

## 疾患の動的記述への接近

瀧口文雄(東理大・理工)・北沢克明・岡原成允(東大・医)

### ◀ はじめに ▶

生体の動的状態,特に生体のリズムに関連して種々のアプローチが可能であり(例之は, Pavlidis, T., 1973, 佐々木, 千葉, 1978), また疾患の動的定式化も生体制御論の立場から検討されている。ここでは医療コンサルテーションシステムの構成にあたって必要な時間スロットをいかに表現するかという立場からの, 疾患の動的記述への接近を試みたものである。生体の制御論と異なって, 疾患の定式化は疾患に関する知識の表現を基礎として, 人工知能の分野で開発された手法, 特に, 意味のネットとプロダクションを用いた記号モデルの開発を意味している。

ところで, こうした疾患の知識を組み合わせ, 診断・治療を可能にするコンサルテーションシステムが現在までにいくつか開発されている。例之は, 病原菌感染症を対象とする MYCIN および緑内障診断の CASNET 等がよく知られている(Shortliffe, 1976, Weiss & Kulikowski, 1978)。特に, CASNET については, 日米の疾患の違いから性能の臨時的評価を行なっている(北沢, 瀧口ほか, 1978)。CASNET ものものは完成度も高く, 又の診断性能も優れているが, 日本医療に適用するには, ネットワークの一部を修正しなくてはならないという短所を有している。又して, 又の修正のためのプログラム変更も不可能に近いほど複雑化されておらず, 日本医療に適用の問題点に気がしなければオリジナルの CASNET も, ある程度までは十分に使えるという結論に至っている。こうした経験とより広範囲の診断システムの設計のため

の目標として, 我々は次の三点を設定した。

第1に, 汎用の診断システム用言語なしパッケージを利用し, 具体的なコンサルテーションシステムを開発する。

第2に, 疾患の動的知識の表現と, 又の実装システムを開発する。

第3に, 診断の基礎となる医師の理論プロセス, 仮設の生成のメカニズムおよび異なる医師間のコンセンサス等を認知科学的に検討する。

もちろん, ここでは最初に述べたように, 第2の目標に重点が置かれている。しかし, これらの目標は相互に関連し, 特に, 第3の目標も重要であり, 同時的に行なわれなければならない。

本論文では, 第1の目標で我々が得たいくつかの経験をもとに, 疾患の知識表現, 特に動的側面を必要とすることを述べ, 次に, 第2の目標で, 動的記述を検討する。最後に, 異なる医師間の意見の修正のプロセスについて向出れる。

### ◀ 疾患の動的記述の必要性

システム開発の方向として, ひとつの固有システムからできるだけ汎用のシステムが作成される。おもしろく固有システムでの成果をできるだけ生かして汎用のパッケージなし言語への拡張が試みられ, MYCIN から EMYCIN へ, また CASNET から EXPERT へという形で実現されている。

現在, 我々は第1の目標のために EXPERT (Weiss & Kulikowski, 1979) を用いて緑内障, 合併リウマチ病等の診断システムを作成している。我々が試作した G4/EXPERT の経験

から言うと、診断システムの設計と  
 のものは相当に軽減される。基本的な  
 手順は図1のようなフローチャートで  
 実施される。中心は専門医の持つ  
 いる経年世界知識、通常は長  
 期記憶内の知識をどのように抽出  
 するかである。また、これをルールの形  
 式にどのように整理するかも重要な  
 問題である。これに対し、我々は  
 テープの dialogue 解析結果を、テー  
 プに整理し、ルールの形式に取り直す  
 という方式を採用した。

