

ロシアサービスモジュールを利用した 宇宙実験の実施について

平成17年11月30日

宇宙航空研究開発機構
宇宙基幹システム本部
宇宙環境利用センター
主幹開発員 小林 智之

ロシアサービスモジュールを利用した 宇宙実験の実施について

12月22日にプログレス補給船(20P)にて打上予定の実験について報告する。
実施予定の実験は以下の2つである。

- 3次元フォトニック結晶生成宇宙実験 <2回シリーズの初回フライト>
- 高品質タンパク質結晶生成宇宙実験 <6回シリーズの最終フライト>

• 運用実施スケジュール •

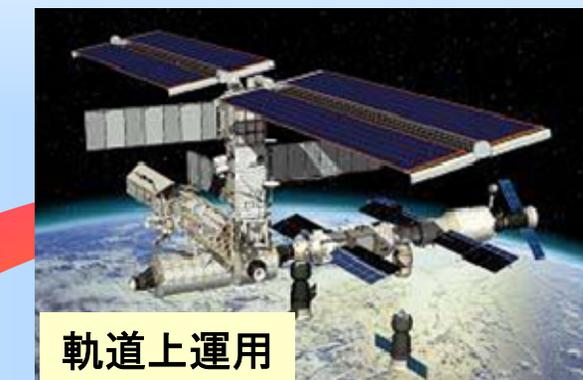
平成17年12月22日
03時(JST) 予定

打上



プログレス補給船(20P)

軌道上運用



ISSロシアサービスモジュール内に搭載
(約3ヶ月間)

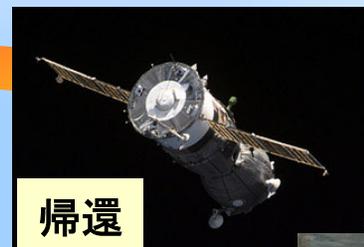


タンパク質実験装置



フォトニック結晶実験装置

帰還



ソユーズ宇宙船
(11S)



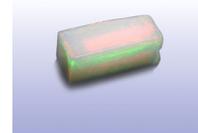
装置
回収

平成18年4月1日 予定

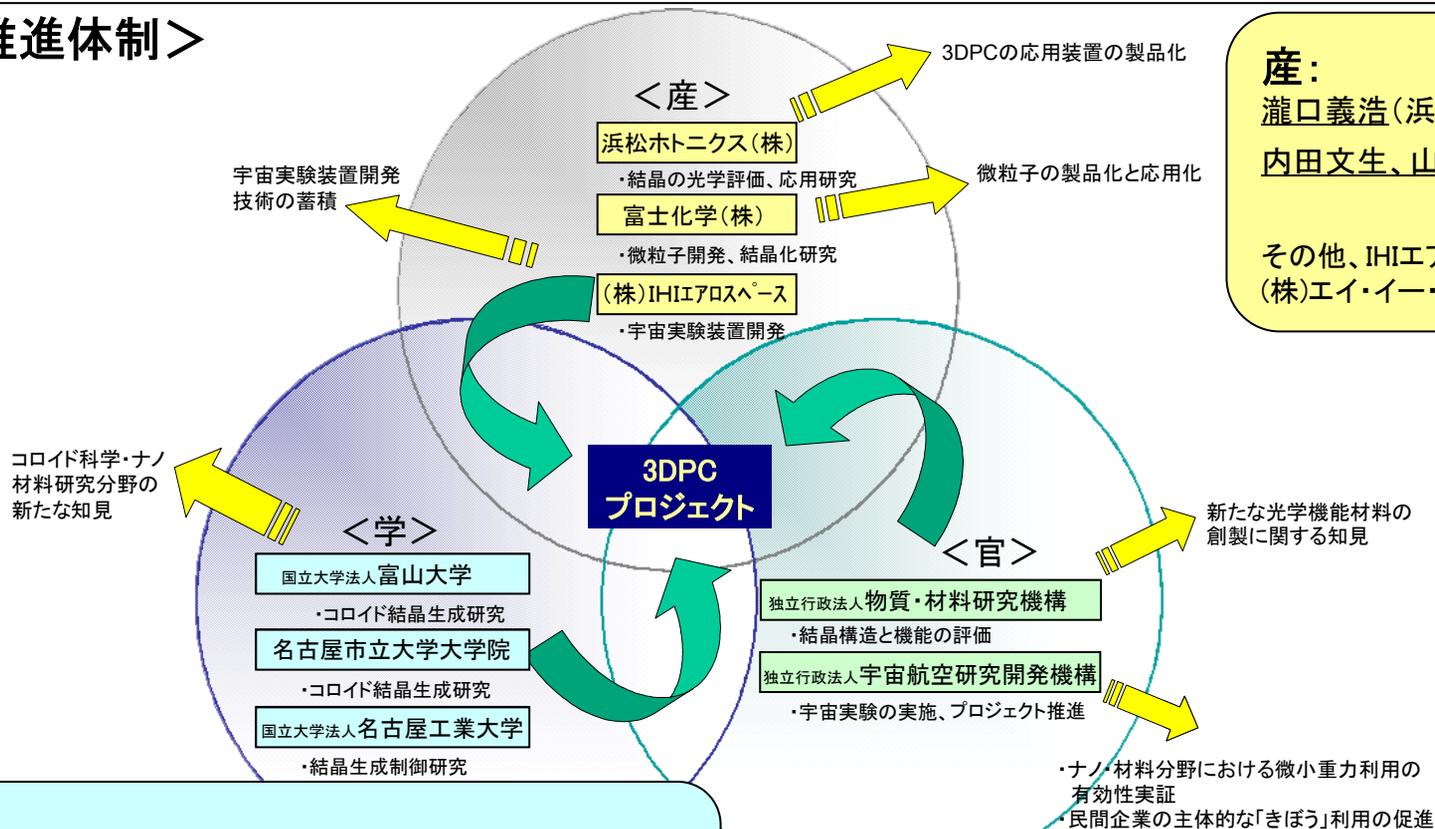
(1) 3次元フォトニック結晶生成宇宙実験(1/2)

