

第1回宇宙ステーション取付型実験
モジュール（JEM）利用テーマの
一次選定結果について（報告）

平成5年7月

宇宙開発委員会
宇宙ステーション部会

委9-4 参考資料

第1回JEM利用募集に係る利用テーマの一次選定結果について

平成5年8月4日
科学技術庁

1. 経緯

平成4年10月1日 「第1回JEM利用募集案内」の発出
平成4年12月28日 利用募集締切
平成5年1月25日 利用募集集計結果とりまとめ
(宇宙ステーション部会/利用分科会において一次選定作業を実施)
平成5年8月4日 一次選定結果を宇宙開発委員会に報告

2. 第1回JEM利用テーマの一次選定結果の概要

(1) 一次選定の方法

- ・応募条件に適さない利用テーマを除外
- ・「JEM利用テーマ評価ワーキング・グループ」により科学技術上の評価を実施
この評価の実施において、統合が可能と判断された利用テーマについては、提案者の意向を踏まえたうえで統合調整を実施
- ・宇宙開発事業団により搭載性等の技術評価を実施
- ・上記評価結果を踏まえ一次選定テーマを選定

(2) 一次選定テーマ数

材料分野	29テーマ(統合されたテーマ13件は外数)
ライフサイエンス分野	21テーマ(統合されたテーマ2件は外数)
計	50テーマ(統合されたテーマは計15件で外数)

なお、第1回JEM利用募集時の応募件数は、総数208件(材料分野135件、ライフサイエンス分野66件、その他7件)であった。

(3) 共通実験装置

一次選定テーマの実施には、共通実験装置として以下の装置を用いる予定。

- ・材料分野
温度勾配炉、帯域炉、溶液成長実験装置、流体物理実験装置
- ・ライフサイエンス分野
細胞培養装置、タンパク質結晶成長装置、クリーンベンチ

(註) 今回のJEM利用募集は、平成11年前半のJEM利用開始後約6カ月の利用についての一次選定を行っている。

4. 今後の予定

- (1) 応募者に一次選定結果を速やかに通知。
- (2) 一次選定テーマの提案者と宇宙開発事業団の間で搭載性確認作業及び実験計画書作成のための調整作業を開始する。
- (3) 利用テーマの最終選定は、実験実施の3年前頃までに行う。

はじめに

宇宙ステーション部会は、「宇宙ステーション取付型実験モジュール（J E M）の利用計画に関する調査審議について」（平成4年6月24日 宇宙開発委員会決定）に基づき、J E Mの利用テーマの選定について調査審議を行ってきたが、第1回J E M利用募集に係るJ E M利用テーマの一次選定結果についてとりまとめたので報告する。

目 次

1. 利用テーマの一次選定の経緯	1
2. 利用テーマの一次選定の方法	1
3. 利用テーマ一次選定の結果	2
4. 総合意見	7

付属資料

参考1 第1回JEM利用一次選定テーマの概要	1 1
参考2 第1回JEM利用募集の応募結果	6 3
参考3 JEM利用テーマ一次選定評価基準	6 4
参考4 利用テーマ一次選定後の作業	6 5
参考5 宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)の利用計画に 関する調査審議について(宇宙開発委員会決定)	6 6
参考6 宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)の利用計画に 関する調査審議の進め方について	6 7
参考7 宇宙ステーション部会の設置について(宇宙開発委員会決定)	6 9
参考8 宇宙ステーション部会における分科会の設置について	7 1
参考9 第1回 宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM) 利用募集案内(再掲)	7 3

1. 利用テーマの一次選定までの経緯

- (1) 宇宙ステーション計画は、日本、米国、欧州（9カ国）及びカナダが参加する国際協力プロジェクトとして進められており、我が国は、宇宙ステーション取付型実験モジュール（JEM）の開発及び運用・利用を中心として宇宙ステーション計画に参加している。
- (2) JEMの運用・利用については、我が国として広範かつ多様な宇宙環境利用を図り、本格的な宇宙環境利用の展開のための基盤を形成する観点から、「宇宙ステーション取付型実験モジュール（JEM）の利用の基本方針」（平成4年5月宇宙ステーション部会報告）を定めた。
- (3) これに基づき、宇宙開発委員会は、平成10年度から開始されるJEMの運用・利用の計画策定に必要な利用に関する重要事項及びJEMの利用テーマの選定について調査審議を行うよう宇宙ステーション部会に対し審議付託を行った。
- (4) 宇宙ステーション部会では、利用分科会において第1回のJEM利用テーマの公募方針、選定方法の検討をおこなった。これに基づき、宇宙開発事業団が平成10年に打ち上げられるJEM与圧部及び共通実験装置の検証を目的として平成10年の利用機会を対象として「第1回JEM利用募集案内」を発出した。なお、今回のJEM利用募集は与圧部で実施可能な主として材料分野、ライフサイエンス分野を対象とした。
- (5) 宇宙開発事業団からの応募結果の報告に基づき、宇宙ステーション部会は応募されたJEM利用テーマ208件について、利用分科会において利用テーマの一次選定の作業を進め、本報告をとりまとめた。

2. 利用テーマの一次選定の方法

- (1) 応募された208件の利用テーマの中から、JEM利用テーマ一次選定評価基準（参考3）に基づき、以下の手順により利用テーマの一次選定を行った。
- ・ 応募書類に基づき、利用テーマに適する共通実験装置がないなど、明らかに実施が不可能な利用テーマを除外。
 - ・ 上記のテーマを除いたものについて、利用分科会で一次選定の評価基準を定め、利用分科会のもとに設置した「JEM利用テーマ評価ワーキング・グループ」により科学技術上の有意性等の評価を実施。
 - ・ 科学技術上の有意性等の評価の実施過程において、利用テーマの内容が類似している等、統合が可能と判断された利用テーマについては、提案者の意向を踏まえたうえで統合調整を実施。

- ・並行して、宇宙開発事業団により利用テーマの搭載性等の技術評価を実施。
- ・上記の利用テーマの評価結果を踏まえて、J E Mの利用可能規模を勘案して総合的に利用テーマを評価し、一次選定を実施。

