

◆ 革新的環境技術シンポジウム 2016 ◆

CO₂大規模地中貯留の安全管理技術開発

— 実用化を目指す技術研究組合の取り組み —

(公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)
CO₂貯留研究グループ・主席研究員

二酸化炭素地中貯留技術研究組合・技術部長

せつ じきゅう
薛 自求



目次

- 海外の大規模CO₂地中貯留最新動向
 - ✓ QUEST(カナダ)／ICCS(米国)
- 国内の大規模貯留実用化に向けて
 - ✓ 長岡圧入実証試験(陸域)、苫小牧大規模実証試験(海域)、実用化(Up-Scaling)
- 大規模地中貯留の安全管理技術開発
 - ✓ 技術研究組合の取り組み及びその役割

QUESTプロジェクトの概要(1/3)

- ✓ 分離・回収
- ✓ 輸送(pipeline)
- ✓ 貯留

オイルサンド改質



CO₂貯留量:
約100万トン／年 x 25年間



圧入井:3本
(複数坑井)

■ DNV - Storage & MMV plans
certified

QUESTプロジェクトの概要(2/3)

複数坑井

ある間隔で掘削された3本の圧入井



CO₂回収量 & 地質特性



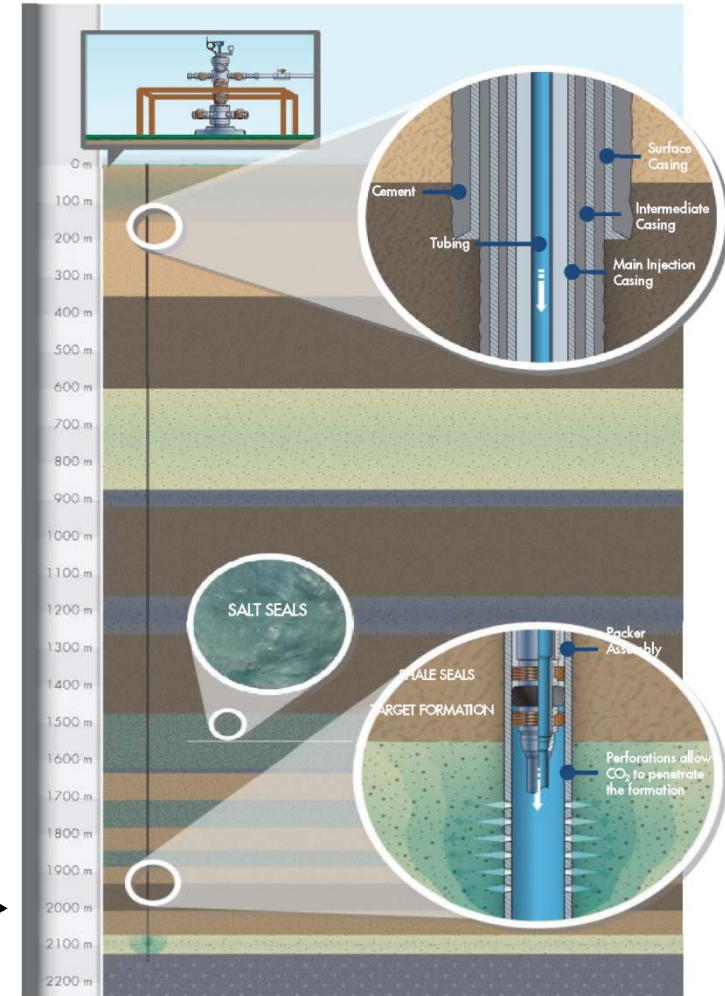
複数の圧入井



位置決め & 掘削時期

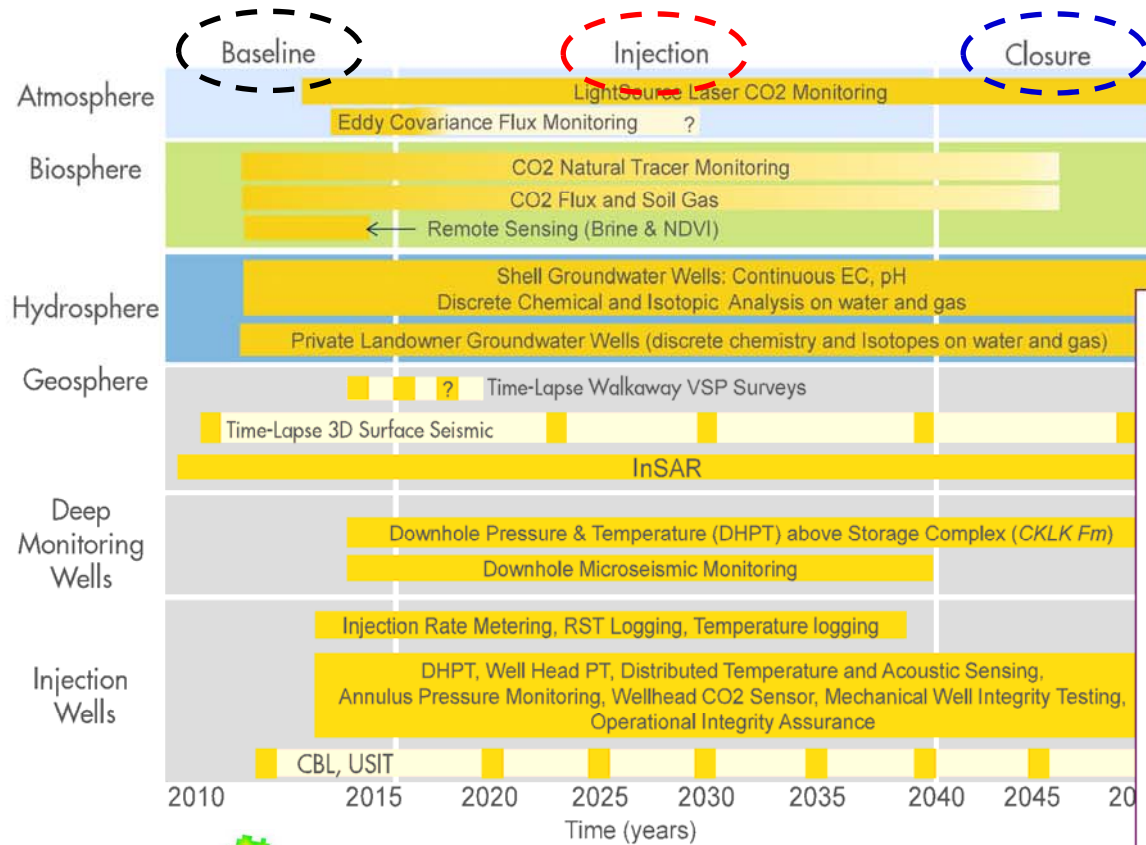
貯留層(多孔質砂岩)

