

第9章 航空機による学生無重力実験コンテスト

財団法人 日本宇宙フォーラム 木暮和美

はじめに

宇宙航空研究開発機構（JAXA.当時は宇宙開発事業団 / NASDA）では、宇宙環境利用における教育分野での利用を促進し、将来の宇宙開発を担うべき人材育成に寄与することを目的に、平成 14 年度より「航空機による学生無重力実験コンテスト」を開催している。昨年 12 月には第 3 回募集・選定テーマの航空機実験を無事終了したところである。（財）日本宇宙フォーラム/JSF はダイヤモンドエアサービス(株)/DAS と共に、本プログラム開始当初から運用を支援している。それを担当した立場から第 1 回～第 3 回までの学生無重力実験を振り返り、本プログラムにおける課題や抱負をまとめてみる。

1.経緯および概要

平成 9 年より JSF が JAXA から委託を受けて実施している公募地上研究制度では、研究テーマ提案者に対して微小重力模擬実験（落下塔、航空機等）の利用機会を提供している。この制度の一環として平成 14 年度航空機実験機会を同年初頭より調整した際、図 1 に示す中型航空機 Gulfstream に他の公募地上研究テーマが利用し難い実験スペース（ラック）が生じることが判明した。そのスペースを有効利用するために「航空機を利用した微小重力教育実験」として、学生から比較的小規模な実験テーマを募集、実施することになったものである。JAXA ではこのような航空機実験を通じて宇宙環境利用（微小重力）への理解を深めるのみならず教育活動に貢献できること、および ISS / 宇宙環境利用の普及啓発・利用促進を図る上で意義があると考え、第 1 回目のプログラムを開始することとした。

大学における講義日程、理工系学生のスケジュールを考慮し、第 1 回目は平成 14 年 5 月初旬から募集を開始する予定であったが、実際は平成 14 年 7 月 3 日に募集開始、7 月 31 日募集締切り、8 月初旬選定、8～12 月に実験装置製作に係る技術調整、実験装置製作、12 月 16～27 日に航空機実験という日程になった。航空機実験の成果報告は平成 15 年 3 月に筑波で開催されたスプリング・サイエンスキャンプにおいて高校生を聴衆として行った。なお、第 1 回募集では理工学系の提案を対象とし、応募総数 24、そのうち表 1 に示す 4 テーマを選定し、実施した。選定委員は表 2 に示す方々であり、お茶の水女子大



図 1 Gulfstream

学名誉教授の細矢先生に委員長をお願いした。実験準備、実施状況等については後述する。

表 1 第 1 回～3 回までの選定テーマ

回次	代表提案者	所属	実験テーマ名
第一回	中西奈美	お茶の水女子大	磁場と重力場における化学波動の伝播
	岡本譜史	奈良県立医科大	微小重力下におけるサカサナマスの前庭代償による背泳姿勢制御
	細居洋介	東京大学	人工重力下でのメダカの挙動解析実験
	宮田啓志	青山学院大学	温度勾配を有するワイヤ上の液滴の挙動観察 (Wicking現象の観察)
第二回	渡健介	東京都立科学技術大学	ミレクラウン形成に及ぼす重力加速度の影響
	粟津ちひろ	福井大学	重力変化時の血圧調節における前庭系のはたらき
	小川芽久美	日本女子大学	国際宇宙ステーションで着る新しい機能を持つ衣服設計のための実験」～微小重力環境下の水分移動挙動と形状変化～
	阿南隆史	東京大学	微小重力下での磁性流体を用いた磁界解析実験
	市村豊	学習院大学	微小重力環境における線香花火の火花の飛び方
	小野綾子	東京芸術大学	Sound Wave Sculpture II
第三回	青木 翔平	東京大学	微小重力における毛管現象を用いた管内流体の挙動解析
	山城 丈	京都大学	無重力時の上下肢における酸素飽和度の比較 検討
	矢口 たかね	お茶の水女子大学	微小重力環境における霜の模様のパターン解析
	南波 幸子	多摩美術大学 (スペースアート学生会議)	Sound Wave Sculpture 3
	大村 益孝	北海道大学	ぶつかれ青春～粘性の異なる液滴同士の衝突
	江野 佑子	藤田保健衛生大学	金魚を用いた微小重力下での前庭-眼球運動反射と心拍変動解析

表 2 選定委員

選定委員	現職(専門分野)	備考
細矢 治夫 (委員長)	お茶の水女子大学 名誉教授(化学)	-
石岡 憲昭	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 教授 (宇宙生物学)	第3回より
岡田 益吉	(財)国際高等研究所 副所長、筑波大学名誉教授 (生物学)	-
北郷 悟	東京藝術大学 美術学部彫刻科 助教授 (文化・芸術)	第2回より
小林 康徳	(宇宙工学)	-
高木 隆司	神戸芸術工科大学 芸術工学研究科 教授 (物理学)	第2回より
高柳 雄一	多摩六都科学館 館長 (宇宙科学全般)	-
竹内 伸	東京理科大学 基礎工学部材料工学科 教授 (物理学)	-
中丸 邦男	(宇宙技術開発全般)	-
毛利 衛	日本科学未来館 館長、JAXA 宇宙飛行士 (化学)	第1回
依田 眞一	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 教授 (微小重力科学)	第3回より

