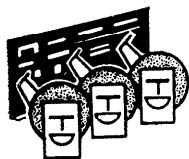


リレー解説

エキスパートシステムの諸事例-VII



健康管理支援システム†

古川 由美子†† 長澤 勲††† 上野 道雄††††

1. はじめに

医療活動の重要な分野の一つに健康診断を中心とした地域や職域における健康管理がある。病院における診療が、患者に対して、専門医の立場から疾病の診断、治療を行うのに対して、健康管理業務は、地域や職域の健康管理医（以下管理医）が、健常者集団である被検者の健康診断のスクリーニングをもとに精密検査の指示や生活指導を行うことにより、疾病の早期発見や労働衛生の向上を目的としている。しかし、健康診断では、受診者数が通常の医療に比べきわめて大きく、また受診者ごとの情報量も大量で多岐にわたっている。このため健康診断に多くの労力と時間を必要とし、管理医本来の診療業務が圧迫されている。また重要な情報の見落としや判断基準の動揺、あるいは不十分な全体評価などにより健康診断の信頼性が損なわれるという問題がある。このような現状を改善するために、筆者らは、管理医のもつ成人病に関する健康管理知識を定式化した知識ベースを構築し、これに基づいて健康管理業務を総合的に支援するシステム HCS (Health Care System) を開発した^{1)~3)}。またこのシステムを実運用することにより、管理医の診断業務の省力化、診断精度の向上、報告書作成までの期間短縮などに効果をあげている。

本システムはエキスパートシステムの一つであるが、知識情報処理技術の開発をねらったものではなく、比較的浅くて広い知識を対象として、実

用レベルの完成度をねらったものである。本解説では、まず、対象とする健康管理業務のモデルとシステムの概要を紹介する。次いで、筆者らが行った知識ベース構築の手順とシステムの運用結果について述べる。

2. 健康管理業務のモデル

図-1 に本システムで採用している健康管理業務のモデルを示す。ここでは、管理医の専門知識を知識ベース化したシステムを用いて、従来行われてきた健康診断の判定業務だけでなく受診管理、経年的健康管理、健康水準の全体評価を含むより質の高い健康管理を行っている。以下に主な業務について述べる。

(1) 健康診断の計画と実施

職域管理部門の健康管理計画に基づき健康診断を実施する。管理医は年齢、性別、過去の受診状況、現在の健康管理区分などをもとに、受診者を選択・決定する。検査実施終了後、受診状況リストを作成し、検査データを収集する。これらの業務は、従来ほとんど手作業で行われてきたが、本システムでは、受診管理やデータ収集の支援を行う。

(2) 診断（個人の健康状態の評価）

受診者の各種の検査・問診データを統合して、スクリーニングを行う業務である。近年、検査・問診情報は飛躍的に増大してきており、診断を行う医師にとって情報の整理や統合の負荷が過大となっている。このため健康診断の正確さや健康状態の経年的評価などの質の向上が困難である。ここでは、管理医がもっている成人病の健康管理知識を用いて、経年的健康管理データから、受診者の健康状態を、一定の基準で疾患群ごとに系統的に推論し、かつ総合的な評価を行う。

† HCS: A Health Care Support System by Yumiko FURUKAWA (Fukuoka Junior College of Technology), Isao NAGASAWA (Faculty of Computer Science and System Engineering, Kyushu Institute of Technology) and Michio UENO (University Hospital, Kyushu University).

