



GLOBAL  
CCS  
INSTITUTE



# 世界のCCSの動向: 2017

中央環境審議会地球環境部会の長期低炭素ビジョン小委員会に向けたプレゼンテーション

グローバル CCS インスティテュート

最高経営責任者 (CEO)

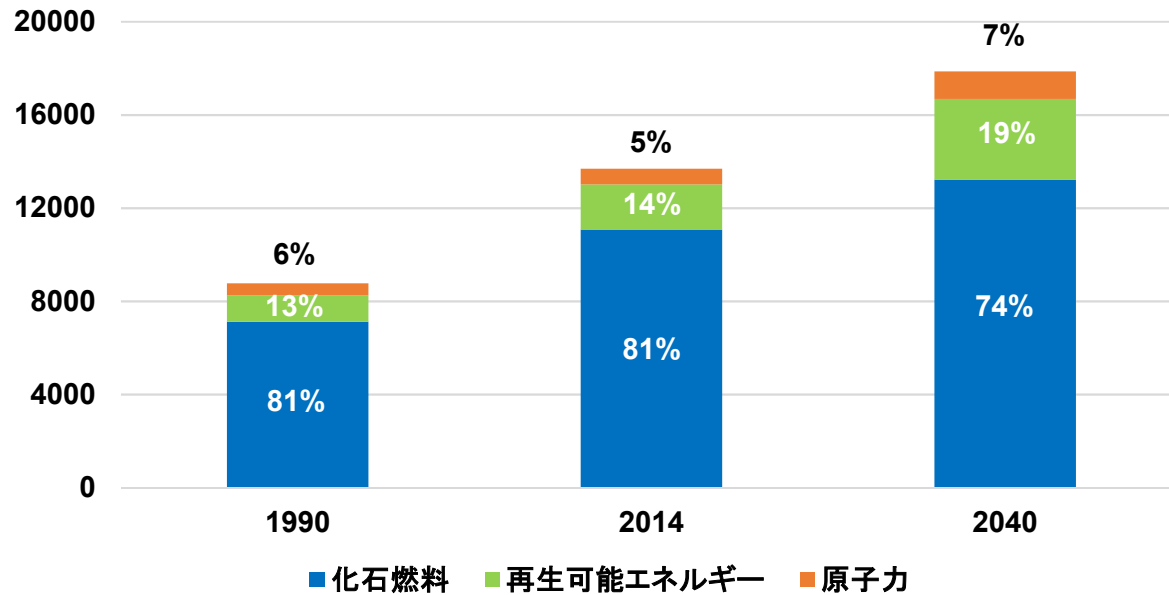
Brad Page

表紙写真: 北海道苫小牧市にある苫小牧 CCS実証試験センター  
鳥瞰図。写真提供: JCCS



## 化石燃料の需要は増加し、埋蔵量は強固

燃料源別の一次エネルギー需要:  
(石油換算 百万トン)



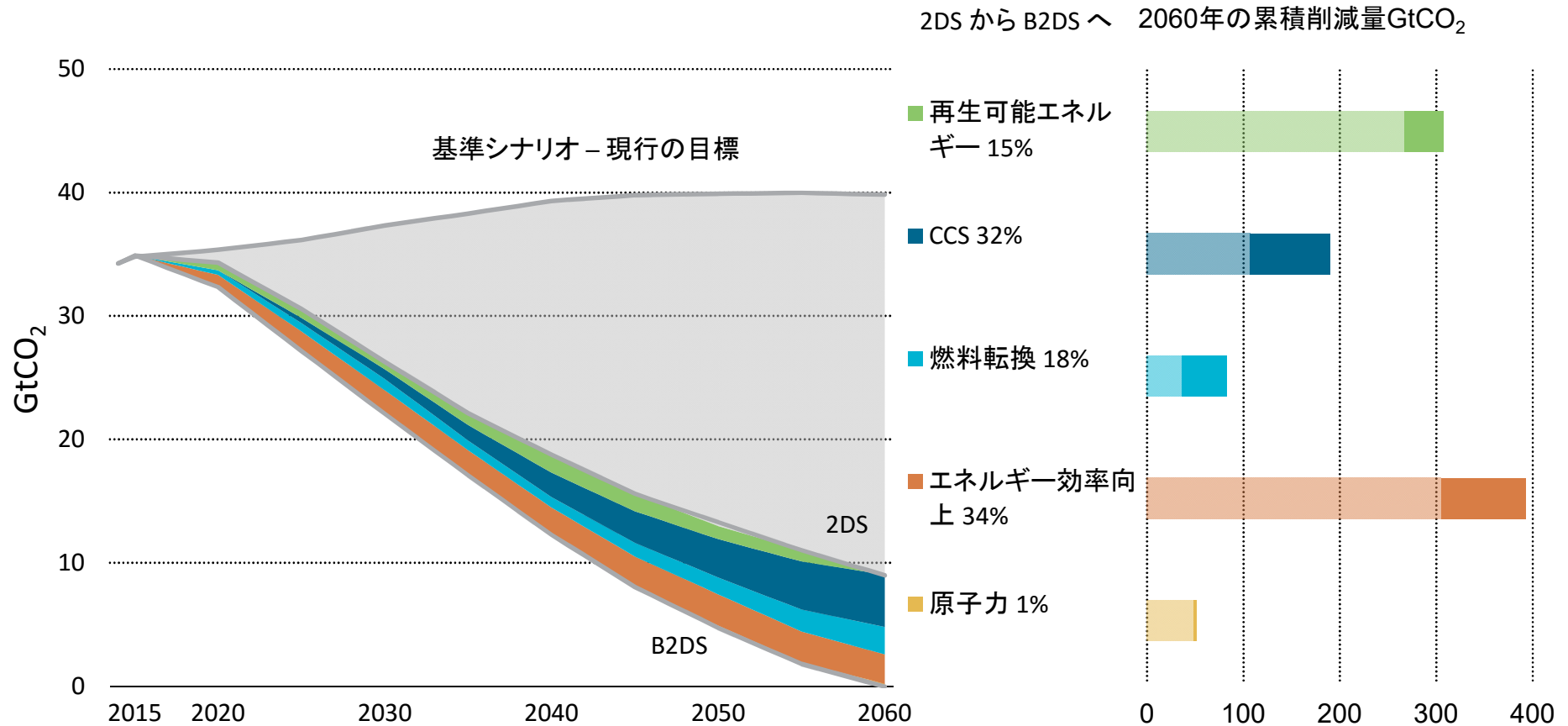
出典: IEA 世界エネルギー展望 2016 年版(新しい政策シナリオ)



