

## [研究論文]

## 情報処理能力の低い学習者を抽出する簡便法

菊 沢 正 裕・山 川 修

## 要 旨

大学等の初年次生の情報処理に関する能力差が開きつつある。能力別クラス編成を導入しても、簡単なテストによる選別では、何れのクラスにも特別の指導が必要な学習者がいることが多い。この情報処理能力の低い学習者を学期の早い時期に見出す方法を研究する目的で、基礎知識を測るプレースメントテストと課題の成績を用いたクラスタリングを行い、学期を通じた学習者の情報処理能力特性を分析した。その結果に基づいて、基礎知識とタイピング能力という質的に異なる2測定値を用いることで情報処理能力の低い学習者を抽出できる可能性を示した。この測定値はともに学期当初に測定できるため早目の指導に有効である。また質的に異なる2測定値による抽出にはクラスタリングが有効であることを示した。

キーワード 情報教育、コンピテンシー、能力判定、タイピング、クラスタ分析

## 1. はじめに

大学等の初年次生にワープロなどの情報演習を提供するようになって久しい。この情報演習と類似の教育が、高等学校に教科「情報」として2003年に導入された。その履修者が大学等に進学した2006年度以降、基礎知識のばらつきが大きくなり、能力別クラス編成の必要性が指摘されている(西野2007)。本学では初年次生に対して日本語入力やインターネット利用の操作法に関する基礎知識をオンラインテストによって測定し、学部毎にA(Advance)、B(Basic)に2分した能力別クラス編成を実施している(山川ほか2006)。学期末には、このA、Bクラスの基礎知識の差は解消され、成績のクラス間差も特になく(Kikusawa *et al.* 2007)。しかしながら、何れのクラスにも成績が一段と低い集団が存在し、学期の早い時期に見出して特別に指導する必要があると考えている。そこで、本研究の目的は、この能力の低い集団を抽出する簡便法を提示することである。中嶋(2006)は、能力判定には教科「情報」の履修状況だけでなく、

---

受付日 2008.11.1

受理日 2008.12.15

所 属 福井県立大学学術教養センター

パソコンの日頃の利用度やタイピング能力などを調査することが有効としている。この点は重要と考えられるが、タイピング能力などの基準に関しては明示していない。また、Nakanishiら(2000)は、学期半ばに実技試験を行ってクラスを再編成し、後半の演習内容をクラスによって変えている。実技試験は有効だと考えるが、学期半ばに実施すると、学生を指導できる期間が短くなってしまう。そのため、本研究では、学期初めのプレースメントテストと特定の課題を基に、能力の低い学生を抽出する方法を提案した。この方法では、複数の質的に異なる測定値に基づきクラスターリングを行い、該当する学生を抽出する。最後に、この手法と、各々の測定値に基づき別々に該当する学生を抽出する場合の違いについても考察を行う。

## 2. 方 法

### 2.1 情報処理能力とその測定方法

#### (1) 情報処理能力

大学等の初年次に教える情報演習の目標は、ブラウザによる情報検索で資料を集め、ファイルを管理し、ワープロでレポートを書き、スライドを作成してプレゼンテーションできることであろう。この演習内容に関わる能力を「情報処理能力」とよぶことにする。そして、ここでは情報処理能力を、本授業で与える演習課題を遂行する「実践力」と、実践力を養う過程で備わる日本語入力やOSの基本操作などの「基礎知識」の両者をあわせた能力と定義し、その情報処理能力を一定レベルに到達させることを授業の目標としている。

#### (2) 基礎知識の測定

日本語入力、Windows操作、インターネット利用の3分野から各10問、計30問(全問選択単答方式)からなるオンラインテストによって基礎知識を測定する。表1に設問の1例を示す。詳細は山川ら(2006)を参照されたい。

表1 基礎知識の測定テストの設問例

日本語入力問題	入力した文字を「確定」前に全角のカタカナに変換するにはどのキイを押せばよいか。
Windows操作	ファイル名の拡張子とはなにか。
インターネット利用問題	インターネット上のクッキー(Cookie)の説明で適切なものを選べ。

以下では、初年次の前期1週目の測定値を「事前の基礎知識」とよぶ。この測定値は、学部毎に高低の2群にわけて能力別編成に利用する。また、自己点検の目的で学期末に同じテストを行い、その測定値を「事後の基礎知識」とよぶ。事後の基礎知識は、成績を意識せず課題を遂行する過程で自然に身につくように、成績評価の対象としていない。なお、両測定値は、項

目応答理論 (Item Response Theory) に基づく項目応答関数から計算される IRT スコアに換算する。これは、一部のテスト項目を変更して別の集団にテストした場合でも、共通の尺度上で被験者の能力を推定することができ、複数年度にわたっての調査に適するからである。

