

航空機を利用した微小重力教育実験

募 集 要 綱

平成 14 年 7 月
宇宙開発事業団

目 次

1. 微小重力教育実験の目的	1
2. 微小重力教育実験の概要	1
3. 募集要領	1
4. 実験テーマの選定	4
5. 誓約書の取り交わし等	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）	10
別紙 1 応募フォーム表紙	12
別紙 2 応募フォーム詳細	13
資料	17

<お問い合わせ先等>

本事業の実施支援は、宇宙開発事業団からの委託によって（財）日本宇宙フォーラムが行います。

募集要領のご質問は下記までお問い合わせください。

1. 問い合わせ先

（財）日本宇宙フォーラム（JSF）公募研究推進部
教育プログラム募集担当 藤島、木暮、後藤
〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目29番6号 浜松町セントラルビル 8階
TEL:03-3459-1653 FAX:03-5470-8426
e-mail :student-pr@jsforum.or.jp

2. 関連 HP

下記に応募の参考となる HP をご紹介します。

(1) 宇宙開発事業団（NASDA）

<http://www.nasda.go.jp/>

(2) JSF 及び JSF の落下・航空機実験技術情報

<http://www.jsforum.or.jp/>

<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/>

1. 目的

当該教育実験は、国際宇宙ステーション（ISS）/ JEM（きぼう）に向けた有望な研究テーマの発掘を目指して宇宙開発事業団が実施している「宇宙環境利用に関する地上研究公募制度」で設定している14年度航空機実験機会のスペースを捉え、高専・大学生・大学院生を対象とした専門的な科学実験の実施を目的とした教育実験ミッションです。

今回、理工学系の学生を対象とした微小重力実験機会を提供することによって、学生による斬新なアイデアの創出とその実現による経験の習得をねらい、将来の宇宙開発を支えるべき有望な人材の育成に貢献することを希望しています。

宇宙開発事業団は、この実験機会で得たノウハウやニーズをふまえ、今後の教育分野における宇宙環境利用の普及・促進、具体的な事業の企画立案に役立てたいと考えおります。

2. 概要

2.1 スケジュール

本実験の実施スケジュール概要は次のとおりです。なお、スケジュールと実施概要については本要領書「6. 募集開始から実験終了までのスケジュール・作業概要」を参照してください。（実施時期は変更になる場合があります）

平成14年	
7月 日	募集開始
7月31日	募集締切り
8月初旬	募集選定
8～12月	実験装置製作に係る技術調整、実験装置製作
12月16～27日	航空機実験
平成15年	
1月末頃	航空機実権による技術レポートの提出
2月末頃	成果報告会の開催

3. 募集要領

3.1 応募資格

提案は、学生自らが行ってください。提案者は、日本国内の高専、大学、大学院（大学等）に在籍する学生としますが、以下の要件を必要とします。

- (1) 提案者は実験契約期間を通じて、実験の遂行及び成果の発表に責務を負えること。
- (2) 応募に際し、指導/助言教員の承認が有り、かつ搭載実験装置を自作できること。
- (3) 採択された場合には、高専、大学、大学院の了解を得られること
- (4) 下記3.2項の制限条項を遵守すること。
- (5) 国籍は不問。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 制限事項

今回は、(財)日本宇宙フォーラム(JSF)が宇宙開発事業団(NASDA)の委託により実施している「公募地上研究テーマ」の実験との相乗りになります。このため、以下の制限条項を守ってください。

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、かつ相互の実験が干渉しない。

実験スペースが制限されることにより、航空機内での自由な人の浮遊(微小重力効果による)を伴う実験はできません。

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)

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。

3.3 提案者の航空機への搭乗について

学生等の航空機搭乗については、実験計画上の必要性について調整し、当該者の意志、親権者の同意並びに所属機関の同意を得た上で決めることとします。

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。

3.4 経費の分担について

(1)実験装置の製作、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出張等の経費及びその傷害保険費用はNASDAが負担します。

