

【新学術領域研究（研究領域提案型）】

理工系

研究領域名 ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学



東京理科大学・基礎工学部材料工学科・教授

たむら りゅうじ
田村 隆治

研究課題番号：19H05817 研究者番号：50307708

【本研究領域の目的】

3次元周期結晶では不可能な高対称性を有する準結晶の発見は、結晶学にパラダイムシフトをもたらし、人類が数百年にわたり慣れ親しんできた結晶の定義を根底から覆した。準結晶は高次元周期結晶の断面構造であり、その構造を記述するには「補空間」とよばれる別の余分な空間が必要となる。本研究領域は、既存の物質概念の一段上の新たな物質概念「ハイパーマテリアル」を提唱し、ハイパーマテリアルを取り込む新しい学理を創出することを目的とする。本研究領域では、補空間にデータ科学を適用することで、半導体・セラミックス・ポリマーハイパーマテリアル、また、磁性・量子臨界・超伝導ハイパーマテリアルなどの合成に挑戦し、これまでなかった物質群の創製を目指す。また、異常高温比熱や異常熱伝導をはじめとする、従来結晶では不可能な、高次元や高対称と密接に関連する諸物性を追求する。さらに、実空間では複雑怪奇なハイパーマテリアルの原子的挙動、磁気・電子・フォノン状態等を補空間で明快に記述することで、複雑な秩序に潜む隠れた法則性を高次元空間において見だし、分野横断して英知を結集し、新たな物質科学を創出することを目指す。

【本研究領域の内容】

本研究領域の目的を達成するために、次の四つの研究項目を立てる（図1）。

- ①研究項目 A01 ハイパーマテリアルの合成
- ②研究項目 A02 ハイパーマテリアルの構造
- ③研究項目 A03 ハイパーマテリアルのインフォマティクスと hidden order の探索
- ④研究項目 A04 ハイパーマテリアルの物性と hidden order の探索

研究項目 A01 では、研究項目 A03 で予測した物質組成も基に、金属系・半導体系・セラミックス系・ポリマー系の新たなハイパーマテリアルの合成に挑戦する。研究項目 A02 では、X線・中性子線等により新規ハイパーマテリアルの静的・動的構造を詳細に調べる。研究項目 A03 では、ハイパーマテリアルのデータベースを構築し、ハイパーマテリアル安定化に関わる記述子を突き止める。また、補空間を含めてハイパーマテリアルの構造と物性に関わる記述子を探索し、ハイパーマテリアルの組成予測及び物性予測を行う。研究項目 A04 では、新規ハイパーマテリアルの物性測定を行い、電子・スピン・フォノン等の状態を詳しく調べる。また、研究項目 A02 と協働して物理量を補空間にマッピングし、隠れた秩序を明らかにするとともに、その解釈を与える。本

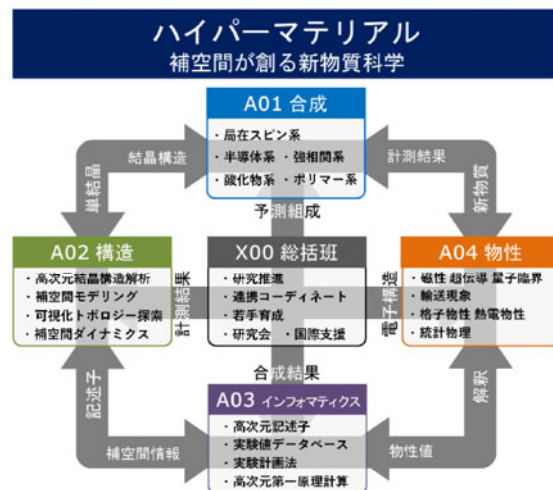


図1 本研究領域の研究・連携体

研究領域では、これら四つの研究項目にまたがる共同研究を通して、従来結晶では得られない新規物性の発掘、新現象の創出に挑むとともに、補空間物質科学の学理構築に取り組む。

【期待される成果と意義】

- ① ハイパーマテリアルが示す複雑な秩序の背後に隠れた法則性が明らかとなり、また、その法則性を説明するための新たな学理が構築される。
- ② ハイパーマテリアルは既存の周期結晶を包含する一段上の物質概念であり、周期結晶だけを対象とする限り思いもよらない補空間の構造情報に我々の目を向け、新たな物質観が創出される。
- ③ ハイパーマテリアルが、金属のみならず、半導体、セラミックス、ポリマー分野などに拡大し、それぞれの分野が対象とする物質群が拡張する。

【キーワード】

ハイパーマテリアル：「ハイパースペース（高次元空間）」の「マテリアル」の略。準結晶や近似結晶は、高次元周期結晶の断面構造として記述することができる。ハイパーマテリアルとは、高次元空間で統一的に記述される物質群を指し、実空間だけでなく「補空間」にも構造情報を有することが特徴である。

【研究期間と研究経費】

令和元年度～令和5年度
791,200千円

【ホームページ等】

<http://www.rs.tus.ac.jp/hypermaterials/html>