
ロシアサービスモジュールを利用した 第2回 3次元フォトニック結晶生成宇宙実験 の実施について

平成19年12月

本宇宙実験は、合計2回のシリーズで、今回は第2回フライトとなる。

第1回宇宙実験は、平成17年12月～平成18年4月に掛けて実施。得られた結晶の格子間隔の均一性が、地上に比べて向上するなど、微小重力の有効性を示すデータを取得。

第1回実験で得られた結晶を評価するとともに、これまでの地上研究の成果と合わせて、第2回宇宙実験に臨む予定。

• 宇宙実験運用実績 •

平成19年12月23日
(予定)

打上



プログレス補給船(27P)



軌道上運用
ISSロシアサービスモジュール内に搭載
(約2ヶ月間)



フォトニック結晶実験装置



スペースシャトル
(1J/A)

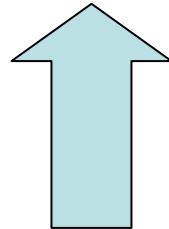


装置
回収

平成20年2月(予定)

我が国の高精度ものづくり技術の今後を支える

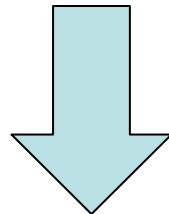
高輝度レーザ加工装置を使い易くする



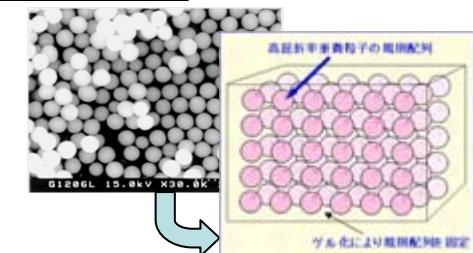
- 現行の回折格子を使用した光制御システムを3DPCで置き換える
- ・1/100以下にコンパクト化
 - ・光損傷閾値が回折格子に比べ100倍以上高い(高耐性)
 - ・光学軸が安定(複数の回折格子間の機械的調整不要)
 - ・高価な輸入技術である大型回折格子から、安価な国産技術へ

設備が大型になる要素の一つである光制御システムを代替する新しい産業用素材

cmサイズの均一な3次元フォトニック結晶(3DPC) の作製



- ・高屈折率の粒ぞろいな微粒子
・微小重力下で均一に自己配列
・cmサイズに大型化してゲルで固定



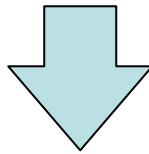
ここで得られる3DPCは、光の閉じ込め、光信号の振り分けなど、IT産業、レーザ産業、エネルギー産業などの分野への技術イノベーションの鍵となりうる素材。