(3)学生等が航空機搭乗することが決まった場合には、航空機搭乗保険費用はNASDAが負担しますが、所定の健康診断は提案者側の負担で受けてください。

3.5 募集対象となる分野

特に制限はありません。

3.6 実験環境について

(1)実験期間 : 平成14年12月中旬

(2)微小重力時間 : パラボリックフライト(弾道飛行)形態で約20秒

(3)フライト回数 : 1テーマ当たり2回程度(1日1回、約2時間)

なお、1回の飛行実験(約2時間)でパラボリックフライト(約20秒)ができる回数は10~16回です。

(4)実験リソース

実験スペース : 1ラック(幅600mm奥行500mm高500mm3段)

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

2) DC28V(26~30V), 5Amp

が同時に利用可能です。

- 重量 : 50kg 以下
使用可能カメラ等 : CCDカメラ (エルモ、CC421 ; レンズ焦点距離7.5mmと15mm
が各2本あり。) 2台ハンデーカメラ (ソニーTR2000) 2台
VTR液晶モニター (ソニーLC84RV (8インチタイプ)) 2台
- (5)実施テーマ数 : 最大2テーマ

なお、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。

3.7 実験実施について

- (1)安全管理は下記のように実施します。
実験装置製作に関しては指導教員、学校の管理者が責任を負ってください。
航空機実験のための出張・移動に関しては、NASDA が傷害保険を付します。
航空機搭乗に関しては、3.3 項を参照してください。
搭乗する場合には、搭乗者側で所定の搭乗前の健康診断を受けていただき、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なってください。
- (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 NASDA が行います。
- (4)公募地上研究テーマ (相乗りテーマで本航空機実験の主体となります) 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、3 者間 (公募地上研究テーマ研究者・NASDA・本教育実験で選定された実験テーマ提案者) で調整し、責任範囲を明確にします。
- (5)実験終了後に成果発表会を開催し、修了証書を発行します。

3.8 応募書類の作成

応募書類を作成の上、1 セット送付してください。応募書類のフォーム (本要領書の別紙参照) は、NASDA (<http://jem.tksc.nasda.go.jp/education/parabolic/>) のホームページに本要領書と一緒に Word 形式ファイルを記載しているので、ダウンロードしてご利用ください。JSF のホームページ (<http://www4.jsforum.or.jp/>) も NASDA ホームページにリンクしています。

応募書類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。

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、締め切りは平成 14 年 7 月 31 日(水)(消印有効)までとします。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公募研究推進部 教育プログラム担当
〒105-0013 東京都港区浜松町 1 丁目 29 番 6 号 浜松町セントラルビル 8 階

3.11 審査結果の通知

審査結果は、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 NASDA 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。

4.2 審査基準

応募された実験テーマは、下記の基準(案)に基づいて審査します。

(1) 実験手法

パラボリックフライトによって得られる微小重力・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。

(2) 科学的内容

論理展開及び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。
学生提案としてのフレッシュさ、独創的なアイデアがみられるか。
提案する実験装置により成果が得られそうか。

(3) 実施体制

適切な指導教員が支援しているか。
大学等から実験装置製作に係る支援が得られるか。

(4) 実現性(搭載性)

搭載条件(安全性、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 NASDA の有人研究倫理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、所属機関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、原則として全て NASDA 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等

5.1 誓約書の取り交わし

選定されたテーマについて宇宙開発事業団と提案者および指導教員(助言教員)との間で誓約書を取り交わし、実験を実施します。また、(財)日本宇宙フォーラムが宇宙開発事業団の委託により、本事業の支援を行います。

