



# 21世紀のエネルギー安全保障戦略 IEA World Energy Outlook 2011のメッセージ

2012年2月3日 IEEJエネルギー懇談会  
国際エネルギー機関 前事務局長  
(財)日本エネルギー経済研究所 特別顧問 田中伸男

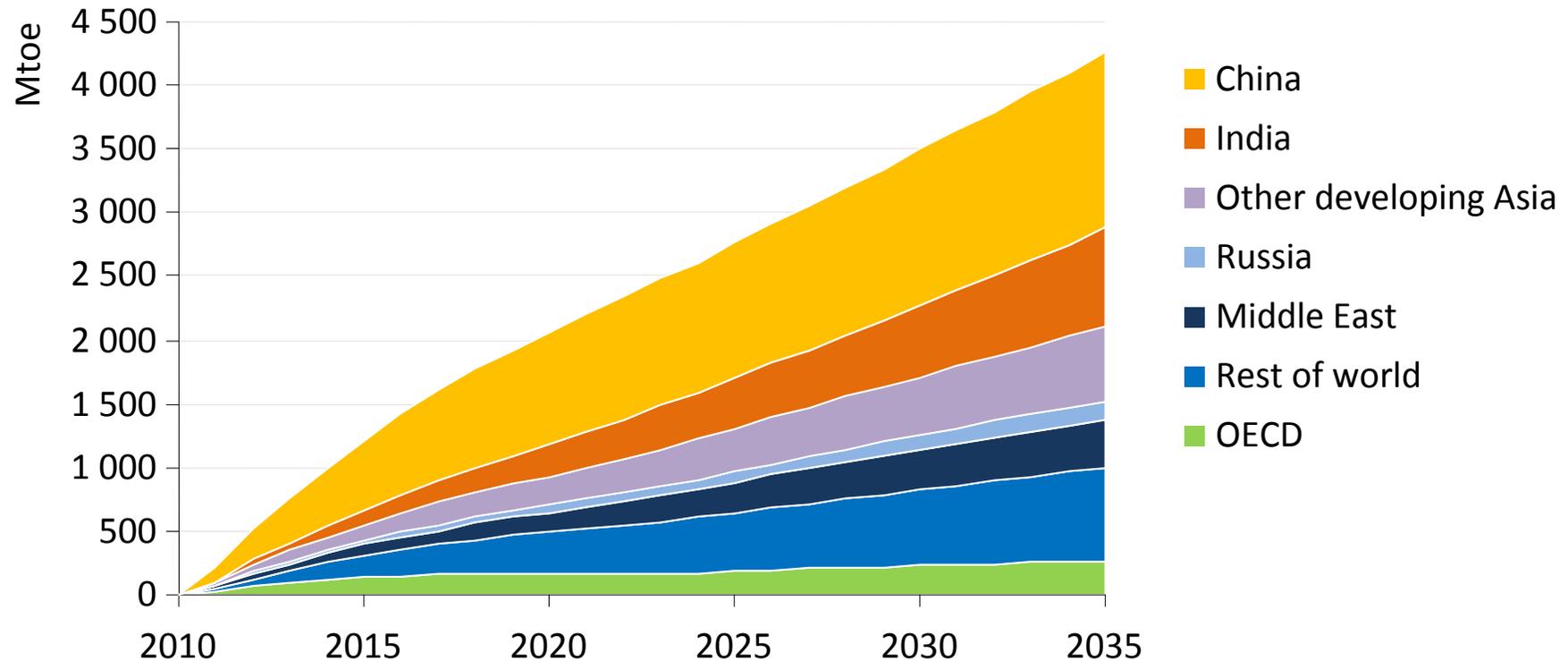
# エネルギー：前例のない不確実性の時代

- 欧州の金融危機と世界経済への波及は？
- 中東、北アフリカでの投資は遅れ、石油市場はより不安定に？ イラン制裁の影響は？
- 成長するアジア、特に中国の需要動向と政府のエネルギー政策は？
- 天然ガスの黄金時代は来るのか？
- 地球規模の温暖化対策は動くのか？ G20で決めた化石燃料補助金の縮減は実現するのか？
- 福島事故後の原子力利用は？

