中学校における計算尺の効果的指導

大　野　淳　文

目　　　次

はじめに ………… 35

I　当校に於ける計算尺指導の態度 ………… 35

II　基礎段階の指導 ………… 36

(1) 手製計算尺 ………… 36

(2) 計算尺の知識 ………… 38

(3) 目盛の読み ………… 38

(4) 内尺除法 ………… 39

(5) 内尺乗法 ………… 40

(6) 正　比　例 ………… 40

(7) 反　比　例 ………… 41

(8) カーソル乗法・カーソル除法 ………… 42

(9) 連続乗除計算（3数乗除） ………… 43

(10) 基礎段階のまとめ ………… 46

III　数学科の各教材に於ける計算尺の活用 ………… 46

(1) 1年の教材に於ける計算尺 ………… 46

(2) 2年の教材に於ける計算尺 ………… 48

(3) 3年の教材に於ける計算尺 ………… 50

おわりに ………… 55

はじめに

(1) 学習指導要領。数学指導書。学習指導要領の展開。等の計算尺の内容をどのように取り扱うか。

o 1年の近似値で乗法を指導しその後も適宜使用させる――――適宜とはいつどこでどのように

o位どりをまちがえぬために概算の要領を理解させる――――位どり決定の最適な方法は

o くり返し練習の機会を適宜つくる。このために数学科だけでなく技術理科等と――――具体的にはどのような場面で

o理屈ぬきでやるようになるので計算のひな型を覚えさせ忘却対策をたてる――――忘却対策とは。理屈ぬきでやるべきか。理屈ぬきでやるから忘却するのではないか。

(2) 多くの数学教育書では，計算尺は近似値で簡単にかたずけられ，一方計算尺そのものの研究書には教育的立場からのものは少ない。この両者の結びつきが欲しい

(3) 県内中学校の実情として計算尺は数学科の中にとり上げられておってもその地位は低い。計算尺指導の数学的意義（論理性）。所要時間。高校入試。計算尺の価格。現在の数学教育研究の流れの方向。等にその原因が考えられよう

(4) これらの諸問題点の解決。即ち

o実際に即して具体的であり，かつ数学的意義をもった計算尺の指導法

o数学科の各教材に於ける計算尺の効果的扱い方

o計算尺を扱う事により数学科の他の教材への好影響

o計算尺を指導する事により数学の生活への有用性を知ったりこれの積極的利用の態度

を主眼とし更に計算器として多くの利点をもつ計算尺の操作に習熟させる事も意図してのここ10年程の経験とわずかばかりであるが自負している当校の指導の実体を中心にして以下標題に従ってのべる。

I 当校に於ける計算尺指導の態度

o 1年2学期後半誤差と近似値の直後に「計算尺」という単元を設け15時間を充て基礎段階として2・3数の乗除，比例反比例を指導する。次第によってはこの時間の1部は課外学習として扱われる。

o この15時間の指導以後は応用段階として3年まで教材に応じ適時扱う

o しかし計算尺を各教材に無理に結びつけようとはせずこれを用いて有効な場合にのみ扱う

o対数は導入しないが理論的に納得させ数学的意義のある指導法を考える

o計算尺を扱う事により積極的に数学学力の向上をはかる

o計算尺の有用性を認め実際にその特長を生かした操作が手際よく行なえるよう考える

o興味と意欲を高める手段としてはじめの15時間の段階では日本商工会議所の技能検定も考慮する

o全員に計算尺を購入させ，$\sqrt{10}$ 切断のずらし尺度つき片面型20㎝（350円程度）を標準とする

Ⅱ 基礎段階の指導

○ここでは計算尺計算の基礎として2・3数の乗除，比例反比例を15時間で指導する

○計算尺を指導したという教師の自己満足のみで終らないためにはこの程度の時間は必要である

○指導の時期を1年2学期後半としたのは，近似値と関連づける。課外学習にも依存するので運動競技の盛んな時期をさけた。12月に行なわれる日本商工会議所の技能検定を考慮した。等の理由による

○指導の項目と目標は下表の如くである。

	項目	目標	時間
1	手製計算尺	○数の大小と線分の長短を対応させ線分の加減操作により数の加減計算が可能なる事を理解させる ○線分を目盛りのとり方を変えて加減操作すれば異種の数計算が可能な事を理解させる	2
2	計算尺の知識	○計算尺の歴史や手近な計算器としての計算尺の特性を知らせる ○生活に於ける概数の意義の理解させる	05
3	目盛の読み	○計算尺の目盛のとり方10進法の目盛のとり方を理解させ視読の練習をさせる ○目盛にカーソル線や基線を合わせる事によりカーソル操作内尺操作になれさせる	0.5
4	内尺除法	○内尺除法を可能ならしめる ○目盛ってある数値は位どりを無視してある事を知り簡単なものについてこれの決定を可能にさせる	2
5	内尺乗法	○内尺乗法を可能ならしめる ○操作を速くせしめる	2
6	正比例	○正比例の概念を認識させ計算尺によるこれの計算を可能ならしめる ○ずらし尺度の簡単な性質と利用法及び基線の交換の方法を知らせる	2
7	反比例	○反比例の概念を認識させ計算尺によるこれの計算を可能ならしめる ○実際場面に於て計算尺を活用しようとする態度を養う	2
8	カーソル乗法 カーソル除法	○カーソル法を可能ならしめ内尺法と比較しその性質を理解させる ○連続乗除計算えの素地を作る	1
9	連続乗除計算	○3数乗除計算に習熟し4数以上の場合も可能ならしめる ○概算による位どり決定になれさせる ○日商技能検定4・5級程度の技術と意欲をもたせる	3

(1) 手製計算尺

(イ) 3㎜のグラフ用紙で右図の如き3組の目盛尺を作る。*A*．*B*．*C*．*D*尺の名称は実際の計算尺と混同するからさける。

(*A*) *M*・*N*尺（等間隔等差目盛）

M1	60	50	40	30	20	10	0
M	0	10	20	30	40	50	60
N	0	10	20	30	40	50	60

（B）　P・Q尺　（等間隔等比目盛）

P1	1000000	100000	10000	1000	100	10	1
P	1	10	100	1000	10000	100000	1000000
Q	1	10	100	1000	10000	100000	1000000

（C）　X・Y尺　（等間隔等比目盛）

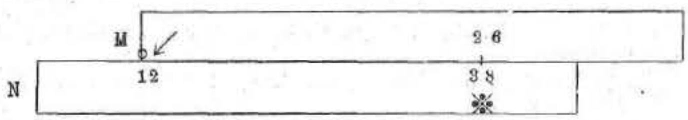
X1	64	32	16	6	4	2	
X	1	2	4	8	16	32	64
Y	1	2	4	8	16	32	64

