

# アメリカにおけるコンピュータネットワーク

## — その医療への応用 —

(財) 医療情報システム開発センター

山本靖尚

### 1. アメリカにおけるネットワークサービスの概要

米国におけるコンピュータネットワークは各種のものが全国的に実用化されている。

ここ挙げられているアルパ・ネット (ARPA-Net), テレネット (Teletenet), マークⅢ (MARKⅢ), タイムネット (Tymnet), サイバネット (Cybernet) などはそれぞれ大手の民間ネットワークサービスであり目的に応じたものが数多く存在している。医療の分野でのネットワークサービスは主として単一目的のセンター集中型のものが多く、SMS社・McAUT社・HMS社による病院情報処理サービス, テレメッド社による心電図伝送解析サービス, NLM (国立医学図書館) による文献情報サービス, NIH (国立医学研究所) によるコンピュータリソースの提供などがある。サービスの形態から分類比較してみると図・1 のようになる。

パケットスイッチング, フライソ・マルサプレックス等色々な技術的な方式があるが目的に応じた、ハードウェアに合ったネットワーク体系を作り出しているようである。ターミナル業界の売り込みは乱戦模様を呈し、一つのネットワークに数社の異なったターミナルが接続されているケースも少なくない。システムの開発はターミナル、アプリケーション、D・Sなどすべてユーザオリエントに行なわれている。こうした行き方は今後の我が国の情報処理サービス業界の課題となろう。

アメリカにおけるコンピュータ・ネットワークのメリットはリソースシェアリング, ソフトウェアシェアリング, ファイルシェアリング, 設備投資の共同負担などに求められている。シカゴ大陸で時差のある国と、カリフォルニア州位の広さの日本との比較が出来ない事を考えると同じメリットを追求する事は必ずしも妥当でないと思われる。そこで日本独自の必要性に合ったネットワーク体系を研究開発する事が大切であると思われる。

DATA Service	R J E	T S S	V A N
	TYMNET Tymshare社		
国立医学図書館 NLM	コンピュータセンターサービス NIH		
	MARKⅢ G E 社		
病院情報処理サービス BHS社, MedAut社, HMS社	ARPA ネット ARPA		
心電図伝送解析 Telemed社			TELENET Teletenet社
	CYBERNET CDC社		
	DATANET Honeywell社		

図・1 ネットワークのサービス分野

### 2. アメリカにおける医療情報システムの開発普及の形態

#### (1) 研究開発から普及までの過程

アメリカにおける医療情報システムの研究開発から普及に至るまでのプロセス

スについては概略以下のことが言える。

### 段階-1 研究開発段階

現状及び将来を見通して社会的に必要なシステムや技術を国が先行して研究開発している。また民間や医療のフィールドで独自に運営できるものは国が運営している。

各種の病院情報処理システムを開発するための補助金、MEDLISNE・TJXLISJIEに代表されるインフォメーションサービスネットワークの運用、心電図解析システムをはじめ多くのテーマを含んだ地域医療開発計画、NIHコンピュータによる全米サービスネットワークの運用、ARPAネットワーク上で進められている各種の研究開発、画像情報処理システムをはじめとする各種の診断システムの開発などがこの例である。

この段階では主として国家資金により研究機関、大学等が中心となる。

### 段階-2 実用化試行段階

段階-1の国家プロジェクトの成果をうけて、大学や大病院などで自らの問題解決のための試験的なシステムの開発運用がなされる。

この段階では国、自治体等から補助金等が出されることが多い。民間企業は単体のハードウェアを提供し、一部システム商品の開発を目的に共同研究を行うこともある。

メーヨフリニッフやエルカミノ病院等における高度な病院情報処理システムや試験的運用がこの例である。

フィールドの地ならしの段階と言える。

### 段階-3 システム商品の出現による普及段階

前段階で実用化のメドが付き、フィールドの地ならしが出来ると、大量の需要が期待できる部分については民間企業がシステム商品を開発し本格進出する。

この段階では経済性、操作性、機能、信頼性、保守性その他あらゆる面で商品としての磨きかけられ、段階-2で各病院等ユーザーレベルで個々に開発されたシステムよりも数段優れたものになっている。テレメッド社やマルケット社の心電図伝送解析サービスシステム、P.H.S社・M.C.A.U.T.O社・H.M.社による病院情報処理サービスシステムなどがこの例である。