出典: BP 世界エネルギー統計 2016 年版



# 2DS から B2DS へと移行する中で、 より幅広く、より急速に、CCSが展開される



出典: 国際エネルギー機関(2017)、エネルギー技術展望 2017 年版、OECD/IEA、パリ

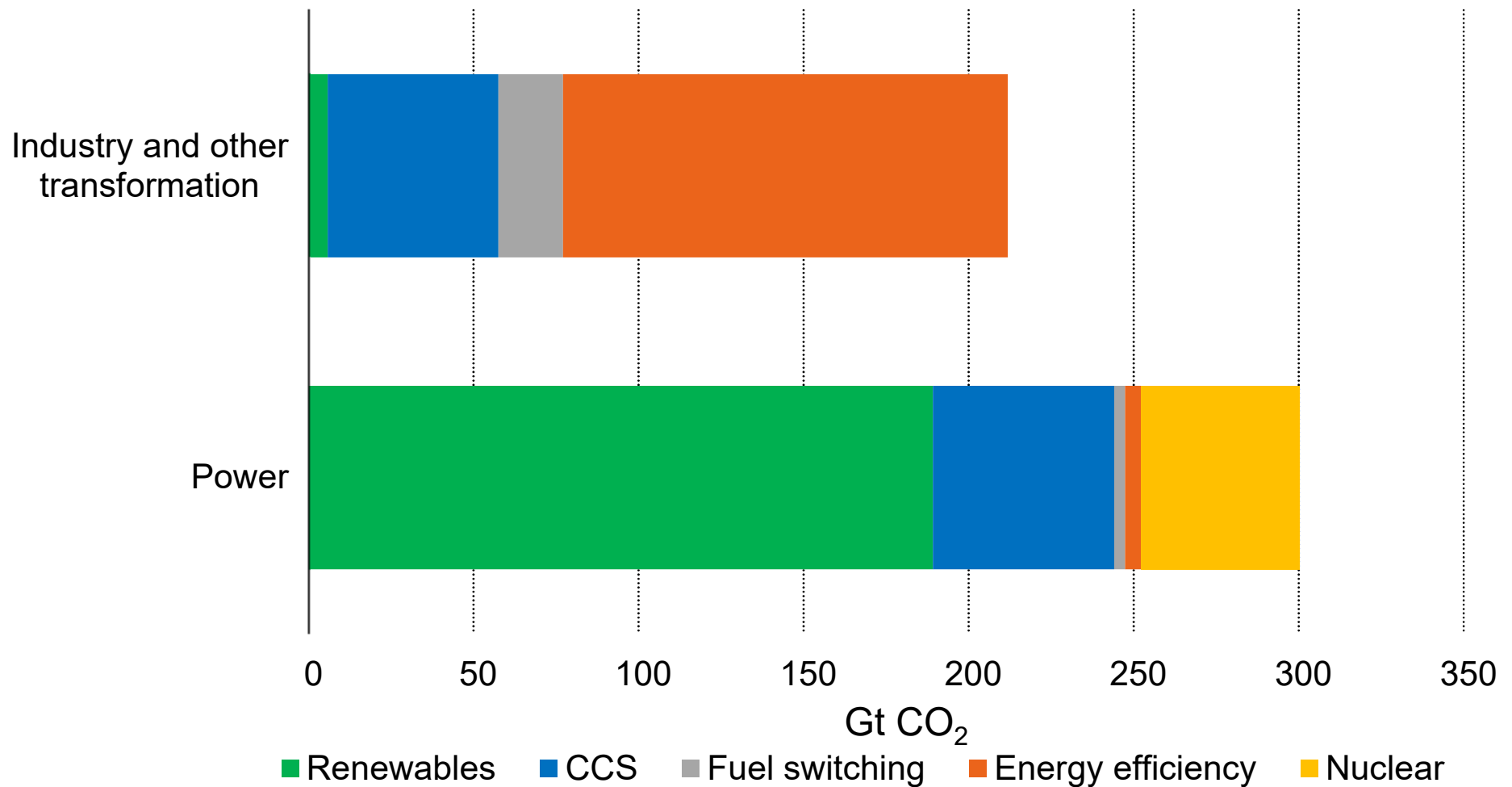
注: 2DS は 2°C シナリオ; B2DS は 2°C 未満シナリオを表し、将来の平均気温上昇を1.75°C に抑える。

右側のグラフの色の薄い部分は、2DS での累積排出量削減を示し、色の濃い部分は B2DS を達成するために必要となる追加の累積排出量削減を示す。



# あらゆる排出削減策が必要

産業および電力における累積 CO<sub>2</sub> 排出削減(2015 年から2060 年の基準シナリオ – 2DS への現在の目標)

