

巻頭言

フラックスとゾルーゲル法

Flux and Sol-Gel Method

錦 織 広 昌*

自然エネルギー・未利用エネルギーの有効利用や、地球上の有害物質の無害化を促進するための基礎技術は、地球環境の保全・改善を行うためにとても重要です。人や生態系に安全な地球環境を実現するためには、化石燃料に頼らずエネルギーを得る技術や、環境に負荷をかけない方法で水・大気・土壌の浄化を行うための技術が必要となります。このために太陽光で機能する光触媒を用いた太陽光発電や燃料生成、天然の鉱物や人工材料による有害物質・廃棄物の分解・無害化にかかわる応用化学研究が広く行われています。

フラックス法はさまざまな無機材料の合成法として広く利用されるようになりました。私の主とする研究分野である光化学の分野でも、光触媒、発光素子やその関連の光化学・光電気化学材料の合成や表面処理などをフラックス法で行う例が増えてきたように思います。フラックス法はこれらの利用法にとどまらずさらなる可能性を秘めており、これを応用した新しい技術に発展することを大きく期待しています。

金属基板上に強固に結着した無機薄膜材料は、光触媒、光電極などさまざまな用途での利用が有望です。私たちのグループでは金属チタン基板にアルカリ金属の塩化物を塗布して500~550℃程度で焼成することにより表面を改質し、光触媒能を有するアナターゼ型チタニア薄膜を作製することに成功しています。ここでは、アルカリ金属塩化物が金属チタン表面のアモルファスチタニア相を部分的に溶解させるフラックスとして働いていると考えています。また、金属チタン基板にアルカリ金属塩化物を塗布し、さらにチタンアルコキシドのゾルをコーティングした後に500℃で焼成することにより、基板との密着性の高いアナターゼ型チタニア薄膜を得ることができました。両者ともに数十nmの微粒子からなる薄膜が得られています。金属チタンをアルカリ金属塩化物とともに融点以下の温度条件で加熱することにより、金属表面のアモルファス酸化膜を還元、再酸化させ、アナターゼへと相転移させることができました。また、ゾルーゲル法による材料合成においてフラックスを用いるのも有効な手法であると考えられます。

チタン酸アルカリ金属塩には光触媒やイオン交換体として利用できるものがあります。ゾルーゲル法は金属酸化物のナノ結晶を比較的低温で作製するのに優れた合成法であり、比表面積を大きくすることで性能を高めるために有効な方法です。このためには、チタン源であるチタンアルコキシドから生成したアモルファスゲルがアナターゼ型結晶に転移する400~500℃程度において、アルカリ金属イオンと反応することが重要であると考えられます。私たちのグループでは、チタンテトライソプロポキシドと種々のアルカリ金属塩を用いて、チタン酸リチウム、チタン酸ナトリウム、チタン酸カリウムの合成を試みました。その結果、アモルファスチタニアが結晶性チタニアを経由せず、もしくは準安定相として経由し、分散したカリウム塩と反応してチタン酸アルカリ金属塩が生成することが明らかになりました。以上より、目的のナノ結晶を得るためには、反応性の高いアモルファスチタニアが単独で結晶成長するのを抑制し、できるだけ低温でアルカリ金属イオンを揮発させずゲル中で高い分散状態を保ったまま反応させることが重要であるといえます。ゾルーゲル反応とフラックスとの関わりは、融液ともゲルとも違う特殊な反応場での出来事であり、まだ不明なことが多いですが、反応を制御し目的の型や適切な大きさの結晶を得るためにとても興味深い現象だと感じています。

持続可能なエネルギー社会の実現をめざしていく中では、新しい発想による材料開発と高性能化が必要となります。原料は固体だけに限りません。過去にも例があるように液体や気体も使用可能です。今後は、これま



での研究実績を基盤として、粒子表面の構造や電荷・電位等の制御により、目的の性能を発揮するための表面・界面を生成することが求められます。このために、材料合成のみならず界面制御法として、フラックスを用いた改質技術を発展させるための新奇な研究に期待を寄せています。

*Hiromasa NISHIKIORI, 信州大学工学部