

数学の授業における先行オーガナイザー研究

佐伯卓也(岩手大学)

はじめに

算数数学の授業における先行オーガナイザー (advance organizer < AO と略することにする >) の研究は, アメリカにおいて最近盛んになってきている。筆者の私的なグループ SSME (Saeki Seminar of Mathematics Education) でも昭和51 (1976) 年の秋以来とりくみ若干の結果を得ている (佐伯, 1977a b; 横田, 1976 三品, 1977; 佐伯・横田, 1977)。これらの現場レベルの研究の経験から, AO は「有効だ」とされているにもかかわらず, 次のような問題があることが指摘されてきた:

1. AO の意味が具体的にもう一つはつきりしない,
2. 先行学習研究に「た」の AO の例があるが, それが AO といっているのかはつきりしない,
3. 授業実験では, 有効だった, という結果がでないか, ても自信がもてない, 等々。

この小論では, 以上の諸問題について「た」の考察を試み今後の研究に資したいと思う。

1. 先行オーガナイザーの意味について

AO の意識的な研究は, Ausubel とその協力者による 1960 年 ~ 1963 年頃の一連の研究 (Ausubel, 1960, 1963; Ausubel & Fitzgerald, 1961, 1962; Ausubel & Youssef, 1963) から始まる。

Ausubel によると, AO は高度の抽象性, 一般性, 包括性を有する包摂体 (subsumer) のことで, (a) 教授の前に学習者に一般的概念を与え, (b) 学習者の認知構造の中で, これから教えるとい

る概念等を適切な水準で包括し組織化する足場を与え、新しい教材材への予備的定着 (familiarity) と学習可能性を増大するものであるとされている。こういったオーガナイザーは単なるサマリーとか概観 (これは、学習対象と同じレベルの抽象性、一般性をもつものではない) と違って、より高いレベルの抽象性、一般性をもつものとして区別されている。

所でオーガナイザーは意味的トピック (meaningful topic) であると考えられている。Ausubel はオーガナイザーが意味的トピックの学習の促進と保持に有効である要因として、次の3つをあげている。

- (1) 適切な係留 (anchorage) ないし足場 (scaffolding) を与えること。
- (2) これらの概念の安定性、すなわち、機構性 (organization) と明瞭性 (clarity) によること。
- (3) 係留された概念の間の識別可能性 (distinguishability) ないし弁別可能性 (discriminability) によること。

所で、オーガナイザーのこれらの特徴は、そのまゝの形で算数数学にはあてはまらないように思える。というのは、高度の抽象性、一般性をもつものがAOである、といったも、数学では材料そのものがすでに高度の抽象性、一般性をもっているものもあるので、それよりも、もっと高度の抽象性、一般性をもつものを作り得ても学習者にはわかりずらいものになってしまう恐れがある。時には違った概念になってしまう。

そこで教科としての数学のAOを考えるとすれば、Ausubel の定義と異なつたものにならざるを得ない。そこで筆者は「算数数学教育におけるオーガナイザーとは、新しい材料 (意味的トピック) の概念作用の足場を提供する教材処遇をいう」としている。

このような定義では「授業の導入」の研究に過ぎない、という反論も出てくる。だが、上述のような教材処遇をオーガナイザーという用語の使用で概念化する必要はやはり認められるように思える。

2. 算数数学におけるオーガナイザーの先行研究

また時代区分を以下より(筆者の目にはこれだけの不完全と認める)
I) AO有効性研究時代

研究者	年次	AO有効	AO対PO	種類	対象
1 Woodward	1966		~	かまもの	大
2 Scandura	1967	AO有効		シミュレーション	大
3 Groteluescher 他 I	1968	AO有効		かまもの	大
" II	1968	AO有効		かまもの	大
4 Bauman 他	1969		PO	かまもの	大
5 Caponeschi	1973	~		かまもの	大
6 Sowder 他	1973	~		かまもの	大

