

# エネルギーの未来と持続可能性

2018-2-6

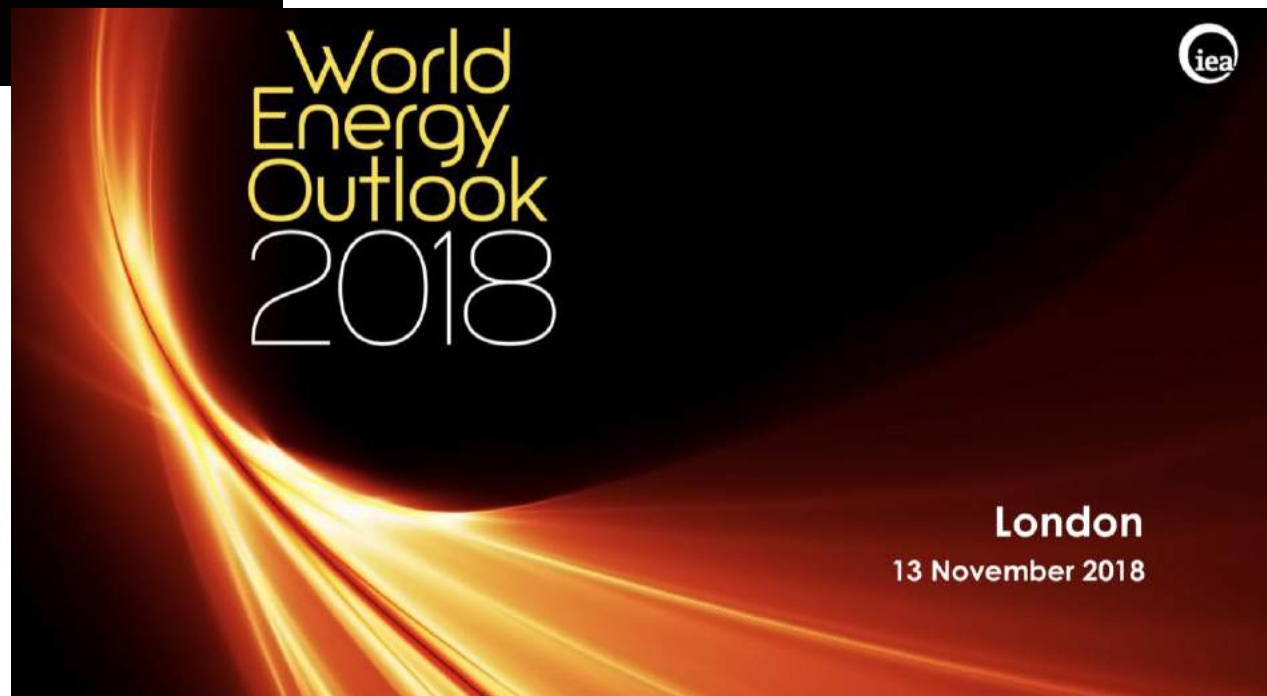
笹川平和財団会長

元国際エネルギー機関(IEA)事務局長

田中伸男



WEO2017



WEO2018

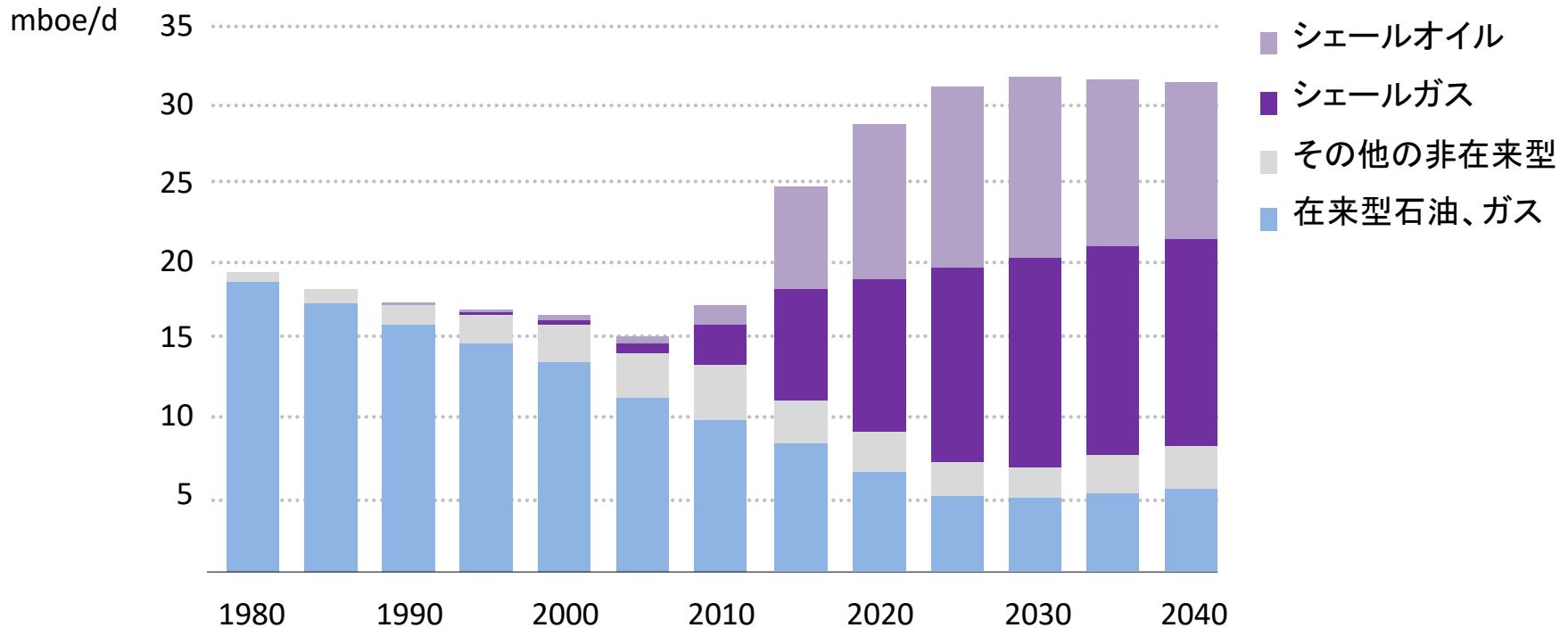
# エネルギー世界の大転換

WEO2017

- Outlook 2017の背景にある、世界のエネルギーにおける4大変化(Upheavals)・革命とは:
  - **米国のシェール革命**：米国は石油・ガスにおける世界のリーダーへ
  - **ソーラー革命**：**太陽光発電** は多くの国で最も安価な電源になりつつある
  - **中国のクリーン革命**：習政権の新たな動きが中国の役割を変える
  - **電力化革命**：冷房や電気自動車、デジタル化により、未来は**電化**しつつある
- 変化のうち三つは中国が先導する。全ての国でエネルギー安全保障に対するアプローチの再評価が必要となっている
- エネルギーがたどる道筋は多いが、政府や産業が変化の兆しの読み取りを誤れば、思わぬ危険も存在する

# シェール革命で米国は石油、ガス市場でダントツの(Undisputed)リーダーに。

米国における石油とガスの生産量

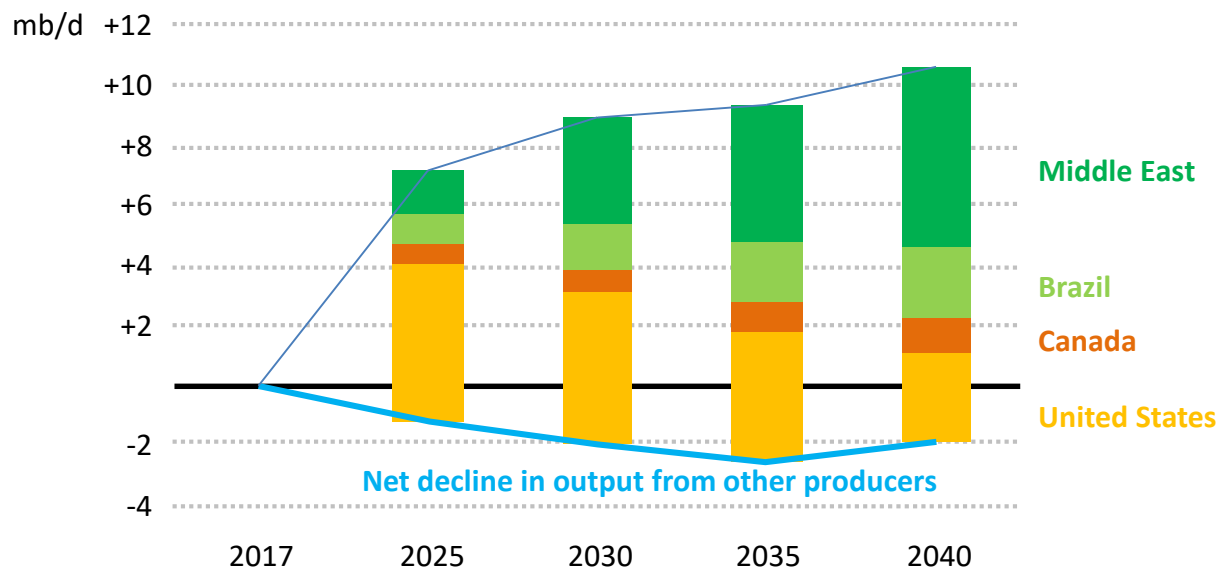


米国はすでにガスの純輸出国になった。2020年代には省エネと燃料転換により石油の純輸出国になる。

# 中東地域が引き続き石油市場の安定に重要な役割を果たす。

IEA data

Oil production growth in United States, Canada, Brazil & the Middle East



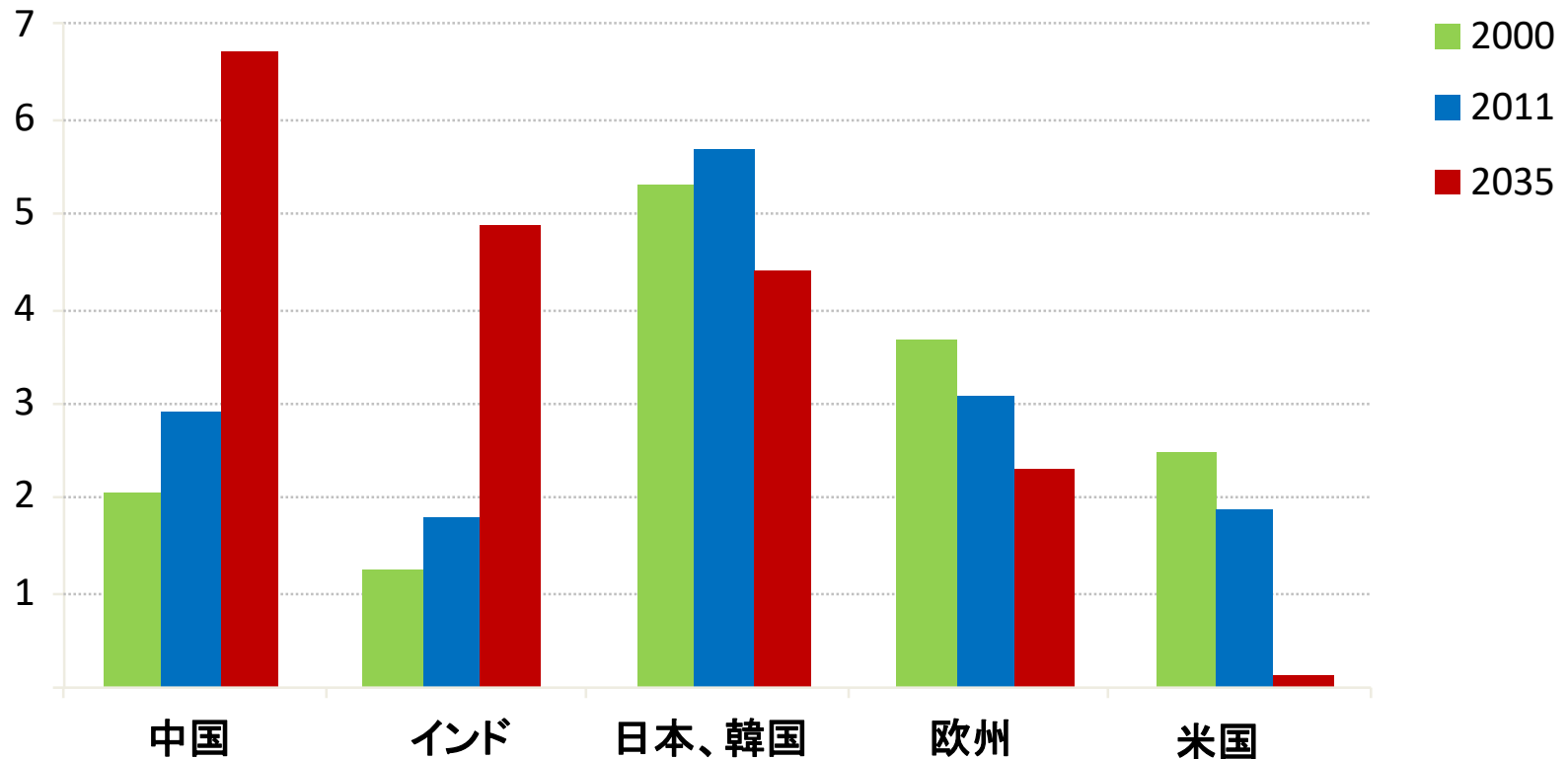
***The short-term picture of a well-supplied market should not obscure future risk as demand rises to 106 mb/d & reliance grows on Iraq & the rest of the Middle East***

