

論文

TIMSS 地学天文分野問題を使用した知識の定着と教育履歴

Educational history and Establishment of Astronomy knowledge using TIMSS

中井睦美*1・青木寿史*1・末松加奈*2・浦田健二*1・橋本みのり*1・寺田浩司*1・牟田淳*3・久津間文隆*1

Mutsumi Nakai *1, Hisashi Aoki*1, Kana Suematsu*2, Kenji Urata*1, Minoru Hashimoto*1, Koji Terada*1, Atsushi Muta*3, and Fumitaka Kutsuma*1

所属：*1 大東文化大学、*2 東京家政学院、*3 東京工芸大学

University：*1Daito-Bunka U. *2Tokyo Kasei Gakuin Univ., *3Tokyo Polytechnic Univ.

Key words: TIMSS, physics, educational history

はじめに

中井ほか⁽¹⁾にあるように、著者らは、2014年から2019年まで、大学1年生を対象とした理科等についての教育履歴、経験履歴、理科教科に関する意識調査と、中学レベルの理科の学力調査をTIMSS(Trends in International Mathematics and Science Studyの略称)の問題を利用して行ってきた。TIMSSはOECD(経済協力開発機構)が行っている学力調査で、PISA(Programme for International Student Assessment)と同様のものであり、日本では、小学校4年生(149校4400人)と中学2年生(138校4400人)を対象に、4年に一度施行されている。科目は算数・数学、理科である。本調査に利用した問題は、ほぼ毎回出されている公開されている問題であるが、基本的に2011年に施行されたものから使っている(IEA, 2013)⁽²⁾。

中井ほか⁽³⁾は、紙面調査に使用した地学系問題の中から、地形図に流向等を描き入れる問題について、正答率と教育履歴について調査した。その結果、自己認識で理科と考えている学生も文系と考えている学生も、中学社会科に等高線についての地図教育内容がない年代は正答率が低かったが、中学社会科で地形図の読図が導入されてからは、正答率が上昇したことを報告した。当時、高校の地理および地学の履修率はどちらも6-7%程度であり、中学社会科での実習の経験が大きく影響することがわかった。この点は、実習・実験だけではなく、知識についても同様にいえることであると思われる。

本論で扱う地学系のTIMSSの問題は、天文学に関するもので、中井ほか⁽¹⁾と同じく2014年から2019年まで紙面

調査を続けたものである。調査対象は、教育学系大学の1年生で有効回答数は約820である。

本研究を進めるにあたり、中井および青木は研究全般に関して遂行・取りまとめおよび考察を行い、末松はSPSSによる紙面データの解析を担当し、青木・浦田は天文学的な問題点の洗い出し、および考察を担当し、牟田・橋本・寺田・久津間は紙面調査問題の作成遂行議論に寄与した。

調査方法

調査対象の学生は主として初等教育学系学生なので(一部教員希望の理工系学生を含む)、物理・地学系を履修してきた学生は少ない。しかし、天文、特に太陽系-惑星系の位置関係については、小学校の理科の指導内容に含まれているため、初等教育学系の学生にとっては、必須分野である。

今回使用したTIMSSの天文分野は、惑星の定義の部分と、月食についての月-太陽-地球の位置関係だった。以下に問いを示す。また、比較した紙面調査(アンケート)の内容を示す。

*****問題*****

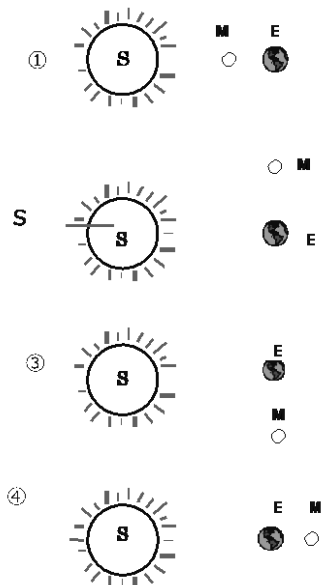
天文問1 太陽系における惑星と衛星との主な違いは何でしょうか。

① すべての惑星では生命を維持することができるが、衛星では維持できない。

② すべての惑星には大気があるが、衛星にはない。

- ③ すべての惑星は太陽を周回するが、すべての衛星は惑星を周回する。
- ④ すべての惑星はどの衛星よりも大きい。

天文問2 次のうち、月食のときの太陽 (S)、月 (M)、地球 (E) の位置関係を表しているものはどれですか。
(図は正確な縮尺に基づいて描かれてはいません。)



*****紙面調査 (アンケート) 質問*****

理系文系の意識

自分は、次のどれに最も近いと思いますか。1つ選び、○をしてください。

理系・どちらかといえば理系・どちらかといえば文系・文系・理系でも文系でもない・よくわからない

履修履歴

主に日本で中学高校教育を受けた人に聞きます。あなたが高等学校 (あるいは中高一貫校) で履修した理数系の教科・科目を選んで○をつけてください (複数回答可)。

物理基礎・化学基礎・生物基礎・地学基礎・物理 (物理 I IIを含む)・化学 (化学 I IIを含む)・生物 (生物 I IIを含む)・地学 (地学 I IIを含む)・理科総合 A・理科総合 B・その他・覚えていない

