

■ 解 説 ■

エネルギーデータベース実現への途

Toward the Japanese Energy Data Base

竹野 萬雪*

Mayuki Takeno

中山 博史**

Hiroshi Nakayama



1. はじめに

経済・社会の3大基軸は、19世紀の〈資本・労働・土地〉に代わって、今日では〈情報・エネルギー・物質〉の時代になったといわれる。K.E. ボールディングは、これら新3大基軸の英語 (Knowledge, Energy, Material) の頭文字を取り、今やKEMの時代であると唱えた。情報を伝えたり加工したりするには、エネルギーや物質が必要である。一方、エネルギーや物質 (資源) を上手に使うためにも情報 (知識) が必要である。

情報や知識をうまく整理し利用するための体系が、近年コンピュータ技術の発展に伴って開発されてきた。これがデータベース (Database, DBと略称) である。DBは科学・技術をはじめ、経済・社会・国際・軍事など、さまざまな分野で開発され利用されるようになってきた。DBは、それぞれの分野における特定のテーマ別に、〈化学文献DB〉、〈経済統計DB〉などと名付けられ、それぞれ特定テーマごとにデータの基地 (ベース) を形づくっている。エネルギーをテーマにしたDBが、これから述べる〈エネルギーデータベース〉 (EDB) である。

2. 世界のEDBの現状

DBは、大別すると文献情報DBとファクト情報DBに分けられる。前者は文献の所在や抄録を扱ったもので、わが国では日本科学技術情報センター (JICST) の「科学技術文献速報—エネルギー編」などをコンピュータ化したJOIS、海外ではロッキード社のDIAL-

OGなどの例がある。後者は、核データとして原子力分野で比較的早くから体系化されており、中性子データのENDF (Evaluated Nuclear Data File)などがその一例である。

2.1 海外の現状

エネルギー分野のDBは、当初は前述の如く米欧の原子力の研究開発に伴って、重要な情報資源として体系化されて来た。何事であれ、一つの分野における研究開発に着手する際、彼らはいち早く、当該分野の知見やファクトを集大成したハンドブックと、数か国語の対訳を含む用語集 (glossary) の編集・刊行に非常な熱情を注ぐ。同時にファクトもDB化して、これを共有のものとして広く活用しようとする。中性子データのENDF/Bは、国際原子力機関 (IAEA) の統轄のもと、米国ブルックヘブン国立研究所 (BNL) を中心に、EC諸国、日本およびソ連を含む国際的な協力によって、強力に整備されて来た。これはコンピュータによる原子炉の炉心設計計算などに不可欠の入力データとなっている。

このBNLにおけるファクトDBの開発の経験が、やがて総合的エネルギー分析のために生かされることになる。'70年代初頭、新しい総合的エネルギーシステム分析に関する博士論文¹⁾がK.C.Hoffmanにより提出された。これは国家の総合的エネルギー分析の方法論を提供すると共に、膨大且つ精細なエネルギーデータベース (EDB) の開発を要求するものであった。折から当時の米国はエネルギー自立政策が展開されようとしており、Hoffmanの構想は直ちに実行に移された。その中心が中性子データなどの編集の経験に富むBNLであり、そこにHoffmanを長とする国立エネルギー分析センター (NCAES) が1976年1月設置された。NCAESが収集・整備したEDBは、個々の目的に従って多数あるが、中でも大規模なものがEMDB (Ener-

* センチュリリサーチセンタ (株) 開発本部開発部
取締役開発副本部長

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2

** センチュリリサーチセンタ (株) 開発本部開発部長付

gy Model Data Base)である。EMDBは、BES-OM (Brookhaven Energy System Optimization Model)やDESOM (Dynamic Energy System Optimization Model)など、いずれもBNLで開発されたエネルギー分析システムの入力データとして活用されている。

