

6. 原稿の構成

JAXA 出版物の執筆要領(体裁)を定めたものである。上記 2.1 項のうち、研究開発報告(RR)や論文形式の原稿を執筆する際は、原則、Microsoft Word ソフトで作成されたテンプレート(以下、「テンプレート」という)を用いて執筆することとする。テンプレートは、JAXA ポータルの「JAXA 出版物を出版する」のページに掲載されているものを使用する。

(<https://www.in-jaxa/fw/dfw/iwlx/nlweb/infosys2/youshikisyu/business/jaxasyuppanbustu.html>)

論文形式以外(RM や SP、CR)を執筆する場合については、必ずしもテンプレートを必須としないが、見やすい体裁となるようテンプレートを参照すること。また、原稿は A4 サイズ(210mm×297mm)とし、原則、Microsoft Word、Microsoft PowerPoint や Microsoft Excel を用いて作成すること。

B

原稿の掲載項目は、以下の構成で作成すること。なお、「*」のついている項目は、必要に応じて掲載できるものとし、以下の構成に列挙されていない項目については適宜掲載できるものとする。また、投稿できるのは最終原稿であり、執筆途中の原稿については投稿できない。

6.1. 和文の論文の場合

- ・ 目次*
- ・ 序文(特定のテーマや分野を取りまとめた論文等の場合)*
- ・ 標題 ... 和文・英文併記
- ・ 原稿の受理日 ... セ情部にて申請書一式を受け取った日とし、セ情部が脚注に記載する
- ・ 執筆者名と所属部署名 ... 和文・英文併記とし本文冒頭に記載し、所属部署名はテンプレート最終頁にある脚注用のテキストボックスに記載する
- ・ 概要・Abstract... 和文・英文を必ず併記
- ・ 英文キーワード
- ・ 記号の説明*
- ・ はじめに または まえがき
- ・ 本論
- ・ 結論 または まとめ
- ・ 謝辞*
- ・ 参考文献
- ・ 付録*

6.2. 英文の論文の場合

- ・ Contents*
- ・ Preface*(特定のテーマや分野を取りまとめた論文等の場合)
- ・ Title (和文・英文併記 または 英文のみ記載のどちらでも構わない)
- ・ Author(s) and Affiliation(s)
- ・ Abstract (和文・英文併記 または 英文のみ記載のどちらでも構わない)
- ・ Keywords
- ・ Introduction
- ・ Theory and / or Experiment
- ・ Conclusion(s), または Summary 等
- ・ Acknowledgements*
- ・ Reference
- ・ Appendices(Appendix)*

6.3. RR の複数論文を集約したものについて

- ・ Preface(序文)で、論文集が作られた趣旨を執筆とりまとめ責任者等が述べる。
- ・ 最低限、各論文単位が明記された **Contents** を正しく入れる。
印刷製本を希望する案件の場合は、論文単位ごとに新しいページ(見開きの右側はじまり)で必ず始めること。それぞれの論文は単論文の場合と全く同じ形態とする。(他の論文から参照される時のため)

7. 原稿の書き方

- (1) 英数字は半角を用いること。それ以外、原稿作成時の用紙設定、文字数や行数、フォントなどは「完成例」を参照のこと。
- (2) テンプレートを用いず原稿を書く場合は出来上がりのイメージがテンプレートに近い状態で作成すること。セ情部では、テンプレートの状態と同様にする為の編集は行わない。
- (3) 執筆者名には、右肩に上付で*1, *2 等をつけ、脚注に所属部署名を和文、英文表記にて記入すること。外部機関等の執筆者名も同様とする。なお、JAXA 出版物であるため所属に「宇宙航空研究開発機構(JAXA)」は記入しない。

【 例 】 執筆者名 ... 宇宙 太郎*1

脚注 ... *1 宇宙科学研究所宇宙物理学研究系

(Department of Space Astronomy and Astrophysics, Institute of Space and Astronautical Science (ISAS))

- (4) 中見出し及びセクションタイトルは行の中央寄せとし、サブセクションタイトルは左寄せとする。また章立て(箇条番号)は、例のとおりアラビア数字とピリオドを組み合わせた番号とする。箇条番号とタイトル名は半角 1 文字分の空白で繋ぐ。

【 例 】

5. アウトガスの測定結果

5.2. 測定結果

5.2.1. 真空度

.....、.....
.....。
.....。

5.2.2. 積分吸着量と吸着率

- (5) 原稿の本文は 1 段組、2 段組どちらでもよい。投稿された原稿についての段組み変更は認めないものとする。また、本文体裁が 1 段組、2 段組みにかかわらず本文 1 頁目には題目名、執筆者名、Abstract/概要、抄録などが記載され、その箇所は原則一段組みにて作成することとする。
- (6) 新しい段落に入るときには、先頭に全角空白 1 字分を入れてから本文を作成すること。
- (7) 引用した文献は論文の最後にまとめて書くこと。タイトルは「参考文献」とし、番号(章立て)のないセクションに掲載するものとする。また、引用した際は本文中の右肩に上付で「¹⁾」、「^{1,2)}」等をつけること。また、参考文献の記載方法は

① 雑誌・レポートの場合

執筆者名, 標題, 雑誌名, 巻数, 発行年月, ページ
(区切りにはカンマ「,」を使用すること)

② 書籍の場合

執筆者(編者)名,書名,出版社名,巻(発行年), ページ
(区切りにはカンマ「,」を使用すること)

とすること。

【例】和文の場合

本文中 ... 「計画はフェーズⅠ²⁾とフェーズⅡ³⁾の2つの実験からなり、～」

参考文献 ... ²⁾NAL/NASDA 高速飛行実証フェーズⅠ実験隊, 高速飛行実証
フェーズⅠの飛行実験結果, JAXA-RR-03-011, 2003

³⁾長谷川他, 高速飛行実証の実験システム開発, 日本航空宇宙学
会誌, Vol.52, No.611(2004), pp.320-326

【例】欧文の場合

本文中 ... 「～, as shown in Figure ¹⁾.」

参考文献 ... ¹⁾Lee, S. and Bershader, D., Head-on parallel blade-vortex interaction,
AIAA Journal, Vol.32, No.1(1994), pp16-22

- (8) 数式は文章の中に続けて書かず、別行とし、全角空白2文字分を入れてから書くこと。また、必要に応じて数式番号を右端から全角1文字分左に付けること。

【例】

$$y = f(x) \text{ のとき} \\ y' = f'(x) = \frac{dy}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \quad (1)$$

- (9) 図・表・写真は直ちに版下(校正ゲラ)になるように鮮明な物を用意しファイル形式は「JPEG/JPG、PNG、GIF、BMP」のいずれかのものとする。不鮮明な場合には、セ情部より再提出を依頼する場合がある。

