

Japan-Asia CCUS Forum 2020

2020年10月6日

---

# エネルギー・温暖化対策評価モデル を用いたCCSの経済性分析

---

(公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)

システム研究グループ

秋元 圭吾



# 日本におけるCCS分析の概要

- ◆ 日本におけるCCSの経済性を評価するために、世界を詳細に地域分割し、技術を詳細に積み上げ評価したモデル（DNE21+モデル）を用いて分析
- ◆ CCSの経済性は、長期的なCO<sub>2</sub>排出削減水準に依存する。また、CCSに関連する様々な技術のコスト等にも依存するし、他の温暖化緩和策の技術のコスト等によっても変化する。よって、様々な不確実性を踏まえた分析を実施

## 温暖化対策評価モデルDNE21+ (Dynamic New Earth 21+)の概要

- 各種エネルギー・CO<sub>2</sub>削減技術のシステムの的なコスト評価が可能なモデル(ただし、経済全体を評価対象とはしていない)
- 線形計画モデル(エネルギーシステム総コスト最小化)
- モデル評価対象期間：2000～2100年(代表時点：2005, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 2100年)
- 世界地域分割：54 地域分割(米国、中国等は1国内を更に分割。計77地域分割)
- 地域間輸送：石炭、石油・石油製品、天然ガス、電力、エタノール、水素、CO<sub>2</sub>(ただしCO<sub>2</sub>は国外への移動は不可を標準ケースとしている)、CO<sub>2</sub>クレジット
- エネルギー供給(発電部門等)、CO<sub>2</sub>回収貯留技術を、ボトムアップ的に(個別技術を積み上げて)モデル化
- エネルギー需要部門のうち、鉄鋼、セメント、紙パ、化学、アルミ、運輸、民生の一部について、ボトムアップ的にモデル化
- 400程度の技術を具体的にモデル化

# CO<sub>2</sub>輸送、貯留の想定

	貯留ポテンシャル (GtCO <sub>2</sub> )		【参考値】IPCC SRCCS (2005) (GtCO <sub>2</sub> )	貯留費用 (\$/tCO <sub>2</sub> )* <sup>1</sup>
	日本	世界		
廃油田 (石油増進回収)	0.0	112.4	675–900	57 – 69* <sup>2</sup>
廃ガス田	0.0	147.3 – 241.5		9 – 59
深部帯水層	11.3	3140.1	10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>	5 – 38
炭層 (メタン増進回収)	0.0	148.2	3–200	27 – 122* <sup>2</sup>

注1) 廃ガス田の貯留ポテンシャルの幅は、将来のガス採掘量が増加するに従って、表中の上限値までポテンシャルが増大し得ると想定している。

注2) 貯留費用の幅は、表中に示す範囲において累積貯留量の増大と共に上昇するように想定している。

\*1 本数値にはCO<sub>2</sub>回収費用は含まれていない。別途想定している。

\*2 石油増進回収、メタン増進回収における石油やガスの利益は本数値に含めていないが、別途考慮している。

**掘削リグの台数に制約がある等、その急拡大には困難が伴うことを鑑み、CO<sub>2</sub>貯留の拡大率に制約を想定。具体的には、国内／地域の総貯留ポテンシャルに対し、2030年までは年間0.02%、それ以降は年間0.04%ずつ貯留量を拡大可能と想定（日本の場合、2030年以降CCSを利用可能と想定したため、2050年の最大貯留可能量は91MtCO<sub>2</sub>/yr）。**

## 【CO<sub>2</sub>輸送費】

- CO<sub>2</sub>排出源から貯留地点への輸送費については、日本の場合、1.36\$/tCO<sub>2</sub> (100km当たり)、平均輸送距離300kmと想定し、別途考慮している。
- 土地面積が大きな国で、モデルで一国を更に詳細分割している国（米国、ロシア、中国、豪州）の分割地域間のCO<sub>2</sub>輸送は別途輸送距離に応じた費用を考慮。
- 国をまたがるCO<sub>2</sub>輸送については、モデル上は分析可能であるが、今回の分析では考慮しなかった（CO<sub>2</sub>のリーケージにつながる場合があるため）。

