

1 研究室の概要・歴史

早稲田大学の「地盤工学研究室」は、小峯秀雄教授が早稲田大学創造理工学部社会環境工学科に異動するに伴い、新たに2014年4月に設立されました。
本研究室では、「21世紀の社会に貢献するために、新しい視点で”地盤工学”を展開する!」をスローガンに、日々励んでいます。

2 教授紹介



小峯秀雄 教授 博士(工学)
略歴
1985年 早稲田大学 理工学部 土木工学科卒
1987年 早稲田大学大学院 理工学研究科 修了
1987年 財団法人 電力中央研究所 入所
担当研究員, 主査研究員, 主任研究員を歴任
2001年 茨城大学 工学部 都市システム工学科
助教授, 准教授, 教授を歴任
2014年 早稲田大学理工学術院 教授

早稲田大学 社会環境工学科 地盤工学研究室では、「**地球のお医者さん**」をスローガンに、福島第一原子力発電所の廃止措置、原子力発電事業の放射性廃棄物地層処分などエネルギー政策に貢献する研究から、地球温暖化・低炭素社会に資する新技術開発、社会基盤施設に及ぼす地震や自然災害の軽減に係る実学的研究を行っています。

主な受賞歴
平成11年度 地盤工学会・論文賞 (2000年)
平成16年度 地盤工学会・研究業績賞 (2005年)
平成20年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2008年)
平成25年度 (社)地盤工学会功労章 (2014年)
平成26年度 地盤工学会地盤環境賞 (2015年)
平成27年度 「地盤工学会誌」年間優秀賞 (2016年)
平成28年度 土木学会環境賞 (2017年)
平成29年度 (公社)地盤工学会論文賞 (和文部門) (2018年)

写真は平成20年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門)を受賞した時のものです。



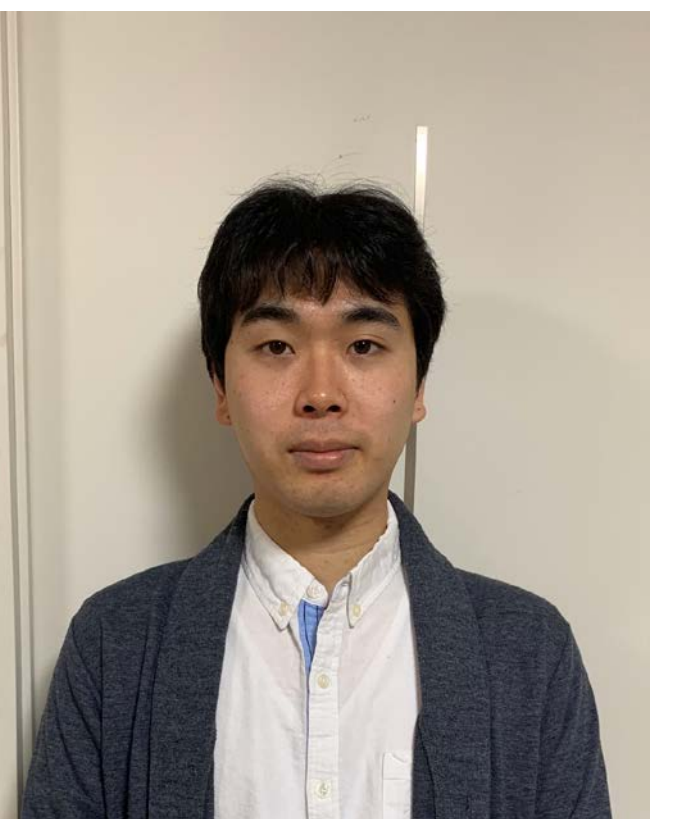
3 研究員紹介



王海龍 研究員 博士(工学)
2007年 山東交通学院 (中国) 土木工学科 大卒
2010年 西南交通大学 (中国) 道路・鉄道工学専攻 院卒
2014年 東京大学 社会基盤工学専攻 院卒・博士
2014年 東京大学 生産技術研究所 特任研究員
2015年 応用地質 (株) 東京支社 入社
2018年 早稲田大学 理工学術院総合研究所
次席研究員/研究院講師
研究分野：地盤環境工学
キーワード：不飽和土、液状化、ペントナイト、X線回折、水分拡散、透水・保水、実験技術・方法開発、土質材料開発



伊藤大知 修士(工学)
略歴
2017年 早稲田大学 創造理工学部 社会環境工学科 卒業
2019年 早稲田大学 創造理工学研究科 建設工学専攻 修士課程 修了
2019年 早稲田大学 創造理工学研究科 建設工学専攻 博士後期課程 入学
2020年 早稲田大学 社会環境工学科 助手 (予定)
研究テーマ
ナチュラルアナログ手法を用いたペントナイト系緩衝材の自己シール性、低透水性の年代変化に関する定量評価



