

◆ 革新的環境技術シンポジウム ◆

CCS の現状と今後の導入に向けた課題

平成28年12月

(公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)
企画調査グループ

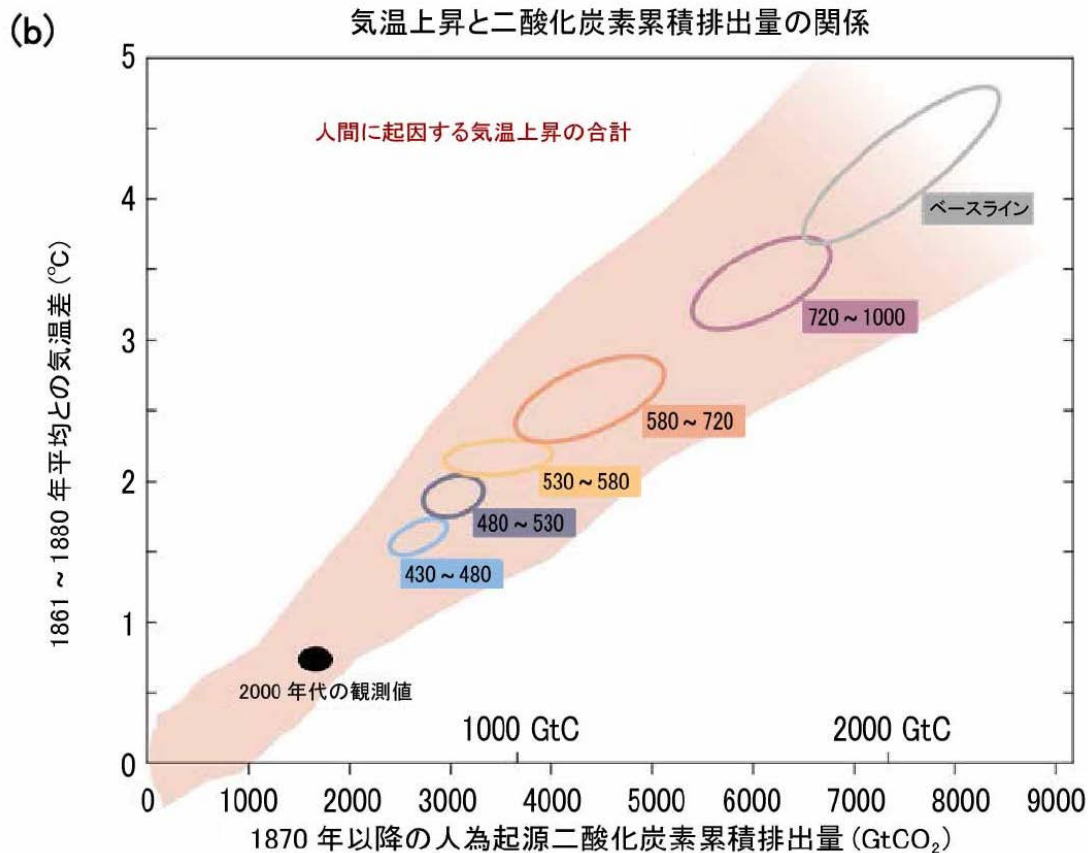
都筑 秀明



1. CCSを巡る状況
2. CCS導入の現状
3. CCS導入のために着実に進めるべき対応の方向

1. CCSを巡る状況

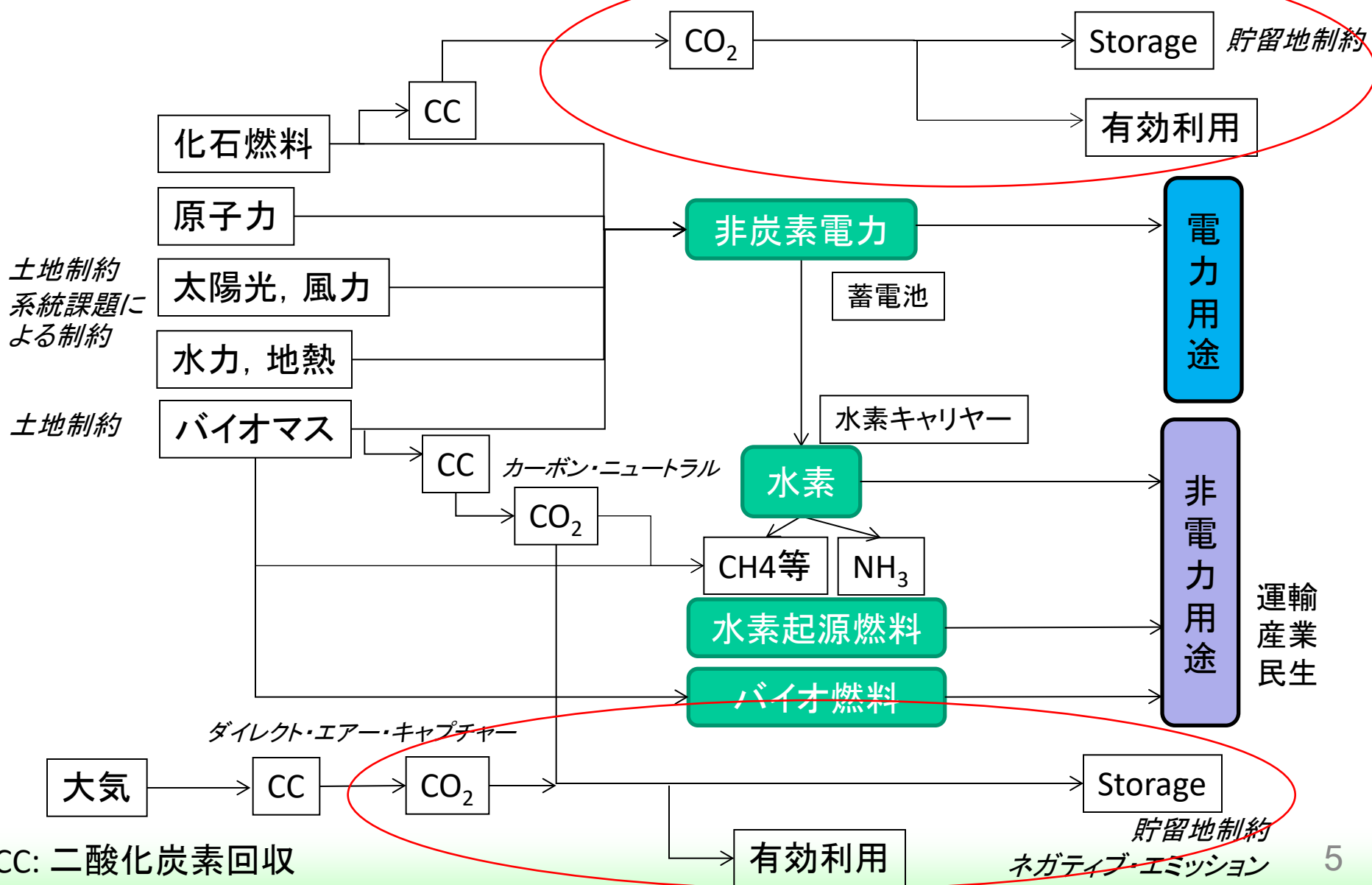
CO2の累積排出量と世界平均地上気温との関係



「2100年までの範囲では二酸化炭素累積排出量と予測される世界平均気温の変化量の間、強固で、整合的で、ほぼ比例の関係があることを示している。」

- CO2の累積総排出量と世界平均地上気温の応答は、ほぼ比例関係にある。
- したがって、世界の平均気温を一定にさせるためには、CO2の累積排出量を一定にする、つまり、増分の排出量(年間排出量)をゼロにすることが必要である。

