

「サイバー教育と実教育について」

鈴田 二紀

法政大学大学院 IT プロフェッショナルコース
it013325@itpc.i.hosei.ac.jp

國井 利泰

法政大学大学院 IT プロフェッショナルコース
tosi@kunii.com, kunii@k.hosei.ac.jp
http://www.kunii.com

要 旨

教育過程は、教育データをセルモデルに基づくセルラーデータベースによりサイバー空間に記録し蓄積することで、学習時の試行錯誤過程に、ホモトピー的再現可能性を持たせることができる。それにより、効率的な実教育モデルが構築できることを示す。

Education in cyber world and real world

Niki Suzuta,

IT professional course, Graduate School, Hosei University
it013325@itpc.i.hosei.ac.jp

Tosiyasu L, Kunii

IT professional course, Graduate School, Hosei University
tosi@kunii.com, kunii@k.hosei.ac.jp
http://www.kunii.com

Abstract

Educational processes are made homotopically invariant in try-and-error learning processes by recording and storing educational data in cyber spaces as cellular data, based on the cellular model. It is shown that an efficient real educational model can be built by this approach.

キーワード

教育、トップダウン方式、セルモデル、サイバー空間、ホモトピー理論、セルラーデータベース

1. 日本における教育における現状

今日の日本の教育は、戦後の学制改革に起因し、1960年代(昭和35年)以降における我が国の社会・経済の急速な発展つまり高度成長期に形成されてきたものにベースを置いている。義務教育は定着しており、

高校への進学率も平成12年のデータで97.0%¹と世界的に比較しても、とても高い値を示している。

このような高度成長期にベースを置く教育も、現在では取り巻く環境は大きく変化し、転換期を迎えている。初期の段階では、教科書を使って行われてきたも

¹総務庁統計局「学校基本調査」

のが、高度成長に伴ってテレビや OHP、近年においてはコンピュータを用いて行われてきている。実際に、文部省においては、欧米の外国資本との市場争奪の激化や、インターネットなどの「情報化」により、教育体制や内容を大きく「改革」し始めている。具体的には、2000 年から教育基本法や学校教育法の見直しをはじめ、改正を行っている。

2002 年度からは、新学習指導要領が実施される。その中で文部省があげているねらいの一つとして以下が挙げられている。

「みずから課題をみつけ、みずからまなび、みずから考え、主体的に考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力をそだてる。」

このねらいを実現させるためには、今の教育には何が必要なのか。

2. みずから課題を見つけられる教育方法

これまでの教育方法は、詰め込み型とよく言われている。最終目標が何か見えないままに、教えられるがままになっている。しかし、「みずからが考え、みずから学ぶ」ためには、それぞれが最終目標をはっきりと見据えられる教育が必要である。個人が最終目標をはっきりと認識していれば、おのずと何が何でも必要か考えられる。

では、教育という限られた時間の中で、最終目標を見据えた教育にはどのような手法が必要であるか。教育者は、最終目標に到達するまでの、教育要素数を把握し、その中から必要なものと不必要なものをはっきりとさせ、それを効率的な配置を行うことで、可能となる。

3. トップダウン方式の採用

その様な、最終目標を見据えた教育をいかに効率的に行うことが可能かを示すのがトップダウン方式である。

これまでの教育は、何も無い状態から教育要素を積み重ねていくことであった。ここでは、トップダウン方式と対比させ、積み上げ方式とする。以下は著者の一人（國井）の特許[1]に基づく。

積み上げ方式では、教育要素が n あった場合に、各要素を積み重ねていくにあたって、2 つ（場合によっては 3 つ以上のこともありえる）の要素を比較した上で、どちら次に行くかという考察を行うといった形態であった。この方法を用いたとすると、最終的な成果を得るまでに、2 つのものを、要素の数である n 回考察しなければいけなくなり、 2^n だけの工程が必要となる。

