

Title	医学教育へのCAI導入の試み
Author(s)	井上, 通敏; 高杉, 成一
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1974, 12, p. 21-30
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65221
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

医学教育への CAI 導入の試み

井 上 通 敏*

高 杉 成 一*

今日、コンピュータは、医学、医療においても、種々の面で利用されその有用性が評価されているが、医学教育においてもコンピュータを利用した教育法、すなわち Computer Assisted Instruction (CAI) を取入れる試みが真剣に考慮されるようになった。その背景には、医療の質及び量に対する需要の増大、医療技術の進歩による医師の再教育の必要性などがある。

教育という面から医学を見た場合、医学は患者という人間を対象としたものだけに、技術面を教える instruction とともに、人間性の尊厳を養う education が特に重視されねばならない。CAI は、技術面の instruction のみを手助けしようとするものであって、これによって人間教育の場が軽んじられるようなことがあってはならない。しかし、これまでの医学教育を回顧すると、instruction の技術、能率において立遅れが目立つのであり、CAI に対する期待は大きいと思われる。

1. 医学教育の特徴

能力のある医師は、患者をよく観察して十分な情報を得ること、そして、その情報を医学の知識体系に照合して適切な医療行為を決定し得ることの2つの能力を身につけることによって生れる。

したがって、第1に、患者に接し、悠訴を聞き出し、視診、触診、打診、聴診さらには、種々の計測技術を行使して、情報を取り出す訓練が必要であるが、こゝで、教材が患者という生体であることが、医学教育上の特徴であり、その性質上、多くの制約が存在する。

次に、医学の知識体系を修得し情報処理の能力をつけることに関しては、教育技術上医学以外のものと変りは少ない。ただ、生体のメカニズムや病態生理学に関する知見や、新しく開発される臨床検査技術や診断治療技術は、近年増加のスピードが大きく、医学生にとってマスターしなければならない知識体系は膨大化する一方である。これを限られた時間で能率よく教えることは年々困難になってきている。

これらの観点から、医学教育へのコンピュータ利用を考えると、1) コンピュータによる学習制御。学習過程をコンピュータによって制御し、最も能率よく学習し得るように利用する。いわゆる CAI である。2) コンピュータを利用した教材の開発。の2つが主な対象であろう。

* 大阪大学保健管理センター

2. コンピュータによる学習制御 — いわゆる CAI —

CAI による学習の進め方は、図 1 のような流れである。最初に何らかの教材（問題、説明）を提示されると、学習者はそれに対して回答する。予想される様々な回答に対して、これを評価する。評価にもとづいてそれに応じた次の教材の提示にフィードバックされて行く。コンピュータは、考案された学習プログラムにもとづき、教材提示の制御、応答の判定を行なう。教材の提示及び回答のために用いられる装置は、グラフィックターミナル、キーボード、テープレコーダ、スライドなどである。図 2 は、アメリカのイリノイ州立大学で用いられている CAI 用端末器の構成図である。

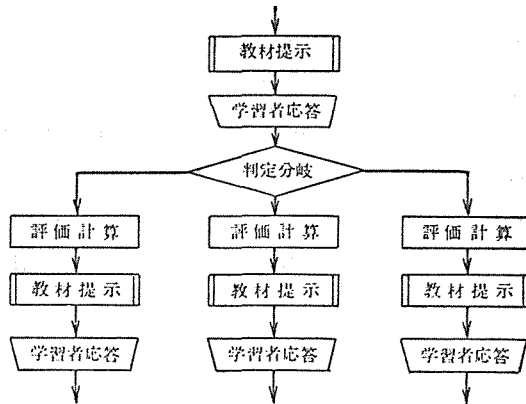


図 1 CAI による学習の進め方
(機械振興協会の学習プログラム PERT の例)

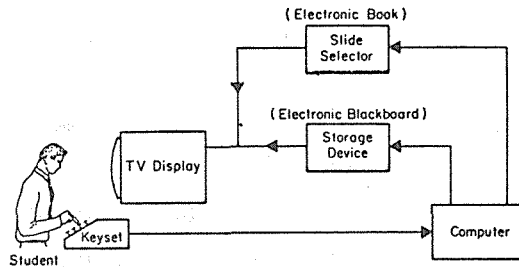


図 2 CAI 構成図
(イリノイ大学の例)

