

令和元年5月30日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K14532

研究課題名（和文）不飽和帯における人工バリア変質抑制機能を活用したコンパクト地層処分システムの創成

研究課題名（英文）Proposal of compact geological disposal system utilizing alteration control function of engineered barrier in unsaturated zone

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） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、地下水に満たされない不飽和な地下の空間領域における人工バリアの変質挙動を考慮することにより、地層処分システムのコンパクト化を検討した。その結果、不飽和帯は、人工バリアのイライト化（変質）の原因になるカリウムの供給を抑えることはできないものの、埋め戻し領域の温度を上昇させ、セメント利用に起因するケイ酸の析出（再分配）をイライト表面において促進することが明らかになった。このことは、イライト化の抑制温度としての100℃以下という従来の制約条件を厳密に適用しなくとも、人工バリア全体の止水性を向上させ、2つの廃棄体を重ねるなど、処分場の必要面積を従来の半分にできる選択肢があることを意味する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2020年までに4万本とされる高レベル放射性廃棄物をよりコンパクトに地層処分することは重要なオプションである。処分システムは人工バリアと天然バリアからなり、その廃棄体の定置間隔は人工バリアの変質を促進しない温度条件と処分坑道の安定性に関する力学的な条件から44平方m/本（縦置きの場合：廃棄体間隔4.4m×坑道間隔10m）とされる。本研究は、廃棄体周囲の温度が上昇して人工バリアの変質が進んでも、処分場建設に不可欠なセメント利用によるケイ酸の析出反応を促進し、人工バリアの止水性を向上させることを明らかにし、廃棄体を2つに重ねるなど処分場面積をより小さくすることが可能であることを示したものである。

研究成果の概要（英文）：This study examined the compactification of the geological disposal system by considering the alteration behavior of the engineered barrier in the unsaturated underground space area not filled with groundwater. As a result, although the unsaturated zone cannot suppress the supply of potassium that causes the illitization (alteration) of the engineered barrier, it raises the temperature of the backfill area and promotes silica deposition due to cement utilization, improving the water barrier property. This makes it possible to improve the water barrier properties of the engineered barrier and to remove the conventional restriction condition of 100 degrees Celsius or less as the suppression temperature for illitization. Therefore, for example, two waste materials can be stacked to reduce the required area of the disposal site to half of the conventional one.

研究分野：工学

キーワード：原子力エネルギー 放射性廃棄物 地層処分システム 不飽和帯 核種閉じ込め

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、廃棄体の定置から処分場の閉鎖までに 100 年近い期間を要し、その間の通気は処分場周辺に不飽和帯（地下水により満たされていない領域）を形成する。一方、発熱体であるガラス固化体の定置間隔は、地下水による冠水状態を前提にして、人工バリアの化学的変質を加速させない 100°C未満になるように設計されてきた。しかし、不飽和帯により人工バリアへの地下水自体の流入が制限されれば、100°C以上でも人工バリアの変質は抑制され、廃棄体の定置間隔を小さくできる。すなわち、コンパクトな放射性廃棄物の地層処分システムを実現することが可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、前述の不飽和帯に着眼し、その人工バリアの変質抑制機能を整理することにより、処分システムのコンパクト化が可能であることを明らかにすることを目的とする。

人工バリアは主に膨潤性に優れたスメクタイトという粘土鉱物からなるベントナイトにより構成される。一般に人工バリアの変質とは、地下水に含まれるカリウムイオンの供給によりスメクタイトをイライトに変質させることを指す。図 1 に示すように、人工バリアとして利用されるスメクタイトは Na 型であり、地下水からのカリウムイオンにより K 型になり、さらにイライト鉱物に変質する場合や Na 型からカリウムイオンの供給により直接イライト化する場合が指摘されている¹⁻³⁾。イライトはスメクタイトに比較して膨潤性が低く、止水性や核種の閉じ込め性を低下させる。従来 100°Cを超えないような設計は、主にスメクタイトのイライト化への変質速度を加速させないようにするためである。他方、不飽和帯はカリウムイオンを含む地下水の流れを制限することから、不飽和帯における地下水の供給とイライト化の変質速度との関係や不飽和帯における断熱効果による温度上昇の程度に着目することで、廃棄体の定置間隔を小さくできる可能性がある。定置間隔を小さくできれば 2020 年までに 4 万本とされる高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）をよりコンパクトに地層に処分することが可能となる。

