

---

# 大規模CO<sub>2</sub>地中貯留技術の実用化を目指した 研究開発の取り組み

---

(公財)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

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CO<sub>2</sub>地中貯留の最新動向  
✓ 海域帯水層貯留 / 米国、ノルウェー

➤ マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入・貯留技術開発  
✓ 微細気泡化によるCO<sub>2</sub>溶解促進、掃攻効率  
改善による貯留効率向上

➤ 海域帯水層貯留の海洋環境影響評価  
✓ 音響測定技術による漏出CO<sub>2</sub>気泡検知

# 米国の大規模貯留プロジェクト最新動向(1/2)

## ➤ CarbonSAFE Initiative (2016.11, 16件を採択)

*Carbon Storage Assurance Facility Enterprise*

- **Key research gaps, 50million ton+の貯留規模(セメント／鉄鋼関連排出源)**
- **産業界等とのcost-shared research and development**
- **Integrated CCS Pre-Feasibilityに、2つの海域帯水層貯留**

*Build on lessons learned from RCSP's field projects,*

*For operation in the 2025, (Integrated CCS Pre-Feasibility,*

*Storage Complex Feasibility, Site Characterization,*

*Permitting and Construction).*

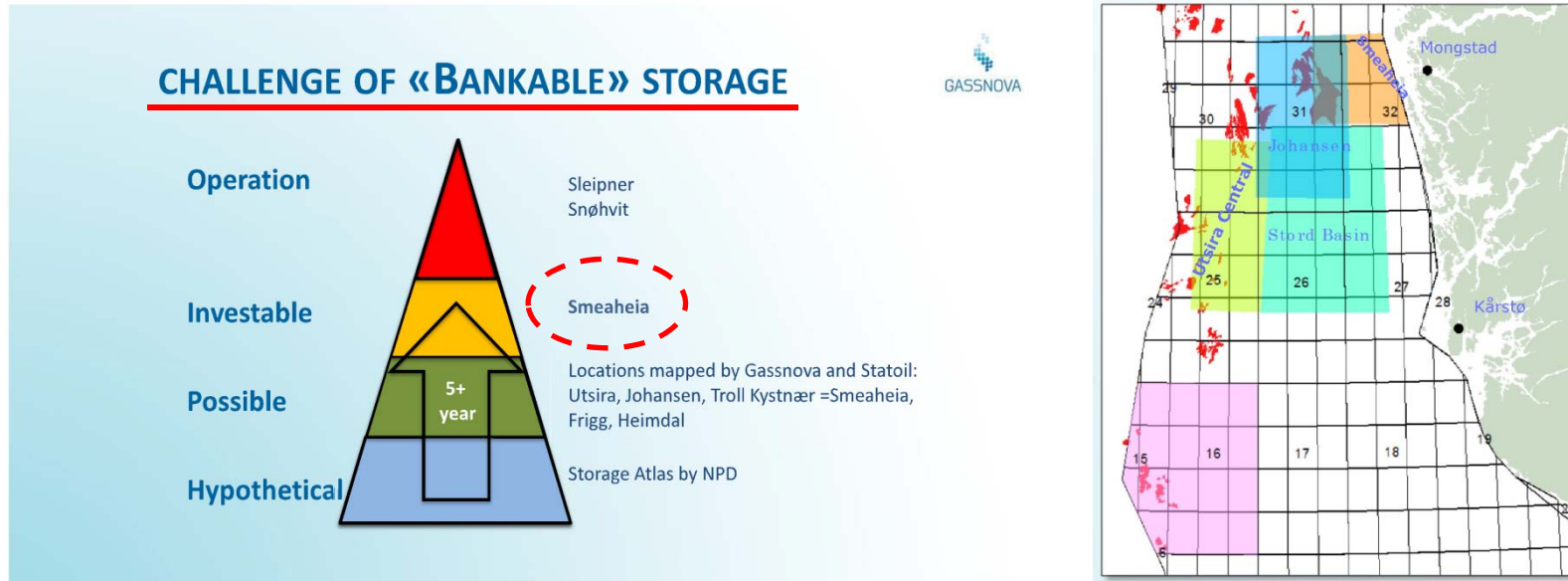
## 米国の大規模貯留プロジェクト最新動向(2/2)

### ➤ Gulf of Mexico 帯水層貯留 (2017.11, 2件を採択)

- Provide a **comprehensive assessment** of the potential to implement offshore CO<sub>2</sub> storage in **all state waters**
- **Bureau of Ocean Energy Management's** Outer Continental Shelf Oil and Gas Leasing Program planning areas within **the Gulf of Mexico**

*For secure, long-term, large-scale CO<sub>2</sub> storage, **with** or **without** enhanced hydrocarbon recovery, and **assessing** technology-development needs (infrastructure, operational, monitoring), which **differ from** those **onshore**.*

# ➤ ノルウェー Full-Scale-CCS Project: **Smeaheia**



- サイト選定において、排出源とのマッチング（輸送距離・手段）、排出量（**圧入総量**）、圧入期間、**海洋環境影響評価**
- サイト特性に適した**圧入計画**（複数の圧入井、圧力緩和井）、**マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入**による**溶解促進**、掃攻効率Upに伴う**貯留効率の向上**

# 目次

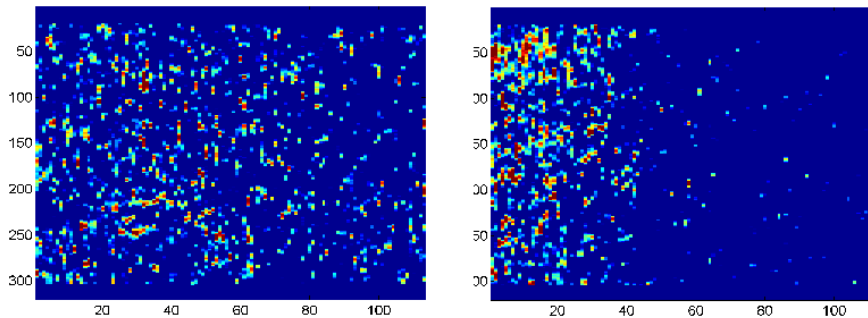
- 海外の大規模CO<sub>2</sub>地中貯留の最新動向
  - ✓ 海域帯水層貯留 / 米国、ノルウェー
- マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入・貯留技術開発
  - ✓ 微細気泡化によるCO<sub>2</sub>溶解促進、掃攻効率改善による貯留効率向上
- 海域帯水層貯留の海洋環境影響評価
  - ✓ 音響測定技術による漏出CO<sub>2</sub>気泡検知

