宇宙データベースの調査

武田 直道*¹, 仲本 秀四郎*², 山口 三郎*²

Surveys for database of space experiments

TAKEDA Naomichi, NAKAMOTO Hideshiro, YAMAGUCHI Saburo

〔著者抄録〕 宇宙環境利用データベースの設計資料とするため、情報源や現行サービス中の関連データベースおよび対象となる情報について調査を行った。引用解析によれば、情報源は集中し、寿命も比較的短い。市販データベースの調査では Aerospace Database が文献情報のほとんどを網羅し、日本語データベースでは JICST ファイルがよく拾っていることを明らかにした。対象情報の解析によって、規模・成長数を推定し、計画データベースはファイル数が多くサイズの小さいものとなり、データの容量より構造に焦点が絞られると結論した。データベースの設計に当たっての情報調査の手法を紹介したもので、このほかアンケートによって利用者の意識および要求の傾向が把握され、システムの規模、機能を想定することができる。

〔著者付与キーワード〕 宇宙環境利用、データベース、設計、情報源、引用解析、Aerospace Database、JICST ファイル、データ構造

〔Author Abstract〕 For obtaining the basic material to design database of space experiments, Japan Space Utilization Promotion Center has investigated the information sources, the current database services and requirements of users in space science. According to the citation analysis the existing information sources are centralized, and their lifetime is considerably short. The survey on commercial databases show that Aerospace Database covers almost all of the document information, and JICST File as Japanese-text database has relatively wide coverage. The scope and growth of the conventional database services were estimated. It is concluded that the possible future database will not grow to large scale but have multi-files. Also an attention should be paid to complex data structure instead of data volumes. The report is intended to introduce survey methods for database building.

〔Keywords by Author〕 database, space experiments, information sources, references scattering, liveness, citation analysis, data structure, database design

* 1 宇宙開発事業団 (〒105 港区浜松町2-4-1) Tel. 03(436)1779

* 2 宇宙環境利用推進センター (〒162 新宿区西早稲田2-21-16) Tel. 03(5273)2441

* 1 National Space Development Agency of Japan (4-2, Hamamatsucho 2-chome, Minato-ku, 105)

* 2 Japan Space Utilization Promotion Center (21-26, Nishi-waseda 2-chome, Shinjuku-ku, 162)

1. はじめに

データベースの設計に当たっては、対象とする情報の内容を把握することはもちろん、規模・挙動を定量的に把握することが大きな課題である。すなわち、データベースが対象とする情報の数と大きさ・成長性は、設計での基礎的なデータとして、重要な要素となっている。通常の電算機システムでは、記憶装置の容量が大きく、検索処理の技術水準が高いから、高速大容量にしておきさえすれば支障がなく、設計データが十分でないまま、ハードウェアの設計にかかることもある。しかし、入力設計では、これらの値が仕事量、必要人員、予算の積算に欠かせない重要なデータで、特に、入力作業は専門的マンパワーを極度に必要とする領域であるので、人件費が上昇しつつある状況では、確実に推算しておく必要がある。

本調査は、このような認識に基づき、宇宙開発事業団が検討を進めている宇宙環境利用のための宇宙実験データベースを対象に、その概念の決定に必要な基礎情報を得ることを目的に実施したものであり、対象とする情報の特性調査および需要調査を主眼とした。

この報告では、その調査の一部を紹介し、データベース設計における調査手法への参考に供することを期待した。

この調査は大別して、(1)現行データベースの調査、(2)対象情報の調査、(3)ユーザの調査、の三つのアプローチからなっている。

主たる目的が(2)の把握であり、情報の選択、出力の内容を決めるのが(3)であるとすれば、(1)は作成データベースの環境を究めることにあった。対象の大部分が未発生の情報であるため、(2)は実験計画に基づくとして、まだ発生していない情報の量・流通の様子は(1)からの類推による手段しかない。ここでは、(1)と(2)について紹介し、(3)は他の機会に譲ることとしたい。

調査方法としては、引用統計と、市販データベースへの検索を利用し、それぞれに得られたデータを比較検討するとともに、サービス状況も調べ、

勘案して、解析することにした。すなわち、引用統計によって、発行誌の重要性を判定することとし、まず、宇宙関係で最も情報数の多いとみられる“*Astrophysical Journal*”の引用を調べ、そのBradford曲線を描いて、core journalsを定めた。さらに、そのcore journalsの引用を調べ、同様にBradford曲線を描いて、それぞれのcore journalsを定め、このことから、この分野で重要な役割を果たしている情報源が明らかになるので、データベース作成および情報サービスの対象となるスキミング誌リストを作成することができた。