†† 福岡工業短期大学

††† 九州工業大学情報工学部機械システム工学科

†††† 九州大学医学部附属病院第二内科（現在、国立福岡中央病院内科）

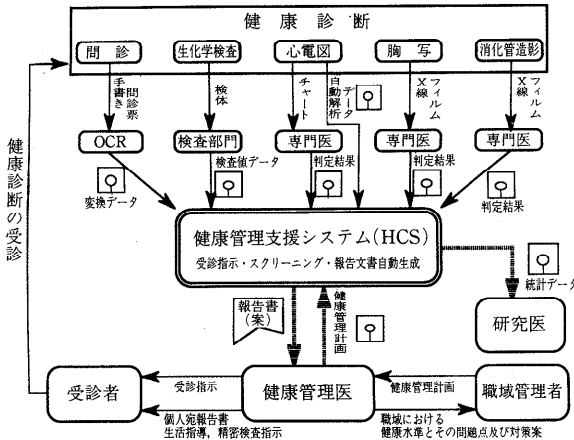


図-1 健康管理業務のモデル

(3) 受診者への事後処理

健康診断の事後処理として、通常受診者の個々の病状に応じて精密検査や治療のための紹介状、すでに加療中の受診者にはその主治医宛の報告書が作成されている。さらに、すべての受診者に対して健診結果の報告と生活指導を個々の受診者の状況に合わせて行うことが望まれている。しかしながら、前者の精密検査などの作業に忙殺され、大多数の正常または軽度異常の受診者への対応は不可能な現状である。本システムの最大の特徴は300項目以上の多岐にわたる検査、問診項目を駆使することにより、個々の受診者の健康状態や生活状況を判定し、次いで平易で正確な日本語文書を出力することにある。管理医は系統的で網羅的な出力文書を用いて健康診断を行うため、医学診断の誤りや見落としの危険性が排除され、またその作業能率の向上が達成される。本文書は管理医の署名後、本人へ送付される。また、この文書は各受診者に自分の健康水準を詳細にかつ解りやすく説明したものであり、管理医が個々の状況に応じた生活指導を行うための文書としても使用する。

(4) 健康水準の全体評価とその対策

地域や職域における健康診断の最終的な目標として個々の集団における全体的な健康水準の評価、あるいは特異な問題点の把握とその対策が上げられる。健康水準の全体評価を正確に行うには個々の受診者の客観的かつ正確な診断結果が必須である。しかしながら、診断が個々の医師の判断に起因する現状では、客観的に妥当

な全体評価は困難である。本システムでは前項で述べたように診断は客観的であり、かつ医師による確認も受けている。ここでは各検査・問診データ（1次情報）や診断結果（2次情報）、精密検査結果（3次情報）を経年の健康管理データベースとして管理し、種々の指標から全体的な評価、すなわち、各検査・問診項目の統計、各疾患の頻度、精密検査結果の各種の統計や各疾患における重症度などの調査を行う。

(5) その他の業務

本システムのような知識ベースを用いたシステムでは、知識ベースの保守・改良は重要な業務である。そのため、前項で述べた経年的健康管理データベースを管理して疫学研究のための統計データを収集し、その研究成果を知識ベースにフィードバックする。

3. システムの概要

3.1 システムの構成

本システムは、図-2に示すように、健康管理知識ベース、健康管理データベース、及び、各種利用者に対する支援モジュールからなる。知識ベース①には、健康管理のための各種の専門知識を医師が判読しやすい形（図-5）で格納する。健康管理データベース②には、健康管理に必要な各種のデータを被検者ごとに格納する。知識ベース管理モジュール③は、知識提供医に対して、知識ベースに格納される健康管理知識の編集とデバッグ作業を支援する。推論機構④は、データベースの各被検者の健康管理データに対して、知識ベースの健康管理知識を適用し、各被検者の健康状態を評価する。データベース管理⑤は、データベースの健康管理データの編集、管理を行う。受診管

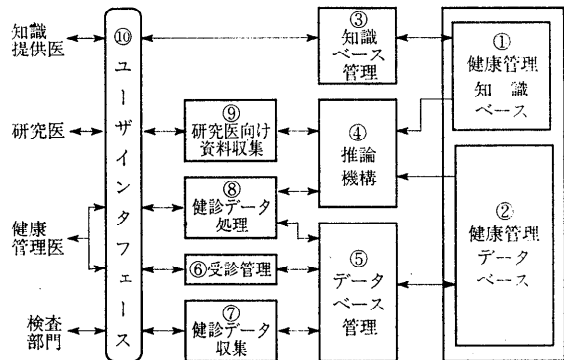


図-2 システム構成

理モジュール⑥は、健康管理医に対して、受診対象者の選定や検査項目の決定を支援する。健診データ収集モジュール⑦は、検査部門に対して、検査の種類ごとに収集されたデータの入力、被検者ごとの検査データの統合、受診状況表の作成を支援する。健診データ処理モジュール⑧は、管理医に対して、診断、各種報告文書の作成、各種統計処理などを支援する。研究医向け資料収集モジュール⑨は、研究医のために種々の統計データを作成する。⑩ユーザインタフェースは、利用者ごとに、操作性の良い利用環境をウィンドウシステム上に整備したものである。図-3 にデータ処理の運用画面を示す。

