

## 材料プロセス工学講座 表面処理工学分野

### プロトン伝導性固体電解質を用いた燃料電池

燃料電池は、化学エネルギーを効率よく、電気エネルギーに変換でき、特に、固体電解質を用いたタイプの燃料電池は、小型化、高集積化が容易であり、その将来性が有望視されている。なかでも、固体酸化物燃料電池は、高温動作型でありコジェネレーションに適しているが、多大な努力にも関わらず、その動作温度は、今でも800℃程度なのが現状である。本研究では、この温度を250-500℃に下げることが目的とし、アクセプタードープにより加湿雰囲気中でプロトン伝導性を有するバリウムジルコネートについて研究を行っている。これまでの研究により、600℃で30 mS/cmの大きな伝導度を実現した。また、酸化物中のH<sub>2</sub>Oの熱力学的性質やリン酸塩などの新規固体電解質についても研究を行っている。

### 燃料電池用電極材料の開発

燃料電池は、電解質と電極からなる電気化学システムであるため、燃料電池の性能向上のためには、電解質だけでなく、電極に関する研究も重要である。当研究室では、バリウムジルコネートを燃料電池として使用する際の電極について研究を行っている。アノード用として、NiもしくはPdを無電解めっきし、その性能を調べている。無電解めっきは、溶液への浸漬により比較的簡単に電極を作製することができ、複雑な形状にもめっき可能であることから有望なプロセスと考えられる。これまでに、めっきしたPdの電極反応抵抗は実用レベルに十分な値が得られており、現在、ポーラス化したバリウムジルコネート表面にめっきすることで、電極性能のさらなる向上に取り組んでいる。カソードとしては、電子伝導性とプロトン伝導性の両方を有する材料の探索を行っている。

### チタンの溶融塩電解

チタンは資源量が豊富で軽くて強く、さらに、海水中などで半永久的な抜群の耐食性を示すが、高純度のチタンを得るための製錬に手間とコストがかかり、その用途は限られている。そのため、少ない使用量で高い耐食性が得られる「チタンめっき」技術の開発が望まれている。しかし、チタンは単なる金属であるため、水溶液ではめっきすることができない。そこで、当研究室ではチタンの溶融塩電解をベースにチタンの製錬法の要素技術を研究

している。これまでの研究では、チタンが珊瑚状に析出してしまうことが問題であり、実用化のためには、電析形態の制御がキーテクノロジーである。そこで、どのような電析の条件がチタンの電析形態に影響を及ぼすかを系統的に調べている。また、溶融塩中のチタンイオンはフッ化物イオン濃度により、その価数が変化することが知られており、このチタンイオンの挙動について、分光法により解明することを試みている。

### 熱力学に基づく新規太陽電池用材料の探索

集積回路や太陽電池などに用いられる半導体においても、金属や合金と同じように熱力学の立場から現象を理解できる。カルコパイライト構造を持つ化合物半導体ZnSnP<sub>2</sub>は、規則不規則変態により、そのバンドギャップが1.66 eVから1.25 eVまで変化することが報告されている。これは、ZnSnP<sub>2</sub>のバンドギャップを太陽電池の理想的な値である1.4 eV程度に制御できる可能性を示唆している。バンドギャップを制御したZnSnP<sub>2</sub>を作製するためには、Zn-Sn-P三元系状態図が有用であるが、これまでに報告はなく、当研究室では三元系状態図の作成を行っている。この状態図を基にZnSnP<sub>2</sub>を作製し、その組成と原子配列の乱れを表す指標である規則度、および半導体特性との相関を明らかにしていく予定である。

### 太陽電池用薄膜材料の作製プロセスの開発

現在、太陽電池材料としてはシリコンが主流であるが、太陽電池の更なる普及のためには、材料の多様化が求められている。化合物半導体はシリコンに比べて大きな光吸収係数を持つため薄膜化が可能であり、省資源の面からも期待されている。現在、実用化されている化合物半導体太陽電池には、インジウムなどの希少元素やカドミウムなどの毒性のある元素が用いられている。そこで当研究室では、亜鉛のリン化物半導体であるZn<sub>3</sub>P<sub>2</sub>に着目し、研究を行っている。Zn<sub>3</sub>P<sub>2</sub>太陽電池を世の中に登場させるためには、まず、高品質の薄膜が得られる薄膜作製プロセスの確立が必要不可欠である。現在、湿式法、乾式法、問わず、様々なプロセスを検討し、高品質な半導体薄膜が得られる作製プロセスの確立を目指している。

教授 栗倉 泰弘 (2009年3月定年退職)

准教授 宇田 哲也

助教 野瀬嘉太郎