

# アメリカにおける算数・数学の授業観察を通しての 日米の授業に関する一考察

橋 本 吉 彦\*

A Study on Japan-U.S. Mathematics Classroom Teaching  
through Classroom Observation in the U.S.

Yoshihiko HASHIMOTO

## はじめに

日米数学教育セミナー（三輪，1987；橋本，1986）が昭和61年度（1986年度）開催され報告書（Becker・Miwa, 1987）が出版されている。

今回のアメリカでの授業参観は、このセミナーの成果をうけて日米科学協力事業（日本は日本学術振興会，米国は NSF の援助による）の一貫として，1988年1月から1989年12月の2年間にわたる研究の一部をなすものである。

両国の代表者は，南イリノイ大学のベッカー教授，筑波大学の三輪辰郎教授である。今回，日本からは三輪辰郎を団長に，杉山吉茂（学芸大），梶外志子（学芸大），吉川成夫（上越教育大），それに私の5人が参加した。期間は，1988年（昭和63年）11月13日から30日にかけての18日間であった。

我々の訪問に先立って，同年9月上旬には，米国から，ベッカー（南イリノイ大），トラバース（イリノイ大），ウィルソン（ジョージア大）カントフスキー（フロリダ大），シルバー（ピッツバーグ大）の5人の先生方が来日され，研究協議の他，筑波および東京近辺の算数・数学の授業をいくつか参観されている。

要するに，研究をより深めていくためには，現場の授業をお互いの目で実際にみることが大切であるという認識に基づいて行われたものである。

本稿では，授業参観・その後の研究討議を通して得られたことを学年（幼稚園から12学年，つまり高3まで）を追って，①授業の様子など，②考察に分け，述べることにする。

参観した地域と学年は表1の通りである。表1の一番左の列は大学名で，その大学の近辺の学校・学級を，第2列目に書いてある先生方のお世話で参観することができた。

なお，表中の番号は記述の順を示す。ハワイ大学のホイットマン教授は，前述のセミナーでの米国側のオブザーバーであったことと，共同研究（橋本，1988）をしたこともあるので，特別にお世話いただいた。

\* 数学科教育教室 (Dept. of Mathematics Education)

表1 授業参観した地域と学年

大 学 名	学 年	K	1	2	3	4	5	7	8	9	10	12
南伊利ノイ大	ベ ッ カ ー	1		4	5				12	16	18	20
伊利ノイ大	トラパース					7	9	10	13			
ジョージア大	ウィルソン				6					17	19	
ハワイ大	ホイットマン	2	3			8		11	14・15			

結局、第6学年と第11学年（日本での高2）を除いて、13校20学級参観することができた。特に、南伊利ノイでは、7校7学級と変化に富んでいた。

### 授業の様子など・考察

#### 1. モンテッソーリ幼稚園, Teaff 先生

Murphysboro イリノイ州, 1988年(昭和63年)11月14日(月)午前

##### (1) 授業の様子など

教師2名, 児童9名の小さな幼稚園である。Teaff 先生(女性)はテキサスでモンテッソーリ教育(白川, 1986)のコースを学び, ここで教育にあたっているといい, 25人用というゆったりとした教室にもかかわらず, 児童数は少なく経済的には苦しいとのことであった。なお, この児童たちの親の職業は, 大学の先生, 弁護士, 医者がほとんどである。

時間割は, 8時30分から11時が知的活動, 11時から12時15分が運動, 12時15分帰宅となっている。なお, 運動とは, physical activity の訳である。

参観したのは, 知的活動の時間であった。教室のまわりの棚には数多くのさまざまな教具が用意されていて, 児童はそれを自分で取り出してきて, それを使った活動をする。終わると, それをきちんと片づけてまた別の活動をする。児童同士でけんかをするなどない。じゅうたんを持ってきて敷いてそれに横たわって活動したり, 椅子にすわって活動したりと自由である。先生は児童が困難におちいったとき, 一人ひとりを指導する。われわれが参観した約1時間の間, 児童が知的活動に飽きて退屈してしまった様子は全くみられなかった。彼らは楽しそうに, 次々と様々な種類の活動を続けていった。

算数に関するみられる活動の例として, ①数について, 4けたの数表現とそれに対応するものの集まりを作る, 数カードを正しくとる, ②図形について, 正三角形の枠の中にその中心でその正三角形を3等分した3つの二等辺三角形を正しくおさめる, があった。その他, 石けん等で溶液を作る作業もみられた。

##### (2) 考 察

子どもたちがけんか1つせず, 次々に様々な種類の活動を続けていったことに対して, ただ驚くばかりであった。教師の役割が大切なことは言うまでもないが, 子どもたち自身の知的水準は相当なものと思われ, そこまでのもっていき方, しつけ等がきちんとなされていることに感心した。

しかし、この幼稚園を終えたあと、この子どもたちがどのような所で学習を続けて行くことができるのかが問題である。その点に関して、わが国と異なり、アメリカはそのような子が学習を続けて行ける受け皿を用意しているということである。私立学校あるいは能力別に応じた学級編成も小学校1年生から可能である。先にどんどん伸びて行けるということは魅力である。

算数に関しては、数の系列、図形の系列がどのように準備されているかが問題となる。そして、数の方よりも図形の方が、カリキュラムの構成が系統性という点で困難なことであろう。

## 2. Lincoln 小学校, K学年 (幼稚園), 数, Horita 先生

Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日 (月) 午後

### (1) 授業の様子など

児童数は15名で、皆、床に坐り込んで Horita 先生 (女性) の話を聞く。

まず一週間の曜日を皆で声をそろえて言う。曜日の順序を途中で間違える児童もいたがほとんどの児童は1週間の曜日を順に言うことができていた。

絵本『腹ぺこ青虫』を先生が抑揚をつけ、表情豊かに朗読する。

青虫は月曜日に何をいくつ食べたか (りんご1個), 火曜日に何をいくつ食べたか (なし2個), ……を皆で確認する。

あらかじめ先生が模造紙に書いて用意しておいた表を黒板に貼る。それに指名された児童が曜日に対応させて、青虫が食べた数だけのフルーツのカードを貼っていく。児童は競ってカードを貼りたがっている。

最後に全部でいくつ食べたかを予想して、実際に皆で一緒に教える。1から16 (月—1, 火—2, 水—3, 木—4, 金—5, 土—1) まではほとんどの児童がちゃんと数えている。

### (2) 考 察

フルーツのカードを貼らせながら、月から金までは、1個ずつふえていることを先生は児童に気づかせていたようである。とにかく、先生のお話の読み方が上手なので、子どもたちがすっかり引き込まれ、途中からは子どもも一緒に声をそろえて読んでいる。45分間という、この子どもたちにとって大変長い時間、全く退屈せずに自然に「数」に親しんでいたのは実に素晴らしいことであった。

米国の算数・数学の教科書は、算数、数学と分けないで、一般的に、Mathematics K-8 (数学, 幼稚園から8学年 (日本での中2)) という形で出版されている。したがって、教科書Kを含めて K-2 あたりを比較研究することは意味のあることであろう。

## 3. Lincoln 小学校, 1学年, 問題解決, Lum 先生

Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日 (月) 午後

### (1) 授業の様子など

児童数は22名で、授業時間は午後1時15分から2時までの45分間であった。この学級はYamamoto先生の学級であるが、Lum先生（女性）が特別に授業をする。この先生は4年間にわたる（今年はその最後の年）問題解決プロジェクトのために本校に派遣された先生であるという。

まず、『帽子売り』という物語のあらすじを絵本を見ながら話す。帽子売りが沢山の帽子をかぶって売り歩くという話で、ほとんどの児童はその内容を知っているようであった。

次に、黄色と緑の2つのつばのついた帽子のかぶせ方は何通りあるか（問題Aと本稿では呼んでおく）を考えさせた。そして、実際に何人かの児童が前に出て先生の頭に色々な重ね方で帽子をかぶせる。