第2回の学生実験募集は、第1回から1年おいた平成16年度に実施した。この回から理工系に限らず、芸術系を含めた広い分野のテーマを募集することとし、東京芸大・彫刻科の北郷先生に選定委員に加わって頂いた。募集期間を平成16年8月24日～9月24日、選定を10月初旬とし、応募総数30から表1に示す6テーマを採択した。この回の航空機実験は12月および平成17年2月に3テーマずつ航空機実験を行った。成果報告会は平成17年8月、主に選定委員を対象に実施した。

平成17年度に行なった第3回募集ではポスターを作成(図2)、大学・高専の関係学部に配布し、より多くの学生に知ってもらうよう努めた。募集は平成17年6月14日～7月29日まで行い、応募総数31の提案から8月末に6テーマを選定した(表1)。今回からこれまでの微小重力実験結果をより強く考慮した選定を行なうために、JAXAの依田教授、石岡教授が選定委員に加わった。第3回の航空機実験は6テーマとも昨年末12月13～21日に行い、後に述べるように実験計画をほぼ達成することができた。平成18年2月現在、提案者チームの面々は実験結果を解析し、報告書を作成しているところである。



図2 第3回募集を知らせるポスター

2.プログラムの流れ

本プログラムの作業内容を手順に沿ってまとめる(図3)。

2.1 募集・選定

(1)募集要件

本コンテストには、日本国内の高専(4年生以上) 大学、大学院に在籍し、搭載実験装置を自作できる学生であれば応募資格を持つが、幾つか守ってもらう条件がある。基本的な条件は次の3点であり、第1回から第3回まで共通した内容である。

実験装置の製作、運搬の費用は提案者側の負担とする

実験スペースや電力等、提供できるリソースの範囲内で実験および実験装置を組み立てると共に、航空機内の安全に係る一般的な制限事項を守る

実験終了後に成果報告書を提出し、成果報告を行なう

学生実験に提供する航空機実験のフライトは2回程度(1日あたり1回、約2時間)であり、1回のフライトにおいて無重力実験(約20秒間)ができる回数は大体8~15回である。学生は本人の意志を確認した後、1回のフライトごとに、1実験テーマあたり1名が航空機に搭乗して実験を行うことを基本にしている。

(2)募集および選定、通知

募集開始および募集要綱はJAXAのウェブサイトに掲載すると共に、関係学会を通じて大学・高専等の関係者に広く知らせよう努めた。第3回募集の際には前述のように、この他にポスターを作成し(図2)、大学・高専の関係学部へ送付、掲示依頼を行なった。第3回募集の際に本コンテストを知った経緯を提案者に聞いたところ、先生40%、友人・先輩23%、ポスター12%、JAXAホームページ9%、JAXAメールサービス7%であっ

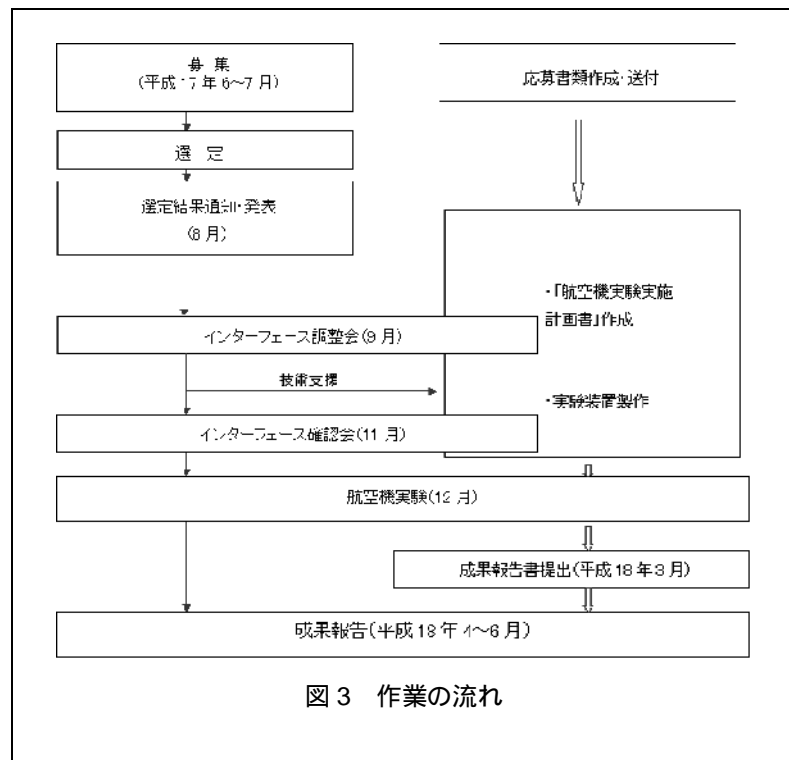


図3 作業の流れ

た。明らかに大学の授業を通じて紹介してもらうことが最も有効である。[1]