## (2) 実用化を普及しているシステムの背景

アメリカにおいて実用化、普及している医療情報システムの背景を整理すると以下のことが言える。

- ① 研究開発の初期段階ではいずれも国家資金の投入があった。
- ② 実用化、普及の段階ではいずれも高度な技術を有する民間企業が参加しており、自らサービス事業に乗り出している。
- ③ システム開発は出来る所から順次手を付け、必ずしも体系的、トータル的な

アプローチが行なわれている。

- ④ 費用投済でフィールドでの試験的運用を行ない、マシンインターフェース上の問題解決のために徹底した改良が行なわれている。
- ⑤ 普及のための最終的な評価基準は経済性にある。
- ⑥ ネットワークを介して広域な医療情報処理サービスを行なう専門の民間企業が出現し、高成長を遂げつつある(マコート社、HMS社、テレメッド社など)。
- ⑦ 民間や自治体では経済性の観点から開発・運用できない情報サービスネットワークのようなシステムについては国が自ら運営している(MEDLINE, ARPANETなど)。
- ⑧ ネットワーク上で利用される端末装置はいずれも汎用品であり、特に病院情報処理システムのように大量の処理データが発生するシステムにあつては、端末の処理能力を強化した分散処理方式がとられている。

### 3. アメリカにおける医療情報ネットワークの事例

アメリカにおいでは地域や大学大病院を中心に研究目的のためのもの、地域医療サービスを目的とするものなど、各種の医療情報処理のためのシステムが稼働している。以下全国レベルで運用されている医療情報ネットワークについて紹介する。

#### 3.1 国立保健研究所(NIH: National Institute of Health)におけるコンピュータサービス

##### (1) 概要

保健教育省に所属する研究機関で米国における保健・医学関係の研究開発の総元締めとなっており、科学的・技術的に裏付けされた生物医学の研究を推進するにコンピュータを導入し、各種アプリケーションを開発することに不可欠となり、1964年に独立した組織としてコンピュータ部門を飛足させた。

コンピュータの使命は主としてつぎの二つから成っている。

- ① コンピュータ処理サービスおよびこれに関連した技術的アドバイス
- ② 理論/応用数学、医学、数理統計学、情報科学分野における研究開発の推進

現在 ~~DEC~~ コンピュータセンターは1日24時間フル稼働しており職員数260名のうち情報処理サービス関係が専務員、オペレータ、プログラマ等を含め170名、残り90名が情報処理技術の研究開発に従事している。

##### (2) NIHのシステムコンセプト

NIHのコンピュータネットワークはIBM370, DEC-SYSTEM-10を中核に140台以上の大小コンピュータ、1100台の端末から成り、ユーザーは1万人以上におよんでいる。140台のコンピュータのうち約90台が全米各地からリモートバッチステーション用スレーブコンピュータで、NIHの大型センターに対してRJEを行なうことができる。また約40台の中小型コンピュータはNIH内の研究室や臨床部門に設置されており、単一目的ないし複数の業務と組み合わせで使用されている。その主な理由としてはつぎの点をあげている。

- ① RJEをベースにしたスター方式の採用によりダイヤルインを可能にし、多数のユーザーをカバーするうえで柔軟な対応ができる。

- ② 中央のシステムは階層構造を採用することで、スケーラビリティの欠点（処理の集中化によるオーバーフロー）、コンピュータコンプレックス構造の欠点（処理能力の分散による大きなコストの処理能力の喪失）をカバーしている。
- ③ 処理の内容や規模に応じて柔軟にコンピュータリソースが選択でき、コストパフォーマンスを高めることができる。

