

V カリキュラム開発（学習指導計画）・教材開発等と研究情報の適用

1976年からのCMI等を用いた研究成果は、各種の教材や学習指導計画書などの開発があります。その一つの例が小学校の毎日の学習プリントであります。

また、中学校・高等学校は学習指導計画書やそこで利用する教材開発、評価方法の教育実践研究が進められました。その中には、現在でも学習プログラムドブックとして市販されている教材もあります。（高校「物理」のプログラムブックは、三十数年間も市販されています。）

次にこれらの事例について紹介します。

1. 毎日の学習プリントの作成と利用

この毎日の学習プリントは基礎学力を向上に役立てました。

これまでの研究で小学校の算数、言葉の基礎について確かな学習の必要性が明らかになりました。

(1) 算数

安藤一郎先生を中心とした1年生から6年生までの算数の重要事項について、学習の傾向についての調査結果から基礎事項の問題点が明らかになってきました。

また、算数の学習内容と言語の関係の重要性も大きな問題になりました。

(2) 言葉の学習

松川禮子先生等の研究から、論理的思考操作に関する言語（操作言語）の重要性およびその指導方法が明らかになってきました。

これらの研究成果をもとに、教材の作成とその指導方法について教育実践研究が進みました。

とくに、基礎学力の向上が必要な学校に利用できる教材の作成を当時の岐阜市長良西小学校の長屋正弘先生が中心となり、「力だめし」として算数とことばの力として基礎学力をつける問題を毎日の学習プリントとして開発しました。

その毎日の学習プリントを岐阜県内の二校で利用していただき、その学習状況の調査を始めました。

(3) 学習プリントの作成にあたって考えたこと

① 基礎基本の学習と学習の習慣（家庭での）

当時、家庭での学習の習慣がついてない学校があり、先生方が困っておられました。（町長さんも大学へ来られて、なんとかならないかと話されていました。）

また、当然ですが、基礎学力も低く、偏差値も低く困っておられました。

このため、第一に基礎学力の向上と家庭での学習の習慣をつけるための毎日の学習プリントの作成が求められました。

② 家庭で「学習プリント」と「自主学習の指導」

家庭での毎日の学びの習慣ができ、学習プリントに自主学習を進める手当として児童が学習材を選択し学ぶことができる資料の提供が必要な学校がありました。

このために、自分で学習課題を見出し、家庭学習ができるように支援する教材の開発を進めました。

③ 毎日の学習プリントと自主的な学習

基礎基本の学習と言葉の力と算数の力をつける学習プリントは必要です。しかし、自主学習ができれば、それを支援する教材は必要ではなくなります。

各学校の様子を見ていて、①～③に分類できます。全てに共通するものとして毎日の学習プリントが必要です。

そこで、毎日の学習プリント作りが長屋先生を中心に始まりました。

その観点（基礎資料）は、表のような計画で開発を進めました。

[算数]

安藤先生等の小学校1年生～6年生までの算数の基礎調査を行いました。

調査での誤りの傾向、問題相互の関係からの指導上の課題などを検討し、学習プリント作りが進みました。

[言葉の学習]

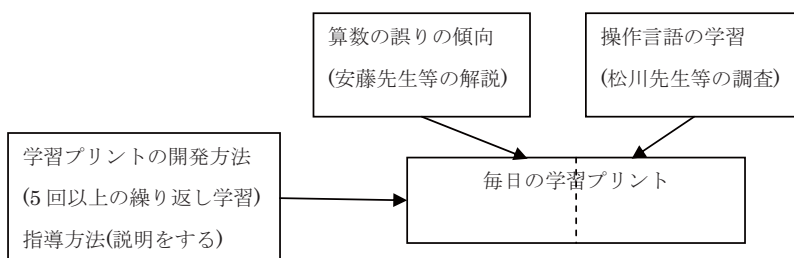
松川先生等の論理的思考操作に関する言語（操作言語）の学習分析結果を利用しました。

[指導方法]

指導方法は、毎日の学習プリントの繰り返し学習の調査結果から、同じ課題を5回以上繰り返し学習できる学習プリントを作成しました。

[問題の様式]

問題の様式は、言葉の学習でクローズテスト、（ ）問題、書写など各種の方法を調査し、各学習内容に適する様式を行いました。



[5年計画]

学習プリントは、2年生から6年生まで作成しました。学習内容によっては、各学年で少しずつレベルを上げて繰り返し学習ができるようにしました。

このように開発された学習プリントをK校、A校の2校に毎日提供し、その学習の様子を調べ、改善点を見出し次の学習プリントの作成に適用し、約1,000枚（各学年約200枚200日分）の学習プリントが完成しました。

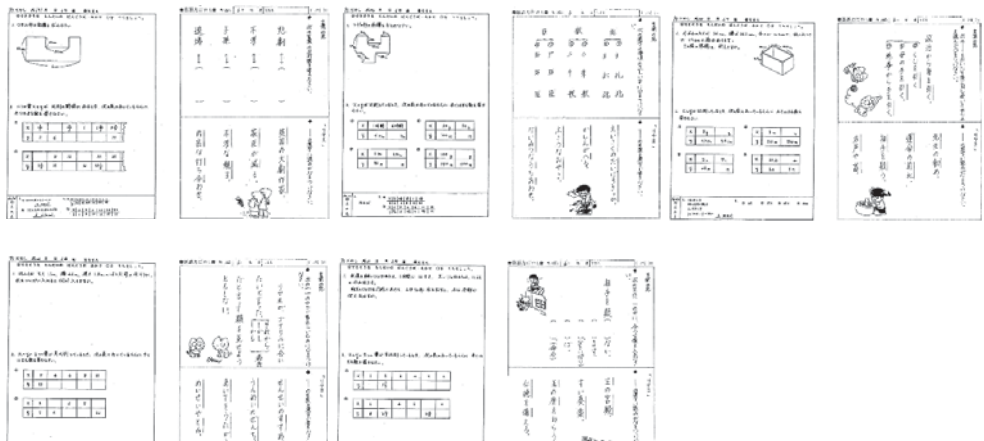
毎日の学習プリントの成果は、家庭での学びの習慣と基礎基本の学習であり、K校では、1年間続けた結果、偏差値が大きく上がったとのうれしい報告がありました。

その例は次のようです。

3年生の学習プリント例



6年生の学習プリント例



(これらの学習プリントは、当時長屋先生(長良西小)が手書きで作成され、提供しました。手書きの理由は、保護者に対し、学校の教員もこれだけ努力していることを示し、少しでも保護者が子どもの家庭学習に関心を高めてほしいという願いが込められていたためでした。)

当時、瀬ノ上先生、西村先生、加藤先生などもおられ、大変であったと思います。ただ、成果は保護者も教育への関心が高くなり、偏差値が大きく上がりました。保護者も子どもも自信がついたと思いました。(研究発表会には、多くのお母さんが受け付け、案内などの支援を積極的にされていました。お母さん方の自信のある顔を見て、家庭学習が進んだと受け止め感動し、これでよかったと思いました。)

(4) 家庭学習…毎日の学習プリントから次への発展

基礎学力、家庭での学びの習慣をつけるのに、毎日の学習プリントは当時の各学校でも成果をあげました。しかし、それだけではいけなく、次のステップが考えられました。

最終的には家庭学習で基礎学習と主体的な学習ができるように指導することが求められました。そこで、次のような指導のステップで進められました。

1) 家庭での学習

① 第1ステップ

(A) 基礎学力 ことばの力、算数

(A) 算数の基礎を繰り返し学習
ことばの力とし、操作言語も含め繰り返し学習

② 第2ステップ(家庭学習の習慣が安定してから)

