

# ECOFYS

sustainable energy for everyone

## HELE（高効率低排出）石炭技術は 2°C目標と矛盾する

G7直前国際シンポジウム  
気候変動とエネルギー  
石炭火力の課題に迫る

東京（日本）

2016年5月20日

Lindee Wong : リンディー・ウォング

# 排出削減技術の提案：高効率低排出（HELE）石炭火力発電所

- > 国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）で、各国政府は地球の平均気温上昇を産業革命前と比較して**2°C**より十分に低く保ち、**1.5°C**未満に抑える努力を追及することを約束した
- > 温室効果ガス排出削減の解決策として、高効率低排出（HELE）石炭火力発電が提案されている



“高効率低排出（HELE）石炭火力発電所の設置は、二酸化炭素回収・貯留・利用技術（**CCUS**）から排出ゼロにむけた流れにおいて、**最初の重要なステップ**となる。HELE発電技術は既に商業利用されており、展開が進めば、全電力部門からの温室効果ガス排出を約20%削減することが可能となる。

出典：<http://www.worldcoal.org/reducing-co2-emissions/high-efficiency-low-emission-coal>

# プロジェクトの目的

---

- > **HELE**石炭火力発電は、気温上昇を2°C未満に抑える目標と矛盾しないか？
- > 石炭火力発電と排出において、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）および国際エネルギー機関（IEA）の2°Cシナリオの実施評価を行う
- > 現在、設備容量1,400ギガワット（GW）の石炭火力発電所が計画されているので、この計画が2°Cシナリオに矛盾しないか評価する

# HELE石炭火力発電は 亜臨界圧発電技術に比べて高効率低排出

## > HELE石炭火力発電は亜臨界圧石炭火力発電に比べて高効率低排出

技術	変換効率	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (gCO <sub>2</sub> /kWh)	石炭消費量 (g/kWh)
亜臨界圧	最大 38%	≥880	≥380
超臨界圧 (SC)	最大 42%	800-880	340-380
超々臨界圧 (USC)	最大 45%	740-800	320-340
先進超々臨界圧火力発電技術 (A-USC) / 石炭ガス化複合発 電 (IGCC)	45-50%	670-740	290-320

出典:国際エネルギー機関 (IEA), 2012年, 高効率低排出の石炭火力発電技術ロードマップ

## > その他の効率的な発電技術

より高い効率の例: 天然ガス火力発電の発電効率は最大60%

より低いCO<sub>2</sub> 排出原単位の例: 天然ガス火力発電のCO<sub>2</sub> 排出係数は350-490 gCO<sub>2</sub>/kWh、風力および太陽光発電の排出係数は0 gCO<sub>2</sub>/kWh

