

学校教育における知的インタフェースとしてのコンピュータ

— Science Literacy を伸ばすために —

山形 積治

平成元年に行なわれた指導要領の改訂により、学校教育のあらゆる分野に情報機器を有効に活用し、教育の活性化を図る事が示された。具体的には小学校は平成4年、中学校は平成5年、高等学校は平成6年から新指導要領に基づいた教育が実施される事になっている。しかし、多額の資金が投入されコンピュータが導入され始めたが、そこには問題点も多く存在する^{1)~4)}。

教育（学習）とはどのような営みであるかを見た場合、実験心理学の定義では「学習とは、環境との関わりによって個体の行動が変化すること」とされている。環境が学習者に直接働き掛ける場合もあるが、学校教育のなかで学習者に提供される環境は学習対象が殆ど学習者から見えておらず、その環境を学習者に近付けるために教師、教材、教育機器等の学習者と環境との間のインタフェースを学校は用意をする^{5),6)}。もちろん勝れた教師は最良のインタフェースであり、学習者の理解の度合いに合わせて、変幻自在に変化するインタフェースとなる。ここで学習者の学習能力、理解度、興味関心に合わせて学習者と環境の間を取り持つインタフェースを「知的インタフェース」と定義することにしよう。知的インタフェースは環境と学習者間のインタラクティブ（双方向性）な存在である。他方、コンピュータもソフトの高度化によって十分に「知的インタフェース」なりうる。また、コンピュータは教育や学習の中で知的インタフェースとして利用しなければその存在意味が半減する²⁵⁾。

この考え方は、ITS (Intelligent Tutoring System) と言われる、AI (人工知能) を活用してほぼ教師と同様な振る舞いをするように仕組まれたコンピュータの教育への活用方法よりも広い概念をもって、定義されている^{17),18)}。

§1 コンピュータ導入の哲学

コンピュータを教育の中での「道具」と言う定義の仕方があるが、この概念は、コンピュータの隠し持っている潜在能力を低く見た定義で、古典 CAI (Skinner のオペラント条件付け理論に基づいた学習形態をコンピュータで置き換えた学習) のパラダイムの

域を脱していない¹⁷⁾。

コンピュータを学校教育に導入する場合、しっかりと見据えた基本哲学を持つことが必要である。わが国の学校教育へのコンピュータの導入は1980年代当初の OECD による先進諸国の水準より劣るという調査結果報告の影響はあったもののむしろ、教育的配慮からというよりは、企業の論理から始めら

れた。即ち、通産省指導型で始まり、半導体メーカーの世界的競争力を保つための一つの試みであったと見る事が出来る。この事がコンピュータをして教育や学習の「道具」であると言わせてしまった。この考え方には哲学がない。道具もインタフェースの一つと見ることも出来るがその意味するところは狭い。

コンピュータを「知的インタフェース」と捉えることによって、学校教育の中での位置付けが明確になり、コンピュータのメカはどのようなハード、ソフトを教育界に提供すれば良いかが見えてくる。また、地方教育委員会も学習のために欠くべからざるインタフェースであると認識することである²⁵⁾。道具の一つであると認識している間はハードの整備が不十分であっても、ソフトがなくとも、人材がいなくとも、教師が使いたくない「道具」であると判断すれば教育へのコンピュータの利用が無視される。

§ 2 学習とインタフェース

学習という営みは、人が対象とする事柄を正しく認知出来るように成るために学習者の脳に新しいインタフェースを形成する過程であるとみなす事が出来る。対象となる事柄が正しく認知出来るようになったことは、学習者の脳の中にある種のインタフェースが形成されたことになる。また、学習における教師・教材・教具は脳のインタフェースを形成するための学習内容と脳を結ぶインタフェースであるとみなせる。生まれたばかりの赤ん坊は生命を維持するための基本的なインタフェース、即ち、空腹になれば泣く、乳首に吸い付くというインタフェースしか持ち合わせていないが、成長するに従い環境との相互関係の学習により脳の中に有効なインタフェースを増加させていき、これを知的な発達と定義している。しかし、何らかの知的な障害があった場合、インタフェースの形成は

ある限界から増加せず、これを発達の障害と称する。

学習者の脳の中に形成されたインタフェースで認知できないような新たな問題が生じた場合、問題と自己との間に教師というインタフェースを置くこともあるし、教材・教具というインタフェースを介在させる事もある。一般に学習者が認知にいたる過程は伊東等によって図1のように示され、迷路的空間、パースペクティブ空間、フラクタル等で示される空間となる^{5),6)}。これまでの学校教育は通常迷

