

地球温暖化について

平成30年2月19日
資源エネルギー庁

目次

2050年に向けた主要国の戦略	p.2
電力市場の変遷	p.9
欧州各国・米国各州のCO2排出	p.15
ドイツ・デンマークの電力需給と調整力	p.18

2050年に向けた主要国の戦略

2050年に向けた主要国の戦略

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス		
			ゼロエミ化	省エネ・電化	海外
米国	▲80%以上 (2005年比)	削減目標に向けた 野心的ビジョン (足下での政策立案を意図するものではない) providing an ambitious vision to reduce net GHG emissions by 80 percent or more below 2005 levels by 2050.	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	大幅な電化 (約20%→45~60%)	米国製品の 市場拡大を 通じた貢献
カナダ	▲80% (2005年比)	議論のための 情報提供 (政策の青写真ではない) not a blue print for action. Rather, the report is meant to inform the conversation about how Canada can achieve a low-carbon economy.	電化分の確保 水力・変動再エネ + 原子力	大幅な電化 (約20%→40~70%)	国際貢献を 視野 (0~15%)
フランス	▲75% (1990年比)	目標達成に向けた あり得る経路 (行動計画ではない) the scenario is not an action plan: it rather presents a possible path for achieving our objectives.	電化分の確保 再エネ + 原子力	大幅な省エネ (1990年比半減)	仏企業の 国際開発支援を 通じて貢献
英国※	▲80%以上 (1990年比)	経路検討による今後数年の 打ち手の参考 (長期予測は困難) exploring the plausible potential pathways to 2050 helps us to identify low-regrets steps we can take in the next few years common to many versions of the future	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	省エネ・電化を 推進	環境投資で 世界を先導
ドイツ	▲80~95% (1990年比)	排出削減に向けた 方向性を提示 (マスタープランを模索するものではない) ※定期的な見直しを行う not a rigid instrument; it points to the direction needed to achieve a greenhouse gas-neutral economy.	引き上げ 変動再エネ	大幅な省エネ (1990年比半減)	途上国 投資機運の 維持・強化

※ 長期戦略としてはUNFCCCに未提出。The Clean Growth Strategy (2017年10月)を基に作成。

各国長期戦略サマリー (米国)

長期戦略概要

削減目標：▲80%以上 (2005年比)

位置付け：削減目標に向けた野心的ビジョン

主な記載内容

定量値

		主な記載内容	15年	50年
ゼロエミ化	再エネ	変動再エネ拡大に向けて蓄電池・系統整備など、インフラ・規制両面での支援が必要	13% (VRE※ 5%)	55~65% (VRE 45~59%)
	原子力	既存発電所の運転延長 & 軽水炉・次世代原子力への投資が必要	19%	17~26%
	火力	CCSの技術開発次第で、利用できない将来も描く	0% (CCS火力)	0~25% (CCS火力)
省エネ・電化	省エネ	エネルギーシステム全体で効率向上 特にスマグリ、燃費向上、産業プロセス効率化など		▲24~30%(2005年比)
	電化	自動車、民生熱需要、産業用蒸気などの分野で電化が進展	21%	45~65%
	CCUS/ 水素	水素は電化困難な分野で重要な役割を果たす可能性 (FCV・航空機・産業コージェネ)		定量値 無し
海外	海外貢献	米国製品・サービス市場の拡大を通じて世界全体の排出削減に貢献		定量値 無し

※ 定量値は複数シナリオのモデル分析結果で示された数値

※VRE：変動再エネ (Variable Renewable Energy)

各国長期戦略サマリー (カナダ)

長期戦略 概要

削減目標：▲80%以上（2005年比）
位置付け：議論のための情報提供

主な記載内容

定量値

	主な記載内容	定量値
ゼロエミ化	再エネ 風力、太陽光の導入拡大。水力もさらに導入拡大	15年 63% (水力57%) → 50年 50~80% (水力 30~70%)
	原子力 今後15年で10基に250億\$が投資予定	15年 15% → 50年 5~50%
	火力 シナリオによってはCCS付き火力が存在	15年 0% (CCS火力) → 50年 0~10% (CCS火力)
省エネ・電化	省エネ エネルギー効率の改善とデマンドマネジメントが長期排出削減戦略の主要な要素	50年 ▲5~35%(2014年比)
	電化 自動車、建物、熱システム、産業などでの電化が、排出削減には必要不可欠	15年 22% → 50年 40~72%
	CCUS/水素 多排出産業(石油ガス, 鉄鋼, 製紙, 化学等)でCCSによる削減余地 水素は重工業、船舶輸送等で活用の可能性あり	15年 0% → 50年 0~20%
海外	海外貢献 国際協力の奨励が世界全体のコスト効率的な削減に寄与 国境を越えた削減量を国際貢献分に考慮	15年 0% → 50年 0~15%

※ 定量値は複数シナリオのモデル分析結果で示された数値

各国長期戦略サマリー（フランス）

長期戦略 概要

削減目標：▲75%（1990年比）

位置付け：目標達成に向けたあり得る経路

主な記載内容

定量値

		主な記載内容	定量値
ゼロエミ化	再エネ	再エネ統合のために更に柔軟性が必要 （水力のピーク電源活用、蓄電、国際連系）	15年 16% (VRE※ 5%) → 30年 40% (内訳不明)
	原子力	2025年までに電源比率50%まで低減 （エネルギー転換法） ※2017/11/7に仏政府は目標達成を30~35年に延期する方向性を発表	15年 78% → 25年 50%
	火力	完全ゼロエミ化のシナリオではCCSが不可欠	15年 0% (CCS火力) → 定量値 無し (CCS火力)
省エネ・電化	省エネ	産業・建築・運輸部門における大幅な省エネ	50年 ▲50%(1990年比)
	電化	省エネ促進に向けて電化が重要 EVインフラ整備等のタイムフレームが必要	15年 25% → 25年 40%程度
	CCUS/ 水素	鉄鋼やセメントなど多排出産業でCCSを活用	定量値 無し
海外	海外貢献	仏企業の国際開発支援策（輸出信用保険活用など）を 通じて低炭素化を推進	定量値 無し

※VRE：変動再エネ（Variable Renewable Energy）

各国長期戦略サマリー（英国）

長期戦略概要

削減目標：▲80%以上（1990年比）

位置付け：経路検討による今後数年の打ち手の参考※

※英国の第5次カーボンバジェット（2028-2032年）目標達成に向けた内容。一部、2050年までの記述あり。

主な記載内容

定量値

	主な記載内容	15年	30年
ゼロエミ化	再エネ 洋上風力など再エネの更なる市場参入支援 蓄電・DRや新たな系統安定化手法の開発	15年 25% (VRE※ 14%)	30年 44% (内訳不明)
	原子力 コスト低減と安全性維持（新設のサポート） 次世代原子力開発等に向けたイノベーション支援	15年 21%	30年 28%
	火力 2025年までにCCSなし石炭火力を廃止	15年 0% (CCS火力)	定量値 無し (CCS火力)
省エネ・電化	省エネ 2030年までに業務・産業部門の省エネ▲20%達成、 全ての家庭の省エネ性能を一定水準まで引き上げ		30年 ▲10%(2008年比)
	電化 エネ多消費産業の電化、民生部門でヒートポンプ活用 EVの普及推進	15年 21%	30年 23%
	CCUS/ 水素 国際的にCCUS技術開発を先導（1億ポンドを投資） 水素はFCV, 産業プロセス, 家庭・業務向け熱供給に利用		定量値 無し
海外	海外貢献 環境投資で世界を先導（官民投資を促すタスクフォースの設置、 2000万ポンドの未熟技術への投資など） ※削減量にはカウントしないが、約5億トンの削減貢献をする旨の記載あり		定量値 無し

※ 定量値は“Energy and Emissions Projections”のReference scenario

※VRE：変動再エネ（Variable Renewable Energy）

各国長期戦略サマリー（ドイツ）

長期戦略概要

削減目標：▲80～95%（1990年比）

位置付け：排出削減に向けた方向性を提示

主な記載内容

定量値

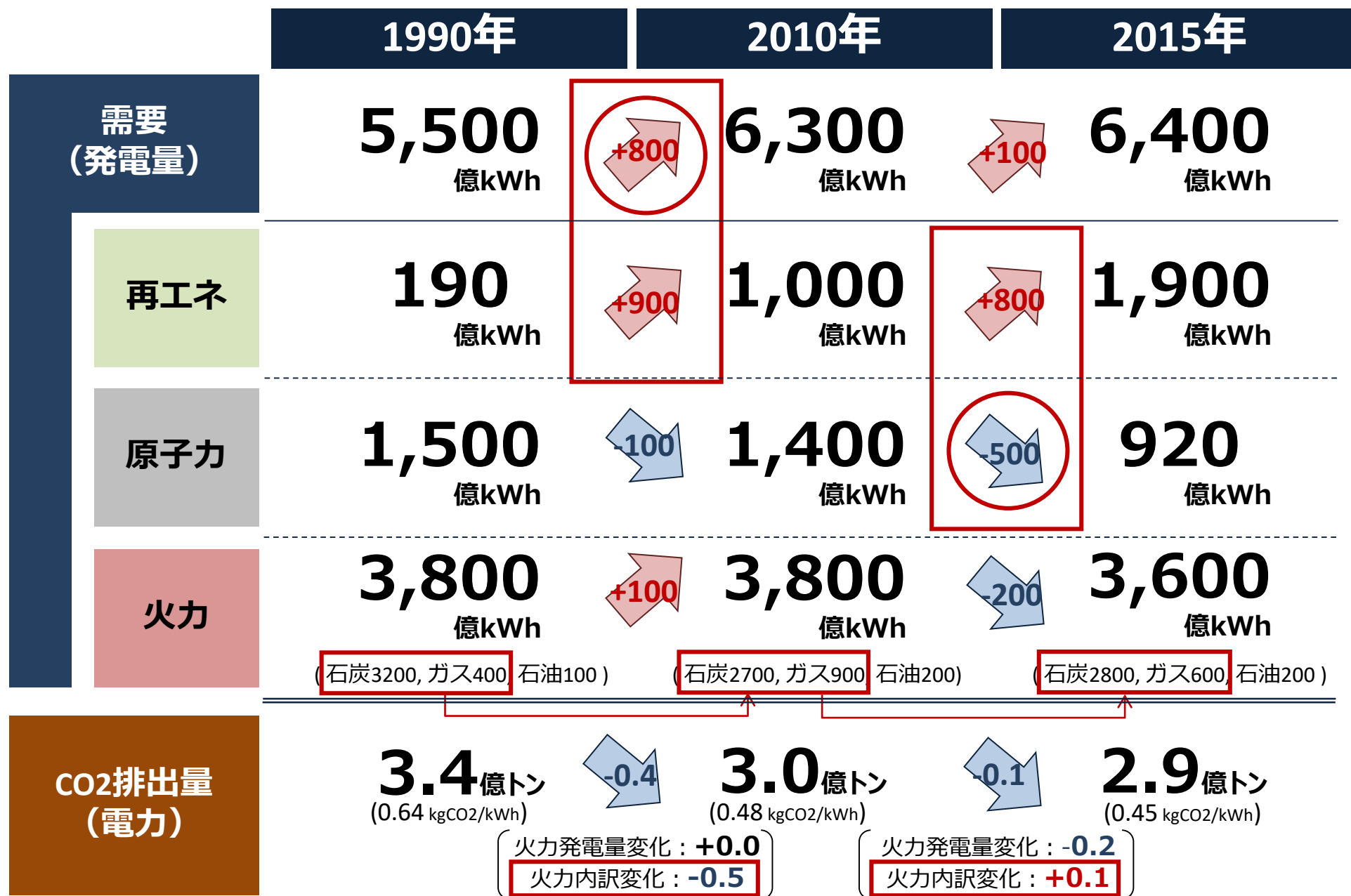
	主な記載内容	定量値
ゼロエミ化	再エネ 再エネが利用可能な分野は最大限推進（風力中心） 変動再エネをセクターカップリングにより最適化	15年 29% (VRE* 18%) → 50年 80% (内訳不明)
	原子力 記載無し	15年 14% → 50年 0%
	火力 石炭火力の新規建設を支援しない	15年 0% (CCS火力) → 50年 定量値 無し (CCS火力)
省エネ・電化	省エネ 省エネ第一（全分野で省エネ促進）	50年 ▲50%(2005年比)
	電化 自動車や建物熱利用の電化により電力需要が増加	15年 20% → 50年 30%程度
	CCUS/ 水素 産業部門で新技術による低炭素化が困難な場合に、 CCU, CCSの順に検討 水素はFCVや燃料代替手段として可能性	定量値 無し
海外	海外貢献 気候行動計画のためのパートナーシップを通じた貢献 (途上国等における投資機運の維持・強化、資金調達への貢献)	定量値 無し

