

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25249136

研究課題名(和文) 自己修復機能を冠水地下環境において発現する核種閉じ込めセメントバリアの開発

研究課題名(英文) Development of nuclide confinement cement barrier undergoing a self-repair function under a condition saturated with groundwater

研究代表者

新堀 雄一 (Niibori, Yuichi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：90180562

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,700,000円

研究成果の概要(和文)：液体固形分比が小さく、地下水で飽和している地下に放射性廃棄物を埋め込むことを考慮し、主にヨウ化物イオンを用いてケイ酸カルシウム水和物(以下、CSHという)の核種閉じ込め機能を調べた。CSHはセメントの主成分であるが、Caは変質により徐々に浸出することが知られている。しかしながら、通常のセメントのCa / Siモル比1.6が0.4に減少したとしても、本研究の結果は、CSHが水和水に溶解した形態としてヨウ素を封じ込めることができることを示唆した。さらに、このような閉じ込め機能は地下水流動場にも現れ、CSH自体が地殻変動などによって損傷を受けた地層処分のバリアを修復することが確認された。

研究成果の概要(英文)：In consideration of embedding radioactive waste in the subsurface where the liquid-solid ratio is small and saturated by groundwater, the confinement function of calcium silicate hydrate (hereinafter referred to as CSH) was examined by using mainly iodide ions.

While CSH is the main component of cement, it is known that Ca gradually leaches due to alteration. However, even if the Ca/Si molar ratio 1.6 of ordinary cement decreases to 0.4, the results in this study showed that the CSH confines iodine undergoing a form dissolved in the hydration water. Furthermore, such a confinement function also appeared in the flow field of groundwater. This means that in a geological disposal system CSH itself repairs the barrier damaged by crustal deformation and so on.

研究分野：工学

キーワード：原子力エネルギー シリケート水和物 バックエンド ヨウ素 冠水環境 放射性廃棄物 管理・処分システム セメント系材料 カルシウム

## 1. 研究開始当初の背景

地層処分におけるこれまでの人工バリアは、特に陰イオン性の核種(オキソ酸イオンを含む)を閉じ込める機能が脆弱であり、たとえば、TRU 廃棄物(長半減期低発熱性放射性廃棄物)では、ヨウ素( $I-129$ , 半減期 1,570 万年)などの陰イオン性の核種を如何に抑えるかが課題となっている。一方、放射性廃棄物の処分場は高・低レベルともにその建設に多量なセメントを必要とする。セメントの主成分はカルシウムシリケート水和物( $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot y\text{H}_2\text{O}$ , 以下、CSH と呼称する)であり、セメントの間隙水は K や Na イオン 0.1 M や Ca イオン 1 mM 程度を含む。すなわち、周辺の地下水の pH(通常は 8 程度)を 13 以上に上昇させる。これまで、セメントと核種との相互作用について調べられてきたが、陰イオンとの相互作用は極めて弱いとされてきた。しかし、地下水によって冠水されている場合、自由水が多くあり、そのような環境におけるカルシウムシリケート水和物の挙動やその核種(陰イオン核種を含む)との相互作用については国内外において十分な知見が得られていない。

そこで、申請者らは、先行研究として[1]、陽イオン核種として Eu(III)、陰イオン核種としてヨウ素(I)を選び、乾燥過程を経ることなく各々カルシウムシリケート水和物(CSH)との相互作用を液固比 20 において室温、窒素雰囲気下にて調査した。その結果、Ca/Si モル比が 0.4~1.6 の範囲において、いずれも CSH と核種との相互作用が認められ、その CSH と核種との反応時間(接触時間)が長期化するにつれ、CSH のマクロ構造の指標である BET 比表面積が変化するとともに、核種の収着により CSH 内の Si-O 四面体の解重合度(ミクロな構造)が変化することがラマンスペクトルより確認された。これは CSH の持つ構造の不安定性が核種を固定化することにより安定化することを意味する。申請者らはこの機能を固有自己フィードバック閉じ込め機能と呼ぶ。