EMDBが従来の単なるエネルギー諸統計と異なる点は、エネルギーの経済的側面からだけでなく、技術並びに環境面のデータも同時に押えている点である。彼らは、これをエネルギーのE³という。つまりEconomy-Engineering-Environmentの結合である。具体的には、全米を11地域に分割し、エネルギー資源の流れを採取から処理・輸送・転換・精製・貯蔵、販売、発電などのアクティビティ(活動)に細分化し、需要側は空調・調理・娯楽・照明、各種産業、輸送、軍・政府用などに分けている。各アクティビティには現実のプロセス別に、エネルギー効率、コスト、環境放出量など多くの要素に関するデータを網羅し、各データにはそれぞれの信頼度、注釈(データの算出方法など)および出所を明記してある。

BNLは、EMDBの他に全米の100カ所にのぼる発電所データ、カウンティ(郡)別エネルギー経済データベースCOENDA (County Energy Data Base)その他多くのEDBを開発している。一方、国際エネルギー機関(IEA)のMARKAL (Market Allocation)モデルのためのEDBを、西独のユーリヒ原子力研究所(KFA)と共同分担して開発している。IEAデータベースもEMDBの構造を踏襲したものといえる。

ヨーロッパでは、欧州共同体(CEC)が加盟諸国のエネルギーデータを統合して、独自のCECエネルギーデータベースを1975年から開発している。ウィーン郊外にある国際応用システム分析研究所(IIASA)でも、水・エネルギー・土地・材料・労働力に関するデータベースWELM (Water, Energy, Land, Materials and Manpower)を開発している。IEA, CEC, IIASAのいずれも担当者どうしの国際的交流はかなり進んでおり、データに関する直接の交流はないものの、EDB構築に関する技術面では、いずれもBNLのEMDBの系譜上にあるものと考えられる。というのは、いずれもエネルギーのミクロな実態、すなわちプロセス毎の現象に着目してデータの採録に努めているからである。

2.2 わが国の現状

わが国では、エネルギーデータといえば、ほとんど

が通商産業省所管の生産動態および電力・ガス事業統計に依存したものである。これらは個別の統計数値を示すものであるため、エネルギー需給の全体像を見るために、資源エネルギー庁『総合エネルギー統計』、(財)日本エネルギー経済研究所『エネルギー・マトリクス』等が作成されている。また、1979年夏から日本経済新聞社と日本エネルギー経済研究所によるエネルギーデータバンクNEEDS-IEEがコンピュータ化されて、通信回線の端末を通して加入者向けのオンラインサービスが開始されている。これらはマクロ的統計に属するものであり、エネルギー消費の実態と動向を見るためには不十分であることが以前から指適されていた。このような渴をいやすべく、通商産業省は昭和55年度(1980年)に統計法に基づく指定統計として「商・工業エネルギー消費統計」を発足させた。この統計調査は、毎月の「エネルギー消費動態統計調査」と年1回の「エネルギー消費構造統計調査」とからなり、それぞれ1981年1月分、1980年分から開始し、統計表が公表されている。ただしこれらは前述のように商・工業に関するものであり、農林水産、交通運輸、民生などの分野における調査も期待されるところであるが、役所の所管が異なるため、各省庁が足並を揃えて動き出さない限り、全分野におけるエネルギー消費動態を把握することはできない状況にある。

一方、科学技術情報全般に関して政府によるNIST構想が1969年に打出されている²⁾。これは「科学技術情報の全国流通システム(National Information System for Science and Technology)」の開発とその流通に関する構想で、国産による数値データや画像情報の作成が強調されている。その中にエネルギー・資源データも、その公共性の面から、国が卒先して整備することが必要なものとして含まれている。しかし、その後の環境変化は著しく、1979年度に科学技術情報活動推進検討会により構想内容の見直しが行われた結果、ファクトデータに関する関心が一層明確化されると同時に、エネルギー・資源関係の一般的データは範囲外のものになった。

このような動向に鑑みて、総合研究開発機構(NIRA)では、諸種のエネルギー関連研究を行なう過程で、わが国でも総合的な視点にたったEDBの整備・充実の必要性が強く認識され、「エネルギーデータベース調査会」を設けて、わが国に適したEDB開発のための基本的な論議を行ない、1978年6月『エネルギーデータベースの開発に関する提案』と題する提言書を公開した。そ