深度: 約2,000m
孔隙率: 約17%
浸透率: 約1,000md



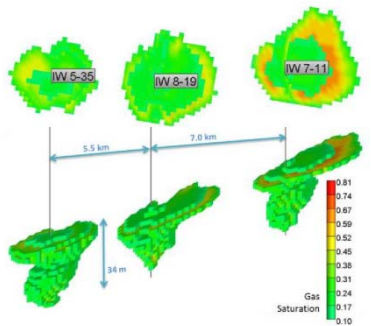
QUESTプロジェクトの概要(3/3)

MMV: Measurement, Monitoring and Verification Plan



(based on ISO standard)

- First of a kind – conservative approach
- Comprehensive: from atmosphere to geosphere
- Risk-based
- Site-specific
- Independently reviewed
- Combination of new and traditional technologies
- Baseline data collected before start-up



CO₂分布予測

(地質モデルを用いた流動シミュレーション)

Decatur (米国): ICCS プロジェクト概要



事業者: エタール製造会社

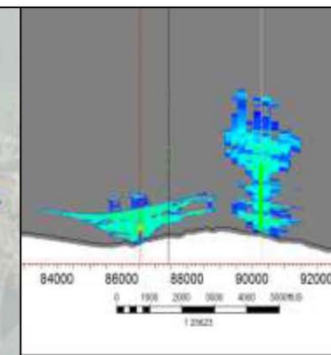
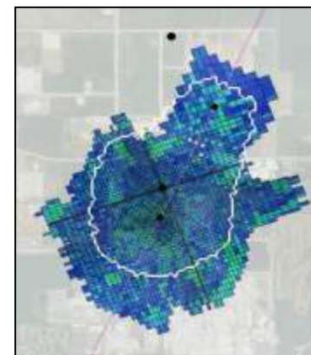
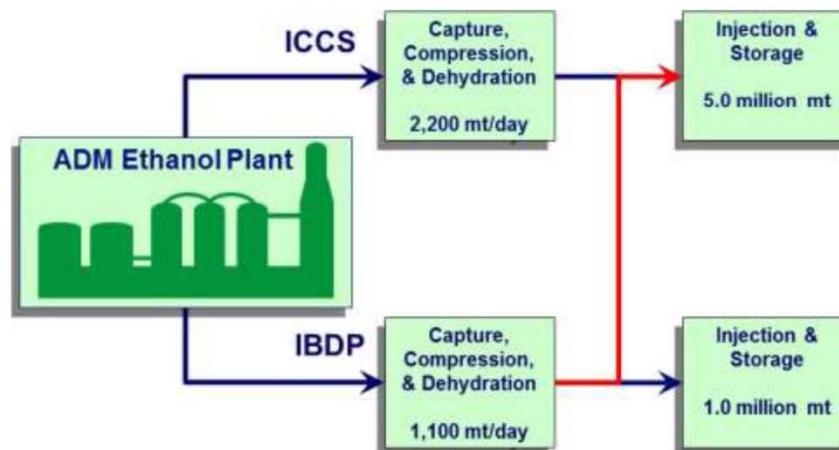


Illinois Basin Decatur Project

- Large scale geologic test to inject 1.0 million mt of CO₂ over a three year period (1,000 MT/day).

Illinois Industrial CCS Project

- Target & demonstrate advanced CCS technologies at industrial scale facilities.
- Inject and store 1.0 million mt CO₂ per year (3,000 tons/day).
- Study the interaction of two separate plumes.



Decatur ICCS の挑戦: 圧入後監視期間



Main Challenges

Alternative PISC Timeframe

- Default PISC is 50 Years
- Applicant allowed to petition for an alternative timeframe
- **ADM Proposed 10 Year PISC**

- Reservoir Pressure Decline
- Plume Stabilization
- CO₂ Partitioning



2015

2020

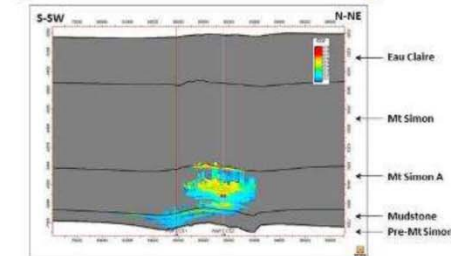
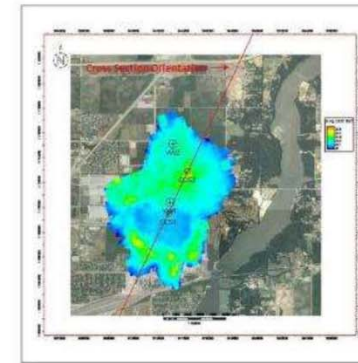
2030

Demonstrate Non-endangerment

監視期間: 50年から10年に短縮



Extent of Plume & Saturation Cross Section
January 1, 2030 [SCO₂ ≥ 1.0%]



目次

➤ 海外の大規模CO₂地中貯留最新動向

✓ QUEST(カナダ) / ICCS(米国)

➤ 国内の大規模貯留実用化に向けて

✓ 長岡圧入実証試験(陸域)、苫小牧大規模
実証試験(海域)、実用化(**Up-Scaling**)

