

未来社会を支える  
温暖化対策技術シンポジウムin 関西 2025

CO<sub>2</sub>地中貯留技術の実用化へ  
— 技術実証 & 知見蓄積 —



二酸化炭素地中貯留技術研究組合 技術部長

Geological Carbon Dioxide Storage Technology Research Association

公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 (RITE)

CO<sub>2</sub>貯留研究グループリーダー

せつ じきゅう

薛 自求

Ziqiu Xue (xue@rite.or.jp)



# CO<sub>2</sub>地中貯留技術

研究開発 →→ 実用化 →→ 事業化へ

実用化: 技術的に実施できる(使える、役立つ)

事業化: 収益が得られ、継続的にビジネス  
(法律、政策、市場)

社会実装

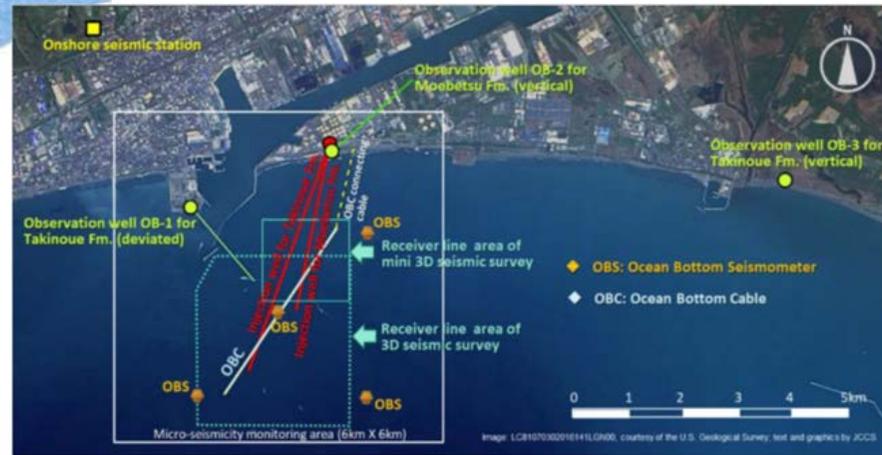
10kt-CO<sub>2</sub>  
Nagaoka (**onshore**)

2000

2016

2030-

Available for Deployment

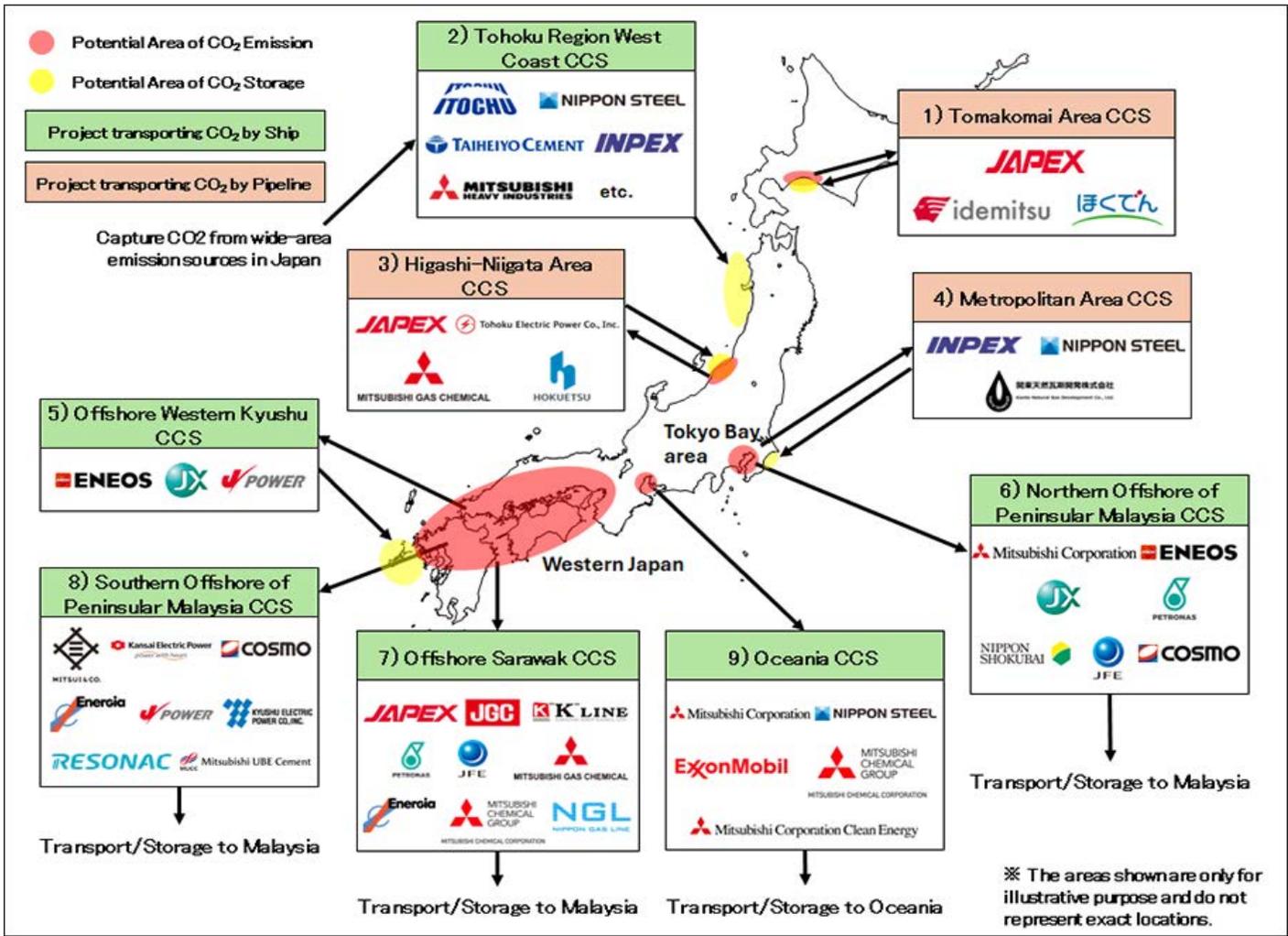


300kt-CO<sub>2</sub>  
Tomakomai (**offshore**)

Scaling up to Commercial  
(1Mt-CO<sub>2</sub>/y)

# Advanced Efforts for Commercialization of CCS

## - **Nine projects** Awarded as Japanese Advanced CCS Projects in 2024 -



Final Investment Decisions (FID) by **FY2026**, to achieve Japanese government **target of 6 to 12 Mtpa** of CO<sub>2</sub> storage **by 2030**.

If cost issues lie with capture, risk issues lie with storage.

Questions about **Scale-up, Social License, Business models** for Commercialization of CCS in Japan.

# (参考) CCSの分野別投資戦略①

「分野別投資戦略」(2023年12月22日)

1

分析

- ◆ 削減しきれないCO2を地中に埋める「CCS」は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて重要。
- ◆ エネルギーの安定供給に加え、排出削減が困難な産業にとって不可欠の技術であり、産業立地にも影響。経済性の確保と、安定的に事業や投資を行える事業環境が必要。
- ◆ IEAのシナリオでは、2050年時点で、CCSの年間貯留量は世界全体で約38~76億トンが必要と試算。各国の政策により、どの程度CCSを活用するかは異なるが、仮に2021年時点の日本のCO2排出割合(3.3%)を掛けると、約1.2~2.4億トンとなる(機械的に2030年に引き戻すと、600~1200万トンの貯留量に相当する。これに対応すべく、先進的CCS支援事業において、2030年までの事業開始を目指す事業者を採択。)

### <方向性>

- ① 先進的なCCS事業を2030年までに開始させるべく、我が国におけるCCS事業環境整備とビジネスモデル構築を進める。
- ② 同時に、日本からのCO2輸出を前提とした海外でのCCS事業を推進する。
- ③ CO2分離回収プラント、液化輸送船、トータルエンジニアリングなどCCSバリューチェーンにおける産業競争力を強化する。

今後10年程度の目標 ※累積

国内排出削減：約4,000万トン  
官民投資額：約4兆円～

Emission Reduction



40 million ton-CO2  
(domestic target)

Public/Private  
Investment



4 trillion JP¥

business model  
development

Incentive design

mechanism of sustainable  
pass-through cost

2

## GX先行投資

- ① CCS本格展開に向けたビジネスモデル構築
- ② CCSバリューチェーン構築(CO2の分離回収、輸送、貯蔵)への設備投資
- ③ CCS適地の開発、海外CCS事業の推進 (JOGMECの知見も活用)

### <投資促進策> ※GXリーグと連動

- ◆ 先進的なCCS事業へのCO2貯留量評価支援、設備投資支援
- ◆ 諸外国のCCS事業を支える支援措置(予算、税制、クレジット、カーボンプライシング等)を参考に、CCS立ち上げ期におけるビジネスモデルを踏まえ、最適な制度を組み合わせた支援制度設計
- ◆ コスト削減に向けた研究開発(分離回収手法、CO2輸送船舶など)

- 事業環境整備に関する法整備に基づくCCSに係る制度的措置
- 長期脱炭素電源オークション
- 排出量取引等の導入により効果的な付加価値を創造することでCCS等の利活用促進を図る

3

## GX市場創造

### <Step1: ビジネスモデル設計>

- ◆ 海外事例やGX先行投資支援を踏まえたCCSビジネスモデルの設計

### <Step2: インセンティブ設計/GX価値の見える化>

- ◆ 各産業での検討に合わせ、CCSによる脱炭素化のGX価値の扱いの検討
- ◆ 公共調達におけるGX価値評価促進
- ◆ 需要家(自動車・発電・鉄・化学・産業熱等)に対する需要喚起策導入(例：導入補助時のGX価値評価、GX価値の表示スキーム等)
- ◆ 我が国としてCCSすべき量とカーボンリムーバルすべき量の継続検討

### <Step3: 持続性あるCCSコスト転嫁の仕組み検討>

- ◆ Step2までの進展や各素材の大口需要家を対象にした規制導入の検討を踏まえた持続性あるCCSコスト転嫁の仕組み検討
- ◆ CO2回収アグリゲーター・CCSセカンドムーバー・小口CO2排出者のビジネスモデル・制度の検討

# METI, 2024 (参考) 二酸化炭素の貯留事業に関する法律【CCS事業法】の概要

令和 6 年 5 月 成立

## 背景・法律の概要

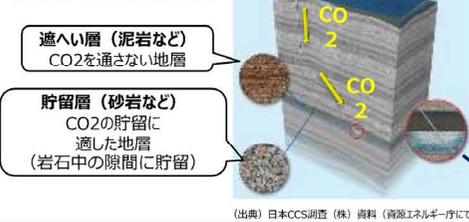
- ✓ 2050年カーボンニュートラルに向けて、今後、脱炭素化が難しい分野におけるGXを実現することが課題。こうした分野における化石燃料・原料の利用後の脱炭素化を進める手段として、CO2を回収して地下に貯留するCCS (Carbon dioxide Capture and Storage) の導入が不可欠。
- ✓ 我が国としては、2030年までに民間事業者がCCS事業を開始するための事業環境を整備することとしており (GX推進戦略 2023年7月閣議決定)、公共の安全を維持し、海洋環境の保全を図りつつ、その事業環境を整備するために必要な貯留事業等の許可制度等を整備する。

## 1. 試掘・貯留事業の許可制度の創設、貯留事業に係る事業規制・保安規制の整備

### (1) 試掘・貯留事業の許可制度の創設

- 経済産業大臣は、貯留層が存在する可能性がある区域を「特定区域」として指定※した上で、特定区域において試掘やCO2の貯留事業を行う者を募集し、これらを最も適切に行うことができる者と認められる者に対して、許可※を与える。  
※ 海域における特定区域の指定及び貯留事業の許可に当たっては環境大臣に協議し、その同意を得ることとする。
- 上記の許可を受けた者に、試掘権 (貯留層に該当するかどうかを確認するために地層を掘削する権利) や貯留権 (貯留層にCO2を貯留する権利) を設定する。CO2の安定的な貯留を確保するための、試掘権・貯留権は「みなし物権」とする。
- 鉱業法に基づく採掘権者は、上記の特定区域以外の区域 (鉱区) でも、経済産業大臣の許可を受けて、試掘や貯留事業を行うことを可能とする。

(参考 1) CO2の貯留メカニズム



### (2) 貯留事業者に対する規制

- 試掘や貯留事業の具体的な「実施計画」は、経済産業大臣 (※) の認可制とする。  
※ 海域における貯留事業の場合は、経済産業大臣及び環境大臣
- 貯蔵したCO2の漏えいの有無等を確認するため、貯留層の温度・圧力等のモニタリング義務を課す。
- CO2の注入停止後に行うモニタリング業務等に必要資金を確保するため、引当金の積立て等を義務付ける。
- 貯留したCO2の挙動が安定しているなどの要件を満たす場合には、モニタリング等の貯留事業場の管理業務をJOGMEC (独法エネルギー・金属鉱物資源機構) に移管することを可能とする。また、移管後のJOGMECの業務に必要な資金を確保するため、貯留事業者に対して拠出金の納付を義務付ける。
- 正当な理由なく、CO2排出者からの貯留依頼を拒むことや、特定のCO2排出者を差別的に取扱うこと等を禁止するとともに、料金等の届出義務を課す。
- 技術基準適合義務、工事計画届出、保安規程の策定等の保安規制を課す。
- 試掘や貯留事業に起因する賠償責任は、被害者救済の観点から、事業者の故意・過失によらない賠償責任 (無過失責任) とする。

