

気分は宇宙飛行士！

## 第7回航空機による学生無重力実験コンテスト

### 募 集 要 綱



2009年8月

(独) 宇宙航空研究開発機構

事務局及び実施支援：(財) 日本宇宙フォーラム  
ダイヤモンドエアサービス (株)

## 目 次

1. 目的 .....	1
2. 概要 .....	1
3. 募集要領 .....	1
4. 実験テーマの選定 .....	5
5. 誓約書の取り交わし、成果の取り扱い .....	5
6. プログラム・スケジュールおよび作業概要 .....	6
7. 航空機実験のイメージ（環境等） .....	9
別紙 応募フォーム表紙 .....	11
別紙A 「自由テーマ」応募フォーム詳細 .....	14
別紙B 「課題テーマ」応募フォーム詳細 .....	15
<b>資料 1</b> .....	16
<b>資料 2</b> .....	18

### <お問い合わせ先>

本教育プログラムの実施支援は、宇宙航空研究開発機構からの委託によって  
(財)日本宇宙フォーラム及びダイヤモンドエアサービス(株)が行います。  
募集要綱のご質問は下記までお問い合わせください。

(財)日本宇宙フォーラム(JSF) 宇宙利用事業部  
教育実験募集担当  
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7階  
TEL:03-5200-1303 FAX:03-5200-1421  
e-mail :student-pr@jsforum.or.jp

# 1. 目的

本教育プログラムは、日本が参加する国際宇宙ステーション(ISS)計画に関連して、理工系にとどまらず幅広い分野の学生(高専生・大学生・大学院生)に無重力実験機会を提供し、宇宙環境利用への理解・関心を深めるとともに、将来の宇宙開発を担うべき人材の育成に寄与することを目的としています。

## 2. 概要

### 2.1 航空機による学生無重力実験コンテストとは

飛行機を放物線飛行させることで、機内には約 20 秒間の無重力(無重量・微小重力とも言う)状態が作り出せます。この飛行機に搭乗し、無重力状態を利用した(実際には、0G から 2G までの状態を繰り返すフライトとなります)様々な科学・技術実験や芸術的創作などのデモンストレーションを行うことができます。

本コンテストは、学生の皆さんから無重力環境で実施してみたいユニークなアイデアを募集し、選定委員会で選定されたチームが、実験装置・器具を製作し、実際に飛行機に搭乗して無重力状態を体験しながら実験等を実施するものです。

提案内容に制限を設けない「自由テーマ」と、小中高校での学習に役立つような映像やデータを取得し教材化する「課題テーマ」の、2つの応募区分があります。

### 2.2 無重力実験について

宇宙で行われる科学実験の多くは、宇宙環境の最大の特徴である「無重力(無重量、微小重力)環境」を利用したものです。長時間の無重力状態を地上で再現することは不可能ですが、短時間(数秒~数十秒)であれば、落下塔による自由落下や航空機による放物線飛行を用いて無重力環境を作り出すことができます。航空機を用いた無重力環境は、主に短時間での無重力実験、宇宙実験に先立つ地上実験、さらには宇宙実験装置の検証のために利用されています。なお、無重力に関する解説を、参考情報として巻末の資料1に添付していますのでご参照下さい。

また、過去のコンテスト実績や関連情報については、以下のホームページをご覧ください。

(1) 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

<http://iss.jaxa.jp/education/parabolic/index.html> 無重力実験コンテスト)

(2) (財)日本宇宙フォーラム (JSF)

<http://www3.jsforum.or.jp/koubodb.html> (落下・航空機実験技術情報)

(3) ダイヤモンドエアサービス株式会社 (DAS)

<http://www.das.co.jp/>

## 3. 募集要領

### 3.1 応募資格

提案は、学生自ら行ってください。提案者は、日本国内の高等専門学校(4年生以上)、大学、大学院に在籍する学生であり、以下の要件を満たす必要があります。

(1) 実験の遂行及び成果の発表等に責任を負えること。

(2) 応募書類の提出に際し、実験装置の製作や作業場所の関係で、必要があれば、支援していただける教官の承認を得ること。

(3) 搭載実験装置を自作できること。

- (4) 下記 3.6 項の制限事項を遵守すること。
- (5) 2人以上からなる「チーム」としての応募が望ましい。
- (6) 国籍は不問（日本への留学生の参加も歓迎します）。代表提案者は、日本語による応募に対応できる語学力を有していること。

## 3.2 分野、応募区分、採択テーマ数

### (1) 分野

分野には特に制限はありません。科学・技術に限定せず、幅広い分野の提案を受け付けます。

### (2) 応募区分

#### ①自由テーマ

提案内容は自由です。無重力を利用して確かめたい現象、取得したいデータを考え、提案してください。

#### ②課題テーマ

小中高校での学習に役立つような映像やデータを取得し教材化することを目的として、その提案を募集するものです。提案が採択された場合は、実験後に教材制作までを実施します。完成した教材(作品)は、JAXAのホームページ等で公開されません。

### (3) 採択テーマ数

合計 5 テーマ程度の予定です。内訳は、自由テーマを 3~4 テーマ、課題テーマを 1~2 テーマの予定ですが、提案内容に応じて見直します。

## 3.3 実験条件について

(1) 無重力継続時間：パラボリックフライト(放物線飛行)で約 20 秒間

(2) フライト回数：2 回程度(1 日に 1 回)

