



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	理科を専門とする教育学部生が持つ天文学・宇宙科学に対するイメージ調査(fulltext)
Author(s)	石井,菜摘; 西浦,慎悟; 伊藤,信成; 山縣,朋彦; 濱部,勝; 下井倉,ともみ
Citation	東京学芸大学紀要. 自然科学系, 72: 53-65
Issue Date	2020-10-30
URL	http://hdl.handle.net/2309/159756
Publisher	東京学芸大学教育実践研究推進本部
Rights	

理科を専門とする教育学部生が持つ天文学・宇宙科学に対するイメージ調査

石井 菜摘*¹・西浦 慎悟*²・伊藤 信成*³
山縣 朋彦*⁴・濱部 勝*⁵・下井倉 ともみ*⁶

宇宙地球科学分野

(2020年7月7日受理)

ISHII N., NISHIURA S., ITOH N., YAMAGATA T., HAMABE M. and SHIMOIKURA T.: Questionnaire Survey of Images for Astronomy and Space Science Possessed by College Students in the Education Departments Specializing in Science. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 72: 53-65. (2020) ISSN 2434-9380

Abstract

Astronomy is a comprehensive science and an applied science that is closely related to the various areas of the science. About such an aspect of the astronomy, to clarify how undergraduate students in the education departments specializing in science interpret the relationship between astronomy and the other fields of the science, we performed questionnaire survey for the 130 students from in the 1st grade to in the 3rd grade. As the question items, we selected 26 subjects from mainly the science textbooks in junior high school and the choices are five options, “closely related”, “related”, “related nor irrelevant”, “irrelevant”, and “completely irrelevant”.

As a result of this work, we found the following trends. 1) For the subjects of the physics the about 70-90% students answered “closely related” or “related” excepted with “sound”. 2) Following the physics subjects, for the chemistry ones, many students answered “closely related” or “related”. For “Ion” and “Acid and Alkali”, however, more students answered “irrelevant” or “completely irrelevant”. 3) In the all biology subjects, the most, about 50-60%, students answered negatively. 4) The tendency for the geoscience and the geophysics is similar to that for the chemistry. While about the “Rock and Mineral” and “Weather and Meteorology”, about 60-70% students answered “closely related” or “related”, for “Stratus” and “Fossil”, much less (about 30-40%) students answered them.

Keywords: Astronomy, Space science, college students, the education department, questionnaire survey, relevance to the subjects in science

Department of Astronomy and Earth Sciences, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

* 1 東京学芸大学 大学院 教育学研究科 (184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1)
* 2 東京学芸大学 広域自然科学講座 宇宙地球科学分野 (184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1)
* 3 三重大学 教育学部 理科教育講座 (514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577)
* 4 文教大学 教育学部 学校教育課程 (343-8511 埼玉県越谷市南荻島 3337)
* 5 日本女子大学 理学部 数物科学科 (112-8681 東京都文京区目白台 2-8-1)
* 6 大妻女子大学 社会情報学部 社会情報学科 (102-8357 東京都千代田区三番町 12 番地)

要旨: 天文学・宇宙科学は、理科の様々な領域と深く関係する総合科学・応用科学である。このような天文学・宇宙科学の側面に関して、教員養成系の学部生は、天文学・宇宙科学と理科の他の領域との関係をどのように捉えているのだろうか。我々は、これを明らかにするために、教員養成系学部所属し理科を専門としている1-3年生の学部生130名を対象にアンケート調査を行った。調査は、アンケート項目として、主に中学校の理科の教科書を参考に26単元を選び、これらと天文学・宇宙科学との関連の深さを5段階で回答する形で行った。

調査の結果、以下のような傾向が見出された。1) 物理に関する単元では「音」以外で7-9割が「関係がとても深い」または「関係が深い」と回答した。2) 化学に関する単元では、物理に関する単元に次いで「関係がとても深い」または「関係が深い」という回答が多いものの、「イオン」「酸・アルカリ」では「関係ない」または「全く関係ない」を選択する学生が多かった。3) 生物に関する全ての単元で、5-6割が「関係無い」または「全く関係無い」と回答しており、今回調査した全ての単元の中で、天文学・宇宙科学と最も関係が無いと考えられていることが明らかになった。4) 地球科学や地球物理に関する単元については、化学的単元に似た傾向が見られ、「岩石・鉱物」と「天気・気象」には6-7割が「関係がとても深い」「関係が深い」と回答したが、その一方で「地層」と「化石」に対して、そのように回答したのは3-4割程度であった。

1. はじめに

高等学校において、天文学や宇宙科学の専門的な内容は、地学基礎と地学で扱われている。その一方で、天体の運行の基礎となる重力による運動や万有引力、天体の分光観測の基本であるスペクトルや原子の構造などは物理基礎や物理で、同じく天体観測の基本となる分子やイオンなどは化学基礎や化学で取り扱われている(文部科学省, 2019a)。中学校理科における、天文学・宇宙科学の内容は、地球の自転・公転と天体の動きの関係、太陽系の惑星、銀河系などであるが、同時に中学校理科の学習内容には、その基礎となる力や物体の運動、光、電子配置、イオンなども含まれている(文部科学省, 2018c)。天文学・宇宙科学の観点から見れば、これらは天体の観測からその運行や実体を理解するための前段階の学習と見なすことができる。小学校理科においては、地球の自転・公転に関わる太陽・月・星の動きとこれに関連した月の満ち欠けなどが取り上げられているが、その一方で、前述した天文学・宇宙科学の基礎・基本に繋がる物の動き、太陽の光、物の変化なども扱われている(文部科学省, 2018a)。こうして小学校から中学校、高等学校の理科の内容を概観すると、天文学・宇宙科学が、理科の様々な領域と深く関係した科目横断的な総合科学・応用科学であることが分かる。

これに対して、平成29年告示の小学校学習指導要領(文部科学省, 2018a)と中学校学習指導要領(文部科学省, 2018c)、平成30年告示の高等学校学習指導要領(文部科学省, 2019a)では、学習の基盤となり、現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力(言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等)の育成のために、教科等横断的な視点から教育内容を

組み立てることなどが謳われている。特に理科と数学間の教科横断的な学習については、既に様々な観点から研究・実践が行われている(例えば、石井, 2015; 野添・天野, 2016など)。天文学・宇宙科学は数学との関連も深く、これに着目した新明・富田(2020)のような例も報告されている。前述したように、天文学・宇宙科学は、地学基礎・地学という科目を越えて、物理領域や化学領域との関連性が深く、また、近年アストロ・バイオロジー(宇宙生物学)といった概念が広がりを見せていることから(例えば、ウルムシュナイダー著、須藤ほか訳, 2008; 山岸, 2016など)、生物学との関係も深く、理科における科目横断的な学習にも親和性が高いことが期待される。