締め切り後の応募テーマ選定基準は次の4項目である。委員の方々には事前に全テーマ提案書を検討して頂き、選定日当日に十分な議論を経て採択テーマを決定してもらった。

-) 実験手法：パラボリックフライトによって得られる無重力・加重力環境、フライトパターンを有効に利用するものであるか。実験装置が目的を達成できる機能を持つ/持たせられるものであるか。
-) 実験内容：論理展開、実験計画に一貫性があり、提案する実験目的に合致したものであるか。提案する実験装置により科学的あるいは文化・芸術的に意義の高い成果が得られそうか。
-) 実施体制：実施にあたり適切なチーム構成となっているか。
-) 実現性（搭載性）：実験装置製作の見込みがあるか。装置の搭載条件（安全性、大きさ、電力等のリソース）を満たすものであるか。

ヒトを対象とする実験は JAXA の「人間を対象とする研究開発倫理審査委員会」、動物を対象とする研究は同「動物実験委員会」での審査を経て承認を得ることが必要である。

選定後、採択および不採択の通知に提案内容に対するコメントを付けて代表提案者に送付している。このコメントは選定委員のコメントおよび選定審査の討議内容を基に、採択テーマの提案者には今後の実験計画作成、装置製作に反映すべき点を分かり易く示す一方、不採択テーマの代表提案者には提案内容の問題点を指摘しつつ次回も応募してもらえるよう心がけながら作成している。

2.2 実験準備・実験

(1) DAS 見学会・インターフェース調整会

採択後、できるだけ早期に代表提案者/共同提案者が一同に会し、フライトの日程や組合せを話し合う全体調整の機会、インターフェース調整会を設けている。第1回ではこのインターフェース調整会に先立ち、DAS 見学会を開催した(図4)。こ



図4 ラックの説明を受ける学生 (DAS 見学会)

れは航空機実験を控えた学生に DAS 構内の実験現場、航空機を見てもらい、装置製作に必要なイメージおよび実験に伴う作業手順を具体的につかんでもらうことを意図して開催

した。第2回、3回では諸々の理由により DAS 見学会を割愛したが、後に述べるように、学生が具体的に実験計画を練る手がかりを提供するだけでなく、学生の装置作りへの意欲をかきたてる面からも見学会を復活させるべきではないかと考えている。

インターフェース調整会は実験装置に航空機の制約（実験スペース、電源、電磁干渉等）を反映させ、航空機実験に適した装置を製作するために開催する。本プログラムの場合は、本来の目的に加え、航空機実験に不慣れな学生が実験手順を把握し、臨場感を持つようにすることも目的の一つである。

インターフェース調整会では各々の提案内容を紹介した後（図5）実験計画作成、実験装置作を行う際に守るべき点、気



図5 インターフェース調整会における発表

を付けるべき点を説明する。この時、DAS 見学会で現場を見ているかどうかは学生の理解度に効いて来ている。また、公募地上研究の研究者と相乗りフライトでは、公募地上研究の実験条件が優先されることを学生に認識してもらう必要がある。

その他にフライトの組合せ、実験装置を組込むラックの位置（上下）、座席の位置等が重要な調整事項である。第1回、第2回では2フライトの組、3フライトの組があったので、実験結果におけるフライト回数（実験データ数）の重要性、操作手順、準備に要する期間などを考慮し、決定した。第2回では人間を対象にした実験テーマが2件採択され、被験者の座席を確保する必要があったことに加え、公募地上研究側の事情により小さな実験スペースが生じたために2サイクル分の実験機会を確保し、学生チームに提供することができた。第1回、第3回では1サイクルの航空機実験の中で各々4テーマ、6テーマとも実施している。

第3回ではインターフェース調整会を遅い時期、10月中旬に開催せざるを得なかったので、実験装置製作作業を手早く進めてもらうために、9月中旬に機会を捉えて各チームメンバーに会い、基本的な作業手順の説明を行った。

(2)実験計画・装置準備

実験テーマ選定直後から学生チームは実験計画をたて、実験装置を製作し始める。実験装置製作にあたっては CCD カメラなど、一部は主催者側から提供できるものがあるが、基本的には提案者の学生チームが調達し、自作してもらうことになる。これまで航空機実

験を行った学生チーム 16 のうち 10 チームは学部 4 年生、大学院生のチームであり、既に特定研究室に配属されていたために、物心両面で配属先研究室に支援を仰ぎ、装置製作を行った。結果的に卒業研究テーマの一部として実験を進めたチームもある。

