

科学的推論能力テストと大学入試センター試験の比較分析

大学入試センター研究開発部 林 篤裕, 内田 照久, 石塚 智一, 前川 眞一

1. はじめに

自然科学分野に必要な論理思考に関する能力を測り、受験者の問題解決特性を把握する試験として科学的推論能力テスト (Science Reasoning Test) と言うものがある。このテストは従来の学科試験とは異なり、提示された資料をもとにそれを読み解いて問題解決を行うタイプの試験である。

今回、我々はこの科学的推論能力テストについて、大学1年生を対象とした測定実験を行うことができたので、その実施結果を報告する。また、この科学的推論能力テストを通して測られる能力と、現在実施されている大学入試センター試験によるそれとが、どのような関係にあるかを検討するために、両者の比較分析も行う。

2. 「科学的推論能力テスト」とは

アメリカにある非営利法人 ACT, Inc. (American College Testing, Inc.) が提供し、合衆国内で広く使用されている大学入学試験の1つに ACT アセスメント・プログラム (ACT Assessment Program, AAP) がある。この試験は、大学水準の教育を受講するに足るだけの能力を有しているかを査定することを目的としており、年6回実施され合計約150万人の学生が受験している。

このAAPの中で学力に関わるテストは、英語、数学、読解、科学的推論能力テストの4つから成っており、順に70問 (45分)、60問 (60分)、40問 (35分)、40問 (35分) の多肢選択型設問を解答するようになっている。

今回取り上げる科学的推論能力テスト (Science Reasoning Test) はこの中の一つであり、自然科学に必要な判断能力、分析能力、評

価能力、論理性を測るものである。個々の Passage (大問) は、科学的な情報を提示する資料部分と、それに続く幾つかの多肢選択式の設問群とから構成されている。なお、解答に計算機の使用は認められていない。

このテストにおける科学的な情報を提示する部分は、以下の3種類のいずれかの形式が用いられている。第1の形式「データによる表示 (Data Representation)」は、科学雑誌や本に掲載されているようなグラフや表の形で資料が与えられる。この形式と関連して与えられる設問は、グラフの読み取り、散布図の点の解釈、表に表わされている情報の解釈といった能力を測るものである。第2の形式「研究の要約 (Research Summaries)」では、受験者に1つまたはそれ以上の関連した実験が示され、実験デザインや実験結果の解釈に重点を置いた設問が出題される。第3の形式「相反する観点 (Conflicting Viewpoints)」では、受験者にいくつかの仮説や視点が示されるが、それらは異なる情報や不完全なデータによって述べられており、互いに矛盾する。この場合の設問は、ある視点や仮説を理解、分析し、比較することに焦点が置かれている。

科学的推論能力テストの設問は、受験者が科学的思考を用いて答えに辿り着くことを求めている。受験者は、提供された情報をもとに関連する概念を発見・把握し、理解しなければならない。また、場合によっては、そこにある情報と各自で引き出した結論や明らかになった現象との関係を、批判的に吟味しなければならないこともある。そして、与えられた情報を一般化し、新たな情報を獲得し、結論を引き出したり予測を立てたりしなければならない。

特定の科学領域についての事実を知っている

かどうかということよりも、提示された情報から科学的論理思考を行う能力があるかどうかを測ることができるという点で、この科学的推論能力テストは、大学の入学判定資料としても有効に活用されている。

3. 実験方法

今回、ACTの承諾を得て科学的推論能力テストの一つの版を利用する機会を得た。そこで、このテストを522名の大学1年生に45分間で解答してもらった。テストは全部で7つのPassage（総設問数40）から構成されており、オリジナルは英語で記述されている。今回は、前半は英語

