

## 時間経過の概念を含む汎用医療コンサルテーションシステム†

小山 照夫\*\* 開原 成允\*\*\*

医療コンサルテーションシステムは、知識工学の一つの大きな応用分野となっている。この分野における研究の tool としてさまざまな汎用システムが提案されてきている。著者らは医療コンサルテーションの性格を考慮して、とくに以下の点を考慮した汎用コンサルテーションシステム MECS-AI (MEdical Consultation System by means of Artificial Intelligence) を開発した。1. 医療診断・治療にあたってはしばしば必要とされる時間経過の概念を取り扱うことができること。2. 医療のさまざまな分野におけるコンサルテーションシステムの構成に役立つ汎用システムとすること。3. 医学知識を記述する rule の定義が容易に行えること。4. rule 適用を制御する機能を用意することにより、柔軟で効率のよい推論を可能にすると同時に、一般にコンサルテーションに必要とされる推論以外の機能を組み込むことを可能にすること。著者らは現在 MECS-AI による甲状腺疾患コンサルテーションシステムの構成を進めており、上記の機能の有用性を確認した。

### 1. 序

E. H. Shortliffe らによる MYCIN<sup>1)</sup> の成功以来、医療診断は知識工学研究の一つの大きな対象分野となってきた。MYCIN 以後、R. Davis による TEIR ESIAS<sup>2)</sup>、W. van Mell による EMYCIN<sup>3)</sup> 等さまざまな研究が続けられてきているが、これらのなかで明かにされた重要な結果として以下の事項を挙げることができる。

(1) 知識の適用を制御する知識 (meta-level knowledge) が存在する。

たとえば Davis は meta-level knowledge 自体を rule の形で表現する meta-rule を提唱している。

(2) 専門家 (domain expert) の知識は比較的簡単な、その分野向き (domain specific) の syntax に従って記述することができる。

このことから、専門家の理解を助けるために自然言語処理機能を組み込む際にも、自然言語全体でなく、制限付サブセットの理解ができればよく、比較的簡単な方法で自然言語インタフェースを設定できる。

(3) 知識の記述部分とその適用メカニズムとを分離することができる。

知識記述部分の syntax が一定であれば、たとえ知識の内容が異なっても、同一の知識適用メカニ

ズム (inference engine) による適用が可能である。このことから適用分野に独立な汎用推論システムの構成が可能であることが導かれる。

以上のような成果を取り入れて、汎用推論システムと呼ばれるシステムが開発されてきた。それらの中で代表的なものとしてたとえば EMYCIN, EXPERT, AGE 等を挙げることができ、それぞれ独自の特徴をもつシステムとなっている。

著者らは上記の点を十分に考慮しながら、適用分野をとくに医療推論に限定した上でいくつかの独特の機能を追加した、医療分野向きの汎用コンサルテーションシステム MECS-AI (MEdical Consultation System by means of Artificial Intelligence) を開発した。本論文ではこのシステムの概要とその応用について発表する。

### 2. MECS-AI の概要

MECS-AI は医療コンサルテーションシステムを構成するための汎用 tool として開発されたシステムであり、著者らが以前に発表した、心臓病診断支援システム<sup>4)</sup>を汎用化したものである。MECS-AI の設計にあたって、以下の点にとくに考慮が払われた。

(1) 医療診断・治療にあたってはしばしば必要とされる時間経過の概念を取り扱うことができること。

(2) 医療のさまざまな分野におけるコンサルテーションシステムの構成に役立つ汎用システムとすること。

(3) 医学知識を記述する rule の定義が容易に行えること。

† A General Purpose Medical Consultation System with Time-Oriented Features by TERUO KOYAMA (Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology) and SHIGEKOTO KAIHARA (Hospital Computer Center, University of Tokyo Hospital).

