

コンピュータを利用した精神発達遅滞児の数概念指導についての研究

—繰り上がりのある加法計算—

植村 哲郎

(1997年10月15日 受理)

A Computer-Aided Mathematical Concepts Instruction for Retarded Children —Addition with Carrying up—

Tetsuro UEMURA

I 精神発達遅滞児のためのコンピュータ利用

1. 障害児教育におけるコンピュータ

障害児教育におけるコンピュータ利用も、健常児の場合と同様に、いわゆる CAI 的な利用、CMI としての利用、コンピュータリテラシーを育てるための教材としての利用、事務処理用としての利用などが考えられる。特に障害児教育における有効なコンピュータ利用としては、大別して次の2つの利用が考えられる。①

(a) 感覚障害（視覚，聴覚等），運動障害（肢体不自由，病弱等）を補償，代償する機器としての利用

コンピュータの入出力装置を学習者の障害に合わせて改善工夫することにより，例えば，言語障害児の意思伝達の道具としてのワープロ，視聴覚障害児のための文字の拡大，入力装置としての改良キーボードの利用など。

(b) 知的発達・情緒発達の歪みや遅れのある障害児における CAI 的利用

障害児教育は，学習者の障害による能力差が大きく，児童の能力差に応じた教育内容，方法，場などを配慮した個別学習が基本であるので，個別学習を意図している本来の CAI の考え方が進め易い。

また，一言で障害と言っても，障害の種類や程度は子どもによって様々である。従来考えられていた，視覚障害，聴覚障害，言語障害，精神遅滞，情緒障害，肢体不自由，病弱などととも，最近では学習障害児と言われる障害児の存在も指摘されている。それぞれの障害に応じたコンピュータ利用が考えられる。本研究では，主として精神発達に遅滞の見られる障害児を対象にして，(b)の知的発達を促すための教育機器としての利用について研究してきている。

2. 精神発達遅滞児の学習指導のためのコンピュータ利用

養護学校学習指導要領第1章総則第2節に、教育課程実施上の配慮事項として、「個々の児童または生徒の心身の障害の状態、発達段階及び特性等の的確な把握に努め、個に応じた工夫改善に努めること。…、個別指導を重視するとともに、…学習活動が効果的に行われるように…」、また、「視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用をはかるとともに、…」と述べられており、コンピュータやその他の機器を活用した個別指導の必要性を強調している。コンピュータの利用が指導方法を多様にし、教師の指導力の向上や、児童・生徒の学習において次のような利点があるからである。

(a)個別対応の教育計画作成と教育

障害児の教育ではまず一人一人の発達や学習の状態を正しく把握し、個別の指導計画を立てなければならない。そこで、検査や指導の記録、用いた教材と子供の反応など多量の情報を分析し、現状への適切な対応をするための計画作成に有用である。

(b)個別的対応のために

個人差の大きな障害児教育では、コンピュータを利用することによってそれぞれの子どものペースで学習を進めることができ、学習内容を定着させるのに大きなメリットが期待できる。

(c)動機づけを高めるために

精神発達遅滞児は、新しい学習内容に対して動機づけの面で弱い面がある。テレビ画面からの課題提示が子どもの興味や関心を喚起し、その課題への反応がすぐフィードバックされ即時強化できる。またゲーム的要素を加えることもでき、学習に集中できるようにもなる。

(d)映像の効果による認知的理解を促すために

精神遅滞のある子どもの思考は、具体的なレベルへのこだわりが強く、言語や概念による操作的レベルに達するのに困難を示す。そこで、感覚運動的活動や生活単元学習などの直接体験を重視した学習が展開されると同時に、直接体験のイメージ化、イメージの言語化、抽象化を促す学習を積み上げることが必要である。そこで、言語的認知と動作的認知との橋渡しの役目を視聴覚教材と同じようにパソコンによる映像が果たすと考えられる。

(b)(c)のようなコンピュータの有効性は、コンピュータが他の教育メディアと異なり、双方向の情報伝達が可能であることによるメリットが大きい。これを「応答する学習環境」と言っているが(②)、子どもの自発的で能動的な働きかけに対して、環境側が適切に対応してやると、子どもの知的好奇心が喚起され、学習の動機づけに良いからである。