# CO<sub>2</sub>溶解促進 & 貯留効率向上技術開発

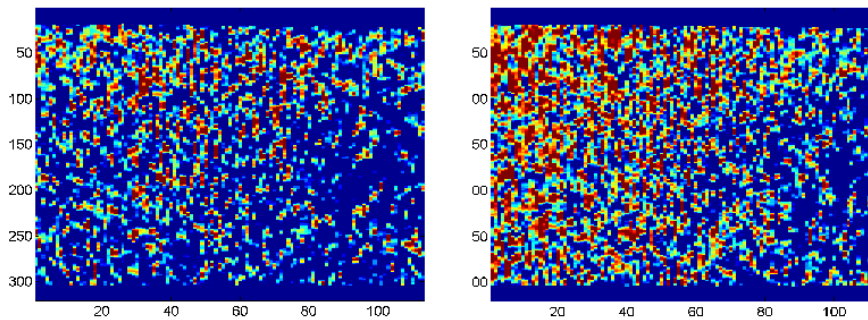
東京ガス(株) / RITEの共同研究

CO<sub>2</sub> distribution  
(left: **grooved disc**; right: **special filter**)

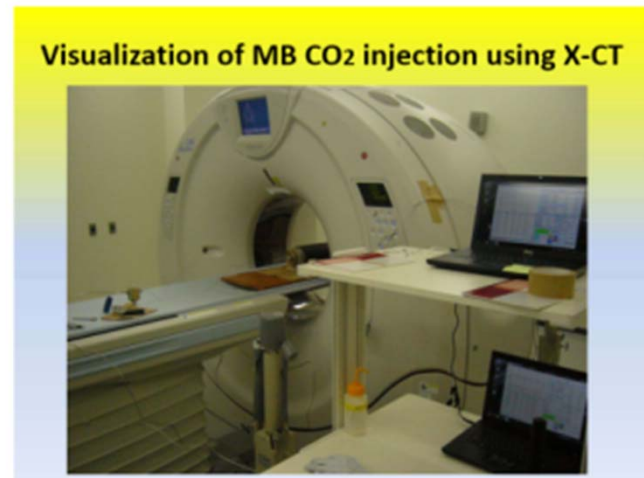
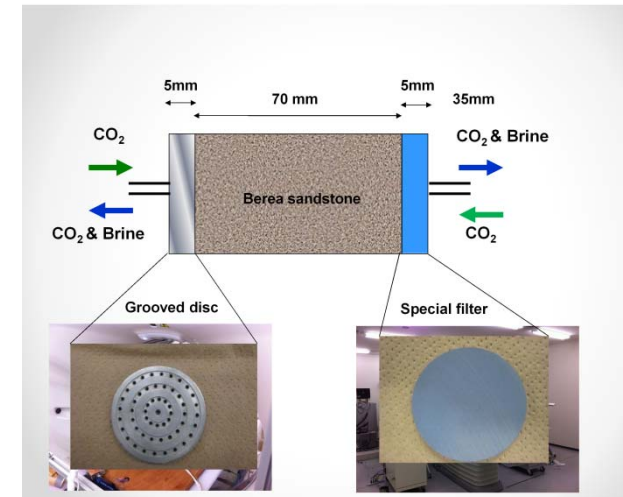
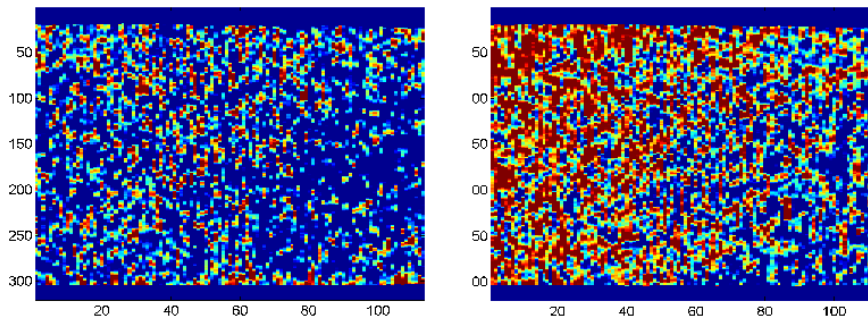
0.045 PV