積み上げ方式のイメージとして、図-3.1 に示すが、実際の教育は、図のように整然と並んでいるものとは限らないことに注意する必要がある。必ずしも次にくるものは 1 つとは限らず、積み上げ可能なものは複数ある。その中からもっとも効率よくるものを選択しなければならない。

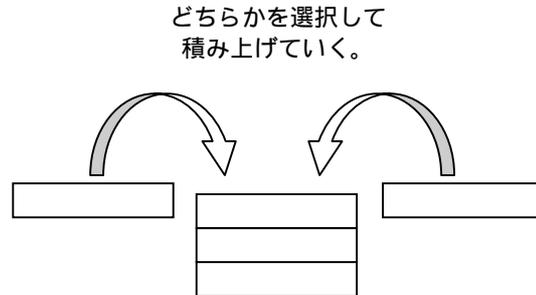


図-3.1 積み上げ方式イメージ図

逆に、積み上げられ完成されたもの（最終目標）と比較した上で、教育要素を対応付けしていき、ばらししていくためには、どれだけの工程が必要か。同様に n の要素があった場合、各要素と対応づいている最終目標上の要素をばらせるかばらせないかの 2 通り考察を行うことになり、 n^2 の工程だけで良いことになる。

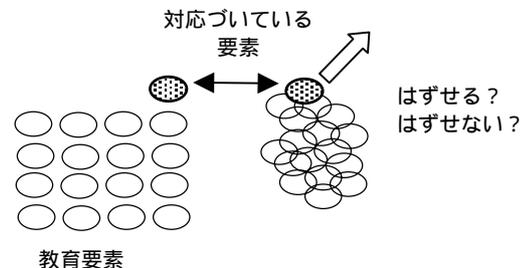


図-3.2 トップダウン方式のイメージ図

では、効率的なトップダウン方式を行うために必要なものは何か。それは、教育要素を、データベース化し、それらのデータを、セルモデルを用いて、接合することで最適化された教育方法が得られる。また、セルモデルを用いて、教育要素とその教育課程がデータベース化されることで、教育過程にホモトピー再現性を持たせることが可能となる。セルモデルとホモトピーについて、以下に説明する。

4 . セルモデルの概要

4-1 サイバー空間とセルモデル

セルモデルは、國井によって発表されたモデルであり[2]、もともと UNIX におけるパイプの理論の拡張である。パイプとは2つのプロセス(コマンド)を1つのパイプによって結合できる。プロセス(コマンド)という次元の違うものをパイプは結合する。それを、さまざまなものに応用できる理論としたのがセルモデルである。

また、サイバー世界とは、実空間およびサイバー空間、そしてそれらの融合空間を指す。

セルモデルは、サイバー世界の特徴に基づき、同値関係を特定した上で、セル構造空間で融合空間を規定する。それによって、実空間とサイバー空間を統合するセル接着モデルを定義づけること、さらに変化量をホモトピー不変量として保存することが可能となる事を論じたモデルである。[2]つまり、セルモデルでは、サイバー世界と実世界における事象を写像することができる理論である。

4-2 ホモトピー理論とは

ホモトピーとは、連続関数の拡張の1例である。トポロジー空間に連続関数を考えた時に、逆関数が存在することで、必ず元の状態に戻すことが可能となることを論じた理論である。以下に、國井の論文[3]から、ホモトピーにおける具体的な考え方を引用する。

トポロジー空間において、連続関数である X と Y を考える。

f および g は $X \rightarrow Y$ の連続関数である。そして、 $I=[1,0]$ とすると、ホモトピー(H)は以下のように表せる。

$$H: X \times I \rightarrow Y$$

$t \in I$ において、

$$t=0 \text{ の時は } H = f$$

$$t=1 \text{ の時は } H = g$$

となる。

さらにホモトピーは連続関数の拡張であることから以下のことがいえる。

$$i_0 = X \times \{0\} \rightarrow X \text{ かつ } i_1 = X \times \{1\} \rightarrow X$$

