

臨床検査システムにおける疾患名判別

永井英保, 久江 正, 藤田安臣, 小林 勝, 百田健一,
谷口邦彦 (住友電工)

1. 緒言

近年、日常診療において臨床検査による患者情報の収集が病歴聴取や理学所見の抽出と同様に重視されるようになり、そのために各検査部門に依頼される検査項目、検査件数が著しく増大している。それにとりま自前分科装置の導入による判定の機械化とコンピュータの導入による正確・迅速な検査結果報告書作成の機械化が著しい。

今回報告する診断サポートシステムは、臨床化学、血液学検査の検査結果を評読しやすい形で整理し、さらに可能性のある病態および病名を付記することを目指すとしたシステムである。

当社が臨床検査システムの開発をはじめたころは、現在のように柔軟性のある高レベルのプログラム言語がなく、作成に時間を要するアセンブラ言語を使用して診断サポートシステムの構築を行ってきた。その後医療データベースを扱うことを目的としたMUMPS言語が開発され、我々はこの言語を基幹として、日進月歩の臨床検査に柔軟に且つ容易に、対応できる臨床検査システムおよび診断サポートシステムの構築を進めてきた。さらに、システムが身体化するまで、システムの構築方法も進化を遂げてきた。オンラインデータ収集業務用として、オンラインデータ収集装置CBX-300を導入し、ダウン対策・精度管理の充実、MUMPSシステムの負荷の軽減をこころみ、高速演算や高度な計算が要求されるデータ解析系では、FORTRAN言語を使用するようになった。そしてMUMPS言語は、データベース処理系に使用され、マンマシンや診断処理等に威力を発揮している。

そこで臨床検査システムは図1に示すごとくデータベースマンマシン系、オンラインデータ収集系、データ解析系、診断サポート系の4つの系からなると考えることができる。オンラインデータ収集系、データベースマンマシン系についてはすでに「分散型臨床検査システム」SMS4100シリーズとして開発済である。今回は、臨床検査データから診療に直接関係をもつ病名・病態名・異常所見をコンピュータにより解析し、検査データに併記する診断サポート系について報告する。

2. 診断サポートシステムの概要

医師が医学上の診断、治療に関する意思決定を行なう過程を研究する計量診断学の分野で使用されている手法は大別して、

- ・統計的手法
 - ・人工知能的手法
- の2つが考えられる。

統計的手法は、ベイズの定理や判別関数法で代表される多変量解析法等の手法であり、これまでは、この手法が主流を占め

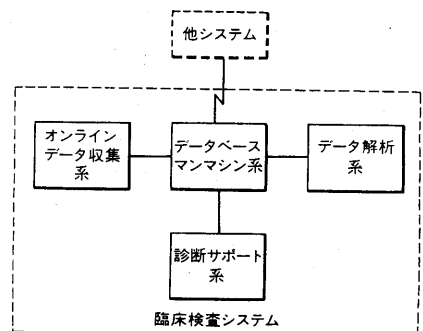


図1 臨床検査システム構成概念図

べきだ。この手法は、医師の意志決定の過程を1つの数学的モデルでシミュレートすることができるという想定のもとに、そのモデルに適合する種々のパラメータを算出し、これを用いて意志決定を行なう手法である。しかしこの手法から得られた結果を受け入れられるか否かは、そこで使われたモデルを認めるか否かにかかってしまい、医師の意志決定の過程と対比しつつ、その結果を評価することが著しく困難である。

これに対して、人工知能的手法は、医師の経験上得た知識を複数の独立したルールとして定式化し、これを用いて意志決定を行なう手法である。この手法の大きな利点は、その意志決定の過程が医師にとって著しく理解しやすい点である。

統計的手法と人工知能的手法の違いを図示すると、図2のようになる。²⁾

今回報告する診断サポートシステムは柴田進教授が40年間の研究の中で確立された血液スペクトルに関する診断理論にもとづく知識を診断テーブルという形でルールとして定式化し、そのテーブルをもとに診断を行なおうとする人工知能的手法をもとにしたシステムである。なお血液スペクトルは、病気に伴う体内の生化学の変化が血液成分の増