適切に応答する環境をコンピュータで構成できれば、意志疎通に課題がある子どもにとっては、コンピュータはさらに有効な媒体になりうると思われる。

また(d)は、学習者の興味・関心を誘発し、持続させる方法としてもコンピュータは有効である。特に、グラフィック機能によるカラフルなアニメーション的な画面等による教材提示は、指導上の

メリットは多いと思われる。

II 精神発達遅滞児のための算数科学習指導用ソフト

我々は、これまで算数科学習指導用の様々なソフトを開発し、利用してきた。そしてその効果や留意点などについても、報告してきた。(参考文献③④)

ここでは今回新たに開発した算数科学習指導用ソフトについて、その意図と内容を説明する。なお、ソフト作成にあたっては、コンピュータ言語の理解を深める目的もあり LOGO を使用した。

(註)

1. 算数科学習指導用ソフト

今回、学習指導用に開発したソフト(ソフト名、算数ポケット)は、以下のような内容である。

- (a) 1 から10までの数字の読み方、書き方の練習
- (b) 加数(1~5)と被加数(1~5)の足し算
- (c) ブロックの移動を使った、繰り上がりのある加法計算
- (d) 問題文を表す足し算の立式の練習
- (e) パックンゲームによる引き算の練習 - 被減数入力(1~10)
- (f) 問題文を表す引き算の立式の練習
- (g) 1 から10までの数の合成・分解
- (h) 広さ比べ
- (i) 早さ比べ

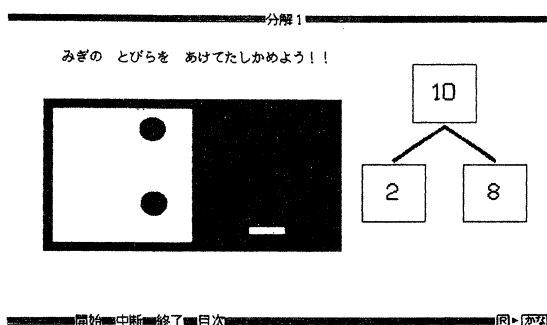
これらのうち、(c)を利用した繰り上がりのある加法計算については、Ⅲにおいて詳説する。ここでは、(g)(h)(i)について、概要を述べる。(a)(b)(d)(e)(f)については、説明は省略した。

(g)「1~10までの数の分解」(画面1, 2)

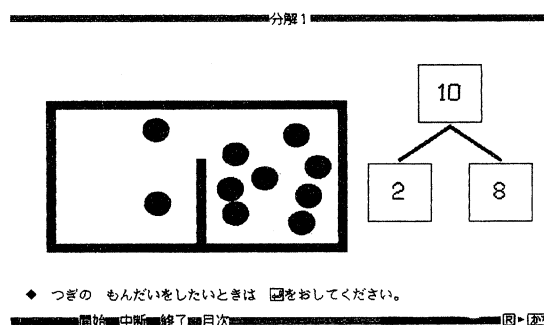
数の分解を箱に隠された玉を使って考えさせる。

《指導者が箱に入れる玉の数と、箱の左側にある玉の数を入力したあと、空の箱と玉が出てくる。スペース・キー(以下キーと称する。)を押すと玉が1個ずつ箱の中へ入っていく。その後、真上からみた箱が表示される。箱に入った玉の数を入力しキーを押すと左側の部分のふたが開き、玉が見える。その数を入力し、右側の部分の玉の数を考え入力する。最後に、キーを押すと右側のふた

画面1



画面2



が開き玉が見えるので答えを確認する。》

(h) 「ひろさくらべ」(画面3, 4 画面5, 6)

広さ比べの考え方をシミュレーションで進める。《2つの四角形が描かれているのでどのようにして比べるか入力する。

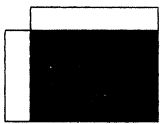
ア, 『かさねあわせる』を選んだ場合

Aの四角形の右隅とBの四角形の右隅が重なるようにAの四角形が動く。重なった部分に色が

画面3

ひろさ

- ぬりつぶされたところは おなじおおきさだね。
のこりのぶぶんをくらべてみよう!!




