

## CAIの開発研究 (2)

### — 面積の単位換算 —

辻野 哲 司\*・高橋 英 昭\*\*

(1992年10月7日受理)

### 1 緒 言

我国の小学校では、2年生から4年生までの間に、

長さの単位として、mm, cm, m, kmを、

面積の単位として $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$ ,  $\text{km}^2$ を、

教えることになっている。

このように、低学年から学習しているメートル法に於て、その単位換算に関する次の調査報告がある。

1つは小学校6年生を対象としたもの<sup>1)</sup>で、その一部分を掲載すると表1のようになる。もう1つは、中学1年生を対象としたもの<sup>2)</sup>で、表2のように得られる。

表1 単位換算に関する問題の正答率<sup>1)</sup>

問 題	正答率(%)	主な誤答例
○長さの単位変換 300cm=[ ]m	94	0.3
○面積の単位変換 7.3 $\text{m}^2$ =[ ] $\text{cm}^2$	30	730, 7300, 73
5.9 $\text{km}^2$ =[ ] $\text{m}^2$	19	5900, 590, 59

表2 単位換算に関する問題の正答率<sup>2)</sup>

問 題	正答率(%)	主な誤答例
○長さの単位換算 (問題は記述されていない)	90	—
○面積の単位換算 0.2 $\text{m}^2$ =[ ] $\text{cm}^2$	54	20, 200
3200 $\text{cm}^2$ =[ ] $\text{m}^2$	46	32, 3.2

両表より、長さの単位変換は90%以上の正答率を示し、大方の子供達は理解しているとみなせる。しかし、面積のそれについては、単純な問題にも拘らず、正答率はかなり低い。

特に中学生まで、50%そこそこなのは驚きである。

ところで、表の誤答例ならびに、いくつかの報告<sup>3)4)5)</sup>を見ると、2次元量である面積の単位を1次元量の長さの単位と混同し、変換を行っている(例えば、 $1\text{m}^2=100\text{cm}^2$ などの誤答)。つまり、中学生になっても、2次元単位の相互関係を良くつかんでいない事になる。

\* 岩手大学教育学部

\*\* 滝沢村立篠木小学校

一方、学習の個別化が望まれている今日、CAIはその有効な方法の1つである。そこで本研究では、この面積の単位下げ換算に関するCAIを通して、単位換算のアルゴリズムを子供達に理解させようとするものである。

## 2 開発仕様

### 2-1 基本構想

駒林<sup>6)</sup>による授業書を1部分参考にして、次のような基本構想を立てた。

面積の単位下げ換算を行う過程を、3つのstepに分ける。まず、step1では、問題として提示された面積を、縦の長さを単位長さとして、

$$\text{面積} = \text{縦の長さ (単位長さ)} \times \text{横の長さ}$$

の形で表示する。

step2では、step1で求めた縦の長さ、横の長さを、下げようとする単位に変換する。

それから、step3で、変換した単位で面積を計算する。

このようなアルゴリズムのもとで、問題として提示された面積は、下げようとする単位で面積で表され、答が得られる。

### 2-2 設計仕様

面積の単位下げ換算の考え方の理解が目的であるから、使用単位を「 $\text{m}^2$ 」→「 $\text{cm}^2$ 」に限定して、コースウェアを作成する。

#### 2-2-1 m (メートル) のcm (センチメートル) への換算

まず、例として

$5 \text{ m} = \boxed{?} \text{ cm}$  (5 mは何cmですか) を、メッセージ付のスモール・ステップで解くフレームを作成する。

その後、類似の問題を1問出すことにする。この時、1回目の回答で正答となった数をAとすれば、 $A = 1$ で次節へ、 $A = 0$ で治療フレームへ分岐し、さらに、教師の指導のもとで、例題をもう1度復習してから、次節へ進む。

#### 2-2-2 面積を「1 m×横の長さ」の形で表す。

例題として面積  $5 \text{ m}^2$  を、

$$5 \text{ m}^2 = 1 \text{ m} \times \boxed{5} \text{ m}$$

の形で表す練習を、スモール・ステップで行う。

その後、例題と類似の問題を1問出すが、誤答時には、2-2-1節と同様の処理を行う。

以上で、2-1節・基本構想のstep1, step2をクリアできると思われるので、次の本題に入る。

#### 2-2-3 $5 \text{ m}^2 = \boxed{?} \text{ cm}^2$ の解法

2-2-1節, 2-2-2節を踏まえて、下記の流れを、メッセージ付のスモール・ステップで解くフレームを作成する。

$$\begin{aligned}
 5 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times \boxed{5} \text{ m} \cdots \cdots 1 \text{ m} \times \boxed{\quad} \text{ m} \text{の形にする。} \\
 &= \boxed{100} \text{ cm} \times \boxed{500} \text{ cm} \cdots \cdots \text{mの単位をcmの単位になおす。} \\
 &= \boxed{50000} \text{ cm}^2 \cdots \cdots \text{面積をcm}^2 \text{の単位で求める。}
 \end{aligned}$$