しかしながら、高等学校では、地学基礎や地学の開設率・履修率は他の科目に比べて著しく低く(例えば、松本, 2014; 吉田・高木, 2020)、高校生が天文学・宇宙科学を理科の他の科目と関連付けて学ぶ機会は皆無と言ってよい。また、小学校から高等学校までの学習指導要領解説においても、数例を除いて、「教科等横断的」の内容は明示されていないため、具体的な指導内容や指導方法は現場の教員に任されることになる(文部科学省, 2018b; 2018d; 2019b)。

このような状況を背景に、将来教員になり理科を担当する可能性が高い教員養成系の学部生は、天文学・宇宙科学の総合科学的・応用科学的側面をどのように捉えているのだろうか。天文学や宇宙科学に関連したアンケート調査は非常に多いが、その多くは、教育実践の効果確認、基礎知識の確認、そして、感想の調査である。そこで本研究では、改めて、天文学・宇宙科学と理科の他の学習領域の関係性についてのイメージ調査を行い、理科を専門とする教員養成系学部生がもつ天文学・宇宙科学像を明らかにすることを試みる。

2. 調査方法

2. 1 調査用アンケート

図1に調査に用いたアンケート用紙を示した。問1から問5には、回答者の属性を把握するための設問を設けた。問6には、主に中学校理科の教科書を

参考に、理科の様々な単元・項目を選出し、これらと天文学・宇宙科学との関係の深さを問う設問を設けた。問6で選出した単元・項目を、物理学的単元、化学的単元、生物学的単元、地球科学的単元、地球物理学的単元、天文学・宇宙科学的単元に大別し、表1にまとめた。

問1: 理科は好きですか?	[5.とても好き, 4.好き, 3.ふつう, 2.嫌い, 1.大嫌い]
問2: 理科は得意ですか?	[5.とても得意, 4.得意, 3.ふつう, 2.不得意, 1.とても不得意]
問3: 特に得意な科目は何ですか?	[物理・化学・生物・地学]
問4: 特に不得意な科目は何ですか?一つに○をつけて下さい。	[物理・化学・生物・地学]
問5: 天文学・宇宙科学について(複数回答可)	[ア.とても好き, イ.好き, ウ.好きでも嫌いでもない, エ.嫌い, オ.大嫌い, カ.とても得意, キ.得意, ク.得意でも不得意でもない, ケ.不得意, コ.とても不得意, サ.とても興味がある, シ.興味がある, ス.あまり興味は無い, セ.全く興味は無い]
問6: 以下のA~Zのそれぞれと「天文学」「宇宙科学」との関連の深さをどの程度だと考えていますか? 段階に応じて、1~5のうちの一つに○を付けて下さい。	
A. 力と運動	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
B. エネルギー	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
C. 電気・磁気	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
D. 光	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
E. 音	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
F. 原子・分子	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
G. 気体・液体・固体	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
H. 化学変化(化学反応)	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
I. イオン	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
J. 酸・アルカリ	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
K. 動物の行動・生活	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
L. 植物のつくり	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
M. 細胞	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
N. 生物の成長	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
O. 代謝	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
P. 遺伝	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
Q. 地層	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
R. 化石	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
S. 岩石・鉱物	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
T. 天気・気象	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
U. 太陽・月・惑星	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
V. 恒星	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
W. 星雲・星団	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
X. 銀河系・銀河	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
Y. 膨張宇宙	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]
Z. ダークマター	[5.とても深い, 4.深い, 3.ふつう, 2.関係無い, 1.全く関係無い]

図1 アンケート調査用紙

表1 質問項目とした単元

物理学的単元	化学的単元	生物学的単元
A 力と運動	F 原子・分子	K 動物の行動・生活
B エネルギー	G 気体・液体・固体	L 植物のつくり
C 電気・磁気	H 化学変化(化学反応)	M 細胞
D 光	I イオン	N 生物の成長
E 音	J 酸・アルカリ	O 代謝
		P 遺伝
地球科学的単元	地球物理学的単元	天文学・宇宙科学的単元
Q 地層	T 天気・気象	U 太陽・月・惑星
R 化石		V 恒星
S 岩石・鉱物		W 星雲・星団
		X 銀河系・銀河
		Y 膨張宇宙
		Z ダークマター

2. 2 調査対象

アンケート調査は、2017年度から2019年度にかけて東京学芸大学で開講された「理科専門基礎英語」の履修者の計32名、2017年度に東京学芸大学で開講された「情報」の履修者38名、2017年度から2019年度にかけて東京学芸大学を含む4から5大学で合同開催された天体観測・画像解析実習の参加者の計60名、の総計130名に対して行った。

「理科専門基礎英語」は主に東京学芸大学教育学部初等教育教員養成課程理科選修（通称、A類理科）と同中等教育教員養成課程理科専攻（通称、B類理科）の2年生を対象とした語学科目であり、特にアンケートを実施したクラスは例年地学教室の所属学生が多く履修する。

「情報」は東京学芸大学教育学部の1年生のための共通科目である。特にアンケートを実施したクラスは、中等教育教員養成課程理科専攻の所属学生を対象に開講されたものであり、この年度の同理科専攻の1年生全員が履修していた。

「天体観測・画像解析実習」は、2010年度から毎年

8月に行っている、4から5大学合同による天体観測と観測データの画像解析、それらを用いた報告を目的とする実習である。今までの参加大学は、三重大学教育学部、文教大学教育学部、日本女子大学理学部、和歌山大学教育学部（2013年度のみ参加）、大妻女子大学社会情報学部（2019年度のみ参加）、東京学芸大学教育学部である。アンケート調査は、三重大学の教育学部理科教育コースの所属学生（主に2年生）と文教大学の教育学部理科選修の所属学生（主に3年生）に対して行った。なお、東京学芸大学の学部生（主に3年生）は、前年度の理科専門基礎英語で同じアンケートに回答しているため、ここでのアンケート調査は実施しなかった。

これらアンケート調査の実施と回収は、それぞれ、講義・実習が行われる最初のガイダンス終了後に10分程度の時間を設けて行い、2017年度から2019年度までに130回答を得た。表2にアンケート回答者の内訳を示した。表2からもわかるように、回答者のほぼ全員が中学・高等学校の理科教員、もしくは、理科に重点をおいた小学校教員の志望者である。