# 米国の中東からのエネルギー自立。 中東の石油がアジアへ: 新たなエネルギー地政学

## 中東からの石油輸出(仕向け地域別)

IEA WEO 2012

日量百万バレル

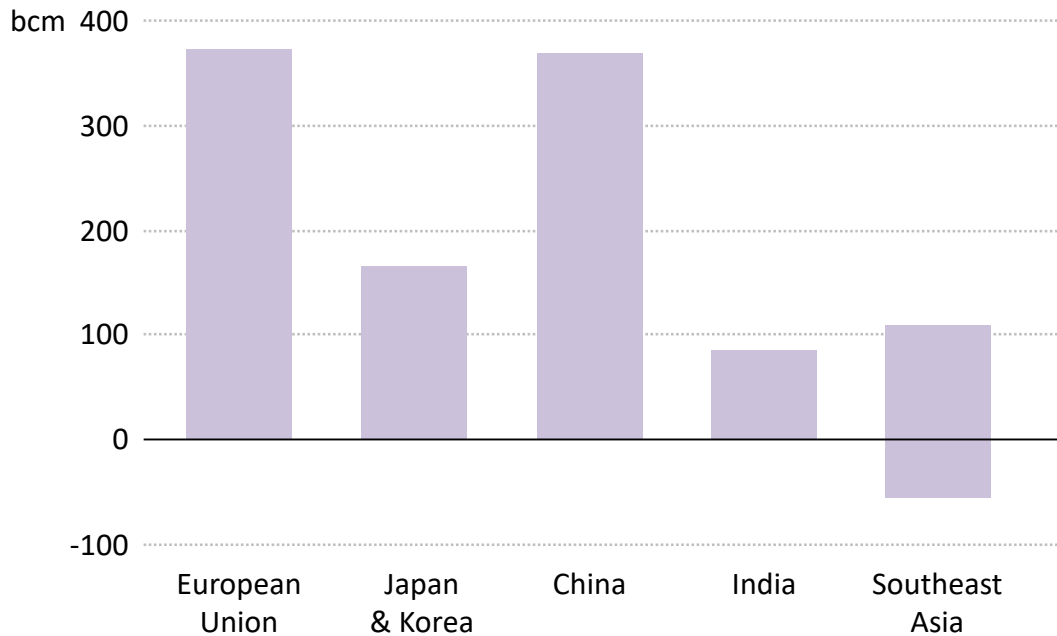


**2035年までに、中東産石油の90%近くがアジアへ輸出される。  
北米の純輸出地域としての台頭がこの東方シフトを加速**

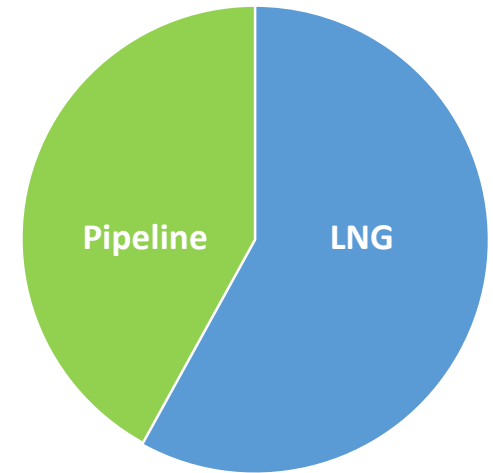
# 中国が天然ガスの巨大消費国になる

WEO2018

Net gas imports in 2040



Shares in long-distance gas trade, 2040

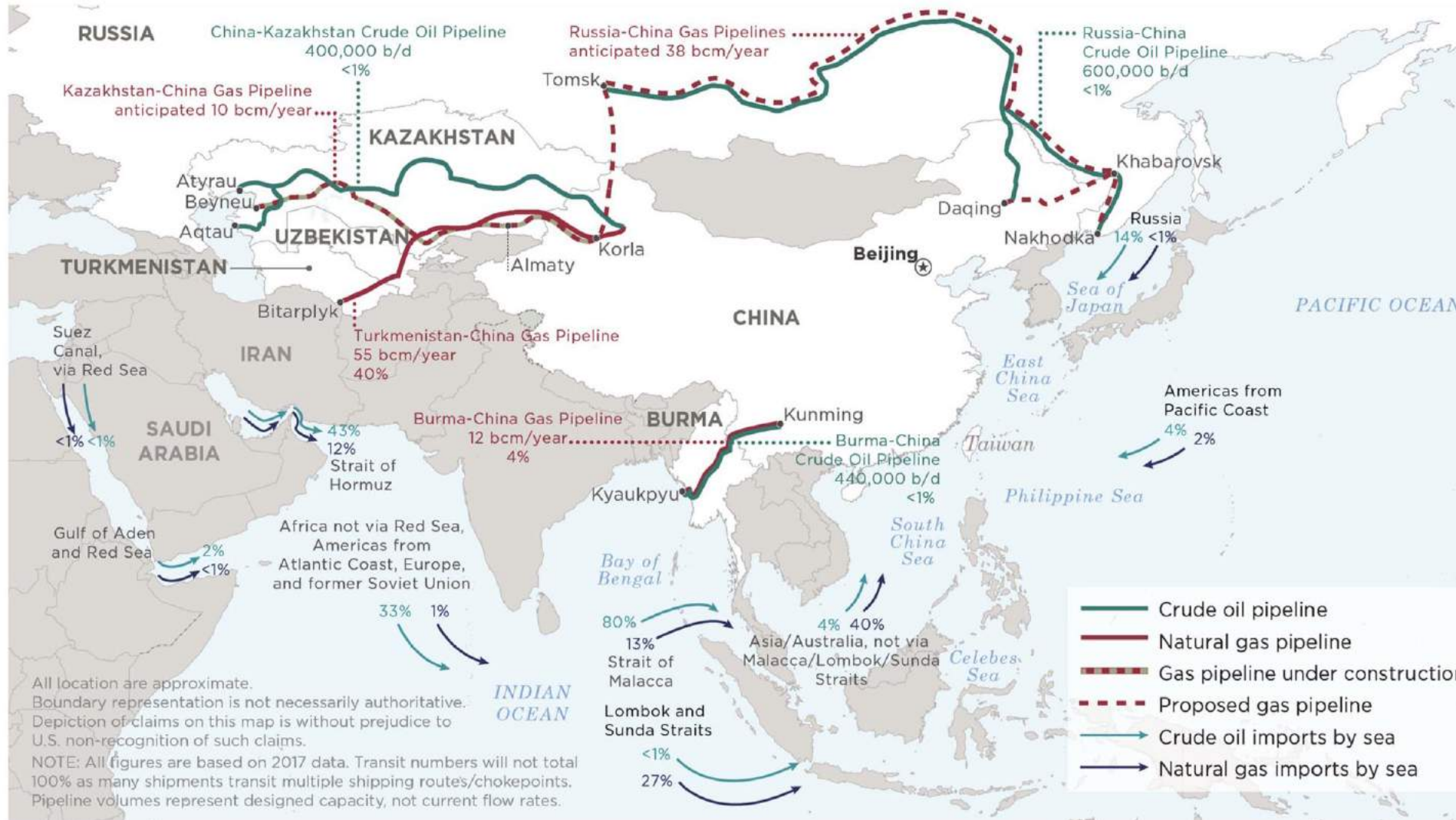


***Developing countries in Asia – led by China – dominate the rise in long-distance gas trade; more than 80% of the growth to 2040 comes in the form of LNG***

