

#### IV 言葉の調査研究・・・言葉の力…操作言語の学習

索引語（キーワード）等の研究を始めると、用語と用語を結びつける言葉についての関心が高くなってきました。情報検索では、“用語” AND “用語”、また、OR、NOT などの論理記号が使われて、一つの検索体系が構成されます。

この「倫理的」に用語と用語を結びつけ考える代表的な教科が算数・数学であります。そのため私たちは算数に注目し、教科書の言語の分析をすることになりました。

そこで、言語心理の研究をされていた松川禮子先生と算数の研究をされていた安藤一郎先生に参加していただき算数の教科書の言葉の利用状態を調査分析することになりました。

##### 1. 言葉の意味のコード化

調査の準備として大変な作業がありました。それは、一つの言葉が多くの意味を持っていることです。そこで言語の意味のコード化のためには小学校算数で使用されている用語と用語を結びつけるような言葉をすべて抽出し、意味分けをしてそれにコードをつける作業を始めました。例えば、「の」「から」についても、算数で使われる多くの意味がありました。

～から	1	1081	状態の前後関係	～の	1	1291	属性 (所有代名詞)
	2	1082	起点		2	1292	固有名詞で限定する
	3	1083	選択する範囲		3	1293	規準・関係
	4	1084	材料		4	1294	内容
	5	1085	手袋		5	1295	操作の対象
	6	1086	以後 (時を示す)		6	1296	位置
～から…へ		1091	方向をさすもの		7	1297	単位
～から…まで	1	1101	時間的範囲		8	1298	
	2	1102	数量的範囲		9	1299	主格
	3	1103	場所				

次の表は、さち子さんとひろ子さんの

1年生のときからの身長です。

おれ線グラフをかいて、2人の身長の

かわり方をくらべましょう。

このように、多くの意味をもつ言葉に対し、算数の1年生から6年生までの教科書をコード化し、データ処理を進めることになりました。

そこで問題となったのは、どこで使われている言葉か示す必要があります。そこで、図のような入力用紙を作成し、それに一語一語を記入しデータ化しました。

学年 学期 月 文字				OP語			修飾語	
No	国	算		A	B	C	ア	イ
語	1	2	3	4			1	2
							3	4
文例							文字コード	
							B	
訂正							C	
文例							OP語コード	
							ア	
							イ	
(注)								
作成者	No	月	日	訂正者				