# 新興国が世界のエネルギー需要を牽引し続ける

World Energy Outlook  
2011

## 一次エネルギー需要の増加

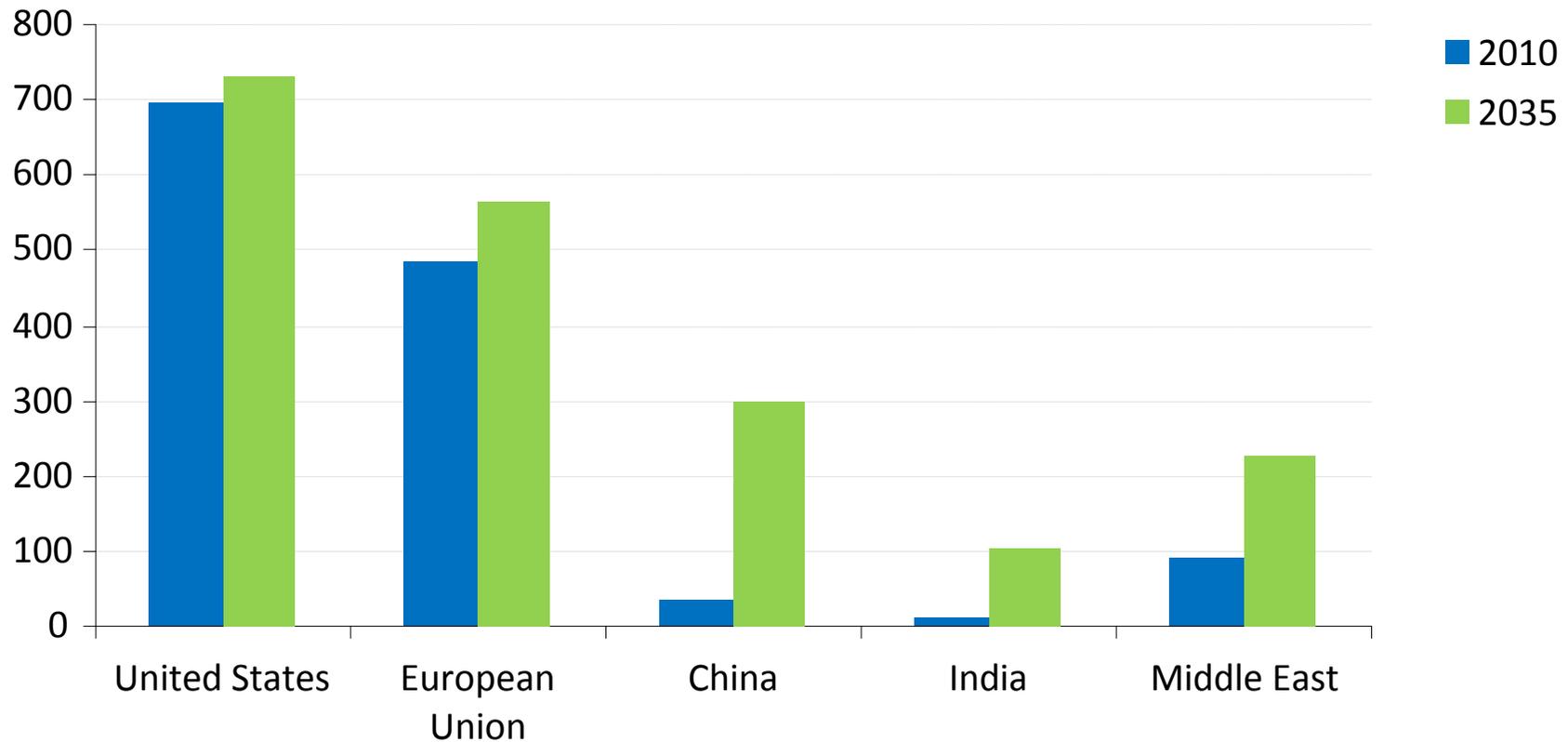


すでに中国は世界最大のエネルギー消費国。2035年までの世界のエネルギー需要増分の内、非OECDが9割、中国とインドが50%を占める。

# 自動車保有の急拡大が 石油需要を押し上げる

World Energy Outlook  
2011

主要市場における人口1,000人あたりの自動車保有台数

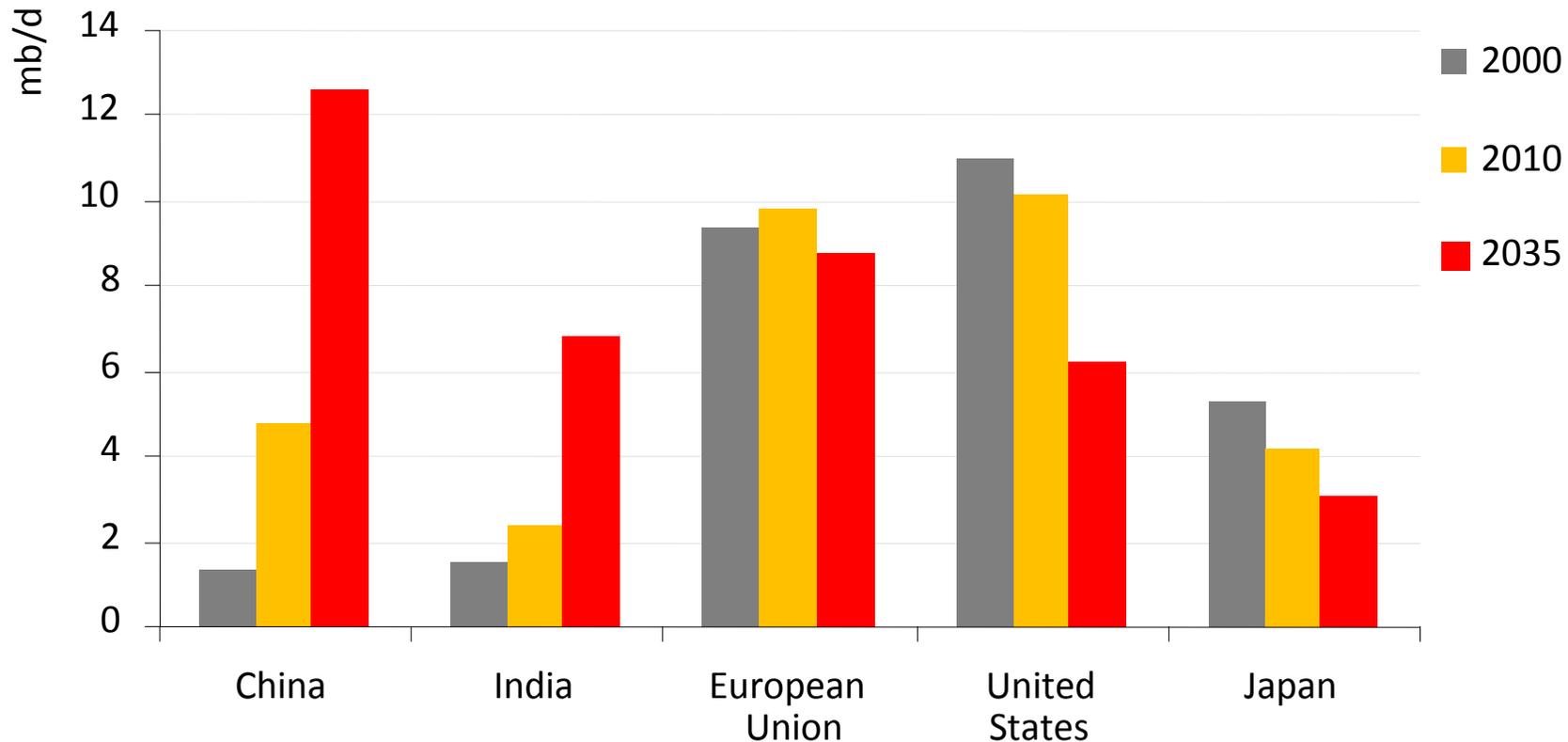


**乗用車保有台数は2035年には倍増して17億台へ。2020年までに自動車販売の過半はOECD域外が占めることとなり、非OECDの政策が世界の石油需要の鍵を握る。**

# 石油輸入構造の変化により、石油供給の安全保障とはアジア諸国の問題になる。

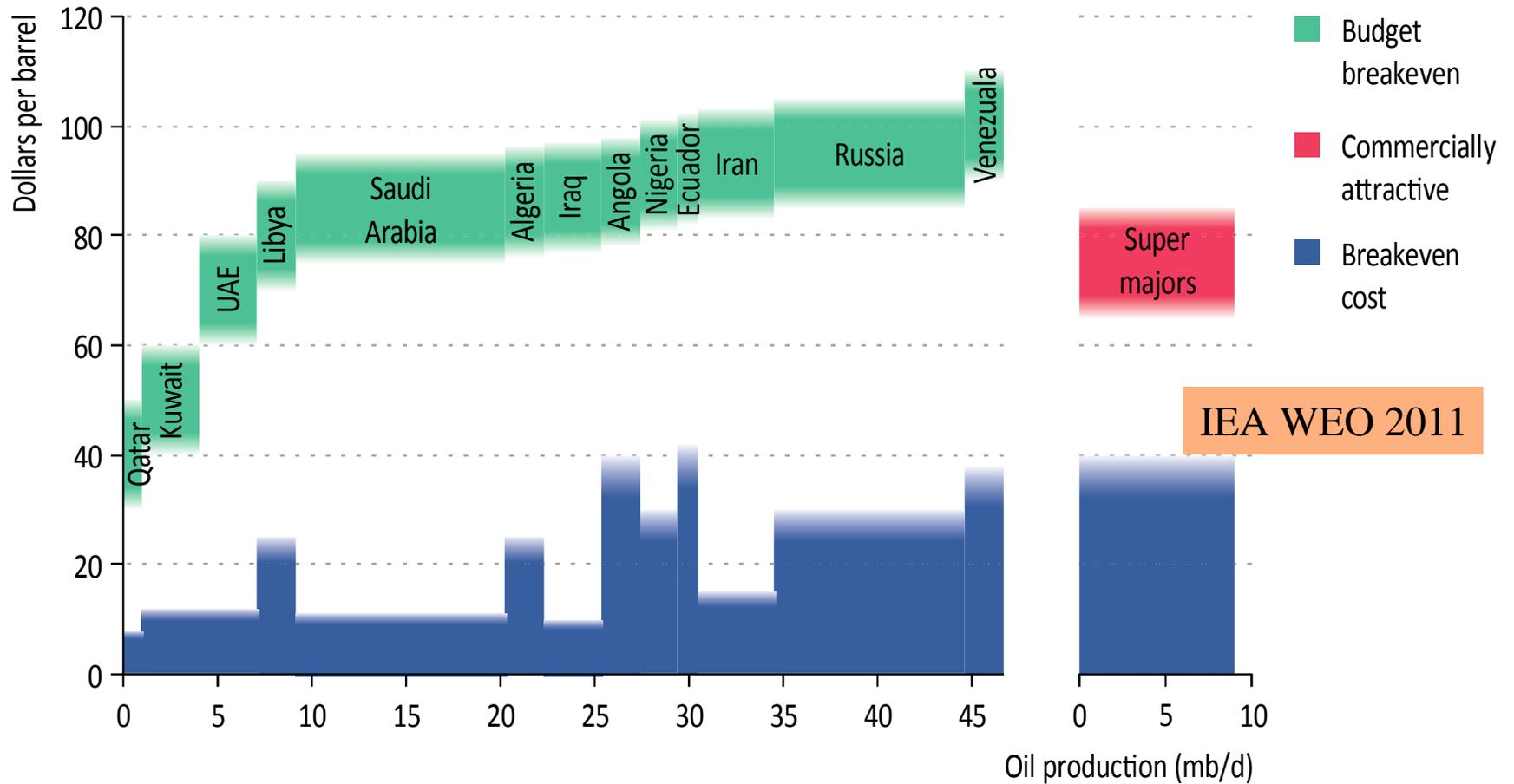
World Energy Outlook  
2011

## 石油の純輸入量



アメリカの石油輸入量は軽質タイトオイル生産の増加と燃費の改善により減少する。  
中国が2020年頃に最大の石油輸入国、2035年には最大の消費国となる。

**Figure 3.21** • Breakeven costs, budget breakeven and commercially attractive prices for current oil production for selected producers, mid-2011

