○課題名　　「 テラヘルツ波応用のための新結晶材料の開発　」
○研究代表者名　「 中西 八郎　」
○中核機関名　　「東北大学 多元物質科学研究所　」

研究の目標・概要

1．目標

従来の無機材料をはるかに上回るテラヘルツ(THz)波発生特性が確認された有機DAST結晶について、材料・デバイス基盤技術を確立し、実用可能な結晶材料として仕上げることにより、未踏光学技術「THz波テクノロジー」の大幅な進展と学術的研究領域「有機THz波科学」の創成に資する。

○１年目の目標：THz波用高純度原料の合成とバルク結晶の高品質化
○２年目の目標：大型高品質バルク結晶およびナノ結晶薄膜の開発
○３年目の目標：高出力・超広帯域THz波発生材料・デバイス基盤技術の開発

2．内容

THz波応用のために特化した材料合成、高品質結晶育成、結晶構造評価およびTHz波評価技術の開発を融合的に行うことにより、有機 DAST 結晶の大幅な特性向上を図り、これまで未踏領域であった0.3～30THz域をカバーする超広帯域THz波有機材料・デバイス基盤技術を開発する。

3.緊急性

世界的に急速に加熱しつつある THz テクノロジーの研究開発競争を我が国が大きくリードするためには、THz波全域をカバーできる高効率で実用的なTHz波用高品質DAST結晶を開発することの緊急性は極めて高い。また、中国、韓国による追い上げの動きもあり、早急な取り組みが必要である。

4.独創性

本研究は、日本で発明（中西ら；特許1716929）された有機DAST結晶を用いて行った、無機材料をはるかに超える広帯域THz波発生の発見（谷内ら；特願2003-40398）を基礎としたものであり、きわめて独創性が高く、これらの発明・発見を世界に先駆けて発展させる点に大きな意義がある。

5．他の競争的資金等には馴染まない理由

我が国の科学技術の重点課題であるTHz波テクノロジー促進のために、有機DAST結晶の実用化は世界をリードできる鍵であり、有機材料化学、結晶物理およびレーザー応用工学等の枠を超えた産学融合の先導的技術開発として戦略的に推進する必要があり、本プログラムが最適である。

諸外国の現状等

1.現状

DAST結晶については、電気光学(EO)効果の応用を目指した市販化が欧米のベンチャー企業により試みられたが、結晶欠陥が多く素子実用に供せない結晶品質であり実用化に至っていない。現状のTHz波テクノロジーの研究は、GaAs、ZnTe等の無機材料をベースに進められ、アメリカのNIST、EUのTeravision、Terabridge等の大型プロジェクトとして戦略的に進められており、ガン診断、生体タンパク質機能解析等の新たな応用が急速に拡大している。

2．我が国の水準

DAST結晶成長については、大阪大学では高品質化、東北大学では大型結晶化の研究が行われたが、THz波応用として使用するにはいずれも不十分であり、結晶の高品質化が急務になっている。

研究進展・成果がもたらす利点

１．世界との水準の関係

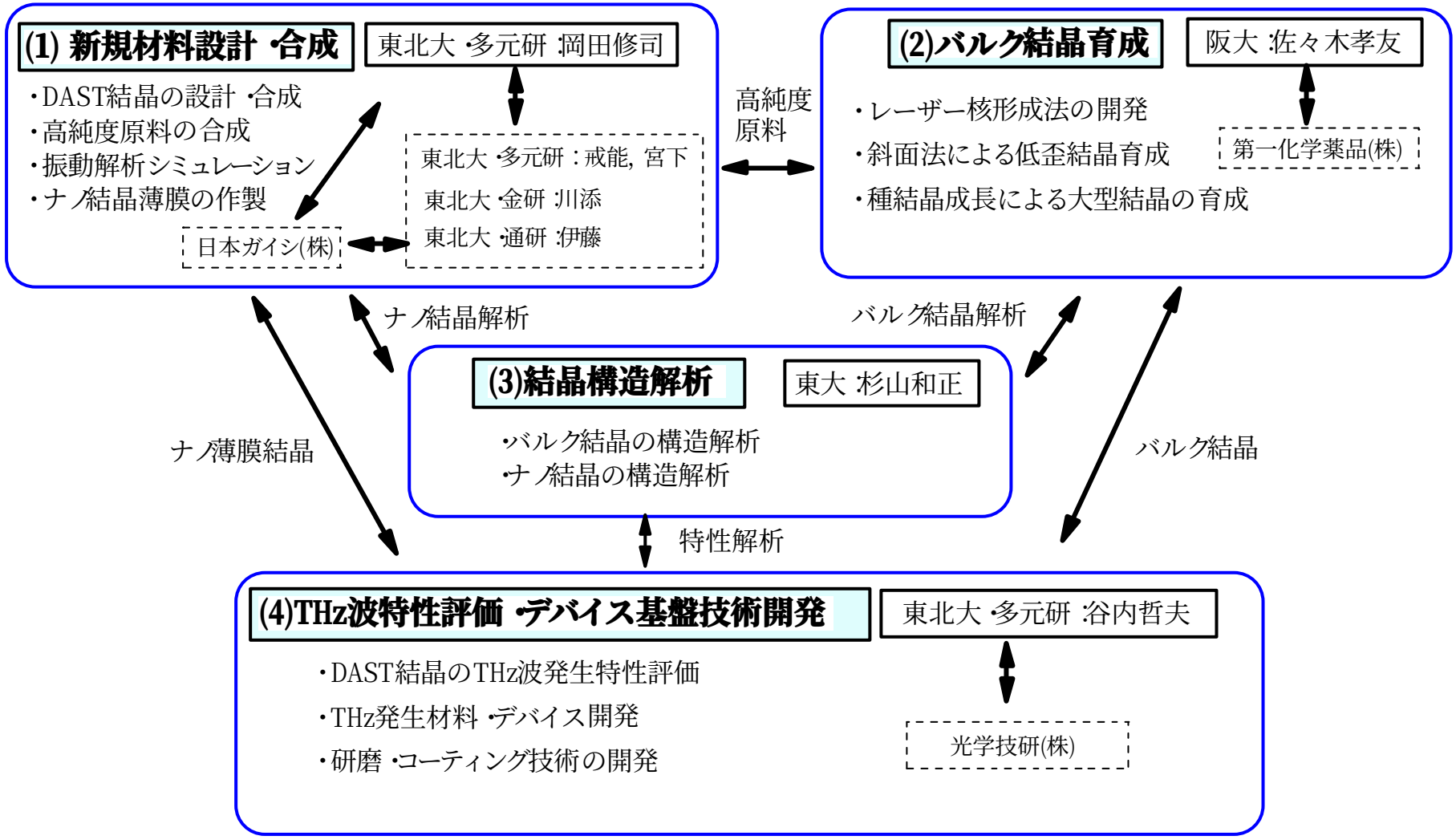
THz 波応用をターゲットとした有機材料の集中的研究開発は、世界初のきわめて高い水準の研究であり、本研究の成功により、材料の基本特許から応用特許まで一連の技術を押さえることが可能になり、 我が国を拠点として世界規模でのTHz波応用展開を大きく加速させることが可能である。