以下、本稿では主として健康管理知識ベースと推論機構について述べる。

3.2 健康管理知識ベースの概要

3.2.1 診断過程と知識ベースの構成

医療における診断とは、まず種々の事実（検査値や問診情報）を定性値あるいは定量値として認識し、これらの情報を段階的に整理統合し最終的に診断に帰納する行為である。本システムの診断では、まず、データの信頼性を確認し、蓄積した後、検査値を正常、やや異常、異常などの定性値や平均血圧などの定量値を用いて評価し、意味のある情報として認識する。次に疾患ごとに、検査値の評価結果を統合し、疾患の有無と程度、通院服薬状況、疾患の自覚と自己管理、経年の推移、合併症の有無、精密検査の要・不要に関する評価

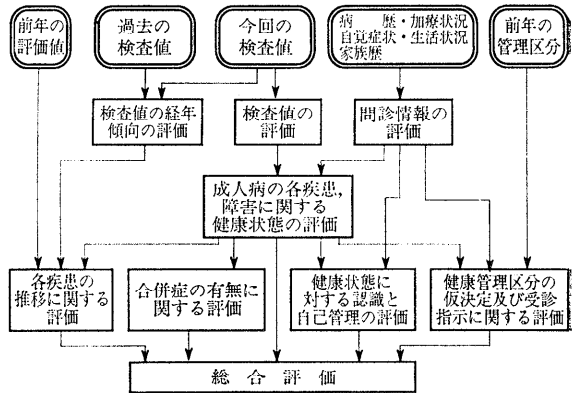


図-4 評価ルールの分類

を行う。最後に疾患ごとの評価を統合して個人の健康状態を総合的に評価する。

この診断過程で用いる個々の推論規則はルール(以下、評価ルール)として表現される。評価ルールの全体は、図-4 に示すように、検査値や問診情報(1次情報)を評価するルールから、段階的に2次情報を生成し、最終診断までの階層構造に配置される。健康管理知識には、評価ルールのほかに、健康診断処理の基礎となる健康管理データの定義(以下、データ定義)、各種報告書の説明文を生成する文法規則(以下、説明文生成ルール)がある。次節で各知識の表現法について述べる。

3.2.2 知識表現と推論機構

健康管理データや健康状態を表すための医学的評価事項を総称して属性と呼び、各被検者の健康状態を属性の集合で表す。個々の属性は属性名と属性値(以下、健康状態の評価値)の対である。以下に、データ定義と評価ルールの表現法を例を用いて説明する。

【データ定義】

データ定義例を図-5 (a)に示す。図中①は属性名、②は同注釈、③は知識ベース管理のための属性の種類、④は属性の定義域、⑤はデータ型、⑥は検査値の単位である。属性の定義域には、この属性をもつ被検者のクラスを記述する。たとえば、妊娠中であるという属性は女性のみ存在する属性である。属性の定義域はデータが