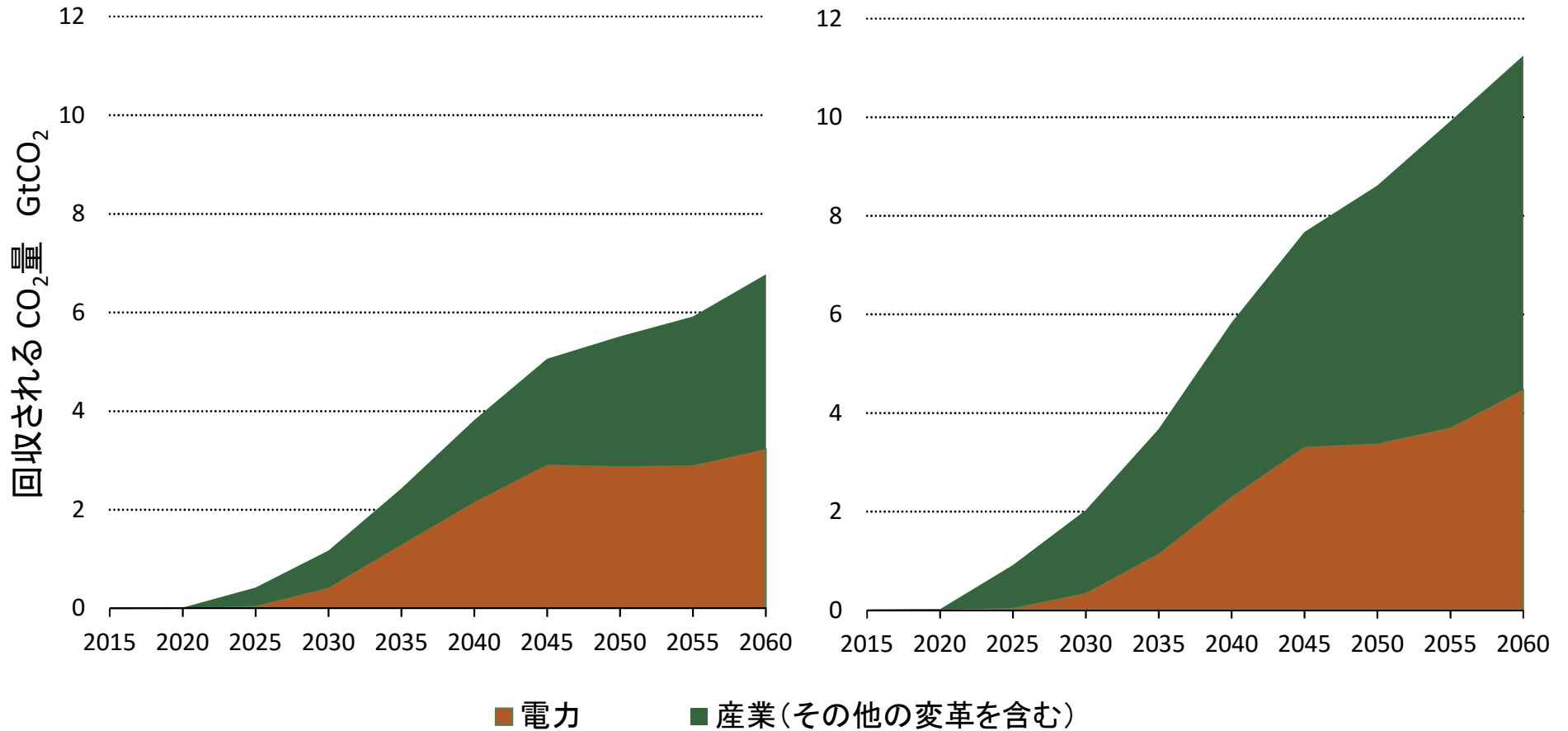




# CCS 展開率 – 2DS および B2DS

2DS – 累積 約140Gt

B2DS – 累積 約220Gt

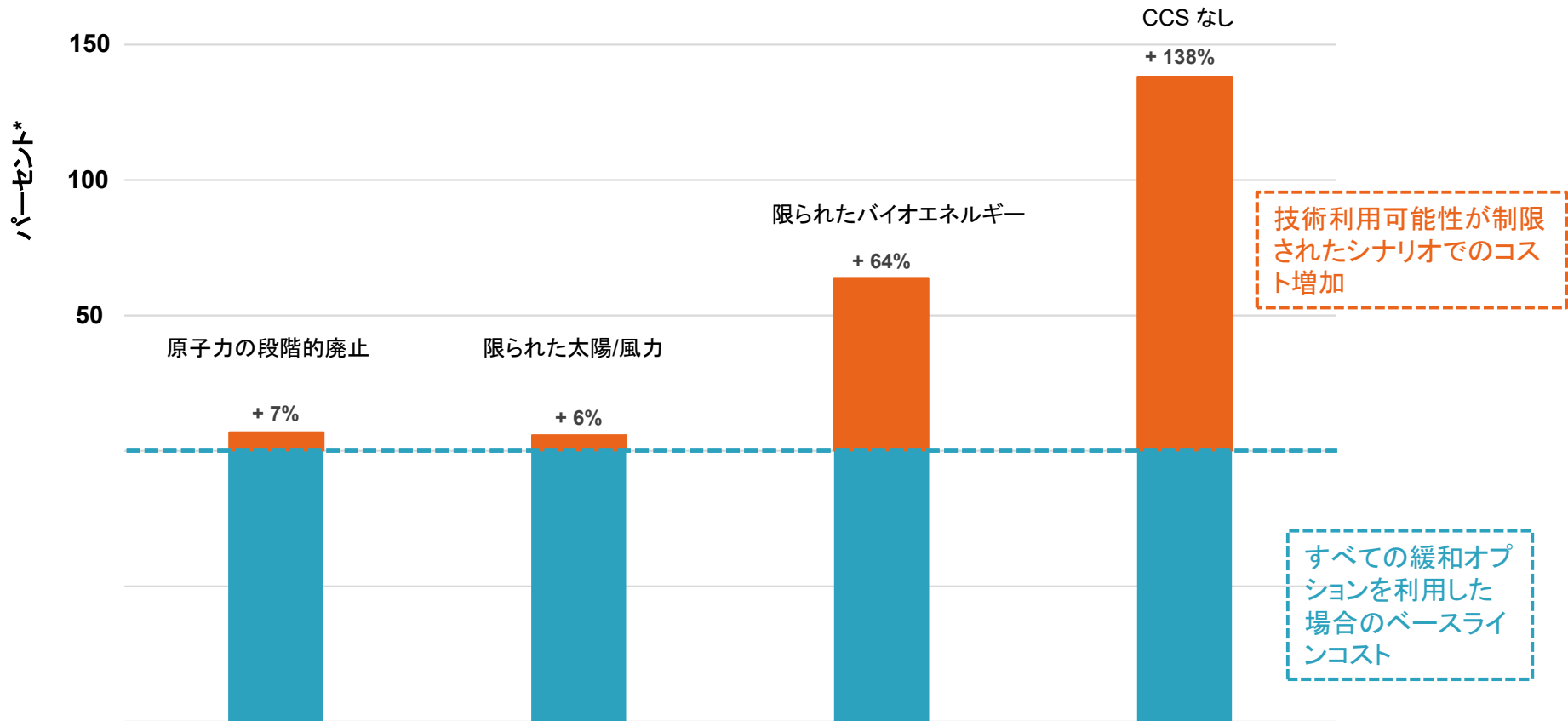


出典: 国際エネルギー機関 (2017)、エネルギー技術展望 2017 年版、OECD/IEA、パリ

注: B2DS は 2°C 未満シナリオを表し、将来の平均気温上昇を1.75° C に抑える



# CCS の利用可能性が制限された場合には、緩和コストが2倍を超える



\*デフォルトの技術を前提とした場合と比較した、差し引き後の合計緩和コスト(2015-2100) 上昇率 – 中央値予測

出典: IPCC 第5次評価統合報告書、政策決定者のための要約、2014年11月



## 地域または国別の大規模 CCS 設備 – 2017 年 7 月

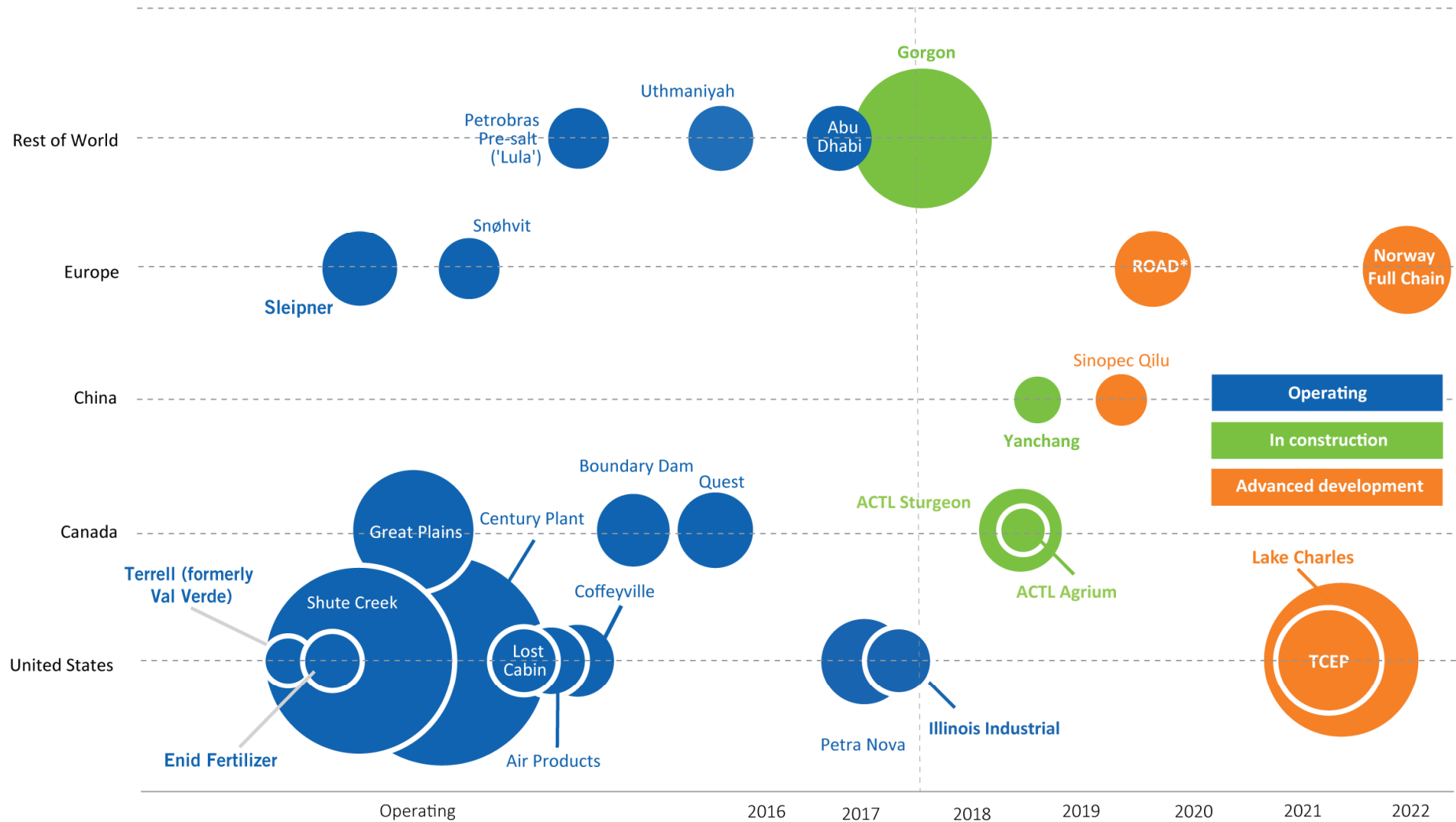
	計画初期	計画後期	建設中	操業中	合計
北米	1	2	2	12	17
中国	5	2	1	-	8
欧州	2	2	-	2	6
湾岸協力理事会 (GCC)	-	-	-	2	2
世界のその他地域*	3	1	1	1	6
合計	11	7	4	17	39