の結果、NIRAはEDBの開発・利用・推進に関して、センチュリリサーチセンタ（CRC）に委託研究を出した。筆者らを含む研究チームは、米欧におけるEDBの開発・利用状況をつぶさに調査すると共に、日本型EDB（JEDB）の概念設計を行ない、またその開発・利用・保守をいかに推進すべきかについて最適案を検討し、報告書³⁾にとりまとめた。このJEDBは広く関係各方面の関心を呼び、人材・資金を投入すれば数年間で実現できると見られたことから、国の機関の一部で予算化の動きがあったが、折からの行政改革の影響を受けて、今日のところ、具体化への第一歩が踏み出されるに至っていない。しかし今なお、関係者の間にはJEDBの実現が強く期待されているので、以下にその概要を示し、実現への途を探ってみたいと思う。

3. 日本型EDB（JEDB）の設計構想

エネルギーの問題にかかわりのあるデータを大別すると、経済的データ、技術的データおよび「その他」のデータ（法律、国際情勢など）がある。更に前2者の中間に、いわゆる「技術・経済データ」ともいべきものがある。すなわち、エネルギー転換効率やプロセス運転温度、建設・運転費などである。この概略をまとめたのが図-1である。前節で述べたように、経済データや技術データは、それぞれ何らかの形でDB化の方向でまとめられつつある。しかし、環境への影響度なども含めた技術・経済データは、前述の「商鉱工業エネルギー消費統計」に一部が蓄積されつつあるだけである。したがって、JEDBのねらいは、技術・経済データの欠けた点を埋めることに重点を置かねばならない。すなわち、JEDBは、技術と経済の橋渡しをするためのものとし、しかも各種分析に資するものとし

て前述のBNLのEMDBのように、モデル指向のデータベースとして位置づける。そして、エネルギー資源の供給から消費に至るあらゆるアクティビティ（活動）およびプロセスに関するデータを集大成したものを目標とする。

エネルギー資源の供給から消費までに、どのようなアクティビティがあるか、その概略を示したのが図-2である。このように、各エネルギー資源がたどるアクティビティを連結したものを、レファレンスエネルギーシステム（RES）と呼ぶ。RES上の1つのサブシステム、たとえば原油に着目すると、そこには輸送、貯蔵、精製、……など多くのアクティビティがあり、それぞれのアクティビティには、いくつかの固有のプロセスが属している。一例として、原油サブシステムの概要を表1に示す。

RESを作成することは、JEDBのアクティビティとプロセスを定義することであり、JEDBの性格を明らかにすることになる。サブシステムは、必要に応じて一層細分化することができるし、プロセスの種類を追加することも可能である。このように柔軟性を持たせておくことが大切であり、このような設計をオープンエンドな設計という。

次に、データとしてどのような要素を取入れるかを検討する。これもオープンエンドであるべきであるが、実際には開発コストと効用を考慮して、おのずから優先度を決めて選定しなければならない。データ要素としては、大別して歴史的要素、技術的要素、および技術・歴史的要素の3種が考えられる。