開始 中断 終了 目次 図 222

画面4

ひろさ

- ぬりつぶされたところは おなじおおきさだね。
ということは、Bが のぶんだけ おおきいね。
- もういちど A と B のかたちを みてみよう!! をおしてね。

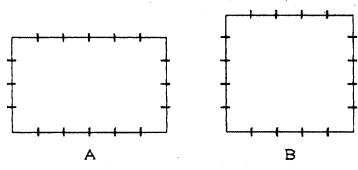


開始 中断 終了 目次 図 223

画面5

ひろさ

- A は たてが 4、よこが 5 だから まわりは 20。
- B は たてが 5、よこが 5 だから まわりは 20。
- A も B も まわりが 20 だから おなじひろさになるのかな?
--- よみおわたら をおしてね。 ---

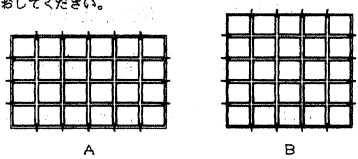


開始 中断 終了 目次 図 224

画面6

ひろさ

- が A は 24、B は 25 なので...
- B が A より の 1つぶんだけ ひろい!
- あと、もうひとつの、かんがえかたを みたいときは をおしてください。



開始 中断 終了 目次 図 225

塗られ、残りの部分が左へ移動し残りのBが90度回転した後、残りのAの部分と重なる。

イ, 『ながさをはかる』を選んだ場合(画面5, 6)

一本の棒を使ってA, Bそれぞれの周りの長さをはかる。するとAは縦が4つ分, 横が6つ分 Bは縦も横も5つ分になっていることが分かる。キーを押すと, 長さを測るときに使った棒4つから作られた四角形で, A, Bが埋まる。》

(i) 「はやさくらべ」

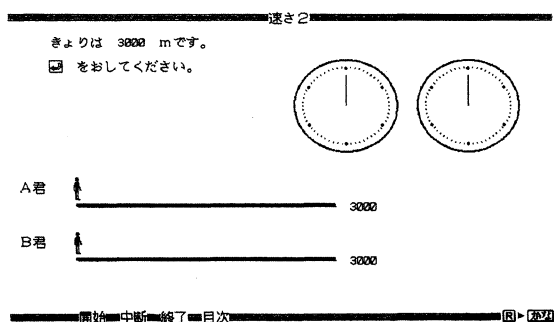
早さ比べのシミュレーションで進める。

《2つのくらべかたがあるのでどちらですか入力する。

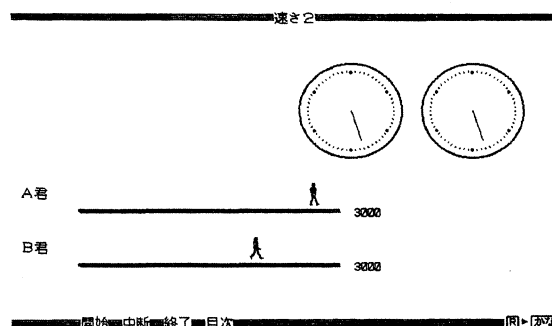
ア, 『きよりがおなじ』を選んだ場合(画面7, 8)