## 2. 研究の目的

申請者らは、前述のようにセメント材料の主成分である CSH の不安定性と核種との相互作用に着目し、CSH を乾燥させることなく核種と接触させると、核種は固相内部に固定され、その固定化により CSH 自体が安定化する自己修復機能、すなわち、固有自己フィードバック閉じ込め機能を見出した。しかしながら、先行研究では液固比 20 という固相の質量に対して液相の体積が 20 倍の条件で行っており、地下環境はより低い条件になる。

そこで本研究では、これらの知見を発展させるために、淡水系や塩水系の地下水によって飽和した環境、すなわち液固比の小さい冠水地下環境において、事故廃棄物を含め高・低レベルの処分システムを建設する際にどのような成分比のセメント系材料を用いる

と「固有自己フィードバック閉じ込め機能」を最大限に発現するかを調べ、加えて、ヨウ素などの陰イオンとの相互作用の強い鉱物をセメントの骨材として一部に利用して、既存の人工バリア機能を飛躍的に向上させる新たなセメントバリアを開発することを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、当初の予定通り、以下に示す 4 つの検討項目について実験および解析モデルにより検討を進めるとともに、得られた知見を総括し、今後の課題を整理した。以下にその方法の概要を述べる。

### 検討項目(1) カルシウムシリケート水和物の合成と収着実験

陰イオン核種としてヨウ素に着目し、乾燥過程を経ずに液固比 20 以下においてヨウ素と CSH との相互作用を追跡した。また、骨材としてハイドロタルサイトの添加を検討した。ヨウ素のイオン形態は高 pH 環境ではヨウ化物イオンやヨウ素酸イオンがあり、これらの違いを考慮した。また、淡水系と塩水系地下水との違い、Ca と Si とのモル比、温度、添加するヨウ素の濃度、そして液固比を主な実験パラメータとした。

CSH 試料は以下の 3 つの手順により合成した。すなわち、手順 ①: CSH を合成後に核種を収着させる試料(表面収着試料)。手順 ②: CSH の合成時にあらかじめハイドロタルサイトを加え、養生後に核種を添加する試料(表面収着混合試料)。手順 ③: CSH の合成時にハイドロタルサイトおよび核種を投入し、養生する試料(共沈試料)である。なお、実験は窒素雰囲気下において行った。

### 検討項目(2) CSH の構造変化および収着イオンの化学種の同定

CSH の構造解析および核種の結合状態を定量化するために、ラマン分光法を適用した。CSH は Ca/Si モル比によりラマンスペクトルが変化し、それは同じ化学成分を有する天然鉱物とも異なる。本研究では CSH の構造が陰イオン性核種の存在やハイドロタルサイトの混入によりどのように変化するかをこれらスペクトルにより評価した。また、溶液中の核種濃度の時間変化から、手順 ①および②の固相への収着がどの程度の時間が経過すれば手順 ③のような状態になり得るのかを追跡した。さらに、実験終了時ではエネルギー分散型 2 次元元素マッピングおよび X 線光電子分光法等による固相表面の同定、さらに、高輝度光科学研究センターの大型放射光施設 SPring-8 にて X 線吸収端近傍構造解析(XANES)を用いて CSH 内に固定された化学種の同定を行った。

### 検討項目(3) 核種の収着した状態における CSH の安定性の評価および処分システム性

## 能評価への適用手法の確立

CSH は高い pH(>10)により安定であり、pH を8まで下げることによりCSHは溶解することが予想される。そこで、本研究では、核種を取り込んだ CSH の溶解挙動を調べた。また、CSH が処分場周辺のような流動場において安定か否かを確認するために、流動場を伴う反応系を作成し、デジタルマイクロスコープにより CSH 形成およびその移動を確認した。また、これらの結果を核種収着モデル(数学モデル)に反映させることにより処分システム性能評価への核種閉じ込め効果の導入方法を検討した。

