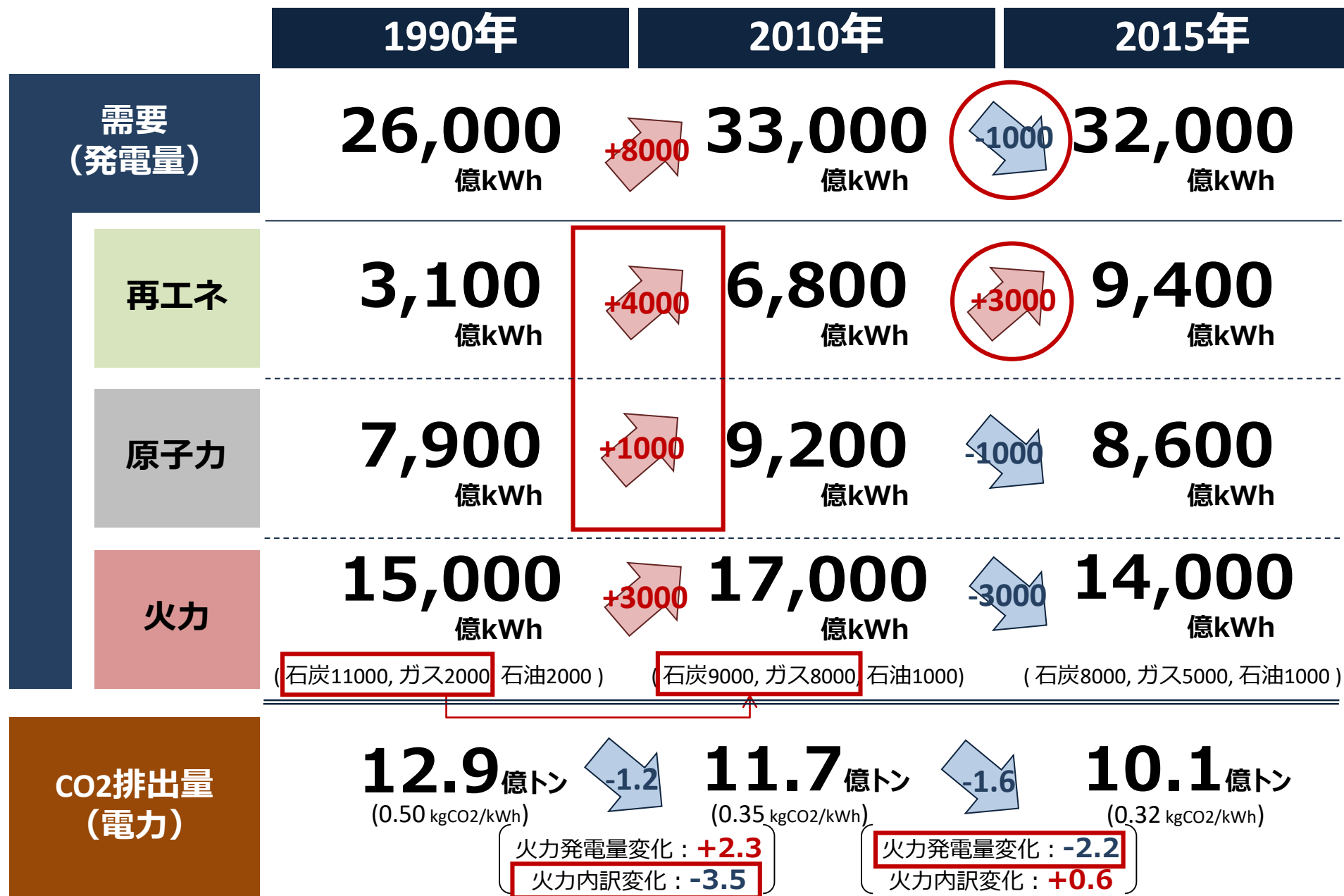
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

英国の電力由来CO2排出量の推移



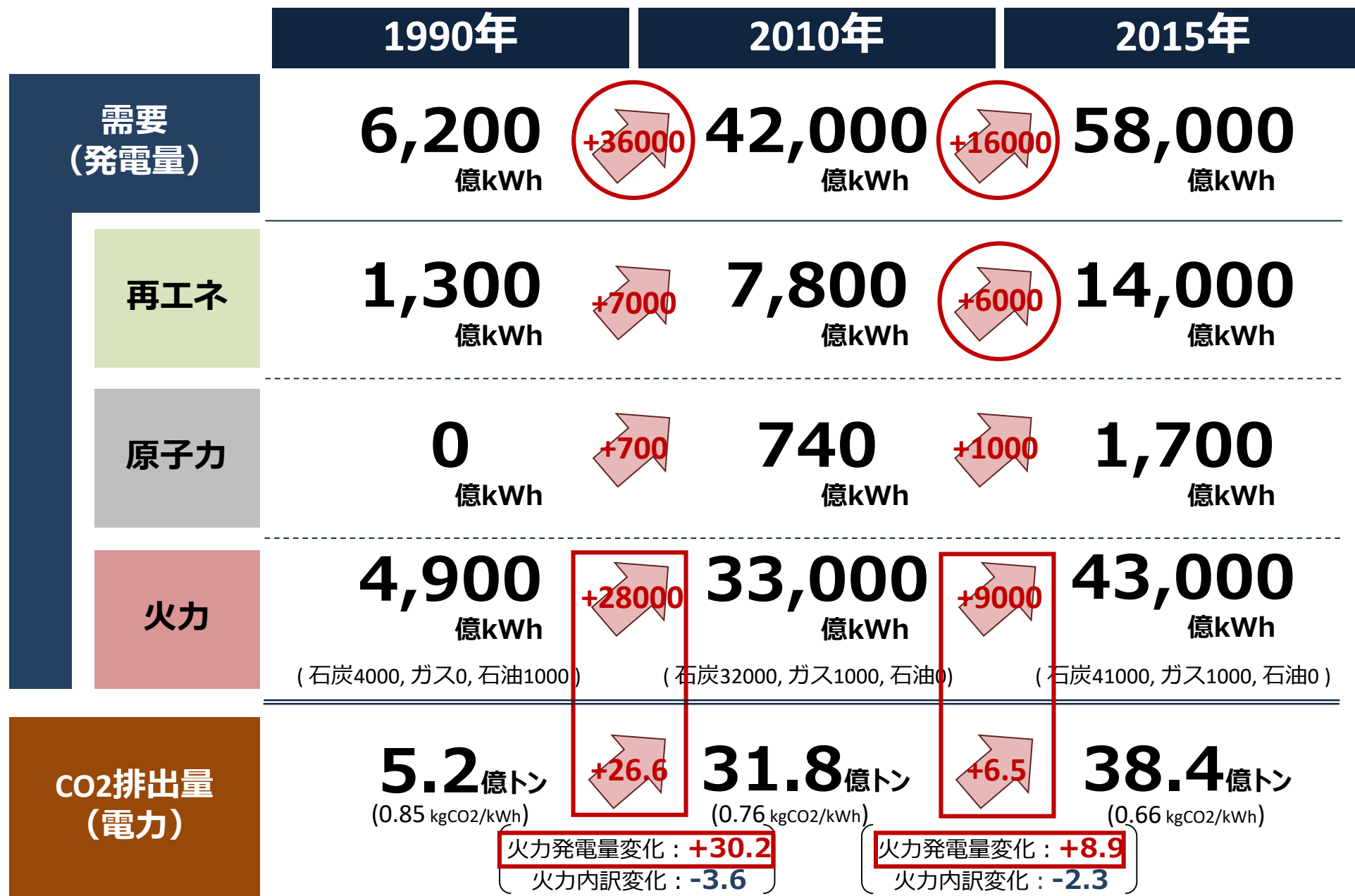
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

