

事業主体

株式会社EXELIM

POC・FS支援事業

事業名

未利用エネルギーの有効活用に資する量子ドット熱電変換技術の開発に関するFS事業

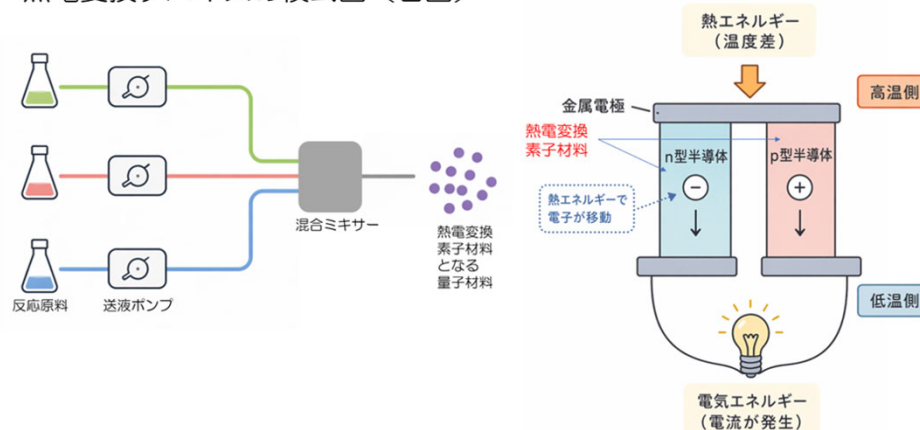
### 事業の概要

未利用熱エネルギーの有効活用技術の1つである熱電変換材料の製造技術の確立を目指して、熱電変換材料として有望な量子ドットの高効率合成プロセスの確立に取り組む。

従来の量子ドット合成は高温・長時間が必要なバッチ法に依存し、反応制御や再現性、エネルギー消費に課題があった。

本研究では高速フロー合成を基盤とした精密な反応場制御を活用し、核生成と粒子成長の分離を実現することで、構造の制御された量子ドットの高効率合成を行う。さらに、高速混合と高効率な熱交換により反応の低エネルギー化と副反応抑制を図り、エネルギー消費と原料ロスを低減する。これにより、環境負荷の小さい持続可能な熱電変換用の量子材料製造技術の確立する。

熱電変換素子材料（量子ドット）の合成スキーム（左図：本事業）  
熱電変換デバイスの模式図（右図）



### 補助事業で実施した内容

#### 【反応系の構築】

フローによる高速反応系を設計し、カルコゲンアニオン等価体を用いた合成条件を検討し、バッチ法に比べ反応時間を大幅に短縮し、量子ドットを安定生成する高速プロセスを確立する。

#### 【熱電変換用量子ドットの合成と評価】

ピスマスおよび鉛系カルコゲナイドを対象に、量子ドット合成を検討し、熱電変換材料候補となる量子ドットの形成を実証し、構造・組成の妥当性を確認して技術の実現性を示す。

#### 【量産性検討】

合成反応プロセスについて、スケールアップと再現性について検証を行い、熱電変換特性の評価試料を安定に供給できる連続合成プロセスを構築する。

### 事業の新規性・革新性／予想される市場規模・優位性等

#### 【新規性・革新性】

従来のバッチ法では使用困難であった原料系を用いて反応系の構築が可能であり、これまで液相合成不可能だった量子ドットの合成を実現することができる。また低エネルギーで環境負荷の小さい合成プロセスを構築できる。

#### 【市場性、優位性】

産業排熱の有効利用やIoT電源などの分散型エネルギー分野においてニーズが顕在化してきている。

・熱電発電市場規模：約6~8億USD（2023~2024年時点）

本事業の合成プロセスは設備も小型で、少ないエネルギーで高速に材料合成できる点で優位性がある。

・熱電材料製造におけるCO<sub>2</sub>削減量は約5.2kg-CO<sub>2</sub>/kg

・エネルギー削減率は約70%（従来法との比較）