高橋智也 学士(工学)
略歴
2019年 早稲田大学 創造理工学部 社会環境工学科卒
2019年 早稲田大学大学院 創造理工学研究科 建設工学専攻 修士課程 修了
研究テーマ
管理型最終処分場の浸出水処理におけるカルシウムスケール抑制

謝辞：弊研究室の研究活動のうち、超重泥水の開発と性能評価に関する研究に関しては、文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の採択課題「福島第一原子力発電所構内環境評価・デブリ取出しから廃炉までを想定した地盤工学的新技術開発と人材育成プログラム (地盤工学会)」の支援を頂きました。一般環境系に関する研究に関しては、三菱マテリアル・早大理工包括協定にともなう2019年度研究助成、株式会社ミダックとの共同研究、および早稲田大学2019年度特定課題研究助成費の支援を頂きました。地層処分におけるペントナイト系緩衝材の各種性能評価に関しては、平成31年度放射性廃棄物共通技術調査等事業 (放射性廃棄物に係る重要な基礎的技術に関する研究調査の支援等に関する業務)、2019年度中部電力原子力安全技術研究所公募研究、および科学研究費補助金 (18H01534) の支援を頂きました。

また、全ての研究テーマについて、早稲田大学・理工学術院総合研究所重点領域・持続的未來社会研究所の支援を受けて実施いたしました。ここに感謝致します。

作成者：平成31年度 小峯研究室一同

4 福島第一原子力発電所廃止措置の課題と課題解決に向けた取り組み

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、日本に大きな打撃を与えました。中でも福島第一原子力発電所の被害は甚大であり、その廃止措置事業は今後の日本の行く末にまで影響します。
損傷した原子炉の廃止措置において、事故時の冷却機能の損失により燃料が周辺の構造物と共に溶け落ちた**燃料デブリの取り出し**が重要な課題となっています。現在でも燃料デブリから照射されている高い線量の放射線が原子炉建屋内部の作業環境に支障を与えています。
また汚染水対策として、建屋周辺の地下水や冷却水を汲み上げることで汚染水の増加と拡散防止を行っている状況です。しかし建屋の損傷部から雨水や地下水が流入流出しており、汚染水が増加し続けている状況です。該当箇所の特定が困難な損傷部の遮水を行うことで、外部からの水の流入を防ぐとともに**汚染水漏洩の防止**を行う必要があります。
地盤工学研究室では、廃止措置に向けた地盤工学的なアプローチとして「**超重泥水**」という材料の提示を行っています。超重泥水は透過力の大きい放射線であるガンマ線および中性子線の**遮蔽性能**があることに加えて、亀裂部分への土粒子の目詰まりを発生させることで**遮水性能**を発揮する材料です。このように、遮蔽性能と遮水性能の**地盤工学による廃止措置への貢献**双方向の性能を有する材料の開発と研究を行うことで、を目指しています。

現在超重泥水に関して行っている研究は、放射線遮蔽性能の評価や、遮水性能の評価と遮水性発現のメカニズムの解明、想定される使用状況に応じた材料特性の改良、使用後の**超重泥水を処理する技術開発**、材料の長期的な利用を想定した**モニタリング技術の開発**です。
超重泥水は長期的な使用が想定されるので、原子炉内に充填後に超重泥水の性状把握を行うための外部からのモニタリング技術の開発が必要となります。超重泥水に対して弾性波速度、電気比抵抗、誘電率等の物理量を測定することで超重泥水の状態を評価する研究を展開しています。また超重泥水は廃止措置に使用する際放射性物質に触れるため放射性廃棄物となります。超重泥水を分離し処分量を減らすことや、材料の再利用を検討することで使用後の状況まで視野に入れた研究を行っています。