表2 アンケート回答者の内訳

年度	所属	学年	回答者数
2017	東京学芸大学教育学部B類理科	1年	38名
	東京学芸大学教育学部AおよびB類理科	2年	12名
	三重大学教育学部理科教育コース	2年	} 20名
	文教大学教育学部理科選修	3年	
2018	東京学芸大学教育学部AおよびB類理科	2年	7名
	三重大学教育学部理科教育コース	2年	} 19名
	文教大学教育学部理科選修	3年	
2019	東京学芸大学教育学部AおよびB類理科	2年	13名
	三重大学教育学部理科教育コース	2年	11名
	文教大学教育学部理科選修	3年	10名
計			130名

3. 結果

3. 1 回答者の属性

アンケートの問1「理科は好きか」、問2「理科は得意か」、問3「(理科の中で)特に得意な科目は何か」、問4「(理科の中で)特に不得意な科目は何か」、問5「天文学・宇宙科学は好きか、得意か、興味があるか」に対する回答分布を図2と表3に示した。

問1の「理科が好きか」については、回答者の8割が「とても好き」または「好き」と回答した。また1名ではあるが、「大嫌い」と回答した者がいた。こ

れは偶然履修者の中にいた、理科を専門としない学部生の回答と考えられる(図2a)。

問2の「理科が得意か」については、「とても得意」と回答したのはわずか4%であり、「とても得意」と「得意」を合わせても4割弱であり、過半数が「得意でも不得意でもない」と回答した(図2b)。

問3の「得意科目」の回答分布は、「物理」が23%、「化学」が33%、「生物」が30%、「地学」が12%であり、「化学」と「生物」がほぼ同じ3割で、この2科目で過半数となっている(図2c)。天文学や宇宙科学が含まれている「地学」は、4科目の中では突出し

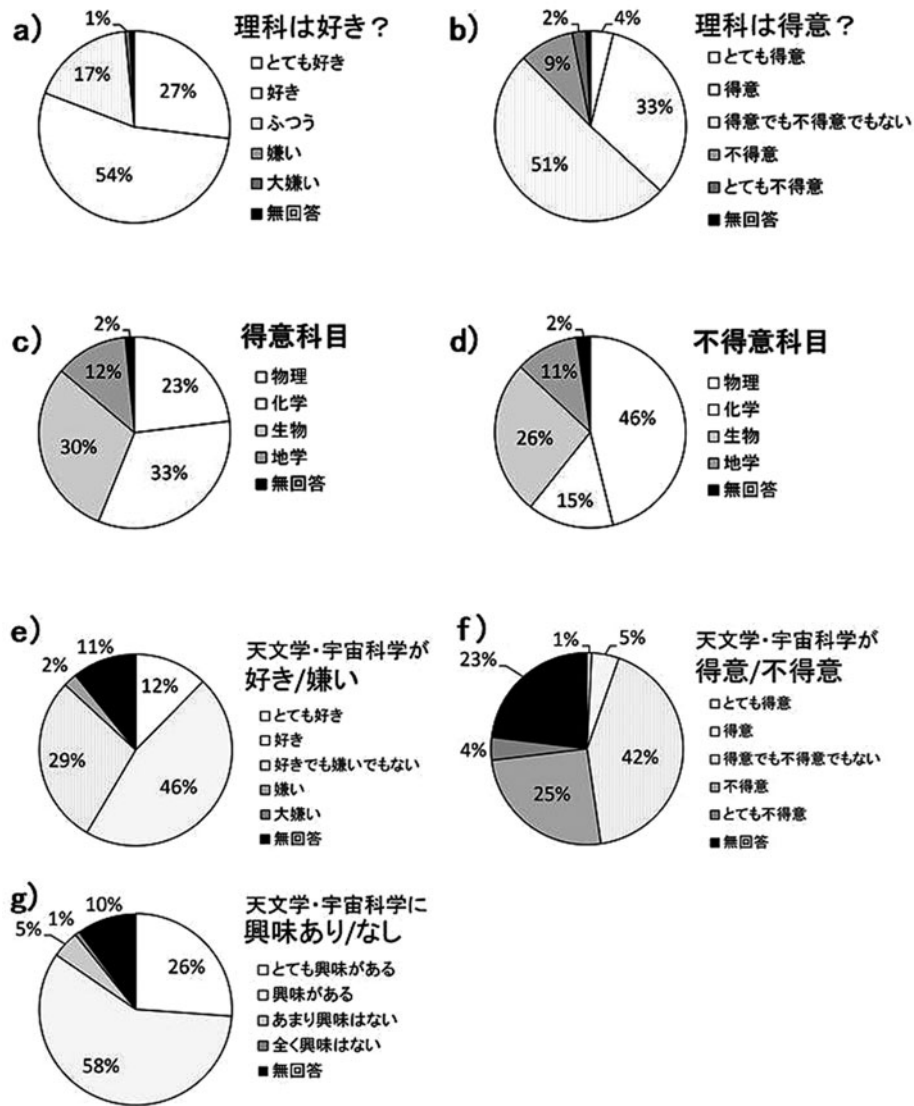


図2 アンケート回答者の属性。a) 理科が好きか嫌いか, b) 理科が得意か不得意か, c) 得意科目は何か, d) 不得意科目は何か, に対する回答分布。天文学・宇宙科学に対して, e) 好きか嫌いか, f) 得意か不得意か, g) 興味があるか無いか, に対する回答分布。

表3 回答者の属性についての回答の度数分布

属性	選択肢 回答数					
	とても好き	好き	ふつう	嫌い	大嫌い	無回答
理科は好きか	35	70	23	0	1	1
理科は得意か	5	43	66	12	3	1
得意科目	物理	化学	生物	地学	無回答	
不得意科目	30	43	39	16	2	
	60	19	34	14	3	
天文学・宇宙科学について						
とても好き	16	60	37	3	0	14
とても得意	1	6	55	33	5	30
とても興味がある	34	76	6	1	13	

て最低であった。反対に問4の「不得意科目」では、「物理」が46%、「化学」が15%、「生物」が26%、「地学」が11%であり、4科目の中でも「物理」が群を抜いており、また「地学」は4教科の中で突出して最低であった(図2d)。

問1から問4への回答結果から、本アンケートの回答者の属性として、理科は好きではあるが、決して得意でも不得意でもなく、理科の中では化学もしくは生物を得意科目とし、物理を不得意科目としている教員志望者という描像が得られた。特に天文学・宇宙科学が含まれている「地学」については、4教科の中では、決して得意科目とはされないが、反対に、不得意科目ともされない中庸な科目であることが窺える。