*VRE：変動再エネ（Variable Renewable Energy）

電力市場の変遷

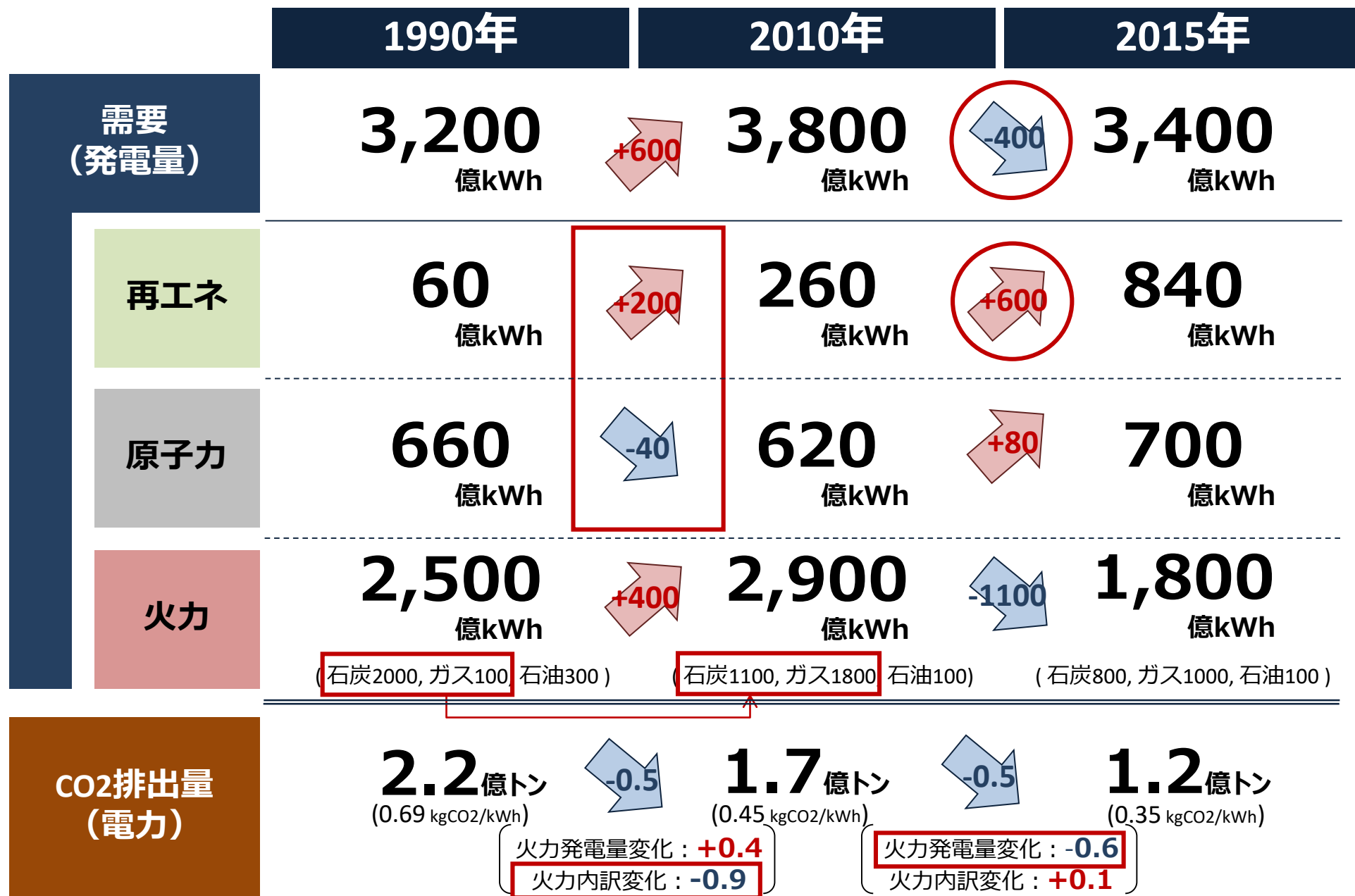
(1990年⇒2010年⇒2015年)

ドイツの電力由来CO2排出量の推移



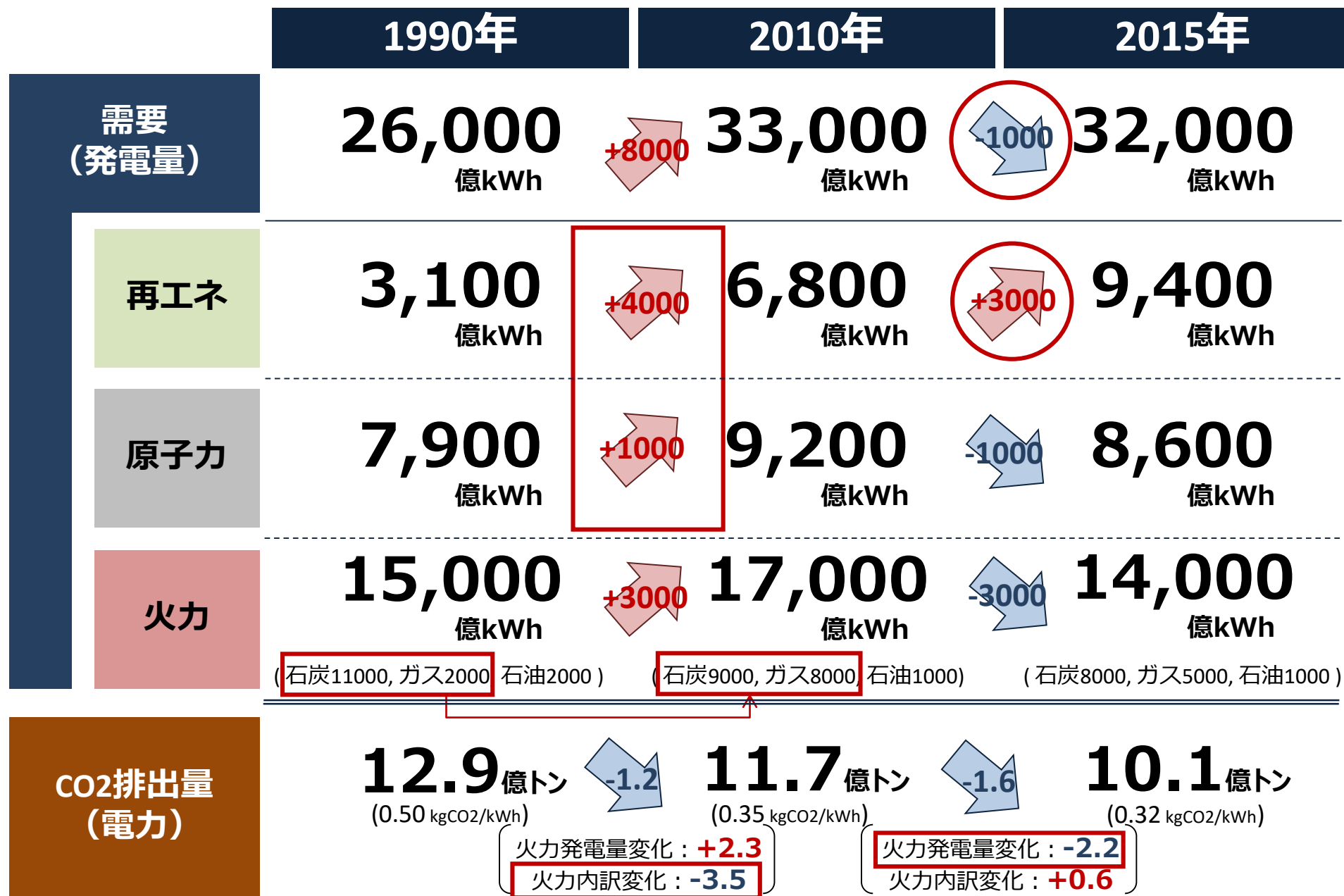
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

英国の電力由来CO2排出量の推移



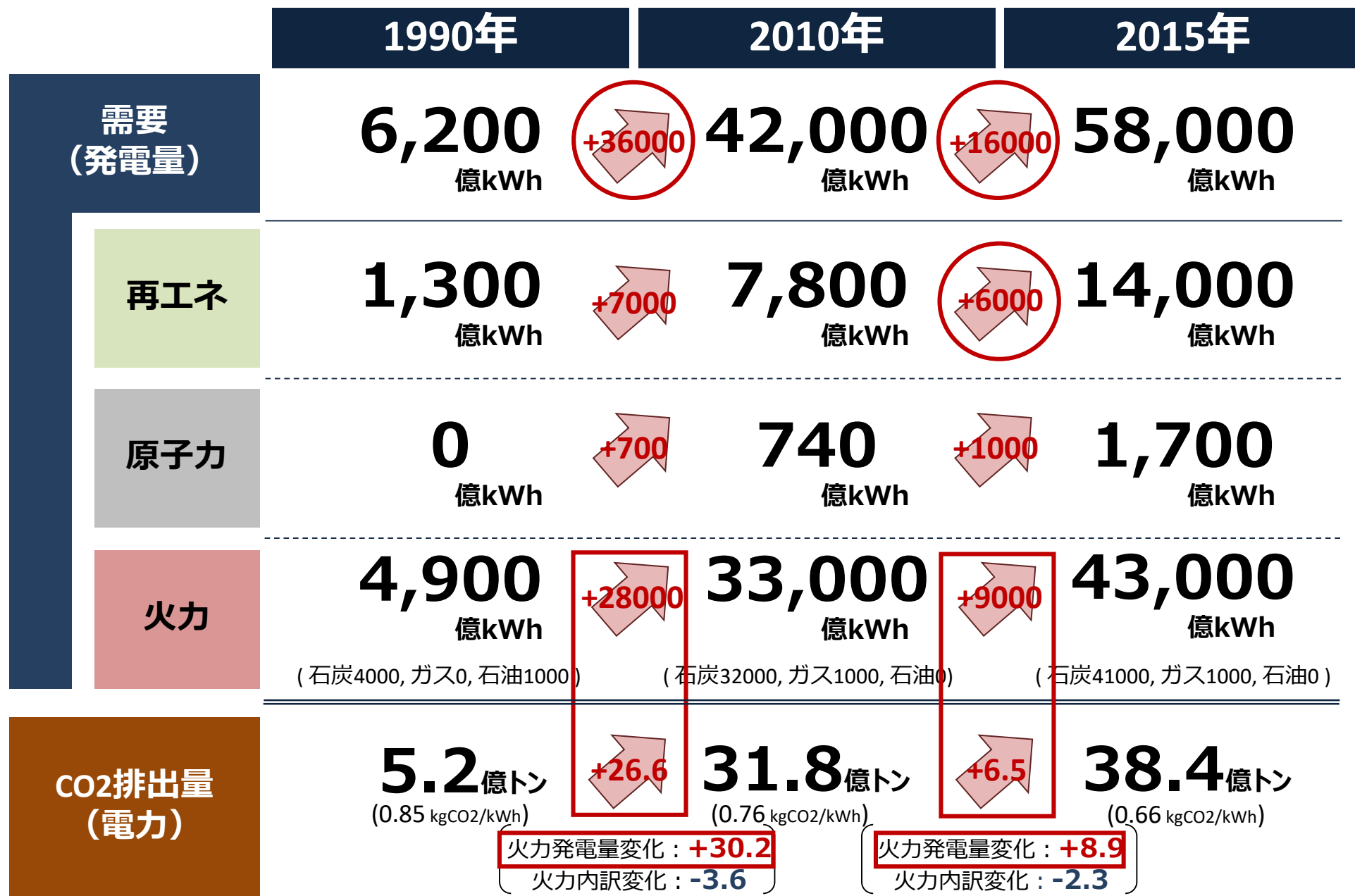
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