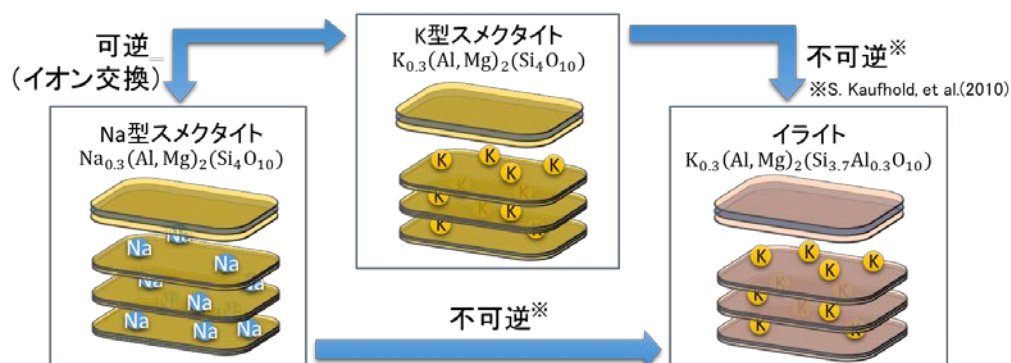


図 1 人工バリアであるベントナイトの主要鉱物であるスメクタイトの変質過程の概略¹⁻³⁾

(5.主な発表論文等：学会発表 ⑧小山ら, 2017 より)

3. 研究の方法

本研究では、次に示す 5 つの課題について検討し、処分システムのコンパクト化が可能であることを明らかにする。

課題 1 「不飽和帯の同定および冠水期間を評価する数理モデルの提示」として不飽和帯の冠水に至るまでの期間の評価を行う。そこでは、流動系実験装置としてケイ砂を用いた充填層（1 次元的なカラム充填層や 2 次元的な広がりを持つ平板型充填層）を用いる。課題 2 「スメクタイトのイライト化の反応速度と冠水に至る速度（期間）の比較検討」および課題 3 「不飽和帯における廃棄体周囲温度の推移の評価」を行う。ここで、課題 2 における不飽和帯に至る速度とはイライト化の基となるカリウムイオンの人工バリアへの供給速度を反映している。また、ガラス固化体は発熱体であり、人工バリアの存在する廃棄体周囲の温度を、不飽和環境を考慮して求める。前述のように温度は変質速度を大きく左右する。課題 4 として「イライトへのケイ酸の析出挙動の評価」を実施する。処分場の建設では多量のセメントを用いることから、処分場およびその周囲の pH が 9.5 以上となることが指摘されている。そこではケイ酸の溶解度が上昇し、その下流において周辺の地下水 (pH8) と混合することによりケイ酸が析出する。スメクタイトがイライト化した場合においてもケイ酸の析出することによる更なる変質も考慮する。これらを基に課題 5 (まとめ)として「不飽和帯の変質抑制機能を考慮した廃棄体間隔」について考察を行い、従来の廃棄体間隔と比較し、廃棄体の処分場における高密度化が可能であることを示す。