16 のうち 4 チームは学部 1~2 年生チームであり、特定研究室には属しておらず、ゼミ等の教員の支援を得て装置製作を行なった。残り 2 チームはスペースアート学生会議という複数の学生および卒業生から成るチームであり、特定の研究室・教員の支援を受けずに幾つかの企業や大学・研究室の協賛および自費をもって装置製作を行なったとのことである。今後もこのような団体が応募、採択される場合、何らかの装置製作費用を支援する必要があるだろう。

装置製作に当たって留意すべき点や制限事項はインターフェース調整会等において事前に伝えと共に、電話や電子メールによる質問に答える形で技術的なアドバイスを行なった。学生にとっては講義を受けながら短期間で実験装置を設計、製作することは容易ではないが、各チームとも研究室の支援も受けて奮闘し、何とか期限内に仕上げている。この装置製作の期間に JAXA/JSF/DAS が製作中の装置を見ながらアドバイスする機会を設けた方が良いと考えたが、時間的余裕が無いことが多く、インターフェース確認会がその初めての機会になることが殆どであった。

ヒトを対象とする実験は第 2 回に 2 テーマ、第 3 回に 1 テーマあり、大学内の倫理委員会はもちろん、JAXA の「人間を対象とする研究開発倫理審査委員会」の審査を受けた。また、動物を対象とする実験も第 1 回が 2 テーマ、第 3 回が 1 テーマあり、準備期間中に大学および JAXA の「動物実験委員会」による審査、承認を得て進めた。ヒトまたは動物を使った実験テーマの代表提案者である学生は、これら審査に必要な文書作成を行うとともに、必要に応じて面接審査も受けている。

(3)インターフェース確認会

インターフェース確認会は研究者が製作した実験装置の動作を関係者が一堂に会して確認し、予定した日時に航空機実験が実施できるか否かを確認/判定するために、航空機実験の 1 ヶ月程前に開催する。この時点で実験装置がほぼ完成している必要があり、インターフェース確認会で飛行予定日までに解決できない問題点が見つかった場合は飛行実験を中止することになる。

第 1 回目の学生航空機実験の場合、インターフェース確認会で技術的なアドバイスを行った後、それが実験装置に反映されているか否かを再確認するために、航空機実験前に 2 回目のインターフェース確認会を行なった。第 2 回、第 3 回実験では調整会から航空機実験までの期間が短かったために、インターフェース確認会を 1 回行なったのみである。したがって、インターフェース確認会における技術的なアドバイスが反映され、改造された後の実験装置が航空機実験に適合しているか否かの判断が飛行実験の現場まで持ち越されるケースが見受けられた。この場合、飛行実験の現場で実験が成立するかどうか、搭載で

きるかどうかの調整 / 確認を再度行なうことになる。幸いにもこれまでは飛行前には問題点が解決でき、採択テーマは全て航空機実験を終了することができた。

学生実験の場合、地上公募研究制度における研究者テーマと異なり、インターフェース確認会の段階で実験装置が固まっておらず、飛行実験直前まで装置の改良を続けてデータを得る場合が多々ある。これは望ましいことではないが、実験規模が1/2 ラック程度と比較的小さく、あまり危険性の高くない実験内容が多いために、適宜判断しつつ実施している。



図6 インターフェース確認会
(第3回 矢口テーマ)

(4)飛行実験

実験装置を航空機に搭載し、学生が搭乗して実験を行う現場作業の平均的な日程は次のようなものである。

- 前日 : 名古屋入り
- 1日目: 装置組立て、搭載、EMI 試験、フライト前日ミーティング
- 2日目: フライト#1
- 3日目: フライト#2
- 4日目: フライト#3 または撤収
- 5日目: 撤収

1日目はだいたい朝8時半ころから三菱重工業(株)名航小牧南工場内にあるDAS構内に入り、装置の荷解き、組み立て作業を行なう。事前にDAS見学を経験した第1回募集のテーマ提案学生以外はこの時初めてDAS工場内を見ることになる。まずは工場の敷地内に入るために行なわれるセキュリティチェック、訪問者IDカードを渡された後、敷地内に入る。見慣れない工場の建物もさりながら、整備中の戦闘機やヘリコプターが目の前にあり、大学とは全く異なる工場の作業リズムや食堂の風景が新鮮かつ印象的とのことである。また、実験装置の組立てを手伝ってもらったDAS技術者の半田付け、配線、装置固定などの技術および工夫の内容には学生チームから感嘆の声が上がっていた。時間を区切られた中で装置組立て作業を行ない、航空機に搭載、電磁干渉試験を終了させて1日目の作業が終了する。