健康管理支援システム (c)九州医療情報研究会 v0.50								
報告文章			履歴			個人属性		
検査項目名			89	88	87	86	85	問診
自分での高血圧	検査項目名	89	88	87	86	85	問診	血液・便
が今回のコレステロール	生化学検査日	890830	630930					血圧・尿
値は著明に低下している	生化学検査時の年齢	42	41					身体・視力
を来年度の検査に移す	血糖値	120	93	114	131	111		心電図
うでの検査結果を参考とする	ヘモグロビンA1C	6.3	6.2	6.8	?	6.6		胸罩・喫煙
結婚の予定を相談する	GOT	26	17	32	22	26		指示区分
後の方針を相談する	GPT	26	14	29	16	22		
おわり	尿酸	80	57	58	37	33		
	ヘモグロリン	11.2	10.4	11.4	13	14.7		
証.明.木								
受診場所	(心電図評価 anknow) ← (心電図の診断 n							
成人病	(心電図の診断 nil) ← (心電図評価 nil)							
自己管理	(虚血性心臓病の診断 nil) ← (心電図評価 n							
高血圧	(心電図評価 nil) ← (心電図評価 nil)							
糖尿病	(高血圧診断 -) ← (高血圧診断 n)							
肝臓病	(GOT値の評価 h_n) ← (GOT値の評価 n)							
消化器病	(GPT値の評価 h_n) ← (GPT値の評価 n)							
高血圧	(尿酸値の評価 h_n) ← (尿酸値の評価 n)							
	(高血圧の評価 h_n) ← (高血圧の評価 n)							
(成人病群の評価 geriatric)	(HDLコレステロールの評価 h_n) ← (HDLコレステロールの評価 n)							
(成人病群の評価 geriatric2)	(高血圧の評価 siji) ← (高血圧の評価 n)							
(成人病合併症の評価 compl)	(糖尿病診断 h_n) ← (糖尿病診断 n)							
(成人病合併症の評価 ht_compl)	(糖尿病評価 h_n) ← (糖尿病評価 n)							
(糖尿病合併症の評価 ds_compl)	(高血圧診断 ot) ← (高血圧診断 n)							
(糖尿病合併症の評価 ipd_compl)	(糖尿病評価 h_n) ← (糖尿病評価 n)							
(糖尿病合併症の評価 her_compl)	(高血圧評価 -) ← (高血圧評価 n)							
(成人病の因子 geriatric)	(高血圧評価 -) ← (高血圧評価 n)							
(成人病因子の評価 geriatric_factor)	(糖尿病評価 h_n) ← (糖尿病評価 n)							
(主治医の有無 shuji)	(高血圧評価 nil) ← (高血圧評価 n)							
	(高血圧評価 nil) ← (高血圧評価 n)							

図-3 データ処理の運用画面

- (1) attribute: Sbp;①
 kanji: 最高血圧値;②
 type: (検査値, 血圧);③
 domain: true;④
 data_type: integer*3;⑤
 unit: mmHg.⑥
- (2) attribute: Dbp;
 kanji: 最低血圧値;
 type: (検査値, 血圧);
 domain: true;
 data_type: integer*3;
 unit: mmHg.
- (3) attribute: Ht_drug;
 kanji: 降圧薬服薬;
 type: (問診, 現病歴);
 domain: true;
 data_type: (periodically, occasionally-)

図-5(a) データ定義の例

- (1) attribute: Ht_dx;①
 kanji: 高血圧症;②
 type: (疾患評価, 高血圧);③
 domain: true;④
 rule:
 known(Ht_cx) and known(Ht_drug) |⑤
 severe(Ht_cx) or high(Ht_cx) or periodically(Ht_drug)→ht,
 h_n(Ht_cx) and not(periodically(Ht_drug)) →bht,
 normal(Ht_cx) and not(periodically(Ht_drug)) →nt. —
- (2) attribute: Ht_cx;
 kanji: 血圧評価;
 type: (疾患評価, 高血圧);
 domain: true;
 rule:
 known(Sbpx) and known(Dbpx) |
 severe(Sbpx) or severe(Dbpx) →severe,
 high(Sbpx) or high(Dbpx) →high,
 h_n(Sbpx) or h_n(Dbpx) →h_n,
 normal(Sbpx) and normal(Dbpx) →normal.
- (3) attribute: Sbpx;
 kanji: 最高血圧値の評価;
 type: (検査値の評価, 高血圧);
 domain: true;
 rule:
 known(Sbp) |
 *p1=<Sbp →severe,
 *p2=<Sbp and Sbp<*p1 →high,
 *p3=<Sbp and Sbp<*p2 →h_n,
 *p4 < Sbp and Sbp<*p3 →normal;
 parameter: *p1=200, *p2=160, *p3=140, *p4=0.⑥
- (4) attribute: Dbpx;
 kanji: 最低血圧値の評価;
 type: (検査値の評価, 高血圧);
 domain: true;
 rule:
 known(Dbpx) |
 *p1=<Dbpx →severe,
 *p2=<Dbpx and Dbpx<*p1 →high,
 *p3=<Dbpx and Dbpx<*p2 →h_n,
 *p4 < Dbpx and Dbpx<*p3 →normal;
 parameter: *p1=105, *p2=95, *p3=90, *p4=0.