4. 研究成果

(1) 課題 1：不飽和帯の同定および冠水期間を評価する数理モデルの提示

流動系実験装置として主にケイ砂を用いた充填層を用い、それを一度純水により飽和させた

後、重力に従って排水させることにより初期の不飽和状態を形成させた。この状態（初期状態）から所定圧力差において連続的に模擬地下水を供給し、流入出口における流出流量を測定した。また、内部の飽和率の分布を重量法および X 線 CT を用いて把握した。図 2 に X 線 CT によるカラム充填層(径 10 mm, 長さ 90 mm, 粒子: 粒径 0.35 mm の珪砂)の断面の一例を示す。ここで、白い部分が固相、黒い部分が気相、そして、灰色の部分が液相の存在を示す。図 2 のような CT 画像を充填層長さで 1 cm 毎に撮ると、気相は長さ方向に連続的に存在するのではなく、分散していることが確認できた。また、このような不飽和な条件においてトレーサー物質 (1 mM, CsCl 溶液) を連続的に抽入し、AAS(原子吸光分析器)により所定時間毎に Cs 濃度を測定することによりトレーサー応答を得た。加えて、不飽和帯における物質移行(移流および分散を考慮)の数理モデルを構築し、見かけの収着分配係数を評価した。その結果、不飽和帯は飽和帯と比較して見かけの収着分配係数が減少することが明らかになった。これは固相と液相との接触が気相の存在により制限されることに起因する。また、初期状態から冠水が始まり定常になるまでに要する時間は、本実験系の場合には、空間時間(間隙体積を流量で割った値)にほぼ近似できた。このことは 1 次元のカラム充填層のみならず、2 次元の平行平板充填層(100 mm×100 mm×10 mm)でも同様であった。図 3 にその結果の一例と 2 次元の不飽和物質移行モデル(数理モデル)との比較を示す。ここで、不飽和条件 1 から 3 とは何れも飽和率 0.88~0.90 の範囲にあり、同一条件での Cs の出口での濃度である。また、図中の理論曲線が 2 次元数理モデルの計算結果を示している。図 3 のように数理モデルは実験結果を良く表していることが確認された。

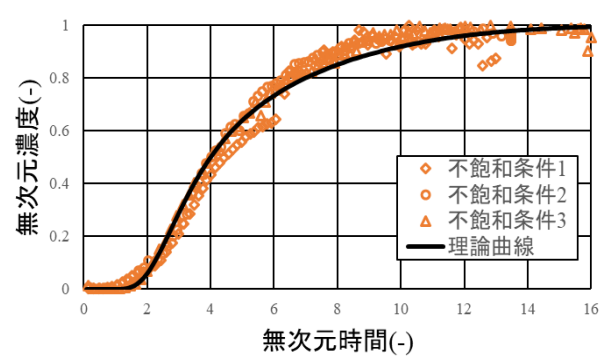
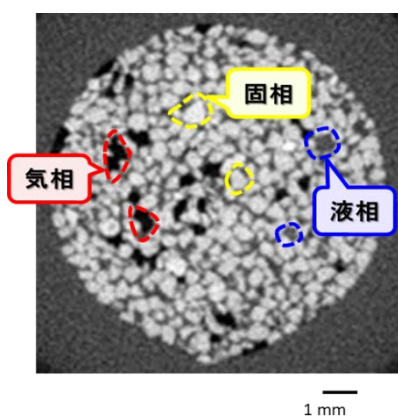


図 2 カラム充填層断面の X 線 CT 画像 図 3 2 次元充填層による Cs 応答と数理モデルの比較

(2) 課題 2: スメクタイトのイライト化の反応速度と冠水に至る速度(期間)の比較検討
 ベントナイト(主成分: スメクタイト)のイライト化の反応速度を既往の研究を基に整理した。図 4 にイライト化の反応速度定数を示す。Huang ら⁴⁾はカリウム濃度と温度依存性を考慮して、アレニウスの式により実験的に得られた反応速度定数を整理している。図 4 はその結果を基に、実験結果の領域(温度: 250°C~325°C, カリウムイオン濃度[K⁺]: -1.2≤log[K⁺]<0.8)と本研究によって想定する地層処分環境でのカリウムイオン濃度および温度領域を示したものである(100°C~125°C, -0.4≤log[K⁺]<-1.0)。ここで縦軸および横軸はアレニウスプロットに従っており、横軸が絶対温度 T の逆数、縦軸は変質速度定数(スメクタイトとイライトの混合物におけるイライトの分率による速度定数(1/day))である。地層処分環境では、通常の地下水に含まれるカリウムイオン濃度は淡水系地下水では 0.1 mM 程度、海水系地下水では 10 mM 程度であるが⁵⁾、処分場建設に多量に用いられるセメントの間隙水には 0.1 M 程度含まれている。H12 レポート⁵⁾では Huang らの結果を外挿して 100°C 以下での処分場の設計を提案している。実験領域と地層処分環境とでは、温度条件が大きく異なるものの、後者の変質速度係数は $10^{-10} \sim 10^{-6}$ にあり、大きく見積もってもイライト化には 10^6 日(2,700 年)を要する。他方、課題 1 の結果から不飽和な状態でも、アクセス坑道を残しながら段階的な埋め戻しを行う場合、アクセス坑道はほぼ大気圧下にあり、飽和過程において地下水流速は大きく減少しない。また、従来の報告から地下水の飽和には 30 年から 50 年間を要すると見積もられている⁵⁾。これらを考慮すると、ベントナイトへのカリウムイオンの供給速度はイライト化の反応速度に比較して大きく、イライト化の反応速度が変質を律速する。このことは、当初予定された本研究の結果と異なるものである。そこで、本研究では、課題 4 として、セメント系地下水(pH10 以上)がその周囲の地下水(pH8 程度)と混合し、高 pH 環境で溶解したケイ酸が過飽和となり、下流において析出する現象に着目した。仮にイライトにも十分なケイ酸の析出があれば、人工バリア自体の間隙を析出物が充填し、核種移行を抑える効果がある。これまで、Na 型スメクタイトへの過飽和ケイ酸の析出速度の検討例⁶⁾があるが、イライトへの析出速度の評価はなされていない。そこで、本研究では、課題 4 としてイライトへの過飽和ケイ酸の析出を検討することとした。