（ロ）　M・N尺は等間隔等差目盛であるがこれで加減計算ができる

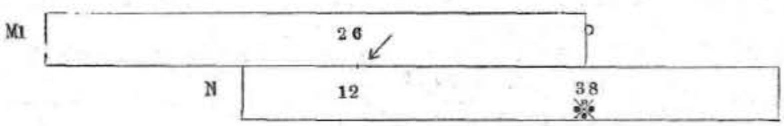
〔例〕 12＋26＝38

これを逆に行なえば減法ができる

◎長さの和（差）＝数の和（差）　なる事を把握させる



N と M



N と M1

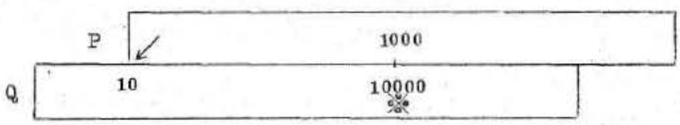
（ハ）　P・Q尺は 10^n を目盛った等間隔等比目盛である

これで前例の如き操作をすれば

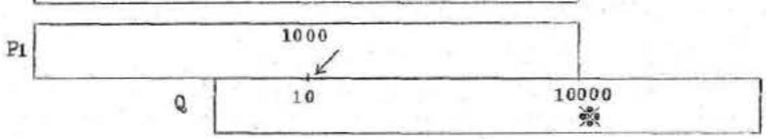
〔例〕 10＋100J→10000

◎長さの和（差）＝数の積（商）を知らせる。

この事から目盛のとり方を工夫すれば尺の加減により乗除計算が可能なる事をわからせる



Q と P



Q と P1

（ニ）　X・Y尺はP・Q尺同様であるが 2^n を目盛ってある。P・Q尺同様の結果，即ち長さの和（差）＝数の積（商）が得られる。尺の中央＝数の中央であるから数値をとったところ以外は使われない。これが使えるには，を考えさせる事により等間隔等比目盛に気付かせる。X・Y尺と計算尺のC・D尺を比較させる。どちらも（1～2間の長さ）＝（2～4間の長さ）＝（4～8間の長さ）で同じ性質の目盛であるからC・D尺で長さの加減により乗除計算が可能な事が理解できる。

（ホ）　このような導入のしかたは中学生には単純すぎるようであるが計算尺に対する最初の抵抗

を除く事と　長さの和（差）＝数の積（商）という計算尺の根本原理を幾分でも理論づける必要である。

○これにより実際の計算尺操作の理解も容易となり事後の尺度選択の混乱や忘却の度も少なくなる

○尺の基準を0でなく1にする事の意味づけやその他問題もあろうが対数を扱わないで対数目盛なるものを納得させるためにもP・Q尺，X・Y尺による法が最も良いと考える。

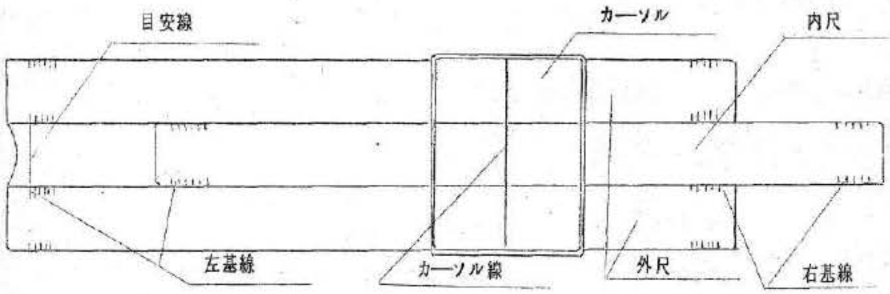
（2）　計算尺の知識

（イ）　計算尺の目的。そろばんとの比較（計算尺は万能でない）を簡単に指導

（ロ）　計算尺計算の基本定理として　•長さの和＝数の積。•長さの差＝数の商　を与え以後乗除計算はこの考えに徹して指導する。

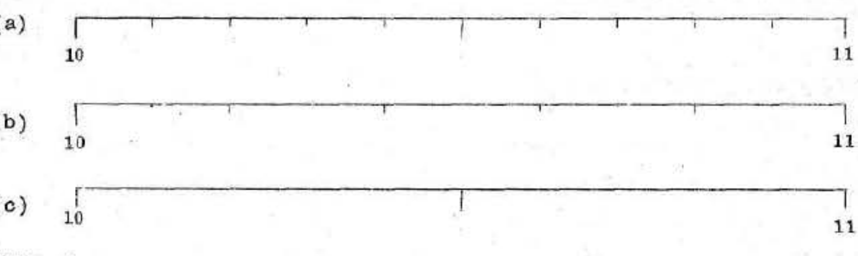
（ハ）　計算尺各部の名称

固定尺。中尺。滑尺。等の名称もあるが内尺。外内で統一した方が合理的のようだ。



（3）　目盛の読み

（イ）　10進法に於ては単位以下の目盛のつけ方は次の3通りである。



生徒用標準型では

○1～2の区間 ———（b）のとり方

○2～5の区間 ———（c）のとり方

○5～10の区間 ——— 1桁上った（a）のとり方

○計器類は目盛で読むものがほとんどであるのでこれとも関連させ単位以下の目盛の指導は必要である。

（ロ）教授用大型目盛板（D尺）で視読練習の後　D尺の目盛にカーソル線を合わせる。D尺の目盛にC尺の基線を合わせる。カーソルを固定しカーソル線にC_1尺の目盛を合わせる。を有効数字1桁，2桁，3桁の数についてそれぞれ練習する。C_1尺は逆目盛であるから4.2と3.8。5.3と4.7等見誤り易い。

（ハ）　操作の基本。　○カーソル操作 ── ○カーソル線を目盛に合わせる
○内尺操作 ── ○内尺の目盛をカーソル線に合わせる
○内尺の基線を外尺の目盛に合わせる

指の使い方を主として操作の方法も教える

（ニ）　計算尺の精度。目盛の中間を視読した場合の誤差の範囲は1／2目盛であるから生徒用では

○有効数字の首位の数が1の場合 ── 2の近くで　1／200 ＝ 5／1000
○有効数字の首位の数が2～4の場合 ── 5の近くで　2.5／500 ＝ 5／1000
○有効数字の首位の数が5～9の場合 ── 10の近くで　0.5／100 ＝ 5／1000

相対誤差が極めて小さい事。それが場所によらず一定である事。これが計算尺の合理的な一面であるとして指導する

（4）　内 尺 除 法

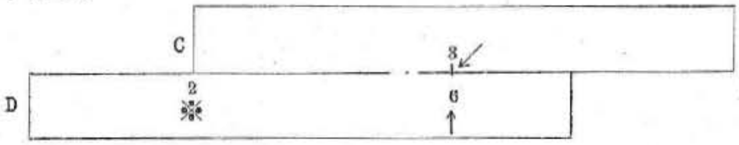
（イ）
○計算尺の記号
↑↓　カーソル線を合わせる
↘↙　内尺を合わせる
※　答がここに出る

○乗除計算の原則
被乗（除）数 ── D尺
乗（除）数 ── C尺又はC 1尺
答 ── D尺

（ロ）　先ず二数間の乗除完成という立場と順目盛のみでやれるという理由により内尺除法から入る

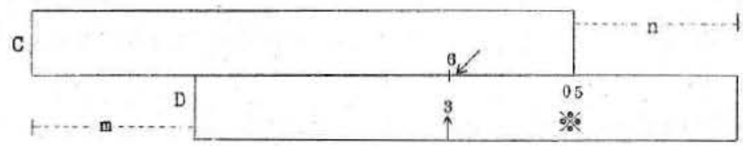
◎C尺の左基線下に答が得られる場合

〔例〕　6÷3＝2



◎C尺の右基線下に答が得られる場合

〔例〕　3÷6＝0.5



○C尺の左基線下は目はずれとなる
○D尺の左にもう1つD尺をつければ答の読める事を考えさせ

○$m=n$ に気付かせれば右基線下でも答が読める

○位どりは別に考える

(ハ)　○（6の長さ）－（3の長さ）及び（3の長さ）－（6の長さ）として行なう

○左基線下目はずれの際右基線下で読むと機械的に指導せず $m=n$ の考えで理論づけて納得させる

○初めは計算する数も答も目分量を要さないもので。位どりも特に検討を必要としないもので

○後に答は有効数字3桁読むよう習慣づける

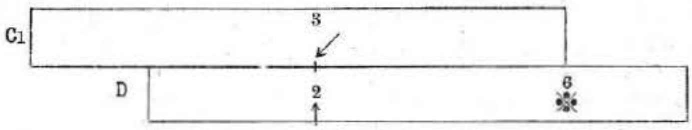
○日商技能検定問題6級を参照して練習させる。誤差は5／1000程度許容し10題7分程度