以後、事前の基礎知識と事後の基礎知識を表す IRT スコアを、それぞれ p-score、および a-score と記す。

### (3) 実践力の測定

タイピング、ワープロ文書作成、スライド作成、HTML 文書作成の 4 課題の得点 (各 25 点)、または合計点 (100 点) を実践力の尺度とする。実践力は、テストによる測定値ではないので他の助力を得ることもあろうから、成績と無関係の事後の基礎知識と併せて判断する必要がある。タイピング能力は、10 レッソンの修了で 60%、各レッスンの速度と正確度が基準を超えると加点する方式で評価し、他の 3 課題の成績は、基本スキルを習得していない場合に未習得のスキルの数によって減点し、応用スキルの適用数に応じて加点するなど、客観性の高い採点基準を設けた。

## 2.2 データ

学期初めのオンラインテストの得点によって、学部毎に上位半数をクラス A、下位半数をクラス B とする能力別編成を導入している。分析の対象は、経済学部と生物資源学部の各々 A と B の計 4 クラス、138 名である。学習者の事前と事後の基礎知識の分布を図 1 に示す。事前の基礎知識 (p-score) は事後の基礎知識 (a-score) に比べ低くばらつきが大きいことが分かる。演習によって、IRT スコアの平均値が約 30% 向上し、標準偏差が 40% 減少している。また、クラス A とクラス B の間にみられる事前の p-score の有意差は、事後の a-score では解消される。

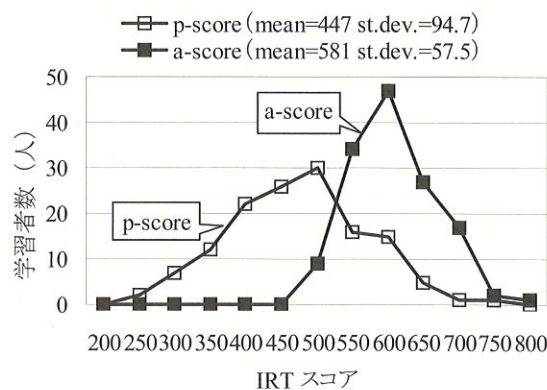


図 1 事前 (p-score) と事後 (a-score) の基礎知識の特性

## 2.3 クラスタリング

事前の基礎知識が低くても最終的に高い実践力を得る者がいる一方で、事前の基礎知識が高くても実践力が身につかない者もいる。よって学期を通じて十分な情報処理能力を獲得できない学習者を、事前の基礎知識だけで選別することは難しいと考える。あえて選別するとしても、何点以下といった基準値を定め難い。

ここではまず、情報演習における課題等すべての測定値を変数とするクラスタリングを行い、基礎知識や実践力の特性をクラスレベルで分析する。次に、その特性に基づいて、学期の早い時期に測定できる演習項目を用いたクラスタリングによって情報処理能力の低い学習者の抽出が可能かどうかを検討する。次の手順でクラスタリングを行った。

表2は、事前と事後の基礎知識、実践力（4課題の合計点）、教材閲覧頻度の4変数を用いて行った因子分析（主因子法、プロマックス回転）の結果得られたパターン行列である。両学部ともに主因子は2つであるが、変数「実践力」の寄与率に違いが見られる。そこで、以下では、学部特有の学習者特性を配慮して分析することとした。因子分析で得られた因子得点に基づくクラスタ分析では、クラスより小さい規模を念頭にデンドログラムより抽出クラスタ数を割り

表2 因子分析のパターン行列

### 経済学部

変数	第1主因子	第2主因子
a-score	0.791	0.093
p-score	0.563	-0.215
実践力（4課題点）	0.071	0.790
教材閲覧頻度	-0.194	0.506

因子間相関係数 0.401

### 生物資源学部

変数	第1主因子	第2主因子
a-score	0.485	0.214
p-score	0.948	-0.189
実践力（4課題点）	0.501	0.328
教材閲覧頻度	-0.041	0.744

因子間相関係数 0.458

表3 各クラスタの人数特性

学部	クラス	人数	学部内の割合	クラスAの人数	クラスBの人数
経済	E1	9	14%	6	3
	E2	38	60%	18	20
	E3	16	25%	6	10
生物資源	B1	10	13%	5	5
	B2	52	69%	30	22
	B3	13	17%	0	13

出す。表 3 に、経済学部と生物資源学部で抽出されたそれぞれ 3 つのクラスタ E1、E2、E3、および B1、B2、B3 の人数特性を示す。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 クラスタの特性

