

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H00790

研究課題名(和文) 空隙スケール計測を核とした安定型CO<sub>2</sub>地下貯留の学理の構築研究課題名(英文) Development of a scientific basis of CO<sub>2</sub> geological storage with pore-scale measurement

研究代表者

末包 哲也 (Suekane, Tetsuya)

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：30262314

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,400,000円

研究成果の概要(和文)：多孔質内部の流動を空隙スケールで可視化することにより、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)地下貯留技術(CCS)の安全性の評価に必要なトラップメカニズムを解明した。CCSの社会的受容性を醸成するのに資する科学的知見を確立した。多孔質内部の流動様式を3次元多孔質に対して整理し流動様式線図としてまとめた。密度差自然体流に関して、初期界面厚さが対流開始時間に与える影響を解明した。溶解トラップに移行するのに要する時間を推定することができる。簡易なパーコレーションモデルを開発し、多孔質空隙構造から飽和率を簡易に推定するモデルを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)地下貯留技術(CCS)の安全性の評価に必要不可欠となる岩石多孔質内部でのCO<sub>2</sub>の移動・溶解・対流などのトラップメカニズムに関する物質移動現象を解明し、CCSの社会的受容性を醸成するのに資する科学的知見を確立した。CCSの長期安定性について釈迦にとコミュニケーションする上での基礎となる学術基盤が整備された。CO<sub>2</sub>は注入後、構造的トラップ、毛管圧トラップ、溶解トラップと移行するが、移行時間に要する時間を定量的に評価できるようになった。

研究成果の概要(英文)：By visualizing the flow in porous media at the pore-scale, we have elucidated the trapping mechanism necessary for evaluating the safety of carbon dioxide capture and storage (CCS), and established scientific knowledge that contributes to fostering the social acceptance of CCS. Flow patterns in porous media were summarized as flow pattern diagrams for three-dimensional porous media. The effect of the initial interface thickness on the onset time of density driven natural convection was elucidated. This model contributes to estimate the time required for transition to a dissolution trapping. A simple percolation model was developed to estimate the saturation from the porous pore structure.

研究分野：環境流体力学

キーワード：二酸化炭素地下貯留 多孔質 混相流

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

産業革命前に比べ温暖化を $2^{\circ}\text{C}$ 以下に抑制するパリ合意を達成するためには、再生可能エネルギーだけでなく、化石燃料の使用の際に放出される $\text{CO}_2$ の地下貯留技術の導入が必要不可欠である。我が国においても苫小牧沖において数十万トンクラスの実証プロジェクトがスタートし、また、石炭火力発電所からの $\text{CO}_2$ 分離貯留プロジェクトがスタートしている。 $\text{CO}_2$ 地下貯留は大規模排出源から分離回収した $\text{CO}_2$ を地下1000 - 5000 mに存在する塩水を含んだ岩石に注入・隔離する技術であり、大規模な $\text{CO}_2$ 排出削減が可能であると期待されている。一方、地下の高温・高圧状態で $\text{CO}_2$ の密度は高くなっているが、水に比べて依然として軽い(比重0.5~0.8)のために、圧入された $\text{CO}_2$ には浮力が働く。浮力による漏出を防ぐには何らかのトラップメカニズムが働く必要がある。主要なトラップメカニズムとして、物理トラップ、界面張力トラップ、溶解トラップ、鉱物化トラップが考えられているが、現象の理解は依然として定性的であり、これらのトラップメカニズムが発現する過程およびメカニズムの移行プロセスはほとんど理解されていない。