(5)　内　尺　乗　法

(イ)

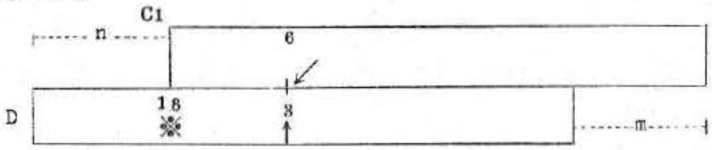
◎C_1尺の右基線下に答が得られる場合

〔例〕　2×3＝6



◎C_1尺の左基線下に答が得られる場合

〔例〕　3×6＝18



○$m=n$ より考えさせる事は除法の場合と同様

(ロ)　○C_1尺とC尺の基線は一致する事。及び逆目盛の読みに注意する。

○日商技能検定問題6級を参照する

(6)　正　比　例

(イ)　○計算尺最大の利点は乗除計算もさる事ながら対照目盛的な活用にあるといってよいであろう。しかるに一般的にみてこの扱いが軽視されているようだ。

○比例の意義はすでに学習ずみであるがここで定義を再確認する。一方が増すにつれて他方も増す関係が正比例ではない。例えば兄弟の年令，気温と音速等。（$y=ax+b$ の関係を正比例と考え易い）

(ロ)　正比例の計算

〔例〕4貫は15Kgから貫とKgの換算

貫	4	6	32	c	d	12	20	g	h	C
Kg	15	a	b	30	27	e	f	60	90	D

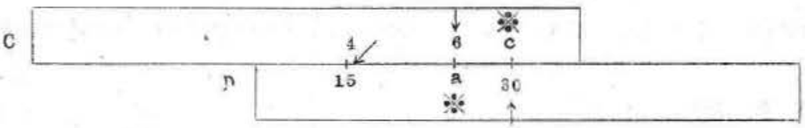
o Kgを*D*尺に，貫を*C*尺にとる

o *D*尺の15と*C*尺の4を合せ*C*・*D*尺上の対応する値をカーソル操作により読む

o 筆算では　$6 : a = 4 : 15$，$a = 22.5$

o 貫，Kgを*C*・*D*尺反対にとってもよいが表の上段を*C*尺に下段を*D*尺にとった方が表と計算尺の対応が見易い

o 一方のみを求める場合は*D*尺で答が読めるようにとる



（ハ）　目はずれの処置

o 上例で $e \sim h$ は目はずれとなり正規尺度では答が読めないので次の処置をする。

◎ずらし尺度で読める場合 —— *C*尺のかわりに*CF*尺・*D*尺のかわりに*DF*尺が求める

◎ずらし尺度でも読めない場合—基線の交換を行なう

o 内尺が半分以上引き出されているとずらし尺度でも読めない場合がある。

（ニ）ずらし尺度（*CF*尺・*DF*尺）

o $\sqrt{10}$ 切断・π 切断のずらし尺度の目盛のとり方は指導するがずらし尺度と正規尺度の対応関係は無理に理解させる必要はなくずらし尺度でも正規尺度同様の計算可能がわかればよい，

（ホ）　o 計算尺裏カードの数値で単位換算の指導をするが複比の計算は現段階では扱わない。

o 日商技能検定問題5・6級を参照するがこの場合指数（物価等の）の概念は特別に指導を要する。

（7）　反　比　例

（イ）　o 反比例も学習ずみであるが定義の再確認をする。一方が増すにつれ他方の減る関係が反比例ではない。例えば昼と夜の長さ。書物の読みと残りのページ数等（$x + y = a$ の関係を反比例とし易い）