II) AO・PO (= 事後オーガナイザー) 比較時代

7 Romberg 他	1973		~	かまもの	高2
8 Peterson 他	1973		~	かまもの	中2, 高1
(9 Barnes-clawson	1975	レビューと提案)			
(10 Lesh	1976	レビューと提案)			
11 Lesh 他 I	1976		AO	ビデオ	小4
II	1976		AO	ビデオ	中1

III) 単元とオーガナイザー (オーガナイザー作成研究) 時代

12 Lesh	1976	代数 AO有効		ビデオ	大
13 Lesh	1976	幾何 AO有効		ビデオ	大
14 Bright	1976	整数		ビデオ	大
(15 佐伯	1976	レビューと提案)			
16 佐伯・横田	1977	位相空間と行列		かまもの	大, 高1
17 Eastman	1977	二次数不等式		かまもの	高1
18 Jones	1977	大学数学クラスと基礎クラスの比較		スライド	高
(19 Lawton - Wanska	1977	Barnes-clawson レビューへの反論			

時代区分 III) の中から 2, 3 AO の具体的な記述のあるものを AO の例として次にあげてみよう。

12 の Lesh (1976b) の例は, 反例オーガナイザーといへ, 非可換系を

を説明するのは正三角形を(どのように用いたかの記述はない), 結合律と分配律の不成立, 単位元, 逆元をもたないシステムを説明するために Cuiac-nair 棒を使用したという。(ビデオ)

13の Leach (1976a) の例では, 有限幾何学が"平面ユークリッド幾何学"と似た点と似てない点を数種の方法で, つまみ玉の表面の"道線"の言葉をとらえ, とか, ジェット機のルート(2点間の最短距離)の表示, ハンガーボードのくき, ゴム輪, 属性積木等を用いて使用されたという。(ビデオ)

14の Bright (1976) は具体的なAOの記述はない。

17の Eastman (1977) はくわい, AOの記述がある。要点を見ると簡単な前文につづいて

$$(x-a)(x-b) > 0, (x-a)(x-b) < 0$$

の型の不等式を解くために2つのAOが考えられた。1つは, 解析群のAOである。それによると

... これらの不等式に関係する重要な関係式と事実があるので, それを知らねばならない。この関係式と技術は

1. 不等式 $(x-a)(x-b) < 0$ と方程式 $(x-a)(x-b) = 0$ の間には関係がある。

2. 不等式 $(x-a)(x-b) < 0$ の因子の符号 (+ または -) の間には関係がある。

5. 数々の部分集合と不等式の解の間には関係がある

A₁: 不等式の両辺に1つの数を加えても減しても不等式の解集合は変らない。

A₂: $a < b, b < c \Rightarrow a < c$

A₆: 2つの因子の積が0なら, 少なくとも1つの因子は0。

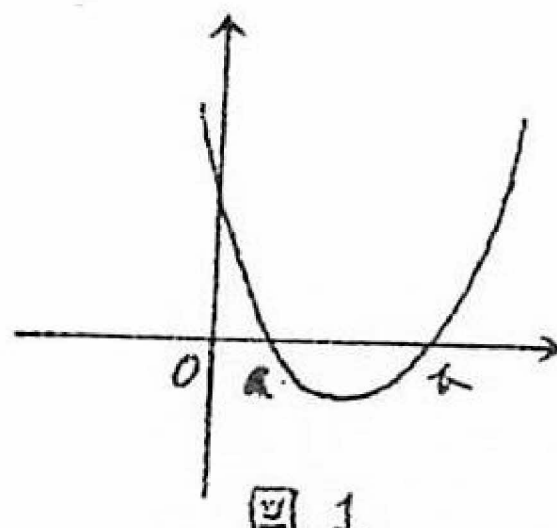
一方グラフ群のAOは解析群のAOと同じような記述のあった後に $y = (x-a)(x-b)$ のグラフが書いてあり(図1)次の記述がある。

