

CCS研究開発・実証関連事業 複数課題プログラム中間評価 補足資料

B.安全なCCS実施のためのCO₂貯留技術の研究開発事業

平成31年2月22日

産業技術環境局環境政策課地球環境連携室

目次

- 1 事業の概要
- 2 事業アウトカム
- 3 事業アウトプット
- 4 当省(国)が実施することの必要性
- 5 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
- 6 研究開発の実施・マネジメント体制等
- 7 費用対効果
- 8 外部有識者の評価等
- 9 提言及び提言に対する対処方針

1. 事業の概要

概 要	安全かつ経済的な実用化規模(100万トン規模/年)での大規模・効率的なCO2圧入・貯留技術の確立に向け、我が国の不均質で地質構造が複雑な貯留層に適した、実用化規模のCO2貯留安全管理技術を開発する。さらに、社会的受容性の獲得や我が国のCCS技術の海外展開を志向した研究開発を実施する。
実施期間	平成28(2016)年度～2020年度 (5年間)
実施形態	平成28年度～平成29年度： 国からの直執行 平成30(2018)年度～2020年度： NEDO事業
予算総額	19億円 (平成28年度：9億円、平成29年度：10億円)
実施者	二酸化炭素地中貯留技術研究組合
プロジェクトリーダー	薛 自求 二酸化炭素地中貯留技術研究組合 技術部長

1. 1 事業の概要 目的等

(1) 事業の目的

- ・我が国における実用化規模(100万トン/年)のCO₂地中貯留**安全管理技術**の確立
- ・苫小牧実証試験等への技術適用による**不確実性の低減**、技術的知見及びノウハウの蓄積
- ・実用化規模CO₂地中貯留に係るリスクマネジメント及び**社会的受容性の向上**

(2) 技術的課題(研究開発要素)及びその科学技術的意義

二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業(H23~H27)の**基盤技術をベース**に、以下の**実用化技術開発**を実施

- ① CO₂圧入・貯留の監視・予測 → CO₂圧入中、圧入後の長期安全管理に必須
＜**実用化技術**＞ATLSによる圧入安全管理技術、地層・廃坑井の監視技術、CO₂長期挙動予測技術
- ② 大規模貯留層有効圧入・利用 → 複数圧入井及び圧力緩和井による大規模圧入に必須
＜**実用化技術**＞ 大規模貯留に適した最適坑井配置手法、貯留率向上のCO₂圧入技術
- ③ CCS普及条件整備：
＜**実用化技術**＞日本版CO₂貯留安全管理プロトコル(IRP)の構築、CCS技術事例集の完成、CCS国際基準(ISO)との整合

1. 2 事業の概要 経緯

(4) 研究開発項目設定の背景・経緯

<CO₂回収・貯蔵安全性評価技術開発(H23-H27)の成果>

(1) 貯留層の地質モデルの構築手法の確立

- ・長岡サイト※や苫小牧サイトでのCO₂圧入実証試験事業より、我が国の不均質で複雑な地層を対象とする地質モデル構築手法を確立

※H15～H17にかけて、新潟県長岡市のINPEX(株)岩野原基地において、約1万トンのCO₂を圧入

(2) CO₂挙動解析技術の確立

- ・地化学反応を組み込んだCO₂挙動シミュレーション技術、ATLS圧入安全管理技術の基本性能開発、光ファイバーを用いた地層安定性監視技術を確立

(3) CO₂移行解析技術の確立

- ・万が一のCO₂漏出を想定したCO₂漏出検出技術、海中拡散シミュレーション技術、生物影響評価手法に関連する要素技術を開発



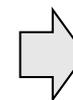
実用化規模(100万トン/年)のCO₂地中貯留を安全に実施する技術を実用化

<CCS実用化に向けては>

実用化に向けては、H23-H27の研究成果をベースに、

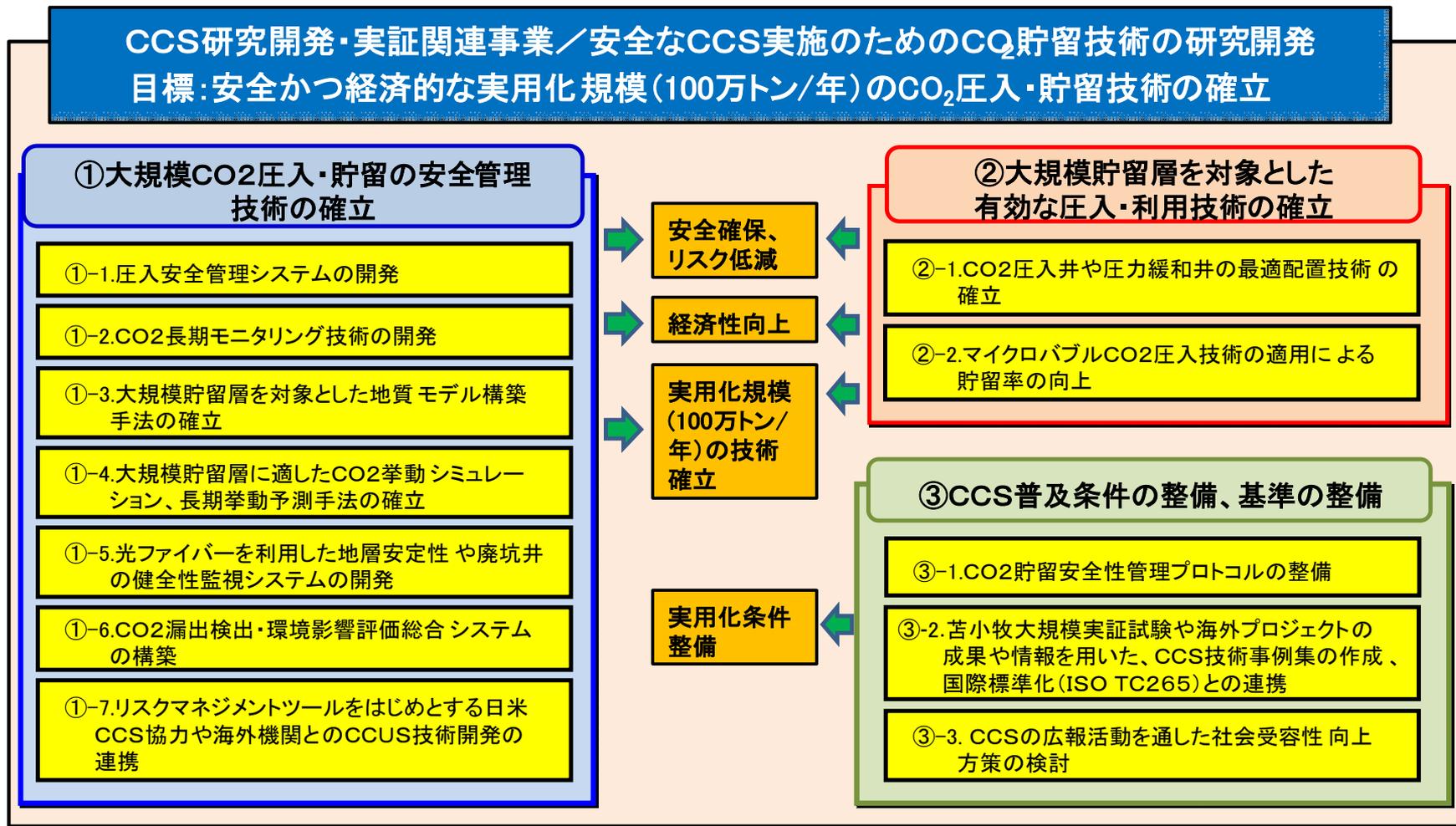
- ・実用化規模へのアップスケーリングに係る安全技術の確立
- ・大規模貯留層評価や圧入量拡大に係るリスク・不確実性の低減
- ・モニタリングの効率化による経済性の向上
- ・安全管理プロトコル(IRP)の構築及び社会的受容性の獲得

することが必須

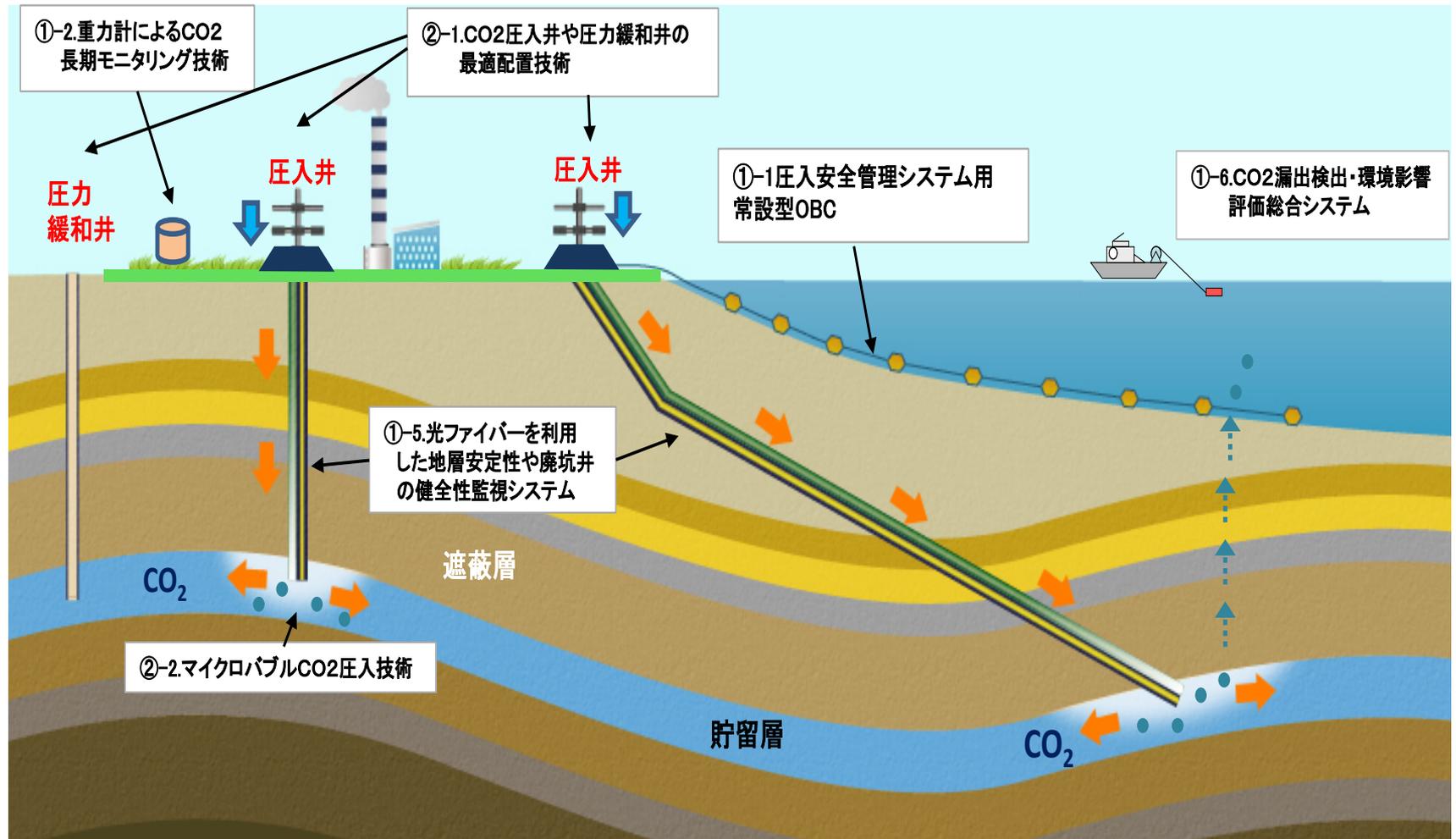


**当事業の研究
開発項目を設定**

1. 3 事業の概要 事業全体図

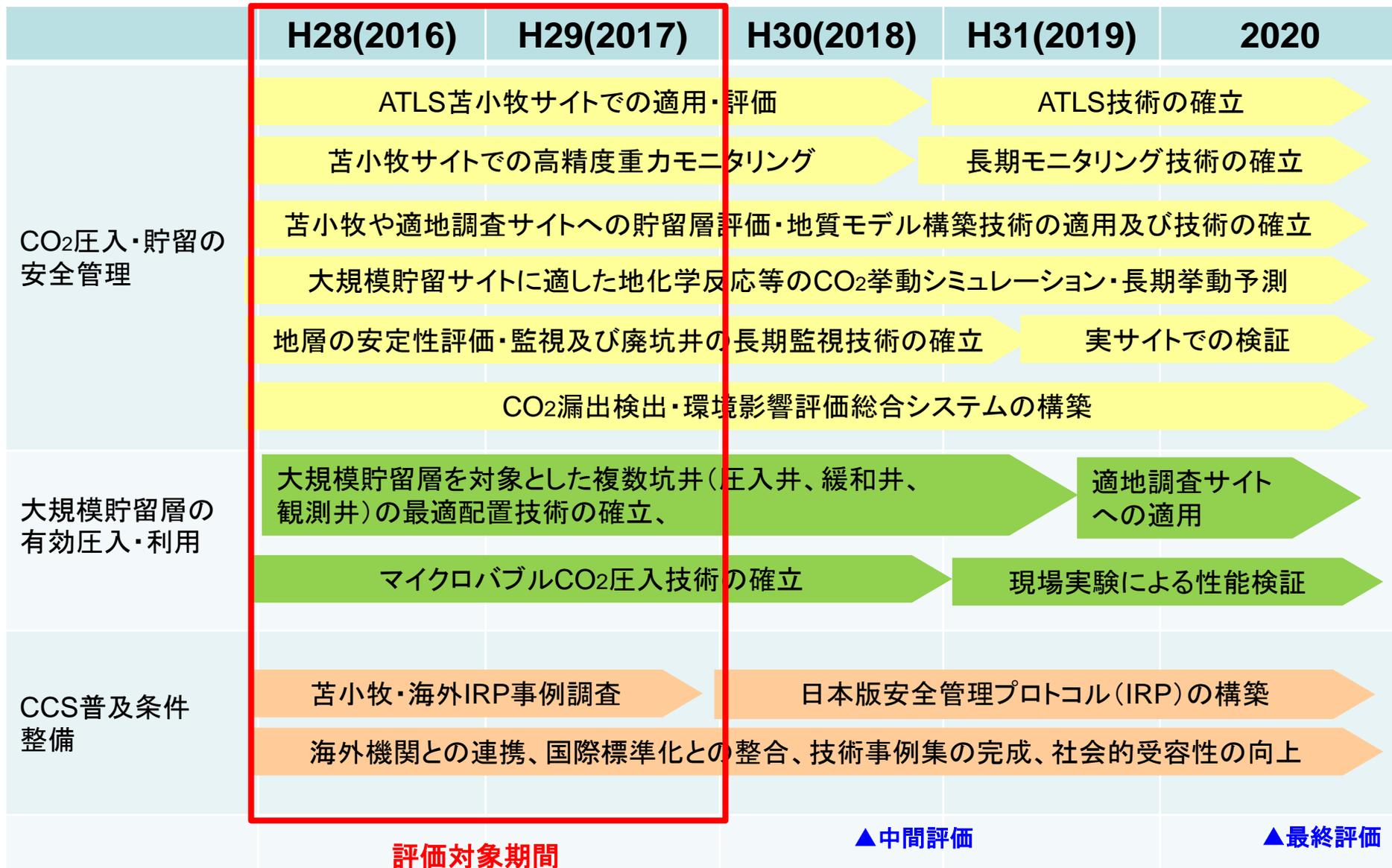


1. 4 事業の概要 研究成果の活用イメージ



1.5 事業の概要 年次展開

(1) 研究開発計画



2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標(妥当性・設定理由・根拠等)	目標値	達成状況(実績値・達成度)	要因分析
CCS実用化に必要な技術開発、およびCCS普及条件整備のため、以下を開発、確立、実用化する (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立 ①-1.圧入安全管理システムの開発 ①-2.CO2長期モニタリング技術の開発 ①-3.大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立 ①-4.大規模貯留層に適したCO2挙動シミュレーション長期挙動予測手法の確立 ①-5.光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発 ①-6.CO2漏出検出・環境影響評価総合システムの構築 ①-7.リスクマネジメントツールをはじめとする日米CCS協力や海外機関とのCCUS技術開発の連携	(事業開始時)(平成28(2016)年度) 基盤技術開発・実証体制の整備	(達成) <ul style="list-style-type: none"> CO2回収・貯蔵安全性評価技術開発(H23-H27)により、関連調査、基盤技術開発を行い、上記目標技術開発・実証の基盤を構築 各技術の開発・実証にノウハウのある研究機関、石油会社、建設会社等で技術研究組合を構成し、開発体制を整備 	
(2)大規模貯留層を対象とした有効な圧入・利用技術の確立 ②-1.CO2圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立 ②-2.マイクロバブルCO2圧入技術の適用による貯留率の向上	(中間評価時)(平成30(2018)年度) 開発計画の作成と、各実用化要素技術の開発	(達成) <ul style="list-style-type: none"> 我が国の地質的特性に適した大規模CO2貯留の実用化に必要な安全管理技術の開発、有効圧入・貯留技術の開発、およびCCSの普及条件や基準の整備に関する計画を作成 本計画に基づき、大規模CO2貯留へのアップスケーリングに向けての地質評価手法、地層安定性監視や漏出CO2検出等のモニタリング技術、貯留率向上に資する圧入技術を構築、実証。さらに、社会科学的手法を取り込んだ社会受容性向上手法を開発、実践 	
(3)CCS普及条件の整備、基準の整備 ③-1.CO2貯留安全管理プロトコルの整備 ③-2.苫小牧大規模実証試験や海外プロジェクトの成果や情報を用いた、CCS技術事例集の作成、国際標準化(ISO TC265)との連携	(事業終了時)(2021年度) 地中貯留技術の実用化に必要なCO2圧入安全管理技術、有効なCO2貯留技術、および社会科学的手法を取り込んだ社会的受容性向上策を確立		
③-3. CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討	(事業目的達成時)(2020年度) 各実用化要素技術の確立		