時計・道のり・A君・B君がそれぞれでてくる。キーを押すとA君・B君・時計の針がそれぞ

画面7



画面8

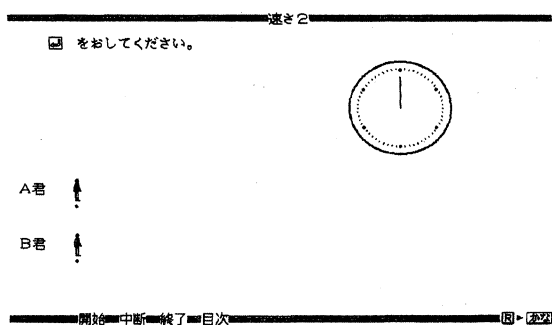


れ動き出す。歩き終わった後、時間が出てくる。

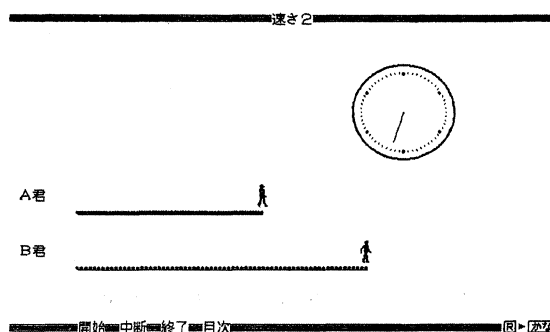
イ、『じかんがおなじ』を選んだ場合（画面9，10）

時計・A君・B君がそれぞれでてくる。キーを押すとA君・B君・時計の針がそれぞれ動き出

画面9



画面10



す。歩き終わった後、時間・道のりが出てくる。》

III 指導事例—繰り上がりのある加法計算—

本研究では次のような研究仮説を設定して研究を進めている。

研究仮説：精神遅滞児の教育においても、子どもの実態に合ったよりきめ細かい算数の系統を設定し、適切な教材と指導方法をもってすれば、かなり高度な算数的な概念も正確に理解させることができるであろう。

この仮説の検証のために、くり上がりのある1桁の数同士の加法について、指導の系統を細かく分析し、その一部をコンピュータでプログラム化して学習指導を行った。その結果、精神発達遅滞児E子に顕著な効果が現れたので、その指導方法と成果について報告する。

1. 繰り上がりのある加法計算の指導方法についての考察

繰り上がりのある加法の計算方法としては、一般に次の4つの方法がある。

(a)数え足し (counting on)

(b)加々法, これには, 加数分解する場合と被加数分解する場合とがある。

(c)5-2進法

(d)合成・分解

これらの方法のいずれがどのように指導されているかを, 健常児の場合について, 歴史的な観点と比較教育的な観点から考察し, また子どもの考え方の実態についても実態を調査した。以下に簡単に述べる。

(1) 歴史的考察

繰り上がりのある計算方法としては, 我が国では現在, 加々法で指導することになっている。歴史的には, 小学算術書(文部省, M. 6版 資料1.1)では, $\square + 0$ のように基数に0を加えることから始めて, $1 + \square$ のように1に基数を加えることから順に, $2 + \square$, $3 + \square$ の繰り返しで $9 + \square$ まで, いわゆる足し算九九を, それぞれの段を一節で扱うことになっている。現在のかけ算九九の指導が, 2の段, 5の段・・・と, 各段毎に学習させるのと同様である。

和が10以下, 繰り上がりがある場合の区別はされていない。

国定教科書第一期 尋常小学算術書(文部省, 教師用 M. 38 資料1.2)では, 繰り上がりのある計算は, 10以下の場合とは分けて扱い, 繰り上がりがある計算は, さらに「9, 8, 7, 6ニソレ以下ノ数ヲ足スコト」と「基数ニソレヨリ大ナル基数ヲ足スコト」に分けて指導されている。さらに, 注意に「 $9 + 2 = 9 + 1 + 1$, $8 + 5 = 8 + 2 + 3$ …ノ如ク成ルベク $9 + 1 = 10$, $8 + 2 = 10$ …ヲ用ヒテ計算スル様ニ教フベシ」とある。ここに加々法でなるべく指導することが指示されている。

加数分解, 被加数分解, 交換法則などの考えについては, 特に指示はない。

第2期, 3期(資料1.3)になると, 9と8, 7と6, 5と4, 3と2の4つの場合分けをして, 基数を足して11以上になる計算を指導するようになっており, 注意書きでは, 加々法で指導することと, 反射的に答えられるように練習させることが明確に指示されている。

$11 = 2 + \square$, $15 = 6 + \square$ ・・・, $18 = 9 + 17 = 8 + 16$ ・・・などは, 20未満の数を合成・分解として捉えさせた, 足し算九九をかけ算九九のように暗記させようとする意図が見られる。

第4期(S. 9), 第5期(文部省, カズノホン S. 16 資料1.4)では, 児童用教科書が完成し, そこでは加々法の加数分解を, 特に第5期からは丁寧に指導するようになっている。

