

論文

選択肢問題で総合・考察型の理科教科力をどこまで測れるか(4) (物理分野)

-センター試験理科総合 A 過去問題の分析-

Can we measure the comprehensive thinking power in the Physical Science using choice problems? -Analysis of Japanese national university entrance examinations-

中井睦美・青木寿史・後藤孝也

Mutsumi Nakai, Hisashi Aoki and Takaya Gotoh

Key words: 大学入試センター試験, 選択肢問題, 考察力

はじめに

2017-2018年に文部科学省は、学習指導要領を改定し、「主体的・対話的で深い学び」という概念を導入した。この概念は、従来Active Learningと言われていた教育概念であり、2017-2018年という時期は、10年毎の学習指導要領の改訂の時期であり、改定を行う毎に学習指導要領の内容は変わるものの、センター入試制度にこれほど大きく影響を及ぼす改定が引き起こされるのは、入試センターが出来てからは初めてといえよう。中井・浦田(2019)⁽¹⁾は、「これら学習指導要領および大学入試問題の変更の背景には、急速にAIが導入され労働体系が変化していく社会変動を見据えて、現在の子ども達に新たな学力を身につけさせようとする文科省の心算がある」としている。

2017-2019年にかけて文部科学省が考えていた新大学共通テストでは、一部記述式を導入する事になった(文部科学省高等教育局 2020.1.29)⁽²⁾。2020年1月の文部科学省高等教育局通知⁽²⁾には、大学共通テストの実施の趣旨として、「各教科・科目の特質に応じ、知識・技能のみならず、思考力・判断力・表現力も重視して評価を行うものとする」(アンダーラインは著者ら)とされている。上記のアンダーラインの部分は、2018年告示の高等学校学習指導要領(文部科学省、2018)⁽³⁾にある、「(1)知識および技能が習得されるようにすること、(2)思考力、判断力、表現力等を育成すること、(3)学びに向かう力、人間性等を涵養することが偏りなく実現されるよう、単元

や題材など内容や時間のまとまりを見通しながら、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うこと」という3つの観点を受けて設定されたものである。この3つの観点は、文部科学省によって①知識および技能、②思考力、判断力、表現力等、③学びに向かう力、人間性等という3つの柱で再整理されている(文部科学省、2018)⁽⁴⁾。この3つの柱のうち、①②の双方が大学共通テストに必要とされたのである。③は、従来「コンピテンシー」と言われる能力に関するもので、紙面調査(テスト)では測り難いとされており、この部分の能力を測る方法は、入試考査を行う大学に任されている。今まで施行されていたセンター入試では、主に①知識および技能について測られていたが、アンダーラインで指摘したように、今回改訂された大学共通テストでは、②思考力、判断力、表現力等についても重視されるようになった。

②の思考力、判断力、表現力等についての能力を測るために、2021年から実施予定の大学共通テストから、段階的に記述式が導入される事になったわけであるが、これら一部の記述式導入は数学や国語等の科目に限られる。一方で私立の中学高校入試などでは以前から理科・社会科学の入試問題でも、記述式が取り入れられている。それならば、大学共通テストには理科に記述式を導入することは可能ではないのだろうか。

大学共通テストは、日本全国で広域に大量の学生の考査が行われることになり、採点者も多岐に渡ることにな

る。高校や大学の数名で意見の調整をしながら同時に採点する個々の高校大学の入試の場合と異なり、大学共通テストの規模の採点となると、採点者の質の統一と採点基準が問題となる。それならば、従来の大学入試センター試験の様な選択肢を用いた入試で、②の思考力、判断力、表現力等についての力を測ることはできないのだろうか。これが、本論の調査の検討課題である。表現力は無理であったとしても、思考力、判断力については、従来の選択肢試験を利用して、測ることが可能なのではないかという課題である。筆者らは、すでに昨年、地学と化学分野について、検討を行ったが(中井・浦田、2019⁽¹⁾、植田、2019⁽⁵⁾)、本年度は生物(橋本、投稿中⁽⁶⁾)と物理(本稿)分野で検討を行う。

調査方法

調査対象は中井・浦田(2019)⁽¹⁾と植田(2019)⁽⁵⁾と同じく、文部省(1999)⁽⁷⁾の学習指導要領による、2006年から2014年の9年間実施された理科総合A(物理分野および化学分野)の大学入試センター試験⁽⁸⁾を利用して、問題文の分析を行った。また、2015年から2019年まで施行されている物理基礎の試験問題⁽⁹⁾も比較対象として分析を行った。