EUの電力由来CO2排出量の推移



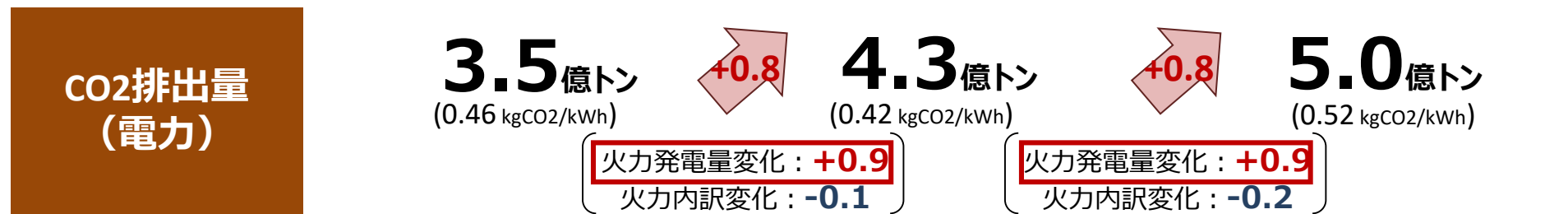
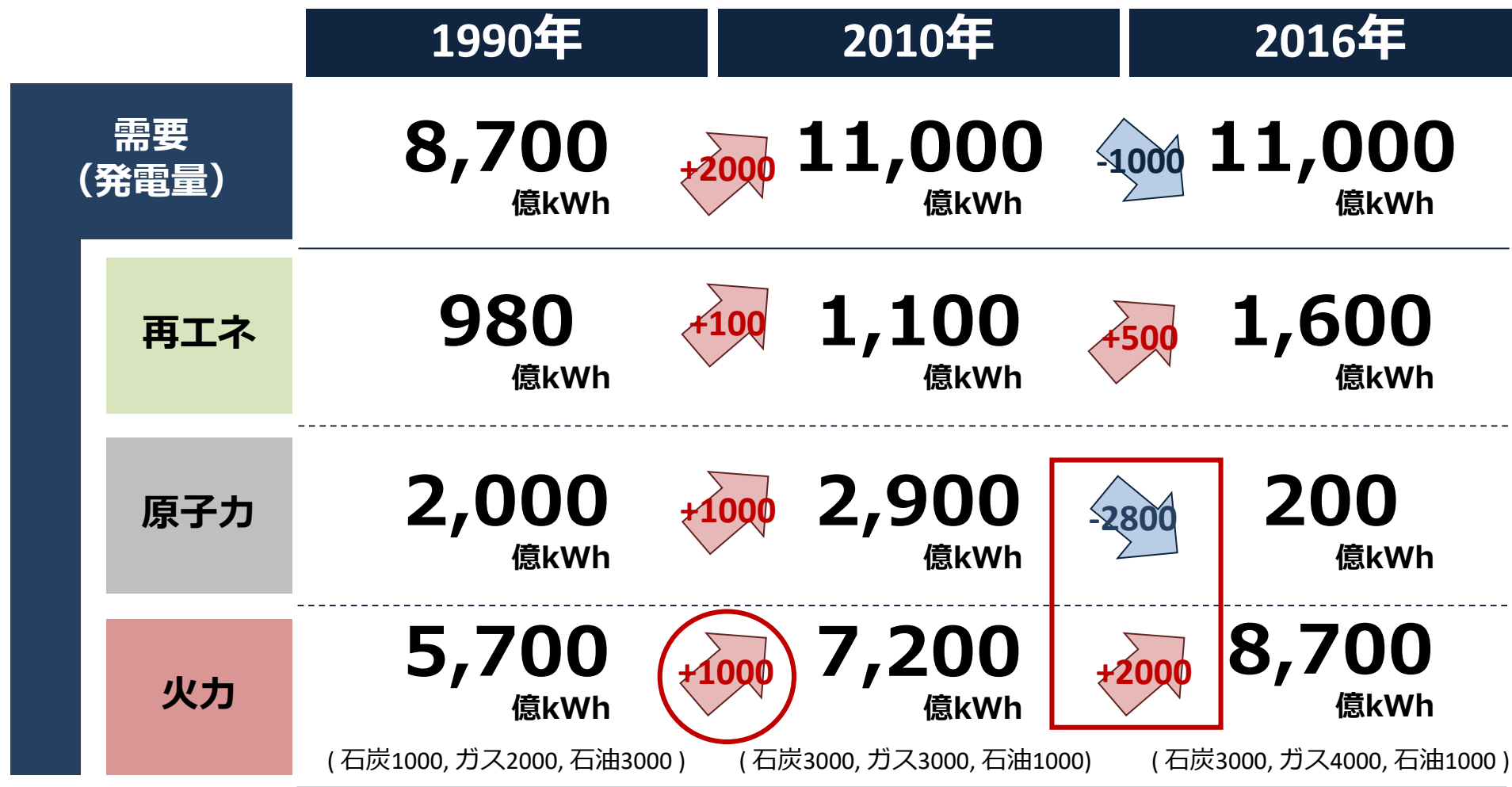
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

中国の電力由来CO2排出量の推移



※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

日本の電力由来CO2排出量の推移



※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。
 ※ 排出係数は総合エネルギー統計ベースでありIEAの定義とは異なる。

(参考) 日欧米の電力事業環境の比較 (2015年)

	米国	欧州	日本
市場概要	市場規模 (電力需要) 3.8兆kWh (TX:3900億kWh NY:1500億kWh CA:2600億kWh IL:1400億kWh)	3.0兆kWh (独:5700億kWh 英:3300億kWh 仏:4700億kWh 丁:300億kWh ※デンマーク)	1.0兆kWh
	ゼロエミ 比率 ※日本は2016年 33% (原子力: 19% 風力: 4% 太陽光: 1% 水力: 6%)	56% (原子力: 27% 風力: 9% 太陽光: 3% 水力: 11%)	17% (原子力: 2% 風力: 1% 太陽光: 5% 水力: 8%)
事業環境	小売 自由化 州によって異なる ※2000年頃から自由化の動き活発化 (全面自由化: 13州※1+ワシントンDC 部分自由化: 6州※2 ※1: ニューヨーク、イリノイ、テキサスなど ※2: カリフォルニア、ネバダなど)	全面自由化 (1996年:第1次電力指令(部分自由化) 2003年:第2次電力指令(全面自由化))	全面自由化 (2000年:部分自由化(大規模工場等) 2004年:部分自由化(中規模工場等) 2005年:部分自由化(小規模工場等) 2016年:全面自由化)
	発送電 分離 (送電運用者) 州によって異なる (1996年: FERC オーダー888で独立系統運用者 (ISO)の設立推奨 1999年: FERC オーダー2000で地域送電機関 (RTO)の設立要請)	法的分離※3 or 所有権分離 (1996年: 会計分離(第1次電力指令) 2003年: 法的分離(第2次電力指令) 2009年: 法的分離or所有権分離 (第3次電力指令))	垂直統合 ⇒法的分離 ※2020年予定 (東京電力は先行実施)
	主な ゼロエミ 関連施策 州によって異なる (連邦政府としては税制措置などを実施)	国によって異なる (EU再エネ目標: 2030年に27% (最終消費ベース))	FIT 高度化法等

※3 「①送電系統運用を独立系統運用者に委ねる」、「②独立送電運用者として送電系統運用機能の独立性を確保する」の2つの選択肢が存在

(参考) 米国の電力事業環境 (2015年)

		米国			
		テキサス州	カリフォルニア州	ニューヨーク州	イリノイ州
市場概要	市場規模 (電力需要)	3,900億kWh	2,600億kWh	1,500億kWh	1,400億kWh
	ゼロエミ 比率	19% (原子力: 9% 風力: 11% 太陽光: 0.1% 水力: 0.2%)	40% (原子力: 9% 風力: 6% 太陽光: 8% 水力: 7%)	55% (原子力: 32% 風力: 3% 太陽光: 0.1% 水力: 19%)	56% (原子力: 50% 風力: 6% 太陽光: 0% 水力: 0%)
事業環境	小売 自由化	全面自由化 (1999年:州電力再編法 (発電・送配電・小売の分離) 2002年:小売自由化開始)	部分自由化 ※家庭部門以外が自由化 (1998年:全面自由化開始 2001年:電力危機 ⇒自由化中断 2010年:部分自由化再開)	全面自由化 (1998~2000年: 電力会社毎に自由化開始)	全面自由化 (2002年:全面自由化開始 2006年:価格上限規制終了)
	発送電 分離 (送電運用者)	独立系統運用者 (ISO) (ERCOT 1996年設立)	独立系統運用者 (ISO) (CAISO 1998年設立)	独立系統運用者 (ISO) (NYISO 1999年設立)	地域送電機関 (RTO) (MISO 1996年設立 2001年RTO承認)
	主な ゼロエミ 関連施策	RPS (1999年~) ※RECの購入で調達可能	RPS (2002年~) ※RECの購入で調達可能 ZEV規制(2012年~) ※販売台数の一定割合を ZEVとすることを義務付け	ゼロエミクレジット (2017年~) ※REC, ZECの調達が 求められる	RPS(2008年~) ※RECの購入で調達可能 ゼロエミクレジット (2017年~) ※ZECの調達が求められる

