

再エネと公共政策第2回

世界と日本における再エネの位置づけ

2022年4月11日

再生可能エネルギーの類型

伝統的な固形バイオマス

牛糞



薪



炭



近代的再生可能エネルギー

水力



風力



太陽光



バイオマス



地熱



波力

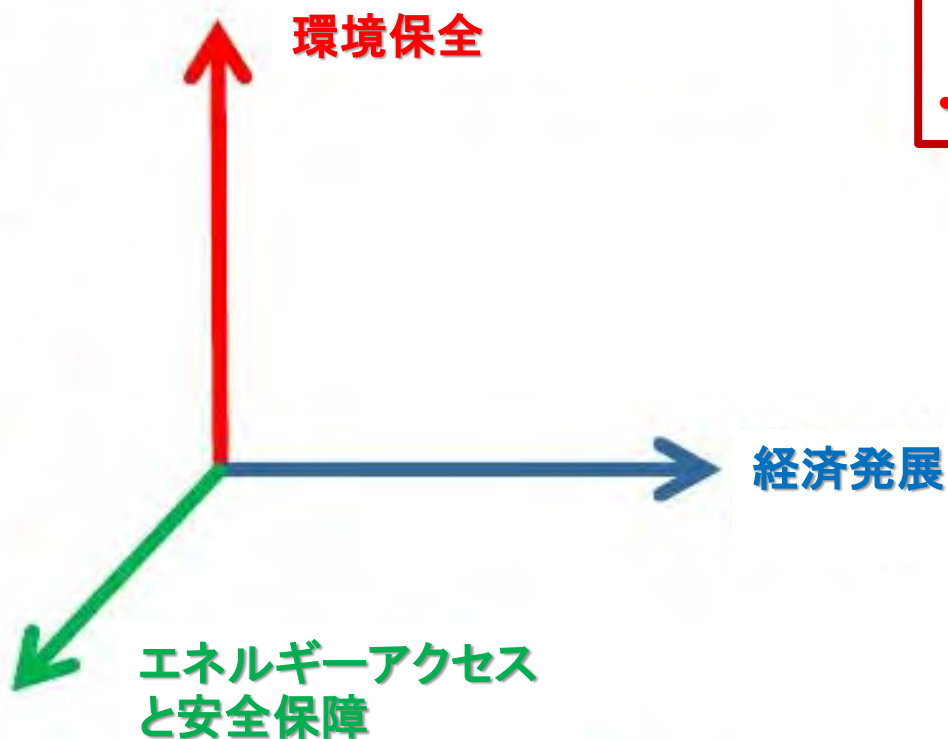


潮力



なぜ再生可能エネルギーなのか

Why Renewables?



- CO2排出抑制
- 大気保全

- 自然資源の活用
- 資源輸入節約
- グリーン雇用
- 地域雇用への貢献
- イノベーションへの刺激

- エネルギー源多様化
- 不安定な国際エネルギー価格の影響を低減

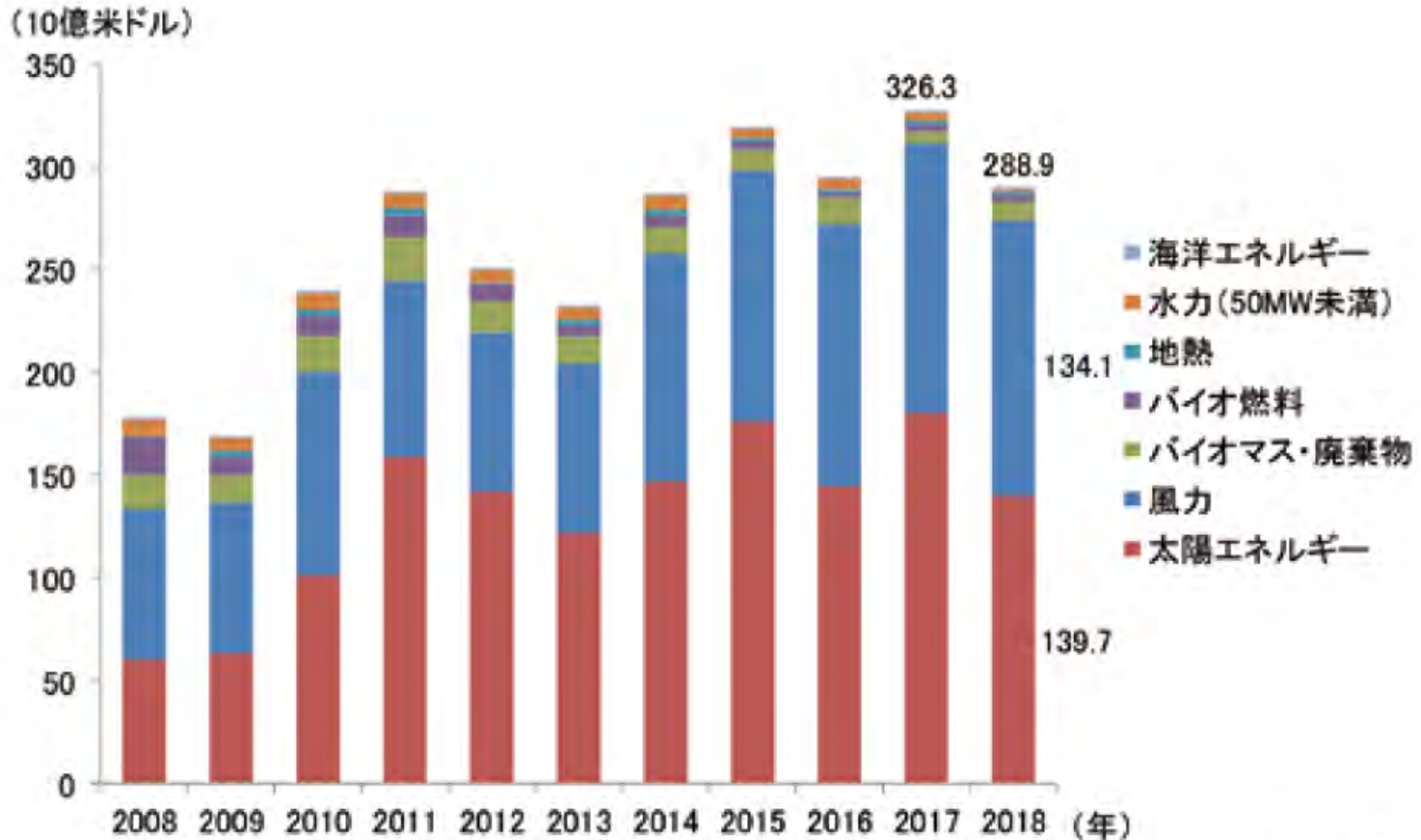


再生可能エネルギーへの熱い期待



世界の再生可能エネルギー投資動向

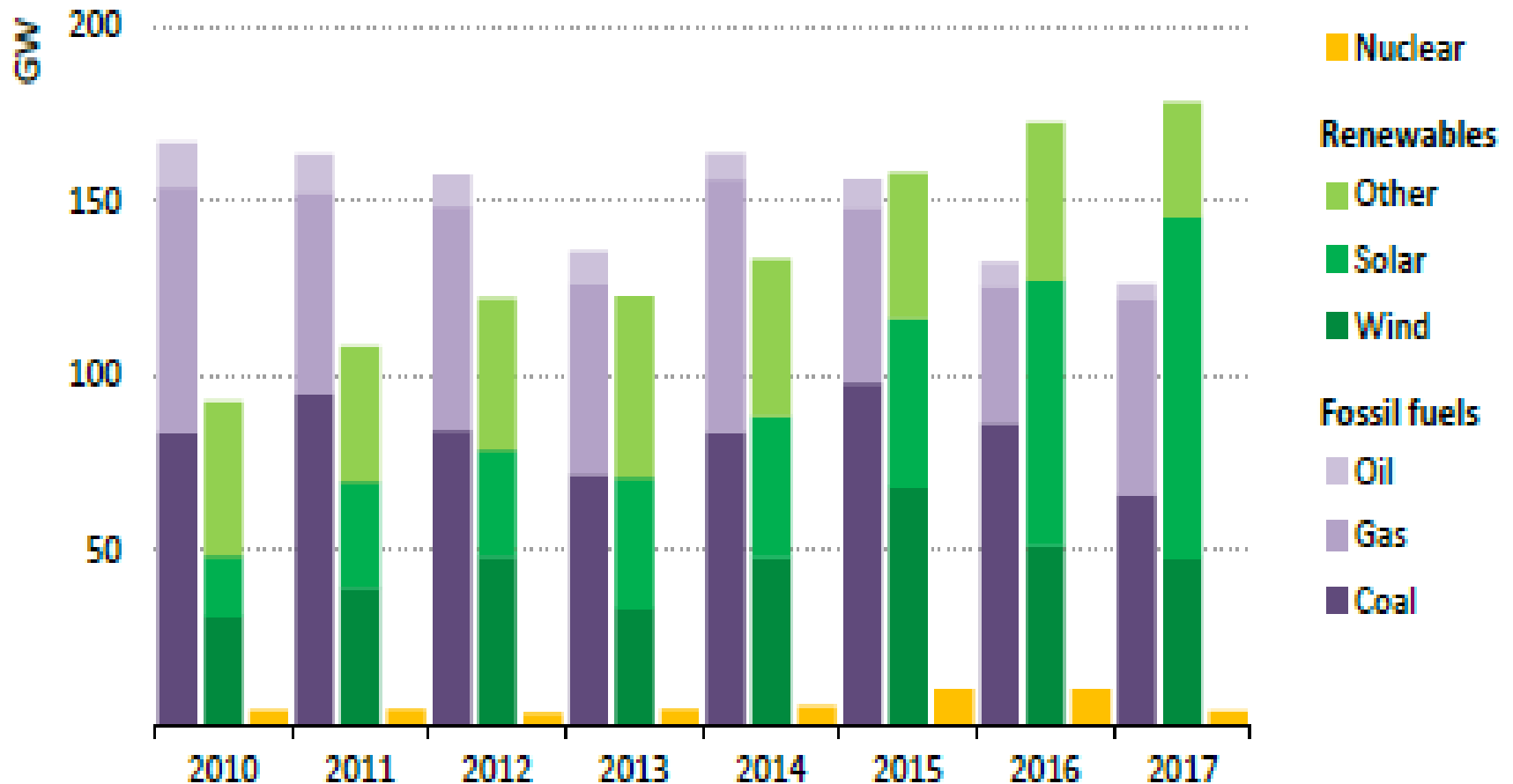
- ◆ 世界の再生可能エネルギー投資は2000年代半ば以降、太陽、風力を中心に顕著な伸び



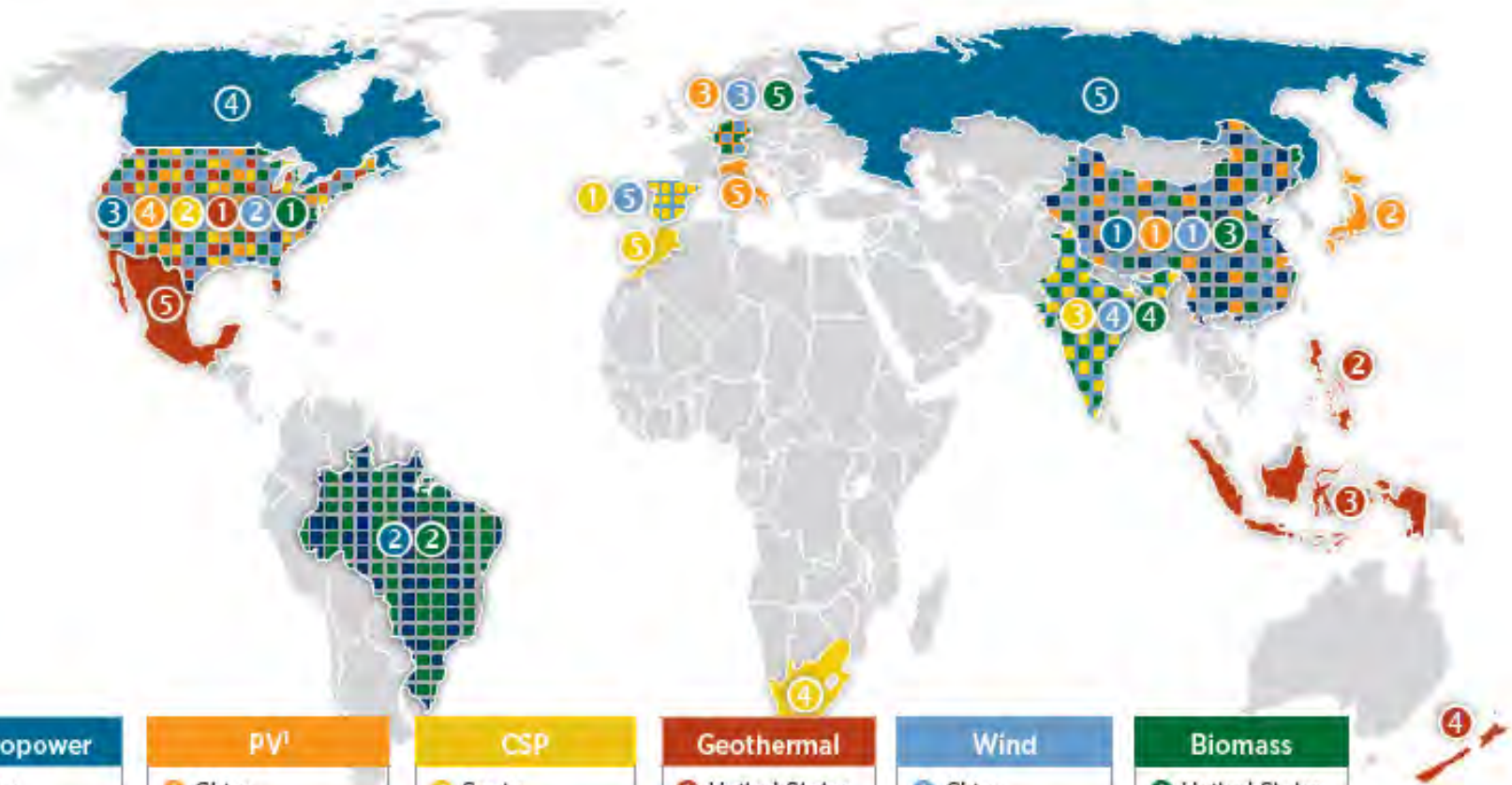
出典：REN21「Renewables 2019 Global Status Report」を基に作成

再生可能エネルギー電源の設備増加

◆ 2015年、再生可能エネルギーの設備容量増は化石燃料の設備容量増を始めて超過



再エネ電源別導入国トップ5



Hydropower	
1	China
2	Brazil
3	United States
4	Canada
5	Russia

PV	
1	China
2	Japan
3	Germany
4	United States
5	Italy

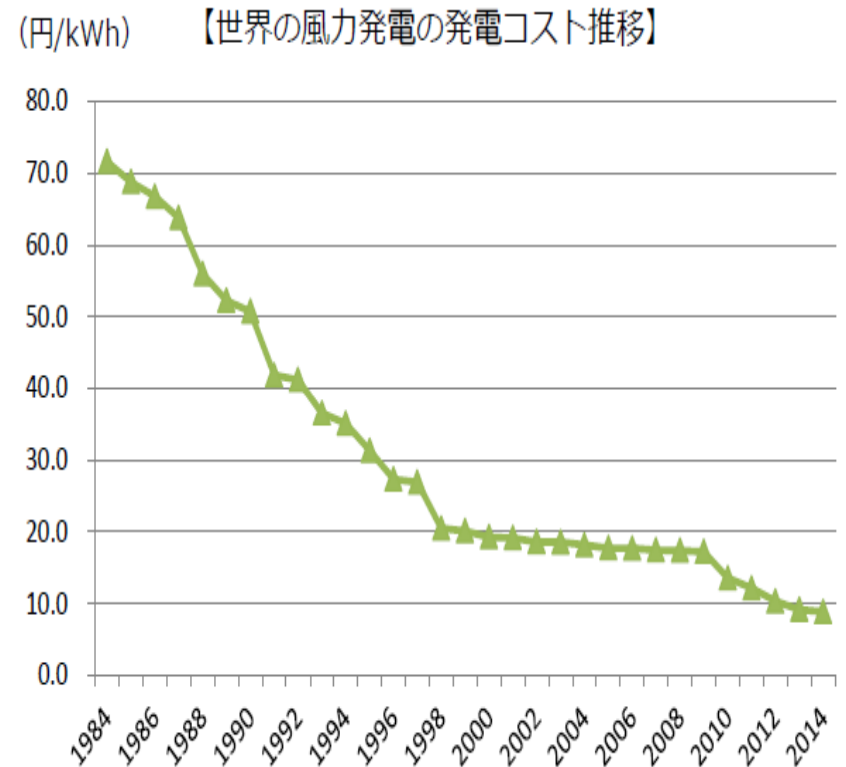
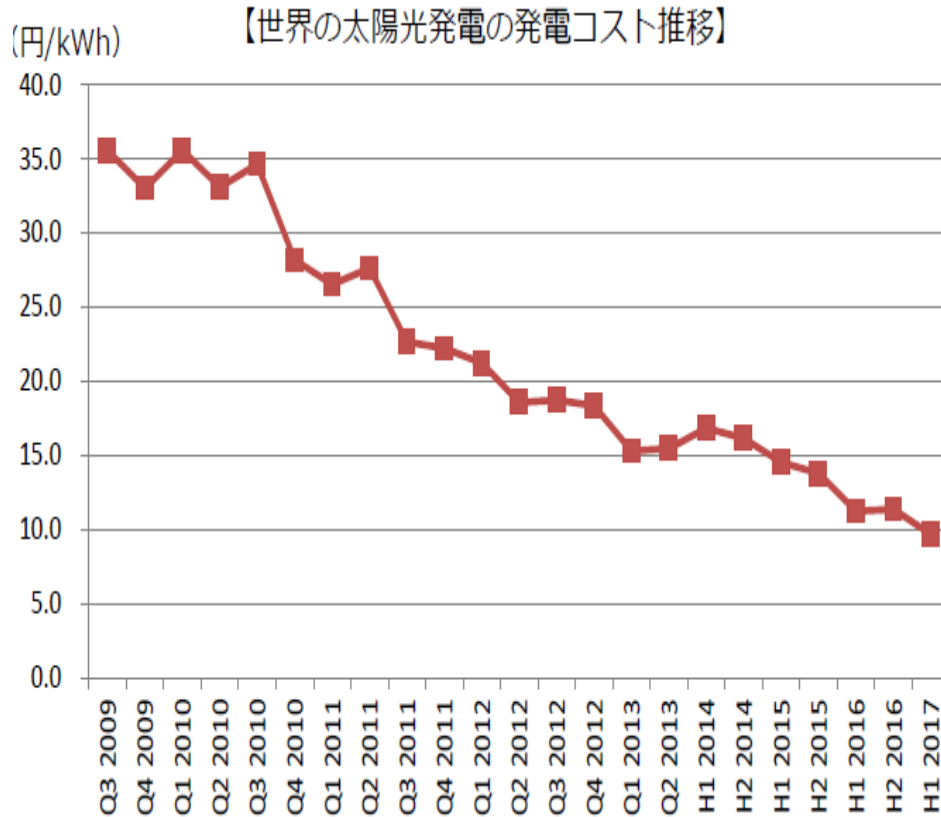
CSP	
1	Spain
2	United States
3	India
4	South Africa
5	Morocco