3. 事業アウトプット(1)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
①圧入安全管理システム(ATLS)の開発	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・我が国での実状(沿岸域、自然地震が多発)に対応した圧入安全管理技術の確立に目途	(達成) ・苫小牧サイトのデータを活用し、我が国の貯留サイトでの圧入安全管理技術のための基本性能要件を整理 ・ノイズに強い微小振動検知手法を開発	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・圧入安全管理システムの判断基準となる地震活動カタログの作成 ・圧入安全管理システムの個別要素ツールの作成	(達成) ・気象庁から地震観測データを入手し、地震活動カタログを作成していく方法を確立 ・データ処理を行うツール群を完成	
	(事業終了時)【2020年度】 ・実観測データ・実適用に基づいた圧入安全管理システムの確立		

3. 事業アウトプット(2)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
②CO2長期モニタリング技術の開発	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 <ul style="list-style-type: none"> • 超伝導重力計を用いた重力データ取得・解析技術の開発に目途 • 苫小牧CCS実証試験における高精度重力データの取得 	(達成) <ul style="list-style-type: none"> • 米国SWPサイトにおいて、世界で初めて超伝導重力計をCCSに適用し、その有効性を確認 	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 <ul style="list-style-type: none"> • 長期連続観測データにおよぼす自然要因の分離方法の検討 • 自然由来の重力変化(ノイズ)の評価と、実測値からノイズを除去するためのデータ解析手法確立 	(達成) <ul style="list-style-type: none"> • 観測データから潮汐成分、気圧応答成分、不規則ノイズを分離し、長期において連続したトレンド成分の抽出に成功 • 潮汐、気圧応答成分除去後の重力値と降水量に相関があることを見出すことで、左記データ解析手法を確立するとともに、ノイズ除去に目途 	
	(事業終了時)【2020年度】 <ul style="list-style-type: none"> • 沿岸域CCSにおける高精度重力モニタリング技術の確立 • 圧入停止後を含む苫小牧CCS実証試験の高精度重力データの取得 		

3. 事業アウトプット(3)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
③大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・実証規模スケールでの地質モデル構築手法から大規模貯留サイトでのモデル構築に目途	(達成) ・苫小牧CCS実証試験サイトの地質モデル構築のためのデータを入手し、検層データ解析を実施 ・地層が堆積した時の環境(堆積環境)の違いがCO2挙動に影響を及ぼすことを確認	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・マクロな堆積環境と弾性波探査データを結びつける手法の確立 ・ミクروسケールでの堆積環境把握手法の確立	(達成) ・弾性波探査データにおいてスペクトル・デコンポジションを行うことにより、マクロな堆積環境の違いを把握 ・イメージ検層データにおいて、ミクروسケールの堆積環境の違いを地質モデル構築へ反映する方法を確立	
	(事業終了時)【2020年度】 ・ミクロとマクロをつなげるデータ統合手法の確立 ・大規模貯留層を対象としたCCSに必要なデータの取得、地質モデル構築手法の確立		

3. 事業アウトプット(4)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
④大規模貯留層に適したCO2挙動シミュレーション、長期挙動予測手法の確立	<p>(事業開始時)【平成28(2016)年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> • ジオメカニクスや地化学反応を組み込んだCO2挙動シミュレーション構築に目途 • コアスケールのCO2挙動に基づくモニタリングデータ解析手法に目途 	<p>(達成)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地化学反応を組み込んだ小さい(数万格子)規模のCO2挙動シミュレーションの確立 • X線CTによるCO2挙動可視化手法の確立 	
	<p>(中間評価時)【平成30(2018)年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> • ジオメカニクスを考慮したシミュレーションコードの開発 • X線CTによる流体の可視化や力学的挙動解析手法の確立 	<p>(達成)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ジオメカニクスを考慮したシミュレーションコードを開発し、実サイトの観測データにより検証 • X線CTによるCO2挙動可視化と力学的挙動解析手法を確立 	
	<p>(事業終了時)【2020年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> • ジオメカニクスや地化学反応を組み込んだ大規模サイトでの長期挙動シミュレーションツールの完成 		

3. 事業アウトプット(5)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
⑤光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発 a) 分布式ひずみ測定	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 •光ファイバーを用いた分布式ひずみ測定技術の確立に目途	(達成) •光ファイバーを用いた分布式ひずみ測定に成功し、深度800mの坑井に設置して検証を実施	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 •長期連続観測ツールの開発 •ひずみ測定に適した光ファイバーの設計	(達成) •長期連続ひずみ測定及び地盤安定性監視システムを開発 •地層条件に適したひずみ測定光ファイバーの設計と坑井への施工方法を確立	
	(事業終了時)【2020年度】 長尺光ファイバーを用いた地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発		
b) DAS-VSPによるCO2挙動モニタリング技術開発	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 光ファイバーを用いたDAS-VSP観測仕様の決定及び作業準備	(達成) •光ファイバーを用いたDAS-VSP観測仕様及び実施計画の策定	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 •実坑井を用いて光ファイバーによるDAS-VSP測定作業	(達成) •実坑井での測定作業および測定データの基本解析	
	(事業終了時)【2020年度】 •DAS-VSPを用いた繰り返しモニタリング手法の確立		

3. 事業アウトプット(6)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
⑥CO2漏出検出・環境影響評価総合システムの構築	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 <ul style="list-style-type: none"> • CO2海中拡散シミュレーション手法及び化学的漏出検出手法の確立 • 物理的漏出検出技術の開発 • 漏出による海洋生物影響の調査 	(達成) <ul style="list-style-type: none"> • 海流による水温、塩分変化を考慮したシミュレーション手法を構築 • 溶存態CO2濃度と溶存酸素濃度の相関関係を使った異常値検出手法を提案 • 漏出後の気泡に対するサイドスキャンソナーの気泡検出能力を把握 • CO2濃度上昇と暴露時間による生物への影響閾値を提示 	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 <ul style="list-style-type: none"> • 潮流、海流を考慮した拡散シミュレーションによる漏出継続時間と濃度の関係の把握 • 化学的漏出検出手法における誤判定割合計算手法の構築 • サイドスキャンソナーによるCO2気泡検出手法の総括 	(達成) <ul style="list-style-type: none"> • 低解像度モデルによるトレーサーシミュレーションにより、濃度が漏出継続時間に依存しないことを把握 • 溶存態CO2濃度の異常値検出基準値の誤判定割合の計算手法を構築 • CO2気泡検出に関する現場実験を行い、サイドスキャンソナーを使った検出手法を確立 	
	(事業終了時)【2020年度】 <ul style="list-style-type: none"> • 生物影響データベースの構築 • 海中拡散シミュレーション、漏出監視手法、生物影響データベースを組み合わせたCO2漏出検出・環境影響評価総合システムの構築 		

3. 事業アウトプット(7)

個別要素技術 (1)大規模CO2圧入・貯留の安全管理技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
⑦リスクマネジメント ツールをはじめとする 日米CCS協力や 海外機関とのCCUS 技術開発の連携	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・我が国に適したリスクマネジメント手法の確立と、海外機関と関連技術開発の協力を旨とする	(達成) ・米国DOEが開発したNRAP (National Risk Assessment Partnership) リスクマネジメントツールの詳細調査 ・日本におけるNRAPツール適用時の課題抽出	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・海外事例・リスクマネジメントツールの調査 ・日米協力としての海外現場試験への参加と光ファイバー計測試験の実施	(達成) ・NRAPツール(Phase1)の調査及び課題抽出を完了 ・カナダCaMIフィールドでの光ファイバーひずみ測定試験を実施	
	(事業終了時)【2020年度】 ・我が国に適したリスクマネジメント手法の策定 ・海外機関との技術協力を通じた我が国のCCS研究技術開発成果の海外発信		

3. 事業アウトプット(8)

個別要素技術 (2)大規模貯留層を対象とした有効な圧入・利用技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
①CO2圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・複数坑井配置を最適化するシミュレーション手法の構築に目途	(達成) ・海外における複数の圧入井や圧力緩和井の有効性検討の事例を調査	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・海外の複数坑井導入サイトの調査 ・複数坑井の最適配置シミュレーション技術を実サイトに適用	(達成) ・複数坑井の最適配置シミュレーション手法を構築し、既存サイトの情報に基づく有効性検討	
	(事業終了時)【2020年度】 ・大規模サイトを対象とした複数坑井の最適配置技術の確立		

3. 事業アウトプット(9)

個別要素技術 (2)大規模貯留層を対象とした有効な圧入・利用技術の確立

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
②マイクロバブルCO2 圧入技術の適用による貯留率の向上	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・マイクロバブルCO2圧入による地層 孔隙有効利用に目途	(達成) ・マイクロバブルCO2が狭い孔隙にも侵入し、貯留率が向上することを確認	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・マイクロバブル発生装置の設計、検証 ・コア試験によるマイクロバブル有効性の検証	(達成) ・マイクロバブル坑内ツールの製作と、現場着脱試験を実施 ・マイクロバブルCO2浸透挙動メカニズムを解明	
	(事業終了時)【2020年度】 ・実サイトでのマイクロバブルCO2圧入手法の確立及び有効性の検証		

3. 事業アウトプット(10)

個別要素技術 (3)CCS普及条件の整備、基準の整備

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
①CO2貯留安全性管理プロトコル(IRP)の整備	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・許可申請書類を対象とした海外事例調査	(達成) ・英国、オランダ、米国、カナダのCO2貯留の許可申請書類の調査、取りまとめ ・海外のインシデント対応事例(WeyburnのCO2漏洩疑惑対応など)の調査、取りまとめ	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・国内外の事例に基づき日本版IRPの要件を抽出 ・日本版IRPが対象とするインシデントの抽出 ・日本版IRPの基本構成案の作成	(達成) ・海洋汚染防止法、METIガイドライン、苫小牧許可申請書、ISO、カナダの関連法規などを分析し、日本版IRPの要件を抽出 ・ステークホルダーが懸念するインシデントを検討し、日本版IRPが対象とするインシデントを抽出 ・抽出した日本版IRPの要件と対象インシデントから基本構成案を作成	
	(事業終了時)【2020年度】 ・日本版IRPの完成 ・ステークホルダーの懸念に対応したQA集の完成		

3. 事業アウトプット(11)

個別要素技術 (3)CCS普及条件の整備、基準の整備

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
②苫小牧大規模実証試験や海外プロジェクトの成果や情報を用いた、CCS技術事例集の作成、国際標準化(ISO TC265)との連携	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・技術事例集の構成が固まり、関連する情報を収集し、事例集の作成を開始	(達成) ・事例集の構成を「基本計画」、「サイト選定」、「特性評価」、「実施計画」、「設計・建設」、「操業・管理」、「サイト閉鎖」、「閉鎖後管理」と設定 ・長岡実証試験など、関連する事例を収集し、内容の記載に着手	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・「基本計画」、「サイト選定」、「特性評価」、「実施計画」のドラフト版を作成 ・「設計・建設」、「操業・管理」、「サイト閉鎖」、「閉鎖後管理」について、海外事例を調査し、作成に着手	(達成) ・長岡実証試験や海外事例を収集、整理し、「基本計画」、「サイト選定」、「特性評価」、「実施計画」のドラフトを作成 ・米国、カナダ、豪州等のCCS専門家からヒアリングするなどし、「設計・建設」「操業・管理」「サイト閉鎖」「閉鎖後管理」に関する情報を収集し、事例集に反映	
	(事業終了時)【2020年度】 ・技術事例集の完成と公開		

3. 事業アウトプット(12)

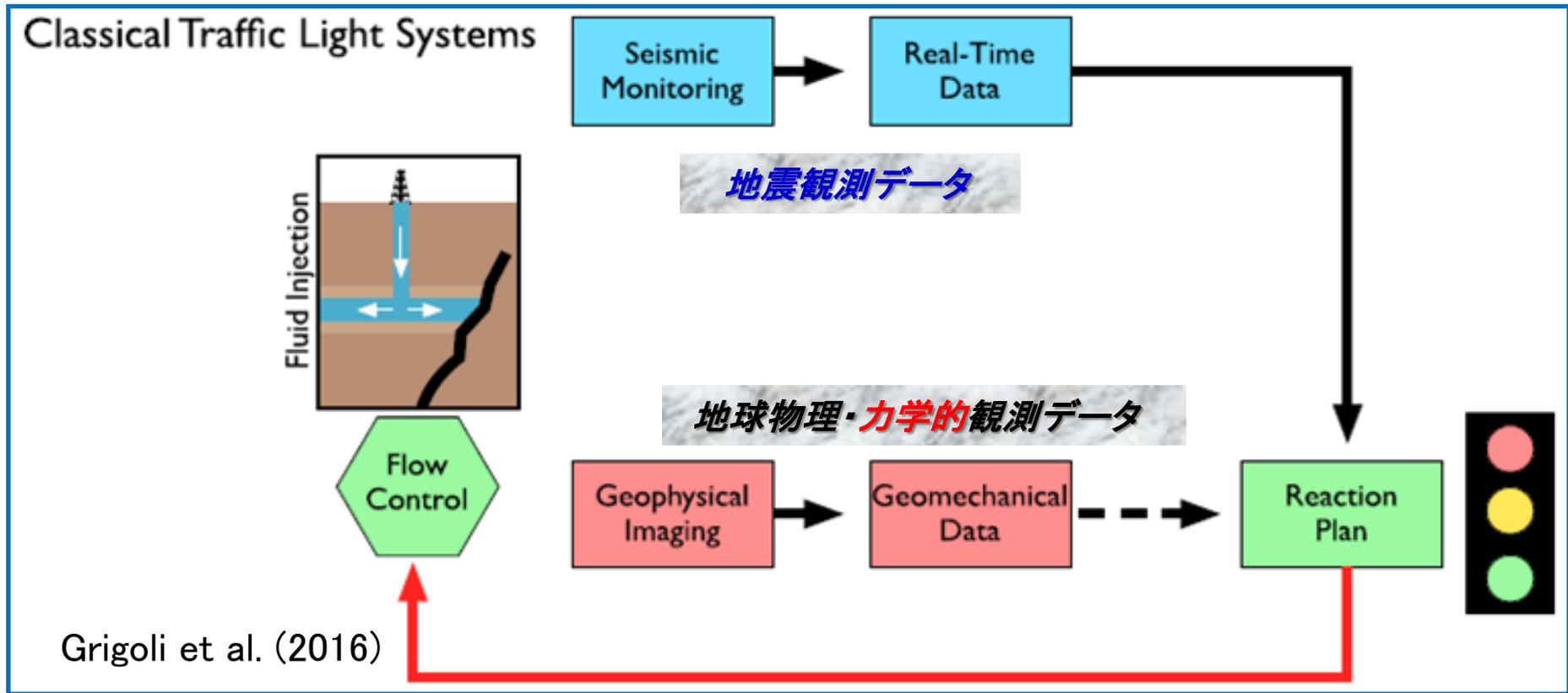
個別要素技術 (3)CCS普及条件の整備、基準の整備

各研究開発課題	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析
③CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討	(事業開始時)【平成28(2016)年度】 ・CCSに関するワークショップを開催するなど、社会受容性向上の活動の継続実施	(計画どおり実施) ・CO2回収・貯蔵安全性評価技術開発(H23-H27)事業において、ワークショップなどを通して社会受容性向上活動を継続実施	
	(中間評価時)【平成30(2018)年度】 ・ワークショップ開催などを通し、事業成果を積極発信し、CCSの社会受容性向上に貢献 ・POマニュアルの作成を目指し、海外事例の調査 ・PO教材を試作、評価・改良の実施	(計画どおり実施) ・ワークショップを年1回開催し、事業成果に高評価を獲得(アンケート結果) ・POマニュアルの作成を目指し、CCSの社会受容性向上策として海外の先行事例を調査 ・小中高生向けのPO教材を試作し、CCS普及教育等に活用し、評価・改良を実施 ・フォーラムはH29年度から開催	
	(事業終了時)【2020年度】 ・ワークショップ、有識者を対象としたフォーラムの開催など、社会受容性向上活動の強化・POマニュアルとPO教材の完成 ・事業成果の海外展開を指向し、海外関係者へのPRや海外展開の条件整備		