であるならば、

$$H \circ i_0 = f \text{ かつ } H \circ i_1 = g$$

である。

このことから、トポロジー空間の X と Y はホモトピー同値であり、 $X \simeq Y$ と書くことが可能となり、以下の状況が成り立つ。

二つの関数 f と h に関して、

識別関数の 1_X と 1_Y が

$$1_X: X \rightarrow X \text{ および } 1_Y: Y \rightarrow Y$$

と表せる場合、

$$f: X \rightarrow Y \text{ かつ } h: Y \rightarrow X$$

$$h \circ f \simeq 1_X \text{ かつ } f \circ h \simeq 1_Y$$

となる。

ホモトピー同値とは、トポロジー同値と比べた場合、より汎用的であるといえる。ホモトピー同値は、トポロジー的に同値でない変化であっても、形状の変化を同一とすることができる。形状がまったく異なるものになった場合においても、その過程はホモトピーによって特定づける事が可能であり、ホモトピー同値によって証明することが可能である。

4-3 セルモデルを用いたセルラーデータベースとは

これまでのリレーショナルデータベースは、キーを利用することによって管理を行っていた。キーの管理が、即データの管理とつながっており、データの出入力時には、管理者権限など制約性が非常に高い。

対して、セルラーデータベースでは、セルモデルを基礎として、セル情報とホモトピーを用いて管理を行っている。キーによる管理を行っているリレーショナルデータベースと違い柔軟性が高く、管理者を必要としないので、利用者にとって自由度の高いデータベースである。また、セルモデルを基礎としていることで、ホモトピーによる可逆性があり、安全性が高いといえる。セルラーデータベースマネジメントシステムは、セル情報・セル定義情報・セル操作情報を持っている。セル情報は、リレーショナルデータベースのテーブルに相当する。セル定義情報は、各セルのオープンセルと境界の情報を記録する。それによって、オブジェクト単位でのデータ管理を可能とする。セル操作情報では、セルの変形のホモトピーに関する操作情報を記録する。これによってホモトピーの理論を活用でき、セルの再利用が可能となる。[4]

5 . 具体例の考察

ここでは、具体的な例を用いて、トップダウン方式による教育方法を検討する。今回検討する例は、1つのPCにWindows2000とLinuxをインストールしデュアルブートを設定する方法を挙げる。

5-1 教育ステージの把握

Windows2000とRedHatLinux7.1のデュアルブートをやるにあたり、その手順は、大きく以下の5つのステージに分けられる。また、これらステージも教育要素となっている。

PC の設定

Windows のインストール

Dドライブの作成

Linux のインストール

起動の設定と確認

5-2 各ステージにおける教育要素の把握

これらの大きな5ステージをさらに教育するべき要素に分け、以下とする。

PC の設定

- 現状 (PC のスペック) を把握する。
- ハードディスクの容量をどのように分けるか決定する。
- ハードディスクをクリーンにする。
- BIOS のセットアップユーティリティで起動順番を設定する。(FD CD HD)

Windows のインストール

- Windows2000 の CD から起動する。
- キーボードの種類を決定。(日本語 106 キーボード)
- Windows2000 のためのパーティションを区切る
- そのパーティションを NTFS にてフォーマットする。
- Windows2000 をインストールする。
- CD を抜いて、再起動し Win2000 の起動を確認。

Dドライブの作成 (Windows と Linux の共有スペース)

- 「コントロールパネル」から「管理ツール」を起動。
- 「コンピュータの管理」から「ディスクの管理」を選択。
- ディスクの未割り当てを右クリックで「パーティションの作成」を選択。
- 「パーティション作成ウィザード」で「プライマリ」を選択。
- ドライブ名に「D」とつける。
- FAT32 にてフォーマットする。

Linux のインストール

- Linux の CD から起動する。
- グラフィカルにてインストールする。
- 言語の選択で「Japanese」を選択。
- キーボードは 106 キーを選択。
- マウスの選択では、PS/2 企画の 2 ボタンマ