\*\* 東京都老人総合研究所

\*\*\* 東京大学病院情報処理部

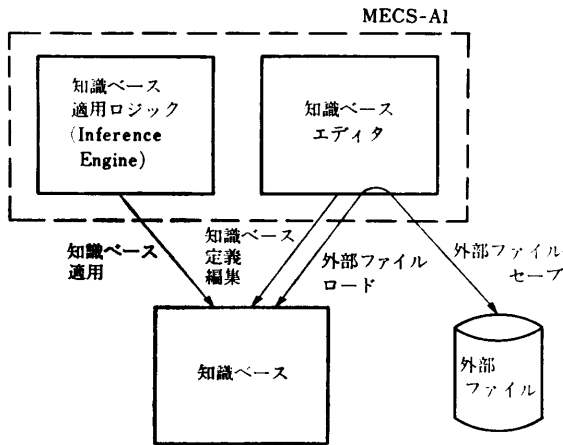


図 1 MECS-AI の構成

Fig. 1 The system constitution of MECS-AI

(4) rule の適用を制御する機能を用意することにより、柔軟で効率のよい推論を可能にすると同時に、一般にコンサルテーションに必要とされる推論以外の機能を組み込むことを可能にすること。

MECS-AI は基本的には production system の考え方に従って、rule の形で記述された知識の条件部を評価して、それが成立していれば結論部で指定されるデータ変更を行うことによって推論やその他の機能を実現している。汎用システムとしての MECS-AI 自体は図 1 に示すように、知識ベース適用メカニズム (inference engine) と知識ベースエディタのみから成るシステムであり、知識ベースそのものは含んでいない。以下では MECS-AI で用いられている概念のうち主要なものについて論じる。

2.1 MECS-AI における時間経過の概念の表現

MECS-AI では時間経過の概念を表現するために、Time-Chunk と呼ぶ概念を導入している。医療データに関する時間経過の概念を取り扱うにあたっては、データ間の時間的前後関係と時間同期関係を考察する必要がある。たとえば特定の検査の結果の時間的推移を考察することは、データ間の時間的前後関係を用いる一つの例であるし、また時間的に十分近い時点で収集された複数の検査結果を用いて特定時点における患者状態の推定を行うことは、時間同期関係を用いる一つの例である。MECS-AI では、医療データはすべて時間的に discrete に生起する event に関連して観測されると考えており、一つの event に関連するすべてのデータの集合を Time-Chunk と呼んでいる。図 2 はこの概念を説明するものである。

各 event は具体的にはたとえば外来患者の来院で

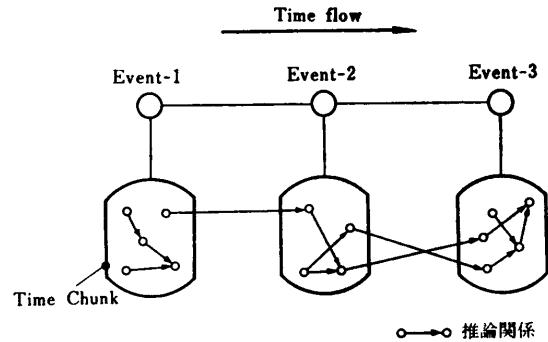


図 2 Time-Chunk による時間経過の表現

Fig. 2 The representation of time-progress using "Time-Chunk" concept.

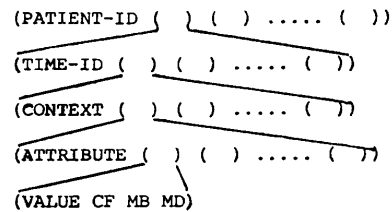


図 3 MECS-AI の内部データ構造

Fig. 3 The internal data-structure of MECS-AI.

あるとか、入院患者の毎日の診療等に相当すると考えることができる。MECS-AI ではこのような意味での event が発生することにより、それに対応する Time-Chunk が追加され、これに属するデータに対して rule の適用が試みられる。後に述べるように、MECS-AI の各 rule は、rule が適用される Time-Chunk に先立って生成されたすべての Time-Chunk に属するデータを参照することが許されるので、たとえば前回行った処置と、前回と今回の間の患者状態の変化に基づいて今回行うべき処置を決定するなどの、時間経過の概念に基づく推論を行うことが可能である。

MECS-AI では、システム内のデータは図 3 に示す構造をもつリストとして蓄積される。リスト全体は一人の患者のデータを表し、患者 ID の後に各 Time-Chunk に対応するリストの列が続いている。さらに各 Time-Chunk は Time-ID に続く Context-List の列から成立っており、Context-List は Context-ID と Attribute-List の列、Attribute-List は Attribute-ID, (Value, CF, MB, MD) という四つ組の列から成り立っている。この結果 MECS-AI のデータは論理的には (Time-ID Context-ID, Attribute-ID, Value CF) という五つ組の形で表現される。

