

【ノート】

入試で課す「理科実験」は志願者の適性を明らかにするのか

——愛媛大学スーパーサイエンス特別コースにおける試み——

井上敏憲，武岡英隆，林 秀則，高井和幸（愛媛大学）

愛媛大学が設置しているスーパーサイエンス特別コースのAO入試では「理科実験」を採用している。これはアドミッションポリシーに掲げる「科学的思考力や論理的思考力」を「理科実験」で評価するという趣旨であるが、その有効性の検証は行っていなかった。今回は過去問題を使用して、高校新卒者に「理科実験」を行わせ、答案に相当する実験レポートを作成させた。採点后、新卒者の出身高校教員と意見交換を行った結果、志願者の適性を判断する上で「理科実験」は有効であることが示唆された。

1 はじめに

平成17年度から愛媛大学に設置されているスーパーサイエンス特別コースは、研究者の育成を目的として学部横断型の学士課程教育を行っている。また、入学者選抜にはAO入試のみを採用している。

今回取り上げるAO入試¹⁾では、調査書、志願者評価書、志望理由書によって、一次選抜を行い、その合格者に対して、「講義を受けてのレポート」、「理科実験」、「面接」を課す。「理科実験」を課す目的は募集要項によれば、「科学的思考力・理解力・発想力などを評価する」ためである。「理科実験」には2方式がある。タイプ1では簡単な科学実験又は作業を行い、操作方法、結果、考察をレポートにまとめる。タイプ2²⁾では提示された課題に対して、推論、考え方を論述する。これらは選択問題³⁾であり、志願者は出願時に希望するタイプを届け出る。

どちらのタイプであっても、解答用紙に文字や図等の記述を要求するものであり、この点では、一般的な入試方法である「小論文」に類似する。しかし、「理科実験」には実験や作業が含まれるという点⁴⁾が「小論文」とは異なるのは当然として、試験官が「理科実験」の時間帯に受験者の行動を観察して採点に反

映させたり、翌日の「面接」において「理科実験」に関連した質問をするという点も「小論文」にはない特長である。

入試科目としての「理科実験」は準備や実施に要するコストが大きく、多人数が受験する一般入試等で採用することはまず不可能である。しかし、AO入試のように小さな募集単位では、応募書類による一次選抜を組み合わせることで、実施が可能になる。本特別コースを構成する3コースの個々の募集人員は現在、最大でも4名⁵⁾であり、「理科実験」の採用が可能な規模である。

筆者らは、本特別コースの設置準備に携わり、入試方法についても議論を重ねてきた。最終的に「理科実験」を採用したのは次のような利点を重視したからである。

- 過去の成果（課題研究等）が必要とされない。
- 「ポスター発表」等で必要となる事前準備やプレゼンテーションのスキルが不要である。
- レポートを作成させることで、日本語の作文力の評価が可能である。
- 学習環境（在籍高校や指導教員等）の影響が比較的小さい。
- 集中力、機敏さ、手先の器用さなどを観

察できる。

これに対して、デメリットも存在する。例えば、時間制限により熟考型の受験者が不利となったり、些細な失敗により実験が中断したりするなどの事態も想定される。しかし、これらの問題点は出題の工夫により、ほぼ解消するであろう。したがって、実務上の最大のデメリットは、適切な「理科実験」の作問と実施に膨大な労力を要することである。

とはいえ、「理科実験」を含む本特別コースの入試は必ずしも成功しているとは言えず、合格者数が募集人員を下回ることが多い⁶⁾。高校教員への聞き取り調査では、1回限りの特定の実験課題で受験生の能力や適性を測定することは不可能ではないにせよ、受験生によっては過大に又は過小に評価されるという意見が聞かれる。また、教科・科目の筆記試験と異なり、合否の予測が困難である点も出願に踏み切れない要因であるとされる。つまり、「理科実験」が測定しようとしているのは、端的には本特別コースへの適性（アドミッションポリシーに掲げる「科学的思考力や論理的思考力」等に関連）であるが、受験者にとっては、大学が期待する受験者の適性を具体的に想定することは困難であり、このことが学生募集上の大きな問題となっているものと考えられる。