0.68 PV

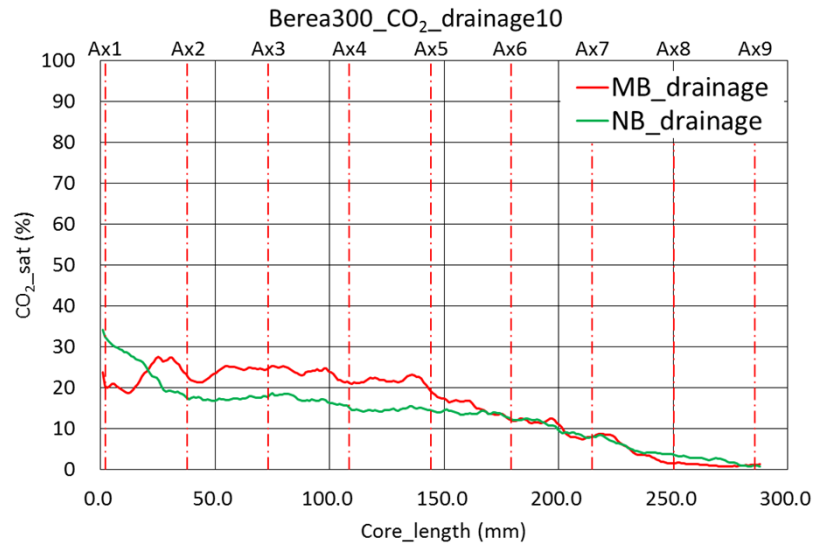
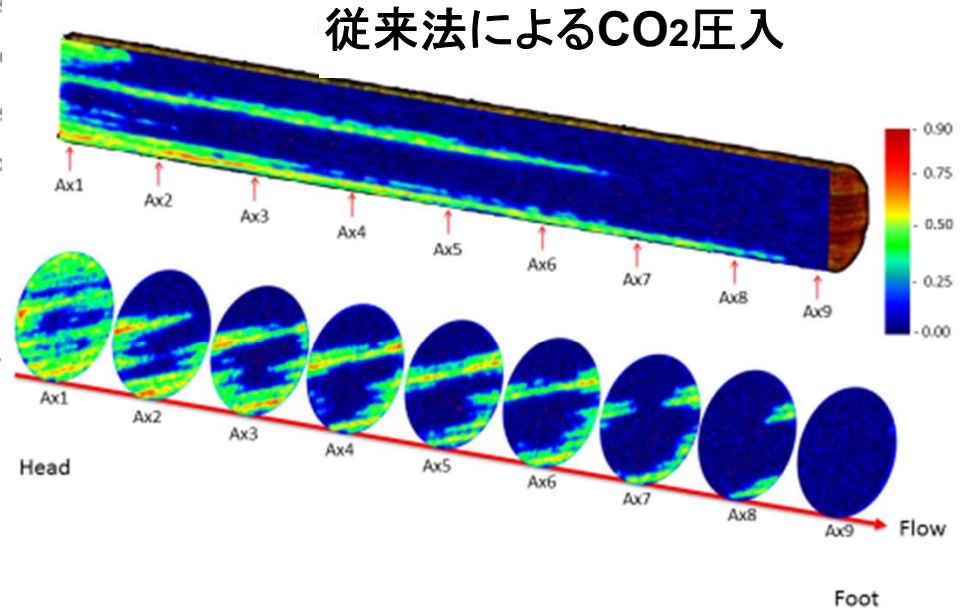
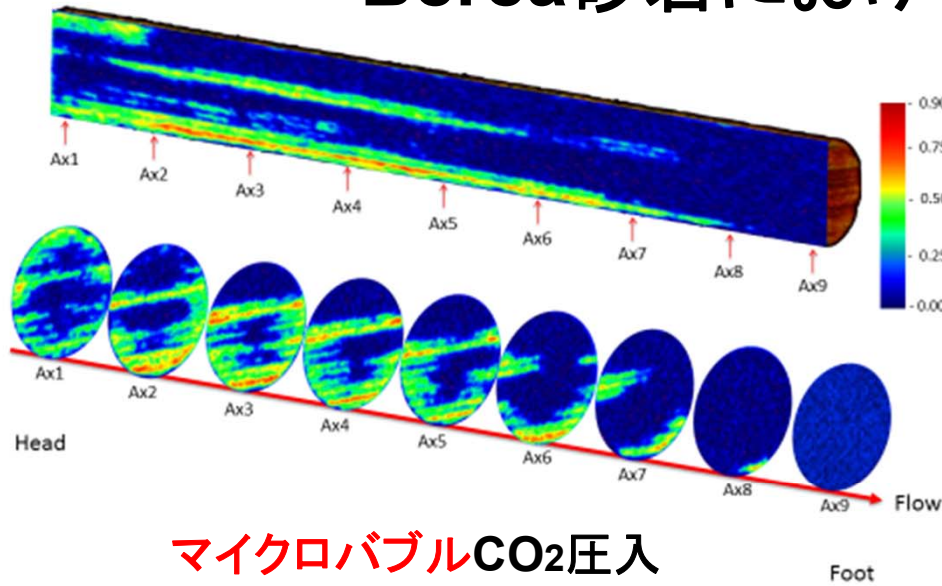


8.18 PV



X線CT装置

# Berea砂岩におけるCO<sub>2</sub>浸透挙動の比較

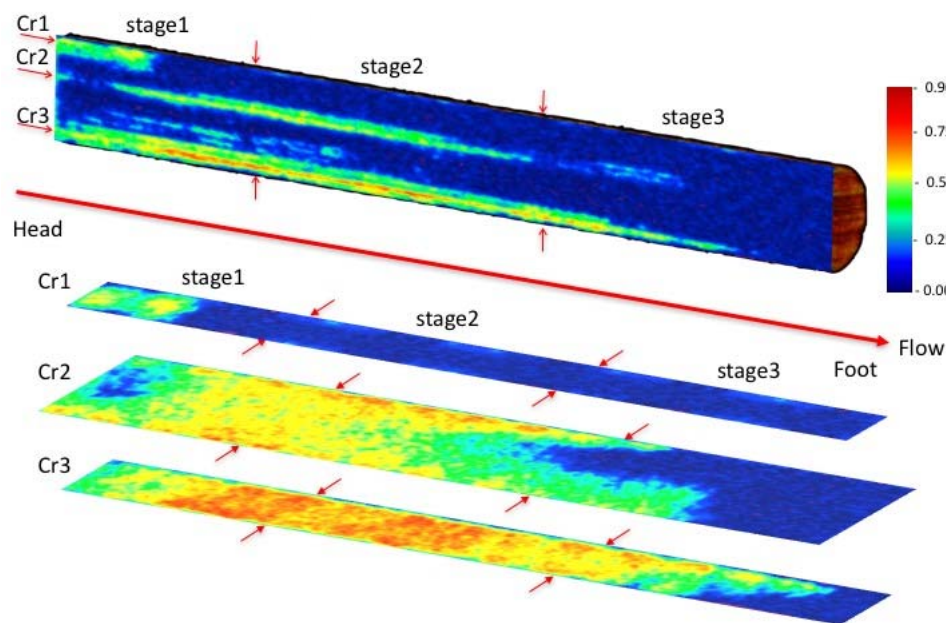


Berea砂岩の長軸方向において  
CO<sub>2</sub>飽和度 (CT値より推定) に差異あり  
(Jiang et al., 投稿中)

