

# 液面プラズマを用いた表面改質による無機粉体材料の機能性向上

名古屋市工業研究所 システム技術部 製品技術研究室

波多野 諒

## 1. テーマ設定の背景

本研究では、プラズマ技術を用いて化粧品や色材等に用いられる無機粉体の機能性向上を目指し、ナノ粒子合成による抗菌性及び高級感のある色味の付与と、分散性向上の2つのテーマに取り組んだ。

### 1.1 金ナノ粒子担持粉体の合成

抗菌性を持つ銀ナノ粒子や銀イオンは、日用品や化粧品等として幅広く用いられてきた。しかし、銀ナノ粒子はイオン化しやすく、皮膚に浸透すると人体に影響する懸念があり、近年、特に海外規制対策で銀の代替となる抗菌性材料の開発が急務になっている。そこで、筆者らは極めてイオン化し難い金に着目し、プラズマ技術を用いて化粧品材料の無機粉体上に金ナノ粒子を分散担持させることを試み、抗菌性を示すか調べた。また、金ナノ粒子は鮮やかな赤色を呈することから、粒径制御によってより高級感のある赤みの付与を目指した。

### 1.2 酸化チタンの高分散化

白色で紫外線防御能を示す酸化チタンは、化粧品や色材として広く用いられている。高い紫外線防御能や透明感のある白さを発現させるためには均一分散させる必要があるが、酸化チタンは主な使用環境である中性付近での分散性が低い。そこで、液面プラズマ技術を応用して表面改質を行い、中性での分散性を向上させて化粧品や色材としての性能向上を目指した。

## 2. 素形材分野との関連性

金ナノ粒子を分散担持させた無機粉体は、化粧品への抗菌性と高級感のある赤みの付与のほか、

色材、触媒等として利用可能である。また、酸化チタンの高分散化技術は、化粧品や色材に高い紫外線防御能や透明感のある白さを与えることができる。

## 3. 研究開発の成果

### 3.1 金ナノ粒子担持粉体の合成

液面プラズマとは、図1、2のように電極と水面との間でプラズマを発生させるものである。塩化金酸とアルミナ等の母粉体、添加剤を入れた溶液の上部に白金電極を設置し、高電圧をかけて液面プラズマ処理を行った（図1）。その結果、金ナノ粒子が生成して母粉体上に分散担持された。以前報告された銀ナノ粒子担持粉体の合成に有効であったアンモニアを添加剤として用いた場合は<sup>1)</sup>、金ナノ粒子の粒子径は30 nm程度に留まり、色味も青かった。検討の結果、グリセリンを添加剤として用いることで10 nm程度の微細な金ナノ粒子を分散担持させることに成功し、金ナノ粒子担持粉体も化粧品に適した鮮やかな赤色を呈した。また、金ナノ粒子担持粉体はニキビの原因となるアクネ菌及び大腸菌に対して高い抗菌性を示した。