※REC: Renewable Energy Credit ZEC: Zero Emission Credits ZEV: Zero Emission Vehicle

(参考) 欧州の電力事業環境 (2015年)

		欧州			
		ドイツ	フランス	英国	デンマーク
市場概要	市場規模 (電力需要)	5,700億kWh	4,700億kWh	3,300億kWh	300億kWh
	ゼロエミ 比率	44% (原子力: 14% 風力: 12% 太陽光: 6% 水力: 3%)	93% (原子力: 78% 風力: 4% 太陽光: 1% 水力: 10%)	46% (原子力: 21% 風力: 12% 太陽光: 2% 水力: 2%)	66% (原子力: 0% 風力: 49% 太陽光: 2% 水力: 0%)
事業環境	小売 自由化	EU電力指令の下で全面自由化 (1996年:第1次電力指令(部分自由化) 2003年:第2次電力指令(全面自由化))			
	発送電 分離 (送電運用者)	独立送電運用者 (ITO) (Amprion(RWE資本) TenneT(蘭政府資本) 50Hertz(Elia資本) TransnetBW(EnBW資本))	独立送電運用者 (ITO) (RTE (EDF資本))	民間送電事業者 (NGET (National Grid資本))	国営送電事業者 (Energinet.dk (国営))
	主な ゼロエミ 関連施策	FIT, FIP (1991年~)(2012年~)	FIT (2005年~)	RPS, FIT-CfD (2002年~) (2014年~) ※FIT-CfDは大規模電源が対象	FIT, FIP (1984年~)(2009年~) ※洋上風力は別途入札を実施
		排出権取引 (EU-ETS, 2005年~)			

Management Strategies of Integrated Energy Companies

January 31, 2018

Agency for Natural Resources and Energy

Table of Contents

Review of previous sessionsp.2

Current status of major companiesp.5

Energy resources market trendsp.10

Electricity market trendsp.14

Review of statements from previous sessions

2nd Session - Friday, September 29th, 2017

Dr. Paul Stevens (Distinguished Fellow, The Royal Institute for International Affairs, UK)

- The long-term demand for petroleum is overrated. The energy transition from hydrocarbon to electricity will accelerate. The reasons for the transition are climate change and technological innovation (cost reduction of renewable energy, EV).
- There is a high possibility that instability will increase in the Middle East based on the financial instability of the various Middle Eastern countries in the context of a decreasing global dependence on the region, in addition to the uncertainty caused by the Trump regime.

Mr. Adam Siminski (Chair for Energy and Geopolitics, Center for Strategic and International Studies, US)

- Emerging nations drive primary energy consumption worldwide.
- Demand for coal will remain unchanged (possibility of decline), there will be rapid growth in renewable energy and natural gas. Gradual increase in nuclear energy.
- Japan's low energy self-sufficiency and dependence on thermal power are severe issues from a national security viewpoint. Diversifying energy sources to increase diversity is critical.
- The U.S. greatly reduced CO₂ emissions without ratifying the Kyoto Protocol. Its withdrawal from the Paris Agreement is not a major problem.

Review of statements from previous sessions

3rd session - Monday, November 13rd, 2017

Mr. Michael Shellenberger (CEO of Environmental Progress, U.S.)

- Increasing density is the megatrend of energy choices (Wood → Coal → Oil → Uranium)
- The social acceptability of nuclear power is critical. Social acceptability will increase through innovative technologies (accident resistant fuel, etc.).
- Unlike nuclear and hydro power, solar and wind power have weak correlation to CO2 emission intensity. (Introduction is not linked to CO2 reduction)
- Germany's dependence on coal continues, and achieving ▲40% by 2020 is likely to be difficult.

Jim Skea (Professor of Sustainable Energy, Imperial College London, UK)

- The UK realized a substantial reduction by shifting from coal-fired to gas, but achieving the reduction targets of the latter half of the 2020s (▲51% from 2023 - 2027) currently appears difficult. Innovation (hydrogen, CCS, etc.) is critical to achieve the goal.
- Rather than focusing on a single technology, it is important to promote "competition between technologies."
- The UK government is soliciting and supporting research program proposals for next-generation small modular reactors (SMRs) from the private sector as a national project.
- Germany is providing excessive support for renewable energy, and it must be made more effective.

*** Dr. Claudia Kemfert (Head of Energy, Transportation, and Environment, German Institute for Economic Research, Germany)**

(Only materials provided, not attending on the day)

- Investment in low-energy, renewable energy, and EV is necessary for a major reduction in CO2 emissions.
- It is possible to realize a 100% renewable energy system.
- Energy efficiency that crosses sectors is necessary, such as using excess electricity for hydrogen conversion.

Review of statements from previous sessions

4th session – Friday, December 8th, 2017

Mr. Christopher D. Gould (Senior Vice President, Exelon Corporation)

Mr. Ralph L. Hunter, Jr. (Managing Director and Chief Operating Officer, Exelon Nuclear Partners)

- High capacity factor knowhow for nuclear reactors (at least 90%) drives competitiveness.
- Growth funded by corporate value enhancement from raising capacity factor of nuclear reactors at acquired companies.
- Electricity is no longer a simple commodity as reliability, resilience, environmental capabilities, and other aspects provide value; market design that fairly assesses these values is important.
- Small Modular Reactor (SMR) might offer benefits in cost and safety.

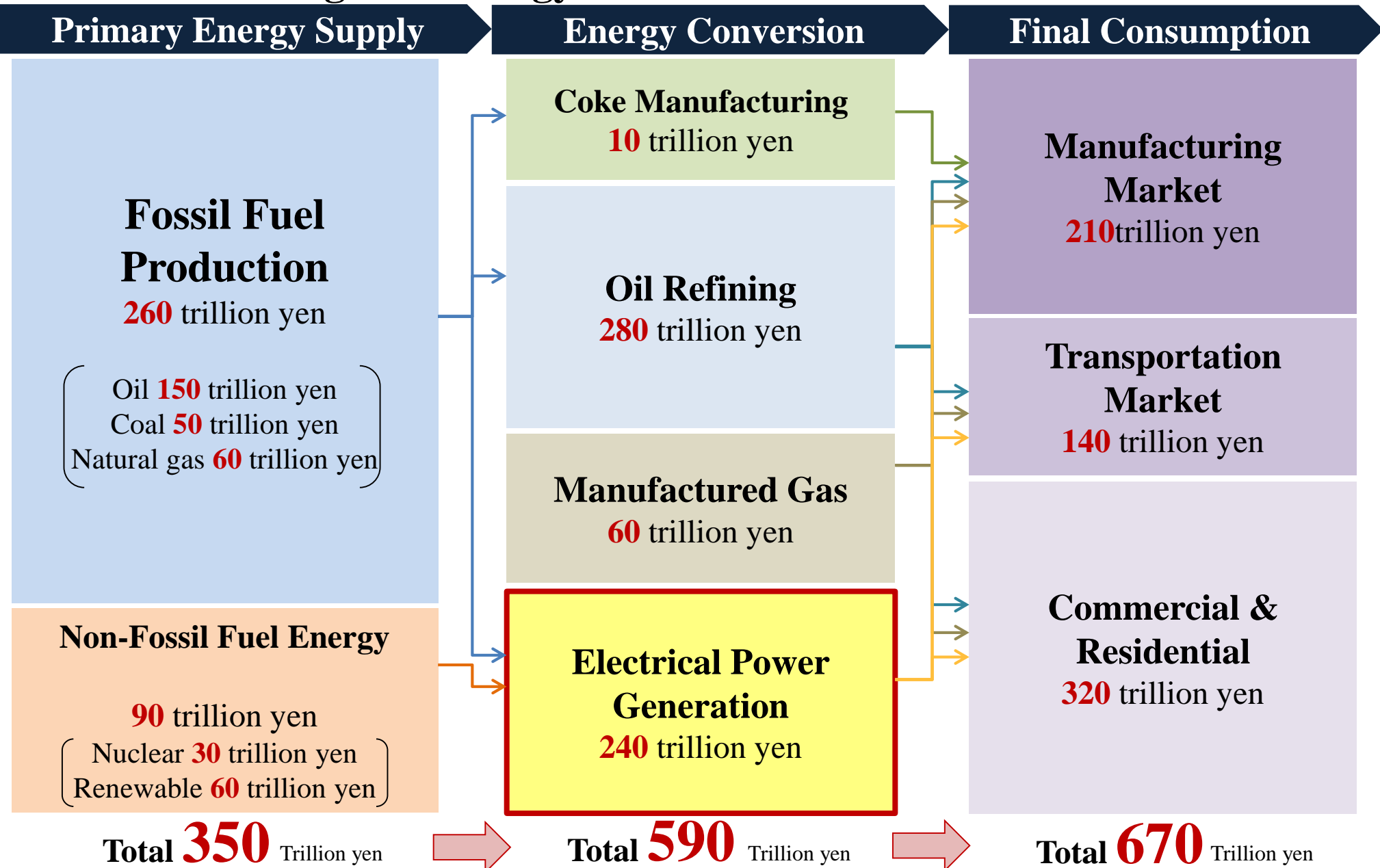
Mr. Matthias Bausenwein (General Manager for Asia Pacific, Ørsted, Denmark)

