

S-P 表の拡張に関する考察

(その 1)

佐々木 一 彦*

Some Consideration on the Enhancement of
Student-Problem Score Table Analysis (Ver. 1)

Kazuhiko SASAKI*

教育指導の定量的評価の手段として S-P 表 (Student-Problem Score Table) の作成とその分析法については、1974 年頃から多くの研究成果の発表および著書がある。またこの目的のための教育用情報機器も製造されており、高校教育等で試用されている。これら従来の方法は、多岐選択式設問を準備して、授業の都度その日の授業の成果を評価するときなどには有効であるが、記述式設問の評価および学期末試験のように設問の範囲が広くなるときにそのまま使用するには適さない。本稿は S-P 表の作成とその分析法の拡張を考察するもので、大学、専門学校等の学期末試験のように記述式設問について、各問任意の配点を行なったテストの S-P 表の作成法と P 曲線から得られる設問の評価法について考察する。拡張 S-P 表の作成は、配点の重みに従って作成し、設問の評価は成績の重みにより定量的に算出する方法を試みて専門学校等のテスト結果について評価を行なった結果、設問の評価法として矛盾は無いことが分かった。

1. はじめに

教育指導法評価のための測定は、客体（被教

育者）の学習成果が本来、主体（教育者）が直接観察できないものであるから間接的に測定する以外方法がない。その方法は大別すると次のとおりであるといわれる⁽¹⁾。

(1) 間接的測定

1-1 学習記録

成績（テストの得点、試験の成績など）

応答時間（ゼミの応答、実習実験の所要時間、レポート提出時間等）

1-2 行動記録

出欠席、遅刻、早退

交友記録、クラブ活動

行動記録、読書の内容、趣味

健康状態

(2) 直接的測定

アンケート調査（この授業に興味があるか、分かるかなどの直接的な質問）
学生に採点させる。

このうち 1-1 項は最も重要で、その定量的測定と評価を行なう教育用情報機器も実用されている。応答時間と生徒の理解度を測定しようとするものは 1970 年頃から実用化されている集団反応測定器（レスポンス・アナライザ⁽²⁾）であり、成績について評価する方法は S-P 表分析が行なわれている⁽³⁾。S-P 表分析に使われる教育用情報機器⁽⁴⁾は、レスポンス・アナライ

* 経営情報学科—コンピュータ・システム

(Department of Business Administration and Information Science—Computer Systems)

ザの延長線上で考えられており、授業が終わった直後に測定してその成果を評価しようとするものであり、本来、中学高校等の授業において授業の成果を測定する目的で研究され製品が造られている。大学高専の授業は学生が自宅で研修することを条件に行なわれるため授業の成果をその授業直後に評価するには、授業の方法設問の内容に研究が必要であり制限もある。

本稿では、このS-P表分析の考へ方を拡張して、大学高専の試験結果を評価しようとするもので、第2章では対応する従来のS-P表分析法について述べ、第3章で、本研究のS-P表分析の拡張法について論じている。第4章は本研究成果を実際の試験結果に適用した結果を報告し、第5章に本研究成果をまとめてある。

得点の高い生徒にはできて、低い生徒にはできないというテストの結果を「完全S-P表」と称し、S曲線とP曲線が一致するが、実際にはこのような例はなく、S曲線とP曲線には差異がある。この差異についてS-P表分析が行なわれるのであるが、この考え方を受け継いで成績と配点の重みを加えた分析法が本研究であり、実際の試験結果を評価して矛盾のないことが分かった。

2. S-P表の作成と解釈

2-1 S-P表の作成

図-2, 1のように、生徒を得点の高い順に上から下へ配列し、問題はできた順に左から右へ配列したものをS-P表という。これを得点マトリックスで表わすと次の式となる⁽⁵⁾。

$$[y_{ij}] = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{21} & & & \\ \vdots & & & \vdots \\ y_{n1} & \cdots & \cdots & y_{nm} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

n：生徒数 m：問題数

図-2.2は実際に求まるS-P表を示す。表の中では左上の方に1が多く、右下の方へは0が多くなる。いま表の左上の頂点を原点として横軸をx、縦軸（下方向）をyとすると、 $y = i$ （i番目の生徒）について

$$y_{i*} = \sum_{j=1}^m y_{ij} \text{ の値を } S(i) \text{ とする。}$$

		問題(左から正答者数の高い順)						合計得点
		1	2	3	-----j-----	-----m		
生徒(上から合計得点の高い順)	1	y_{11}	y_{12}	-----	y_{1j}	-----	y_{1m}	y_{1*}
	2	y_{21}						
	3							
	i	y_{i1}	-----	y_{ij}	-----	y_{im}		y_{i*}
	n	y_{n1}	-----	y_{nj}	-----	y_{nm}		y_{n*}
正答者数		y_{*1}	-----	y_{*j}	-----	y_{*m}		

図-2.1 S-P表の構成

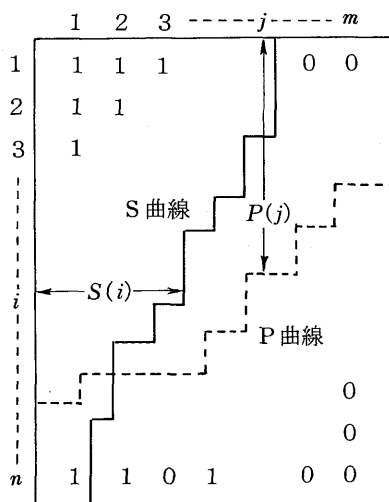


図-2.2 S曲線とP曲線

(1は正答, 0は誤答)