\* オーストラリア、ブラジル、韓国の設備を含む

北米が最も優勢で、建設中および操業中の設備が(世界全体で21のうち)14にのぼり、中国には計画  
中の設備が最も多く、より多くの設備増加が必要



# 地域およびライフサイクル段階別、大規模 CCS 設備 (操業段階および2022 年にかけて操業予定の設備)



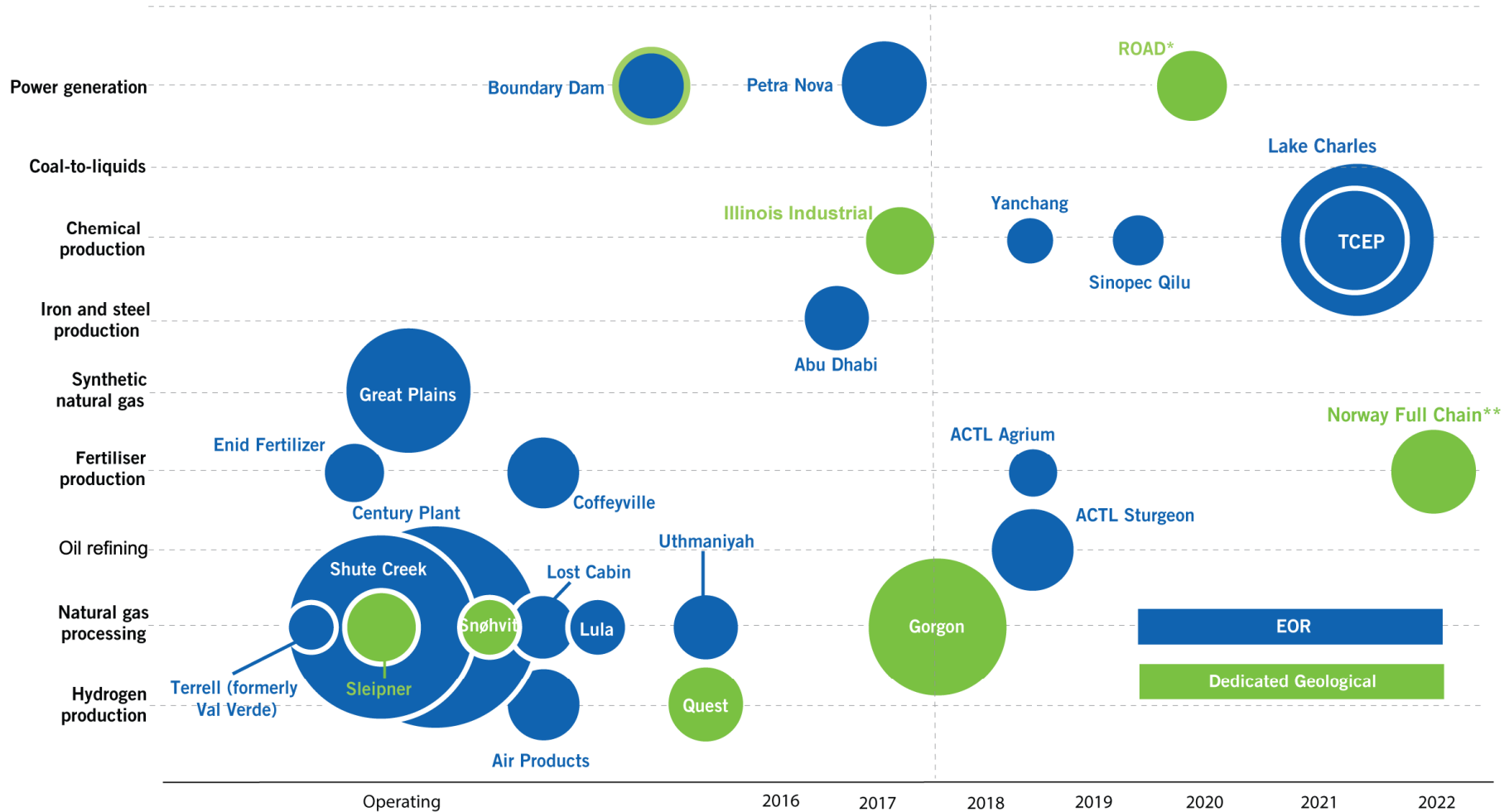
= 1Mtpa of CO<sub>2</sub> (area of circles proportional to capacity)

\*Uniper および Engie は、2017年9月付けでROAD からの撤退を発表。





# 産業および貯留タイプ別、大規模 CCS 設備 (操業段階および2022 年にかけて操業予定の設備)#



○ = 1Mtpa of CO<sub>2</sub> (area of circles proportional to capacity)