MECS-AI では、実際のデータを表すこのようなり

```

DATA-STRUCTURE
DIAGNOSIS
: FUNCTION ----- (UNIQUE INFERRED)
:   HYPER
:   EU
:   HYPO
FINDINGS
: TOTAL-T4 ----- (NUMERICAL DATA)
:   ($MAX$ 25)
:   ($MIN$ 1)
: THYROID-SCINTIGRAM ----- (MULTIPLE DATA)
:   HOT -NODULE
:   COLD-NODULE
:   DIFFUSE-ENLARGEMENT
:   IRREGULAR-UPTAKE
:   NORMAL
PATIENT
: AGE ----- (NUMERICAL ONCEONLYDATA)
:   ($MAX$ 100)
:   ($MIN$ 0)
Context
:
Attribute Value

(DATA-STRUCTURE (DIAGNOSIS (FUNCTION (UNIQUE INFERRED)
                                (HYPER EU HYPO)))
 (FINDINGS (TOTAL-T4 (NUMERICAL DATA)
                    ($MAX$ 25) ($MIN$ 1))
 (THYROID-SCINTIGRAM (MULTIPLE DATA)
                    (HOT-NODULE COLD-NODULE
                     DIFFUSE-ENLARGEMENT
                     IRREGULAR-UPTAKE
                     NORMAL)))
 (PATIENT (AGE (NUMERICAL ONCEONLYDATA)
              ($MAX$ 100) ($MIN$ 0))))

```

図4 データ構造定義の例

Fig. 4 An example of "Data Structure Description".

ストのほかに、各データがいかんして決定されたか、すなわち問合せによって決定されたのか、または rule の適用によって決定されたのかを記録しておくための、構造的にはきわめてよく似たもう一つのリストを用意している。このリストでは各 value に対して CF のかわりに ASK あるいは rule 名の並びが記録されており、推論プロセスの説明のために用いることができるようになってきている。

## 2.2 MECS-AI のデータ構造記述定義

MECS-AI では、データの操作や rule の syntax チェックを容易にする目的で、知識ベース定義の最初に、システム内で用いられるデータ構造を定義させている。ここでは、

- (1) どの attribute がどの context に帰属するか
- (2) attribute がその value としてとるデータの型は数値かそれとも symbol か
- (3) attribute が value として symbol を取る場合、そのとりうる値は一意的か、そうでないか
- (4) attribute の値についてユーザに問合せが可能か否か
- (5) attribute がとりうる値の制約は何か

(6) attribute は時間的に繰り返して出現する性質をもつか、そうでないか  
についての定義が行われる。

図4は MECS-AI のデータ構造記述の例である。図では DIAGNOSIS という context に FUNCTION という attribute が属し、これは symbol 型で一意であって問合せができず、値として Hyper, Eu, Hypo のうちのどれかをとることを表している。また同様に、context FINDINGS は二つの attribute TOTAL-T4 および THYROID-SCINTIGRAM をもち、context PATIENT は一つの attribute AGE をもつことを示している。このようなデータ構造定義は、システム内部では図4の下部に示すリストとして表現されている。図で各 attribute 名の右のカッコ内に示される二つ組は、attribute の特性を示すもので、その意味を表1に示す。

## 2.3 MECS-AI の知識ベース

MECS-AI の知識ベースは、Knowledge-source と呼ぶ知識の小単位が複数個集まった集合として定義される。図5はこの概要を示したものである。各 Knowledge-source は、apply-condition, inference-type および rule の集合から成り立っている。apply-condition は、その Knowledge-source に属する rule が適用されるために満足されなければならない条件を示すもので、後に述べる rule の条件部と同様の形式をと

表1 データ構造記述における Attribute 特性定義  
Table 1 The characteristics definition for attributes in "Data Structure Description" of MECS-AI.