つまり、 $5 \text{ m}^2 = 50000 \text{ cm}^2$ となるわけである。

その後、類似の問題を2問出すことにし、 $A \geq 1$ で次節へ、 $A = 0$ で教師の指導のもとで、例題をもう1度復習してから、次節へ進む。

#### 2-2-4 面積の単位下げ換算に関する文章題

計算はできるが、文章題のできは良くないと言われる<sup>7)8)9)10)</sup>が、面積の単位下げ換算についても同様と思われる。

そこで、「縦の長さ3 m、横の長さ8 mの長方形の面積は何 $\text{cm}^2$ ですか」という文章題を例として取上げる。

ところで、縦3 m、横8 mの長方形の面積は $24 \text{ m}^2$ であるから、文章題は

$$24 \text{ m}^2 = \boxed{?} \text{ cm}^2$$

と同じ問題である。

よって、この事を子供達に気付かせるフレームを設定すれば、後は2-2-3節と同様の手法を用いる。

したがって、下記の流れを、メッセージ付のsmall・ステップで解くフレームを作成する。

$$\begin{aligned}
 3 \text{ m} \times 8 \text{ m} &= \boxed{24} \text{ m}^2 \cdots \cdots \text{面積をm}^2 \text{の単位で求める。} \\
 24 \text{ m}^2 &= \boxed{?} \text{ cm}^2 \cdots \cdots \text{文章題は、左記と同じ問題になる事を気づかせる。} \\
 24 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times \boxed{24} \text{ m} \cdots \cdots \text{面積を1 m} \times \boxed{\quad} \text{ mの形にする。} \\
 &= \boxed{100} \text{ cm} \times \boxed{2400} \text{ cm} \cdots \cdots \text{mの単位をcmの単位になおす。} \\
 &= \boxed{240000} \text{ cm}^2 \cdots \cdots \text{面積をcm}^2 \text{の単位で求める。}
 \end{aligned}$$

よって答は、 $240000 \text{ cm}^2$ となる。

その後、例題と類似の問題を2問出す。

これまでは、単位を「 $\text{m}^2$ 」→「 $\text{cm}^2$ 」に限定して、フレームを作成してきた。

ところで、面積の単位下げ換算はこの他にも、たくさん存在する。そうすると、本報告における基本構想が、別の単位の場合にも成立することを打ち立てておけば、後は機械的に問題を処理できることになる。そこで、次に示すような新しい単位<sup>6)</sup>を導入する。

#### 2-2-5 新しい単位の導入

まず、子供達の興味・関心を引くため、ガロア国という仮想上の国で使用している長さの単位「G (ガバチョ)」と「P (ペロ)」を紹介することから始める。

但し、 $1 \text{ G} = 3 \text{ P}$ とする。

#### 2-2-6 長さの単位G (ガバチョ) のP (ペロ) への換算

例として、 $5 \text{ G} = \boxed{?} \text{ P}$  (5 Gは何Pですか) を、メッセージ付のsmall・ステップで解くフレームを作成する。その後、問題を1問出す。誤答時の処理は2-2-1節と同じとする。