表の左からS(i)とS(i+1)番目の間に区切り線を入れる。i = 1 ~ nについてそれぞれの区切り線を結んだ階級状の折線をS曲線と称す

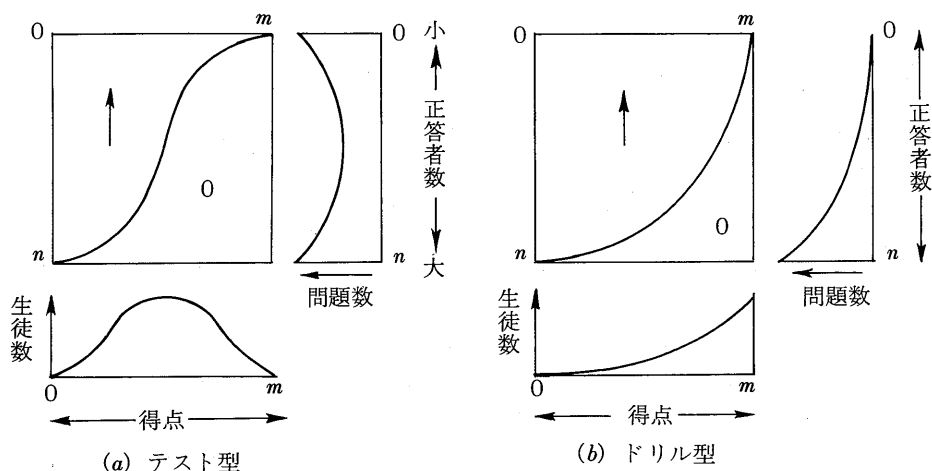


図-2.4 完全S-P表の代表的モデル

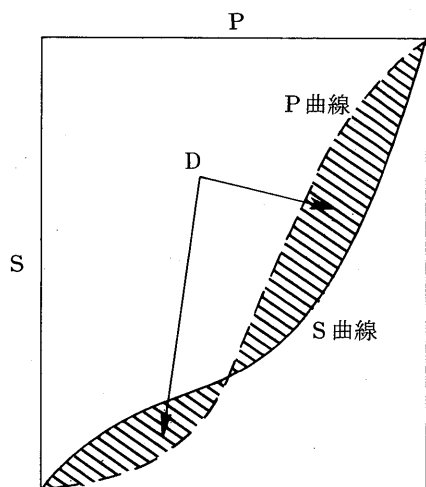


図-2.5 S曲線とP曲線差異量D

この差異量Dと、(2.3)式に示される正答率 p が授業進行上の目安となる。中学校の先生方により研究が行なわれているが⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾、授業の区切り毎にドリル型のテストを行ない目標とする正答率(授業の内容により異なるが概ね0.65~0.85ぐらい)が得られ、且つ差異量Dが目標(これもまちまちであるが0.3前後)以下となると次の授業に進むという方法である。

この目標を達成するためには、生徒に対する個別指導、ドリルの設問内容の再検討が必要となる。

(2)注意係数 CP, CS

問題および生徒の反応パターンが完全反応パターンからどの程度差異があるかでCP, CSを定義する。

(a)問題注意係数 CP

問題 j の注意係数 CP_j を次のとおり定義する⁽³⁾。

$$CP_j = 1 - \frac{(\text{問題}j\text{のパターンと基準量との共分散})}{(\text{完全反応パターンと基準量との共分散})} \quad (2.6)$$

この値は $1 \geq CP_j \geq 0$ の範囲にある。問題 j のパターンと基準量(生徒の合計得点)との共分散 C_j は、

$$C_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \frac{1}{n} y_{*j})(y_{i*} - \mu) \\ = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n y_{ij} \cdot y_{i*} - y_{*j} \cdot \mu) \quad (2.7)$$

$$\text{但し} \quad \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i*} \quad (2.8)$$

μ は生徒の合計得点の平均で一般的に使われる、テストの平均点である。

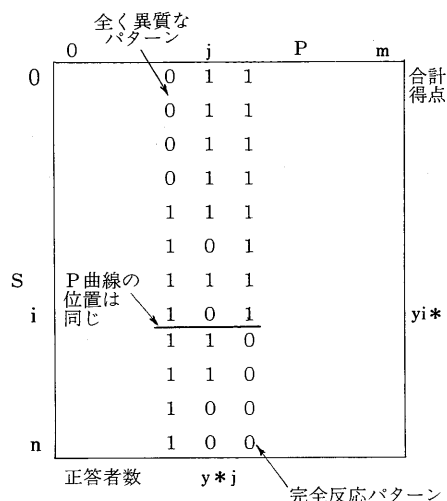


図-2.6 問題の解答パターン

問題jが完全反応パターンであるとき(図-2.6 参照)の共分散 C_{jc} は同様に、

$$C_{jc} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{y_{*j}} y_{i*} - y_{*j} \cdot \mu \right) \quad (2.9)$$

(2.6) 式は次のように計算される。

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n y_{ij} \cdot y_{i*} - y_{*j} \cdot \mu}{\sum_{i=1}^{y_{*j}} y_{i*} - y_{*j} \cdot \mu} \quad (2.10)$$

$CP_j > 0.5$ では注意、 $CP_j > 0.75$ は特に注意して問題jは見直す必要があるとされている。

(b)生徒注意係数 CS

i 番目の生徒に対する注意係数 CS_i は同様に、

$$CS_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m y_{ij} \cdot y_{*j} - y_{i*} \cdot \mu'}{\sum_{j=1}^{y_{*j}} y_{*j} - y_{i*} \cdot \mu'} \quad (2.11)$$

$$\text{但し } \mu' = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_{*j} \quad (2.12)$$

となり $CS_i > 0.75$ の生徒は異質な理解を示しており、要注意とされている。

図-2.7 では i-1 番目の生徒が完全反応パターン(筆者の経験では殆んどいない)であり、i+1 番目の生徒は異質な生徒である。

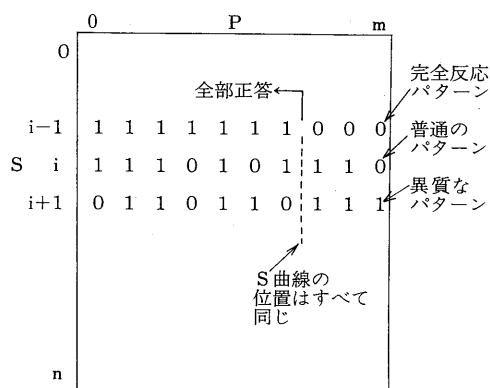


図-2.7 生徒の解答パターン

3. S-P表分析法の拡張

第2章で現在中学高校等で行なわれているS-P表の作成と解釈について概説した。この分析法による教育用情報機器も市販されていることは前に述べたとおりである。このS-P表分析法にはいくつかの重要な仮定が入っている。それを列挙すると、