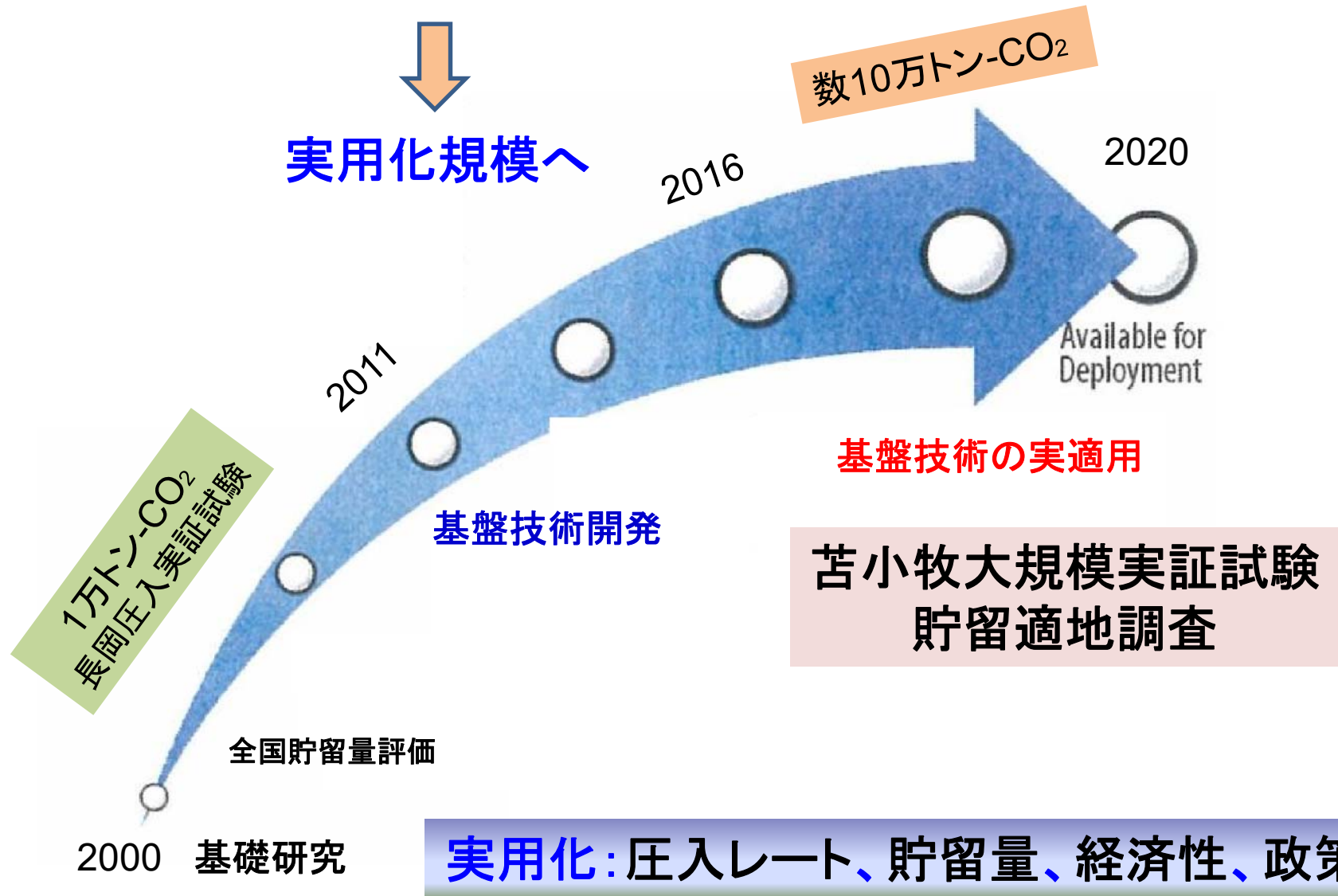
➤ 大規模地中貯留の安全管理技術開発

✓ 技術研究組合の取り組み及び**その役割**

長岡サイト →→→ 苫小牧サイト



実用化規模へ



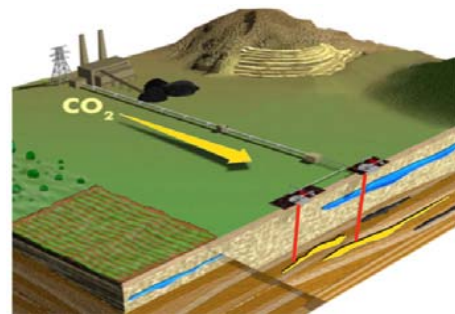
地中貯留技術開発の現状認識(米国/DOE)

Much Progress on Carbon Storage, But Uncertainties Remain

- If cost issues lie with capture, risk issues lie with storage
 - **Questions about scale up, liability, performance**
- Current program reflects progress made
 - Overall reduction from prior years
 - Emphasis on key areas (e.g., geomechanics)
 - Emphasis on integration (e.g., NRAP)

	Then CCS Program Initiated (1997)	Now Progress to Date	Future CCS Broad Commercial Deployment
Storage R&D	• Little known	• Knowledge gained and tools being developed and tested	• “Commercial toolbox ” developed
Infrastructure/Field Tests	• Little known; Sleipner project initiated	• Increased visibility; Knowledge gained and lessons learned	• Potential realized; Frameworks in place for market deployment