また、1984年と85年に発表された論文中、「microgravity」の語を標題中に含む論文を計数し、各誌ごとに数を当たって、微小重力の論文数を算出した。

さらに、JOISおよび各市販データベースについて、microgravity関連語をキーワードにして、最近数年の各データベースでの入力数を調べ、比較検討の結果、宇宙開発関係の情報の特徴を把握した。

2. 引用解析

2.1 情報源の種類

引用情報源のリストを眺めれば、その大部分が雑誌論文であることは一目瞭然である(表1)。雑誌論文の引用が雑誌論文であるのは当然の結果とも言えるが、多くの科学技術でも同様な特性を示し、全体に占める大きさが分野ごとに異なっているに過ぎない。引用源がわかっている部分だけを計数しても、シンポジウム、非刊行物・私信、プリプリントは極めて少ない数である。

2.2 分布特性

(1) 各誌の引用データ

Astrophysical Journal, *Astronomy and Astrophysics*, *Astronomical Journal*, *Astrophys. Space Science*, *Journal of Spacecraft and Rockets*, *Acta Astronautica* の各誌の論文が引

表 1 情報源の種類

1) Astrophysical J.			
会議録	2.28 %	私信	1.24 %
非刊行物	1.35 %	プリプリント	0.95 %
2) Astronomy and Astrophysics			
会議録	2.26 %	私信	0.83 %
非刊行物	0.92 %	プリプリント	0.74 %
3) Astronomical J.			
会議録	1.58 %	私信	1.15 %
非刊行物	0.92 %	プリプリント	1.10 %

用した雑誌を統計したところ、自己引用を除くと、ほぼ一致した傾向を示した。

各リストにおけるランクをみると、各誌の貢献度は安定しているといつて差支えない。このことは、情報収集にあたっての情報源選定に勇気を与えるものである。限られた予算で情報の購入にあたっている資料担当者に、効果／コストの根拠を確実にする便宜がある。

(2) Bradford 曲線

各引用データによって得られた Bradford 曲線を、図 1 に示す。従来の引用解析で得られた傾向からいうと、この曲線群は非常に異様である。通常の Bradford 曲線が示す core 部分のたるみがなく、第 1 位の情報源からほとんど直線性をもっている。Astronomy and Astrophysics のごときは、逆特性を示しており、集中した情報源がこの分野の特性であること、突出した core 情報源というべき雑誌のないことを示している。10 誌ほどで貢献情報量の 50～70 % を供給していること、利用のほぼ 90 % の情報を 100 誌程度で供給していることから、非常に集約的な収集戦略が可能であり、市販情報の収集を重点的に行いうると結論できる。

(3) 周辺情報

Astrophysical Journal 1984 が、43,779 件の引

用について、2,441 の情報源を持っていることは、多くの情報源を引用していて、裾野が広いということになる。すなわち、全引用数の 10 % 以下を、2,300 にのぼる引用の低い情報源でカバーしており、集中性と矛盾したような特性である。いうなれば、非常にゆるい裾野と高く狭い頂上部分という形容になり、巨大科学の特徴ともいえる関係分野の広さが、宇宙科学でも呈示されているわけである。つまり、幅広い分野の情報を参照しているが、majority が必要としている重要情報は極めて少ない情報源に集中している。実際的にいえば、この droop の部分は費用の割に貢献の少ない部分であり、経済性からいって、他のデータベースの利用に頼るべき情報源ということができる。

2.3 情報の寿命

代表的情報源である主要雑誌の半減期を表 2 に示す。情報源の寿命は、情報源に掲載されている論文の寿命の平均で、どのくらいの古い論文を引用しているかを示し、逆にこの大小は、古い情報の評価基準を示すことにもなる。

表 2 にみるように、1.5～4 年位の値を示しており、10～20 年の半減期を持つ他の雑誌に比べて、極めて短い。これはこの分野の進歩が非常に早いことを意味しており、情報が急速に古くなってい

図 1

表 2 情報の寿命

Astrophysical Journal	4.23 年
Monthly Notice of the Royal Astronomical Soc.	2.56
Astronomy and Astrophysics,	1.93
Astrophysical J. Supplement Series	3.66
Astronomical Journal	2.20
IAU symp.	1.46