# 排出削減シナリオ・技術シナリオ

## 【排出削減シナリオ】

	気温目標	2050年排出量
<b>B2DS-D</b>	2°C、>66%確率	世界▲70%×日本▲80%
<b>2DS</b>	2°C、>50%確率	世界▲40%(世界の限界削減費用均等化)

## 【技術シナリオ】

CCS利用 制約	CO2回収コスト・CCS投資リスク		再生可能エネルギー (太陽光)コスト	
	2030年	2050年		
<b>標準ケース:</b> 年間利用拡大上限 2030年までは0.02%/yr、それ 以降は0.04%/yr <b>CCS利用無し</b>	コスト標準的(低位)		投資割引率標準 ×	コスト標準的 (高位) [全ポテンシャルの割合] 10円/kWh(1%) 12~13円/kWh(20%) 15~18円/kWh(79%)
	×	回収費用 1500 円/tCO2程度		
<b>CCS利用加速:</b> 年間利用拡大上限 2030年までは0.04%/yr、 それ以降は0.08%/yr	コスト高位		投資割引率高位 (投資環境の不確 実性大):標準 +8%ポイント	コスト低位 2円/kWh(1%) 3~4円/kWh(20%) 6~9円/kWh(79%)
	×	回収費用 2000 円/tCO2程度		

