

平成28～30年度実施課題【2-1603】  
二酸化炭素回収・貯留(CCS)の導入・普及の法的枠組みと  
政策戦略に関する研究  
最終成果報告

研究体制

研究代表者：柳憲一郎(明治大学)

研究分担機関：明治大学

早稲田大学

九州大学

東京工業大学

研究実施期間：

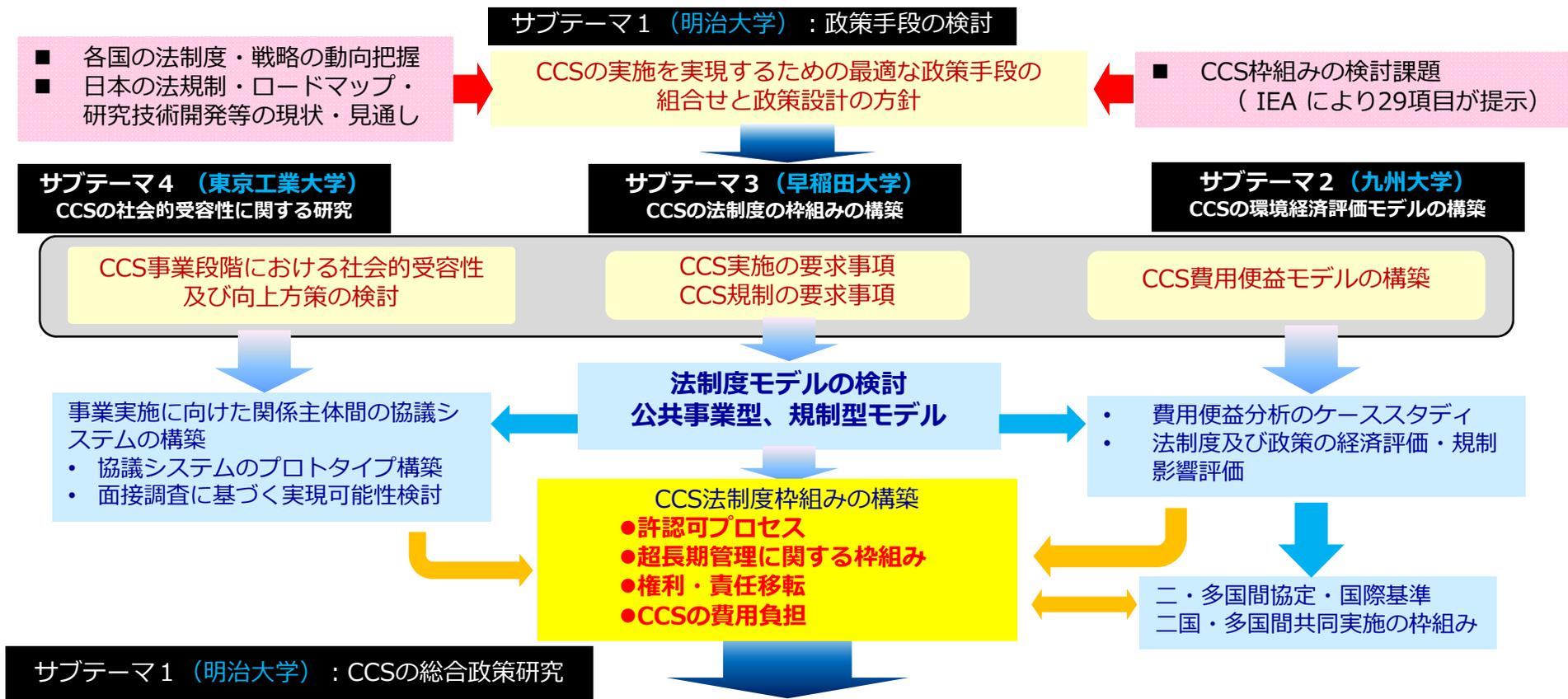
平成28～30年度

累積予算額：

52,040千円

## 二酸化炭素回収・貯留(CCS)の導入・普及の法的枠組みと政策戦略に関する研究

CCSの導入・普及を促進するには、費用便益が高く、CCSの社会的受容性が得られる法制度及び費用負担の枠組みを開発し、関連法を含めて整備することが求められている。これには二国・多国間共同実施（国内法のアジア諸国へ適用）や超長期管理に関する高度な法制度的な検討が含まれる。



CCSの総合政策研究の最終年度成果（本研究のアウトプット）

**サブテーマ1～4の研究成果を統合し、CCSを実施可能とする短期、中長期のそれぞれの社会的制度・政策戦略に関する具体的な提言を行う。**

本研究成果の環境行政・施策への適用により、環境政策課題であるCCSの実現・導入や関連技術の確立を制度的側面から支援し、温暖化影響の緩和や大規模なGHG排出削減への貢献が期待される。

# 本課題の研究目標・計画

本研究ではわが国やアジア域でもCCSの導入・普及を促進させる経済的側面、社会的側面を考慮した政策評価に基づく法的枠組みを研究・構築し、最終年度にCCSの短期、中長期のそれぞれの法制度の枠組み及び政策戦略に関する具体的な提言をする。

## サブテーマ1：CCSの総合政策研究（研究代表：明治大学）

- CCSの政策手段のあり方を研究し、その研究方針を策定
- 二国・多国間共同実施の貯留の国際的枠組みを研究するとともに、経済評価結果に基づきCCSに適切な費用負担制度を研究
- CCSの短期、中長期の包括的な法制度の枠組み及び政策戦略を提示する。

## サブテーマ2：CCSの環境経済評価モデルの構築（九州大学）

- CCSの環境経済評価モデルを確立する。
- 環境経済評価モデルを用いてCCSの費用便益構造、及び副次的効果、国民経済への波及効果を明らかにする。

## サブテーマ3：CCSの法制度の枠組みの構築（早稲田大学）

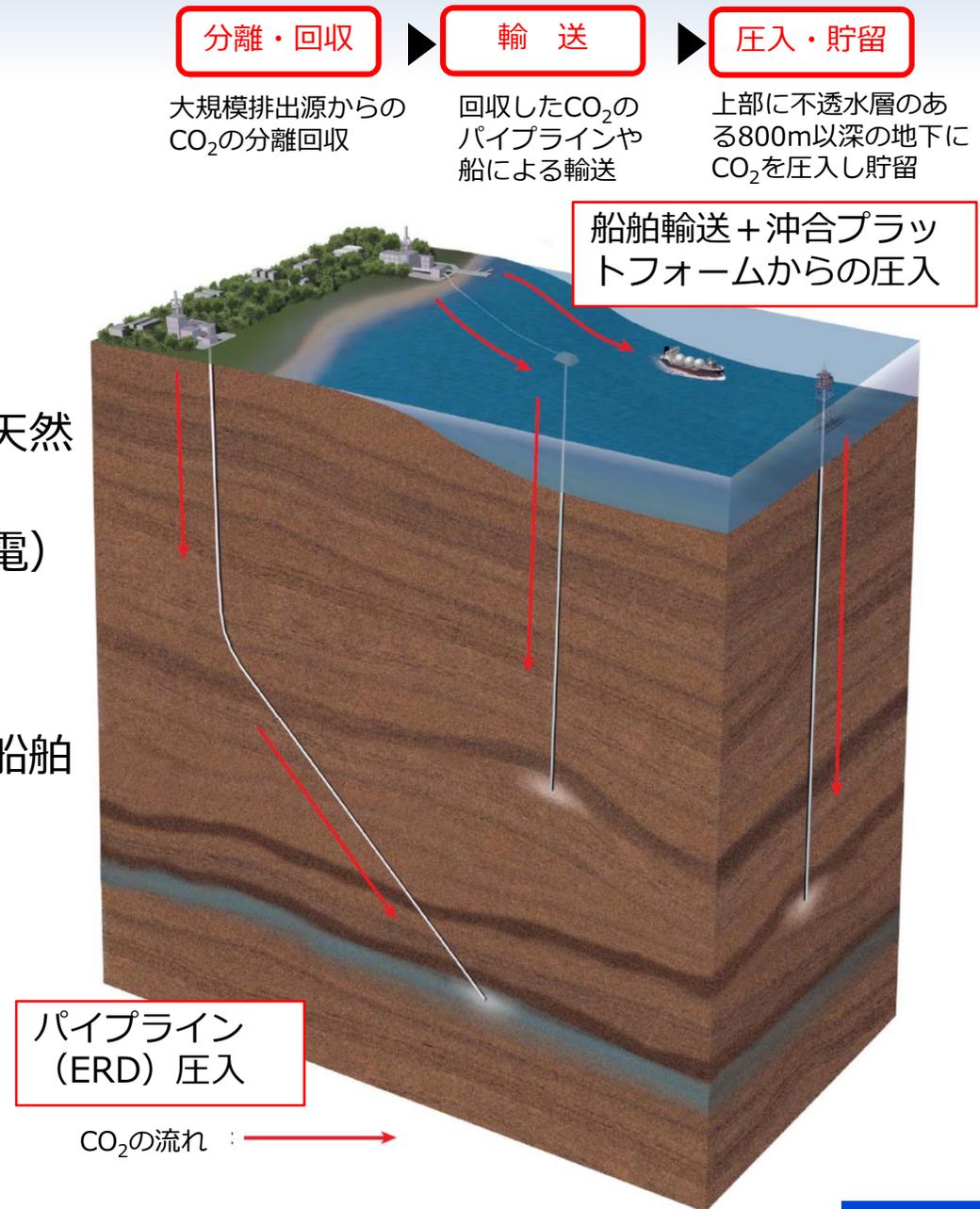
- 国内外のCCS関連法の比較研究し、CCSの実施に必要な法制度を開発し、提示する。
- 非恒久的事象（漏洩／漏出・異常事象）に関する規制を含む超長期の管理に関する枠組みの研究を行い、そのあり方を提示する。