- (10) 図・表・写真などを引用・転載する際は、執筆者自身で著作権を保有している者に許可を得ることとする。

- (11) 図・写真は下部に、表の場合は上部に、その内容を適切に表す題目(キャプション)を必ずつけること。

【例】図・写真の場合



図1 H-IIA ロケット

【例】表の場合

表1 気流条件とレイノルズ数

P ₀ (MPa)	T ₀ (K)	M	Re×10 ⁶
2.5	1073	9.55	1.6
4.0	1073	9.62	2.6
6.0	1073	9.70	3.7

カラー写真をモノクロとして使用する場合は、明暗が不鮮明になる場合があるので、原稿作成の際に注意すること。

8. 校正編集作業

8.1. 校正スケジュール

校正作業は 3 回までとし、原則、セ情部へ原稿を投稿後 3 か月以内(但し、Microsoft Word、PowerPoint、Excel 以外のソフトを使用した場合は別途セ情部との事前相談となる)に完成させ、納品可能な校正スケジュールにて行うこととする。校正スケジュールについては、申請書受理後にセ情部より執筆者若しくは窓口担当者へ連絡をし調整後決定することとする。決定した校正スケジュールを厳守できなかった場合は納品日が変更される場合がある。

8.2. 校正の流れ

最大で 3 回までの校正にて原稿を出版可能な内容にする。「3.手順概略(フロー図)」を参照のこと。

8.3. 完成確認依頼

セ情部は、責了・校了となった原稿について内容に問題がないことを執筆者若しくは窓口担当者へ確認を行う。確認が取れた時点で校正作業完了(校了)となる。完成確認後の加筆・修正依頼などは受け付けないこととする。

8.4. 表紙・ヘッダー・奥付・脚注・裏表紙

セ情部にて表紙、目次、ヘッダー、奥付、脚注、裏表紙作成の指示を編集業者へ依頼し作成する。その際、JAXA ロゴや ISSN 番号及びセ情部で管理している出版物番号、DOI を付与し記載する。奥付に記載する発行日については、執筆者との調整等により決定したものをセ情部が編集業者へ指示し記載する。

9. 納品

9.1. 納品日

納品は、原則、校正スケジュールにより決められた日に編集業者よりセ情部宛に行われる。なお、納品日と奥付に記載される発行日は同日とは限らない場合がある。納品物は、編集業者よりセ情部宛に納品後、セ情部より執筆者若しくは窓口担当者宛に社内便にて送付する。

9.2. 納品物

執筆者若しくは窓口担当者宛に納品される記録媒体の CD-R は、①印刷製版用インデザイン形式のファイル ②Web 掲載用 PDF ファイル および ③簡易印刷用 PDF ファイルの合計 3 つの電子ファイルがそれぞれに収納された記録媒体 3 枚とし、③簡易印刷用 PDF ファイルの記録媒体には④台割表も収納されている。

10. JAXA リポジトリ/AIREX の Web サイトへの掲載

原則、JAXA リポジトリ/AIREX の Web サイトへの掲載については、「発行日」より 1 週間以内に掲載されるがその限りではない。また、校正作業工程のずれが生じた場合にもその限りではないものとする。JAXA リポジトリ/AIREX 掲載についての問い合わせは、担当である筑波図書室(STILIB@ml.jaxa.jp)宛に質問者より直接行うこととする。

11. その他

- (1) 投稿された原稿は、執筆者から特に申し出がない限り返却しない。
- (2) JAXA 出版物は、他の出版物に重複して投稿できない。
- (3) 各部/部門にて紙媒体及び記録媒体出版を行う際には、グリーン購入に関わる文書を参照しそれぞれに適した調達品を印刷製本業者に調達し行うこと。

【適用される文書】

- (i) 検査実施要領(安全・信頼性管理部長・契約部長通達第 16-1 号)(機構文書)
- (ii) 環境への負荷の少ない物品調達に関する選定要領(経営企画部長・契約部長・安全・信

頼性管理部長通達第 16-1 号)(機構文書)

(iii) 国等による環境物品等の調達の推進に関する法律(関連法規)

(iv) その他関連する法規

【使用する物品例】

(※記載されている物品以外についても適用文書を参照し調達すること)

＜使用する用紙＞

(i) 表紙

紀州の色上質(最厚口)

色: 「空」(RR)、「桃」(RM)、「レモン」(SP)、「若草」(CR)、
「マットコート A 判 86.5kg」(カラー表示の SP)

(ii) 本文

再生上質 A 判 44.5kg

＜使用する記録メディア等＞

(i) 記録メディア(CD-ROM)及びケース

① 主要材料がプラスチックの場合にあっては、再生プラスチックが製品全体重量の 70% 以上使用されていること。ただし、ポストコンシューマ材料からなる再生プラスチックにあっては、製品全体重量の 60%以上使用されていること。それ以外の場合にあっては、文具類共通の判断の基準を満たすこと。

②CD、DVD 及び BD 用にあっては、厚さ 5mm 程度以下のスリムタイプケースであること。

③植物を原料とするプラスチックであって環境負荷低減効果が確認されたものが使用されていること。

上記に記載した製品または同等品(同等品の際は色見本などを提示してもらう等する)を指定すること。

(4) 印刷製本を希望する場合等、編集業者についての情報が必要な際は、セ情部担当者へ問い合わせること。

以上

完成例 1

2 段組の場合 (RR-04-043 より)

<題目名, 執筆者名>

1. 和文・英文併記
2. 執筆者名の右上に「*
1」などと付し、脚注に所属部署名を記載する

高速飛行実証 (フェーズ II) に関する空力関連検討集* (第二集)

——エアデータセンサーの開発——

上 野 真*¹ 廣 谷 智 成*¹ 重 見 仁*²
柳 原 正 明*¹ 若 井 洋*³ 岩 田 徹*⁴

The collections of studies concerning aerodynamic aspects of High Speed Flight Demonstration Phase II. (Series 2)

Makoto UENO*, Tomonari HIROTANI*, Masashi SHIGEMI*,
Masaaki YANAGIHARA*, Hiroshi WAKAI*³ and Tom IWATA*⁴

ABSTRACT

The High Speed Flight Demonstration (HSFD) Phase II is a flight test program designed to assist in the accumulation of technical expertise for the Japan's re-entry vehicle development. The main objective of the program is to acquire the transonic aerodynamic characteristics of re-entry type vehicles. The flight test vehicle was strung up to an altitude of 19-31 km using a stratospheric balloon and made a free flight after release. During the free flight, the aerodynamic characteristics were measured. Although the air data such as Mach number, angle of attack or sideslip angle are vital to analyze the aerodynamic data, it is difficult to acquire accurate air data in the transonic region because of the non-linearity due to the shock wave. In addition, because the flight tests were performed at a very high altitude, the dynamic pressure was very low and that made the air data acquisition more difficult. To achieve those severe requirements, an air data sensor (ADS) based on the principle of non-nulling 5-hole probe, which was originally developed for conventional airplanes, was adopted. Because the original probe could not achieve the requirements due to the severe flight conditions of the HSFD Phase II, the precision augmentation was made by additional static pressure holes on the stem surface of the probe and succeeded to provide accurate air data. In this document, the development process and the system of the ADS of the HSFD Phase II are described.