（ロ）　反比例の計算

o *C*尺と*C*1尺の目盛は同一位置では逆数の関係で積が一定である。

o *D*尺と*C*1尺も同一カーソル線下の目盛の積が一定である事を利用して計算する。

o 反比例は逆数に比例という考えから*C*1尺の活用に気づかせても良いが少し難しい。

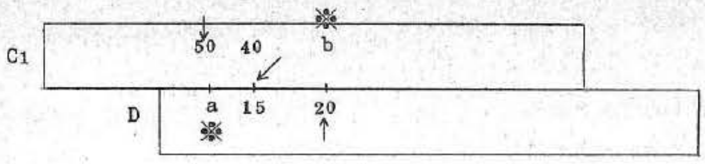
〔例〕面積600の長方形の縦と横

縦	40	50	24	c	d	75	96	g	h	$C1$
横	15	a	b	20	60	e	f	75	96	D

o 横を*D*尺に縦を*C*1尺にとる

o *D*尺の15と*C*1尺の40を合わせ*C*1・*D*尺上の対応する値をカーソル操作により読む

o 一方のみを求める場合は*D*尺で答が読めるようにとる



（ハ）　目はずれの処置

○上例で e ～ h は目はずれとなり正規尺度では答が読めないので正比例同様の処置をする。

○生徒用標準型では C 1 F 尺のないのが普通であるから基線の交換で行なう。

○C 1 が目はずれの場合も C F で読もうとする誤りが多いので注意を要する。

（ニ）　練習題として日商技能検定問題 4 級を参照

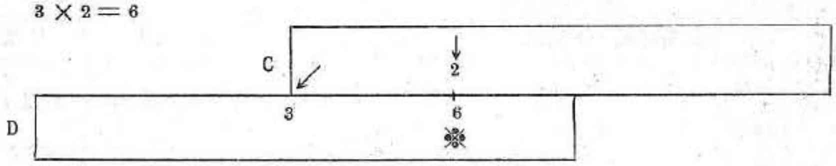
（8）　カーソル乗法・カーソル除法

（イ）　カーソル法は 3 数以上の連続乗除へ入る素地として行なうので習熟させる必要はない

（ロ）　カーソル乗法

◎C 尺の左基線を使う場合

〔例〕　3 × 2 ＝ 6



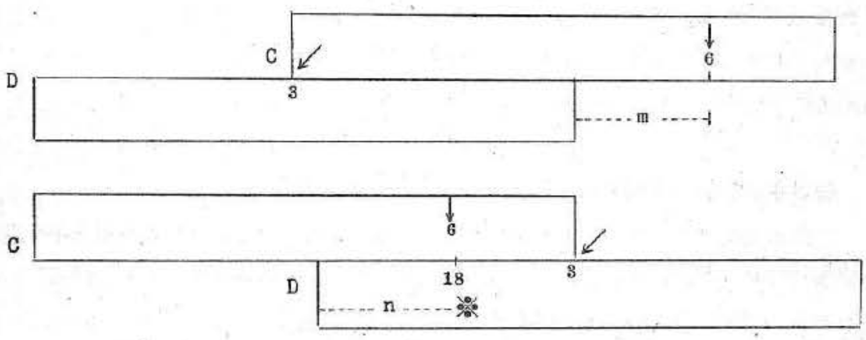
◎C 尺の右基線を使う場合

〔例〕　3 × 6 ＝ 1 8

○前例と同じくやれば目はずれとなる

○D尺をもう一つ右につければ答が読めるが下図の如く行なう

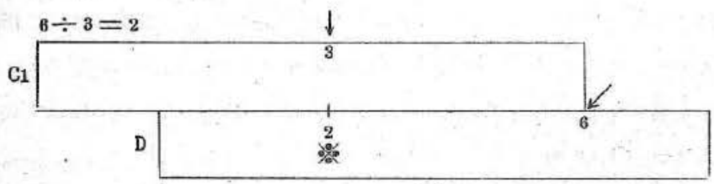
○右図に於て $m = n$ 　である



（ハ）　カーソル除法

◎C 1 尺の右基線を使う場合

〔例〕　6 ÷ 3 ＝ 2



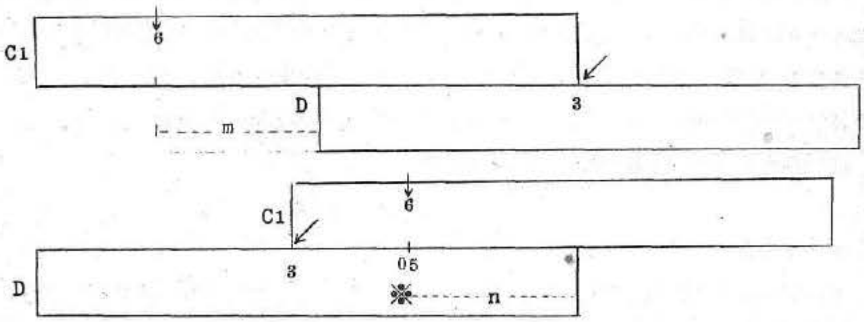
◎C_1尺の左基線を使う場合

〔例〕　3÷6＝0.5

o 前例と同じくやれば目はずれとなる

o D尺をもう一つ左につければ答が読めるが下図の如く行なう

o 右図に於て　$m=n$　である



（ニ）　内尺法・カーソル法の比較

		被乗除数	乗除数	答	最初の操作	最終の操作	目はずれ
内尺法	乗法	D	C_1	D	カーソル操作	内尺操作	目はずれなし
	除法		C				
カーソル法	乗法		C		内尺操作	カーソル操作	目はずれあり
	除法		C_1				

o 内尺法 ―――― 内尺操作で計算が終る
o カーソル法 ―――― カーソル操作で計算が終る

o 2数間の乗除計算 ―――― 内尺法
o 一定数と各種の数の乗除 ―――― カーソル法
o 連続乗除計算 ―――― 交互に

（ヨ）　連続乗除計算（3数乗除）

（イ）　o 指導要領ではここまでは要求されていないが全員に計算尺を購入させる事や連続乗除によって計算尺の利点が発揮されこれによりおもしろみもでてくる事を考えとり上げる

o またこれは一応の目安としての日商技能検定との関連も強い

o 数学の他の分野に於てはほとんど意識的に指導する事のない概算による位どり決定もこれと並行して学習せざるを得なくなりこの点に於ても連続乗除をとり上げる意義がある。

o 機械的な尺度選択により指導する方法もあろうが操作の際の条件からして型分けして指導した方が時間がかかるようであっても生徒の思考活動の余地もあり体得させるに有効である。

o 操作や目盛の読みを正確にするためこのあたりから許容誤差の範囲をせばめて指導する（日商技能検定は3数間で±3 2／1000）

（ロ）　o 3数乗除は演算形式の面から　$a\times b\times c$。$a\div b\times c$

$a\times b\div c$。$a\div b\div c$　の4通りが考えられるが

o第3数を操作する際条件からして次のように分類して指導する

- o第3数が乗法
  - 正規尺度で目はずれなし
    - 長さの和が見易い
    - 長さの和が見難い
  - 正規尺度目はずれあり
    - ずらし尺度が目はずれにならない
    - ずらし尺度も目はずれになる
- o第3数が除法
  - 正規尺度で目はずれなし
    - 長さの差が見易い
    - 長さの差が見難い
  - 正規尺度で目はずれあり
    - ずらし尺度が目はずれにならない
    - ずらし尺度も目はずれになる

（ハ）　連続乗除計算の原則として次の事をあらかじめ徹底させておく

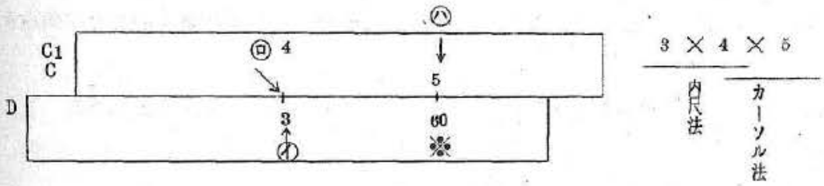
◎内尺法・カーソル法を交互に用いる。　　　◎内尺操作・カーソル操作を交互に行なう

（ニ）　第3数乗法。正規尺度で目はずれなし

◎長さの和が見易い（第2数操作の結果が内尺左基線下にある）

〔例〕　$3\times 4\times 5=60$

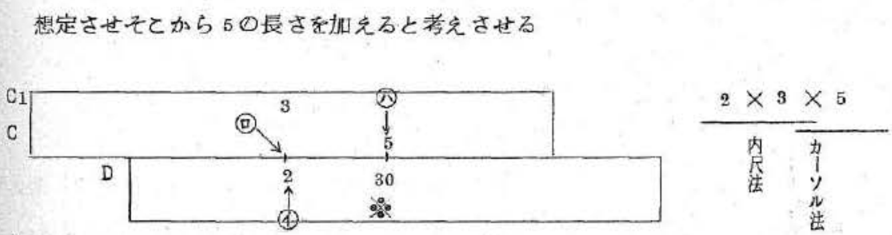
o 3×4の結果がC 1尺の左基線下に出る，そこへ5の長さを加えると考えさせる



◎長さの和が見難い（第2数操作の結果が内尺右基線下にある）

〔例〕　$2\times 3\times 5=30$

o 2×3の結果がC 1尺の右基線下に出ておるがここから5の長さを加える事はできない。それでC 1尺の左基線下にも2×3の結果がでている事（D尺をもう一つ左につければ読める）を想定させそこから5の長さを加えると考えさせる



（ホ）第3数乗法。正規尺度で目はずれあり

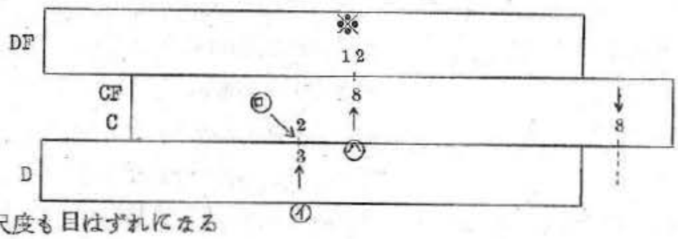
◎ずらし尺度が目はずれにならない

〔例〕　$3\div 2\times 8=12$

o C尺のかわりにCF尺を使いDF尺で答を読む

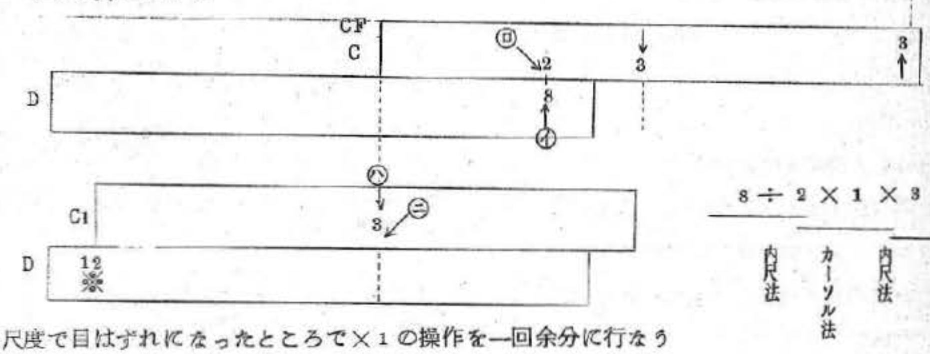
o正規尺度・ずらし尺度両方とも使える場合はカーソル移動距離の短い尺度を選ぶべきであるが初歩のうちは混乱をさけ正規尺度使用を主とする。