Geothermal	
1	United States
2	Philippines
3	Indonesia
4	New Zealand
5	Mexico

Wind	
1	China
2	United States
3	Germany
4	India
5	Spain

Biomass	
1	United States
2	Brazil
3	China
4	India
5	Germany

世界の太陽光・風力発電のコスト削減



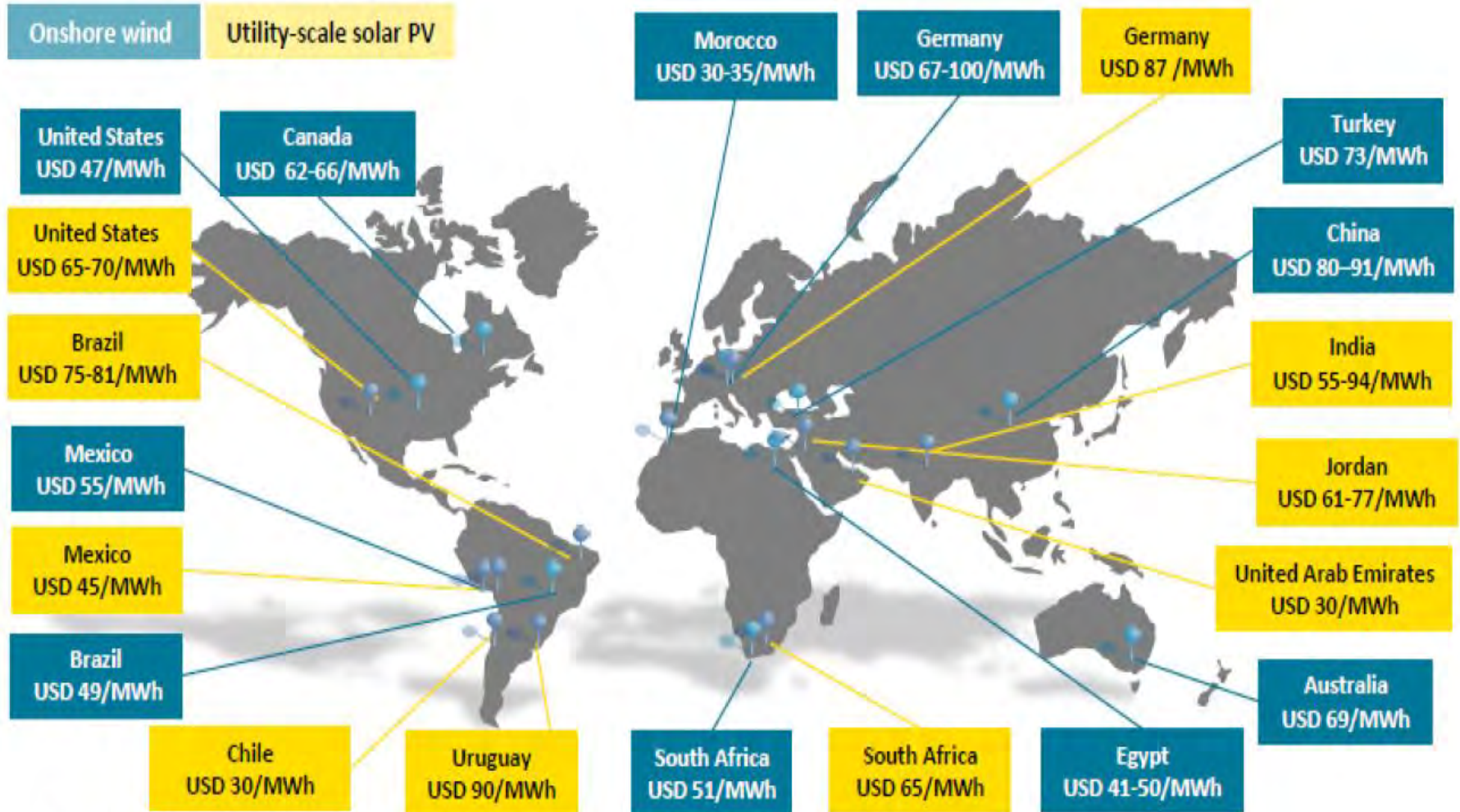
出典：Bloomberg new energy financeより

為替レート：日本銀行基準外国為替相場及び裁定外国為替相場

(平成29年5月中において適用：1ドル=113円、1ユーロ=121円)

世界の太陽光・風力発電の低コスト導入事例

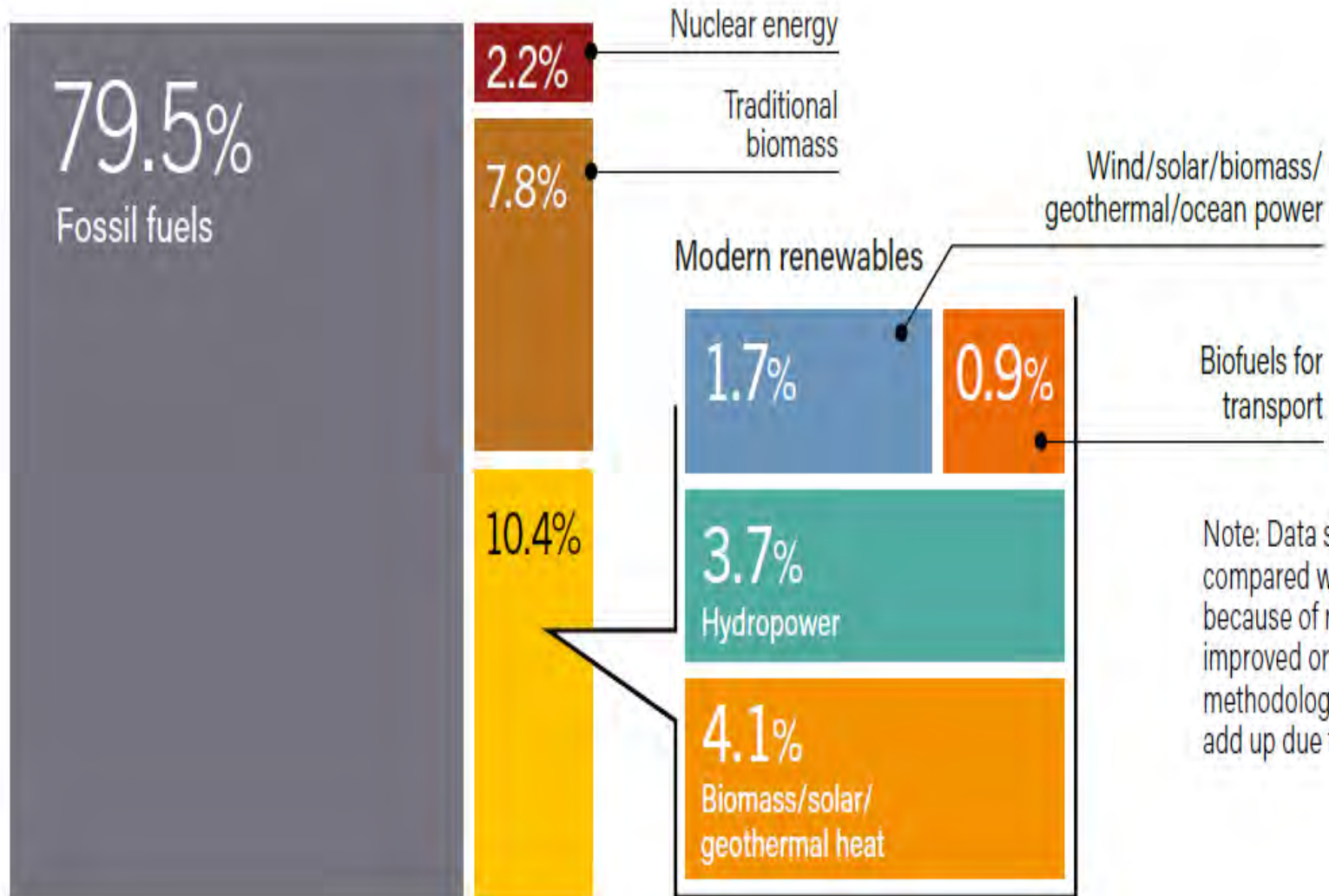
2016 – 2019年に運転開始予定の新規再生可能エネルギー電力の長期契約価格



This map is without prejudice to the status or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area

Note: Values reported in nominal USD includes preferred bidders, PPAs or FITs. US values are calculated excluding tax credits. Delivery date and costs may be different than those reported at the time of the auction.

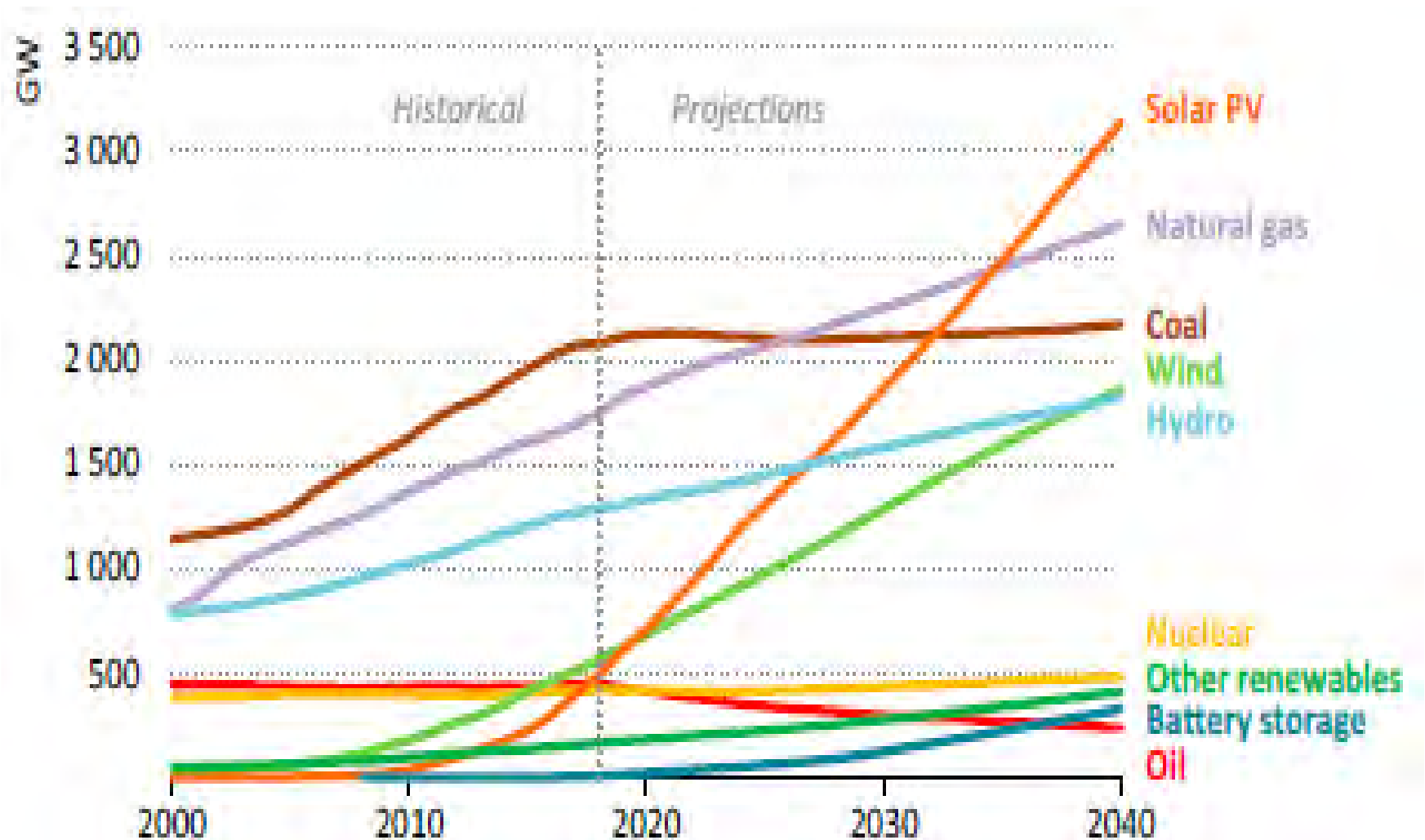
再エネの半分弱は「伝統的バイオマス」



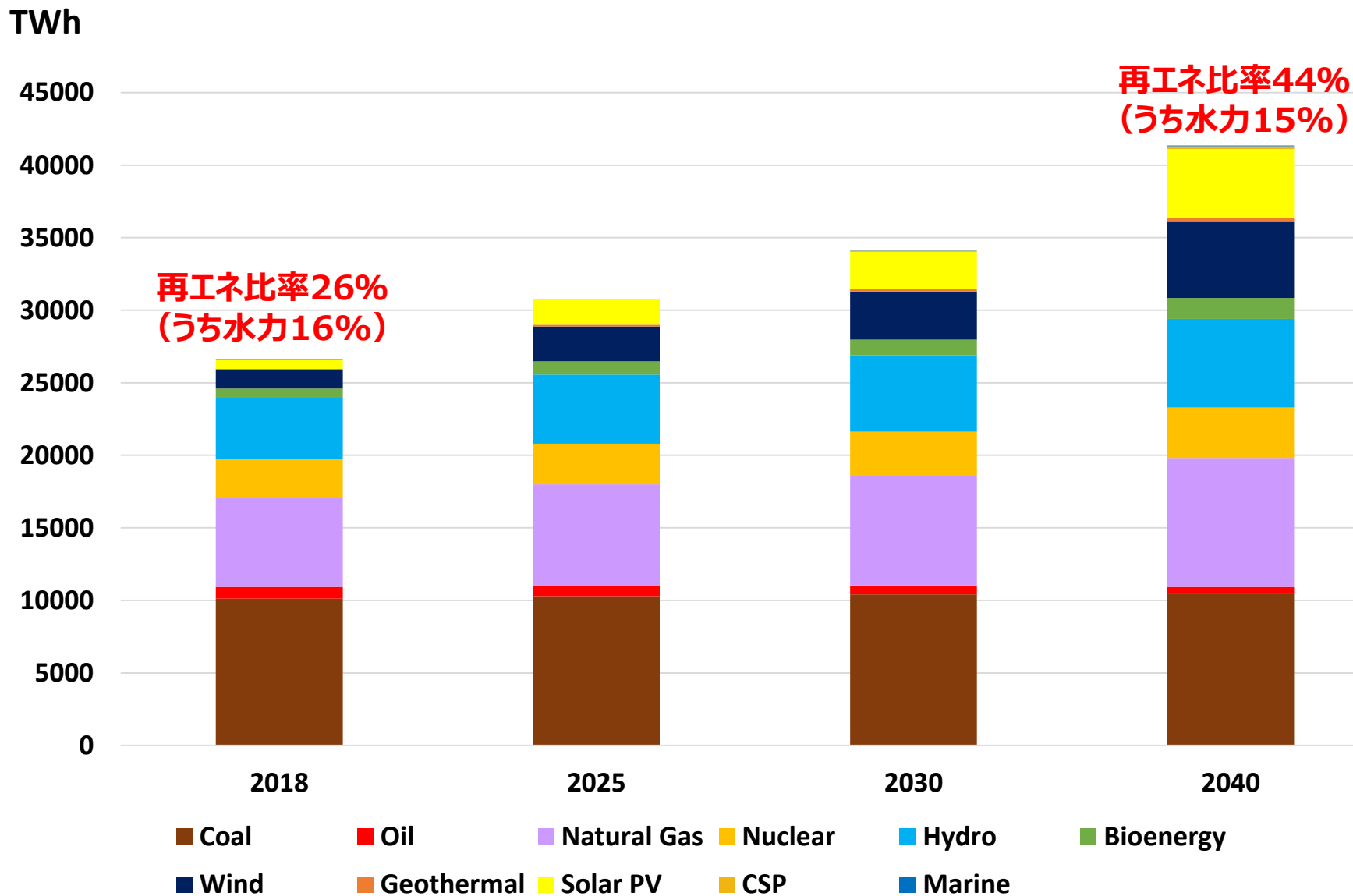
Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Totals may not add up due to rounding.