**2-2-7 面積を  $1 G \times$  横の長さの形で表す。**

ガロア国でも、正方形や長方形の面積は縦の長さ  $\times$  横の長さで求められる事を述べた後、例題として面積  $5 G^2$  を

$$5 G^2 = 1 G \times \boxed{5} G$$

の形で表す練習を、スモール・ステップで行う。

その後、例題と類似の問題を1問出すが、誤答時には、2-2-1節と同様の処理を行う。

**2-2-8  $5 G^2 = \boxed{?} P^2$  の解法**

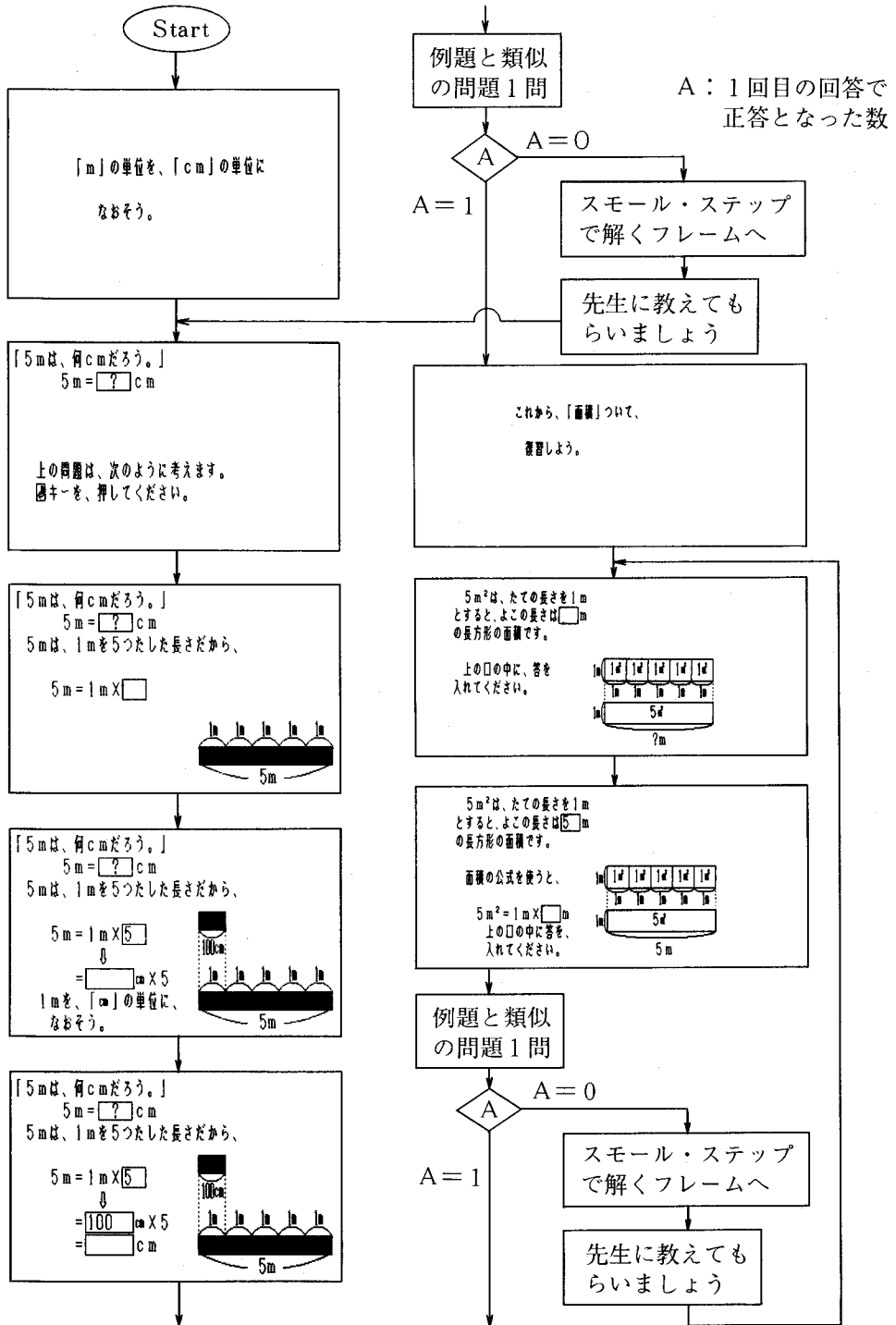
フレーム構成は2-2-3節と同様とする。

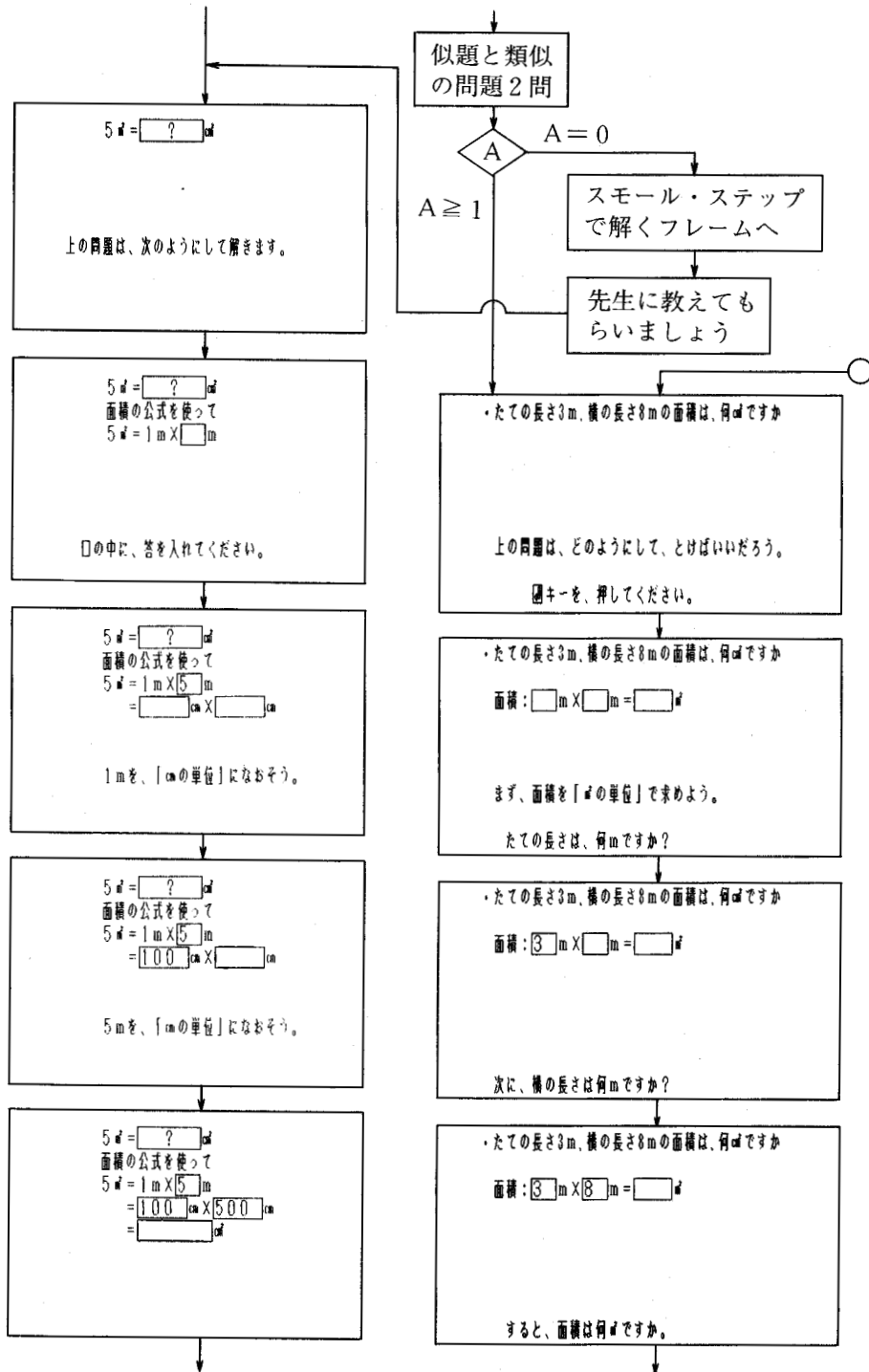
**2-2-9 新単位における面積の単位下げ換算に関する文章題**

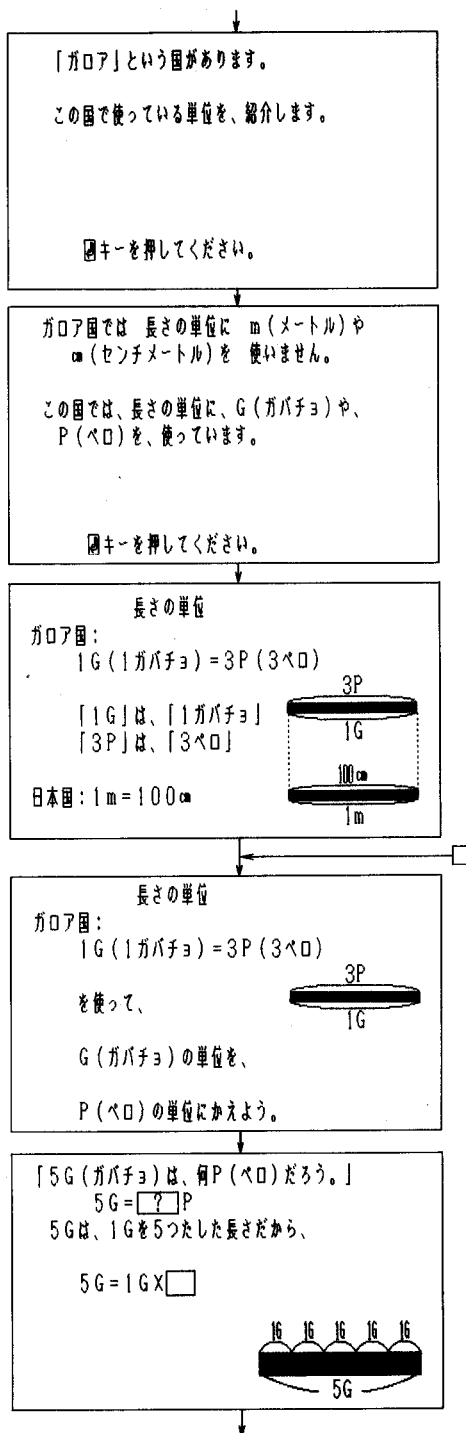