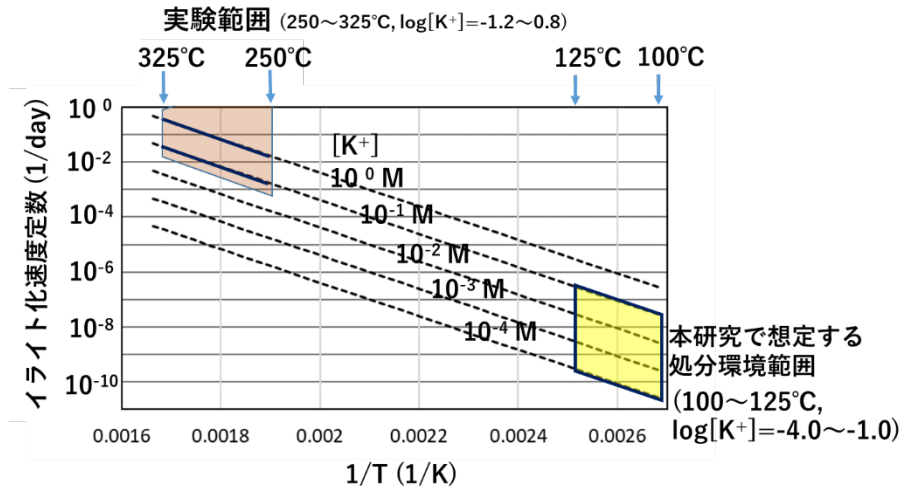


図4 イライト化の速度定数と温度との関係とそのカリウムイオン濃度の依存性 (Huang et al.⁴⁾ の結果を基に作図)

(3) 課題3: 不飽和帯における廃棄体周囲温度の推移の評価

課題1の結果を受け、緩衝材は速やかに地下水によって飽和するものの、埋め戻し領域がアクセス坑道の通気により不飽和帯の坑道を形成することから、緩衝材(ベントナイトからなる人工バリア)の最高到達温度が飽和帯を仮定した場合に比較して上昇することが考えられる。そこで、本研究では、図5に示す計算体系のもと、熱対流および熱拡散を考慮したエネルギー収支式を有限要素法で解き、緩衝材温度の最大温度を求めた。なお、ここで用いた計算コードは神代ら⁷⁾のものを利用した。その結果、不飽和帯(図5中の埋め戻し領域)の間隙率20%、その厚み(図5中の埋め戻し領域)を5mとする場合、飽和に比較して13°C上昇することが明らかになった。また、表1に不飽和帯の厚みをパラメータにした場合の最大温度を示す。不飽和帯の厚みが2.5mから15mの範囲において緩衝材最高到達温度は大きくても105°C程度に収まる。なお、表1の下部にある基本シナリオとはH12レポートと同一条件における計算結果であり、当解析結果はH12レポートの結果と一致する。

以上より、不飽和状態を過大に設定しても課題2において着目している温度範囲(100°C~125°C)を超えることはなく、イライト化には数百年から数千年相当の時間を要することが分かる。