5 地球規模環境問題のための地盤工学

○土質系各種副産物を用いた小規模CCSの実験的評価

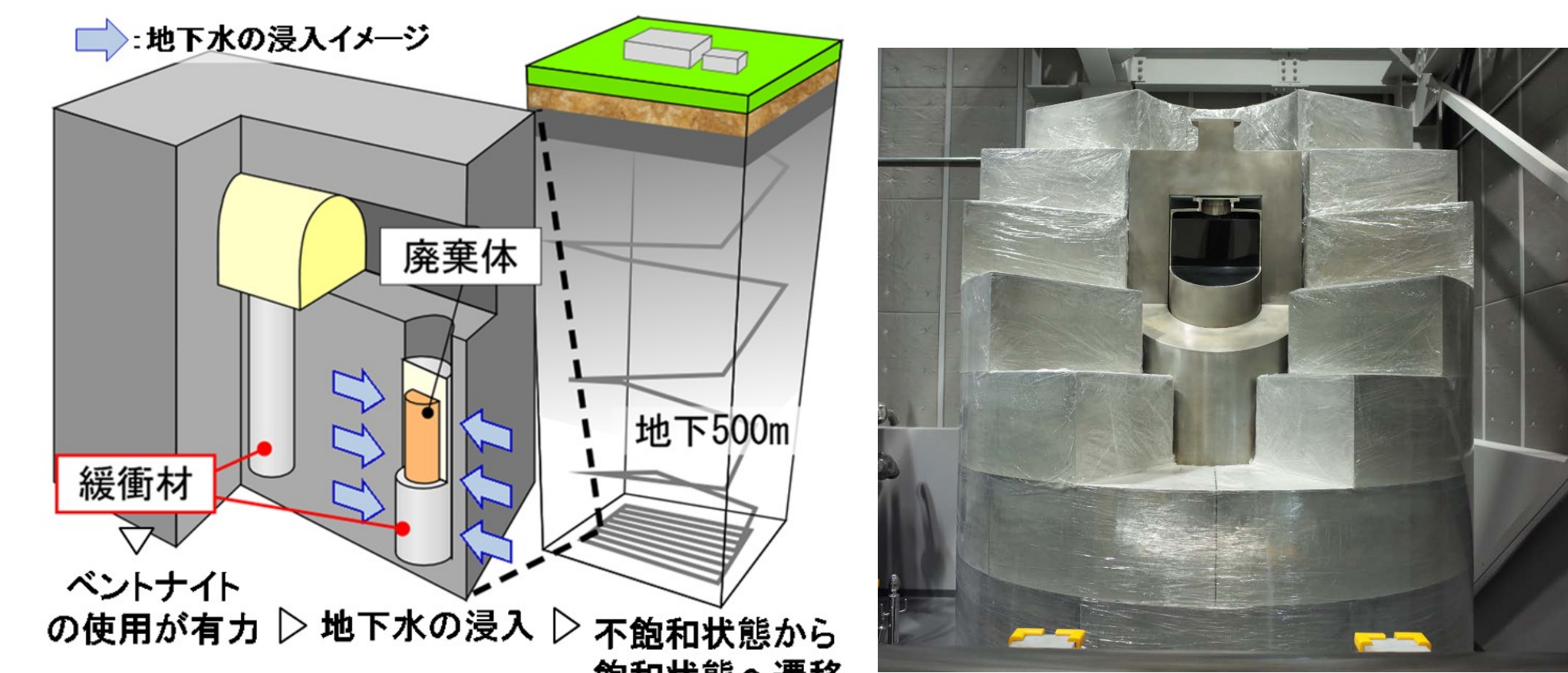
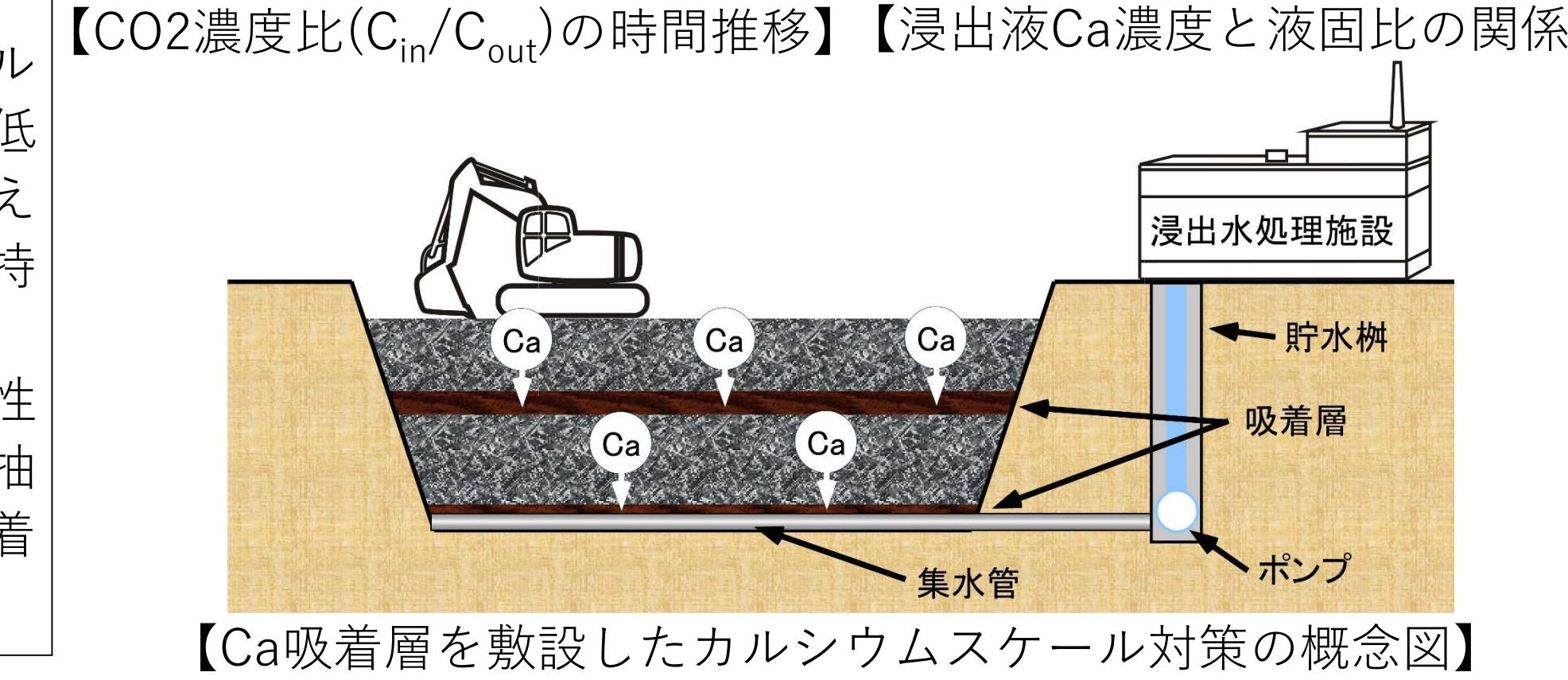
