

# アーカイブ Data Report NO. 162

(2022年3月12日)

〒500-8813 岐阜県岐阜市明德町10番地 杉山ビル5F

E-mail: shikaku@npo-nak.com URL: https://npo-nak.com

NPO 日本アーカイブ協会・岐阜女子大学\*・沖縄女子短期大学・学習システム研究会

(\*岐阜女子大学デジタルアーカイブ専攻・研究所, 沖縄サテライト校)

## CMI システムの教材作成への適用 (2) —プログラム物理問題集の構成—

佐藤 正明 (NPO 法人 日本アーカイブ協会)

学習システム研究会では高等学校物理教材として「プログラム物理問題集」を1978年(昭和53年)から2013年(平成25年)の間、作成してきた。この問題集は演習を主体にした一般的な問題集とはその趣旨が異なり、学習の基本的な要素を生徒が自ら考え、習得することができるよう、学習の順序・配列や取り上げる教材が工夫されている。

このためにどの教材をどう配列するかは教師の経験のほかに、学習反応データの解析結果(教授項目の系列化処理)を利用してある。1970年代に岐阜大学で開発されたSISTEMIIIと呼ばれた学習システムに登録された教材項目や学習反応の分析を活用した。当時、教材資料の図や動画・音声などをコンピュータ内で扱うことが出来なかったため、紙やフィルム、磁気テープなどの外部媒体で保管・管理されていた。問題集の作成に当たっては、学習指導設計書の作成と並行して学習が成立しやすい教材の選定や配列を学習反応データの分析から決定した。

プログラム物理問題集は次のような流れで学習を進めるように構成されている。

前提テスト：章で学習する内容に関する基礎的な事項について理解度を把握する。

前提テストの解答：前提テストの解答と解説、留意事項等の解説。

問題のページ：学習内容を理解するための問題が記入されている。1ページに4問を基本としてある。1問考えたら次ページの解答をみて理解を深める。

解答のページ：各問題に対する正解、解説、補足等を説明してある。

完成テスト：章全体を通して学習目標が達成できたかを確認する問題。学習目標が示されており、それにかかわる問題番号ごとに理解できていたかどうかをチェックし、不十分な場合は復習をする問題番号が示してある。

### (1) 学習項目とその配列の決定

学習目標を達成するための教材は多数考えられ、またそれらの配列も多く考えられる。多くの場合、教師の経験によって学習教材が選択され、配置されていた。プログラム物理では、教材群とそれらに対する学習者の反応データを基に使用教材を決定し、その配列を決定した。

学習項目の選択には、同じ学習内容を含む問題に対する正誤別得点分布に差が大きい問題を選ぶ。そのためには問題ごとに正答者、誤答者の得点分布(図1)での平

均、分散、標準偏差の相違を考慮した。さらにそれらの問間での二重クロス処理から得られる $\phi$ 係数（相関係数）の大きい問題を重点的に採用することとした（図2）。

問題の配列は、学習項目間の推移確率が高い順序を考慮して決定した（図3）。

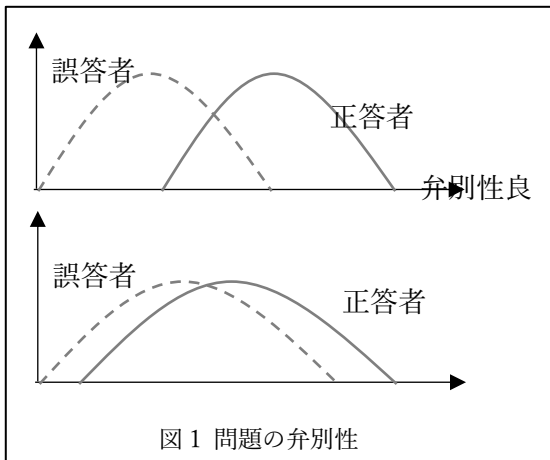


図1 問題の弁別性

**$\phi$ 係数**

Data No	$\phi$	$\phi_{max}$	$\phi_{min}$	
1	5	0.4040	0.8978	-0.9847
1	8	0.8616	0.9622	-0.9475
5	8	0.4552	0.9880	-0.9475