# 中国の石油・ガス輸入戦略：一帯一路

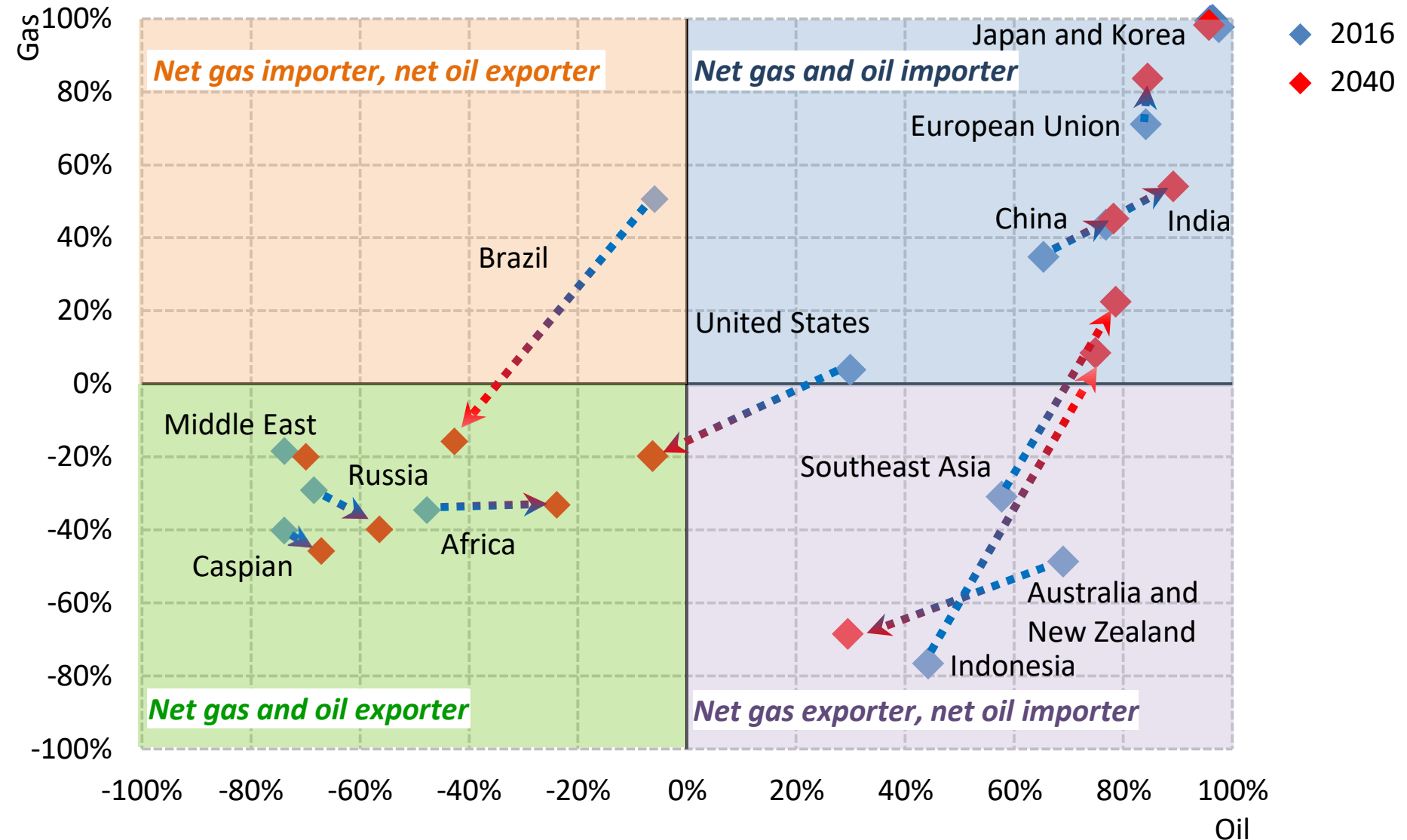
積極的なシーレーン防衛は米国や周辺国の危惧を招いている。

China's Energy Import Transit Routes





# シェール革命による地政学的変化 エネルギー自立を実現する米国の一人勝ちへ

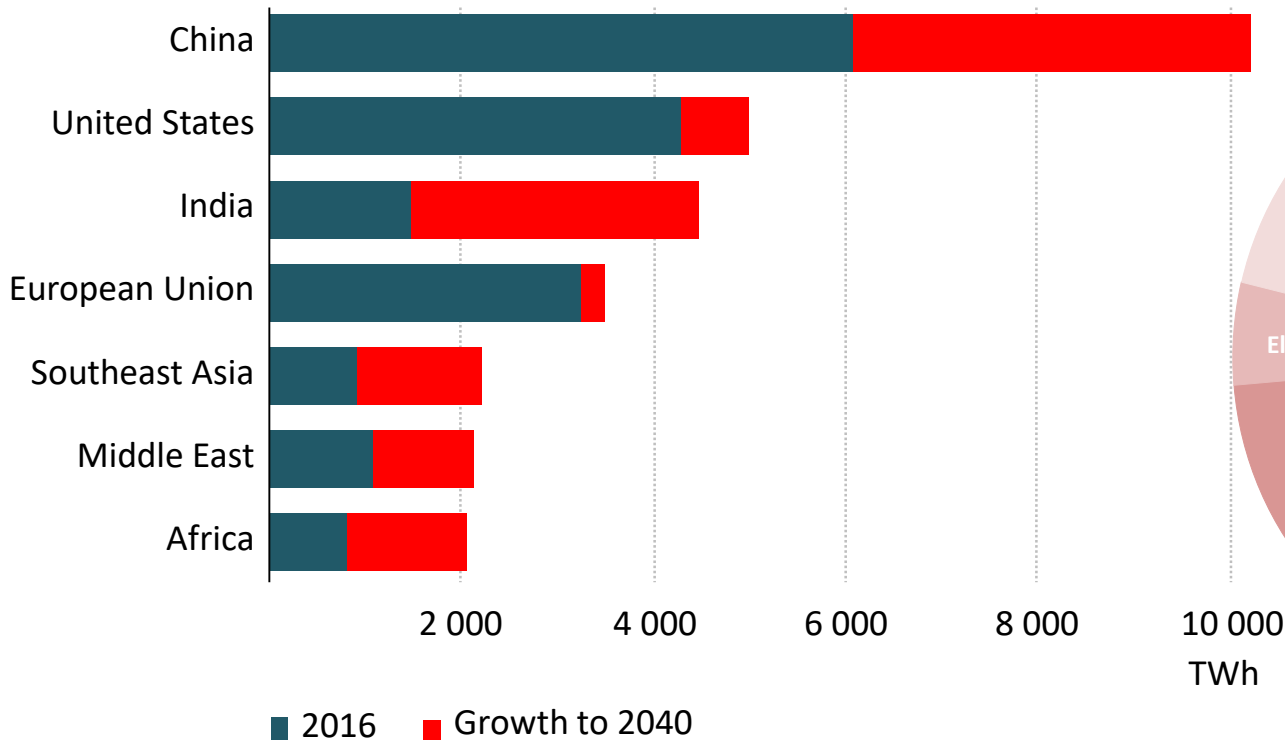


IEA WEO2017 basis

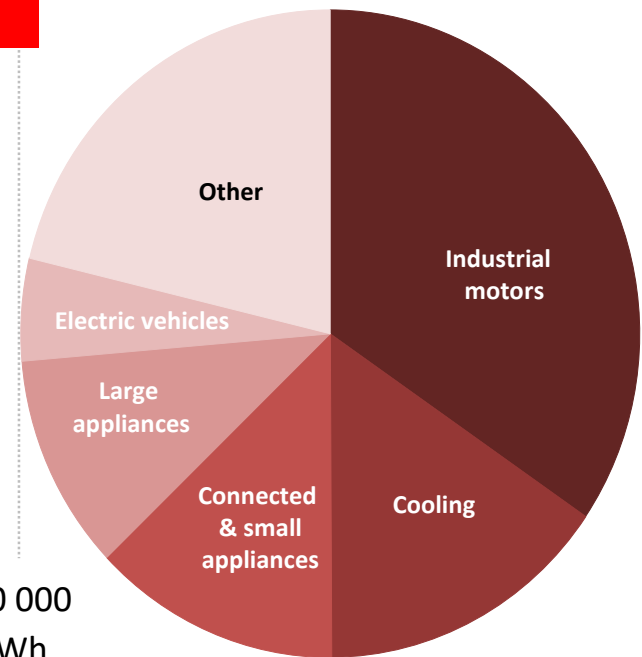
# 未来は電気が主役

電力需要は60%増加、その85%は新興国で起こる。

地域別発電量



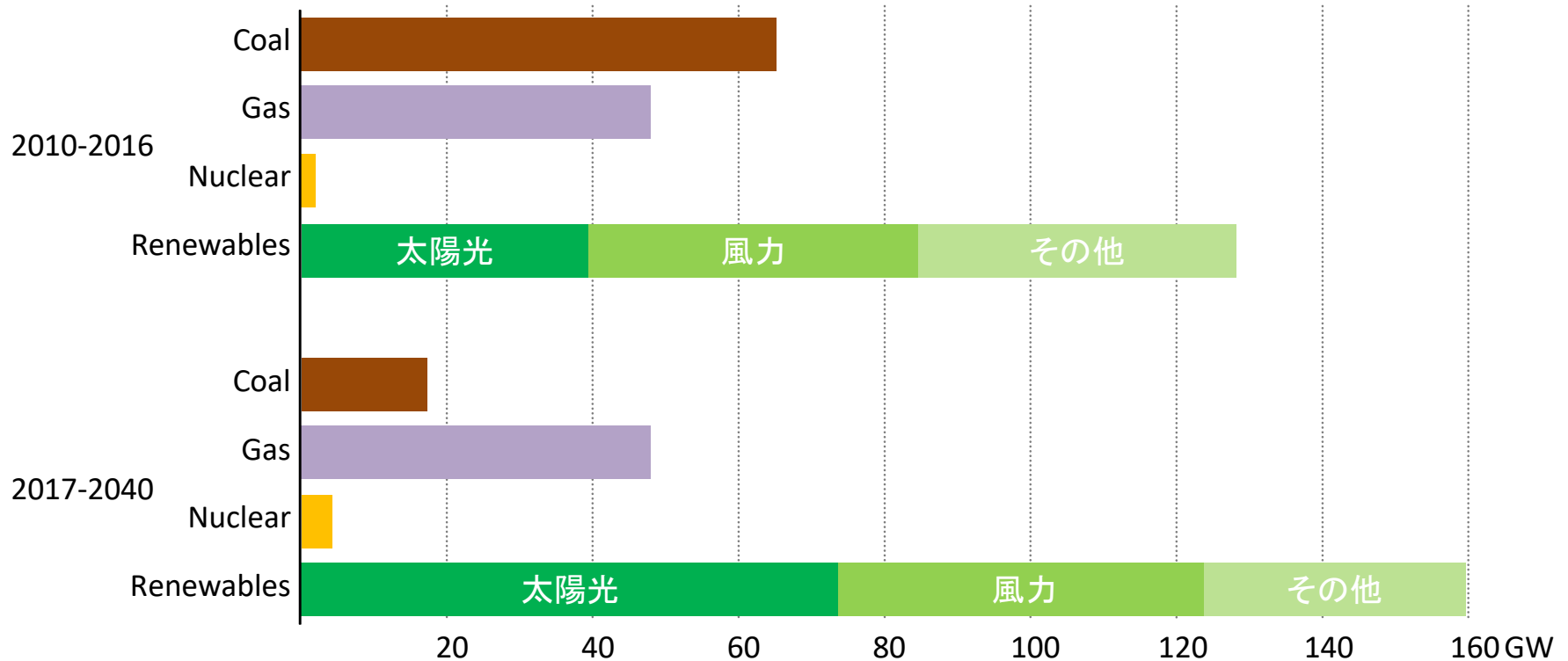
セクター別電力需要増シェア



インドは2040年までに現在の欧州と同じ発電量を追加し、  
中国は現在の米国の発電量を追加する。

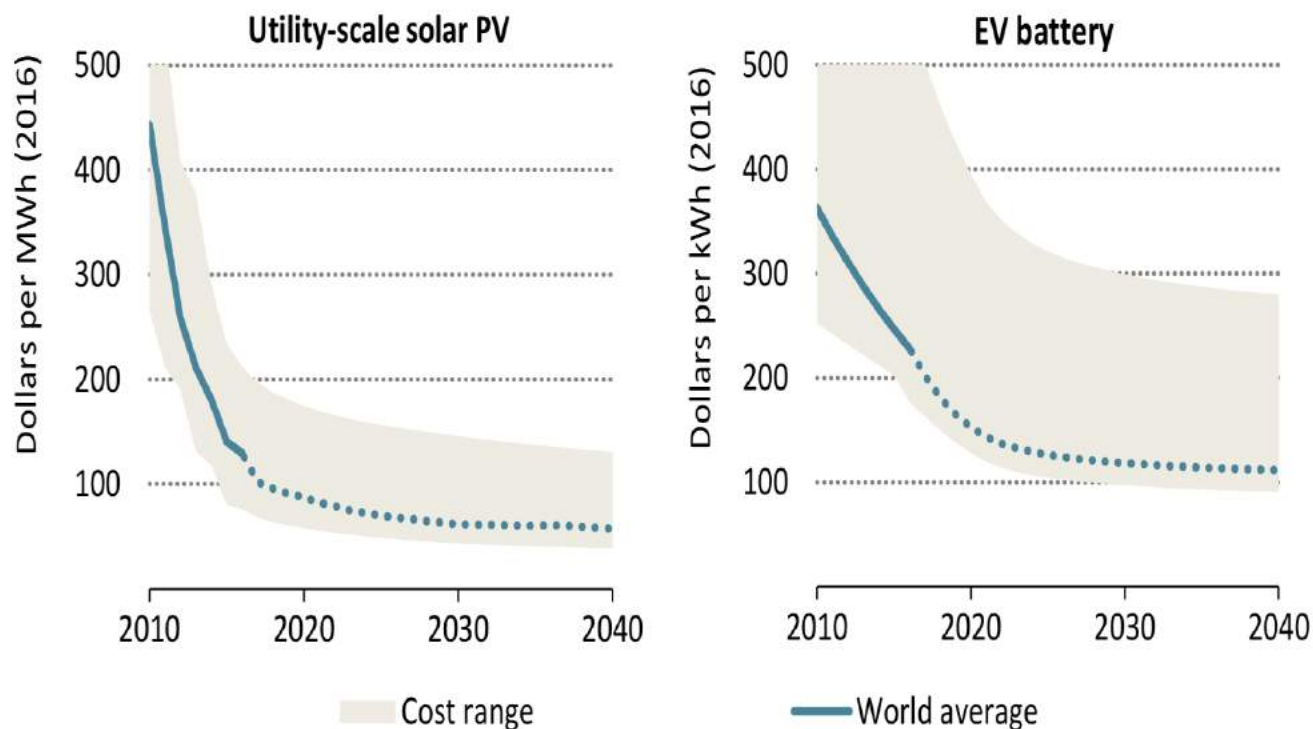
# 太陽光発電が世界の電力ミックスを決める。 (“Solar Revolution” by D.Yergin)

電源別世界の発電能力年間純増加量



中国、インド、米国が太陽光をリード、他方欧州が風力のトップランナー。  
太陽光と風力のシェア増加は電力需給調整のための弾力性が必要に。

# 太陽光発電と電気自動車用蓄電池 のコストは大幅に低下

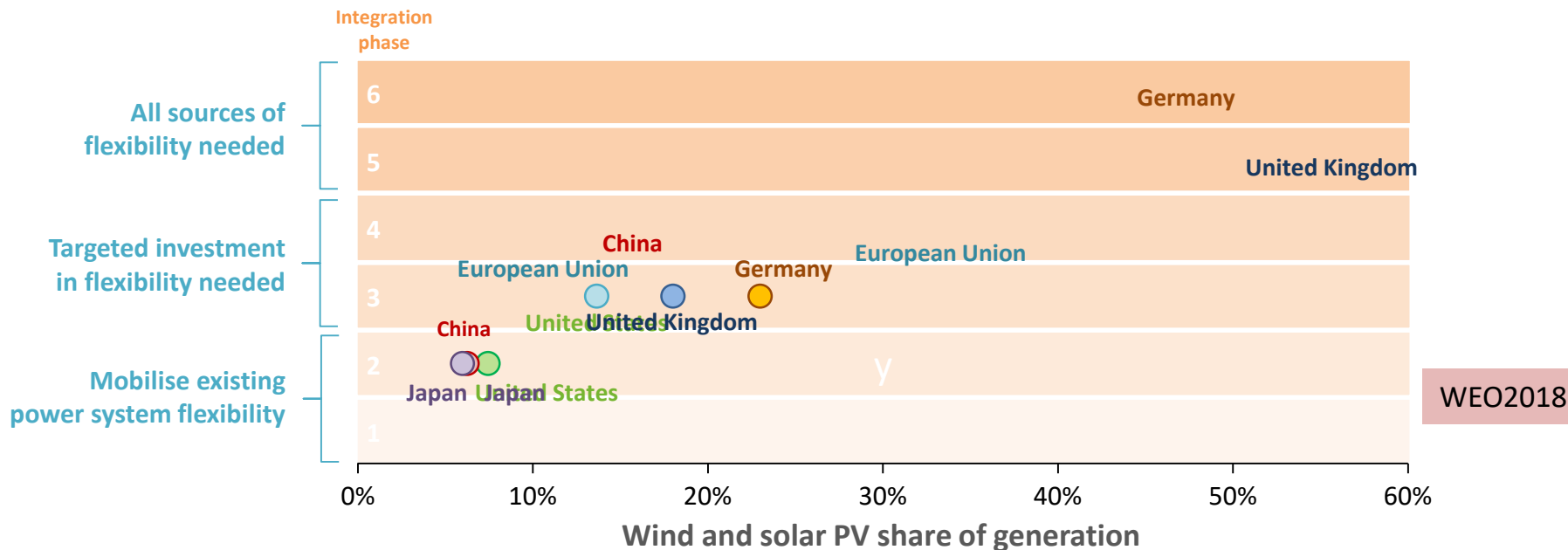


*Reductions in costs of key technologies continue to give strong impetus to the energy transition*

WEO2017

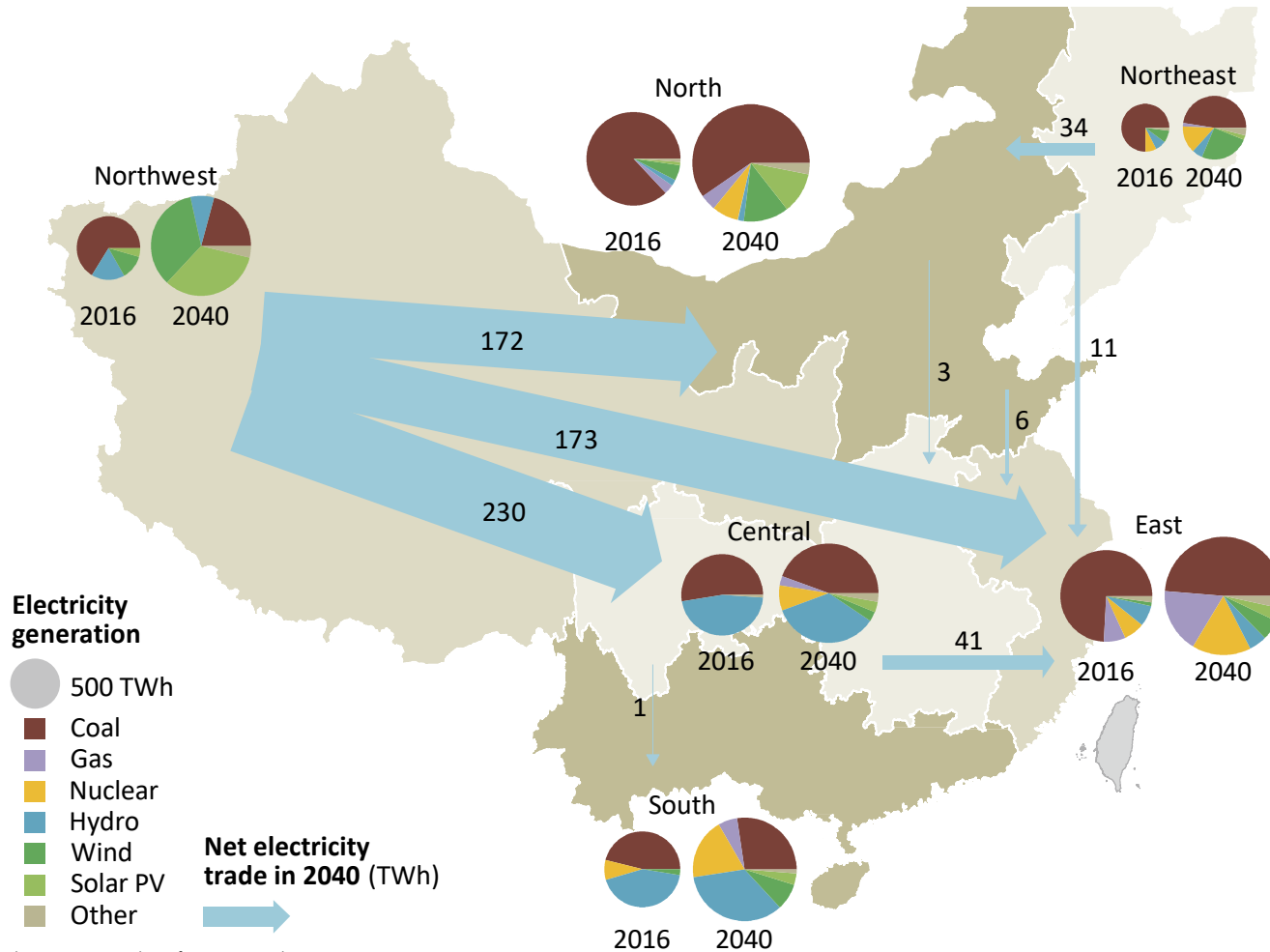
# Flexibility: the cornerstone of tomorrow's power systems

Phases of integration with variable renewables share, 2030



**Higher shares of variable renewables raise flexibility needs and call for reforms to deliver investment in power plants, grids & energy storage, and unlock demand-side response**

# 中国における電カトレードの試み



The map presents data of provinces in China.

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.

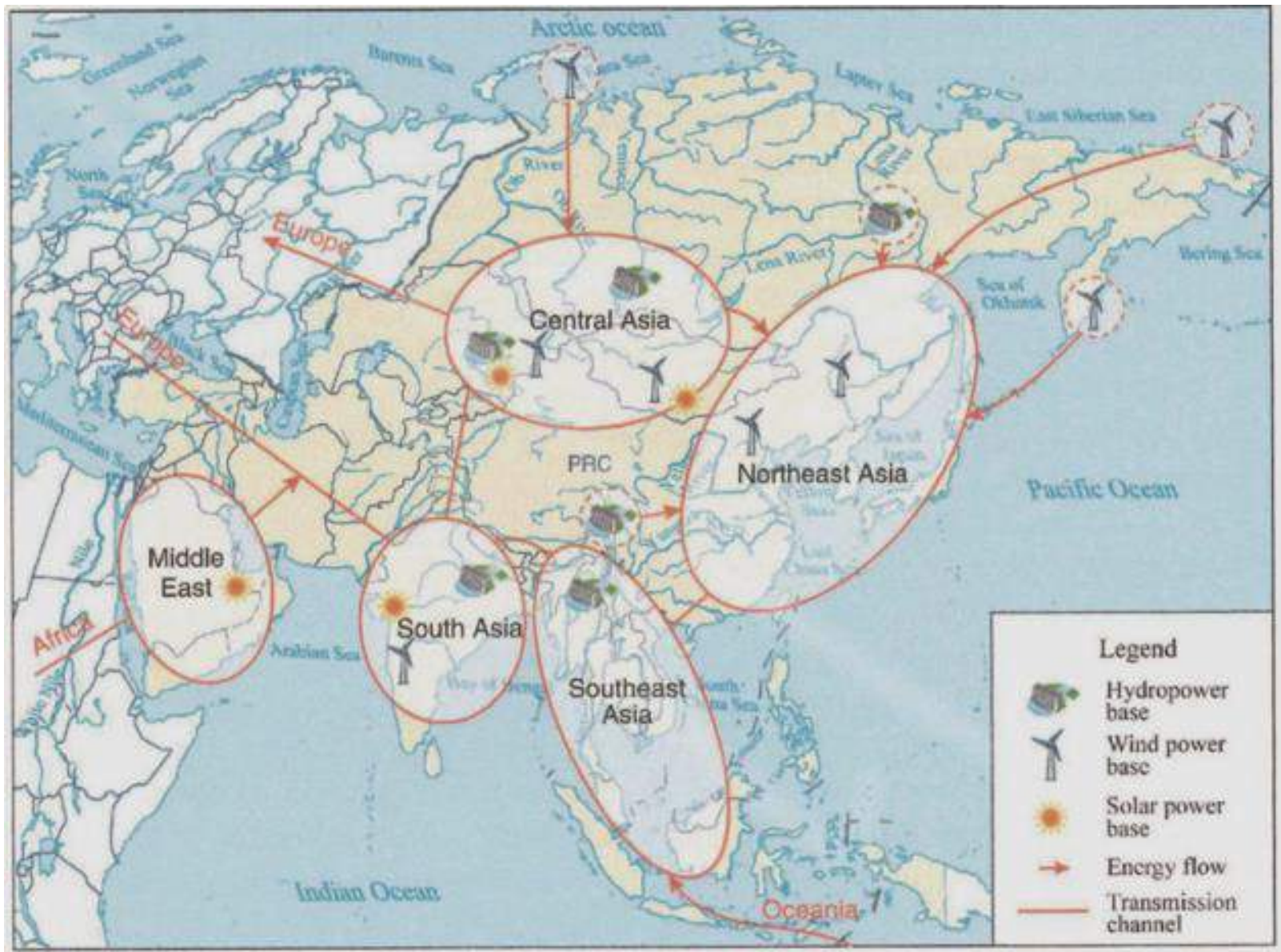
WEO2017

China is focusing on the hydrogen technology to store abundant electricity generated by renewables