## 検討項目(4) 核種収着メカニズムの学術基盤の構築と新たなセメントバリアの開発

これまで未知であった自由水存在下における CSH の自己フィードバック閉じ込め機能についての学術基盤の構築を行った。特に、冠水環境における CSH の水和水と自由水との流動場における区別について整理した。この検討と検討項目(3)による数学モデルを用いて、高・低レベル放射性廃棄物の各処分場への本バリア材の適用方法を検討した。

## 検討項目(5) 最終とりまとめ

検討項目(1)~(4)を総括するとともに、今後の課題を整理した。

## 4. 研究成果

### 検討項目(1) カルシウムシリケート水和物の合成と収着実験

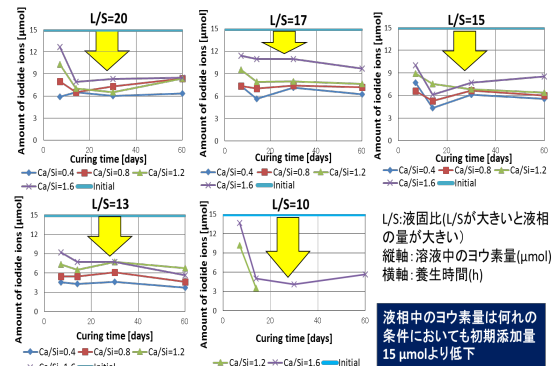
前述のように陰イオン核種としてヨウ素に着目し、乾燥過程を経ずに液固比 20 以下においてヨウ化物イオンと CSH との相互作用を追跡した。また、骨材としてハイドロタルサイトを CSH に混合した場合も検討した。その結果、液固比の低い CSH ほどヨウ素を収着することが何れの試料においても確認された。図 1 にその実験結果(室温)の一例を示す。図より何れの液固比(図中 L/S)および Ca/Si 比 0.4~1.6 の場合でも、溶液中のヨウ素は初期ヨウ素量(15  $\mu\text{mol}$ )から減少し、CSH にヨウ素が収着していることがわかる。なお、L/S 比 10 では、Ca/Si モル比が 0.8 および 0.4 のときは共存する水のほとんどが CSH の形成に用いられ、溶液中のヨウ素濃度が測定できなかった。

一方、ハイドロタルサイトと CSH との共存による収着の阻害効果はないことが明らかになった。さらに、塩水系地下水を模擬する NaCl 0.6 M の溶液においても、ヨウ素は、液固比が小さくなるにつれて CSH に固定化されること、その挙動に及ぼす Ca/Si モル比(0.4 から 1.6 の範囲)の影響およびハイドロタルサイト共存の影響は僅かであること、そして、ヨウ素の初期濃度 0.5 mM から 50 mM の範囲においてヨウ素の収着分配係数  $K_d$  は 1.0 L/kg を維持することが明らかになった。この分配係数は、従来の性能評価[2]に用いられる母岩

やセメント・モルタルの値に比較して 8 倍から 10 倍の値になる。

上述の結果は、陰イオン核種としてヨウ化物イオンにより行ったが、オキソ酸イオンであるヨウ素酸イオンを用いて、同様の実験を行った。その結果、ヨウ素酸イオンの場合、ヨウ化物イオンに比較して収着しやすくなり、添加したヨウ素の 70%~80%が、Ca/Si モル比に依存せず、CSH に内包されることを明らかにした。

また、地層処分場は室温より高い地温(地下千 m で 45 程度)が想定されることから、ヨウ化物イオンに着目し、養生温度および塩分濃度を变化させた実験を行った。その結果、養生温度 40 においてヨウ素は最も CSH に収着せず、室温および 60 で収着量が増加した。また、淡水系地下水の方が塩水系に比較してよりヨウ素を収着することが明らかになった。加えて、陰イオン核種との相互作用を持つ鉱物を骨材に添加することを想定し、ハイドロタルサイトを単独に用いてヨウ化物イオンとの収着実験を行った結果、淡水系の場合、CSH とほぼ同程度のヨウ化物イオンの収着特性を持つことが確認された。なお、温度の影響については今後さらに検討する必要がある。



