

教育評価の技術論的考察（下）*

～ 形成的評価の枠組み ～

佐藤 勝彦

目 次

教育評価の技術論的考察（上）

- I. はじめに
- II. コンピュータ導入による形成的評価の可能性
- III. カリキュラム及び授業評価の枠組み

教育評価の技術論的考察（下）

- IV. 個性化教育における評価の方法
- V. CMIにおける形成的評価の技法
- VI. おわりに

IV. 個性化教育における評価の方法

1. 学習の個別化

学習の三要素である子ども・教材・教師は、それぞれの要素間の関係で多様な学習形態や学習方法を生みだしている。例えば、教師と子どもの関係を単純な量的関係で捉えるならば、そこには教師中心の講義法や子ども中心の発見法などの学習形態や学習方法が見られる。また、子どもと教材との関係で捉えるならば、同一教材と同一進度で学習が行われる一斉集団学習や、同一教材と異なった進度（同一教材・異進度）、或いは、異なった教材と異なった進度（異教材・異進度）で学習が行われる個別学習の形態がある。従って、現在の小中学校の授業は、このような多様な学習形態や学習方法が組合わされて行われているわけであるが、その組合わせの中で最も多いのが一斉集団学習である。

一斉集団学習という学習形態は、その性質上同一年齢の学習者に対して同一時間内に同一内容を与えるという画一的制約があると同時に、講義中心の授業では、与えられた情報が一人ひとりの学習者にとって学習が成立したという保証はどこにもない。この画一的制約と学習成立の確認（即時フィードバック）の困難さを補う方法として、学習の個別化の研究を進めるわけである。

学習が生徒一人ひとりの内的条件によって成立するとすれば、そこには生徒の個人差が問題になるわけであり、その個人差の問題は教材内容や教育方法に関わる重要な要因とされている。個人差の問題を教育研究の中で取り上げ教育実践として組織的に行われた最初の試みは1919年のアメリカ、ウィネットカ市で行われたウィネットカ・プラン（Winnetka Plan）であり、1920年のアメリカ、ドルトンという町で行われたドルトン・プラン（Dolton Plan）であった。この両プランは生徒の学習進度や能力に応じた学習プランや自学自習教材が与えられ、個人の学習成立を具体的に可能とした。

一斉集団学習の短所を補ったこの両プランは、後の教育研究や教育実践に多くの影響を与え、その基本的な考え方は、行動主義心理学やコンピュータを利用した教育へと発展してゆき

* 札幌大学女子短期大学部紀要第15号（1990年）に同一表題で（上）を掲載

CAIやCMI等の新しい教育方法を生みだしてきた。アメリカ・ピッツバーグ大学の学習研究開発センター（Learning Research and Development Center）が中心となって進められたIPI（Individually Prescribed Instruction）の研究は、CMI研究の代表例といえる。このIPI研究は、「学習の個別化をCAIの段階にまで進めるに際して興味深い、進んだ方法が含まれている」⁽³²⁾として、CAI研究にも大きな影響を与えた個別化のための教育システムである。

1965年に開発されたこの教育システムは測定可能な具体的目標行動の設定とその評価・診断により、一人ひとりの学習者に最適な教材配列をおこない、個々に処方するという優れた個別処方教授システムモデルの提供であった。

2. 個性化と形成的評価

形成的評価を行うためには先ず単元において達成すべき学習目標の分析と検討である。その結果、形成的目標相互の階層関係が明確になされなければならない。次に、形成的目標相互の関係をマトリックス上に表し、階層関係を明らかにして形成テストを作成する。そのテストの結果は教授－学習活動における教師や児童・生徒に有効な情報を提供することになる。学習が不十分で遅れている生徒、あるいは「つまずき」のある生徒には、どの部分を学習したらよいかを気づかせ、教師にはある特定の学習者に対する治療学習のための処方箋を情報として与えることができる。すでに、十分な学習がなされている者には、さらに学習の定着・深化を計る発展・探究学習を行わせることができる。従って、形成的評価を効果的に行うためには、つまずいている生徒を治療するための補助教材や指導法の工夫が必要である。さらに、従来のテストは集団における相対的位置ぎめとしての機能しかもたなかったが、形成的評価では一人ひとりに学習目標の習得過程を示し、自己評価も取り入れ、補充学習や発展学習を主体的に行うよう考慮された評価技法である。

形成テスト作成の大まかな手順は以下の通りである。

- (1) 目標の明確化
- (2) 学習内容の分析
- (3) 目標分析表の作成
- (4) 形成的テストの問題作成
- (5) 形成的テストの実施・分析

V. CMIにおける形成的評価の技法

1. CMIシステム

図1は形成的評価方式を取り入れたCMIシステムの全機能を表したものである。このシステムは教授－学習系列、評価・診断系列、データ管理系列の三つのサブ・システムから構成されている。三つのサブ・システムの間を簡単に述べると、第一の機能である教授－学習系列は授業の設計が主な目的であり、その内容は目標分析や内容分析等の分析作業と、評価・診断のための各種テストの作成や、処方学習としての個別学習プログラムの作成などである。

第二の機能としての評価・診断系列は授業設計で作成された各種テストの実施、そのテスト分析と処方が主な目的である。この系列ではデータの収集の手段と方法が問題であり、さらに結果の分析は、収集されたデータの教師や学習者に対するフィードバック情報としての有効性を左右するデータ分析・処方の問題である。

第三の機能のデータ管理系列は、収集したデータや学習項目（テスト項目を含む）などのデ

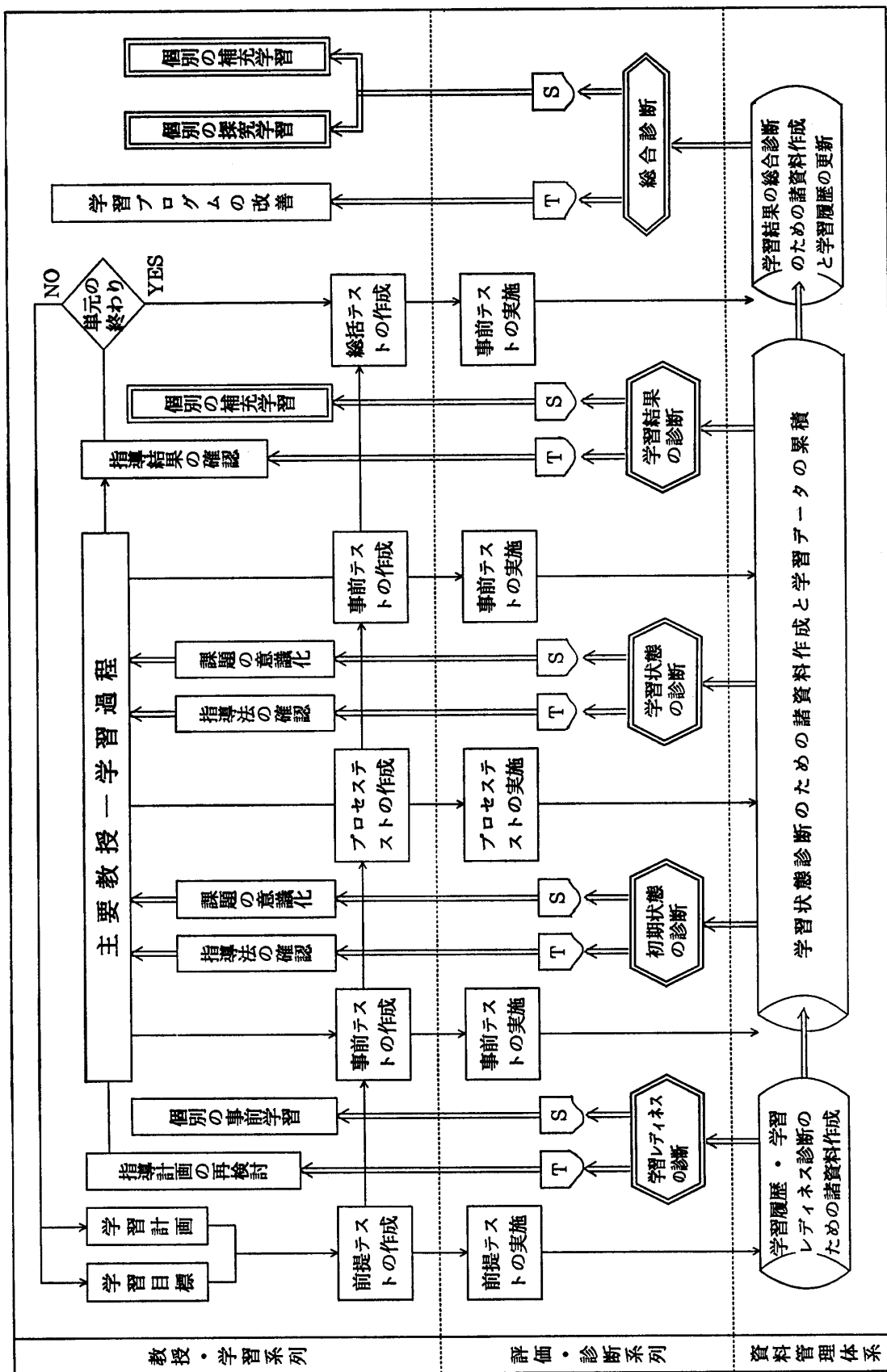


図 1. T : Teacer, S : Student

ータファイルの管理が主な目的であり、その機能は累積したデータや項目による学習の進歩の記録や個人差の測定など学習履歴としての多角的な活用が可能である。又、累積された学習データと学習項目との関連性を追求することによって教材の系列（シーケシング）や各種テストの妥当性を明らかにすることができる。