<概要>

ロシア・サービスモジュールを利用し、**光の伝搬特性を制御できる3次元フォトニック結晶(3DPC)**の生成技術を開発する。



<推進体制>



産:

瀧口義造(浜松ホトニクス(株))
内田文生、山田浩司、尾崎宙志
(富士化学(株))

その他、IHIエアロスペース(株)、
(株)エイ・イー・エス、日揮(株)など

学:

伊藤研策 助教授(富山大学 工学部)
山中淳平 助教授(名古屋市立大学大学院 薬学研究科)
岡本 茂 助教授(名古屋工業大学 工学研究科)
及び、各研究室の学生、研究員

官:

澤田 勉(物質・材料研究機構)
大木芳正、加納剛、池田俊民、小林智之(宇宙航空研究開発機構)

(1) 3次元フォトニック結晶生成宇宙実験(2/2)

<第1回宇宙実験搭載試料>

- シリカ ϕ 100nm、150nm、200nm (微粒子径の影響等の確認)
- ポリスチレン ϕ 200nm (微粒子の比重の影響の確認)
- シリカコート酸化ガドリニウム ϕ 200nm (最終ターゲット微粒子)

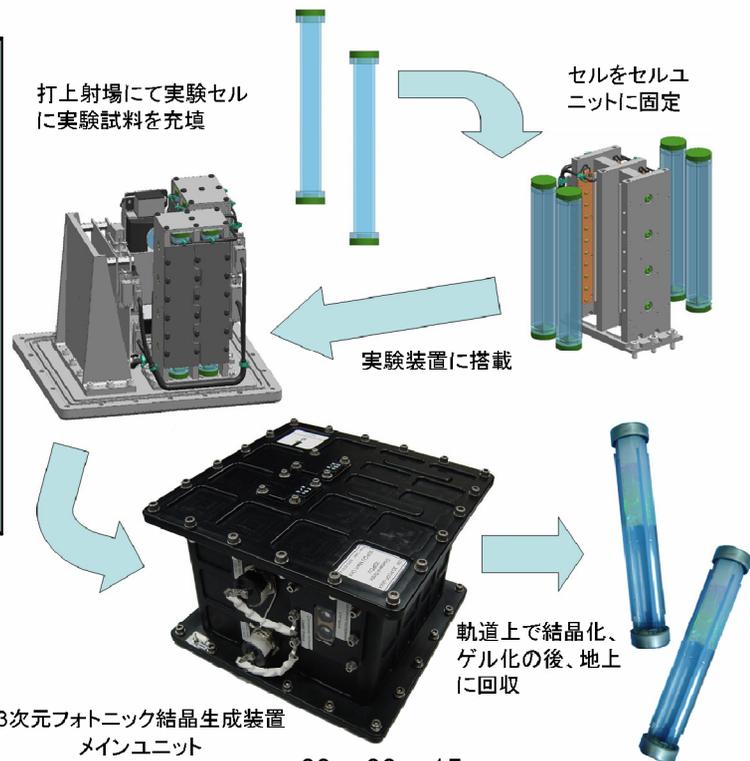
<第1回宇宙実験で期待される成果>

- 地上では実現できない高比重微粒子(*)を使用した 均質なフォトニック結晶の取得
- 微小重力下での結晶成長過程のカメラ観察、及び地上に回収するゲル化した結晶の分析による 結晶生成プロセス制御技術の確立
- 第2回宇宙実験に向けた 結晶化条件の絞込みに必要なデータの取得

結晶の大型化に係る地上研究

第2回宇宙実験へ

(*) 200nm、150nm微粒子は重力の影響を顕著に受ける



22 x 22 x 15 cm

打上総重量 約7kg

実験装置の概要

(2) 高品質タンパク質結晶生成宇宙実験(1/2)



第6回宇宙実験の概要

○実験装置:タンパク質結晶生成装置 3式 (45個の結晶生成用セルを搭載※)、
恒温槽(温度保持装置)

○利用機関及び搭載タンパク質数:

※:GCB-GT(Granada Crystallization Box-Gel Tube method) 34個、
JCB(Jaxa Crystallization Box) 11個を搭載。(参考1参照)

