

宇宙航空研究開発機構研究開発報告

JAXA Research and Development Report

宇宙を題材とした教育学研究

人文・社会科学研究成果報告
「宇宙教育学」特集号

2013年3月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

はじめに

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

大学・研究機関連携室 室長 安部 隆士 (宇宙科学研究所 教授)

近年においては、科学技術が脚光を浴びることが多いのですが、本来、知的営みは科学技術のみならず、人文社会科学と言われる分野にまたがる幅広い分野で行われています。やや乱暴な言い方をお許し頂くことにすると、これまで科学技術は知の地平を広げ、それを応用することで産業に貢献し、生活を豊かにするものとして認知されていたと言えます。最近もてはやされる言い方として、科学技術立国というアイデアは、後半部分を取り上げたものであると言えます。宇宙に関する科学技術も例外でなく、その推進目的は宇宙を理解することで知の地平を広げ、衛星等の開発利用により産業を推し進め、生活を便利で豊かにすることをその推進目的として来たといえます。その意味で、いわゆる人文社会科学の分野とは縁のないものとして理解されていたと言えます。

本論文集は、そのような理解に対する真っ向からの反証であり、宇宙科学・開発の分野を教育に利用できる可能性があることを多面的に論じたものです。このような試みは極めて斬新なものであり、今後の発展に期待を抱かせるものですし、従来の宇宙科学・開発にとってもその推進を重層的に意義付けることを可能とするものと考えられます。本論文集は、教育を切り口として論じたものですが、無論教育に限らずさまざまな切り口があることを予感させます。さらに敷衍するなら、このような試みは、宇宙科学・技術ばかりでなく、広く科学技術に対して、これまで理解されていた価値以上の価値を見出しえる可能性を示唆した意味でも高く評価されるものと言えます。このような意味で、この論文集で繰り広げられる試みが、今後さらに発展することを大いに期待するものです。

目次

■宇宙教育の目的と意義：学校教育実践としての宇宙教育	
	百合田 真樹人（島根大学）1
■教材としての宇宙：答えのない課題を扱う教育プログラム 『宇宙箱舟ワークショップ』	
	水町 衣里（京都大学），磯部 洋明（京都大学）， 神谷 麻梨（神戸大学），黒川 紘美，堂野 能伸（京都造形芸術大学）， 森 奈保子（京都大学），塩瀬 隆之19
■Column : JAXA における宇宙教育活動	
	広浜 栄次郎（JAXA）46
■A progress report on the Meiji University School of Commerce course: “Special Themed Practicum: An Introduction to Astrosociology”	
	Renato RIVERA RUSCA (Meiji University)49
■大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する 見方・考え方育成における「学び」設計要件モデル —「宇宙」を題材として—	
	岩田 陽子（JAXA）65

宇宙教育の目的と意義：学校教育実践としての宇宙教育

百合田 真樹人*1

Beyond Education Outreach: Space Education as a New Paradigm for Building Citizenship

Makito YURITA

Abstract: Educational outreach is perhaps one of the most critical efforts of aerospace exploration agencies to build public understanding and involve the public in space exploration. Education outreach has often been emphasized as an effective means to build better public relations and to ensure public support for the allocation of public funds for space exploration. Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), however, introduces Space Education in order to propose a new paradigm to the agency's education outreach and its goals. JAXA's Space Education defines its efforts and goals on education as distinct from the regular education outreach that has as a main goal to build better public relations. JAXA's Space Education aims to support and enhance the goals of public education and schooling with findings, experiences and perspectives gained through the agency's exploration and research in and on Space. JAXA's Space Education therefore does not set a priority on building public awareness of and support for the agency and its missions. Instead, JAXA's Space Education seeks to build citizens with a strong sense of mission for building a better tomorrow. This paper introduces the theoretical background and the rationale for JAXA's endeavor and investment in the Space Education.

Keywords: Education Outreach, Space Education, Agency, Citizenship,
Public Education

*1 島根大学教育学部 准教授 (Shimane University Associate Professor)

1. はじめに

2003年10月1日、宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所、そして宇宙開発事業団が統合され、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が発足した。発足時に教育・広報統括執行役及び宇宙科学研究本部対外協力室長であった的川泰宣氏は、「子どもたちに大きな夢と希望、さらに科学と未来の社会建設への大きな動機づけ」を目的にした宇宙教育をJAXAが担う主要な任務に位置づけ、「宇宙教育が日本の救世主になる日を志す」という方向性を示した¹。2005年には青少年への教育活動を、JAXAの組織的な広報・普及活動から独立させ、科学的な観察・思考・課題解決に向けた能力の涵養をはかるとともに、人格の形成を視野に入れた教育活動を展開することを目的とした宇宙教育センターが設置された²。

宇宙機関が教育活動を行うこと自体はめずらしくない。しかし、宇宙機関が組織広報や普及活動から独立した教育活動を本務とする取組はめずらしい。NASAが1999年にソノマ州立大学と協働してNASA Education and Public Outreach Groupを設置し、推進する宇宙教育についても、その目的は宇宙の研究開発を支える後継者育成のための科学教育の強化にある³。組織広報や普及、さらに後継者育成を直接の目的に設定しないJAXAの宇宙教育は、その目的設定の特殊さのために誤謬を招きやすくわかりにくい一面がある。しかし、宇宙機関の研究開発と並列する取組に教育を位置づけた意義は無視できない。