なお、一次選定にあたっては、各利用要求取りまとめ機関の意見を踏まえるよう配慮した。

- (2) 第1回のJ E M利用募集は第1回のJ E M与圧部の打上げから6カ月間の利用機会を前提としていることから、平成4年末に行われたスケジュールの国際調整を踏まえ、平成11年前半のJ E M利用開始後6カ月間の利用テーマとして一次選定を行った。

3. 利用テーマ一次選定の結果

宇宙ステーション部会は、2項に記載した一次選定の方法により、以下に示すとおり、J E M利用テーマの第1回一次選定を実施した。

(1) 材料分野 29テーマ

温度勾配炉、帯域炉、溶液成長実験装置、流体物理実験装置を用いることを前提として一次選定した。

(2) ライフサイエンス分野 21テーマ

細胞培養装置、蛋白質結晶成長装置、クリーンベンチを用いることを前提として一次選定した。

なお、応募された利用テーマのうち、材料分野の13件及びライフサイエンス分野の2件の利用テーマについては、上記の一次選定テーマに統合された。

また、第1回J E M利用募集時に搭載予定実験装置としていた均熱炉については、今回の一次選定テーマが温度勾配炉を利用して実施可能であることから次回以降に搭載を見送ることとした。

表1に一次選定テーマのリストを示す。また、表2に機関別・共通実験装置別一次選定テーマ数を示す。

第1表 一次選定テーマリスト (材料分野 1/2)

一次選定テーマ名	提案者	所属	利用装置	備考
温度差法によるInGaAs混晶バルクの結晶成長	児玉 茂夫	(株)富士通研究所	温度勾配炉	
微小重力環境下での配向制御有機物真空蒸着薄膜の作製と特性	大道 英樹	日本原子力研究所	温度勾配炉	
粒子分散一方向凝固材料の創製	佐藤 彰	金属材料技術研究所	温度勾配炉	
GaSbの無歪ブリッジマン成長	西永 頌	東京大学	温度勾配炉	
微小重力下における気相からの大形・高品質鉛錫テラル単結晶の育成	木下 恭一	日本電信電話(株)	温度勾配炉	
酸化物超伝導材料を用いた成膜プロセスに関する実験	村上 寛	工技院 電子技術総合研究所	温度勾配炉	
化合物半導体鉛錫テラルの融液拡散の研究	内田 美佐子	石川島播磨重工業(株)	温度勾配炉	
微小重力環境利用によるイオン性融体中の不純物拡散係数の精密測定	山村 力	東北大学	温度勾配炉	
微小重力下の液体金属および合金の拡散	伊丹 俊夫	北海道大学	温度勾配炉	
微小重力環境下におけるシリコン単結晶育成とマランゴニ対流の可視化観察	日比谷 孟俊	日本電気(株)	帯域炉	統合テーマあり
溶液法による有機材料の単結晶育成実験	岩柳 隆夫	(株)日立製作所	帯域炉	
微小重力場における予混合気の高温白金表面での点火	河野 通方	東京大学	帯域炉	
微小重力環境下での非混合偏晶合金の凝固過程のその場観察	茂木 徹一	千葉工業大学	帯域炉	統合テーマあり
半導体結晶の溶液成長過程の直接観察	稲富 裕光	宇宙科学研究所	帯域炉	
光干渉顕微鏡その場観察による液体の拡散係数及び温度拡散係数の測定	川崎 和憲	日産自動車(株)	溶液成長実験装置	
微小重力下において圧力制御法により行う樹枝状結晶成長のその場観察による研究	沢田 勉	無機材質研究所	溶液成長実験装置	
溶液からの結晶成長その場観察	塚本 勝男	東北大学	溶液成長実験装置	
樹枝状結晶の成長過程のその場観察による結晶の形態形成に対する微小重力の効果	古川 義純	北海道大学	溶液成長実験装置	
固液界面安定性に対する重力の影響	宮田 保教	長岡技術科学大学	溶液成長実験装置	
透明有機結晶を用いた包晶反応過程の直接観察	栗林 一彦	宇宙科学研究所	溶液成長実験装置	
拡散法による有機強磁性体の結晶育成	安西 弘行	姫路工業大学	溶液成長実験装置	
宇宙ステーションに於ける電気化学的界面現象の解析	福中 康博	京都大学	溶液成長実験装置	統合テーマあり
分散系の自己組み立て成長	石川 正道	(株)三菱総合研究所	溶液成長実験装置	
フローティングゾーン結晶成長法における流体部の無重力場における流動現象	武田 靖	スズ国家ハルカ・リサーチ研究所	流体物理実験装置	統合テーマあり
電磁場内の気液界面挙動	今井 良二	石川島播磨重工業(株)	流体物理実験装置	
液柱を利用したベナール対流の実験	東 久雄	航空宇宙技術研究所	流体物理実験装置	
マランゴニ対流の定常流からカオス流への遷移過程と流れの内部構造の観察	大西 充	航空宇宙技術研究所	流体物理実験装置	
マランゴニ対流におけるカオス・乱流とその受動的制御	河村 洋	東京理科大学	流体物理実験装置	
多重液体層における流体物理実験	土井 隆雄	宇宙開発事業団	流体物理実験装置	

— 5 —

(統合された利用テーマ)

統合された利用テーマ名	提案者	所属	代表研究テーマ名及び提案者
宇宙環境下における植物の成長、花成および結実	山田 晃弘	北海道東海大学	微小重力環境における高等植物の生活環 [神阪 盛一郎]
高等植物の成長・老化に関与するオーキシン極性移動能に対する微小重力の影響	上田 純一	大阪府立大学	微小重力環境における高等植物の成長調節 機構 [保尊 隆享]

第2表 代表研究者機関別・共通実験装置別一次選定テーマ数

(1) 代表研究者機関別一次選定テーマ数

所 属 機 関	材料分野	ライフサイエンス分野	合 計
大 学	1 3 (8)	1 2 (2)	2 5 (10)
国立試験研究機関 特殊法人等	8 (2)	3	1 1 (2)
民 間	7 (3)	6	1 3 (3)
そ の 他 (個人)	1	0	1
合 計	2 9 (13)	2 1 (2)	5 0 (15)