5.2 実験成果の取り扱い

実験結果は成果報告書にまとめていただき、平成 15 年 2 月末に予定しています成果報告会で発表していただくこととなります。

また、今後 NASDA が行う宇宙関連事業での講演等のご協力をお願いすることとなります。

6. プログラム・スケジュールおよび作業概要

下記に募集開始から成果報告会までのスケジュールとその実施概要を、図1に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>
平成 14 年 7 月 日(木) 7 月 31 日(水)	募集開始 募集締切	
8 月 8 日(木) (予定)	選定結果発表	選定された実験テーマはNASDAのHPに掲載されます。 また同時に郵送により応募者全員に結果をお知らせいたします。
8 月中旬	DAS 見学および 航空機実験経験者 との懇談会 (DAS 社にて)	選定された実験テーマの提案者には DAS 社において実験に使用する航空機や実験環境等を確認していただき、また、航空機実験の豊富な先生から実験に関するアドバイスを得る機会を設けます。 同時に、航空機とのインタフェースを取るために必要な「航空機実験マニュアル」の説明や、この後のインタフェース調整会、インタ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」の説明をいたします。
8 月中旬から 9 月初旬	航空機実験実施計画書の作成	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。この計画書作成作業は JSF の実験担当者が支援します。

9月初旬	インターフェース調整会 (DAS社にて)	<p>「航空機実験実施計画書」に基づいて、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についての確認、相乗り研究者(公募地上研究テーマ)との干渉の有無、また、同時に緊急時の対応や安全性についての確認及び調整を行います。これによって与えられた実験環境の中で目的とする実験が実施でき、相互に干渉がなく、かつ安全に実験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。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、NASDA/JSF 実験担当者、DAS 実験運用担当者から構成されます。</p>
11月中旬	インターフェース確認会(実験テーマ提案者の所属する大学等にて)	<p>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12月16日から始まる航空機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す。もし、改修してもフライト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>
12月16日(月)	航空機実験開始 (DAS社にて)	<p>いよいよ実験の開始です。午前11時頃のフライトに向けて、事前の実験装置の点検、フライト前のプリ・フィンギ等を行い、フライト30分位前に搭乗し、離陸を待ちます。一回の飛行時間は約2時間で、この間に微小重力を生ずるパラボリックフライト(PF)が10~16回実施可能です。このPF期間中に装置を操作することも事前調整により可能です。</p> <p>また、この実験期間(12日間)において初めの4日間は実験装置の航空機への搭載、固定化作業や航空機との適合性確認作業に当てられ、フライト実験が実施されるのは12月20日以降の5日間の予定です。</p>

12月27日(金)	航空機実験終了	
平成15年 1月末頃	レポート提出	今回の航空機実験成果をまとめていただき、提出していただきます。
平成15年 2月末頃	成果報告会	NASDA の主催する成果報告会で発表していただきます。 この報告会は公開で、選定委員の方々、これまでの航空機実験・宇宙実験経験者の方々も参加されます。 修了証書をお渡しいたします。