なお、1 回のフライト(約 2 時間)において、無重力実験(約 20 秒間)ができる回数は 10 回程度です。この回数は気象条件等により変動します。

(3) 航空機搭乗者：フライトごとにチームから 1 名が搭乗し、実験操作を実施。

### (4) 実験リソース

実験スペース：1 ラック(幅 600mm 奥行 500mm 高 500mm)

使用可能電源：1) AC100V(±max. 10%), 60HZ, 3Amp(300W) 程度

2) DC28V(26~30V), 5Amp 程度が同時に利用可能

重量：50kg 以下

ビデオカメラ等：1) データ取得に必要な機器は提案者側が準備してください

2) 実験開始信号(微小重力開始時点を知らせる 5V, 12V 等の信号)及び計測データの収録装置(データレコーダ)の一部は利用可能

(5) 実験実施形態：複数の学生チームが、JAXA のきぼう利用実験テーマの予備実験・機器検証の航空機に相乗りする予定です。

なお、実験条件については、参考のために、本要領書「7. 航空機実験のイメージ(環境等)」をご参照ください。

### 3.4 提案者の航空機への搭乗について

学生の航空機搭乗については、当該者の意志を得た上で決めることとします。未成年者の場合は親権者の同意も必要です。テーマ選定のプロセスで本件を確認するとともに、採択後は航空機実験実施前にも最終確認をさせていただきます。

### 3.5 経費の分担について

- (1) 実験装置の製作および運搬費用は、提案者側が負担してください。
- (2) 航空機実験のための所定の旅費及びそれに関する傷害保険費用は、テーマあたり最大3名まで JAXA が負担します。その人数を超える分の費用に関しては提案者側で負担してください。なお、実験時の DAS の収容人数、作業スペースには制限がありますので、できるだけ1チーム3名程度に絞って下さい。
- (3) 搭乗する学生の航空機搭乗保険費用は JAXA が負担しますが、搭乗に必要な健康診断は提案者側の負担で受けてください。

### 3.6 制限事項

以下の制限条項を守ってください。

- (1) 航空機内の実験スペースや航空機から供給される電源等が制約されるのでその範囲内で行うこと。また、相乗りの実験が相互に干渉しないようにすること。
- (2) 航空機内での（無重力による）自由な、人の浮遊を伴う実験はできないこと。
- (3) 航空機内での一般的な制限事項として、水・油類等を使用する実験は密閉容器内で取り扱うこと。飛散等により航空機内の計器や電源等に重大な故障を引き起こす恐れがあります。
- (4) 火薬類、高圧ガス、引火性・可燃性物質、放射性物質・毒物、その他の有害物は搭載しないこと。具体的な物質を巻末の資料2に示します。詳細に調べる場合は、国土交通省の <http://www.nihs.go.jp/law/dokugeki/teigi.html> や国立医薬品食品衛生研究所の [http://www.mlit.go.jp/koku/03\\_information/15\\_kikenbutsu/index.html](http://www.mlit.go.jp/koku/03_information/15_kikenbutsu/index.html) などのウェブサイトを参照してください。
- (5) 動物・昆虫等を使用する実験は、逃げださないように閉鎖容器内で行うこと。なお、4.3項にあるように、動物やヒトを対象とする実験は JAXA の委員会での承認が必要です。
- (6) 特定の文献、ホームページ、テレビ番組などを基にした提案を行う場合は引用元（出典）を明記すること。

### 3.7 実験実施について

- (1) 航空機搭乗に関しては、3.4項を参照してください。  
搭乗する場合には、搭乗者側で事前に所定の健康診断を受けて診断書を提出していただきます。それをもとに搭乗基準に適合していることを確認いたします。
- (2) 航空機実験に搭載する実験装置の製作、必要な予備実験等は提案者の所属する大学等で行っていただきます。
- (3) 実験装置の安全性等については、国土交通省航空局の許可が得られることを必須とし、技術的支援は JAXA が行います。
- (4) 相乗りする予定のきぼう利用実験テーマ研究者と学生チームとのインターフェース（実験の干渉、緊急時の対応、実施体制）については、3者間（研究者・学生チーム・JAXA）で調整し、責任範囲を明確にします。

- (5) 実験終了後、約2週間で成果報告書（速報版）、約3ヵ月後に成果報告書（最終版）を提出していただきます。成果報告書には、JAXA ホームページでの公開に向けて、実験で取得した写真、ビデオ、制作した教材なども（デジタルデータを含め）添付して提出して下さい。
- (6) JAXA が別途設ける報告会での成果報告をしていただきます。成果報告では、今回の活動全般及び実験結果の解析までの全体の評価を行います。また、今後 JAXA が行う国際宇宙ステーションの教育利用などの普及・啓発活動に、ご協力をお願いします。

### 3.8 応募書類の作成

本要綱の別紙のフォームに沿って応募書類を作成の上、1 セット送付してください。本要綱は JAXA ホームページ (<http://iss.jaxa.jp/education/parabolic/index.html>) にも掲載しています。

応募にあたっては、5.2 項「成果の取り扱い」の内容に同意の上、提出してください。応募書類の内容は審査以外の目的に使用せず、応募内容に関する秘密は厳守します。なお、応募書類の返却はいたしません。

また、ご記入いただきました個人情報については、本コンテストの運営（選考結果の連絡や実験実施に関する連絡等）に利用させていただきます。なお、それ以外に、次回コンテストや関連する JAXA イベントのご案内など、JAXA の実施する教育支援活動のために利用させていただく場合があります。