注) () 内は統合されたテーマ数で外数

(2) 共通実験装置別一次選定テーマ数

共通実験装置名 (材料分野)	テーマ数	共通実験装置名 (ライフサイエンス分野)	テーマ数
温度勾配炉	9	蛋白質結晶成長装置	6
帯 域 炉	5 (9)	細胞培養装置	1
流体物理実験装置	6 (1)	細胞培養装置 +	1 4 (2)
溶液成長実験装置	9 (3)	クリーンベンチ	
合 計	2 9 (13)	合 計	2 1 (2)

注) () 内は統合されたテーマ数で外数

4. 総合意見

J E Mでの利用テーマの実施に向けて搭載性確認作業及び実験計画書の作成のための作業を開始するテーマとして第1回J E M利用募集の応募テーマの中から50テーマを一次選定した。今後の作業の実施については、当該実施年のJ E Mの利用テーマの選定(利用実施年を含めた3年前)まで以下の諸点に留意して進めることが望ましい。

なお、当該年のJ E Mの国内利用計画の作成に必要となる各年の利用計画の策定方針については、宇宙ステーション部会において、利用実施年を含めた5年前までに調査審議する。

(1) 一次選定テーマの提案者と宇宙開発事業団との間で、搭載性確認作業及び実験計画書作成のための作業を行うこととなる。その際、より大きな成果がJ E Mの利用において得られるよう第一次材料実験等の宇宙実験の経験を踏まえつつ、実験計画の具体化及び最適化等について相互に密接な調整をおこなうこと。また、一次選定テーマの実施の意義について地上実験の進捗度及び科学技術の進展により適宜再評価し選定に反映すること。

(2) 各利用テーマの実験計画書作成にあたっては、体系的・計画的なJ E Mの利用を進めるために、同一実験試料の利用、実験パラメータの条件の体系化を行うなど他の利用テーマとの有機的・補完的關係をもちうるよう実施内容の調整を行うこと。

(3) 一次選定テーマの実施に必要となる共通実験装置については、宇宙開発事業団において、実験要求と装置仕様との整合性を図りつつ開発を進めること。その際、J E M利用の効率化を図るため共通実験装置の自動化等についても配慮すること。

(4) 次回以降のJ E M利用募集の実施にあたっては、J E M利用の推進を一層図るため、学会、ワークショップ等を通じて適切な情報の提供や普及を行うこと。

付属資料

(参考1)

調査方針

第1回JEM利用一次選定テーマの概要

(余 白)

【利用テーマ】

温度差法によるInGaAs混晶バルクの結晶成長

【提案者】

児玉 茂夫 株式会社富士通研究所 厚木研究所

【共同研究者】

中嶋 一雄 株式会社富士通研究所 厚木研究所

【実験概要】

化合物半導体デバイスの高性能化、高機能化のためには、格子定数が可変になる三元混晶基板の開発が欠かせない。なかでも、InGaAsはそのカバーできる格子定数とエネルギーギャップの広さから最優先で開発を進めるべき材料である。地上の成長と、宇宙で無対流での成長とを比較して、三元混晶の成長組成に対する対流の影響を明らかにすることにより、地上技術の向上を図る。また、高品質三元混晶成長の可能性を探る。

【実験方法】

溶液中への溶質の溶解度の温度依存性を利用して、結晶成長を行わせるものである。るつばに種結晶 (InGaAs単結晶)、金属溶媒 (InまたはGa)、成長材料 (InGaAs多結晶) をこの順に入れる。これを種結晶が低温側にくるようにして、温度勾配炉中で加熱・保持する。高温側では溶解度が高いため成長材料が溶出し、溶質は低温側に拡散で輸送される。このため、低温側では溶液が過飽和になり、種結晶上に結晶成長がおこる。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

微小重力環境下での配向制御有機物真空蒸着薄膜の作製と特性

【提案者】

大道 英樹 日本原子力研究所 高崎研究所

【共同研究者】

細井 文雄 日本原子力研究所 高崎研究所
玉田 正男 日本原子力研究所 高崎研究所
泉 佳伸 日本原子力研究所 高崎研究所

【実験概要】

光機能材料として注目されているフタロシアニン等大環状環をもつ有機物質の高次構造制御膜を得ることを目的として、JEMに設置される温度勾配炉を利用し微小重力環境下で真空蒸着膜を作製する。地上（単位重力場）でも同様に真空蒸着実験を行う。両者蒸着膜の配向性や結晶性について、XRD、FTIR、UV、XPS、SEM等を用いて解析を行い、微小重力場の影響について検討する。

【実験方法】

蒸着用有機物質とサファイア等の基板とを石英アンブル中に真空封管しカートリッジに入れ、温度勾配炉の高温側に蒸着源が、低温側に基板がくるよう装着する。蒸着源は、昇華温度に達すると蒸発し、低温側に飛来する。蒸着速度を制御し配向制御膜を得るため、蒸発源及び基板の温度制御を精度良く行うとともに、アンブル内にはオリフィスを設け蒸発速度を制御する。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

粒子分散一方向凝固材料の創製

【提案者】

佐藤 彰 金属材料技術研究所

【共同研究者】

高森 晋 金属材料技術研究所
大沢 嘉昭 金属材料技術研究所
荒金 吾郎 金属材料技術研究所
山崎 道夫 西東京科学大学 理工学部

【実験概要】

アルミニウム合金中に酸化物／炭化物／窒化物等の粒子を分散させ、一方向凝固させることにより、粒子分散一方向凝固組織材料を作製する。凝固組織におよぼす添化粒子の種類、粒径、粒形状、合金の組成、微量添加元素、温度勾配、凝固速度等の影響を明らかにする。得られた材料の諸性質を計測し、解析することにより、地上1g環境下の製造材料との比較を行い、微小重力環境下の有効性を確認する。