Keywords: HOPE-X, High Speed Flight Demonstration, Air Data Sensor, Flight Test

概 要

高速飛行実証フェーズIIは宇宙往還機型機体の遷音速空力特性を取得することを主目的とする飛行実験で

* 2007年3月7日受付 (received 7 March 2005)

- *1 宇宙航空研究本部 将来宇宙輸送系研究センター (Future Space Transportation Center, Institute of Space Technology and Aeronautics)
- *2 航空技術研究本部 風洞技術開発センター (Wind Tunnel Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics)
- *3 富士重工業 (株) (Fuji Heavy Industries Ltd.)
- *4 東京航空計器 (株) (Tokyo Aircraft Instruments Co., Ltd.)

<概要 (Abstract)>

1. 和文の論文の場合 ... 和文・英文の概要両方を併記する
2. 英文の論文の場合 ... ・ 和文・英文の概要両方を併記する
・ 英文の概要のみ記載する
のどちらでも構わない

<脚注>

1. 所属部署名を記載する (和文・英文併記)
2. 原則、RR、RM については受付日はセ情部が申請書を受理した日を追記する

<Keywords>

keywords は、英文にて記載する。
また、keyword と keyword の区切りは、カンマ「,」と半角スペースとする。

<ページ設定>

1. 文字数と行数
文字組み=横書き
段数=2 ページ目から2 段組み
46 文字、14.6pt
2. 余白
上=30mm、下=20mm
内側=20mm、外側=20mm
3. 用紙
A4(210×297mm)

<フォントなどスタイル>

- ①和文題名
16pt、MS 明朝/Times New Roman(以降の表記を TNR とする、中央寄せ)
- ②和文小題目
14pt、MS 明朝/TNR、中央寄せ
- ③和文執筆者名
11pt、MS 明朝/TNR、「,」区切り、中央寄せ
- ④英文題名
16pt、TNR、中央寄せ
- ⑤英文執筆者名
11pt、TNR、「,」区切り、中央寄せ
- ⑥中見出し
11pt、MS 明朝/TNR、中央寄せ
- ⑦中見出しに紐づく段落本文
11pt、MS 明朝/TNR、段落最初は全角空白 1 文字
- ⑧脚注
「*」や「*1」は上付き
9pt、MS 明朝/TNR、左寄せ(「*」等の後は半角空白 1 文字)
- ⑨Keywords
「keywords」は太字、すべてを中央寄せ、11pt、MS 明朝/TNR

ある。この飛行実験では高高度気球を使用して吊り上げた機体を高度19～31 kmの非常に高い高度から静置させることによって空力特性の取得を行う。しかし、音速近傍では衝撃波の発生に伴う非線形な空力現象のために高い精度のエアデータを取得することは困難である。さらに、この機体は高高度を飛行するため、地上に比べて極めて低い動圧の環境においても信頼性の高いエアデータを取得することが要求される。そこで、この高い要求に応えるために、汎用の5孔ピトー管方式のADSを基に、静圧孔の追加を行ってマッハ数精度を向上させることにより高高度・超音速においても必要な精度を維持してエアデータを供給できるエアデータセンサー(ADS)の開発に成功した。本稿ではこのADSの開発過程とシステムについて述べる。

記号	
M	マッハ数
α	迎角
β	横滑り角
γ	ADSプローブ軸と流れのなす角度
P_t	総圧孔計測圧力
P_s	静圧孔群計測圧力
$P_{s1} \sim P_{s4}$	圧力孔群s1～s4の計測圧力
P	静圧
κ	比熱比

記号や略語の説明(適宜)

1 はじめに

高速飛行実験計画¹⁾は日本独自の宇宙輸送系構築に関する技術蓄積のために計画された飛行実験計画である。計画はフェーズⅠ²⁾とフェーズⅡ³⁾の二つの実験からなり、フェーズⅠは宇宙往還機に特有の非常に大きな進入角

は困難である。さらに、この飛行実験では音速まで加速するために、高高度気球を使用して吊り上げた機体を高度19～31 kmという非常に高い高度から静置させることによって空力特性の取得を行う。従って、はたして極めて低い動圧環境(静圧)でも必要な精度のADS(静圧孔・マッハ数・迎角・横滑り角)の開発が求められていた。NAL/NASDA(現JAXA)で行われてきた飛行実験(OREX⁴⁾、HYFLEX⁵⁾、ALFLEX¹⁰⁾等)では経験の無いであった。

以上のように、飛行中の高精度なエアデータの提供HSFD 2の実験目的の成立性と飛行成立性の両面に對し大きな影響を持つため、搭載するエアデータセンサー(Data Sensor; 以下ADS)の開発の成否は飛行実験の成否に對して非常に重要な要素であったと言える。

本稿では、以上のような多様な制約及び要求の下で成功したHSFD 2搭載用ADSの開発の流れと主要な技術課題について述べる。また、このADSは異なるものを含めると非常に長い期間に亘って開発されているが、これまでまとめた形で文書化は行われていなかったため、HSFD 2で採用された最終形態のみならずADS開発初期段階からの流れが概観できるようにAppendixとして巻末にADS開発に際する試験をまとめた(Appendix A)。

2 HSFD Phase II用ADS

2.1 高速飛行実験フェーズⅡについて
飛行実験の詳細は文献¹⁾²⁾³⁾に記載されているためここでは概要を簡単に述べる。

高速飛行実験フェーズⅡは超音速域での宇宙往還機形状の空力特性を取得することを主目的とした飛行実験である。実験の流れとしては、高層気球で懸吊して高度19～31 kmまで上昇した実験機を分離、自由落下させて超音速領域まで加速させる。目標マッハ数まで加速した時点で目標マッハ数±0.03の範囲で一定マッハ数を保持しつつ迎角を準静的に変化させて、その間の全機空力係数、機体表面圧力分布、舵面ヒンジモーメントなどの空力特

超音速(目標マッハ数 $M=0.8$ 、 $M=1.05$ および $M=1.2$)で飛行しながら空力特性の取得を行うことを目標としていたが、音速の前後でトリム特性が急激に変化するため、飛行を成立させるためには高精度のエアデータ(特にマッハ数)の供給が要求された(2.2節)。

ところが、音速近傍では衝撃波の発生に伴う非線形な空力現象のために高い精度のエアデータを取得すること

<ヘッダー>

1. 偶数ページ
出版物の種類とその番号
2. 奇数ページ
論文の題目名
※この作業は編集業者が行う

<フォントなどスタイル>

- ⑩セクションタイトル
11pt、太字、MS 明朝/TNR、中央寄せ
- ⑪サブセクションタイトル
11pt、太字、MS 明朝/TNR、左寄せ
- ⑫本文
11pt、MS 明朝/TNR、段落最初は全角空白1文字、1段落中の文字数は23文字×50行
- ⑬図、表、写真キャプション
10pt、MS 明朝/TNR、図等に対し中央寄せ(図等を縮小した場合でも図表内の文字が10pt程度となるようにする。)