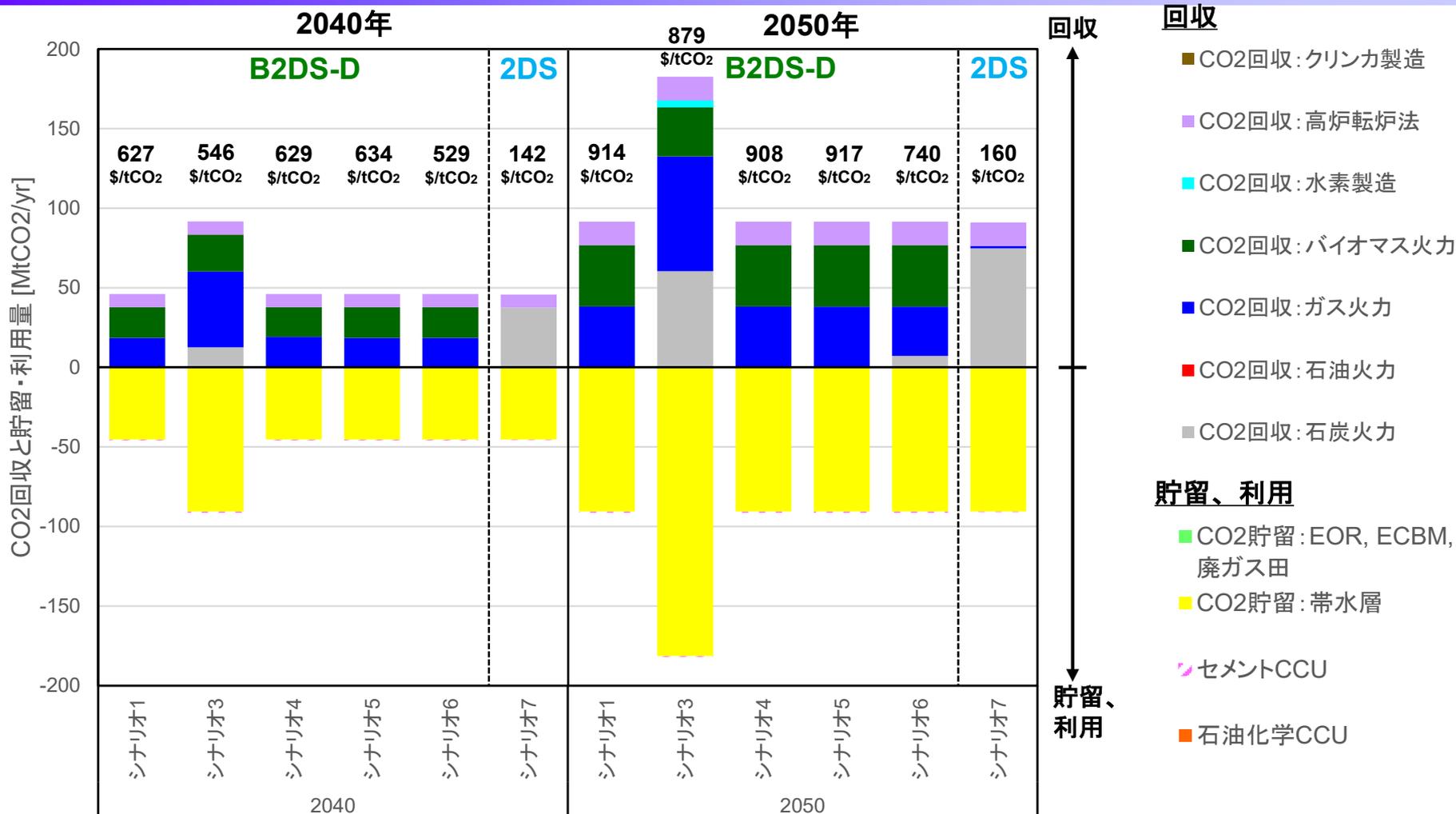
# 分析ケース一覧

- ◆ 不確実性を踏まえたCCSの評価を行うため、以下のシナリオについてモデル分析を実施（これ以外のシナリオも多く分析しているが、本プレゼンでは、以下のシナリオのみを提示）

シナリオ	排出制約	CCS利用 制約	CO2回収費用		CCS投資 割引率	太陽光発電	
			2030年	2050年			
1	B2DS-D	標準	標準	1500円/tCO2	1000円/tCO2	標準	標準
<b>解無し</b> 2	B2DS-D	利用なし	標準	1500円/tCO2	1000円/tCO2	標準	標準
3	B2DS-D	加速	標準	1500円/tCO2	1000円/tCO2	標準	標準