【実験方法】

機械的合金化法に用いられる遊星型ボールミルを使用し、純アルミニウム粉末・合金元素粉末／アルミニウム合金粉末及び酸化物／炭化物／窒化物等の粉末を、混合・合金・分散することにより溶解用の試料を作製する。この試料を温度勾配炉を使用して、一方向凝固させることにより、粒子分散一方向凝固組織材料を作製する。微小重力環境下では、添化粒子の浮上／沈降がなく、理想的な粒子分散一方向凝固組織材料を製造できる。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

GaSbの無歪ブリッジマン成長

【提案者】

西永 頌 東京大学 工学部

【共同研究者】

斉藤 制海 豊橋技術科学大学 工学部
K. W. Benz Freiburg University Institute of Crystallography
A. Danilewsky Freiburg University Institute of Crystallography

【実験概要】

円筒状の石英アンプル管にGaSb円柱状単結晶を真空封入する。これを微小重力下で一端から融解し、他端に未融解単結晶部を残し、再結晶化する。その後、成長結晶の結晶性をX線トポグラフ法、空間分解フォトルミネッセンス法、抵抗率測定等により評価する。以上の実験からGaSbを例にとり無歪融液成長の振舞と結晶性につき調べ、GaAs等さらに高融点の化合物半導体無歪融液成長への基礎データをとる。

【実験方法】

微小重力下では半導体融液柱は石英アンプル管に非接触の状態で保たれる。われわれはこれを中国の回収型衛星実験で確認した。そこで、微小重力下でブリッジマン成長を行い無歪の状態を高品質のGaSbを成長させる。先ず成長速度、成長界面での温度勾配を変化させ自由表面の形成の様子と結晶性との関連を調べる。次に結晶径、および長さを増加させ実験を繰り返し高品質GaSb単結晶を成長する。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

微小重力下における気相からの大形・高品質鉛錫テルル単結晶の育成

【提案者】

木下 恭一 日本電信電話株式会社 基礎研究所

【共同研究者】

無し

【実験概要】

微小重力下において、気相成長法により大形かつ高品質な鉛錫テルル単結晶を育成することを目的とする。微小重力下では高温勾配下で蒸気輸送速度を高めた場合でも、気流中の対流が抑制されて結晶成長中に擾乱が発生し難く、また容器壁と非接触の状態で結晶成長させることが容易となる。これらの特徴を利用して、気相成長法の高品質性を損ねることなく、成長速度の高速度化と結晶の大形化を図る。また、欠陥密度の低減を図る。

【実験方法】

$Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ 多結晶原料と同組成の種子結晶を真空封入した結晶成長用容器を温度勾配炉内において加熱し、多結晶原料部からPbTe、SnTeを分子状で蒸発（昇華）させ、その蒸気を温度差を利用して結晶成長部へ導き、種子結晶状に堆積させて大きな単結晶へと成長させる。通常の気相成長の場合に比べ一桁程度大きな温度差の下、宇宙実験用に考案した特殊な容器を使用して結晶を容器壁に接触させずに成長させる。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

酸化物超伝導材料を用いた成膜プロセスに関する実験

【提案者】

村上 寛 電子技術総合研究所

【共同研究者】

遠藤 和弘 電子技術総合研究所
三沢 俊司 電子技術総合研究所
吉田 貞史 電子技術総合研究所
工藤 勲 電子技術総合研究所
市川 洋 松下電器産業株式会社 中央研究所 部品材料研究所
瀬恒 謙太郎 松下電器産業株式会社 中央研究所 部品材料研究所

【実験概要】

1)金属蒸気圧制御による酸化物超伝導薄膜の気相成長と金属分散の観察、2)線条加熱プロセスを用いた部分溶融および再結晶化による表面平坦性の優れた表面を持つ高臨界温度超伝導相薄膜の作製実験。

【実験方法】

気相成長実験は酸素雰囲気中で数種類の超伝導材料である金属の蒸発と酸素とを基板上で反応させ超伝導薄膜を成長させる方法である。成膜時での酸素と金属の蒸発量を最適に制御することで高品質酸化物薄膜の成長を試みる。また基板上の金属粒子の挙動を調べ粒子分散のメカニズムの観察も合わせて行う。線条加熱実験はペロプスカイト構造を持つ酸化物を酸素雰囲気中で温度を一定にしたまま加熱光源をゆっくり移動させ、一方向の単結晶を成長させる。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

化合物半導体鉛錫テルルの融液拡散の研究

【提案者】

内田 美佐子 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

【共同研究者】

兼子 稔 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所
中川 幸也 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

【実験概要】

赤外線領域レーザーおよび受光素子材料である化合物半導体鉛錫テルルの融液中の拡散係数を測定する。融液中の拡散係数は融液から単結晶を作製する際の条件を決定するために必要なパラメータであるが、地上では対流が発生するために測定が難しいとされている。また、微小重力下で測定した拡散係数の温度依存性は地上で測定されたものと異なるという報告もあり、融液中での拡散のメカニズムを解く鍵となるものである。

【実験方法】

2種類の濃度の鉛錫テルルをあわせて拡散対を作製して溶融し、凝固後の鉛錫テルルの濃度分布をX線アナライザおよび高周波プラズマ発光分析で測定する。これをフィックの第2法則にフィッティングして拡散係数を計算する。

凝固による濃度分布の変化を避けるために、高速凝固および径方向凝固が必要となる。従って、カートリッジは内径7mmの細く小さいものを用い、軸方向に試料2個を入れる。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

微小重力環境利用によるイオン性融体中の不純物拡散係数の精密測定

【提案者】

山村 力 東北大学 工学部

【共同研究者】

佐藤 譲 東北大学 工学部
朱 鴻民 東北大学 工学部
遠藤 守 東北大学 工学部

【実験概要】

高温融体の拡散係数は融液結晶成長などの高温プロセスの解析に不可欠な物性値である。しかし文献値間の差異が極めて大きい物性値でもある。この原因については不明の点が多いが、中でも対流の影響が最も重要であるとされている。本実験は微小重力環境を用いて、対流の影響が生じない条件下でイオン性融体の不純物拡散係数を高精度で測定し、理論的検討に供するとともに、従来地上で測定された値の妥当性を検討する。

