

JAERI-M  
94-012

ラジオアイソトープ製造データベース  
ISOPの構造と使用法

1994年2月

畑 健太郎・照沼久寿男

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し込みください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費領布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokaimura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1994

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 ニッセイエプロ株式会社

ラジオアイソトープ製造データベース ISOP の構造と使用法

日本原子力研究所東海研究所アイソトープ部

畑 健太郎・照沼久寿男

(1994年1月18日受理)

日本原子力研究所アイソトープ部においてこれまでに開発されてきたラジオアイソトープ(RI)の製造に関する情報を集大成することを目的としてRI製造データベースの開発を企画した。先ず現存する情報の種類と形態について整理したあと、ありうべきRIデータベースの構造を検討し、それを実現するためのプロトタイプデータベース ISOP を作成した。本報では、RIデータベースについて検討した事項およびそれに基づいて構築されたプロトタイプデータベース ISOP の構造と使用法について報告する。

Structure and Manual of  
Radioisotope-production Data Base, ISOP

Kentaro HATA and Kusuo TERUNUMA

Department of Radioisotopes  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 18, 1994)

We planned on collecting the information of radioisotope production which was obtained from research works and tasks at the Department of Radioisotopes in JAERI, and constructed a proto-type data base ISOP after discussion of the kinds and properties of the information available for radioisotope production. In this report the structure and the manual of ISOP are described.

Keywords: Radioisotope-production, Data Base

## 目 次

1. まえがき .....	1
2. データベースの対象情報 .....	3
3. データベース ISOP の構造 .....	7
3.1 ISOP の対象情報 .....	7
3.2 ISOP の基本構造 .....	7
3.3 ISOP のファイル構造 .....	9
3.4 ISOP で使用するソフトウェア .....	10
3.5 ISOP で使用するハードウェア .....	11
4. データベース ISOP の使用方法 .....	12
4.1 データベースをスタートさせる .....	12
4.2 データベースを終了する .....	12
4.3 製造法に関する情報を検索する .....	12
4.4 核データを検索する .....	16
4.5 数値計算をする .....	17
4.6 文献を検索する .....	21
5. あとがき .....	23
文 献 .....	24

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Information as Object of Data Base .....	3
3. Structure of Data Base, ISOP .....	7
3.1 Information on ISOP .....	7
3.2 Structure of ISOP .....	7
3.3 Files used in ISOP .....	9
3.4 Softwares used in ISOP .....	10
3.5 Hardwares used in ISOP .....	11
4. How to Use Data Base, ISOP.....	12
4.1 Starting ISOP .....	12
4.2 Terminating ISOP .....	12
4.3 Retrieving Information of Production Method .....	12
4.4 Retrieving Nuclear Data .....	16
4.5 Numerical Calculation .....	17
4.6 Retrieving References .....	21
5. Conclusion .....	23
References .....	24

## 1. まえがき

日本原子力研究所でのラジオアイソトープ（以後「RI」と略す）の製造・頒布および製造技術の開発はアイソトープ部を中心として30有余年にわたり行われてきた。その間に多様な製造技術が研究開発され、製造現場で実用に供されてきた。これらのRI製造技術の多くは原子炉内中性子を利用するものであったが、近年医学やバイオテクノロジー分野でのRIの利用技術が発達すると共に中性子反応では得られない核種に対する需要が急激に増えてきた。アイソトープ部ではこのような需要に答えるために、東海研究所の20MVタンデム加速器からの高速荷電粒子を用いて幾つかの核種について製造研究と試験的な頒布が行われてきた。最近、高崎研究所にサイクロトロンが設置され、RI製造用の照射施設も完成したのを機会に今までに無い広範囲の核種を製造の対象とすることになった。このような転換期に当たってこれまでに蓄積されてきた技術情報を集大成し、それを次世代へ継承すると共に新たな製造技術の展開の礎とする計画が提案された。現実の技術情報は文字、図面、写真、動画、コンピュータの記憶装置などの媒体で提供されている。このような様々な形態の資料から任意の情報を迅速に引き出すためにはこれらを一括して保存し検索できる体系が必要になる。そのためにコンピュータ上のデータベースを利用することが考えられた。コンピュータ本体とその利用技術の発展によって多様な形態の情報資料を同一のデータベース上に保存できるようになったこともこの計画の推進剤になった。

ここで考えているデータベース（以後「RIデータベース」とする）は日本原子力研究所で開発されてきたRI製造技術という限定された分野の情報を対象としている。例えば国際原子力機関(IAEA)が中心となって構築されたInternational Nuclear Information System(INIS)のように多数の専門家の作業で160万件にもものほる文献をデータベースの中に格納し、作り上げられたものとはその規模だけでなく目的および構造が異なる。RIデータベースのユーザーはそのほとんどがRI製造技術および周辺分野の専門家に限定されるであろう。対象となる情報は、RIの製造マニュアル、RI製品の検査マニュアル、施設や装置の図面、法令に基づく許認可の手続き法、核データ、計算コードなどその種類、形態が多様であると共に高度に専門化されたものになる。そのためにデータを持ち寄り入力する作業もかなりの部分はRI製造関係の専門家の手にゆだねられる。すなわちユーザーがシステムの作成、管理に携わる形になるであろう。このような意味から一連の作業は可能な限り簡素化し、ユーザーインターフェースに十分気を配ったシステム設計を心掛けることが必要であろう。

機能においてはデータベース本来の情報検索機能と平行して問題解決のための手段が用意される。例えばRIの核反応生成量を計算するコードをデータベースから呼び出して必要な計算をすることができる。またこの計算結果とデータベース内の情報を組み合わせて問題解決の資料を作成できる。

過去に得られた情報だけを対象にしたデータベースの場合はそれに適合したシステムを初めからきっちりと作成することができる。しかしRIデータベースの場合は将来に渡ってアップデートに情報が追加されていくことを想定しているため、その間に当然情報の質の変化が起こることが考えられる。したがってデータ収納方式からシステム管理方式まで全体として柔軟性のある構造が望ましい。

ISOP (ISOTOPE PRODUCTIONの略)はプロトタイプRIデータベースとして開発した。その目的は次の通りである。

- 1) システムを設計、試作し、作動テストを行う。

- 2) 作動テストをするのに必要十分なデータを作成する。
- 3) 初期テストを終了した後はそのまま情報の収集を継続する。
- 4) ユーザーに公開して使用経験を積み、システムの改善を諮る。

データベース管理方式は将来のシステムの発展に伴ってソフトウェア、ハードウェア両面に渡って大幅に改訂される可能性はある。しかしISOPで作られたデータはシステムがどのようなふうにも必要最小限の加工だけで継続して使用できるように今から配慮しておく必要がある。このような視点を含めて様々な試行錯誤を繰り返しながらシステムを改良していくことがISOPの主要な使命となろう。

本報では、RIデータベースについて検討した結果、およびそれに基づいて試作されたプロトタイプRIデータベースISOPの構造と使用方法について報告する。第1章のまえがきに続いて第2章ではこれまでに蓄積されてきたRI製造に関する情報の種類と形態について整理する。第3章ではデータベースの有効性を確認するために試験的に作られたISOPの構造について説明し、第4章でISOPの使用方法を説明する。最終章でまとめと今後の展開について述べる。



## 2. データベースの対象情報

RIの全製造工程に渡って様々な種類と形態の情報が存在するが、そのすべてがコンピュータ支援データベースに掲載可能であるとは限らない。主として文字データや図形データに変換できるもの、すでにコンピュータの記憶装置に収納されているものがデータベースに載せられる情報である。また音声やビデオデータはまだ整備されていないが、文字や図形では表現できない情報を提供することができるので近い将来有力な対象となるであろう。一方データベースの対象となりえないものには例えば個人が獲得した技術的経験で、肉体的な動作あるいは感覚に頼るしかない微妙な情報がある。これらはマンツーマンでしか伝達できない種類のものであるが技術の継承には欠かせない重要な情報である。

第1表にデータベースの対象になりうる情報を製造工程と関連させて示した。ここでは関連情報を製造現場に直結した製造情報、研究開発の成果としての研究開発情報、事務的な手続きに関する事務関連情報に分けた。次にこれらの情報について製造工程別に検討する。(なお情報の元になる具体的な資料名は、JAERI-memoなどの未公開資料を多数含んでいるので本報では出さず、データベースに掲載することにする)

### 1) RIの注文受付

すべてはユーザーからの注文で始まる。ここでRIの種類、形態、量、品質、納期などが決められ、ラジオアイソトープ注文書、ラジオアイソトープ頒布明細伝票などの注文伝票が作成される。これらを一括してデータベースに入れ、統計的な処理をほどこせば市場調査に関する貴重な情報が得られるであろう。

### 2) 担当官庁への手続き

注文されたRIを製造するに先立って放射線障害防止法等の法令に従った手続きが行われる。すなわち運輸省には輸送計画書と輸送容器に関する承認を求め、科学技術庁には障害防止法に基づく許可申請書類が提出される。これには密封、非密封線源の使用許可、および販売許可の手続きが含まれる。これらの資料は法令の改訂などで変更される可能性があるがその都度ひな型を保存しておく必要はあろう。

### 3) 照射条件の決定

製造すべきRIが決ると先ずそれを効率的に生成するための核反応の種類(入射粒子とそのエネルギー、およびターゲット核種)についての検討が行われる。この段階での関連情報は主として核反応断面積とRIの生成量を計算するコードおよび断面積データと核データを収納したデータファイルである。

核反応と核構造に関する研究成果もRI製造を土台からバックアップする情報として欠かせない。これまでにアイソトープ部を中心に行われてきた関連研究テーマは次のように類別できる。