例文記入用紙

コード番号	頁	行	章	種類	内容

コード記入表

## 2. 操作言語の分布

このような用語と用語を結びつけ、論理的思考操作に関する用語が見当たらなかったため、これらの言葉を「操作言語」と仮に名前を付けました。

1年生から6年生までの小学校算数の教科書の操作言語をコード化し、コンピューター入力する作業に1年以上要したと思います。

その結果出てきたのが、1年～6年までの学年別の操作言語の利用状態であります。

8年			6年			3151			8411		
	(N= 1785)	%		(N= 5872)	%		変わる(変化)	0.48		…ない(動作)	0.48
1294	～の(内容)	11.76	5181	それぞれ(全体的)	0.58	1294	～の(内容)	22.92	8101	拡大する	0.48
1291	～の(属性, 所有代名詞)	11.47	5261	みんな(all, 全体的)	0.52	1291	～の(属性)	16.06	1292	～の(固有名詞)	0.88
1296	～の(位置)	7.55	1882	～も(追加)	0.52	1214	～と(並列)	5.79	1151	～の	0.84
1292	～の(固有名詞で限定)	6.51	8371	とく	0.52	1296	～の(位置)	5.54	8611	もとにする	0.84
1181	～ずつ(限定単位)	4.15	1108	～から…まで(場所)	0.52	8621	もとめる	2.52	4111	ちいさい	0.84
1214	～と(並列)	3.17	8191	けいさんする	0.52	1297	～の(単位)	2.38	8071	あわせて(和)	0.82
3651	わけの(分割)	2.77	6022	どんな(種類)	0.52	1215	～と(仮定)	2.37	8651	わけの	0.82
1198	～で(限定範囲)	2.71	1401	～より(比較対象)	0.46	1198	～で(限定範囲)	2.08	1108	～から…まで(場所)	0.82
4041	おなじ	2.71	2011	AからBをひく(-)	0.46	1192	～で(手段・方法)	1.82	2111	AをBでわる	0.82
1215	～と(仮定)	2.37	4111	ちいさい(大きさ)	0.46	1293	～の(視準・関係)	1.72	1201	～でも	0.81
2021	…(し)で～する(and)	2.13	3181	くらべる(比較操作)	0.46	5181	それぞれ	1.64	2011	AからBをひく	0.81
1212	～と(内容の表示, 定義)	1.79	1102	～から…まで(数量的範囲)	0.40	1217	～と(内容)	1.41	8371	とく	0.81
3471	はかる(測定)	1.67	5211	はじめ(順序, 最初)	0.40	1299	～の(主格)	1.26	2051	AにBをかける	0.81
1191	～で(条件範囲)	1.67	1872	～め(時間)	0.40	1194	～で(and)	1.24	4011	いろいろな	0.77
1295	～の(操作の対象)	1.61	3411	…ない(否定動作)	0.40	3231	しらべる	1.21	1401	～より	0.76
1192	～で(手段, 方法)	1.44	3481	はらう(そろばん)	0.40	1082	～から(起点)	1.14	5091	じゅんに	0.76
8021	あたる	2.67	2121	AをBでわる(乗法)	0.40	4041	おなじ	1.14	4151	等しい	0.74
1299	～の(主格)	1.10	3051	あてはめる	0.40	3471	はかる(測定)	1.07	3221	縮小する	0.74
3231	しらべる	1.04	8621	もとめる	0.40	1212	～と(内容・定義)	1.04	2061	AにBをたす	0.72
5271	みんなで(和, 合併)	1.04	1194	～で(and)	0.35	6022	どんな(種類)	1.02	4021	おおい	0.72
1391	～や…(or, 離脱)	0.98	1216	～と(比較対象)	0.35	1391	～や(or)	0.99	3441	ならべる	0.72
4081	おおい(大きさ)	0.92	3061	あまる	0.35	2021	…して～する	0.99	8501	比喩する	0.72
1082	～から(起点)	0.92	4021	おおい(量)	0.35	1382	～も(追加)	0.82	3051	あてはめる	0.70
1297	～の(単位)	0.87	3511	ふえる(増減)	0.29	1191	～で(条件範囲)	0.82	3041	あてはまる	0.70
2061	AにBをたす(+)	0.75	1181	～したら(条件)	0.29	3291	対応する	0.80	1171	～だけ	0.70
3071	あわせて(和, 合併)	0.75	2111	AをBでわる(除法)	0.29	1295	～の(操作の対象)	0.75	5021	いちばん	0.70
3081	あつまる(和, 集合)	0.75	1217	～と(内容)	0.29	1181	～ずつ(限定単位)	0.75	1352	～まで(位置)	0.70
6011	どちら(比較)	0.69	5021	いちばん(最も)	0.29	1801	～のうち	0.73	4081	おおい	0.70
3041	あてはまる	0.69	1083	～から(選択する範囲)	0.29	3191	けいさんする	0.70	5171	ちょうど	0.70
1298	～の(…である)	0.69	1218	～と(操作の結果)	0.29	1083	～から(選択範囲)	0.66	1121	～ごと(単位)	0.70
5171	ちょうど(量の相等)	0.69	1301	～のうち(視準集合)	0.29	3181	くらべる	0.65	1195	～で(材料)	0.70
1371	～め(順序)	0.69				2121	AをBでわる	0.65	5261	みんな	0.70
5091	じゅんに(操作順序)	0.68				1251	～に対する	0.60	1351	～まで(順序)	0.70
1201	～でも	0.68				8021	あたる	0.58	6018	どちら	0.70

これまでの算数用語の学年別の利用表は、よく作られていましたが、このような論理的思考操作に関する言語の利用状態を調査した例はなく、言葉の力を育てる新しい観点の研究として注目されました。