歴史的要素は、時系列に配列されるもののうちRESで定義されるプロセスに直接関係しないもの、たとえば一般経済指標などである。

技術的要素は、RESで定義されるプロセスに関するもので、時系列にならないもの、たとえばプロセスの性能・特性に関するものなどである。

技術・歴史的要素は、RESで定義されたプロセスに関係するもので、時系列になるもの、たとえばプロセスの存在数や稼動実績値などである。

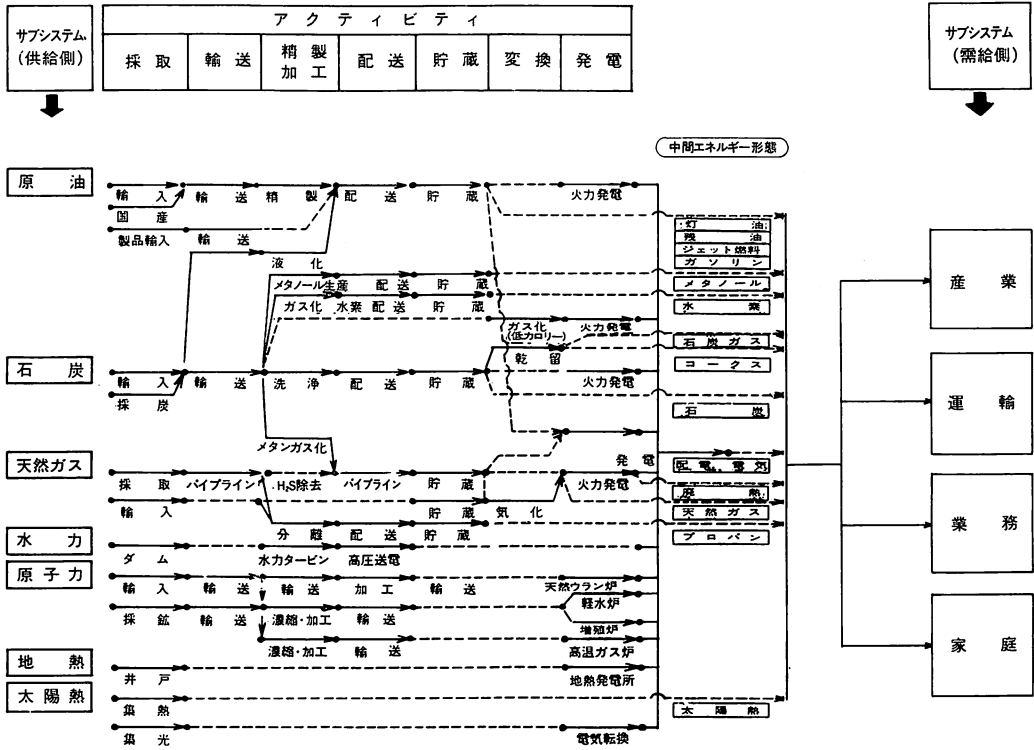
こうして考えられる要素を全部掲げれば、数百もの多くにのぼるが、JEDB開発の第1期工事としては、優先度の高いものからいくつかを選ばなければならない。一案として主要な要素をとりあげてみたものを表2に掲げる。

以上のようにして、各サブシステムについてプロセスごとに十数項目（あるいは数十項目）の要素を集め

分野	エネルギーデータの種類の	性 格	存 在
経 済 技 術	経済データ 資源量、供給量、需要量、プロセス数、プロセス分布、エネルギー収支、経済指標など	経済指向	・総合エネルギー統計 ・エネルギー・マトリックス ・NEEDS-IEEデータバンク など
	技術・経済(環境)データ エネルギー転換効率、プロセス運転実績、プロセス別燃料消費、生産効率、プロセス運転温度、建設費、運転費、労働力、環境排出量など	技術・経済指向 (未集成)	
	技術データ プロセス設計技術、材料技術、加工技術、建設技術、運転技術、機械技術、技術運搬費など	技術指向	・エネルギー技術データハンドブック(エネルギー総合工学研究所)
その他	エネルギー関係組織・機関、法律、国際関係、特許、国際情勢など	情報指向	・各種文献データベース ・各種便覧

出所：文献3）を一部修正

図-1 エネルギーデータの分類とデータベース



出所: 文献3) 図-2 レファレンスエネルギーシステム (RES) の概念図 (未来技術を含む)

表1 原油サブシステムのアクティビティ/プロセス

アクティビティ	プロセス	備考
輸送	タンカ全体	原油輸送
	タンカ (規模別) トラック (燃料別) 貨物 (")	製品・半製品輸送
貯蔵	タンク全体	"
	タンク (規模別)	"
精製	精製プラントi	i は個別プラントを意味する
蒸留	常圧蒸留装置i 減圧蒸留装置i	
ガス回収	装置i	
熱分解	"	
接触分解	"	
" 改質	"	
水素化分解	"	
水素化脱硫	"	
水素化精製	"	
水素装置	"	
重質油ガス化脱硫	"	
異性化	"	
アルキル化	"	
硫黄回収	"	
石油その他	ボイラ	特製プラントi に対する
転換	発電機	"
	都市ガス装置i ナフサ都市ガス装置j	j は原料別都市ガス個別装置
発電	LPG	"
	原油	"
	発電プラントi	"
	ナフサ火力プラントj	j は燃料別発電プラント
	重油火力プラントj	"
	原油火力プラントj	"
	LPG火力プラントj	"