EUの電力由来CO2排出量の推移



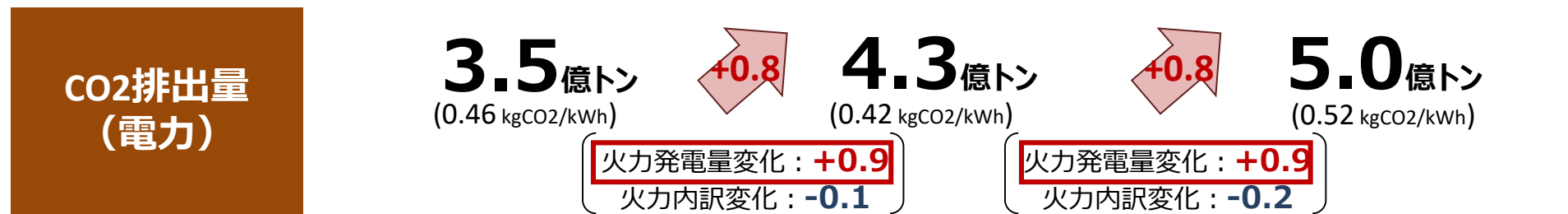
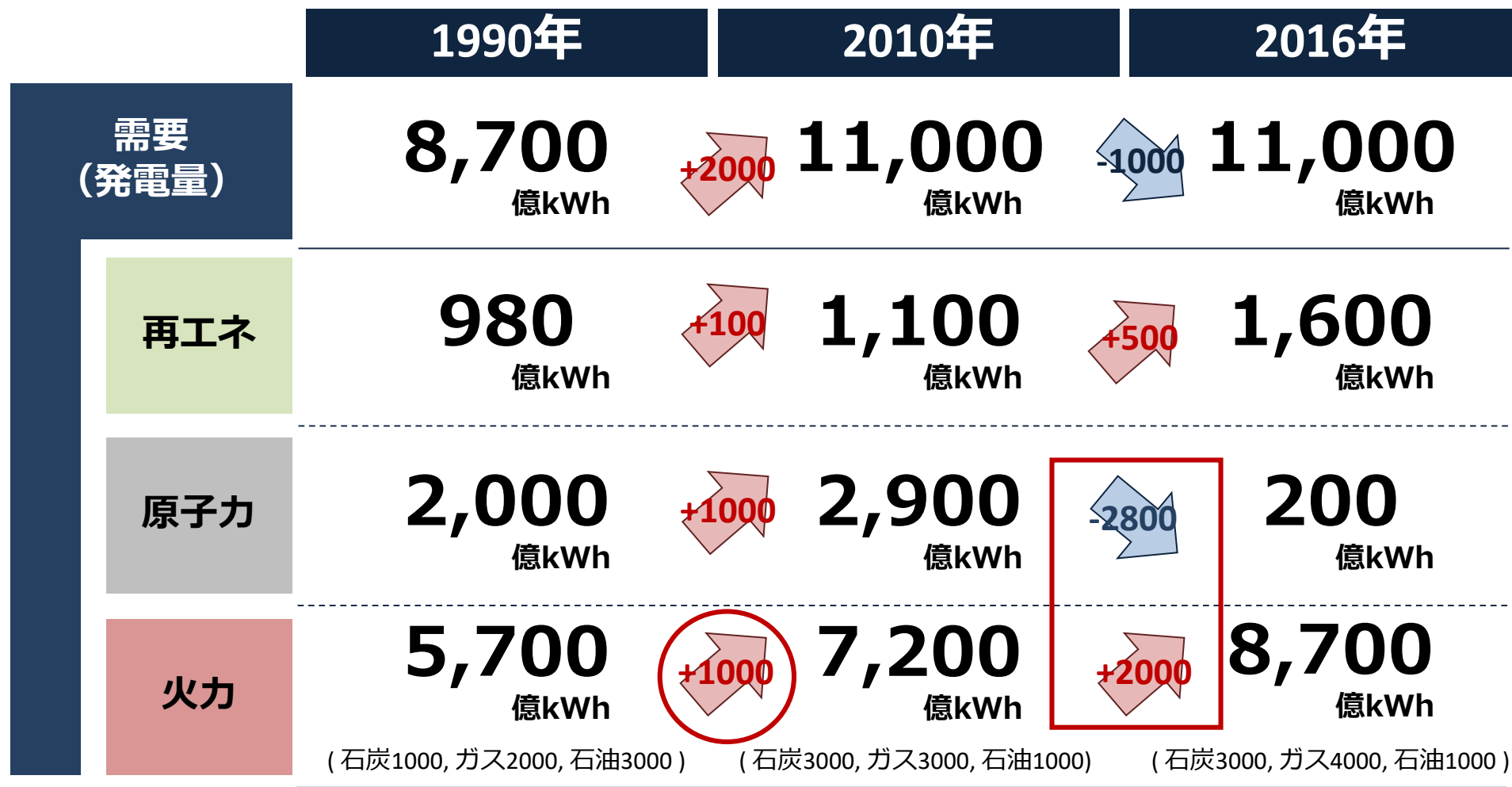
※数字は概数。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。 (出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustionより作成

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。

欧州各国・米国各州のCO2排出 (2015年)

欧州各国の排出係数と電源構成

EU主要国・日本のCO2排出係数と発電構成 (2015年)

スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均※	ドイツ	日本
11gCO2/kWh	46gCO2/kWh	174gCO2/kWh	293gCO2/kWh	315gCO2/kWh	450gCO2/kWh	540gCO2/kWh

安定
ゼロエミ

88%	88%	15%	33%	43%	25%	12%
安定再エネ: 53% 原子力: 35%	安定再エネ: 11% 原子力: 78%	安定再エネ: 15% 原子力: 0%	安定再エネ: 12% 原子力: 21%	安定再エネ: 16% 原子力: 27%	安定再エネ: 11% 原子力: 14%	安定再エネ: 11% 原子力: 1%

変動
ゼロエミ

10%	5%	51%	23%	13%	18%	4%
太陽光: 0% 風力: 10%	太陽光: 1% 風力: 4%	太陽光: 2% 風力: 49%	太陽光: 3% 風力: 18%	太陽光: 3% 風力: 10%	太陽光: 6% 風力: 12%	太陽光: 3% 風力: 1%

火力

2%	7%	34%	44%	44%	56%	85%
石炭: 1% ガス: 0% 石油: 1%	石炭: 2% ガス: 4% 石油: 1%	石炭: 25% ガス: 6% 石油: 4%	石炭: 19% ガス: 19% 石油: 7%	石炭: 26% ガス: 15% 石油: 3%	石炭: 44% ガス: 10% 石油: 2%	石炭: 34% ガス: 41% 石油: 10%

※EU28か国

米国各州の排出係数と電源構成

米国主要州のCO2排出係数と発電構成 (2015年)

ワシントン	ニューハンプシャー	ニューヨーク	カリフォルニア	イリノイ	米国全体	テキサス
106gCO2/kWh	183gCO2/kWh	235gCO2/kWh	282gCO2/kWh	435gCO2/kWh	498gCO2/kWh	541gCO2/kWh

安定 ゼロエミ

76%	62%	52%	26%	50%	27%	9%
安定再エネ: 69% 原子力: 7%	安定再エネ: 14% 原子力: 47%	安定再エネ: 20% 原子力: 32%	安定再エネ: 16% 原子力: 9%	安定再エネ: 0% 原子力: 50%	安定再エネ: 8% 原子力: 19%	安定再エネ: 1% 原子力: 9%

変動 ゼロエミ

6%	2%	3%	14%	6%	5%	10%
太陽光: 0% 風力: 6%	太陽光: 0% 風力: 2%	太陽光: 0% 風力: 3%	太陽光: 8% 風力: 6%	太陽光: 0% 風力: 6%	太陽光: 1% 風力: 4%	太陽光: 0% 風力: 10%

火力

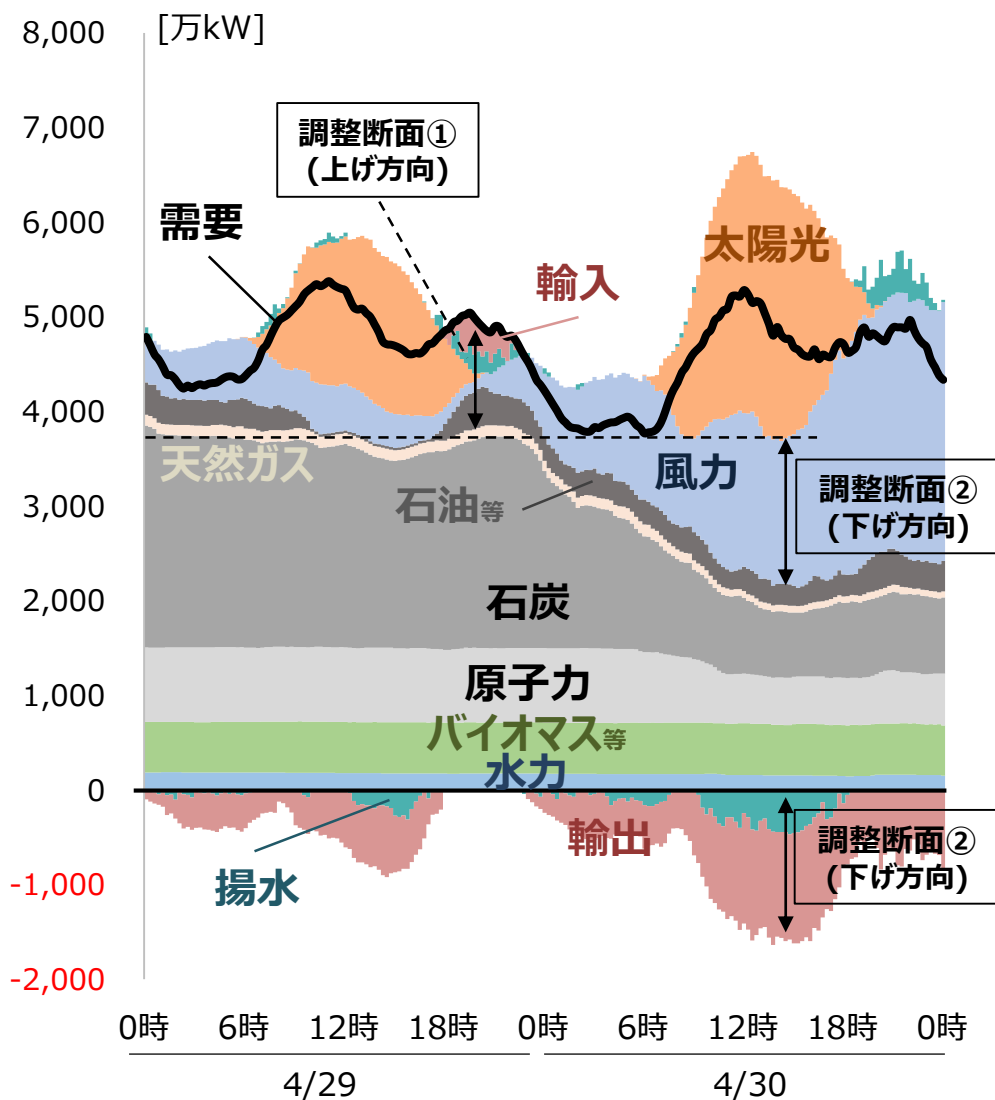
17%	36%	45%	60%	44%	67%	81%
石炭: 5% ガス: 12% 石油: 0%	石炭: 5% ガス: 30% 石油: 1%	石炭: 2% ガス: 41% 石油: 2%	石炭: 1% ガス: 59% 石油: 0%	石炭: 38% ガス: 6% 石油: 0%	石炭: 34% ガス: 32% 石油: 1%	石炭: 28% ガス: 53% 石油: 0%

