

昭和62年度科学研究費補助金（一般研究C）  
（課題番号 62580239）  
理科実験における問題解決能力の評価に関する日英の比較研究

研究報告書（No.1）

# APU の評価法による日英の児童の比較

1988. 3. 9

横浜国立大学教育学部  
研究代表者 福岡敏行

## ま え が き

我が国においては、達成度調査など全国的な規模で児童・生徒の学習の成果を評価している。しかし、理科においては、観察・実験を重視しているにもかかわらず、主にペーパーテストのみで実施されている。実技テストは、問題作成の困難さや、実施時における時間などの問題を含んでいるので余り行われていない。ペーパーテストまたは実技テストのみを使うのではなく、両者を適切に組み合わせた評価法が今日強く望まれている。

現在、英国において、児童・生徒が問題解決の過程におけるパフォーマンスを評価するために全国的なスケールで調査を行っている。それはAPU (Assessment of Performance Unit) と呼ばれるものである。本研究では、このAPUを参考にして日本の児童の問題解決におけるスキル（技法）の評価を行い、APUの報告書に見られる児童の実態とを比較してみたい。

今回は、その中間報告でもあるので、APUについての解説と、APUの評価問題による一部の調査結果のみを報告する。細部にわたる分析や考察などは、以後の報告書に載せることにする。また、次回においては、一人の児童がある問題解決を行っていく際のスキルの評価を、APUの評価問題を参考にして、新たな評価問題を開発し、児童の実態を調べてみたい。

1988. 2. 12

研究者 福岡 敏 行

” 森 本 信 也

” 稲 垣 成 哲

## 謝辞

本研究に際しては、以下の協力を得ましたので、ここに感謝の意を表します。

### 協力校

東京都小平第一小学校  
横浜市立金沢文庫小学校  
横浜市立左近山第一小学校  
横浜市立洋光台第一小学校  
横浜市立末吉小学校  
横浜市立常盤台小学校  
横浜市立二俣川小学校  
平塚市立なでしこ小学校  
平塚市立城島小学校  
厚木市立緑が丘小学校  
秋田県太田東小学校  
秋田県六郷小学校  
秋田県六郷東根小学校

### 協力者

松	森	靖	夫
相	原	浩	志
谷	崎	克	彦
金	輪	淳	子
高	橋	めぐみ	
中	込	直	希
下	山	賢	治
吉	田	めぐみ	
松	元	博	志
竹	村	志保	美

## 目 次

ま え が き	1
目 次	3
I. APUの概要	5
1 学習者一人ひとりの要求にこたえる理科学習の条件 (1)	5
2 学習者一人ひとりの要求にこたえる理科学習の条件 (2)	13
－英国のAPUに見る評価方法論－	
3 子どもの実態	23
－APUを参考にして－	
4 個別化・個性化学習の実践へ向けて	30
－まとめにかえて－	
II. APUの評価問題による英国と日本の児童の比較	38
1 APU-1 $\alpha$ 「マイルとキロメートル」	40
日 本-1 $\alpha$ 「肉の重さとねだん」	42
2 APU-1 $\beta$ 「インゲン」	44
(同じ問題を日本においても実施した。)	
3 APU-3 $\alpha$ 「ケムシ」	46
日 本-3 $\alpha$ 「チョウ」	48
4 APU-3 $\beta$ 「クモとガガンボ」	50
(同じ問題を日本においても実施した。)	
5 APU-3 $\gamma$ 「ゴム」	52
(同じ問題を日本においても実施した。)	
6 APU-4 $\alpha$ 「惑星」	54
(同じ問題を日本においても実施した。)	
7 APU-4 $\gamma$ 「リンゴ」	56
(同じ問題を日本においても実施した。)	
8 APU-4 $\gamma$ 「ひつじ」	58
(同じ問題を日本においても実施した。)	

9	APU-4 $\delta$	「じょうろ」	60
	(同じ問題を日本においても実施した。)		
10	APU-4 $\varepsilon$	「つた」	62
	(同じ問題を日本においても実施した。)		
11	APU-5 $\alpha$	「巣箱」	64
	(同じ問題を日本においても実施した。)		
12	APU-5 $\beta$	「ミカン」	66
	(同じ問題を日本においても実施した。)		
13	APU-5 $\gamma$	「まな板」	68
	日 本-5 $\gamma$	「まな板」	70
14	APU-6	「いもむし」	72
	日 本-6	「動くおもちゃ」	74
Ⅲ. 引用・参考文献			76

# I. APUの概要

## 1. 学習者一人ひとりの 要求にこたえる理科学習の条件 (1)

森本信也・福岡敏行・松森靖夫

### はじめに

前報においては、学習者一人ひとりが、理科の授業の中で十分能力を発揮できず、学習に支障をきたしている事例を幾つか紹介してきた。このことは、現在行われている幾多の授業が、学習者一人ひとりの要求にこたえるものではないことを示している。

ところで、この「学習者一人ひとりの要求にこたえる」というテーマは、決して目新しいものではなく、「自学主義」、「自動主義」、「自発活動」等の名称のもとに、教育史の中でたびたび議論されてきた内容である。そして、この理念は、「教育」を語る際の根底に常に存在してきたが、それが実践形態として一般的に実現する機会には恵まれなかった。しかし、子どもの能力、個性の多様化が叫ばれる現在において、その理念は、ますます重要性を帯び、実現のための客観的な諸条件が明らかにされなければならない。

そこで、今回は、まず、教育の個別化・個性化に関する現在の研究内容の概観を図り、そこから、今後さらに、これを継承発展させるために解決しなければならない問題点を幾つか指摘したい。そして、次に、この問題を解決するための諸方策を提起したい。

### 1 学習の個別化・個性化研究の概要とその問題点

学習の個別化・個性化は、一般的には次の2つのレベルから定義される<sup>(1)(2)(3)</sup>。

(1) 学習者一人ひとりが、各々の能力や興味・関心に応じて、学習を進めることができるような教育環境を設定することである。

(2) 学習者一人ひとりの、自発性や個性を引き出すことを目的とした、教育環境を設定することである。

(1)のレベルでは、学習者一人ひとりの中に確実に学習を成立させるための手段として必要な、教育方法上、カリキュラム編成上の諸条件の整備が重視される。このレベルにおける授業のことを、一般的に Individual Learning, あるいは, Individualized Instruction と呼び、教育方法の個別指導を指すことが多いが、理論的には、すでに述べたように、単なる教育方法上の個別指導か一斉指導かの選択のみを問題としているわけではない。あくまでも、一人ひとりの学習の成立が課題視されているのである。

(2)のレベルでは、学習の個別化が目的化される。すなわち、学習者一人ひとりの個性の発露の結果である。価値観、興味・関心、要求等に基づき、それらを実現させるための学習の場が設定される場合である。このレベルにおける授業のことを、一般的に、Personalized Instruction と呼ぶことが多いが、(1)のレベルと重複する部分も多く、明確な学習形態として示すことは、困難性が高い。

本稿のテーマである「学習の個別化・個性化」は、理論的には、このような2つの教育上の要求水準を満たすものであると考えることができる。すなわち、(1)では個別化が、(2)では個性化が比較的強く主張されている。では、これらの条件を具備した学習とは、具体的にはどのようなものを指すのであろうか。

そのためにまず、現在、さまざまな観点から個別化・個性化と称せられている学習、あるいは、授業形態を類型化し、(1)、(2)の要求水準に照らし合せて、それらを成立させるために必要な条件を洗い出してみたい。

現在、実践されている個別化・個性化授業を類型化すると、表1に示したような3つのタイプに分けることができる。ただし、これらの授業を実践するためには、教室環境、学習用の諸々の器材等の学習環境の整備が図られなければならないが、ここでは、教育方法、カリキュラム編成という2つの要因のみに着目し、これらの学習の特色を記した。

表1に示した3つの学習タイプの、上述の2つの要求水準との関わりを調べるために、各タイプの内容を詳述してみたい。

表1 個別化・個性化学習のタイプ分け

学習のタイプ	特 色
A T I 型	学習者の能力、個性に応じた複数の教育方法カリキュラムを設定する。
プログラム 学習型	学習目標は、固定化しているが、学習者の能力に応じて、目標に到達するための学習過程がコース分けされている。
オープン・エデュケーション型	学習者一人ひとりの自発性を重視し、学習者自らがその能力、興味・関心に応じて、学習課題を見いだせることができるよう援助し、かつ、そのようなことが可能な学習環境を設定する。

### (A T I 型)

A T I とは、Aptitude Treatment Interaction の略称であり、通常「適性処遇交互作用」と訳される。これは、クロンバック (Cronbach, L. J) により提唱されたものであり、「学習者一人ひとりの能力や適性が異なれば、それに応じて教授方法の効果も異なる」という理論を背景とした、個別化・個性化学習の研究方法である。つまり、学習者の能力や適性に応じて、どのような教授方法で指導すれば、最も学習の効果を上げることができるか、ということが課題視されているのである。したがって、ここでは、能力や適性という学習者一人ひとりの個人差を固定化したものとして放置するのではなく、個人差を考慮した指導によって、学習者一人ひとりを、要求された教育の水準まで引き上げようとすることが重視される。

ところで、このA T Iに基づく、個別化・個性化学習の成立を目指す場合、考慮されるべき要因とはどのようなものであろうか。そのために、まず、「適性」、「処遇」、「交互作用」という3つの言葉の定義を簡単に行っておきたい。

- ・「適性」——学習者一人ひとりの知的能力（学業成績、言語能力、数能力等）、性格特性（責任感、社交性、情緒安定度等）、学習に対する態度、先行経験の内容等を指す
- ・「処遇」——学習者の「適性」に合った、教授方法、カリキュラム、教材等を指す
- ・「交互作用」——学習者の「適性」、および、それに対する「処遇」内容と



いう2つの因子の組み合わせによる学習の効果度を指す。

これらの定義内容で明らかなように、A T Iタイプの個別化・個性化学習を目指す場合、その成立条件は無数にあると言ってよい。したがって、能力や個性をパターン分けし、それに対応する教授方法やカリキュラムを考案することは可能であるが、最終的には、現在目の前にいる、クラスの児童・生徒の特性に応じて「処遇」内容を検討せざるを得ない。しかし、それにしてもその前提となるのは、学習者一人ひとりの「適性」内容の把握である。このような情報なくして、A T I型学習を設計することは不可能である。

このように、A T I型学習は、個別化・個性化学習の2つの要求水準を十分満たしうるものであるが、その実現のために明確にしなければならない内容も多く、短兵急に実現できない。クラス、あるいは学校の実状に応じた実験授業の積み上げにより、実現を目指す以外に方策は見あたらない。

#### (プログラム学習型)

プログラム学習は、周知の通り、所定の学習目標に到達するために必要な学習内容が細分化されているものであり、学習者一人ひとりは、自分のペースに従って、一つひとつの学習内容を積み重ねることにより、学習目標に到達することが保障される。この学習が提唱された当初は、学習の流れは、単線形であり、学習者の能力の差異を考慮した枝分れ形は考えられていなかった。しかし、現在開発されているプログラムにおいては、学習の途中におけるつまづきを治療するための形成テスト、あるいは、学習者のレディネスを高めるためのレディネステスト等が盛り込まれており、学習者が能力に応じた学習を円滑に進めることができるような処置が施されている。

また、現在では、視聴覚機器やコンピューターの利用による、A—T (Audio-Tutorial) 法、C A I (Computer Assisted Instruction), C M I (Computer Managed Instruction) 等の開発により、学習者の能力に応じた教育方法も可能になった。

いずれの方法を採用するにしろ、この学習タイプは、所定の学習目標に到達するための学習内容の論理的な分析（アルゴリズム化）が基本であるため、学習者の能力に応じると言っても、その許容範囲は狭いため、学習者がその能力に応じてプログラム内容に合せるという色彩が強い。したがって、上述の2つの要求水準に照合した場合、抵触する部分が多く、一定の教育水準を満たすための手段として「個別化」学習が考慮されている。そのため、

「個性化」という要求水準は満たしにくい。

(オープン・エデュケーション型)

一口にオープン・エデュケーションと言っても、明確な授業形態が存在するわけではない。オープン・スペースにおける学習指導、無学年制、時間割の廃止等多様な観点から研究され、その成立要因として、教育制度、教育方法、カリキュラム、学校建築等枚挙にいとまないほどであるが、基本的には、学習者の自発性に基づく活動の重視である。したがって、ATI型、プログラム学習型が教師主導であるのに対し、このタイプは学習者主導型である。教師の役割は、学習の援助者であったり、仲間であったりする。

理想的には、学習者自らが学習を計画し、遂行することである。このために自由に学校全体を利用させ、学習者一人ひとりの要求、あるいは、必要感を満たすことであるが、現実的には、上述した成立要因を考慮しなければならないため、実現には困難性を伴うことが多い。しかし、オープン・スペース利用による個人別の学習活動、総合学習による学習者の興味・関心事の自己実現、理科学習の導入時における、自由試行による学習者自らの手による課題の発見等、オープン・エデュケーションの理念の部分的な実現は可能であり、数多くの実践例が報告されている。

いずれにしろ、この学習のタイプは、上述の要求水準を十分満たし得るものであるが、最大の問題点は、実際に行われている学習が、学習者一人ひとりの能力や興味・関心に基づいて行われているのか、あるいは、その結果、学習者一人ひとりが、どのような変容をきたしたのかを評価することの困難性にある。したがって、部分的な実現は可能であるが、全面開花は困難であると言って良い。

上述した3つのタイプの個別化・個性化学習は、教育方法、ならびに、カリキュラム編成上その考え方には差異が見られるが、根本的には以下の2つの理念に集約される。

(1) 学習者一人ひとりの完全習得学習 (Mastery Learning) を目指す。

そのために、個人差に適合し、かつ、所定の学習目標に到達できるような教育方法、カリキュラム編成を考える。——ATI型、プログラム学習型

(2) 学習者一人ひとりの個人差を前提として、各々の学習者にとって到達可能な学習目標を設定する。——オープン・エデュケーション型

(1)のように、個人差が存在しても、全員を所定の目標に到達させようとするか、あるいは、(2)のように個人差を前提とし、その範囲内で到達可能な目標を定めるかという選択は、各々の教育観を背景として論じられる性質の内容であり、即断することはできない。しかし、いずれの立場を採るにしろ、個別化・個性化学習を考える際の大前提は、学習者一人ひとりの能力、個性等の実態把握である。このような教授者側にとって必須の認識が欠落している状態では、上述の2つの要求水準を満たすことも不可能であろうし、逆に、このような認識の成立こそが、個別化・個性化学習の第一歩と考えることができる。そこで、次節においては、理科の個別化・個性化学習の成立を目指す上で必要と思われる、学習者の実態把握の方法論について検討してみたい。

## 2 学習者一人ひとりの実態把握の方法論

表2に、理科教育において、学習者一人ひとりの実態を把握するために必要と思われる方法を、最近の研究内容から拾い上げ一覧として示した。各領域における評価方法論の概要は以下の通りである。

### (認知領域)

この領域の中心テーマは、科学概念が一人ひとりの学習者の中でどのように生成され、発展してゆくのかを分析することにある。そのために、科学概念の発達過程の分析・情報を論理的に処理し、概念とし認識する過程の分析、論理的に処理する能力の発達過程の分析等が行われる。

たとえば、CSMSは、その名称の示すように、中学校理科の個々の学習内容を理解するためには、どのような論理的能力が必要とされ、一人ひとりの中学生がそれらの能力にどの程度精通しているかを分析し、個々の学習内容が彼らに適しているか否かを同定するための方法論を展開している。また、ノバク(NovaK, J. D)による概念地図の方法は、学習終了後、一人ひとりの学習者が、その学習の目標である幾つかの主要概念を相互に関連させて、体系化して認識しているか否か、あるいは、体系化の違いによる認識のパターン等を調べるために用いられる。その手法は、Word Association法と似たものである。そして、一人ひとりの概念地図を分析することにより、学習者の認識状態や学習の指導方法の問題点を調べることができるのである。