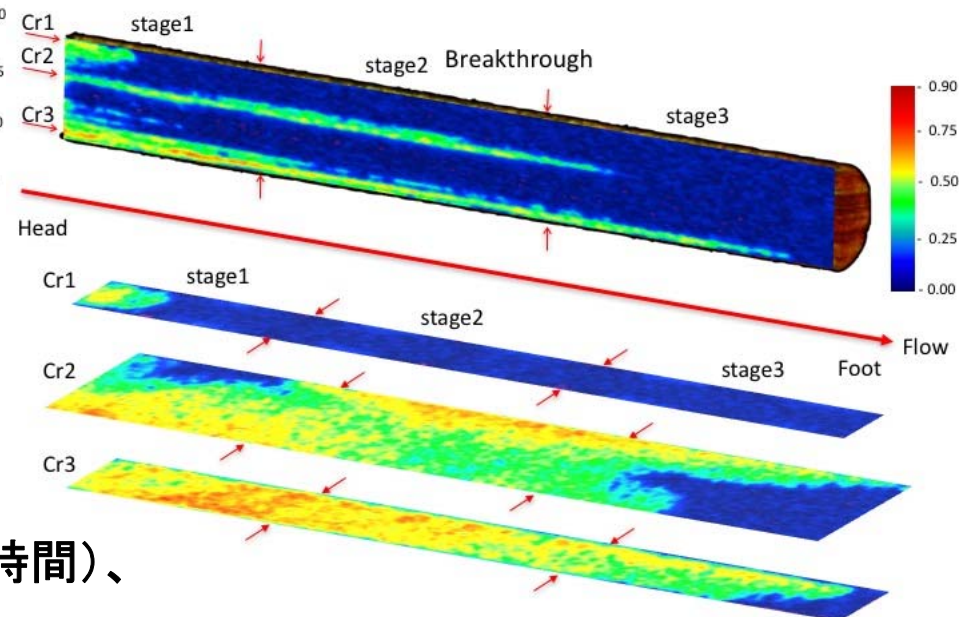


# 高浸透性レイヤにおけるCO<sub>2</sub>浸透挙動の比較(1/2)

マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入



従来法によるCO<sub>2</sub>圧入



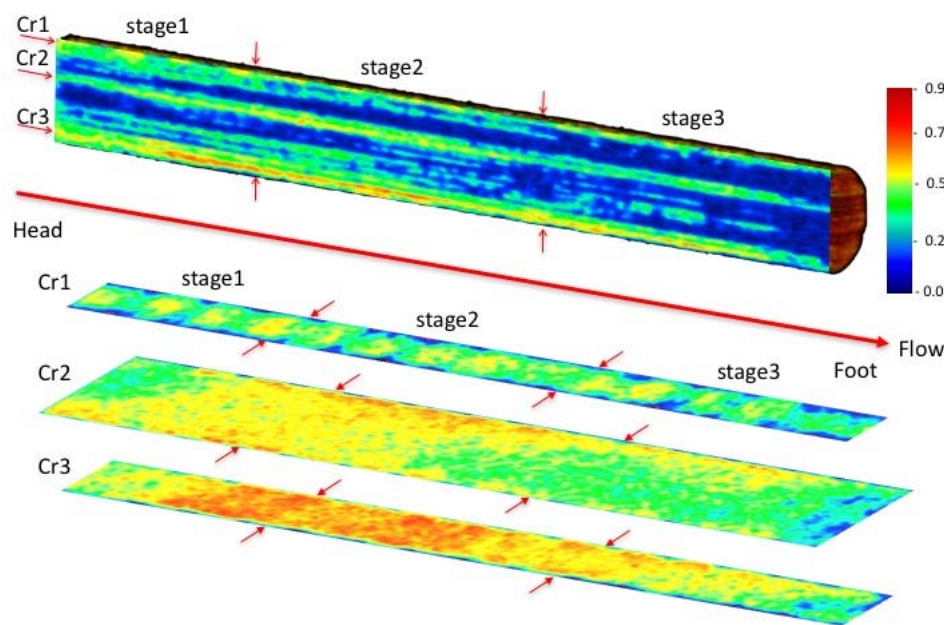
Breakthrough time (排出端までの到達時間)、

CO<sub>2</sub>分布や飽和度(暖色系カラー)に差異が認められた。

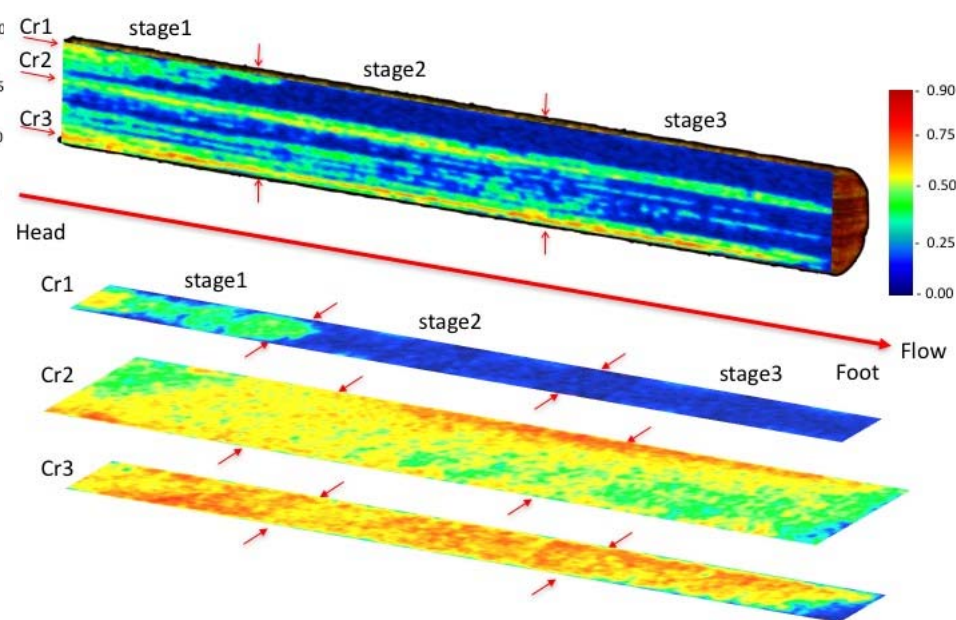
(Jiang et al., 投稿中)

