



再生可能エネルギーへの
転換を！

・諸外国のケース
本気で自然エネルギー！ Earth ; Powering the Planet
(BS世界のドキュメンタリー, 2012年10月24日放送)

図表の出所は、配布資料を参照

第19回 再生可能エネルギー普及 —世界と日本—

李 態妍



再生可能エネルギーへ
の転換を！

・諸外国のケース
本気で自然エネルギー！ Earth ; Powering the Planet
(BS世界のドキュメンタリー, 2012年10月24日放送)

図表の出所は、配布資料を参照

第19回 再生可能エネルギー普及 —世界と日本—

李 態妍

本日のテーマ

- ・なぜ再生可能エネルギーへの転換が進まない？
 - ・コストの問題
- ・エネルギー選択：どのように？
 - ・日独比較
 - ・その他

・地球を救う5つの技術:
完成技術？
コスト？
生態系などへの影響？

Q1.5つの技術のうち、一番有効？
1.人口本：炭素貯蔵 (Carbon capture and storage: CCS)
2.雲を生成

Q2.5つの技術以外ない？
→再生可能エネルギーへの転換！
→省エネ:節電所？

- ・地球を救う5つの技術:
完成技術?
コスト?
生態系などへの影響?

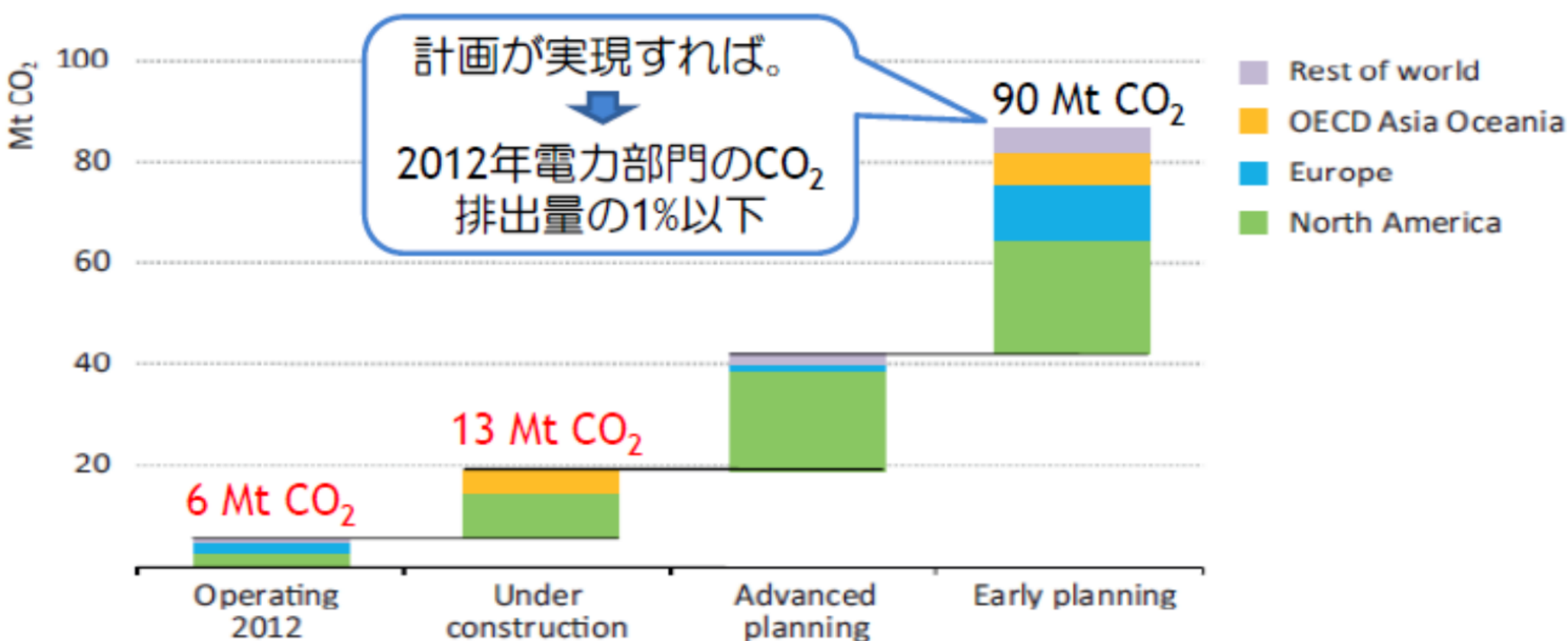
Q1.5つの技術のうち、一番有効?

- 1.人口木：炭素貯蔵 (Carbon capture and storage : CCS)
- 2.雲を生成

Q2.5つの技術以外ない??

- 再生可能エネルギーへの転換!
- 省エネ:節電所?

炭素 貯蔵の地域別容量(2012)



Notes: Relates to large-scale integrated projects and, where a range is given for CO₂ capture capacity, the middle of the range has been taken. Existing EOR projects are not included where they are not authorised and operated for the purpose of CCS.

Sources: Global CCS Institute (2013) and IEA analysis.

本日のテーマ

- ・なぜ再生可能エネルギーへの転換が進まない？
 - ・コストの問題
- ・エネルギー選択：どのように？
 - ・日独比較
 - ・その他

再生可能エネルギー

太陽光



風力

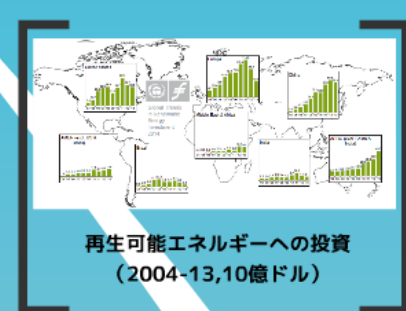
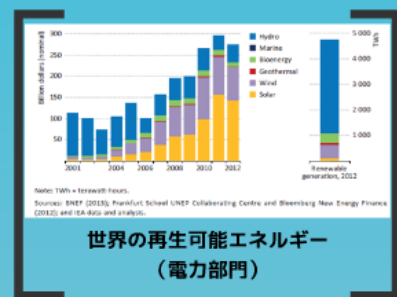
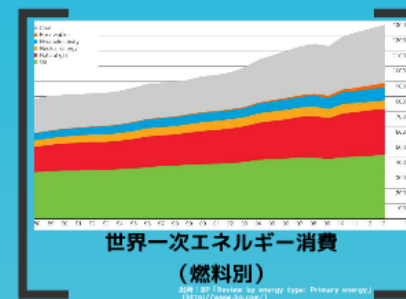
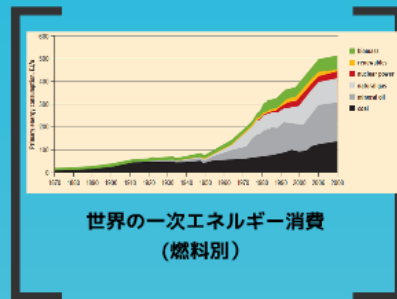


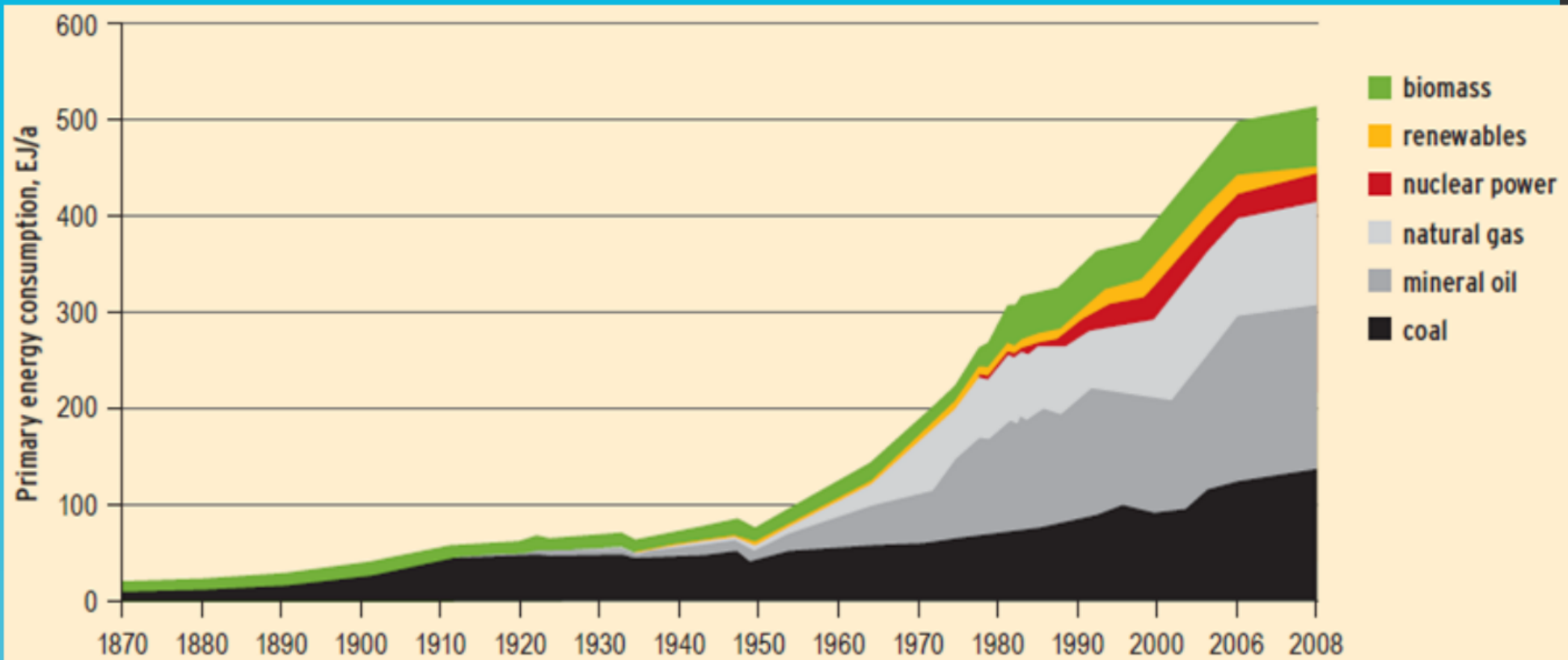
地熱



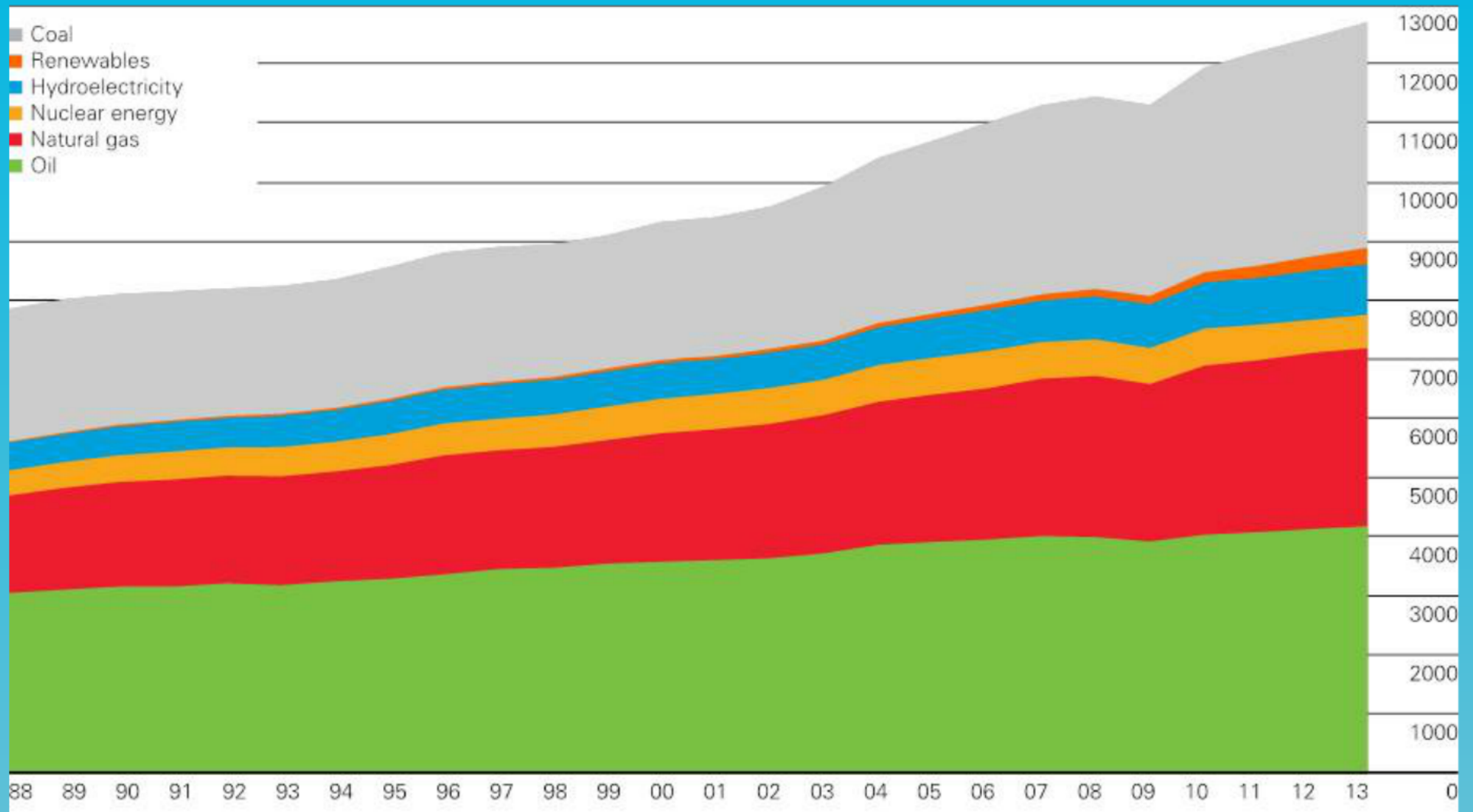
バイオマス

世界のエネルギー消費 (燃料別)



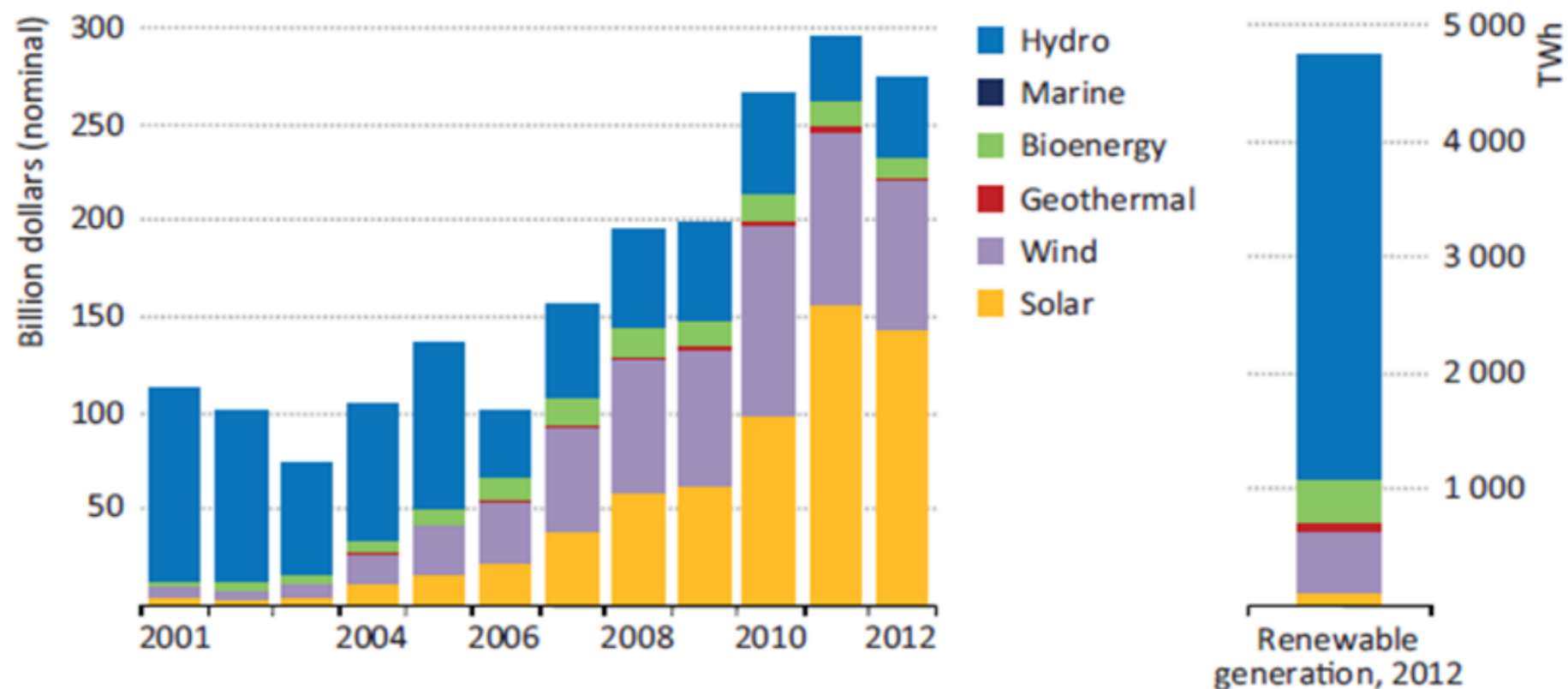


世界の一次エネルギー消費 (燃料別)