出所: 文献3)

たデータは、サブシステム、プロセス、燃料、地域、時間 (月、四半期、年など) という、いくつかの軸の上に配列される多次元の構造をもったデータ群を形成する。このような多次元構造を図的確に示すことは困難であるが、極力わかりやすく図示すると、図-3のようになる。

これらの多次元構造をもったデータは、それぞれ検索のためのキーワードと共に、データの出所・作成者、信頼度、注釈などを付して、コンピュータによる記憶媒体 (磁気または光によるディスク、テープなど) に記録し、蓄積する。そして、望みのデータを取出すときは、データベース管理システム (DBMS) を用いて、ディスプレイ、プリンタあるいは通信回線を通して遠隔地の端末機器に出力、表示される。また、シミュレーションモデルによる分析のデータとして用いる場合は、直接にデータベースからコンピュータに移すことも可能である。

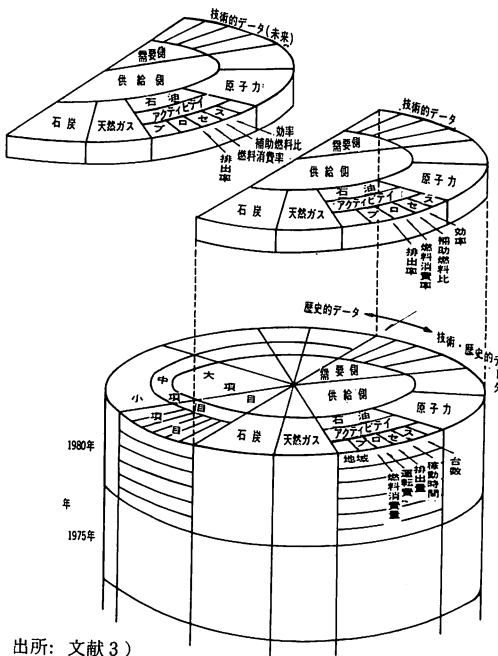
4. データの収集/開発

JEDBの構築のためデータを収集することは、容易なことではない。もちろん既存の公表資料から収集できるものも少なからずあるが、JEDBが目標とする技

表2 JEDBの要素

	要素	単位		備考
		技術的データ	技術・歴史的データ	
技術的データ/技術・歴史的データ	①入力エネルギー	固有単位/単位時間	固有単位/月、年	・技術的データは能力、技術・歴史的データは稼働実績を表わす。 ・非エネルギーは原料、半製品、製品、触媒などを意味する。
	②出力エネルギー	〃	〃	
	③入力非エネルギー	〃	〃	
	④出力非エネルギー	〃	〃	
	⑤効率	無次元	無次元	
測度関係	⑥数量		個	・技術的データは存在しない。
	⑦能力		固有単位	
	⑧稼働実績		〃	
	⑨脱硫・脱硝能力		〃	
建設関係	⑩建設費	円		・供給部門のプロセスを対象にする。 ・技術・歴史的データは存在しない。
	⑪建設資材	固有単位		
歴史的データ	⑫運転開始日	年.月.日		・技術・歴史的データは存在しない。 ・温度、圧力は上限、平均、下限で与える。
	⑬耐用年数	年		
	⑭運転費	円		
	⑮運転温度	℃		
	⑯運転圧力	気圧		
	環境汚染係数	⑰大気汚染物 ⑱放射性物質	固有単位/単位時間 〃	
歴史的データ	① 一般経済指標			
	② エネルギー別需給関係系列			
	③ 海外のエネルギー関係系列			
	④ エネルギーの性状を表わす系列			
	⑤ 従業者など労働に関する系列			
	⑥ 産業における生産、需要などに関する系列			
	⑦ エネルギーに関する需要見通し、政策など予測、計画に関する系列			
	⑧ 法律、文献、判例などに関する系列			

出所：文献3)



出所：文献3)