### 検討項目(2) CSH の構造変化および収着イオンの化学種の同定

CSH の構造が陰イオン性核種の存在やハイドロタルサイトの混入によりどのように変化するかをラマンスペクトルにより評価した。その結果、ケイ素四面体の重合度は、養生時間に左右されるものの、ヨウ素の収着による構造の変化、およびハイドロタルサイトの共存による CSH の構造変化は小さく、CSH が安定に存在していることが明らかになった。また、表面収着試料へのヨウ化物イオンの収着挙動は 2 週間程度で共沈試料のそれに近づいた。さらに、エネルギー分散型 2 次元元素マッピングによる固相表面の同定より、Ca および Si が何れの Ca/Si モル比に調整した試料においても安定に存在することを確認した。加えて、ラマンスペクトルから

CSH におけるシリカ四面体のシロキサン結合は、ヨウ素の初期濃度が大きくなるほど若干ではあるが解重合する傾向にあることが明らかになった。

これらの結果、および人工バリアから溶出するヨウ素濃度が小さいこと、さらに前述の  $K_d$  の値を考慮すると、ヨウ素自体は CSH 構造の変化には大きく関与せず、CSH 形成に伴う静電的な影響を受けた水に溶存する形態によりヨウ素が CSH に引き寄せられていることが示唆された。このことは溶液中のヨウ素濃度と CSH 側のヨウ素濃度がほぼ等しい結果となったことと調和する。図 2 に CSH の構造とその外観を示す。CSH はゲル状になっており、多くの水分を吸収している。

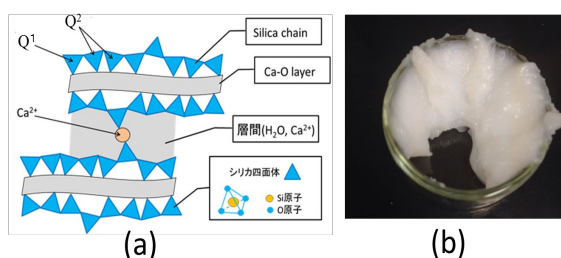


図 2 CSH の構造の概略(a)および生成した CSH の外観(b) (図(a)の  $Q^1$  および  $Q^2$  はシリカ四面体の架橋酸素の数が 1 および 2 であることを示す。これらはラマン分光により同定することができる)

また、イオンクロマトグラフおよびこれまでの X 線吸収端近傍構造解析の結果より、ヨウ化物イオンは溶液中および CSH 内において共にヨウ化物イオンの形態を取り、CSH 内においてイオン形態は変化しないことが確認された。さらに、CSH の構造は Ca/Si モル比に顕著に依存するものの、固液比の影響は僅かであることが明らかになった。

なお、CSH の構造の基本であるシリカ四面体の酸素架橋の構造に及ぼす塩水地下水程度までの塩素イオン濃度の影響は無視できるほどに小さい。

#### 検討項目(3) 核種の吸着した状態における CSH の安定性の評価および処分システム性能評価への適用手法の確立

上述(1)および(2)による知見をセメントバリアの最適化に活用するために、CSH によるヨウ素の希釈・遅延効果を考慮した核種移行モデル(数値モデル)を作成した。また、ヨウ素イオンが吸着した CSH の溶解実験を行い、その安定性を検討したところ、通常の地下水の pH である 8 程度では、CSH は直ちに分解することを確認した。このことは、処分システムの性能評価において CSH によるヨウ素の遅延効果が、処分場周辺の長期にわたる高 pH 領域の時間的、空間的な分布によって支配されることを意味する。さらに、CSH が処分場周辺のような流動場において安定か否かを確認するために、流動場を伴う反応系を

作成し、デジタルマイクロスコープにより CSH 形成およびその移動を実験的に確認するとともに、CSH 形成に伴う透水性の変化を上述の核種移行モデルに反映させ、処分システム性能評価への核種閉じ込め効果の導入方法を提示した。