### 3.9 応募受付期間

応募は募集開始以降随時受け付けますが、締め切りは 2009 年 9 月 30 日(水)まで(消印有効)とします。締切の期限に余裕を持ってご送付ください。なお、電子メール、FAX による提出は受け付けません。

### 3.10 応募書類の送付先

応募書類は、簡易書留などの配達証明がある方法で、下記宛てにご送付ください。お送りいただいてから、2 週間以内に受理通知を返送いたします。2 週間を越えて受理通知が届かない場合はお問い合わせください。なお、応募書類などに不備がある場合、受理できないことがありますのでご注意ください。また、高専、大学、大学院で応募書類などを取りまとめてご送付いただいた場合でも、受理通知は提案者ご本人に直接お送りいたします。

(送付先)

(財)日本宇宙フォーラム(JSF) 宇宙利用事業部 教育実験募集担当  
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7 階  
TEL:03-5200-1303 FAX:03-5200-1421

### 3.11 審査結果の通知

審査結果は、代表提案者ご本人に直接お知らせします。また、選定されたテーマは JAXA ホームページに掲載されます。

## 4. 実験テーマの選定

### 4.1 審査方法

応募された実験テーマの審査および選定は、選定委員会を設置して、書類審査により行われます。

選定委員会当日に、審査委員より代表提案者に電話をかけ、提案テーマ内容に関して質問する場合があります。この可能性のある代表提案者には事前に日時を連絡させていただきますので、対応をお願いします。

### 4.2 審査基準

応募された実験テーマは、下記の審査基準に基づき審査します。**審査にあたっては、学生ならではの独創性・独自性に重点をおきます。**また、本コンテストは教育実験を目的としておりますので、科学的・芸術的観点からの優劣のみならず、実験手法・装置設計などを含めた教育的効果についても考慮の上、評価することとします。

- ・ 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：「自由テーマ」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。「課題テーマ」提案する教育目的を達成できるような実験内容、装置・器具、および教材制作内容となっているか。
- ・ 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、実験リソース）を満たすものであるか。

### 4.3 倫理面での配慮

#### (1) ヒトを対象とする実験

ヒトを対象とする実験は、全て JAXA の「人間を対象とする研究開発倫理審査委員会」での審議を経て承認を得ることが必要です。排泄物を含むヒト由来試料や、細胞バンクなどに登録されている細胞も対象となります。審議は選定後に行います。また、在籍する大学でも倫理審査委員会の承認を得てください。ヒトへの安全性が確認されていない装置・手法などを使用することはできません。

#### (2) 動物を対象とする実験

動物\*を対象とする研究は、全て JAXA の「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す。審議は選定後に行います。

\* 動物とは、研究、試験および教育、装置開発などに利用するすべての脊椎動物（ヒトを除く）、および脊椎動物以外で動物実験委員会が必要と認める動物とします。また、該当する動物種では、受精卵、胚、初代培養も対象となります。

## 5. 誓約書の取り交わし、成果の取り扱い

### 5.1 誓約書の取り交わし

選定されたテーマについては、JAXA と提案者との間で、提案テーマの実施に関する誓

約書を取り交わし、実験を実施します。

## 5.2 成果の取り扱い

JAXA に提出される実験テーマに関する「成果報告書（実験データ、写真、ビデオ、制作教材等を含む。以下同じ）」の著作権は JAXA に帰属します。「成果報告書」は、JAXA ホームページやシンポジウム等で公開するとともに、JAXA は第三者への利用許諾を行います。この場合、提案者は、著作者人格権を行使しないものとします。

提案者は、「成果報告書」そのものをそのまま論文、ホームページ（ブログ、掲示板を含む。以下同じ）、新聞・テレビ等に公開することはできません。ただし、成果報告書に記載されている実験データ写真、ビデオ、制作教材等の内容については、研究成果の公表、教育活動として公開することができます。実験データの内容、写真、ビデオ、制作教材等を公開及び第3者に提供する場合は JAXA と事前に協議するとともに、本プログラムを通じて得た成果であることを明記してください。

航空機により実験を実施するテーマについて、実験を行うための準備期間、実験期間及び実験実施後の成果について、「成果報告書」の著作権を除き、意匠権、特許権等全ての権利（本募集要綱において「知的財産権」という）は提案者に帰属します。知的財産権を有する成果については、JAXA は提案者への同意なく無償でこれらを利用できる権利を有します。知的財産権が発生した場合は、代表提案者は JAXA に報告するものとします。