(参考 2) 貯留事業に関するフロー



## 2. CO2の導管輸送事業に係る事業規制・保安規制の整備

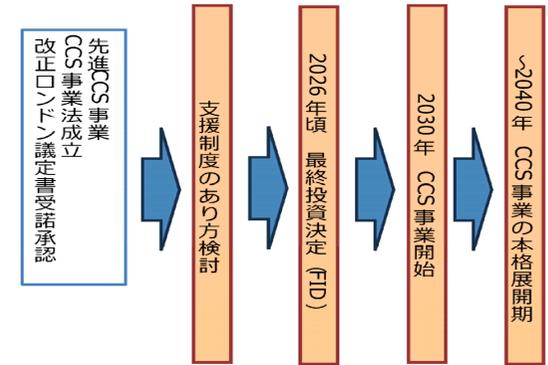
### (1) 導管輸送事業の届出制度の創設

- CO2を貯留層に貯留することを目的として、CO2を導管で輸送する者は、経済産業大臣に届け出なければならないものとする。

### (2) 導管輸送事業者に対する規制

- 正当な理由なく、CO2排出者からの輸送依頼を拒むことや、特定のCO2排出者を差別的に取扱うこと等を禁止するとともに、料金等の届出義務を課す。
- 技術基準適合義務、工事計画届出、保安規程の策定等の保安規制を課す。

※海洋汚染防止法におけるCO2の海底下廃棄に係る許可制度は、本法律に一元化した上で、海洋環境の保全の観点から必要な対応について環境大臣が共管する。

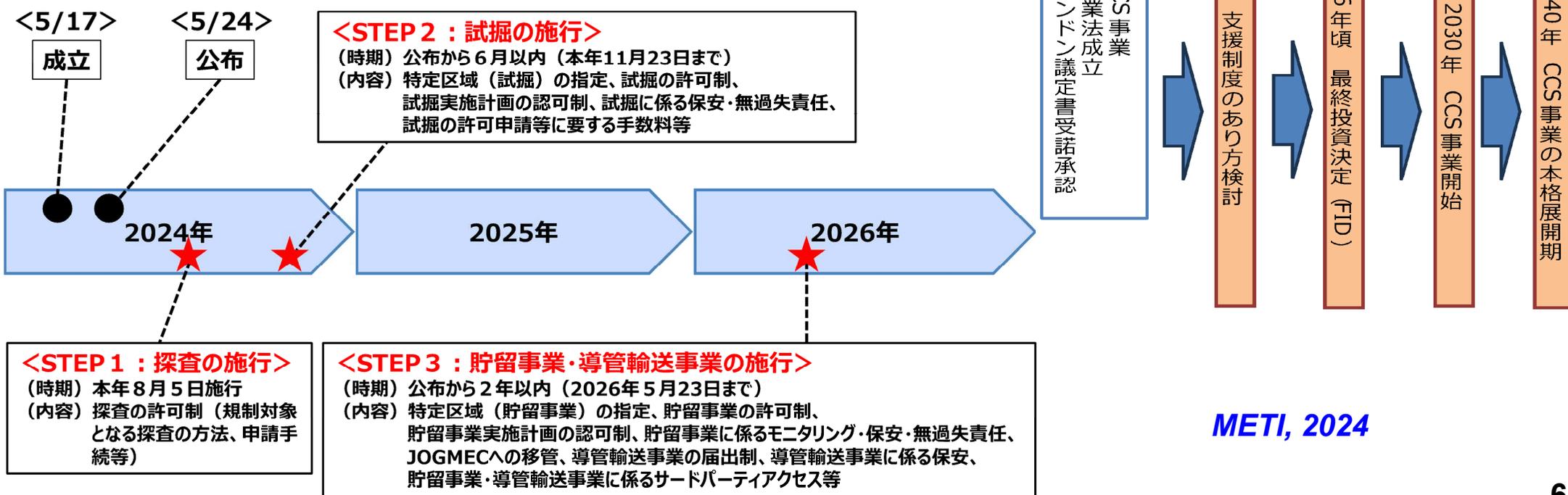


### <試掘許可のハンドブック>





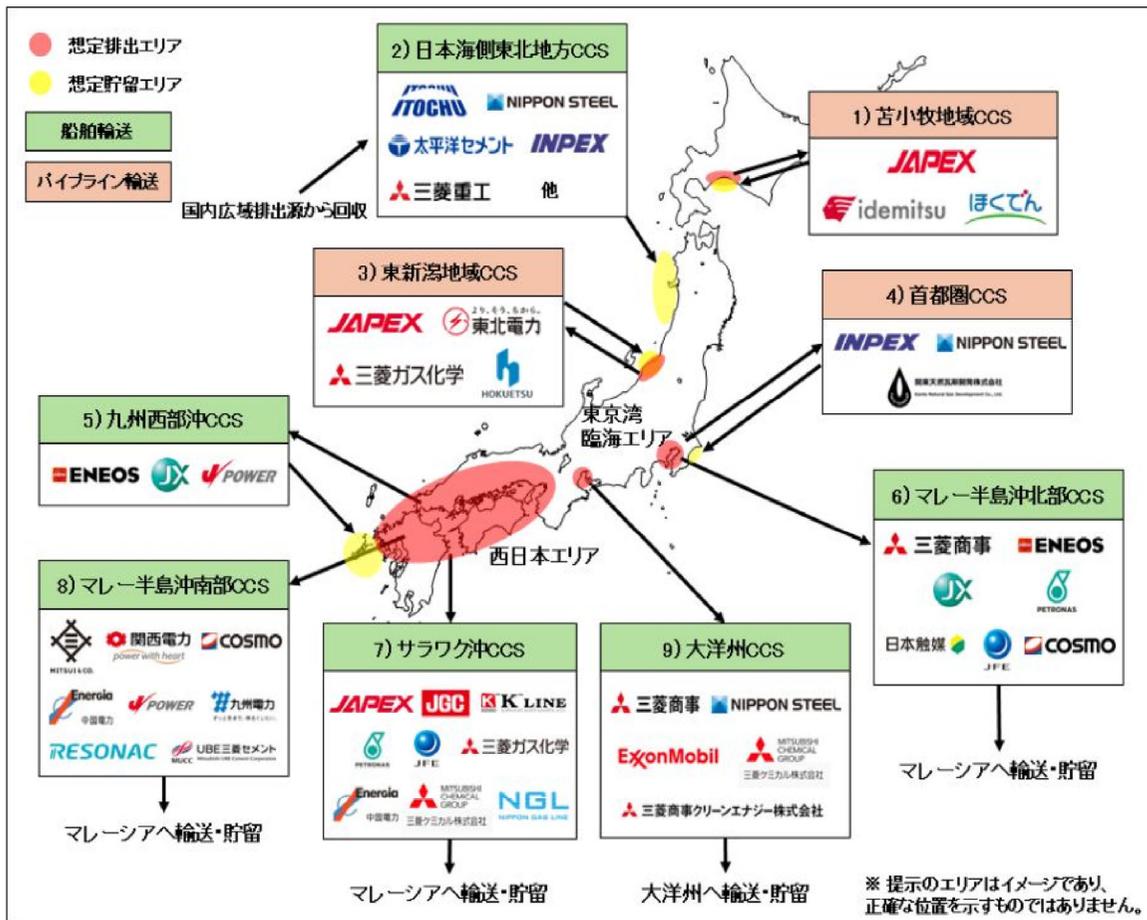
**(参考) CCS事業法の施行時期**



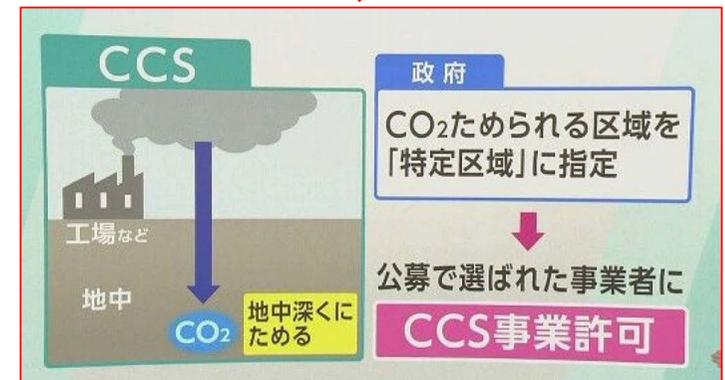
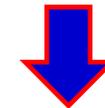
**METI, 2024**

# 2030年までに年間6~12百万トンCO<sub>2</sub>貯留量達成に向けて

## 国内CCS事業の本格展開

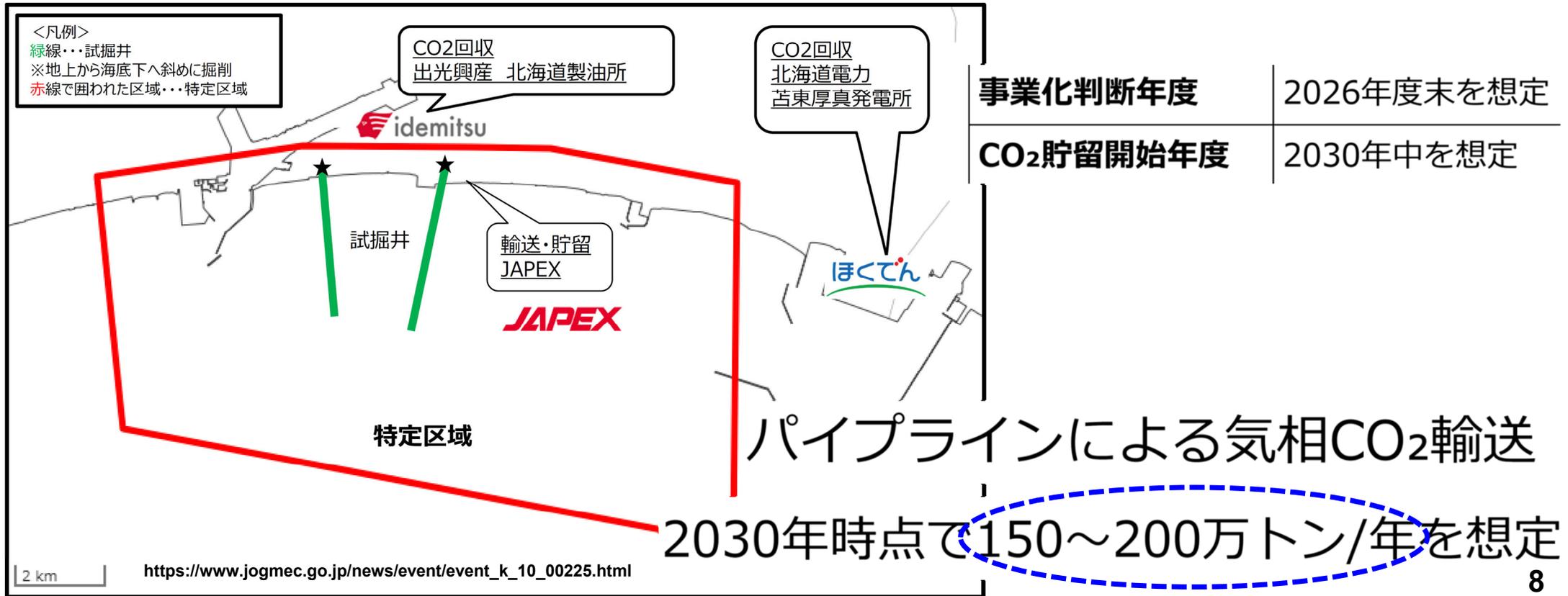


2024.7 出典: [https://www.jogmec.go.jp/news/release/news\\_10\\_00191.html](https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00191.html)



# TomaCO<sub>2</sub>mai CCS Project の概要

- 石油資源開発、出光興産、北海道電力の3社でCCSバリューチェーン全体の検討を実施（CO<sub>2</sub>分離回収・パイプライン輸送・圧入貯留・モニタリング）
- 苫小牧地域において、**2030年までに150～200万トンの貯留開始を目指す**



# CO2貯留で九十九里沖指定 苫小牧市沖に続き 経産省

9/17(水) 17:18 配信 8



[https://www.jogmec.go.jp/news/event/event\\_k\\_10\\_00225.html](https://www.jogmec.go.jp/news/event/event_k_10_00225.html)

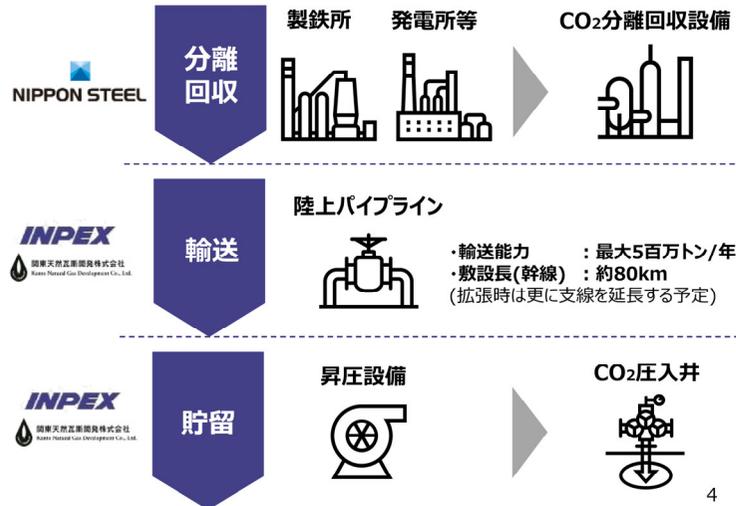


経済産業省は17日、二酸化炭素（CO2）を回収して地中深くに貯留する技術「CCS」の実用化に向け、千葉県の九十九里沖を特定区域に指定したと発表した。

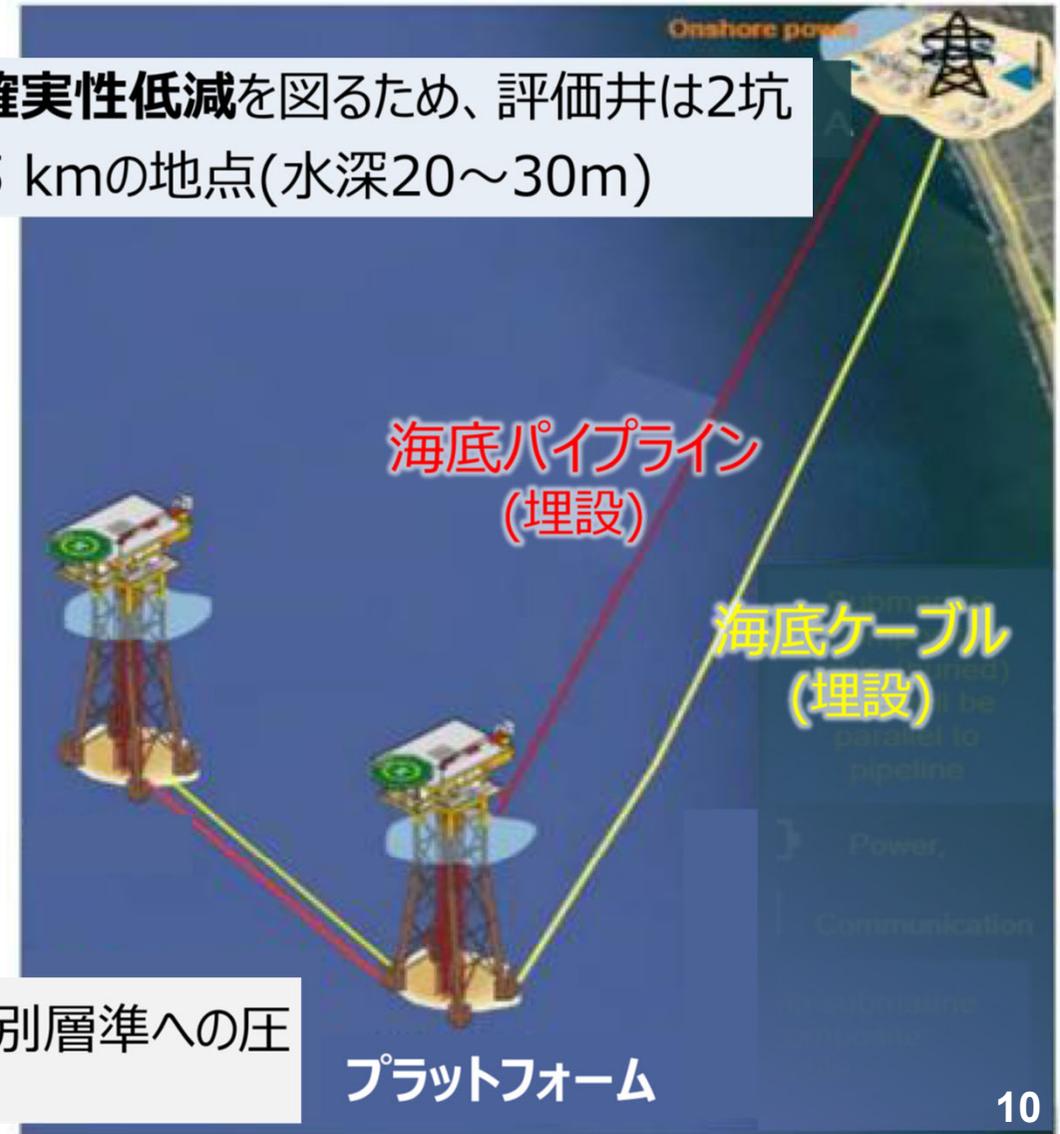
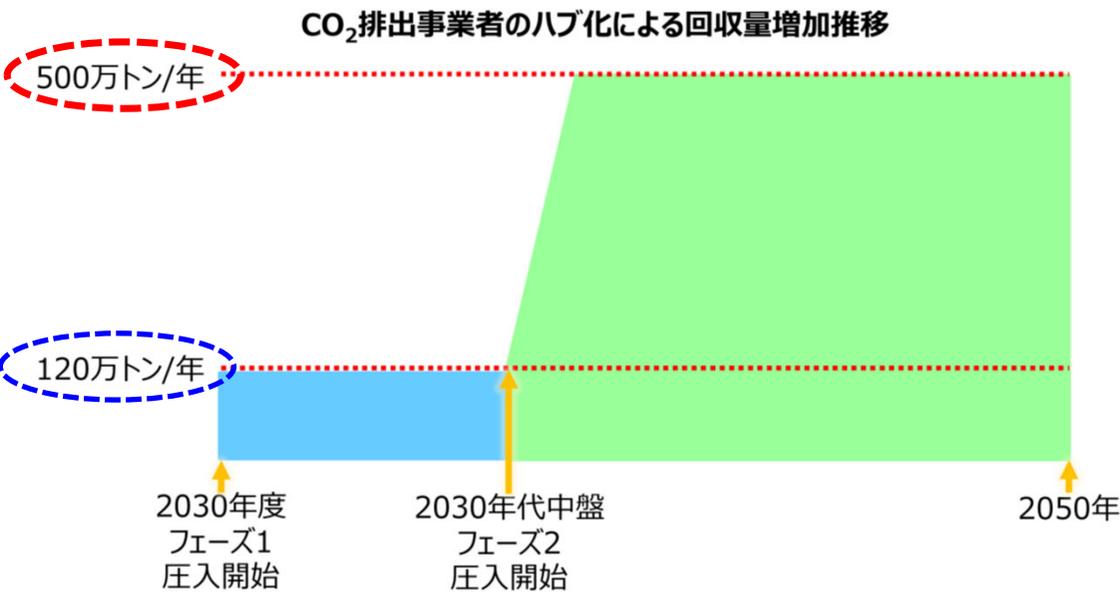
指定はCCS事業法に基づくもので、2月の北海道苫小牧市沖に続いて2件目。早ければ今年度中に試掘が始まる見通しだ。

経済産業省 = 東京都千代田区

事業者からの試掘許可申請の受け付けを同日始めた。九十九里沖では資源開発大手INPEXなどのグループが事業化を検討している。



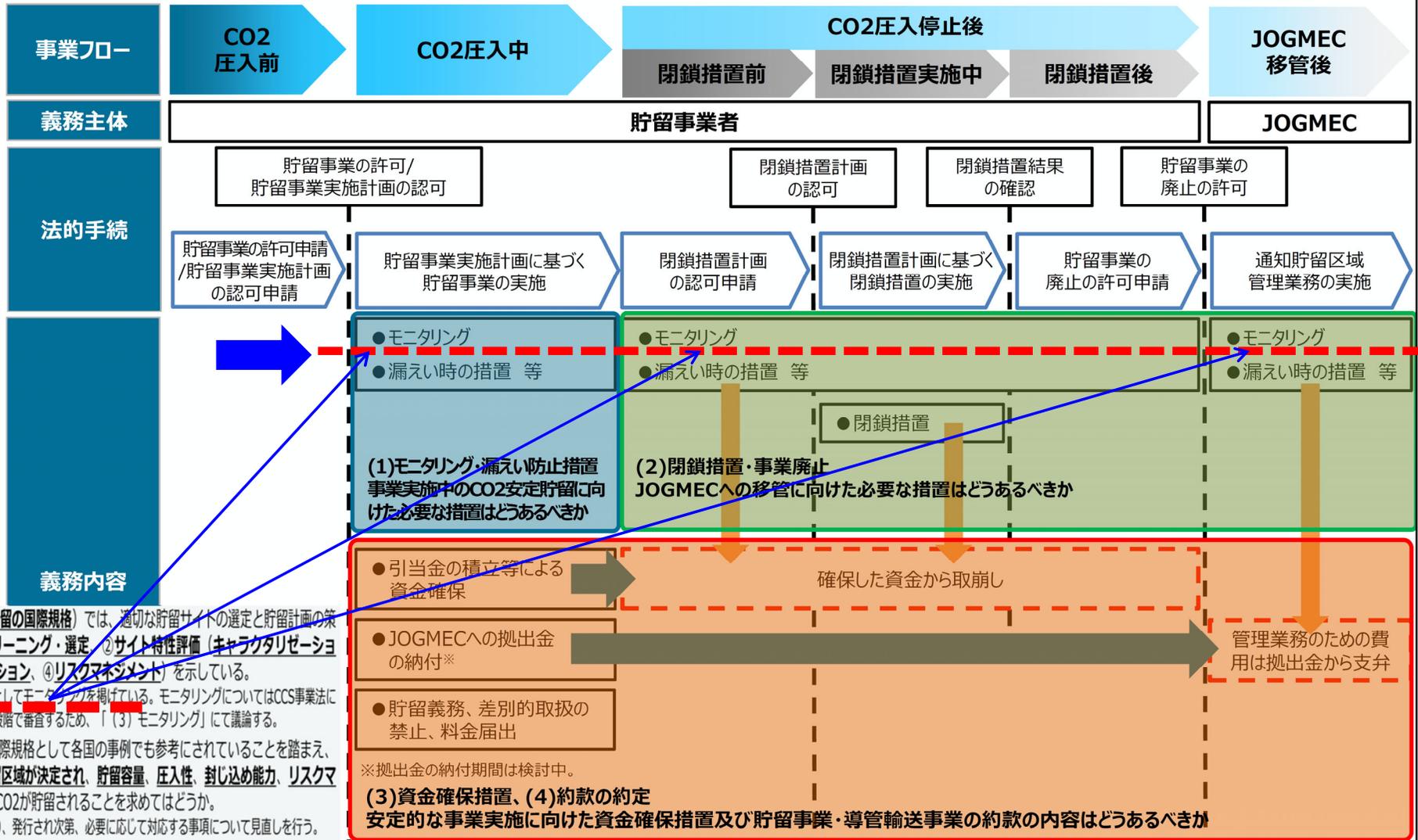
- シミュレーションの結果によりCO<sub>2</sub>貯留層の不確実性低減を図るため、評価井は2坑
- 評価井の掘削位置(想定)：外房沖の5~15 kmの地点(水深20~30m)



- 評価井の掘削結果を受けて、圧入井数の追加、別層準への圧入検討

# CCS事業法の貯留事業の制度概要

METI, 2025



● ISO27914 (2017・CO2地中貯留の国際規格) では、適切な貯留サイトの選定と貯留計画の策定に向けた手順 (①サイトスクリーニング・選定、②サイト特性評価 (キャラクターゼーション)、③モデリング・シミュレーション、④リスクマネジメント) を示している。  
 ※ ISO27914ではこれらに続く手順としてモニタリングを掲げている。モニタリングについてはCCS事業法においては貯留事業実施計画の認可段階で審査するため、「(3)モニタリング」にて議論する。

● 貯留事業の許可に当たっては、国際規格として各国の事例でも参考にされていることを踏まえ、ISO27914を参考に、適切な貯留区域が決定され、貯留容量、圧入性、封じ込め能力、リスクマネジメントの観点から、安定的にCO2が貯留されることを求めているかどうか。  
 ※ ISO27914は改訂が議論されており、発行され次第、必要に応じて対応する事項について見直しを行う。

### <モニタリングの目的>

### <モニタリングの対象と項目・方法の例>

①	圧入したCO2が貯留層内に安定的に貯留されているかを確認する。
②	圧入したCO2が予測と整合的に挙動しているかを確認する。
③	予測から著しい乖離が生じた場合、その原因を把握し、今後発生し得る事象を評価する。
④	海洋環境及び陸域への影響の可能性を確認する。

モニタリング対象	モニタリング項目※1の例	モニタリング方法※1の例	頻度の例※2
<ul style="list-style-type: none"> <li>● CO2の成分・流量・濃度</li> <li>● 温度・圧力</li> <li>● 坑井健全性※3※4</li> <li>● 地下の揺れ※3</li> <li>● CO2の位置及び範囲</li> <li>● 海洋環境及び陸域※3の状況</li> </ul>	①～④の目的に照らし、 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 坑口や坑底等の温度・圧力</li> <li>● アニュラス圧力</li> <li>● 微小振動</li> <li>● 貯留区域内のCO2挙動</li> <li>● 貯留区域外へのCO2移動</li> <li>● 地下水、水質、海洋生物・生態系等から適切な項目を選択</li> </ul>	①～④の目的に照らし、 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 坑井に設置した計測機器での温度・圧力計測</li> <li>● 坑井に設置した光ファイバーでの振動・温度・ひずみ計測</li> <li>● 坑井における物理検層</li> <li>● 振動計測</li> <li>● 弾性波探査</li> <li>● シミュレーション</li> <li>● 地層水分析</li> <li>● 気泡調査</li> <li>● 採水・採泥分析等から適切な方法を選択</li> </ul>	項目及び方法に応じて、 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 連続計測により実施</li> <li>● 通常時において定期的に実施</li> <li>● 懸念時・異常時の状況に応じて実施</li> </ul> 等から適切な頻度を選択

モニタリング対象	圧入前 (初期ベースライン)	圧入中			圧入停止後		
		通常時	懸念時	異常時	通常時	懸念時	異常時
CO2の成分・流量・濃度		○	□	□			
温度・圧力	○	○	□	□	○	□	□
坑井健全性	○	○	□	□	○	□	□
地下の揺れ	○	○	□	□	○	□	□
CO2の位置及び範囲	○	○	□	□	○	□	□
海洋環境及び陸域の状況	○	○	□	□	○	□	□

To: Office of Fossil Energy and Carbon Management, US Department of Energy  
From: Carbon Capture Coalition  
Contact: Sangeet Nepal, Technology Specialist, Carbon Capture Coalition

Date: January 6, 2025  
Re: DE-FOA-0003471

## How can the data acquired during the CarbonSAFE initiative be used to promote the long-term viability of CCUS infrastructure? Are there any R&D needs that would complement the goals of the CarbonSAFE initiative?

CarbonSAFE has already delivered significant learnings to the long-term viability of CCUS infrastructure. Moving forward, data acquired from the CarbonSAFE initiative can help understand questions that will help lower project costs by leading to the adoption of new and emerging technologies, as well as increasing public confidence in carbon storage. Potential areas for expanded research and development may include:

- Developing cutting-edge tools informed by CarbonSAFE projects to enhance data collection, streamline injection processes, and improve monitoring and verification for carbon storage projects. This could include but is not limited to techniques such as radar satellite data and other remote sensing options.
- Developing state-of-the-art systems to monitor the plume in the subsurface and conduct early leakage detection.

# 二酸化炭素の地下貯蔵の保安措置に関するガイドラインの提案

## 第4回二酸化炭素貯留事業等安全小委員会



### 技術実証

@国内外サイト



有効性・優位性  
運用実績  
データ・知見蓄積

コスト削減



国内CCS事業へ  
実用化

### (1) 二酸化炭素の適切な注入のための注入計画の策定

公共の安全の維持に支障を及ぼさないよう、著しい地下の揺れ<sup>※1</sup>の発生、地表や海底面の著しい変形を防止する観点から、以下の3つに留意した注入計画（注入計画には、坑井数、坑井配置、注入圧力、各坑井からの想定注入レート等が含まれる）を設定するものとする。

- ① 二酸化炭素の注入によって遮蔽層に大規模なき裂等を生成させることを防止する観点
- ② 二酸化炭素の注入によって既存の断層等の地層不連続面を著しく滑らせることを防止する観点
- ③ 二酸化炭素の注入によって地層を著しく膨張させることを防止する観点

### (2) モニタリング計画の策定

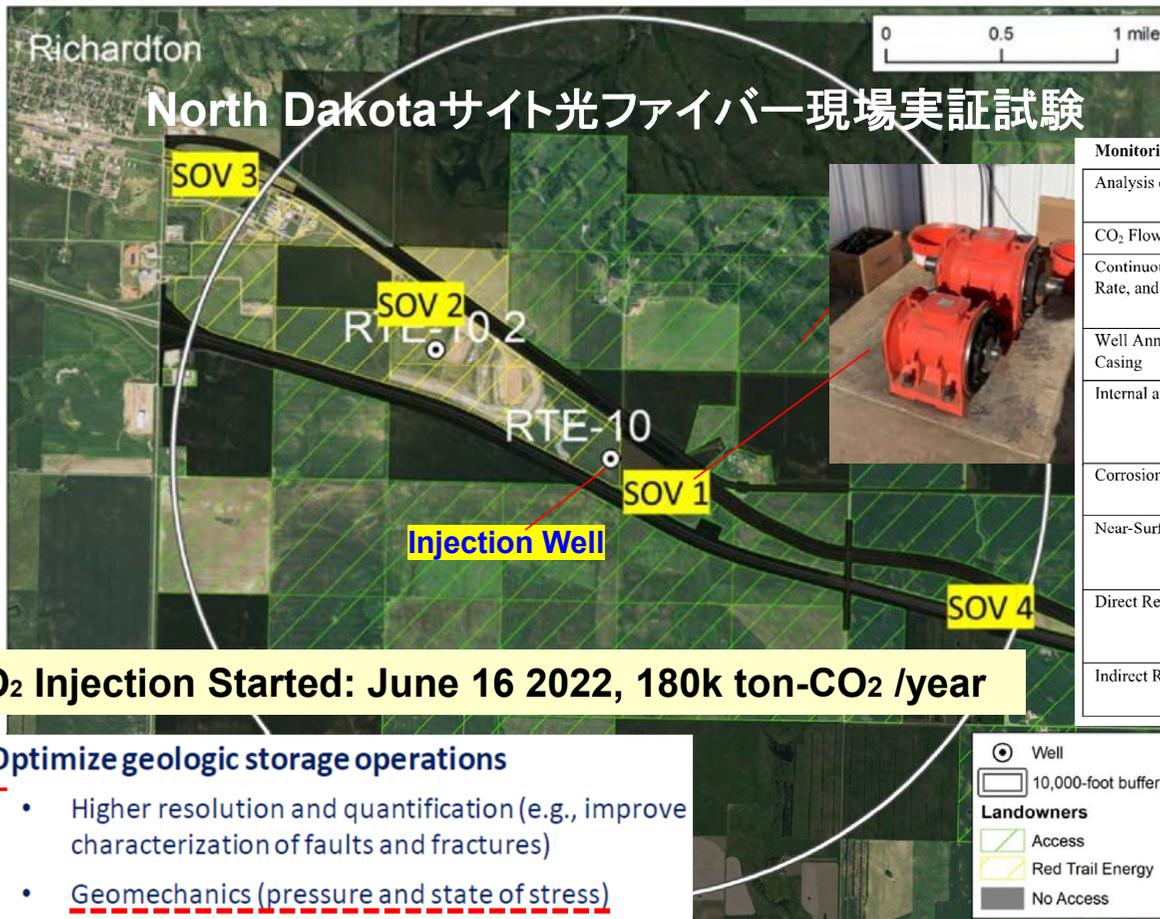
上記3つの観点について、事前の予測と整合的であるかを確認するため、坑底の圧力等の必要な事項についてのモニタリング計画を用意する。

### (3) 判断基準及び対応手順計画の策定

モニタリングの結果によって通常挙動からの乖離が見られた際に、二酸化炭素の注入を一時停止するといった対応手順とその判断基準を用意する。

# North Dakotaサイト光ファイバーマルチセンシング技術の現場実証試験

## Fiber Optic Multi-Sensing (DTS, DAS, DSS) and Permanent Monitoring for CO<sub>2</sub> Storage



### Summary of the Underground Injection Control (UIC) Class VI Permit MVA Program

Monitoring Type	RTE Monitoring Program	Structure/Project Area
Analysis of Injected CO <sub>2</sub>	Compositional and isotopic analysis of the injected CO <sub>2</sub> stream	Wellhead
CO <sub>2</sub> Flowline	<b>DTS/DAS and DSS</b>	Capture facility to the wellsite
Continuous Recording of Injection Pressure, Rate, and Volume	Surface pressure/temperature gauges and a flowmeter installed at the wellhead with shutoff alarms	Surface to reservoir (injection well)
Well Annulus Pressure Between Tubing and Casing	Annular pressure gauge for continuous monitoring	Surface to reservoir (injection well)
Internal and External Mechanical Integrity	Tubing-casing annulus pressure testing (internal) <b>DTS/DAS fiber-optic cable</b> , ultrasonic imager tool (USIT) (external)	Well infrastructure
Corrosion Monitoring	Flow-through corrosion coupon test system for periodic corrosion monitoring	Well infrastructure
Near-Surface Monitoring	Groundwater wells in the area of review (AOR) dedicated to Fox Hills monitoring wells and soil gas sampling and analyses	Near-surface environment, USDWs
Direct Reservoir Monitoring	Wireline logging, external downhole pressure and temperature gauges, and <b>DTS/DAS fiber-optic cable</b>	Storage reservoir
Indirect Reservoir Monitoring	Time-lapse geophysical surveys, gravity surveys, InSAR and passive seismic measurements	Entire storage complex

CO<sub>2</sub> Injection Started: June 16 2022, 180k ton-CO<sub>2</sub> /year

#### Optimize geologic storage operations

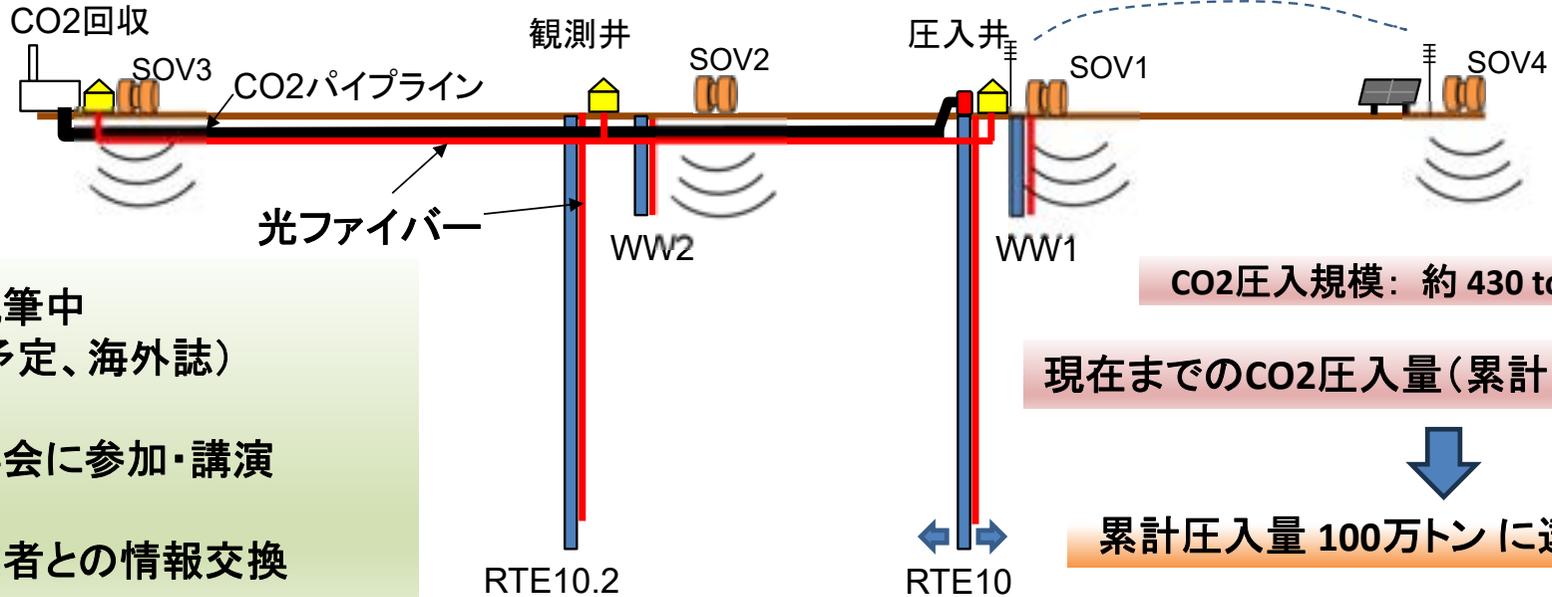
US/DOE

- Higher resolution and quantification (e.g., improve characterization of faults and fractures)
- Geomechanics (pressure and state of stress)
- Enabling real-time decision making

Richards et al\_(2022)

**Class VI Approved**  
**1st Permit in North Dakota**  
**(Oct. 2021)**

## 光ファイバーによるCO<sub>2</sub>貯留モニタリング(低コスト・パーマナント)



- 投稿論文執筆中  
(2編投稿予定、海外誌)
- 国内外の学会に参加・講演
- 先進的事業者との情報交換

DAS (音響計測)	CO <sub>2</sub> プルームの広がり把握(DAS/VSP)、SOV-DAS/VSP(常設)、Vibroseis-DAS/VSP(1回/年)
DSS (ひずみ計測)	坑井健全性、貯留層/遮蔽層安定性監視、CO <sub>2</sub> 挙動監視
DTS (温度計測)	坑井およびパイプラインのCO <sub>2</sub> 漏洩(健全性)監視(DTS+DSS)

# SOV- DAS/VSP for time-lapse CO<sub>2</sub> plume imaging

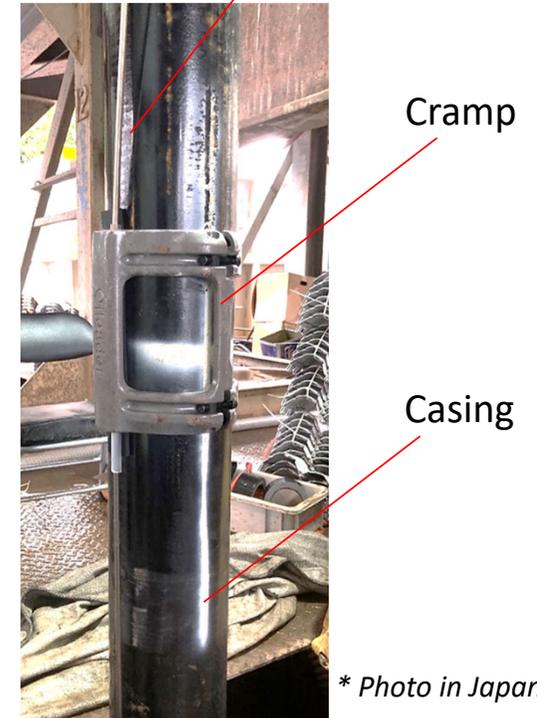
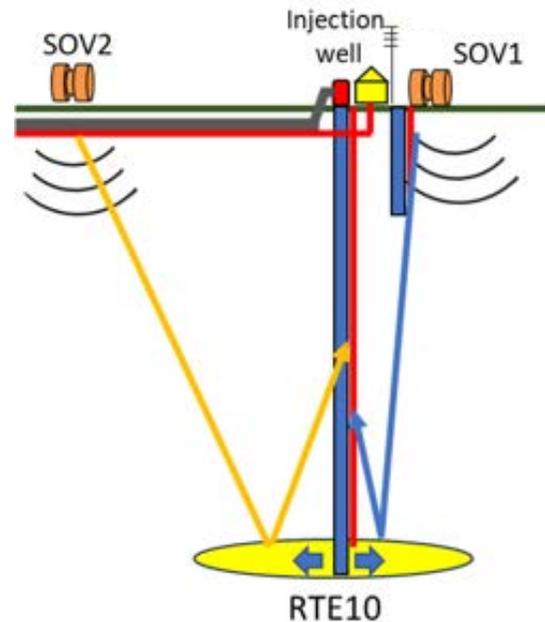
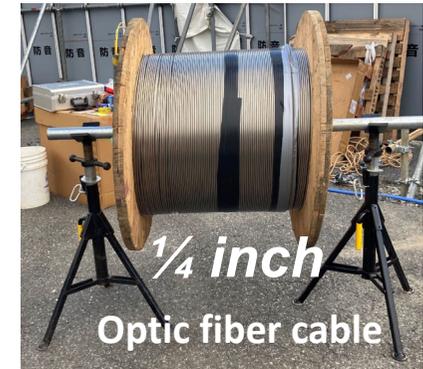
## SOVs: Permanent sources

- Remotely controlled
- Programmed operation
- On-demand operation

## DAS/VSP: Permanent receivers

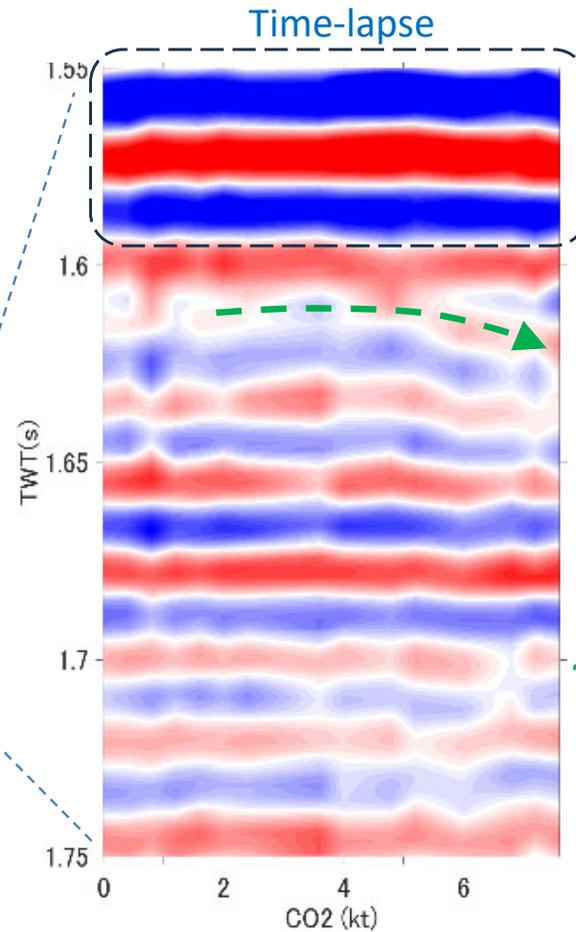
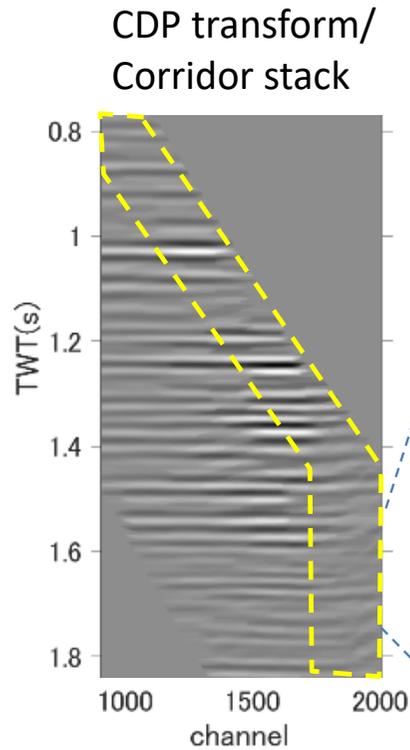
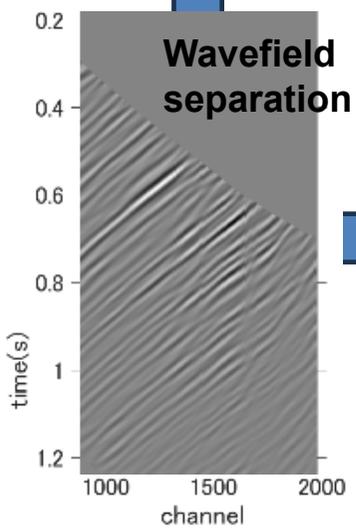
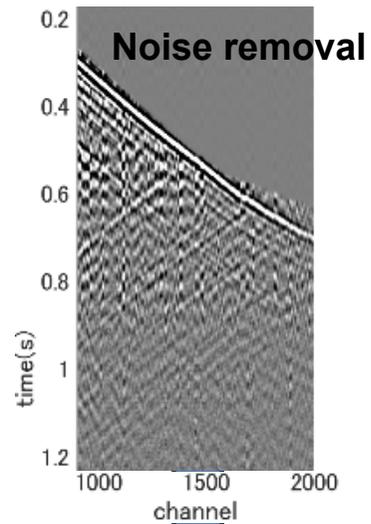
- Borehole seismic
- Available for continuous recording
- Remotely controlled

Surface Orbital Vibrators (SOVs)



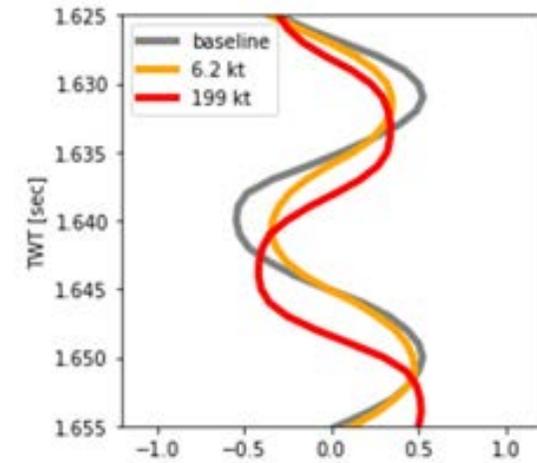
\* Photo in Japan

# 圧入初期（約8万トンまで）のCO<sub>2</sub>分布観測結果 (SOV1 - RTE10, Zero-offset VSP探査)



Reflection from  
the reservoir top

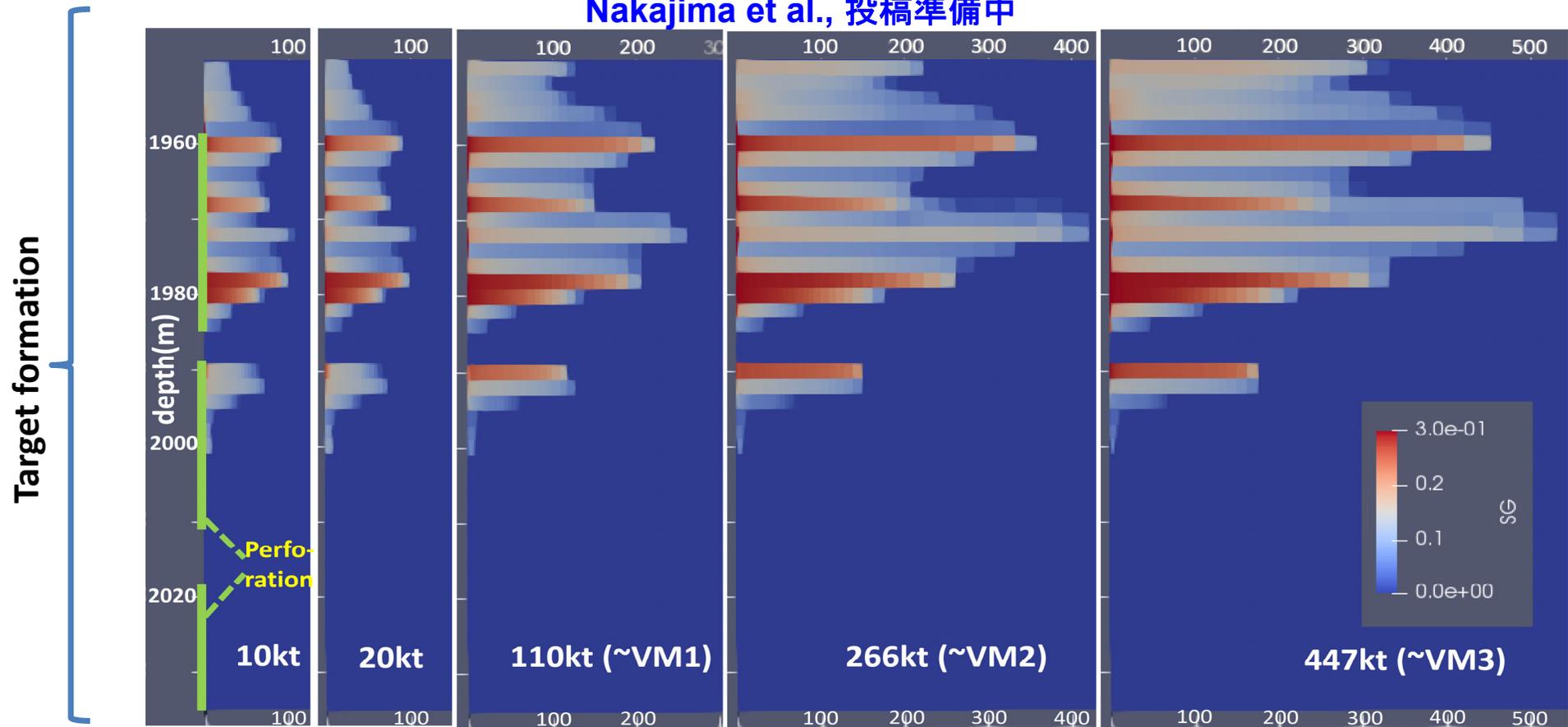
~3ms travel time delay  
was observed.