<タイトル>

1. セクションタイトル ... 中央寄せ
2. サブセクションタイトル ... 左寄せ
3. 章立ては
2. > 2.1 > 2.1.1
のとおりとする

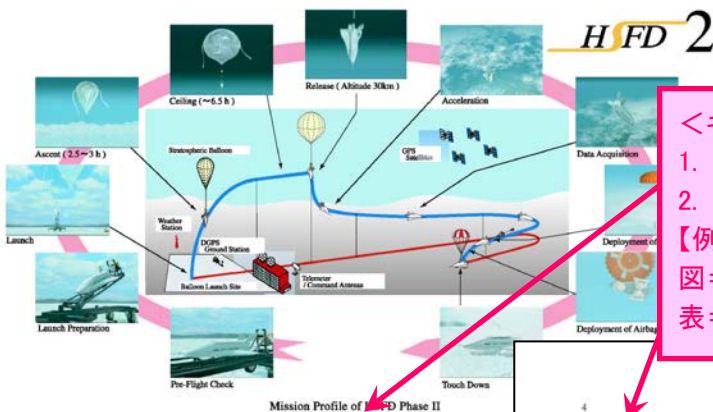


Fig.1 ミッションプロファイル

<キャプション>

1. 図・写真 ... 下部に記載
 2. 表 ... 上部に記載
- 【例】
図=「図1」「Fig.1」
表=「表1」「Table 1」

Table 1 出力精度要求(1) (α相対: 昇圧高度21～22.5 km、マッハ数1.0付近)

出力	出力範囲	出力精度
マッハ数 M	0.8 ~ 1.4	±0.015
迎角 α	-5° ~ 20°	±0.3 deg
横滑り角 β	-10° ~ 10°	±0.3 deg
静圧 P	0.7 ~ 150 kPa	±2.25 kPa

$M=1$ 前後の出力精度のみを評価して使用した。従って、

完成例 2

1 段組の場合 (RR-04-054 より)

<フォントなどスタイル>

「完成例 1」を参照のこと。

浮遊法を利用した準安定相材料及び凝固に関する研究

荒 井 康 智*¹ 長 沙 晃 輔*^{1*2} 余 野 建 定*¹
李 明 軍*¹ 栗 林 一 彦*^{1*2}

Metastable phase materials and solidification research by levitation method

by

Yasutomo Arai*¹, Kosuke Nagashio*^{1*2}, Jianding Yu*¹,
Mingjun Li*¹, and Kazuhiko Kuribayashi*^{1*2}

Abstract: This Annual Report presents a summary of investigations that have been carried out in the area of metastable phase research in fiscal year 2004 by the ISS science project office of JAXA. The aim of this research was to efficiently process a new metastable phase and to imply a function on the phase. The research items were the solidification of undercooled Silicon, and dendrite break down, oxide glass processing, and ferroelectric behaviors of the oxide glass.

Keywords: 準安定相, 過冷シリコン, 球状シリコン単結晶, デンドライト, EBSD, 電磁浮遊炉, ガス浮遊炉, ガラス, バリウムチタネート系ガラス, 誘電率

概 要

本論文は、JAXA の ISS 科学プロジェクト室準安定相研究チームにおいて 2004 年度に実施された研究成果をまとめたものである。この研究の目的は、準安定相の合成とその機能予測であった。本年度の研究項目は、過冷シリコンを利用した過冷凝固過程研究、酸化物質ガラスの強誘電的性質に関する研究である。主な研究成果は、低過冷度における板状シリコン成長仮説の検証、デンドライトブレイクダウンの発生、流れと凝固微細化について重要な結果が得られたこと、及びバリウムチタネート系ガラスでは巨大な誘電率を示す新たな準安定相材料が合成されたことである。

1. はじめに

本論文は、平成 16 年度に ISS 科学プロジェクト室において実施した準安定相研究に関する報告である。研究のキーワードである準安定相とは、非平衡状態である過冷液体や準安定な結晶相及びアモルファス等を指している。研究目的は、準安定相の予測・効率的合成であった。従って、凝固の基盤過程及びその制御のコम्ピナトリアルな手法での準安定相材料合成の両側面から研究を実施した。

過冷凝固の基礎研究としては、物性が良く調べられているシリコン (Si) を利用して集中的に研究を実施した。平衡融点から凝固させる結晶成長法では、増殖内流動が結晶材質に与える影響は機力的な研究がなされてきた一方で、過冷凝固に関しては、凝固時のモルフォロジー、過冷凝固時に生じたデンドライトの破断など流動の影響が考えられるにも関わらず十分な研究がなされていないのが実状である。この影響を評価するには、微小重力環境の利用が理想的ではあるが、

* 1 宇宙航空研究開発機構 ISS 科学プロジェクト室 (JAXA/ISS ISS science project office)
* 2 宇宙航空研究開発機構 宇宙環境利用科学研究系 (JAXA/ISS Department of Space Biology & Microgravity Sciences)

<題目名, 執筆者名>

1. 和文・英文併記
2. 執筆者名の右上に「*1」などと付し、脚注に所属部署名を記載する

<脚注>

1. 所属部署名を記載する (和文・英文併記)
2. 原則、RR、RM については受付日はセ情部が申請書を受理した日を追記する

<概要 (Abstract)>

1. 和文の論文の場合 ... 和文・英文の概要両方を併記する
2. 英文の論文の場合 ... 和文・英文の概要両方を併記する
・ 英文の概要のみ記載する

のどちらでも構わない

<Keywords>

keywords は、英文にて記載する

この装置を用いて同様の実験を行うことにより、流路の影響を考察することが可能であると考える。ただし、マランゴニ対流が顕在化する可能性があるが、その影響も定量化できると思われる。以上のように、これまで、宇宙環境のキーワードであった無容器、無対流という2つの別のキーワードを組み合わせることで新しい基礎研究の分野となると期待される。

3. 無容器凝固法によるバリウムチタネート系ガラス合成とその誘電的性質

3.1. これまでの経緯

BaTiO₃ 強誘電体は初めて発見されてから50年、強誘電体に関する研究は、応用を中心に世界各国で精力的に行われてい

る。強誘電体は、高誘電率、圧電性、焦電性、電気光学効果、赤外線光学効果、ピエゾ共振素子、焦電素子、光波調製、波長変換素子として電気・光学等様々なレーザー技術の飛躍的な発展に伴い、透明な強誘電体酸化物ガラスの研究が盛ん化することにより光物性の制御が可能となるため、高性能の光変調器（電・光変換素子（レーザーの波長変化）などへの利用が期待されている。また、ガラスで高性能の電子デバイスの大量生産が可能である。従って、強誘電体ガラスの製造は、産業的な意義も多大である。BaTiO₃ 強誘電体は優れた誘電特性を有するが、バルクガラスの形成は非常に困難である。これまでの報告においては、細な粉末状ガラスしか得られていない^[1]。バルク BaTiO₃ ガラスを得るため、研究が必要である^[2]。