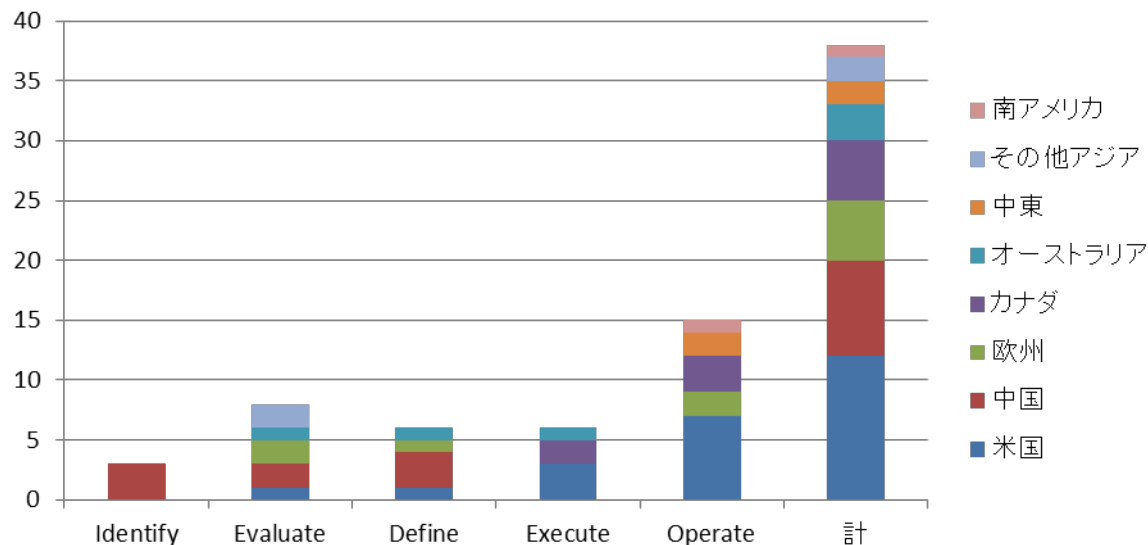
ゼロエミッションに向けた対策技術の概念



CC: 二酸化炭素回収

2. CCS導入の現状

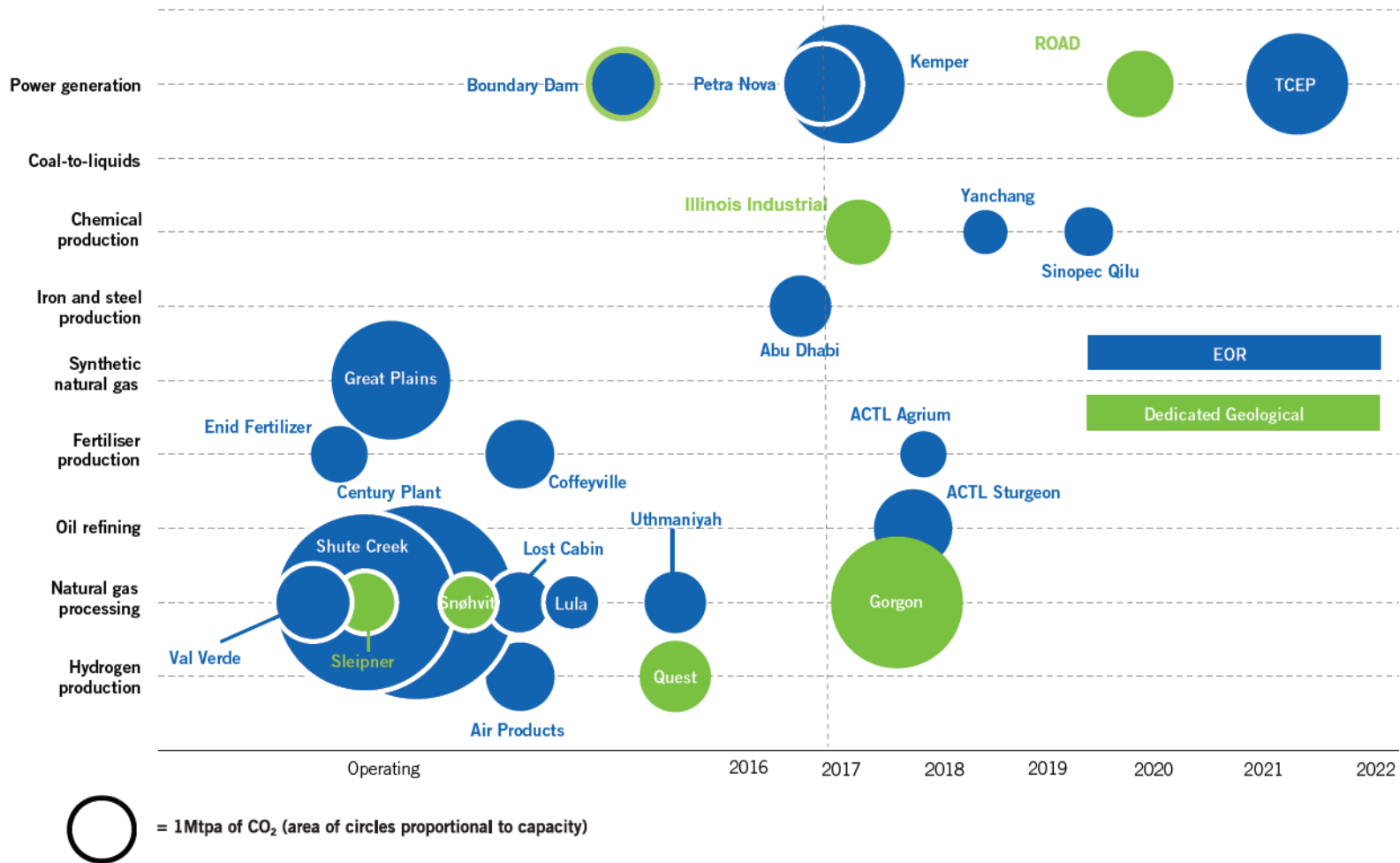
世界におけるCCS大規模プロジェクトの現状



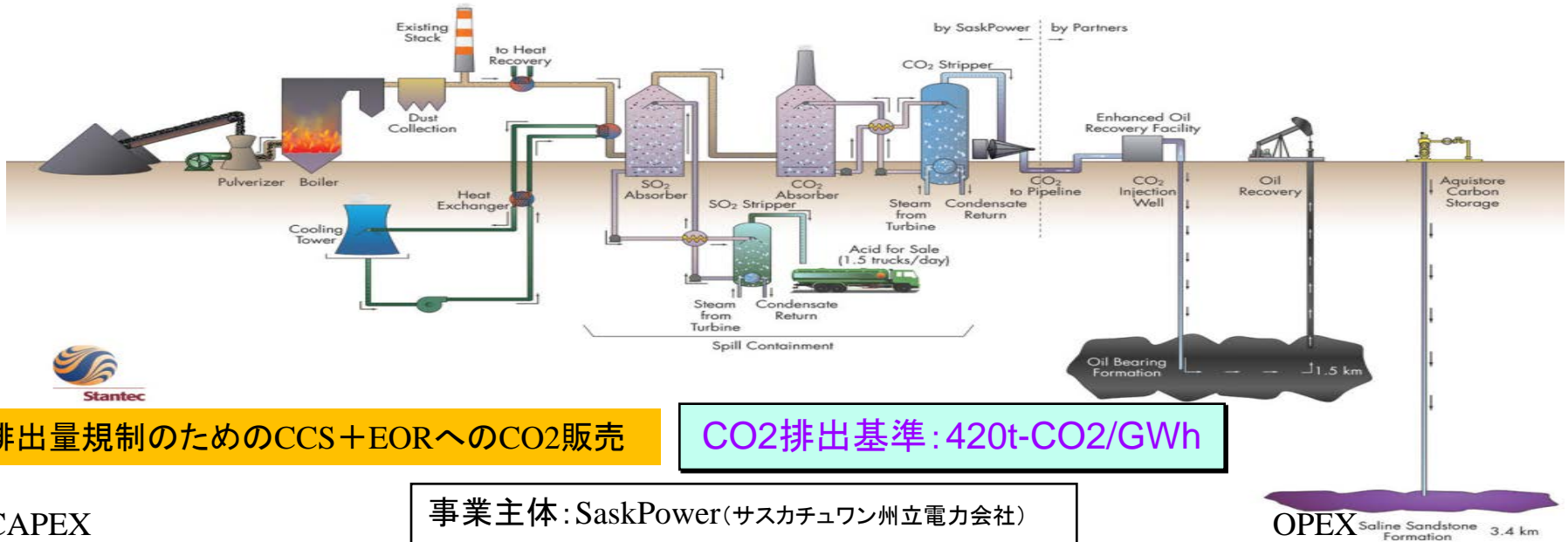
国・地域	Identify	Evaluate	Define	Execute	Operate	計
米国	0	1	1	3	7	12
中国	3	2	3	0	0	8
欧州	0	2	1	0	2	5
カナダ	0	0	0	2	3	5
オーストラリア	0	1	1	1	0	3
中東	0	0	0	0	2	2
その他アジア	0	2	0	0	0	2
南アメリカ	0	0	0	0	1	1
計	3	8	6	6	15	38

世界におけるCCS大規模プロジェクトの現状(2)

Figure 1.3 Actual and expected operation dates up to 2022 for large-scale CCS projects in the Operate, Execute and Define stages by industry and storage type, *Global Status of CCS: 2016 report*



バウンダリーダム発電所CCSプロジェクトの仕組み



排出量規制のためのCCS+EORへのCO2販売

CO2排出基準: 420t-CO2/GWh

CAPEX

資金援助:
2億4000万カナダドル
(カナダ政府)

