

第一次材料実験テーマの第二次
選定結果について（報告）

昭和59年7月24日

宇宙開発委員会
第一次材料実験テーマ選定特別部会

はじめに

第一次材料実験テーマ選定特別部会は、「第一次材料実験テーマ選定特別部会の設置について」(昭和54年12月12日宇宙開発委員会決定)に基づき、今回、第一次材料実験の実験テーマの第二次選定について調査審議を行った。

その結果、第一次材料実験の実験テーマとして34テーマを選定したので報告する。

目 次

1. 実験テーマの選定経緯 1

2. 第二次選定の方法とその結果 3

3. 総合意見 12

(参考)

(1) 第二次選定テーマの概要 13

(2) 実験装置の概要 53

(3) 第一次選定基準及び細目 62

(4) 第二次選定基準及び細目 67

(5) 第一次材料実験テーマ選定特別部会の設置について 69

(6) 第一次材料実験テーマ選定特別部会構成員(第二次選定時) 70

(7) 第一次材料実験テーマ選定特別部会における第二次選定の審議の進め方 71

(8) 第一次材料実験(FMPT)について 73

1. 実験テーマの選定経緯

- (1) 宇宙空間は無重力等地上では得られない種々の環境特性を有しており、この特性を利用して、新たな知見の取得、あるいは優れた特質を有する材料の製造等が可能となる。第一次材料実験は、こうした宇宙空間の特性を利用した材料実験等を、スペースシャトルを利用し、これに搭乗する我が国科学技術者の手によって実施することを目的としたプロジェクトであり、我が国の宇宙実験の進展にとり極めて大きな意義を有するものである。
- (2) このような観点から、昭和54年6月に取りまとめられた「宇宙開発委員会第二部会報告書(その1) —スペースシャトルの利用の推進について—」(以下「第二部会報告書」という。)では、第一次材料実験の実験テーマの選定に当たっては、できるだけ多くの優秀なテーマを集め、段階的に選定を行うことが適当である旨示された。
- (3) これを受け、昭和54年12月、第一次材料実験の実験テーマの選定を行うため、当部会が設置された。
- (4) 当部会では、その後、各方面から実験候補テーマとして提案された103テーマを対象とし、第二部会報告書に示された次に掲げる第一次選定基準(参考(3)参照)に従い、

第一次選定を行った結果、昭和55年2月、有望と思われる62テーマを選定した。

〔第一次選定基準〕

○ 宇宙実験の結果から大きな科学的、技術的效果が期待されること。

○ 実験テーマ提案者が地上における予備実験、宇宙実験後の解析等を実施する技術的能力を有すること。

等

(5) 第一次選定により選定された実験テーマについては、その後、予備実験、理論解析等が進められてきたところである。

また、昭和57年度からは、科学技術振興調整費を用いた「無重力環境を利用した新材料の創製に関する研究」が行われている。

当部会では、第一次選定後に行われたこれら予備実験等の結果及び科学技術振興調整費を用いた関連研究の進展の状況を踏まえ、今回、実験テーマの第二次選定を行った。

2. 第二次選定の方法とその結果

(1) 当部会では、第一次選定により選定された62テーマ、及びこれに第一次選定後の関連研究の進展を考慮し、科学技術振興調整費の課題「無重力環境を利用した新材料の創製に関する研究」において実験が進められてきた12テーマを加え、合計74テーマ(第3表参照)の中から次のように実験テーマの第二次選定を行った。

① 第二部会報告書に示された次に掲げる第二次選定基準に従い選定を行った。

〔第二次選定基準〕

ア. 予備実験の結果、実験装置の開発状況等から判断して、宇宙実験を実施し得る見通しが確実であり、かつ、実験成果が期待されること。

イ. 宇宙実験に必要とされる試料及び試作した特殊実験装置の仕様書、取扱い説明書等を指定する期日までに準備できること。

ウ. 宇宙実験の長期的展開を考慮した時、各分野の発展にとって重要な第一歩となること等必要と考えられる事項

上記ア～ウの第二次選定基準については、これを更に

細分化して、選定基準細目(参考(4)参照)を定め、それぞれに照らして評価を行った。

② 科学技術振興調整費による12テーマについては、第一次選定基準及び第二次選定基準の双方に従い選定を行った。

なお、選定に当たっては、宇宙開発事業団が行った各テーマに関する検討の結果を踏まえるとともに、宇宙実験に対する広範囲の人々の関心と支持が得られるよう可能な範囲で多数の実験テーマを選定することに配慮した。

(2) 当部会は、以上により第二次選定を行い、その結果、第一次材料実験の実験テーマとして第1表に示す34テーマを選定した。

なお、第2表に第二次選定テーマ分野別総表を、参考(1)に第二次選定テーマの概要を、それぞれ示す。

第1表 第二次選定テーマ一覧

1. 材料分野

項目名	テーマ番号	テーマ名	テーマ提案者	使用する実験装置
(1) 新材料創製				
① 化合物半導体材料の製造実験	MA-1	狭バンドギャップ三元混晶半導体鉛錫テルル単結晶の無重力下における結晶成長	日本電信電話公社 研究開発本部長 城水元次郎	温度勾配型電気炉
	MA-2	浮遊帯域熔融法による化合物半導体結晶の作製	科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一	イメージ炉
	MA-3	無重力下におけるSi-As-Teアモルファス半導体の製造	大阪大学基礎工学部教授 浜川圭弘	連続加熱型電気炉
	MA-4	無重力環境下における化合物半導体結晶の作製(InGaAsの研究)	光応用システム技術研究組合技術部長 佐久間伸夫	温度勾配型電気炉
	MA-5	無重力下における帯熔融法によるPbSn-Te大形単結晶の試作	理化学研究所理事長 宮島龍興	イメージ炉
② 無機材料の製造実験	MA-6	非可視域用光学材料の研究	通商産業省工業技術院大阪工業技術試験所第一部長 守屋喜郎	音波浮遊炉
	MA-7	無重力下におけるサマルスカイトの合成	科学技術庁無機材料研究所長 後藤優	イメージ炉
③ 金属複合材料の製造実験	MA-8	新超電導合金の溶製	科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一	連続加熱型電気炉
	MA-9	粒子分散型合金の作製	科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一	高温加圧型電気炉

項目名	テーマ番号	テーマ名	テーマ提案者	使用する実験装置	
(2) 地上の既存生産技術の改善及び向上	MA-10	高剛性・超低密度炭素繊維／アルミ合金複合材料の製造研究	東京工業大学名誉教授 梅川 荘吉	連続加熱型電気炉	
	MA-11	無重力環境下における有機金属結晶の成長	通商産業省工業技術院電子技術総合研究所主任研究官 安西 弘行	有機結晶成長実験装置	
	MA-12	複合脱酸した鋼塊中の脱酸生成物の生成機構	科学技術庁金属材料技術研究所長 中川 龍一	高温加圧型電気炉	
	MA-13	液相焼結機構の研究	東京大学工学部教授 小原 嗣朗	高温加圧型電気炉	
	MA-14	無重力下における気相金属凝結機構の研究	名古屋大学理学部講師 和田 伸彦	金属微粒子生成実験装置	
	MA-15	シリコン球結晶の成長とその表面酸化	東京大学工学部教授 菅野 卓雄	球結晶成長実験装置	
	MA-16	ガラスの高温挙動	京都大学工学部教授 曾我 直弘	イメージ炉	
	(3) 将来の宇宙製造への基盤技術の確立	MA-17	音波浮遊装置内での液滴の挙動と音波干渉履歴の研究	科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田 峻	液滴マニピュレーション実験装置
		MA-18	温度勾配及び超音波定常波のある場における泡の挙動の解明	科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田 峻	流体物理実験装置
	④ 有機高分子材料の製造実験				
① 金属製造技術に関する実験					

項目名	テーマ番号	テーマ名	テーマ提案者	使用する実験装置
② 合金生成機構に関する研究	MA-19	無重力下での材料製造過程におけるマランゴニ対流の研究	石川島播磨重工業株式会社研究所応用物理部長 瀬崎 和郎	流体物理実験装置
	MA-20	二種の溶融金属の相互拡散および凝固生成する合金、化合物の組織と構造	科学技術庁金属材料技術研究所長 中川 龍一	連続加熱型電気炉
	MA-21	非混合合金系の凝固・成長に関する研究	東京工業大学工学部教授 高橋 恒夫	温度勾配型電気炉
	MA-22	無重力条件下における共晶系合金の凝固に関する研究	千葉工業大学金属工学科教授 大野 篤美	連続加熱型電気炉

2. ライフサイエンス分野

項目名	テーマ番号	テーマ名	テーマ提案者	使用する実験装置
(1) 生体材料の分離及び調整技術の向上	L F - 1	生体成分の無重力下での電気泳動法による分離条件の確認	大阪大学医学部助手 黒田正男	電気泳動装置
			東京医科歯科大学難治疾患研究所助手 山口登喜夫	電気泳動装置
	L F - 3	無重力を利用した酵素の結晶成長	京都大学食糧科学研究所教授 森田雄平	酵素実験キット
			東京医科歯科大学歯学部教授 佐藤温重	細胞実験キット
(2) 宇宙環境への適応技術の確立	L F - 5	骨と軟骨の発生と成長に及ぼす無重力の影響	昭和大学歯学部教授 須田立雄	卵ラック及び保温カバー
			京都大学放射線生物研究センター教授 池永満生	放射線照射コンテナ、放射線量計
			宇宙開発事業団スペースシャトル利用推進室長 松本一夫	放射線照射コンテナ、放射線量計

項目名	テーマ番号	テーマ名	テーマ提案者	使用する実験装置
② 宇宙飛行における人間の適応性に関する研究	L F - 8	アカパンカビを用いた概日性リズムの研究	東京大学理学部助教授 三好泰博	カビ成長箱
	L F - 9	搭乗者の内分泌系の反応及び代謝変化	名古屋大学環境医学研究所教授 松井信夫	採尿装置、尿モニタリングシステム
	L F - 10	無重力順応過程における視-前庭性姿勢・運動制御の研究	名古屋大学名誉教授 御手洗玄洋	前庭機能実験装置
	L F - 11	宇宙空間における視覚安定性の研究	愛知学院大学文学部教授 芋阪良二	刺激信号制御装置、身体機能測定装置
	L F - 12	無重力環境での知覚-動作機能の研究「手動制御特性の研究」	科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田峻	刺激信号制御装置、身体機能測定装置

第2表 第二次選定テーマ分野別総表

分野		提案機関			計
		大学	国立研究機関	その他	
材	新材料創製	2	6	3	テーマ 11
	地上の既存生産技術の改善及び向上	4	1	0	テーマ 5
料	将来の宇宙製造への基盤技術の確立	2	3	1	テーマ 6
	(小計)	テーマ 8	テーマ 10	テーマ 4	テーマ 22
ライフサイエンス	生体材料の分離及び調製技術の向上	4	0	0	テーマ 4
	宇宙環境への適応技術の確立	6	1	1	テーマ 8
	(小計)	テーマ 10	テーマ 1	テーマ 1	テーマ 12
計		テーマ 18	テーマ 11	テーマ 5	テーマ 34

第3表 第二次選定対象テーマ分野別総表

分野		提案機関			計
		大学	国立研究機関	その他	
材	新材料創製	5	13	12	テーマ 30
	地上の既存生産技術の改善及び向上	7	2	0	テーマ 9
料	将来の宇宙製造への基盤技術の確立	3	8	3	テーマ 14
	(小計)	テーマ 15	テーマ 23	テーマ 15	テーマ 53
ライフサイエンス	生体材料の分離及び調製技術の向上	4	1	1	テーマ 6
	宇宙環境への適応技術の確立	8	1	3	テーマ 12
	(小計)	テーマ 12	テーマ 2	テーマ 4	テーマ 18
その他		0	テーマ 1	テーマ 2	テーマ 3
計		テーマ 27	テーマ 26	テーマ 21	テーマ 74

3. 総合意見

当部会では、今回、第一次材料実験の実験テーマとして34テーマを選定したが、今後、第一次材料実験を推進するに当たり、以下の諸点に留意していくことが望ましい。

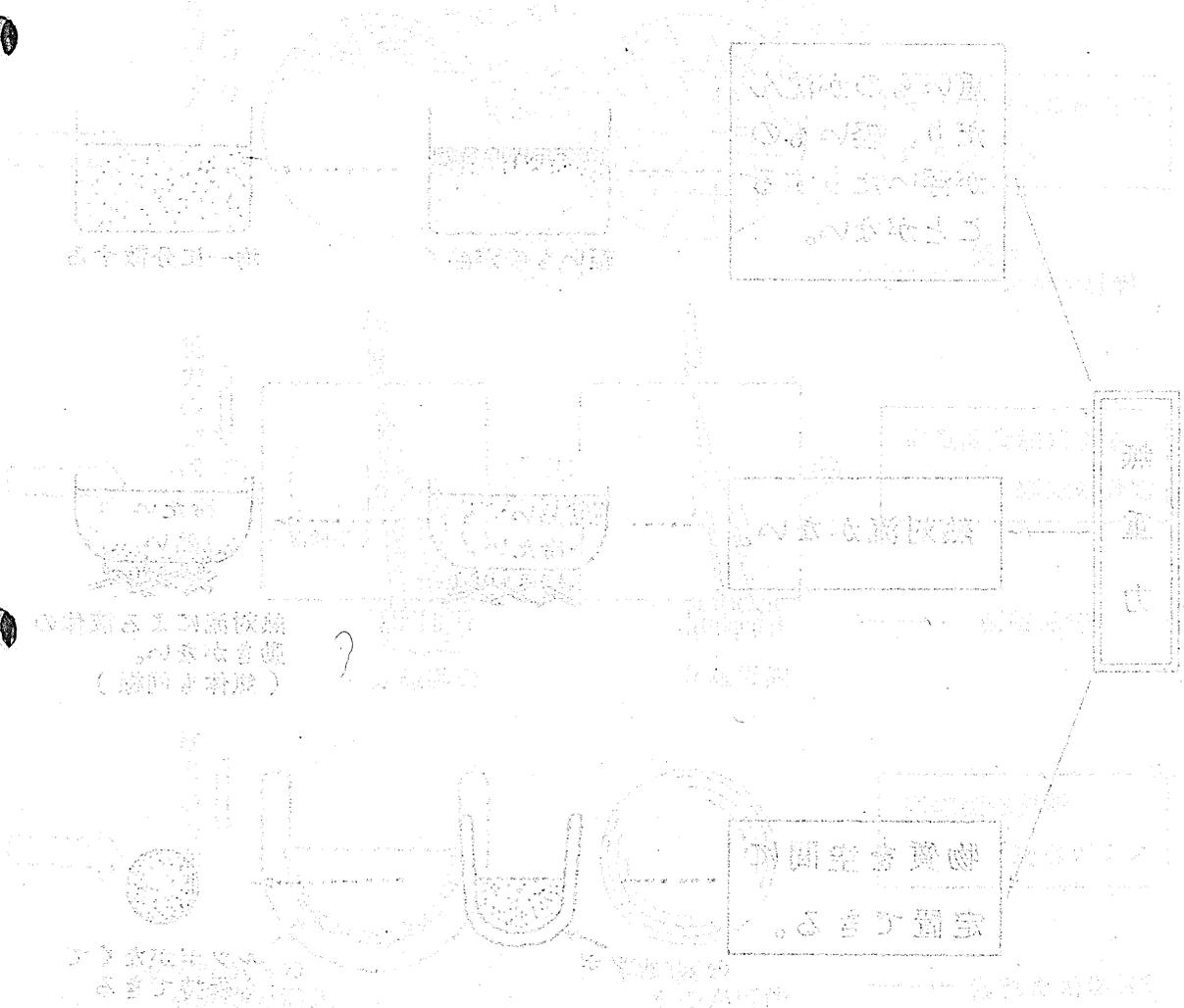
(1) 選定された実験テーマの提案者は、必要に応じ、関連する研究者の協力を得つつ、今後、更に実験を重ね、宇宙実験を実施することにより大きな成果が得られるよう努めること。

(2) 宇宙開発事業団は、選定された実験テーマの提案者と緊密な連携を保ちつつ、搭乗科学技術者が的確に宇宙実験を実施できるよう、実験装置の取扱い手順の簡素化、実験の安全性の確保等を図ること。

また、将来の宇宙製造の基盤技術の確立のため、スペースシャトルに搭載された実験装置の機能の確認、評価を十分行うこと。

(3) 宇宙開発事業団は、今後、実験の手順等について、米国航空宇宙局(NASA)と十分連絡をとり、必要な調整を行うこと。

参考(1) 第二次選定テーマの概要

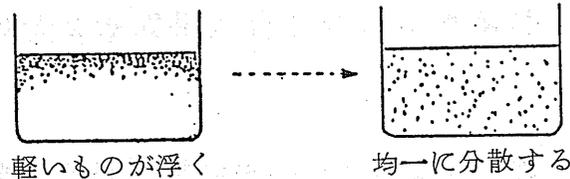


◎ 無重力の効果例 (概念図)

