

VI 授業計画、実践、分析評価の関連資料（補完）

（1）論理的思考操作に関する言語（操作言語）の学習指導

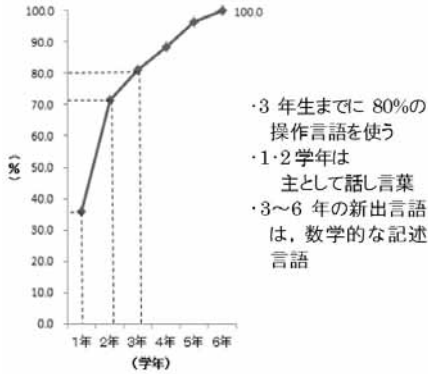


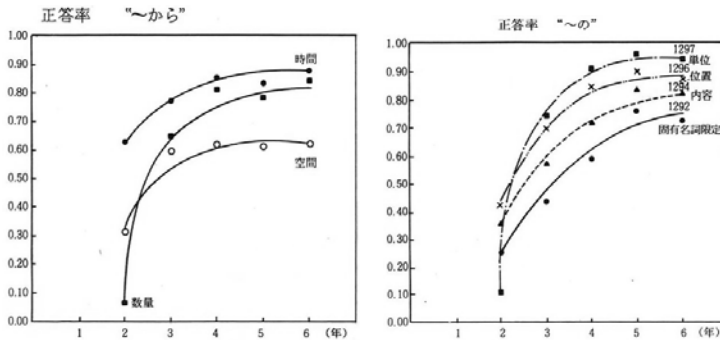
図 1-2-2 6年生までの操作言語の習得を100%とした各学年の操作言語の割合（長尾, 2013）

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。

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。



どのように注意して指導されていますか。

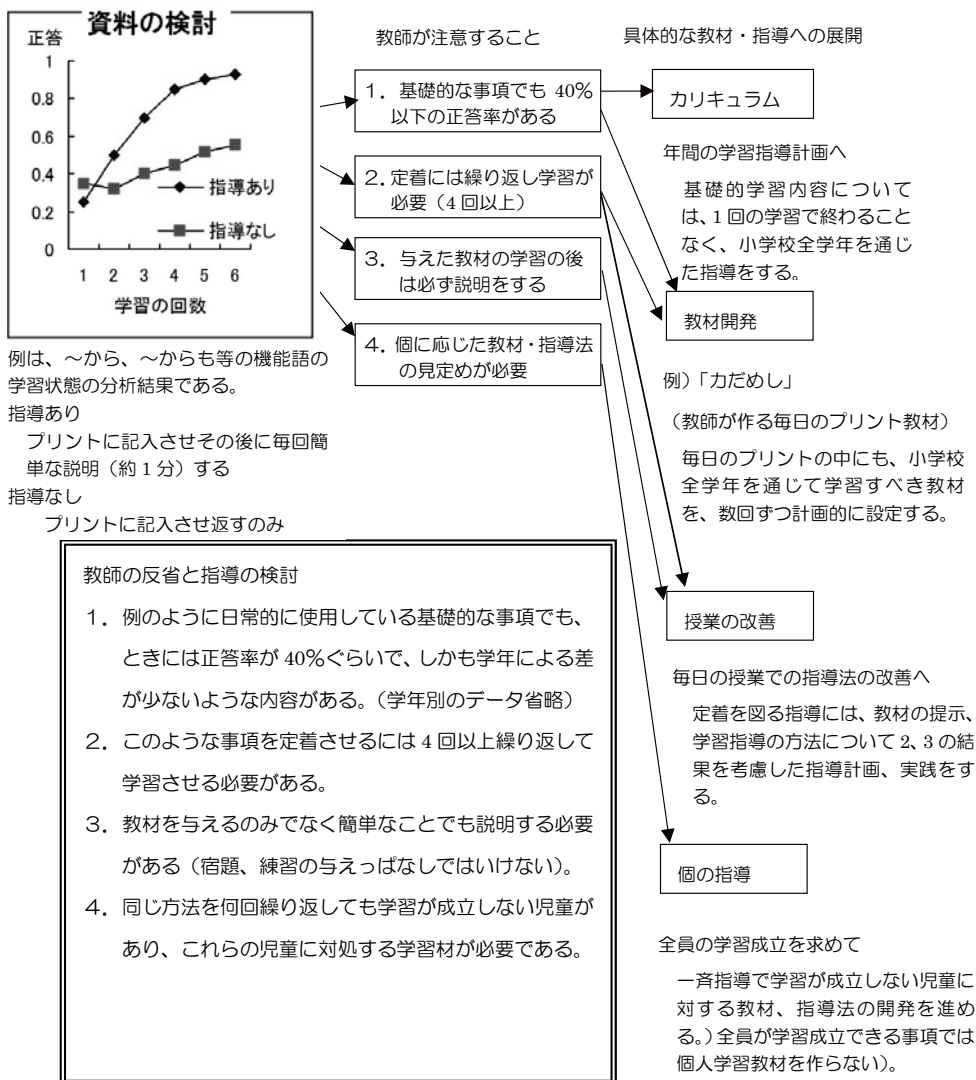
(2) 繰り返し学習の必要性と学習の安定

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。

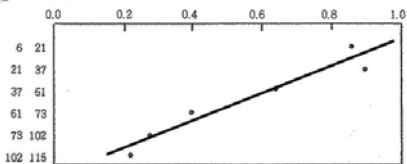
図のような簡単な説明をした場合と、説明しなかった場合に正答率の違いが出てきました。また、数回の繰り返し学習が必要なことが明らかになりました。