問5の天文学・宇宙科学についての回答からは、回答者の6割が「とても好き」もしくは「好き」と好意的に感じており(図2e)、さらに、単純な興味の有無については、8割強もの回答者が「とても興味がある」または「興味がある」と回答している(図2g)。しかしながら、天文学・宇宙科学が「得意/不得意」かという選択肢については、「とても得意」と回答した者はわずか1名であり、「とても得意」と「得意」を合わせても7名(5%)程度であり、「不得

意」と「とても不得意」を合わせると約30%にもなる(図2f)。

問5の回答結果からは、天文学・宇宙科学には非常に興味を持ち、さらに6割は好きである。しかし、その反面、天文学・宇宙科学を得意とするのは5%程度に留まり、3割もが不得意としているという回答者の属性が得られた。

3. 2 天文学・宇宙科学と理科の各単元との関係性

問6のA-Zの各単元についての回答分布を図3と表4に示した。

3. 2. 1 物理学的単元

図3a-eから、物理学的単元では、「E. 音」を除いた4単元に対して、7-9割が「関係がとても深い」または「関係が深い」と回答した。反対に「関係無い」または「全く関係無い」への回答は、「E. 音」の約3割を除いて、1割以下、特に「A. 力と運動」「B. エネルギー」「D. 光」については数%であった。

「E. 音」については、「関係がとても深い」または「関係が深い」と回答したのは3割弱に留まり、3割が「関係無い」または「全く関係無い」と回答した。

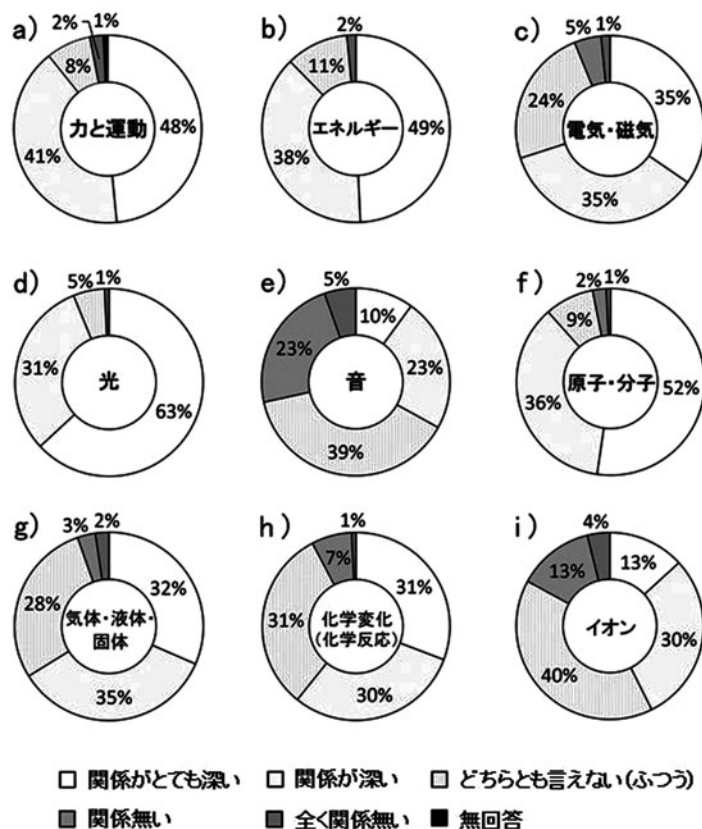


図3 天文学・宇宙科学と、a) 力と運動、b) エネルギー、c) 電気・磁気、d) 光、e) 音、f) 原子・分子、g) 気体・液体・固体、h) 化学変化(化学反応)、i) イオン、との関係の深さに対する回答分布

物理学的単元同士の回答分布に対して、有意水準5%のフィッシャーの直接確率検定を行った。ただし、検定に際して、「関係がとても深い」と「関係が深い」の回答数を合計し、同様に「関係無い」と「全く関係無い」の回答数を合わせて、「『関係がとても深い』+『関係が深い』」、「ふつう（どちらでもない）」、「『関係無い』+『全く関係無い』」の3つのカテゴリに対する回答の度数分布の比較を行った。検定には、統計解析ソフトRを用いた。表5に、検定結果を示した。

表5から、物理学的単元の中では、「C. 電気・磁気」と「E. 音」の2つが、他の単元と有意に回答分布が異なること、そして、この2単元以外は、かなり高い割合で天文学・宇宙科学との関係が深いと考えられていることがわかった。

3. 2. 2 化学的単元

化学的単元では、「F. 原子・分子」については9割近くが、そして、「G. 気体・液体・固体」で7割弱、「H. 化学変化（化学反応）」で6割程度が、「関係がとても深い」または「関係が深い」と回答している。これらについては、反対に「関係無い」「全く関係無

い」と回答した者も1割以下であり、前述した、多くの物理学的単元に次いで、関係が深いと考えられている。

これらに対して、「I. イオン」「J. 酸・アルカリ」では、「関係がとても深い」「関係が深い」と回答したのは4割強、1割強と少なく、「関係無い」「全く関係無い」という回答が2割弱、3割強と他の化学的単元よりも関係が弱いと考えられている。

化学的単元同士についても、物理学的単元同様に、有意水準5%のフィッシャーの直接確率検定を行った（表5）。検定調査から、化学的単元については、「G. 気体・液体・固体」vs「H. 化学変化（化学反応）」の組み合わせ以外の全ての組み合わせに対して、回答分布が有意に異なるという結果が得られた。

3. 2. 3 生物学的単元

生物学的単元では、全ての単元に共通して、ほぼ1-2割が「関係がとても深い」または「関係が深い」、3割が「どちらとも言えない」、5-6割が「関係無い」または「全く関係無い」と回答している。