世界一次エネルギー消費 (燃料別)

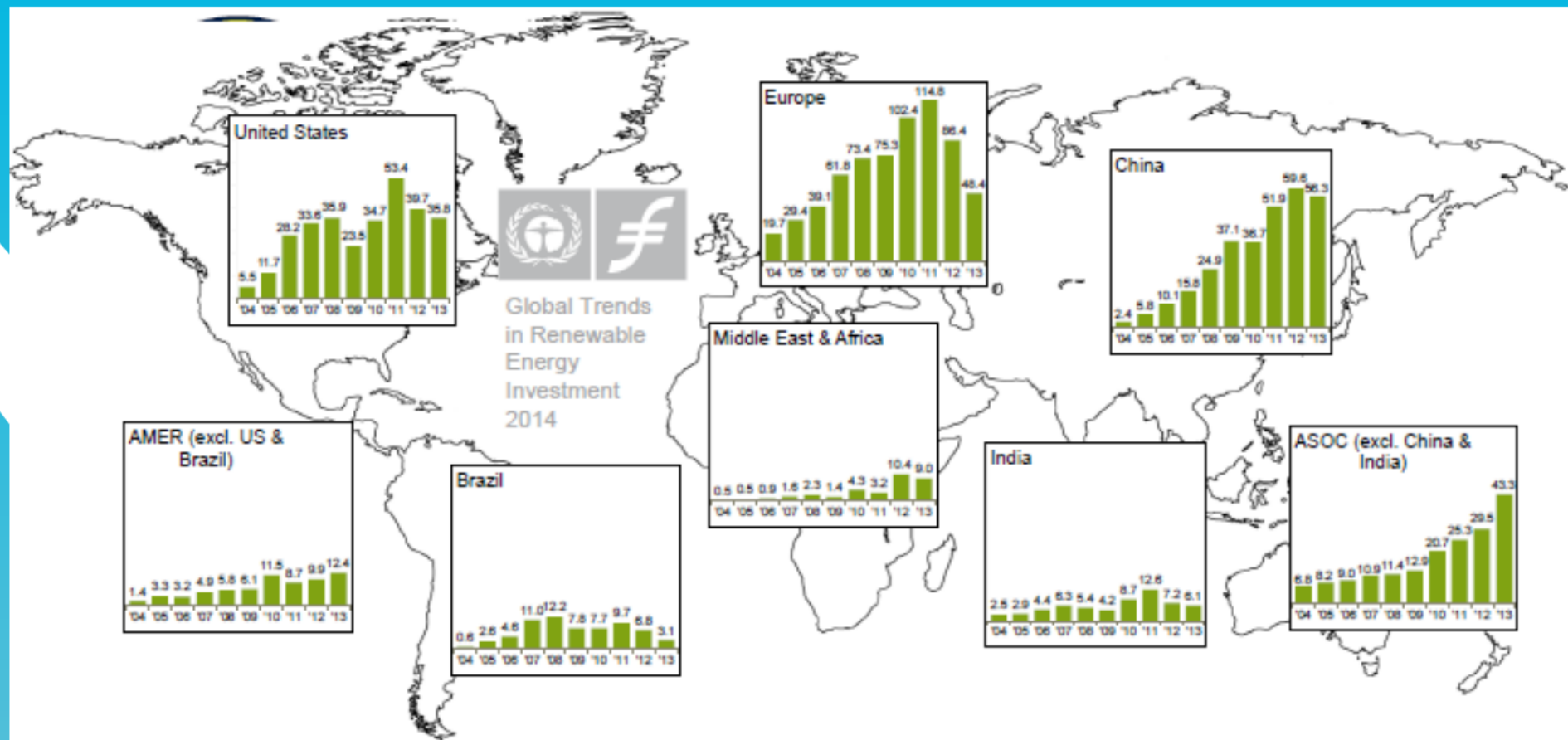
出所：BP「Review by energy type: Primary energy」
(<http://www.bp.com/>)



Note: TWh = terawatt-hours.

Sources: BNEF (2013); Frankfurt School UNEP Collaborating Centre and Bloomberg New Energy Finance (2012); and IEA data and analysis.

世界の再生可能エネルギー (電力部門)



再生可能エネルギーへの投資 (2004-13, 10億ドル)

再生可能エネルギー

太陽光

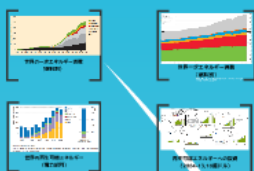
風力



地熱

バイオマス

世界のエネルギー消費
(燃料別)



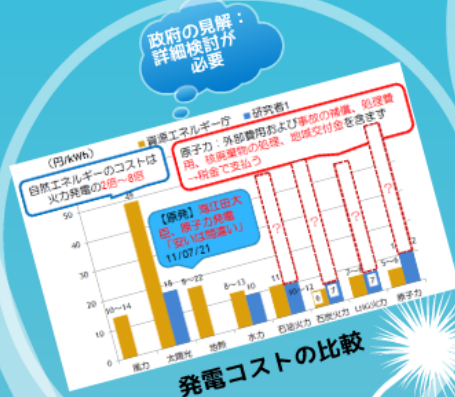
なぜ転換が進まない？

- ・ 転換には費用がかかる。
→ コストの問題
- ・ 再生可能エネルギーへの転換：便益 VS 費用
- ・ 誰が費用を負担するのか？ → 利害対立
転換の便益：将来世代
転換の費用：現在世代

*** 再生可能エネルギーへの転換を促す
仕組みが必要**

エネルギーの選択

長期的な視点



	メリット	デメリット
火力（化石燃料） 石炭、石油、天然ガス	・ 経済的	・ 環境への影響 ・ 安定供給に問題 ・ 枯渇懸念
原子力	・ 経済的 ・ 電力の安定供給	・ 安全性 ・ 有害廃棄物
水力	・ 資源豊富、経済的	・ 生態系への影響
自然エネルギー 風力 太陽光 地熱など	・ 豊富な資源 ・ 環境に優しい ・ 再生可能	・ コストが高い ・ 騒音を伴う、騒音 ・ 発電効率が悪い ・ 多くは国立公園内

燃料別のメリット・デメリット



電気料金の国際比較（2008年）

	メリット	デメリット
火力（化石燃料） 石炭、石油、天然ガス	• 経済的	• 環境への影響 • 安定供給に問題 • 枯渇資源
原子力	• 経済的 • 電力の安定供給	• 安全性 • 有害廃棄物
水力	• 資源豊富、経済的	• 生態系への影響
自然エネルギー 風力 太陽光 地熱など。	• 豊富な資源 • 環境に優しい • 再生可能	• コストが高い • 景観を損なう、騒音 • 発電効率が悪い • 多くは国立公園内

燃料別のメリット・デメリット



(ドル/kWh)

0.35
0.30
0.25

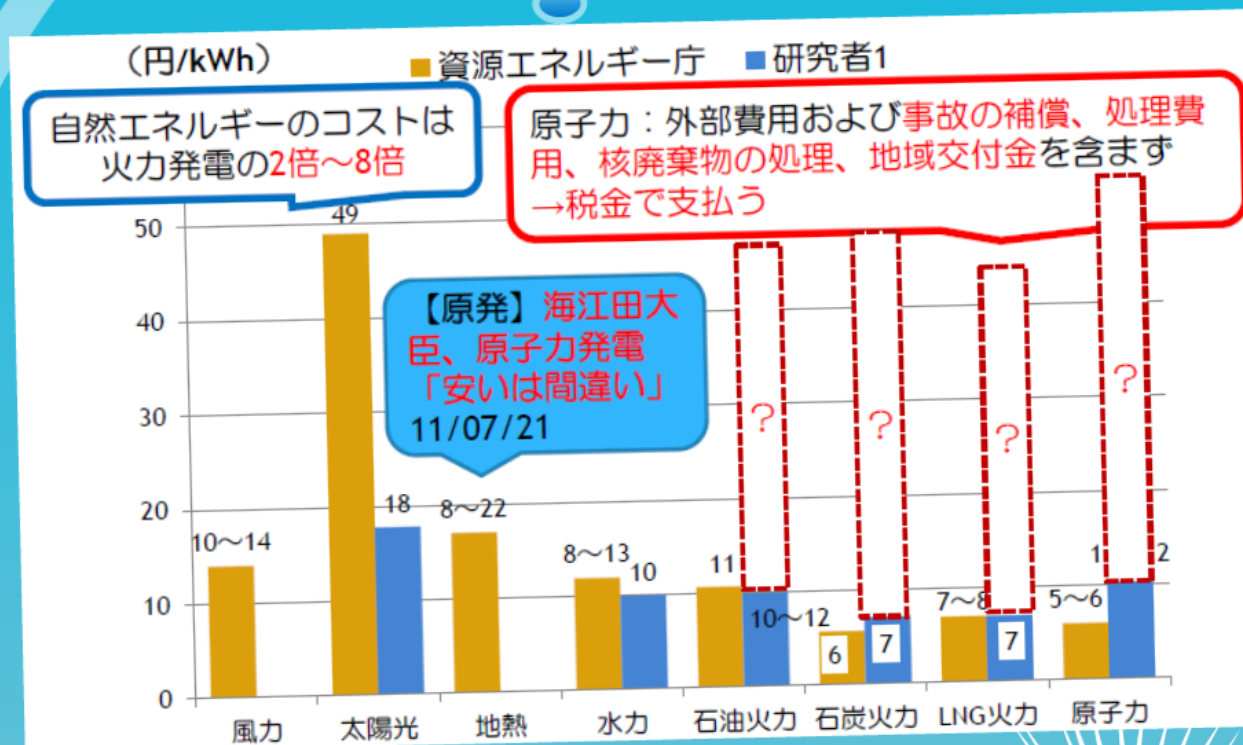
■家庭用
■産業用

間接負

	メリット	デメリット
火力（化石燃料） 石炭、石油、天然ガス	• 経済的	• 環境への影響 • 安定供給に問題 • 枯渇資源
原子力	• 経済的 • 電力の安定供給	• 安全性 • 有害廃棄物
水力	• 資源豊富、経済的	• 生態系への影響
自然エネルギー 風力 太陽光 地熱など。	• 豊富な資源 • 環境に優しい • 再生可能	• コストが高い • 景観を損なう、騒音 • 発電効率が悪い • 多くは国立公園内

燃料別のメリット・デメリット

政府の見解：
詳細検討が
必要



発電コストの比較

火力 (化石燃料)
石炭、
原子力
水力
自然エネルギー
風力
太陽光
地熱など。

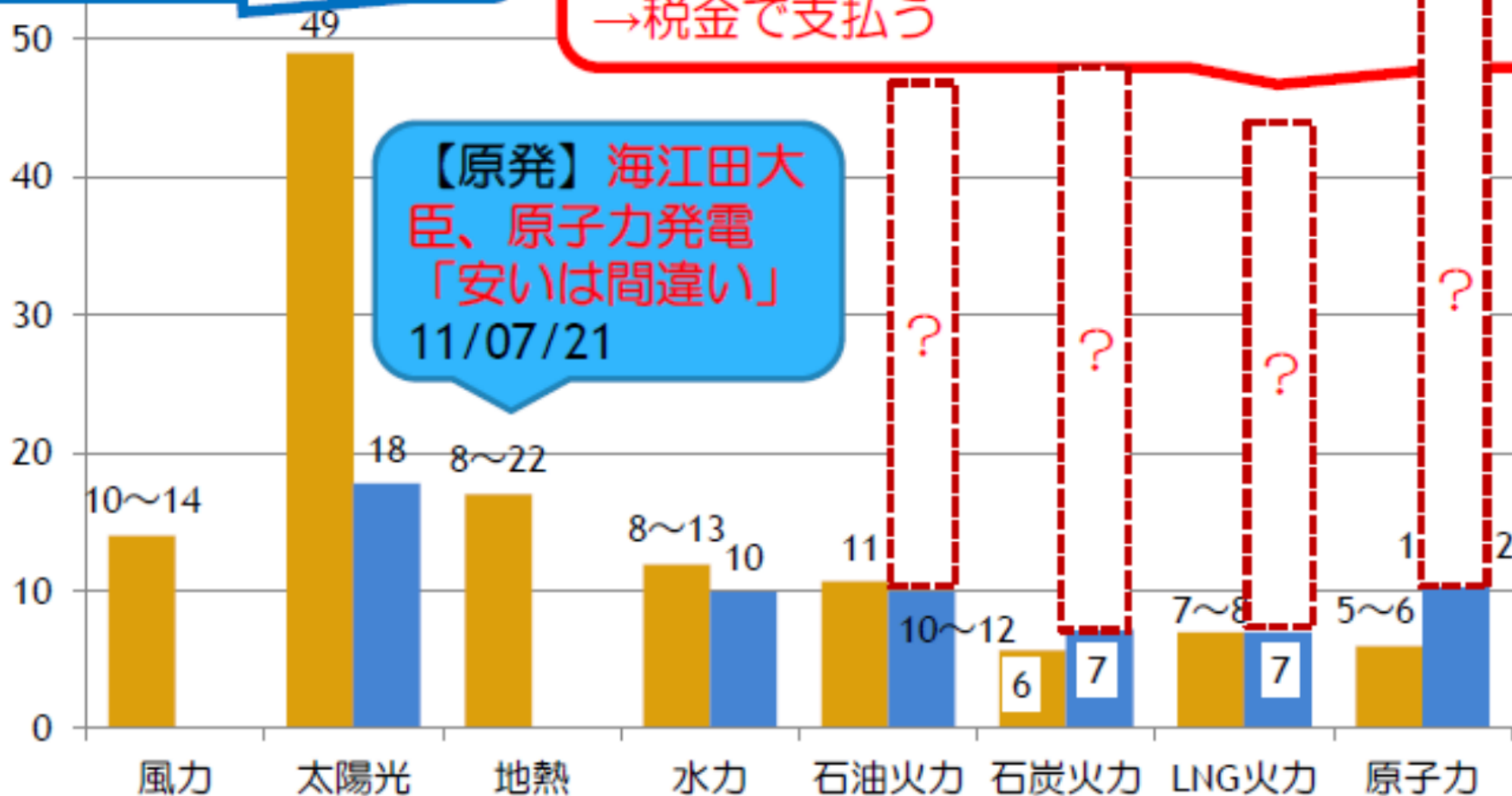
燃料

(円/kWh)

