

フラックス法による機能性単結晶の育成とその応用 ～信大クリスタルが拓く SDGs ソリューション～

Flux Growth of Functional Crystals and Their Application

-SDGs Solutions Pioneered by Shindai Crystal-

信大 RISM¹, 信大工², 東理大スペース研³ ○手嶋 勝弥^{1,2,3}, 山田 哲也^{1,2}, 簾 智仁^{1,2},
椎葉 寛将¹, 林 文隆², 柳澤 和道¹, 田中 秀樹^{1,2}, 大石修治², 寺島 千晶^{1,3}, 是津 信行^{1,2}
Shinshu Univ. RISM¹, Shinshu Univ.², Tokyo Univ. Sci., °Katsuya Teshima^{1,2,3}, Tetsuya Yamada^{1,2},
Tomohito Sudare^{1,2}, Hiromasa Shiiba¹, Fumitaka Hayashi², Kazumichi Yanagisawa¹,
Hideki Tanaka^{1,2}, Shuji Oishi², Chiaki Terashima^{1,3}, Nobuyuki Zettsu^{1,2}

E-mail: teshima@shinshu-u.ac.jp

環境・エネルギー分野に用いられる最先端デバイスには、高品質な材料が必要であり、さまざまな組成の単結晶が育成されている。高品質な大型結晶を育成する際には、液相を介するプロセスが一般に用いられる。フラックス法は溶液法に属する結晶育成プロセスであり、フラックス(融剤ともいう；溶媒と同義)を用いて特徴的な結晶を育成できる。フラックス法では多様な結晶を比較的低温で育成できる。その他の特長として、多形転移のある物質の目的結晶相を得ることができる、欠陥や熱歪みの無い(少ない)結晶を育成できる、自形の発達した結晶を育成できる、ならびに、実験操作が簡便で、装置が簡易であるなどが挙げられる。

当研究室では、これまで約 40 年間、フラックス法による結晶育成の基礎的知見を積み重ねてきた。近年では、次世代バッテリー用材料、可視光応答型光触媒材料、無機イオン交換材料、機能性材料(バイオ・フィラー・センサーなど)の 4 つのテーマの研究開発を推進している。特に、SDGs の各課題に対して、優れたソリューションを提供することを目指している。例えば、上述の特長のうち、自形の発達する結晶を育成できるという点に着目すると、フラックス法独自の可能性が見えてくる。具体的には、自形を発達させること、つまり特定結晶面を出現させることが可能であり、結晶面固有の性能を活用できることを意味する。リチウムイオン二次電池用活物質や固体電解質の場合、Li イオンの伝導のしやすさは結晶面に依存する。可視光応答型光触媒では、助触媒担持状態が各結晶面に依存する。あるいは、無機イオン交換材料では、イオン交換のスムーズさは発達結晶面により大きく異なる。加えて、固体／固体を接合させる場合も同様に、発達結晶面に依存する。我々は、このフラックス法を最大限に活用し、超空間構造(結晶構造)や原子配列・元素置換などを適切に制御したり、薄膜化・エピタキシャル成長化することで、優れた機能を発現する結晶材料を創製している。本発表では、フラックス法によるさまざまな結晶育成(信大クリスタル)を概説するとともに、SDGs 課題解決へのアプローチを紹介する。

謝辞 本発表の成果は、平成 14 年から 26 年度の大石・手嶋研究室、ならびに平成 27 年度からの手嶋・是津研究室に在籍した教職員・学生の貢献による。また、本研究の一部は、MEXT-地域イノベーション・エコシステム事業、JST-共創の場 FS 事業、JST-COI 事業、JST-CREST(コロナ基盤：JPMJCR20H3)、JST-OPERA 事業、NEDO-ARPCChem、NEDO-先導研究、科研費新学術水圏(20H05214)の援助を受けて実施した。ここに謝意を表す。