一般的に、ガラス材料は微細構造が3次元等方的であり強誘電性を示すことに分類した“Unit”がランダムに存在している場合、結晶化温度でそれらが排除される事を理論的に示した。ガラス化する為にガラス形成物質を混入したrecrystallizationを期待する事は難しく、“Unit”自体が強誘電性を有している事が必須条件と考えられる。これに該当する材料は歪みを生じ易い8面体および4面体構造を持った遷移金属酸化物等に限られるかもしれない。実際に、これまでの研究では、LiNbO₃、PbTiO₃ など一部の強誘電体材料などでも誘電率の上昇が確認された。BaTiO₃ 誘電体^[3]について、ガラス化物質を

3.2. BaTiO₃ ガラス合成と誘電率測定 BaTiO₃ 原料は BaTiO₃ (99.9%) と Ti 酸素を浮遊ガスとしたガラス浮遊装置^[4]で合成された純粋の示差走査熱量測定 (DSC) による結晶化温度は 720°C であり、720°C までの加熱履歴は結晶化及び結晶構造転移である。720°C の回折パターンが存在しており、1280°C 結晶に転移するまで制御された。図 16 に示す。結晶化温度近傍 (720°C) 以上の比誘電率が測定された。これは、765°C の結晶構造転移までほぼ同じである。然しながら、この高誘電率領域は十から数百と非常に大きい。

ガラス化温度から結晶化温度までの誘電率及び損失のデータから

導電的性質を持っている。この伝導率の上昇はイオン伝導の寄与が十分考えられる。しかし、このイオン伝導のみでは結晶化温度での急激な誘電率の上昇を説明することは困難である。従って Lines model を使って誘電率の強誘電体的な相転移についても考慮を加える。

誘電率は次の式 (2) で記述される。

$$\epsilon = \frac{4\pi\epsilon_0}{[1 - 3/4\alpha\alpha^2]} \quad (2)$$

ここで $\alpha = \exp(-E_a/kT)$ は Arrhenius の関係式、 E_a は活性化エネルギー、 k はボルツマン定数、 T は絶対温度、 α は規格化された温度である。上式から $\theta = 4\pi\alpha/3$ の時に誘電率は発散する。図 16 に示すように、a と b をパラメーターとして結晶化の際の発散傾向を再現することが出来る。

で、放射光による XRD (a) に実験結果 (b) と比較 (c) した。1.92 Å 程度のピークが認められ、16 であることが存在しているとモルファス及び、一方、アモルファス中の Ba の位置は結晶状態と対応しておらず非常に乱れた配置をしていると考えられる。温度上昇に伴い、乱れた配置にある Ba イオンが動き始め、これがイオン伝導に寄与する。この時に完全に乱れた配置ではなく2つかそれ以上の安定なサイトを飛び移ることが、損失と誘電率の上昇に両方に寄与する事と考えられる。

インピーダンス測定による伝導度をアレニウスプロットした結果、イオン伝導の活性化エネルギーを計算することが出来た。T_g 以下では 0.7 eV とアモルファス PbTiO₃ の活性化エネルギーと同等である。T_g から結晶化温度までの活性化エネルギーは 2.8 eV とポテンシャル障壁で上昇している。イオン伝導体では、誘電率と伝導度は比例関係にあるため、伝導度の増大つまり抵抗の減少は誘電率の増大を意味する。しかし、結晶化温度付近での誘電率の上昇は、結晶化による分極ではなく、異なるメカニズムは不明である。

また、結晶化温度 T_{cr} 付近での誘電率の上昇は、結晶化による分極ではなく、異なるメカニズムは不明である。T_{cr} の8面体が規則化する事である。これは“ガラス化物質無添加”において誘電率のジャンプを

<タイトル>

1. セクションタイトル ... 中央寄せ
2. サブセクションタイトル ... 左寄せ
3. 章立ては
2. > 2.1. > 2.1.1
のとおりとする

浮遊法を利用した準安定相材料及び凝固に関する研究

9

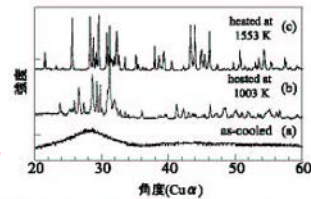


図 14 BaTiO₃ ガラスの X 線回折パターン (a) アモルファス状態、(b) 1003 K まで加熱した後の準安定相、(c) 1053 K まで加熱した後の monoclinic 相。

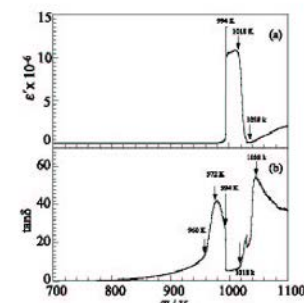


図 15 誘電率 100 Hz での ε' の (a) 温度依存性と (b) 損失 tan δ。

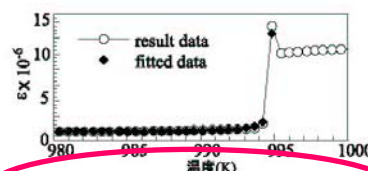


図 16 (1) 式の計算結果 ($a = 0.01$, $r = 0.52$, $b = 0.002$, $a = 0.20683$, $T_{cryst} = 994$ K)。

<数式>

1. 数式は別行とし、全角 2 文字分入れてから書く
2. 数式番号を記載する場合は、右端に全角 1 文字分入れる

<キャプション>

1. 図・写真 ... 下部に記載
 2. 表 ... 上部に記載
- 【例】

図=「図 1」「Fig. 1」

表=「表 1」「Table 1」

完成例 3

目次の書き方

1. 一論文についての目次を作成する場合(RR-04-031 より)

目 次	
概要	
1. はじめに	
2. 風計測ライダの仕様	
2.1 構成および仕様	
2.2 試験時の設定	
2.3 観測距離の校正	
3. 機体への搭載	
4. 試験方法	

左から

キャプション番号とそのタイトル，ページ
サブキャプション番号とそのタイトル，ページ
の順とする

<フォントなどスタイル>

⑬ 目次見出し

11pt、太字、MS明朝/Times New Roman、
中央寄せ

⑭ 目次

⑮ 目次内容

11pt、MS明朝/Times New Roman、
タイトルは左寄せ
ページ数は右寄せとする。

⑯ 「見出し1・2・3」及び「段落1・2・3」 までを「…」のリーダーを使用しペー ジ数を記載する。

「見出し1」タイトルは左寄せ、「見出し
2」以降のタイトルは、全角空白1文字分
を空けて表記

2. 複数の論文を取りまとめた出版物の場合(RR-04-015 より)