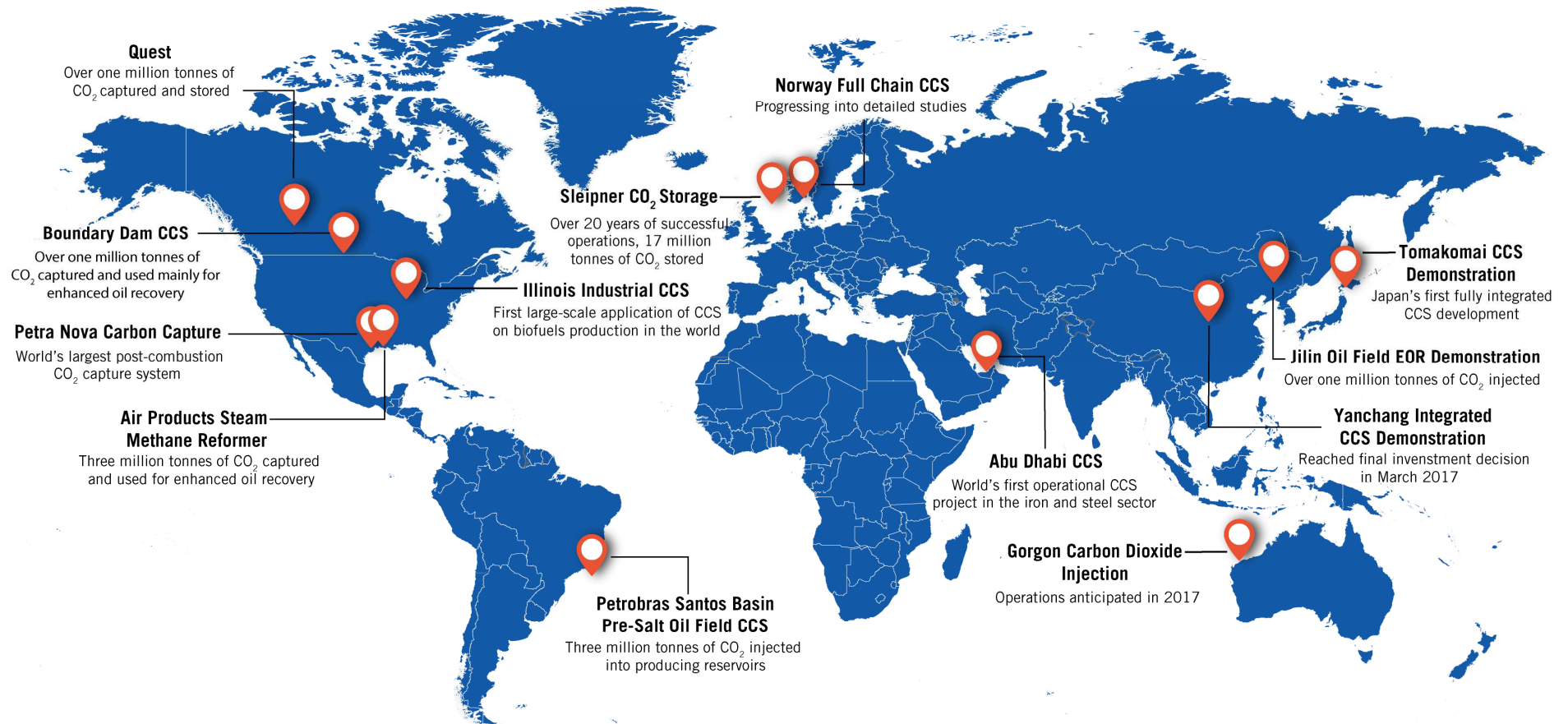
# 操業中、建設中、および計画後期段階の設備

\* Uniper および Engie は、2017年9月付けで ROAD からの撤退を発表。

\*\* アンモニア製造、セメント製造、および廃棄物のエネルギー化から、CCSの可能性を評価



# 世界の主な CCS 設備計画





# 一世代内での重要な課題

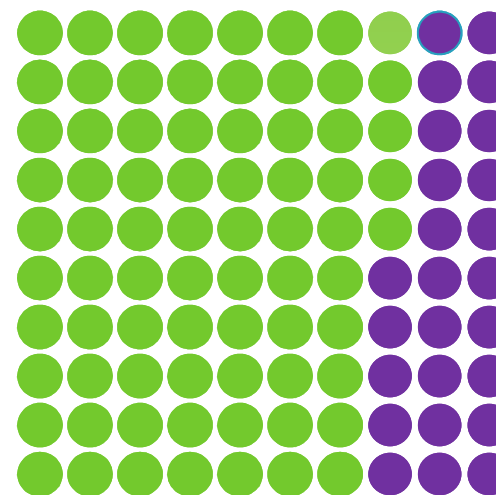
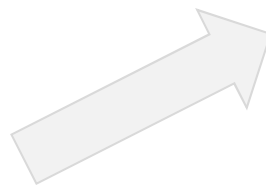
世界の CCS の動向  
2017年7月

→ 2040年までに回収・貯留されるCO<sub>2</sub>  
3,800 Mtpa  
(IEA 2DS)\*\*

39 の大規模 CCS 設備 –  
全体で約 69 Mtpa\* の CO<sub>2</sub> 回収  
能力

- 21 設備が操業中または建設中  
(約37 Mtpa)
- 7 設備が計画後期の段階(約13  
Mtpa)
- 11 設備が計画初期の段階(約  
19 Mtpa)

37 Mtpa



● OECD  
非加盟国

● OECD  
加盟国

\*Mtpa = 年間百万トン

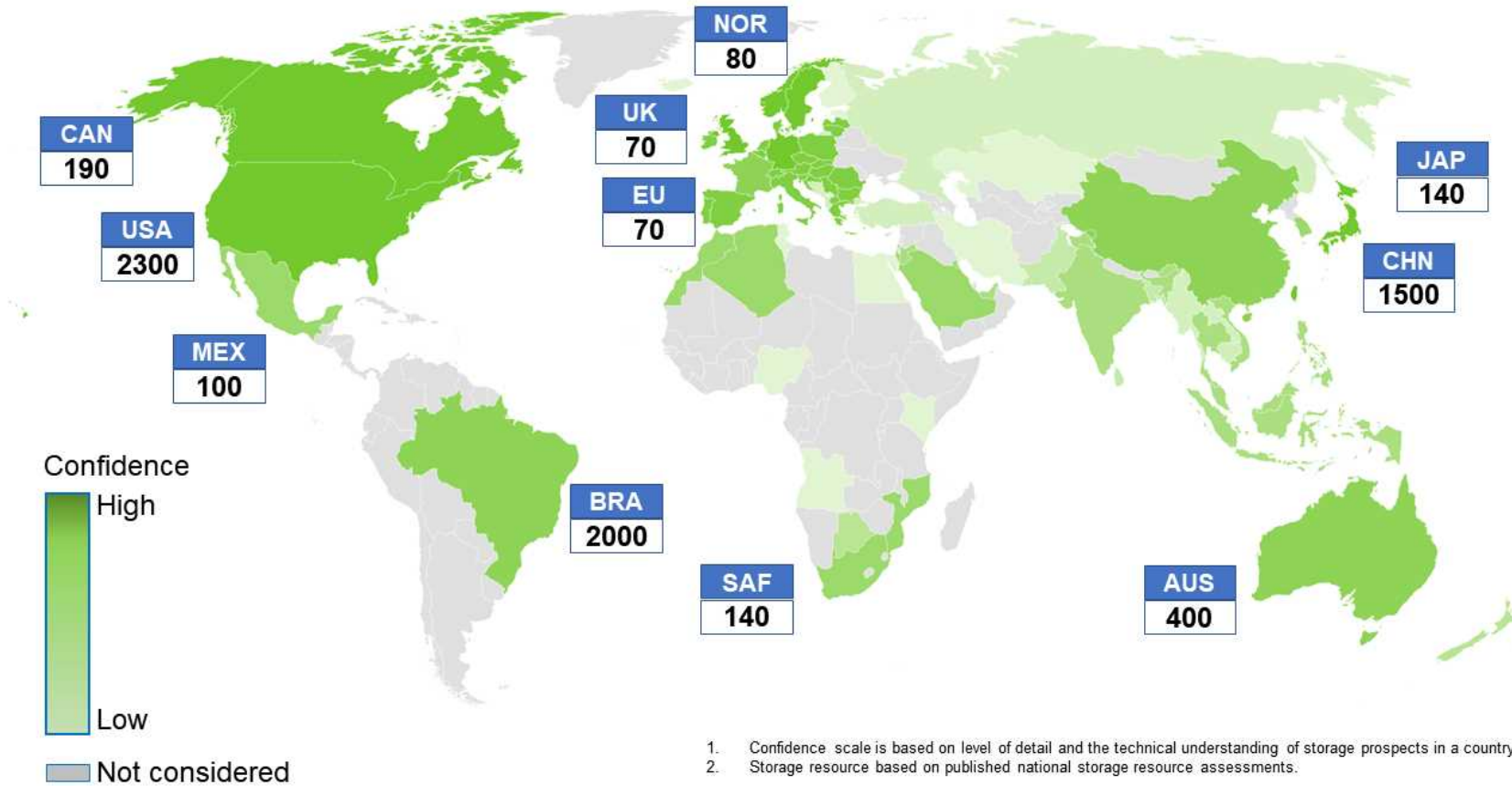
\*\*出典: 国際エネルギー機関(2017)、エネルギー技術展望 2017 年版、OECD/IEA、パリ

