

医学上の意志決定に情報科学はいかに貢献し得るか？

開原成允（東京大学医学部）

1. はじめに

臨床医学においては、医師は様々な場面において、いくつかの可能性の中から1つものを選択する必要に迫られる。例えば、最も通常考えられるのは診断の決定であるが、こうした典型的な場合に限らず、「次にどの検査法を選択すべきであるか？」とか「どの治療法をとるべきか？」又細くわければ「ある薬を続けて使うべきか、やめるべきか？」問診の途中で「次にどの質問をすべきか？」「予後をどのように予測して患者に話すべきか？」等々である。このように、いくつかの可能性の中から1つを選択することは、様々な起り得る可能性を1つ1つ考慮しているわけであるから、1つの確率的な過程として考えることができる。この意味では、臨床医学は全て確率過程の上に成立しているといっても決していすぎではない。

さて、このように多くの可能性の中から何らかの推測に基づいて1つを選び出すことを *decision making* という。日本語に訳せば意志決定といい、どのような法則の時にはどのような選択を行なうのが最適であるかが、色々な場合について詳しく研究されている。

しかし、ここでは、こうした数学的な意志決定の問題を詳細にのべるのではなく、先にのべたような臨床医学上の選択に、情報科学的手段がどのように貢献し得るかを考えてみたい。このようなことが可能になった背景には勿論、多くの数学的な研究があるが、こうした研究を離れても、臨床家として情報科学に何を期待したらいいのかを考えてみたいのである。

2. 間接的な意志決定への関与

まずそもそも、最初の問題として、医師はその選択をする上で、情報科学に何を期待しなければならぬ状況にあるのであろうか。20年位前までは少なくとも、情報科学というものは存在しなかったし、医学がそのようなものに力を借りること等は考えもしなかったであろう。

それでは現在は、それ程状況が変化したのであろうか？ もし、変化したとすれば、それは現在の医学が、20年前とは比較にならない程多くの知識の上に成り立っているということであろう。多くの知識とは別な言葉でいへば、大量のデータと複雑な論理である。この大量のデータと複雑な論理こそが、情報科学が関与し得る対象となるものなのである。

最も単純な場合を考えてみよう。20年前は細菌性疾患を治療するのに、抗生物質の選択の余地は30はなかったであろう。現在はその数は細い差までいければその10倍にもなるであろうか。これらの特性を1つ1つ記憶して適確に抗生物質を使用していくことは、1人の医師の記憶だけでは無理になったといっは言い過ぎであろうか？ 医師は何らかのハンドブックを参照する機会が多いであろうが、最近の情報科学は更に迅速な情報サービスを提供できるようになった。コンピュータの端末を介した *online* の情報サービスがその例で、医学文献情報から普及しはじめているが、これが薬剤情報やその他の医師に必要な情報を提供する迄になるのも、それ程時間はかからないであろう。

こうした一時的な知識の収集と提供と同じ手法は個々の情報に対しても充分適応できる筈である。例えば、ある医師の受け持つ患者の病状に関する情報を貯蔵しておき必要に応じてこれを整理した形でとり出して参考にすることもできる。こうした手法も、すでに、いわゆる「病歴管理」という名の下に多く研究されてきた所である。これ迄は病歴管理は過去の病歴について、これを集計することに使われる場合が多かったが、今後は online 端末の普及と共に更に臨床に密着した情報として、直接医師に使われることが多くなるであろう。

以上、2つの例は一つの知識、又は事実を整理し蓄積した上で、それを医師に提供するというものであった。従って、医師の「意志決定」に対しては、材料を提供するという意味で、間接的な「かかわりあい」と考えることができよう。

3 より直接的な意志決定への関与

ところが、これに対し知識又は事実にある限られた範囲で判断を加え、それを医師に提供するという場合もみられるようになってきた。こうしたシステムは、既に多く研究されているが、実用に供されているという意味で2つの例をあげておく。

その1つは、輸液の方法に対し助言を与えるシステムである。成人の輸液と異なり：小児の輸液や火傷の場合の輸液は、その緊急性と共に輸液の内容が著しく重要で、時に生命を左右する場合もみられる。こうした場合、血中や尿中の電解質や体重、尿量等を勘案しながら輸液の量と成分を計算し、求めていくことは熟練した医師でも大きな負担となるであろう。現在の生理学は既にこうした場合に適応できる知識をもっているから、こうした知識を数式の形で計算機内にもってにおいて、患者の状態を支えることにより、すぐ、最も適当な答を医師の参考に出してやることは、それ程困難なことではない。