一般に CAI の利点としては、

- 1) 自己学習であるので学生の能力に応じた教育ができるので進歩が早い。
- 2) 全ての学生に目標に近い能力を与えることができる。
- 3) 教官の能力による差が出ない。教官数の節約にもなる。
- 4) 教育の学校格差，地域格差をなくすとともに，教育内容の標準化ができる。

ことなどであり，一方，欠点としては、

1) コストが高くつく(初期投資額が大きい)

2) 学習プログラムを作るのが容易でない。

といったことが指摘されよう。

医学教育にCAIを用いる場合は、教育内容が多種多様で、膨大な教材を要し、しかも系統性に欠けるので、学習プログラムの作成には相当な困難が予想されるが、部分的にはハードウェアさえ設置されれば、すぐにでも可能で効果を期待されるものもある。そのような例としては、診断論理、病理組織所見の見方、心電図、心音、X線像の判定など、一般に情報処理に関したものがあげられよう。一方、CAIが、普及すれば一般的な利点の他に、現在医学で問題となっている医学用語の統一、診断基準や病歴記載法の標準化を促進する附属的效果が期待される。

3. コンピュータを利用した教材 ——シミュレータ——

教材が生体であることは医学教育上の最大の特徴であるが、このことは、

1) 常に最適な教材を得ることが困難である。大学病院といえども典型的な異常所見の揃った患者がいるとは限らぬ。むしろ、多くの学生は、自分で異常所見を経験することなく卒業する。

2) 患者に多くの負担をかけられぬ。あまり数多くの学生に供覧させ診察させたり、同じ検査を繰返したり、試みに治療を行なってみることなどはできぬ。

3) 生体内で営まれている生理学的、生化学的なダイナミクスを直接観察することができない。

などの教材としての不都合が指摘される。これは、これまでの医学教育を非能率なものとし、医学に経験主義をばびこらせた主因であろう。近年、スライド、映画、録音テープの普及により、医学教育方法にもかなりの改善がみられたが、教材の持つ上記のごとき欠点を補うには不十分である。そこでコンピュータを利用して、教材的役割の一部を行なわせようとして試みられているのが、次のようなものである。

a) 患者シミュレータ ——南カリフォルニア大学のSim One——

アメリカの南カリフォルニア大学で開発された麻酔訓練用ロボットで、Sim Oneと名づけられている。このロボットは等身大の人形で、血圧計測、聴診、呼吸、脈拍の計測ができ、4種の静脈麻酔剤と2種のガス麻酔がかけられ、濃度に応じて生体反応が変化するようにできている。これらの状態は、すべてコンピュータで制御されていて、出力はCRT上にグラフとして表示される。

このロボットの利点は、

1) 実際に臨床で出会うできごとと同じ状態を与えることができ、

2) 行なった処置が誤っても許される。

3) 患者に苦痛を与えないで学ぶことができる。

などである。

このほかにも、不整脈の診断と治療用のロボットが開発されている。

b) 生体機構のコンピュータシミュレーション

患者シミュレータは、形を患者に似せて臨場感を与えるが、そのソフトウェアは、生体機構のシミュレーションである。人形を作らなくても、生体機構の複雑なメカニズムをコンピュータでシミュレーションしディスプレイすることは、生体の内部機構を理解するのに非常に役立つ手段である。シミュレーション法は多数の要素が複雑に絡み合っていて精巧に調節されている機構のダイナミクスを直接観測することはできないとき、これをモデル化しコンピュータ上で自由に調べる方法で、最近、世界的に研究が盛んで毎年優れたモデルが発表されている。

4. 大阪大学医学部における CAI の試み

1970年に医学部第一内科に TSS 用の簡易端末が設置された。僅か50ボアの通信回線で CPU と結ばれ、キーボードと紙テープのみの極めて簡単な端末器であるが、これを利用することによって初歩的な医学 CAI を試みる事が可能となった。