これに対し、各学年で新しく使用される操作言語を作成しました。次の表を見て下さい。

1年	2年	3年
1215	1295	3041
5271	3471	1201
1292	1212	3371
1131	3191	1103
1296	1371	3411
3401	3021	3481
3071	1082	2121
1214	1382	3051
1291	1102	3061
1294	1102	2111
6011	5261	1217
1401	1391	4年
1297	3031	4151
1298	3231	3412
3461	4011	1383
1351	1194	3121
1311	5211	3131
1372	1193	3561
1191	1293	1195
4111	3581	3151
4021	1181	5年
4031	5131	1151
1211	3431	1251
5091	3621	3291
1192	5021	1161
1301	1121	1085
2061	1299	3611
1213	5181	5041
2021	1083	3341
3092	1141	6年
3011	3441	3101
3181	1091	3651
6022	1216	3221
2041	3141	3501
4041	5171	
3651	2051	
1381	1101	
3511		
2011		
1353		

松川禮子 安藤一郎 後藤忠彦 豊吉律子「論理的思考操作に関する言語のコード化と使用状態の分析」  
(岐阜大学 カリキュラム開発研究センター研究報告 Vol.1 No.1 pp43~44 1980より)

これを見て、なるほど、3年生になると文章問題が困難になるなあと思いました。たとえば、3年生までに操作言語の約70%が使われ、その言葉を英語で考えると大変なレベルの学習になります。

これをいかに教えていくのか、私たちはこれまであまり意識していなかったと思います。先生方は、このために大変な努力をされているなあと思いました。

そこで、次に課題になったのが、これらの言葉をどのように学習させるかということです。

### (1) 利用状態のリストの表作りは研究の 1/3

松川先生、安藤先生や多くの学生さんの協力で、このような操作言語の利用状況が明らかになったとき、これは大変な仕事を始めてしまったと思いました。

次にすべき研究は、二つあるが、これをどのように解決すればよいか大きな課題でした。それは、

- ① 操作言語の学習状態の調査
- ② 言語の学習指導の方法の試行研究

です。松川先生たちと大変なことを始めてしまったと思いました。しかし、ここまで仕事を進めたら止めることはできません。小学校の1年2年に話し言葉をこれだけ多く学び、3年生の算数の文章題は大変だと算数の指導に注目していました。次の調査研究が大変だとは誰にも言いませんでした。言えば、もう止めよ！「文章題の指導を考えよう」ということになってしまうのではないかと心配でした。

- ③ 最大の困難は問題（作り・選別）・・・本当にその言葉の問題か？

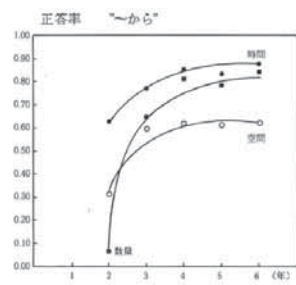
この問題、本当に「から」「～の」などの言葉を調べるのに適しているの？と疑問が出てきます。これには困りました。言語はただ（ ）の中に何が入るか聞けばよいだけでなく、文脈も意味内容も関係します。そこで、多くの問題の中から、よりよい（適する）問題の選別方法を開発しました。

## 3. 操作言語の学習特性

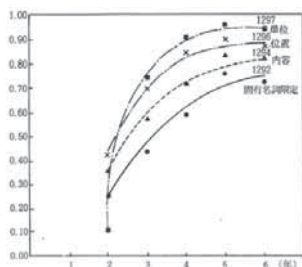
操作言語の学習状態の調査が数年にかけて実施されました。これは、2年生から6年生まで多くの学校・児童の協力のもと、主要な操作言語について調査を進めました。（このとき、操作言語の問題作りが本当にその言葉を調査しているかどうかが課題になりました。これらについては、別に説明します。）

調査は、2年生から6年生の約2,300名（学校数9校）に実施されました。その調査結果から、注目すべき事項が明らかになりました。

それは、同じ言葉でも意味（コード）の違いによって、正答率が変わることです。



第1図 “～から”の時間、空間（位置、順序、場所）、数量による正答率の違い



第5図 “～の”