A technology pipeline for **affordable** CCS in USA



CO₂ Capture

CO₂ Storage

Advanced Energy Systems

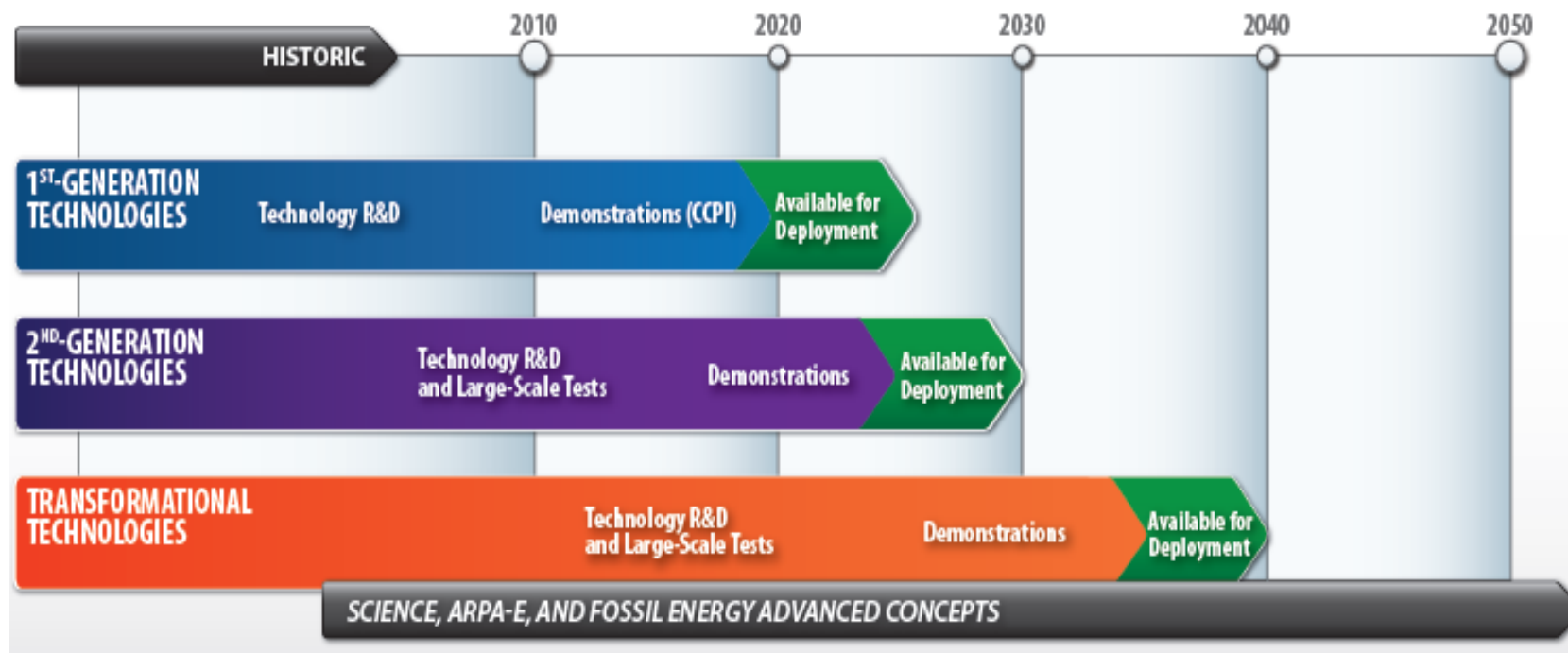
Crosscutting Research

Cost-effective capture for new and existing plants

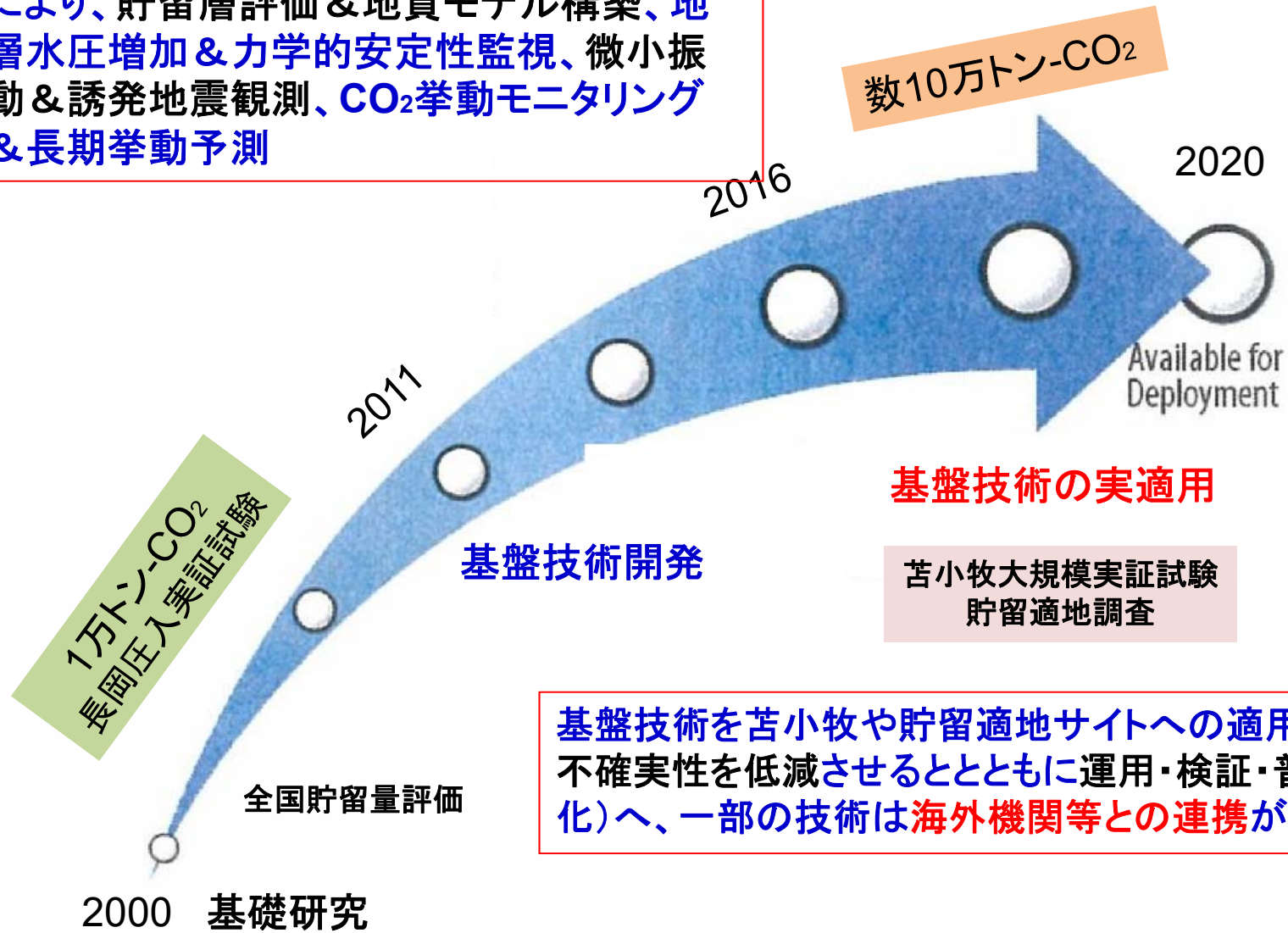
Safe, permanent storage of CO₂ from power and industry

Gasification, advanced turbines, advanced combustion, and fuel cells

Crosscutting technology development



貯留層規模／CO₂圧入規模のUp-scaling
により、貯留層評価&地質モデル構築、地
層水圧増加&力学的安定性監視、微小振
動&誘発地震観測、CO₂挙動モニタリング
&長期挙動予測