世界の発電設備容量見通しと内訳

- ◆ PVの設備容量は2020年には風力を凌駕し、2025年以降、水力も超える見通し



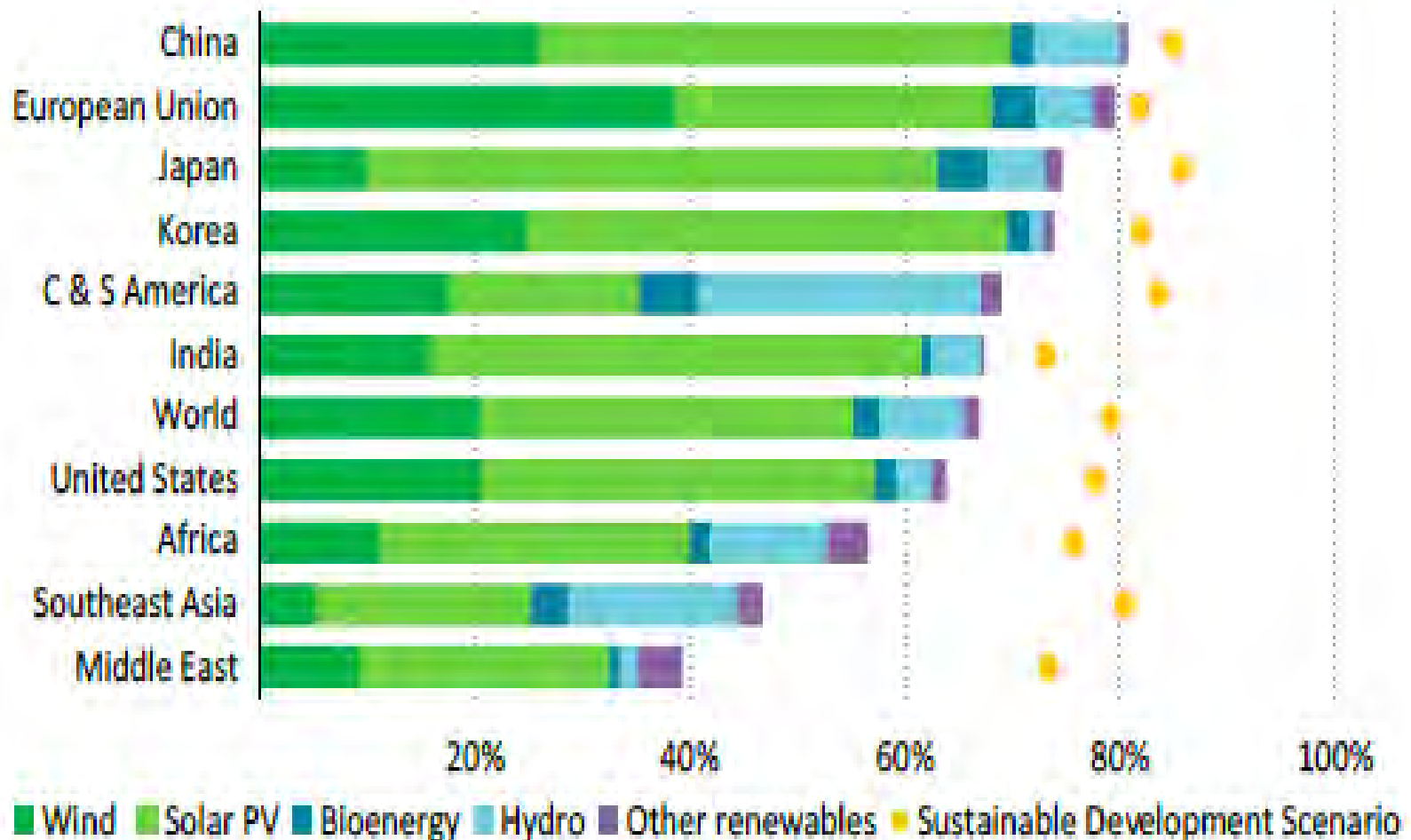
世界の発電構成の見通し



電源別新設、退役の地域別内訳

◆ ほとんどの地域において2040年までの設備増加の半分以上が再エネ電源

2019-40年の電源設備増加に占める再エネのシェアと内訳



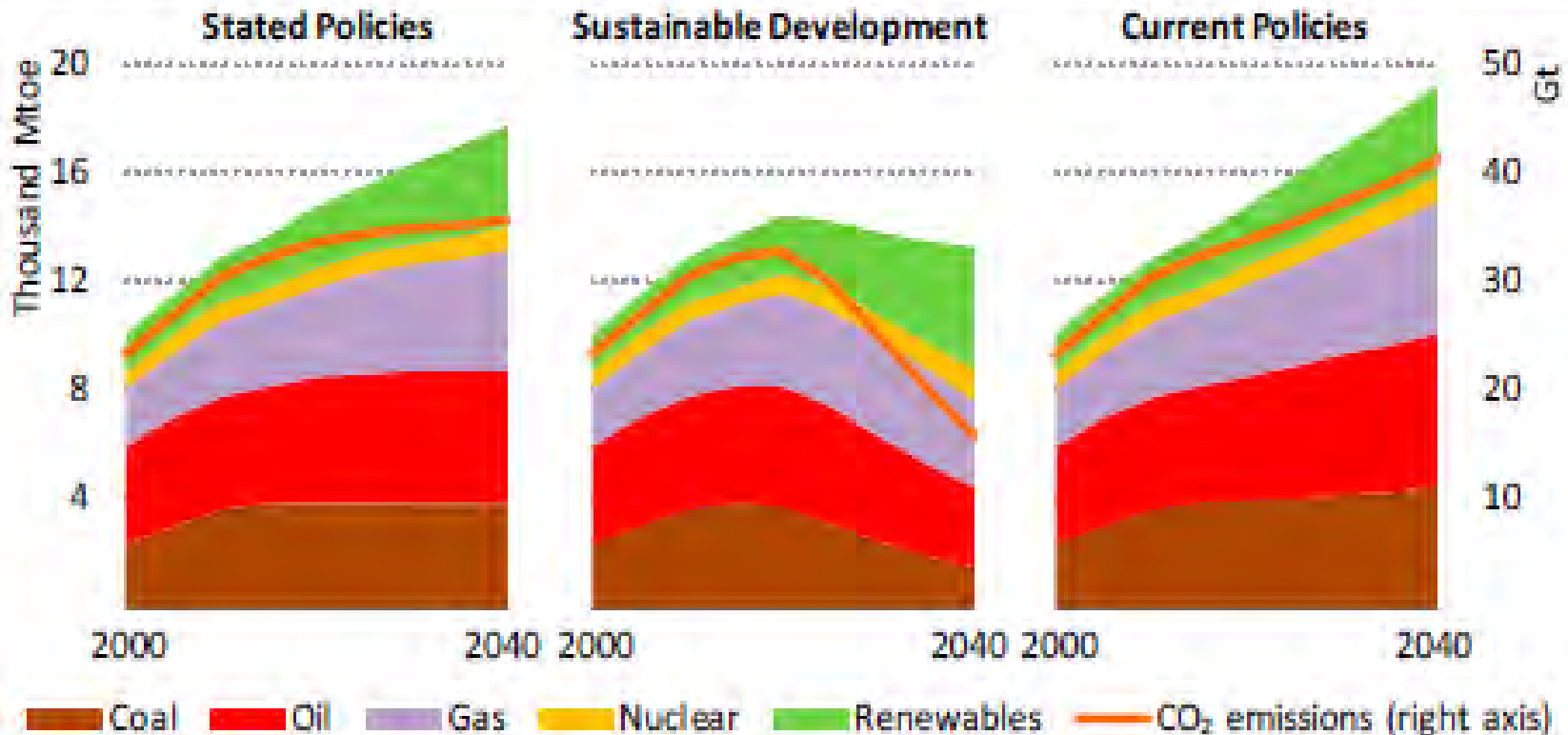
パリ協定 (2015年12月)

- ◆ パリ協定では、産業革命以降の温度上昇を 1.5°C ~ 2°C 以内に抑えることを目指すことに合意

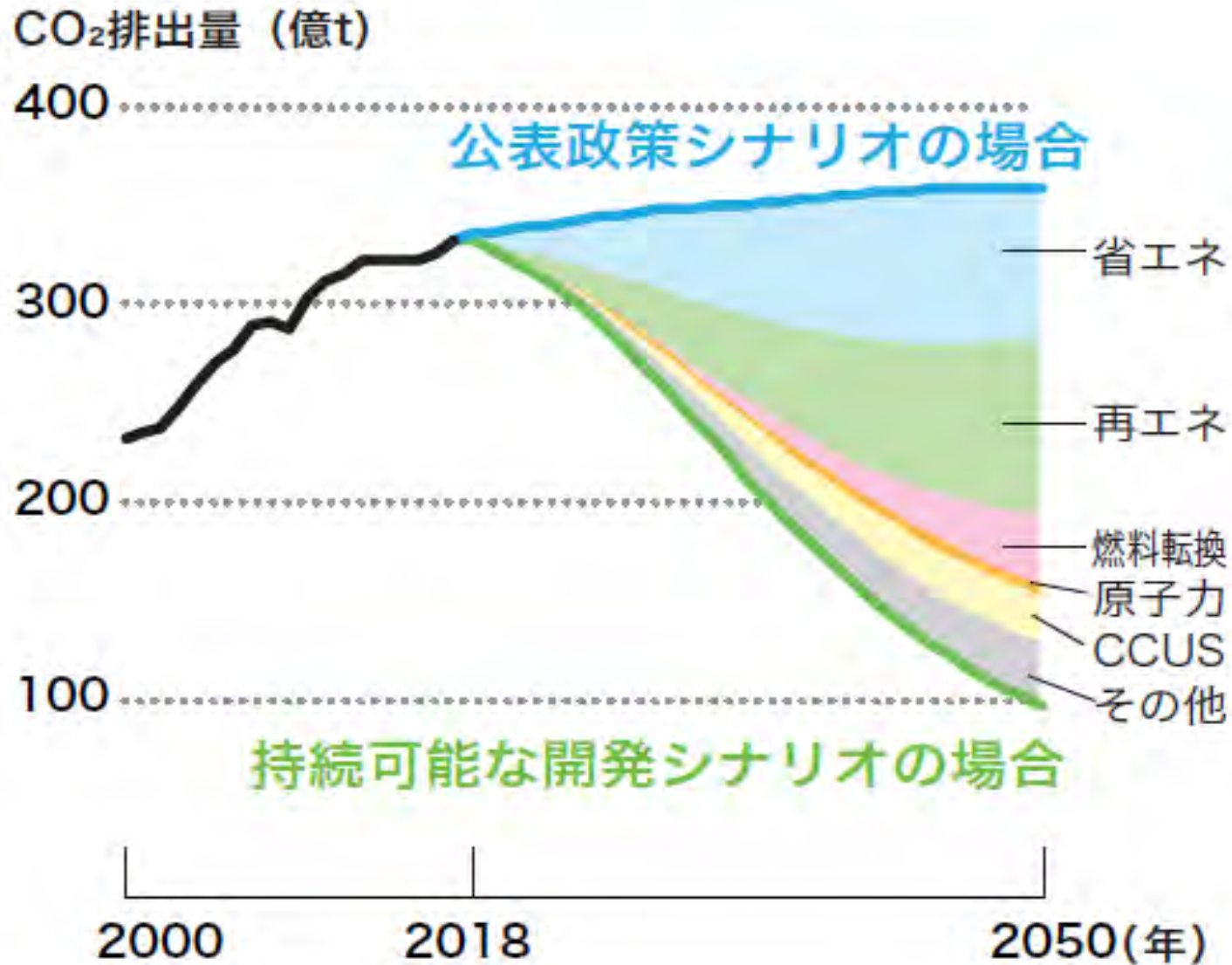


2040年に向けたシナリオ

- 公表政策シナリオ (STEPS: Stated Policy Scenario) : 各国が表明した温暖化対策が政策が今後実施されることを想定
- 持続可能開発シナリオ (SDS: Sustainable Development Scenario) : パリ協定の1.5°C~2°C安定化目標が達成されるシナリオ

