



吉川 彰 教授
Prof. Akira Yoshikawa

持続可能な社会に資する結晶材料・応用デバイスの開発

Development of crystals and application devices contributing to sustainable society

■ 研究の概要

本研究プロジェクトの研究体制は、研究室内で物理と化学、理学と工学の異分野融合を行っており、要素技術の上流(材料設計)から下流(デバイス開発)までを垂直統合する体制で取り組んでおります。

新規機能性結晶の開発には、スクリーニングと高品質化との2つのプロセスが重要になります。スクリーニングにはマイクロ引下げ法やCoreHeating法という独自の迅速結晶作製法を用いております。当該法は従来法と比べ数十倍の高速作製も可能であるため、これを駆使して一連の組成の結晶を短期間で作製し、組成分析、結晶性評価、光や放射線、圧力、熱等の応答評価からのフィードバックを反映させて最適化して行きます。組成最適化後の高品質化は引上げ法という半導体の高品質バルク単結晶の量産に用いられる方法を利用します。この“結晶性が最も高い状態”の特性評価結果を踏まえ、実用化の可否を判断します。

現在、研究室で注力している材料はシンチレータと圧電材料、次世代パワー半導体材料、難加工性合金(線材・板材)などです。また、既存の方法では合成が難しく量産性に難があるが、極めて優れた特性を有する材料に関しては、必要に応じて新規の結晶作製法の開発も行っております。

■ 研究の目的

「世界初の」、「世界最高の」、「世界標準

となる」、結晶を創り、文明の発展と人類の幸福に貢献したい、というのが大目標です。その目標を具現化するために、新規結晶を創り、外部からの刺激と結晶との接点の理解と機能性追求を行っております。

具体的には、放射線や光、電子、熱、圧力などの外部からのエネルギーと結晶との相互作用に興味を持ち、①化学と物理の両側面からの材料設計、②合成プロセスの開発、③相互作用の評価と理解とそのデバイス化、の3つの切り口から先駆的な機能性結晶の開発研究を行っております。

■ 研究の特色

下流のデバイス側の要請を踏まえて上流の材料設計を行うことで、ユーザーに求められる特性の発現をターゲットにして取り組んでおり、優れた特性を持つ結晶に関しては、実用化に適する産学連携体制を構築し、必要に応じて研究室からスピンオフした複数の東北大学ベンチャー企業も活用して、デバイス化、実機搭載にも主体的に関わる点も研究室の特徴です。

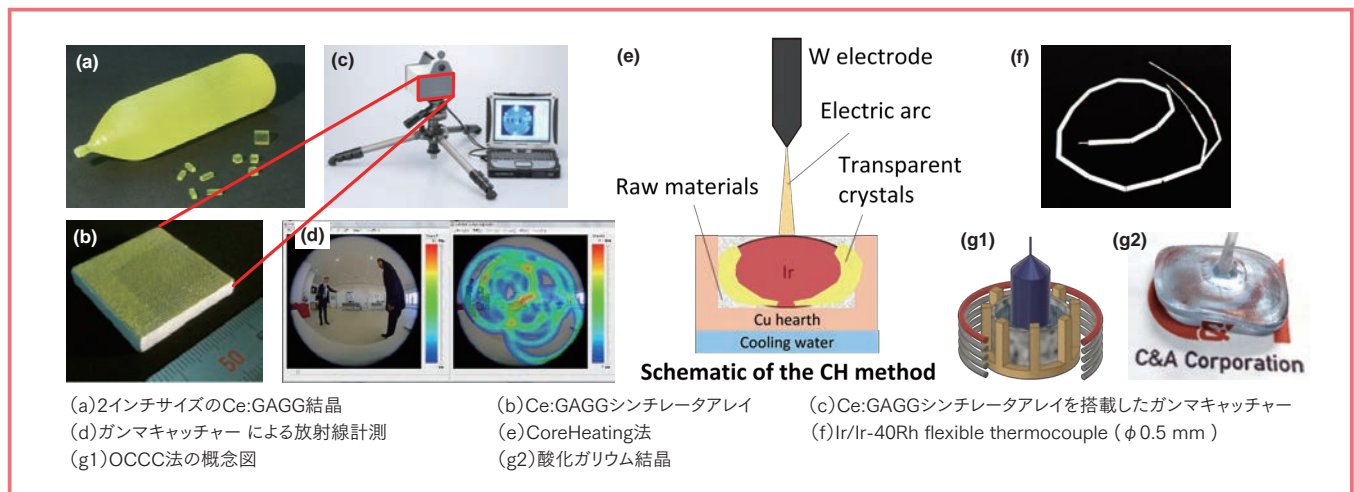
■ 期待される成果

本プロジェクトでは常に実用化を念頭に研究開発を執り進めております。これまでに①Ce:GAGG結晶が被災地の汚染マップ用ガンマ線撮像コンプトンカメラに実機搭載されました。また、②高温でも高い発光性能を示すCe:La-GPS結晶が資源探査用シン

チレータとして実用化されました。更に③中性子を高効率に検出可能なLiCAF結晶が次世代の医療機器であるホウ素中性子捕捉療法(BNCT)に搭載されました。

現在は、NEDOの戦略的省エネルギー技術革新プログラムにおいて、②Ir-Ru合金を用いたスパークプラグの開発(省エネルギー技術革新プログラム)、③高温酸化耐久かつ変形自在ヒーターの開発(省エネルギー技術革新プログラム)、④高エネルギー分解能シンチレータとAIアルゴリズムを用いたスマートモニタリングシステムの開発(日本-フランス研究開発協力事業)を、文科省の革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業において⑤高品質・低コストな酸化ガリウムパワーデバイスを実現する、貴金属ルツボを使用しない革新的な単結晶作製法(Oxide Crystal growth from Cold Crucible: OCCC) methodの開発などを実施中です。

上記以外にも、⑥粒子線治療のリアルタイム線量モニタの開発(AMED先端計測分析技術・機器開発プログラム)、⑦アルファダストの検出を目指した超高位置分解能イメージング装置の開発(英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業)、⑧早期がん診断を可能とする近接撮像型フレキシブルPET装置の開発(地域復興実用化開発等促進事業)などを行っており、様々な企業と共同で産学連携体制の構築を進めています。



(a) 2インチサイズのCe:GAGG結晶

(d) ガンマキャッチャーによる放射線計測

(g1) OCCC法の概念図

(b) Ce:GAGGシンチレータアレイ

(e) CoreHeating法

(g2) 酸化ガリウム結晶

(c) Ce:GAGGシンチレータアレイを搭載したガンマキャッチャー

(f) Ir/Ir-40Rh flexible thermocouple (φ0.5 mm)