調査結果

表1は履修科目と、天文の正答率との関係である。最も正答率が高いのは物理系履修者であって、天文も取り扱っている地学の履修者ではない。

表2は 文系理系の自己認識と天文問題の正答率との

関係である。理系と認識している学生の方が明らかに正答率が高い。

表1 履修科目と天文正答率

| 点数 | 天文正答得点 | | |
|----------------|-----------|------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 |
| 物理基礎 268人 | 47 18% | 107 40% | 114 43% |
| 化学基礎 330人 | 55 17% | 139 42% | 136 41% |
| 生物基礎 363人 | 57 16% | 156 43% | 150 41% |
| 地学基礎 202人 | 29 14% | 89 44% | 84 42% |
| 物理 237人 | 22 9% | 48 20% | 167 70% |
| 化学 337人 | 31 9% | 94 28% | 212 63% |
| 生物 345人 | 27 8% | 126 37% | 192 56% |
| 地学 65人 | 3 5% | 19 29% | 43 66% |
| 理科総合 A 192人 | 21 11% | 62 32% | 109 57% |
| 理科総合 B 96人 | 7 7% | 25 26% | 64 67% |

表2 文系理系の区別と天文問題の正答率

| 点数 | 天文正答得点 | | |
|------------|-----------|------------|------------|
| | 0点 | 1点 | 2点 |
| 理系 228人 | 22 9% | 68 29% | 138 61% |
| 文系 557人 | 75 12% | 219 39% | 263 48% |
| その他 80人 | 12 15% | 33 41% | 35 44% |

このように、天文分野については地学というより、物理を履修している学生の方が正答率が高いという特徴がある。

考察

中等教育の「地学」は、天文・気象・地質 (地球惑星科学) の3つの分野に分けられる。高等教育では天文・気象分野はどちらかという物理学に所属し、地質分野 (地球惑星科学) は地学に所属する。さらに述べれば、天文分野でも、今回扱ったような太陽系に関することはどちらかという地球惑星科学に近く、高等教育での天文学は宇宙科学に近い。

1970年代のアポロ計画、アエンデ隕石・南極隕石に代表される隕石学の深化が、天文学の惑星科学の分野に、物質を手にとって分析するという手法を呼び込み、現在は宇宙生物学や宇宙化学として、惑星科学の一つの分野を形成している。一方で、宇宙の誕生と進化、物質進化、素粒子論、ニュートリノの観測などに代表される宇宙物理学は、最先端の物理学として認識されるようになっていく。

以上のような天文学の現状から高校教育を考えると、現在の高校の天文学は、後者の宇宙物理学の傾向が強くなってきており⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾、本論で扱ったような、惑星の定義(天文問1)や月食等の惑星の位置関係(天文問2)は、初等教育で学ぶ基礎という色彩が強い。表1、表2にあるように、高校地学選択者(地学基礎、地学)が必ずしも天文の問題に強くない、物理基礎より上位科目の物理選択者の方が地学選択者より正答率が高いということは、高校地学では基礎的な惑星科学を改めて学ぶとは限らないという事実を示唆する。

図1で明らかなように、物理基礎・化学基礎・生物基礎・地学基礎の選択者の地学問題正答数には、ほとんど差がない。

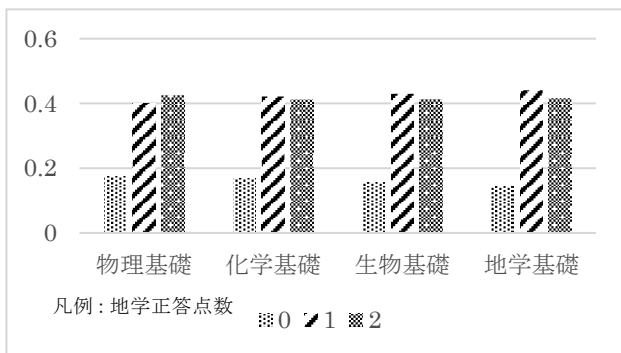


図1 理科基礎選択者の地学の問題正答率

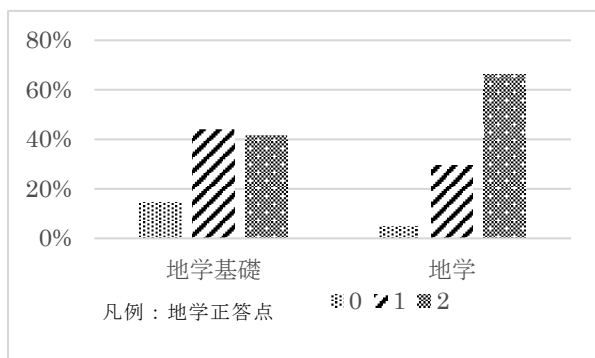


図2 地学系選択者の地学の問題正答率

一方、図2にあるように、地学基礎の上位の科目である地学を履修した学生は、天文の正答率は高くなり、2問とも不正解である割合は最も低くなる。しかし、正答率では物理基礎の上位科目である物理選択の学生には及ばない(表1)。