く原子力分野と同様の特性を示している。

データベースの運用からいうと、常時アクセスするワーキングファイルの遡及年数をそう大きくとる必要はなく、古い情報はバッチ処理するとして、その境界の年数を想定しうる。

3. 微小重力関係論文の調査

範囲を狭め、関心の宇宙実験の特徴である微小重力関係論文の調査を行った。現在利用されている S.C.I.および IAA, STAR の各文献ファイルについて、結果をまとめると次のとおりである。

(1) S.C.I.において、表題中に microgravity という語をもつ論文の著者を抽出し、その索引により調べたところ、Science Citation Index が収録している 625,432 件の文献中、表題に microgravity という語を持つ文献は、1984 年に 26, 1985 年に 54 で合計 80, 掲載誌は 32 である。S.C.I.の収録誌には宇宙実験関係が少なく、科学技術の中で地歩を占める量になっていない。

(2) IAA (International Aerospace Abstracts) と STAR (NASA, Scientific and Technical Aerospace Reports) の両文献ファイルからできている Aerospace Database では、収録対象誌は 858 誌で、ロシア文献をよく拾っている。

(3) STAR がレポート、特許、学位論文を含んでいるに対し、IAA は定期刊行物、図書、会議録、翻訳物などを収録している。S.C.I.で行った範囲を広げ、主題として、微小重力または無重力を扱っている文献を抽出したところ、1984 年で 111 件、IAA が主題として微小重力または無重力を扱っている文献は 1984 年に 107 で、うち、36 件が会議録、71 件が雑誌文献である。

(4) microgravity applications, reduced gravity, weightlessness simulation の四つのキーワードで検索し、概数を求めた。1977~1986 (10 年間) にわたる IAA の微小重力関係文献は年間 67~152, STAR は 67~241, 計 134~368 であり、総計は 1,074 (IAA), 1,158 (STAR) で、結局 2,232 となった。レポートが約 50 % を占めている。

Aerospace Database で 2,111 件とした Battelle Columbus 研究所の調査 (昭和 61 年度) とも符合した結果になっている。

4. データベース収録性調査

次いで、現在、日本で利用可能なデータベースについて、その収録性を調べてみた。このデータベースシステムが指向している宇宙実験に関して、現行のデータベースサービスに供されている文献データベースが、どの程度収録しているかは、ファクトデータベースを作成するにしても、非常に関心のあるところである。

4.1 JICST データベースの収録性

(1) キーワード「無重量」を持つ文献数
「無重量」で検索したところ表 3 の結果となった。

年率で見ると極めて高い成長率を示している。これらの数は、その年の国際会議の開催などで大きく変動するが、大筋はこのくらいとみて差支えない。最後の期間は、時間おくれなどで、未入力の分があるから参考までに眺めれば結構である。

(2) キーワード「宇宙環境」を持つ文献数
同じ期間のファイルでキーワード「宇宙環境」でサーチすると 820 件となる。内容を詳しく検討したうえで評価しなければならないが、数の上で、JICST はよく拾っていると言えるであろう。

(3) キーワード「材料試験」を持つ文献数
キーワード「材料試験」をもつ文献は 25,101 件あり、そのうち、

「無重量」を併せ持つ文献 125 件

「宇宙環境」を併せ持つ文献 183 件

「無重量」・「宇宙環境」を併せ持つ文献 120 件

「無重量」とインデクシングされた文献の大部分が「宇宙環境」を共にしており、しかし、その逆は必ずしもそうではない結果となって、概念の包括関係を示している。「宇宙環境*材料試験」の「計画」にかかわるもの 5 件である。

「培養」に関する文献は JOIS ファイルの同期間

に 11,403 件収められているが、そのうち、「宇宙環境」を併せ持つ文献は 2 件と、極めて少ない。また、「航空宇宙医学」文献 127 件のうち、「宇宙環境」を併せ持つ文献は 31 件であった。このほか、キーワード「宇宙通信」、「バイオテクノロジー」、「宇宙ステーション」などで収録数も調べ、検討を加えた。

4. 2 他のデータベースの収録性

DIALOG が提供している各データベースについて過去 10 年分の調査を試みた(表 4)。対象ファイルは、BIOSIS (生命科学, 500 万件, 1969～), CA SEARCH (化学全般, 736 万件, 1967～), NTIS (科学技術全般, 116 万件, 1964～), COMPENDEX (工学全般, 148 万件, 1970～),