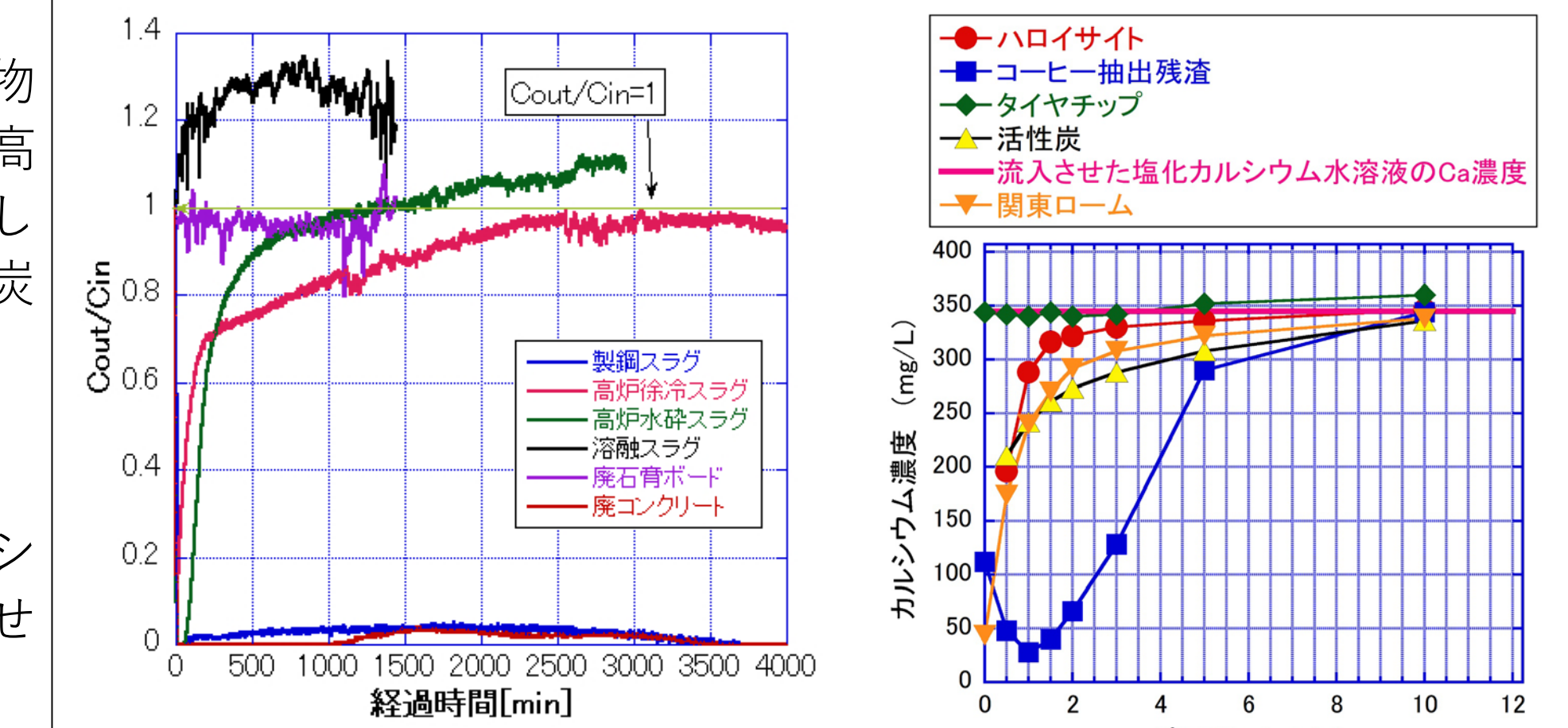
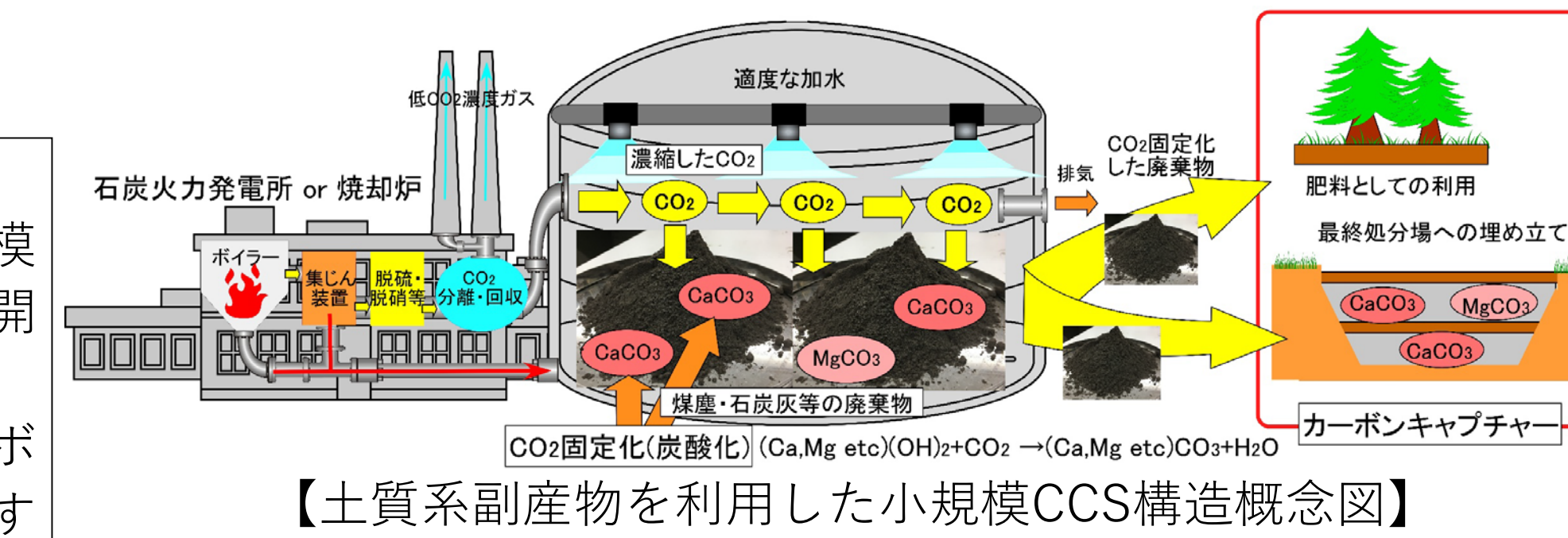
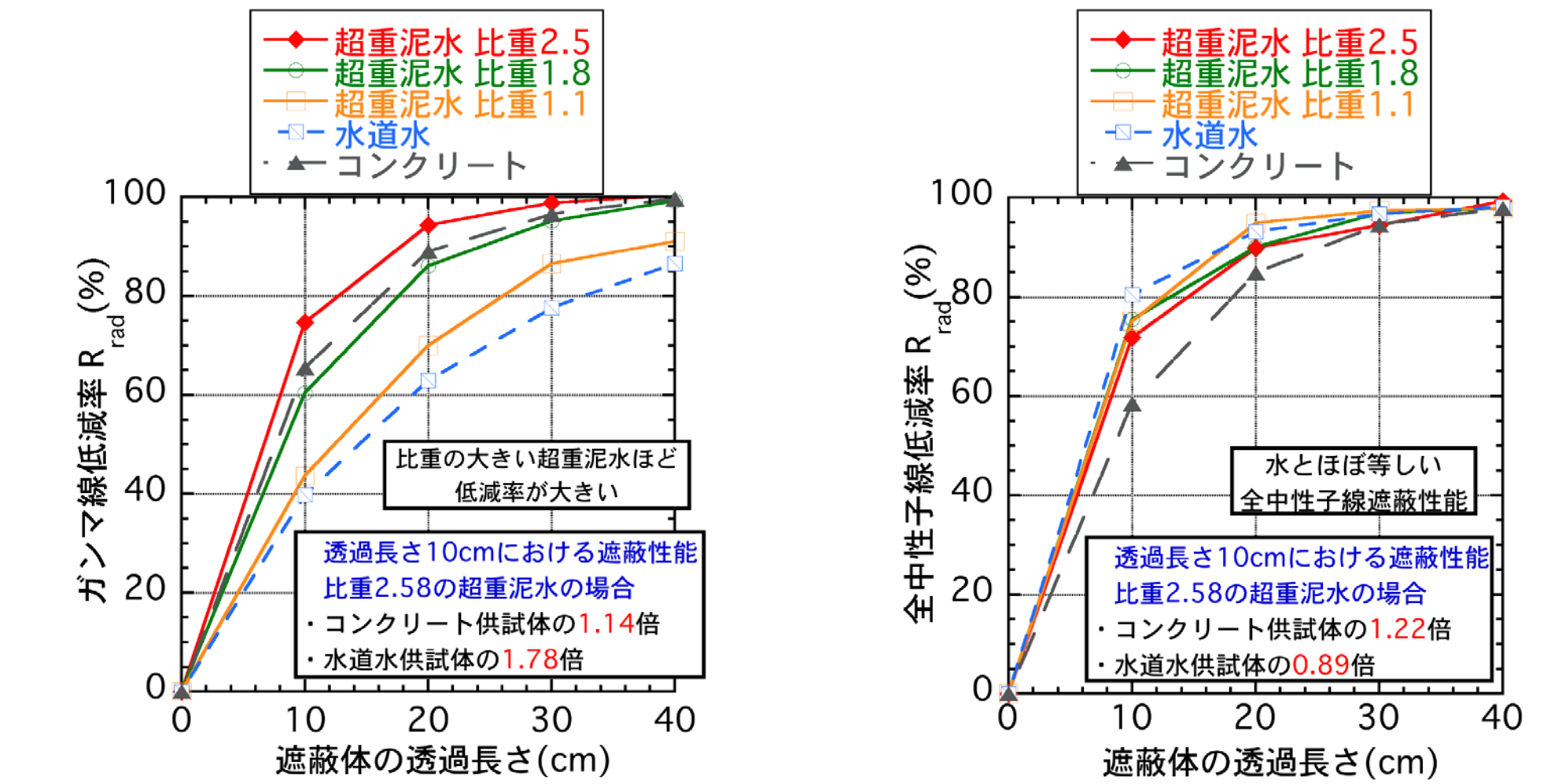