# 炭素回収・貯留（CCS）付き火力発電は 排出原単位のみならず変換効率も下げる

## > 炭素回収・貯留（CCS）のプロセス：



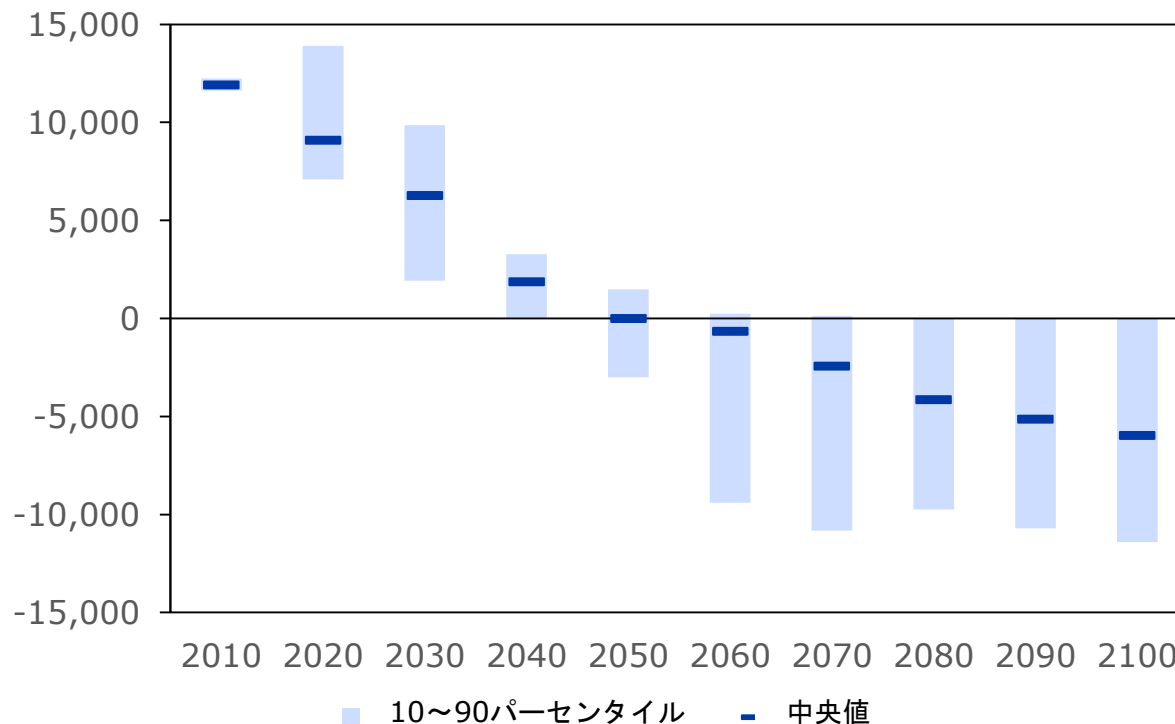
- > 排出原単位は、50-150 gCO<sub>2</sub>/kWhと推定する
- > ライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量 (採掘、加工、輸送) は95-150 gCO<sub>2</sub>/kWhとして追加
- > CO<sub>2</sub> 分離技術はエネルギーを消費し、変換効率を低下させる
