

p.27

■第1章 コンピュータとコンピュータ文化

子供をプログラムするコンピュータか、子供がコンピュータをプログラムするか
コンピュータに、どうもの考えるかを教えることで、自分が、どのようにもの考えるかについての探求に取り組む。

思考について考えることは、子供を認識論者に仕立てあげる。

ピアジェの発生認識論センター>発生的認識論国際センター

知識構造は教師から教わるものではなく学習者によって建設されるものだ。

子供は、周辺に見つけた素材、取り巻く文化が示唆する模範や比喻などを自己の実用に充てる

私は（ピアジェよりも）特定の文化によって供給される素材が（知的能力の拡張に）与える影響を重視する。

p.28

「保存」の概念¹: 数える行為の結果は順序や特別な配置などとは無関係であること

この保存の概念を、器に注がれる液体というものの属性と形の変わる固体の俗世と煮ついて考えることに押し広げる。

子供はこれらの思考の構成要素を、前意識的、自然的に教えられなくても学ぶ。

順序や組み合わせの要素は、発達はゆっくりか、学校で正式に教えられなければ、発達しなかったりする。一見より高度な知的構造も、知的構造構築のための素材が、我々の文化の中に乏しいことで、発達上の差異が生じる。

1

<http://www.youtube.com/watch?v=GLj0IZFLKvg>

■ピアジェの文化解釈とコンピュータ文化

ピアジェの文化（欧米都市の子供とアフリカ密林の部族の子供）の解釈とは違い、（私は）コンピュータ文化との違いに関心がある。

数学を話す存在としてのコンピュータは、学習者を、知識のある重要な分野に対して、質的に新しい関係に立たせる。

最も進んだ教育 TV 番組でも、TV がいない頃から存在した学習を量的に増進したに過ぎない。子供は依然として説明を聞く立場に留まる。

（一方）、子供がプログラムする場合、学習の過程は一変する。より積極的で自律的になる。知識は、本人が自らの目標を達成するために習得される。新しい知識は力の源である。知識が子供の頭の中に形成され始めた瞬間から、これはそのようなものとして体験される。

p. 29

ピアジェは「具体的」な思考と「形式的」な思考とを区別している。

<http://www.ken-group.net/piaget.htm>

感覚運動期(0~2 歳) 感覚と運動が表象を介さずに直接結び付いている時期。

前操作期(2~7 歳) ごっこ遊びのような記号的機能が生じる。他者の視点に立って理解することができない。自己中心性の特徴を持つ。

具体的操作期(7~12 歳) 数や量の保存概念が成立し、また、可逆的操作も行える。

形式的操作期(12 歳以降) 形式的、抽象的操作が可能になり仮説演繹的思考ができる。

一つの革新的な認識経験が知的発達に及ぼす影響は、遙かに質的に大きいものであり得る。

コンピュータには形式的なものを具体化し、私的なものにする力がある。

子供から大人の思考への移行過程で、克服される

べき障害に対して、再挑戦する手段を与えてくれる道具である。かつて形式的工程でしか扱えなかった知識を具体的に操作できる。

■ 順列組み合わせと自省的思考

ピアジェが形式的段階に位置づけた2種類の思考に対して、コンピュータで学ぶことがどのように影響するか。

p.30

順列組み合わせと自省的思考について考える。

順列組み合わせは小学5・6年にならないとできない。なぜ？論理構造が本質的により複雑なのか、思春期にならないと発達しないような神経機能が必要とするのか。

ビーズの組み合わせを作るプログラム

> 二重ループのプログラム (誰か作って)

同じ組み合わせを二重に数えるバグ、コンピュータ文化の中で暮らす子にとっては形式的・抽象的ではない。

文化は一對、二つ組、あらゆる種類の1対1の対応に満ちている。(身の回りに誘因・模範・道具が豊富にあるので) 子供達はそういう問題に対して直観的な数量の感覚を身につける。

ところが我々の文化は、組織的な手順の模範には比較的乏しい。(日常には) 入れ子型ループ(nested loop)・二重勘定のバグというものもなかった。デバグとよぶ強力な概念を示す言葉もない。

p.31

体系的問題を考える際、具体的方法を見いだすための誘因や素材がないので、子供達は抽象的できあたりばつたりの方法で問題を解くしかない。このように(米国かアフリカかに関わらず) 共通の文化的要因によって、数量に関する直観的な知識を築く年齢と、体系に関する知識を得る年齢との間の相違が説明される。

コンピュータのモデルは、かつてきわめて捉えがたく抽象的にみえた知識分野に具体的な形を与えるように思われた。

コンピュータをプログラムする事を覚えた子供達は、考える事について考え、学ぶ事について学ぶうえで、きわめて具体的なコンピュータのモデルを役立てて、心理学者・認識学者としての自己の力を強めていく。