#### 検討項目(4) 核種吸着メカニズムの学術基盤の構築と新たなセメントバリアの開発

検討項目(1)および(2)より CSH の層間に存在する水和水や静電的な影響を受ける水分子がヨウ素の CSH への固定化に大きく寄与しており、ヨウ素の吸着による CSH の構造の変化は限定的であること、Ca/Si モル比が 0.4 程度まで低下しても(普通ポルトランドセメントの Ca/Si モル比は 1.6~1.8 程度)、その吸着性は大きな変化がないことから、検討項目(3)の数学モデルを利用して、CSH へのヨウ素の吸着を分配係数により整理し、従来に比較して生物圏へのヨウ素濃度のピークは 3 倍程度遅れ、ピーク高さも 1/3 から 1/2 程度になることを明らかにした。

また、CSH は次第に Ca が溶脱することが知られている[3]が、上述の結果は、利用するセメントの Ca/Si モル比(通常 1.6~1.8)を厳密に制御する必要がないことを意味する。すなわち、低アルカリセメントなどのセメント成分の制御を行う必要性はなく、普通ポルトランドセメント等の利用により、処分場周辺地下水の pH を 10 以上に保つことが CSH によるヨウ素の閉じ込めに有効となる。また、細骨材としてハイドロタルサイトを用いることは、現時点ではその CSH との相乗効果は顕著ではなく、細骨材としてハイドロタルサイトを積極的に利用しなくても、CSH によってヨウ素を閉じ込めることが期待できることを明らかにした。

#### 検討項目(5) 最終とりまとめ

液固比が小さい放射性廃棄物の埋設環境を考慮し、液固比を主要な実験パラメータとして、特に陰イオン性の核種を閉じ込める CSH の機能を、ヨウ化物イオンを用いて検討した。その結果、イオンクロマトグラフおよびこれまでの X 線吸収端近傍構造解析より、ヨウ素は溶液中および CSH 内において共にヨウ化物イオンとして存在し、ヨウ素の初期濃度 0.5 mM から 50 mM の範囲においてヨウ素の吸着分配係数  $K_d$  は  $1.0 \text{ L/kg} (=10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg})$  を維持することが明らかになった。このことは実験条件とした Ca/Si 比 1.6(普通ポルトランドセメントの場合)から 0.4(Ca が溶脱し、変質した状態)まで見られた。以上より、CSH(固相)の密度  $\rho_s$  を  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  と小さく見積もっても核種移行の遅延係数を構成する  $K_d \rho_s$  が 1 となり、Ca がある程度溶脱した CSH もヨウ化物イオンの閉じ込めに寄与し、そのセメント系バリアの有効性を示した。

今後、CSH とヨウ素との相互作用に及ぼす温度の影響についてその詳細を調べると

もに、熱量分析等により、本研究により示唆された収着メカニズム、すなわち、CSHの水和水および静電的に影響を受ける水分子間のヨウ素の溶存についてさらに検討する必要がある。また、遅延係数を構成する流路の間隙率の評価も核種閉じ込め効果を精緻化するために重要となる。さらに、セメントには高炉スラグなどアルミニウムをより多く含む材料が利用されており、Ca-Si系水合物のみならずCa-Al-Si系水合物とヨウ素との相互作用の定量化についても検討を行うことも有用と考える。

#### 引用文献

- [1] 新堀雄一(研究代表者)、三村 均、桐島 陽(研究分担者): 科学研究費補助金基盤研究(B) 固有安全性を有する自己フィードバック型核種閉じ込めセメントバリアの開発、2012年度研究成果報告書(2013)。
- [2] 核燃料サイクル開発機構・電気事業連合会: TRU 廃棄物処分技術検討書(第2次 TRU レポート)、(2005)。
- [3] G. M. N. Baston, et al.: Calcium silicate hydrate (C-S-H) gel dissolution and pH buffering in a cementitious near field, Mineralogical Magazine, **76**(8), 3045-3053 (2012)。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