このように、表に挙げられている方法は、学習者一人ひとりの認識状態を調査し、それらをカリキュラム、あるいは、教育方法を改善する資料として活用するための「方法論」の一覧と考えることができる。そして、この考え方

表2 理科教育における学習者一人ひとりの実態把握の方法一覧

評価領域	評価対象	評価方法	評価内容
認知領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学概念の発達過程</li> <li>論理的能力の発達過程</li> <li>科学概念の形成と論理的能力との関係</li> <li>学習者の情報処理過程</li> </ul>	認知地図 (Cognitive Map)	・学習者が知覚情報あるいはイメージ内容を論理を用いて、物理的環境の認識に到るかを分析
		概念地図 (Concept Map)	・学習者一人ひとりの中で科学概念がどのように生成、発展するかを分析
		CSMSによる方法 (Cognitive Development in Secondary Mathematics and science)	・基本的な科学概念を理解するために必要とされる。論理的能力を発達段階ごとに分析 ・基本的な科学概念の発達過程の分析
		Match and Mismatchによる方法	・小学校理科における基本的科学概念の発達過程を分析し、学習者一人ひとりの認識状態を把握するためのチェックリストの作製
技能領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学の方法の分析、および、その定着度の調査</li> <li>科学の方法の発達過程</li> </ul>	APUによる方法 (Assessment of Performance Unit)	・理科の学習にとって必要な6つの技能を抽出し、さらに、これらを17の下位カテゴリー分けし、これらの発達過程を分析
		Match and Mismatchによる方法	・小学校理科の学習に必要な技能を抽出し、その発達過程を分析し、学習者、一人ひとりの技能の習得状態を把握するためチェックリストの作製
情意領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学的態度、構え、興味・関心の分析、および、その実態調査</li> <li>科学的態度、構え、興味・関心の発達過程</li> </ul>	Science 5/13による分析	・科学的態度、興味・関心、科学に対する審美眼の発達過程の分析
		Klopferの構造分析	・理科学習において目標とすべき情意領域の内容を、具体的な学習場面と、それに対応する学習者の行動という2面性から分析
		Match and Mismatchによる方法	・科学的態度、興味・関心の発達過程を分析、学習者一人ひとりの意志を把握するためのチェックリストの作製

は、他の2つの領域にも共通したものである。

#### (技能領域)

この領域の中心テーマは、従来より行われてきた、実験・観察の諸技能に関するパフォーマンス・テストではなく、実験・観察結果より得られた情報を処理するための、諸々の方法を学習者一人ひとりがどの程度習得しているのかを調査することにある。

たとえば、APUでは学習者の情報処理能力を、Science Performance と称し、その内容領域を、「記号による表現」、「実験装置や測定器具の使用」、「観察」、「解釈と応用」、「実験の計画」、「実験のパフォーマンス」という6つのカテゴリーに分け、各々の年齢別（11, 13, 15歳）習得状況を調査し、分析する方法が開発されている。

このような情報処理能力は、いわゆる「科学の方法」として、従来より理科学習の重要な学習目標の一つとされてきたが、これらが年齢別にどのように発達し、それをカリキュラム内容に反映させるかの議論は少なかった。この意味で、このような方法論の開発は、意義深いものである。

#### (情意領域)

この領域の中心テーマは、学習者一人ひとりの科学に対する興味・関心の発達傾向の調査、および、その方法論の検討にあるといえる。従来、この領域の調査は、オスグッド (Osgood) のSD法、自由記述法など、学習に対する印象や感想など、学習計画にとって付随的な内容が多かった。しかし、学習者一人ひとりの学習に対する、興味・関心、構えなどは、個別化・個性化学習の基本要素であり、そのための情報収集の方法の開発は、この学習の発展のためには、必要欠くべからざるものである。

#### おわりに

個別化・個性化学習の第一歩は学習者一人ひとりの実態把握である。次回以後においては、表2に示した方法論の一つひとつを詳細に検討してみたい。

(注) (1) Good, C.V., "Dictionary of Education", Mc Graw-Hill, 1973

(2) 細谷, 奥田, 河野編「教育学大事典」pp. 271-273, 第一法規, 1978

(3) 勝田守一監修「学習の能力と個人差」pp. 89-104, 明治図書, 1970

## 2. 学習者一人ひとりの要求にこたえる

### 理科学習の条件(2)

—英国のAPUに見る評価方法論—

福岡敏行・松森靖夫・森本信也

#### はじめに

「学習者一人ひとりの要求にこたえる」ことは、個別化・個性化学習を考える際に必要なことは言うまでもない。そのためには、学習者一人ひとりの能力・個性等の実態を把握することが大切である。学習者の実態把握の方法として前報でいくつかを一覧表に示したが、その中の英国におけるAPU (Assessment of Performance Unit) を紹介したい。これは、理科の活動における情報処理能力の習得状況を調査する方法である。理科活動における能力を六つのカテゴリーに分け、科学的思考の過程を強調した大変ユニークなものである。

#### 1 APUについて

各学校では、学習内容に直接関連した評価がいろいろな形で実施されている。また全国レベルでの達成度調査も行われている。日本では学習指導要領のもとに同じ授業時数で、同じような教科書を使って学習するのであるから、ある学校で実施した評価問題は、ある程度ほかの学校においても参考にすることができる。しかし英国においては、授業時数や教科書などが学校や地域によっていろいろと異なるので、そうした教育環境で学習した児童・生徒の学習状況を評価する場合は、ほかの学校で実施した評価問題を使うことができない。

こういった状況の下で、英国における国レベルでの児童・生徒の学習の習得状況がどうであるかを調査することとなり、教育・科学省のもとで Chelsea 大学と Leeds 大学は共同で評価方法などを研究し、大変ユニークなものを開発した。そして、1978年から数学、国語、理科と次々と調査が実施された。この調査を APU と呼ぶ。本稿では理科のみを扱うので、APU を理科パフォーマンス評価と呼ぶことにする。

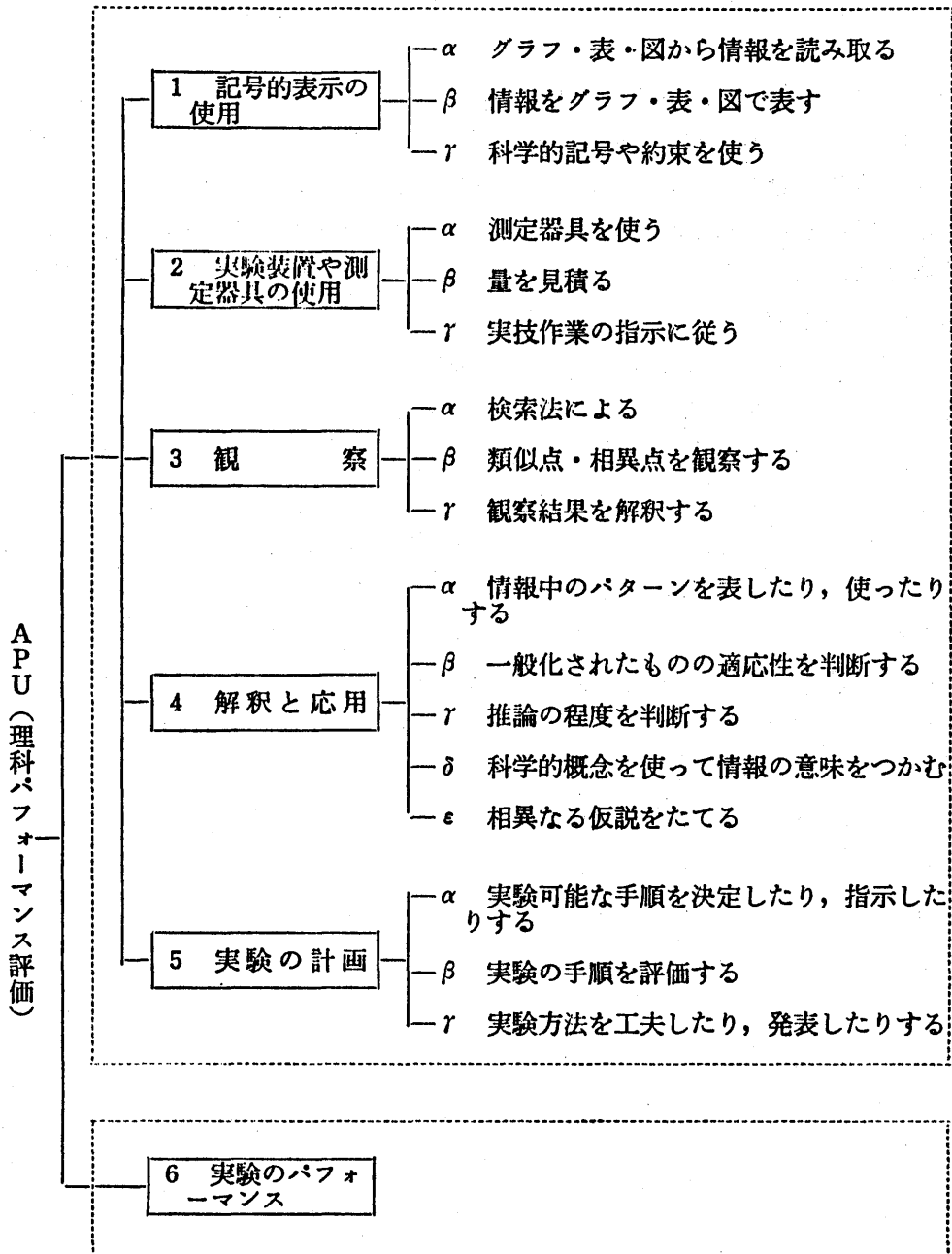
## 2 APU のカテゴリー

APU では、理科の活動における能力を6つのカテゴリーに分け、さらにそれらをいくつかのサブカテゴリーに分けて評価問題を作成し、調査している。それらのカテゴリーの枠組みを図1に示す。カテゴリー1から5までは実物・絵・写真・映画などを組み合わせて筆記テストや実技テストによって、個々のサブカテゴリーの示す能力が評価される。しかし実際に実験を行う場合には、カテゴリー1から5までが組み合わされているので、実験活動全体の評価も必要となってくる。カテゴリー6（実験のパフォーマンス）は、そうした必要性から位置付けられているものである。こうした評価の枠組みは、幾度も事前調査を行い、修正を行って構成されたものである。現在、日本ではこうした理科活動の総合的な評価の枠組みを余り見ることはないので参考とすることができる。以下、カテゴリー1から6までの概要について簡単に述べてみたい。

### (1) カテゴリー1：記号的表示の使用

情報をいろいろな図・表・グラフに変えたり、また逆に、図・表・グラフから情報を得たりする能力や科学的記号や約束を使ったりする能力は理科活動において「伝達」の中心的なものである。記号的表示の意味や、それらを使うルールを学習することは低次の思考操作段階においても大切なことである。そこで、ここに記号的表示を使う能力を評価することが必要となってくる。また、児童が高次の思考操作だけについてテストされればどうだろうか。記号的表示を使用しなければならない設問での誤りの原因は、果たして情報を解釈できないのか、または、記号的表示を使うことができないのかは不明で、判断できないままであろう。そのためにも、記号的表示を使う能力を取り上げて評価することは重要なのである。

図1 APU (理科パフォーマンス評価) のカテゴリー  
 [カテゴリー] [サブカテゴリー]





カテゴリー1では、図1に示すように、サブカテゴリー1 $\alpha$ (グラフ、表、図から情報を読み取る)、1 $\beta$ (情報をグラフ、表、図で表す)、1 $\gamma$ (科学的記号や約束を使う)の三つからなる。APU(11歳)では、科学的記号や約束を使うことは小学校段階では余り要求されないとして、サブカテゴリー1 $\gamma$ については調査を実施していない。

### (2) カテゴリー2：実験装置や測定器具の使用

実際の理科活動では、幾種類かの装置や器具を使うことが含まれている。適切な器具を選び、それを効果的に使うことが観察・実験の成功のポイントとなっていることは確かである。そこで、このような実験装置や測定器具を使用する能力を評価することが大切であるので、このカテゴリーが位置づけられているのである。

ここでは、三つのサブカテゴリーに細分されている。2 $\alpha$ (測定器具を使う)では、測定器具や実験装置を正しく使ったり、適切な器具を選んだりする能力に関係し、2 $\beta$ (量を見積る)では、指定された単位で、ある量を判断したり、見積ったりする能力に関係し、2 $\gamma$ (実技作業の指示に従う)では、与えられた活動を進めるための指示に従う能力に関係している。このように、カテゴリー2では、筆記テストだけでなく、実技テストを行わなければ意味がない。しかし、小学校理科では実験装置や測定器具を使うだけの活動は余り要求されないので、APU(11歳)では、後述するカテゴリー6(実験のパフォーマンス)の中に、カテゴリー2を位置付けて評価している。

### (3) カテゴリー3：観察

観察は、情報収集のための重要な手段である。自然の事象に接した子どもは、五感をフルに生かして情報を得る。そのために、観察する能力を評価するためには、図や写真だけでなく実物などを使った実技テストも要求される。

子どもが観察しているときには、五感をはたらかせていると同時に、何が適切であるのか、状況からどんな解釈をするのかなどと選択をしているのである。そこで、児童は何を観察すべきかを自分で決定することが大切なのである。カテゴリー3もいくつかのサブカテゴリーに分けられている。3 $\alpha$ (検索法を用いる)では、対象を見極めるために検索表を使い、3 $\beta$ (類似点、相異点を観察する)では、二つまたはそれ以上の事物・現象の比較や、連続的な順序の過程における比較から、類似点と相異点を観察することに関

係しており、3  $\gamma$ （観察結果を解釈する）では、観察の結果や記録からさらに、あるパターンを見つけることや、変化の結果を予想したり、何を観察しようとしたのかなどの理由を述べることを含んでいる。

#### (4) カテゴリー4：解釈と応用

科学的思考は理科の活動の中でも重要であることは言うまでもない。AP U のカテゴリーに「解釈と応用」が位置付けられているのもこのためである。ここでは五つのサブカテゴリーがあり、それらが大きく二つのグループに分けられている。一つのグループは、必ずしも特別の科学的概念が要求されないで、与えられた情報の中の証拠や事実から一般性を見出すために、情報中のパターンを見つけたり、それを使ったりする能力に関係している。このグループには、サブカテゴリーが三つあり、それらは4  $\alpha$ （情報中のパターンを述べたり、使ったりする）、4  $\beta$ （一般化されたものの適用性を判断する）、4  $\gamma$ （推論の程度を判断する）である。

ほかのグループは、説明や予想をするためにこれまでの既習事項や生活経験で得た科学的概念や記憶したことが要求されたり、応用されたりするものである。このグループのサブカテゴリーとして、4  $\delta$ （科学的概念を使って情報の意味をつかむ）と、4  $\epsilon$ （相異なる仮説をたてる）とがある。前者では、与えられた問題や状況に科学的概念を当てはめる能力に関係し、後者では、日常生活の中での出来事を観察することによって、その出来事を説明するのに可能な異なる方法を見つける能力に関して評価されることになっている。

#### (5) カテゴリー5：実験の計画

カテゴリー5では、実験を計画する能力を評価する。実験を単に実施するだけでなく、それを計画することも大切なのである。実験の計画を立てる際に、全ての過程をいくつかのステップに分けて考えることが望ましい。そのために、カテゴリー5が位置付けられており、ほかのカテゴリーと同様にいくつかのサブカテゴリーに分けられている。