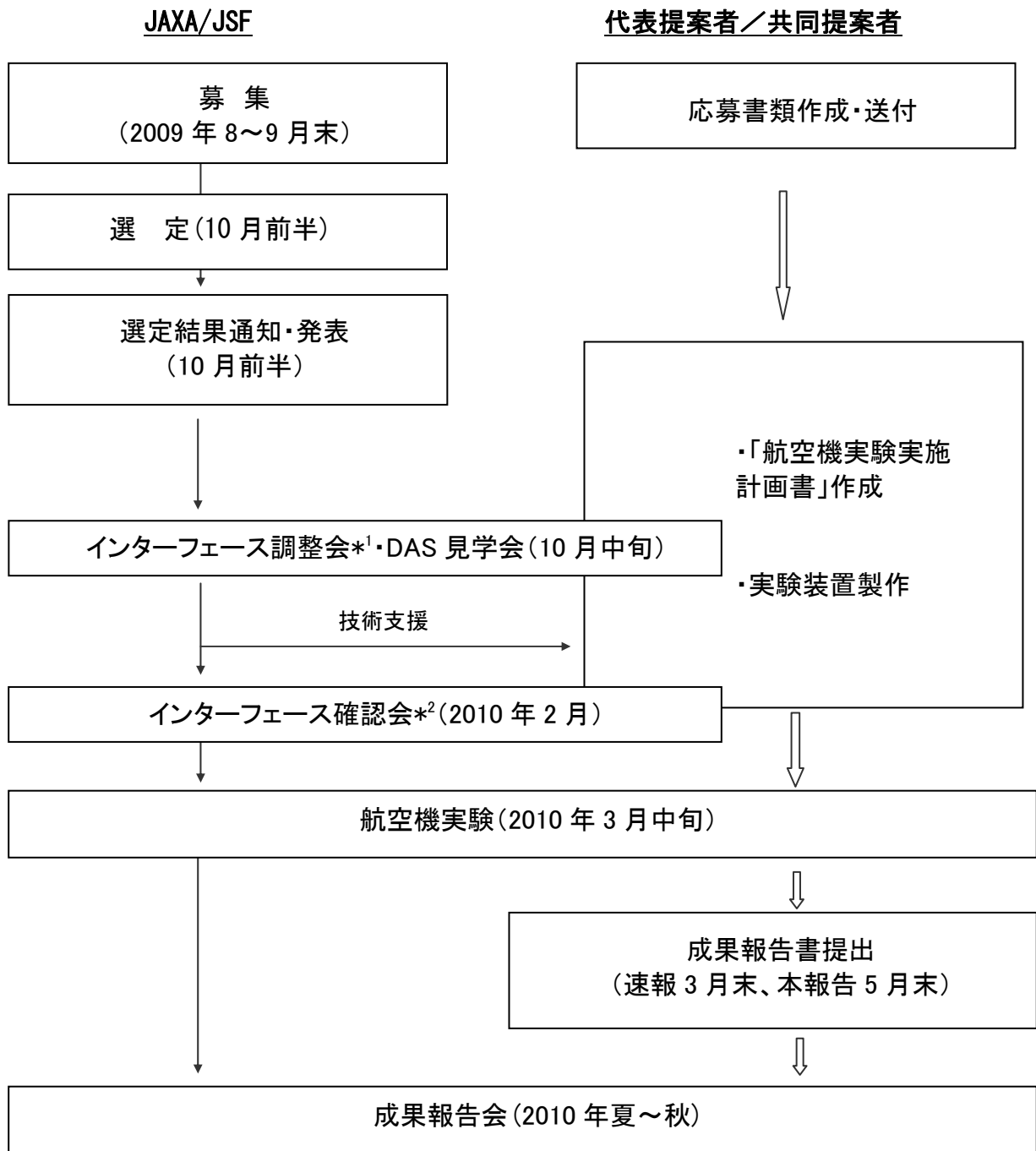
## 6. プログラム・スケジュールおよび作業概要

スケジュールと作業フローを示します。（実施時期は変更になる場合があります）

〈年月日〉	〈イベント〉	〈実施概要〉
2009年 8～9月末	募集	
10月中旬	選定および発表	選定された実験テーマは JAXA の HP に掲載されます。同時に、郵送により代表提案者に結果をお知らせいたします。
10月後半～ 2010年2月	実験実施計画書の 作成および実験装 置製作	選定された実験テーマの提案者には、実験装置と航空機内設備とのインターフェースを取るために必要な「実験マニュアル」の説明や、この後のインターフェース調整会、インターフェース確認会及び航空機実験実施に必要な「航空機実験実施計画書」作成に関する説明をいたします。 必要に応じて、JSF から実験に使用する航空機の実験環境等の説明、経験豊富な先生から実験に関するアドバイスをを行います。 実験テーマ提案者に「航空機実験実施計画書」を作成していただきます。



10月中旬	インターフェース調整会および DAS 見学会 (DAS にて)	<p>「航空機実験実施計画書」に基づいて、「インターフェース調整・DAS 見学会」に参加していただきます。</p> <p>製作される予定の実験装置に必要な航空機とのインターフェースの確認、相乗り研究者との干渉の有無、また、緊急時の対応や安全性についての確認、調整を行うとともに、航空機実験の現場を見学します。これによって、設定された実験環境の中で目的とする実験が実施できることを確認します。</p> <p>この調整結果を基に実験装置の製作または改善を行なうこととなります。</p> <p>この調整会は、選定された実験テーマ提案者、相乗り研究者、JAXA/JSF 実験担当者、DAS 実験運用担当者から構成される予定です。</p>
2010年2月	インターフェース確認会 (実験テーマ提案者の所属する学校等にて)	<p>必要と判断されれば「インターフェース確認会」を、提案者の作業している場所で行います。</p> <p>JAXA/JSF 実験担当者、DAS 実験運用担当者が現地に出向いて、インターフェース調整会で改訂された「航空機実験実施計画書」に基づいて、製作された実験装置の動作確認を行います。この時点で指定の日時から始まる実験が可能であるか判定されます。</p> <p>この日に実験装置の完全な作動が要求されません。もし、改修しても実験日に間に合わないと判定された場合は、この実験は中止となります。</p>
3月中旬	航空機実験	実験実施。
3月末	成果報告書 (速報版) 提出	実験結果の速報を作り、提出してください。
5月中旬	成果報告書 (最終版) 提出	解析結果、取得写真、ビデオ、制作した教材なども含め、成果報告書 (最終版) を作り、提出してください。
夏～秋	成果報告会	学会などの機会を利用し、なるべく多くの方々に報告する機会を設けます。成果を報告してください。