更に、黄色と緑と青の3つの帽子のかぶせ方は何通りあるか（問題B）を予想させる。なお、この際つばの向きは考えないことにする。予想された答は、3通りが大半であった。帽子が3つだからと考えたようである。4つ、5つ、6つという声もあった。指名された児童が先生の頭に3つの帽子をかぶせる。別のやり方はないかと考えさせ、次々に児童が違う重ね方でかぶせ直していく。児童は皆、手をあげて帽子をかぶせたがっている。なお先生は答が出されたとき、それを黒板に重複しないように記述している。

最初からここまで児童は床に坐って先生とやりとりをしていたが、これ以後、先生は児童を自分の席に戻らせて次の作業をさせた。

2つおよび3つの帽子のかぶせ方を書いたワークシートを配布し、そのシートにクレヨンで色を塗ることによって、各児童に組合せを考えさせた。児童は帽子に各自思い思いの色で塗っていく。

その後、OHPを利用して、先生が実際に1つずつ色を塗って確かめをする。帽子が2つのときは2通り、3つのときは6通りを確認して授業を終わる。

## (2) 考 察

本時の「帽子のかぶせ方」、つまり、組合せは日本では正式には「場合の調べ方」(6年)で学習する内容である。Lum先生によると、樹形図などを利用したり、落ちや重なりがないかを検討することは、上級の学年で再び、帽子をアイスクリームなどに変えて指導するという。

問題Aは、つばの向きを考慮すると「違う」と数えられる場合がふえるので面白い問題となる。実際、児童の中にはそれを指摘した子がいた。問題Bは問題Aを広げた形になっているが、児童の意識はともかく、低学年でも教える側は十分意識していなければならないことである。本時にあっては、教材研究に対する教師の力量を評価すべきであろう。

問題提示の仕方が具体的で取り組みやすいと感心した。一般的に文章題で、東小学校、西町駅、ある人などとするよりも具体的に名前を出す方が、子どもにとって取り組みやすいのかどうかは検討の余地がある。

4. St. Andrew's Catholic 小学校, 2 学年, 数と計算, O'Donnell 先生  
Murphysboro イリノイ州, 1988年11月16日 (水) 午前

(1) 授業の様子など

児童数は28名 (男13, 女15) で, 授業時間は8時30分から9時22分までの52分間であった。この学校は私立のカトリック系の小学校で, 1年から6年まで合わせて144名で, 非カトリック系の児童は25名以下におさえているという。

「お金を数えること」が本授業のテーマであり, 以下のような色々な活動が一斉授業を通して展開されていく。

- ① 5 とびに50まで数えさせる。10とびに50まで数えさせる。
- ② お金の図を黒板に書いて, 金額を数えさせる。例えば, 10セントが2枚, 5セントと1セントが各1枚ずつのとき, 10セント, 20セント, 25セント, 26セントというように数える。つまり, ①を活用して数える。
- ③ ある金額 (本時では, 16セント, 29セント) のお金を払うのに必要なコインを出させる。なお, 出し方は色々ある。
- ④ お金を使った文章題「メグは8セント持っていました。あと7セントかせぎました。今何セント持っていますか」を口頭で問い, 解かせる。その答の出し方を児童に言わせ, お金の図を黒板にはらせる。
- ⑤  $16-8$  の求残の文章題を口頭で問い, 暗算で答えさせる。次に, 求差について同じことをする。そのとき, 演算決定に役立つキーワード (例えば, たす, 取り去るなど) を復習する。
- ⑥ 1セントから9セントまでの金額の品物のステッカーを9枚 (3行3列) 黒板にはり, その中から18セント以下の代金になるように買物をさせる。はじめの子は, 5セント, 1セント, 9セントを選ぶ。(そのとき, 頭の中で計算をしておく。) 他の子にその答を言わせる。合っているかどうかを確認する。同じことを別の子にやらせる。
- ⑦ ビンゴマネーゲーム。O'Donnell 先生 (女性) が数の束の中から数を取り出して, 口頭で言い, 黒板に書く。児童は自分のシート ( $2 \times 4$  の中に, それぞれある金額のお金の絵が書いてある) の中から, その金額が書いてある場所をみつけ, おはじきを置く。4つ一列に並んだら勝ちである。2人ほどあがった所で終えて次に進む。
- ⑧ 買い物ごっこ。教だんの果物かご (果物——オレンジ, ぶどう, りんご, セロリ——は本物) から2つずつ好きなものを取り, お店屋さんに模造コインで合計金額を支払う。黒板に値段表がはってあり, お店屋さんはその合計金額が合っているかどうかを確かめる。お店には電卓が置いてある。買い物をした人は自分の席に戻って, 本当に果物を食べている。

(2) 考 察

児童は, O'Donnell 先生の授業を受けるというよりも「数学的」活動を展開している。2年生のような子どもたちが, 始めから終わりまで退屈することなく, 授業に積極的に参

加していた。日本でもあまり見るこのできない光景であった。

授業内容の方も遊びを取り入れながら、押さえるところは押さえながら進めていたのは、この先生の力量によるものであろう。例えば、⑧では、2つ買う（買ってもらう）ことは  $a + b$  の計算を買い手と売り手が必然的に実行しているわけである。なお、その場合の計算はほとんど暗算で、電卓はあまり使っていなかったようである。電卓（長崎，1989）に関しては検討の余地があろう。

買い物ごっこでは、実際に本物の果物を使って、食べるということで日米の相違を感じたが、私たちにも2つずつ好みの果物を取らせてもらった。

#### 5. Giant City 小学校，3 学年，問題解決，Patton 先生 Carbondale イリノイ州，1988年11月15日（火）午前

##### （1） 授業の様子など

この学校は正式には，Giant City Consolidated Elementary School といい，3つの学校が統合してできたものであり，K-8（日本流に言うと，幼稚園から中学2年まで）があって，卒業生は Carbondale 高校（東キャンパス）に進学するという。この高校については，16で紹介する。

問題解決の時間を参観したが，その問題は次の通りである。

赤ちゃんの鳥が木の上の20フィートの高さの巣から落ち，巣に戻ろうとするが，うまく飛べません。毎日9フィート登るが，夜眠っているうちに4フィートずり落ちてしまいます。このペースで巣に戻るのに何日かかりますか。

Patton 先生（女性）は3人1組のグループを作らせ（1つは2人，計20人），各グループに模造紙を与えた。児童は床に座ったり，寝ころんだりといった思い思いのスタイルで模造紙に絵を書く。そして，「1日目は9フィート登って4フィート落ちるから5フィート，2日目は5フィートから9フィート登って4フィート落ちるから10フィート，3日目は……」というように，図を書き丁寧に数えて4日と答えていた。6日，7日，5日というグループもいた。それらのグループはもう1回やり直していた。

作業の後，各グループに順に前に出て説明させ，最後に先生が児童の説明をただ繰り返すだけで授業は終わった。

なお，この教室の後ろの黒板には，ポリアの4段階（ポリア，1957）を説明したもの，マッチの問題（Hashimoto，1987）が色模造紙に書かれて張られていた。

##### （2） 考 察

この問題を個人ではじめに考えさせるのではなく，いきなりグループ活動で考えさせたことはどんなものであろうか。授業は大変賑やかで，児童は他のグループの説明，先生の話の聞いているようには見えなかった。このような状況に対して，先生はほとんど注意することはなかった。これでは問題解決に対する児童の水準は下がってしまうであろう。