(S-P表分析の仮定)

1. 全問が等質な問題であり、得点の高い生徒が誤答し、得点の低い生徒が正答する問題は異質である。生徒についても同じ。
2. 易しい問題でも、難しい問題でも正答は1、誤答は0とする。
3. 等質な問題であるから、注意係数CP, CSの基準点を生徒の平均点および問題の平均点に選んで共分散を求めればよい。
4. 授業の終りに簡単なドリルを課して授業成果を評価するには、全体の理解度(平均得点)と差異量Dが小(理解の正確さ)であることが重要なデータとなる⁽⁹⁾。

などである。

これら仮定のいくつかは、大学専門学校等で通常行なわれる期末試験等に適用できない。本研究ではまず通常行なわれる試験法に適用して問題注意係数を求めようとするもので、今後「拡張S-P表」と称することとし以下に拡張点を

列挙すると、

1. 得点の配点を任意に選べるように拡張する。
2. 問題の注意係数を求めるとき、反応パターンに着目し、全員がその問題の平均得点で解答した場合(今後一様パターンと稱す)を基準とし、そのとき0点、完全反応パターンで解答したとき100点とする問題の良さを示す注意係数 CP_j を提案する。
3. 一様パターンよりも異質なパターンは、成績の良い学生の得点が低く成績の悪い学生の得点が高い問題で、そのとき CP_j は負(-)の値となる。
このような問題があれば問題を見直さなければならない(試行20問では見当らなかった)。
4. 拡張S-P表についても、S-P表と同じく、その形状で試験結果の概略が判かるようにS-P表本来の性質は損なわないようにする。
5. S-P表分析では、その問題について正答した生徒の得点((2.10)式参照)を集計して偏差を求めているが、拡張S-P表では問題は必ずしも等質ではないという仮定から、P曲線の位置にいる生徒を基準として、一様パターンで平衡する「モーメント」を各生徒につける方法を提案している。

3-1 拡張S-P表の作成

- (1) P軸については、横軸を配点比に分割する。問題は左から右へ得点率の高い問題順に配列する。
- (2) S軸についてはS-P表と同じく、得点の高い順に生徒を上から下へ配列する。
- (3) S曲線は生徒の総得点をつないで作成する。P軸の1~ m の値はその試験の総得点が m 点であるという意味になる。従来のS-P表では均一配点の m 間という意味であったが総得点が m であることには変りがない。即ちS-P表の問題数 m は、拡張S-P表では総得点 m 点という解釈となる。(図-3.1)

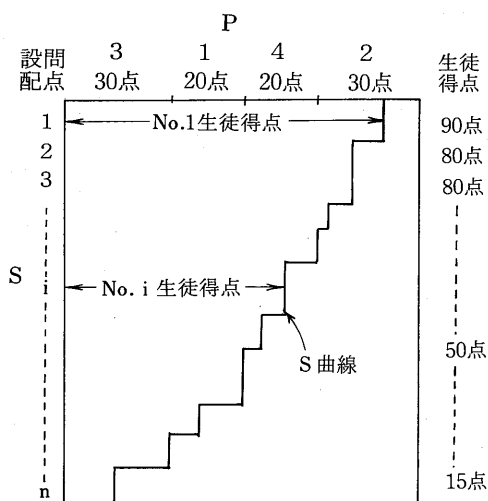


図-3.1 拡張S-P表のS曲線

- (4) P曲線は各問題の平均点をつないで作成する。S-P表のS軸1~ n は生徒数であり、P曲線は正答した生徒数を上から下へ数えてつないでいたので、拡張S-P表の平均点と配点が同一であるS-P表とは変りがない。S-P表のS軸1~ n の値は、拡張S-P表では各設問の配点の満点が n 点であるという解釈となる。(図-3.2)

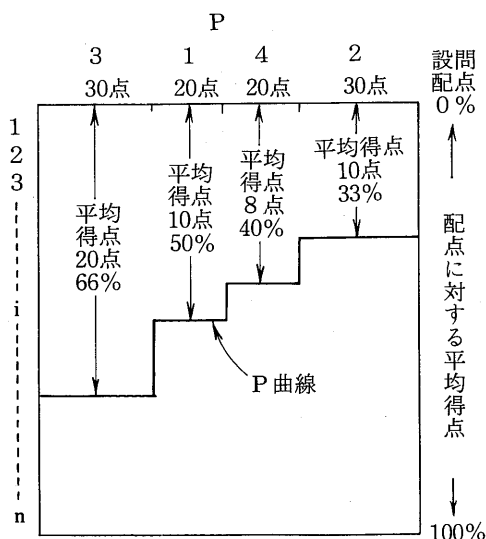


図-3.2 拡張S-P表のP曲線

このように拡張したS-P表について第2章で述べた特性を検討すると、特性1は成立しなくなるのが特性2、3は失われない。

3-2 拡張S-P表の分析

S-P表の分析は2-2の方法であるが、大きなメリットの一つとして、1と0の並びを観察すると概ね要注意の生徒または問題を発見できることにある。

図-3.2のように作られたS-P表で*i*番目の生徒を観察するときは生徒の得点がS曲線の右と左でどのように配列されているかで分かる。また問題の異質さを発見するには*j*番目の問題についてP曲線の上と下で正答(1)がどのように並んでいるかを見れば大体の所は推定できる。一方拡張S-P表ではこのような観察によって概略を目視するという利点が失われるのが欠点である。本研究では在来のS-P表分析と対比して拡張S-P表による「問題の異質さ」を検定する方法について論じる。

(1) 差異量D

拡張S-P表では前述のとおり第2章のS-P表の特性1は失われるが特性2は失われないので、差異量Dは正確さを欠くが同じ意義を有している。差異量Dはドリル型テストでは前に述べたとおり有用なデータではあるが、テスト型テストでは一般に大きな値となり、必ずしも小さい方がよいとは云えないデータである。差異量Dによる分析は多分に経験的なデータであり、定量的には定義しにくい。むしろS曲線とP曲線の形状から概括的にテスト結果を評価する方が有効ではなかろうか。拡張S-P表における差異量Dの評価は研究中であり、成果を得たら発表したいと考えている。