### 2. 研究の目的

二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )地下貯留技術(CCS)の安全性の評価に必要な不可欠となる岩石多孔質内部での $\text{CO}_2$ の移動・溶解・対流などのトラップメカニズムに関する物質移動現象を解明し、CCSの社会的受容性を醸成するのに資する科学的知見を確立する。多孔質を空間スケールで平均化した従来型の現象論的なモデリングから脱却し、これまでに開発してきた多孔質の空隙スケールでの高解像度可視化技術を駆使することにより、ミクロスケールでの流体力学的な物理現象解明に基づいて $\text{CO}_2$ 地下貯留技術に関する多孔質内多相流の学術基盤を構築する。 $\text{CO}_2$ 地下貯留の長期安定性評価と我が国における実用化に向けての提言を行うとともに、周辺住民の漏えいに関する懸念を払しょくできる貯留メカニズムの科学的知見を得る。

### 3. 研究の方法

二酸化炭素地下貯留技術に関連する多孔質内流動現象の解明において、多孔質内混相流に対する理解が必須である。本研究では従来の体積平均的な現象論的な記述から脱却し、多孔質の空隙スケールでの流動現象を理解した上での新規学問体系の構築を目指している。この目的を達するために必要となるツールとしてX線CT装置を活用する。造影剤の添加を抑制し流体諸元での影響を抑えつつ、高空間解像度、高速撮像を行うことにより、空隙スケールでの流動をとらえることができる。合わせて、多孔質構造や流体分布などを統計的に把握する画像解析ソフトを開発する。取得した多孔質構造を用いて、数値シミュレーションを併用したデジタルロック技術を並行して開発する。

### 4. 研究成果

界面張力トラップは $\text{CO}_2$ の注入直後から $\text{CO}_2$ に働く重要なトラップメカニズムである。界面張力トラップに注目したこれまでの研究により、界面張力トラップ量を決定する因子として、 $\text{CO}_2$ 注入時のガス飽和率が極めて大きな影響を与えることが明らかになった。界面張力トラップにより安定的に貯留される $\text{CO}_2$ 量を推定するために、水で満たされている多孔質に $\text{CO}_2$ を注入した際の置換効率を推定する手法を確立した。流体の粘性比により置換界面にビスカスフィンガリング(VF)と呼ばれる不安定性が発生し、これが浮力により強調あるいは抑制することで置換効率に影響を与えている。従来の研究では、体積平均的な置換効率は得られたものの、実際に $\text{CO}_2$ が多孔質内部でどのように分布しているのか、あるいは、注入流速が小さい場合に発生するキャピラリーフィンガリング(CF)からVFへの移行メカニズムについては未だに解明されていない。本研究では、フィンガリングメカニズムの遷移過程の3次元可視化により、不安定現象の発生メカニズムの解明を行った。浮力の影響が無視できる場合、非湿潤相が湿潤相で飽和された多孔質への浸透プロセスはいわゆるパーコレーション理論で記述されるような様式で浸透しており、浸透が発生する場所(アクティブサイト)はすべての場所で確率的に発生している。一方、浮力が顕著になるとアクティブサイトがフィンガの先端に位置し、等方的なフィンガ発展から縞状の構造を有する浸透へと遷移することを見出した。非湿潤相の分布様式を無次元数で表されるダイヤグラム上で整理した。

二酸化炭素地下貯留において溶解トラップへの移行に関して重要となる密度差自然体流に関して、初期界面厚さが対流開始時間に与える影響を調べた。初期界面厚さに比例して、対流開始が遅れることを見出した。従来、分散現象は強制対流に対してモデル化が行われており、自然対流ではモデル化の例がない。そこで、自然対流における分散と物質輸送の関係について新しい数理モデルの構築を行った。第二に非混和性二相流に対して、粘性比と毛管圧に関する流動様式に整

理を行った。従来の研究では2次元での解明にとどまっているものを3次元へと拡張した。また、空隙スケールでの現象理解により、キャピラリーフィンギングからヴィスコスフィンギングへと遷移する際に、注入流体が侵入する空隙の径にはほとんど変化がないもののスロート径に明確な遷移があることを見出した。これらの遷移過程において、侵入流体の飽和率、フィンガー数、3次元構造、フラクタル次元などが変化する様子を示した。これらの研究を通じて3次元画像処理アルゴリズムについて検討を行い、画像から多孔質の空隙とスロートを抽出する手段として、ウォータージェットを用いると高精度・低計算コストで達成できることを見出した。