このような言葉の意味（操作言語）で正答率が変わることは、学習指導で注目すべきで、重要な資料が得られたと思いました。

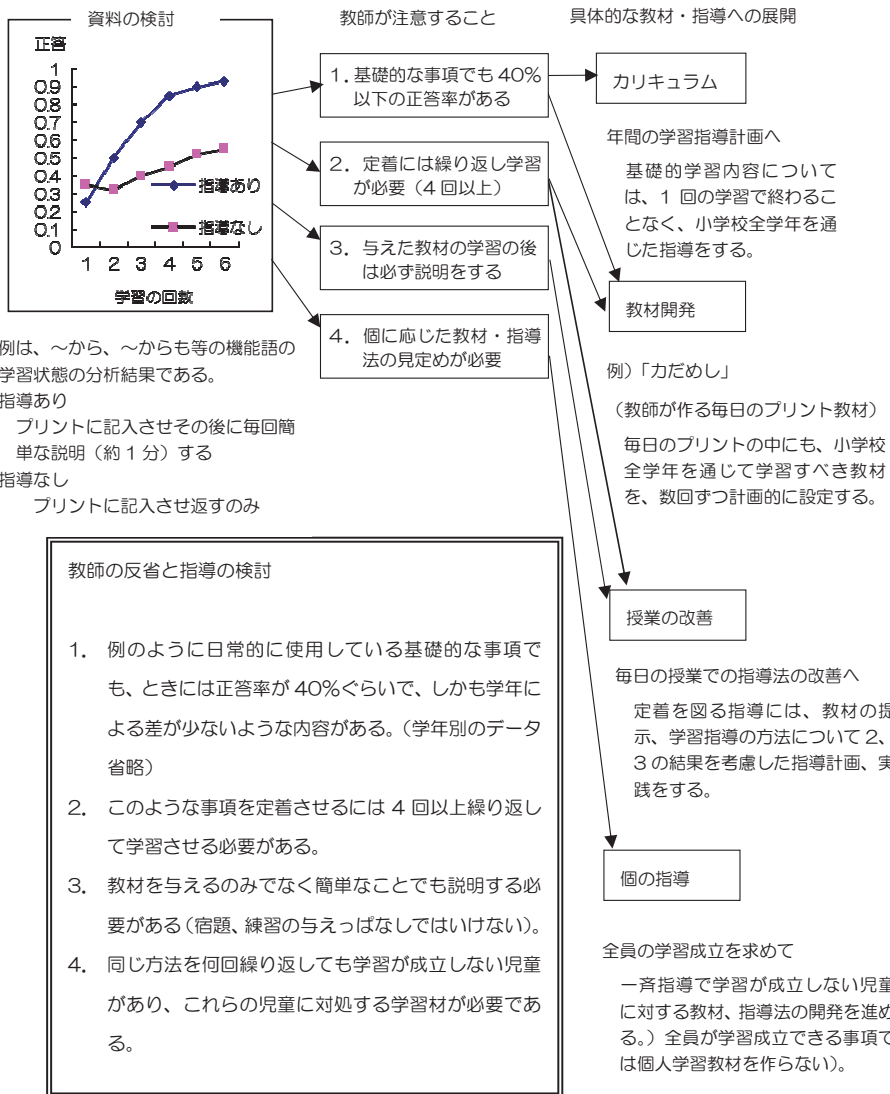
#### 4. 言語の学習プロセスと指導方法

操作言語の学習のプロセスがエントロピーから学習指導法を調べることができるという研究方法が出てきました。このため、操作言語の学習指導法の違いでどのような学習の傾向が見られるか、調査を始めました。

この研究は、学校の先生方の毎日の大変な協力が必要でした。（しかし、その結果は多くの学習指導法の情報を提供できました。）

朝の会で毎日同じ言葉（操作言語）の問題を回答させました。

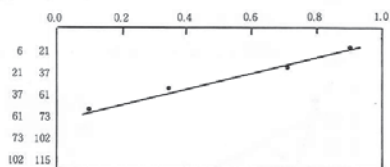
図のような簡単な説明をした場合と、説明しなかった場合に違いが出てきました。また、数回の繰り返し学習が必要なことが明らかになりました。