(2) 注意係数 CP, CS

(a) 問題注意係数 CP

拡張S-P表における問題*j*の注意係数CP_{*j*}をつぎのように定義する。

$$CP_j = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\text{完全反応パターンと生徒得点の差}) \times (\text{生徒モーメント})}{\sum_{i=1}^n (\text{完全反応パターンと一様パターンの得点差}) \times (\text{生徒モーメント})} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

このように定義したCP_{*j*}は注意係数というよりは、むしろ「問題の良さ」を示すことになるであろう。

生徒の解答が完全反応パターンのときCP_{*j*} = 100点となり一様パターンでは0点となる。

(3.1)式の定義は、100倍は省略して計算式を示すと次のようになる。

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{nP_j} (A_j - y_{ij})(nP_j - i + 1) \cdot M_1 + \sum_{i=(nP_j+1)}^n y_{ij}(i - nP_j) \cdot M_2}{\sum_{i=1}^{nP_j} (A_j - A_j P_j)(nP_j - i + 1) \cdot M_1 + \sum_{i=(nP_j+1)}^n A_j P_j (i - nP_j) \cdot M_2} \quad (3.2)$$

但し、A_{*j*} : 問題*j*の配点

P_{*j*} : 問題*j*の正答率

y_{*ij*} : *i*番目の生徒の問題*j*の得点

n : 生徒数

であり、生徒のモーメントM₁, M₂は各々つぎの定義による。

$$M_1 = 1 / \sum_{i=1}^{nP_j} i, \quad M_2 = 1 / \sum_{i=1}^{n(1-P_j)} i \quad (3.3)$$

M₁, M₂は拡張S-P表のCP_{*j*}を求める基準を一様パターン(図-3.3参照)に置いているための係数で、一様パターンではP曲線の位置を基準として平衡が取れる係数、即ち生徒の成績に対する重みであり、より成績の良い生徒がより高い得点を取るときに「問題の良さ」は良くなる。

(3.2)式を簡易化すると、

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{nP_j} (A_j - y_{ij})(nP_j - i + 1) \cdot M_1 + \sum_{i=(nP_j+1)}^n y_{ij}(i - nP_j) \cdot M_2}{A_j} \quad (3.4)$$

となり、これを計算することはパソコンでも容易にできる。

(b) 生徒注意係数 CS

拡張S-P表における定量的定義と評価についてはなお研究中であり、成果を得て

報告したい。

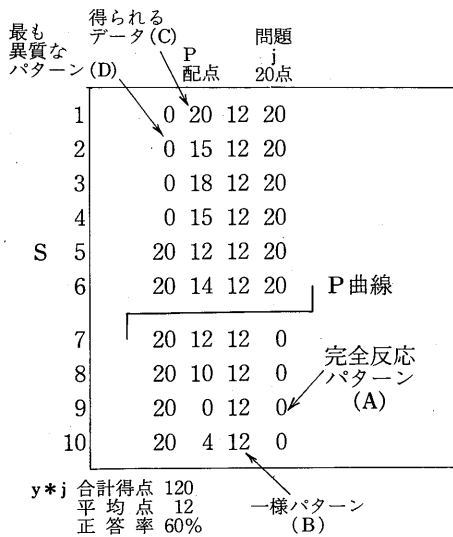


図-3.3 拡張S-P表上のパターン

4. 拡張S-P表分析法の評価試験

(3.4) 式による「問題の良さ」の評価試験を、モデル4例、筆者が専門学校等で行なったドリル型テスト9例、テスト型(期末試験)テスト4例について行なった。代表的な成果を述べる。

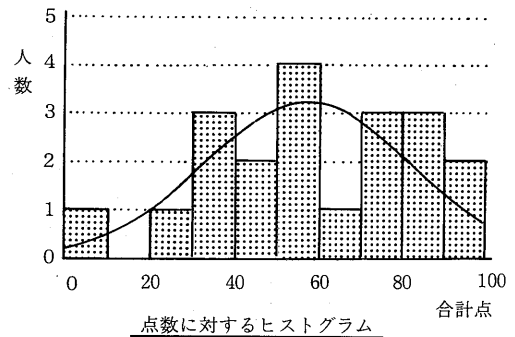


図-4.1 試験成績モデルのヒストグラム

4-1 モデル評価例

表-4.1 試験成績モデル

*** 成績一覧表 *** (exx-3)

学籍番号	問題						総得点
	1	2	3	4	5	6	
0001	20	20	9	0	7	5	61
0002	0	0	0	20	1	4	25
0003	0	20	20	20	6	5	71
0004	20	0	9	0	2	2	33
0005	20	20	20	20	9	9	98
0006	0	20	20	20	7	3	70
0007	20	0	0	0	6	5	31
0008	20	20	14	20	8	8	90
0009	0	20	4	20	8	5	57
0010	20	0	10	0	7	4	41
0011	20	20	14	20	9	6	89
0012	0	0	0	0	5	4	9
0013	20	20	4	0	8	6	58
0014	20	20	6	20	7	7	80
0015	0	20	12	0	4	5	41
0016	20	20	13	20	5	4	82
0017	20	0	14	0	9	9	52
0018	20	20	2	20	10	5	77
0019	0	20	0	20	9	5	54
0020	0	0	5	20	3	10	38
平均点	12.0	13.0	8.8	12.0	6.5	5.6	57.9

表-4.2 成績モデルのS-P配列
 ***** S-P 表 ***** (ファイル = exx-3)

順位	学 籍 番 号	2	5	問 題 4	1	6	3	総 得 点
1	0005	20	9	20	20	9	20	98
2	0008	20	8	20	20	8	14	90
3	0011	20	9	20	20	6	14	89
4	0016	20	5	20	20	4	13	82
5	0014	20	7	20	20	7	6	80
6	0018	20	10	20	20	5	2	77
7	0003	20	6	20	0	5	20	71
8	0006	20	7	20	0	3	20	70
9	0001	20	7	0	20	5	9	61
10	0013	20	8	0	20	6	4	58
11	0009	20	8	20	0	5	4	57
12	0019	20	9	20	0	5	0	54
13	0017	0	9	0	20	9	14	52
14	0015	20	4	0	0	5	12	41
14	0010	0	7	0	20	4	10	41
16	0020	0	3	20	0	10	5	38
17	0004	0	2	0	20	2	9	33
18	0007	0	6	0	20	5	0	31
19	0002	0	1	20	0	4	0	25
20	0012	0	5	0	0	4	0	9
平均点	(点)	13.0	6.5	12.0	12.0	5.6	8.8	57.9
正答率	(%)	65.0	65.0	60.0	60.0	55.5	44.0	57.9