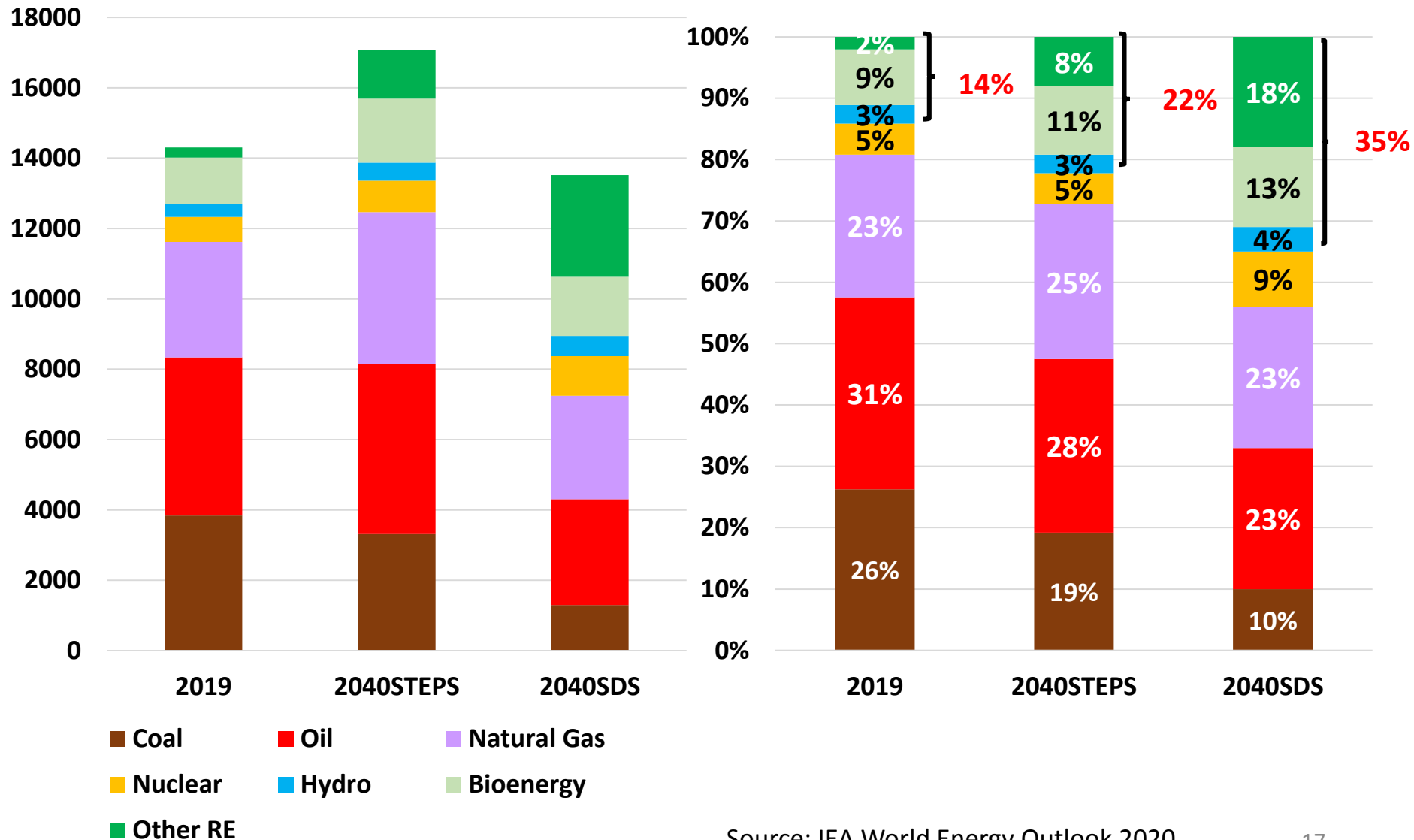


持続可能政策シナリオに行くための手段



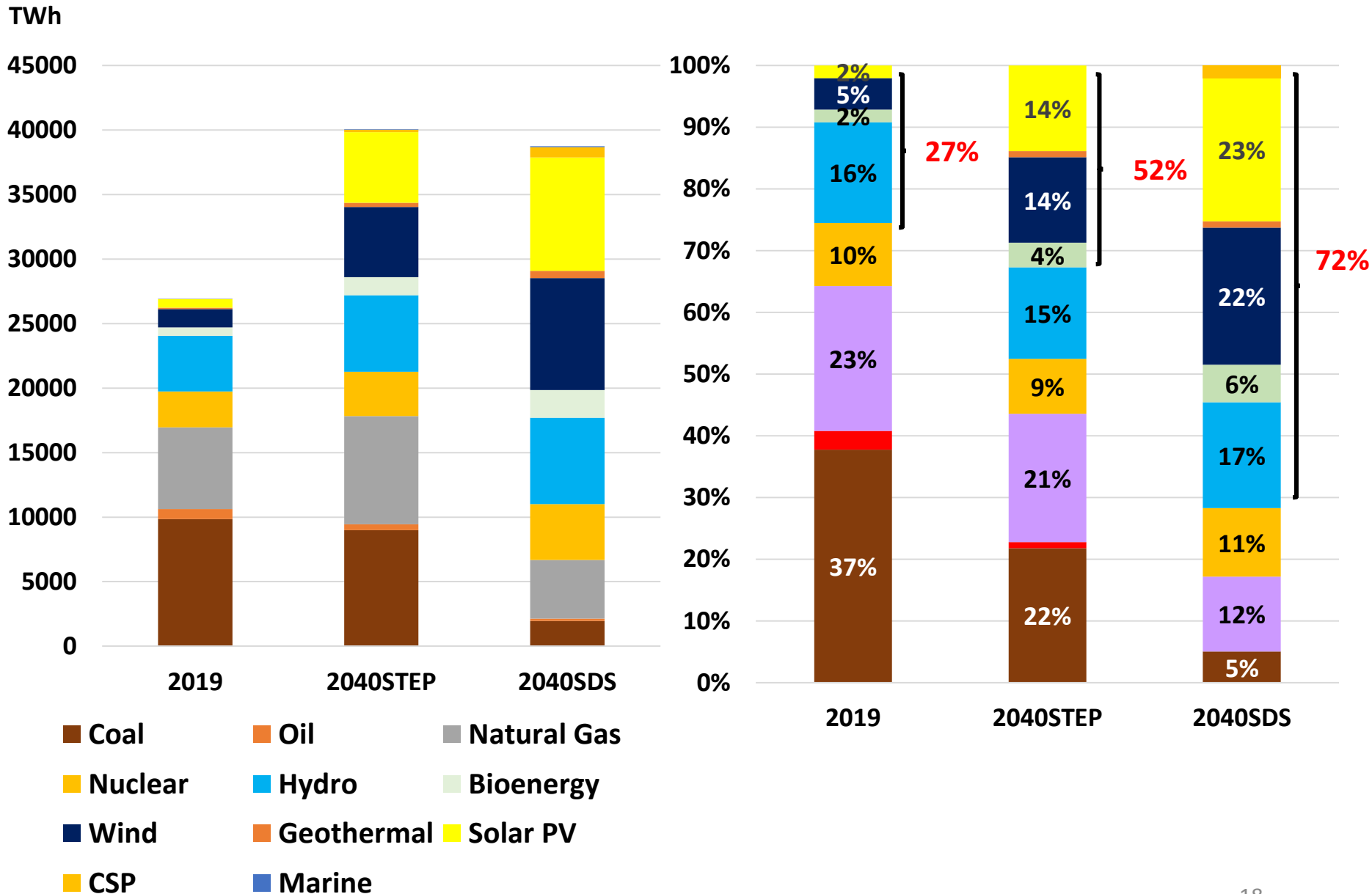
2040年までの一次エネルギー供給シナリオ

Mtoe



Source: IEA World Energy Outlook 2020

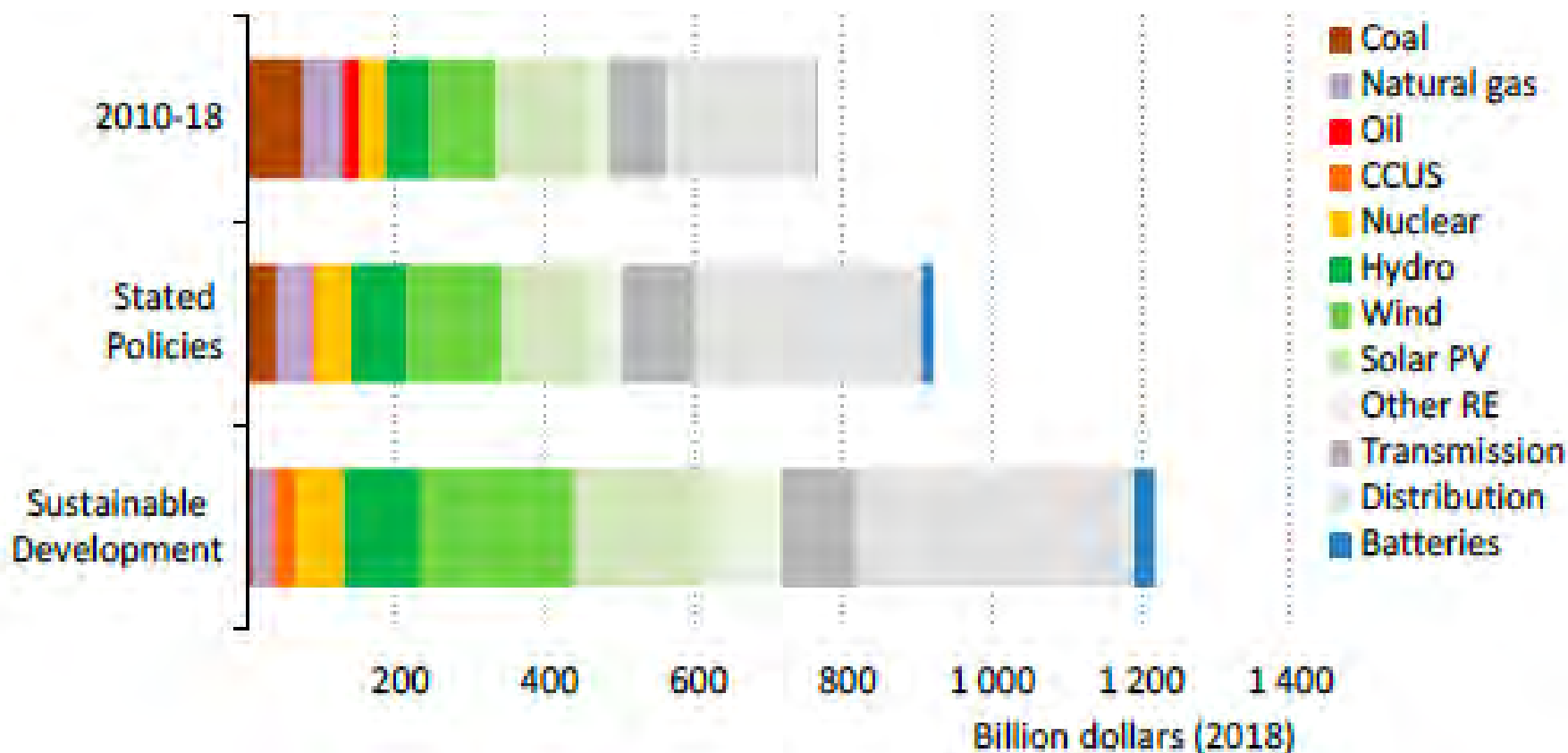
2040年までの発電構成シナリオ



電力部門の投資額(2019-2040)

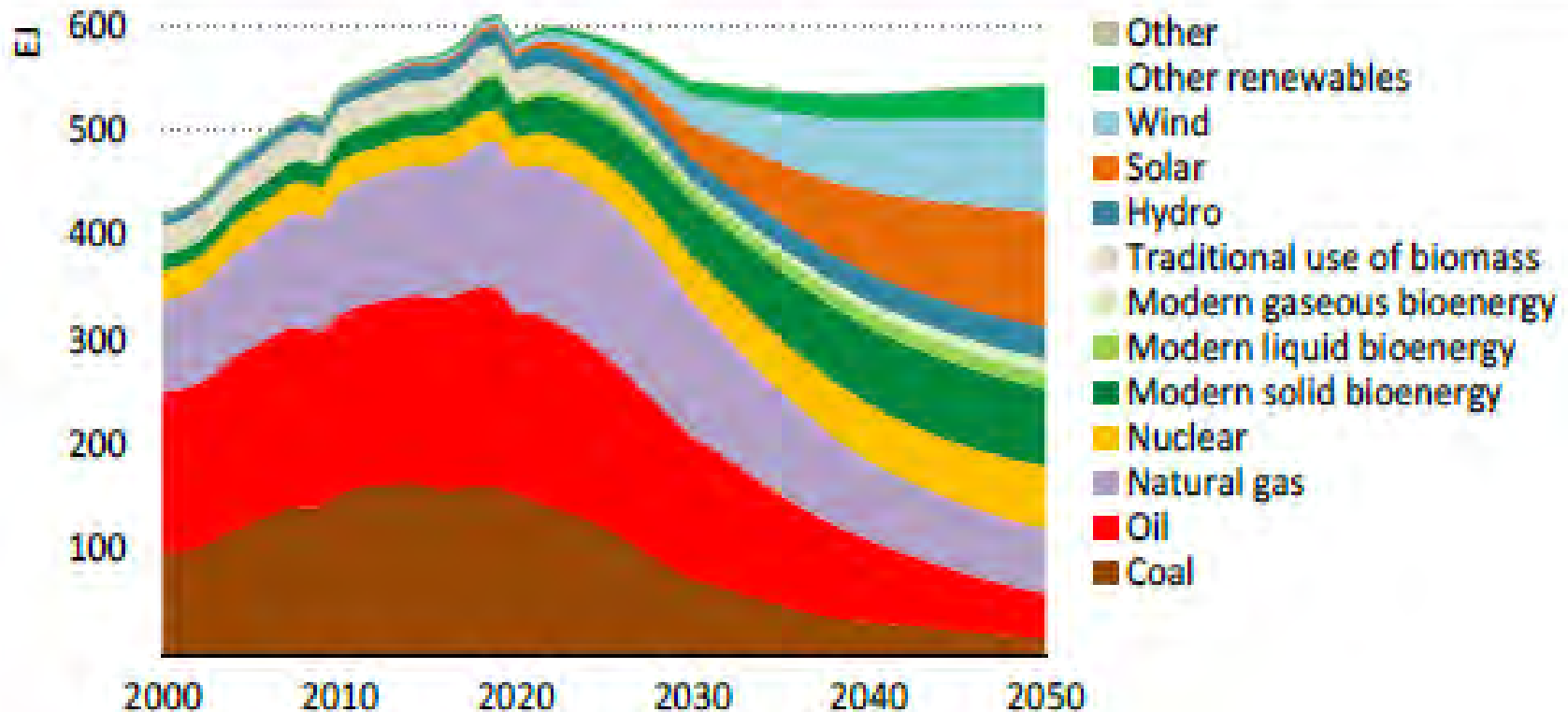
- ◆ 公表政策シナリオにおける電力分野の累積投資額（2019-40）は約20兆ドル。再エネ発電投資は化石燃料発電投資の3.5倍
- ◆ 電力供給の効率性と安定性を確保するためにはネットワーク投資が必要。ネットワーク投資は電力分野の累積投資額の45%

2019-2040年の電源別年平均電力セクター投資額



2050年ネットゼロエミッションケース

Figure 2.5 Total energy supply in the NZE

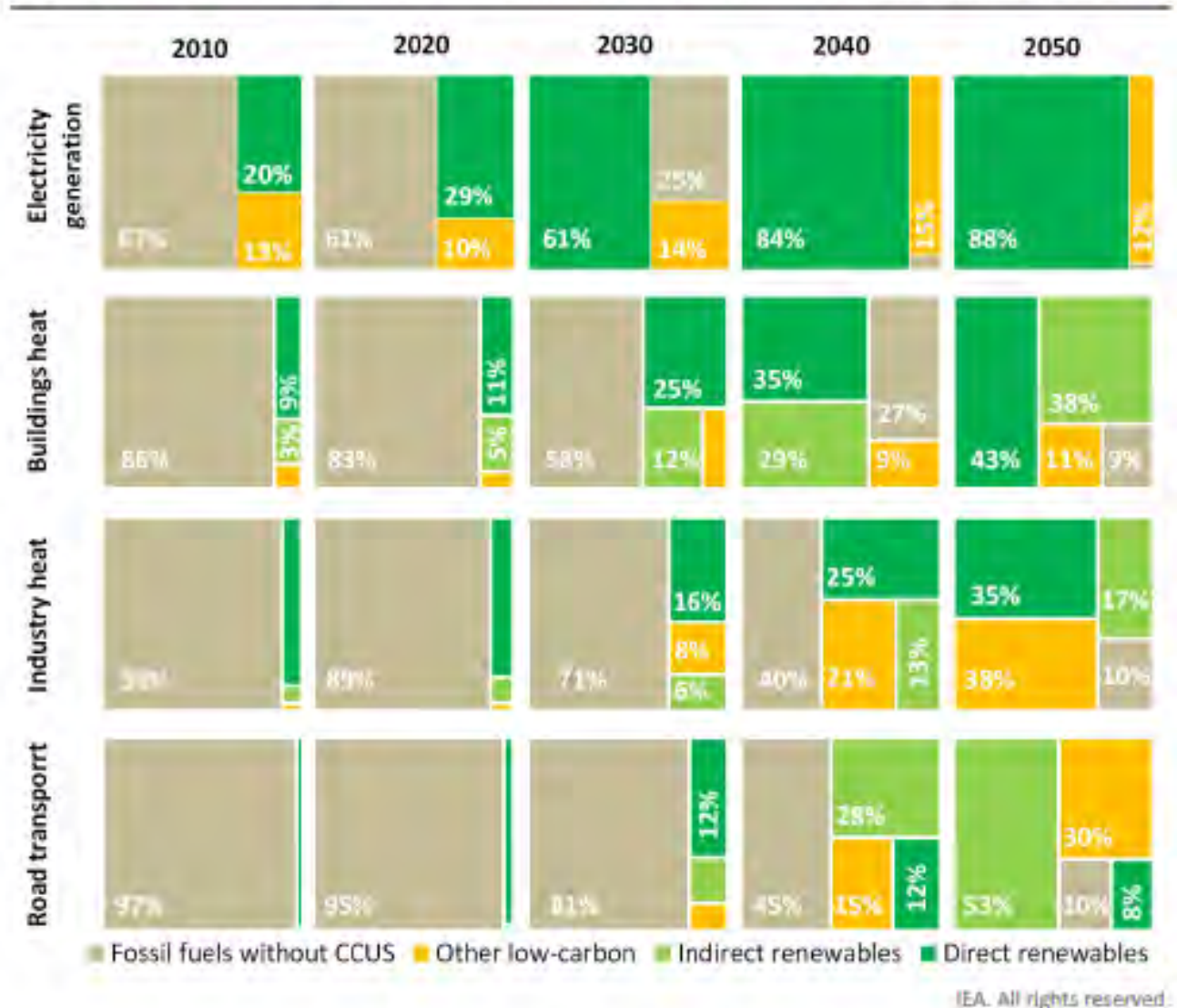


IEA. All rights reserved.

