

ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	2. グリーンケミストリー
中項目	2-3. 新規触媒材料
小項目	2-3-10. ペロブスカイト

概要（200字以内）	
<p>ペロブスカイトは、構造と組成の多様性に由来して「機能の宝庫」といわれている材料群である。これらの多様性を最大限に生かした新たな触媒機能の創製も可能であるが、環境およびエネルギー関連分野における触媒材料として、貴金属フリーあるいはミニマム化の達成を実現するための最適材料であるなど元素戦略の観点から極めて重要で、現状の研究レベルを考慮すると、材料設計や合成法の高度化により達成できる可能性が極めて高い。</p>	<p>多様性を利用した 新たな触媒機能創製</p> <p>ペロブスカイト 構造と組成の多様性 「機能の宝庫」</p> <p>材料設計, 合成法の高度化</p> <p>環境・エネルギー関連触媒として 貴金属ミニマム, フリー化を実現 する触媒材料</p>
現状と最前線	
<p>ペロブスカイトは、一般式 ABO_3 で表される複合金属酸化物の総称であり、その関連化合物も含めると結晶構造の多様性が特徴である。さらにペロブスカイトでは、多種多様のAとBの陽イオンの組み合わせが可能で格子欠陥も容易に導入できることから、化学組成の点でも多様性が高い。このような構造と組成の多様性に由来して機能性の制御が可能であることが、“機能の宝庫”と言われる所以である[1]。</p> <p>触媒としては、1970年代初めに電気化学触媒、自動車排ガス浄化触媒としてPt触媒に匹敵する活性を示すという報告を契機に触媒研究の舞台に登場した。1970～1980年代の研究でペロブスカイト触媒の基礎的性質はほぼ解明され、研究は一時期小康状態であったが、1990年代後半から再び活発化している。その最大の原因は、地球環境問題および貴金属資源問題の顕在化に伴い環境、エネルギー関連触媒としてペロブスカイトが再認識されたことであり、貴金属ミニマム・フリー化触媒の可能性を示唆する成果が出始めている[2]。</p> <p>【貴金属フリー・ミニマム化】ペロブスカイトの構造と組成の柔軟性を最大限に活用して、貴金属の酸化雰囲気でのペロブスカイト中への固溶と還元雰囲気での金属ナノ粒子としての析出を利用したインテリジェント触媒が株式会社ダイハツにより開発され、自動車三元触媒における貴金属使用量の大幅低減が可能になっている。また、アルカリ型酸素還元電極触媒において、炭素担体上に組成を最適化したLa-Ca-Mn-Fe-Oペロブスカイトを担持した触媒がPt/C触媒より高活性であることが見出されている。これらの成果は、貴金属フリー・ミニマム化へのペロブスカイトの有効性と可能性を示している。</p>	

【元素戦略への対応】ペロブスカイトの構成元素の多様性を利用すれば、上記の貴金属のみならず脱戦略元素化に対しても有効である。例えば、1980年代まではCoを含むペロブスカイトが研究の中心であったが、近年ではMn, Fe系ペロブスカイトにシフトしている。上記の貴金属フリー・ミニマム化触媒のみならず、ディーゼルパーティキュレート除去用触媒においても戦略元素を含まない高活性触媒が開発されている。

【調製法の高度化】ペロブスカイトが貴金属代替になり得ることは従来から指摘されていたが、その性能を引き出す微粒子調製法の開発の遅れが鍵を握っていた。近年、触媒調製におけるナノプロセッシングが飛躍的に進歩し、その結果として上記の高性能触媒の開発も達成されている。

【新機能の創製】構造と組成の多様性を生かした新しい機能の創製はペロブスカイトにとって永遠のテーマである。新たに開発された上記のPd-ペロブスカイトインテリジェント触媒が、Suzukiカップリング反応などの有機合成反応にも優れた触媒作用を示すことが報告され、液相有機合成触媒への展開として注目される。また、酸素の選択的透過性を利用した空気からの酸素分離やそれを利用した省エネルギー型メンブレンリアクターの構築など、新たな応用も芽生えている。

以上のように、“機能の宝庫”と言われるペロブスカイトは、環境・エネルギー分野において貴金属を含む脱戦略元素化を実現する材料としての可能性が極めて高い。また、材料設計により新たな機能創出も期待できるサステナブルテクノロジーにおいて有望な材料群である。

[1] 「ペロブスカイト関連化合物－機能の宝庫－」, 季刊化学総説 No. 32, 日本化学会編, 学会出版センター (1997).

[2] 「希土類の機能と応用」, 足立吟也監修, シーエムシー出版, pp. 243-258 (2006).

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

○排ガス浄化, 電気化学触媒を中心とする脱貴金属, 脱戦略元素を実現する材料の高度化及び創製

○上記を可能とする実用化を可能なナノプロセッシングの開発

○新機能創出に関する基礎研究

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

○排ガス浄化, 電気化学分野における脱戦略元素触媒としての実用化

○サステナブルテクノロジーにおける新機能を利用した実用化指向研究

キーワード

○ペロブスカイト ○環境・エネルギー関連触媒 ○貴金属フリー・ミニマム化

○ナノプロセッシング

(執筆者: 寺岡 靖剛)