二酸化炭素地下貯留技術において、岩石などの多孔質構造と混相流動の関係を把握することは非常に重要な課題である。本年度は、岩石多孔質の空隙構造を解像したマイクロフォーカスX線CT画像から、混相流動現象を把握できるインバージョンパーコレーション理論(IP)に基づいた数理モデルの構築を行った。空隙構造に対して流体力学的な数値シミュレーションを直接行う方法に比べて、計算コストを大幅に低下させることができる。代表的な砂岩やモデル多孔質である充填層のCT画像からポアネットワーク構造を抽出するアルゴリズムを構築した。画像の空隙部分を抽出し、それを個々のポア部分、ポアとポアを結合するスロートに分割し、それらの体積や面積などの統計量を取得することができる。ポアの大きさがスロート径や配位数と強く関係しており、大きいポアから延びるスロートは太く、配位数も多い傾向にあることが確認できた。単純格子ではスロート径は完全にランダムとなり、隣接するポアの特性に依存しない。また配位数も一定となるので、この点で実際の多孔体とは大きく異なる。次に、これらのポアネットワーク構造に対してIPを実際に適用し、多孔質からの排水過程の数値シミュレーションを行った。浮力等により発生する圧力勾配の影響を考慮し、毛管力支配から圧力支配にわたる領域での流動の特徴を明らかにした。合わせて残留クラスターの特徴を評価した。毛管圧支配の場合、クラスターのサイズ分布はIP理論で予想されているようにべき乗則となり、フィッシャー指数も理論値の2.189に近い値となった。フィッシャー指数の普遍性が実岩石多孔質においても成立している。ポンド数を上昇させると存在可能なクラスターの流動方向の高さが相関距離程度に制限されるために、フィッシャー指数が上昇する。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hu Yingxue, She Yun, Patmonoaji Anindityo, Zhang Chunwei, Suekane Tetsuya	4. 巻 163
2. 論文標題 Effect of capillary number on morphological characterizations of trapped gas bubbles: Study by using micro-tomography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Heat and Mass Transfer	6. 最初と最後の頁 120508 ~ 120508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120508	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo, Xu Haiping, Kaito Kazuki, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya	4. 巻 169
2. 論文標題 Pore-scale investigation on nonaqueous phase liquid dissolution and mass transfer in 2D and 3D porous media	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Heat and Mass Transfer	6. 最初と最後の頁 120901 ~ 120901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.120901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 She Yun, Mahardika Mohammad Azis, Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 202
2. 論文標題 Three-dimensional visualization of the alkaline flooding process with in-situ emulsification for oil recovery in porous media	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Petroleum Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 108519 ~ 108519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.petrol.2021.108519	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Zhang Chunwei, Kaito Kazuki, Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya	4. 巻 33
2. 論文標題 Influence of stagnant zones on solute transport in heterogeneous porous media at the pore scale	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 036605 ~ 036605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0038133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Chunwei, Yuan Zhengyi, Matsushita Shintaro, Xiao Feng, Suekane Tetsuya	4. 巻 33
2. 論文標題 Interpreting dynamics of snap-off in a constricted capillary from the energy dissipation principle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 032112 ~ 032112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0044756	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 She Yun, Zhang Chunwei, Mahardika Mohammad Azis, Patmonoaji Anindityo, Hu Yingxue, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya	4. 巻 98
2. 論文標題 Pore-scale study of in-situ surfactant flooding with strong oil emulsification in sandstone based on X-ray microtomography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Industrial and Engineering Chemistry	6. 最初と最後の頁 247 ~ 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jiec.2021.03.046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Patmonoaji Anindityo, Hu Yingxue, Zhang Chunwei, Suekane Tetsuya	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Dissolution Mass Transfer of Trapped Phase in Porous Media	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Porous Fluids - Advances in Fluid Flow and Transport phenomena in Porous Media	6. 最初と最後の頁 1 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5772/intechopen.95448	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sotheavuth Sin, Tetsuya Suekane, Yuichiro Nagatsu, Anindityo Patomoaji	4. 巻 5
2. 論文標題 Three-dimensional visualization of viscous fingering for non-Newtonian fluids with chemical reactions that change viscosity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Fluids	6. 最初と最後の頁 54502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.4.054502	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suekane Tetsuya, Koe Tomotaka, Barbancho Pablo Marin	4. 巻 4