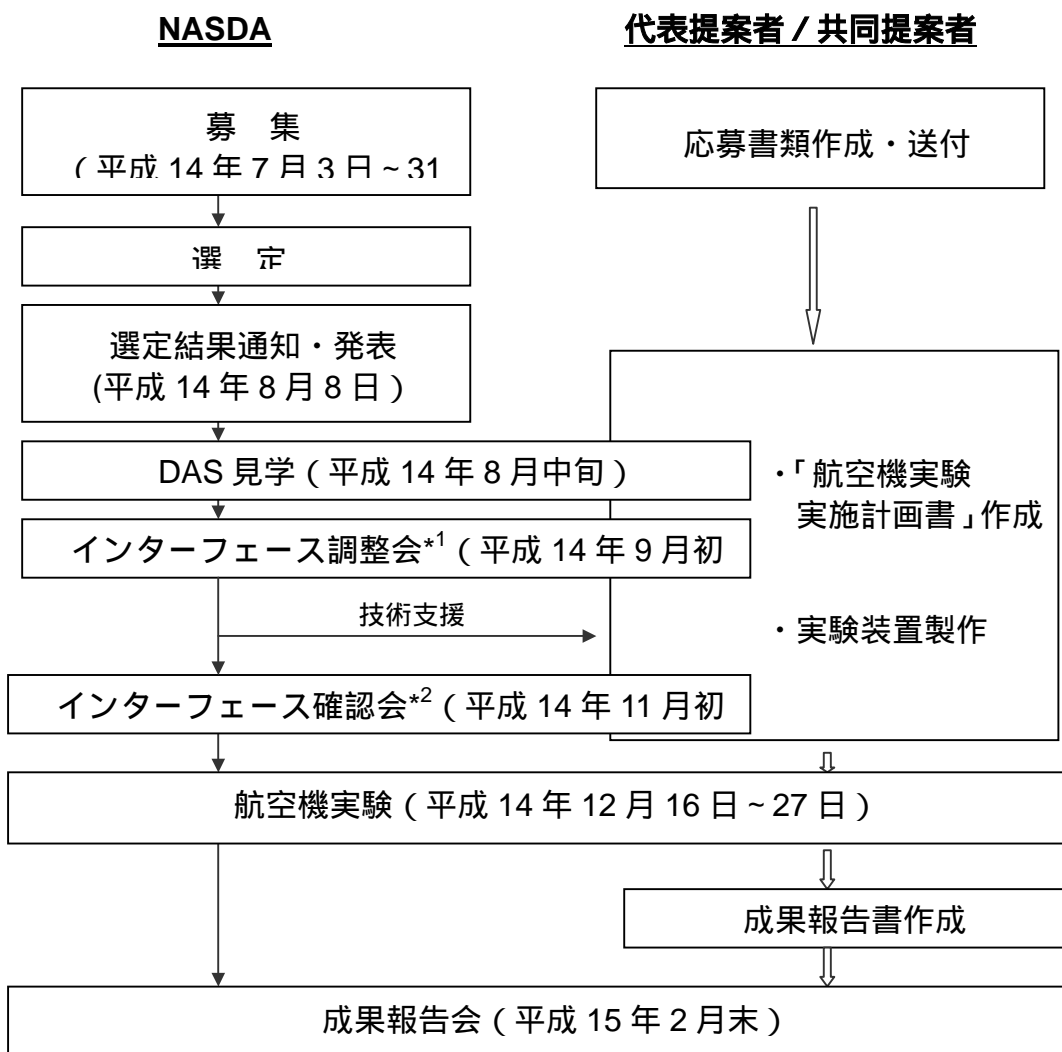


図 1 航空機実験実施フロー

- *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、電源等）を反映させ、航空機実験に適した装置にするために行なう。
- *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、12月の航空機実験が実施できるか否かを確認 / 判定するために行なう。

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ご参考として揚げました。

(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、本要領書巻末に「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を示します。なお、相乗りのため今回の募集対象は図中の  で囲んである実験スペースと搭乗者席の部分のみとなります。