目 次	
序 文	高橋 忠幸
B500型気球の放球と飛翔	井筒 直樹・並木 道義・鳥海 道彦 松坂 幸彦・川崎 朋美・松坂 幸彦 平山 晃司・瀬尾 山上
高高度気球用2.8 μm厚フィルムの開発	斎藤 芳隆・飯田 孝 川崎 朋美・松坂 幸彦 鳥海 道彦・山上 晃司 小林 勉・松坂 幸彦
2004年南極周回気球実験	飯田 孝・斎藤 芳隆・井筒 直樹

左から

論文タイトル，執筆者名，ページ
の順とする

完成例 4

序文の書き方 (RR-04-015 より)

序 文
近年、大気球実験は大学共同利用プログラムとして、理学、工学を問わず、幅広い分野からの積極的な参加が続いています。最近の傾向として、これまで気球実験を行って来たグループばかりではなく、大気球という新しい実験の場を求めて、はじめて実験をたいへんよろこばしい事です。工学実験への応用が盛んに行われてい — 中 略 — 観測機器を、大気球実験を用いて検証するような計画も増えてくる事 研究開発機構として、日本で唯一の大気球のアクティビティを支え、 望まれます。
大気球専門委員会 委員長 高橋 忠幸

1. 番号のないセクションに掲載する
2. 序文の執筆者は、右下に組織名(部署名)と氏名を表記する

完成例 5

参考文献の書き方 (RR-04-008 より)

存在が疑われる。遊離炭素が存在する理由としては、CVD-SiC 膜の組成が均一ではなく炭素リッチの領域が存在する、あるいは SiC のパッシブ酸化過程で発生する CO ガス由来の遊離炭素が SiC とシリカの界面に析出することが考えられる。このような遊離炭素とシリカの反応により局所的に過大な SiC の消耗が起こりピンホール損傷が発生している可能性がある。ピンホール損傷が発生するまでの時間は CVD-SiC 膜が厚いほど長くなる。

④ CVD-SiC 材自体は優れた高温耐酸化性を有するものの、炭素材の耐酸化膜として使用された場合には、一旦 CVD-SiC 膜にクラック、ピンホール等の損傷が発生すると耐酸化性が大きく損なわれることが判明した。SiC 膜にこのような損傷が発生した場合、SiC の酸化物であるシリカによって損傷が封止されるために短時間の使用には耐えるが、長時間の使用ではシリカと炭素基材の反応による消耗が避けられない。C/C 複合材を再使用型宇宙輸送機のエンジン部材等、耐久性が要求されるような用途に使うためには次のことが必要になる。すなわち、CVD-SiC 膜と C/C 材の熱膨張係数の整合を図るような工夫により SiC 膜に発生するクラックの防止、および CVD-SiC 膜に発生するピンホール損傷の防止が重要な課題となる。CVD-SiC 膜に発生するクラックを最初からシリカガラスによって封止する方法もあるが、シリカと基材の接合を防止出来ない限り充分な耐久性は得られない。シリカと炭素基材が接触する場合には、耐久性を考慮して使用温度を約 1773K (1500℃) 以下に制限する必要がある。この場合には C/C 複合材の持つ高温での優れた強度特性を十分に発揮することが出来ない。

参考文献

- 1) E.A.Thornton, "Thermal structures for aerospace applications," AIAA education series, AIAA, Virginia, pp.19-20, 1996.
- 2) 早田喜穂:「C/C コンポジット テーラードの耐熱材料」, 日本機械学会第 72 期常務会講演会資料集 (V), 1995 年 3 月, pp.321-325.
- 3) Columbia Accident Investigation Board (CAIB) Report Volume II, pp.216-222, Oct. 2003.
- 4) N.S.Jacobson; "Space Shuttle Pinhole Formation Mechanism Studies," NASA/TM-1998-208659 (Nov.1998).
- 5) N.S.Jacobson; "Corrosion of Silicon-Based Ceramics in Combustion Environments," Journal of American Ceramic Society Vol.76, No.1 (Jan.1993), pp.3-28.
- 6) 後藤 孝, 成島尚之, 井口幸孝, 平井敏雄; 「CVD 炭化ケイ素のアクティブ / パッシブ酸化挙動」, 第 5 回超耐環境性先進材料シンポジウム講演集, 1994 年 12 月, pp.375-382.
- 7) N.S.Jacobson and R.A.Rapp; "Thermochemical Degradation Mechanisms for the Reinforced Carbon/Carbon Panels," NASA Technical Memorandum 106793 (Jan.1995).
- 8) T.Yoshinaka, M.Mizuno and Y.Morino; "The Oxidation Behavior of SiC under Atmospheric Re-entry Conditions," 22nd ISTS pre-print, ISTS 2000-C-24, (2000.6).
- 9) 末光 毅, 田中照司, 長谷川潔, 岡崎章三; 「超音速気流下における SiC-CVD コーティングの酸化損耗」, 日本セラミックス協会 1996 年会議予稿集 (1996.4), p.486.
- 10) Y.Wakamatsu, T.Saito, F.Ono, K.Ishida, T.Matsuzaki, O.Hamamura, Y.Sohda and Y.Kude; "Evaluation Test of C/C Composites Coated with SiC/C FGM, under Simulated Condition for Aerospace Application," Functionally Graded Materials 1996 (1997), pp.463-468, Elsevier Science B.V..
- 11) T.Aoki, H.Hatta, K.Goto and H.Fukuda; "Characterization of Coating Cracks in Oxidation-Resistant SiC Coating on C/C Composites," CSJ Series Vol.3 (1999), pp.283-286, Trans Tech Publications.
- 12) 化学工学会編:「CVD ハンドブック」朝倉書店, 1991 年 6 月, pp.501-538.
- 13) 宗宮重行, 猪股吉三 編:「新素材シリーズ 炭化珪素セラミックス」基礎・応用・製品紹介 内田老鶴園, 1988 年 9 月, pp.55-72.
- 14) T.Narushima, T.Goto, and T.Hirai, "High-Temperature Passive Oxidation of Chemically Vapor Deposited Silicon Carbide," Journal of American Ceramic Society Vol.72, No.8, pp.1386-1390 (1989).
- 15) T.Narushima, T.Goto, and T.Hirai, "Active-to-Passive Transition in the Oxidation of CVD-SiC," pp.295-300 in Composites; Corrosion/Coatings of Advanced Materials Edited by S. Kimura and M. Doyama. Materials Research Society, Pittsburgh, PA, (1989).
- 16) 日本学術振興会高温セラミック材料第 124 委員会編, "SiC 系セラミック新材料 最近の展開," 内田老鶴園, pp.104-116, (2001).
- 17) N.S.Jacobson; "Corrosion of Silicon-Based Ceram-