この問題についての取り組み方として，日本の場合には，「式で表したり，式をよんだりすること」を念頭において，この点を強調して授業を進めるであろう。例えば，次のよ

うなやり方が考えられる。

自分たちの考えたことを式で表すと右のようになるであろう。一番右側の5, 10, 15, 20に着目すると5の倍数になっているので、この押えをしておく。そうすると、与えられた問題の木の高さが20フィートでなく、30フィートで、

$$0 + 9 = 9, 9 - 4 = 5$$

$$5 + 9 = 14, 14 - 4 = 10$$

$$10 + 9 = 19, 19 - 4 = 15$$

$$15 + 9 = 24, 24 - 4 = 20$$

同じような状況だったら、 $30 \div 5 = 6$ として、6日かかるということがすぐにわかる。学んだことが他の場面で適用できることが肝要である。

また、絵を書かなくても、これらの式に続けて、 $20 + 9 = 29$ ,  $29 - 4 = 25$ ,  $25 + 9 = 34$ ,  $34 - 4 = 30$  (6日)として求めることもできる。この授業のままでは、問題解決をする際の要点を押えることなく、試行錯誤で終わってしまうことになる。

なお、Patton 先生に「なぜ式を書かないのか」と聞いたら、「この段階の子どもたちに式を書かせることは難しい」とのことであった。小学校3年生(8~9才)に対する日米での捉え方に差があるように思われた。

#### 6. Barnett Shoals 小学校, 3学年, 問題解決, Davis 先生 Athens ジョージア州, 1988年11月23日(水) 午前

##### (1) 授業の様子など

この学級は、Ms. Davis の学級で、授業者はその夫である Davis 教授(ジョージア大学, 数学教育)によって行われた。

この学校は、Non-Traditional (伝統にとらわれない) School ということで、Kから5までがあり、原則として各学年ごとに建物が分かれている。3年生の場合、活動する場所があり、そのまわりを6つの教室が取り囲むような形で配置されている。

この授業では、18名のうち、2年生が2名参加していた。教室のすみには、Loft (中2階) と呼ばれるものがあり、そこでも勉強できるようになっていた。

授業は、次のような3つの内容がそれぞれ約15分ずつ行われた。

- ①教室の対角線方向にロープを張り、1, 2, 3, ...などのラベルを貼りつけ、数直線を作った。これを使って、例えば、4と $1/3$ はどこにあるか、クリップによって示すことなどが指導された。
- ②大きな正方形の紙に0から99までの数字を記入したものを10枚用意し、これを使って、1000を表現することが指導された。
- ③2人の児童がそれぞれ5枚のチップを持つ。順番を決めた後、交互に1つまたは2つのチップを取っていく。最後の1つを取ったら負けである。このゲームの必勝法を児童に見つけさせようとしていた。

##### (2) 考 察

この授業の前には、先生と6名の児童が算数を、教育実習生が4名の児童に読み書きを、2名ほどが Loft で絵を、残り4名は『Caravans』という題名の教科書を基に自分たちだ

けで読解の勉強をしていた。参観した授業は、担任の先生——この先生は12年間も3年生だけを受け持っているという——のご主人がなさるといふ具合に、とにかく珍しいことばかりであった。

これらの点については、一緒に参観したフーシェ先生（フロリダ大）が「はじめて見た、Freedom（自由）、Just not a Rule（全く規則にとらわれない）、School Enjoy（学校を享受している）」と、同じアメリカ人にとっても驚いたようであった。

本題の授業の中味に関しては、いくつかまとまりのある事柄を取り上げるのがよい、とDavis先生は言われた。この年齢の子どもたちには「興味の持続」という点で、このようなやり方がよいという。日本では、45分なら45分、1つの課題を中心に考えるということがほとんどであるが、このような授業を参観すると、是非はともかく、「45分間、1つのことに縛りつけて、無理やりやらせているのではないか」という反省も出てくる。大きな問題を提起しているようである。

7. Westgate 小学校, 4学年, 問題解決, Mackert 先生  
Arlington Heights イリノイ州, 1988年11月21日（月）午後

(1) 授業の様子など

児童数は24名で、次のような問題を与える。

パットとランディは10フィートの板を同じ幅に10等分したいと考えている。1

回切るのに1分かかるとすると、10個作るには何分かかかるでしょうか。

絵を書いて、1カットでは2個、2カットでは3個というように板書し、10個では？カットになるかを、Mackert先生（女性）が子どもたちにたずねる。

9カットで9分が確認されたら、いきなり一緒に参観していた校長先生（女性）が、「I have a question」と言って、「50フィートのを50個に切ったら」とたずねた。すぐに7割位の児童が挙手して、49分と正しく答えていた。

次に、エレベーターの階数と所要時間の関係から、階数を与えて時間を問うという「エレベーターの問題」を取り上げる。

(2) 考 察

この先生は教職20年ほどのベテランの先生で、算数の時間、問題解決として、5～15分位で解決可能な上述のような問題を与えているとのことである。

エレベーターの問題では絵をたてに書いて説明していたが、はじめの問題（絵を横に書く）と結びつけて考えられるような絵を書くなどして、授業で取り上げた2つの問題のつながりをもっとつけるべきであろう。

はじめの問題で、先生が「この中にパターンをみることができるか」とたずねたことと、校長先生がいきなり子どもに質問したことが印象に残った授業である。後者については、著者も子どもが本当にこの問題を理解しているのか疑問に思えた矢先の実に素晴らしい質問であった。日本で「えらい」先生と一緒に参観していて、こんな場面に出くわしたとき、一体質問などするであろうか。この辺にも日米の差を垣間見たような気がする。



8. Lincoln 小学校, 4 学年, 問題解決, Kamaka 先生  
Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日 (月) 午前

(1) 授業の様子など

児童数は20名で, 進んでいる児童の学級であった。授業時間は約50分である。

問題を与え, 答を出させるが, 答と並列して方略 (Strategy) という欄があった。問2は次の通りである。なお, ダイムとは10セント貨のことである。

サラはいくつかのダイムを持っていた。キャロルは彼女に12個のダイムをあげた。今, サラは29個のダイムを持っている。最初, サラはダイムをいくつ持っていたか。

問題解決の後に, 黒板に方略として, 「演算として減法を選べ」と書かれた。

問4は次の通りである。

ジャネットとヴィッキーは袋競争のスタートラインに印をつけるために, 1本のロープを張った。そのロープは10mの長さだった。彼女らはそのロープの両端と, 2mごとに柱を立てた。彼女たちは, いくつの柱を使ったか。

指名されて出てきた2人の児童は図を書いていたが, 上手に図を書くことはできていなかった。配布されたシートには, 6題の問題があったが, この問4で時間切れとなった。

(2) 考 察

問題をみてみると, 文章題の問題場面が日米で微妙な違いがあるようである。問2の「お金の問題」はともかく, 問4など本当に現実的な問題である。文章自身も比較的長い。方略が強調されているのもこの授業の特徴だろう。

問1から問4のつながり, まとめのようなことは全く見られなかった。

9. Westgate 小学校, 5 学年, 問題解決, Arloff 先生  
Arlington Heights イリノイ州, 1988年11月21日 (月) 午後

(1) 授業の様子など

児童数は23名で, 次のような問題を与える。その問題提示の前に, グループ学習における数学的問題解決の11ヶ条を児童に確認を取りながら復習をする。

リタ, カルロス, ゲイル, エバン, パトリックはそれぞれ1つの運動部にはいます。運動部は, 野球, テニス, ラケットボール, フットボールです。リタとエバンは同じ運動部にはいますが, その他の子は皆違う運動部にはいます。パトリックが野球にはいろいろと思ったときは, すでに野球はいっぱいでした。エバンは屋内競技に登録しました。カルロスはテニスの試合に出ます。ゲイルは何の運動部にはいっているのでしょうか。