(A) 基礎学力 ことばの力、算数



(B) 選択課題 (各自が選択)

(A) は①と同様
(B) 児童が学習課題を選択し学習
(課題を選ぶ力をつける)

③ 第3ステップ

(A) 基礎学力 ことばの力、算数



(C) 自主学習 (ノートに記入)

(A) は①と同様
(C) 自分の力や関心で課題を選び、自主学習

このように、毎日自主的な学習ができるように、まず、家庭での学びの習慣、次に課題を選択し学習、最後に自主学習ができるような手順を考えた指導が必要でした。(最初から③はできませんでした。)

2. 学習指導計画（設計書）の作成で利用

小学校、中学校、高等学校で一連の学習内容、学習反応の研究成果を用いた学習指導計画の作成が進められました。

（1）学習指導計画への資料の利用

利用された資料としては、つぎのようなデータを用いました。

① 誤りの傾向

正誤（1、0）のデータを用いた各学習内容の学びの様子を調べ、学習指導計画（評価も含め）の概要の開発がされました。ここでは、正誤の他に二重、三重、多重クロス処理がよく用いられました。

特に、反応構造からの研究は、学習項目間のネットワークから、一つの学習指導の流れを決める方法として用いられました。

② カテゴリー分布

正答及び誤りのパターンを分析し、カテゴリー分布の処理をして、どのような誤りがあるか調べ、それに対する学習指導の計画がされました。

また、誤りのパターン（カテゴリー）の相互の関係から、誤りの指導方法について研究がされ、さらに補完学習のためのプログラムブックなどの学習材作りが始まりました。

③ フローチャートの作成（学習指導のプロセスの検討）

授業の事前・事後や授業のプロセスについての調査研究成果を用いた学習指導計画がなされました。

④ 教材開発

誤りの状況スケログラム（S・P表）を調べた教材を開発しました。

⑤ 一連の学習内容の習得過程

正答率の状況やエントロピーを用いて、単元の学習がどのように進められたかを分析し、次の学習指導計画に役立てられました。

これらの資料を整備し、学習指導計画書等を多くの先生方が共同で作られました。とくに、家庭科、理科（小・中）、高校物理 I などでは、事前テスト授業計画（診断テスト）、授業用の学習プリント、教材、事後指導（教材・評価等の誤りのカテゴリー）などで構成されていました。

（2）共同した学習指導計画（設計書）の作成（開発）

これまでの 1 時間の授業の指導計画ではなく、学習指導計画が数名～十数名で、教科単元で開発されました。

例えば、高校物理などは 1971 年頃から問題の分析が始まり（山田克美、稲葉一、竹中洵

治、佐藤正明、山田功、山本寛先生等)、1972年には一単元の授業分析、1974年頃から一単元のフローチャートを用いた学習指導の計画が始まっています。

1975年には、家庭科技術検定の手引きが近藤たつ子、河野智恵、今村花枝、丹羽君子、奥田正子、安田笑子、丹羽知世子、佐久間朋子先生等により作られました。

1976年には、波動、運動、電気の学習指導設計書やプログラムブックが開発されています。中島崇、稲葉一、竹中洵治、山田克美、松野光暢、佐藤正明、山口義文、山田功、加藤和男、那須為朋先生等が共同開発を本格的に始められました。

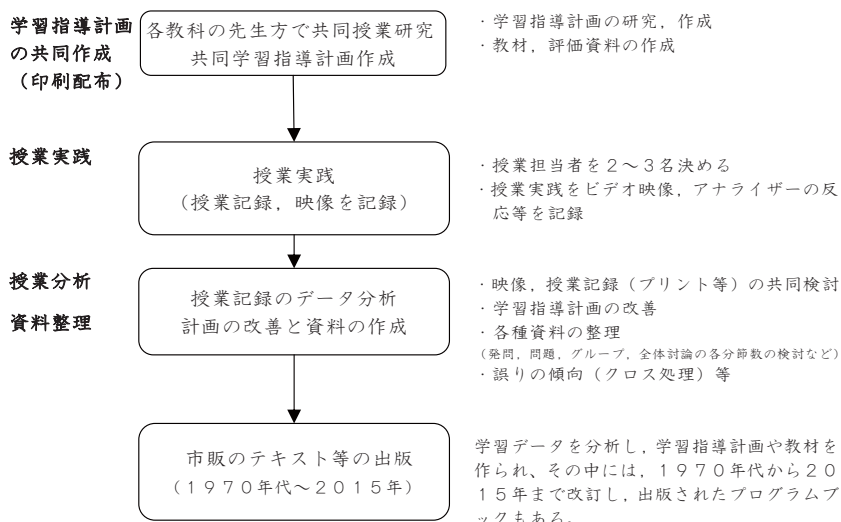
(1977年には、これらの研究をもとに学習プログラムの「波動」について機械振興協会(各大学等で開発されたCAIの比較評価)のCAI学習の評価結果(坂元昂、東工大)で高い評価を得ました。)

一連の学習指導設計書の開発をもとに1978年に秀文堂から物理[I]学習ノート、プログラム物理[I]、プログラム物理[II]を出版しました。これはその後2015年現在まで継続出版(市販)されています。1977年~2015年の約38年間の長い出版物となっています。このような各種資料を用いた学習指導計画の研究は、小・中・高等学校の家庭科、小学校算数・理科、中学英語・理科などで進められていました。

3. 授業研究を基礎にした学習指導計画の作成

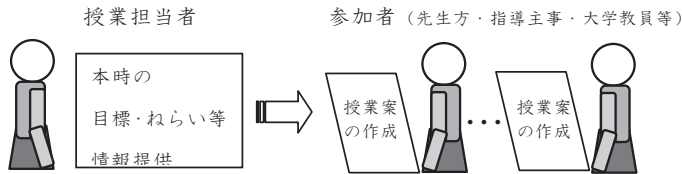
各教科の先生方が共同で指導計画案を作成するために、授業実践の記録を共同分析して、評価・改善など各種データを整理されました。

※1968年~1979年までの各種資料の多くは、共同で作られた学習指導計画による授業から得られたデータです。

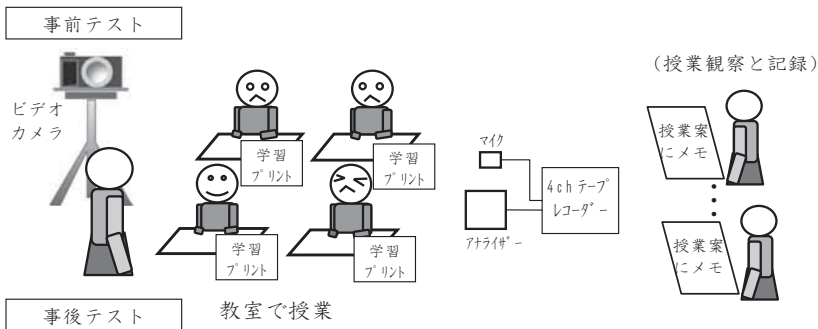


学習指導設計書の作成は、次のようにされていました。

(ア) 参加者も1人ひとりが授業案を作ります！

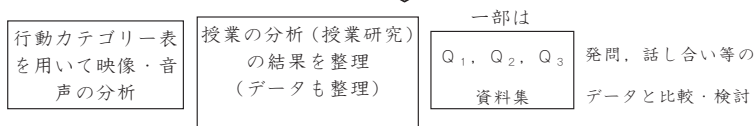
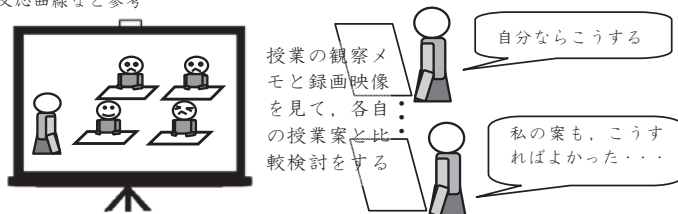