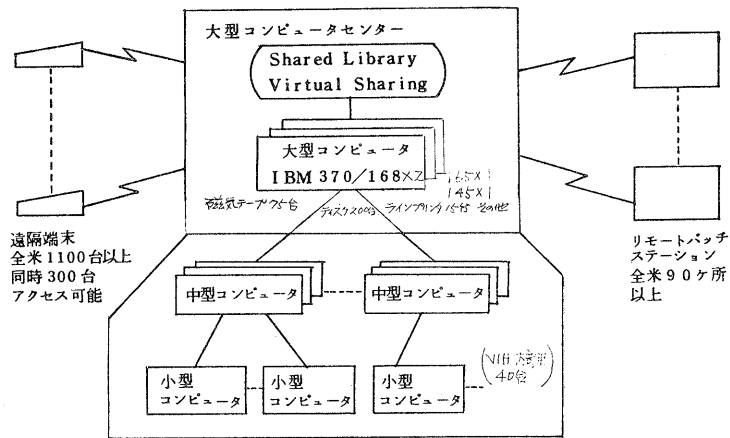


図 3-1 NIHにおけるコンピュータネットワークの構造

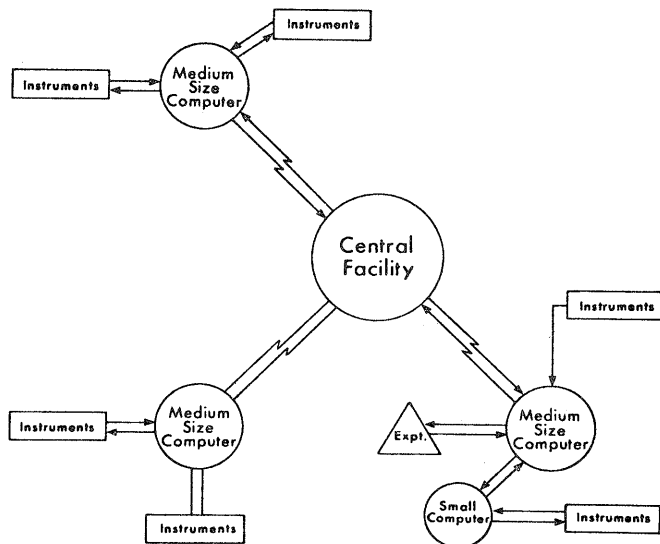


図 3-2 NIH内部におけるコンピュータの階層構造

### 3.2 タイムシェア社・タイムネットを利用した医療情報ネットワーク

タイムシェア社は民間企業・官庁を対象とした情報処理サービス事業を目的として設立された会社で、医療分野への進出は今からである。

しかし同社が有しているタイムネットは全米、ヨーロッパまで延びており、このネットワーク網を利用して各種の研究用の情報処理サービスが行われている。

タイムネットに接続されている医療情報処理サービスの例としてはNLM (National Library of Medicine) の医学文献情報サービス (MEDLINE) や中毒情報サービス (TOXLINE) 用データバンク、スタンフォードメデイカルセンターを中心とするSUMEXプロジェクト用のコンピュータ、その他国のグラントによる医学研究用のコンピュータがいくつか接続されており、全米各地からそれぞれのプロジェクトに参加している研究者がタイムネットを介して、自由にコンピュータリソースやデータベースを利用できるようにになっている。

#### 1) タイムシェア社の情報処理サービス

##### (1) 概要

当社の特徴は情報処理に関するコンピュータリソース、通信、端末、ソフトウェア・サポート、アプリケーション、教育、コンサルティングにおける包括的なサービス体制をとっていることである。特に他の情報処理サービス会社に比べて特筆すべき点は、Value Added NetworkとしてのTymnetを有していることで、GE社やCDC社が自社の計算センターとユーザーを結びつけることを前提としているのに対し、TymnetはNLMでのMEDLINEサービスの例にみるように、ネットワーク回線単独での提供も行われるようになってきている。

##### (2) タイムネット (Tymnet)

汎用データ通信設備として1970年よりTymnetサービスを開始し以降信頼性の向上、伝送路の拡大、高速化のための多くの改善を行ってきた。

SCHEMATIC OF TYMNET  
TYMSHARE'S INTERNATIONAL REMOTE COMPUTING NETWORK  
(As of January 1974)