- \*1 インターフェース調整会：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にするために行う。
- \*2 インターフェース確認会：製作された実験装置の動作を確認し、指定の日時に実験が実施できるか否かを確認／判定するために行う。

航空機実験実施フロー

## 7. 航空機実験のイメージ（環境等）

ご提案に際し、今回の航空機実験のイメージを描いていただく一助とするため下記の項目を参考として挙げました。

### (1) 航空機による無重力（微小重力）の発生メカニズム

ダイヤモンドエアサービス株式会社（DAS）のホームページから抜粋し、本募集要綱巻末に「資料」として掲載しています。

### (2) 使用航空機（G-II）の概観

ダイヤモンドエアサービス株式会社が保有している「ガルフストリーム II（G-II）」という後部にジェットエンジン 2 基を有する航空機です。概観を写真 1 に示します。



写真 1

### (3) 実験風景


一般的な実験風景を写真 2 に示します



写真 2

(4) 実験スペース

図1に航空機実験レイアウトのイメージを示します。

例えば、図中の  で囲んである実験ラックスペースを用いて、搭乗者席に座って操作します。

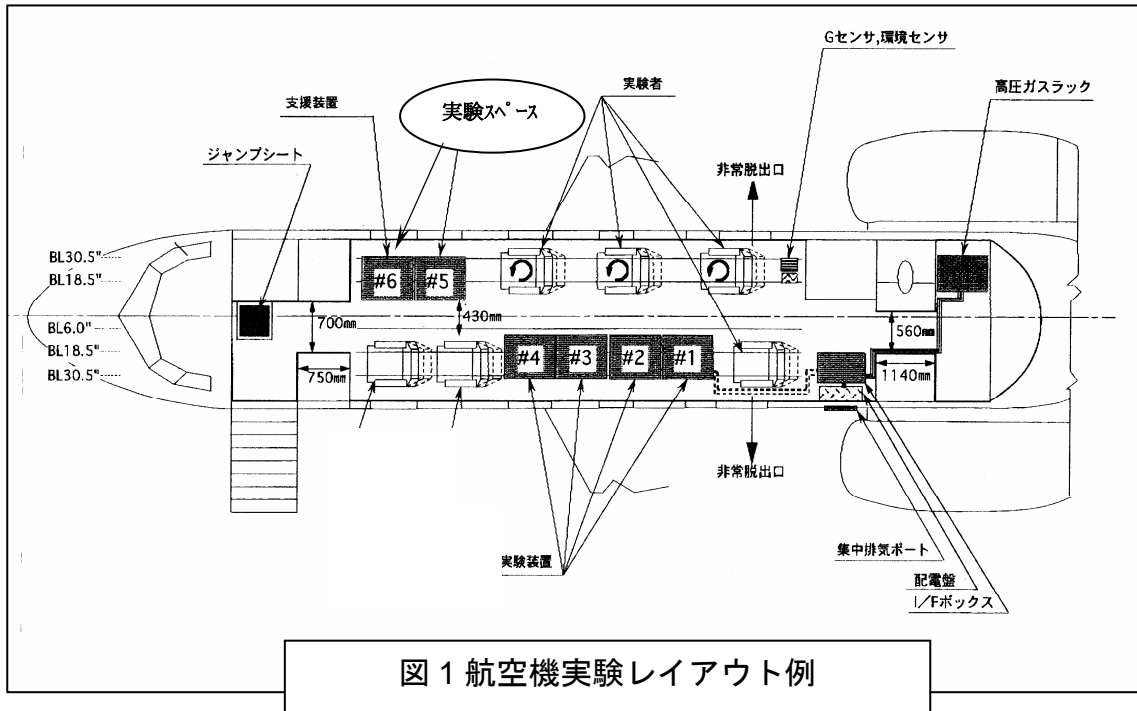


図1 航空機実験レイアウト例

(5) 今回の実験装置を装着するラック概観

概観を写真3に示します。



写真3

A ラック1段の実験装置搭載スペース

幅 : 600mm

奥行き : 500mm

高さ : 500mm

上記の範囲以上にならないように装置を設計してください。

又、装置はラックに直接取り付けずに、DASから支給される実験装置搭載用プレート上に取り付けるようになります。飛行中の操作面は写真正面からのみとなります。

## 別紙 応募フォーム表紙

宇宙航空研究開発機構 御中

第7回航空機による学生無重力実験コンテスト テーマ提案書

実験テーマ名： \_\_\_\_\_

実験チーム名： \_\_\_\_\_

応募区分：どちらかに○を

- ・自由テーマ (別紙Aの様式をお使い下さい)
- ・課題テーマ (別紙Bの様式をお使い下さい)

### チームメンバー

#### 代表提案者

氏名： \_\_\_\_\_ ① (代表者のみ)  
学校／学部／学科／学年：  
連絡先 〒 \_\_\_\_\_ 住所：  
電話： \_\_\_\_\_ FAX：  
Eメール： \_\_\_\_\_

#### 共同提案者①

氏名：  
学校／学部／学科／学年：  
連絡先 〒 \_\_\_\_\_ 住所：  
電話： \_\_\_\_\_ FAX：  
Eメール： \_\_\_\_\_

#### 共同提案者②

氏名：  
学校／学部／学科／学年：  
連絡先 〒 \_\_\_\_\_ 住所：  
電話： \_\_\_\_\_ FAX：  
Eメール： \_\_\_\_\_