(イ) 授業を記録します。



(ウ) 録画映像を見る（授業研究）

事前・事後のテスト、学習プリント（記入）（共同開発者も主役、全員の授業案を配布）
反応曲線など参考



このように開発した学習指導計画・教材を参考資料として、当時多くの学校で利用されました。

授業研究の方法（学習指導計画書の作成）

（ア）授業研究の参加者全員が授業案の作成

① 事前に授業担当者から授業の学習内容や学習者の状況等の情報を提供

② 授業前までに各参加者が授業案の作成

共同開発（研究）の場合は、略案や学習内容・行動目標、学習プロセスの計画表まで作成した学習指導計画書も作られていました。

（イ）授業実践と観察

① 事前テスト、事後テスト（学習内容、イメージ調査等）

必要な時、学習目標に対する事前・事後テストがされていました。また、授業によって、教材等に対するイメージがどのように変わったかの調査もされていました。

研究授業の場合は、授業時以外の時間でされていました。共同研究の場合は、共通のテストを作り、同じ調査がされていました。

② 授業の撮影

授業は、1台のカメラで前から撮影されていました。当時ビデオカメラ・デッキは高価で、1台入手するのも大変でした。

（ウ）授業の記録

参加者は、授業を見て自分の授業案にメモ

当時は、今のような付箋がありませんでした。それで、直接授業案にメモを書いていた。

① 授業者の授業案の立場で

- ・自分なら「このようにする」改善点を記述
- ・授業実践から参考になる点を記述

② 自分の授業案の立場で

- ・自分の授業案の問題点を記述
- ・この授業より自分の案の方が良い点を記述

などを授業案に記述されていました。

（しかし、現在では多色の付箋があり、色で分類して記述し、後で簡単に整理することができます。）

（◎授業全体を通しての良い点、問題点、改善点を授業者、参加者の授業について考察記述）

③ 授業観察の整理用紙

授業のステップ	授業者の指導の 良い点・問題点	参加者の授業案の 良い点・問題点	本時の改善点 (自分の学習指導方法・技 術の参考点)
導入			
各分節で区切る			
展開			
まとめ			

(注) 発問・確認等の目標との関係での評価、話し合い、実習・実験などの指導方法の問題点・改善点も記述

(エ) 授業研究

ビデオの授業記録を再生します。このとき、

① 授業参加ができなかった場合

(イ) と同様にビデオの再生を見ながらメモを記述します。

(中学校・高等学校の多くの学習指導計画書の作成には、この方法が用いられていました。…他校の授業参加が困難なため)

② 各自の指導案(メモ書きも含め)をコピーし配布(授業整理用紙)

授業案(授業者及び参加者全員)。もし、授業の整理用紙があれば、両資料を配布する。

③ 授業の再生と授業研究

授業のビデオ記録を再生し、②で配布された資料を参考資料にして、授業者又は司会者が導入から順次検討を進めていました。

この時、授業者と参加者の両資料をもとに指導方法、良い点、改善点、参考になる点、指導内容の問題点、学習目標、教材の適否などが検討されていました。

④ 共同学習指導計画書の作成

共同学習指導計画書は、これらの発言、問題点の指摘を参考にして作成されていました。(佐藤正明先生の波動等参考)

Q&A 授業分析について

Q: 比嘉

授業研究は、どのようにされたのですか。

A: 後藤

授業研究は、一般に次のような手順で行われていました。

① 個人の授業の分析

先生方個人で計画をされた授業を共同で分析し、問題点の検討

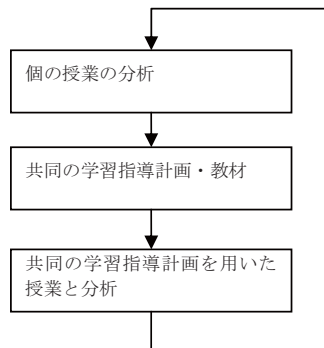
② 共同の授業計画

先生方の授業実践結果を参考に共同で学習指導計画書・教材・テスト（事前、事後）等を作成

③ 共同開発指導計画で授業

共同作成した学習指導計画書と教材等を用いて授業実践の共同分析・改善へ

このような授業の分析・改善・実践の繰り返しであったと思います。



Q: 比嘉

このような授業研究の中で、授業分析はどのように進められましたか。授業の中にはよく用いられてきた学習のステップをしっかりと進める方法と総合的な学習のような場合があります。

