

## （第15回）2019年度・研究助成報告

研究題名	食品粉体の製造プロセス開発を加速するための噴霧乾燥法の詳細評価法の検討
研究期間	2019年4月1日～2021年3月31日
研究機関・所属 研究者名	岡山大学・大学院自然科学研究科 中曾 浩一

## 1. 2019（2020）年度研究成果の概要

本研究では、噴霧乾燥法における液体原料微粒化工程の評価と液滴乾燥過程の評価をそれぞれおこなった。2019年度は、液体原料微粒化工程では、回転ディスク微粒化装置に着目して、生成液滴径分布に及ぼすディスク温度と液体原料温度の影響を検討した。その結果、ディスクと液体原料の温度差が大きい場合、液滴径分布が変化し、複数のピークを持つ分布になることを明らかにした。これはディスク上に形成する液膜の高さ方向に温度差が生じたためであり、別途行ったモデル実験により、液の物性値、特に粘度の影響が大きいことがわかった。液膜高さ方向に粘度差がある場合、ディスク上の濡れ広がる速さに違いが生じるため、液膜高さが周期的に変動した結果であることがわかった。この結果をもとに、既往の平均液滴径推算式の改良をおこなった。乾燥過程では、乾燥器内での液滴一滴に着目した単一液滴乾燥装置と、管型のラボ噴霧乾燥装置をそれぞれ作成して実験し、比較検討した。

## 2. 助成期間内での研究成果の概要

上記の検討に加え、2020年度は、主に液滴乾燥過程の評価を進めた。シリカスラリーやデキストリン水溶液などをモデル液体原料とした。液滴サイズが数ミリメートルの単一液滴乾燥装置と、数十ミクロンの噴霧乾燥装置では、同じ条件で乾燥させても前者の場合は主に中空粒子となる一方で、後者の噴霧乾燥装置では、ほぼ中実粒子が得られるといった違いがあった。この違いの理由を説明するために、既往の液滴乾燥メカニズムを調査したが、定性的な評価にとどまっていることが判明した。そこで、液滴乾燥メカニズムの詳細検討をおこなった。スラリー液滴の乾燥過程を観察したところ、乾燥初期からある程度の段階までは、液体のみの液滴と同じような外観で収縮が進み、ある特定の時点から、乾燥条件に合わせて変形しながら乾燥する様子が確認された。既往の研究および実験結果から、乾燥初期から変形が始まるまでは、液滴内部の自然対流により比較的均一に乾燥が進み、ある臨界値を超えると分散粒子が堆積しシェルを形成することが予想された。そこで、液滴内の濃度変化やシェル形成の様子を測定するために、単一液滴試験において、これまで液滴を保持するため使用していた金属針を光ファイバーに代えて液滴内に直接光を導入し、外部への透過光強度を測定することで、濃度変化等を直接測定することを試みた。この光透過実験によりシェル形成の臨界濃度を直接測定できた。まだ完全ではないが、液滴乾燥による粒子生成過程の定量評価に一步近づいたといえる。

### 3. 研究発表

Ryuya Itano, Tomohisa Kawaguchi, Koichi Nakaso, Yasushi Mino, Kuniaki Gotoh, “Evaluation of drying process of a droplet considering flow and temperature fields in a spray dryer”, APCChE 2019, PB307, (2019年9月25日発表, 札幌市)

清水 歩弥, 中曾 浩一, 三野 泰志, 後藤 邦彰, “噴霧乾燥法における原料液滴径分布に及ぼす噴霧条件の影響”, 化学工学会 熱工学セミナー2019, P06, (2019年11月1日発表, 神戸市)

中曾 浩一, 板野 竜也, 川口 智久, 三野 泰志, 後藤 邦彰 “噴霧乾燥法における粒子生成過程に及ぼす原料液滴まわりの温度場および流動場の影響”, 第57回粉体に関する討論会, (2019年11月25日発表, 広島市)

中曾 浩一, 板野 竜也, 川口 智久, 三野 泰志, 後藤 邦彰 “食品粉体の製造プロセス開発を加速するための噴霧乾燥法の詳細評価法の検討”, 粉体工学会 2021年度春期研究発表会, (2021年6月発表予定, オンライン)