

Advanced Powder Technology アブストラクト  
Abstract of Advanced Powder Technology

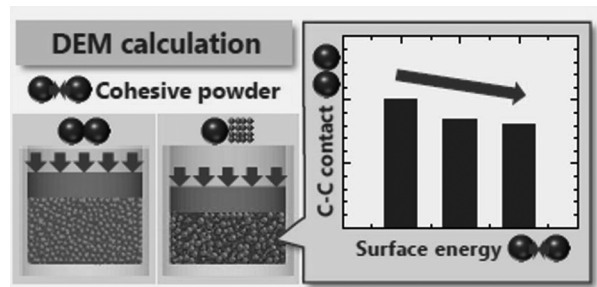
Advanced Powder Technology だより

“Advanced Powder Technology”は粉体工学会が Elsevier 社から発行している国際英文ジャーナルです。そのインパクトファクターは4.833（2020年）であり、Chemical Engineering カテゴリー-143 誌中 34 位（Clarivate 社 Journal Citation Reports）に位置し国際的にも高く評価されています。“Advanced Powder Technology”に掲載された日本人著者論文の要旨を日本語で掲載します。

Numerical study on compression processes of cohesive bimodal particles and their packing structure

付着性異径粒子の圧縮過程とその充填構造に関する数値的研究

粉体圧縮とは、粉体に直接圧縮力を加えることで強度な成型体を製造する粉体プロセスであり、幅広い産業で利用されている。しかし、粉体圧縮の影響因子はきわめて複雑であり、実際のプロセスでは理想の成型体を得るために操作条件を試行錯誤的に決定しているのが現状である。粉体特性は圧縮プロセスに影響を与えることが知られており、これまでに種々の粒子物性などの影響について研究されているものの、その詳細はまだ十分に明らかとなっていない。特に、近年の粉体圧縮の需要である微細粒子の取り扱いにおいて、粒子付着力と粒度分布は無視できない要素である。本研究では、離散要素法（DEM）を用いて、付着性異径粒子の圧縮特性を検討した。粒径比 1~4、微粒子混合比 0~0.5 という条件下で圧縮・充填過程を数値解析した。付着力として、Johnson-Kendall-Roberts（JKR）付着モデルを適用し、表面エネルギー  $0 \sim 0.2 \text{ J/m}^2$  の条件で計算した。計算の結果、付着力の増加に伴って充填時の空隙率が増加するものの、圧縮後に得られる成型体の空隙率は付着力に大きく依存しないことがわかった。また、いずれの付着力の粒子を用いた場合でも、粒径比を増加させることにより、充填・圧縮過程における粉体層の空隙率が減少することが明らかになった。付着力は圧縮時における粉体層の空隙率にはほとんど影響を与えないものの、接触数、特に大粒子間の接触数を減少させることを見出した。



Advanced Powder Technology  
掲載巻号：32(5) (2021) 1362–1368  
著者：Takeru Yano, Shuji Ohsaki, Hideya Nakamura, Satoru Watano  
DOI：https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.02.040

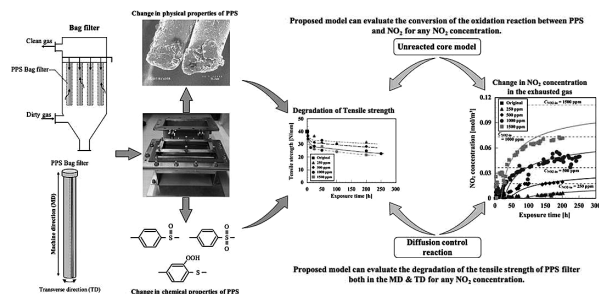
これは大きな付着力により、大粒子の周囲に小粒子が付着し、大粒子間の接触が阻害されるためと考えられる。DEM 計算によって得られた結果から、圧縮後に得られる成型体の空隙率が同程度の場合でも接触数を評価する必要があることが示唆された。これは、たとえば全固体電池のような異なる材料混合物の場合に、重要な因子であると考えられる。

責任著者：大崎 修司, 綿野 哲  
所属：大阪府立大学大学院工学研究科物質・化学系専攻化学工学分野  
E-mail：ohsaki@chemeng.osakafu-u.ac.jp, watano@chemeng.osakafu-u.ac.jp

Effects of NO<sub>2</sub> gas concentration on the degradation of polyphenylene sulfide non-woven bag filter at high temperature