第6期(文部省, S. 22)では, 数え足しの方法も示した上で, 10のまとまりをつくる良さをしめし, $8 + 6$ は, $8 + 2 + 4$ とする加々法の考え方に導いている。

以上, 繰り上がりの計算は, わが国では加々法が戦前から指導されており, その他の方法も, また, $2 + 9$ は $9 + 2$ と同じで考え易いと言うような記述は, 教科書には見あたらない。

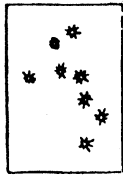
(2) 外国ではどのような指導がとられているか。

イギリスの教科書(Nuffield Math. 2 Longman 1985 資料2.1)では, ②は全く扱われず, 考え方としては数え足しを扱い, 後はかけ算九九のように, 加法においても加法九九表(資料2.2)

資料 I

資料 1. 1 (小学算術書巻之一 M.6)

小学算術書 巻之一



答 (一)北斗、七星に、北極星、一つを、加ふれば、星の数、幾個なりや、

七と、一は、八、七と、二は、九、七と、三は、十、七と、四は、十一、七と、五は、十二、七と、六は、十三、七と、七は、十四、七と、八は、十五、七と、九は、十六、七と、十は、十七、七と、一は、幾個なりや、七と、二は、幾個なりや、七と、三は、幾個なりや、七と、四は、幾個なりや、七と、五は、幾個なりや、七と、六は、幾個なりや、七と、七は、幾個なりや、七と、八は、幾個なりや、七と、九は、幾個なりや、七と、十は、幾個なりや、七と、十一は、幾個なりや、七と、十二は、幾個なりや、七と、十三は、幾個なりや、七と、十四は、幾個なりや、七と、十五は、幾個なりや、七と、十六は、幾個なりや、七と、十七は、幾個なりや、

第十二節

資料 1. 2 (第一期国定算数教科書 M.37)

II 19 27 ノ 数 33

[0, 8, 7, 6 = 各ツレ以下ノ数ヲ足スコト]

Table of addition problems: 9+2=, 9+3=, 9+4=, 9+5=, 9+6=, 9+7=, 9+8=, 9+9=, 8+3=, 8+4=, 8+5=, 8+6=, 8+7=, 8+8=, 7+4=, 7+5=, 7+6=, 7+7=, 6+5=, 6+6=

注意 0+2=9+1+1, 8+5=8+2+3, ... ノ如ク成ルベク 9+1=10, 8+2=10, ... フ用ヒテ計算スルニ便ナクニシテ、

Table of addition problems: 9+1=, 9+2=, 9+3=, 9+4=, 9+5=, 9+6=, 9+7=, 9+8=, 9+9=, 8+1=, 8+2=, 8+3=, 8+4=, 8+5=, 8+6=, 8+7=, 8+8=, 7+1=, 7+2=, 7+3=, 7+4=, 7+5=, 7+6=, 7+7=, 6+1=, 6+2=, 6+3=, 6+4=, 6+5=, 6+6=, 5+1=, 5+2=, 5+3=, 5+4=, 5+5=, 5+6=, 5+7=, 5+8=, 5+9=, 4+1=, 4+2=, 4+3=, 4+4=, 4+5=, 4+6=, 4+7=, 4+8=, 4+9=, 3+1=, 3+2=, 3+3=, 3+4=, 3+5=, 3+6=, 3+7=, 3+8=, 3+9=, 2+1=, 2+2=, 2+3=, 2+4=, 2+5=, 2+6=, 2+7=, 2+8=, 2+9=, 1+1=, 1+2=, 1+3=, 1+4=, 1+5=, 1+6=, 1+7=, 1+8=, 1+9=

資料 1. 3 (第三期国定算数教科書 T.7)

第三期 国定算数教科書

II 19 27 ノ 数 33

[9, 8 = 基数ヲ足レテ11以上トナル者算]

Table of addition problems: 9+2=, 9+3=, 9+4=, 9+5=, 9+6=, 9+7=, 9+8=, 9+9=, 8+3=, 8+4=, 8+5=, 8+6=, 8+7=, 8+8=, 8+9=