1. 不等式 $(x-a)(x-b) < 0$ のグラフと方程式 $y = (x-a)(x-b)$

のグラフの間の関係

2. 不等式中の定数はグラフの
x軸と交点である。

4. 数直線の部分集合と不等式の
解の間の関係。



となっている。(おきもの)

18のJonesの言明文も具体的なAOの記述はのっていない。

16の筆者の例は本年報8巻に書いてあるもので、ここでもいれない。
以上のような先行研究に見られるAOをみると

(1) 抽象性: AOの抽象性はトピックより必ずしも高くなく、むしろ低い方が多い。

(2) 一般性: これもむしろ低いものの方が多くと考えられる。

(3) 共通性: みられることは、既習の概念を利用したり、モデルを使用したりして、何らかの足場を与えている。

(4) これらの足場は本題に入ったとき、「本物の」との差異が明らかにされる。となっているようにある。このようなことから考えると、問題はむしろ各トピック(単元)にあわせて有効なxとしてより有効なAOを作成することにある、と見る。このAO作成問題について拙論(佐伯, 1978)で論ずる予定なのでここでは略す。

3. AOの有効性の実証について

SSMEのメンバーが実証的研究を若干やってみたが、よい結果がでてこない。ここで実験のデザイン等が問題となってくる。

Leach (1976c) は、意味的トピックとは学習者によって習熟した諸概念に、非任意的な様式で、これから学習される新材料が関係づけられるようなトピックのことであるといひ、さらに、この定義を用いると、大部分の数学の教授は潜在的に意味的学習材料になると発言している。

数学のトピックが意味的になる材料であるとする、数学の学習が成立すること、意味的学習が成立することと同義に考えられるから、意味的学習の起りうる場面はどのような場面かを次に考えてみよう。

Novak, Ring & Tammer (1971) は意味的学習の起りうる3つの場合を同定している。それは83と

- (1) 既存の概念に潜在的に連合する「知識のセット」は、その概念を拡大し強化することによって包摂される(つまり学習される),
- (2) 既存の概念同士もつと包括的な概念に包摂される,
- (3) 適切な知識系列が「オーガナイザー」になって次に学習する特別な学習材料の学習を促進するように働く,

であるという。AOは3つの場合の1つである(3)の場合に過ぎない。

所以AOが有効に働く場合はどのような場合か、ということについて

Ausubel は ①学習者に適切な包摂体つまり足場がないとき
②高水準高オータニの概念を明確化し拡大が必要なき、と発言している。

以上の考察からAOの有効性の実証のための「事前テスト」のデザインの仕方が暗示されてくるだろう。

- (a) これから導入しようとしているAOと教授の目標行動の知識を測る,
- (b) (a)の知識を測るとき、概念同士の階層性、包摂関係を測り合わせるようにする,
- (c) これから導入しようとしているAOで形成される包摂体の有無を測る,

実験ではこの事前テストで「高水準以上のスコアをとった被験体を用いて

実験に入るべきであろう。このことについて Lawton & Wansley (1977)

も発言している。また事前テストはそれ自体がAOになり包摂体を形成してしまふこともあるので、この点には注意が必要がある。

次は実際にAOを形成し、実施する手順であるが別に論じているので(佐伯, 1977(a)(b), 1978)ここではふれずに「事後テスト」について考えてみよう。

- (d) 事後テストでは ①数学の学習に構造の理解にもつとく諸知識諸技能 ②数学の問題解決(思考)能力 ③学習にものゝ転移(水平, 垂直), が測られるようにする。

(e) (d) をデザインすると、AO によって形成された包摂体を用いたかどうかを判定できるようにする。

(f) 学習が「意味的」であったことを確かめるため機械的学習との違いを判定できるようにする。

等が考えられよう。更に遅延事後テストとして

(g) 遅延事後テストは学習した内容の保持を評価できるようにする。

おわりに

以上 SSME の実証的 AO の研究から指摘されてきた 3 つの問題点について考察し、一応の解決への手がかりをつかもうとの試みを試みたわけである。今後のこの方面の研究がより充実されていくことが望まれる。