Ms. Yichun Xu (Head of Market Development Asia Pacific, Ørsted, Denmark)

- Global leader in offshore wind power; integrated handling of development, construction, ownership, and operation.
- Increasing business focus by allocating proceeds from selling non-core businesses (hydropower, gas-fired thermal power, and onshore wind power) to the strategic business (offshore wind power) .
- Cost savings points for offshore wind power are economies of scale from larger wind turbines, equipment and system standardization in multiple projects, and global procurement from multiple companies.
- Requires commitment by the government to market cultivation over the medium term and clear rules for general sea areas; deployment of clusters in suitable areas fosters a supply chain for the area and contributes to further cost savings.

Current status of major companies

Estimation of the global energy market size (2015)



* Primary energy supply & conversion includes non-energy uses. Final consumption excludes non-energy uses. Energy conversion shows only major categories.

* Market size represents approximate figures of energy balance multiplied by assumed unit price.

(ex. Electricity generation: 10 yen/kWh. Electricity for industry: 15 yen/kWh)

Source: IEA World Energy Balance etc.

Overview and power source composition of major enterprises (as a group)

		Europe / North America					Japan	
		Engie (France)	EDF (France)	Enel (Italy)	Ørsted (Denmark)	Exelon (U.S.)	Tokyo Electric Power Co.	Kyushu Electric Power
Sales (Units: trillion yen)		9.4	10.1	10.2	1.5	3.6	6.1	1.8
Ratio of overseas		64%	47%	48%	75%	NA	2%	NA
Power generation mix	Renew- able	19% (Hydro:15%)	6% (Hydro:6%)	31% (Hydro:23%)	45% (Wind:45%)	3% (NA)	5% (Hydro:5%)	10% (Hydro:8%)
	Nuclear	6%	81%	14%	0%	89%	0%	14%
	Thermal	75% (Gas:58%)	12% (NA)	55% (Coal:30%)	55% (Coal:36%)	8% (NA)	95% (Gas:72%)	76% (Coal:42%)

* Values are in 2015, including international group companies.

* Ratio of coal for Ørsted is estimated from the fossil fuel mix including heat

* Breakdown of thermal power for Japanese companies are estimated from "Electric Supply Plan 2016"

Source: SPEEDA, Annual report etc.