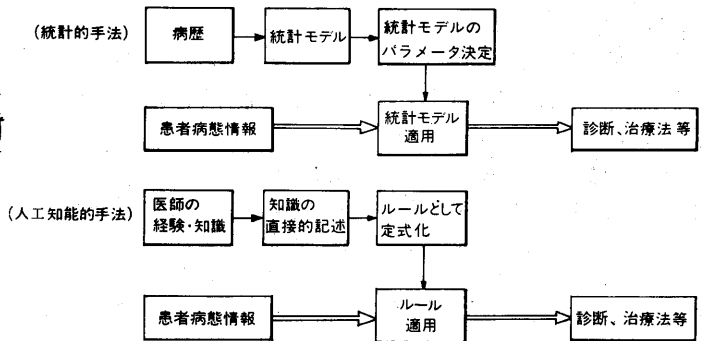


図2 統計的手法と人工知能的手法の診断プロセスの比較

減として現われることが多いことに着目した診断作法と理念である。

また本診断サポートシステムで対象としている血液化学検査は、初期診療における一次検査、術前・術後検査、慢性疾患などの広い領域の定期的総合検査として、最も頻用されている種目である。したがって本システムは「検査データを奥地診療のために有効・適切に活用する」という検査本来の目的の一端を果すものであり、有効な臨床検査システムの実現を可能とするシステムである。

今回は病態を診断する病態診断サポートシステムおよび病態に加え病名・異常所見をも診断する総合的診断サポートシステムについて報告する。

3. 病態診断サポートシステム

臨床化学、血液学検査の結果から、病態の障害の程度を解析する病態診断サポートシステムについて述べる。

病態Dの障害程度をn区別して A_1, A_2, \dots, A_n とする。また、その程度を判別するm個の検査項目を、 K_1, K_2, \dots, K_m とする。さらにそれぞれの検査項目の結果が取り得る値の範囲をn区別して検査結果レベル L_1, L_2, \dots, L_n とする。

ある患者の検査データからDという病態の程度が A_1, A_2, \dots, A_n のいずれかであるかを診断するには、

- ① 検査項目 K_1, K_2, \dots, K_m に対する個々の検査結果が L_1, L_2, \dots, L_n のいずれのレベルであるかを診断テーブルの1つである検査レベル判定テーブルを使用して決定する。
- ② 各検査項目の検査結果レベルの組合せと病態の異常の程度を対応づけて診

断テーブル(病態判別テーブル)から病態の異常の程度(A₁, A₂, --- A₄のいずれであるか)を判定する。

の手順で行われる。

つぎに、老人病院を対象とした場合の病態診断サポートシステムの例を示す。本システムに含まれる病態Bの種類とそれぞれの病態Bを判別するための検査項目K₁, K₂, ---, K_mおよび病態Bの障害の程度A₁, A₂, --- A₄が表1に示されている。また表2に全身および栄養状態の検査レベル判定テーブル(a)と病態判別テーブル(b)を示す。

検査結果レベルの異なる方として、老人患者を対象としているということもあり検査結果レベルを検査結果の値の大きさから決める方法に加えて、患者の時系列データつまり、今回の検査値と前回の検査値との変化の度合によって決める方式を加味している。すなわち、今回の測定値が正常範囲内であっても前回の変化値が正常範囲外であればその項目の結果レベルは異常とみなすという方式である。さらに病態の異常の程度毎に次回検査が望まれる項目を病態判別テーブルの中に含めているのが特徴である。表3に貧血に対する検査レベル判定テーブル(a)と病態判別テーブル(b)を示す。他の病態については省略する。

図3に診断病態Bの異常の程度の表示例を示す。該当するところに×印を印写して示す。

表1 診断病態名に対する対象検査項目と障害程度

病態名	対象検査項目	障害程度
全身および栄養状態	血色素	正 常 度
	血清蛋白	軽 度
	Fe	中 等 度
	コリンエステラーゼ	高 度
	K	高 度
炎 症	A/G	高 度
	赤 沈	無 軽 度
	CRP	中 等 度
	α ₂ グロブリン	高 度
腎 障 害	尿素窒素	無 軽 度
	クレアチニン	中 等 度
	尿 酸	高 度
	P	高 度
肝 障 害(実質)	K	高 度
	総ビリルビン	無 軽 度
	GPT	中 等 度
	GOT	高 度
	LDH	高 度
	アルブミン	高 度
肝 障 害(胆道閉塞)	コリンエステラーゼ	高 度
	アルカリフォスファターゼ	無 軽 度
	γ-GTP	中 等 度
貧 血	コレステロール	高 度
	血色素	無 軽 度
脳心臓血管障害		中 等 度
	HDL-C	無 有