## サブテーマ4：CCSの社会的受容性に関する研究（東京工業大学）

- CCSの社会的受容性の動向を明らかにし、その向上方策を研究する。その結果を踏まえたCCSの社会的受容性手法を研究し、協議システムのプロトタイプを提示する。

# 研究開発方法：設置されるCCSシステムの検討

- 研究対象とする発電所：
  - 石炭火力・天然ガス火力
  - 100MW~500MW
  - 新規（置き換え含む）・レトロフィット
- 回収
  - 化学吸収法（微粉炭石炭火力、天然ガス火力）
  - 物理吸収法（石炭ガス化複合発電）
- 輸送
  - パイプライン輸送
  - 船舶輸送（液化・タンク貯蔵・船舶輸送）
- 貯留
  - 方式：
    - 海上プラットフォーム
    - ERD（大偏距掘削）
  - 深度：1000~4000m
    - CO2貯留場所の想定が必要



# CCS普及・導入の社会的制度及び戦略のあり方

## ① 長期リスクを適切に管理するCCSの法政策の枠組みを構築すること

- CCSの事業費用の効率化・合理化
- 商業化や事業規模の拡大化
- CCSインフラ整備の誘導化など

## ② CCS事業推進のための政策立案する際、適切なポリシーミックスを見出すことが極めて重要である<sup>1)</sup>。

1) Finon, D., 2012, Efficiency of policy instruments for CCS deployment, *Climate Policy*, 12(2), 237-254.

諸外国における政策手段の導入事例を分析し、わが国におけるCCS技術の導入・普及に必要なとされる政策手段の特定を行った。



このポリシーミックスによって、制度的課題に対する効果的な政策の立案が可能となると考えられる。

# わが国におけるCCS導入・普及における制度的課題 (CCS先進国の包括的な法規制の比較研究からの結論)

サブ①

取組むべき 段階・時期	研究・開発段階	導入段階	普及段階 (操業段階)
制度的課題	エネルギー計画、GHG削減目標等により導入計画（量）を設定し、CCSの位置付けと重要性等を十分に説明して社会的合意形成を図ることが必要	CO <sub>2</sub> の回収・輸送・貯留・モニタリングまでの実証を行い、CO <sub>2</sub> 圧入・貯留の安全性技術の開発・実証および漏洩リスク・環境影響の評価技術の確立が必要	貯留および閉鎖後管理段階での、監督官庁、事業許認可制度、長期モニタリング、コスト負担、保険・補償制度等の導入が必要 <b>(CCS法枠組みの整備)</b>
	CO <sub>2</sub> 貯留ポテンシャルの調査・技術信頼性の評価が必要	CCS事業費用について、どうコスト削減を達成し、どのようなCCS開発のインセンティブを与えるべきか検討が必要	事業主体の存続期間と貯留期間は大きく異なることから、権限の移転が必要であり、移転後の管理コストの負担、管理体制の確立が必要 <b>(CCS法枠組みの整備)</b>

# CCS政策の戦略フレームワーク

研究・開発時期

導入時期

普及時期(商業操業)

## 政策手法のポリシー・ミックスの構築

- 財政的支援補助金
- 科学技術政策への反映
- パイロットプラントの実施
- 固定価格買取制度
- 低炭素ポートフォリオ基準の導入
- (非)市場障壁の撤廃
- 開発コスト抑制の研究開発政策
- 研究開発への補助金



- 実証プラントの建築・実証
- CCS関連技術のイノベーション政策
- CCS関連企業の育成

- (排出抑制)
- 導入義務
  - 発電効率基準
  - 炭素排出基準 (炭素価格)
  - 排出取引制度
  - 炭素(排出)税

## CCS法枠組み



大規模CCS事業を可能とする包括的な法制度

EU、米国、オーストラリア、英国のCCS包括法の比較研究の実施。  
EU指令等では、CCSの特定課題である「貯留、閉鎖、閉鎖後管理」の  
(超)長期的管理に関する枠組み(規定・条項)が網羅されている。

CCS事業実施に際して、下記の規定要件が必要

- 貯留・閉鎖計画の許認可
- 貯留・閉鎖性能基準の設定
- CO2漏洩のリスクアセスメント
- 長期保証システム
- 閉鎖のための財源保障と財源メカニズム
- 異常事象に係る紛争処理システム
- クリアランスレベル(※権利移転期間を規定する)
- 事業者長期責任と閉鎖後の責任移転
- 監督機関と許認可プロセス

なお、長期保証システムはMRV・メンテナンス、非恒久性(異常)事象に対する緊急措置・資金措置及び紛争システム、CO2 credits liabilityを含む

# 「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」 論点・課題

サブ③

## CCS実施に向けた主な論点・課題

### ①貯留サイト選定・事業許可

- 貯留サイト選定許可と占用許可(許可期間を長く)の追加
- 海洋環境を考慮した探査掘削の評価制度の導入

### ②事業の実施・運営とその財務的保障

- 圧入後の是正措置に関する計画での対応

### ③地域住民への情報開示、地域住民の参加

- 公衆関与の導入

### ④閉鎖及び閉鎖後の管理、責任の移転

- 閉鎖の申請、閉鎖の承認、閉鎖後の管理の制度の導入
- 閉鎖後の管理費用のための積立金制度の導入
- 責任移転制度の導入

### ⑤漏出への対応:改善命令等

- 無過失責任を導入すべきか
- CO<sub>2</sub>排出者(委託者)への求償の検討

### ⑥監視(モニタリング)

- 監視事業者が欠ける場合への対応
- 漏洩リスクに応じたモニタリング

#### 【海防法の概要】

- 1 廃棄物の海底下廃棄の原則禁止(海防法18条の7)
- 2 CO<sub>2</sub>の海底下廃棄に係る許可制度(海防法18条の8)
  - 1) CO<sub>2</sub>を海底下に廃棄しようとする者は、環境大臣の許可を受けなければならない(許可の期間は最長5年)
  - 2) 許可を受けようとする者は環境影響を評価しなければならない
  - 3) 許可を受けてCO<sub>2</sub>を海底下に廃棄する者は、海洋環境の保全に支障を及ぼさないよう廃棄し、また、海洋環境を監視しなければならない

# わが国におけるCCS導入・普及フレームワーク

サブ①

サブ②早稲田  
● CCS実施  
法枠組み



サブ②東工大  
● CCS事業  
の社会受容性

サブ②九大  
● CCS事業  
の経済評価



サブ①明治  
● CCS推進の  
効果的な政策  
● 政策評価  
(サブ①、サブ③)

## CO<sub>2</sub>排出抑制型(規制スキーム)



## CCS事業誘導型 (PPP公共事業型スキーム)



※政策手法の選定・ポリシー・ミックスの検討

- 排出課徴金/環境税/CCS敷設基金
- 補助金・処分基金/税制優遇
- 低炭素ポートフォリオ基準の導入
- (排出権取引)
- 国による長期債務保証

- 補助金・貯留処分基金/税制優遇  
(分離・回収のみ)
- 排出課徴金・処理委託金/環境税
- デポジット(預託金)

# CCSの包括的法枠組み

サブ①  
サブ③

CCSの法政策手段		CO2排出抑制型 <sup>1)</sup> (※IEAモデル: CCS事業許認可制度)		CCS事業推進型 <sup>2)</sup> (根拠法令等に基づいた貯留)
		(排出者事業者による貯留)		(官(公共事業)による貯留)
		排出抑制	CCS義務化	
必要となる法的措置 (許認可・届出等)		<b>【包括的CCS法によるCCS事業の許認可・閉鎖後管理】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CCS事業の許認可</li> <li>・サイト選定</li> <li>・分離・回収の許認可</li> <li>・圧入・貯留の許認可</li> <li>・サイト閉鎖の許認可</li> <li>・長期保証システム</li> <li>・権利・責任移譲・解除規定</li> </ul>		<b>【特別措置法による実施】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国によるサイト選定</li> <li>・分離・回収の義務付け・届出制度</li> <li>・特別措置法及び施行令により貯留計画の策定、貯留の実施を規定</li> </ul>
CO2排出抑制手段	CCS義務化	-	○	-
	直接排出基準	○(どちらかで排出規制)	-	-
	炭素効率基準		-	-
	特措法等により排出抑制 <sup>4)</sup>	-	-	○

注)

- 1): EU指令、欧米のCCS法に基づき政策シナリオを設定
- 2): 廃棄物処理法、ダイオキシン類対策特別措置法、ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法等に基づき政策シナリオを設定
- 3): 処理・処分事業形態として、公設公営、公設+長期包括委託方式、公設民営方式、民設民営方式が考えられる。
- 4): 同時に特定有害産業廃棄物や適正処理廃棄物の指定を行うかどうか検討する必要がある

## 規制型スキームの特徴

- 行政が対応するよりも機動性が高いとも見られる
- 石炭火力発電とCCSを結合するように、温暖化対策のための規制とセットの対応が可能
- 最も自然。諸外国にはこの方法しか現存しない。