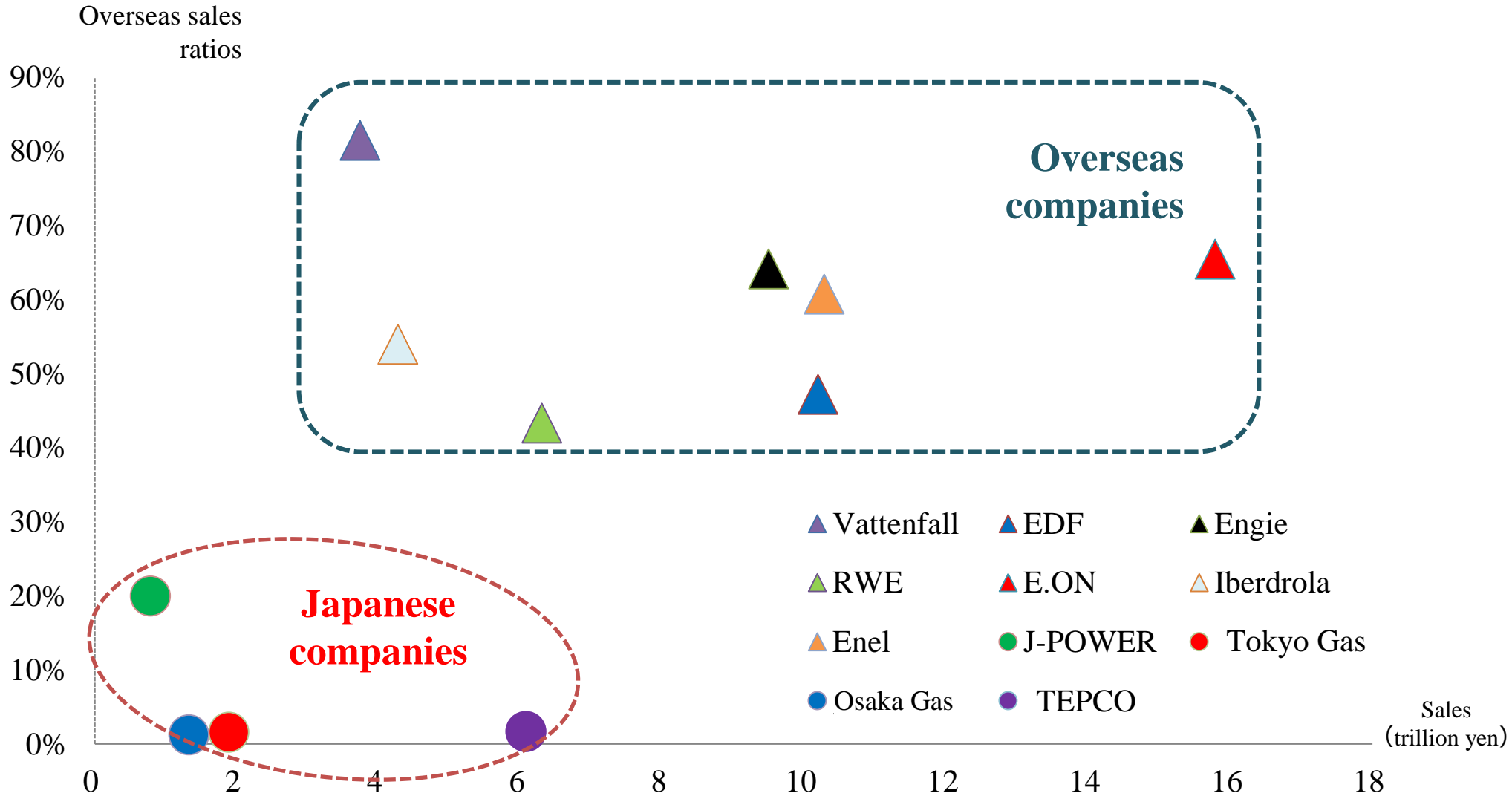
Overview of major oil companies

		Overseas					Japan
		ExxonMobil (US)	Shell (UK, Netherlands)	BP (UK)	Saudi Aramco (Saudi Arabia)	Iran National Oil (Iran)	INPEX
		US and European oil majors			Middle East national oil companies		Upstream
Oil/gas production volume		4.1mn BD	3.3mn BD	3.2mn BD	14mn BD	7.8mn BD	0.5mn BD
Sales (Upstream vs. middle/downstream)		25trn yen (3 : 22)	25trn yen (3 : 22)	20trn yen (2 : 18)	97trn yen	28trn yen	0.9trn yen
Corporate strategies	Oil/gas development	Balanced approach	Shift to gas		Domestic only, key revenue source		Increasing investment
		Gas ratio of overall production volume			Oil and gas income ratio of national revenue		
		49% →42% (2012→2017)	47% →49% (2012→2017)	37% →60% (2017→2025)	72% (2015)	37% (2015)	1mn BD target (first half of the 2020s)
	Global supply chain development			Export growth			
		Percentage of crude-oil processing capacity by region			Export ratio of oil product		
	Oil refinery/ sales	N. America: 44% Europe: 33% Asia : 18% Middle East: 4%	N. America: 40% Europe: 31% Asia: 26% Africa: 3%	N. America: 40% Europe: 46% Asia: 9% Africa: 5%	25% →45% (2011→2016)	Separately established a national company	2% of total investment value Pipeline LNG terminal (domestic) only
	New fields (Ex.)	From Jan. 2016 Biofuel R&D	Oct. 2017 Acquired an EV charging services company	Dec. 2017 Entering solar power business	Dec. 2017 Possible US LNG initiative?		—

※ 2016 values; Iran's oil and gas revenue from 2015

Source: Energy Intelligence, SPEEDA, and corporate annual reports

(Reference) Energy company sales and overseas sales ratios (2015)



※ State Grid Corporation of China is the world's largest over 30 trillion yen (overseas ratio not disclosed)

Energy resources market trends

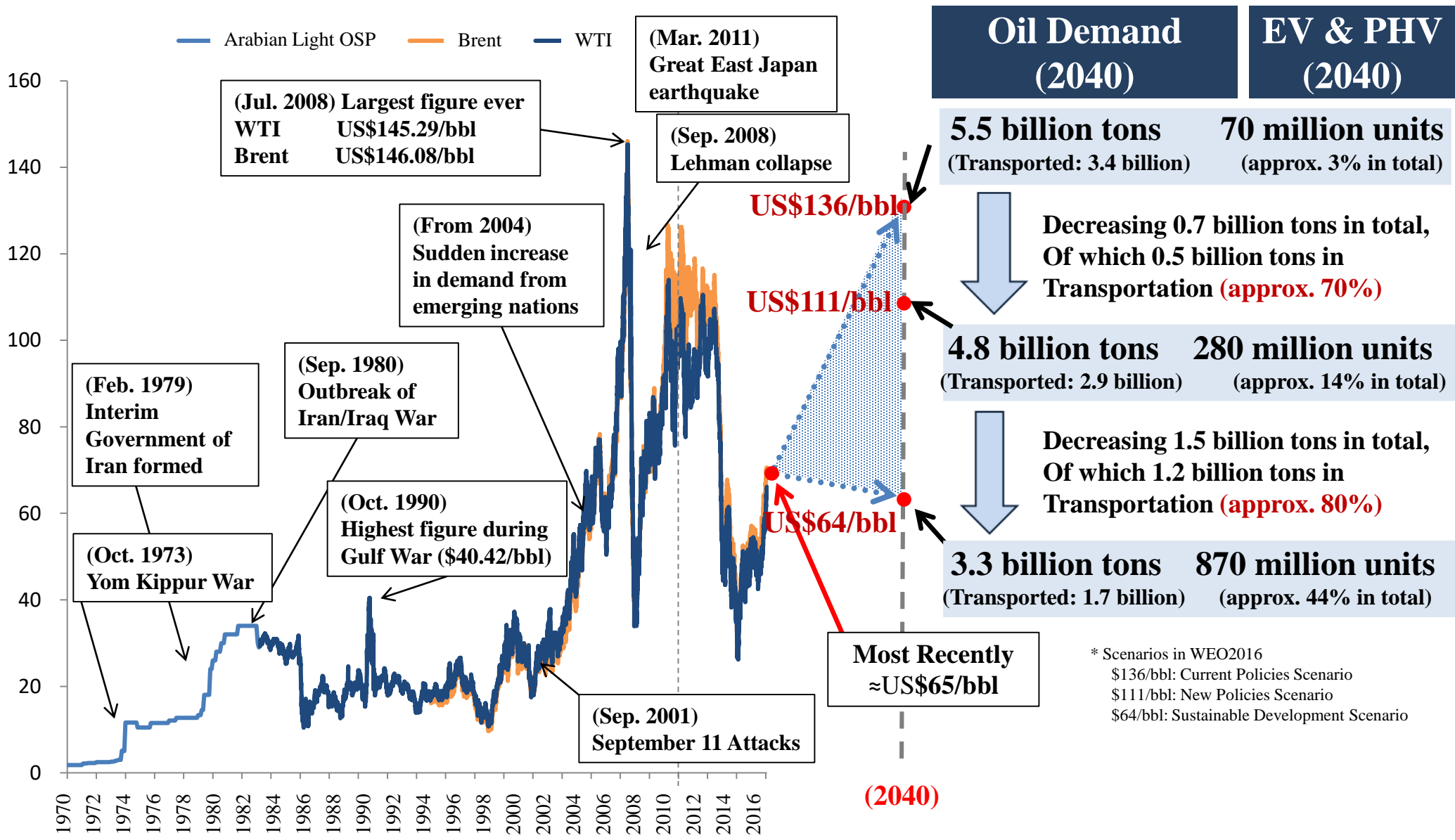
Approach to the growing Asian market is a key factor in corporate strategies

	Oil demand		Natural gas demand	
	2016	2040	2016	2040
Global	4.4bn tons	+0.4 4.8bn tons	3.0bn tons	+1.3 4.4bn tons
Asia	1.4bn tons (32%)	+0.4 1.8bn tons (38%)	0.6bn tons (20%)	+0.6 1.2bn tons (27%)
Japan	0.18bn tons (4%)	-0.08 0.10bn tons (2%)	0.10bn tons (3%)	-0.01 0.09bn tons (2%)
US	0.8bn tons (18%)	-0.2 0.6bn tons (12%)	0.6bn tons (21%)	+0.1 0.7bn tons (17%)
Europe (EU)	0.5bn tons (12%)	-0.2 0.3bn tons (6%)	0.4bn tons (13%)	0 0.4bn tons (9%)
Middle East	0.3bn tons (8%)	+0.1 0.5bn tons (10%)	0.4bn tons (13%)	+0.3 0.7bn tons (15%)
Others	1.3bn tons (30%)	+0.3 1.7bn tons (34%)	1.0bn tons (33%)	+0.4 1.4bn tons (32%)

※ Totals might not match due to rounding
 ※ % in parentheses are shares of global demand; unit is tons of oil equivalent

Source: Based on World Energy Outlook 2017 materials
 (2040 shows New Policies Scenario values)

The oil price continues to change, and most recently is at US\$65/bbl.



