

革新的電子デバイス材料探索ユニット

ユニットリーダー の氏名・所属	氏名	役職	所属(部局・専攻・講座)
	尾崎 典雅	助教	工学研究科・電気電子情報工学専攻・先進電磁エネルギー工学講座
ユニットの概要	<p>本ユニットでは、新デバイスをドライブしうる新物質の創成を目指す。高強度レーザーを用いた動的圧縮法を利用して、これまで実証されていなかった半導体・絶縁体の金属転移を実現、および状態のその場診断を行う。そのための新しい圧縮方法や診断技術の開発を行う。高圧相凍結や、材料表面改質・処理などの応用研究を行い、物性分析評価を行う。また、未解明である超高压力（+高温）からの解放過程、凍結の物理過程を明らかにする。</p>		
研究背景 および目的	<p>社会に急激に浸透し大きな変革をもたらす“新デバイス”の背景には、新材料の登場がしばしばトリガーとなっている。多様化する社会の要請に応え得る全く新しい電子デバイスを創造するために、全く新しい物質の発現が極めて効果的である。</p> <p>物質を加圧して構造相転移を誘起し最外郭電子が非局在化すると、常温常圧で絶縁体である物質においても金属化が促される。静水圧縮ベースでは、圧力の解放過程が緩やかすぎるために高圧相を常圧下で取り出せない。一方、衝撃波圧縮のような動的方法では、極めて鋭い立ち上がりで加圧が行われ、且つ加圧後の圧力・温度パルスの急激な減衰を伴うので、物質の高圧相が唯一凍結され得るユニークな方法であるといえる。</p> <p>高強度レーザーを用いた動圧縮法では、従来法では実現できない極端に高い圧力を物質内部に生成できる。レーザーパルスを制御することによりその加圧・除荷過程を有効にコントロールできることが従来の手法にはない特徴であり、高圧相凍結には有効な可能性が高い。さらに、レーザー光によるこの過程は非接触であり、集光照射された微小空間のみへ作用させることができる。すなわち、バルク物質表面または内部にさえ、金属サイトを直接作り出すことが原理的に可能である。この金属相は、新しい電気的特性、機械的特性を持つデバイス材料となる可能性がある。</p> <p>本研究では、申請者らがこれまで行ってきた高強度レーザーを用いた動的圧縮法により、実験的に実証されていない絶縁体・半導体の金属転移を実現、および状態のその場診断を行う。常圧で固相のままとどめることを目指して、新しい圧縮技術の確立を行う。そこで生成された物質状態を実時間空間で計測するため、診断技術の開発を行う。圧縮過程の物性のみならず解放・凍結過程の物性を明らかにして、デバイス材料科学への応用を目指す。</p>		

IDER ユニットの構成

氏名	役職	所属	氏名	役職	所属
[ユニットリーダー] 尾崎 典雅	助教	電気電子情報工学専攻	田辺 実	D2	レーザーエネルギー学研究センター
[ユニットメンバー] 中村 浩隆	D4	電気電子情報工学専攻	Alessandra BENUZZI-Mounaix	研究員	エコールポリテクニク
柴田 一範	D2	電気電子情報工学専攻	Tommaso VINCI	PD	CEA
木村 友亮	D1	電気電子情報工学専攻	Raymond SMITH	研究員	ローレンスリバモア研
宮西 宏併	M2	電気電子情報工学専攻	John Eggert	研究員	ローレンスリバモア研
遠藤 恭	M1	電気電子情報工学専攻	Thibaut de Resseguier	研究員	仏航空工科大
川村史朗	特任研究員	電気電子情報工学専攻	[ユニットアドバイザー] 兒玉 了祐	教授	電気電子情報工学専攻
佐野 智一	講師	マテリアル生産科学専攻			
寺井 智之	助教	マテリアル生産科学専攻			
小林 敬道	研究員	物質・材料研究機構			
坂田 修身	主幹研究員	高輝度光科学研究センター			
藤岡 慎介	助教	レーザーエネルギー学研究センター			