##### [雑誌論文](計11件)

- Ryo Tashiro, Daiki Kurata, Yuichi Niibori, Taiji Chida, Influence of Calcium Concentration on Permeability Changes in Flow-paths Altered by Highly Alkaline Groundwater, Proceedings of WM2017 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.17129, 2017, 1-10.
- Hisatoshi Kasahara, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Sorption Behavior of Cesium Ions on Calcium Aluminosilicate Hydrate under the Condition Saturated with Saline Water, Proceedings of WM2017 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.17096, 2017, 1-10.
- Hiroataka Tago, Taiji Chida, Yuichi Niibori: Sorption Behavior of Iodide Ions on Calcium Silicate Hydrate Formed under the Condition Saturated with Saline Water, Proceedings of WM2017 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No. 17069, 2017, 1-10.
- Tsuyoshi Sasagawa, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Effect of Temperature on Deposition Rate of Supersaturated Silicic Acid on

Ca-Type Bentonite, Proceedings of the 2016 24th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE24), 査読有, Paper No.60468, 2016, 1-8.

Tsuyoshi Sasagawa, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Deposition Behavior of Supersaturated Silicic Acid on Ca-type Bentonite in Geological Disposal System, WM2016 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.16033, 2016, 1-8.

Hiten Fujita, Ryo Tashiro, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Alteration Behavior of Granite Minerals Forming Calcium Silicate Hydrate under a Ca-Rich Highly Alkaline Condition, Proceedings of WM2016 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.16160, 2016, 1-8.

Taiji Chida, Jun Furuya, Yuichi Niibori and Hitoshi Mimura, Evaluation of Sorption Behavior of Iodide Ions on Calcium Silicate Hydrate and Hydrotalcite, Scientific Basis for Nuclear Waste Management XXXVIII edited by S. Gin, R. Jubin, J. Matyáš and E. Vance (Material Research Society Proceedings), 査読有, 1744, 2015, 29-34. DOI: 10.1557/opl.2015.336

Tsuyoshi Sasagawa, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Hitoshi Mimura, Effects of pH on Deposition Rate of Supersaturated Silicic Acid around Geological Disposal System, Proceedings of WM2015 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.15245, 2015, 1-9.

Taiji Chida, Yuichi Niibori, Hayata Shinmura and Hitoshi Mimura, Deposition Behavior of Supersaturated Silicic Acid in the Condition of Relatively High Ca or Na Concentration, Scientific Basis for Nuclear Waste Management XXXVII (Material Research Society Proceedings), 査読有, 1665, 2014, 55-60. DOI: 10.1557/opl.2014.628.

Taiji Chida, Yuichi Niibori, Hitoshi Mimura, The Influence of Calcium Ions on Migration of Colloidal Silicic Acid in the Presence of Solid phase, Proceedings of WM2014 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No. 14123, 2014, 1-10.

Jun Furuya, Taiji Chida, Yuichi Niibori, Hitoshi Mimura, Raman Spectra of Calcium Silicate Hydrates Sorbing Iodine Ions in Saline Groundwater, Proceedings of WM2014 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), 査読有, Paper No.14077, 2014, 1-14.

〔学会発表〕(計 16 件)

原 直哉, 千田太詩, 新堀雄一, カルシウムシリケート水和物の形成およびセシウム収着挙動に及ぼすホウ酸塩の影響, 日本原子力学会春の年会, 2017 年 3 月 27 日~3 月 29 日, 東海大学 (神奈川県平塚市)

小野寺駿斗, 田児啓貴, 千田太詩, 新堀雄一, 塩化物イオン共存下におけるカルシウムシリケート水和物へのヨウ化物イオンの収着挙動, 日本原子力学会秋の大会, 2016 年 9 月 7 日~9 月 9 日, 久留米シティプラザ (福岡県久留米市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, 地層処分場周辺の温度条件における Ca 型ベントナイトに対する過飽和ケイ酸析出挙動の評価, 日本原子力学会春の年会, 2016 年 3 月 26 日~3 月 28 日, 東北大学 (宮城県仙台市)