問題 1,3,5 間で $\phi$ 係数を計算。 $\phi$ 係数の大きい問題5を採用する

図2  $\phi$ 係数による項目の決定

(2) プログラム物理問題の例

図4に前提テスト、図5に問題とその解答の例を示す。

**第1章 運動の記述**

**前提テスト**

- 1時間6秒にわたると秒針になりますか。  (a)
- ひかりが毎分180kmで走っています。この列車の速さは秒速何(m)ですか。  (b)
- 1秒間に60回転するマイターで、6日回転する時の時間は何秒ですか。  (c)
- 1kmはなれた2列車が3分30秒で会った。平均いくらの速さで走ったことになりましたか。  (d)
- 停車していた自動車、急激な道路に沿って動きはじめました。はじめの1秒間はじわじわと動き、次の2秒間は一定の速さで走り、さらに次の6秒間でスピードを上げて走りました。
- 1秒から2秒にわたるとは何秒経ちますか。  (e)
- あるエレベーターが毎分1(m)の速さで1階から3階に動いています。その動きは1(m)です。3階まで120秒(2分)の速さで早く人が、この動いているエレベーターの上を地上と階層間で、1階から2階へ歩きます。
  - 1階から2階にわたると、この人は何(m/s)の速さで歩いていますか。  (f)
- 次のA-Fはいろいろな運動をグラフに示したものです。グラフの動きはどの①-⑥のどれかになりますか。
 

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>
F	<input type="checkbox"/>

図4 前提テスト

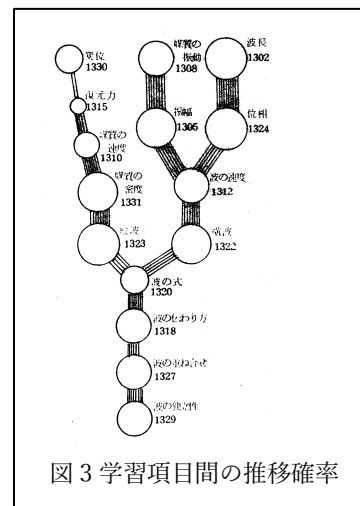


図3 学習項目間の推移確率

**1. 運動の記述 15**

① あるオリンピック選手は、100(m)を10秒で走りました。この人の平均の速さはいくらかですか。

② 東京から北谷まで、ひかり号で往復の旅があります。この列車の平均の速さは毎分何(m)ですか。ただし、東京-北谷間の距離は、306(km)として計算します。

②7 下のx-tグラフをv-tグラフに書きかきなさい。v-tグラフには、縦軸に速さv、横軸に時間tをとり、速さの変化の様子を調べるのに便利なグラフです。 (図4を参照。縦軸は速さv)

②8 速さが変化する運動の例をあげなさい。

**16 1. 運動の記述**

① 【解答】 平均して「毎分10(m)」の速さ。

• 解説 → ① 10秒で100(m)ですから、平均して1秒間に10(m)ずつ走ったことになりました。速さは単位時間(1秒間)に移動した距離であらわすことができます。平均の速さは一定の速さを、この距離を走る10秒間で走るから計算します。式で書くと  $\frac{100(m)}{10(s)} = 10(m/s)$  となります。

② 【解答】 1時間は3600秒、306(km)は306000(m)ですから、平均の速さは  $\frac{306000}{3600} = 85$  (毎分1(m))

• 解説 → ② 306(km)を2時間走りますから、平均の速さは毎分183(km)です。距離は毎分何(m)なのか聞いています。このような場合は、それぞれの単位を求めようとする単位にまで計算した方が間違いが少ないです。ほぼ2時間かかるといいますから、平均の速さも、508(m/s)とするのは実際の数ではありません。

②7 【解答】 赤鉛筆の移動の様子を調べると、

t	1	2	3	4
x(m)	0.5	1.0	1.5	2.0

となり、これは直線となります。

• 解説 → ②7 図表より鉛筆の移動が  $x = \frac{1}{2}t^2$  のv-tグラフは直線となり、vとtが正比例することになります。(※は正比例を示す記号です。)

②8 【解答】 ①) 石などを落下させる。  
②) 斜線を走り、球をこめる。  
③) 水平直線上を移動を続けたりつづける。  
④) 電車が発車するとき、または止まるとき。  
速さが増す場合と速さが減少する場合とがあります。

図5 問題(左)と解答(右)