基盤技術を苦小牧や貯留適地サイトへの適用によって、
不確実性を低減させるとともに運用・検証・普及(実用
化)へ、一部の技術は海外機関等との連携が必要

絶対的にクリアすべき技術か、より良くする技術か

目次

- 海外の大規模CO₂地中貯留最新動向
 - ✓ QUEST(カナダ) / ICCS(米国)
- 国内の大規模貯留実用化に向けて
 - ✓ 長岡圧入実証試験(陸域)、苫小牧大規模実証試験(海域)、実用化(Up-Scaling)
- 大規模地中貯留の安全管理技術開発
 - ✓ 技術研究組合の取り組み及びその役割

二酸化炭素地中貯留技術研究組合の概要

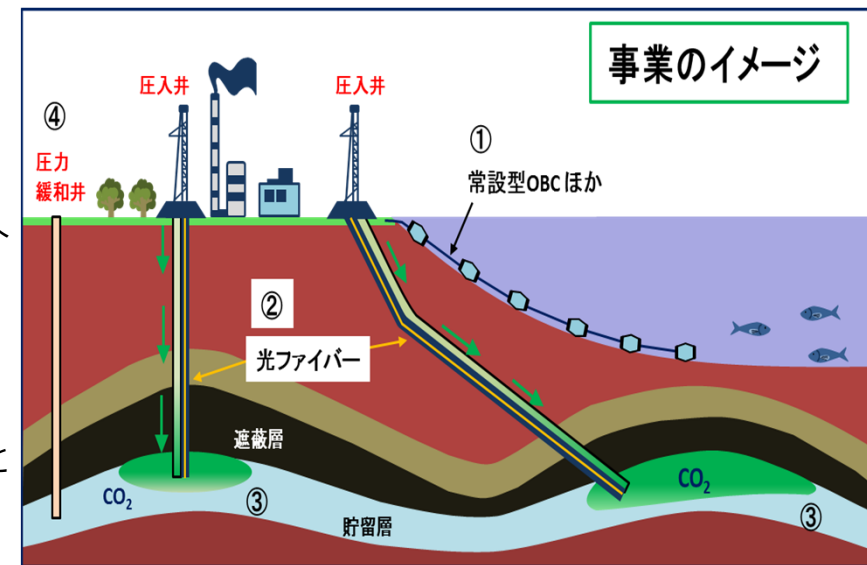
- **設立年月日**：平成28年4月1日
- **理事長**：山地憲治
- **組合員**：（4企業、1国立研究開発法人、1公益財団法人）
石油資源開発（株）、大成建設（株）、国際石油開発帝石（株）、応用地質（株）、
国立研究開発法人産業技術総合研究所、公益財団法人地球環境産業技術研究機構
- **所在地**：京都府木津川市木津川台9-2

○組合設立の目的

CCSは地球温暖化対策の重要な温暖化対策技術として、国内外に認識されているが実用化に当たっては、安全かつ大規模・効率的なCO₂貯留技術の実現が必須である。当組合では我が国の貯留層に適した実用化規模（100万トン/年）でのCO₂貯留技術を開発するとともに、CCSの社会受容性の獲得やCCS技術の海外展開を志向した研究開発を行う。

○実用化の方向性

エネルギー基本計画（H26年4月閣議決定）において、「2020年頃のCCS技術の実用化を目指した研究開発」等を推進することとされており、当組合では、実証規模での研究成果をベースとし、実用化規模へのup-scalingに係る(1) CO₂圧入・貯留の安全管理技術の確立、(2)大規模貯留層有効圧入・利用技術の確立、(3)CCS普及環境整備・基準の整備を行い、地球温暖化対策としてのCCS促進に寄与する。



- ① 自然地震や微小振動観測結果を基に、ATLSによる圧入安全管理
- ② 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
- ③ 圧入中のCO₂挙動モニタリングを基に、圧入後の長期挙動予測
- ④ CO₂圧入井や圧力緩和井の最適配置及び貯留率向上
- ⑤ CO₂貯留安全管理プロトコル（IRP）の構築

技術研究組合の活動方針

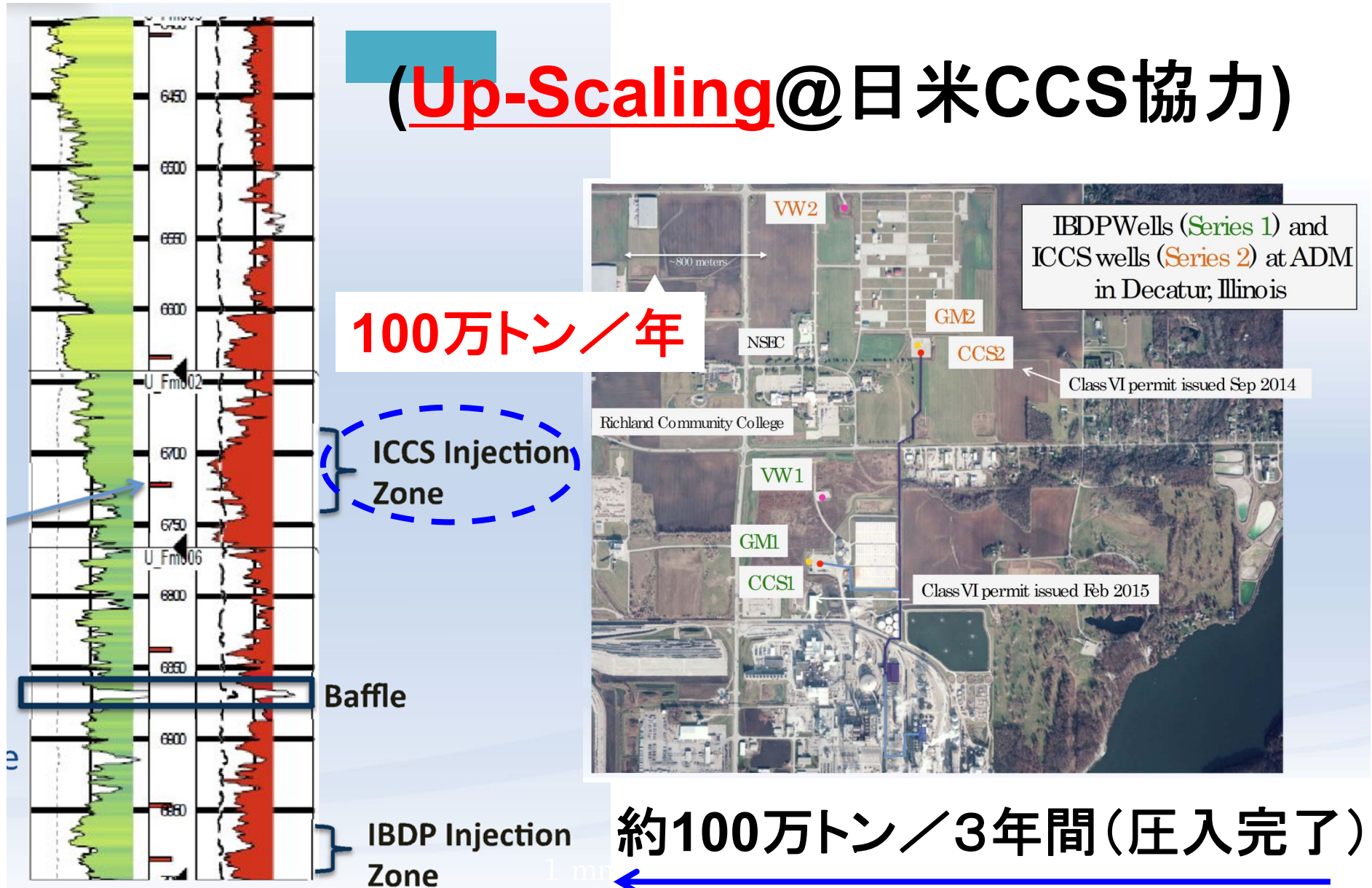
- CCSの実用化に当っては、安全かつ大規模・効率的なCO₂地中貯留技術の実現が必須である。当組合では我が国の貯留層に適した実用化規模（100万トン/年）でのCO₂地中貯留技術を開発するとともに、CCSの社会受容性の獲得などを志向した研究開発を行う。
- 「2020年頃のCCS技術の実用化を目指した研究開発」の推進に当たって、当組合では、実証規模での研究成果をベースとし、実用化規模へのup-scalingに係る (1) CO₂圧入・貯留の安全管理技術の確立、(2)大規模貯留層有効圧入・利用技術の確立、(3)CCS普及環境整備・基準の整備を行う。