表4.1のようなモデルについて試行すると、まづ拡張S-P表作成のため整理して表4.2が得られる。このモデルは学生数20名、問題は6問からなり、各問題の配点は問題1(20点)、問題2(20点)、問題3(20点)、問題4(20点)、問題5(10点)、問題6(10点)で満点は100点であるとした。整理された表4.2は学生が成績順となり、問題は正答率の高い順に左から右へ配列される。ヒストグラムは図4.1が得られる。

(a) 拡張S-P表の作成

3-1章の手順に従って拡張S-P表を作成すると図4.2となる。ここでS曲線、P曲線は従来のS-P表では配点が1と0であり、作成の方法2-1章により作図した階段状の折線により正確に作図すると問題*j*および学生*i*と交わる小四角形がS-P表全体に占め

る面積は得点の割合を示すことに意味がある。拡張S-P表では前に述べたとおり面積は傾向を示すにとどまるためS曲線、P曲線は折線の間接点を結ぶスプライン曲線で表現することを試みた。なおヒストグラム図4.1で分かるとおり、このテストはテスト型(図2.4参照)の成績であるから拡張S-P表にはそのタイプを注記することとした。なお拡張S-P表の横軸は配点の割合を示すので、この例では問題5と6の中が短くなることに着目願いたい。

(b) 問題注意係数 CP

3.1式に定義したCPを各問題について計算すると、図4.3が得られる。表4.2と図4.3を対比してCPの意味を解析してみるとつぎのことが判る。

(1) 問題2は完全反応パターンに近い解答

S-P表の拡張に関する考察（その1）

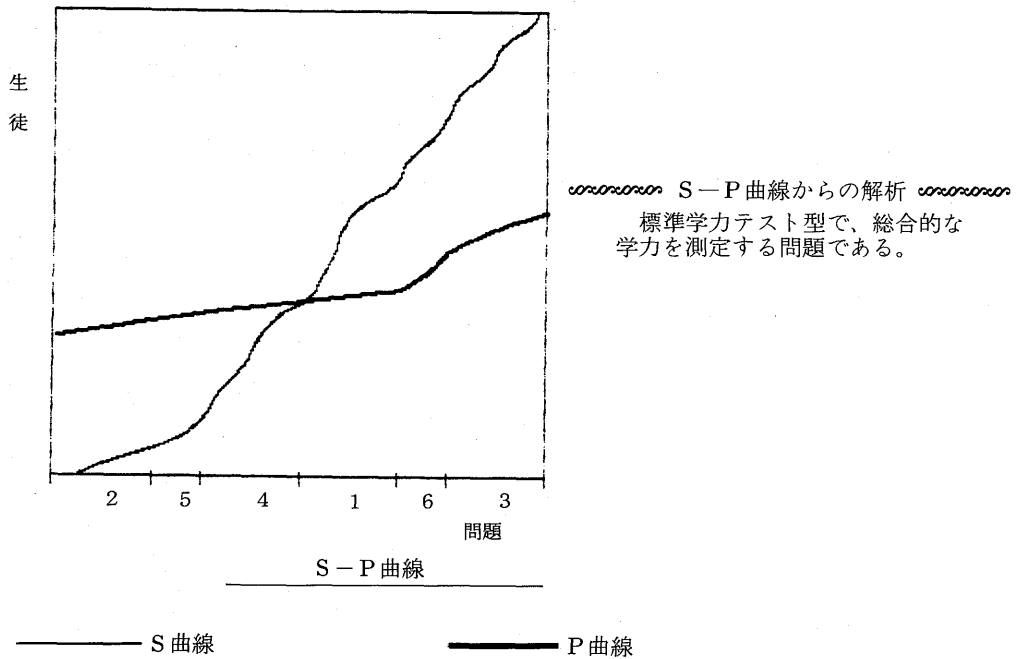
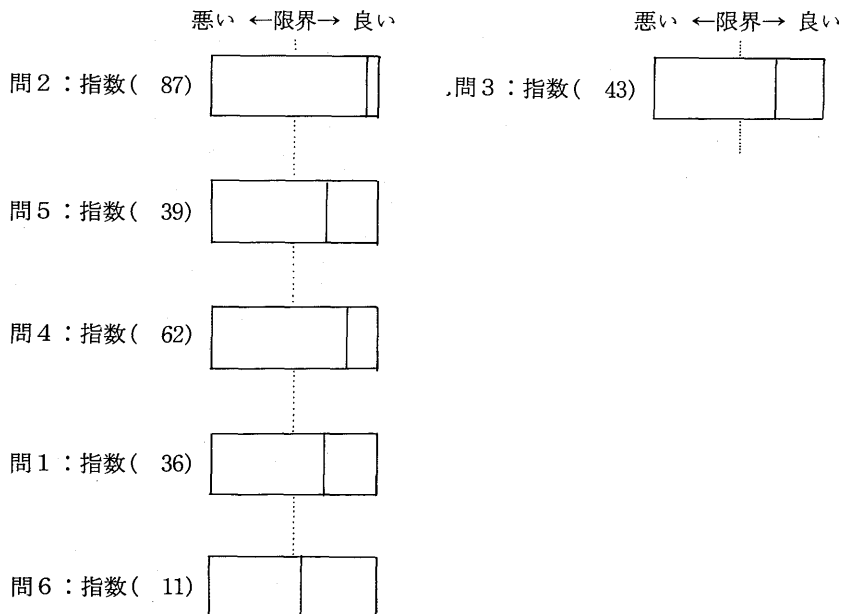


