

乳鉢装着ロボットアームによる粉体粉碎と洗浄システム

A robotic system for powder grinding and mortar cleaning

阪大工/OTRI-SPIN¹, ○(B)真下 美咲¹, 中島 優作¹, 武市 泰男¹, 小野 寛太¹

Osaka Univ. ¹○Misaki Mashimo¹, Yusaku Nakajima¹, Yasuo Takeichi¹, Kanta Ono¹

E-mail: misaki_mashimo@ap.eng.osaka-u.ac.jp

近年、材料研究においてロボットを導入した実験プロセスの自動化が盛んに行われている[1]。粉体ハンドリングは代表的な実験プロセスであるが、提案手法では簡易的なボールミルを用いており粉体粉碎が不十分といった課題が指摘されている。我々はロボットアームが手作業と同様に乳棒と乳鉢を用いて粉体を粉碎するシステムの開発[2]に取り組んできた。開発したシステムでは、粉体材料の効率的な処理に加え、手作業以上の合成再現性を実現することに成功した[3]。しかし、これまでのシステムではロボットアームに乳棒を装着し粉体粉碎を行うため、粉碎後の乳鉢および乳棒の洗浄や粉体の運搬などの作業はすべて手作業で行うか、あるいは追加のロボットアーム等を必要とし、システムの効率化を阻む要因となっていた。本研究では、ロボットアームに乳棒ではなく乳鉢を装着し、乳棒・乳鉢のみでの粉碎が可能ならぬ、粉碎・洗浄機構を統合したシステムを提案する。

粉碎・洗浄は図1の機構を用いて行った。本実験では、提案システムの粉碎および洗浄性能について評価を行った。レーザー回折による粒度分布測定により粉碎性能の評価を行った。粉碎時間による粒度分布変化を観察するとともに、一定の力および粉碎時間を固定した条件のもとで、既存のシステム[2]と比較を行った。その結果、乳棒・乳鉢のみの粉碎において、本システムの方がより小さいメディアン径(D50)を得られることが確認できた。洗浄性能の評価では粉末X線回折法(XRD)によって洗浄後の残留粉体の有無を調査した。NaClとTiO₂(anatase)の2種類の粉体を連続して粉碎する実験を行い、その間に本システムの洗浄機構を適用した。その結果、残留粉体は検出限界以下であることを確認した。

本システムにより粉体の粉碎から運搬、乳鉢・乳棒の洗浄までを一貫して自動化することが可能になり、粉体合成や粉体を用いた材料研究の効率化につながることを期待される。今後は、粉体分注システムや材料評価と組み合わせることで秤量から合成、材料評価までのプロセスを全て自動化したシステムの開発を進める予定である。

本研究の一部は、JST ムーンショット型研究開発事業 (JPMJMS2236)、JST 未来社会創造事業 (JPMJMI21G2)の支援を受けて行われた。

[1] N.J. Szymanski *et al.* *Nature* **624**, pp. 1–6 (2023).

[2] Y. Nakajima *et al.* *IROS*, pp. 2320-2326 (2022).

[3] Y. Nakajima *et al.* *Digital Discovery* **3**, pp. 2130–2136 (2024).

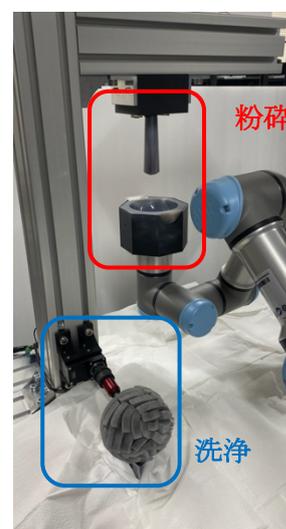


Figure1. Powder Grinding and Mortar Cleaning System Using a Robotic Arm