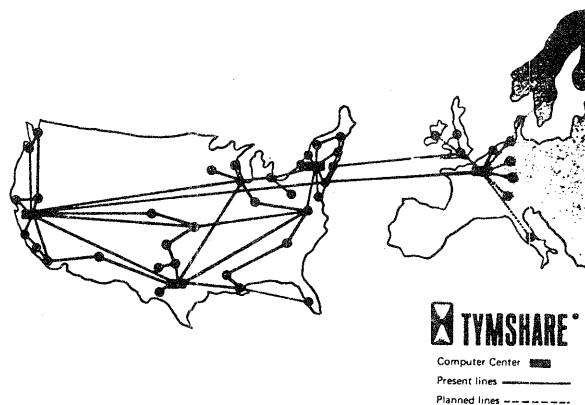


図3-3 Tymnetのサービス状況

本ネットワークは各種の端末が接続できると共に、高速大量伝送の必要なRJEやリモート・ブツクにも効率よく対応できるものである。

当初広範なカスタマーの端末を自社のコンピュータセンターと結びつける目的で敷設したが、副次的にはカスタマーがTymnetを介して自らのコンピュータと遠隔地の端末を結びつけることもできる。

Tymnetはローカルコール(市内ダイヤル)によって遠隔地のコンピュータやデータファイルにアクセスでき、サービスの範囲は米国内、カナダを中心に80都市、65000マイルに及んでいる。

本ネットワークの特徴は、ARPAネットワークやTeletypeがコンピュータ間のデータ伝送に重点をおいているのに対し、低速回線、小パケットサイズ、多種の端末インターフェース等を考慮して端末とコンピュータとの結びつけにポイントを置いていることである。

(ス) タイムネットの医療分野での利用

#### ① SUMEX-AIM (Stanford <sup>University</sup> Medical Experimental Computer-Artificial Intelligence of Medicine)

本プロジェクトは1974/1~1978/7にわたるもので、使用されているコンピュータはDEC-SYSTEM-10(デュアルプロセッサ、メモリー56KB)である。

当コンピュータ設備はNIHの補助金によるもので、全国レベルでの医学研究共同利用システムを志向し、ARPAネットワークやTymnetを介して当プロジェクトに参加している各地の研究者が利用できるようになっている。

プロジェクトの目的としては次の2点をあげている。

- AIMアプリケーションの研究開発を促進する。
- 医学研究におけるコンピュータリソースの共同利用を全国レベルで行ない、システムの管理運営方式及び技術上のプロトタイプとする。

NIHはこの種のコンピュータリソースを提供することによって、研究者が高価な設備を共同利用でき、研究者間の情報交換や協力を促進することを目指すとしている。

#### ②. SUMEX-AIMの運営方法

本プロジェクトの目的の1つは、共同利用型システムにおける管理運営方式の研究にある。

利用形態から見た場合、ユーザーはつぎの2つに分類される。

- スタンフォードメデイカルセンターを中心とする地区ユーザー
- 米国内の遠隔地ユーザー

#### ③ 主要研究テーマ

本プロジェクトで行なわれている主要研究テーマとしてはつぎのようなものがある。

- DENDRALプロジェクト

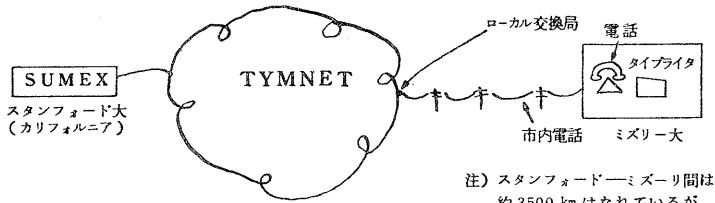
分子構造を物理化学分光特性から解明しようとするもので会話型言語によつて処理する。