# 高浸透性レイヤにおけるCO<sub>2</sub>浸透挙動の比較(2/2)

マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入



従来法によるCO<sub>2</sub>圧入



高浸透性レイヤCr1において、

CO<sub>2</sub>分布や飽和度(暖色系カラー)に顕著な差異が認められた。

(Jiang et al., 投稿中)

# RITE/JAPEX: マイクロバブルツール開発

ple

# 目次

- 海外の大規模CO<sub>2</sub>地中貯留の最新動向
  - ✓ 海域帯水層貯留 / 米国、ノルウェー
- マイクロバブルCO<sub>2</sub>圧入・貯留技術開発
  - ✓ 微細気泡化によるCO<sub>2</sub>溶解促進、掃攻効率改善による貯留効率向上
- 海域帯水層貯留時の海洋環境影響評価
  - ✓ 音響測定技術による漏出CO<sub>2</sub>気泡検知

# 万一のCO<sub>2</sub>漏出に対する環境影響評価

- **CO<sub>2</sub>拡散シミュレーション手法の開発**

- 数値モデルの開発 季節変動スケール以上の期間、CO<sub>2</sub>拡散範囲が数10kmスケールまでの計算可能なモデル

- **生物影響評価手法の開発**

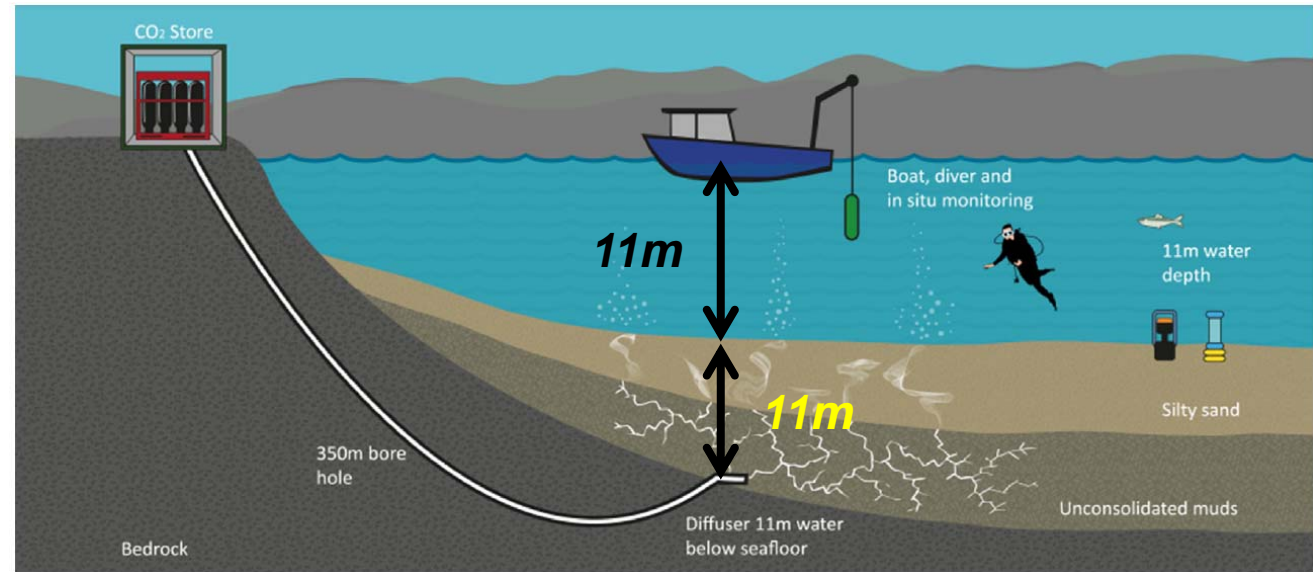
- CO<sub>2</sub>の生物への影響調査: 生物影響データベース構築、微生物CO<sub>2</sub>曝露実験 生物影響閾値の提案 ( $\Delta p\text{CO}_2=200\mu\text{atm}$ )
- 英国実海域CO<sub>2</sub>放出実験(QICS)への参加 実海域での生物影響研究

- **CO<sub>2</sub>漏出検知手法の開発**

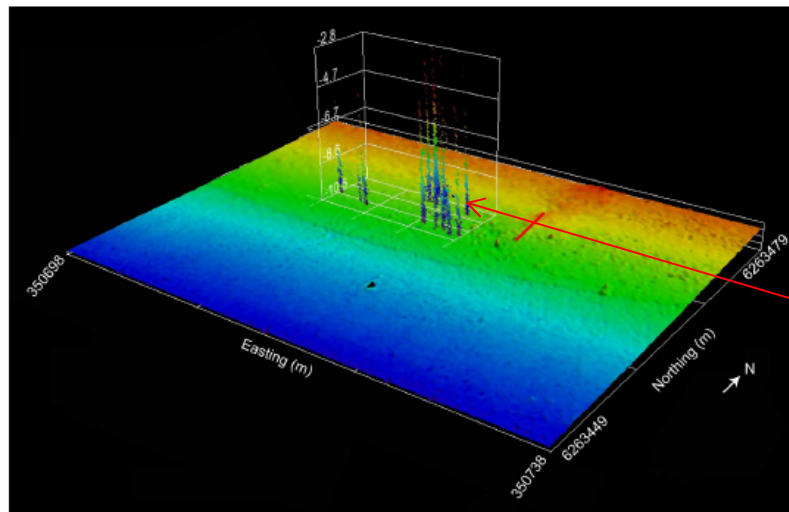
- 気泡検知手法 音響探査機器による検知
- 溶存態CO<sub>2</sub>検知手法 溶存態CO<sub>2</sub>濃度と溶存酸素濃度による異常値(漏出の恐れ)の判定基準