5つのグループを作成し, 各グループのリーダー, レコーダー (記録係), チェッカー (問題を理解したかどうかを確認する係) を決める。Arloff 先生 (男性) はまず皆に問題

解決のための基本的な質問をする。それは次の通りである。

- ①何人いるか (5人) ②いくつの運動部があるか (4つ) ③1人はいくつの運動部にはいれるか (1つ) ④エバンは屋外競技か (いいえ) ⑤カルロスはどの運動部か (テニス)

これらの基本的な事柄を確認した後、グループ活動が始まる。その後、3人の児童が指名され、黒板に書く。2次元の表を作成し解決している子と樹形図を書いて解決している子がいる。一応、すべてのグループにやり方を聞くが、これ以外のものはなかった。

## (2) 考 察

小学校での男の先生 (6での大学の先生を除く) の授業をはじめて参観する。珍しいことである。はじめにの所で述べたように米国の数学教育学者たちが日本に来て授業参観したときの先生方は、ほとんど男性であったので、日米では逆のようである。

問題解決の際、子どもたちが何の抵抗もなく、2次元の表を書いていたので、このことは既習と思われる。表の書き方としては、①行を人名、列を運動部名、②行を運動部名、列を人名、の2通りが考えられるが、その両方ともがあるグループでは観察された。しかし、それをグループで統一することはなかった。教師は授業中、表の書き方を両方とも認めた上で、どちらか一方にまとめた方がよいであろう。

なお、グループ学習について、評価されるが、その得点は次の通りで、満点は11点である。①正しく問題が解けたか (6点) ②グループはよく協力したか (2点) ③リーダーはよく仕事をしたか (1点) ④レコーダーはよく仕事をしたか (1点) ⑤チェッカーはよく仕事をしたか (1点)

## 10. Urbana 中学校, 7 学年, 問題解決, McGehe 先生

Urbana イリノイ州, 1988年11月18日 (金) 午後

### (1) 授業の様子など

クラスの生徒は5つの机に分かれてすわり、それぞれ2, 4, 7, 8, 8名の計29名である。6年程前に仏語の先生と教室を交換してもらったとのことで、グループ学習を週に2~3回やっているという。

授業の流れは、つまようじで正方形をつくり、それが5個のとき、いくつになるかを問い、20 ( $4 \times 5$ ) を確認した。次に、OHP 上で、図1のようなつなぎ方をみせ、正方形が5個のとき、いくつになるかを問うものであった。その答として、15, 16, 12が出された。それぞれ正しいことを確認し、つなぎ方に関して何も情報が与えられていないので、正方形の個数が10個のとき、図2のようにつなげていったらどうなるかを生徒にたずねた。

いくつかのやり方で31を確認したが、32と答えた生徒が前に出て説明したとき、途中で数え間違えたことに気づき、thirty one と言ったので笑いのうずとなった。

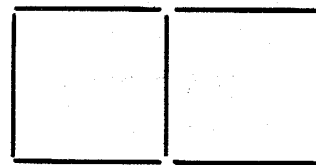


図1

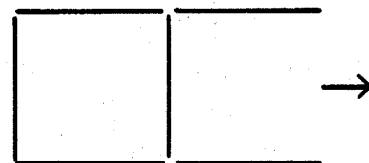


図2

McGehe 先生(女性)は、生徒につまようじを手渡し、正方形を三角形にして、個数を5個にしたらどうなるかをたずねた。3人ほど前に出て説明したが、時間切れ(12時8分~12時45分)で授業は終わった。

## (2) 考察

正方形が5個のとき、いくつになるかという問題は、オープンエンドの問題(島田, 1977)であり、この設定の仕方は面白い。しかし、図2の場合と三角形にした場合とのつながりが明確でないので、その辺を次のように進めていくことも可能だろう。正方形のとき、こんなところに目をつけてみると数えやすいので、三角形のときも同じようにしてみたらどうなるだろうか、と生徒に考えさせてみる。つまり、正方形の場合の押えをきちんとしておいて、生徒に考えさせるための基盤を与えておくことが必要であろう。

なお、グループ活動をする際の7つの規則が模造紙に書かれ壁に張られていた。そのうちの「他の人の考えについて笑ったり、黙らせるようなことをしてはいけない」という規則が目についた。というのは、オープンエンドの問題を利用した授業では、このことは大切なことであり、「創造性」を要求する際にはどこでも同じなのだなと思ったからである。

## 11. Stevenson 中学校, 7 学年, 幾何, Murai 先生

Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日(月) 午前

### (1) 授業の様子など

この中学校は、Intermediate School といい、6年、7年、8年の3つの学年(生徒総数490名)からなる。アメリカの典型的な「ミドルスクール」である。

授業時間は、正確には63分と大変長かった。そのはじめの1/3位の時間は、いわゆる宿題の答え合わせの時間であった。宿題の1つの「角とクモの話を結びつける問題」は、生徒に興味を持たせるものであった。

本時の課題は、三角形とは何かを追求するものである。

まず、辺の長さによる分類(不等辺、二等辺、三等辺)、角の大きさによる分類(鋭角、直角、鈍角)を試みた。次に、辺と角の組合せ、 $3 \times 3 = 9$ 通り(例えば、二等辺鈍角三角形)の場合について、その存在を生徒に考えさせた。9名の生徒を指名し、不可能なものについては、生徒は、impossible(不可能)と黒板に書いていた。「三等辺直角三角形」に関して、Murai 先生(女性)は、できない理由をコンパスを使って説明していた。

更に、三角形の内角の総和について、紙切れ、はさみ、定木を生徒に与えて、 $180^\circ$ になることを直観的に捉えさせた。

最後に、宿題を黒板に書いた後、教科書の若干の問題を取り上げ、口頭で答えさせて、チャイムと共に授業を終了した。

### (2) 考察

宿題に関して、その量と取り扱い、そして授業の終わり方は日本と異なるようである。三角形とは何かについて丁寧に指導していた。9通りのそれぞれに生徒を指名して答えさせること、 $180^\circ$ の確認など生徒(生徒数22名)に活動の場を与えていた。

## 12. Centralia 中学校, 8 学年, 代数, Beaty 先生

Centralia イリノイ州, 1988年11月17日 (木) 午前

## (1) 授業の様子など

この中学校は, Junior High School といい, 6~8 学年からなる。1 単位時間は 40 分, 授業間は 3 分である。生徒は開始まで教室にはいれない。一般に, アメリカでは, 教室は先生固有の教室であって, 生徒が移動する。Beaty 先生 (男性) の教室のまわりには 20 台位のパーソナルコンピュータが設置されている。

参観した授業は, コンピュータを利用した進んでいる生徒 (20 名; 男 10, 女 10) のための代数の授業である。

教材は「ハノイの塔」(高木, 1981) で, 100 個の場合に, 1 個を 1 回動かすのに 1 秒かかるとして, 必要な時間 (年) を考えさせるものである。その前に, 復習として「握手の問題」の解決法として, 表の作成を提示する。

この「ハノイの塔」の問題でも, 表 2 のように, 3 個, 4 個の ような 簡単な場合を考えた表を作って, パターンをみつけさせる。そこで,  $n$  個のときの回数を  $a_n$  とすると,  $a_{n+1} = 2a_n + 1$  が成り立つことをみつける。(漸化式なので, これを解いて,  $a_n = 2^n - 1$  が得られるが, この学年でこれを解くことは難しい。)