表5の有意水準5%のフィッシャーの直接確率検定からは、「K. 動物の行動・生活」vs「O. 代謝」、そして、

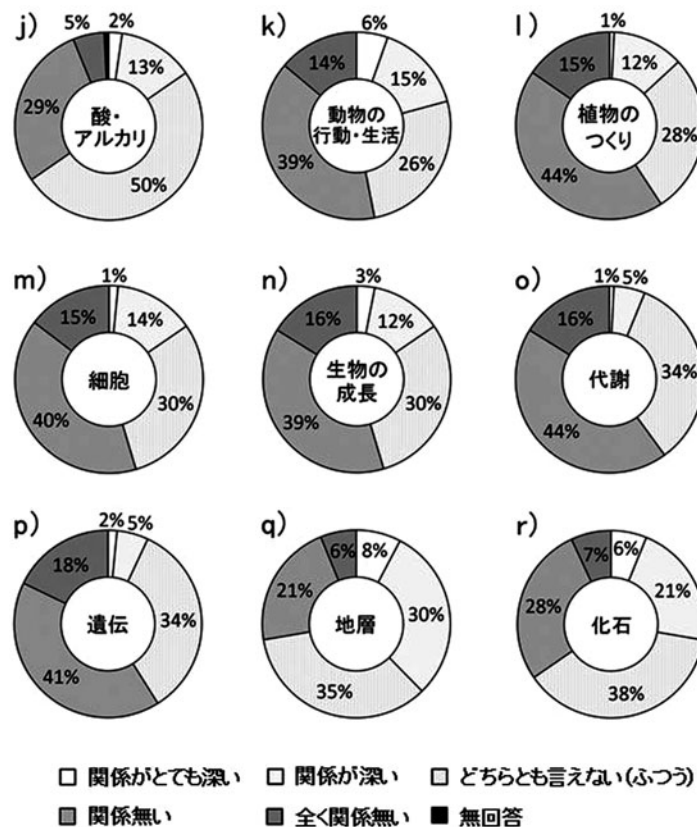


図3 (続き) 天文学・宇宙科学と、j) 酸・アルカリ、k) 動物の行動・生活、l) 植物のつくり、m) 細胞、n) 生物の成長、o) 代謝、p) 遺伝、q) 地層、r) 化石、との関係の深さに対する回答分布

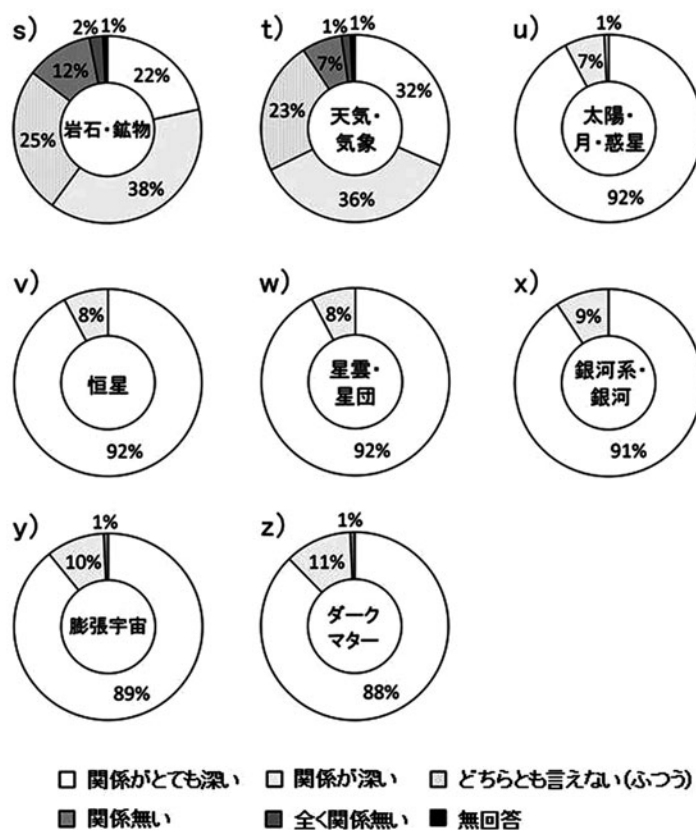


図3 (続き) 天文学・宇宙科学と, s) 岩石・鉱物, t) 天気・気象, u) 太陽・月・惑星, v) 恒星, w) 星雲・星団, x) 銀河系・銀河, y) 膨張宇宙, z) ダークマター, との関係の深さに対する回答分布

表4 各単元についての回答の度数分布

項目	選択肢						項目	選択肢					
	5	4	3	2	1	0		5	4	3	2	1	0
A 力と運動	63	53	10	0	3	1	N 生物の成長	4	16	39	50	21	0
B エネルギー	64	50	14	0	2	0	O 代謝	1	7	44	57	21	0
C 電気・磁気	45	46	31	6	2	0	P 遺伝	2	7	44	53	23	0
D 光	82	40	7	0	1	0	Q 地層	10	39	45	28	8	0
E 音	13	30	50	30	7	0	R 化石	8	28	49	36	9	0
F 原子・分子	68	47	11	3	1	0	S 岩石・鉱物	28	50	33	15	3	1
G 気体・液体・固体	41	45	37	4	3	0	T 天気・気象	41	47	30	9	2	1
H 化学変化 (化学反応)	40	39	41	9	1	0	U 太陽・月・惑星	120	9	1	0	0	0
I イオン	17	38	52	17	5	0	V 恒星	120	10	0	0	0	0
J 酸・アルカリ	3	17	65	37	7	1	W 星雲・星団	120	10	0	0	0	0
K 動物の行動・生活	7	20	34	51	18	0	X 銀河系・銀河	118	12	0	0	0	0
L 植物のつくり	1	16	36	57	20	0	Y 膨張宇宙	116	13	0	1	0	0
M 細胞	2	18	39	52	19	0	Z ダークマター	114	15	0	1	0	0

表中の選択肢は, 5: 関係がとても深い, 4: 関係が深い, 3: ふつう (どちらとも言えない), 2: 関係無い, 1: 全く関係無い, 0: 無回答, である。

表5 各単元間の回答の度数分布についてのフィッシャーの直接確率検定結果

物理学的単元	p 値 (有意確率)					
	A	B	C	D	E	F
A 力と運動	—	—	—	—	—	—
B エネルギー	0.86	—	—	—	—	—
C 電気・磁気	<0.05	<0.05	—	—	—	—
D 光	0.49	0.29	<0.05	—	—	—
E 音	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	—	—
F 原子・分子	1.00	0.83	<0.05	0.47	<0.05	—
化学的単元	F	G	H	I	J	
F 原子・分子	—	—	—	—	—	—
G 気体・液体・固体	<0.05	—	—	—	—	—
H 化学変化 (化学反応)	<0.05	0.60	—	—	—	—
I イオン	<0.05	<0.05	<0.05	—	—	—
J 酸・アルカリ	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	—	—
生物学的単元	K	L	M	N	O	P
K 動物の行動・生活	—	—	—	—	—	—
L 植物のつくり	0.34	—	—	—	—	—
M 細胞	0.55	0.87	—	—	—	—
N 生物の成長	0.55	0.87	1.00	—	—	—
O 代謝	<0.05	0.21	0.13	0.13	—	—
P 遺伝	<0.05	0.21	0.13	0.13	1.00	—
地球科学/地球物理学的単元	Q	R	S	T		
Q 地層	—	—	—	—	—	—
R 化石	0.22	—	—	—	—	—
S 岩石・鉱物	<0.05	<0.05	—	—	—	—
T 天気・気象	<0.05	<0.05	0.34	—	—	—