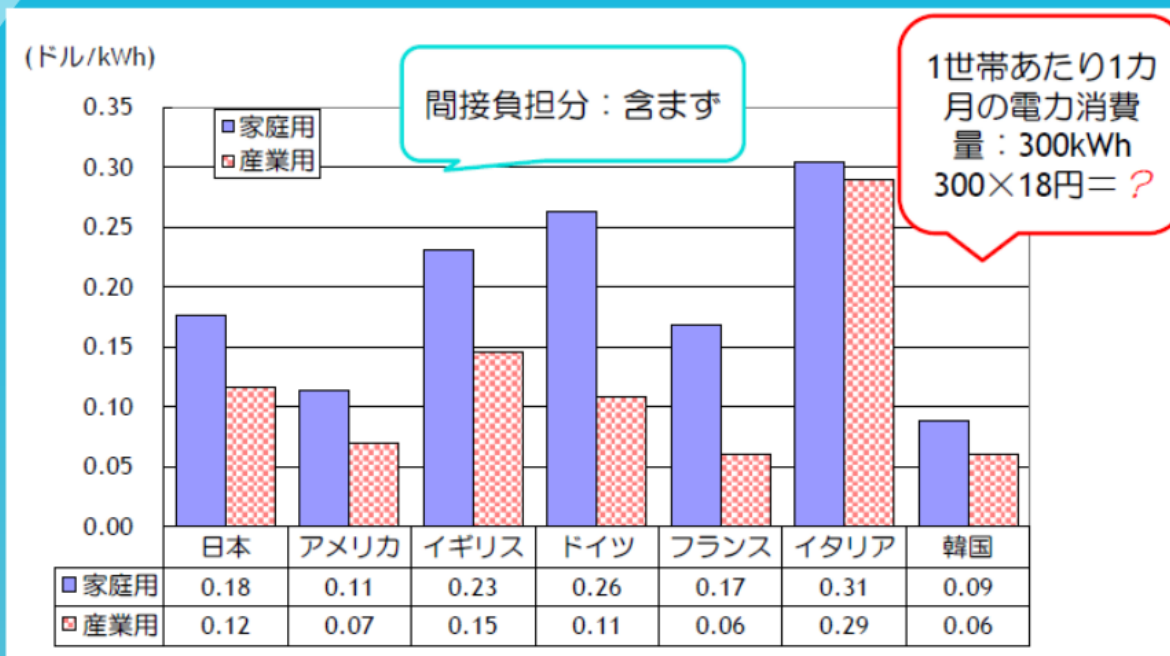
■ 資源エネルギー庁 ■ 研究者1

自然エネルギーのコストは
火力発電の2倍～8倍

原子力：外部費用および事故の補償、処理費用、核廃棄物の処理、地域交付金を含まず
→税金で支払う



デメリット

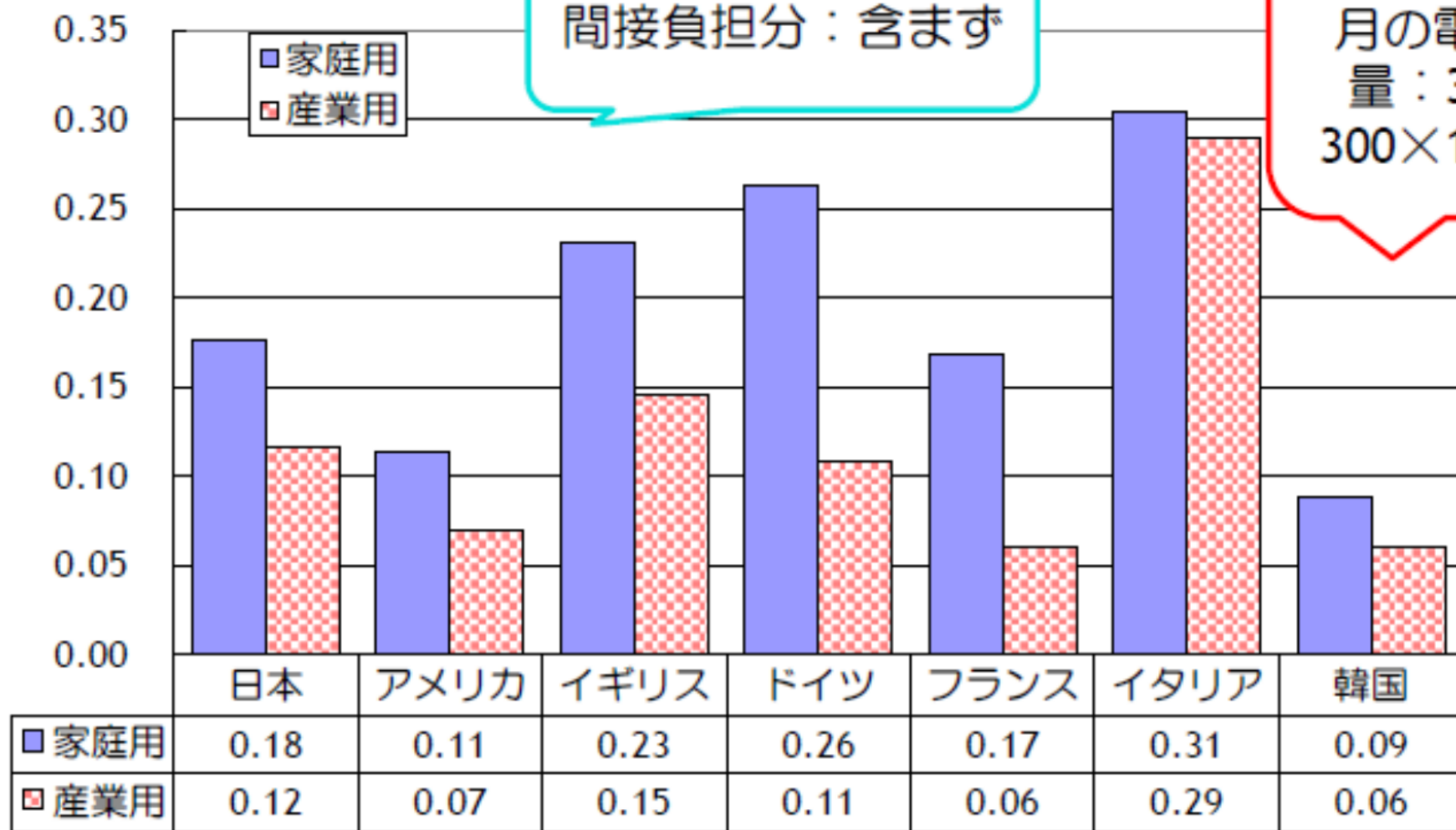


電気料金の国際比較（2008年）

(ドル/kWh)

間接負担分：含まず

1世帯あたり1カ月の電力消費量：300kWh
 $300 \times 18\text{円} = ?$

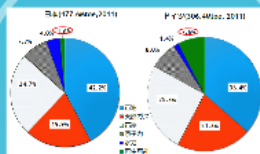


Prezi

電気料金の国際比較（2008年）

エネルギー選択？

日本とドイツ



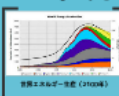
一次エネルギー消費

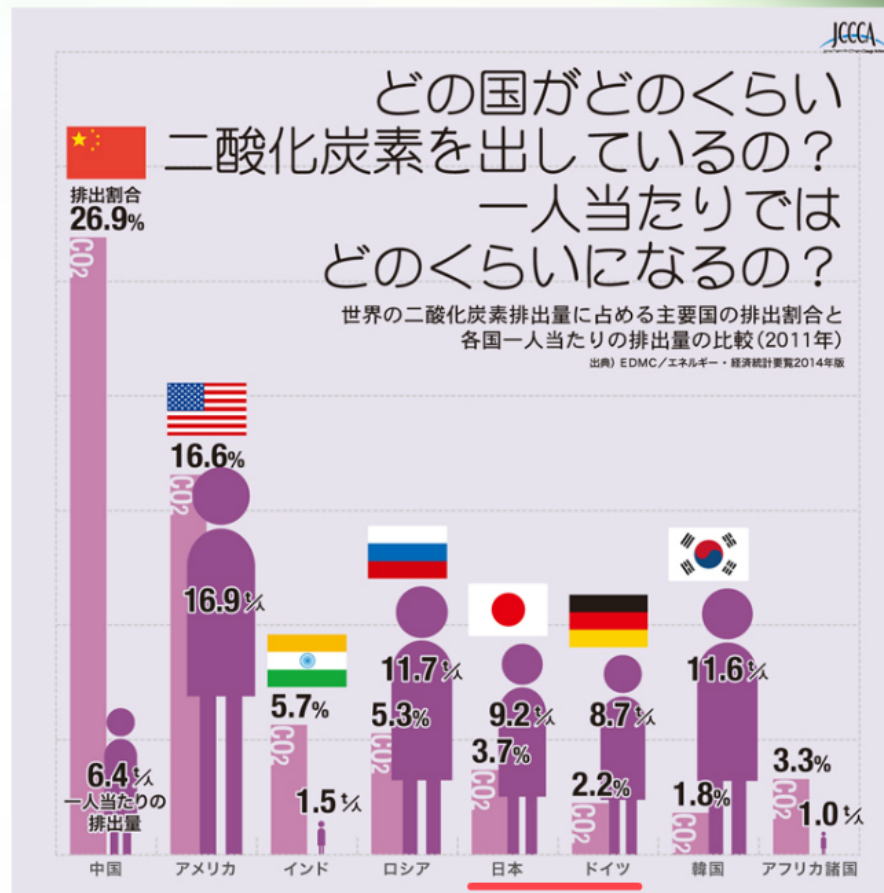


日本				ドイツ			
項目	単位	2017	2018	項目	単位	2017	2018
再生可能エネルギー	1000kWh	1,200	1,300	再生可能エネルギー	1000kWh	1,200	1,300
太陽光発電	1000kWh	1,000	1,100	太陽光発電	1000kWh	1,000	1,100
風力発電	1000kWh	100	110	風力発電	1000kWh	100	110
水力発電	1000kWh	100	110	水力発電	1000kWh	100	110
地熱発電	1000kWh	10	11	地熱発電	1000kWh	10	11
バイオマス発電	1000kWh	10	11	バイオマス発電	1000kWh	10	11
原子力発電	1000kWh	1,000	1,100	原子力発電	1000kWh	1,000	1,100
火力発電	1000kWh	1,000	1,100	火力発電	1000kWh	1,000	1,100
石油	1000kWh	1,000	1,100	石油	1000kWh	1,000	1,100
天然ガス	1000kWh	1,000	1,100	天然ガス	1000kWh	1,000	1,100
石炭	1000kWh	1,000	1,100	石炭	1000kWh	1,000	1,100

エネルギー・気候政策の数値目標

世界：





一人当たりCO2排出量



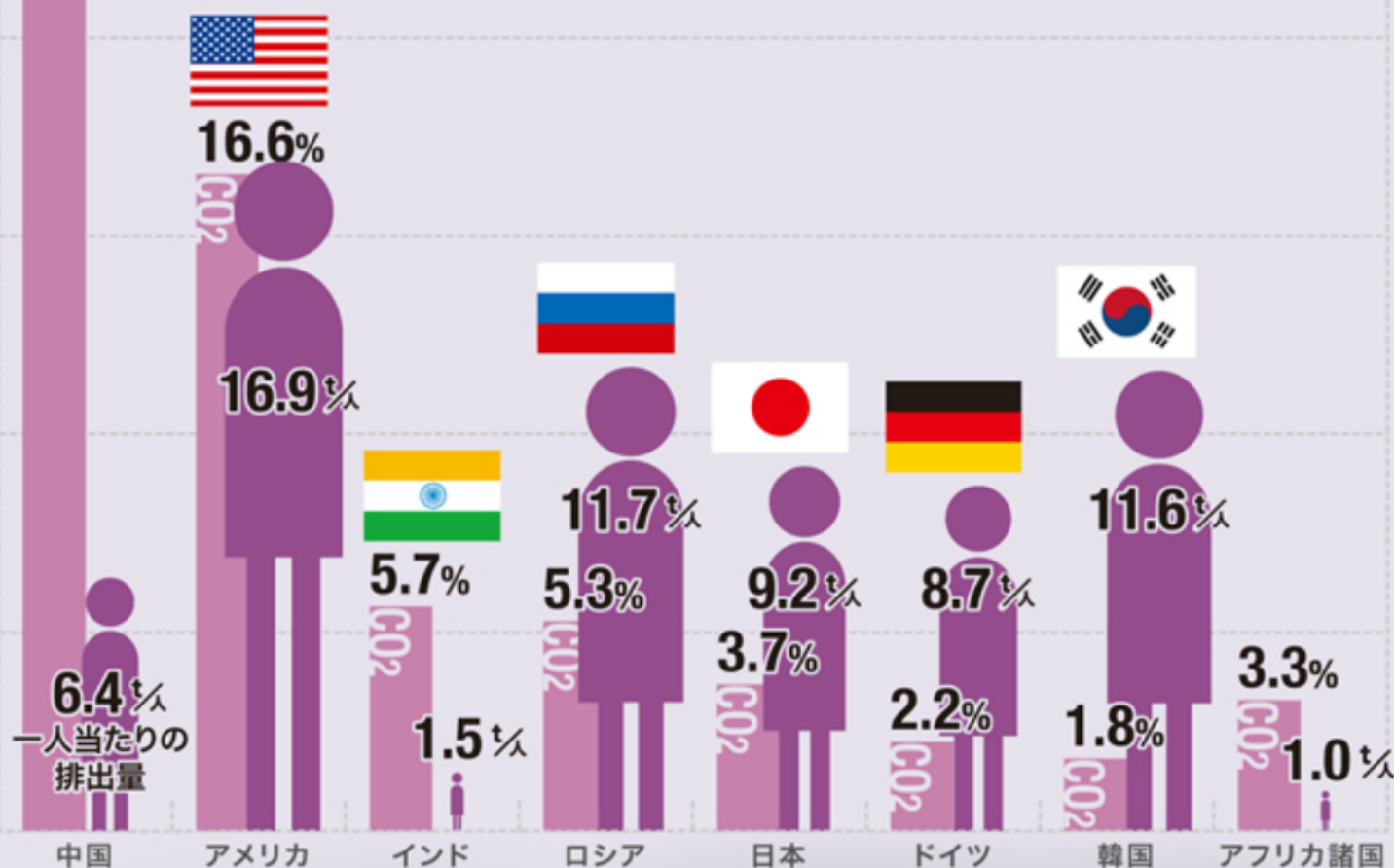
排出割合
26.9%

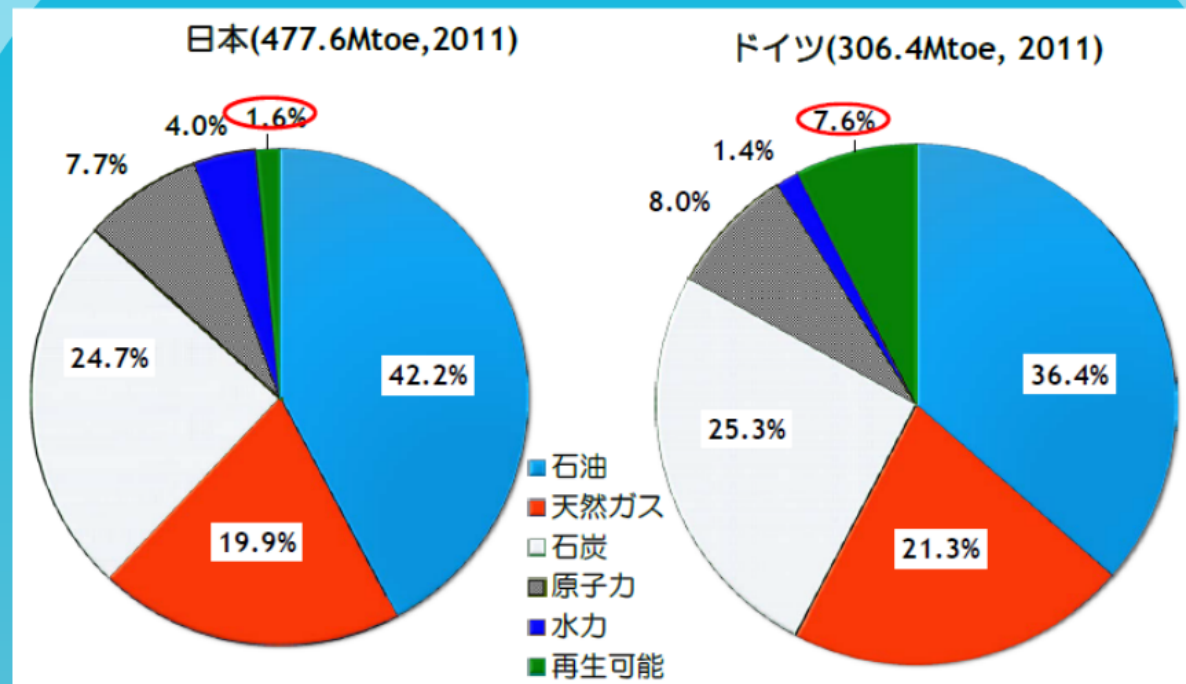
CO₂

どの国がどのくらい 二酸化炭素を出しているの？ 一人当たりでは どのくらいになるの？

世界の二酸化炭素排出量に占める主要国の排出割合と
各国一人当たりの排出量の比較(2011年)