INSPEC (物理学・電気工学・電子工学・コンピュータ, 284 万件, 1969～), METADEX (金属・冶金・合金, 621 万件, 1966～)である。

調査式は、(MICRO OR LOW OR ZERO OR REDUCED) (2N) GRAVIT? OR WEIGHT-LESS

LOW GRAVITY といった異概念が混入するなどのノイズがあったが、おおむね概況をつかみ得たと思われる。検索結果をみると、表 4 のとおりで、やはり INSPEC がよく収録していると言えるし、NTIS は地の利が良いのであろう。METADEX の少ないのはこれからの状況を示しているともいえる。

各データベースには、収録にかなり重複があるとみられるから、合計を文献量とみなすことはで

表 3 JICSTファイル「無重量」文献推移

期間	総件数	「無重量」	年率
1975 年 4 月～1981 年 3 月 (2,196,423 件)		276 件	46/年
1981 年 4 月～1984 年 3 月 (1,331,292 件)		261 件	87/年
1984 年 4 月～1987 年 5 月 (1,574,585 件)		534 件	170/年
1987 年 6 月～1988 年 1 月		195 件	334/年

表 4 市販データベース検索結果

	1977～1986	1967～1976
BIOSIS	761 件	341 件
CA SEARCH	961 件	
NTIS	850 件	1003 件
COMPENDEX	635 件	253 件
INSPEC	1227 件	243 件
METADEX	222 件	45 件

きない。合計 4,656 件から 3,500 件程度とみて、他の調査とも合っている。この 10 年の推移を調べたところ、JOIS と同様、年ごとに変動して、単調な傾向を示していなかった。

5. 対象情報の解析

さらに、情報源の挙動や収録の状況など情報分野での解析手法だけでなく、データベースが対象とする情報量の推定作業を行った。実験計画からの計算、生産される報告での情報量の試算がその内容である。

5.1 実験計画および実験結果

①落下塔・航空機・小型ロケット等による予備実験計画と、②長期間の宇宙滞在による宇宙実験計画とが対象であり、実験手段の違いはあるが、データベースとしては同じ扱いをして差支えないものとみられる。この実験結果である、③予備実験結果、④宇宙実験結果も、計画と同じく考えられるが、情報源が乏しいので収集に困難を覚えるものと予想されている。

第 1 次材料実験計画 (FMPT) における材料系・ライフ系を比較すると、ライフ系は材料系の 2 倍以上の情報量となっており、1 件あたりの情報量は、文字・数値で 35 Kb、イメージで 7 枚が得られる。宇宙実験結果・予備実験結果については、小型ロケットによる実験結果を調査対象とし、実験計画情報に結果解析にかかる情報量を加えて、情報量は 1 件当たり、文字・数値で 66 Kb、イメージで 39 枚と推定された。

過去の実績は総数 347 件と見積もられ、スペースシャトルによる今後のスペースラブ 2、3 での実験件数は、平均 70 件／1 フライトと推定するのが妥当である。また、シャトルに設置した MPES (Mission Peculiar Equipment Support Structure) での宇宙材料実験は 4 件／1 フライトとみられる。小型ロケットは実績からみて 8 件／1 フライトとみられる。

かくて、今後の実験計画については、フライト

計画に上記 1 フライト当たりの件数を乗じ、1993 年までの累計として、

文字・数値 (Kb) : 21,700 イメージ (枚) : 4,196 が得られた。

また、実験結果については、フライト 2 年後に得られると仮定して、95 年までの累計

文字・数値 (Kb) : 63,822 イメージ (枚) : 37,713 という数字である。

5.2 試料情報

①～④に供された⑤実験試料情報は、記述が極端に少なく、1 件当たり 5 Kb、2 枚とみなされる。スペースラブ 1 フライトあたりの実験 70 件すべてに試料情報を含むとみるのは見積過多かも知れないが、安全側にみておくと、93 年までの累計で、

文字・数値 (Kb) : 4,545 イメージ (枚) : 1,818 が得られた。

5.3 装置仕様情報

⑥装置仕様の情報源としては、NASA 資料、NASDA 委託業務報告書が予定される外対象は限られており、利用に耐えるレベルまで内容を整えるには、かなりの努力が必要とされた。NASA MSFC (Microgravity Science and Application - Apparatus and Facilities) 冊子、NASA 冊子改訂原稿、NASDA 冊子 1985 等から代表的装置の情報量として、1 装置当たり、