われわれが試みたのは、診断の論理、問診の進め方、治療法の決定、生体調節系のシミュレーションなどをコンピュータとの対話形式でプログラムしておく(図3)、学生及び卒業研修中の医師が、これらのプログラムをコンピュータと対話しながら実行することにより学習し得るようになっていく。2, 3の例を次に述べる。

a) 診断論理に関するもの

これについては、この特集号の Computer Aided Diagnosis (CAD) の項で述べられるので参照されたいが、CAD とともに CAI の機能も兼ねている。

○心電図の診断

心電図の診断の進め方を教えるためのもので、学生にある心電図を与えておいてプログラムを実行させる。用いられている診断論理は論理代数であるが、これを最も能率よく判別し得るような順序で質問が出されるようにプログラムしてある。学生は与えられた心電図を見て出された質問に順次回答して行くことによって、診断することができるし、逆に診断名を入力してアルゴリズムを知ることが可能である。現在の端末器では教材である心電図を自動的に与えられないが、スライドセクターを接続することができれば、instruction として一層便利になる。

○問診の進め方

患者の主訴を入力すると、それに関連して生じ易い数個の症状が出力される。その各々についての有無を入力すると、再びそれぞれに関連した質問が出力されるといったことが繰返され、最後に行なうべき検査と可能性のある疾患名が出力される。

b) シミュレーションに関するもの

シミュレーション法により生体の複雑なメカニズムを理解する方法には、大きな期待がかけられるので、私もこれに力を入れている。

WFLCME

READY 09-57-31
*HELLO 002 INADA * 6 09 5FG 0077
WAIT 09-58-11
NFAC-TSS (03-01) 72/09/26 NO.9 S.E. TIME 16-00

READY 09-58-14
*START YUE
WAIT 13-15-59

FLUID THERAPY

DATE

*S.47.6.5

PATIENT NAME

*S.T.

AGE

*58.

SEX M OR F

*M

TYPEWRITE NEXT LABORATORY DATA IN DISEASED STATE(0.0 OR - TO UNKNOWN DATA)

BODY WEIGHT (KG)

*60.

SERUM SODIUM (MEQ/L)

*148.

SERUM CHLORIDE (MEQ/L)

*110.

SERUM BICARBONATE (MEQ/L)

*24.

HEMATOCRIT (%)

*47.

HEMOGLOBIN (G/DL)

*14.5

RBC (X 10000)

*510.

BODY TEMP (C)

*37.0

DEHYDRATION DURATION (DAYS)

*7.

YESTERDAY URINE VOLUME (ML/DAY)(0.0 OR - TO UNKNOWN DATA)

*500.

URINE SODIUM (MEQ/L)(0.0 OR - TO UNKNOWN DATA)

*50.

URINE POTASSIUM (MEQ/L)(0.0 OR - TO UNKNOWN DATA)

*10.

BLEEDING (ML)

*0.0

RESULT

WATER DEFICIT (FROM BALANCE SHEET)

3920. ML

EXPECTED OUTPUT OF WATER

240. ML

RECOMMENDED DOSIS OF WATER (FROM BALANCE SHEET)

1667. ML

WATER DEFICIT (FROM BODY WEIGHT)

3000. ML

RECOMMENDED DOSIS OF WATER (FROM BODY WEIGHT/

640. ML

EXPECTED OUTPUT OF POTASSIUM (FROM BALANCE SHEET)

15. MEQ

EXPECTED OUTPUT OF SODIUM (FROM BODY WEIGHT)

160. MEQ

EXPECTED OUTPUT OF CHLORIDE (FROM BODY WEIGHT)

160. MEQ

HYPERTONIC SALINE (5%)	269.0	ML
SODIUM BICARBONATE (5%)	33.6	ML
POTASSIUM CHLORIDE (1 M)	30.0	ML

IN THIS SOLUTION

SODIUM	280.000	M EQ
K	30.000	M EQ
CL	280.000	M EQ
BICARBON	20.000	M EQ
CA	.000	M EQ
LACTATE	10.000	M EQ
GLUCOSE	43.000	GRAM