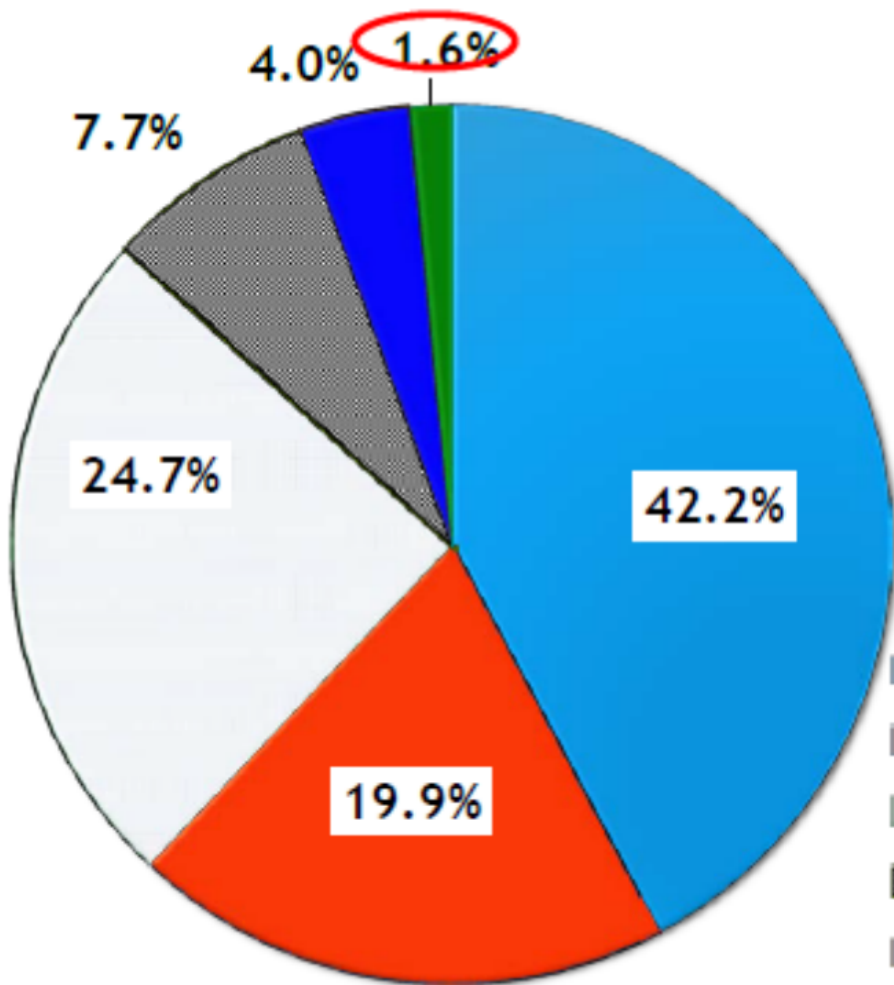
出典) EDMC/エネルギー・経済統計要覧2014年版



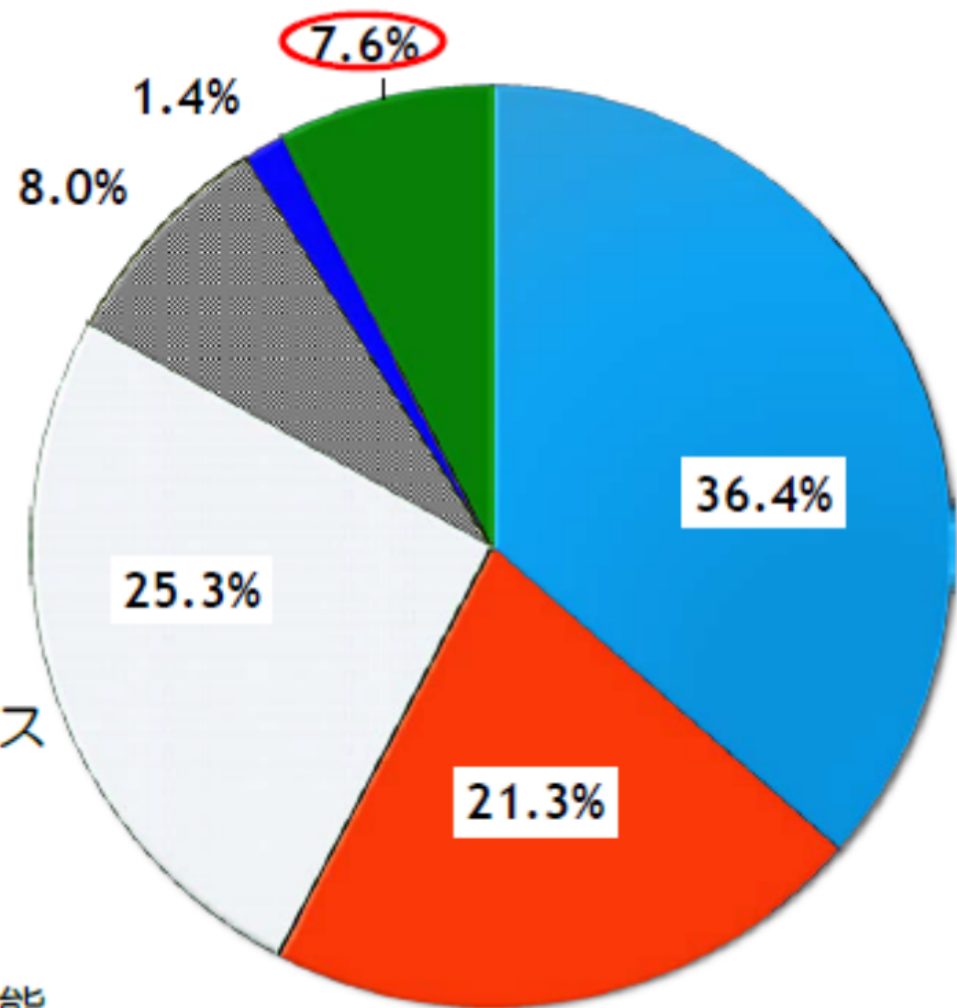


一次エネルギー消費

日本(477.6Mtoe, 2011)



ドイツ(306.4Mtoe, 2011)



- 石油
- 天然ガス
- 石炭
- 原子力
- 水力
- 再生可能

	日本				ドイツ		
	気候 変動	中長期エネルギー政策			気候 変動	再生可能エネルギー	
	温室効果ガス (対1990 年比)	①	②	③	温室効果ガス (対1990 年比)	電力に 占める 比率	最終エネ ルギー消 費に占め る割合
2020年	25%減	原子力: 0% 再生: 35% 火力: 65%	原子力: 15% 再生: 30% 火力: 55%	原子力: 20~25% 再生: 25~30% 火力: 50%	40%減	35%	18%
2030年	30%減				55%減	50%	30%
2040年					70%減	65%	45%
2050年	80%減				80~95% 減	80%	60%

注：日本-エネルギー・環境会議「中長期エネルギー政策」（2012年7月）
ドイツ-ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省「ドイツ政府エネルギー戦略」

福島事故以降
2022年まで原発
廃止決定

エネルギー・気候政策の数値目標

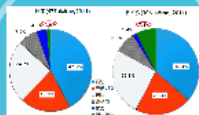
	日本				ドイツ		
	気候変動	中長期エネルギー政策			気候変動	再生可能エネルギー	
	温室効果ガス (対1990年比)	①	②	③	温室効果ガス (対1990年比)	電力に占める比率	最終エネルギー消費に占める割合
2020年	25%減	原子力: 0% 再生: 35% 火力: 65%	原子力: 15% 再生: 30% 火力: 55%	原子力: 20~25% 再生: 25~30% 火力: 50%	40%減	35%	18%
2030年	30%減				55%減	50%	30%
2040年					70%減	65%	45%
2050年	80%減				80~95%減	80%	60%

注：日本-エネルギー・環境会議「中長期エネルギー政策」（2012年7月）
ドイツ-ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省「ドイツ政府エネルギー戦略」

福島事故以降
2022年まで原発
廃止決定

エネルギー選択？

日本とドイツ



項目	単位	数値	単位	数値
CO2排出量	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200

エネルギー・気候政策の数値目標

ドイツの選択

再生可能エネルギー法
(Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG)

- 普及制度
 - 電力市場の自由化、発電・送配電分離
 - 再生可能エネルギーの送電網への優先接続、優先送電、優先配電
 - 再生可能エネルギー電力の全量買取を義務
- 支援策：固定買取価格制度 (Feed in Tariff)
- 電力買取に伴う追加費用：送電網運用者と電力小売り業者の間で平準化

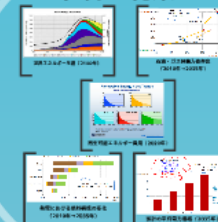


日本の選択？

- 2012年、FIT制度導入
 - 再生可能エネルギー利用基準 (Renewable Portfolio Standard: RPS)
 - 再生可能エネルギーを一割以上買い取ることを電気事業者が義務づける制度
- 2012年、FIT制度導入
 - 固定価格買取 (Feed in Tariff: FIT)
 - 再生可能エネルギーを一割以上買い取ることを電気事業者が義務づける制度



世界：将来？

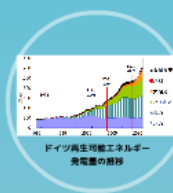
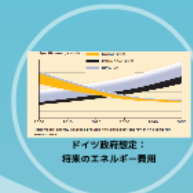


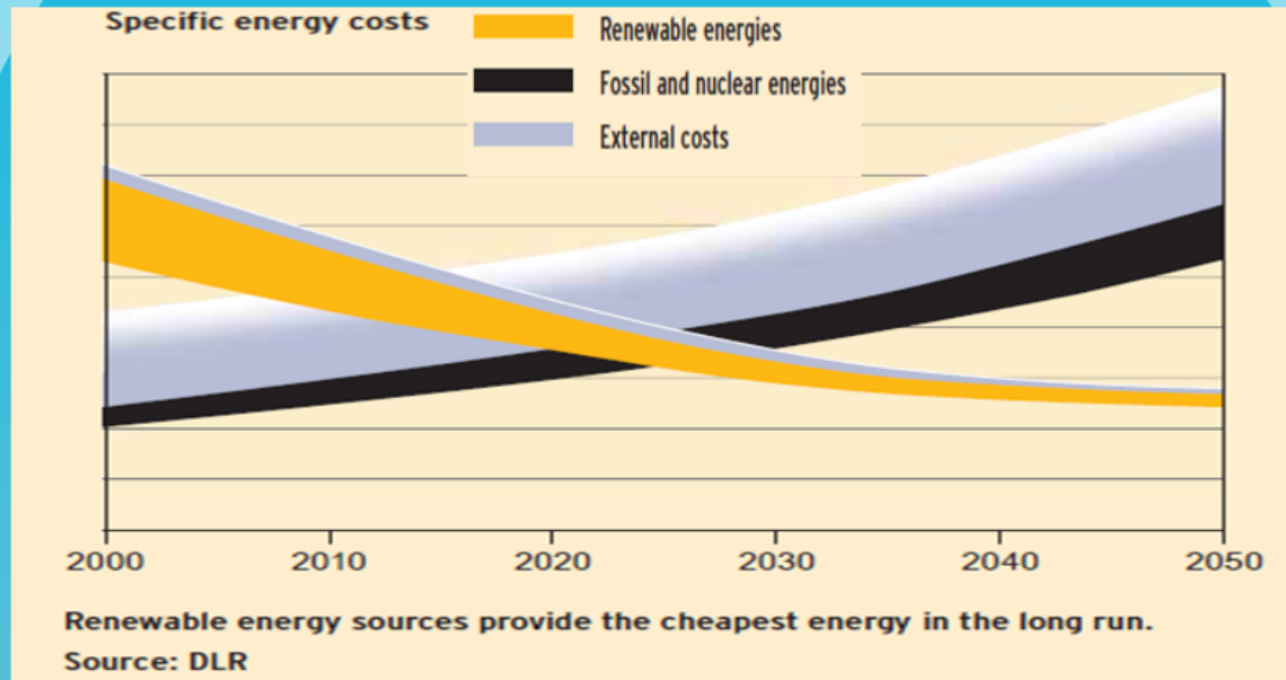
ドイツの選択

再生可能エネルギー法

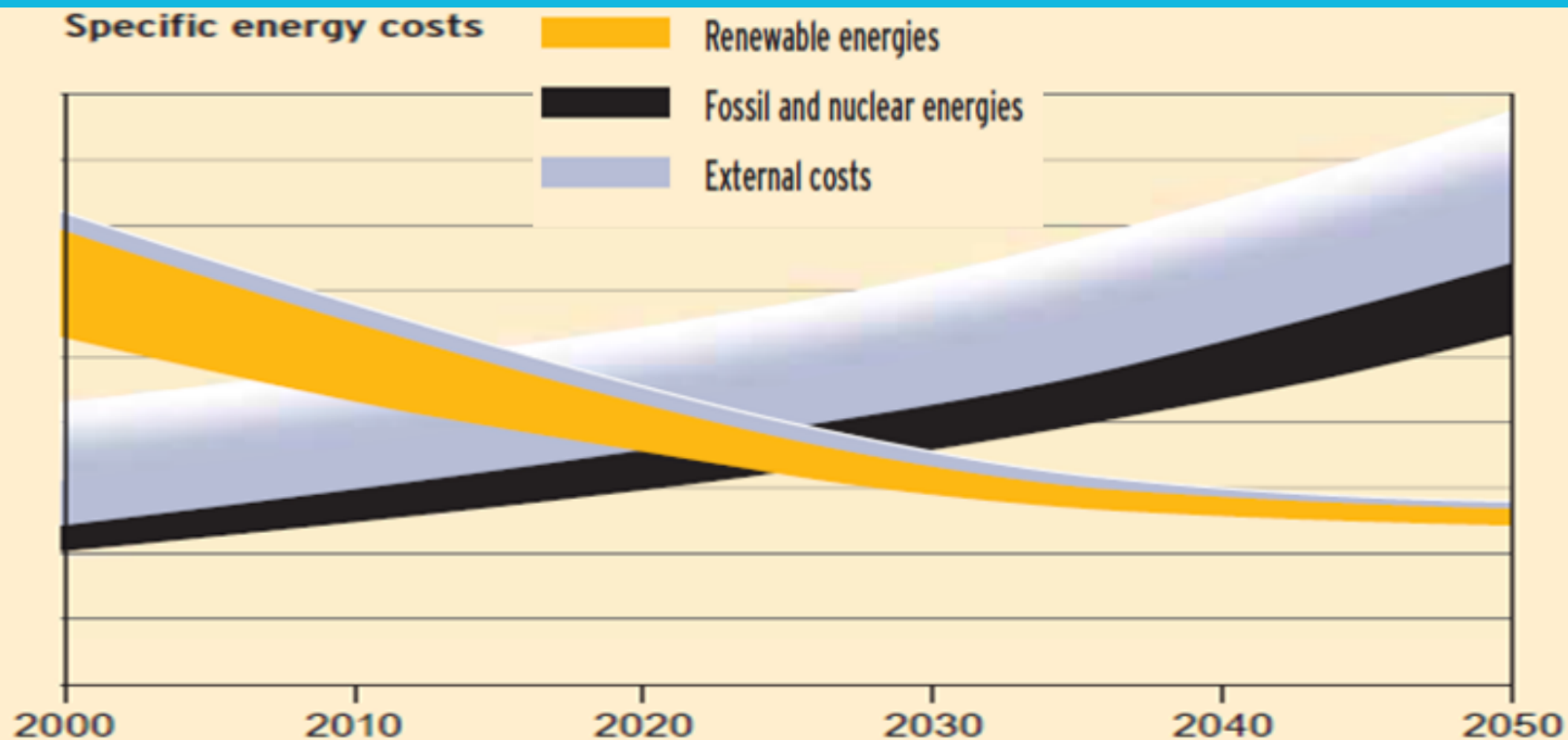
(Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG)