「K. 動物の行動・生活」vs「P. 遺伝」の組み合わせ以外では、回答分布の有意な違いは得られなかった。

生物学的単元については、その全てが、今回調査した全ての単元の中で、天文学・宇宙科学と最も関係が小さい単元であると考えられていることがわかった。

3. 2. 4 地球科学的単元/地球物理学的単元

これらは高等学校理科では、天文学・宇宙科学と同じ地学に分類される単元である。

「Q. 地層」と「R. 化石」では「関係がとても深い」または「関係が深い」という回答が3-4割にとどまるのに対し、「S. 岩石・鉱物」と「T. 天気・気象」では6-7割であった。また、「関係無い」「全く関係無い」への回答については、「Q. 地層」と「R. 化石」で3-4割、「S. 岩石・鉱物」と「T. 天気・気象」で1割程度である。

また、有意水準5%のフィッシャーの直接確率検定からは、「Q. 地層」と「R. 化石」の回答分布は、「S. 岩石・鉱物」、「T. 天気・気象」とは有意に異なるという結果が得られた。

これらから、地球科学的単元・地球物理学的単元の天文学・宇宙科学との関係の深さは、単元によって大きく異なるという化学的単元に似た傾向があることがわかった。

3. 2. 5 天文学・宇宙科学的単元

天文学・宇宙科学的単元では、その全てで、9割以上が「関係がとても深い」もしくは「関係が深い」と回答している。さらに、「関係がとても深い」と、「関係が深い」の割合は、いずれの単元でもほぼ9:1で、ほとんどが「関係がとても深い」と回答している。ただ、1名のみが、「Y. 膨張宇宙」と「Z. ダークマター」の2単元に対して、どちらも「関係無い」と回答していた。

天文学・宇宙科学的単元は、全てが明らかに天文学、宇宙科学の範疇に属するものであり、他の単元に対するコントロール・サンプルとしての性質を持っているが、今回のアンケート調査では、天文学・宇宙科学的単元の全てに対して、全員が「関係がとても深い」を回答することはなかった。

4. 考察

問1「理科は好きか」と問2「理科は得意か」への回答のクロス集計結果を表6に示した。理科が「とても好き」または「好き」と回答した者は104名、8割に達するが、そのうち、理科が「とても得意」または「得意」と回答したのは45名(43%)であった。半数近くは「ふつう(得意でも不得意でもない)」と回答しており、8名(8%)程度ではあるが、理科

が「不得意」または「とても不得意」と回答した者もいた。本アンケート調査の対象のほとんどは、中学・高等学校の理科教員、または、理科に重点を置いた小学校教員の志望者であるが、理科という教科を選んだ主な理由は、得意であるから、と言うよりは、好きであるから、と推察される。

表7に、理科の中での、問3「得意科目は何か」と問4「不得意科目は何か」への回答のクロス集計の結果を示した。「物理」は4科目の中でも不得意とする回答が一番多かったが、これは得意科目によらず、「化学」を得意とする学生の過半数、「生物」を得意とする学生の8割強までもが「物理」を不得意としていることがわかった。また、「生物」を「不得意科目」と回答した学生は、2番目に多かったが、「物理」を得意とする学生の約半分、「化学」を得意とする学生の約1/3が「生物」を不得意としていることがわかった。表7からは、「物理」が得意な学生と「生物」、反対に「生物」が得意な学生と「物理」の相性が良くない現状が窺える。これは、高校時の理科の選択科目に由来する可能性がある。

問6の天文学・宇宙科学と各単元との関係性についての回答分布を、図4の三角グラフに示した。三つの軸には、「関係がとても深い」と「関係が深い」の回答数の合計、「ふつう（どちらとも言えない）」の回答数、「関係無い」と「全く関係無い」の回答数の合計、のそれぞれを総数130に対する割合で示した。

図4から、天文学・宇宙科学的単元の6単元全てで、回答者のほぼ全員が「関係がとても深い」または

「関係が深い」と回答している。そして、これらに非常に近い回答分布は物理学的単元の「A. 力と運動」、 「B. エネルギー」、 「D. 光」、 と化学的単元の「F. 原子・分子」である。「F. 原子・分子」の回答分布を、各物理学的単元の回答分布と、有意水準5%でフィッシャーの直接確率検定を行ったところ、「A. 力と運動」、 「B. エネルギー」、 「D. 光」と有意な違いは得られなかった(表5)。今回の研究では、中学校の理科に基づいて「F. 原子・分子」を化学的単元に分類したが、その内容は物理とも関連が深く、物理と化学の両方に跨がる単元と言える。

今回の調査からは、物理学的単元の多くは、天文学・宇宙科学との関連性が強いと考えられていることがわかったが、「C. 電気・磁気」では、「ふつう（どちらとも言えない）」という回答が2割になる。これは電気や磁気という言葉に対して、雷などの気象現象、または、小・中学校の教科書に掲載されるような導線を用いた電球や磁石の実験を想像する回答者が一定数いたためではないかと推察される。さらに、「E. 音」では、「ふつう（どちらとも言えない）」が4割まで増加し、加えて、「関係無い」「全く関係無い」が3割近くとなり、明らかに他の物理学的単元とは分布を異にしている。これは、宇宙は真空であるために音は伝わらないことを、強くイメージしている大学生が多いためかも知れない。天文学や天文現象を伝えるメディアには、聴覚では無く、色鮮やかな天体写真など視覚に依るものが多いことも要因の一つと考えられる。なお、実際の天文学・宇宙科学の研究では、強い

表6 問1と問2への回答のクロス集計結果 (数値は回答数を示す)

	とても好き +好き	どちらでも ない	嫌い +大嫌い	無回答	計
とても得意+得意	45	2	0	1	48
どちらでもない	51	15	0	0	66
不得意+とても不得意	8	6	1	0	15
無回答	1	0	0	0	1
計	105	23	1	1	130

表7 問3と問4への回答のクロス集計結果 (数値は回答数を示す)

得意科目 不得意科目	物理	化学	生物	地学	無回答	計
物 理	—	22	32	6	0	60
化 学	9	—	4	6	0	19
生 物	14	15	—	4	1	34
地 学	5	6	3	—	0	14
無回答	2	0	0	0	1	3
計	30	43	39	16	2	130