注意 最初ハ 9+2=9+1+1=10+1=11, 8+5=8+2+3=10+3=13 ノ如ク 9+1=10, 8+2=10 フ用ヒテ計算セルニ便シ然レドモ終ニハ同ニ應ジテ結果ヲ答ヘ得ル程度ニテ練習セルニ便シ。以下ニ之ニ倣フ

Table of addition problems: 9+1=, 9+2=, 9+3=, 9+4=, 9+5=, 9+6=, 9+7=, 9+8=, 9+9=, 8+1=, 8+2=, 8+3=, 8+4=, 8+5=, 8+6=, 8+7=, 8+8=, 8+9=, 7+1=, 7+2=, 7+3=, 7+4=, 7+5=, 7+6=, 7+7=, 6+1=, 6+2=, 6+3=, 6+4=, 6+5=, 6+6=, 6+7=, 6+8=, 6+9=, 5+1=, 5+2=, 5+3=, 5+4=, 5+5=, 5+6=, 5+7=, 5+8=, 5+9=, 4+1=, 4+2=, 4+3=, 4+4=, 4+5=, 4+6=, 4+7=, 4+8=, 4+9=, 3+1=, 3+2=, 3+3=, 3+4=, 3+5=, 3+6=, 3+7=, 3+8=, 3+9=, 2+1=, 2+2=, 2+3=, 2+4=, 2+5=, 2+6=, 2+7=, 2+8=, 2+9=, 1+1=, 1+2=, 1+3=, 1+4=, 1+5=, 1+6=, 1+7=, 1+8=, 1+9=

先生ガ學校ニ來ル途中デ米ヲ買シテ二ツノ取ニ是ヒマシク前ノ取ニハ 8 俵後ノ取ニハ 6 俵積ンダラマシク、着テ何俵デスカ。

資料 1. 4 (第五期国定算数教科書 S.16)

6

9+4 ハ イツツ デスカ、 9 ニ ナニヲ ヨセルト 10 ニ ナリマスカ、 4 ハ 1 ト ナニヲ ヨセタ モノ デスカ、

Table of problems: 9ト□デ10, 2ハ1ト□, 8ト□デ10, 3ハ2ト□, 7ト□デ10, 4ハ2ト□, 6ト□デ10, 5ハ3ト□

Table of addition problems: 9+2, 9+4, 9+3, 9+5, 8+3, 8+4, 7+5, 7+4, 6+5

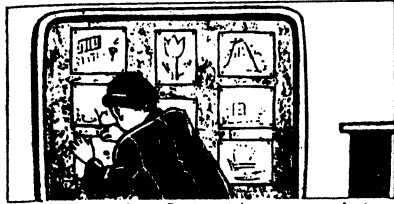
31

資料II

資料1.5
(第六期国定算数教科書 S.22)

75

(せいせき)



せんせいが、えを はって いられます。8まい おはりに なりました。
 まさお 「せんせい、きょうは なんまい おはりに なりますか」
 せんせい 「あと 6まい です」
 まさおさんは、9、10、11 と ゆんじゆんに かぞえました。
 せいせきを なんまい おはりに なる ので しょう。

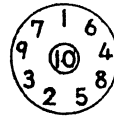
76

まさおさんは、9、10 と かぞえて、8と2 で 10になる ことに、きがつきました。

6は 2と4 だから、10に4をよせて、14 となる ことを みつけました。

$8+6$ は $8+2+4$

$8+3$ $6+6$ $8+7$ $7+5$
 $9+9$ $7+4$ $4+8$ $8+6$
 $6+7$ $8+5$ $9+4$ $7+8$



まわりの かずに なにをよせると、10 になりますか。

資料2.1

(Nuffield Math2, Longman 1985)

Number 9 sheet 2.1

Counting on. $+$ \rightarrow

Put your finger on 8. Now count on 3.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

8 count on 3 \rightarrow can be written as $8+3=$

Put your finger on 7. Now count on 6.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

7 count on 6 \rightarrow can be written as $7+6=$

Put your finger on 8. Now count on 7.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

8 count on 7 \rightarrow can be written as $8+7=$

Put your finger on 5. Now count on 8.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