- ・普及制度
 1. 電力市場の自由化、発電・送配電分離
 2. 再生可能エネルギーの送電網への優先接続、優先送電、優先配電
 3. 再生可能エネルギー電力の全量買取を義務
- ・支援策：固定買取価格制度 (Feed in Tariff)
- ・電力買取に伴う追加費用：送電網運用者と電力小売り業者の間で平準化





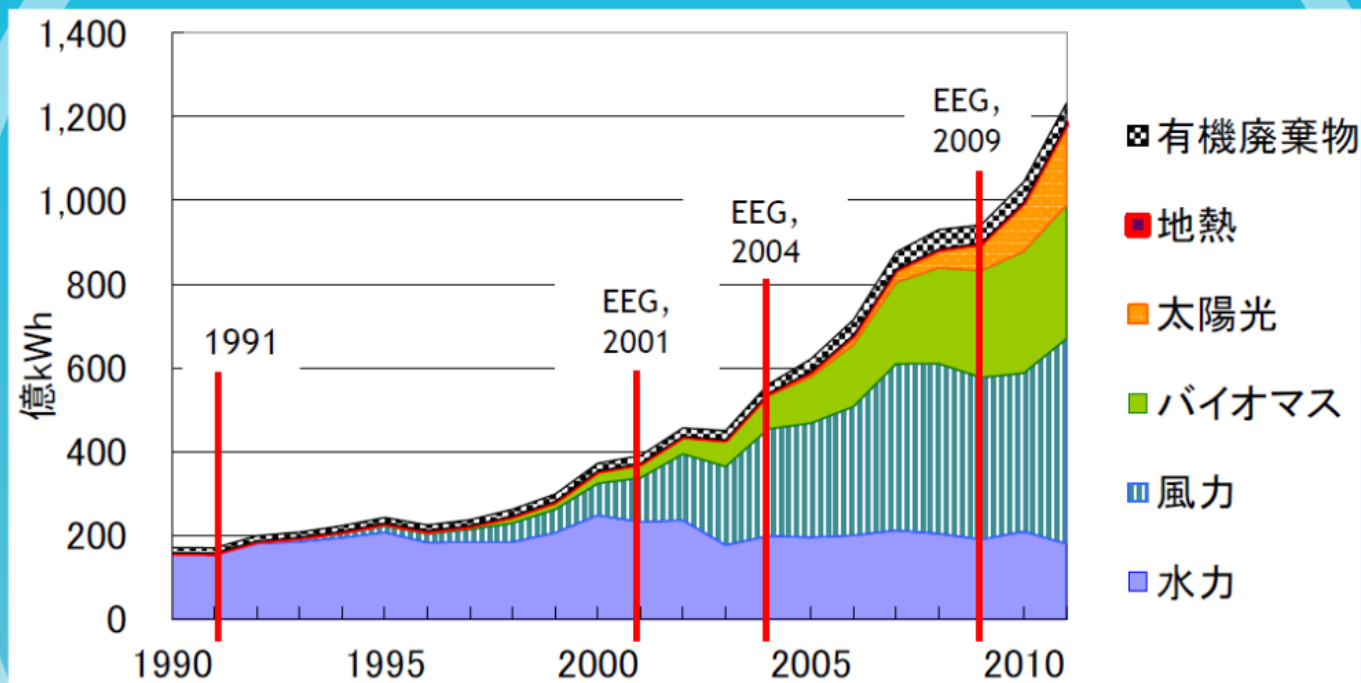
ドイツ政府想定：
将来のエネルギー費用



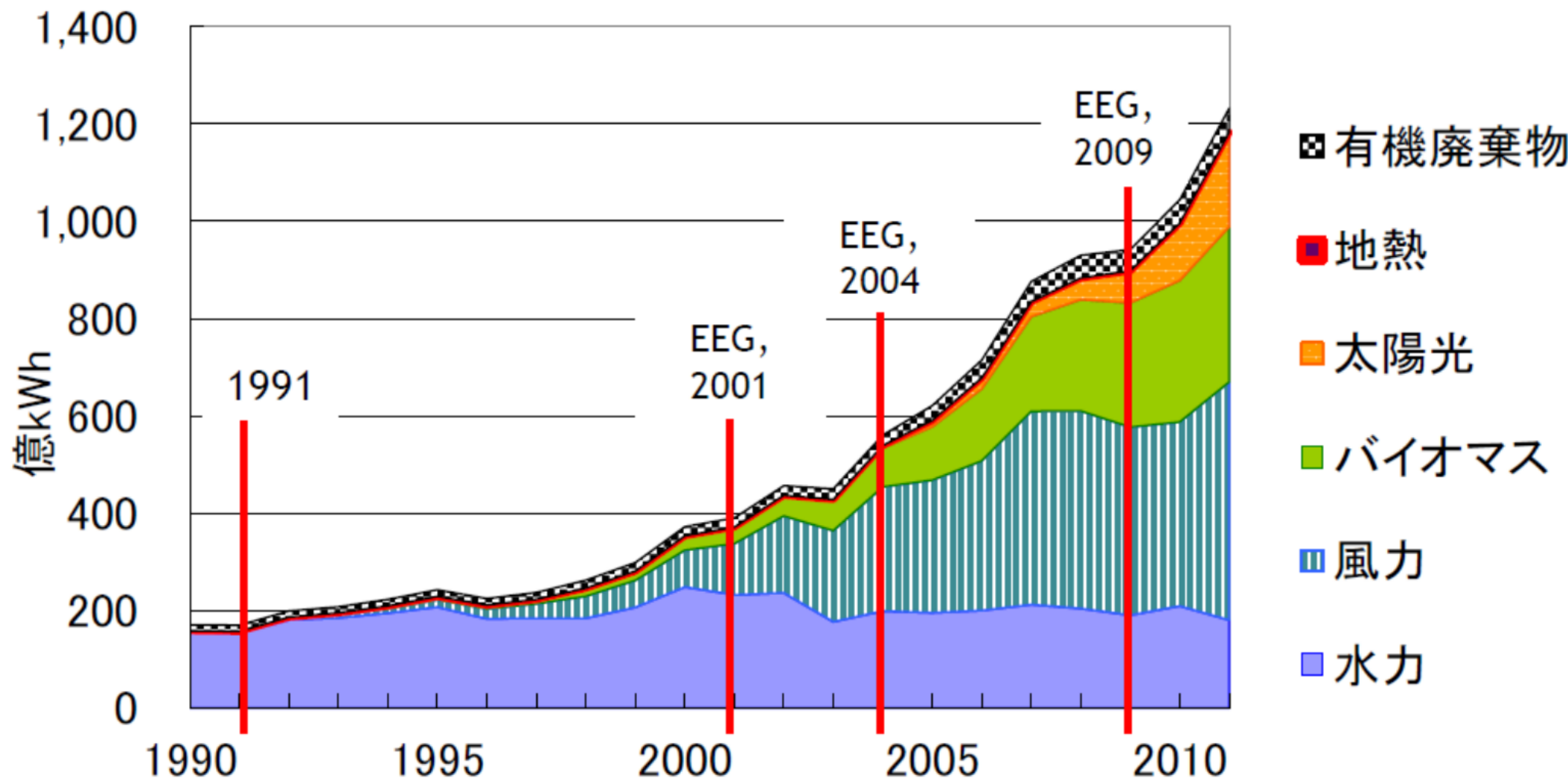
Renewable energy sources provide the cheapest energy in the long run.