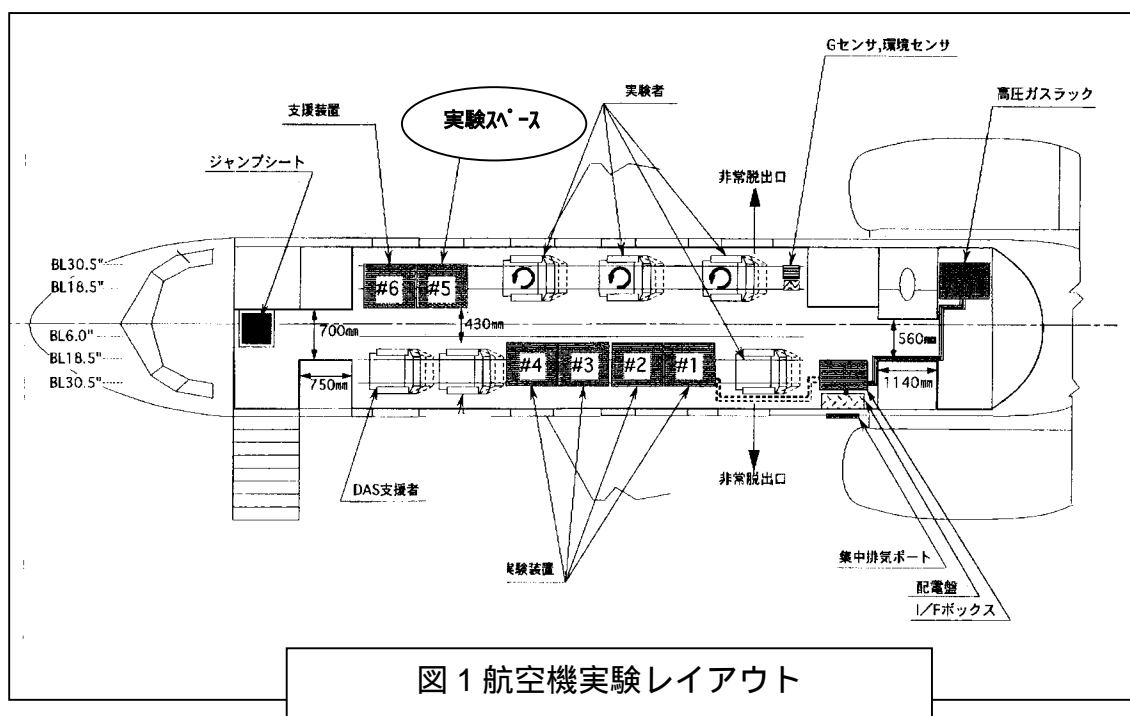


図 1 航空機実験レイアウト

(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、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 1 応募フォーム表紙

宇宙開発事業団 御中

平成 14 年度航空を利用した微小重力教育実験テーマ提案書

実験テーマ名 _____

代表提案者 氏名 _____ 印
学校名 / 学部 / 学科 _____
連絡先 住所 _____
TEL/FAX 番号 _____
E メールアドレス _____

共同提案者 氏名 _____ 印
学校名 / 学部 / 学科 _____
連絡先 住所 _____
TEL/FAX 番号 _____
E メールアドレス _____

共同提案者 氏名 _____ 印
学校名 / 学部 / 学科 _____
連絡先 住所 _____
TEL/FAX 番号 _____
E メールアドレス _____

指導 / 助言教員 氏名 _____ 印
所属・職 _____
連絡先 住所 _____
TEL/FAX 番号 _____
E メールアドレス _____

別紙 2 応募フォーム詳細

- ・別紙 2 全体で A4 サイズ 5 ページを限度とします。
- ・その範囲内で各項目とも欄を適宜拡張 / 縮小し、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、航空機実験に期待する成果などを記載してください。

3.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もできるだけ具体的に記載してください。

4.実験装置概要

- ・可能な限り詳細に図示してください。

5.実験内容の区分

・化学・物理・生物・理工・文化・芸術・その他

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

・ビデオカメラ/VTR・データレコーダ・その他

9.危険物等の搭載の有無

・高圧ガス・可燃物・毒物・その他

10.実験飛行時の航空機への搭乗希望有無

・代表実験者 (有 無) ・共同実験者 (有 無)

11.その他特記事項

資料

航空機による無重力（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状態になります。例えば、エレベータで降りる時は体が "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には "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。