※欧米でも進まない、事業者はリスクが大きすぎてCCSを実施しにくい。実際にはEORとしてCCSが行われているにすぎない。

## 公共事業型スキームの特徴

- 公共事業型の方が、日本全体から貯留適合地を調査し、総合的な対応をすることが可能となる面がある。
- 規制型だと、欧米でも進まない、事業者はリスクが大きすぎてCCSを実施しにくい（責任移転が難しいことも理由のひとつだが、そうでなくても30年以上のリスクを負うことになる）とすると、検討に値するのではないか。
- 公共事業型であれば責任移転について考慮の必要がない。途中で責任主体を変えることに先例がないとすれば公共事業型は一考に値するのではないか。
- 国は、NDCの履行のために積極的に関与する必要は高い。

※公共事業型は、PPPの観点から費用徴収をするが、その際、CO2の排出量に応じて徴収するのが適当であり、一種の炭素税となりうる。

※CCSの総額は選定費用、貯留費用、モニタリング費用等を含み、CCSの費用が炭素税の税率を決める可能性も生ずる。

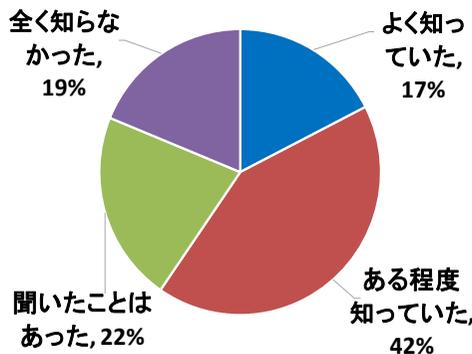
## ■ 質問紙調査の概要

目的: CCS実証試験が行われている**苫小牧市民を対象とした初めての質問紙調査**により、CCS実証試験の認知状況と望ましい事業主体等を把握し、**CCSの社会的受容性に関する認識を把握**

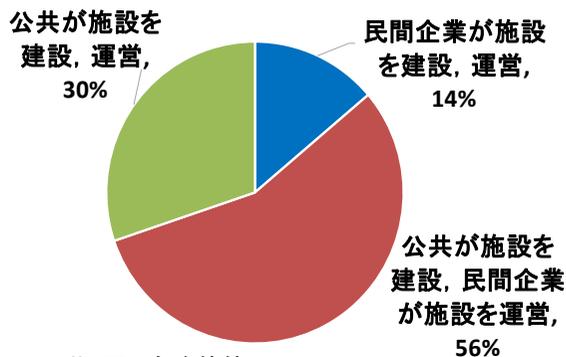
方法: 「電話帳データベース」から無作為に抽出した苫小牧市民3,000人に、質問紙調査票を2018年1月に郵送、締切を1月末として実施し、**回収数は872通、有効回収率は29.6%**

質問項目: エネルギー問題の認識、CCS実証試験の認知状況、望ましい手続き、事業主体等、**計29問**

## ■ CCS実証試験の認知状況

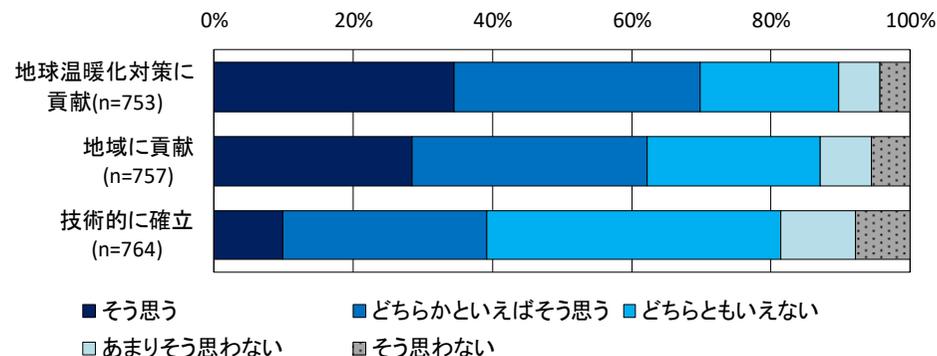


## ■ 望ましいCCSの事業主体



※公共: 国, 自治体等

## ■ CCSの普及に対する認識



地球温暖化対策や地域への貢献では、CCSを前向きに捉えている一方、CCSの技術的な判断が困難と認識

国・自治体等の公共が積極的に関与することを望み、理由として事業継続のリスク低減、責任の所在が明確であることを重視⇒**わが国では公共事業型スキームが有望**

「CCSに対する地域住民の認識－北海道苫小牧市における質問紙調査より－」(長岡篤・村山武彦、環境情報科学学術研究論文集、32、pp.203-208、2018)として論文掲載

# 関係主体への面接調査に基づくCCSの社会的受容性分析

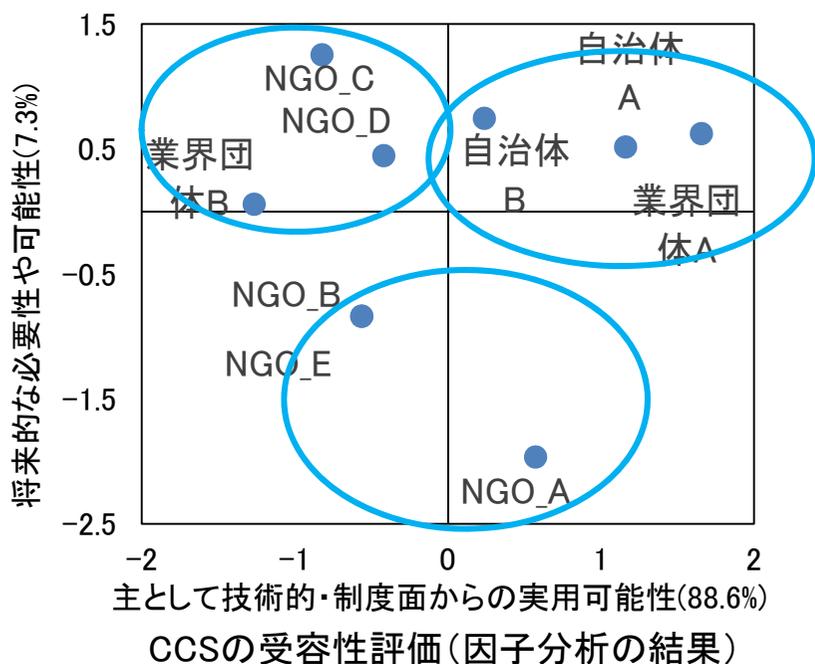
サブ④

## ■調査概要

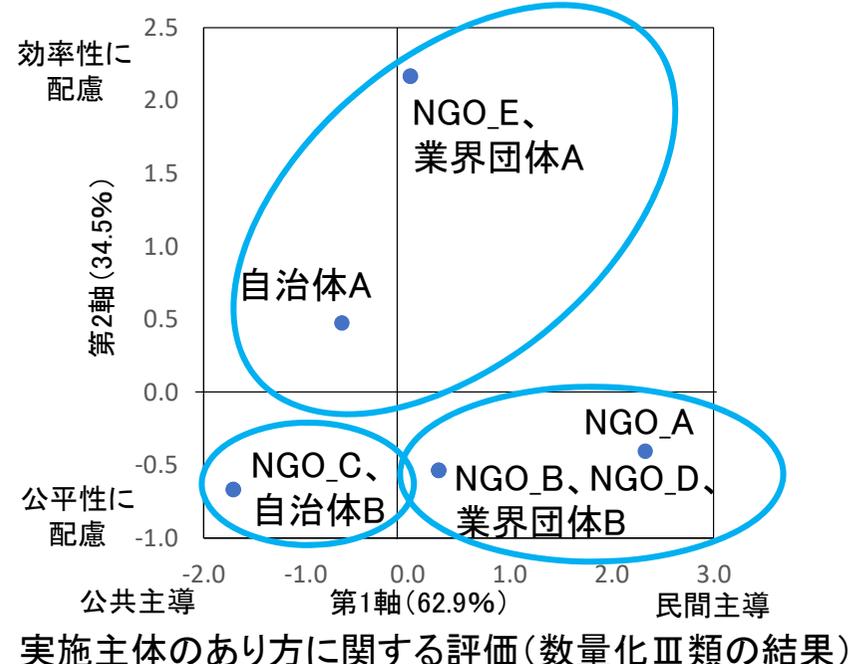
CCSに関する自治体や組合・業界団体、NPO・NGO等の計9団体を対象に面接調査を実施し、CCSに対する認識やスキーム、協議プロセス等を把握し、CCSを導入する際の社会的受容性を分析

## ■関係主体のCCSに対する評価項目

CCSに対する認識	CCSへの賛否、法制度・技術面からの可能性、将来のCCSの必要性、関わり方⇒5段階で評価 苫小牧実証試験への関わり、関心⇒4段階で評価	CCS施設の実施主体	計画段階、建設段階、事業段階、閉鎖段階について⇒公共、民間、公共+民間の3種類で評価
CCSの協議プロセス	初めから全てのステークホルダーが参加、後からステークホルダーが参加⇒どちらかで評価	団体分類	NPO・NGO(5)、組合・業界団体(2)、自治体(2)の3種類に分類



現時点の実用可能性は意見が分かれるものの、過半数はCCSの将来的な必要性や可能性はあると認識



公民連携によるPPP公共事業型スキームが比較的多く、効率性よりも公平性への配慮を重視

# CCS導入・普及の法規制スキームの比較

## CCS排出抑制型(規制スキーム)

サブ①  
サブ③

- 国：監督官庁による
- 検証・検査(第8条)
  - 監視・是正命令及び代執行(第11条)

が及ぶ範囲



第1条：法の目的：

国が定める許認可事項(第3条)