2日目、3日目は<搭乗者確認・実験準備 飛行前ブリーフィング 搭乗 離陸・実験着陸 飛行後ブリーフィング 昼食 データ解析 デイリーミーティング 次回実験準備

備または片付け>という手順になる。JAXA ウェブサイトの日記や体験談を見て頂ければ (<http://iss.sfo.jaxa.jp/education/parabolic>) 学生達が行なった飛行実験準備、自ら搭乗しての実験操作、微小重力体験の感激がおわかり頂けよう。

DAS における実験期間中は相乗りさせて頂いた公募地上研究者チームの作業を滞らせないよう努力したが、各チーム 3~5 人の学生達が 3 チームづつ加わるので、飛行前後のミーティングひとつとっても時間がかかることになり、色々お騒がせした。学生達は様々なアドバイスをもらった上に、普段目にする事のない研究者の航空機実験を目の当たりにし、刺激を受けていた様子である。各回の実験風景は次の章にまとめた。

(5)成果報告と実験テーマのその後

3 回とも実験を行った各年度末の 3 月 20 日頃を目処に学生チームから実験成果報告書を提出してもらっている。成果報告会としては、第 1 回は平成 15 年 3 月のスプリング・サイエンスキャンプ(筑波宇宙センター)で高校生を前に、第 2 回は主にテーマ選定委員を対象に行なった。一部テーマについては日本マイクロ重力学会第 19 回学術講演会(JASMAC-19 浜松)および「きぼう」教育利用ワークショップ(千葉大)における発表も行ない、好評であった。第 3 回募集の成果報告会は未定であるが、第 4 回募集中に公開で行ない、応募意志のある学生に聞いてもらうことを計画している。

航空機実験の結果はそれぞれ卒論として、また、国内外の学会、学会誌への投稿といった形で公表されている。各大学のウェブサイトや広報誌に紹介された例も多い。

3.実験テーマ

表 1 に示した各々の実験テーマの作業、実験結果等について紹介するが、第 2 回テーマの実験内容については JASMA 誌に学生チームが書いた解説記事[2]が掲載されているので、ここでは簡単な結果を書くに留め、主に第 1 回および第 3 回募集における学生航空機実験テーマについて述べる。

(1)第 1 回募集テーマ

平成 14 年 12 月の航空機実験は前半の 3 フライトを細居テーマ、宮田テーマ、後半 2 フライトを岡本テーマ、中西テーマが行なった。実験の順番に沿って紹介する。

-) 温度勾配を有するワイヤ上の液滴の挙動観察(Wicking 現象の観察) 青山学院大学 4 年 宮田啓志

液滴が付着した表面に温度分布をつけて表面張力差を生じさせ、この時の液滴流動現象(Wicking 現象)を観察するテーマである。4 年生二人のチームで実験装置を組上げ(図 7, 8)、微小重力における液滴の上昇を確認した(図 9)。実験結果は卒論の一部として発表した後、国際学会での発表、大学の HP 等への公開を行なっている。