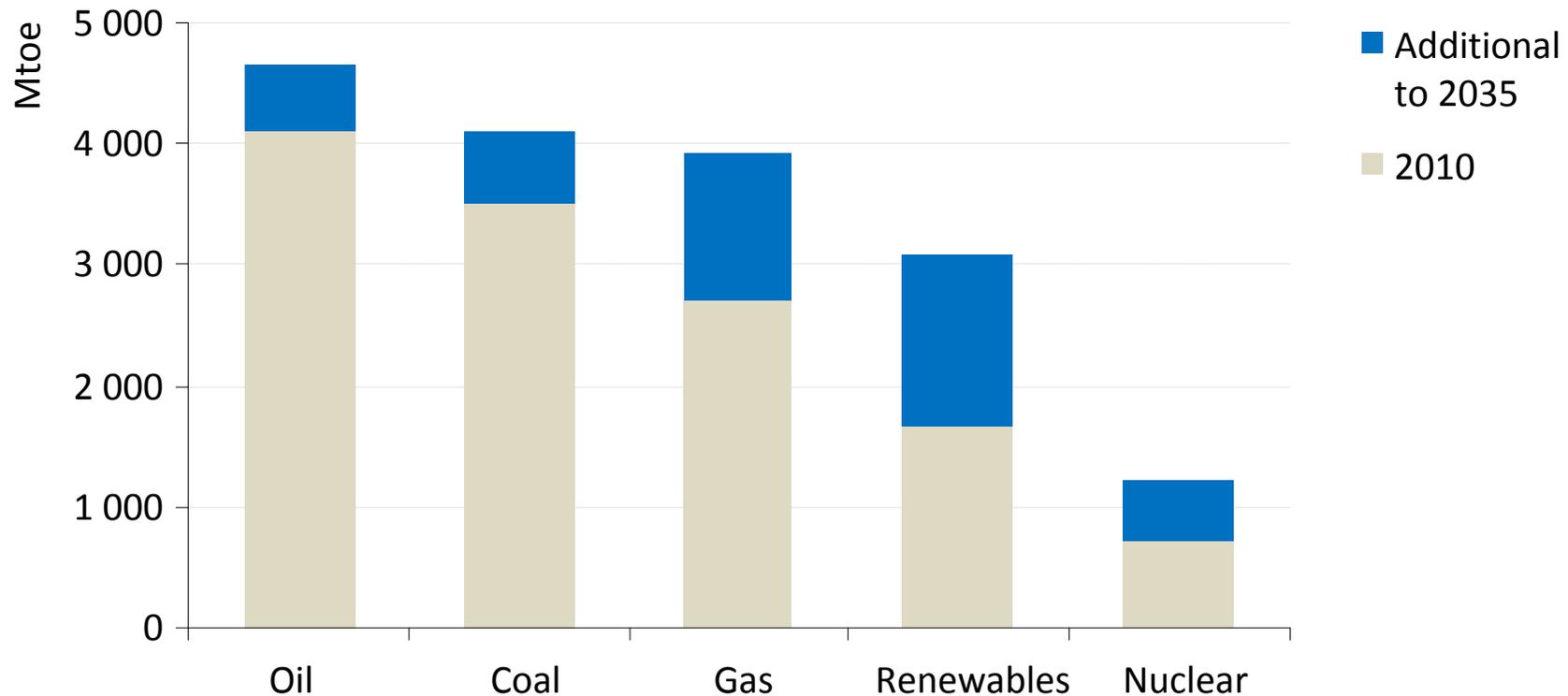


投資遅延シナリオ（投資が3割減）では中東北アフリカで2015年までに340万BDの生産減により価格はバレル150ドルに上昇。

# 天然ガスと再生可能エネルギーが ますます重要になる

World Energy Outlook  
2011

## 世界の一次エネルギー需要

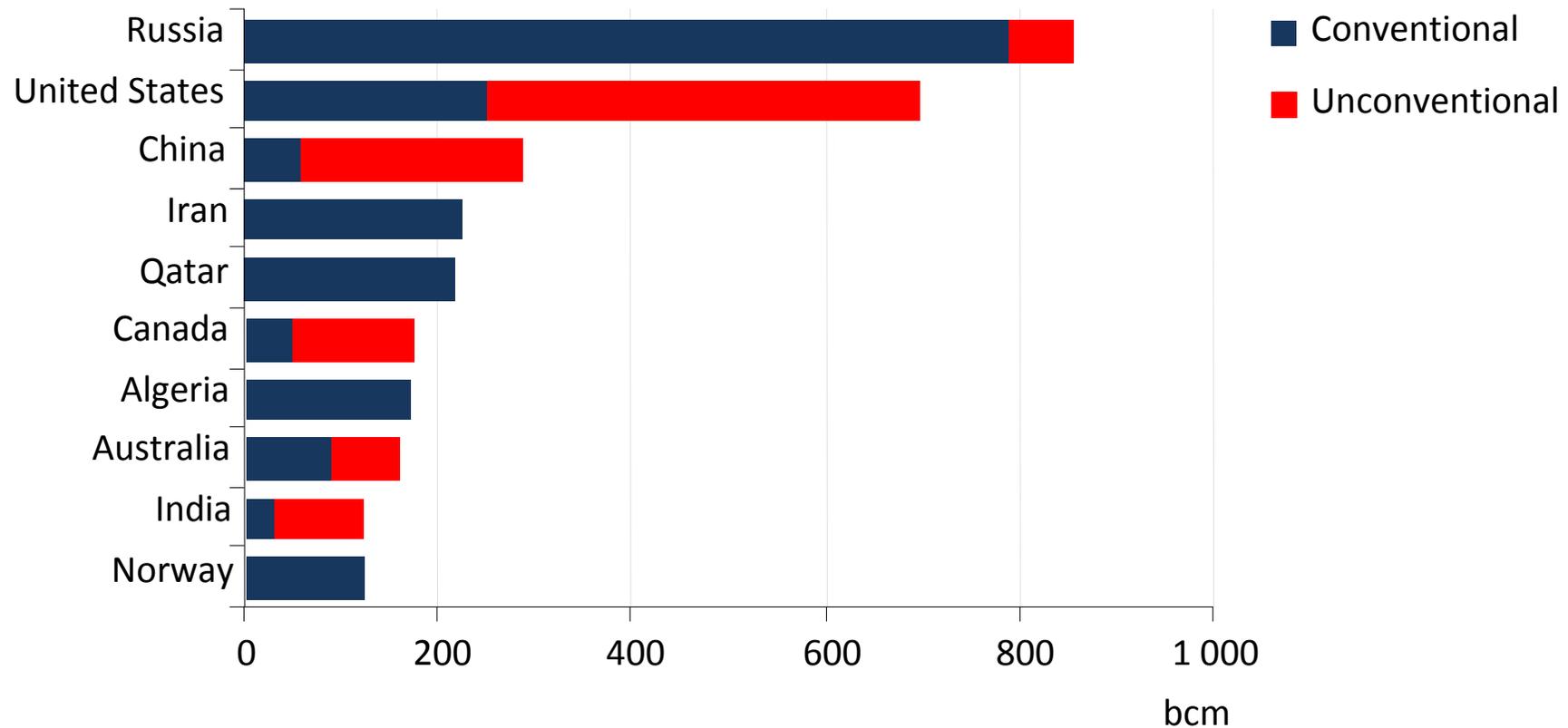


**再生可能エネルギーと天然ガスはあわせて  
2010～2035年のエネルギー需要増分の約3分の2をまかなう**

# 天然ガスの黄金期の見通し

World Energy Outlook  
2011

## 2035年における天然ガスの主要生産国

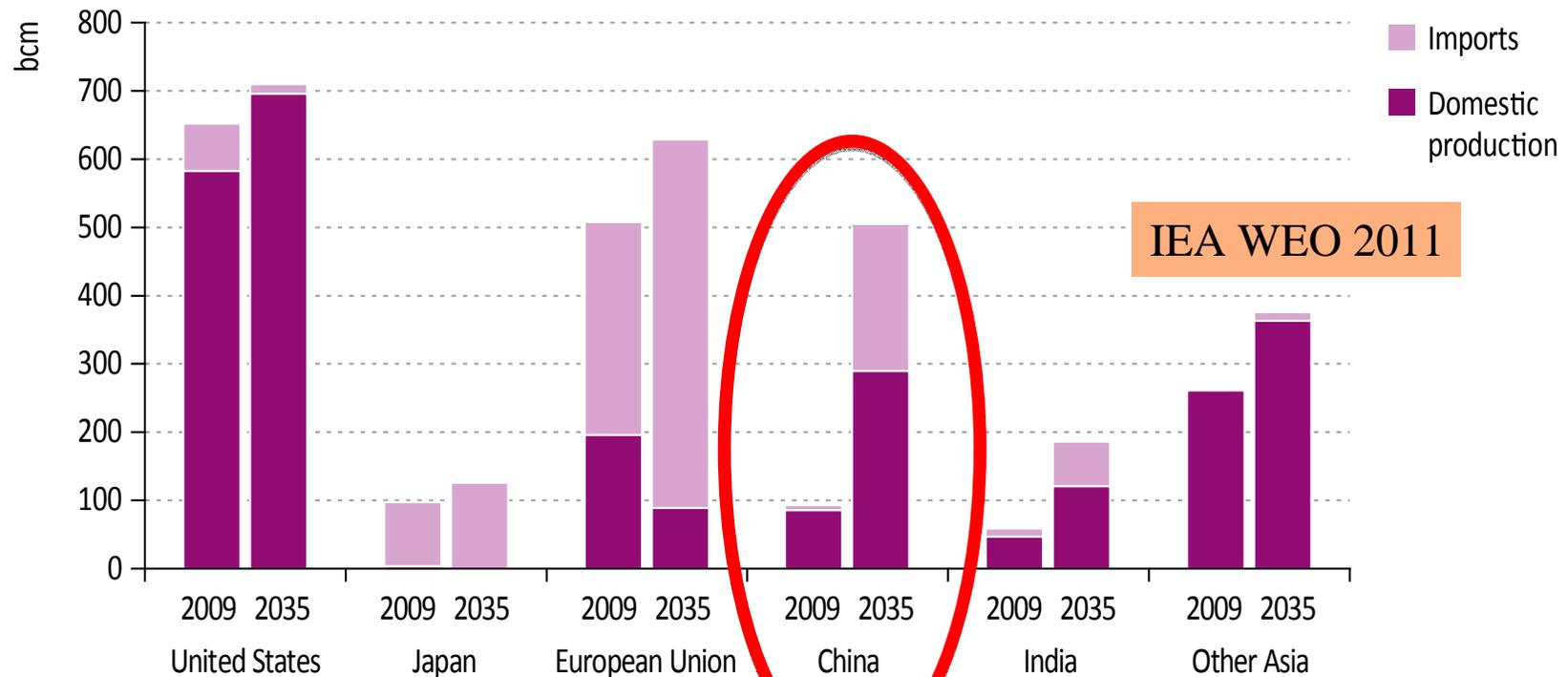


**非在来型ガスが世界の供給増分1.7兆 $m^3$ の40%を担う。**

**しかし、水質など環境面での対応が必要。**

# 中国の天然ガス需要は2035年までに5倍増、 輸入は20倍増。

**Figure 2.18** • Natural gas demand and the share of imports by region in the New Policies Scenario, 2009 and 2035



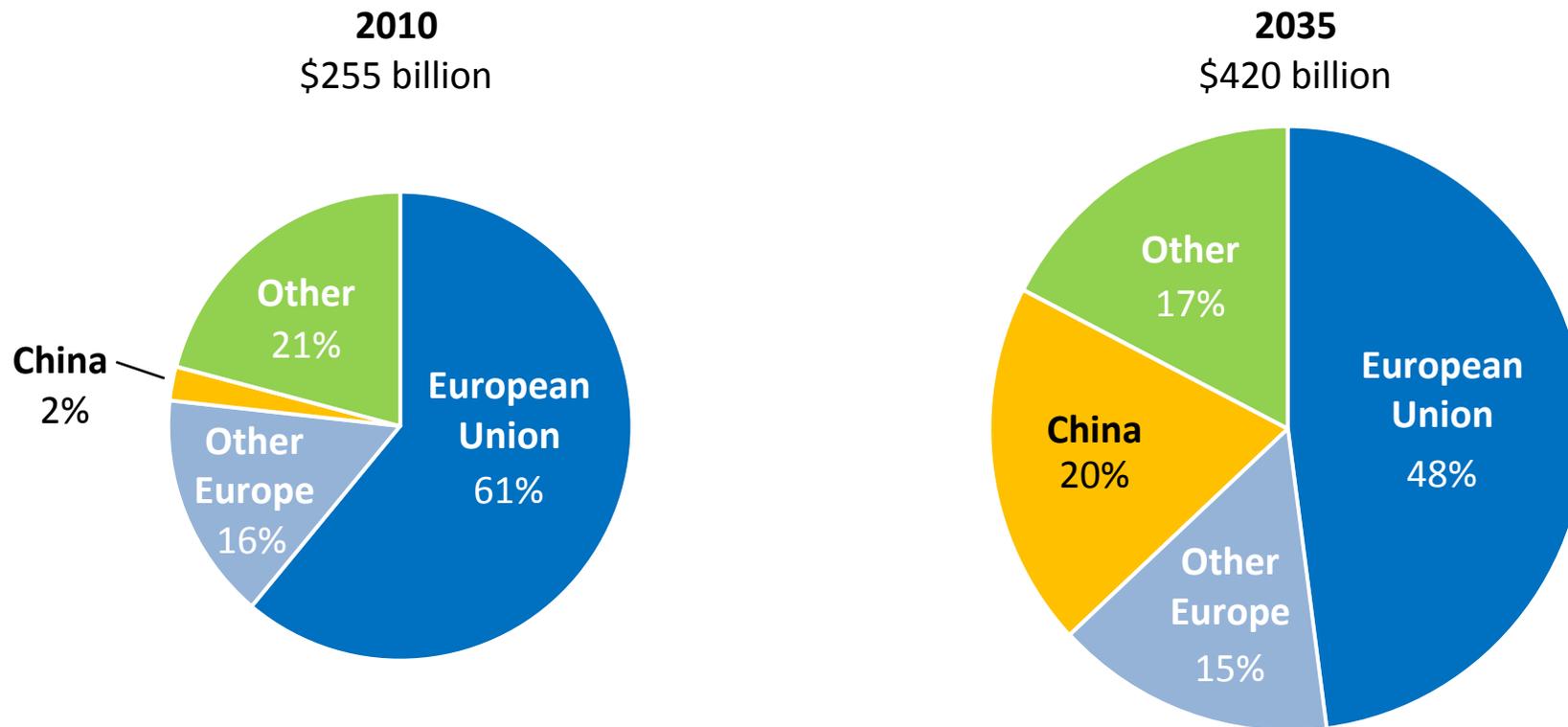
Note: Other Asia had net natural gas exports of 56 bcm in 2009.