- 貯留候補地の選定及び環境影響評価
- 貯留対象となるCO<sub>2</sub>の特性・発生量及び分離回収方法に関する事項
- 圧入・貯留方法、実施時期及び回収・貯留量及び必要な貯留施設の規模・能力
- 貯留されたCO<sub>2</sub>の長期管理計画

国：監督官庁

民間貯留事業者

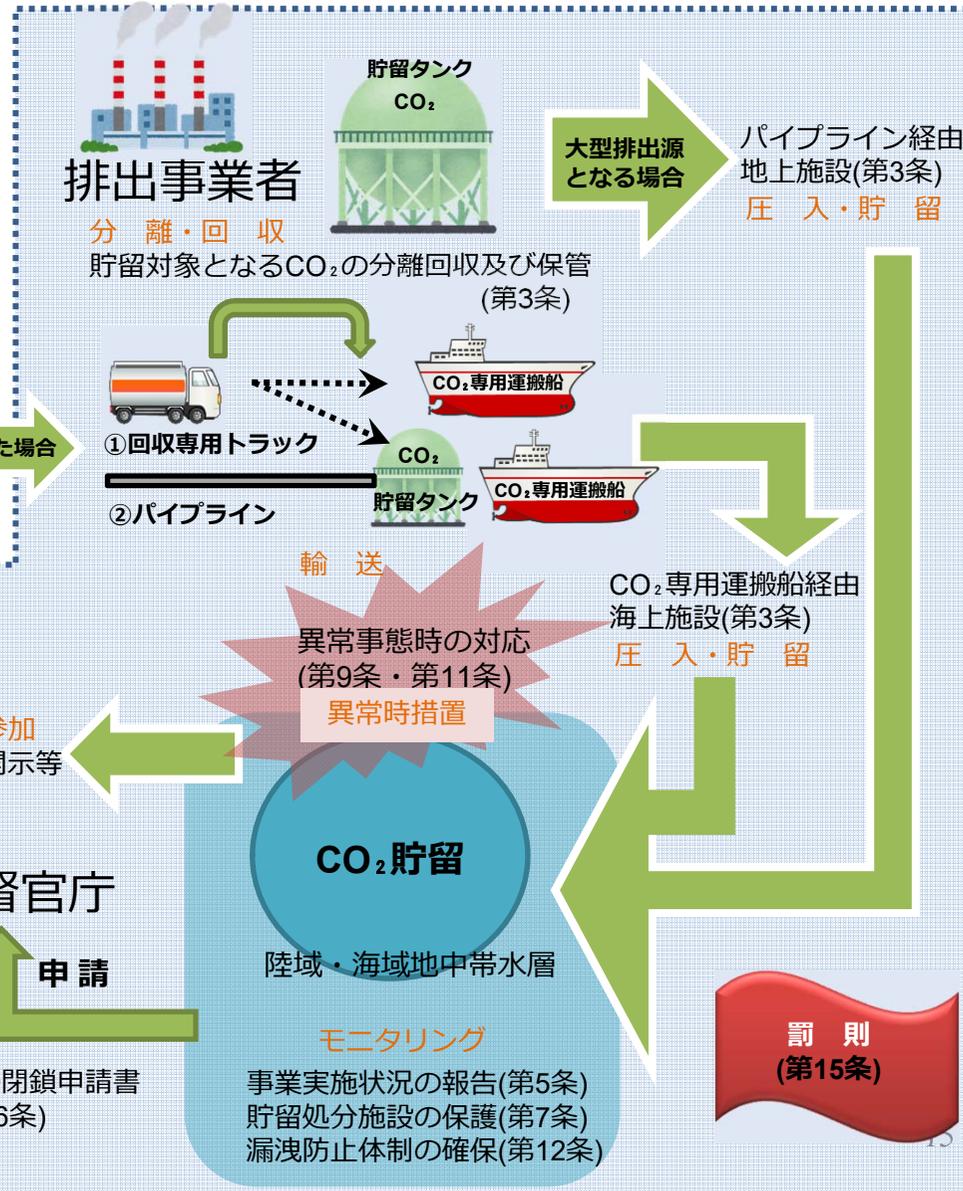
- 設立
- 事業計画

実施フロー

申請 ↑ ↓ 許可

貯留候補地の選定計画書・  
環境影響評価書作成(第3条)  
サイト選定・掘削

許可された場合



長期管理(責任の移転)

- 貯留事業者からの責任移転
- 移転後の貯留事業者に対する責務(第13条)

情報開示・住民参加  
地域住民への情報開示等  
(第10条)

国：監督官庁

許可 ↓ ↑ 申請

許可された場合

貯留施設の閉鎖申請書  
(第6条)

閉鎖・閉鎖後維持管理  
貯留処分施設の保護  
(第7条)

罰則  
(第15条)

# CCS導入・普及の法規制スキームの比較

## CCS事業誘導型(PPP公共事業型スキーム)

サブ①  
サブ③

国：監督官庁による  
● 検証・検査(第12条)  
● 監視・是正命令(第15条)

が及ぶ範囲



### 第1条：法の目的

国が策定する貯留計画(第4条)

- ・ 貯留対象となるCO<sub>2</sub>の発生量及び分離回収に関する事項
- ・ 圧入・貯留方法及び実施時期
- ・ 貯留サイト候補(概要調査地区等)の選定に関する事項
- ・ 貯留の実施の方法
- ・ 貯留サイトの閉鎖の方法
- ・ 貯留されたCO<sub>2</sub>の長期維持管理に関する事項

大臣（監督官庁）  
↓ 選定・指定 (第11条)  
**CCS整備機構**  
・ 負担金の徴収(第7・11条)  
・ 機構の選定及び業務(第11条) → 実施フロー  
・ 業務困難時の措置(第16条)

大臣（監督官庁）

申請 ↑ ↓ 承認

貯留実施計画(第5条)  
貯留サイト候補地の調査・選定  
及び環境影響評価書の作成(第6条)  
↓ サイト選定・掘削

承認された場合

①回収専用トラック  
②パイプライン

排出事業者

分離・回収

- ・ 特定事業所の選定・貯留・回収に関する事項
- ・ 回収量等の報告義務 (第8条)

大型排出源  
となる場合

パイプライン経由  
地上施設(第4・8・9条)  
↓ 圧入・貯留

輸送

異常事態時の対応  
(第13条・第15条)  
異常時措置

CO<sub>2</sub>専用運搬船経由  
海上施設(第4・8・9条)  
↓ 圧入・貯留

CO<sub>2</sub>貯留

陸域・海域地中帯水層

モニタリング

- ・ 貯留処分施設の保護(第10条)
- ・ 貯留計画実施状況の報告(第11条)
- ・ 安全確保及び環境保全の責務(第12条)

罰則  
(第18条)

長期管理

閉鎖後の維持管理  
(第11条)

閉鎖・閉鎖後維持管理

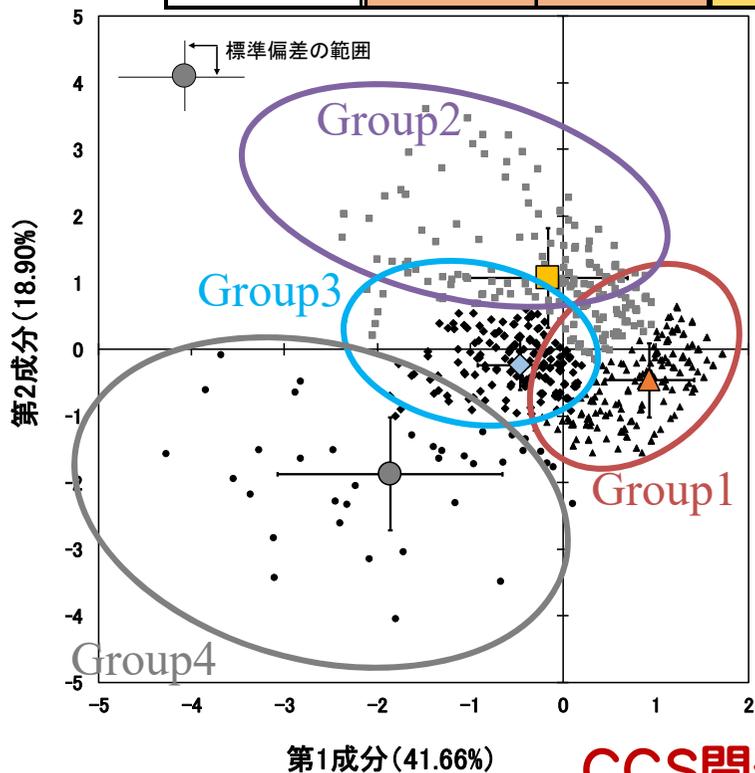
貯留処分施設の閉鎖(第9条)

資金管理人  
(第17条)

# CCSに対する地域住民の認識 - 北海道苫小牧市における質問紙調査より -

CCS実証試験の認知状況、CCSの地球温暖化や地域への貢献、普及に対する認識等の質問10項目を用い、全て回答した633人を対象に主成分分析とクラスター分析を行い、**エネルギー及びCCSに対する認識の違いにより回答者を4グループに分類**

Group	Group1:地球温暖化対策への関心層		Group2:エネルギー問題への関心層		Group3:中間層		Group4:エネルギー問題への無関心層	
回答者数	203人(32%)		195人(31%)		199人(31%)		36人(6%)	
各成分	第1成分	第2成分	第1成分	第2成分	第1成分	第2成分	第1成分	第2成分
平均	0.93	-0.47	-0.16	1.07	-0.46	-0.23	-1.86	-1.87
標準偏差	0.48	0.56	0.85	0.75	0.45	0.38	1.21	0.85