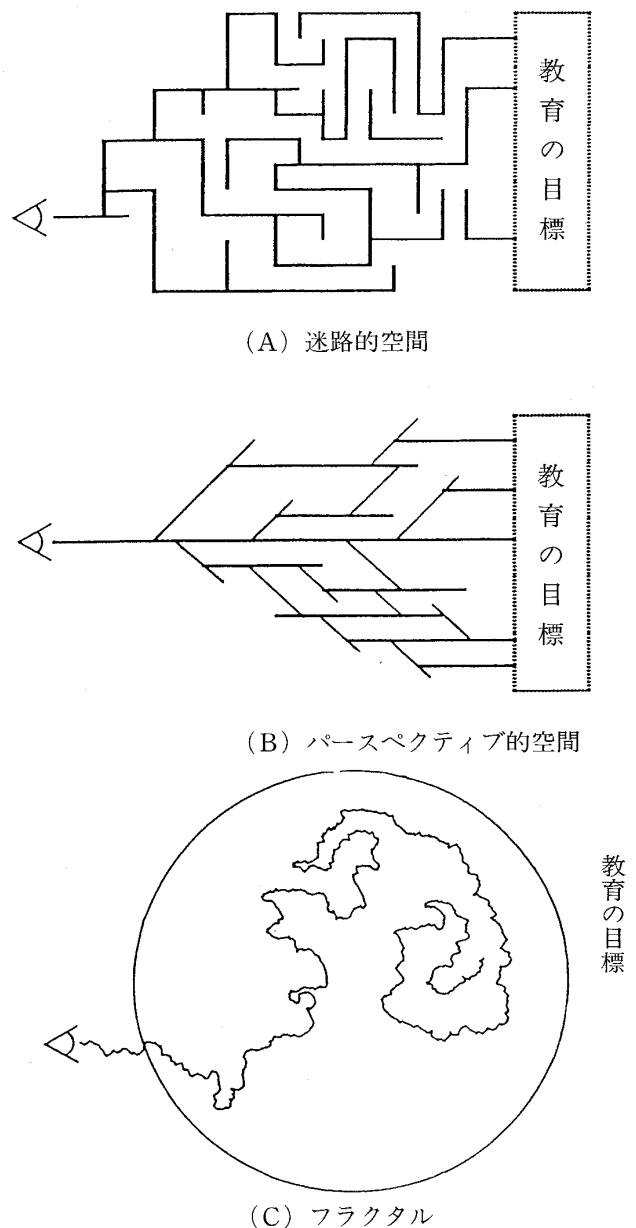


図1 認知への経路とインタフェース

路的空間の中で出口を見付けることを主としていた。稀には数学等で、「別な解法」と称してパースペクティブ空間における指導も行われる事もあるが、主流ではない。学習者が学習内容に最も興味を引くのはフラクタル空間で、物理を勉強するために数学の勉強をしていて気が付いたら数学者になっていたという例がある。興味に任せてどんどん進むやり方で、学問への興味はフラクタル空間的な学習により生じる。フラクタル空間的な学習空間の集合が小宇宙的空間で、アインシュタインのような天才は「ブラウン運動」に対する見地と「光量子」に対する見地が同時にひらめいたといわれている。特殊な小宇宙的空間のインタフェースを彼の脳に持っていたのであろう。

コンピュータを学習のためのインタフェースとして活用する場合、ソフトの構成によって何れの空間をも持ったインタフェースとなり得る。これがコンピュータの教育・学習のためのインタフェースとしての特色である。

コンピュータを単に道具としてではなく、知的インタフェースとして捉えることにより教育や学習活動の中でその機能を十分に生かすことが出来る。

§3 アルゴリズム不在と理科離れ

北海道教育大学の入試方法の改革とカリキュラムの大幅な改善が平成5年度の入学から実施されたこの事に合わせて、理科専攻学生の実態調査を始めた。調査の方法は中学校理科教員免許の基礎科目を受講する学生（小学校、中学校課程）に入学後3～6ヶ月後にアンケートに答えてもらうことにしている。アンケートの項目は高等学校で履修した理科の科目、大学で受講している理科の専門科目（特に物理学概論）についての学習の様子と専門科目に対する印象、等である。その結果を表1に示す。調査を開始してまだ2年間のデータのみなので、結論づける事にはやや無

理が有るが、教員志望者にも「理科嫌い」が進行している事がわかる。平成5年度入学生の高等学校での学習クラスが理系54.3%、文系28.6%、その他17.1%であったものが、平成6年度入学生では各々46.5%、51.2%、2.3%になっている。また、課程別に見てみると、小学校課程の文系が33.3%から58.1%大きく変わった。中学校課程においては、理系出身が64.3%から66.6%と増加した一方でその他（文理系）で学習した学生が大幅に減少し文系が28.6%から33.3%と増加している。

大学で学習する専門科目についても平成5年度入学生が「教育大学でこんなに難しいことをやるとは思わなかった」37.1%に対して、平成6年度入学生は48.8%と講義に対する考え方が甘く成っている。逆に、「大学なのでこの位は当然だと思う」と言う学習姿勢は48.6%から32.6%へと減少している。

調査から、教員養成大学理科専攻入学生の文系化が進行し理科の専門科目に対する学習意欲が低下している事が知られた。この事はまた、「理科離れ」の再生産につながるものと考えられる。文系とは本調査で見ると「非理系」ではないかと想像され、高等学校での受験指導に重点を置いた指導の在り方を反省する時点で差し掛かっているのではないか。

世間で取り沙汰されている理科離れ現象が教員養成にも急激に押し迫っている。したがって、論理的に積み上げる物理学等の学習には大変な抵抗があるようである。彼らの学習方法は「暗記」という方法につきるようで、物事の解法にアルゴリズムが立てられないという現象が起っている。学生たちとの会話から、彼らの判断は認知(cognition)によるものではなく、認識(recognition)によるものであることが判る。即ち、図2に示すように脳の記憶装置の中にある記憶と全く同じものでないと認識できない。通常、認知とは脳にある色々な記憶を総合して「解」を推論する

表1 教員養成大学理科専攻学生についての実態 (北教大旭川校)

平成5年度入学生 (理系:54.3%, 文系:28.6%, その他:17.1%)

課程別	小学校 (21人)			中学校 (14人)		
	理系(10) 47.6%	文系(7) 33.0%	その他(4) 19.1%	理系(9) 64.3%	文系(3) 21.4%	その他(2) 14.3%
高等学校での 学習クラス						
高等学校で履 修した科目	物理 9	3	2	7	0	1
	化学 10	4	4	8	0	1
	生物 4	4	3	2	2	2
	地学 0	0	0	1	1	0
	理 I 5	5	3	7	3	1
専門科目につ いてのイメー ジ	イ 4	3	1	2	2	1
	ロ 6	2	3	4	1	1
	ハ 0	0	0	0	0	0
	ニ 0	2	0	3	0	0

平成6年度入学生 (理系:46.5%, 文系:51.2%, その他:2.3%)

課程別	小学校 (31人)			中学校 (12人)		
	理系(12) 38.7%	文系(18) 58.1%	その他(4) 3.2%	理系(8) 66.6%	文系(4) 33.3%	その他(0) 0%
高等学校での 学習クラス						
高等学校で履 修した科目	物理 10	2	1	2	0	0
	化学 12	12	1	5	3	0
	生物 5	12	0	2	3	0
	地学 0	1	0	0	0	0
	理 I 1	8	0	3	2	0
専門科目につ いてのイメー ジ	イ 5	11	1	2	2	0
	ロ 5	4	0	4	1	0
	ハ 1	0	0	0	0	0
	ニ 1	2	0	2	1	0