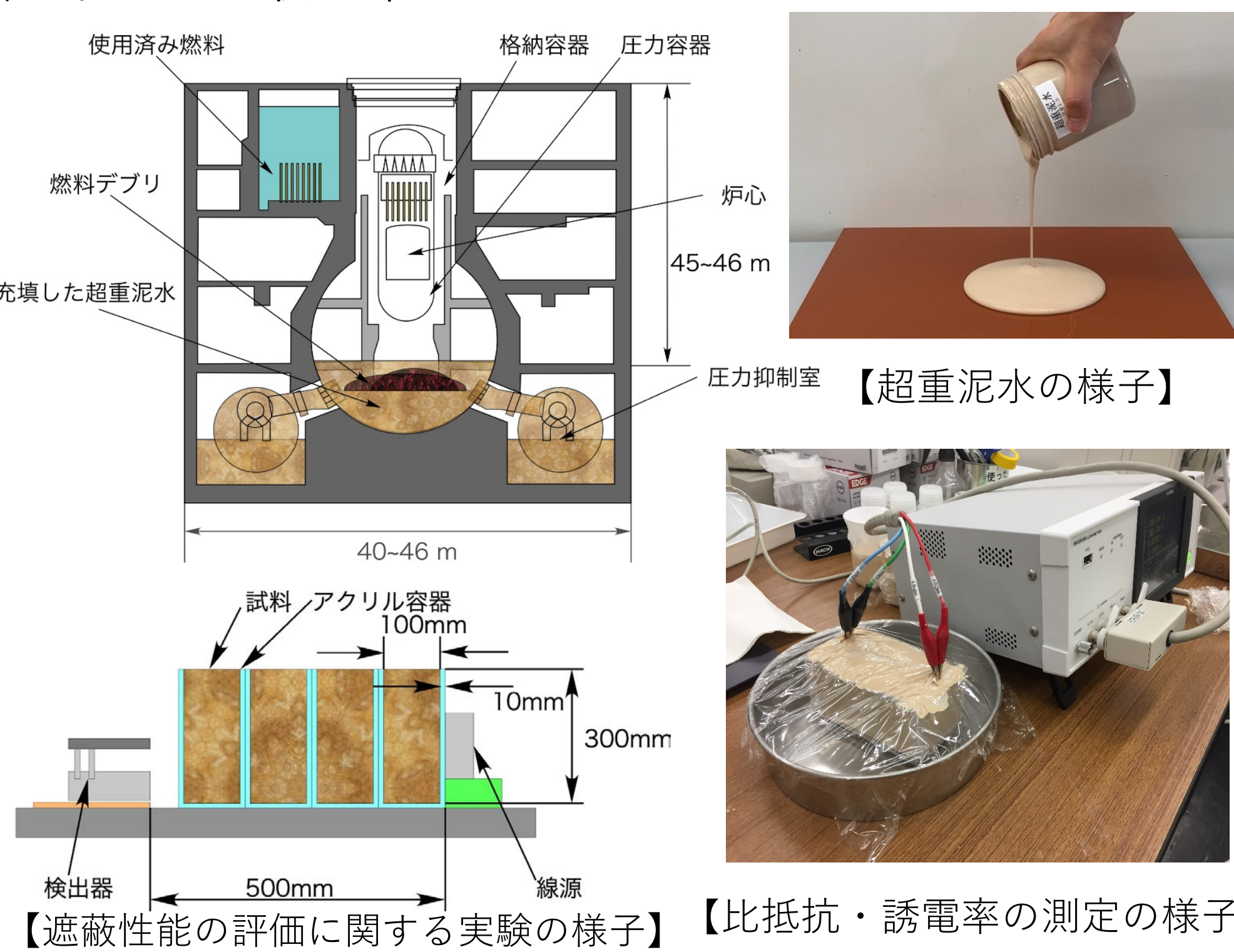
背景・社会課題：近年、CO₂等の温室効果ガスによる地球温暖化が地球規模で問題となっています。再生可能エネルギーの利用や省エネルギー技術の開発・導入が進められていますが、依然としてCO₂濃度は上昇しています。
解決策：火力発電事業等から廃棄処分される土質系副産物を利用したカーボンキャプチャー構想を提案しています。そこで、CO₂固定化材として利用するために、各種副産物のCO₂固定化性能を実験的に評価しています。
研究成果：CO₂固定化性能測定カラム型実験システムを用いて、各種副産物の固定化性能を評価しました。その結果、製鋼スラグ、高炉徐冷スラグ、高炉水砕スラグおよび廃コンクリートについて、CO₂濃度比が急激に下降しCO₂固定化性能が確認できました。また、CO₂固定にはカルシウム分との炭酸화가想定され、そこには含水比や相対湿度の影響が確認されています。