ポリフェニレンサルファイド不織布バッグフィルタの高温劣化におよぼす NO<sub>2</sub> ガス濃度の影響

ISO16891:2016 で規定された流通式曝露法を用いて、高温下におけるポリフェニレンサルファイド（PPS）フィルタの NO<sub>2</sub> ガスによる劣化挙動を詳細に検討した。NO<sub>2</sub> ガスへの曝露時間が増加するにつれて、PPS フィルタの縦方向（Machine Direction）と横方向（Transverse Direction）の引張強度と伸びが低下した。これらの減少は縦方向よりも横方向で顕著に観察された。NO<sub>2</sub> ガスに曝露されると硫黄原子が酸化され、PPS 分子構造に新たな酸素含有官能基（-SO-, O=S=O など）が形成された。曝露時間が増加するにつれて、PPS フィルタ中の炭素原子比が減少した。これらの化学的劣化は PPS 繊維の表面にクラック、割れ、突起の形成など物理的損傷を引き起こした。PPS と NO<sub>2</sub> ガス間の化学反応が NO<sub>2</sub> の生成物層内拡散律速であると仮定し、未反応核モデルに基づいて、PPS の転化率および排ガス中の NO<sub>2</sub> 濃度の変化を推定するモデルを提案した。また、フィルタの引張強度の変化を評価するモデルも提案した。これらにより、排ガス中の NO<sub>2</sub> 濃度及び縦方向の引張強度の変化を良好に再現することができた。



Advanced Powder Technology  
掲載巻号：32(9) (2021) 3278–3287  
著者：Kunihiro Fukui, Genki Ichiba, Mohammad Irwan Fatkhur Rozy, Keiya Ito, Tomonori Fukasawa, Toru Ishigami  
DOI：https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.07.016

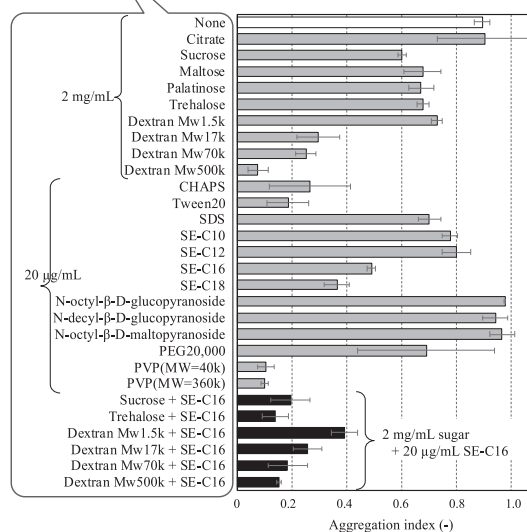
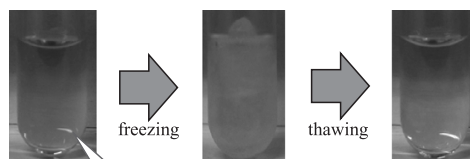
責任著者：福井 国博  
所属：広島大学大学院先進理工系科学研究科化学工学プログラム  
E-mail：kfukui@hiroshima-u.ac.jp

### Inhibiting Au nanoparticle aggregation in freeze-thawing by presence of various additives

種々の添加物質による凍結・融解時における金ナノ粒子の凝集阻害

金ナノ粒子 (AuNP) を懸濁した水溶液を種々の添加物質とともに凍結・融解したときの AuNP の凝集度を測定し、各種添加物質の凝集阻害効果を比較した。さまざまな添加物質が凍結・融解時における凝集阻害効果を示し、その効果は添加物質の濃度が高いほど大きく、凍結乾燥時の効果に比べて 5~35% 低いものとなった。デキストランとポリビニルピロリドンの凝集阻害効果は高く、極低濃度 (2 µg/mL) でも AuNP の凝集を高度に阻害した。二糖 (2 mg/mL スクロース) と糖エステル (20 µg/mL スクロースモノパルミテイト) はそれぞれ単独では凝集阻害効果を示さないものの、これらを複合すると AuNP の凍結・融解時における凝集を高度に抑制することができた。融解条件の影響についても検討した結果、融解温度が高くなる (4°C → 60°C) に伴い AuNP の凍結・融解後の再分散性が 10~20% 改善した。一方、凍結条件 (温度) の影響は認められなかった。また、凍結・融解の繰り返し AuNP の凝集および添加物質の凝集阻害作用におよぼす影響についても検討した。凍結時における粒子表面での添加物質の濃度をフーリエ変換赤外分光分析により *in situ* で計測した。得られた実験結果より、凍結・融解操作における添加物質の凝集阻害効果は基本的に AuNP の運動性を低減することに起因することが示唆された。

責任著者: 今村 維克  
 所属: 岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻  
 E-mail: kore@cc.okayama-u.ac.jp



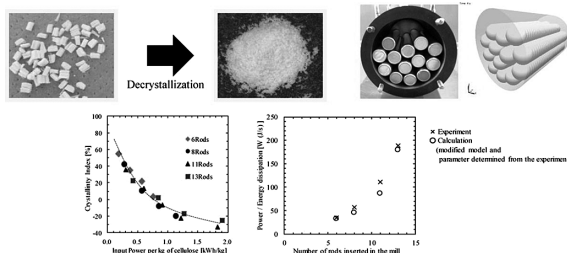
Aggregation indexes (AI) of AuNPs suspension freeze-thawed in the presence of various additives.