以上のように、CMIシステムは従来の教育実践ではややもすると、ばらばらに扱われてきた教授－学習活動や評価・診断、さらには累積データによる学習履歴情報を有機的に関係づけ、いままで明らかにされなかった学習者の個人差の様相を明らかにすると同時に、教育内容や教育方法改善の具体的方策を提供するものである。

図1の教授学習系列は各教科の1単元分の学習内容をCMIシステムの1サイクルとして表現している。その1サイクルの授業設計の手順を以下に示す。

- (1) 単元の目標及び内容の分析を行う。
- (2) 指導計画書を作成する。(各指導形態によって指導計画書作成の形式が異なる。)
- (3) 各種テスト問題を作成する。
- (4) 前提テストの結果により、指導計画書の再検討をおこなう。
- (5) 前提テストの結果、学習者の概念に重大な誤りがあったり、前提テストの達成率が極めて低く、新しい単元の学習に支障があると思われる場合は個人またはグループで事前（補習）学習をおこなう。
- (6) 主教授－学習を実施する。
- (7) 事前テストやプロセステストの結果により、教師の指導方法の確認と学習者に対する学習

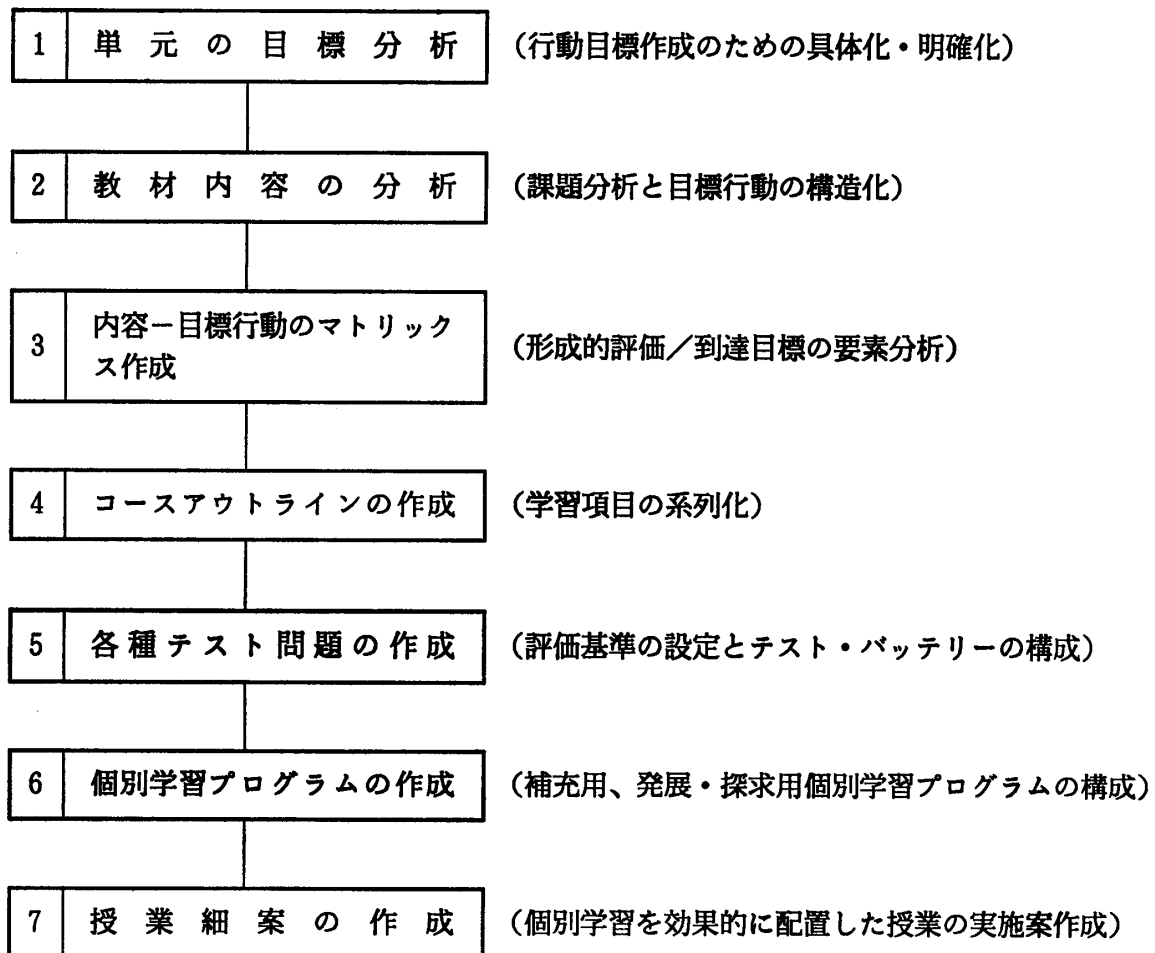


図2. 授業設計の手順

課題の意識化を計る。

- (8) 単元の学習内容がいくつかの学習区分に分けられた場合、その1区分の学習が終わったところで事後テストを実施する。
- (9) 事後テストの結果により、教師は指導結果の確認を行い、単元の内容が終わっていない場合は、次の学習区分の指導計画を再検討する。学習者は事後テストの結果により、学習区分の内容が理解されていないところがあれば、個人またはグループで補充学習をおこなう。学習区分が残っていれば、(6)から再び実施する。
- (10) 単元の全ての内容が終わった場合は、各種テストの結果を参考に学習プログラムの改善を行う。
- (11) 総合診断の結果により、学習者に基礎的知識や基本的概念に誤りが認められた場合は、個人またはグループでの補充学習を行う。一方、初期の目標が達成された学習者に対しては探求学習が行われる。

図2は授業設計の手法を流れ図で示したものである。この授業設計の流れ図の中で、特に留意したことは授業設計や授業実施の改善のためのフィードバック情報を得るための手段や方法を設計の段階で予め用意することと、さらに学習の個別化を計る実施計画を導入したことである。

教授－学習系列における主要教授－学習過程でおこなわれる学習形態は、図3に示す3つの形態を考えてみた。これらの学習形態は一斉集団学習の短所である個人の能力（学習の進度差や質的個人差など）に応じた学習の困難さを補う個別学習方式と、一斉集団学習の長所である学習者相互の働きかけによる相互啓発を生かしたグループ討議方式とを教育目標や教材内容および学習者特性によって柔軟に変化させていくことをねらって分類したものである。

2. 一斉集団学習における個別化の方略

(1) 学習形態A

この学習形態Aは従来の一斉集団学習を主要な教授－学習過程とおさえ、その一斉集団学習を補助的に支えているのが個別学習である。従って、個別学習方式の中では個別学習が最も弱い方式といえる。この形態は図1のCMIシステムにおける1単元1サイクルのうちで2回の個別学習が実施される。図3からも明らかのように1回目が前提テスト後の個別学習であり、2回目が総合テスト（形成テストの結果も含む）後の個別学習である。

前提テスト後の個別学習は、新しい単元に入る前にその単元に必要な既習事項（概念や学習要素）や学習のレディネスを予め前提テストによって調べ、その結果として著しい概念の誤りや必要な基礎的知識が欠けている場合、補足学習を中心におこなうものである。但し、この場合教師が教科内容や学習目標を吟味し、個別学習を必要と認めた場合にかぎるものであり、また個別学習を必要とした場合にはクラス全員におこなうのか、一部の生徒を対象におこなうのか、その実施基準を予め用意しておく必要がある。

総括テスト後の個別学習は単元の全ての学習が修了し、その学習過程において修得したであろうプロセスとしての形成テストと、結果としての総括テストを実施し、その結果教師が設定した基準以下であれば補充学習を、基準以上であれば発展（探求）学習をおこなう。