コンピュータのプログラムを学ぶ上で、一度で(完成) 出来ることはほとんどない。プログラムの達人になるという事は「バグ」(プログラムが上手く働く事を妨げている部分) を取り出し、訂正する事に巧みになるということである。

プログラムについて問題にすべきことは、正しいか間違っているかではなくて、修正が可能かどうかという点にある。

p.32

プログラムを作り出すことから類推して学習を考えるというのは、自分のデバグ技術を整然と表現し、それを意識して改良可能とするために、有効な導入方法である。

■ コンピュータの生活への普及

p.33

(集積回路とチップの価格の話)

IBM の超大型コンピュータに匹敵する性能を備えたおもちゃを子供に買い与えるような時代が来る。

■ コンピュータに対する「懐疑派」と「批判派」
コンピュータの存在が及ぼす影響について大きな意見の相違がある。

懐疑派(過小評価) は、コンピュータの存在が人々の学び方や考え方にたいした変化を与えるとは考えない。

懐疑派は、教育とコンピュータが教育に及ぼす影響とを狭く考えすぎているのかもしれない。

彼らは全体的な文化に与える影響を考慮することなく、コンピュータをプログラム指導の道具として使うことに注目する。

コンピュータは学校での学習をいくらか改善するかもしれないが、基本的な変化をもたらすには至らないと結論する。

p.34

子供達の知能発達が、主に意図的に教えることで起こると考える人なら、コンピュータや相互作用をするものが大量に現れても、子供に与える影響を過小評価することがあり得る。

批判派（過大評価）は、コンピュータがもたらす変化を危惧する。コンピュータによる交流が増すにつれ、人間同士の関連が薄れ、社会の分裂をきたすかもしれない事を恐れる。

- ・コンピュータの政治的影響、J. Orwell 1984²。過度の監視と思想統制の組織。
- ・コンピュータの精神衛生に及ぼす危険性、端末機の前に釘付けになって夜も寝ずに過ごし、勉強も社会との接触も顧みない学生。
- ・機械的なコンピュータの思考過程が人間のものの考え方に及ぼす影響。

p.35

Marshall McLuhan 「メディアはメッセージである」

■故意にコンピュータのように考える

私はコンピュータが社会に及ぼす影響について楽観している。

子供が自然に話し方を覚えるように、LOGOの研究では、物理学・数学・言語学などに由来する強力な概念が、自然に遊びを通して身に付くよう埋め込まれている。

2

http://ja.wikipedia.org/wiki/1984%E5%B9%B4_%28%E5%B0%8F%E8%AA%AC%29

批判家があれほど恐れているコンピュータの「呪縛力」が教育に役立つ道具になる。

コンピュータをモデルとして採り入れると、「機械的に考える」ようになるのではないか、という危惧がある。私はこれを逆にとつて、故意にコンピュータのように考える方法を教育利用する事を考えた。つまりこれは、一步一步、文字通りに機械的に処理する典型的プログラムに従って、考える技術を習得するための絶好の機会である。

このような流儀の思考が適切で有益な場合がある。文法や数学など形式を重んずる学科に対して子供達が困難を覚えるのは、このようなものの考え方の要点をつかめない場合が多いからだ。

p.36

■考え方の型を考える

機械的な考え方の模倣を意識的に練習すると、「機械的な考え方とは、何であって何でないか」を明確に表現できるようになる。問題にあった認識方法を選ぶ能力について自信を付ける。

「機械的な考え」の分析、他の考えとどう違うかという分析、問題を分析する練習、すべて新たにレベルの高い知的洗練度をもたらす。

特定の型を持った考え方について、きわめて具体的に実際のモデルを与える。

コンピュータによる学習は「考え方の型」というようなものがあることを理解しやすくする。

子供に考え方の型を選択する機会を与え、選択に必要な能力を養う機会を与える。

考えることについて、理路整然と考えることを学ぶ。

今日、子供に提供される知的環境では、自らの思考に関する思考を明らみに出し、客観化することで、自分の考えを話したり、試してみたりすることを学ぶ機会に乏しい。

タートルをプログラムすることは、タートルにさせたいと思うことを、自分ならどうするか考えることから始まる。

コンピュータで学習することは、人間のものの考え方に強い影響を与えるが、(私は)影響力を建設的な方向に仕向ける方法を探求することに興味を向けた。

p.37

■2種類の反論

第1の反論は「子供が認識論に長けるのは良いのかどうか?」というもの。分析的で言葉が多すぎる思考は非生産的と主張する人は多い。学習心理に関する専門的な問題は、4章6章で論じる。