技術協力:
・Santec(エンジニアリング全般)
・日立(蒸気タービン)
・Cansolv(CO2回収液) など

事業主体: SaskPower(サスカチュワン州立電力会社)
排出源: 石炭火力発電所
発電出力: 110MW
設備投資額: 15億カナダドル
CO2回収設備: 9億カナダドル
回収方法: 燃焼後回収(化学吸収法)
CO2回収量: 100万トン/年
輸送方法: パイプライン
貯留方法: ワイバーンでのEORとして販売し、
余りはAquistoreプロジェクトに貯留する。

事業収入:
・CO2販売(EOR)

CO2回収コスト

Aquistoreプロジェクト
へのCO2提供

事業収入:
(売電(110MW))
(SO2(硫酸として販売))
(フライアッシュ販売)

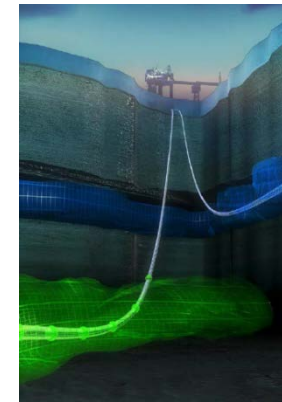
スライプナーCCSプロジェクトの仕組み

プロジェクト概要:

Statoilが、北海(沖合約250キロメートル)にあるSleipner天然ガス田において、1996年から実施している大規模CCSプロジェクト。1991年にノルウェー政府が炭素税を導入したことから、その課税負担を軽減させる目的で実施されている。

1996年(操業開始時): **210NOK (35USD) / t-CO₂**

2016年: **544NOK (65USD) / t-CO₂**



炭素税回避のためのCCS+天然ガス精製でCO₂はもともと分離

CAPEX

事業主体: Statoil(元国営企業、政府の持株比率67%(2012年))
 排出源: 天然ガス精製
 回収方法: 天然ガス処理工程での分離回収
 CO₂回収量: 85万トン/年
 輸送方法: パイプライン(直下)
 貯留方法: Utsira層(帯水層)
 (層厚200~250m、貯留ポテンシャルは6000億t-CO₂)

OPEX

炭素税 NOK410/t-CO₂
 年間計: **1.8億クローネ**(操業開始時)
 4.6億クローネ(2016年)

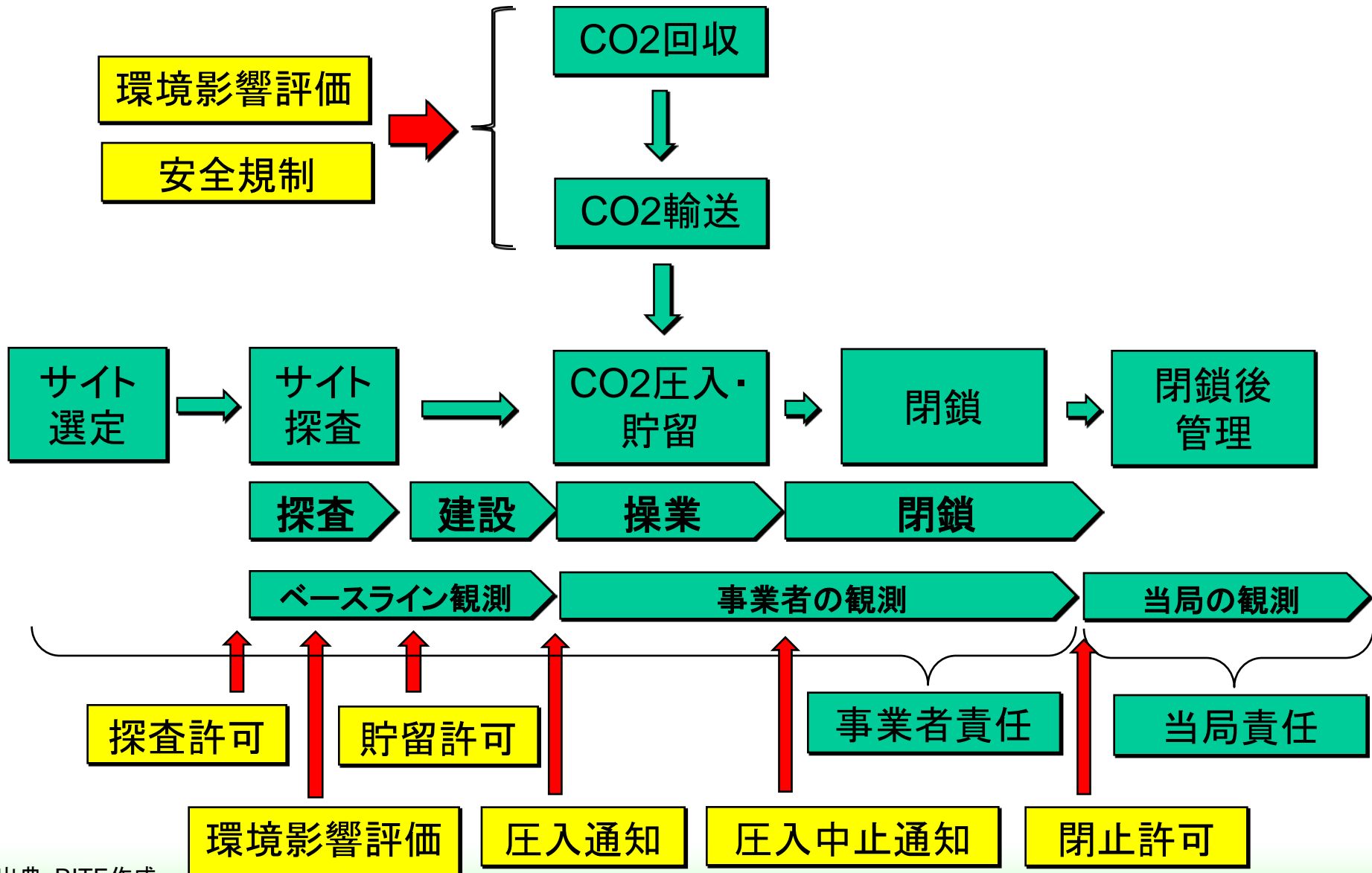
CO₂圧入コスト17米ドル/t-CO₂
 年間計、1,445万米ドル ≙ **約1億クローネ**(推計)※2

