

【背景・経緯】

酸化チタンを含む日焼け止めの透明性の向上や酸化チタンとの複合化による透明プラスチックの高屈折率化が課題

酸化チタン(*1)は、紫外線吸収材料や高屈折材料など、さまざまな分野で利用されている材料ですが、一般に酸化チタンは凝集しやすく、水や有機溶媒中では濁りやすい性質を有しています。このような性質から、例えば酸化チタンが含まれている日焼け止めは、肌に塗りすぎると白浮きしてしまいます。また、光ファイバーなどで用いられる透明プラスチック(*2)の屈折率の向上を目的とした酸化チタンとの複合化が多くの研究者によって検討されていますが、複合化した材料の透明性を維持することが困難であるため、実用化には至っていません。このような背景により、高度に分散する酸化チタン材料の開発が期待されていました。

【今回の研究成果】

水中への分散性に優れる酸化チタン/ケイ素複合ナノ粒子の合成に成功

金子准教授は、酸化チタンの原料であるチタンテトラアルコキシドと一般にシランカップリング剤(*3)と呼ばれるアミノ基を有する有機トリアルコキシシランからなる混合物の酸触媒を用いたゾル-ゲル反応(*4)を行うことで、水に高度に分散する酸化チタン/ケイ素複合ナノ粒子が得られることを見出しました(図1参照)。

本材料の1重量%の水分散液の紫外可視分光測定では、可視光波長領域(400~800nm:1nmは10億分の1メートル)において92%以上の透過率を示し、目視観察でも透明な分散液であることが確認できました(図1)。一方で、340nm以下の紫外光領域では透過率が0%であり、酸化チタンの特徴である紫外線吸収能を示しました。また、本材料の透過型電子顕微鏡観察(図1)や動的光散乱測定を行ったところ、直径が10nm以下の球状粒子が凝集せずに存在していることが判明。すなわち、このような非常に小さな粒子が、水中で凝集せずに分散しているために、透明な水分散液が得られたと考えられます。また、一般に酸化チタンは凝集しやすいために、一度溶媒を蒸発させて固体状態にすると、再び溶媒中に分散させることは非常に困難となります。しかし、本材料は、水分散液の水を蒸発させて固体状態にした後でも、これに水を加えて加熱攪拌することで再び透明な分散液が得られます(図1)。本材料が従来の酸化チタンでは見られなかった水中への高度な分散性や再分散性を示した理由として、非常に小さな(直径が10nm以下の)球状粒子の表面に、水と馴染みやすいアンモニウムカチオン(プラスイオン)が存在することが挙げられます。さらにプラスイオン同士の電荷の反発が働いて、これらのナノ粒子がお互いに近づきにくくなり凝集しなくなったためと推察しています。

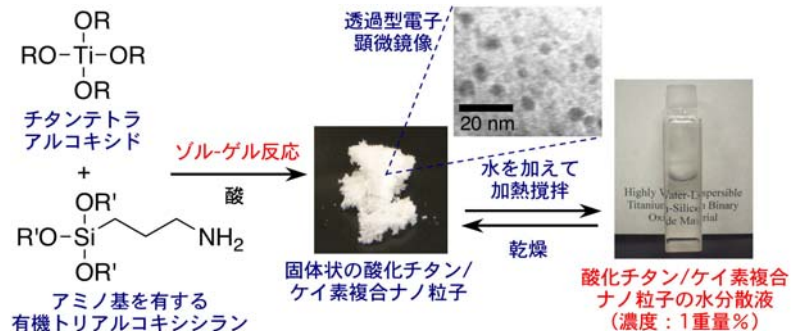


図1 水に高度に分散する酸化チタン/ケイ素複合ナノ粒子の合成スキーム

【期待される成果】

透明な日焼け止めや光ファイバーなどへの応用に期待

酸化チタン材料は、紫外線を吸収あるいは散乱するために日焼け止めなどに使用されていますが、数 nm から数十 nm レベルでの分散が難しいことから、肌に塗りすぎると白浮きしてしまいます。本材料が人体の皮膚に対して影響しないことが確認されれば、透明な日焼け止めとして応用が期待されます。また、酸化チタン材料は高屈折材料としても知られています。そこで、IT 産業に欠かせない透明プラスチックの屈折率の向上を目的に、本材料を可視光が散乱しないような数 nm から数十 nm レベルで透明プラスチック中に分散させる技術の確立を目指しています。これにより、光ファイバーや光学レンズなどへの応用も期待されます。

【用語解説】

- *1 酸化チタン：組成式 TiO_2 の無機化合物。白色の塗料、絵具、顔料などに使われている。また、紫外線を吸収あるいは散乱することから日焼け止めなどに使用され、さらに高屈折材料や光触媒など機能材料としても利用されている。
- *2. 透明プラスチック：非晶性の構造を有する透明なプラスチック。中身の見える透明プラスチックは主に包装分野で利用されている。また、光学ガラスが主流であった光ファイバーや OA 機器用レンズなどの IT 分野においても用途によっては使用が検討されている。
- *3. シランカップリング剤：分子中に無機材料（ガラス、シリカ、金属など）と反応性を有する部位と、有機材料（プラスチック、ゴム、樹脂など）と反応性・親和性を有する部位を持っており、有機材料と無機材料を結合させる機能を有している。このような特性を利用し、接着剤、塗料、コーティング剤、複合強化樹脂、合成ゴムなど幅広い分野・用途に使用されている。
- *4. ゼル-ゲル法（ゼル-ゲル反応）：シリカ、ガラス、酸化チタンなどの金属酸化物を比較的低温で液相から合成する手法。アルコキシ基などの有機置換基がついたケイ素やチタン化合物などを原料として、触媒存在下溶液中で反応することで、溶液状態から粘性のある流動体（ゾル）を経由し、さらに反応が進行することで流動性のないゲルが得られる。

本件お問い合わせ先

鹿児島大学理工学研究科

金子 芳郎 准教授

〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40

電話 099-285-7794

E-mail : ykaneko@eng.kagoshima-u.ac.jp