ウスを選択。

- インストールには、カスタムシステムを選択する。
- 「Fdisk を使用して手動でパーティションを設定する。」を選択。
- 「Hda」を選んで、コマンドでパーティションを区切る。(最低 swap と/の2つ)
- 「HD をフォーマットする」を選択する。
- 領域システムの ID を変更する。
- DiskDruid でマウントポイントに「/」を選ぶ。
- ブートディスクを作成する。
- lilo を最初にセクターにインストールする。
- ネットワークを設定する。
- Firewall の設定は「中」にする。
- 言語の選択では「日本語」を選ぶ。
- root のパスワードを決める。
- 一般ユーザーを追加する。
- X の設定をする。
- モニターの設定をする。
- login 画面にはグラフィカルを選択する。
- CD による Linux のインストール。
- 起動ディスクの作成が出てきたら FD を入れる。
- 起動 FD による Linux の起動確認。

起動の設定と確認

- Linux に root で入り、lilo.conf を出す。
- 自動起動時間を、15 秒に変える。
- 立ち上げに Windows を加える。
- 自動で Windows が立ち上がるように設定する。
- lilo.conf を保存し、終了する。
- PC を立ち上げた時に、lilo 画面が出ることを確認する。
- 自動で Windows が立ち上がることを確認する。
- lilo で Linux が選べ、起動することを確認する。

表-5.1 各ステージにおける教育要素の数

ステージ	教育要素の数
PC の設定	4
Windows のインストール	6
Dドライブの作成 (Windows と Linux の共有スペース)	6
Linux のインストール	23
起動の設定と確認	8
合計	47

6. 積み上げ方式の教育方法

5-1 でみたとおり、総合するとステージに 5 要素、具体的な教育要素で 47 の要素が挙げられる。「3. トップダウン方式の採用」で見たように、比較検討する要素の数が増えれば増えるほど、工程は増えることがわかるので、ここでは、2 つの要素を比較する場合のみを考察する。

6-1 ステージの教育工程

まず、5 つのステージの順番を決めることから始まる。5 つの要素から 2 つ取り出して比較すると、

$$2^5 = 32$$

の工程が必要となる。

6-2 各ステージにおける教育工程

次にそれぞれのステージを検討していく。

「PC の設定」では、教育要素は 4 つ考えられる。これらを同様に 2 つずつ比較すると、

$$2^4 = 16$$

の工程が必要となる。

以下のステージについても、同様に考える。

Windows のインストール

要素数：6

$$2^6 = 64$$

Dドライブの作成

要素数：6

$$2^6 = 64$$

Linux のインストール

要素数：23

$$2^{23} = 8,388,608$$

起動の設定と確認

要素数：8

$$2^8 = 256$$

各ステージにおける工程数の合計は、

$$16 + 64 + 64 + 8,388,608 + 256 = 8,389,008$$

約 8,400,000 工程が必要となる。

6-3 教育にかかる時間

6-2 までで、これまでの教育に必要な工程数が把握できた。では、もしひとつの工程に 1 秒かかるとする

と、これらの教育方法の構築までにどのくらいの時間が必要だと考えられるか。

ステージにおける教育方法の構築に、

$$32 \text{ 秒}$$

必要となり、各ステージには、

$$8,389,008 \text{ 秒}$$

かかる。これらの合計で、最終的な教育作業工程を求めるのにどのくらいの日数が必要となるか。

$$32 \text{ 秒} + 8,389,008 \text{ 秒} = 8,389,040 \text{ 秒}$$

$$= 139817.3 \text{ 分} = 2330.3 \text{ 時間} = 97.1 \text{ 日}$$

$$= 3.2 \text{ ヶ月}$$

およそ 3 ヶ月必要となる。

7. トップダウンを用いた教育方法

トップダウンを用いて、最終的な目標を置いた上で各教育要素について考察する場合を検討する。最終的な目標ができあがっているので、工程は組みあがっており、教育各要素を対応付け最終目標における「はずせる」「はずせない」の 2 通りを考えることとなる。