引用文献

- (1) Ausubel, D.P. (1960); The use of advance organizers in the learning and retention meaningful verbal material, J. Ed. Psy., 51, pp. 267 - 272.
- (2) _____ (1963); The psychology of meaningful verbal learning, Grune and Stratton, New York.
- (3) Ausubel, D.P. & Fitzgerald, D. (1961); The role of discriminability in meaningful parallel learning and retention, J. Ed. Psy., 52, pp. 266-274.
- (4) _____ (1962); Organizer, general background, and antecedent learning variables in sequential verbal learning, J. Ed. Psy., 53, pp. 243-249.
- (5) Ausubel, D.P. & Youssef, M. (1963); Role of discriminability in meaningful parallel learning, J. Ed. Psy., 54, pp. 331-336.

- (6) Bright, G.W. (1976); Use and recall of advance organizers in mathematics instruction, J. Res. Math. Ed., 7, pp. 321-324.
- (7) Eastman, P.M. (1977); The use of advance organizers for facilitating learning and transfer from quadratic inequalities, School Sci. Math., 77, pp. 377-384.
- (8) Jones, E.E. (1977); The effects of advance organizers prepared for specific ability levels, School Sci. Math., 77, pp. 385-390.
- (9) Lawton, J.T. & Wanska, S.K. (1977); Advance organizers as a teaching strategy : A reply to Barnes and Clawson, Review Ed. Res., 47, pp. 233-244.
- (10) Lesh, R.A. (1976); The influence of an advanced organizer on two types of instructional units about finite geometries, J. Res. Math. Ed., 7, pp. 82-86. (a)
- (11) _____ (1976); The influence of two types of advanced organizers on an instructional unit about finite groups, J. Res. Math. Ed., 7, pp. 87-91. (b)
- (12) _____ (1976); An interpretation of advanced organizers, J. Res. Math. Ed., 7, pp. 69-74. (c)
- (13) 三品克彦, (1977); 「近似式」の先行オーガナイザー, SSME 第11回セミナー資料 (盛岡市).
- (14) Novak, J.D., Ring, D.G. & Tamier, P. (1971); Interpretation of research findings in terms of Ausubel's theory and implications for science education, Sci. Ed., 55, pp. 483-526.
- (15) 佐伯卓也, (1976); オーガナイザーおよびその数学教育への応用と研究のために, 数学教育学会研究紀要, 17 (No. 3・4), pp. 36-45.

- (16) 佐伯卓也, (1977); 数学におけるオーガナイザー研究の問題点,
東北数学教育学会第9回年会資料(仙台市). (a)
- (17) ——— (1977); Barnes - Clawson 以後の先行オーガ
ナイザー研究レビュー, 東北北陸数学教育基礎的研究会第16回
シンポジウム要項(仙台市). (b)
- (18) ——— (1978); 先行オーガナイザーとモデル, 未発表.
- (19) 佐伯卓也・横田晴亮, (1977); オーガナイザーを用いた
授業実践例, 東北数学教育年報, 8, pp. 35-42.
- (20) 横田晴亮, (1976); 単元「行列」の先行オーガナイザー,
東北数学教育学会第8回年会資料(青森市).

Researches of advance organizers in mathematics instruction

Takuya Saeki

(Abstracted)

The practical investigations about advance orga-
nizers in mathematics instruction have been performed
by members of SSME since the autumn in 1976. From
our experience, the following problems have been
pointed out:

1. The meaning or the definition of an advance
organizer is not clear.
2. It is not clear if it is permitted to call ex-
amples of advance organizers in prior reseaches
as an "advance organizer".
3. It is a question to decide that the advance
organizer facilitates the learning in practical
instructions.

In the present paper, we discuss about problems men-
tioned above and state some implications.