事業収入:
 (天然ガス販売)

※1: 出典: GCCSI

※2: 1米ドル ≙ 6.6クローネとして換算

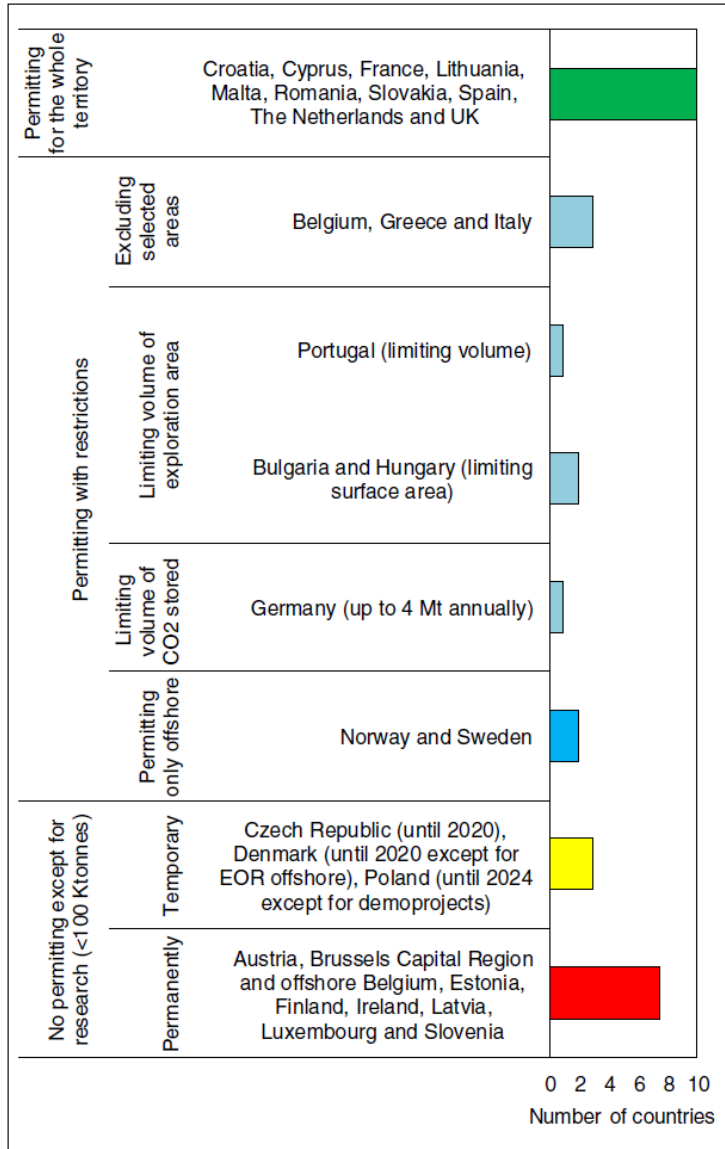
CCS事業における規制の概念



CO2貯留事業に関する内外の規制概要

	日本	欧州	米国	豪州
関係法令	海防法がCCSを規制対象としている。但し、海洋環境保全が目的の規制法。その他高圧ガス保安法、鉱業法、鉱山保安法等。	欧州では、2009年5月にCCS指令が施行。サイトの選定、探査、申請、許可、運用、閉鎖後の義務等が規定。	EPAのUICプログラムでCO2地下貯留のための坑井クラスVIを規制する基準が整備されている。	沖合石油法(OPA法)改正で対応。
貯留サイト選定	海防法: 基本的要件を明示。事業者が「海域選定書」で説明する仕組み。	CCS指令第4条等で、サイト選定プロセスを詳細に規定。各加盟国が自国内の貯留許容量を評価することを規定。	UICプログラムではCCS候補値の許可に必要な情報(地質構造等の情報、事業計画等)、CCS候補地の最低要求条件を規定。	OPA改正法では、GHG圧入免許取得のためには、管轄連邦大臣が、一定の条件を満たしていることを認める必要がある。
探査許可	CCSを対象とする法令はない。 海防法: 探査許可の概念なし。	CCS指令第5条で、探査が探査許可なしで実施されないことを確実にすることを規定。	UICプログラムでは探査許可の概念なし。	OPA改正法では6年の許可を付与。最大で12か月延長可能。更新は1回可(3年間)。
圧入・貯留の許可	海防法: 環境大臣許可による実施可能。5年ごとに再許可するしくみ。	CCS指令では許可発給5年後、その後は10年ごと更新。1サイトにつき1事業者に限定を明記。	UICプログラムが規制する他の坑井クラス同様、連邦EPA又は各州の担当部局が許可を付与。許可は圧入後の管理機関を含む全操業期間に有効。	OPA改正法は、探査権、リース保有権又は石油生産ライセンス保持者に圧入許可を付与。期限は無期限だが、5年以上圧入作業が行われなかった場合は失効。
圧入・貯留に係る安全基準	圧入時の基準なし。	CCS指令の第9条で、貯留操業に関する要求事項、CO2の全許容量、貯留層圧力限界、最大圧入レート・圧力等を規定。	UICプログラムでは、圧入井の建設要件について規定。圧入井運転前の検査要件、また圧入井の機械的完全性の確保を規定。	圧入免許申請時に、サイト計画の提出を義務付け、その計画に従うことを要求。圧入・貯留の際の条件を規定。
圧入中の監視(モニタリング)	海防法: 監視計画は3段階(通常時、懸念時、異常時)。報告義務について規定。	CCS指令第13条で、加盟国は重大な異常の検知等を目的に圧入施設、貯留地層、周辺環境等の監視を事業者に行わせることを規定。	UICプログラムでは、CO2流の化学的・物理的性状の分析、圧入圧力、流速、量等の連続監視を規定。	OPA改正法では圧入許可申請時に提出を義務付けている「サイト計画」に監視の項目を含めることを規定。
改善命令、許可の取り消し、是正措置	海防法: 事業者による措置の義務あり。	CCS指令16条で、重大な異常、漏えいが生じた場合、事業者は管轄当局へ通報し、是正措置を講じること等を規定。是正措置の行政代執行についても記載。	UICプログラムで、緊急、緩和措置について規定。「緊急・緩和措置計画書」は許可申請の一部。	OPA改正法に緊急自対応について規定(Section 249CZA)。管轄連邦大臣は重大な異常発生時(貯留されたGHG漏出等)に事業者には正措置を要求できる。
貯留終了	海防法: 坑井閉鎖計画に告示第2で規定。申請書の坑井要素・ライアビリティ移転について定めなし。	CCS指令では、閉鎖の条件及び閉鎖後の監視等の義務について17条で規定。責任が閉鎖後最低20年間は事業者にあると18条に明記。	UICプログラムでは、廃坑要件、サイト閉鎖について規定。事業者は圧入後サイト管理として原則50年間監視を継続。飲用地下水源を脅かさないと当局が判断するまで継続。	OPA改正法では、一定の条件を満たせば閉鎖可能。事業者は圧入サイトの閉鎖時にサイト閉鎖計画書を管轄連邦大臣に提出する義務あり。閉鎖後、最低15年間は事業者による保証期間。