#### 核反応機構に関する研究

複合核形成および崩壊機構

前平衡過程および直接反応機構

核分裂反応機構

#### 核構造に関する研究

## RIの崩壊特性

### 新RIの探索

RI製造の現場で長い間に蓄積されてきた経験的なデータも貴重な情報である。事務関連では照射施設に提出する照射申込書とカプセル検査成績書、および生産伝票がある。これらの資料を蓄積することによって照射施設での照射条件とRI生成量の相関を分析することができ、照射条件を決めるに当たって重要な情報になるであろう。

#### 4) 照射施設の決定

目的のRIを製造するための照射条件が決定したらそれに対応した性能と照射設備を持つ原子炉または加速器施設を選択することになる。これに関連した情報としては入射粒子のエネルギースペクトルと強度、照射設備の構造と使用法について該当施設より所内資料として公表されたものがある。また使用経験から得た知識とデータは有力な情報として欠かすことは出来ない。

#### 5) 製造施設の決定

RIの種類、放射線の種類および製造量に対応した設備を選択する。この段階に関連した情報には製造施設の構造と性能に関するものがある。遮蔽体の放射線遮蔽能力を予測するために遮蔽計算コードが開発されているが、実用的には定常的に使用している施設の経験的な遮蔽データが有効である。

#### 6) ターゲットの調製

ターゲットは決められた照射施設と照射条件に適合した物理的、化学的形態に調製され、カプセルに封入、密封される。定常的に生産されているRIの場合はマニュアルが用意されている。これは関連装置の構造を表わした図面や性能表と共に一括して保存することにより新たな技術開発に際して、また調査・研究用の資料として貴重な情報となるであろう。このことは以後の工程についても同様である。

ターゲットの調製法や照射中におけるターゲットの安定性に関する研究成果、およびこれまでに使用されてきた照射容器の構造と性能をまとめたものが論文や所内資料として公表されている。

#### 7) 照射

照射施設でターゲットを照射することになるが、実際の作業は原子炉の場合担当部門側に全面的に任される。加速器の場合は照射装置の設置と操作は使用者の責任で行われるのでこれらに関する研究開発は欠かせない。特に粉末やガス状のターゲットの場合は照射施設に適合した特殊な構造の照射装置が必要なので、この分野に関する研究はこれから増加していくであろう。未経験のターゲットや照射条件での照射試験は安全性を確認するために必要なばかりでなく、経験的なデータとして蓄積しておく必要がある。

線源として利用されるRI製品はその品質基準、特に比放射能や放射エネルギーが厳密に規定されており、これらをほとんど照射条件だけでコントロールしなければならない点で他のRI製品と異なる。その技術は原子炉の運転条件から照射施設や照射容器の構造、ターゲットの構造まで含んだ広範囲の知識と経験に支えられたものであり、貴重な情報として保存す

る必要がある。

#### 8) 分離精製

照射されたターゲットから目的のRIを分離し、精製する。これまでに約50種類のRI製品についての製法マニュアルと装置の構造、性能に関する所内資料がまとめられている。この分野でこれまでにアイソトープ部を中心に行われてきた研究テーマは基礎的なものから開発試験まで広範囲にわたっているが、次のように大きく分類できる。

##### 化学分離に関する研究

反応機構

分離法

##### 化学合成に関する研究

有機標識化合物の合成

無機標識化合物の合成

##### 製造工程に関する研究

試験製造

施設、装置の開発

周辺技術の開発

#### 9) 製品の品質検査

RI製品の品質を検査し、基準に達しないものは再調製する。品質検査は放射能測定から化学分析までの多様な項目について行われるので関連する情報も広範囲に渡る。この分野でこれまでにアイソトープ部を中心に行われてきた研究テーマは次のように類別できる。

##### 放射能測定に関する研究

絶対測定法

相対測定法

放射線検出器の開発

##### 分析に関する研究

化学分析法

機器分析法

検査結果を記述した検査伝票の内容は、照射条件や製造法が品質に及ぼす影響を調べるための有力なデータとして蓄積する必要がある。

#### 10) 製品の配分

品質検査に合格した製品は注文量に応じて小分けされる。事務手続きとして作成される配分伝票はこの工程に関する情報を提供する。

#### 11) 製品の出荷

RI製品をユーザーに届けるために製品の梱包、発送作業を行う。法令に基づいた運搬容

器が予め用意されており、RI製品の形態や量に応じて適切なものが選ばれる。これら運搬容器の構造と性能、および注文主への運搬に関わる諸手続きに関する資料は一括して保存されているので出荷作業に関する有用な情報となろう。

#### 1 2) 製品の貯蔵

RI製品を必要な期間貯蔵する。貯蔵施設の構造と性能、および品質の経時変化を抑えるための貯蔵環境に関する経験的なデータは貴重な情報である。

#### 1 3) 在庫管理記録の作成

大型計算機で稼働するRI製品在庫管理プログラムを使って貯蔵施設に入れられた製品の種類、量、品質、製造時期などのデータを入力し、それをもとに必要な伝票の作成と在庫品の確認が行われる。またこれらのデータは放射性核種の崩壊に伴う在庫量の減少を考慮しながら次の製造時期を判断するためにも使用される。ここで作成されたデータファイルはそれ自体がデータベースであるので、これにデータベース専用機を通信回線でつなぎ、統計的な処理を可能にすることができる。

#### 1 4) 放射性廃棄物処理

各製造工程の中で生ずる放射性廃棄物はその種類、形態、量に応じて保管され、必要に応じて化学的・物理的処理が施される。特に使用済み照射容器は高放射能の廃棄物として蓄積されてくるので廃棄物処理施設への定期的な運搬が欠かせない。このような状況下で放射性廃棄物の低減化が強く要請されている折りから安全性を重視しながらも効率的な処理技術へのより一層の改良は避けられない。そのためにも所内資料や作業報告書などから得られる情報を一括して保存し、今後の研究開発に役立てることが必要であろう。

#### 1 5) 安全管理

これは全工程に関わる重要な項目である。各施設、装置の定期的点検や修理、改善などの作業を必要とする。関連資料としては点検マニュアルおよび施設全体の図面、性能表がある。また放射線防護の関係では関係法令、各種許認可関係書類、所内安全規程、部内規程などがある。

### 3. データベースISOPの構造

データベース構築の第1段階としてデータベースISOPを開発した。ISOPの役割はプロトタイプとしてのシステムを試作し、基本的なデータを入力すること、システムを公開してユーザーの意見を聞きながらソフトウェア、ハードウェアの両面からその適否を評価し最適化していくことにある。

本章では序論で述べた構想に従って開発されたISOPの対象情報と構造を明らかにする。そしてそれを実現するためにシステムの作成に使用したソフトウェアとハードウェアについて述べる。

#### 3. 1 ISOPの対象情報

データベースの対象情報は前章で述べたように広範囲に渡るなのでそのすべてをプロトタイプデータベースとしてのISOPに載せることはできない。ISOPに載せるデータは基本的には製造技術に関する情報、数値計算コードおよび核データに限った。製造技術に関しては第1表に示した製造工程のうちターゲットの調製段階から製品の品質検査までを対象としている。これらは今までに公表されたレポートおよび所内資料をもとにして次節に述べるようなデータベース構造に適した形で収納されている。数値計算機能は当面はRI生成量と断面積を計算するコードを中心にし、関連するデータファイルと共に整備されている。

このようにISOPに載せられたデータはその性格上限られたものになっているが試用期間を経てデータベースに要求される機能が明確になってくればそれに応じてデータを充実していくことが出来るであろう。

#### 3. 2 ISOPの基本構造

ISOPの論理構造は基本的にはネットワーク型である。あるデータ項目に注目すると、そこに置かれた情報に関連した別のデータ項目があつて必要な時にそれを参照できるようにする。参照されたデータ項目はさらに別のものを参照するという風に必要な情報が得られるまで連鎖的に検索していく方式がISOPの基本的な構造である。このようなデータ項目間の移動を指定するためには、次の情報が格納されている論理的な位置を指示するリンク情報が必要である。リンク情報は本来の情報と共に関連したデータ項目に載せられる。各データ項目は1枚あるいは複数のカードに対応している。カードには文字、数値、図面などの異種データをそれぞれ単独に、あるいは混在して載せる。また数値計算コードを呼び出して実行させる機能を持たせる。

このようにネットワーク型の利点は様々な形態の情報を一元的に取り扱えることにあるが、他の方式、例えばリレーショナル型に比較して必ずしも効率的とはいえない。そのかわり柔軟な検索システムを構築できることがこの欠点を相殺するであろう。柔軟な検索システムでは、ある漠然とした情報を求めて関連するデータ項目をネットワークに沿って見ていく過程でユーザーが最終的に必要な情報を探し出す。具体的なデータを求めて直線的に検索していく場合には幾つかのデータ項目を通過するという効率の悪さはあるがこれも最近のハードウェアの高速性能がカバーして実用的には問題にならないであろう。

将来新たな形態のデータ、例えば動画、音声データなどをデータベースに載せる必要も出てくることが予想されるが、これもISOPではリンク情報一つでこれまでの情報と適切につながることができる。次に具体的にISOPの構造について説明する。

第1図にISOPのデータ項目間のネットワーク図を示した。各データ項目は枠で表示され、図中のキャプションに示したように枠の形でデータの種類を表している。線はネットワークの相互関係を表し、矢印は検索する方向を示す。最初のデータ項目は4個の索引メニュー、製造工程 (PRODUCTION PROCESS)、数値計算 (NUMERICAL CALCULATION)、核データ (NUCELAR DATA)、文献 (REFERENCES) から成っている。これらが検索ネットワークの中で最上位の情報となり、リンク情報を通して下位の情報につながっている。

製造工程メニューは、これまでにアイソトープ部で開発され製造されてきたRI製品のリストから成るメニュー (PRODUCT LIST) につながり、それらはさらに製造法の概要を記述したカード (SUMMARY OF PROCESS) につながっている。これらは製造工程に対応して照射マニュアル (IRRADIATION)、分離精製マニュアル (SEPARATION & PURIFICATION)、品質検査マニュアル (QUALITY CONTROL) にリンクされている。