図-5(b) 評価ルールの例

参照されるときに評価される。

【評価ルール】

健康状態を表す属性の評価ルールは、図-5(b)に示す形式で記述する。図中①~④はデータ定義の場合と同じ意味である。⑤は評価ルールである。

評価ルールは、次の形式で与える。

$$G | C_1 \rightarrow V_1, \dots, C_n \rightarrow V_n$$

ここで G は条件部, $C_1 \rightarrow V_1, \dots, C_n \rightarrow V_n$ は判定部である。条件部はルールの実行条件をテストする条件式, 判定部は属性値を計算するための複数個の評価式からなる。各評価式の C_i は判定条件,

V_i は属性値を計算する関数である。 G 及び C_i は、属性値について種々のテストを行う任意の論理式で表す。同図は高血圧疾患を評価する評価ルールである。図中、英大文字で始まる文字列は属性名、小文字からなる文字列は評価値をテストする述語名、*記号が付された文字列は判定基準値をパラメータ化するための変数名である。パラメータの暗黙値は同図中⑥の形式で与える。

同一の属性を評価する評価ルールは、一般に複数個記述できる。これは、性別により正常値が異なる場合や事業所により検査項目が異なる場合に対処するためである。また、判定基準値は、4. で述べる判定基準値の調整を容易にするために、同図(3)(4)のように変数で記述できる。

【推論機構】

診断型エキスパートシステムの推論方式には、プロダクション・システムや述語論理が多く用いられている。本知識ベースシステムも上記のいずれの枠組みでも実現することが可能である。しかし、これらの方式は、推論効率やデバッグの容易性には問題がある。そのため本システムでは、関数計算の枠組みで推論機構を実現した。

```

fail(Ht_dx)          .....①
fail(Ht_cx)         .....②
  fail(Sbpx)
    (Sbp=0)
  h_n(Dbpx)
    (90=<Dbp)
      (Dbp=90)
    (Dbp<95)
      (Dbp=90)
  not(periodically(Ht_drug)) .....③
    (Ht_drug=occasionally)

```

図-6 計算木の例

推論機構の中心は、個人の属性を評価するための属性評価関数からなる。属性評価関数は与えられた属性の評価値が未知のときその評価式を評価し、評価値と計算木を返す。属性の評価値には、評価式に指定された severe, high, h_n などの評価値のほかに nil, unknown, fail がある。nil は属性が定義域を満足せず計算されないことを、unknown はデータの欠落を、fail はデータまたは評価式の誤りを示す。図-6 に評価ルール図-5(b) (1) を用いた計算木の例を示す。図中、属性の評価値を述語表現で fail (Ht_dx) のように表している。同図①は結論を示し、②、③は①の根拠を示す。以下、同様に根拠となる説明は、字下げして示してある。この例では、Sbp (最高血圧値) に誤ったデータ 0 が記入されているため、Ht_dx (高血圧症) の評価値が fail になったことを示している。

```

ht_hyouka--> {(ht(ht_dx@1) or bht(ht_dx@1)) and nt(ht_dx)},
              [昨年度の血圧値は異常値を認めましたが、本年は],
              ht_suii_phrase,
              [今後とも再び上昇しないように日常生活に気をつけて
              ください。].
ht_hyouka--> {ht(ht_dx) or bht(ht_dx)},
              ht_sikkan_phrase,
              ht_jikaku_phrasc,
              ht_suii_phrase.
ht_hyouka--> [ ].
ht_sikkan_phrase--> {ht(ht_dx)},
                    [あなたは、高血圧症を認めます。].
ht_sikkan_phrase--> {bht(ht_dx)},
                    [あなたは、境界域高血圧症を認めます。].
ht_sikkan_phrase--> [ ].
ht_jikaku_phrase--> {-(ht_hx) and -(ht_tuun) and -(ht_drug)},
                    [ご自分では意識されていないようですが、
                    今後は十分気をつける必要があります。].
ht_jikaku_phrase--> [ ].
ht_suii_phrase--> [前回の血圧値と比べて],
                  ht_suii_hyouka.
(以下省略)

```

図-7 文生成ルールの例

3.2.3 説明文の生成

本システムでは、健康状態の評価値を解釈することにより、疾患ごとの健康状態、及び、総合的に評価した健康状態を説明する日本語文章を生成する。疾患ごとの評価では、検査値の評価、疾患の程度、推移、合併症の有無、因果関係、精密検査の指示、健康管理上の助言などを説明する。総合評価では、異常のあった成人病疾患や合併症、総合的な生活指導、家族歴に対する助言、精密検査の有無などを説明する。図-7 に DCG で記述した説明文生成ルールの例を示す。図中、{ } は説明文を生成する条件を与えるもので、健康状態の評価値をテストする条件式を記述する。条件式中の '@' は過去の属性値の参照を示す。図-8 に説明文生成ルールで生成された個人宛報告書の一部を示す。