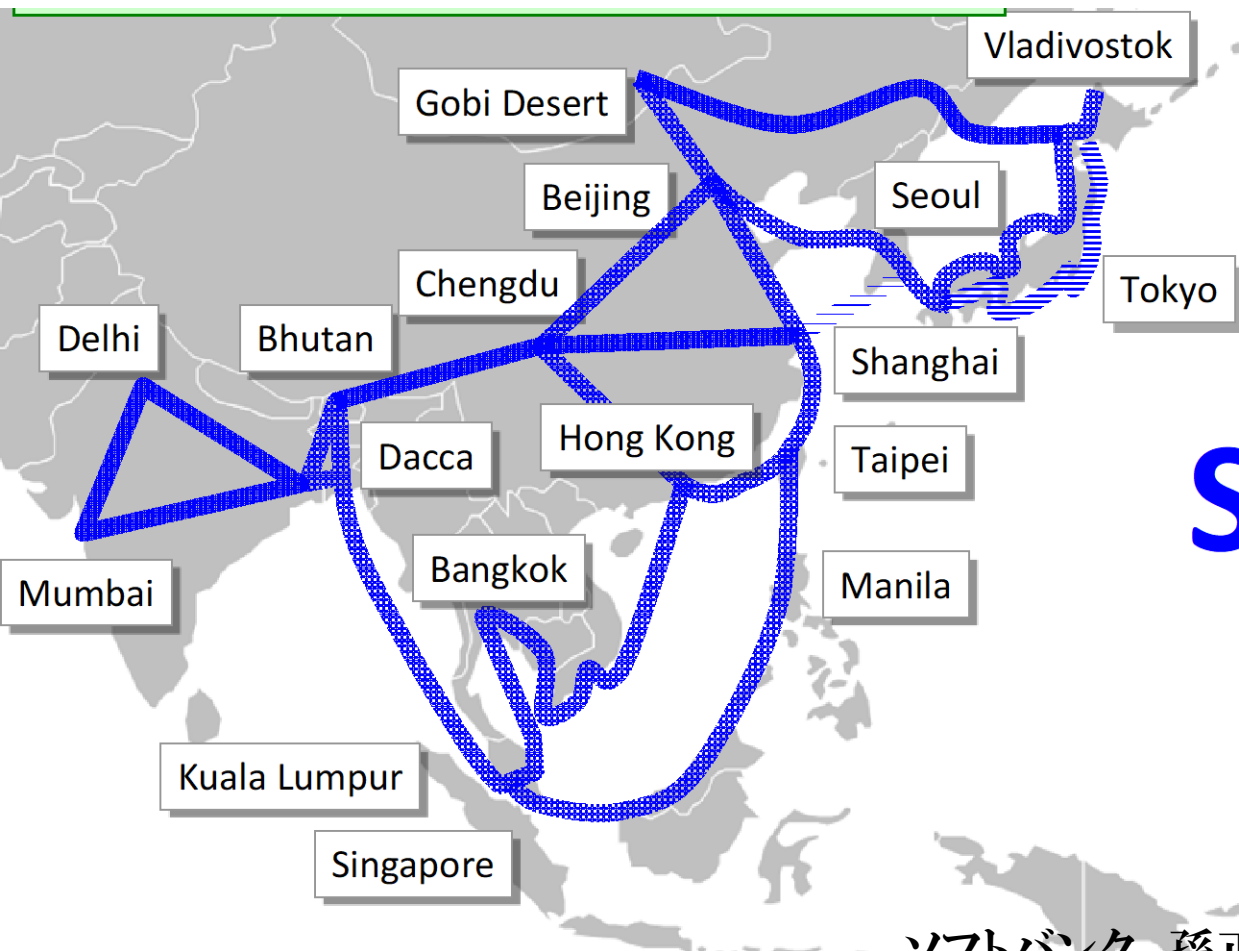
National Alliance of Hydrogen and Fuel Cell was established on February 11<sup>th</sup> 2018 by China National Energy Groups.

# 中国国家電網によるGlobal Energy Interconnection/ GEIDCO : 電力線の一帶一路戦略





# 孫正義氏のアジアスーパーグリッド構想 “Energy for Peace in Asia” New Vision?



Phase 3  
**Asia  
Super Grid**

**Total 36,000km**

ソフトバンク 孫正義氏のプレゼンテーションから

# プーチン大統領はアジアスーパーリング構想への支持を表明。

## Asia Super Ring



国家電網

ロセツティ

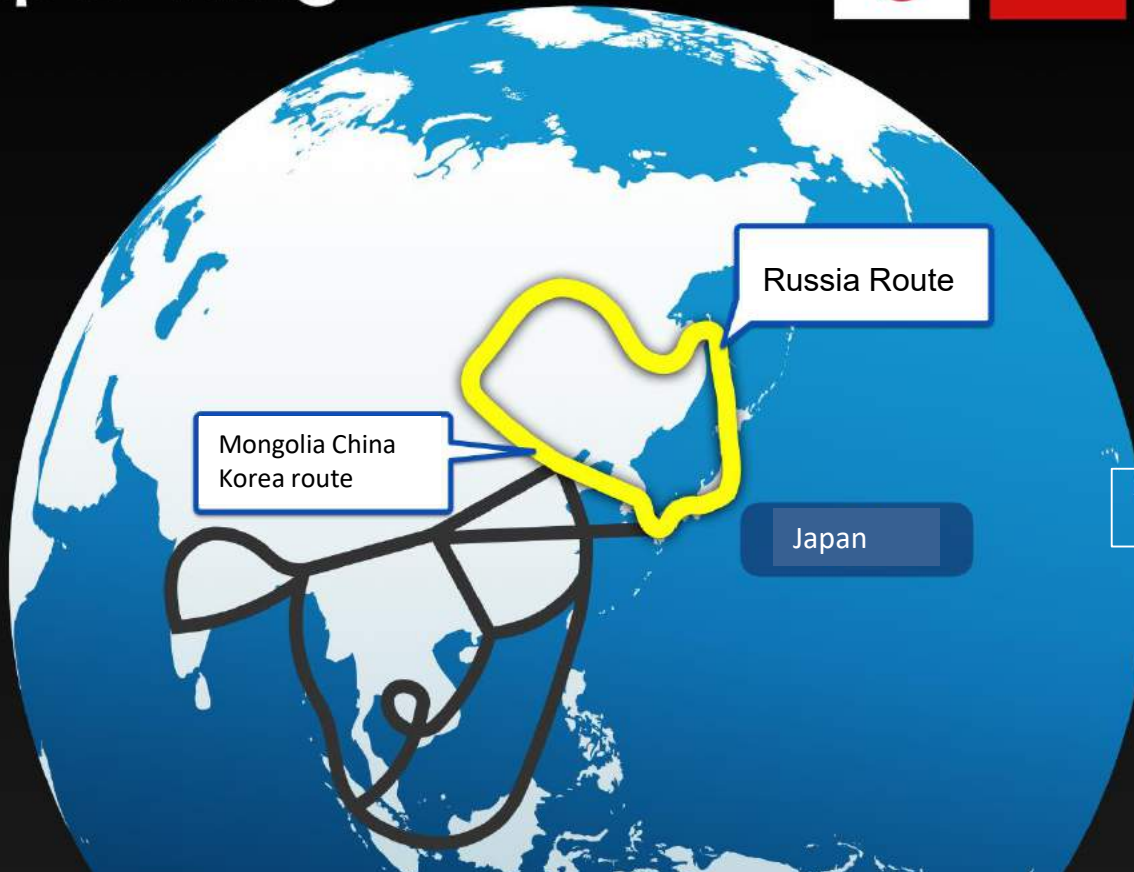
Russia Route

Mongolia China  
Korea route

ソフトバンク

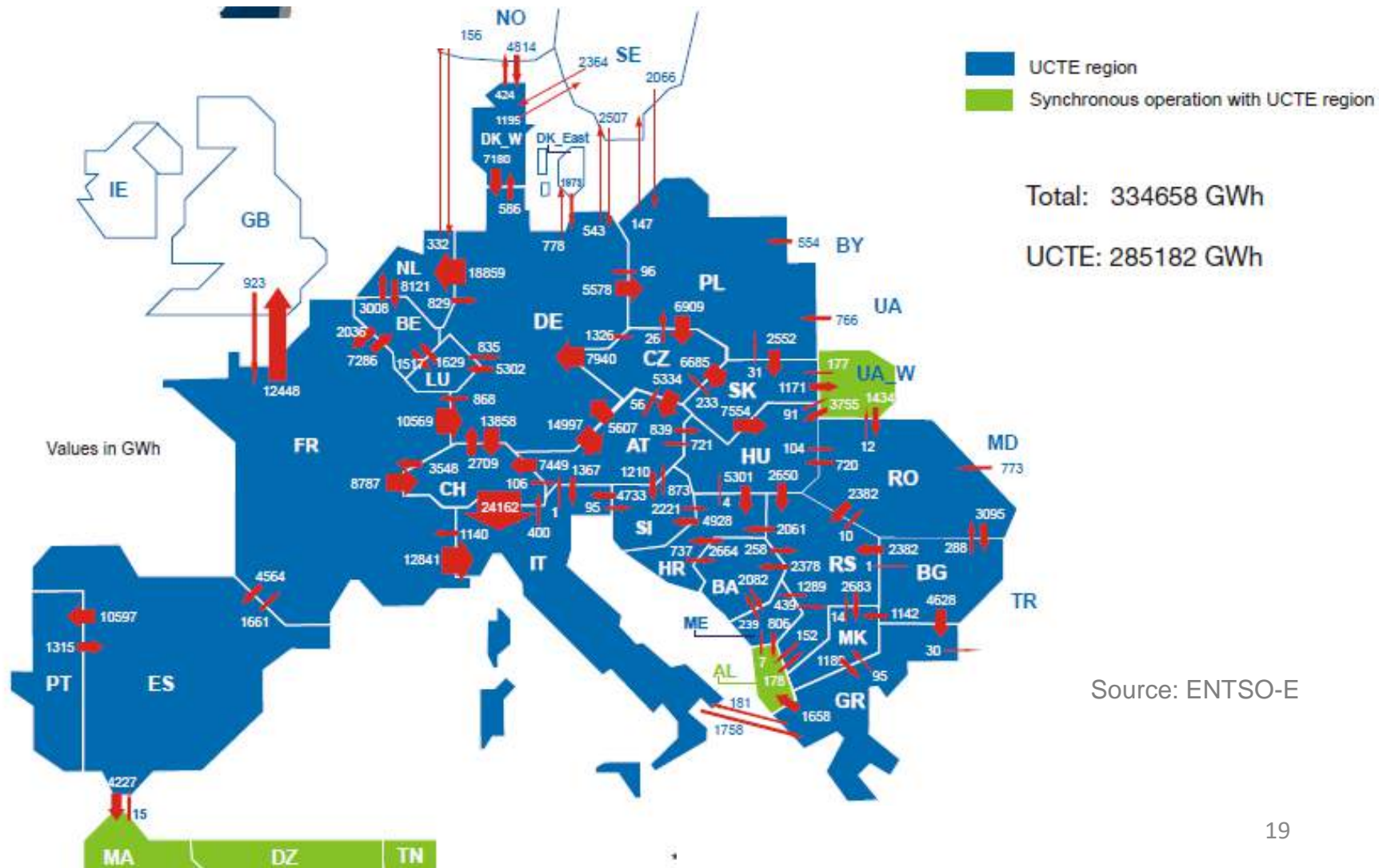
韓国電力

Japan



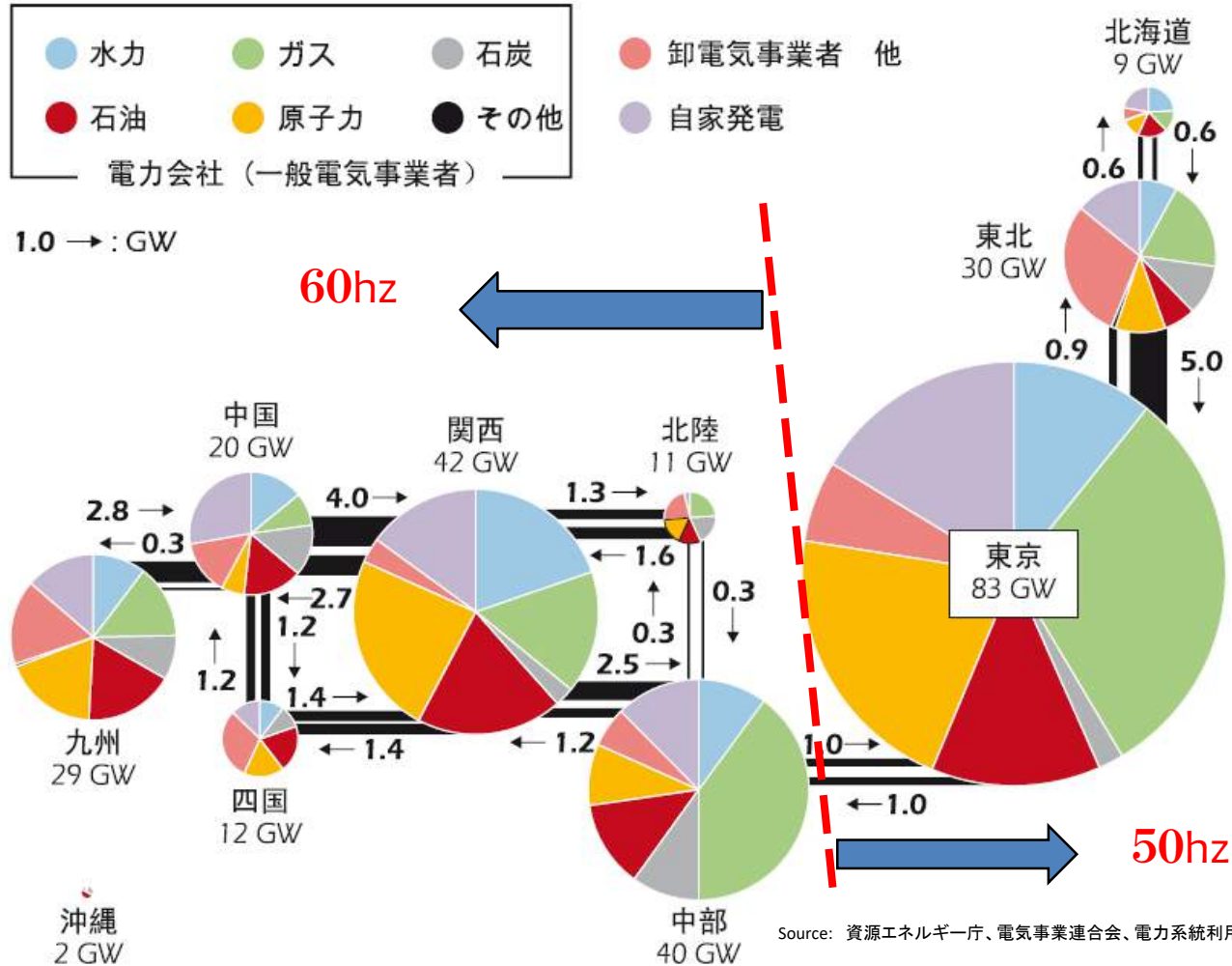
# ヨーロッパは系統線関係で集团的エネルギー 安全保障と持続可能性実現を目指す

Physical energy flows between European countries, 2008 (GWh)