- **Group1**: CCSを含む地球温暖化対策に関心がある層
- **Group2**: エネルギー問題への関心はあるものの、CCSへの関心は高くない層
- **Group3**: 中間層
- **Group4の一部**: エネルギー問題には関心がないものの、本調査でCCSを認知し、CCSが有効だと考えるようになった層

エネルギー問題や地球温暖化対策におけるCCSの位置づけを明確に示すとともに、CCS実証試験の進捗に応じたさらなる情報提供が必要



**CCS開発・導入には14条の情報開示・住民参加が重要**

# PPP公共事業型スキームを想定した場合の協議システム

サブ④

◎、○：主体的な関わり  
△：意見表明

行政

ステークホルダー

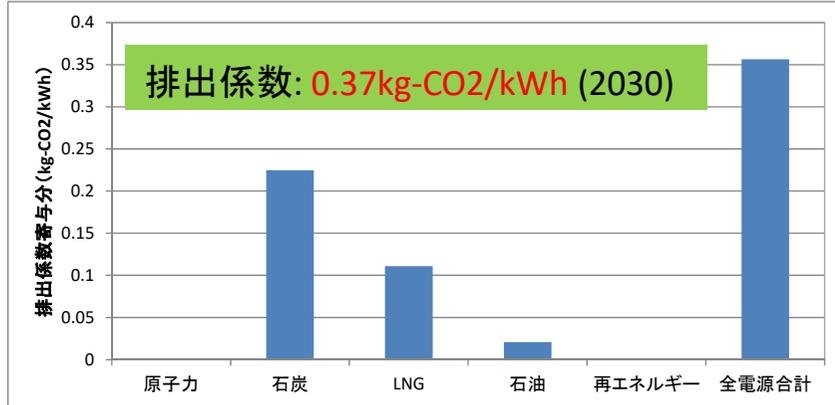
CCS 国の 周辺 CO<sub>2</sub>排出 港湾 漁業 住民 NGO等  
整備機構 関係省庁 自治体 事業者 関係者 組合

政策段階	気候変動対策に関する政策対話 (化学物質と環境に関する政策対話の経験)		CCSの実施が可能な地域の設定 (ゾーニング)		事業性の検討		環境社会配慮 (戦略アセス、風力ゾーニングの経験)		CCSの実施に相応しい適地の抽出		整備計画 (環境アセスメント、海洋汚染防止法等の手続き)		施設の建設		建設・CO <sub>2</sub> 貯留設備の運営・管理		閉鎖後の長期的な設備維持・更新		
	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	
	○	◎	○	○	○	◎	△	△	○	○	△	○	○	○	○	△	△	△	○
	○	◎	△	△	○	◎	△	△	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○
	国の検討会 CO <sub>2</sub> の削減目標と貯留目標の設定、施設の候補地域を選定・公表																		
	○	◎	○	△	○	◎	△	△	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○
	広域レベルの地域協議会 施設の場所・規模を決定、実施主体を決定																		
	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	地域の協議会 貯留施設の建設方法の決定、環境アセスメント																		
	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	地域の協議会 モニタリング、環境アセスメント																		
	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	地域の協議会 CO <sub>2</sub> の貯留状況をモニタリング																		
	◎	○	○	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	地域の協議会 CO <sub>2</sub> 貯留完了・施設閉鎖の合意後モニタリング、是正措置、経済的保障の継続																		

# 2030年目標を達成するために必要なCCS導入量

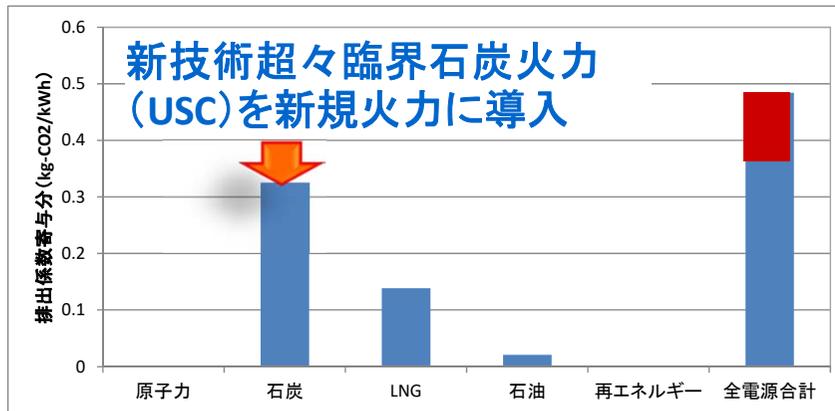
サブ①

## Case1:日本の約束草案ベースシナリオ



エネルギーミックスで排出係数基準を達成

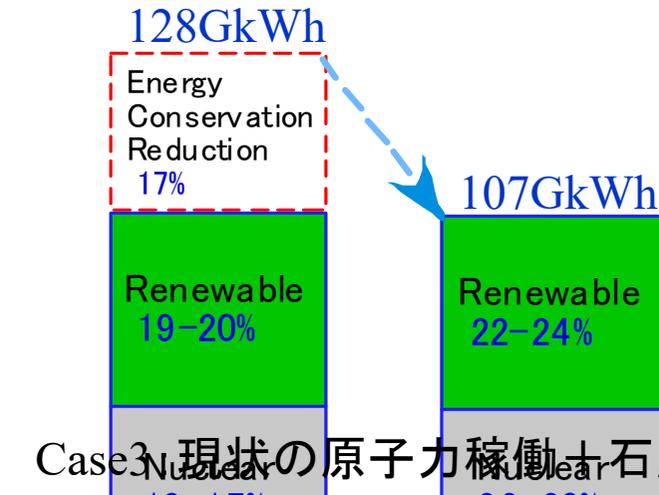
## Case2:現状の原子力稼働



現在予定されている新規石炭火力(35%増)をUFGにしても、排出基準、削減量を非達成

追加オプションとして、CCS-Ready法の策定・早期施行が必要

## 2030年電源構成



## Case3:現状の原子力稼働+石炭CCS



CCS付設の石炭火力を35%とするか、再生可能エネルギーの比率を引き上げないと基準は未達成になる

# 2050年長期目標に必要なCCS導入量 (CCS法枠組みを踏まえた排出シナリオ)

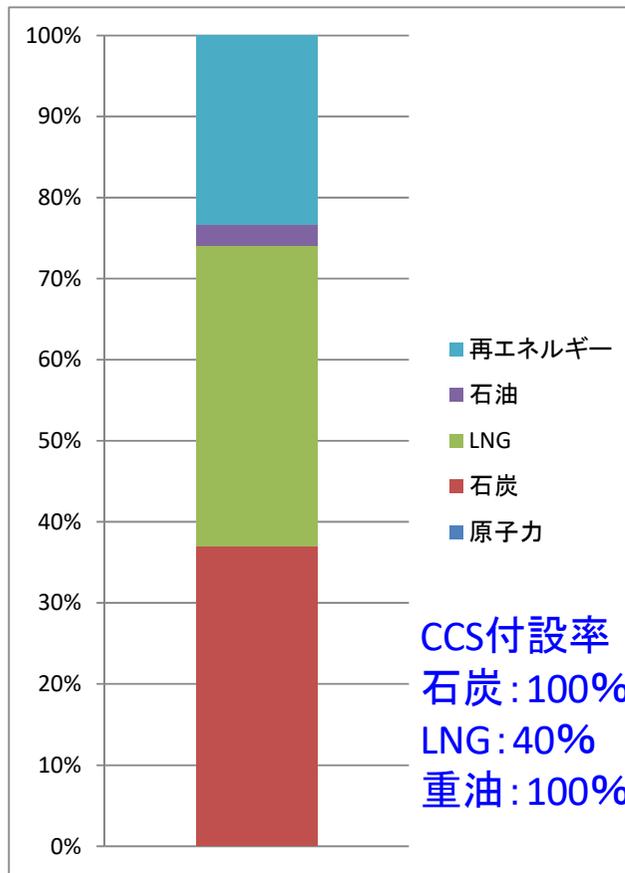
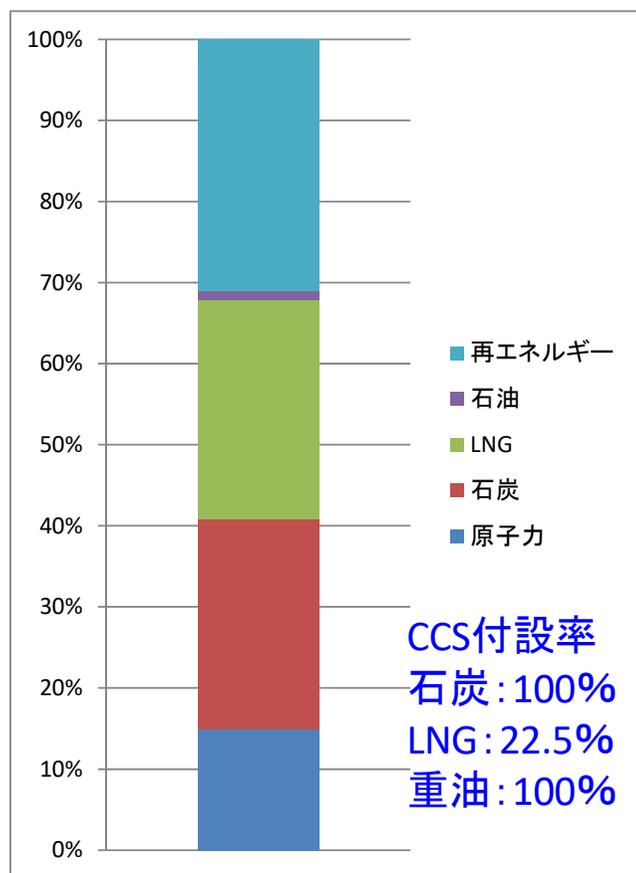
## 2050年電源構成