サブカテゴリーとして、5  $\alpha$ （実験可能な手順を決定したり、指示したりする）、5  $\beta$ （実験の手順を評価する）、5  $\gamma$ （実験の方法を工夫したり、発表したりする）の三つがある。5  $\alpha$ では、事象と実験の結果との関係を実験で試すような形に置き換える能力に関係する。5  $\beta$ では、実験のある部分を取りあげ、批評したり、説明したりして検討する能力に関係する。また条件コントロールを考える能力もここに含まれる。5  $\gamma$ では、実験方法を工夫す

る能力に関するものである。

#### (6) カテゴリー6：実験のパフォーマンス

実験のパフォーマンスには、実験の計画を立てること、測定をすること、観察すること、結果を解釈、さらに応用することなどが含まれている。これらの個々の能力については、カテゴリー1から5までに示した方法で評価することができるが、実際に実験に取り組む際にはそれらのいくつか、または全てが組み込まれている。そのために、個々のサブカテゴリーを寄せ集めるだけでは表せない、総合的な能力を評価する必要がある。カテゴリー6はそのために位置づけられているのである。

### 3 APUの評価問題例と子どもの実態

評価の枠組みがあっても、評価する方法や内容が伴わなければ実際に使用することはできない。APUでは、それぞれのサブカテゴリーの能力を評価するための評価問題例と調査結果が報告されている。そこで、APUの評価問題例をいくつか翻訳して、日本の子どもに実施してみた。それらの問題例をいくつか紹介してみたい。調査結果については紙面の都合で後にゆずることにする（P118, 119, 120参照）。

- (1) サブカテゴリー1  $\beta$ （情報をグラフ・表・図で表す）
- (2) サブカテゴリー3  $\beta$ （類似点・相異点を観察する）
- (3) サブカテゴリー4  $\alpha$ （情報中のパターンを表したり、使ったりする）
- (4) サブカテゴリー4  $\delta$ （科学的概念を使って情報の意味をつかむ）
- (5) サブカテゴリー4  $\varepsilon$ （相異なる仮説を立てる）
- (6) カテゴリー6（実際のパフォーマンス）

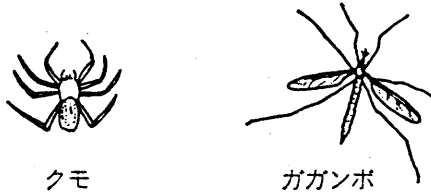
### 4 一人ひとりの子どもへの適応

APUの調査は11歳のみにについても学校数約1,100校、児童数約11,000名におよび、対象自体も広範囲にわたっているため、英国における国レベルの評価値を得ているといっても過言ではない。しかしこれをいかに解釈して、一人ひとりの子どもに適応させるかが重要な点である。

APUの評価方法を日本で導入する場合、次の各点で子どもの理科パフォ

図3 サブカテゴリー3βの問題例

下の「クモ」と「ガガンボ」の絵を見て、次の問いに答えなさい。



【問】

「クモ」と「ガガンボ」の同じところとちがうところをそれぞれ3つずつ下の表の中に、ことばで書きなさい。

同じところ	ちがうところ
1 両方とも、しっぽがある。	1 ・足の数(本数)
2 両方とも目のようなものがある。	2 ・ガガンボには、はねがあり、クモには、はねがない。
3	3 ・クモは、頭とどう体が2つに分かれていて、ガガンボはいっはい(いくつ)分かれている。

図2 サブカテゴリー1βの問題例

太郎君は、インゲン豆のなえが、どのくらいのはやさてのびるか調べようと、毎週、なえの高さをはかりました。はかり始めた時、なえは5cmでした。

下に、はかり始めてから4週間の記録が、書いてあります。

はかりはじめ—5cm

1週間め—15cm

2週間め—30cm

3週間め—40cm

4週間め—45cm

【問】、時間がたつにつれて、なえの高さがどのように変わるか、グラフに書きなさい。

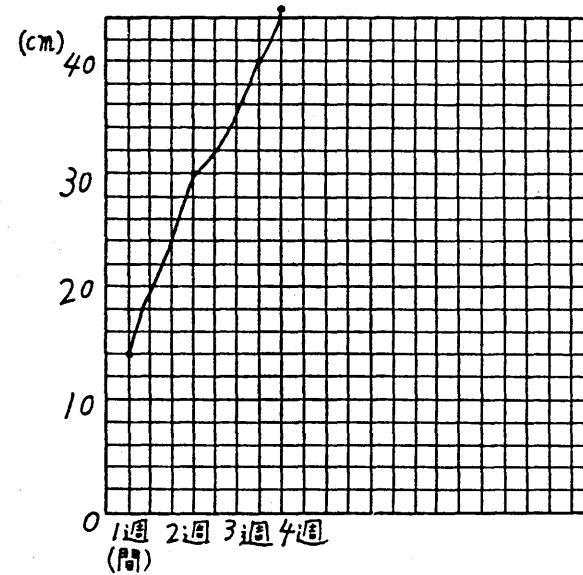
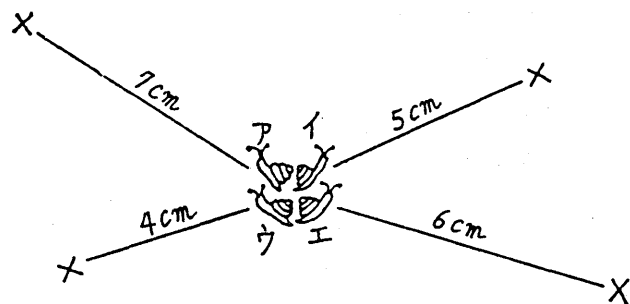


図5 サブカテゴリー4δの問題例

太郎と花子は、カタツムリはどれくらいの速さで動くのかを調べることにしました。四匹のカタツムリをつぎつぎにおいて、それぞれ30秒たった時、下の図のようになり、カタツムリの位置に×印をつけました。この図を見て、次の問いに答えて下さい。



【問1】最も速いカタツムリはどれか、ア～エの記号で答えてください。






答 ( ア )

【問2】さらに15秒たつと、(ウ)のカタツムリはどれくらい動くと思いますか。

ウの、Xの所から 2cm  
ウの、最初の所から 6cm

図4 サブカテゴリー4αの問題例

次の表はいろいろな鳥の卵と、卵からヒナがかえるまでの日数を示しています。これらのことをもとに、次の問いに答えなさい。

	カモ	コマドリ	ツグミ	金ワシ	カラス
					
ヒナのかえる日数	30	13	14	40	19

右の図はカササギの卵です。



【問1】カササギの卵から、ヒナがかえるまでの日数はどれくらいかかるとおもうですか。およその日数を書いて下さい。

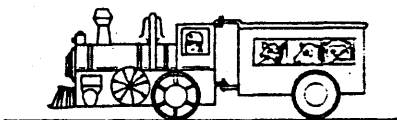
答 約 17 日

【問2】なぜそう思ったのか、その理由を書いて下さい。

カササギの卵の大きさは  
ツグミとカラスのあいだぐらいだから  
ヒナがかえる日数もツグミとカラスのあいだだと思う

図7 カテゴリー6用の記録用紙  
(APUの例を参考にして作成)

動くおもちゃ



- \* ねじの巻き数をかえて、それぞれの進む距離をはかりなさい。
- \* 3つのちがった巻き数の結果を実験で求めなさい。
- \* ねじを巻きすぎるとこわれるので、ねじは8回以上は巻かないこと。

問1 実験の結果を下に書きなさい。

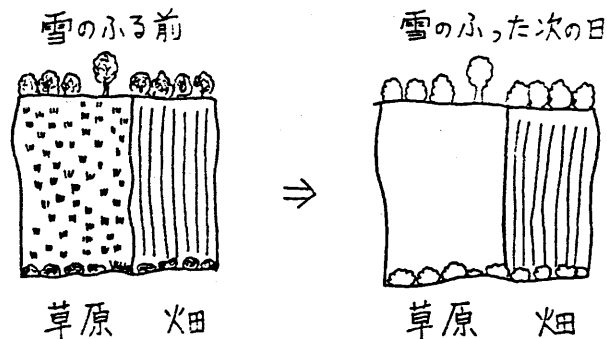
	巻き数	進んだ距離
1	3	99cm
2	6	2m
3	8	270cm

問2 ねじを(10)回巻いたとしたら、このおもちゃはどれくらい進むと思いますか。

$$\begin{array}{r}
 33 \\
 3 \overline{) 99} \\
 \underline{33} \\
 297 \\
 \underline{297} \\
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 3 \text{回} - 99 \text{cm} \\
 \times 3 \\
 \hline
 297 \\
 + 33 \\
 \hline
 330
 \end{array}
 \quad
 \text{答 (330cm)}$$

図6 サブカテゴリー4εの問題例

◇ここに草原と、ちょうどたがやされた畑とがとなり合わせに並んでいます。  
ある日、雪がとても多くふりました。その次の日、草原のほうがたがやされた畑よりも、多くの雪が残っていました。



【問】 なぜそうなったのでしょうか。考えられる理由を2つ書いて下さい。

(理由1)

畑は耕されて面積が広くなり太陽の光のあたる面積が多くなって早く解ける。

(理由2)

草原は草の分だけ土からの熱が伝わるのが遅くなって解けるのが遅くなる。

パフォーマンスの向上に役立たせることができるであろう。

第1に、理科の活動において必要な能力の習得状況を評価するものさしを示し、組織的に新しい評価問題を作成することを助けてくれる。

第2に、子どもが観察・実験を行うとき、その技能が十分でなければ、その子どもに対して教育効果を上げることはできない。そのためにも、その子どもの年齢層での技能の程度や発達過程を知り、授業の改善をはかる基礎資料を提供してくれる。

第3に、APU では、多数の子どもから得たくわしいパフォーマンスのチェック項目があり、それを参考にすれば子どものどこにつまずきが存在するかを発見したり、つまずかないような工夫をしたり、つまずいた時にそれをのり越えさせるような教材開発や授業の改善にヒントを与えてくれたりする。また、子どもの創造性の発見や育成をめざす場合も、教師自身の力量や情報不足から、子どもの持っている能力をさらに高めることができないことがあるが、そのようなことのないように、適切な情報を提供してくれるであろう。

## おわりに

今回はAPUの評価方法を簡単に紹介した。これを日本でいかに導入するかについては現在研究を進めている段階であるが、APUの内容を少しでも理解していただければと願っている次第である。次回は、情意領域における子どもの多様性をとらえる評価方法について紹介したい。

## 参考文献

- Harlen, W. Black, P.J. and Johnson, S. "Science in Schools" : Age 11 Report No.1 HMSO, London (1981)
- Schofield, B., Murphy, P., Johnson, S., and Black, P. J. "Science in Schools" : Age 13 Report No.1 HMSO, London (1982)
- Driver, R., Gott, R., Johnson, S., Worsley, C. and Wylie, F. "Science in Schools" : Age 15 Report No.1, HMSO, London 1982

### 3. 子どもの実態

——APUを参考にして——

福岡敏行・松森靖夫・森本信也

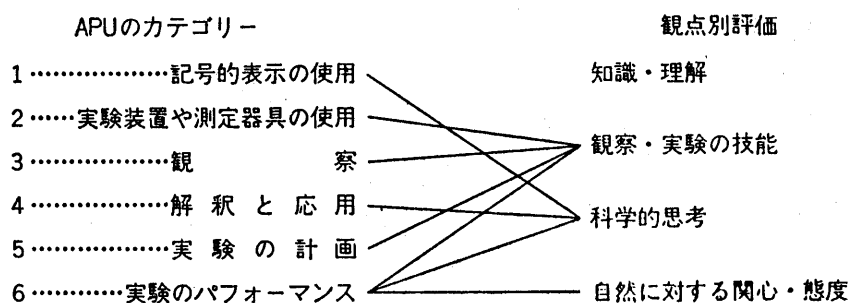
#### 1 はじめに

前回までにおいて、理科教育における学習者一人ひとりの実態把握の方法論について概説してきた。本号から数回にわたってこれらの方法によって得た子どもの実態をいくつか紹介していきたい。本稿では、本誌の7月号で紹介した英国のAPU (Assessment of Performance Unit) の評価問題を使って得た子どもの実態のいくつかを紹介する。

#### 2 APU評価問題の構成

APUでは、理科活動における子どもの能力を、6つのカテゴリーに分けて評価している。それらのカテゴリーとわが国の観点別評価とを比べると図1のようになるだろう。

図1 APUのカテゴリーと観点別評価



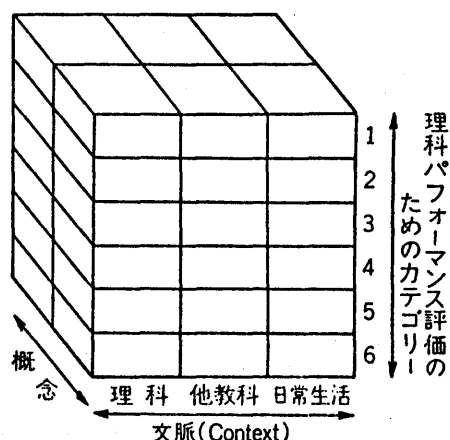
子どもの自然を調べる能力は、学校の理科だけでなく、ほかの教科や身近



な生活経験を通してからも育成されるものである。また同時に、これらの能力は理科だけでなく、他教科や日常生活の中でも生かされなければならない。

A P U の評価問題は、こうした要求に対応するためにも広範囲なところから出題されている。図2は、A P U の評価問題の構造を示す。カテゴリー(1~6)、文脈(理科、他教科、日常生活)、科学的概念(上位、下位)の三つの次元で構成されている。

図2 APU評価問題の構造



### 3 カテゴリー4 (解釈と応用する能力) の子どもの実態

このカテゴリーには五つのサブカテゴリーがあるが、大きくは二つのグループに分けられる。一つのグループは、与えられた情報の中から事実やパターンを見つけ、それを述べたり、使ったりすることが要求され、ほかのグループは、既習事項や生活経験で得た科学的概念を使ったり、応用したりすることが要求されている。

サブカテゴリー4 αでは、情報中のパターンを述べたり、使ったりする能力を調べている。次の評価問題例は、子どもの日常生活に関係するものである。

#### 評価問題例1

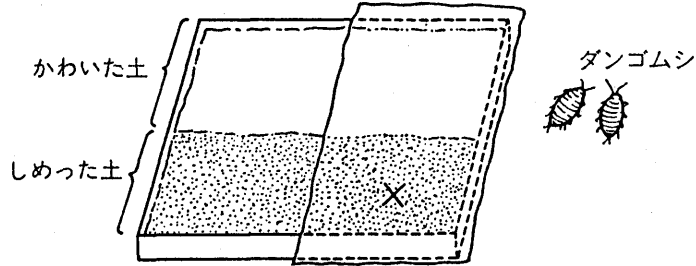
この問題を図3に示す。この問題の評価基準は表1のようになっており、その結果は表2のようになった。

結果を見ると、中学生はどの学年も正答率が約70%である。これは、小さい頃にダンゴムシを発見し、その経験から数年間経過して、中学生の頭の中には定着している結果であると考えられる。もし、これを小学生に実施した場合には違った結果がでるかもしれない。

サブカテゴリー4 αについては4問題使って実施したが、このような身近な生き物を使って定性的であったためか、正答率は1番良かった。ほかの3問は、数値を扱う能力が要求されたためか、どの学年もやや少なかった。

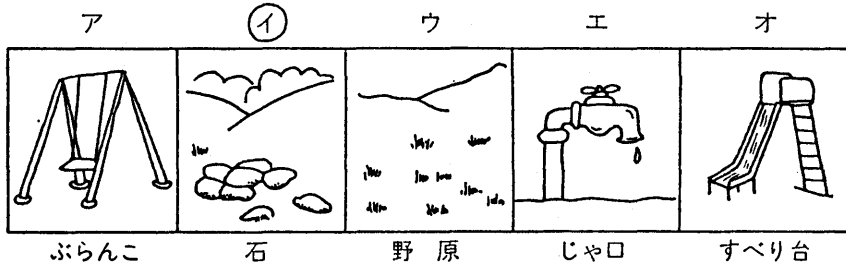
図3 評価問題例1 (サブカテゴリ-4α)