理科総合Aの大学入試センター試験は、物理分野および化学分野の総合問題である。これらの分野はいわゆる数物科学と言われる数量を多用する理科分野であり、また実験室で再現可能な理科分野であり、仮説を立てて実験することにより実証可能な分野である。理科総合Bが観察中心の再現不能な分野であるのに比べて、学ぶ手法がかなり異なる。中井・浦田(2019)⁽¹⁾に指摘されているように、理科総合Bの問題は、4題と決まっておりますその区分は平成11年公示の高等学校学習指導要領(文部省、1999)⁽⁷⁾に示されている4種類の内容、(1)自然の探求(第1問)、(2)生命と地球の移り変わり(第2問)、(3)多様な生物と自然のつり合い(第3問)、(4)人間の活動と地球環境の変化(第4問)にそって、厳密かつ明確に分離され作成されていた。それに比べて、本研究対象の理科総合Aの問題は、2006-2010年の間は5問、2011-2014年の間は4問と問題数も変更になり、それぞれの間には固定した分野は当てはめられてはいない。

筆者らは、設問ごとに、①**科目分野**〔物理系、化学系、物化複合、環境など他〕を判定し、①で物理系ならば②**他分野融合**〔地学系、生物系〕を分類し、さらに③**分野詳細**として〔力学、電気、エネルギー、ほか〕を判定した。また、④**判断考察スタイル**〔考察、知識、実験、図

表読解(図形と表現)、**計算**、**生活環境**、**調査会話型**(会話や模擬調査を読んで判断材料とすること)〕。

分類を行なった結果は、すべて配点を使用して数値化した。大学入試センター試験理科総合Aの総合満点は100点であるので、配点はそのまま100分率割合を表していると考えることができる。ただし上記の分類の①を除き、②~④の分類・判定は複数選択を可としたこと、また、どの分類項目にも属さない問題もあることから、②-④の分類の数値の合計は100にはならない。

2015年から2019年度の物理基礎の問題については、①**科目分野**〔地学系、生物系、化学系〕を判定し、②**他分野融合**〔地学系、生物系〕を分類し、さらに③**分野詳細**として〔磁力、力、電気、熱仕事、波、ほか〕を判定した。また、④**判断考察スタイル**〔考察、知識、実験、図表読解(図形と表現)、計算、生活環境、調査会話型〕とした。分類は理科総合Aと同様に、すべて配点を使用して数値化した。

結果

調査方法に示した①②の結果を表1(1-1が2006-2014、1-2が2015-2019)に、③の結果を表2に(2-1が2006-2014、2-2が2015-2019)、④の結果を表3に示した。

表 1-1 理科総合Aの①科目分野分類結果(上4段)と②他分野融合(下2段)の問題配点割合

注：物化は物理化学複合分野を示す。年度は2000年代である

年度	06	07	08	09	10	11	12	13	14	平均
物理	24	40	40	48	40	36	44	48	52	41.3
化学	44	44	44	40	28	48	56	32	44	42.2
物化	8	4	0	8	8	4	0	4	4	4.4
環境	24	12	16	4	24	12	0	16	4	12.4
地学系	8	16	12	4	16	8	24	16	4	12.0
生物系	4	12	12	0	4	16	4	4	16	8.0

表 1-2 物理基礎の①他科目分野との近接分野による分類結果の問題の配点割合

注：物化は物理化学複合分野を示す。年度は2000年代である

年度	15	16	17	18	19	平均(50点満点)
地学系	0	0	0	0	0	0
生物系	0	0	0	0	0	0
化学系	0	0	4	0	4	0.9

表 1-2 から、物理基礎の分野では生物・地学系の問題はほとんどないことがわかる。一方、より科目横断的な傾向が高い理科総合 A では地学系が約 12%、生物系が 8% 含まれる。

表 2-1 ③理科総合 A の物理系問題の分野配点

注：年度は 2000 年代である。E はエネルギーの略。

年度	06	07	08	09	10	11	12	13	14	平均
力学	8	20	4	32	20	12	24	20	24	18.2
電気	0	0	0	0	12	0	12	12	28	7.1
E	8	8	16	20	12	8	0	8	4	9.3
他	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4

表 2-2 ③物理基礎の物理系問題の分野配点

注：年度は 2000 年代である

年度	15	16	17	18	19	平均(50 点満点)
力学	11	23	19	23	18	18.8
磁力	0	0	4	0	0	0.8
電気	7	7	11	11	7	8.6
熱仕事	12	8	4	4	9	7.4
波	16	12	12	12	16	13.6
他	4	0	0	0	0	0.8

表 3 理科総合 A と物理基礎の④判断考察スタイルの問題配点割合

(複数回答) 注：年度は 2000 年代である。生活：生活環境、調査：調査会話

理科総合 A(100 点満点)

年度	06	07	08	09	10	11	12	13	14	平均
考察	20	40	20	64	28	24	32	32	36	32.9
知識	57	36	48	36	60	36	36	40	44	43.7
実験	12	12	8	36	16	16	8	8	8	13.8
図表	32	16	24	36	4	4	40	36	48	26.7
計算	4	24	44	36	24	24	24	28	20	25.3
生活	28	28	28	4	32	32	28	32	20	25.8
調査	3	8	32	16	20	20	20	8	4	15.4

物理基礎(50 点満点)

年度	15	16	17	18	19	平均
考察	22	18	23	42	48	30.6
知識	4	4	8	8	10	8.4
実験	0	0	0	0	4	0.8
図表	30	31	35	35	27	31.6
計算	32	34	35	35	40	35.2
生活	4	4	0	0	0	1.6
調査	0	0	0	0	0	0