照射マニュアルには、原子炉あるいは粒子加速器でターゲットを照射するために必要な情報 (主としてターゲットの照射容器、照射条件、断面積データ) が載せられている。ここからは照射容器データ (CAPSULE DATA) を参照できる。照射容器データには照射容器の平面図とその性能が記載されている。

分離精製マニュアルには、照射されたターゲットに物理的・化学的処理を行って目的の製品に加工する工程のマニュアルが記載されている。ここからは照射容器データ、装置施設データ (INSTRUMENT & FACILITY)、製品データ (PRODUCT DATA) を参照できる。装置施設データはこの工程で使用する装置や施設の図面およびその性能についての情報を提供する。製品データは実際の製造実績から得られたデータ、例えば製品の照射条件、製造条件、製造量、品質検査の結果などである。

品質検査マニュアルには、出来上がった製品の品質検査方法と関連情報が記載されている。ここからは装置施設データ、製品データを参照できる。

また各マニュアルは核崩壊特性データ (NUCLEAR DATA)、関連文献 (REFERENCES) を参照できる。核崩壊特性データは、データベースに載せられている製品核種についての半減期、放射線エネルギー、崩壊形式などから成る。関連文献はデータベースに入力した情報の出所を記載したものである。

数値計算メニューは、RI製造工程に関連した数値計算コードをデータベースから呼び出し、データベースで与えた入力データを基に必要な計算を行わせるためのものである。4個のメニュー：エネルギー損失計算 (ENERGY LOSS)、断面積計算 (CROSS SECTION)、荷電粒子および熱中性子に対するRI生成量計算 (PRODUCTION YIELD) に分かれ、さらにそれぞれが専用の入出力メニューにつながっている。入出力メニューは対応する計算コードを呼び出し、計算が終了した時点で計算結果を記述したファイルを参照する。RI生成量およびエネルギー損失の計算には畑らが作成した「OSCAR」コード<sup>1)</sup>を使用し、断面積計算にはM.Blannによって開発された「ALICE」コード<sup>2)</sup>を使用している。

エネルギー損失計算は荷電粒子を照射する場合にターゲット中での入射粒子のエネルギー損失と平均飛程を求めるためのものである (中性子のエネルギー損失はすべての計算コードを通じてゼロとしている)。

断面積計算は荷電粒子を入射粒子とする核反応での生成断面積を求めるために使用する。計算対象となる核反応は前平衡過程と複合核過程を経由するものに限られる。

RI生成量計算は与えられた照射条件と生成断面積を入力データとしてRIの生成放射エネルギーを求めるのに使用する。荷電粒子反応の場合には「OSCAR」コードを、熱中性子反応の場合は「YIELD2」コードが使用される。

核データメニューは入出力メニューを経て核反応断面積データと核崩壊特性データにつながっている。核反応断面積データは数値計算コードから、また核崩壊特性データは製造法に関するデータ項目から参照される。

文献メニューは、これまでにアイソトープ部を中心として公表された所内資料と論文についてその題名、著者名、雑誌名、発行年を記録したカードにつながっている。目的の文献に関連した文字列によって検索を行う。

### 3.3 ISOPのファイル構成

ISOPで使用しているファイルの種類と構成を第2図に、また各ファイルの機能を第2表に示す。ファイルの形態は大きく分けて

- ◆ハイパーカード
- ◆データファイル
- ◆数値計算実行ファイル

の3種類になる。

ハイパーカード<sup>3)</sup>については次節で詳しく説明するが、データを蓄えると共に様々な機能を実行するためのプログラムが書き込めるカード型データベースである。ハイパーカード型ファイルによって3つの機能

- ◆データベースシステム全体の管理
- ◆データの収納
- ◆数値計算の実行管理

が実現される。このうちハイパーカード「ISOP2」はデータベースシステム全体を管理する機能を持つ重要なファイルである。ここには管理プログラムの他に製造工程に関する情報も収納されている。「ISOP2-A」、「ISOP2-B」、「ISOP2-R」はそれぞれ核崩壊データ、照射容器データ、文献データを収納している。ファイル名の末尾に「.HYP」がついているハイパーカードは数値計算の実行管理を行う。ここでは入力データを作成し、計算の実行とその結果の表示を指示する。

データファイルはテキスト型またはバイナリー型のファイルで

- ◆核データの収納
- ◆数値計算用入力データの収納
- ◆数値計算用出力データの収納

に使われている。ファイル「MASWPS2.DATA」はWapstra<sup>4)</sup>らによってまとめられた核質量データの中から質量過剰とその誤差の値をを収納したものである。データは順編成形式で並べられているので、この中から必要な核種データを効率的に取り出すためにファイル内でのデータの位置に関するインデックスを入れた「MASWPS3.DATA」がある。ファイル名に「.IPT」がついたデータファイルは数値計算用の入力データを収納している。これらは数値計算の実行管理を行うハイパーカードによって作成され、計算実行用ファイルによって呼び出される。またファイル名「.OPT」がついたデータファイルは数値計算か

ら得られる計算結果を収納し、必要に応じて数値計算の実行管理を行うハイパーカードによって呼び出される。

数値計算実行ファイルはFORTRAN77で書かれた原始プログラムをコンパイル、リンクして実行形式に変換したものでファイル名に「.APL」がついている。これらのプログラムが正常に作動していることを確認するためにテスト用プログラムも用意されており、典型的な入力データ例と正常な計算結果をプログラム内に内蔵している。計算を実行すると計算結果と正常値が示され、計算精度を確認することができる。

### 3. 4 ISOPで使用するソフトウェア

データベースISOPの主要部分はApple Computer, Inc.製のソフトウェアHyperCard<sup>3)</sup>を利用して作成された。HyperCardは同社製のパーソナルコンピュータMacintoshに標準装備されている。これは形式的にはカード型データベースであるが、オペレーションシステム(OS)の提供するユーザーインターフェース機能を簡単に利用できるような様々な手段を用意しているのが特徴である。これらの手段を使ってカード上に必要なデータを収容すると共にデータベース管理システムを作成した。次にシステムを作るに当たって利用したHyperCardの特徴的な機能を列挙する。

#### カード

HyperCardのカードは、文献整理などで使うカードと同じ概念のものがディスプレイ上に表示されたものである。これには文字、図形、写真、動画をイメージ通りに入力し、保存することができる。カードの枚数は記憶装置の容量にのみ制限される。カードにはこのあと述べるようにユーザーインターフェース機能を簡単に利用できる様々な手段を付加することができる。

#### HyperTalk

HyperTalkはBASICに似た簡単なプログラム言語で、HyperCard専用に作られた。これを使ってHyperCardの諸機能を活用できる。ボタンやフィールドに任意の機能を持たせるためにHyperTalkでプログラムを書き込み、実行させる。

#### ボタン

HyperCardのボタンは、それを押されると予め課せられた機能を果たすという通常のイメージ通りのものがディスプレイ上に表示されたものである。カード上の任意の場所に任意の個数置くことが出来る。形は四角形、丸型など任意に設定できる。マウスによって動かされるディスプレイ上のポインターをボタンの上に置いてクリックするとボタンに課せられた機能が実行される。ボタンにはプログラムを記述する場所があって、ボタンが押されたときに果たすべき機能をHyperTalk言語で書き込む。ISOPにおいてボタンに課せられる主な機能は次のようなものである。

#### カード間のリンク機能

あるカードから関連する他のカードを呼び出す機能である。例えばカードAの中に情報Zがあり、カードBにはそれについてさらに詳しい情報Z'が有るとする。カードA上の情報Zの場所にボタンを置き、それが押されたときにカードBが呼び出されるようにプログラムを書き込む。カードBの方にはカードAに戻るためのボタンを作る。このようにして情報ZとZ'がリンクされる。ISOPの特徴であるネットワーク型のデータベース管理機能は



ほとんどこの手段を使って実現された。

#### アプリケーションの呼出機能

HyperCardの管理区域以外のアプリケーションを呼出し、実行させる機能である。アプリケーションの実行が終了すれば自動的に元のカードに戻る。数値計算コードの実行、データファイルの参照などに使われる。

#### データソーティング機能

複数のカードに散在しているデータを一枚のカードに集め、必要に応じてソーティングする機能である。例えば文献カードから必要な情報だけを取り出して一覧表を作る場合に使用する。

#### フィールド

カード上にテキスト形式で文字を書き込む場所である。任意の大きさのフィールドを任意の場所に置くことができる。10種類以上のフォントを1文字毎に指定できる。プログラム記述箇所プログラムを置くことによって、フィールドに書き込まれた文字を読み込み、それを入力データとして他のアプリケーションに送り込むことができる。またアプリケーションからの出力データを取り込んでフィールドに書き込むことが出来る。

#### グラフィック機能

カード上に図形を書き込む機能である。イメージスキャナーあるいは他のグラフィックソフトから取り込んだ図形データを取り入れることができる。

### 3. 5 ISOPで使用するハードウェア

データベースISOPで使用しているハードウェアの構成とソフトウェアの関係を第3図に示した。コンピュータ本体はApple Computer, Inc.製のMacintoshでフロッピーディスクドライバーとハードディスクを備え、そこにデータベース管理システムとしてのHyperCardおよびデータを搭載している。周辺機器として大型ディスプレイ、レーザープリンター、外付けフロッピーディスクドライバーが用意されている。外付けフロッピーディスクドライバーはMS-DOSフォーマット上のデータとの相互変換をする機能を持っている。

通信ネットワークとしてはイーサネットを通してデータベース開発用ワークステーションおよび大型計算機が接続されている。開発用ワークステーションはデータベースの機能を拡張しデータを効率的に作成するための環境を装備しており、システムの送受信によって効率的な開発を目指している。また大型計算機上のデータベースや計算コードから必要なデータを参照したり、ユーティリティーを利用することでより多様な情報や機能をシステムに取り入れることが出来る。