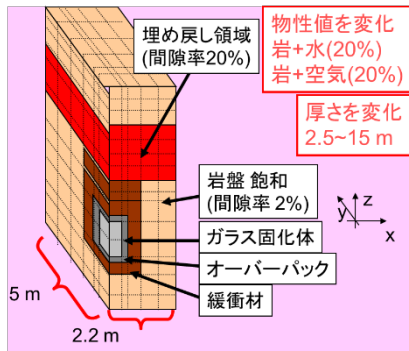


図5 温度に関する計算体系

表1 緩衝材最高到達温度の計算結果

厚み [m]	岩盤+水 (飽和)	岩盤+空気 (不飽和)
2.5	86.97(°C)	96.26
5	87.60	100.71
10	88.63	103.84
15	89.39	104.56

基本シナリオ 86.89°C

(4) 課題4: イライトへのケイ酸の析出挙動の評価

図6に実験の概要を示す。析出速度は、異なる固相量により初速を評価し、その初速と固相の持つ比表面積との関係から、固相量に依存しない見かけの析出速度係数を求めた。初速を評価するのは、固相の表面積に及ぼす析出の影響を可能な限り排除するためである。表2に得られた結果を示す。また、比較のためにNa型ベントナイトを固相とした場合の析出速度定数⁹⁾を併せて示す。これらの結果より、イライト

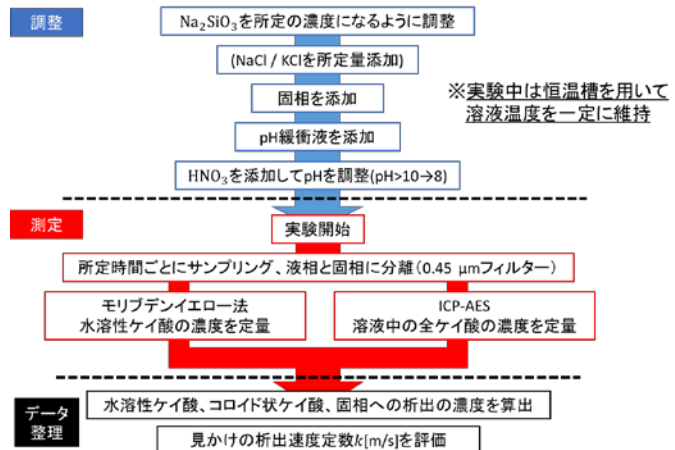


図6 イライトへの過飽和ケイ酸の析出実験の概要

への析出速度定数は、Na型ベントナイトに比較して若干小さいものの、同一のオーダーにある。また、その値は、初期過飽和濃度に依存しない。さらに、地下水流速に対する析出速度との割合を表す無次元数（ダムケーラ数）により評価すると、物質移動における移流項や分散項に比較して、析出項が大きくなり、流路への析出が顕著になることが明らかになった。すなわち、Na型ベントナイトからイライトへ変質しても、その膨潤性は失われるものの、処分場建設に利用するセメントにより高アルカリ化した地下水が下流において周囲地下水との混合しながら中性化する過程においてケイ酸の再分配（析出）が生じ、流路は次第に閉塞する傾向にある。さらにこの実験をNaイオン濃度、Kイオン濃度および温度の依存性について検討すると、析出速度定数は塩濃度0.6 Mでは3~4倍程度に増加すること、また、温度が高い方が析出速度定数は大きくなり、その見かけの活性化エネルギーは約20 kJ/molの活性化エネルギーであることが分かった。地層処分場は温度が地表に比較して高く、その地温勾配は一般に0.03°C/mと言われる。したがって、処分場の深度として想定される500 mから1000 mでは、地表より15°Cから30°C高い温度になる。また、廃棄体の特に初期での発熱により温度がさらに上昇するが、ケイ酸の析出速度の観点からは、温度上昇により析出がより進むことが明らかになった。

表2 過飽和ケイ酸の見かけの析出速度定数（イライトとNa型ベントナイト⁶⁾の比較）

イライトへの過飽和ケイ酸の見かけの析出速度定数					
初期過飽和濃度[mM]	2	4	6	8	10
k [m/s]	2.60×10^{-10}	2.11×10^{-10}	2.21×10^{-10}	1.94×10^{-10}	2.17×10^{-10}