理科総合 A および物理基礎の問題の中で最も多い分野は、力学であり、電磁気は、問題配点割合が低い(表 2)。また、理科総合 A では実験・調査系の問題が物理基礎では 15%ほど含まれていたが、物理基礎ではほとんど扱われていない。一方計算を駆使する問題は、理科総合 A では 25%ほどであるが、物理基礎では 35%へと増加している。

考察

理科総合 B では、各問の取り扱い分野や科目は決まっておき、また、判断考察スタイルも問題によって決定していた。受験者は、あらかじめ何問でどの様な問題がどのような範囲で出るかを知っており、2006 年当初では、総合的な問題科目、横断的な問題、新傾向の問題もユニークなものが多かったが、2013-14 年ごろには、ほぼパターン化する傾向があった(中井・浦田, 2019) ⁽¹⁾。問題がパターン化すると、アクティブラーニングの要素は低下する。

高木ほか(2014) ⁽¹⁰⁾ は、物理の誤概念を訂正するためには、実験等を通して、アクティブラーニング的な考察を行うことが重要と報告している。また渡辺ほか(2017) ⁽¹¹⁾ は物理におけるアクティブラーニング授業を検証する時に、説明、仮説立案、実験、討論などを総合的に取り入れて組み立てている。文部科学省(2018) ⁽⁴⁾ でも新学習指導要領改訂のポイントで、実験実習を取り上げて説明している。この様に、物理・化学分野で、深い考察を導くには、時間をとった実験指導が必要であり、理科総合 A の時には重視されていた実験実習が、物理基礎になってから軽視されるようになったことは、極めて残念である。この一因には、物理基礎のセンター入試の配点が 50 点と半減したため、十分余裕のある問題作成ができなくなったことがあるのではないかと予想される。

一方で、パターン化される傾向のあった理科総合 B に比較して、理科総合 A および物理基礎のセンター入試問題は、パターン化することなく、総合化が試みられており、評価できる。表 3 の様に前述の理科総合 A(2006-2014 年)では 15%程度あった実験を通じる問題や調査を行う問題がほぼなくなった分、物理基礎では理科総合 A で 25%程度だった計算を利用した問題が、35%程度まで上昇してきており、理科総合 A の実験実習部分が計算を利用する問題へと移行してきたと思われる。こういった計算を利用した問題は、知識だけでは解くことができないため、ある意味、アクティブラーニング的といってもいいと思われる。

結論

以上の様に、同じ理科でも、物理系・化学系の分野と生物系・地学系の分野では、問題の傾向が異なるが、共通して言えることは、「深い学び」を導く、あるいは評価するためには、①実験実習過程を提示して考えさせる、②調査を仮想して考えさせる、③計算を導入し、量的なやり取りを導入することによって考えさせる、といった作問が効果的であると予想される。

もちろん、自由記述で結果を見るのが最も適切とは思いますが、以上のような問題を多用することによって、選択肢問題でも、ある程度「深い学び」を導くことが可能であるという結論に達した。

文献

- (1) 中井睦美・浦田健二 (2019) 選択肢問題で総合・考察型の理科教科力をどこまで測れるか(1) (地学分野)。大東文化大学 教職課程センター紀要、1-4.
- (2) 文部科学省高等教育局 (2020. 1. 29) 令和3年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト実施大綱の見直しについて(通知) 文部科学省 HP URL: : https://www.mext.go.jp/content/20200130-mxt_daigakuc02-100001207_2.pdf
- (3) 文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説。総則編、275pp.
- (4) 文部科学省 (2018) 高等学校指導要領等の改訂のポイント https://www.mext.go.jp/content/1421692_1.pdf
- (5) 植田幹男 (2019) 選択肢問題で総合・考察型の理科教科力をどこまで測れるか(2) (化学分野)。大東文化大学 教職課程センター紀要、70-84.
- (6) 橋本みのり (2020) 選択肢問題で総合・考察型の理科教科力をどこまで測れるか(3) (生物分野)。大東文化大学 教職課程センター紀要、投稿中.
- (7) 文部省 (1999) 高等学校学習指導要領(平成11年3月)、文部科学省 HP、2020年8月確認
- (8) 大学入試センター試験過去問題 (2006年度~2014年度) 理科総合B. JS日本の学校. URL: <http://www.js88.com> より 2020年8月確認(pdf.)
- (9) 大学入試センター試験過去問題 (2015年度~2019年度) 物理基礎. JS日本の学校. URL: <http://www.js88.com> より 2020年8月確認
- (10) 高木響子・坂田孝久・谷口和成・福島和洋 (2014) 中学生における物理学誤概念調査とその分析。日本理科教育学会九州支部大会 発表論文集 第41巻

(90-91).

(11) 渡辺一矢・青木一真・山田眞智子・中村 琢

(2017) 大学初年次生におけるアクティブラーニングを取り入れた力学授業の実践と評価。日本理科教育学会第61回東海支部大会要旨