(2) 学習形態B

この学習形態Bは、学習形態Aと後に説明する学習形態Cとの中間に位置する形態であり、従来の一斉集団学習を主要教授－学習過程とするが、その補助的効果が最も期待できる学習方式である。この学習形態Bは前提テスト後の個別学習と総括テスト後の個別学習に関して形態Aと同じであるが形成テスト後の個別学習が特徴である。即ち、形成テストに含まれる事前テ

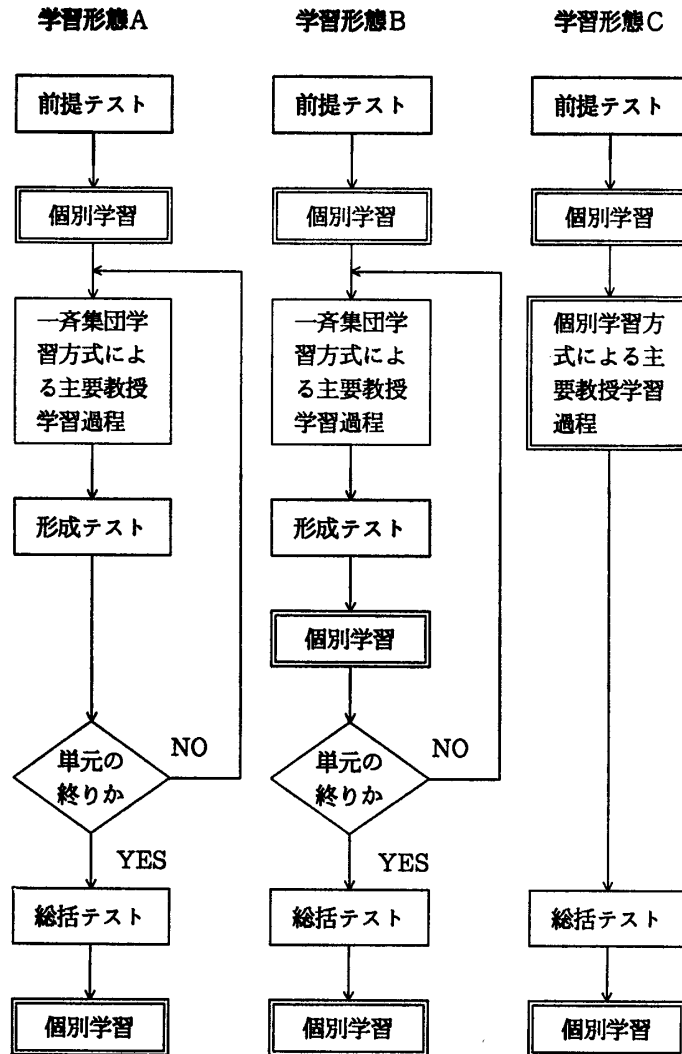


図 3. CMI による学習形態

ストやプロセステスト後のコメントによるガイダンス及び事後テスト後のテキストによる個別学習である。形態Aの場合は期間の短い単元であったり、その単元の学習内容がヒューリスティックな場合に適しており、逆に形態Bの場合は期間の長い単元であったり、その学習内容がアルゴリズムによる積み上げを必要とする場合に適している。

(3) 学習形態C

この学習形態Cは単元の始まりから終わりまで終始一環して個別学習を主要教授—学習過程として捉えている。従って、個別学習方式の中では個別化が最も強い方式といえる。新しい単元が開始され、そこでの前提テストが学習者の学習コースを決定し、後はコースに従って学習者の学習能力（個人差）に応じた個別学習プログラムが展開されるわけである。最後の総括テストが実施され、その単元での必須事項の落ち込みがあれば補足する個別学習が実施される。

3. 形成的評価における評価・診断系列

CMI システムにおける評価・診断系列は教授—学習系列で作成された各種テストの実施方法やデータ収集の方法、及びデータ分析・処理の方法が主な役割である。

教授－学習過程のあらゆる場面でデータが収集され、それらのデータが教師や学習者にとって有益な診断情報にならなければならない。そのためには授業設計の段階における評価の観点や評価の問題が重要であるが、さらに作成された問題から得られる素データをどのように加工してより有効な情報を与えるかというデータ解析の方法も大切である。図4は学習場面で得られるデータ分析の流れを示したものである。

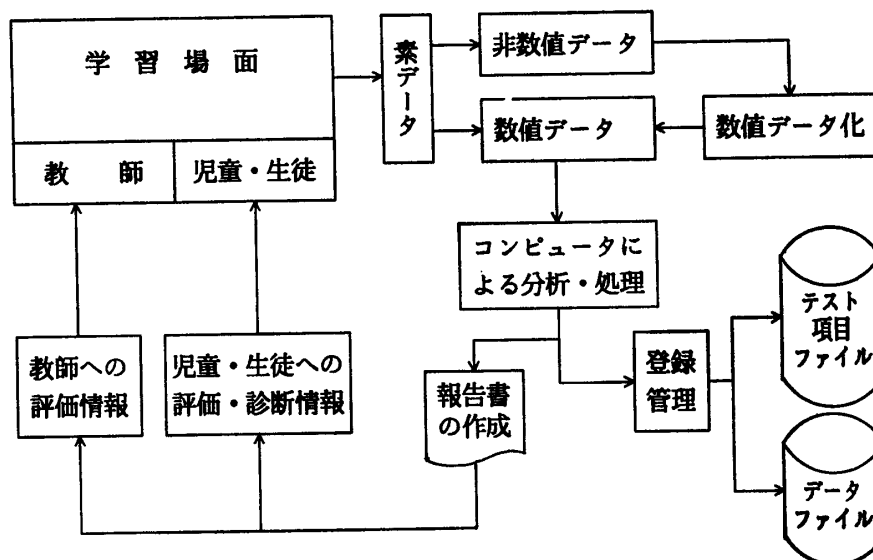


図4. 分析におけるデータの流れ

次に、診断結果の処方であるが、授業設計の段階で評価基準が設定され、基準以下であれば補充のための個別学習を、基準以上であれば探究のための個別学習がそれぞれ処方される。図5は評価・診断・処方の制御過程をフローチャートにしたものである⁽³³⁾。

図5における評価基準の設定の仕方は次の二つが考えられる。

- (1) 各種テストの診断区分におけるテスト問題群の平均達成率によって、基準値を設定する場合。（例えば、達成率80%未満が補充のための個別学習へ、80%以上が発展としての個別探究学習を行う。）
- (2) 診断区分をいくつかの観点に分け、その観点到に含まれるテキスト問題の組み合わせによって、補充か探究かを分ける場合。

(1)の場合は、テスト問題群の包括的な平均達成率で基準値を決定し、(2)の場合は、テスト問題の誤答分析によって基準値を決定する方法である。

4. 形成的評価における目標分類マトリックスの作成

単元の目標を具体化する場合、具体化された目標が学習結果の知識だけを期待するのではなく、観察や実験を通して学習者自らが探究し発見していく過程を評価し、学習者の状態変化を明確に把握できる基準を持った表現でなければならない。それは学習状態の変化を捉える評価が教育目標の表現と深い関係にあるからである。中内敏夫氏は、評価の「観点（基準）」と「目標」とは表裏の関係にあるとして、「どのように教育目標を設定するかによって評価の観点がかわり、従って評価活動全体のシステムが規定されてくる関係にあると同時に、評価の観点の設定の仕方如何によって、教育目標がかわってくる。」と述べ、さらに「評価の観点と教