○管理型最終処分場の浸出水処理におけるカルシウムスケール抑制

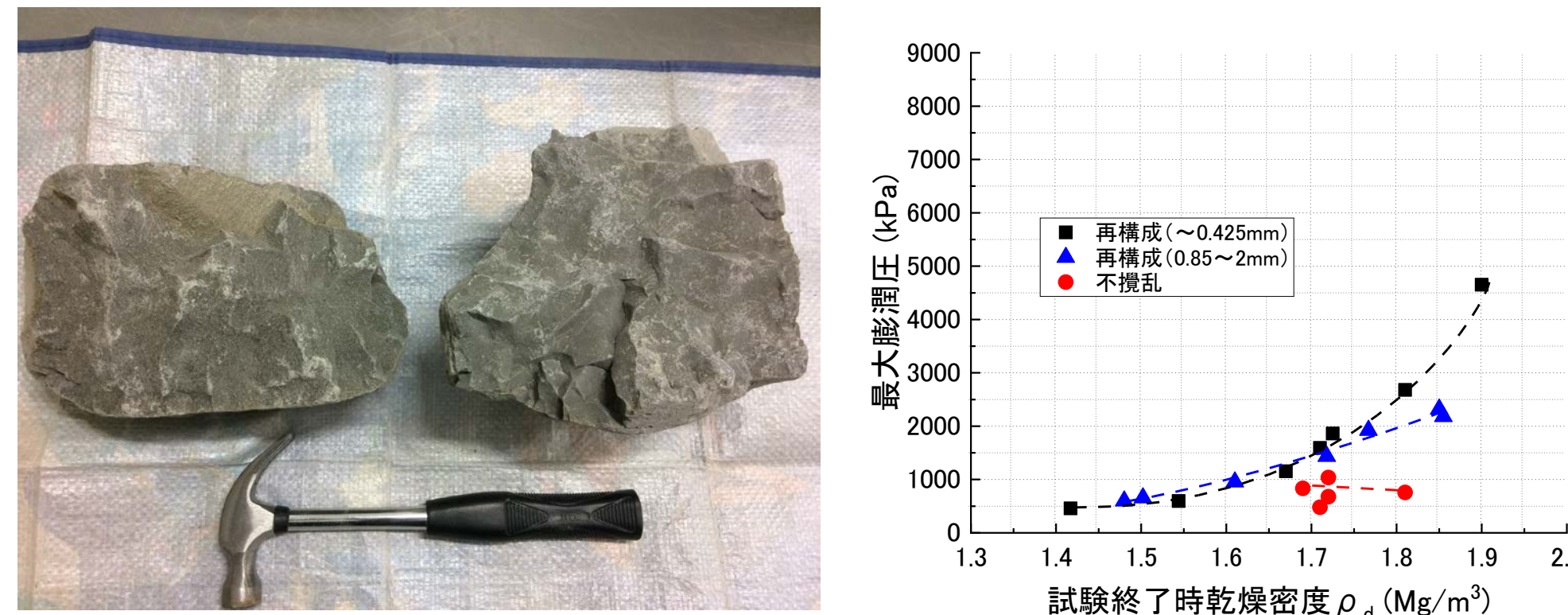
背景・社会課題：管理型最終処分場における浸出水の処理において、カルシウムスケールが問題となっています。Caは環境影響が小さく問題視されませんが、配管やポンプを取り換える等メンテナンス費用の増大を抑えるため、長期的・持続的な操業を要する処分場では対策が必要となります。
解決策：吸着現象に着目し、埋立地内にCa吸着層の敷設することによるカルシウムスケール対策を提案しています。浸出水へのカルシウムの溶出量を低減することで、浸出水のCa濃度が低下しスケールの発生を抑制できると考えられます。そこで、吸着材料や土質系材料、廃棄物などの各試料のCa吸着特性を実験的に評価しています。
研究成果：溶液型カラム式通水試験を用いて、各試料のカルシウム吸着特性を評価しました。活性炭や土質材料について破過曲線が得られ、コーヒー抽出残渣については特異的な挙動を示しました。これらのデータを基にCa吸着時間や容量が求められ、層厚設計に資することが可能となります。

6 高レベル放射性廃棄物の地層処分事業

社会課題：原子力発電により生じる高レベル放射性廃棄物の最終処分
国際共通認識：地球の公共領域 (南極・北極、公海、宇宙空間等) には処分せず、HLWを有する国の領土内の処分が原則
必要性：HLWの放射能の十分な減衰には数万年を要するため、地表面近傍における管理型処分は継続性・コスト・リスクの面から極めて困難
国際的な方法・目標：数百m以深の地下深くに埋設し、周囲に多重バリアシステムを構築して放射性物質を人間の生活圏から隔離する「地層処分」が検討され、21世紀前半の事業化が目標
研究開発：当研究グループは、人工バリアの一つである緩衝材および埋戻し材の特性について、30年間以上研究を継続的にを行っています。土質材料 (ペントナイトと砂の混合材料) を用いることが有力であり、自然地盤中で数千万以上の長期間を経て形成された自然材料であるため、要求される工学的性能を長期的に発揮することが期待できます。
今年度の成果紹介：緩衝材における膠結作用に伴う膨潤特性・透水特性における年代効果の評価
ペントナイト原鉱石を、数万年を経て固結した緩衝材の**ナチュラルアナログ**とみなし、膨潤特性における膠結作用の影響評価を行いました。本研究では、産地および**地質年代 (数千万～数億年)** の異なる3種類のペントナイト原鉱石から、固結の程度を変化させるために**0.425mm以下、0.850～2mm**と粒度の異なる試料を用意し、膨潤圧を測定しました。その結果、低乾燥密度では膨潤圧に及ぼす粒度の影響は小さいが、1.7Mg/m³よりも高い場合では、乾燥密度の増加に応じて膨潤圧の差異が大きくなる傾向が見られ、間隙が小さくなることで粒子の有する膠結作用の影響が強まったと推察しました。



地層処分の概念図 (左) と緩衝材の実寸模型 (右)
(地層処分第2次とりまとめ・JAEA発表資料を基に作成)



ペントナイト原鉱石の一例 (左) と
供試体乾燥密度 - 最大膨潤圧関係 (右)