## 4. データベースISOPの使用法

### 4. 1 データベースをスタートさせる

#### 1) コンピュータシステムのメイン電源のスイッチをONにする。

コンピュータ本体(製品名: Macintosh SE/30)、大型ディスプレイ(製品名: radius)、プリンター(製品名: Dataproducts LZR 650)の電源が入る。大型ディスプレイに各種ファイルが表示される。

#### 2) マウスを使ってファイル『RIデータベース』にカーソルを合わせ、2度続けてクリックする。

大型ディスプレイ上に最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』が表示される。4個のボタン\*『Isotope Production』, 『Numerical Calculation』, 『Nuclear Data』, 『References』が表示される。

\*ボタン: 四角形などの枠で囲まれた部分をいう。ここをマウスでクリックするとその機能が実行される。

#### 3) 4個のボタンの中から1個を選んでポインターを合わせ、クリックする。

ボタンに書かれた機能が実行される。

### 4. 2 データベースを終了する

#### 1) カードの右上隅にある矢印型ボタンをクリックして、最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』に戻る。

どのカードにも矢印型のボタンが右上隅にあるのでそれをクリックしていくと最初のカードに戻る。

#### 2) 右上隅の矢印型ボタンをクリックする。

ディスプレイの内容が、システムの電源を入れた直後の状態に戻る。

### 4. 3 製造法に関する情報を検索する

#### 1) 最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』からボタン『Isotope Production』をクリックする。

メニューカード『Isotopes Produced at JAERI』が表示される。アイソトープ部でこれまでに開発され製造されてきたRIの核種名が左端に、その右側にはそれぞれの製品の種類がボタンと共に表示される。ボタンは製品名の左に四角形で示されている。参照したい製品のボタンをクリックするとそれに関する情報が表示される。

#### 2) カードの右下隅の矢印型ボタンをクリックしてメニューカードをめくる。

メニューカードは2枚に渡って製品名が書かれているのでこの操作によってそれぞれを参照する。ここでは製品の例として $^{24}\text{NaCl}$ を選ぶが、どの製品についても基本的には同じ操作で検索出来る。

### 3) 製品のひとつ『NaCl』を選んでそのボタンをクリックする。

ボタン『NaCl』をクリックするとカード『NaCl(24Na)』が表われる。ここには製造法の概要、製造規模、および製造法に関するフローシートが表示される。さらに $^{24}\text{NaCl}$ の製造法に関する詳細な情報を得るために、カードの上部に7個のボタンが並んでいる。各ボタンは次のような情報とつながっている。

Irrad.	照射法に関する情報
Prod.	製造工程に関する情報
Q.C.	品質検査法に関する情報
Nuc.Data.	核データ
Ref.	文献
Help.	ボタンに関する説明、単位換算
Eng.	英文表示

## 4) 照射法に関する情報を検索する

### 4-1) ボタン『Irrad.』をクリックする。

カード『Irradiation Data』が表示される。ここには

製品名  
ターゲットの化学形と物理的状态  
照射容器  
核反応  
照射施設  
照射条件  
反応断面積

に関する情報が示されている。照射容器についてはさらにOuter CapsuleとInner Casuleに関するボタンがある。

### 4-2) Outer CapsuleまたはInner Capsuleのボタンをクリックする。

$^{24}\text{NaCl}$ を製造するために使う照射容器の図面、説明文が表示される。下右隅にある右向きと左向きの矢印型ボタンをクリックすると他のカプセルに関するカードを見ることが出来る。

### 4-3) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Irradiation Data』にもどる。

## 5) 製造工程に関する情報を検索する

### 5-1) ボタン『Prod.』をクリックする。

カード『Production of NaCl(Na-24)』が表示される。ここには実際に行われた典型的な

製造作業を例にして照射条件、分離精製過程の作業順序、製品の検査結果が示される。上部には照射方法、品質検査、核データ、文献、ヘルプ、英文表示のボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。右上隅のボタン『製造装置図面』をクリックすると $^{24}\text{NaCl}$ の製造装置の図面が表示される。

5-2) ボタン『製造装置図面』をクリックする。

製造装置の図面と部品名が示される。上部には照射方法、品質検査、核データ、文献、ヘルプのボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。

5-3) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Production of NaCl(Na-24)』にもどる。

5-4) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『NaCl(24Na)』にもどる。

**6) 品質検査に関する情報を検索する**

6-1) ボタン『Q.C.』をクリックする。

カード『Quality Control of NaCl(Na-24)』が表示される。ここには製品 $^{24}\text{NaCl}$ の品質検査法について検査方法の種類、液性試験に関する概要、検査に使用する試薬と装置の種類、pHの測定法が記述されている。外観性状試験、重金属試験および検査装置図面については別のカードに記述されているのでそれぞれに対応するボタンをクリックして検索する。上部には照射方法、核データ、文献、ヘルプのボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。

6-2) ボタン『外観性状試験』をクリックする。

外観性状試験の概要、適用範囲、使用機器および試験方法が示される。上部には照射方法、核データ、文献、ヘルプのボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。

6-3) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Quality Control of NaCl(Na-24)』にもどる。

6-4) ボタン『重金属試験』をクリックする。

重金属試験の概要、適用範囲、使用機器、試薬調製法および操作法が示される。このカードは2枚に渡っているので右下隅の矢印型ボタンをクリックしてカードを切り換える。上部には照射方法、核データ、文献、ヘルプのボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。

6-5) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Quality Control of NaCl(Na-24)』にもどる。

もどる。

6-6) ボタン『検査装置図面』をクリックする。

検査装置の図面と部品名が示される。上部には照射方法、核データ、文献、ヘルプのボタンが並んでいるので前のカードに戻らなくともそれらをクリックして検索に入ることが出来る。

6-7) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Quality Control of NaCl(Na-24)』にもどる。

6-8) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『NaCl(24Na)』にもどる。

**7) 核データに関する情報を検索する**

7-1) ボタン『Nuc.Data』をクリックする。

カード『Nuclear Data』が表示される。ここには製品核種<sup>24</sup>Naの崩壊データ（半減期、放射線の型、エネルギー、放出確率、崩壊様式）が文献と共に示される。右下隅の矢印型ボタンをクリックすると他の核種に関するカードを参照出来る。

7-2) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『NaCl(24Na)』にもどる。

**8) 文献に関する情報を検索する**

8-1) ボタン『Ref.』をクリックする。

カード『References』が表示される。前のカード『NaCl(24Na)』に表示されていた参考文献の番号に対応した文献を参照する。このカードは2枚以上に渡っているので右下隅の矢印型ボタンをクリックしてページを切り換える。

8-2) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『NaCl(24Na)』にもどる。

**9) ボタンに関する説明を求め、または単位換算をする**

9-1) ボタン『Help』をクリックする。

カード『Help』が表示される。ボタンに関する説明、および単位換算機能がある。例えば放射エネルギーの単位CiとBqの間の換算が出来る。

**9-2) 放射エネルギーの単位 Ci から Bq への換算**

9-2-1) フィールド『Ci』に数値を入力し、右のボタン『Bq』をクリックする。

ボタン『Bq』に換算された数値がベックレル単位で示される。

### 9-3) 放射能量の単位 BqからCiへの換算

9-3-1) フィールド『Bq』に数値と単位 (K,M,G,T)を入力し、右のボタン『Ci』をクリックする。

単位 (2番目の入力フィールド) はキュリー単位の倍率に応じて次に示すような記号を入力する。

0.001	m
1	[空白]
1,000	K
1,000,000	M
1,000,000,000	G
1,000,000,000,000	T

ボタン『Ci』をクリックすると Ci単位に換算された数値が表示される。

9-4) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『NaCl(24Na)』にもどる。

### 10) カード『NaCl(24Na)』の英語表示を参照する

10-1) ボタン『Eng.』をクリックする。

カード『NaCl(24Na)』の英語版が表示される。カード『NaCl(24Na)』の日本語を英語に翻訳したもので情報の種類やボタンの機能はこれまでに説明したものと同じである。ここから参照されるカードは英語版である。

10-2) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード [NaCl(24Na)] にもどる。

### 11) 製造工程に関する情報検索を終了する

11-1) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Isotopes Produced at JAERI』にもどる。

11-2) 上右隅の矢印型ボタンをクリックして最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』にもどる。

## 4. 4 核データを検索する

1) 最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』からボタン『Nuclear Data』をクリックする。

メニューカード『Nuclear Data』が表われる。データベースに登録されたRIの核種名とに四角形のボタンが表示される。参照したい核種名のボタンをクリックするとそれに関する核データが表われる。

2) 核種を選んでそのボタンをクリックする。

ボタンをクリックすると核データカードが表われる。ここにはその核種が放出する放射線の種類、エネルギー、放出確率および崩壊形式図が参照文献と共に表示される。

3) 上右隅の矢印型ボタンをクリックしてカード『Nuclear Data』にもどる。4) 上右隅の矢印型ボタンをクリックして最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』にもどる。

## 4. 5 数値計算をする

### 1) 最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』からボタン『Numerical Calculation』をクリックする。

メニューカード『Numerical Calculation』が表れる。ここには4個のボタンがあってそれぞれが次のような計算機能に対応している。

エネルギー損失計算

反応断面積計算

RI生成量計算 (入射粒子が荷電粒子の場合)

RI生成量計算 (入射粒子が熱中性子の場合)

エネルギー損失の計算はコードOSCAR\*を使用している。阻止能、平均飛程、積層型ターゲット内におけるエネルギー損失が計算できる。入射粒子の種類は中性子以外の核種についてすべて有効である。ターゲットは原子番号が1から92までの元素およびそれらから構成される化合物、混合物に対して有効である。入射エネルギーは1核子あたり0.1keVから10GeVの範囲で有効である。