本節では、表 3 に示す 6 つのクラスタについて、その基礎知識や実践力の特性を考察する。図 2 では、事前の基礎知識を基準に、事後の基礎知識を比較する。●が経済学部のクラスタ、■が生物資源学部のクラスタで、記号の中心がクラスタを構成する学習者の基礎知識の平均値を表す。誤差棒は負側標準偏差である。

基礎知識は事前と事後ともに、経済学部では 1 つの高い集団と 2 つの低い集団に分かれ、生物資源学部では 2 つの高い集団と 1 つの低い集団に分かれる。この基礎知識の高い集団と低い集団の平均値には有意差がある。また、基礎知識のクラスタ平均値は、事前と事後の間で比例関係 ( $r^2=0.82$ ) にあり興味深いのが、標準誤差が大きいので特筆に値しない。

図 3 では、事前の基礎知識を基準に、実践力を比較する。今度は、4 つの実践力が高い集団と 2 つの低い集団に分かれる。詳しく見ると、クラスタ E1、E2、B2 の平均値間には統計的な有意差はなく、それらより B1 が有意差をもって高く、クラスタ E3、B3 の実践力は、他の 4 クラスタのそれと有意差をもって低い。

クラスタ E3、B3 には、本稿の目的の情報処理能力の低い学習者が相当数含まれると推察される。そこで、表 4 に、4 課題それぞれの測定値、その合計値、事前事後の基礎知識の 7 測定項目のクラスタ平均値を比較した。そのすべての項目にわたって、クラスタ E3 と B3 の測定

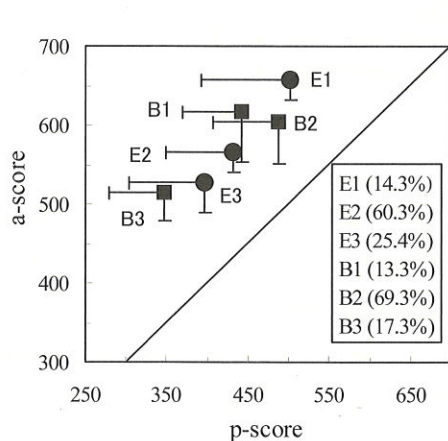


図 2 事前 (p-score) と事後 (a-score) の基礎知識のクラスタ分布 (誤差棒は負側標準偏差)

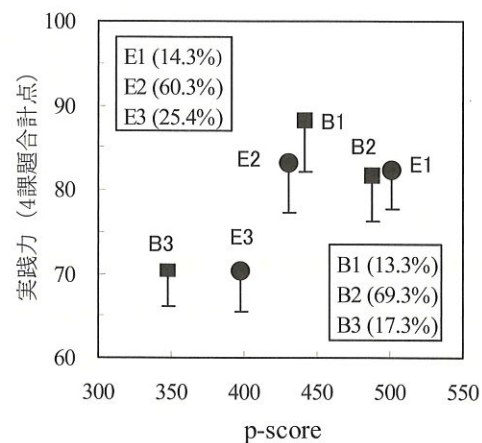


図 3 事前の基礎知識と実践力のクラスタ分布 (誤差棒は負側標準偏差)

値が低いこと、特に最初の課題であるタイピング能力が低いことが注目される。

### 3.2 情報処理能力の低い集団の抽出

学期の早い時期に情報処理能力の低い集団を抽出するには、クラスタ E3 と B3 を抽出した時のように、全ての課題が終了する学期末を待ってクラスタ分析を行うわけにはいかない。そこで事前の基礎知識と最初の課題であるタイピングの成績を変数としてクラスタリングした。結果を表 5 に示す。基礎知識とタイピングの 2 測定値からクラスタリングされた成績低群 20 人の測定値は、表 4 の E3、B3 のそれと類似の傾向を示す。表 5 (e) の 4 課題合計値 70.8 も表 4 の E3、B3 のそれとほぼ同じ程度である。一方、タイピングの直後に学ぶワードの成績と基礎知識の 2 測定値によるクラスタリングを行うと、低群 124 人、高群 14 人と大半が低群になる。これは、ワードが「不得意な少数ではなく得意な少数がいる演習項目」であることを示し、能力の低い集団の抽出には利用できない。

表 4 情報処理能力のクラスタ別比較

クラス	(a)タイピング 速度・正確 度 (25点)	(b)ワープロ 文書作成 (25点)	(c)スライド 作成 (25点)	(d)HTML 作成 (25点)	(e)4課題 合計 (100点)	(f)a-score 平均値	(g)p-score 平均値
E1	23.3	19.4	21.9	17.8	82.3	657	502
E2	23.4	19.2	21.8	18.7	83.1	565	431
E3	19.8	17.2	18.5	14.7	70.2	527	397
B1	24.7	21.3	22.3	20.0	88.3	617	442
B2	22.2	20.6	20.9	18.0	81.7	604	488
B3	18.7	18.1	17.6	16.1	70.5	515	348