また、指導ありと指導なしのエントロピーを調べると次のようになりました。

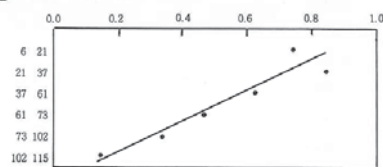
\*時系列連続2項目間の関係（エントロピー）

● 3年指導ありA

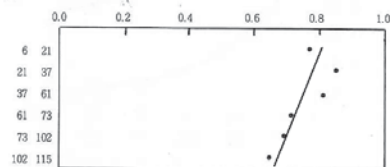


\*時系列連続2項目間の関係（エントロピー）

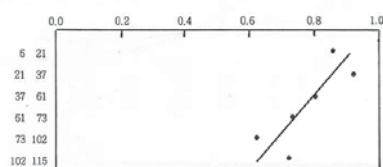
● 4年指導ありA



● 3年指導なしB



● 4年指導なしB



指導ありでは、エントロピーがすぐに小さくなり、安定化へ進みました。それに対し、指導なしでは、いつまでも不安定なことが明らかになりました。

このことは、私たちの教材開発や学習指導に大変重要な情報を提供してくれました。

たとえば、毎日の学習プリントの作成・指導にあたって、少なくとも5回以上の繰り返し学習が必要なこと、また、単に答え合わせだけでなく、簡単な説明が必要であることを示しています。

これらの研究の成果は、基礎・基本的な学習事項について、毎日の学習指導や教材作りにどのようにすべきであるかを示しています。これらの成果は、毎日の学習プリントの開発に適用されました。

これらの操作言語の調査研究は、学習指導にも役立ち、また、全国学力テストのBは、正にこれらの言語の活用が基礎として重要であると思います。

この操作言語の研究成果は、2013年から沖縄で長尾順子先生を中心に基礎学力の向上、学習指導方法の実践研究で利用されました。



## 5. 質問と個人反応データ処理

個人反応データの記録は、学習活動の評価、診断を始め、各種の研究に利用され始めた。とくに、学習反応（応答）が0.1秒の精度で記録、処理が可能になり、新しい研究が始まった。その一例が藤田恵璽先生、成瀬正行先生の質問・応答と自信の研究です。

この質問・応答（正誤）と自信の関係の研究は、McGillの質問応答時間の仮説を用いた正答者と誤答者の反応時間を個人反応処理データの調査・分析です。

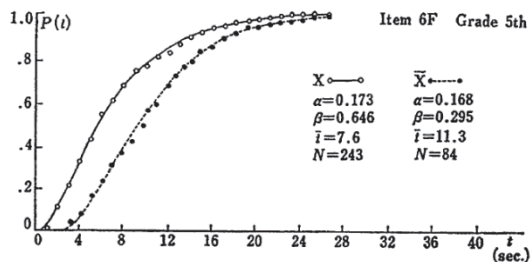
このMcGillの仮説は質問に対する応答時間について“受け止める、考える（課題解決）、決定行動によって反応時間が決まる”としています。

これを用いて決定行動で「自信のある者」と「自信のないもの」により応答の時間にどのような違いがあるか調べました。その結果は、「藤田恵璽・成瀬正行（1976）テスト項目の反応時間～正誤および自信との関係について～、日本教育工学雑誌 Vol.1 No.1」などに報告されています。

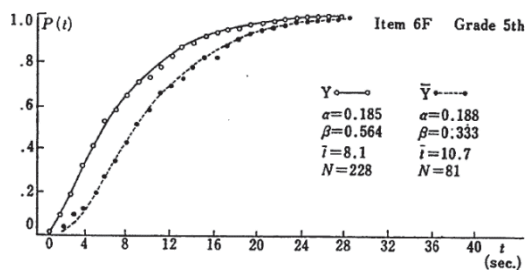
個人反応データの記録が可能になり、発問、問題、実験・実習等の教育実践の研究が進みだしました。

とくに、McGillの仮説は教師の発問が学習者に受け止め易いか、学習のプロセスに適した課題解決、考える内容であったか、回答の仕方が良かったかなどの教育実践研究に発展しました。

また、自信の調査については、その後、アナライザーを使わなくても授業で学習プリントにも利用され始め、単純な自身の有る無から、〇〇ができるか（たとえば、プリントを見ればできる、他の人に教えられる）などの行動・活動の状況から、自信について調べられるようになり始めた。学習プリントを用いて授業の各分節、話し合い、実験等で自信の情報も調査できる方法が考えられ始めました。