ドイツ・デンマークの電力需給と調整力

ドイツにおける電力需給と調整力 (2017/4/29~4/30)

2017/4/29~4/30のドイツの電力需給

2日間の活用調整力(kW)と発電電力量(kWh)



活用調整力(kW)	火力	揚水	輸出入	合計
	調整断面① (上げ方向)	500 万kW (45%)	200 万kW (18%)	400 万kW (36%)
調整断面② (下げ方向)	1,300 万kW (45%)	400 万kW (14%)	1,200 万kW (41%)	2,900 万kW (100%)
①+② (上下合計)	1,800 万kW (45%)	600 万kW (15%)	1,600 万kW (40%)	4,000 万kW (100%)

※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

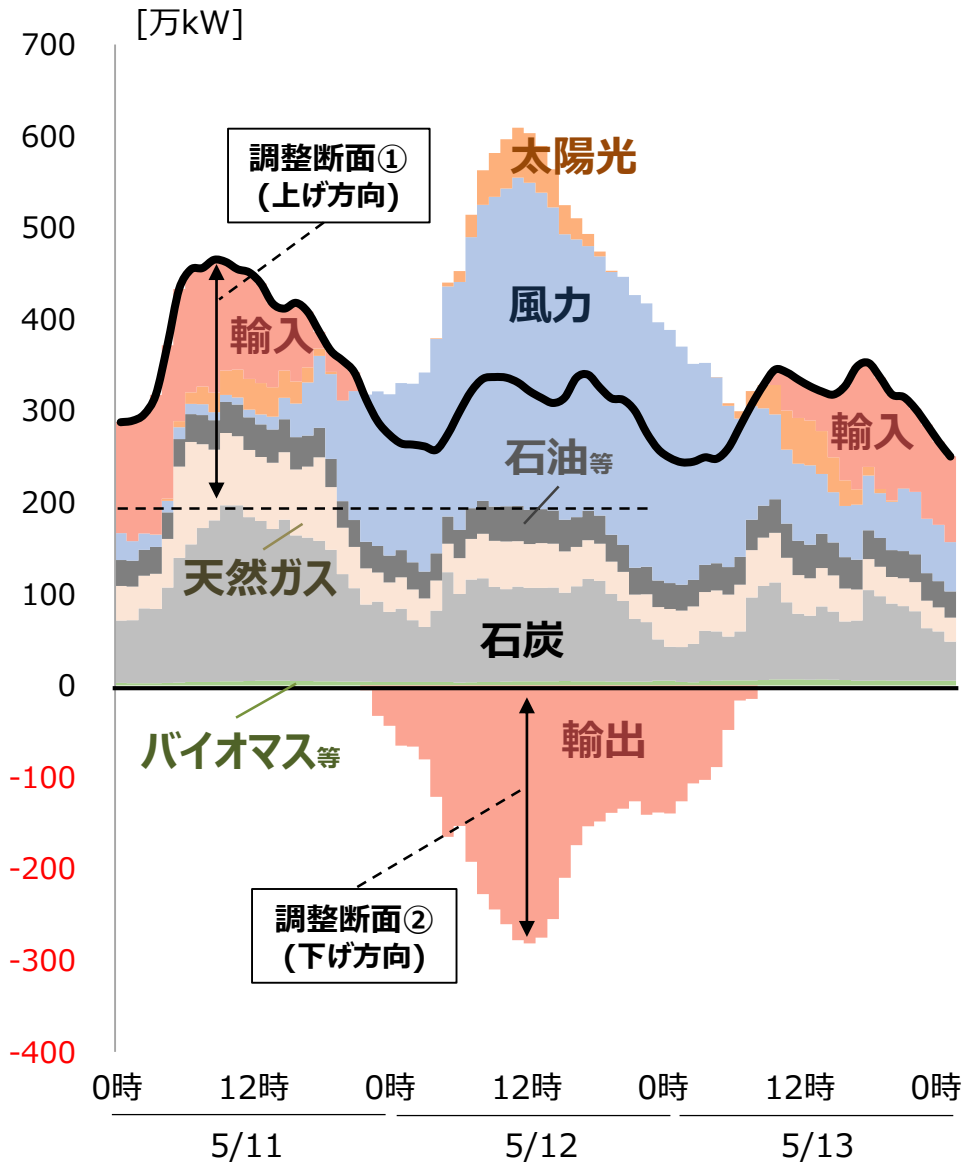
発電量(kWh)	再エネ	火力	原子力	合計
	輸出入が有る場合 (実際のケース)	12 億kWh	9.2 億kWh	3 億kWh
輸出入が無い場合※	9 億kWh	8.6 億kWh	3 億kWh	21 億kWh
差分	▲3 億kWh (▲25%)	▲0.6 億kWh (▲7%)	±0 億kWh (±0%)	▲4 億kWh (▲15%)

※不足分(輸入分)は火力の焼き増し、
 余剰分(輸出分)は4/29は火力出力低下、4/30は再エネ制御が発生すると想定して試算。

デンマークにおける電力需給と調整力 (2017/5/11~5/13)

2017/5/11~5/13のデンマークの電力需給

3日間の活用調整力(kW)と発電電力量(kWh)



		火力	揚水	輸出入	合計
活用調整力(kW)	調整断面① (上げ方向)	100 万kW (40%)	0 万kW (0%)	150 万kW (60%)	240 万kW (100%)
	調整断面② (下げ方向)	0 万kW (0%)	0 万kW (0%)	280 万kW (100%)	280 万kW (100%)
	①+② (上下合計)	100 万kW (20%)	0 万kW (0%)	430 万kW (80%)	530 万kW (100%)

※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

		再エネ	火力	原子力	合計
発電量(kWh)	輸出入が有る場合 (実際のケース)	1.2 億kWh	1.3 億kWh	0 億kWh	2.5 億kWh
	輸出入が無い場合※	0.7 億kWh	1.6 億kWh	0 億kWh	2.4 億kWh
	差分	▲0.5 億kWh (▲39%)	+0.3 億kWh (+27%)	±0 億kWh (±0%)	▲0.1 億kWh (▲5%)

※不足分(輸入分)は火力の焼き増し、
余剰分(輸出分)は再エネ制御が発生すると想定して試算。

ドイツ・デンマークにおける電力輸出入の状況

		デンマーク		ドイツ		日本
需要規模 (年間発電量)		300 億kWh	<	6,000 億kWh	<	11,000 億kWh (1.1兆kWh)
	変動再エネ 比率	51% (太陽光2% 風力49%)	>	18% (太陽光6% 風力12%)	>	6% (太陽光5% 風力1%)
電力輸出入	【kW】 調整力の 国外依存 (再エネ比率が 高い日の輸出入)	80% (430万kW 輸出：150万kW 輸入：280万kW)	>	40% (1,600万kW 輸出：1200万kW 輸入：400万kW)	>	輸出入 なし
		【kWh】 年間 輸出入	輸出 33% (100億kWh)	>	13% (850億kWh)	>
	輸入 55% (160億kWh)		>	5% (340億kWh)	>	

(参考) 欧州各国の電源構成・CO2排出・電気代の変遷 (1/2)

グループ1：他国隣接・再エネ大量導入型

		ドイツ		スペイン		デンマーク	
		2010	2015	2010	2015	2010	2015
電源構成	化石燃料	61% (石炭44, ガス14)	56% (石炭44, ガス10)	46% (石炭9, ガス32)	44% (石炭19, ガス19)	68% (石炭44, ガス20)	34% (石炭25, ガス6)
	安定ゼロエミ	31% (原子力22, 水力3)	25% (原子力14, 水力3)	36% (原子力21, 水力14)	33% (原子力21, 水力10)	12% (原子力0, 水力0) ※全てバイオマス	15% (原子力0, 水力0) ※全てバイオマス
	変動ゼロエミ	8% (太陽光2, 風力6)	18% (太陽光6, 風力12)	17% (太陽光2, 風力15)	23% (太陽光3, 風力18) ※その他、太陽熱あり	20% (太陽光0, 風力20)	51% (太陽光2, 風力49)
CO2排出 [kgCO2/kWh]		0.48kg	0.45kg	0.24kg	0.29kg	0.36kg	0.17kg
家庭用電気代 [円/kWh]		32円	40円	24円	26円	36円	41円
評価		<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 原子力減 ✓ 石炭不変 ⇒CO2排出：不変 ⇒電気代：増		<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 原子力不変・水力減 ✓ 石炭増 ⇒CO2排出：増 ⇒電気代：増		<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 安定ゼロエミ不変 ✓ 火力(石炭)減 ⇒CO2排出減 ⇒電気代：増	

※ 電気代は1ユーロ=135円として概算

(出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion, Energy Prices & Taxes等より作成

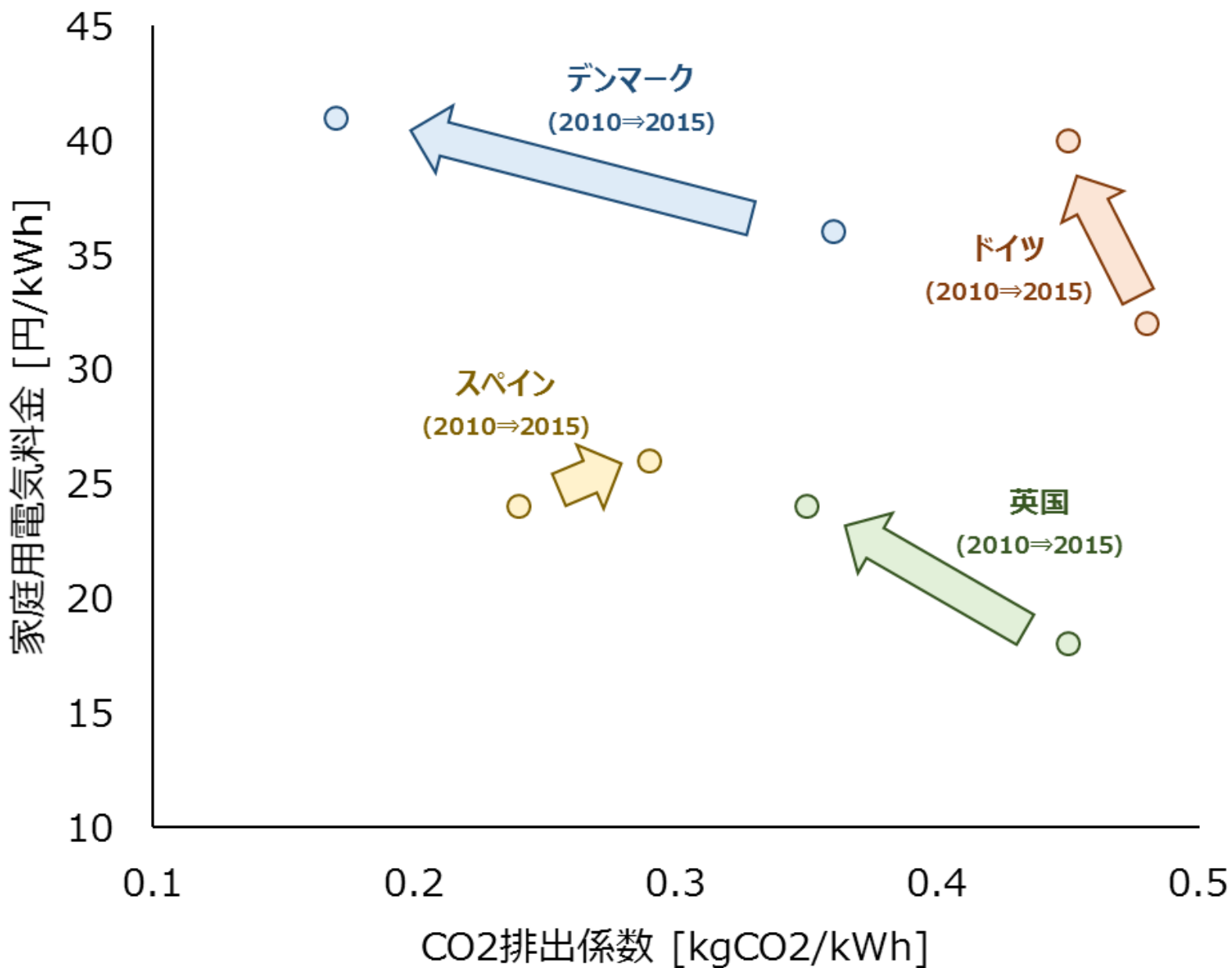
(参考) 欧州各国の電源構成・CO2排出・電気代の変遷 (2/2)