表2 全身および栄養状態の診断テーブル

(a) 検査レベル判定テーブル

検査項目	検査結果レベル	検査結果レベル	
		正 常 (L ₁)	異 常 (L ₂)
血 色 素 (K ₁)	測定値	♂ 13~17 ♀ 11~15	♂ 12≥, 18≤ ♀ 10≥, 16≤
	変化値	1.9≥	2.0≤
血 清 蛋 白 (K ₂)	測定値	6.5~8.2	6.4≥, 8.3≤
	変化値	1.9≥	2.0≤
Fe (K ₃)	測定値	30~145	29≥, 146≤
	変化値	39≥	40≤
コリンエステラーゼ (K ₄)	測定値	0.7~1.1	0.6≥, 1.2≤
	変化値	0.2≥	0.3≤
K (K ₅)	測定値	3.5~5.0	3.4≥, 5.1≤
	変化値	1.4≥	1.5≤
A/G (K ₆)	測定値	1.0~1.8	0.9≥, 1.9≤
	変化値	0.1≥	0.2≤

(b) 病態判別テーブル

病態の異常の程度	正 常 (A ₁)	軽 度 (A ₂)	中 等 度 (A ₃)	高 度 (A ₄)
異 常 個 数	0	1~2	3	4≤
次 回 検 査	—	再検(血色素, 血清蛋白, Fe, コリンエステラーゼ, K)		

表3 貧血の診断テーブル

(a) 検査レベル判定テーブル

検査結果レベル		正常 (L ₁)	異常1 (L ₂)	異常2 (L ₃)	異常3 (L ₄)
血色素 (K ₁)	測定値	11~18	10.0~10.9 18.1~20.0	8.0~9.9 20.1~23.0	7.9≦ 23.1≧
	変化値	1.9≧	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0≦

(b) 病態判別テーブル

検査結果レベル	病態の異常の程度			
	無 (A ₁)	軽度 (A ₂)	中等度 (A ₃)	高度 (A ₄)
異常1 (L ₁)	0	1	—	—
異常2 (L ₂)	0	—	1	—
異常3 (L ₃)	0	—	—	1
次回検査	—	再検 (血色素) RBC, PCV		

病態解析		障害程度			
(1)全身および栄養状態	正常	<input type="checkbox"/> 軽度	<input type="checkbox"/> 中等度	<input checked="" type="checkbox"/> 高度	
(2)炎症	無	<input checked="" type="checkbox"/> 軽度	<input type="checkbox"/> 中等度	<input type="checkbox"/> 高度	
(3)腎障害	無	<input type="checkbox"/> 軽度	<input checked="" type="checkbox"/> 中等度	<input type="checkbox"/> 高度	
(4)肝障害(實質)	無	<input type="checkbox"/> 軽度	<input checked="" type="checkbox"/> 中等度	<input type="checkbox"/> 高度	
肝障害(胆道閉塞)	X	無	軽度	中等度	高度
(5)貧血	無	<input checked="" type="checkbox"/> 軽度	<input type="checkbox"/> 中等度	<input type="checkbox"/> 高度	
(6)脳心臓血管障害	X	無	<input type="checkbox"/> 有		

図3 病態診断表示例

4. 総合的診断サポートシステム

病態診断サポートシステムをさらに発展させ、診断を病態の異常の程度にのみならず病名および異常所見まで拡張したシステムが総合的診断サポートシステムであり、総合診断サポートシステムにおいても、病態診断サポートシステムの場合と同様、病態、病名および異常所見毎に、いくつかの診断用検査項目が決まり、各項目の測定値範囲を4〜7の区域に分割して診断テーブルがあらかじめ準備されている。しかしその分割された区域が検査レベル判定テーブルのようにその項目の正常と異常の程度を示すのではなくその病態、病名および異常所見の支持の度合、つまり診断絶対支持区域、診断支持区域、診断禁止区域、無関係区域のいずれかでありかを示して、各点が異なる。この診断用テーブルは検査項目以外に年齢、性別、人種等に対しても設定されている。病態、病名および異常所見毎の診断検査項目の支持程度を示した区域の定義をつぎに示す。