何匹かのダンゴムシを土の入った箱の中に入れました。箱の中には、かわいた土と、しめった土が図のように入っています。



次に箱の半分を黒い布でおおいました。すると、30分後にはすべてのダンゴムシが黒い布の下に×印のところに集まりました。このことをもとにして、次の問いに答えなさい。

【問1】ダンゴムシは、どんなところにいそうですか。正しいと思うものを下のア～オから選び、その記号を○で囲みなさい。



【問2】どうしてそこでダンゴムシが見つかりそうだったのか、その理由を書いて下さい。

石の下などにいるのを見たことがあるから。  
(しめったところだから)

表1 評価問題例1の評価基準

	評 価 基 準	得 点
問 1	石	1
	石以外の所でも問2で湿気と日影が両方述べられている場合	1
	上記以外、複数記入、無記入	0
問 2	A ダンゴムシのための湿気と日影が両方述べられている	2
	B 湿気か日影の片方しか述べていない	1
	C 見当違い、説明不足、問1と矛盾するもの	0
	D 経験からそこにいるとしたもの	0
	E 無記入	0

表2 評価問題例1の結果(数値は%を示す)

		中学1年 N=91	中学2年 N=76	中学3年 N=112
問 1	ア ぶらんこ	0	0	0
	① 石	86	81	81
	ウ 野原	5	9	5
	エ じゃ口	7	10	9
	オ すべり台	2	0	1
問 2	A	48	46	51
	B	31	41	31
	C	7	3	9
	D	14	8	9
	E	0	2	0
合 計 得 点		71	68	69

(これらの結果は  
福岡・谷崎が神奈  
川県のA中学校で  
調査したものであ  
る)

評価問題例の問2の理由で、湿気か日影の一方しか記入していない者が、両方記入者と同じような割合であることには注意すべきである。このことはほかの評価問題でも見られることであるが、子どものわずかなつぶやきや、子どもの行動から、子どもが完全に理解していると早飲み込みしたり、子どもの表現能力が不十分であることを見逃したりしていないだろうか。子ども一人ひとりを確実に捉えていくことが、一人ひとりの能力を伸ばすことにつながることは言うまでもないことではある。

サブカテゴリー4Eでは、与えられた問題や状況に、科学的概念を応用する能力を調べるサブカテゴリーのうちの一つで、ある出来事を説明するのに可能な異なる方法を見つける能力に関して評価されることになっている。次に示す評価問題例は、3問題実施したうちの一つである。

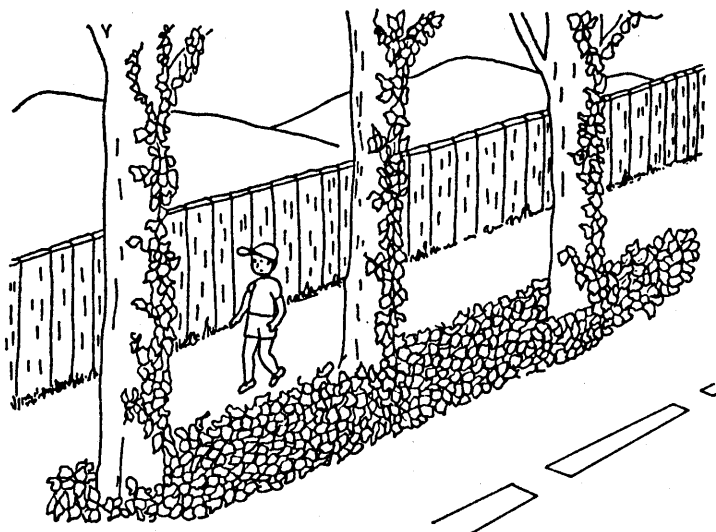
#### 評価問題例2

図4に示すように、街路樹の幹の一方だけにしかツタが繁っていない理由を考えるため絵から情報を読み取り、それらを組み合わせて相異なる仮説を立てさせるのである。その結果を表3、図5に示す(これらの結果は、福岡・相原が神奈川県で調査したものである)。

結果を見ると、2種類の仮説を立てる能力は小学校高学年で急激に上昇しているが、大学生になっても60~70%までにしか達していないところをみる

図4 評価問題例2 (サブカテゴリ-4ε)

山田君は、歩道を歩いていて、木のみきのまわりにツタがしげっているのを見つけた。しかし、そのツタは下の図のように歩道に近い側には、しげっていません。  
なぜ、ツタは木の一方だけにしかしげっていないのでしょうか。考えられる理由を2つ書いて下さい。



考えられる理由

1

日のあたる方向にあるから

2

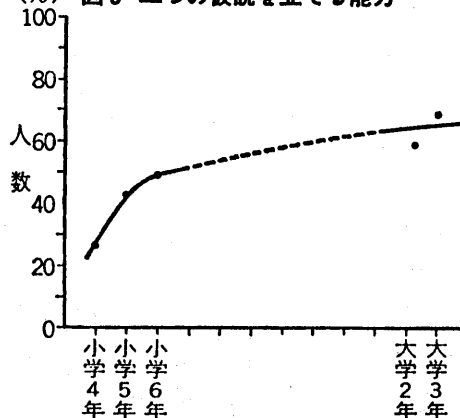
ほどうの方はみんなが  
とってしまうから

表3 仮説を立てる能力 (数値は%を示す)

	小学4年 N=116	小学5年 N=294	小学6年 N=120	大学2年 N=75	大学3年 N=65
2種類の仮説	26	42	48	60	68
1種類のみの仮説	44	47	49	40	31
2つとも不適 または無記入	30	11	3	0	1

※大学生は非理科系である

(%) 図5 二つの仮説を立てる能力



と、こうした問題は難しいものに属するであろう。特に、小学校4年生は不適当、または無記入が30%もあることには注目せねばならない。この問題には、正答と称するものはいくつも考えられるので、子どもの創造的思考の育成やその評価法にも役立てることができるだろう。こうした形式のものを小学校から日頃の学習活動に大いに導入すべきである。

子どもの解答例には、日光・水分・風・温度・菌類等・人為的・時期などいろいろな原因があげられている。理科の学習で得たものや、日常生活の経験で得たものなど、子ども一人ひとりによって違っている。正答が一つだけとか平均化されたものでは、多様な子どもの実態を知り得ることは困難である。こうした評価問題は今後の個別化・個性化に関して大いに要求されるものとなるであろう。サブカテゴリー4 ε の評価問題例としては本誌7月号、P. 120, 図6も同様なものである。

#### 4 おわりに

今回は英国のA P Uの報告書にある評価問題例を参考にして、わが国で実施したものの一部分を紹介した。このほか、紹介できなかったカテゴリー6 (実験のパフォーマンス) など、子どもの実技テストを通して得た子どもの発想の独創性や多様性にびっくりしたものもあるが、紙面の都合でごく一部しか発表できなかったことをお詫し願いたい。A P Uの理科活動における能力のカテゴリー化や、各カテゴリーでの評価問題など大変ユニークであることに驚かされる。しかし、これら全てをわが国においてそのまま取り入れることにはいろいろと困難な点もあるので、続けて実践研究を積み重ねていく必

要があるだろう。

「子どもの実態」といっても、一口で表せるものではない。また、それを知る方法も最良の方法があるわけではない。しかし、多くの人々によって語り継がれている経験談だけでは不十分である。それをより科学的にしていけることが一番の近道であると思う。そう言った意味でA P Uの評価方法の価値を見出せるのではないだろうか。次回以後は別の観点で「子どもの実態」を追求してみたい。

<引用・参考文献>

- (1) Harlen, W. Black, P. J. and Johnson, S. "Science in Schools" ; Age 11 Report No. 1 HMSO, London (1981)
- (2) Driver, R. and Worsley, C. ; "The Assessment of Performance in Science Project", European Journal of Science Education 1(4), pp.441-447, (1979)
- (3) 福岡敏行, 相原浩志, 谷崎克彦 ; 「理科パフォーマンス評価 (A P U) の研究, [ I ] ~ [ IV ]」, 日本理科教育学会発表資料 (1983~85)
- (4) 福岡敏行 ; 「創造的思考とその評価」, 理科の教育, Vol.33, No.12, PP.25—26, (1984)
- (5) 福岡, 松森, 森本 : 「学習者一人ひとりの要求にこたえる理科学習の条件(2)—英国のA P Uに見る評価方法論—」, 理科教育, Vol.17, No.214, pp.112—121, (1985)

## 4. 個別化・個性化学習の実践へ向けて

——まとめにかえて——

福岡敏行・森本信也・松森靖夫

### 1 はじめに

今日，“1人ひとりの子どもに即した理科教育”をめざして，多くの理科教育関係者は研究・実践を重ねてきている．私達は本連載を通してそれらのごく一端を紹介してきたにすぎないかも知れない．多くの子ども達が，わからなくなったり，つまずいたりして迷っている姿を見ると，その原因はどこにあるのか，私達は，評価論・子どもの実態・カリキュラム論・指導形態などに目を向けて論じてきた．今回は，教師自身にも少し目を向けて見たい．

### 2 教師と子ども

#### (1) 楽しい授業とわかる授業

教師は，教えやすいと見なしているものには，一面に子どもの活発な活動が期待でき，学習効果が大いにあがるものと考えている．ここに，小学校理科第3学年の内容を取り上げて本稿を展開してみよう．表1<sup>1)</sup>は，教えやすい・教えにくい内容を小学校教師約3200人に問うたものである．表中のA・I・Uは，

A……………教えやすいと思う

I……………教えにくいと思う

U……………どちらともいえない

を示し，A・Bは，

A……………（教えやすいと思う％）が（教えにくいと思う％）の2倍以上の項目

B……………（教えやすいと思う％）と（教えにくいと思う％）にほとんど差がない項目

を示している．この表から，「空気でっぼう」が一番教えやすいと答えてお

表1 教師——小学校第3学年で教えやすい・教えにくい内容1)

	小 学 校 第 3 学 年 指 導 内 容	ア	イ	ウ	タイプ
1	空気でっぼう	85%	5%	9%	A
2	風車	80	7	13	A
3	じしゃくのきょく	80	10	10	A
4	かがみや虫めがねと日光	74	12	14	A
5	花のさき方	56	19	24	A
6	おんどしらべ	54	16	29	A
7	きせつとしょくぶつ	36	33	30	B
8	きせつといきもの	30	41	28	B
9	雲のようすと天気	28	43	29	B

表2 子ども——履習した内容でおもしろかったもの

順位	小 学 4 年 生 N = 152	小 学 5 年 生 N = 151	小 学 6 年 生 N = 158
1	空気でっぼう(3) 75.0%	豆電球と乾電池のつなぎ方(4) 83.7%	空気でっぼう(3) 50.6%
2	まめでんきゅう(2) 56.9%	空気でっぼう(3) 62.5%	星のならび方と動き(5) 43.5%
3	かがみや虫めがねと日光(4) 44.0%	まめでんきゅう(2) 31.7%	豆電球と乾電池のつなぎ方(4) 40.3%
4	じしゃくあそび(1) 30.2%	じしゃくあそび(1) 24.0%	かがみや虫めがねと日光(3) 24.7%
5	風車(3) 25.9%	太陽や月の動き(4) 19.2%	まめでんきゅう(2) 24.0%

( ) 内の数字は履習時の学年を示す。



り、85%にも達している。

では子どもはどのようにとらえているのであろうか。表2は、御魚谷浩美教諭（神奈川・中津第二小）が神奈川県内の公立小学校2校で第4～6学年の児童461名に聞いた結果である。第1学年から6学年までの単元（各学年8～10単元、合計52単元）を提示し、その中から学習した内容でおもしろかったものを5つ選ばせたのである。未履習の内容は学年が低くなるに従って多くなるので選択の範囲がせばめられ、学年によって同等に扱うことはできないが、「空気でっぼう」の学習は子ども達には大変人気あるものと見なしてよいだろう。

次に、この「空気」に関して子どもの認識の実態はどうなのであろうか。図1と図2は、「空気」に関する認識の実態調査を行ったときの評価問題の一部とその結果である。「空気でっぼう」の学習を終了した子どもであるので正答率が高いはずであるが、意外に低いのに驚ろかされる。これと同様の調査が多くされているが、どれも同じような結果を示している。

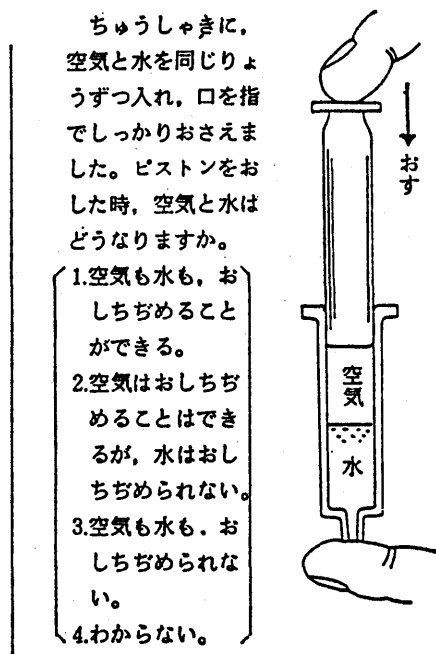


図1 空気に関する評価問題2)

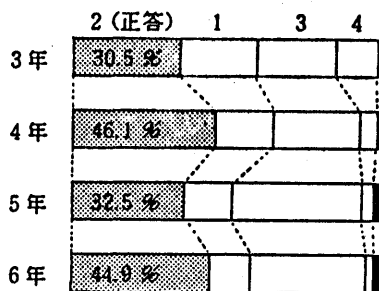


図2 結果2)

これらのことから、「空気でっぼう」は、教師にとっては指導しやすく、子どもにとってはおもしろい内容であると言える。しかし、その学習効果は余り上がっていないのではないだろうか。子どもが楽しく学習でき、子どもの心に強く残るようなものは大いに取り入れて行きたいものである。しかし、楽しいことだけで終ることなしに、それぞれの子どもにとって科学の方法の習得や科学概念の形成にどれだけ有効であったか、単元のねらいにどれだけ到達したかを的確にとらえることが大切であろう。

## (2) 教師の予想と子どもの実態

上記のような結果を生じるのは、基本的には子どもの実態を十分に把握していないことによるであろう。本誌連載で紹介した英国の評価プロジェクト APU (Assessment of Performance Unit) についてここに再び取りあげてみたい。最近の報告書<sup>3)</sup>には子どもの実態とともに、子どもがどれほど到達するだろうかといった予想や期待を教師や指導主事に聞いているのが見られた。そこで同様な方法で神奈川県の小学校教師に子どもの達成度を予想してもらった。

評価問題1(図3)は、本誌連載7月号(No.214, p.118の図2)<sup>4)</sup>に示したものであり、評価問題2(図4)は、本誌連載10月号(No.217, p.119の図4)<sup>5)</sup>に示したものである。

太郎君は、インゲン豆のなえが、どのくらいのはやさでのびるか調べようと、毎週、なえの高さをはかりました。はかり始めた時、なえは5cmでした。  
下に、はかり始めてから4週間の記録が、書いてあります。