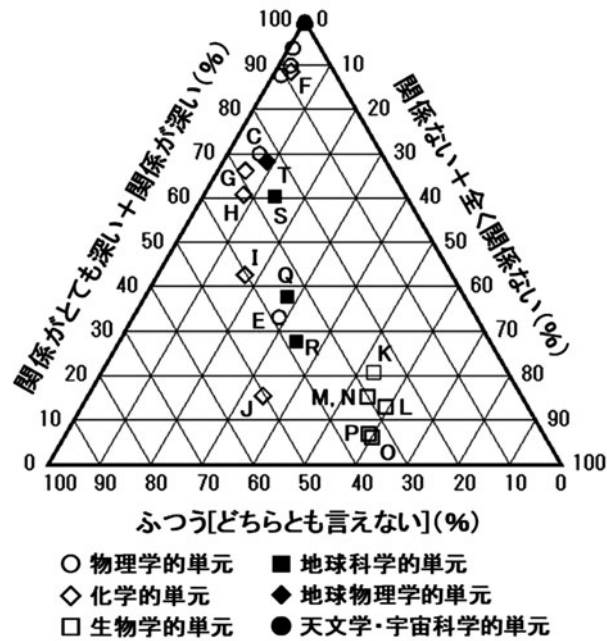


図4 各単位に対する回答の度数分布についての三角グラフ。三つの軸は、それぞれ、「関係がとても深い+関係が深い」、「ふつう（どちらとも言えない）」、「関係無い+全く関係無い」を示す。マークは、白丸（○）は物理学的単位、白菱形（◇）は化学的単位、白四角（□）は生物学的単位、黒四角（■）は地球科学的単位、黒菱形（◆）は地球物理学的単位、黒丸（●）は天文学・宇宙科学的単位を表す。また、図中のアルファベットは、それぞれが対応する単位を示す。

電場や磁場、衝撃波を伴う天文現象（前者には中性子星やブラックホール、後者には超新星爆発などがある）など、「電気・磁気」や「音」に関連した内容は決して少なくない。

化学的単位では、前述した「F. 原子・分子」が突出して、天文学・宇宙科学と関連が強いと考えられている。これは宇宙の誕生とともに素粒子が誕生することや、宇宙空間に星間ガスが存在していることなどから、「F. 原子・分子」を想起しやすいためと思われる。これに対して「G. 気体・液体・固体」、「H. 化学変化（化学反応）」では「ふつう（どちらとも言えない）」という回答が3割程度になるが、「関係無い」「全く関係無い」という回答は、いずれも1割以下である。ところが「I. イオン」「J. 酸・アルカリ」では、「関係がとても深い」「関係が深い」という回答が十数%程度になり、「ふつう（どちらとも言えない）」、「関係無い」または「全く関係無い」という回答が大幅に増えている。この二つは、化学的単位の中では、特に天文学・宇宙科学との関連が弱いと思われる。特にイオンと天文学・宇宙科学は密接に関連しており、星雲状天体のスペクトルを分析することで、その主成分であるイオンガスの温度や密度、金属量といった物理化学的性質を知ることができる。「I. イオン」や「J. 酸・アルカリ」は、水溶液を用いた実験

のイメージが強く、真空の宇宙空間との関連を想像することが難しいのかも知れない。

図4からは、明らかに、生物学的単元の全ての単位において、天文学・宇宙科学との関連が低いと考えられていることがわかる。全ての項目で「関係無い」または「全く関係無い」という回答が最多であり、「ふつう（どちらとも言えない）」という回答も3割程度を占めている。6つの生物学的単位の中において、他よりも天文学・宇宙科学との関係があると思われる単位は「K. 動物の行動・生活」であるが、これは、国際宇宙ステーションや月面での滞在など、人間の生活環境を学ぶ領域として天文学・宇宙科学を捉えている学生や、「満月の夜に犬が嘔みつきやすくなる」「満月の前後の夜にサンゴが産卵をする」などの言い伝えや学説の影響を受けた学生によるためかも知れない。

20世紀末のすばる望遠鏡などの大型望遠鏡と様々な観測衛星の登場以降、観測技術・画像解析技術の発展も伴って、現在は太陽系外に地球型惑星を探索できる時代となった。そして、そこに生命の痕跡を探せる時代も目前に近付いており、アストロバイオロジー（宇宙生物学）が一つの研究分野として確立され始めている。直井（2014）や加藤（2019）は、このような背景に対して、学校教育の現場に科目横断的な学習と

してアストロバイオロジーを持ち込んだ例である。今後も、天文学・宇宙科学と生物学の関係は、急激に密接なものとなっていくことが予想されており、両方の内容に通じた学校教員の存在は重要なものになるだろう。

地球科学的・地球物理学的単元の回答分布は、化学的単元と似ており、「S. 岩石・鉱物」と「T. 天気・気象」が、比較的、天文学・宇宙科学と関連があるとイメージされているのに対して、「Q. 地層」「R. 化石」では「関係無い」「全く関係が無い」の回答が増加している。「Q. 地層」については、小学校や中学校における「水の流れによって土砂が堆積し、地層を形成する」という学習内容を意識することで、水が液体として存在しにくい宇宙空間との関連性を想像することが難しいのであろうと考えられる。しかしその一方で、火星の高山や木星の衛星イオの火山活動などから、地層との関連性が想起される可能性もあるが、これを学べるはずの高等学校の基礎地学・地学の履修率は著しく低いのが現状である(松本, 2014)。

「R. 化石」は、今回の調査で、地球科学的・地球物理学的単元の中でも、最も天文学・宇宙科学との関連が小さいとイメージされている単元である。化石は生物の存在の裏付けでもあり、生物学との関係が深い、天文学・宇宙科学との関連性においては、生物学的単元ほど関連性が小さいとは思われていないようである。これは、過去に起こった地球への小惑星の衝突と古生物の絶滅を化石と結び付けたためと推察される。

図4から「Q. 地層」「R. 化石」に比べて、「S. 岩石・鉱物」「T. 天気・気象」は、天文学・宇宙科学との関連性は高いことが窺える。「S. 岩石・鉱物」については、本研究のアンケート調査の期間にあたる2017-2019年は小惑星探査機はやぶさ2の運用期間と重なり、そのミッションの進行とともに、小惑星探査の方法や先代の探査機はやぶさによる成果の話題が度々取り上げられたことから、小惑星を形成する岩石・鉱物と天文学・宇宙科学の結び付きが想起されたという理由が考えられる。また、地球科学・地球物理学的単元の中で最も天文学・宇宙科学と関連が強いとイメージされた「T. 天気・気象」については、天体観測時の天候・気象条件から惑星気象学(例えば、松田 2011; 2014 など)など身近な自然現象から専門的な内容まで幅広い可能性が考えられる。