# 海外の実海域CO<sub>2</sub>放出実験(1/2)

QICS: スコットランド、  
2012年、放出量:  
4.2トン/37日間



Taylor et al. (2015)



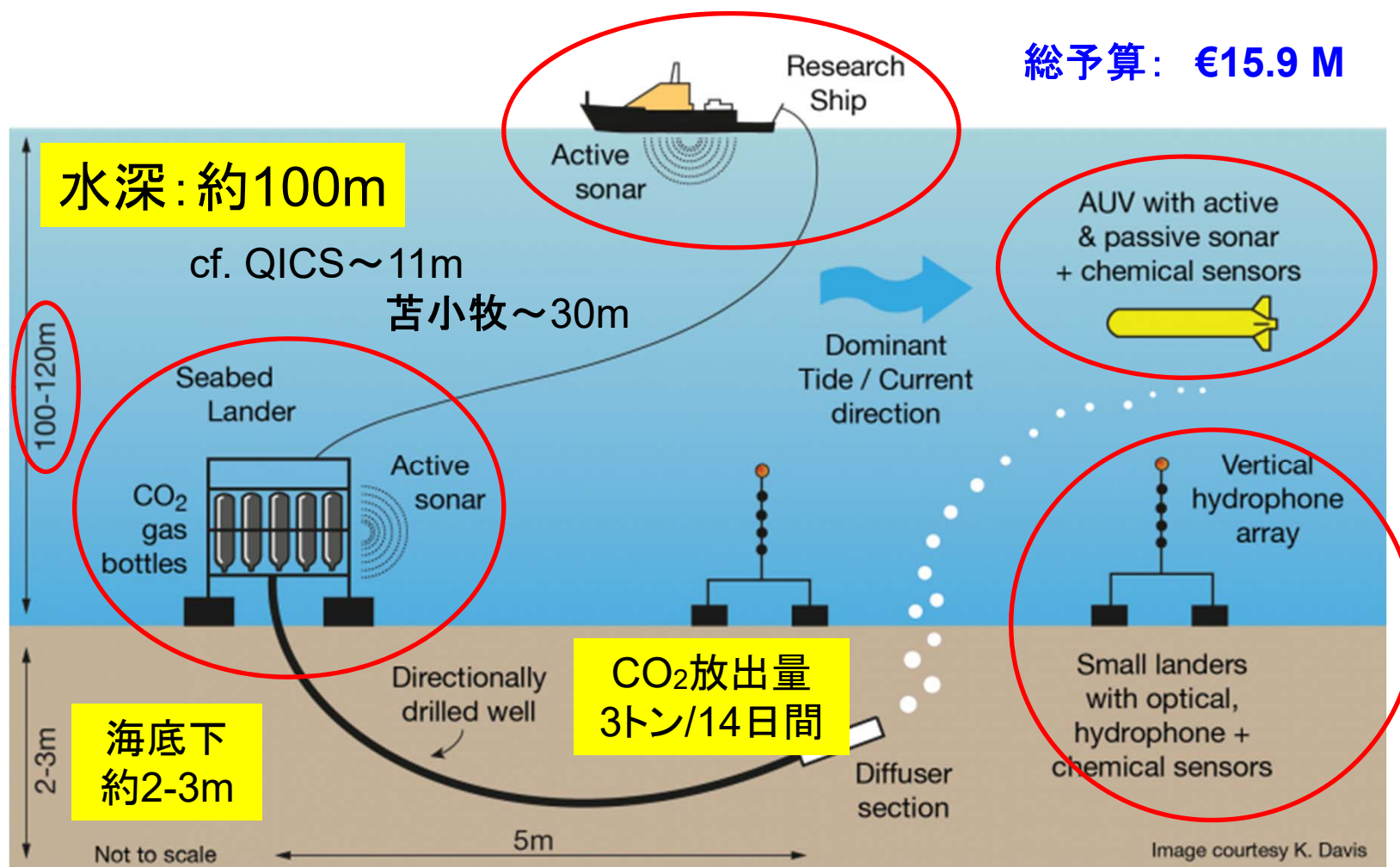
Cevatoglu et al. (2015)

←CO<sub>2</sub>漏出量が少なくても  
気泡を音響機器(マルチビーム  
ソナー)で検出可能

# 海外の実海域CO<sub>2</sub>放出実験(2/2)

STEMM-CCS: 北海、2019年(予定)