分子遺伝学の分野でDNA構造と種間転移の研究等を行なっている。

- RUTGERSプロジェクト (RUTGERS大学グループ)  
眼科診断における診断補助システムで特に緑内障の診断、処理システムを開発し現在ネットワークを介して各所の眼科センターでフィールドテストを行なっている。また精神医学や社会制度面から人間の社会行動の理論モデルを開発することを目的として研究も行なっている。
- SECSプロジェクト (カリフォルニア大学グループ)  
薬品等の分子構造の生物に及ぼす影響をシミュレートし評価するためのシステムである。  
化学者が英語に似たALCHEMなる言語で化学式を入力すると、SECSシステムが解析し対話型3次元コンピュータグラフィックスによつてその分子構造モデルが表示されると共に生物への影響がシミュレートされる。今後はChemical transformationデータベースの充実に努める予定。
- MYCINプロジェクト (スタンフォード大学)  
専門外の臨床医のための診断補助システムで、当初抗細菌作用剤による治療方法からスタートしたが、現在は他の感染症の治療方法にもその範囲を広げている。システムは会話型式でコンピュータからの質問に対し医師が回答することによつて次第に診断・治療方法の的を絞つてゆくようになっている。本システムはスタンフォード大、パロアルトVAホスピタルで臨床実験・評価を行ないつつレベルアップを続けられている。
- ACTプロジェクト (エール大学)  
人間の記憶、認識、推論、言語プロセスからの問題解決までのメカニズムに關する理論モデルの研究を行なっている。
- INTERNISTプロジェクト (ピッツバーグ大学)  
内科診断一般に關する診断システムの開発を目指しており、内科主要疾患の50%をカバーするデータベースのアクセスを可能とする。
- MISL (Medical Information System Laboratory) (イリノイ大学)  
AI手法を用いて眼科臨床診断を自動的に行なふことができるもので、眼科データベース及び分散型データベースの設計のための研究も併せて行なっている。

#### ④ 利用例

SUMEX内のサブシステムの1つはMYCINと呼ばれるシステムは患者の症状を端末からプログラムの誘導によつて入力していくと、患者に対する処置方法が出力として得られるものである。また研究室での実験段階のため、速いレスポンスは期待できないが、内容は高いレベルである。ミズリー大からはSUMEXを音響カプラ付のタイプライタを用いて利用しているが、利用法としては直接長距離電話をスタンフォード大へかける方法とTYMNETを利用する方法がある。ミズリー大担当者意見によつて、経済性、接続時間に対する制限なども考慮するとTYMNETを利用するほうが優れているようである。



注) スタンフォード—ミズリー間は約3500 kmはなれているが、TYMNETは距離に関係しない課金を行うため、市外電話利用に比べ経済的である。

図3-4 TYMNETを通してSUMEXを利用する例

### 3.2 国立医学図書館 (NLM: National Library of Medicine)

コンピュータによる医学文献情報サービス

#### (1) MEDLINE (MEDLAS-ONLINE)

MEDLINEは全世界の約3,000種の生物医学文献を対象に50万件の作者文献目録を作成しオンラインで検索できるデータベースシステムである。

#### • アクセスの方法

検索はタイプライタ形式の端末から行なうことができ、メリーランド州ベセスダとニューヨークのアルバニーに設置されているコンピュータに接続された回線を通じて全国的な通信ネットワークである、Tymshare社のTytnetを通じて問合せができる。

#### • 検索方法

文献の表題、アブストラクト、MeSH (検索用語集) に登録されている約14000にのぼる用語を単独またはAND, OR, NOT AND等論理演算子で組み合わせる検索条件を端末から入力することにより、目的とする文献の目録が検索できる。検索結果は端末からプリントアウトすることもできるが、出力の多い場合はセンターでオフラインプリントし、翌日郵送してもらう方が経済的である。

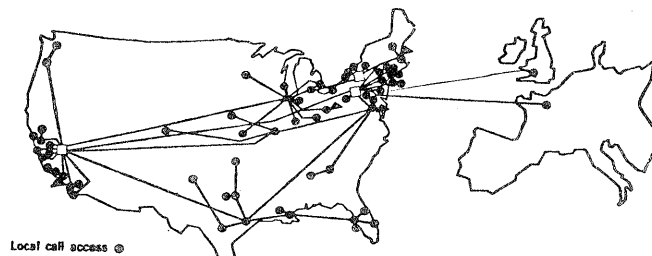


図3-5 Tytnetによる国際医学文献情報サービス

#### • MEDLINEでカバーしている文献情報

MEDLINEでは過去3年間の文献情報約50万件をデータベースに登録している。1966年以降の全情報(約200万件)に因しては別に補助ファイルが用意されている。また当月分の文献についてはSDI (Selective Dissemination of Information) なる速報ファイルが用意されていて、MEDLINEのサブセットになつて