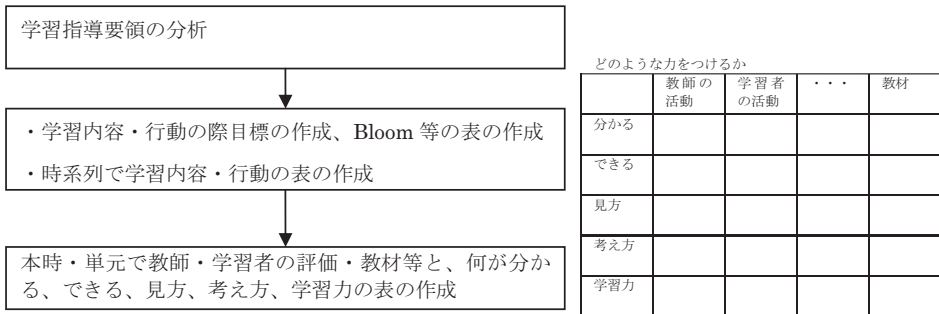
A: 後藤

確かに、当時米国のアトキンが OECD の国際会議で「カリキュラム開発の課題」（昭和49年）で報告したカリキュラムの構成は、大きく分けて二つの方法があります。

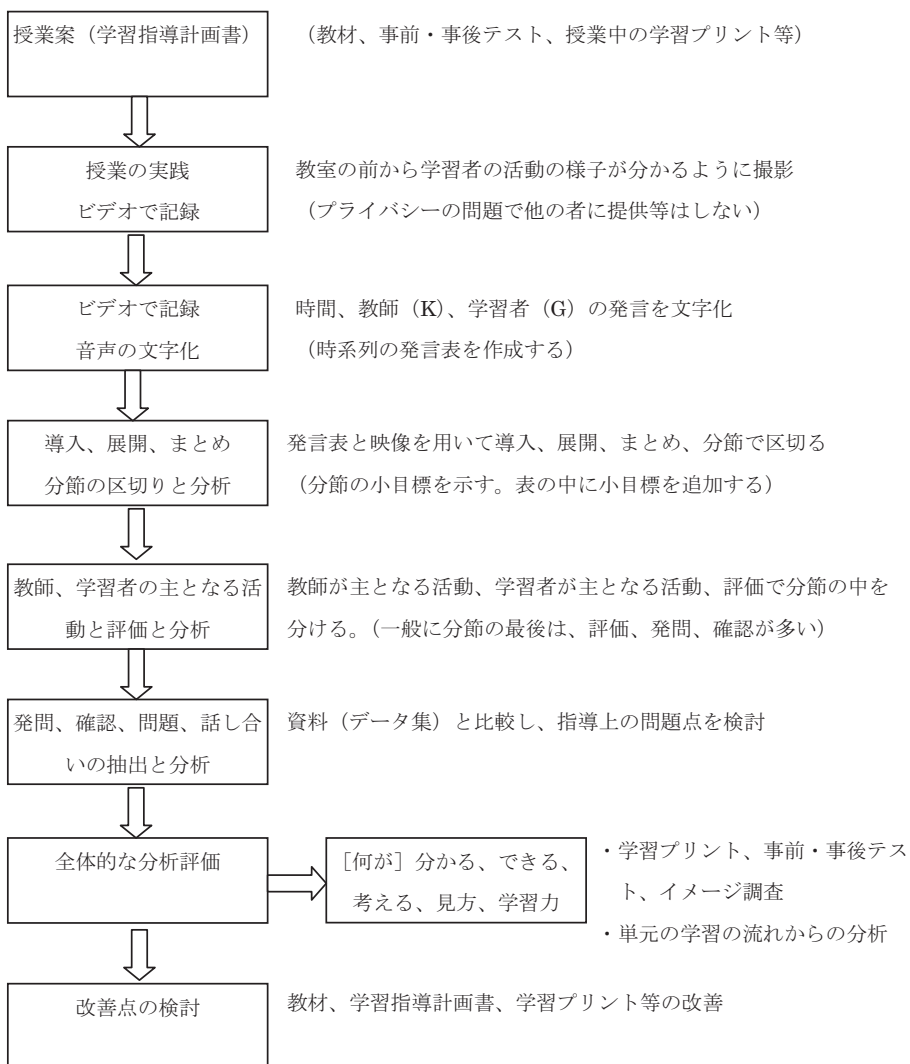
先生方は主として単元、授業の目標を設定し、それに適する学習の手順（指導の手順）を決め、その中で学習者が主体的に活動できる授業がよく展開されていました。現状でも、学校の多くの授業はこれに近いのではないかと思います。

アトキンは、目標をしっかりと決め、それに適する指導の手順を決めるカリキュラムと、一般的な目標は決めるが、goal free で学習者の活動の中から価値を見出す方法の二つについて話していました。今のアクティブラーニングなどは、後者の方法かもしれません。ただ、ゴール（目標）に対して課題解決のためのアクティブラーニングか、ゴールフリーの学習でのアクティブラーニングかは分析評価の方法も仕分けも違ってきます。

そこで、ここでは前図のような目標をもち、授業の計画ができる授業の分析について当時の共同研究を思い出して説明します。

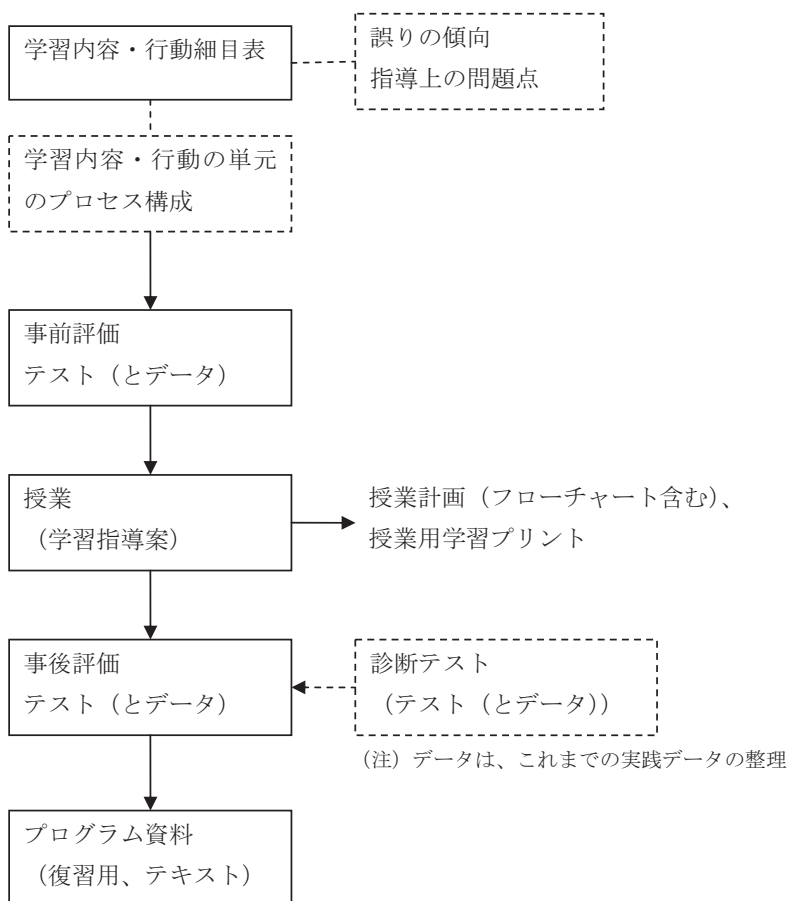


授業分析の実践



学習指導計画書の資料例

「波動」で作られた学習指導設計書の共同開発例



学習システム研究会 SIS-TEM No.20 学習指導設計書 HPF-W2 一波動一

中島崇 (愛知県立西尾高等学校)、稲葉一 (岐阜県立羽島高等学校)、竹中洵治 (岐阜県立岐阜一女高等学校)、山田克美 (愛知県立旭丘高等学校)、松野光暢 (岐阜県立本巣高等学校)、佐藤正明 (岐阜県立斐太高等学校)、山口義文 (岐阜県立中濃高等学校)、山田功 (愛知県立春日井高等学校)、加藤和男 (愛知県立守山高等学校)、那須為朋 (岐阜県立加納高等学校)、後藤忠彦 (岐阜大学)

① 学習指導細目表

学習指導細目表 物理 I 「波 動」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	波長	振幅	速度	単振動	張振波	波の伝わり方	横波	縦波	復元力	重ね合わせ	独立性	ホイヘンスの原理	定常波	反射	屈折	回折	干渉	固有振動	共振	エネルギー	うなり	ドップラー効果				
波の伝搬	○	○		○		○			○											○						
波長、振動数、速さ	○	○	○	○																						
パルス波の反射		○				○			○				○													
単振動と波動	○	○	○		○				○																	
位相	○				○				○																	
波の式	○	○	○	○	○	○																				
横波と縦波		○			○	○																				
波の伝わり方とエネルギー						○	○	○													○					
波の独立性と重ね合わせ		○		○	○	○				○	○															
波の干渉	○	○	○	○	○												○									
波の反射						○			○				○													
定常波	○	○								○			○						○							
ホイヘンスの原理						○	○	○				○														
波の回折	○												○													
反射、屈折	○	○											○	○												

② 学習指導計画

物理 I 波動(3)単振動と波動

(A) 実験 解説

2 単振動とθ-tグラフ

3 単振動と波動 OHP

4 演習

(B) 実験の目的、方法について考えさせる。

ばねより子または振り子のおもりの運動をタイマーで記録し、記録テープからθ-tグラフをかき、グラフの傾斜もよい方法を考えさせる。

ばねより子のおもりの質量は1kg程度がよく、振り子は非常の短気がある。

器具はθ-tグラフに1セット必要はない。1セットでも実験できる。

F(1, 2)