oずらし尺度のない場合は次の例に帰する



◎ずらし尺度も目はずれになる

〔例〕　8÷2×3＝12



o正規尺度で目はずれになったところで×1の操作を一回余分に行なう

o$\sqrt{10}$　切断では内尺が半分以上引き出された際にこういう事がある

o最初の 8÷2 をずらし尺度か交錯して操作すれば目はずれは防げるが多種類の方法では混乱する

o生徒は目はずれになったところで基線の交換に気付くがこれだと操作が1回余計になる

（ヘ）　第3数除法

第3数除法の場合と同様な考えで指導する。ここでは省略する。

（ト）　まとめとして尺度選択について右のように整理し，4数以上の場合も応用できるようにする

o練習題は日商技能検定問題4・5級参照

	内尺操作	カーソル操作
乗法	C_1	C
除法	C	C_1

（チ）　位どりの決定

計算尺指導に位どりを如何にするかがしばしば問題になる。我々の数生活に於て数値の概数的把握と位どりは非常に重要な事でありながら数学科に於ける他の教材で意識的にとり上げられる事はほとんどない。計算尺に於ては，有効数字1桁の概算による法。位数による法。$\times 10^{n}$ の形をとり指数による法。その他いろいろあろうがオールマイテのものはなく問題に応じてそれぞれの方法をとるべきという意見が大勢を占めておりこれに賛成ではあるがしかし基礎的なもの主となるものを

1つきめておく必要がある。これには新奇な考えを必要としなく，また一般的であるとの理由から概算による方法がよい。この場合除法の時にその逆数をとり有効数字1行にして乗法とみなす法もあるがこれは採らず除数を有効数字1桁にして乗法とみなす法もあるがこれは採らず除数を有効数字1桁にして乗法とみなす法もあるがこれは採らず除数を有効数字1桁にしてそのまま割り算をする。
後に指導するようになる平方・立方・平方根の位どりは位数による方法が明らかに有効である。

(10) 基礎段階のまとめ

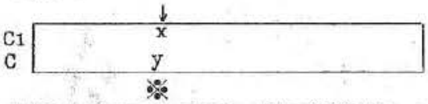
○以上で時間を特設しての計算尺指導は終るが以後は適時教材に応じて活用する。
○以上の段階では高能力者と低能力者を交互に混えた座席配列が能率的である。
○ずらし尺度を用いての内尺やカーソルの移動距離の短縮，特に$\sqrt{10}$ 切断のずらし尺度による交錯操作は計算器の特徴である速度の面から必須な方法であるがやや専門的な技術になるので軽くふれる程度にする。意欲のある生徒には個別に課外等で指導する。
○以上の指導とあと少しの特別学習で一応目安である日商技能検定4級に合格できる。これに参加させる事は生徒個々の意欲を増し技術を高めるにプラスする。

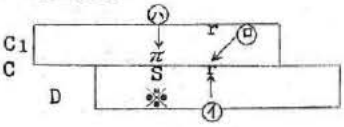
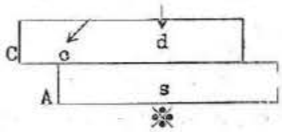
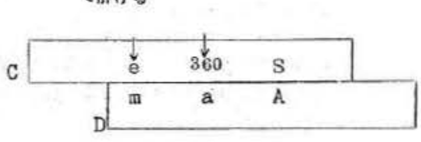
Ⅲ 数学科の各教材に於ける計算尺の活用

○すべての教材に無理に計算尺を結びつけようとしないがしかし近似値や対照目盛の応用等計算尺の特質を生かせる教材には十分にこれをとり入れるようにする。
○使用の教科書は教育出版「中学数学」である。

(1) 1年の教材に於ける計算尺

○1年では前章の基礎段階で指導される内容がほとんどである。
○ケージマーク "C" を使っての円の求積の指導をするが "C" の値の解明は未だやれない。

月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
4	Ⅰ	A(2)	逆数	○基礎段階で指導するのでここでは扱わない ○一般にxの逆数yは1／xで与えられるが整数小数で求めるなら 	$\mu\log y=\mu(1-\log x)$ $\log y=1-\log x$ $\log xy=1$ $xy=10$ 位どりを無視すれば $xy=1$
4	Ⅰ	A(2)	2乗・3乗	○数値を求める事より2乗3乗の意味の指導がねらいであるので計算尺は扱わない	
7	Ⅳ	C(1)	単利の利息	○M=Artで3級乗として指導できるが金利関係では概数を扱わないのが常識であるので計算尺による指導は行なわない	
7	Ⅳ	C(1)	いろいろな比率	○計算尺による指導は基礎段階で行なう	
9	Ⅴ	C(1)	比例式から値を求める	○計算尺による指導は基礎段階で行なう	

月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
9	V	C (2)	正比例のグラフ	○比例定数及び自変数には簡単な数値のみを扱い計算尺は使わない	
9	V	C (2)	反比例のグラフ	○曲線の性質上位置を余計決めた方がよくそのためには計算尺の使用が考えられるが2年IVで指導する事にしここではグラフの概観のみに止める	
10	VI	D (2)	単　　位	○計算尺によるものは基礎段階で指導する	
3	VIII	D (3)	図形の求積	○円扇形以外は連続乗除として指導する	
3	VIII	D (3)	円の面積	○$\pi=3.14$とする事自体近似値であるからπを含む計算には計算尺が適する ○ ① 3数の積として求める $S=\pi r^2$  ○ ② ゲージマークCを用いる $S=\dfrac{\pi d^2}{4}=\left(\sqrt{\dfrac{\pi}{4}}d\right)^2$ $=\left(d\Big/\sqrt{\dfrac{4}{\pi}}\right)^2$ $\sqrt{\dfrac{4}{\pi}}=c$とすれば　$S=\left(\dfrac{d}{c}\right)^2$  これは操作法のみの指導でよい	$\mu\log S=\mu(\log r+\log r-(1-\log\pi))$ $\log S=\log\dfrac{\pi r^2}{10}$ $S=\dfrac{\pi r^2}{10}$ 位どりを無視すれば $S=\pi r^2$ $\dfrac{1}{2}\mu\log S=\mu(\log d-\log c)$ $\log S=\log\left(\dfrac{d}{c}\right)^2$ $S=\left(\dfrac{d}{c}\right)^2$ $=\left(d\Big/\sqrt{\dfrac{4}{\pi}}\right)^2$ $=\dfrac{\pi d^2}{4}$
3	VIII	D (3)	扇形の面積・弧 中心角	○連続乗除計算を行なってもよいが円の面積をCを使って求めとれを使って対照目盛として算出した方が応用が利く 円の面積をS　　円周をe 扇形の面積をA　中心角をa　　弧をm とすれば $\dfrac{a}{360}=\dfrac{A}{S}=\dfrac{m}{e}$であるから正比例同様にして解ける 	$\mu(\log 360-\log a)$ $=\mu(\log S-\log A)$ $=\mu(\log 1-\log m)$ $\log\dfrac{360}{a}=\log\dfrac{S}{A}=\log\dfrac{1}{m}$ $\dfrac{a}{360}=\dfrac{A}{S}=\dfrac{m}{1}$