第2の反論は「コンピュータは内省的で自意識の勝った考え方を助長する」というもの。

筆者の望むような効果はコンピュータにある必然性はないし、コンピュータの大半の使い方では、そのような効果はない。

LOGO環境で、子供達が自分のよく知っている行動をタートルにさせる過程では、プログラムの中に捕らえたいと思う自分の知識との活発な対話が起こる。

だが、コンピュータの物理的存在だけで、そのような対話が起こるわけではない。

ビデオゲーム、算数や綴り能力を試す教育機器としてのコンピュータが用いられる。BASICのような言語でプログラムを書くことを教えられる時ですら、LOGO環境で見られるような認識論的な考慮をもってなされることは全くない。

■コンピュータ文化に課す課題

コンピュータを用いて今日何がなされているか、そのあり方に基本的な変革をもたらすような刺激を与えたいと考える。変革の根底は政治的である。現在どうなっているかは経験的問題である。どう

なり得るのかは技術的問題である。しかし、実際これからどうなるのかは、政治的な問題であり、社会の選択によるものである。

p.38

1980年代のコンピュータが子供に与える影響の中心課題は、どんな人達がコンピュータの世界に引きつけられるか、彼らがどんな才能を持ち込むか、どんな趣味や観念を成長過程にあるコンピュータ文化に課するか。

子供に適した活動は何かについて、違った趣味や考えがある。

どちらが普及するか、どのような小文化をなすかは、文部省や専門家を集めた委員会などの単純で官僚的な決定によるものではない。

決定の混然とした織物の中から自ずと出てくるものなのである。

将来、子供はコンピュータをプログラムするようになるのか、前もってプログラムされた活動に飲み込まれてしまうか。どの階級の子供がどちらになるかは、どんなコンピュータ活動や環境を彼らの周りに作るかによって決まる。

■コンピュータを作文の道具にすること

小学校3年生なら、書くという物理的な行動自体に時間がかかり骨が折れる。書き直すのはあまりに困難なので、最初に書いたものが最終的な作品になり、書いたものを批判的な目で読み返す能力は育たない。

p.39

コンピュータで作文をはじめて2週間で、作文を全く拒絶していた子供が熱心に取り組むようになり、内容的にも急速に上達した。

コンピュータを作文の道具にする子供のイメージとは、専門職の大人にとって良いものは、子供にとっても良いという私の持論をさらに適切に裏付けするものだ。

だが、大多数の小学校に拡がり始めている考え方は違う。

コンピュータは教授の道具（=CAI: **Computer Assisted Instruction**）として見られる

この違いは2つの教授方法の選択というより、基本的な教育原理の違いだ。

コンピュータを作文の道具に使うことは、自分の知能の所産に対して、専門職に従事する大人のような関係を持つ機会を子供にあたえるものだ。コンピュータは、子供を「幼稚化」する意図、ないし効果を持った学校の側面と真っ向から衝突する。

p.40

ワードプロセッサは、子供が文を書くという経験を、本職の作家に近いものにする可能性があるが、子供を取り巻く大人達が著作経験をなんたるか理解していなければ、実体の伴わないものになる。

■教課なしに自然に起こる学習

タートルは、従来教課を教えるのにも役立つが、ピアジェ型の学習をはぐくむメディアとして、教課なしに起こる学習を助けるものである。

もともと、故意に教えなくても自然に起こるような学習を指す言葉だから、「ピアジェ式教課」や「ピアジェ式教授方法」は名辞の矛盾である。

しかし、「教課なしで教える」事は「好き勝手にさせる」ということではない。子供が周囲の文化から取り出した素材で、自分の知識構造を形成していくのを手伝っていくということである。

この形における教育的な介入とは、文化を変え、その中に新しい構成要素を植え付け、有害なものを取り除くことを意味する。

p.41

何百万もの人が子供の教育とは関係ない理由でプログラム言語を学ぶのだから、言語の形態に感化を与え、子供達も自然に覚えてしまいそうなものにしよというのは、実際的な提案といえる。

教育者は人類学者として、文化の中のどんな要素が知能の発達に関係しているかを理解しようと努めねばならない。

コンピュータの私的な生活への浸透が、新たな要求を産んでいる。コンピュータが自宅にある人や仕事で使っている人は、自分の子供とそれについて話せるようになりたい、あるいは、子供に機械を使うことを教えられるようになりたいと思うだろう。