(i) 教育大学でこんなに難しいことをやるとは思わなかった。

(ii) 大学なのでこの位は当然だと思う。

(iii) もっと専門的な内容を講義して、単位を取れない学生がいても仕方ない。

事であるが、現在の受験学習によって歪に構成された脳は自分の脳内に存在する知識を統合するプログラム(抽象化し理解するプログラム)の発達を阻害してしまっている。

中学校で教えられる理科の単元について中学生がどのように受けとめているかをアンケートにより「好き嫌い」の評価としてまとめたものが図3である。この調査は各単元の

五段階評価の平均値を示している。最も嫌われている単元は「いろいろな力の世界」で評価は2.42であった。ついで、「熱と物質の世界」2.47、「光と音の世界」2.5、「電流」2.53と続く。何れも論理の積み上げが必要な物理の教材である。図4は評価を「1」即ち、「大嫌いである」とした生徒の数を%で示したものである。30%以上の生徒が力学と電流の分

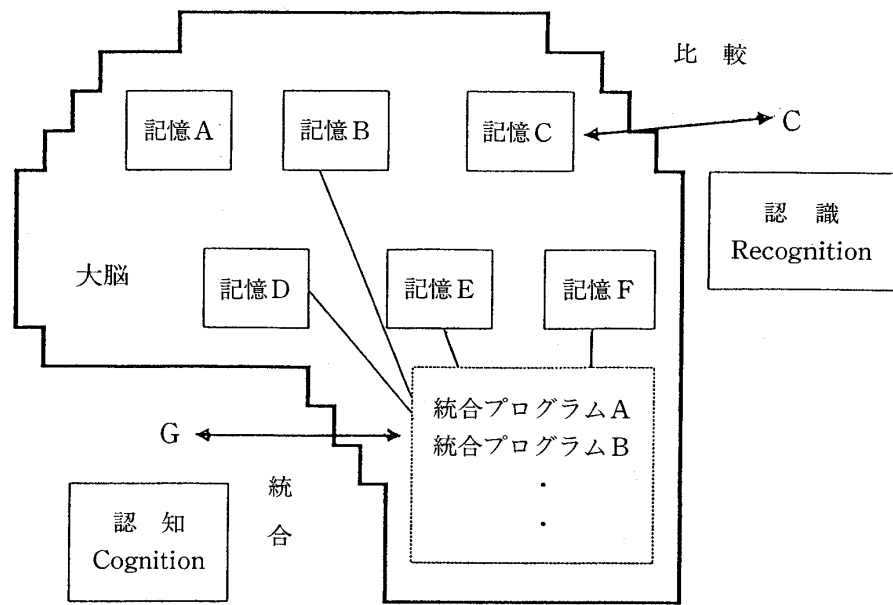


図2 認知と認識の違い
 認知は統合プログラムを用いて「新しいこと」を理解する。今の学生は認知が不得意である。

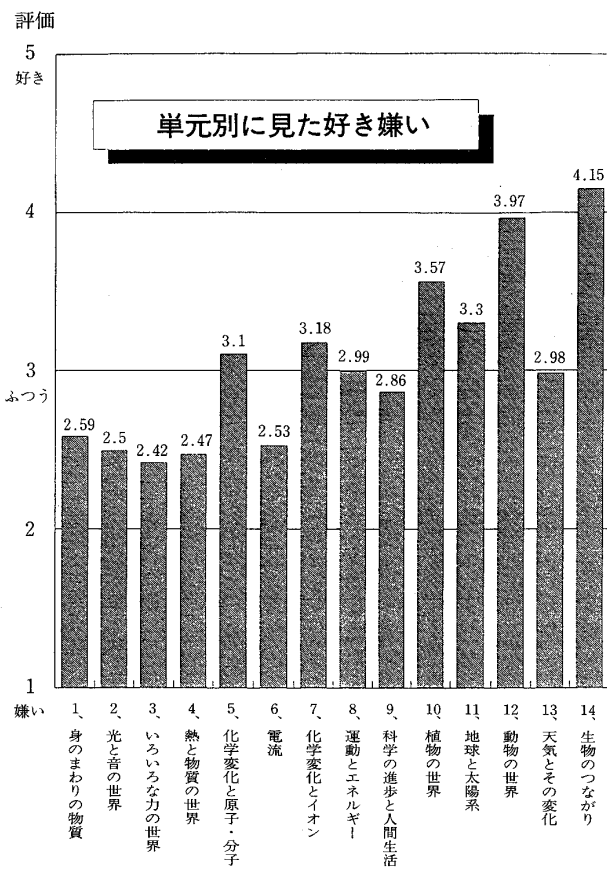


図3 中学生の理科単元別「好き嫌い」の5段階評価

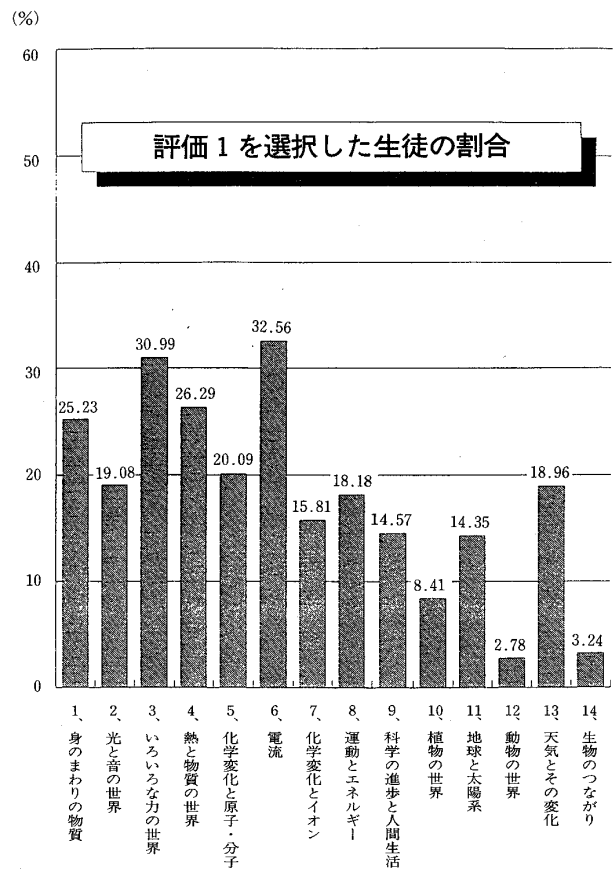


図4 中学校の理科で生徒が「最も嫌う単元」

野をあげている。この調査から見ると「理科嫌い」は物理嫌いから始まると見ることが出来る²⁶⁾。物理学を理解するためには既習の知識を組み替えたり、操作したりする能力が必要になる。したがって、今後の教育の中では知識の活用能力 (literacy) の教育が必要になってくる。

