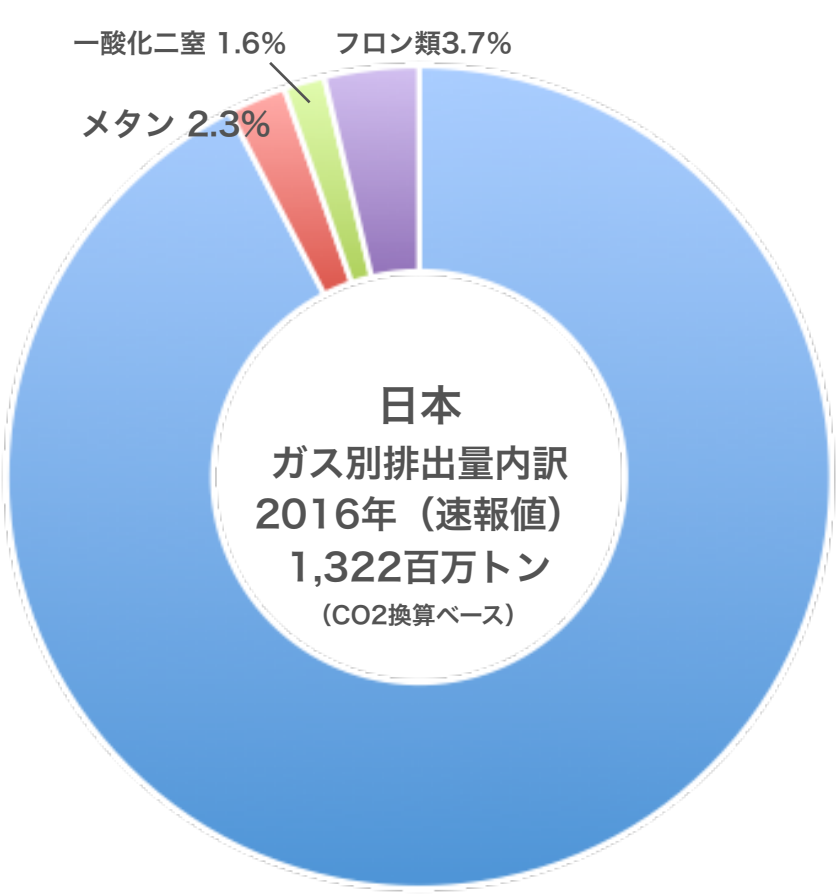
外務省　気候変動に関する有識者会合 エネルギーに関する提言
「気候変動対策で世界を先導する新しいエネルギー外交の推進を」
資料集

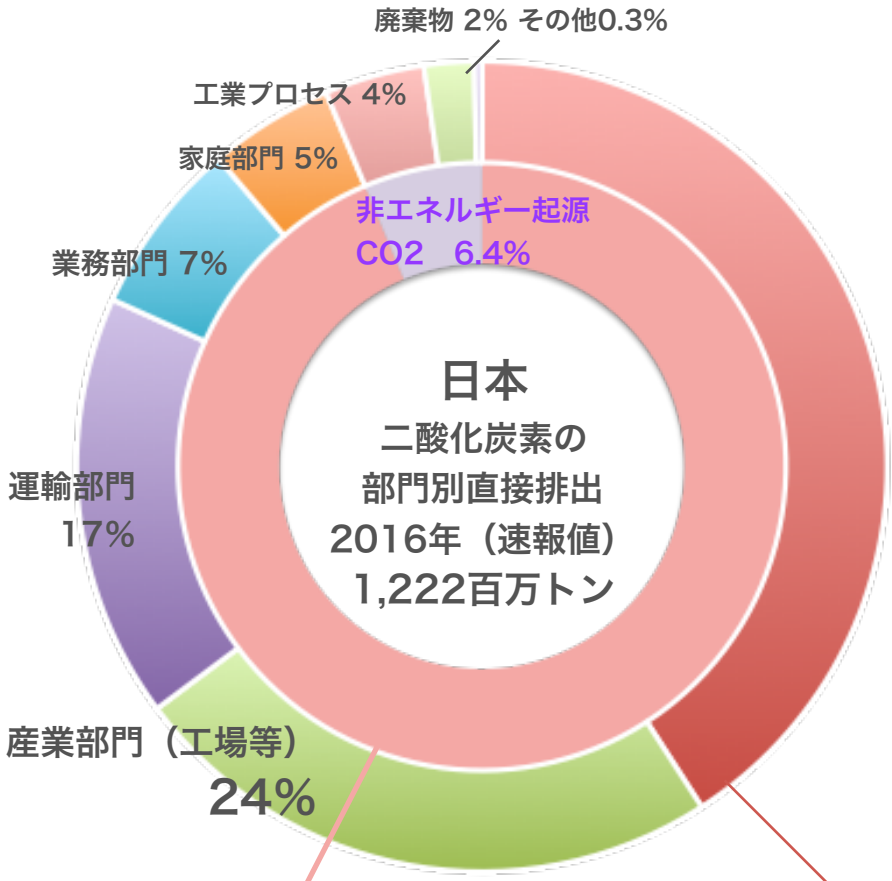
2018年2月

日本の温室効果ガス排出と二酸化炭素の占める割合およびエネルギー起源CO2



二酸化炭素（CO2）
92.4%

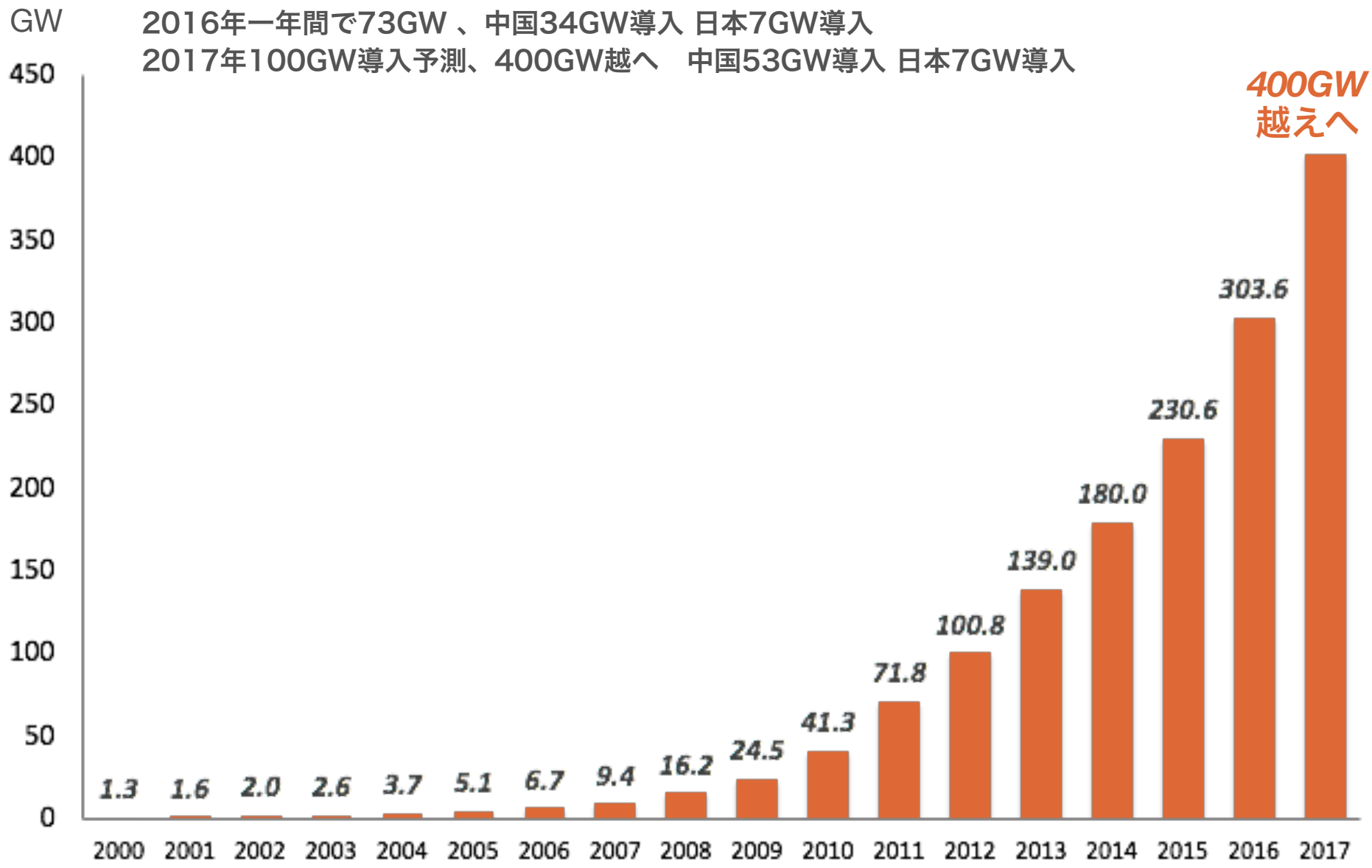
エネルギー起源CO2　86.5%
非エネルギー起源CO2　5.9%



エネルギー起源CO2
93.6%

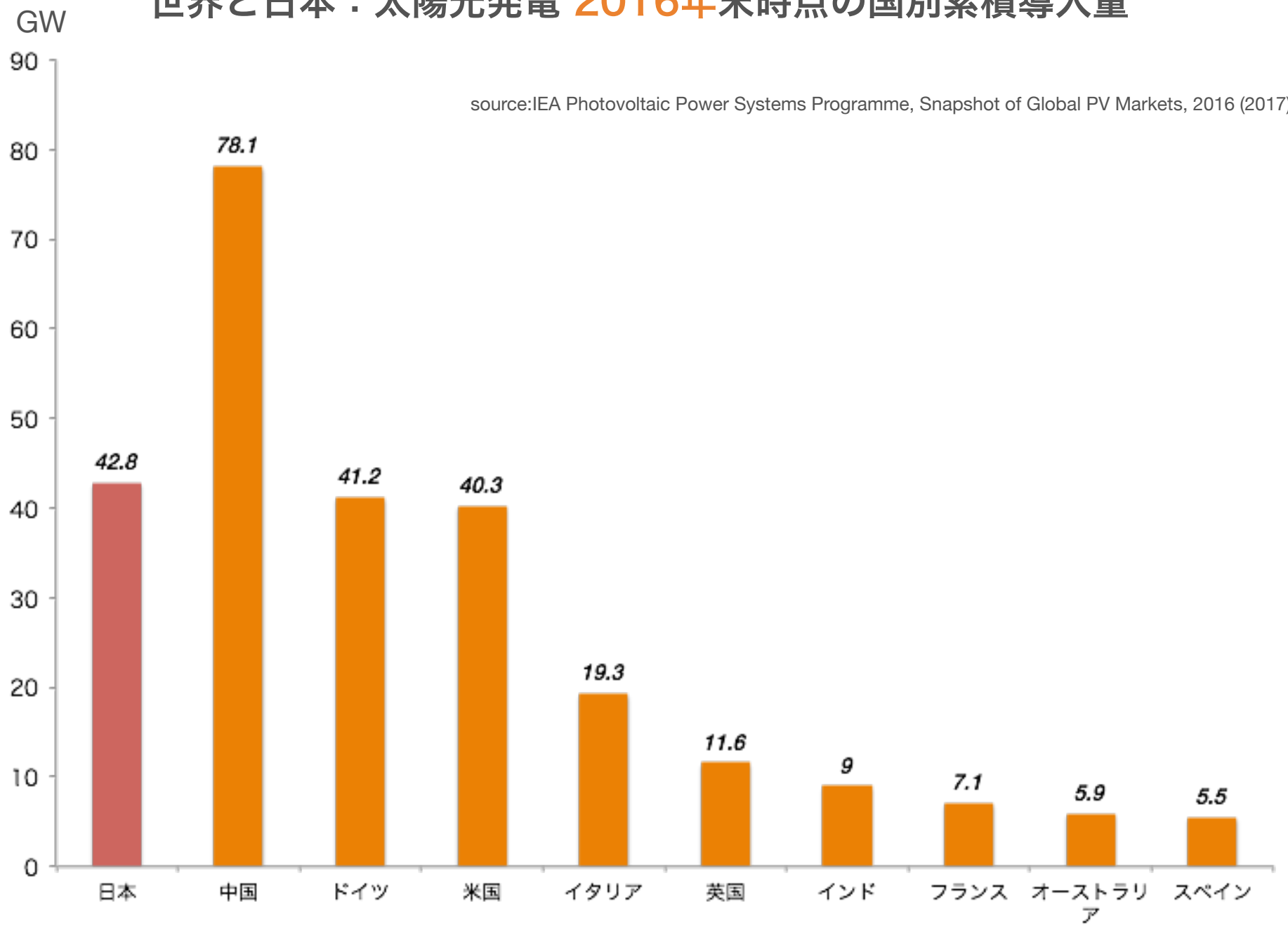
source:日本：環境省（2017）2016年度の温室効果ガス排出量速報値

世界的な太陽光発電の伸び



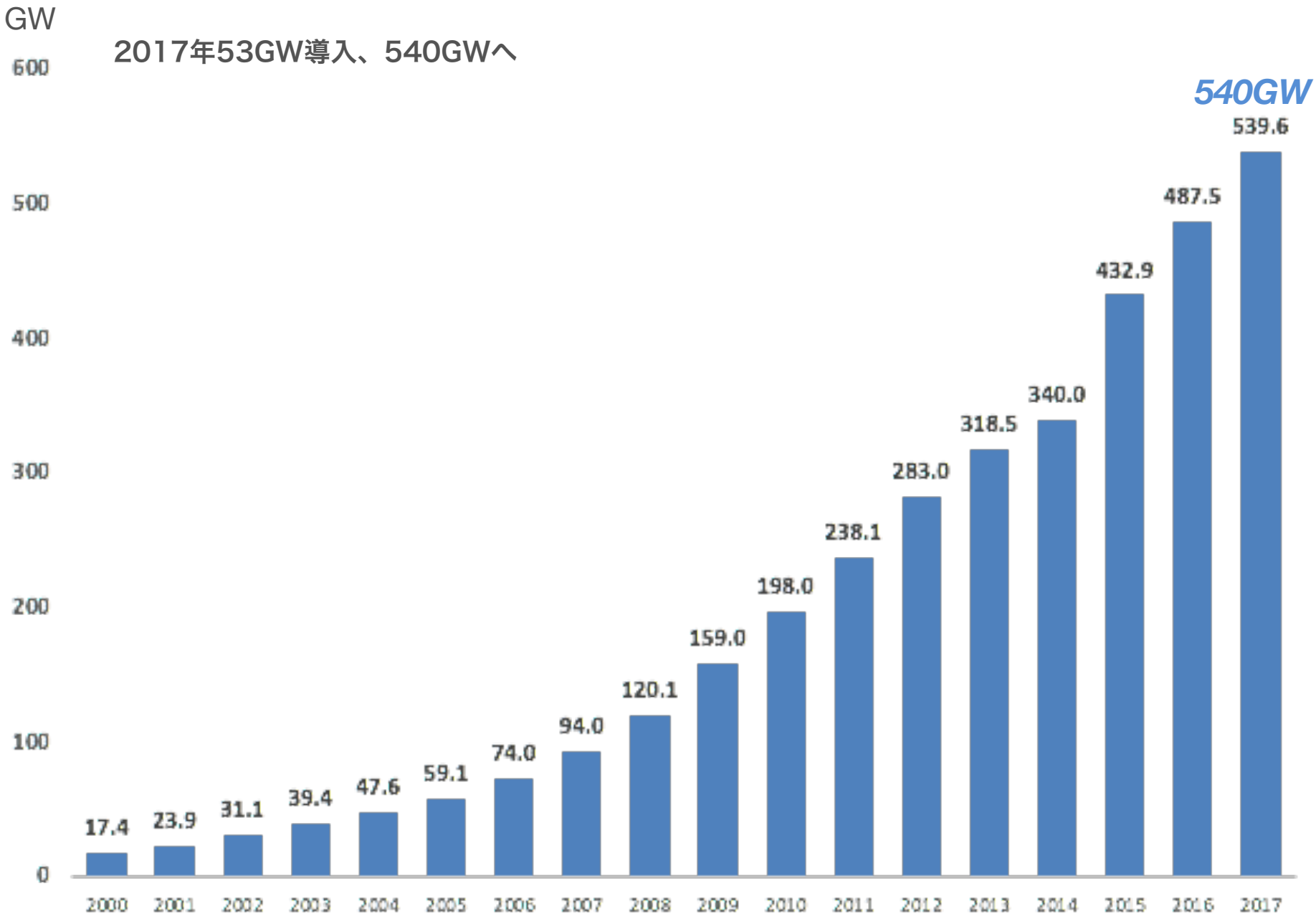
source: BP Statical Review of World Energy 2017、GTM Research、RTSより作成