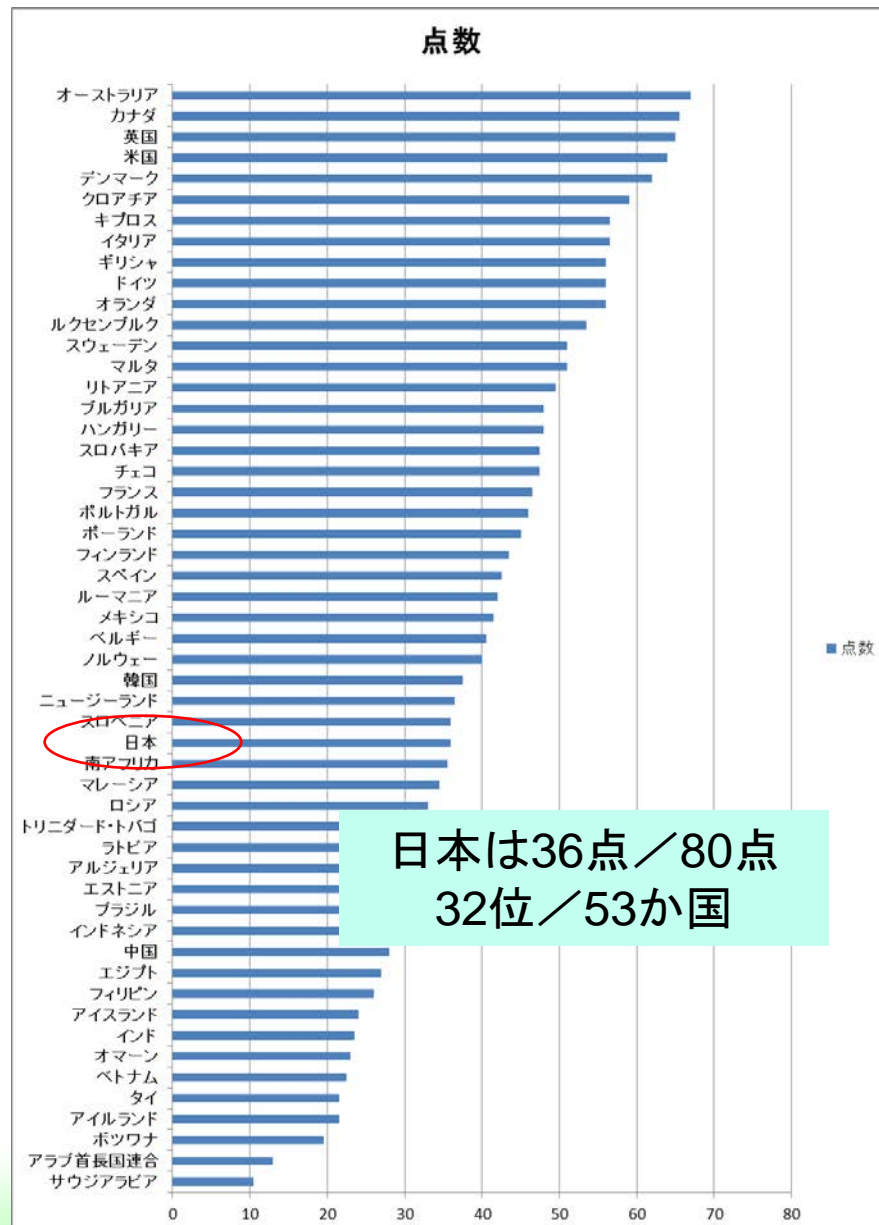
EU CCS Directive の各国への移行状況 (CO2貯留許可に関する移行状況)



- 英国、オランダ、スペイン、フランス等は、国内すべての地域が許可の対象。
- ベルギー、ギリシャ、イタリア等では、地震地域等を除く限定された地域にのみ貯留を許可。ノルウェー、スウェーデンは、沿岸地域に限定して貯留を許可。
- ドイツ、ポルトガルでは、限られた量のみ貯留を許可。**ドイツでは、2018年までに年間最大400万トンが貯留許可の対象。**
- **デンマーク、ポーランド等では、一時的に貯留を不許可。**オーストリア、フィンランド、アイルランドなどでは、永続的に貯留を不許可。