7-1 ステージの教育工程

トップダウンを用いない場合と同様、ステージの順番を決定する工程数を把握する。ステージは 5 つで、それぞれについて、最終目標と対応づけた上で、2 通りの検討をするので、

$$5^2 = 25$$

の工程が必要となる。

7-2 各ステージにおける教育工程

積み上げ方式と同様に、それぞれのステージを検討していく。

「PC の設定」では、教育要素は 4 つ考えられる。これらについて同様の検討をすると、

$$4^2 = 16$$

の工程が必要となる。

以下のステージについても、同様に考える。

Windows のインストール

要素数：6

$$6^6 = 36$$

Dドライブの作成

要素数：6

$$6^6 = 36$$

Linux のインストール

要素数：23

$$23^2 = 529$$

起動の設定と確認

要素数：8

$$8^2 = 64$$

各ステージにおける工程数の合計は、

$$16 + 36 + 36 + 529 + 64 = 681$$

約 700 工程が必要となる。

7-3 教育にかかる時間

7-2 までで、トップダウンを用いた教育の工程数を把握した。積み上げ方式の場合同様に、ひとつの工程に 1 秒かかるとすると、これらの教育方法の構築までにどのくらいの時間が必要だと考えられるか。

ステージにおける教育方法の構築に、

25 秒

必要となり、各ステージには、

681 秒

かかる。これらの合計で、最終的な教育作業工程を求めるのにどのくらいの日数が必要となるか。

$$25 \text{ 秒} + 681 \text{ 秒} = 706 \text{ 秒}$$

$$= 11.8 \text{ 分}$$

おおよそ、12 分で終了することとなる。

8 .トップダウンを用いない場合と用いた場合の比較

トップダウンを用いずに教育工程を構築すると、6 章で見たように、おおよそ 3 ヶ月の月日が必要となる。トップダウンを用いた場合は、12 分で済むことが分かった。トップダウンを利用しない場合と利用した場合の要素数に対する工程数と時間の比較を以下の表-8.1 にまとめる。

表-8.1 を見て分かれるとおり、トップダウン方式を利用した場合に、作業工数も時間も少なく済むかが明らかである。要素数が多くなるほど、その違いは明らかになる。

デュアルブート教育の構築にあたっては、最終的にトップダウン方式を用いた場合のほうが、用いない場合と比較して、100 分の 1 の手間で済む。

9 .セルモデルを利用した効率的な教育

教育手順の作成においては、トップダウン方式を用いることが、工程数や時間においても、いかに効率の良い方法かを見てきた。では、これらの教育要素データをサイバー空間に保存し、セルモデルによってセルラデータベースとして教育データベースを構築することで、これまでの教育に対してどのような優位性が得られるのか。

これまでの教育方法では、指導者が作り上げた教育方法を、試行錯誤を繰り返し何度か試すことによって最適な教育方法を求めていた。しかし、セルモデルを用いて教育要素をデータベース化することで、ホモトピー理論により、識別関数を保存することで、元の状態に戻すことが可能である。つまり、これまで試行錯誤していた工程が、理論上無くなるといえる。これらについて、先ほどの例であった「デュアルブートの作成」を例に挙げ詳しく説明していく。

9-1 教育要素のリレーション

5 章で挙げた「デュアルブート作成」における教育要素は、ステージで 5 つ、それぞれのステージでの要素が 47 つあり、教育要素としては 52 あったこととなる。各ステージは、作業上 から まで順序立ててあるが、実際の要素はステージ から がすべてお互いに関連づいている。たとえば、ステージ で決定した各パーティションのサイズは、ステージ だけでなく、ステージ にも当然絡んでくることになる。つまり、

表-8.1 積み上げ方式とトップダウン方式の比較

	要素数	トップダウンを利用しない		トップダウンを利用する		割合 b/a × 100
		工程数(a)	時間(分)	工程数(b)	時間(分)	
各ステージ間	5	32	0.53	25	0.42	78.13%
ステージ	4	16	0.27	16	0.27	100.00%
ステージ	6	64	1.07	36	0.6	56.25%
ステージ	6	64	1.07	36	0.6	56.25%
ステージ	23	8,388,608	139,810.13	529	8.82	0.01%
ステージ	8	256	4.27	64	1.07	25.00%
合計	52	8,389,008	139,816.80	706	11.77	0.01%