図-3 日本型エネルギーデータベースの概念的構造

術・経済データの大部分は、新たに測定したり、計算あるいは推計、推定によって導き出す必要がある。こ

のようなわけで、われわれはデータの開発ということばを用いるのである。

データを収集/開発する立場から、データを分類すると表3のようになると考えられ、第1種から第6種まで、その特性に応じて、何らかの方法でデータを開発することになる。この作業は、対象によって難易さまざまなものがあり、また得られたデータの信頼度も異なるであろう。しかし、JEDB構成上必要なデータをそれぞれの種類に応じて開発することは、原理的に可能であり、JEDB構築上最もマンパワーを要する作業となる。

では、どのような体制でデータを収集するのがよいだろうか。データ収集/開発のためには、主体となるものが必須である。この主体をエネルギーデータセンター(EDC)と仮に名づけよう。EDCはデータの収集/開発に当たり、政府・公共体、企業およびその団体、研究機関の協力を最大限に求めなければならない。

また、JEDBの利用者はデータを利用した分析方法の開拓者でもある。そこから再びJEDBの内容に対する新しい需要が生じる。このようにして、JEDBの利用が進展するにつれてそれ自体も成長発展するという相互拡大の好ましい循環が実現されることが期待され

表3 JEDBのために収集/開発すべきデータの種類

種類	定義	データの例
第1種	データが存在し、公表されている	○供給側・需要側プロセスの原単位に関する技術的データ ○発電、都市ガスプロセスの原単位に関する技術・歴史的数据 ○供給側・需要側（産業運輸）のプロセスの数量、能力 ○運転に関するデータ ○NO _x 、SO _x 排出係数（一部）
第2種	データは存在するが企業・機関が◎とするもので、そのままの形では公開できない。	○建設に関するデータ ○運転費に関するデータ ○大部分の供給側・需要側プロセス別の原単位に関する技術、歴史的数据
第3種	データは存在しないが、測定・実験で得られる。	○有効熱効率に関するデータ ○運転温度・圧力に関するデータ ○環境公害要素の排出係数
第4種	データは存在しないが計算で得られる	○環境公害要素の排出量 ○既存統計からの計算（結合、分割、その他の計算）
第5種	データは存在しないが測定値として得られる	○運転温度・圧力に関するデータ ○有効熱効率に関するデータ
第6種	データは存在しないが、間接的に推計できる。	○家庭・業務のプロセスの稼働状況・数量 ○集約プロセスのデータから個別プロセスのデータの推計

出所：文献3)

5. JEDB実現への途

JEDBを実現させ利用を推進していくためには、なにはともあれ、EDCがうまく機能する必要がある。

EDCの機能・役割りとしては次のようなものが考えられる。すなわち、収集/開発したデータの一次評価および最終評価（評価委員会による）、レファレンスエネルギーシステム（RES）の管理（拡張、改訂など）、データの保守（更新）、文献整備、情報源との協力関係、データ交流機能の確立、収集・開発・評価・利用推進を担当する人材の養成、利用者へのサービス（データ提供、応用開発、広報、営業など）である。

このような活動をするエネルギーデータセンターは

- ① 基本的な整合性のあるデータを連綿として集積し各方面の需要に対応し得る中立的共同利用の場であること。
- ② 新たな種類のデータ収集・加工の需要に対して直ちに即応できる体制にあること。
- ③ 各方面におけるデータの所在と特質を常に把握しそれらの円滑な交流を計り得ること。

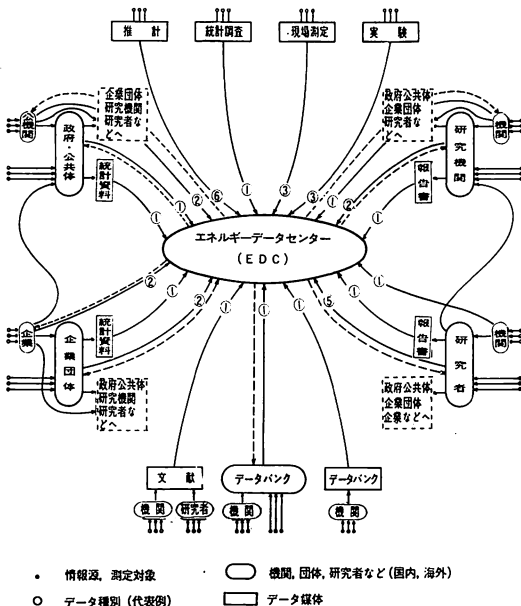
以上の要件を一元的に備えたものであることが望ましい。

センターの人員は、当初（第1フェーズ）約10名で発足し、最終的（第3フェーズ）には約60名の体制が必要であると思われる。データ収集/開発作業に際しては、必要に応じ外部シンクタンクや情報処理センターに委託する。センターの開発・運営スケジュールの一案を図-5に掲げる。