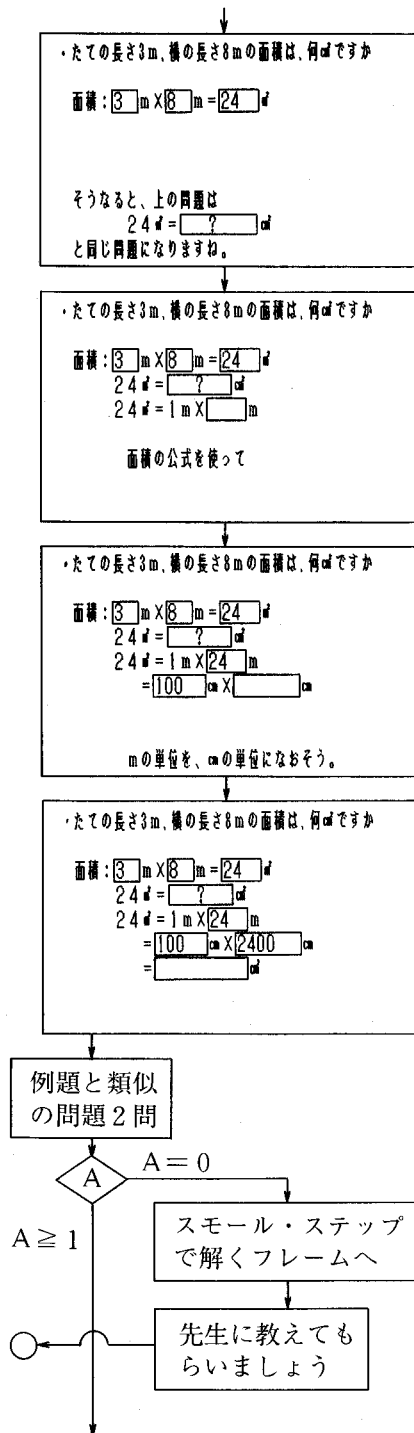
フレーム構成は2-2-4節と同様とする。

上記の設計仕様に基づいて作成したCAIコースウェアフローチャートの概要を次に記す。なお、作成に際し、シャープシステムプロダクト(株)製「AX・CAIオーサリングシステム」を使用した。

3 コースウェアフローチャートの概略







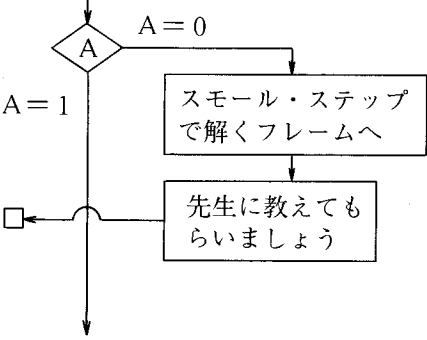
「5G(ガバチョ)は、何P(ペロ)だろう。」  
 $5G = \square P$   
 5Gは、1Gを5つたした長さだから、

$5G = 1G \times 5$   
 $\downarrow$   
 $= \square P \times 5$

「5G(ガバチョ)は、何P(ペロ)だろう。」  
 $5G = \square P$   
 5Gは、1Gを5つたした長さだから、

$5G = 1G \times 5$   
 $\downarrow$   
 $= 3P \times 5$   
 $= \square P$  (ペロ)

例題と類似の問題1問



「ガロア国」の正方形の面積

ガロア国の正方形の面積は、日本と同じように、  
 [たての長さ×横の長さ]で、求められます。

「ガロア国」の正方形の面積  
 [正方形の面積=たての長さ×横の長さ]

たての長さが1G(ガバチョ)で、横の長さが1G(ガバチョ)の正方形の面積は、  
 $1G \times 1G = 1G^2$  (1平方ガバチョ)です。  
 「 $1G^2$ 」は、「1平方ガバチョ」と、読みます。

「ガロア国」の長方形の面積  
 面積の公式: [長方形の面積=たての長さ×横の長さ]