3.1 事業アウトプット 共通指標

論文数	論文の被引用度数	特許等件数	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの実成
34	64	7	1	0	0	0

①-1. 圧入安全管理システム(ATLS)の開発(1)



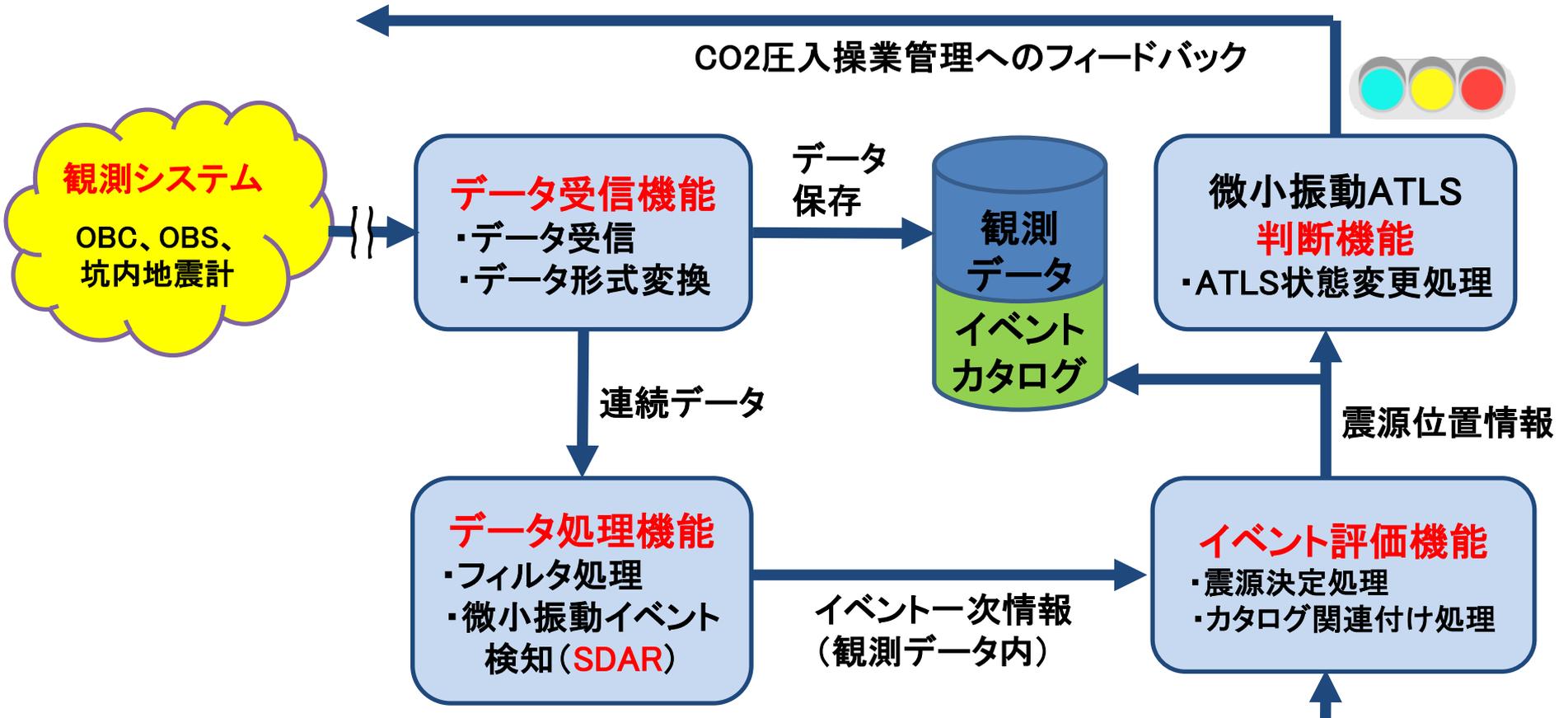
より進んだ安全管理(ATLS): 圧入レート&圧入量、地質モデルに基づく予測解析結果、地震発生傾向変化(気象庁の地震カタログを活用)

ATLS(Advanced Traffic Light System)の役割:

- CO₂圧入サイト周辺の自然地震や微小振動の**常時観測**
- **社会的受容性**の獲得(観測結果の公開による懸念や不安解消)
- 他の観測結果との**総合判断**によるCO₂**圧入安全管理**

①-1. 圧入安全管理システム(ATLS)の開発(2)

日本特有の事情: 自然地震が多い。人為的活動が活発(ノイズが大きい)。



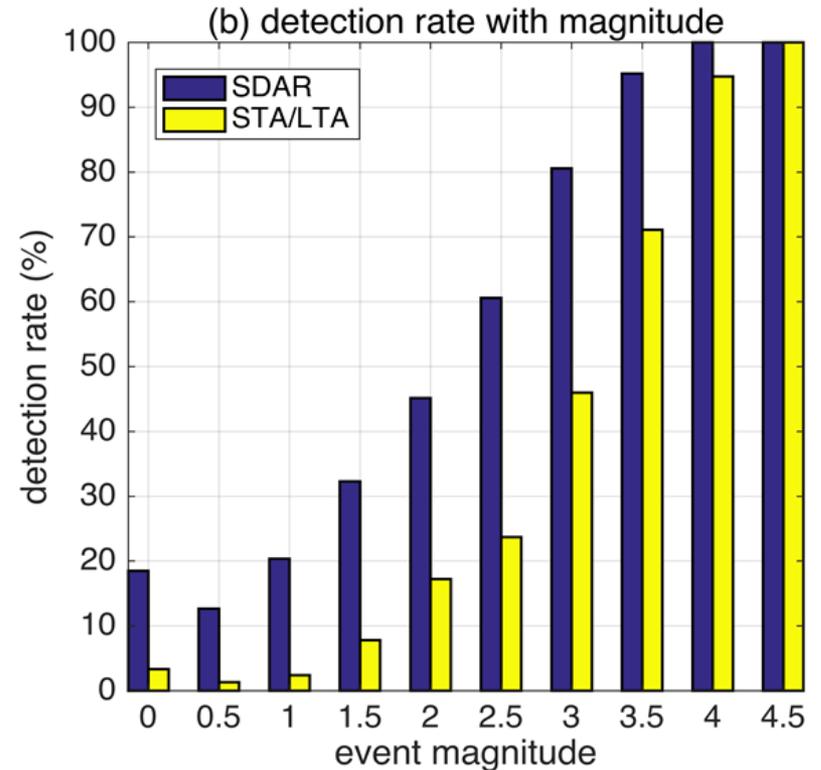
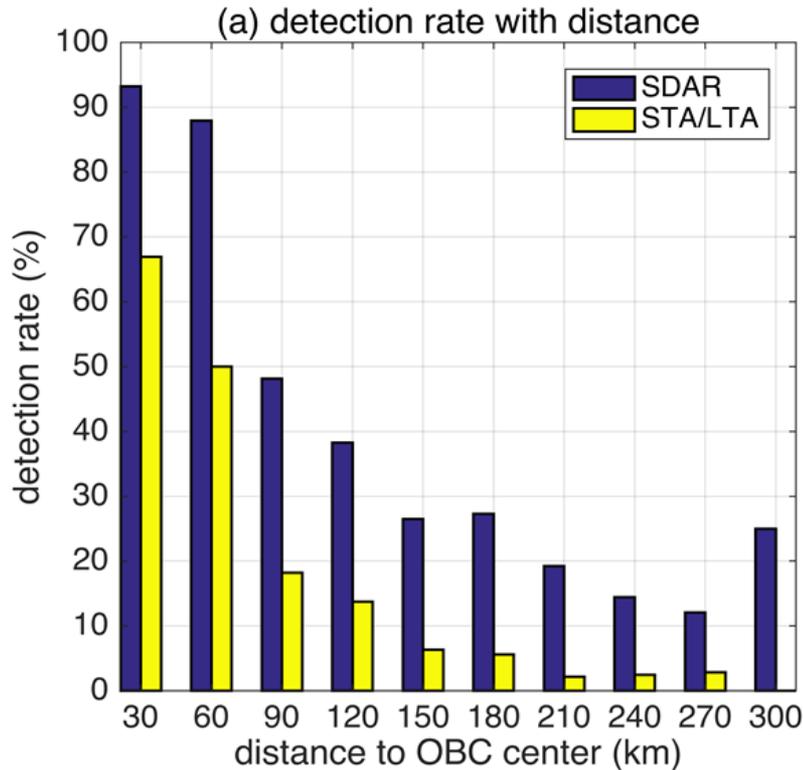
- 技術ポイント:**
- ・微小イベントを取り逃さず検知
 - ・気象庁の観測データ活用
 - ・自然地震(遠方など)は詳細解析から排除

外部システム

- 気象庁震源情報
- Hi-net震源情報

①-1. 圧入安全管理システム(ATLS)の開発(3)

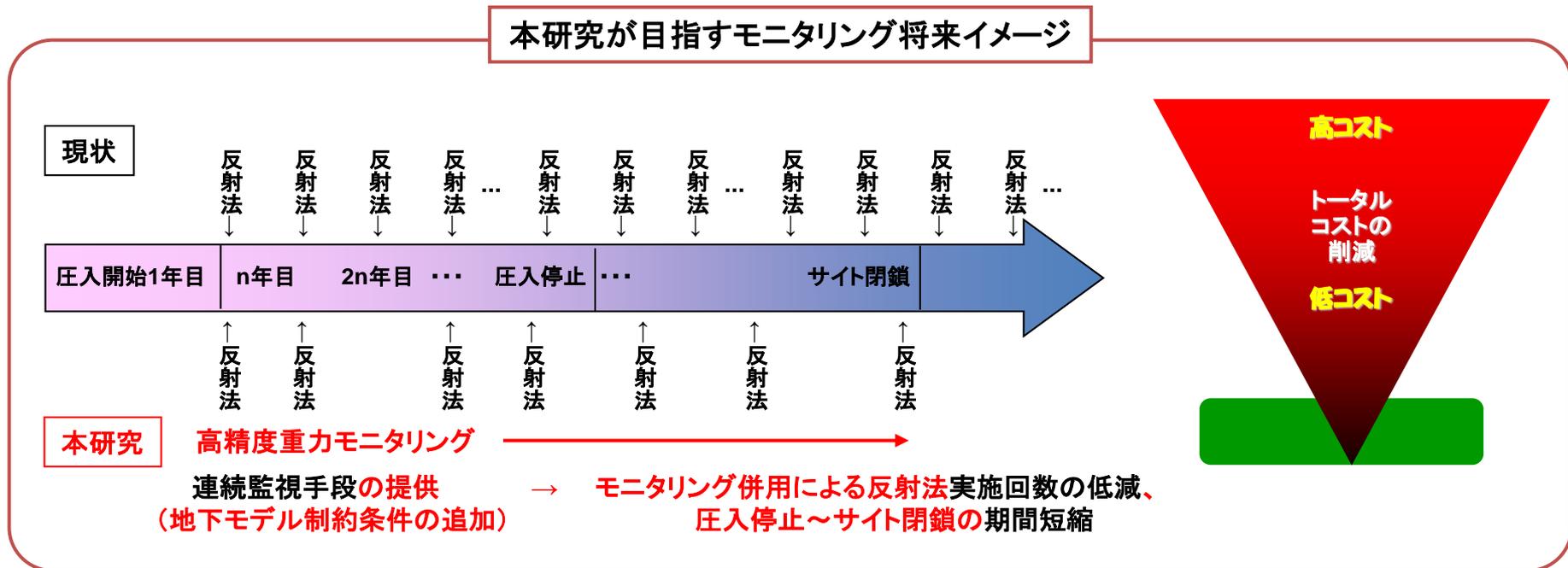
従来の手法とのイベント検知能力の比較



気象庁から2015年2月から2016年1月までに報告されている地震に関して、苫小牧サイトOBCの受信記録を使った**新規手法(SDAR)**と**従来法(STA/LTA)**による検知の比較。

SDARの方が、マグニチュードの小さいイベントも検知できている

①-2. CO₂長期モニタリング技術の開発(1)



弾性波探査(反射法)を補完する長期連続モニタリングシステム

- 低コストかつ保守が容易な地表からの受動的連続監視手段として、高精度の**微重力測定技術**を開発し、CO₂挙動モニタリングシステムとしての適用性を検証
- 最も高精度な重力計である**超伝導重力計**を適用し、**苫小牧サイト**において重力モニタリング試験を実施
- 反射法の実施回数を低減し、モニタリングの**総コストを低減**

①-2. CO₂長期モニタリング技術の開発(2)

重力データからのノイズ除去の流れ

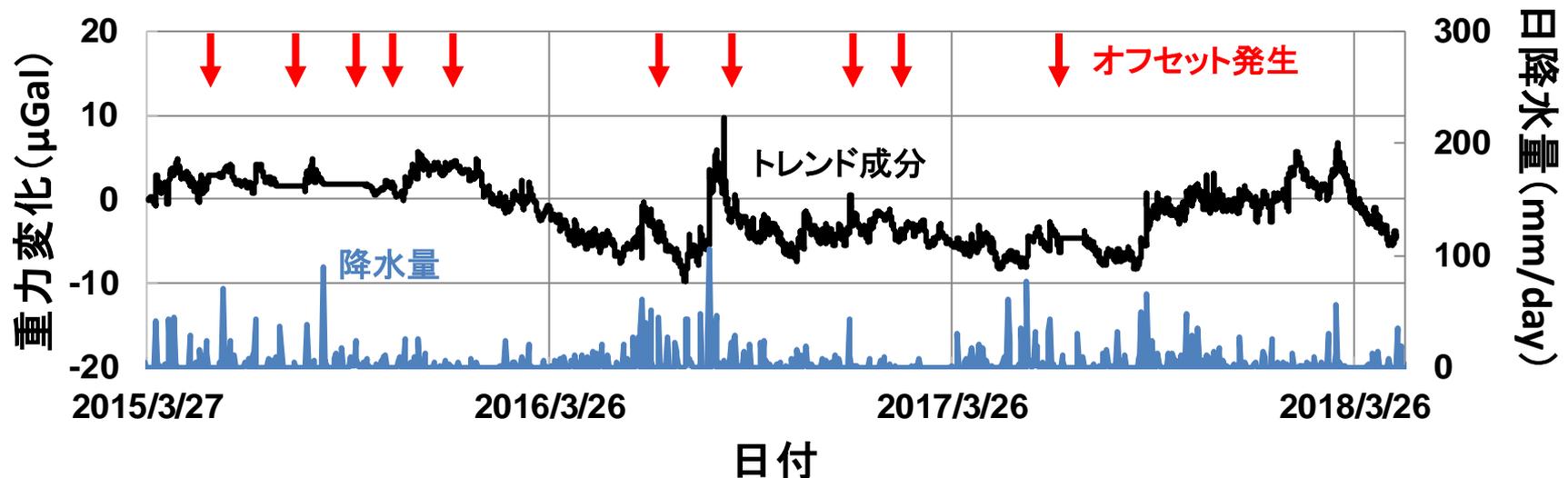
① 定型的な手法で潮汐成分、気圧応答成分およびトレンド成分に分離

- ・潮汐成分: 数百 μgal の変化があり、最大の影響。
- ・気圧応答: 気圧の一次応答成分 一次元近似としては、重力計の上方の空気の重さ。
- ・**トレンド成分**: 目的とする信号を含む。潮汐成分・気圧応答・不規則成分を除いた重力変化。