4	B2DS-D	標準	高位	2000円/tCO2	1500円/tCO2	標準	標準
5	B2DS-D	標準	標準	1500円/tCO2	1000円/tCO2	高位	標準
6	B2DS-D	標準	高位	2000円/tCO2	1500円/tCO2	高位	コスト低位
7	2DS	標準	標準	1500円/tCO2	1000円/tCO2	標準	標準

✓ CCS利用ができないと想定したシナリオ2では、日本▲80%減（世界ではB2DS）の下では実行可能解が得られなかった。

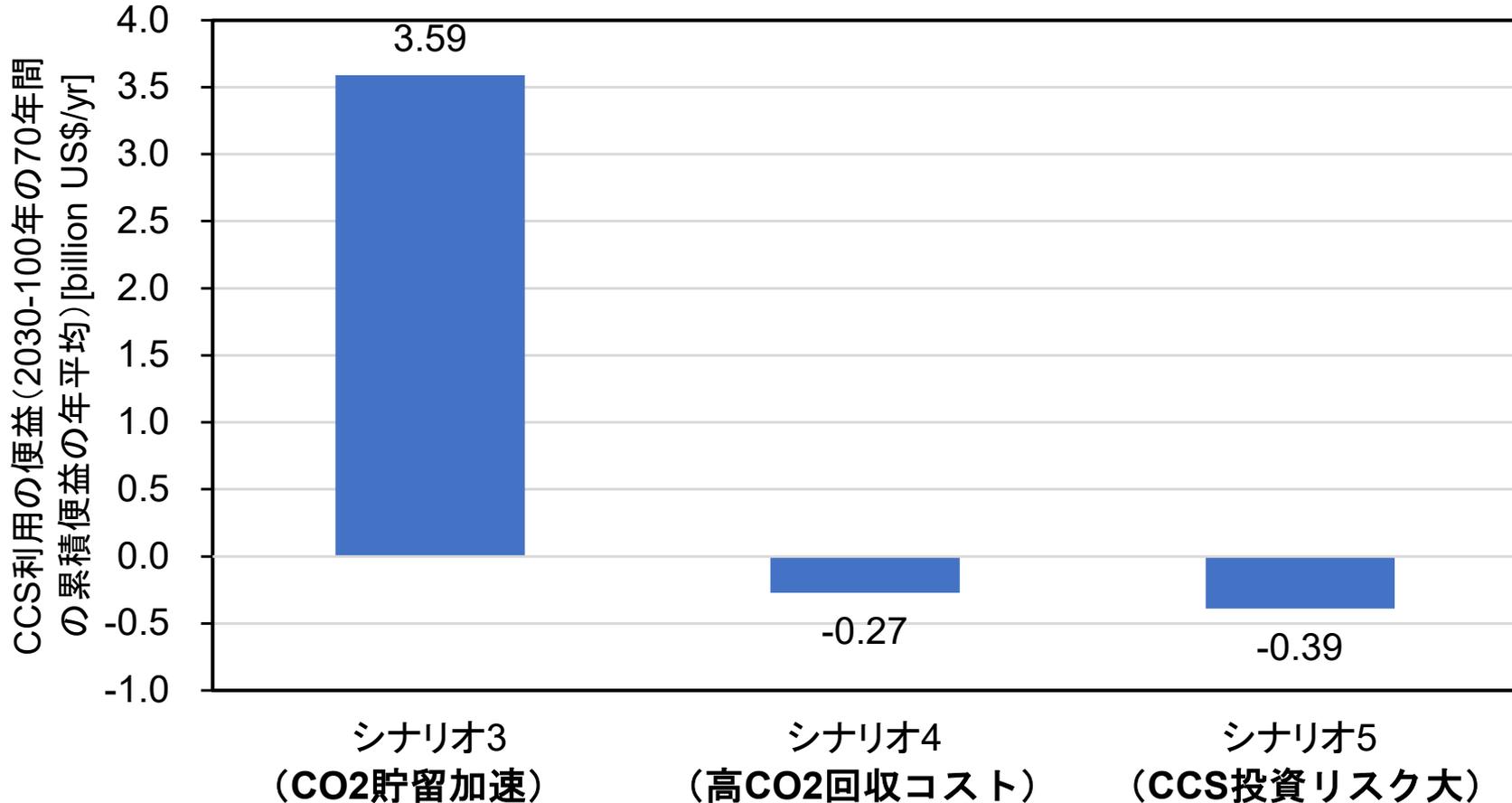
# 各シナリオのCO<sub>2</sub>限界削減費用とCO<sub>2</sub>回収、利用、貯留バランス