天文学・宇宙科学的単元では、「Y. 膨張宇宙」と「Z. ダークマター」でわずか1名ながら「関係無い」という回答が見られた。現行の高等学校の学習指導要領下(文部科学省, 2019a)において、膨張宇宙は地

学基礎、ダークマターは地学で扱う内容である。一方で、両者は天文学・宇宙科学を扱うメディアでも取り上げられることが多い話題でもある。これらはしばしば、「現代物理学」や「宇宙物理学」という言葉の下で解説されることも多く、そのために、膨張宇宙やダークマターは、天文学や宇宙科学ではなく、「物理学」の範疇であると認識されていた可能性がある。

5. まとめ

本研究では、教員養成系学部の大学生が、天文学・宇宙科学と理科の他の単元との関係性を、どのように捉えているかを調べるためのアンケート調査を行った。回答数は130であり、回答内容の分析から、理科を専門とする教員志望学部生について、次のような描像が得られた。

- 1) 「理科」という教科を選択したのは、理科が得意であるから、というよりは、理科が好きであるという理由による。
- 2) 理科の中でも、化学と生物を得意とする学部生が約3割ずつ、物理を不得意とする学部生が5割弱もいる。天文学・宇宙地球科学が含まれる地学は、得意な学部生の割合は少ないが、不得意とする学部生の割合も少ない。
- 3) 物理が得意な学部生のうち、5割程度は生物が不得意であり、生物が得意な学部生のうちの約8割もが物理を不得意としている。
- 4) 「音」以外の物理学的単元は、天文学・宇宙科学と深く関係していると考えられている。「音」との関連性が低く見られているのは、宇宙が真空であるからと考えられる。
- 5) 化学的単元のうち「原子・分子」は、物理学的単元と同程度に、天文学・宇宙科学と深く関係していると考えられているが、反対に、水溶液による実験を連想させる「イオン」「酸・アルカリ」との関連性は低いと考えられている。
- 6) 生物学的単元は、他の単元に比べて、その全てで天文学・宇宙科学との関連性が低いと考えられている。今後はアストロバイオロジーの観点から、教科横断または科目横断的な学習内容の開発が期待される。
- 7) 地球科学的・地球物理学的単元では、「岩石・鉱物」「天気・気象」が比較的、天文学・宇宙科学との関連が高いと考えられている。これは、小惑星の岩石をサンプルとして持ち帰るというはやぶさ2のインパクトや、天体観測と気象条件の関

係などによるものと考えられる。また「化石」は生物学的単元との関連が強いが、小惑星衝突と大量絶滅が結び付いたためか、生物学的単元よりは、わずかながら関係があると考えられているようである。

謝辞

本研究のアンケート調査に御協力頂いた三重大学教育学部、文教大学教育学部、東京学芸大学教育学部の学部生の皆様、そして、2017年の東京学芸大学で開講された「情報」(火曜 2 限目のB類理科学科生対象クラス)で、西浦の授業運営を支えて下さった2人の情報アシスタント、内藤亮氏と深井雄介氏、2017年から2019年度の天体観測・画像解析実習に御理解と御協力下さった東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センターの土居守氏、同センター木曾観測所の小林尚人氏、青木勉氏、征矢野隆夫氏、樽沢賢一氏、酒向重行氏、諸隈智貴氏、高橋英則氏、森由貴氏に感謝致します。三角グラフの作成には、Clikington氏による「三角図作成ソフト(CKTriangle) Ver.1.4.0」(<https://clikington-saito.com/CKTriangle/CKTriangle.html>)を使用させて頂きました。また、本研究の実施において、学術振興会による科学研究費補助金(24654046, 16K12750: 代表者 西浦慎悟, 17K00971, 20K03226: 代表者 伊藤信成)の支援を受けました、心より感謝申し上げます。

引用文献

石井俊行(2015), “中学理科の圧力の理解を深めさせる指導に関する一考察—数学の反比例の学習を活かして—”, 科学教育研究, 39, pp.42-51.

加藤明良(2019), “新しい天文教育の試み—中学校3年理科「アストロバイオロジー入門講座」—”, 第33回 天文教育研究会・2019年 日本天文教育普及研究会年会 集録, pp.121-124.

松田佳久(2011), 惑星気象学入門—金星に吹く風の謎, 岩波

科学ライブラリー 183, 岩波書店, 東京, 128p.

松田佳久(2014), 気象学入門: 基礎理論から惑星気象まで, 東京大学出版会, 240p.

松本直記(2014), “教科書採択数調査から見る地学履修率の変遷”, 第28回 天文教育研究会・2014年 天文教育普及研究会年会 集録, pp.169-172.

文部科学省(2018a), 小学校学習指導要領(平成29年告示), 東洋館出版社, 344p.

文部科学省(2018b), 小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 理科編, 東洋館出版社, 176p.

文部科学省(2018c), 中学校学習指導要領(平成29年告示), 東山書房, 329p.

文部科学省(2018d), 中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 理科編, 学校図書, 183p.

文部科学省(2019a), 高等学校学習指導要領(平成30年告示), 東山書房, 602p.

文部科学省(2019b), 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説 理科編 理数編, 実教出版, 368p.

直井雅文(2014), “総合学習「宇宙人はいるのか」の実践報告”, 第28回 天文教育研究会・2014年 日本天文教育普及研究会年会 集録, pp.173-176.

新明郁実・富田晃彦(2020), “簡易四分儀を用いた理科と数学科での教科間連携を図った授業実践—中学校理科「宇宙の中の地球」, 中学校数学「三平方の定理」の分野を通して—”, 天文教育, 32(3), pp.11-13.

野添生・天野秀樹(2016), “教科間連携を図った中学校理科における授業実践研究—「密度」を題材にした理科と数学の相関カリキュラムの開発を中心として”, 日本科学教育学会研究会研究報告, 31(2), pp.27-30.

ウルムシュナイダー, P. 著, 須藤靖・田中深一郎・荒深遊・杉村美佳・東悠平訳(2008), 宇宙生物学入門 惑星・生命・文明の起源, シュプリンガー・ジャパン, 東京, 343p.

山岸明彦(2016), アストロバイオロジー 地球外生命の可能性, 丸善, 東京, 318p.

吉田幸平・高木秀雄(2020), “高等学校理科「地学基礎」「地学」開設率の都道府県ごとの違いとその要因”, 地学雑誌, 129(3), pp.337-354.