- > CCS付き の石炭火力発電所は、 IPCCおよびIEAの2°Cシナリオにおいては、重要な位置を占めている

# 2°C目標達成のために

## 電力部門は**2050年までに脱炭素化**している必要がある

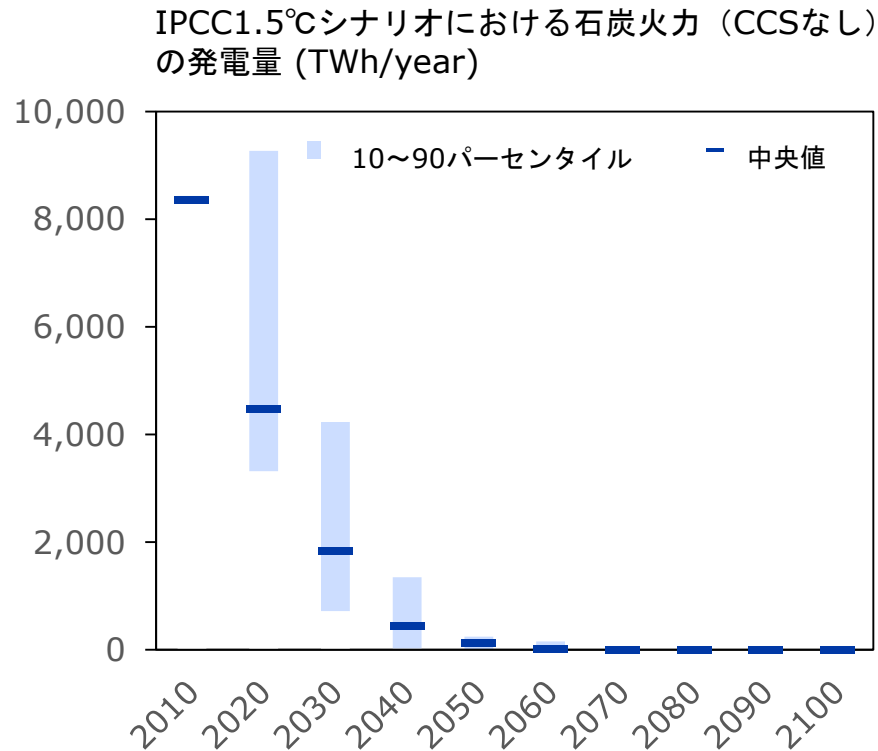
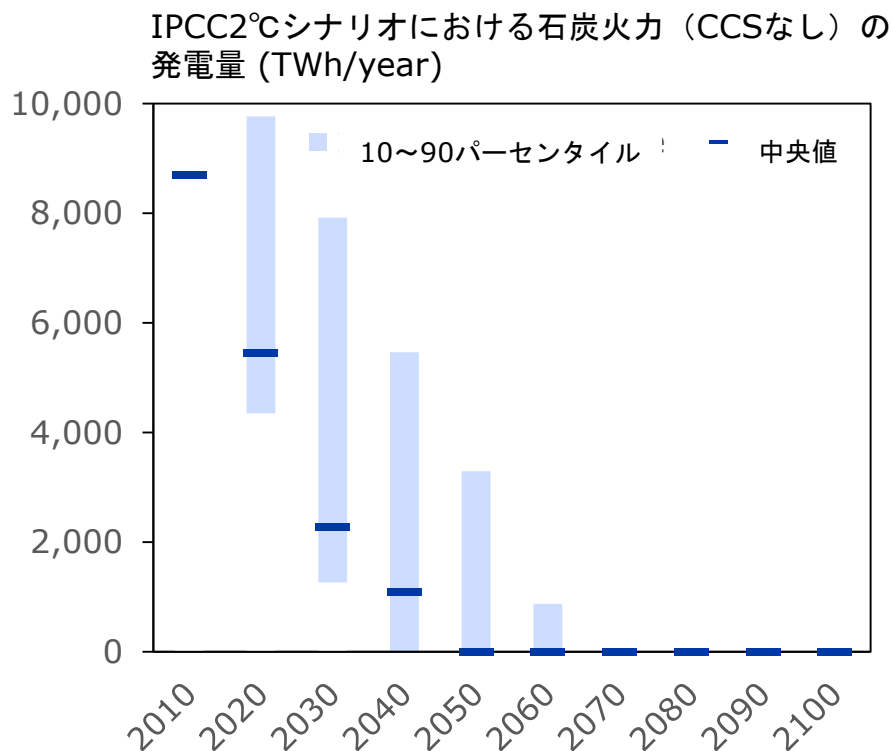
- > IPCCの2°Cシナリオは、電力部門が2050年までに脱炭素化を進める必要があると示している
- > **2050年以降は、電力部門の排出量をマイナスにする必要がある（ネガティブ・エミッション）**