はかりはじめ—5cm

1 週間め—15cm

2 週間め—30cm

3 週間め—40cm

4 週間め—45cm

【問】、時間がたつにつれて、なえの高さがどのように変わるか、グラフに書きなさい。

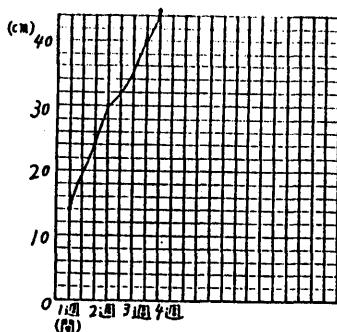
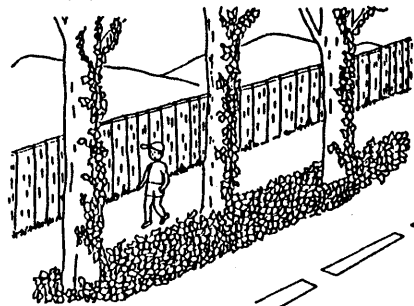


図3 評価問題1 4)

山田君は、歩道を歩いていて、木のみぎのまわりにツタがしげっているのを見つけた。しかし、そのツタは下の図のように歩道に近い側には、しげっていません。なぜ、ツタは木の方だけにしかしげっていないのでしょうか。考えられる理由を2つ書いて下さい。



考えられる理由

1

目のあたり方向にあるから

2

ほどうの方はみんなが  
とってしまうから

図4 評価問題2 5)

両問題とその評価基準に従って、問題1では、9点満点中小学校5年生であればどれくらいとれるか。また、折れ線グラフにかける子どもは何%ぐらいいるかを予想してもらった。問題2では、2つの仮説を立てることができる子どもは何%ぐらいいるかを小学校教師18名に予想してもらった。

表3（118頁参照）は、評価問題1の評価基準と子どもの実態（小4～中1）を示し、表4（118頁）は、教師の予想値と子どもの実態とを比較したものである。表4の調査には松本文人氏（藤沢市教育文化センター）の協力により得たものである。

表4から、折れ線グラフにする能力は、教師の予想に反して子どもの実態は低くなっている。それ以外では、予想と実態とは極端には差がない。しかし、教師の予想の平均が子どもの実態に合っているが、1人ひとりの教師に目を向けると、いずれも上下に大きな差が見られる。特に、評価問題2では差が大きい。教師が子どもの能力を正確に把握できなければ、それを育成することも困難であろう。これらは、教師自身も常に自己評価しておれば少しずつ解決されていくと思う。

### （3）子どもの変化への対応

ここで本誌連載11・12月号で紹介した「ミラーカード」学習におけるB子の評価チェックリスト<sup>⑥</sup>の結果を分析してみよう。評価チェックリストの観点は13項目であったが、表5（119頁）ではそのうちの6項目を取りあげて示している。

B子については、科学的概念や科学の方法の評価はいずれも高くなっている。このように、下位概念やスキルが基礎となり、その上に少しずつ積み上げられていくようなものは評価もよくなっていることがわかる。このことからB子の学習指導においては、基礎を確実に理解させ、その上に少しずつ積み上げていくことが大切であると言える。

しかし、こうした科学概念の形成や科学の方法の習得の際に、科学的態度も大きくかかわっているので、その育成も重要であることは言うまでもない。表5の科学的態度の評価を見ると、局面が○→△→□と発展するにつれ

表3 評価問題1の評価基準と結果(%)：神奈川県の小・中学校で調査

No.	評価基準	得点	小4 N=99	小5 N=108	小6 N=100	中1 N=81
1	1つの軸が高さを表している	1点	%	%	%	%
2	1つの軸が時間を表している	1	70	72	94	95
3	高さの軸にcmの単位がついている	1	48	60	56	80
4	時間の軸に週間の単位がついている	1				
5	高さの軸が垂直で、時間の軸が水平である	1	63	63	85	93
6	高さのスケールが適切に選ばれている	1	62	67	63	86
7	時間のスケールが適切に選ばれている	1	27	37	76	89
8	4～5個の点が正しくプロットされている	2	53	72	78	87
	(2～3個の点が正しくプロットされている場合1点)					
	合計の平均		54	63	75	87

表4 教師の予想と子どもの実態(小5)

	教師の予想 N=18, 教員経験平均16年	子どもの実態 (小学5年)
(評価問題1)		N=108
グラフをかく	5.17点/9点満点 (57%:下33～上83%)	5.67点 (63%)
折れ線グラフにする	54%:下20～上80%	35%
(評価問題2)		N=294
2つの仮説を立てる	47%:下5～上80%	42%

表5 「ミラーカード」学習でのB子の評価(一部分)

○の局面(「自由試行」の行われる局面)

△の局面(多岐プログラム化の局面)

□の局面(○・△の局面での探究活動の結果について話し合う局面)

観 点		局面	評 価				
科学概念	対称軸	○	1	②	3	4	5
		△	1	2	③	4	5
		□	1	2	3	④	5
	図形の合同性	○	1	②	3	4	5
		△	1	2	3	4	5
		□	1	2	3	④	5
科学の方法	分 類	○	1	2	3	4	5
		△	1	②	3	4	5
		□	1	2	③	4	5
	観 察	○	1	2	3	4	5
		△	1	2	③	4	5
		□	1	2	3	④	5
科学的態度	独創性	○	1	2	③	4	5
		△	1	2	3	④	5
		□	1	②	3	4	5
	忍耐力	○	1	2	③	4	5
		△	1	②	3	4	5
		□	1	2	③	4	5

て高くなったり、低くなったりしている。つまり、情意面では積み上げ的でなく、その場その時の状況に変化し得る要素を含んでいるのである。子どもの情意面については、認知面や技能面とのかかわりを十分に考えながらも、その時々の子どもの様子に対応した指導の工夫が要求される。

### 3 これからの課題

子ども1人ひとりにあった理科授業を展開するには、基本的には、子ども1人ひとりの実態を正しく把握することである。しかし、子どもの実態を正しく評価する方法でさえまだ完全には確立されていない。少しずつでも、子どもの実態を明らかにしていくことが第1歩であろう。

次に、子どもの認知能力に合ったカリキュラムの開発・研究も大切であ

る。過去の経験などから築き上げられてきたカリキュラムも一長一短があるので、上記の観点から見直していく必要がある。

#### 4 おわりに

1年間にわたって私達は個別化・個性化を中心に論じてきたが、何か中途半端で終わったような気がする。現在多くの教育関係者がこの課題に取り組んでいるが、別に新しいことではない。しかし、古くから主張されてきているが、今もって完全な解決策を得てはいない。これからもずっと取り組まれるテーマの1つであろう。これからも1人ひとりの子どものために、お互いに情報交換をしながら研究・実践を深めて行きたい。

#### 引用・参考文献

- 1) 森本信也;「小学校学習指導要領・理科の内容に関するアンケート調査結果」, 理科の教育, Vol.33, No.10, pp. 64—67, 1984
- 2) 福岡敏行, 御魚谷浩美;「児童における『空気』についての認識の実態」, p. 98, 教育実践研究指導センター紀要, 第1号, 横浜国立大学教育学部, 1985
- 3) Paul Black et al.; “STANDARDS OF PERFORMANCE—EXPECTATIONS AND REALITY”, APU Occasional Paper No. 3, 1984
- 4) 本連載7月号 (No.214, p. 118の図2)
- 5) 本連載10月号 (No.217, p. 119の図4)
- 6) 本連載12月号 (No.219, pp. 113—117)

## II. APUの評価問題による英国と日本の児童の比較

### ◎ APUのカテゴリーと日英で調査した評価問題

APUのカテゴリー		評 価 問 題	
カテゴリー	サブカテゴリー	APU (英国)	日 本
1 記号的表示の使用	1 $\alpha$	「マイルとキロメートル」	「肉の重さとねだん」
	1 $\beta$	「インゲン」	左と同じ
3 観察の使用	3 $\alpha$	「ケムシ」	「チョウ」
	3 $\beta$	「クモとガガンボ」	左と同じ
	3 $\gamma$	「ゴム」	左と同じ
4 解釈と応用	4 $\alpha$	「惑星」	左と同じ
	4 $\gamma$	「リンゴ」	左と同じ
	4 $\gamma$	「ひつじ」	左と同じ
	4 $\delta$	「じょうろ」	左と同じ
	4 $\epsilon$	「つた」	左と同じ
5 実験の計画	5 $\alpha$	「巣箱」	左と同じ
	5 $\beta$	「ミカン」	左と同じ
	5 $\gamma$	「まな板」	「まな板」
6 実験のパフォーマンス		「いもむし」	「動くおもちゃ」

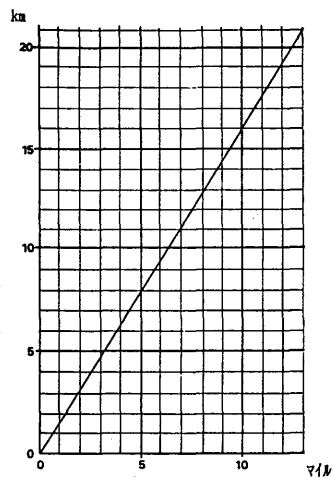
◎ 次頁以降の様式

<p>タイトル（例：APU-5ヶ「まな板」）</p>	
<p>評価問題</p> <p>.....</p>	<p>「コメント」</p> <p>.....</p>
<p>「評価基準」</p> <p>..... 1点</p> <p>..... 0点</p>	<p>調査結果（児童の分布）</p> <p>グラフ表示</p>



1. APU-1α 「マイルとキロメートル」

○ 次のグラフは、きよりをあらわすマイルとキロメートルのかんけいをあらわしたものです。



【問】 上のグラフを見て、次の問いに答えなさい。

- 1) 5マイルのきよりは、何キロメートルになりますか。  
答 (                      )
- 2) 17.5キロメートルのきよりは、何マイルのきよりになりますか。  
答 (                      )
- 3) 10マイルごとに、何キロメートル行くことになりますか。  
答 (                      )

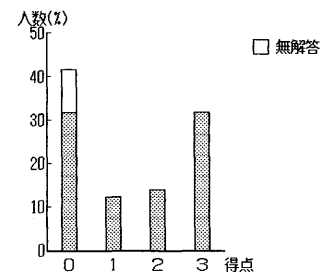
「コメント」

グラフは単純な形であるが、この問題は直線が何を表すかを理解していなければならない。このような表し方を知ったうえで、軸上の点の値を読めばよい。この問題では、求める方法が理解されているかを尋ねているので、必ずしも、単位が記入されていなくても良い。

「評価基準」

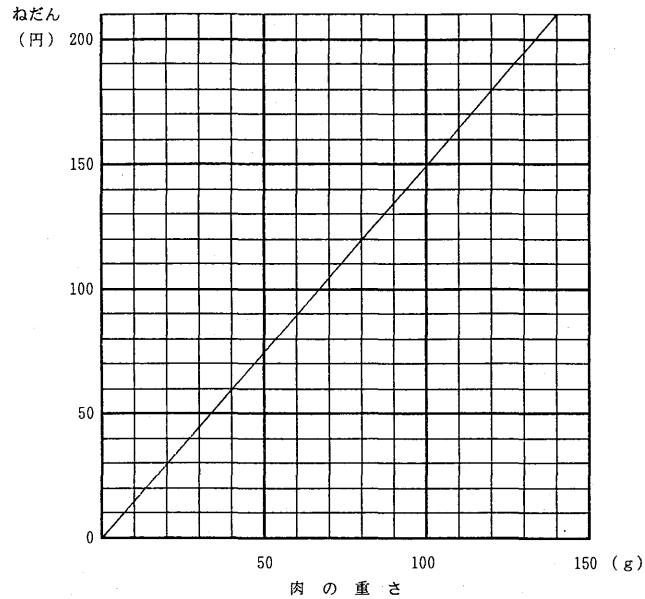
解 答	得 点
1) 8 km (単位があってもなくても良い。)	1 点
2) 11 マイル (単位があってもなくても良い。)	1 点
3) 16 km (単位があってもなくても良い。)	1 点
	3 点満点

得点分布 (n=828) 平均点=1.4



日本-1 α 「肉の重さとねだん」

○ 下のグラフは、肉の重さとそのねだんを表したものです。グラフを見て、下の問に答えなさい。



【問】

1) 肉60gのねだんは、いくらですか。

答 ( )

2) 120円で、何gの肉がかえますか。

答 ( )

3) 肉100gかうごとに、ねだんはいくらふえますか。

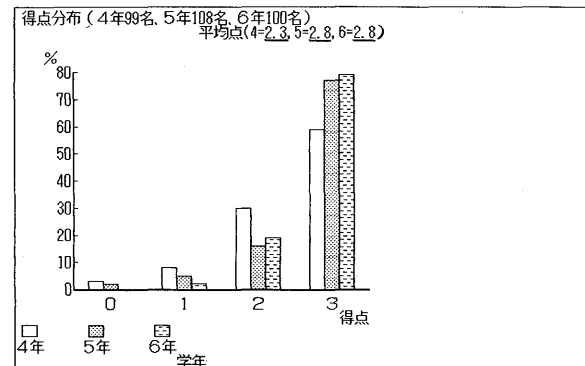
答 ( )

「コメント」

A P Uでは、マイルとキロメートルの換算を、正比例のグラフ使って解答するものであった。日本の児童にとって、マイルは馴染みの薄いものであることを考慮して、肉の重さとその値段についてのグラフを使う問題にした。しかしながら、問題は、縦軸の値を決めてグラフを読ませるもの、横軸からグラフを読ませるもの、グラフからある単位当たりの変化量を求めるものにしており、大きな違いがないようにしてある。

「評価基準」

解 答	配点
1) 90円(単位はあってもなくても良い).....	1点
2) 80g(               "               ).....	1点
3) 150円(               "               ).....	1点
	3点満点



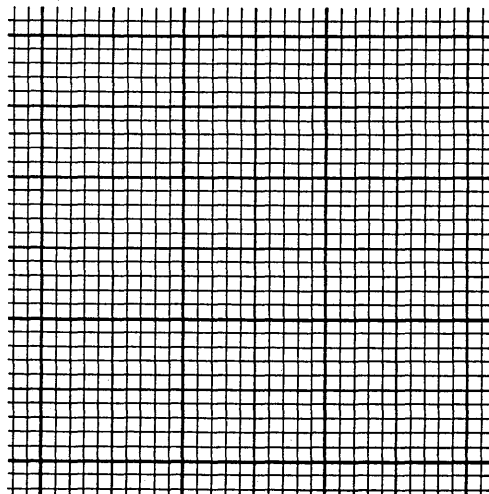
2. APU-1β 「インゲン」 (同じ問題を日本においても実施した。)

- 太郎くんは、インゲン豆のなえが、どのくらいのはやさでのびるか調べようと、毎週  
なえの高さをはかりました。はかり始めた時、なえは5 cmでした。  
下に、はかり始めてから4 週間の記録が、書いてあります。

はかり始め—5 cm  
1 週間め—1 5 cm  
2 週間め—3 0 cm  
3 週間め—4 0 cm  
4 週間め—4 5 cm



【問】 時間がたつにつれて、なえの高さがどのように変わるか、グラフに書きなさい。



「コメント」

この問題は、グラフの方眼目盛りだけが与えられていて、そこに  
グラフを作成するようになっている。スケールを選ぶことや軸に数  
字を入れることなどのいくつかの段階に分けて評価し、得点を与え  
るようにしている。

「評価基準」

解 答

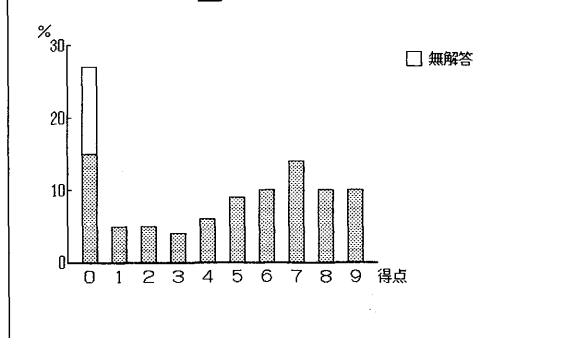
得 点

- ・一つの軸が高さを表している。……………1点
- ・高さの軸にcmの単位がついている。……………1点
- ・一つの軸が時間を表している。……………1点
- ・時間の軸に週間の単位がついている。……………1点
- ・高さの軸が垂直で時間の軸が水平である。……………1点
- ・高さのスケールが適切に選んである。……………1点
- ・時間のスケールが適切に選んである。……………1点
- ・4～5つの点が正しくプロットされている。……………2点
- ・2～3つの点が正しくプロットされている。……………1点
- ・1つの点が正しくプロットされている。……………0点