新数学 New-math に対してはあり得なかった文化的要求が、タートル・グラフィックスに対して起こり得る状況となった。

■QWERTY 現象（経路依存性³）と BASIC

良い選択をするのはいつも簡単でない。過去の選択がいつまでもつきまとうことが多いからである。私はこれを QWERTY 現象と呼んでいる。

p.42

技術や理論の発展初期に歴史的な根を張ったという以外、何の合理的な基礎もない習慣を保持することで、我々は時代錯誤の中にはまり込んでいく過程にあるのだ。

練習や演習のためにコンピュータを使うことはコンピュータ分野での QWERTY 現象の一例に過ぎない。

p.43

子供がコンピュータをプログラムする事を学ぶための言語選択でも、強い QWERTY 現象が起こる。プログラム言語もまた、人間の自然言語と同様に、特定の比喩や概念やものの考え方などを支持する。使われた言語が強くコンピュータ文化を彩る。

BASIC は小さなコンピュータでも理解できるが、他の言語はコンピュータに対して要求するところがより多かった。コンピュータが非常に高価だった

³ 経路依存性 path-dependency とは、歴史的な経路によって現在は制約を受け、将来もその影響を受けるということ

た初期の頃は BASIC を使う純粋な技術的理由があった。

(今となっては) 明らかに学びやすく、学習過程で知的な利点に富む他の言語があっても、ほとんどの高校では BASIC がプログラムする事と同義のようになっている。

コンピュータ革命ははじまったばかりなのに、もう自らの保守性を生み出している。

p.44

タイプライターの場合、(技術的課題が解消されて、合理的な理由は何もないのに)、人々は合理的理由を見いだすが、BASIC の場合はさらにイデオロギーをなすところまで来ている。

BASIC は語彙が少ないから覚えやすいという理屈である。

語彙は少ないのですぐ覚えられるが、使うとなると話は違う。BASIC で書いたプログラムは迷路のような構造になってしまう。

BASIC を学ぶのに生徒が困難しているのを何故教師は気づかないのか

特にプログラミングのような数学的で形式的分野では、ほとんどの教師は、生徒が良い成績をあげることなど期待していない。

数学とは近付きがたいものだという社会一般の認識が BASIC の存続を支え、BASIC はそういった認識を裏付けする。

p.45

BASIC を永続させる回路に様々な憶測や偏見を吹き込むのは教師だけではない。

コンピュータの世界において、自分達の機械がどんな言語を話すかを決める人々もいる。

大半は技術者で BASIC を学びやすいと思う。

彼らが高度に技術的なシステムについて学ぶ事に慣れている、BASIC のような一種の単純性が彼らの価値体系にそぐうからでもある。

特定の(コンピュータ技師によって支配されている)小文化が教育世界に感化を与え、小文化に似

つかわしい生徒がその恩恵を受ける。

■自動車は馬のない馬車ではない

コンピュータを練習・演習の道具に使うのは、従来の教育方法と似ているので、教師が好むが、コンピュータを設計する技師にも歓迎される。

練習・演習への応用は、予測しやすく表現しやすい。機械の資質を効果的に活かすことが出来る。教室で何をすべきかは、機械の設計者ではなく教師が決める。

時に入念な対照実験をして決めることもあるが、対照実験とは皮肉なもので、何度も繰り返した結果、見られたわずかの効果が本質的なものか、偶然なのか判別するには良いが、機械に組み込まれた偏重の、疑いもなく真正の、おそらくは莫大な効果を測ることはできない。

新たな技術を初めて応用する時は、当然、以前それなしでやってきた事をほんの少し変えてやるだけにとどまった。自動車の設計者が、これは「自動車」であって、「馬のない馬車」ではないという考えを受け入れるのに何年もかかった。

p.46

「教育工学」とか「コンピュータの教育利用」とかいう名のもとに、これまでなされてきたことの大半は、古い教授方法と新しい科学技術を直線的につなぎ合わせる段階を出していない。

私が論ずる事柄は、基本的な教育原則と、それを現実に移す新しい方法との間に有機的な相互作用を作りだそうとする初めての試みである。

■教育の保守的傾向

(今日の教育の世界では) 良い教育理念が棚ざらしになるだけでなく、工夫創案の過程そのもので妨げられる。想像力と独創性に富み、新しい発明をしたいと意欲に燃えた人々は滅多にこの分野に入っていない。教育の保守的傾向は今や永続的な社会現象になってしまった。

p.47

ただ、この悪循環には弱い部分がある。近い将来には、コンピュータはますます個人の指摘所有物となり、それが教育様式を決定する力を次第に個人へ還元する働きをするだろう。

教育はより私的な活動となり、保守的な官僚社会に対して、独創的啓発的な自分の考えを売り込むか、棚ざらしにするかといった苦しい選択を迫られることはなくなる。

自分の考えを公開市場に出して、直接消費者に提供することができるようになる。