NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025　（分野：カーボンリサイクル_鉱物化）
発表No.：2-8-14　グリーンイノベーション基金事業／CO_2を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト CO_2排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

コンクリートにおけるCO_2固定量評価の標準化に関する研究開発

団体名：東京大学〔再委託先：株式会社太平洋コンサルタント、名古屋大学、千葉大学、新潟大学、京都大学、北海道大学、株式会社リガク（～2023年度）、琉球大学および広島大学（～2024年度）〕

■事業の目的・目標

- 実験的事実と科学的基盤に基づき、以下の**CO_2固定量評価方法** ならびに **品質管理方法を開発**する。
  - ① コンクリート用材料・コンクリートのCO_2固定量
  - ② 構造物供用中のコンクリートのCO_2固定量
  - ③ CO_2固定プロセスの品質管理方法
- **標準化（JIS /ISO）を目標**として、JIS制定に係る委員会（JCI）やGI事業の他コンソと緊密に連携、国際ジャーナル等への投稿含めた、標準化に係る関連活動も戦略的に実施する。

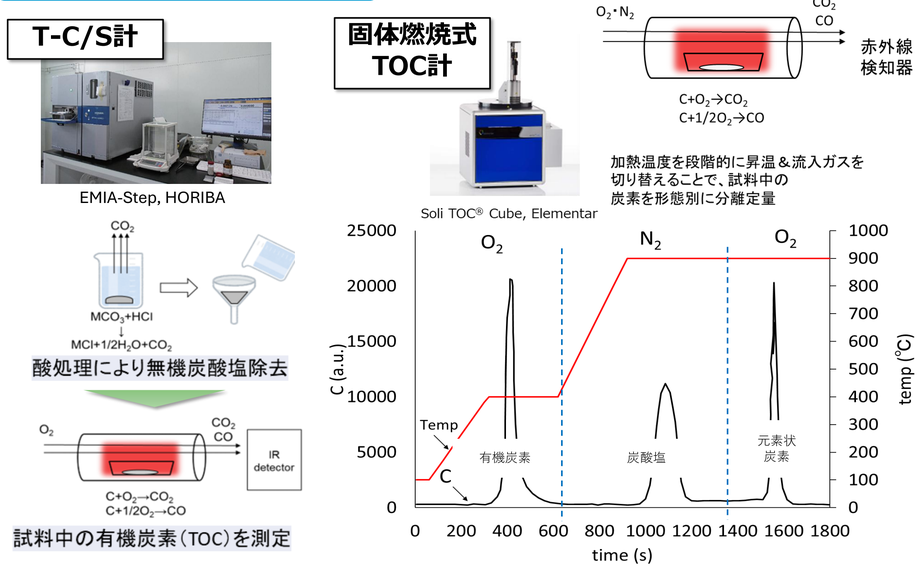
■2024年の主な成果

① コンクリート用材料・コンクリートの評価手法の開発

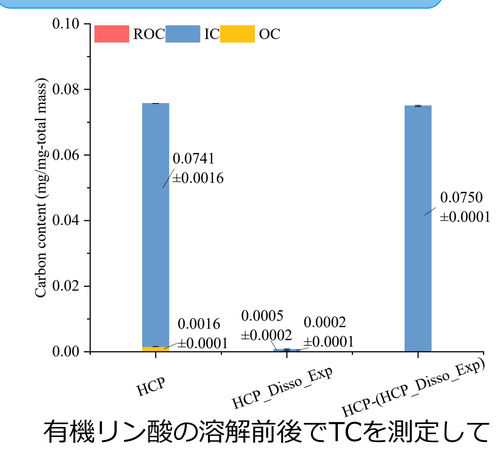
- **既存装置**を利用した**CO_2評価手法の検討/標準化案の策定**
  - ➢ **有機材料がCO_2定量に及ぼす影響を低減**するための方法を提案