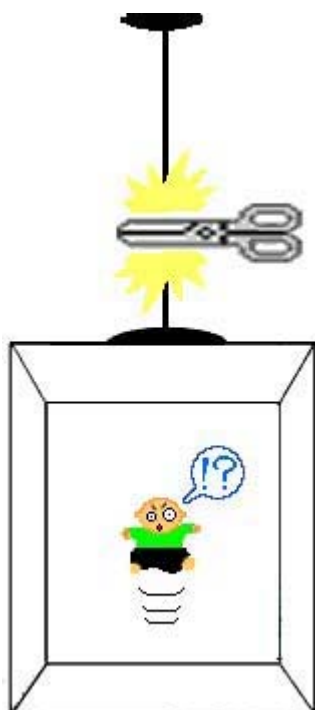


図 2

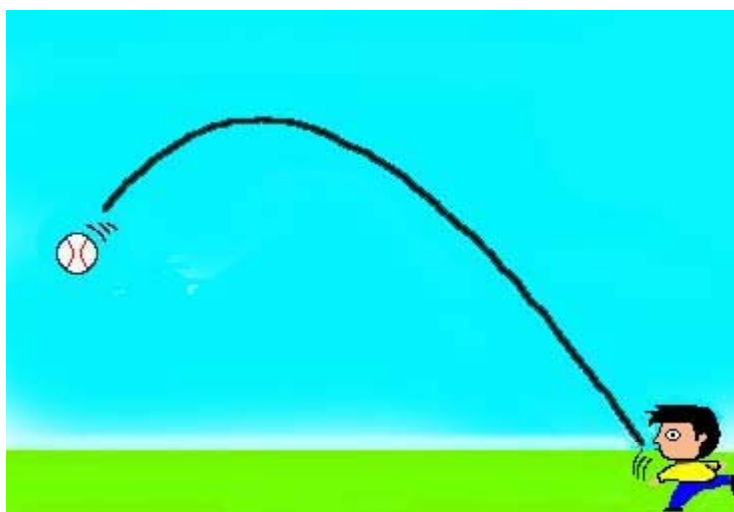


図 3

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（厳密には微小重力）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。

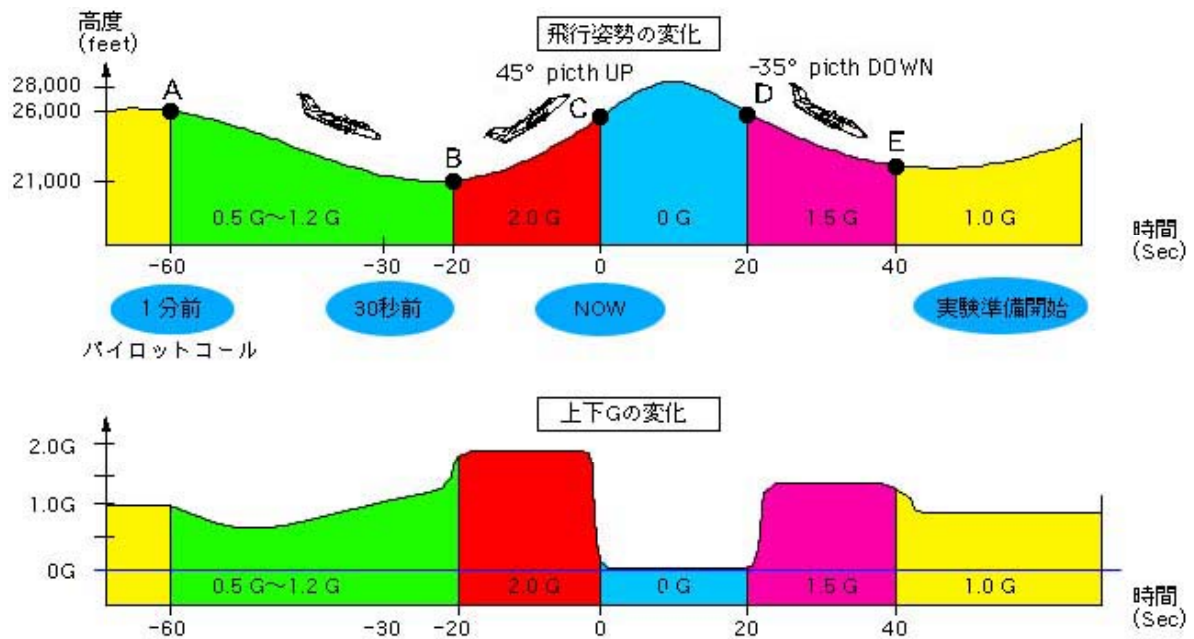


図 4

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 点間で機内に微小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。