	Keyword	意味
第一要素	NUMERICAL	数値 value を取る Attribute
	UNIQUE	一意名標 value を取る Attribute
	MULTIPLE	一意でない名標 value を取る Attribute
第二要素	INFERRED	経時的データでユーザへの問合せを許さない
	DATA	経時的データでユーザへの問合せを許す
	ONCEONLYDATA	非経時的データでユーザへの問合せを許す

\* ユーザへ問合せを許さない、非経時的データは考えない。

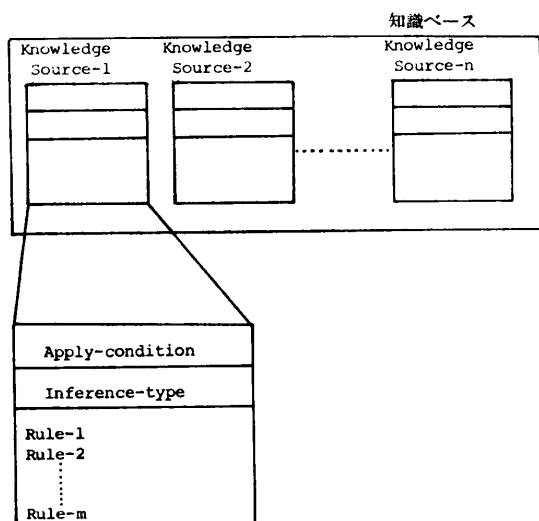


図 5 MECS-AI の知識ベース  
Fig. 5 The construction of knowledge-base in MECS-AI.

る。この条件部が、対象とする Time-Chunk について満足される場合には、その Knowledge-source 内の rule の適用が行われ、満足されない場合には rule は適用されない。このような rule 適用制御機能を導入したことにより、柔軟で効率のよい推論が可能となるだけでなく、コンサルテーションシステムに必要な推論以外のさまざまな機能の組み込みも可能になっている。

Inference-Type は rule 適用の方法を指示するもので、ここで Apply-All が指定されれば、その Knowledge-source に属するすべての rule が適用される。また (context attribute value) の三つ組が指定されれば、現在考慮している Time-Chunk について、指

定された三つ組の値を決定することを goal とし、backward-chaining の手法によって rule の並べかえを行った後に rule の適用が行われる。

MECS-AI では、新しく event が発生するごとにそれに対応する Time-Chunk が生成され、これを対象として各 Knowledge-source の適用可能性が調べられる。具体的には各 Knowledge-source の Apply-Condition が評価されるわけであるが、Apply-Condition はその評価の結果として、-1 から +1 の間の数値をとる Certainty Factor (CF) を返す。こうして得られた CF のうちで最大のものが正の値であれば、その CF を返した Knowledge-source に属する rule が適用されることになる。このような Apply-Condition の評価と rule 適用は、正の CF を返す Knowledge-source がなくなるまで繰り返され、一つの Time-Chunk に対する rule の適用が完了する。

#### 2.4 MECS-AI の rule

MECS-AI の rule は図 6 に示す syntax に従って記述される。MECS-AI では、このように rule が一定の syntax に従うことを要求し、かつ条件部の記述に使用できる predicate function や connective function についてもかなり強い制約を設けている。この結果、rule には一定の定形が導入されることとなり、一面ではシステムの汎用性に対する制約となっているが、他面では rule の定義を容易にする効果を生じている。

MECS-AI における rule の定形は、MYCIN に見られたものにほぼ準じているが、MECS-AI の rule に独自の特徴として、rule 適用の対象となる Time-

```

<rule> ::= <premise-par> <action-list>
<premise-par> ::= <premise> | <connect-function> <premise-list>
<action-list> ::= <action> | <action> <action-list>
<connect-function> ::= $AND$ | $OR$ | $COUNT$ <count-n>
<premise-list> ::= <premise-par> | <premise-par> <premise-list>
<premise> ::= <predicate-> <context-spe> <attribut> <valu>
           | <predicate-> <context-spe> <attribut>
           | <predicate-> <hreshold> <context-spe> <attribut>
<context-spe> ::= <ontex> | <ontex> <keyword>
<predicate-> ::= $SAME$ | $THOUGHTNOT$ etc.
<predicate-> ::= $KNOWN$ | $NOTKNOWN$ etc.
<predicate-> ::= $HIGH$ | $LOW$ | $BETWEEN$ | $OUTRANGES$
<keyword> ::= PREVIOUS | PAST etc.
<conclusio> ::= <ontex> <attribut> <valu> <certainty-facto>
    
```

図 6 MECS-AI の Rule Syntax  
Fig. 6 Rule syntax of MECS-AI.