このような教育のために学校教育の中でコンピュータを「知的インタフェース」として活用し、「知識の教育」から「考え方の教育」へ移行すべき時点に差し掛っている。即ち、問題解決のアルゴリズムが組み立てられる能力を育成する教育を小学校の段階から意識的に行なう必要がある。

§ 4 記憶の量と知的操作のスキル

コンピュータを学習に活用する場合、コンピュータを知識を伝えるためのインタフェースとして活用するのか、考え方を学ばせるためのインタフェース即ち、知識の活用能力の支援として活用するのかを教師ははっきりと意識している必要がある。前者の場合、コンピュータを道具と見立てて利用してもそれほど問題は生じないであろうが、後者の場合、コンピュータは単なる道具ではなく「知的なインタフェース」である。

コンピュータを知的インタフェースとして教育、学習に活用する場合、学習の目的を微妙に分析しておくことが必要である。認知の対象は何か、メタ認知 (meta-: 接頭語で「超越」を意味しメタ認知とは統合された概念を指す) として求めるものは何かを教育する側 (教師) がしっかりと意識しておかねばならないことは当然の事である。学習とは学習者の脳が新しいニューロン・ネットワークを形成して、刺激に対して正しい認知が可能である状況を作り出す事であると先に述べた⁶⁾。脳内で行われている認知への働きは、次のように見ることが出来る。認知は「記憶の量(A)」と脳がこれまでに獲得した「知的操作のスキル

(B)」の二次元平面で示されるベクトルの大きさとみなすことが出来る。このことを複素平面で示すならば図5のようになる。認知とは $R=A+iB$ で示され、獲得されたインタフェースはその絶対値 $r=\sqrt{A^2+B^2}$ で与えられる。ここで R を認知ベクトルと定義する。認知ベクトルが実軸となす角度を θ とすれば、 $R=r(\cos\theta+i\sin\theta)$ としても表現することが出来、角 θ は個人の認知が「記憶の量」と「知的操作のスキル」の何れに強く依存するかを示す値である。最近の受験競争に操られた教育はややもすると、 θ の値を小さなものにしてている。この結果、応用力が極端におとる児童・生徒・学生が増加して、知的操作のスキルを必要とする物理学の諸分野、その中でも特に抽象化能力を要求する「力学」、「電磁気」分野が敬遠される結果になることは図3、4に於いて示した通りである。

複素平面で表現した図中の同心円は同じ大きさの r が示す平面であるが同じ大きさの r でも R の向き即ち、 θ が異なり認知の方法が個人により異なる。受験中心の知識偏重教育では θ が小さく新学習指導要領で求められている、新しい学力とは θ の大きな知識の活用能力 (literacy) を育成する教育である。

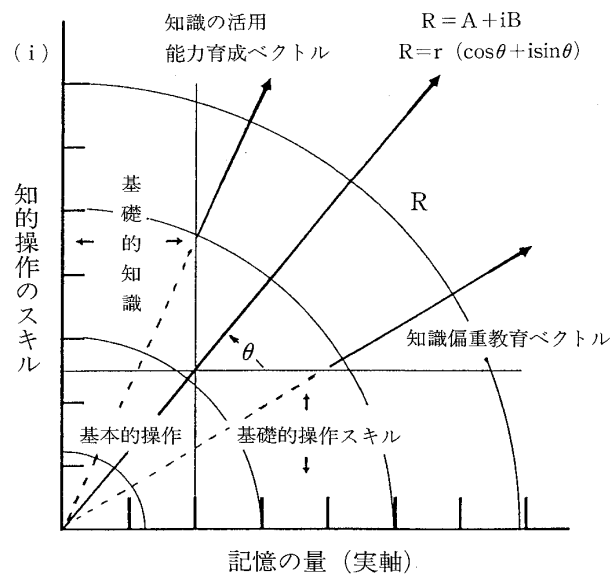


図5 認知ベクトルの概念

図5の基本的操作とは人が生れ乍らに持っているインタフェースを活用する能力で生命力ともみなせる。

コンピュータを教育や学習のための知的インタフェースとして用いる場合は、知識の伝授の手段として用いるのではなく、知的操作スキルの向上のために活用するという面が強調される。学び方を主軸にして必要な知識を得て行くことが本来の学習の姿であり、コンピュータにすぐれたソフトを付加することによって、コンピュータに上述したような能力を持たせることが可能である。ソフトの開発方向も「知的インタフェース」としてコンピュータが学習や教育のなかで活用できるものを追究すべきである²⁵⁾。しかし、現在のところ知識の伝達为目的のソフトは多いが学習者に知的刺激を与えるソフトは少ない。新しい教育の目標である「生涯学習社会に適應出来る個の養成」とは、まさにコンピュータを単なる道具としてでは無く、知的インタフェースとして用いた教育である。また、そのことにより、生涯学習社会のなかでコンピュータを新しい知的興味対象の解決のための「インタフェース」として活用する能力も備わって行く。このことが情報活用能力(information literacy)と言われているものである。

§5 知的インタフェースとしての活用

コンピュータを「知的インタフェース」として活用する場合の基本的な考え方を次に示そう。

教育用のコンピュータ・ソフトについて、自作か市販ものかの議論がしばしばなされるが、いずれにしても知的インタフェースとしての評価に値しないものは論外である。また、ソフトが良くともこれを利用する教師の側でコンピュータの位置付けが曖昧であれば問題である。教育用ソフトの開発はわが国に於いては先進諸外国に比較して相当の遅れがあ

り、「わが国のソフトウェア・ハウスの多くは教育ソフト開発のノウハウを持ち合わせていなく、開発の経済効率の悪さからこのことに関する関心も薄い」と言う問題もあるがコンピュータを知的インタフェースという観点から捉えると、教育用以外の目的で作られた汎用ソフトにも利用価値の高いものが多くある²⁵⁾。