Advanced Powder Technology  
 掲載巻号: 32(10) (2021) 3517-3524  
 著者: Miki Kadowaki, Hidetaka Yokota, Hiroyuki Imanaka, Naoyuki Ishida, Koreyoshi Imamura  
 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.08.002>

### Prediction of power of a vibration rod mill during cellulose decrystallization processing by DEM

振動ロッドミルを用いたセルロースの非晶化と DEM シミュレーションによる解析

振動ロッドミルにより非晶化したセルロースの結晶化指数は、振動ロッドミルの投下動力と良好に相関した。この投下動力を DEM シミュレーションによって算出することを試みた。セルロースはもっとも産生量の多い非可食性バイオマスである。このセルロースを非晶化することにより反応性が上昇するため、セルロースの利用先が広がる。そこで、振動ロッドミルによる乾式非晶化について検討した。非晶化処理後のセルロースの結晶化指数は、使用するロッド本数と粉碎時間に依存するが、振動ロッドミルの動力と粉碎時間の積を投入されたセルロース重量で除した投下動力 [kWh/kg] で一意的に決まることがわかった。投下動力は振動ロッドミルの動力と相関するため、振動ロッドミルの動力を推算することはプロセス設計において重要である。そこで DEM シミュレーションを用いて振動ロッドミルの動力の算出を試みた。媒体であるロッドは Multi-sphere 法を用いて球状粒子を連結することで作成した。ロッドの衝突時の接触粒子数を考慮し、また実験より観察したロッドの



Advanced Powder Technology  
 掲載巻号: 32(10) (2021) 3717-3724  
 著者: Tomoya Wada, Takafumi Uematsu, Hiroyuki Shiomi, Kazutomu Osaki, Shingo Ishihara, Junya Kano  
 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.08.027>

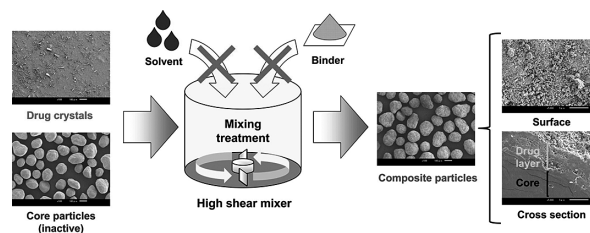
公転方向および公転時間が計算時と一致するように粒子の相互作用に関するパラメーターを決定することで、実験における動力と計算における散逸エネルギーがきわめて良好に一致した。本検討により、実験することなく DEM シミュレーションで振動ロッドミルの動力を推算でき、結晶化指数の予測に繋がるモデルが構築できた。

責任著者: 和田 知也  
 所属: 花王株式会社  
 E-mail: wada.tomoya@kao.com

## Solventless-mixing layering using a high shear mixer for preparing drug pellets: A feasibility study using acetaminophen

高速攪拌造粒機を用いた乾式混合レイヤリング法による薬物球形粒子の調製；アセトアミノフェンを用いた実現可能性の検討

高速攪拌造粒機を用いた機械的混合レイヤリング法の実現可能性を検討した。この手法では、溶媒や結合剤を用いることなく、薬物結晶と添加剤球形粒の単純混合操作によって薬物球形粒子を製する。アセトアミノフェン結晶と結晶セルロース球形粒を種々の攪拌速度で混合し、得られた複合粒子の物性を評価した。低速処理では薬物は球形粒から分離していたが、高速処理では球形粒にレイヤリングした。攪拌速度を上げるにつれ、混合処理後の薬物の粒子径は小さくなった。これは攪拌による球形粒同士の衝突力が増大し、薬物結晶が粉砕されることに起因する。球形粒に被覆した薬物量と薬物の粒子径には相関関係が見られたことから、アセトアミノフェン結晶は結晶セルロース球形粒との混合処理により微細化され、球形粒にレイヤリングす



Advanced Powder Technology  
掲載巻号：32(10) (2021) 3624–3634  
著者：Keita Kondo, Mizuki Kato, Toshiyuki Niwa  
DOI：https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.08.016

ることが示唆された。薬物の被覆量を増やすため、薬物結晶と添加剤球形粒との混合処理後に、薬物結晶を新たに投入して追加で混合処理する手法を検討した。この手法により、薬物の被覆効率を低下させることなく、球形粒への薬物の被覆量を増大させることが可能であった。以上より、高速攪拌造粒機を用いた機械的混合レイヤリング法の実現可能性を示した。

責任著者：近藤 啓太  
所属：名城大学薬学部製剤学研究室  
E-mail：kondok@meijo-u.ac.jp