4. 知識ベース構築の手順

ここでは、筆者らが行った健康管理知識ベースの構築についてソフトウェア工学的な立場から述べる。知識ベースを実用レベルまで成長させるには、知識を提供する専門家と知識工学者の密接な連携が重要である。知識工学者は専門知識を、専門家はエキスパートシステムの開発過程などを理解する必要がある。専門知識をモデル化し、定式化する知識収集の初期の段階では、知識工学者が専門家にインタビューして知識を収集するインタビュー方式が一般に用いられているが、収集する側

に専門家に匹敵する知識がないため新たに定式化を要する知識の収集は困難である。むしろ、専門知識の表現法を専門家自身が理解し、専門家自身が知識の詳細化や拡張ができることが重要である。

【開発企画】

実用的なエキスパートシステムの開発では、まず専門知識のモデル化の可能性、システム化のねらい、予想される効果や付加価値について専門家と知識工学者が十分に合意する必要がある。本システムの開発では、管理医の診断業務を省力化すること、診断精度を向上させること、疫学研究のための統計データを収集すること、及び、本システムを臨床検査会社が利用して、健康診断の支援業務を

【報告書2】 ＊＊＊＊＊平成3年度 健康診断の報告＊＊＊＊＊
 営業課 九州 太郎 様
 年齢：40 身長：167.5cm 体重：64.0kg 視力：(裸眼 右) 0.80 (裸眼 左) 0.90 (両眼) 1.2
 今回の健診では以下の異常を認めました。
 GPT 39U やや高値 中性脂肪 181 mg/dl やや高値
 尿酸 8.2 mg/dl やや高値 胃透視 ★要再検

未受診の項目
 ありません。

【総合評価】 今回の健康診断の結果から成人病として高脂血症，高尿酸血症，肝機能障害の存在が疑われます。
 尚，別紙紹介状持参の上，上部消化管に関する精密検査を絶食で受けてください。

【肥 満】 異常ありません。
 【高血圧】 異常ありません。
 【糖尿病】 異常ありません。
 【心臓病】 今回の心電図に異常所見は認めません。
 【高尿酸血症】 御自分では意識されていないようですが，今回の血清尿酸値はやや高い値でした。高尿酸血症とは，御存知かもしれませんが，痛風を起こすだけでなく心臓病や腎機能障害の原因にもなる可能性のある病気です。高血圧や糖尿病と同様に食事療法が重要です。一度再検査をしておいてください。
 【肝臓病】 御自分では意識されていないようですが，肝機能の健診結果はやや異常でした。昨年に比し肝機能は悪化しています。現在はほぼ毎日飲酒されていますが，あなたの肝臓にとって連日の飲酒は問題です。禁酒日や節酒が必要です。日常生活に気をつけて下さい。
 【消化器系】 今回胃透視は要再検，便潜血は異常なしでした。胃透視の結果異常所見が疑われます。別紙紹介状持参の上，胃・十二指腸の精密検査を行ってください。
 【呼吸器系】 胸部レントゲン検査は特に異常を認めませんでした。
 【高脂血症】 御自分で血清脂質の異常を意識されていないようですが，今回のコレステロール値は正常，中性脂肪値はやや高値，HDLコレステロール値は正常でした。血清脂質異常の程度は前回と比べて全般的に変わりないようです。血清脂質の異常には食事療法が最も大切なことです。現在カロリー制限を実施，脂肪・コレステロールの摂取制限を未実施のようですが，尚不十分なようです。今後は十分日常生活に気をつけて，一度再検査をしておいてください。
 【その他】 異常ありません。
 【備 考】 特にありません。
 尚，健康診断の報告に関しましてご不明の点やご質問等がございましたら，診療所までご連絡ください。
 今回の御報告は，健診における問診票，検査値および過去のデータをもとに出力処理したもので，全ての結果を健康管理医が点検・確認し，署名後みなさんへ送付しています。
 標準体重は厚生省の診断規準により推定しています。ややきびしい規準になっています。