世界と日本：太陽光発電 2016年末時点の国別累積導入量



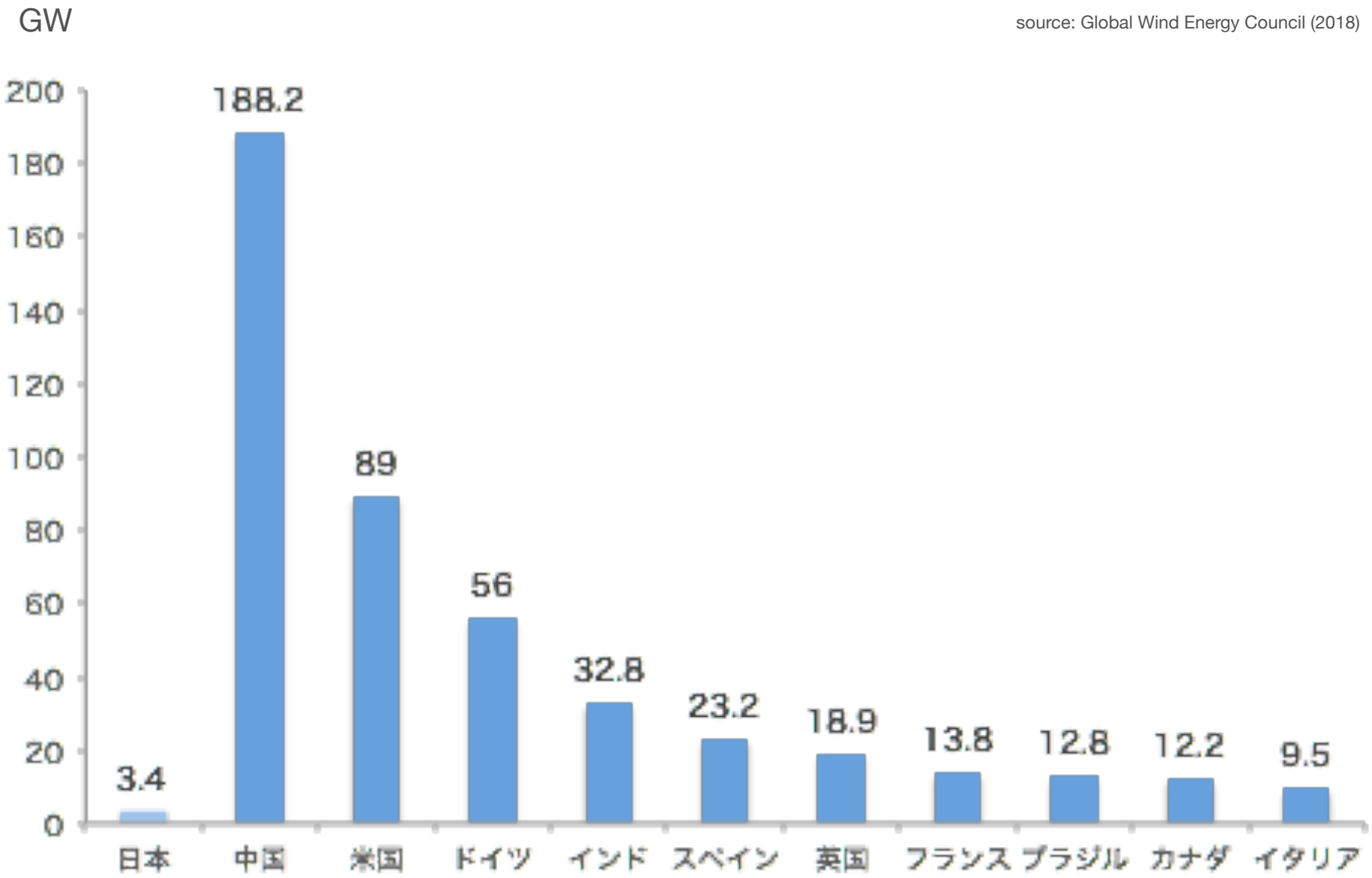
source:IEA Photovoltaic Power Systems Programme, Snapshot of Global PV Markets, 2016 (2017).

世界的な風力発電の伸び

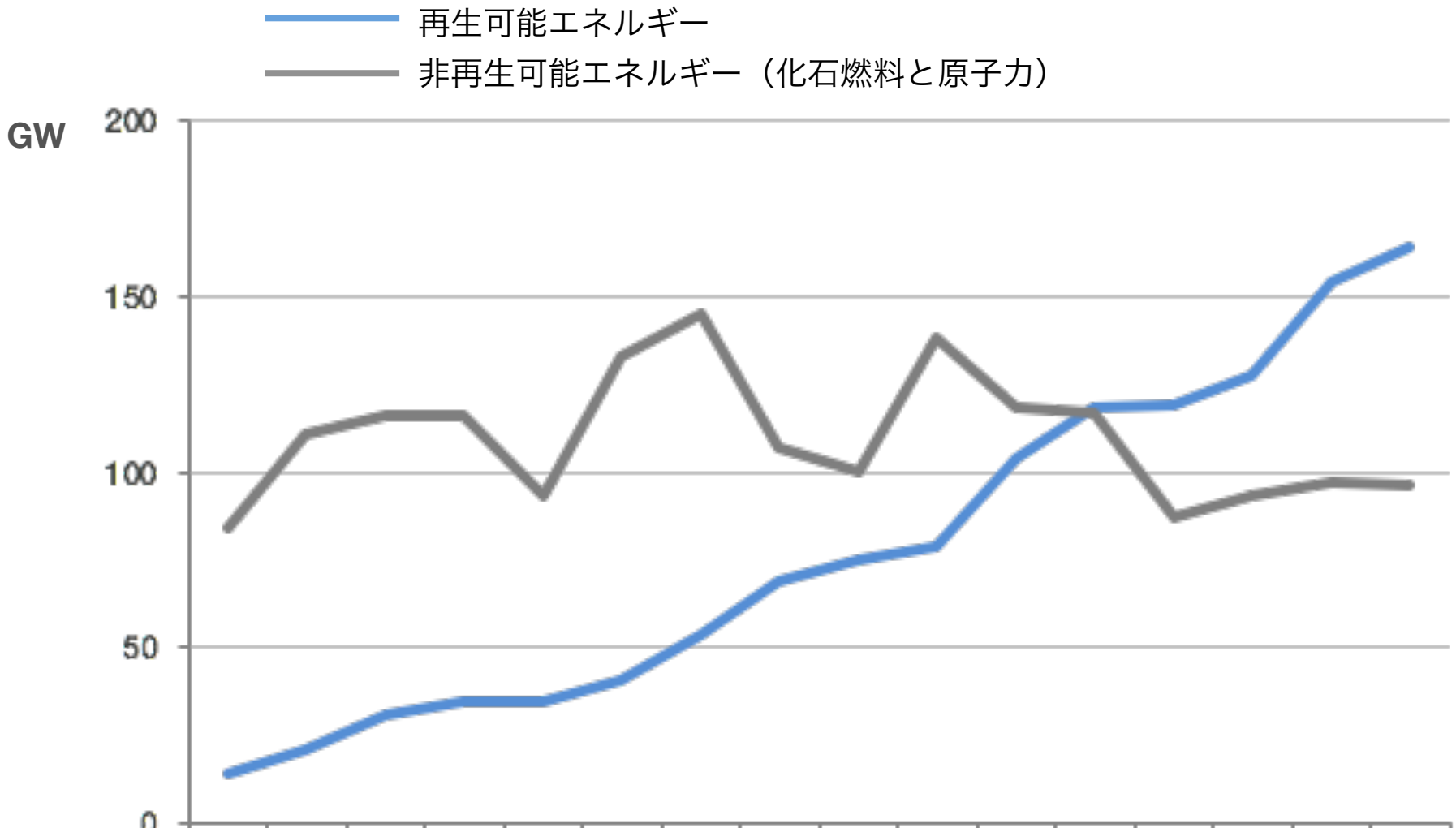


source: Global Wind Energy Council (2018)

世界と日本：風力発電 2017年末時点の国別累積導入量



世界的な再生可能エネルギーと非再生可能エネルギーの年間導入容量

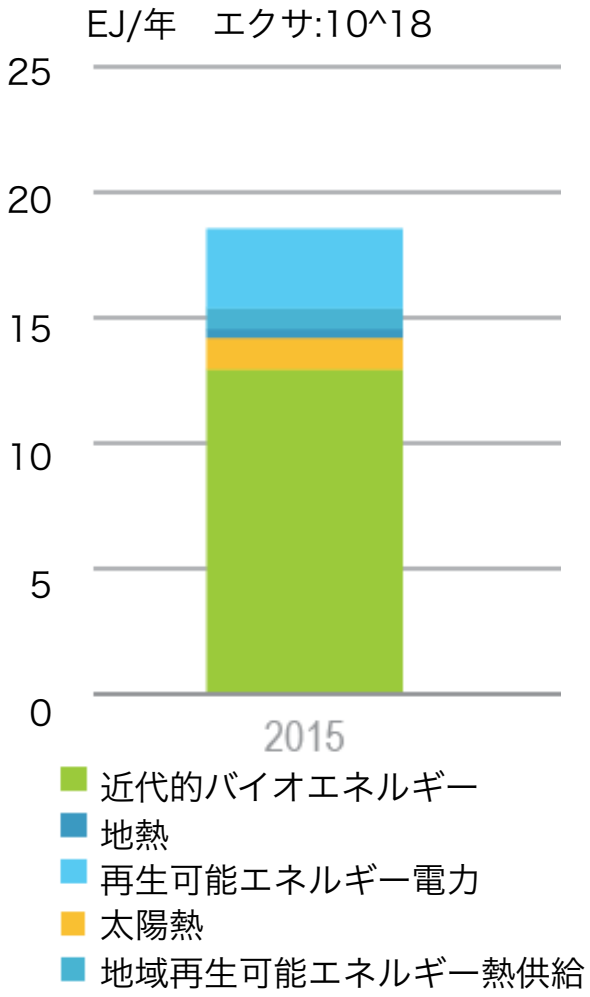


	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
再生可能エネルギー	14	21	31	35	35	41	54	69	75	79	104	118	119	127	154	164
非再生可能エネルギー	84	111	116	116	93	133	145	107	100	138	118	117	87	93	97	96

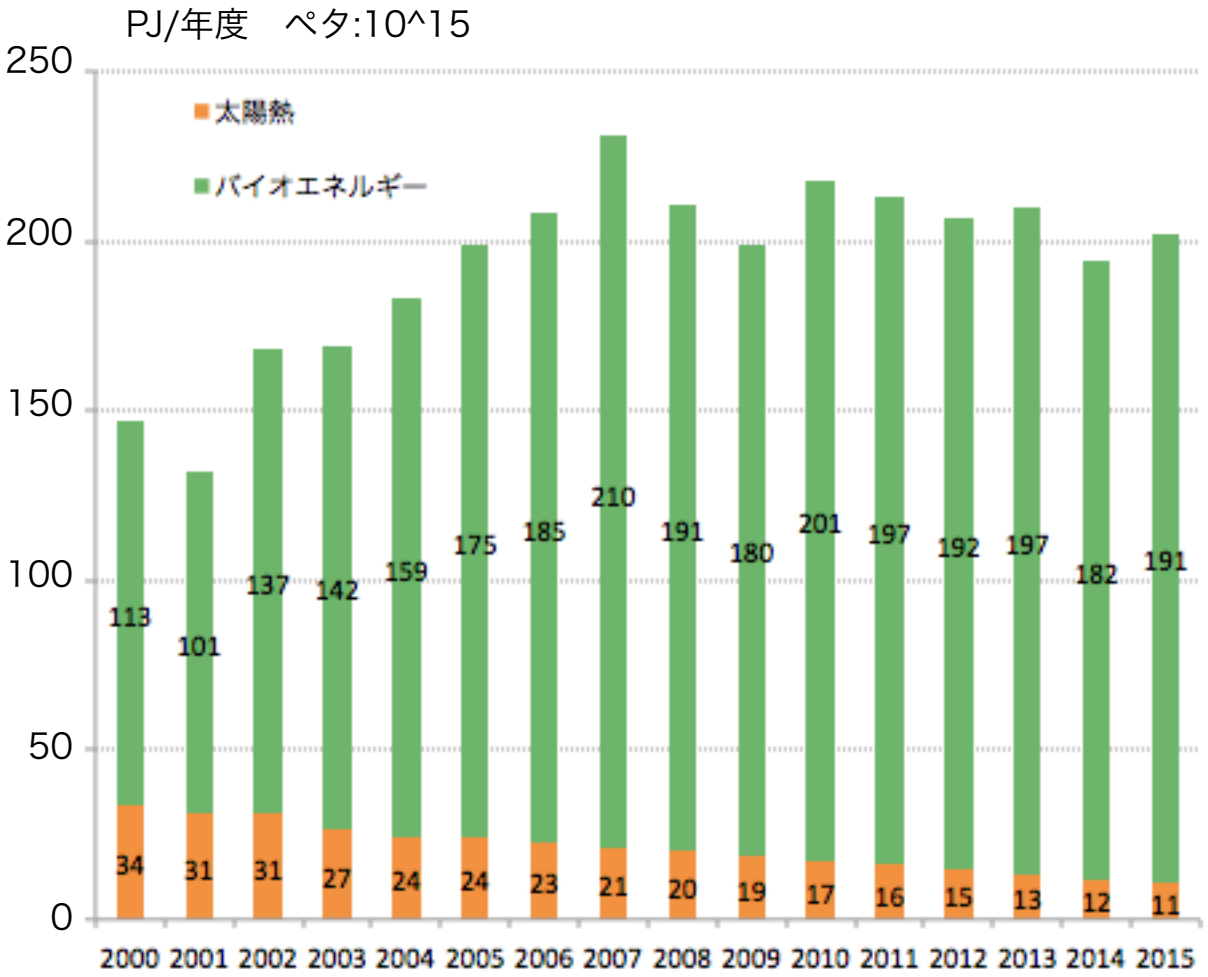
source: IRENA (2017), REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation, REN21 (2017) Global Status Report 2017, World Nuclear Association

世界と日本：再生可能エネルギー熱利用

世界



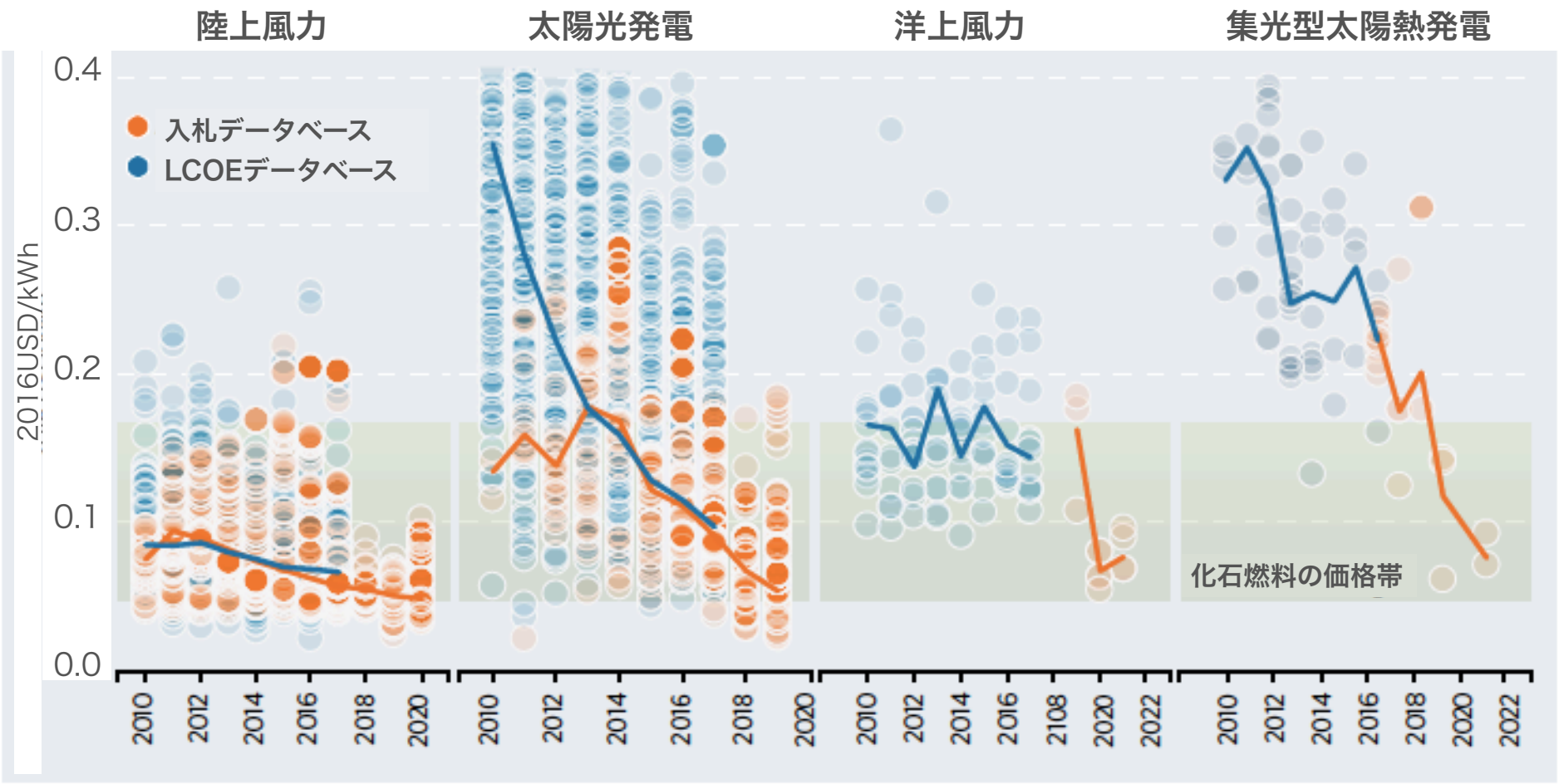
日本



source:IEA (2017), Renewable 2017, 経済産業省資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(参照：2017/11/22)