たての長さが2G(ガバチョ)で、横の長さが3G(ガバチョ)の長方形の面積は、  
 $2G \times 3G = 6G^2$  (6平方ガバチョ)です。

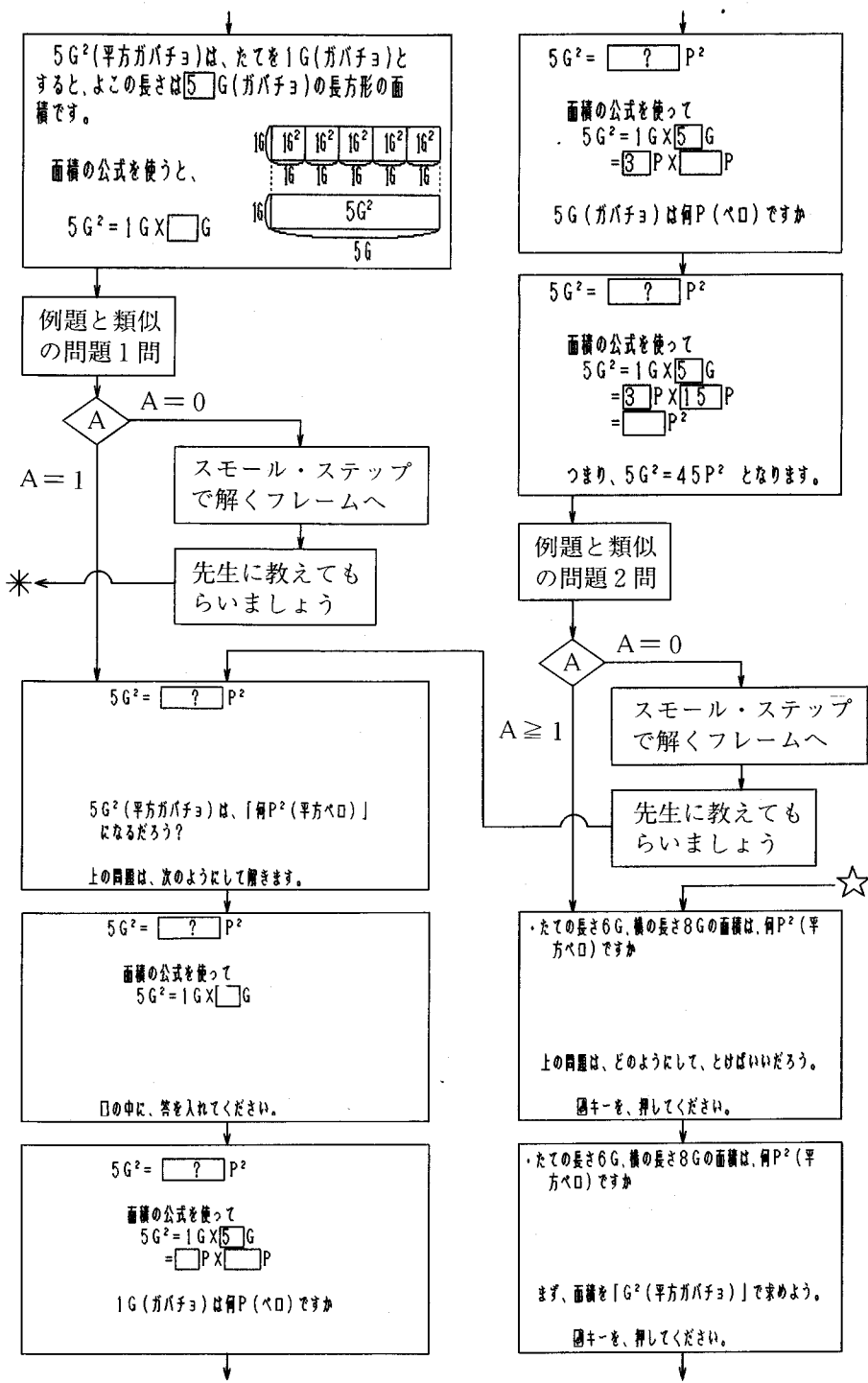
面積の公式:  
 [面積=たての長さ×横の長さ]

について、もう少し練習しよう。

$5G^2$ (平方ガバチョ)は、たてを1G(ガバチョ)とすると、よこの長さは  $\square G$ (ガバチョ)の長方形の面積です。

上の口の中に、答えを入れてください。





・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $\square G \times \square G = \square G^2$

まず、面積を「G<sup>2</sup>(平方ガバチヨ)」で求めよう。

たての長さは、何G(ガバチヨ)ですか？

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times \square G = \square G^2$

まず、面積を「G<sup>2</sup>(平方ガバチヨ)」で求めよう。

横の長さは何G(ガバチヨ)ですか？

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = \square G^2$

まず、面積を「G<sup>2</sup>(平方ガバチヨ)」で求めよう。

すると、面積は何G<sup>2</sup>(平方ガバチヨ)ですか。

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

そうなると、上の問題は

$48G^2 = \square P^2$ (平方ペロ)