IPCCの2°Cシナリオによる発電からのCO<sub>2</sub> 排出量 (MtCO<sub>2</sub>/year)



出典：IPCC、2014年、Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Annex III) (気候変動 2014：気候変動の緩和—IPCC 第5次評価報告書の第3作業部会報告書)

# CCSが付いていない石炭火力発電所は 2050年までに段階的に廃止



## CCSなしの石炭火力発電所の段階的廃止

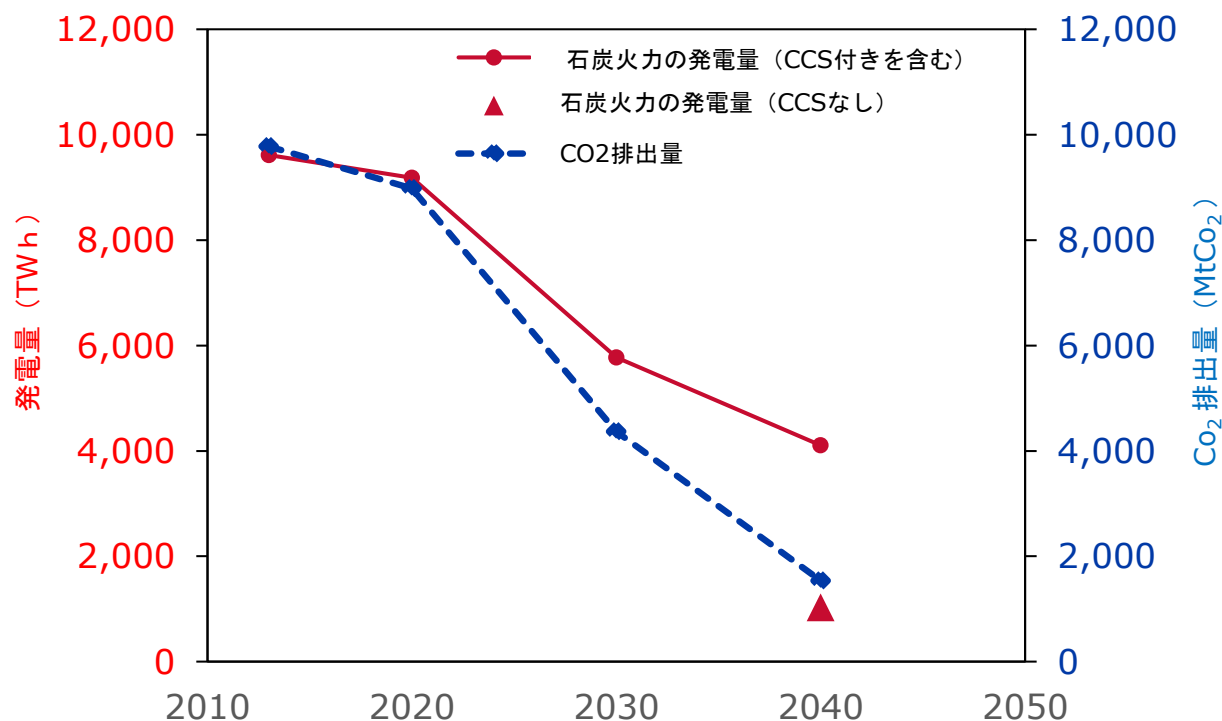
年	2°C シナリオ	1.5°C シナリオ
<b>2010 - 2020</b>	-4%/年	-5%/年
<b>2020 - 2030</b>	-6%/年	-6%/年
<b>2030 - 2040</b>	-5%/年	-8%/年