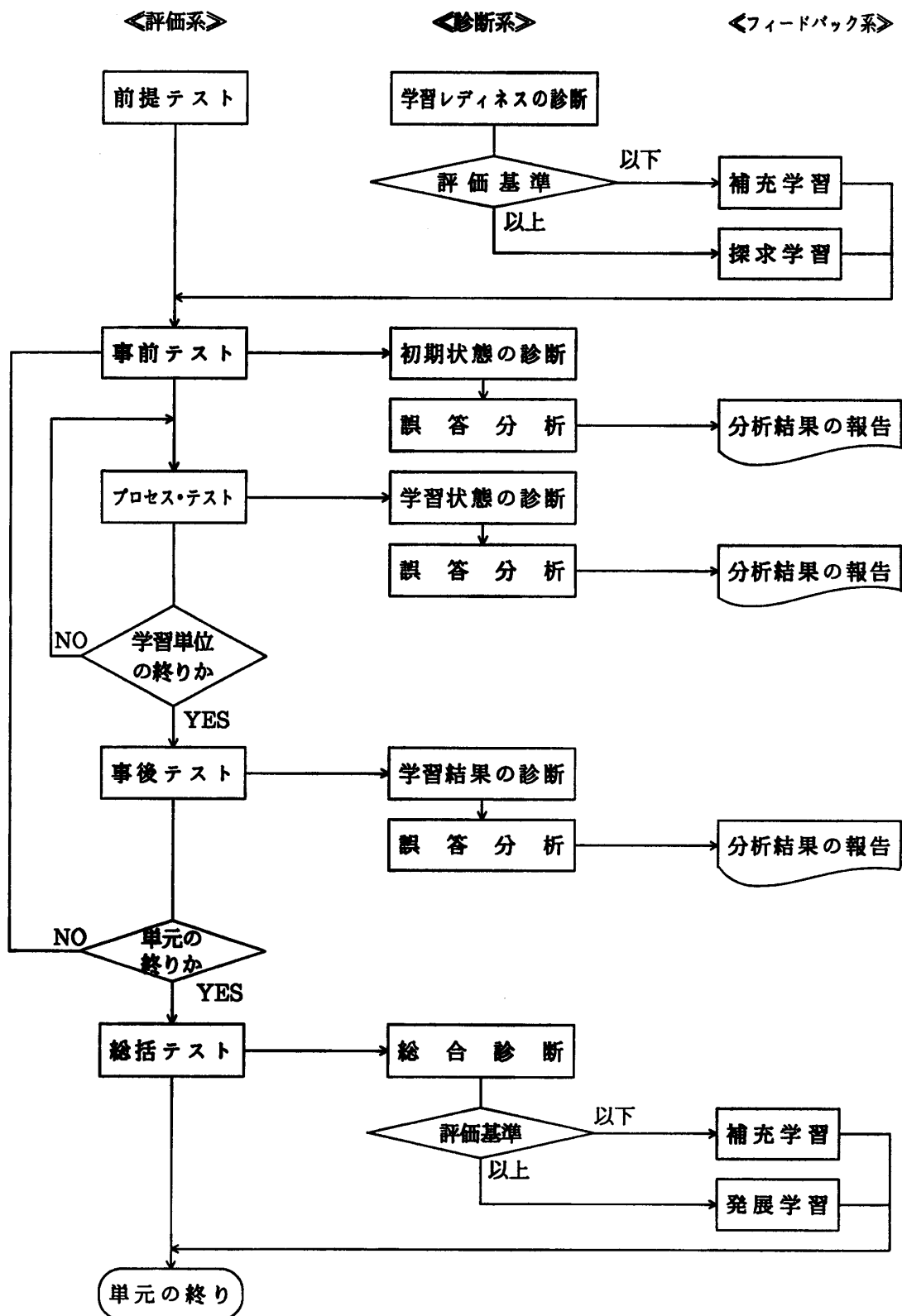


図 5. 評価・診断・処方のための制御フロー

表 1. 内容目標行動マトリックス

上位概念	中位概念	下位概念	探究の過程 学習項目	A	B	C	D	E	F
				知識	観察測定	実験構成	実験操作	データの一般解釈化	応用
I 金属を水溶液に入れると金属の種類により質的な変化が起こる	1. 金属には酸性やアルカリ性の水溶液によっても変化することがある	(1) 金属の中には溶けるときに気体を発生するものがある	① 塩酸にアルミニウムを入れると水素が発生する	○			○		
			② 塩酸に鉄を入れると水素が発生する	○		○	○		
			③ 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると水素が発生	○		○	○		
		(2) 金属の中には溶けるときに発熱するものがある	④ 塩酸にアルミニウムを入れると発熱する		○				
			⑤ 塩酸に鉄を入げると発熱する		○				
			⑥ 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると発熱する		○				
	(3) 金属と水溶液の相互作用により相互に新しい物質に変化する	⑦ 塩酸にアルミニウムを入れるとアルミニウムが変化する		○		○	○		
		⑧ 塩酸にアルミニウムを入れると塩酸が変化する					○		
		⑨ 塩酸に鉄を入れると鉄が変化する						○	
		⑩ 塩酸に鉄を入れると塩酸が変化する						○	
		⑪ 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れるとアルミニウムが変化する		○		○	○		
		⑫ 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると水酸化ナトリウム溶液が変化する						○	
	(4) 金属の溶け方は液の温度によってちがう	⑬ 塩酸の温度を高くするとアルミニウムはよく溶ける		○	○				
		⑭ 水酸化ナトリウム溶液の温度を高くすると変化が激しくなる		○	○				
	(5) 金属の溶け方は液の濃度によってちがう	⑮ 塩酸の濃度をこくするとアルミニウムはよく溶ける		○	○				
		⑯ 水酸化ナトリウム溶液の濃度をこくするとアルミニウムによく溶ける		○	○				

Ⅱ 違う種類の水溶液を混ぜ合わせる種類によって質的変化を起し、そのまじり合う	3. 酸性の水溶液とアルカリ性水溶液を混ぜると中和できる	(6) 水溶液が中和すると相互の水溶液に変化が起きる	⑰ 水溶液の性質をリトマス紙の反応で見る	○	○				
			⑱ 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜたときの水溶液の変化			○		○	
			⑲ 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜ合わせると食塩ができる	○	○		○	○	
		(7) 中和すると塩ができる	⑳ ほう酸水とはいじるから塩ができる			○	○	○	○
	㉑ 炭酸水と石灰水から塩ができる				○	○	○		
	4. 違う水溶液を混ぜ合わせても変化の起らない場合は混ぜただけである	(8) 中性の水溶液に酸性やアルカリ性水溶液を混ぜ合わせても変化しない(中和しない)	㉒ 食塩水にほう酸を混ぜ合わせても中和しない						○
			㉓ 食塩水に石灰水を混ぜ合わせても中和しない						○

育目標の関係が上記のような性格のものであるとするなら、評価活動のありように難点をもたらしているその観点の弱点は、実は教育目標のもっている弱点のあらわれである。」としていることから、義務教育の目標としてふさわしいのは方向目標ではなく、最低限こころまでは必要だという到達点を具体的に示すことのできる「到達目標」を主張している⁽³⁴⁾。

単元の目標を「到達目標」として表現する方法として行動目標 (Behavioral Objectives) の設定がある。

坂元昂氏は、「行動目標は内容と目標行動を組み合わせたものと見るべきである。」として、次のような例をあげている。「ローソクや木がもえると二酸化炭素が出来るが、鉄線をもやしても、出来ないことを、『区別できる』というときに、『区別できる』のが目標行動であるが、この文章全体は行動目標をあらわす。」⁽³⁵⁾

従って、行動目標として表現する場合、内容と目標行動との結びつきを明確にし、その形成過程を明らかにする手法として、内容－目標行動マトリックスの二次元表記が有効である。

表1は、その内容－目標行動マトリックスを示したものである。マトリックスの形式は、評価の観点を明確にして、行動目標と評価問題との関連性を重視したものとした。即ち、学習内容の最小単位を学習項目として、テスト問題はこの学習項目一つ又は二つ以上の組み合わせで作成され、さらに、学習項目は学習プログラムのコースアウトラインを作成する教材系列の項目としても使われるものである。

4-1. 目標行動の記述

【A. 知識に関する目標行動】

- (1) 塩酸にアルミニウムや鉄をいれると水素が発生することが言える。〔A-①, A-②〕
- (2) 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると水素が発生することが言える。〔A-③〕
- (3) 水溶液が酸性であれば、リトマス紙は赤く変化し、アルカリ性ならば青く変化することが言える。〔A-⑰〕
- (4) 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜ合わせると中和し、食塩が出来ることが言える。

〔A-⑱〕

【B. 観察・測定に関する目標行動】

- (5) 塩酸にアルミニウムや鉄を入れると、試験管が熱くなることに気づく。〔B-④, B-⑤〕
- (6) 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると、試験管が熱くなることに気づく。
〔B-⑥〕
- (7) 塩酸や水酸化ナトリウム溶液の温度を高くすると、気体の発生が激しくなることに気づく。
〔B-⑬, B-⑭〕
- (8) 塩酸や水酸化ナトリウム溶液の濃度をこくすると、アルミニウムがよく溶けることに気づく。
〔B-⑮, B-⑯〕
- (9) 塩酸と水酸化ナトリウム溶液を混ぜ合わせ、その液を蒸発乾固させると、白い結晶が検出することに気づく。〔B-⑲〕
- (10) 塩酸や水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると、アルミニウムが変化することに気づく。〔B-⑦, B-⑪〕
- (11) 酸性やアルカリ性という水溶液の変化で、リトマス紙の色が変化することに気づく。
〔B-⑰〕