利用機関	第6回宇宙実験 搭載タンパク質数	第1回～5回の搭載タンパク質数 (リフライト品含む)
理化学研究所 ・ゲノム科学総合研究センター ・ハイスループットファクトリー	13種類	109種類
農業生物資源研究所 生体高分子研究グループ	1種類	10種類
タンパク3000プロジェクト大学拠点(7拠点) ・東京大学大学院農学生命科学研究科 ・北海道大学大学院理学研究科 ・横浜市立大学大学院総合理学研究科 ・高エネルギー加速器研究機構物質構造研究所 ・京都大学大学院理学系研究科 ・大阪大学蛋白質研究所生体分子解析センター ・大阪大学大学院理学系研究科	12種類	22種類
蛋白質構造解析コンソーシアム(参加企業21社)	1種類(1社)	16種類(7社)
応用利用研究拠点(大阪大学蛋白質研究所)	4種類	平成17年から開始
公募による利用機関 (味の素(株)、(株)丸和栄養食品、京都大学農学部)	5種類 (1種類はリファレンスと同タンパク質)	3種類(第5回から開始)
JAXA技術検証用タンパク質((株)丸和栄養食品、九州大学、(財)大阪バイオサイエンス研究所、東大、京都工芸繊維大)及びリファレンスタンパク質	7種類	17種類
その他(先導的応用化研究、ESA試料など)	—	31種類
合計	42種類(45個のGCB-GT/JCBに搭載)	208種類 (251個のGCBに搭載)

○第6回宇宙実験では、これまでの宇宙実験で整備・改善したプロセス・実施体制に基づき、微小重力が結晶品質の向上に与える効果を実証する（参考1、2参照）。

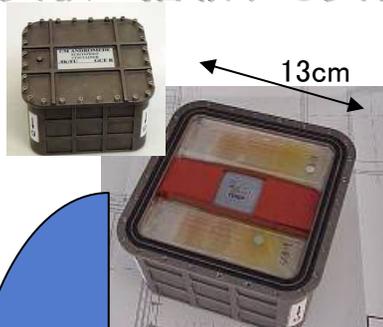
- より多くのタンパク質を搭載できる新規開発容器の実証。
- 過去フライトのデータをもとに、結晶品質の向上が期待されるタンパク質数を予測。フライト後にその妥当性を評価し、利用者の宇宙利用リスク判断に必要な基礎データを取得する。

○これまでの技術開発成果（参考3参照）

- ・微小重力の特徴を引出す結晶化条件を明らかにし、結晶品質向上のためのタンパク質結晶生成システム技術を確立。
- ・手順の省力化・標準化を図り、最小限の実施体制で実施できるプロセスを整備。

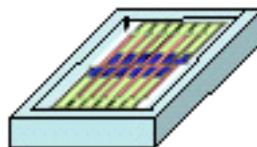
(参考資料)