図Ⅳ-5 正答者(X)および誤答者( $\bar{X}$ )集団の項目反応曲線



図Ⅳ-6 自信者(Y)および不安者( $\bar{Y}$ )の集団の項目反応曲線

藤田恵璽著作集2「教育測定と実践研究」(1995)より

## Q&A 問題の選定…よりよい問題を見つけ出す

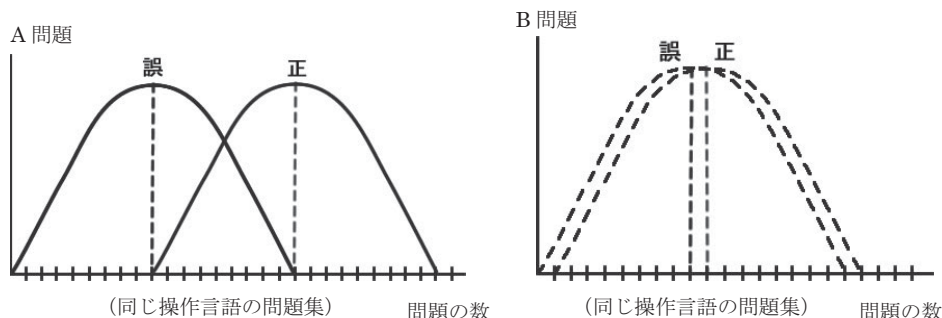
Q: 江川

言語の問題が本当に調べる言語を知っているかどうかを聞く問題をどのように選んだのですか。

A: 後藤

同じ操作言語の問題を数問から十数問集め、いろいろな問題の中に混在させ、テストをしました。その結果から、同じ操作言語の問題のみを取り出し、その得点分布を作りました。次の図のように、各問題の正・誤の得点分布を作りました。

A と B とどちらが良い（適する）問題でしょうか。



この中から、分離性のよい問題を選び、まず、その操作言語（たとえば（から）の問題）としました。（さらに、正誤の分布のエントロピー処理などをしました。）このようにして、学習状態を調べる問題群を作りました。これは大変な作業でした。

調査を実施していただいた先生方やこれをコンピューターで処理をした学生さんたちには、大変な仕事で頭が下がります。

今、私達が見ているグラフ一つをとっても、それを作するための基礎作業には多くの人達が大変な努力をされた結果です。

（注）資料 後藤忠彦・安藤一郎・松川禮子・長屋正弘・豊吉律子、論理的思考操作に関する言語の学習過程の分析と指導方法の検討、岐阜大学 カリキュラム開発研究センター研究報告、Vol.1 No.1、1980）