自然エネルギーのコスト低下：すでに化石燃料に対する競争力がある

プロジェクト別均等化発電原価（LCOE）と国際加重平均価格（AWV）
2010年から2022年　陸上風力、太陽光発電、洋上風力、集光型太陽熱発電



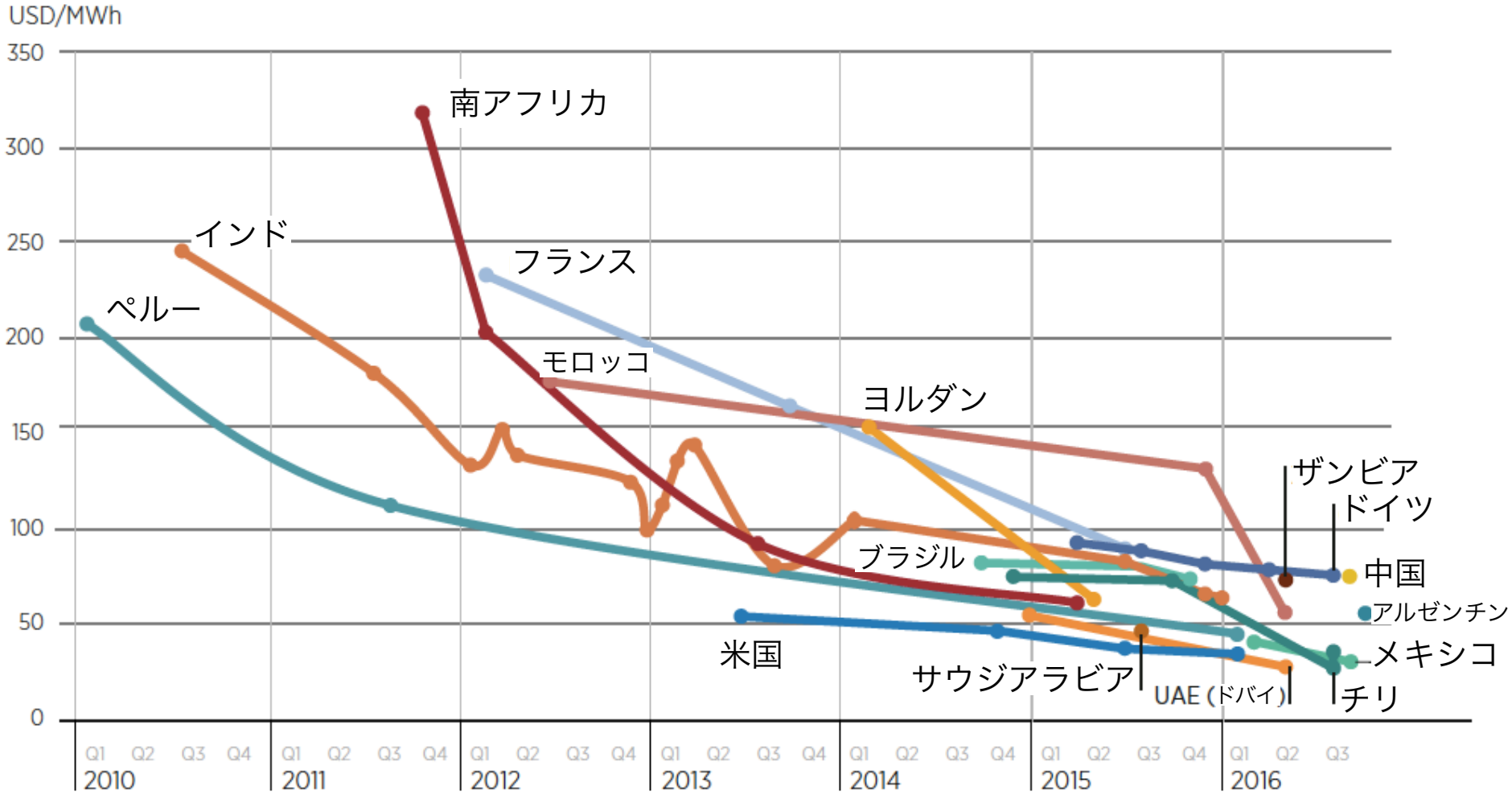
それぞれの○は個別のプロジェクトやシングルプライスオークション入札の結果を表している。円の中心はY軸にあるそれぞれのプロジェクトの価格。太い線は、年毎の国際加重平均価格、あるいは入札価格を表している。LCOE（均等化発電原価）データについて、OECD諸国と中国の実質加重平均資本コストは7.5%、その他の国は10%である。灰色の帯は火力発電の価格帯を表している。

Source: IRENA (2018), Renewable Power Generation Cost in 2017

大規模太陽光発電の入札価格低下

大規模太陽光発電（utility scale solar）入札価格の急落

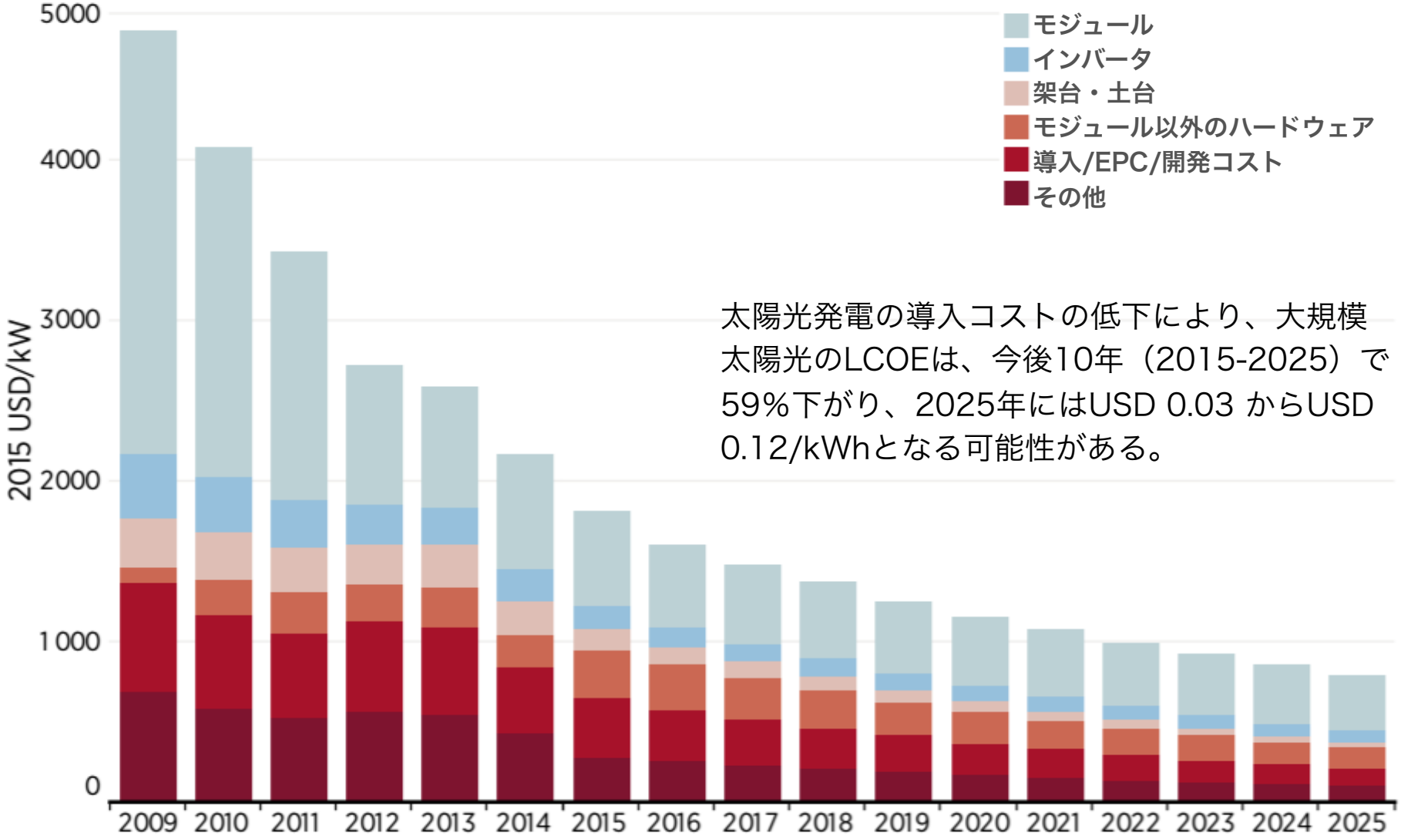
近年キロワットアワーあたり２米セント以下がでている



source: IRENA (2017), REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation

2025年までの太陽光コストの低下予測

太陽光発電コストは2015年から2025年の間に59%低下

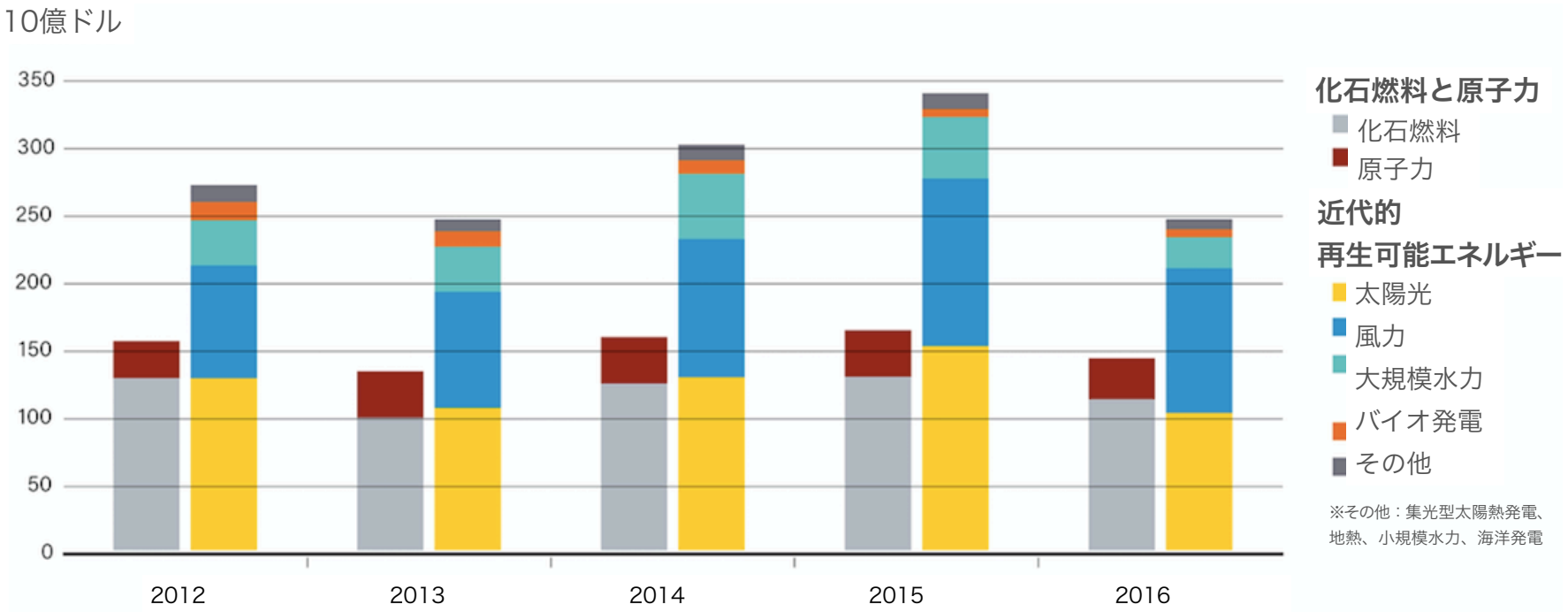


太陽光発電の導入コストの低下により、大規模太陽光のLCOEは、今後10年（2015-2025）で59%下がり、2025年にはUSD 0.03 からUSD 0.12/kWhとなる可能性がある。