のままとし、後半3つを和訳した「英語/日本語冊子（ej冊子）」と前半3つを和訳し、後半は英語のままとした「日本語/英語冊子（je冊子）」の2種類を用意した。したがって、Passage 4はどちらの冊子でも英語のままである。また、Passageの提示順についても、Passage 1から7の順で提示する冊子と、この逆順で提示する冊子を用意した。被験者の属性としては「文系」と「理系」があり、これらなるべく均等になるように割り付けた。

今回利用した科学的推論能力テストのPassage毎の題材を表1に示す。

表1. 各Passageで取り扱われている題材

大問番号	設問数	取り扱われている題材	関係するトピック
Passage 1	5	元素の同位体	物理、化学
Passage 2	6	光合成によるCO ₂ の収支	生物
Passage 3	5	原生動物の分類	生物
Passage 4	7	重力の測定方法の検討	物理、地学
Passage 5	6	放射性元素の半減期による年代測定	物理
Passage 6	6	ビタミンCの含有量測定	化学
Passage 7	5	振り子の運動	物理

4. 科学的推論能力テストの解答結果

正答数分布は平均正答数（25.6）を中心に、11から40の範囲ではほぼ対象な分布となった（図1）。各属性ごとの正答率の表と図を、表2、3及び図2、3に示す。

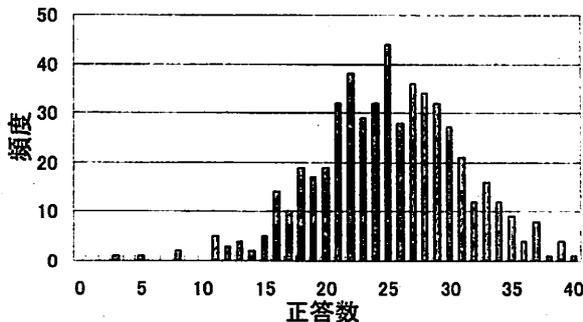


図1. 正答数ごとの頻度

これらから判ることは以下のようなことである。

(1) 取り扱っているテーマが理科の科目であっ

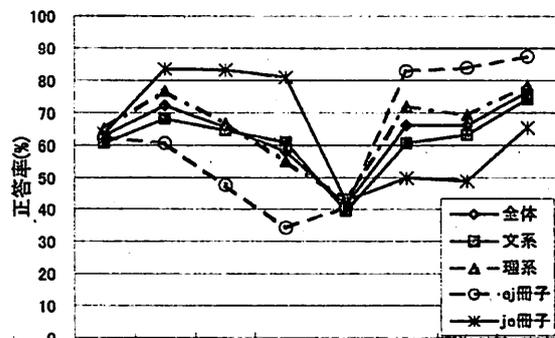


図2. 各属性ごとの正答率（1）

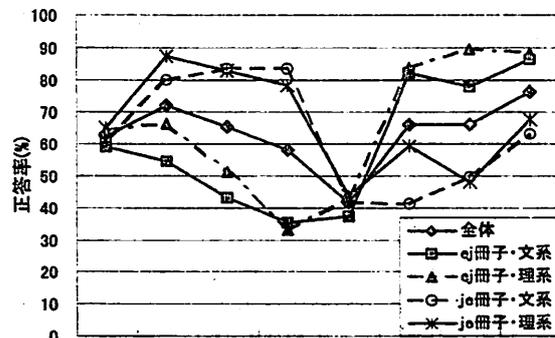


図3. 各属性ごとの正答率（2）

たためか、文系学生は理系学生に対して平均的に2設問分程度正答数が少ない。しかし、Passage単位で見ると、文系学生の方が成績が良いものもある。

(2) 英語と日本語のPassageの正答率を比較すると35ポイント前後、最大で50ポイント近い差があることからすると、日本語では平易な設問となっていることが判る。

(3) Passage 4は英語でしか出題されていないので、成績は良くない。また、各群で条件が同じなのが影響してか、どの群でも正答率はほぼ40%になっている。

(4) 文系/理系、ej冊子/je冊子の組合わせで見ると、理系でje冊子を割り当てた群が一番成績が良く、以下順に、理系でej冊子、文系でje冊子、文系でej冊子と続いている。