例えば、市販のワープロソフトを用いて国語の授業を行なうことも可能であろう。この場合、市販ワープロソフトは汎用性が高いので利用者の要求に答え得る知的インタフェースソフトになる。また、科学計算用が開発された汎用ソフトを用いて教材の展開を行なうことが出来る。例えば、有限要素法のソフトを用いて技術家庭科「構造の強さ」の学習を行なうソフトを生産できる。有限要素法のソフトは親ソフトであり、生産されたソフトは子ソフトである¹³⁾。教育ソフトを開発する場合、ソフトを用いることによって何かを教えないければならない「教える何か」が含まれていないと教育ソフトのカテゴリに加えないという固定観念がある。このためにドリル・チュートリアルソフトが主流になり、結果としてコンピュータを「道具」次元に引き落としてしまう。何度も繰り返すようであるが、コンピュータを「知的インタフェース」として教育に活用する場合は知識の伝授にウエイトを置くのではなく、学習過程にウエイトを置き、コンピュータは学ぼうとする「知識」と「学習者」間のインタフェースとなるものであるから、ソフト自体に知識が包含されている必要は無く、知識が必要な場合はデータとして準備しておけば良く、そうすることによりソフトの汎用性が高まる^{7),11),12)}。

また、知的インタフェースとして用いられるソフトはインタラクティブ(interactive: 双方向性)であることが大切で、学習者がコンピュータとのやりとりで自分の考えを鍛練していく事が主になる。ソクラテスの指導法

は学習者自らが問答を通して認知を高めて行く、産婆術と言う方法を用いた。まさにコンピュータにこの働きをさせるものである。

従来のコンピュータの教育・学習への活用はコンピュータ内に知識の宝庫があり、学習者にこれを如何に学習者の脳内の記憶媒体(ニューロン)に移植させるかと言う事が主となっているソフトが多かった。このような利用は先にも触れたように、コンピュータは学習マシンとしての利用のされ方であり、「道具」と言う定義でも良かった。

コンピュータを学習のための知的インターフェースとして用いるためのソフトの基本原則は次のようにまとめられる。

知的インターフェース・ソフトの基本原則はコンピュータで知識を伝える事は重要ではなく、

- (1) そのソフトを用いコンピュータで知的な作業が出来ること
- (2) 学習者の要求に答え柔軟な対応が出来ること
- (3) コンピュータを用いることによって学習者が最も知りたいことを知ることが出来る、学習者に知的興味関心が育つこと
- (4) 学習者の手元に学習の成果が残り、そ

れ自体が知的インターフェースと成ることである

図6に学習・教育とインターフェースの図式を示しておく。コンピュータが知的インターフェースであれば学習者の脳に未知のことに取り組む新しいインターフェース、即ち、新しい問題を解決するアルゴリズムを考えるニューロン・ネットワークが形成される。

§6 研究事例

6.1 手書き文字認識入力装置(ハンドライター)を用いた場合^{9)~12)}

コンピュータを教育に利用する場合、マンマシン・インターフェースとしてキーボードが利用される場合が多い。キーボードを入力装置として用いた場合、A~Zまでのアルファベット用いるか、キーボードに設定された五十音平かなをもちいるか、数字キーを用いるか、或いはカーソル移動キーを用いるかに限られる。後述するが手に障害があり指先のコントロールが不自由な場合、稀にはオート・リピート機能のないファンクション・キーを利用する場合もある¹⁹⁾。最近では、OSにWINDOWSを利用する場合があります、マウスを入力装置として利用する教育ソフトも出始

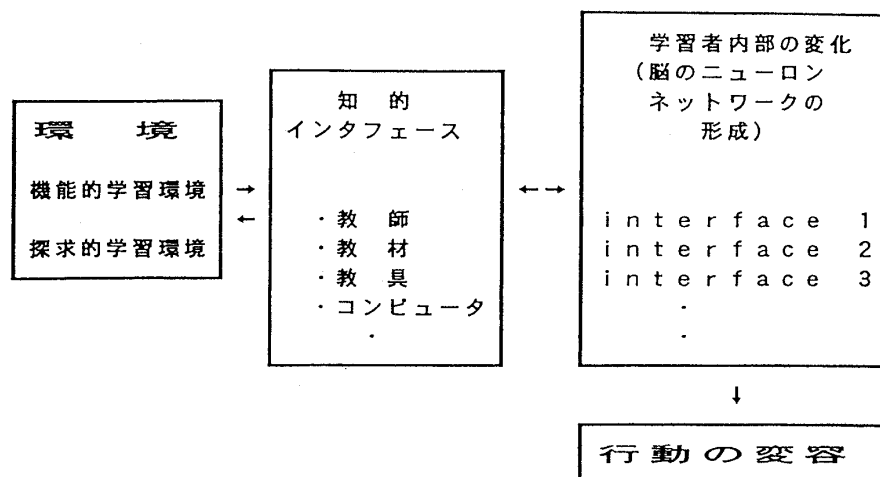


図6 学習による知的インターフェースの形成

学習の環境には機能的学習環境(目的が明確な学習)と探求的学習環境(知的好奇心に基づく学習)がある。

めている。しかしながら、小学校低学年ではアルファベットの利用は不可能であり、平かな利用の場合配列がランダムであり、利用者には余計なストレスをかける。したがって、選択肢方法をとることが普通になり、児童生徒の自由な意志がコンピュータに伝わらない。チュートリアル学習方式のソフトを選択肢で進めるコンピュータ利用の教育は学習者にゲームの感覚を与えてしまい、学習者にキー選択により早くこのゲームから抜け出る意識を働かせ、したがって学習による認知の高まりは低い。他方、マウスによる選択も似たような結果になり学習者の思考を深める事にはつながらない。したがって、学習者が考えていること、表現したいことを直接コンピュータに伝えるヒューマン・インタフェースが必要になる。

ヒューマン・インタフェースの条件としては、N. Negroponte を代表とする MIT の Architecture Machine Group が次のように主張している。コンピュータは人間とのコミュニケーションが容易になった時に初めてその真価が万民に認められる。その改善の方向として、

- (1) 今後のマイクロ・エレクトロニクスの発展により、コンピュータは記憶容量や処理速度の改善ばかりでなく、人間が如何に容易に、快適に、楽しく使えるかが問題となる。
- (2) そのためには、視覚、聴覚、触覚を一体として利用するインタフェースが重要となる。
- (3) コンピュータを使ったり、サービスを利用する場合、使用者が従来から慣れ親しんでいる以上の知識や方法を必要としないで利用できることが重要で、コンピュータが人間に接近することが重要である^{14),15)}。