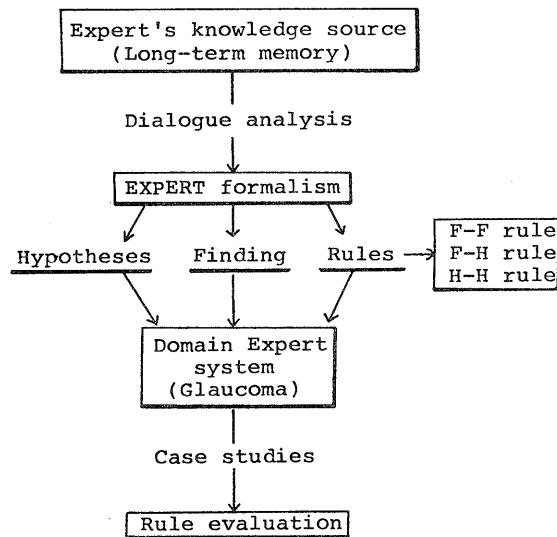


図1. EXPERT の設計手順

EXPERTのルールはプロダクションルール  
 で書かれ、仮説は疾患分類のネット  
 で表わされる。すなわち、EXPERT  
 における疾患の知識の表現は、  
 分類ネットと、同診項目と疾患とを結  
 ぶプロダクションルールとすることがで  
 きる。したがって、疾患の性質(属性)、  
 上位の性質の遺伝、部分-全体の包含  
 関係など、知識の表現で使われる  
 いくつかの記述の形式が使われている。  
 ある仮説(疾患)が決定される  
 プロセスはデータ駆動型で、知識  
 のフレームからの予測はなう。(図2)。

```

    * CHECKLIST
    SYOUJOU:
      (Syndromes)
    ZU      ZUTU, ZUJUKAN
           (Headaches in dim light)
    GAN      GANTU
           (Ocular/head pain)
    KOS      KOUSI
           (rainbow vision)
    
```

```

    ** RULES
    * FF Rules
      F(SIK,F) -> F(KOD,F)
    * FH Rules
      F(ZU,T) -> H(RY,0.5)
    
```

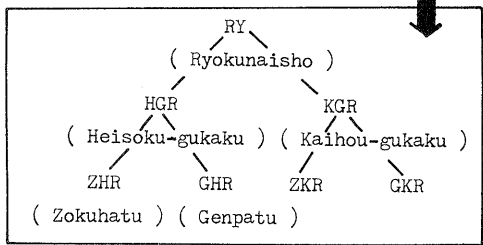


図2. 疾患の決定プロセス

したがって、疾患の表現形式と  
 のものは容易に表わすことができ、疾患の  
 属性を決定する部分も、手軽な  
 として、ひとつひとつルールで書くという負  
 担が設計側にかかる。しかし、ルール  
 抽出については、いづれにせよ時間  
 のかかる部分で、これをいかに機械  
 的に実行するかは重要な問題である。  
 以上の問題点のほかに、疾患の  
 時間的経過(通常は再診データによる  
 生理的状態の記述によるもの)を  
 加える必要がある。再診データ  
 については、再診の日時、および  
 生理データの記録が必要である。  
 (緑内障の場合には、長期的フ  
 アップ、および目圧と緑内障との  
 関係、および日内リズムと目圧との  
 関係など、動的記述を要する部分  
 が数多く存在する。)

## ◀ 疾患の動的記述

ところで疾患の動的記述とは何かを考えてみたい。動的記述と言うからには何人かの経時的 (Time oriented) データを扱うことは確かである。通常は面診患者の Follow-up データの記録を意味し、予後に利用するという目的に使われているようである (Fries, J. F., 1972)。しかし、疾患が急性 (Acute) のものと、慢性 (Chronic) のものとでは動的記述も異なってくる。さらに原因 (Etiology) も単一のもの (Single) と多重のもの (Multiple) があり、動的記述はさらに多岐にわたる。ここではこうした詳細にはとらわれずに、疾患の動的記述のことを KMT スロト と呼ぶ。

即ち、Knowledge Model for Time slot は疾患の動的記述形式で、Filler-slot のデータ範囲を規定する。KMT スロトは、現在の我々のグループ (K: 園原・小山・北沢・Kulikowski, M: 瀧口, T: 高杉) との討論から生れたもので、KMT モデル と呼ぶ。

KMT スロトの基本構造は Filler-slot ベースシステムで、基本的なものは、KRL (Bobrow & Winograd, 1977) あるいは Unit package (Stefik, 1979) と共通するフレーム形式である。疾患の表現のものはフレーム構造である。KMT スロトは図3のように急性と慢性とに分けられる。疾患の特徴のものは、KRL の SELF スロト形式で書き、その内部は上位-概念-下位概念を示す Hyponymic-view と、部分-全体を示す Partonymic-view で疾患の属性を述べる。Hyponymic-view は、病内障における分類ネットワークで、現在の疾患の上位にある疾患名を示す。State data

KMT Representation for disease

```

DISEASE-FRAME
  KMT slot
    Acute
      1st-stage 2nd-stage ...
      1st-phase 2nd-phase ...

    Chronic
      1st-episode
      2nd-episode

  SELF slot
    Hyponymic-view
    Partonymic-view

  STATE-DATA slot
    Measurement-numerical
    range
    units
    instrument
  