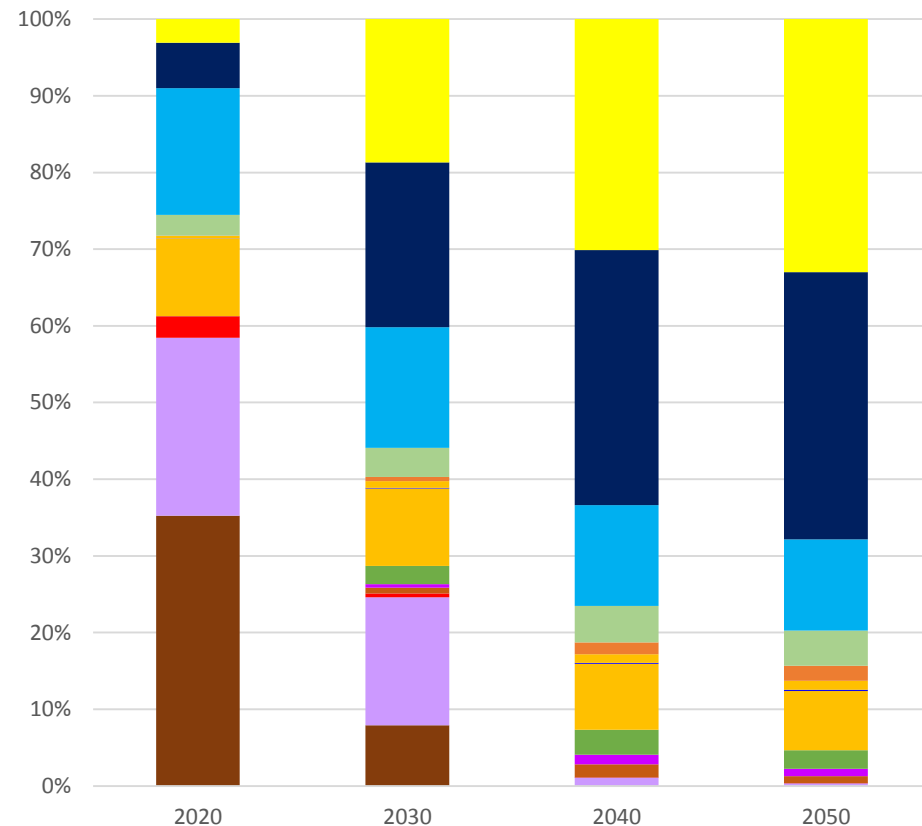
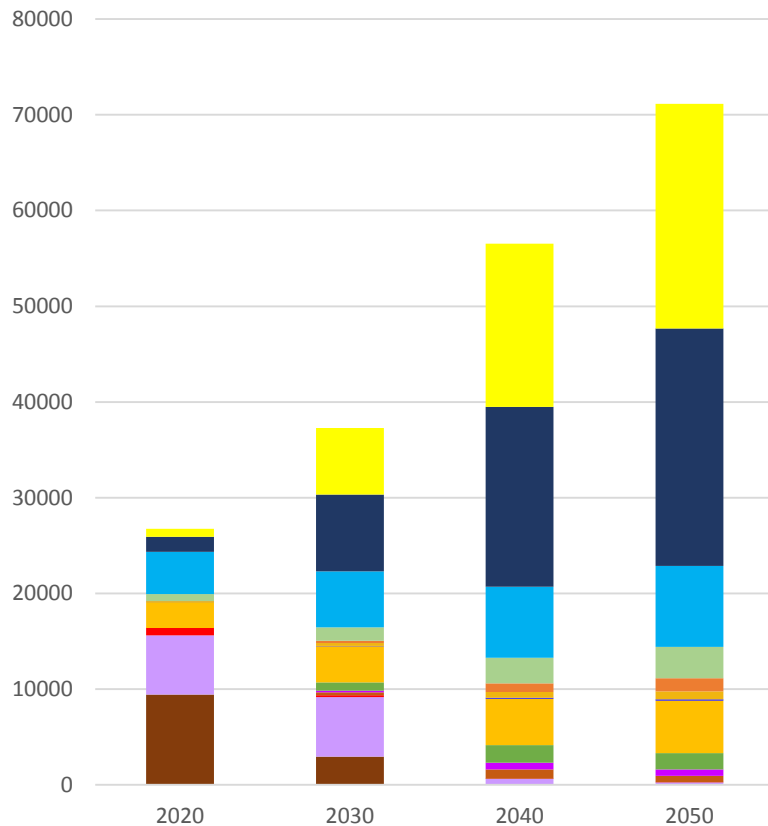
Renewables and nuclear power displace most fossil fuel use in the NZE, and the share of fossil fuels falls from 80% in 2020 to just over 20% in 2050

2050年ネットゼロエミッションケース

Figure 2.18 ▶ Fuel shares in total energy use in selected applications in the NZE



2050年ネットゼロエミッションケース

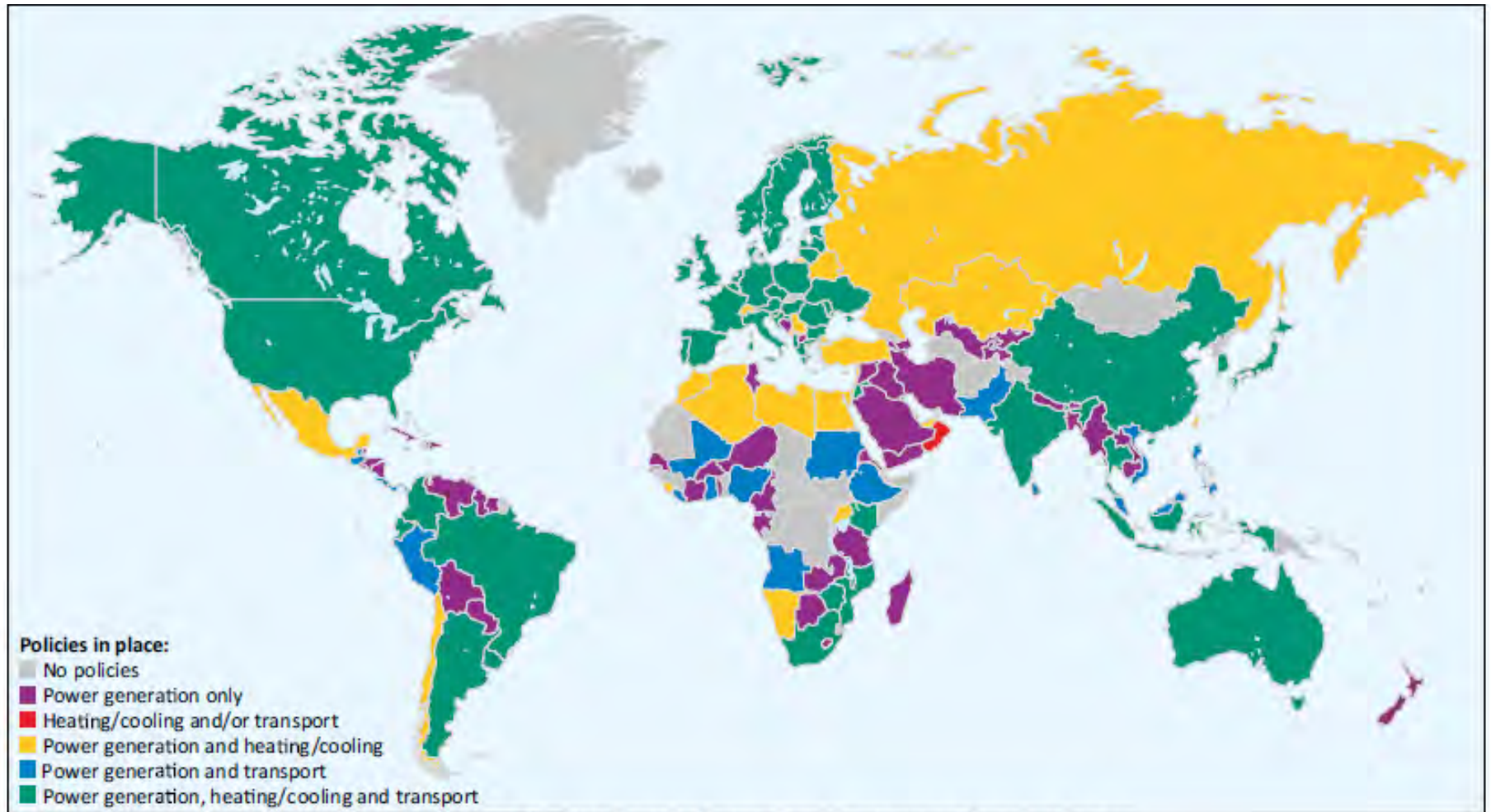


- Unabated Coal ■ Unabated Gas ■ Unabated Oil ■ Coal with CCS
- Gas with CCS ■ Hydrogen ■ Nuclear ■ Marine
- Geothermal ■ CSP ■ Bioenergy ■ Hydro
- Wind ■ Solar

- Unabated Coal ■ Unabated Gas ■ Unabated Oil ■ Coal with CCS ■ Gas with CCS
- Hydrogen ■ Nuclear ■ Marine ■ Geothermal ■ CSP
- Bioenergy ■ Hydro ■ Wind ■ Solar

再エネ導入促進策の国別動向 (2014)

- ◆ 150か国以上が再エネ電力促進のための政策措置を実施。75か国が熱供給における再エネ利用、72か国が運輸部門における再エネ利用のための政策を実施。



This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

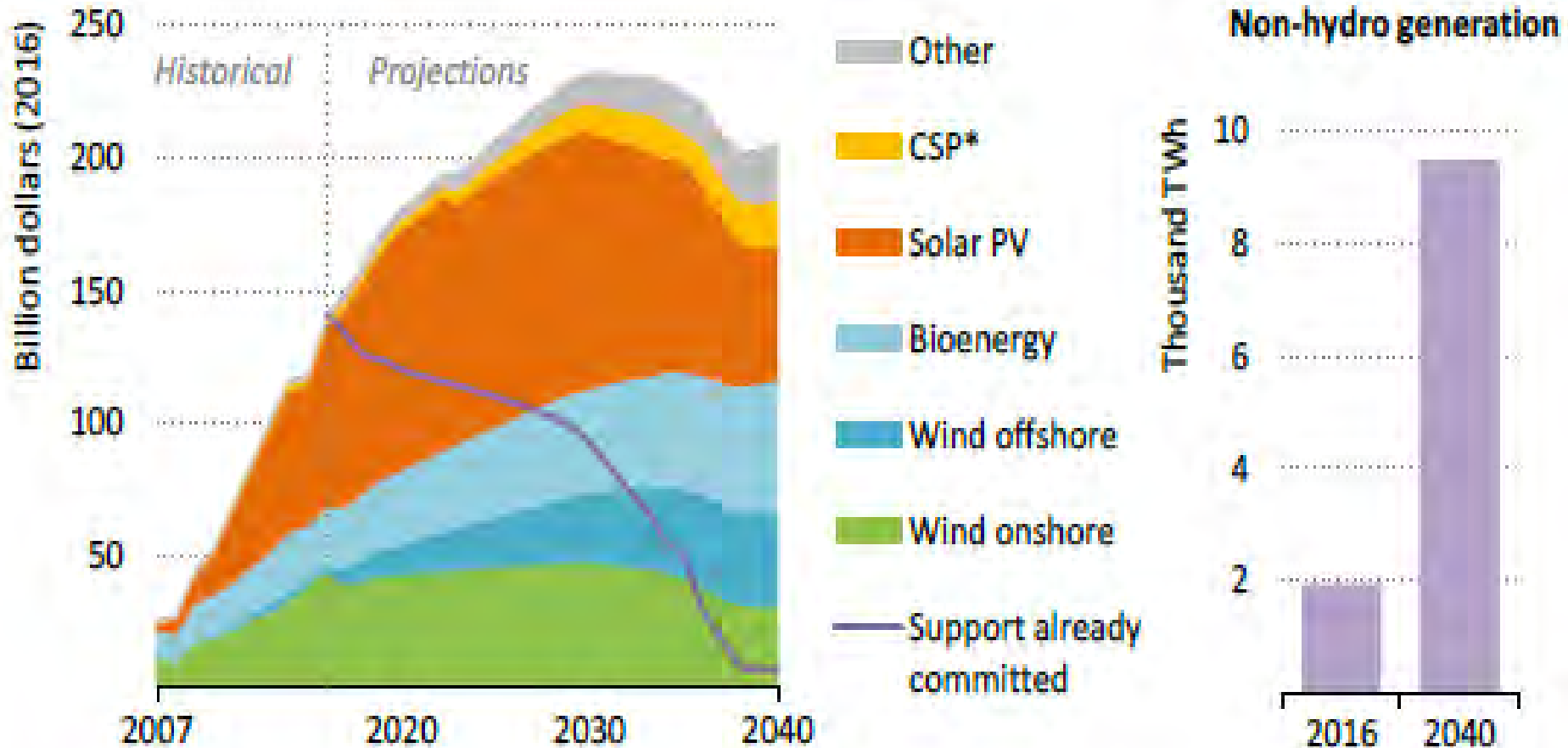
再生可能エネルギー支援策の類型

各国は再生可能エネルギーを 1) 追加的収入の提供、2) 価格保証、3) コスト低減支援を通じて推進

Support method	Support mechanism	China	India	European Union	United States	Japan	Brazil	South Africa	Middle East
Providing additional revenue	Price premiums	●	●	●	●	●			
	Cash grants		●	●	●	●	●		●
	Green certificates		●	●	●				
	Net metering		●	●	●	●	●		●
Providing a guaranteed price	Feed-in tariffs	●	●	●	●	●			●
	Power purchase agreements		●	●	●		●	●	●
	Auction tenders		●	●	●		●	●	●
	Required share or amount*	●	●	●	●				
Reducing total costs	Tax credits or exemptions	●	●	●	●	●	●	●	●
	Preferential financing rates		●	●	●		●	●	●
	Accelerated depreciation**		●		●				

世界全体の再生可能エネルギー補助額

- ◆ 再エネに対する補助金総額は、水力以外の再エネの発電量が4倍に拡大する中で、現在の1400億ドルから2040年には2000億ドル以上に拡大。



再エネの課題:エネルギー密度の低さ

- ◆ 間欠性の高い太陽光発電、風力はエネルギー密度が低く、原子力、地熱、水力に比して巨大なスペースが必要。

原子力発電1年間分と同じ発電量を得るために必要な面積

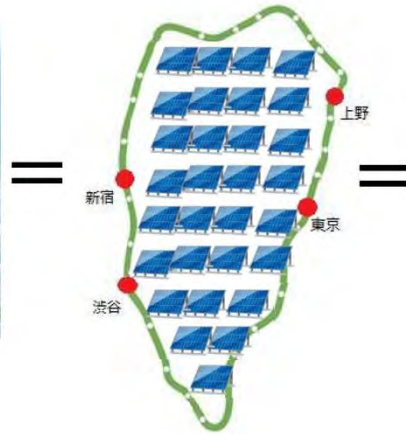
原子力発電所

100万kW級
(約0.6km²)



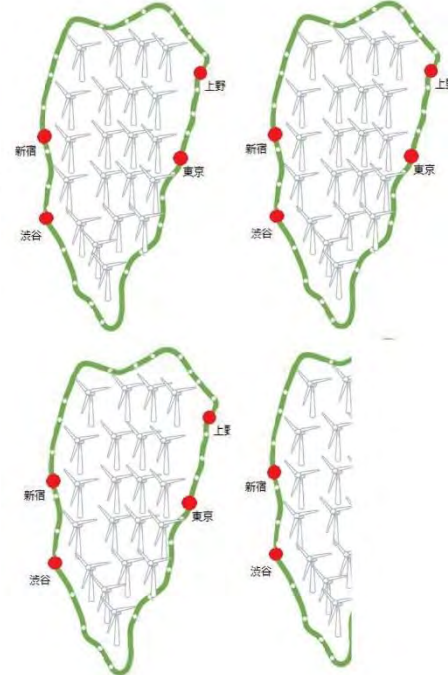
太陽光発電

山手線一杯の面積
(約58km²)



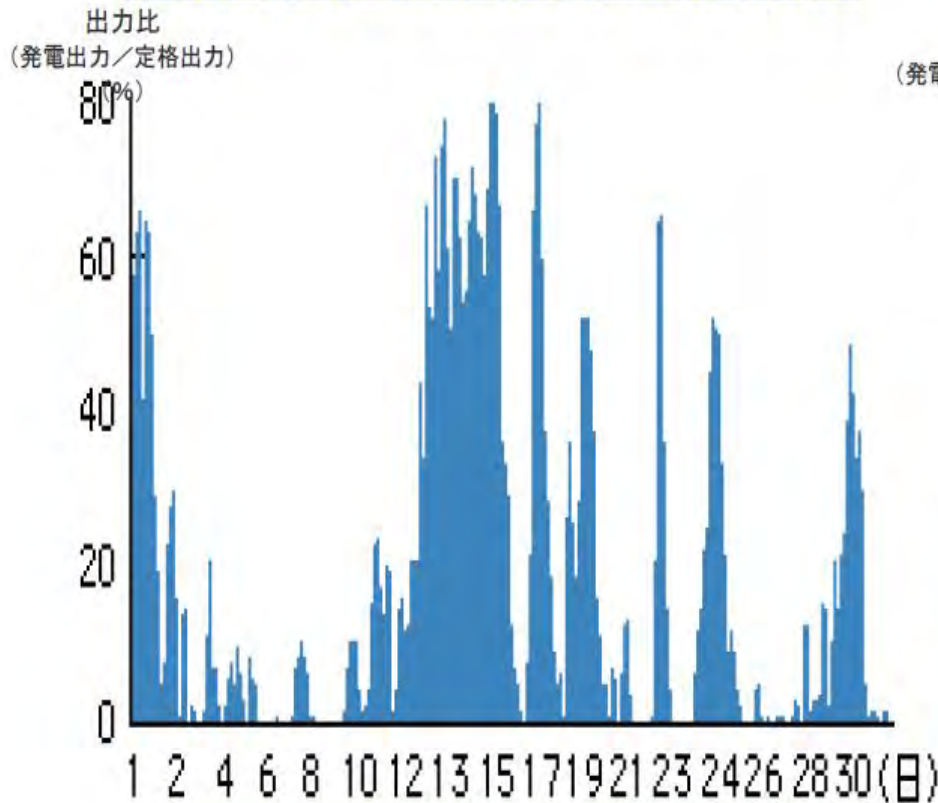
風力発電

山手線の3.4倍の面積
(約214km²)