注 1：1 工程に 1 秒かかると仮定する。

注 2：時間および割合に関しては、小数点第 3 位にて四捨五入した。

各ステージの関係をイメージすると、図-9.1 のようになる。

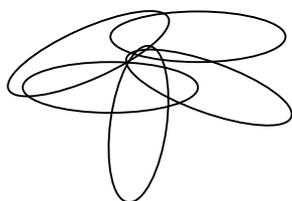


図-9.1 各ステージの関係イメージ図

これらを実際の教育要素のレベルに分解するとさらに複雑な絡み合いを持つ。

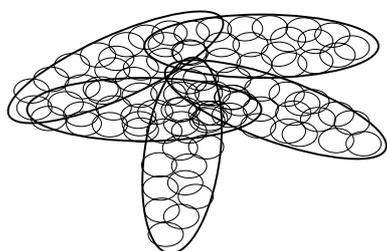


図-9.2 教育要素に分解した場合の関係イメージ図

このような複雑な関係をもつ要素を管理するのにもっとも適しているのがセルモデルを用いたデータベースである「セルラーデータベース」である。

9-2 セルモデルを用いる有用性

4章でセルモデル、ホモトピーおよびセルラーデータベースについての概略は説明した。では、本論で見てきた教育要素をセルラーデータベース化することの有用性を考察する。

セルラーデータベースは前途のとおり、以下においてリレーショナルデータベースよりも優れていると言われている。

- 1) データの管理が管理者のみの権限とならない。
- 2) 各データの抽出が容易である。
- 3) データの変更（追記）等が容易である。
- 4) ホモトピー同値の関係が成り立つため、途中での作り直しや検討のしなおしが容易になる。

教育というものは、年々変化するものであり、今回例に挙げた PC のインストール手順等は、技術の進歩

に伴って、日々変化していると言っても過言ではないだろう。また、学校教育だけを取ってみても、同じ科目を教える教員は一人とは限らない。年度によって同じ科目であっても、教員が変わるという状況も良くあることである。しかし、同一科目の教育目標は年度によって変わってはいないはずである。つまり、そのような意味では、最終目標は決められているにもかかわらず、教員が変わることによって、その最終目標も変化してしまうのも事実である。そこで、セルラーデータベースを用いることで、データの管理が管理者のみのものとならないので、どの教員であってもより効率の良い方法へ書き換えや抽出が可能であり、効率用同様のレベルの教育を施すことが可能となる。また、教育は本来失敗ということがあってはいけない。セルラーデータベースでは、ホモトピー同値の理論が成り立っており、途中からのやり直しや、元に戻す再現性を持っている。これらのことから、柔軟性の高いセルラーデータベースは、トップダウン方式でのデータを保存しておくためのもっとも良い手段だと考えられる。

9-3 教育データベースのモデリング

教育要素をトップダウンで行う場合、図-9.2 で示したように、それらの要素は、複雑に絡み合っている。個々の要素は複数の他の要素と接合しており、その形態は、要素によって異なっている。これらを念頭においた上で実際に、「デュアルブートの設定」から一部を例として、セルラーデータベース化を検討する。まず、例としてステージ「PC の設定」について考察する。

ステージの4要素を、それぞれセルラーデータベースのセルに落とし込むとして、以下のように対応づける。

表-9.1 各要素の名称設定

教育要素	セルの名称
現状(PCのスペック)を把握する。	B_1^1
ハードディスクの容量をどのように分けるか決定する。	B_2^1
ハードディスクをクリーンにする。	B_3^1
BIOSのセットアップユーティリティで起動順番を設定する。(FD CD HD)	B_4^1