- 診断絶対支持区域 ----- 測定値がこの区域にはいつてもいいときは、疾患名Dが必ず鑑別診断名となり得ることを示す。
- 診断支持区域 ----- 測定値がこの区域にはいつてもいいときは、疾患名Dが、鑑別診断名である可能性があることを示す。
- 診断禁止区域 ----- 測定値または、患者の条件(性別、年齢等)が1つでもこの区域にはいつたときは、この疾患名Dが他の項目で絶対支持または支持区域にはいつても診断名から除かれることを示す。
- 無関係区域 ----- この区域に測定値がいつたときは、この項目が疾患名Dの診断に関係ないことを示す。

患者の属性(性別、年齢等)と検査結果を各疾患名毎に準備されている診断用テーブルと照合し、つぎの順序で可能性の高い診断名の抽出を行なう。

- ① 診断絶対支持区域または診断支持区域にはいつた疾患名を集める。
- ② ①で抽出された疾患名から診断禁止区域にはいつた疾患名を除く。
- ③ 診断絶対支持区域から出た疾患名を最も可能性の高い鑑別診断名とする。
- ④ 診断支持区域にはいつた回数が多い疾患名を順に可能性の高い鑑別診断名とする。

なお③、④において、同一条件で順序づけができないときは、あらかじめ設定された優先順位(病気の発生統計)に従って順序づけられ、最大10種類の疾患名を鑑別診断名としている。以上の手順をコンピュータ処理させるためには、診断名の数が増加しても対応できるよう各種検査項目の検査値範囲を階層区分し、各階層区分毎に診断絶対支持診断名、診断支持診断名、診断禁止診断名を配置し、同様の手順で可能性のある疾患名と禁止すべき疾患名を集め、つぎに可能性のある疾患名から禁止すべき疾患名を除き最後に優先順位付けを行なうという処理を行なっている。

本方式の特徴は、鑑別診断名が打出されたとき、その診断名などの検査項目の結果から打出されたかを確認できることである。さらに臨床診断名との食い違いが出たときには、診断テーブルを容易に変更できることである。

抽出された疾患名に対する優先順位の付け方については、診断に使用可能な検査項目群に影響されるので、この検査項目の選り方が非常に大切なものとなる。診断支持区域に重みをつけるようにすれば人工知能的手法に統計的手法を加味した診断方法となる。現在この方法についても人工知能的手法の良否、つまり医師の経験上得た知識を独立したルールとして定式化しているために、あとで診断の過程を確定しやまい、という良さが失われないう方向で検討を進めている。

つぎに血液スペクトルでの実施例を示す。表4に血液スペクトルの検査内容を示す。日常臨床化学で頻用されている項目である。図4には、ネフローゼ症候群の診断用テーブルを図式化した例を示す。

血清蛋白、A/G比、アルブミン、コリンエステラーゼおよびコレステロールの5項目をネフローゼ症候群と診断するための検査項目として選り、これらの検査項目について、それぞれ診断支持区域、診断禁止区域、無関係区域を設定して、診断用テーブルが作成される。

図4に示すごとく細い矢印↑で示した患者の測定値が診断用テーブルの対応する検査項目の診断支持区域に入っており、この場合はネフローゼ症候群が鑑別すべき診断名となる。但し1項目でも患者の測定値が、太い矢印↓で示す如く、診断禁止区域に入ると、その他の項目が支持区域に入っても鑑別疾患名から除外される。同じ手順であらかじめ作成された各種の診断用テーブルと照合し診断名を追加する。最後に診断絶対支持区域に入った診断名、次に診断支持区域に入った項目が多い診断名の順に最大10個の診断名を選ぶ。

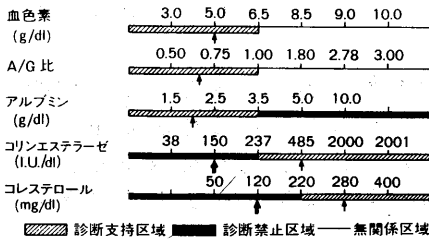


図4 ネフローゼ症候群の診断用テーブル

表4 血液スペクトルの検査内容

全身状態の判定	血色素(Hb) 血清蛋白(SP) 血糖(BS) A/G比
肝実質障害の検出	アルブミン(ALB) コリンエステラーゼ(ChE) グロブリン(GIb) GPT GOT LDH
肝道閉塞の検出	直接ビリルビン(Bil(D)) アルカリフォスファターゼ(AIP) コレステロール(Cho) γ-GTP
黄疸の有無の程度	黄疸指数(II) 総ビリルビン(Bil(T))
進行した腎障害の検出	尿素窒素(BUN) 尿酸(UrA) クレアチニン(Crn)
腫瘍害の検出	アミラーゼ(Amy)

