

リチウムカチオン内包フラーレンの分析と応用

利用者：アイデア・インターナショナル株式会社 笠間泰彦

研究支援者：東北大学 浅尾直樹, 権 垠相, 吉田慎一郎, 石黒一世

【研究目的】

機能性ナノ材料であるリチウムカチオン内包フラーレンは従来の蓄電システムを凌駕する次世代の蓄電材料として期待される^[1]。アイデア・インターナショナル社^[2]はこの材料の合成・単離に世界で初めて成功したベンチャー企業であり、その応用・開発研究を行っている^[3]。本支援では、測定や解析を通して本材料の物性を明らかにすると共に、それによって得られた知見と企業の技術を有機的に結びつけ、革新的な蓄電デバイスを開発することを目的としている。

【成 果】

東北大学理学研究科の権垠相准教授との共同研究により蓄電デバイスへの応用を検討した結果、リチウムカチオン内包フラーレンは従来にはない全く新しい概念の蓄電材料として適用可能であることが示された(図1)^[1]。すなわち、既存の全固体型電池は固体電解質のイオン伝導度が低い致命的な短所があるが、本蓄電システムではフラーレン間の隙間がイオンの通路となり、室温・結晶中でも起こるフラーレンの回転運動と連動しながらイオンが移動するため、室温領域の固体中でも十分高いイオン伝導度を発現する。さらに、リチウムカチオン内包フラーレン $[(\text{Li}^+@C_{60}) \cdot \text{PF}_6^-]$ の構造解析を超高感度固体プローブを備えた高磁場NMR分光法を用いて行った結果、構成核種の非破壊分析が可能となった(図2, 3)。特に高分解能でリチウム核の直接観測が可能な本法により、外径1mm試料管を用いて70 kHzの超高速回転マジックアングルスピンニング法を適用した ^7Li 固体NMRの測定に初めて成功した。これにより、内包されているリチウム核の正確な化学シフトや運動性などについて詳細な知見が得られた(図3)。

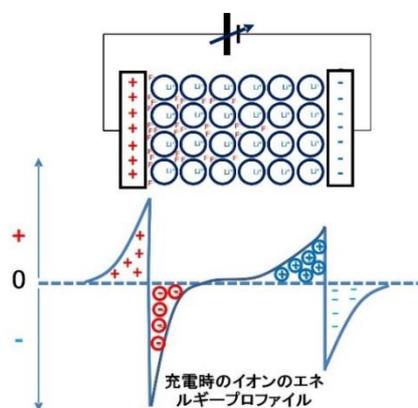


図1 $(\text{Li}^+@C_{60}) \cdot \text{F}$ を用いた全固体型蓄電デバイスの模式図とエネルギープロフィール(充電時にFはフラーレン間の隙間を移動し、 Li^+ は C_{60} ケージ内に拘束されているため、イオン密度の不均一化が起こる)。

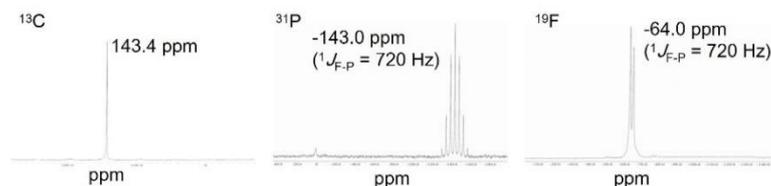


図2 $(\text{Li}^+@C_{60}) \cdot \text{PF}_6^-$ の固体NMRスペクトル。

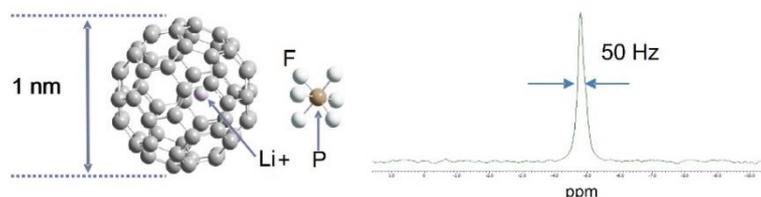


図3 $(\text{Li}^+@C_{60}) \cdot \text{PF}_6^-$ の超高速回転(70kHz) ^7Li 固体NMRスペクトル。

【支援実施機関からのコメント】

上記のように、本利用成果は「学のシーズ」と「産のニーズ」が合致することにより生まれたものであり、産業界に対する本事業の有用性が強くアピールできた。さらに、本研究はエネルギー革新技術として位置付けられている“蓄電池”の先端的技術開発につながるものと考えられる。

【参考文献等】

[1]特許出願, 電気二重層キャパシタ用電解液及び電気二重層キャパシタ, 特願2012-141439, アイデア・インターナショナル株式会社

[2] <http://www.lic60.jp>

[3]アイデア・インターナショナル社の最近の研究報告例: S. Aoyagi et al., *Nature Chemistry*, **2**, 678 (2010); Y. Matsuo et al., *Org. Lett.*, **14**, 3784 (2012); S. Aoyagi et al, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 3377 (2012).