② オフセット発生前後の値が等しいと仮定し、全期間のデータを接続

③ トレンド成分からのさらなるノイズ除去

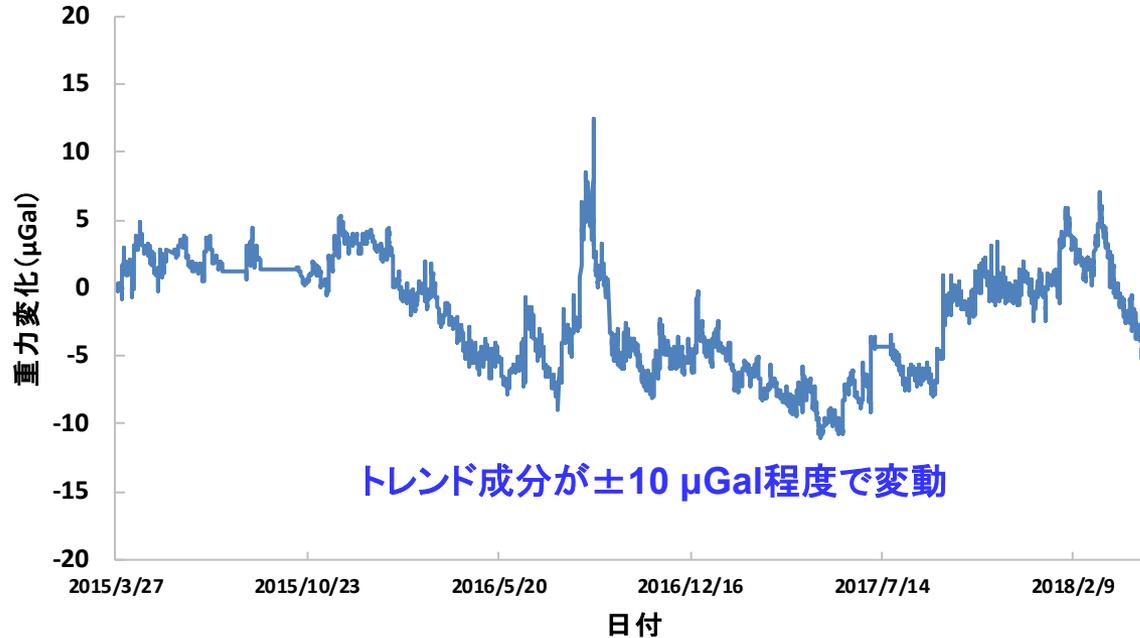
- ・**トレンド成分と降雨に良好な相関性**。降雨浸透シミュレーションにより、土壌への降雨の浸透過程を再現し、トレンド成分からの除去を試行した結果、ノイズの大幅低減に目途。
- ・残りの主要なノイズ源である**地下水位の変動**に伴う重力変化を含めたノイズ除去を実施中。



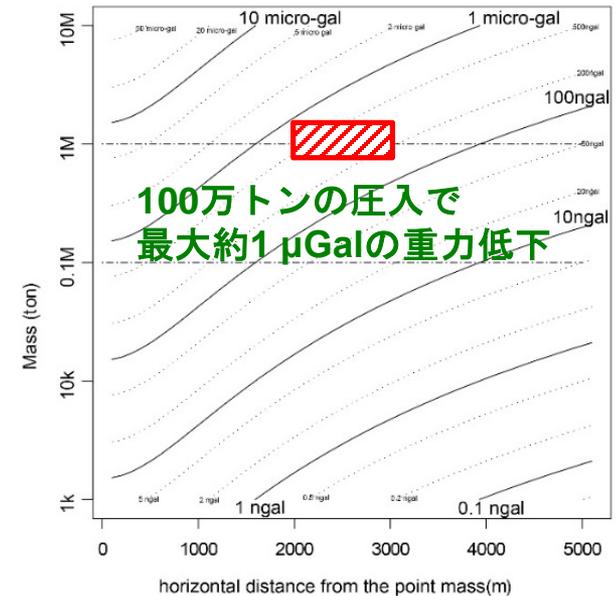
①-2. CO₂長期モニタリング技術の開発(3)

重力データ活用のイメージ

苫小牧サイトにおける重力トレンド成分の変化



深度1kmの点質量変化によって地表に生じる重力変化



トレンド成分から、主要なノイズ源である土壤水、地下水流動のノイズを除去することで、

- ・重力信号のノイズレベルの低減
- ・短期的なスパイクの原因の解釈 が可能



- ・1 μGal/年で単調に減少する重力成分を検出することで、圧入CO₂の観測が可能
⇒地下モデルから予測した重力変化との比較により、地下モデルの高精度化
- ・貯留層よりも上部の地層へのCO₂移行の早期検知に活用

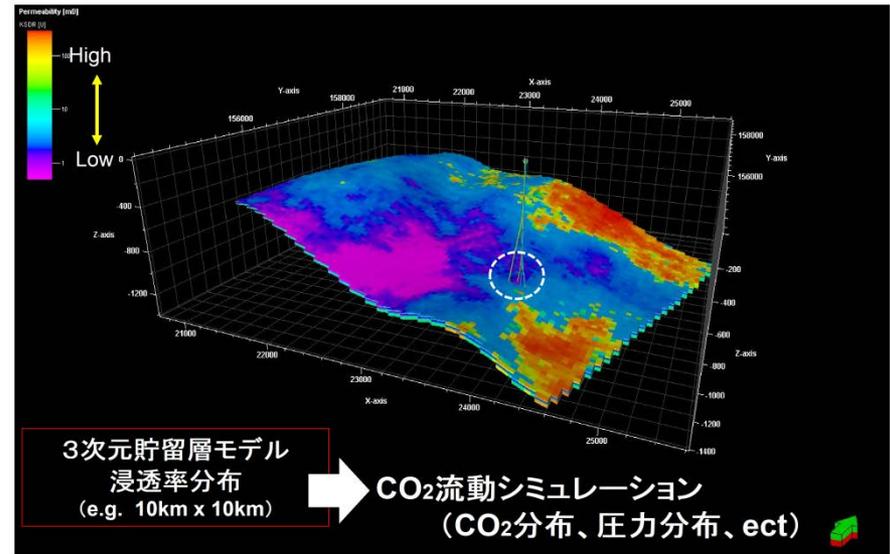
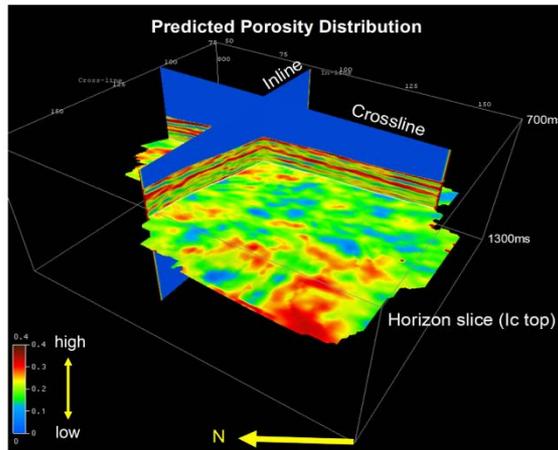
①-3. 大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立(1)

地質モデル構築の意義：汎用性と意思決定

	サイト選定	圧入前評価	詳細設計・建設	CO ₂ 圧入	サイト閉鎖後
目的	<ul style="list-style-type: none"> 広域地質概念モデル構築 構造形態・堆積環境の推定（概査） 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層・遮蔽層評価 原始貯留可能量概算 	<ul style="list-style-type: none"> 圧入計画 モニタリング計画 CO₂挙動予測 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留可能量把握 安全管理 	<ul style="list-style-type: none"> 長期挙動予測 安全管理
データ	<ul style="list-style-type: none"> 既存坑井 既存2D/3D弾性波探査 公表文献 	<ul style="list-style-type: none"> 新規調査井 試料分析 新規3D弾性波探査 	<ul style="list-style-type: none"> 新規評価井 試料分析 ベースラインデータ 	<ul style="list-style-type: none"> 新規圧入井 試料分析 モニタリングデータ 4D弾性波探査 	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングデータ 4D弾性波探査

油ガス田開発に比べて
地質情報が少ない
(坑井数、物理検層)

地層の不均質性



既存坑井、コア試料
↓
油ガス埋蔵量推定技術
↓
3次元弾性波探査

3次元貯留層モデル
孔隙率分布

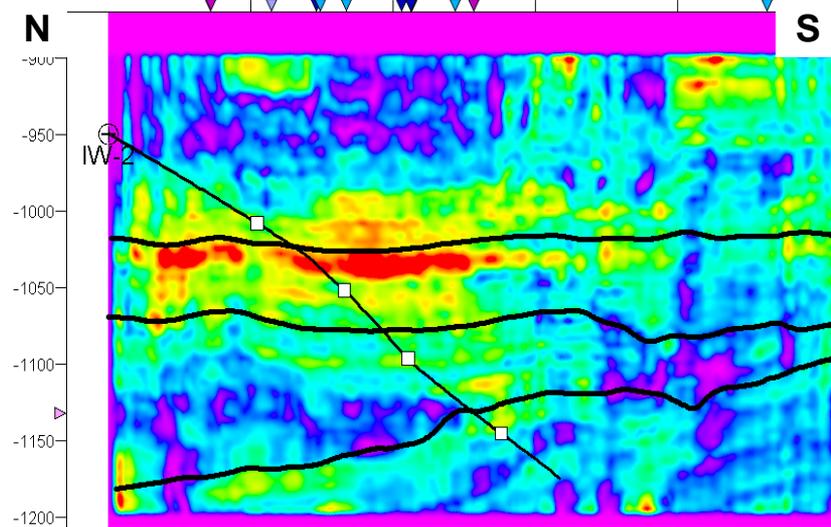
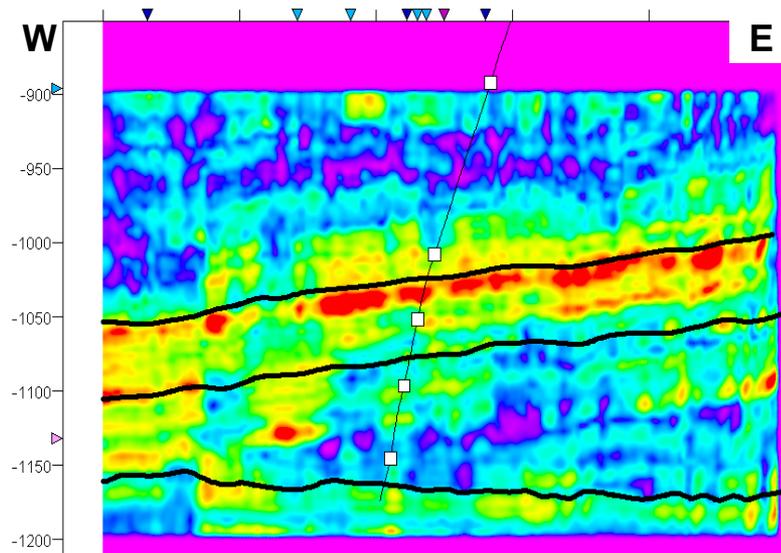
①-3. 大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立(2)

- ・堆積学的視点も利用、坑井情報を空間的展開へ
- ・不確実性を念頭に、複数の地質モデルを作成

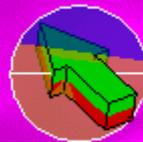


日本の地質的特性に適した地質モデル構築手法

(大規模実証試験等の実データを活用)



どの程度(精度)の地質モデルができれば、
CO₂貯留事業の判断可能となるか



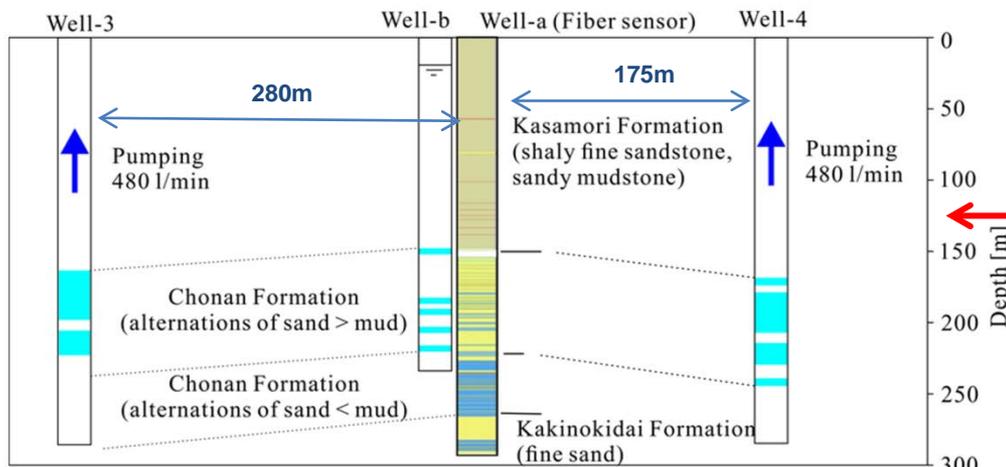
①-4. 大規模貯留層に適したCO₂挙動シミュレーション、長期挙動予測手法確立

高速CO₂挙動シミュレーション技術の開発

- 大規模CO₂地中貯留では、年間100万トンを超えるCO₂の挙動シミュレーションを行えると同時に、圧入終了後の長期挙動予測も実施することが必要となる。高速計算は、計算コードの並列化を行い、複数CPUで同時に計算することによって実現できる。
- 漏洩したCO₂の移行評価を目的に開発された状態方程式モジュールEOS7CAをCO₂地中貯留シミュレータTOUGHREACTに組み込み、並列化を実施した。
- 大規模地質モデルに対して並列化の効果が得られることを確認できた。並列化による計算時間短縮は、とくに地化学反応（岩石鉱物+圧入したCO₂+地層水における鉱物溶解や炭酸塩化によるCO₂の鉱物固定）のシミュレーションにおいて効果的である。

①-5. 光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発(1)

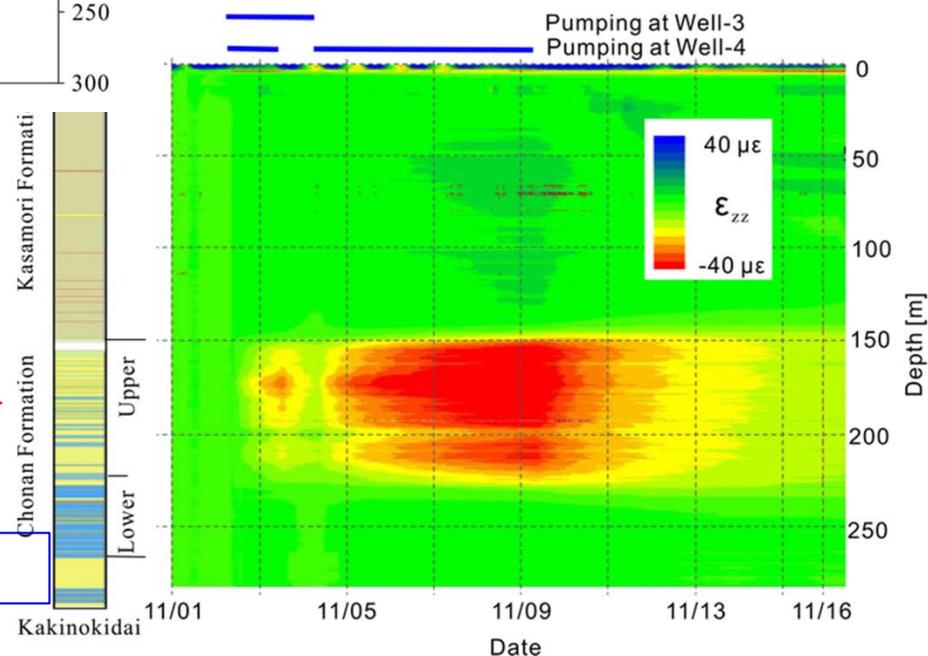
光ファイバーを利用した地層安定性監視技術の開発



坑井well-aに光ファイバーを設置し、坑井well-3やwell-4から揚水した際、対象層の地層変形を計測する現場試験を実施した。

坑井well-3やwell-4からの揚水によって、対象層内の水圧が低下し、地層が圧縮される際の変形(ひずみ)が、光ファイバーによって計測された。

光ファイバーによる地層安定性等の監視が可能



①-5. 光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発(2)