以上の要求を満たす入力装置として、CIC社の Handwriter を選定し実験授業を試み

た。この入力装置は筆順、画数、文字のスペクトルによって決められた範囲内に書いた文字を認識し、書き込み箇所のレイアウトも簡単で、プログラムにより、書き込みタブレットの指定部分を座標入力とすることが出来る⁹⁾。

本システム利用により小規模校（小学校）の社会科の授業を実施した。

題材は6年「野麦峠を越えた娘達」である。この授業での児童に考えてほしかったポイントは(1)高山から諏訪までの徒歩での山越えが如何に辛いものであったか、何のために娘達は諏訪の紡績工場まで働きに出る必要があったのだろう、(2)現在の自分と比較してどう考えるか、という点である。そのために、コンピュータ上で野麦峠越えのシミュレーションを行い峠越えが如何に辛いものであったかを体験させるソフトと自分の感想を100字程度のテキストファイルにするソフトを作った。実践授業は一人一台のハンドライターを入力としたパソコンを用いた。峠越えのソフトは長野県飛騨山脈周辺の地図の上を入力ペンでなぞれば、歩いた距離と越えた峠の標高がVDT上にグラフとなって表示されるものであり、学習に参加した児童達は改めて大変な苦勞をして働きに出た事をシミュレーションにより体験した。その後で升目に区切った入力用紙に感想を書き後の授業で使う文書ファイルを作った¹¹⁾。

この実験授業により、所謂知識だけではなくシミュレーションを通じて、当時働きに出た娘達の苦勞を理解することが出来た。感想文の中には後でもっと資料を調べてみたり、本などを読んでみたいという者が多かった。即ち、ハンドライターという自分の意志をコンピュータに入力出来る装置の利用により、学習から生じた興味関心を自主学習に高めることが出来た。これも一つの「知的インタフェース」としての活用と言えよう。

6.2 障害児教育のインタフェース^{19)~24)}

障害をインタフェースの問題として捉えた場合、教育やリハビリテーションは健常者が設定した環境に対して、障害者がそれに適応するためのインタフェースを獲得していく過程と見る事が出来る。しかし、障害が重度になれば本人の努力だけではインタフェースを獲得していくことが段々難しくなる。例えば「独立歩行」というインタフェースを獲得することが出来なかった場合は、「車椅子」等の人工的なインタフェースを必要とする。障害者の教育や社会参加の問題をインタフェース障害の問題として捉え、これをハードの問題とソフトの問題に分けて、整理することは状態を把握するのに有意義であるばかりでなく、障害者問題を工学的技術の課題に置き換えることが出来、また定量的な評価も行なうことが出来る。

運動機能障害と知的障害を二次元座標で、図7のように示すことが可能である。重症心身障害児者は本人の努力だけでは社会参加するだけのインタフェースはとうてい獲得しえ

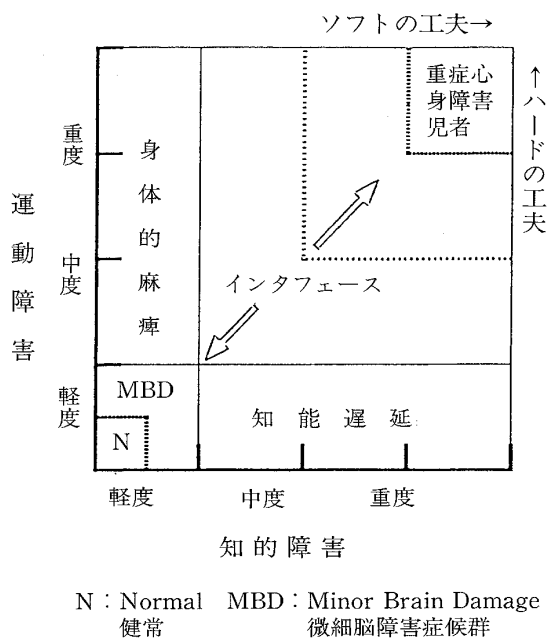


図7 2次元平面で示す運動障害と知的障害
ハードとソフトの工夫によるインタフェースの概念

ず、彼らの意志の伝達ひとつを取って見てもそこに彼らの表情を読み取ることの出来る熟練者をインタフェースとして介在させるか或いは、何らかの工学技術を用いたインタフェースを介在させる必要がある。一般に障害者が社会参加をするためのインタフェースを工学的に作り出そうとした場合、運動障害はハードの問題として扱うことが出来、知的障害はソフトの問題に帰着することができる。従って、重症心身障害児者の教育をコンピュータを用いて行う場合、ハードとソフトの両面からのアプローチが必要である。また、教育の最も基本であるコミュニケーションを取ってみても、これまでに幾つかの障害児者用のコミュニケーション・ツールが考案されているがハードの工夫に重点がおかれたものが多い。重度の知的障害を有する場合、文字を理解することが出来ないために、彼らが理解できる絵や記号を利用することになる。更に、四肢に重度の障害があるためにキーボード等はもちろん利用が不可能で「触れる」か「押す」だけでコンピュータの制御が行える入力装置が必要である。この考えにより、タッチ・トーキング (Touch-talking) というコミュニケーション・システムを試作した。

タッチ・トーキングは従来、教育等で用いられていたコミュニケーション・ボードをコンピュータで制御しさらに音声機能と日本語を構成する機能を付加した重症心身障害児者用のコミュニケーション・ツールである。従来のコミュニケーション・ボードでは応答者がボードを常に見ていないと意志の伝達が受けられないことと重度の運動障害を有する者が指し示した内容を受け手側が誤って解釈するが多かった。本システムではこれらの問題をクリアーすることが出来た。本システムの概要は次のとおりである^{23),24)}。

- (1) 絵や記号とそれに対応する音声 (PCM 録音) をデータベース化しハードディスクに貯えておく。例えば記号 (→) に対

して音声で「行きたい」等。

- (2) 利用者はタッチ・パネルの選択部分に触れ意図する絵を探す。決まれば決定部分に触れると音声が発せられる。例えば「行きたい」、「友達」、「買物」に順次触れ、決定を操作すると「友達と買物に行きたい」とコンピュータが適当な助詞を発生させ音声の合成をする。録音を男女別にすれば、利用者の性別により使い分けが可能。
- (3) 入力装置としてタッチ・パネルのみならずマウス、ジョイスティック等障害者の特性に合ったものが利用できる。
- (4) 音声で確認が出来、対話者間で誤った情報が授受されない。
- (5) 少しのトレーニングで2～3語の組合せ表現が出来るようになる。