図-4.2 試験成績モデルの拡張S-P表

適性度解析



指数値が+100になれば、この問題は生徒の学力を知るうえで最も理想的な問題であり、指数値が0となる時が、その限界である。

従って指数値が負の値になれば、この問題は生徒の学力を知るうえにおいてあまり良い資料となりえない。指数値が-100になる時が最も矛盾している。

図-4.3 成績モデルの問題注意係数CP

であるから CP は良い点(87点)が出ている。完全反応パターンとの相違は学生0017と0015が入れかわっている点だけである。この評価法で80点は略々完全な反応を示した問題と見てよい。

(2) 問題6は一樣パターンに近い解答であるから CP はあまり良い点ではない(11点)。どの学生もまあまあの点がとれる問題であり、テストの目的が学生の理解度を明確に判断するという目的であるとするならば、あまり良い問題とはいえない。この評価法で10点以下となる問題は見直す必要がありそうである。

(3) 他の問題は概ね30~60点を示す。このような反応パターンは「普通」の問題とみてよさそうである。

(4) 以上をまとめると、

CP>80	略々完全反応パターン
60<CP<80	適正な問題
30<CP<60	普通の問題
10<CP<30	要注意
CP<10	問題を考えなおす必要がある。

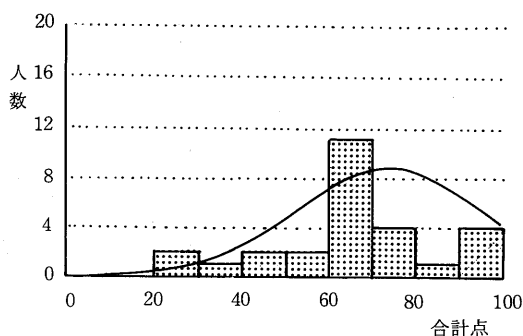
という結果が期待できそうである。

4-2 実データ評価例(その1:ドリル型)

筆者が専門学校で行なったドリル型設問の一例を表4.3に示す。2進数、10進数、16進数変換の計算で、授業を終った直後に黒板を消さないで20分間行った。生徒数は42名(うち3名は欠席)で、学籍番号は、支障があるので実番号とは変えてある。問題3は負数の計算でやや面倒である。055番の学生は異質であるが、監督などさほど厳しくは行っていないのでカンニングかも知れない。表を見る限りでは055番を含めた下位6名の学生は殆んど理解していないことが判かる。ヒストグラムを図4.4に示す。理解度(平均点)74.6点は良い成果である。

(a) 拡張S-P表の作成

拡張S-P表は図4.5となった。S曲線を



点数に対するヒストグラム

平均=74.64点

標準偏差=21.46点

図-4.4 ドリル型テストのヒストグラム

概観すると、この授業を完全に理解した学生は40%、殆んど判からなかった学生15%、残りは不正確ではあるが理解しているという3段階に大きく分かれている。P曲線では問題2はやさし過ぎるかも知れない。

(b) 問題注意係数 CP

図4.6となる。一般にドリル型テストでは完全反応パターンに近い反応を示すが、問題1と問題3は殆んど完全反応パターンであることを示している。

問題2はCPが31点で要注意に近い。

この例のようにドリル型でやさしすぎる問題は、これをテスト型と考えると不適当な問題となることがあるが、ドリルとテストは目的が違うので適用を誤まらないことが必要であることが判る。

表-4.3 ドリル型テストのS-P配列

***** S-P 表 ***** (フ ァ イ ル = c x - 1)

順位	学 籍 番 号	問 題			総得点
		2	1	3	
1	003	48	26	26	100
1	007	48	26	26	100
1	023	48	26	26	100
1	037	48	26	26	100
1	041	48	26	26	100
1	049	48	26	26	100
1	053	48	26	26	100
1	057	48	26	26	100
1	069	48	26	26	100
10	001	45	26	26	97
10	059	45	26	26	97
10	077	45	26	26	97
13	019	42	26	26	94
14	027	36	26	26	88
15	035	48	26	0	74
15	051	48	26	0	74
15	067	48	26	0	74
15	021	48	26	0	74
19	011	42	26	0	68
19	015	42	26	0	68
19	039	42	26	0	68
19	073	42	26	0	68
19	075	42	26	0	68
24	043	39	26	0	65
24	025	39	26	0	65
24	009	39	26	0	65
24	071	39	26	0	65
24	047	39	26	0	65
29	045	36	26	0	62
30	065	33	26	0	59
31	055	30	0	26	56
32	063	21	26	0	47
33	031	42	0	0	42
34	029	39	0	0	39
35	013	24	0	0	24
35	033	24	0	0	24
平均点 (点)		41.4	22.4	10.8	74.6
正答率 (%)		86.3	86.1	41.7	74.6

欠席者 3 人の学籍番号 : 005 , 017 , 061

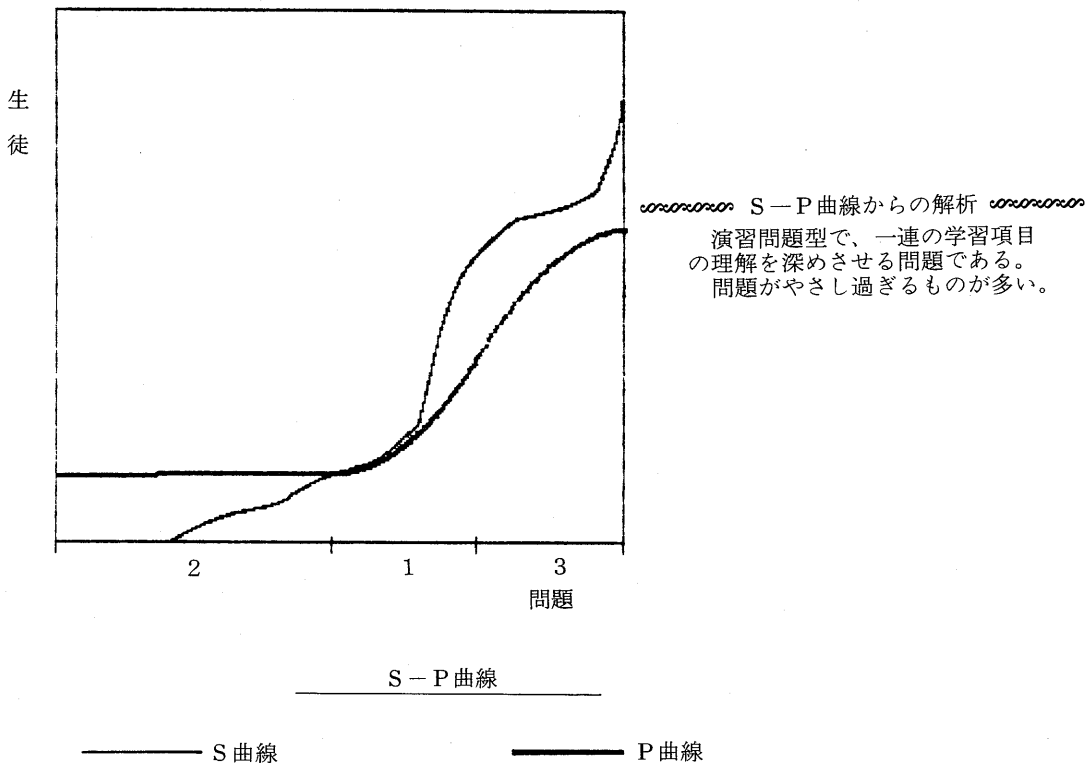
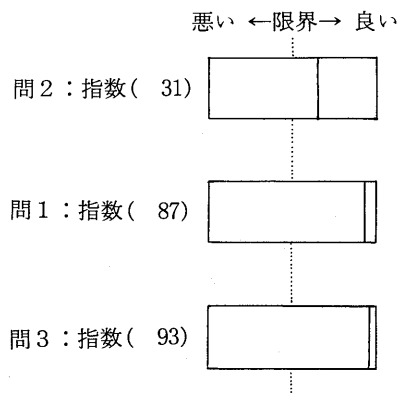