安全保障と持続可能性向上のため日本では電力市場改革と系統網の周波数統一が必要と I E A は福島以前から提言してきた。

### 地域・事業者・発電種別設備容量と地域間連系線



もしロシアと系統線が繋がっていれば福島事故後の関東の停電や最近の北海道の停電は防げたかもしれない。東南海地震が起これば西日本に停電のリスク。20

# TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース） 提言を支持する企業は世界で585社、うち日本 企業約51社（2019-1-30 現在）

みずほフィナンシャルグループ、三井住友フィナンシャルグループ、三菱UFJ  
フィナンシャル・グループ、三井住友トラスト・ホールディングス  
滋賀銀行、日本政策投資銀行、東京海上ホールディングス、SONPOホール  
ディングス、MS&ADホールディングス、大和証券グループ、野村ホールディン  
グス、日興アセットマネジメント、GPIF、第一生命、日本取引所グループ、明治  
安田生命、日本生命保険、ニッセイアセットマネジメント、リそなホールディン  
グス、三井住友アセットマネジメント、格付投資情報センター  
NEC、国際航業、コニカミノルタ、ジェイテクト、住友化学、住友林業、積水ハ  
ウス、野村総合研究所、日立製作所、三菱商事、リコー、双日、大和ハウス、  
富士フィルム、川崎汽船、麒麟ホールディングス、マルイグループ、三菱ケミ  
カルホールディングス、三井物産、三井化学、商船三井、ニコン、日本郵船、  
積水化学工業  
経済産業省、金融庁、環境庁、全国銀行協会、日本公認会計士協会、投資  
信託協会

# RE100 Corporations: 需要サイドからの変革

156 RE100 companies have made a commitment to go '100% renewable'. サプライチェーン企業にも同様の要求をすれば、石炭発電の電気を買う社はなくなる。

**Finance(40):** Swiss Re Group, alstria, Amalgamated Bank, Aviva, AXA, Bank of America, Bankia, BBVA, British Land, CaixaBank, Canary Wharf Group, Capital One, Citi, Commerzbank, Credit Agricole, Danske Bank, DBS Bank Ltd, DNB, Equinix, Fifth Third Bancorp, **Fuyo General Lease Co., Ltd.(芙蓉総合リース)**, Goldman Sachs, Helvetia, HSBC, ING Group, Iron Mountain Incorporated, **Johann Shinkin Bank(城南信用金庫)**, JPMorgan Chase & Co., Jupiter Asset Management, Land Securities, Mace, Morgan Stanley, Nordea, Prudential plc, RBS group, Schroders, TD Bank, UBS, Voya Financial, Wells Fargo

**Durable Goods and Services (32):** IKEA Group, **AEON Co., Ltd(イオン)**, BMW, Burberry, **Coop Sapporo(コープさっぽろ)**, Crown Estate, **Daiwa House Group(大和ハウス)**, Decathlon, Dentsu Aegis Network, Etsy, FIA Formula E, General Motors, Gürmen Group, H&M, Interface, Kingspan, LEGO Group, Mahindra Holidays & Resorts India, Marks & Spencer, **Marui Group(丸井グループ)**, Nike, Inc., Pearson, PVH, **Sekisui House(積水ハウス)**, Signify, Sky, Starbucks, Tata Motors Limited, Vail Resorts, VF Corporation, **Watami Co., Ltd.(ワタミ)**, YOOX Group

**Non-Durables and Services (24):** Anheuser-Busch InBev, Califia Farms, Carlsberg Group, Clif Bar & Company, Coca-Cola Enterprises, Colruyt Group, Danone, Diageo, Estée Lauder Companies, Grupo Bimbo, Hatsun Agro Products Ltd, International Flavors and Fragrances Inc., Kellogg, L'OCCITANE Group, Mars, Incorporated, Nestle, Organic Valley, Procter & Gamble, Reckitt Benckiser (RB), TCI Co., Ltd, Tesco, TRIDL, Unilever, Walmart

**Technology(21):** Adobe, Apple, Autodesk, eBay, Facebook, **Fujitsu(富士通)**, Google, Hewlett Packard Enterprise, HP, Inc., Infosys, Lyft, Microsoft, Rackspace, **RICOH Company, Ltd.(リコー)**, Salesforce, SAP, **Sony Corporation (ソニー)**, Visa, VMware, WeWork, Workday

**Other Services(17)** **ASKUL Corporation(アスクル)**, Bloomberg, BROAD Group, **ENVIPRO HOLDINGS Inc.(エンビプロHD)**, Gatwick Airport Limited, Heathrow Airport, IHS Markit, La Poste, McKinsey & Company, PwC, RELX Group, SAVE S.p.A Group, Schneider Electric, SGS, Steelcase, Swiss Post, Vaisala

**Material(8):** AkzoNobel, Corbion, Dalmia Cement, Elion Resources Group, Elopak, Givaudan, Royal DSM, Tetra Pak

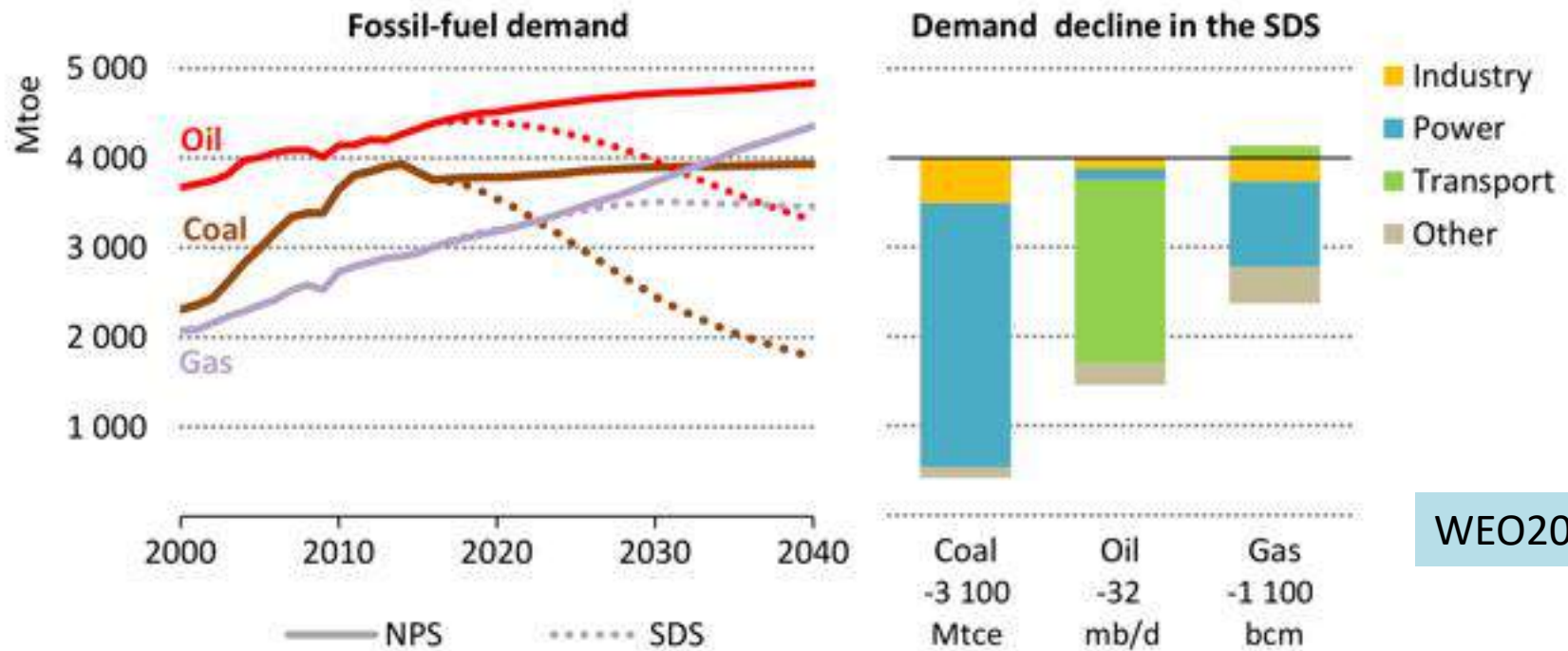
**Telecom Services(6):** BT Group, KPN, Proximus, Telefonica S.A., T-Mobile US, Inc., Vodafone Group

Health care(5): AstraZeneca, Biogen, Johnson & Johnson, Novo Nordisk, Royal Philips

**Energy(1):** Vestas

# サウジアラムコの株式公開の裏にEV化など温暖化対策の脅威がある

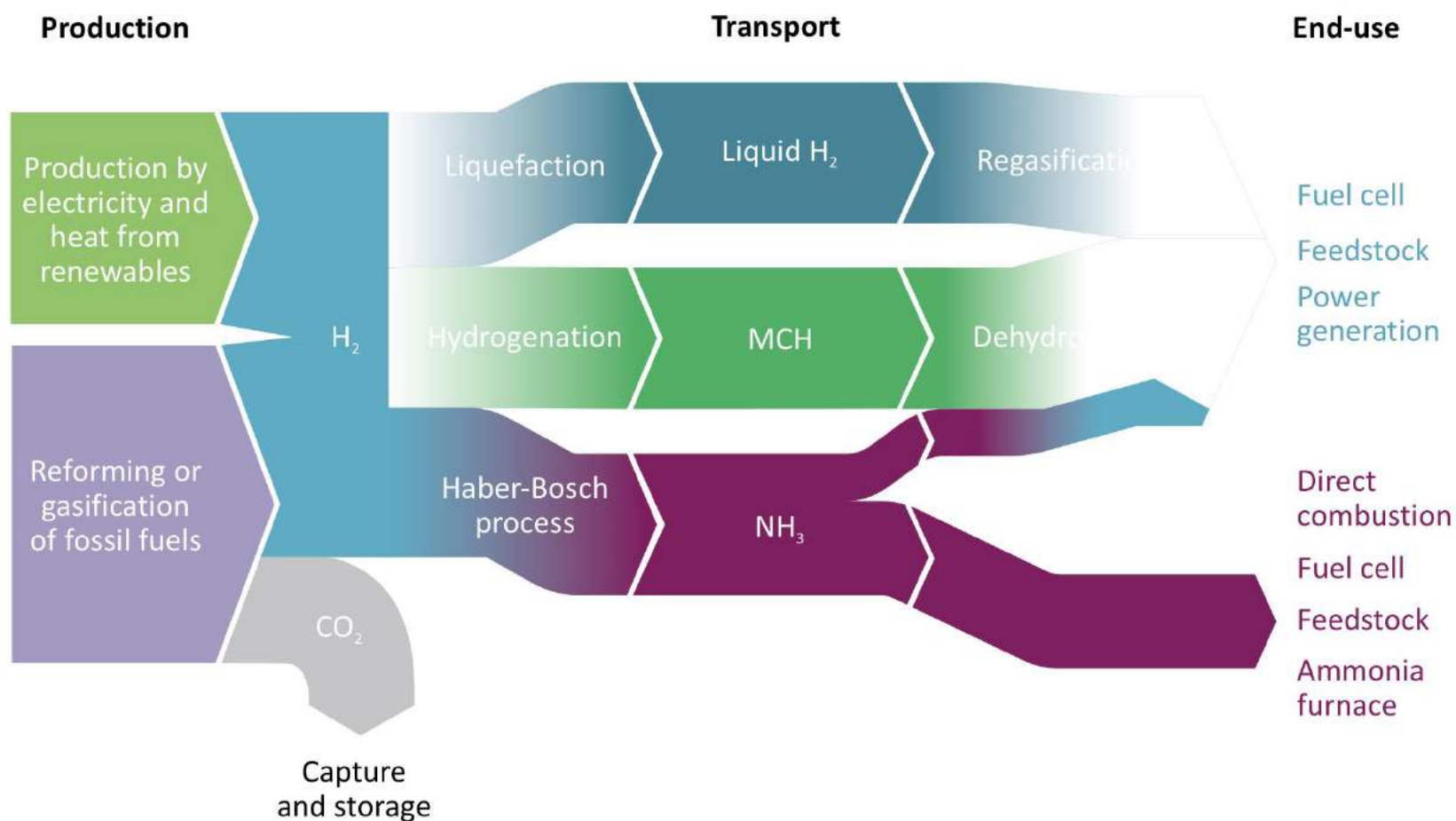
2040年までの化石燃料需要推移：持続可能な成長シナリオと新政策シナリオの比較



WEO2017

石器時代は石がなくなったので終わったわけではない。

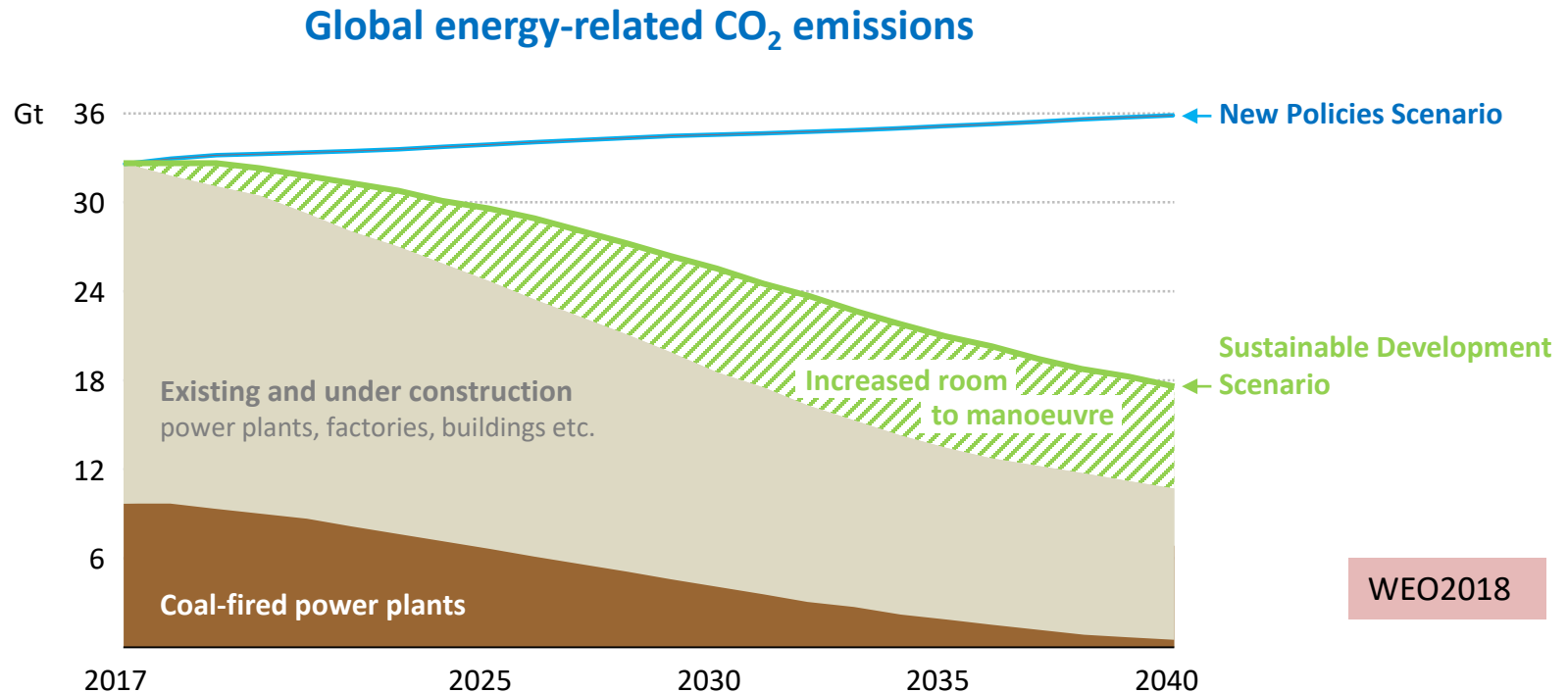
**Figure 11.17** ▷ Supply routes for low-carbon hydrogen