【実験方法】

熔融塩中の不純物拡散係数の測定には非定常電気化学的方法であるクロノポテンシヨメトリー法を採用する。融体中に作用極、参照極、対極の3本の電極を浸漬し、作用極と対極の間にある時刻より一定電流を流し始め、作用極の電位を時間の関数として観測する。対象不純物イオン濃度が作用極表面で殆どゼロになるまでの時間、即ち遷移時間を測定し、拡散係数を決定する。微小重力環境下で、対流の影響が生じない条件下で測定する。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

微小重力下の液体金属および合金の拡散

【提案者】

伊丹 俊夫 北海道大学 理学部

【共同研究者】

無し

【実験概要】

液体の拡散現象は材料科学の基礎として極めて重要である。地上の従来実験では、測定所要時間が10時間程度と長い事もあり、重力対流の悪影響が存在してデータの信頼性が極めて劣悪である。そこで、JEMの無重力環境を利用して、液体金属合金系を対象に、拡散係数の温度係数および同位体効果の実験的研究とその理論解析を実施する。液体金属合金系は産業上重要であると共に、高度な理論解析が可能な興味深い体系である。

【実験方法】

液体金属および液体合金の自己拡散係数を安定同位元素をトレーサーとしてロングキャピラリー法により実施する。安定同位元素を直線状試料の一端もしくは中心に配置して、保持温度に数時間から10時間保持した後急冷する。試料長軸方向の濃度分布をSIMS分析により実施することにより、自己拡散係数を決定する。さらに温度依存性などの理論解析より拡散機構を解明する。

【共通実験装置】

温度勾配炉

【利用テーマ】

微小重力環境下におけるシリコン単結晶育成とマランゴニ対流の可視化観察

【提案者】

日比谷 孟俊 日本電気株式会社 基礎研究所

【共同研究者】

山下 健一 大阪チタニウム製造株式会社 技術管理部
山岸 浩利 信越半導体株式会社 研究本部半導体磯部研究所
今石 宣之 九州大学 機能物質科学研究所
向井 楠宏 九州工業大学 工学部
塚田 隆夫 東北大学 反応化学研究所
岡野 泰則 東北大学 金属材料研究所
今井 正人 コマツ電子金属株式会社 技術研究所
平田 彰 早稲田大学 理工学部
西澤 伸一 早稲田大学理工学研究所 早稲田大学理工学部
宗像 鉄雄 機械技術研究所

【実験概要】

地上でのシリコン単結晶育成における酸素輸送のメカニズムに係わる「マランゴニ対流」の効果を解明し、シリコン単結晶育成技術の向上に資する。浮力による対流の効果を抑制できる微小重力環境を利用し、フローティング・ゾーン法によりシリコン単結晶を育成しながら、マランゴニ対流をその場観察する。マランゴニ対流のモードと単結晶特性との関係を解明する。

【実験方法】

半導体シリコン単結晶棒をイメージ炉により加熱し、融帯を形成する。融帯中および／もしくは融帯表面に設けたトレーサを、X線（2軸）および可視光により照明し、トレーサの動きから流れを可視化観察する。融帯での温度勾配、およびシリコン融液中の酸素濃度をパラメータとして、観察実験を行う。観察画像はビデオに記録し、地上において解析し、流速および流れの構造を知る。

【共通実験装置】

帯域炉

【利用テーマ】

熔融法による有機材料の単結晶育成実験

【提案者】

岩柳 隆夫 株式会社日立製作所 日立研究所

【共同研究者】

角田 敦 株式会社日立製作所 日立研究所
佐川 雅一 株式会社日立製作所 日立研究所
香川 博之 株式会社日立製作所 日立研究所

【実験概要】

有機材料の単結晶育成技術は、有機非線形光学素子に代表される有機電子デバイス作製において非常に重要な技術課題となっている。微小重力空間において、浮遊状態で有機材料の単結晶育成実験を行い、ガラス容器からの汚染物質の防止や、試料の膨張収縮に伴う容器壁面からの応力による結晶歪の除去など、地上では実現不能な結晶成長に関する基礎的な検討を行う。

【実験方法】

地上で用意した多結晶塊の下部より、熔融帯を微速移動させる事により試料を単結晶化する。結晶核成長部分で選択された結晶核のみが結晶成長部分で成長する。微小重力空間においては、試料を容器と非接触状態で単結晶化することにより、高品質な有機単結晶が得られる。

【共通実験装置】

帯域炉

【利用テーマ】

微小重力場における予混合気の高温白金表面での点火

【提案者】

河野 通方 東京大学 工学部

【共同研究者】

永田 晴紀 東京大学 工学部
瀬川 大資 東京大学 工学部
佐藤 順一 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

【実験概要】

触媒燃焼はNOx排出量の低減や燃焼効率の向上に有力な燃焼方法であり、多くの基礎研究が行われているが、点火など非定常な現象においては重力場の影響が無視できない。本研究は、高温白金球を用いて微小重力場において予混合気の点火実験を行い、実験結果と触媒作用を考慮にいたした点火の数値シミュレーションによる解析結果とを比較することにより、触媒反応の機構を物理的・化学的の両面より解明しようとするものである。

【実験方法】

帯域炉内に常温、低圧の予混合気を導入する。炉内には白金の小球を保持しておき、急速に加熱しある設定温度を保つよう制御する。触媒作用による表面反応が始まると反応熱により白金球が加熱され、白金球の表面温度が設定温度以上に上昇し、やがて予混合気が点火する。このときの白金球表面温度の時間変化を赤外線センサーにより測定し、同時に点火遅れも測定する。以上の実験を設定温度をパラメータに用いて行う。

【共通実験装置】

帯域炉

【利用テーマ】

微小重力環境下での非混合偏晶合金の凝固過程のその場観察

【提案者】

茂木 徹一 千葉工業大学 工学部

【共同研究者】

南 和一郎 千葉工業大学 工学部
実藤 元城 千葉工業大学 工学部
日比谷 孟俊 日本電気株式会社 基礎研究所
向井 楠宏 九州工業大学 工学部
伊丹 俊夫 北海道大学 理学部