*In 1983 both the WTI futures (NYMEX) and blend futures (IPE, currently ICE) were listed.
 *Price was per-barrel, demand was crude oil equivalent
 *Unit of EV & PHV is an example of factors of oil demand decrease

National Efforts towards EV Expansion

	Main Targets and Statements	Stocks of automobiles In 2015	Quantitative Targets for EVs and PHVs			
			2016	2020	2030	2040
Japan	Aim at 20~30% share for EVs and PHVs by 2030 (Ministry of Economy, Trade and Industry)	80 million	150,000 (cumulative)	1 million (cumulative)	20~30% (new car sales)	
United Kingdom	End Gasoline and Diesel Car Sales by 2040*1 (Department for Transport and Department for Environment, Food and Rural Affairs)	40 million	90,000 (cumulative)	1.5 million (cumulative)		End of gasoline and diesel car sales
France	End GHG-emitting Car Sales by 2040*1 (Nicolas Hulot, Ecology Minister)	40 million	80,000 (cumulative)	2 million (cumulative)		End of gasoline and diesel car sales
Germany	Diesel and Gasoline Cars do not exist on the German Government's Agenda (government spokesperson)	50 million	70,000 (cumulative)	1 million (cumulative)	6 million (cumulative)	
China	A Portion of Production*2 must be EVs, FCVs, and PHVs from 2019 (Ministry of Industry and Information Technology)	160 million	650,000 (cumulative)	5 million (cumulative)	80 million (cumulative)	
United States (California)	A Portion of Sales*3 must be ZEVs*4 (HVs will not be eligible from 2018) (California)	25 million	560,000 (cumulative)	1.5 million (cumulative) ※target for 2025		

※1 End of PHV and HV sales has not been mentioned. ※2 2019 10%,2020 12% ※3 2020 6% (only for EV&FCV) ※4 Zero Emission Vehicles(EV・FCV・PHV)

Electricity market trends

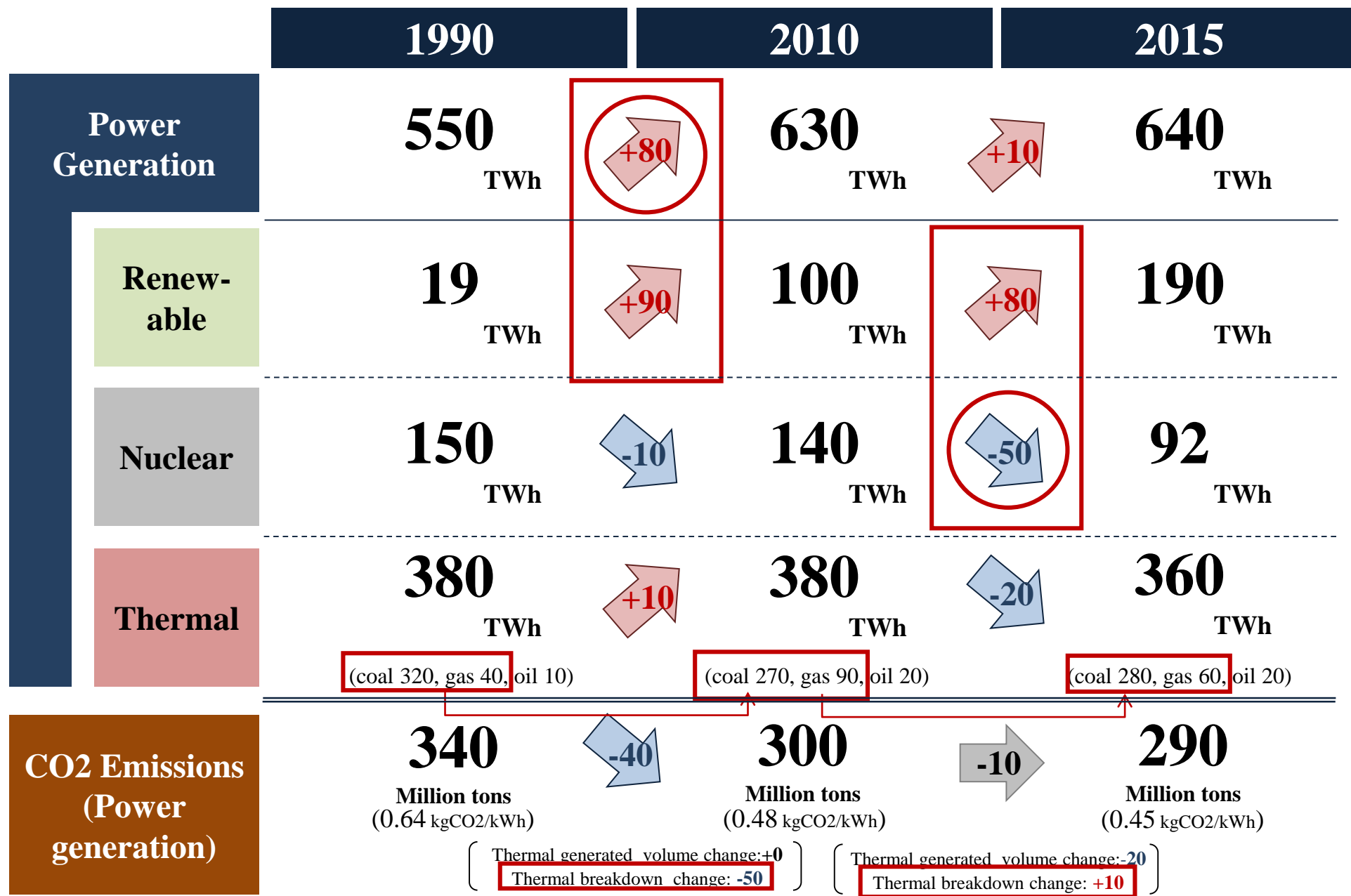
The electrical power market is expanding, flexibility on fossil power is required

	2016	2040 (IEA outlook)			
		NDC target level *1		Paris Agreement target level *2	
		Power generation	Market scale change *3	Power generation	Market scale change *3
Electric power generation (Global)	24,000 TWh	39,000 TWh	+150 Trillion yen	36,000 TWh	+120 Trillion yen
Renewable energy	6,000 TWh	16,000 TWh	+100 Trillion yen	23,000 TWh	+170 Trillion yen
PV Wind	1,300 TWh 〔 PV: 300 Wind: 1000 〕	7,400 TWh 〔 PV: 3200 Wind: 4300 〕	+61 Trillion yen	12,200 TWh 〔 PV: 5300 Wind: 7000 〕	+121 Trillion yen
Nuclear power	3,000 TWh	4,000 TWh	+10 Trillion yen	5,000 TWh	+20 Trillion yen
Thermal power	16,000 TWh	20,000 TWh	+40 Trillion yen	8,000 TWh	-80 Trillion yen

*1 New Policies Scenario *2 Sustainable Development Scenario

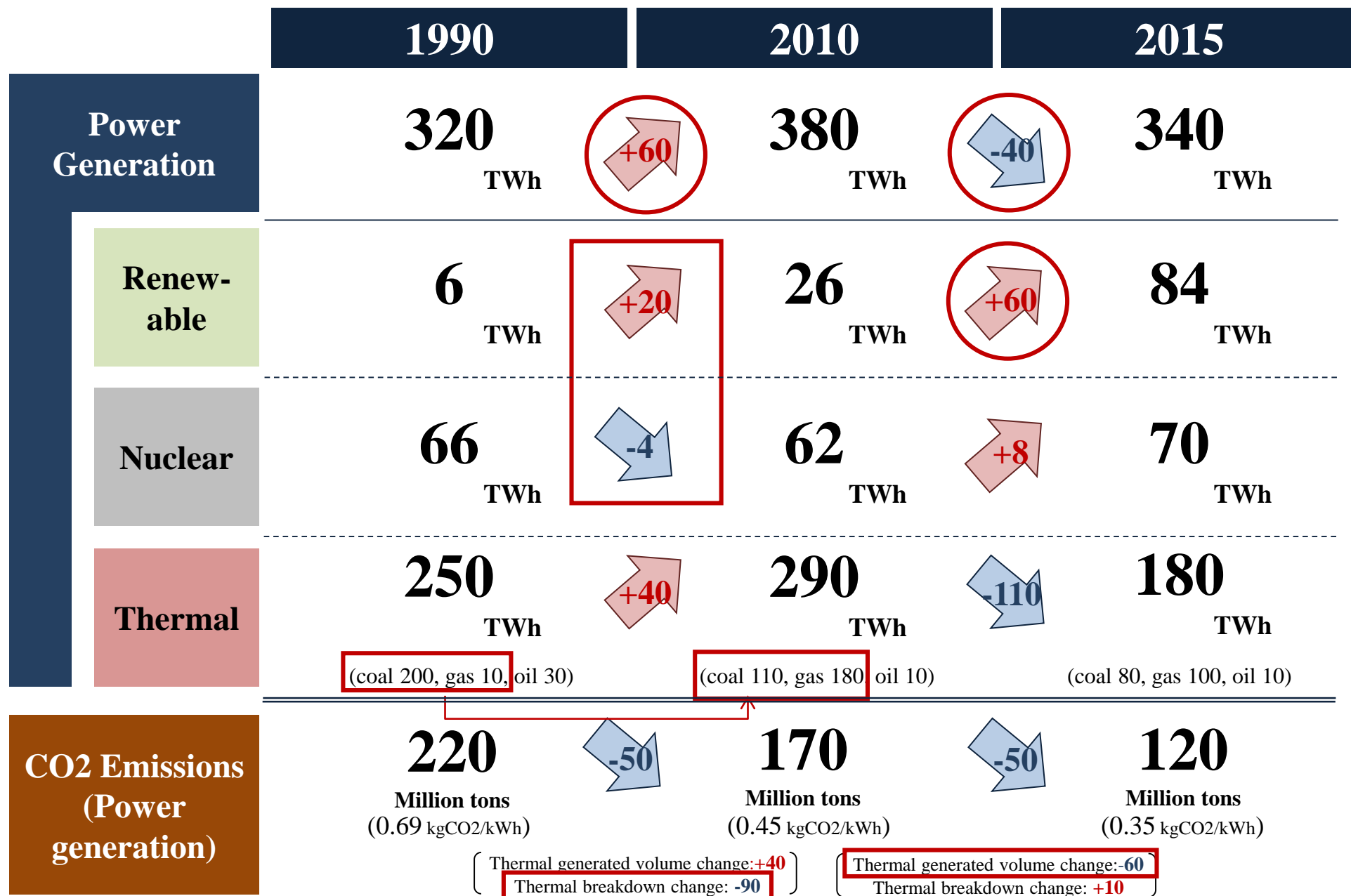
*3 Market size transition from 2016 -> 2040 (Market size estimated with an assumption of 10 yen / kWh)