中国の需要は2009年に 970億立米、ドイツとほぼ同じ。  
2035年には5000億立米へ増加、欧州全体の規模へ。

# ロシアはエネルギー市場のキープレイヤーであり続ける。

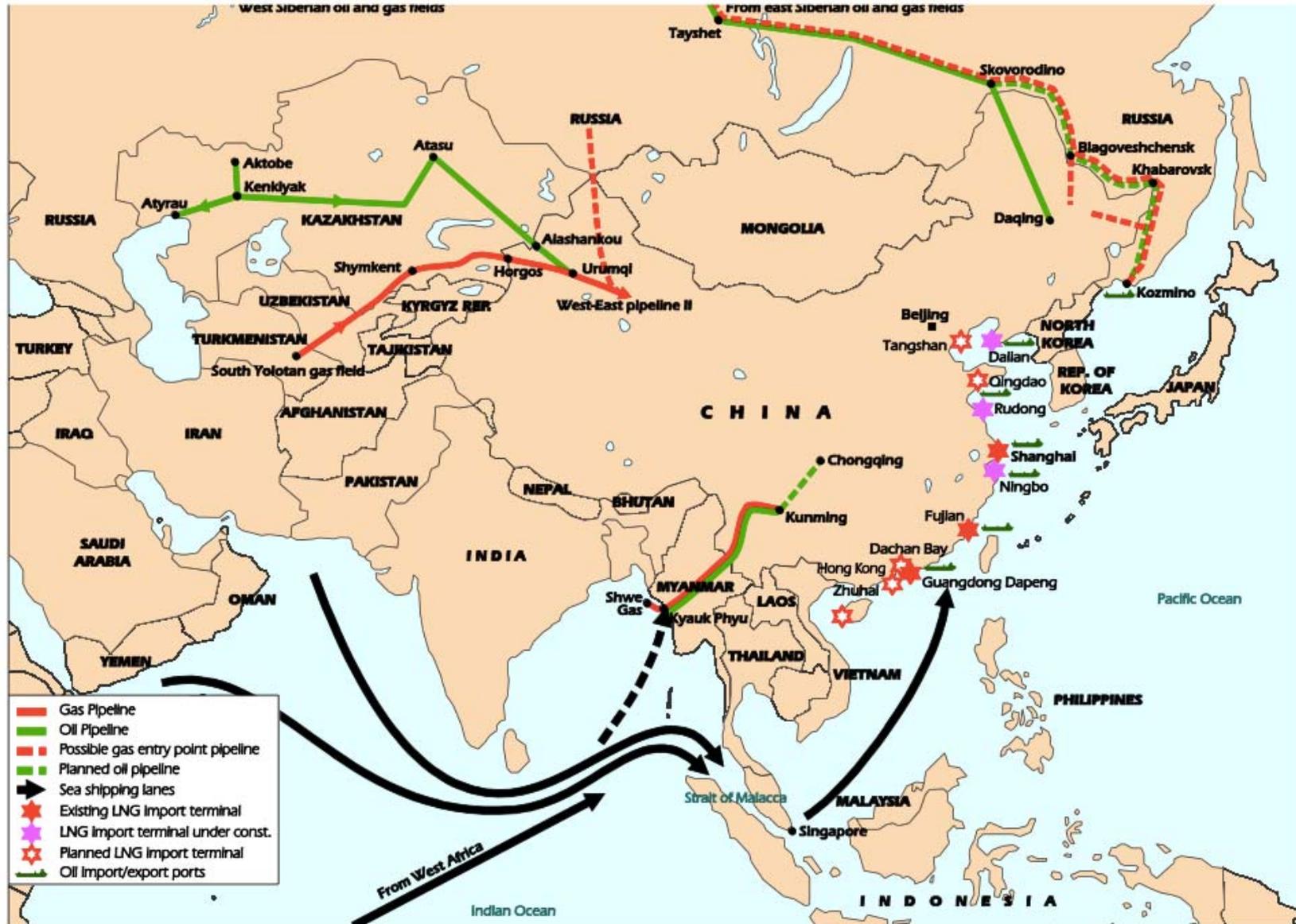
## ロシアの化石燃料輸出収入

IEA WEO 2011



**81%から下がるとは言え、世界の化石燃料依存率は75%と高い。国内での省エネと東シベリアの資源開発、中国、日本、太平洋地域への販路拡大がロシアのエネルギー戦略。(OECD並みの省エネなら現状で1800億立米のガス追加輸出余力あり。)**

## Current and Future routes of China's Importation of Oil and Gas

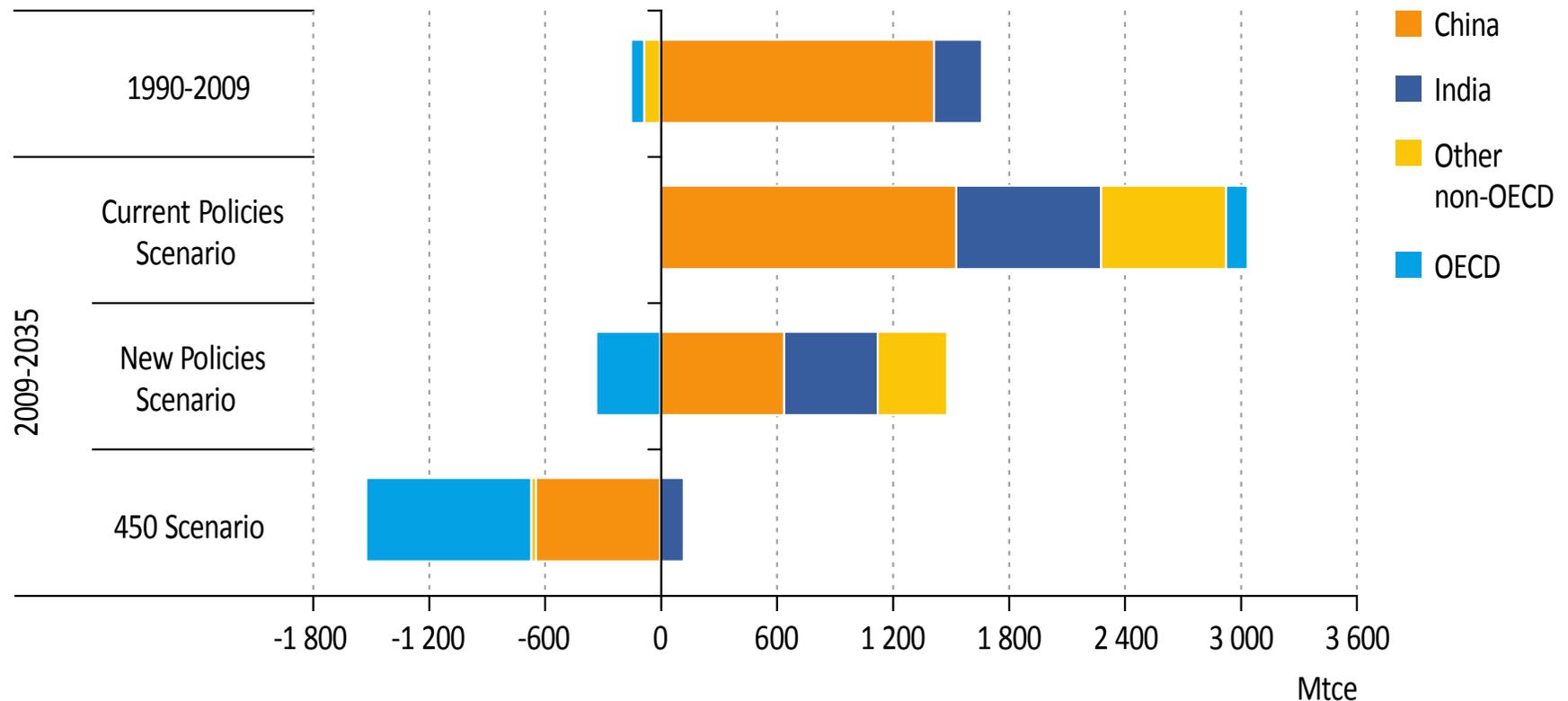


## Overseas Investments by Chinese National Oil Companies: Assessing the Drivers and Impacts

# 石炭需要は中国をはじめとする各国政府の燃料 転換や省エネ政策次第で大きく変わる。

IEA WEO 2011

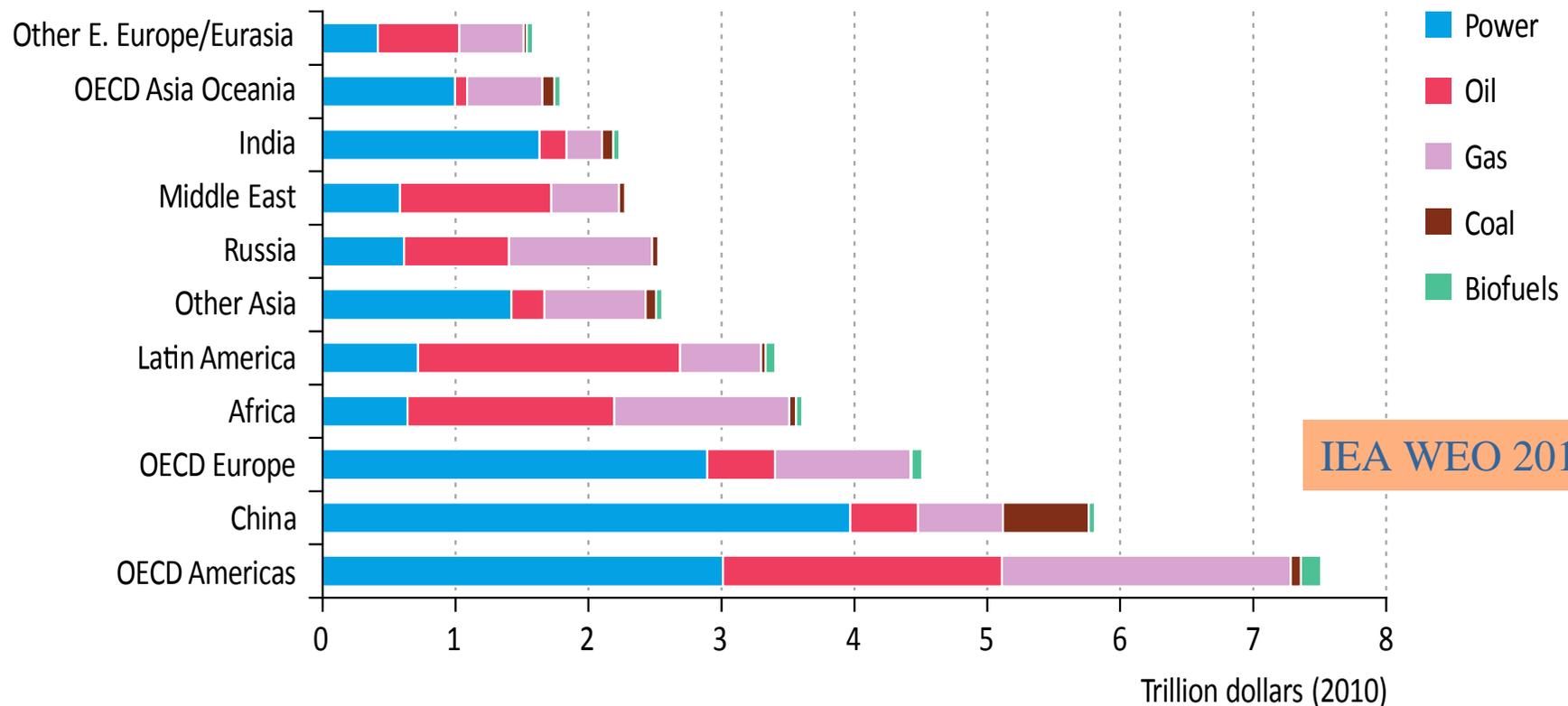
Figure 10.3 ● Incremental world primary coal demand by region and scenario



450ppmシナリオの場合の石炭需要は2009年の半分以下に。  
豊富にある石炭の活用にはCCSの実用化が鍵。

# エネルギーインフラへの投資総額は2035年までに累積で38兆ドルへ。

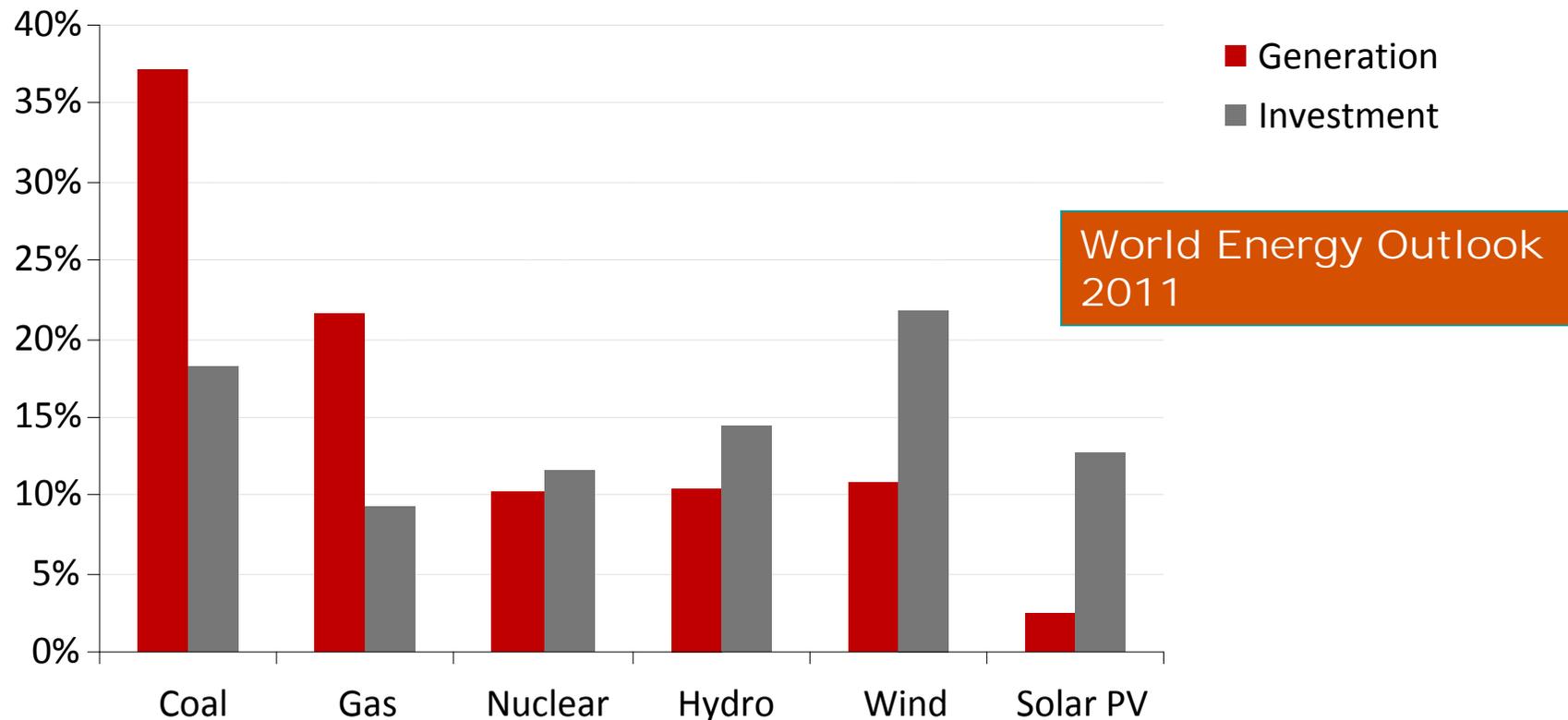
**Figure 2.21** ● Cumulative investment in energy-supply infrastructure by region in the New Policies Scenario, 2011-2035



総投資の約半分、17兆ドルが電力部門へ。また非OECD諸国が24兆ドル、内アジアが11兆ドル、内中国が6兆ドル。

# 電力需要は84%増加。投資は低炭素分野を中心に増加

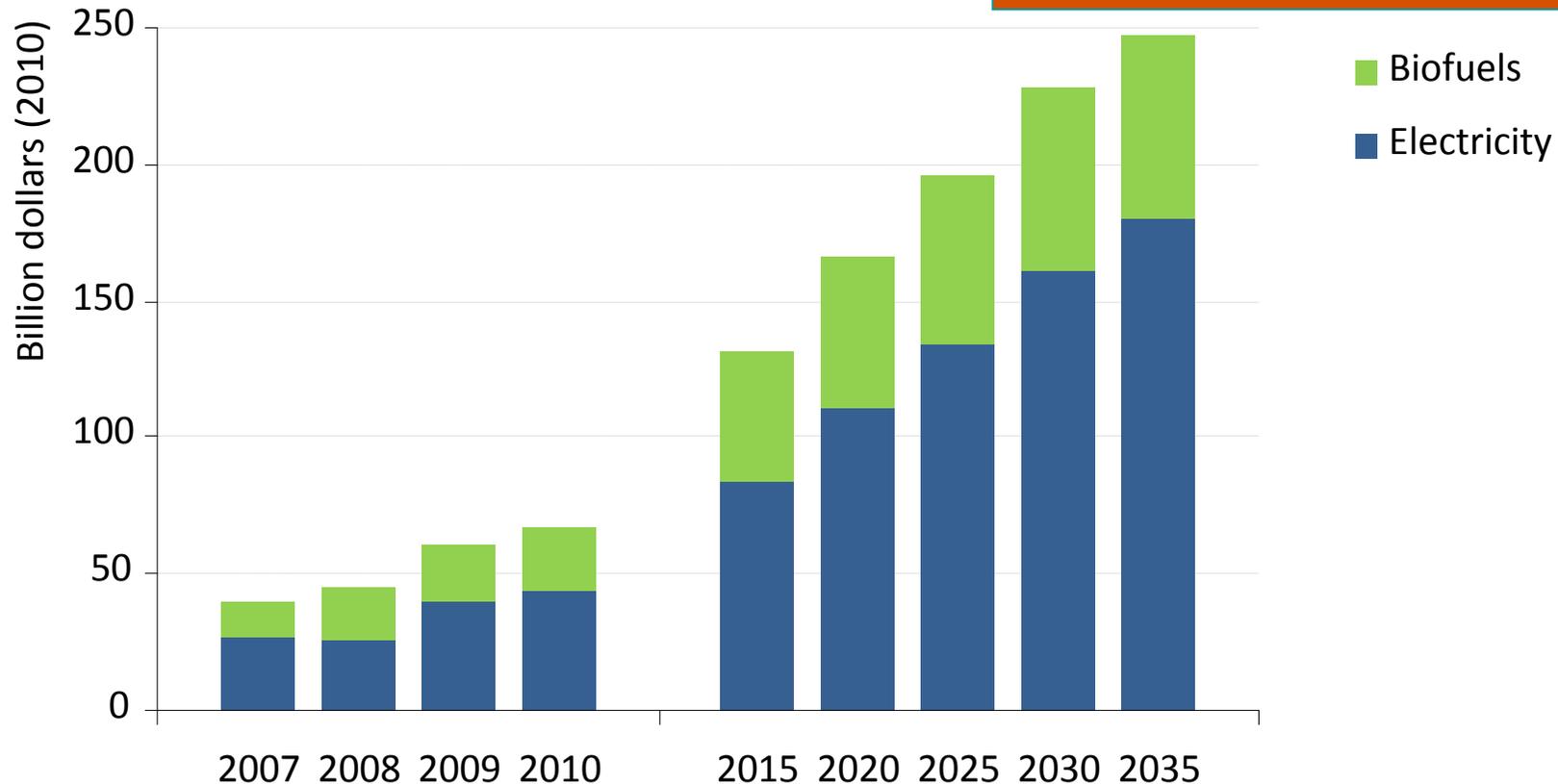
Share of new power generation and investment, 2011-2035



再生可能エネルギーは資本集約的であるため、発電量増分の3割のために投資増分の6割を占める。当然資本単価は高まらざるを得ない。

# 再生可能エネルギーへの 補助金総額は増加する見込み

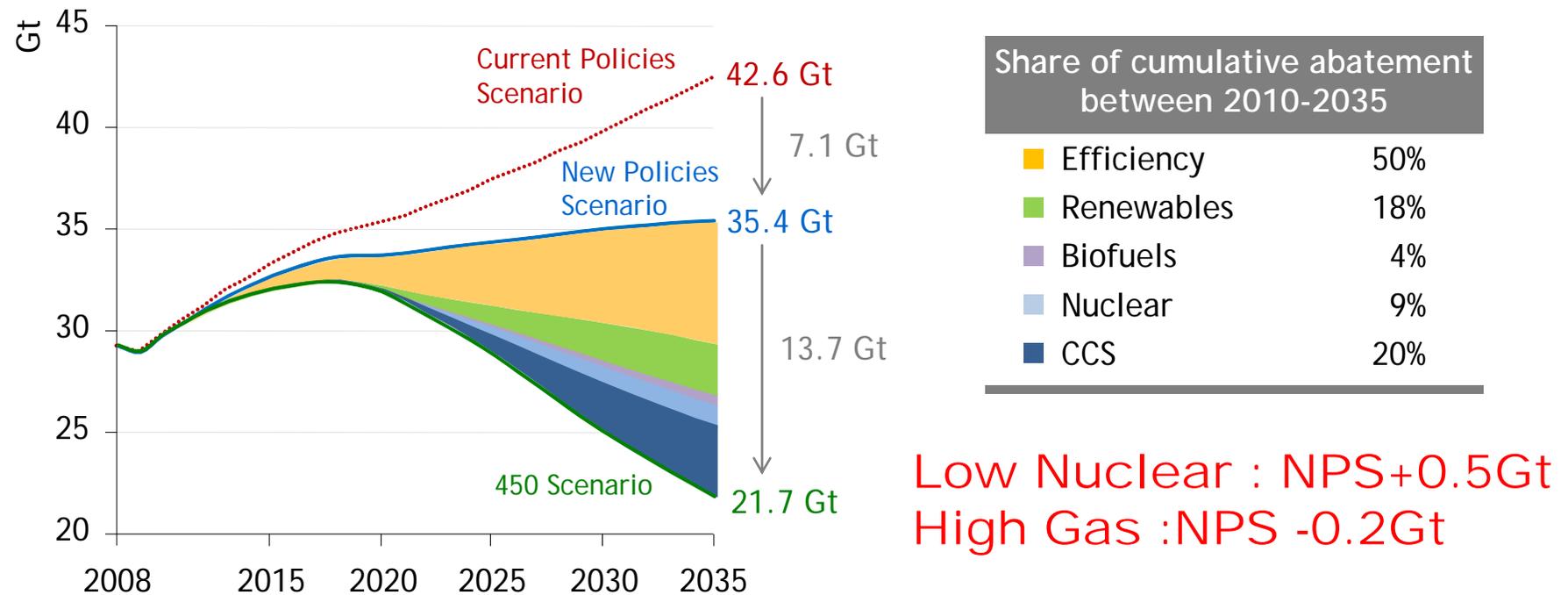
World Energy Outlook  
2011



再生可能エネルギーは、導入量の増加がコスト低下を上回ることから、補助金を2010年の660億ドル（ちなみに化石燃料補助金は4,090億ドル）から、2035年に2,500億ドルに増額する必要がある