又、第2は薬剤の処方に対する check を計算機に行わせるシステムである。この中の最も進んだものは、スタンフォード大学で開発された medphor と呼ばれるシステムであるが、患者の過去の病歴が計算機中に記憶されており、処方が出されると、その処方の妥当性が check されるのみではなく、過去の処方に遡った妥当性も検討され、必要に応じて報告が出されるものである。特に配合禁忌や薬剤アレルギーに対しては著しく有効なものとなり得る。

以上、2つの例は、情報科学が単なる知識の提供のみではなく、限られた範囲内で判断まで加えて医師の医師決定に参加する、いわば、より直接的な場合と考えることができよう。

4 いわゆる「計算機診断」の意義

さて、こうした考え方を進めてくると、更に医師そのものの診断・治療の process をも情報科学的手法で置き換え得るだろうかという問題がでてくる。これは、日本ではいわゆる「計算機診断」という名のもとに、多く研究されてきた領域である。最近では計量診断という言葉の方が多く使われるが、私は、「計算機診断」という言葉は適当でないと思っている。その理由は、ここで問題になっているのは計算機なのではなく、医師の診断の process の数理的表現が問題だからである。計算機は単に道具にすぎず、計算機がなくても医師の論理過程が実現できる場合も多くある。

さて、話が横道にそれたが、それではそもそも、このいわゆる「計算機診断」という研究領域は一体何を目ざしているかと解するべきなのであろうか。「計算機診断」という言葉がはからずも意味するように、医師に代って計算機が

医学上の意志決定をすることが最終の目的なのであろうか？ この問に対しては、かかる領域に携っている人は、それぞれ別の答えをもっていることが考えられるが、私の個人的な意見としては、いわゆる、「計算機診断」は決して医師の診断に代ることを目指しているのではない。そうではなくて、次の2つの目的があるように思われる。

第1は、ある限られた範囲内で与えられた情報に処理を加え、医師の判断を下しやすい形にデータを変型して医師に渡し、医師の判断を助けることである。

これは、すでに述べた輸液や薬剤処方の場合と同様であり、例え計算機が1つの診断を指し示したとしても、それは医師にとって1つの判断のためのデータとして取り扱われるべきものと思う。その理由は、医師の診断行為の中には科学的判断の他に、「価値」の概念が入ってくるからである。例えば、「身体に悪いのは解っているが、どうしてもこの仕事をやりとげたい」という患者の訴えに、医師ならばどのような処置をとるであろうか。計算機は客観的に医学的な事実を示すのみである。

また、このように計算機が診断を下すという事実に対して、医師と患者の間の人間的関係を考慮して、危惧の念が示される場合がある。しかし、これは、かかる技術に対する過度の期待による誤った危惧のような感じがする。今日、血液を採取し、その中から多くの化学的成分の測定が行なわれる。これは、別な言葉で言えば、血液というものを「処理」して、医師の判断に参考になる「情報」を抽出したことになる。この意味では、これも一つの情報処理である。これと同様に、人間の五感による判断に適當でない情報を集め、処理して医師の判断の参考になる形で提供することも本質的には、血液の化学測定と何ら異ならない筈である。要は、計算機から、示される一つの「参考データ」を適確に最終判断することこそが重要なのである。

以上のように、ある限られた範囲内で医師に参考になるデータを与えるシステムは、これ迄多く研究された。その例は、急性腹症の診断、パラメディカルに救急処置を示すシステム、分娩に関する予測するシステム、問診を自動的に行なうシステム等々である。これらは、まだ、完全な実用に供されている例は少ないが、それは、むしろ外部環境によるもので、技術的には実用の域に達したと考えるもよいであろう。

さて、以上がいわゆる「計算機診断」の第1の目的であるが、私個人としては計算機診断を研究することの意義は、むしろ、これから述べる第2の目的にあるように思う。その第2の目的とは、この研究を通じて診断や疾患のメカニズムを明らかにすることである。今、仮にある疾患Aと正常者を判別関数を用いて分けたとして、その時、正診率が60%であったとする。この結果はどのように考えるべきであろうか。ある人は60%の正診率ではとても使いものにならないと言うかもしれない。しかし、診断のメカニズムの研究という点から考えると、ここに与えた情報以外に診断に必要な情報が、まだ40%あることを意味している。(40%という言い方は正確ではないし、又、判別関数が最も効率よい方法かは疑問であるので、本当はもっと詳細な議論が必要である)こうした、診断に必要な他の情報が何処に入っているのかを、こうした手法を手がかりにして探していくことが出来たとしたら、それなりに大きな意義をもつであろう。