セルモデルに基づき、これらの分解写像、識別写像は、以下のように書くことができる。

$$\text{分解写像 } f : B_1^4 \rightarrow B_1^1 \sqcup_g B_1^3$$

$$\text{識別写像 } g : \partial \dots \partial B_1^4 \rightarrow B_1^1 \quad (\partial \text{ は } 3 \text{ 回繰り返す})$$

これらの写像によって、セルの情報を記録することで各セルに保存された教育要素の扱いが容易になる。つまり、データの並び替えや抽出、追記などを行えることとなる。たとえば、途中からの教育において、その教育要素を抽出し、最終目標の要素と比較することで、最終目標に対してどこに位置するのかが明らかになる。

また、各セル間の結合について、考察する。の例では要素が 4 つなので、これらの結合セル (X) は以下のようになる。

結合セル X : $(\cup_{i=1, \dots, 4} B_i) / \sim$

結合セルの情報の保存により、現在の教育要素の位置がわかった上で、その次のステップが明らかとなる。

以上、簡単に見てきたが、教育要素がセルラーデータベースに落とし込むことが可能だということが分かる。

9-4 ホモトピー理論の利用

教育データがセルラーデータベースに落とし込むことが可能になったことで、ホモトピー理論が活用できる。

教育は、常に一番良いとされるものは変化している。新しい理論は分刻みで生み出され、それによって教育も大きく変わる。また、教員の変遷によっても教育手順は変化していく。それらの変化に柔軟に対応できる教育モデルを作成する際に重要となるのが、このホモトピー理論である。

ホモトピー理論が成り立つことによって、要素が一つ増えた場合においても、逆関数をたどることでその場所まで正確にともに戻せ、そこからの再びやり直しが可能となる。これまで試行錯誤が常であった教育において、ホモトピーが利用できるということは、とても重要なことと位置付けられる。

10 . まとめ

今回挙げた「デュアルブートの作成」という例は教育という側面から見た場合、とても要素数の少ない部類に属するだろう。実際の教育では、これらの何倍、もしくは何十倍もの教育要素からなる教育を行っている。本論で見た、たった 52 の教育要素の手順においても、トップダウンを用いるか積み上げ方式を用いるかによって、12 分と 3 ヶ月の差が明らかとなった。単純に、トップダウン方式では、積み上げ方式の 1/100 の時間で済むと考えるとすると、日本の義務教育は 9 年間であるが、それらの教育がおおよそ 33 日で済んでしまうこととなる。

また、セルラーデータベースによって、すべての教員が同じレベルの教育を容易に行え、可逆性をもち何が間違っても簡単にやり直しのきく教育が可能となる。

実際、学校教育だけでなく、その他の教育という側面において、このトップダウン方式とセルラーデータベースによる教育データベースの管理を行えば、日本の教育モデル自体が時間的にも、能力的にも飛躍的に効率が良くなると思われる。

11 . 参考文献

- [1]Toshiyasu L. Kunii,Tsukasa Noma, Kyujac Lee “ASSEMBLABILITY DISCRIMINATING METHOD AND ASSEMBLING SEQUENCE GENERATING METHOD”United States Patent
- [2]T. L. Kunii and H. S. Kunii, “A Cellular Model for Information Systems on the Web - Integrating Local and Global Information”, Proceedings of 1999 International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments (DANTE'99), November 28-30, 1999, Heian Shrine, Kyoto, Japan, Organized by Research Project on Advanced Databases, in cooperation with Information Processing Society of Japan, ACM Japan, ACM SIGMOD Japan, pp. 19-24, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, U. S. A.
- [3]T. L. Kunii, “Homotopy Modeling as World Modeling”, Proceedings of Computer Graphics International '99 (CGI99), (June 7-11, 1999, Canmore, Alberta, Canada) pp. 130-141, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, U. S. A.
- [4]児玉敏男、國井利泰、「セルモデルに基づいた新しい DBMS の開発 データ出力の側面から」、『情報処理学会研究報告』、2002-DBS-126(8)、印刷中、情報処理学会データベース研究会