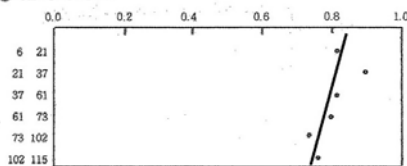
簡単な課題でもテスト後の指導ありと指導なしのエントロピーを調べると次のようになりました。

*時系列連続2項目間の関係（エントロピー）

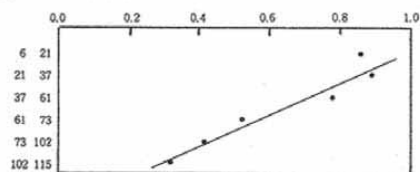
● 指導あり A



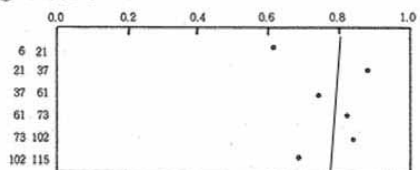
● 指導なし B



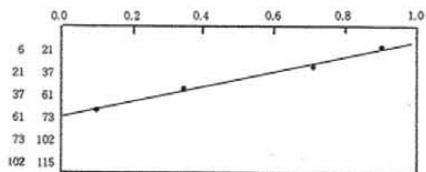
● 2年指導あり A



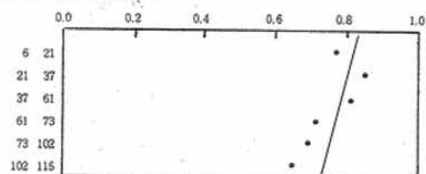
● 2年指導なし B



● 3年指導あり A



● 3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。

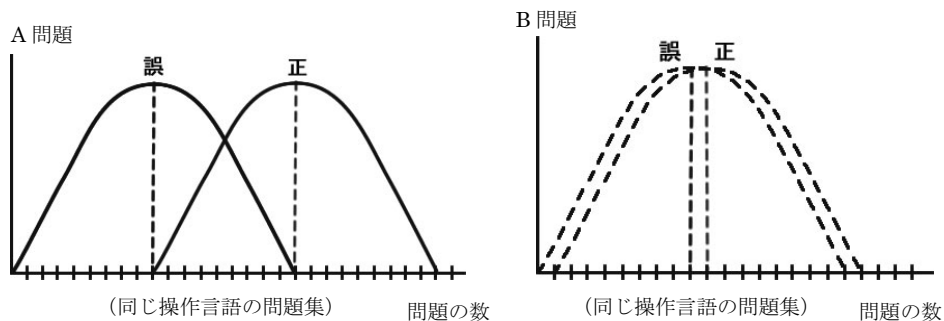
これらの研究成果は、基礎・基本的な学習事項について、毎日の学習指導や教材作りにもどのようにすべきであることを示しています。これらの成果は、毎日の学習プリントの開発に適用されました。

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 領域問題は、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。

(3) 目標に適する問題の選定について

質問したい事項に適する問題かどうかは、第一に学習内容の面から分析・評価されます。よりよい問題を見出すためには、学習者の反応面から分析する方法が必要です。

そこで、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。



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。

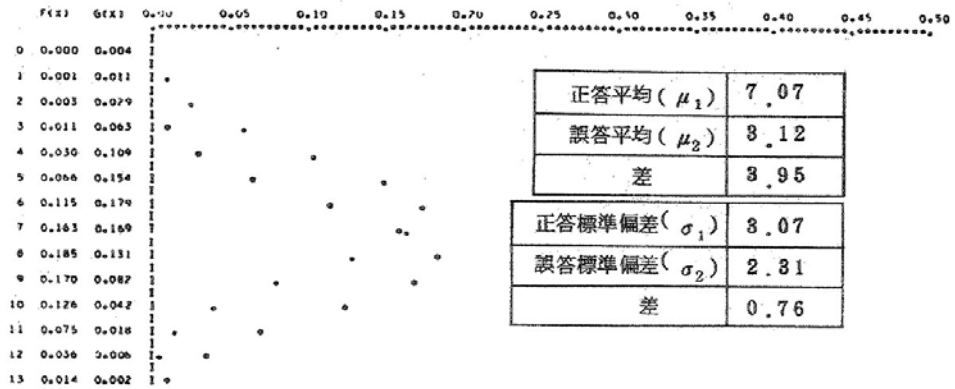
今、私達が見ているグラフ一つをとっても、それを作するための基礎作業には多くの人達が大変な努力をされた結果です。