2. 論文標題 Three-Dimensional Interaction of Viscous Fingering and Gravitational Segregation in Porous Media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fluids	6. 最初と最後の頁 130 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/fluids4030130	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Patmonoaji Anindityo, Zhang Yi, Xue Ziqiu, Park Hyuck, Suekane Tetsuya	4. 巻 91
2. 論文標題 Experimental and numerical simulation of supercritical CO2 microbubble injection into a brine-saturated porous medium	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Greenhouse Gas Control	6. 最初と最後の頁 102830 ~ 102830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijggc.2019.102830	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Patmonoaji Anindityo, Muharrik Mushlih, Hu Yingxue, Zhang Chunwei, Suekane Tetsuya	4. 巻 122
2. 論文標題 Three-dimensional fingering structures in immiscible flow at the crossover from viscous to capillary fingering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Multiphase Flow	6. 最初と最後の頁 103147 ~ 103147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijmultiphaseflow.2019.103147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Chunwei, Suekane Tetsuya, Minokawa Kosuke, Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo	4. 巻 100
2. 論文標題 Solute transport in porous media studied by lattice Boltzmann simulations at pore scale and x-ray tomography experiments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 63110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.100.063110	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Patmonoaji Anindityo, Tsuji Kento, Suekane Tetsuya	4. 巻 362
2. 論文標題 Pore-throat characterization of unconsolidated porous media using watershed-segmentation algorithm	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Powder Technology	6. 最初と最後の頁 635 ~ 644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.powtec.2019.12.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo, Zhang Chunwei, Suekane Tetsuya	4. 巻 140
2. 論文標題 Experimental study on the displacement patterns and the phase diagram of immiscible fluid displacement in three-dimensional porous media	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Water Resources	6. 最初と最後の頁 103584 ~ 103584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.advwatres.2020.103584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nasir Muhammad, Nakanishi Yuji, Patmonoaji Anindityo, Suekane Tetsuya	4. 巻 155
2. 論文標題 Effects of porous electrode pore size and operating flow rate on the energy production of capacitive energy extraction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Renewable Energy	6. 最初と最後の頁 278 ~ 285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.renene.2020.03.163	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Anindityo Patmonoaji, Kento Tsuji, Mushlih Muharrik, Tetsuya Suekane	4. 巻 532
2. 論文標題 Micro-tomographic analyses of specific interfacial area inside unconsolidated porous media with differing particle characteristics from microscopic to macroscopic scale	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 614-621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2018.08.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jiang, L., Wu, B., Liu, Y., Suekane, T., Wang, D.	4. 巻 128
2. 論文標題 Dynamic evolution of CO2-brine interfacial area during brine imbibition in porous media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Intern. J. Heat Mas Trans.	6. 最初と最後の頁 1125-1135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.09.089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Muharrrik, M., Suekane, T., Patmonoaji, A.	4. 巻 13
2. 論文標題 Effect of buoyancy on fingering growth activity in immiscible two-phase flow displacements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Science and Technology	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2018jfst0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Wang, L., Nakanishi, Y., Teston, A. D., Suekane, T.	4. 巻 13
2. 論文標題 Effect of diffusing layer thickness on the density-driven natural convection of miscible fluids in porous media: Modeling of mass transport	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Science and Technology	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2018jfst0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Lei, Cai Shitong, Suekane Tetsuya	4. 巻 32