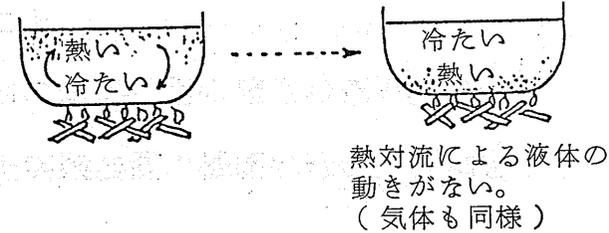
無重力の効果

重力環境下 (地上) 無重力環境下

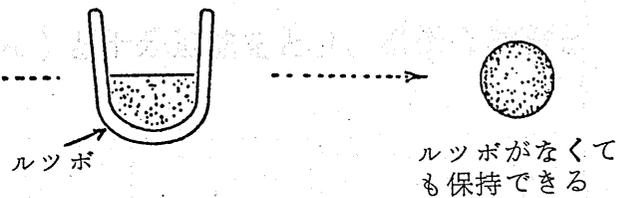
重いものが沈んだり、軽いものが浮いたりすることがない。



熱対流がない。

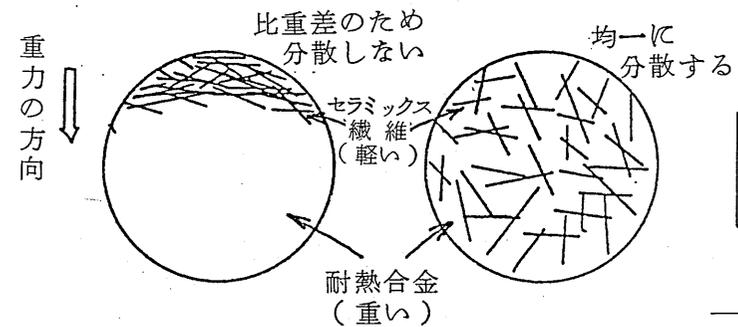


物質を空間に定置できる。



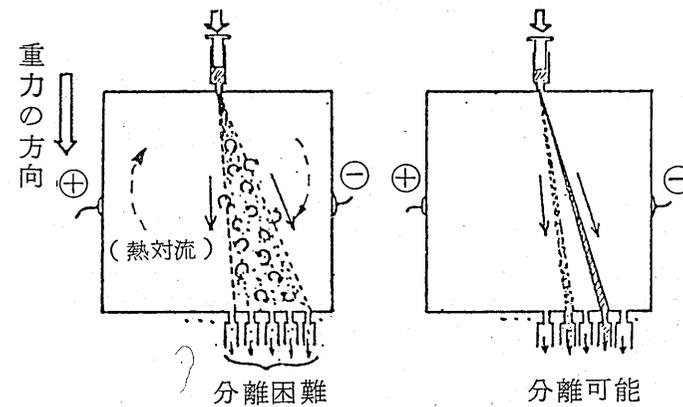
無重力環境下での新材料創製 (例)

重力環境下 (地上) 無重力環境下



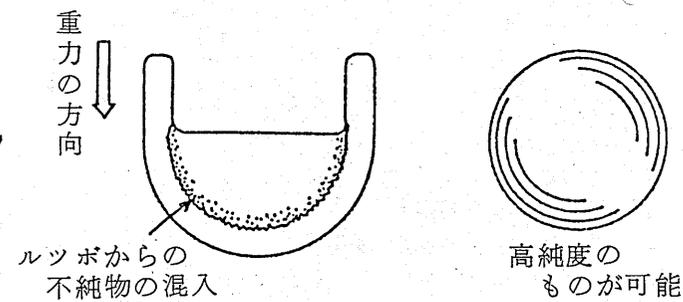
セラミックス繊維強化耐熱複合材

優れたエンジン材料



電気泳動法による細胞の分離

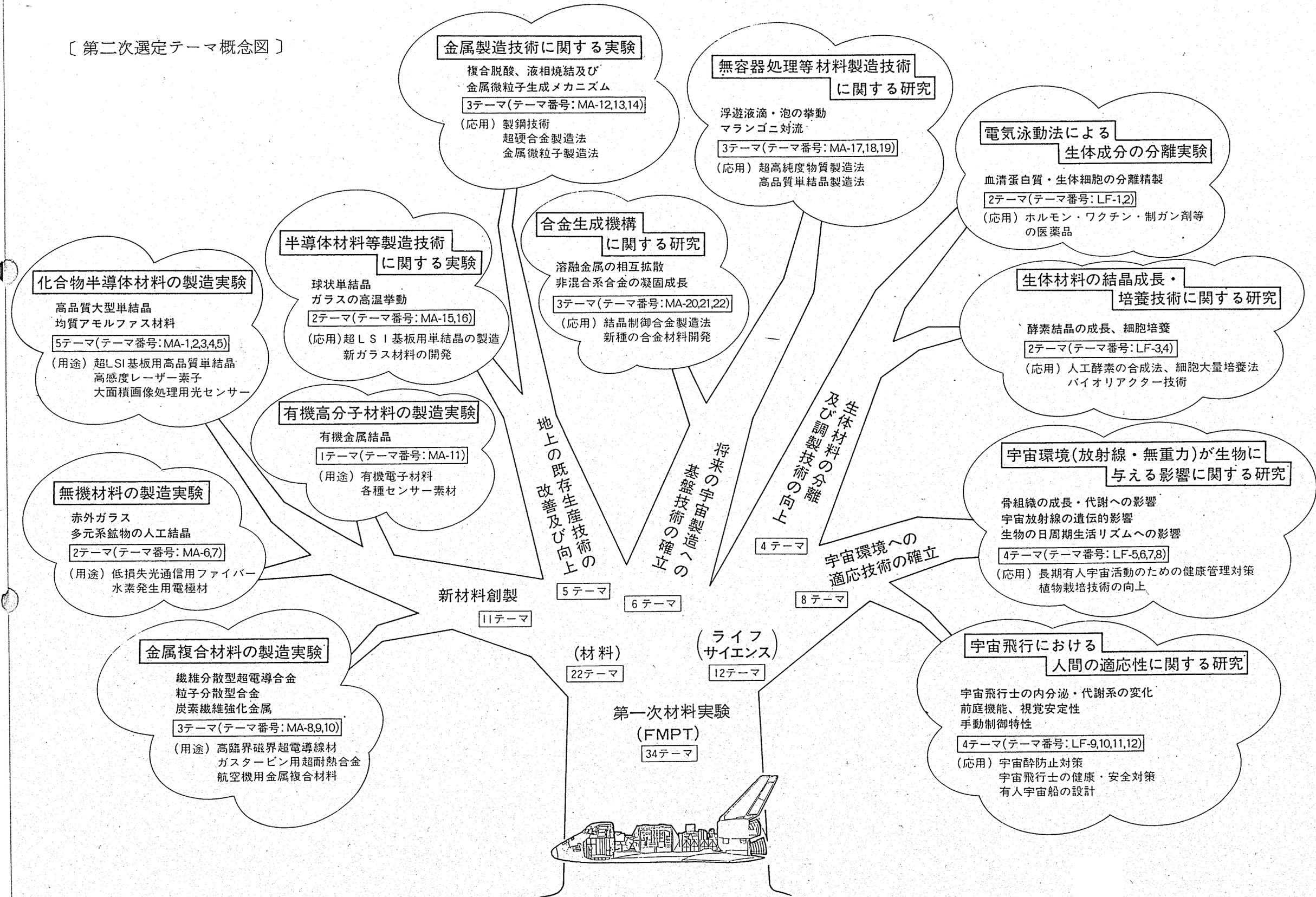
医薬品等



高純度赤外線透過ガラス

優れた光学材料

〔第二次選定テーマ概念図〕



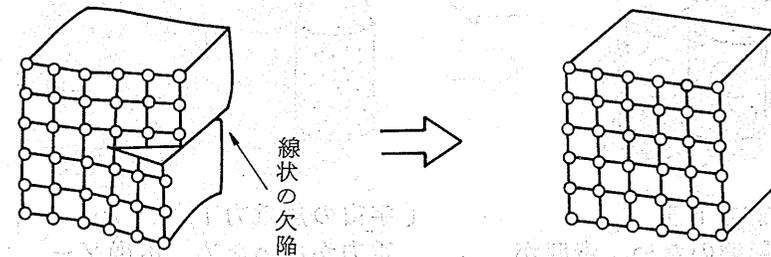
MA-1

狭バンドギャップ三元混晶半導体、鉛錫テルル単結晶の無重力下における結晶成長

〔目的〕 高性能赤外線センサー材料として応用が期待される鉛・錫・テルル化合物半導体の欠陥の非常に少ない単結晶を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において鉛・錫・テルル結晶を温度勾配型電気炉を用いて熔融し、一方向凝固法*により均一かつ、欠陥の少ない高品質単結晶を作製する。

* 融液を一方向に凝固させ結晶方位のそろった結晶を成長させる方法



〔地上の重力下〕 重力の影響（熱対流や比重差による溶液の分離など）のため結晶に欠陥を生じやすい。

〔宇宙の無重力下〕 重力の影響がなくなるので、欠陥の非常に少ない完全性の高い大型単結晶を成長させることができる。

〔地上の現状〕 レーザ受光及び発光素子としては、素材の不均質性が歩留まり、信頼性向上の壁となっている。

〔期待される成果〕

（科学的） 高品質結晶の育成、結晶欠陥発生メカニズムの解明

（経済的） 高性能赤外線センサー材料として多量、広範囲の用途への実用化

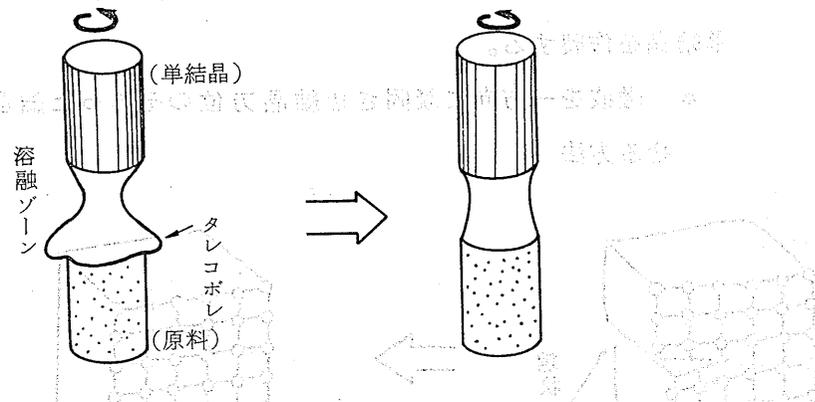
〔使用装置〕 温度勾配型電気炉

〔テーマ提案者〕 日本電信電話公社 研究開発本部長 城水元次郎

浮遊帯域溶融法による化合物半導体結晶の作製

〔目的〕 無重力下において浮遊帯域溶融法により、大型で高品質な化合物半導体単結晶の育成が可能なことを実証する。

〔実験概要〕 密度が大きく表面張力が小さいため、地上では浮遊帯域溶融法による大型単結晶の作製が困難なインジウム・アンチモン化合物半導体の大型単結晶を無重力下で、浮遊帯域溶融法により作製する。



〔地上の重力下〕
重力の影響のため、密度が大きく、表面張力が小さい材料の溶融ゾーンは安定性が悪く、直径の大きい単結晶が得られない。

〔宇宙の無重力下〕
重力がないため、溶融ゾーンの安定化条件がゆるやかとなり、表面張力の小さい低融点材料でも大型単結晶が得られる。

〔地上の現状〕 インジウム・アンチモンにガリウムを拡散させた三元素化合物は超高速論理演算が可能な半導体材料として有望と見られているが、成分の比重差により大直径・高品質単結晶が得られないため、実用化されていない。

〔期待される成果〕

（科学的） 浮遊帯域溶融法による大型単結晶の育成

（経済的） 無重力下における大型単結晶生産技術の実証

〔使用装置〕 イメージ炉

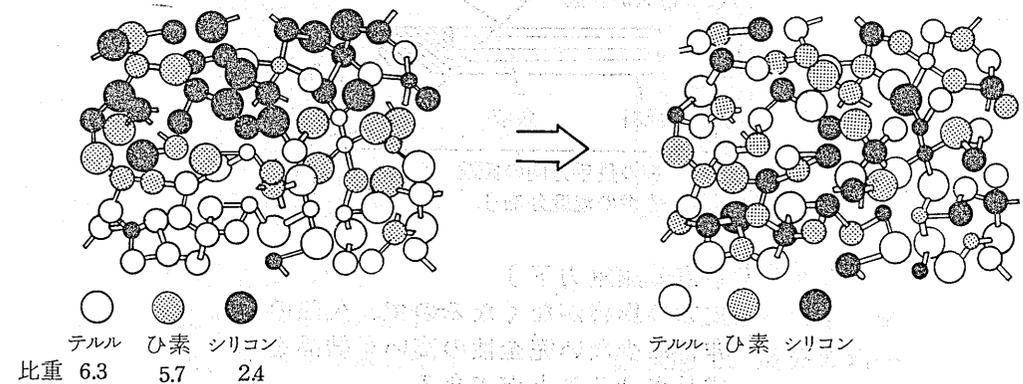
〔テーマ提案者〕 科学技術庁 金属材料技術研究所長 中川龍一

無重力下におけるSi-As-Teアモルファス*半導体の製造

〔目的〕 高効率の光電変換素子や光メモリー素子など応用範囲の広いすぐれた材料であるSi-As-Te（シリコン・ヒ素・テルル）アモルファス半導体を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において比重の異なる3種の元素からなる完全性の高いアモルファス組織をつくる。

* 原子がきちんと整列した結晶状態ではなく不規則につまった固体



〔地上の重力下〕
比重差のため溶融状態で成分が分離しやすく、不均質なアモルファスしか得られず、性能が劣るため実用化していない。

〔宇宙の無重力下〕
成分の均一分布が保たれ、完全性の高いアモルファス組織をもつ高性能材料が得られる。

〔地上の現状〕 多成分系化合物のアモルファス半導体は地上製造では不均質となりやすく、まだ、価電子制御（不純物添加によりp型またはn型に加工すること。）ができる程の良質のものができないため実用化の範囲が狭いままに留まっている。

〔期待される成果〕

（科学的） 完全性の高いアモルファス組織の育成及びその基礎物性の解明並びに応用

（経済的） オプトエレクトロニクス材料、高効率太陽電池

〔使用装置〕 連続加熱型電気炉

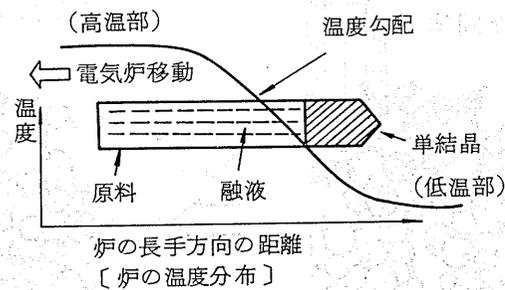
〔テーマ提案者〕 大阪大学基礎工学部教授 浜川圭弘

MA-4

無重力環境下における化合物半導体結晶の作製 (InGaAs の研究)

〔目的〕 光電変換機能を有する電子デバイス材料として有望な InGaAs (インジウム・ガリウム・ヒ素) 化合物半導体の高品質単結晶を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において一方向凝固法により、結晶方位のそろったインジウム・ガリウム・ヒ素の高品質単結晶を作製する。



〔宇宙の無重力下〕
重力の影響がなくなるので、欠陥の非常に少ない完全性の高い単結晶を成長させることができる。

〔地上の現状〕 地上の重力下では、成分元素間の比重差のため熔融状態で成分が分離しやすく均質組成をもつインジウム・ガリウム・ヒ素三元系化合物の単結晶が得られておらず、実用化されていない。

〔期待される成果〕

(科学技術的) インジウム・ガリウム・ヒ素単結晶の作製条件及び電子的物性の解明

(経済的) 超高速電子素子用高品質単結晶、高感度レーザー発光受光素子材料

〔使用装置〕 温度勾配型電気炉

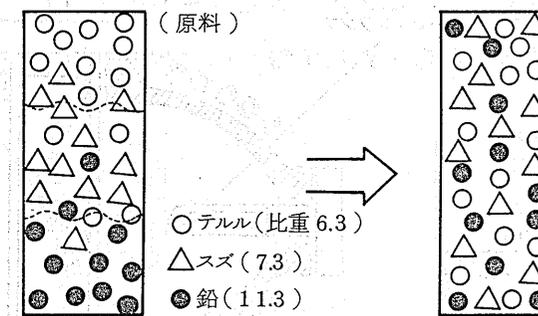
〔テーマ提案者〕 光応用システム技術研究組合 技術部長 (佐久間 伸 夫)