注: 2040 IEA 2DS データには、BECCS からの 約0.6 Mtpa の「負の排出」が含まれる



# 貯留サイトは利用可能

## Global Storage Prospectivity and Resource





## 適切な構造をもつサイトは、地震活動によって危険にさらされることはない

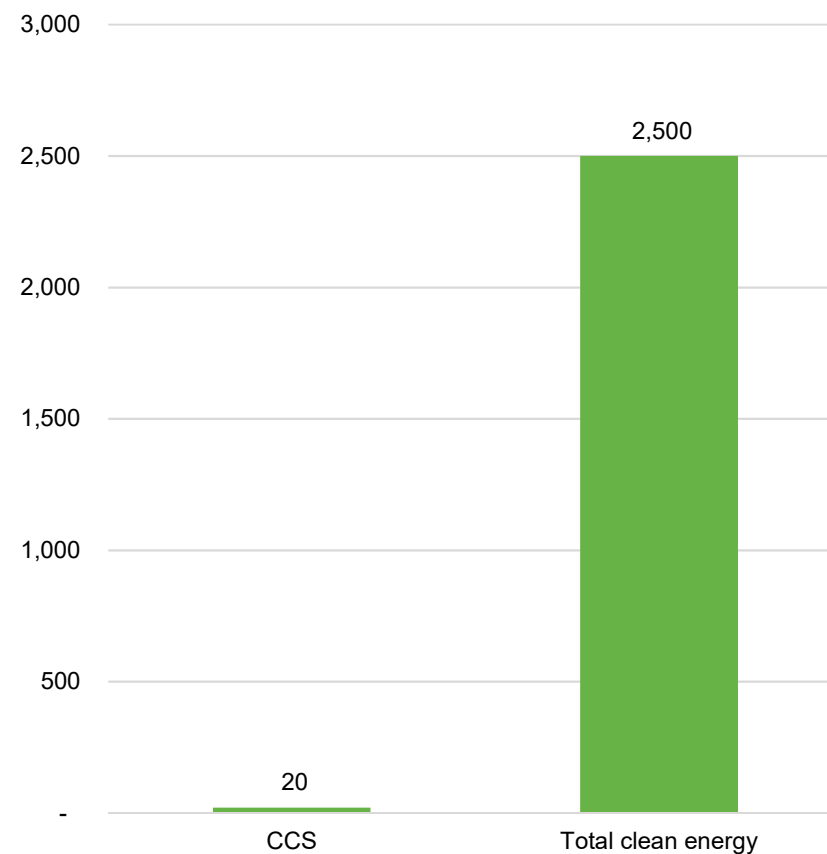
- 米国 California: ワールドクラスの石油・天然ガス生産地域
  - 地球上で地震活動が最も活発な地域の1つ
  - 何百万年にもわたって石油と天然ガスが密閉されてきた
  - 石油と天然ガスを生産した結果として地震は発生していない
- カナダ Weyburn: 3 MTPA CO<sub>2</sub> 注入サイト
  - 長期にわたる大規模な CO<sub>2</sub> 注入サイト
  - これまでで最大の CO<sub>2</sub> モニタリング プログラム
  - 地震モニタリングの結果、
    - 誘発された地震活動のほとんどは検知可能レベルに満たない
    - こうしたレベルで貯留が危険にさらされることはない
- 日本: 地震後も安定した貯留が確保されている例
  - 長岡市近郊に多くの CO<sub>2</sub> 注入・貯留サイト
    - 2003年～2005年: 1日あたり 20～40トンの CO<sub>2</sub>
    - 2004年に強い地震が発生: マグニチュード 6.8
    - CO<sub>2</sub> 注入地点から 20km の距離
    - 漏出は検出されず、CO<sub>2</sub> は確実に貯留された状態



## 強力な政策が投資を後押し CCS には「平等の政策支援(ポリシー・パリティ)」が必須

- 再生可能エネルギーへの投資規模が参考になる
- CCS には同等の政策支援が得られていない
- 石油増進回収が北米での推進力となった
- ポリシー・パリティが必要不可欠
- どのようにして CCS を同様の曲線にのせるか？

2006 以降の投資額(10億米ドル)



出典: IEA 2015 年版「クリーンエネルギー進捗報告書 (Tracking Clean Energy Progress)」。Bloomberg New Energy Finance “Clean Energy Investment By the Numbers – End of Year 2015” fact pack.