図-4.5 ドリル型テストの拡張S-P表

適性度解析



指数値が+100になれば、この問題は生徒の学力を知るうえで最も理想的な問題であり指数値が0となる時が、その限界である。

従って指数値が負の値になれば、この問題は生徒の学力を知るうえにおいてあまり良い資料となりえない。指数値が-100になる時が最も矛盾している。

図-4.6 ドリル型テストの問題注意係数CP

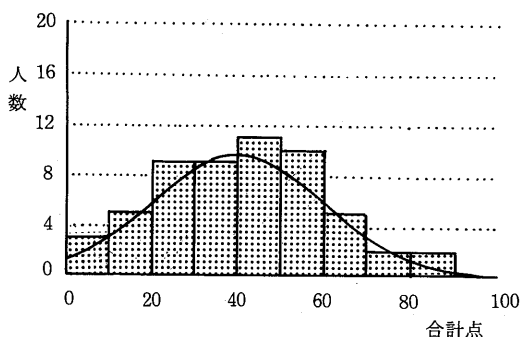
4-3 実データ評価例(その2:テスト型)

表4.4は大学で行なった期末テストのS-P配列を示す。学籍番号は同じく変えてある。受験した学生の半数(名簿の若い方)について解析した結果であるから学生数56名についてのS-P配列である。ヒストグラムを画くと図4.7となる。表4.4を見ると問題5と3は六ヶ敷過ぎた、特に問題3は正答率10%位で大多数の学生は手がつかないことが判る。一般にテスト型では学生の勉強の程度を略々正規分布の形で評価しようとするもので、ヒ

ストグラム上では100点満点として平均点50点、標準偏差20点ぐらいとなるのがよいとされている¹⁰⁾。このテストは平均点がやや低い。標準偏差は理想的で「良いテスト」であるといえよう。

(a) 拡張S-P表の作成

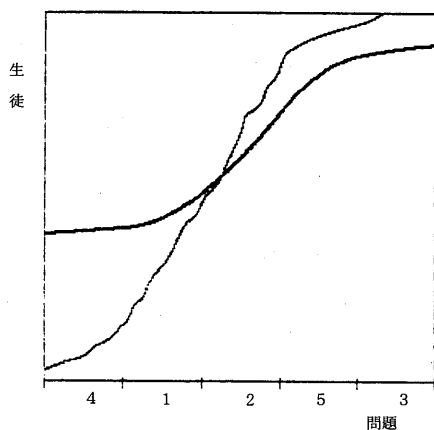
拡張S-P表は図4.8となる。P曲線が全体的に上の方にあるので、テスト全体は多少六ヶ敷かったことを示している。S曲線はS字型であるからヒストグラムを画けば正規分布に近いことが読み取れる。