Source: DLR

ドイツ政府想定：



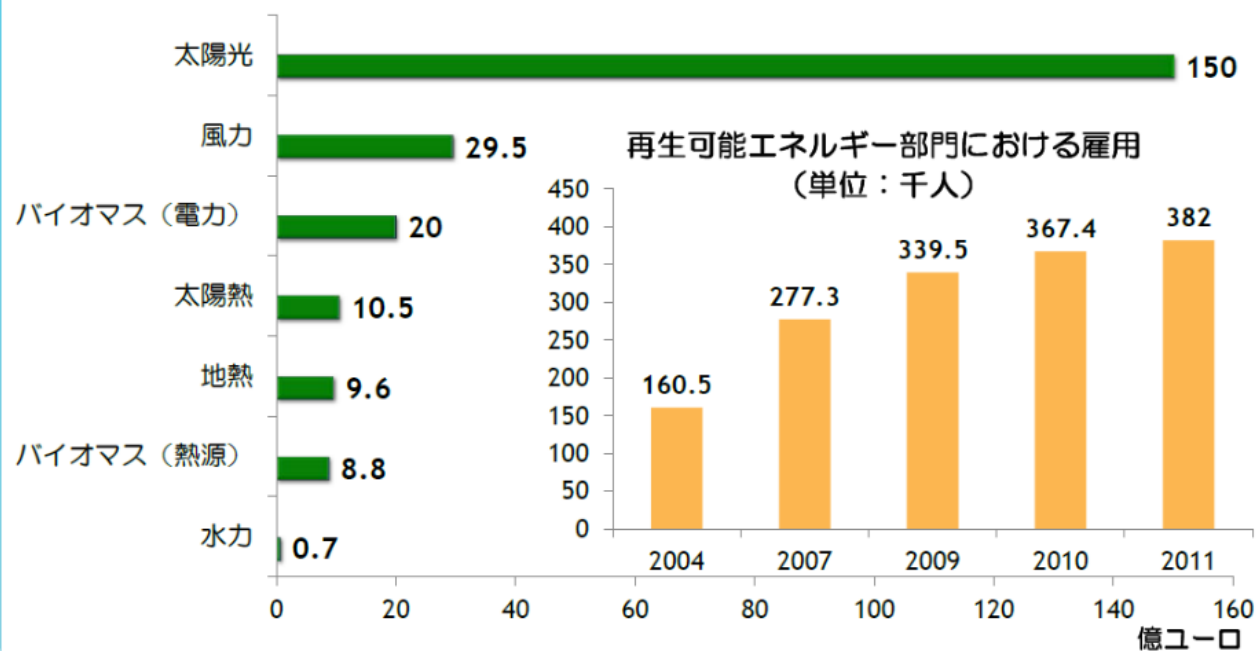
ドイツ再生可能エネルギー 発電量の推移



ドイツ再生可能エネルギー

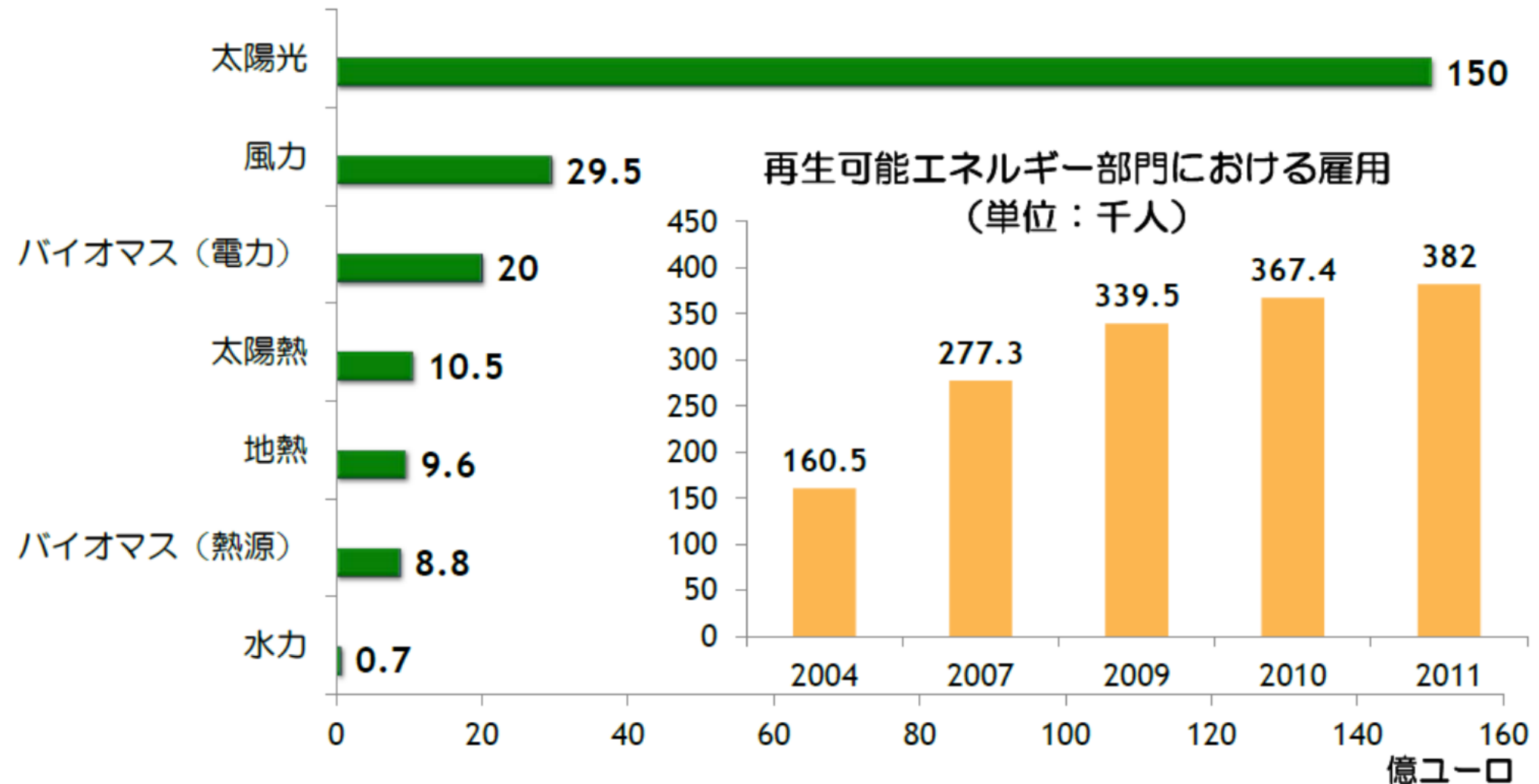
機廃棄物
典
場光
バイオマス
バイオマス
バイオマス

投資総額：約229億ユーロ



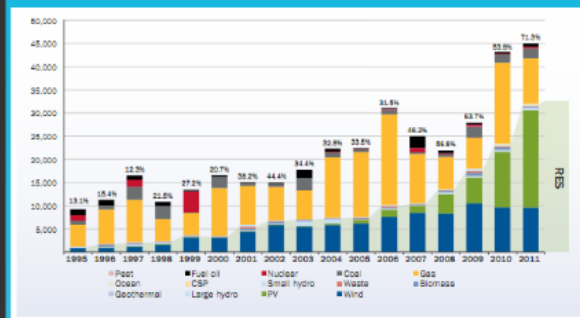
再生可能エネルギー拡大効果：
投資と雇用

投資総額：約229億ユーロ

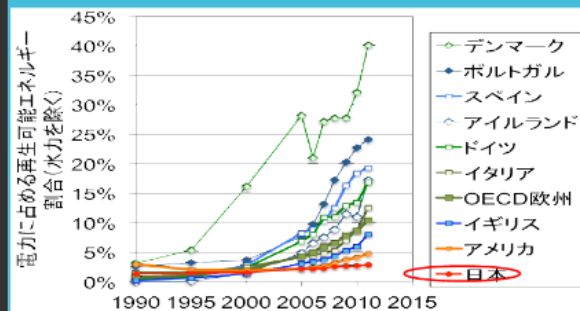


Prezi

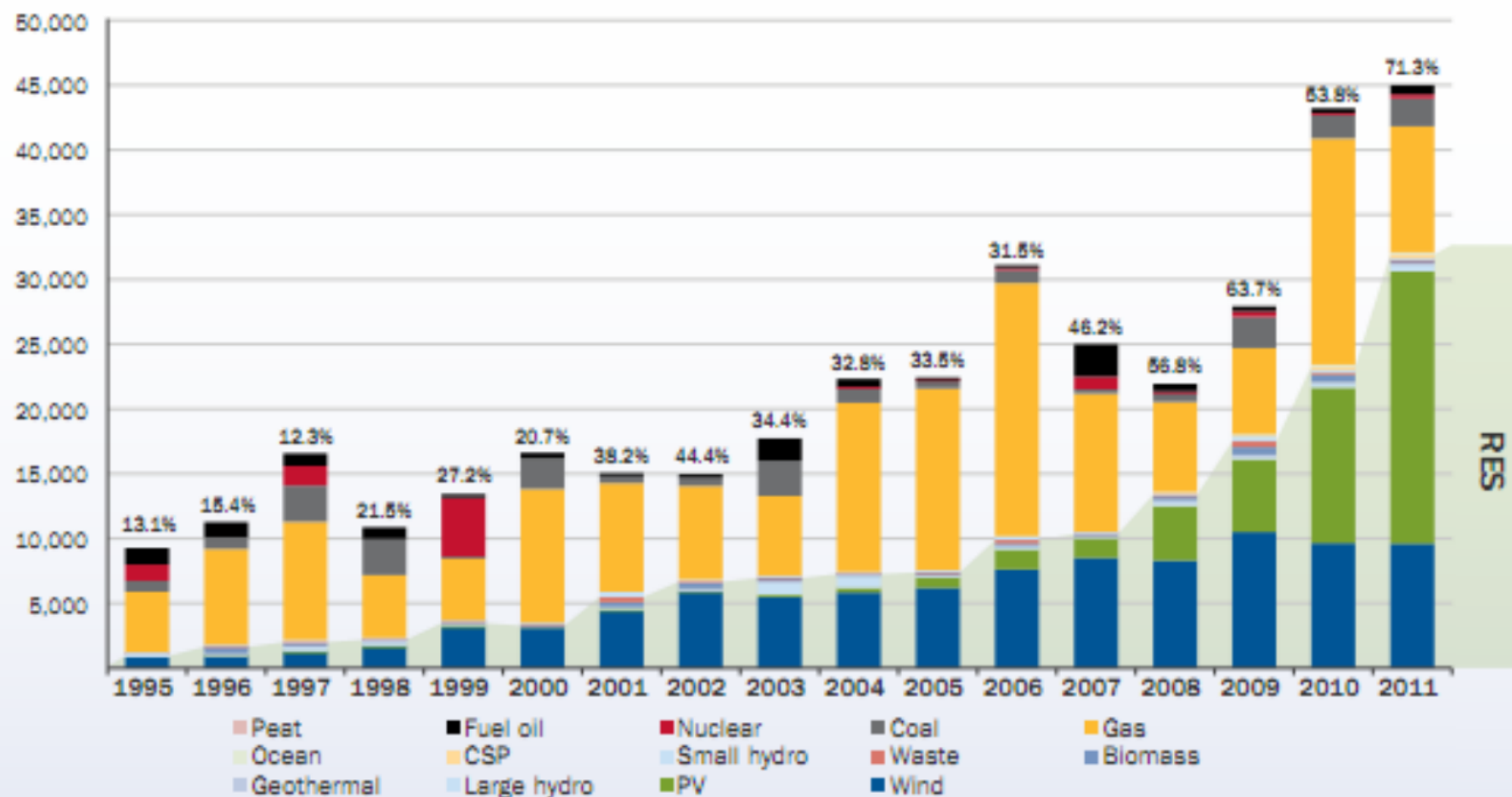
再生可能エネルギー拡大効果：



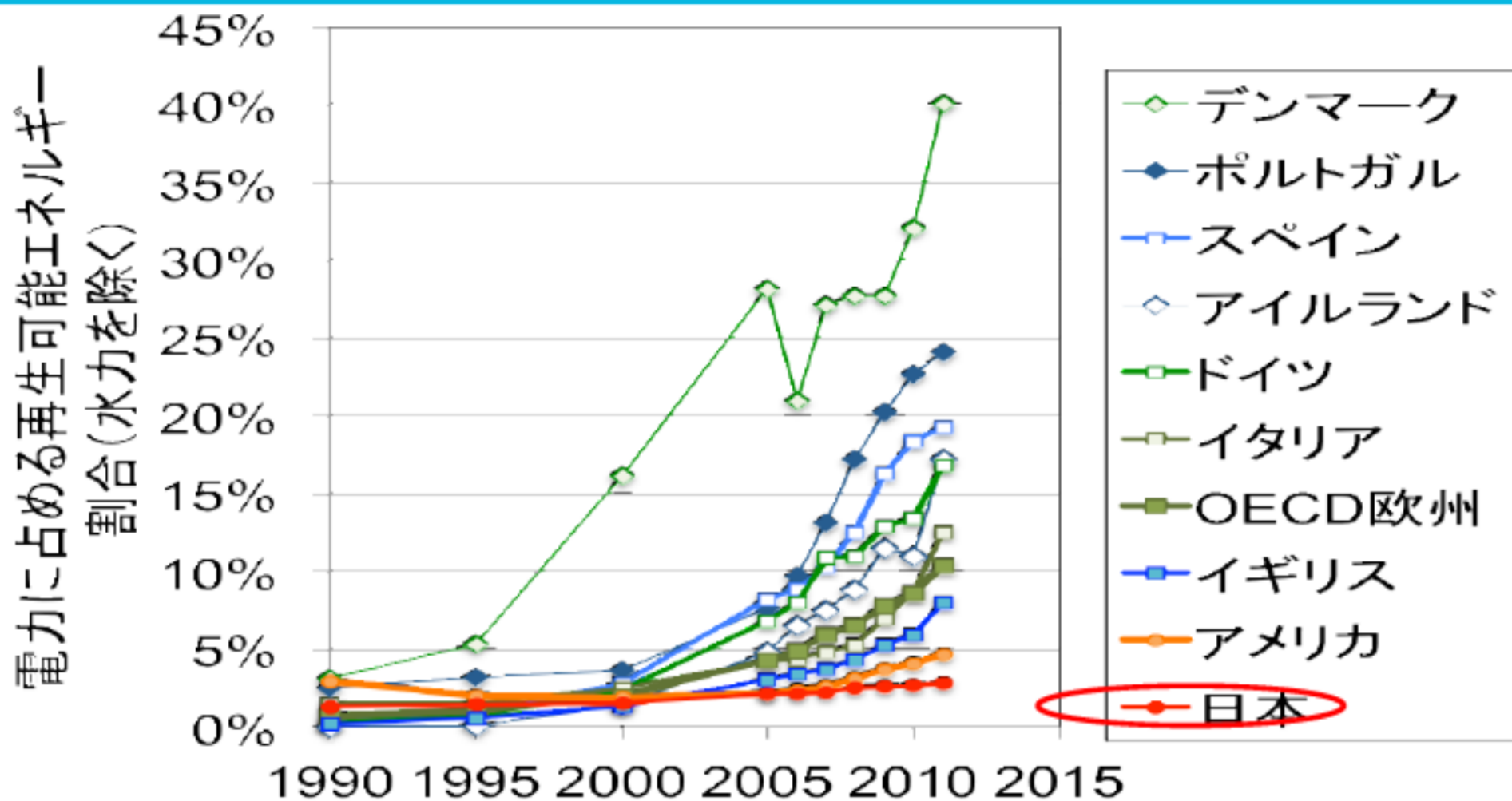
EU 発電量 (年、MW)



電力に占める再生可能エネルギー
割合 (水力除く)



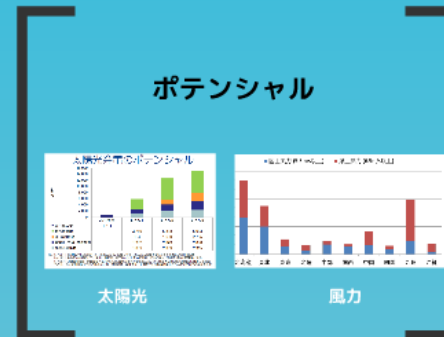
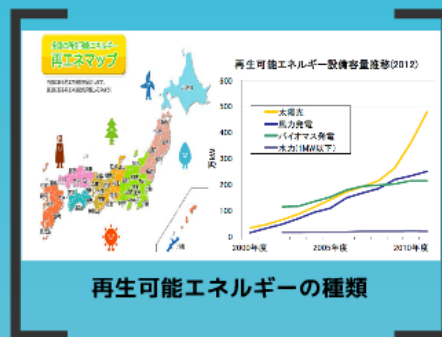
EU 発電量（年、MW）



電力に占める再生可能エネルギー
割合(水力除く)

日本の選択？

- ・ **2003年、RPS制度実施**
 - 再生可能エネルギー利用基準（Renewable Portfolio Standard：RPS）
 - 再生可能エネルギーを一定量以上買い取ることを電気事業者に義務づける制度
- ・ **2012年、FIT制度へ転換**
 - 固定価格買取（Feed in Tariff：FIT）
 - 再生可能エネルギーを一定期間・価格で電気事業者に対し買い取りを義務付ける制度



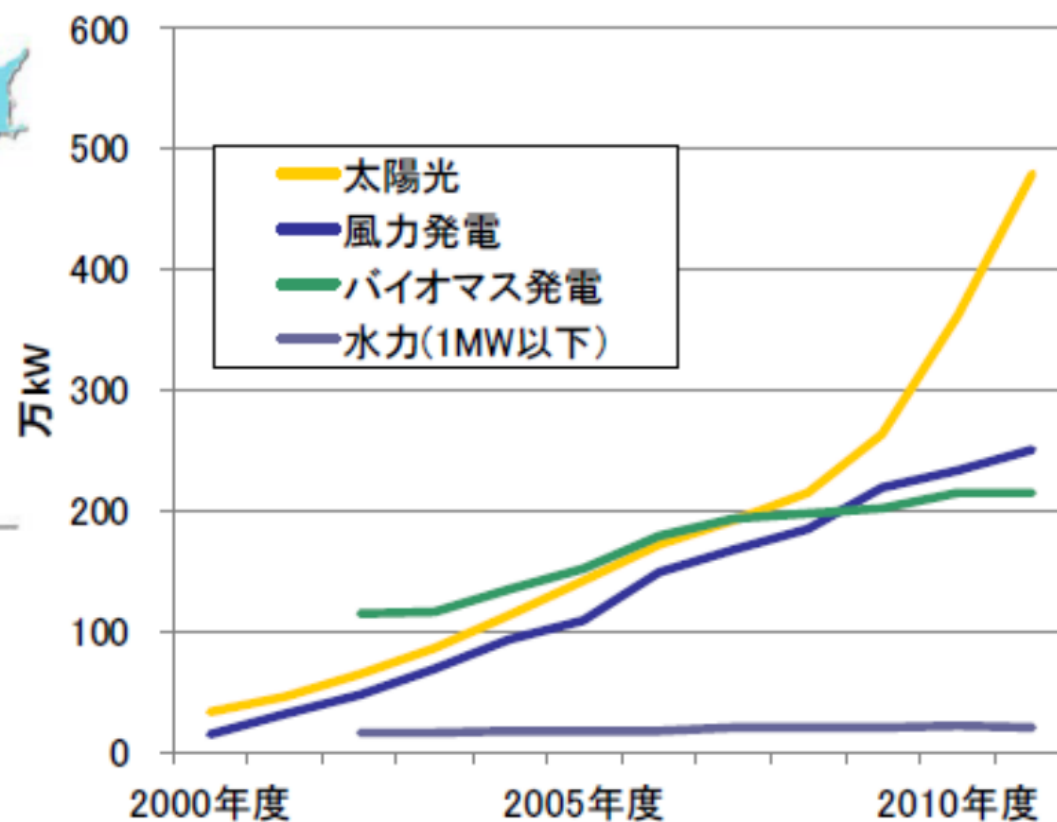
・ 日本：子供の未来のためにも！再生可能エネルギー
秘密結社「鷹の爪」×資源エネルギー庁
(2012/12/28/ 16:15)

全国の再生可能エネルギー 再エネマップ

全国にある再生可能エネルギー施設を紹介します。
身近にある再生可能エネルギー施設を発見してみよう!



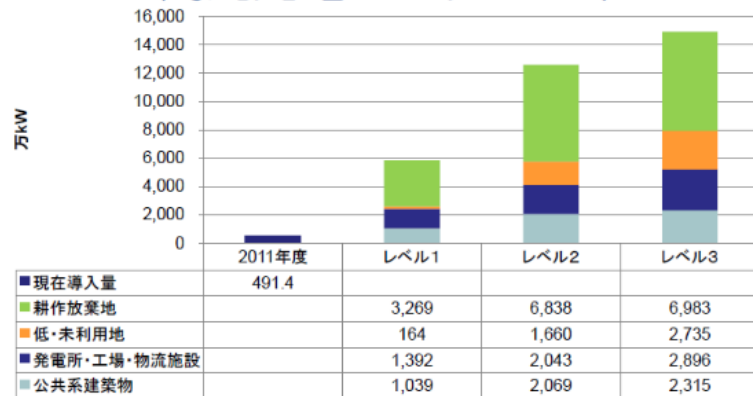
再生可能エネルギー設備容量推移(2012)



再生可能エネルギーの種類

ポテンシャル

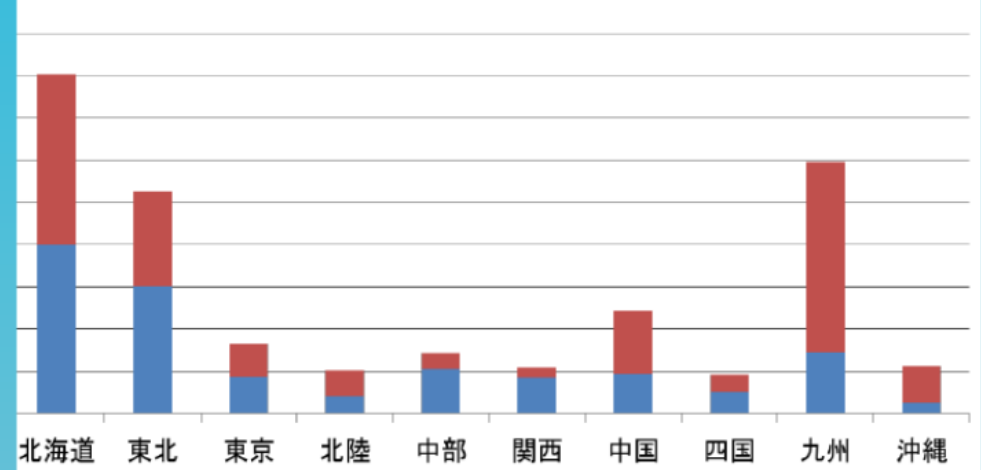
太陽光発電のポテンシャル



注) レベル1: 屋根150㎡以上が空いているところで、設置しやすいところに設置するのみとする厳しい条件を設定
 レベル2: 条件をやや緩和して、屋根・南壁面・窓で20㎡以上空いており、多少の架台が必要な場合も設置可とする
 レベル3: 切妻屋根北側・東西壁面・窓10㎡以上の面積が確保できるところ、かつ敷地内空地なども積極的に活用した場合
 その他、低・未利用地(ゴミの最終処分場、港海設備、高速道路、鉄道など)や耕作放棄地についてもそれぞれ条件を設定