【C. 実験構成に関する目標行動】

- (12) 塩酸にアルミニウムを入れると「水素」が発生したという事実から、塩酸に鉄を入れたときに発生する気体の名前・性質を予想し、その気体の捕集方法が指摘できる。〔C-②〕
- (13) 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れたときに発生する気体の名前・性質を予想し、その気体の捕集方法が指摘できる。〔C-③〕
- (14) 塩酸や水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れ、溶液の温度を高くすれば、発生する気体の量やアルミニウムの溶ける速度が早まることが予想できる。〔C-⑬, C-⑭〕
- (15) 塩酸や水酸化ナトリウム溶液の濃度をこくすると、アルミニウムの溶ける速度や発生する気体の量が多くなることが予想できる。〔C-⑮, C-⑯〕
- (16) 酸性の塩酸にアルカリ性の水酸化ナトリウム溶液を混ぜ合わせると、その液は中和されることが予想できる。〔C-⑱〕
- (17) 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜ合わせ、食塩が検出した事実より、ほう酸とはいじる、又は、炭酸水と石灰水を混ぜ合わせることにより、塩が検出されることを予想し、検出の方法を指摘できる。〔C-⑳, C-㉓〕

【D. 実験操作に関する目標行動】

- (18) 塩酸にアルミニウム又は鉄を入れ、発生する気体「水素」の捕集ができる。
〔D-①, D-②〕
- (19) 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れ、発生する気体「水素」の捕集ができる。
〔D-③〕
- (20) アルミニウムが溶けて見えなくなっている水溶液の蒸発乾固を行ない、溶けている物質の検出ができる。〔D-⑦, D-⑪〕
- (21) 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜ、中和した溶液の蒸発乾固を行ない、塩の検出ができる。〔D-⑩〕
- (22) 酸性（ほう酸や炭酸水）とアルカリ性（はいじる石灰水）の中和溶液の蒸発乾固を行ない、溶けている塩の検出ができる。〔D-⑳, D-㉑〕

【E. データの解釈と一般化に関する目標行動】

- (23) 塩酸にアルミニウムを入れると、色々な変化（気体の発生、発熱現象など）を生じ、塩酸とアルミニウムとの相互作用により新しい物質に変化することが言える。〔E-⑦, E-⑧〕

表2. 前提条件の洗い出し

上位概念	中位概念	下位概念	診断 区分	前提テスト項目	
				キーワード	観 点
I. 金属を水溶液に入れる金属の種類により、質的な変化がおこる	1. 金属には酸性やアルカリ性の水溶液によって変化するものがある 2. 水溶液によって起こる金属の変化のしかたは、水溶液の種類や温度・濃度と関係する	(1)金属の中には溶けるとき、気体を発生するものがある	A	気体の性質	(A-1) 気体の製法 ----- (A-2) 気体の発生と補集 ----- (A-3) 気体の性質
		(2)金属の中には溶けるとき発熱するものがある	B	発 現 熱 象	(B-1) 発熱する物質(水酸化ナトリウム) ----- (B-2) 発熱する物質(酸)
		(3)金属との水溶液との相互作用により相互に新しい物質に変化する	C	物質の変 化	※
		(4)金属の溶け方は液の温度によって違う	D	温度と溶 解	(D-1) 食塩のとけ方 ----- (D-2) ほう酸のとけ方
		(5)金属の溶け方は液の濃度によって違う	E	濃度と溶 解	※
II. 違う種類の水溶液を混ぜ合わせると、液の種類によって質的な変化を起したり、そのまま混り合ったりする	3. 酸性の溶液とアルカリ性の水溶液とを混ぜ合わせると中和して別のものできる	(6)水溶液が中和すると相互の液の性質が変化する	F	水溶液の性質	(F-1) 酸性・アルカリ性 ----- (F-2) 水に溶ける気体 ----- (F-3) 加熱蒸発
		(7)水溶液が中和すると塩ができる	G	中 和	※
	4. 違う水溶液を混ぜ合わせても変化の起こらない場合は混合して溶けているだけである	H	混 合	※	
			X	実験・観察法	(X-1) ロ紙の使い方 ----- (X-2) リトマス紙の使い方 ----- (X-3) メスシリンダーの使い方 ----- (X-4) 薬品の取り扱い

※印は単元で新しく学習する内容

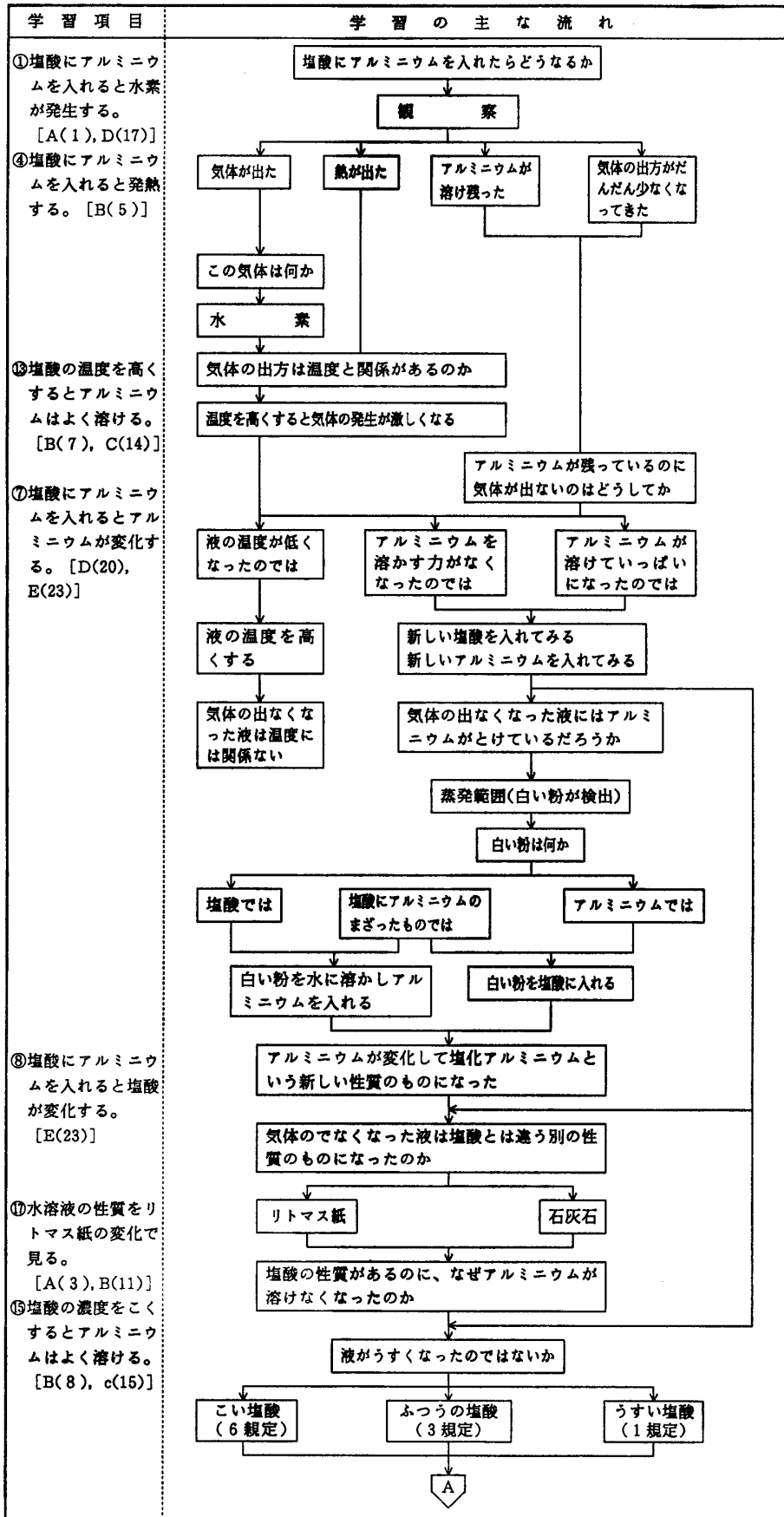


図 6. 第1学習区分(その1)