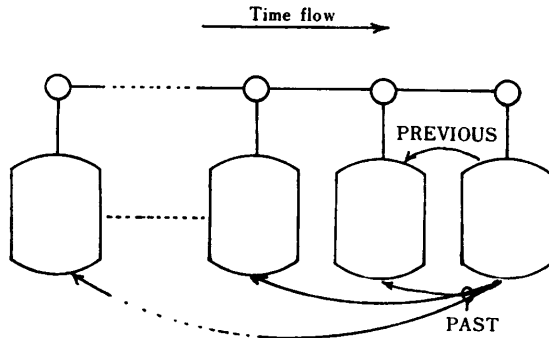


図7 keyword に対する探索の範囲  
Fig. 7 The search scopes for keywords  
"PREVIOUS" and "PAST".

Chunk から見て過去の Time-Chunk に属するデータを参照する機能が追加されている。MECS-AI では、図6に示すように、rule 条件部に現れる context を、PAST, PREVIOUS 等の key-word で修飾することを許しており、これによって現在適用対象とする Time-Chunk から見て過去の Time-Chunk に属するデータの参照が可能になっている。PAST, PREVIOUS の各キーワードに対する探索の範囲を図7に示す。PREVIOUS が直前の Time-Chunk のみを探索の対象とするのに対して、PAST は過去のすべての Time-Chunk を探索の対象としている。

## 2.5 MECS-AI における推論以外の機能

著者らは他の機会<sup>5)</sup>ですでに、一般にコンサルテーションシステムでは、推論を実行してその結果を示すだけでは機能的に不十分であることを発表してきた。とくに医療コンサルテーションシステムでは、推論結果を確認するためのさまざまな機能を用意しておかなければ、システムに対する信頼性を確保することはできない。筆者らは結果を確認するための機能として、現在次に述べる機能が有効であると考えている。

### (1) 推論プロセスの説明

すでに MYCIN でも指摘されたとおり、どのようなデータに基づき、どのような rule を用いて結論を導いたかを提示してやることが推論結果に対する信頼を獲得するために有効である。MECS-AI では、各データがいかにして決定されたかを示す記録が保持されているので、これを用いることによって推論プロセスの説明を可能にしている。

### (2) データ精度のチェック

医療診断に用いられるデータは一般に、大きな誤差を含む可能性をもっている。このようなデータに対して、何らかの相互チェックにより、疑わしいデータが

```

WHAT IS TOTAL-T4 OF FINDINGS AT NOV-25
ENTER
: 15

WHAT IS TOTAL-T3 OF FINDINGS AT NOV-25
ENTER
: 160

WHAT IS T3-UPTAKE OF FINDINGS AT NOV-25
ENTER
: 30

THERE IS INCONSISTENCY AMONG THYROID HORMONE TESTS AT NOV-25

WHAT IS SYMPTOMS OF FINDINGS AT NOV-25
1. NERVOUSNESS
2. INCREASED-SWEATING
3. HYPERSENSITIVITY-TO-HEAT
4. PALPITATION
5. FATIGUE
6. WEIGHTLOSS
7. DYSPNEA
8. INCREASED-APPETITE
CHECKLIST
ENTER
: 2 5 6

SUSPICIOUS DATA SYMPTOMS OF FINDINGS AT NOV-25
MAY I REDUCE THE CF FOR THIS DATAT Y/N : Y

```

図8 データ精度チェック

Fig. 8 An example of data checking procedure.

ないかどうかを確認しておくことは、推論の信頼度を高めるために有効である。図8はこのようなデータ精度チェックの一例で、上の例では疑わしい検査データについて警告を出しているし、下の例では患者の診察データに疑わしい点があることを指摘し、このデータの certainty factor を下げて推論をやりなおすかどうかを問いただしている。MECS-AI ではデータチェックのための rule を一つの Knowledge-source にまとめて定義することによって、このような機能が実現できるようになっている。

### (3) 欠測値が推論に及ぼす影響の評価

医療データにはしばしば多くの欠測値が含まれる。このような欠測値が推論結果にどれくらい影響を及ぼすかをチェックしておくことも重要である。もし欠測値の値によっては全く別の結論となるような場合には、結論を下す前にもう一度そのデータについて考慮する必要があるだろう。このような欠測値の影響評価は、欠測値が特定疾患の典型データに等しいと仮定して推論をやりなおしてやることによって可能となる。

