

# 【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



## 研究課題名 高エネルギー密度物質準安定相生成と凍結機構解明

大阪大学・大学院工学研究科・教授

こだま りょうすけ  
見玉 了 祐

研究分野：数物系科学、プラズマ科学

キーワード：高エネルギー密度状態、パワーレーザー、高圧物性

### 【研究の背景・目的】

高出力レーザーでテラパスカル以上の圧力を実現し、地上に存在していない高エネルギー密度状態のダイヤモンドを生成しその物性を明らかにする。これは通常のダイヤモンドの2倍以上の密度をもった高密度状態の固相 (BC8) である。このために世界的競争力を持った独自のレーザー圧縮・ダイナミック診断技術を組み合わせる。さらに高エネルギー密度状態としてすでに取り出しに成功している金属シリコンをもとに、非平衡・超高压状態で実現できる高エネルギー密度新物質の準安定相凍結機構を明らかにし、安定に高エネルギー密度ダイヤモンドを取り出す手法を探索することを目的とする。

### 【研究の方法】

ダイヤモンドを大型高出力レーザー (数 100J) で動的圧縮し、テラパスカル以上の圧力により高エネルギー密度状態の固相 (BC8) ダイヤモンドを実現する。動的圧縮技術、ダイナミック診断技術の最適化のために繰り返し中出力レーザー (数 10J) を利用することでショット数の限られた大型装置利用においてピンポイントで最適なショット行う。

高エネルギー密度ダイヤモンドのみならず高エネルギー密度状態としてすでに取り出しに成功している金属シリコンをもとに動的圧縮が誘起する物質相転移-圧力解放-準安定相凍結ダイナミクスをその場診断する。さらに回収試料の詳細な材料分析を行い、ダイナミック診断結果と総合的な解析を行うことで、非平衡高エネルギー密度新物質生成と準安定相凍結の機構を明らかにする。

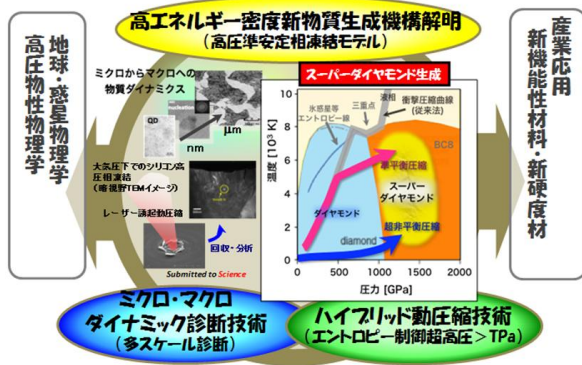


図1 高エネルギー密度新物質アプローチの手法

### 【期待される成果と意義】

レーザーで高エネルギー密度状態を実現しその物理過程を調べることは、新しい学際物理として重要な課題である。テラパスカルを超える超高压の高エネルギー密度状態にありながら比較的低温の固体相である物質状態を実現し、高エネルギー密度固体状態の物質を取り出すことが期待でき、様々な可能性が広がる。例えばシリコンと同じ格子構造であるダイヤモンド高密度状態 (BC8) は、ダイヤモンドより硬度の高い物質として理論的に予測されている。これを、安定な物質として取り出すことができれば、超高硬度材による加工プロセスを飛躍させる可能性につながる。さらに高エネルギー密度状態を凍結する機構が明らかになれば、従来にないタイプの物質創生など材料科学や高圧物性物理の進展に役立つ。結果として、世界に先駆けて、高エネルギー物質という新物質創生・開発を現実的なものとするのが期待できる。

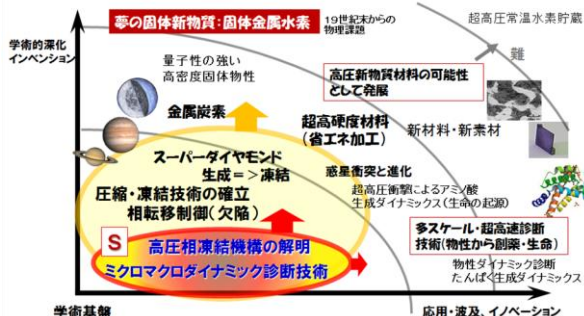


図2 高エネルギー密度物質探索の意義と可能性

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Miyanishi et al., "EOS measur. of pressure standard materials using laser-driven ramp compression technique.", J. Phys. 215, 012199-1-4 (2010)
- ・ R. Kodama et al., "Plasma devices to guide and collimate a high density of MeV electrons" Nature 432, 1005-1008 (2004).

### 【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度  
168,300千円

### 【ホームページ等】

<http://www.eie.eng.osaka-u.ac.jp/ef/>