9点満点

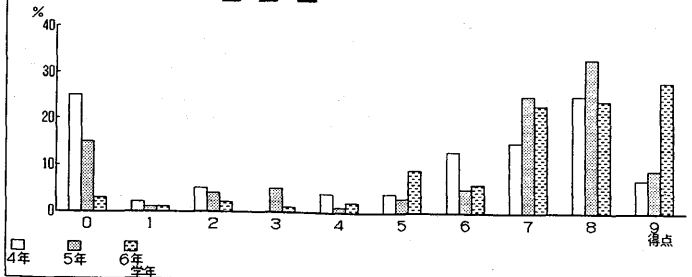
APU

得点分布 (n=828) 平均点=4.2



日本

得点分布 (4年99名, 5年108名, 6年100名)  
平均点(4=4.9, 5=5.7, 6=6.8)



めいめいの児童  
に提示した資料

A・B・Cの記号をつけた毛虫の絵（カラー）

○ ケムシのけんさく表

1. 体の主な色は緑色である。……もし、そうであれば、2に行きなさい。  
体に緑色の大きな部分がない。……もし、そうであれば、4に行きなさい。
2. 体にそって黄色い斜めのしまがある。……もし、そうであれば、3に行きなさい。  
体のしまが青か白である。……もし、そうであれば、6に行きなさい。
3. しっぽと体の下半身が残りの部  
分よりも青白い色をしている。……もし、そうであれば、Lime Hawkです。  
しっぽと体が全く同じ色である。……もし、そうであれば、Poplar Hawkです。
4. 体の両側に大きい黄色の斑点や  
小さいのがある。……もし、そうであれば、5に行きなさい。  
体の両側に小さい茶色の斑点が  
ある。……もし、そうであれば、Pine Hawk です。
5. 頭が赤い。……もし、そうであれば、7に行きなさい。  
頭が黒い。……もし、そうであれば、Striped Hawkです。
6. 体の端に青い色をしたかざなり  
に曲がった部分がある。……もし、そうであれば、Eyed Hawk です。  
体の端に青い色をしたかざなり  
に曲がった部分がある。……もし、そうであれば、Silver Striped  
Hawkです。
7. 頭からしっぽまでつながってい  
る赤いしまがある。……もし、そうであれば、Spurge Hawkです。  
体に赤いしまがない。……もし、そうであれば、Bedstraw Hawkです。

○ 3びきのケムシA, B, Cの名前を見つけるために、ケムシのけんさく表を使いま  
しょう。

○ ケムシAについて、けんさく表の1番から調べ始めましょう。どちらの説明文が、  
チョウAにあてはまっていますか。その説明があてはまっているとき、そのケムシの  
名前か、次にすすむ説明文の番号がわかります。ケムシB, Cについても、同じよう  
にやりましょう。

○ それぞれのケムシの名前と、名前を見つけるために使った説明文の番号を下に書き  
ましょう。（ただし、必ず1番から始めます。）

a) ケムシAは、\_\_\_\_\_です。  
使った説明文の番号は、1と\_\_\_\_\_です。

b) ケムシBは、\_\_\_\_\_です。  
使った説明文の番号は、1と\_\_\_\_\_です。

c) ケムシCは、\_\_\_\_\_です。  
使った説明文の番号は、1と\_\_\_\_\_です。

「評価基準」

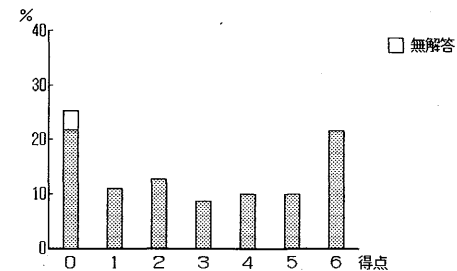
解 答

得点

- a) 毛虫Aは、Silver Striped Hawk です。.....1点  
 使った説明文の番号は、1と2と6です。.....1点  
 b) 毛虫Bは、Bedstraw Hawkです。.....1点  
 使った説明文の番号は、1と4と5と7です。.....1点  
 c) 毛虫Cは、Poplar Hawk です。.....1点  
 使った説明文の番号は、1と2と3です。.....1点

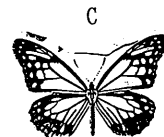
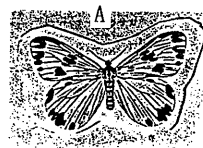
6点満点

得点分布 (n=822) 平均点=2.9





めいめいの児童  
に提示した資料



◎ チョウのけんさく表

1. はねの色が白い。……………もし、そうであれば、2に行きなさい。  
はねの色が白くない。……………もし、そうであれば、3に行きなさい。
2. はねのふちにそって、はん点が  
たくさんあり、はらが黄色い。……………もし、そうであれば、モンシロモドキです。  
はねの上部が黒く、はん点が6  
つある。……………もし、そうであれば、モンシロチョウです。
3. 上下または左右のはねの色がち  
がう。……………もし、そうであれば、4に行きなさい。  
両方のはねの色が同じである。……………もし、そうであれば、5に行きなさい。
4. 上下のはねの色がちがう。……………もし、そうであれば、アサギマダラです。  
左右のはねの色がちがう。……………もし、そうであれば、コムラサキです。
5. 黒いはねにはん点がある。……………もし、そうであれば、6に行きなさい。  
こげ茶色のはねにはん点がある。……………もし、そうであれば、7に行きなさい。
6. 黄緑色のはん点が全体にちらば  
っている。……………もし、そうであれば、ミカドアゲハです。  
みず色のはん点が一列につなが  
っている。……………もし、そうであれば、アオスジアゲハです。
7. はねにある白いはん点がたてに  
つながっている。……………もし、そうであれば、イチモンジチョウです。  
はねにある白いはん点がつなが  
ってしまっている。……………もし、そうであれば、ミスジチョウです。

○ 3びきのチョウA, B, Cの名前を見つけるために、チョウのけんさく表を使いま  
しょう。

○ チョウAについて、けんさく表の1番から調べ始めましょう。どちらの説明文が、  
チョウAにあてはまっていますか。その説明があてはまっているとき、そのチョウの  
名前が書いてあるか、または、次にすすむ説明文の番号が書いてあります。  
チョウB, Cについても、同じようにやりましょう。

○ それぞれのチョウの名前と、名前を見つけるために使った説明文の番号を下に書き  
ましょう。(ただし、必ず1番から始めます。)

a) チョウAは、……………です。  
使った説明文の番号は、1と……………です。

b) チョウBは、……………です。  
使った説明文の番号は、1と……………です。

c) チョウCは、……………です。  
使った説明文の番号は、1と……………です。

「コメント」

A P Uで使用された「ケムシ」は、日本に生息していないので、  
「チョウ」に変えて、問題用紙と検索表を作った。観察されるもの  
は、3匹のチョウの写真(カラー)であった。チョウの名前はほと  
んど知られていないものにした。

児童は、チョウを同定するのに、検索表のどの説明文を使ったか  
を記録することが要求された。

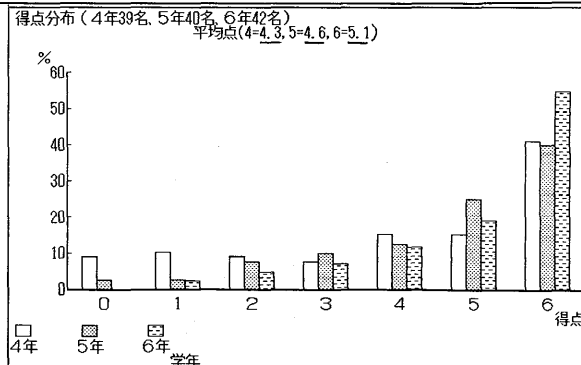
「評価基準」

解 答

得点

- a) チョウAは、モンシロモドキです。……………1点  
 使った説明文の番号は、1と2です。……………1点  
 b) チョウBは、ミカドアゲハです。……………1点  
 使った説明文の番号は、1と3と5と6です。……………1点  
 c) チョウCは、アサギマダラです。……………1点  
 使った説明文の番号は、1と3と4です。……………1点

6点満点

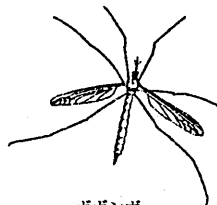


4. APU-3β 「クモとガガンボ」 (同じ問題を日本においても実施した。)

○ 下にある“クモ”と“ガガンボ”の絵を見て、次の問いに答えなさい。



クモ



ガガンボ

【問】 上の絵から、おたがいに“にている”と思うところを3つ見つけて、下の表にことばで書きなさい。また、“ちがっている”と思うところを3つ見つけて、下の表にことばで書きなさい。

にているところ	ちがうところ
1	1
2	2
3	3

「コメント」

満足のいく解答とみなすためには、相違点と類似点は、絵から観察できる特徴を指摘しなければならなかった。「クモは巣を張るが、ガガンボは巣を張らない。」というような観察よりむしろ想起したようなもの、つまり真実かもしれないが情報に基づいたものは、満足のいく解答とはみなせない。ある場合において、ガガンボは昆虫だけれど、クモは昆虫ではないという解答があるから、境界線を引くのは難しかった。なぜなら、詳しい観察によると、ガガンボは昆虫の特徴を全て持っているが、クモは持っていないのである。しかし、特別な特徴の言及だけが得点を得られると決められた。同じ基準にしたがっていても、「クモは飛ぶことはできないが、ガガンボはできる。」という解答には、得点が与えられず、「ガガンボは羽を持っているが、クモは持っていない。」という解答には、得点が与えられた。

評価基準は、類似点と相違点のそれぞれの指摘に対して同じ得点を与えた。しかし、相違点を指摘するよりも類似点を指摘するほうが幾分簡単だったようである。相違点では、一方が他方とどのように違っているかを指摘することが必要だったにもかかわらず、何が違っているかを指摘することが十分ではなかったからである。このような事から、「足が違っている。」という指摘は、相違点としては不十分な解答だが、「両方とも足がある。」という指摘は、類似点としては十分だった。評価基準は、得点を与える解答の例をあげているが、これらが全てではなかったことを書き留めておく。

「評価基準」

◎それぞれあてはまっていれば、1点ずつ与える。

[例]

○類似点 ・両方とも、細くて長い足をしている。

・両方とも、足に節がある。

(最高3点まで) ・両方とも、頭から突き出ているものがある。

・両方とも、体の一部分から足が突き出ている。

○相違点 ・クモは毛深いが、ガガンボは毛深くない。

・ガガンボには羽があるが、クモにはない。

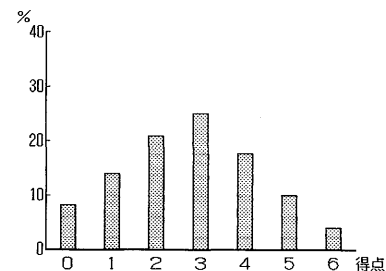
(最高3点まで) ・クモは体が太っているが、ガガンボの体は長細い。

・ガガンボは体の端がとがっているが、クモは丸い。

6点満点

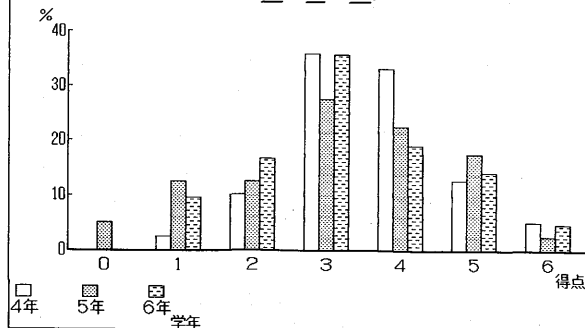
APU

得点分布 (n=882) 平均点=2.8

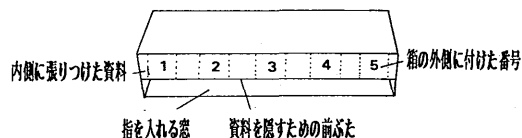


日本

得点分布 (4年39名, 5年40名, 6年42名)  
平均点(4=3.5, 5=3.1, 6=3.3)



5. APU-3γ 「ゴム」 (同じ問題を日本においても実施した。)



めいめいの児童に提示した箱

- はこの数字のそれぞれの内側に、  
ガラス、金属、木、皮、ゴム、  
のうすくて四角いものがはりつけてあります。
- あなたの指をはこの中に入れて、その四角いものにふれてみなさい。

【問1】 どれが“ゴム”であるかを決めなさい。  
あなたが“ゴム”であると思うものの外側の番号を、次の□の中に書き入れ  
なさい。

【問2】 その番号のものが“ゴム”であると思ったのは、どうしてですか？

.....

.....

.....

.....

「コメント」

試験官は、箱の中への指の入れ方と、数字の内側にある四角い材料の触り方を、児童に教えた。それから、試験官は以下のような内容の質問を与えた。

この問題では、このようにして、数字の内側の面を触るために、あなたの指先を使います。中に指を入れてご覧なさい。そこには、ガラス、金属、木、皮、ゴムの5種類の薄くて四角いものがあります。それらを触ることによって（のぞこうとしてはいけません！）どれがゴムであるかを決めなさい。決まったら、ゴムであると思うものの番号を、問1に記入しなさい。その後で、それがどうしてゴムだと思ったかを問2に記入しなさい。

「評価基準」

解 答

得点

[問1] 5番 ..... 1点

[問2] あてはまっている解答に対して、それぞれ1点ずつを与える。.....最大得点2点

○あてはまっている解答の例

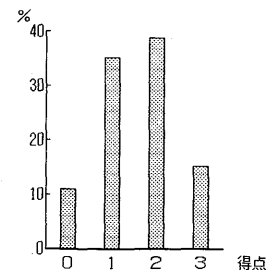
- ・なめらか
- ・柔らかい ・つぶれやすい ・曲げやすい
- ・ふわふわ ・よく弾む ・弾力性がある
- ・圧迫することができる ・少しはがれやすい

○正答とするには、ゴムと他の物を区別できるものでなければならない。

3点満点

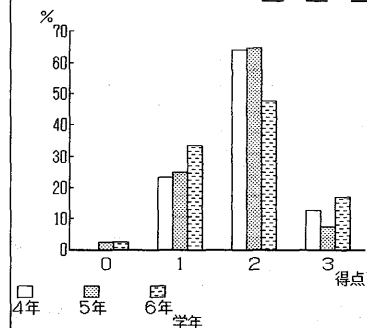
A P U

得点分布 (n=822) 平均点=1.6



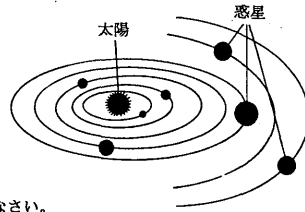
日本

得点分布 (4年39名, 5年40名, 6年42名)  
平均点(4=1.9, 5=1.8, 6=1.8)



6. APU-4 α 「惑星」(同じ問題を日本においても実施した。)

- 惑星(わくせい)  
が太陽のまわりを  
まわっています。



- 次の表をみて、問いに答えなさい。

惑星名	太陽からの距離	太陽のまわりを一周するのにかかる時間
水星	5800万km	88日
金星	10800万km	225日
地球	15000万km	1年
木星	78000万km	12年
天王星	287000万km	84年
海王星	450000万km	165年

【問1】 今 太陽から約143000万kmのところに、別の惑星があります。その惑星は、太陽のまわりを一周するのに、どのくらいの時間がかかると思いますか。次のア～オの中から、正しいと思うものを選んで○でかこみなさい。

- ア, 10年  
イ, 100年  
ウ, 100日  
エ, 30年  
オ, 300日

【問2】 あなたが、それを選んだ理由はなんですか。その理由を書いてください。  
(理由)

.....