### (4) 鑑別診断

推論の結果、一応最も確からしい診断名が得られた場合であっても、もしその疾患と誤りやすい他の疾患の可能性が捨て切れないならば、両者の間でどちらがより確からしいかを検討する。いわゆる鑑別診断を行うことが要求される。MECS-AI では、そのような状況にあることを Apply-Condition とし、鑑別のため

Comparison with Typical Data of DOWN			
Compatible Data		Real	Typical
FINDINGS			
FACE	HONGOLOID-FACE	1.00	Y
MENTAL-RETARDATION	YES	1.00	Y
TEETH	HYOPLASTIC-TEETH	1.00	Y
EAR	EARLOBE-DEFORMITY	1.00	Y
EYE-1	HONGOLOID-SLANT	1.00	Y
CREASES	AXIAL-TRIRADIUS-HIGH	1.00	Y
Contradictory Data		Real	Typical
FINDINGS			
POOR-SUCKING	YES	-1.00	Y
PRINT-OF-HALLUX	ARCH-TIBIAL	-1.00	Y
TEETH	IRREGULAR-TEETH	-1.00	Y
FACE	FLAT-FACE	-1.00	Y
EARLOBE-DEFORMITY	ABNORMAL-HELIX	-1.00	Y
FINGERS-AND-TOES	CLINDACTYLIA SHORT-FINGERS	-1.00 -1.00	Y Y

図 9 典型データとの比較

Fig. 9 An example of data comparison with typical data.

の rule を含む Knowledge-source を追加することによってこの機能を実現することができる。

#### (5) 典型的症例との比較

診断名が得られた場合でも、実際の患者データとその診断名に対する典型的症例とを比較することは、結果確認のために非常に有効である。図 9 はこのような比較の例である。このような比較を行うことにより、データに重大な見落としがないかを検討することが可能になる。

#### (6) 関連する情報の提示

得られた診断名に関連してさまざまな情報が必要となる場合がある。たとえばその疾患の発症率がどのくらいであるかとか、より詳細な情報を得るための文献にはどのようなものがあるか等である。MECS-AI ではこれらの情報をファイルに蓄積しておき、状況に応じてこれを検索して提示する機能を用意している。

### 3. MECS-AI による甲状腺疾患コンサルテーションシステムの構成

現在、著者らは MECS-AI を用いて、甲状腺疾患に関するコンサルテーションシステムを構成し、その機能の評価する作業を行っている。このシステムは以前に EXPERT<sup>9)</sup> を用いて構成されたシステムのうちで、とくに時間経過の概念を必要とする、治療中の甲状腺機能亢進症に重点を置いたものである。この目的のため、このシステムでは甲状腺機能に関する診断と、代表的な甲状腺機能亢進を引き起こす五つの病名

IP.

1. \$AND\$
  1. (\$SAME\$ DIAGNOSIS FUNCTION EU)
  2. (\$SAME\$ (DIAGNOSIS PAST) FUNCTION HYPER)
  3. \$OR\$
    1. (\$SAME\$ (TREATMENT PREVIOUS) DRUG I131)
    2. (\$SAME\$ (TREATMENT PREVIOUS) DRUG MERCAZOL)

THEN.

1. (DIAGNOSIS IDENT WELL-TREATED-BASEDOW 0.7)

図 10 時間経過の概念を用いた rule の例

Fig. 10 An example rule using time-oriented feature.

および治療に関する二つの病名についての病名診断を行っている。また前回行った治療に関する評価と、次に行うべき治療の決定も試みた。

治療中の患者では、検査の結果から甲状腺機能が正常であることが証明されても、過去に甲状腺機能の亢進が見られ、前回の処置に甲状腺機能を抑える薬剤の使用が記録されていれば、それはやはり治療中の病気であると判定すべきであろう。また治療の副作用として非常に奇妙な検査結果が得られることがある。今回のシステムでは、治療の影響が現れないケースについては EXPERT によるシステムと同様の高い診断効率を示すと同時に、治療の影響が現れているケースについても妥当な結論を導くことができた。図 10 に現在のシステムで用いている、経時データに基づく rule の例を示す。また、治療効果の判定や次に行うべき治療の決定についても満足のいく結果を得ている。