(5) Passageの提示順の関係を調べたところ、後で提示されるPassageの方が成績が悪くなっているということから、解答の時間が不足することによる未着手Passageが発生しているものと推察される。なお、実験全体では、提示順を反転したもののほぼ同数割り当てであるので、テスト全体では提示順の影響は相殺されていると考えられる。

(6) 文系/理系、ej冊子/je冊子、Passage昇順/降順の3因子について、交互作用を含めた分散分析を行ったところ、文系/理系因子が有意であった ($F(1,515) = 13.76, p < 0.01$)。したがって、理系受験者の成績の方が全体的に高いと言える。

5. 科学的推論能力テストとセンター試験の理科科目との比較

科学的推論能力テストは理学的内容を題材に取り扱った試験であるので、被験者の理科科目の能力との関係を調べてみた。

今回、被験者には、科学的推論能力テスト以外に大学入試センター試験の一部科目も受験してもらっており、特に、理科科目については、各自の入試受験時にどの理科科目を選択したかを事前に聴取し、その中の1科目を受験しても

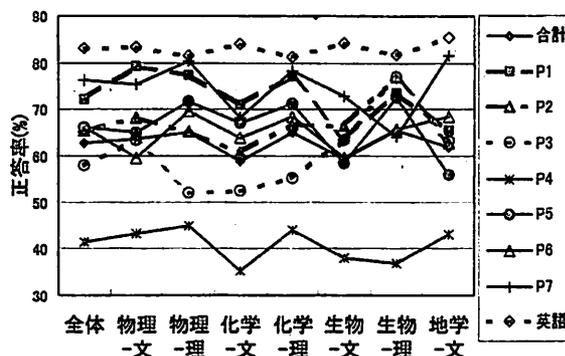


図4. 理科受験科目ごとの正答率

らっている。

理科科目の受験時選択パターン毎の科学的推論能力テストの成績を算出してみた。同じ理科科目を選択していると言っても、文系/理系で学習特性が異なると思われるので、これも含めて分類を行った。理科受験科目ごとの成績を表4と図4に示す。

この結果から、例えば、生物の一單元である光合成を取り扱ったPassage 2や、原生動物の分類を取り扱ったPassage 3では、生物選択者の成績が若干良く、また、物理や化学の一分野である元素の同位体を取り扱ったPassage 1では、物理や化学の選択者の成績が良くなっているようである。

しかし、生物を選択した学生の中で、生物のセンター試験の成績と、Passage 2の成績を比較してみたが、有意な相関は認められなかった。同様に他の3科目を含めていずれも強い関係は見いだせなかった。

つまり、大学受験時の理科科目の選択パターンと科学的推論能力テストの成績には若干の関係があるようだが、その選択科目の成績と科学的推論能力テストの成績の間には直接的な関係が認められないということになる。

また、英語の成績は各群で差異がないことから、各群が均等に割り付けられていることが判る。ここで科学的推論能力テストを大学入試センターの理科科目の成績と英語で説明する回帰分析を行ったところ、有意な関係が認められたのは英語だけであった。これはテストの半分以上

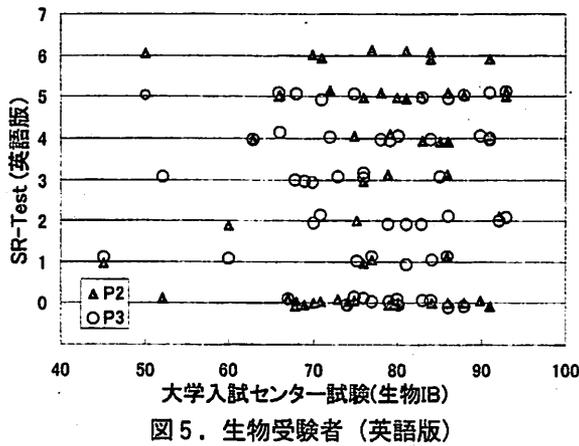


図5. 生物受験者(英語版)