H28年度事業計画

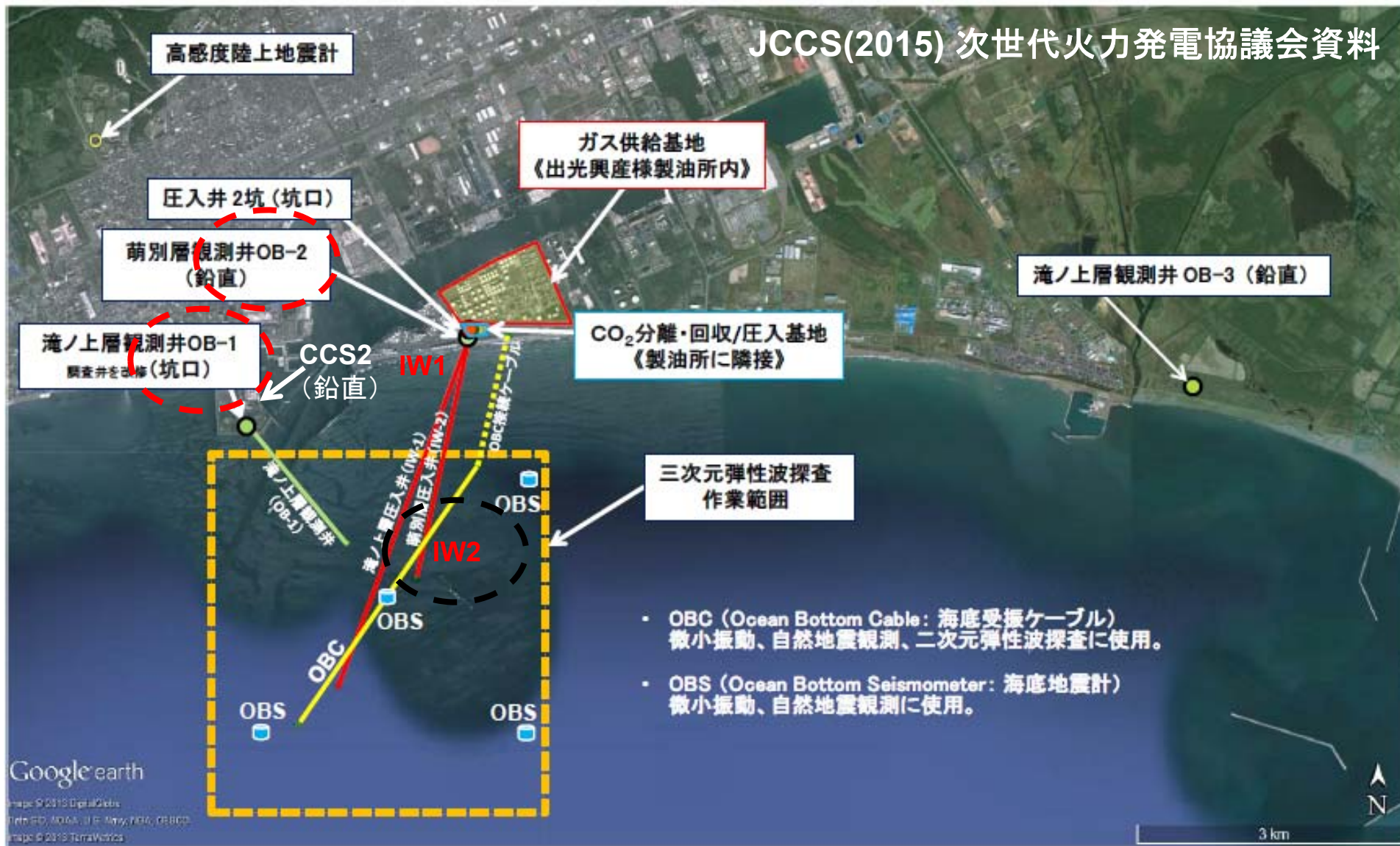
研究課題		実施組合員
(1)大規模CO ₂ 圧入・貯留の 安全管理技術 の開発	① 圧入安全管理システムの開発	RITE、JAPEX、 INPEX
	② CO ₂ 長期モニタリング技術の確立	AIST
	③ 大規模貯留層を対象とした 地質モデル構築、貯留層評価	RITE、JAPEX、 応用地質
	④ 大規模貯留層に適したCO ₂ 挙動シミュレーション、長期挙動予測手法の 確立	RITE、AIST、 大成建設、 応用地質
	⑤ 光ファイバー を利用した 地層安定性 や廃坑井の健全性監視システムの 開発	RITE、AIST、 JAPEX、INPEX
	⑥ CO ₂ 漏出検出・環境影響評価総合システムの構築	RITE
(2)大規模 貯留層の有効 圧入・利用技術 の開発	① CO 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 CO ₂ 溶解促進技術の適用による貯留効率向上	RITE、JAPEX
(3)CCS普及 条件の整備、 基準の整備	① CO ₂ 貯留安全管理プロトコル(IRP)の整備	RITE
	② 苫小牧実証データの提供による技術事例集の作成、海外機関との連携	RITE
	③ 社会受容性の向上、国際標準化との整合	RITE