文字・数値 : 7 (Kb) イメージ : 5 (枚) のように推定された。

既開発装置として (a) 小型ロケットおよびスペースシャトル用がそれぞれ 129 個、(b) スペースシャトル、宇宙ステーション用として計画中開発中の装置が 202 個とみて、

文字・数値 $7\text{Kb} \times (129 \times 2 + 202) = 3,220\text{Kb}$
イメージ $5\text{枚} \times (129 \times 2 + 202) = 2,300\text{枚}$ となった。

5.4 材料情報

実験装置等に使用可能な⑦材料情報について

は、上記のような推定が妥当かどうかの議論がなされた。すなわち、宇宙開発における材料の主眼は、清浄度、おくれ破壊の恐れのないもの、耐応力腐食等の特性のほか、(a) Outgas 特性、(b) Flamability 特性、(c) 耐放射線性、(d) 耐原子酸素等の特性に重点が置かれるものとみられるが、研究開発に重要な背景となる全般の材料情報を意識すれば、非常に大きな数となり、対象情報の解析から、積算するわけにはいかない。

通常、作成されている材料データベースから言えば、この情報量の見積は別途考慮するのが妥当であろう。量が大きくなって、予算・人員の点で踏み込む内容には困難が伴う。すなわち、宇宙関係資料からのみでは、需要に応え切れないとみられることから、他の分野・機関で進められている材料データベースを勘案して計画するのが妥当と考えられた。

6. む す び

調査はこのほか、利用者に対するアンケート調査を行い、その需要を調べたが、その内容は他の機会に紹介するとして、以上の調査で判明したこと、その結果にもとづく示唆は多々ある。めばしいところを拾っても、

- (1) 宇宙関係主要雑誌に掲載された文献の引用統計をとると、雑誌、レポート、図書以外の刊行物(会議録、非刊行物、私信、プリプリントなど)は5%程度と低く、非市販刊行物をそれほど参照してないことになるが、論文執筆のかぎられた傾向とも考えられる。
- (2) 文献情報では、雑誌10誌ほどで宇宙に関する重要な文献情報の50~70%を供給し、100誌でほぼ90%をカバーしている。この結果は、情報収集に当たって、情報源の選定に困難の少ないこと、収集コストが低減できることを意味している。
- (3) 文献情報利用の半減期は1.5~4年の間にあって、比較的短い。原子力と同様、文献情報の古くなり方が早く、文献以外の情報はもっと短い。

(4) Aerospace Database の収録誌は858誌で、ロシア文献をよく拾っている。文献情報については、Aerospace Database の導入でほとんどの用に立つことが示された。

(5) IAAにおける微小重力関係文献の1977~1986年の10年間にわたる推移は、年間67~152であり、STAR (NASA, Scientific and Technical Information Branch) は67~241、計134~368、総計1,074 (IAA)、1,158 (STAR) で、結局2,232となり、レポートが約50%を占めている。

(6) JICST データベースで、キーワード「無重量」のインデクシングされている文献は1984年以降729件を数え、日本語データベースとしてはJICST ファイルが、この分野をよく拾っていることを認識した。

(7) 関係する科学技術情報データベースのBIOSIS (ライフサイエンス)、CA SEARCH (化学)、NTIS (科学技術)、COMPENDEX (工学)、INSPEC (物理・電気・電子・電算機)、METADEX (金属) の過去10年分約1,800万件に対し、対象文献をサーチすると3,500~4,656となって、もちろん重複がありうるが、Battelle Columbusなどの値と照合して、だいたい合っている。

(8) 対象情報の調査からわかったことは、作成予定のデータベースはファイルの数が多く、サイズが大きくなることはなくて、データの容量よりデータ構造に焦点が絞られるであろうということである。

これらの結果を踏まえて、対象情報ごとに、作成するデータベースの内容・形式について多様な選択を答申した。あるものは情報解析データベースに、あるものは全文データベースに、また、ファクトデータベースや索引ファイルの作成を提案し、適当する主題および情報をとりまとめた。いずれも大きなファイルになることはないと思われる、新しいメディアと技術の応用によって、意欲的なデータベースが期待されるが、慎重な進め方とテストの実施を委員会から勧告されている。