		グループ2：島国・原発再エネ型		グループ3：安定ゼロエミ特化型			
		英国		フランス		スウェーデン	
		2010	2015	2010	2015	2010	2015
電源構成	化石燃料	77% (石炭29, ガス46)	54% (石炭23, ガス30)	10% (石炭5, ガス4)	7% (石炭2, ガス4)	6% (石炭2, ガス2)	2% (石炭1, ガス0)
	安定ゼロエミ	21% (原子力16, 水力1)	32% (原子力21, 水力2)	88% (原子力76, 水力11)	88% (原子力78, 水力10)	92% (原子力39, 水力45)	88% (原子力35, 水力47)
	変動ゼロエミ	3% (太陽光0, 風力3)	14% (太陽光2, 風力12)	2% (太陽光0, 風力2)	5% (太陽光1, 風力4)	2% (太陽光0, 風力2)	10% (太陽光0, 風力10)
CO2排出 [kgCO2/kWh]	0.45kg	0.35kg	0.08kg	0.05kg	0.03kg	0.01kg	
家庭用電気代 [円/kWh]	18円	23円	17円	22円	22円	20円	
評価	<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 原子力増・水力増 ✓ 石炭(火力)減 ⇒CO2排出：減 ⇒電気代：増	<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 安定ゼロエミ不変 ✓ 石炭微減 ⇒CO2排出：減 ⇒電気代：増	<変化のポイント> ✓ 変動再エネ増 ✓ 安定ゼロエミ微減 ✓ 火力微減 ⇒CO2排出：減 ⇒電気代：減				

※ 電気代は1ユーロ=135円, 1ポンド=150円として概算

(出所) IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion, Energy Prices & Taxes等より作成

(参考) 欧州各国のCO2排出・電気代の変遷



Global Warming

February 19, 2018

Agency for Natural Resources and Energy
Ministry of Economy, Trade and Industry

Table of Contents

The strategies of major countries for 2050 p.2

Transition of electricity market p.9

CO2 emissions of EU and U.S. p.15

Power demand and supply in Denmark and Germany . . . p.18

The strategies of major countries for 2050

The strategies of major countries for 2050

	Reduction Target	Flexibility	Main Strategy, Posture		
			Zero Emission	Energy Conservation / Electrification	Overseas
United States	▲ 80% or more (as percentage of 2005)	Ambitious vision towards reduction target (not intended as current policy proposals) [providing an ambitious vision to reduce net GHG emissions by 80 percent or more below 2005 levels by 2050.]	Increase [Variable renewable energy + Nuclear power]	Large-scale electrification (20%→45-60%)	Contribution through expanding market for US products
Canada	▲ 80% (as percentage of 2005)	Informing the conversation (not a blue print for action) [not a blue print for action. Rather, the report is meant to inform the conversation about how Canada can achieve a low-carbon economy.]	Securing the electricity [Hydro power + Variable renewables + Nuclear power] <small>Approx. 80% of electricity source already zero emission</small>	Large-scale electrification (20%→40-70%)	Looking to contribute internationally (0-15%)
France	▲ 75% (as percentage of 1990)	Possible path for achieving objectives (not an action plan) [the scenario is not an action plan: it rather presents a possible path for achieving our objectives.]	Securing the electricity [Renewable energy + Nuclear power] <small>※Zero emission rate already at more than 90%</small>	Large-scale energy conservation (half as percentage of 1990)	Contribution through international development support by French businesses
United Kingdom*	▲ 80% or more (as percentage of 1990)	Helps players identify steps to take in the next few years by exploring potential pathways (long-term predictions are difficult) [exploring the plausible potential pathways to 2050 helps us to identify low-regrets steps we can take in the next few years common to many versions of the future]	Increase [Variable renewables + Nuclear power]	Promote energy conservation/electrification	Lead the world through environmental investment
Germany	▲ 80~95% (as percentage of 1990)	Point to the direction towards reducing emissions (not a search for masterplan) <small>※Conduct regular reviews</small> [not a rigid instrument; it points to the direction needed to achieve a greenhouse gas-neutral economy.]	Increase [Variable renewable energy]	Large-scale energy conservation (half as percentage of 1990)	Maintaining and bolstering investment sentiment in LDCs

* Not yet submitted to UNFCCC as long-term strategy. Created from *The Clean Growth Strategy* (November 2017).

National Long-term Strategies (United States)

Long-term Strategy Summary

Reduction Target: ▲ 80% or more (as percentage of 2005)

Status: Ambitious Vision aimed at Reduction Targets

		Main Entries	Quantitative Target
Shift to Zero Emission	Renewable Energy	Infrastructure and regulatory support necessary such as batteries, systems buildup towards expanding variable renewable energy.	Year 2015 13% (VRE* 5%) → Year 2050 55~65% (VRE 45~59%)
	Nuclear Power	Necessary to extend lifespan of existing plants and invest in light water reactors and next-generation nuclear power.	Year 2015 19% → Year 2050 17~26%
	Thermal Power	Map out future without thermal power depending on CCS technology development.	Year 2015 0% (CCS thermal power) → Year 2050 0~25% (CCS Thermal power)
Energy Conservation/ Electrification	Energy conservation	Enhance efficiency of energy system as a whole Smart grids, raising fuel efficiency, making industrial processes more efficient, etc.	Year 2050 ▲24~30% (as percentage of 2005)
	Electrification	Greater electrification of autos, household heat demand, industrial steam, etc.	Year 2015 21% → Year 2050 45~60%
	CCUS/ Hydrogen	Hydrogen may play important role in areas where electrification is difficult. (FCV, aircraft, industrial cogeneration)	No Quantitative Target
Over seas	Overseas Contributions	Contribute to global emissions reduction by expanding market for US goods and services.	No Quantitative Target

※VRE: Variable Renewable Energy

National Long-term Strategies (Canada)

Long-term Strategy Summary

Reduction Target : ▲ 80% and more (as percentage of 2005)

Status: Informing the Conversation

		Main Entries	Quantitative Target	
Shift to Zero Emission	Renewable Energy	Expand use of wind power, photovoltaics and hydro power.	Year 2015 63% (Hydro Power 57%)	Year 2050 50~80% (Hydro Power 30~70%)
	Nuclear Power	250 USD investment expected in 10 plants over the next 15 years.	Year 2015 15%	Year 2050 5~50%
	Thermal Power	Thermal power equipped with CCS may exist depending on scenario.	Year 2015 0% (CCS Thermal Power)	Year 2050 0~10% (CCS Thermal Power)
Energy Conservation/ Electrification	Energy conservation	Improving energy efficiency and demand management are the main elements of long-term emissions reduction strategy.		Year 2050 ▲5~35% (from 2014 level)
	Electrification	Electrification of Automobiles, buildings, heat systems, industry, etc. is essential to reducing emissions.	Year 2015 22%	Year 2050 40~72%
	CCUS/ Hydrogen	Room for reduction in major emitting industries (gas and petroleum, iron and steel, paper manufacturing, chemicals, etc.) with CCS Potential for using hydrogen in heavy industries, shipping, etc.	Year 2015 0%	Year 2050 0~32%
Over seas	Overseas Contributions	Encouraging international cooperation contributes to efficient global cost reduction. Include cross-border reduction in international contribution.	Year 2015 0%	Year 2050 0~15%

National Long-term Strategies (France)

Long-term Strategy Summary

Reduction Target : ▲75% (as percentage of 1990)

Status: Possible Path for achieving Objectives

		Main Entries	Quantitative Target	
Shift to Zero Emission	Renewable Energy	Further flexibility necessary to integrate renewable energy (utilizing hydropower for peak demand, energy storage, international grids)	Year 2015 16% (VRE* 5%)	Year 2030 40% (Details unknown)
	Nuclear Power	Reduce weight in electricity composition to 50% by 2025. (Energy Conversion Act) ※French government announced in 7/11/2017 that the target year will be postponed to 2030 ~ 2035.	Year 2015 78%	Year 2025 50%
	Thermal Power	Shift to zero emission CCS essential in complete shift to zero emission scenario.	Year 2015 0% (CCS Thermal Power)	No Quantitative Target (CCS Thermal Power)
Energy Conservation/ Electrification	Energy conservation	Large-scale energy conservation in industry, construction and transport sectors.	Year 2050 ▲50% (as percentage of 1990)	
	Electrification	Electrification important to promoting energy conservation Timeframe for developing EV infrastructure, etc. important	Year 2015 25%	Year 2025 Approx. 40%
	CCUS/ Hydrogen	Restrain carbon intensity of products through CCS in industrial processes in iron and steel, cement, etc.	No Quantitative Target	
Over seas	Overseas Contributions	Promote carbon intensity reduction through support for international development by French businesses (utilize export credit insurance, etc.)	No Quantitative Target	

※VRE: Variable Renewable Energy

National Long-term Strategies (United Kingdom)

Long-term Strategy Summary

Reduction Target : ▲ 80% or more (as percentage of 1990)

Status: Help identifying steps for the next few years by exploring potential pathways*

* Content aimed at achieving UK's "Fifth Carbon Budget" (2028-2032). Some entries up to 2050.