*There are multiple options for the production, transportation and consumption of zero-carbon hydrogen and hydrogen-based fuels*



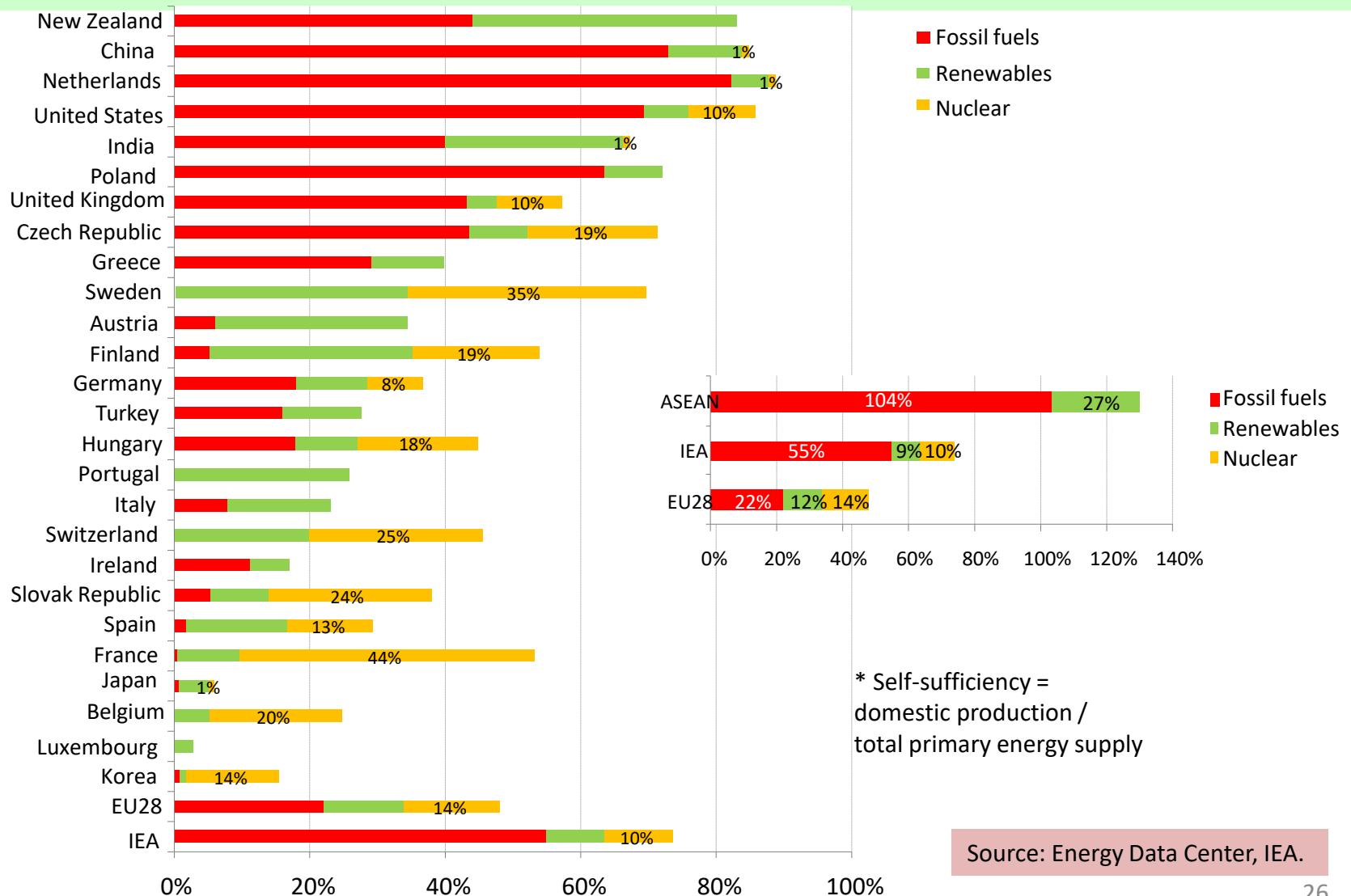
# エネルギーの未来への道を拓く 二酸化炭素の分離・利用・貯蔵 (CCUS)



***Coal plants make up one-third of CO<sub>2</sub> emissions today and half are less than 15 years old; policies are needed to support CCUS, efficient operations and technology innovation***

# 電力化が進む中でのエネルギー安全保障 = 多様な電源 + 連係 + 原子力

2013年自給率とエネルギーミックス

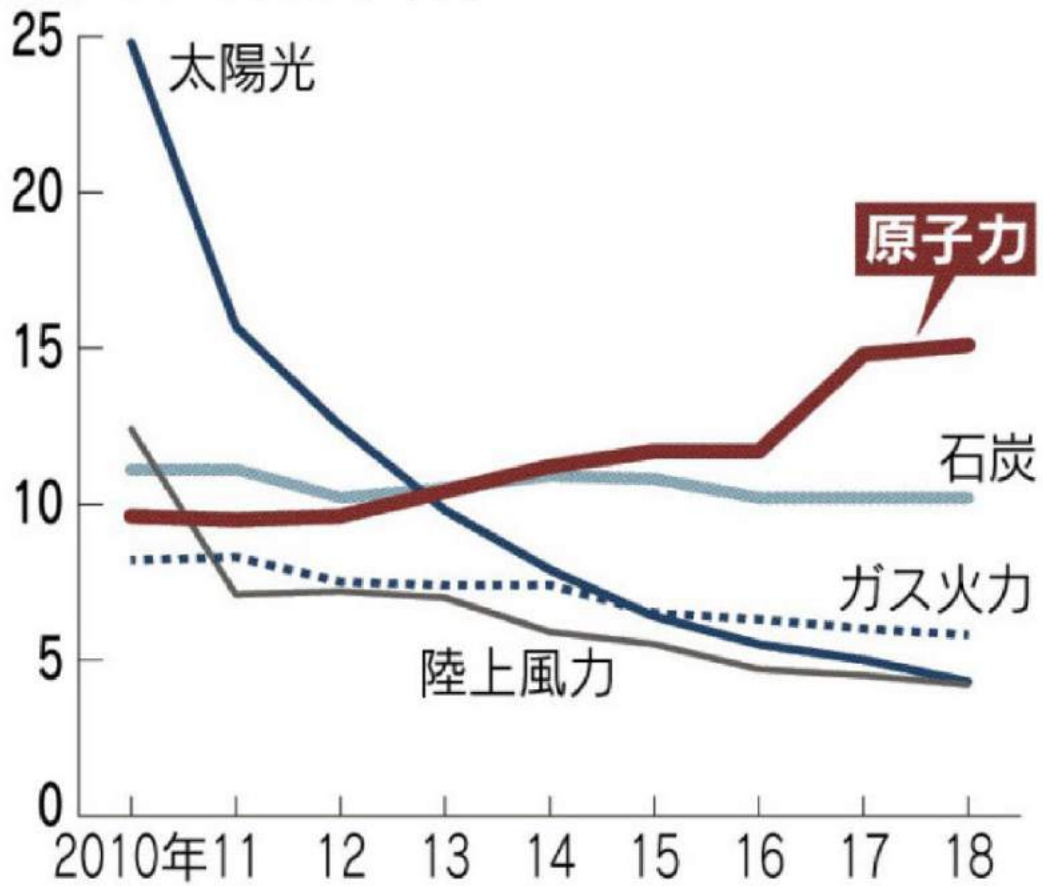


Source: Energy Data Center, IEA.

Note: Does not include fuels not in the fossil fuels, renewables and nuclear categories.

# 世界で原発の発電コストが上昇している

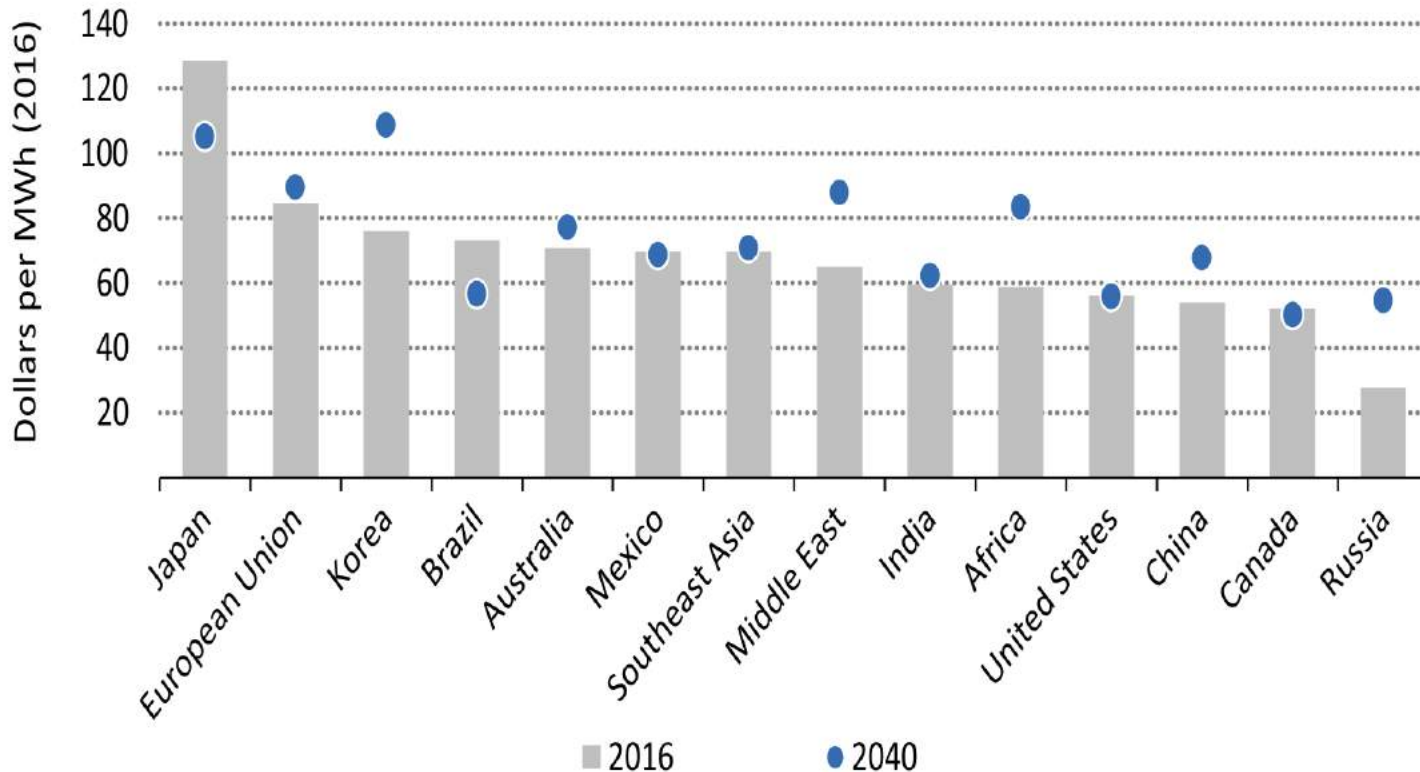
米セント／キロワット時 (新設案件)



(注) 米投資銀行ラザードの資料から作成。  
助成、廃炉・廃棄物処分コストは含まない

日経新聞より

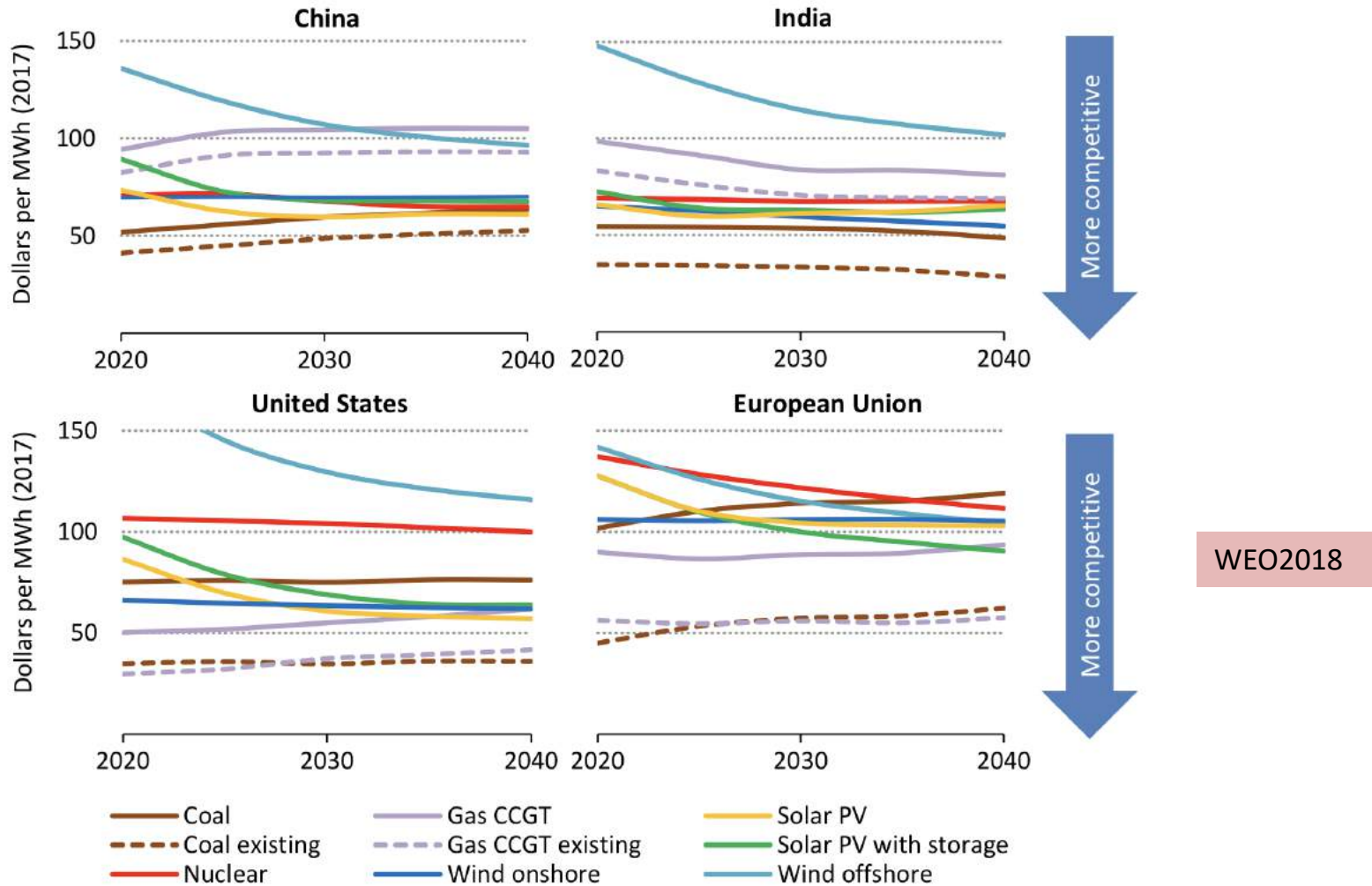
# 地域別総発電コスト比較（新政策シナリオ）



WEO2017

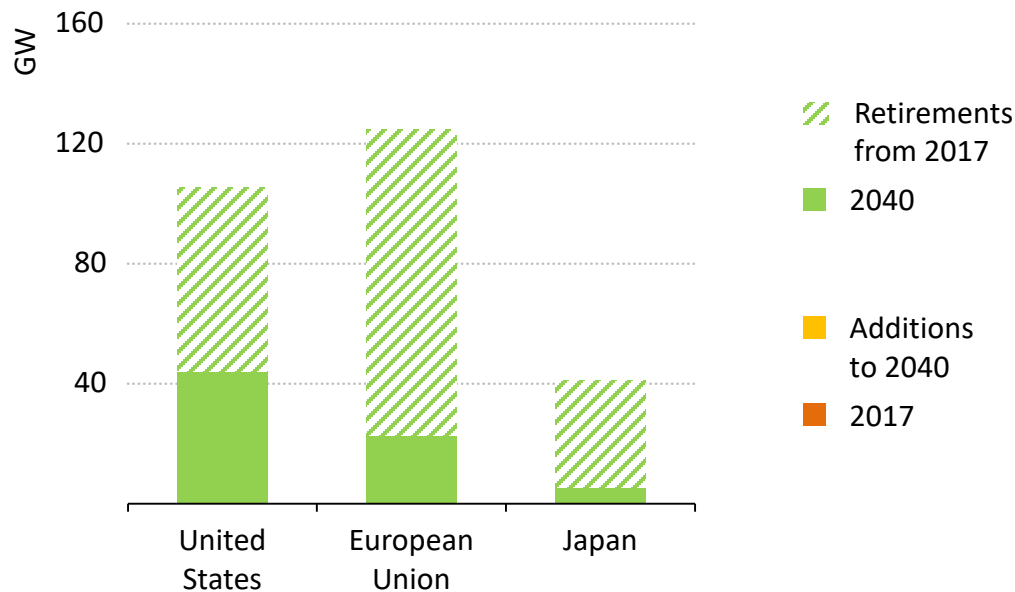
デジタル化、電気自動車利用、サービス経済など電力化は世界中で進む。電力コストの最も高い日本の電源選択は持続可能な範囲で低コストの追求であるべき。安い自然エネルギーなら輸入することも考えるられる。