表 2 ハノイの塔

円板	動かす回数
1	1
2	3
3	7
4	15

式は解けないけれども, 繰り返しになっているので, コンピュータを利用して解くことが可能となる。前時までに, Apple LOGO の使用について, ごく簡単に触れているのであるが, 大多数の生徒にとっては困難で, とまどっている。中に一人, 上級の学年という女子が見事に解決してみせる。そして, 円板の個数  $n$  と時間 (動かす回数, つまり, 秒数を年に換算したもの) の表がディスプレイに表示される。この生徒が他の生徒を助けたり, Beaty 先生が助言したりして, 大部分の生徒が解答を得ていた。このようにして, 40 分でこの授業は終わった。

## (2) 考 察

中学校教師の一週間のスケジュールについて考えてみる。Beaty 先生の場合は, 40 分授業, 間隔 3 分であるが, これと似たような先生の話聞くことができた (11 月 14 日夜, 南イリノイ大学での小~高の 9 名の現場の先生との会合) ので, このとき, Irby 先生 (女性; ハミルトン郡中学校; McLeansboro イリノイ州) から戴いた 1 日の計画を次に示そう。

彼女は, 1 日数学を 6 学級受け持ち, これが月~金で繰り返される。1 単位時間は 42 分なので, 合計  $42 \times 6 \times 5 = 1260$  分教えることになる。その他, Study Hall と称して生徒が彼女に色々なことを教科に限らず聞きにくる, 言わば先生と生徒の対話の場をもっている。

数学の科目に関して、前代数 (Pre-Algebra) とは、比例、百分率、測定などの内容を含んでいる。

1 限	8:10 — 8:52	前代数	8 学年	24名 (生徒数)
2 限	8:55 — 9:37	数 学	7 学年	19名
3 限	9:40 — 10:22	前代数	7 学年	24名
4 限	10:25 — 11:07	数 学	8 学年	14名
5 限	11:10 — 11:52	代 数	8 学年	13名
昼食	11:52 — 12:22			
6 限	12:25 — 13:20	準備 (教材研究など, 自由な時間)		
7 限	13:23 — 14:05	Study Hall		26名
8 限	14:08 — 14:50	前代数	8 学年	11名

要するに、朝は8時までに来て、午後の3時には帰宅ということで、日本の中学校の先生と随分と様子が異なっている。

本授業については、コンピュータのすぐれた利用法を示した授業といえるのであろう。また、この学校は gifted の教育に熱心で、通常の授業の中のいくつかについて、進んでいる生徒は上級の学年の授業に出席することが認められているという。わが国では、算数・数学にあっても、この方面の研究 (山下・橋本, 1988) は大変少ないが、アメリカでは、本当にトップを伸ばしているといえることができる。

### 13. Urbana 中学校, 8 学年, 問題解決, Schuett 先生 Urbana イリノイ州, 1988年11月18日 (金) 午後

#### (1) 授業の様子など

5 個のビーン (豆) を一辺として正方形をつくる。どのような配列が考えられるかをまず問題にする。作り方を確認したのち、それがいくつあるかを頭の中でやってみる。それから実際にビーンを配って数えさせる。生徒数は24名で、3人ずつ8つのグループが構成され、これについて討論が数分間行われた。次に、各辺が12のとき、更に15のとき、どうなるかが問われた。

50のとき、 $50 \times 4 = 200$ ,  $200 - 4 = 196$  というのがほとんどであった。

Schuett 先生 (女性) は、各辺と個数を対応させた表を作成した。2～3週間前から変数を習ったということで、変数を用いて表現することが問われた。

$A \times 4 - 4$ ,  $2x + (x - 2) \cdot 2$  の2通りが生徒から出された。右の式が左の式と同じことを確認して、この問題を終わる。

最後に、三角形で、7 個のビーンではどうなるかを考えさせて終了する。

#### (2) 考 察

問題解決で、具体物を実際に使用して、具体から一般へと、最後は文字を使うことによってまとめたことは、1つのやり方であろう。しかし、日本の8年生 (中2) の場合、こ

のような問題で、具体物を取り上げ実行させるかについては議論の余地がある。

14. Stevenson 中学校, 8 学年, 代数, Kimura 先生

Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日 (月) 午前

(1) 授業の様子など

Kimura 先生 (女性) は, ハワイ大学の教育実習生である。授業は次のような手順で進む。

- ①宿題の答え合わせをする。a. 先生が順々に答を言う。生徒はそれを聞いて友人のプリントを添削する。b. 生徒が質問をし, それについて先生が答える。
- ②教科書の一次方程式の練習問題を解く。a. 先生が黒板に解き方の手順を書く。b. 生徒はそれぞれ問題を解く。c. 指名された生徒が黒板に解答を書く。d. 先生が解説をし, 特に質問がなければ, 次の練習問題をやる。e. c~d が2回ほど繰り返される。
- ③宿題のプリントが配布され, 授業は終わる。

(2) 考 察

今回いろいろな学年, 内容の授業を参観する機会に恵まれたが, 教育実習生の授業は初めてであり参考になった。

授業は一斉授業で, ①宿題の答え合わせ, ②問題解決, ③生徒が黒板に解答を書く, ④教師が解説する, ⑤宿題を出す, という流れの中で, 生徒同士の討議など全くみられなかった。いわゆる一方通行である。もちろん取り上げる内容にもよるが, 日本での教生, 初任の先生などによくみられるパターンである。この点は, 日米でもあまり違いがなさそうである。

なお, この授業についての学習指導案はなかった。今回の参観で, Lesson Plan を用意して下さった先生が何人かいらしたが, 「目標と授業の流れ」を記述しているのが大部分で, 3つの欄に分けて予想される反応などを記述するという日本式のものは全くみられなかった。

15. Stevenson 中学校, 8 学年, コンピュータ・リテラシー, Casayuran 先生

Honolulu ハワイ州, 1988年11月28日 (月) 午前

(1) 授業の様子など

この授業は数学科の選択科目の1つであり, 8学年の生徒の約2割 (このクラスの他にもう1クラスある) が履修しているという。コンピュータ・リテラシー (芦葉, 1986) の授業は始まったばかりであり, Casayuran 先生 (男性) は, 本時, 次の2つを実行できることを目標としていた。①『Computer Literacy』(G. Bitka 著, Addison Wesley 社) という教科書の問題の文章を, レイアウトを考えながら打ち込む。②配布されたプリントの文章をそのまま打ち込む。

(2) 考 察

このような科目がいつの日にか日本でもできるのであろう。そのとき、数学、他教科、それとも独立した1つの分野で取り上げるかは、大きな問題を提起していると思われる。

16. Carbondale 高校 (東キャンパス), 9 学年, 代数, Faro 先生  
Carbondale イリノイ州, 1988年11月14日 (月) 午後

(1) 授業の様子など

Carbondale 高校には, 2つのキャンパスがあり, 1つは東キャンパスで9学年(240名)だけ通学している。もう1つは中央キャンパスで10~12学年の生徒が通学している。

9学年の代数の授業を参観する。生徒数は10名で, Faro 先生 (女性) によると, 13年間の教職経験で, 1学級の生徒数が10名というのは最も少ない生徒数という。教科書は「代数 I」で, その著者は, J. Saxon である。Faro 先生は, 代数 I の他には, 幾何 (28名の学級), 高等代数 (30名の学級) を教えているという。

本時は, 同教科書の100~101ページにある6題の「分数式の約分」を取り上げ, 残りを宿題とし, その後, 2つの問題解決 (数当てゲーム, パターン発見) をする。所要時間は約40分である。

6題の中の次の問題,  $\frac{3x^2y - 6x^3y^2}{3x^2y}$  について,  $\frac{3x^2y - 6x^3y^2}{3x^2y} = 6x^3y^2$  と約分したことに対して, いけない理由を反例をあげて説明した。