現在、このシステムを重症心身障害者施設の教育やコミュニケーション装置として利用しており、まさに障害児者と職員との間の「知的インタフェース」として利用されている。

6.3 オンラインワールドへのインタフェース^{7),8)}

学校教育の内容を教師の持っている知識の範囲内で修めてしまう傾向が強く、この事は公教育の信頼性にもつながる問題である。情報化された現代社会に於いては、学校以外の情報をもふんだんに教育の中に取り入れ新しい学力観（興味、関心、態度）を養う時代になった。パソコン通信によってデータベースを利用し小学校の公害教育を実施してみた。パソコン通信とDBを用いた実験授業は旭川市内の小学校を会場として行い5年社会科の「くらしと公害」の授業に取り入れた。事前指導として、コンピュータの扱い方、通信ソフトの利用の仕方、データの処理の仕方等について全員に1時間程度の指導を行なった。公害に関する諸データはSEI ネット（北海道教育大学旭川校・物理山形研究室）から取った。但し、教室には1回線の電話回線しか引き込

まれないために、利用されるであろうと考えられるデータをフロッピーで渡した。しかし、通信と同じ手続きによってデータが引き出せるように配慮してある。授業中児童は何の戸惑いもなくデータをアクセスし、自らが理解しやすいグラフに加工していた。また、児童のほとんどがVDT作業をしながら、発表する自分の意見を構築することが出来た。所謂、映像時代の申し子の本領をいかん無く発揮していた。

図8は授業を受けた49名の児童たちにアンケートを行なった結果である。これは「授業の中でパソコンをどのように使えましたか?」と問うたものである。49名中④「とても難しいそうで使えなかった」と3名の児童が答えているがこの内2名は小規模校児童の体験参加であり、事前指導は受けておらず当日急遽、参加することになった。この事からコンピュータを用いる授業の事前指導の大切さが良く解る。また、③「友達が使っているのを観ていたが使えると思った」とする傍観者の児童が8名いたが、この児童達の他のアンケートの回答から観て授業には参加していたが、4～5人に1台という学習条件の中では止むをえなく、クラスの数とコンピュータの台数の合理的な関係の研究が今後必要になる。②「友達と相談して使った」と回答した児童が15名おり30%をしめるが、

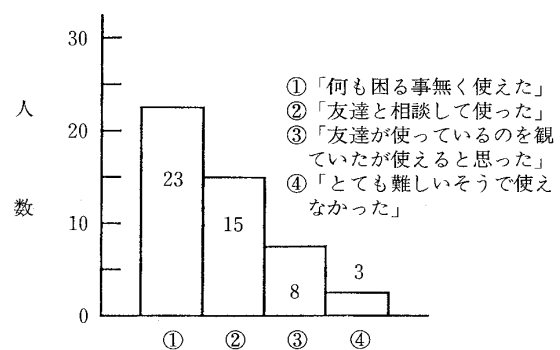


図8 授業の中でのパソコンの利用についての質問の回答

2クラス総人数49名（内2名は小規模校児童の体験参加）

その中で次のようなコメントを書いた児童がいる。「パソコンを使って、勉強するとすぐに資料等が出てきて便利であるが、操作する人が遅かったり、間違えたりするとまわりの友達が怒って喧嘩になったりした」このことは、コンピュータの共同利用形態の授業では十分に配慮した計画が必要である。①「何も困る事無く使えた」と回答した児童は23名で46%をしめている。

今後、インターネット等の利用が進み教室内に海外の情報がリアルタイムで入ってくる時代が来るであろう。この時代を「オンラインワールド」の時代といたい。また、通信とコンピュータの結合により種々のデータベースが教室内で利用できるようになる。

一般にデータベースの利用手順は(1)問題の所在の確認、(2)関連資料の収集、(3)意志の決定、(4)問題解決、と教育の手順と同様であり、今後、DBの教育への利用が盛んに成ることが予想される。

コンピュータと通信技術の結合は知識の共有という新しい環境を教育に提供する。それは、物理的、地理的、時間的制約から学校教育を開放する。コンピュータ支援協同作業CSCW (Computer Supported Cooperative Work)という。このようなコンピュータの学校教育での利用もコンピュータを「知的インタフェース」として利用したものといえる。図9にCSCWの概念を示す。

このような環境の下では教育メディアは集団メディアが普通になる。このような未来環境の構築にそなえ、画像の交換も行なえるようなブロードバンドのISDNを教育施設に準備しておく事が必要になる²⁵⁾。

学校教育の中にコンピュータ通信を取り込む事については、現在のところ事例は多くないが、地方教育委員会はやがて組織的なコンピュータ通信システムの導入をせざるを得なくなるだろう。その理由には様々な事が考えられるが、(1)ソフト費用の節減、(2)データの

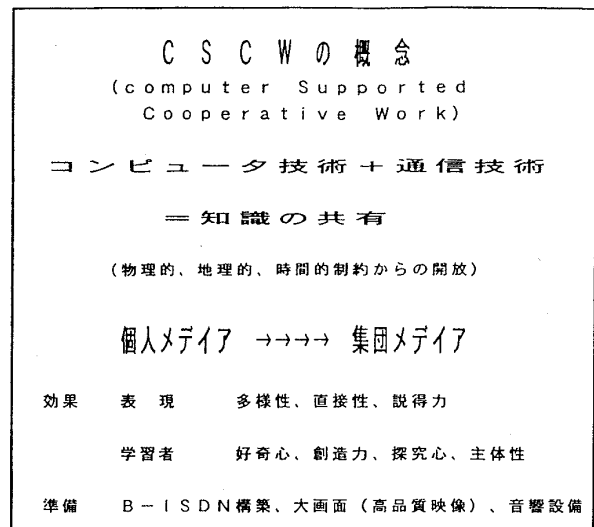


図9 CSCWの概念図
(コンピュータと通信の結合による教育効果)

共有、(3)教師の研修、(4)教育の活性化、(5)Field-Mixed-Educationの実現、(6)Online-World等があげられ、21世紀に向けた教育の展開に直結するものである。そのための準備として、表2に示す事柄について今から、検討をしておく必要がある。