# Value-adjusted levelised cost of electricity (VALCOE) in NPS 2020-2040

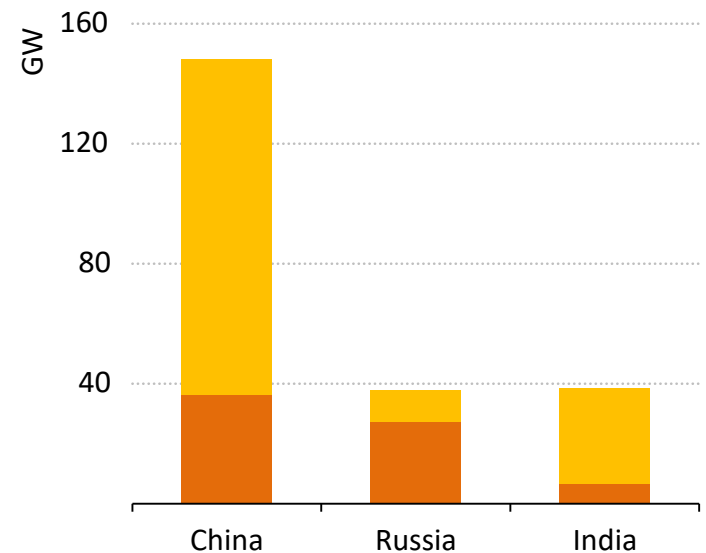


# 世界の原子力発電は二極化

Without policy changes



Growth markets



WEO2018

***The contribution of nuclear power could decline substantially in leading markets, while large growth is coming, as China takes first position within a decade***

# 中国での電源の建設単価比較 (円/w)

	2013	2014	2015	2016
石炭 (USC)	53	55	61	52
水力	154	198	219	179
原子力	241	209	351	313
風力	123	128	147	126
太陽光	145	148	166	137

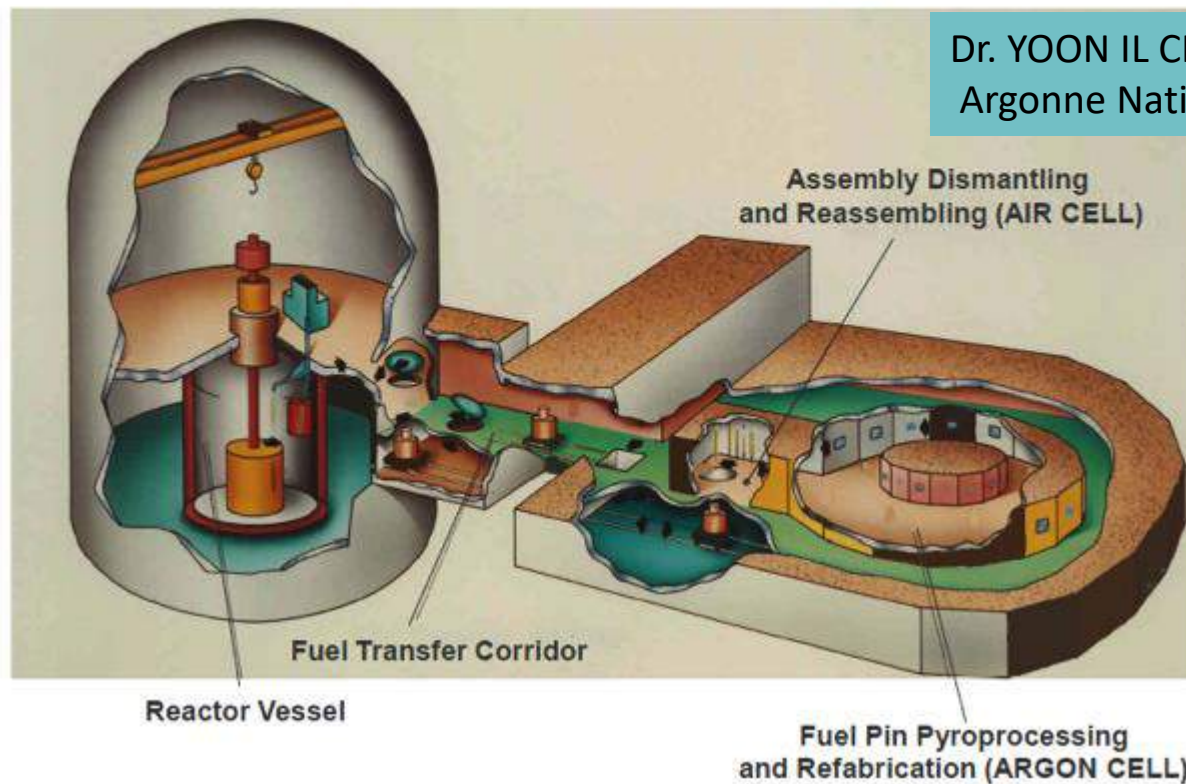
# 原子力は必要か？

- Yes、しかし **大型軽水炉パラダイムは曲がり角**。福島以降、安全で、きれいで、安い電源とは言いがたい。
- 使用済み燃料処理、高レベル廃棄物や福島デブリの量及び毒性の減容に小型高速炉が必要。
- 安全保障や国防の観点から見直すべき。日米の戦略的核不拡散協力の一環。北朝鮮のプルトニウムをプルサーマル又は小型高速炉で焼却。原子力潜水艦や砕氷船用の小型軽水炉の研究。
- 小型分散型電源として再生エネルギーとの共存を図る。
- 東電問題、福島の高炉、再生エネルギー活用、電力市場改革、国際系統線連携と包括的に考えるべき。東電による**原発大政奉還**が第一歩に。



# 安全性、核不拡散性、廃棄物処理に優れた統合型高速炉 (Integral Fast Reactor)と電解型乾式再処理施設 (Pyroprocessing)

Pyroprocessing was used to demonstrate the  
EBR-II fuel cycle closure during 1964-69



統合型高速炉と電解型乾式再処理はウラン資源の効率的利用、受動的安全性、放射性廃棄物処理の容易性、核不拡散性において軽水炉システムより優れている。

# 統合型高速炉の技術特性

- ✓ 次世代炉として革命的進化:
  - ほぼ無限なエネルギー源
  - 固有(受動的)安全性が実証された(1986年の実験)
  - 長期廃棄物処理技術
  - 核不拡散性
  - 閉じられた核燃料サイクル
  - 湿式再処理と比べ施設がコンパクトでコストも安い
- ✓ 金属燃料と乾式電解再処理法
  - 福島第一燃料デブリ処理に有効な技術
- ✓ 軽水炉の使用済み燃料処理を補完

日本も電力中央研究所が乾式再処理開発に参加したが、クリントン政権が1994年に研究を中止したため停止。

# 提案：日米協力で福島第一原子力発電所の使用済み燃料とデブリ処理システムの実証実験を！

- 福島第一原発の汚染された使用済み燃料と炉心デブリは県外に持ち出すことは難しい。またデブリの石棺方式は取らない。
- 福島第二原発は廃炉でない別の活用の道がある。
- 電解型乾式再処理システムはデブリ処理にも有効。(再利用できるPu, U, MAと高レベル廃棄物(300年型)の分離)
- 統合型高速炉での燃焼実証。まず汚染された使用済み燃料でテスト。
- 高レベル廃棄物(300年型)の貯蔵管理廃棄実験。
- 従来の各燃料サイクルを補完するモデル開発と人材育成。
- 米国、韓国などとの国際協力プロジェクト。日韓関係改善の切り札。原子力平和利用のモデルを提示。北朝鮮のプルトニウムを焼却することも可能。
- 米国は商業再処理を推進しない国策を取るが、この技術で福島復興には協力したいという立場。日米で統合型高速炉共同研究開始で合意。(2018年6月)
- 2018年7月に自動延長された日米原子力協定下でのとPu焼却の解決策。

# うつくしま、福島

昨日はとても勉強になりましたし、何よりも明るい気持ちになりました。福島は日本の科学技術のために使っていた場所なのですから。思いがけない傷を負ってしまった福島ですが、これからも技術者たちの挑戦を見届け、世界の技術発展と人類の未来のために使っていただく地になること、それこそが福島の前向きな選択であると感じました。

5年間悲観的な感情論を山ほど聞いて、どちらに向けて顔を上げていったらいいのか、福島の間はずっと模索してきたのだと思います。

昨夜、田中様のお話を聞いて、私は原発が街に初めてやってきた子供の頃のことを思い出しました。田中様のお話は、私にその時と同じ気持ちを思い出させるものでした。そのようなお話を聞いたのはの初めてです。ありがとうございます。

事故の前まで、福島県のキャッチコピーは、美しい島という意味で、「**うつくしま、福島**」だったのです。事故後に、そのポスターも言葉も消えました。私は科学技術に尽くすという意味で、「**つくすしま、福島**」でいいのではないかと、これは決して後ろ向きの決意ではなく、福島の誇りだと思っています。是非とも実現に向けて頑張っていたきたいし、ご協力できることがあればやらせていただければ嬉しく思います。私は身体障害者ですが、自由な時間はたくさんありますので、社会のお役に立てることがあるなら、身体が動く限り何でもやってみたいと思っています。

# 永井隆

長崎医科大学教授、「長崎の鐘」の著者

1945年(昭和20年)8月9日、長崎市に原子爆弾が投下され、爆心地から700メートルの距離にある長崎医大の診察室にて被爆。右側頭動脈切断という重傷を負うも、布を頭に巻くのみで救護活動にあたった。救護活動の合間に「原子爆弾救護報告書」(第11医療隊)を執筆し、長崎医大に提出した。その結語で彼はこう述べている。



「すべては終わった。祖国は敗れた。吾大学は消滅し吾教室は烏有に帰した。余等亦夫々傷き倒れた。住むべき家は焼け、着る物も失われ、家族は死傷した。今更何を云わんやである。唯願う処はかかる悲劇を再び人類が演じたくない。原子爆弾の原理を利用し、これを動力源として、文化に貢献出来る如く更に一層の研究を進めたい。転禍為福。世界の文明形態は原子エネルギーの利用により一変するにきまっている。そうして新しい幸福な世界が作られるならば、多数犠牲者の霊も亦慰められるであろう。」

菅川平和財団理事長・元国際エネルギー機関事務局長 田中伸男

原子力発電所の再稼働はなかなか進まず、日本はエネルギーの9割を中東に依存する状態が続く。万が一、ホルムズ海峡が通航停止になれば国内は大混乱に陥るが、新潟県知事選の結果を見ると、東京電力は福島第一原発の事故から5年が過ぎた今も国民の信頼を回復できていない。

温暖化ガス削減の国際的枠組みであるパリ協定は各国の約束のレベルこそ低い、今後のヒアレビュー(相互評価)で削減圧力が強まろう。再生可能エネルギーの利用拡大が必要だが、思ったほど発電が伸びない状況だ。

一方、アジアの地政学はエネルギーを巡る構図を一変させる可能性がある。ロシアのプーチン大統領は最近、中国、モンゴル、ロシア、韓国、日

## 東京電力の けじめのつけ方 の一試案

### 原子力事業、関西電力に集約を

本を電力線で結んでロシアの電力を輸出する構想への支持を表明した。サハリンと北海道を海底ケーブルでつなぐ構想はこの一部になる可能性がある。ロシアは日本と連携しつつ、中国をハブとする国際連携を目指す中国に対抗しようとしているのだ。

こうしたなか、日本はどんなエネルギーの将来図を描くべきなのか。

原子力事業の再編に関する報道が出ているが、信頼を失った東電は原子力事業を関西電力に売却し、関電を原子力中核会社として人材を集約したらどうだろう。原子力は廃炉や廃棄物対策、新型炉の開発などを進めるために人材や知識の共同活用が必要だ。

東電には発送電の法的分離の次の段階で送電会社を統合する。日本は電力の周波数が東の50ヘルツ、西の60ヘルツと分かれており、地域独占の9電力会

社の連携が弱い。これが再生可能エネルギーの利用拡大が進まない理由にもなっている。統合すれば系統連携への投資が進むはずだ。東電の株価は上がり、国の出資も回収できる時が来るだろう。

ガスの調達も共同で行う必要がある。すでに東京電力と中部電力はガスの調達を共同して行う共同出資会社JERAを作り、そこに火力事業を集約しようとしている。

他の電力会社は風力、太陽光を中心とする発電に注力したら良い。隣国と系統線をつないでアジア広域市場ができて、それぞれが得意とする分野に特化することで勝ち残る強い電力会社ができる。

エネルギーはグローバルで動く。国内事情だけで小手先の解決先を探るのではなく、アジアの市場を見ながら大きなビジョンを描くことが答えを書く近道ではないか。

## 原子力発電の 「大政奉還」を。

当欄は投稿や寄稿を通じて読者の参考になる意見を紹介します。〒100-8066東京都千代田区大手町1-3-7日本経済新聞社東京本社「私見卓見」係またはkaisetsu@nex.nikkei.comまで。原則1000字程度。住所、氏名、年齢、職業、電話番号を明記。添付ファイルはご遠慮下さい。趣旨は変えずに手を加えることがあります。電子版にも掲載します。

# 東京電力は原発を大政奉還せよ！



田中 伸男 (たなかのおお)

笹川平和財団会長  
1973 通商産業省入省、OECD 科学技術産業局長、在米日本大使館公使、経済産業省通商機構部長などを経て 2007 年国際エネルギー機関 (IEA) 事務局長、東京大学公共政策大学院客員教授、前人社外監査役、千代田化工建設社外取締役などを兼任。