世界のCCS関係法制度整備状況

評価基準	個別の評価基準
CCSプロジェクトに対する承認への申請、交付のための法的枠組みでの行政上のプロセスが明確で効果的か	政府および機関の規制の役割と責任
	CCSプロジェクトの承認プロセス
	各段階での事業者と規制者との役割 国内手続きと指針との一貫性
立地、設計、回収、輸送、貯留及びCO2漏えいモニタリングを含むCCSプロジェクトの全ての側面に対して、包括的な規制枠組みが規定されているか。	規制の統合性
	CO2の分類
	地下貯留に対する所有権制度
	CCSプロジェクトの規格設計
	CO2の越境移動
	指示及び指針の整備
	地表へのアクセスと埋立
	漏えいの想定
	CO2の輸送
	モニタリング及び検証の要求事項
	貯留及びサイト
閉鎖	
CCSプロジェクトの適切な立地、十分な環境影響評価プロセスに対するCCSの法的、規制的枠組みはどの程度か。	環境影響評価法令(回収、輸送)
	環境影響評価法令(立地、貯留)
	プロジェクト提案者の責任
	政府の裁量
	緩和措置、リスク管理
利害関係者及び国民との協議は規定されているか	技術的情報、技術開発
	幅広い参画
	届出要件
法的責任(閉鎖、モニタリング及び貯留CO2の不測の漏えい)は規定されているか	紛争解決制度
	CCSプロジェクトの閉鎖
	リスク評価枠組み
	地域的影響と法的責任
	気候変動関係の法的責任



CCSのISO化（ISO/TC265体制）

ISO/TC265の体制

ISO/TC265

Carbon Dioxide Capture, Transportation and Geological Storage(CCS)
(二酸化炭素回収・輸送・地中貯留)

議長国:カナダ
幹事国:カナダ、中国

Pメンバー:18カ国
Oメンバー:10カ国
リエゾン : 7機関

2011年10月に設立以降、これまで総会を7回開催

WG1 (回収) コンビーナ:日本
事務局 :日本

WG2 (輸送) コンビーナ:ドイツ
事務局 :ドイツ

WG3 (貯留) コンビーナ:カナダ、日本
事務局 :カナダ

WG4 (Q&V) コンビーナ:中国、フランス
事務局 :中国

WG5 (クロス Cutting イシュー)
コンビーナ:フランス、中国
事務局 :フランス

WG6 (EOR) コンビーナ:米、ノルウェー
事務局 :米

国内の体制

国内審議団体:RITE

経済産業省に設置されている
日本工業標準調査会(JISC)からの委託

ISO/TC265
国内審議委員会

委員長 : 佐藤教授(東大)
メンバー : 約25名

CO₂-EOR検討タスク
リーダー:平岡氏(INPEX)

回収WG 主査:東井首席研究員(RITE)

輸送WG 主査:尾崎教授(東大)

貯留WG 主査:松岡教授(京大)

Q&V・クロス Cutting イシューWG
主査:赤井名誉リサーチャ
(産総研)

CCSのISO化(各WGの状況)

WG	標準化の内容	出版目標	備考
WG1 (回収)	<ul style="list-style-type: none"> ● 回収技術を集めたTRは最終合意されISOから出版済み。ISO/TR 27912 ● 発電分野・燃焼後回収技術のCDが承認されDISに向けて開発継続。ISO 27919-1 	TR:2016 IS:2018	ISO/TR 27912は2016年5月に出版。日本主導でTC265として初の出版。
WG2 (輸送)	<ul style="list-style-type: none"> ● パイプライン輸送に関するISが承認されISOから出版済み。ISO 27913 	IS:2016	ISO27913は2016年11月にCCSに関する初の国際規格として出版。船輸送は今後の検討課題。
WG3(貯留)	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸域、海域の貯留を対象にISを開発中。DISが承認され、FDISに向けて開発継続中。ISO 27914 	IS:2017	2017年前半FDIS投票目標。
WG4 (Q & V)	<ul style="list-style-type: none"> ● 定量化と検証分野の情報を集めたTRが承認され、ISOから出版準備中。ISO/TR 27915 ● 定量化と検証分野のIS開発着手。 	TR:2016 IS: 2019	ISO/TR27915は出版準備中。2016年1月DTR投票予定。
WG5 (クロスキャッシング)	<ul style="list-style-type: none"> ● CCSのボキャブラリに関するISを開発中。クロスキャッシング用語についてCDが承認された。ISO 27917 ● Lifecycle risk managementに関するTRが承認され最終編集中。ISO/TR27918 	IS:2017 TR:2017	ISO 27917は開発期間4年へ変更。
WG6 (CO2-EOR)	<ul style="list-style-type: none"> ● CDが投票で否決され、WD修正中。ISO 27916 	IS:2018	開発期間を延長し、開発スケジュール修正中。

第8回ISO / TC265総会開催について

■ 開催概要

- ・開催日時 : 2016年11月28日－12月2日
- ・開催場所 : 札幌コンベンションセンター
(札幌市白石区東札幌6条1丁目1-1)
- ・参加人数 : 約90名
- ・主催 : JISC、RITE
- ・協賛 : 各関連企業 (INPEX、JAPEX、三菱重工、
応用地質、東芝、JCCS)

■ スケジュール

日付	予定
11月28日(月)～30日(水)	各WG(WG1- WG6)会合、コンピナ会合
11月30日(水) 午後	テクニカルツアー : JCCS様苦小牧貯留施設訪問 総会レセプション : 詳細検討中(札幌)
12月 1日(木)	TC総会、会合ホストのプレゼンテーション 総会夕食会 : 詳細検討中(札幌)
12月 2日(金) 午前	TC総会、昼食後解散

これまでの総会開催状況(参加国の持ち回り開催)