128GkWh(2005) ⇒ 86GkWh(2050)

排出係数: 0.08kg-CO<sub>2</sub>/kWh (2050)

原子力60年稼働+再エネ最大  
(CCS付設率最小ケース)

原子力40年稼働+再エネ最小  
(CCS付設率最大ケース)



80%目標削減 達成のためには 産業部門で 84% の追加削減必要

※原子力の稼働は電気連合会(2016)に基づき設定

## ■費用便益分析

- 費用便益分析の考え方：
  - CCSに関する法制度（例えば新規・既存火力に対するperformance standard）実施の伴う社会的費用とその社会的便益を貨幣単位で評価する
  - 法制度の実施の是非を判断**： 正味現在価値（NPV）> 0
- 費用：
  - CCS実施に係る全ての追加的費用（設備費用+運転費用：費用モデルを作成）
- 便益：
  - CO2排出削減に伴う便益+副次的便益
  - 気候変動に関する被害の回避分の貨幣評価（CO2限界被害コスト）
- 評価期間：
  - 設備耐用年数20~40年 貯留モニタリング期間 30年~
  - 割引率1~5%（限界気候変動コスト算出に利用された割引率）

## ■費用対効果分析

- 費用対効果分析の考え方：
  - CO2排出削減一単位当たりの費用で、**他の温暖化対策技術と比較**
  - CCSの有無による温暖化対策のポートフォリオのコストを比較**
- 費用：費用便益分析と同じ
- 効果：CO2排出削減量

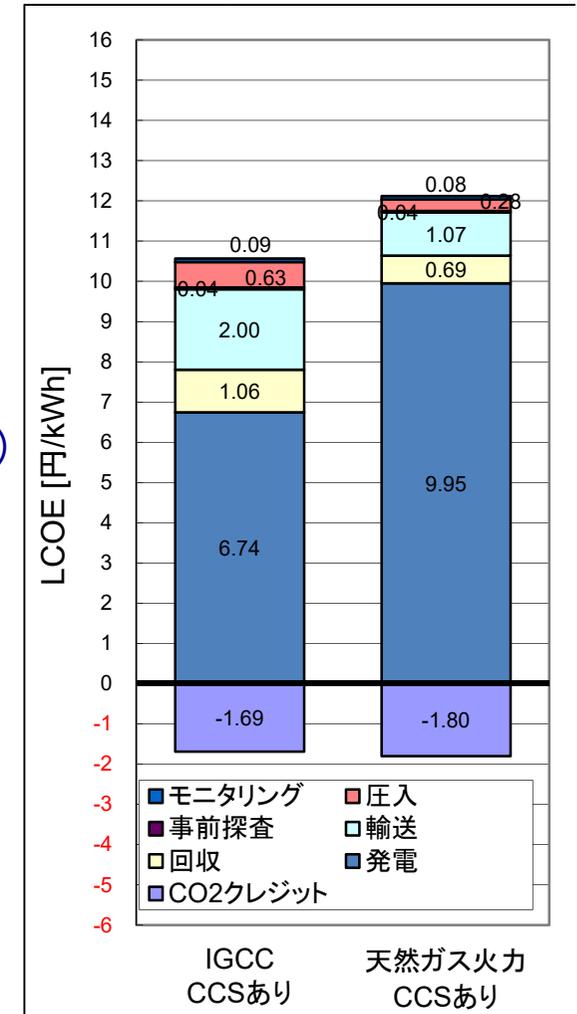
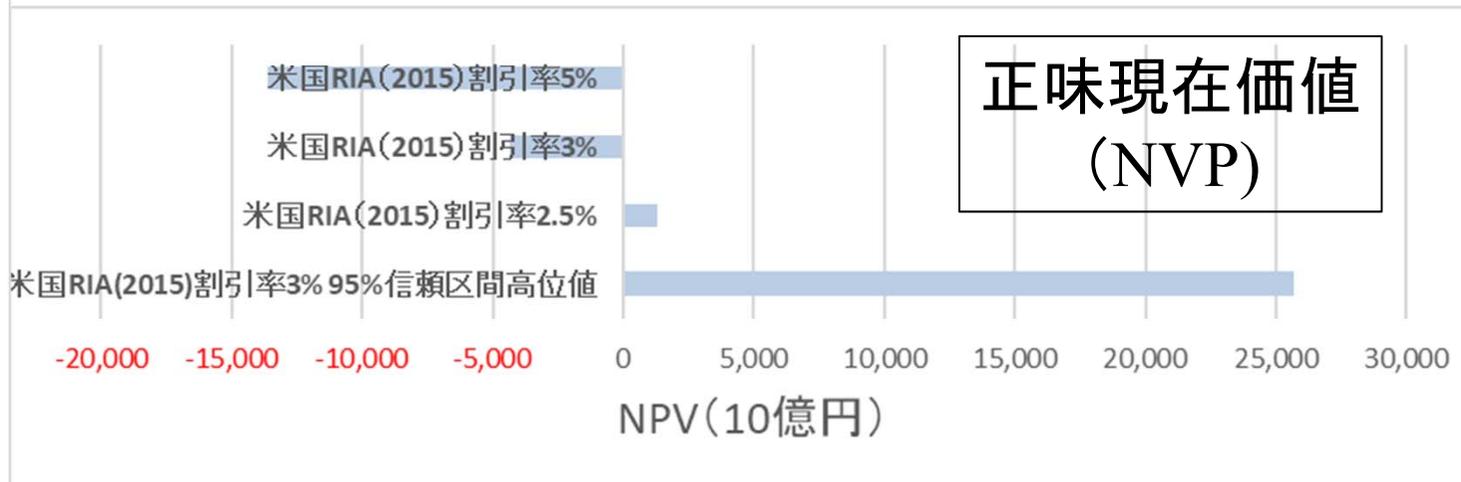
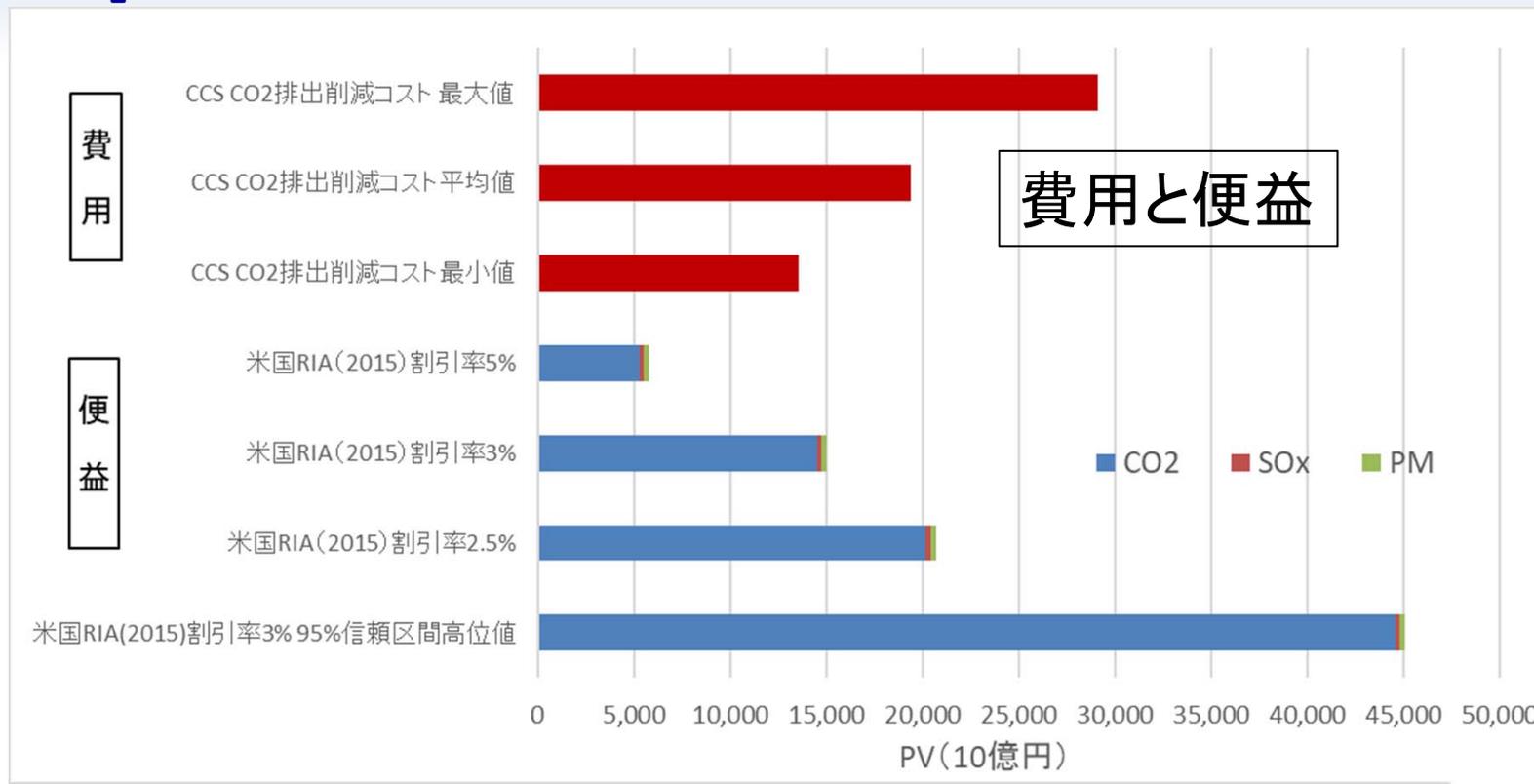