## 4. 考 察

MECS-AI の特徴の一つは、Time-Chunk と呼ぶ概念の導入により、時間経過の取扱いを可能にしている点である。厳密な意味での事象生起の前後関係・同期関係からすれば、Time-Chunk による時間経過の表現は近似的なものでしかないが、それでも従来のシステムに見られない機能をインプリメントすることを可能にしている。

MECS-AI の設計にあたって考慮した汎用性と定義の容易さは、ある意味で相矛盾する要求である。たとえば AGE<sup>9)</sup> のようにきわめて汎用性の高いシステムでは、rule の形式についてほとんど制約を設けていないが、このことが逆に rule の定義を理解しにくくさせている。MECS-AI で用いた rule 定形は、ある意味では汎用性を制約する要素となっているが、他方、少なくとも医療診断の分野における rule 定義を容易にし、非プログラマによる rule 定義を可能にしている。

MECS-AI では Knowledge-source の形での rule のグループ分けと, Apply-Condition による rule 適用制御機構を導入している。このことにより, このような rule 適用制御機能をもたない EMYCIN のようなシステムに比較して, 柔軟で効率のよい推論機能の実現や, 推論以外の機能の組込を可能にしている。

MECS-AI では医療データのもつ曖昧さを表現するために, MYCIN で用いられたのと同様の Certainty Factor (CF) と呼ぶ weight を導入し, さらにこれを Measure of Belief (MB) と Measure of Disbelief (MD) に分解し, これらの weight の間に,

$$CF = MB - MD$$

という関係があると考えている。情報を肯定ないし否定する動作が発生する度に MB または MD を独立性の仮定の下に強化する処理を行っている。このような処理はある意味での近似とはなりうるが, いくつか問題がないわけではない<sup>7)</sup>。ただし MECS-AI のように, Knowledge-source への rule のグループ分けを行う場合には, 独立性の仮定は相対的に満足されやすいと考え, MYCIN と同様の処理を用いている。

## 5. ま と め

本論文では時間経過の概念をとり入れた, 医療コンサルテーションシステム構成のための汎用 Tool, MECS-AI の概要を紹介するとともに, 現在著者等が MECS-AI を用いて構成を行い, 評価作業を続けている甲状腺疾患コンサルテーションシステムの経験から得られた考察を述べた。現在 MECS-AI は, TOSBAC/ACOS 600 上の EPICS-Lisp および DECSYS TEM 20 上の Inter-Lisp の二つの言語の上にインプリメントされており, システム評価が続けられている。

## 参 考 文 献

- 1) Shortliffe, E. H.: *Computer Based Medical Consultations: MYCIN* American Elsevier, New York (1976).
- 2) Davis, R. and Buchanan, B. G.: *Meta-level Knowledge: Overview and Applications*, Proceedings IJCAI-77, pp. 920-928 (1977).
- 3) vanMell, W.: *A Domain Independent System that Aids in Constructing Knowledge Based Consultation Programs*, PhD. Dissertation, Stanford University Computer Science Department, STAN-CS-80-820 (1980).
- 4) 開原成允, 小山照夫: 人工知能 (AI) の手法 (特に Production System) を用いた診断・治療のコンサルテーション, 医用電子と生体工学, Vol. 17, No. 1, pp. 73-77 (Feb. 1979).
- 5) 小山照夫, 開原成允: Inference と Reference の機能を持つ医療コンサルテーションシステム, 医用電子と生体工学, 第20回日本 ME 学会大会論文集 (May 1981).
- 6) Weiss, S. and Kulikowski, C. A.: *EXPERT: A System for Developing Consultation Models*, Proceedings of the 6th International Joint Conference on Artificial Intelligence (1979).
- 7) Koyama, T.: *An Automatic Rule Generation and Evaluation Scheme for AI Medical Consultation Systems*, Proceedings of the 3rd World Conference on Medical Informatics, pp. 1306-1310 (1980).
- 8) Nii, H. P. and Aiello, N.: *AGE (Attempt to Generalize): A Knowledge-Based Program for Building Knowledge-Based Programs*, Proceedings of the 6th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 645-655 (1979).

(昭和56年7月27日受付)

(昭和57年2月16日採録)