MA-5

無重力下における帯溶融法による Pb·Sn·Te 大形単結晶の試作

〔目的〕 大面積赤外線イメージセンサー材料として有望な Pb·Sn·Te (鉛・スズ・テルル) 化合物半導体の大形単結晶を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において均質組成をもつ、鉛・スズ・テルルの大形単結晶をイメージ炉を用い、帯溶融法により容器を使わずに作製する。



〔地上の重力下〕
比重差のため熔融状態で、成分へ分離しやすい。

〔宇宙の無重力下〕
比重差があっても、熔融状態で、成分の均一な分布を保つことができる。

〔地上の現状〕 均質な鉛・スズ・テルルの大形単結晶が育成できないため、光電変換素子として大規模集積技術による高性能化を図ることができない。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 均質な成分組成の分布をもつ大形単結晶の育成(大規模集積光電変換素子化が可能)

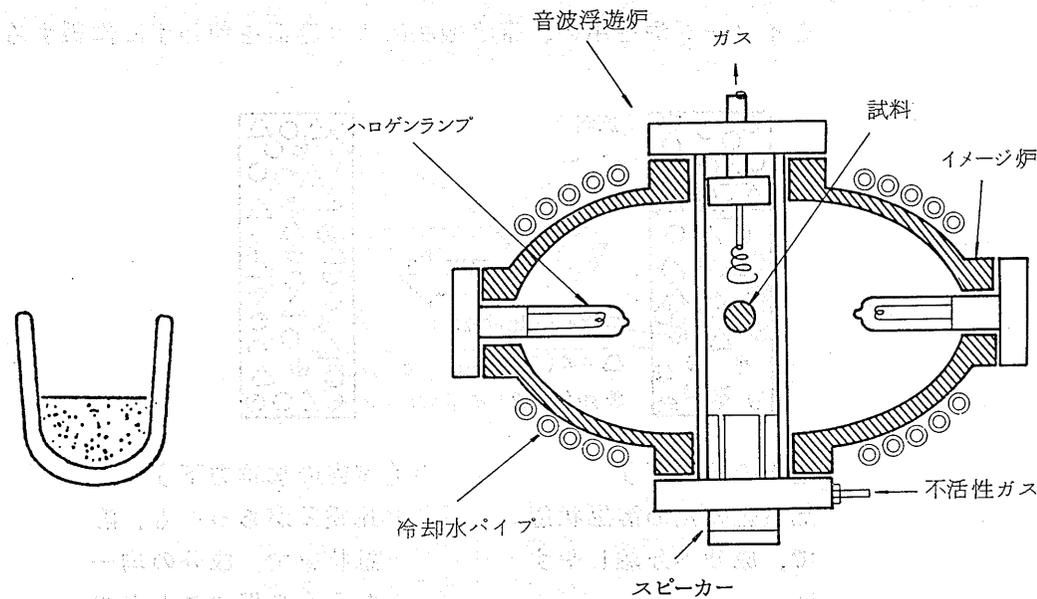
(経済的) 大面積赤外線イメージセンサー材料として、多量・広範囲の用途へ実用化。

〔使用装置〕 イメージ炉

〔テーマ提案者〕 理化学研究所理事長 宮島 龍興

〔目的〕 高純度、高透過率の赤外ガラスを作製する。

〔実験概要〕 ガラス原料を容器を使わずに乾燥した不活性雰囲気中で、音波により浮遊させて熔融し、容器との接触による汚染を防いで、高純度の赤外透過ガラスを作製する。



〔地上の重力下〕

ルツボと試料の反応による汚染

〔地上の現状〕

地上で赤外線透過ガラスを製造する場合は容器による汚染が避けられず、組成上の制約より最高透過率が低くなり、光ファイバとして光通信に実用できるものが得られていない。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 非接触加熱熔融技術についての基礎データ

(経済的) 赤外域における高透過率光通信用光学材料

〔使用装置〕 音波浮遊炉

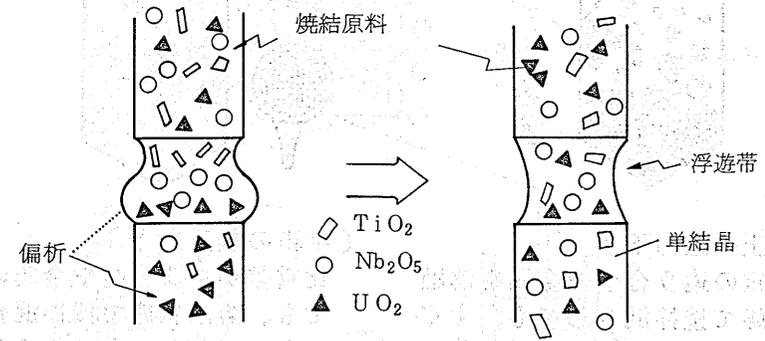
〔テーマ提案者〕 通商産業省工業技術院大阪工業技術試験所

第一部長 守屋喜郎

〔目的〕 有用な物性や特性が備わっている可能性の大きいサマルスカイト*の単結晶試料を作製する。

〔実験概要〕 無重力下で、比重差の大きいウランウム、ニオブ、チタン等の6種類の酸化物からなる試料を浮遊帯域熔融法により、イメージ炉で結晶成長させ、サマルスカイトの単結晶試料を作製する。

* ウランウム、ニオブ、チタン等を含む複雑な化合物。構成元素中のウランウムから発せられる放射線により崩壊し、現存しないため正確な組成・構造・性質が不明である。



〔地上の重力下〕

地上の重力下で熔融すると比重差のため原料が成分に分離し、均質な単結晶が得られない。

〔宇宙の無重力下〕

均一混合・成型した多結晶粉末試料棒を使えば、多成分系の化合物でも熔融状態において均一な化学反応が可能である。

〔地上の現状〕 サマルスカイトの正確な元素組成や構造が解明できておらず、また重力下では合成が極めて困難なためその物性・特性に関するデータは無く、実用化が図れていない。

〔期待される成果〕

(科学技術的) サマルスカイトの物性の解明

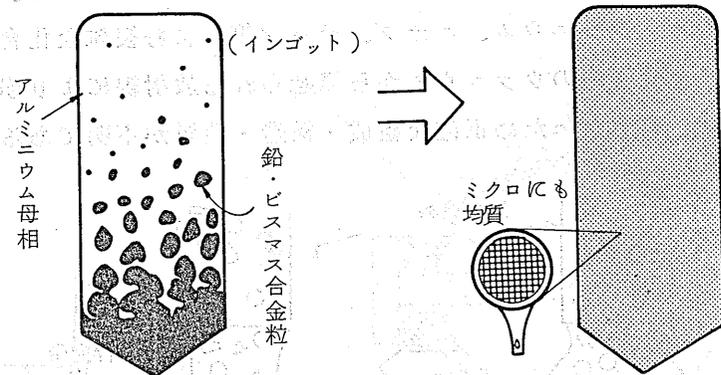
(経済的) 水の光化学分解反応用電極材(水素エネルギーの開発)

〔使用装置〕 イメージ炉

〔テーマ提案者〕 科学技術庁無機材質研究所長 後藤 優

〔目的〕 可撓性に富む繊維分散型超電導線材として有望なアルミニウム・鉛・ビスマス合金を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において、比重差の大きい金属を熔融状態で攪拌混合し、新種の均質な超電導合金のインゴット（鋳塊）を作成する。



〔地上の重力下〕
比重の違う合金や金属を熔融状態で攪拌混合しても、すぐに成分に分離してしまい、均質な合金化が難しい。

〔宇宙の無重力下〕
比重差がある合金や金属の間でも、熔融状態で攪拌混合すると、均質な合金を作ることができる。

〔地上の現状〕 上記の合金は成分元素間の比重差のため、超電導合金の素材に不均一性があり、概して硬くてもろい材質となるので、線引き加工が非常に困難であり、また超電導特性も低く、用途が限られている。

〔期待される成果〕

（科学的） 超電導素線を均一に含む高い臨界磁界特性をもつ、超電導磁石線材が得られる。

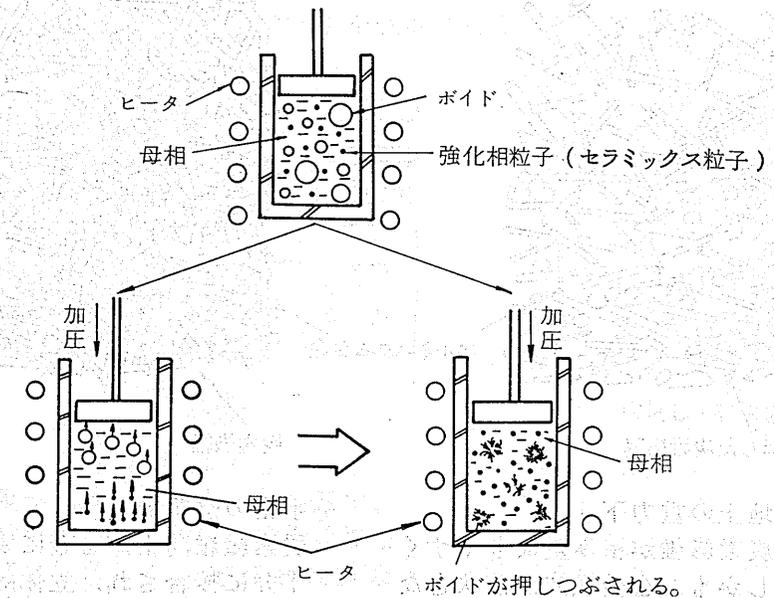
（経済的） 超電導磁石の実用化、エネルギー貯蔵

〔使用装置〕 連続加熱型電気炉

〔テーマ提案者〕 科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一

〔目的〕 セラミックス粒子を均一に分散させたポイド（空孔）のない、超耐熱合金を作製する。

〔実験概要〕 対流がなく比重差による沈降、浮上のない無重力下でニッケル合金中にアルミナ、イットリア、チタンカーバイドなどのセラミックス粒子を混合し、加圧状態で熔融・冷却を行うことにより、ポイドがなく、セラミックス粒子が均一に分散した超耐熱合金を作製する。



〔地上の重力下〕
合金融液と強化粒子との比重差により粒子に浮力が働いたり、対流のため粒子の均一分散ができない。

〔宇宙の無重力下〕
比重差があっても、合金融液中に粒子を均一分散できる。

〔地上の現状〕 耐熱合金の使用温度が高められないため、熱機関の高効率化を図ることができない。

〔期待される成果〕

（科学的） 粒子分散化による合金の高温強度の増加

（経済的） 超耐熱合金の使用による熱機関の高効率化

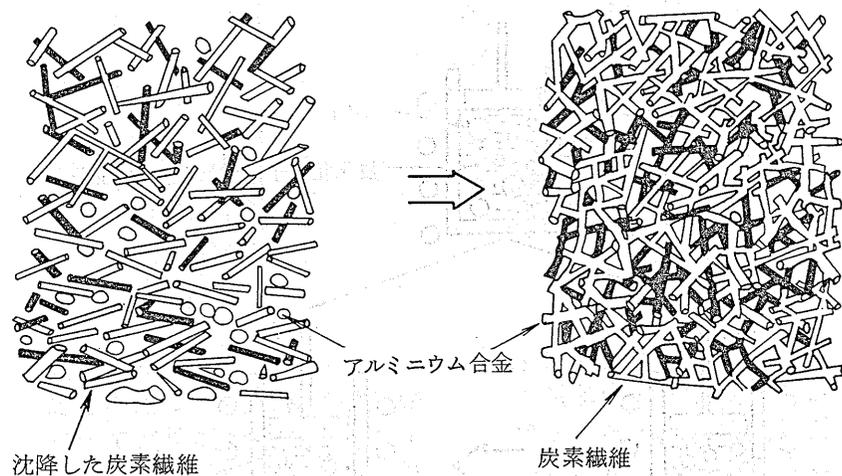
〔使用装置〕 高温加圧型電気炉

〔テーマ提案者〕 科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一

高剛性・超低密度炭素繊維／アルミ合金複合材料の製造研究

〔目的〕 炭素繊維同士が、アルミニウム合金により立体的に絡み合っ
て接合した超軽量で高剛性な複合材料を製造する。

〔実験概要〕 アルミニウム合金で被覆した炭素繊維を無重力下で、アルミニウム合金のみを溶融・固化して、炭素繊維同士を立体的に接合した超軽量で高剛性な複合材料を製造する。



〔地上の重力下〕
炭素繊維が積み重なりやすく、しかも、合金融液が滴状となって分離するため、十分な接合強度が得られない。

〔宇宙の無重力下〕
炭素繊維同士が合金によって十分に接合された立体的な構造をもつ繊維強化材料が得られる。

〔地上の現状〕 繊維強化金属は、超軽量であり、繊維の均一分散によって座屈強度の高い構造材料として有望であるが、金属中への強化繊維の均一分散は地上では極めて困難なため、材料強度が上げられず実用化に到っていない。

〔期待される成果〕

（科学的） 超軽量・高剛性FRM（繊維強化金属複合材料）の製造

（経済的） 航空・宇宙用材料、軽量化構造による省エネルギー

〔使用装置〕 連続加熱型電気炉

〔テーマ提案者〕 東京工業大学名誉教授 梅川 莊吉

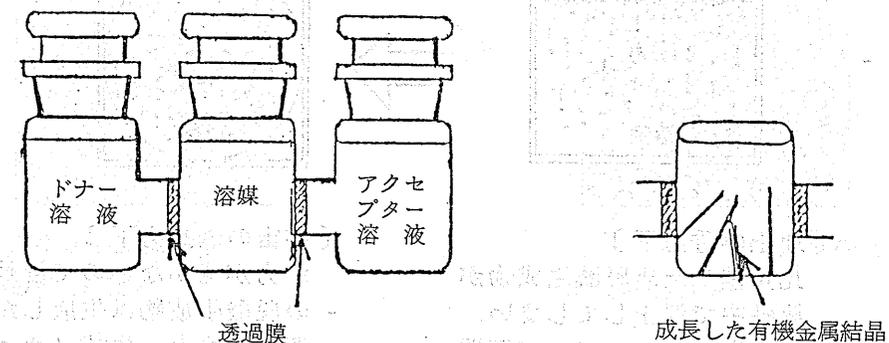
無重力環境下における有機金属結晶の成長

〔目的〕 新しい電子機能材料として期待されている有機金属の大型、高品質の単結晶を作製する。

〔実験概要〕 無重力下において、溶媒中にドナー* とアクセプター**を拡散することによって大型、高品質の有機金属単結晶を成長させ、その成長過程を観察する。

* 溶液状態で電子を放出して自ら(+)に帯電する有機化合物

** 溶液状態で電子を受取り自ら(-)に帯電する有機化合物



〔無重力下〕

対流や沈降・浮上がない状態で、比重差のある二種類の有機溶液を一樣に拡散し、反応させ良質な層状構造をもつ有機金属結晶を成長させることができる。

〔地上の現状〕 対流や沈降の存在により良質な大型単結晶の成長が困難なため、有機金属結晶の育成条件や特異な電導性、とくに有機超電導性の発生機構などが解明されておらず、新材料としての有機金属の実用化が進んでいない。

〔期待される成果〕

（科学的） 有機金属結晶の生成条件、有機超電導性のメカニズムの解明

（経済的） 新種の電子機能材料の開発

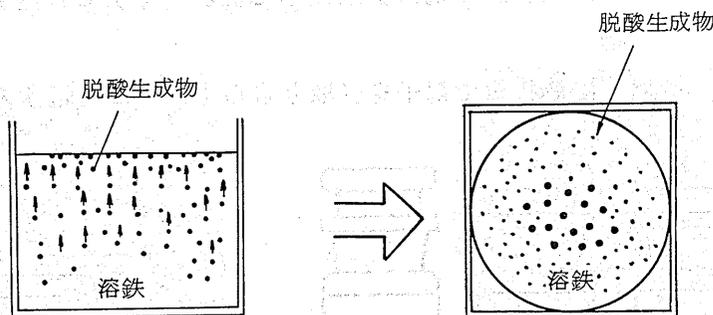
〔使用装置〕 有機結晶成長実験装置

〔テーマ提案者〕 通商産業省工業技術院電子技術総合研究所

主任研究官 安西 弘行

〔目的〕 鋼材の品質向上を図るため、複合脱酸による脱酸生成物の生成機構を解明する。

〔実験概要〕 無重力下では、脱酸生成物が浮上しないことを利用して、溶鉄中に脱酸剤としてアルミニウム、シリコン、マンガン及びこれらからなる合金を添加して、生成物の性状等の基礎データを取得する。