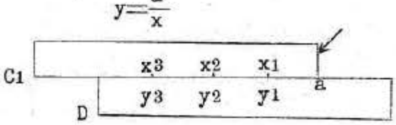
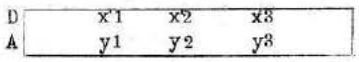
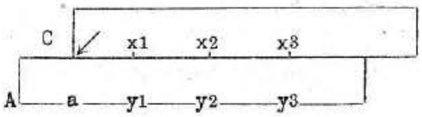
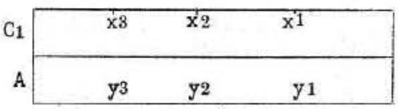
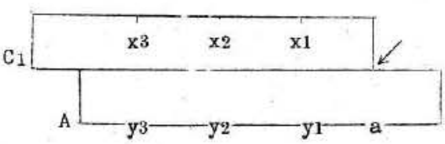
(2)　2年の教材に於ける計算尺

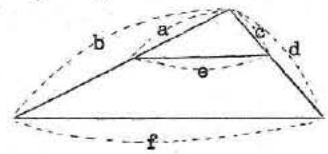
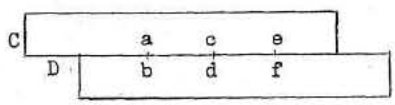
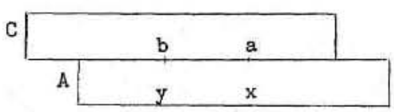
o 2年ではA尺（あればK尺も）を併用しての対照目盛としての活用が主である。

o 1つは2乗に比例・反比例のグラフを書く際に，1つは相似比と面積比（体積比）の関係にである。

o 2乗に比例は縦軸に2乗の目盛（nの位置nの目盛）をとってグラフが直線となる事で関係を理解させられるが曲線（放物線）を書かせるにはx，yの対応する値を多く求めなければならない。これには計算尺が適する。

o生徒の能力に余裕があれば2乗を指導した後これの逆として平方根の意味や求め方を指導できる。

月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
7	Ⅳ	C(1)	$y=ax$のグラフ	o定数a及び自変数xは簡単な数値のみを扱うので計算尺は使わない	
9	Ⅴ	C(1)	$y=\frac{a}{x}$のグラフ	oスムースなグラフを書くには位置を余計きめなければならない $y=\frac{a}{x}$ 	$\mu\log y=\mu(\log-\log x)$ $\log y=\log\frac{a}{x}$ $y=\frac{a}{x}$
9	Ⅴ	C(2)	2乗に比例	o2乗に比例2乗に反比例は数値を求めたグラフを書く事により具体的に把握させる。これには計算尺が適する $y=x^2$  $y=ax^2$ 	$\frac{1}{2}\mu\log y=\mu\log x$ $\log y=\log x^2$ $y=x^2$ $\frac{1}{2}\mu\log y=\frac{1}{2}\mu\log a+\mu\log x$ $\log y=\log a+\log x^2$ $y=ax^2$
9	Ⅴ	C(2)	2乗に反比例	$y=\frac{1}{x^2}$  $y=\frac{a}{x^2}$ 	$\frac{1}{2}\mu\log y=\mu(1-\log x)$ $\log y=2-2\log x$ $y=\frac{100}{x^2}$ 位どりを無視すれば $y=\frac{1}{x^2}$ $\frac{1}{2}\mu\log y=\frac{1}{2}\mu\log-\mu\log x$ $\log y=\log a-2\log x$ $y=\frac{1}{x^2}$

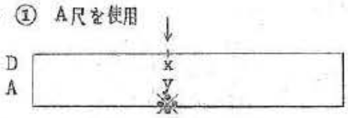
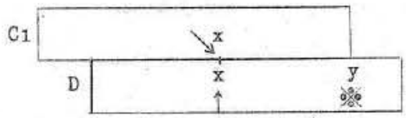
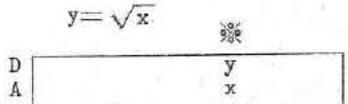
月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
2	X	D(1)	縮尺	o縮尺はほとんどの場合有効数字1桁の数値が使われるので計算尺使用の意義は小さい $1:a = y:x$ 	$\mu\log = \mu(\log x - \log y)$ $\log = \log\frac{x}{y}$ $a = \frac{x}{y}$ $\frac{1}{a} = \frac{y}{x}$ $1:2 = y:x$
2	X	E(2)	相似比	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f}$ 	$\mu(\log a - \log b)$ $= \mu(\log c - \log d)$ $= \mu(\log e - \log f)$ $\log\frac{a}{b} = \log\frac{c}{d} = \log\frac{e}{f}$ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{c}{f}$
2	X	E(2)	相似比と面積比	$\frac{a^2}{b^2} = \frac{x}{y}$ 	$\mu(\log a - \log b)$ $= \frac{1}{2}\mu(\log x - \log y)$ $2\log\frac{a}{b} = \log\frac{x}{y}$ $\frac{a^2}{b^2} = \frac{x}{y}$
2	X	E(2)	相似比と体積比	oK尺があれば上記のA尺同様 o生徒用標準の計算尺にはK尺がないので対照目盛的な操作はできない $\frac{a^3}{b^3} = \frac{x}{y}$ より $y = \frac{b^3 x}{a^3}$ として連続乗除で求める	

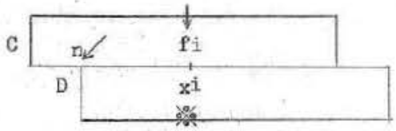
(3)　3年の教材に於ける計算尺

○3年では対照目盛の利用と数表のかわりとしての活用及びそれを用いての数値計算が主である。

○数表のかわりとしては平方・平方根・三角比の値があり，それを用いての計算では三角比による辺や角の計算がある。対照目盛としては2次式のグラフや100分率度数，正弦比例算に使われる。

○正弦比例は指導要領にはないが幾何学的証明は容易であり，又応用も広く計算尺ではS尺（S1尺を左右表裏入れかえ）を使って正比例同様極めて簡単に行なえるので指導している。これなどは計算尺を扱うがための利点といえよう。

月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
7	Ⅲ	A(1)	平方	○2年Vでも学習することがここでは数表のかわりとしての意義有用性を認めさせ位どりになれさせる $y=x^2$ ○ ① A尺を使用  ○ ② 2数の積として求める  ○速く求めるには ① の方法 ○精しく読むには ② の方法	$\frac{1}{2}\mu\log y=\mu\log x$ $\log y=2\log x$ $y=x^2$ $\mu\log y=\mu(\log x+\log x)$ $\log y=2\log x$ $y=x^2$
7	Ⅲ	C(1)	二次関数のグラフ	○2年Vで学習ずみである。C・D尺とA尺の関連操作に一層なれグラフが手速く書けるように	
7	Ⅲ	A(1)	平方根	○近似値を求める事よりも無理数の処理を目的としておるので式の近似値計算には計算尺は使わない ○平方根を求めるのに数表とともに計算尺を使う $y=\sqrt{x}$  ○小数点を中心に2桁ずつ区切り最初の2つが一区切内にあるときはA尺の右半分 ○一区切内に1つのみのときはA尺の左半分を使う ○位どりについては数表を使う場合と同様でよいが位数による方法の指導も行なう	$\mu\log y=\frac{1}{2}\mu\log x$ $y=\sqrt{x}$
12	Ⅶ	E(1)	平本根	○計算尺を用いて三平方の定理による直角三角形の辺の長さを手速く求める	