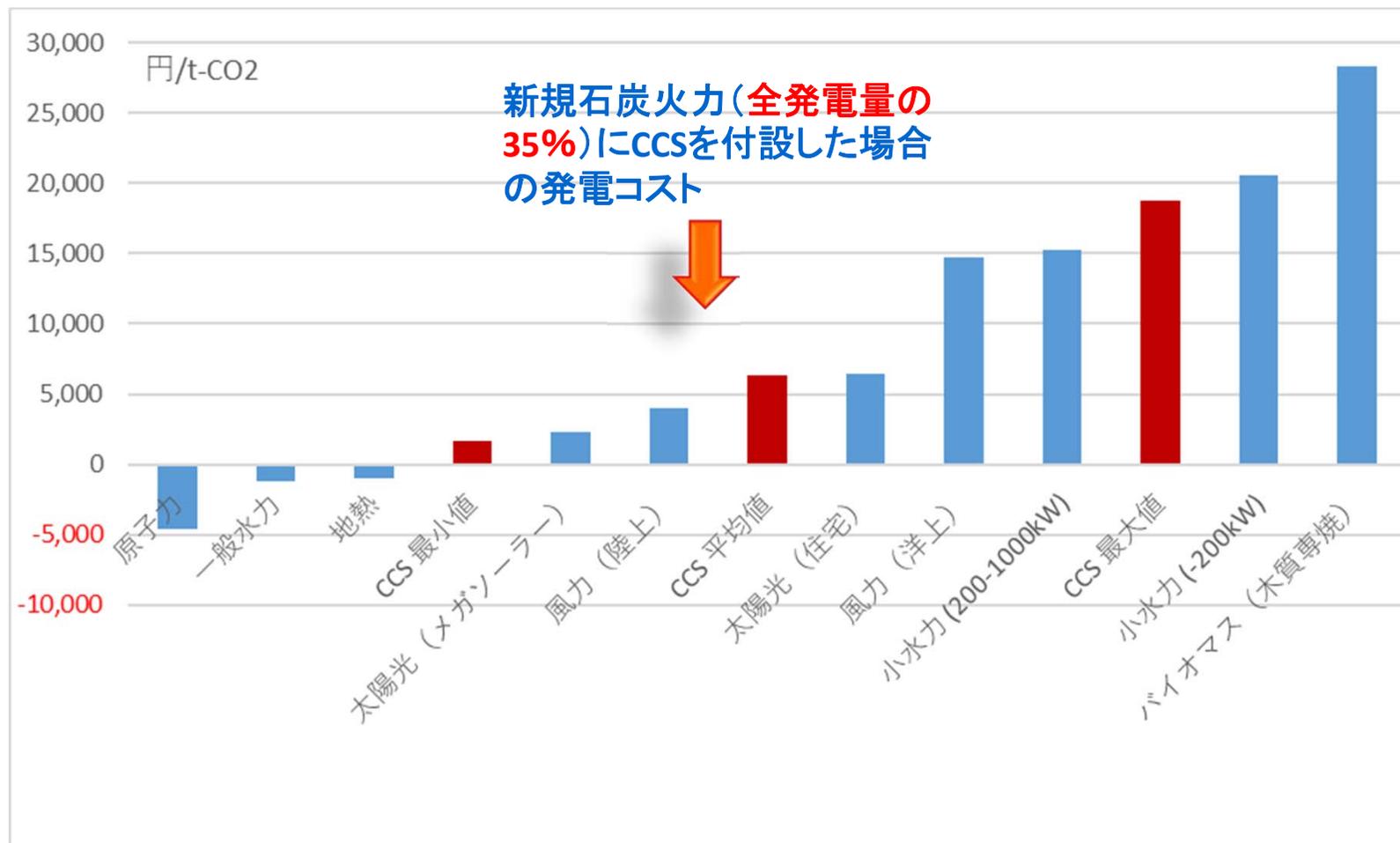
図: CCS費用推計モデルによる発電コスト推計例

# 費用便益分析

## CO<sub>2</sub>排出削減便益に大気汚染削減便益を加えた便益と費用



# 排出抑制政策でのCCS導入の合理性評価：限界削減費用 (費用効果分析結果)



出典) CCS以外の発電コストは長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告(2015)の2030年の値(政策経費除く)、削減のベースラインは2015年の特定電気事業者の排出係数(代替値)(環境省)、ベースラインの2015年平均発電単価11.5円/kWhは日本エネルギー経済研究所推計(一般電気事業者及び卸電気事業者「有価証券報告書」より推計)

