プラズマフォトニクスグループ

パワーレーザーで新物質材料創成

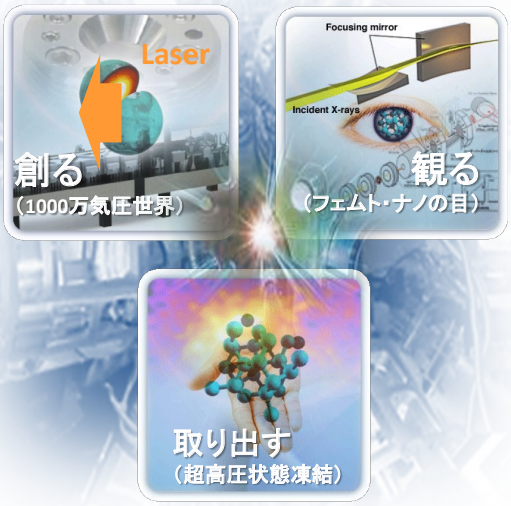
Creating new materials with high-power lasers

尾崎典雅　准教授（工学研究科兼任）
共同者：兒玉了祐 教授（工学研究科兼任）、 中村浩隆 助教（工学研究科）

レーザー超高圧縮で新物質状態を創る・観る技術

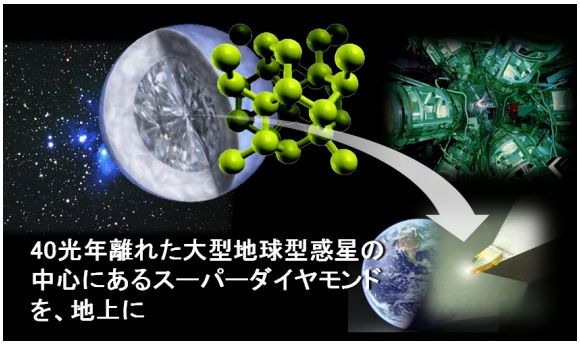
高出力のパルスレーザーを固体表面に集光照射すると高温・高密度プラズマが生成されアブレーションが起こり、超高圧の圧力波や衝撃波が生成され固体内部に伝播する。このような動的な圧縮により比較的容易に100万－1000万気圧を超える超高圧状態を創り出すことができる。この超高圧力状態は、惑星の中心の圧力に相当するとともに、地上に存在していなかった新たな物質材料を創り出すことができる。

レーザー超高圧で新物質材料を創るカギとなる技術の1つは、超高圧状態のダイナミックス制御技術を実現するレーザーパルス波形整形技術であり、もう1つはXFELなどによるレーザー超高圧状態のミクロダイナミックス診断技術である。これらによりレーザー超高圧下での構造変化の診断と制御による新物質創成の可能性や全く新しいレーザープロセスが期待されている。さらに今後、より高精度かつ大量のデータを可能とする高繰り返しパワーレーザー技術の進展も期待でき、情報科学との連携などによる新学術の創成と共に新たなイノベーション創出が期待できる。



応用1　新しいダイヤモンドを創る

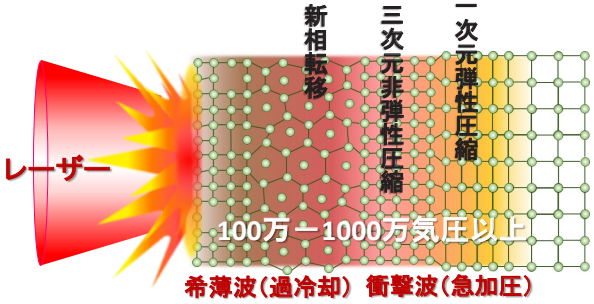
パワーレーザーを利用し、炭素（グラファイト）を圧縮することで様々なダイヤモンドを創ることができる。レーザーによる1次元圧縮により、比較的容易にグラファイトから六方晶ダイヤモンド（ロンズデーライト）を創ることが可能になってきている。これはダイヤモンドより1.58倍以上の硬度があると考えられている。さらに1000万気圧以上で体心立方（BC8)ダイヤモンド（スーパーダイヤモンド）の状態を実現し、手の上に取り出すことを試みている。これは系外大型惑星（スーパーアース）のコア物質と思われている。



応用2　新しい金属を創る

レーザーによる動的な圧縮は、通常の静的な圧縮と異なり、超高速でかつ1次元圧縮である。この特性を活かして様々な金属を創り出すことができる可能性がある。

- 金属シリコン（10万気圧以上）
  レーザーの高速圧縮・冷却による高圧相凍結による金属シリコンの取り出しの可能性
- 混合相状態のナノ構造鉄（10-100万気圧）
  異なる高圧相の混合鉄を創り出せる可能性
- 金属カーボン（3000万気圧以上）
  未発見の超軽金属カーボンの可能性



グループHP　https://www.eie.eng.osaka-u.ac.jp/ef/

キーワード　超高圧、高密度物質、X 線自由電子レーザー、超高速観察