

トピックス

機械学習を使って写真から固体混合比を予測

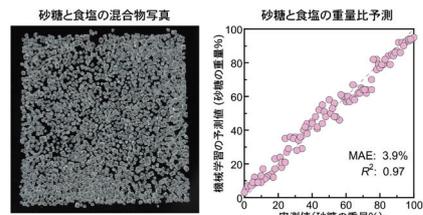
肉眼による化合物の観察は、研究者が最も頻繁に行う分析の1つである。一般に目視観察は定量性に乏しく信頼性のある分析手法とは言えないが、北海道大学化学反応創成研究拠点(ICReDD)の猪熊泰英教授、瀧川一学特任教授、井手雄紀特任助教らの研究グループは、機械学習を使うことで固体混合物の写真から肉眼を超える高精度で成分の混合比を予測するシステムの構築に成功した。

研究グループは砂糖と食塩をモデルケースとして、混合物の写真と重量比を組みにした教師データを300セット収集し、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を使って重量比予測の機械学習モデルを作成した。学習に使用していない砂糖と食塩の混合物写真100

枚を使って重量比予測を行ったところ、平均絶対誤差(MAE) 3.9%、決定係数(R^2) 0.97という精度で予測に成功した。同様の手法で教師データの写真を変更すると、グリシンの結晶多形混合比や酒石酸の鏡像異性体比をそれぞれ平均絶対誤差4.0%、6.4%で予測することができた。また、ナフタレン、アルミナ、シリカゲル、セライトの4成分混合物の写真からは、他の3成分の重量比に依存せずナフタレンの重量比を平均絶対誤差3.4%で予測することに成功した。さらに4-アミノサリチル酸の固相炭酸反応では、反応混合物の写真から収率のモニタリングを行うことにも成功した。

本機械学習システムでは100枚の写真を入力しても1分程度で予測が完了するため、大量の画像データを継続的に解析する必要のある化学プラントの反応モニタリングや調剤の品質管理への応用が期待される。

文献: Y. Ide et al., Ind. Eng. Chem. Res. 62, 13790-13798 (2023)



北海道大学化学反応創成研究拠点
教授 猪熊泰英
連絡先: 〒001-0021 北海道札幌市北区北21条西10丁目
E-mail: inokuma@eng.hokudai.ac.jp
URL: <https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/lor/HP/index.html>

[2023年9月21日]

水素燃料によるセラミックスの焼成 —カーボンニュートラル実現に向けて—

株式会社成田製陶所(愛知県瀬戸市)は、水素ガスを燃料としたアルミナの焼成に成功した。通常、ガス焼成炉でセラミックスを焼成する場合、燃料にLPG、LNGなどの化石燃料が使用されるが、これを100%水素ガスとして焼成試験を実施し、一定レベルで焼成できることを確認した。

多くのエネルギーを消費するセラミックスの焼成工程において、従来の化石燃料を使用する場合には、その使用量に応じてCO₂が排出されるが、水素を燃料に用いた場合には、燃焼排ガスにCO₂を含まないため、温室効果ガス排出量を実質ゼロとするカーボンニュートラルの実現につながる方法として期待できる。これは、再生可能エネルギー由来の電力を使用した電気炉焼成とあわせて、カーボンニュートラル実現に向けたセラミックス焼成

方法として新たな選択肢となり得る。

今回の水素燃料を用いたセラミックスの焼成試験には、厚さ10mm、直径60mmのテストピース(アルミナ約96%)とガス給湯器の点火プラグ用碍子(アルミナ約90%)の形状、純度が異なる2種類を用いた。焼成温度は約1600℃とした。その結果、温度と昇温速度を適切に制御することにより、特段問題無く焼成できることを確認した。試験に用いた水素用焼成炉と水素用ガスバーナは、耐火物・セラミックスの製造販売、耐火物の設計施工を行う株式会社ヨータイ(大阪府貝塚市)と成田製陶所の子会社で工業用ガスバーナや焼成炉を手がける株式会社ナリタテクノ(愛知県瀬戸市)が共同で開発し、特許取得済みである。

今後、水素を燃料に用いてセラミックスの焼成を行っていくには、水素インフラの整備、水素のエネルギーコストなど、多くの課題が

あるものの、来たるべき水素社会に向けての取り組みを行っていく。



図 水素燃料で焼成した点火プラグ用碍子

株式会社成田製陶所 安田益雄
〒489-8680 愛知県瀬戸市大坂町333
URL: <https://www.naritaseitosh.co.jp/>

[2023年10月4日]

低重力環境下における 粉粒体の流動特性の測定に成功

横浜国立大学工学研究院 尾崎伸吾 教授、慶應義塾大学理工学部 石上玄也 准教授、JAXA 宇宙科学研究所 大槻真嗣 准教授らの研究グループは、国際宇宙ステーションきぼうモジュールに設置されているターンテーブル型の細胞培養実験装置により生成された遠心力を利用することにより、安定した人工重力環境を再現した。その環境下で、アルミナビーズや東北珪砂などの地球砂に加え、将来の探査活動先として想定される月、火星および火星衛星フォボスのレゴリス模擬土などの粉粒体が封入された砂時計型の試験体を活用した流動実験を行った(図参照)。長時間の安定した人工重力環境下(0.063G~2.0G)での粉粒体の流動挙動の測定およびその解析は世界初の成果である。また実験結果に基づき、いくつかの砂の流動特性はよく知られた物理法則に定量的に従い、低重力では重力の大きさの平方根(\sqrt{G})に比例することを明らかにした。加えて、測定結果の回帰分析により、砂の「かさ密度」は重力とともに減少することも示唆

した。得られた成果は、将来の宇宙探査機の開発や各種ミッションの検討に利用可能である。

なお、本研究は、粉体物理・粒体力学の分野において、これまで前提としていた1G重力場を変化させたときの自由流動性を調べようとするものであり、長期かつ安定的な可変重力場でそれを実験的に解明した例は他に見当たらない。そのため本研究は、宇宙探査への応用だけでなく、粉粒体を扱う様々な分野においても貴重なデータを提供するものと考えられる。

本研究成果は、Nature のパートナー誌であり、NASAからもサポートを受けている「npj Microgravity」に掲載された。

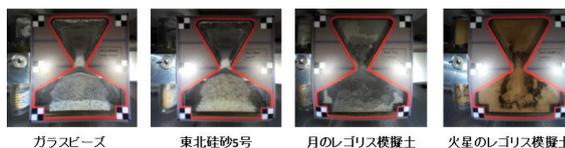


図 流動終了時の粉粒体の様子(0.063G)
(© 横国大/慶大/JAXA)

【掲載論文】
DOI: 10.1038/s41526-023-00308-w

【関連情報】
URL: <https://www.isas.jaxa.jp/topics/003454.html>

【連絡先】
横浜国立大学大学院工学研究院 教授 尾崎伸吾
E-mail: ozaki-shingo-xd@ynu.ac.jp
慶應義塾大学理工学部 准教授 石上玄也
E-mail: ishigami@mech.keio.ac.jp
JAXA 宇宙科学研究所 准教授 大槻真嗣
E-mail: otsuki.masatsugu@jaxa.jp

[2023年10月5日]