source:IRENA (2016), The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025

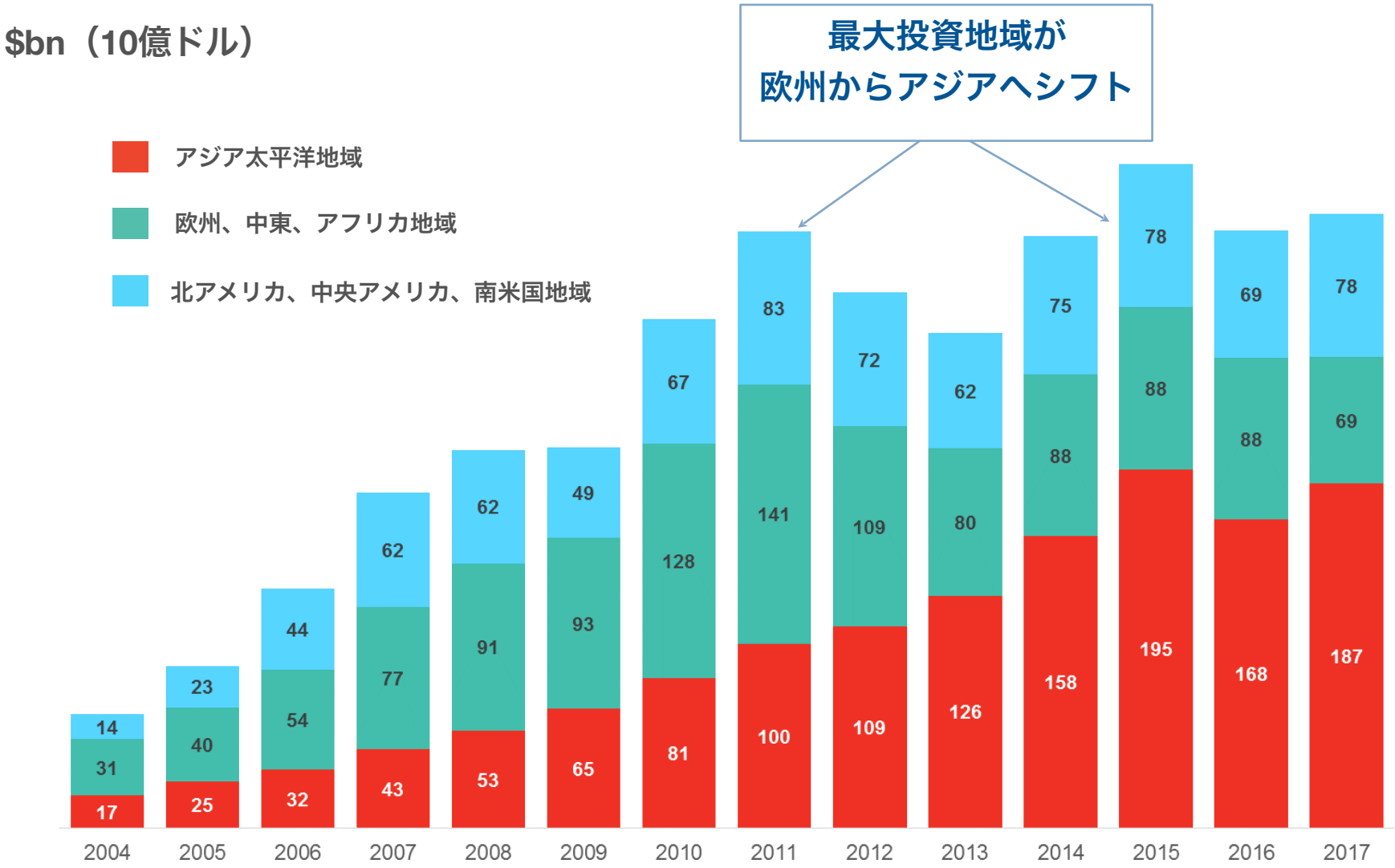
2012-2016年 世界における資源別発電容量への投資状況

再生可能エネルギー、化石燃料、原子力



source: Bloomberg New Energy Finance 2017

世界におけるクリーンエネルギー新規投資額 地域別2004-2017



Version WF18.01
All values nominal

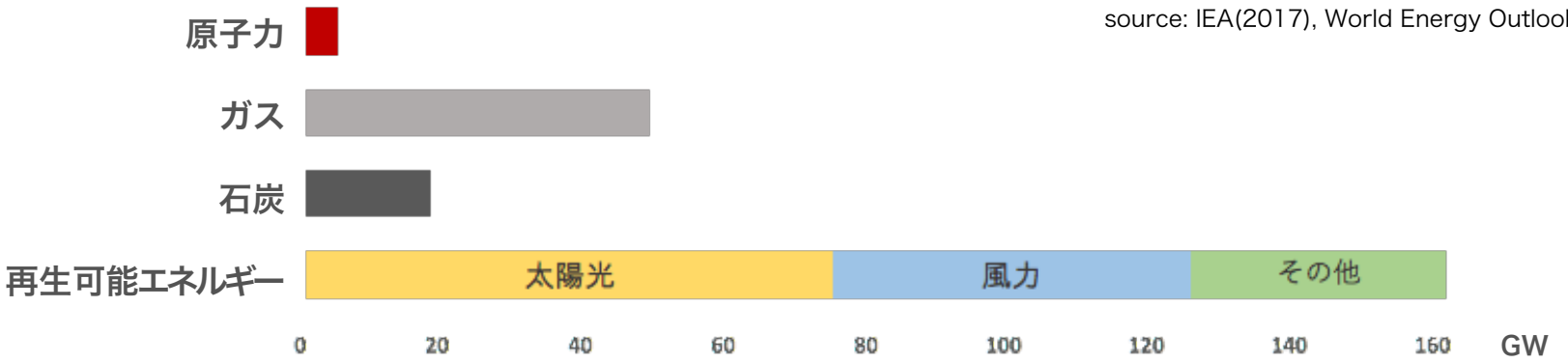
Source:
Bloomberg New Energy Finance

source:Bloomberg New Energy Finance, 2017

2040年の発電容量拡大予測

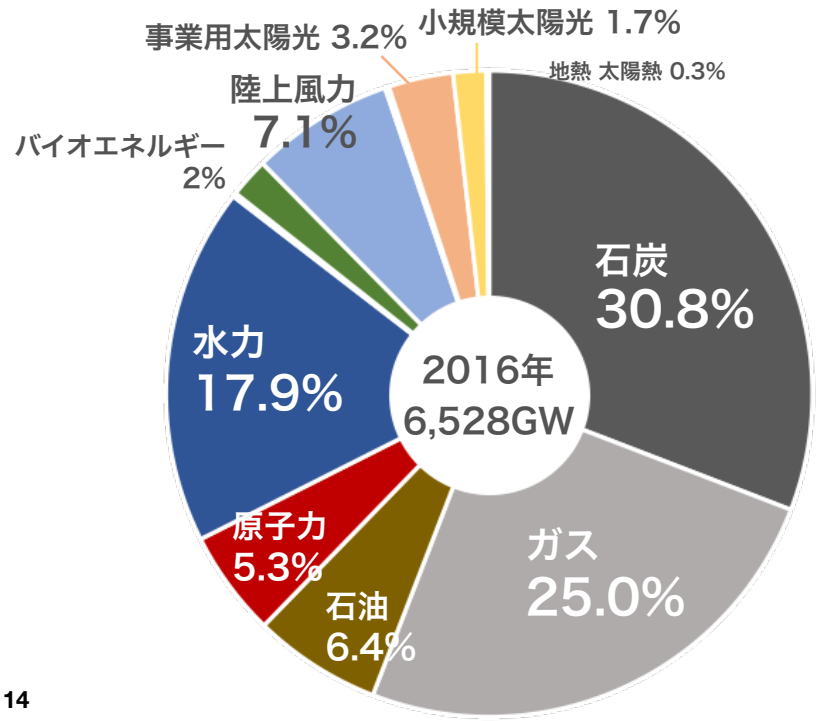
◎IEA：2017–2040年の発電容量増加予測　再生可能エネルギーが拡大する

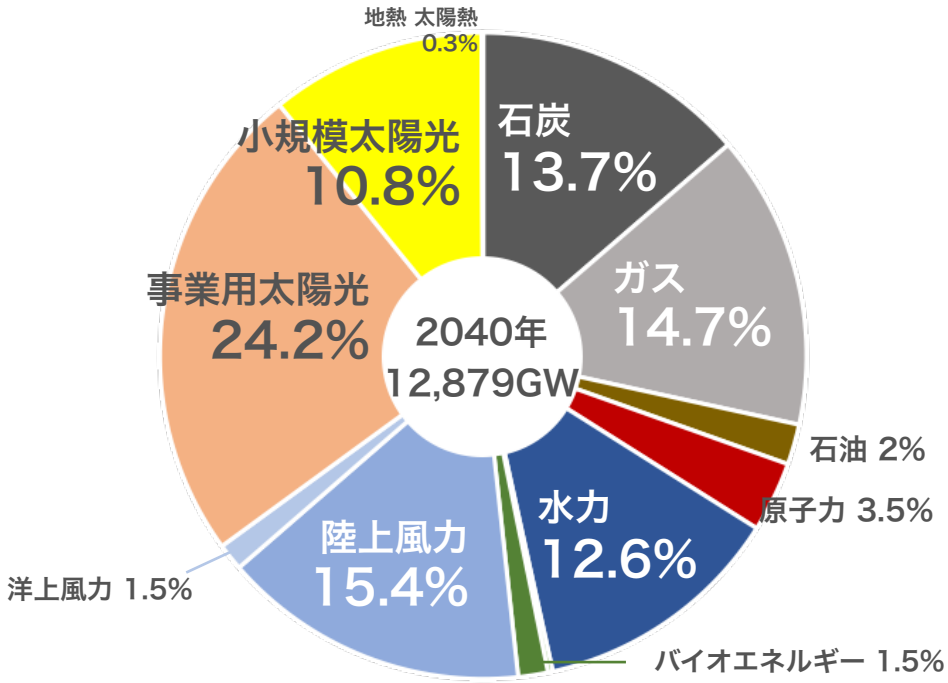
source: IEA(2017), World Energy Outlook 2017



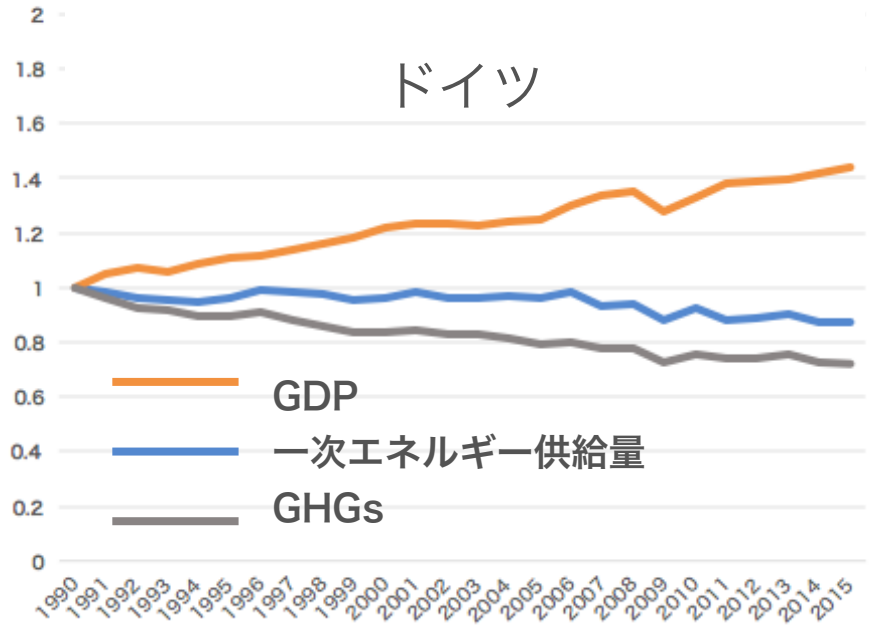
◎ブルームバーグ：2040年 再生可能エネルギーが電源構成の主役となる

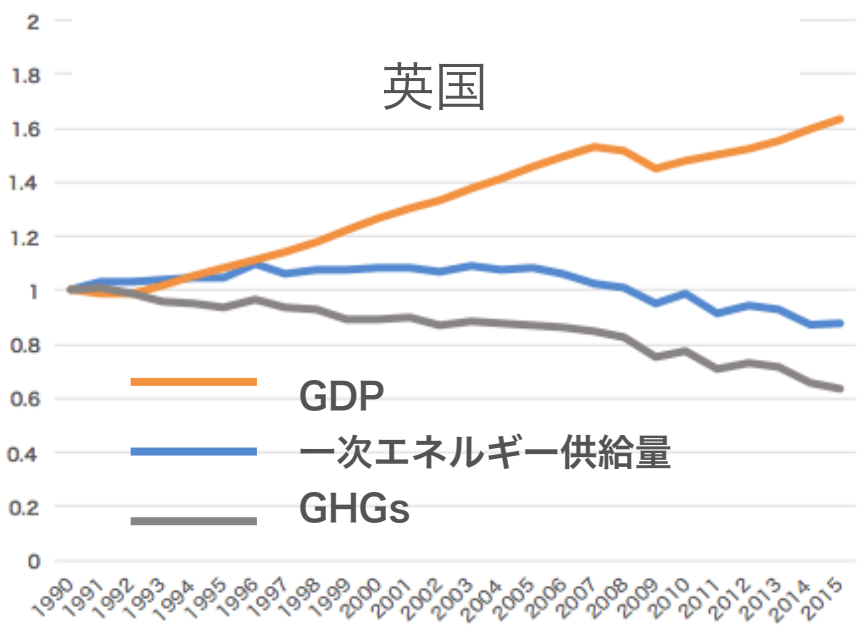
source: Bloomberg(2017), NEO

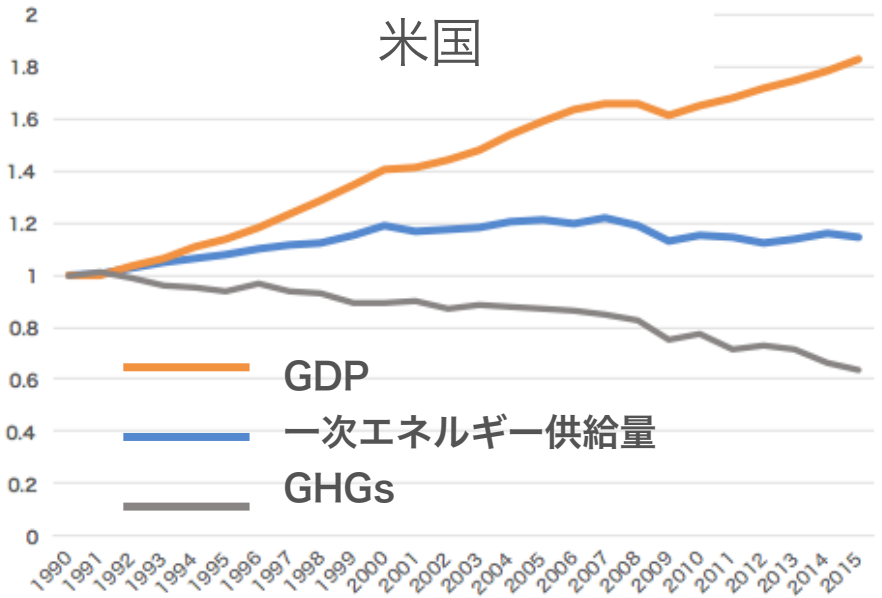


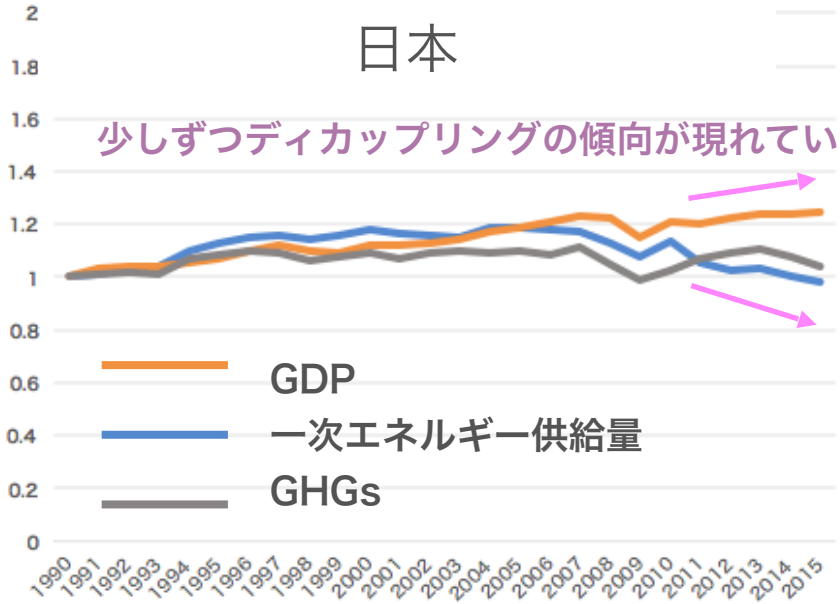


世界の「デカップリング」の状況





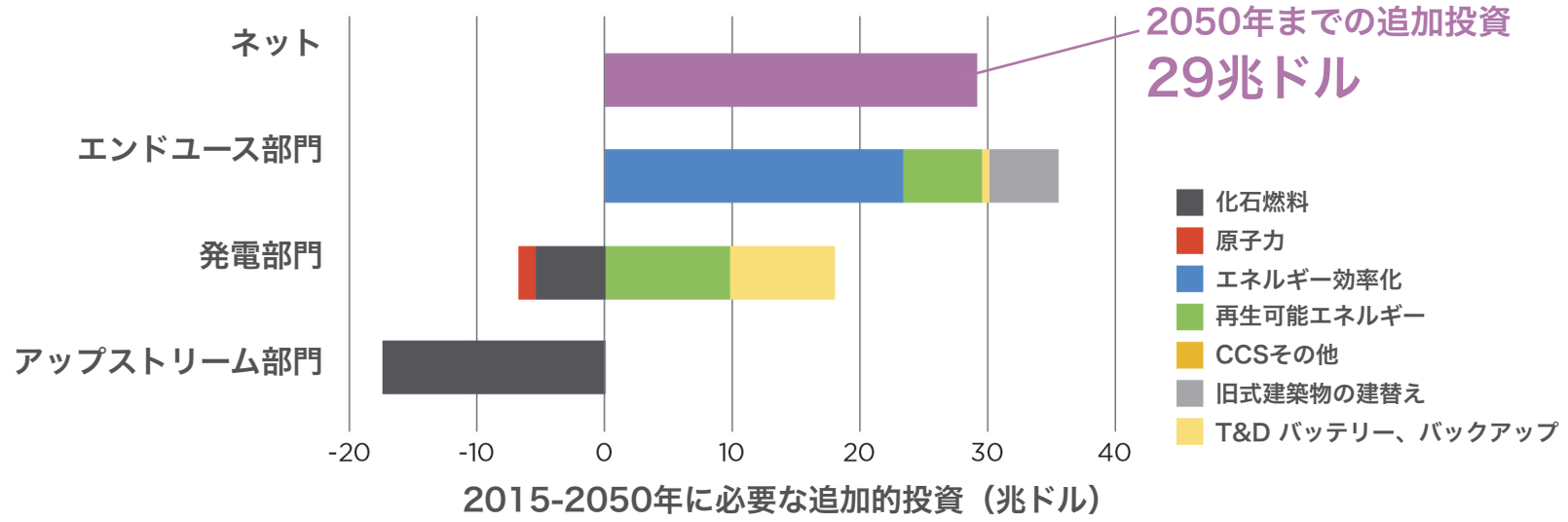


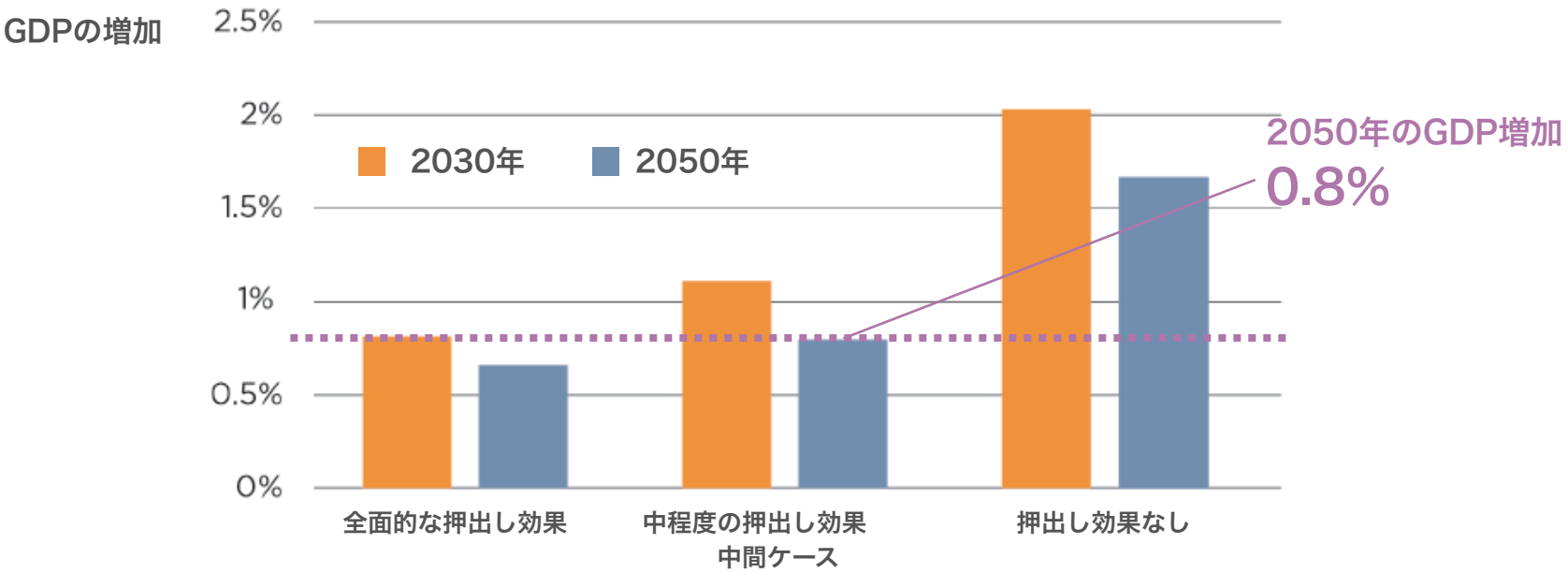


Source: 一次エネルギー供給量・GDP：OECD/IEA（2017） CO2 emission from fuel combustion, GHG：各国温室効果ガス排出インベントリ