〔地上の重力下〕
比重差のため脱酸生成物が溶鉄中で浮上してしまい、その生成メカニズムが解明できない。

〔宇宙の無重力下〕
浮力が働かないので溶鉄中の脱酸生成物は生成した位置に留まり、生成メカニズムの解明に役立つ。

〔地上の現状〕 脱酸生成物の生成機構が不明なため、インゴット中の脱酸生成物等の状態をコントロールすることが困難で、鋼材の品質向上を図る上で障害となっている。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 脱酸生成物の性状等の基礎的データの取得及びその生成メカニズムの解明。

(経済的) 製鋼技術の改善

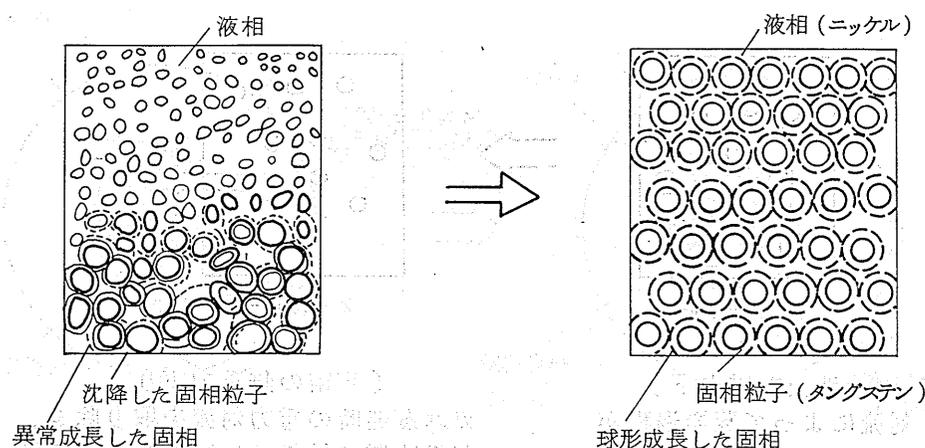
〔使用装置〕 高温加圧型電気炉

〔テーマ提案者〕 科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一

〔目的〕 液相焼結* 機構を解明する。

〔実験概要〕 無重力下において熔融ニッケル中に分散させた球状のタングステン固相粒子を成長させ、その基礎的データを取得する。

* 粉末金属などの成分を焼き固めする際、その一部分を溶かし液相とし、冷却固化して緻密な組織を作ること。



〔地上の重力下〕
比重差のため熔融金属中の固相粒子は沈降あるいは浮上してしまい、均一な球状の粒成長ができないため理論的解明が非常に困難である。

〔宇宙の無重力下〕
熔融金属中に固相粒子が一樣に均一分散して、球状に成長できるので、理論的解析が可能となる。

〔地上の現状〕 液相焼結は、重力の影響により複雑な過程となるため、十分な実験的解明がなされておらず、液相焼結法の適用範囲も限られている。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 液相焼結機構の解明

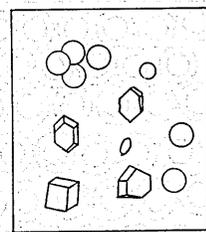
(経済的) 超硬合金や金属基複合材料への応用

〔使用装置〕 高温加圧型電気炉

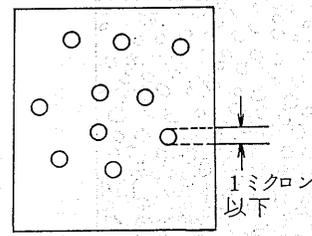
〔テーマ提案者〕 東京大学工学部教授 小原嗣朗

〔目的〕 希ガス中で金属を蒸発・拡散させ微粒子を生成する方法についてその気相状態からの金属の凝結機構を解明する。

〔実験概要〕 対流のない無重力下で、銀、鉄、亜鉛などの金属をヘリウム等の希ガス中で蒸発、拡散させ微粒子を生成し、その生成過程を記録する。



不均一微粒子



均一微粒子

〔地上の重力下〕

対流によって蒸発過程がかき乱されるので、微粒子生成機構が解明できない。

〔宇宙の無重力下〕

ガス蒸発時の重力対流を取り除き、蒸発物質の拡散及び凝結の過程の解明により均質な微粒子を収率よく生成する方法が得られる。

〔地上の現状〕 対流によって蒸発ガスの流れがかき乱されるので、微粒子生成の過程が複雑となり解明されていないため、量産化技術として改善したり、製品の低コスト化が図られていない。

〔期待される成果〕

〔科学技術的〕 気相金属の凝結機構の解明及び粒径のそろった微粒子生成条件の解明

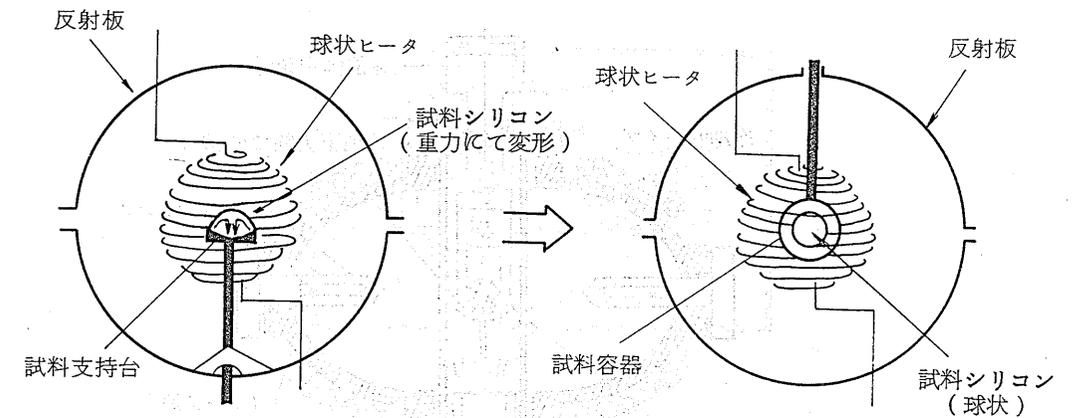
〔経済的〕 微粒子の高温焼結体、電子材料等への応用

〔使用装置〕 金属微粒子生成実験装置

〔テーマ提案者〕 名古屋大学理学部講師 和田伸彦

〔目的〕 シリコン単結晶の結晶成長プロセスや三次元的物性等を解明する。

〔実験概要〕 無重力下で理想的なシリコン球結晶を成長させ、その成長機構を調べ、地上帰還後、結晶表面を酸化させ、酸化層の特性の面方向依存性を調べる。



〔地上の重力下〕

重力が存在するため等方的に成長させたシリコンの球状単結晶を得ることができない。

〔宇宙の無重力下〕

自然対流や静圧がなく、また、球対称温度分布のため、マランゴニ対流の影響なしに、理想的な単結晶の成長が可能になる。

〔地上の現状〕 熱対流が存在するため、理想的な平衡状態での結晶成長、不純物偏析、欠陥の発生状況が不明であり、シリコン半導体素子用高品質結晶製造技術の改善を図ることができない。

〔期待される成果〕

〔科学技術的〕 シリコン単結晶の成長機構と三次元的物性及びシリコン-二酸化シリコン界面準位の面方向依存性の解明

〔経済的〕 シリコン超LSI技術の発展

〔使用装置〕 球結晶成長実験装置

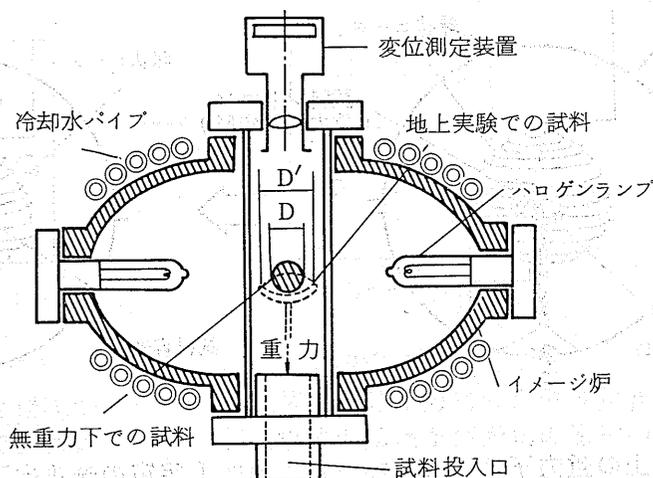
〔テーマ提案者〕 東京大学工学部 教授 菅野卓雄

MA-16

ガラスの高温挙動

〔目的〕 ガラス製造技術の向上に必要な軟化及び熔融状態におけるガラスの体積や密度の温度変化のデータを得る。

〔実験概要〕 無重力下では、液体が表面張力によって球形に保たれることを利用し、軟化及び熔融状態の珪酸塩ガラス試料の球の直径を測定する。



〔地上の現状〕 熔融及び軟化状態のガラスの正確な体積・密度が重力下では得ることが非常に困難なため、基礎的なガラス構造への理解が不足しており、ガラス精製・加工技術の改善が図れていない。

〔期待される成果〕

（科学的） ガラス構造、状態方程式を解明

（経済的） 新ガラス素材の開発

〔使用装置〕 イメージ炉

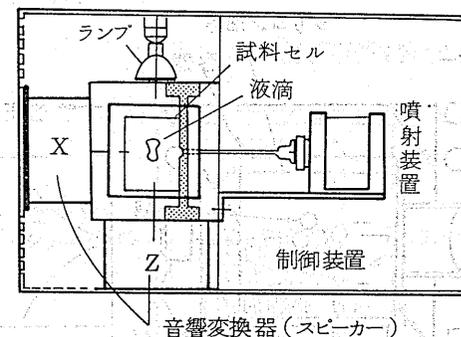
〔テーマ提案者〕 京都大学工学部教授 曾我直弘

MA-17

音波浮遊装置内での液滴の挙動と音波干渉履歴の研究

〔目的〕 無重力下での材料の浮遊処理技術の確立のために、音波浮遊装置内での液滴の挙動を解明する。

〔実験概要〕 液滴マニピュレーション実験装置を用い、液滴を無重力空間に浮遊させ、液滴の形状と音場の関係を調べる。



〔地上の重力下〕

- ・自由空間での液滴の挙動と観測が困難。
- ・直径の大きな液滴を浮遊させることができない。

〔宇宙の無重力下〕

- ・自由空間での液滴の挙動が観測できる。
- ・直径の大きな液滴を浮遊させることができる。
- ・複雑な振動モード、液滴形状を形成できる。

〔地上の現状〕 宇宙での材料浮遊処理技術開発の基礎データとして必要な液体の自由空間における挙動に関する実験的データが得られていない。

〔期待される成果〕

（科学的） 浮遊処理技術の基礎的知見

（経済的） レーザ用ガラス等高純度材料の無容器処理技術

〔使用装置〕 液滴マニピュレーション実験装置

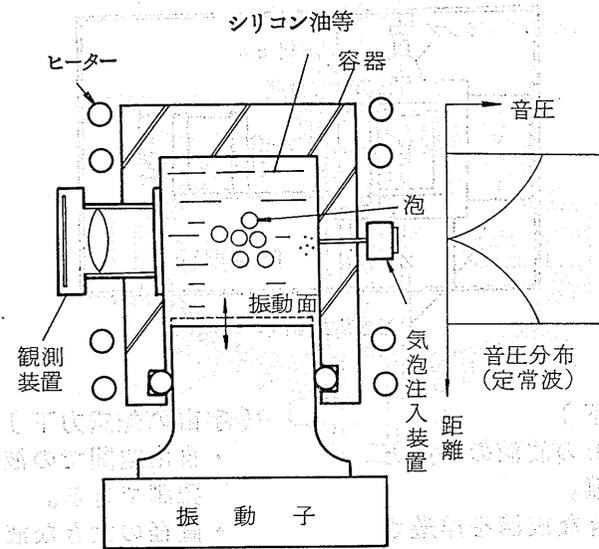
〔テーマ提案者〕 科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田 豊 峻

MA-18

温度勾配及び、超音波定常波のある場における泡の挙動の解明

〔目的〕 宇宙における材料製造で必要となる泡の挙動の解明及び脱泡技術の開発を目指す。

〔実験概要〕 無重力下において、温度勾配を有する液中及び超音波定常波のある液中における泡の運動を観測する。



〔地上の現状〕 宇宙での材料浮遊処理技術開発の基礎データとして必要な泡の温度勾配、及び超音波定常波のある場における挙動に関するデータが得られていない。

〔期待される成果〕

〔科学的〕 泡の挙動の解明

〔経済的〕 宇宙環境における材料製造装置及び流体機器の開発のための基礎データ

〔使用装置〕 流体物理実験装置

〔テーマ提案者〕 科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田 峻

MA-19

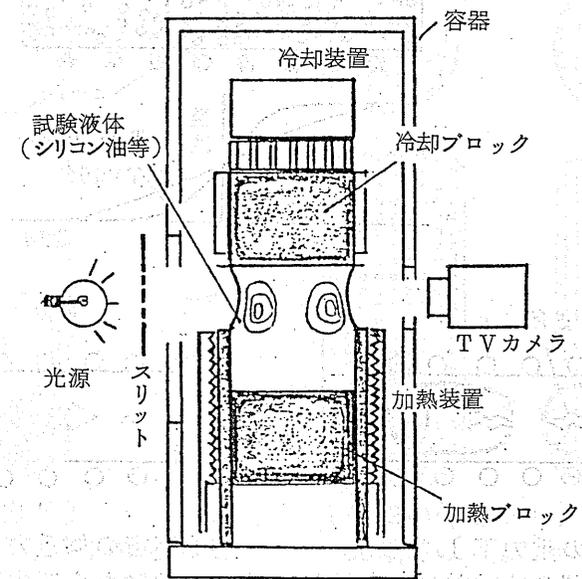
無重力下での材料製造過程におけるマランゴニ対流の研究

〔目的〕 結晶や組織の成長過程に重要な影響を及ぼすと考えられるマランゴニ対流*を実験により検討し、宇宙での材料製造技術へ反映する。

〔実験概要〕 無重力下において、強制的に発生させたマランゴニ対流を観察し、対流による伝熱の特性に及ぼす影響を調べる。

* 液体表面の温度分布によって生じた表面張力の分布によっておこる対流。

マランゴニ対流実験装置



〔地上の現状〕 宇宙でのフロート・ゾーン法等の材料処理技術開発に必要な表面張力による対流（マランゴニ対流）についての基礎データは、地上の重力対流の支配的影響のもとでは得ることができない。

〔期待される成果〕

〔科学的〕 マランゴニ対流現象の解明

〔経済的〕 宇宙材料処理技術の開発

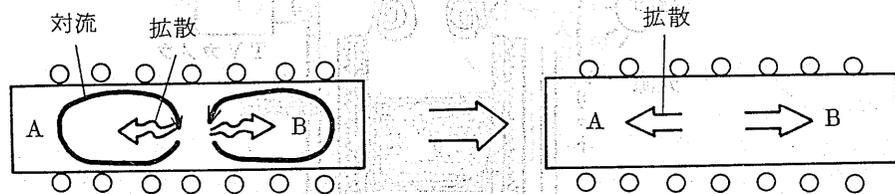
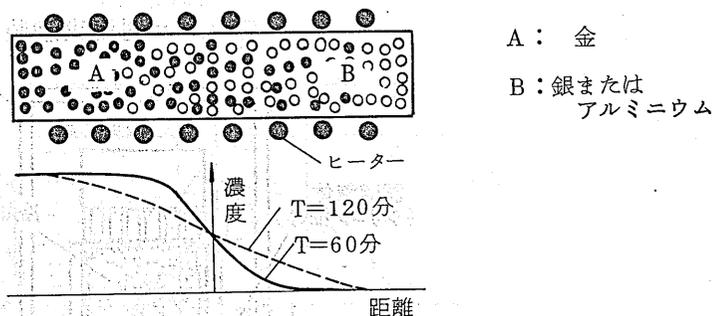
〔使用装置〕 流体物理実験装置

〔テーマ提案者〕 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

応用物理部長 瀬崎 和郎

二種の熔融金属の相互拡散および凝固生成する合金、化合物の組織と構造

〔目的〕 完全性の高い単結晶の成長、均質な化合物、高性能な複合材料の製法に必要な熔融金属中の拡散、結晶成長等のデータを得る。
 〔実験概要〕 無重力下において、金と銀またはアルミニウムの二種の純金属棒を接合した試料を溶解し、一定温度に保持したのち冷却して凝固させ、生成合金を解析する。



〔地上の重力下〕 金属間の比重差により溶けた状態で対流が起こり、拡散現象が見えにくい。
 〔宇宙の無重力下〕 溶けた金属中には対流は起こらず、拡散現象が正確に観測できる。