RP. 3

KN 1A	1000.0	ML
HYPERTONIC SALINE (5%)	202.3	ML
SODIUM BICARBONATE (5%)	33.6	ML
POTASSIUM CHLORIDE (1 M)	30.0	ML

IN THIS SOLUTION

SODIUM	270.000	M EQ
K	30.000	M EQ
CL	280.000	M EQ
BICARBON	20.000	M EQ
CA	.000	M EQ
LACTATE	.000	M EQ
GLUCOSE	25.000	GRAM

STOP 33
EOP 2.499

READY 13-54-03

※

図 3-2

図 3 対話形式プログラムの例

1. 輸液診断プログラム
コンピュータからの質問に対し、逐次答を入力すれば水、電解質の欠乏量が出力される。
2. 輸液処方決定プログラム
医師の判断をもとに、一日の補液量を逐次入力すると3種類の処方が出力される。

○心電図のシミュレーション

心電図の診断は、上述したごとき論理により行なわれるが、心電図波形が生理学的、病理学的にどのようにして生じてくるかも知っておかなければならない。このシミュレーションは、そうした目的のなめのものである。心電図とは心臓に生じた起電力を体表面から誘導して計測したものであり、起電力は1つ1つの心筋細胞に生じる活動電位が総和されたものである。このシミュレーションは細胞の活動電位から心電図波形を合成しようとするものであって、1) 活動電位の形、2) 心臓の形、大きさ、位置 3) 誘導部位を可変入力として、どんな心電図が得られるかを数値計算によって求めるものである(図4)。