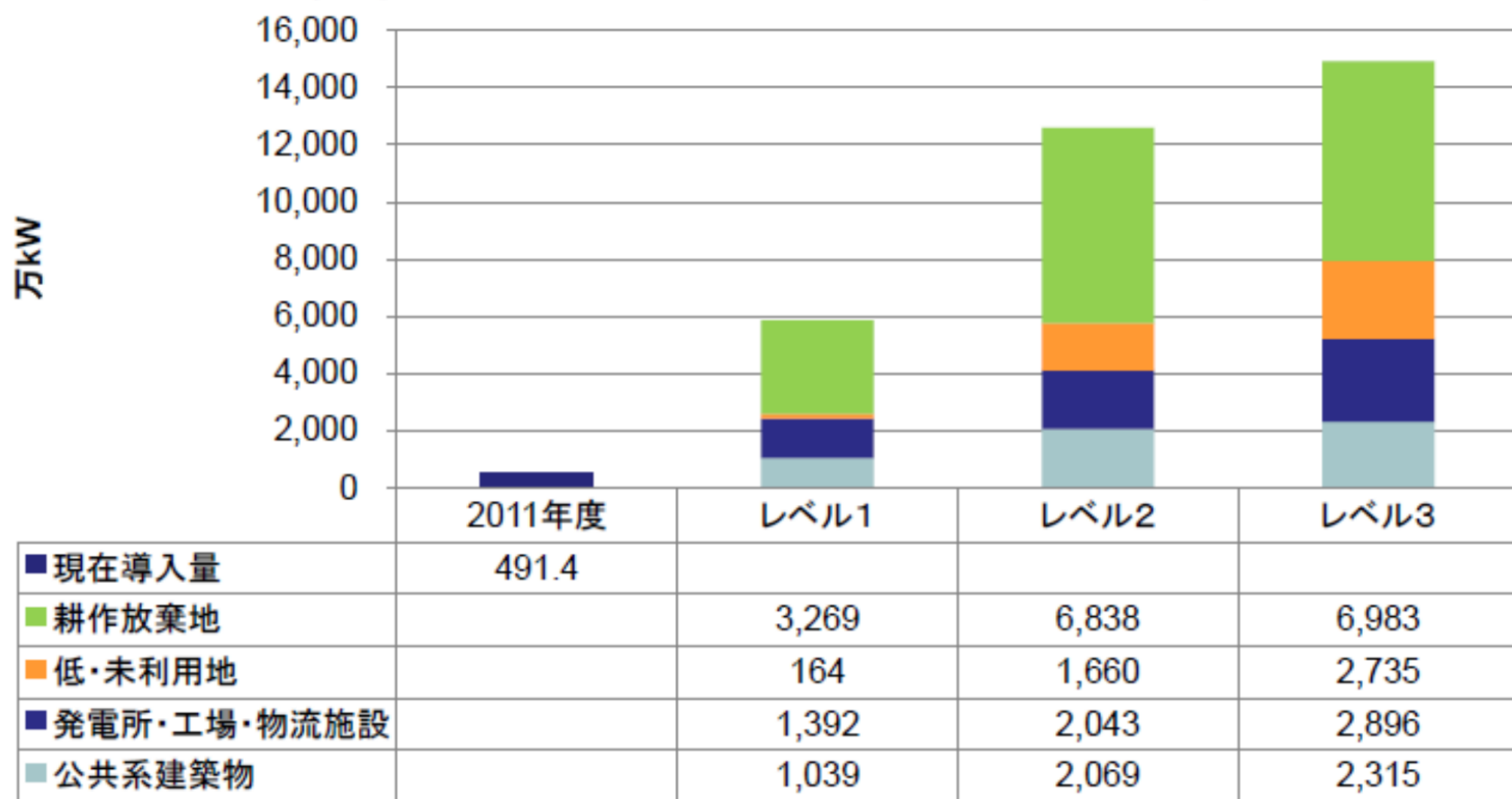
太陽光

■ 陸上風力 (5.5m/s以上) ■ 洋上風力 (6.5m/s以上)



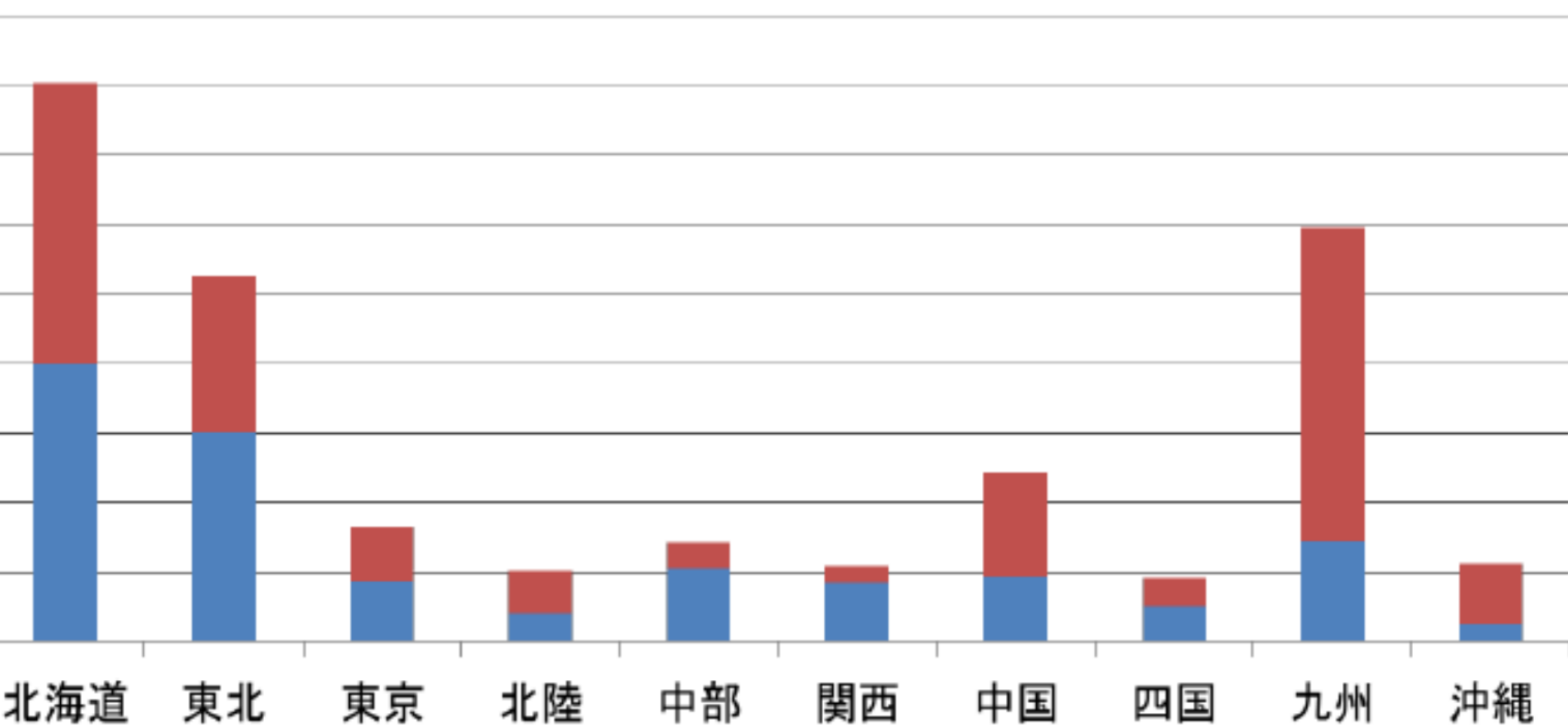
風力

太陽光発電のポテンシャル



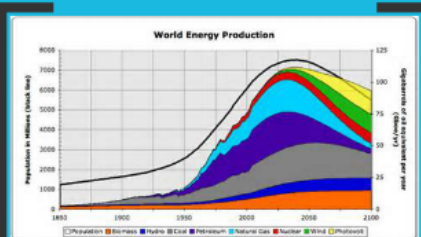
注) レベル1：屋根150㎡以上が空いているところで、設置しやすいところに設置するのみとする厳しい条件を設定
 レベル2：条件をやや緩和して、屋根、南壁面・窓で20㎡以上空いており、多少の架台が必要な場合も設置可とする
 レベル3：切妻屋根北側・東西壁面・窓10㎡以上の面積が確保できるところ、かつ敷地内空地なども積極的に活用した場合
 その他、低・未利用地（ゴミの最終処分場、港湾設備、高速道路、鉄道など）や耕作放棄地についてもそれぞれ条件を設定

■ 陸上風力 (5.5m/s以上) ■ 洋上風力 (6.5m/s以上)

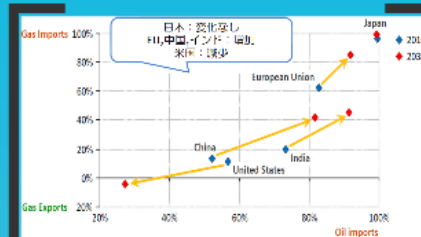




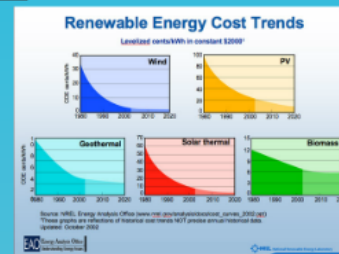
世界：将来？



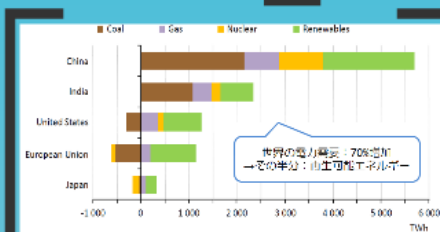
世界エネルギー生産（2100年）



石油・ガス純輸入依存度
(2010年→2035年)



再生可能エネルギー費用（2020年）

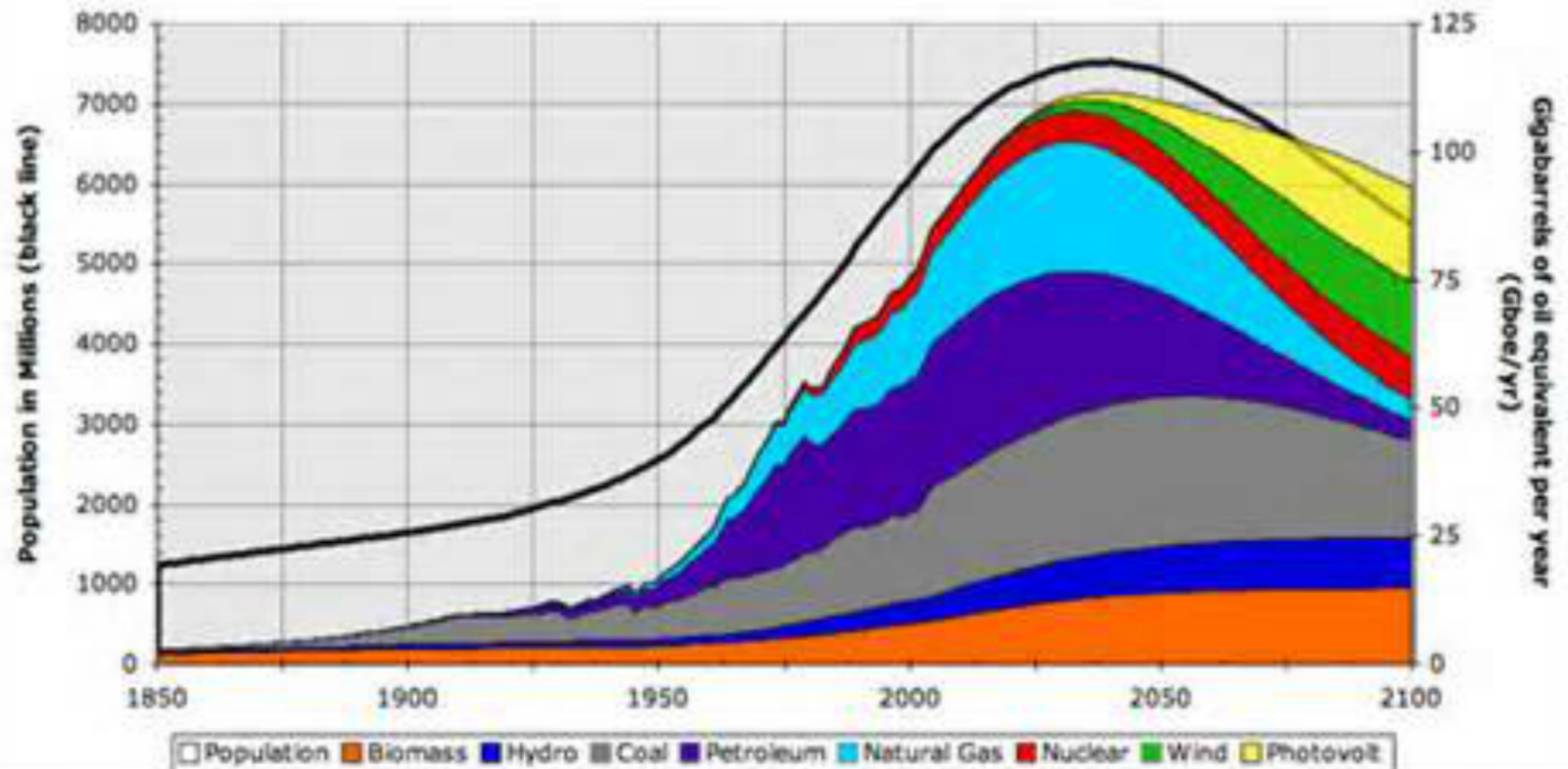


発電における燃料構成の変化
(2010年→2035年)

