

創造性の育成と情報教育の展望

Creativity and Computer Education

対馬勝英 (大阪電気通信大学), 植野雅之 (園田学園女子短大)
Katsuhide Tsushima and Masayui Ueno
(Osaka Electro-Communication Univ.
Sonoda Women's College)

小, 中, 高一貫の情報教育の必要性は次第に認識されてきたが, それが創造性の育成につながるためには, どのような条件が必要であるかを, 教育体験を踏まえて述べた. コンピュータ上のマイクロワールドの持つ教育的な意味について具体的に述べ, この方向での教育システムの開発が必要であることを述べた. また, 知識処置技術を用いた知的な対話型学習環境の開発について述べ, 多くの教育システムの開発が望まれることを強調した.

1. 情報教育の捉え方

日本の初等・中等教育に於ける情報教育をどのように設計するかという視点で述べたい. 対馬は学術会議科学教育研連次期教育課程編成委員会において, 小, 中, 高一貫した情報教育の実現にむかって提言を行っているが, 本報告においては創造性の育成という観点よりこれを深く掘り下げてみたい. 1)

この報告は, 我が国の情報教育は立ち遅れているとともに, 教育目標, 理念が明確でないとの現状認識より出発している. 深い分析なしに状況に依存した試行が行われていると現状を捉えている.

今, 何が流行っているかという状況論理で捉えるのではないもっと長い視点に基づいた教育の分析に基づいて情報教育において何が本質であるかの視点で捉えたい. 新しいものの持つ可能性が実際に定着するか, または棄却されるかを見極めるには少なくとも10年はかかる. 本質的には保守的な部分を持つ教育の設計においては新しい技術の取込みには特に慎重な分析が必要とされる.

また, 他の教育の情報化と情報教育の位置付けに関して考えなければ, 単独教科としての情報教育の必然性を納得してもらうことはできない. 国語教育も美術もなんでも情報教育であるといったという視点で捉える積もりはない.

学校教育としての情報教育は以下のように分類できる.

- 1) 社会の進歩に追従して, よりよい職業に就くための準備教育
- 2) 社会の情報化を理解するための教育
- 3) 新しい科学としての情報学, 情報科学を研究するための準備としての教育
- 4) 人間を理解するための教育
- 5) コンピュータ, 情報環境との対話による自己の変容を促す教育

他教科の情報化で対応できるものまで情報教育と捉えると「全ての教育が実は情報教育である」といった何を主張しているのか分からない議論に陥る. ここでは, 情報教育のテリトリーを明確化して設計への指針を得たい. 1), 2) はリテラシに関連して理解できよう. 5) はツールとしてのコンピュータが自分をいかに変容させるかということで重要であるがこの視点よりの主張は我が国では少ない.

3), 4) は学術としての情報科学, 認知科学に関わることであり, 通常の情報教育の議論では, これに関する視点は欠落している.

2. 日本の教育の問題点と文化的特性

「自立して考える人間を育成する」ことが教育の基本であるとの理念は建前は別として現実的には日本では受け入れられていない。そのような人間を作るにはそれが出来る人間教師が存在することが前提となるが、実はそれが居なかったことに戦後の日本の悲劇的な状況がある。

我々は自立して思考する次世代の形成に失敗したとの反省より出発する必要がある。事実を与えて主体的に考えさせるのではなく、大人が考えた”正しい”結論やものの見方をおしつけるような歴史教育が行われた。そこでは、「平和」、「反戦」といった定義すら曖昧なものに逆らえない状況が作り出され、それを押し付けた大人の罪が気づかれることは少ない。これらの背後には農耕民族としての我々の知的な風土の持つ問題点と日本語の持つ曖昧さが複合して影響している。そこには自立した知性の育成という理念ではなく、自分や共同体の持つ価値観に次世代を染めたいというわがままが見え隠れしている。²⁾

これは、戦後のある種の政治的な状況への反省でもあるが、これに似たことはしばしば起こっている。³⁾「バスに乗り遅れるな!」の議論には注意が必要である。情報教育はこの文脈で述べられることが多く、不信の目で迎えられられることが多い。

教育そのものが大人の価値観論争とは別の場所で賢く検討される必要がある。教育は10年、30年、100年の幅のある視点で設計されるべきものである。それを欠いた提言は雑音でしかない。