○体液調節機構のシミュレーション

水や食塩水の負荷によって血漿、組織間液、細胞内液、尿などの量や質がどのように変動して行くか。また浮腫はどのような状況で発生するかなどを理解させるモデルである。

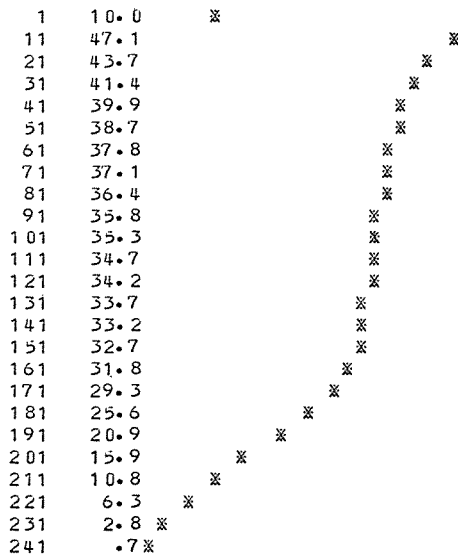
これらの他にシミュレーションとしては次のようなものが用意されている。

○血糖調節機構

○冠動脈血流量の調節

○腎の水処理機構（カウンターカレント系のモデル）

ACT ION POTENTIAL IX# 1



044

ACT ION POTENTIAL IX# 8

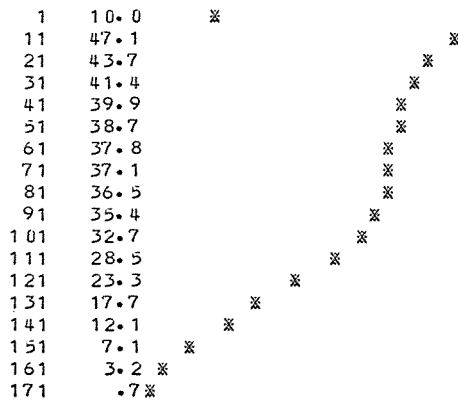
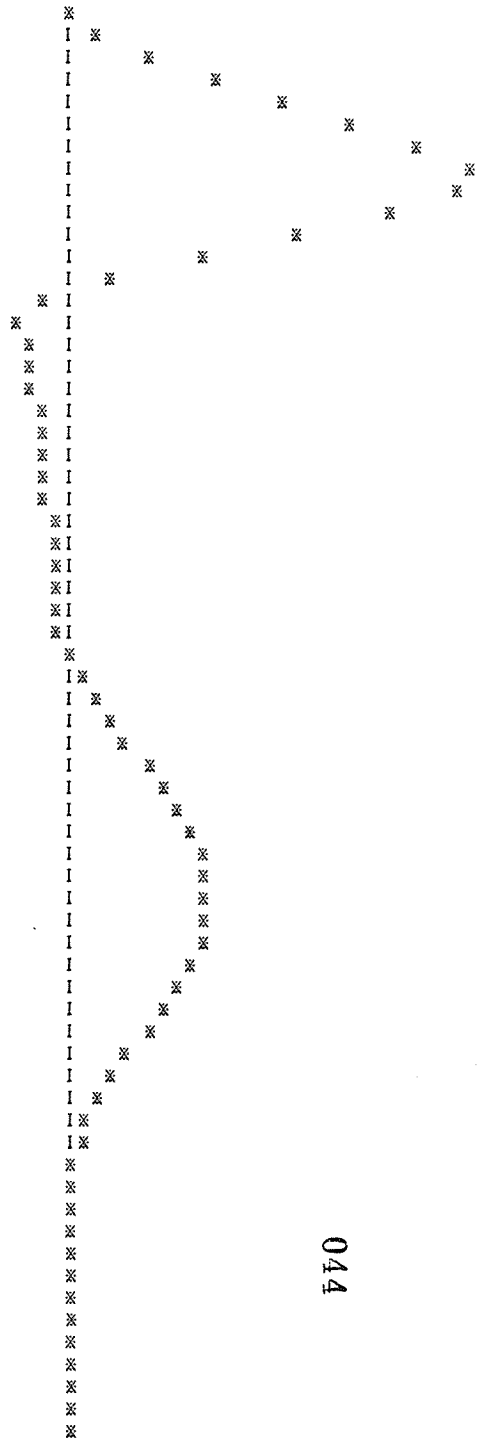


図4-1 心電図シミュレーションの一部（入力された活動電位パターン）

ECG

TIME	MVOLT
1.0	.0
6.0	.1
11.0	.2
16.0	.4
21.0	.6
26.0	.7
31.0	.9
36.0	1.0
41.0	1.0
46.0	.8
51.0	.6
56.0	.3
61.0	.1
66.0	-.1
71.0	-.1
76.0	-.1
81.0	-.1
86.0	-.1
91.0	-.1
96.0	-.1
101.0	-.1
106.0	-.1
111.0	-.1
116.0	-.1
121.0	-.0
126.0	-.0
131.0	-.0
136.0	-.0
141.0	-.0
146.0	-.0
151.0	.0
156.0	.1
161.0	.1
166.0	.1
171.0	.2
176.0	.2
181.0	.3
186.0	.3
191.0	.3
196.0	.3
201.0	.4
206.0	.3
211.0	.3
216.0	.3
221.0	.3
226.0	.2
231.0	.2
236.0	.2
241.0	.1
246.0	.1
251.0	.0
256.0	.0
261.0	.0
266.0	.0
271.0	.0
276.0	.0
281.0	.0
286.0	.0
291.0	.0
296.0	.0
301.0	.0
306.0	.0
311.0	.0
316.0	.0
321.0	.0



044

図4-2 心電図シミュレーションの一部 (出力された心電図波形)

以上が大阪大学医学部第一内科教室で試みられているものであるが、これらは同時に自動診断や生理学の研究をも兼ねているので、本来の CAI とはいえないかもしれない。しかし、対話形式プログラムをより工夫したり、ディスプレイ装置を設置すれば十分 CAI として効果を発揮し得るものと思われる。

なお、これらのプログラムは、2 年前より医学統計のカリキュラムのなかで学生実習に使用している。

まとめ

医学教育におけるコンピュータの利用についてその概略を述べるとともに本学医学部における試みを紹介した。

わが国の医療の現状を考えると、医学教育の再検討は重要な問題である。特に教育技術に根本的な改革が必要と思われる。CAI は、その意味から大いに期待されるものであるが、実現するためにはまだ多くの準備が必要である。そのためには、本格的な CAI 端末装置が早急に設置されることと、充実したソフトウェアの開発に努力が向けられねばならない。