<table>
<tr><th>月</th><th>教科書</th><th>指導要領</th><th>教材</th><th>内容</th><th>解説</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○計算尺の数表とは違つた意義有用性を認めさせる</td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>V</td><td>C(1)</td><td>度数分布</td><td>○ヒストグラムを作るに各級間の度数を%でとる
<table>
<tr><td>級間の番号</td><td>1</td><td>2</td><td>…</td><td>i</td><td>…</td></tr>
<tr><td>その度数</td><td>f_1</td><td>f_2</td><td>…</td><td>f_i</td><td>…</td></tr>
<tr><td>その %</td><td>X_1</td><td>X_2</td><td>…</td><td>X_i</td><td>…</td></tr>
</table>
総度数 — n

</td><td>$\mu\log x=\mu(\log f-\log n)$
$\log x=\log\frac{f}{n}$
$x=\frac{f}{n}(\times 100)$</td></tr>
<tr><td>10</td><td>V</td><td>C(4)</td><td>算術平均</td><td>○除法で行なえる</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>VIII</td><td>D(1)</td><td>三角関数</td><td>○三角関数表の使用を理解させた後計算尺を扱う

○生徒用標準の計算尺は目盛が度単位の10進法であるので分秒はこれを度に換算する
○分 →度 $\times\frac{1}{60}$
○秒 →度 $\times\frac{1}{3600}$

○6°未満の値は中学程度ではほとんど必要ないのでラジアンによる指導等はせず裏カードにある
$\tan 1°\fallingdotseq\sin 1°\fallingdotseq 00003$ を利用する程度にとどめる

○裏の目安線は基線と一致する

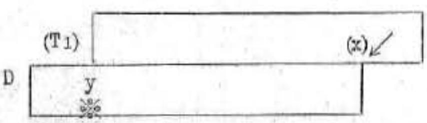
○sinx 等を乗ずるときはD尺で答を読み
sinx 等で除するときはC尺で答を読む

○S1尺T1尺はC1尺の如き扱いをする

○必要に応じては内尺を表裏入れかえる

◎以下の図で裏で使う場合は( )の中へ入れて表わす</td><td>S_1とT_1の尺度方程式について
S_1 $e=\mu(-\log\sin x)$
T_1 $e=\mu(-\log\tan x)$

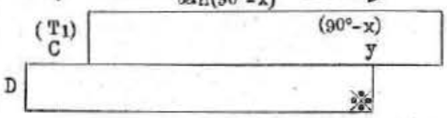
•右基線を原点とすれば
S_1 $e=\mu(1-(-\log\sin x))$
$=\mu(1+\log\sin x)$
T_1 $e=\mu(1-(-\log\tan x))$
$=\mu(1+\log\tan x)$</td></tr>
<tr><td>1</td><td>VIII</td><td>D</td><td>正接</td><td>◎ $\begin{cases} y=\tan x \\ x=\tan^{-1} y \end{cases}$

① $6°\leqq X\leqq 45°$ の場合

</td><td>$\mu\log y=\mu(1+(\log\tan x)$
$\log y=1+\log\tan x$
$y=10\tan x$
位どりを無視すれば
$y=\tan x$</td></tr>
</table>

月	教科書	指導要領	教材	内容	解説

② $45° < x \leqq 84°$ の場合

$y = \tan x = \dfrac{1}{\tan(90° - x)}$ として



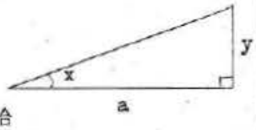
$1 < y < 10$ である事に注意する

$\mu \log y = \mu(-\log\tan(90° - x))$

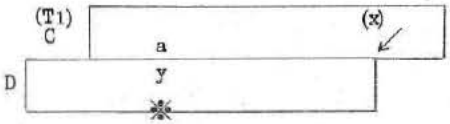
$y = \dfrac{1}{\tan(90° - x)}$

$y = \tan x$

◎ $\begin{cases} y = a\tan x \\ x = \tan^{-1}\dfrac{x}{a} \end{cases}$



① $6° \leqq x \leqq 45$ の場合



$\mu \log y = \mu(\log a + (1 + \log\tan x))$

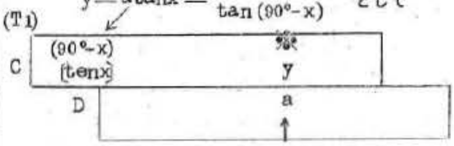
$y = 10\,a\tan x$

位どりを無視すれば

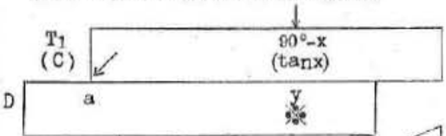
$y = a\tan x$

② $45° < x < 84°$ の場合

$y = a\tan x = \dfrac{a}{\tan(90° - x)}$ として



（内尺を表裏入れかえればD尺で答が読める）

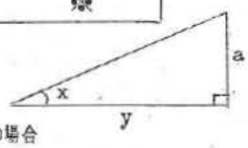


$\mu \log y = \mu[\log a + (-\log\tan(90° - x))]$

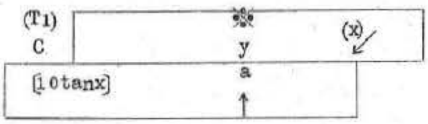
$y = \dfrac{a}{\tan(90° - x)}$

$y = a\tan x$

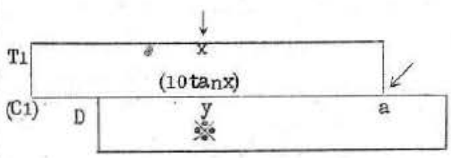
◎ $y = \dfrac{a}{\tan x}$



① $6° \leqq x \leqq 45°$ の場合



（内尺を表裏入れかえればD尺で答が読める）

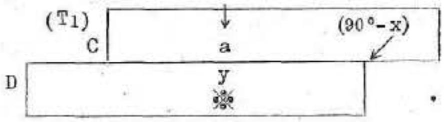
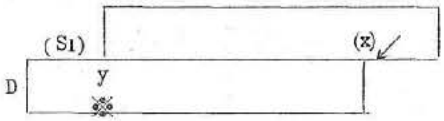
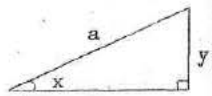
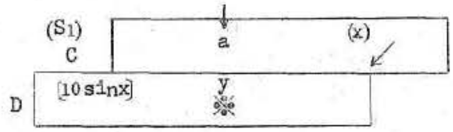
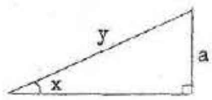
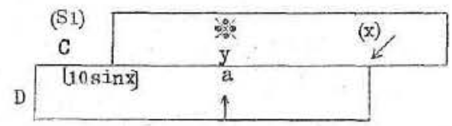
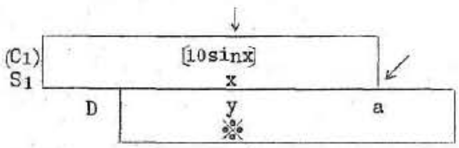