また適性とは、この場合、理系研究者に求められる能力や技術を習得するために備えていることが望ましい多様な資質の総体であると考えられ、これには能力的資質と人格的資質とが含まれる。適性を測定するために一般的に使われる質問紙や用具を用いた適性検査が心理学的なバックアップを有するのに対して、「理科実験」の測定対象項目及び方法は主観的であったり恣意的であったりする可能性がある。事実、本特別コースでは信頼性や妥当性に関する検証を、その現実的方法が見出せなかったために実施してこなかった。前述の高校教員の意見に対しては、反論しように

もその根拠を欠いていたのである。

そこで今回、本特別コースでは、「理科実験」の有効性を確認する試みとして、協力者を募り、「理科実験検証テスト」（以下、「検証テスト」という。）を行うこととした。

2 検証テストの目的とその方法

本特別コースが入試で課す「理科実験」は、アドミッションポリシーの一部である「観察力、理解力、推理力、発想力などの科学的思考力や論理的思考力を有すること」に対応している。このような思考力は、調査書における理科の評定等にある程度反映されうるものの、調査書等の書類だけで判定することは困難である。「理科実験」はこれらの力が発揮できる機会を作り出し、その程度を判定しようとするものである。

よってこの検証テストの目的は、「理科実験」の採点結果が、これらの力の指標として有効であることを示すことである。より正確に、その方法を含めて記述すると以下のようになる。

目的： 各受験者の持つ科学的思考力や論理的思考力が、「理科実験」によって適切に測定されていると判断できる材料を得る。

方法： 協力生徒⁷⁾に検証テストを受験させ、本特別コースが評価（採点）する。一方、協力生徒をよく知る高校の理科教員には、各生徒の特徴について情報提供を求める。主に、科学的思考力や論理的思考力の観点から、検証テストの採点結果と高校教員からの情報を比較する。

言うまでもなく、科学的思考力や論理的思考力は厳密な定義には馴染まない。アドミッションポリシーで例示している「観察力、理解力、推理力、発想力」も同様である。仮に定義したところで、その客観的測定は期待できない。また、これらの力は相互に独立したものとも思われぬ。そのため、この試みで

はこれらを区分せず、包括的に本特別コースへの適性が示されているかどうかという観点から採点を行った。高校教員に質問する際も同様で、「どのような生徒か、適性はありそうか」を語ってもらうにとどめた。

なおこの手法は個人情報保護等の問題がクリアできるなら、実際の選抜試験についても用いることができる。つまり、合否発表後に「本番」テストの採点結果を携えて受験生の出身校（在籍校）を訪ね、本人をよく知る教員と意見交換をするという手法である。豊富なデータを集められるのは確実だが、この場合、高校教員のコメントに中立性を期待することは困難である。というのは、高校教員は当事者ではないにしても、関係者だからである。高校教員が作成する出願時の「志願者評価書」には通例、志願者の好ましい資質が羅列されており、たとえ合否発表後であっても、これに矛盾することはもちろん、当該受験者の否定的な側面に言及するのは難しいであろう。

3 方法の詳細と結果

この検証テストはデータ数を増やすため、平成21年3月と22年3月の2回にわたって実施した。日時と受験者数を除き、その内容や実施条件は同一である。

実施日時：

平成21年3月9日 13:00～17:00

平成22年3月11日 13:00～17:00

対象者： 協力を得られた近隣の高等学校3校（公立2校、私立1校）を卒業して間もない者で、保護者の同意がある者。但し、本特別コースを受験した者は除く。

協力生徒の募集方法： 高等学校を通じて、本特別コースが用意した協力者を募る文書を卒業直前の生徒に配布した。この文書の配布対象者は高校に一任し、申し込み窓口は高校の協力教員とした。なお、結果の検討・分析は出身高校の理科教員を交えて実

施する可能性があることと、協力生徒には謝金を支払うことを明記した。

配布文書に記載した依頼内容： 指示に従って、次のいずれかのタイプの試験問題に対して答案を作成する。（当日、解答する問題を無作為に指定する。）

[問題タイプ 1]: 実験又は作業を行い、レポートにまとめる。

[問題タイプ 2]: ある現象や課題に対する、自分の考えや疑問点、仮説、検証するための実験計画などをレポートにまとめる。

この実施時期は、前期日程の合否が明らかになった直後であることに注目されたい。この時期以外に受験生を対象にこの種の試みを行うことは困難である。これより早いなら、進学先が決定していない生徒からの協力は期待できない。また、本特別コースの受験予定者が検証テストを経験するなら、入試の公平性確保の点で問題が生じるからである。一方、これより遅ければ、引越しなどの進学準備で、協力者が少なくなることが予想される。