〔地上の現状〕 対流の存在により、熔融状態の合金・化合物等の拡散、結晶成長等の正確なデータが得られていないため、結晶組織制御技術の改善が図られていない。

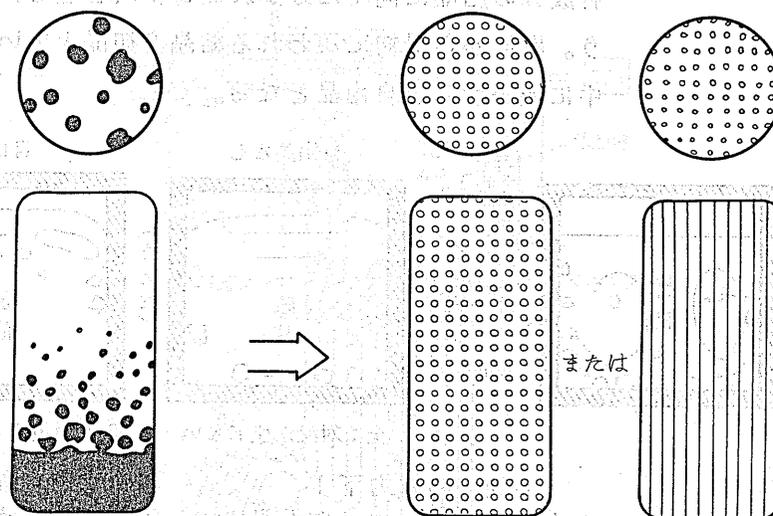
〔期待される成果〕
 (科学技術的) 二種金属の溶融・凝固過程での合金の生成理論とその実証
 (経済的) 結晶組織の制御技術の改善、新合金の開発

〔使用装置〕 連続加熱型電気炉
 〔テーマ提案者〕 科学技術庁金属材料技術研究所長 中川龍一

非混合合金系の凝固・成長に関する研究

〔目的〕 非混合偏晶系合金*の凝固・成長機構を解明し、均質な非混合合金の製造及び組織の制御の研究を行う。
 〔実験概要〕 無重力下において、アルミニウム-インジウム偏晶系合金の溶融、一方向凝固を行い、重力によってかき乱されずに定常状態に近い条件で偏晶系合金を成長させる。

* 二成分からなる合金融液を冷却したとき、一成分の結晶と他成分の融液に分かれるような合金



〔地上の重力下〕 対流や沈降、偏析などのため、比重差の大きい非混合合金の均質合金化ができない。
 〔宇宙の無重力下〕 比重差の大きい非混合合金を溶融、凝固させて均質な合金をつくったり、結晶組織の制御ができる。

〔地上の現状〕 対流や比重差による沈降のため、熔融状態の偏晶系合金から結晶組織が定常状態において成長しないため、偏晶系合金の凝固成長過程が知られておらず、有用な特性をもつ偏晶系合金の実用化ができていない。

〔期待される成果〕
 (科学技術的) 非混合偏晶系合金の凝固、成長機構の解明
 (経済面) 地上では得られない新しい結晶制御偏晶合金製造技術の開発。

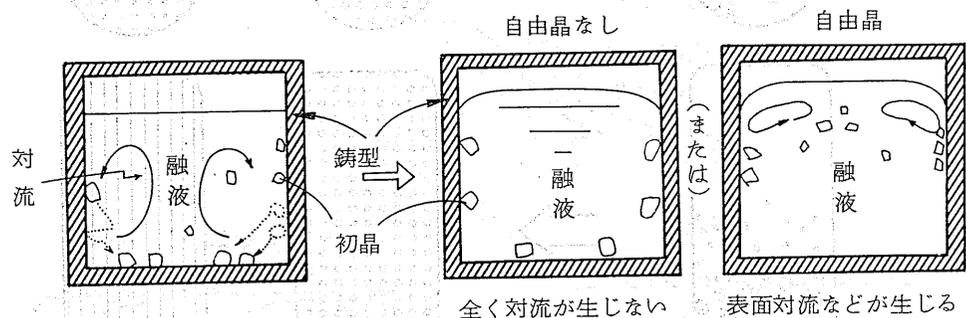
〔使用装置〕 温度勾配型電気炉
 〔テーマ提案者〕 東京工業大学工学部教授 高橋恒夫

無重力条件下における共晶系合金の凝固に関する研究

〔目的〕 無重力条件下で共晶系合金*の凝固を行い、自由晶*の生成機構を明らかにする。

〔実験概要〕 亜鉛-アルミニウム、亜鉛-銅共晶系合金の初晶*を一端に集めた金属片を試料として用い、対流のない無重力下で熔融・凝固させて初晶の分布を調べる。

* 合金融液をある共通の融点以下に冷却すると、その融液が各成分の結晶に同時に分かれるような合金を共晶系合金という。融液から最初に現われる結晶を初晶といい、これが融液中に遊離すると自由晶となる。



〔地上の重力下〕 重力対流によって、自由晶の起源が融液内部での核生成によるものか、はく離・遊泳によるものか判断ができず、自由晶の生成機構を解明できない。

〔宇宙の無重力下〕 ①全く対流が生じない場合には、自由晶を含まない凝固組織が得られる。②逆に重力対流以外の対流が生じる場合には、自由晶を含む凝固組織が得られる。

〔地上の現状〕 地上の重力下では重力対流の影響が避けられず、初晶が合金融液中に遊離・移動しやすく、共晶系の合金や複合材料の凝固組織に重要な影響を及ぼす合金融液中の自由晶の生成プロセスが解明できないため、合金組織の制御が困難である。

〔期待される成果〕

- (科学技術的) 铸造金属の凝固組織制御技術の開発
(経済的) 鉄鋼、鋳鉄、各種鋳造合金の特性改善

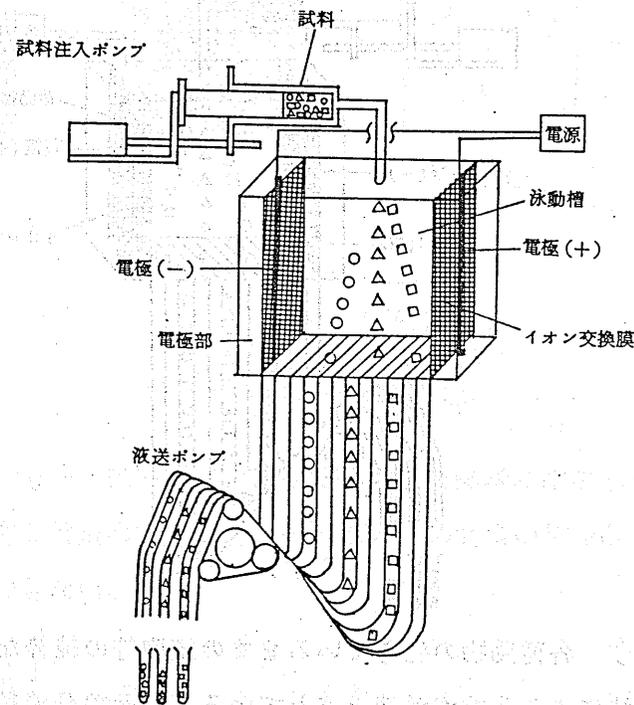
〔使用装置〕 連続加熱型電気炉

〔テーマ提案者〕 千葉工業大学金属工学科教授 大野篤美

生体成分の無重力下での電気泳動法による分離条件の確認

〔目的〕 熱対流や比重差による沈降の影響のない宇宙の無重力下で血清蛋白、各種酵素等の電気泳動分離を行い、地上で行った場合に比べ純度及び分離能率が大幅に高められることを確かめる。

〔実験概要〕 無重力下で電気泳動法により血清蛋白、各種酵素等生体材料の分離精製を行う。



無重力下の電気泳動は温度差による乱れや試料の密度差による悪影響が無く、分離能力および処理能力ともに地上より増加する。

〔地上の現状〕 地上での電気泳動分離技術は、その分離精度及び処理能力が極めて低いため、生体成分の純粋化や医薬品の精製にそのままでは適用できない。

〔期待される成果〕

- (科学技術的) 分離精製の進んでいない活性物質の分離及びその特性の解明
(経済的) 地上で分離精製の困難な活性物質の精製による医薬品の生産

〔使用装置〕 電気泳動装置

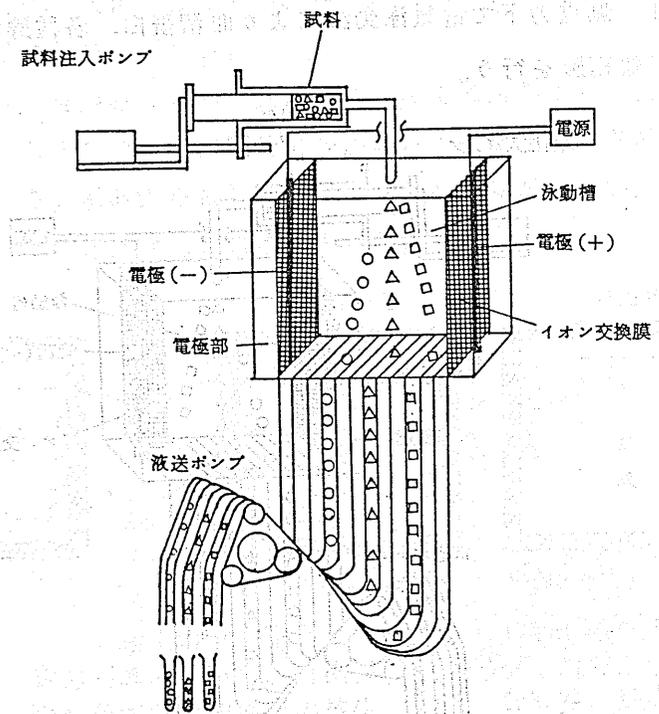
〔テーマ提案者〕 大阪大学医学部助手 黒田正男

LF-2

フリーフロー電気泳動による細胞の分離

〔目的〕 熱対流や比重差による沈降の影響のない宇宙の無重力下で生体細胞の電気泳動分離を行い、地上で行った場合に比べ、純度及び分離能率が大幅に高められることを確かめる。

〔実験概要〕 無重力下で電気泳動法により、生体細胞の分離精製を行う。



〔地上の現状〕 各種動物の生きているままの細胞等の純粋な状態への分離は、電気泳動法による分離が最適とされているが、その分離精度や処理能力が地上では非常に劣るため実用化されていない。

〔期待される成果〕
 (科学的) 細胞生化学分野の進展に寄与
 (経済的) 分離精製した細胞により医薬品等の生産

〔使用装置〕 電気泳動装置
 〔テーマ提案者〕 東京医科歯科大学 難治疾患研究所

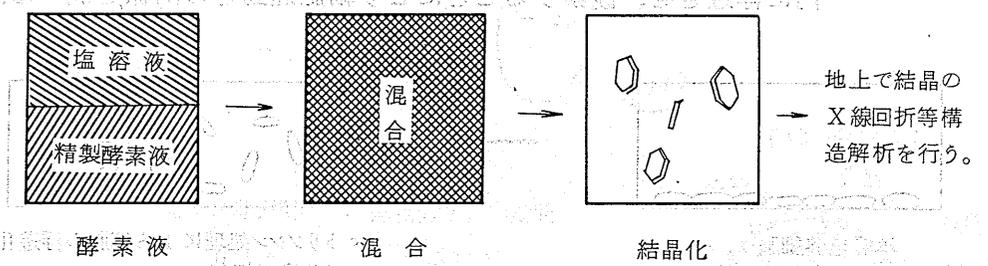
助手 山口 登喜夫

LF-3

無重力を利用した酵素の結晶成長

〔目的〕 酵素の構造や物性の解析のために酵素蛋白質の大型単結晶を作製する。

〔実験概要〕 対流や沈降のない無重力下で、酵素蛋白質の純粋な大型単結晶を作製する。



〔無重力下〕
 結晶が沈澱しないため
 大型結晶へ成長可能。

〔地上の現状〕 地上では対流や沈降のため微小な酵素単結晶しか得られず、精密な構造解析が行えない。このため酵素の機能改良や人工合成ができない。

〔期待される成果〕
 (科学的) 酵素の化学構造の解明により酵素化学分野の推進に寄与
 (経済的) 酵素の構造改良や人工酵素のデザイン

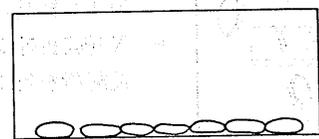
〔使用装置〕 酵素実験キット

〔テーマ提案者〕 京都大学 食糧科学研究所教授 森田 雄平

LF-4

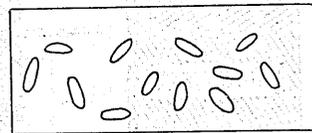
哺乳類培養細胞の超微構造と機能に及ぼす無重力の影響に関する研究

〔目的〕 培養細胞の容器壁付着等の運動における重力の影響を解明する。
 〔実験概要〕 細胞内の中間繊維や微小繊維等の超微構造は細胞の機能、運動に関係が深い。これら超微構造の働きを、無重力下で細胞を培養容器内に浮遊させ、観察することにより細胞運動との関係を調べる。



単層培養細胞
サル腎由来細胞株 JTC-12

〔地上の重力下〕



- ・トリプシン処理による細胞の浮遊化
- ・37℃で培養
- ・顕微鏡写真撮影
- ・細胞固定

〔宇宙の無重力下〕

〔地上の現状〕 高等動物の細胞の運動に対する重力の影響は地上実験だけでは解明できない。また、培養細胞が容器壁に付着する機構が解明できないため、大量細胞培養が極めて困難である。

〔期待される成果〕

（科学的） 細胞内の超微構造の働き、細胞分裂に対する重力の影響の解明。

（経済的） 大量細胞培養技術に応用

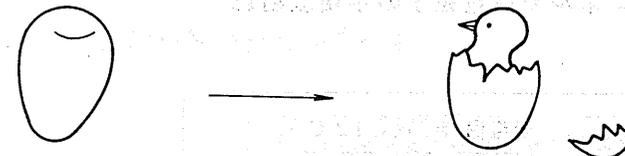
〔使用装置〕 細胞実験キット

〔テーマ提案者〕 東京医科歯科大学歯学部 教授 佐藤温重

LF-5

骨と軟骨の発生と成長に及ぼす無重力の影響

〔目的〕 無重力状態が骨形成などにどのような影響を与えるかを調べる。
 〔実験概要〕 無重力下において、ニワトリの受精卵をフ化し、骨細胞の分化機能とその調節メカニズムに及ぼす無重力の影響を調べる。



地上フ卵期間	無重力下フ卵期間
6日令	→ 13日令
8 "	→ 15 "
10 "	→ 17 "
11 "	→ 18 "
12 "	→ 19 "
14 "	→ フ化



無重力フ化 } 地上解析実験
 地上対照フ化 (全期間、地上でフ化)

- ・骨と軟骨の発育
- ・肝・腎におけるビタミンD代謝
- ・漿尿膜におけるカルシウム結合蛋白の消長

〔地上の現状〕 宇宙飛行に伴って人や動物の骨組織の劣弱化の症状が現われることがあり、有人宇宙活動のための健康管理方法の確立に必要な基礎データは地上では得ることはできない。

〔期待される成果〕

（科学的） カルシウム代謝の生化学分野および骨形成における形態学分野の推進

（経済的） 宇宙生活における骨組織劣弱化への対応策

〔使用装置〕 卵ラック及び保温カバー

〔テーマ提案者〕 昭和大学歯学部 教授 須田立雄

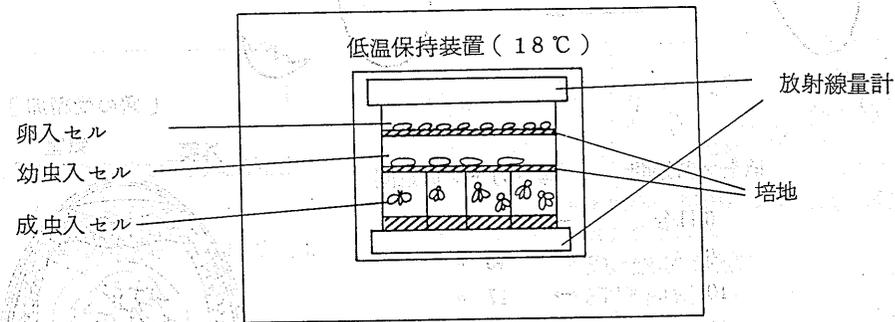
LF-6

HZE* および宇宙放射線の遺伝的影響

〔目的〕 生物に対する宇宙放射線の遺伝的影響を解明する。

〔実験概要〕 宇宙船内に到達する放射線にショウジョウバエのタマゴ、幼虫および成虫をさらし、放射線の影響、とくに遺伝的影響を調べる。

* 高エネルギー重粒子の宇宙放射線



宇宙放射線照射 } 遺伝的变化を調べる。
地上対照 }

〔地上の現状〕 宇宙飛行時に人間や生物が浴びる高エネルギー重粒子の宇宙放射線の生物体を与える影響、特に遺伝的影響は地上実験のみでは解明することができないため、現状では有人宇宙活動の十分な健康安全対策が図れていない。