# IEA WEO2010 450 シナリオ: 技術別のCO<sub>2</sub> 排出削減量

450シナリオにおける技術別にみた  
世界のエネルギー起源のCO<sub>2</sub> 排出削減量(新政策シナリオとの比較)

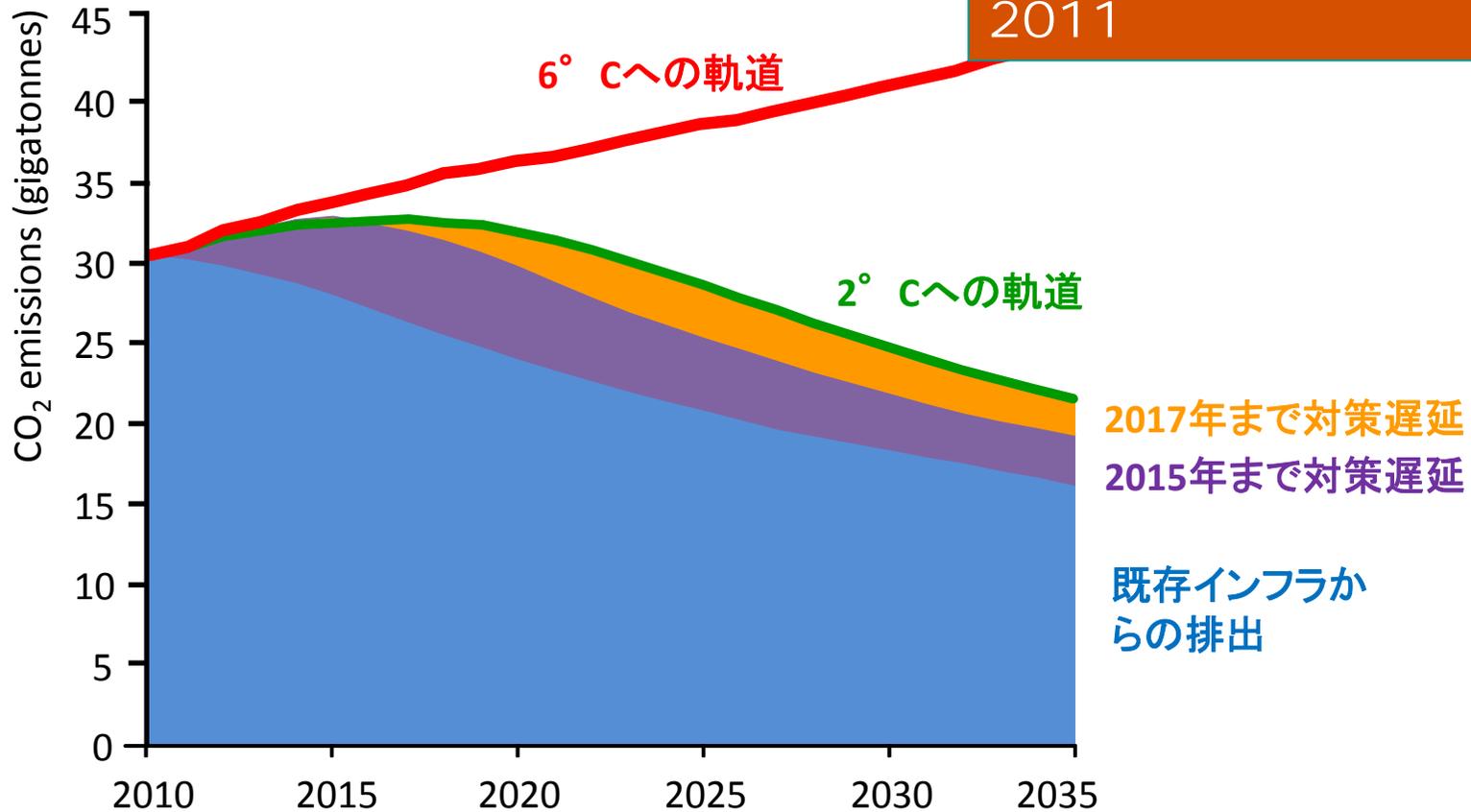


新政策シナリオから450シナリオに移ることにより、CCSなどより高価な削減技術の役割が増大

2°Cへの道は閉ざされつつある。  
我々は“ロックイン”されてしまうのか?

WORLD ENERGY OUTLOOK 2011

World Energy Outlook 2011



2017年までにさらなる行動をとらなければ、既存の発電所、工場、建築物などが450シナリオでのCO<sub>2</sub>排出許容量を使い切ってしまう

# 低原子力シナリオ

World Energy Outlook  
2011

**Table 12.3** • *Key projections for nuclear power in the New Policies Scenario and the Low Nuclear Case*

|   | Low Nuclear Case |          |       | New Policies Scenario |          |       |
|---|------------------|----------|-------|-----------------------|----------|-------|
|   | OECD             | Non-OECD | World | OECD                  | Non-OECD | World |
| Gross installed capacity (GW)           |                  |          |       |                       |          |       |
| in 2010                                 | 326              | 68       | 393   | 326                   | 68       | 393   |
| in 2035                                 | 171              | 164      | 335   | 380                   | 252      | 633   |
| Share in electricity generation         |                  |          |       |                       |          |       |
| in 2010                                 | 21%              | 4%       | 13%   | 21%                   | 4%       | 13%   |
| in 2035                                 | 9%               | 5%       | 7%    | 21%                   | 8%       | 13%   |
| Gross capacity under construction (GW)* | 14               | 54       | 69    | 14                    | 54       | 69    |
| New additions in 2011-2035 (GW)**       | 6                | 84       | 91    | 111                   | 167      | 277   |
| Retirements in 2011-2035 (GW)           | 176              | 42       | 218   | 71                    | 36       | 107   |

\*At the start of 2011. \*\*Includes new plants and uprates, but excludes capacity currently under construction.

# 原子力の見直しは 広範な影響をもたらす

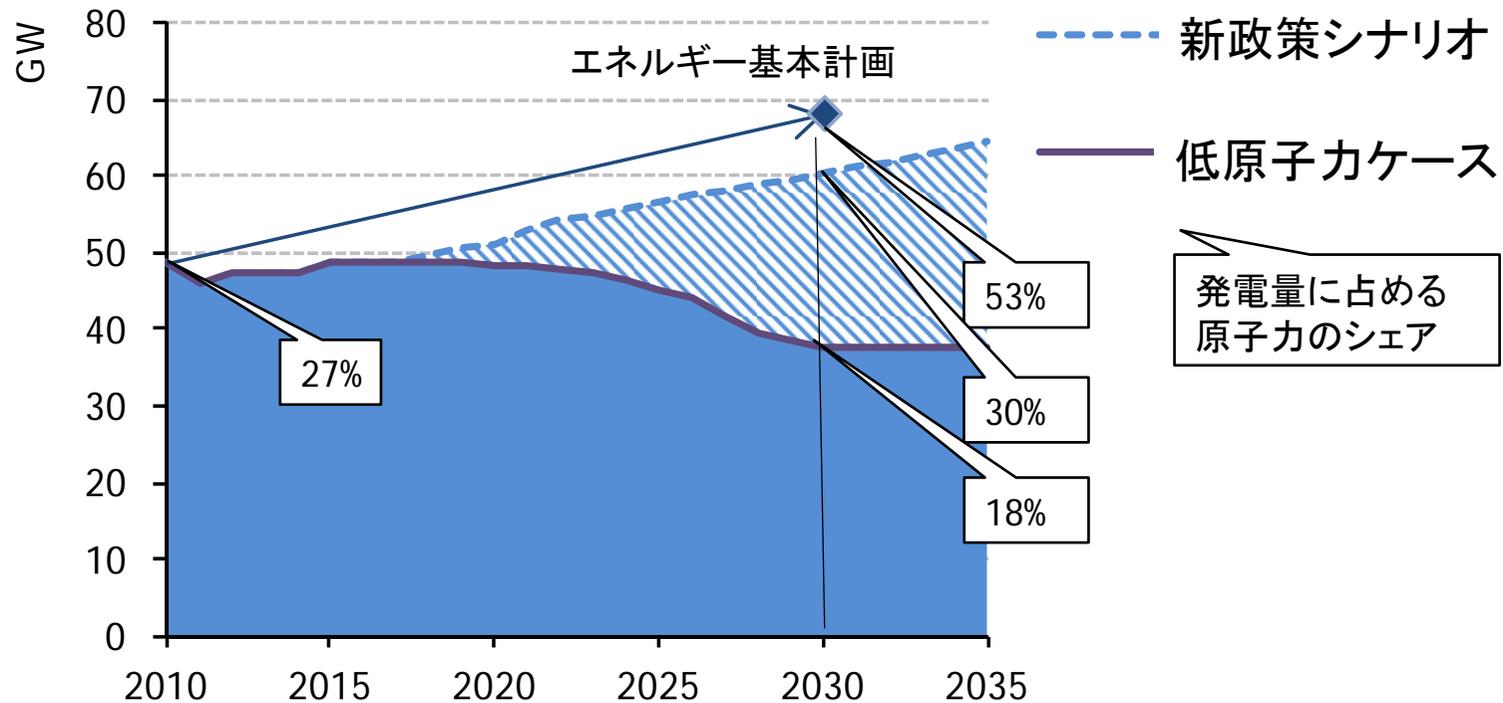
WORLD 2  
ENERGY 0  
OUTLOOK 11

- 「低原子力ケース」は、将来のエネルギー供給において、原子力がOECD諸国で新設なし、非OECD諸国での新設が新政策シナリオの半分となった場合の影響を検証
- 再生可能エネルギーが増加するが、代替燃料の輸入金額は増加、多様性は低下、気候変動対策はいっそう困難に
- 2035年時点で低原子力ケースを新政策シナリオと比較:
  - 石炭需要は、現在のオーストラリアの一般炭輸出量の2倍相当増加
  - 天然ガス需要は現在のロシアの純輸出量の3分の2相当増加
  - 再生可能エネルギーは現在のドイツの5倍の規模増加
  - 発電部門のCO<sub>2</sub>排出量は6.2%増加
- エネルギー資源が少なく、原子力に頼ろうと計画していた国が最も影響を受ける（日本、韓国、フランス、ベルギー）