出典: IPCC, 2014年, ; 気候変動2014: 気候変動の緩和-IPCC第5時評価報告書の第3作業歩合報告書 Rogelj, J., G. Luderer, R. C. Pietzcker, E. Kriegler, M. Schaeffer, V. Krey and K. Riahi (2015). "Energy system transformations for limiting end-of-century warming to below 1.5°C." Nature Clim. Change 5(6): 519-527.

# IEA 450シナリオは

## 2040年には石炭火力発電所の75%がCCS付きになると予測

- > IEA 450シナリオ (450S) は、地球の平均気温上昇を2°C未満に抑えるために必要な政策を仮定している。それらには、以下のCCSに関するものも含まれる：
  - 中国の電力部門では2020年頃から、インドでは2025年頃からCCSが展開される
  - 日本の石炭火力発電所にもCCSが導入される
  - アメリカとEUではCCSの利用支援が拡大する
- > 2040年には石炭火力発電所の75%がCCS付きになる

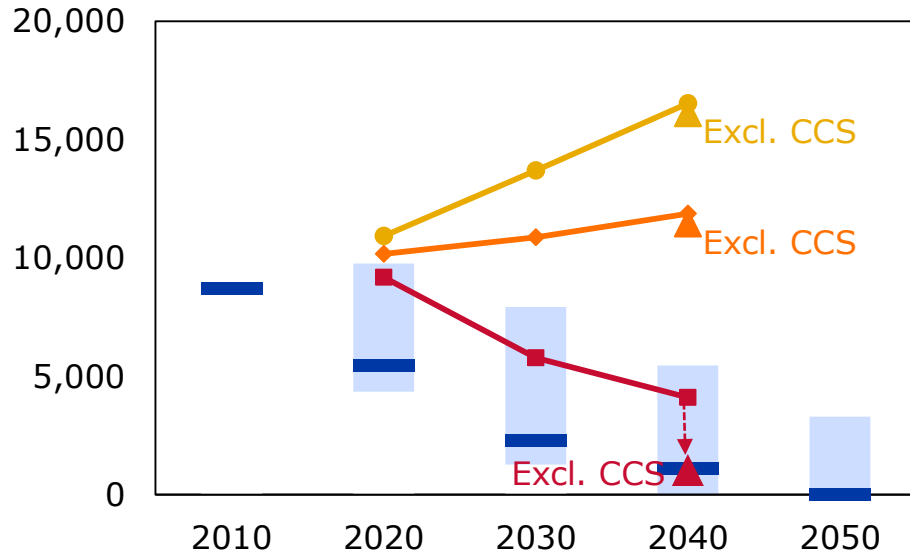


出典: IEA, 2015年 『World Energy Outlook (世界エネルギー展望)』



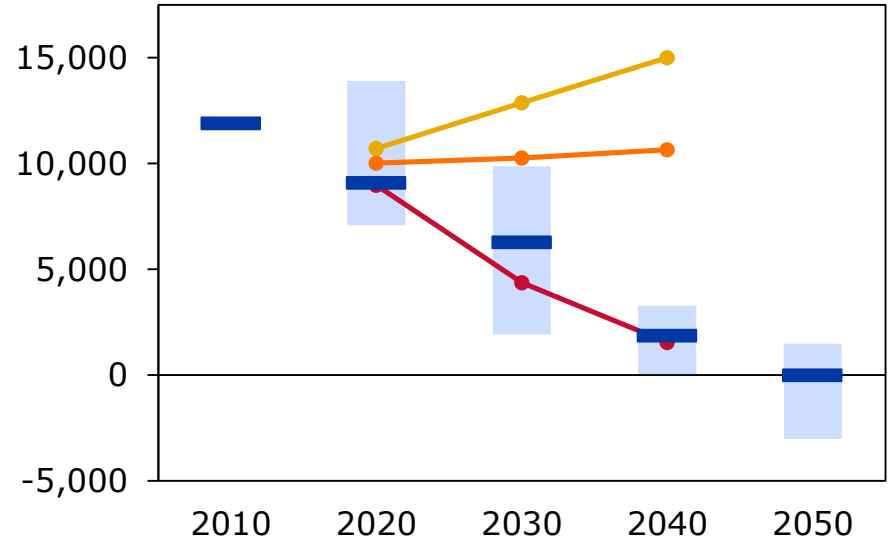
# 450シナリオでは電力に割り振られた2°Cシナリオにおける炭素予算のすべてを石炭火力が消費；新政策／現行政策シナリオにおける排出量過多

石炭火力発電の発電量 (TWh/year)



- IPCC 2°Cシナリオの範囲 (CCSなし)
- IPCC 2°Cシナリオの中央値 (CCSなし)
- ◆ IEAのNPS (CCS付きを含む)
- IEAのCPS (CCS付きを含む)
- IEAの450S (CCS付きを含む)

発電部門からのCO<sub>2</sub> 排出量 (MtCO<sub>2</sub>/year)



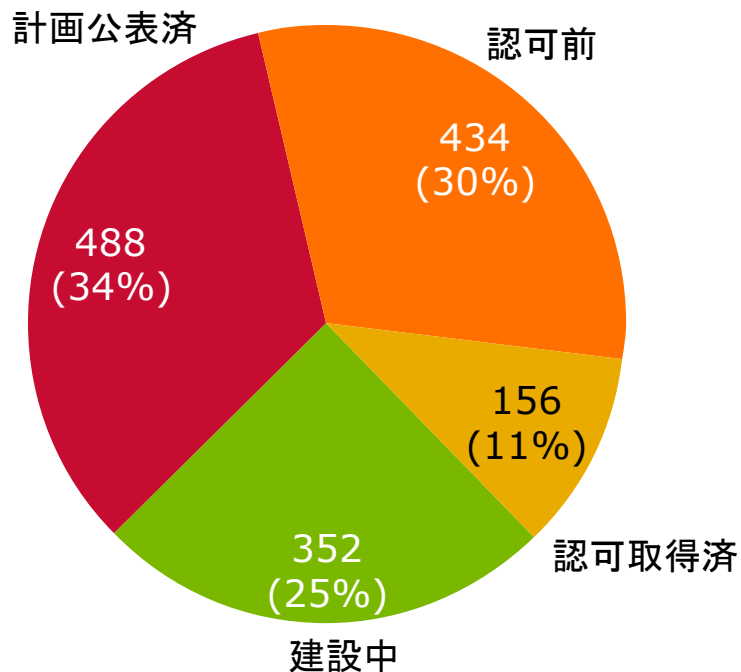
- IPCC 2°Cシナリオの範囲 (発電部門全体)
- IPCC 2°Cシナリオの中央値 (発電部門全体)
- ◆ IEAのNPS (石炭発電)
- IEAのCPS (石炭発電)
- IEAの450S (石炭発電)