Decaturから何が学べるか

(Up-Scaling@日米CCS協力)



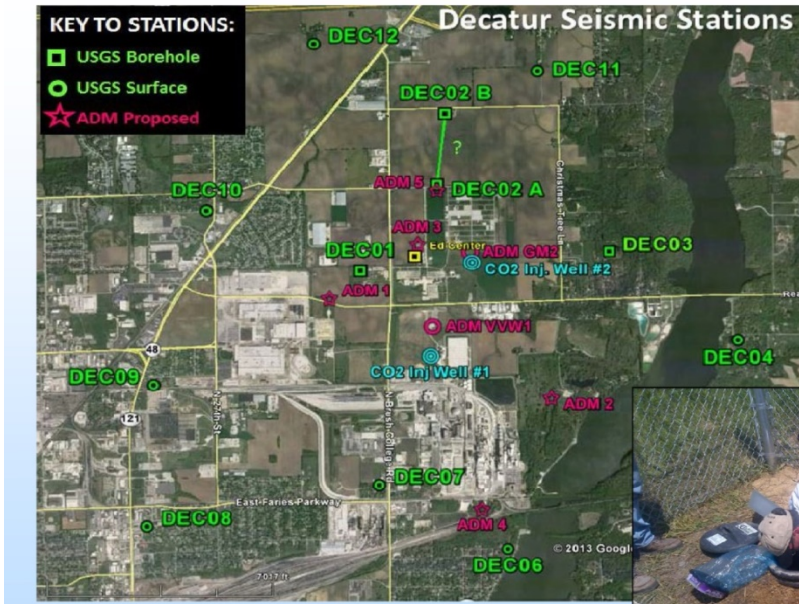
大規模貯留層の地質モデリング@苫小牧から学ぶ



© Google Image © 2013 DigitalGlobe Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Image © 2013 TerraMetrics

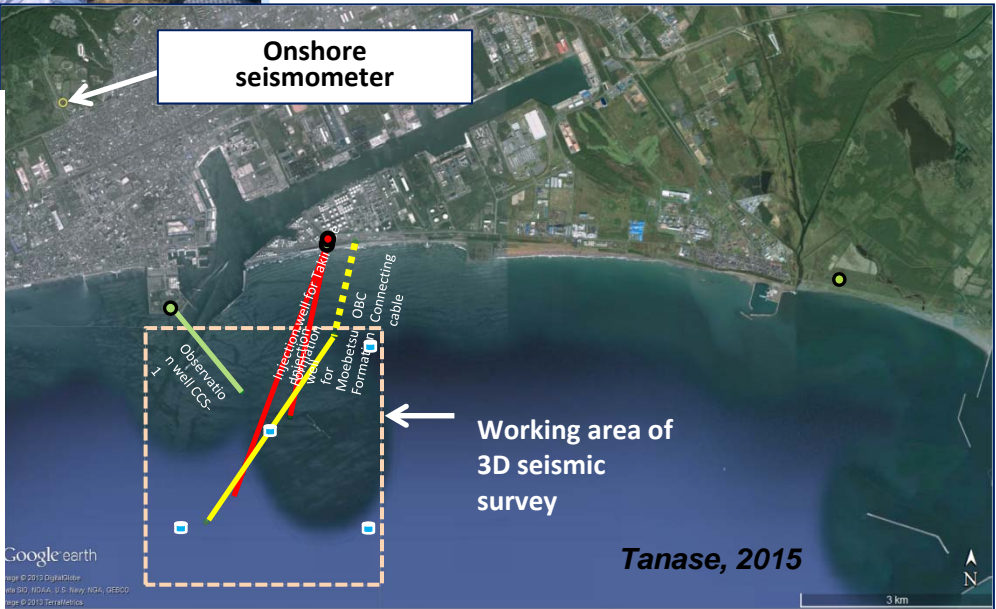
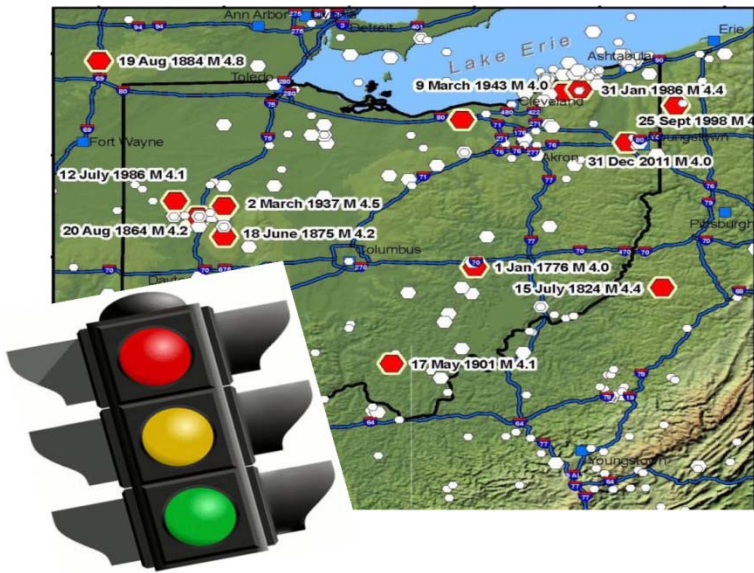
坑井の検層データ(OB-1,-2; IW2) & 弾性波探査 →→→ 萌別層の物性・連続性