		Main Entries	Quantitative Target	
Shift to Zero Emission	Renewable Energy	Support more renewable energy market entries such as offshore wind Develop electricity storage, DR and new grid stabilization methods.	Year 2015 25% (VRE* 14%)	Year 2030 44% (Details unknown)
	Nuclear Power	Reduce cost, maintain stability (support new construction) Support innovation towards developing next-generation nuclear power, etc.	Year 2015 21%	Year 2030 28%
	Thermal Power	Decommission coal-fired power plants without CCS by 2025.	Year 2015 0% (CCS Thermal Power)	No quantitative target (CCS Thermal Power)
Energy Conservation/ Electrification	Energy conservation	Achieve 20% energy conservation in the office and industrial sectors by 2030, raise energy efficiency in all households to specific levels.		Year 2030 ▲ 10% (as percentage of 2008)
	Electrification	Electrify energy intensive industries, utilize heat pumps in household Promote adoption of EVs	Year 2015 21%	Year 2030 23%
	CCUS/ Hydrogen	Lead the world in CCUS technology development (invest 100 million GBP) Hydrogen to be used in FCVs, industrial processes, and heat supply to households and offices		No Quantitative Target
Over seas	Overseas Contributions	Lead the world in environmental investment (establish task force to encourage public and private investment, 20 million GBP investment in immature technologies, etc.) ※UK actions to date are expected to save almost 500 million tons of CO2, while they do not count these results against the domestic budgets		No Quantitative Target

※VRE: Variable Renewable Energy

National Long-term Strategies (Germany)

Long-term Strategy Summary

Reduction Target : ▲ 80~95% (as percentage of 1990)

Status: Point to the Direction towards reducing Emissions

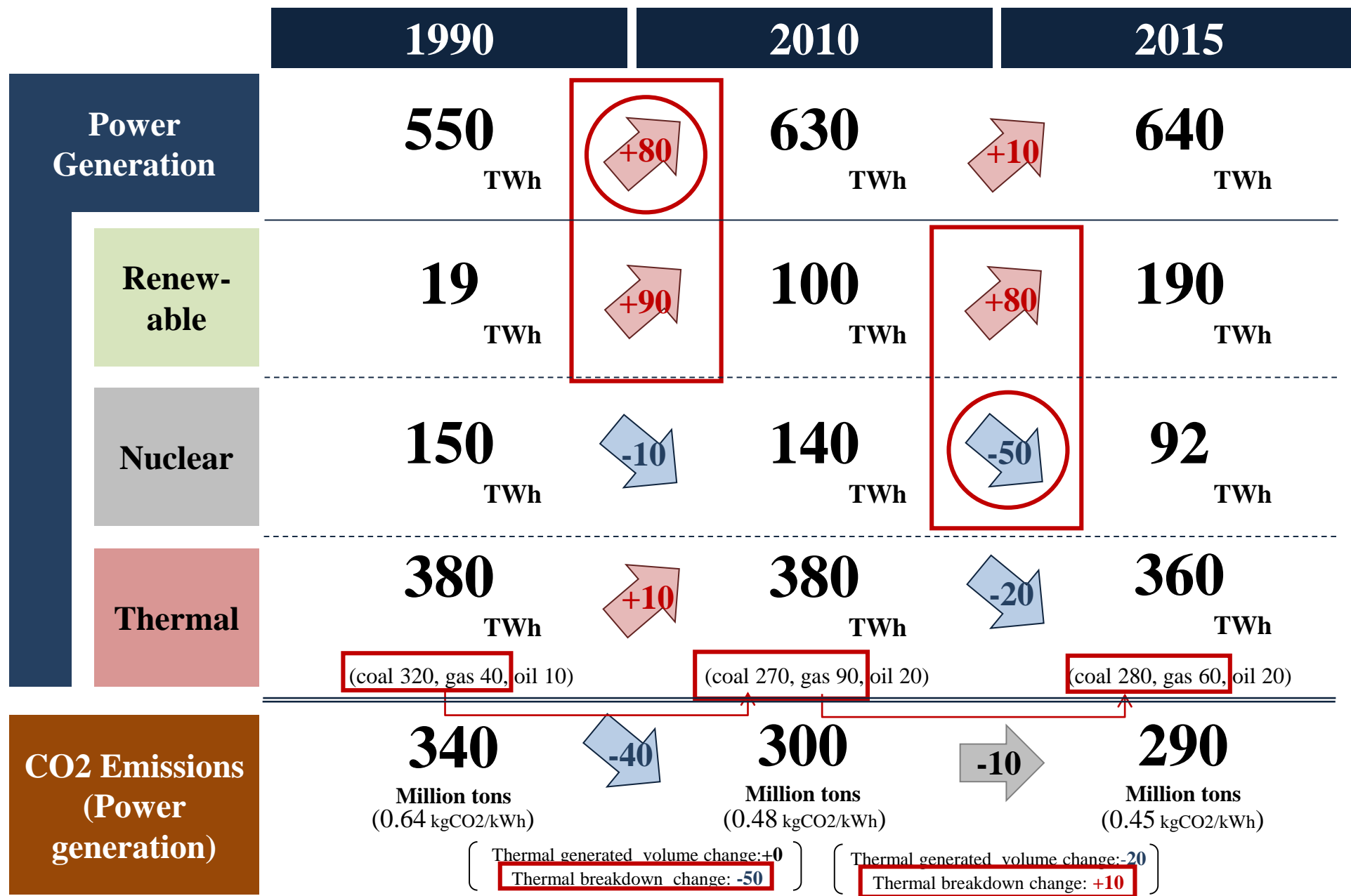
		Main Entries	Quantitative Target
Shift to Zero Emission	Renewable Energy	Fully promote renewable energy in areas where it is usable (mainly wind power). Optimize variable renewable energy by sector-coupling.	Year 2015 29% (VRE* 18%) → Year 2050 80% (Details unknown)
	Nuclear Power	No entry.	Year 2015 14% → Year 2050 0%
	Thermal Power	New construction of coal-fire power plants will not be supported.	Year 2015 0% (CCS Thermal Power) → No Quantitative Target (CCS Thermal Power)
Energy Conservation/ Electrification	Energy conservation	Energy conservation first. (promote energy conservation in all sectors)	Year 2050 ▲ 50% (as percentage of 2005)
	Electrification	Increase electricity demand through electrification of automobiles and heat use in buildings.	Year 2015 20% → Year 2050 Approximately 30%
	CCUS/ Hydrogen	Consider CCU and CCS--in that order--when carbon reduction through new technology is difficult in the industrial sector. Hydrogen has potential for FCVs and as alternative fuel source.	No Quantitative Target
Over seas	Overseas Contributions	Contribute through partnerships for climate action plan. (maintain and strengthen investment sentiment in LDCs and contribute to their fundraising)	No Quantitative Target

*VRE: Variable Renewable Energy

Transition of electricity market

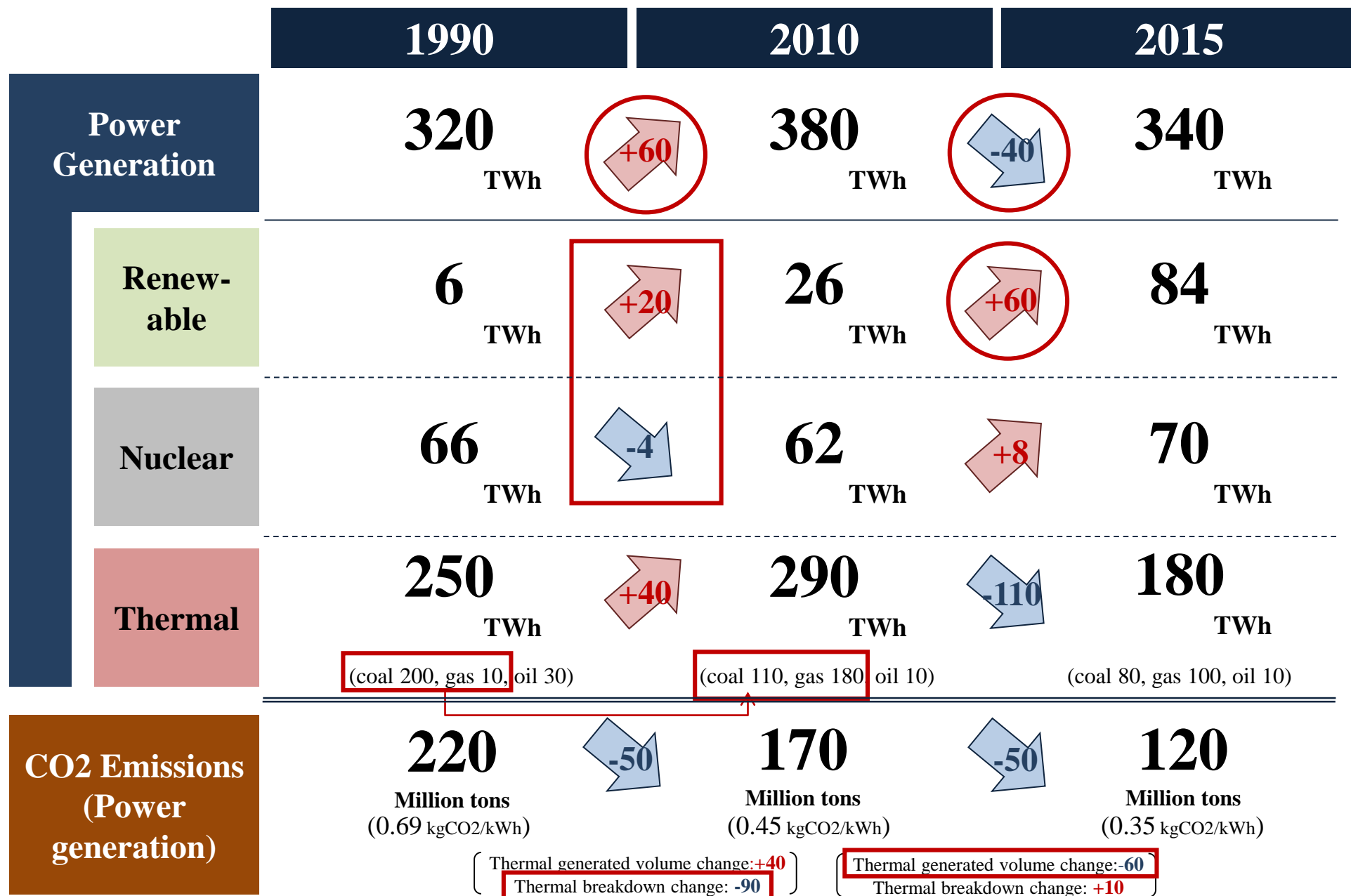
(1990 -> 2010 -> 2015)