Transition of Germany's CO2 emissions from power generation



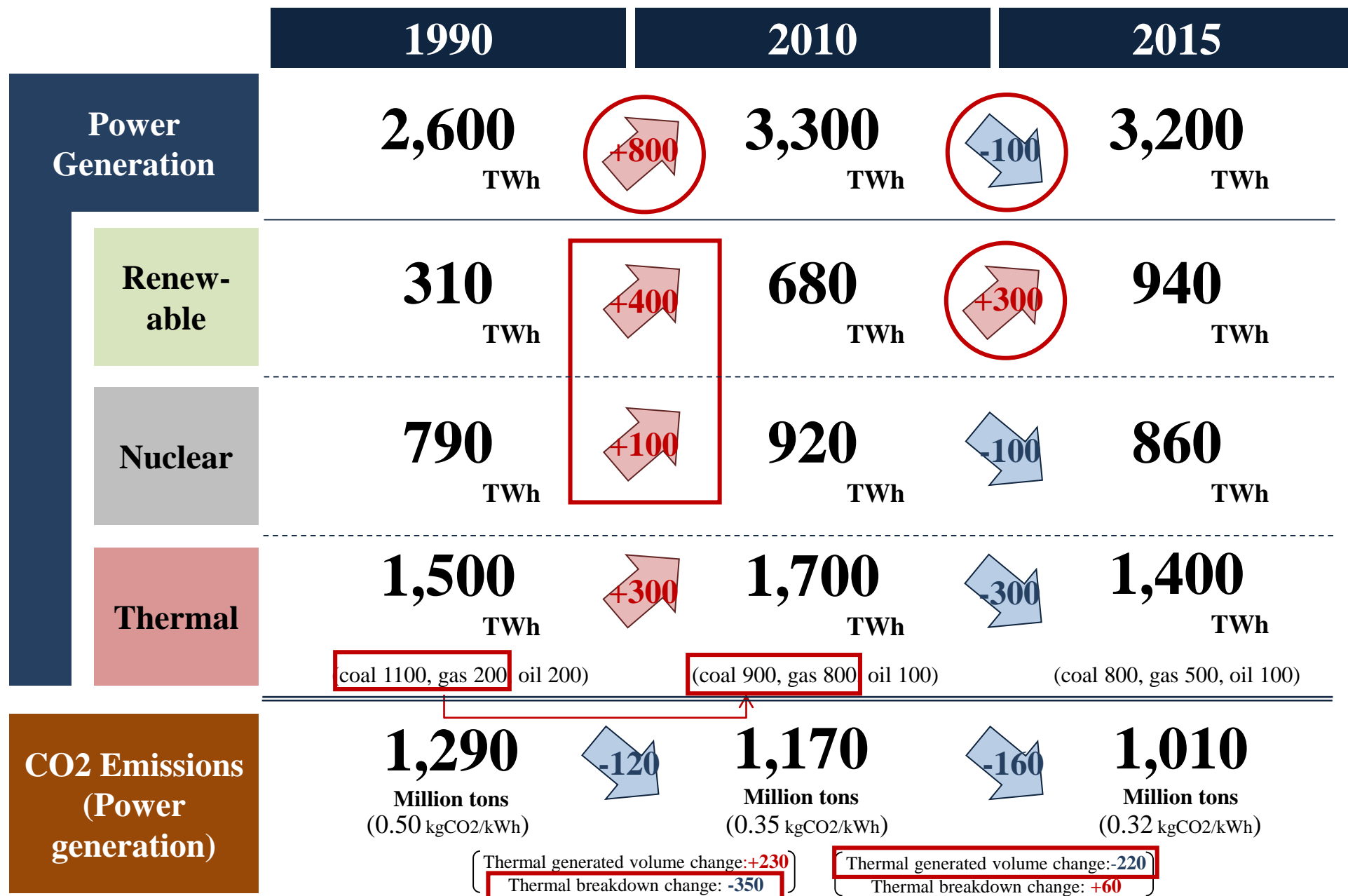
*Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

Transition of the UK's CO2 emissions from power generation













*Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

Transition of the EU's CO2 emissions from power generation



*Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

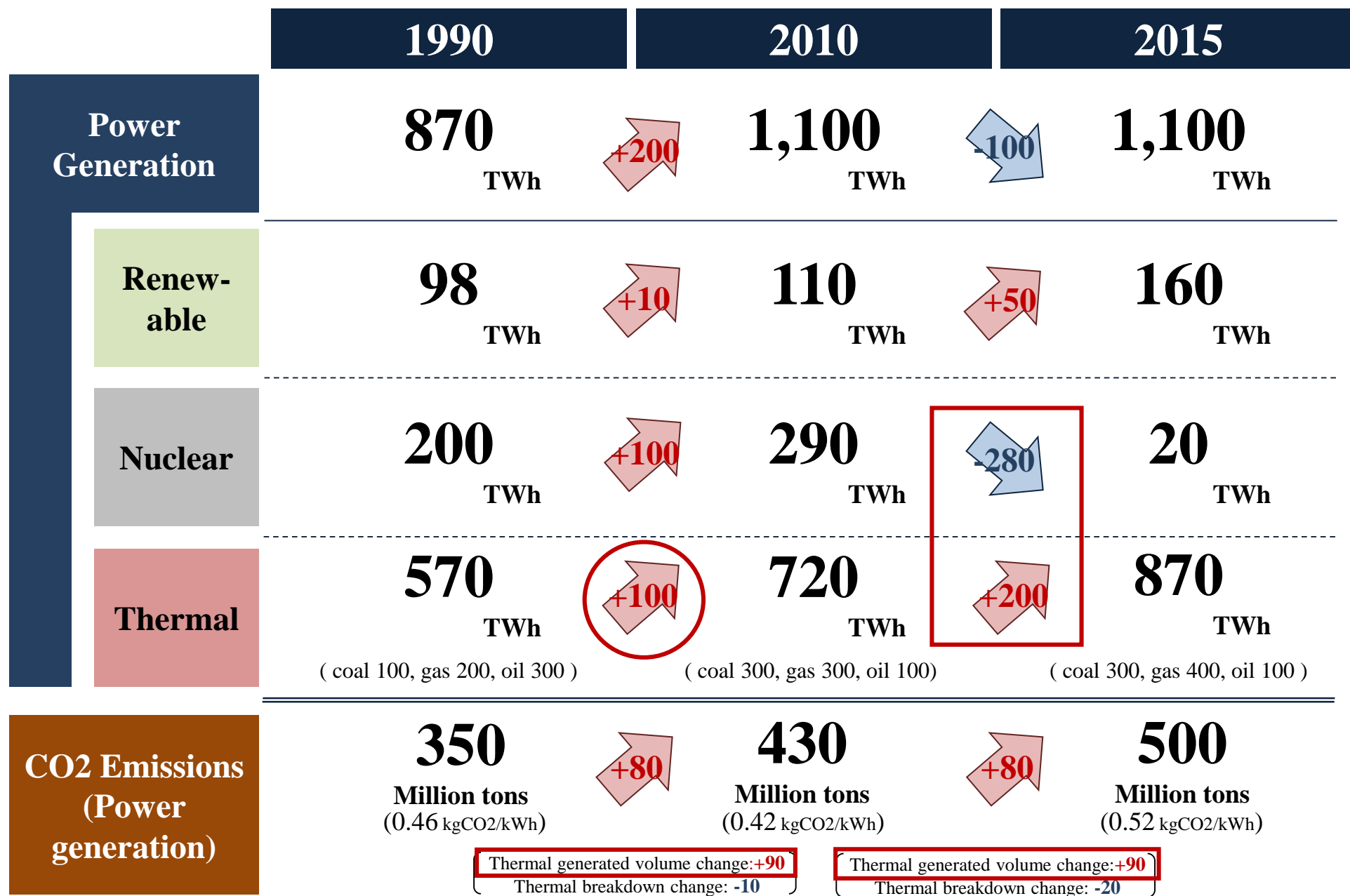
Transition of the China's CO2 emissions from power generation