おもりの運動をテープに記録をとり、θ-tグラフを作る。

記録の両端を捨てて、直線のグラフをかき、傾斜を測る。

等速円運動体の正射影の運動のθ-tグラフを作る。

実験のグラフと、円運動の正射影のグラフを比較し、単振動は円運動の射影と同じ運動であることを確かめる。

T(1, 3)

振子の単振動と波の伝搬

一直線上に等間隔に他人でいる振子A, B, ...が互に振動しつづけて、直線に垂直に振動した。

(1) A点が1振動完了したときの、各点の位置を記し書き入れ、なめらかな曲線で結べ。

(2) (1)の状態から互に同相経過した時刻における振子の位置を記し書き入れ、なめらかな曲線で結べ。

直線の波の伝わり方を参考にさせる。

F(1, 4)

振動数と波長から波の速さを求めさせる。

自然現象を観測するに、振り子としてとらえる方法と、波としてとらえる方法の2つがある。この点から波の特徴を認識させる。

評価項目	学習内容	学習行動	事項
単振動	波長 振幅 速度 単振動 正射影 復元力		<p>実験上の注意</p> <p>タイマーの摩擦の影響を少なくするためのおもりの質量は大きくする。</p> <p>テープの打点は全部測定する。今までの実験は、打点の読み間違いから始めているから特に注意する。互に同相の測定値をもとにグラフをかき、残りの互同相はその対称点をとる。</p> <p>テープのθ打点間の距離より、ちょうど1周期がわかるように両端をきめる。</p> <p>単振動のθ-tグラフと円運動の正射影のグラフは両方をあわせて、波長がそろい、波型が同じになるようにかく。</p>
波の伝わり方			<p>テープのθ打点間の距離より、ちょうど1周期がわかるように両端をきめる。</p> <p>単振動のθ-tグラフと円運動の正射影のグラフは両方をあわせて、波長がそろい、波型が同じになるようにかく。</p> <p>図1 グラフの傾き最大の点が波速最大、傾き0が波速0の点である。</p> <p>図2 (1), (2)</p> <p>(3) $v = f \times \lambda = 10 \times 8 = 80 \text{ cm/s}$</p> <p>振子の振動 であらぬ単振動では波にならぬ。</p> <p>振子の位置 正射影の進行 進行波。</p> <p>波の伝搬 波型と同じところ AとB, BとCなど</p>

⑤ 事前テスト 2

(8) C

反応カテゴリ	反応率
①吸収	0.789
②独立	0.182
(0.485)	

(9) D

反応カテゴリ	反応率
①吸収	0.511
②独立	0.299
③その他	0.178
(0.518)	

(10) E

反応カテゴリ	反応率
①吸収	0.420
③その他	0.358
(0.787)	

■ 左右から同じ速さでパルス波が運んできた。図のAの状態から5秒でBの状態になり、更に5秒後に両側パルス波は消失した。
 消失したとき、パルス波の形はどのようなになっていると推測しますか。①~④から正しいと思うものを1つ選び、その番号を解答欄に記入しなさい。

(11)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

反応カテゴリ	反応率
①	0.352
②	0.281
③	0.102
④	0.102
(0.738)	

(12) F. 静かな水面に白い木片が浮んでいる。この木片の近くの小石を落したら波紋が正しく広がっていった。次の文のうち、正しいと思われるものを1つ選び、その番号を解答欄に記入しなさい。
 ① 波紋は同心円をえがいて広がっていき、木片も波紋とともに同じ方向に運んでいった。
 ② 波紋は同心円をえがいて広がり、木片は波紋よりもおくれで、ゆっくりと波紋と同じ方向に動いた。
 ③ 波紋は同心円をえがいて進むが、木片は同じ場所でも、ほぼ上下に揺動していた。
 ④ 波紋は同心円をえがいて進むが、木片は始めのままで全然動かない。
 ⑤ その他。

反応カテゴリ	反応率
②	0.689
④	0.205
(0.684)	

3 問題用の図表
 手図実験の「アリス」結果から3つの問題を並び学習者の反応のパターンを調べた。○中の数字は反応カテゴリを示し、解答の選択である。百分率は全学習者に対する値である。
 ①波の振幅、高さは、速さより優先される

3) 振幅 .4 高さは .5) 速さ
 5.7% ① 振幅
 20.5% 20.7% 5 12 mm
 8 mm * ② 8 mm *
 11.3% ③ 4.6 mm *
 62.5% 60.9% ④ 4.6 mm *
 8.5% 4 12 mm ⑤ 4 mm *
 6.9% ⑥ 4 mm *
 5.7% ⑦
 41.5% ⑧
 5.7% ⑨
 4.6 mm * ⑩
 4.6 mm * ⑪
 4.6 mm * ⑫
 4.6 mm * ⑬
 4.6 mm * ⑭
 4.6 mm * ⑮
 4.6 mm * ⑯
 4.6 mm * ⑰
 4.6 mm * ⑱
 4.6 mm * ⑲
 4.6 mm * ⑳
 4.6 mm * ㉑
 4.6 mm * ㉒
 4.6 mm * ㉓
 4.6 mm * ㉔
 4.6 mm * ㉕
 4.6 mm * ㉖
 4.6 mm * ㉗
 4.6 mm * ㉘
 4.6 mm * ㉙
 4.6 mm * ㉚
 4.6 mm * ㉛
 4.6 mm * ㉜
 4.6 mm * ㉝
 4.6 mm * ㉞
 4.6 mm * ㉟
 4.6 mm * ㊱
 4.6 mm * ㊲
 4.6 mm * ㊳
 4.6 mm * ㊴
 4.6 mm * ㊵
 4.6 mm * ㊶
 4.6 mm * ㊷
 4.6 mm * ㊸
 4.6 mm * ㊹
 4.6 mm * ㊺
 4.6 mm * ㊻
 4.6 mm * ㊼
 4.6 mm * ㊽
 4.6 mm * ㊾
 4.6 mm * ㊿

⑥ 学びの構造調査 ・ 事後テスト 1

⑥前の独立性と重ね合せ(正のパルスの衝突)

(6) (7) .11) 重ね合せ

27.3% 25.9% 7.9% ④
 44.2% 36.4% 6.8% ⑦
 26.1% 4.6% ①
 11.8% ③
 12.5% 11.4% ②

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

⑥前の独立性と重ね合せ(正のパルスの衝突)

39.6% 29.5% ②
 10.5% 4.3% ③
 5.1% ④
 19.3% ⑤
 5.7% ⑥
 5.7% ⑦

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

⑦ 診断テスト

2. 診断テスト
 () の数字は相対エントロピーを示し() の数字はアリスからの過し番号である。

1. 図はx軸の正の方向に伝わる波のある時刻における状態を示したものである。縦軸の高さは振幅2.0cmを示している。これについて次の問い答えよ。答えは解答欄に、番号で記入せよ。

(13) ① cの波の振幅は何cmか。①1.5. ②3. ③4. ④12. ⑤その他

反応カテゴリ	反応率
①1.5 cm	0.274
②3 cm	0.115
(0.304)	

(14) ② cの波の波長は何cmか。①1.5. ②3. ③6. ④12. ⑤その他

反応カテゴリ	反応率
②6 cm	0.949
(0.950)	