# 低原子力ケースにおける日本

World Energy Outlook  
2011

## 低原子力ケースにおける日本の原子力発電設備容量

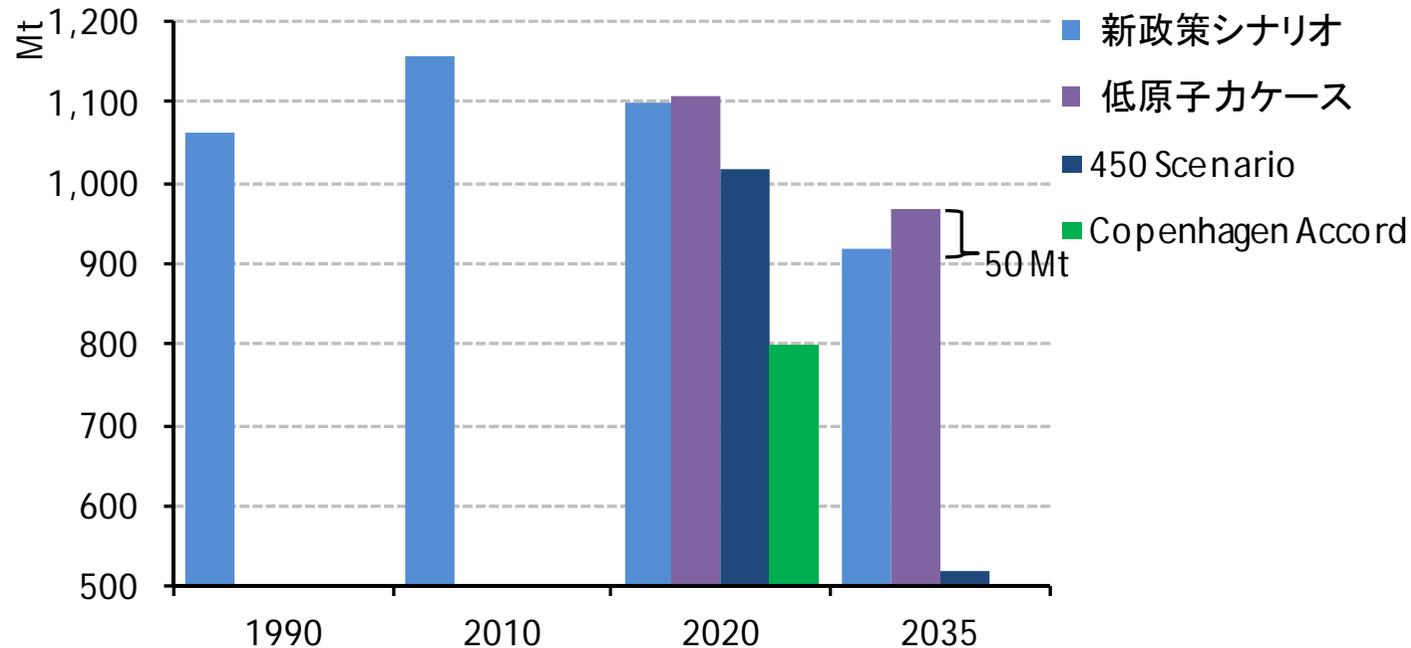


**低原子力ケースでは、新設なしと廃炉の結果、  
2030年の原子力の発電シェアは18%まで低下(新政策シナリオでは30%)**

# 低原子力ケース:日本の気候変動目標への影響

World Energy Outlook  
2011

## 新政策シナリオ、低原子力ケースにおける日本のCO<sub>2</sub>排出量

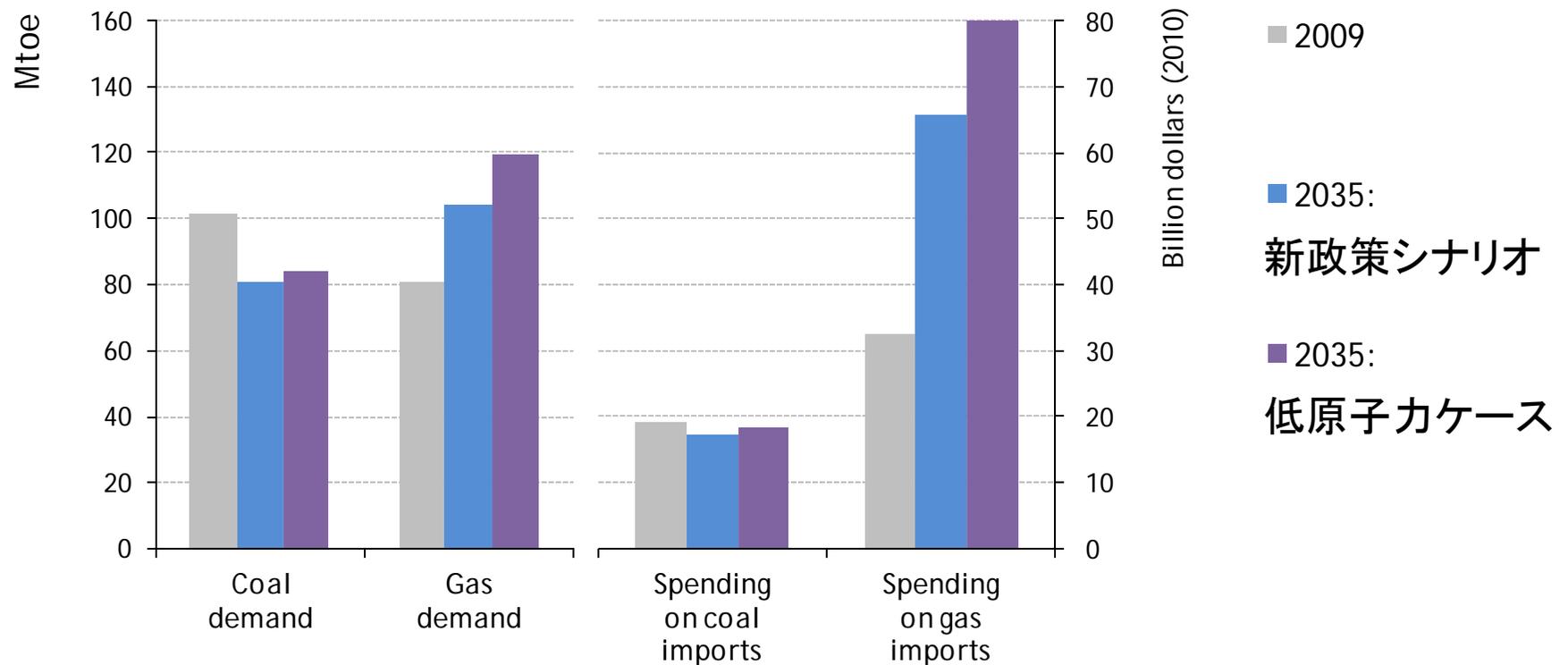


**低原子力ケースは日本の気候変動目標達成をより困難にする。  
低原子力ケースでの2035年のCO<sub>2</sub>排出量は新政策シナリオより5,000万トン多くなる。**

# 低原子力ケース:日本のエネルギー輸入金額 への影響

World Energy Outlook  
2011

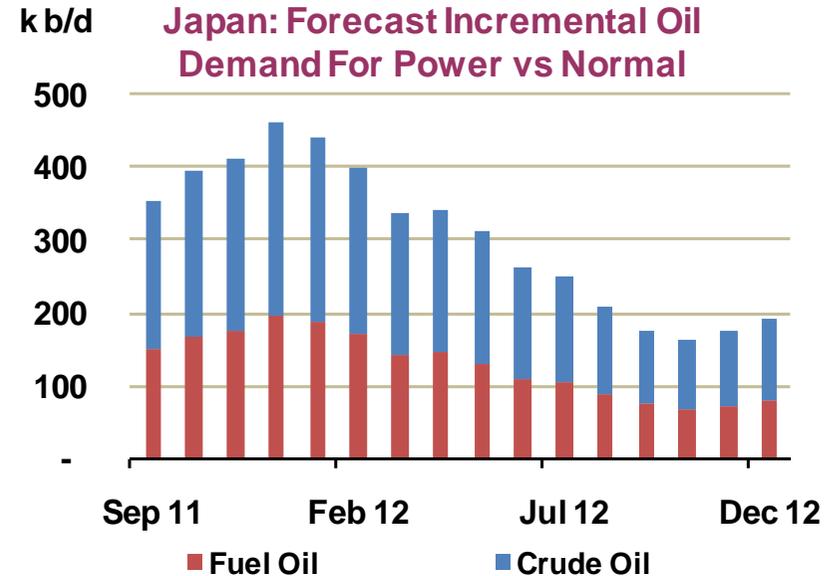
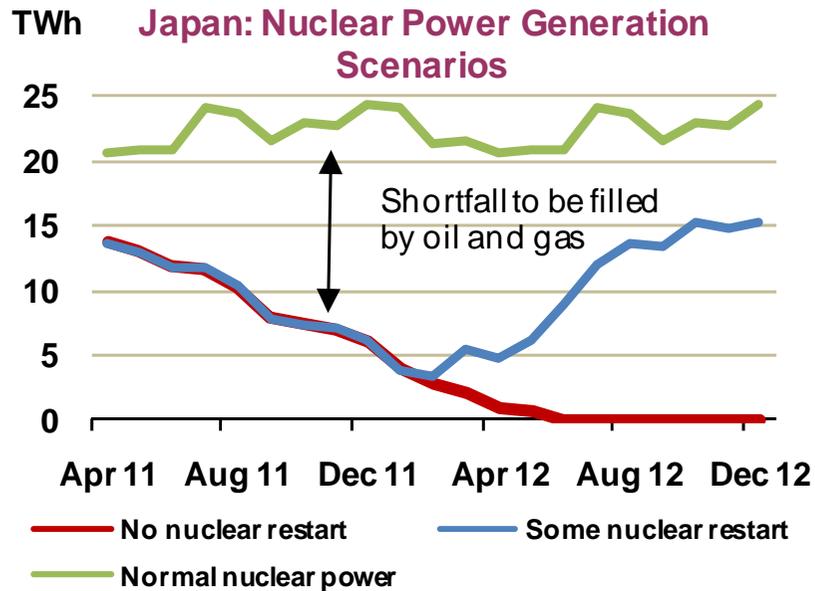
低原子力ケースにおける日本の石炭、天然ガスの需要量及び年間輸入金額



**日本のガス輸入金額は、新政策シナリオでは2009～2035年に660億ドルへと倍増する。しかし、低原子力ケースでは800億ドルに達する。**

# 天然ガス市場はどうか？

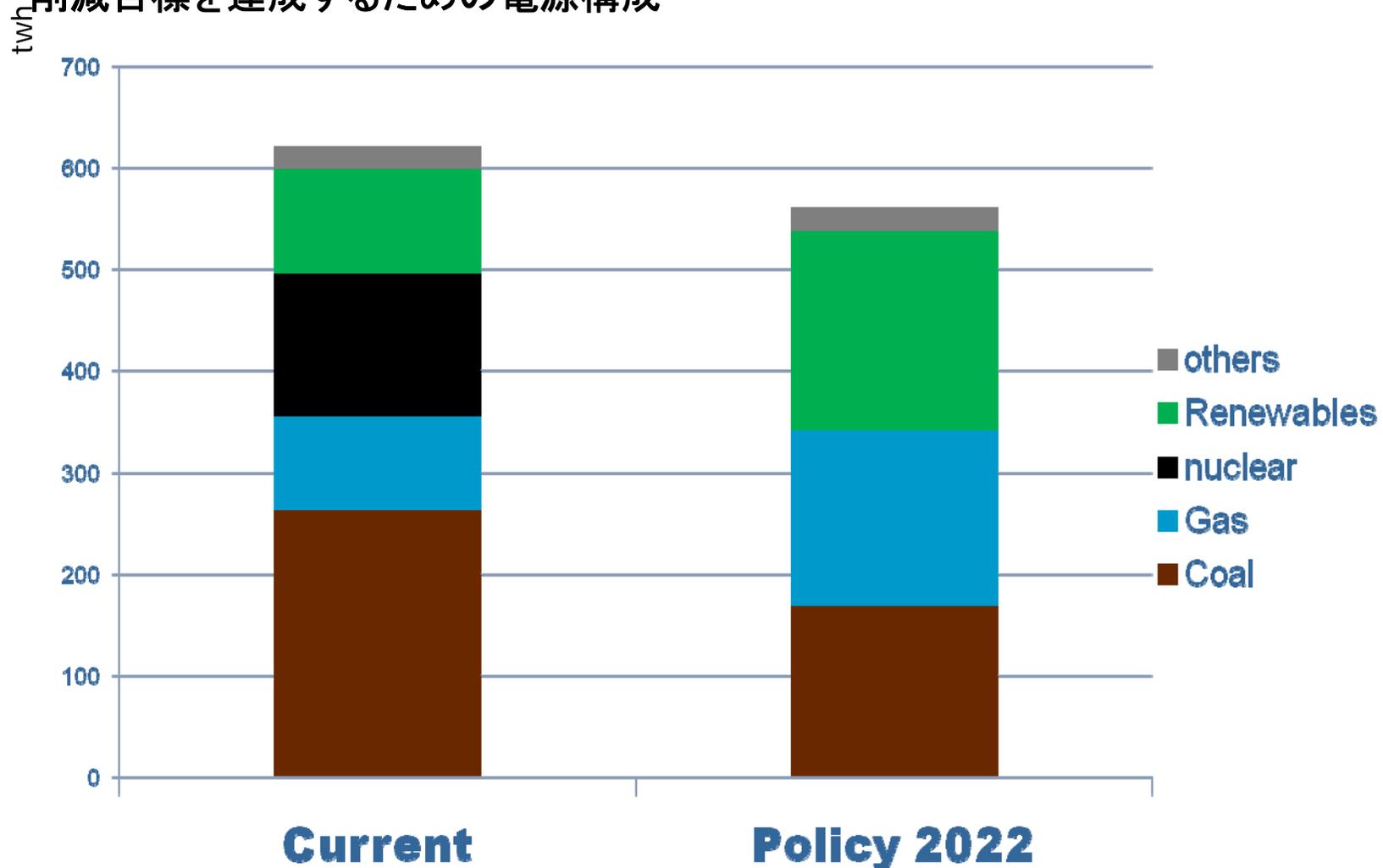
## 日本の原発再稼働の有無が市場を変える。



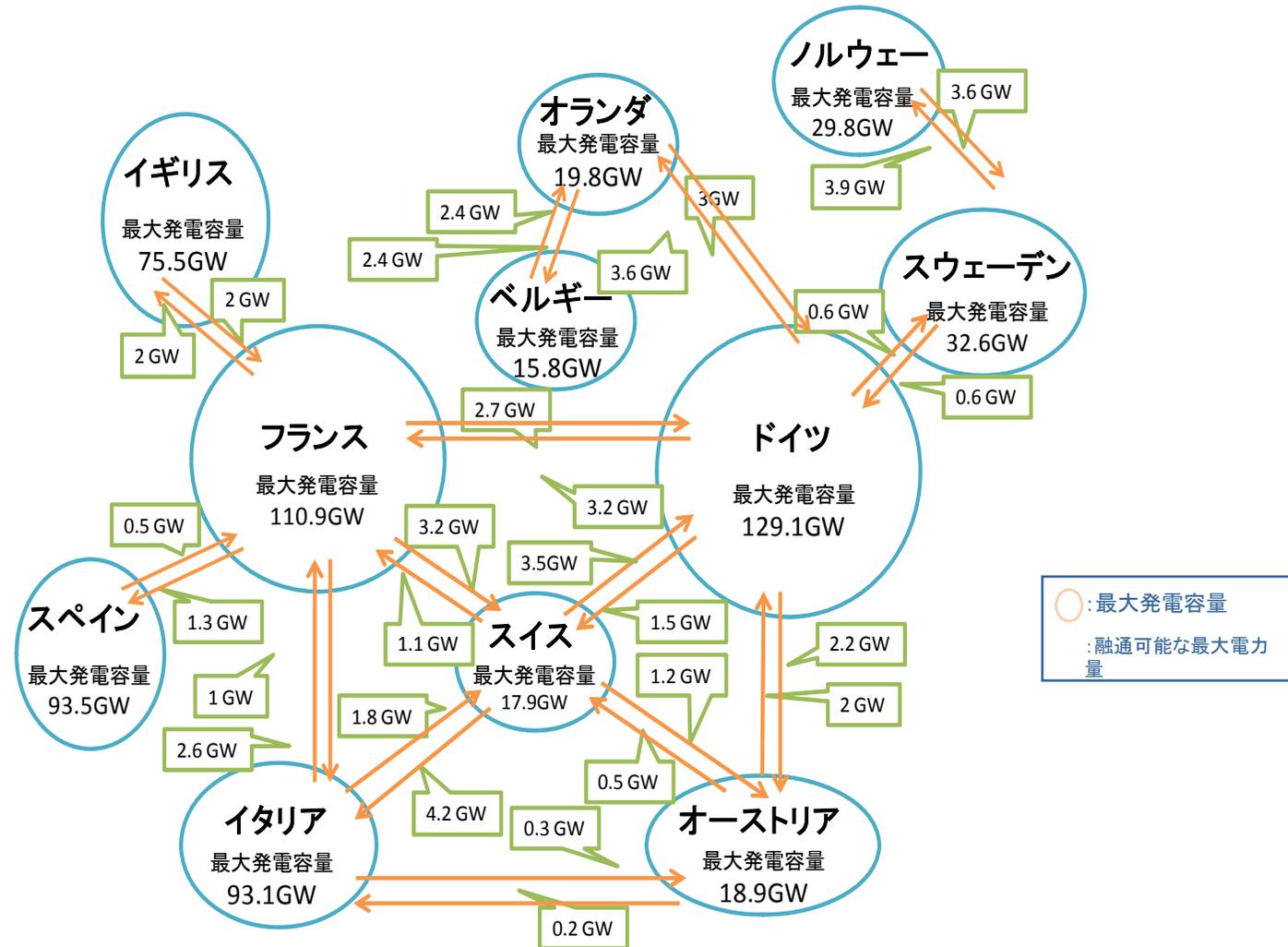
**IEAの試算によれば原発の再稼働がない場合、電力供給維持に必要な石油とガスの追加輸入量は石油日量46万バレル＋天然ガス年間300億立米。**