光ファイバーを利用したDAS/VSP*測定技術の開発

	ジオフォン	DAS
受振点ジオメトリ	高傾斜井・水平井には不向き（降下のためには特別の機器が必要） カバーできる深度区間も短い傾向（オペレーション時間の制約）	高傾斜井・水平井でも展開可（CSGIに添わせるため） 地表から坑底までが受振点になる
イメージング範囲	深度方向に制限あり（ジオフォン設置深度による）	理論上、極浅部から深部までイメージング可能
耐温	～150°（DS-150）	≈ 300 °C（コーティング素材による）
感度	ジオフォン > DAS DASのS/Nは、高密受振データの水平重合（近傍受振データの平均処理）により改善可	
主要な費用	ジオフォンを展開、設置深度を変更するためのオペレーションコスト	一度展開すれば特に追加のコスト必要なし
坑井アクティビティへの影響	圧入井で観測したい場合、圧入を中断する必要あり。	なし

CO₂地中貯留事業におけるDAS/VSPの優位性

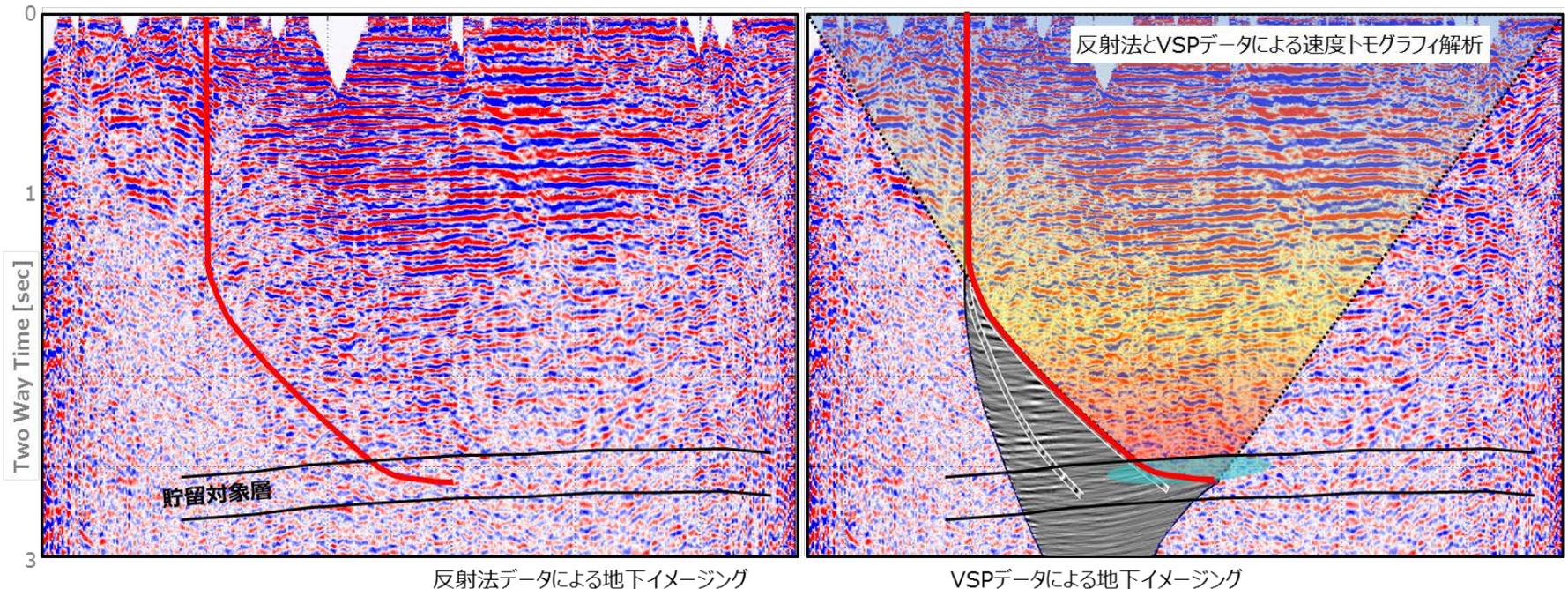
- 高傾斜・水平井への適用：ジオフォン展開に限界がある
- 圧入井への適用：ジオフォンのメカニカルな限界（高圧）がある
- リピータビリティ向上：DASでは受振点位置を固定できる
- 低コストサーベイ：受振点展開のオペレーションが必要ない
- 効果的なタイミングでのサーベイ：発振のみを準備することで実施が可能

*DAS: Distributed Acoustic Sensing

VSP: Vertical Seismic Profile

①-5. 光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発(3)

光ファイバーを利用したDAS/VSP*測定技術の開発



探査手法

DAS/VSPデータ :

反射法弾性波探査 (反射法データ) :

解析手法

坑井近傍の地下反射面イメージング
走時トモグラフィによる坑跡より上位の速度構造

広範囲の地下反射面イメージング
走時トモグラフィによる浅部速度構造

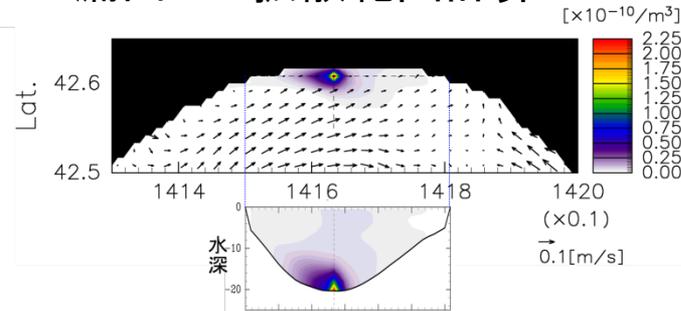
目的

- ⇒ 詳細貯留層モデル、圧入後CO₂の初期拡がり解析
- ⇒ DAS/VSPイメージング結果向上、
圧入後CO₂の拡がり解析、遮蔽層へのリーク監視
- ⇒ 貯留層/遮蔽層静的モデル構築
- ⇒ DAS/VSP、反射法イメージング結果向上

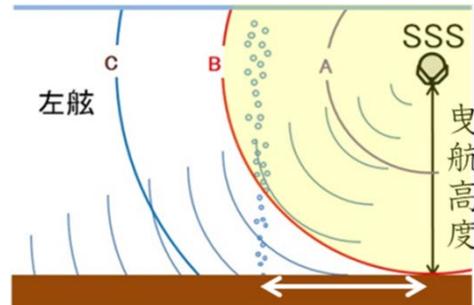
東新潟の実サイトでデータ取得済、現在解析中

①-6. CO₂漏出検出・環境影響評価総合システムの構築(1)

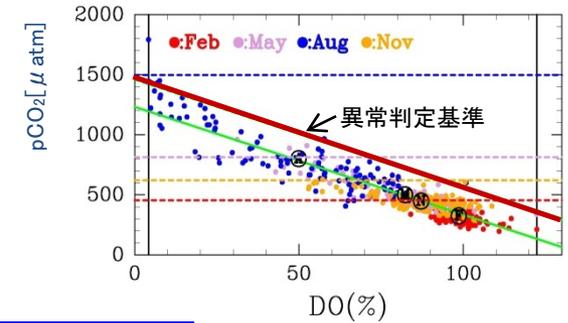
漏出CO₂拡散範囲計算



CO₂気泡音波探査



CO₂濃度異常値判定



海洋環境影響評価

- CO₂拡散シミュレーション
- 生物影響データベース

漏出監視(モニタリング)計画

- 監視手法(CO₂気泡検知・濃度増加検出)
- 監視エリア

漏出監視実施

CO₂漏出検出

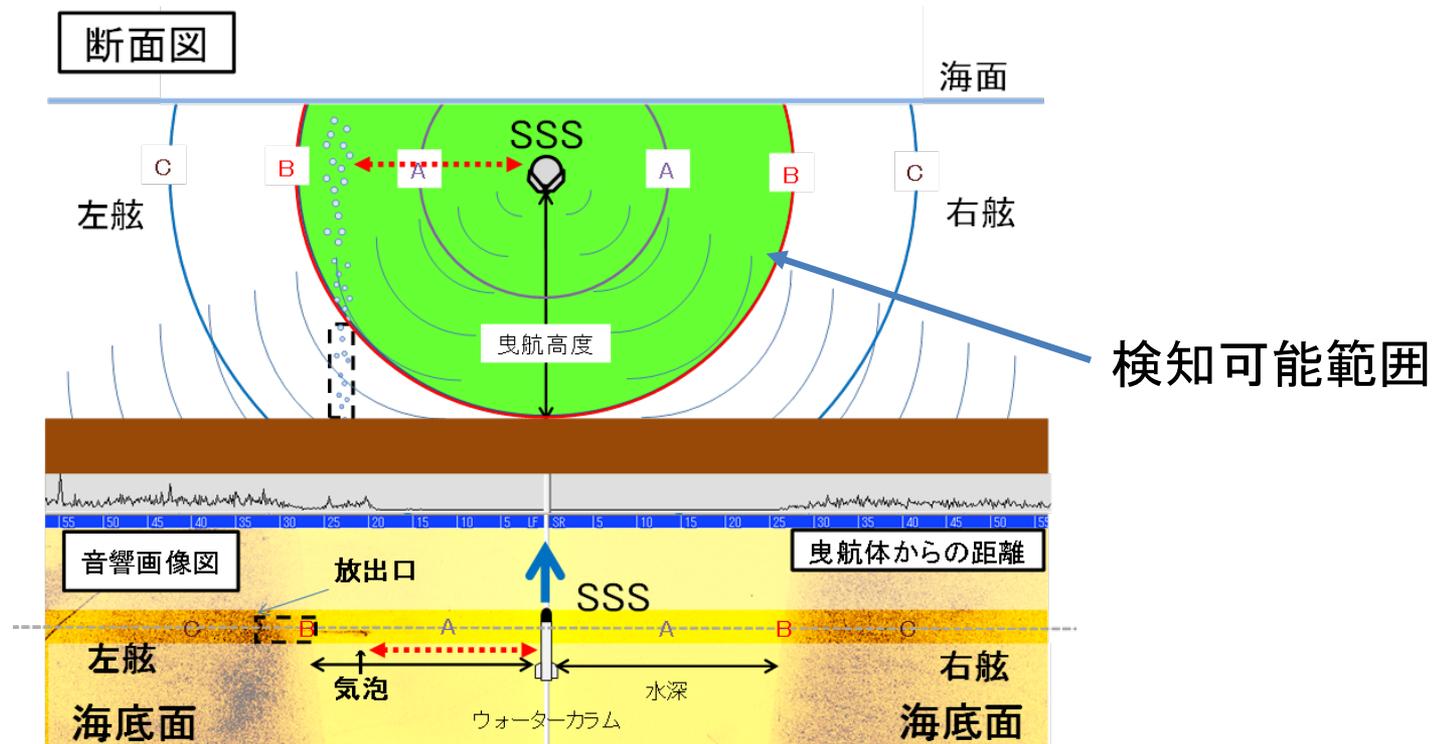
- 環境影響評価、社会受容性向上
- 海洋汚染防止法規制対応

①-6. CO₂漏出検出・環境影響評価総合システムの構築(2)

サイドスキャンソナー(SSS)を使ったCO₂気泡検出実験

海底から放出したCO₂気泡をSSSで探査

気泡放出率、SSS曳航高度、曳航速度、漏出点とSSSの距離を組み合わせるとSSSによるCO₂気泡検知能力を調査



結果: 500~1000ml/min(約2~4トン/年)以上の漏出率の気泡を検知可能

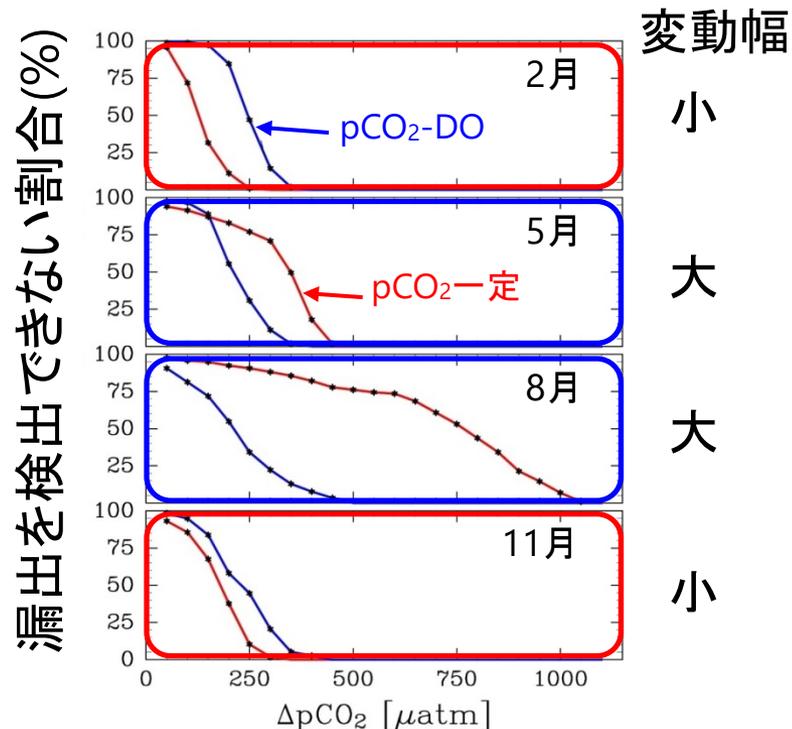
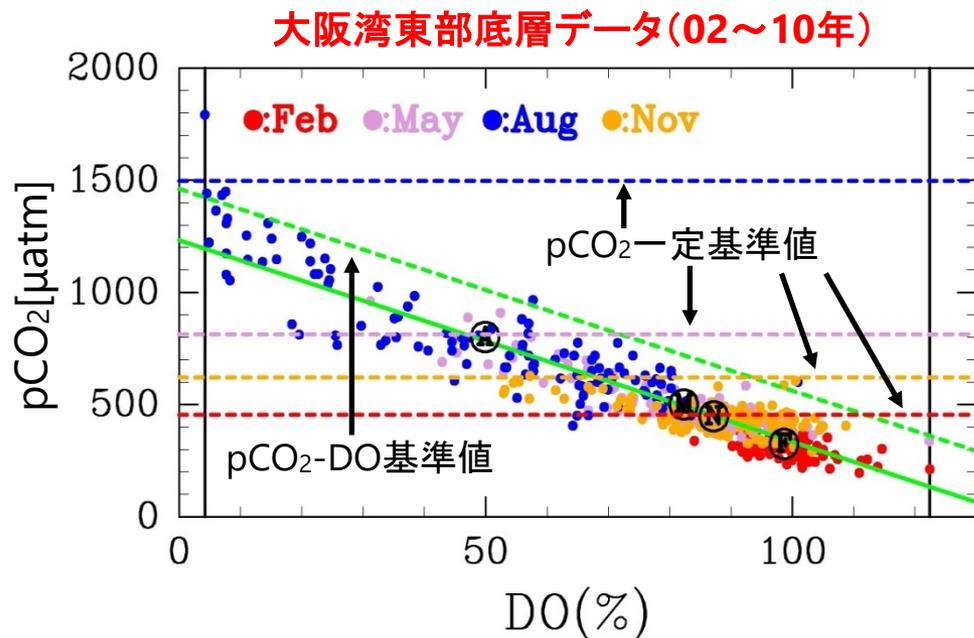
- ✓ SSSを中心とし曳航高度を半径とする円内
- ✓ 曳航速度6knot以下