Transition of Germany's CO2 emissions from power generation



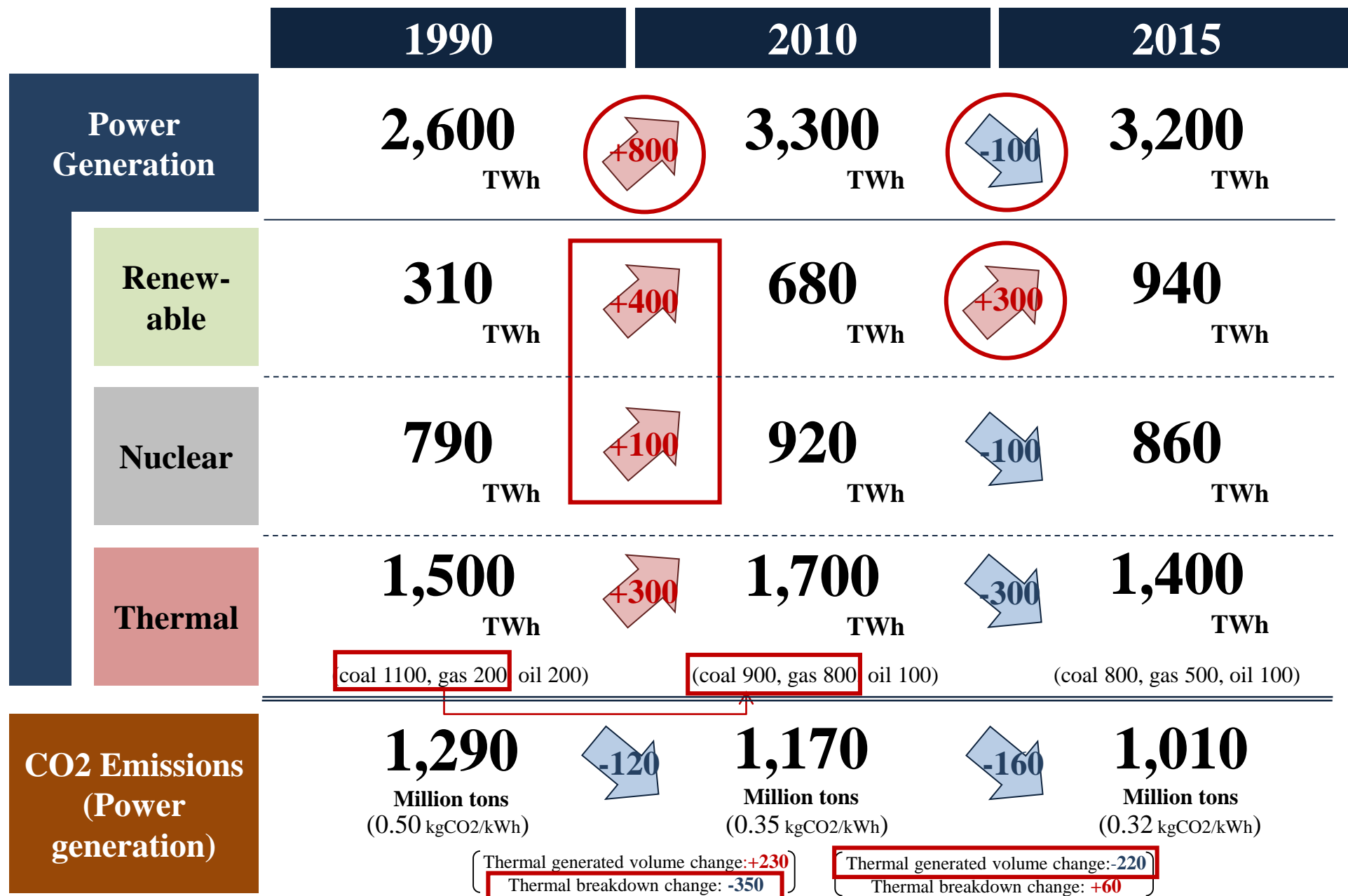
*Numbers are rounded. Totals may not match due to rounding errors.

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.

Source: Produced from IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion 12

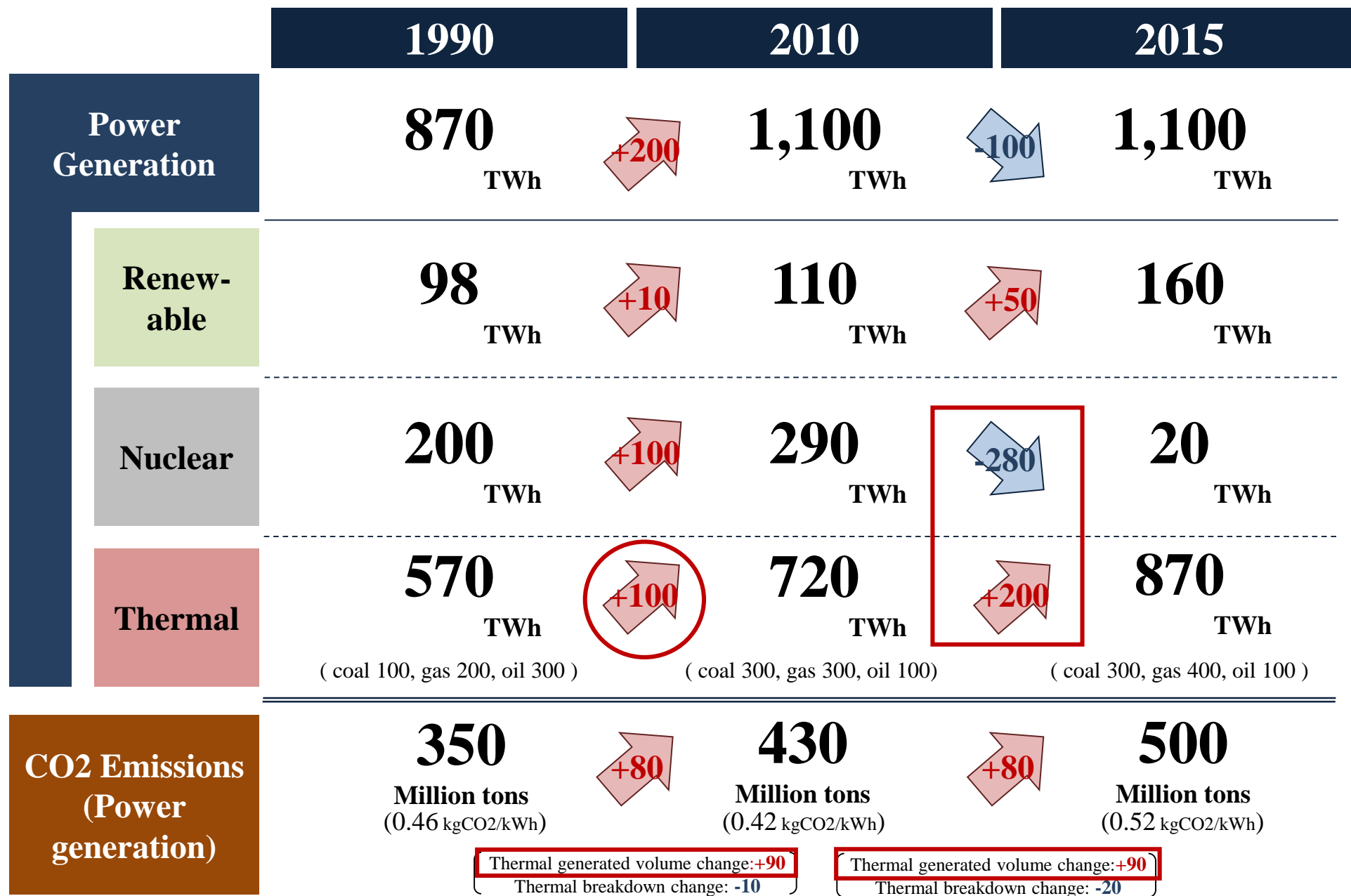
Transition of the China's CO2 emissions from power generation

	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 13

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.

CO₂ emissions of EU and U.S.

(2015)

Emission coefficient and the electrical power generation mix of each country

CO2 Emission per kWh and Composition of Electricity Sources for Major EU Members and Japan (2015)

Sweden	France	Denmark	Spain	EU Average*	Germany	Japan
11gCO2/kWh	46gCO2/kWh	174gCO2/kWh	293gCO2/kWh	315gCO2/kWh	450gCO2/kWh	540gCO2/kWh

Stable Zero Emission

88%	88%	15%	33%	43%	25%	12%
Stable RE: 53% Nuclear : 35%	Stable RE: 11% Nuclear : 78%	Stable RE: 15% Nuclear : 0%	Stable RE: 12% Nuclear : 21%	Stable RE: 16% Nuclear : 27%	Stable RE: 11% Nuclear : 14%	Stable RE: 11% Nuclear : 1%

Variable Renewable Energy

10%	5%	51%	23%	13%	18%	4%
PV : 0% Wind : 10%	PV : 1% Wind : 4%	PV : 2% Wind : 49%	PV : 3% Wind : 18%	PV : 3% Wind : 10%	PV : 6% Wind : 12%	PV : 3% Wind : 1%

Thermal Power

2%	7%	34%	44%	44%	56%	85%
Coal : 1% Gas : 0% Oil : 1%	Coal : 2% Gas : 4% Oil : 1%	Coal : 25% Gas : 6% Oil : 4%	Coal : 19% Gas : 19% Oil : 7%	Coal : 26% Gas : 15% Oil : 3%	Coal : 44% Gas : 10% Oil : 2%	Coal : 34% Gas : 41% Oil : 10%

*EU28

Emission coefficient and the electrical power generation mix of US states

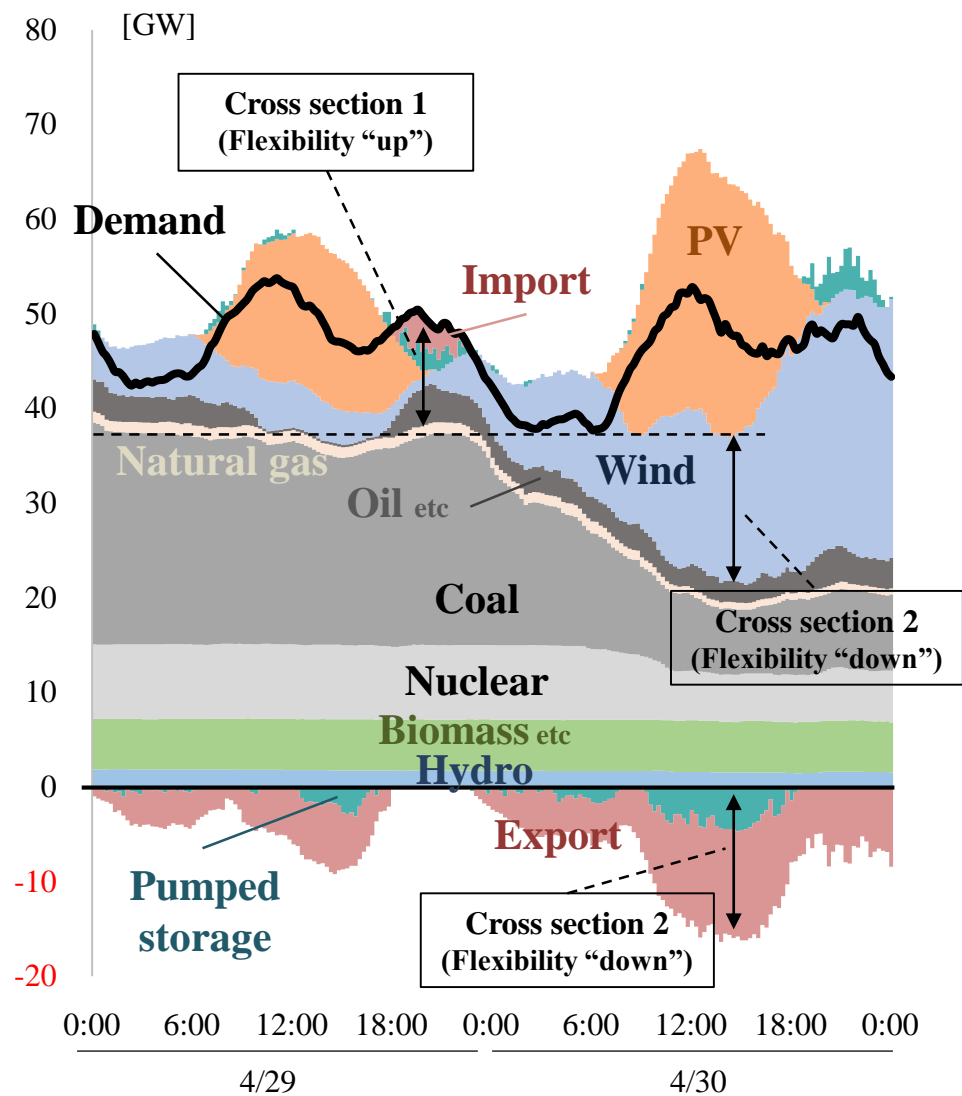
CO2 Emission per kWh and Composition of Electricity Sources for Major US states (2015)