# ドイツの脱原発とCO<sub>2</sub>削減の両立のためには 160億立米のガス輸入が必要

需要を10%抑制、原子力を廃止、再生可能エネルギーシェア35%とした場合にCO<sub>2</sub>削減目標を達成するための電源構成



# ドイツは9カ国と電力系統接続

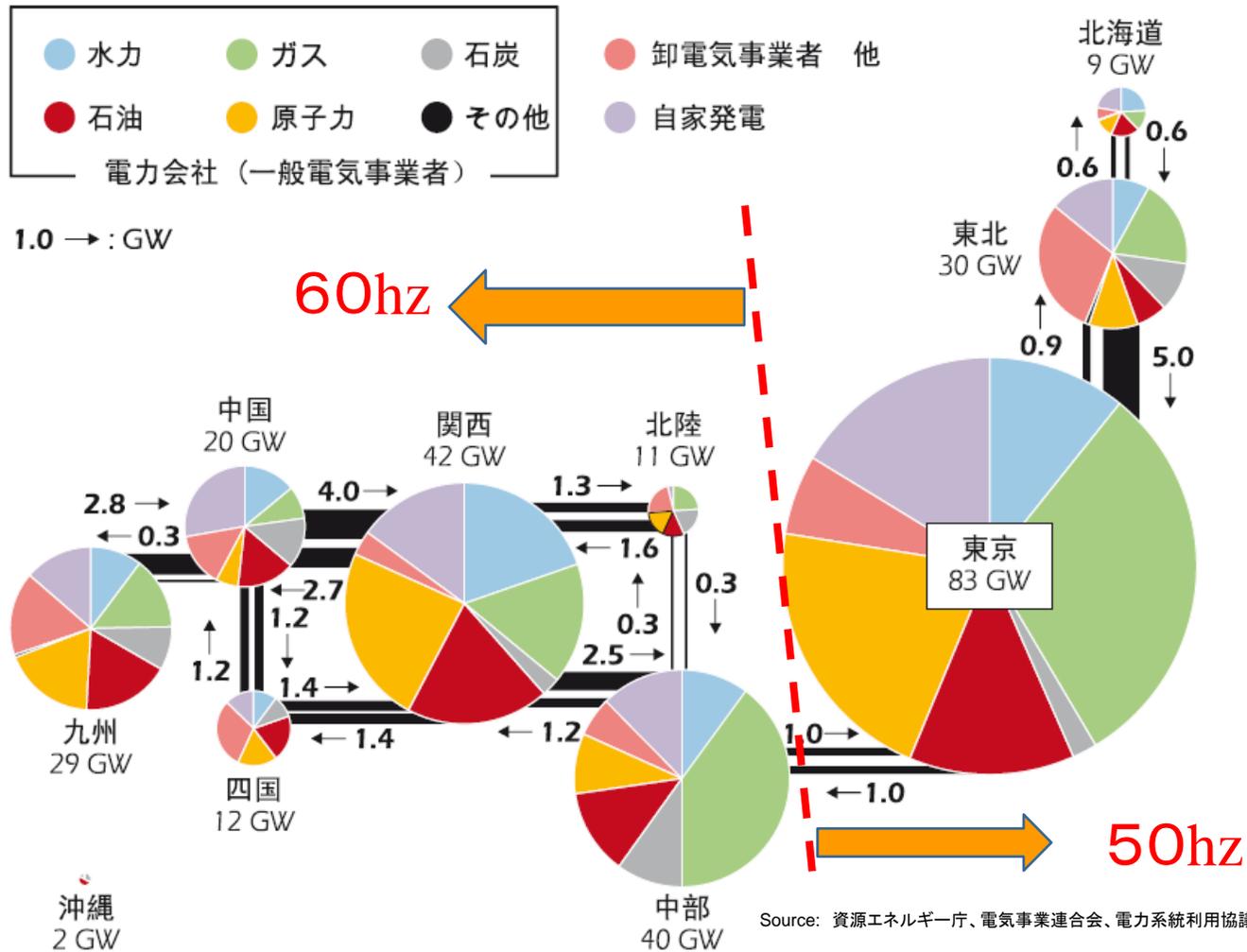


出典: IEA 「Electricity Information 2010」  
 Indicative value for Net Transfer Capacities (NTC) in Continental Europe

## ドイツでは80GWの発電に対し計17GW分の系統能力

# 日本の地域間の電力系統接続の状況

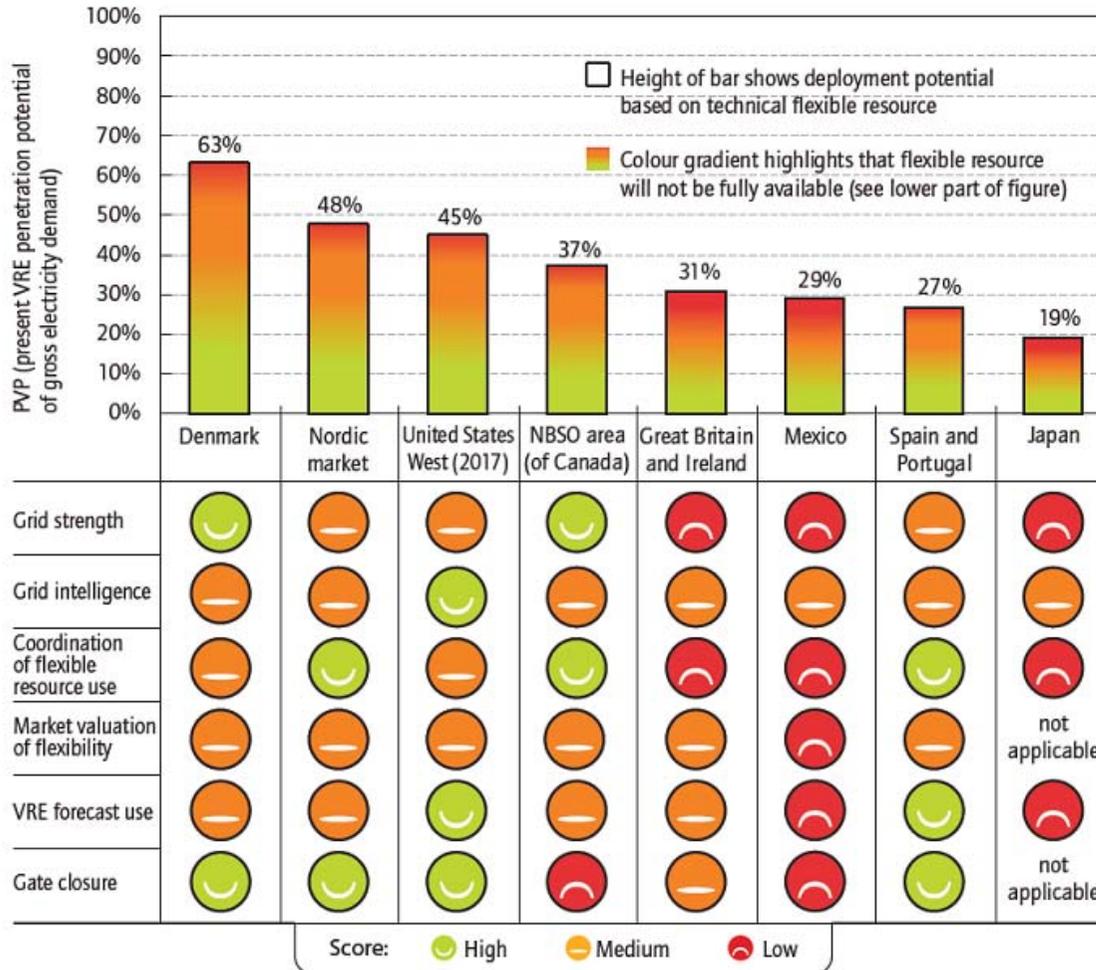
## 地域・事業者・発電種別設備容量と地域間連系線



国内のエネルギー市場が一層統合されることで、変動型の再生エネルギー発電利用を拡大しつつ、供給の安定性及び経済効率性が確保される。

# 再生可能エネルギー導入の技術的ポテンシャル

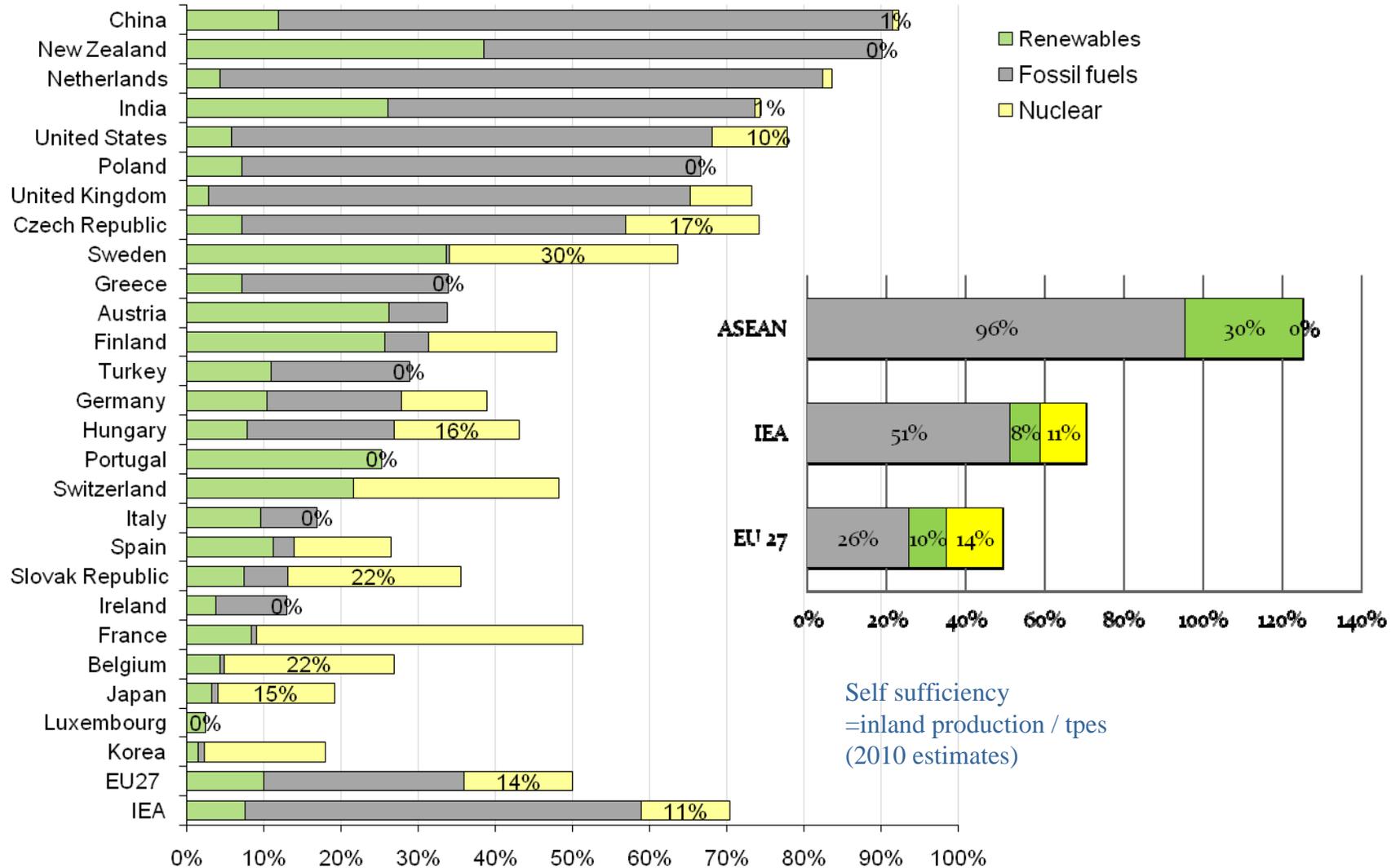
Figure 31 • VRE potentials today, from the balancing perspective