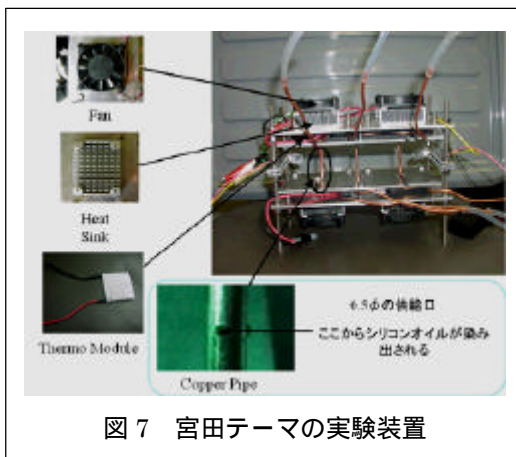


図 7 宮田テーマの実験装置

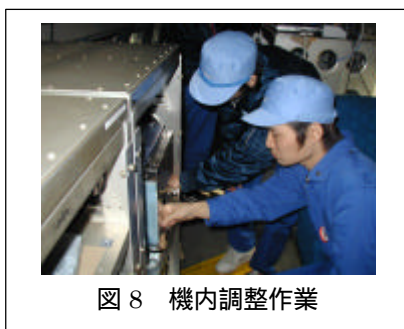


図 8 機内調整作業

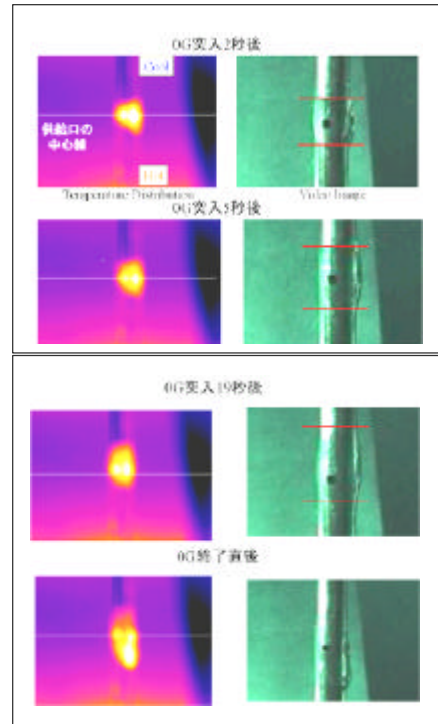


図 9 Wicking 現象の観察結果

ii) 人工重力下でのメダカの挙動解析実験
 微小重力環境でメダカに擬似重力（遠心力）をかけ、メダカを感じる重力のレベル、また、メダカの姿勢制御、位置制御に与える重力の影響を解析するテーマである。1年生5人から成る細居チームは実験装置に毎日改良を加え(図 10~12)、メダカの感じる最低重力が 0.19-0.25G というデータを取得した。この実験結果は英文の投稿論文として宇宙生物学会誌に掲載[3]されている。

東京大学 1年 細居洋介



図 10 細居テーマの実験水槽



図 11 実験装置組立て作業

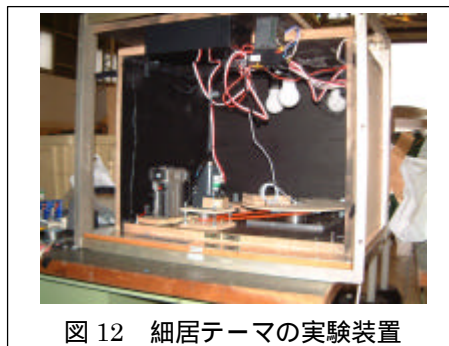


図 12 細居テーマの実験装置

) 微小重力下におけるサカサナマズの前庭代償による背泳姿勢制御
科大 D3 岡本譜史

奈良県立医

サカサナマズと微小重力条件を使い、“前庭代償”が環境に依存するものか、先天的なものかを調べるテーマである(図13~15)。この実験では解析用のデータが得られ、国内外の学会で発表したとのことである。

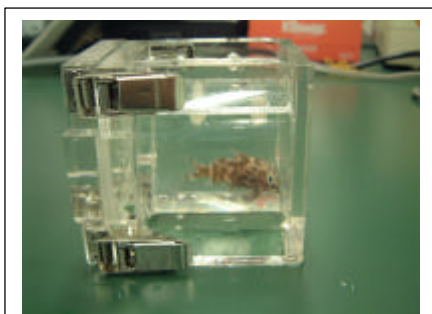


図14 サカサナマズ



図13 岡本テーマの実験装置



図15 実験装置組立て作業

) 磁場と重力場における化学波動の伝播

お茶の水女子大学 M1 中西奈美

対流の無い条件下で、エチレンジアミン四酢酸コバルトと過酸化水素の自己触媒反応に基づく化学波動伝播に磁場がどのような効果を及ぼすかを研究するテーマである(図16~18)。航空機実験データを基に、化学反応が磁束密度の低いところに向けて空間を進行していることを確認し、修士論文として、また、学会等様々な場で発表を行なっている。

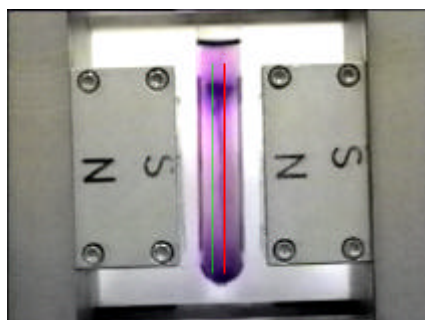


図16 実験用のセル



図17 実験装置組立て作業



図 18 中西テーマの実験装置

(2)第 2 回募集テーマ

この回の選定テーマは平成 16 年 12 月に阿南テーマ、市村テーマ、小野テーマが 3 フライト、平成 17 年 2 月末～3 月に小川テーマ、渡テーマが 3 フライト、栗津テーマが 2 フライトの航空機実験を行なった。

) 微小重力下での磁性流体を用いた磁界解析実験 東京大学 1 年 阿南隆史

微小重力環境における磁性流体の挙動を観察するテーマである。実験により、微小重力環境下ではスパイクのとげが 1G より長くなり、丸みを帯びたことが確認できた。また、1G の時には観察できないスパイク形状が現れたとのことである。

) 微小重力環境における線香花火の火花の飛び方 学習院大学 4 年 市村豊

文字通り微小重力環境で線香花火の火花の飛び方を観察するテーマである。実験により微小重力状態では線香花火の火花は発生しないが、0G から 1.5G へ変化した直後に 1G よりも激しく火花が発生することを確認した。また、火球への空気対流の影響を解析し、ウェブサイト等を通じて外部発表している。

) Sound Wave Sculpture II 東京藝術大学 小野綾子

微小重力下での音波による物体の動きを使い、芸術表現を追及するテーマである。発泡スチロール、パフライス、ビーズの舞う様子、真鍮球の動きとの対比、LED の光と銀色ビーズ、真鍮球の組み合わせの美しさなどを確認し、ウェブサイト等を通じて外部発表している。