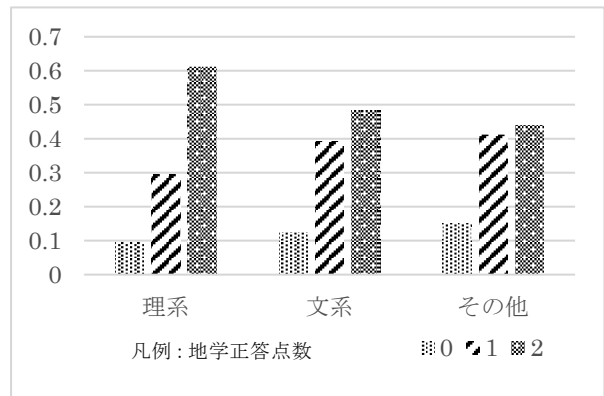


図3 理系文系と認識している学生の地学の正答率

学生が自分を理系(理系あるいはどちらかというところ)と認識しているか、文系(文系あるいはどちらかというところ)と認識しているかということ、地学(天文学)の正答率の関係を図3に示した。本論で扱った地学の問題の天文問1は、惑星に関する基本的な知識であるので、それほど難しくはない。一方、天文問2は、基本的な惑星や太陽の知識があっても、その空間的な位置関係が認識できないと、考えることができない。自ら理系と認識する学生は、空間的な把握能力も優れている可能性もあり、こういった空間的立体的な思考に強いと思われる。

地学基礎を履修している学生は202名であり他の理科基礎に比して履修者が少ない。また、より高次の科目である地学まで履修している学生は65名と、すべての理科の中で最も少ない。これは、すべての高校に地学専門の教員を配置できていないという問題があると予測される。

地学という科目は、理科の4種類の科目(物理・化学・生物・地学)の中で、最も応用性が高く、総合力が必要とされ、災害や環境といった現代的な生活に根ざした問題にも直結する。また、空間的な把握能力を必要とするといった点で、他の教科とかなり異なる。どちらにしる、総合的・空間的立体的な考え方の経験を長く積まないといふ地学ができるようにはならない可能性がある。

まとめ

TIMSSの天文学的(惑星科学的)問題を使用した地学分野の評価問題は、高等学校で履修した地学系物理系授業を高次まで履修した経験によって正答率が上がる。一方、理科基礎程度の学修経験では、どの理科基礎の選択履修者でも、地学(天文)問題正答率には差が出なかった。このことから、地学の学修効果が出るためには地学に特化した学修経験をある程度長く積む必要があると予想される。

謝辞

この研究を進めるにあたり、国立教育政策研究所の松原賢治博士、都留文科大学の中井均教授、新潟大学の藤林紀枝教授、東京学芸大学の青木久博士、立正大学の平井寿子教授には多大なご協力をいただいた。この場をお借りして感謝申し上げます。

文献

- (1) 中井睦美・青木寿史・末松加奈・後藤孝也・牟田 淳・橋本みのり・寺田浩司・久津間文隆(2020) TIMSS 物理分野問題を使用した物理知識の定着と教育履歴. 大東文化大学 教職課程センター紀要, (5), 6-10.
- (2) IEA(International Association for the Evaluation Achievement)(2013). TIMSS 2011 Assessment Publisher. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Chestnut Hill, MA & International Association for the Educational Achievement (IEA), Secretariat, Amserdam, the Netherlands.
- (3) 中井睦美、久津間文隆、橋本みのり、寺田浩司、田中達也、中井均(2016) 地理及び地学分野における中等教育課程の変遷とその影響—地形図の読図を対象とした調査結果—、大東文化大学 教職課程センター紀要 大東文化大学 教職課程センター (1), 1-5.
- (4) 五島正光(2000)Hands-on Universe—インターネットを利用した天文教育プロジェクト—。日本科学教育学会 年間論文集 24, 277-278.
- (5) 井上晴香・伊藤真之(2014) 日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題。日本科学教育学会研究会研究報告。Vol. 29, No. 3, 51-54.
- (6) 山田隆文(2012) 青翔高等学校における高大連携について —地学分野の実践を例に—。日本理科教育学会近畿支部近畿支部大会(2912)。P. 11.
- (7) 上田春彦・浜井三洋・山岡剛・留野泉・小野寺瑛・熊谷晃一・佐藤一邦・長谷川浩由・和田光弘(2007) イン

ターネットを活用した「宇宙科学」学習用コンテンツの開発。秋田大学教育部学部教育実践研究紀要、No. 29, 103-111.