反応断面積の計算コードはALICE<sup>2)</sup>を使用している。複合核が形成され、それが粒子放出によって崩壊する核反応過程に対して有効である。粒子放出と競合する核分裂過程が考慮されている。また前平衡過程による粒子放出も計算に入れることができる。

入射粒子が荷電粒子の場合のRI生成量の計算はコードOSCAR<sup>1)</sup>を使用している。入射粒子が中性子の場合はターゲット内でのエネルギー損失が無いとして計算する。

ボタンをクリックして計算カードが出た後はどの計算も次のような手順で行われる。

- (1) フィールド (四角形で示されたデータ入力場所) に入力データを入れる。
- (2) ボタン[RUN]をクリックして計算を行う。
- (3) ボタン[RESULT]をクリックして計算結果を見る。

### 2) エネルギー損失を計算する場合

#### 2-1) ボタン『Energy Loss』をクリックする。

計算カード『Calculation of Energy Loss of Charged Particles and RI Production Yield』が表示される。このカード上にあるボタン名とそれをクリックしたときの機能を第3表に

示す。

## 2-2) フィールド\*に入力データを入れる\*\*

入力データの種類とその内容を第4表に示す。

\*フィールドの意味： フィールドは四角形で示されたデータ入力の場合で、ポインタをその上に持っていくとその形が手の形から縦の一本棒に変わる。フィールドにはそれぞれに入力データを表わす名前がついている。その名前の上をクリックすると簡単な説明を記述したカードが表われる。そこから戻るときは右上の矢印型ボタンをクリックする。

\*\*フィールドへの入力方法： マウスを使ってフィールドの上にポインタを置いてクリックするとカーソルが出るのでキーボードから文字を打ち込む。文字を修正するときはマウスボタンを押しながらその上をカーソルでなぞると字の色が黒く反転するので正しい文字を打ち込むか、あるいは「delete」キーを押して消す。

フィールドに関する重要な注意； 使わないフィールドには必ず数字0を入れておくこと。もし空欄のフィールドがあると計算が正しく行われない！

## 2-3) ボタン「RUN」をクリックする。またはボタン「TEST RUN」をクリックする。

計算コードが呼び出され計算が行われる。その間ディスプレイには計算中の表示がなされ、終了とともに入力カードに戻る。

ボタン「RUN」は入力データを使って計算する場合、ボタン「TEST RUN」は予めプログラムの中に用意された入力データを使って計算を行い、それを正解と比較する場合に用いる。

## 2-4) ボタン「RESULT」をクリックする。

計算結果を表示した画面になる。上右隅の矢印型ボタンをクリックして入力カードにもどる。

## 2-5) ボタン「to data base」をクリックしてメニューカード「Numerical Calculation」にもどる。

## 3. 反応断面積を計算する場合

複合核形成断面積、核分裂反応断面積および同位体生成断面積を入射エネルギーの関数として計算する。

### 3-1) ボタン「Reaction Cross Section」をクリックする。

入力カード「CALCULATION OF ISOTOPIC FORMATION CROSS SECTIONS」が表示される。このカード上にあるボタン名とそれをクリックしたときの機能を第5表に示す。

### 3-2) フィールドに入力データを入れる。(フィールドについては2-2節を参照)



入力データの種類とその内容を第6表に示す。

### 3-3) ボタン『Energy-Dependent Options』をクリックする。

これをクリックすると入力カード『Energy-Dependent options』が表われる。ここには入射エネルギーに依存するパラメータを入力する。これらのパラメータは特に必要としない限り標準値を使用する；標準値はTD=2, EX1=1, EX2=1、その他は0である。各パラメータの意味はフィールドの左の名前の部分をクリックして見る事が出来る。上右隅の矢印型ボタンをクリックして入力カードにもどる。

### 3-4) ボタン『RUN』をクリックする。

計算コードが呼び出され計算が行われる。その間ディスプレイには計算中の表示がなされ、終了とともに自動的に入力カード画面に戻る。

### 3-5) ボタン『RESULT』をクリックする。

計算結果を表示した画面になる。入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キーを押しながら『Q』キーを押す。（『Command』キーはりんごのマークがついた左下のキー）

### 3-6) ボタン『to data base』をクリックしてメニューカード『Numerical Calculation』にもどる。

## 4) RI生成量を計算する場合（入射粒子が荷電粒子の場合）

入射粒子が荷電粒子の場合のRI生成量をコードOSCARを使って計算する。

### 4-1) ボタン『RI Production Yield for Charged Particles』をクリックする。

エネルギー損失の計算のときと同じカード『Calculation of Energy Loss of Charged Particles and RI Production Yield』が表示される。このカード上にあるボタン名とそれをクリックしたときの機能を第3表に示す。

### 4-2) フィールドに入力データを入れる（フィールドについては2-2節を参照すること）

入力データの種類とその内容を第4表に示す。

### 4-3) ボタン『Input Option』をクリックする。

カード『Calculation of RI Production Yield』が表われる。このカード上にあるボタン名とそれをクリックしたときの機能を第7表に示す。

### 4-4) フィールドに入力データを入れる（フィールドについては2-2節を参照すること）

入力データの種類とその内容を第8表に示す。

4-5) 上右隅の矢印型ボタンをクリックして最初のカード『Calculation of Energy Loss of Charged particles and RI Production Yield』にもどる。

4-6) ボタン『RUN』をクリックする。

計算コードが呼び出され計算が行われる。その間ディスプレイには計算中の表示がなされ、終了とともに自動的に入力カード画面に戻る。

4-7) ボタン『RESULT』をクリックする。

計算結果を表示した画面になる。入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キーを押しながら『Q』キーを押す。（『Command』キーはりんごのマークがついた左下のキー）

4-8) ボタン『to data base』をクリックしてメニューカード『Numerical Calculation』にもどる。

## 5) RI生成量を計算する場合（入射粒子が熱中性子の場合）

入射粒子が熱中性子の場合のRI生成量をコードYIELD2を使って計算する。

5-1) ボタン『RI Production Yield for thermal neutrons』をクリックする。

入力カード『Calculation of RI production Yield for Thermal Neutron-Induced Reaction』が表示される。このカード上にあるボタン名とそれをクリックしたときの機能を第9表に示す。

5-2) フィールドに入力データを入れる（フィールドについては2-2節を参照すること）

入力データの種類とその内容を第10表に示す。

5-3) ボタン『RUN』をクリックする。

計算コードが呼び出され計算が行われる。その間ディスプレイには計算中の表示がなされ、終了とともに自動的に入力カード画面に戻る。

5-4) ボタン『RESULT』をクリックする。

計算結果を表示した画面になる。入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キーと『Q』キーを同時に押す。（『Command』キーはりんごのマークがついた左下のキー）

5-5) ボタン『to data base』をクリックしてメニューカード『Numerical Calculation』にもどる。

6) 上右隅の矢印型ボタンをクリックして最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA』

BASE in JAERI』にもどる。

## 4. 6 文献を検索する

1) 最初のカード『ISOTOPE PRODUCTION DATA BASE in JAERI』からボタン

『References』をクリックする。

メニューカード『References』が表示される。ここにはアイソトープ部および関連課室で出されたRI製造に関する文献目録がカード1枚に1件ずつ表示される。表示項目は次の様なものである。

[TITLE]	題名.
[AUTHOR]	著者名.
[JOURNAL]	雑誌名または発行所名.
[RI-INF.#]	放射性同位元素製造資料番号. アイソトープ部で出された文献につけられた独自の文献番号. アイソトープ部ではこの番号によって文献が管理されている.
[FIELD]	文献の内容に関するおおまかな分類. RESEARCH, DEVELOPMENT, PRODUCTION, INSPECTIONなど.
[REMARK]	文献に関する説明.

2) 文献カードをめくる

2-1) キーボードの左向きまたは右向きの矢印を押すとカードが1枚ずつめくられる。

3) 文字列によって検索する

3-1) コマンドキーを押しながら『F』キーを押す。

検索用のフィールドが表われ、そこには find string "" という文字が入っている。

3-2) フィールド内の記号"と"の間に検索すべき文字を入れる。

漢字、アルファベット、数字が使える。アルファベットの太文字と小文字が区別されない。検索対象はフィールド内のすべての文字である。

3-3) 『return』キーを押す。

検索文字があるカードが1枚表われる。もし該当するカードが無い場合は警告音がしてカード表示は変化しない。

3-4) 引き続き同じ文字列で検索する； 右向きの矢印キーを押してカードを1枚進ませ  
てから『return』キーを押す。

このようにして必要なだけ検索を繰り返す。

3-5) 他の文字列で検索する。

必要ならば新たに検索用のフィールドに文字列を入れて操作3-2から3-4を繰り返す。

3-6) 検索を終了する； 検索用のフィールドの左上隅の四角形をクリックする。

検索用のフィールドが消える。

3-7) ボタン『to data base』をクリックしてメニューカード『Numerical Calculation』にもどる。

## 5. あとがき

日本原子力研究所アイソトープ部においてこれまでに開発されてきたRI製造に関する技術情報を集大成することを目的としてRI製造データベースの開発を企画した。まず現存する技術情報の種類と形態について整理したあと、ありうべきRIデータベースの構造を検討し、それを実現するためのプロトタイプデータベースISOPを作成した。このISOPは、現在部内で公開し、ユーザーの意見をもとにシステムの改善をはかると共に新たなデータの収集を開始している。これを機会に本報ではISOPの構造と使用法についてまとめ、今後の整備と拡張に役立てることとした。