国際エネルギー機関 (IEA) が去年発表した「世界エネルギー見通し 2017」は四つの革命的变化がエネルギー分野で起こりつつあるという。第一が北米のシェール革命。これで米国はダントツの石油ガス大国になる。第二がソーラー革命。これには驚いたが太陽光発電のコストが毎年急速に下がっており、まもなく電源中で最も安くなるという。第三が中国の緑色革命。習近平の号令で北京の空は真っ青になりマスクをしている人もいなくなった。石炭から天然ガスへの転換を進めたためだ。第四が電化革命。低炭素の電源を使って電気自動車、デジタルゼーション、AI、バッテリーが中心の社会が生まれる。これらの四つの革命の内三つは中国で起こりつつある。2000 年代前半に中国が産業化を進める中で大量に石炭や石油を使う一方で供給が間に合わず石油価格が 100 ドルを超えて上昇する時代が来たが、今はエネルギー消費大国とは質の違うエネルギーが中国が引き起こすエネルギー革命である。すでに中国での石炭消費はピークを打ったと言われる。これによってよりクリーンなガスを大量に使う経済になる。今は日本が最大の液化天然ガス (LNG) 輸入国だがまもなく中国に取って代わられる。今から 2040 年までの中国の電力消費増分は現在のアメリカの消費量に匹敵する。その電気の八割が太陽光や風力などの自然エネルギーによる。太陽光のコストは急速に下げており kWh あたり 2 セントを切るものが始まっている。バッテリーのコストを加えても 3 円代のものである。この傾向は世界中でますます強まるだろう。中国が大量の電気自動車を作り、ライドシェアしてそのバッテリーを AI 利用で電力の貯蔵システムにするのは

間違いない。今やスマホ利用サービスやフィンテックなど AI を使うデジタル化のリーダーになりつつある中国だ。安い自然エネルギーが中国の持続可能性と経済成長の鍵となる。RE100 という再生エネルギー (RE) 100% を標榜する世界企業集団 122 社にはアップル、グーグル、フェイスブック、マイクロソフトだけでなく GM、BMW や名だたる銀行が名を連ねる。これらが自らのサプライチェーンにも RE100 を要求を始めれば中国企業も動く。世界的企業が競い合って安い自然エネルギーを使うときに石炭の電気を使う企業が生き残れるだろうか？ また電力コストが高い国はデジタル化で電力を大量に消費するサービス競争にも負けてしまう。

ではもう一つの低炭素エネルギーである原子力はどうか。中国における電源の建設コスト比較を見れば大型軽水炉による原子力発電は競争力を無くしており将来は暗いと云わざるを得ない。1970 年代にベースロードとして登場した大型軽水炉は安全で安くクリーンな電源であることを売りにして来たが東京電力福島第一原子力発電所の事故によって安全性とクリーンさに疑義が付き、安

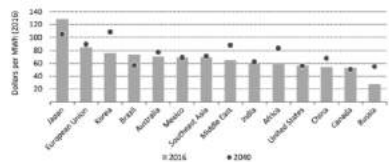


図2 各国の発電コスト見直し (国際エネルギー機関の WEO2017 から)

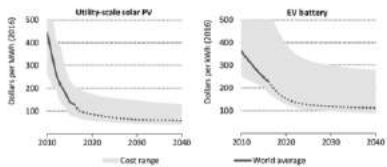


図1 太陽光発電とバッテリーのコスト削減見直し (国際エネルギー機関の WEO2017 から)

表1 中国の電源建設単価比較 (R/C/W)

	2013	2014	2015	2016
原発 (US\$)	59	55	61	52
水力	154	138	229	179
風力	241	208	161	133
電力	123	118	147	126
天然ガス	145	146	166	127

JEPIC 海外電力調査会 / China Federation of Power Company

いガスや太陽光の出現でコスト競争にも負けてしまっただ。これは世界中で起こっている。東芝の子会社であった原発の老舗ウェスチングハウス社が倒産したのも安全コストが上がる中でシェールガスとの競争に敗れたことにある。英国が建設中の原発ヒンクリーポイント C は中国とフランスが建設を請け負うが 92.5 ポンド /MWh (14 円/kWh) という高い買取価格が付いている。この高負担は BREXIT で悩む英国は続けられそうもない。中国は 2020 年までに 20GW の原発を建設中である。これらは完成させるだろうがそれ以上建てるかはわからない。むしろ安い風力太陽光を北西部から直流高圧送電網で運んで来た方が安いと考えているようだ。安くしてクリーンな電源を求めたい大企業を支援するのに無理に高コストな大型軽水炉を建設する必要はないように思える。中国国家電網が主導するグローバルエネルギーインターコネクション構想も国内送電網を周辺国と連携してより広い範囲の市場を作り、変動と価格の乱高下を抑えようと言う電力販一帯一路の企てと考えれば合点がいく。モンゴルから風力で発電された電気を日本に運ぶソフトバンクの構想があるが中国韓国を経由しても日本着 6 円/kWh と言う。シベリアの水力なら 5 円/kWh である。日本国内の新設軽水炉の発電コストである約 10 円/kWh よりはるかに安い。海外から安い電力を輸入する時代がもうそこまで来ている。国内での発電にこだわると高い発電コストが工業品やサービスの高コストを招き国際競争力の低下を招く。今でも日本は世界一発電コストが高いのである。どうやったら安い太陽光や風力をもっと使えるか？ 使う意欲のある送電会社を作ればよい。現在の地域独占型電力体制は電気安定供給を実現したが結果として大型軽水炉や石炭、ガス発電などの大型施設を活用した集中型システムを作った。再生エネルギーは分散型である。その変動を吸収するため現在東西で 50 ヘルツと 60 ヘルツに周波数が分断されたシステムを改め日本全国を一つの卸電力市場にすることが望ましい。東京電力は福島原発事故を起こし国民の信頼を失った。7 年経ってもその状態は変わらない。もはや軽水炉は政府にお返しして全国唯一の送電会社にするべきだろう。私はこれを原発の大政奉還と呼ぶ。政治も役所も東電に責任を押し付けて原子力の未来を考えようとしなかった。完全な発電分離を実現し開電、原電を中心とした原子力発電会社、東電と中電が作った JERA が火力会社、などと様々な発電会社が風力や太陽光会社と競争する市場ができる。また韓国やロシアと送電線を結べば送電会社東電は安い電力を自由に輸入できるだろう。また余った電力を売る道も開かれる。欧州の電力会社は EU の電力市場で連携する中で隣国へ出て競争し強くなった。日本の電力にも地方の殿様はやめてアジアの広

い市場で競争してもらいたい。グリッドの連係こそ日中韓の首脳会議や日露首脳会議で議論するのにふさわしいテーマだろう。また廃炉処理を分離し送電会社東電が発電会社に平等にフィーをかけて福島除染廃炉の費用を調達することができる。発電分離後の新東電の株価は上がり政府に借金を返せるだろう。原子力に生き残る道はあるのか。Yes、大型軽水炉をベースロードとして使うのとは違う道がある。原子力は安全保障、国防上の理由からも必要である。広島長崎を経験した日本は核兵器を持つつもりは毛頭ないが北朝鮮の核ミサイルが頭上を飛ぶ時代に核能力を放棄することは彼の国からなめられることになる。また軽水炉からすでに生まれた使用済み燃料や福島の溶けた燃料デブリを処理し毒性を落とすため燃やす原子力の燃料処理は必要である。この技術は米国が開発した小型の統合型高速炉 (IFR) と乾式再処理施設である。受動的安全性が証明され、核不拡散性が高く、最終的なゴミは六ヶ所の高レベル廃棄物が地層処分して 10 万年置かねば天然ウラン並みに毒性が落ちないのに対し 300 年で済む。福島のデブリ処理のためにこの施設を建てる FS をやったが 2,000 億円では施設はできる。福島県のある学校でこの話をしたところそんな技術があるならぜひやってほしいと言われた。福島県民は 7 年を経て現実的に何ができるのか前向きに考えている。政府や政治家は勇気を持って原子力の将来を説明すべきときだろう。この炉の実験が成功すれば軽水炉のある地方にも建てて使用済み燃料を燃やして 300 年のゴミに要すれば良い。建てた場所も原発の側に見つけやすくなるはずだ。これこそ地産地消の原子力だ。この小型炉は出力調整が頻繁にできるという特徴を持つ、まさに変動する風力太陽光と共存できる夢の原子力だ。原子力建設コストを下げるためには同じデザイナーの炉を包括的ライセンスを前提にたくさん建てる必要があるが、工場生産型小型炉 (SMR) の狙いはそこだ。それが実証されれば新しい原子力のパラダイムが生まれる。大型軽水炉を卒業し次世代の小型炉を日米で協力して開発すれば世界のエネルギーと核平和利用に貢献できる。日米原子力協定は今年の 7 月に自動延長されるだろうが、日米協力で福島のデブリ処理を実現し、新しい原子力パラダイムを作れば今後原子力を使いやすい途上国のモデルにもなる。韓国が統合型高速炉 (IFR) を米国と共同開発している。日米韓三ヶ国の協力を原子力平和利用の世界でやってみせるのが北朝鮮に対する我々の回答にもなる。このようなグローバルかつ包括的エネルギー戦略を政府は考えるべきだが、まずは東京電力による原発の大政奉還が日本のエネルギー維新への道を開くだろう。

(2018 年 3 月 3 日 記)

ポイント

- 原油安続くと中東依存が一層高まる懸念
- エネルギー安全保障と温暖化回避両立を
- 日米原子力協定改定を見据え未来図描け

田中 伸男 元国際エネルギー機関事務局長

東日本震災から5年がたった今、エネルギー情勢は様変わりしている。

例えは石油価格。2014年の夏からみて国際石油価格は約3割の水準だ。国際エネルギー機関（IEA）が16年11月に発表した世界エネルギー見通しで注目すべきは「石油価格低下が止まりおとした。5年前に北米のシェールオイル生産が日量400万バレルを超え、天然ガスでも米国が輸出に...」

出させてきた。しかし最近の原油価格低下が貿易収支を改善し、安倍政権の経済政策アベノミクスを支えている。これは日本にとつて極めて幸運なことばかりではなくなる。



だが、一体いつまで維持できるのか。一方で、長引けば良いことばかりではなくなる。

IEAは2年連続で石油の上流投資が減るとみる。石油価格シナリオの第1の問題は、北米やブラジルなど非OPECの高コスト生産地域への投資が減るため、将来は低コストの中東のOPEC諸国に過度に依存することになる点だ。このシナリオでは世界の

NGO輸入に加え中東外の大供給国、ロシアの国産強化が重要だ。ロシアも日本との安定した取引を求めている。この際、ガスバイラインや電力グリッド（送電網）の連携など思い切った経済連携を進めるべきだろう。

ガスバイラインによるドイツとロシアの経済統合が、東西ドイツの再統合を可能にしたと考えれば、日ロ間のエネルギー「リッジ」がはずれ北方領土問題解決への「里塚」になると考えられる。政府がアジアと一体のエネルギー安全保障を考え、産業界は国内市場が縮小する中で広くアジアと一体となったエネルギービジネスを考へるべきだ。

酸化炭素（CO<sub>2</sub>）回収・貯留技術（CCS）の普及と適用することが必要になる。将来に炭素価格が高くなれば、水素技術は逆日本のお家芸になりうる。こうしたリスキをコストと多くは将来のCO<sub>2</sub>価格を1当たり30〜60と想定して、投資決定のハードルに追加していると聞く。一方、日本企業がこうした動きはほとんどないようだ。パリ合意を受けて早く日本企業も同様の準備を始めるべきだろう。

子力の電気を輸入できずからだ。さらに欧州は電力リッジが緊密に連携して大市場を形成することで、変動する風力・太陽光の利用度をつけることも目指している。欧州はまさに集団的な連携プレーでエネルギー安全保障と持続可能性を同時に達成している。隣国と連携がないと、国内の電力網すら30〜60まで東西に分断されてい日本と同じこととはできない。



持続可能な原子力を探れ

日本、米独と事情違う

原油安続いても原発必要

石油貿易量の半分以上がホルムズ海峡経由になる。最近のサウジとイランの対立激化や過激派組織イスラム国（IS）によるテロの拡散など、中東情勢は予断を許さない。日本は昨年、ペルシャ湾などの緊急事態に対応するための安全保障法制を強化した。今後は同じく中東依存が高まる中国、インドの安全保障協力も視野に入るべきだ。米国からの液化天然ガス（L

約国会議（COP21）の合意が転機となるかもしれない。今回は米中を含む主要国すべてが参加するメカニズムができた。また各国の約束を5年ごとに見直し、徐々に目標に近づくポトムアッププロセスが生じた。5年前の震災を理由にした義務免除はもう通用しないし、将来削減が一層強化される可能性がある。

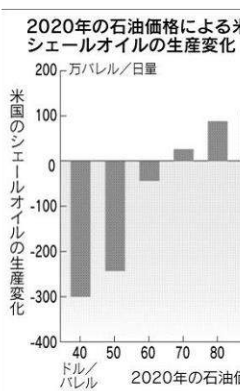
酸化炭素（CO<sub>2</sub>）回収・貯留技術（CCS）の普及と適用することが必要になる。将来に炭素価格が高くなれば、水素技術は逆日本のお家芸になりうる。こうしたリスキをコストと多くは将来のCO<sub>2</sub>価格を1当たり30〜60と想定して、投資決定のハードルに追加していると聞く。一方、日本企業がこうした動きはほとんどないようだ。パリ合意を受けて早く日本企業も同様の準備を始めるべきだろう。

今でもなお多くの国々が安全保障、地球環境貢献、経済性といったメリットだけでは原子力推進に賛成できないようだ。確かに、他のエネルギーよりも厳しい持続可能性条件が原子力には求められる。その条件とは、第一に万が一事故が起きても放射能がまき散らされないという原子力の受動的な安全性、第二に使用済み核燃料や高レベル廃棄物が安全に処分されること、第三に日本が途上国に技術輸出しても核兵器に転用されないという核不拡散性である。

PECCのリーダー、サウジアラビアが減産せず価格支配を放棄したのも驚きだ。サウジは北産シェールオイルがどの程度の価格弾力性を保持つてか試している。原油価格低下でシェール減産を予想する者が多かったが、**大震災から5年 エネルギー政策** **①**

大震災から5年 エネルギー政策

2020年の石油価格による米国のシェールオイルの生産変化



IEAは再生可能エネルギーが将来石炭、天然ガスと追いつき、最大の電源になるとみている。そのためには化石燃料から低炭素エネルギー（一筆にシフト）を起す必要がある。しかし低価格の石油、ガス、天然ガスはこれに水を差す。特に石炭は争いからといって、低効率の石炭発電設備投資をすると排気規制が強化されれば困ったことになる。解決のためには石炭ガス複合発電（IGCC）など高効率発電技術や、将来実用する二

に進む中で、政府は20年原子力発電が全電源の約22%を占めるという目標を立てた。これはエネルギー安全保障と温暖化ガス排出削減目標の達成を可能にする最低限の目標だ。今後原油価格低下が続くなら、原発は本との声があるがそう単純ではない。シェール革命で天然ガスが極めて安い米国では、ガスが石炭より割安になったためガス発電が石炭発電に取って代わり、CO<sub>2</sub>排出削減と経済成長の両立が可能になった。また米国では、シェール革命で従来の石炭に加え石油やガスが今後数十年間は高に生産されるので、安全保障上の理由から割高な原子力発電を進める必要性は乏しい。残念なことにシェール革命がない日本がこんな姿勢はない。

原子力推進に賛成できない。確かに、他のエネルギーよりも厳しい持続可能性条件が原子力には求められる。その条件とは、第一に万が一事故が起きても放射能がまき散らされないという原子力の受動的な安全性、第二に使用済み核燃料や高レベル廃棄物が安全に処分されること、第三に日本が途上国に技術輸出しても核兵器に転用されないという核不拡散性である。

ドイツが20年までに原発を順次廃止できるのも、いざとなれば隣国のフランスから原子力

たなかのおおお 50年生まれ。東京大経営学博士（産学）。笹川平和財団理事長。

たなかのおおお 50年生まれ。東京大経営学博士（産学）。笹川平和財団理事長。