皆さん方はよりよい問題を見出すために、学習内容、学習者の受け止め方等を検討し、どのような方法で選択されていますか。

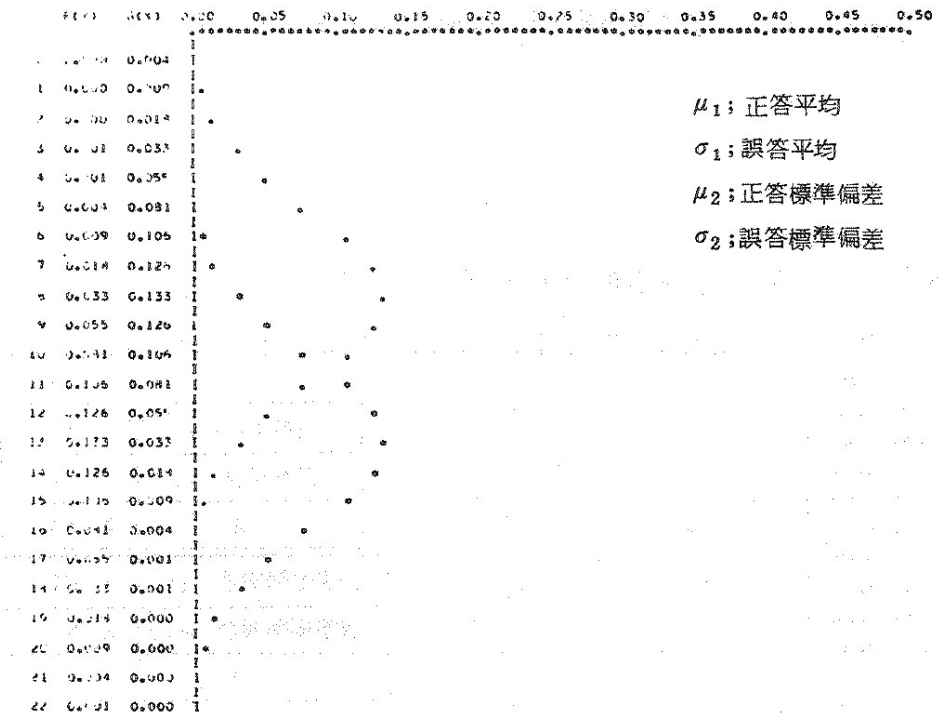
実践されている方法を説明して下さい。

処理例

* 正答 (F) ・ 誤答 (G) の分布 (正規分布)



* 正答 (F) ~ 誤答 (G) の分布

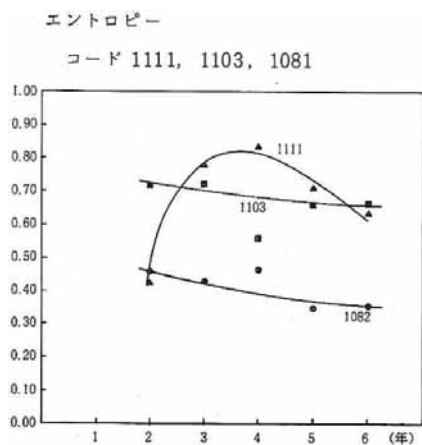


(4) 言葉の意味による学習の状態について

次にその例を紹介します。

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。

これは、言葉によって学び方の違いが出てきている結果です。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です。

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です。

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
- 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
- ③ 安定した学習状態の言語

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えます。

(5) 昔のデータの再検討 (研究用)

下の表のような 1968 年～1971 年の昔の資料があります。この資料を現在の授業に適用してよいかどうか、また、区分の中 (Q₁、Q₂、Q₃) にどのような反応が存在するのかを調べ、再検討する必要があります。

項 目	Q ₁	Q ₂	Q ₃	概 要
分節(区切り)の数	3	～	6	導入、展開 (2～3の区切)、まとめ
導入の所要時間	7分	10分	13分	復習と本時の学習目標(ねらい)
まとめの所要時間	4分	6分	8分	確かな理解 (未修得児童の対応)
確認の最初の応答	4秒	8秒	14秒	内容、体験、経験
発問の最初の応答	10秒	14秒	20秒	十数秒は児童に考えさせたい
問題の最後の応答	2.6分	3.7分	5.4分	練習問題の量・質も配慮
グループ討論	2.2分	3.0分	4.0分	教師は各グループの情報収集
全体討論	1.2分	1.6分	2.4分	グループ討論+教師の役割を考える

そこで、発問の最初の応答であれば、まず、次のような調査・検討が考えられます。

- ① この例から、まず各時間内にどのような発問、応答があるか、数百の例を調べて下さい。
- ② これまでの時間の分け方が四分位でよいか、 σ 等を使って分けるのがよいか検討して下さい。

時間域	授業での発問例	応答例
～10秒		
11秒～14秒		
15秒～20秒		
21秒～		