フォトニック結晶: 光の波長程度の周期で屈折率が変化する人工結晶であり、光の伝搬を制御することが可能。

2回の宇宙実験を通じ、大型3次元フォトニック結晶(3DPC)の生成技術の開発を目指す。

＜第1回宇宙実験＞

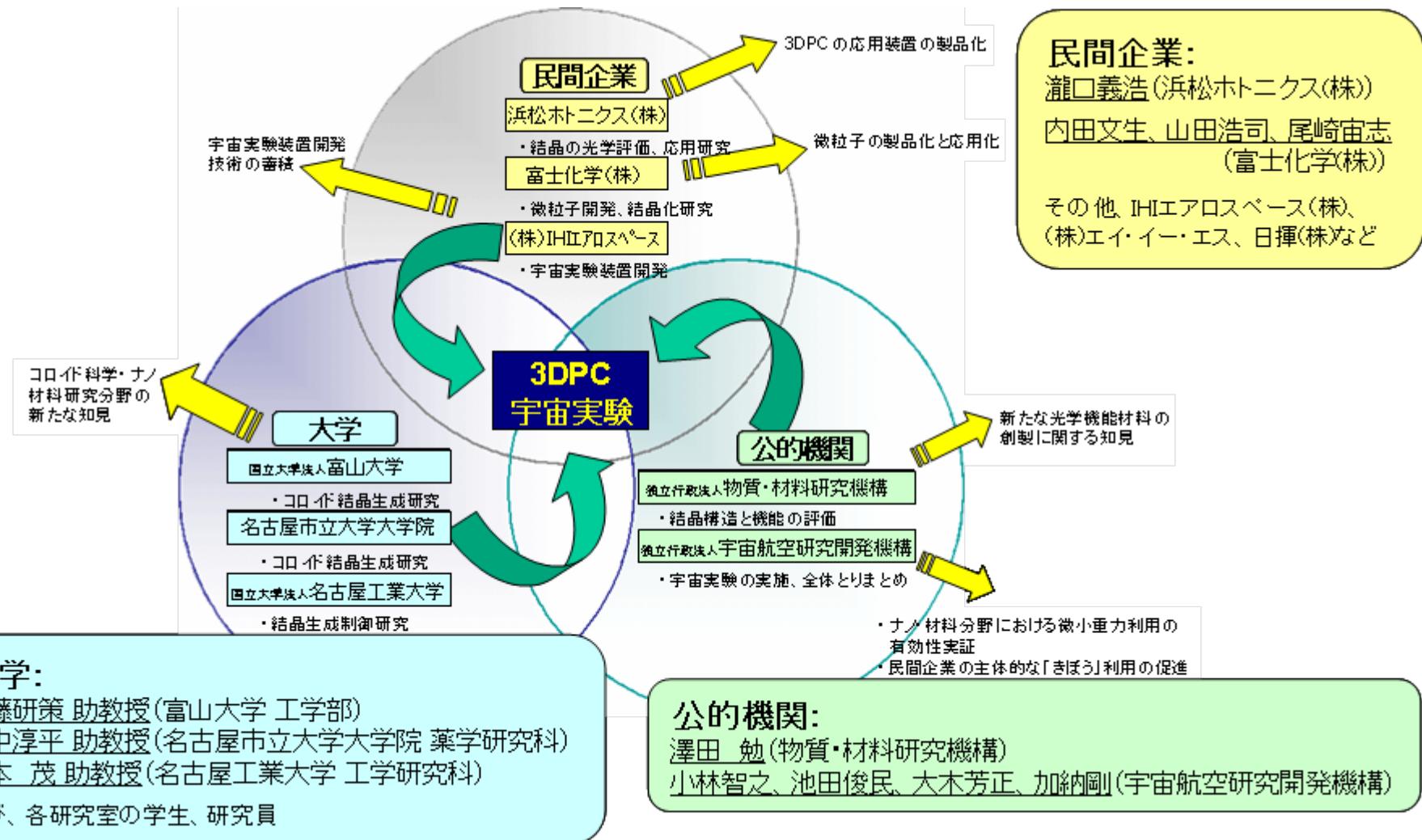
- ・ 宇宙でコロイド結晶を生成し、ゲル固定できる実験システムの開発・運用
- ・ 地上では実現できない粒径200nmのシリカ微粒子を用いた、格子間隔の均一な結晶粒の取得
- ・ 第2回宇宙実験に向けた結晶化条件に関する必要なデータの取得



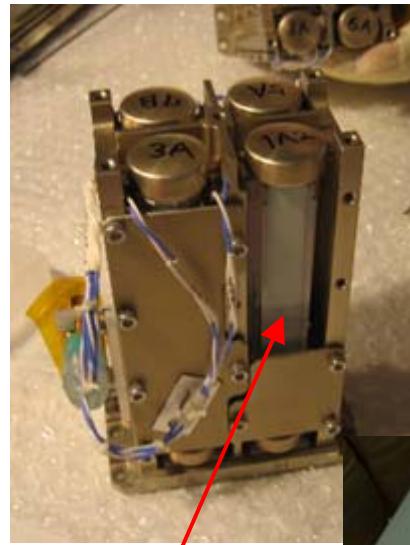
＜第2回宇宙実験＞

- ・ シリカを用いた結晶の大型化(cmサイズ)技術の確認
- ・ シリカコート酸化ガドリニウム微粒子による格子間隔の均一な結晶粒の取得
- ・ 3DPC生成技術開発の確立に必要な実験データの取得