問題タイプを2つ用意したのは、冒頭で述べたように、実際の入試で2タイプを出題していることに対応する。

募集に応じて、実際に検証テストを受験した者は平成21年が36人、平成22年が41人であった。この高校新卒者をそれぞれ二分し、下の問題を与え、実験レポート（答案）を作成するよう指示した。問題タイプ1は平成20年度入試、問題タイプ2は平成21年度入試で本特別コースが出題した問題と同一である。本特別コースでは、出題した入試問題の概要を公表しており、さらに2回の検証テストで同一問題を出題したため、協力者が事前にこれらの問題に接していた可能性はある。しかし、試験で配布する物品を事前に目にしている可能性は極めて低い。また、問題の性質上、問題を知っていたとしても、答案への影響は無視できると判断した。

問題タイプ 1 (要約) : 修正テープ (白いフィルムを貼り付けることにより, 文字等を隠すために使用される。) を分解し, 組み立てるという作業を行う。レポートでは少なくとも, 「修正テープはどのように機能するよう設計されているか」, 「部品のスケッチ, 材質・形状・位置の特徴」, 「分解後, 復元する際の順番 (復元できなかったときはその原因)」, 「修正テープとテープ糊 (フィルム状の粘着材で, 紙等を貼り合わせるのに使用される。) の仕組みの違い」, 「この修正テープをどう改良できるか」について述べる。【修正テープ及びテープ糊各 3 個, ドライバー等の用具を各自に配布。】

問題タイプ 2 (要約) : 松山市の石手川ダムを撮影した 9 枚の写真を見て, 気のついたこと, わかったこと, 疑問に思ったことを記述する。疑問に思ったことについては, その答を推理する。また, その推理を証明するために行う実験や観察についても記述する。【9 枚の写真と, 参考として石手川ダムの貯水率の変化を示す図を各自に配布。】

受験者数 :

問題タイプ 1: 18 人 (21 年), 21 人 (22 年)
 問題タイプ 2: 18 人 (21 年), 20 人 (22 年)

解答時間終了後には, 協力生徒に対して, 結果分析の参考とするため, 検証テストへの応募理由, 進学理由, 検証テストを受験しての感想等に関するアンケートを実施した。協力生徒が作成した答案は, 問題タイプ 1 では問題考案者と他の教員 1 名の合わせて 2 名, 問題タイプ 2 では, 問題考案者 1 名が評価した。その後, 個別に協力高校 3 校の理科担当教員に面会し, 検証テストの採点結果を示した。その際, 採点は本特別コースへの適性という観点で行ったことを説明し, 各生徒がどのような人物であるかを尋ねた。理科教員から得られた情報の一部を表 1 に示す。これは平成 21 年に問題タイプ 1 を受験した Y 高校の卒業生 6 人に対するものである。この年にこの問題を受験した協力生徒は前述のとおり 18 人であるが, 1 校の高校教員から提供される情報は当該高校の卒業生 (この例では 6 人) に限られる。

表 1 各協力生徒の答案に対する評価と高校教員からのコメント

協力生徒	評価 *			高校教員からのコメント
	①	②	平均	
A	5	6	5.5	数学の成績が特によかったわけではないが、推薦入試で地方国立大学の数学科へ。国語力は高い。兄は都内の難関大学に進学するなど家庭の教育環境は恵まれている。
B	3	7	5.0	観察力は優れる。面白い発想をする生徒。論理性は人並みのように思える。気が向かないことはしない。数学・理科の成績はよい。一般入試で国立大学理学部へ。
C	3	5	4.0	運動部のキャプテンで信頼されているが、この6人中では理数系科目が振るわない生徒。この特別コースへの適性はないように思える。推薦入試で公立大の総合科学系学部へ。
D	5	7	6.0	国立大学一般入試で化学科に進学するなど、理科への関心が高い生徒。しかし理科 (生物・化学) の成績は平均をやや上回る程度。数学は振るわない。国語力は高い。
E	3	7	5.0	高校の成績はよい。センター試験でも高得点、この6人中、最高点。一般入試で国立大学看護系学科へ。
F	3	6	4.5	真面目にコツコツやるタイプで成績はよい。柔軟性や独創性には乏しく、科学者向きではない。