と同じ問題になりますね。

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

$48G^2 = \square P^2$

面積の公式を使って

$48G = 1G \times \square G$ の形にしよう。

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

$48G^2 = \square P^2$

$48G^2 = 1G \times \square G$

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

$48G^2 = \square P^2$

$48G^2 = 1G \times 48\square G$

$= \square P \times \square P$

1G(ガバチヨ)は、何P(ペロ)ですか

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

$48G^2 = \square P^2$

$48G^2 = 1G \times 48\square G$

$= 3P \times \square P$

48Gは、何P(ペロ)ですか。

・たての長さ6G、横の長さ8Gの面積は、何P<sup>2</sup>(平方ペロ)ですか

面積： $6\square G \times 8\square G = 48\square G^2$

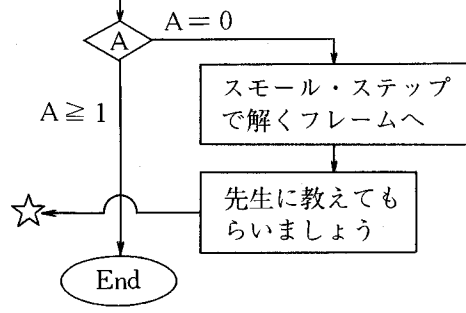
$48G^2 = \square P^2$

$48G^2 = 1G \times 48\square G$

$= 3P \times 144\square P$

$= \square P^2$

例題と類似の問題2問



4 授業実践ならびに考察

本CAIコースウェアによる授業の対象児童は、滝沢村立篠木小学校6年2組の26人である(実施日:1992年9月8日)。

授業後、若干の時間を置いて、子供達に感想文を書いてもらい、翌日、表3に示すようなテストを受けてもらった。テスト結果は表4に示すとおりである。

表3 テスト問題

1. ( ) の中に数字をいれて下さい。  
 $8 \text{ m}^2 = ( ) \text{ cm}^2$

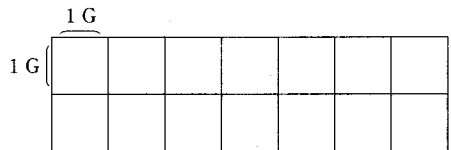
2. たての長さが9 m、横の長さが8 mの長方形の面積は何  $\text{cm}^2$  ですか。式をつくってから、答をだして下さい。  
 式：  
 答え \_\_\_\_\_  $\text{cm}^2$

3. たてが6G (ガバチョ) で、横が8G (ガバチョ) の長方形の面積は何  $P^2$  (平方ペロ) ですか。ただし、1 G (ガバチョ) = 3 P (ペロ) です。  
 式をつくってから、答をだして下さい。  
 式：  
 答え \_\_\_\_\_  $P^2$  (平方ペロ)

4. たてが8 G (ガバチョ) で、横が2 G (ガバチョ) の長方形の面積は何  $P^2$  (平方ペロ) ですか。ただし、1 G (ガバチョ) = 3 P (ペロ) です。  
 式をつくってから、答をだして下さい。  
 式：  
 答え \_\_\_\_\_  $P^2$  (平方ペロ)

5.  $5 G^2$  (平方ガバチョ) は、何  $P^2$  (平方ペロ) でしょうか。  
 上の問題をとこうと思います。下の間に答えて下さい。  
 ①  $5 G^2$  (平方ガバチョ) の長方形は、たての長さを1 G (ガバチョ) にすると、横の長さは何G (ガバチョ) ですか。( ) の中に数字をいれて下さい。  
 たての長さ→1 G      横の長さ→( ) G

② 上の  $5 G^2$  (平方ガバチョ) の長方形の面積を、下のマスめにエンピツでぬって下さい。



③ ( ) の中に数字をいれて下さい。  
 面積の公式を使って  
 $5 G^2 = 1 G \times ( ) G$   
 $= ( ) P \times ( ) P$   
 $= ( ) P^2$   
 答え  $5 G^2 =$  \_\_\_\_\_  $P^2$  (平方ペロ)

6. [長さ×長さ]の問題を2つ、つくって下さい。  
 (1)  
 (2)

7. ( ) の中に数字をいれて下さい。  
 $5 \text{ m}^2 = ( ) \text{ cm}^2$

表4 テスト問題の正答率

問題	正答率(%)	
	立式	答
1	—	84.6
2	84.6	84.6
3	80.8	76.9
4	76.9	80.8
5-①	—	100.0
-②	—	92.3
-③	88.5	88.5
6-①	—	80.8
-②	—	76.9
7	—	88.5
全体	82.7	85.4