産業ニーズに応えるフォトニック結晶の取得(実用化)と、コロイド微粒子の結晶化研究(基礎研究)を宇宙実験で繋ぐ、产学官の連携体制で推進。

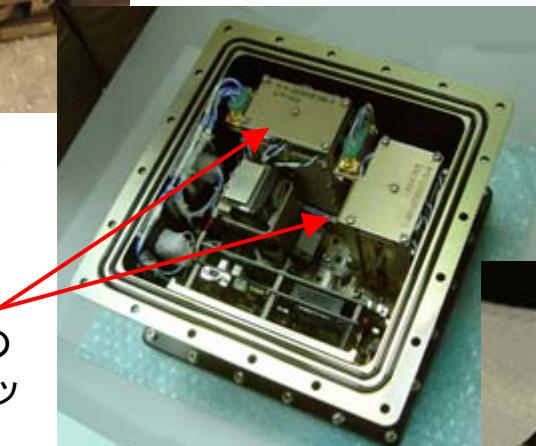


参考(2)実験装置概要



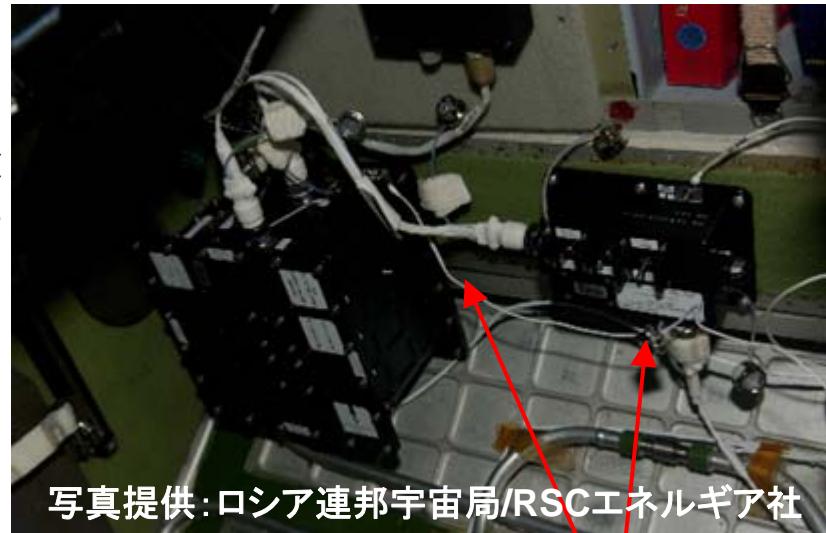
結晶生成セル

サービスモジュール内で実験中の3次元フォトニック結晶生成実験装置の様子



結晶生成セルの
入ったセルユニット
を搭載。

3次元フォトニック結晶生成装置
メインユニット



写真提供:ロシア連邦宇宙局/RSCエネルギア社

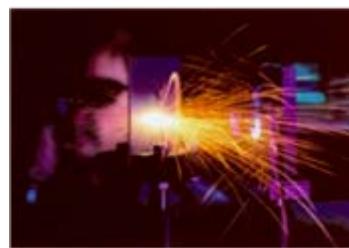
サービスモジュール壁面
にベルクロで設置。



従来のYAGレーザーや紫外線エキシマレーザーに比べ、

- ・高輝度 メガW、ギガW級 → テラW級
- ・超短パルス幅 ナノ(10^{-9})秒、ピコ(10^{-12})秒
→ フェムト(10^{-15})秒
- ・非熱加工(高精度で損傷のない優れた加工)が可能
- ・生体治療に有効(光源が近赤外。細胞破壊を引き起こさない)
- ・極微細加工(0.1 μ m程度の構造作成)が可能
- ・瞬時プラズマ化によりマイクロデブリが減少