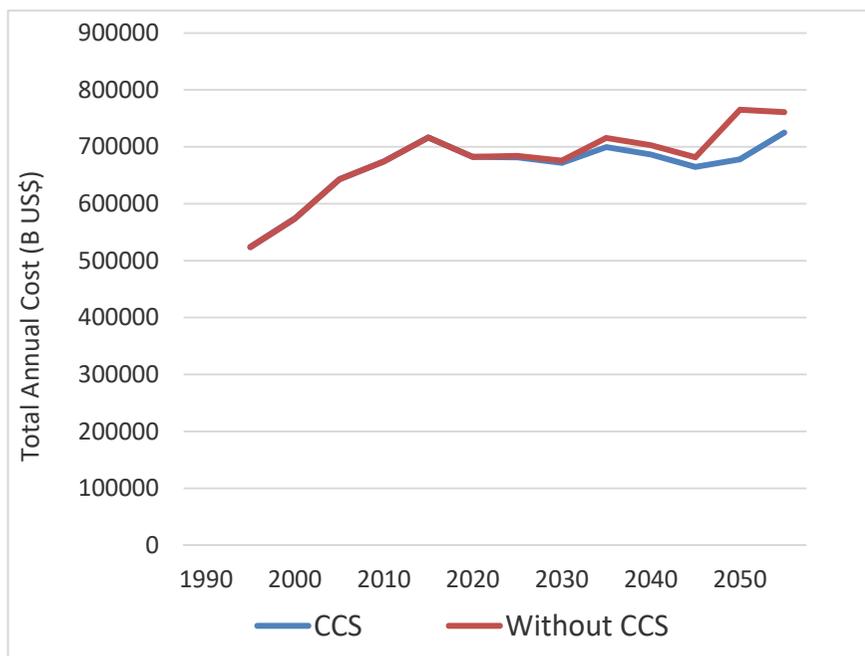
# 費用対効果：エネルギーポートフォリオ評価

エネルギー経済モデルTIMES Japanを使った分析

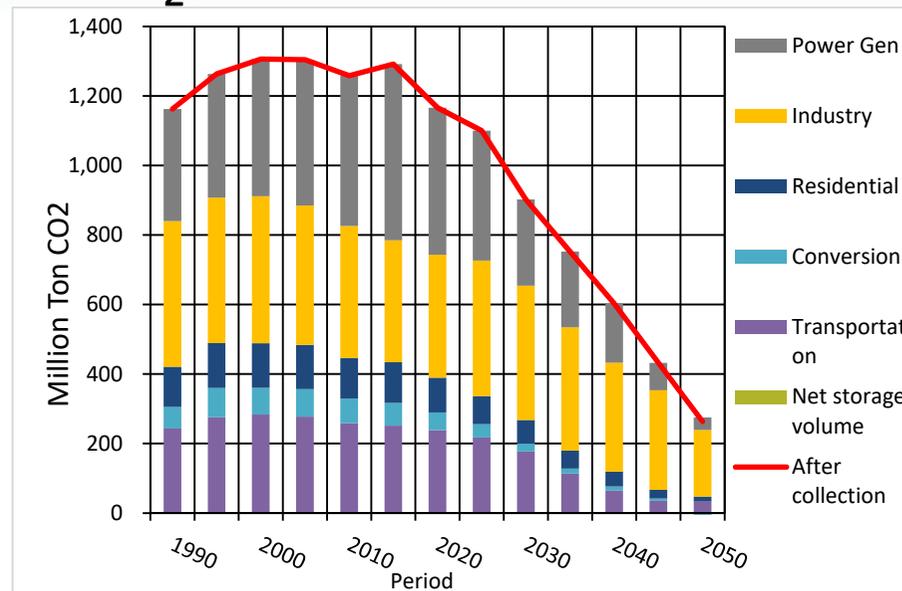
## ■ 設備規模の違いによるコストの変化

- 発電部門+産業部門導入
- 発電部門は石炭火力においてIGCC+CCSを想定
- 産業部門は鉄鋼とセメントに導入

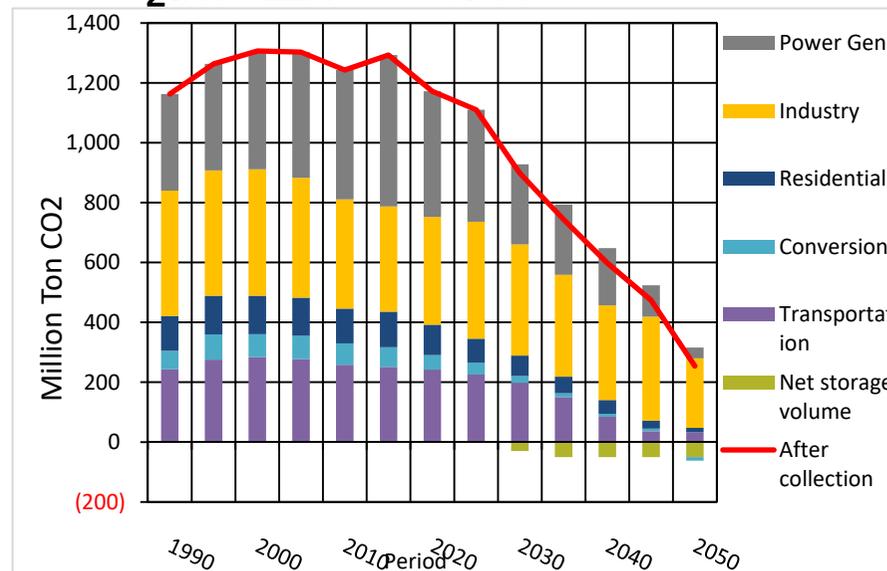
## ■ コスト比較



## ■ CO<sub>2</sub>排出量(CCS無し)



## ■ CO<sub>2</sub>排出量(CCS有り)



# CCS法規制下でのCCSの導入シナリオと必要な政策

サブ①

部門	2030	2050	CCS付設率
エネルギー転換部門 GHG排出係数(単位:kg-CO <sub>2</sub> /kWh)	0.37	0.08	60.8~71% ※シナリオによる
産業部門 GHG排出削減係数 (-)	現行の 排出係数	現行の84%	排出量の84%

※このシナリオでは、2050年に年間5.17億トンのCCSが必要となる。背斜構造の帯水層でも58年貯留可能である

## ① 将来シナリオを実現する法規制の制度設計

- CCS-Ready法の策定・早期施行のための制度設計
- 将来シナリオに基づいた地中貯留(海域、陸域)の法規制の制度設計  
※石炭・重油炊き火力、鉄鋼部門を対象したケーススタディに基づき検討
- 国内実施とともに二国間・アジア地域共同実施による大規模削減
- CCUの法規制・政策の統合化

## ② 産業部門への展開

- 排出地域と貯留地域の特定及び適地選定
- 事業所の特定・分離回収方法・規定及び財務措置
- 指定地域ごとの輸送システムの選定及びコスト(パイプライン費用・中継基地費用)の推定・実施主体
- 法規制及び基準・ガイドラインの策定

### CCS-Ready法とは

日本では制定されていないCCSに関連する法律で英国、オーストラリア、カナダなどでは制定されている。

各国の法的要件が異なっているが、2つの主な義務要件から成り立っている。

- ① 施設の設置許可申請時に分離回収、輸送及び貯留技術の最適な選択肢を検討し、申請する義務
- ② 申請の承認後、申請者が課せられる義務(報告義務)

# わが国におけるCCS-Readyの法的要件

1. CCSR義務化規定に関する定義(例:欧州法及び英国のCCR法/Consent 36 under the Planning Act 2008)
2. CCRのコンプライアンス規定(例:欧州法及び英国のCCR法/Consent 36 under the Planning Act 2008)
3. モニタリングに関するコンプライアンス及び技術的評価規定(例:欧州法及び英国のCCR法/Consent 36 under the Planning Act 2008)
4. 二酸化炭素回収機材のスペースの確保に関する規定
5. 二酸化炭素回収機材のレトロフィットに向けた技術的実現性の評価規定
6. 二酸化炭素貯留の為の沖合適地の評価規定
7. 二酸化炭素輸送の技術的実現性の評価 規定  
※パイプラインや輸送ネットワークによる陸地輸送;船及びパイプラインによる沖合輸送;二酸化炭素パイプライン及び船の輸送に関する安全性の仮のガイダンスを含む
8. CCSの経済的実現性の評価規定
9. 二酸化炭素輸送の安全規定を示す許可書等を規定(例:英国の安全規定や二酸化炭素の環境影響評価を示す危険物質許可書)
10. 義務化の評価報告書の規定(例:CCR条件36 項)
11. 二酸化炭素回収機材のレトロフィット案の評価規定
12. 二酸化炭素輸送及び貯留案の評価規定(例:英国のCCR法に基づく)
13. 義務化申請に関する各要件を対象とする管轄の選択

- 上記要件に基づくCCSRの許認可における必須評価項目
  - a. 分離・回収(レトロフィット/リプレイス)に関する技術的評価
  - b. 二酸化炭素輸送及び貯留に関する技術的評価
  - c. 二酸化炭素輸送及び貯留に係る環境影響・安全評価
  - d. 義務化に伴う輸送計画の実現性評価
  - e. CCSに関する経済的実現性の評価

# アジア域における二国・多国間協定のための 共通ルール及びガイドライン作成の項目

1. 海洋環境の保護・保全に関する協定を結ぶ加盟国の国際的責任の定義(例:UNCLOS Article 235)
2. 協定国は、国際法の基準を設定し、廃棄物その他の海洋における処分の規制に関する規則の責任等の詳細を明確にする(例:LP Article 15)
3. 協定国は、個々もしくは他国と共同し、廃棄物その他の海洋における処分の規則に関する全ての汚染を回避するための実施対策を講じる(例:OSPAR Article 4)
4. 許可申請及び条件に関する規定(例:London Protocol: Annex I and II 2011)
5. 予防原則、汚染者負担原則及び利用可能な最善な技術(BAT)の明確化(例:LP Article 3 and OSPAR Article 2)
6. 輸送規定
7. 二酸化炭素排出枠の規定(例:ETS Directive Article 12 and 25)
8. アジア域の貯留サイトの所有権及び利益の明確化(例:CCS Directive Article 4 (1))
9. アジア域の貯留サイトまでの輸送ネットワークへのアクセス許可及び権利の明確化(例:CCS Directive Article 21 (1))
10. アジア域の越境貯留コンプレックス、二酸化炭素漏洩が起きた場合に起きる越境移流の協定国の定める管轄の責任、是正処置、改善策、保障対策などの規制(例:CCS Directive Article 24)
11. Liabilityに関する規制(例:CCS Directive Article 3, 16, 17,18,19,20,26及び28)
12. 国際公法による二酸化炭素の輸送・貯留、技術移転等に関する規定の必要性及び関係性を明確にする必要があるか否かの検討が必要
13. 財政メカニズム及び炭素クレジットメカニズムに関する規定

※:赤字は、国内CCSの法枠組みを参考に検討・構築できる項目

(出典: UNCLOS 1982, OSPAR 1992, ETS Directive 2009, CCS Directive 2009, Basel convention 1989)

## CCS導入・普及政策の課題と本研究成果のまとめ

- 「CCSのLong-term Liabilityに関連するリスク・影響の管理が確実に行われており、炭素貯留に伴う長期影響を軽減するための適正に措置が実施されてなければならない」ことが規制制度が要求される。

### 【同時に】

- CCSの特徴を踏まえ、適切な政策手段を講じることによりCCS技術の市場優位性を確保する。
- CCSの大規模化に資するため、CCS推進を上位計画で明確にし、CCSの導入段階ごとに適した合理的な政策を長期的視点で策定する。

CCSの実現・普及のためにこれら原則を満たす法政策枠組みが必要



### 【科学的観点での研究成果】

- ◆ CCSの特性・費用や社会的状況を考慮した長期管理可能な政策手段・枠組みを見出し、構築した。
- ◆ 長期導入シナリオを明らかにし、短期、中長期の政策戦略を提示した。

### 【環境政策への貢献の観点での研究成果】

- ◆ その実効性を担保するCCS導入・普及の法規制スキーム・要領を見出し、構築した。

# これまでの主な研究成果

## (1) 誌上発表

<査読付論文に準ずる成果発表>

発表: 29論文 (査読あり, Proceeding, 投稿済みを含む)

## (2) 口頭発表

国際発表: 18発表

国内発表: 19発表

## (3) その他 (国民との対話) : 3件

- 「国際CCS法規制フォーラム」(13th Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (スイスローザンヌ)の期間中)(2016年11月16日、17日)の開催 (Global CCS Instituteが開催協力)
- 「明治大学アカデミックフェス2018」企画名「二酸化炭素回収・貯留 (CCS)の法制度の構築」(明治大学、2018年11月23日)

## (4) 国際共同研究等の状況

- i. 「Global CCS Instituteとの共同研究」(代表機関との研究連携)  
: 主に超長期管理の枠組み、CCSの政策評価
- ii. 「World Resources Instituteとの共同研究」(代表機関との研究連携)  
: わが国と中国・アジアのCCSの法的枠組みの国際間比較

## (5) 環境省との対話 (環境行政への貢献)

AD会合以外に、最終年度は7回実施した。

# 研究実施体制と参画研究者

## ①研究代表機関

- 学校法人明治大学:柳憲一郎(代),小松英司(分)

## ②分担研究機関

- 国立大学法人九州大学:板岡健之(分)
- 学校法人早稲田大学:大塚直(分)
- 国立大学法人東京工業大学:村山武彦(分)

## ③協力研究者

- 学校法人明治大学:中村明寛、中村健太郎,杉山裕子
- 学校法人早稲田大学:二見絵里子、石巻実穂
- 国立大学法人東京工業大学:錦澤滋雄、長岡篤
- グローバルCCSインスティテュートメルボルン本部:  
Ian Havercroft、Chris.Consoli
- アジア開発銀行,インドネシア政府・バンドン大学等

ご清聴ありがとうございました