- ✓ 2°C (>50%) MAC均等化 (2DS) のシナリオ7では、石炭からのCO<sub>2</sub>回収が多いが、2°C (>66%) のB2DS-Dでは、より厳しい排出削減率に対応するために、ガス、バイオマスからのCO<sub>2</sub>回収が多くなる。鉄鋼からのCO<sub>2</sub>回収はいずれも経済合理的なオプションとして選択される。
- ✓ 貯留の制約が緩和されると (シナリオ3)、石炭増大。
- ✓ 分析したいずれのシナリオも、貯留の上限制約の想定値いっぱい利用することが経済的となる結果

# 日本のCCS利用の便益(2030~2100年)

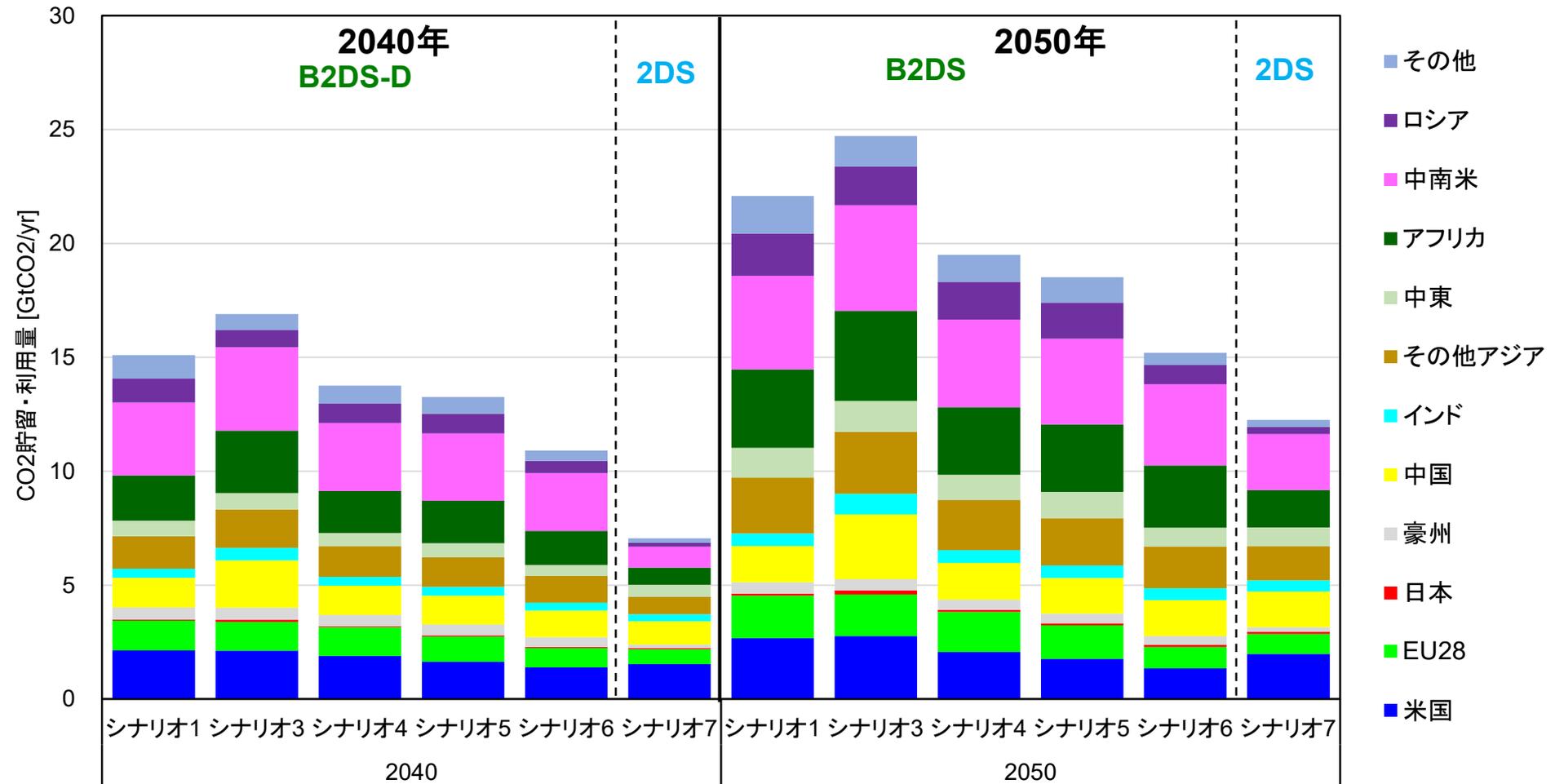
B2DS (2°C、>66%)



※ シナリオ1からの差分の排出削減費用 (割引率5%/yrで2030年時点換算)

- ✓ CO2貯留利用が加速可能な場合には、3.6 billion \$/yr程度の相当大的な便益が期待される。
- ✓ また、CO2回収コストの低減や、CCSの投資割引率の低減は、それぞれ、0.3、0.4 billion \$/yr程度の便益が標準の技術想定比で期待できる。

# 世界の地域別CO2貯留量



日本国内でもCCSは費用対効果の高いオプションの一つとしてCCSの展開は重要と評価されるが、世界での対策に比すると、相対的に相当小さい。国内で展開しつつも、アジアをはじめ世界でCCS貢献を目指すことが、より重要と考えられる。

- ◆ パリ協定等と統合的と考えられる長期排出削減シナリオにおいて、各種技術パラメータの感度を振ったとしても、いずれのシナリオにおいても少なくとも2030年以降は、CCSは費用対効果の高いオプションと評価された。
- ◆ 日本▲80%を国内対策のみで達成すると想定した場合、今回の分析ケースでは、CCS無しを想定すると、実行可能解が存在しなかった。
- ◆ 日本▲80%の場合で、貯留の利用拡大の制約が厳しい場合には、CO<sub>2</sub>排出削減を効率的に実施するために、BECCSでの利用が経済合理的な選択になりやすい。利用拡大制約が緩やかな場合は、▲80%の場合でも、石炭CCSなどの利用も選択される（CCS制約が律速ではなく、バイオマス資源制約が律速となる傾向に）。
- ◆ 2°C (>50%) よりも厳しい排出削減制約下では、日本においては、発電以外にも鉄鋼でのCCSも経済合理的な対策として選択される。
- ◆ 海外で協力して、CCSを行うことも含め、グローバルな視点で、CCS協力、CCS実施も志向することも重要。