①-6. CO₂漏出検出・環境影響評価総合システムの構築(3)

pCO₂異常値判定基準の評価：誤判定率の評価

漏出によるpCO₂の上昇値(ΔpCO₂)に対する漏出を検出できない割合を計算することで、異常値判定基準を評価。

pCO₂とDO(溶存酸素)の相関関係を用いたpCO₂-DO基準値と季節ごとに設定したpCO₂一定基準値の比較 ⇒ 変動幅の大きな季節はpCO₂一定基準値、変動幅の小さい季節はpCO₂一定基準値がそれぞれ検出率が高い：季節・海域への依存性

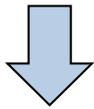


①-7. リスク評価ツール／NRAP (National Risk Assessment Partnership/DOE) (1)

- ・2015年：経済産業省と米国DOE間で「CO₂回収・貯留分野に係る協力」文書署名
- ・NRAP、光ファイバー技術応用など

NRAPの特徴：

- ・米国DOEが開発したリスク評価ツール
- ・CO₂地中貯留に係る問題点を抽出
- ・不確実性によるリスクを評価
- ・事業者、地元住民、投資家等の理解促進
- ・ROMによるモデル簡素化で解析を高速化



リスク評価ツールとしての有効性を確認

不確実性に伴うリスクを評価可能

- ・ 廃坑井からの漏洩など（米国の場合、重要）
- ・ プロジェクト初期等地下情報が少ない段階でのリスク評価が可能
- ・ 長期間（閉鎖後）のリスク評価にも有効

多様な利害関係者に応じたリスク評価が可能

- ・ 計算負荷が小さく、多様なシナリオに対して迅速に評価可能（ROM）
- ・ 多様な関係者のリスク評価ニーズに対応（事業者、規制関係者、投資家）



- ・ リスク・不確実性の共有化ツール（プロトコルの構築）⇒円滑なプロジェクト推進

分類		名称	基本機能	概要	評価
統合モデル	1	NRAP-IAM-CS	CCS統合システム	圧入～環境影響までを評価 中核モデル	漏洩評価フレーム構築完了
貯留層評価	2	RROM-Gen	3D解析結果読込	SCO ₂ 、ΔP等時系列データ取得	ユーティリティ貯留層モデルの利用が容易
	3	REV	貯留層情報可視化	可視化	
漏洩	4	WLAT	坑井	プラグ、セメント変質、開放井考慮	適用検討例多数あり
経路	5	NSealR	遮蔽層	100×100のセルを通過する二相流で表現	適用検討例まだ少ない
環境リスク	6	AIM	帯水層	pH、TDS等のブルームサイズ	米国帯水層対象帯水層条件単純化
	7	MSLR	大気	高濃度CO ₂ のブルームサイズ	流れ条件を特定した極めて単純なモデル
観測井	8	DREAM	観測井最適配置	数値解析結果を基に最適化	CO ₂ 、ブライン挙動解析結果の信頼性に依存
地震リスク	9	STSF	発生頻度	圧入影響を考慮 地熱発電データでモデリング	地震発生メカニズムの詳細は研究途上。サイト毎にキャリブレーションが必要
	10	GMPIS	地震動強度評価	応答スペクトル評価 地熱発電データでモデリング	

①-7. リスク評価ツール／NRAP (National Risk Assessment Partnership/DOE) (2)

我が国への適用性

不確実性が大きな段階でのリスク評価を簡易に実施可能

- 早期の事業判断、許認可判断、投資判断に活用できる
- 事業者、規制関係者等のリスク・不確実性の共通理解に活用できる

発生確率が小さいと考えられる要因のリスク評価

- 坑井閉鎖処理後の長期評価
 - 万一の断層からの漏洩の評価
- ⇒不確実性を踏まえて、リスクが小さいことを示すことができる

我が国特有のリスク対象に対しては改良の余地がある

- 海底下貯留、地震、断層等

意義

米国と共通のツールを保有することは国際展開の視点からも意義がある。
事業者、規制側でのリスク認識の共有に役立つ。

②-1. CO₂圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立(1)

- 大規模地中貯留 (> 100万トン/年) では、複数の坑井によるCO₂圧入を安全かつ効率よく行う必要がある。
- 地層圧の上昇を緩和する方策として、圧入井の他に地層水を揚水して圧力抑制する圧力緩和井も考えられている。
- 安全な大規模貯留の実現のため、圧入井や緩和井の配置最適化手法を検討する。

貯留層条件: 浸透性、空隙量、広がりなど
 圧入条件: 圧入レート、圧入期間など
 制約条件: 許容圧入圧、CO₂分布範囲など

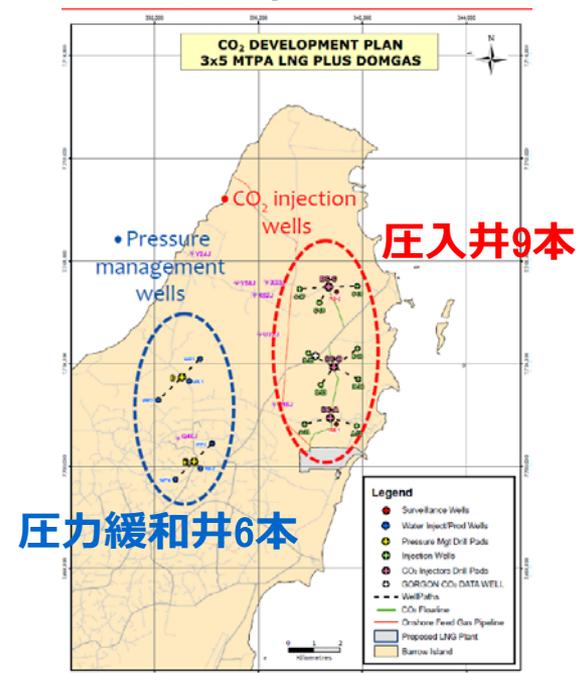


上記の与条件を満たす坑井配置(本数、位置、形状など)を適切に設定する技術が必要



- 海外の複数坑井導入サイトの事例調査
- 複数坑井の配置最適化シミュレーション技術開発

Gorgon(豪)の事例 300万t/年



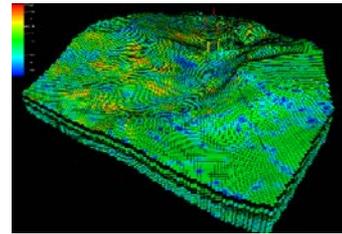
②-1. CO₂圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立(2)

複数坑井の配置最適化シミュレーション技術

- ・圧入目標 (ex. 年間100万t × 50年間)
- ・制約条件 (ex. 許容圧力)

坑井の本数、座標、形状などを設定

貯留層モデル
(不確実性含む)



繰り返し

CO₂貯留シミュレーション

坑井配置の最適化

必要となる技術

- ・多数のシミュレーションによる最適化の自動化
- ・実用的な計算時間での実施
- ・地層モデルの不確実性の考慮

開発技術

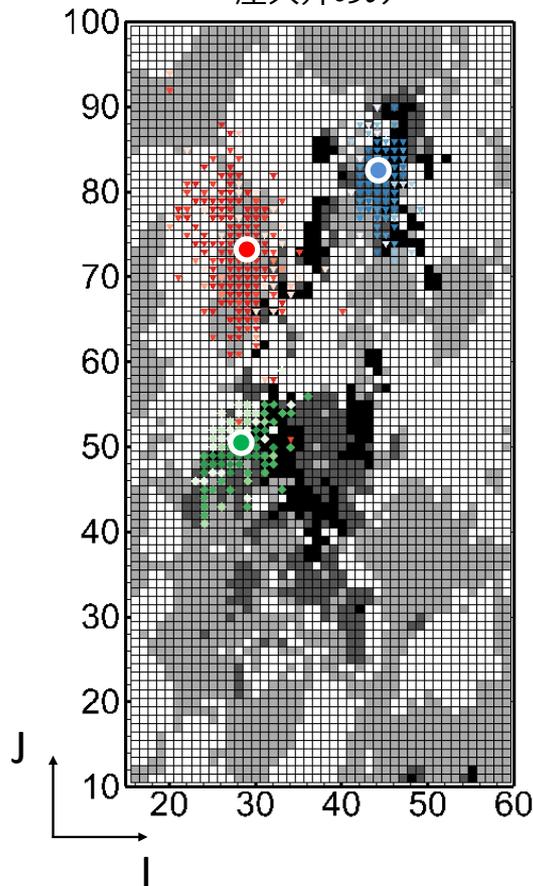
- ・最適化アルゴリズム
- ・高速計算技術
- ・不確実性評価手法

②-1. CO₂圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立(3)

最適坑井配置(圧力緩和井への転用効果)

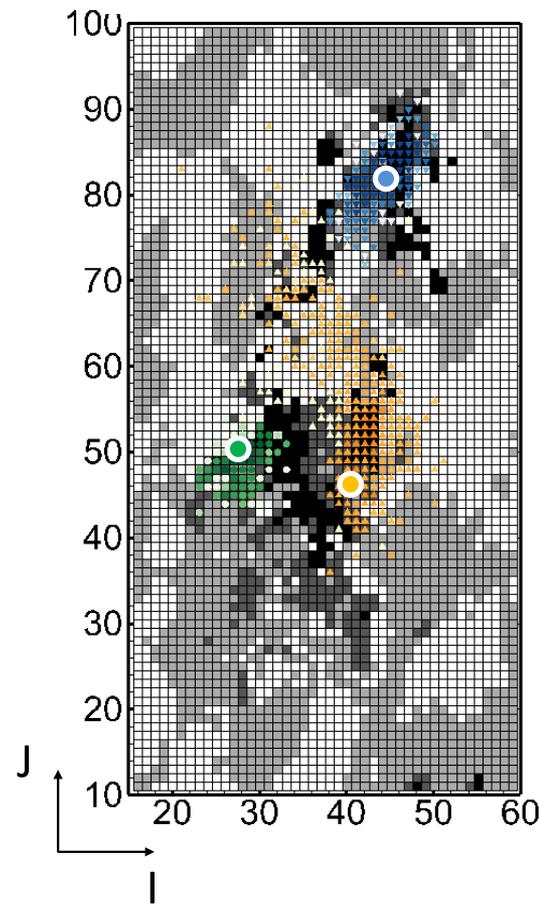
圧入井3本

圧入井のみ

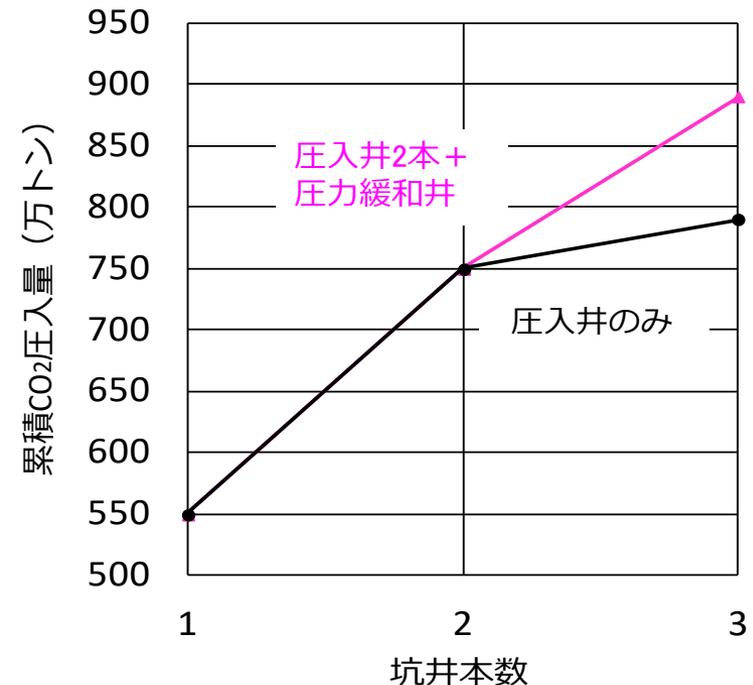


圧入井2本+緩和井1本

圧入井1本を圧力緩和井に変更



坑井本数と圧入可能量



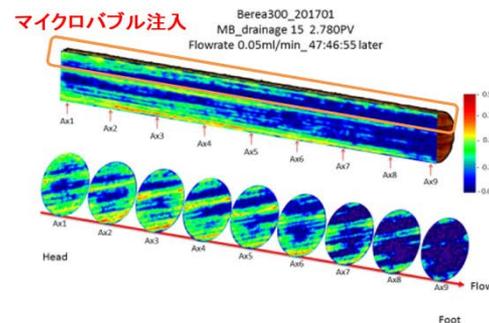
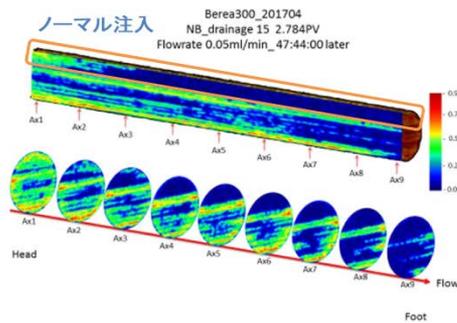
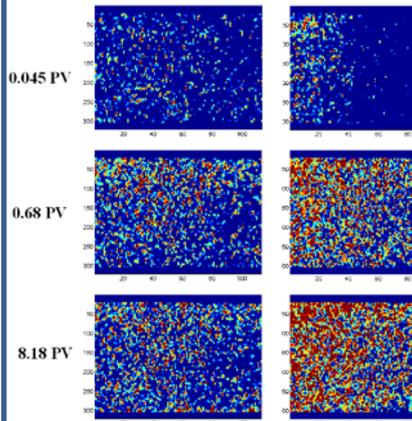
目的関数：CO₂圧入量→最大

制約条件：圧力緩和井からCO₂が出ない

- 例題として、CO₂圧入量を最大化する坑井配置を試計算した結果
- 圧入井の一部を圧力緩和井に転用した方が、多くの圧入容量を確保できる

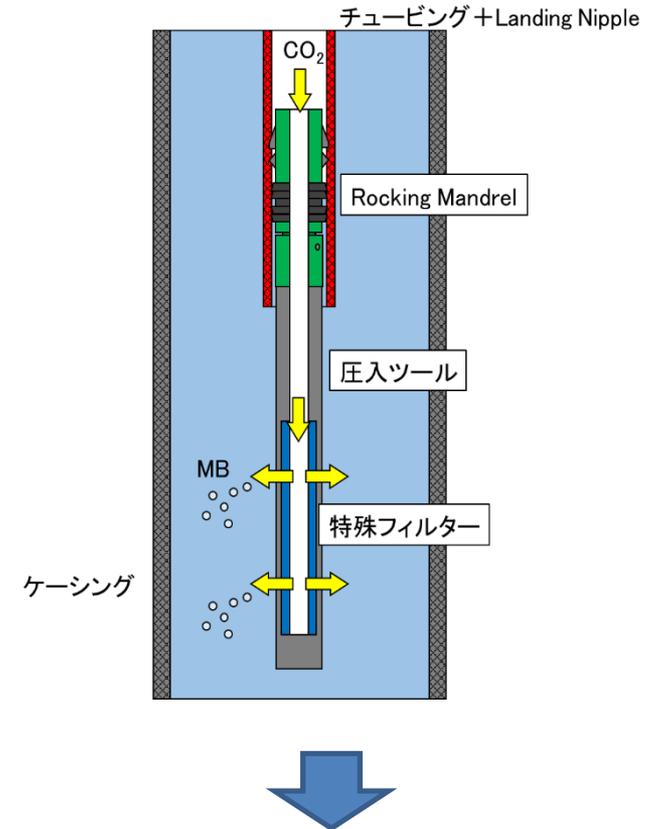
②-2. マイクロバブルCO₂圧入技術の適用による貯留率の向上(1)

1. CO₂溶解促進技術(マイクロバブル圧入)メカニズム検討



マイクロバブル注入では、注入CO₂のブレイクスルーが遅く、CO₂貯留量約30%も増加が確認され、毛細管圧力が最大27%も大きく低下したことが主な要因と考えられる。

2. フィールド適用への手法検討(ツール開発)



実フィールドに適用できるマイクロバブル坑内ツールを開発する

②-2. マイクロバブルCO₂圧入技術の適用による貯留率の向上(2)