回	時期	開催国	開催地	開催日程
1	2012年6月	フランス	パリ	2日間
2	2013年2月	スペイン	マドリード	2日間
3	2013年9月	中国	北京	3日間
4	2014年3月	ドイツ	ベルリン	4日間
5	2015年1月	米国	パーミンガム	5日間
6	2015年9月	ノルウェー	オスロ	5日間
7	2016年5月	米国	ララミー	5日間
8	2016年11月	日本	札幌	5日間

■ 総会開催場所



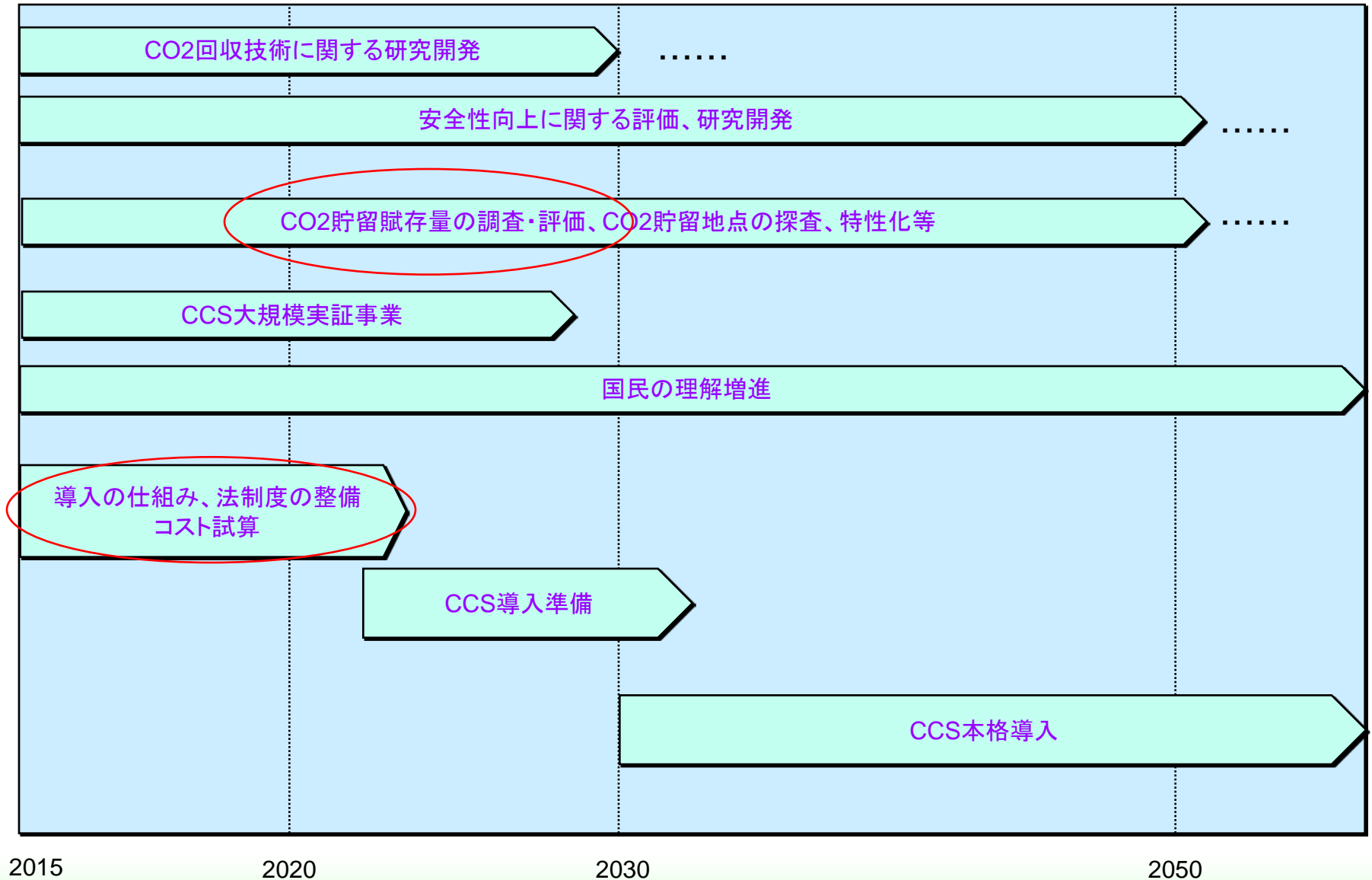
■ テクニカルツアー



3. CCS導入のために着実に進めるべき 対応の方向

- 外部不経済の地球温暖化問題に対する方策であるCCSは、市場原理だけでは導入が困難。
- したがって、CCS導入のためには、補助金、税制等のインセンティブ、規制等の仕組みを構築することが不可欠。
- CCSを今後本格的に導入していくためには、コスト削減、事業実施の不確実性の低減等が必要。
- 具体的には、以下の取組を実施することが必要。
 - ① CCSコスト削減のための技術開発の継続的な実施
 - ② CO₂貯留賦存量の把握とデータベース化
 - ③ 日本の地層を想定した経済的で安全なCCS技術の開発
 - ④ CCS導入のための仕組み、法制度等の整備
 - ⑤ CCSの理解増進

CCSの導入のイメージ



- 今後、本格的にCCSを導入する際には、以下の点を明確にして、関係事業者、国民の理解を十二分に得ることが必要。
 - ① CCS導入のためのインセンティブ、規制等の仕組みの概要
 - ② CCS導入に伴い、事業者、引いては国民が負うべき金銭的負担の見込み(CCSのコスト)
 - ③ CCSの導入により可能となるCO₂削減量の見込み(CO₂賦存量)
- 今後、上記の点を調査、検討して、その結果を提示することが、CCS事業を進める上で不可欠。特に、CO₂賦存量の把握は期間と資金が必要であるため、早期の調査開始が望まれる。

ご清聴ありがとうございました

公益財団法人 地球環境産業技術研究機構

Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth