

CCS Technical Workshop 2026

CO₂地中貯留技術の事業化展開

— 大規模化への技術的チャレンジ —

What We Have, What We Need



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)

CO₂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)



Storing CO₂ in Saline Aquifers (1/2)

Major Steps in Process of Finding and Developing Qualified Sites

(NETL, 2007)

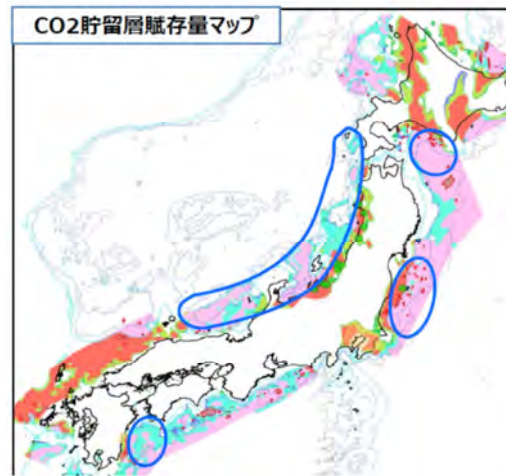
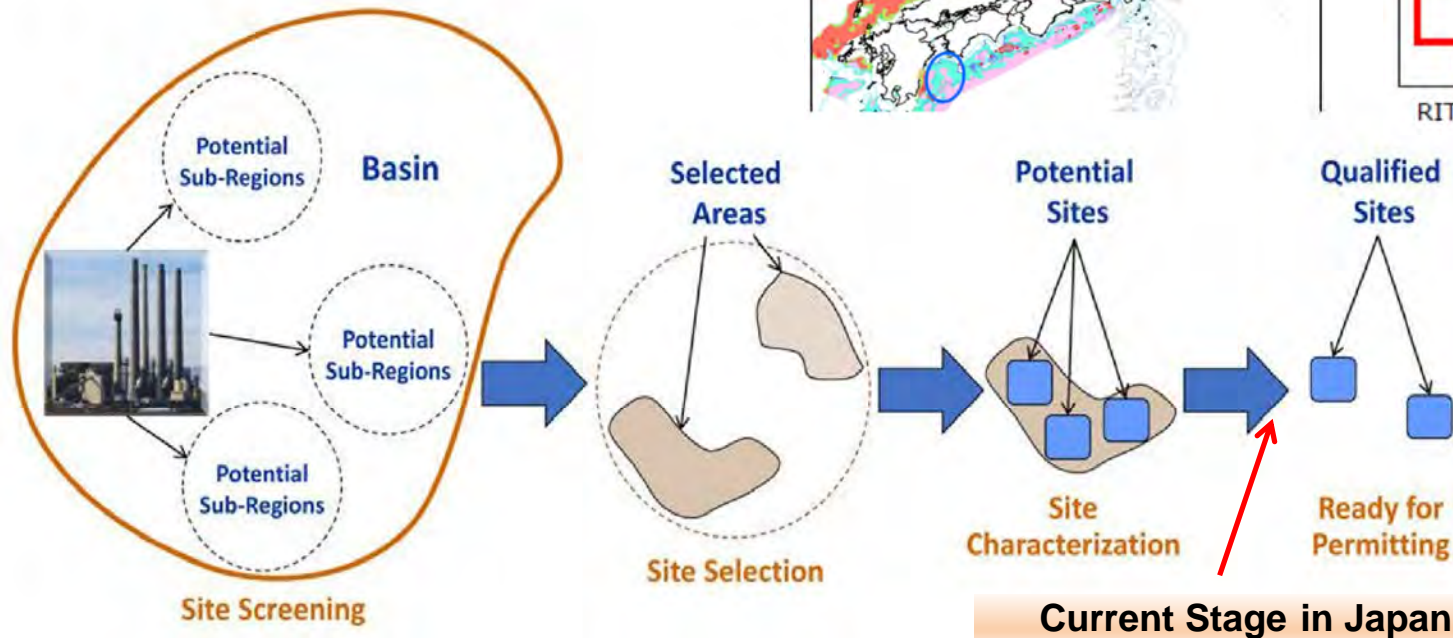


表. 堆積層厚 RITEの区分(2006, 2008)

● A1 (油ガス田)	背断 斜層 構造	— 水深 2,000m
■ A2 (既掘構造)		— 水深 1,000m
■ A3 (未掘構造)		— 水深 200m
■ B-1 (水溶性ガス田)	同斜層構造	
■ B-2 (堆積層厚 >2,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 1,000~2,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 800~1,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 >2,000m, 水深 >200m)		
■ B-2 (堆積層厚 1,000~2,000m, 水深 >200m)		
■ B-2 (堆積層厚 800~1,000m, 水深 >200m)		

RITE(2006, 2008)を基にJCCSにて編集

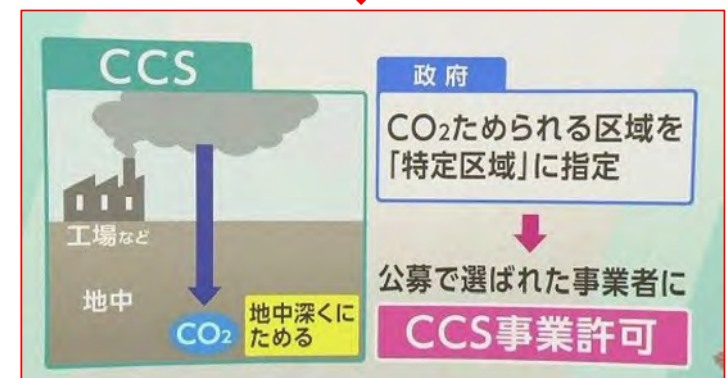
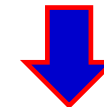
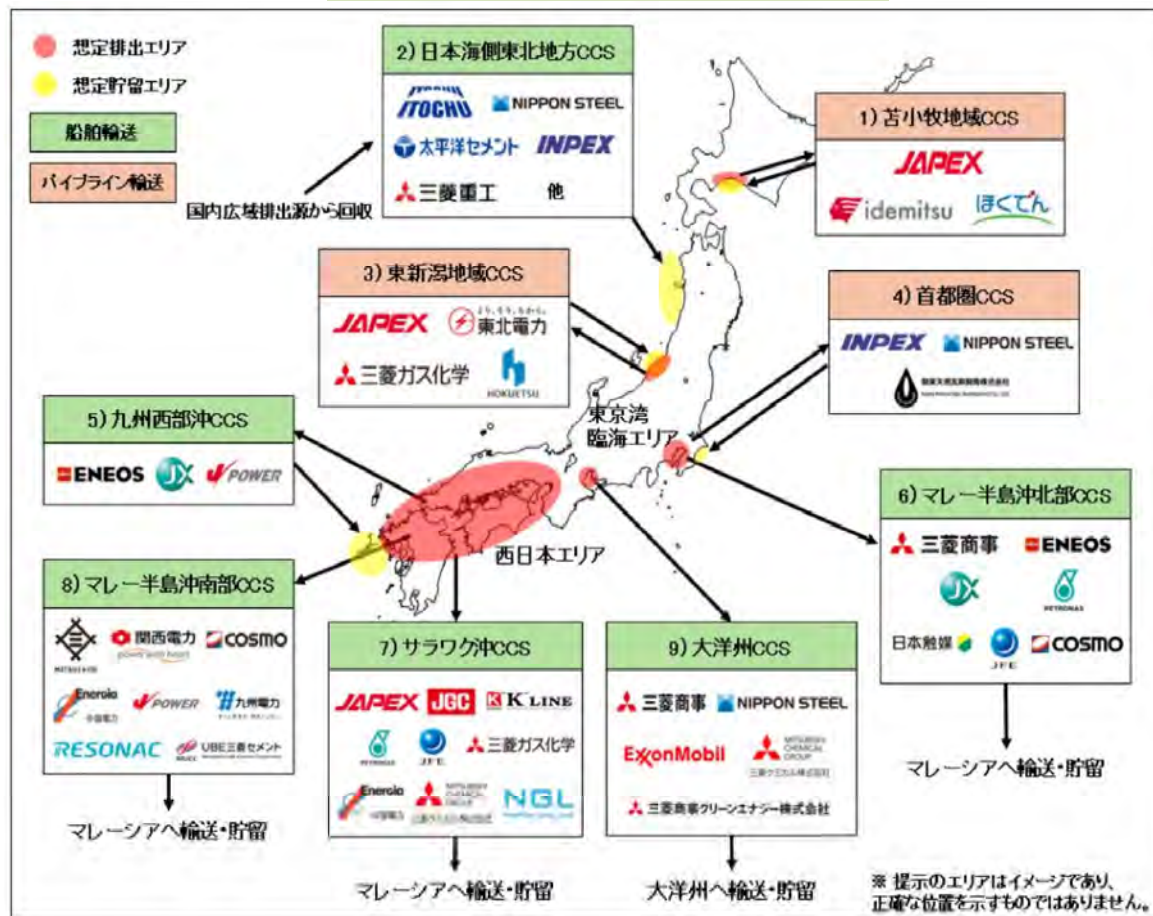
10 selected areas, 16 billion ton-CO₂ storage potential



Site Characterization for Permitting

2030年までに年間6～12百万トンCO₂貯留量達成に向けて

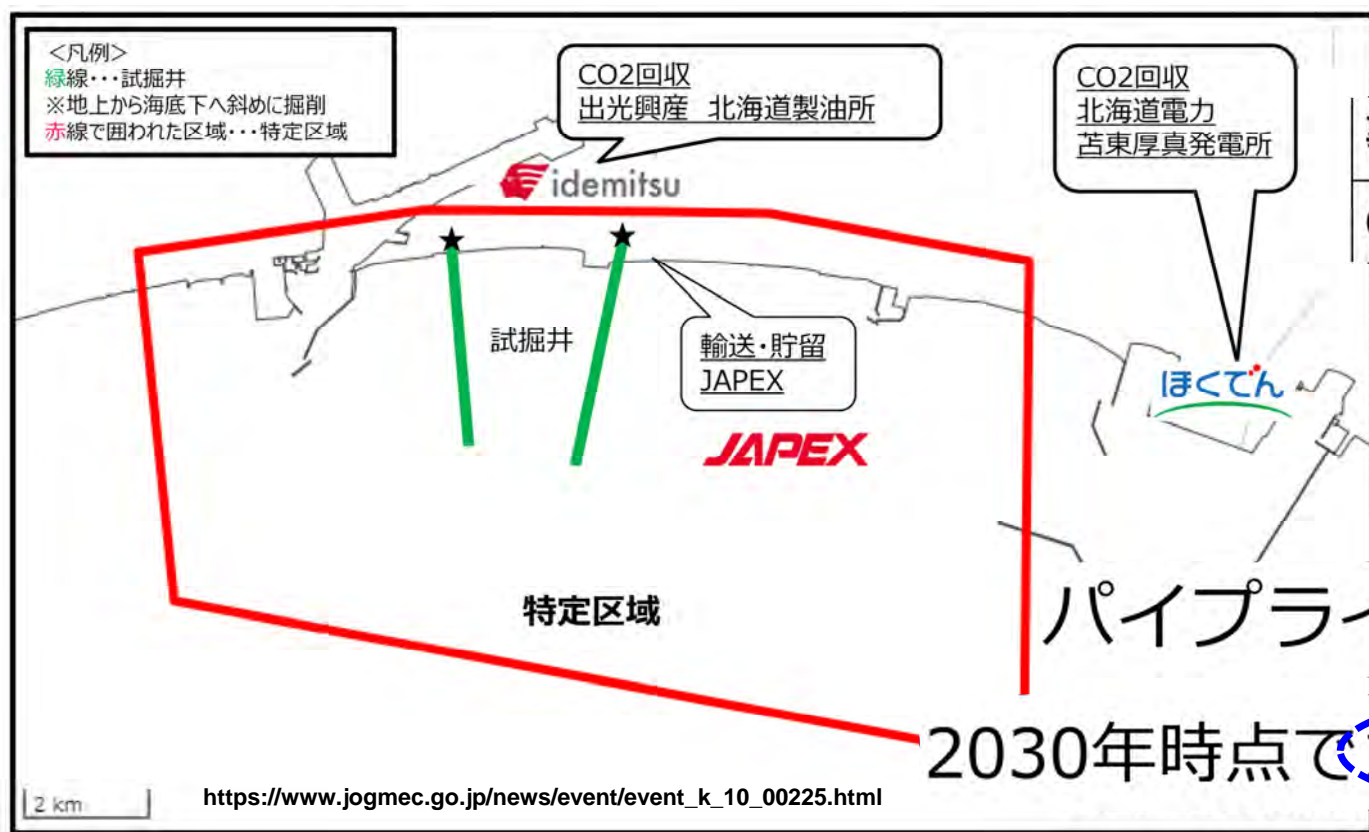
国内CCS事業の本格展開



2024.7 出典: https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00191.html

TomaCO₂mai 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（CO₂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**



事業化判断年度	2026年度末を想定
CO ₂ 貯留開始年度	2030年中を想定

パイプラインによる気相CO₂輸送

2030年時点で150～200万トン/年を想定

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



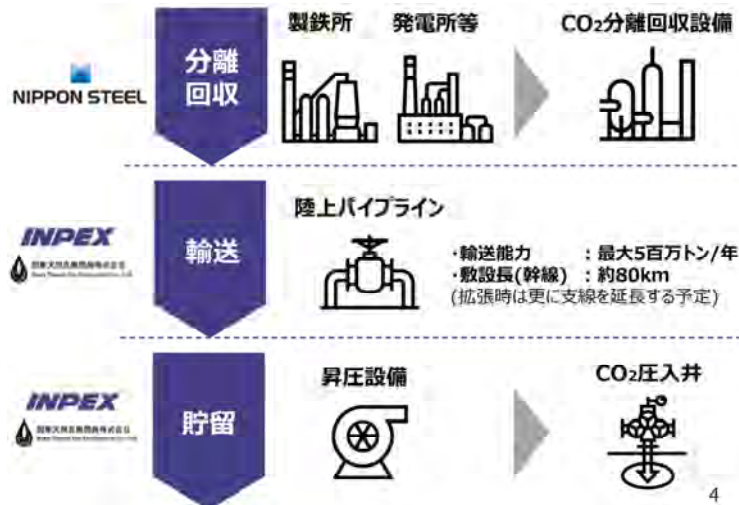
https://www.jogmec.go.jp/news/event/event_k_10_00225.html

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。

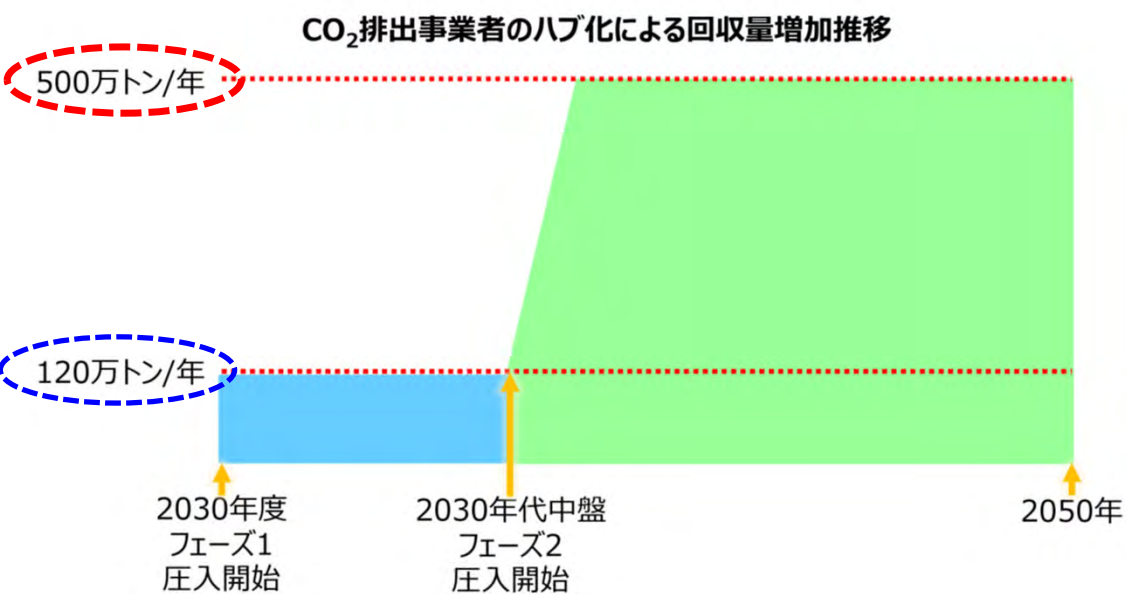
指定はCCS事業法に基づくもので、2月の北海道苫小牧市沖に続いて2件目。早ければ今年度中に試掘が始まる見通しだ。

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。

経済産業省 = 東京都千代田区



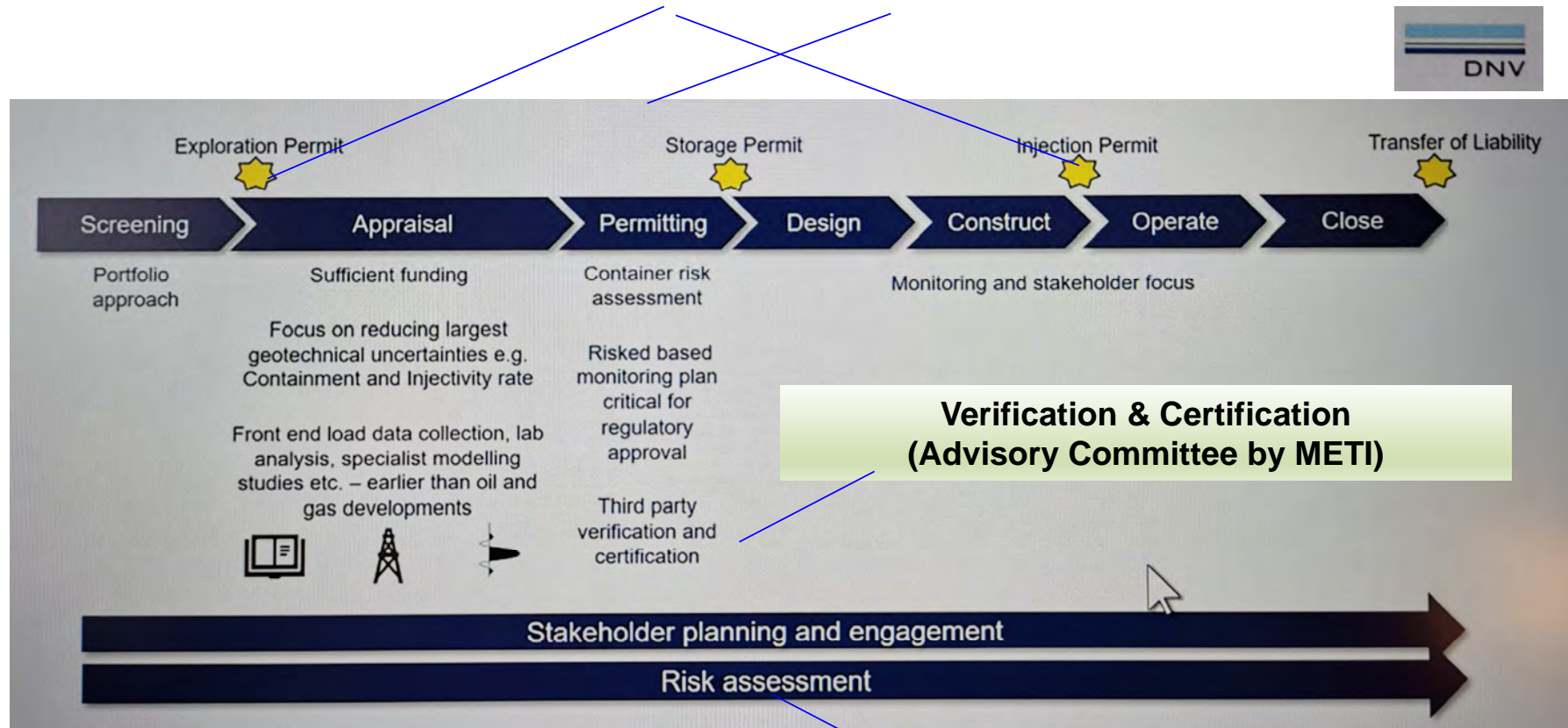
- シミュレーションの結果によりCO₂貯留層の不確実性低減を図るため、評価井は2坑
- 評価井の掘削位置(想定)：外房沖の5～15 kmの地点(水深20～30m)



- 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

Storing CO₂ in Saline Aquifers (2/2)

Permits (by Japanese Government, METI)



Community Concern, Risk Communication →→ Public Support

(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。
- ・ 鉱業法に基づく探掘権者は、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。

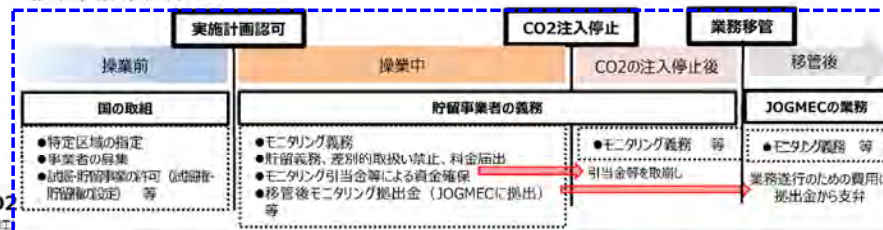
(参考1) CO₂の貯留メカニズム



(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な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（独立エネルギー・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提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

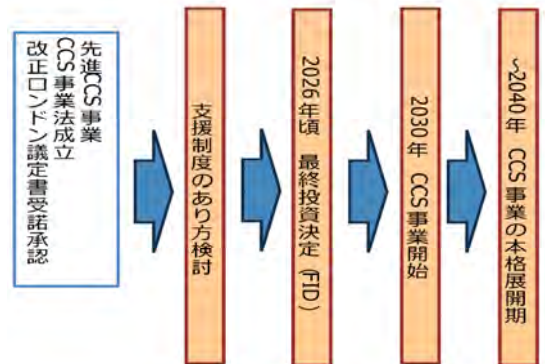
(1) 導管輸送事業の届出制度の創設

- ・ 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。

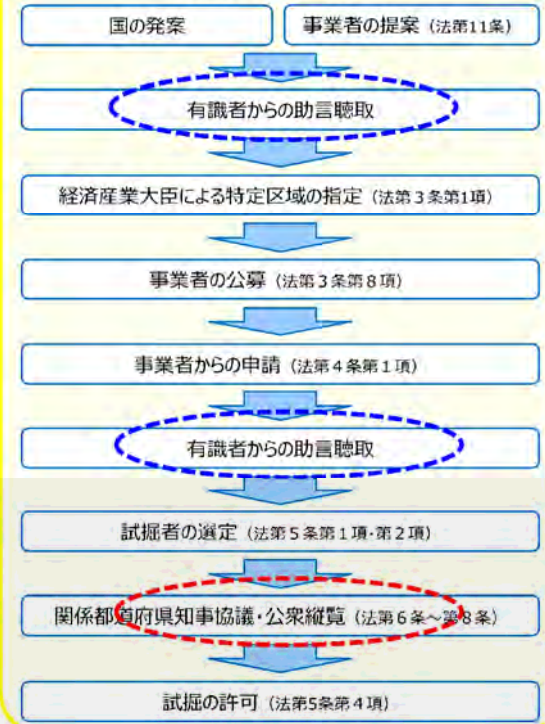
(2) 導管輸送事業者に対する規制

- ・ 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。

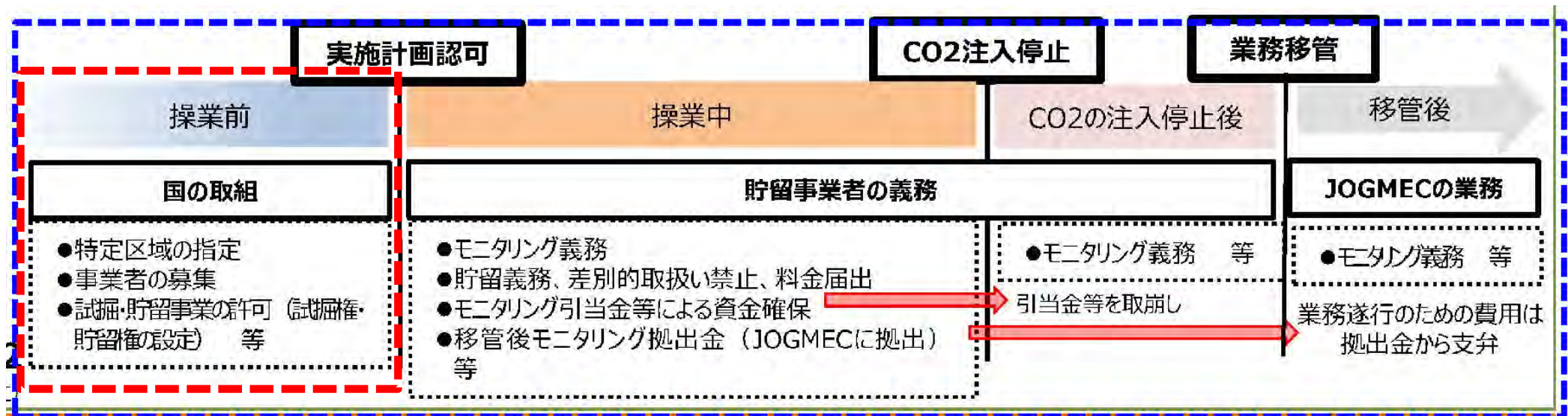
※海洋汚染防止法におけるCO₂の海底下廃棄に係る許可制度は、本法律に一元化した上で、海洋環境の保全の観点から必要な対応について環境大臣が共管する。



<試掘許可の手続フロー>



二酸化炭素の貯留事業に関する法律【CCS事業法】



➤ 特定区域の指定

➤ 事業者の募集

➤ 事業許可（試掘権・貯留権の設定）

有識者委員会

国の発案

事業者の提案

有識者委員会

試掘者の選定

事業者からの申請

試掘の許可

<試掘許可のフロー>

国の発案

事業者の提案 (法第11条)

有識者からの助言聴取

経済産業大臣による特定区域の指定 (法第3条第1項)

事業者の公募 (法第3条第8項)

事業者からの申請 (法第4条第1項)

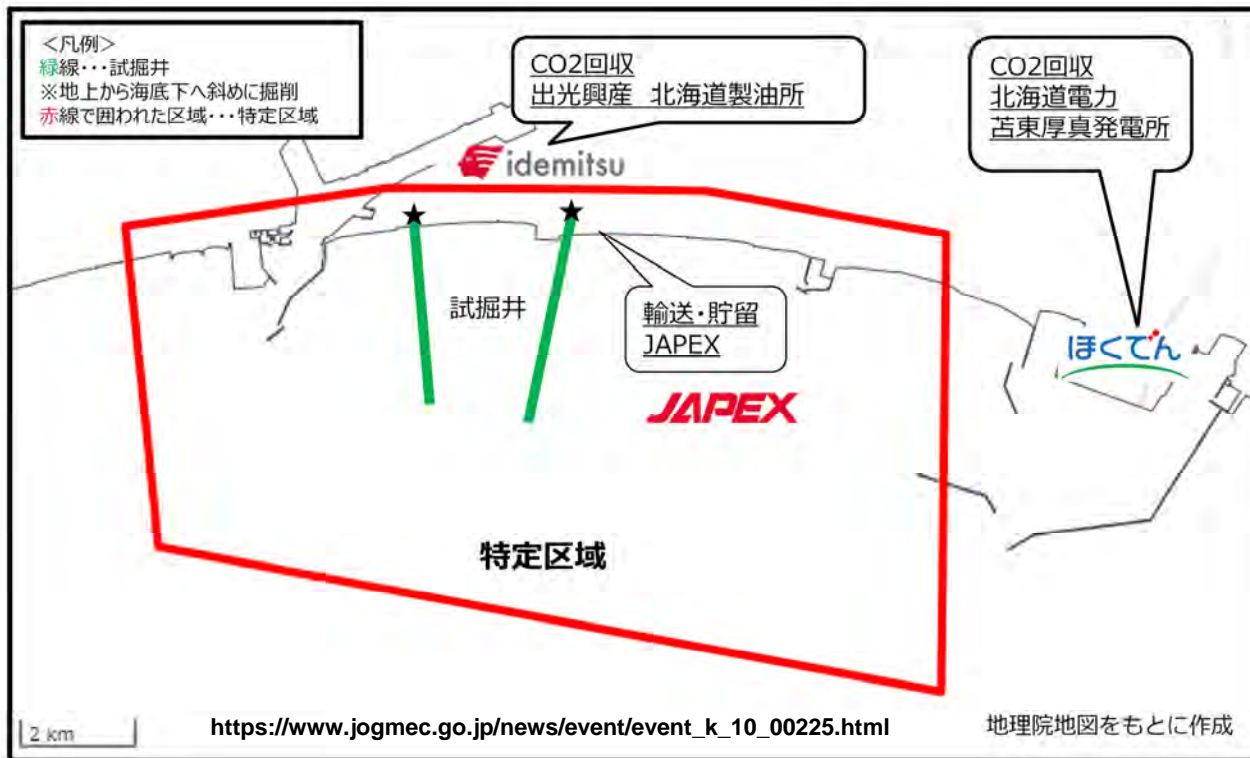
有識者からの助言聴取

試掘者の選定 (法第5条第1項・第2項)

関係都道府県知事協議・公衆縦覧 (法第6条～第8条)

試掘の許可 (法第5条第4項)

特定区域の選定において



特定区域の広さ vs CO₂の広がり

- 計画圧入量が特定区域に収まるか
- CO₂の広がりには貯留層の厚さ、孔隙率、地層の不均質性など密接に関連する
- 地層水とCO₂の置換効率を高め、貯留率の向上(CO₂分布範囲が狭く)
- 1本／複数本の圧入井(経済性)

特定区域: 貯留層が存在し、又は存在する可能性がある区域 →→ **試掘・地質確認**

Examples to develop a **Local Screening Criterion** for CO₂ storage in Saline Aquifers (in Europe)

The screening criterion proposed for the CO₂ storage by Chadwick et al. (2008).

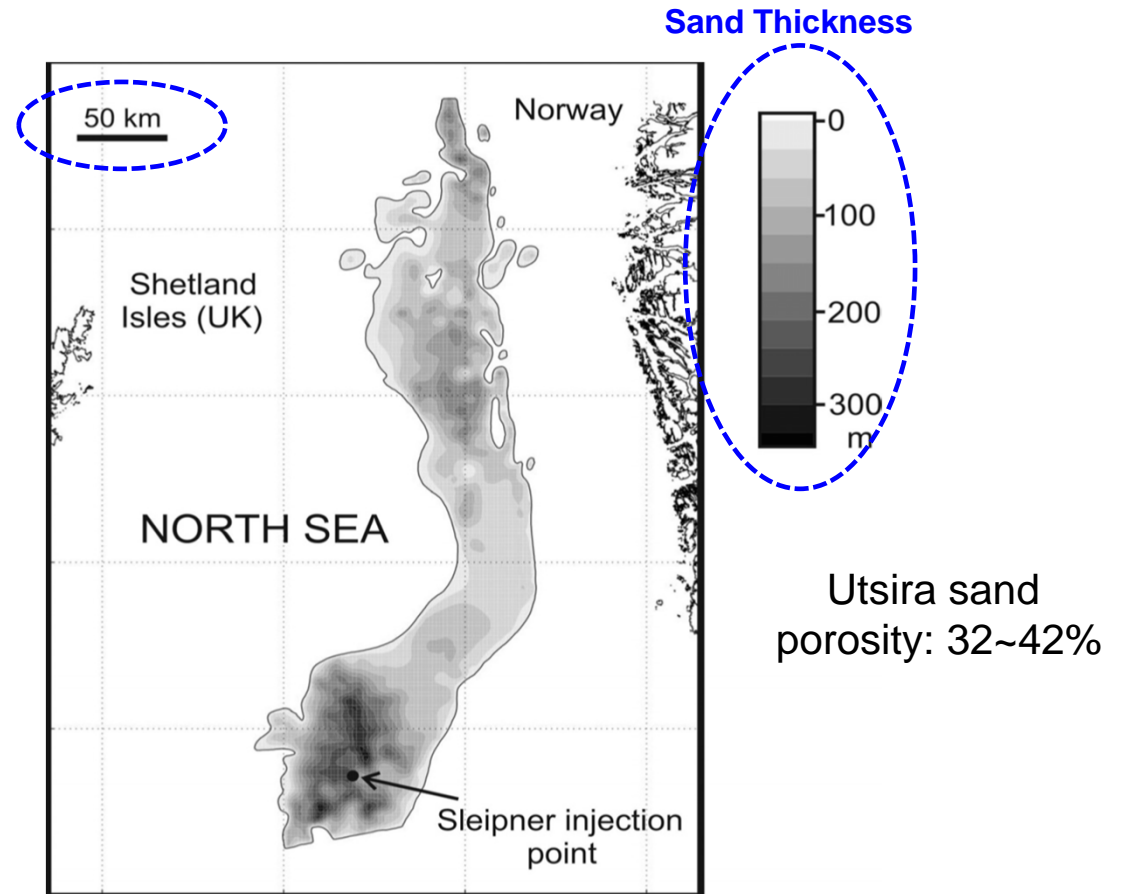
Parameters	Positive indicators	Cautionary indicators
Total storage capacity	Total capacity of reservoir estimated to be much larger than the total amount produced from the CO ₂ source	Total capacity of reservoir estimated to be similar or less than the total amount produced from the CO ₂ source
Depth	1000e 2500 m	<800 m or >2500 m
Thickness (net)	[50 m	<20 m
Porosity	>20%	<10%
Permeability	>300 mD	10e 100 mD
Salinity	>100 g/L	<30 g/L
Seal properties		
Lateral continuity	Un-faulted	Laterally variable faults
Thickness	>100 m	<20 m
Capillary entry pressure	Mush greater than buoyancy force of maximum produced CO ₂ column high	Similar to buoyancy force of maximum produced CO ₂ column height

Thresholds used for the pre-screening of CO₂ storages in Netherland (Ramírez et al., 2010).

Parameter	Threshold
Capacity	≥4 Mt for gas/oil and ≥2 Mt for aquifer
Thickness reservoir	>10 m
Depth top reservoir	≥800 m
Reservoir porosity	Aquifers: >10%
Reservoir permeability	Aquifers: an expected permeability of 200 mD or more
Thickness seal	≥10 m. Both simple seals as well as complex seal have been taken into account
Seal composition	Salt, anhydrite, shale or claystones
Reservoir composition	Aquifers: sandstone, hydrocarbon fields: limestone, sandstone, siltstone, carbonates
Initial pressure	Overpressure excluded
Salt domes	Relevant for aquifers. Traps located alongside/near salt domes/walls have been excluded because there is a high risk of salt cementation

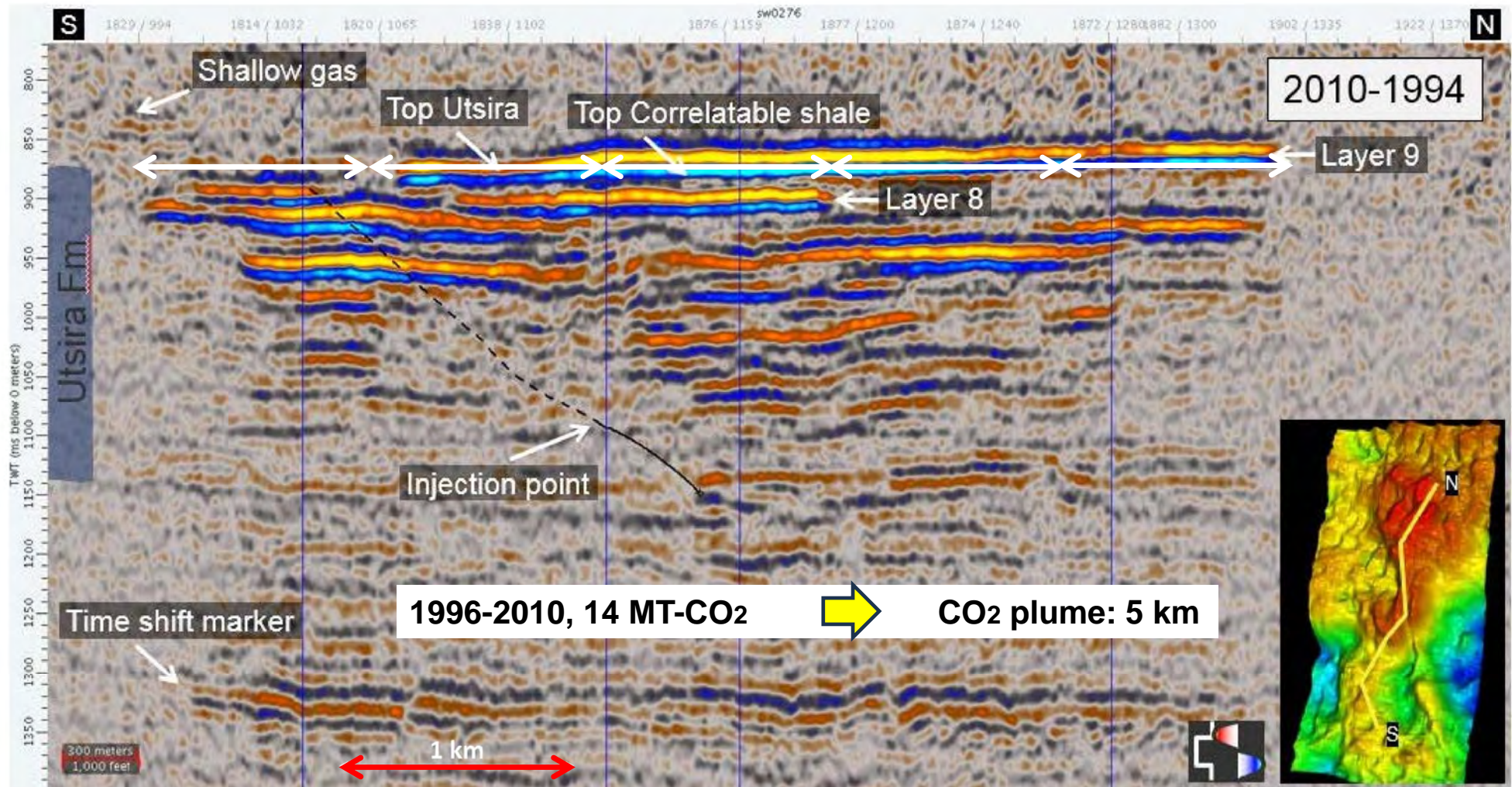
Total storage capacity: to be **much larger** than the total amount from CO₂ source
Reservoir: depth, thickness, porosity, permeability, salinity,
Caprock: lateral continuity, un-faulted, thickness, threshold pressure

Utsira sand: High porosity and High Permeability

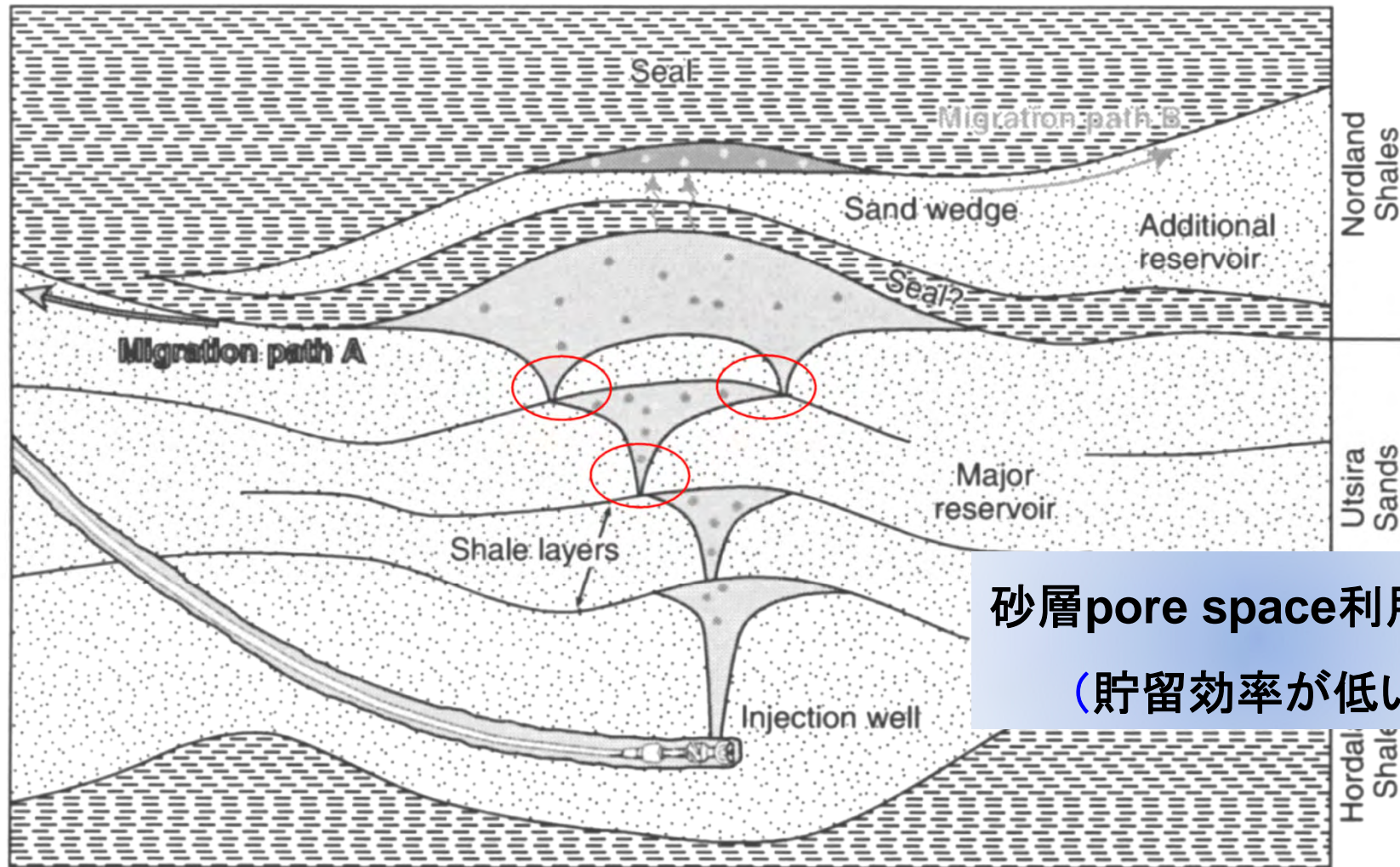


Limits and thickness of the Utsira Sand and location of the Sleipner injection point.

CO₂ high buoyancy in high permeability, thick sand formation

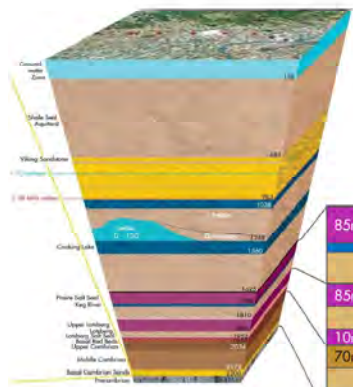


Low Sweep / Storage Efficiency due to High Buoyancy



砂層pore space利用効率
(貯留効率が低い)

The Storage Complex



BCS Storage Complex

- Deep (~2km) saline aquifer
- Below potable water zones, zones with hydrocarbon potential
- Multiple thick, continuous seals (>150m within the complex)
- High quality (~17% porosity) sandstone reservoir
- Excellent permeability (~1000mD)

85m	Prairie Evaporite	~ Additional Seal	BCS Storage Complex
85m	Upper Lonsberg Salt	~ Ultimate Seal	
10m	Lower Lonsberg Salt	~ Secondary Seal	
70m	Middle Cambrian Shale	~ Primary Seal	
40m	Basal Cambrian Sand	~ Storage Reservoir	
	PreCambrian Shield		

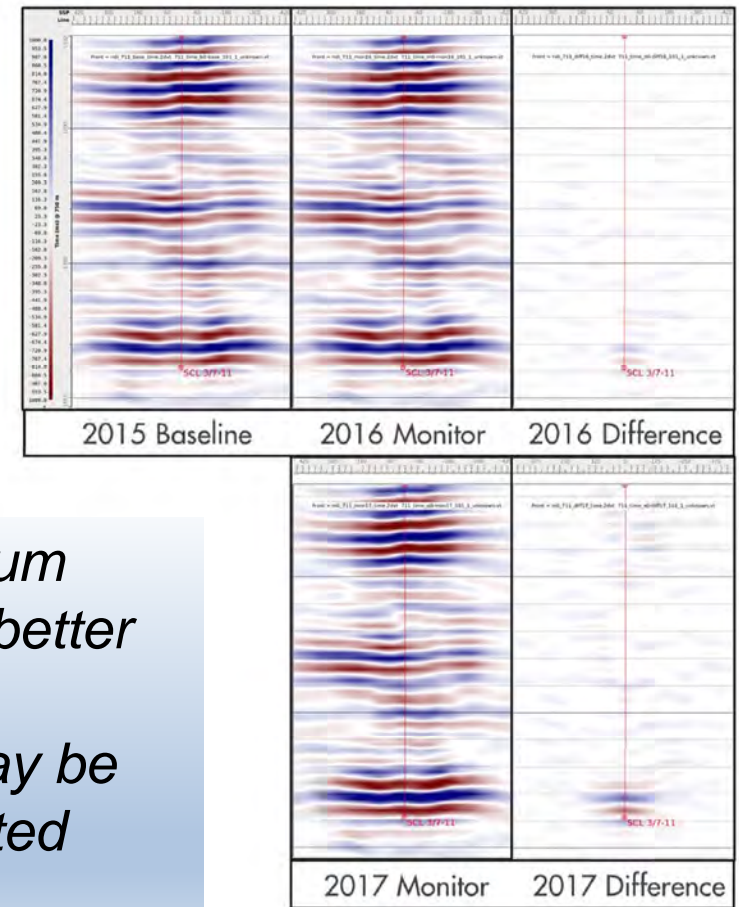
the high storage factor at **Quest, Canada**
(high CO₂ saturation in thin layers)

1 Mt/year, started in 2015

Sandstone reservoir property Quest

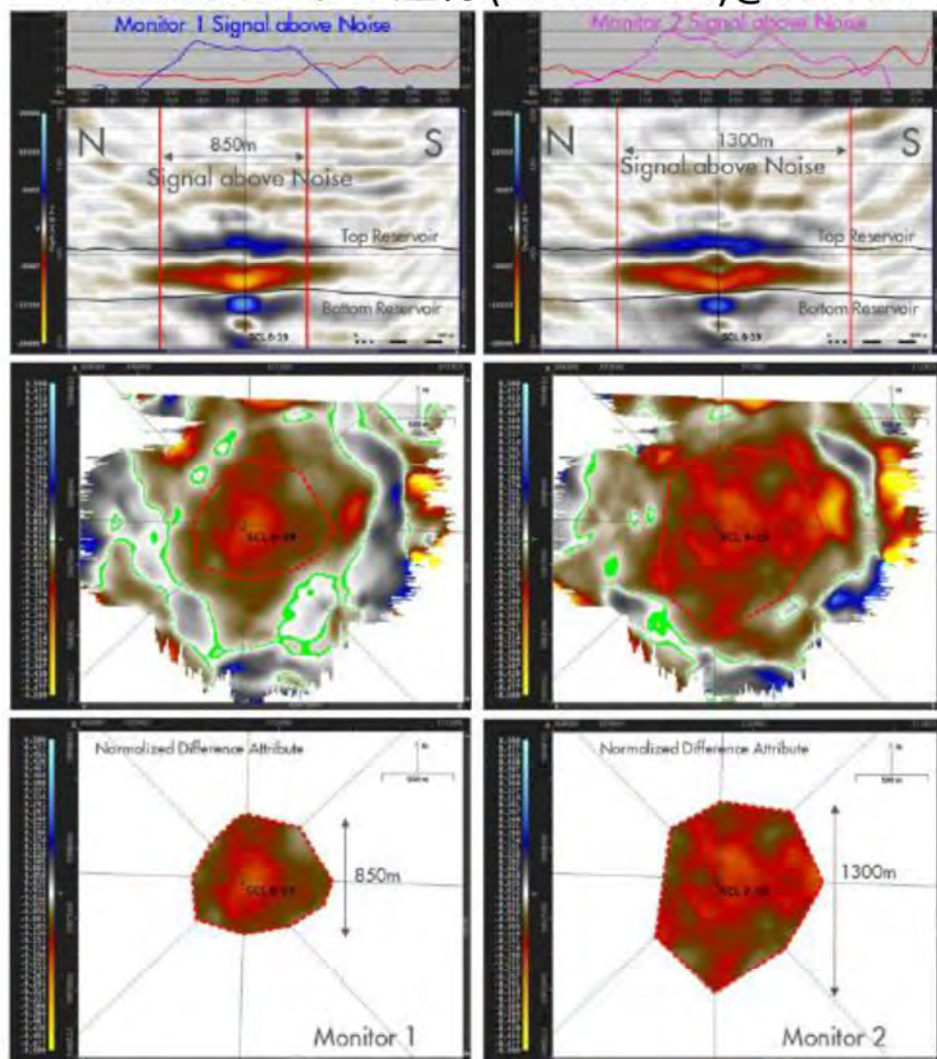
thickness: 40m; permeability: ~ 1,000 mD

The plume extent is closer to the theoretical minimum is another indication that the reservoir is behaving better than expected, and that the **displacement of brine** by the CO₂ may be **more effective** than pre-injection modelling predicted (CO₂ saturation assumed up to 100%).

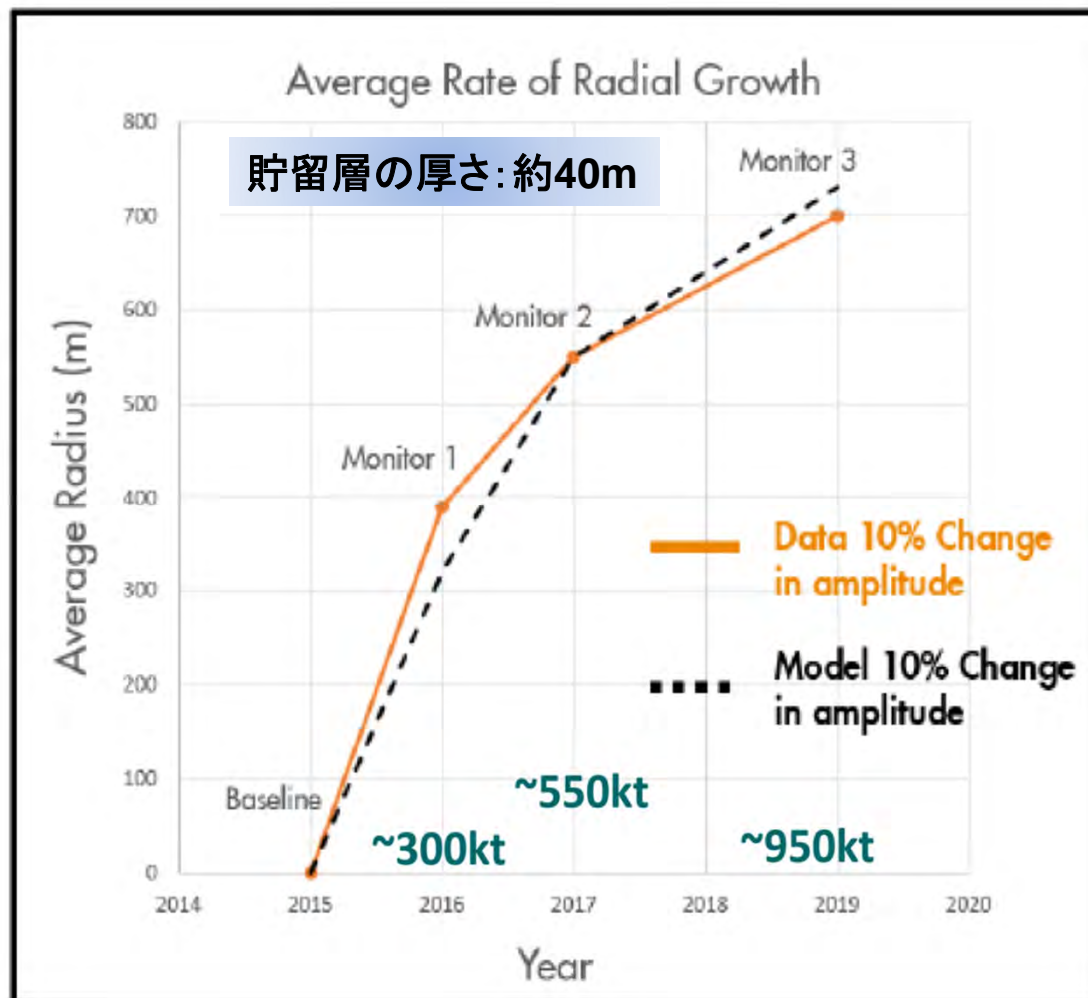


Shell Report, 2017

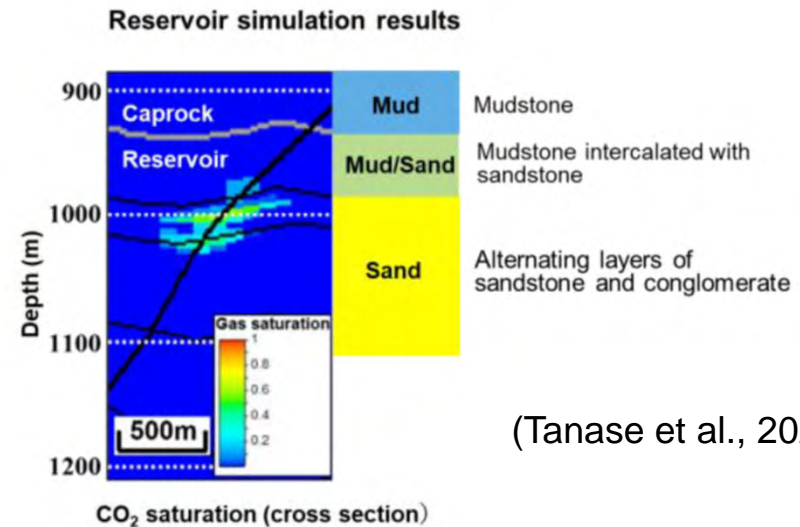
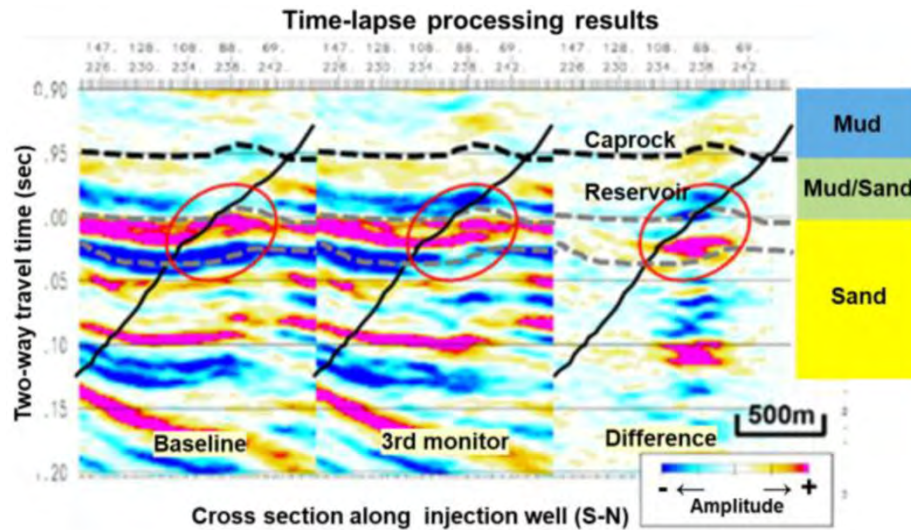
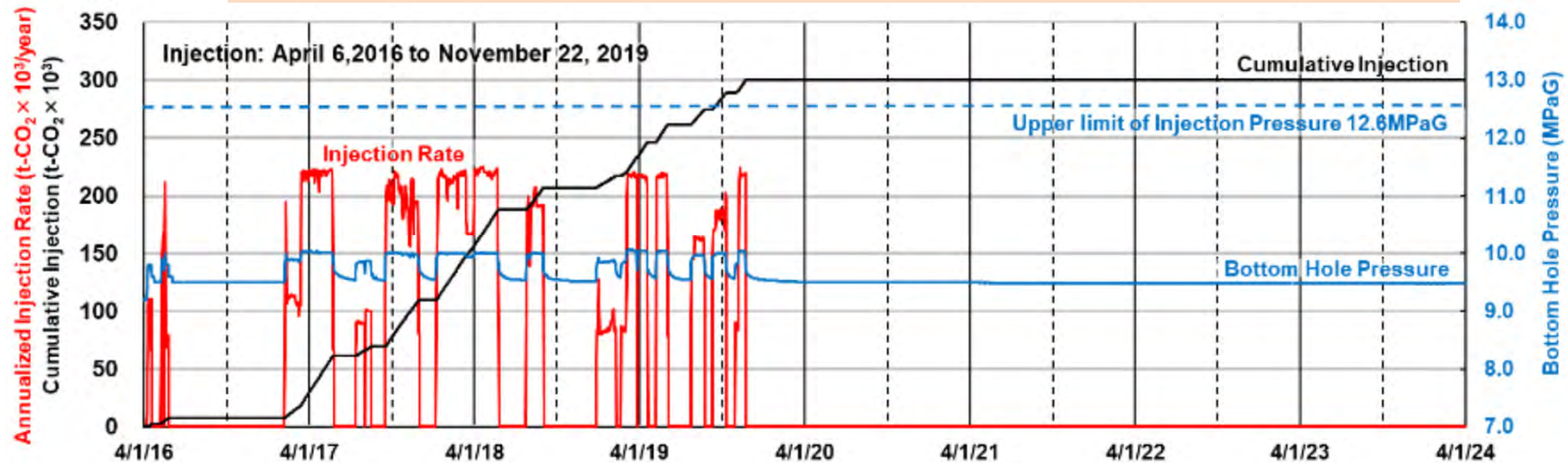
Baselineからの差分(normalized)@IW8-19



QUESTサイトのDAS/VSPモニタリング事例



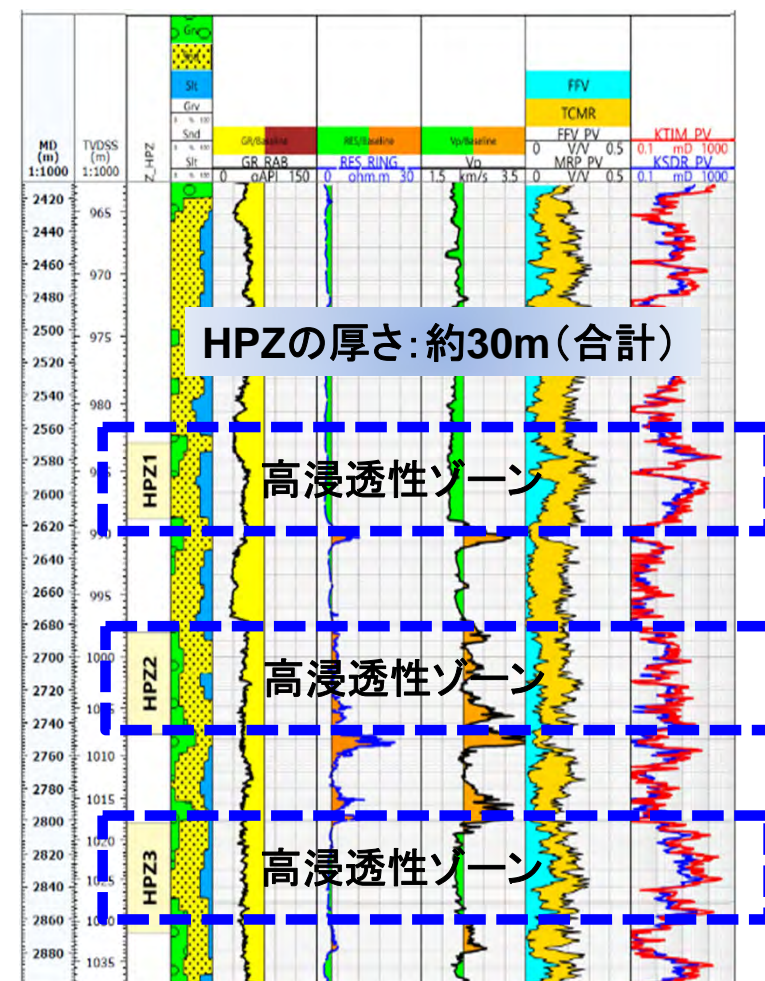
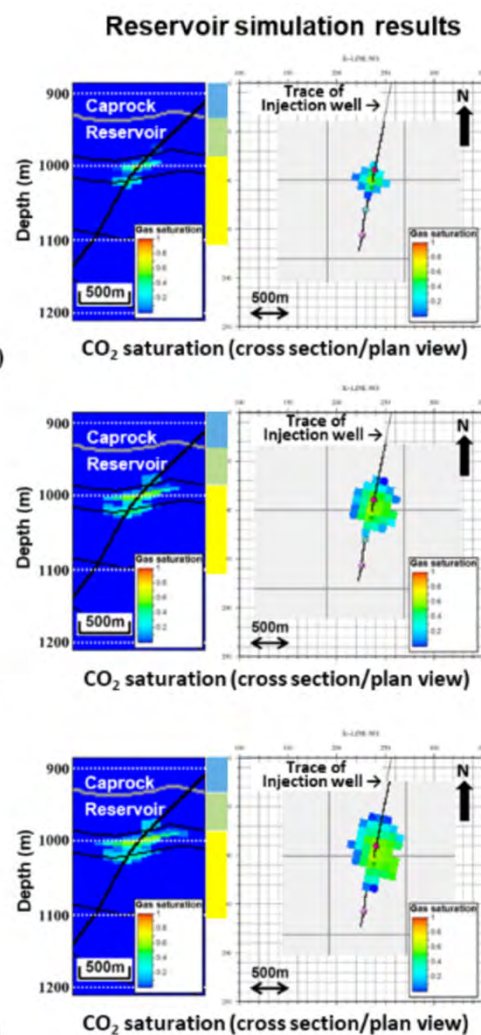
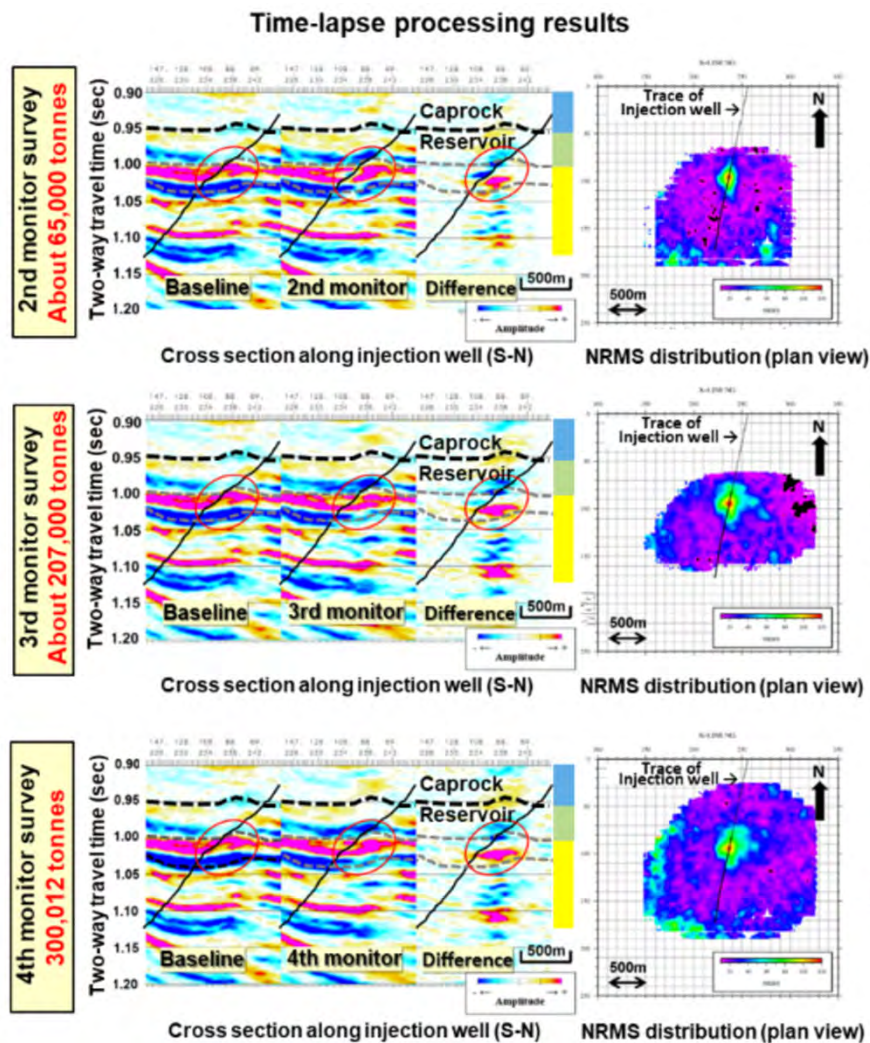
CO₂ Injection in Moebetsu, Japan (1/2)



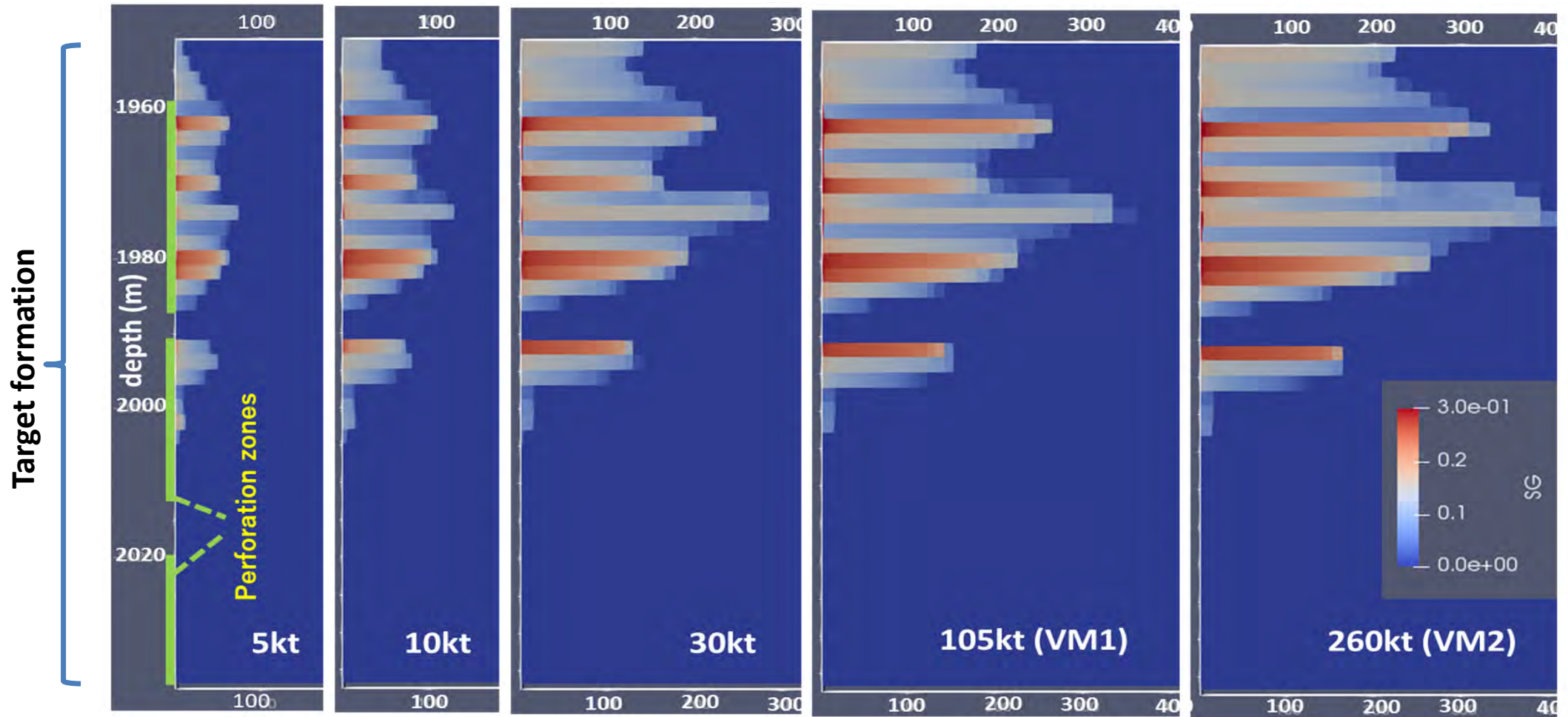
(Tanase et al., 2024)

CO₂ Injection in Moebetsu, Japan (2/2)

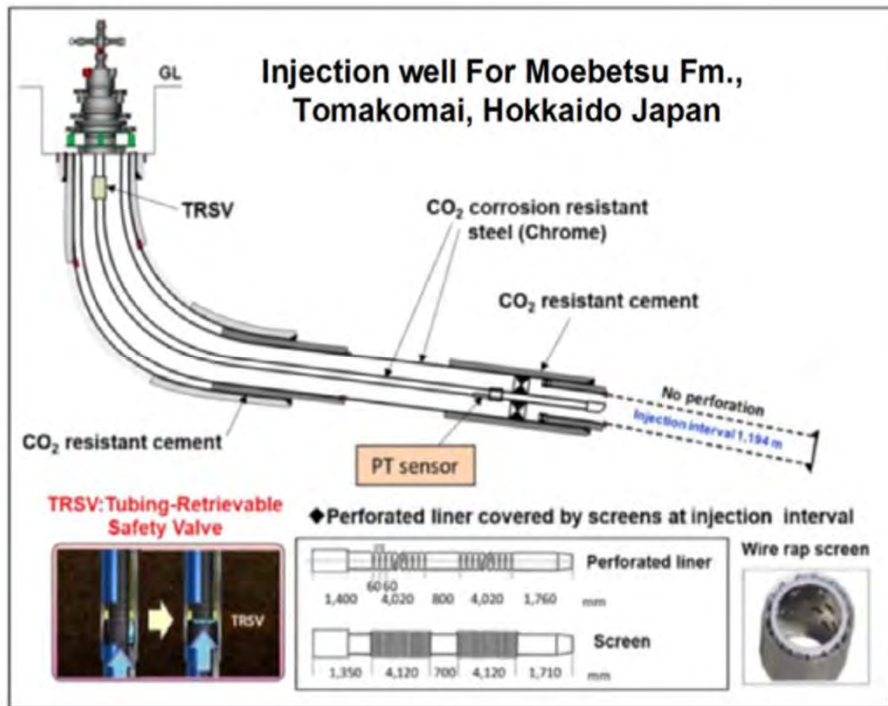
(Tanase et al., 2024)



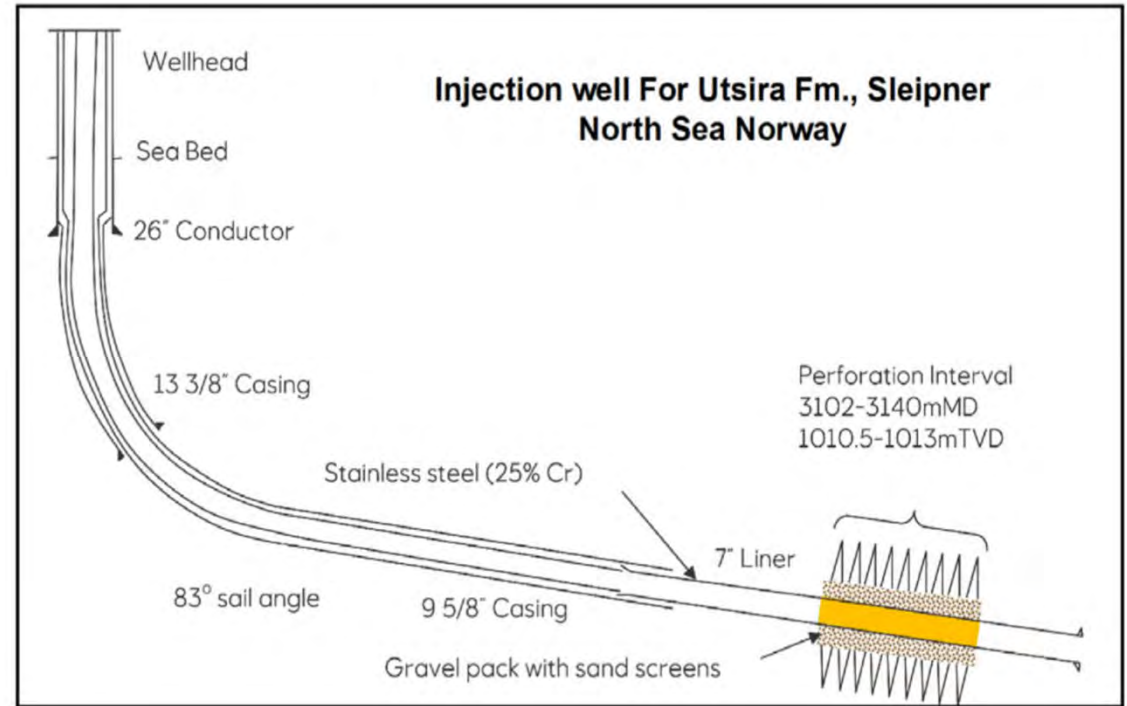
CO₂ Injection in Broom Creek, ND USA



Optimizing Injection Strategies for High-Performance CO₂ Storage: Injection interval at Tomakomai and Sleipner

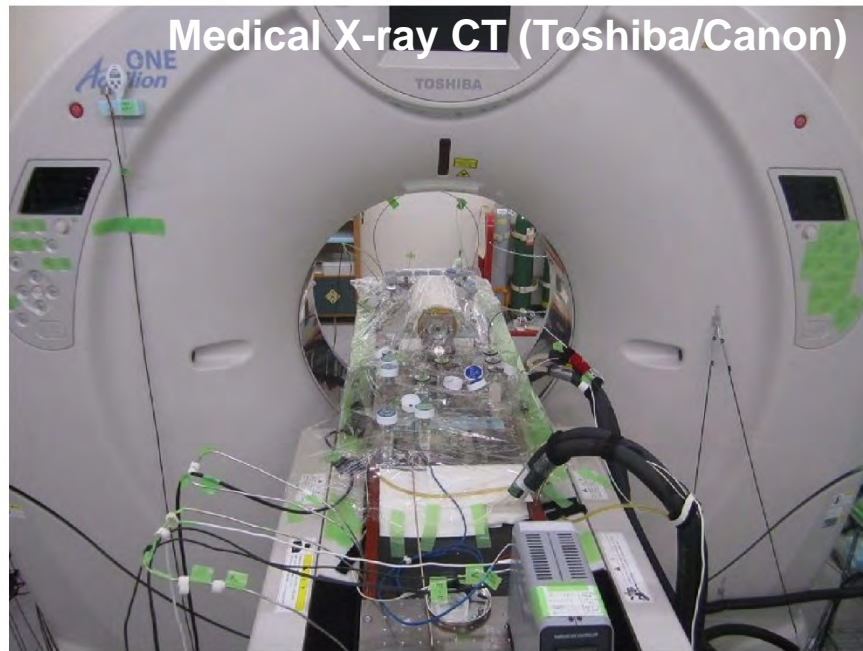


The injection interval of Moebetsu formation was completed with the perforated liner covered by screen and length was up to 1,194 m for 100k-ton CO₂ injection annually.



The annual injection rate is 1 million-ton CO₂ (perforation length: 38 m). This project is endowed with a thick (180-300m), high porosity (35-40%) and high permeability (1-3 darcy) sand layer.

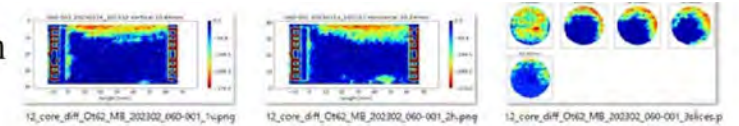
Visualization of CO₂ Injection in a High Permeability Sandstone



Sandstone prepared for Super-critical CO₂ injection (10 MPa, 40°C)

0.1mL/min

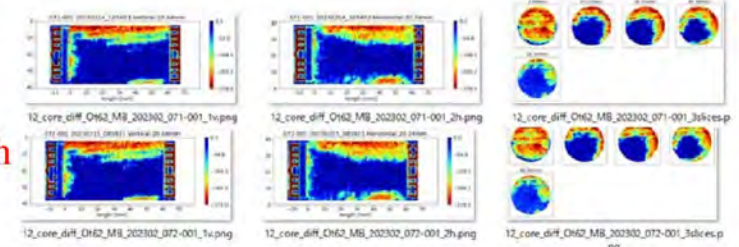
BT, 25h



0.5mL/min

f.r.up, 6h

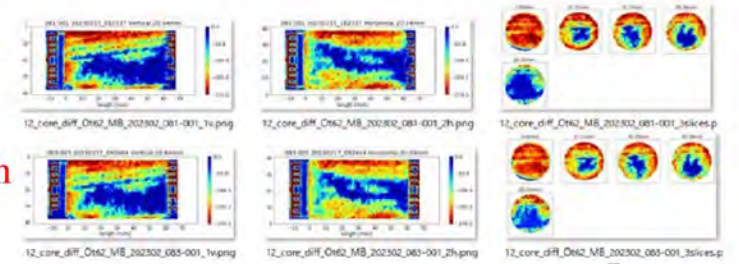
h.close, 16h



1mL/min

f.r.up, 5h

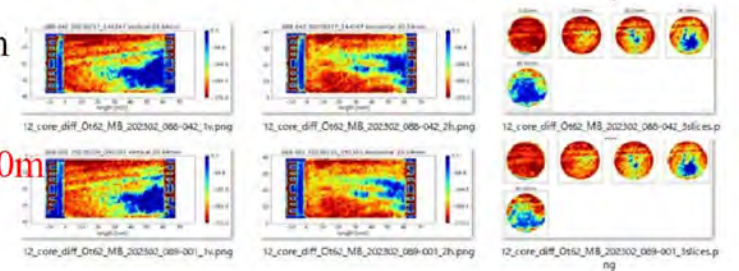
h.close, 41h

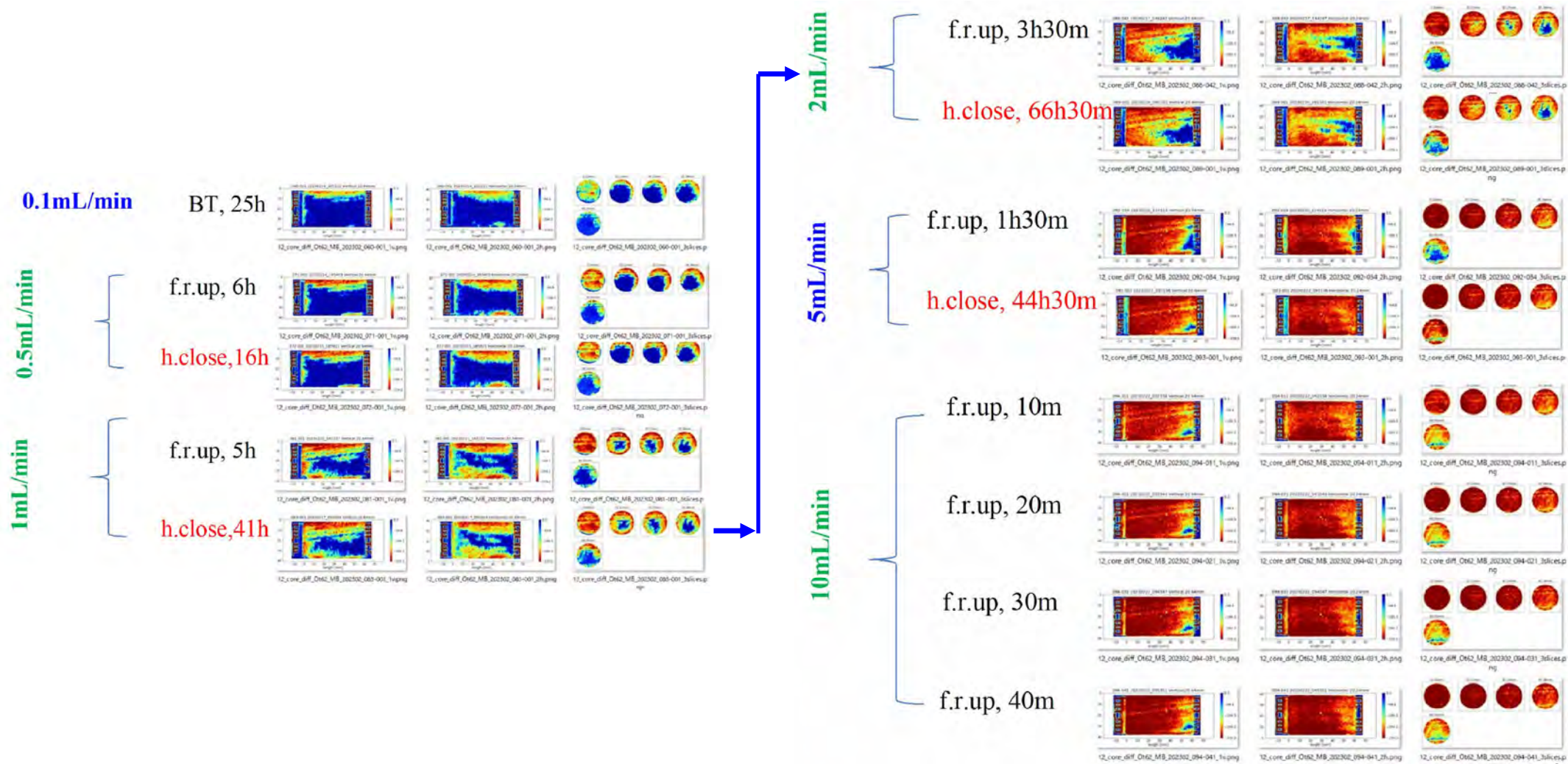


2mL/min

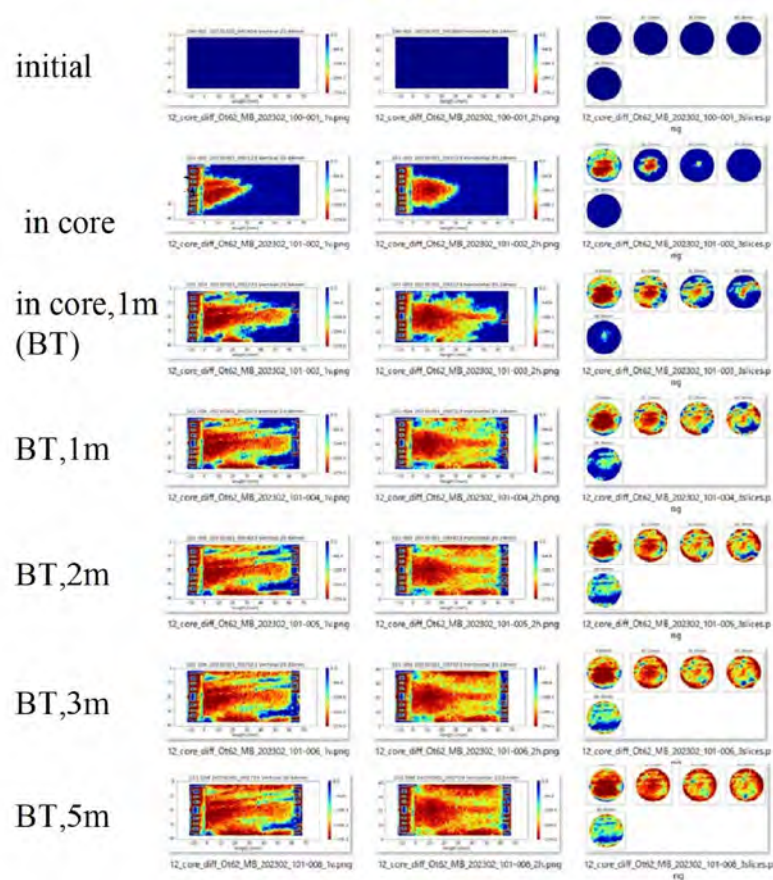
f.r.up, 3h30m

h.close, 66h30m





5 mL/min



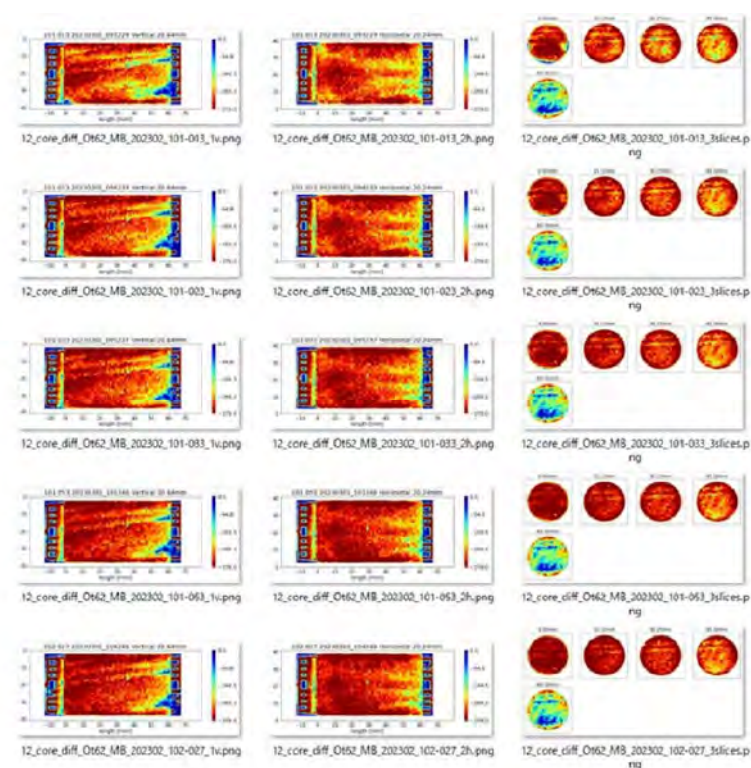
BT, 10m

BT, 20m

BT, 30m

BT, 50m

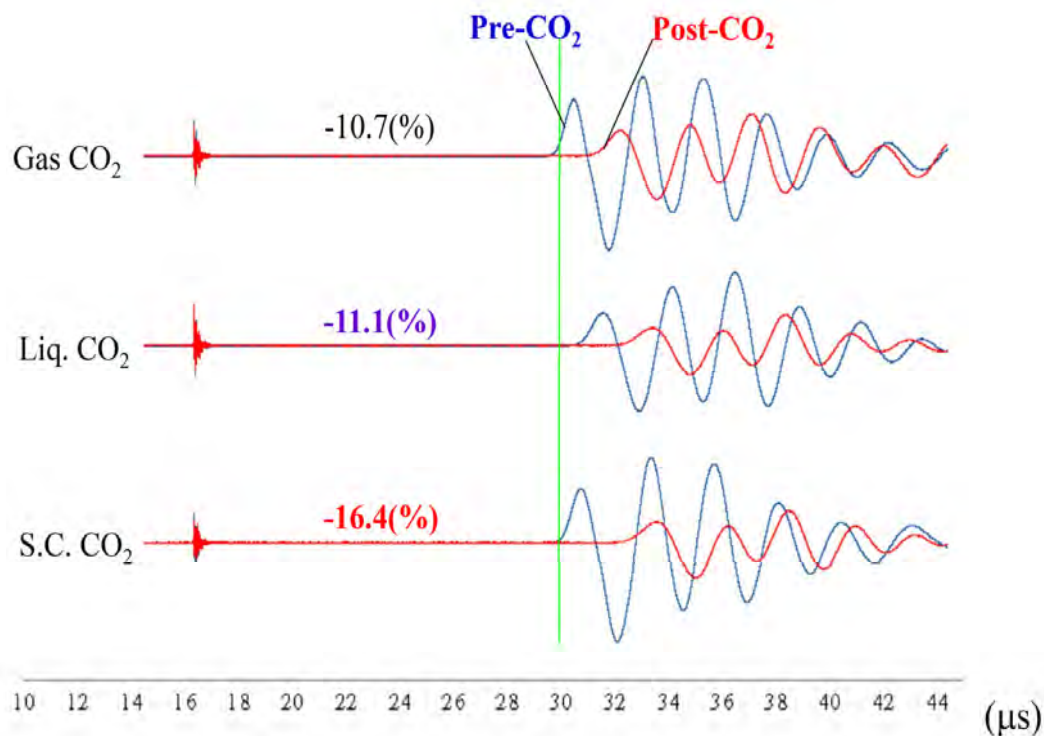
BT,
1h20m



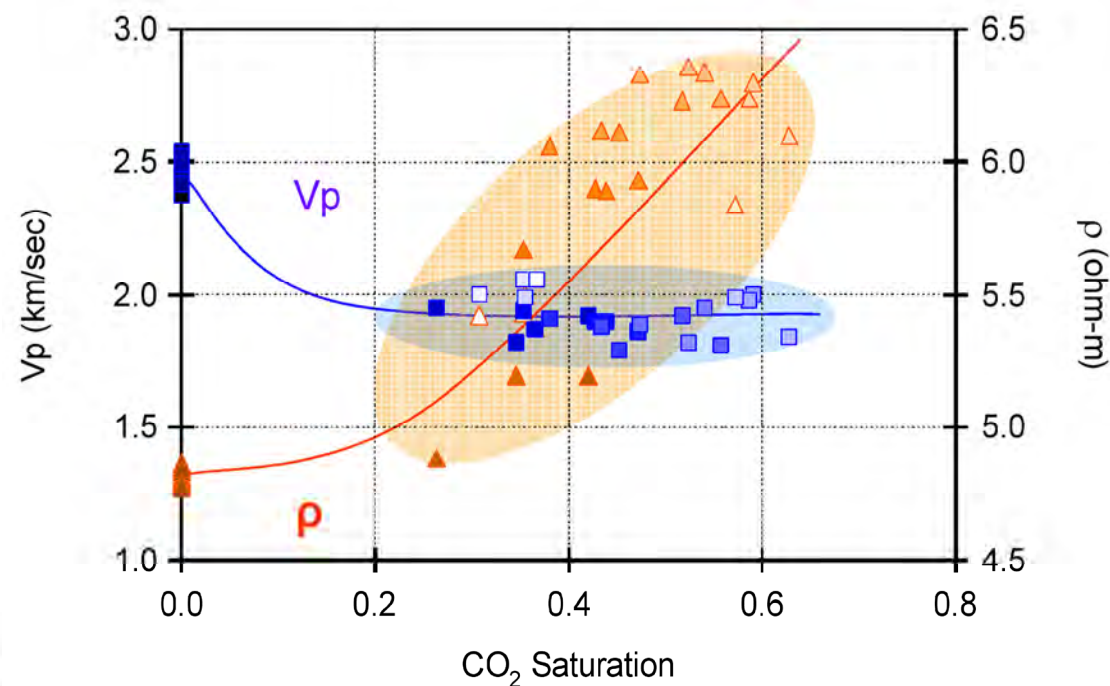
地下のCO₂分布把握には、弾性波探査法が有効！

Our study successfully demonstrated the appropriate injection rate for the high-performance CO₂ storage. Low injection rate into a thick and high permeability the CO₂ buoyance significantly reduces the sweep efficiency. Well completion and injection interval designs in complex and heterogeneous reservoirs are of fundamental importance to operators. 24

P-wave velocity reduction resulting from CO₂ injection in different phases



Sonic P-wave velocity & Resistivity vs CO₂ Saturation from the Nagaoka site



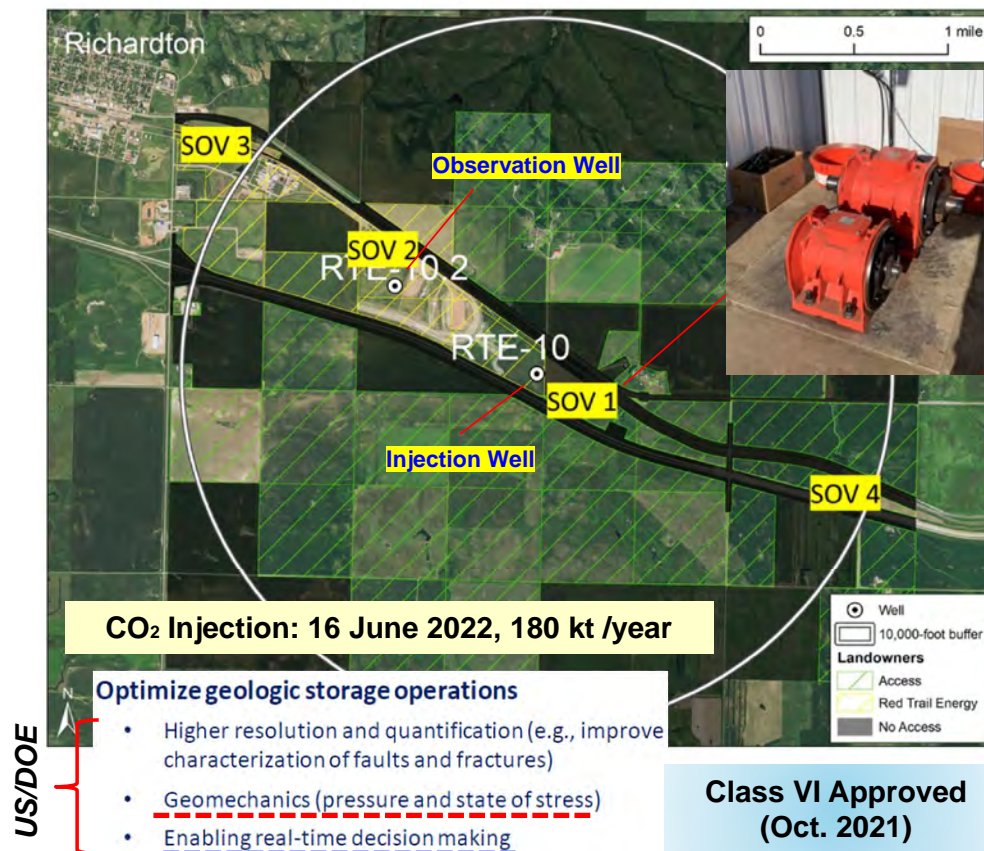
Pore spaceにおける地層水とCO₂の置換によって、P波の**走時**(travel time)と**振幅**(amplitude)が変化！

走時と**振幅**の変化：地下のCO₂分布調査の**手掛かり**！

Fiber Optic Sensing for **Multi-purpose** Data Acquisition (DTS, **DAS**, DSS) and **Permanent Monitoring** for CO₂ Storage, North Dakota, United States

US/DOE-JAPAN/METI CCUS Collaboration

- **Optic fiber cables** (designed by RTE) installed behind casing of two deep wells (Injection & Observation, depth: 2.1 km) and two ground water wells (depth: 600 m).
- **SOV-DAS/VSP** for CO₂ plume monitoring (180kt/year x 20 years)
- Coupled analysis of **InSAR** and **DSS** from the shallow water wells
- Which depth & how much the **deformation** occurs in subsurface and how it migrates to ground surface



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

Monitoring Type	RTE Monitoring Program	Structure/Project Area
Analysis of Injected CO ₂	Compositional and isotopic analysis of the injected CO ₂ stream	Wellhead
CO ₂ Flowline	DTS/DAS and DSS	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) DTS/DAS fiber-optic cable , 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 DTS/DAS fiber-optic cable	Storage reservoir
Indirect Reservoir Monitoring	Time-lapse geophysical surveys, gravity surveys, InSAR and passive seismic measurements	Entire storage complex

Richards et al_(2022)

*A fully coupled analysis with **DSS** at ground water wells*

RTE's MRV plan (1/2) : RTE, 2022

圧入前(1年間) 圧入中(20年間) 圧入後(10年間)

Table 4-1. Summary of RTE's CCS Monitoring Strategy

Method (target area/structure)	Pre-Injection (Baseline – 1 year)	Injection Period (20 years)	Post-Injection (10 years)
CO ₂ Stream Analysis (capture)	Start-up	Real-time	NA ¹
Surface Pressure Gauges and Temperature Sensors (RTE-10, RTE-10.2, and flowline)	NA	Real-time	NA
Mass/Volume Flowmeters (RTE-10 and flowline)	NA	Real-time	NA
Downhole Pressure Gauges and Temperature Sensors (RTE-10 and RTE-10.2)	NA	Real-time	Real-time until plume stabilization is demonstrated
<u>DTS/DAS Fiber (RTE-10 and RTE 10.2, dedicated Fox Hills monitoring wells and flowline)</u>	NA	<u>Real-time</u>	Real-time DTS until well plugging and site reclamation
Visual Inspections (flowline)	Start-up	Quarterly	Quarterly
Corrosion Coupons (flowline)	NA	Quarterly	NA
SCADA ² Automated Remote System (surface facilities)	Start-up	Real time	NA
Soil Gas Analysis (AOR)	Three to four seasonal samples adjacent to each RTE well	Three to four seasonal samples per year adjacent to each well	Three to four seasonal samples every 3 years adjacent to each well
Water Analysis: Shallow Aquifers (AOR)	Three to four seasonal sample events per water wells closest to RTE-10	Once per year during years 1 through 3 and 5, <u>then every 5</u> years thereafter. Other water wells may be phased in based on CO ₂ plume migration.	Three to four sample events at cessation of injection and before site closure
Water Analysis: Lowest USDW (AOR)	Three to four sample events per dedicated Fox Hills monitoring well adjacent to each RTE well	Once per year during years 1 through 3 and 5, then every 5 years thereafter	Three to four sample events at cessation of injection and before site closure
Cement Bond Logs (RTE-10 and RTE-10.2)	After cementing	If needed	Prior to P&A ³

Continued . . .

RTE's MRV plan (2/2) : RTE, 2022

Table 4-2. Summary of RTE's CCS Monitoring Strategy (continued)

Method (target area/structure)	Pre-Injection (Baseline – 1 year)	Injection Period (20 years)	Post-Injection (10 years)
Annular Pressure Test (RTE-10 and RTE-10.2)	Prior injection	Perform during workovers but not more than once every 5 years	Perform during workovers but not more than once every 5 years
<u>Pulsed-Neutron Logs (RTE-10 and RTE-10.2)</u>	Baseline	Every 5 years in RTE-10.2 and as needed in RTE-10	<u>Every 5 years in RTE-10.2 and as needed in RTE-10</u>
Ultrasonic Imager Logs (RTE-10 and RTE-10.2)	Baseline	Perform during workovers but not more than once every 5 years	Perform during workovers but not more than once every 5 years
Pressure Falloff Test (RTE-10)	Prior to injection	Every 5 years	Prior to P&A
<u>Time-Lapsed Seismic Surveys (AOR)</u>	Baseline	Every 5 years	<u>Every 5 years</u>
Surface Seismometers (AOR)	Baseline	Real-time	Real-time
InSAR ⁴ (AOR)*	Baseline	Real-time	Real-time
Gravity Surveys (AOR)*	Baseline	TBD ⁵ – repeat survey at least once	TBD

* If feasible.

¹ Not applicable.

² Supervisory control and data acquisition.

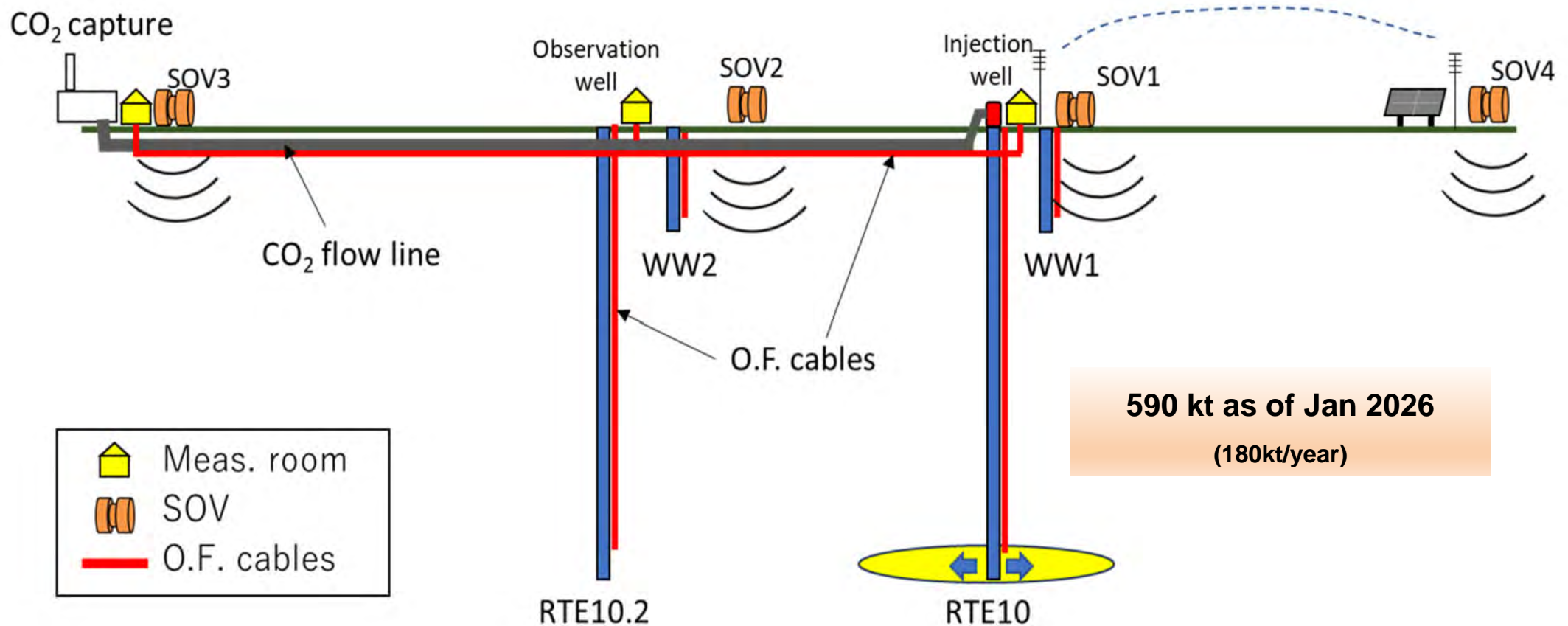
³ Plugged and abandoned.

⁴ Interferometric synthetic aperture radar.

⁵ To be determined.

事業認可において、CO2モニタリング項目が具体的、かつ実施頻度も明確！

Schematic drawing of monitoring system at RTE CCS site

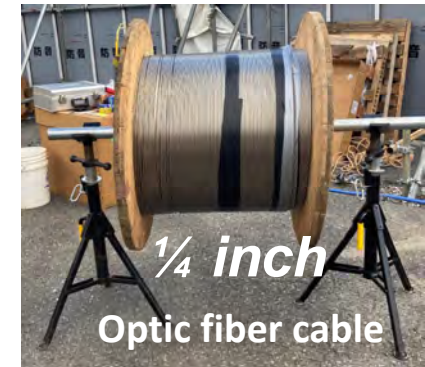


SOV- DAS/VSP for time-lapse CO₂ plume imaging

SOVs: Permanent sources

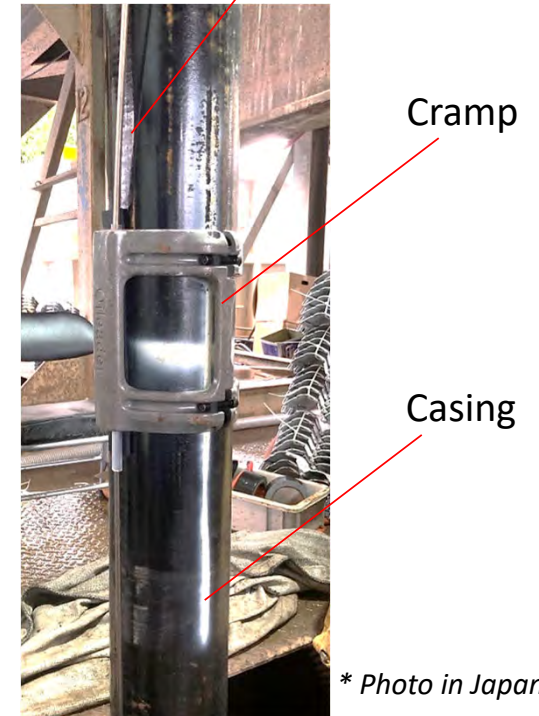
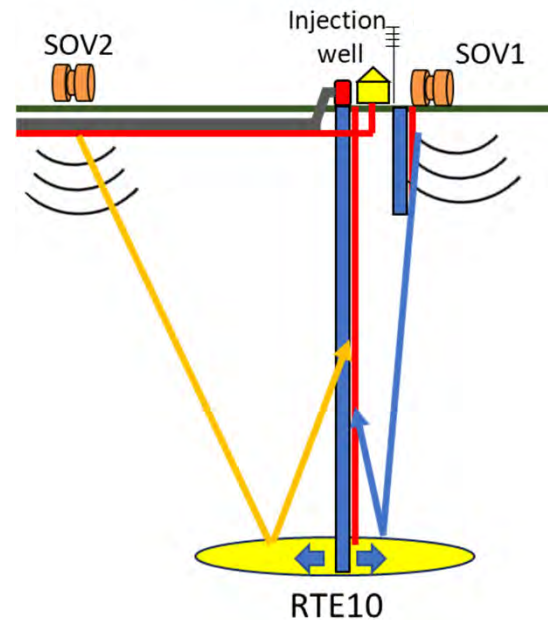
- Remotely controlled
- Programmed operation
- On-demand operation

Surface Orbital Vibrators (SOVs)



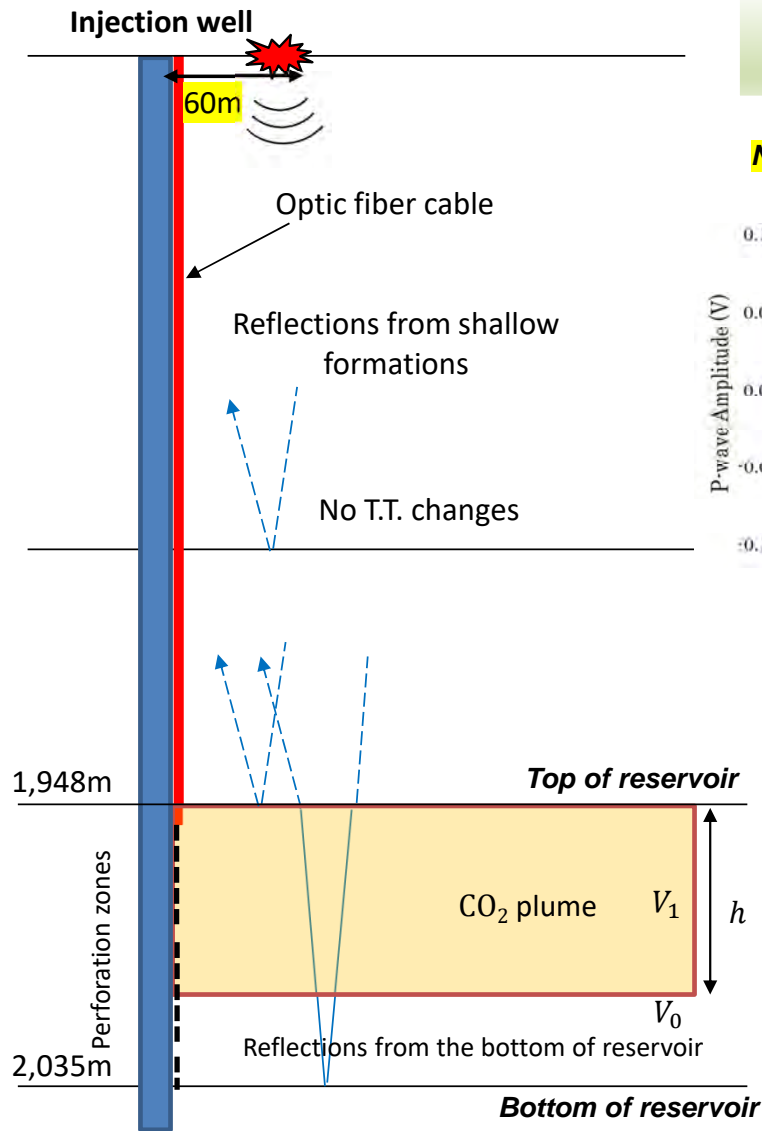
DAS/VSP: Permanent receivers

- Borehole seismic
- Available for continuous recording
- Remotely controlled

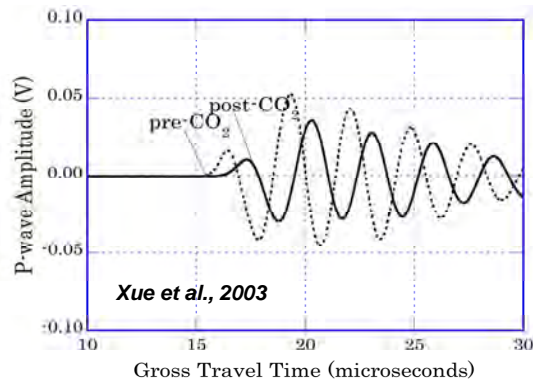


* Photo in Japan

SOV-DAS/VSP for the CO2 plume imaging



Nakajima et al., submitting to IJGGC

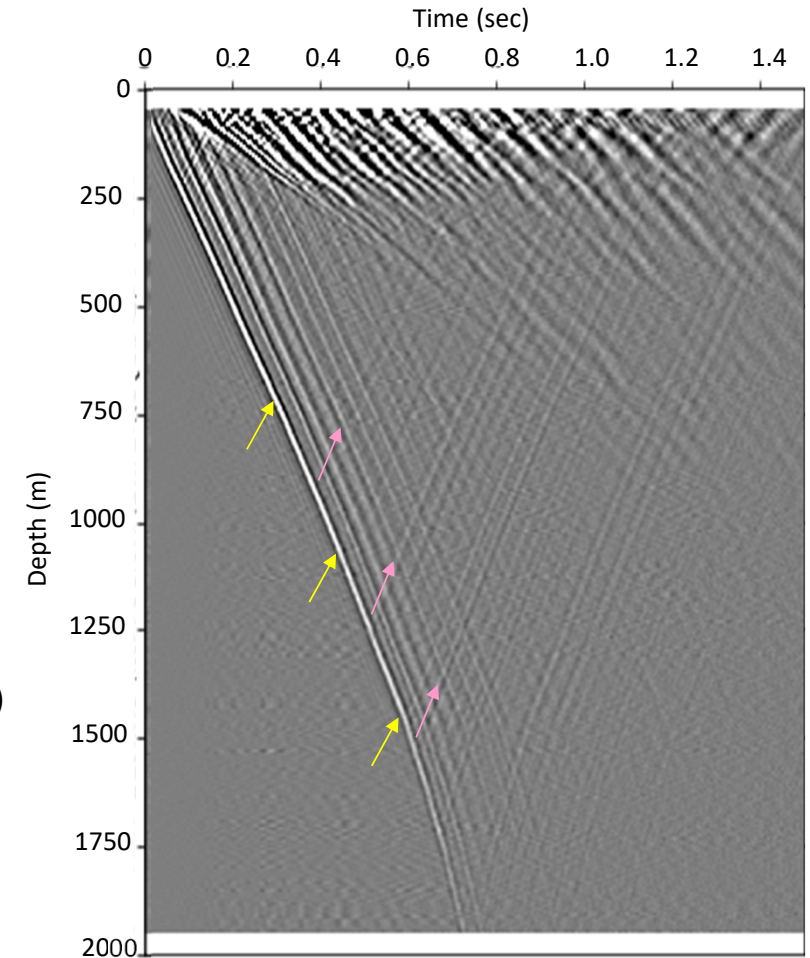


V_0 : P-wave velocity (baseline)

V_1 : P-wave velocity with CO₂ ($V_1 < V_0$)

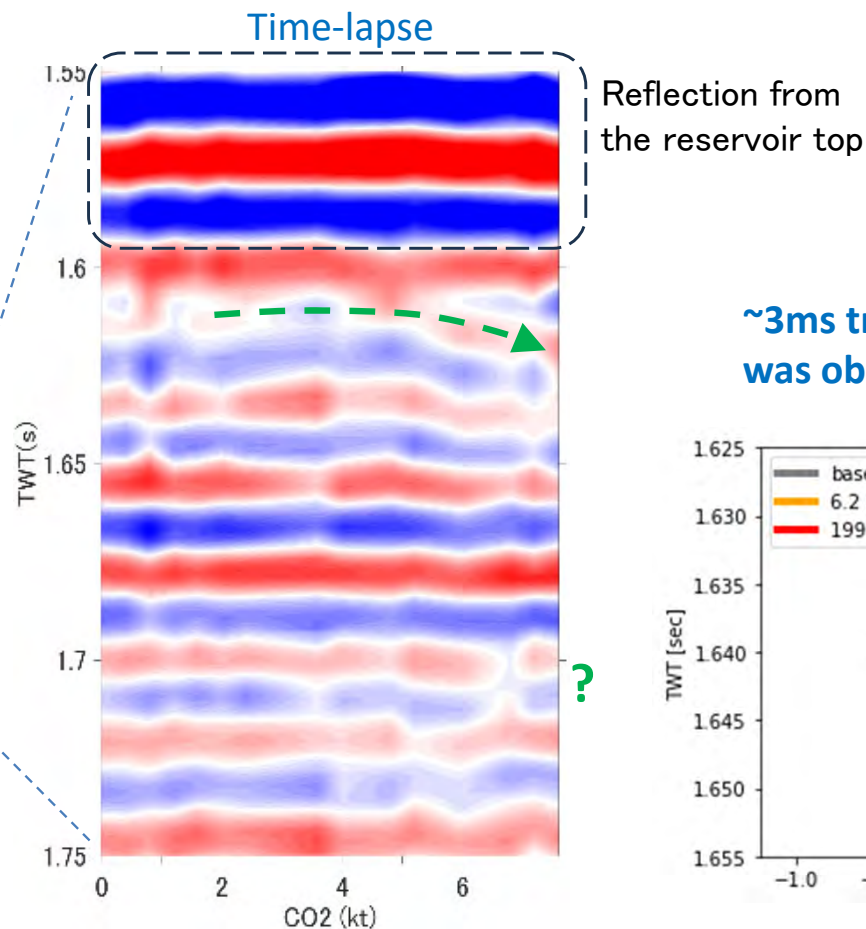
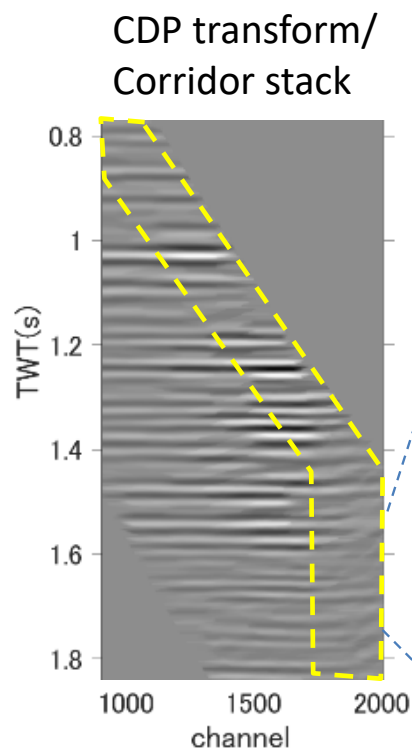
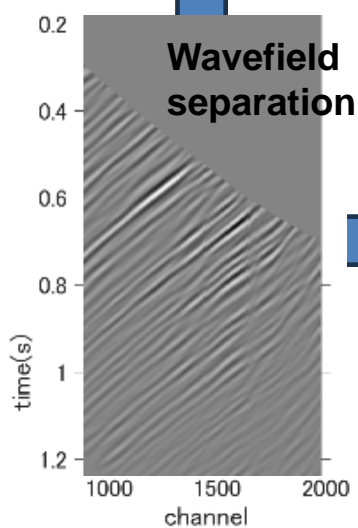
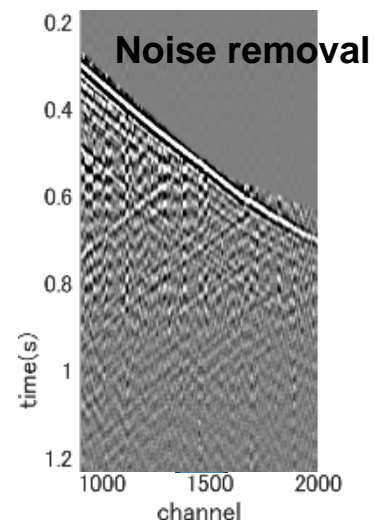
h : thickness of CO₂ plume

$$\Delta t \approx \frac{2h}{V_1} - \frac{2h}{V_0}$$

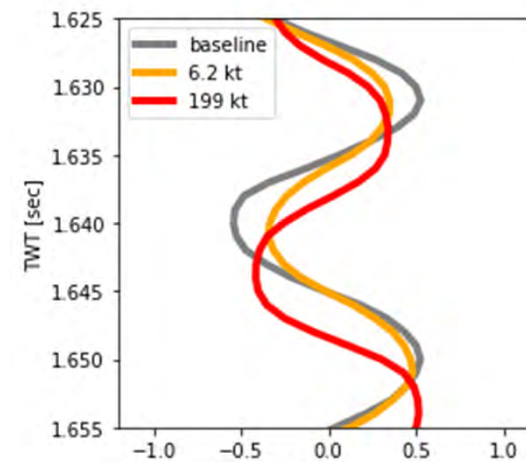


Time-lapse analysis of SOV1=RTE10 (Zero-offset)

- Examine temporal changes during the initial stage of injection
- Changes were observed after ~kt of CO₂ was injected



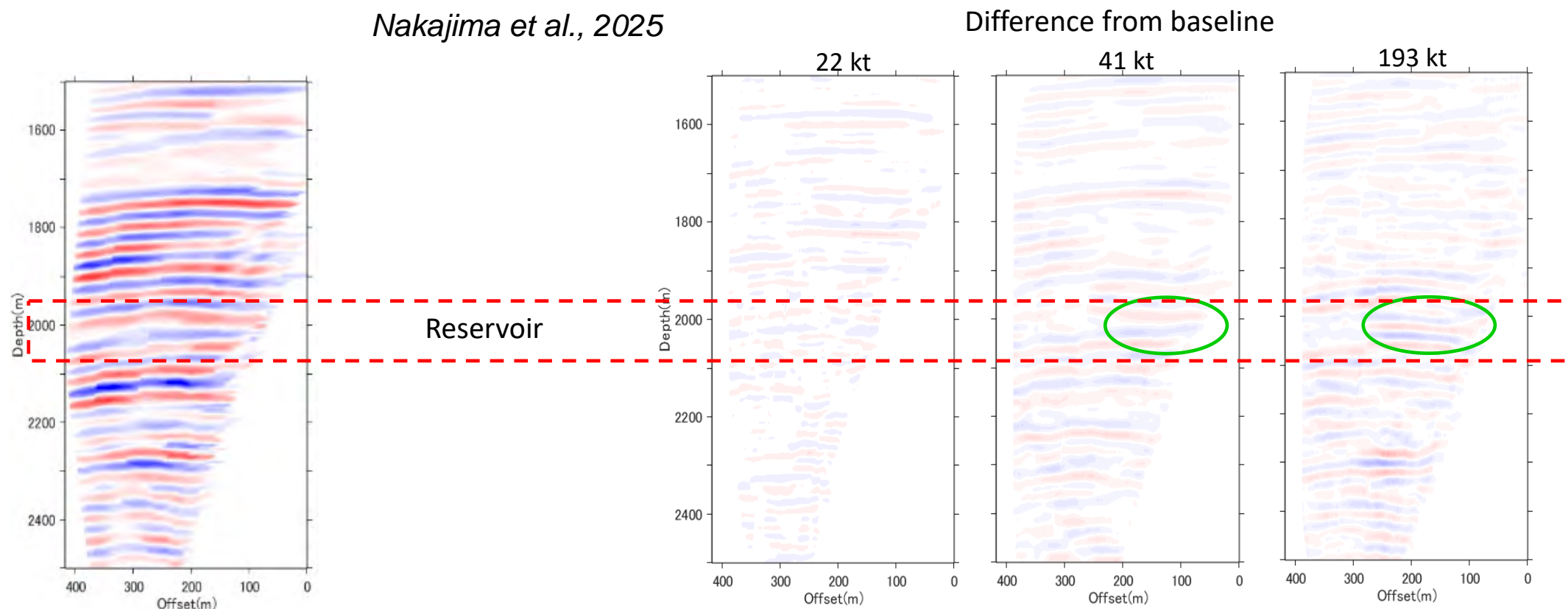
~3ms travel time delay was observed.