エネルギーデータセンター（EDC）は、民間出資を主体とした基本財産5億円程度の財団法人とするのがよいと思う。年間運営費は、初年度1～2億円、以後毎年1億円増で5年度は5～6億円を要するであろう。これらの財源は会費、委託費およびデータ販売料などでまかなう。

データの収集/開発およびJEDBの整備費としては、第1フェーズ（2年間）に約25億円、第2フェーズは毎年約20億円、第3フェーズは毎年約25億円を要するものと推計される。これは一見相当に大きな金額と思われるかも知れないが、わが国のエネルギー戦略をよりの確なものにし、多方面の利用価値とその文化的意義を考え合わせるならば、驚くような金額ではないはずである。

そのような見地から、上記費用は国の助成のあることを期待したい。



出所：文献3) を一部修正

図-4 JEDBのデータ収集経路と方法

る。

このEDCを中心にして、JEDBのデータを収集/開発する経路と方法を図-4に示す。

項目	スケジュール					
	第1フェーズ		第2フェーズ		第3フェーズ	
年度	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	以降
1. 既存データの収集・整備 調査 データ収集 コンピュータ化						
2. 新規データの開発 需要調査 開発 第1フェーズ 第2フェーズ 第3フェーズ コンピュータ化						
3. データ加工 需要調査 受注活動 加工 コンピュータ化						
4. エネルギーデータベース整備 詳細設計 第1期データ調整と データベース 第2期						
5. 外部データバンクとの連携						
6. センタ利用促進活動						
人員						
責任者	1	1	1	1	1	1
開発企画、調査	2	3	3	3	3	3
記計、保守	3	3	4	6	10	12
データ収集、加工	2	10	15	20	30	33
事業、広報	1	4	5	6	7	7
事務、管理	2	2	3	4	4	4
合計	11	23	31	40	55	60

図-5 開発運営スケジュール

(開発の進捗度がよい場合には各フェーズの早期化も可能)

; Pol Polytechnic

6. おわりに

折からの行財政改革の嵐がきびしく吹きすさぶ時期
 において、このような無形のデータ集積に数十億の投

資を実現することは、甚だ困難なことだという声もある。しかし、わが国のデータベースの蓄積は甚だ貧弱で、その多くを米欧などからの“輸入”に頼っているのが実情である。このような国境を越えたデータ流通(Transborder Data Flow, TDF)は、近年電気通信技術の発展によって、ますます増大しており、わが国の依存度は極めて高い⁴⁾。これは原油依存度の高さと同様に、いついかなるときに“情断”の憂き目に合わないとも限らない。まして、わが国のエネルギーの実態を示す日本型エネルギーデータベースは、われわれ日本人自身が整備して行かねばならない。

エネルギーデータセンター(EDC)と日本型エネルギーデータベース(JEDB)の実現を切に願いつつ、関係各位のご意見・ご批判を仰ぎ、総意の結集が実を結ぶことを望む次第である。

文 献

- 1) Hoffman, Kenneth C. ; The United States Energy Systems —A Unified Planning Framework,(1972), Dissertation at Polytechnic Institute of Brooklyn.
- 2) (株) 旭リサーチセンター; 昭和54年度科学技術庁委託ファクト・データベースの整備に関する調査研究報告書, (1980) 1~14, (1981) 1~6.
- 3) センチュリリサーチセンタ(株); エネルギーデータの整備(1979), NRC-78-3 委託研究, 総合研究開発機構.
- 4) 行政管理庁監修. 旭リサーチセンター編; コンピュータ・社会・情報(1983), 日刊工業新聞社.