数当てゲームは, ①2つのチームに分ける, ②各チーム100未満の数を決め, 質問してその数をお互い当てるゲーム, 早く当てた方が勝ち, ③あっていれば「はい」, 間違っていれば「いいえ」と答える, ④「いいえ」になるまで質問を続ける権利がある, ⑤質問は, ~より大きい, ~より小さい, ~と~との間, に限るというものである。

その後, ②の100という数値を1000に変えてみたり, ⑤の質問を3つに限定せず, ~の倍数, 偶数などといった質問もできるようにして, このゲームを進めた。

パターン発見は, サイコロを2個ふって, 先生がそれぞれの目にどんな数を対応させているかを当てさせるものである。皆ははじめわからなくて, サイコロを1個にして, 「花卉」ということをヒントに数を当てることができた。

なお, 9学年はアメリカでの9~12学年からなる高校の, 高1に相当する。大学1年生を呼ぶときと同じようにフレッシュマンともいう。もちろん, 日本での中3に対応する。その9学年での数学の科目の選択状況 (240名中の百分率) は次の通りであった。

一般数学 5%, 前代数 11%, 代数 I 60%, 高等代数 13%, 幾何 12%

(2) 考 察

授業に関して, 誤答例について反例をあげるのは1つの説明法であるが, これでは不十分であろう。つまり,  $5/3 = 3 + 2/3 = 2$  としてよいかと聞いて, それができないのと同じようにこれもできない, と説明した。この場合,  $\frac{a-b}{a} = \frac{a}{a} - \frac{b}{a} = 1 - \frac{b}{a}$  であって,  $-\frac{b}{a}$  ではないことをきちんと説明すべきであろう。

そして、「分数式の約分」では、分母、分子を因数分解してから計算するとよいことにも触れた方がよかったと思われる。

Saxon 氏の教科書は、どちらかと言うと、計算重視、繰り返しやることを念頭にいた教科書で、NCTM (全米数学教師協議会) の雑誌にもその教科書の広告がよく掲載されている。

校長先生・Faro 先生との質疑では、この教科書を使用した生徒の成績は上がるということであった。この点については Accountability (責任, 採算性) の考えと無縁ではないだろう。

数あてゲームで、数値を変えたり、質問の条件を広げてみたりすることは、問題づくりの活動 (竹内・沢田, 1984; Nagasaki・Hashimoto, 1985) をしていることになる。本時のこの活動自体は評価されるが、そのことの押え (生徒はただ何となく条件を変えて質問しているようであった) が必要であろうし、また「代数」の内容とどんな関係があるのかよくわからなかった。

パターン発見は、帰納の考えで一般的なきまりをみつけること (橋本, 1989) を期待しているのかと思ったが、花卉との類推でパズルに過ぎずあまり感心したものではなかった。

科目に関して、同一学年 (日本の中3) に5つも用意されていたことは驚きであった。この高校の例を示すと図3 (CCHS, 1988) のようになる。同一学年で「代数」を7割ほどの生徒が履修していたとき、下位の生徒に「納得の数学の考え」 (寺田, 1989) で代数を履修させるのではなく、実用に重きを置いた数学を教授している。その背景にはコアオプションモジュール (Fujita 他, 1986) の考えが日本にはあるが、それと米国での9~12学年のあり方を対比させてみることは、一考に値するであろう。

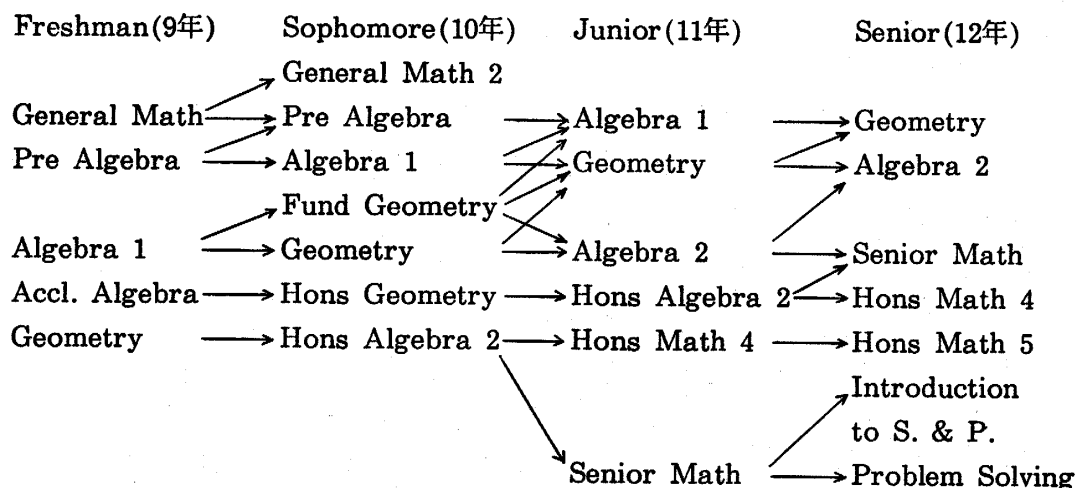


図 3. Mathematics Department Course Sequence



17. Cedar Shoals 高校, 9 学年, 幾何, Pappas 先生  
Athens ジョージア州, 1988年11月22日 (火) 午前

(1) 授業の様子など

9 学年の幾何——三角形の 5 心の中の傍心 (清宮, 1988)——の授業を参観する。生徒数は 27 名で、そのうち 10 年生が 5 名ほど履修していた。

まず 4 心について復習したあと、生徒に定規・コンパス・分度器を配り、それを利用して任意にかかせた三角形について傍接円を作図させる。

生徒は 2～3 人の小グループで自由に相談しながら、それぞれのかいた三角形について傍接円を作図していく。大きくなりすぎて紙をはみだしたりしながらも工夫している。約 5 分経過したところ、3 つの傍接円をかかせ、それらの間になりたつ関係をみつけさせる。わかった生徒は、Pappas 先生 (女性) のところにみせにいく。この間の作業時間は 17 分間であった。その後、三角形の 3 つの角の大きさを、 $2a$ ,  $2b$ ,  $2c$  として、傍心についての角を表すことを求めさせたが、次回に取り扱うことになる。

(2) 考 察

米国での数学の科目の典型的な履修の仕方は、「9 年代数・10 年幾何」である。我々も典型例の 1 つとして、16 で述べたような 9 年代数、18 で述べるような 10 年幾何の授業を参観する機会を得た。本時の生徒は、advanced であるという (通常より 1 年早く、幾何を履修している)。本当に、できる子を伸ばそうという姿勢がみられる。

1 時間の授業で、内訳は、復習 10 分、はじめの作業 25 分、次の作業 17 分、関係をみつけさせること 8 分であった。傍心を 2 つの外角の二等分線の交点として求めてはいるが、次の 2 点が気になった。

- ①傍接円の半径を正確でなく、適当に決めているものがみられる。
- ②内角の二等分線が傍心を通ることには、ほとんど気がついていない。

生徒に何かを見つけさせようという教師の姿勢はみられるが、前時の内心の指導をどのようにしたかとも関連して、別段まとめをすることもなく途中で終わる。

18. Carbondale 高校 (中央キャンパス), 10 学年, 幾何, Berg 先生  
Carbondale イリノイ州, 1988年11月16日 (水) 午後

(1) 授業の様子など

訪問した際、校舎内の階段に車イス用の電動式のリフトが設置されているのが目につく。

生徒数は 23 名 (男 13, 女 10), 授業時間は 50 分である。授業の流れは次の通りである。

- ①前日の宿題の答え合わせ ②定義の復習
- ③平行線についての性質を前提として認める。
- ④ 4 つほどの定理を証明する。
- ⑤上記③, ④をもとに定理を証明する。