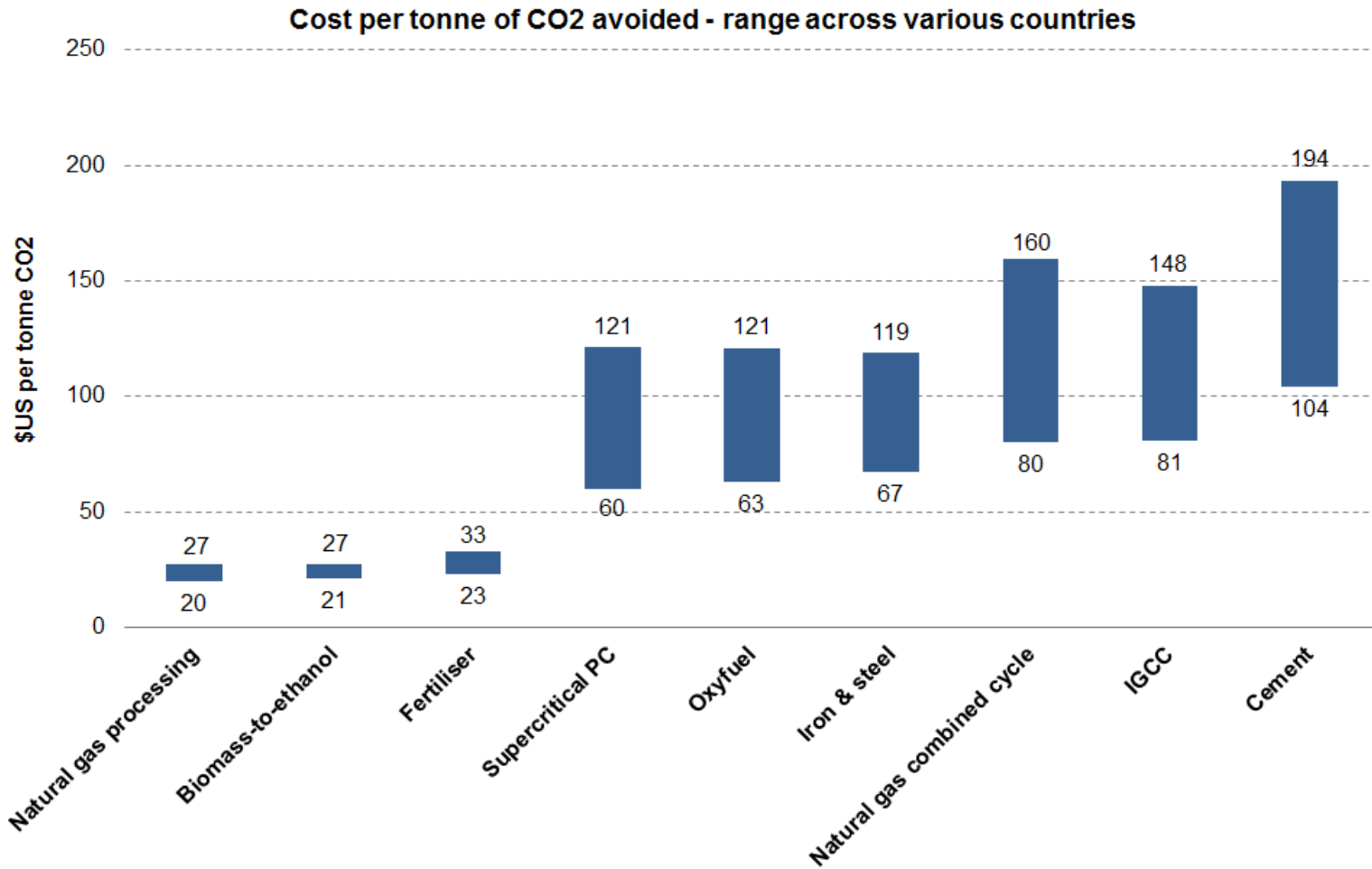
## CCS – 新たなエネルギー経済を実現する鍵

---

- 石炭火力発電技術とCCSの組合せのみを考える狭い視野からの脱却。はるかに大きな展望がある。
- 化学製品、プラスチック、鋼鉄、肥料、セメント等のクリーンな生産にはCCSが必須。
- エネルギーシステムにおける水素製造・利用の追加は必要不可欠; 石炭ガス化とSMR のどちらも、費用効果の高い供給のために CCS が重要。
- 産業ハブに新たな機会 – 重要製品・燃料のクリーンな生産におけるCCS利用。
- 水素を利用した発電の可能性？
- これらの実現には政策が不可欠。



## 初めての建設に要するコスト

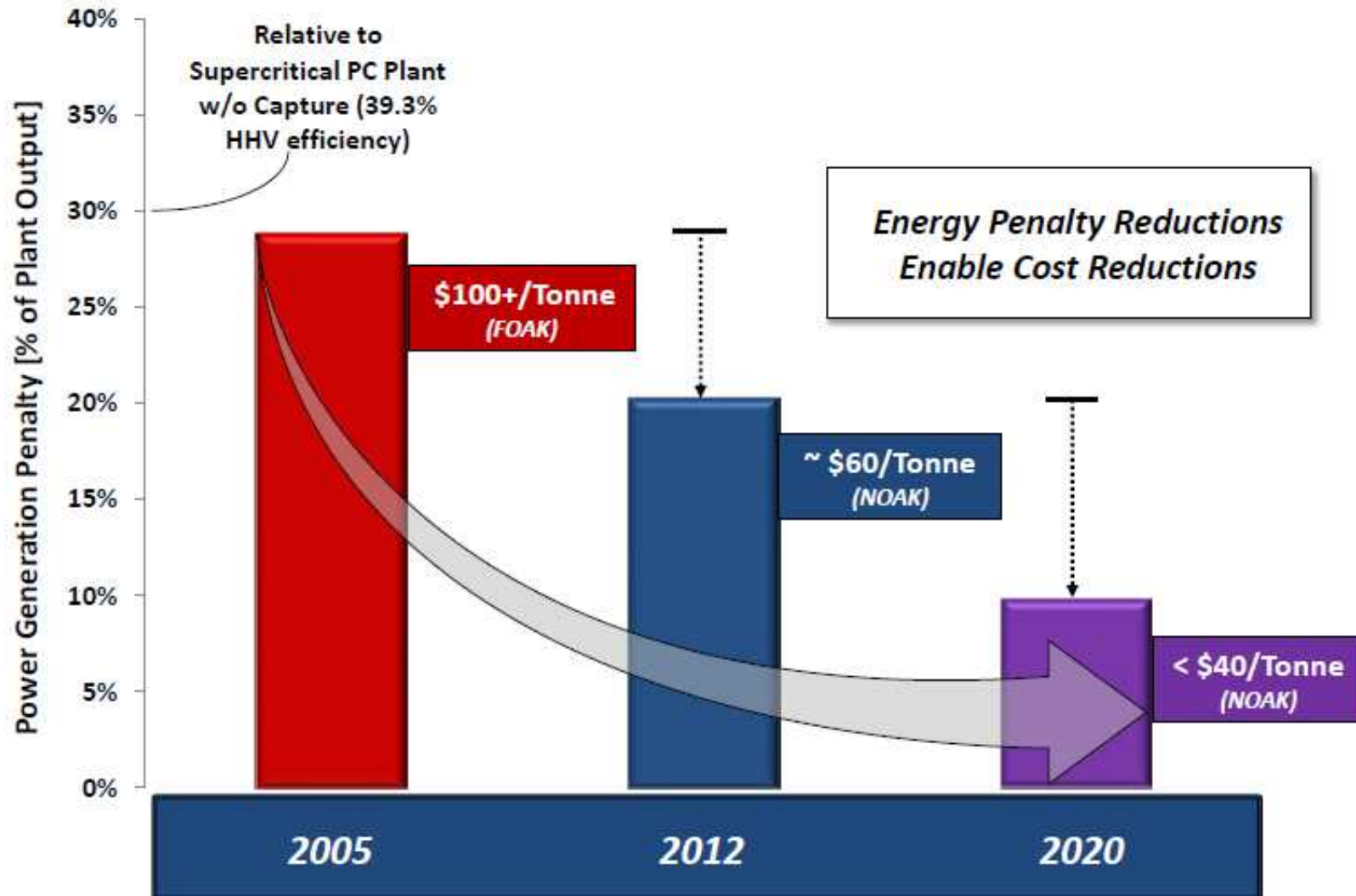


出典: インスティテュートによる試算





## 米国エネルギー省 コスト削減目標および時期





## 実践的学習を通じたコスト削減

---

### **Boundary Dam (褐炭火力発電所のレトロフィット – 2014年)**

- LCOE: 約130米ドル/MWh\*
- 次回の設備では 30% のコスト削減を期待

### **Petra Nova (黒炭火力発電所のレトロフィット – 2017年)**

- LCOE: 約117米ドル/MWh\*
- 次回の設備では 20% のコスト削減を期待

### **Shell QUEST (新設の水素製造/石油精製設備 – 2015年):**

- 予算では 120カナダドル/トン、コストは約 95カナダドル/トン
- 次回の試みでは 20% のコスト削減を期待

出典: インスティテュートによる試算



## 新しい革新的技術によるコスト削減

---

### Carbon Clean Solutions - CDRMax proprietary solvent (石炭火力発電所)

- 従来の技術と比較して30%の事業経費削減
- 弱腐食性溶剤 – ステンレス鋼に代わり炭素鋼の使用が可能となるため、設備投資削減

### Net Power - 50MW Allam Cycle pilot plant (ガス火力発電所)

- 水／蒸気ではなくCO<sub>2</sub>が作動流体
- コスト上昇を最小限に抑えながらCO<sub>2</sub>の高圧流を生成

### Inventys - VeloxoTherm™ process (すべて燃焼後回収)

- 資本効率とエネルギー効率の高い回転式吸着技術
- CO<sub>2</sub>分離に液体溶剤ではなく、固体吸着剤を使用

### Calcium looping (セメント)

- 溶剤を用いる回収より効率的
- 台湾では工業技術研究院(ITRI)が2013年から採用



# 法・規制の進展

## カナダ

州政府がCCS実施のための法整備を先導。アルバータ州は包括的体制を構築(州内のCCS規制を明確化するために複数のエネルギー法を改正)。詳細な規制枠組み評価(RFA)プロセスが2011年に開始され、政府に対して様々な提言を実施。