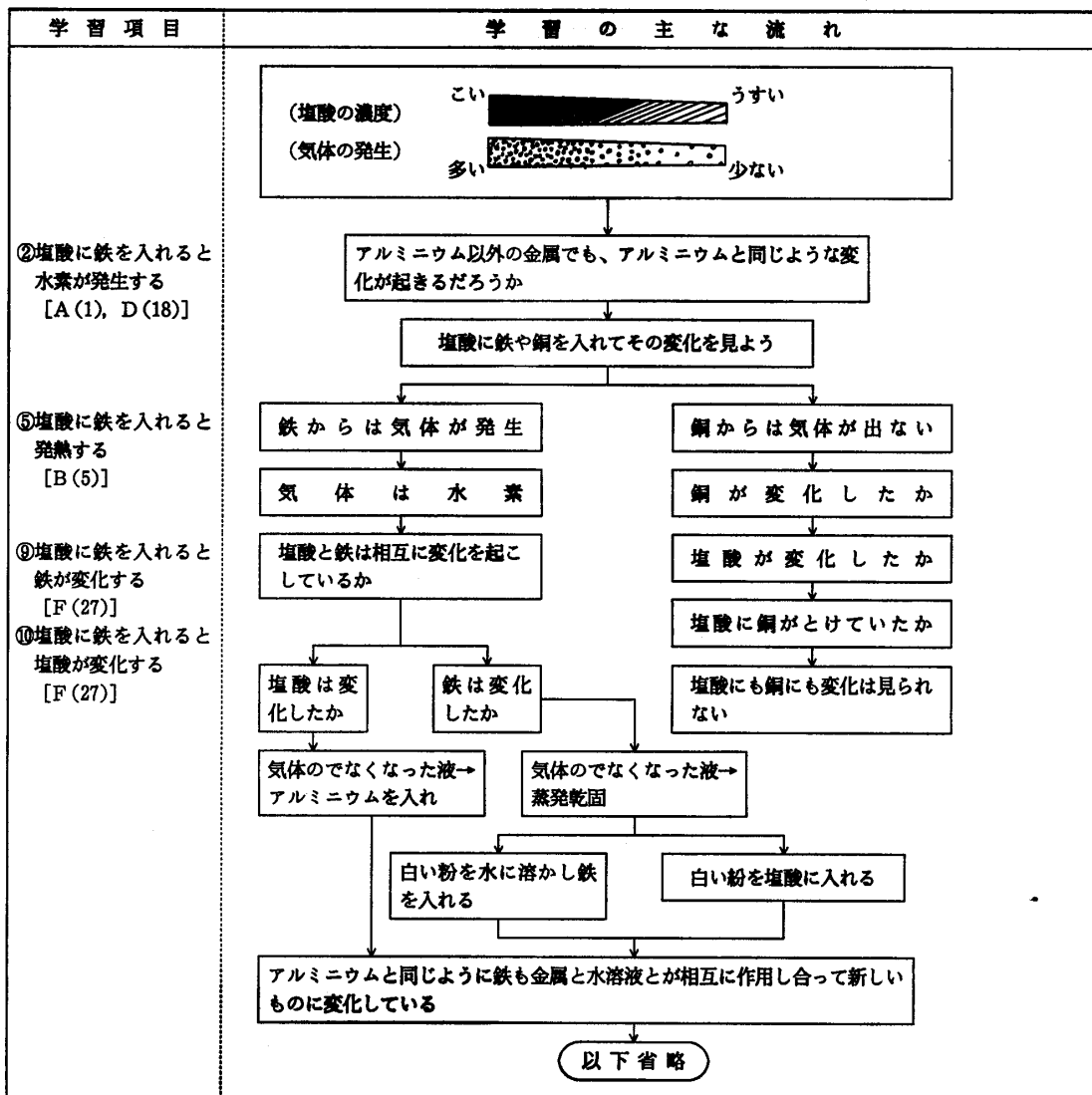


図 6. 第1学習区分 (その2)

24 水酸化ナトリウム溶液にアルミニウムを入れると、色々な変化（気体の発生，発熱現象など）を生じ，水酸化ナトリウムとアルミニウムの相互作用により新しい物質に変化することが言える。〔E-⑪，E-⑫〕

25 塩酸に水酸化ナトリウム溶液を混ぜたときの水溶液の変化をリトマス紙を使って調べ，中和する状態をモデル図を作って説明することができる。〔E-⑬〕

26 酸性の水溶液（塩酸，ほう酸，炭酸水など）とアルカリ性の水溶液（水酸化ナトリウム，はいじる，石灰水など）とを混ぜ合わせた水溶液が中和すると，全く新しい性質の物質（塩）ができることを実験を通して説明できる。〔E-⑭，E-⑮，E-⑯〕

【F. 応用に関する目標行動】

27 金属を水溶液に入れると，金属の種類（アルミニウム，鉄，銅など）により，質的变化の起こる状態を，仮説→実験→結果の処理を通して説明できる。〔F-⑨，F-⑩〕

28 違う種類の水溶液（ほう酸水とはいじる又は，ほう酸水と食塩水）を混ぜ合わせると，液の種類により，水溶液相互の変化の結果，新しい物質が作られる場合と，液がそのまま混り

合っただけの水溶液である場合とがある。このことを実験を通して論証することができる。

〔F-⑳, F-22, F-㉓〕

4-2. コースアウトライン

表2は、学習の流れを示したものであり、内容は学習課題とその課題に対する学習者の予想される反応を例示している。左の欄には、表1の学習項目と、「4-1. 目標行動も記述」の具体的目標行動の番号を記入してある。なお、紙面の都合により、学習の一部を紹介する（図6）。

4-3. 前提条件の洗いだし

表2は、前提テスト作成のために、表1の内容-目標行動マトリックスを基にして作成したものである。表における診断区分は下位概念に対応し、さらにテスト項目として、キーワードと評価の観点に細分した。評価の観点は、前提テストの結果により個別学習を実施するかどうかの観点となるものである。評価の観点の欄に項目が記入されていないところ（※印を記入）は、この単元で新しく学習する内容である。

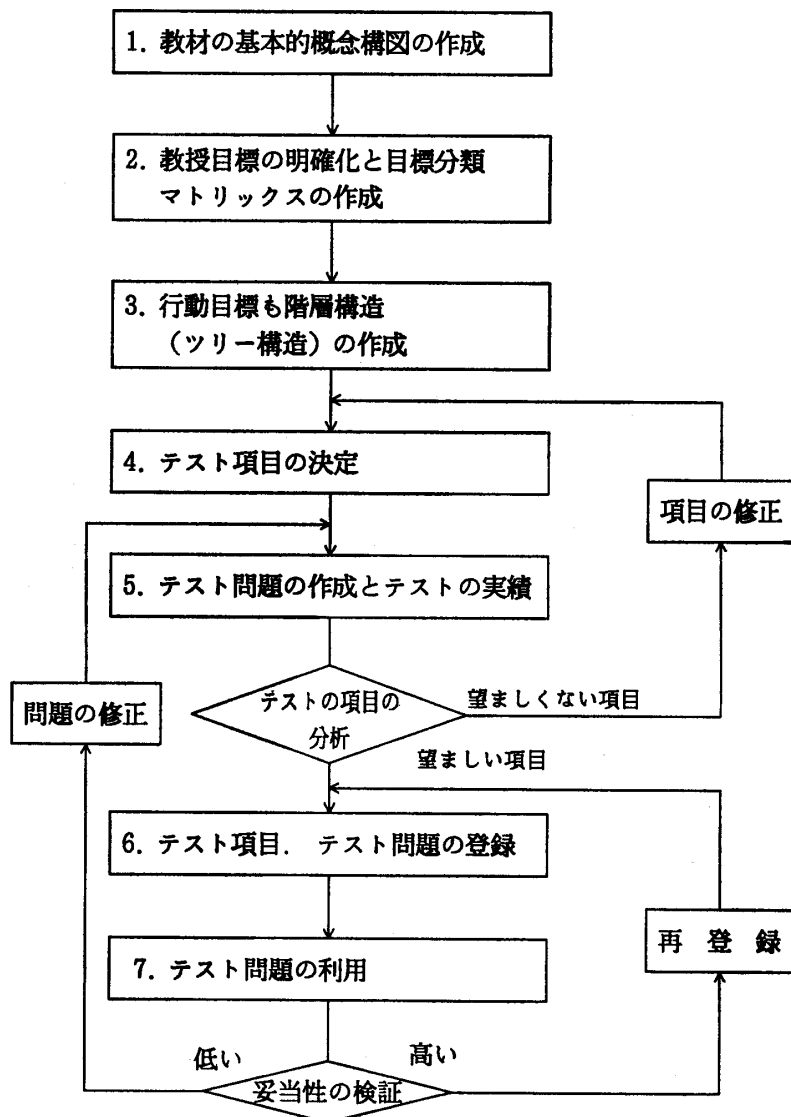


図7. 形成的評価問題の登録

4-4. 前提テスト

計画された単元の具体的目標行動を達成するためには、その前提となる入門的な知識・技能・態度などのレディネスを調べる必要がある。この調査が前提テストである。

前提テストを作成する資料としては、表2の前提条件洗い出しによって得られた前提テスト項目の評価の観点に従い、単元に関連があり、既に終わった単元の総括テストとそのデータを参考にする。

テストファイルは、教師の自作した各種テスト（前提テスト・形成テスト・総括テストなど）が、登録されている。このファイルから、新しく学習する単元の内容に関係する既習単元の総括テストを索し出し、さらにそのテスト問題のデータをデータ・ファイルから検索する。なお、テスト項目やテスト問題については、図7の手順で改善され登録が行われる。紙面の都合でテスト問題は省略する。