日本語を用いて「考える」ことは実に難しい。これは以下に示す日本語の言語上の特質に基づくものである。

単数と複数の区別がない。

言葉の明確な概念規定を行うことが難しい。

連想は行い易いが論理的思考は行い難い。

不必要に連想が生起されやすい。

これらの日本語の特性のため、哲学、科学は日本より自発的、内発的に生まれていない。これらは黒船以後の輸入品として始まったものである。明治以後130年を経過した今もこれらが輸入品の位置から脱却できたか否かは疑わしい。

日本語を用いて試行する際に、「考える」と「感じる」ことの混同は避け難く、我々が前者が苦手な民族であるとの意識があまりに希薄である。教育が偏向し、固定化することの大きな原因がここにある。

この章の冒頭で述べた「考える」とは、この意味で述べたものである。これが以後に述べる創造性の源であり、これさえ抑えてあれば、他の些末なことは取るに足らない。

3. 創造性育成の教育

2で述べた「考える」ことを基礎とした教育を行うことが創造性育成の基本である。通常、これは情報教育よりは国語教育、哲学の取り分であると考えられる。

日本の教育は記憶主体であり、思考主体でない。後者を慎重した教育が行われるべきであるとの主張は古くから存在していた。

これを強く意識した教育の方法として発見学習、仮説検定学習があり、戦後の一時期これらが熱意を持って行われた。これは敗戦後、早い時期に始まったものである。多くの実践の結果として教師の役割が重要であることが分かっている。学習者の発見行動を総括することが教師の役割であるが、これの行える教師が居ないことなどにより、発見学習、仮説検定学習は期待された程、発展しなかった。これらの教育においては教師が2.で述べる意味で考える力を持っていないことが致命的な欠陥となる。

通常の教育においてこれの行える教師を育成することは難しいかもしれない。これは知識と思考を並立的に捉えたとき、前者の方に価値を置く儒教文化の悪しき影響であるのかもしれない。

4. コンピュータの教育的な意義と事例

4-1. 3D/LOGO

我々は小学生から大学院院生に到る広範な層に3D/LOGOを用いた教育を実践してきた。その体験を元にコンピュータを利用した教育について考えよう。

LOGOはLISPから派生したコンピュータ言語であり、ほとんどの情報処理を行う機能を持っているがLOGOを用いてコンピュータと対話しているユーザの意識はタートルの描く跡に集中し、図形に関係のない情報処理が行えることすら意識することがない。LOGOのユーザは図形というメタファーに関係のない処理は思い浮かばない操作環境に追い込まれると云ってもよい。これは強烈なメタファーに支えられた環境であり、通常のコンピュータ言語の実習に比較して抽象的な思考を必要としない環境である。認知的にみてマイクロワールドとしての要件が満たされている。従って、学習者は自らの体験を絶対視する傾向が強く、教師の助言、コメントに背を向ける傾向がある。

世代の異なる数十人にLOGOの講習会を実施したことがある。我々は事前に以下の段階を想定して教材システムを整えた。

- 1) テンキーのみを用いた演習
- 2) コマンドを用いた演習
- 3) プログラム言語としての演習
- 4) 関数型プログラム言語としての演習

まず、[まえ]、[まがる]、[ななめ]、[えん]、[いろ]、[はじめ]、[あげる]、[さげる]、[にじ]、[コピー]の10種の操作をテンキーに割り付けた。これらのテンキーのみを利用して自由に図を描かせた。これを用いることで受講者は迅速に図形を生成することができる。1分間に200回程度のキー入力を行うことも稀ではない。最初はこの世界(マイクロワールド)に慣れるための体験を自主的に行っている。次第に受講者の行動がバラ付いてきて

- a. アート型
- b. 図形型
- c. 主張型

といった行動パターンが形成され、個性が明確になって来る。教師が一斉に提示の行えるモニタを用いていくつかの例示を行っても、学習者の行動のパターンの変更はほとんど起こらない。a. は適当にテンキーを叩いている内に特徴のある図形の描けることに気づき美しい図形や面白い図形を描こうとする。cは自分の名前を描いたり、キャラクタを描こうとする。bはPaper tの意図した図形に関心を持つ層である。

次に、機能の限られたテンキーを用いたのでは作成できない図形を見せて、それらを描くにはコマンドが必要であることを述べ、2)のフェーズに誘導する。しかし、これにはほとんど、関心を示さず、熱心にテンキーを叩き続ける層がある。これらの多くはa. のアート型か、c. で自分の名前を描いているような行動の持主である。b. の図形型はコマンドに移行する傾向が強い。

コマンドに移行しても仮説を立てて実験を行う層と課題を与えられなければ何もしない層に分かれてくる。統計的にはa, c型が何もしない傾向が強い。また、単に図形を描くという作業にのみ熱中する層と、タートルを画面を越えた所に移動させ戻しタートルが見えなくても動いていることを確認するものもいる。