* 評価の数字は 10 段階 (数字が大きいほど高評価) である。①, ②の欄は, 評価者別の評価点を示す。

高校教員が述べた協力生徒の人物像や適性を示唆する情報と、評価点は符合することが多く、高校教員が適性について高く評価する協力生徒が検証テストで合格の可能性がないほど低く評価されるという例はなかった。

協力生徒に対して実施したアンケートとの関連では、最も答案の評価が低い C は、この 6 人中ただ 1 人、大学への進学は「大学生活をエンジョイするため」としている。また、答案が高く評価された D は、この中ではただ 1 人、大学院への進学希望を有している。実際の入試では、これらを面接で質問したとしても率直な回答を期待できないとはいえ、アンケートの回答は高校教員のコメントを裏付けるものであった。

言うまでもなく、この程度の被験者数のデータからは確実な結論を引き出すことはできない。しかし、3 校を対象に 2 年間実施することにより、4 人から 9 人の被験者で構成される表 1 のようなデータが問題タイプごとに 6 セット得られた。この 6 セットには同様の傾向が示されている。被験者数不足の問題は残るものの、この検証テストの条件下では、さらに回数を重ねたとしても、同様の傾向を示す可能性が高いものと判断される。

4 得られた知見と問題点

検証テストの答案から推定した協力生徒の適性と、協力生徒をよく知る教員が把握している協力生徒の適性とが大きく矛盾するケースは見られず、大学側の評価結果は高校教員にとっても納得が行くものであり、「理科実験」で志願者の適性を判断しようとする本特別コースの方針には賛同が得られた。その限りにおいて、この試みの目的は達成されたとと言える。

しかしながら、検証テストの採点結果と高校教員の意見とが高い一致度を示したとまでは言えない。これには少なくとも 2 つの理由が考えられる。まず、高校教員に把握できて

いない適性が検証テストで発揮される可能性がある。次に、協力生徒の意識の問題がある。総じて検証テストの答案は実際の入試で見られた答案よりも劣り、協力生徒の答案からは自己の能力若しくは適性をアピールする姿勢が感じられなかった。合否がかかっている入試と検証テストでは受験者の意識が大きく異なるということであろう。これら 2 点はこの手法を取る限り、解決し得ない問題である。

その他、この試みから得られた知見を列挙する。

- 検証テストの採点結果と高校教員の意見の一致度という点では、問題タイプ 1 と問題タイプ 2 とで顕著な差は見られなかった。但し、問題タイプ 2 では、高校教員から文章表現に優れる生徒が高く評価されるのではないかという指摘があった。
- 問題タイプ 1 では、出題者が期待する内容が答案に書かれていることはほとんどなく、評価点は 5 点前後に集中した。一方、問題タイプ 2 では、評価点は 1~8 点に分布し、比較的分散が大きかった。この違いは、出題文の指示が原因であった可能性がある。すなわち、前者では段階的な指示を行ったのに対して、写真を用いた後者では観点を指定せず、疑問点や実験・観察方法を自由に述べる方式であった。
- タイプ 1 では出題者の意図が十分伝わらなかった。出題文は「少なくとも…について記述せよ。その他、…などについて記述してもかまわない（下線筆者）」と指示していたが、「その他」について述べていない答案がほとんどであった。出題文を文字通り解釈すると、これは無理からぬことであるが、出題者は「その他」として独自の観点が示されることも期待していた。「少なくとも…」で指定された事項だけでは差がつきにくく、評価点が 5 点前後に集中する一因となった。なお、実際の入試では全く同一の指示でありながら、大多数の受験

者は「その他」についても十分な記述をしていた。検証テストと実際の入試とでこのような差が生じたのは、前述したように、双方の受験者で意識が違うからであろう。実際の入試では支障がなかったものの、出題者としてはより明確な指示が必要であることを再認識する結果となった。高校教員からは、真面目な生徒ほど、必須部分と理解した設問のみに集中して完璧を期そうとするという発言があった。