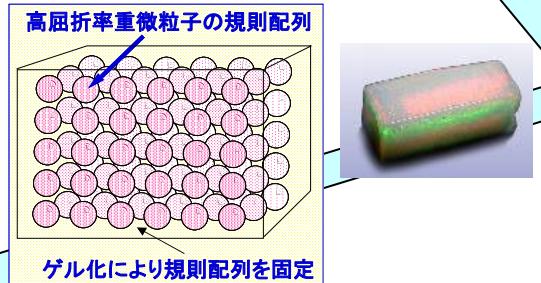
従来のレーザー加工



高輝度レーザー加工

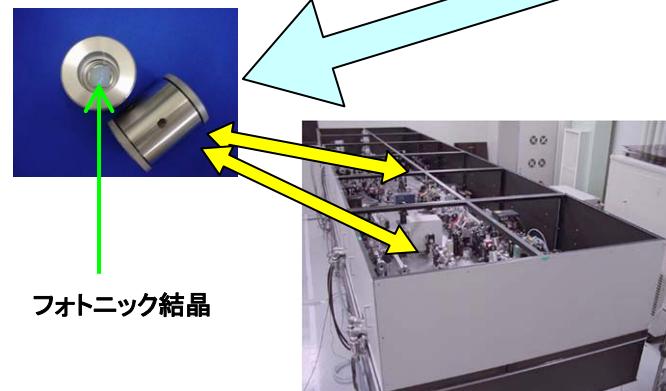
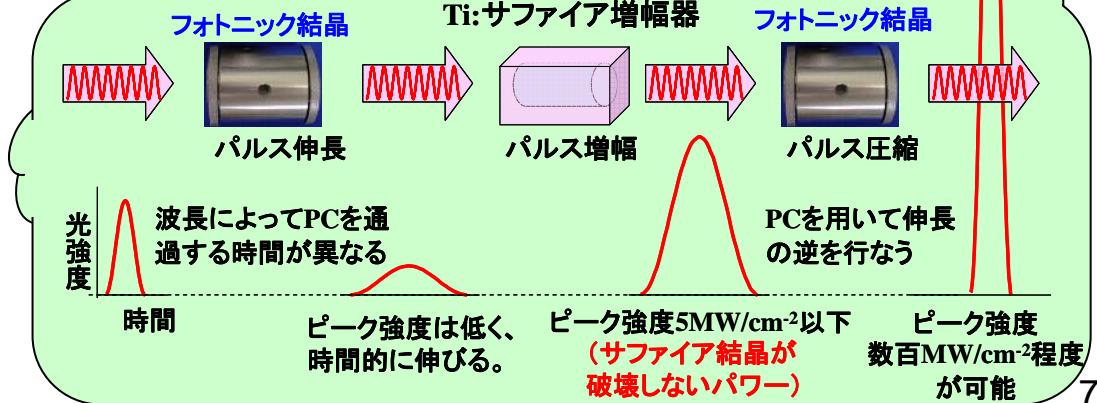


フォトニック結晶を使用した
素子でパルス圧縮・伸長装置を
置き換えることにより、レーザ
設備の小型化を実現



宇宙でできた
コロイド結晶を、紫外線
照射によりゲル固定し、
フォトニック結晶
として利用

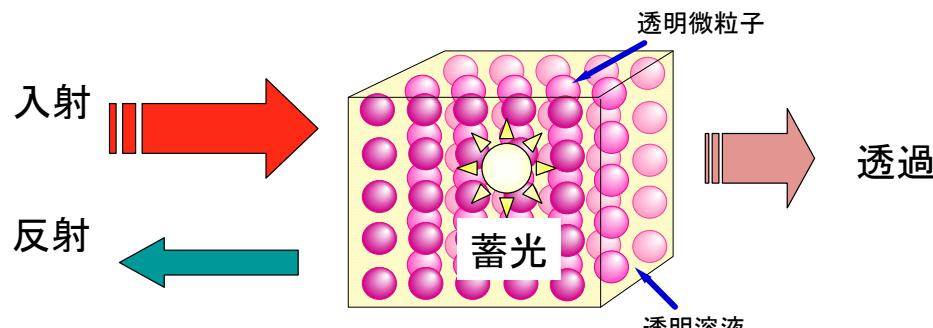
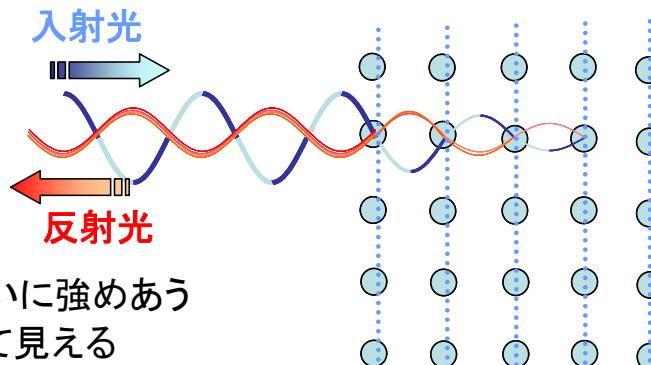
フォトニック結晶とチタンサファイア
増幅器を用いたパルス増幅



光の波長 = 格子の周期の半分

入射した光は格子面で
いくらかずつ反射する

反射した光が重なり合いお互いに強めあう
ある波長(色)光だけが反射して見える



- 光の3次元ミラー・光の色フィルター。
- 光の波形を変える。
- 光をゆっくり伝える。
- 光を蓄える。
- 内包させた材料の光特性を制御。
 - 光に対する応答速度を速く、あるいは遅く。

- 分野を越えた新たな材料
 - 波長分散素子：回折格子、光遅延素子
 - レーザー産業
 - IT産業
 - エネルギー産業
 - 宝飾
 - 芸術



日本独自産業
のキー素材

半導体などの原子結晶は、電子技術を変えた。
フォトニック結晶は、光の技術を変える。