最近でのコンピュータ関連技術の発展は著しく、今後もこの勢いは衰えそうもない。特にdown sizingの傾向に伴いワークステーションやパーソナルコンピュータのハードウェア、ソフトウェア両面にわたる性能の向上はとどまることを知らない。RIの製造と言う特殊分野の情報を対象とした手ごろなデータベースを専門家の手を借りずに開発できたことはこのような情勢に負うところが大きい。現存するデータを蓄積して検索するという機能から一歩進んで問題解決機能を持たせることも可能になりつつある。知識表現と推論機構を備えたAI(Artificial Intelligence)型データベースはこれに相当する。この場合データは相互の関連性を記述した表現と共に記憶装置に収納される。このような知識表現をもとに推論機構が求められた情報を検索し、類推し、可能性の確度と共に結果が提示される。

ここでRIデータベースのAI化について言及したい。現在のデータベースは蓄積されたデータから特定のデータを検索することが基本的な機能であった。ユーザーはある情報を得るために関連性のあるデータを予測してそれを検索し、不十分な場合にはさらに他のデータを求めて検索を続ける。このようにして取り出されたデータの内容、あるいはデータ相互間の関係からある解釈を下すことにより目的の情報を得る。RIデータベースの様に多様な形態のデータを扱っているデータベースでは、ある情報に関連したデータをすべて検索することはデータ量が増えれば増えるほど困難になるので必要なデータが見逃される確率は大きくなる。データベースをAI化することにより次のような拡張機能が期待される；目的の情報を入力するとコンピュータはそれを解釈して関連データを探索し、探索の経過と共に検索できたデータを表示する。さらにデータ相互間の関連性について推論を行い、その結果を表示する。例えば高放射性物質を溶解する操作を安全に行うために必要な情報を求めた場合、コンピュータは先ず溶解操作に関連したデータを探索する。その結果登録されているすべての核種の製造工程データの中からターゲットの溶解工程の部分を取り出され、整理された形で表示される。そこには溶解法のフローシート、マニュアル、装置図面などが含まれるであろう。また溶解工程で起こった事故例などがあればそれも表示される。このようにして可能な限り関連データが探索された後、抽出されたデータを整理したり取捨選択したりする段階も出来るだけ自動化することによりデータの見逃しを最小にし、情報を効率的に入手出来るようになる。データベースISOPを拡張し、十分なデータを蓄積していくことは将来より進化したシステムへ発展して行くための基盤となるであろう。

最後にISOPの開発に際して貴重な資料を提出して下さったアイソトープ部の方々に深く感謝の意を表します。

## 文献

1. Hata K., Baba H.: JAERI-M 88-184 (1988).
2. Blann M.: Phys.Rev. **28** (1983) 1475.
3. HyperCard Reference (1990), Apple Computer Inc.
4. Wapstra A.H. and Audi G.: Nucl.Phys.A **432** (1985) 1-54.

第1表 データベース関連情報

工程	関連情報		
	製造情報	研究開発情報	事務関連情報
RIの注文受付			注文関連伝票
担当官庁への 手続き			許認可書類
照射条件の決定		生成量計算コード 断面積計算コード 断面積データ 核データ 核反応機構 核構造	照射伝票 生産伝票
照射設備の決定	原子炉の構造と性能 加速器の構造と性能		
製造設備の決定	製造設備の構造と性能	遮蔽計算コード	
ターゲットの調製	マニュアル 関連装置の構造と性能 照射容器の構造と性能	ターゲットの物性	
照射	マニュアル 関連装置の構造と性能	照射試験	
RI製品の分離・調製	マニュアル 関連装置の構造と性能	化学的分離法 化学的合成法 製造工程の開発	
製品の品質検査	マニュアル 関連装置の構造と性能	化学分析法 機器分析法 放射能測定法	検査伝票
製品の配分	マニュアル 関連装置の構造と性能 運搬容器の構造と性能		配分伝票

第1表 …… 続き ……

工程	関連情報		
	製造情報	研究開発情報	事務関連情報
製品の出荷	マニュアル 関連装置の構造と性能		
製品の貯蔵	マニュアル 関連施設の構造と性能		
在庫管理記録			在庫管理コード データファイル
放射性廃棄物処理	マニュアル 関連施設の構造		作業報告書
安全管理	マニュアル 関連施設の構造		放射線障害防止法等 の関係法令



第2表 データベース ISOP を構成するファイルとその機能

ファイル名	機能
ハイパーカード ISOP2 ISOP2-A ISOP2-B ISOP2-R	システム全体の管理、データの収容。 データベース機能の管理、製造行程に関するデータを収納。 関連核種の崩壊データを収納。 照射容器に関する図面および性能表を収納。 文献に関するデータを収納。
ハイパーカード OSCAR3.HYP ALICE91.HYP YIELD2.HYP	入力データの作成、計算の実行、計算結果の表示。 荷電粒子反応に対するエネルギー損失、RI生成量の計算。 生成断面積の計算。 熱中性子反応に対するRI生成量の計算。
データファイル OSCAR3.IPT ALICE91.IPT YIELD2.IPT	ハイパーカードで作られた入力データを収容。 荷電粒子反応に対するエネルギー損失、RI生成量の計算。 生成断面積の計算。 熱中性子反応に対するRI生成量の計算。
数値計算実行ファイル OSCAR3.APL ALICE91.APL YIELD2.APL	数値計算の実行。 荷電粒子反応に対するエネルギー損失、RI生成量の計算。 生成断面積の計算。 熱中性子反応に対するRI生成量の計算。
数値計算実行ファイル TEST_DELENZ.APL TEST_RGPZCO.APL TEST_SPWZCO.APL TEST_YIELDZ.APL YIELD2_TEST.APL	計算精度の確認。 ターゲット中での荷電粒子のエネルギー損失の計算。 荷電粒子の飛程の計算。 荷電粒子に対する阻止能の計算。 荷電粒子反応に対するRI生成量の計算。 熱中性子反応に対するRI生成量の計算。
データファイル OSCAR3.OPT ALICE91.OPT YIELD2.OPT	計算結果を収納。 荷電粒子反応に対するエネルギー損失、RI生成量の計算。 生成断面積の計算。 熱中性子反応に対するRI生成量の計算。
データファイル MASWPS2.DATA MASWPS3.DATA	核質量データを収納。 核質量データをバイナリー型で収納。 データの効率的な引用のためのインデックスを収納。

第3表 ボタンとその機能(エネルギー損失・RI生成量(荷電粒子)の計算)

ボタン名	機能
Information	◆カード『INFORMATION』が表われる。◆計算コードOSCARに関する説明、および関連するファイルについての概要が記されている。◆カード右上の矢印型ボタンをクリックして前のカードに戻る。
to data base	◆メニューカード『Numerical Calculation』に戻る。
Object	◆目的の計算機能のボタンをクリックすると選択されたボタンにバツ印がつく。
Stopping power	◆ターゲット物質の阻止能を計算する。
Projected range	◆入射粒子の飛程を計算する。
Energy loss	◆積層型ターゲット(異種のターゲットを組み合わせたもの)中での入射粒子のエネルギー損失を計算する。
RI Yield	◆粒子加速器を使ってターゲットを照射したときのRIの生成量を計算する。◆これに関する入力方法は「4. RI生成量を計算する場合(入射粒子が荷電粒子の場合)」で説明する。
Input Option	◆カード『Calculation of RI Production Yield』が表われる。◆RI生成量を計算するときを使うもので、エネルギー損失の計算には必要ない。◆このカードについては「4. RI生成量を計算する場合(入射粒子が荷電粒子の場合)」で説明する。◆右上の矢印型ボタンをクリックして前のカードに戻る。
RUN	◆ボタン『Object』で選択された計算コードが呼び出され、フィールドに入力されたデータに基づいて計算が行われる。◆計算が終わると自動的に入力カードに戻る。
TEST RUN	◆計算コードが呼び出され、予めコードの中で用意された入力データに基づいて計算が行われ、それが真の計算値と比較される。◆計算が終わると自動的に入力カードに戻る。◆計算コードが正しく機能していることを確認したいときに使用する。
RESULT	◆計算結果を示すカードが表示される。◆入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キー*を押しながら『Q』キーを押す。

\* キーボード左下のりんごマークがついたキー。

第4表 入力データとその内容(エネルギー損失・RI生成量(荷電粒子)の計算)

入力データ名	内容
Title	◆計算に関する題名あるいはメモを書き入れる。
Projectile Z	◆入射粒子の核電荷を入れる。
A	◆入射粒子の質量数を入れる。
Lab.energy/ MeV	◆入射粒子の実験室系でのエネルギーをMeV単位で入れる。◆3個のフィールドが並んでいる。◆1個のエネルギーについてのみ計算する場合は最初のフィールドにその値を入れ、残りのフィールドには数字0を入れる。◆2個以上のエネルギーについて計算する場合は最初のフィールドに最小エネルギーを入れ、2番目のフィールドには最大エネルギーを入れ、3番目のフィールドにはエネルギー間隔を入れる。
Target Element	◆1から5までの番号がついた5列のフィールドが並んでいる。◆ターゲット物質が単体の場合は1列目のフィールドに元素に関するデータを入れ、残りの列のフィールドには数字0を入れる。◆ターゲット物質が化合物あるいは混合物の場合はその構成元素毎のデータを各列に入れていく。元素の種類数は最大5個に限られる。◆RI生成量の計算の場合、核反応の対象となる元素を1列目のフィールドに入れなければならない。
Z	◆ターゲット元素の原子番号を入れる。
A	◆ターゲット元素の原子量を入れる。ただし数字0を入れるとデータファイルにある標準値が計算に使われる。
N	◆ターゲット物質が単体の場合は数字1を入れる。それが化合物あるいは混合物の場合はその元素の構成比を整数で入れる。
Density	◆ターゲット元素の密度を $\text{g}/\text{cm}^2$ の単位で入れる。ただし数字0を入れるとデータファイルにある標準値が計算に使われる。
Ionization Potential	◆ターゲット元素の平均電離電位をeV単位で入れる。ただし数字0を入れるとデータファイルにある標準値が計算に使われる。
Target thickness	◆RI生成量の計算で使用する。◆ターゲットの厚さを $\text{mg}/\text{cm}^2$ 単位で入れる。ただしThick-target yieldを計算する場合は数字0を入れる。

