

【部門構成員】

教授：塩川 佳伸、 助教授（兼）：三頭 聡明、 助手：李 徳新、本間 佳哉、山村 朝雄、 助手（兼）：青木 大、
その他（技術補佐員 1名、 事務補佐員 1名）

【研究成果】

1-2. 研究成果の和文による記述

2003 年度から原研先端基礎研究センターとの共同研究として開始された"超ウラン元素の物理と化学"の研究は、我が国で最初の超ウラン化合物の基礎的研究である。超ウラン化合物の研究は従来、"Institute for Transuranium elements"（独、カールスルーエ）で行われ、主として、磁化、比熱、電気伝導などのマクロスコピックな性質が明らかにされてきた。

これに対して本研究では、ネプツニウムの湿式法による金属調製、フラックス法によるネプツニウム化合物 NpTGa_5 （T：遷移金属）の単結晶の育成、によって超ウラン元素のネプツニウム化合物 NpTGa_5 のフェルミ面の系統的に解明を進め、円筒状のフェルミ面を持つことを明らかにした（**Ref. 1, 3, 4, 5**）。

他方、濃縮ウランを燃料とする軽水炉発電では、膨大な劣化ウランが派生し、現在その保管量は 120 万トンに達している。他方、ウラン等の軽アクチニドはⅢ価からⅥ価までの酸化状態を示し、そのイオンの化学型は U^{3+} , U^{4+} , UO_2^+ , UO_2^{2+} である。即ち、ウランは 2 組の等構造のイオン対 ($\text{U}^{3+}/\text{U}^{4+}$ と $\text{UO}_2^+/\text{UO}_2^{2+}$) をもつ。この 2 組のイオン対間の電子授受 ($\text{U}^{4+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{U}^{3+}$ と $\text{UO}_2^{2+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{UO}_2^+$) は、等構造イオン間の電子交換であるため活性化エネルギーが低く、その電子授受反応は極めて速い。この 2 組のイオン対を電池の両極反応として利用すれば、エネルギー効率に優れた電池が期待できる。当研究室では、劣化ウランの有効活用としてレドックスフロー電池の電極活物質としての利用を劣化ウランの有効活用を提案している。このウラン・レドックスフロー電池は、実用化されたバナジウム電池と比較してもエネルギー効率の点から格段に優れている。

ウラン電池の活物質として有機配位子錯体の研究を行い、 β -ジケトン配位子の塩基性（電子供与性）を増大させることにより、 $\text{U(VI)}/\text{U(V)}$ および $\text{U(IV)}/\text{U(III)}$ 反応の還元波電位はいずれも負側へのシフトを示し、電池起電力は 1.0～1.4V と評価される。このように、現行のバナジウム・レドックスフロー電池起電力 1.2V と比肩しうる起電力を期待できることを（**Ref. 2**）に示した。

1. D. Aoki, E. Yamamoto, Y. Homma, Y. Shiokawa, A. Nakamura, Y. Haga, R. Settai and Y. Onuki, First Observation of the de Haas-van Alphen Effect in NpNiGa_3 . J. Phys. Soc. Jpn., 73 (2004) 519-522.
2. T. Yamamura, K. Shirasaki, Y. Shiokawa, N. Nakamura, and S. Y. Kim, "Characterization of tetraketone ligands for materials of all-uranium redox flow battery", J. Alloy. Compd., 374 (2004) 349-353.
3. D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, Y. Haga, R. Settai, T. Takeuchi and Y. Onuki, "Single Crystal Growth, of Large-Size and High-Quality NpCoGa_5 and its Electrical and Magnetic Properties", J. Phys. Soc. Jpn., 73 (2004) 1665-1668.

4. D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, Y. Haga, R. Settai and Y. Onuki,
"Two Kinds of Cylindrical Fermi Surface Determined by de Hass-van Alphen Experiments in
 NpCoGa_5 ",
J.Phys.Soc. Jpn., 73 (2004) 1665-1668.
5. D.X.Li, S. Nimori, Y. Shiokawa, Y. Haga, T. D. Matsuda, S. Ikeda and Y. Oniki,
"Superconductivity in $\text{La}_3\text{Rh}_2\text{Ge}_2$ and $\text{La}_3\text{Pt}_2\text{Ge}_2$ ",
IEEE Trans.Appl. Supercond., 14 (2004) 1137-1140.

【研究計画】

- ・ NpX_3 , NpTGa_5 , NpO_2 , Np スクッテルダイト化合物の純良単結晶育成
- ・ Np 化合物における異方的超伝導の探索
- ・ Np, Pu を含む超ウラン化合物のフェルミ面の研究
- ・ PuRhGa_5 の異方的超伝導の研究
- ・ NpO_2 の多重極秩序の研究
- ・ Np 化合物の NMR 測定
- ・ Np 化合物のメスバウワー分光
- ・ 速い電極反応をもつ電池活物質の開発
- ・ ウラン錯体の電気化学の研究
- ・ ウラン・レドックスフロー電池の開発
- ・ 水溶液電解法による電極的に陽性なウラン、ネプツニウム金属の調製
- ・ 放射性廃棄物の処理