Na型ベントナイト(クニゲルV1)への過飽和ケイ酸の見かけの析出速度定数 ⁶⁾ (NaCl 0.6 M)						
初期過飽和濃度[mM]	1	2	4	6	8	10
k [m/s]	4.32×10^{-10}	5.22×10^{-10}	3.59×10^{-10}	5.49×10^{-10}	6.18×10^{-10}	4.98×10^{-10}

(5) 課題5(まとめ): 不飽和帯の変質抑制機能を考慮した廃棄体間隔

課題1から4の成果を統合すると、不飽和帯はベントナイトのイライト化の原因になるカリウムの供給は抑えることはできないものの、埋め戻し領域の温度を上昇させてイライト化を進める一方、セメント利用によるケイ酸の再分配がイライトにも確認でき、その流路を閉塞する効果は温度上昇により顕著となった。つまり、ケイ酸の析出を含めた変質効果が核種の閉じ込めに寄与する。このことは、イライト化の抑制温度としての100°C以下という従来の制約条件を外すことを可能とし、坑道の力学的な安定性を維持しつつ、例えば2つの廃棄体（縦置き）を縦方向に重ねることもオプションと成り得ることを意味する。この場合、廃棄体の必要面積は従来の44 m²/本(廃棄体間隔4.4 m×坑道間隔10 m)の半分までにコンパクト化される。本研究では廃棄体の縦置きを想定したが、横置きの場合などの検討も今後必要となる。

<引用文献>

- ① Lee, J.O., et al.: Smectite alteration and its influence on the barrier properties of smectite clay for a repository, Applied Clay Science, 47, 99-104 (2010).
- ② Kaufhold, S and Dohrmann, R.: Stability of bentonites in salt solutions I. sodium chloride, Applied Clay Science, 45, 171-177 (2009).
- ③ Kaufhold, S. and Dohrmann, R.: Stability of bentonites in salt solutions II. Potassium chloride solution - Initial step of illitization? Applied Clay Science, 49, 98-107 (2010).
- ④ Huang, W. L., Longo, J. M., Pevear, D. R.: An experimentally derived kinetic model for smectite-to-illite conversion and its use as a geothermometer, Clays and Clay Minerals, 41, 162-177 (1993).
- ⑤ 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ-(1999). (H12レポートと呼ばれる)
- ⑥ 笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一: Na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 (2016).
- ⑦ 神代洋明, 新堀雄一, 岩崎智彦, 渡辺亮太: 高レベル放射性廃棄物処分面積に及ぼす地下水流動の影響, 日本原子力学会 2010年春の学会 (2010).

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① Shogo Tanaka, Yuichi Niibori, Taiji Chida: Estimation of Deposition Behavior of Supersaturated Silicic Acid around Geological Disposal Facility, Proceedings of WM2019 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), Paper No. 19137, 1-6 (2019). 査読有
http://amz.xcdsystem.com/A464D2CF-E476-F46B-841E415B85C431CC_finalpapers_2019/FinalPaper_19137_0109052243.pdf
- ② Shinya Oyama, Tsuyoshi Sasagawa, Taiji Chida, Yuichi Niibori: Deposition Behavior of Supersaturated Silicic Acid onto Illite as an Altered Backfilling Material, Proceedings of WM2018 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), Paper No.18114, 1-8 (2018).

査読有

https://www.xcdsystem.com/wmsym/2018/pdfs/FinalPaper_18114_0123062640.pdf

- ③ Takumi Nemoto, Takenori Ozutsumi, Taiji Chida, Yuichi Niibori: Estimation of Cs Migration under an Unsaturated Condition by Parallel-plate Experiments and 2D Advection-dispersion Model, Proceedings of WM2017 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), Paper No. 17188, 1-10 (2017). 査読有
https://www.wmsym.org/archives/2017/pdfs/FinalPaper_17188_0114114640.pdf
- ④ Daiki Kurata, Yuichi Niibori, Taiji Chida: Flow Rate Dependency of Permeability Changes with the Deposition of CSH under the Highly Alkaline Ca-rich Condition, Proceedings of WM2017 (HLW, TRU, LLW/ILW, Mixed, Hazardous Wastes & Environmental Management), Paper No. 17175, 1-9 (2017). 査読有
https://www.wmsym.org/archives/2017/pdfs/FinalPaper_17175_0112031608.pdf