) ミルククラウン形成に及ぼす重力加速度の影響 東京都立科学技術大学 4 年 渡健介

ミルククラウンの形成過程に及ぼす重力加速度の影響を調べることを目的としている。微小重力環境でもミルククラウンが形成されること、および、重力の影響でクラウン形状

が変化することを確認した。データを解析し、卒論として、また、学会を通じて発表している。

-) 国際宇宙ステーションで着る新しい機能を持つ衣服設計のための実験～微小重力環境下の水分移動挙動と形状変化～ 日本女子大学 M1 小川芽久美

微小重力環境下での衣服材料と衣服デザインを最適化するための基礎データを取得する実験である。航空機実験では衣服材料の形状変化挙動、衣服内環境、皮膚温などのデータを取得し、重力による生体の変化 重力による衣服形状の変化 衣服材料の構造特性・物性を考慮すべきとの結論を得た。学会等を通じて外部発表している。

-) 重力変化時の血圧調節における前庭系のはたらき 福井大学 栗津ちひろ

ヒトにおいても前庭系を介した血圧調節系が存在し、それが重力変化時の血圧調節に重要な役割を果たすという仮説を証明するための実験である。結果として仮説が証明できたが、正常な前庭系入力がないヒトの体にとって必ずしも有利だとは限らないのではないかと疑問も生じた。実験結果を学会等に発表している。

(3)第3回募集テーマ

平成17年12月中旬の前半2フライトでは山城テーマ、矢口テーマ、南波テーマ、後半2フライトでは青木テーマ、大村テーマ、江野テーマが実験を行った。成果報告を作成している段階にあるので、実験装置、実験風景を紹介する。

-) 無重力時の上下肢における酸素飽和度の比較・検討 京都大学4年 山城丈

微小重力条件下で生じる人間の上半身、下半身の筋萎縮の違いのメカニズムを明らかにすることを目的としたテーマである。航空機実験では微小重力および過重力下における上半身と下半身の酸素飽和度と血圧を測定した。酸素飽和度は予定通りデータが取得できたが、血圧測定は難しかった様子である。



図19 酸素飽和度計



図20 山城テーマ被験者

) 微小重力環境における霜の模様のパターン解析
矢口たかね

お茶の水女子大学 4 年

霜の形成過程には水の表面張力と重力が係る。本テーマでは微小重力条件下で種々の表面物質上に霜を形成させ、重力が減少することにより顕在化する現象を観察するテーマである。航空機実験では過重力では霜の結晶が成長する一方、微小重力では殆ど結晶が成長しないことが観察できた。



図 21 矢口テーマの実験装置

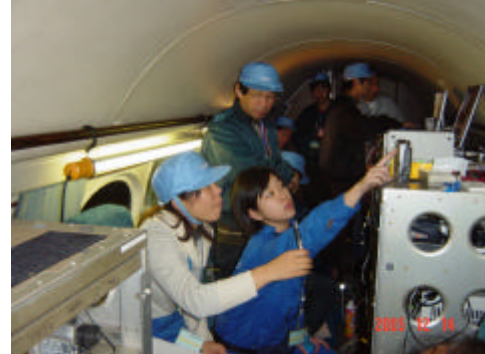


図 22 機内調整作業

) Sound Wave Sculpture 3
南波幸子

スペースアート学生会議 / 多摩美術大学 3 年

第 2 回の小野テーマを発展させたテーマであり、微小重力状態でのみ成立する造形表現を追及している。航空機実験では音波による空気振動を利用して透明な曲管、直管内の水や油、発砲スチロール球などに動きを与え、挙動を観察した。予想と異なる興味深い画像が得られている。

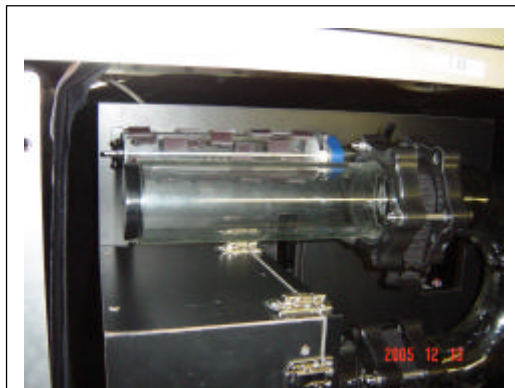


図 23 南波テーマの実験装置



図 24 実験装置組立て作業

) 微小重力における毛管現象を用いた管内流体の挙動解析
青木 翔平

東京大学 1 年

微小重力下における毛管内の流体の動きを観察し、理論的予測との比較解析を行うテーマである。航空機実験では、断面形状の異なった毛管を使い、種々興味深い画像を取得できた。