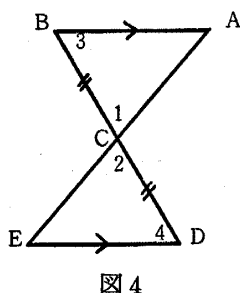


図 4

表 3 コラムプルーフ

① $\overline{AB} \parallel \overline{ED}$	① 仮定
② C は $\overline{BD}$ の中点	② 仮定
③ $\overline{BC} \cong \overline{CD}$	③ 中点の定義
④ $\angle 1 \cong \angle 2$	④ 対頂角は等しい
⑤ $\angle 3 \cong \angle 4$	⑤ 平行なので錯角は等しい
⑥ $\triangle ABC \cong \triangle EDC$	⑥ 二角夾辺が等しい
⑦ $\overline{AB} \cong \overline{ED}$	⑦ 合同な三角形で対応する部分は合同である

⑥問題を4題解決する。そのうちの1題は、

仮定； $\overline{AB} \parallel \overline{ED}$ ，Cは $\overline{BD}$ の中点

結論； $\overline{AB} \cong \overline{ED}$

この間の解説に7分を要する（図4，表3）。

⑦宿題を7題出す。

以上，講義式で，時々生徒を指名し答えさせる程度であった。

なお，Berg 先生（女性）は一週間に，5学級×5（月～金）=25 学級受け持ち，1単位時間は55分なので，合計1375分，教えているという。

## （2）考 察

図形の論証指導ということで興味があった。というのは，証明の記述の仕方，米国で Column Proof, Paragraph Proof あるいは T. Chart と呼ぶやり方は，日本ではやらないので，これが実際の授業でどう取り上げられるのだろうかと思ったからである。

これは表3のようなものであり，証明の記述の際，たて棒を1本ひき，その右側に理由を記述し，その理由（真と認められる前提条件，命題）から演繹される命題，結論を左側に記述するというものである。何人かの生徒のノートを見てみたが，当然のことながら，このコラムプルーフで記述していた。ほとんど教師からの一方通行であり，生徒は板書を写しているという状態であった。

Berg 先生によると，10学年の幾何は今日の授業のように講義式のスタイルが多いとのことであった。そうしないと，とてもあの分厚い教科書を終えることはできないだろう。実際は，2年間で少し残るか全部やり遂げるという。教科書を終えることに関しては，ウィルソン教授が，日本は must be，米国は might be，と言ったことが印象に残っている。

授業の受け持ち時間であるが，Berg 先生に比べると日本の高校の先生の受け持ち時間は，国際数学教育調査（国立教育研究所，1982）によると，かなり下まわっているといえる。予想以上に，米国の数学の先生は大変であると思った。

19. Cedar Shoals 高校, 10学年, 代数, Pappas 先生  
Athens ジョージア州, 1988年11月22日 (火) 午前

(1) 授業の様子など

17で紹介した同じ先生による代数の授業である。生徒数は15名である。

教科書は, Algebra Two with Trigonometry (メリル社) であって, 本時は平方根の章の累乗根とその計算である。まず, 宿題の答え合わせをする。宿題は偶数番であった。

先生が説明したり, 生徒に説明させたりする。例えば, 次のような間に生徒が黒板に解答をかく。 $\sqrt[3]{2}(3\sqrt[3]{4}+2\sqrt[3]{32})=3\sqrt[3]{8}+2\sqrt[3]{64}=6+8=14$

今日は, 我々との懇談があるというので, 次時のための宿題を出して終わりとなった。

(2) 考察

内容については, 上の例のような複雑な計算までする必要があるのかと思う。

宿題が出るのはともかく, その解説にかなりの部分の時間がとられているようである。日本の大学の単位は, 1時間の授業について, 予復習を見込んでその2倍位の時間をも考慮に入れて成り立っているといえる (法令参照)。米国の中高等教育における数学の授業はこれに近い考えで成り立っているのであろうか。生徒同士の討議を通してお互いの考えを深めていくなどということよりも, 「解説」的な雰囲気が強いように感じた。

20. Carterville 高校, 12学年, 微分・積分, Bratcher 先生  
Carterville イリノイ州, 1988年11月15日 (火) 午後

(1) 授業の様子など

数学の教室——Bratcher 先生 (女性) の教室——には, 教師用および生徒用のコンピュータ14台が配置されている。生徒数は10名で, 一人が1台のコンピュータを使用していた。教師用のコンピュータの画面は, 透明の液晶板にも表示され, それが OHP によってスクリーンに投影されていた。なお, この生徒たちは, PASCAL を勉強中という。

授業についてのテーマ, ねらい, 授業の概略, 使用した問題は次の通りである。

テーマは最大・最小問題で, ねらいは2つあり, 1つは生徒が問題解決の道具としてコンピュータを使えるようになることにある。もう1つは, 生徒が微分の知識を用いて最大・最小の問題を解決できることにある。

授業の概略は次の通りである。①最大・最小を求めるための方略を復習する。OHP によって順に大事なことを書きながら写し出す。特に, 第2次導関数の値の正, 負, 0 が要点となることを指摘する。②3つの問題を取り上げ, 解決させる。③解答を2つのねらいにそって提示する。④本時の授業に関連して最大・最小問題を10題書いた用紙が配布され, 丁度10人いるので, 一人1題をくじによって割り当て, 宿題とする。

3つの問題の1つの問題は次の通りである。なお, 2つめは距離の問題, 3つめは球に内接する円すいの問題である。

たてが 8 cm, 横が 14 cm の長方形の紙がある。4 すみから同じ大きさの正方形を切りとり, ふたのない箱を作る。この箱の容積を最大にするには, 切りとる正方形の 1 辺の長さを何 cm にすればよいか。また, このときの箱の容積を求めよ。

まず, この問題を BASIC でプログラムを作って, 入力し, 実行させ解いていた。すなわち, 切りとる正方形の 1 辺の長さを, 0.1 から 4 (たての長さの半分) まで, 0.1 きざみに変化させながら, 容積の変化を調べて最大となる 1 辺の長さを探していた。これによると, 1.6 のとき, 82.9 で最大となる。次に, 微分を用いたやり方で解いたが, このときの 1 辺の長さは,  $(22 - \sqrt{148})/6$  で, これは約 1.6 でコンピュータで求めたときと同じになることを確認する。授業は丁度, 50 分で終わった。

## (2) 考 察

ねらいの 2 番目の微分で解答を出すやり方は, 解析の授業では一般的なものである。しかし, 1 番目のやり方は数学授業でのコンピュータの使い方を示唆するものであろう。新学習指導要領では, 中・高においてコンピュータをどのように導入するかが問題となる(沢田, 1989; 森本, 1989) が, この使い方は参考になるものと考ええる。なお, Bratcher 先生によると, コンピュータを微積の授業で使う場合は, もちろんセクション(内容)によるという。また, 宿題は毎時間与えているとのことであった。

さすがに微積を学習する生徒たちだけあって, 授業中, 私語らしいものは全くなかった。米国の生徒の数学成績は, 国際数学教育調査にみるように, あまりよくないけれども, この生徒たちを見ていると, それは平均で測っているのだと痛感した次第である。

## ま と め

幼稚園での数遊びから高校 3 年の微分の授業にいたるまで, のべ 20 学級の授業を参観というよりも観察することができた。大部分の授業は始めから終わりまで, そして授業後 30 分~60 分の話し合いの場を設定して戴き, たくさんを知ることができた。

20 の事例を通して得られたことをまとめると次のようになる。①~⑧は授業に関すること, ⑨~⑪は制度, ⑫は数学授業でのコンピュータの取扱いにかかわることである。

①学習指導案は, 目標, 授業の流れ, 授業での取り上げる問題を記述している。(事例 14)

