



谷口博基准教授

*谷口博基 准教授
出口和彦 講師

Hiroki Taniguchi, Assoc. Prof.
Kazuhiko Deguchi, Lecturer

物質に外部から様々な「入力」(電場、磁場、圧力、等々)を加えると、様々な「出力」(分極、磁化、歪み、等々)が得られます。この「入力」と「出力」をつなぐ「応答」物性は、この世のからくりを明らかにする重要な探針となるだけでなく、私たちの生活をより豊かなものにする有益な道具立てにもなり得ます。私たちの研究室では「個性的な」構造をもつ様々な物質を合成し、そこに潜む未知の「応答」物性を追求します。

私たちの研究室では、「結晶」・「準結晶」・「ガラス」などの様々な形態の物質や「欠陥」・「界面」・「傾斜」等の様々な局所的構造体を対象として、「数百ケルビン」の高温領域から「数ミリケルビン」の低温領域までの極めて広い温度領域、そして「数Hz」から「数ギガHz」までの極めて広い周波数帯域において外場(電場・磁場・光・圧力)に対する物質の応答を測定することで、新奇な「誘電応答」・「磁気応答」・「光応答」・「電流応答」・「熱応答」・「機械応答」の創出に取り組めます。それによって、「物性物理学のアップデート」を目指す基礎研究と「科学技術のイノベーション」を目指す応用研究を両輪として研究を進めます。

研究テーマ

・新しい強誘電体の探索

自発的にN極とS極に分かれた物質を強磁性体と呼びますが、一方で自発的に+極と-極に分かれた物質は強誘電体と呼ばれます。強誘電体は普通の誘電体(常誘電体)

<https://www.ylab2021.com/>

*連絡先 taniguchi@nagoya-u.jp

准教授：1 / 講師：1 / PD：0 / DC：1 / MC：8



出口和彦講師

では生じない様々な機能を有しており、不揮発性メモリやアクチュエータ、非線形光学結晶等に広く応用されています。昨今、私たちの子供や孫、さらにはその先の世代にまで豊かな環境を受け渡すべく、優れた性能と高い環境親和性を兼ね備えた新しい強誘電体の開発が強く望まれるようになってきました。それに対して私たちは、地球上に豊富に存在する環境に優しい元素によって構成される物質系を対象として、構成元素と結晶の構造や揺らぎの間の相関に着目しつつ、新しい強誘電体の設計・創出に取り組んでいます。最近では、室温以上で強誘電性を示す初めてのシリケート系化合物や間接型強誘電性というユニークな強誘電性を示すアルミネート系化合物を見出しています(図1)。