Nakajima et al., 2025

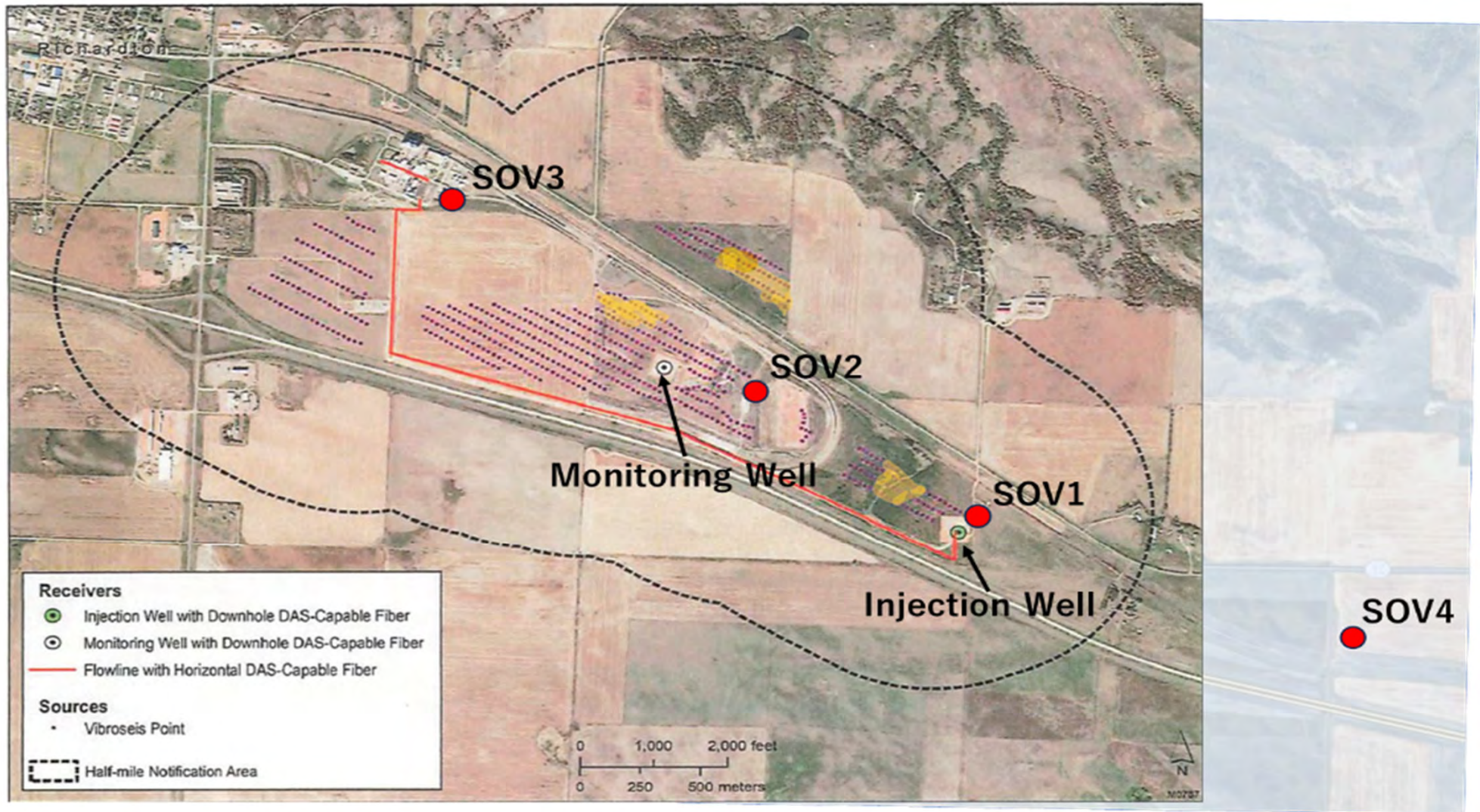
Time-lapse analysis of SOV2=RTE10 (Middle-offset)

Nakajima et al., 2025

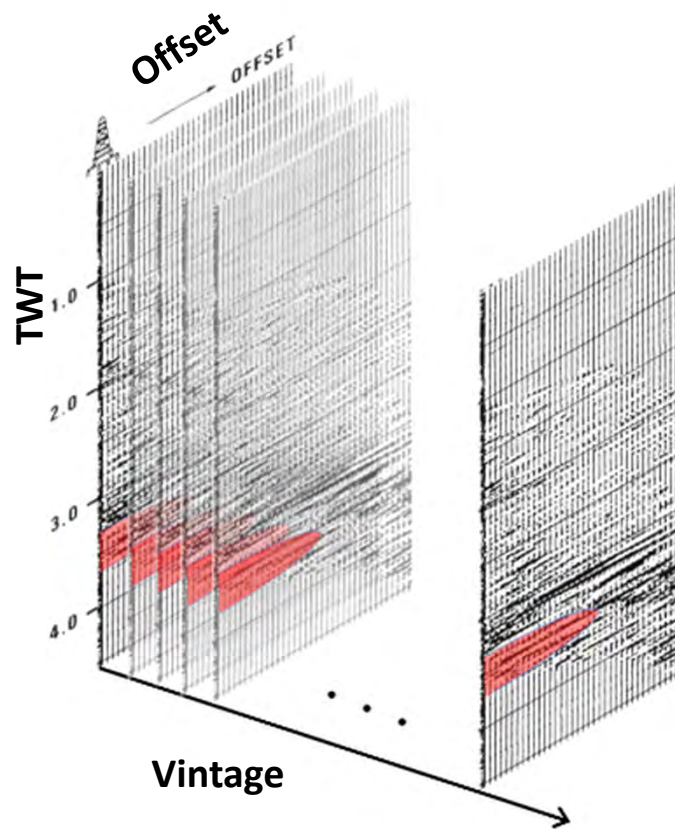


- Data analysis including Cross-equalization before taking difference.
- Difference appeared at the reservoir depth after ~40kt of CO₂ injection.

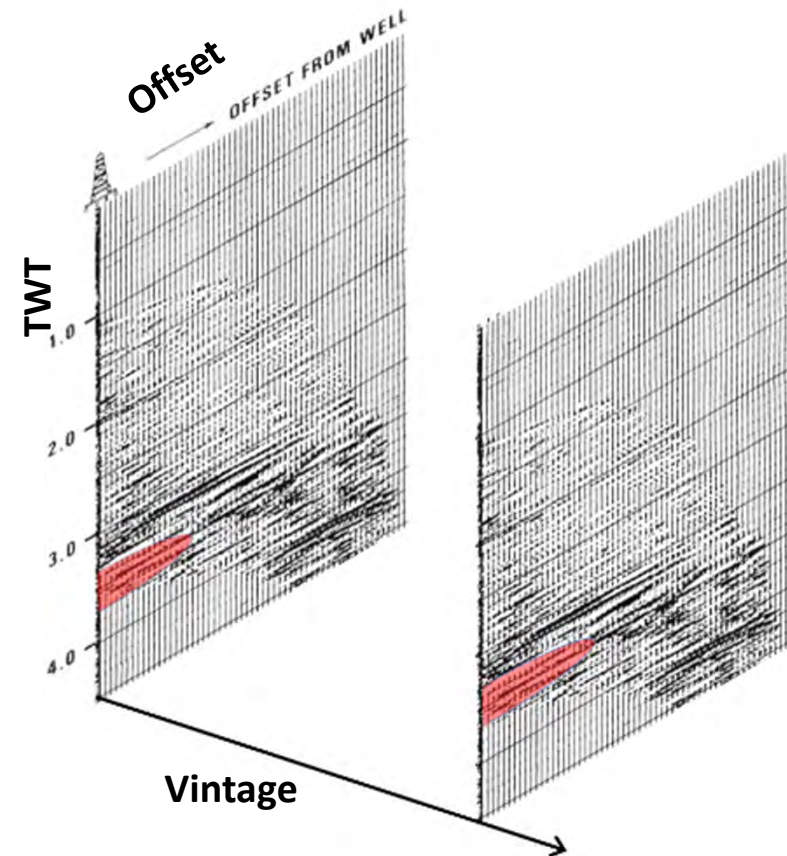
3D Seismic, 3D walk-away VSP survey under preparation



SOV-VSP Survey (frequently)

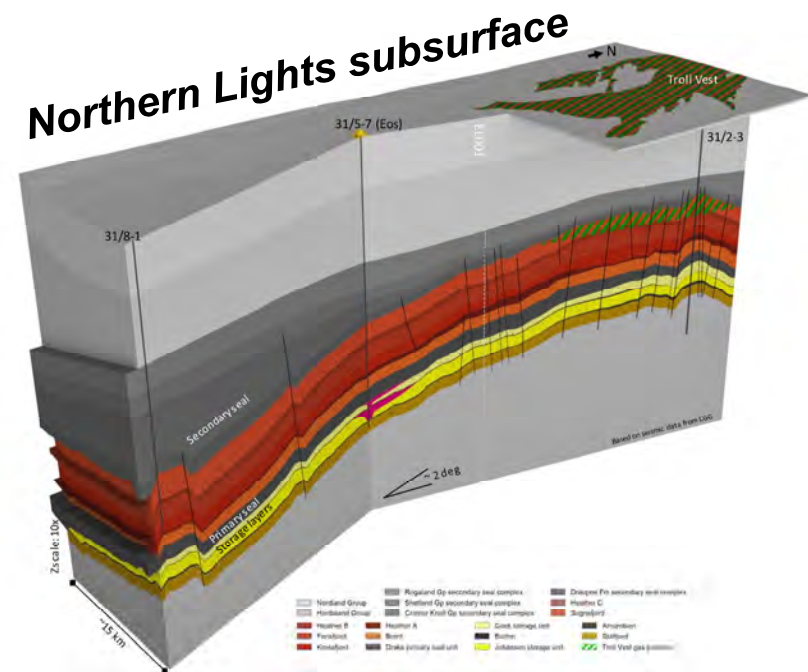
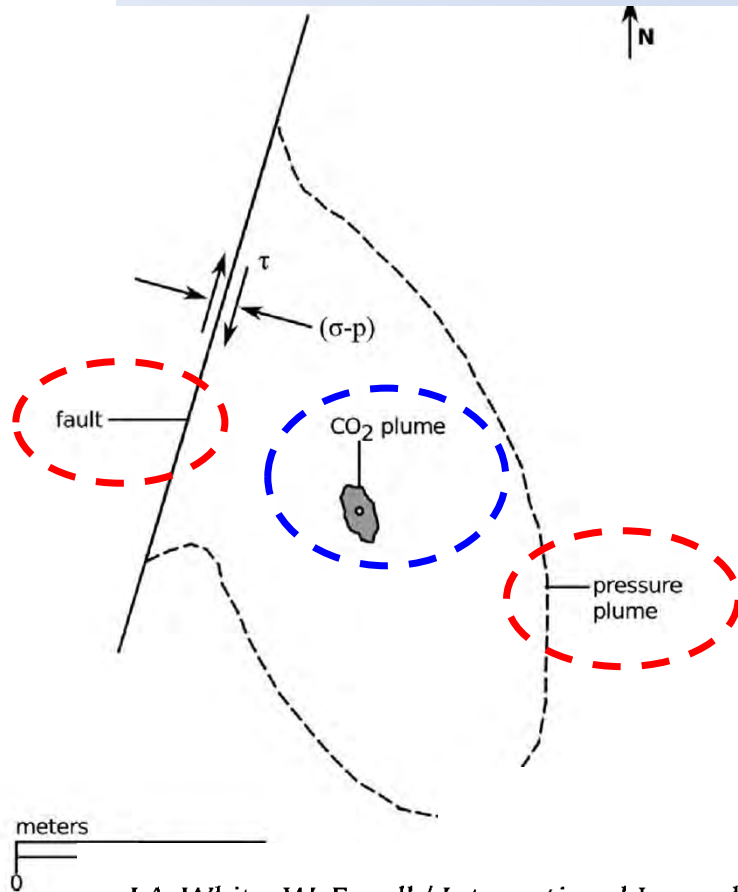


Vibroseis-VSP/Seismic survey (periodically)



Filling the gap with low-cost technology, Securing the storage safety!

CO₂ plume front vs pressure front (Geomechanical Modeling)

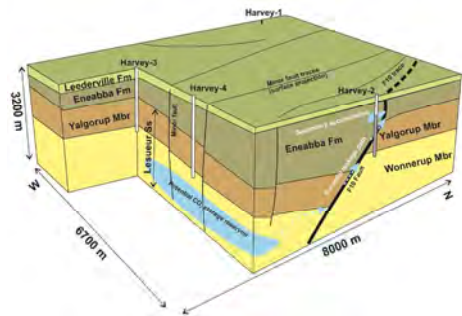


Schematic of the subsurface going from south to north through the 31/5-7 (Eos) CO₂ confirmation well. The CO₂ plume extent after 37.5 Mt injection is illustrated in magenta.

<https://www.equinor.com/en/news/20201019-sharing-data-northern-lights.html>

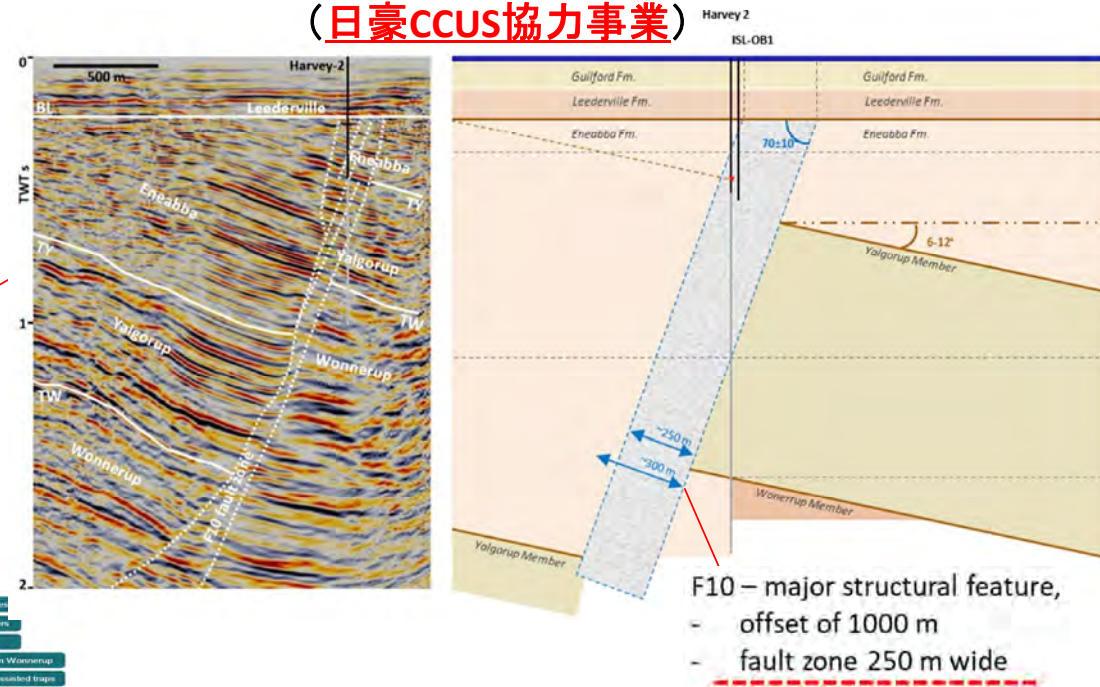


In Situ Lab / SW-Hub: South Perth

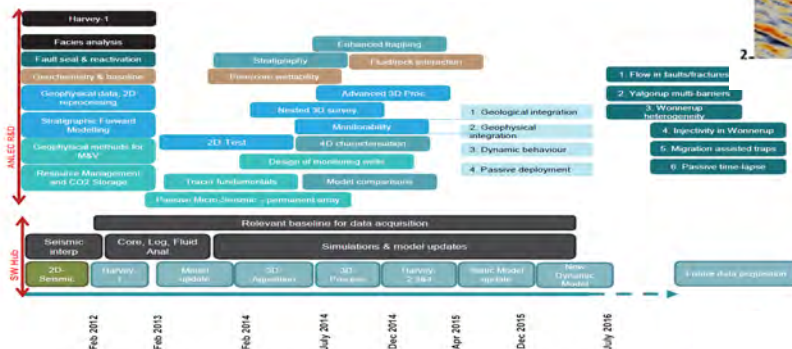


Collaborations: **RITE-CSIRO** Fiber Optic Sensing for Fault Zone Mapping and Stability Monitoring

(日豪CCUS協力事業)