(欄が足りなければ、以下に追加する。)

**支援教員**

教員氏名：

印

所属・役職：

連絡先 〒

住所：

電話：

FAX：

Eメール：



## 別紙 A 「自由テーマ」応募フォーム詳細

- ・ A4 サイズ 10 ページ以下とします。
- ・ 以下の各項目について記入してください。

1. 実験テーマ名
2. 実験の目的・概要  
(実験のねらい、その基本となる仮定、期待する成果などを記載してください。)
3. 実験内容の区分  
化学・物理・生物・医学・理工・文化・芸術・その他 ( )
4. 実験手順  
(予想される実験手順・操作を記載してください。)  
(観察・測定項目とその手段、試料の種類・名称もできるだけ具体的に、できれば国連番号または CAS 番号を記載してください。)
5. 実験装置概要  
(可能な限り詳細に図示してください。)
6. 実験装置のサイズ／重量概算
7. 必要な電源容量概算  
(AC100V (Max. 3Amp)・DC28V (Max. 5Amp))
8. 実験支援装置の利用要望  
(実験開始信号、計測データの収録装置)
9. 危険物等の搭載の有無  
(高圧ガス・可燃物・毒物・その他)
10. 実験実施時の航空機への搭乗希望有無  
( 有 ・ 無 )
11. 役割分担  
(チームメンバーの役割分担が決まっていたら記入してください)
12. その他特記事項



## 別紙 B 「課題テーマ」応募フォーム詳細

課題テーマは、小中高校での学習に役立つような映像等を取得し教材化することを目的として、その提案を募集するものです。提案が採択された場合は、実験後に教材制作までを実施します。完成した教材（作品）は、JAXA のホームページ等で公開されます。

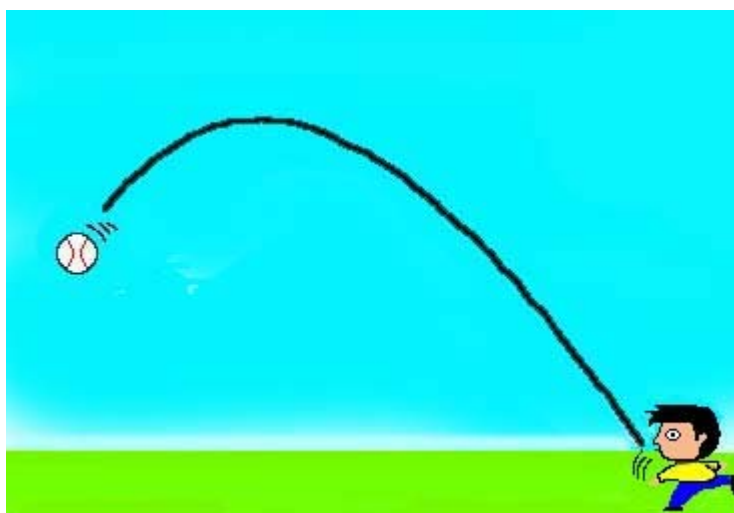
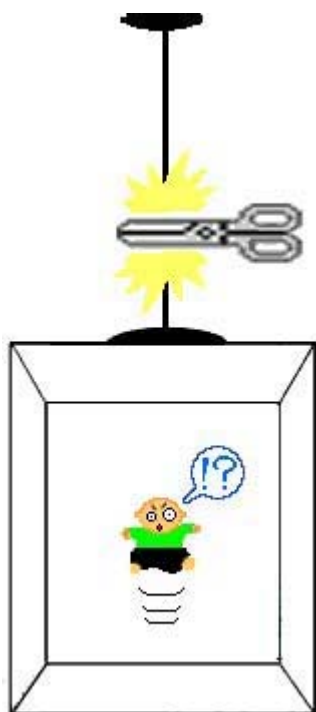
- ・ A4 サイズ 10 ページ以下とします。
- ・ 以下の各項目について記入してください。

1. テーマ名
2. 目的・概要  
(実験内容およびそれを利用して制作しようとする教材の目的・内容・利用方法などについて記載してください)
3. 教材の対象者および分野  
(小学校高学年理科、中学校美術、高校物理など)
4. 実験手順  
(予想される実験手順・操作を記載してください)  
(観察・測定項目とその手段、試料の種類・名称もできるだけ具体的に、できれば国連番号または CAS 番号を記載してください)
5. 実験装置概要  
(可能な限り詳細に図示してください。)
6. 実験装置のサイズ／重量概算
7. 必要な電源容量概算  
(AC100V (Max. 3Amp) ・ DC28V (Max. 5Amp))
8. 実験支援装置の利用要望  
(実験開始信号、計測データの収録装置)
9. 危険物等の搭載の有無  
(高圧ガス・可燃物・毒物・その他)
10. 実験実施時の航空機への搭乗希望有無  
( 有 ・ 無 )
11. 役割分担  
(チームメンバーの役割分担が決まっていたら記入してください)
12. その他特記事項