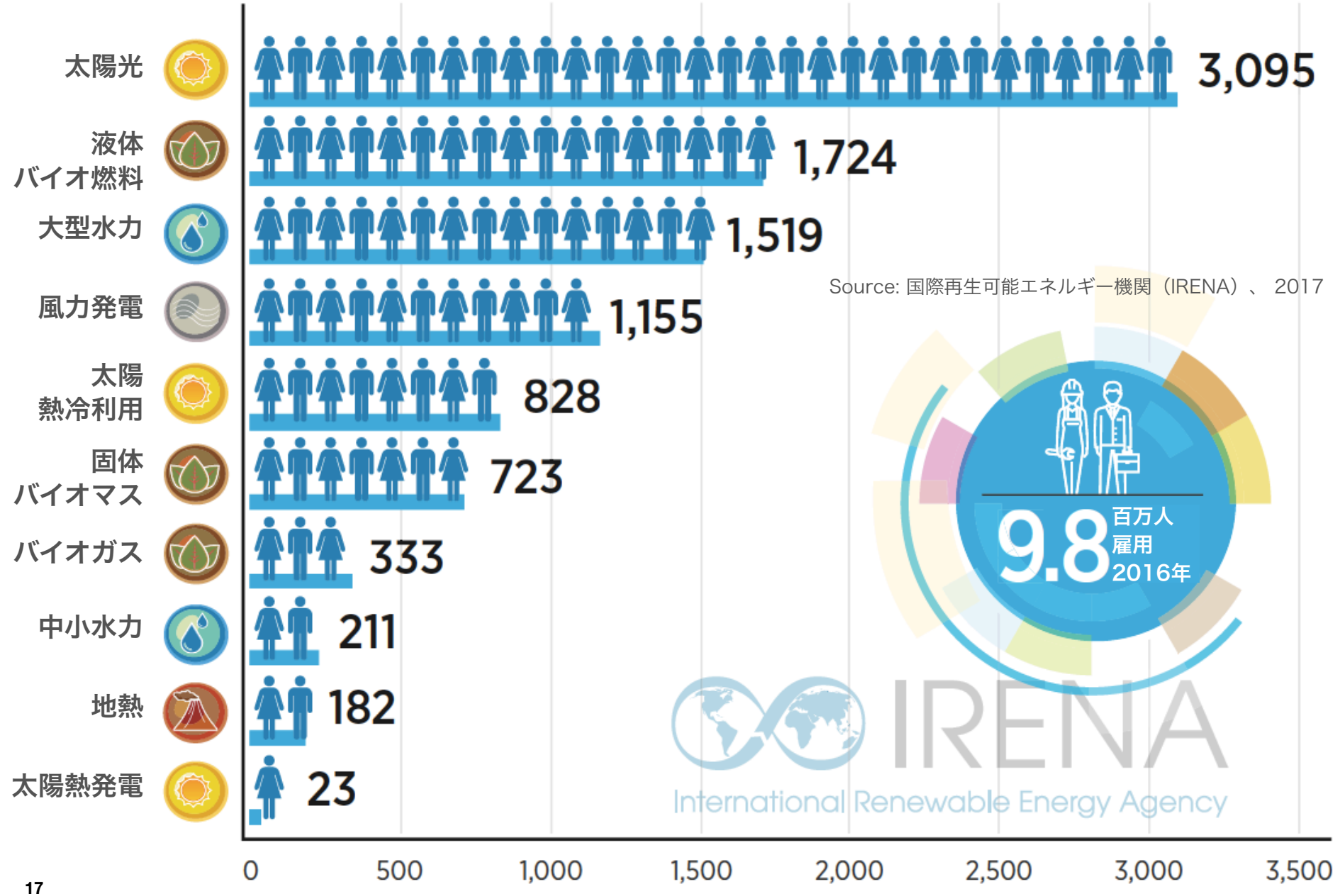
2050年までに必要なクリーンエネルギー投資とGDPの関係

2℃目標を達成するために、脱炭素化のエネルギー転換対策（REmapシナリオ）を行った場合、2050年までに追加で29兆ドルが必要となるが、エネルギー転換がGDPを0.8%増加させる。





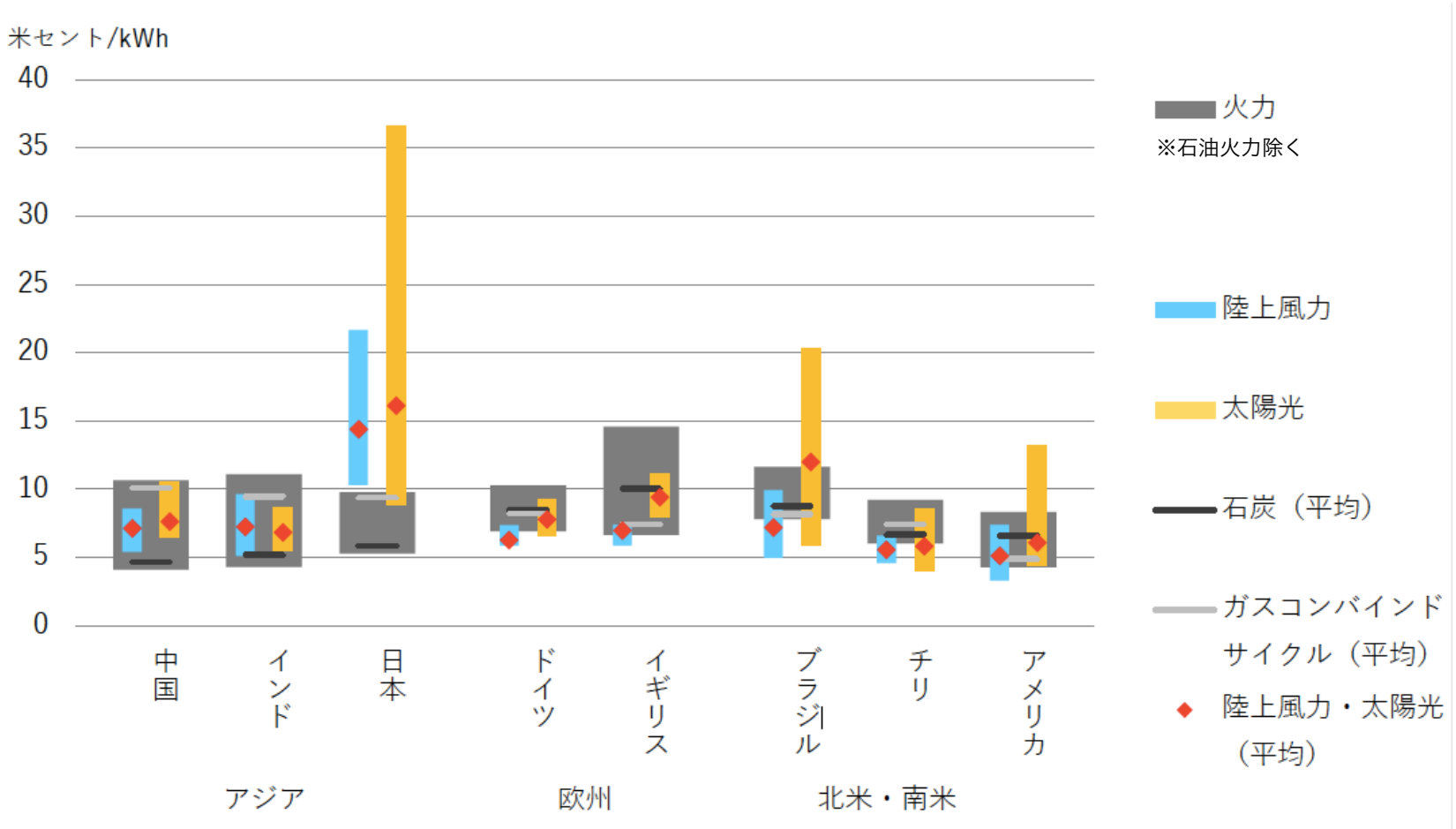
2016年 世界における再生可能エネルギーの雇用



Source: 国際再生可能エネルギー機関（IRENA）、 2017

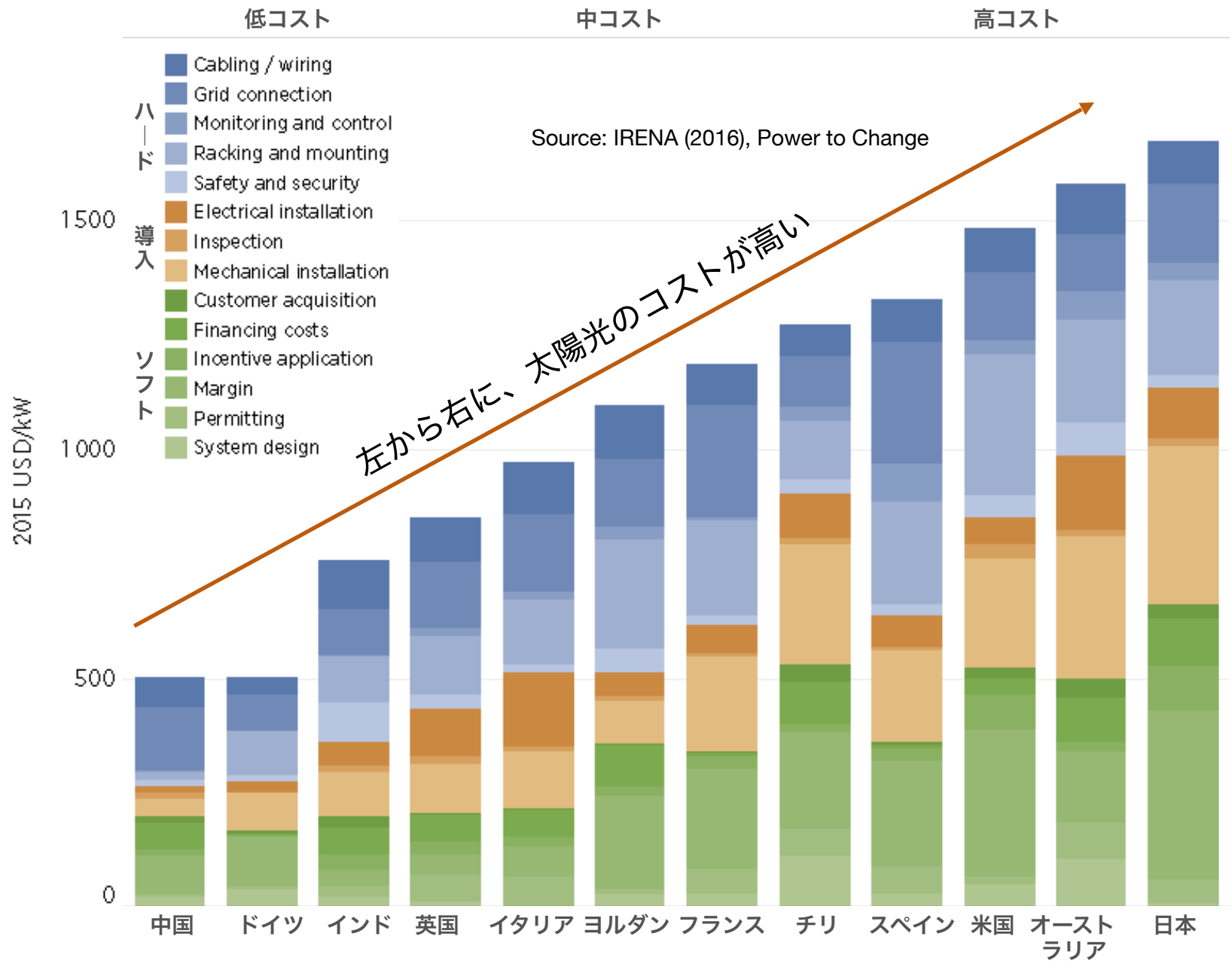
世界主要国における発電コスト比較

世界の主要国における発電コストの比較（LCOE、2017 年上期）



source: ：BNEF（2017）、Levelized Cost of Electricity

世界の太陽光発電のコスト比較



各国の効率化の状況

省エネルギー（流通、建物、運輸、コージェネレーション等）についてのIEA勧告抜粋

◎中小企業における省エネルギーを実現する政策を引き続き展開する。

◎建物については、できるだけ早くネット・ゼロ・エネルギー・ビル／ハウスを実現することを目的に、**2020年までに新築建物についての野心的なエネルギー効率基準、および効果的な運営体制の設計と実施**を進める。**既存建物の省エネ可能性を明確にし実現する**ための、包括的な戦略を適用する。建物を販売または賃貸する際に適用すべき**効果的なラベリングの実施**を検討する。

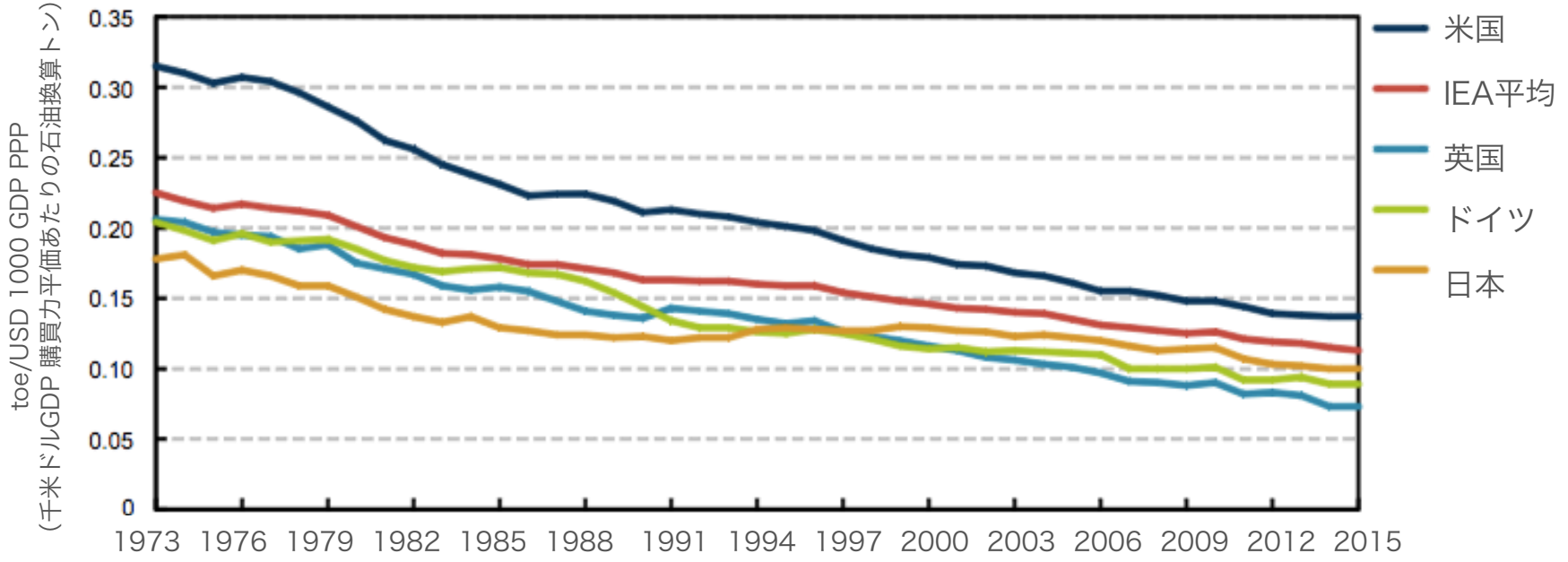
◎運輸については、引き続き、現在成果を収めている**燃費効率基準の更なる厳格化の導入**と、次世代自動車の技術を促進するための取組を継続する。

◎製品については、トップランナー制度の成功をベースに、**特に業務および産業部門における対象機器の範囲を拡大**する。

◎（コージェネレーションを含んだ）地域冷暖房の利用増加を追究する。これにより、**今まで以上に再生可能エネルギー源の系統統合が増え、電力供給システムの弾力性が高まり、一般廃棄物の幅広い利用が促進される一方で地域冷暖房の普及率の高い国々との国際連携も構築**する。

◎コージェネレーション発電所の運営者が、送電網にその電力を送電することで、回避されたコストを試算し、余剰電力販売からの報酬を確実に受けることができるようにする。

1973年から2015年の、日本と他のIEA加盟国との、エネルギー原単



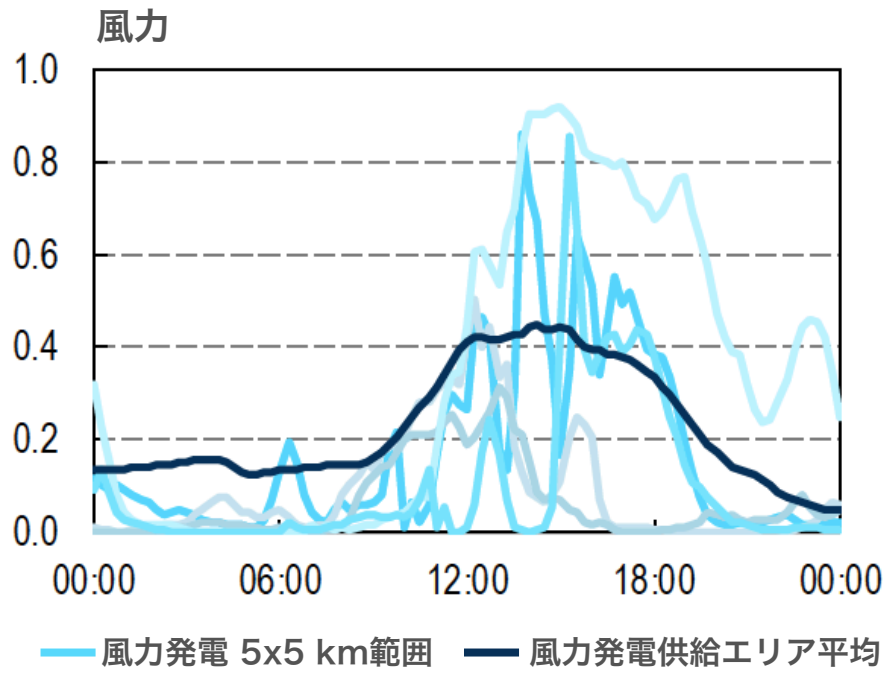
Source: IEA(2016), Energy Policies of IEA Countries （日本語版より）