	Washington	New Hampshire	New York	California	Illinois	US average	Texas
	106 gCO ₂ /kWh	183 gCO ₂ /kWh	235 gCO ₂ /kWh	282 gCO ₂ /kWh	435 gCO ₂ /kWh	498 gCO ₂ /kWh	541 gCO ₂ /kWh
Stable Zero Emission	76%	62%	52%	26%	50%	27%	9%
	Stable RE: 69% Nuclear : 7%	Stable RE: 14% Nuclear : 47%	Stable RE: 20% Nuclear : 32%	Stable RE: 16% Nuclear : 9%	Stable RE: 0% Nuclear : 50%	Stable RE: 8% Nuclear : 19%	Stable RE: 1% Nuclear : 9%
Variable Renewable Energy	6%	2%	3%	14%	6%	5%	10%
	PV : 0% Wind : 6%	PV : 0% Wind : 2%	PV : 0% Wind : 3%	PV : 8% Wind : 6%	PV : 0% Wind : 6%	PV : 1% Wind : 4%	PV : 0% Wind : 10%
Thermal Power	17%	36%	45%	60%	44%	67%	81%
	Coal : 5% Gas : 12% Oil : 0%	Coal : 5% Gas : 30% Oil : 1%	Coal : 2% Gas : 41% Oil : 2%	Coal : 1% Gas : 59% Oil : 0%	Coal : 38% Gas : 6% Oil : 0%	Coal : 34% Gas : 32% Oil : 1%	Coal : 28% Gas : 53% Oil : 0%

Power demand and supply in Denmark and Germany

Power demand and supply in Germany (2017/4/29~4/30)

Electricity balance in 2017/4/29~4/30 in Germany



Flexibility (kW) and power generation (kWh) for the 2 days

		Fossil	Pumped	Ex/Import	Total
Flexibility (kW)	Cross section 1 (Flexibility "up")	5 GW	2 GW	4 GW	10 GW
		(45%)	(18%)	(36%)	(100%)
	Cross section 2 (Flexibility "down")	13 GW	4 GW	12 GW	29 GW
		(45%)	(14%)	(41%)	(100%)
	Cross section 1 + 2 (total)	18 GW	6 GW	16 GW	40 GW
		(45%)	(15%)	(40%)	(100%)

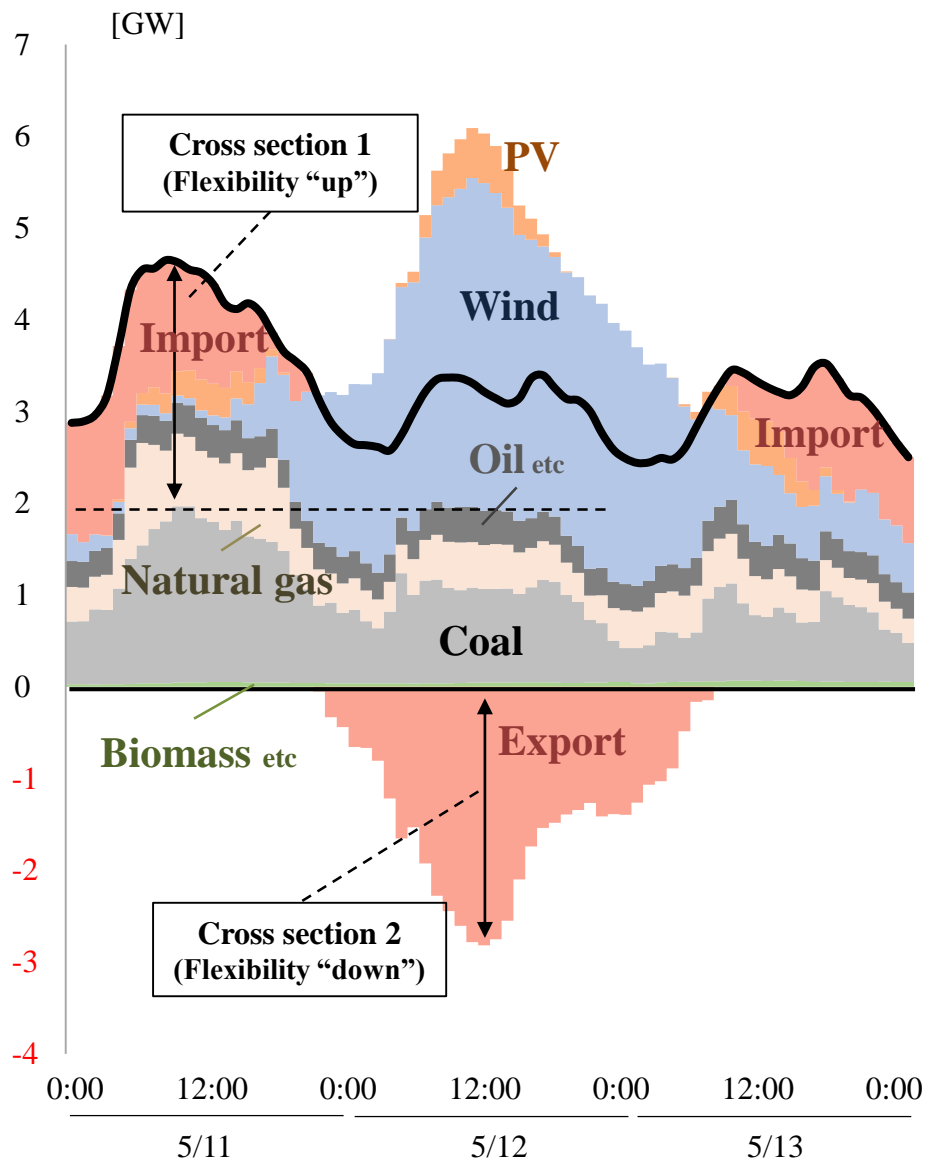
*Totals might not match due to rounding

		Renewable	Fossil	Nuclear	Total
Power Generation (kWh)	With Ex/Import (actual case)	1,200 GWh	920 GWh	300 GWh	2,500 GWh
	Without Ex/Import*	900 GWh	860 GWh	300 GWh	2,100 GWh
	Difference	▲ 300 GWh (▲ 25%)	▲ 60 GWh (▲ 7%)	± 0 GWh (± 0%)	▲ 400 GWh (▲ 15%)

※ Preliminary calculation assuming fossil power increases as alternative energy of import, fossil decreases for 4/29 and renewables are curtailed for 4/30 instead of exporting power

Power demand and supply in Denmark (2017/5/11~5/13)

Electricity balance in 2017/5/11~5/13 in Denmark



Flexibility (kW) and power generation (kWh) for the 3 days

	Fossil	Pumped	Ex/Import	Total
Flexibility (kW)	Cross section 1 (Flexibility "up")			
	1.0 GW	0 GW	1.5 GW	2.4 GW
	(40%)	(0%)	(60%)	(100%)
Cross section 2 (Flexibility "down")				
	0 GW	0 GW	2.8 GW	2.8 GW
	(0%)	(0%)	(100%)	(100%)
Cross section 1 + 2 (total)				
	1.0 GW	0 GW	4.3 GW	5.3 GW
	(20%)	(0%)	(80%)	(100%)

*Totals might not match due to rounding

	Renewable	Fossil	Nuclear	Total
Power Generation (kWh)	With Ex/Import (actual case)			
	120 GWh	130 GWh	0 GWh	250 GWh
Without Ex/Import*				
	70 GWh	160 GWh	0 GWh	240 GWh
Difference				
	▲ 50 GWh (▲39%)	+30 GWh (+27%)	±0 GWh (±0%)	▲ 10 GWh (▲5%)

※ Preliminary calculation assuming fossil power increases as alternative energy of import, renewables are curtailed instead of exporting power.

V-RE ratio and power import/export in Denmark and Germany

		Denmark		Germany		Japan
Power demand (annual generation)		30TWh	<	600TWh	<	1,100TWh
	Ratio of variable renewables	51% (PV 2% Wind 49%)	>	18% (PV 6% Wind 12%)	>	6% (PV 5% Wind 1%)
Power Export/Import	<kW> Dependence of flexibility on abroad (Ex/Import on the day with high V-RE ratio)	80% (4.3GW Import: 1.5GW Export: 2.8GW)	>	40% (16GW Import: 12GW Export: 4GW)	>	No Export/ Import
	<kWh> Annual export/ import	33% (10TWh)	>	13% (85TWh)	>	No Export/ Import
	Import	55% (16TWh)	>	5% (34TWh)	>	

(Reference) Transition of Electricity mix, CO2, Price in EU countries

		Group1: Continental, High V-RE ratio					
		Germany		Spain		Denmark	
		2010	2015	2010	2015	2010	2015
Power Mix	Fossil	61% (Coal 44, Gas 14)	56% (Coal 44, Gas 10)	46% (Coal 9, Gas 32)	44% (Coal 19, Gas 19)	68% (Coal 44, Gas 20)	34% (Coal 25, Gas 6)
	Stable zero emission	31% (Nuclear 22, Hydro 3)	25% (Nuclear 14, Hydro 3)	36% (Nuclear 21, Hydro 14)	33% (Nuclear 21, Hydro 10)	12% (Nuclear 0, Hydro 0) ※All biomass	15% (Nuclear 0, Hydro 0) ※All biomass
	Variable zero emission	8% (PV 2, Wind 6)	18% (PV 6, Wind 12)	17% (PV 2, Wind 15)	23% (PV 3, Wind 18)	20% (PV 0, Wind 20)	51% (PV 2, Wind 49)
CO2 emission [kgCO2/kWh]		0.48kg	0.45kg	0.24kg	0.29kg	0.36kg	0.17kg
Price for household [Yen/kWh]		32yen	40yen	24yen	26yen	36yen	41yen
Comments		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Nuclear: Decrease ✓ Coal: Remain ⇒CO2 emission: Remain ⇒Price: Increase		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Nuclear: Remain Hydro: Decrease ✓ Coal: Increase ⇒CO2 emission: Increase ⇒Price: Increase		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Stable Zero Emission: Remain ✓ Fossil (Coal): Decrease ⇒CO2 emission: Decrease ⇒Price: Increase	

*Rough calculation assuming EUR 1 = JPY 135

Source: IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion, Energy Prices & Taxes etc.

(Reference) Transition of Electricity mix, CO2, Price in EU countries

		Group2: Island, Both RE & Nuclear		Group3: High stable zero emission ratio			
		United Kingdom		France		Sweden	
		2010	2015	2010	2015	2010	2015
Power Mix	Fossil	77% (Coal 29, Gas 46)	54% (Coal 23, Gas 30)	10% (Coal 5, Gas 4)	7% (Coal 2, Gas 4)	6% (Coal 2, Gas 2)	2% (Coal 1, Gas 0)
	Stable zero emission	21% (Nuclear 16, Hydro 1)	32% (Nuclear 21, Hydro 2)	88% (Nuclear 76, Hydro 11)	88% (Nuclear 78, Hydro 10)	92% (Nuclear 39, Hydro 45)	88% (Nuclear 35, Hydro 47)
	Variable zero emission	3% (PV 0, Wind 3)	14% (PV 2, Wind 12)	2% (PV 0, Wind 2)	5% (PV 1, Wind 4)	2% (PV 0, Wind 2)	10% (PV 0, Wind 10)
CO2 emission [kgCO2/kWh]		0.45kg	0.35kg	0.08kg	0.05kg	0.03kg	0.01kg
Price for household [Yen/kWh]		18yen	23yen	17yen	22yen	22yen	20yen
Comments		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Nuclear: Increase Hydro: Increase ✓ Coal(Fossile): Decrease ⇒CO2 emission: Decrease ⇒Price: Increase		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Stable zero emission: Remain ✓ Coal: Slightly decrease ⇒CO2 emission: Decrease ⇒Price: Increase		<Points> ✓ V-RE: Increase ✓ Stable zero emission: Remain ✓ Fossil: Slightly decrease ⇒CO2 emission: Decrease ⇒Price: Decrease	

*Rough calculation assuming EUR 1 = JPY 135, GBP 1 = JPY 150

Source: IEA Energy Balances, CO2 Emissions from Fuel Combustion, Energy Prices & Taxes etc.

(Reference) Transition of CO2 emission and Electricity Price in EU countries