4-5. 前提テストの評価の観点と個別学習プログラム

前提テストの結果、学習者の概念に重大な誤りがあったり、又は前提テストの達成率が極めて低く、新しい単元の学習を進める上で支障があると思われる場合は、個人又はグループで事前学習が行われるようになっている。そのためには、学習プログラム設計の段階で、予め前提テストの結果と個別プログラム実施の計画を作成しておかなければならない。ここでは、その手順について述べる。

前提テストの診断結果、次の三つの方法で、事前の個別学習が行なわれる。

- (1) テキストによって、実験・観察学習を行う。(実験学習)
- (2) スライドとオーディオ・カセットにより学習する。(スライド学習)
- (3) ビデオ教材により学習する。(ビデオ学習)

これら三つの方法のいずれにするかは、補習プログラムとしての個別学習の内容によって決定されるが、一つの評価の観点で、同一方法の個別学習が幾つか複数で行なわれたり、異なった方法の組み合わせで個別学習が行なわれる場合がある。それを示したのが表3の前提テストにおける評価の観点と個別学習プログラムの組み合わせである。

前提テスト結果の個別学習は事前学習として時間の指導時間が割り当てられている。ところが、前提テストの結果が極めて悪い学習者に対しては数多くの個別学習プログラムが与えられ、所定の時間内に行なう事は不可能になってしまう。そこで、個別学習プログラムの実効順序を予め決めておかなければならない。このアルゴリズムは、これから行なわれようとしている単元の内容を理解する上で最も基本となる知識や技能が最優先されなければならない。表4は、この個別学習プログラムの実行順序を示したものである。表4の実行順序は、前提テストの診断結果にもとずき、コンピュータがアイテム・ファイルを参照しながら、各学習者に対する個別学習実施スケジュール表を作成する資料となるものである。

表4の必要度6と7は応用プログラムである。この応用プログラムというのは、前提となる学習内容をすでに理解し、テストの結果も高い達成率を示す学習者に対して、前提となる内容を基にした探究学習をめざした個別学習プログラムである。従って、一本の補習プログラムの後に、この探究プログラムを行なう学習者や、始めから探究プログラムを行なう者というように、その実行の順序や学習内容は個人によって大きく変動するものである。

次の問題になることは、評価の観点による前提テスト結果の診断と、その診断結果により実施する個別プログラムの内容である。図8は、診断結果と個別プログラムの内容を示すモデル図である。

このモデル図は、評価の観点により作成された前提テストを実施し、その結果、テストの組

表 3. 評価の観点と個別学習プログラムの組合せ

診断 区分	前提テストの項目		個別学習用プログラム番号						
	キーワード	評価の観点	実験・観察	時間	スライド	時間	TV視聴	時間	
A	気体の性質	A-1	気体の製法			SL. PA-01	15分		
						SL. PA-02	15分		
		A-2	気体の発生と捕集	EX. PA-04	20分				
				EX. PA-05	20分				
		A-3	気体の性質	EX. PA-06	20分	SL. PA-03	15分	TV. PA-08	10分
				EX. PA-07	20分			TV. PA-09	10分
		B	発熱現象	B-1	発熱する物質 (個体の場合)	EX. PB-01	20分		
EX. PB-02	20分							TV. PB-07	10分
B-2	発熱する物質 (液体の場合)			EX. PB-03	20分			TV. PB-08	10分
				EX. PB-04	20分				
				EX. PB-05	20分				
D	温度と溶解			D-1	温度と 反応速度				
								TV. PD-02	10分
								TV. PD-03	10分
F	水溶液の性質	F-1	酸性・中性・ アルカリ性	EX. PF-01	20分				
		F-2	水に溶ける個 体と気体			SL. PF-03	15分	TV. PF-04	10分
		F-3	加熱蒸発	EX. PF-02	20分	SL. PX-08	15分		
X	実験 観察法	X-1	ろ紙の使い方	EX. PX-04	20分	SL. PX-01	15分		
		X-2	リトマス紙	EX. PX-05	20分	SL. PX-02	15分		
		X-3	メス シリンダー	EX. PX-06	20分				
		X-4	薬品の取扱い	EX. PX-07	20分	SL. PX-03	15分		
P	水溶液の性質 に関する 応用	P-1	未試薬の発見	EX. PP-01	20分	SL. PP-04	15分		
		P-2	同上	EX. PP-02	30分	SL. PP-05	15分		
		P-3	同上	EX. PP-03	40分				

表 4. 個別学習プログラムの実行順序

必要度	個 別 プ ロ グ ラ ム											
1	<table border="1"> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>実験・観察法</td></tr> <tr><td>リトマス紙の使い方</td></tr> </table>	X	実験・観察法	リトマス紙の使い方		<table border="1"> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>実験・観察法</td></tr> <tr><td>危険な薬品</td></tr> </table>	X	実験・観察法	危険な薬品			
X												
実験・観察法												
リトマス紙の使い方												
X												
実験・観察法												
危険な薬品												
2	<table border="1"> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>実験・観察法</td></tr> <tr><td>メスシリンダーの使い方</td></tr> </table>	X	実験・観察法	メスシリンダーの使い方		<table border="1"> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>実験・観察法</td></tr> <tr><td>ろ紙の使い方</td></tr> </table>	X	実験・観察法	ろ紙の使い方			
X												
実験・観察法												
メスシリンダーの使い方												
X												
実験・観察法												
ろ紙の使い方												
3	<table border="1"> <tr><td>F</td></tr> <tr><td>水溶液の性質</td></tr> <tr><td>分類と性質の調べ方</td></tr> </table>	F	水溶液の性質	分類と性質の調べ方	<table border="1"> <tr><td>A</td></tr> <tr><td>気体の性質</td></tr> <tr><td>CO₂の製法と性質</td></tr> </table>	A	気体の性質	CO ₂ の製法と性質	<table border="1"> <tr><td>A</td></tr> <tr><td>気体の性質</td></tr> <tr><td>O₂の製法と性質</td></tr> </table>	A	気体の性質	O ₂ の製法と性質
F												
水溶液の性質												
分類と性質の調べ方												
A												
気体の性質												
CO ₂ の製法と性質												
A												
気体の性質												
O ₂ の製法と性質												
4	<table border="1"> <tr><td>B</td></tr> <tr><td>発熱現象</td></tr> <tr><td>発熱する物質</td></tr> </table>	B	発熱現象	発熱する物質	<table border="1"> <tr><td>D</td></tr> <tr><td>温度と反応速度</td></tr> <tr><td>食塩と溶解</td></tr> </table>	D	温度と反応速度	食塩と溶解	<table border="1"> <tr><td>D</td></tr> <tr><td>温度と反応速度</td></tr> <tr><td>ほう酸と溶解</td></tr> </table>	D	温度と反応速度	ほう酸と溶解
B												
発熱現象												
発熱する物質												
D												
温度と反応速度												
食塩と溶解												
D												
温度と反応速度												
ほう酸と溶解												
5		<table border="1"> <tr><td>D</td></tr> <tr><td>温度と反応速度</td></tr> <tr><td>グラフの読み方</td></tr> </table>	D	温度と反応速度	グラフの読み方							
D												
温度と反応速度												
グラフの読み方												
6		<table border="1"> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>水溶液の性質</td></tr> <tr><td>未試薬の発見</td></tr> </table>	P	水溶液の性質	未試薬の発見							
P												
水溶液の性質												
未試薬の発見												
7	<table border="1"> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>水溶液の性質</td></tr> <tr><td>未試薬の発見</td></tr> </table>	P	水溶液の性質	未試薬の発見		<table border="1"> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>水溶液の性質</td></tr> <tr><td>未試薬の発見</td></tr> </table>	P	水溶液の性質	未試薬の発見			
P												
水溶液の性質												
未試薬の発見												
P												
水溶液の性質												
未試薬の発見												