第6回宇宙実験に搭載する実験装置



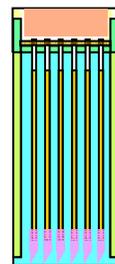
タンパク質結晶生成装置

× 3式



JCB※1 11個

・1個につき、ガラス細管12本搭載
(最大12種類・12条件のタンパク質を搭載可能)



GCB-GT※2 34個

・1個につき、ガラス細管6本搭載
(1種類・1条件のタンパク質を搭載可能)

軌道上では温度を20℃に保持するため、恒温槽に保管



TBU外観

恒温槽

⇒ 今後は、従来よりも10倍程度のタンパク質を搭載可能なJCBを利用していく。

※1 ; JAXA Crystallization Box

※2 ; Granada Crystallization Box-Gel Tube method

これまでの主な成果

○民間製薬企業で得られた成果例(論文発表)

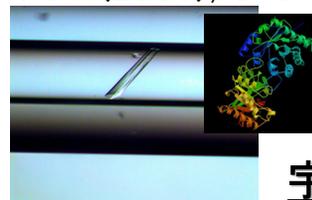
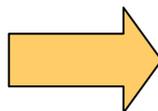
Triosephosphate isomerase(human) (旧藤沢薬品工業(株)(現アステラス製薬(株)))

・糖代謝／合成経路の途中の反応を触媒する酵素

・Trypanosoma(睡眠病などを引き越す原虫)などにおいて阻害剤研究が進んでいる

宇宙実験で分解能が向上し、*Acta Crystallographica* F61 (2005), 346-349に発表。

2.8 Å分解能
地上：蒸気拡散法



2.2 Å分解能
地上とは異なる結晶系
宇宙実験

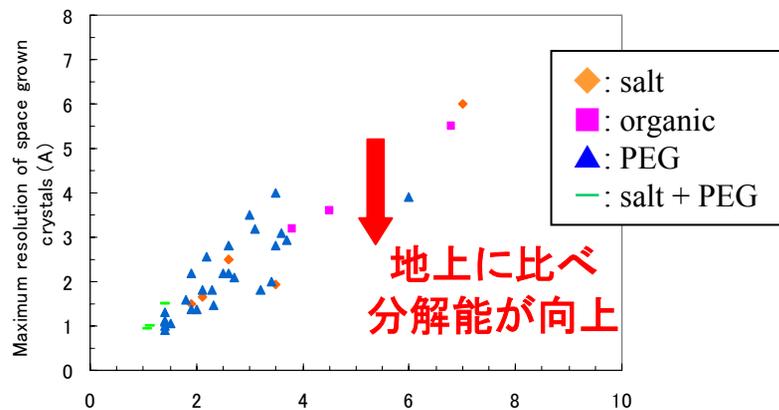
○技術開発成果

タンパク質結晶生成システム技術の確立

- ・新規の結晶生成方法である「ゲルチューブ法」を開発
- ・宇宙実験用日本製結晶生成セルを開発
- ・高粘度結晶化溶液適用技術を整備
- ・ガラス細管からの結晶の取出し・凍結技術を開発
- ・帰還時の温度環境コントロール技術を整備

プロセスの整備

- ・「結晶化条件絞り込みプロセス」を開発・整備(試料純度評価、シミュレーション、溶液条件選択など)
- ・作業手順の標準化により、作業の効率化を実施



第4回・5回宇宙実験での結晶品質改善結果

○学術論文発表・タンパク質データベース(PDB: Protein Data Bank)登録数(予定含む)

◎結晶化・構造解析論文発表6件、論文準備中6件、◎PDB登録6件

◎技術論文発表1件、◎取得特許1件(ゲルチューブ法)

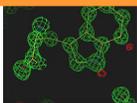
○タンパク質結晶生成システム技術

-  : JAXAの技術
-  : 利用機関の技術

タンパク質試料 発現・精製



構造解析



JAXA

試料品質評価

- ・試料純度及び表面電荷確認技術

フライト前適合性試験

- ・ゲルチューブ法の開発
- ・高粘度結晶化溶液の適用技術
- ・作業手順の標準化



ゲルチューブ法

必要に応じ国内充填



射場作業

- ・準備作業の標準化・効率化



SPring-8等での回折データ取得支援

- ・結晶のハンドリング技術
- ・結晶凍結技術



©SPring-8



帰還後の結晶観察

- ・結晶生成状況のデータベース化



宇宙実験

- ・日本製結晶生成セルの開発
- ・帰還時の温度維持技術