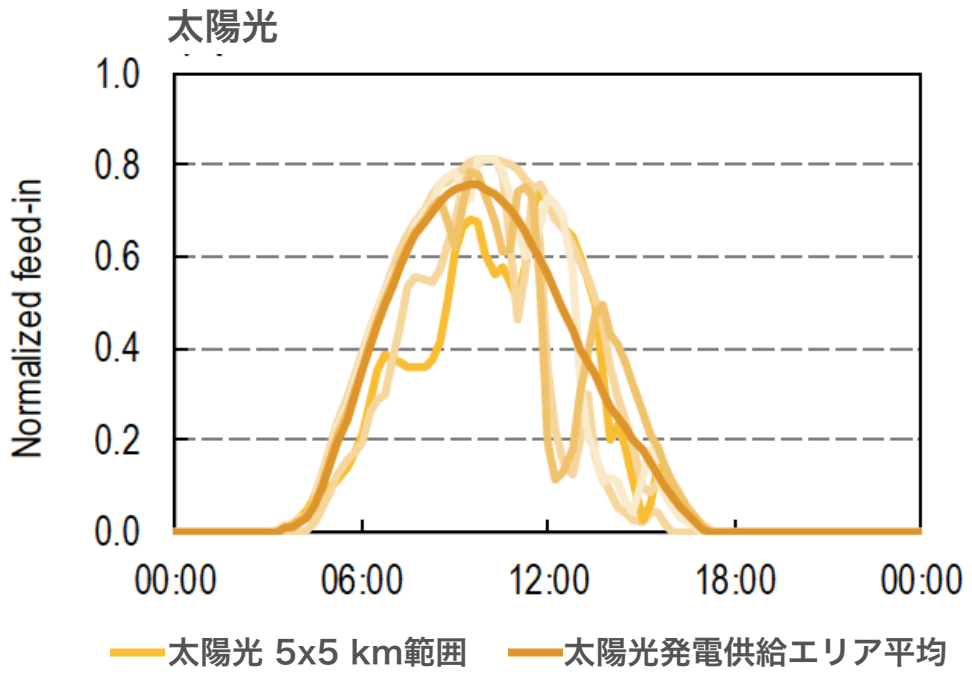
再生可能エネルギーの平滑化効果

風力や太陽光などの変動型再生可能エネルギーは、小さな地域毎に見ていけば変動が激しく感じるが、地域全体では変動は平滑化される。

国際エネルギー機関（IEA）「風と太陽をグリッドに乗せる Getting Wind and Sun onto the Grid」より：「発電施設が地理的に分散していれば，太陽光や風力の出力変動はより緩やかになる。」

変動型再エネの出力と地理的分散による便益

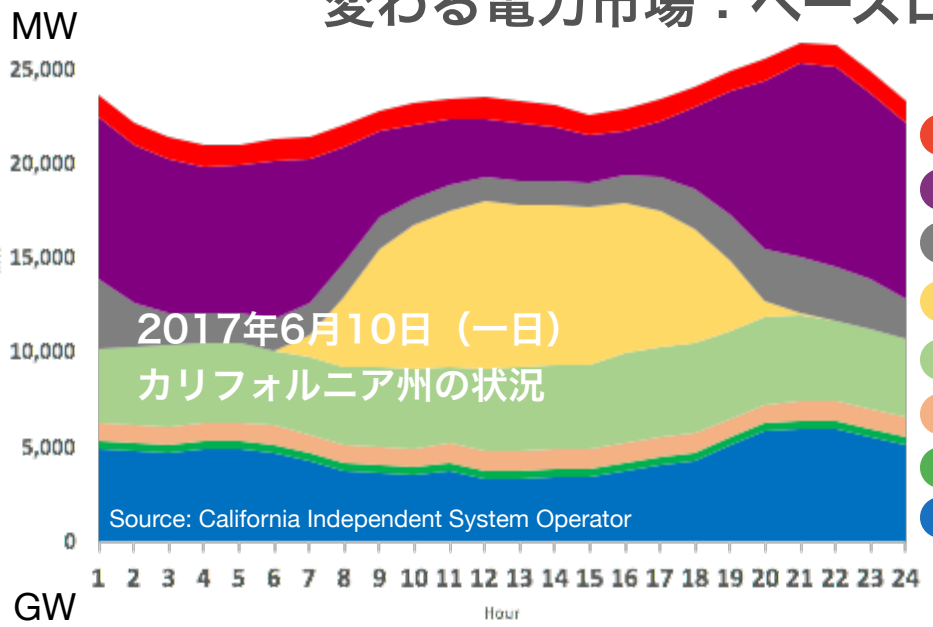




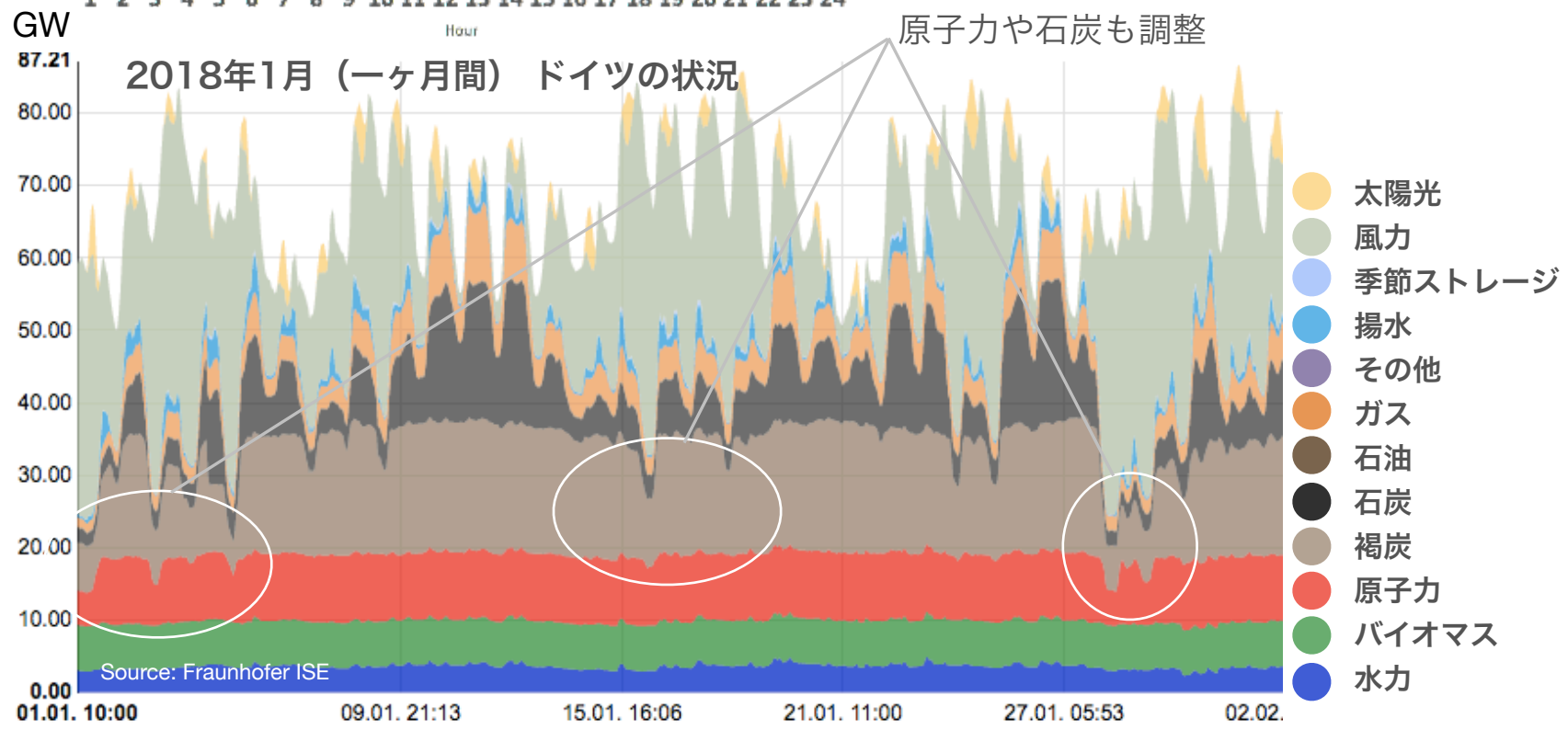
CSIR(2016), 南アフリカにおける風力発電と太陽光発電のアグリゲーション調査より

Source: IEA, Getting Wind and Sun onto the Grid, 2017

変わる電力市場：ベースロードから柔軟な運用電源へ



地域全体、一日でみれば、変動型再エネの変動は「ノコギリ」型ではない。変動する需要にあわせ、まずは風力や太陽光などの変動型再エネと水力、バイオマスを供給し、その他の電源で調整。



各国の再生可能エネルギー・石炭火力など方針

	石炭火力割合	方針	主な施策
EU	41%→28%→12% [30年目標:9.1%]	2030年までにEU全体で再エネ比率を最低でも27%を目標(電力は50%に相当)	・新設火力発電への補助金に基準設定 ・EU-ETS(排出量取引)導入済 ・2009年に「CCS指令」公布
イギリス	65%→37%→ー [30年目標:0%]	2025年までに石炭火力発電を廃止	・CO2排出基準案を公表 ・EU-ETS対象国、独自に下限価格を設定 ・CCS事業が計画(2件)、CCS Ready制度整備済
フランス	8%→4%→ー [30年目標:0%]	2022年までに石炭火力発電を廃止	・CCS付以外の建設を認めない政令施行 ・EU-ETS対象国 ・CCS Ready制度整備済
ドイツ	59%→47%→ー	褐炭火力発電について補償金を支払い、廃止を進める方針で検討中	・褐炭火力発電の新設を5年間禁止 ・EU-ETS対象国 ・環境税の一部で電力にも課税 ・CCS Ready検討制度整備済
米国	53%→40%→26% [30年目標:7%]	前政権のクリーン電力計画及び関連の規則等について、大統領令に基づきレビューを行う。(必要な場合は停止・改定・撤廃) ※ただし、シェールガスが石炭より安価であるため、石炭火力の規制が撤回されても増えることはない、という米政府系研究機関の見解もある。	・CO2排出基準施行(大統領令に基づきレビューを行う) ・北東部9州で排出量取引導入済 ・CCS事業が実施・計画(3件) (注)トランプ米政権が導入しようとした原子力発電所と石炭火力発電所への補助案について、連邦エネルギー規制委員会は全会一致で否決。補助案は不成立。
カナダ	17%→10%→ー	2030年までに従来の石炭火力発電(CCSなし)を段階的に廃止	・CO2排出基準設定 ・ケベック州で排出量取引導入済 ・CCS事業が実施中(1件)
中国	72%→75%→51%	石炭火力発電の新増設の抑制や一部建設計画の取り消し等	・大手電力グループの排出係数目標設定 ・2017年から全国レベルの排出量取引開始 ・CCS事業が計画(2件)
インド	65%→73%→58%	既に建設中のもの以外は、少なくとも2027年まで石炭火力発電新設は不要	・石炭等へのクリーンエネルギー税導入(2016年2月に増税、クリーン環境税に改名)
日本	13%→33%→27% [30年目標:26%]		・省エネ法・高度化法の目標設定、運用強化 ・地球温暖化対策税導入、2016年4月に最終税率への引き上げ完了

source: 機関発表資料などより

脱炭素に向かう国際金融機関などの動き

石炭への投資停止やダイベストメントの動き

2013年6月	米国	大統領気候行動計画：海外における石炭火力の新設の公的資金支援停止を求める
2013年7月	世界銀行グループ	エネルギー部門向け融資ガイドラインで、石炭火力建設の金融支援を原則行わない方針を発表
2013年7月	欧州投資銀行	火力発電所への融資基準となる排出基準を発表
2013年9月	デンマーク・フィンランド・アイスランド・ノルウェー・スウェーデン	石炭火力建設への新規融資を原則停止し、他国や多国間金融機関にも同様の方針をとるように働きかけ
2013年10月	米国	財務省が国際開発金融機関による途上国への石炭火力への公的資金支援に関するガイダンスを発表
2013年11月	英国	アメリカの方針に同意することを表明
2013年12月	アメリカ輸出入銀行・欧州復興開発銀行	例外を除き、原則石炭火力への融資停止を発表
2014年3月	オランダ	アメリカの方針に同意することを表明
2014年9月	ドイツ	ドイツ復興金融公庫(KfW)グループでの新規石炭火力の支援案件を制限することを表明
2014年11月	フランス	アメリカの方針に同意することを表明
2015年11月	OECD加盟国	輸出信用アレンジメントにおいて石炭火力に対する公的支援規制に合意。原則亜臨界圧や超臨界圧が規制対象。
2017年12月	世界銀行グループ	2019年以降、上流の石油とガスの融資を停止を発表。また、2018年以降エネルギー関連支援事業からの温室効果ガス排出量の開示を約束。
2017年12月	国際開発機関（MDBs)	今世紀後半に排出を実質ゼロにするというパリ協定目標に沿った支援を行うとの共同声明発表

source: 機関発表資料、報道などより

脱炭素に向かう国際的な動き

石炭火力の廃止を目指す石炭火力からの撤退連盟の設立「Powering Past Coal Alliance」

- 英国およびカナダが、石炭火力発電所の段階的廃止を目指し、各国政府、自治体、企業と連携して取り組むため、COP23期間中の11月16日に設立。
- 宣言文のなかで、「パリ協定実施のために、OECDやEUにおいては2030年までに、他の国々においては2050年までに石炭火力から脱する必要がある」という研究を引用。COP24までに、加盟国等を50までに拡大することを目指す。

※設立時には27の国・自治体が参加。12月12日の気候変動サミットまでに、仏・伊を含む58の国・自治体までに拡大。

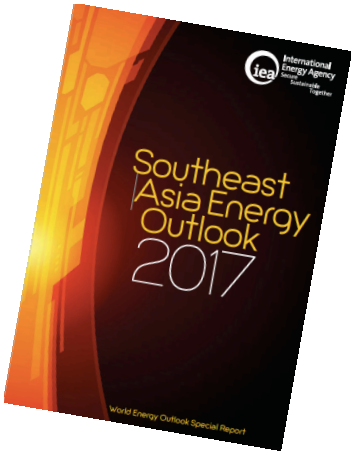
参加国

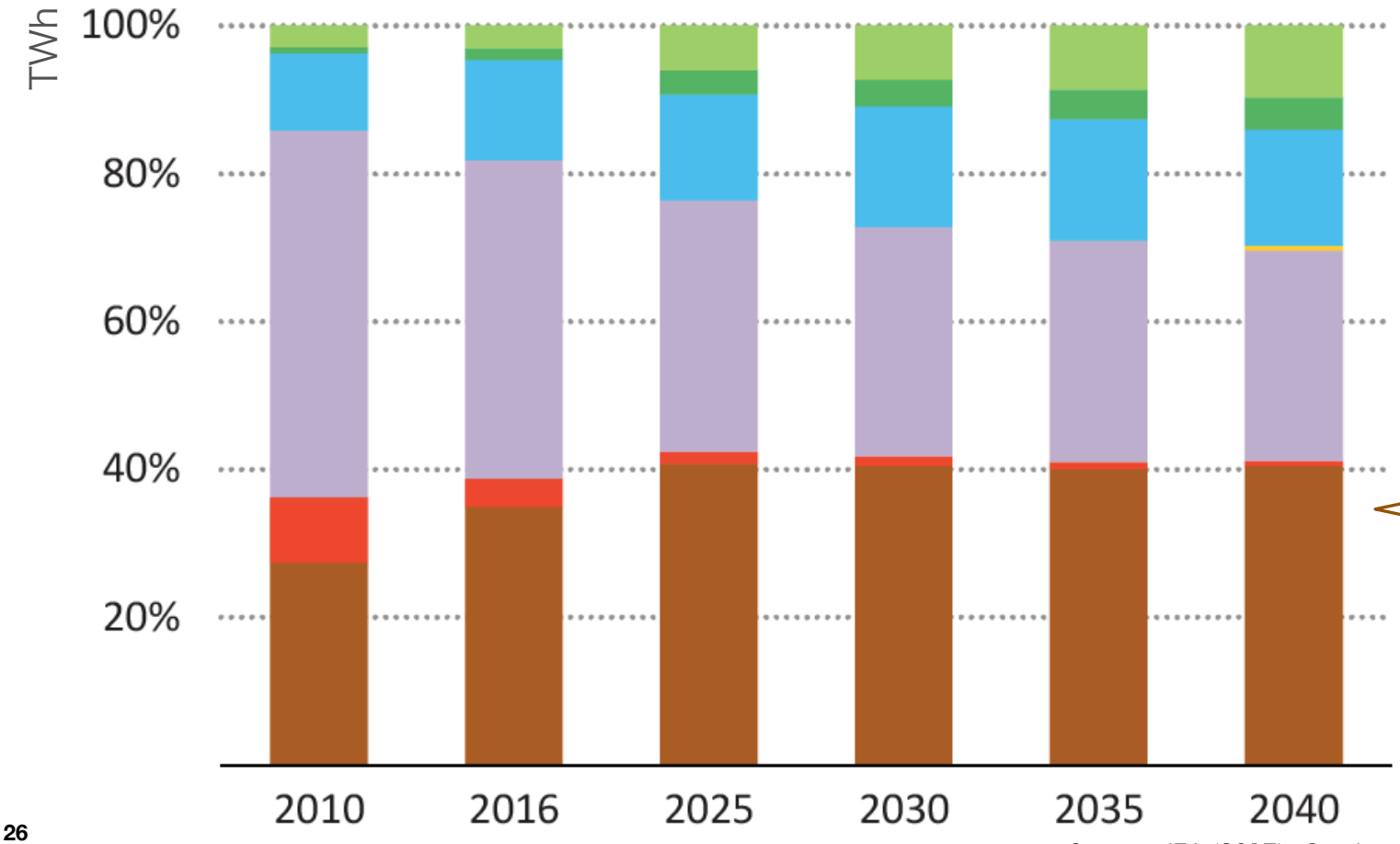
1. Canada
2. United Kingdom
3. Austria
4. Angola
5. Belgium
6. Costa Rica
7. Denmark
8. El Salvador
9. Ethiopia*
10. Fiji
11. Finland
12. France
13. Italy
14. Latvia*
15. Liechtenstein*
16. Luxembourg
17. Marshall Islands
18. Mexico
19. Netherlands
20. New Zealand
21. Niue
22. Portugal
23. Sweden*
24. Switzerland
25. Tuvalu*
26. Vanuatu*

*Partners who joined the Alliance at the One Planet Summit

アジアにおけるエネルギー事情の変化

国際エネルギー機関「東南アジア・エネルギー展望2017」より：
「石炭火力反対運動がいくつかの国で起こっている他、石炭火力への融資困難化による建設コスト増、及び高効率石炭火力を運転する熟練した人員の不足等石炭火力の増強には問題が残る」
「再エネへの優遇政策等により、2040年での再エネの電源率は30%。2016年から2040年の間に、太陽光・風力は年率15%で増加し、地熱は３倍になる予測」