- > **IEA現行政策シナリオ (CPS)** - 実施処置が公式に採用されている政策のみを考慮し、これらの政策が強化されずに持続すると仮定したシナリオ
- > **IEA新政策シナリオ (NPS)** - 国別目標案 (INDC; 約束草案) に書かれたエネルギー関連の政策を含め、これまでに発表された政策や施策を考慮したシナリオ

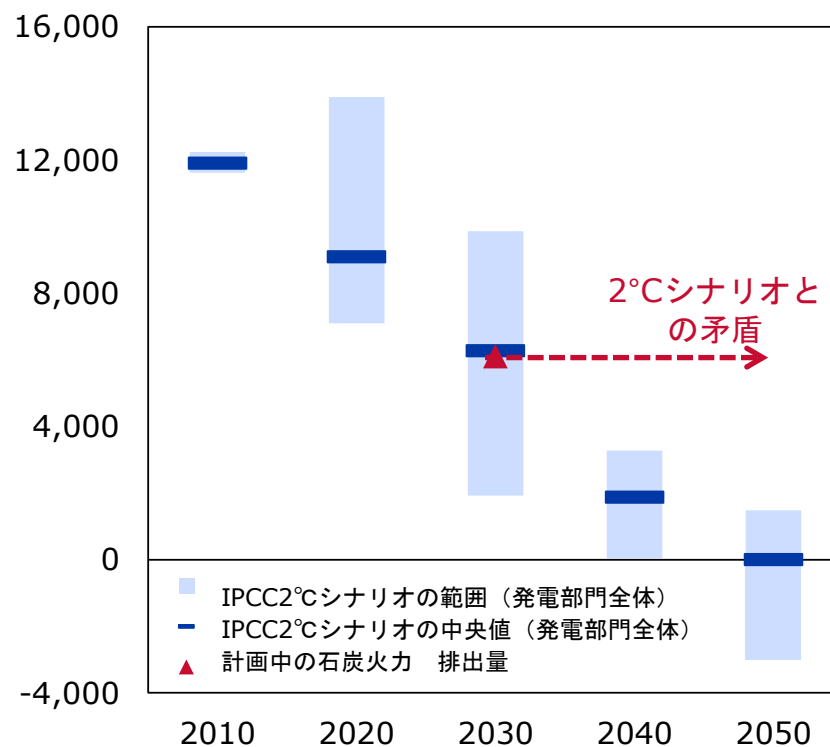
# 計画中の石炭火力発電所の年間排出量は、 2030年の発電における2°Cシナリオで許される排出量すべてに該当

- > 1,400 GWの石炭火力の新設容量が計画中
- > 2°Cシナリオでは、計画されている設備容量の設備利用率は**20%未満**（全不可相当運転時間 1,600時間）となり、計画容量のビジネス採算が合わない
- > 平均排出係数が830 gCO<sub>2</sub>/kWhであることは、計画中の発電所全てが**HELE**石炭火力発電ではないことを示唆している

計画中の設備容量 (GW)



計画中の石炭火力発電所からのCO<sub>2</sub> 排出量と  
IPCC 2°Cシナリオとの比較 (MtCO<sub>2</sub>/year)