.....

.....

「コメント」

この問題では、質問に答えるために必要な情報は、すべて与えられ、児童は、惑星に関する知識は何も知らない。この問題で必要なパターンは、数字で扱われているため、多分これが理由記入の低解答率の原因になっているのであろう。問2では、データの普遍的なパターンを引用した者にだけ2点を与えた。11才児は、一般的関連性を述べる事が可能であり、また、時間だけ、距離だけといった別々にみることも可能であった。

「評価基準」

解 答

得点

【問1】

・ 30年に○をつけた。.....1点

・ 他のものに○をつけたり  
2つ以上○をつけたもの。.....0点

【問2】

・ 木星と天王星との間の距離ならば、時間もその間でなければならないことから、距離と時間の相関関係について説明しているもの。.....2点

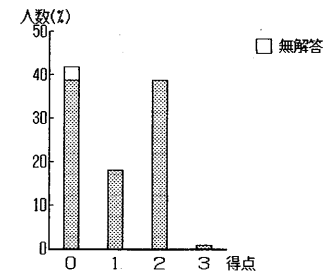
・ 正しいが、例えば、「木星と天王星との間にある。」のように、全体的なパターンに限られた局所的な説明。  
時間と距離の関係を示唆している説明。.....1点

・ 例えば、「それが適当だから。」のような情報の含まれていない解答。または、無関係な解答。.....0点

3点満点

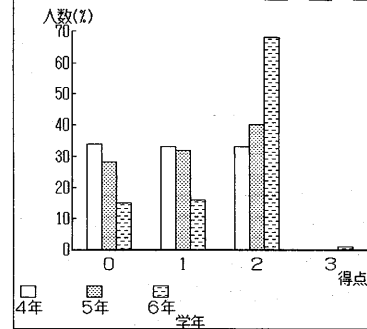
APU

得点分布 (n=1202) 平均点=1.0



日本

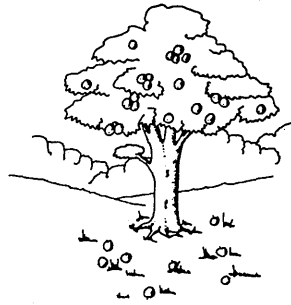
得点分布 (4年104名, 5年123名, 6年122名)  
平均点(4=1.0, 5=1.1, 6=1.5)





7. APU-4 γ 「リンゴ」(同じ問題を日本においても実施した。)

○次の図をみて問いに答えなさい。



【問】 上の図をありのままあらわしている文はどれか、それを1つ選びその番号を○でかこみなさい。

1. 風がふいて 木からリンゴが落ちた。
2. 地面の上や 木にリンゴがある。
3. 木にぶらさがっているリンゴは よくじゅくしている。
4. 地面の上にあるリンゴは よくない。
5. 木は すべてのリンゴを ぶらさげることができなかった。

「コメント」

この問題は、観察するときの推論の程度を判断するものである。ここでは、児童は最も少ない仮定をしている文章を指摘するよう尋ねられていた。この問題では、事実として判断するために最も少ない仮定をしているものは、2番目の文章である。次に示された結果は、注意散漫な児童が多肢選択問題で多くを選ぶ度合いを過小評価していることを示している。いくつかの不正解の文章が、示されているものより多く選択されたが、これは複数解答を入れた場合である。

「評価基準」

正 解

得点

1. \_\_\_\_\_

2.   V   ..... 1 点

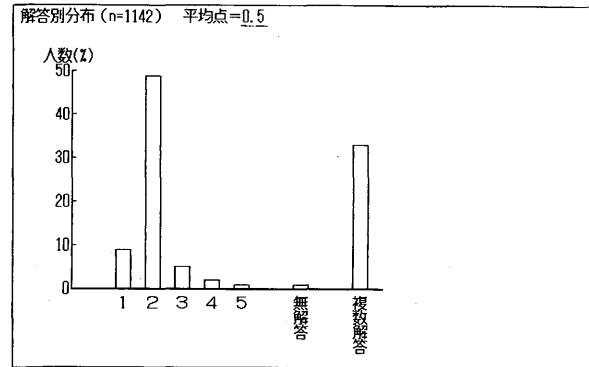
3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

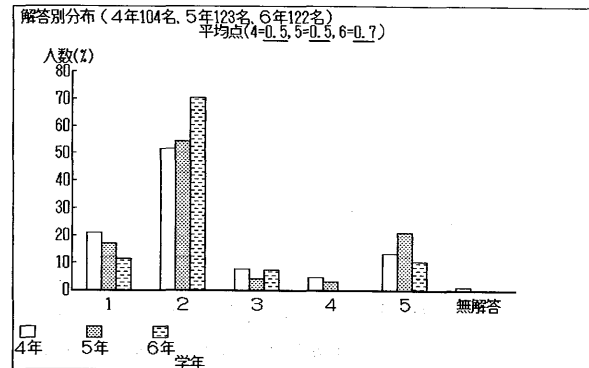
5. \_\_\_\_\_

2つ以上○を付けた、B以外の時。..... 0 点

A P U

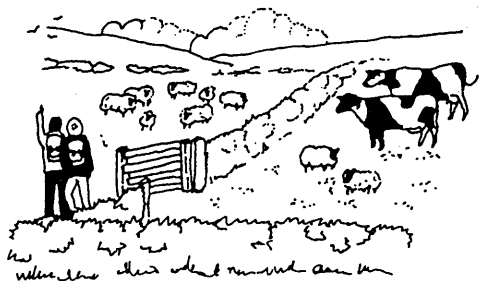


日 本



8. APU-4 γ 「ひつじ」(同じ問題を日本においても実施した。)

○次の図をみて問いに答えなさい。



【問】 上の図をありのままあらわしている文はどれか。それを1つ選びその番号を○でかこみなさい。

1. 人は 門をひらいたままにしている。
2. いくひきかのひつじは 牛のいる所にまよいこんだ。
3. 人は おころうとしている。
4. どちらの場所にも ひつじがいる。
5. 牛は 他の場所にいくでしょう。

「コメント」

第4番目の文が、事実を述べているとみなすのは、最も推論の程度が低いと考えられるからである。

1と2は、3と5に比べて、より推論の程度が低いと判断されるであろう。

「評価基準」

正 解

得点

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

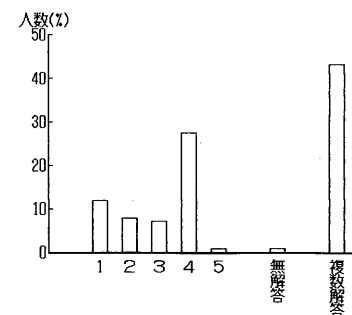
4.   V   ..... 1 点

5. \_\_\_\_\_

2つ以上○を付けたリ、4 以外の時。..... 0 点

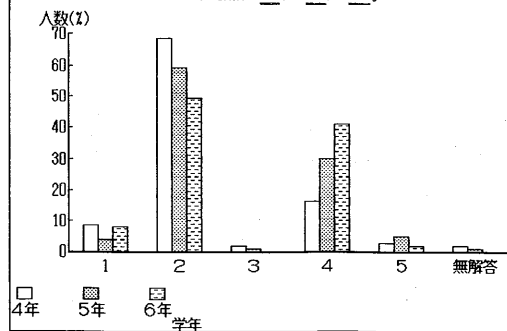
A P U

解答別分布 (n=1042) 平均点=0.3



日本

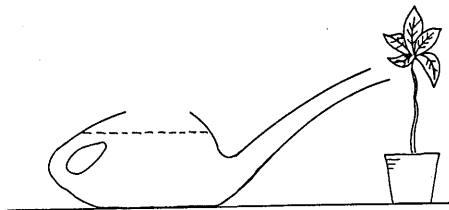
解答別分布 (4年104名, 5年123名, 6年122名)  
平均点(4=0.2, 5=0.3, 6=0.4)



9. APU-48 「じょうろ」(同じ問題を日本においても実施した。)

○下の図は、じょうろで花に水をやりようとしているところです。

【問1】 じょうろに水が下の図のように入っています。さし口の部分の水面を書きかわえて下さい。



【問2】 下の図はじょうろをかたむけて水をやっているところです。じょうろの中の水面を書いてください。



「コメント」

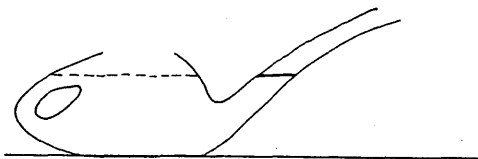
ここでは、2つの例題で水面の様子を予想させた。問題には、児童が概念を応用して予想するための十分な情報が与えられた。その概念は、水は常に移動して、その表面が同じレベルを保つということである。この問題の事前調査において、児童はじょうろの断面図を容易に理解することがわかった。鉢の植物は状況説明のため、また、水平垂直の位置関係の手がかりのために描かれた。それは断面図よりも略図のほうがより効果的と思われた。

「評価基準」

解 答

得点

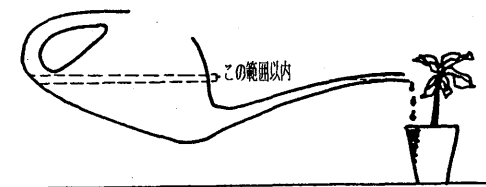
【問1】



- ・ 水平線が正しいレベル。…………… 1 点

【問2】

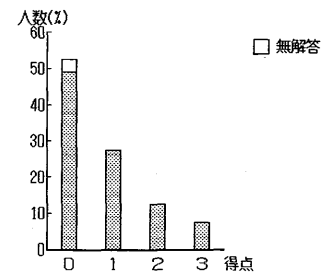
- ・ 容器中の水平線が図に示した範囲内。…………… 1 点



- ・ 注ぎ口の水平線が図に示した範囲内。…………… 1 点
- 3 点満点

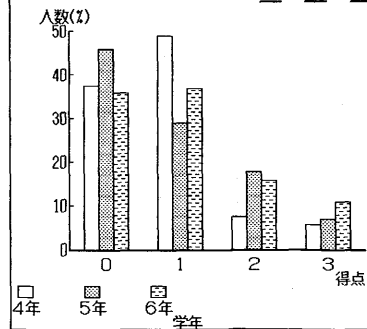
A P U

得点分布 (n=1015) 平均点=0.7



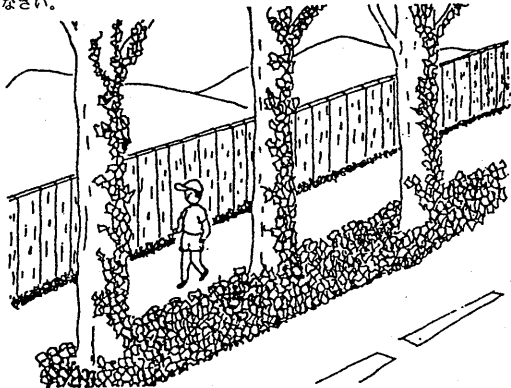
日本

得点分布 (4年104名, 5年123名, 6年122名)  
平均点(4=0.8, 5=0.9, 6=1.0)



10. APU-4 ε 「つた」(同じ問題を日本においても実施した。)

○ 山田君は、歩道を歩いていて、木のみきのまわりに、つたがしげっているのを、見つけました。しかし、そのつたは、下の図のように歩道に近い側には、しげっていません。なぜ、つたは木の一方だけにしか、しげっていないのでしょうか。考えられる理由を2つ書きなさい。



(理由1)

---

---

(理由2)

---

---

---

# 「評価基準」

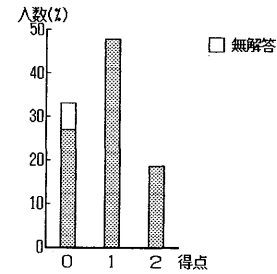
それぞれに与えられた得点は2点として計画された。図中から得られた情報と矛盾のない仮説があり、観察した結果がどのような理由かをはっきり述べているものに対して2点が与えられた。

情報と矛盾のない仮説であるが、観察した結果の説明が不明確な場合は1点が与えられた。

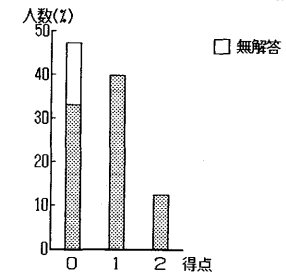
## A P U

得点分布 (n=1042)

(理由1) 平均点=0.9

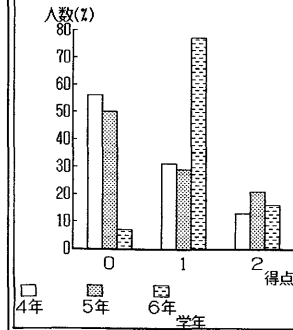


(理由2) 平均点=0.6

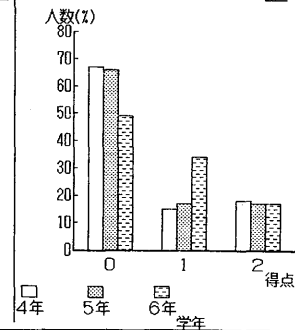


## 日本

得点分布 (4年78名, 5年86名, 6年82名) (理由1)  
平均点(4=0.8, 5=0.7, 6=1.1)



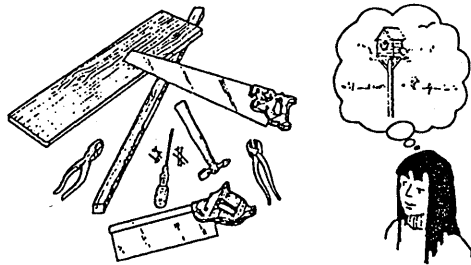
得点分布 (4年78名, 5年86名, 6年82名) (理由2)  
平均点(4=0.3, 5=0.3, 6=0.7)





11. APU-5 α 「巣箱」(同じ問題を日本においても実施した。)

- 花子は次郎といっしょに巣箱(すばこ)を作ろうと思いました。  
そのためには、どんな木がいいか選ばなければなりません。  
木を選ぶために、いろいろなことを考えてみました。



【問】 次にかかれたことは、いろいろな木を使って調べることができるものと、できないものがあります。できないものに1つだけ×をつけなさい。

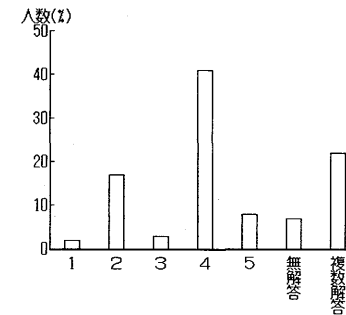
- ☐ のこぎりで切りやすいかどうか。
- ☐ 曲がりにくいかどうか。
- ☐ かなづちでくぎを打ちやすいかどうか。
- ☐ 巣箱ができあがった時、良いと思えるかどうか。
- ☐ ぬれた時、水をすいとりにくいかどうか。

「評価基準」

解 答	得点
○一番切りやすい。……………	0 点
○一番曲げにくい。……………	0 点
○釘を打ちやすい。……………	0 点
○一番良いと思える。……………	1 点
○水を吸い取りにくい。……………	0 点
* 2 つ以上印を付けた。……………	0 点

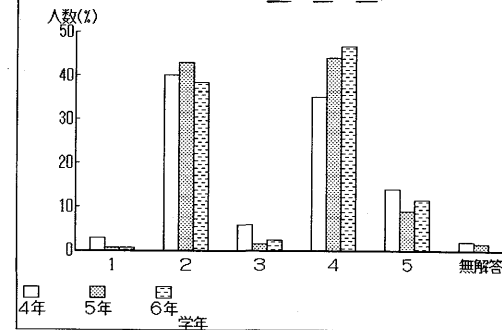
A P U

解答別分布 (n=879) 平均点=0.4



日本

解答別分布 (4年104名, 5年123名, 6年122名)  
平均点(4=0.4, 5=0.4, 6=0.5)



12. APU-5  $\beta$  「ミカン」（同じ問題を日本においても実施した。）

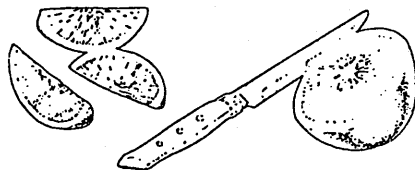
○ 太郎はミカンを小さく切りました。

太郎はいくつか食べて、残りはあとで食べることにしました。

「かわかないように、ラップで包みなさい。」と、お母さんが言いました。

太郎はラップで包むとちがいができるかどうか、調べてみることにしました。

太郎はラップで包んだものと包まないものを作り、あとで、重さを量ってちがいを調べることにしました



【問】 できるだけ正しい実験結果を知るために、両方とも同じにしなければならないことはなんでしょうか。3つ書きなさい。

1.