地中貯留へのTLS (Traffic Light System) 適用

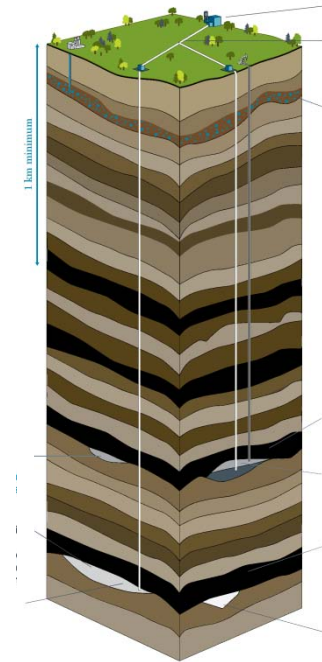
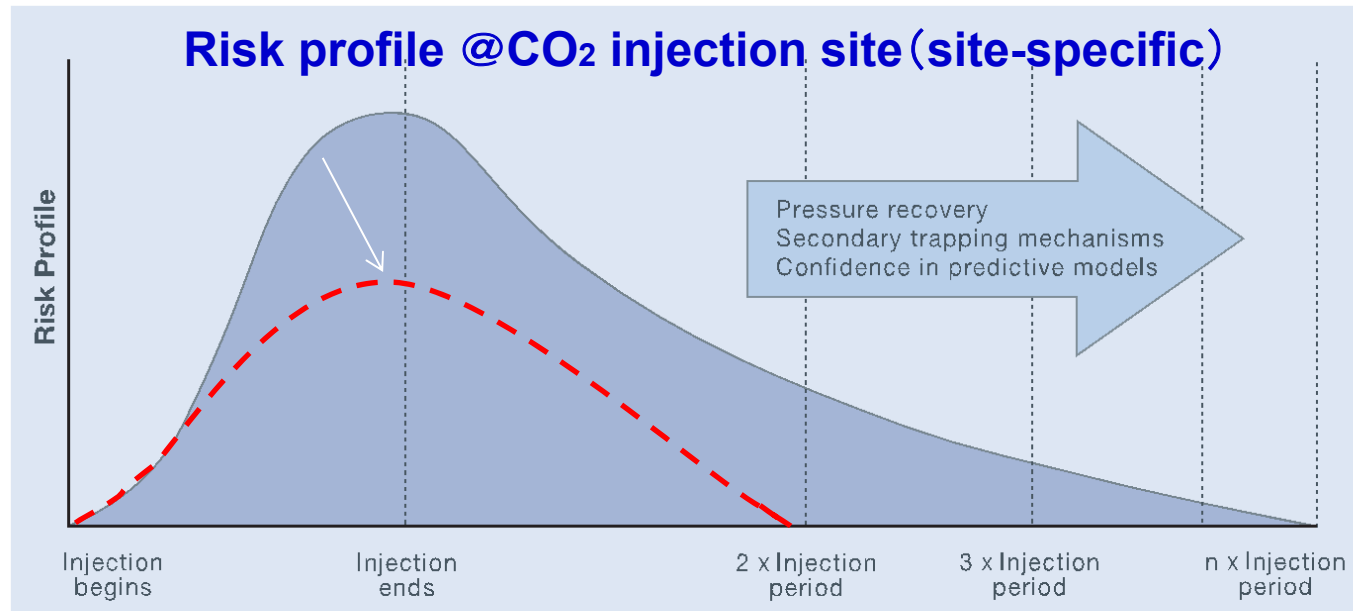


Decatur との日米CCS協力関係構築
 (圧入量増加によって、微小振動に違いはあるか)

苫小牧大規模実証事業 との緊密な連携
 (日米の大規模圧入サイトから知見獲得)



CO₂圧入実証試験より、不確実性への理解を深め、 リスクマネジメントを学ぶ



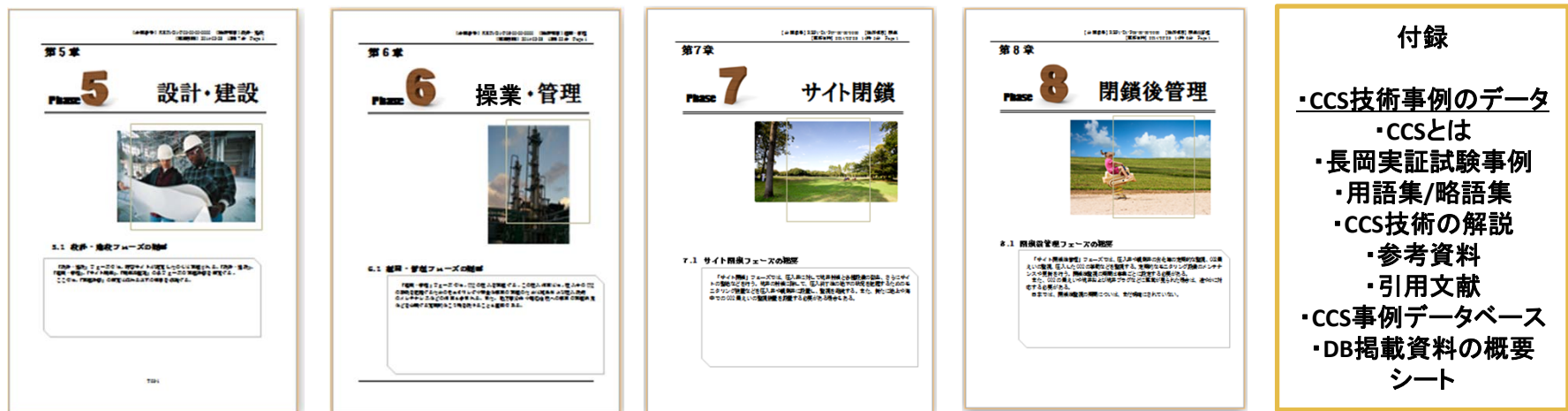
[Illustration source: Benson, 2007]

**Losses of *Injectivity*, Capacity and *Containment*,
Induced Seismicity, Environmental Impacts**

CCS技術事例集の作成



長岡実証試験＋海外事例に基づき、Vol.1を完成



苫小牧大規模実証試験や海外の新規事例を加え、平成32年度末までにVol.2を完成