\*テスト問題対象児童：滝沢村立  
篠木小学校6年2組の26人

問題1, 7は単純な $m^2$ から $cm^2$ への単位換算問題, 問題2は $m^2$ から $cm^2$ への換算文章題であり, 問題の正答率はどれも, 84%以上である。

この種の問題は4年生で既習しているとはいえ, 1章の表・1, および表. 2の調査報告を考慮すれば, 高い正答率といえる。

問題6は, 2次元量である面積の概念を理解しているか否かを問う問題であり,

正解を2つ書けた者は21名で80.8%

正解を1つしか書けなかった者は20名で76.9%

であった。

問題3, 4, 5は仮想単位 $G^2$  (平方ガバチョ) から $P^2$  (平方ペロ) への換算に関する文章題である。

この単位は, 次の感想文 (すべて原文のまま) にあるように, 子供達に幾分かの戸惑いを与えた面もあるが, 興味・関心を呼び, 授業を面白くさせた。

パソコン学習は, 私の一つの楽しみです。今回の学習は, 少しむずかしいような気がしたけれど楽しかったです。はじめに, ガバチョ, ペロなんていうことばが出てきてまよってしまいました。しかし, パソコンでくわしく教えてくれるので, だんだんわかるようになってきました。

私の学級だけこのパソコンができて, うれしく思いました。それと同時に楽しく, 勉強になったと思います。 (T, K)

9月8日にやっとのことでパソコン学習をしました。前までは, パソコンがこわれていてできなかったけどできたのでよかったです。やっていくと何だかかんたんになってきたけど, ガバチョとペロがでてきてとてもむずかしかったです。でも, やっていくうちにわかってきてスラスラできるようになってきました。

次の日にテストをして全部できました。全部当たっていたらいいと思いました。それにパソコン学習はとてもおもしろかったです。 (T, Y)

このようなパソコン学習は、これで二度目ですが、いつもと少しちがう楽しさでした。特に、G (ガバチョ) とP (ペロ) を使った問題が、いつもと単位がちがうので、そこがおもしろかったです。GをPになおす問題は少しやりづらかったです。

それにこの学習をして、何mから、何cmにする簡単なやり方もわかりました。だから、これからの勉強にも、使っていきたいと思います。(T. S)

他に11名の子供達が同じような事を書いている。

一方、G (ガバチョ) やP (ペロ) が出てきて、わからなくなったという子供が4名いた。1例としてD.Hのものを載せると

私はパソコン学習をして初めての方はかんたんでした。でもGやPが出てくるとさっぱりわからなくなりました。復習もかんちがいして2~3問まちがえました。たとえば3をかけなかったり、計算をまちがえたり、私も私なりにがんばりました。けっこう楽しかったのでまたこういうものをやってみたいです。(D. H)

又、S. KはGやPという単位をどうして使ったか疑問を持ち、次のように書いている。

私は、算数の時間に岩手大学のみなさんが使ってくれた問題で、パソコンをやりました。私は、パソコンをやりながら先生が使ってくれる問題とは、やっぱり少し、どことなくちがうなあ、と思いました。先生が作ってくれる問題には、たくさん絵が出てくるので楽しいです。岩手大学のみなさんが作ってくれた問題はとくに単位が思しかったです。どうして「ガバチョ」や「ペロ」というような単位にしたのですか。私には、それが良くわかりません。いつか教えて下さい。また、今度楽しいパソコンの問題を作して下さい。楽しいパソコンの問題作り、がんばって下さい。(S. K)

最後の5名の指摘、特にS. Kのそれは重要な事で、今後この点におけるコースウェアの改良が必要と思われる。

なお、問題3, 4, 5の正答率は、76.9%のものが1つある他は80%を超えている。又、テスト全体の正答率は85.4%であった。

## 結 言

本研究で開発したCAIコースウェアにより、大方の子供達に面積の単位下げ換算のアルゴリズムを理解させ得たと思われる。

## 文 献

- 1) 小山 修：算数教育，No.363，P223～228，1987
- 2) 辻 重弘：同上，No.280，P82～87，1981
- 3) 山本 隆司：同上，No.407，P102～107，1990
- 4) 大原 昭平：同上，No.265，P53～55，1980
- 5) 落合誠一郎：同上，No.378，P198～203，1988
- 6) 駒林 邦男：「教科教育研究の今日的課題，方法」，『岩手大学教育学部研究年報』，Vol52，  
No.1，1992
- 7) 伊藤 説郎：算数教育，No.369，P6～10，1987
- 8) 細谷 横二：同上，No.282，P77～80，1981
- 9) 新道富士夫：同上，No.282，P22～28，1981
- 10) 宮下 孝子：同上，No.282，P29～35，1981