1. 論文の最後にまとめて書き、番号のないセクションとする

2. 記載方法は

① 雑誌・レポートの場合

執筆者名, 標題, 雑誌名, 巻数, 発行年月, ページ

② 書籍の場合

執筆者(編者)名, 書名, 出版社名, 巻(発行年), ページ

とする

完成例 1~5 は和文を例に取り上げたが、フォントは Times New Roman とすること以外、欧文の場合も和文スタイルに準拠したものとする

完成例6 英文完成例

(RR-04-046/RR-04-050/RR-07-014 より)

Thermophysical Properties of Liquid and Supercooled Rare Earth Elements Measured by an Electrostatic Levitator

By

Takehiko ISHIKAWA^{*1}, Paul-FRANÇOIS PARADIS^{*1},
Yuki WATANABE^{*2} and Noriyuki KOIKE^{*3}

Abstract: Thermophysical properties of four rare earth elements, namely lanthanum (La), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), and terbium (Tb) have been measured using electrostatic levitation techniques. The understanding of the nature and behavior of rare earth metals in their liquid phases requires accurate values of their physical properties. However, keeping samples in their liquid phases free from contamination long enough to carry out measurements represents a formidable challenge. This is due to high reactivity and melts contamination of these elements with crucibles or gaseous environment. The use of an electrostatic levitator in vacuum conditions circumvents these difficulties and permits the measurements of the density, the surface tension, and the viscosity of these metals above and below their melting temperature. In this paper, the measurement methods as well as the levitation apparatus are introduced and measured values are reported.

Key words: rare earth elements, liquid, density, surface tension, viscosity

1. Introduction

Lanthanum, praseodymium, neodymium and their compounds are commonly used to improve the resistance of certain glasses, to fabricate hydrogen sponges and strong magnets, and as dopants in optical amplifiers¹⁾. Terbium has found applications as a dopant in materials that are used in solid-state devices (e.g., photovoltaic cells, laser amplifiers) and as a stabilizer of fuel cells which operate at high temperatures. Terbium is also utilized in alloys and in the production of television tubes and fluorescent lamps²⁾. To assist further material development, the knowledge of the physical properties of rare earth metals and their temperature dependences is therefore paramount. However, La, Pr, Nd, and Tb are very reactive, oxidizing rapidly when exposed to air and reacting directly with nitrogen and other elements³⁾.

This explains why accurate physical properties are difficult to measure above their melting points when traditional methods are used (e.g., crucible, support) and why there are no data reported in the undercooled region. Here, electrostatic levitation in vacuum isolated a sample against contaminating walls and surrounding gases³⁻⁵⁾. This circumvented the problems related to high temperature processing and allowed an accurate non-contact determination of the density, the

<題目名, 執筆者名>

1. 和文・英文併記
2. 執筆者名の右上に「*1」などと付し、脚注に所属部署名を記載する

<Abstract>

- ・和文・英文の概要両方を併記する
 - ・英文の概要のみ記載する
- のどちらでも構わない

<Keywords>

英文のみ記載する

Table 5-2 Summary of software and the function of LIC ground system

Software	Function	Detail of function
LICLOP	Long-term imaging plan	Interactively preview imaging area on the lunar map for imaging planning for scientists.
<u>LICOP</u>	Imaging area visualization	Preview the plausible imaging area on the lunar image.
	A short-range imaging planning	Generate weekly imaging plan by specifying the time or by the area to observe. List all the possible imaging period within the designated period.
	ORL file generation	Generate ORL files from the short-term imaging planning.
	BC generation support	Create the MODE_SET BC command from imaging parameters specified on the screen to assist planning of target imaging.
LICQL	Quick look of telemetry related to LIC	Receive either of in real-time telemetry or one reproduced from the storage, browse HK of LIC and the instruments related to LIC.
	Depacketing of data	Create an image file (PGM and/or JPEG and its picture header by depacketing telemetry data.
AUTODECO	Uncompress JPEG images	Decode a JPEG image into a PGM image.
<u>LICIMAGE</u>	Header addition	Add imaging geometry and other information as header.
	Radiometric calibration	Perform flatfielding.
	Geometric calibration	Project the image onto either of Mercator or sinusoidal map coordinates.
<u>LICTIME</u>	Determination of time in UTC	Convert TI counter(onboard time count) into UTC, by correcting hardware and transmission delays and by calibrating temperature dependence of X'tal oscillator.

Implementation of underlined items has not yet been completed.

6. SUMMARY

LIC is a small, compact and lightweight camera, which consequently constraints its hardware performance and operation. First, the signal from odd and even pixels of the CCD is read separately and then compressed using an irreversible algorithm. Accordingly, the compression error became the dominant error after the usual electrical noise was reduced. The adjustment of the dark levels of the odd and even pixels during the lunar orbiting phase was a serious problem. Second, since the camera uses the spin motion of the orbiter, the challenge of how to obtain two-dimensional images in the ground tests in a simpler way. Third, LIC has no hood owing to weight limit. The solar paddle will block the direct sunlight to the camera, but the possibility of stray light originating from the light reflected from the lunar surface was not considered in the optical design of the LIC. Therefore, we conducted a test to make a rough estimate of the magnitude of the possible stray light from the lunar surface outside the FOV of LIC.

The nominal downlink bit-rate during the lunar orbiting phase will be 8Kbit/s and the total storage capacity of the LDP is 10 Mbytes, while LIC can use the part of it. An optimal allocation of the imaging plan is highly required and we need to plan the imaging for the entire mission phase roughly and then in more detail one week ahead of the imaging.

<SUMMARY>

得られた結論や成果を簡潔に記す

Software supporting for the imaging planning was developed for this purpose.

LIC will provide thousands of monochromatic images of the lunar surface with a spatial resolution of about 25m/pixel. The unique observation condition resulting from the large phase angle of LIC will give valuable information on the detailed topography of the lunar surface.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to H. Mizutani for his continuous support and encouragement for the LIC project as the leading scientist of the LUNAR-A mission. If it were not for his unflagging enthusiasm and philosophical advice, the task of the LIC team would have been much more difficult. The author also thanks S. Tanaka of ISAS for their strong support and valuable comments, and management of T. Nakajima, H. Saito, K. Higuchi, and A. Ishida for managing the international collaboration with CNES for the instrument manufactured by NEC Toshiba Space Systems (NTSpace). J. Ishida and technical staffs at the NTSpace are greatly acknowledged for their dedicated work during the manufacture of the instrument and the ground tests. Finally, we would like to express our thanks to all the members of the former Comparative Planetology group of ISAS for their assistance and cooperation for the LIC project.