〔期待される成果〕

（科学的） 宇宙放射線の遺伝的影響を解明することにより、放射線生物学・医学分野の推進

（経済的） 放射線による植物の育種技術の改善

〔使用装置〕 放射線照射コンテナ、放射線量計

〔テーマ提案者〕 京都大学 放射線生物研究センター

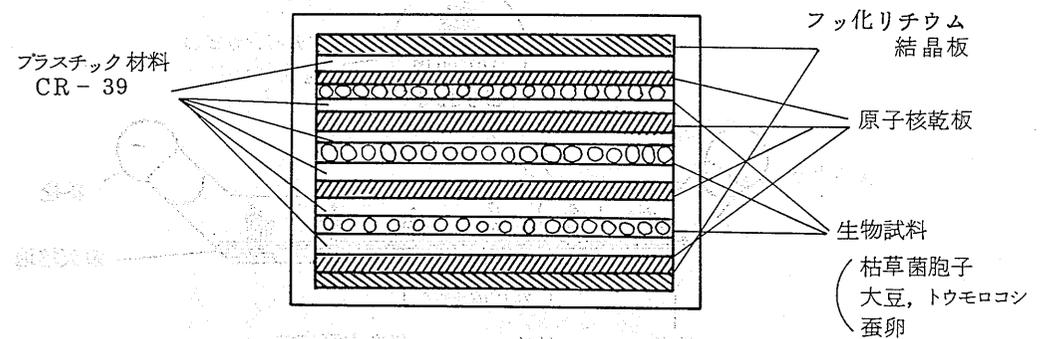
教授 池永満生

LF-7

宇宙放射線の生物への影響の検討と宇宙飛行士の放射線防御対策の開発

〔目的〕 宇宙放射線の生物に対する影響を調べ、宇宙飛行士の安全対策を開発するための基礎データを取得する。

〔実験概要〕 宇宙船内に到達する放射線に大豆、蚕卵等生物試料をさらし、宇宙放射線の影響を調べる。



宇宙放射線照射 } 宇宙放射線の
地上対策 } 生物への影響を調べる。

〔地上の現状〕 宇宙放射線のおよぼす宇宙飛行士への健康上の影響、特に遺伝的影響については、地上実験のみでは解明できないため、人間の宇宙活動のための健康安全策が確立していない。

〔期待される成果〕

（科学的） 放射線生物学分野の推進

（経済的） 宇宙生活における宇宙放射線の防御に対する基礎データ

〔使用装置〕 放射線照射コンテナ、放射線量計

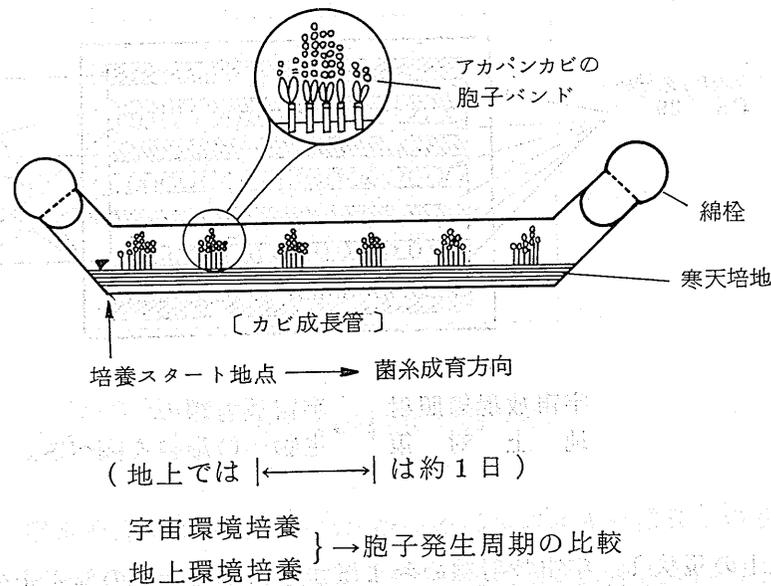
〔テーマ提案者〕 宇宙開発事業団（スペースシャトル利用推進室長）

（松本一夫）

アカパンカビを用いた概日性リズムの研究

〔目的〕 生物の概日性リズム（ほぼ24時間を一周期としたリズム）に対する重力の影響を調べる。

〔実験概要〕 地上では孢子の形成に概日性リズムを示すアカパンカビを無重力下で培養し、重力の影響を調べる。



〔地上の現状〕 人間を含めた生物の生理現象が示す概日性リズムの発生原因のうち、重力等の外的要因の影響についての基礎データは、地上実験のみでは得ることができないため、概日性リズムの発生機構の解明並びにその応用技術の開発が進められていない。

〔期待される成果〕

〔科学技術的〕 生物の概日性リズム発生機構に関する基本的知見

〔経済的〕 時差ボケの対策方法、植物栽培技術への応用

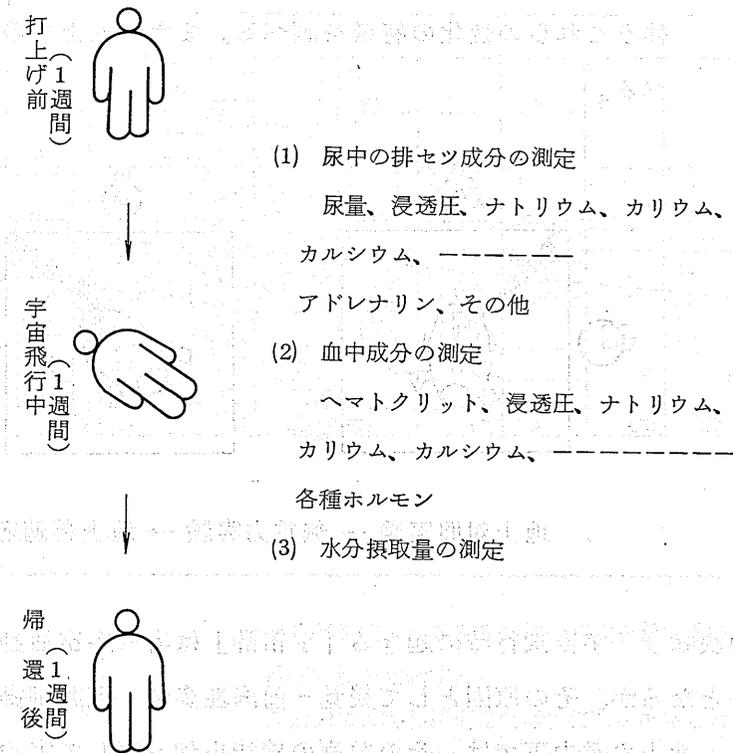
〔使用装置〕 カビ成長箱

〔テーマ提案者〕 東京大学理学部助教授 三好 泰博

搭乗者の内分泌系の反応及び代謝変化

〔目的〕 宇宙飛行士の健康保持対策に関する基礎データを得るため、重力変化に対する代謝の変化を観察し、内分泌系の反応を調べる。

〔実験概要〕 内分泌代謝機能へ及ぼす重力変化の影響を、搭乗者の尿中及び血中の諸成分を採取し、その代謝リズムの変化を観察することによって調べる。



〔地上の現状〕 宇宙飛行時の重力変化に伴って生ずるカルシウム代謝異常等の生理変化があるが、生体の環境変化（とくに重力変化）に適応する際の内分泌系の役割が解明できていないため、宇宙飛行者の健康管理対策が確立できない。

〔期待される成果〕

〔科学技術的〕 無重力下でのヒトのホルモン分泌代謝リズムの変化の解明

〔経済的〕 宇宙飛行士の健康対策

〔使用装置〕 採尿装置、尿モニタリングシステム

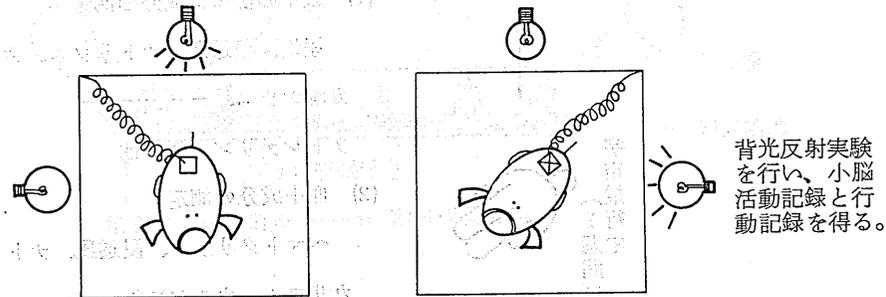
〔テーマ提案者〕 名古屋大学環境医学研究所教授 松井 信夫

LF-10

無重力順応過程における視-前庭性姿勢・運動制御の研究

〔目的〕 姿勢、運動制御における前庭機能の役割を解明することにより、宇宙酔の解明に役立てる。

〔実験概要〕 正常鯉及び前庭器を摘出した鯉を用い、背光反射行動をおこさせて、その行動と、行動時の小脳活動とを記録し、無重力への適応に伴うこれらの変化の特徴を調べる。また、地上での再適応過程を調べる。



地上対照実験 → 無重力実験 → 地上再適応実験

〔地上の現状〕 宇宙飛行時に起きる「宇宙酔」は有人宇宙活動にとって大きな障害となるが、その原因として視覚-前庭性姿勢・運動制御の異常が挙げられる。地上の重力下では、その前庭の機能を切り離して実験できないため、

「宇宙酔」の原因が解明できず、その対策法が確立していない。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 視覚と姿勢制御の関係における前庭の役割の解明

(経済的) 宇宙酔の予防手段の開発

〔使用装置〕 前庭機能実験装置

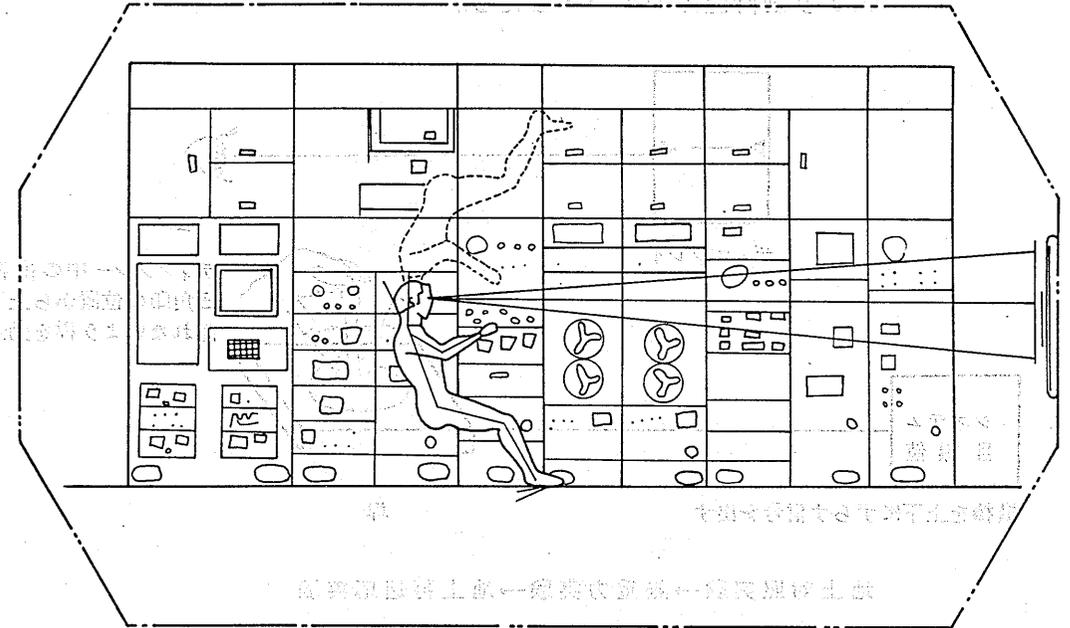
〔テーマ提案者〕 名古屋大学名誉教授 御手洗 玄洋

LF-11

宇宙空間における視覚安定性の研究

〔目的〕 宇宙酔の原因の1つとして挙げられる「視空間の安定性」への無重力の影響を解明する。

〔実験概要〕 無重力下において、搭乗者に十字形に配した光源の点滅を目で追わせ、眼球運動を記録する。



地上対照実験 → 無重力実験 → 地上再適応実験

〔地上の現状〕 宇宙における有人活動に有害な「宇宙酔」の原因を解明し、その対策法を確立するためには、その原因の1つとして挙げられている「視空間の安定性」への無重力の影響を解明する必要がある。そのため無重力実験は地上では不可能である。

〔期待される成果〕

(科学技術的) 宇宙酔の原因の解明

(経済的) 宇宙酔の予防手段の開発

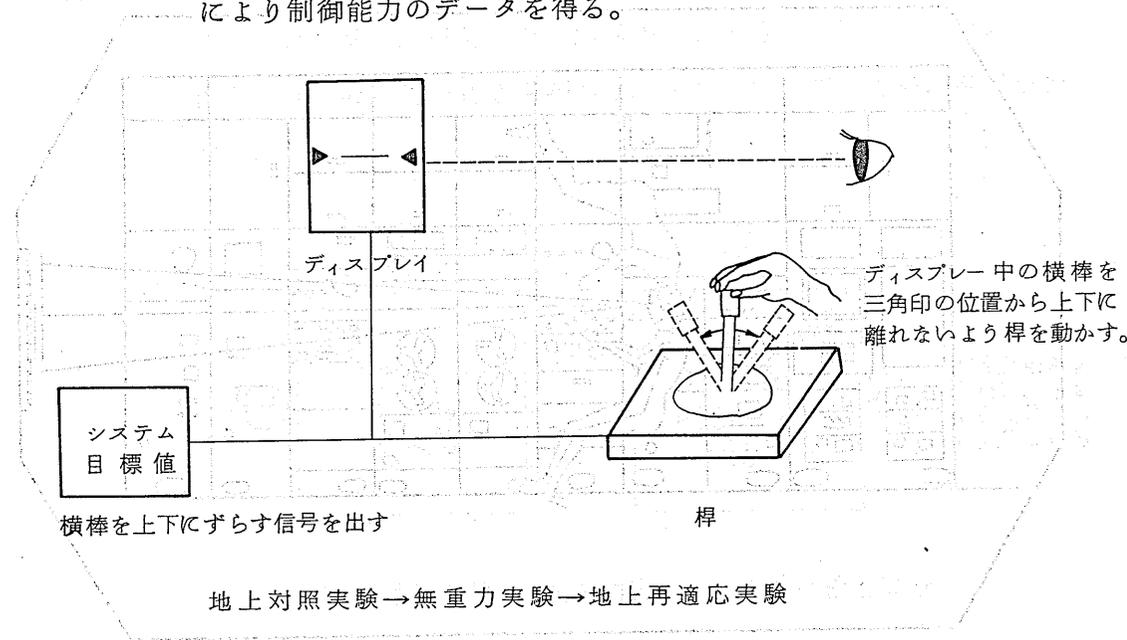
〔使用装置〕 刺激信号制御装置、身体機能測定装置

〔テーマ提案者〕 愛知学院大学文学部教授 宇阪良二

無重力環境での知覚-動作機能の研究
「手動制御特性の研究」

〔目的〕 無重力環境が人間の自動制御特性に及ぼす影響を解明し、宇宙における自動制御系の設計・評価のための基礎データを取得する。

〔実験概要〕 宇宙の無重力下において人間が自動制御システムを操作することにより制御能力のデータを得る。



〔地上の現状〕 無重力下においては人間の中枢による筋骨系の運動機能が地上の重力下とは異なってくるものと考えられるが、無重力下における人間の自動制御特性のデータは得られない。