フィールド適用への手法検討(ツール開発)

- ✓ ツールの試作・性能確認済み
- ✓ スリックライン、ワイヤーラインいずれの方法でも、TBG先端に問題なく着脱ができることを確認



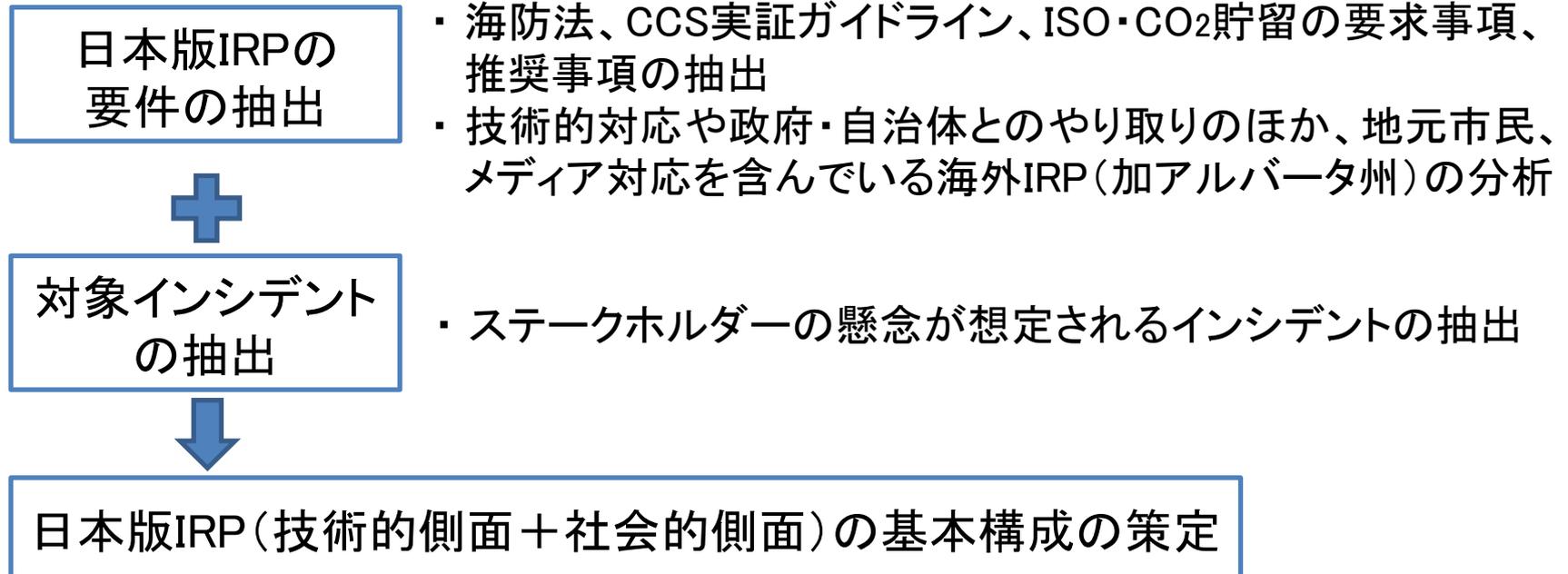
③-1. CO₂貯留安全性管理プロトコル(IRP)の整備(1)

CO₂ 貯留安全性管理プロトコル(IRP)

※ IRP = Incident Response Protocol

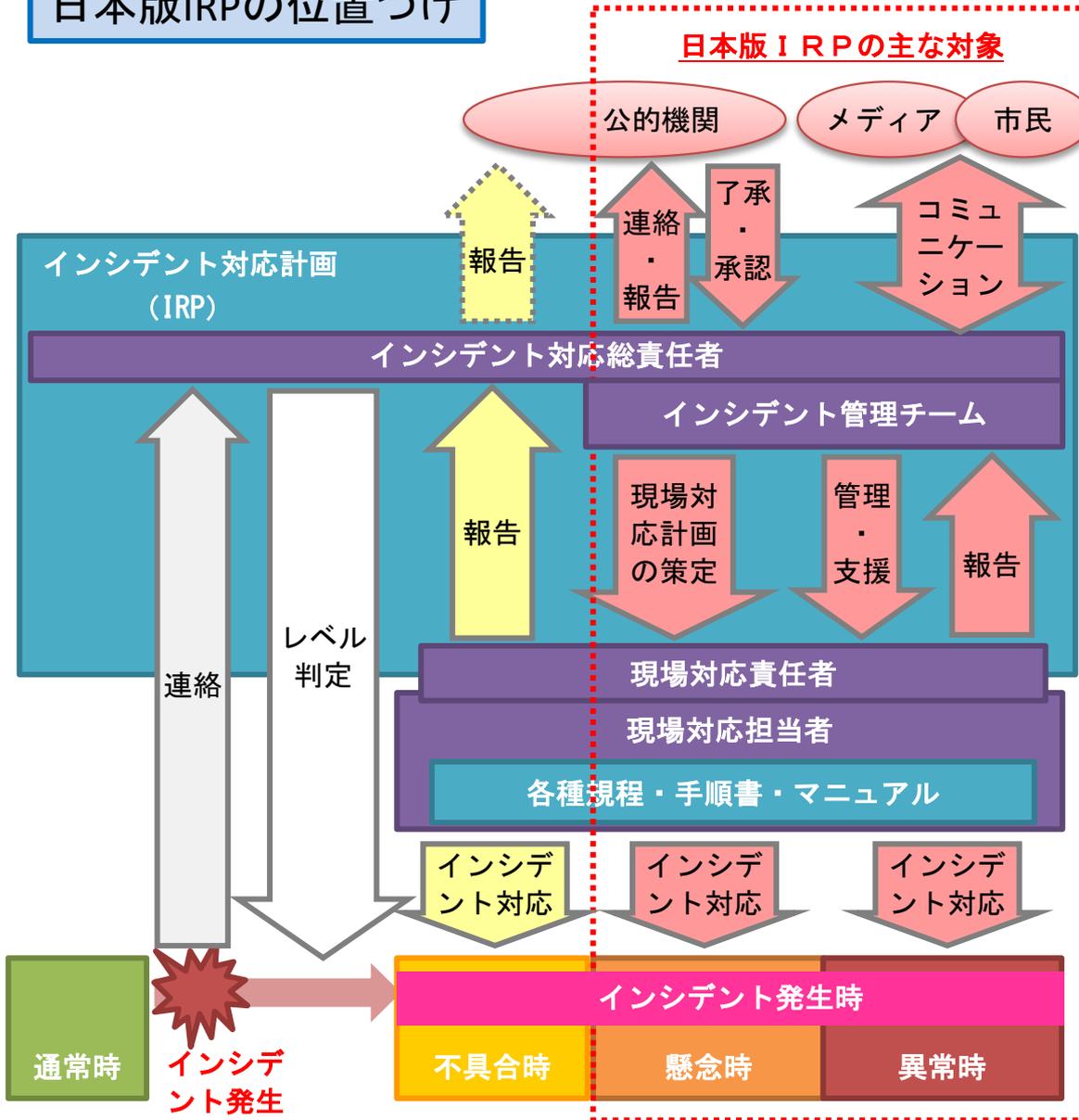
概要	地元ステークホルダーの関心が高いと想定されるインシデントが生じた際のCCS事業者の技術的、社会的な対応手順。
意義	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO₂地中貯留の安全性確保のための取り組み。 ・ CCSプロジェクトの社会受容性の向上に寄与。
最終目標 (H31年度)	日本でのCCS事業に特化したIRP(日本版IRP)の完成。

H28～H29年度の実施内容



③-1. CO₂貯留安全性管理プロトコル(IRP)の整備(2)

日本版IRPの位置づけ



- ・ 技術的な対応と社会的な対応の両面を網羅。
- ・ 海防法の懸念時および異常時が対象。一般的な不具合等は対象外。
- ・ 各種規程、手順書、マニュアル等とは重複せず、より大局的な内容。

③-2. 苫小牧大規模実証試験や海外プロジェクトの成果や情報を用いた、CCS技術事例集の作成、国際標準化(ISO TC265)との連携

国内外のCCSプロジェクト情報や技術事例をまとめ、CCS事業者が参考できる手引き(**CCS技術事例集**)を作成し、ISO/TC265とも整合をとる(日本のCCS技術の**海外展開**)。法的枠組みや経済性(コスト)も含まれる。

長岡実証試験＋海外事例に基づき、H27年度版を作成

- 第1章 基本計画 CCS事業の概要を示す基本構想
- 第2章 サイト選定 基本計画に適合する貯留サイトの抽出、選定
- 第3章 特性評価 選定サイトのCO₂貯留能力等の詳細評価
- 第4章 実施計画 設計・建設から閉鎖後管理までの各工程の計画検討

苫小牧実証試験、海外新規事例を加え、H32までに完成

- 第5章 設計・建設 サイト規模に対応した各施設の設計・建設
- 第6章 操業・管理 圧入管理、設備維持管理、モニタリング
- 第7章 サイト閉鎖 坑井封鎖、閉鎖後管理計画策定
- 第8章 閉鎖後管理 サイト閉鎖後モニタリング、安全な貯留の検証

③-3. CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討(1)

CCSに対する理解促進・社会受容性の向上を目的に、社会に開かれたワークショップを毎年開催

(平成29年度開催概要)

- ・日時： 2018年1月23日(木)10:30~17:15
- ・会場： イイノホール(東京都千代田区2-1-1)
- ・参加者数： 320名

(講演テーマ)

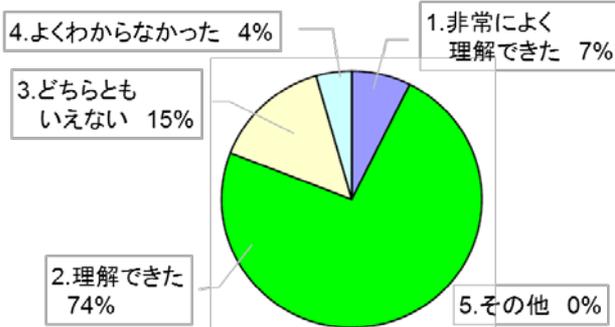
- ・「米国イリノイ州のDecaturサイトの大規模貯留層評価の事例紹介」
- ・「日米CCS技術協力およびNRAPプロジェクトの概要」
- ・「光ファイバーセンシングによるCO₂挙動モニタリング技術開発」
- ・「我が国のCO₂地中貯留技術実用化研究開発の取り組みについて」
- ・「フルスケールプロジェクトにおけるSmeaheiaサイトのフィージビリティスタディの事例紹介」



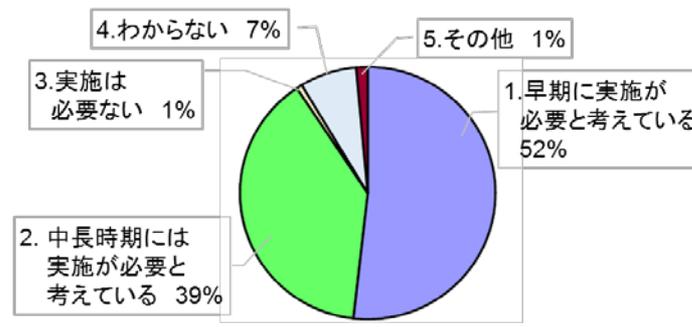
アンケートを実施・分析・フィードバック

- ・海外プロジェクトの具体的事例の話題・情報提供をして欲しい
 - ・計測、モニタリング技術に関するテーマの講演を実施して欲しい
 - ・光ファイバーによる計測・モニタリング技術の報告をして欲しい
 - ・海外のCCSプロジェクト実経験者による講演の実施して欲しい
- などの声を講演テーマ設定に反映

(1) テーマへの理解度



(2) CCSの必要性について



CCSの社会受容性向上に貢献

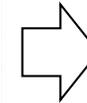
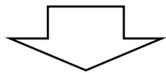
③-3. CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討(2)

PO教材の試作・評価

概要： CCS教育に資する教材の試作・評価を行う。対象は国民全体であるが、H29年度は、小中高生に焦点を当て、教材を開発

教材の基本構成：

- CCSの必要性 : 温暖化の事実、温暖化の原因、温暖化対策
- CCSの技術 : CCSの全体概念、CCSのメカニズム、CCSの展開



- ・CCS教育用スライド、実験機材を開発し、実際に適用
- ・地球温暖化の原因、CCS技術概要について理解促進を確認 (アンケート結果)



技術研究組合の特徴を生かしたPO教材開発

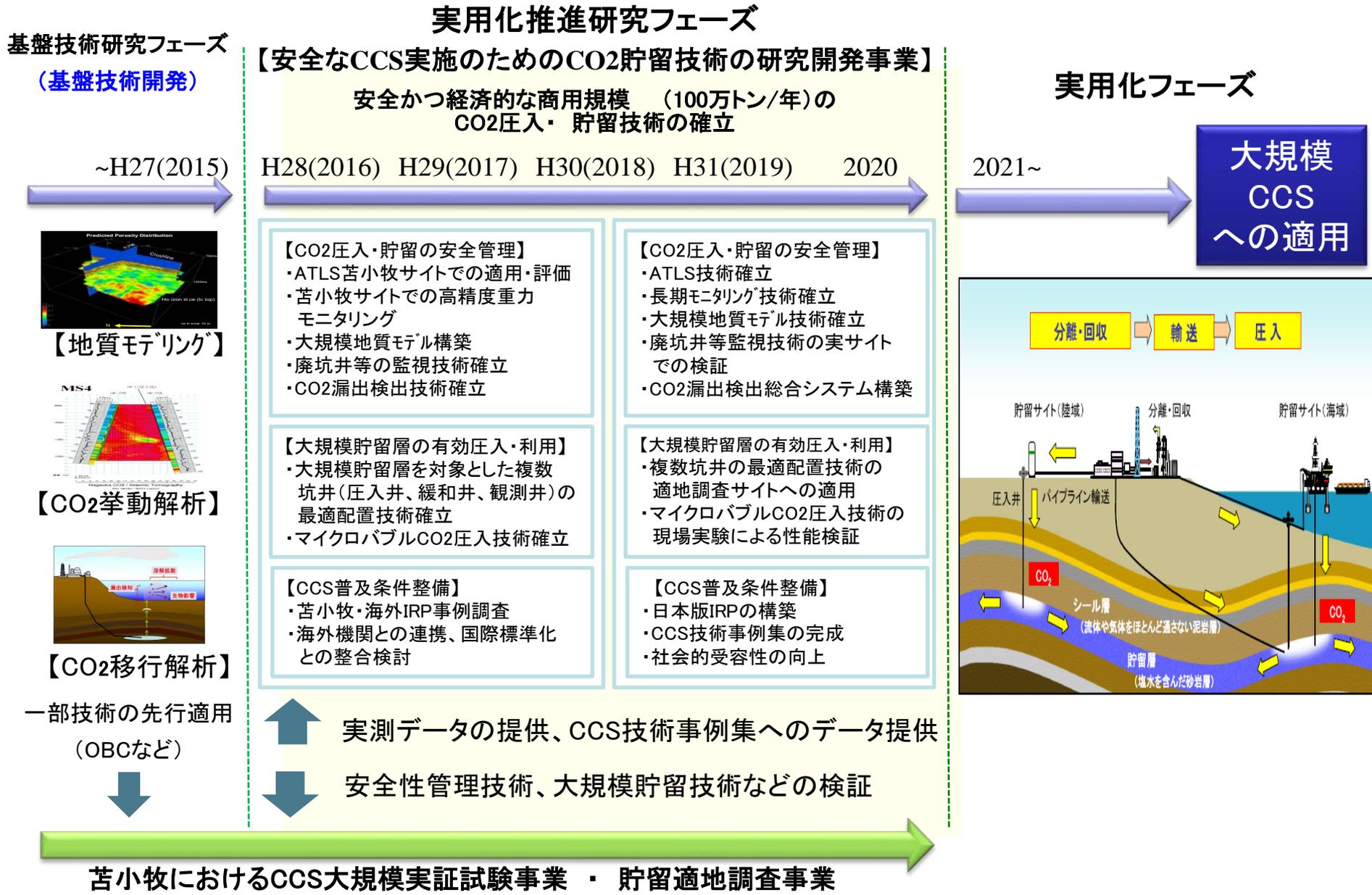
- ・CCSに関する専門知識
- ・他の低炭素化技術(自然エネ活用など)の中でのCCSの位置づけの分析力
- ・最適電源構成や電力安定度解析技術などに基づく、CCSの必要性の実践的説明力