図 25 青木テーマの実験装置



図 26 調整作業

) ぶつかれ青春～粘性の異なる液滴同士の衝突

北海道大学 1 年 大村益孝

無重力空間では液体同士が衝突した時に跳ね返ったり、質量の一部が移動する現象が見られる。この現象を確認し、液体の粘性や表面張力の効果を明らかにすることを目的にしたテーマである。航空機実験では水や界面活性剤が衝突する現象を捉えることができた。

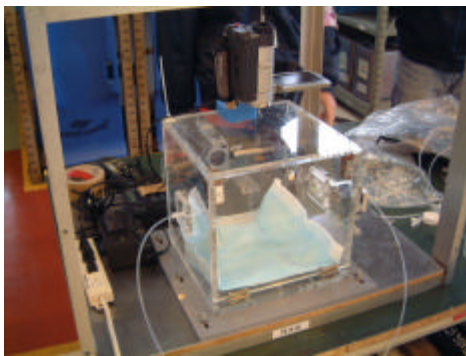


図 27 大村テーマの実験装置

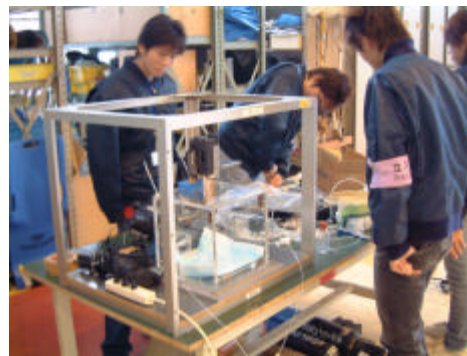


図 28 実験装置組立て作業

ESA もエアバス A300 を使った学生向けの航空機実験プログラム (SPCF : Student Parabolic Flight Campaign) を実施している。SPCF は 1994 年、1995 年に実施された後、航空機交換のために募集が一時中断されたが、2000 年から再開された。毎年秋から初冬にかけて 18~27 歳の学生から実験テーマを募集し、約 30 チームを選定、明くる 6 月に航空機実験を行っている。現在は下記スケジュールにて 9thSPCF が進んでおり、2006 年 6 月に約 30 チームの航空機実験を Bordeaux で行う予定である。

2005 年 12 月 11 日	提案締め切り
2006 年 3 月	最終的選抜候補チームを公表 (Web 上)
	最終的選抜候補チームによる詳細実験計画提出締め切り
	最終選抜テーマ ~30 件を公表 (Web 上)
2006 年 4 月 ~ 5 月	Novespace (航空機実験を担当する CNES の外郭団体) が訪問し、安全条件を考慮した実験準備を行なう。
2006 年 6 月	第 9 回学生パラボリックフライトキャンペーン



図 33 エアバス A300



図 34 機内の実験風景

5.まとめ

第 1 回から第 3 回まで種々小さな不具合は発生したが、何とか無事に航空機実験を終了し、それなりの成果が得られている。しかし、これまでの運用を振り返って感じた最も大きな課題は「学部の 1 年生の実験と研究室配属後の卒研生、大学院生はテーマの内容も装置製作技術も全て異なる。したがって、技術支援の内容が異なる。募集対象をクラス分けする必要があるのではないか。また、実験実施後の成果を何に求めるかを明確にする必要があろう。」ということである。また、何らかの形で装置製作費用を確保し学生チームに提供できれば、学生が参加する意欲も、自由度も増すのではないかと考えられる。

JAXA では本プログラムを高校生へ、また、アジアの学生へと広げることを検討中である。いずれにせよ、受身でなく能動的な創造性を育む青春期に、このような計画から部品

調達、装置設計・製作から運用まで短期間に味わえるプロジェクトに参加することは、学生が持つ知識を再構成し、発展させる働きがあると指摘されている[4]。本プログラムが発展し、継続するよう強く望むものである。

おわりに

学生無重力実験コンテストは公募地上研究テーマと相乗りで実施して来ている。これまでご協力頂いた東京大学鈴木俊夫教授、筑波大学阿部豊教授、東京大学山口周教授、北海道大学古川義純助教授に心から感謝致します。また、実験装置・試料を提供し、実験および解析に関するアドバイスをして下さった皆様にも御礼を申し上げます。最後に、本プログラムを主催して下さった JAXA の方々に御礼を申し上げ、本報告を終了させていただきます。皆様、今後も本プログラムを宜しくお願い致します。

<参考文献>

1. 谷垣文章, 日本マイクログラビティ応用学会誌, Vol.23, No.1,2006,30-32.
2. 阿南隆史ほか, 日本マイクログラビティ応用学会誌, Vol.23, No.1,2006,33-47.
3. Yosuke Hosoi, Masato Fujino, Mariko Hirai, Rie Mizuno, Kenichi Ijiri and Toshio Suzuki, Biological Sciences in Space, Vol.17, No.3,2003,238-239.
4. 江崎玲於奈, アメリカと日本, 読売新聞社, 1980.6.