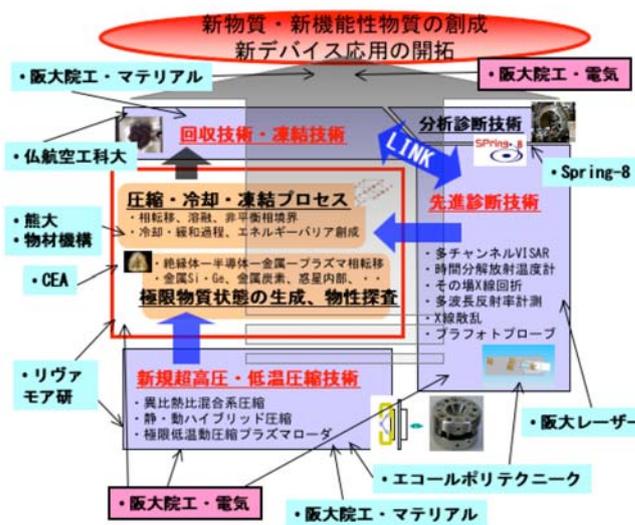
平成 19 年度の研究成果

物質を加圧して構造相転移を誘起し最外郭電子が非局在化すると、常温常圧で絶縁体である物質においても金属化が促される。衝撃波圧縮のような動的圧縮法は、極めて鋭い立ち上がりで加圧が行われ、且つ加圧後の圧力・温度パルスが急激に減衰するので、物質の高圧相が唯一凍結可能なユニークな方法であると言える。

高強度レーザーを用いた動圧縮法では、従来法では実現できない極端に高い圧力を物質内部に生成できる。パルス整形により加圧・除荷過程をコントロール可能で、さらに光によるこの過程は非接触であり、集光照射された微小空間のみへ作用させることができるので、バルク物質表面または内部にさえ、金属サイトを直接作り出すことが原理的に可能である。この金属相は、新しい電気的特性、機械的特性を持つデバイス材料となる可能性がある。

本IDER研究計画の第一フェーズでは、高強度レーザーを用いた動的圧縮法により、これまで実証されていなかった絶縁体・半導体の金属転移を実現、および状態のその場診断を行うための技術開発を行う。平成 19 年度では一般的な衝撃圧縮の方法では不可能な、超高圧かつ低温の状態を実現するために、新しい圧縮法の開発を行った。またそこで生成された物質状態を実時間・空間で計測するための、診断技術開発を行った。年度当初は、新圧縮法として；1) 静・動ハイブリッド圧縮法、2) 反響衝撃波圧縮法、3) 極限低温動圧縮プラズマローダ、新計測技術開発として；4) マルチチャンネル速度干渉計システム (VISAR)、5) 時間分解放射温度計、6) 硬X線モノクロカメラ、7) その場X線回折、8) プラズマフォトニックデバイスプローブ、の開発を目標としていた。今年度において、多くの開発項目について良好な成果が得られた。

- 1) 平板ダイヤモンドとリン青銅ガasketを利用して 1GPa を越える静水圧が実現された。理論計算によって、この初期圧力状態のサンプルに衝撃波を駆動させると、従来の方法に比べて温度が半分程度に抑えられることがわかった。必要な計測機器やターゲット導入装置を開発し、レーザー照射実験を実施して、輝度温度計測は低温状態の結果を提供した。しかし速度干渉計データの同時取得に至らず、完全な温度を得るため現在問題点を究明中である。
- 2) 湾曲結晶を用いた X 線モノクロストリークで計測を試みたが、アライメント手続きに不備がありデータ取得に至らなかった。同時に行われた裏面計測では、明瞭な反射衝撃波が観測された。密度 50mg/cc のプラスチックフォームの反射ショック状態が初めて観測された。X 線同時計測用のターゲットセルの開発に成功した。
- 3) レーザーにより膨張させたプラズマの衝突によって、ショックレスな圧縮が 20GPa まで確認された。一方で圧縮波面の定常性品質に問題が認められた。間接照射方式もしくはスポットオフセットにより改善を図る。
- 4) 異速度感度のマルチ速度干渉計 (VISAR) が構築された。多波長化を実現する。
- 5) 波長 450nm における時間分解輝度温度を計測する放射輝度温度計が構築された。スペクトル温度同時計測を検討。
- 6) 2) にあるようにデータ取得にはいたらなかった。現在、アライメント手続きの改善を行っている。
- 7) ターゲット導入装置の概念設計を行った。英ラザフォード研にて英国のグループと共同研究を開始した。
- 8) 仏エコールポリテクニックにて、50KeV を越える硬 X 線発生実験を行い成功した。



研究体制