コマンドを用いた演習を行わせていると、繰返しが多く、入力が煩わしいことで飽きてしまう、または試行を行わない傾向がある。使用したコンピュータはスクリーンエディタで画面入力が可能なので、スクリーン上のコマンドをカーソルの移動により再利用する行動がみられる。

ここで繰返しコマンドであるREPEATを解説し、プログラムの重要性を述べる。図形のメタファーがあるのでこれを納得して受け止め、種々の図形を繰返しを用いて描こうとする試行を始める。上手く行かずに試行を断念するものが目立ち始める。ヒントを与えられなければ挫折してしまうものが出る。ここで自らの試行の系列を忘れて同じ誤りをおかすものも出てくる。これはコマンドがスクロールしてしまうことにより生じるものである。試行錯誤の支援機能が重要となって来る。

次に3次元のコマンドを用いて学習者に問題解決を行かせた場合には、学習者の行動は通常のコンピュータ言語の演習に近付いてくる。これは3次元に関しては2次元のような認知的な理解が形成されていず、論理的、抽象的な思考を経過して初めて操作コマンドを思い付けることによる。そこではa、c型の学習者は落ちこぼれてしまう傾向がでてくる。

理解できずに解答を覚え込もうといった、おなじみの傾向が目だってくる。3次元LOGOの操作において、多数の学習者にとってはこのマイクロワールドは認知的に捉え難いものとなりマイクロワールドの要件を欠くものとなる。

しかし、この世界でも直感的に捉えることのできる少数の学習者にとっては3D-LOGOはマイクロワールドとして機能している。このレベルの知的な刺激を学習者に与えることはコンピュータのシミュレーション能力により可能となった。そもそも、2次元のLOGOにおいても、このコンピュータのシミュレーション能力は大きな役割を果たしている。

この講習会では4)にいたるケースはなかった。4)に関しては修士課程での知識処理に関係した講義においてLISPとおなじ意味で利用した経験がある。

4-2 LOGOのまとめ

この教育体験を総括し創造性を育成するコンピュータ上の教育システムについて考察してみよう。LOGOを用いた教育においては、他の場合と比較して学習者は熱心に操作を行い、かつ、自分で何かを行う傾向が目立つ。2次元LOGOの場合に特にその傾向が強い。教員が準備していた目標を別にする学習者は自立的に目標を設定し、自分で問題解決を行っている。これが可能な理由として操作が強力なメタファーにより一意的に規定されていることがある。いわゆる、マイクロワールドが形成されているので教師の説明や解説がなくても学習者は自らの試行とその結果の意味付けを行える。従って、自ら思考する可能性がでてくる。もちろん、全ての学習者が考えるわけではなく、結果を受容しているだけのものも多く、考えるより感じて終わるケースは多い。その上にどのような教育目標を設定するかは別として、LOGOの持つこの特質はコンピュータを用いて学習者に思考させる環境の手本となる。

次に3次元のコマンドを用いて学習者に問題解決を行かせた場合には、学習者の行動は通常のコンピュータ言語の演習に近付いてくる。

4-3 BASICインタプリタ4), 5)

我々は日本で最初にパソコンを用いた対話型情報処理教育を実施し、多くの知見を得た。6). 7) そこではBASICインタプリタの持つ教育的な意義に注目し、それに基づいた教育の体系化を行い、「電通大方式」といわれる教育システムを構築した。この試みは4-1, 4-2の視点より見ると、BASICインタプリタを用いて問題解決を行う学習者を或る種のマイクロワールドに拘束することで学習を学習者主導で進行させる試みであった。これを教師が支援する環境を構築することで主体的な情報処理教育の実現を目指した。

しかし、コンピュータ言語教育ではなく知育としてのインタプリタ型BASICの役割はBASICが普及した割には注目されなかった。BASICインタプリタが何故、修得しやすいものであるかということの分析が認知的になされていたならば、言語教育を知育として行うことが可能になっていただろう。

BASICはLOGOに比較して具体的なメタファーを伴わず抽象的である。それにも拘わらず、余分な知識を必要とせず、かつ、操作に直接、応答する環境が形成されている点でこれはマイクロワールドとしての存在で有り得る。