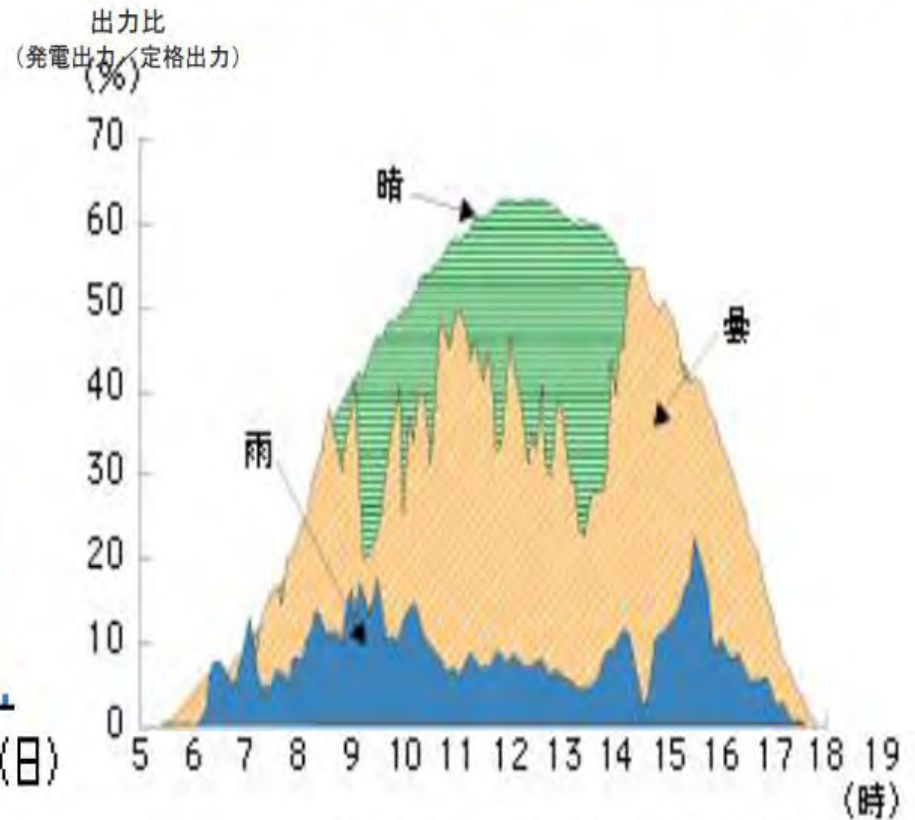
再エネの課題：出力変動

風力発電の出力変化(月間)



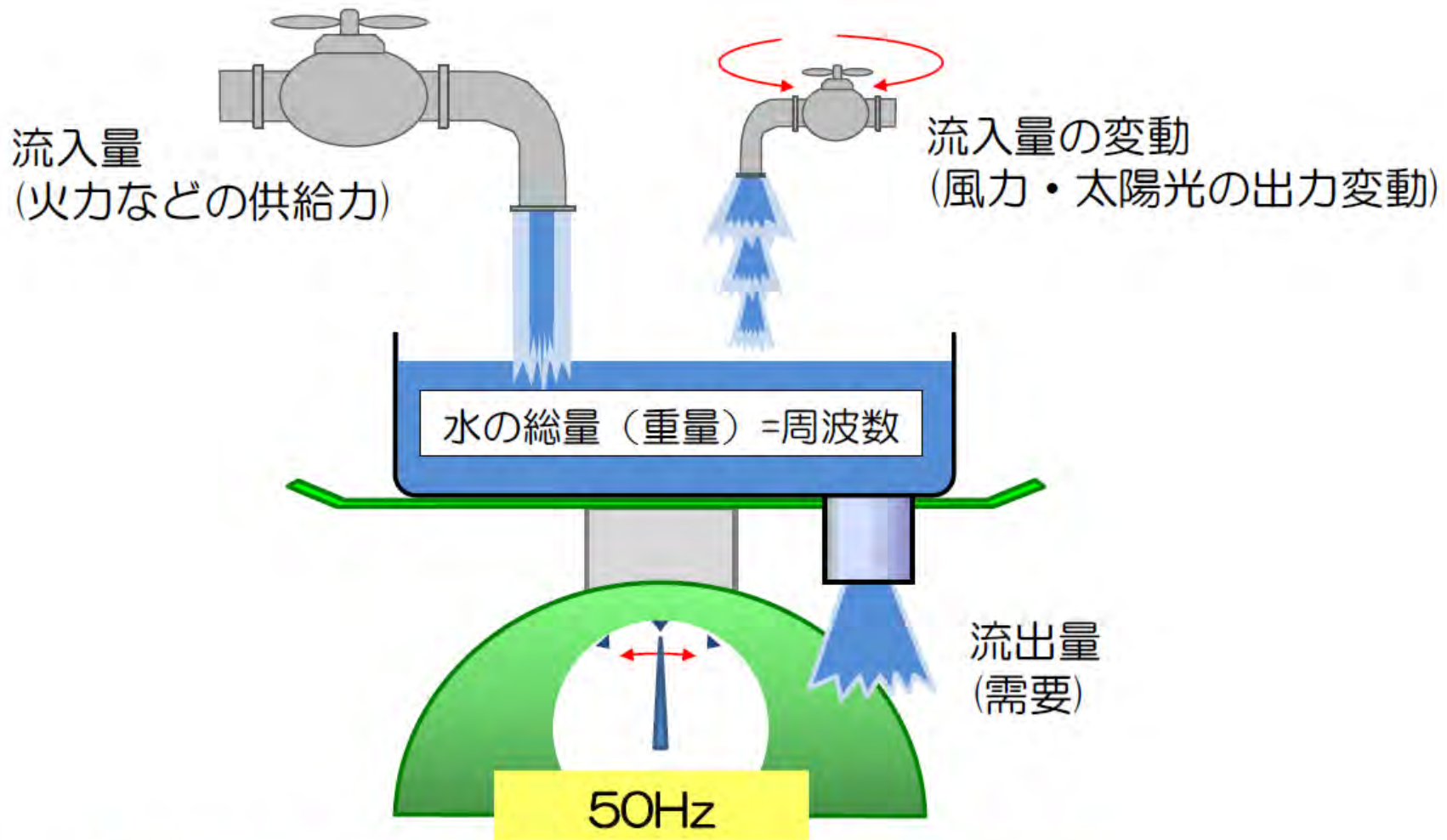
※ 竜飛ウィンドパーク1999年8月の発電出力の推移

太陽光発電の出力変化(昼間)



出典：エネルギー白書（資源エネルギー庁）

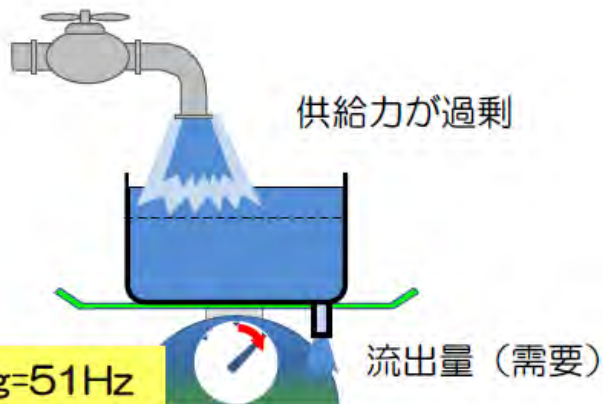
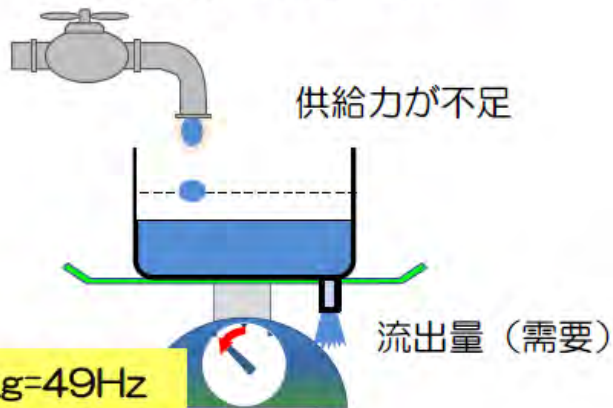
電気は同時同量が鉄則



- 電気は**同時同量 (電力の供給量=需要量)**が鉄則
- バランスが崩れると、周波数が変動する (電気の品質低下)

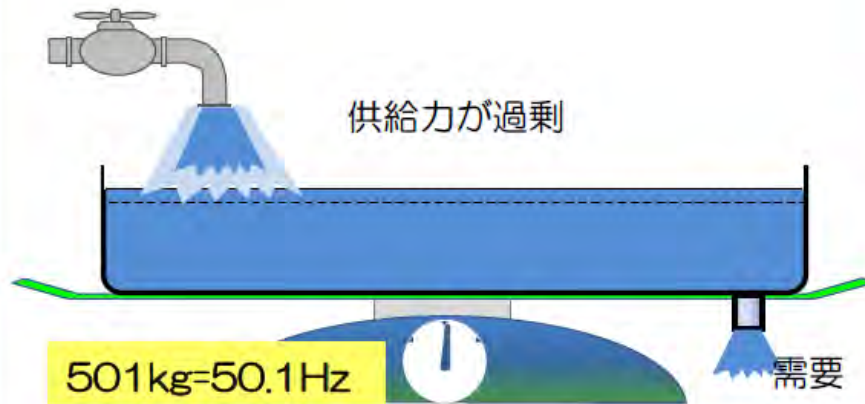
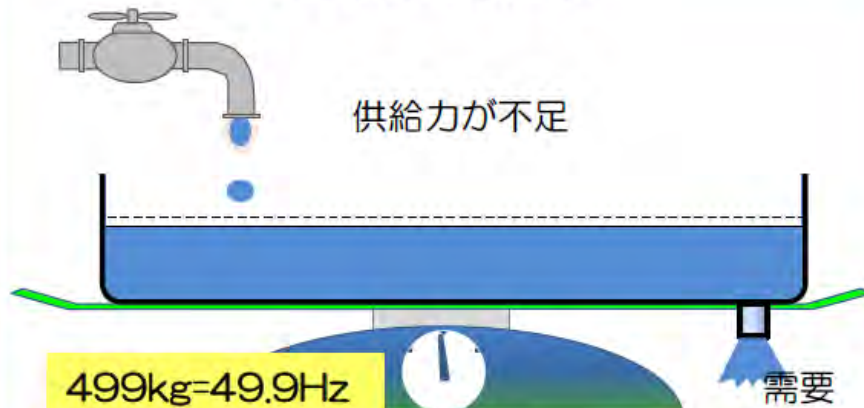
系統規模による再エネ導入の影響の違い

【北海道の場合】



需要規模が小さいと水の総量
(周波数)の変動影響が大

【本州の場合】

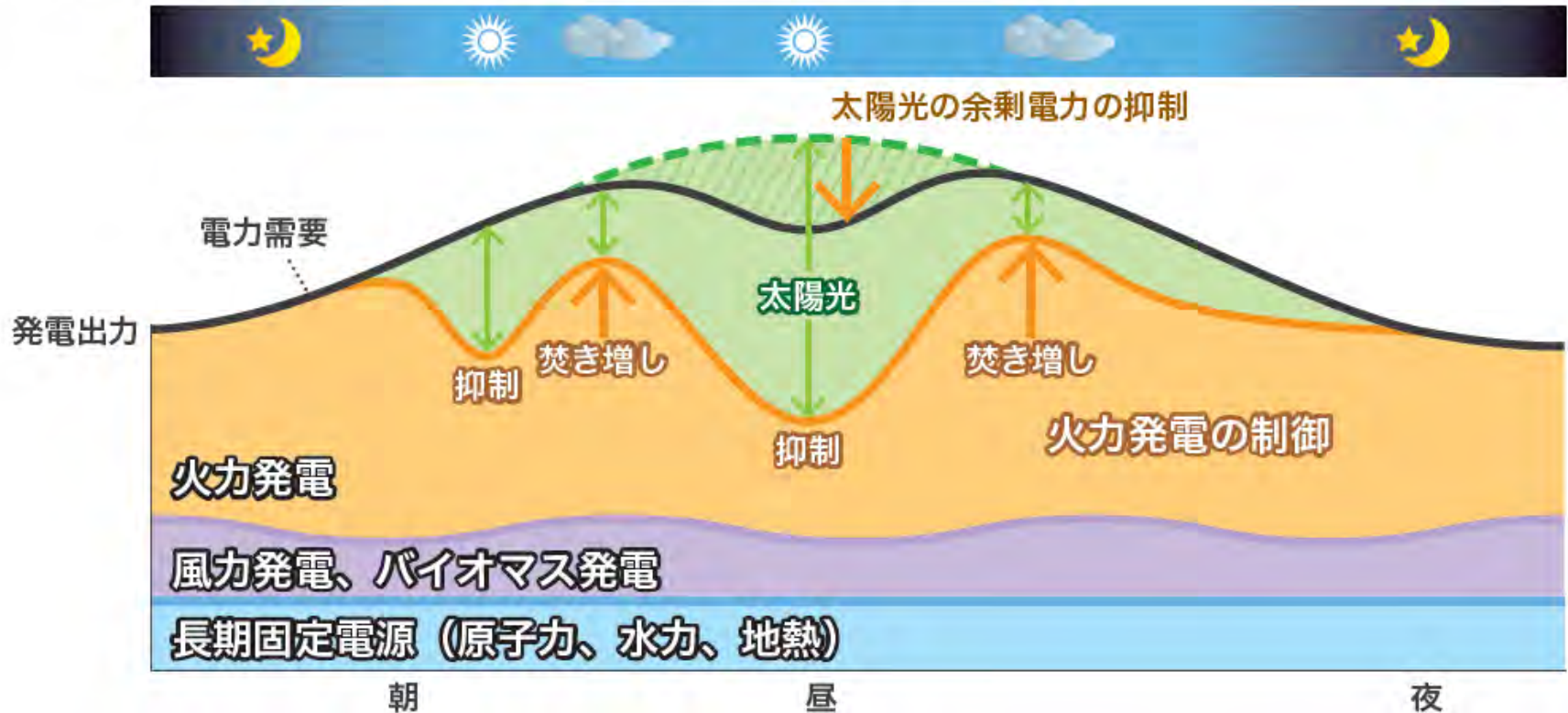


需要規模が大きいと水の総量
(周波数)の変動影響が小

再エネ出力変動への対応

- ◆ 出力変動する再エネのシェアが拡大する中で電力の需給バランスを確保するためには再エネの出力に対応できる火力発電の運転調整、蓄電池、再エネの出力抑制などの対応が必要。

最小需要日(5月の晴天日など)の需給イメージ

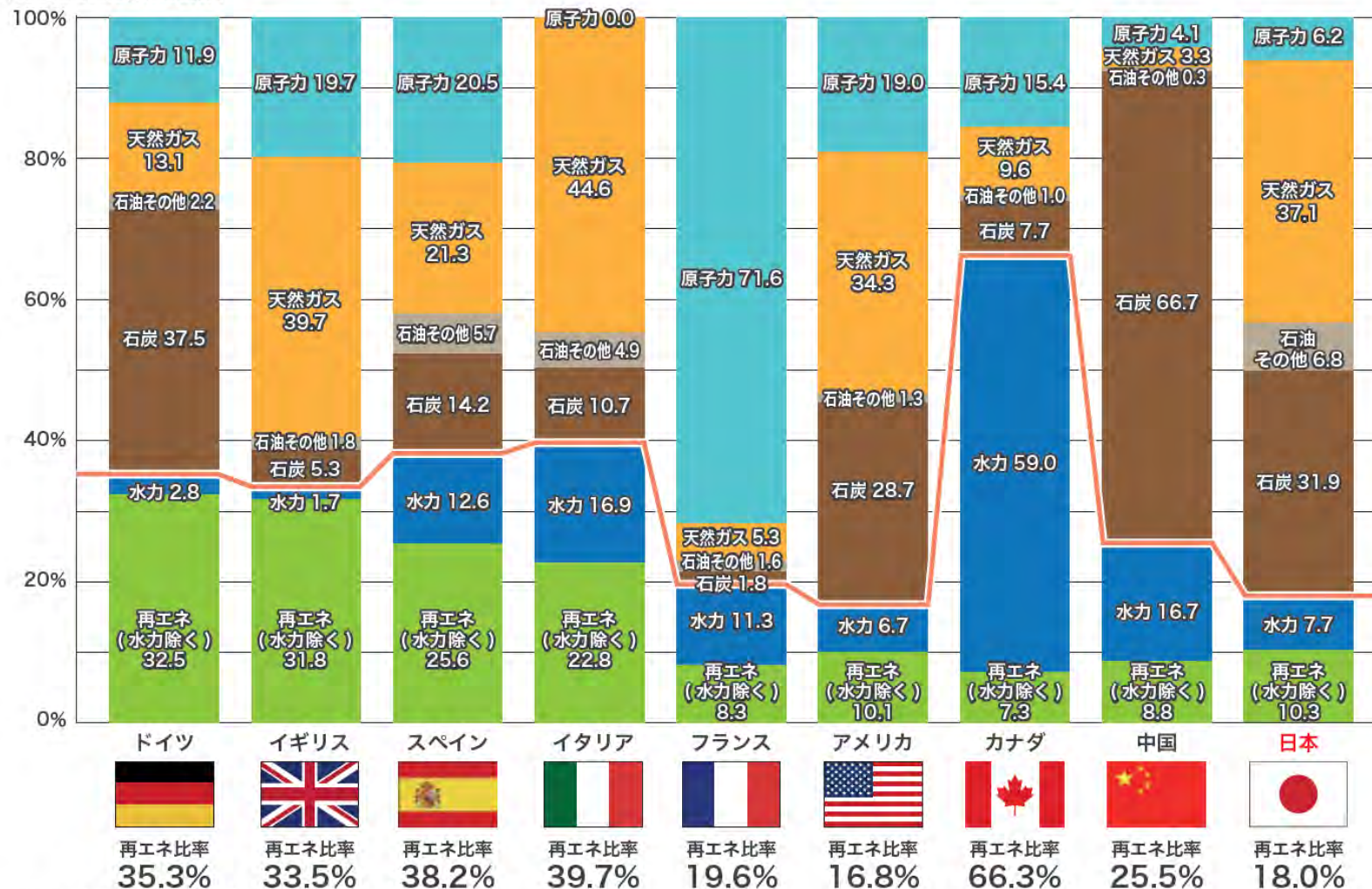


日本の経験: 総発電電力に占める再エネのシェア

◆ 日本の発電電力量に占めるシェアは欧州に比して低い

主要国の発電電力量に占める再エネ比率の比較 (2019)