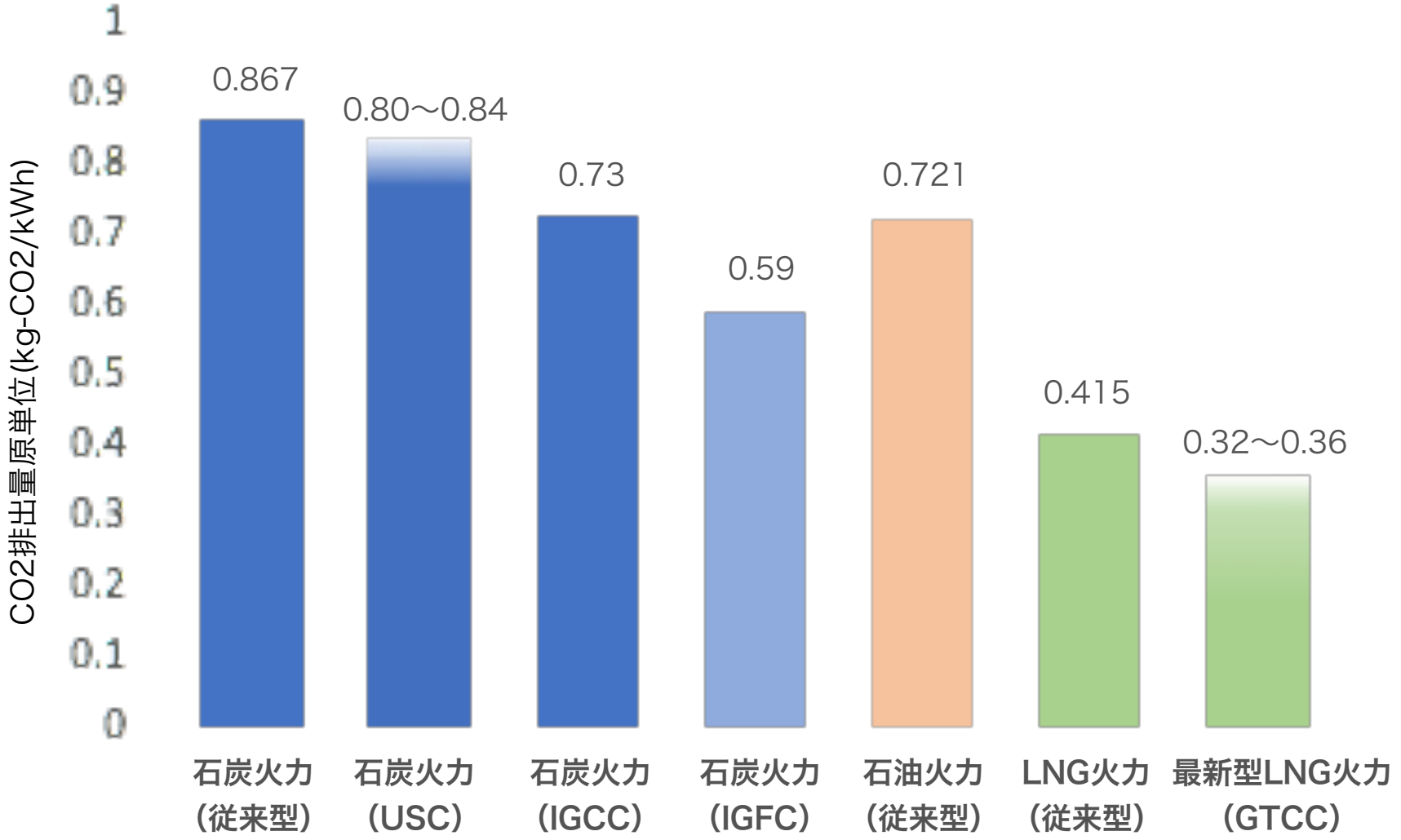


2040年の石炭火力の電源割合は40%、前回の2015年版「東南アジアエネルギー展望」での予測に比べ、10%以上低くなっている

Source：IEA (2017), Southeast Asia Energy Outlook 2017

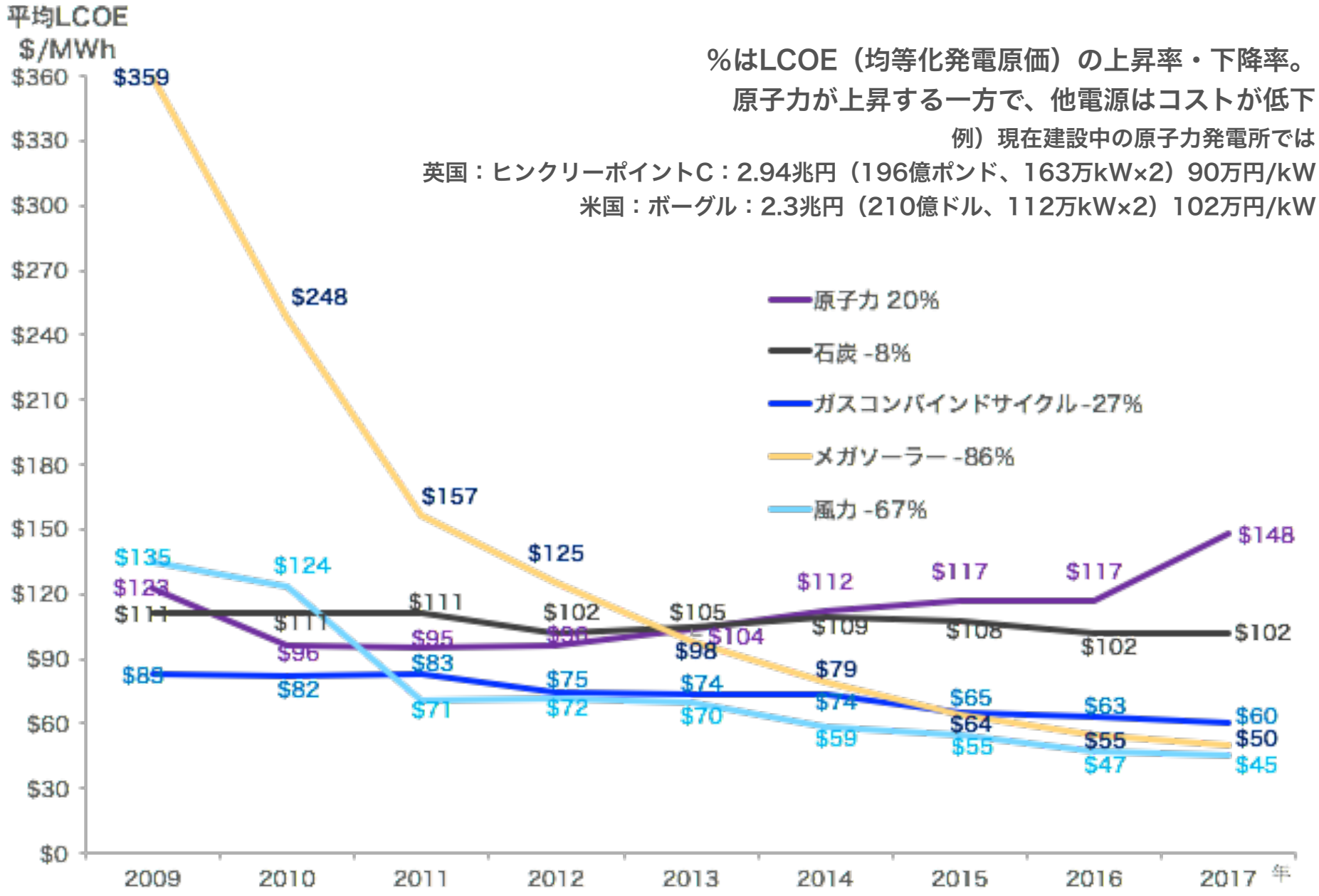
異なる火力発電からの二酸化炭素排出量

最新型の石炭火力でもLNGの二倍以上の二酸化炭素排出



source: 環境省（2017）「カーボンプライシングのあり方に関する検討会」2017年6月2日

異なる電源ソース毎のLCOE



%はLCOE（均等化発電原価）の上昇率・下降率。
原子力が上昇する一方で、他電源はコストが低下

例）現在建設中の原子力発電所では
英国：ヒンクリーポイントC：2.94兆円（196億ポンド、163万kW×2）90万円/kW
米国：ボーグル：2.3兆円（210億ドル、112万kW×2）102万円/kW

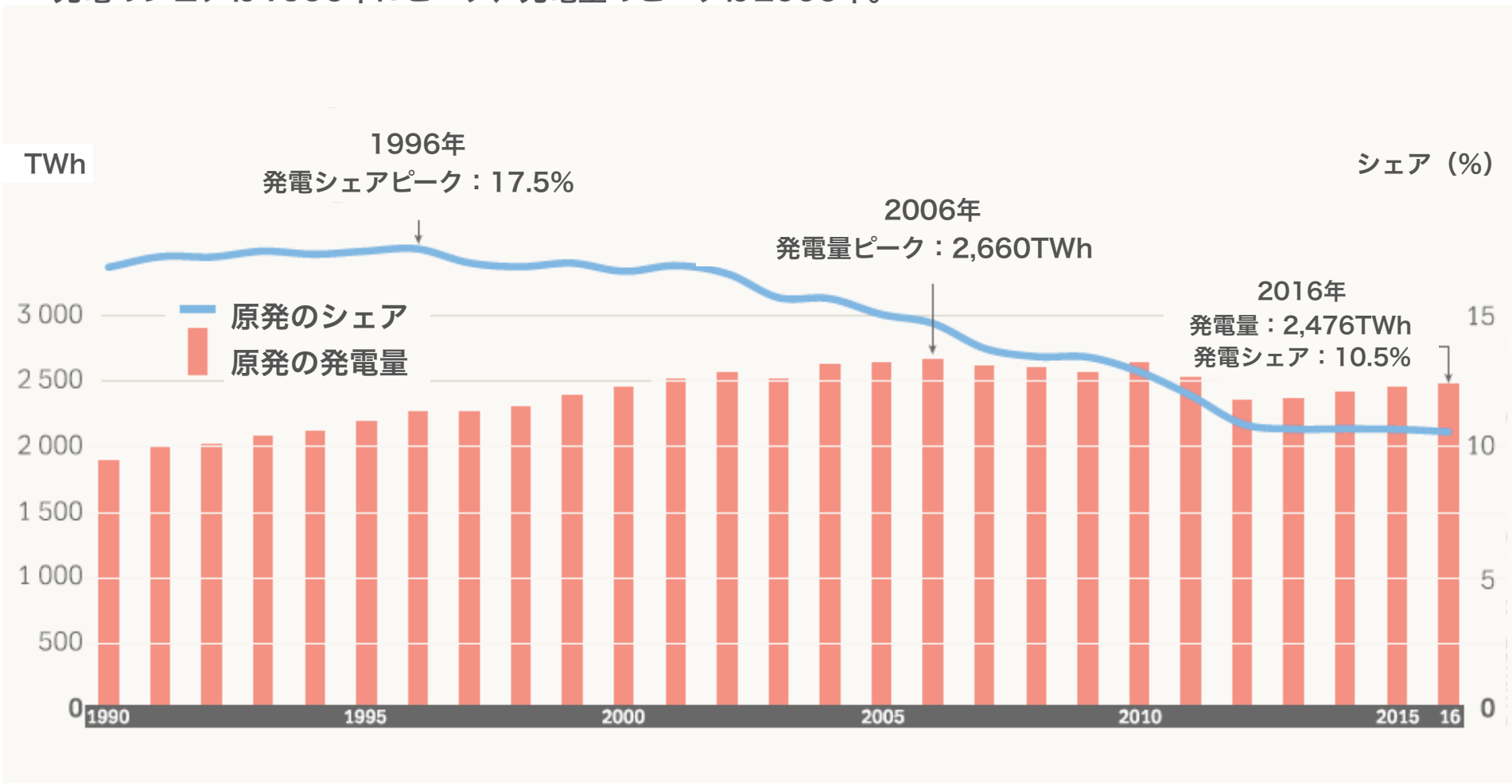
Source: グラフは LAZARD (2017), Levelized Cost of Energy 2017より

原子力発電の状況

世界の原発の発電量（1990年から2016年）

（単位：TWh（正味値）および発電シェア（総計値））

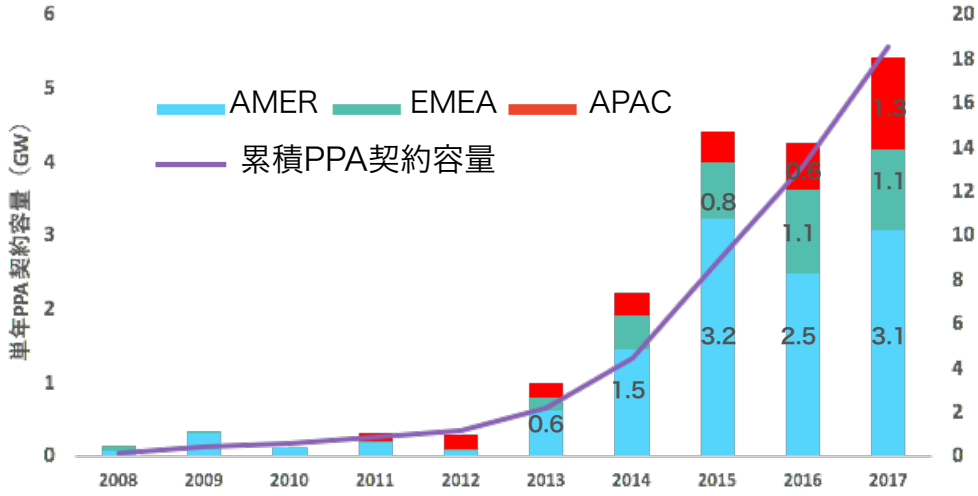
発電のシェアは1996年にピーク、発電量のピークは2006年。

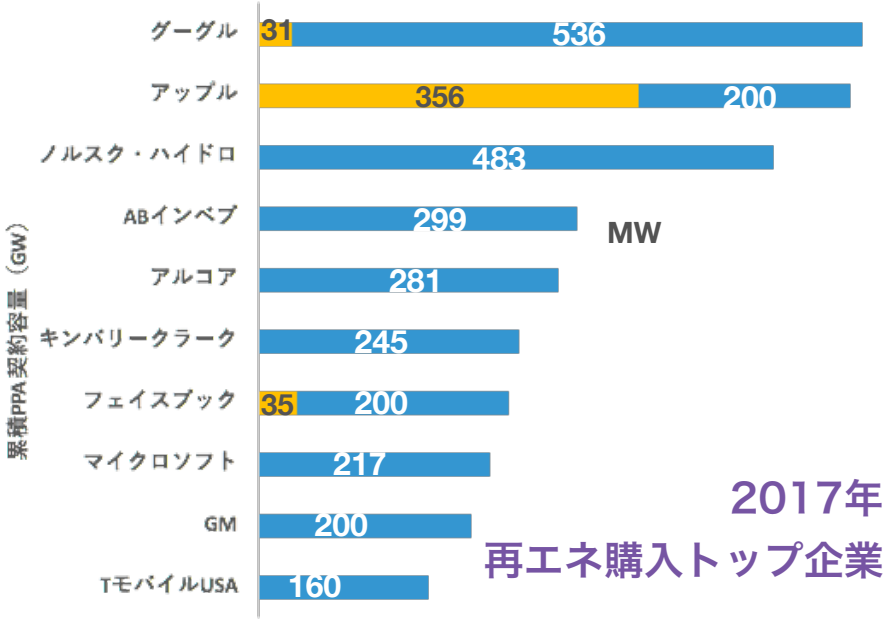


Source: WINSR (2017), World Nuclear Industry Status Report

ビジネスが先導する脱炭素

世界地域別PPA容量

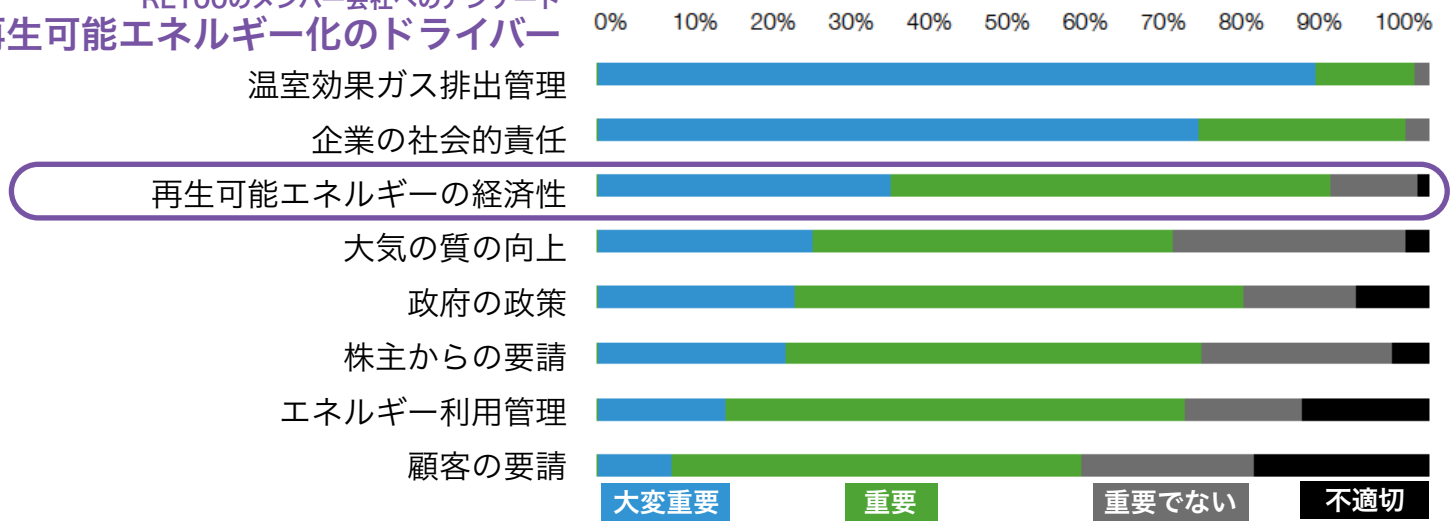




Source: Bloomberg New Energy Finance Note: Onsite PPAs not included. APAC number is an estimate. Pre-market reform Mexico PPAs are not included. These figures are subject to change and may be updated as more information is made available.