毎月MEDLINEのデータベースをUPDATEしてゆく方式をとっている。

● サービス地域とサービス件数

現在医学関係の学校、研究機関、政府機関、民間企業等300以上に対してサービスを行なっている。ヨーロッパはTympnetのノードがあるフランスを中心にサービスが行われている。またヨーロッパ、アジアの地域には独自のサービスセンターが設置され当該地域のサービスを行なっている。米国におけるサービス件数は年間40万件を越え、延べのサービス時間7000~9000H/月に達している。

利用者の伸び率は年間20~25%、検索1回当たりの所要時間は平均15分程度となっている。

(2) その他の情報サービス

医学文献情報サービスの他に、中毒情報サービスとシズのTOXLINEを積極的に行なっている。その他CATLINE, SERLINE等のサービスも行なっている。

(3) センターコンピュータ設備と運用

ベスタ(NLM)にあるコンピュータセンターにはIBM370/158がデュアルプロセッサで設置されており、MEDLINEで同時55端末、TOXLINEで同時25端末計80端末の同時サービスを可能にしている。

3.3 病院情報処理サービスネットワークの例

マコート社(MCDONNELL DODGHLAS AUTOMATION COMPANY)

(1) 概要

現在の事業規模は従業員478名のうち125名が開発業務に当たっている。サービス規模は全米40州にわたり400病院以上である。

サービスセンターはセントルイスとイリノイ州ペオリアにあり、使用しているコンピュータ・リソースは以下のとおりとなっている。

センター設備

イリノイ州ペオリア

セントルイス

個別に設置

IBM370/158 X3セット

IBM370/158 X4セット

うち1台を

IBM370/168 X1 (Install #)

Inter Data ミニコン X1

(ECG解析サービス用)

病院ターミナルシステム PDP11/45 25台 (HDL, HPLシステム)

使用している磁気テープ 25,000本 (システム用)

研究開発費は1976年度の実績が2,500万ドル(7.5億円)であり、1977年度は300万ドル(9億円)を予定している。この中で、リボれもコンピュータ設備費用は含んでおらず病院のアウトプット資料の廃更、システムの改良新規商品の開発、将来を計った先行的な研究開発に投入されている。

(2) サービスの内容

現在の主要サービス内容はつぎのとおりである。

● HFC/BASIC (Hospital Financial Control System/BASIC)

- HFC (Hospital Financial Collection System)
- HDC (Hospital Data Collection System)
- HPC (Hospital Patient Care System)
- MR II (Medical Record System II)
- CAE (Computer Assisted ECG Analysis System)

サービスの開始はHFCからで、システムの汎用化は徹底しており、サービス対象病院も2,105床のロサンゼルスカウンティーズホスピタルを筆頭に、600床以上の大病院から最小は30床規模までを含んでいる。これだけの規模も含み、かつ40州にまたがる400床以上の病院に対して、年間50%以上の稼働率を続けながらサービスを続けていることは、システムの汎用化がいかに高度に達成されているかを如実に物語っているものといえよう。

### (3) システムの方式

徹底したモジュール化と汎用化を追求しており、これが多数の病院に対してサービスでき、かつ事業として採算性をもたらしえている最大の理由と言えよう。全体システムの構造はつぎのようになっている。

#### Hospital Communication and Information System

5500 GANELL DOUGLAS AUTOMATION COMPANY

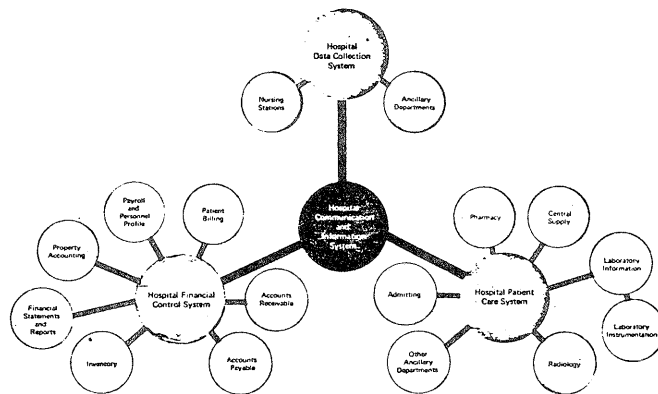


図3-6 システムの構成

また他社のシステムがシステムの開発過程を反映して業務別の個別ファイル方式をとっているのに対し、マコート社はデータ・ベースを指向しており、このためコンピュータ時間は若干余分に必要とするが、多数病院をサービスするにあたっては好ましい方式であるとのことである。

### 3.4 心電図伝送解析サービスネットワークの例

テレメッド社 (TELEMED CORP.)