Nakajima et al., 投稿準備中

# 貯留層内のCO<sub>2</sub>分布予測(中性子検層結果と対比済み)

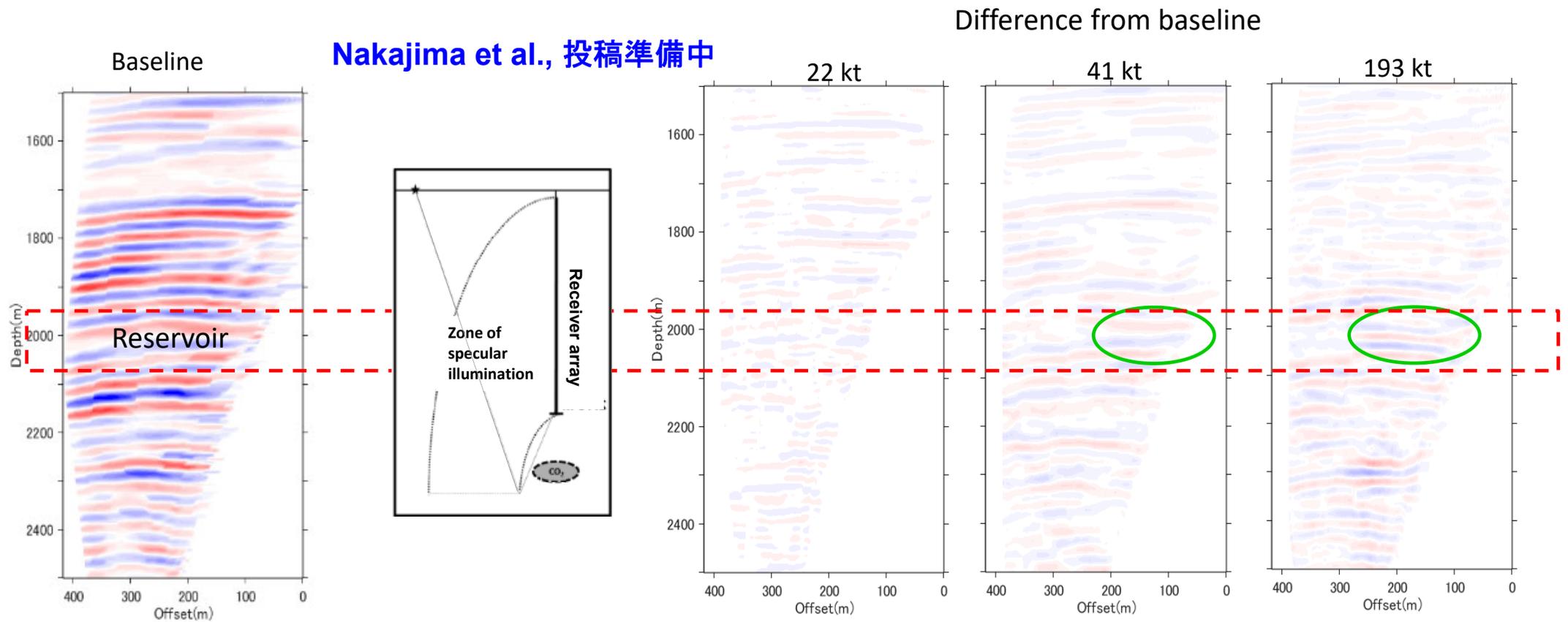
Nakajima et al., 投稿準備中



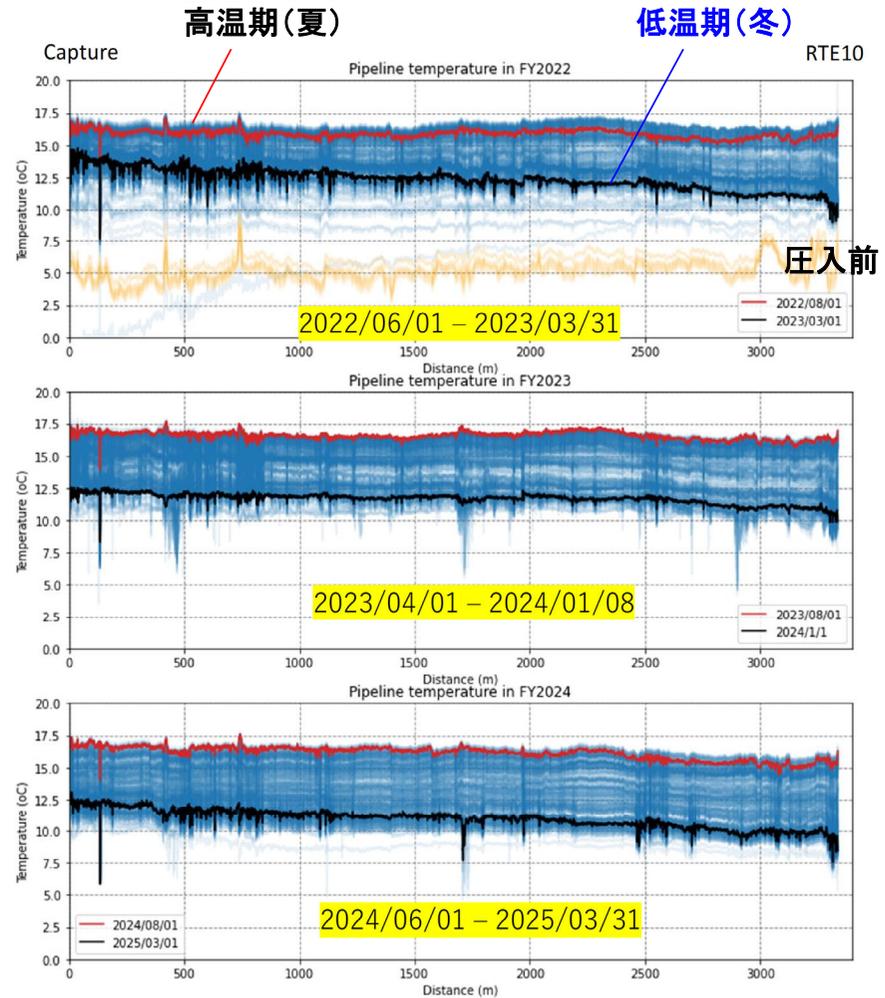
Quest Project (Alberta) では、DAS-VSPで層厚約40mの貯留内のCO<sub>2</sub> imagingに成功

国内CCS事業のCO<sub>2</sub>モニタリングの参考に！ 効果的なシステム運用・国内サイトに導入検討

# CO2圧入量の増加に伴って、離れている観測井でも捉えた?! (SOV2 - RTE10, Offset VSP探査)



# 光ファイバーによるCO<sub>2</sub>パイプライン健全性監視



雪解け水排出時、低温検出警報発生(排水溝を流れる低温水が光ファイバー温度測定によって検出された!)

## North DakotaサイトにおけるDTS/DAS/DSSのポイント

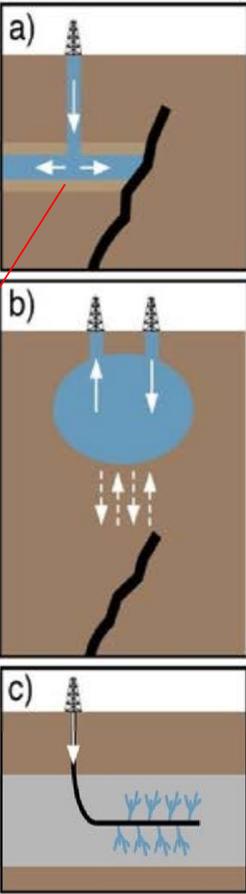
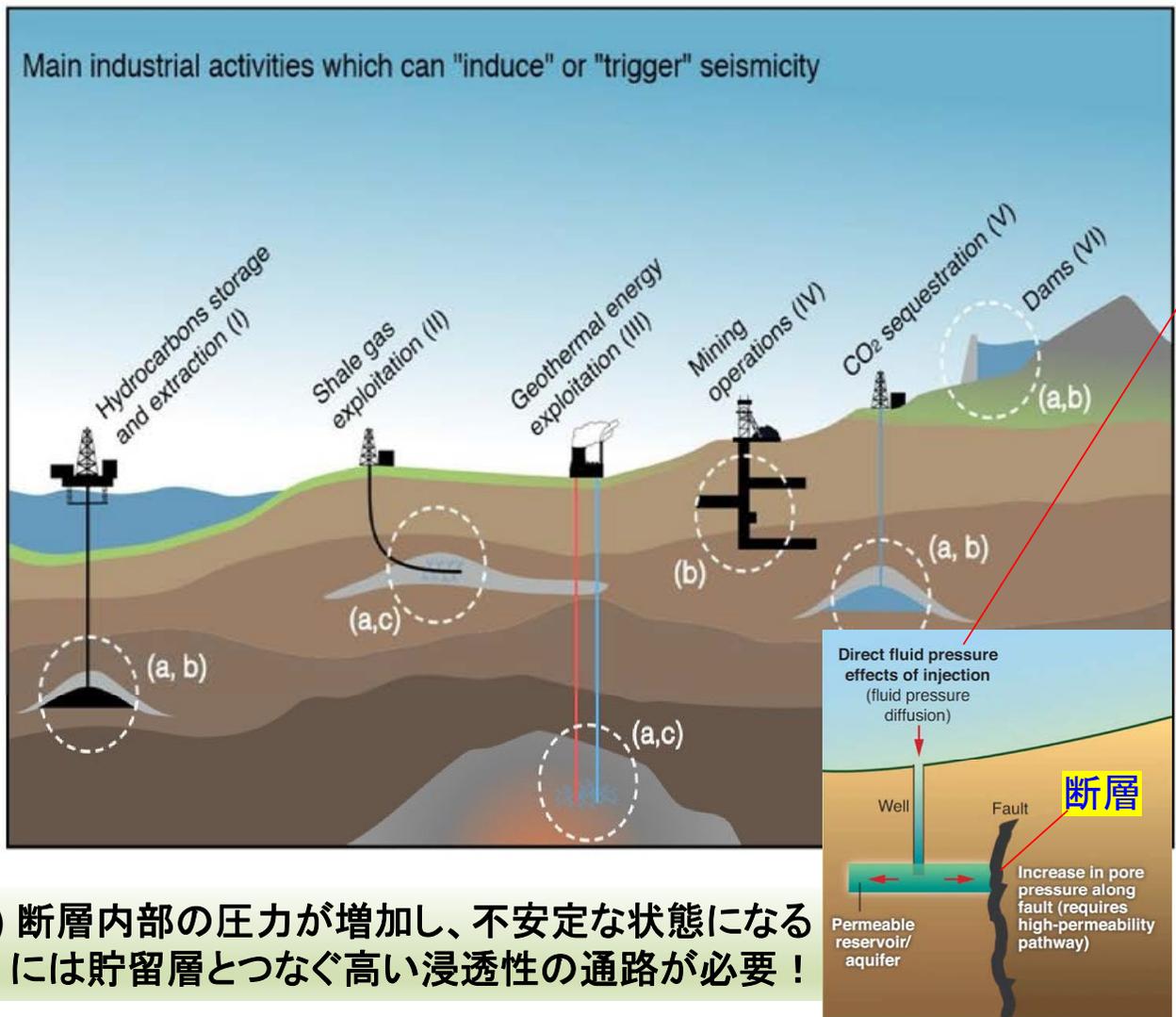
### ➤ 事業化の目安100万トンまで光ファイバー測定技術を実証

- ✓ 温度・音響・ひずみデータの計測・解析に加えて、計測システムの運用ノウハウ・知見を蓄積(**CCS技術事例集に反映**)
- ✓ パイプライン・坑井の健全性監視に温度・ひずみの複合解析CO2圧入量・分布範囲に対するDAS/VSPの検出特性解析  
(**学会や論文投稿を通じて国内CCS事業者と情報共有**)
- ✓ 国内サイトへの適用検討を進めながら、モニタリングコスト削減効果を検証  
(**>20%カット、目標達成へ**)

### ➤ マニュアル作成・技術事例集への反映

- ✓ 国内サイトへの適用検討にあわせて、利用マニュアルを作成し、技術事例集にも反映させる
- ✓ 日本独自のひずみ測定技術(DSS)を**海外**事業へも**展開**
- ✓ 民間企業に**技術**を**移転**し、国内CCS事業への技術サービス体制を整備

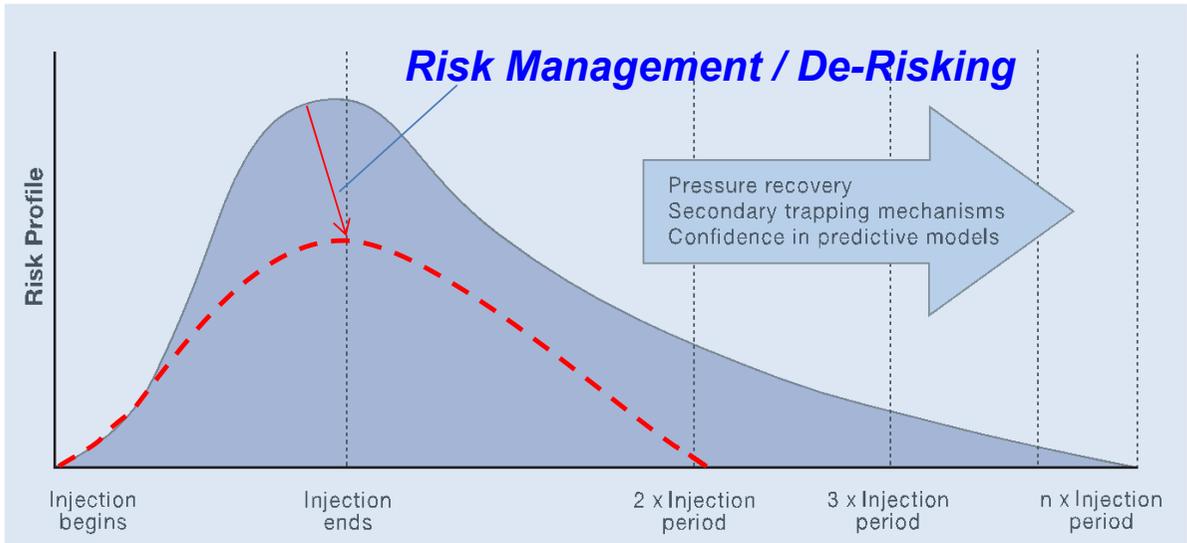
# 人間活動と誘発地震について



(a) 断層内部の圧力が増加し、不安定な状態になるには貯留層とつなぐ高い浸透性の通路が必要！



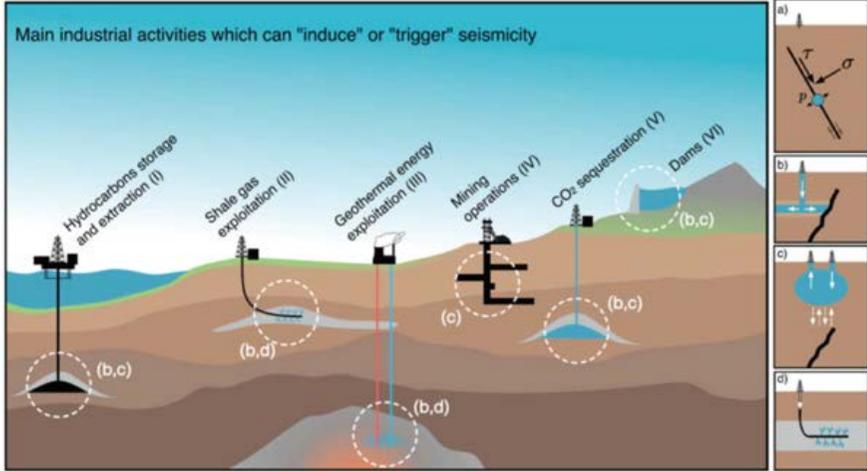
# Subsurface Uncertainty, Potential Risk, Risk Management