【実験概要】

溶解度ギャップのある偏晶系合金は、地上では冷却過程において液相の密度差に起因する相分離を起こして凝固するために均一組織の材料ができない。本研究はJEMにおいて、この合金の冷却凝固過程を透過X線によりその場観察を行い、液相の分離や凝固現象を調べ、これらのメカニズムを解明する。このメカニズムは微小重力環境での凝固組織制御技術に応用され、新しい機能性材料としての偏晶合金の開発を促進することが期待できる。

【実験方法】

X線吸収能の異なる二元系偏晶合金を試料として、所定組成の試料をるつぽに入れて帯域炉で単一液相領域まで加熱し、攪拌を与えて均一液相にする。冷却過程での液相からの分離液滴の核生成、オストワルド成長、液滴の衝突合体、偏晶温度での反応過程と凝固現象を透過X線により可視化して、CCDカメラで撮影録画する。地上に回収された試料の組織観察、成分分析を行い、X線画像解析とともに凝固メカニズムの解明に供する。

【共通実験装置】

帯域炉

【利用テーマ】

半導体結晶の溶液成長過程の直接観察

【提案者】

稲富 裕光 宇宙科学研究所

【共同研究者】

栗林 一彦 宇宙科学研究所

【実験概要】

半導体結晶の溶液成長において、液相中の流れは界面形態を不安定化させ成長層中の組成分布の不均一をもたらす。本実験は、流れのない微小重力環境において半導体の成長挙動をその場観察することにより、界面の安定性についての定量的な知見を得るものである。

【実験方法】

溶液成長時の固液界面形状を透過X線等を用いてその場観察をする。実験手順は、試料基板及び溶媒を真空封入した石英ガラスアンプルを加熱炉内にセットし、固液界面の形状観察及び移動量のリアルタイム測定を行う。

【共通実験装置】

帯域炉

【利用テーマ】

光干渉顕微その場観察による液体の拡散係数及び温度拡散係数の測定

【提案者】

川崎 和憲 日産自動車株式会社 宇宙航空事業部

【共同研究者】

増田 立美 日産自動車株式会社 宇宙航空事業部

【実験概要】

異種液体、又は濃度の異なる同組成の溶液を、溶液成長セル内に隔離した状態でセットしておき、微小重力下において互いに接液させる。異種液体、又は濃度の異なる同組成溶液は、溶液成長セルの中で徐々に相互拡散を開始する。この拡散現象を2波長干渉顕微鏡によりその場観察を行い、干渉縞のパターン変化から拡散速度を解析し、拡散係数を算出する。

【実験方法】

異種液体、又は濃度の異なる同組成の液体を、溶液成長セル内に隔離した状態で充填しておく。

微小重力下において接液させ、拡散輸送を開始させる。

拡散の様子を溶質の種類、又は濃度・温度の変化に伴う空間的・時間的屈折率変化として、2波長干渉顕微鏡で観察する。拡散速度は、干渉縞パターンの経時変化の追跡により計算できる。

2波長を用いることにより、濃度拡散と温度拡散の分離が可能である。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

微小重力下において圧力制御法により行う樹枝状結晶成長のその場観察による研究

【提案者】

沢田 勉 無機材質研究所

【共同研究者】

竹村 謙一 無機材質研究所
谷口 吉弘 立命館大学 理工学部
川崎 和憲 日産自動車株式会社 宇宙航空事業部
重松 公司 岩手大学 教育学部

【実験概要】

溶解度の圧力依存性を利用して、加圧により過飽和度を設定する方法（圧力制御法）により樹枝状結晶成長を駆動する。結晶成長の様子を透過光照明による顕微鏡により、また、結晶周りの濃度分布を干渉計によりその場観察する。圧力、および、濃度の調整により、種々の樹枝状成長のモードを調べる。

【実験方法】

実験試料は、塩化アンモニウムの水溶液を用いる。塩化アンモニウムの溶解度は加圧により減少し、従って、加圧により結晶を成長させることができる。試料は内部セルに封入し、これを光学窓付き高圧セル中に取り付け加圧する。加圧により種結晶から樹枝状結晶の成長を開始し、その後、圧力制御により過飽和度を多段階に変化させる。また、濃度の異なる試料を封入した内部セルを複数個用意し、取り替えて実験を行う。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

溶液からの結晶成長その場観察

【提案者】

塚本 勝男 東北大学 理学部

【共同研究者】

小沼 一雄 東北大学 理学部
圓山 重信 東北大学 流体科学研究所
清水 健司 岩手大学 工学部
古川 義純 北海道大学 低温科学研究所
入沢 寿美 学習院大学 計算機センター
斉藤 幸夫 慶応義塾大学 理学部
平田 彰 早稲田大学 理工学部
石川 正道 株式会社三菱総合研究所 先端科学研究所
岩崎 晃 電子技術総合研究所

【実験概要】

微小重力下での多面体結晶形態の安定性を、結晶表面、環境相、溶液物性のその場観察を通してカイネティックな面から総合的に研究する。これにより、微小重力での結晶成長の特徴が明らかになるだけでなく、重力下での複雑な対流や流れの場では難しい、結晶成長理論の詳細な実験的検証が可能となる。また、蛋白質結晶、ビールス結晶等の高品質な育成に向けた基礎データ取得にも貢献する。

【実験方法】

結晶の成長／溶解は温度変化で行う。結晶表面に実時間位相シフト干渉法を適用することで、分子オーダーの成長層の挙動と表面トポグラフ変化が測定可能となる。環境濃度、温度分布は同干渉法により疑似三次元観察を行い、核形成研究には光散乱を併用する。これらの情報は、動画として地上にダウンリンクされ、成長条件や光学観察条件は地上からも設定される。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