5 count on 8 \rightarrow can be written as $5+8=$

sheet 2.2

Counting on $+$ \rightarrow

start finish

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Start at 5. Count on 5+ to reach 11. =11

Use the number line to find the numerals that go into the frames.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

start at	count on	to reach	start at	count on	to reach
5	9	4	9		9
9	12	3	12		12
8	13	5	13		13
4	11	7	11		11
6	14	8	14		14

7 +	= 15	9 +	= 13
3 +	= 10	12 +	= 17
5 +	= 9	11 +	= 16
5 +	= 19	9 +	= 11
9 +	= 16	5 +	= 5

資料Ⅲ

資料 2. 2

(Nuffield Math2, Longman 1985)

sheet 1.4

$9 + \quad = 11$ $\quad + 3 = 11$ $7 + \quad = 11$ $\quad + 5 = 11$ $9 + \quad = 13$ $\quad + 5 = 13$ $7 + \quad = 13$ $\quad + 6 = 15$ $8 + \quad = 15$ $9 + \quad = 17$	$\quad + 3 = 12$ $8 + \quad = 12$ $7 + \quad = 12$ $\quad + 6 = 12$ $\quad + 5 = 14$ $8 + \quad = 14$ $\quad + 7 = 14$ $9 + \quad = 16$ $\quad + 8 = 16$ $\quad + 9 = 18$
--	--

Put in > or <

$9+2 < 7+6$	$8+2+6$	$3+7+5$	
$9+9$	$5+8$	$9+1+3$	$6+4+2$
$6+6$	$9+5$	$6+7+4$	$5+6+5$
$8+8$	$5+7$	$2+3+9$	$4+5+8$
$6+9$	$7+7$	$9+7+2$	$4+8+7$

Number 9
sheet 1.5

name _____
date _____

Addition square.
5 is put in the square where the 2 row meets the 3 column because $2+3=5$.
Find these on the table. $4+7=11$ $6+4=10$ $9+0=9$

Now fill in the rest of the squares in the table.

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2				5							
3											
4								11			
5											
6					10						
7											
8											
9	9										
10											

資料 2. 3

Mathematik in der Schule 1
(Ernst Klett Stuttgart 1981)

Nachbaraufgaben

① $8+3=$ \leftarrow \rightarrow $7+4=$
 $8+5=$ \leftarrow \rightarrow $9+4=$
 $8+4=12$

② $9+6=$ \leftarrow 9+7=16 \rightarrow $8+7=$ ③ $6+$ $=$ \leftarrow 6+6=12 \rightarrow $6+6=$
 $9+8=$ \leftarrow $10+7=$ $6+$ $=$ \leftarrow $6+6=$ \rightarrow $6+6=$

④ $12-4=$ \leftarrow \rightarrow $11-5=$
 $12-6=$ \leftarrow \rightarrow $13-5=$
 $12-5=7$

⑤ $17-3=$ \leftarrow 17-4=13 \rightarrow $16-4=$ ⑥ $16-$ $=$ \leftarrow 16-8=8 \rightarrow $8-8=$
 $17-5=$ \leftarrow $18-4=$ $16-$ $=$ \leftarrow $8-8=$

⑦ $7+$ $=10$ \leftarrow \rightarrow $6+$ $=11$
 $7+$ $=12$ \leftarrow \rightarrow $8+$ $=11$
 $7+4=11$

⑧ $10+$ $=16$ \leftarrow 10+7=17 \rightarrow $9+$ $=17$ ⑨ $9+$ $=$ \leftarrow 9+5=14 \rightarrow $8+$ $=14$
 $10+$ $=18$ \leftarrow $11+$ $=17$ $9+$ $=$ \leftarrow $9+5=14$ \rightarrow $8+$ $=14$

Von einer Aufgabe, die durch Legen mit den Stäben gelöst ist, auf Nachbaraufgaben schließen. Dabei werden die auf der vorhergehenden Seite erarbeiteten Gesetzmäßigkeiten geübt. Bei der Begründung der einzelnen Lösungen sollte die Wenn-dann-Sprechweise benutzt werden.