田代 龍, 千田太詩, 新堀雄一, マイクロフローセルを用いた高アルカリ地下水による透水性変化の評価, 日本原子力学会秋の大会, 2015 年 9 月 9 日~9 月 11 日, 静岡大学 (静岡県静岡市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, 埋め戻しによって形成される Ca 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出挙動, 日本原子力学会秋の大会, 2015 年 9 月 9 日~9 月 11 日, 静岡大学 (静岡県静岡市)

田児啓貴, 千田太詩, 新堀雄一, 高塩水環境下におけるヨウ化物イオンのカルシウムシリケート水和物への収着挙動, 日本原子力学会秋の大会, 2015 年 9 月 9 日~9 月 11 日, 静岡大学 (静岡県静岡市)

藤田飛天, 田代 龍, 千田太詩, 新堀雄一, Ca イオン含有高アルカリ環境における花崗岩構成鉱物の変質挙動, 日本原子力学会第 31 回バックエンド夏季セミナー, 2015 年 8 月 5 日~8 月 6 日, 道北経済センタービル (北海道旭川市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, Ca 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸析出による流路閉塞の可能性, 日本原子力学会第 31 回バックエンド夏季セミナー, 2015 年 8 月 5 日~8 月 6 日, 道北経済センタービル (北海道旭川市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, 処分場近傍におけるケイ酸析出挙動による流路閉塞効果の評価, 日本原子力学会東北支部第 36 回研究交流会, 2014 年 12 月 5 日, 東北大学 (宮城県仙台市)

藤田飛天, 新堀雄一, 三村 均, 千田太詩, 倉田大輝, Ca イオン含有高アルカリ地下水による花崗岩変質に伴う CSH の生成挙動, 日本原子力学会秋の大会, 2014 年 9 月 8 日~9 月 10 日, 京都大学 (京都府京都市)

杉山翔一, 佐々木剛, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, 蛍光スペクトルおよび TOF-SIMS による薄片状黒雲母に対するユウロピウム(III)の収着および拡散挙動, 日本原子力学会秋の大会, 2014 年 9 月 8 日

~9 月 10 日, 京都大学 (京都府京都市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, 処分場周辺におけるケイ酸析出速度の pH 依存性, 日本原子力学会バックエンド部会第 30 回バックエンド夏期セミナー, 2014 年 8 月 6 日~8 月 7 日, ビッグパレットふくしま (福島県郡山市)

古谷 純, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, ラマン分光分析法を用いた CSH ゲル及びハイドロタルサイトへのヨウ素の収着挙動の評価, 日本原子力学会春の年会, 2014 年 3 月 26 日~3 月 28 日, 東京都市大学 (東京都世田谷区)

古谷 純, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, 桐島 陽, 冠水セメント系材料へのヨウ化物イオン収着挙動に及ぼす液固比の影響, 日本原子力学会東北支部第 37 回研究交流会, 2013 年 11 月 27 日, 東北大学 (宮城県仙台市)

斎藤雄太, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, 蛍光発光スペクトルによる乾燥過程を経ない CSH と Eu(III)との相互作用の評価, 日本原子力学会バックエンド部会第 29 回バックエンド夏季セミナー, 2013 年 8 月 7 日~8 月 8 日, コラッセふくしま (福島県福島市)

笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一, 三村 均, アルカリフロントにおける流路幅および流量変化を考慮したケイ酸析出挙動の評価, 日本原子力学会バックエンド部会第 29 回バックエンド夏季セミナー, 2013 年 8 月 7 日~8 月 8 日, コラッセふくしま (福島県福島市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件), 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕ホームページ等

<http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/a0f21740a16e2fd1eeab1f9ef0b882de.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新堀 雄一 (NIIBORI YUICHI)  
東北大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 90180562

(2) 研究分担者

三村 均 (MIMURA HITOSHI)  
東北大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 10091753  
(2014 年度まで)

桐島 陽 (KIRISHIMA AKIRA)  
東北大学・多元物質科学研究所・准教授  
研究者番号: 00400424

千田 太詩 (CHIDA TAIJI)  
東北大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 30415880