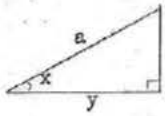
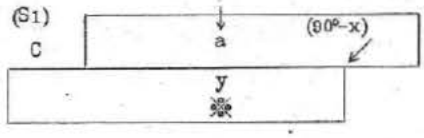
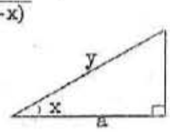
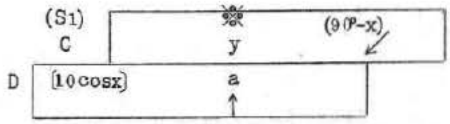
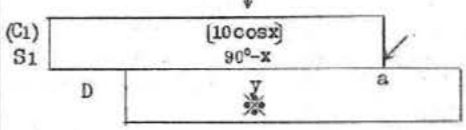
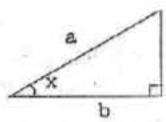
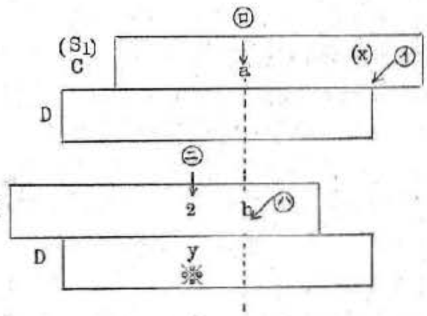
$\mu \log y = \mu(\log a - (1 + \log\tan x))$

$y = \dfrac{a}{10\tan x}$

位どりを無視すれば

$y = \dfrac{a}{\tan x}$

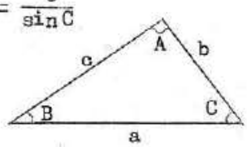
月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
				② 45°<x≦84°の場合 $y=\frac{a}{\tan x}=a\tan(90°-x)$ として 	$\mu\log y=\mu[\log a+(1+(\log\tan(90°-x))]$ $y=10a\tan(90°-x)$ $y=\frac{10a}{\tan x}$ 位どりを無視すれば $y=\frac{a}{\tan x}$
1	Ⅷ	D	正　　弦	◎ $\begin{cases} y=\sin x \\ x=\sin^{-1}y \end{cases}$ o 6°≦x≦90°　以下同じ  ◎ $\begin{cases} y=a\sin x \\ x=\sin^{-1}\frac{y}{a} \end{cases}$   ◎ $y=\frac{a}{\sin x}$   (内尺を表裏入れかえればD尺で答が読める) 	$\mu\log y=\mu(1+\log\sin x)$ $y=10\sin x$ 位どりを無視すれば $y=\sin x$ $\mu\log y=\mu(\log a+(1+\log\sin x))$ $y=10a\sin x$ 位どりを無視すれば $y=\sin x$ $\mu\log y=\mu(\log a-(1+\log\sin x))$ $y=\frac{a}{10\sin x}$ 位どりを無視すれば $y=\frac{a}{\sin x}$
1	Ⅷ	D	余　　弦	◎ $\begin{cases} y=\cos x=\sin(90°-x) \\ x=\cos^{-1}y \end{cases}$ ・6°≦x≦90°　以下同じ 	$\mu\log y=\mu(1+\log\sin(90°-x))$ $y=10\sin 90°x$ $y=10\cos x$ 位どりを無視すれば $y=\cos x$

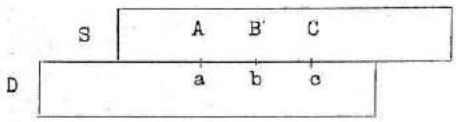
月	教科書	指導要領	教材	内容	解説
				◎ $\begin{cases} y = a\cos x = a\sin(90^\circ - x) \\ x = \cos^{-1}\frac{y}{a} \end{cases}$   	$\mu\log y = \mu[\log a + (1 + \log\sin(90^\circ - x))]$ $y = 10a\sin(90^\circ - x)$ $y = 10a\cos x$ 位どりを無視すれば $y = a\cos x$
				◎ $y = \frac{a}{\cos x} = \frac{a}{\sin(90^\circ - x)}$   （内尺を表裏入れかえればD尺で答が読める）  	$\mu\log y = \mu[\log a - (1 + \log\sin(90^\circ - x))]$ $y = \frac{a}{10\sin(90^\circ - x)}$ $y = \frac{a}{10\cos x}$ 位どりを無視すれば $y = \frac{a}{\cos x}$
2	VIII	D	三角形の面積	◎ $y = \frac{1}{2}ab\sin x$ ○4数乗除として操作する   	$\mu\log y = [((1 + \log\sin x) + \log a + \log b - \log 2)]$ $y = \frac{10ab\sin x}{2}$ 位どりを無視すれば $y = \frac{1}{2}ab\sin x$

<table>
<tr><th>月</th><th>教科書</th><th>指導要領</th><th>教材</th><th>内容</th><th>解説</th></tr>
<tr>
<td>3</td>
<td></td>
<td></td>
<td>正弦比例</td>
<td>
o指導要領になく勿論教科書にもないが幾何学的証明は容易であり応用も簡単かつ利用の範囲も広いので指導する

o正比例同様対照目盛として行えるので計算尺による扱いも簡単である

o内尺を表裏左右入れ替えS1尺をS尺として使うので目盛が読みづらい

◎ $\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\sin C}$




</td>
<td>
$\mu((1+\log\sin A)-\log a)$
$=\mu((1+\log\sin B)-\log b)$
$=\mu((1+\log\sin C)-\log c)$

$\frac{a}{10\sin A}=\frac{b}{10\sin B}=$
$\frac{c}{10\sin C}$

位どりを無視すれば

$\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\sin C}$
</td>
</tr>
</table>

おわりに

o計算尺指導には問題点が多く。目盛の読みの指導。位どり決定の方法。ずらし尺度の扱い方の程度。問題解決の思考能力と計算技術との関係。その他のどれをとり上げても深く論ずる内容がある。しかし，ここでは紙数の制限もあるので個々の問題を追求する事は止め「はじめに」の意図に従ってのべた。

o数学科以外の教科と計算尺，というとまず理科があげられようがこれも紙数の都合で省略する。

o計算尺を指導する事による数学科内の他の教材への効果は次の諸点を中心として期待できる。

o観念的でなく実際的な近似値と概算の意味と感覚の把握

o教師は見落しがちであり生徒も案外力を欠く概算と位どり決定の能力の育成

o計器類の目盛の読み方の能力の養成

o段階づけて自分の能力を測れる事からこれに努力する態度とこれを通して数学への自信

o 2年で平方根。3年で正弦比例等基準より先んじてスムースに学習できる。

o実験学級的な扱いをしないので計算尺を指導した生徒と指導しない生徒との数学学力の客観的な比較の資料はもたず，又理屈ぬきで操作を指導した場合と理論的意味づけをして指導した場合の学力比較の具体的資料ももたないが，理屈ぬきで指導した数年間の経験と反省からより良いものとしてこのような指導体系を作ったという事と，平方根など計算尺では一年早めて指導した事によりこれの応用計算が出題される日商技能検定3級に2年で合格したり数学への意欲も増し成績も向上しているという事を断言できる。

o以上のべたところのあるものは教育理論から誤りであったり，あるものは自分の一人よがりであったりで不備の点の多い事を恥じている。先輩の御指導をいただきたく考える。