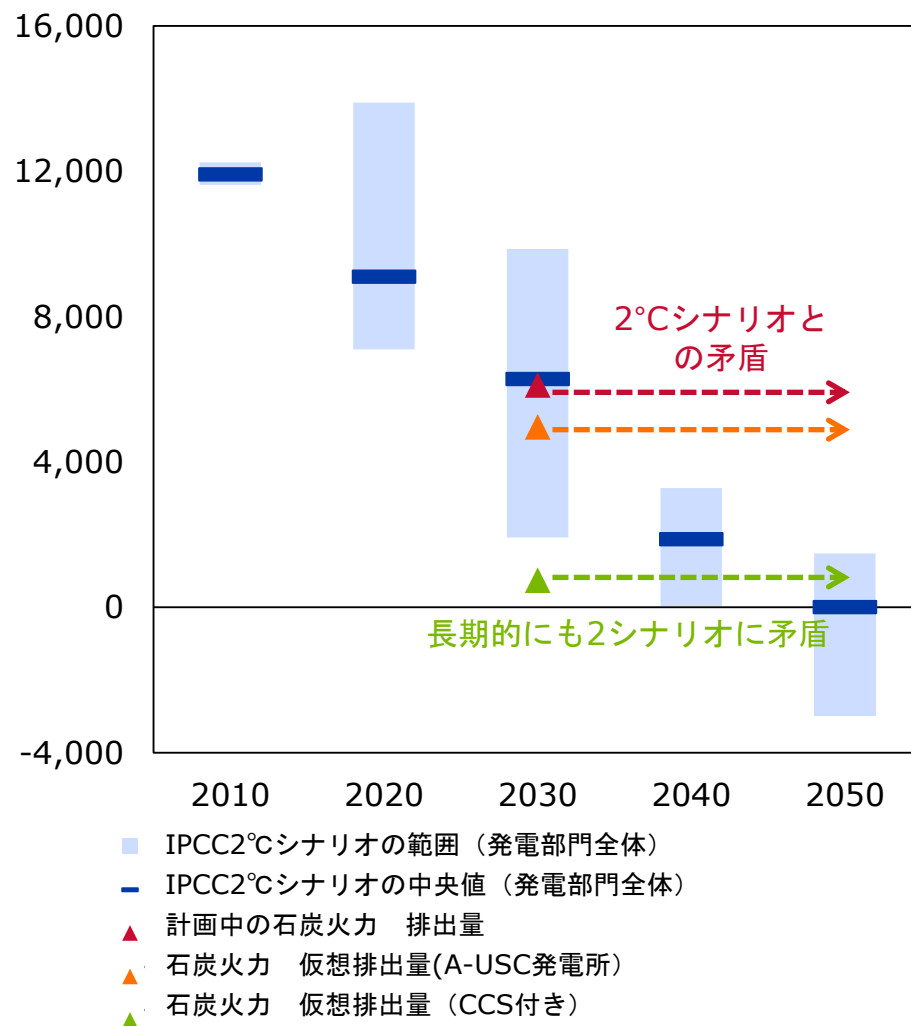


出典: 世界石炭火力発電所トラッカー, 2016年, 提案されている石炭火力発電所 (国別 MW) 2016年1月

# 計画容量がすべてHELE石炭火力またはCCS付きであっても 長期的には2°C目標が達成できる見込みがない

- > 仮にすべての計画中の石炭火力発電容量が **HELE**石炭火力発電所だとしても、CO<sub>2</sub> 排出量は2040年の全電力部門からの炭素予算の2倍以上となる
- > 計画容量のすべてが**CCS**付きだとすれば:
  - 2030年と2040年においては、気温上昇を2°C未満に抑える経路に沿う
  - 年5,400 MtCO<sub>2</sub>の回収・貯留が必要であることから（現在稼働中のCCS発電所は1か所のみで、回収量は1 MtCO<sub>2</sub>/年） **2030年に実現できる可能性は低い**
  - この条件下であっても発電所からのCO<sub>2</sub> 排出は2°C シナリオの経路における**2050年の炭素予算を超過している可能性が高い**

計画中／理論的な石炭発電所からのCO<sub>2</sub> 排出量と IPCC 2°Cシナリオとの比較 (MtCO<sub>2</sub>/year)



# HELE石炭火力発電は2°C未満の経路と矛盾する

- > 2°Cシナリオを達成するには、電力部門は2050年までに脱炭素化し、CCSが付いていない石炭火力発電所は2050年までに段階的に廃止されなければならない
- > IEA450シナリオは、75%の石炭火力発電所がCCS付きであるという条件を踏まえても、2040年には気温上昇を2°Cに抑えるために電力部門に許される炭素予算を全て消費してしまう
- > IEAの現行政策シナリオおよび新政策シナリオは、いずれも2°C目標に向けた経路に整合しない
- > 計画中の石炭火力発電設備（1,400 GW）の全てがHELE石炭火力発電だとしても、2°C目標に整合しない  
2050年には、たとえ全てがCCS付きだったとしても、これだけの設備容量の石炭火発はそもそも2°C目標には整合しない
- > 2°C目標の経路との隔たりは、より現実的な想定の下ではさらに大きくなるだろう：
  - この分析は、楽観的な変換効率とCCS/HELE発電の展開率を前提にしている
  - この分析にライフサイクル排出量は含まれていない