第5表 ボタンとその機能(反応断面積の計算)

ボタン名	機能
to data base	◆メニューカード『Numerical Calculation』に戻る。
Energy-Dependent options	◆入力カード『Energy-Dependent options』が表われる。◆入射エネルギーに依存する調節パラメータを入力する。これらのパラメータは特に必要としない限り標準値を使用する；標準値はMC=10, MP=3, INVER=2、その他は0である。◆各パラメータの意味はフィールドの左の名前の部分をクリックすると得られる。◆右上の矢印型ボタンをクリックして入力カードに戻る。
Information	◆カード『INFORMATION』が表われる。◆計算コードALICEに関する説明、および計算に使われているファイルの種類とその概要が記されている。◆右上の矢印型ボタンをクリックして入力カードに戻る。
RUN	◆計算コードが呼び出され、フィールドに入力されたデータに基づいて計算が行われる。◆計算が終わると自動的に入力カードに戻る。
RESULT	◆計算結果が表示される。◆入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キー*を押しながら『Q』キーを押す。
Graphic Indication	◆グラフィックアプリケーションが起動する。これを使って計算結果から励起関数のグラフを作ることができる。
Comparison with FACOM-M780	◆典型的な核反応を例としてMacintosh SE/30での計算結果と大型計算機FACOM-M780での計算結果を比較したものが表示される。

\* キーボード左下のりんごマークがついたキー。

第6表 入力データとその内容(反応断面積の計算)

入力データ名	内容
Title	◆計算に関する題名あるいはメモを書き入れる。
Projectile Z	◆入射粒子の核電荷を入れる。
A	◆入射粒子の質量数を入れる。
NA	◆複合核からの最大中性子放出数に整数1を足した数。数字0を入れた場合は数字11が計算に使われる。◆11以上の数字を入れた場合は11に直される。
NZ	◆複合核からの最大陽子放出数に整数1を足した数。数字0を入れた場合は数字9が計算に使われる。◆9以上の数字を入れた場合は9に直される。
OUTPUT	◆計算結果の表示方法を指定する。数字0を入れた場合はオリジナルのALICEコードの表示方法が使われる。数字1を入れた場合は励起関数を強調するように改訂された表示方法が使われる。◆標準値は1である。
Energy	◆実験室系での入射エネルギーをMeV単位で入れる。数字1から8までのフィールドに昇順に入れていく。◆1度に最大8個の入射エネルギーについて計算できる。

第7表 ボタンとその機能(RI生成量(荷電粒子)の計算)

ボタン名	機能
Zero clear	◆エネルギーと断面積の値がすべてゼロになる。◆古いデータを消して新たにデータを入力する場合に使用する。
Next page	◆31組以上のエネルギーと断面積データを入力する場合はこのボタンをクリックしてページをめくる。

第8表 入力データとその内容(RI生成量(荷電粒子)の計算)

入力データ名	内容
Half life of RI product	◆RIの半減期を入れる。◆2個のフィールドが並んでいるが、最初のフィールドには半減期の数値を、2個目のフィールドにはその単位を入れる。 ◆半減期の単位はカードに指示されているように秒は'sec'、分は'min'、時間は'hr'、日は'day'、年は'yr'を入れる。
Abundance of target nuclide	◆ターゲット核の存在比を入れる。
Smoothing : Degree of polynomial	◆励起関数のスムージングに使う多項式の次数を入れる。◆標準値は3である。
Number of smoothing points	◆励起関数のスムージングの対象となるデータ数を入れる。◆標準値は5である。
Bombardment time	◆照射時間を入れる。◆4個のフィールドが並んでいる。◆1個の照射時間についてだけ計算する場合は最初のフィールドにその値を入れ、2個目と3個目のフィールドには数字0を入れる。◆2個以上の照射時間について計算する場合は最初のフィールドに最小照射時間を、2個目のフィールドには最大照射時間を、3個目のフィールドには照射時間の間隔を入れる。最後のフィールドには照射時間の単位を半減期の単位と同じ方式で入れる。
Energy in lab. & Cross Section	◆実験室系での入射エネルギーをMeV単位で、生成断面積をmb単位で入れる。◆1から30までの番号のついたフィールドが2個ずつ並んでいる。左側のフィールドにはエネルギーを、右側のフィールドには断面積の値を入れる。エネルギーの小さいほうから順に入力する。◆最大入力数は50組である。◆31組以上のデータを入れる場合はボタン『Next page』をクリックする。新たに入力カードが表われるので31組からのデータを入力する。

第9表 ボタンとその機能 (RI 生成量 (中性子) の計算)

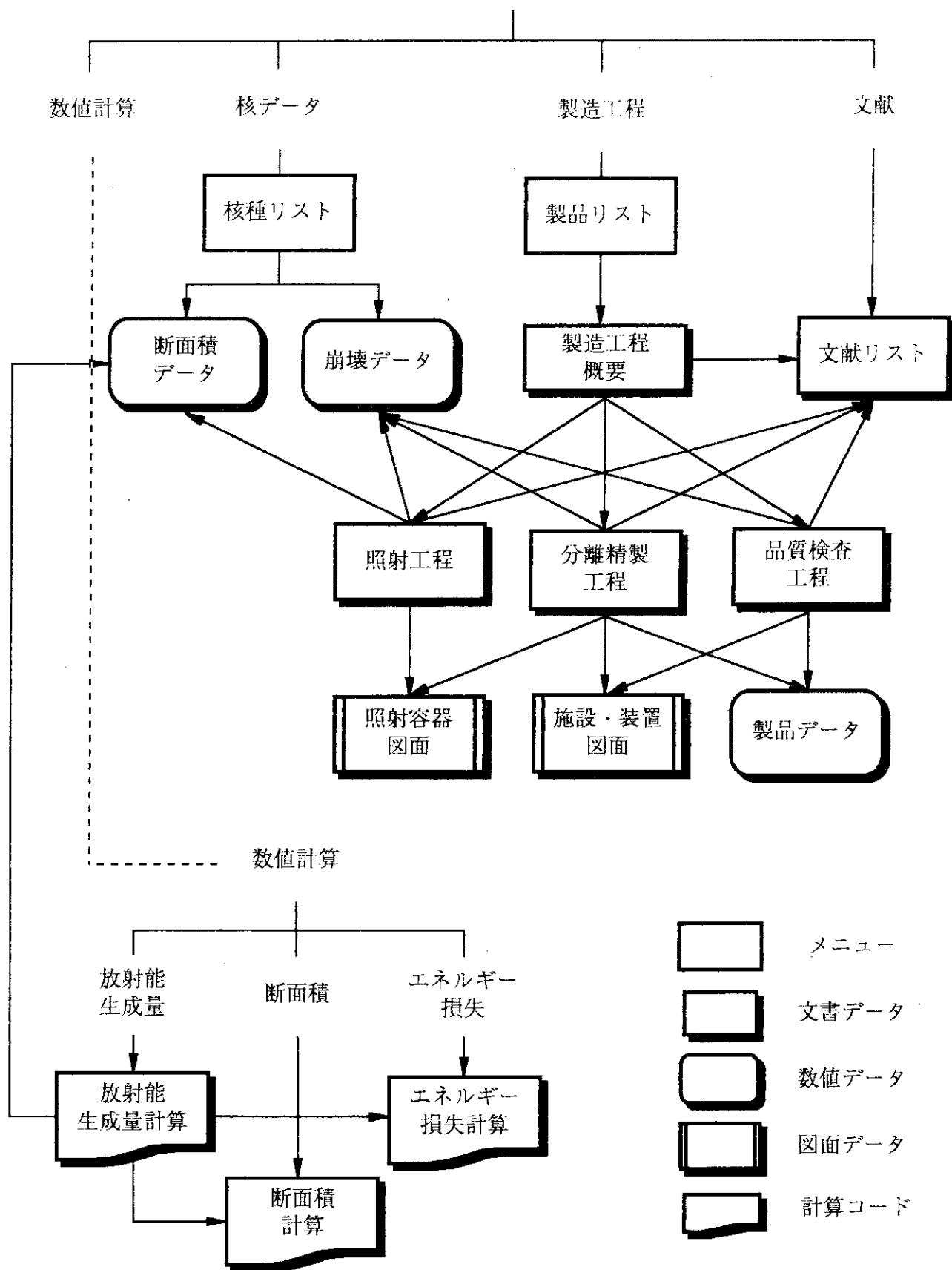
ボタン名	機能
Information	◆カード『INFORMATION』が表われる。◆計算コードに関する説明および計算に使われているファイルの種類とその概要が記されている。◆右上の矢印型ボタンをクリックして前のカードに戻る。
to data base	◆メニューカード『Numerical Calculation』に戻る。
RUN	◆計算コードが呼び出され、フィールドに入力されたデータに基づいて計算が行われる。計算が終わると自動的に入力カードに戻る。
TEST RUN	◆計算コードが呼び出され、コードの中で用意された入力データに基づいて計算が行われ、それが真の計算値と比較される。計算が終わると自動的に入力カードに戻る。◆計算コードが正しく機能していることを確認したいときに使用する。
RESULT	◆計算結果が表示される。◆入力カードに戻るときはキーボードから『Command』キーと『Q』キーを同時に押す (『Command』キーはりんごのマークがついた左下のキー)。
Typical Result	◆典型的な核反応例について計算コードの結果と手計算の結果を比較したものが示される。◆上右隅の矢印型ボタンをクリックして最初のカードにもどる。

第10表 入力データとその内容 (RI生成量 (中性子) の計算)