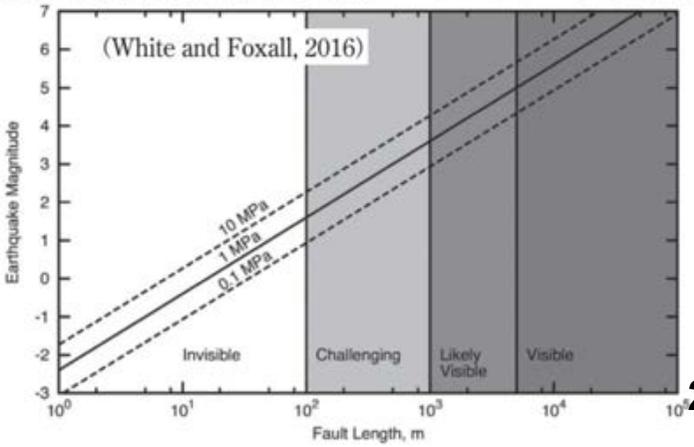
Risk profile @CO<sub>2</sub> injection site (site-specific)

[Illustration source: Benson, 2007]

流体圧入サイトの誘発地震発生メカニズム (Grigoli et al., 2017)



断層の規模や応力降下量と地震のマグニチュードとの関係



Reducing Uncertainty / Mitigating Risks to the Manageable Levels !

**Loses of Injectivity, Capacity and Containment, Induced Seismicity (fault), Environmental Impacts**

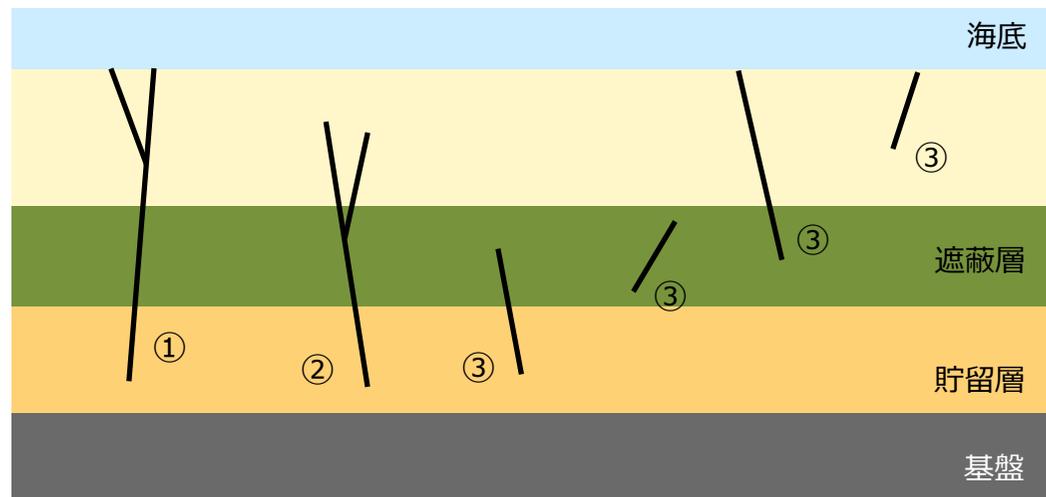
## ■ 断層区分（カテゴリー）

カテゴリー①：貯留層から連続し、海底面まで変位を与える断層  
⇒ 断層活動として確実度が高い断層と見做し、離隔対象とするべきか？

カテゴリー②：貯留層から連続し、遮蔽層の上部まで変位を与える断層

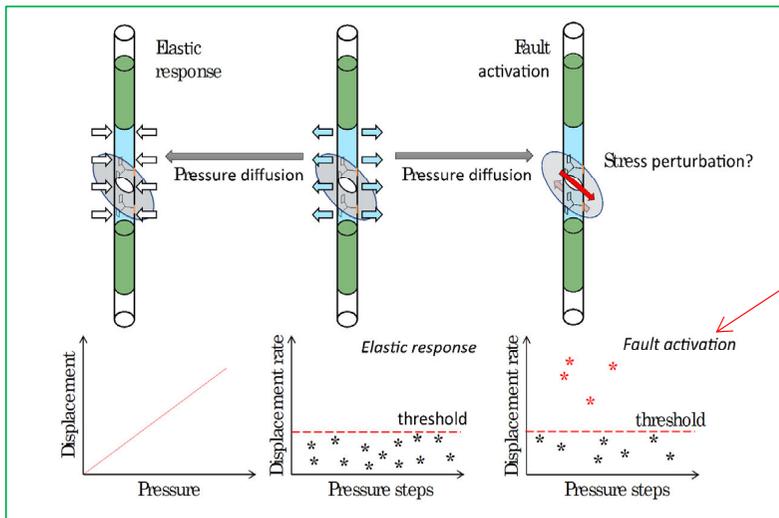
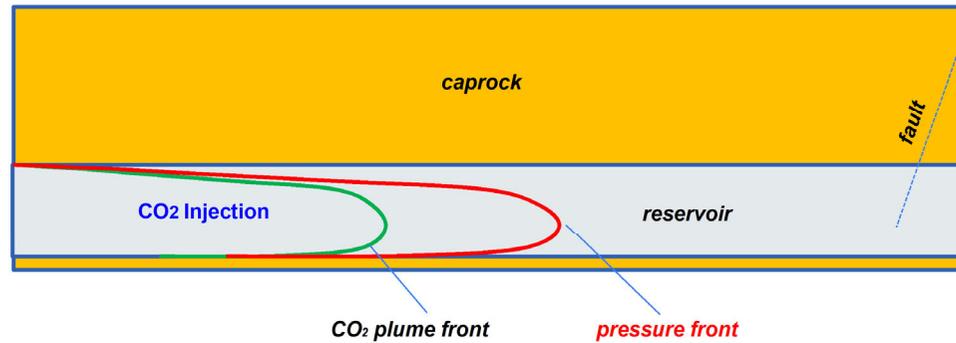
カテゴリー③：その他（貯留層を切るが遮蔽層内で止まる断層、遮蔽層内の断層など）

## ■ 断層タイプ<sup>o</sup> 正断層・逆断層・横ずれ断層、断層長、断層上下端深度

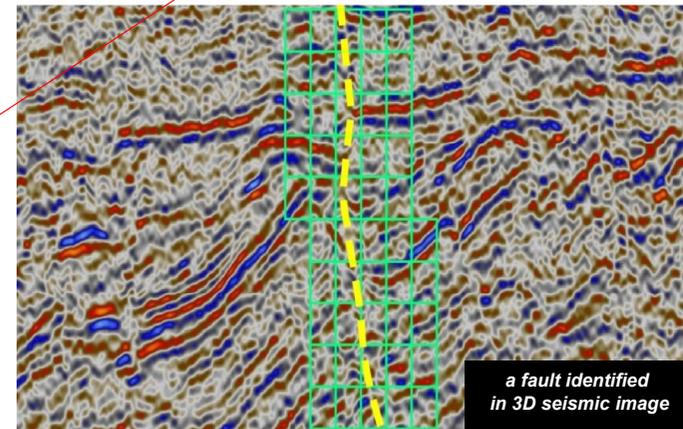


✓ サイト選定では、どの断層を離隔すべきか。妥当な離隔距離は？

# Fault Integrity Monitoring (reactivation, leakage) with Fiber Optic Sensing



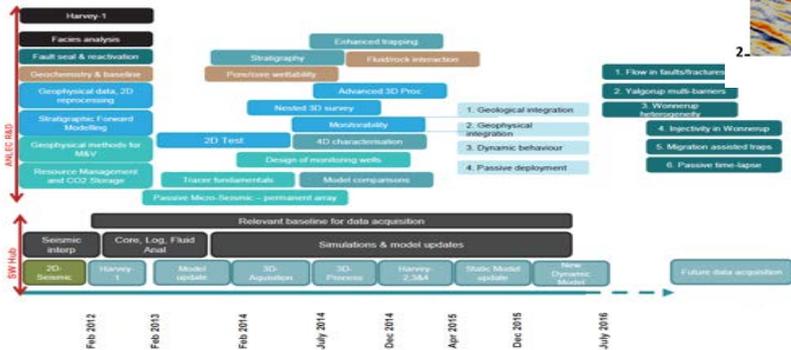
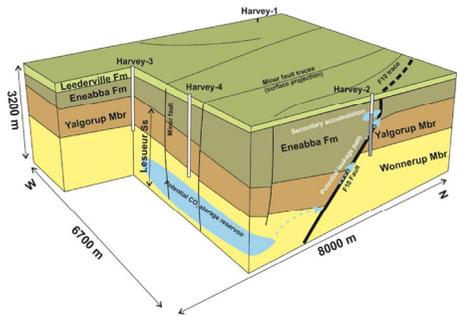
Installing **fiber optic cables** behind casing of monitoring wells for Distributed **Strain**, **Temperature** and **Acoustic** sensing



Kakurina et al, 2020

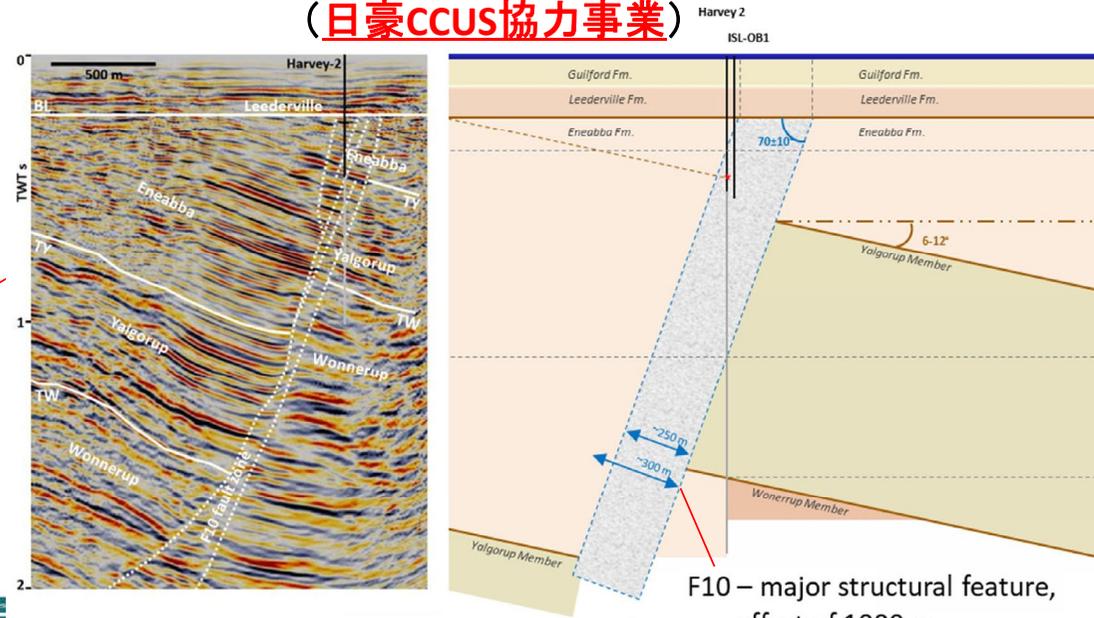


In Situ Lab / SW-Hub: South Perth



# Collaborations: RITE-CSIRO Fiber Optic Sensing for Fault Zone Mapping and Stability Monitoring

(日豪CCUS協力事業)