[学会発表] (計 12 件)

- ① 齋藤聖史, 千田太詩, 新堀雄一: 地下の処分環境に遍在する緑泥石および絹雲母への過飽和ケイ酸の析出挙動, 第 4 回次世代廃炉イニシアティブカンファレンス, 福島県富岡町 (文化交流センター学びの森), 2019 年 3 月 23 日.
- ② 大向 諄, 千田太詩, 新堀雄一: Mg イオン共存条件における過飽和ケイ酸の析出挙動評価, 第 4 回次世代廃炉イニシアティブカンファレンス, 福島県富岡町 (文化交流センター学びの森), 2019 年 3 月 23 日.
- ③ 田中翔悟, 小堤健紀, 千田太詩, 新堀雄一: 処分場周辺流動場を想定した過飽和ケイ酸の析出による透水性変化に関する基礎的研究, 日本原子力学会春の年会, 1C15, 茨城県水戸市 (茨城大学), 2019 年 3 月 20 日.
- ④ 大向 諄, 千田太詩, 新堀雄一: Mg 共存下における過飽和ケイ酸の析出挙動の評価, 日本原子力学会東北支部第 42 回研究交流会, 宮城県仙台市 (東北大学), 2018 年 12 月 11 日.
- ⑤ 大向 諄, 笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一: 冠水条件における過飽和ケイ酸の析出挙動に関する基礎的検討, 第 14 回量子エネルギー工学フォーラム, 青森県六ヶ所村 (六ヶ所村文化交流プラザ スワニー), 2018 年 8 月 23~24 日.
- ⑥ 田中翔悟, 新堀雄一, 千田太詩: 地下処分場周辺流動場における過飽和ケイ酸の析出挙動の評価, 日本原子力学会「バックエンド部会」第 34 回バックエンド夏期セミナー, 宮城県仙台市 (TKP ガーデンシティ仙台), 2018 年 8 月 22~23 日.
- ⑦ 田中翔悟, 笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一: 地層処分場周辺環境における過飽和ケイ酸の析出挙動評価, 日本原子力学会第 41 回東北支部研究交流会, 宮城県仙台市 (東北大学), 2017 年 12 月 18 日.
- ⑧ 小山伸也, 笹川 剛, 千田太詩, 新堀雄一: 埋め戻し材の変質を考慮したイライトへの過飽和ケイ酸析出挙動の温度依存性, 日本原子力学会秋の大会, 3I09, 北海道札幌市 (北海道大学), 2017 年 9 月 15 日.
- ⑨ 小堤健紀, 新堀雄一, 千田太詩: 浅地中の不飽和層における地下水圧力の変化による核種移行挙動の評価, 第 2 回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス, 東京都目黒区大岡山 (東京工業大学), 2017 年 3 月 7 日.
- ⑩ 倉田大輝, 田代 龍, 新堀雄一, 千田太詩: 地層処分場近傍高アルカリ領域における亀裂変質と核種移行との関係, 日本原子力学会第 40 回東北支部研究交流会, 宮城県仙台市 (東北大学), 2016 年 12 月 12 日.
- ⑪ 林 貴行, 倉田大輝, 新堀雄一, 千田太詩: マイクロフローセルを用いた Ca 含有高アルカリ性地下水と花崗岩表面の相互作用の評価, 日本原子力学会秋の大会, 1D20, 福岡県久留米市 (久留米シティプラザ), 2016 年 9 月 7 日.
- ⑫ 小堤健紀, 新堀雄一, 千田太詩: セシウムおよびストロンチウムの移行挙動に及ぼす液相飽和率変化の影響, 日本原子力学会秋の大会, 1D01, 福岡県久留米市 (久留米シティプラザ), 2016 年 9 月 7 日.

[その他] ホームページ等

東北大学研究者紹介 <http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/a0f21740a16e2fd1eeab1f9ef0b882de.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 千田 太詩

ローマ字氏名: Chida, Taiji

所属研究機関名: 東北大学

部局名: 大学院工学研究科

職名: 講師

研究者番号 (8 桁): 30415880

※科研究費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。