日本のように予想される児童・生徒の反応, 時間の目安までは書かないようである。

②教材研究はどこでも大事なことである。(事例 2, 3, 4, 20)

事例 2, 3, 4 は幼・小学校低学年ではあるが, 「数学的」活動をさせている。事例

20 は教師の工夫によって微積の授業が変わりうることを示唆している。また, 事例 4 は児童をひきつけるに十分な授業展開を試みていた。

③授業で取り上げる文章題の問題場面では, 場面に現実性がある。(事例 3, 8, 9)

日本の場合, 検定上の制約があるものの, あまりに算数・数学の問題が簡潔になり過ぎているようである。

- ④授業で取り上げる複数の問題について、前の問題をやらせたとき、そこでの要点をはっきりさせて次の問題に進むという配慮があまりないようである。(事例 7, 10, 16)

児童・生徒に意図的につながりを示唆するようなことを前の問題で指摘しておくことは問題解決にとって重要なことである。日本の場合、2つの問題があると、一般にそれらのつながりはどうなっているのか、またそのために始めの問題でどんなことを押えたのかは、授業研究会で話題となるところである。

- ⑤1つの授業の中で異なった指導内容をいくつかにしぼって教える。(事例 6)

異なった活動をいろいろと工夫した例として、事例 4 がある。日本では、内容(話題)を一貫して教えるということが多いが、興味の持続という点で、たとえ1つの授業の中でも工夫する必要があることを、これらの例は示しているのかもしれない。

- ⑥宿題が出され、授業の始めに前時の宿題の答え合わせをする。(事例 11, 14, 18, 19, 20)

日本でも宿題は出されるが、米国ではほとんど毎日のように、しかも全体的に授業の中で宿題にかけけるウエートが高いようである。国際数学教育調査(国立教育研究所, 1986)によると、中学生・高校生の数学の週当り宿題時間(単位; 時間)は、日本(中; 1.7, 高; 3.3)に対して、米国(中; 2.6, 高; 4.4)となっていて、米国の方が日本よりも宿題時間数は多い。

- ⑦授業の終わりでの本時のまとめということがない。(事例 5, 9, 11, 17)

米国の授業では、一般的に本時のまとめがなかった。もちろんなくてもよい場合もあるが、少なくともこれら4つの事例では、まとめがないと大部分の児童・生徒にとっては、やりっぱなしになってしまうのではないだろうか。授業と授業の間隔が短いことなどにもその要因があると思われる。しかし、日本ではあまりに「まとめ」を大事にしすぎるということがあるかもしれない。

- ⑧グループ学習が設定されている。(事例 5, 9, 10, 13, 17)

個人を尊ぶという点でほとんどグループ学習はないものと思っていたが、役割を決めてのグループ学習など今回いくつか知ることができた。日本での班などと共にもっとグループ活動の有用性を掘り下げて調べてみる必要があるだろう。班学習に関連して、杉山(1989)が「日本人よ、自信をもて。自信をもって、自分のしていることを高めていけ」ということも忘れてはなるまい。

- ⑨算数・数学の進んでいる児童・生徒を伸ばす仕組みになっている。(事例 1, 12, 17, 20)

日本では slow learner の方に重きをおいて、進んでいる子は授業中は勝手にという場合が少なくないが、米国ではその子たちを伸ばす受け皿を用意しているという点は一考に値する。高校の数学の科目で、AP Calculus は大学の数学の授業での単位の振替になる。高校生(Cedar Shoals 高)で高校でやる数学がないので、大学(ジョージア大)で数学を勉強しているという例もあった。

- ⑩高校数学では多様な選択のコースを用意している。(事例 16)

日本の高校数学科の学習指導要領(1994年実施)でも「多様化」が特徴といわれるが、その理念と科目・内容の選択の仕方は、日米で大分異なっている。

- ⑪中等学校における数学の先生の授業の受け持ち時間が日本の先生よりも多いようである。

## (事例 12, 18)

しかし、日本と比べてクラブ活動、生活指導ということはほとんどなく、午前8時までに出勤して午後3時過ぎには帰宅というのが一般的なことのようにある。

## ⑫コンピュータの上手な使い方を提示している。(事例 12, 20)

事例12は、問題解決にコンピュータの「繰り返し」という特性をよく生かしている例である。事例20は、②でも指摘したように画期的な使い方であると考ええる。なお、コンピュータ・リテラシーという科目の授業(事例15)もあったが、将来の日本のカリキュラムの科目構成の参考になるであろう。

最後になったが、このような素晴らしい機会を与えて下さった方々に謝意を表する次第である。

## 参考文献・引用文献

- 芦葉浪久「コンピュータの学校教育利用」東京書籍、1986、pp.121-140  
 Becker, J. & Miwa, T. (Ed.) 「Proceedings of the U.S.—Japan Seminar of Mathematical Problem Solving」 Southern Illinois University, 1987  
 Carbondale Community High School (CCHS) 「Central CCHS Course Description Book 1988-1989」 1988、p.21  
 Fujita, H., Terada, F. & Shimada, S. 「Toward a Mathematics Curriculum in the Form of the Core and Option-Modules」 The City University of New York, 1986、pp.56-62  
 橋本吉彦「数学的問題解決における方略・困難点に関する比較文化的研究」算数数学の研究、第293号、大日本図書、1986、pp.12-13  
 Hashimoto, Y. 「Classroom Practice of Problem Solving in Japanese Elementary Schools」 In J. Becker & T. Miwa (Ed.) 前掲、pp.94-112  
 橋本吉彦他「東京・ハワイの中学校数学教師の授業に関する比較研究」日本数学教育学会誌、70巻1号、1988、pp.27-34  
 橋本吉彦「数学的アイディアとそのよさの究明——帰納の考えと類推の考え」新しい算数研究、第220号、東洋館、1989、pp.2-5  
 国立教育研究所「中学・高校生の数学成績と諸条件」第一法規、1982  
 国立教育研究所「第2回 IEA 国際数学教育調査の中間報告(国際比較)」1986  
 三輪辰郎「数学問題解決に関する日米セミナー」日本数学教育学会誌、69巻1号、1987、p.75  
 森本光生「新学習指導要領とコンピュータ」科学教育研究、13巻1号、日本科学教育学会、1989、pp.46-49  
 Nagasaki, E. & Hashimoto, Y. 「Various Problems about Research on Teaching of Developmental Treatment of Mathematical Problems in Grades 1-12」 In T. Romberg (Ed.) 「Using Research in the Professional Life of Mathematics Teachers」 Wisconsin Center for Education Research, 1985、pp.172-185  
 長崎栄三「数学教育における電卓の利用に関する開発研究」(科研費報告書)、国立教育研究所、1989  
 Polya, G. 「How To Solve It」 A Doubleday Anchor Book, Second edition, 1957、pp.5-23  
 沢田利夫「中学校学習指導要領の改正の要点(数学科)」科学教育研究、13巻1号、日本科学教育学会、1989、pp.34-36  
 清宮俊雄「幾何学—発見的研究法」改訂版、科学新興社、1988、pp.3-4  
 島田 茂(編)「算数・数学科のオープンエンドアプローチ」みずうみ書房、1977  
 白川啓子「モンテッソーリ・メソッド」入門 明治図書、1986  
 杉山吉茂「アメリカの算数授業参観記」新しい算数研究、第216号、東洋館、1989、p.42  
 高木茂男「Play Puzzle パズルの百科」平凡社、1981、pp.140-141

竹内芳男・沢田利夫（編）「問題から問題へ」東洋館，1984

寺田文行「改革の基本概念とその内容」科学教育研究，13 卷 1 号，日本科学教育学会，1989，pp. 41-46

山下 昭・橋本吉彦（編）「進んでいる子を配慮した算数・数学指導」東洋館，1988