写真1にネフローゼ症候群の患者の診断例を示す。各検査項目の測定値とその値の分布状態がグラフに図示され、診断名を考えやすく、また異常値の見逃しを少なくするよう工夫されている。Nephrotic syndromeが第1位にプリントされ、その他、可能性の高いMalnutrition, Hypogammaglobulinemia, Coronary artery diseaseなどの病態名や異常所見がプリントされている。

5. 今後の方向

診断サポートシステムは、当初アセンブラ言語と組まれたものであったが、その後MUMPS言語で作成し、その診断用テーブルも改良を加え、その結果、診断的性能はほぼ血液スペクトルの解釈法に熟達した臨床病理の水準に達している。今後は診断サポートシステムを診断サポートユニット(DDU)としMUMPSシステムに自由に接続可能な装置とすることを進めている。

1819年ドイツの医師ラウネフ(Launec)が聴診器を考案し、打診と触診に聴診が加わり理学的診断法が完成され、その後、89年ドイツの物理学者レントゲンがX線を発見し、それが医学の領域に導入され外から内部を見ることのできるようになった。そして現在は臨床検査学の目ざましい進歩により、計量診断学が確立されつつある。自動分析装置の進歩により多くの検査データを短時間に得ることが可能になり定量的な診断ができるようになってきているが、これにともなう、数値の読み方(いかに深く数値を読まか)によって診断も変わってくるようになってきている。その結果多く測定されたデータを整理された形で報告してほしいとの要求、次に検査すべき内容を教えてほしいとの要求が増加している。我々はX線装置やCT装置と同様に、検査室や臨床検査センターでこの診断サポートユニットが必要とされる日が来ると確信している。

なお診断サポートユニットは入力データとして患者属性、検査結果(前回値を付加することも可)を入力すると、診断名と次回検査すべき項目が出力される装置であるが、これをオンラインデータ収集系のCBX-300に接続すると、CBX-300からはオンライン収集データ以外に診断名をも収集することが可能となるであろう。

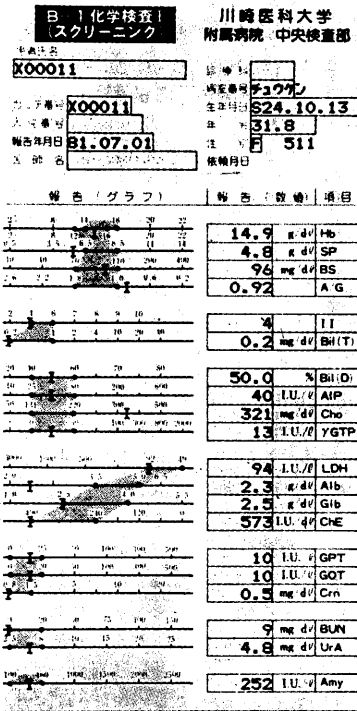


写真1 ネフローゼ症候群患者の血液スペクトル

6. 結 言

本システムは、すでに血液化学中心の診察法として臨床的評価が確立されている血液スペクトルの診断過程をコンピュータ化したものであり、すでに川崎医科大学附属病院、⁴⁾ 双国病院等で実用化され臨床的評価がなされている。

本診断システムは、末梢血液検査、一般尿検査、電解質検査などの組み合わせ検査の診断システムとしても適用できる汎用性の高いシステムである。現在、末梢血液検査等についても具体的な診断用テーブルを検討しつつある。また開発中の診断サポートユニット(ワロU)は、当社の分散処理型臨床検査システム"SMS 4100シリーズ"に装備する予定である。

参考文献

- (1) 藤田安臣他：分散処理型臨床検査システム：住友電気，第118号，p.154～165 (昭和56)
- (2) 開原成亮他：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，第17巻第1号 p.73～77 (昭和54)
- (3) 高橋 浩他：血液スペクトルとその一展開：臨床病理，第27巻第5号 p.399～404 (昭和54)
- (4) 柴田 進他：臨床検査部門のコンピュータ化について：住友電気，第112号 p.97～103 (昭和53)
- (5) 上田 智他：血液スペクトル(化学スクリーニング)の自動化診断システム：臨床検査とコンピュータ '81. p.159～165 (昭和56)