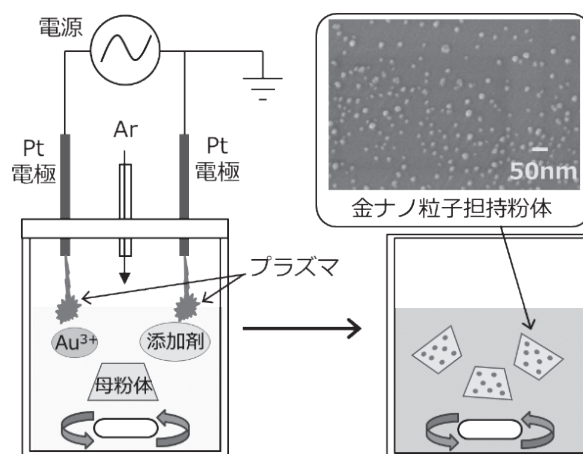


図1 金ナノ粒子担持粉体の合成

### 3.2 酸化チタンの高分散化

酸化チタンは等電点が約 6 (pH) であるため、等電点と近い弱酸性～中性では粒子間の静電的反発力が弱く、凝集しやすい。そのため、中性付近で分散させるには、表面改質によって等電点を変化させる必要がある。図 2 に示すように、酸化チタン懸濁液中に電極としてシリコンを浸し、超音波をかけながら気中の白金電極と水面の間で液面プラズマを発生させた。その結果、酸化チタンが微細化するとともに、シリコン電極が微量溶け出して酸化チタン表面にシリカが被覆された。これにより酸化チタンの等電点は 4 未満に下がり、中性付近において平均二次粒子径 300 nm 以下と良好に分散させることができた。

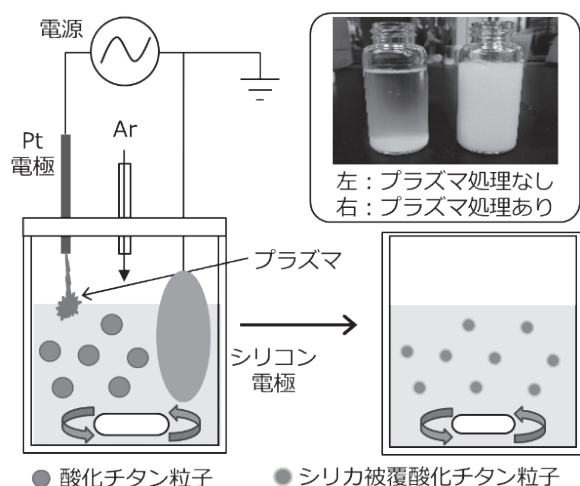


図2 酸化チタンのシリカ被覆と高分散化

### 4. 訴求点

抗菌性化粧品材料として、従来の銀ナノ粒子はイオン化による溶出が避けられなかったが、本技



図3 プレスした金ナノ粒子担持粉体

術の金ナノ粒子担持粉体は金の溶出がほとんどなく、最も厳しい基準である中国の化粧品安全技術規範を下回った。一方、抗菌性は銀ナノ粒子と同等であり、微細な金ナノ粒子特有の赤色も示した。よって、海外規制に適応する安全性と抗菌性、高級感のある色調を併せ持つ化粧品材料として優位性がある。また、本手法は還元剤等の添加剤を必要とせず、水中に電極を配置する液中プラズマでは避けられない電極溶出によるコンタミもない。よって、安全性の高い金ナノ粒子の製造方法として独創性があり、特許を取得した<sup>2), 3)</sup>。図3は合成された金ナノ粒子担持粉体をプレスしたものであり、ファンデーションやリップ、アイカラー等の化粧品や色材として応用が期待される。

また、従来の酸化チタンのシリカ被覆手法はシラン化合物を用いて高温での熟成が必要であり、時間がかかるうえ、乾燥により凝集しやすい。一方、本手法は酸化チタンの微細化とシリカ被覆による分散安定化を一度に達成するものである。その結果、従来手法では困難な中性領域での酸化チタンの高分散化を実現し、特許出願中である<sup>4)</sup>。高分散した酸化チタンは紫外線防御能が高く、透明感のある白さも持つことから、日焼け止めやファンデーションの他、化粧水や乳液等へ応用検討が進められている。

### 参考文献

- 1) K. Yamaguchi, M. Ito, S. Takashima, M. Oka, H. Asano, J. Jpn. Soc. Colour Mater., 88 (3) pp.73-77 (2015)
- 2) 浅野浩志, 岡寺俊彦, 波多野諒, 柴田信行, 浅野成宏, 山口浩一, 高島成剛, 特許第 7126195 号 (2018)
- 3) 浅野浩志, 岡寺俊彦, 波多野諒, 山口浩一, 柴田信行, 浅野成宏, 高島成剛, 特願 2020-077857 (2020)
- 4) 岡寺俊彦, 波多野諒, 高島成剛, 特願 2023-077020 (2023)