(発電電力量に占める割合)

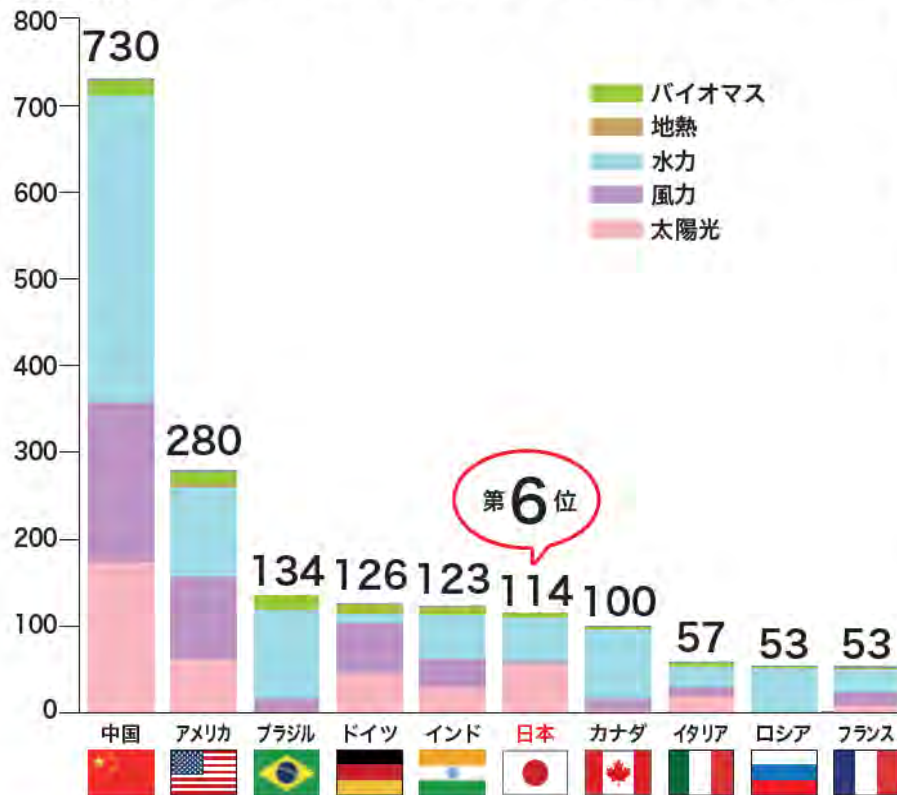


出典：IEA「Data Services」、各国公表情報より資源エネルギー庁作成

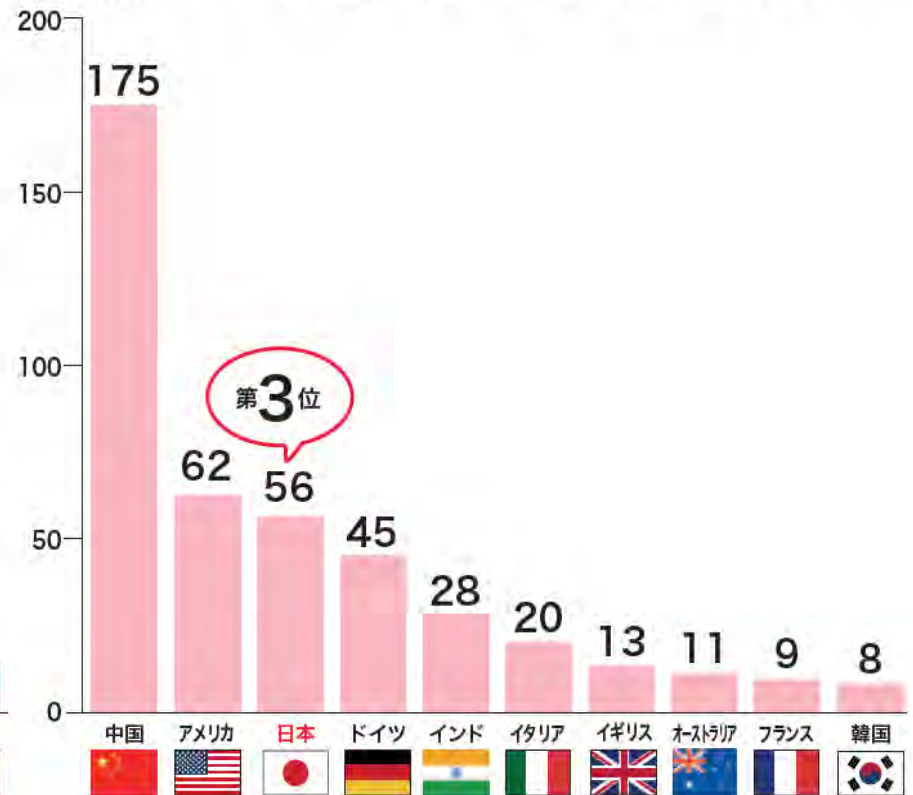
日本の経験: 再エネ発電導入量

- ◆ 日本の再エネ発電導入量は世界6位（2018年）
- ◆ 太陽光発電導入量では世界3位（2018年）

(単位:GW) 各国の再エネ発電導入容量 (2018年実績)



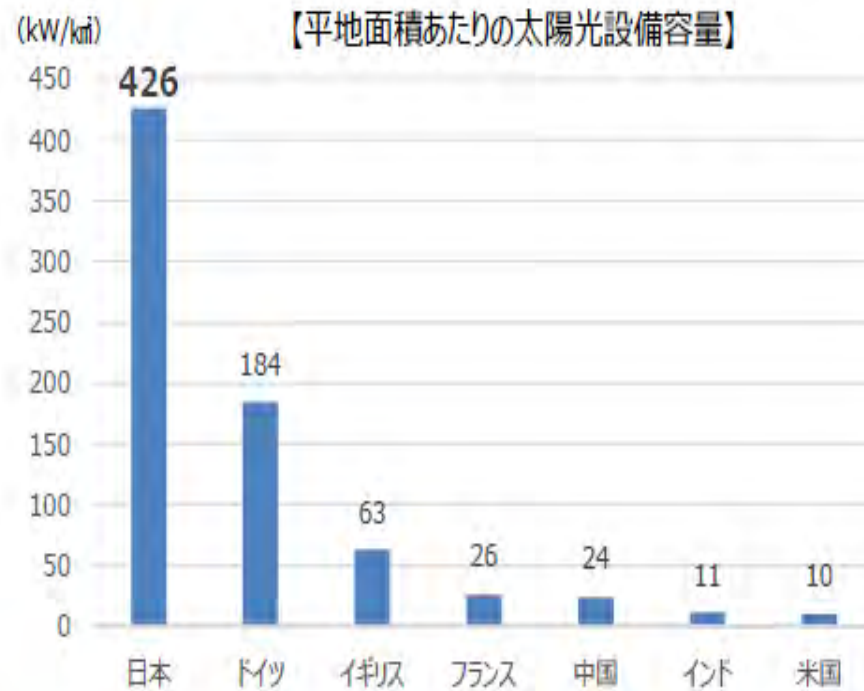
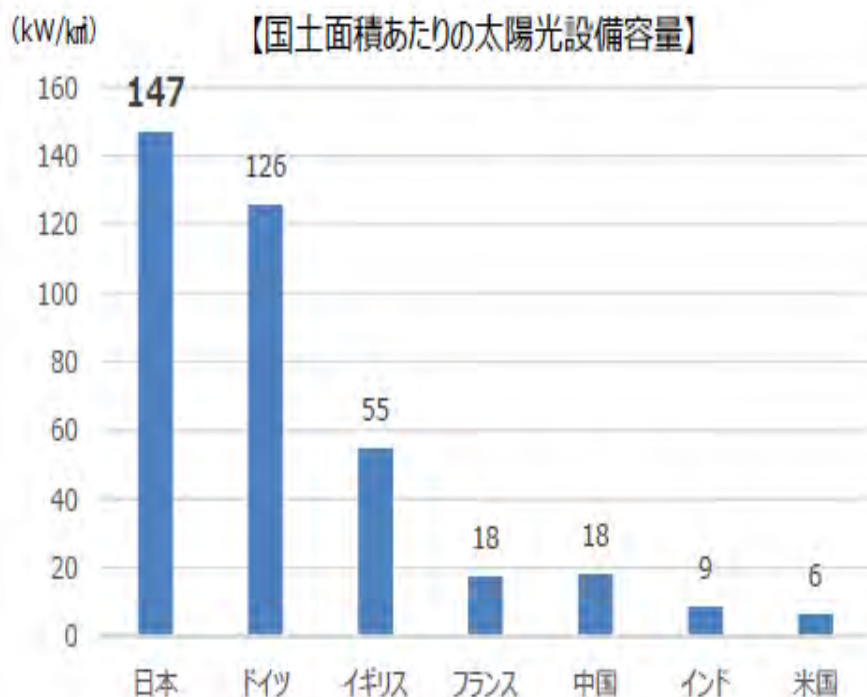
(単位:GW) 各国の太陽光発電導入容量 (2018年実績)



出典: Renewables 2019 (IEA) より資源エネルギー庁作成

面積当たり太陽光発電導入量は既に世界一

- ◆ 国土面積が狭隘で平地面積も限られた日本の面積当たり太陽光発電導入量は既に世界一
- ◆ 今後、日照条件の悪い場所に設置されれば、コストアップ要因に。
- ◆ 太陽光パネルのコストは低下しても工事費は下げ止まり。土地造成費、接続費は太陽光のシェア増大に伴って上昇。
- ◆ 自然環境保全を目的に再エネ発電設備を抑制する条例を制定する自治体が2016年度～20年度にかけて5倍超に拡大（全国自治体の1割強）



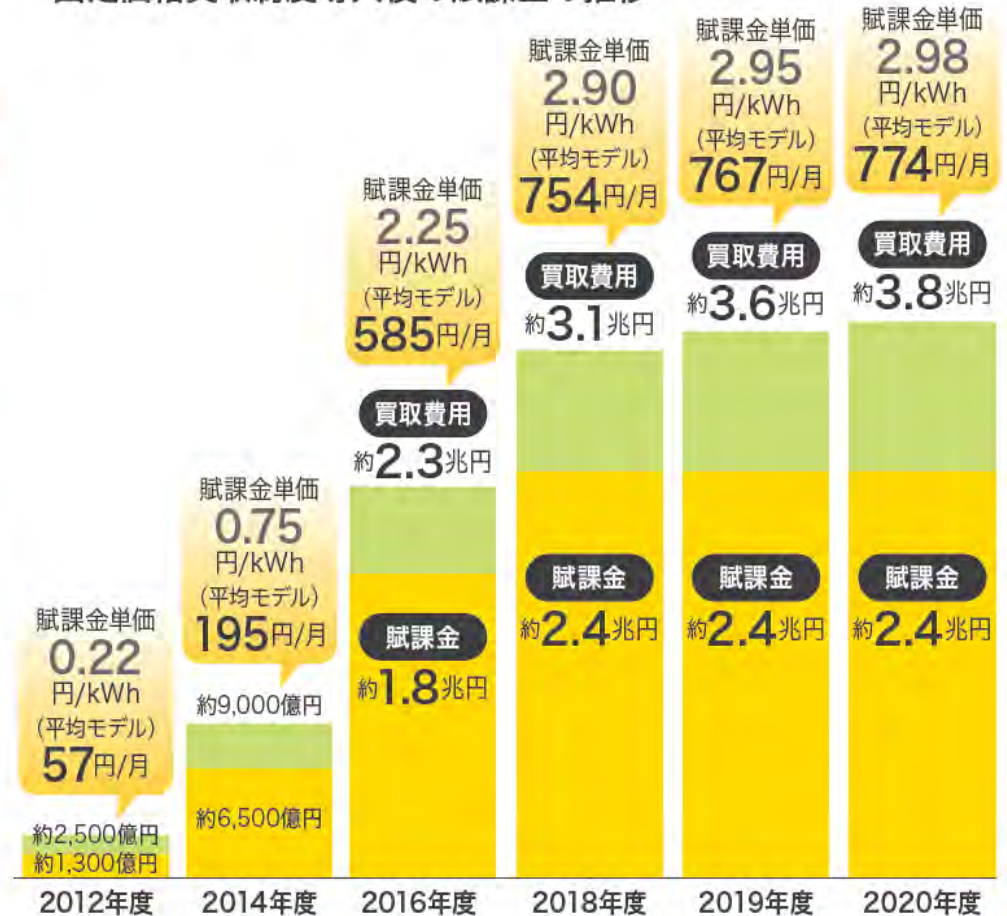
再エネ設備導入状況とコスト負担

再エネの設備容量の推移
(大規模水力は除く)



出典：JPEA出荷統計、NEDOの風力発電設備実績統計、包蔵水力調査、地熱発電の現状と動向、RPS制度・固定価格買取制度認定実績などにより資源エネルギー庁作成

固定価格買取制度導入後の賦課金の推移



2030年の再エネ買取総額は政府目標を超過する勢い

◆ FIT既認定案件が全て稼働した場合、2030年の再エネ比率は25%、買取総額は4.9兆円と政府目標を大幅に超過する勢い

	現状 (2019年度)		エネルギーミックス		未稼働 導入ケース①	未稼働 導入ケース②	(参考) 未稼働 導入ケース③
	再エネ 全体	太陽光	風力	地熱	水力	バイオ	買取総額
再エネ 全体	18% (1,853億kWh)	22~24% (12,989~13,214万kW 2,366~2,515億kWh)			22% 2,330億kWh	24% 2,510億kWh	25% 2,700億kWh
太陽光	6.7% (5,020万kW 690億kWh)	7% (6,400万kW 749億kWh)			8.1% 6,960万kW 870億kWh	8.7% 7,480万kW 930億kWh	9.3% 8,000万kW 1,000億kWh
風力	0.7% (370万kW 77億kWh)	1.7% (1,000万kW 182億kWh)			1.5% 820万kW 160億kWh	1.8% 1,010万kW 200億kWh	2.2% 1,190万kW 230億kWh
地熱	0.3% (60万kW 28億kWh)	1.0~1.1% (140~155万kW 102~113億kWh)			0.3% 60万kW 30億kWh	0.3% 60万kW 30億kWh	0.3% 60万kW 30億kWh
水力	7.7% (796億kWh)	8.8~9.2% (4,847~4,931万kW 939~981億kWh)			7.8% 830億kWh	7.8% 830億kWh	7.8% 830億kWh
バイオ	2.6% (400万kW 262億kWh)	3.7~4.6% (602~728万kW 394~490億kWh)			4.2% 760万kW 450億kWh	5.0% 910万kW 530億kWh	5.8% 1,050万kW 610億kWh
買取総額	3.1兆円	3.7~4兆円			3.9兆円	4.4兆円	4.9兆円

①太陽光・風力・バイオマス50%、
中小水力・地熱100%が運開と想定
②太陽光・風力・バイオマス75%、
中小水力・地熱100%の運開と想定

③全ての電源が100%の運開と想定

※ 未稼働導入ケースで示す比率は、総発電電力量を10,650億kWhと想定。

※※ 試算については、一の位を四捨五入した値を記載。四捨五入により合計が合わない場合がある。

※※※ 事業用太陽光発電の未稼働案件に対する措置の結果（運転開始が期待されるものは件数ベースで約50%、容量ベースで約75%）等を踏まえ、事業用太陽光発電、風力発電、バイオマス発電は、当該割合を仮定。地熱発電と中小水力発電は、資源調査等を行った上で認定を受けることが一般的であることから100%運開すると仮定。

菅総理の2050年カーボンニュートラル宣言（10/26）



- 成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力
- 我が国は、2050年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言
- もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではなく、積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらす、大きな成長につながるという発想の転換が必要
- 鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルをはじめとした革新的なイノベーションであり、実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進
- 規制改革などの政策を総動員し、グリーン投資の更なる普及を進め、脱炭素社会の実現に向けて、国と地方で検討を行う新たな場を創設。
- 省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(1)