健康管理医 _____

図-8 説明文章の例

行うことにより検査業務を高度化することをねらいとすることで合意が得られた。

【プロトタイプ作成】

知識ベースシステム構築においては，早急に知識ベースの原型モデルを試作し，知識提供者に提示することが必要である。このため，知識提供医と知識工学者が共同で，健康管理業務の分析と整理を行い，評価ルールの原型を作成した。当初これを Prolog を用いて実現し，医師の診断過程をシミュレートした。この段階では，知識ベースの構成法を研究するために，数個の代表的な成人病疾患を対象として，評価ルールを整備した。ルールのデバッグには，計算木を用い，知識提供医が約 100 例を検証した。

【検証用システムの構築】

(1) 知識ベースの再設計と拡張

この過程では，ルールの定式化，知識ベースの実現に関して，知識ベース管理，推論効率の面から再設計し，3. で述べた知識表現と推論機構を採用した。また，属性を疾患群及び属性の種類で分類し，知識ベースを階層的に再構成した。さらに，対象とする成人病の疾患群を拡張するため，分類に基づいたワークシートを作成し，これを用いて知識提供医が評価ルールを記述した。知識ベースの増大にともない，知識の要約ツールが必要である。このため，検査値の評価ルールの評価値と判定基準値の要約と属性の参照関係を表示するツールを作成した。

(2) 文生成ルールの定式化

評価ルールの全体像を構築した段階で，健康状

態の評価結果や健康指導コメントを日本語文章で表現するための文生成ルールを収集した。

(3) 試験運用と評価

知識ベースの全体を構築した段階で、多人数の実データを用いて、システムを検証する必要があるため、試験運用を行った。システムの検証は管理医が疾患ごとに整理・統合されたデータを参照しながら個人の評価結果や説明文章をチェックした。また、ルールごとの実行サマリを用いて判定基準値の検討を行った。さらに被検者へのアンケートを実施し、その結果に基づき説明文の表現や資料の見やすさを改善し、知識ベースの軽微な修正を行った。この方法は、システムの信頼性を上げるために非常に効果的であった。

【実用システムの構築】

(1) 知識ベースの評価と改良

実用システムの構築には、対象領域に依存した知識ベースの評価と改良が重要である。そのためには、信頼性のあるデータを蓄積すること、システムの推論結果を管理医が確認すること、専門医による診断を実施し、精密検査結果が記入された事例ベースを作成することが必要である。各段階での知識ベースの改良は、次の三つの内容に分けることができる。

①定性的な評価によるルールの修正

個々の健康診断データに対して、知識ベースによる推論結果と管理医による診断結果を比較検討し、評価ルールの骨格や判定基準値の初期値の修正を行う。

②統計値・分布を用いた各診断基準値の改良

検査値や評価値の統計値・分布から母集団の性質や他の母集団との差、過去の統計値との差などについて解析し、健常者を判定するための基準値（正常値）の妥当性について検証する。

③事例データを用いたルールの

改良

要精密を判定するルールの基準値の調整や基準変数の妥当性の検討を、事例データの統計解析を用いて行う。

(2) 知識ベースのカスタマイズ

本システムを種々の事業所で運

用する場合、健康診断における検査項目や検査条件、要精密の判定基準などは、管理医や事業所の健康管理計画、事業所の業種によって異なってくる。検査項目や判定基準値などのカスタマイズには、データベースの再構成やルールの追加、書換えなどの知識ベースの再構築をとまなう。そのため知識ベースにできるだけ汎用性をもたせ、運用にともなう知識ベースの修正・管理を最小限にするため、3. で述べた複数の評価式の記述や判定基準値のパラメータ化を行った。

5. 運用と評価

約2,500人の被検者をもつ事業所の健康管理業務において本システムを実運用し、種々の評価を行った。従来の健康管理業務に比べ、個人宛報告書の発送期間を従来の約1/2ないし1/3に短縮するとともに説明文章の自動作成による受診者へのサービスの向上、診断精度の向上による健康診断の信頼性の向上、職域全体の健康水準の客観的評価（各種統計）、及び、各種健康管理業務の省力化による管理医本来の医療業務の充実などの点で大きな効果をあげている。また、広範で多岐にわたる情報を系統的かつ網羅的に推論することにより、通常健康診断業務では検出が困難と思われる疾患も数例診断されている。