(15) ③ F点の媒質の速度の向きはどちらか。①中の番号で答えよ。

反応カテゴリ	反応率
①上向き	0.506
②下向き	0.299
③前方下向き	0.103
(0.569)	

(16) ④ 次の点で媒質の速度最大のはどれか。①B. ②C. ③D. ④E. ⑤F. ⑥G. ⑦その他

反応カテゴリ	反応率
④E	0.862
(0.278)	

高等学校物理学学習問題集「プログラム物理」(学習システム研究会物理班編)について

初版は1977年(昭和52年)11月に、PROGRAM 物理 [I] Vol.1, PROGRAM 物理 [1] Vol.2 を発行。その後、教育課程の改訂に合わせて内容を更新しつつ発行してきた。

1984年7月 PROGRAM 物理 理科 [I] 物理分野

1985年4月 PROGRAM 物理 (選択物理「上」、「下」)

1994年10月 PROGRAM 物理 I B・上、下

2003年1月 NEW PROGRAM 物理 理総 A

2004年1月 NEW PROGRAM 物理 [上]、[中]、「下」

2013年11月新課程 NEW PROGRAM 物理 物理基礎・物理 [上]、「下」

「プログラム物理」の特徴は次のようにまとめることができる。

- ① 生徒の学習状況調査に基づいて誤りやすい箇所とその傾向を明確にし、さらに学習内容を生徒による理解の過程を加味して配列したこと。
- ② 2ページを使い、1ページ目に問題文、2ページ目に解答、解説、補足を配置することで、よく読んで考え、整理し、誤りやすい事項を丁寧に学んでいけること。特に解説や補足では誤りの傾向をとらえて用語、作図、計算、単位などについても説明をしてある。
- ③ 単元の前後に前提テスト、完成テストを配置してある。前提テストでは学習前の学習の状況を自分自身で点検し、基礎的な事項を復習できるようにしてある。完成テストでは学習後の成果を点検できるようにしてある。これらにより、段階的に着実に学習内容が定着できるように配慮してある。なおこれらの点検テストの解答にも丁寧な解説や補足が加えてある。
- ④ 重要なポイントでの学習問題では、次の表記で自己評価ができるよう、配慮してある。
自分が答を出してから解答を見て、答えが正しかった ◎
自分の答が間違っていたが解答を読んだら理解できた ○
自分の答が間違っており、解答を読んでも理解できない △
- ⑤ 取り上げる学習内容やその配列は、教師による学習内容目標の分析に基づいている。

監修、著者(協力者含む)

監修 成瀬正行(岐阜大学)、後藤忠彦(岐阜大学)、北岡武(愛知教育大学)

著者(協力者含む) 稲葉 一、加藤和男、佐藤正明、竹中洵治、中島 崇、松野光暢、山口義文、山田 功、山田克美、新田 直、岡崎 久、日下部良文、那須為朋、林 安行、加藤智之、戸田一郎

PROGRAM 物理は 1977 年～2015 年現在まで（約 38 年間）利用されています。



【左】 PROGRAM 物理 [I] Vol.1 1977 年（昭和 52 年）11 月発行

【右】 PROGRAM 物理 [I] Vol.2 1979 年（昭和 54 年）4 月発行



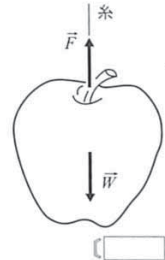
【左】 新課程 NEW PROGRAM 物理 [上] 2013 年（平成 25 年）11 月発行

【右】 新課程 NEW PROGRAM 物理 [下] 2014 年（平成 26 年）3 月発行

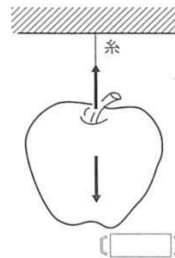
P21 問題

13 図のように、糸につるしたりんごには、2つの力 \vec{w} と \vec{F} とがはたらいている。

- (1) 力 \vec{w} は何が何を引く力か。
- (2) 力 \vec{F} は何が何を引く力か。
- (3) 力 \vec{w} と力 \vec{F} の大きさはどちらが大きいのか。



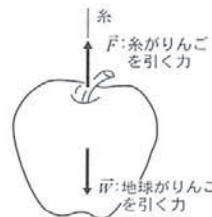
14 糸につるしたりんごには、図のように鉛直下向きの (ア) と、鉛直上向きの (イ) の2力がはたらいている。この2力の大きさは (ウ) で、力の向きは互いに (エ) で、一直線上にある。



P22 解答

- 13 〔解答〕 (1) 地球がりんごを引く力
 (2) 糸がりんごを引く力
 (3) 等しい

〔解説〕 力 \vec{w} と力 \vec{F} はともにりんごにはたらいている。りんごにはこの2力がはたらいて静止している。このとき、この2力はつりあっているという。力 \vec{w} と力 \vec{F} は大きさが同じで、一直線上にあり、向きが反対である。



- 14 〔解答〕 (ア) 地球がりんごを引く力(重力)
 (イ) 糸がりんごを引く力
 (ウ) 同じ (エ) 反対

〔解説〕 1つの物体に2力がはたらいていても、物体が静止しているとき、この2力はつりあっているという。物体にはたらく2力がつりあうとき、2力の大きさは等しく、作用線が一致し、向きが逆である。

〔補足〕 静止している物体にはたらく力がつりあっている場合、物体は静止し続ける。運動している物体にはたらく力がつりあっている場合は一定の速度で運動し続ける。このことは3章で詳しく学ぶ。

(資料提供：佐藤 正明)

Q&A

基礎資料の沖縄での利用と発展

Q: 眞喜志

岐阜女子大学沖縄サテライト校では、院生の修論研究や、博報財団の「第9回 児童教育実践のための研究助成事業」での研究を通して、多くの先行研究を利用しました。これまで後藤先生が関わられた研究のなかでは、どのようなものが利用されてきたのでしょうか。

A: 後藤

今回は、次のような研究成果が沖縄で利用されたと思います。岐阜の研究プロセスとは逆に、最初に「言葉の研究」の利用から、算数データベースへと進みました。具体的には、次の通りです。

第一は、松川先生等の言葉の研究成果を利用しました。「論理的な思考操作に関する言語」（～から…まで等の、用語と用語をつなぐ言葉）は、子どもたちの確かな学力を支えるための最も基礎であり、各教科の用語と併せて“言葉の力”となると考え、学習指導活動に利用しました。

第二は、授業分析です。岐阜では一連の研究の最初からフィルムカメラを用いて研究が進められ、これを基にビデオカメラを用いた研究がされるようになりました。

沖縄では、2011年の「動く紙おもちゃ作り教室」から授業分析の研究が始まっています。今回はこの研究を基礎として、教師と児童の「行動カテゴリー」を作成し、算数の授業分析をしました。この授業分析の基礎になったのが、第一に挙げた言語に関する研究成果です。

第三は、“発問”“確認”“グループ討論”“全体討論”“授業の構成”などの基礎資料の利用です。岐阜でのアナライザーの反応から分析されたデータを用いて、沖縄では学習指導方法の研究を進めました。この沖縄での研究活動では、多くの手引きが作成され、その実用化が図られています。

第四は、「毎日の学習プリント」作りに関する研究成果です。これは、岐阜での安藤先生等による「算数の学習傾向（誤りのデータ調査）」などの資料や、松川先生等の「操作言語」の研究成果を併せて作成された「学習プリント」により、実際に学力の向上を支えた岐阜県の川島小学校の研究実践をもとに進めました。沖縄でもこれを参考にし、「毎日の学習プリント」作りの研究を進めました。