	1990		2010		2015
Power Generation	620 TWh		4,200 TWh		5,800 TWh
Renew-able	130 TWh		780 TWh		1,400 TWh
Nuclear	0 TWh		74 TWh		170 TWh
Thermal	490 TWh (coal 400, gas 0, oil 100)		3,300 TWh (coal 3200, gas 100, oil 0)		4,300 TWh (coal 4100, gas 100, oil 0)
CO2 Emissions (Power generation)	520 Million tons (0.85 kgCO2/kWh)		3,180 Million tons (0.76 kgCO2/kWh)		3,840 Million tons (0.66 kgCO2/kWh)
	Thermal generated volume change: +3020 Thermal breakdown change: -360		Thermal generated volume change: +890 Thermal breakdown change: -230		

*Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

Source: Produced from IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion 19

Transition of the Japan's CO2 emissions from power generation



* Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

* Definition of kgCO2/kWh in METI and IEA may be different.

(Reference) Comparison of the power business environments between Japan, Europe and the U.S.

		U.S.	Europe	Japan
Market overview	Market scale (Power Demand)	3,800 TWh TX:390 NY:150 CA:260 IL:140 (TWh)	3,000 TWh Germany:570 UK:330 France:470 Denmark:30 (TWh)	1,000 TWh
	Zero-emission Proportion	33% Nuclear: 19% Wind: 4% PV: 1% Hydro: 6%	56% Nuclear: 27% Wind: 9% PV: 3% Hydro: 11%	17% Nuclear: 2% Wind: 1% PV: 5% Hydro: 8%
Business environment	Retail Liberali- zation	Varies by state * Liberalization started in earnest from 2000 Entirely liberalized: 13 states *1 + Washington DC Partially liberalized: 6 states *2 * 1: New York, Illinois, Texas, etc. * 2: California, Nevada, etc.	Entirely liberalized 1996: First Energy Directive (Partial liberalization) 2003: Second Energy Directive (Complete liberalization)	Entirely liberalized 2000: Partial liberalization (Large scale factories, etc.) 2004: Partial liberalization (Medium scale factories, etc.) 2005: Partial liberalization (Small scale factories, etc.) 2016: Complete liberalization
	Generation/ Transmission Separation (System Operators)	Varies by state 1996: FERC Order 888: Recommended establishment of Independent System Operators (ISO) 1999: FERC Order 2000: Requested establishment of Regional Transmission Organizations (RTO)	Legal separation *3 or Separation of property rights 1996: Separation of accounting (First Energy Directive) 2003: Legal separation (Second Energy Directive) 2009: Legal separation or separation of property rights (Third Energy Directive)	Vertical integration -> Legal separation * Planned for 2020 (TEPCO conducted in advance)
	Key zero emission related policies	Varies by state Implementation of tax measures, etc. by the federal government	Varies by country EU Goal: Raise renewable energy comprise 27% of final consumption by 2030	FIT Sophisticated Methods of Energy Supply Structures Act, etc.

*3 Two options exist: "1. Entrust power grid operation to an independent system operator," or "2. Secure the independence of the power system operation function through an independent power transmission operator"

(Reference) Electrical power business environment of the U.S.

		U.S.			
		Texas	California	New York	Illinois
Market overview	Market scale (Power Demand)	390 TWh	260 TWh	150 TWh	140 TWh
	Zero-emission Proportion	19% (Nuclear: 9% Wind: 11% PV: 0.1% Hydro: 0.2%)	40% (Nuclear: 9% Wind: 6% PV: 8% Hydro: 7%)	55% (Nuclear: 32% Wind: 3% PV: 0.1% Hydro: 19%)	56% (Nuclear: 50% Wind: 6% PV: 0% Hydro: 0%)
Business environment	Retail Liberalization	Entirely liberalized (1999: Act to restructure state power operators (Separation of generation, transmission/distribution, retail) 2002: Start of retail liberalization)	Partially liberalized * Non-home use liberalized (1998: Start of complete liberalization 2001: Power crisis -> Halt to liberalization 2010: Restart of partial liberalization)	Entirely liberalized (1998 - 2000: Start of liberalization at each power company)	Entirely liberalized (2002: Start of complete liberalization 2005: End of upper price limit regulation)
	Generation/Transmission Separation (System Operators)	Independent System Operator (ISO) ERCOT Established 1996	Independent System Operator (ISO) CAISO Established 1998	Independent System Operator (ISO) NYISO Established 1999	Regional Transmission Operator (RTO) MISO Established 1996 Certified RTO 2001
	Key zero emission related policies	RPS (1999~) * RECs can be purchased	RPS (2002~) * RECs can be purchased ZEV regulation (2012~) * Constant rate of total car sales is required to be sales of ZEVs	Zero Emission Credits (2017~) * Utilities are required to procure REC and ZEC	RPS (2008~) * RECs can be purchased Zero Emission Credits (2017~) * Utilities are required to procure ZEC

※REC: Renewable Energy Credit ZEC:Zero Emission Credits ZEV: Zero Emission Vehicle

(Reference) Electrical power business environment of Europe

		Europe			
		Germany	France	UK	Denmark
Market overview	Market scale (Power Demand)	570 TWh	470 TWh	330 TWh	30 TWh
	Zero-emission Proportion	44% (Nuclear: 14% Wind: 12% PV: 6% Hydro: 3%)	93% (Nuclear: 78% Wind: 4% PV: 1% Hydro: 10%)	46% (Nuclear: 21% Wind: 12% PV: 2% Hydro: 2%)	66% (Nuclear: 0% Wind: 49% PV: 2% Hydro: 0%)
Business environment	Retail Liberalization	<p>Entirely liberalized by the EU Energy Directive</p> <p>(1996: First Energy Directive (Partial liberalization) 2003: Second Energy Directive (Complete liberalization))</p>			
	Generation/Transmission Separation (System Operators)	<p>Independent Transmission Operator (ITO)</p> <p>(Amprion TransnetBW 50Hertz TenneT)</p>	<p>Independent Transmission Operator (ITO)</p> <p>(RTE (EDF subsidiary))</p>	<p>Private company</p> <p>(NGET (NGC subsidiary))</p>	<p>National company</p> <p>(Energinet.dk (Government operated))</p>
	Key zero emission related policies	<p>FIT, FIP (1991~) (2012~)</p>	<p>FIT (2005~)</p>	<p>RPS, FIT-CfD (2002~) (2014~)</p>	<p>FIT, FIP (1984~) (2009~)</p>
		<p>EU-ETS (2005~)</p>			