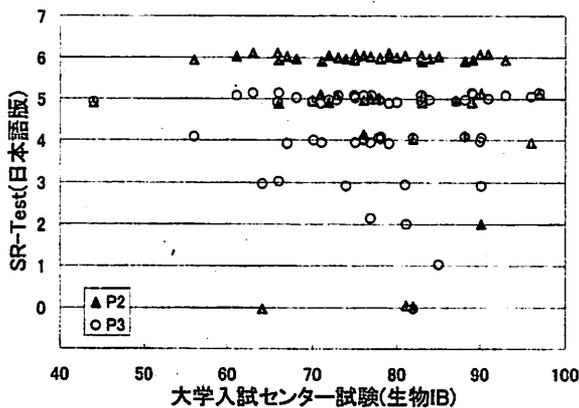


図6. 生物受験者(日本語版)

が英語で記述されていることからしても納得のいく結果と言える。

さらに、生物を選択した学生の中で、Passage 2や3を英語で受験した被験者の成績について、大学入試センター試験の生物IBの成績と比較してみたが、両者には目立った関係が見られない(図5)。

また、同様に両Passageを日本語で受験した者については、科学的推論能力テストの成績が満点付近に集中していることから、Passageそのものが易しかったために多くの学生が満点に集中してしまうという識別力に欠けた状態、いわゆる“天井効果”が出ていると思われ、両者の相関関係は現状では不明である(図6)。

これらのことから、現段階では、大学入試センターの理科科目選択パターンと科学的推論能力テストの成績の間に関係があるということが見い出されるに留まり、両者は自然科学分野に必要な能力の異なった側面を測定している可能

性については今後の検討が待たれる。

6. 今後の課題

従来型の理科科目試験と、科学的推論能力テストを比較するために、大学1年生に対して調査を行い、その解答結果を解析した。

現在のところ、従来型の理科科目成績との関係を見いだすところまでには到ってなく、今後の更なる調査が必要なことが認識された。なお、今回の調査では、Passageの解答順(取り掛かった順番)についても回答してもらっているの、これも含めた解析を今後行っていく。また、従来型の理科科目試験については1科目しか解答していないデザインになっていたものを、今後は受験科目を理科2科目にすることや、数学や国語を加えることによってより目的に副った実験デザインとし、一層深く探求していく予定である。

著作権と謝辞

本研究で利用したScience Reasoning TestはACT Inc.の著作物である。今回我々はACT Inc.に使用承諾を得て利用させてもらった。これらの交渉の際にはJames Maxey氏に仲介の労を取っていただいた。本研究の遂行にご協力いただいたACT Inc.とJames Maxey氏にこの場を借りて感謝します。

参考文献

- [1] ACT, Inc. (1997), ACT Assessment Technical Manual.
- [2] James Maxey, 内田照久(訳)(2000), 米国の大学入学試験ACTアセスメント(AAP)の概要, 1997, 98, 99年度文部省科学研究費補助金・基盤研究(B)(2)(国際学術研究), 「大学入試における総合試験の国際比較研究—我が国の入試改善に向けて—」, 研究代表者 藤井光昭, 研究成果報告書(課題番号 国09041041) 56-65.
- [3] 藤井光昭, 岩坪秀一, 荒井克弘(2000), 米国

SATとACT (Science Reasoning Test) について、1997、98、99年度文部省科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2) (国際学術研究)、「大学入試における総合試験の国際比較研究 一我

が国の入試改善に向けて一」, 研究代表者 藤井光昭, 研究成果報告書 (課題番号 国09041041) 7-22.