第五は、「算数デジタルアーカイブ」の発展です。「操作言語」の学習資料を始め、「算数の学習の傾向（誤りのデータ調査）」等の、いろいろな資料が開発されています。これを教育界ではこれまで利用されることがなく、次々と新しい研究にとって変わり、ときには同じ教育実践研究が進められています。また逆に、利用者はこれらの基礎研究資料が利用困難な状況でした。このため、これらの各種資料をデジタルアーカイブとして保管・利用できるように「算数デジタルアーカイブ」の開発が行われました。沖縄では、長尾先生を中心にこのような教育実践研究が進み始めたと思います。

Q: 江川

学習者の反応（アナライザーの SW）と音声をテープレコーダーで記録し、再現・分析する方法は、1978 年頃までに他で実践されていきましたか。とくに、音声と反応とが同時に処理できることは、分析として、大変重要だと思いますか。

A: 後藤

1967～1978 年頃は岐阜だけで行われていました。他からは何をしているのかという見方でした。他では学習反応と音声の同時記録は、今でも授業プロセスの研究例を見たことがありません。

また、同時記録は、授業分析の精度を高めたと思います。発問、話し合い、授業の構成等のデータは、まだ他にないと思います。

アナライザーについては、他でも多く使われましたが、主として、タイプでの SW 番号の出力でした。岐阜のように音声と連結した学習者の反応を記録する方法は用いられていませんでした。また、それを多くの学校・教員の方々が組織的に記録・分析・授業改善に利用された例は、岐阜のグループ（学習システム研究会）だけでした。

Q: 眞喜志

なぜ、後藤先生はその学習者の指導方法・言葉から学習プリント等の研究成果を沖繩校で多くの先生方に紹介されたのですか。

A: 後藤

教育の基礎は言葉です。

そこで、前にも説明したように、まず、松川先生たちの言語の研究結果を紹介しました。

私は、教育の最も基礎的な事項は言葉の力であると思っていました。言葉が無ければ教育は非常に困難であり、人の動作、声（言葉のない）、体験などでの教育しか成立しないと思います。

生まれてすぐに母親の話しかけから教育は始まっています。まさに母国語であります。また、動作、「もの」の名前、色、大きさ、指示に関する言葉と併せて、論理的思考を支える言葉が使えて、私達の生活、教育の重要な情報として利用が始まると思います。そこで、言葉の力、論理的な思考、確かな力をもとに、生きる力（生き抜く力）、数理力、伝統的文化、言語力などへ発展が望まれます。

そこで、松川先生等の論理的思考操作に関する言語の研究を用いた、1 年生から 6 年生までの学習活動による基礎学力の向上であります。授業での教師、学習者（児童）の発言での操作言語の活用と定着への学習プリント等の利用などの実践的研究が進められました。

発問・返答などは、教師の活動の基礎です。学習指導・分析の研究結果を紹介しました。

教育実践は、発問、確認、教師・学習者相互のコミュニケーション（話し合い）などから始まります。

学習内容の観点から、学習者の思い、考え方などの思考活動の教育実践研究はよく行われてきました。しかし、教師と学習者の活動システムの観点から教育実践活動を調べることはあまりされてこなかったと思います。

そこで、学習活動の時間と理解度等の観点から、教師・学習者の活動とアナライザーを用いた反応データから求められた、発問、確認、グループ討論、クラス全体討論などの活動についての調査分析結果を紹介しました。例えば、次のような事例です。

項目	Q ₁	Q ₂	Q ₃
分節(区切り)の数	3	～	6
導入の所要時間	7分	10分	13分
まとめの所要時間	4分	6分	8分
確認の最初の応答	4秒	8秒	14秒
発問の最初の応答	10秒	14秒	20秒
問題の最後の応答	2.6分	3.7分	5.4分
グループ討論	2.2分	3.0分	4.0分
全体討論	1.2分	1.6分	2.4分

正答	四分位		
	Q ₁	Q ₂	Q ₃
発問の応答	56%	77%	92%
問題の課題解決	46%	63%	83%
グループ討論	50%	69%	87%
全体討論	53%	73%	87%
分節の通過率	65%	85%	95%

とくに、沖縄では表のような基礎的なデータが利用されました。かつての岐阜では、主として反応曲線のパターン、データの変化などを学習内容の習得と合わせて利用されてきました。このため、汎化の方法は、 T/τ_0 が約2倍という程度でありました。

沖縄では、発問については、操作言語の研究成果と反応の傾向を参考にした学習指導方法の実践的研究が進められました。また、これらのデータを用いた授業分析、授業の全体計画、話し合い等の教育実践研究も始まりました。

算数のデジタルアーカイブの利用

算数の1年生から6年生までのほぼ全単元の学習の傾向についての調査・研究の結果を中心に、学習指導要領、指導目標、言葉の指導など、学習指導に関係のある各種資料が利用できるデジタルアーカイブの開発が進められました。

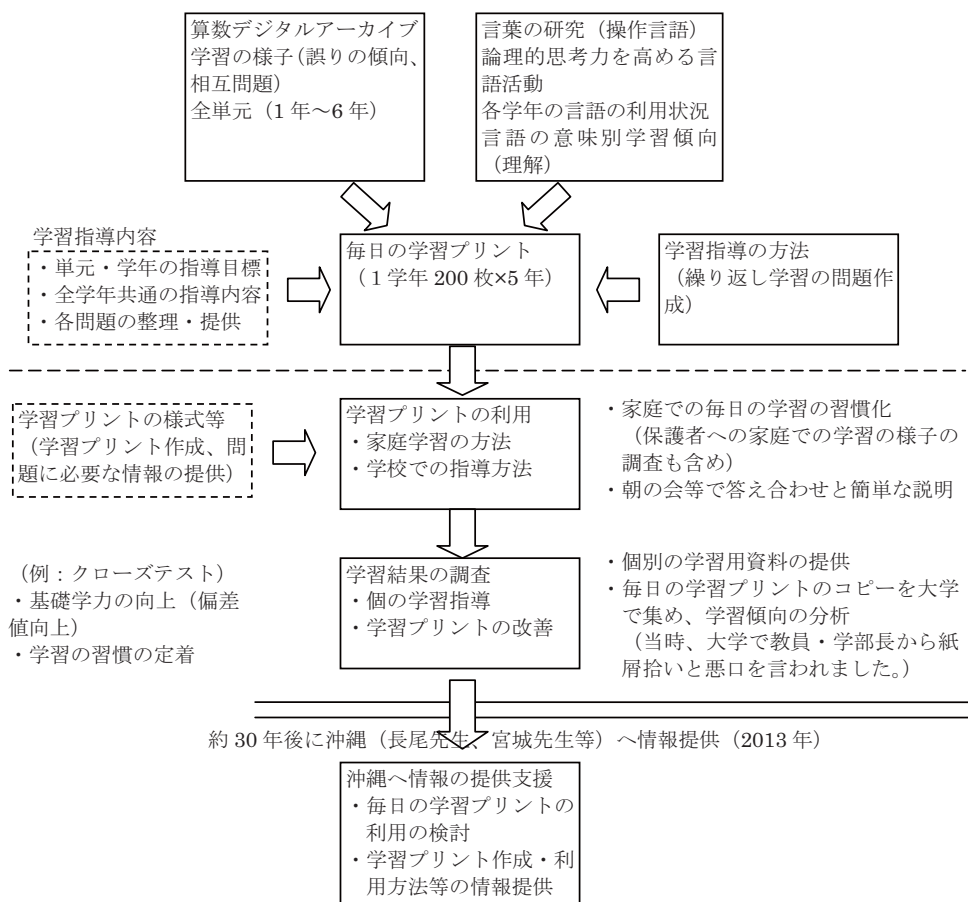
これらについては、すでに述べましたが、これらの情報をいかに用いるかが大きな課題です。宮城先生がよく言われるように、新卒の先生方への学習の指導のための情報の提供です。その一つが学習プリントです。