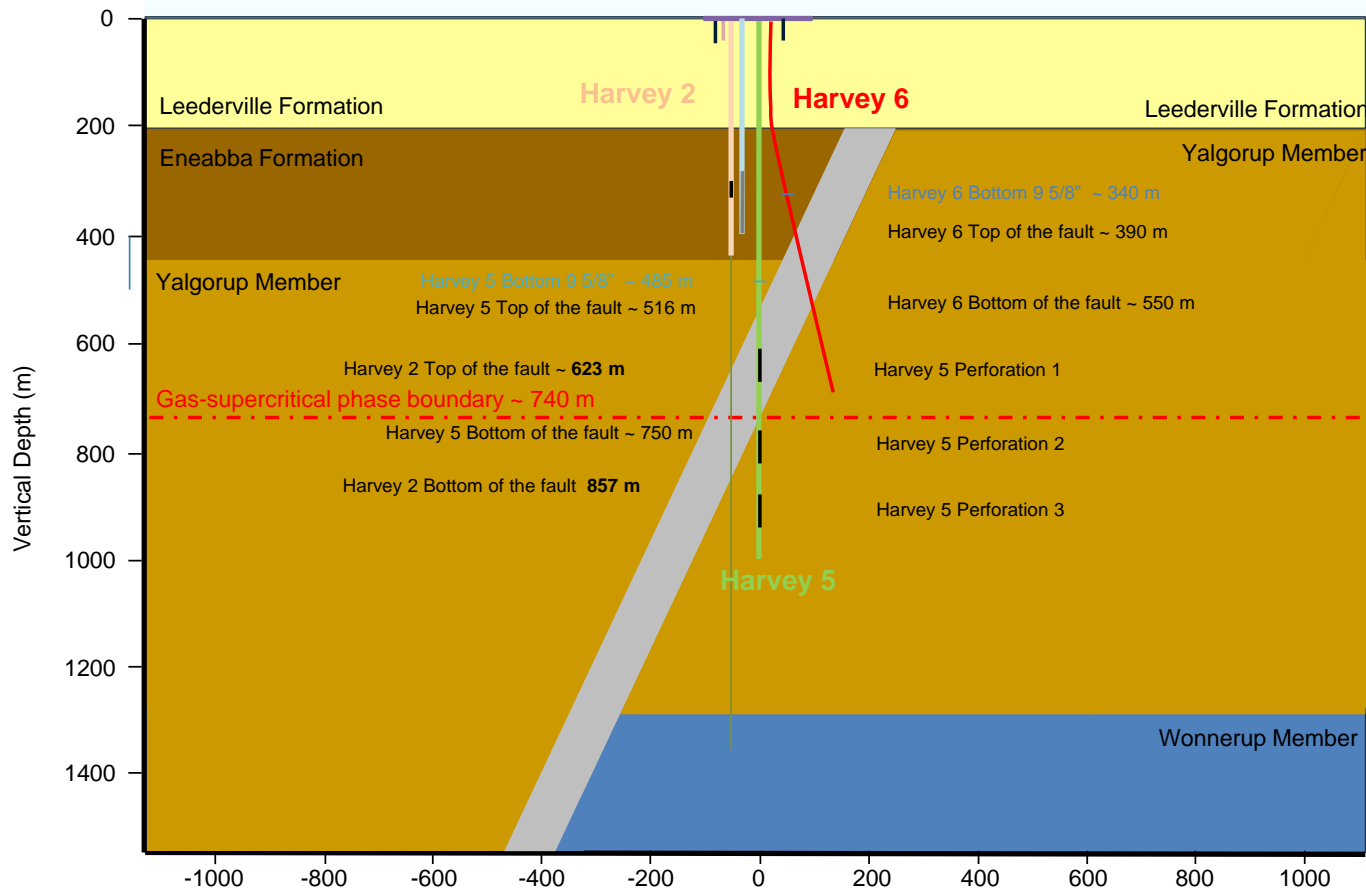


➤ Fault zone mapping and monitoring with **Strain Sensing (RITE)** coupled with temperature and acoustic sensing (**CSIRO**)

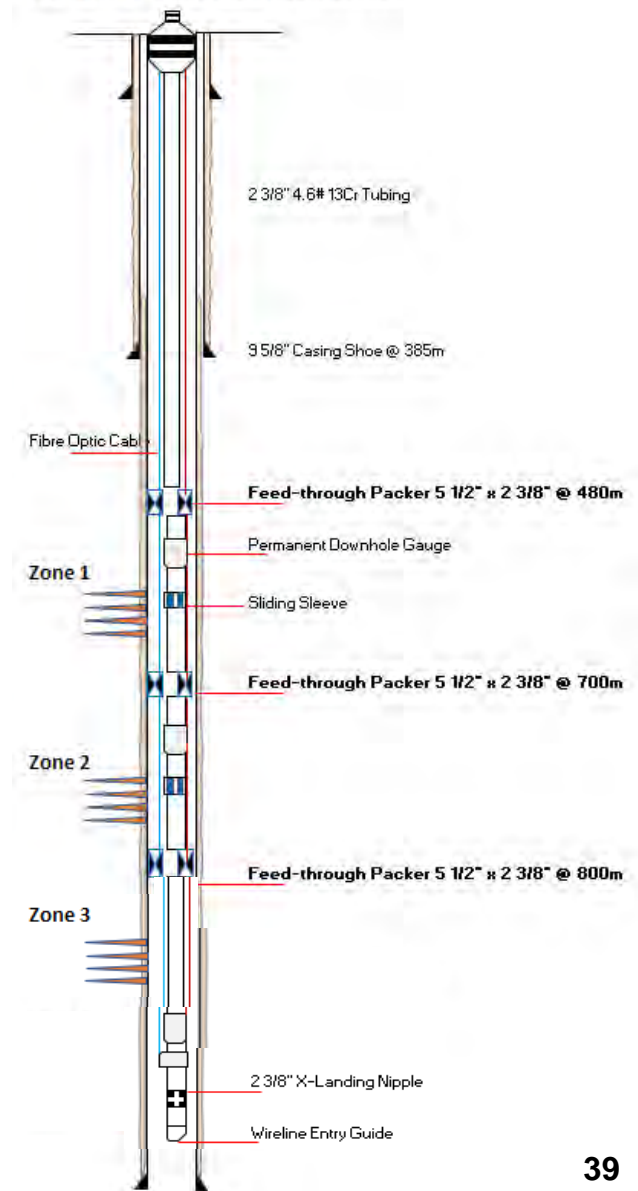


Optic Fiber Cable Installation in two newly drilled wells intercepting the fault zone

RITE-CSIRO Collaboration at In-Situ Lab, South Perth (Harvey), WA



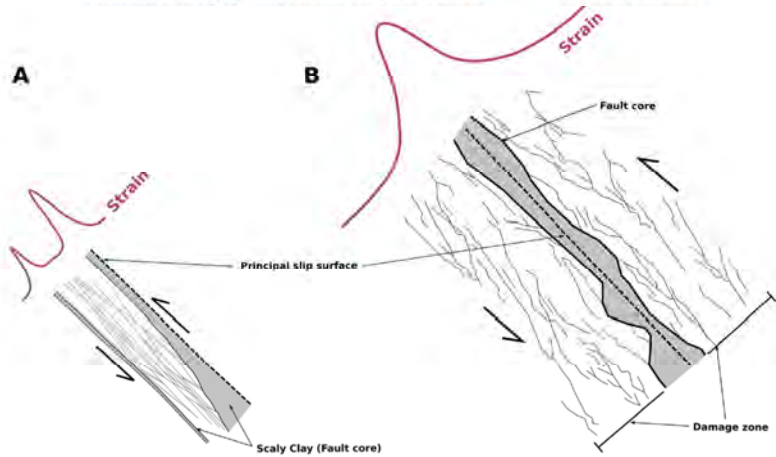
Harvey-5 Proposed Completion



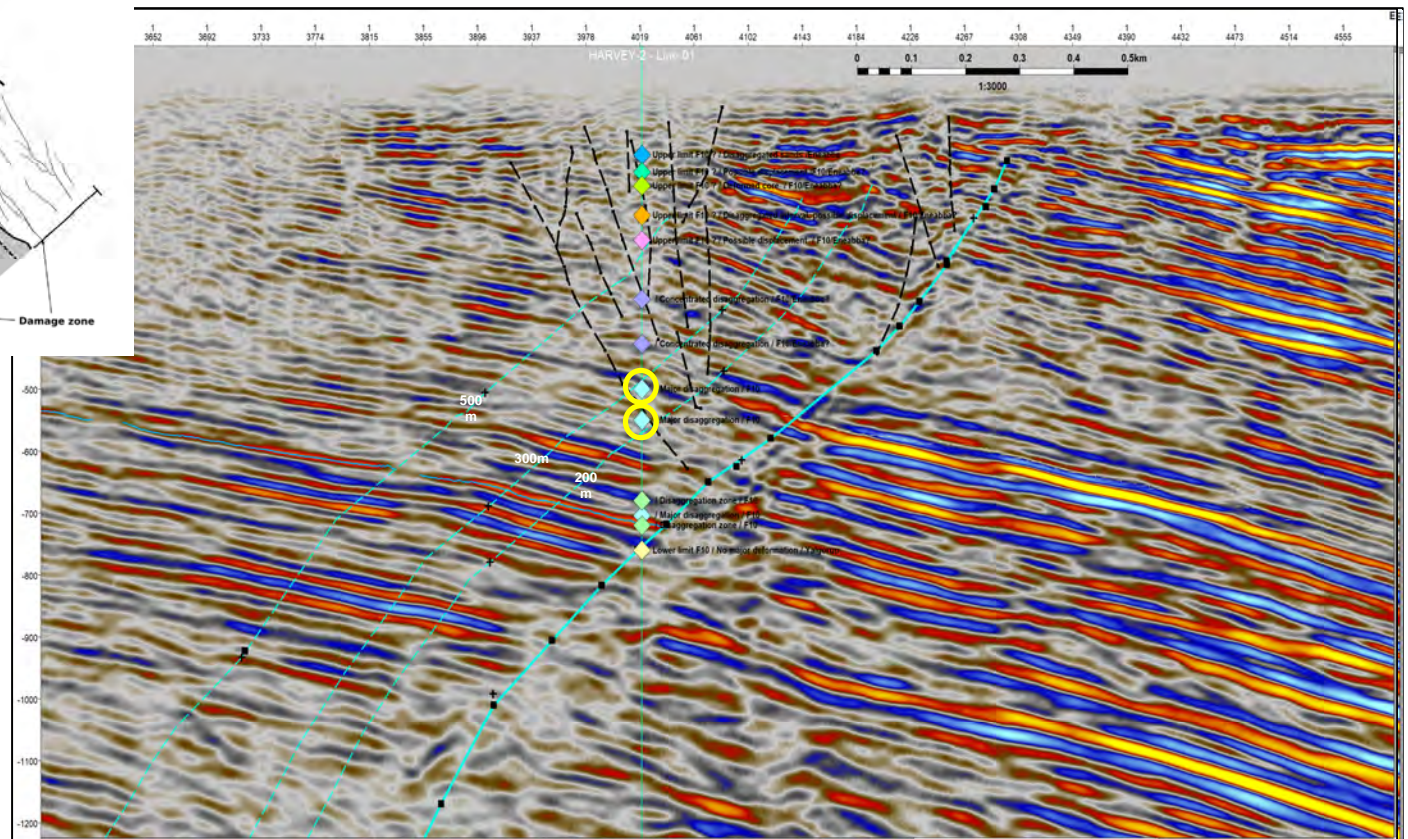
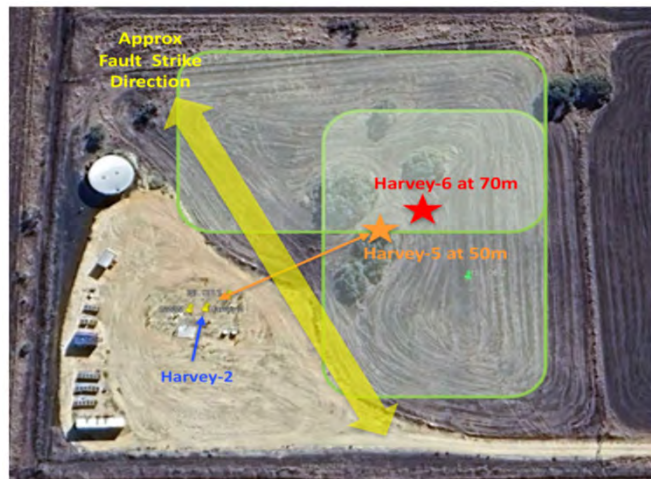
Fault Characterization (fault zone, hydraulic-mechanical property) Drilling two new wells and applying Fiber Optic Strain Sensing

Journal of Geophysical Research: Solid Earth

10.1029/2021JB022432



the relationship between fault core/gouge, principal slip surfaces, and the 'fault damage zone'



■ 断層区分（カテゴリー）

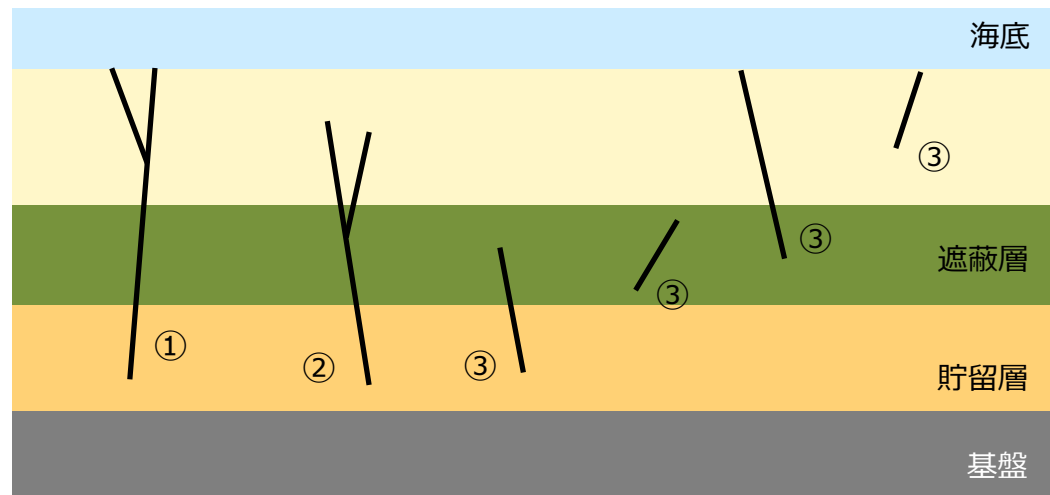
カテゴリー①：貯留層から連続し、海底面まで変位を与える断層

⇒ 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^o 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？

技術開発事業(R&D) vs 実用化・事業化展開(米国DOEの考え)

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.

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

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^{※1}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。 **どの技術、どこまで検出できるか**

- 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。

複数の実想定サイトを選定し、事業開発シナリオを検討してきた！

2021-2023年度のNEDO事業(技術研究組合)

CCSコスト試算
ツール作成
(公開準備中)

排出源データ
ベース作成
(公開中)

SRM: CO₂ Storage Resources Management (経済性評価込み)

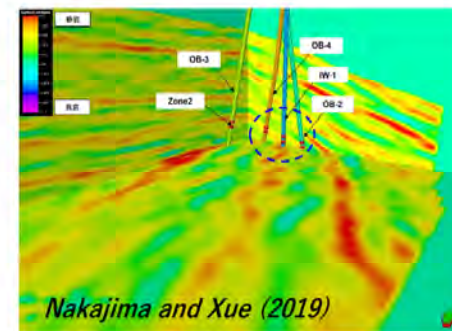
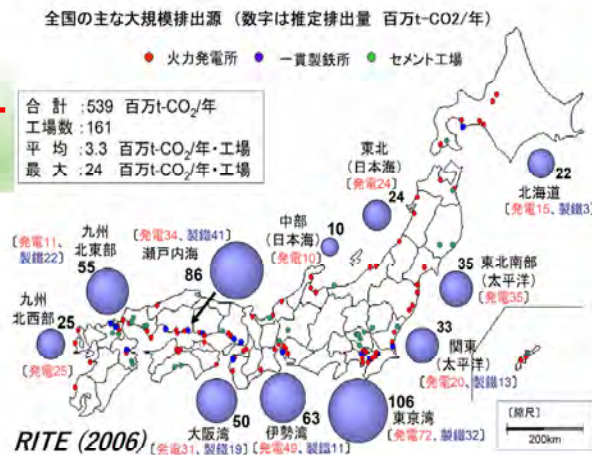
排出源マップ

- ✓ 排出源タイプ
- ✓ 排出量(規模)

輸送距離



輸送手段



サイト地質評価

- ✓ 貯留規模
- ✓ 安全性

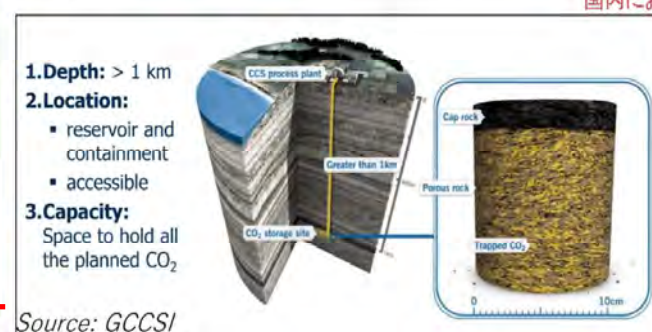


潜在的リスク評価
リスク低減対策

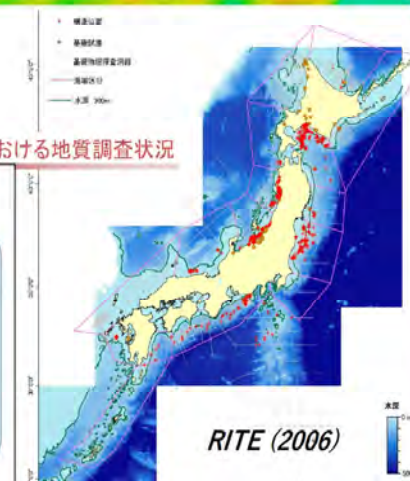
貯留サイト選定

- ✓ 深さ
- ✓ 位置
- ✓ 貯留可能性

国内のサイト
選定基準



国内における地質調査状況



既存調査データ

- ✓ 基礎試すい
- ✓ 民間企業 (限られたデータ)



課題整理
追加データ取得

CCS技術事例集
(作成・公開中)

国内外の地中貯留
事業の事例分析
技術的総括

ポスター展示中

貯留可能性、排出源(排出量、距離)、輸送手段、貯留規模、経済性、社会的受容性(SLO)、複数の実想定サイトを選定！

CO₂地中貯留技術事例集の作成・英訳・公開



CCS 技術事例集

Phase 01
基本計画



CO₂ 地中貯留技術事例集
Phase 01
基本計画



CO₂ 地中貯留技術事例集
Phase 02
貯留サイト選定



CO₂ 地中貯留技術事例集
Phase 03
サイト特性評価



CO₂ 地中貯留技術事例集
Phase 04
実施計画

想定読者:

- CO₂地中貯留事業者(経営層、技術者)
 - 行政機関(推進や規制、地方自治体)
 - 地元関係者(住民、漁協)や環境保護団体
- 銀行・保険会社(投融资、事業保険)
- 認証機関(排出権取引)
- 海外事業(日本企業の海外進出、日本技術の海外展開)



CO₂ 地中貯留技術事例集
Phase 05
設計・建設



第6章
Phase 6
操業・管理



第7章
Phase 7
サイト閉鎖

2023年度



第8章
Phase 8
閉鎖後管理

付録

- ・ CCS技術事例のデータ
- ・ CCSとは
- ・ 長岡実証試験事例
- ・ 用語集/略語集
- ・ CCS技術の解説
 - ・ 参考資料
 - ・ 引用文献
- ・ CCS事例データベース
- ・ DB掲載資料の概要シート

対象範囲

輸送の一部(圧入サイト内)と、地下でのCO₂貯留が対象

作成方針

長岡実証試験(陸域)、苫小牧大規模実証試験(海域)、海外の大規模圧入プロジェクトの知見を取り入れ、日本の地質的・社会的事情に適した事例集を作成

期待効果

- ・ 技術的に安全なCCS事業の実施
- ・ 法令遵守、社会合意形成、CCS普及障壁の低減
- ・ 海外への発信(国際標準化との連携)、共同研究への参画等

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.