- 協力生徒の進学学部と検証テストの採点結果とは関連を見出せなかった。本特別コースにおいて、志願者が専攻を希望する分野に応じて「理科実験」の出題内容を変えることは必ずしも必要ではない可能性がある。
- 協力教員から、科学系の部活動等を通じて、自ら課題設定や問題解決を経験している生徒に高い評価点がついている場合が多いという指摘があった。高校での課題研究等の経験が「理科実験」に影響する可能性がある。
- 大学入試センター試験で比較的高得点（総合得点）をマークしたとされる協力生徒でも、検証テストの評価は高くないケースが散見された。大学入試センター試験を理科の科目に限定しても同様である。これはペーパーテストには現われない能力が「理科実験」によって明らかになるケースがあることを示唆していると言えよう。

5 まとめ

以上より、協力生徒の適性は、今回課した検証テスト⁸⁾の答案にある程度反映されていると結論付けることができる。「ある程度」とは、検証テストの採点結果に関して、高校教員から一応の理解が得られる程度にはという意味である。

この試みは高校教員の意見が信頼できることを前提にしている。ところが現実には、高

校教員といえども各生徒について、本特別コースが求める適性を観察する機会は十分ではないかもしれない。高校教員が把握していない生徒の能力が検証テストで顕在化する可能性はこの試みでは考慮されず、この点は今回の手法の重大な問題点である。とはいえ、今回の協力教員は全員、理科担当で、本特別コースの趣旨について十分な理解のある方々である。その限りにおいて、この検証テストに関連して得られた高校教員の意見の信頼性は高い。

また、前述したように、出題文の指示によって、受験者のレポートの書き様も変化することも考えられる。「理科実験」として課すテーマの精選は当然として、問題文を細部に至るまで検討する必要性も明らかになったので、今後の出題ではこの点にも一層の注意が必要である。

この検証テストを実施したのは、アドミッションポリシーに謳う「科学的思考力や論理的思考力」を「理科実験」によって測定することが妥当であることを検証するためであった。検証テストの結果分析はこの妥当性を示すもので、このことは入試科目として、「理科実験」を課す根拠の1つとなる。一方で、筆者らは決して「理科実験」のみに拘るものではない。本特別コースで学ぶにふさわしい志願者を見出すため、さらに望ましい選抜方法の検討を継続したい。

注

- 1) 本稿で取り上げる「理科実験」を含む方式は、平成17年度以降現在まで継続している。これ以外に、平成20年度から、主に大学入試センター試験と面接によるAO入試を導入した。
- 2) 平成22年度入試までタイプ2は「理科実験」の一類型として扱っていた。平成23年度入試からはタイプ2を「論述」と改めた。

- 3) 2つのタイプからの選択を認めているのは、スーパーサイエンス特別コースを構成する3つのサブコースのうち、環境科学コースのみである。一部である。
- 4) タイプ2においても、虫眼鏡、鏡、多数の紙片をそれぞれ使用させた年度がある。しかしタイプ2では課題文（指示文）のみを与えた年度もあり、この場合は、「小論文」の出題形式となる。
- 5) 平成20年度以降は、「理科実験」を課すAO入試Iとして、環境科学コース4名、地球惑星科学コース3名、生命科学工学コース4名をコース別に募集している。
- 6) 例えば、平成22年度入試及び23年度入試では、環境科学コース及び地球惑星科学コースの合格者はいずれも募集人員を各1名下回っている。
- 7) 検証テストへの協力を依頼した時点では生徒であるが、検証テストの実施時点では高等学校を卒業しているため、厳密には生徒ではない。本稿では便宜上、「生徒」と呼ぶ。
- 8) 今回課した検証テストは本特別コースへの適性（アドミッションポリシー中の「科学的思考力や論理的思考力」等に関連）を確認することを目的とした出題になっている。そのため、高校の「理科」で典型的に行われる実験とは異なる。

参考文献

井上敏憲（2009）. 「理系特化型のAO入試は成功するのかー愛媛大学スーパーサイエンス特別コースのAO入試と入学前教育ー」『大学入試研究ジャーナル』19, 19-24.

本研究は、文部科学省の科学技術人材養成等委託事業による委託業務として、国立大学法人愛媛大学が実施した「理数学生応援プロジェクト（研究センターを中核とする研究者育成プログラムー全学体制の「スーパーサイエンス特別コース」ー）」の成果の