```

図3. KMT モデルの表現形式

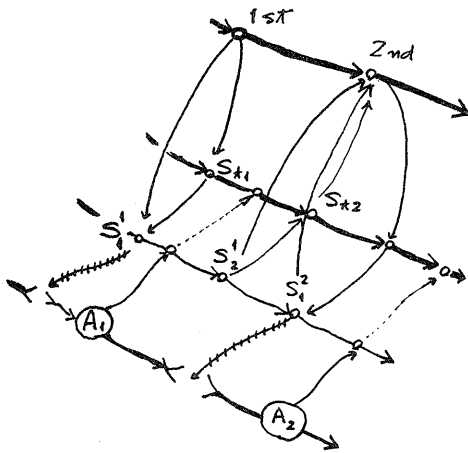
スロトは又の疾患に関連して測定される生理学的データを示す。

急性疾患の場合には、疾患の状態変化は著しい。したがって、診断治療も時間単位で為さなければならない。したがって、行動 (治療) は時間スケールの状態に対応した形で実施する必要があるのである。この治療行動の表現は、プロダクションを用いた Time-scale の意味のネットワークが、KMT スロトに組み込まれている。すなわち、治療はプロダクションによる手続きとして組み込まれる必要がある。急性の Time slot のうち、Stage-1 が動的記述の同期をとり、疾患の第1歩のスタート点となる。急性病内障の場合には、発作の時刻が 1st-stage であり、その状態が治療行動のトリガーとなる。その結果、疾患の状態は一定の時間経過後、2nd-stage に移行。このようにして、疾患の動的状態と治療行動とはサイクルを繰り返す。その状態相の phase に相違する。治療後の状態相のことが予後 (Prognosis) にあたる。

KMT slot  
 Acute  
 1-visit = when-filled  
 to-fill date  
 1-stage = when-filled time-scaled net  
 to-fill treatment action  
 within 1st-visit  
 go to 2nd-stage  
  
 Chronic = default  
 SELF slot  
 Hyponymic-view  
 SUPER-DISEASE = ?  
 SUB-DISEASE = ?  
 Partonymic-view  
 AKO = ?  
 APO = ?  
 STATE-DATA slot  
 Physical-measurement  
 range  
 units  
 instrument

図4. KMTに日寄同スケルネットの工理め込み.

図4は急性疾患における動的状態と日寄同スケルネットとの対応関係を示したもので、それぞれを工理め込むことを示している。



T-line : Time-scale  
 D-line : Disease-state  
 A-line : Treatment-action

図5. KMTと日寄同、疾患状態および治療行動との関係

図5は KMT モデルにおける日寄同のスケル (T-line), 疾患の状態 (D-line) および治療行動 (A-line) の相互関係を示したもので、最初の状態 (S1) により、治療 (A1) により、疾患の状態 S2 に移り、この第2段階にたると示している。例えば、急性の緑内障では、眼圧の上昇 (眼圧: 100mmHg 上昇) → 治療として3%ピロカルピン点眼 (3分毎に5~10回, 次々30分毎6回 etc) → 眼圧の下降 → 手術 (網膜虹彩の切除) という流れになる。

以上が急性疾患における動的記述であるが、慢性疾患の場合はさらに問題が正すかしくなる。というのは、疾患の進行がゆっくりと広範囲に進行する。この日寄同の経過も、長い年月のパターンで考える必要があり、また、この長い年月での出来事 (episodic event) を考慮した記述を考える必要があるからである。episodic データから疾患状態に至るにつけることができれば、慢性の疾患の動的記述はどのように行なうかはよいのだろうか。ひとつの方法は、特に注目する生理学的データ、例えば緑内障では、眼圧の長期的検査 (北沢ほか, 1977 Schwarz ほか, 1978) により疾患の性質を調べることで、またリウマチ病の予後における状態のうち、どれかこの後の発症の状態を予測しているかというデータの経時的集録 (Fries, 1974) のように発症のデータベースを作成することである。これは、POD (上野ほか, 1979) のようなシステムによるデータベースの蓄積を必要とする。また、EXPERT のデータベースサーチ機能もこのようなデータベースの蓄積には適しているようである。

## ◀ 動的記述の対象

KMTスロットによる医療診断システムは、今までの例で述べた録内症を対象として、特に眼圧と急性録内症の動的記述を試みている。その他急性の疾患で、診断結果に対して何らかの治療決定を下さなければならぬような疾患、例えば産科全領域でのCPD診断などのような実務のあるものについても検討している。ただし、対象全領域の知識の構築性という観点からみると、EXPERTは使いやなく、また実動モデルを作成しにくい。したがって、KMTモデルを適用する前段階に、EXPERTによる医師のルール適用を行なうつつ医療診断システムにアプローチするという方法も考えられる。

KMTスロット表現は、UCI-LISPを用いたプロダクションシステムとしてDEC-20上に実装されているが、疾患の動的表現、特にT-line, D-line, A-lineの表現方法については、ハンドシミュレーションの段階である。その他、田中のSRL表現を用いた疾患表現も検討している。この場合には拡張LINGOLによるEXPLUSが実装手段として有効である。