§ 4 ま と め

現時点では教育の中におけるコンピュータの利用は手探りの状況にあり、解決しなければならぬ問題が山積している。教育におけるコンピュータの利用にはハードの整備、ソフトの整備が必要な事はもちろんであるが、これに加えるに、優秀な人材の配置も必須な条件である。これら三位一体となった環境下で、コンピュータは知的インタフェースとして教育や学習を支援することになる。

さらに、人材の養成については現行の研修内容を大幅に見直し(1)言語の教育というよりは、コンピュータの性能と限界についての教育が必要である、(2)ソフトが自作出来ることはすばらしい能力であるが、それよりも良いソフトを探しだせる能力の方が現在ではもっと必要である、(3)マニュアル至上主義の教師ではなく、身の回りにあるソフトをうまく活

表2 学校へのコンピュータ通信 (WAN) の導入手順

実施・検討事項	内 容	実施母体等
問 題 の 整 理	<ul style="list-style-type: none"> ・通信環境整備 ・教育用DBの構築 ・VULNERABILITY対策 	推進委員会(仮称)
情報環境の提供	<ul style="list-style-type: none"> ・適切なハードとソフトの開発 ・企業と教育機関との連携 (教師の一時採用) ・WAN及びLANの研究 ・教育用サーバーの開発 	情報関連機関企業
通信センター開設	<ul style="list-style-type: none"> ・VANの機能の開設 ・B-ISDN布設 ・DBの開催 ・SOFT-BANK ・臨床教育相談 	地方教育委員会
教 育 効 果	<ul style="list-style-type: none"> ・ONLINE-WORLD ・情報化教育 ・国際化教育の実践 ・価値創出型教育 ・OPEN-SYSTEM ・FIELD-MIXED -EDUCATION ・INTELLIGENT -SCHOOL ・生涯学習対応 	端 末 学 校

用し、そこから価値創出が行なえる教師の養成が必要である、(4)コンピュータを学習における「知的インタフェース」として活用できる教師の養成が必要である。

以上、コンピュータを「知的インタフェース」として取り入れ、知識の活用能力(knowledge literacy)及び、アルゴリズムの教育が出来る教師が、最も必要とされている。特に理科教育においては、国家的課題として知識よりも、その活用・考え方(science literacy)の教育が進められなければならない。

文献

- 1) 臨時教育審議会：教育に関する第三次答申(昭和62年4月1日)。
- 2) 小・中・高等学校新学習指導要領(全文と改訂の要点)、明治図書(1989)。
- 3) 山形積治：北海道の学校教育とコンピュータ・現状と将来、北教大函館CAI研究報告20号、pp.23-39(1992)。
- 4) 山形積治：第2回教育ソフト開発シンポジウム、教育ソフトジャーナル、No.2(1993.3北海道教育ソフト開発協会)、pp.25-58。
- 5) 伊東裕司：インタフェースの認知科学、数理科学、No.297、pp.5-9(1988)。
- 6) 伊東裕司：学習と教育のインタフェース、数

- 理科学, No.297, pp.41-45 (1988).
- 7) 山形積治: パソコン通信ネットワーク利用による新しい学校教育の展望, 情報化メディア (NHK 情報ネットワーク), No.95, pp.55-68 (1991).
- 8) 山形積治: パソコン通信と地域データベースを用いた小学校の環境教育授業の試行, 北教大附属教育実践指導センター紀要, 12, pp.1-21 (1993).
- 9) Handwriter Catalog, Communication Intelligence Corp.
- 10) 山形積治: 脱キーボード時代, 朝日新聞(夕刊), 昭和62年11月2日付.
- 11) 山形積治他: 手書き文字認識入力装置を用いたCAI, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET 89-25, pp.169-174 (1989).
- 12) 山形積治世: 理科教育における手書き文字認識入力装置の活用と効果, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET 91-63, pp.69-67 (1991).
- 13) 山形積治: 有限要素法によるCAIソフトの開発, 北教大紀要(2-A), Vol.43, No.2, pp.13-21 (1993).
- 14) Negroponte, N.: *The Architecture Machine*, The MIT Press (1970).
- 15) 大野邦夫: 情報の入力方法と操作性, 電子通信学会誌, Vol.67, No.4, pp.362-367(1984).
- 16) Stolurow, L.M.: *Computer Assisted Instruction. In School and the Challenge of Innovation*, Committee for Economic Development, NewYork (1969).
- 17) 岡本敏雄: 知的CAIの構成とその教育活用法について, Computer Today, No.52, pp.85-95 (1992).
- 18) Bobrow, D.H., et al.: *Representation and Understanding, Studies in Cognitive Science*, Academic Press, (1975).
- 19) 山形積治: 特集, 心身障害児者の療育と教育におけるパーソナルコンピュータの利用研究, コンピュータを用いた新しい教育を求めて (1990. 3), 文部省科研費一般B (62490001) 報告.
- 20) 山形積治: 手書き文字認識システムによる障害者のリハビリテーション, 電子情報通信学会, 教育工学研究会 ET 90-119, pp.1-8 (1991).
- 21) 山形積治: 手書き文字認識入力装置を用いた高齢者のリハビリテーション効果, 北教大函館CAI研究, No.19, pp.15-38 (1991).
- 22) 山形積治: 教育や療育におけるマン・マシン・インタフェースを考える, 社会情報, 札幌学院大学社会情報学部紀要, Vol.2, No.2, pp.55-65 (1993).
- 23) 山形積治: 重度重複障害者のコミュニケーション支援, 第17回総合リハビリテーション研究大会(日本リハビリテーション協会)講演集 (1994.12.15, 名古屋国際会議場) pp.55-56 (1994).
- 24) 山形積治: 重症心身障害者用コミュニケーションツール・タッチトーキングの開発, 電子情報通信学会教育工学研究会 (1995.12.28, 東京).
- 25) 山形積治: 教育における知的インタフェースとしてのコンピュータの利用, 教育ソフトウェアジャーナル(北海道教育ソフト開発協会), No.4, pp.1-10 (1994).
- 25) 猪瀬武久・大島正敬: ソフト開発ツールCASE, 電子情報通信学会誌, Vol.76, No.4, pp.425-429 (1993).
- 26) 橋本 高: 理科嫌いを克服するためのコンピュータの治療的活用, 平成7年度北海道教育大学理科専修修士論文 (1995. 3).