点数に対するヒストグラム

平均=40.27点 標準偏差=19.66点

図-4.7 テスト型テストのヒストグラム



S-P曲線

~~~~~ S-P曲線からの解析 ~~~~~

標準学力テスト型で、総合的な学力を測定する問題である。多少難かしい問題が多い。

——— S曲線

——— P曲線

図-4.8 テスト型テストの拡張S-P表

表-4.4 テスト型テストのS-P配列

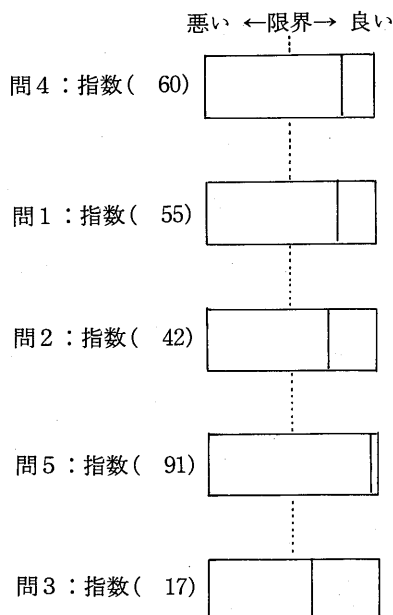
***** S-P 表 ***** (ファイル = k-5)

順位	学 籍 号	4	1	問 題 2	5	3	総 得 点
1	0325	20	18	20	20	7	85
2	0238	20	17	18	20	7	82
3	0326	20	18	10	20	7	75
4	0379	20	20	10	20	0	70
5	0282	20	16	10	20	0	66
6	0276	20	18	0	20	5	63
7	0304	20	20	20	0	0	60
7	0275	20	20	0	20	0	60
7	0407	15	20	20	0	5	60
10	0352	15	19	20	0	5	59
11	0231	20	18	20	0	0	58
12	0263	20	16	20	0	0	56
12	0215	20	16	20	0	0	56
14	0346	20	20	10	0	5	55
14	0350	15	20	15	0	5	55
16	0417	20	16	10	0	5	51
17	0274	20	20	10	0	0	50
17	0283	20	20	10	0	0	50
17	0360	20	20	10	0	0	50
20	0280	20	18	10	0	0	48
20	0336	20	18	10	0	0	48
20	0368	20	18	10	0	5	48
23	0409	0	19	20	0	7	46
23	0264	20	8	0	18	0	46
25	0210	20	18	0	0	7	45
25	0226	20	3	15	0	7	45
27	0367	0	3	20	15	5	43
28	0218	20	7	10	0	5	42
29	0361	20	20	0	0	0	40
29	0384	15	20	0	0	5	40
31	0456	0	19	20	0	0	39
32	0314	0	18	20	0	0	38
33	0385	20	15	0	0	0	35
33	0253	20	5	10	0	0	35
35	0321	20	14	0	0	0	34
36	0418	15	18	0	0	0	33
36	0249	0	8	20	0	5	33
38	0438	15	6	10	0	0	31
38	0347	0	13	18	0	0	31
40	0307	15	13	0	0	0	28
40	0206	0	8	20	0	0	28
42	0203	20	6	0	0	0	26
42	0239	20	6	0	0	0	26
44	0373	10	0	10	0	5	25
45	0245	0	16	0	0	7	23
46	0291	15	7	0	0	0	22
46	0200	10	12	0	0	0	22
48	0366	0	10	10	0	0	20
49	0272	15	3	0	0	0	18
49	0292	0	13	0	0	5	18
51	0267	0	13	0	0	0	13
52	0248	0	0	10	0	2	12
53	0227	10	0	0	0	0	10
54	0323	0	3	0	0	0	3
55	0262	0	0	0	0	0	0
55	0454	0	0	0	0	0	0
平均点	(点)	13.3	12.9	8.9	3.1	2.1	40.3
正答率	(%)	66.5	64.7	44.3	15.4	10.4	40.3

(b) 問題注意係数 CP

図4.9が得られた。30点以下の要注意は問題3である。問題3は拡張S-P表のP軸右にあり、正答率が低く且つこの問題に正答する学生の成績順位と、正答との相関は低く、要

注意の問題である。これと対照的なのが問題5である。問題5のCPは91点であり、略々完全反応パターンであることが判る。他の問題についてはCPは「普通」の値を示している。



指数値が+100になれば、この問題は生徒の学力を知るうえで最も理想的な問題であり、指数値が0となる時が、その限界である。
 従って指数値が、負の値になればこの問題は生徒の学力を知るうえにおいてあまり良い資料となりえない。指数値が-100になる時が最も矛盾している。

図-4.9 テスト型テストの問題注意係数CP

5. 研究成果のまとめと今後の研究課題

S-P表の基本的性質を極力損じないことを条件にし、任意の配点と採点を行なったテストの結果を評価する拡張S-P表の作成法と、その評価および新しく提案する問題の注意係数CPとその評価について報告した。今回報告の内容をまとめると、

1. 拡張S-P表の作成法に関する研究と報告
2. 新しく定義する問題注意係数CPに関する研究と報告
3. 上記1, 2の評価試験結果の報告

であり、評価試験の結果は概ね予期したとおりであり矛盾がなく本研究は更に進める価値がありそうである。本研究を進めるには更に多くのデータについて評価を行なわなければならないのは当然であるが、更に次の課題を研究する必要があると考えている。

1. 学期末試験等テスト型テストの目的は学生生徒の勉学と理解度を明確にするこ

とにあるとすれば、ドリル型テストと目的がはっきりと違っている。これらを同じ注意係数CPで扱えるものかどうかの研究

2. 拡張S-P表上で学生生徒の異質な解答パターンを定量的に求める注意係数、CSを如何に定義し得るかの研究
3. 「六ヶ敷すぎる」問題と「易しすぎる」問題の理論的な定義。これらは何れもテスト型テストでは不適当な問題といえる。何故なれば誰でも解ける、または誰にも解けない問題をテストしても意味がない。
4. 拡張S-P表上でと差異量Dの評価方法の研究

結 言

本研究はまだ緒についたばかりであるが、ここに中間報告をまとめた次第は、緒賢の御批判を頂きたいためである。プログラムはパソコン(OKI if-800/50)の8吋フロッピディスク上に

作ってあるので御所望の向きには御提供できるし、また評価を御希望のテストがあれば生データをいただければ4章のように御報告できるので申し出て頂きたい。今後研究が進めば順次御報告するつもりである。最後に本研究に御理解をいただき多くの有効な御助言を下さる電子工学科三上修教授と、プログラム作成と評価試験に協力いただいた1983年、84年度の佐々木研究室卒研究生の担当諸君に謝辞を述べて第一回の報告を終ることとする。

〔 参 考 文 献 〕

- 〔1〕 藤田広一著 「教育情報工学概論」 昭晃堂 (1975年)
- 〔2〕 藤田広一監修 「レスポンスアナライザーの使い方と記録の分析法」 教育工学社(1971年)
- 〔3〕 佐藤隆博著 「S-P表の作成と解釈」 明治図

書(1975年)

- 〔4〕 例えば日本電気㈱「学習診断授業分析SPEEDYシステム」
- 〔5〕 佐藤隆博他 「S-P表の性質に関する考察と因子分析」 信学会教育技術研資ET74-4 (1974-07)
- 〔6〕 平野利治他 「教育現場におけるS-P表の観察ポイントと利用例」 信学会教育技術研資ET74-4 (1974-07)
- 〔7〕 田淵芳満他 「愛知県教育センターにおける学習データ処理システムについて」 信学会教育技術研資ET75-3-14(1975)
- 〔8〕 平野利治他 「現場における学習データ処理のためのコンピュータ利用の試み」 信学会教育技研資ET73-3 (1973)
- 〔9〕 竹谷誠他 「ブリテスト・ポリテストへのS-P表処理法の応用」 信学会技報ET75-3-7(1975)
- 〔10〕 池田央 「客観式試験問題作成における配慮点」 電子通信学会誌 3 / '72 Vol. 55, No.3