総予算: €15.9 M

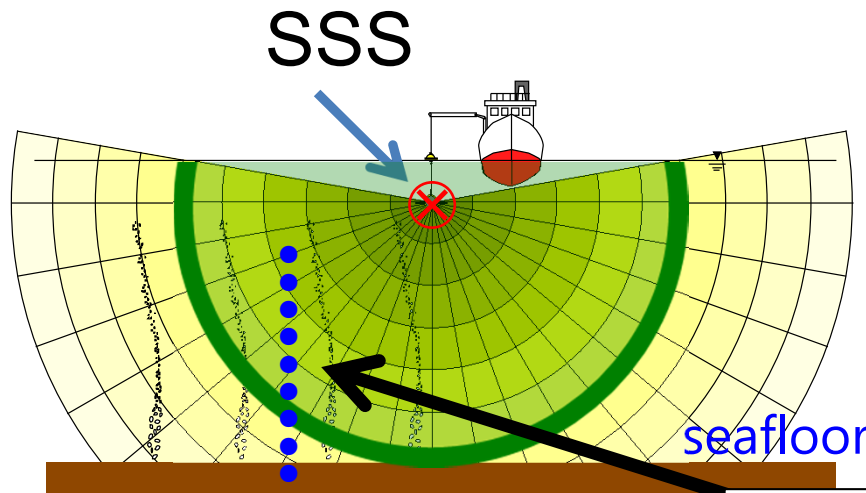


## ➤ 社会受容性向上と海洋汚染防止法対応

- 海洋環境影響評価
  - 漏出CO<sub>2</sub>の海中拡散シミュレーション
  - CO<sub>2</sub>濃度上昇による海洋生物影響データベース
- 海域でのCO<sub>2</sub>漏出検出技術
  - CO<sub>2</sub>気泡の監視    サイドスキャンソナー(SSS)による気泡  
探査手法の研究開発
  - 溶存CO<sub>2</sub>の監視    pCO<sub>2</sub>の異常値判定方法の研究



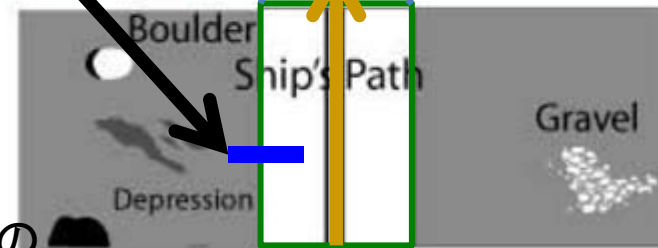
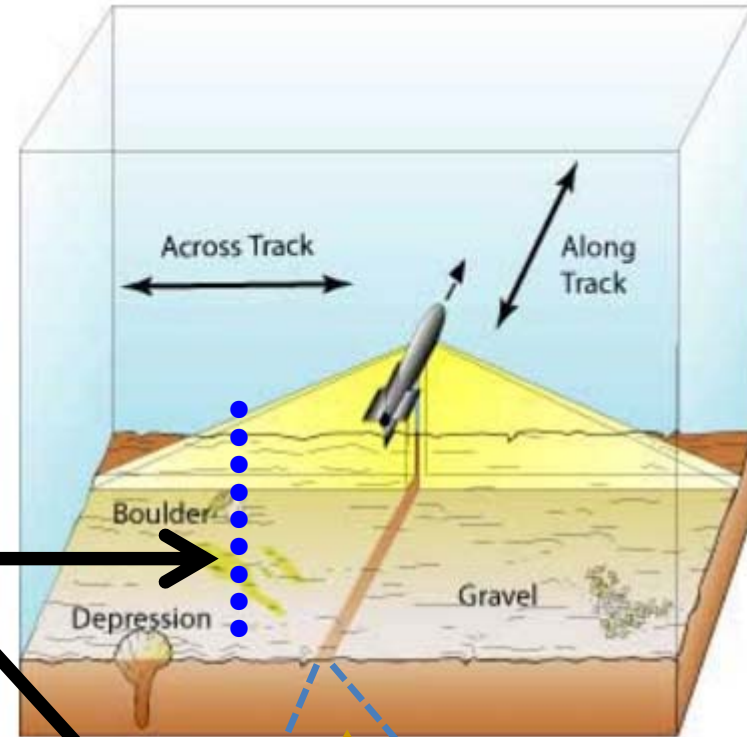
# 海域での気泡CO<sub>2</sub>検出技術



## サイドスキャンソナー(SSS)

アクティブソナーの一種

- 音波を発振し反射波を受信することで、水柱(water column)の物体や海底の凹凸を観測する



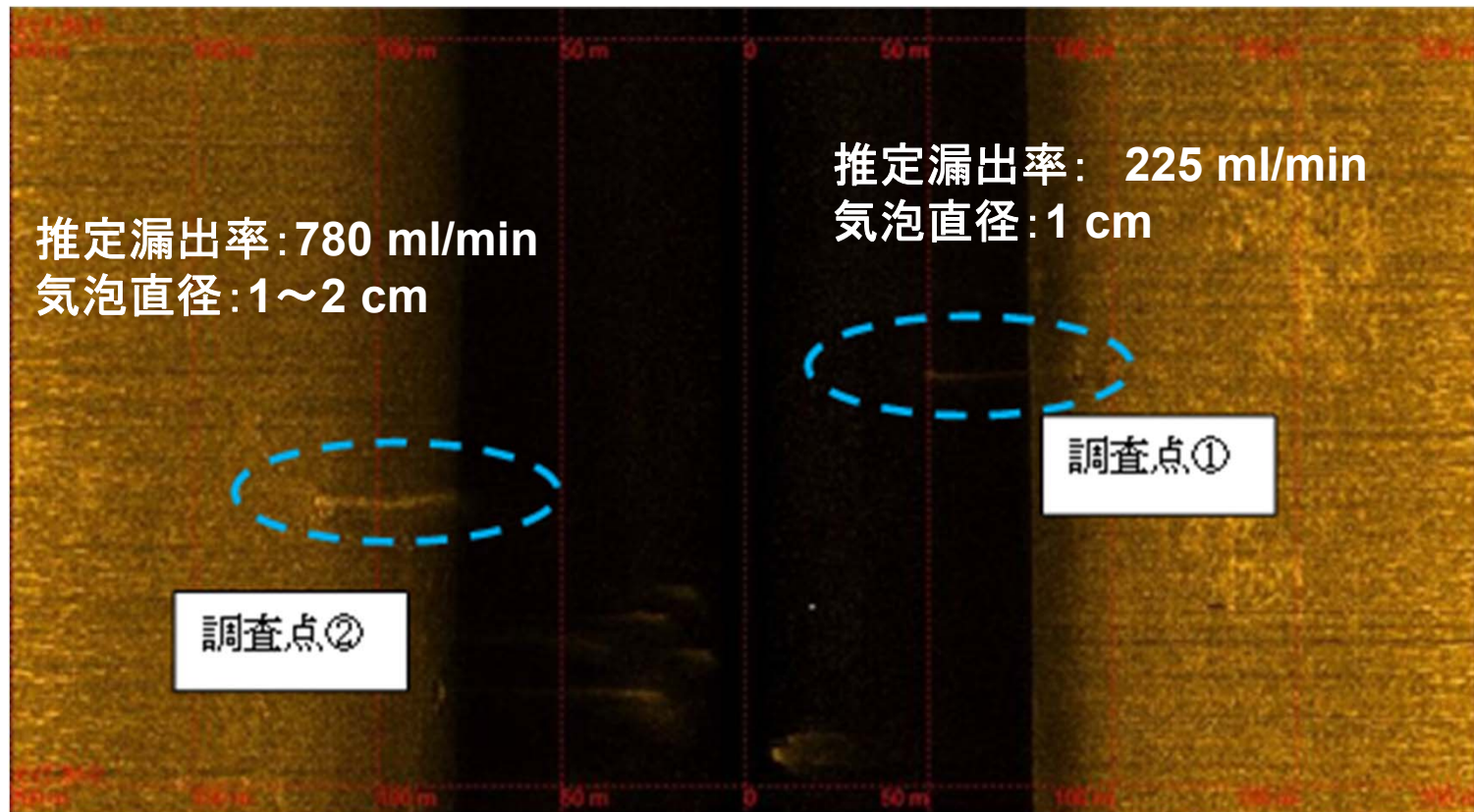
SSSからの距離(左)