F10 – major structural feature,  
- offset of 1000 m  
- fault zone 250 m wide

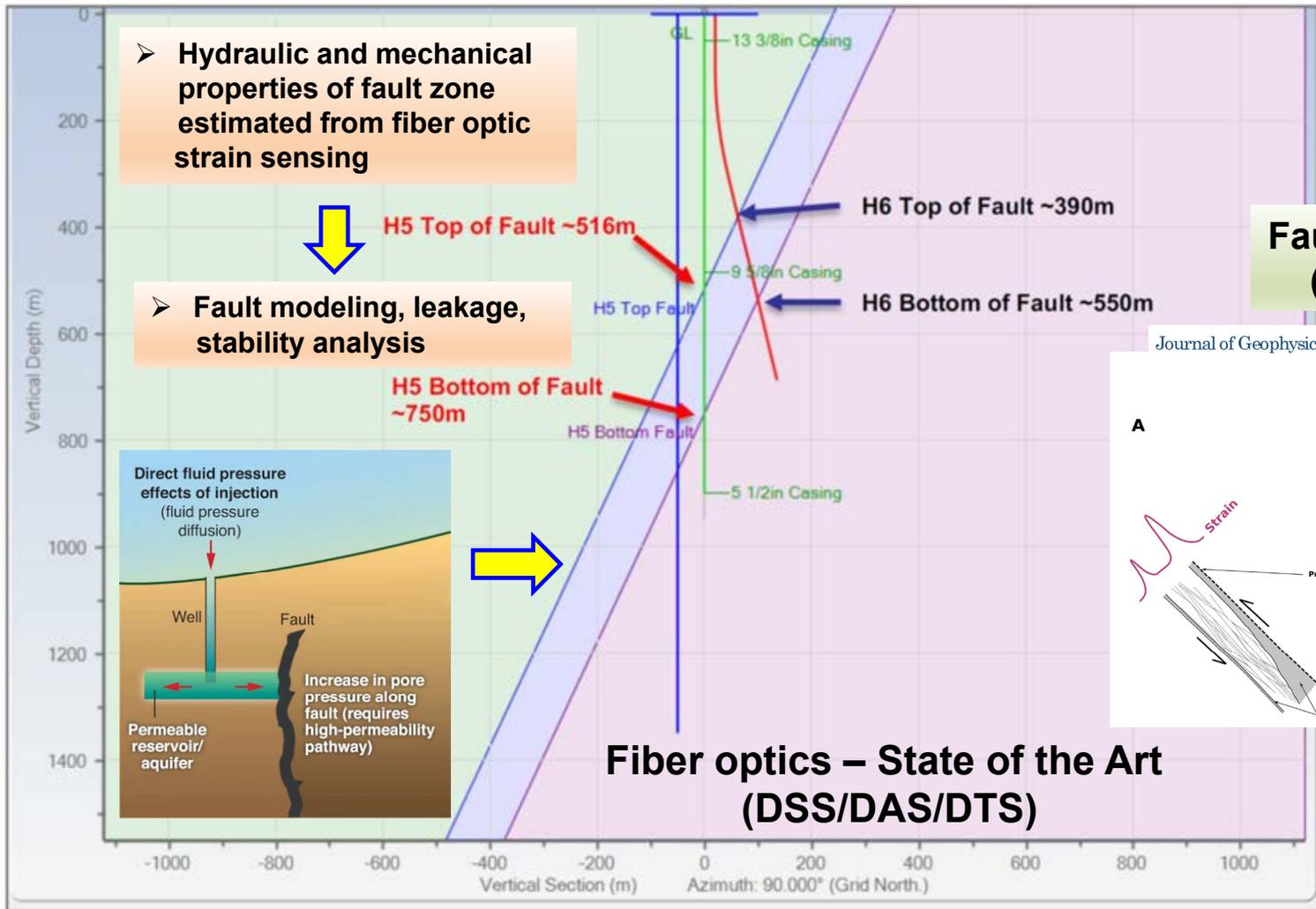
➤ Fault zone mapping and monitoring with **Strain Sensing (RITE)** coupled with temperature and acoustic sensing (**CSIRO**)



# Perth南部サイトの坑井掘削・サイト整備ほぼ完了、今年度後半から断層破碎帯調査



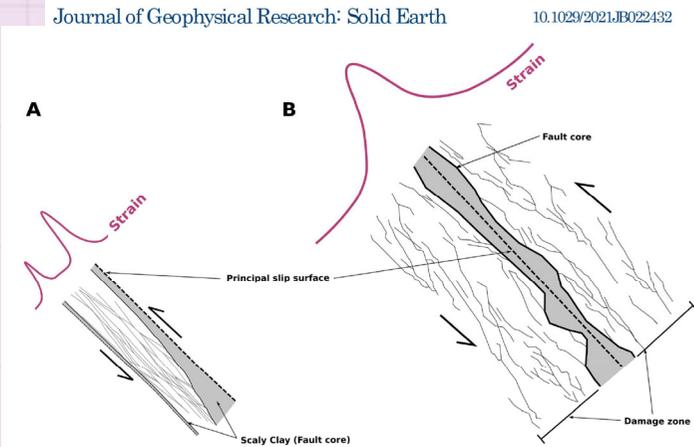
# 新規坑井Harvey-5 (Depth:1,000m、流体圧入井)の掘削完了・注水試験計画中



➤ Hydraulic and mechanical properties of fault zone estimated from fiber optic strain sensing

➤ Fault modeling, leakage, stability analysis

## Fault Zone Mapping (strain sensing)



## Perth南部サイトにおける断層安定性評価のポイント

### ➤ 破碎帯の側方流動性(母岩から破碎帯への流体浸入能力)

- ✓ 光ファイバーによる上盤、下盤、**破碎帯幅**等の評価
- ✓ 国内サイトではコア採取しても破碎帯認定が困難、3D反射断面では分解能に対する**断層変位量次第**
- ✓ **側方流動性がない**場合は、有効応力減少がなく、再活動可能性が低い

### ➤ 破碎帯の水理的・力学的特性

- ✓ 破碎帯は地震発生後徐々に**癒着する**から、幅全体が**透水性**あるとは限らない。癒着部の**力学特性**も把握できれば、再活動リスク(**安定性**)評価が可能

### ➤ 再活動性評価

- ✓ 光ファイバーひずみ測定に基づく**ジオメカニクス(地質力学)解析**  
(**日本独自の技術**、国内外CCS事業への適用を目指す)

# これからの研究開発：事業 (field projects) との密接な連携

## Iterative Process towards Deployment

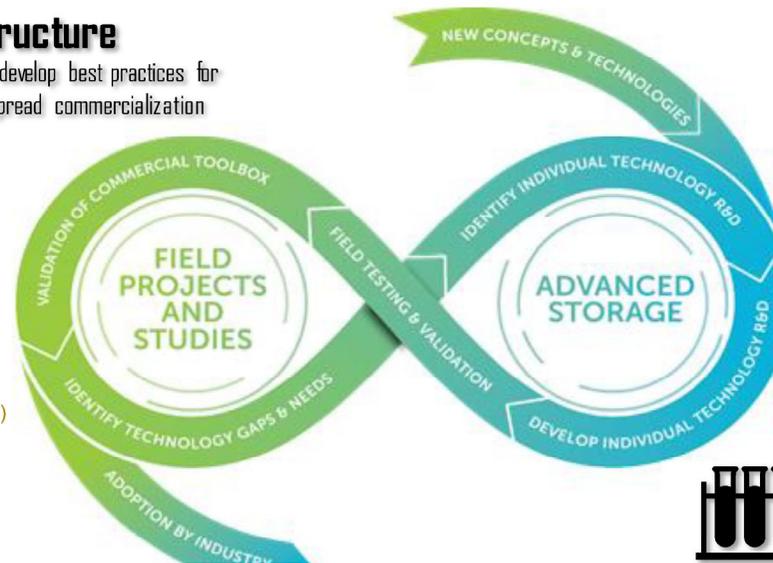


### Storage Infrastructure

Large-scale field projects to develop best practices for industry and facilitate wide-spread commercialization

#### Storage Infrastructure Focus

- CarbonSAFE
- Regional Initiatives
- Offshore Storage
- Brine Extraction Strategy Test (BEST)
- Associated Storage (CO<sub>2</sub> EOR)



**Advanced Storage Focus**

- Well Integrity and mitigation
- Monitoring, verification, and accounting
- Storage complex efficiency and security

- SMART: Science-Informed Machine Learning for Accelerating Real Time Decisions
- NRAP: National Risk Assessment Partnership

US/DOE (2021)



### Advanced Storage

Harness early-stage storage concepts to technology demonstration

#### Subsurface stress

- improved capability to forecast risk of induced seismicity & compromise of seal integrity

#### Wellbore integrity

- Find & assess legacy wells and novel materials/techniques for remediation

#### Secure storage

- Improve AZMI tools

#### Plume detection and storage efficiency

- Locate plume margins & pressure increase; improve use of pore space)

➤ With JCCS soon

#### Site characterization

- Map reservoir & seal heterogeneities and deep faults

#### Regional resource estimates

- filling the data gaps & realistic basin-scale storage estimates)

#### Transformational sensing

- Micro/nano and optical fiber sensing capabilities; wireless computing to enable intelligent monitoring systems

### ➤ Collaborating with CSIRO in Aus.

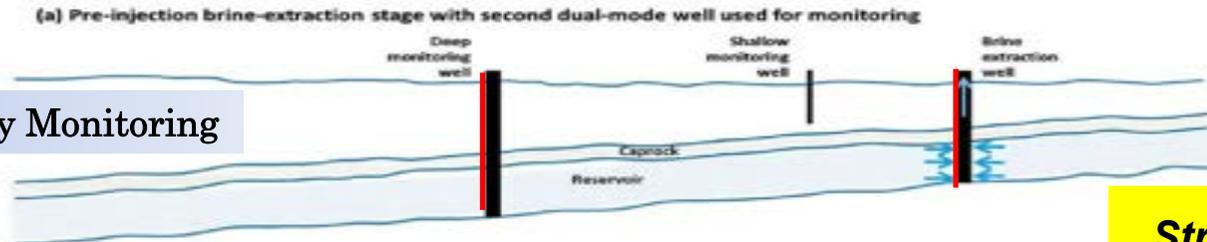
#### AOI 1: Fault Detection, Characterization, and Hazard Assessment

Focused on developing new characterization methods for providing high-fidelity data on faults, fault slip or potential fault slip, assessment of faults during active injection, criteria for cost-effective methods for assessing and choosing a site, and other related research

### ➤ Collaborating with North Dakota University in USA

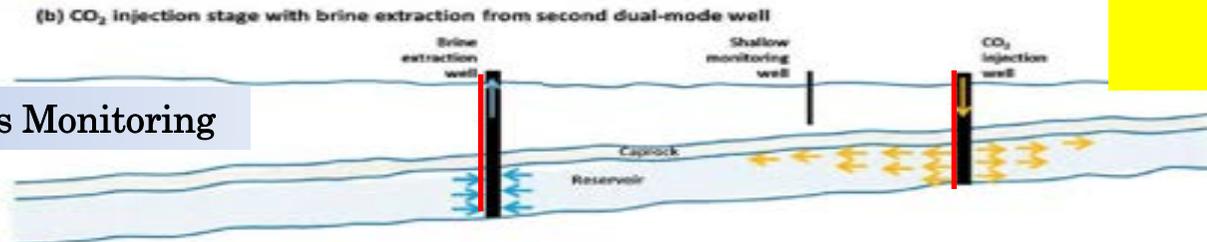
# Applications of Optic Fiber Sensing in CO<sub>2</sub> Storage

➤ Caprock and Well Integrity Monitoring

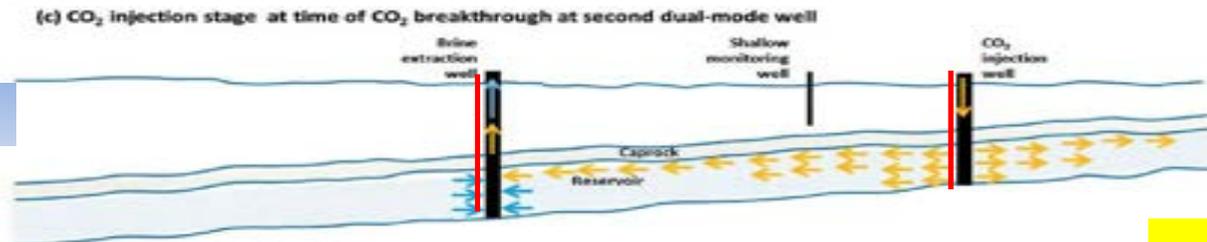


**Strain/Temp Sensing  
(DSS/DTS)**

➤ Pressure and Plume Fronts Monitoring

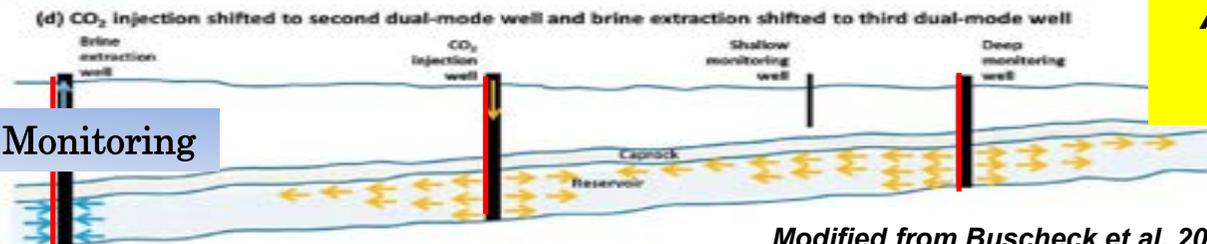


➤ DAS/VSP CO<sub>2</sub> Monitoring



**Acoustic Sensing  
(DAS)**

➤ Microseismic /Earthquake Monitoring



Modified from Buscheck et al. 2014

## 謝 辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。ご協力いただいた関東天然瓦斯(株)、(株)物理計測コンサルタント、サンコーコンサルタント(株)、(株)KNGウェルテクノ、ニューブレクス(株)にも感謝申し上げます。

**This talk is based on results obtained from a project (JPNP18006) commissioned by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) and the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) of Japan.**