［太平洋コンサルタント・東大］

熱分解＋NDIR測定法



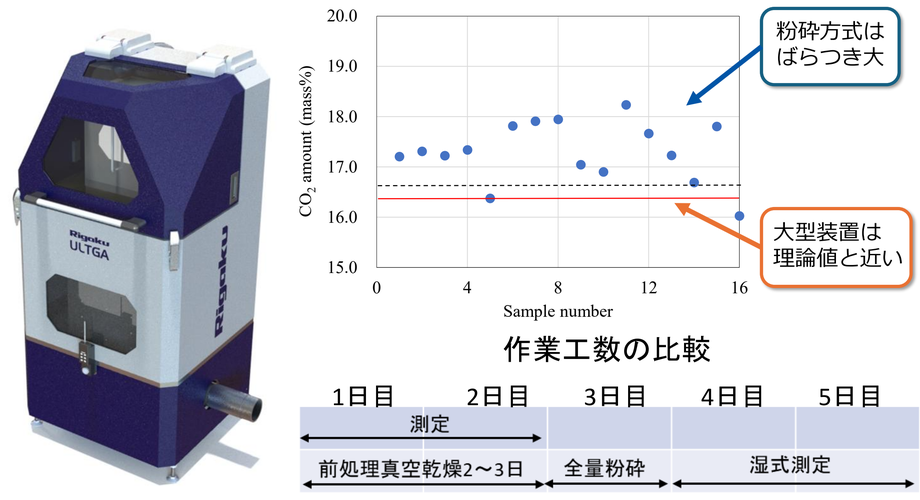
有機繊維が入った場合等の測定方法の開発



有機リン酸の溶解前後でTCを測定して差分を取る
＝無機炭酸量を検出

- バルクコンクリート試験体（Φ10x20cm,φ5x10cm,骨材群）を測定可能な**大型コンクリート分析装置**を開発
  - ➢ **大幅な省力化**と**高精度化**を達成

［リガク］

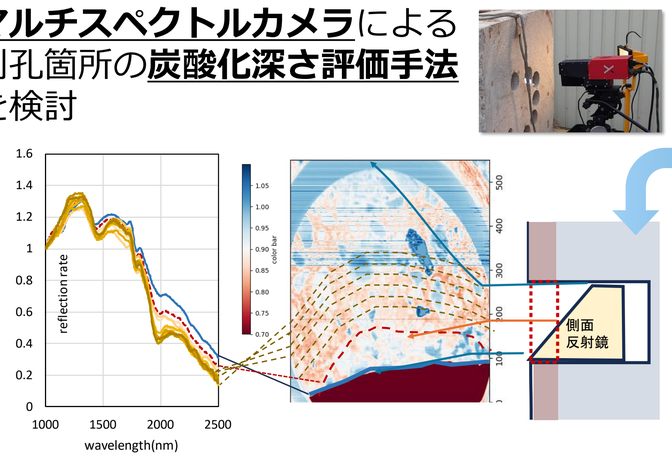


② 構造物供用中のコンクリートのCO_2固定量評価枠組みの開発

- **加速試験**と**評価式の組み合わせ**による**供用期間中の固定化量の評価枠組みの提案**
- 構造物の**固定化量モニタリング方法の提案**

モニタリング方法の開発　［北大］

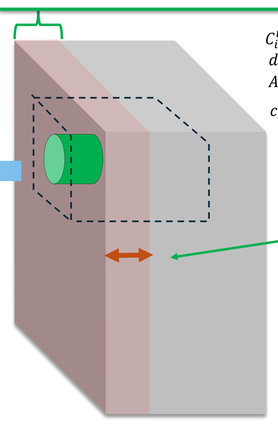
- ➢ **マルチスペクトルカメラ**による削孔箇所の**炭酸化深さ評価手法**を検討



CO_2固定量

$$C_i^{ti} = \left(\sum_i d_i \cdot A_i \cdot c_i \cdot\right) f_{cem}^{clinker} \cdot f_{clinker}^{CaO} \cdot \gamma \cdot \frac{M_{CO2}}{M_{CaO}}$$

C_i^{ti}：供用中の二酸化炭素固定量
d_i：炭酸化深さ
A_i：構造体の断面積
c_i：コンクリート中のセメント量
$f_{cem}^{clinker}$：セメント中のクリンカー量
$f_{clinker}^{CaO}$：クリンカー中のCaO量
γ：炭酸化度
M_{CO2}：CO_2の分子量
M_{CaO}：CaOの分子量



炭酸化深さ

$$d_i = A\sqrt{t + R^2} - R$$

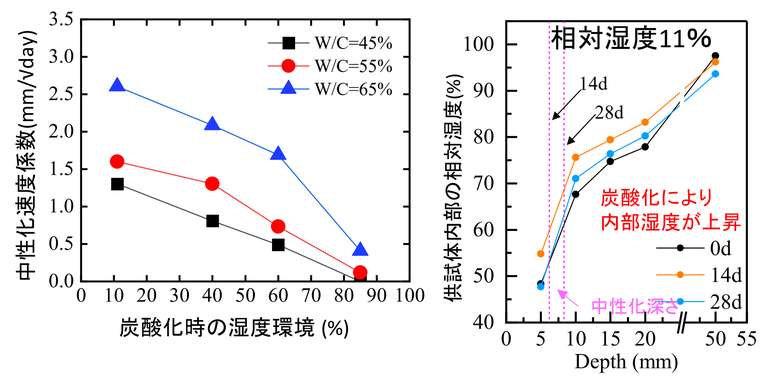
$$A = k \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$$

α_1：コンクリートの種類（骨材）による係数
α_2：セメントの種類による係数
α_3：調合（水セメント比）による係数
β_1：気温による係数
β_2：湿度およびコンクリートに作用する水分の影響による係数
β_3：二酸化炭素濃度による係数