・新しい光機能性誘電体

誘電体は、コンデンサや光センサ、周波数フィルタなどとして身の周りのありとあらゆる電子デバイスに活用されており、電気伝導体や半導体と並んで今日の科学技

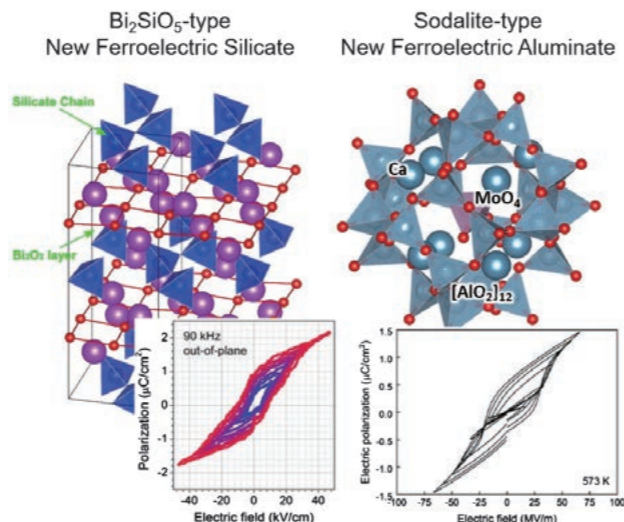


図1：室温以上で強誘電性を示す初めてのシリケート系化合物(左)。間接型強誘電性というユニークな強誘電性を示すアルミネート系化合物(右)。

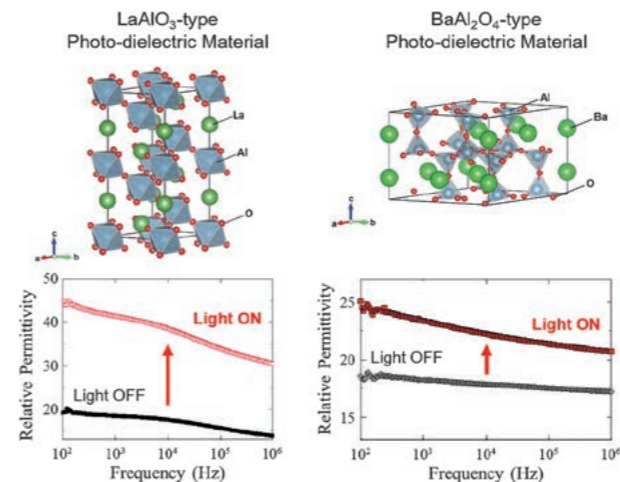


図2：LaAlO₃(左)およびBaAl₂O₄(右)系ワイドギャップアルミネートにおいて見出した、光照射による誘電率の変化(光誘電効果)。

術を支える重要な物質系です。したがって、これまでにない新たな機能を備えた誘電体の創出は、かつてトランジスタの発明がエレクトロニクス技術に革命的な変化をもたらしたように、私たちの生活環境を一変させるほどのインパクトをもちます。それに対して私たちは、光照射によって誘電率が変化する新しい光-誘電応答特性(光誘電効果)の創出に取り組んでいます。最近私たちは、LaAlO₃やBaAl₂O₄などの非常に広いバンドギャップを有するアルミネート系化合物に対して微量の元素置換を施すことによって光誘電効果が生じることを発見しました(図2)。LaAlO₃およびBaAl₂O₄系誘電体はいずれも光照射によって誘電率が大幅に増加しますが、LaAlO₃系誘電体の誘電率が光照射を止めると直ちに元の値に戻るのに対して、BaAl₂O₄系誘電体の誘電率は光照射を止めた後も増加したまま維持されます。これらの性質は、それぞれ次世代光無線通信のレーザーや新型の光メモリなどの創製につながると期待されます。

・新しい準結晶・近似結晶の探索

私たちの周囲にある固体の多くは結晶とよばれるもので、その中の原子やイオンは周期的に整列しており、一方アモルファスでは原子がだたために配列しています。結晶とアモルファスの例は多く存在し、半導体・金属・

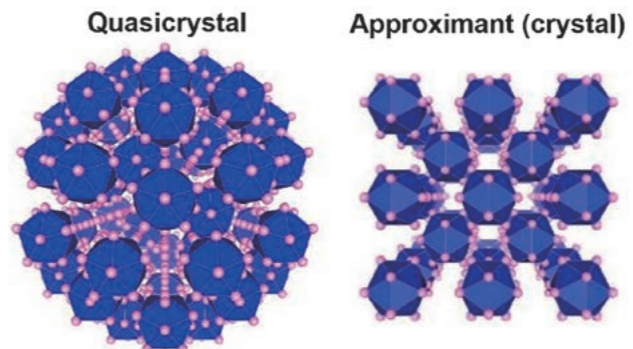


図3：Au-Al-Yb準結晶と近似結晶(結晶)の構造モデル

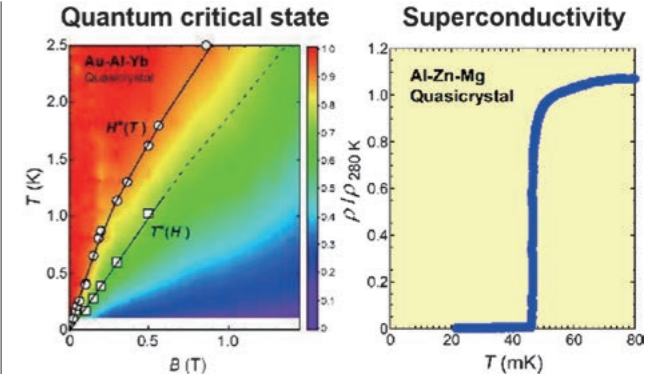


図4：Au-Al-Yb準結晶の量子臨界現象とAl-Zn-Mg準結晶の超伝導

磁石など様々な材料として利用されています。準結晶はそのどちらにも属さず、特別な規則(準周期性)をもつ「第3の固体」です(図3)。広義の結晶(準結晶・結晶を含む固体)を舞台にした固体物理学を基本にして、新しい物理現象の発見と周期・準周期性で物性をコントロールする新たな手法の基礎研究を進めています。新奇物性(強相関電子系を含む電子物性、格子物性、...)が生み出す機能性材料の創成を目指して、新しい準結晶・近似結晶の探索を行い、高次元空間を利用したマテリアルデザインと広義の固体物理学の学理を追求します。

・準結晶の新奇物性

準結晶は、原子配置の並進対称性について特殊な等比数列的な準周期性をもち、結晶と似たような回折像が現れるが、その回折対称性は結晶では許されないものであり、アモルファスとも異なる物質です。周期的ではないため、電子状態は通常の結晶とは異なっていると考えられています。それゆえに準結晶特有の性質を見つけることは基礎研究の中でも非常に面白くチャレンジングなテーマです。私たちは準結晶に特有の磁性・量子臨界現象をAu-Al-Yb準結晶で発見し、Al-Zn-Mg準結晶やAu-Ge-Yb近似結晶ではじめて超伝導が発現することを明らかにしました(図4)。長距離の磁気秩序や超伝導など電子の凝縮状態も含めて、準結晶特有の電子状態に起因する新奇物性を探索します。



研究室メンバー