#### (1) 概要

1969年に心電図解析を目的として設立された会社である。1971年には独自の解析プログラムを完成させサービスに供する様になった。本誌最近の ~~NOLOGY Labs, Inc. を筆頭に~~ 端末の製造及びミニコンピュータを用いた小規模システムMEPCの製造販売にも乗り出した。

現在テレメッド社の解析サービスシステムでは約5,600件/日、150万

件/年の処理を行っており、業界でも圧倒的な市場占有率を誇っている。更にこの装置は米国内で1台/日で解析されるに電図の40%~50%にも及んでいる。処理装置にはZEROX SIGMA5(48KW)を2台設置しサービスを行ってきたが、1970年にはPDP KI-10(256KW)2台を追加し先のSIGMA5はデータ収集専用とし処理能力を600件/時間レベルアップした。更に現在はPDP KL-10を追加し処理能力を1,000件/時間にする作業を行っている。

一方ソフトウェアは開業当初はUSPHS/CACERESのプログラムを用いたが、当時存在したプログラムは研究者もしくは一部の特殊需要家を対象としたもので、解析サービスには不向きであると判断し独自の解析プログラムの開発に踏み切った。このプログラムの開発にはSE, プログラマ30人, 専属医師4人, パート医師8人で総工数150人年を費やした。この圧倒的な開発パワーと膨大なデータファイルが今日のテレメッド社の地位をよさえているものと思われる。

### (2) サービスの実態

現在テレメッド社のサービスを受けている施設は1,350に及び、米国外にもカナダ, 欧州, 南米, アフリカ等にもサービスを行っている。サービスを受けている施設の約80%が10床以下の小病院で、これ等病院の殆んどには循環器専門医はいないと推量される。残り20%はACTターミナルと呼ばれる装置が設置された循環器専門医の居る比較的大きな病院である。

現在テレメッド社の解析サービスを利用しているカスタマーは図3-7の様にA, B, Cの3種に分類される。

パターンI: 直接テレメッド社のサービスを受けろ方法で、循環器専門医がいなくても、安価で比較的高精度の心電図解析が出来る。

パターンII: 循環器専門医のいない病院に於て、専門医のいる病院が解析サービスを行う場合にテレメッド社のシステムを利用する。この形態では病院Bは多量のサービスが可能となり、又病院CはBに対してMOREREAD IN等の依頼をすること出来る。



テレメッド社のユーザ分布の状況

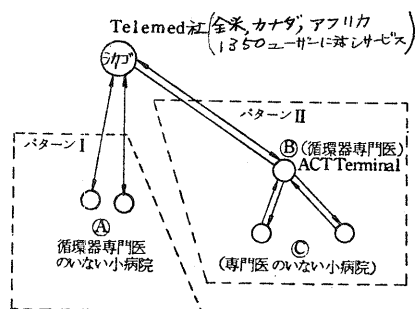


図3-7 心電図解析サービス利用法

### (3) テレメッド社のサービスの特徴

- ① 心電図解析の品質が高いこと  
特にサービス用として自社で開発したプログラムを持っており、解析精度を保証するための入力データのチェックが完全に行われている。
- ② サービスの信頼性が高いこと  
バックアップ体制及び装置が完備しており、更に自家発電装置までも準備

されているので、24時間/日、7日/週のサービスが可能である。また豊富なデータバンクや開帳簿を擁しており、常にプログラムのレベルアップがなされている。

③ きめ細かいカスタマーサービスを行っている

バックアップシステムの完備、回線を利用した端末のメンテナンス等を行っていること、及び~~「サービス」~~電話による照会に応じる体制をとっている。