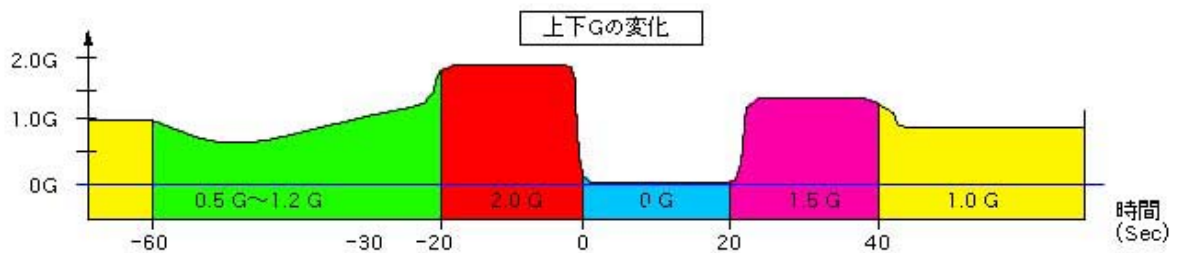
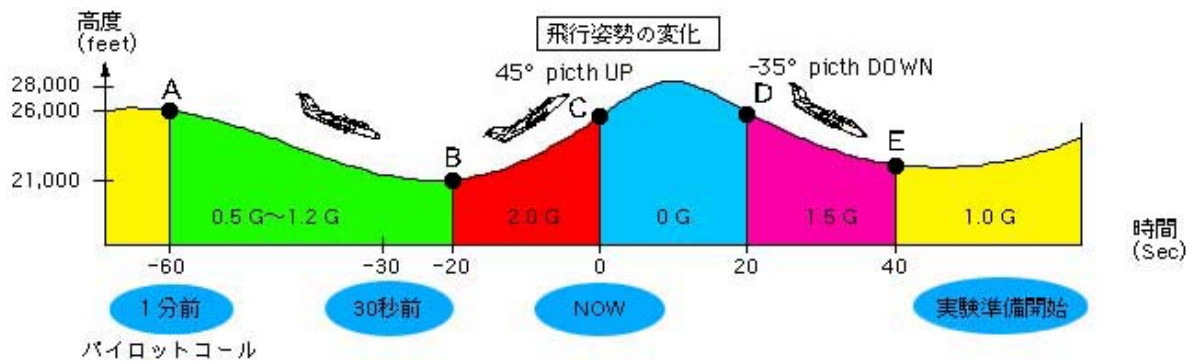
## 資料 1

### 航空機による無重力（無重量・微小重力）の発生メカニズム

物体が重力のみの力を受けて運動する場合、その物体の内部は無重力（無重量・微小重力）状態になります。例えば、エレベーターで降りる時は体が“ふわっと”するのがこの原理です。エレベーターでは重力加速度より、かなり小さな加速度がかかるだけなので、体が“ふわっと”感じる程度ですが、もし、エレベーターのワイヤーが切れたらどうでしょう？エレベーターはすごいスピードで下に落ちて行くでしょう。この時、エレベーターは重力加速度の影響を受けて落ちて行くわけで、エレベーターの中の人“ふわっと”感じるどころか体重が“0”になり宙に浮いてしまうでしょう。



さて、重力のみの力を受ける運動は落下のみではありません。例えば、ボールを斜め上方に投げ出すこととしましょう！ボールは投げ出された瞬間、斜め上方に初速をもらいますが、その後は重力のみの力を受け、（厳密に言えば空気抵抗も受ける）放物線運動をし、最後に地面に落ちます。この運動でもボールの内部は無重力状態になるのです！？航空機の実験では、この放物線運動を行うように操縦し、機内に無重力状態を作ります。ボールを投げるとき、できるだけ強く投げる。すなわち、最初に大きな初速を与えること、または、できるだけ上向きに投げることで地面に落ちるまでの時間を長くすることができます。航空機でもできるだけ長い無重力状態を作るため、効率の良い飛行をする必要があります。そのため、次の図のような飛行パターンで飛行します。



放物線飛行、パラボリックフライトと呼んでいるこの飛行方法では、その開始点である上図のC点（ボールを投げ出す点）において、大きな速度と上昇角を得たいので、B点において航空機の最大速度に加速しておき、C点までに急激に機首を引き上げます。このためB点～C点間は2G（通常の2倍の重力）がかかります。C点からは放物線を描くように航空機をコントロールします。そのまま放物線飛行を続けると上昇の頂点を経て落下加速運動に入り最後には航空機の制限速度をオーバーしてしまいます。このため安全に回復可能な（機首下げ角が35°～40°）D点で放物線飛行を終了させます。この間、C～D点間で機内に無重力環境ができるのです。C～D点間の時間は航空機の性能によって変わりますが、通常の民間ジェット機クラスで約20秒間、プロペラ機では約10秒、音速を超える戦闘機では40秒程度になります。

# 資料 2

## 航空機内への持込が禁止されている物質

航空機の安全運航を確保するため、危険物の輸送、航空機内への持ち込みは禁止されています。対象となる物質は次のとおりです。(航空法第 86 条)

### 火薬類

EXPLOSIVES

花火  
Fireworks  
クラッカー  
Crackers  
弾薬  
Ammunition



他に、火薬、照明弾、発煙筒、信管、点火コード、  
エアerpバッグインフレーター等

### 引火性液体

FLAMMABLE LIQUIDS

オイルライター  
Oil Lighter  
ライター用燃料  
Lighter Fuel  
ペイント類  
Paint



他に、化学製品、接着剤、アルコール、香水、ガソリン等

### 高压ガス

GASES

ライター用補充ガス  
Butane Lighter Gas  
ダイビング用ボンベ  
Diving Tanks  
キャンプ用ガス  
Camping Gas  
カセットコンロ用ガス  
Butane Gas  
スプレー缶  
Spray