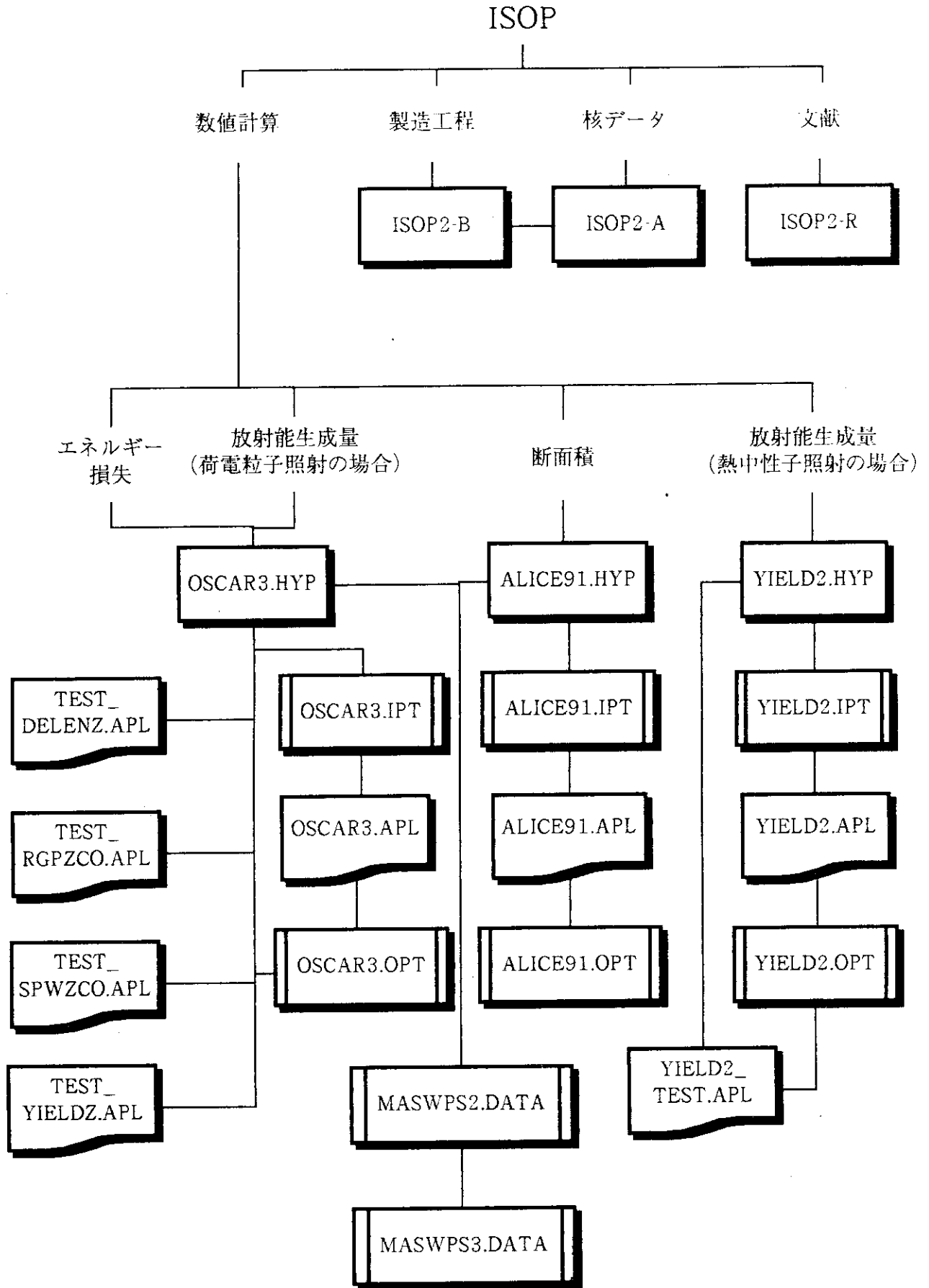
入力データ名	内容
Title	◆ 計算に関する題名あるいはメモを書き入れる。
Target Weight	◆ ターゲットの重量をg単位で入れる。
Target Element	◆ 1から5までの番号がついた5列のフィールドが並んでいる。◆ ターゲット物質が単体の場合は1列目のフィールドに元素に関するデータを入れ、残りの列のフィールドには数字0を入れる。◆ ターゲット物質が化合物あるいは混合物の場合はその構成元素毎のデータを各列に入れていく。 ◆ 元素の種類数は5個に限られる。
Z	◆ 元素の原子番号を入れる。
A	◆ 元素の原子量を入れる。ただし数字0を入れるとデータファイルにある標準値が計算に使われる。
N	◆ ターゲット物質が単体の場合は数字1を入れる。それが化合物あるいは混合物の場合はその元素の構成比を整数で入れる。
Abundance	◆ ターゲット核の存在比を入れる。
Cross Section	◆ 熱中性子断面積をmb単位で入れる。
Half life of RI product	◆ RIの半減期を入れる。◆ 2個のフィールドが並んでいるが、最初のフィールドには半減期の数値を、2個目のフィールドにはその単位を入れる。 ◆ 半減期の単位はカードに指示されているように秒は'sec'、分は'min'、時間は'hr'、日は'day'、年は'yr'として入れる。
Thermal neutron Flux	◆ 熱中性子フラックスを $\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 単位で浮動小数点方式により入れる。◆ 2個のフィールドが並んでいるが、最初のフィールドには小数部分を、2番目のフィールドには指数部分を入れる。
Bombardment time	◆ 照射時間を入れる。◆ 4個のフィールドが並んでいる。◆ 1個の照射時間についてだけ計算する場合は最初のフィールドにその値を入れ、2個目と3個目のフィールドには数字0を入れる。◆ 2個以上の照射時間について計算する場合は最初のフィールドに最小照射時間を、2個目のフィールドには最大照射時間を、3個目のフィールドには照射時間の間隔を入れる。最後のフィールドには照射時間の単位を半減期の単位と同じ方式で入れる。



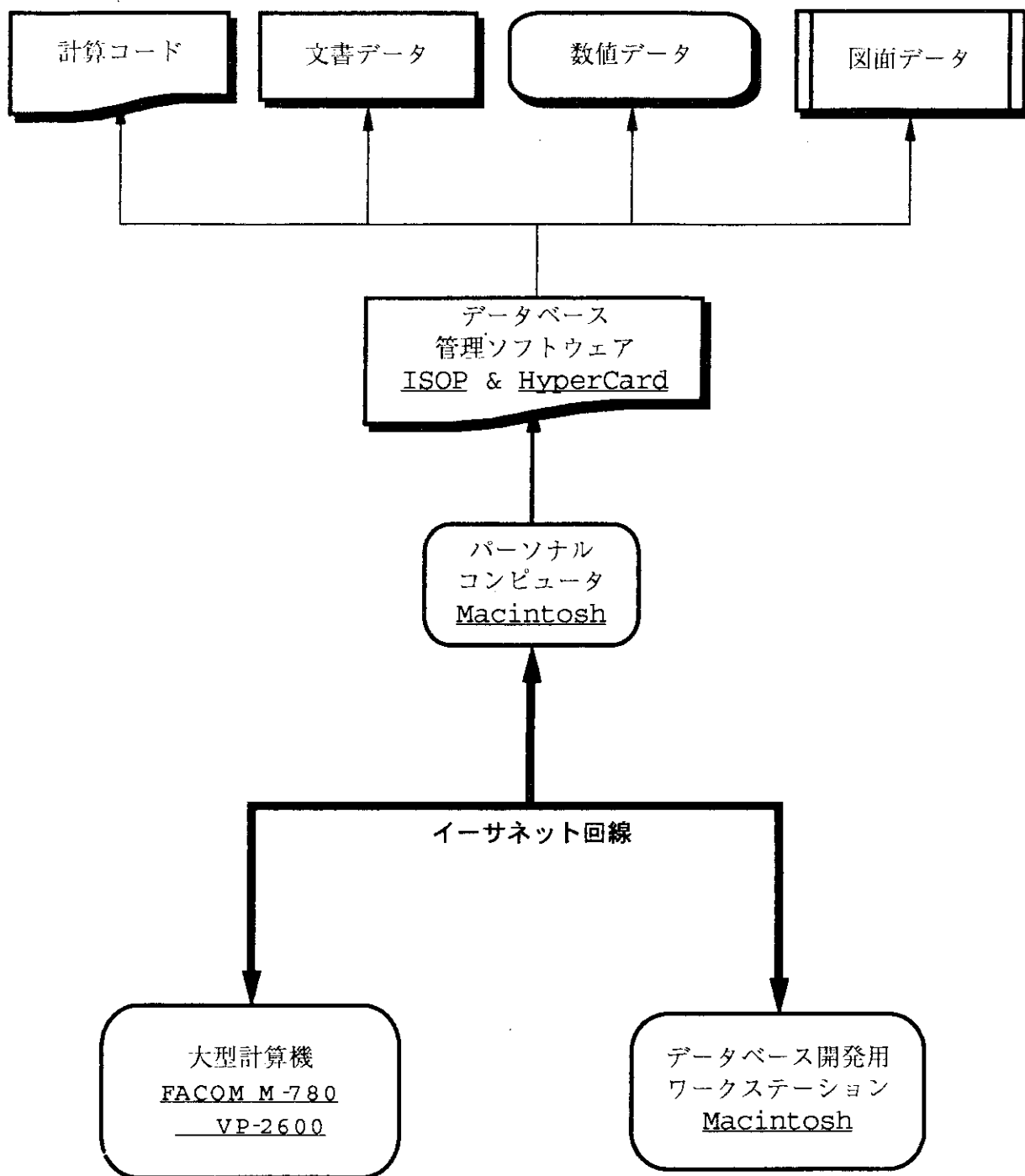
ISOP



第1図 データベースISOPのリンク構造



第2図 データベース ISOP のファイル構成



第3図 データベースISOPのコンピュータシステムの構成