## ▶ おわりに

本研究は医療コンサルテーションシステムの本構成にあつたの基礎と云うべき疾患の知識のうち、動的記述について検討したものである。疾患と動的状態の記述については従来の診断システムでは問題の困難さから未言明されていることが多かった。しかし、EMYCINによるPUFFなど(Fagan et al 1979)動的記述を試みた理論的医療コンサルテーションシステムが開発され

ている。この意味では動的状態の意味の解析についての研究が必要である。例えば、“患者Aさんの眼圧は”

- イ. 上がつてしまい、非正常になった。
- ロ. 上がつてしまったが、正常になった。
- ハ. 上がつてしまうとしている。
- ニ. 上がつてしまった。

これらは、自然言語処理でアスバクの問題図であり、この意味抽出はこれからのテーマである。したがって、医師が使い分けしている患者の状態記述について、まだ別の視点からいくつかの問題図が残されていることがわかる。通常、動的状態を記述する方法は生体制御論をベースにした状態方程式を用いている。しかし、診断の場合には、必ず状態を、正常か異常かという前後の文脈を踏えた判断が必要であり、やはり疾患の知識の記述をベースにしたアプタの方が自然である。ただし、自然な知識の表現に持ちこたことは、例えば、アスバクの問題図という別の問題図を解決する必要がある。むしろ、専門家の方から、以上のようないくつかの問題図があるので、専門家、専門家、意見修正などとすると、非常に問題図は正すか。意見の修正プロセスについては、社会システムの分野で開発された本構成のAプロウチ(Warfield, 1976)もあり、またExpertの意見修正モデルも試みられているが、(シロ口ほか, 1978)高度の専門家である医師への適用は難しい。しかし、要する医師間のコンセンサスを求める問題図は、知識表現の基礎として重要である。この点については別の機会に検討してみたい。

(付言)

本研究の一部は“日米科学共同研究”により行なわれたものである。

◀▶ 文献

1. Pavlidis, T., " Biological oscillators: Their mathematical analysis ", Academic press, 1973
2. 佐々木, 千葉 編, " 日経同生物学 ", 朝倉書店 (1978)  
( 加地, 矢永, " 発病のタイミング" pp. 294-311 )
3. Shortliffe, E.H., Computer-Based Medical Consultations: MYCIN, American-Elsevier, 1976
4. Weiss, S.M., Kulikowski, C.A., Amarel, S., Safir, A., " A Model-based Method for Computer-Aided Medical Decision Making ", Artificial Intelligence, 11:2, 1978, 145-172
5. 北沢, 藩口, Kulikowski & Weiss, " 脳内障害の同診システム CASNET の言平価 ", 情報処理第19回大会 (1978)
6. Weiss, S.M., Kulikowski, C.A., " EXPERT: a system for developing consultation models", Proceedings of IJCAI-79, Tokyo, 1979
7. Mizoguchi, F., Yamada, T., Kitazawa, Y., Saito, M., Kulikowski, C.A., " A case study of EXPERT formalism ; An approach to a design of medical consultation system through EXPERT formalism ", Proceedings of IJCAI-79, vol.2, 1979, 583-585
8. Fries, J.F., " Time-oriented patient records and a computer databank ", JAMA 222: 1536, 1972
9. Bobrow, D.G., Winograd, T., " An overview of KRL: A knowledge representation language ", Cognitive Science 1:1, 1977, 3-46
10. Stefik, M., " An examination of a frame-structured representation system ", Proceedings of IJCAI-79, 1979, 845-852
11. Kitazawa, Y., Horie, T., et al., " Untreated ocular hypertension: A long-term prospective study ", Arch. Ophthalmol. vol 95, 1977, 1180-1184
12. Schwartz, B., Talusan, A. G., " Spontaneous trends of ocular pressure in untreated ocular hypertension ", Arch. Ophthalmol. ( in press )
13. 上野, 斎藤, 吹井, 用原, " 利用指向型医学研究用データベース POD ", 医用電子と生体工学, 第17巻, 1号, 1979, pp. 16-22.
14. 田中 穂子 著, " 計算機による自然言語の意味処理に関する研究 " ( 印刷中 )
15. Fagan, L.M., Kunz, J.C., Feigenbaum, E.A., Osborn, J.J., " Representation of dynamic clinical knowledge: Measurement interpretation in the intensive care unit ", Proceedings of IJCAI-79, Tokyo, 1979
16. Warfield, J.N., Societal system, John Wiley & Sons, 1976
17. Mizoguchi, F., Tahara, I., Saito, M., " Use of ISM to an analysis of Expert role in simulation modeling process", Proceedings of ICCS, vol2, 1978, 983-988