また、多変量解析は通常、各変数が結果にどれだけ関与しているかを定量的に示すから、これも参考になるであろう。

こうしたことは、単なる 1 例にすぎないが、このような臨床医学と情報科学の対話を通じて、明らかにされ得る領域がまだまだ多くあることは、これ迄の研究がさし示してきた。私は、いわゆる計算機診断を研究することの意義は正にここにあると思っている。

5. 手法について

さて、最後にいわゆる計算機診断に使われる手法について概説しておきたい。これ迄、計算機診断に使われた手法は大きく分けると 4 つあるように思う。それらは数的手法、多変量解析、Bayes 定理、及び人工知能の 4 つである。この中で人工知能の手法はまだ最近導入されたばかりで、前の 3 つとは考え方が大きく異なっている。この考え方は前の 3 つが一つの形式化された手法をとるのに対し、この手法は特に rule を定めずに rule 自体を作っていくとするものである。しかし、この領域はごく最近研究が進められている領域であるので、ここでは前の 3 つについてその概要を示すに留めたい。

まず第 1 の代数的手法というのは、主として bool 代数を用いるもので、簡単に言えば枝分れ論理である。最近では yes no の二値の論理から "don't know" を含む三値又は多値の論理へ拡張が行われ、大分実際の場で使いやすくなってはいるが、診断その他の意志決定を枝分れの的に決めていくのは必ずしも容易ではない場合も多い。

しかし、よく考えてみると医学診断の世界には枝分れの発想で片づけられる場合も実際には多い。例えば、血液生化学のデータをいくつも参照して診断を考えるとというのは、次に述べる多変量解析に適する場合であるが、先天性心疾患などはカテテル検査で shunt が証明されると、それだけで診断が決定的になる場合もある。このような場合は論理は枝分れの的である。実際に、こうした理論を組み立てるには様々の場合の組み合わせを考えて、その選別によって目的に到達するように論理を作りあげ、それを計算機の中へ組み入れればよい。

第 2 によく研究されているのは Bayes の定理の応用である。Bayes の定理とは

$$P(\text{DIS}) = \frac{P(\text{SID}) \cdot P(D)}{P(S)}$$

で表わされる定理である。これ自体は何の変哲もない確率論の定理であるが、これを各疾患に現われる症状の確率と解釈することにより、診断論理の研究に応用することができる。

その例は、実際に Slide で示すことにして、ここではその詳細には触れない。しかし、この Bayes の定理はその定理が簡明である程にはその応用は簡明ではない。その 1 つの原因は、この定理が症状の出現する確率をいう前に、その疾患の現れる確率（先験確率）を要求するからである。しかし、この全体の中でそれぞれの疾患の出現する確率は、それぞれの病院によっても異なっているであろうし、一般には定め難い。ここに、その定理の実際上への応用に関し多くの議論が行なわれることになる一つの原因がある。

第 3 の手法は多変量解析である。多変量解析の中にも多くの手法があるが、この中で計量診断の世界で最も多く用いられてきたのは判別分析法である。この手法は多数の変数が与えられた時に、これを線型につなぎ合わせて 1 つの数値を求め、（判別得点という）この数値の大小から判別を行なわせようとするものである。その実例は Slide で述べることにし、ここでは一般的な注意を 2, 3 あげておきたい。

第1は、判別分析を求める時に何を目的としているのかということである。これは、最初に述べた「計算機診断」自体の目的とも大きく関連した問題である。ある乙郡のデータを持ち込んで判別分析をやってみると、どうもうまくいかないそれでやめてしまう。というような例がある。最近では計算機が発達したため、データさえ持ってきて計算機にかければ、何らかの答が出る。しかし問題は分析をする目的と、その結果の解釈にあることを忘れてはならない。解釈によっては、むしろ、うまく分かれないう自体に興味がある場合さえあるであろう。

また、第2は手法的な問題であるが、症例の数と変数の数の問題である。これもよくある例であるが、ごく少数のデータについて、多数の変数を用いて解析を行おうとする。こうした手法は、ある程度の症例数がなければ使用できないこともよく知っておかねばならない。