診断区分

キーワード

評価の観点

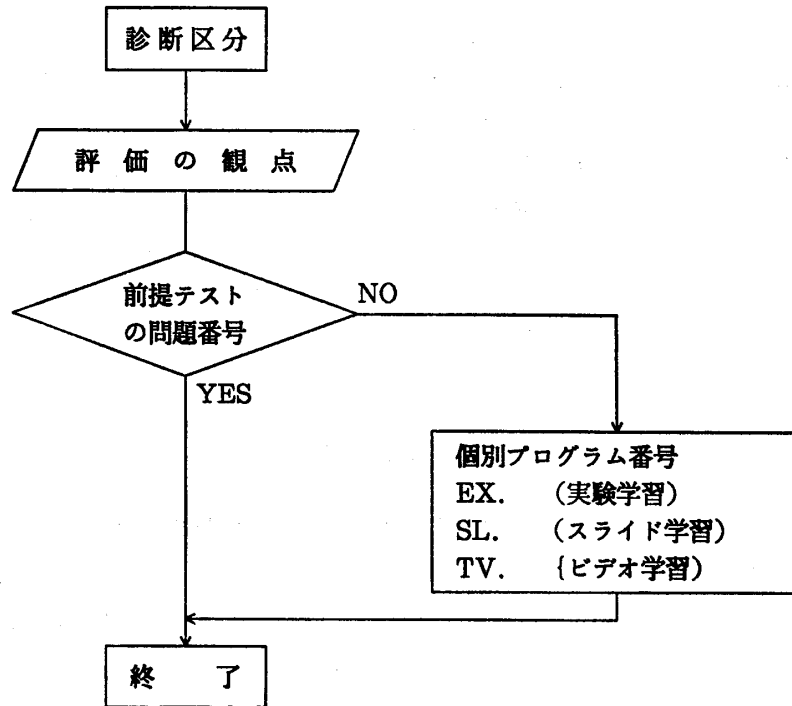


図 8. 診断結果と個別学習プログラムの実行

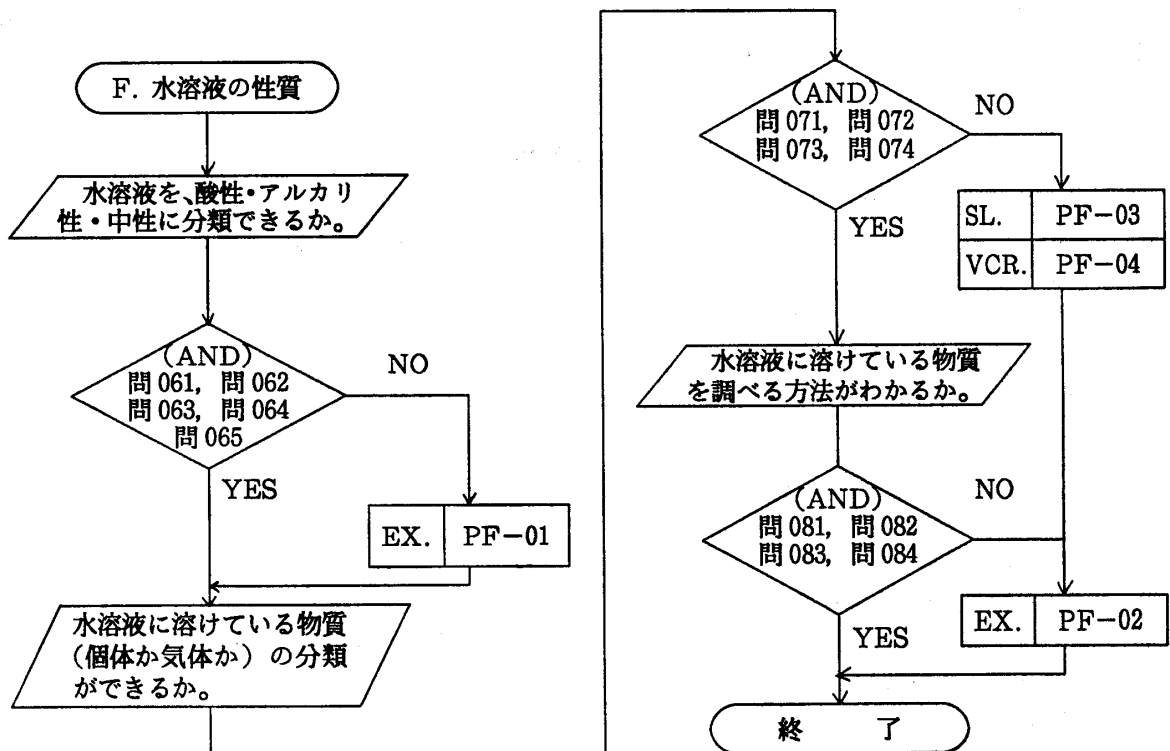


図 9. 個別学習プログラムの実行例

み合わせによって合格 (YES) と、不合格 (NO) を決め、不合格者に対して所定の個別学習プログラムが与えられるようになっている。テストの組み合わせというのは、観点ごとに作成されたテスト問題群について、完全解答を求める基準 (AND) と、その問題群のいずれかの正解を求める基準 (OR) とである。例えば、AND 基準というのは、問1と問2と問3とが正解でなければ合格とならない完全解答を求めているもので、問1 (A) [AND の略] 問2 (A) 問3と書き表す。又、OR 基準とは、問1又は問2のいずれか一問正解であれば合格とするという基準であり、問1 (O) 問2と書く。この二つの組み合わせによる基準もある。それは「問1 (A) 問2 (O) 問3」というように、問1と問2を正解するか、又は問3のいずれか正解しなければならないという意味である。

VI. おわりに

教育評価の基本的問題は、評価の目的と評価結果の利用の仕方である。「何のために評価するのか?」「評価した結果をどのように利用するか?」ということである。それは丁度、医者が行う診断であり、その結果の処方である。最近のコンピュータの利用による評価の方法は、データとして収集できるものはもれなく全てを集める傾向がある。収集するデータは多ければよいというものでもなく、必要以上の厳密さも必要ではない。肝心なのは、集めたデータと分析した結果によって教師や生徒に望ましい変化が期待できる事である。それともう一つは継続的データの蓄積による時系的变化の把握である。その時系列的変化の把握は学習者の質的個人差を明らかにし、個性化教育のための情報を得る事になる。

CMI システムは、学習者1人ひとりを理解する手段と方法を、教師の能力を拡大 (パワーアップ) するという意味でサポートするシステムであるとすれば、今後の個性化教育はCMI システムの機能の1つである学習者データの分析とアイテム・ファイルの効果的利用方法を考える必要があり、今後の課題でもある。

引用・参考文献

- (1) 朝日新聞社編「いま学校で」朝日出版。
- (2) Scriven, M. 「The methodology of evaluation」 AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation, 1967.
- (3) 教育工学研究成果刊行委員会編「教育工学の新しい展開」第一法規, 1976.
- (4) 水越敏行編著「授業設計と評価の技術」明治図書, 1976.
- (5) 坂元昂・水越敏行編「授業評価の新技术」明治図書, 1977.
- (6) 前掲書
- (7) Benjamin S Bloom, J. Thomas Hastings, & George F. Madaus. 「HANDBOOK ON FORMATIVE AND SUMMATIVE EVALUATION OF STUDENT LEARNING」 1971 by McGraw-Hill, Inc
- (8) 山内恭彦他訳「PSSC物理(上, 下)」岩波書店, 1967.
- (9) 森川久雄著「理科教育要論～探究の過程へのアプローチ～」東洋館出版社, 1973.
- (10) 森川久雄著「概念構図からみた小・中・高の理科」理科の教育, 1975.
- (11) (9)同掲書.
- (12) (8)同掲書.
- (13) 栗田一良著「科学の方法と科学概念の分析を軸として」理科教育, NO. 114, 1978.
- (14) 前掲書.
- (15) 栗田一良著「基本的科学概念を中心とする精選・構造化」理科の教育, 1976.

- (16) 前掲書.
- (17) 栗田一良著「理科の内容精選の視点」現代教育科学, NO. 227, 1976.
- (18) 水越敏行, 金沢大学付属小学校著「理科 発見学習の展開」明治図書, 1972.
- (19) 佐藤三郎編「ブルナー理論と授業改造」明治図書, 2972.
- (20) 前掲書, 芳賀純著「基本概念 (ピアジェとブルナー)」.
- (21) D. A. Firayer, E. S. Ghatala, & H. J. Klausmeier 「Level of Concept Masterg : Implication for Instruction」 Education Technology, Dec. 1972.
- (22) Robert M, Gagne 「The Conditions of Learning」. 1965 by Holt, Rinehart and Winton, Inc.
- (23) J. S. Bruner, J. J. Goodnow, & G. A. Austin 「A Study of Thinking」.
- (24) 前掲書.
- (25) 前掲書.
- (26) (22)同掲書.
- (27) 小金井正巳・森川久雄共著「行動目標と授業の科学化」明治図書, 1975.
- (28) 東洋編「教育のプログラム」情報科学講座, 共立出版, 1977.
- (29) 森川久雄著「生物教育と目標分析」, 国土社, 1982.
- (30) (4)同掲書.
- (31) (19)同掲書.
- (32) Stolurow, L. M. 「Computer-Assisted Instruction. In the Schools and the Challenge of Innovation.」 New York : McGrow-Hill, 1969.
- (33) 佐藤勝彦「通位回線を用いたCMIシステムの研究」北海道教育大学附属教育工学センター研究報告 第2号, 1981.
- (34) 中内敏著「学力評価の理論」国土社, 1979.
- (35) 坂元昂編著「理科・行動目標の分析と評価」明治図書, 1975年.