このようにして、操作言語の学習状態の調査や学習指導方法の試行研究が可能になりました。

すなわち、調査・研究のための問題、基礎資料が一応整備されました。何を聞いている問題かテストが整備されなければ、次の仕事へ進めません。

〔～から、～のなどの操作言語を調べる問題を内容と反応との両面から検討をして、よりよい問題を選択しました。〕



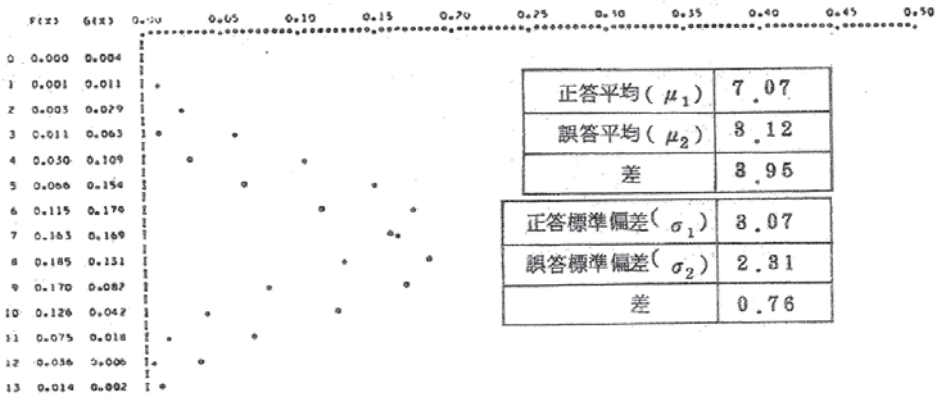
Q: 江川

どのような処理例がありますか。

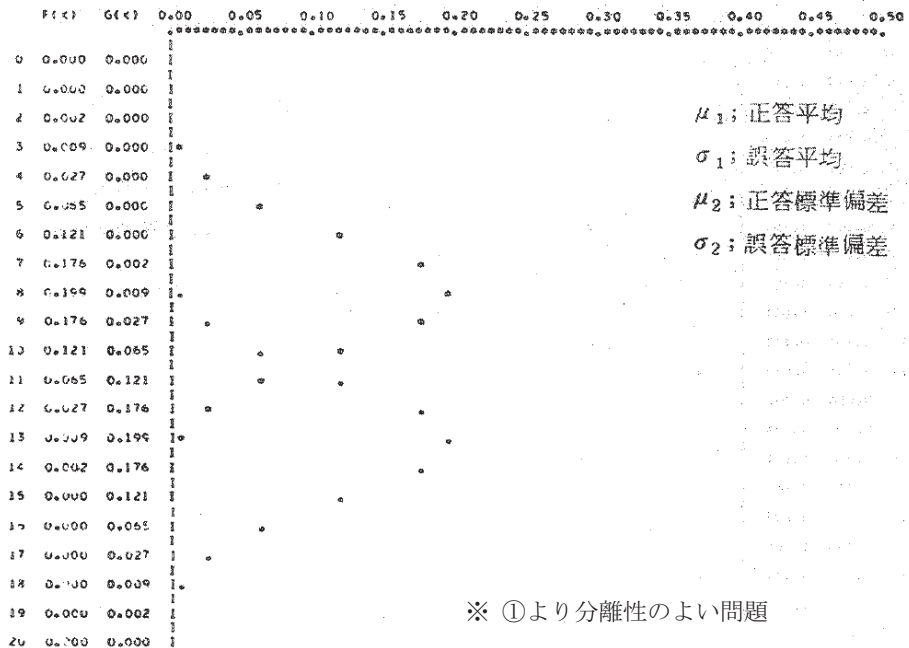
A: 後藤

次に例を示します。

① \* 正答 ( F ) ・ 誤答 ( G ) の分布 ( 正規分布 )



② \* 正答 ( F ) ~ 誤答 ( G ) の分布



(後藤・永田、“分布関数を用いた評価項目決定に関する処理の一方法”、岐阜大学教育学部付属カリキュラム開発研究センター CRDC データレポート No.71、昭和 54 年 12 月より)

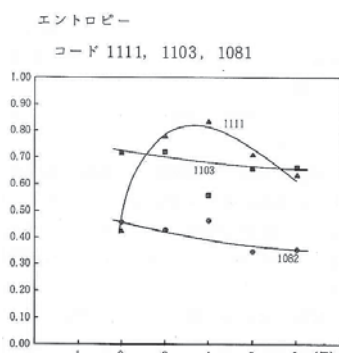
Q: 眞喜志

言語の意味によって安定・不安定な学習傾向を示しますか。

A: 後藤

違いがあります。たとえば、各学年で同じ操作言語の問題 3 間について、学習状態のエントロピーの処理がされました。

$$HM = - \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0}^1 P(i, j, k) \log_2 P(i, j, k) / 3$$



第2図 エントロピー

ここで注目したいのは、エントロピーの変化が言葉によって違うことであります。たとえば、コード 1111 は最初は学習していなかったためエントロピーが小さく、学びが進むに従い、エントロピーが大きくなり、いろいろな事項に疑問が出て、その後学習が進むにつれて安定化（エントロピーが小さくなる）へ進んでいます。

また、1103 はエントロピーが高い状態で続いています。これは、不安定な状態で学習が進まないと考えられます。

1082 はエントロピーは小さく、ある程度安定していますが、学習の進展がありません。

このように学びの特性が分かります。

その結果、言葉によって学び方の違いが出てきています。その代表的な例が、低学年から高学年まで大きく不安定な学習状態の操作言語、低学年から高学年までエントロピーが小さく、低学年から安定した学習状態にある言語があります。

また、低学年でエントロピーが小さく、3・4年で高く、高学年で小さくなる操作言語があります。これは、学習の最初は児童が言葉を使えなく、4年になると学び初めて、正・誤（1、0）が多くなり、高学年ではエントロピーが安定し（1、1、1）と正答が多くなる傾向の言葉があります。

このことは、言葉の学習指導で注目すべき結果であります。

すなわち、操作言語の学習過程には、

- ① 正答率が高くても（使い方が）不安定な言語があります。
- ② 新しい操作言語等では最初は使い方を覚え、その後正答率も高く安定する言語があります。
- ③ 安定した学習状態の言語があります。

の 3 つのパターンがあり、このような観点で児童が分かっていたと考えられる言語でも、安定して使えるように何回も指導が必要だと思いました。