RE100のメンバー会社へのアンケート

再生可能エネルギー化のドライバー



Source: Climate Group/CDP (2018), RE100 Progress and Insights Report, January 2018

ビジネスが先導する脱炭素

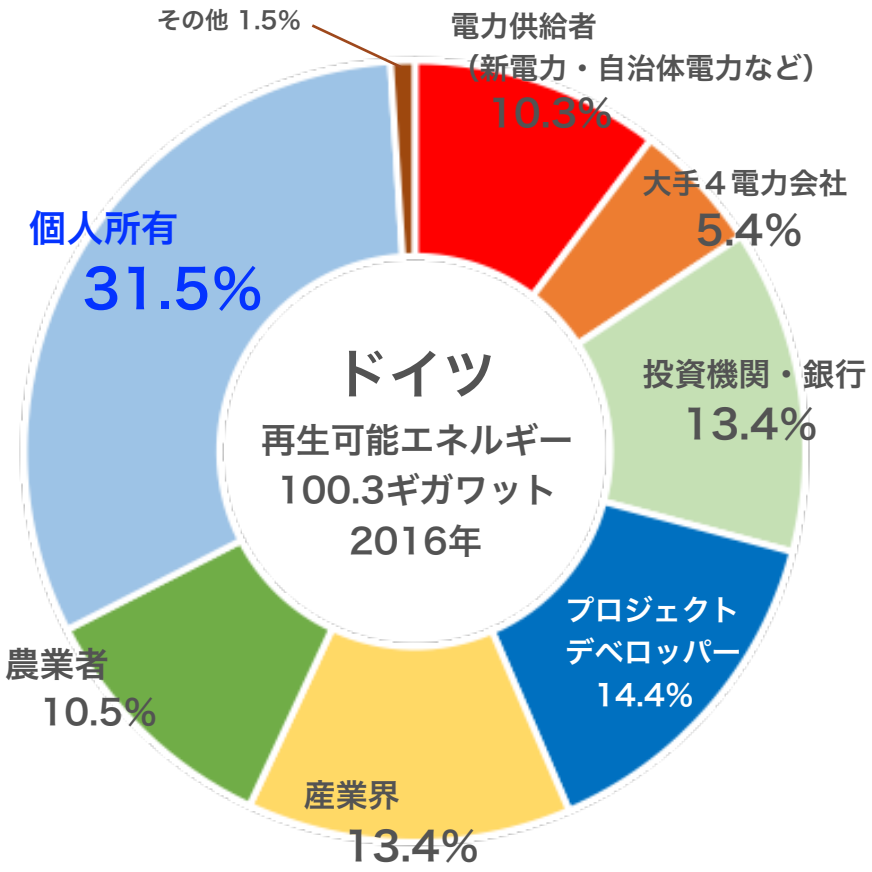
消費エネルギーを100%再エネに切り替える「RE100」プログラム（英国：クライメート・グループとCDPが主宰）。
世界的企業122社が名を連ねる。日本からは、2017年に、リコー、積水ハウス、ASKULの3社が参加。
メンバー企業の年間消費電力合計は159 TWh（1590 億kWh）に達し、このうち、ポルトガル一国の電力消費量を超える51 TWh （510 億kWh）を、自然エネルギー電力でまかなっている（2017年12月時点）。

ASKUL

Source：非化石価値取引市場に関する勉強会（2018年2月6日）CDPジャパン資料など

再生可能エネルギー支援：地域アクターの活躍の拡がり

ドイツ 再エネ設備所有者の割合

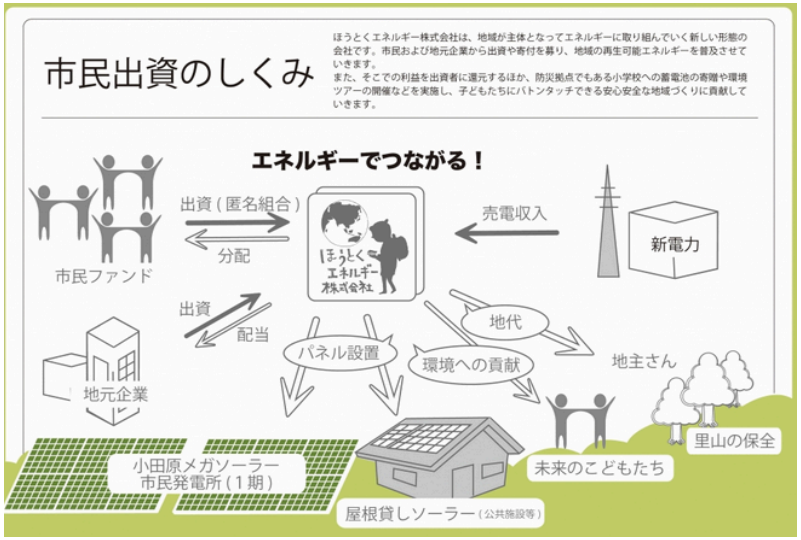


source: Renewable Energy Agency- Agentur für Erneuerbare Energien (2018)

再生可能エネルギーは各地域に分散する地域に根ざした資源であるため、地域での再生可能エネルギー利用を広げる取り組みが重要である。

日本でも2011年の東日本大震災を経て、地域に根ざした主体による再生可能エネルギー発電事業や自治体新電力などが多数生まれている。

とくに「コミュニティパワー」と呼ばれる市民が中心となった取り組みでは、広く市民から再エネ設備建設出資を集め、売電収入を出資者に還元するだけでなく、地域に投資・還元する取り組みが行われている。



source: ほうとくエネルギーHPより (2018) http://www.houtoku-energy.com/

再生可能エネルギー支援：日本政府

政府はODAを通じて2012年から５年間で、累計20億ドル超の再生可能エネルギー関連の支援を実施

過去５年間の日本による再生可能エネルギー関連支援額　（約束額ベース、単位：百万ドル）

年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	計
支援額（百万ドル）	44.33	565.983	655.369	203.773	619.029	2088.484

※DAC CRSコード232（Energy Generation, renewable sources。2014年以前のコードは230）案件の総額

◎地熱研修事業

アフリカや中南米、東南アジア等の国を対象に、セミナー等を通じて日本や他国の地熱発電促進制度を紹介する等の人材育成を実施。地熱発電開発に関する「地熱エグゼクティブ」「地熱資源エンジニア」「掘削マネージメント」など、ケニア、エチオピア、ジブチ、エクアドル等の政府関係者・技術者に対する研修を実施。

◎ボリビア　ラグナ・コロラダ地熱発電所建設事業

南米初の地熱発電所建設に向けた10万キロワット級の発電所「ラグナ・コロラダ地熱発電所建設事業」の取り組み。世界でも初めての5,000m級の高地での地熱開発事業。

◎ケニア　オルカリアⅠ４・5号機地熱発電事業

オルカリア地熱地域（ケニアの首都ナイロビから北西75kmに位置する火山地帯）にて、14万キロワットの地熱発電所事業を支援。

◎ベトナム・オマーン・イランなどでの省エネルギー協力プロジェクト

「省エネルギー国家プラン」等への協力。国家省エネ目標の設定や、エネルギー管理士制度の導入、省エネ効果の高い優良製品に星をつけるラベリング制度、エネルギー使用量のデータ管理などを助言、工場・事業所やビルなどの消費サイドに着目し、高効率電化製品の基準づくり・普及、省エネ意識の啓発などの施策を提案している。

ケニア　オルカリアⅠ４・5号機地熱発電事業

再生可能エネルギー支援：企業やNGO

これまでも、日本では、企業や国際協力NGOなどの市民社会が中心となり、途上国に重要な支援活動を行ってきた。近年、気候変動問題や「国連持続可能な開発のための2030年アジェンダ（SDGs）」の観点からも、再生可能エネルギーに特化した取り組みがが広がりつつある。

Panasonic：ソーラーランタンプロジェクト

NPO/NGOや国際機関と協力し、途上国に、太陽光で充電したソーラーランタンを寄贈するプロジェクト。2013年のミャンマーを皮切りに、これまでの5年間で、アジア、アフリカ諸国、北中米など、合計30ヶ国の131団体・機関に、累計10万台以上（102,716台）を寄贈してきた。同社はこれまでも、ソーラーパネルと蓄電池・電力制御装置を輸送用コンテナに搭載した「ライフイノベーションコンテナ」などの寄贈も行ってきた。

source: Panasonic http://panasonic.net/sustainability/jp/lantern/trajectory/

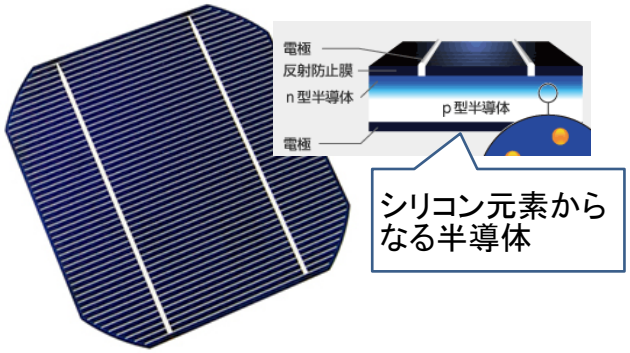
WASSHA：「電気の量り売り」サービス

デジタルルーターをインターネット経由で遠隔操作し、通信データのように電力をパケット化して送る電力の遠隔操作技術と、モバイルマネー技術（携帯電話間での送金）を組み合わせ、モバイルマネーでプリペイドされた金額分だけ電力を供給する仕組みを開発。タンザニアを中心に未電化の村でサービスを提供。LEDランプなど基本的な電化製品はレンタルで貸し出し、自分で使う分だけの電力をモバイルマネーで決済して使う仕組み。　source: WASSHA HPより

日本の技術開発

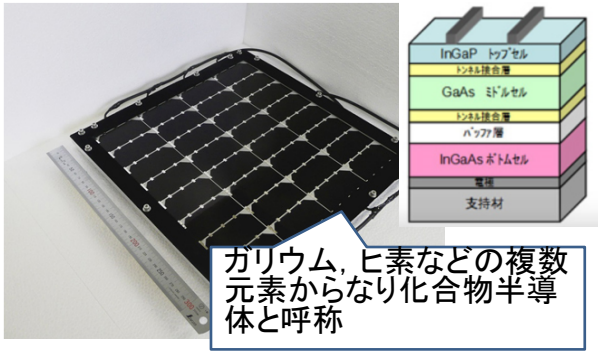
◎結晶シリコン系太陽電池は、日本企業がセル単位での変換効率26.6%、モジュール単位では24.4%と、世界最高性能を達成。

現在のＰＶ：結晶シリコン系ＰＶ



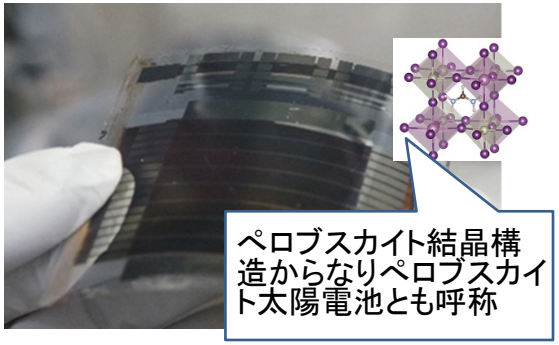
24.4%の変換効率達成（（株）カネカ）

将来のＰＶ：化合物半導体系ＰＶ



31.17%の変換効率達成（シャープ（株））

将来のＰＶ：「塗る」新型ＰＶ

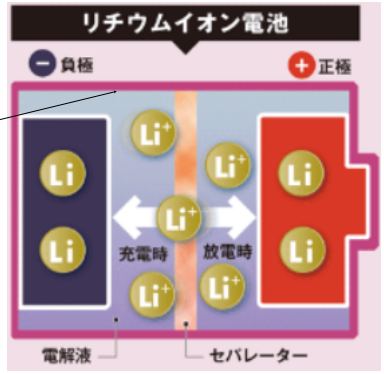


約３年で変換効率21.6%達成（パナソニック（株））、印刷してフィルム状にできる。

◎蓄電池技術の分野では，走行距離を大幅に延ばし安全性も格段に向上させる「全固体電池」を日本の大学（東工大）が開発、メーカーとともに実用化を開始。

現在のリチウムイオン電池

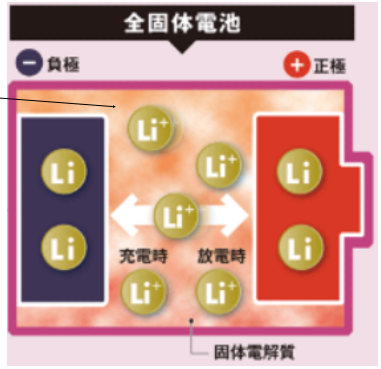
グレーの部分が液体の電解質



電極の間にある電解質という材料は，液体の有機溶媒で可燃性あり、漏出リスクなど安全性に課題あり。（ただし生産手法は確立し，現状のＥＶに採用中）

将来の全固体電池

オレンジの部分の電解質が固体



電解質を固体材料に置き換え安全性が高まる。東工大がリチウムイオン電池に匹敵するイオン伝導率の材料を発見。トヨタが２０２０年代に商用化を目指す。

メリット：

エネルギー密度２倍、出力密度３倍以上

1 高い安全性
有機系電解液は揮発して発火、爆発する恐れがあるが、固体ならばそのリスクが低い

2 設計自由度が増す
リチウムイオンが意図しない電極に流れないのでセル内での多層化や直並列の設計が容易となる

3 広い動作温度域
リチウムイオン電池は高温や低温で出力が低下する。全固体電池なら広い温度域で性能が安定

http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/226265/051700123/?P=2

参考資料リスト References

1．日本を取り巻く世界の状況

1）世界の太陽光発電：BP(2017), Statistical Review of World Energy, https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html, 2017年の導入量についてはBNEF(2018), Insights, 2018、世界の風力発電：Global Wind Energy Council (2018), http://gwec.net/global-figures/graphs/

2）再生可能エネルギーのコスト低下：IRENA(2018), Renewable Power Generation Costs in 2017, http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf

3）2040年までの予測：IEA(2017), World Energy Outlook 2017, https://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2017SUM.pdf : BNEF(2017), https://about.bnef.com/new-energy-outlook/ 、電源コスト比較：LAZARD(2017), Levelized Cost of Energy 2017, https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-2017/

4）デカップリング： IEA(2016), Decoupling of global emissions and economic growth confirmed, https://www.iea.org/newsroom/news/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html、2050年までの2℃未満を実現するエネルギー転換投資：IRENA(2017), Perspectives for the Energy Transition - Investment needs for a low-carbon energy system, http://www.irena.org/publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system

2．脱炭素社会構築に疾走する世界

1）石炭火力からの撤退連盟：UK Government(2017), Powering Past Coal Alliance: DECLARATION, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/660041/powering-past-coal-alliance.pdf

2）ノルウェー政府年金基金について：ノルウェー政府年金基金グローバル（駐日ノルウェー大使館サイト）、https://www.norway.no/ja/japan/norway-japan/news-events/news/5/、エンゲージメント・カリフォルニア州職員退職年金基金 CalPERS(2017), the importance of Corporate Engagement on Climate Change, https://www.calpers.ca.gov/docs/corporate-engagement-climate-change.pdf

3）ビジネスの再エネ購入の拡大：BNEF(2018), Corporations Purchased Record Amounts of Clean Power in 2017, https://about.bnef.com/blog/corporations-purchased-record-amounts-of-clean-power-in-2017/、the Climate Group (2018), Approaching a New Tipping Point - How corporate users are redefining global electricity markets, https://www.theclimategroup.org/news/approaching-tipping-point

2. エネルギーから見た世界の中の日本

1）日本の太陽光発電：資源総合研究システム RTS（2018）

2）コスト低下：IRENA(2018), Renewable Power Generation Costs in 2017, http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf

4）省エネルギーの状況等：IEA(2016), Energy Policies of IEA Countries JAPAN 2016(翻訳版), https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesJapanReview2016Japaneseversion.pdf

6）原子力の役割の低下：World Nuclear Association (2017), World Nuclear Performance Report, http://world-nuclear.org/getmedia/b392d1cd-f7d2-4d54-9355-9a65f71a3419/world-nuclear-performance-report-2017.pdf.aspx、原子力コスト：World Nuclear Industry Status Report 2017, https://www.worldnuclearreport.org/

LAZARD(2017), Levelized Cost of Energy 2017, https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-2017/、US EIA(2017), Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook, LAZARD(2017), Levelized Cost of Energy 2017, https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-2017/

2．日本不在のまま進むビジネスのルールメイキング

1）the Climate Group (2018), Approaching a New Tipping Point - How corporate users are redefining global electricity markets, https://www.theclimategroup.org/news/approaching-tipping-point、アップル（2017）, Supplier Clean Energy Program Update, https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Supplier_Clean_Energy_Program_Update_April_2017.pdf、ウォールマート（2017）、Project Gigatone, https://www.walmartsustainabilityhub.com/project-gigaton