本知識ベースを評価するため、健診結果の説明内容の妥当性に関して、すべての出力文章を医師が確認した。文章の訂正率は運用の初期段階で2~3%であったが、現段階では、ごく少数となっている。さらに、診断精度を上げるため、管理医と専門医の診断結果を入力した事例ベースを作成し、評価を行った（表-1、対象者数2,251人）。

表-1 知識ベースの評価

精査区分	要精密者数 (推論結果)	要精密者数 (管理医)	精密検査 実受診者数	精密検査 陽性者数	陽性率 (推論結果)	陽性率 (実受診者)
高血圧	9	7	6	5	55.5%	83.3%
糖尿病	141	104	102	68	48.2	66.6
高脂血症	40	30	30	23	57.5	76.7
肝臓病	37	30	30	28	75.6	93.3
消化器系	111	95	95	34	30.6	35.8
腎臓病	50	40	36	21	42.0	58.3
心臓病	78	64	55	37	47.4	67.2
高尿酸血症	18	14	12	12	66.6	100.0
呼吸器系	51	50	49	13	25.5	26.5
脳血管障害	6	4	4	1	16.7	25.0
視力障害	60	34	34	32	53.3	94.1
その他	93	72	63	47	50.5	74.6

これをもとに、精密検査対象者数が多く、精密検査結果の陽性率が低い疾患の判定基準値については、問診票の改良や 4. で述べた手法を用いて、要精密の基準値の調整を行っている。

6. おわりに

本システムは、1987年にプロトタイプを作成し、1988年検証用システム構築、1989年より実運用と平行して知識ベースの拡張と改良を進めている。知識ベースの規模は、現在、属性数 700（うち、各種データ約 350、評価結果約 350）、評価ルール数約 1,400、文生成ルール数約 1,400 である。現在、年間 320 事業所、25,000 人を対象に運用され、所期の目的を十分に達成している。本システムは、知識ベース管理やユーザインタフェースの充実、ネットワーク上での運用環境の構築などまだ解決すべき問題も多く残されているが実用システムとしては成功したといえる。今後は精度の良いデータや事例を多数収集し、疫学研究や知識ベースの改良に役立てたいと考えている。

謝辞 最後に、本システムの開発・運用にご協力いただいた九州大学附属病院第二内科、ならびに、(株)シー・アール・シーの各位に深謝する。

参考文献

- 1) 古川, 上野, 長澤: 健康管理支援システム HCS の開発と運用, 医療情報学, Vol. 10, No. 2, pp. 121-132 (1990).
- 2) 古川, 上野, 長澤: 健康管理支援システム HCS における知識ベースのカスタマイズ, 第 10 回医療情報学連合大会論文集, pp. 823-826 (1990).
- 3) 古川, 長澤, 上野: 健康管理支援システムにおける知識ベースの改良法, 情報処理学会第 43 回全国大会講演論文集 (分冊 2), pp. 183-184 (1991).

(平成 4 年 7 月 2 日受付)



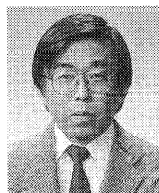
古川由美子 (正会員)

1941 年生。1965 年九州大学理学部数学科卒業。同年、九州大学中央計数施設助手。現在、福岡工業短期大学助教授。知識工学, 特に, エキスパートシステムの研究開発に従事。人工知能学会, 日本医療情報学会各会員。



長澤 勲 (正会員)

昭和 19 年生。昭和 42 年九州大学工学部電子工学科卒業。昭和 47 年同大学院工学研究科博士課程単位取得退学。昭和 47 年九州大学中央計数施設講師。現在、九州工業大学情報工学部教授 (機械システム工学科)。工学博士。知識情報処理の立場から CAD/CAM, ロボット, 医療システム等の研究開発に従事。人工知能学会, 日本建築学会, 精密工学会, 電子情報通信学会, 日本機械学会, 日本設計工学会, 日本ロボット学会各会員。



上野 道雄

昭和 24 年生。昭和 49 年九州大学医学部卒業。同年より九州大学医学部第二内科入局。昭和 56 年九州大学医学部第二内科助手。昭和 57 区医学博士取得。平成元年九州大学医学部第二内科講師。平成 3 年国立福岡中央病院内科。内科学, 高血圧の臨床的研究に従事。日本内科学会, 日本高血圧学会, 日本循環器学会, 日本医療情報学会各会員。