もちろん、この特徴をいかす教育設計が重要であり、教師の教育目標が問われることとなる。教育事例を分析すると、教師が学習者に強力なメタファーを生起させLOGOと同じようにマイクロワールドを形成させることに成功した場合に教育的な成功が得られている。多くの教師は教師主導の型押し付けの授業を行い、BASICインタプリタの持つ学習者主導型の学習が可能で或るといふ教育的な可能性を圧殺してしまった。これは、情報処理教育の現場に、教育学、認知科学的に情報処理教育を理解する能力を持たず、単に、プログラミングのみ知っているというレベルの教師が多かった事実を物語っている。

現在、多くの機関でC言語コンパイラを用いた教育が行われ、多くの失敗が重ねられているが、これは人間が知識体系を受容する過程を無視した教育の失敗に他ならない。

4-4 インタプリタ型C言語

我々は4-1から4-3の事実とその反省を踏まえて、インタプリタ型C言語を用いた教育を実践してきた。これについてはすでに多くの報告を行ったので、ここでは繰り返さないが、一方的な型押し付けを伴う多くのC言語教育の事例は創造的な人間を育成しない日本型教育の典型である。これに関する基礎的な教育研究が行われることを望みたい。その際に、4-1から4-3で述べた視点は重要な示唆を含んでいる。

4-5 シミュレーション型のマイクロワールドの教育効果

我々は力学の演習において学習者主導で自由なシミュレーションの行える発見学習のための学習環境IPEを構築した。⁸⁾これは知識処理技術を用いて学習者の行動を概括的に理解することで生起された事象に関するシステムの理解を提示して、学習者が行った試行の意味を気づかせることを意図したものである。この研究のヒントとなったInteractive Physicsは米国で広範に利用されている発見型の学習を支援するシミュレーション型のソフトウェアである。

これらの形成する世界は純粋な意味でマイクロワールドでなく現実の世界との対応を意識することを強制されるが教育的には成功する。

5. 創造性育成にむかって

専門的創造性を育成するレベルでの創造性育成について考えたい。

これを志向する場合に

1. 専門性の育成

2. その専門にふさわしい問題解決能力の育成

が必要となる。特定の専門に閉じ込められて一生を送るタイプの研究者の育成を狙いとす専門教育ではない高いレベルでの問題解決能力を持つ逆π型の研究者を育成する情報教育を如何に設計するかは重要な課題である。

創造性の育成に関して少なからぬ誤解がある。現在、大学、大学院で研究者予備群に対して行っている教育を早い時期にやればよいという視点は安易過ぎる。特に日本でそれを行う場合には問題が多い。日本人は文化的に科学に適性を持つものが少ない。仮に優秀者を飛び級で大学に持ち上げても日本の研究者自身が知性の幅が狭いことより、却って若い優秀者の知性の方向性をくみ取れず押し付けを行い、スポイルしてしまう。狭い知的なベースの上に作られたお手本である自分を押し付けるに終わってしまうだろう。

単に個別分野に特化した知性を早期に作る事が創造性の育成ではない。それは近視眼的な創造の捉え方に基づくものである。

それは19, 20世紀的な還元主義の学問である自然科学の時代での選抜の方式でしかあるまい。人工物の科学が立上り, その比重が加速度的に大きくなる21世紀を見据えた創造性の育成の方式を模索することが求められている。

文化が科学を生むとの視点を持った, ハイタレントの摘み食いにならない重厚な視点が望まれる。孤立した優秀者を作るのではなく, 優秀者集団にサブカルチャーを形成させ, 科学がその中で位置を占めるという形が望ましいであろう。

そのための教育機関の設計に関しては別のところで述べるがコンピュータのシミュレーション能力を活用した知の育成が重要となると思われる。

参考文献

1. 対馬, "基礎研究に基づく教育課程編成", "21世紀を展望する新教育課程編成への提案" (分担執筆) 日学選書, (1996)。
2. 対馬, 「コンピュータ上の記号論」, 情報文化学会誌, 1, 34, (1994)
3. 対馬, 「高度コミュニケーション社会の展望」(毎日21世紀賞受賞論文), (1984)
4. 対馬, 松田, 加賀, "演習BASIC", オーム社, (1979)。
5. 対馬, 豊田, 殿塚, "基礎BASICプログラミング", オーム社, (1991)。
6. 対馬, 松田, 加賀, "PET2001を教育に用いて(1), (2), (3)", bit, 12, 9, (1980)。
7. 対馬, 「対話型情報処理教育の実践」(オーム社75周年記念論文賞受賞論文), (1991)
8. 植野雅之, 早野秀樹, 藤井研一, 対馬勝英, "対話型物理教育環境IPEの開発", CAI学会誌, 10, 2, 43-53, (1993)。