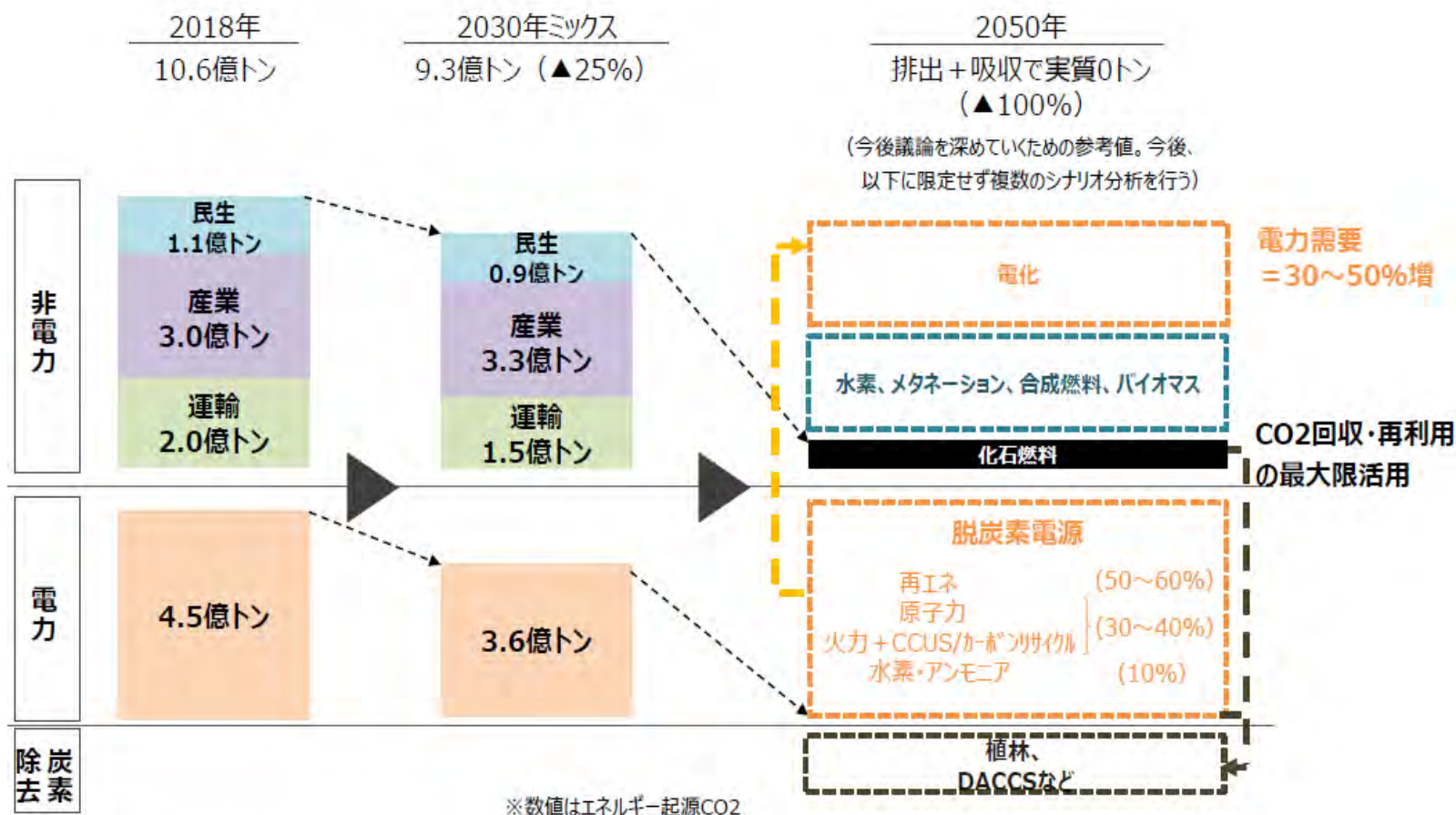
- 温暖化対応を経済成長の制約やコストとするのではなく、成長の機会ととらえる時代。
- 経済と環境の好循環を作っていく産業政策＝グリーン成長戦略
- 国として具体的な見通しを示し、高い目標を掲げて民間企業が挑戦しやすい環境を整備
- ➔ 成長が期待される分野を見出すため、2050年カーボンニュートラルを実現するためのエネルギー政策、エネルギー需給の見通しを参考値として示す
- ➔ 成長が期待される14分野の産業について高い目標を設定し、政策を総動員
- 電力分野の脱炭素化は大前提
- ◆ 再エネ：最大限導入。系統整備、コスト低減、周辺環境との調和、蓄電池活用
 - ➔ 洋上風力、蓄電池産業を成長分野に
- ◆ 水素発電：選択肢として最大限追求。供給量、需要量の拡大、インフラ整備、コスト低減➔水素産業を創出
- ◆ 火力＋CCS：選択肢として最大限追求。技術確立、適地開発、コスト低減
 - ➔ 火力は必要最小限必要（特にアジア）
 - ➔ カーボンリサイクル、燃料アンモニア産業を創出
- ◆ 原子力：確立した技術。安全性向上、再稼働、次世代炉
 - ➔ 可能な限り依存度を低減しつつ、引き続き最大限活用
 - ➔ 安全性に優れた次世代炉開発

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2)

- 電力分野以外は電化、熱需要には水素化、CO2回収で対応
 - ➔ 電力需要は増大（産業、運輸、家庭部門の電化により、現状より30～50%増加） ➔ 省エネ関連産業を成長分野に
- 産業では水素還元製鉄等、製造プロセス変革、運輸部門では電動化、バイオ燃料、水素燃料、業務・家庭では電化、水素化、蓄電池
 - ➔ 水素産業、自動車・蓄電池産業、運輸関連産業、住宅産業を成長分野に
- グリーン成長を支えるのは強靱なデジタルインフラ ➔ 半導体、情報通信産業を成長分野に
- ◆ 電力：スマートグリッド（系統運用）、太陽・風力の需給調整、インフラ保守・点検
- ◆ 輸送：自動運行（車、ドローン、航空機、鉄道）
- ◆ 工場：製造自動化（FA、ロボット）
- ◆ 業務・家庭：スマートハウス（再エネ＋蓄電）、サービスロボット
- ➔ 全ての分野で技術開発→社会実装→量産投資によるコスト低減
- ➔ 戦略により2030年で年額90兆円、2050年で年額190兆円程度の経済効果（注：機械的計算。コスト増による負の影響は算定されていない）
- このため、10年間2兆円のグリーンイノベーション基金、投資促進税制、研究開発促進税制、規制制度改革、規格・標準化、民間の資金調達円滑化等の政策を総動員

2050年カーボンニュートラルのイメージ

- ◆ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略には参考値とはいえ、再エネ50-60%や洋上風力2030年10GW、2040年35-40GWといった数値目標が含まれており、2030年ミックスに影響を与える可能性。



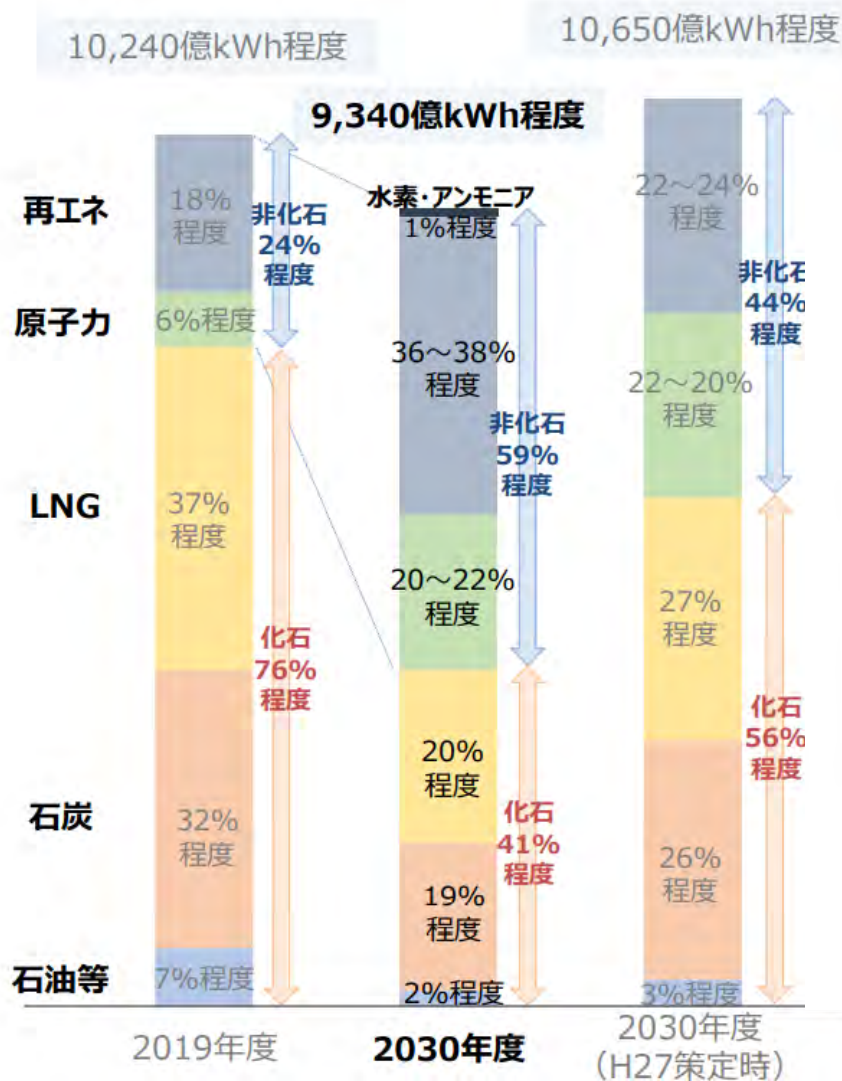
今後、エネルギー基本計画改定に向け、上記に限定せず、更に複数のシナリオ分析を行い、議論を深化

米国主催気候サミット（4月22日）

地球規模の課題の解決に、わが国としても大きく踏み出します。2050年カーボンニュートラルと統合的で、野心的な目標として、わが国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指します。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けてまいります。



第6次エネルギー基本計画（2021年10月）



[億kWh]	発電電力量	電源構成
石油等	190	2%
石炭	1,780	19%
LNG	1,870	20%
原子力	1,880~2,060	20~22%
再エネ	3,360~3,530	36~38%
水素・アンモニア	90	1%
合計	9,340	100%

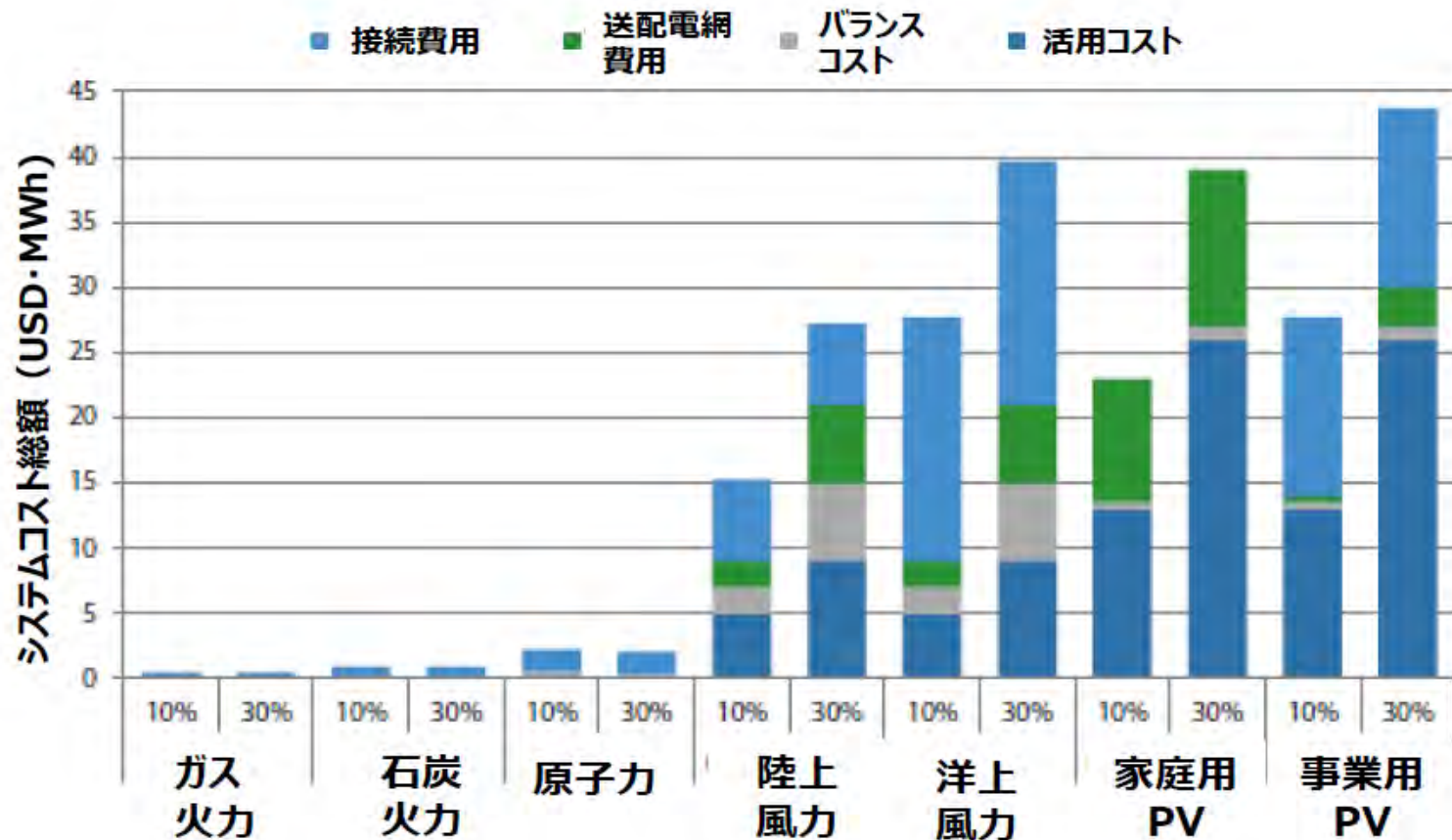
※数値は概数であり、合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある

[億kWh]	発電電力量	電源構成
太陽光	1,290~1,460	14%~16%
風力	510	5%
地熱	110	1%
水力	980	11%
バイオマス	470	5%

※数値は概数。

変動性再エネのシェア拡大に伴いシステムコストは増大

- ◆ 変動性再エネのコストは低下傾向にあるが、総発電量に占めるシェアの拡大に伴い、接続コスト（電源を送電網に接続するためのコスト）、送配電網コスト（増強）、バランスコスト（変動性再エネの不確実性に備えるためのコスト）、活用コスト（需要と無関係に発電する再エネを受け入れるための調整用電源の利用率低下等のコストアップ等）が増大



再エネ導入コストは発電コスト+システムコスト

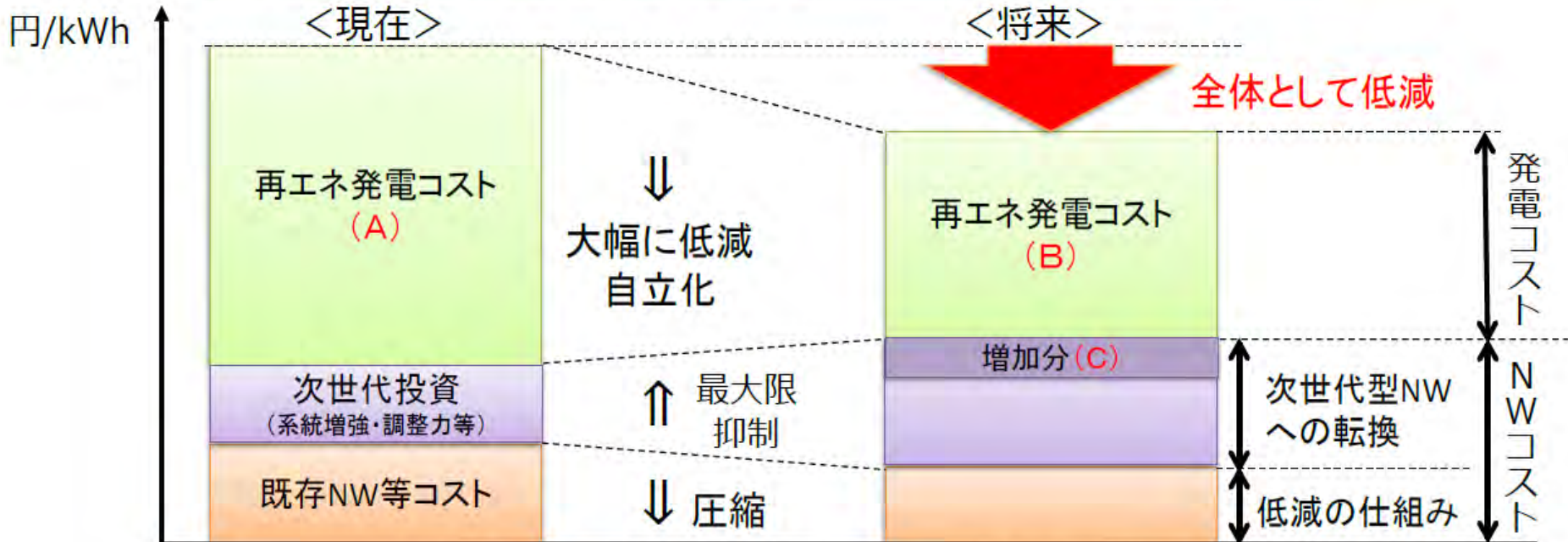
1. 既存NW等コストの
徹底削減

2. 次世代投資の確保
(系統増強・調整力等)

3. 発電側もNWコスト
最小化を追求する
仕組み

- 再エネ大量導入を実現する次世代NWへの転換
- 「発電+NW」の合計でみた再エネ導入コストの最小化

再エネ導入コスト： A (現在) > B + C (将来)



※日本版コネクト&マネージ等により、必要となるNW投資量を低減させることも必要