REFERENCES

- Baldwin, R. B.: The measure of the moon, Univ. Chicago Press, Chicago, 488p, 1963.
- Chabot, N. L., G. V. Hoppa and R. G. Strom: Analysis of lunar lineaments; far side and polar mapping, *Icarus*, **147**, 301-308, 2000.
- Freed, A. M., H. J. Melosh and S. C. Solomon: Tectonics of mascon loading: resolution of the strike-slip faulting paradox, *J. Geophys. Res.*, **106**, 20603-20620, 2001.
- Golombek, M. P.: Structural analysis of lunar grabens and the shallow crustal structure of the Moon, *J. Geophys. Res.*, **84**, 4657-4666, 1979.
- Hapke, B.: Bidirectional reflectance spectroscopy: 1. theory, *J. Geophys. Res.*, **86**, B4, 3039-3054, 1981.
- Hapke, B.: Bidirectional reflectance spectroscopy: 3. correction for macroscopic roughness, *Icarus*, **59**, 41-59, 1984.
- Hapke, B. and E. Wells: Bidirectional reflectance spectroscopy: 2. experiments and observations, *J. Geophys. Res.*, **86**, B4, 3055-3060, 1981.
- Head, J. W.: Morphology and structure of the Taurus-Littrow highlands (Apollo 17): evidence for their origin and evolution, *The Moon*, **9**, 355-393, 1974.
- Helfenstein, P. and J. Vevecka: Photometric properties of lunar terrains derived from Hapke's equation, *Icarus*, **72**, 342-357, 1987.
- Horz, F., R. Grieve, G. Heiken, P. Spudis and A. Binder: Lunar surface processes, in *Lunar sourcebook*, edited by G. H. Heiken, D. T. Vaniman and B. M. French, Cambridge Univ. Press, New York, 1991, 61-120.
- Howard, K. A. and W. R. Muehlberger: Lunar thrust faults in the Taurus-Littrow region, *NASA Spec. Publ.*, **330**, 31-22 to 31-21, 1973.
- Kirk, R. L. and D. A. Steverson: The Taurus-Littrow region, *J. Geophys. Res.*, **84**, 4667-4686, 1979.
- Kreslavsky, M. A., Y. G. Izrael, and V. I. Moroz: The Taurus-Littrow region, *J. Geophys. Res.*, **84**, 4687-4696, 1979.
- Lucchitta, B. K.: Mare rilles, *J. Geophys. Res.*, **84**, 4697-4706, 1979.

<ACKNOWLEDGMENTS>

まとめ／結論の後に記述する

<REFERENCES>

論文の最後にまとめて書き、番号のないセクションとする。
記載方法は

1. 雑誌・レポートの場合
著者名, 標題, 誌名, 巻(号), 発行年, ページ
2. 書籍の中の論文の場合
著者名, 標題, in 書名, 編集者名(ed/eds), 出版者, 発行年, ページ, (巻)
3. 書籍の場合
著者名, 書名, 出版者, 発行年, 巻(号)

- Supervisory Control*, The MIT Press, 1992.
- [Sheridan-93] T.B. Sheridan, "Space Teleoperation Through Time Delay: Review and Prognosis", *IEEE Trans. on Robotics and Automation*, Vol. 9, No. 5, October 1993.
- [Skaar-94] S.B. Skaar and C.F. Ruoff, Editors, *Teleoperation and Robotics in Space*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1994.
- [Stevenson-82] W.D. Stevenson, *Elements of Power System Analysis*, McGraw-Hill, 1982.
- [Tarn-97] T. Tarn and K. Brady, "A Framework for the Control of Time-Delayed Telerobotic Systems", *5th IFAC Symposium on Robot Control*, SYROCO'97, Nantes, France, 1997.
- [Tsumaki-96] Y. Tsumaki, Y. Hoshi, H. Naruse and M. Uchiyama, "Virtual Reality Based Teleoperation which Tolerates Geometrical Modeling Errors", *Proc. Int. Conference on Intelligent Robotics Systems*, IROS, 1996.
- [Tsumaki-96b] Y. Tsumaki and M. Uchiyama, "predictive Display of Virtual Beam for Space Teleoperation", *Proc. Int. Conference on Intelligent Robotics Systems*, IROS, 1996.
- [Wakabayashi-97] S. Wakabayashi and K. Matsumoto, "Flight Calibration Experiment at MFD Ground Commanding", *International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space*, i-SAIRAS'97, July, 1997.
- [Yokokohji-94] Y. Yokokohji and T. Yoshikawa, "Bilateral Control of Master-Slave Manipulators for Ideal Kinesthetic Coupling -Formulation and Experiment", *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 10, No. 5, October 1994.
- [Yoshikawa-96] T. Yoshikawa and J. Ueda, "Analysis and Control of Master-Slave Systems with Time Delay", *Proc. Int. Conference on Intelligent Robotics Systems*, IROS, 1996.

Appendix A

This appendix presents the application of the data flow diagram for time delayed teleoperation (DFT-TDT) to some of the proposals described in sections 3 and 4. For details of the DFT-TDT, please refer to section 5.

Bilateral control with time delay based in passivity

[Anderson-89]

Generalized matrixes of master and slave:

$$V_m = [x_m'] \quad V_s = [x_s' \ f_s'] \quad (7)$$

Processing blocks:

$$A = \begin{aligned} x_m' &= x_m' \\ f_m &= f_{sr} + n^2(x_m' - x_{sr}') \end{aligned} \quad (8)$$

$$B = \begin{aligned} x_{sr}' &= x_{sr}' + \frac{1}{n^2}(f_{sr} - f_s) - \alpha f_s \end{aligned} \quad (9)$$

$$C = \begin{aligned} x_s' &= x_{sr}' + \frac{1}{n^2}(f_{sr} - f_s) \end{aligned} \quad (10)$$

$$D = \begin{aligned} f_{sm} &= f_{sr} + n^2(x_m' - x_{sr}') \end{aligned} \quad (11)$$

$$E = \begin{aligned} V_{sr} &= V_{sm} \end{aligned} \quad (12)$$

Notes:

- The slave position is controlled with PD.
- α is a compliance factor
- n is a scale factor between forces and velocities
- f_s in the proposal is not the force sensed by the force/torque sensor on the slave, but the force/torque command to the actuators.

Bilateral control for ideal kinesthetic coupling

[Yoshikawa-96]

Generalized matrixes of master and slave:

$$V_m = [x_m' \ f_m'] \quad V_s = [x_s' \ f_s'] \quad (13)$$

Processing blocks:

$$A = \begin{aligned} V_m &= \text{LPF}(V_m) \end{aligned} \quad (14)$$

$$B = \begin{aligned} x_{sr}' &= x_{sr}' \\ f_{sr} &= k_f f_s + f_{sr} \end{aligned} \quad (15)$$

$$C = \begin{aligned} V_s &= \text{LPF}(V_s) \end{aligned} \quad (16)$$

$$D = \begin{aligned} x_{sm}' &= x_{sr}' \\ f_{sm} &= k_f f_m + f_{sr} \end{aligned} \quad (17)$$

$$E = \begin{aligned} V_{sr} &= V_{sm} \end{aligned} \quad (18)$$

Notes:

<ACKNOWLEDGMENTS>
まとめ／結論の後に記述する

- k_f is a force reflection factor.
- LPF: Low Pass Filter.

Bilateral control with telemonitoring [Lee-93]

Generalized matrixes of master and slave:

there is
their dy-