2. 論文標題 Gravitational Fingering Due to Density Increase by Mixing at a Vertical Displacing Front in Porous Media	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 658 ~ 669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.energyfuels.7b02819	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Patmonoaji Anindityo, Suekane Tetsuya	4. 巻 110
2. 論文標題 Investigation of CO <sub>2</sub> dissolution via mass transfer inside a porous medium	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advances in Water Resources	6. 最初と最後の頁 97 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.advwatres.2017.10.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suekane Tetsuya, Ono Jei, Hyodo Akimitsu, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 2
2. 論文標題 Three-dimensional viscous fingering of miscible fluids in porous media	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Fluids	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.2.103902	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wang, L., Nakanishi, Y., Hyodo, A., Suekane, T.	4. 巻 114
2. 論文標題 Three-dimensional finger structure of natural convection in homogeneous and heterogeneous porous medium	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Energy Procedia	6. 最初と最後の頁 5048-5057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.egypro.2017.03.1658	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakai Shigeki, Nakanishi Yuji, Hyodo Akimitsu, Wang Lei, Suekane Tetsuya	4. 巻 48
2. 論文標題 Three-dimensional fingering structure associated with gravitationally unstable mixing of miscible fluids in porous media	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Heat Transfer Research	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1615/HeatTransRes.2017016840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中西 佑児、兵藤 陽光、王 蕾、末包 哲也	4. 巻 83
2. 論文標題 多孔質の層状不均質性が密度差自然対流に与える影響	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.16-00381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件(うち招待講演 1件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 山口 竜平,末包 哲也
2. 発表標題 ゲル生成によるフィンガリングの形状と界面ゲル膜における拡散現象の関係について
3. 学会等名 日本機械学会熱工学コンファレンス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木 大高,末包 哲也
2. 発表標題 ヘレシヨウセルにおけるアクティブ流体の様々な界面不安定現象
3. 学会等名 日本機械学会熱工学コンファレンス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Anindityo Patmonoaji, Yingxue Hu, Chunwei Zhang, Kento Tsuji, Tetsuya Suekane
2. 発表標題 Microtomographic studies on the effect of particle size in dissolution mass transfer inside porous media
3. 学会等名 10th International Conference on Thermofluid 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Suekane
2. 発表標題 Fingering instability in porous media
3. 学会等名 30th International Symposium on Transport Phenomena (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Patmonoaji, A., Zhang, Y., Xue, Z., Suekane, T.
2. 発表標題 Two dimensional numerical simulation of CO2 injection into brine saturated Berea sandstone with normal bubble and micro bubble injection modules
3. 学会等名 GHGT-14 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Muhammad Nasir; Yuji Nakanishi; Anindityo Patmonoaji; Tetsuya Suekane
2. 発表標題 The Effect of Operating Flow Rate on the Voltage Rise of Energy Extraction by Double Layer Expansion
3. 学会等名 Engineering Physics International Conference (EPIC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suekane, T., Nakanishi, Y., Ono, J., Wang, L.
2. 発表標題 Time lapse 3D visualization of fingering associated with Rayleigh-Taylor and Saffman-Taylor instabilities
3. 学会等名 14th International Conference on Flow Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mushlih, Suekane, T.,
2. 発表標題 Micro-imaging of Crossover from Capillary to Viscous Fingering of Immiscible Two-Phase Flow in a Porous Medium
3. 学会等名 14th International Conference on Flow Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Suekane, T., Nakanishi, Y., Wang, L.
2. 発表標題 Three-dimensional Rayleigh-Taylor convection of miscible fluids in a porous medium
3. 学会等名 70th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M. Muharrik, R. Izumi, T. Suekane
2. 発表標題 Influence of buoyancy, capillary, and viscous force on three-dimensional pore scale fingering structure of immiscible two-phase flow in porous medium
3. 学会等名 The International Conference on Thermal Science and Technology 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------