２．波及効果

・THz波応用を目指す高品質DAST結晶の実用化は、自動的にEO応用デバイスの実用化につながり、超高速情報通信分野等への貢献も大である。
・有機結晶工学技術に関するノウハウの蓄積により、有機結晶の THz 波応用以外の電子・光学機能材料としての実用展開を促進する。
・有機 THz 波結晶材料が基点となり医学、環境科学、化学プロセシング等の異分野と融合した「有機THz波科学」の多様な研究領域と先端産業が新たに創成され、我が国の科学技術および社会経済の活性化に大きな貢献が期待される。

研究推進体制

研究代表者：
中西 八郎　東北大学 多元物質科学研究所）



テラヘルツ波応用のための新結晶材料の開発

研究代表者：中西　八郎　（東北大学　多元物質科学研究所）

日本オリジナルの有機結晶がもたらすブレークスルー

テラヘルツ(THz)波とは

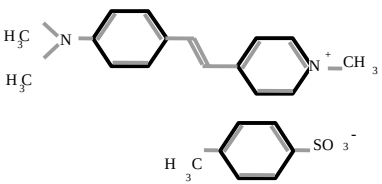
- 光波とミリ波電磁波の間の未踏周波数領域
- 医用診断，環境センシング，超高速光情報通信など
  における新規応用分野の拡大，研究開発競争の激化
- THz 波テクノロジー実用化の鍵

コヒーレント THz 波光源の実現

なぜ DAST 結晶か

- 巨大非線形光学結晶の発明：中西ら(1986)
- 高品質結晶育成法の開発：佐々木ら(1999)
- 広帯域・高出力 THz 波発生の成功：谷内ら (2002)

DAST:4-N,N-dimethylamino-4'-N'-methyl-stilbazolium tosylate



無機材料をはるかに超える
巨大非線形光学効果

本研究では

THz 波応用のために特化した

(1)　高純度材料合成
(2)　高品質結晶育成
(3)　結晶構造解析
(4) THz 波発生評価

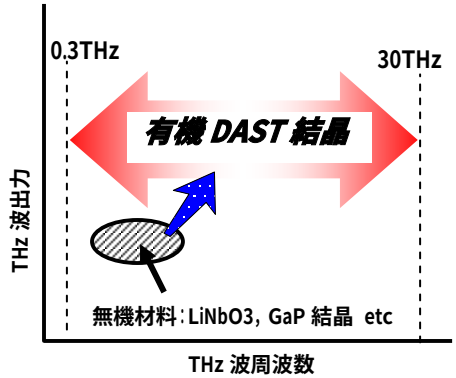
達成目標

実用に供せる

- 超高品質 DAST 結晶の開発

無機材料を凌駕する

- 超広帯域・高出力コヒーレント THz 波
- 発生材料・デバイス基盤技術の開発



応用展開・波及効果

THz 波応用システム
- THz 波分光システム
- THz 波イメージングシステム
- THz 波監視システムなど

＋

電気光学応用システム
- 40GHz 以上の高速電界計測
- 超高速光通信用変調

＋

非線形光学応用システム
- 波長多重光通信用波長変換

「有機 THz 波科学」の創成
新規産業の創出