［千葉大・東大］

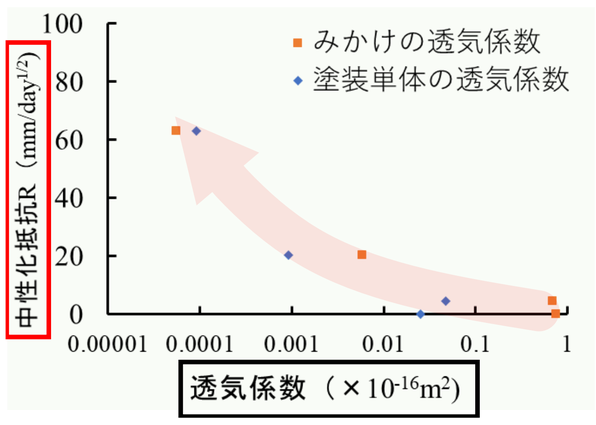
炭酸化メカニズムの検討　［琉球大］

- ➢ CO_2固定における**温湿度の影響を評価**



表層部の影響評価　［広島大］

- ➢ **仕上材と表層ひび割れ**がCO_2固定量に及ぼす**影響を評価**

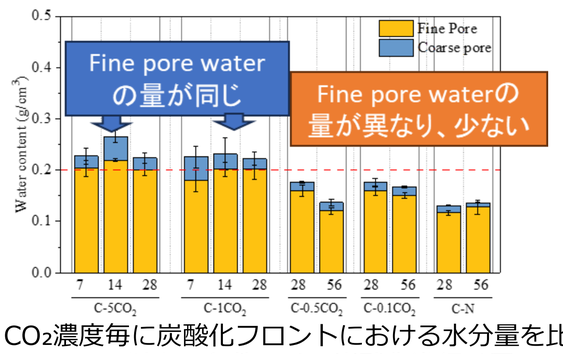


- ✓ 非破壊透気試験により塗装単体の透気係数ktを推定
- ✓ 中性化促進試験結果より中性化抵抗Rを取得
- ✓ 透気係数ktの低下に伴って，中性化抵抗Rが増加する傾向を確認

事前に塗装単体の透気係数を取得することで炭酸化深さ(CO_2固定量)の推定精度が向上

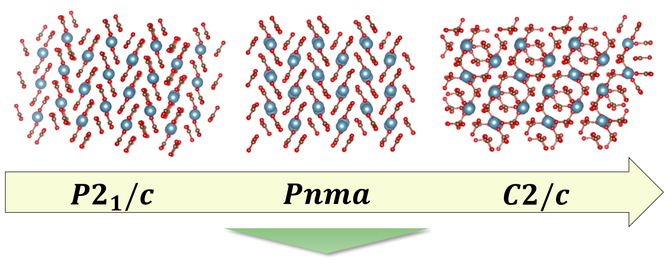
将来の炭酸化固定量保証の枠組み検討　［千葉大・東大］

- ➢ **加速炭酸化条件**での**水分移動と炭酸化の関係**を評価



CO_2濃度毎に炭酸化フロントにおける水分量を比較
1%CO_2以上の条件では、炭酸化進行は同一のC-S-H中の水分量になっていて炭酸化進行を水が律速

- ➢ 多様な**炭酸塩鉱物の熱力学的安定性と反応経路**を**メタダイナミクスMD＋第一原理計算により解析**

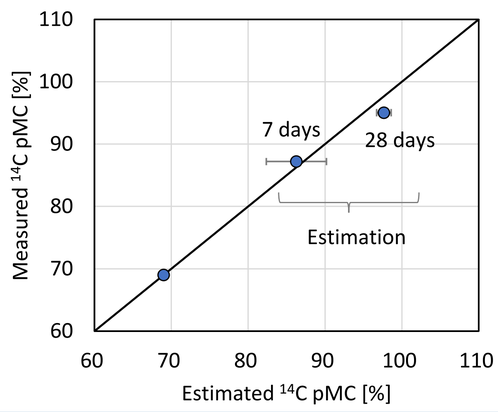


CO_2固定化量と促進試験の科学的根拠を提供

③ CO_2固定に関する品質管理方法技術開発

［東大・名大］

- 材料が空気中のCO_2と反応して無機炭酸塩の形で固定化したことと、その**固定化したCO_2量**を、**^{14}Cを用いて明らかにする手法を開発**
  - ➢ DACによる**CO_2固定化の真贋評価等の活用に期待**



■課題と今後の取組

- 評価手法の実構造物での適用性検証
  - ➢ 実環境を考慮した条件での評価
  - ➢ 実構造物より採取したコアサンプルでの評価
- 標準化（JIS/ISO化）に向けた対応
  - ➢ GI事業の他コンソとの知見/情報交換
  - ➢ 論文投稿等、本PJ成果の対外発表

連絡先：国立大学法人東京大学　　丸山　一平
MAIL：i.maruyama@bme.arch.t.u-tokyo.ac.jp