他に、消火器、酸素ボンベ、ガスライター、  
ガスシリンダー等

### 可燃性物質

FLAMMABLE SUBSTANCES

マッチ  
Matches  
炭  
Charcoal



### 毒物類

TOXIC SUBSTANCES

殺虫剤  
Pesticides  
農薬  
Agricultural Chemicals



他に、水銀化合物、伝染性病原菌、バクテリア、ウイルス、  
医療系廃棄物、診断用標本

### 酸化性物質

OXIDIZING SUBSTANCES

小型酸素発生器  
Oxygen Generator Chemical  
過酸化剤/漂白剤  
Foods/bleaching powder



### 放射性物質等

RADIOACTIVE MATERIALS



### その他の有害物件

MISCELLANEOUS DANGEROUS SUBSTANCES AND ARTICLES



他に、ドライアイス、アスベスト、車、

人に不快感を与えるような麻醉性、有毒性をもった物質

### 腐食性物質

CORROSIVES

液体バッテリー  
Wet battery  
水銀  
Mercury



他に、塩酸等

### 凶器

FIREARMS, GUNS, WEAPONS, POINTED/EDGED WEAPONS AND SHARP OBJECTS

鉄砲  
Firearms/Guns  
ナイフ  
Knife  
はさみ  
Scissors

他に、カッター、ゴルフクラブ、バット、スタンガン  
凶器となり得るもの



## 資料 3

### 微小重力環境における工学実験

航空機を使った実験は、科学的な研究だけでなく、装置開発のような工学的なデータを取る目的でも行なわれます。その例を幾つか紹介します。

#### (1)再構成歩行型宇宙ロボット — 宇宙ステーションで自在に活動する”気の利いた道具” 東京工業大学・松永三郎先生

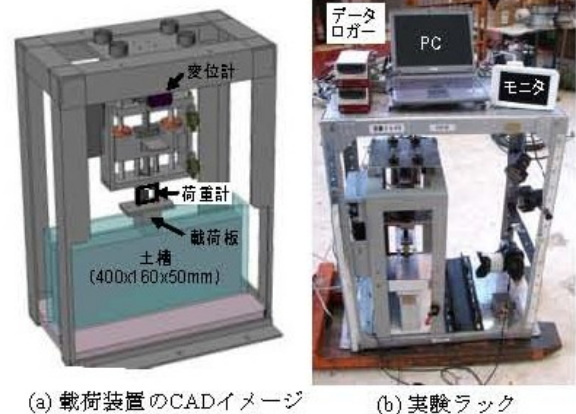
これは、宇宙飛行士が ISS で行なう作業の道具として、目的によって適切な形態に変化する「再構成歩行型」の宇宙ロボットを開発するというものです。微小重力環境におけるロボットアームの単／多関節駆動、低速駆動、周波数応答などを調べ、ハンドレール把持動作などを確認するために航空機実験を行いました。右図に再構成実験の写真を示します。ここではロボットの分離・結合機能を調べています。(宇宙環境利用に関する公募地上研究ニュース Vol.1 より)



図 1 再構成実験

#### (2)月・惑星探査における地盤評価 九州大学・小林泰三先生

将来の月探査に役立てるために、月表面を模擬した土と地上の標準的な土を使い、航空機による月面重力場(約 1/6G)で土と構造物または動く機械の相互作用を調べたテーマです。月面と地上では構造物や機械の動きを支持するメカニズムが異なるので、それを考慮した土質試験法、解析手法が必要であることがわかりました。図 2 は航空機実験用の装置です。



(a) 載荷装置のCADイメージ

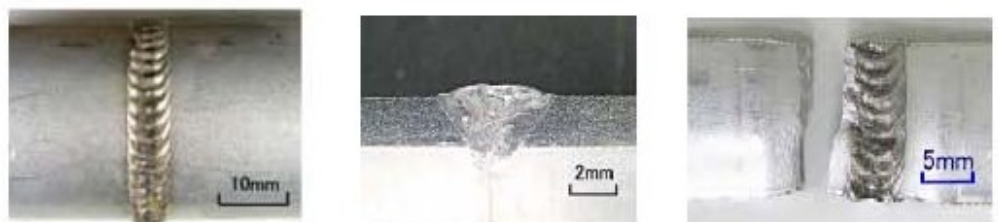
(b) 実験ラック

図 2 実験装置

#### (3)世界の宇宙開発に貢献できる日本独自の

高松工業高等専門学校・吹田義一先生

このテーマでは ISS の修理や月面基地建 GHTA を確立するために、航空機による微小重力環境下でアルミニウム管の突合せ溶接実験を行いました。実験ではパルス電流のアーク衝撃力でアルミニウム酸化膜を粉碎・除去しながら溶接を行い、満足できる溶接強度を得ました。溶接した部分の外観や組織を図 3 に示します。



(a) 溶接部外観

(b) 溶接部マクロ組織

(c) 引張試片破断状況

図 3 宇宙 GHTA 溶接法で製作されたアルミニウム管の突合せ溶接継手

その他、航空機実験例は日本宇宙フォーラムの次のウェブサイトに掲載されています。(http://www3.jsforum.or.jp/php/koubodb/index.php)

また、航空機実験ではありませんが、ISSでは複数の小型衛星を使い、姿勢や位置を同期させて保持する実験 (SPHERES) やダスト・エアロゾル計測の実現可能性を調べる試験 (DAFT) などが行なわれています。(http://iss.jaxa.jp/utiliz/issexp/index.html)  
さらに、近々打上げられて ISS に取り付けられる日本の実験棟「きぼう」に関する試験も参考にしてください。(http://kibo.jaxa.jp/about/project/assembly/)