〔期待される成果〕

（科学的） 宇宙環境における中枢の筋骨格系運動制御機能の変化の究明。

（経済的） 宇宙の人間活動における人間-機械系の設計基礎データ

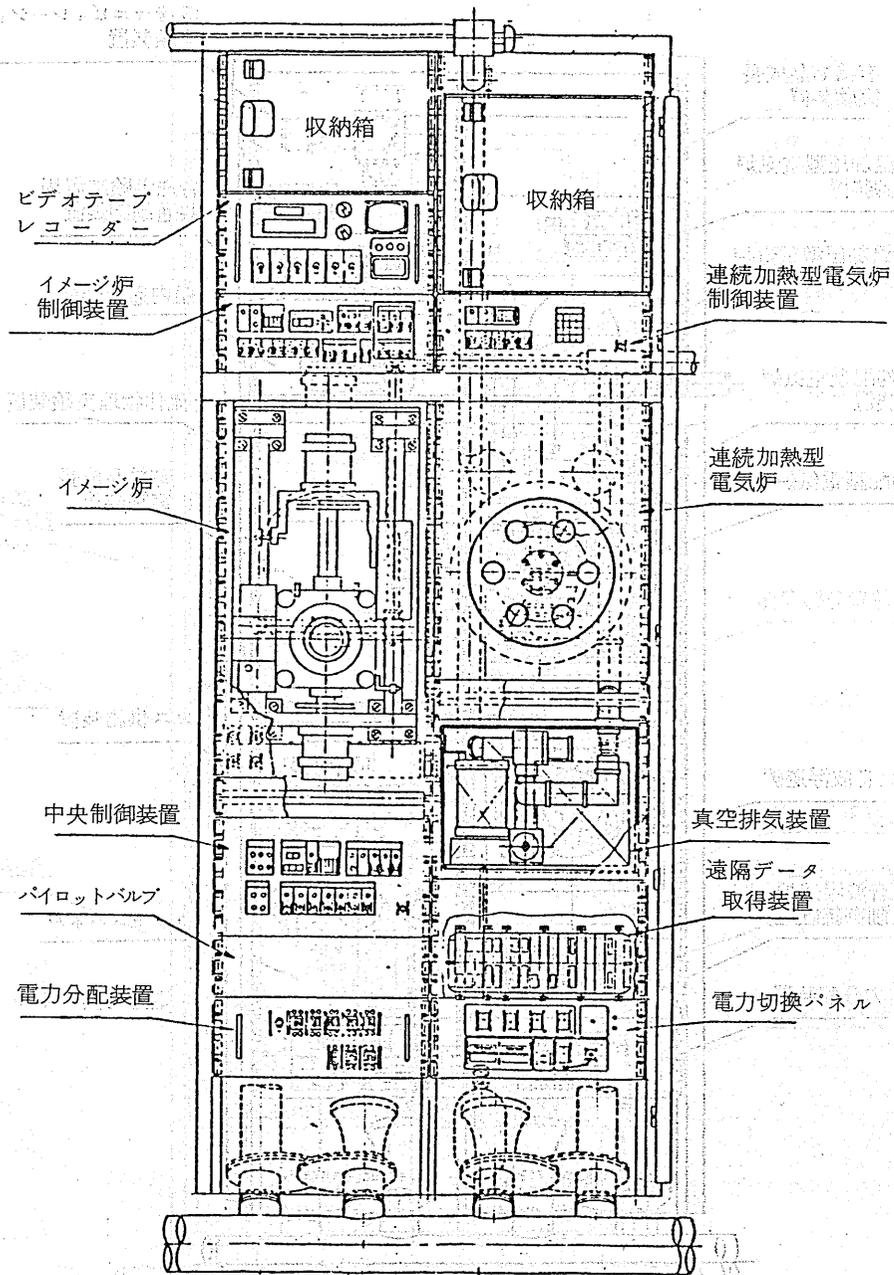
〔使用装置〕 刺激信号制御装置、身体機能測定装置

〔テーマ提案者〕 科学技術庁航空宇宙技術研究所長 武田 峻

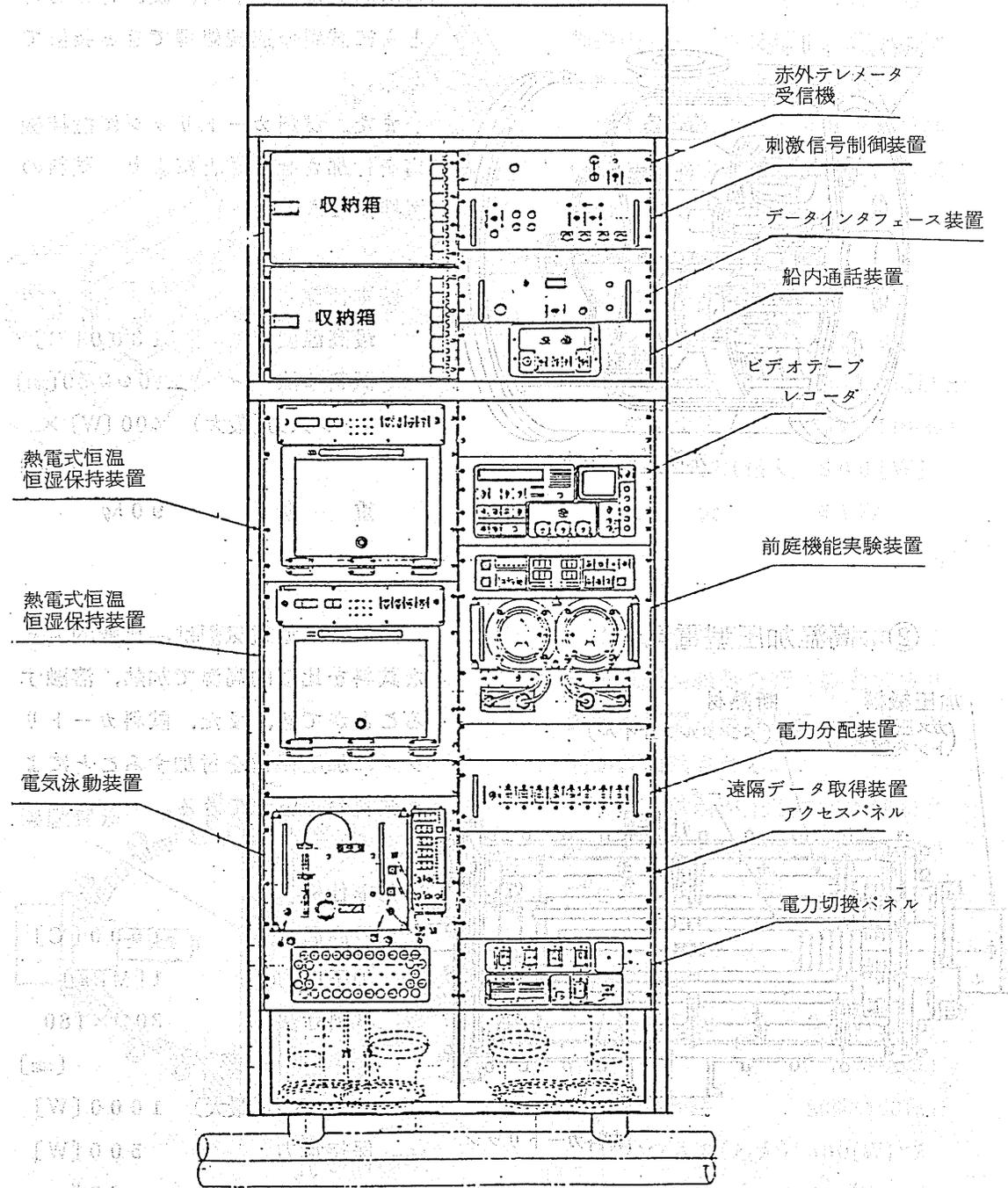
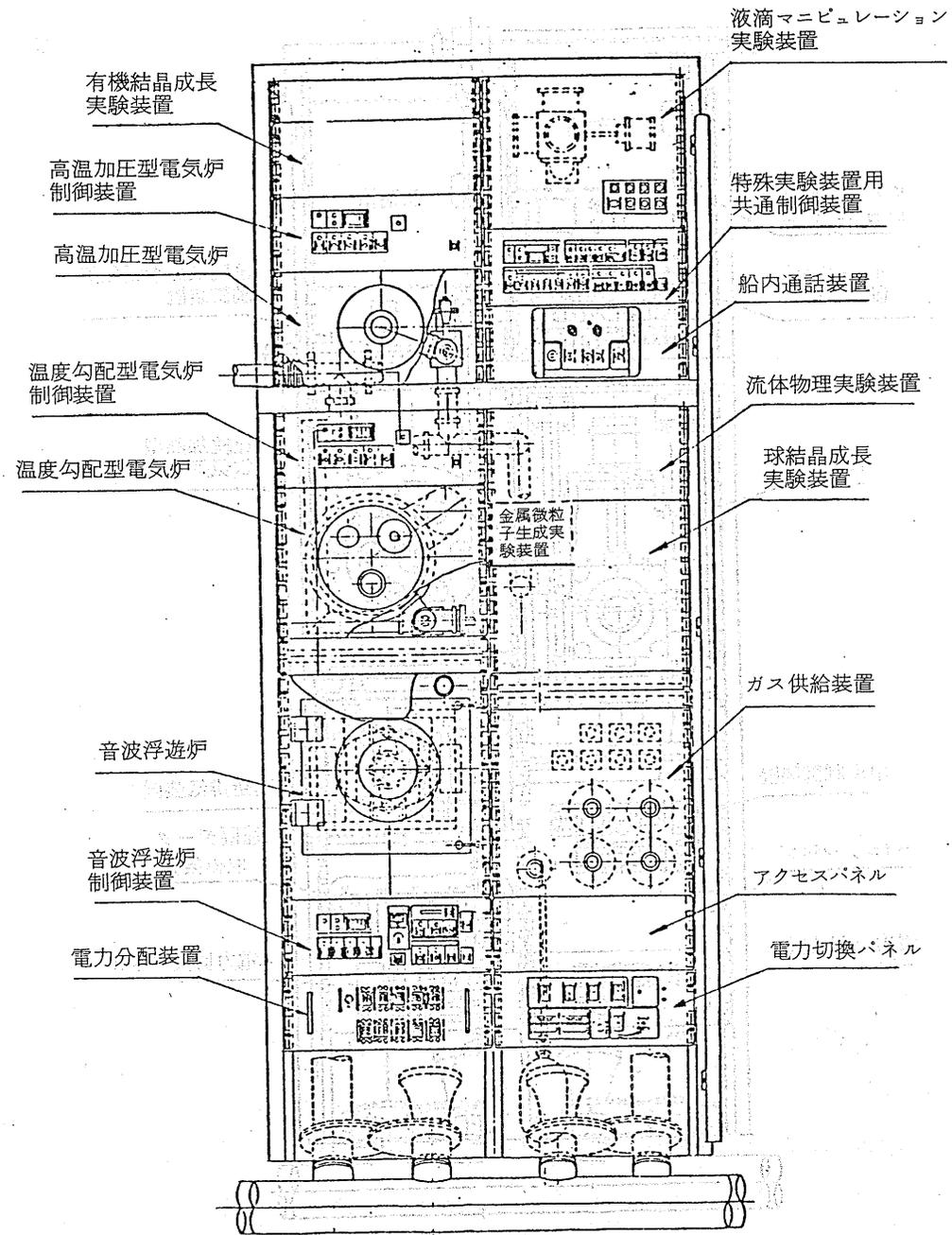
参考(2) 実験装置の概要

I 実験ラック

(材料実験系ラック)

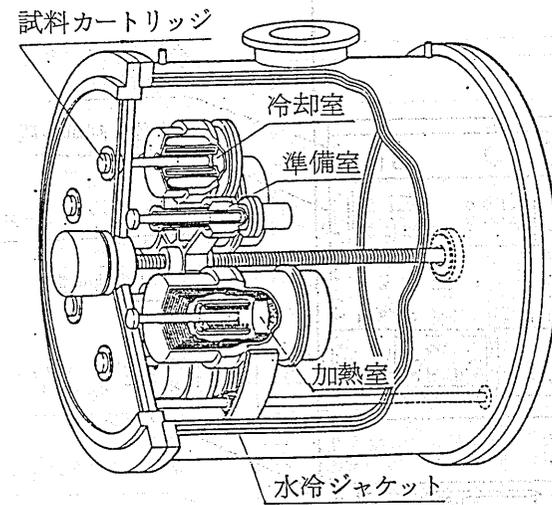


(ライフサイエンス実験系ラック)



II 主要実験装置の概要

① 連続加熱型電気炉

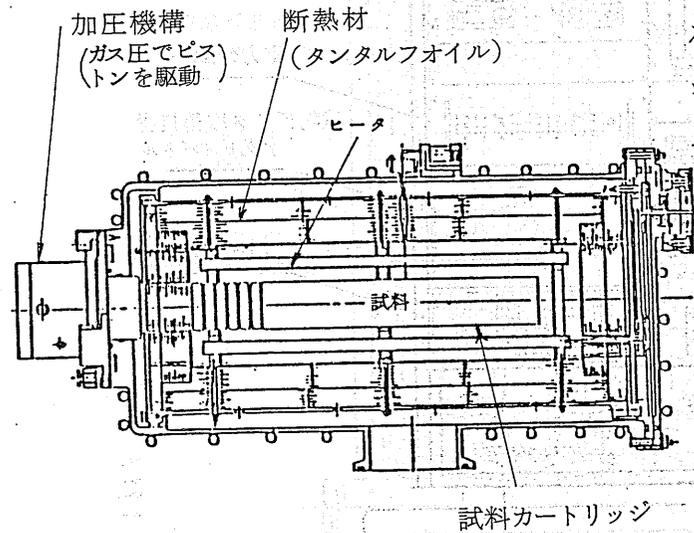


連続加熱型電気炉は、同時に2個の試料を加熱、溶解、凝固させるとともに試料を連続処理できる装置である。

また、試料カートリッジに攪拌機構を付加させることにより、試料の攪拌ができる。

基本仕様	
最高温度	1300 [°C]
試料寸法	10φ×50 [mm]
ヒータ入力(最大)	400 [W] × 2 [室]
重量	90 Kg

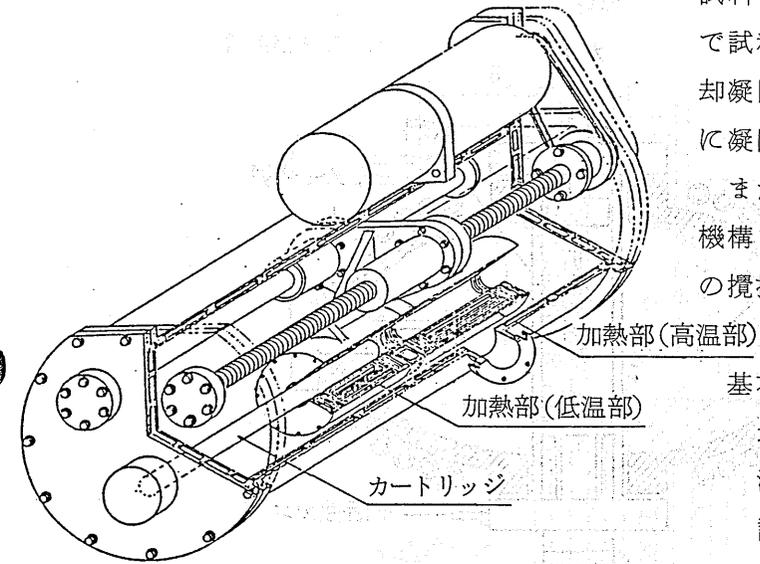
② 高温加圧型電気炉



高温加圧型電気炉は、比較的大きな試料を比較的高温で加熱、溶解することができ、また、試料カートリッジに加圧機構を付加することにより試料の加圧ができる。

基本仕様	
最高温度	1600 [°C]
加圧圧力	1 [MPa]
試料寸法	30φ×180 [mm]
ヒータ入力(最大)	1000 [W]
保持電力	500 [W]
重量	62 Kg

③ 温度勾配型電気炉

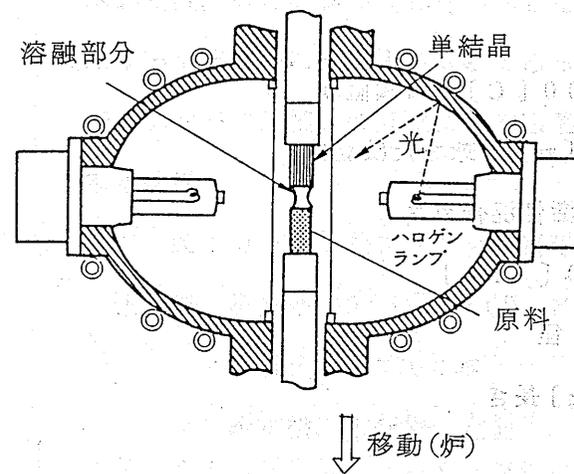


温度勾配型電気炉は、加熱部で試料を加熱、溶融し、温度勾配部で試料に温度勾配をつけながら冷却凝固させ、保持部で一定の温度に凝固相を保持する装置である。

また、試料カートリッジに攪拌機構を付加することにより、試料の攪拌ができる。

基本仕様	
最高温度	1250 [°C]
温度勾配	60 [°C/cm] 以上
試料寸法	23φ×110 [mm]
ヒータ入力(最大)	800 [W]
重量	61 Kg