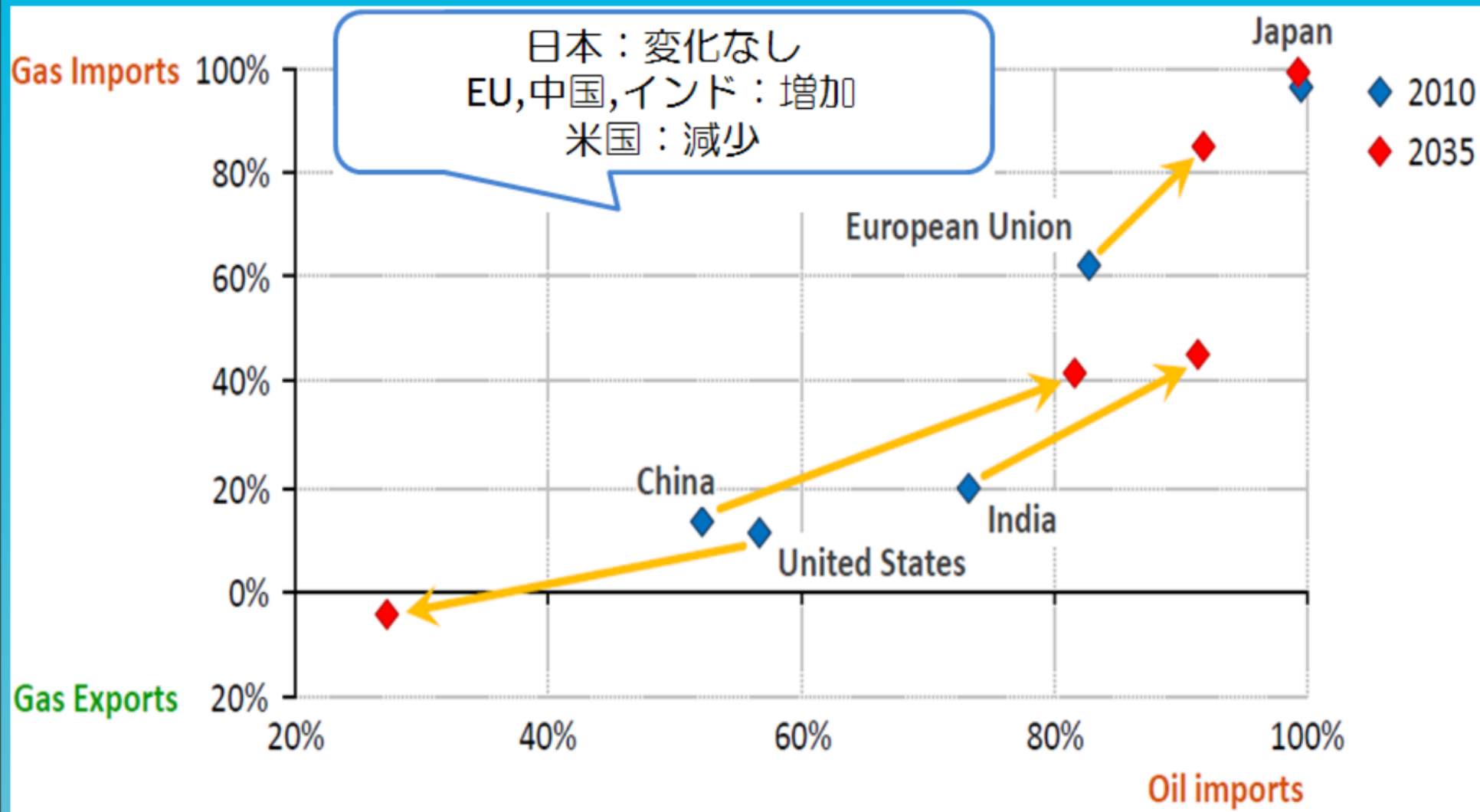


家計の平均電力価格（2035年）

World Energy Production



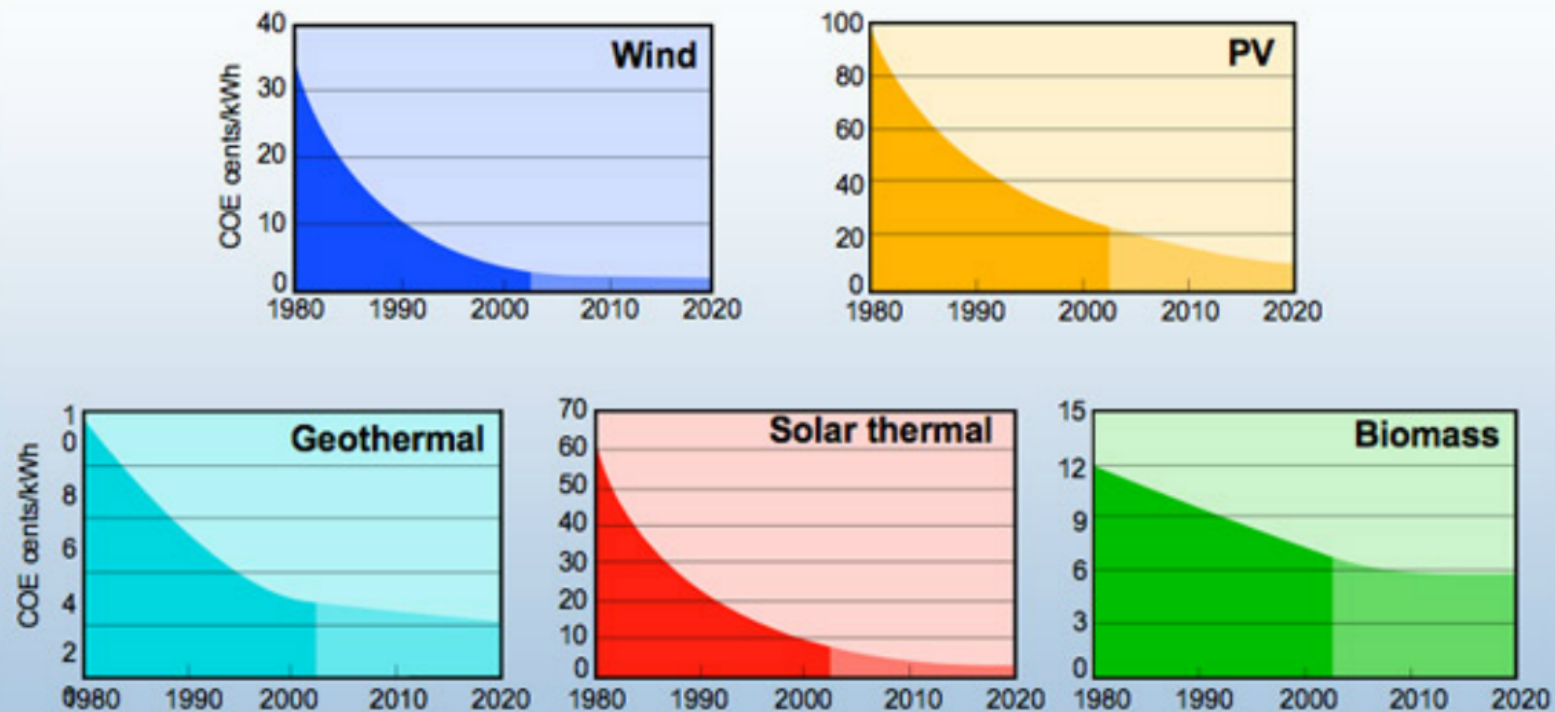
世界エネルギー生産（2100年）



石油・ガス純輸入依存度 (2010年→2035年)

Renewable Energy Cost Trends

Levelized cents/kWh in constant \$2000¹

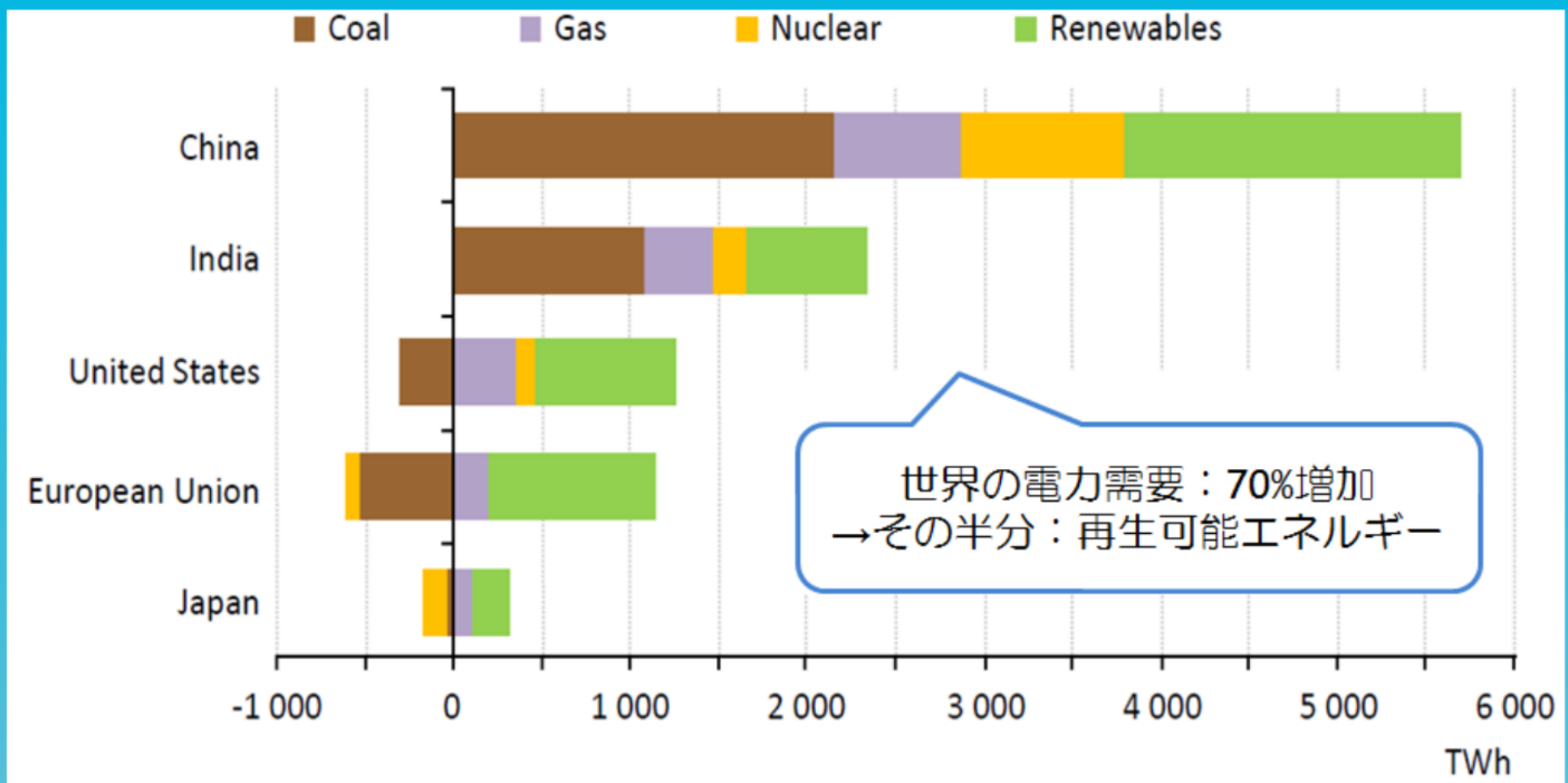


Source: NREL Energy Analysis Office (www.nrel.gov/analysis/docs/cost_curves_2002.ppt)

¹These graphs are reflections of historical cost trends NOT precise annual historical data.

Updated: October 2002

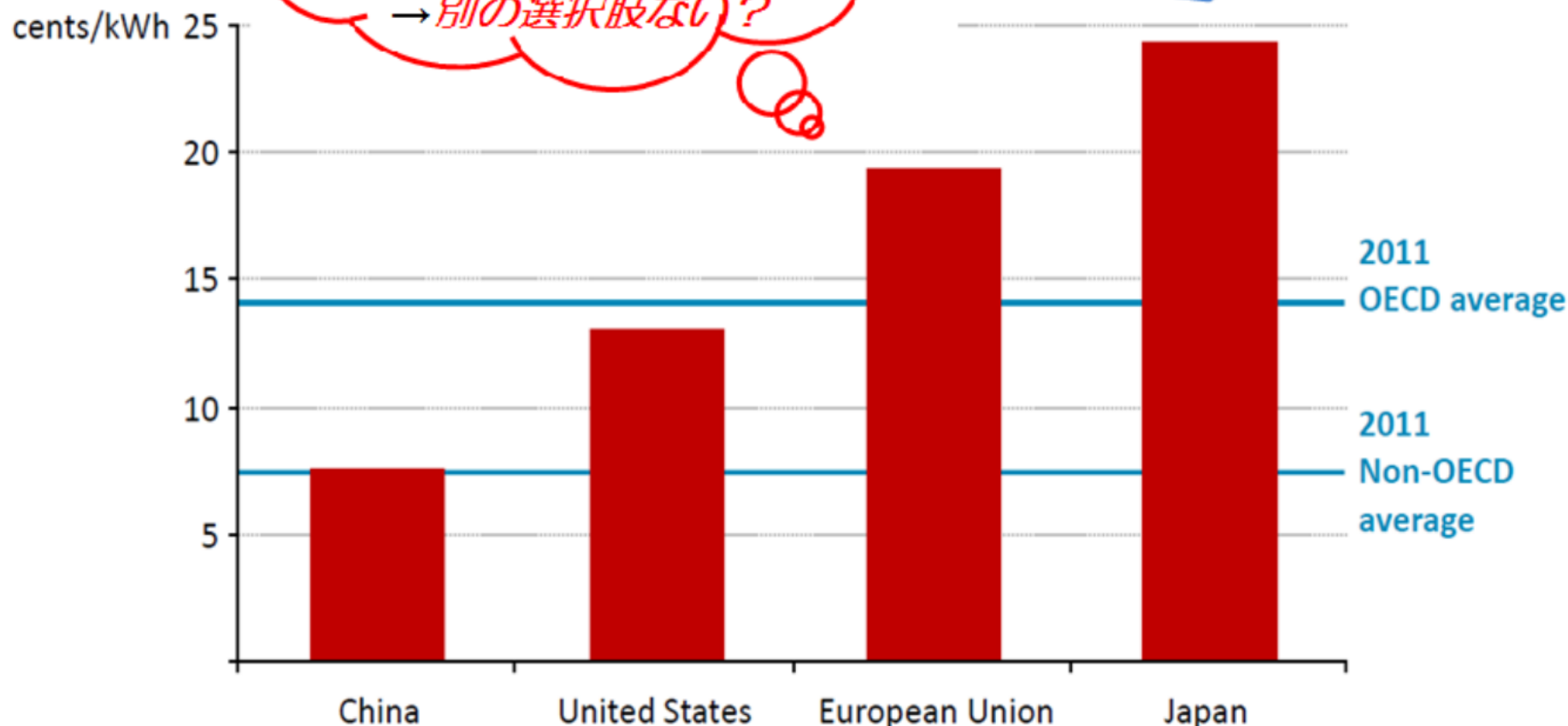
再生可能エネルギー費用（2020年）



発電における燃料構成の変化 (2010年→2035年)

現在の日本の選択
電力価格：増加
放射性廃棄物：増加
CO₂排出量：増加
燃料の輸入負担：？
→ 別の選択肢ない？

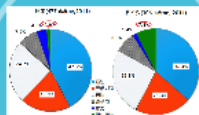
1世帯あたり1カ月の電力消費
量：300kWh
 $300 \times 24\text{円} = ?$



家計の平均電力価格（2035年）

エネルギー選択？

日本とドイツ



項目	単位	数値	単位	数値
CO2排出量	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200
エネルギー消費	トン	1,200	トン	1,200

エネルギー・気候政策の数値目標

ドイツの選択

再生可能エネルギー法
(Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG)

- 普及制度
 - 電力市場の自由化、発電・送配電分離
 - 再生可能エネルギーの送電網への優先接続、優先送電、優先配電
 - 再生可能エネルギー電力の全量買取を義務
- 支援策：固定買取価格制度 (Feed in Tariff)
- 電力買取に伴う追加費用：送電網運用者と電力小売り業者の間で平準化

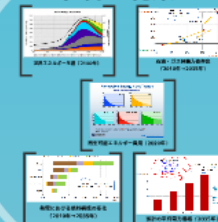


日本の選択？

- 2012年、FIT制度導入
 - 再生可能エネルギー利用基準 (Renewable Portfolio Standard: RPS)
 - 再生可能エネルギーを一割以上買い取ることを電気事業者にも義務づける制度
- 2012年、FIT制度導入
 - 固定価格買取 (Feed in Tariff: FIT)
 - 再生可能エネルギーを一割以上買い取ることを電気事業者にも義務づける制度



世界：将来？



再生

再生可能エネルギーへの 転換を！

- 諸外国のケース

本気で自然エネルギー！ Earth ; Powering the Planet
(BS世界のドキュメンタリー, 2012年10月24日放送)

図表の出所は、配布資料を参照



再生可能エネルギーへの
転換を！

・ 諸外国のケース
本気で自然エネルギー！ Earth ; Powering the Planet
(BS世界のドキュメンタリー, 2012年10月24日放送)

図表の出所は、配布資料を参照

第19回 再生可能エネルギー普及 —世界と日本—

李 態妍