樹枝状結晶の成長過程のその場観察による結晶の形態形成に対する微小重力の効果

【提案者】

古川 義純 北海道大学 低温科学研究所

【共同研究者】

高橋 庸哉 北海道教育大学 付属教育実践研究指導センター
横山 悦郎 九州工業大学 情報工学部

【実験概要】

樹枝状成長する氷結晶の形態変化及び結晶周辺の拡散場を、干渉計を用いたその場観察法により、三次元で定量的に測定する。無重力下での熱対流などの擾乱を排除した実験により、結晶の形態形成がどのような因子で支配されるかを顕在化する事ができる。また、氷の樹枝状結晶は、過冷却水及び過飽和水蒸気の異なる母相から成長させる事が可能で、両者の成長様式の比較が可能である。これらにより、結晶の形態形成機構の解析が可能となる。

【実験方法】

氷結晶を過冷却水または過飽和水蒸気から成長させる事が可能な成長セルを製作し、溶液結晶成長実験装置に組み込む。この装置の干渉計により結晶成長のその場観察を行う。これによって得られた映像を解析し、三次元的な結晶の形態変化及び結晶周辺の拡散場の定量的な測定を行う。宇宙実験の成果は、地上で行われる重力環境下の実験及び計算機実験等の結果と比較検討され、氷結晶の形態形成機構を解明する。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

固液界面安定性に対する重力の影響

【提案者】

宮田 保教 長岡技術科学大学 工学部

【共同研究者】

永澤 茂 長岡技術科学大学 工学部

【実験概要】

機能性材料の開発においては、凝固界面形態を制御し、形成される微細組織を制御する必要がある。しかし、地上では界面安定性機構は温度差による対流、溶質濃度差による対流の影響下にあり、解明が困難である。有機物合金により界面形成過程を可視化観察することにより、界面不安定化摂動因子を分離することにより界面安定化機構を解明し、機能性材料のための制御法の開発に資する。

【実験方法】

金属合金のモデル物質となり、その場観察可能な有機物を試料とし、過冷凝固実験、一方向凝固実験を行う。過冷凝固実験においては、試料を加熱融解し、凝固点以下まで徐冷・保持した後、凝固核を発生させデンドライトを成長させる。一方向凝固においては試料融解後、一端を冷却させ凝固を開始させ、セル、デンドライト成長させる。セル、デンドライトの成長過程をビデオ観察し、成長過程・機構を解明する。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

透明有機結晶を用いた包晶反応過程の直接観察

【提案者】

栗林 一彦 宇宙科学研究所

【共同研究者】

大中 逸雄 大阪大学 工学部
稲富 裕光 宇宙科学研究所
鈴木 俊夫 東京大学 工学部
茂木 徹一 千葉工業大学 工学部

【実験概要】

酸化物超伝導体や磁性ガーネットなどの結晶成長過程でしばしば見られる包晶反応では、ファセット的な界面形態を有する包晶生成物を晶出する。ファセット的な界面はマクロな等温度線と一致せず、界面近傍マイクロ対流が発生して反応過程解析を困難にする。本研究では、包晶反応を示す有機結晶合金をモデル試料とし、無対流下で凝固界面近傍の温度、濃度分布を測定し、ファセット的な凝固過程と包晶反応の機構を明らかにすることを目的とする。

【実験方法】

包晶反応を示す有機結晶合金を石英ガラスセルに封入し、セル両端に温度差をつける。種々の速度で冷却させ、方向性凝固を進行させる。波長差の大きい2波長干渉法による界面近傍の温度分布及び濃度分布を求め、包晶反応時の界面近傍の熱・物質輸送が凝固組織に及ぼす影響を明らかにする。また動的光散乱法を適用し、包晶反応相の核生成条件と核生成サイトに関する知見を得る。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

拡散法による有機強磁性体の結晶育成

【提案者】

安西 弘行 姫路工業大学 理学部

【共同研究者】

中辻 慎一 姫路工業大学 理学部

【実験概要】

有機電荷移動錯体はそれぞれ不対電子を持ったドナーとアクセプターと呼ばれる分子から構成されている塩型の分子化合物で、特異な結晶構造を持っている。この結晶形を利用することによって、不対電子のスピンのそろった有機強磁性体を作製することができる。その物性研究を行うために理論的な拡散が利用できる無重力場で地上では得られないような良質な結晶を拡散法で育成するのがこの研究の目的である。

【実験方法】

ドナーとアクセプターを溶媒中で単に混ぜると電荷移動錯体の微細な多結晶となる。この両者をそれぞれ溶媒中の隔たったところからゆっくり拡散させ、反応させると良質な単結晶が得られる。これが拡散法であるが、地上では温度や濃度の不均一な分布による対流によって理想的な拡散が得られない。無重力場で、対流のない理想的な拡散によって地上では得られないような非常に良質な結晶を育成するのがこの方法の原理である。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

宇宙ステーションに於ける電気化学的界面現象の解析

【提案者】

福中 康博

京都大学 工学部

【共同研究者】

無し

【実験概要】

交換電流密度が大きく異なる金属や酸化物電極を用いてガス発生実験を行えば濡れ性と触媒能を関連づける事が出来、微小重力環境下における燃料電池の充放電特性に関する理解が深まる。清浄な表面を持つマイクロ球電極を2軸レーザー干渉計に組み込む事により気泡発生や電析反応にともなうイオンの移動速度を二次元的に解析する。これらの解析を通じて微小重力場の電気化学プロセスングに対する理解を深める。

【実験方法】

1) 宇宙ステーション内で一様に気泡や微粒子を電解液中に分散させ両極間に電場をかけてこれらの微粒子の移動速度と電場の関係や電解液表面の運動をVTRで観察測定する。

2) 宇宙空間でジュール熱により作製したマイクロ球電極を用いて電極反応を行わせる。2方向レーザー干渉装置を用いてマイクロ球電極表面の気泡成長挙動や電析初期過程等確率過程を含む電極界面現象とイオンの移動速度との関連性を二次元的に検討する。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