4. 当省(国)が実施することの必要性

- CCSは、生産性向上、省エネルギーなどに寄与せず、利益の向上に資さない地球温暖化問題への対応に特化した技術で、外部不経済(ある経済主体の行動が、その費用の支払いや補償を行うことなく、他の経済主体に対して不利益や損失を及ぼすこと。例えば、公害。)であるため、研究開発に経済性が無く、市場原理だけでは、その導入を図ることは困難である。
- 国が主導して、CCSの技術実証やコストの低減、安全性の担保や貯留適地の確保、社会的受容性の確保等を実施し、その上で制度的枠組みを構築するなど、CCS導入に向けた環境整備を行って行く必要がある。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

(1) アウトカムに至るまでのスケジュール



5. 1 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

知財管理の取扱

二酸化炭素地中貯留技術研究組合「知的財産委員会」において、二酸化炭素地中貯留技術研究組合の研究開発の成果についての権利化、秘匿化、公表等の方針決定、実施許諾に関する調整等を行う。特に、権利の帰属に関しては、発明者の寄与度を考慮して判断するようにし、研究者個人のモチベーションを高めるようにしている。

組合から組合員への知的財産権の譲渡については、「知的財産権取扱協定書」に基づき行う。

実証や国際標準化

実証に関しては、本事業ならびに並行で進められている苫小牧CCS実証試験等の終了後、制度的仕組みの導入等の検討が開始され、本格導入に向けた検討が進むものと想定される。

国際標準化に関しては、ISO/TC265において、CCSに関する標準化が進められ、地中貯留WG3はすでに出版した。本事業にて作成するCCS技術事例集については、将来のCCS事業者に向けた参考資料として作成しているが、その海外展開に際しては、ISO/TC265との整合性をとりつつ進めていく。

性能や安全基準の策定

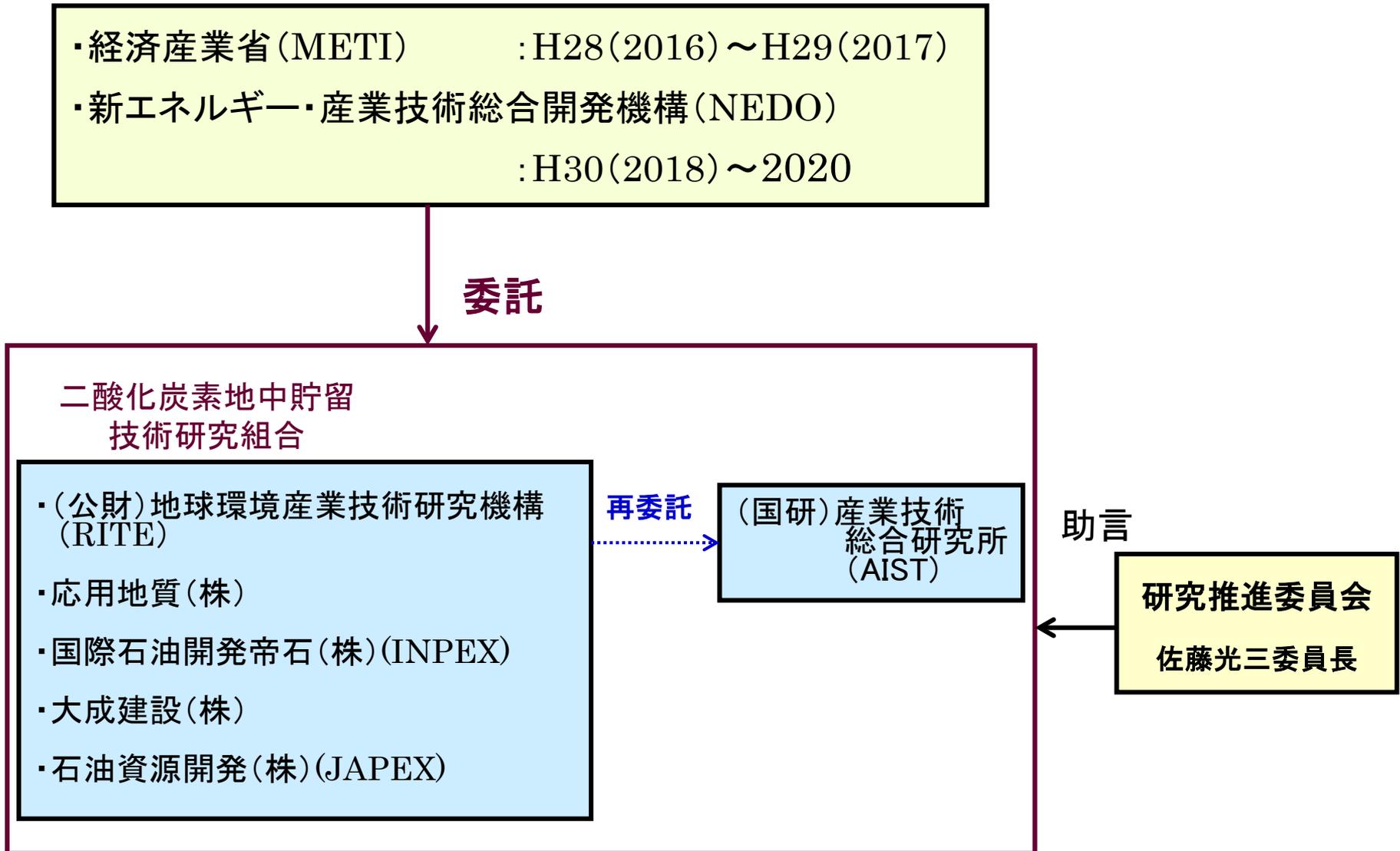
本事業を実施することにより得られたデータや操業記録等をもとに、技術の性能指標や操業における安全基準を抽出・整理する。これにより、関連業界における安全基準の策定が進むことを見込んでいる。さらに、これらを国際規格にも反映するよう努める。

成果のユーザー

将来のCO₂貯留事業者が本事業成果のユーザーとなる。CO₂貯留事業者の運営主体は石油会社、エンジニアリング会社等、資本出資主体は主要CO₂排出業者となると考えられる。

6. 研究開発マネジメント・体制等

事業の実施体制



6. 1 研究開発マネジメント・体制等

事業の運営体制

CCSの実用化に向け、**二酸化炭素地中貯留技術研究組合を2016年4月1日に発足**。研究機関と民間企業が力を合わせることで、基礎研究と応用研究の成果を融合させるとともに、民間企業が所有する実フィールドも活用して研究開発を推進する体制が構築された。

研究課題		実施組合員
(1)大規模CO ₂ 圧入・貯留の安全管理技術の確立	①圧入安全管理システムの開発	RITE、JAPEX、INPEX
	②CO ₂ 長期モニタリング技術の開発	AIST
	③大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立	RITE、JAPEX、応用地質
	④大規模貯留層に適したCO ₂ 挙動シミュレーション、長期挙動予測手法の確立	RITE、AIST、大成建設、応用地質
	⑤光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発	RITE、AIST、JAPEX、INPEX
	⑥CO ₂ 漏出検出・環境影響評価総合システムの構築	RITE
	⑦リスクマネジメントツールをはじめとする日米CCS協力や海外機関とのCCUS技術開発の連携	RITE、大成建設
(2)大規模貯留層を対象とした有効な圧入・利用技術の確立	①CO ₂ 圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立	RITE、大成建設
	②マイクロバブルCO ₂ 圧入技術の適用による貯留率の向上	RITE、JAPEX
(3)CCS普及条件の整備、基準の整備	①CO ₂ 貯留安全性管理プロトコルの整備	RITE
	②苫小牧大規模実証試験や海外プロジェクトの成果や情報を用いた、CCS技術事例集の作成、国際標準化(ISO TC265)との連携	RITE
	③CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討	RITE

7. 費用対効果

効果1 : CCS技術の価値

CCS技術がない場合、
気温2度上昇シナリオを達成するためには、発電分野だけで240兆円/40年間の追加対策費が必要
(ETP2012)



技術オプション価値(影響回避期待値)

6兆円/年・世界

効果2 : 技術オプションの試算例(圧入後3D探査頻度及びコストの低減)

項目	現状(海防法)	技術適用後
3D探査頻度	2年毎	5年毎(光ファイバー、重力計等により対応)
期間(想定)	50年～	20年(長期シミュレーションにより対応)
探査費用(4億円/回*)	100億円/25回～	16億円/4回

圧入後モニタリングで、▲80億円程度/1サイトの期待効果

* RITE(2005)

7. 1 費用対効果

事業貢献分野	対象成果	貢献内容	効果の評価
事業の不確実性の低減	<ul style="list-style-type: none"> 地質モデル構築 長期シミュレーション NRAP 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留可能量を推定するとともに、不確実性やリスクも定量評価し、投資メリット・リスクを明確化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間企業の投資判断促進（経営リスクを許容範囲以下に抑制） インセンティブ、ファイナンスの適正化
貯留量拡充	<ul style="list-style-type: none"> 地質モデル構築 坑井最適配置 	<ul style="list-style-type: none"> 潜在貯留可能量を正確に見極め、坑井を最適配置し、貯留量の拡充を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層の活用範囲を拡充
貯留層有効活用	<ul style="list-style-type: none"> マイクロバブルCO2圧入技術 	<ul style="list-style-type: none"> マイクロバブルCO2圧入技術の適用により、貯留層の孔隙を有効活用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層の孔隙の利用率を向上
稼働率向上	<ul style="list-style-type: none"> ATLS IRP 	<ul style="list-style-type: none"> 地震カタログの整備により、不要な停止を排除し、CCS全体の稼働率を向上させる。 トラブル発生時に適切な地域対応を行い、CCSに対する不安払しょくを図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震による停止期間を削減 トラブル発生時の地元対応（非技術対策）的確化による停止期間を削減
設備・運用コスト低減	<ul style="list-style-type: none"> 光ファイバーセンサー CO2漏出検知 超伝導重力計、電磁探査 長期シミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 重力計と光ファイバーセンサーにより、CO2圧入後のモニタリング頻度と期間を短縮する。 サイドスキャンソナーにより海域におけるCO2漏出監視を効率化する。 長期シミュレーションにより、CO2挙動安定時期を明確にし、超長期のモニタリングを不要にする。 	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングコスト・期間を低減 モニタリング用設備を合理化
最適事例参照	<ul style="list-style-type: none"> 技術事例集 海外連携 	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の適切な先例を的確に把握することにより、CCSの計画・設計・建設・運用・保守を効率化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計、建設の手戻りを削減 適切な運用保守方法を設定し、関連コストを削減
社会受容性向上	<ul style="list-style-type: none"> PO/PA 	<ul style="list-style-type: none"> 国民・住民の理解を得ることで、CCS促進や適切な貯留地点の選定が可能となる。 国内外の適切な先例を的確に把握することにより、CCS立地計画を効率化する。 	<ul style="list-style-type: none"> CCSへの国民理解度向上 費用対効果の高い貯留層の選定 住民理解により、計画期間やトラブル対応停止時の停止期間を削減
波及効果	<ul style="list-style-type: none"> マイクロバブルCO2圧入技術 光ファイバーセンサー 	<ul style="list-style-type: none"> CO2-EORの効率向上 地すべりや長尺構造物の監視 	<ul style="list-style-type: none"> 石油増産効果→CCS経済性の向上 市場規模：国内で数千億円/年

8. 外部有識者の評価等

総合評価

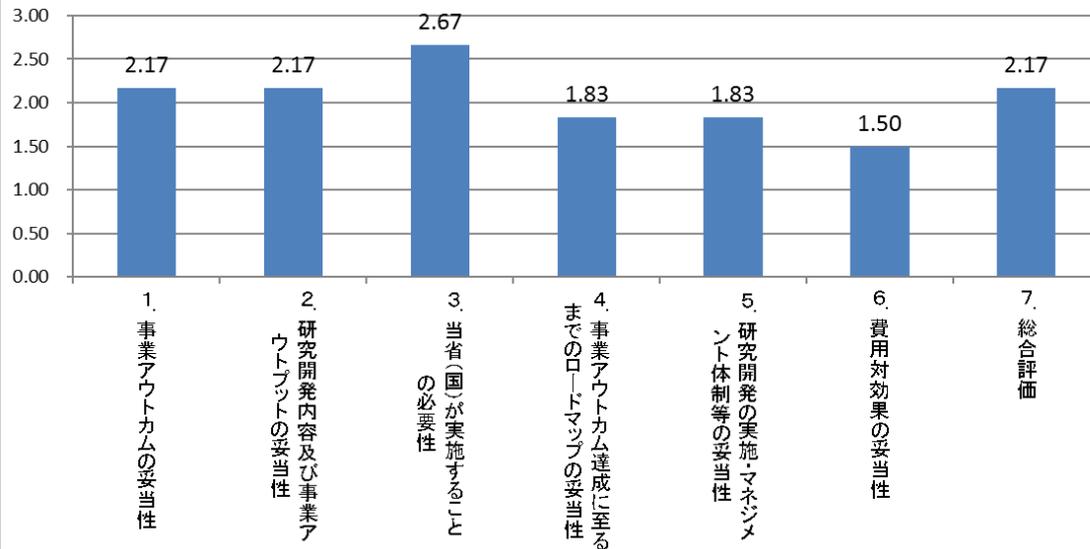
- 研究項目は多岐に渡り、地質モデリング技術やシミュレーション技術等のように挙動予測に関するもの、モニタリング技術、CO₂漏洩検出技術、CO₂圧入手法等のようなフィールド規模のものが含まれるが、過去2年間で着実に高度な要素技術を蓄積しつつあり、本プロジェクトは順調に進んでいると言える。
- 外部有識者の助言を取り入れていることや海外CCSの情報収集、共同研究の実施などを通し、研究計画を改良・拡充するなど、柔軟にマネジメントしている点も評価できる。
- フィールド規模の研究は、コスト、対象フィールドの確保等の観点から、民間企業が主導して実施することは困難であり、まさに国が推進すべきプロジェクトと考える。
- より実用的な観点からの検討、研究開発の実施が必要と思われる。例えば、ここで開発された技術が、従来手法に比べ、どのようにCO₂貯留の質を向上させるのか明確にし、可能であれば定量的に示す必要がある。そうでなければ、技術は開発したものの、実際に適用可能なのか、適用したとしてどの程度の効果があるのかが不明なまま終了してしまう懸念がある。
- 研究項目は多岐に渡っていて数多く実施することも重要ではあるが、それに伴いコストが上昇するため、優先順位をつけ、どの時期にどのような評価を行うかなどについて検討することも必要と考える。

8. 外部有識者の評価等

評点結果

「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間評価において評点法による評価を実施した。

評点



【評価項目の判定基準】

評価項目1.～6.
 3点: 極めて妥当
 2点: 妥当
 1点: 概ね妥当
 0点: 妥当でない

7. 総合評価

(中間評価の場合)

3点: 事業は優れており、より積極的に推進すべきである。
 2点: 事業は良好であり、継続すべきである。
 1点: 事業は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。
 0点: 事業を中止することが望ましい。

9. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 本プロジェクトで実施している各研究が、実際に適用できるのか、どのようにCCSの実用化に役立つのか、やるべき技術の確立はどこまでなのか等を明確にし、研究結果と適用可能性やその効果との関係を常に念頭に置いて事業を進めていただきたい。また、本プロジェクトと苫小牧実証試験との間で技術のフィードバック等を円滑に行うことも必要と考える。
- 開発した技術の有用性の確認等は、早期実用化や改良のためにも、可能な範囲で既に進行しているCCSサイトの積極的な活用を進めるとともに、現地の有識者等の知見も取り入れるなど柔軟に対応いただきたい。

提言に対する対処方針

- 本プロジェクトで実施している各研究について、成果の適用可能性やその効果を明確にし事業を進めるべく、苫小牧実証試験事業との連携や将来のCCSプロジェクトへの適用を含めて、内容の精査・検討を行う。
- 開発した技術の有用性の確認においては、既存のCCSサイトを活用すべく検討を行う。