## 欧州連合

EUのCCS指令により、探査および貯留活動を許可するための規制体制を明確化。EU CCS指令には、操業時、閉鎖時、閉鎖後における事業者・監督機関の責任、長期的な法的責任に関する詳細な規定が含まれる。加盟国に対する追加情報として、欧州委員会により補足ガイダンスが作成・提供された。2014年の再検討では、EU CCS指令が概ね目的に達しており、大幅な改正は必要ないことが明らかになった。

## 日本

海洋汚染防止法は、CCS実施のためのロンドン条約改正に対応。規制枠組みは環境省が管轄し、主に海洋環境の保護を目的とする。

## 米国

連邦の地下注入管理(UIC)プログラムには、地下貯留を目的としたCO<sub>2</sub>の新しいクラスの圧入井(クラスVI)が含まれる。米国環境保護庁は大気浄化法に基づき、地層内に注入されたCO<sub>2</sub>の効果的な報告が確実に実行されることを目的とした規則を設置。米国内の複数の州が地下貯留のさまざまな側面に対応するための法律を導入。ノースダコタ州は州内で実施される連邦の圧入プログラムに対し「第1位」の管理優先権を求めている。

## 英国

主に2008年エネルギー法を通してEUのCCS指令に対応し、沖合の貯留活動に対する認可体制を確立。既存の石油および天然ガスのモデルを基礎とし、CCS指令の新たな側面に対応する要素を追加。

## オーストラリア

連邦政府と州政府はCCS対応の包括的法律を施行。連邦の沖合に関する法律に加え、ビクトリア州、クイーンズランド州、南オーストラリア州も規制枠組みを実施。西オーストラリア州では、プロジェクト限定法によりGorgon Joint Venture projectを規制。



## 長期責任 ( Long-term liability )

---

- プロジェクトのライフサイクル全体を通じた法的責任の扱いが、法律および規制モデルの重要な側面
- CCS の操業に関連する法的責任のタイプを区別するために不可欠
- 一部の初期モデルには、CCS の操業に関連する長期的な法的責任にどのように対応すればよいかの特徴的な例が見られる:
  - 移転モデルの開発 (法的責任が事業者から国に移転)
  - サイト選定および「front-loading」要件の重要性
- 法的責任モデルに対する初期の見解:
  - すべての法的責任が法律によって管理されるわけではない
  - メカニズムはまだ検証されておらず、世界のさまざまなプロジェクト状況によって成し遂げられる
  - プロジェクトの経験に伴いモデルが進化するだろう



## CCS Readiness

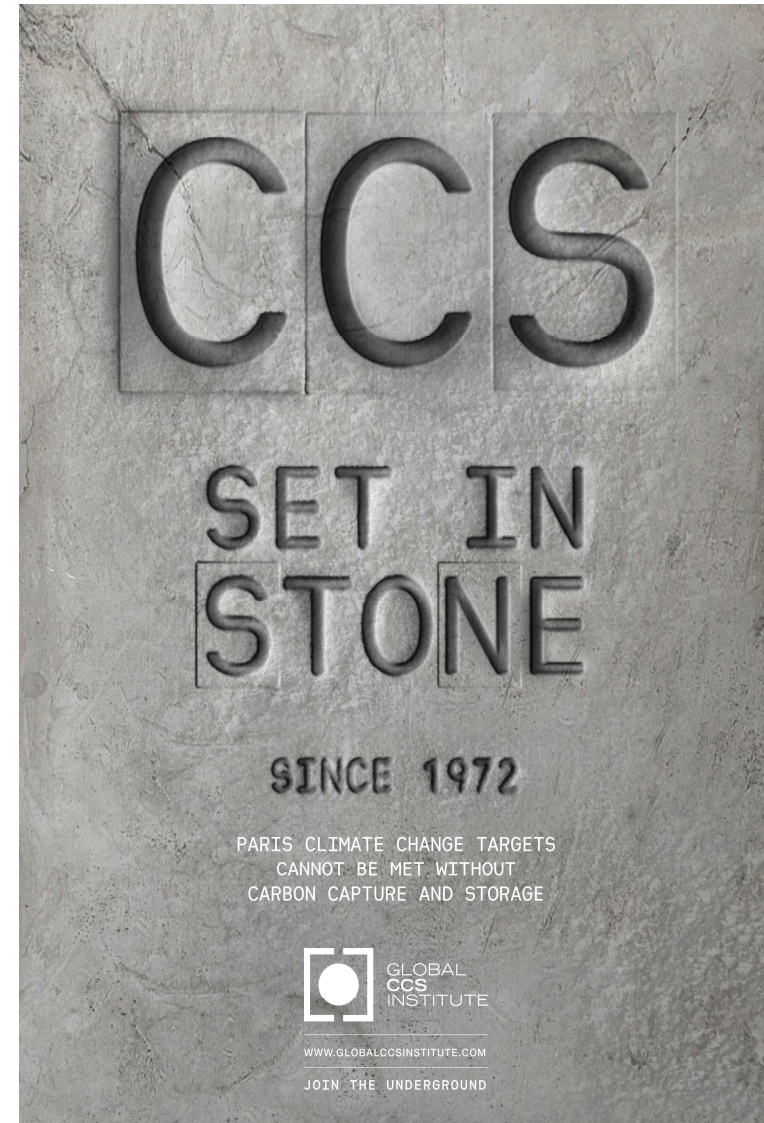
- The EU Carbon Capture Readiness (*EU 指令 2009/31/EC*、33条):  
300MWe を超える火力発電所の新設
- UK Carbon Capture Readiness Guide<sup>1</sup>:
  - 将来、炭素回収設備を設置するためにサイト内またはサイト付近に利用可能な十分なスペースが存在すること
  - 選択する炭素回収技術のレトロフィットが可能な技術的実現可能性があること
  - 計画された火力発電所から回収されたCO<sub>2</sub>を貯留するために、沖合に適切な深地層貯留域が存在すること
  - 回収済みCO<sub>2</sub>を計画された貯留域まで輸送する技術的実現可能性があること
  - 火力発電所の存続期間中、レトロフィット、輸送、貯留の完全な CCS チェーンを確保する経済的実現可能性があること
- 南アフリカ
  - Kusile発電所の環境に関する承認プロセスではCCS レディであることが条件<sup>2</sup>

1. エネルギー・気候変動省 2009 年、炭素回収レディネス (CCR):1989 年電気法第 36 条の承認申請に関するガイダンス、2009年11月  
2. 国際エネルギー機関 2010年、炭素回収・貯留の法律および規制報告書



## 最後に...

- CCS は安全かつ、実証された、用途の広い技術
- 国際的評価のある気候変動専門家が支持
- 今の時代に不可欠:
  - エネルギー安全保障の脅威
  - 特別扱いをする余裕はない
  - 産業、石炭・ガス火力発電にとって最も賢明な選択肢
  - 雇用確保と経済活性化
- インセンティブ、教育、提唱が必要



[www.globalccsinstitute.com](http://www.globalccsinstitute.com)



GLOBAL  
CCS  
INSTITUTE

**GLOBALCCSINSTITUTE.COM**