学習プリントの利用

言葉の力、算数はものごとを考える最も基礎であり、基礎学力の向上になります。

そこで、前にも説明しましたように、長良西小学校の長屋(当時)先生が中心になり、言語の調査研究および算数の学習の傾向等を中心に学習指導の問題点の研究を参考にして、

毎日の学習プリントを作成されました。その成果は、小学校（例：岐阜県川島小学校）の基礎学力の向上に役立つことが明らかになりました。毎日の学習プリントの学習システム研究会の先生方の協力（協同研究）による教育実践研究の表をご覧ください。



そこで、沖縄でその方法を用いて実践研究を進めました。この利用の状況については、「論理的思考操作を支える言語力育成」(後藤・松川・長尾・佐々木、NPO 法人日本アーカイブ協会、2014.7) に長尾先生、宮城先生などの説明があります。

このように、すでに教育実践研究で利用され、成果のある資料の提供は、これまでの教育実践で例がなく、ぜひ利用し、基礎学力の向上を進めたいと思いました。また、この実践研究の積み重ねが教育実践をより高めると期待しました。

Q: 眞喜志

学習プリントの学校での活用など、家庭学習は、これまでの事例を見て来られてどのような使い方が望ましいと思いますか。

A: 後藤

私は、児童の家庭学習の習慣、学びの状態によって、教育的な配慮をした指導が必要だと思います。家庭学習で学びの習慣がついてない学校では、まず、学習プリント等で毎日の学習ができる習慣をつける必要があります。

このために、たとえばことばの力、考える力を家庭での学びの習慣がつくようにするべきであると思います。その後に家庭での自主学習ができるような指導が必要でしょう。

Q: 眞喜志

学習プリントを用いた家庭での学びの習慣から、自主学習へ一度に変更することは困難です。どのような手順で進めればよいのでしょうか。これまでに例があれば紹介して下さい。

A: 後藤

家庭での学びの習慣がない地域・学校・クラス・児童に、最初から自主学習をさせても、それは困難です。長尾先生と学校・教師は現在の学校・クラス・児童達の状況から手順を考えて指導すべきだと話し合いました。

(1) 最初は学習プリント

たとえば、家庭学習の習慣がない、または家で学習ができない児童に対しては、最初は毎日の学習プリントで毎日家庭で学習をさせてはどうか。

毎日の学習プリント
(家庭への配慮)

(2) 学習プリントと選択教材

次に、家庭での学びができるようになったら、学習プリントと児童が選択学習できる教材、情報を提供してはどうかということになりました。これは、川島小学校でも同様で、学習プリントに自分で適するまたは調べた資料が多く記述されたリストを提供し、その中から選択し学ぶようにしていました。

毎日の学習プリント
(ほぼ家庭学習できる)

学習材のリストを提供
(リストの中から選択学習)

(3) 学習プリントと白紙

学習プリントと合わせ、自分で課題を見つけ、考えて学習結果を記入するための白紙（またはノート2ページ等）を課題として自主学習と基礎基本の学びへと発展させていました。秋田県でもノート2ページに自主的に課題を見つけ、家庭学習がされていました。

毎日の学習プリント
全員が家庭学習できる

白紙（ノート2ページ）に
自主的な課題解決の記述

Q:長尾

江川さんの質問の時、発問、確認、話し合い、授業の計画等の数値データが示されました。私達も先生方の利用を進めたいと思っています。どのような活用方法があるのでしょうか。

A:後藤

このような学習に関する数値は、3つの利用方法があると思います。

① 授業計画での利用

45分の授業の中の導入、展開、まとめ等のさらにその中の分節等を構成するときの参考資料として役立ててください。

② 授業中での活用は必要ない

授業中に実際に学習指導活動をしているときに、時間や%を覚えて指導することはありません。

しかし、このQ₁、Q₂、Q₃の概要を知っておくことは役立ちます。これは、他の人がスポーツなどで活動するときのデータと同様に、活動を考える前には使いますが、実際に場面では利用しません。

たとえば、体育の運動の時、いろいろな理論的なことや数値を練習や説明会では言いますが、実際の場面で数値を考えて活動することはありません。しかし、一つの目安になるのは事実です。私は、それと同様に知っているかどうかによって違いが出てくると思います。

③ 授業分析

授業後の反省に使います。例えば、授業をビデオで撮影し、学習者の活動を映像と音声で再生し、グループ討論、クラス討論や発問と応答・発言の状況について顔の様子等の状況から、各データ（Q₁、Q₂、Q₃）などを目安として使い、学習指導、学習状態を大まかな評価ができます。そうすれば、次の授業がよりよい授業として発展していくと期待できます。

教師には、このような授業の記録について、データを参考にした授業の計画、実施、分析、反省を積み重ねることが大切だと思います。

Q&A 「～Q₁～Q₂～Q₃～」の再検討と利用方法

Q:長尾

このような数値に対し、今後どのような研究が必要でしょうか。

A:後藤

現在の教育環境では、次の項目があると思います。

(1) 資料の再検討

古いからと言って、再調査することは困難だと思います。そこで、まず、現在と比較し、このデータがどの程度使えるか、授業のビデオ映像・音声記録の分析から検証することが重要だと思います。

たとえば、発問の～Q₁～Q₂～Q₃～の各領域について、どのような発問に対する発言内容か調べ、その特徴を明らかにし、そこから、この資料を用いた学習指導の方法を考えるべきだと考えます。

授業のビデオ映像・音声記録から具体的な実践例の学習の特性		備考
～Q ₁		
Q ₁ ～Q ₂		
Q ₂ ～Q ₃		
Q ₃ ～		

(2) 数値の領域の検討

現状の Q₁、Q₂、Q₃ は、データの 1/4、2/4、3/4 と先生方に理解し易く、また、Q₁～Q₃ の間が半数の出現頻度と考えれば、使いやすいデータの区分であると思います。

しかし、それが (1) の調査からさらに良い方法が見いだせないかと考えます。たとえば、標準偏差を用いた間隔がより現実の状態に適していれば、その方法を用いてもよいのではないかと思います。発言の分布等、どのような統計処理を利用すべきか、検討する必要があります。

(3) 教育実践研究の積み重ねと汎化

授業の計画、実践、授業分析（指導の改善）に各教科で参考資料として利用を進め、資料の利用方法の検討をすることが望ましいと思います。

その結果を用いて、広く学校での汎化をすべきではないかと思います。

(4) 教師教育・教員養成で処理の仕方・見方の教育

現在、大学院用の教育データ処理とその利用・処理結果の見方・考え方についての教科書を作成しています。これだけ情報処理が学校でも利用されだしたが、その処理結果の見方・考え方の教育がされていないのが現状だと思います。

今後、教育実践でのデータ処理の基礎が理解でき、教育的な立場から考え、利用できる様なテキストの作成とその教師教育が必要ではないでしょうか。