"Harnessing Variable Renewables"  
IEA

日本は技術的なポテンシャルとして再生可能エネルギーを19%まで導入できるが、これを達成するには、送電網の強化や市場設計の見直しが必要。さらに高めるには柔軟なバックアップ電源、蓄電、国際系統連繫も必要。

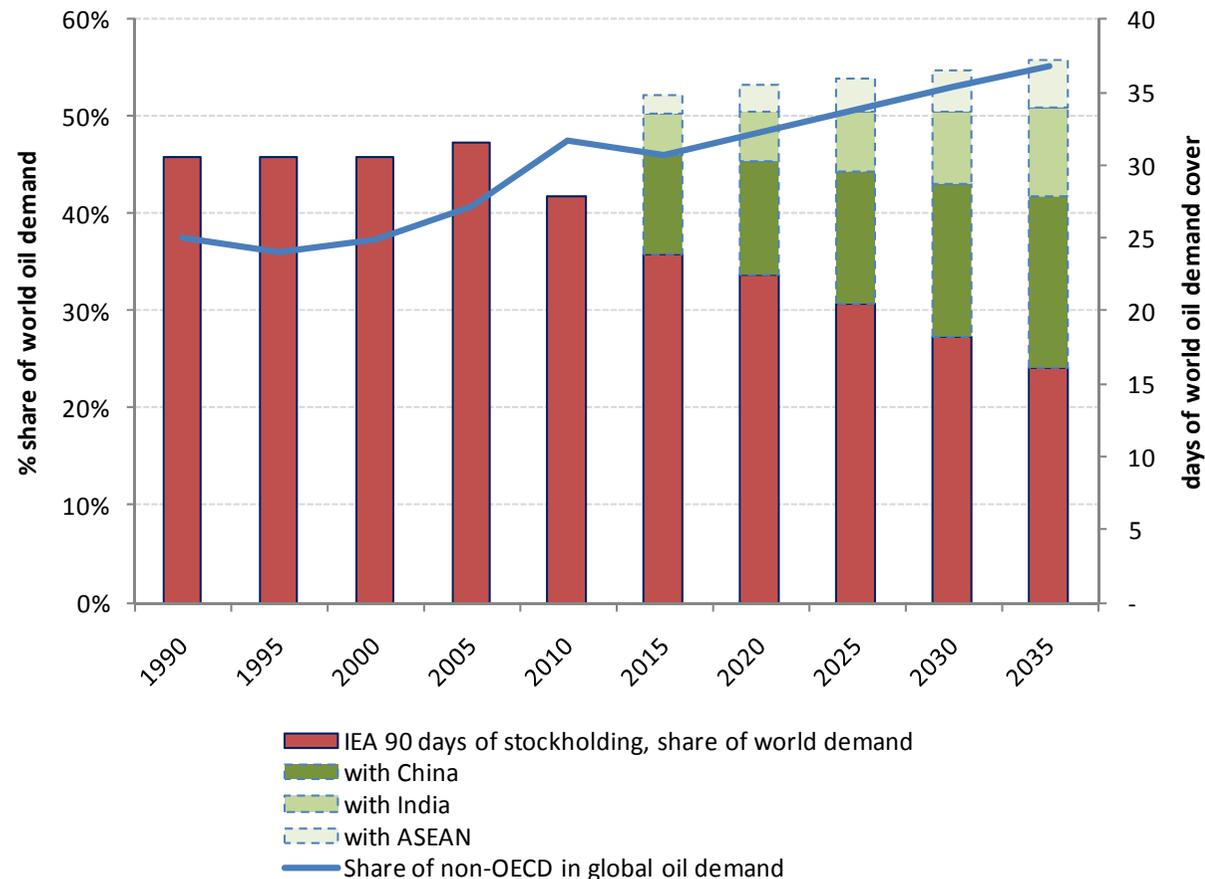
# エネルギー自給率とエネルギーミックス



エネルギー自給率の低い(国内エネルギー資源が乏しい)国においては、原子力は重要なオプション

# 20世紀型のエネルギー安全保障は石油の安定供給であった。

## IEA stockholding cover of global oil demand

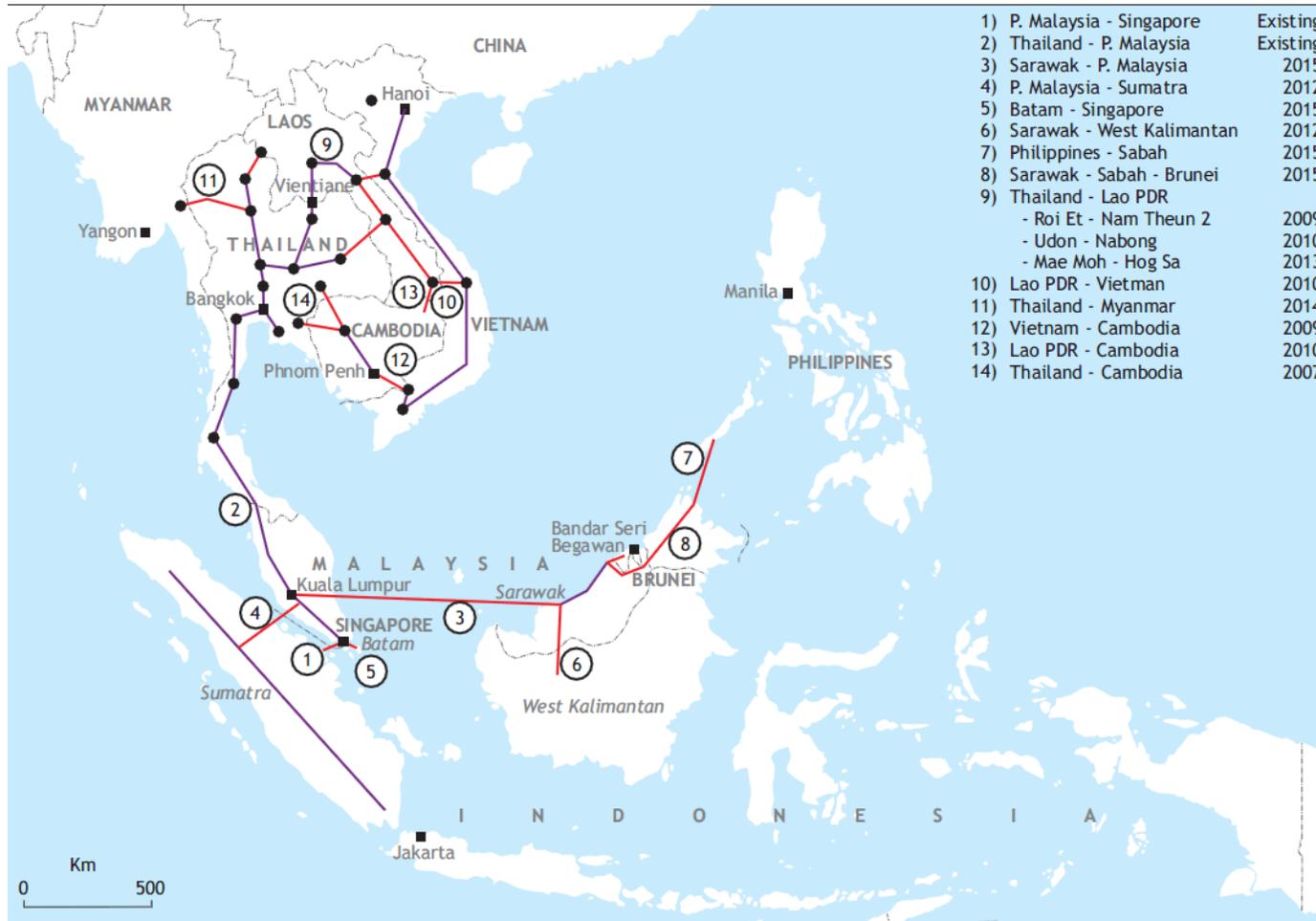


IEAの戦略石油備蓄放出が今後とも市場に同様の影響を与え続けるには緊急時における中印などの新興国との協力が不可欠。

# Connecting MENA and Europe: DESERTEC as “Energy for Peace” - Security Vision for the 21<sup>st</sup> Century.

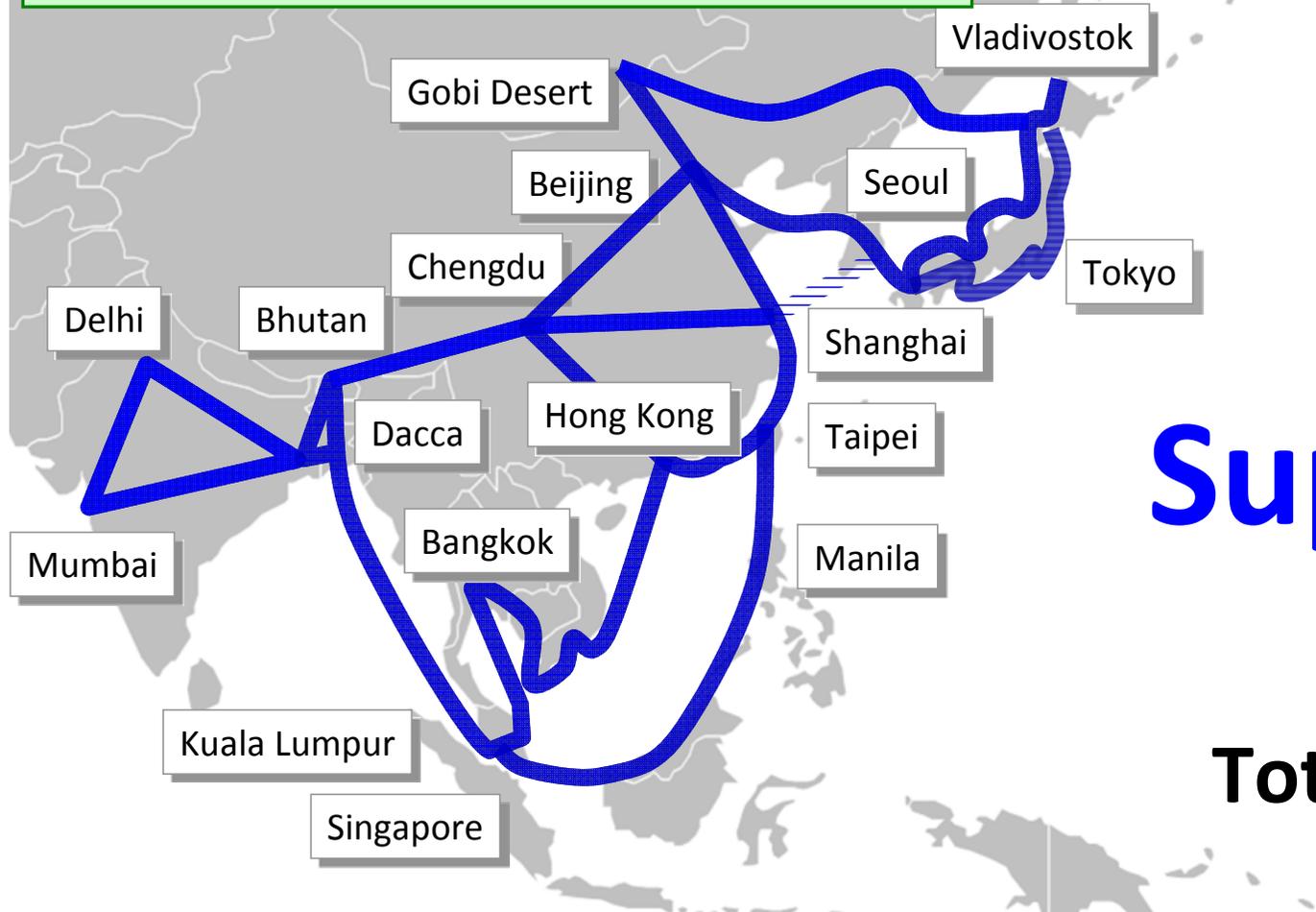


# Existing and proposed ASEAN Power Grid Interconnections



The boundaries and names shown and the designations used on maps included in this publication do not imply official endorsement or acceptance by the IEA.

**Demand Leveling** (Time Zone & Climate Difference)  
**Stable Supply** (through regional interdependence)  
**Fair Electricity Price**



Phase 3

# Asia Super Grid

**Total 36,000km**

Presentation by Mr. Masayoshi SON

# 日本へのメッセージ：21世紀のエネルギー安全保障 は持続可能な電力供給をめぐる包括的安全保障。

- 日本のエネルギー政策は、エネルギー安全保障、コスト、そして地球環境保護の観点から、最良のエネルギーミックスを選ぶべき。
- 世界でも安全確保を前提に原子力は重要なオプションであり続ける。福島  
の失敗の教訓を世界と共有すべし。
- 原子力、再生可能エネルギー、ガスなど多様な電源、それを支える国内電  
力系統網では周波数の統一及び国外との系統接続、分散型システムや需要  
管理を可能にする電力市場改革が必要。
- ロシアの地政学的重要性に着目し電力系統、ガスパイプライン接続も。
- 技術によるセキュリティ向上を追求すべき。高効率太陽光、4世代原子  
力、スマートグリッド、次世代自動車、蓄電、超電導送電、水素関連、メ  
タンハイドレート、次世代CCSなど。
- 450シナリオの達成は、原発の停滞により、ほぼ実現不可能に。少しで  
もシナリオに近づくために各国が可能な施策を積み上げるボトムアップア  
プローチ、「適合 adaptation」の議論が重要。
- 中国、ASEAN、インドをエンゲージする多層的エネルギー安全保障外交。