分散系の自己組み立て成長

【提案者】

石川 正道

株式会社三菱総合研究所 先端科学研究所

【共同研究者】

無し

【実験概要】

近年、ミクロンオーダーの微粒子が相互に作用し合ってより大きな粒子を形成し、通常の結晶と類似した規則配列と形態を持つ事が明らかになってきた。微粒子が自動的に積み木のように組上がっていくことから自己組み立て (self-assembling) と呼ばれている。重力による沈降効果が現れるため、重力効果を除いた研究によって自己組み立ての模様を明らかにできれば、この新現象の解明と応用に大きく寄与する。

【実験方法】

コロイド分散状態にある分散系が、自己組み立てを経て粗大化する過程を光学的に計測し、そのメカニズムを明らかにする。試料として、100nm~10 μ mまでの様々な径をもつラテックス粒子および油-水自己会合系を用い、分散状態から凝集状態に変化する過程において散乱光および回折光を検出することにより、各種輸送係数および自己組み立てメカニズムを明らかにする。

【共通実験装置】

溶液成長実験装置

【利用テーマ】

フローティングゾーン結晶成長法における流体部の無重力場における流動現象

【提案者】

武田 靖 スイス国立パウル・シェラー研究所

【共同研究者】

徳広 明 スイス国立パウル・シェラー研究所
東 久雄 航空宇宙技術研究所 宇宙研

【実験概要】

フローティングゾーン法による結晶成長過程での溶融材料内の流動現象を、超音波流速分布測定法を使って調べ、包括的な理解を目指す。流体には通常流体と低融点液体金属を用いる。特に液体金属を使用する事により、現象の支配因子であるRe数、Gr数、Ma数、Pr数を実条件に合わせる事が可能である。非定常流れ場を測定する事により、流れの安定限界、流動特性、さらには平均流速分布などを定量的に求める。

【実験方法】

試料液体にはシリコン油、低融点液体金属の2種類を用いる。測定は主に超音波ドップラー流速分布測定法で、これは超音波パルスの流体内からのエコー信号を特殊な信号処理をする事により流速分布を瞬時に求めるものである。非定常流れ場の空間的变化から流れの空間的成長をとらえ、成長のメカニズムを明らかにする。また定常流れのデータから臨界Re数、臨界Gr数を求める。

【共通実験装置】

流体物理実験装置

【利用テーマ】

電磁場内の気液界面挙動

【提案者】

今井 良二 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

【共同研究者】

桑原 啓 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所
内田 博幸 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所
棚澤 一郎 東京大学 生産技術研究所
前川 透 東洋大学 工学部

【実験概要】

電磁場を用いた流体制御技術の確立を目的とし、電場または磁場中の気泡および液滴の運動と界面の挙動、液柱の気液界面の安定性について検討する。具体的には以下の研究を実施する。(1) 勾配電界中の気泡、液滴の運動および気液界面の観察、計測。(2) 電界による液柱界面の安定化および不安定化作用の観察、計測。(3) 磁場中の磁性流体塊および磁性流体柱の運動、界面安定性および不安定性の観察、計測。

【実験方法】

電界が作用した媒質にはマクスウェルの応力が作用する。電界に勾配があると媒質内の物体には応力の不均一性から電界勾配に平行な力(誘電泳動力)が作用する。この力により気泡および液滴を無接触で移動させる。電磁界が作用した液塊および液柱には電磁エネルギーが蓄えられるため、これにより気液界面に擾乱が付加されたときのエネルギーの増分を制御できる。つまり電磁場を利用して気液界面の安定性を制御する。

【共通実験装置】

流体物理実験装置

【利用テーマ】

液柱を利用したベナール対流の実験

【提案者】

東 久雄 航空宇宙技術研究所

【共同研究者】

上村 平八郎 航空宇宙技術研究所
大西 充 航空宇宙技術研究所
吉原 正一 航空宇宙技術研究所
松本 甲太郎 航空宇宙技術研究所
川路 正裕 トロント大学 工学部

【実験概要】

二つの円盤の間にシリコン油等の液柱を形成し、その中心円筒部から加熱あるいは冷却することにより、半径方向に温度勾配をつける。その際発生するであろうベナール対流を観察し、温度の条件、深さとベナールセルの大きさ、分布との関係を明らかにする。また液柱を中心軸まわりに回転させることによる遠心力と、ベナール対流の発生、形状および温度勾配の関係を明らかにする。

【実験方法】

液柱を回転中に液柱内半径方向の温度勾配がある値に達すると、自由表面の揺らぎに起因すると思われる対流（ベナール対流）が発生する。その臨界値は遠心力と温度差（厳密にはレイリー数）に依存する。この場合の遠心力は、0から増大可変である。このようにレイリー数を変えながら、ベナール対流の発生を観察する。

【共通実験装置】

流体物理実験装置

【利用テーマ】

マランゴニ対流の定常流からカオス流への遷移過程と流れの内部構造の観察

【提案者】

大西 充 航空宇宙技術研究所

【共同研究者】

東 久雄 航空宇宙技術研究所
山本 稀義 航空宇宙技術研究所
吉原 正一 航空宇宙技術研究所
武田 靖 スイス国立パウル・シェラー研究所
川路 正裕 トロント大学 工学部

【実験概要】

温度勾配を付加してマランゴニ対流を発生させた液体ブリッジ中の流れの三次元速度分布を多種の試料流体について計測する。一部の試料流体に関してはブリッジ表面速度分布・表面温度分布についても計測する。これらの分布からブリッジ長やブリッジ回転数、試料流体の違いが層流マランゴニ対流から振動流、さらにカオス的マランゴニ対流に遷移する過程や対流の内部構造に与える影響を調査する。

【実験方法】

試料流体が透明な場合は、試料に予め混入した粒子を光学的観察装置により多方向から観察・追跡し、三次元速度分布を得る。表面速度分布は試料に特別な染料を混入しブリッジ表面を点状に発色させ、その動きを追跡して得る。表面温度分布観測にはサーモグラフィを用いる。不透明流体では超音波ドップラー流速分布測定装置を用いて超音波エコーを解析し、多点での速度成分を多方向から同時に得、三次元速度分布を計測する。

【共通実験装置】

流体物理実験装置