.....  
.....

2.

.....  
.....

3.

.....  
.....

「評価基準」

解 答

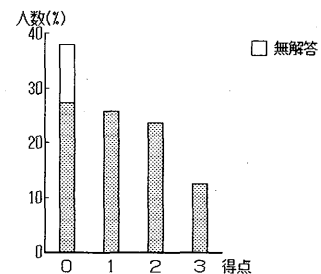
得点

- 実験をするミカンの量を同じにする。……………1点
- 実験をするまわりの状況を同じにする。……………1点
- 乾かす時間を同じにする。……………1点
  
- 無関係または不可解なコントロール。……………0点
- 状況や手続きを書いているがコントロール  
していない。……………0点
- 問題で与えられた情報の繰り返し。……………0点
- 無解答。……………0点

3点満点

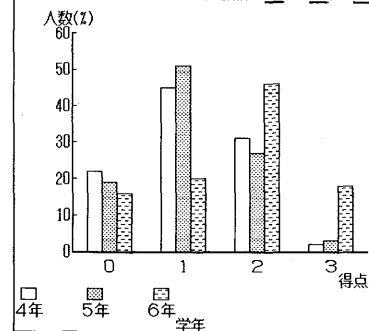
APU

得点分布 (n=330) 平均点=1.1

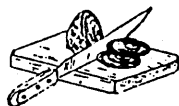


日本

得点分布 (4年104名, 5年123名, 6年122名)  
平均点(4=1.1, 5=1.2, 6=1.7)



### 13. APU-5 γ 「まな板」



- パン、やさい、肉などを切るのに使うまな板を作ろうと思います。まな板として、どのような木がよいのかを考えて、4しゅるい（A～D）の木の中から、一番よいものをテストしてえらびます。

そのテストはどのようにしておこないますか。ただし、テストをするときは、下の絵の中にあるものを使えますが、全部を使う必要はありません。

- ここで行なうこと。

まな板を作るのに一番よい木はどれかを見つけるために、木をテストします。



- 次のことははっきり書きましょう。

◆どんな道具を使うのか。

◆何をするのか。

◆どうなれば、一番よい木であるといえるのか。

---

---

---

---

---

---

---

---

「評価基準」

解 答

得点

1. 一般的アプローチ

- 全ての木片に2つ以上のテストの判断（明確に）。……………1点  
 全ての木片に1つのテストの判断（明確に）。……………1点  
 全ての木片に1つ以上のテストの判断（暗黙に）。……………0点  
 木片の数が明記されず、2つ以上のテストの判断。……………0点

2. 使った木片の数

- 全ての木片に全てのテスト。……………1点  
 初め全ての木片に全てのテスト、次から幾つか除外。……………1点  
 木片をテストしているが数を特定していない。……………0点

3. 道具の列挙（点数に入れない。）

4. テストの数（点数に入れない。）

5. 変数-テスト

- 全ての木片に特定した処理を同様に説明。……………2点  
 同じ方法で全ての木片にテストしているが、  
 特定したコントロールをしていない。……………1点  
 全ての木片に同じ方法でテストしているか明確でない。……………0点

6. 変数-木片（点数に入れない。）

7. テストの繰り返し（点数に入れない。）

8. 問題に対するテストの信頼度

- 3つ以上 全て適切で、異なった性質。……………1点  
 全て適切だが、幾つか重複。……………1点  
 2つ以上 全て適切で、異なった性質。……………1点  
 全て適切だが、同じ性質。……………1点  
 1つだけ問題に対して信頼できる。……………0点

9. 木片をテストした各々の結果の測定と観察

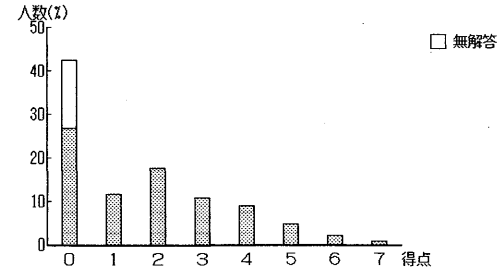
- 結果を評価する測定方法を詳細に説明。……………1点  
 結果を評価するために何を探すか詳細に説明（質的な比較）……………1点

10. 結果の記録と解釈

- 各々のテストで木片の順番を明記し、順位に結合……………1点  
 判断の基礎として使用した特性を言及している。……………1点  
 各々のテストで木片の順番を明記しているが、  
 最後にはどれが一番良いか指摘していない。……………0点

\* 得点分布のグラフに1-2点と5-6点、合計7点ともう記載されている。

得点分布 (n=904) 平均点=1.57



日本-5γ 「まな板」

○ パン、やさしい、肉などを切るのに使うまな板を作ろうと思います。まな板として、どのような木がよいのかを考えて、4しゅるい（ア～エ）の木の中から、一番よいものをテストしていただきます。

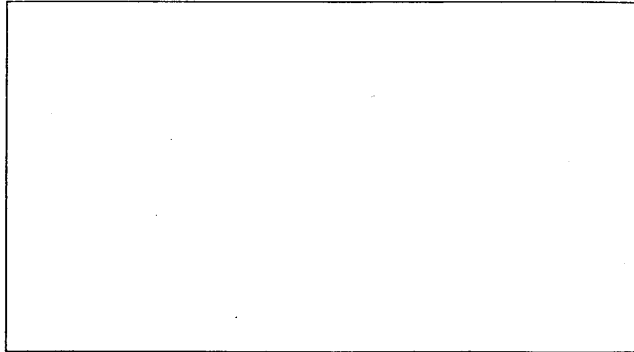
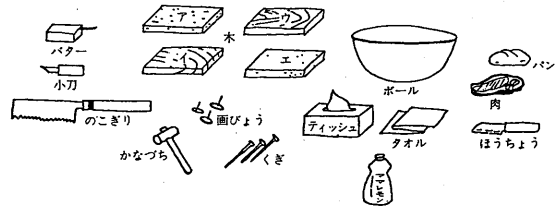
そのテストはどのようにしておこないますか。ただし、テストをするときは、下の絵の中にあるものを使えますが、全部を使う必要はありません。

【問】 そのとき、次のことははっきり書きましょう。

◆どんな道具を使うのか。

◆何をするのか。

◆どうなれば、一番よい木であるといえるのか。



「評価基準」

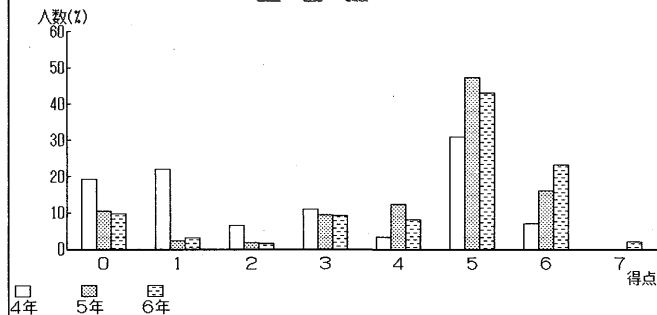
解 答

得点

1. 問題の把握
  - 問題の意にそった解答をしている。.....1点
  - その他。.....0点
2. アプローチの決定
  - 全ての木片に全てのテストしている。(明白に).....2点
  - 全ての木片に全てのテストしている。(暗黙に).....1点
  - その他。.....0点
3. 変数の操作
  - 独立変数の同定
    - 全ての木片に全てのテストしている。(明白に).....2点
    - 全ての木片に全てのテストしている。(暗黙に).....1点
    - その他。.....0点
  - 従属変数の同定
    - 従属変数を同定している。.....1点
    - その他。.....0点
  - 条件のコントロール
    - 条件をコントロールしている。.....1点
    - その他。.....0点
4. 道具の列挙
  - 適切な道具を挙げている。.....1点
  - その他。.....0点
5. 結果の解釈
  - 結果からの判断を記述している。.....1点
  - その他。.....0点

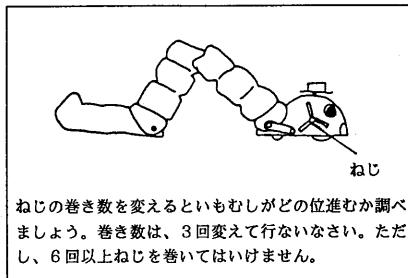
\* 結果からの判断を記述している。2点とされ、合計7点となるよう評価されている。

得点分布(4年181名、5年219名、6年194名)  
平均点(4=2.7、5=4.1、6=4.3)





14. APU-6 「いもむし」



(a) 結果を書きなさい。

巻き数	進む距離

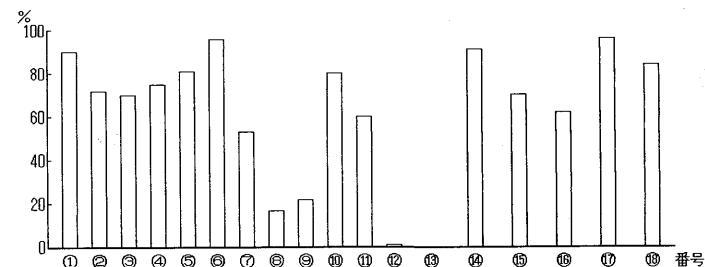
(b) ねじを( )回巻いたら、いもむしはどの位進むと思いますか

答え \_\_\_\_\_

「芋虫のおもちゃ」実技テストチェックリスト

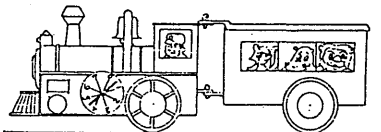
No	実験のパフォーマンス	○か×
1	絶え間なく動く玩具のために空間をうまく利用する。	
2	車輪を押さえて正確にねじを巻く。	
3	出発前にねじが回らないようにする。	
4	印を付けた出発点に玩具を正確に置く。又は出発点に印を付ける。	
5	動きが完全に止まってから、その位置に印を付ける。又は測定する。	
6	距離を測ろうとする。(たとえ実際の距離と違っていても)	
7	走行の最初と最後に、玩具の同じ部分を使って距離を測ろうとする。	
8	玩具の長さが変わるのをコントロールしてみようとする。	
9	玩具の長さが変わるのを実際にコントロールする。	
10	正確に巻き尺を使う。(5mmまで)	
11	玩具が転んだり、何かうまくいかないとき、走行を繰り返す。	
12	走行を繰り返す。	
13	2回又はそれ以上の走行の平均を取る。	
14	(注意しなくても)結果を表に記入する。	
15	更にねじを巻くとどうなるか、根拠のある予想をする。	
16	根拠をもとに予想し、それを定量的に表す。	
17	初めと同じ方法で、ねじの巻き数を変えて距離を測る。	
18	現象と一致する結果を報告する。	

チェックリストによる結果 (n=561)



日本一6 「動くおもちゃ」

動くおもちゃがあります。ねじの巻き数をかえて、それぞれの進む距離をはかりなさい。巻き数は、3回かえて行いなさい。ただし、ねじは巻きすぎるとこわれるので、8回以上は巻かないこと。



【問1】 実験結果を下に書きなさい。

	巻 き 数	進 ん だ 距 離
1		
2		
3		

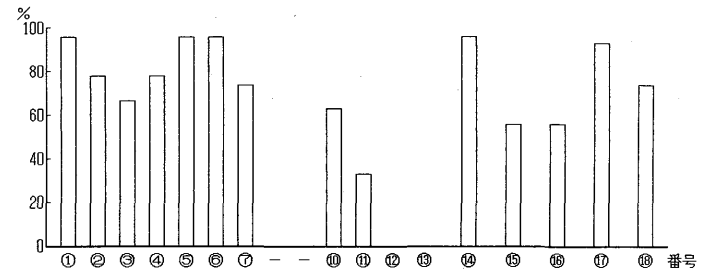
【問2】 ねじを（ ）回巻いたとしたら、このおもちゃはどれ位進むと思いますか。

答え（ ）

「動くおもちゃ」実技テストチェックリスト

No	実験のパフォーマンス	○か×
1	絶え間なく動く玩具のために空間をうまく利用する。	
2	車輪を押さえて正確にねじを巻く。	
3	出発前にねじが回らないようにする。	
4	印を付けた出発点に玩具を正確に置く。又は出発点に印を付ける。	
5	動きが完全に止まってから、その位置に印を付ける。又は測定する。	
6	距離を測ろうとする。(たとえ実際の距離と違っていても)	
7	走行の最初と最後に、玩具の同じ部分を使って距離を測ろうとする。	
8	玩具の長さが変わるのをコントロールしてみようとする。	
9	玩具の長さが変わるのを実際にコントロールする。	
10	正確に巻き尺を使う。(5mmまで)	
11	玩具が転んだり、何かうまくいかないとき、走行を繰り返す。	
12	走行を繰り返す。	
13	2回又はそれ以上の走行の平均を取る。	
14	(注意しなくても)結果を表に記入する。	
15	更にねじを巻くとどうなるか、根拠のある予想をする。	
16	根拠をもとに予想し、それを定量的に表す。	
17	初めと同じ方法で、ねじの巻き数を変えて距離を測る。	
18	現象と一致する結果を報告する。	

チェックリストによる結果(5年27名)



### Ⅲ. 参考・引用文献

- 1 森本信也・福岡敏行・松森靖夫；  
「学習者一人ひとりの要求にこたえる理科学習の条件（1）」，  
“理科教育”，Vol.17, No.212, PP.110-117, 1985, 明治図書
- 2 福岡敏行・松森靖夫・森本信也；  
「学習者一人ひとりの要求にこたえる理科学習の条件（2）－英国のAPUに見る  
評価方法論－」，  
“理科教育”，Vol.17, No.214, PP.112-121, 1985, 明治図書
- 3 福岡敏行・松森靖夫・森本信也；  
「子どもの実態 －APUを参考にして－」，  
“理科教育”，Vol.17, No.217, PP.115-121, 1985, 明治図書
- 4 福岡敏行・森本信也・松森靖夫；  
「個別化・個性化学習の実践へ向けて －まとめにかえて－」，  
“理科教育”，Vol.18, No.222, PP.113-120, 1986, 明治図書
- 5 Wynne Harlen, Paul Black, Sandra Johnson ；  
“Science in Schools - Age 11: Report No.1 -” , 1980, HMSO, London
- 6 Wynne Harlen, Paul Black, Sandra Johnson, David Palacio & Terry Russell；  
“Science in Schools - Age 11: Report No.3 -” , 1984, APU, London
- 7 Wynne Harlen, Paul Black, Nasrin Khaligh, David Palacio & Terry Russell；  
“Science in Schools - Age 11: Report No.4 -” , 1985, APU, London