表 5 事前の基礎知識とタイピング能力から抽出した 2 群の特性

クラス区分	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
低群 (20人)	17.3	18.3	19.0	16.2	70.8	536	346
高群 (118人)	23.0	19.8	21.0	18.1	81.9	588	463

注 (a)(b)・・・(g)は表 4 の項目に対応する

基礎知識とタイピングによって抽出した能力の低い集団（表 5 の 20 名）と、基礎知識と全課題によって抽出された能力の低い集団（E3 と B3 の 29 名）は完全には重ならない。E3 と B3 に属する 29 名のタイピングや p-score（図 2）の平均値は、相対的に低いものの同図の誤差棒が示すように、クラスタ内で幅がある。29 名のうち 9 名は、タイピングや p-score がとりわけ低くはないが多くの課題が低いために抽出された学習者であり、提案するタイピングと p-score によるクラスタリングによって抽出されなかったと考えられる。

学期初めに測定できるタイピングと p-score によって、学期当初に手を差し伸べるべき学習

者を抽出できる可能性があることが分かった。最後に、それらの学習者が全体の学習者のなかでどのような位置にあるか、またクラスタリングを使わずに抽出できないかについて調べる。

図4は、p-score とタイピング能力値を全学習者についてプロットし、そのうち表5の低群の学習者を□でマークしたものである。表5の低群は、p-score もタイピング能力も低い学習者と、何れかの測定値が低い学習者から構成されることが分かる。即ち、p-score が教科「情報」などで学ぶ基礎知識であるのに対し、タイピング能力は中嶋（2006）の指摘する「日頃のパソコン利用度」に近い実技能力で、両者が質的に違う尺度であることを示す。この分布をみる限り、タイピングや基礎知識のスコアに閾値を当てはめ、ここに抽出した20名を抽出することは困難である。すなわち、クラスタリングなしに能力が低い学習者を合理的に抽出することは難しい。よって、提案する手法の有効性は高いと考える。

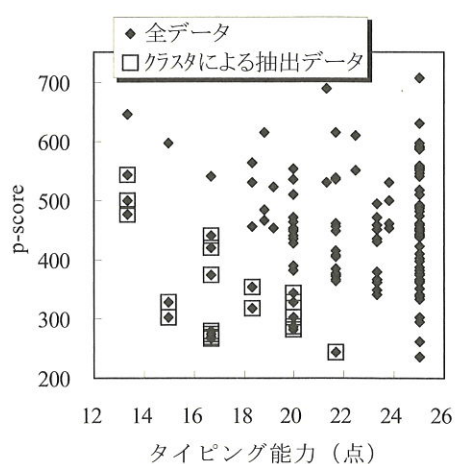


図4 学習者の2測定値分布

#### 4. まとめ

- (1) 初年次生の情報処理能力特性をクラスタリングによって明らかにした。
- (2) 学期を通して情報処理能力が低い学習者を、クラスタリングによって学期の早い時期に抽出できる可能性がある。
- (3) 能力の低い学習者の抽出には、基礎知識とタイピング能力が有効であるが、両者が質的に異なる尺度であるため、クラスタリングが必要、かつ有効であると思われる。

#### 謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金、基盤研究（B）（課題番号 18300290）の助成を受けて行われた。

## 参考文献

- KIKUSAWA, M., YAMAKAWA, O. and TANAKA, T. (2007) Analysis of Students' Achievement in Computer Literacy focusing on Their Prior Knowledge. *Proceedings of the Seventh IASTED International Conference, Web-based Education*: 155-159
- NAKANISHI, M. and HARADA, A. (2000) Ability Grouping for Teaching Computer Literacy Classes. *World Conference on Educational Multimedia, Hyper-media and Telecommunications*: 785-790
- 中嶋輝明 (2006) 2006 年度入学生のパソコン利用経験と入学時のプレースメントテスト得点との関連性. 平成 18 年度情報教育研究集会講演論文集 : 341-344
- 西野和典 (2007) 高校普通教科「情報」の緊急課題. 教育システム情報学会第 32 回全国大会ワークショップ B (情報教育特別委員会)
- 山川修, 田中武之, 菊沢正裕 (2006) 項目応答理論を利用した能力別編成クラスの効果測定. 日本教育工学会 第 22 回全国大会講演論文集 : 975-976