表 2. 各属性ごとの正答率 (1)

Passage	Item数	全体(522名)		文系(264名)		理系(258名)		e冊子(257名)		e冊子(265名)	
		平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率
合計	40	25.10	62.7	24.20	60.5	26.02	65.0	24.80	62.0	25.39	63.5
P1	5	3.61	72.2	3.39	67.8	3.84	76.7	3.03	60.6	4.17	83.5
P2	6	3.93	65.5	3.86	64.4	4.00	66.7	2.85	47.5	4.98	83.0
P3	5	2.90	58.0	3.04	60.8	2.76	55.1	1.71	34.2	4.05	81.1
P4	7	2.91	41.5	2.77	39.6	3.05	43.5	2.82	40.4	2.98	42.6
P5	6	3.97	66.2	3.64	60.6	4.31	71.8	4.98	83.0	2.99	49.8
P6	6	3.97	66.2	3.79	63.1	4.16	69.3	5.04	83.9	2.94	48.9
P7	5	3.81	76.2	3.71	74.2	3.91	78.3	4.37	87.3	3.28	65.5

表 3. 各属性ごとの正答率 (2)

Passage	Item数	全体(522名)		e冊子・文系(125名)		e冊子・理系(132名)		e冊子・文系(139名)		e冊子・理系(126名)	
		平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率
合計	40	25.10	62.7	23.64	59.1	25.89	64.7	24.71	61.8	26.15	65.4
P1	5	3.61	72.2	2.72	54.4	3.33	66.5	3.99	79.9	4.37	87.5
P2	6	3.93	65.5	2.60	43.3	3.08	51.4	5.00	83.3	4.96	82.7
P3	5	2.90	58.0	1.78	35.5	1.65	33.0	4.18	83.6	3.91	78.3
P4	7	2.91	41.5	2.62	37.5	3.02	43.1	2.90	41.4	3.08	44.0
P5	6	3.97	66.2	4.93	82.1	5.03	83.8	2.47	41.2	3.56	59.3
P6	6	3.97	66.2	4.68	78.0	5.37	89.5	2.99	49.8	2.88	48.0
P7	5	3.81	76.2	4.31	86.2	4.42	88.3	3.17	63.5	3.39	67.8

表 4. 理科選択科目ごとの正答率

Passage	Item数	全体(522名)		物理-文(30名)		物理-理(222名)		化学-文(67名)		化学-理(243名)		生物-文(99名)		生物-理(34名)		地学-文(70名)	
		平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率	平均正答数	正答率
合計	25.10	62.7	25.50	63.8	26.03	65.1	23.57	58.9	26.01	65.0	23.71	59.3	26.24	65.6	24.76	61.9	
P1	3.61	72.2	3.97	79.3	3.87	77.5	3.55	71.0	3.86	77.2	3.17	63.4	3.68	73.5	3.27	65.4	
P2	3.93	65.5	4.10	68.3	3.91	65.2	3.64	60.7	4.01	66.8	3.99	66.5	4.62	77.0	3.77	62.9	
P3	2.90	58.0	3.17	63.3	2.60	52.1	2.63	52.5	2.76	55.2	3.17	63.4	3.85	77.1	3.16	63.1	
P4	2.91	41.5	3.03	43.3	3.14	44.8	2.46	35.2	3.07	43.9	2.67	38.1	2.59	37.0	3.01	43.1	
P5	3.97	66.2	3.90	65.0	4.31	71.8	4.03	67.2	4.28	71.3	3.51	58.4	4.35	72.5	3.36	56.0	
P6	3.97	66.2	3.57	59.4	4.18	69.7	3.84	63.9	4.11	68.5	3.57	59.4	3.94	65.7	4.11	68.6	
P7	3.81	76.2	3.77	75.3	4.01	80.3	3.42	68.4	3.91	78.3	3.64	72.7	3.21	64.1	4.07	81.4	
英語	166.09	83.0	166.90	83.5	162.99	81.5	168.04	84.0	162.50	81.3	168.37	84.2	163.47	81.7	170.97	85.5	