④ イメージ炉

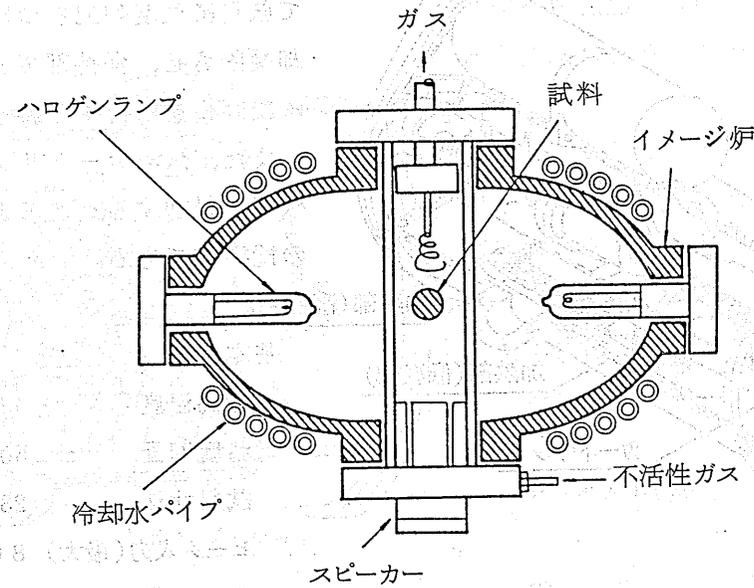


イメージ炉は、帯溶融法による結晶成長実験等を行う装置であり、試料は双楕円型反射鏡の焦点上に置かれ加熱される。

また、試料が上下で正逆回転することにより、試料の攪拌が期待できる。

基本仕様	
最高温度	2100 [°C]
試料寸法	(4mmφの試料) 20φ×160 [mm]
ランプ入力(最大)	500 [W] × 2
重量	80 Kg

⑤ 音波浮遊炉

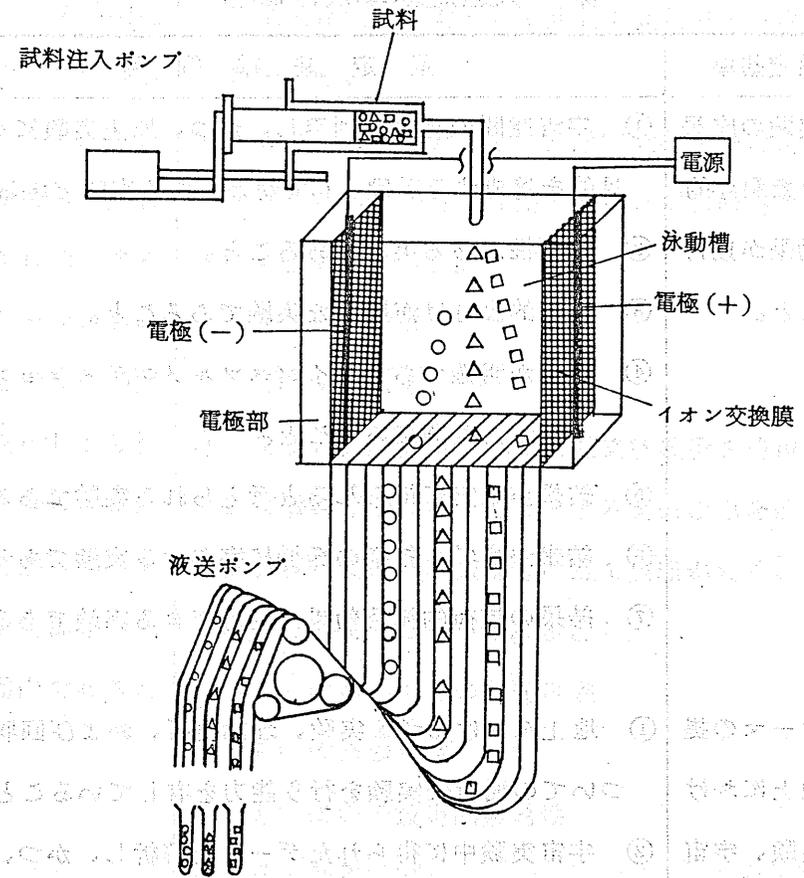


音波浮遊炉は、音波により空間に試料を浮遊させた状態で試料を加熱熔融する装置であり、容器を必要としないので高純度の試料を作製することができる。なお、試料の浮遊は一軸で行う。

基本仕様

試料加熱温度	最大1600 [°C] (目標値)
試料形状	5~10 [mm] の球または立体
雰囲気	2成分不活性混合ガス
周波数	14~20 [kHz]
炉心管	40 [mm] 径 160 [mm] 長さ
重量	65 Kg

⑥ 電気泳動装置



本装置は、荷電状態の差異を利用し生体試料(タンパク質、細胞等)を電場において連続的に分離するものである。

特異タンパク、細胞の分離により医薬品等の精製に利用される。

基本仕様

- 方式：カセット式プリフロー電気泳動
- 泳動部：泳動槽 10 (L) × 6 (W) × (0.1~0.5 (D)) cm
- 分離チューブ 60本
- 冷却槽、電極槽、電極
- 冷却部：水冷却 (5°C)、泳動部 20°C 以下
- 重量：35 Kg

第一次選定基準及び細目

第一次選定基準	選定基準細目
<p>a 宇宙実験の成果から大きな科学的、技術的效果が期待されること。</p>	<p>① 宇宙空間の特性を利用し、かつ、地上実験にくらべて、目的を達成する手段として効果がある実験であること。</p> <p>② 独創性がある実験であること。</p> <p>③ 理論的裏付けが明確な実験であること。</p> <p>④ 計画が明確であり、インスツルメンテーションを含めよく練れた実験であること。</p> <p>⑤ 結果が確実に得られると考えられる実験であること。</p> <p>⑥ 結果が科学・技術の発展に寄与する実験であること。</p> <p>⑦ 結果の技術的波及効果が期待できる実験であること。</p>
<p>b 実験テーマの提案者が地上における予備実験、宇宙実験、宇宙実験後の解析等を実施する技術的能力を有すること。</p>	<p>① 地上における予備実験、理論解析、および回収試料についての飛行後実験を行う能力を有していること。</p> <p>② 宇宙実験中に得られたデータを解析し、かつ、研究報告をまとめる能力を有していること。</p> <p>③ 宇宙実験を実施するに際して、宇宙開発事業団及び米 国航空宇宙局(NASA)との協力を円滑に行いうる技術能力及び語学能力を有していること。</p> <p>④ 原則として、実験テーマの提案者自身がテーマの提案から報告書の作成までの全期間を通して、研究を担当できること。ただし、担当できなくなることが予想される場合は、適当な後継者が予定されていること。</p> <p>⑤ 実験テーマの担当者に事故がある場合、研究を担当できる共同研究者がいること。</p>

第一次選定基準	選定基準細目
<p>c 共通の実験装置を使用して実験が可能なこと。これ以外の特種な実験装置を必要とする実験テーマについてはその装置の開発の見通しがあり、かつ、容量、使用電力等がスペースラブ使用部分の制限範囲内であること。</p>	<p>① 主要な実験装置として共通実験装置を使用する実験であること。</p> <p>② 主要な実験装置として共通実験装置を使用する実験であっても、電力等の使用パターンが他の実験を圧迫しない実験であること。</p> <p>I) 電力等</p> <p>II) 使用状況</p> <p>③ 主要な実験装置として共通実験装置を使用するが、共通実験装置の改修を必要とする実験の場合は、その改修が日程、費用及び技術等の点で無理がなく、かつ、電力が許容範囲内のものであること。</p> <p>I) 改修の場合の開発日程</p> <p>II) 改修の費用</p> <p>III) 改修の技術的難易性</p> <p>IV) 使用電力</p> <p>V) 熱除去</p> <p>VI) 換排気</p> <p>VII) 物理的形状(寸法)</p> <p>VIII) 物理的形状(重量)</p> <p>IX) その他搭載性</p> <p>④ 主要な実験装置として、特殊実験装置を使用する実験の場合、その必要とする特殊実験装置は技術的に開発のめどがたっており、かつ、開発に要する日数、費用及び搭載性に無理のないものであること。</p> <p>I) 開発の見通し</p>

第一次選定基準	選定基準細目
	II) 開発・製作に要する期間(日程) III) 費用(開発費が提案者の負担の場合この項除外) IV) 開発の技術的難易性 V) 使用電力 ピーク 平常時 全使用量 VI) 熱除去 VII) 換排気 VIII) 物理的形状(寸法) IX) 物理的形状(重量) X) 実験データ処理要求 XI) その他搭載性
d 宇宙実験の実施に当って安全上問題がなく、かつ、環境を汚染する可能性がないこと。	① 米国航空宇宙局(NASA)本部発行“Safety Policy and Requirement for Payloads using the Space Transportation System”に記載されている安全性要求事項に適合する実験であること。 ② 安全に関する国内法を遵守した実験であること。
e 実験テーマ提案者は、テーマに関する研究実績を有し、かつ、地上における予備実験等	① 実験テーマ提案者に類似の実験研究の実績があること。(実績とは以下の項目に該当することをいう。) I) 類似の実験研究が関係学協会等で過去において発表されていること。 II) 類似の実験研究が機関内で過去において発表されて

第一次選定基準	選定基準細目
の資金負担能力があること。	いること。 III) 類似の実験研究が専門家の間で過去において認められており、かつ、活発な研究が行われていること。 ② 実験テーマ提案者は、必要に応じて予備実験または理論解析ないしは、その両方を行うにあたり、その資金負担能力があること。(資金負担能力とは以下の項目に該当することをいう。) I) 予備実験等に所要の経費が確保されていること。 II) 機関内において提案されたテーマが研究テーマとしてすでに認められ、かつ、所要の経費が確保されていること。 (IもしくはIIのいずれかに該当すればよい。) III) 提案されたテーマが選考された後、機関内の研究テーマとして認められ、かつ、所要の経費を確保できる可能性が高いもの。
f その他必要と考えられる事項	① 搭乗科学技術者(以下「PS」と称する)による操作時間ができる限り短かく、他の実験の操作時間を圧迫しない実験であること。 ② PSによる操作がPSの標準作業時間内に終了する実験であること。 ③ PSに対して特殊、かつ、高度に専門的な操作技術を要求しない実験であること。 ④ 原則として同時に2人以上のPSの手を必要としない実験であること。

第一次選定基準	選定基準細目
	<p>⑤ 試料の入手に著しい困難の伴わない実験であること。</p> <p>⑥ 特殊な軌道、姿勢等スペースシャトルの運航に、特殊な条件を必要としない実験であること。</p> <p>⑦ 打上げ前、着陸後の試料積込み、積みおろし等に、特殊な装置を必要としない実験であること。 (ただし、評価は実験装置に準じて行う。)</p> <p>⑧ 打上げ直前、上昇中、帰還中に電力、排熱を要しない実験であること。 (ただし、キャビン内に搭載する小型のものは除く。)</p> <p>⑨ 我が国のスペースシャトル利用システムの開発に効果がある実験であること。</p>

参考(4)

第二次選定基準及び細目

第二次選定基準	選定基準細目
<p>a. 予備実験の結果、実験装置の開発状況等から判断して宇宙実験を実施し得る見通しが確実であり、かつ、実験成果が期待されること。</p>	<p>① 予備実験の結果から以下の事項について確実となっていること。</p> <p>① 宇宙実験方法が明確化されており、FMP T宇宙実験実施上問題がないこと。</p> <p>② 宇宙実験結果を評価しうるデータの蓄積がなされているか蓄積が確実に視されていること。</p> <p>③ 宇宙実験結果で確実に成果が得られるという裏付けがあること。</p> <p>② 実験装置等の開発状況から以下の事項について確実となっていること。</p> <p>① 当該実験テーマを実施する実験装置を開発する上で見通しが得られていること。</p> <p>② 当該実験装置をFMP Tシャトル搭載実験機に搭載する上で問題点がないこと。(物理的、電氣的、機械的等)</p>
<p>b. 宇宙実験に必要とされる試料及び試作した特殊実験装置の仕様書、取扱い説明書等を指定する期日までに準備できること。</p>	<p>① 宇宙実験に必要とされる試料を指定する期日(各試料によって異なる)までに準備できること。</p> <p>② 試作した特殊実験装置の仕様書、取扱い説明書等を59年度中頃までに準備できること。</p>

第二次選定基準	選定基準細目
c. その他必要と考えられる事項	<p>① 搭載性等に関し、以下の面において問題がないこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ㊶ スペースシャトル/スペースラブ借用規模との適合性の面 ㊷ リソースの面 ㊸ 安全性の面 ㊹ 特殊な実験要求の面 <p>② 宇宙実験の長期的展開を考慮した時、各分野の発展にとって以下の面において重要な第一歩となること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ㊶ 実験内容の面 ㊷ 実験手法の面 ㊸ 実験装置の面 ㊹ 共通技術の面 <p>③ 実験テーマの代表研究者が関連の研究者・テーマ等と協力を保ちながら宇宙実験の準備・軌道実験、飛行後解析を遂行できること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ㊶ 全期間を通じて研究を遂行できること。 ㊷ 地上実験、飛行後解析等に必要とされる経費について確保できる可能性が高いこと。

参考(5)

第一次材料実験テーマ選定特別部会の設置について

昭和54年12月12日
宇宙開発委員会
決定

宇宙開発委員会は、スペースシャトルを用いた第一次材料実験の円滑な推進に資するため、「部会の設置等について」(昭和53年5月24日宇宙開発委員会決定) Iの2の(1)に定める特別部会として、第一次材料実験テーマ選定特別部会を設置する。同部会は、下記により調査審議を行う。

記

1. 審議事項

スペースシャトルを利用した、第一次材料実験の実験テーマの選定に関すること。

2. 審議期間

1の実験テーマの選定については、その第一次選定を昭和55年2月末に終わることを目途とする。なお、第二次選定については計画の進捗に応じて行うものとする。

参考(6)

第一次材料実験テーマ選定特別部会構成員

(第二次選定時)

部会長 齋藤進六 長岡技術科学大学長

専門委員 大澤弘之 宇宙開発事業団副理事長
(昭和59年6月まで)

園山重道 同上
(昭和59年6月から)

管孝男 帝京大学薬学部長

神戸博太郎 群馬大学工学部教授

後藤優 科学技術庁無機材質研究所長

鈴木郁生 厚生省国立衛生試験所長

武田峻 科学技術庁航空宇宙技術研究所長

藤堂尚之 通商産業省工業技術院化学技術研究所長

中川龍一 科学技術金属材料技術研究所長

難波進 大阪大学基礎工学部教授

西島安則 京都大学工学部教授

堀内良 文部省宇宙科学研究所教授

武藤義一 埼玉工業大学長

山川民夫 東京都臨床医学総合研究所長

渡辺浩 東北大学名誉教授

参考(7)

第一次材料実験テーマ選定特別部会における

第二次選定の審議の進め方

昭和59年6月5日

第一次材料実験
テーマ選定特別部会

当部会は、「第一次材料実験テーマ選定特別部会の設置について」(昭和54年12月12日宇宙開発委員会決定)に基づき、以下により第二次選定について調査審議を行う。

1. 調査審議事項

- (1) 実験テーマ選定のための評価
- (2) 実験テーマの選定
- (3) その他必要と考えられる事項

2. 選定対象テーマ

第二次選定においては、第一次で選定された62テーマ及び科学技術振興調整費の課題「無重力環境を利用した新材料の創製に関する研究」において実験が進められてきたテーマ(第一次で選定されたものを除く12テーマ)を対象に選定を行う。

3. 選定テーマ数

第二次選定により、約30テーマを選定する。

4. 第二次選定基準

実験テーマの第二次選定は、宇宙開発委員会第二部会報告書「スペースシャトルの利用の推進について」に示された基準によるものとし、その細目は別に定める。

なお、科学技術振興調整費による前記12テーマについては、第一次選定基準及び第二次選定基準の双方に照らし選定を行うものとする。

5. 審議スケジュール

- (1) 第三回部会 昭和59年6月5日(火)
- (2) 第四回部会 昭和59年6月21日(木)
- (3) 第五回部会 昭和59年7月上旬～中旬^{注)}

注) 第五回部会は、昭和59年7月24日(火)に開催した。

参考(8)

第一次材料実験(FMPT)について

1. 目 的

スペースシャトルに我が国の科学技術者が搭乗し、宇宙空間の特性を利用した材料実験等を行うことを目的とする。

- 純度や均質度の高い材料、大型の結晶等が得られ、新材料の創製等を目指した各種実験ができる。
- 有人宇宙飛行のための技術の習得ができる。

2. 打 上 げ

- (1) 時 期 昭和62年度
- (2) 輸 送 機 スペースシャトル

3. プロジェクトの概要

- (1) 軌 道 円軌道
高度 約300 Km
- (2) 実験期間 約7日間
- (3) 実験テーマ 材料実験及びライフサイエンス実験
34テーマ
- (4) 主な実験装置 (例) 各種電気炉、イメージ炉、
電気泳動装置等

第一次材料実験

日本人科学技術者1名がスペースシャトルに搭乗して各種実験を行う。