SSS image  
SSSからの距離(右)

water column

# サイドスキャンソナーによる気泡検出例

鹿児島湾火山性ガス湧出域(たぎり) (RITE, 2009)

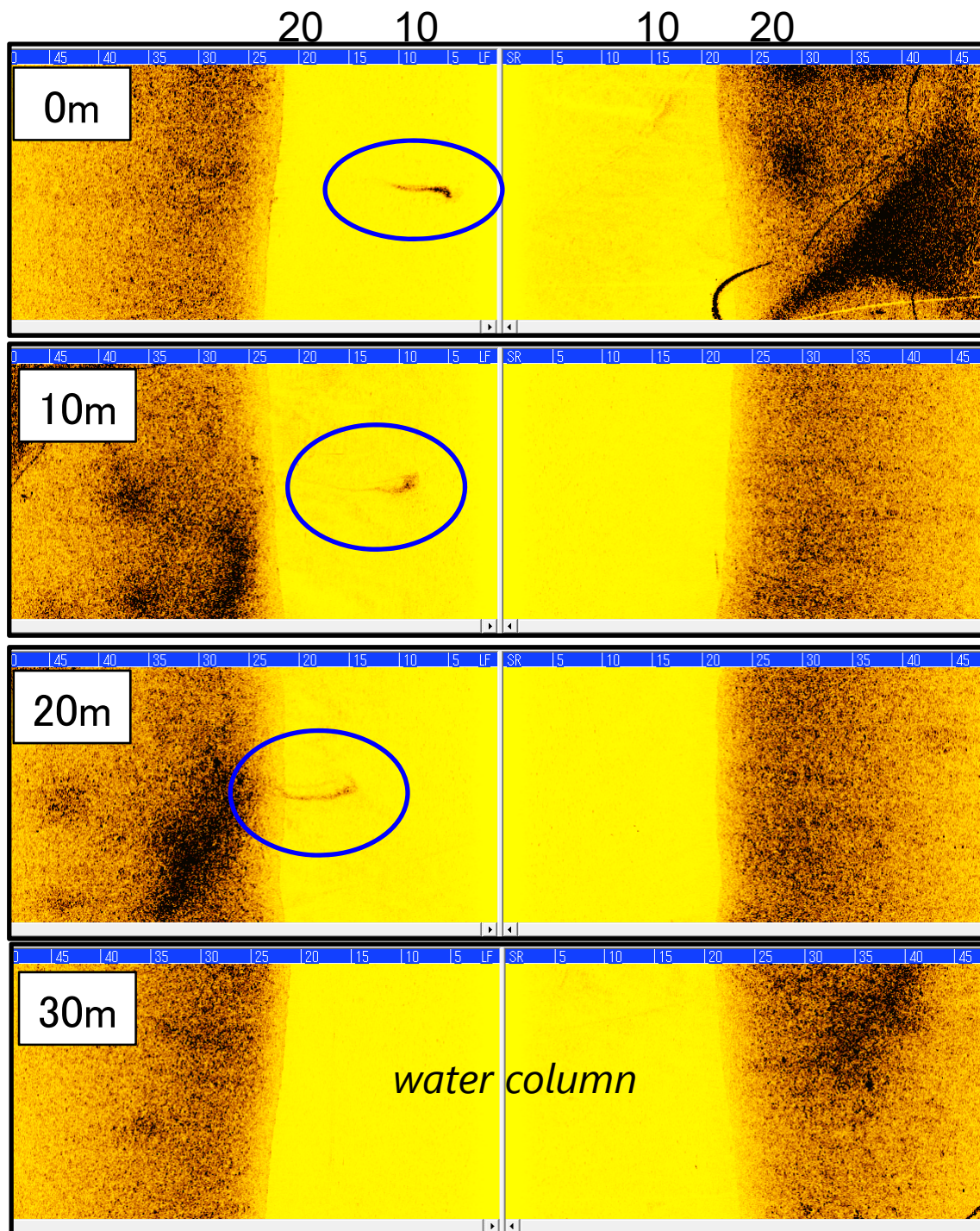


## 【観測条件】

- 放出気泡: CO<sub>2</sub>
- 気泡径: 10mm
- 放出率: 5,000ml/min



放出点との距離(0  
~30m)に対して、  
サイドスキャンソ  
ナーで観測される  
気泡の様子



# 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