JAXA発足から10年の節目を迎えるいま、宇宙教育とは何か、また従来の宇宙機関がおこなってきた広報・普及・後継者育成を目的にした教育活動とは何が異なるのかを検証し、その実践の目的を明示することには意義がある。本稿では特に、宇宙教育の〈教育〉としての理念とその理念にもとづく実践の在り方を明らかにする。

2. 宇宙教育とは何か

宇宙教育センターは、宇宙教育を「宇宙を素材として、子どもたちの心に自然と宇宙と生命への限りない愛着を呼び起こし、『命の大切さ』を基盤に『好奇心・冒険心・匠の心』を豊かに備えた明るくて元気で創造的な青少年を育成すること」に取り組む教育と定義している⁴。しかし、宇宙を素材として教育を行うことの意義や、その価値を決定する理論的基盤については明示されていない。従って、宇宙教育の理念において、従来の宇宙機関が行う教育活動との明確な差異を示すことは、JAXAの宇宙教育の特異性と有意性についての理解をはかるうえで重要である。

本稿は宇宙教育の意義と目的とを、従来の広報・普及・後継者育成を目的とした宇宙教育との差異を追究することを通して明らかにする。そのために、宇宙教育とは何ではないのかを明らかにすることから議論をはじめ、そのうえで科学技術をめぐる環境変化によって社会的要求の高まりをみせている理科教育及び科学教育と宇宙教育との差異を、教育理論を用いて示す。そして、従来の広報・普及・後継者育成から離れた目的をもつ宇宙教育の〈教育〉としての特色と有意性を示すとともに、平成20年に告示された新学習指導要領が求める学力を追求する具体的な方法として、宇宙教育が持つ有効性を示す。

3. 宇宙教育は何ではないのか

宇宙教育はその呼称のために、宇宙機関が行う広報・普及・後継者育成を目的とした教育実践と認識されがちである。国語教育や理科教育などの教科教育のように、教育の接頭辞におかれた言葉はその教育実践が陶冶的に伝える知識や技能（専門知）の領域を示すものとして一般に認識されることが多い。交通安全教育や性教育、キャリア教育などについても同様に、教育につけられる接頭辞は、その教育実践が学習者に習得させることを期待する専門知の分野領域を規定するものとして理解されがちである。このため、宇宙教育についても、宇宙をめぐる専門知の陶冶的教育と認識されることが多い。特に宇宙機関である JAXA が推進・実践する教育活動としての宇宙教育は、宇宙の専門知を教育内容と位置づけ、宇宙への関心を涵養する後継者育成、組織支援をはかる教育実践と認識される傾向がある。

NASA や他の宇宙機関が行う広報・普及・後継者育成としての教育 (Education and Outreach Program: EPO) も、広義においては宇宙教育である。広義の宇宙教育は、(1) 現在と将来の宇宙機関の事業計画に社会の幅広い層から支持を得ること、さらに(2) 将来の事業活動を支える後継者育成をその主目的に設定した教育実践を行う。宇宙を教育実践が取り扱う内容として、また教育実践の目的に設定する広義の宇宙教育は、宇宙を専門に扱う研究者や技術者、さらに宇宙機関を知識体系の頂点に置く。このため、広報・普及・後継者育成を目的とする広義の宇宙教育は、あたかも水が高いところから低いところにながれるように、宇宙の専門知を教育の実践者に伝達し、実践者がさらに下位にある学習者にそれを伝達するピラミッド型の知識体系を前提にした批判的教育学を提唱したフレイレが問題視する銀行型の教育実践⁵としておこなわれる傾向がある。

ピラミッド型の知識体系を前提にした広義の宇宙教育の教育は、宇宙を専門家の領域に聖域化する。専門知の伝達が教育実践の主目的とされる場合、教育は、より多くの専門知を「無知」なる学習者に蓄積させる営みと定義される。「無知」とは専門知をもたない状態であり、専門家の領域で生産された専門知を学習者に蓄積させる作業を通して、その無知の解消を目指す取組を教育実践として狭窄化する。このときに、学習者の学びは蓄積した専門知の量的な代償によって評価される一方で、教育実践の評価は蓄積させることをめぐる作業の効率によって評価が行われる。

さらに、ピラミッド型の知識体系を前提にした教育実践は、自らに外的な知識を伝達する媒体として教育の実践者を道具化すると同時に、教育の実践者と学習者をともに専門知を生産・管理する専門家や研究者の外側に設定する。教育実践は、その実践行為を通して知識体系を構築する専門家集団を専門知の源に聖域化することに貢献し、知識体系はその結果として固定化される。

一方で、JAXA の発足時に提唱された宇宙教育は、「創造的な青少年の育成」をその教育実践の目的にする。宇宙教育は研究開発にかかわる専門家集団によって構築された専門知の伝達を教育実践の目的とするのではなく、専門知を活用することで「創造性」を育むことを目的に、専門知を道具化した教育を実践する。専門知を陶冶的に教育するいわゆる広義の宇宙

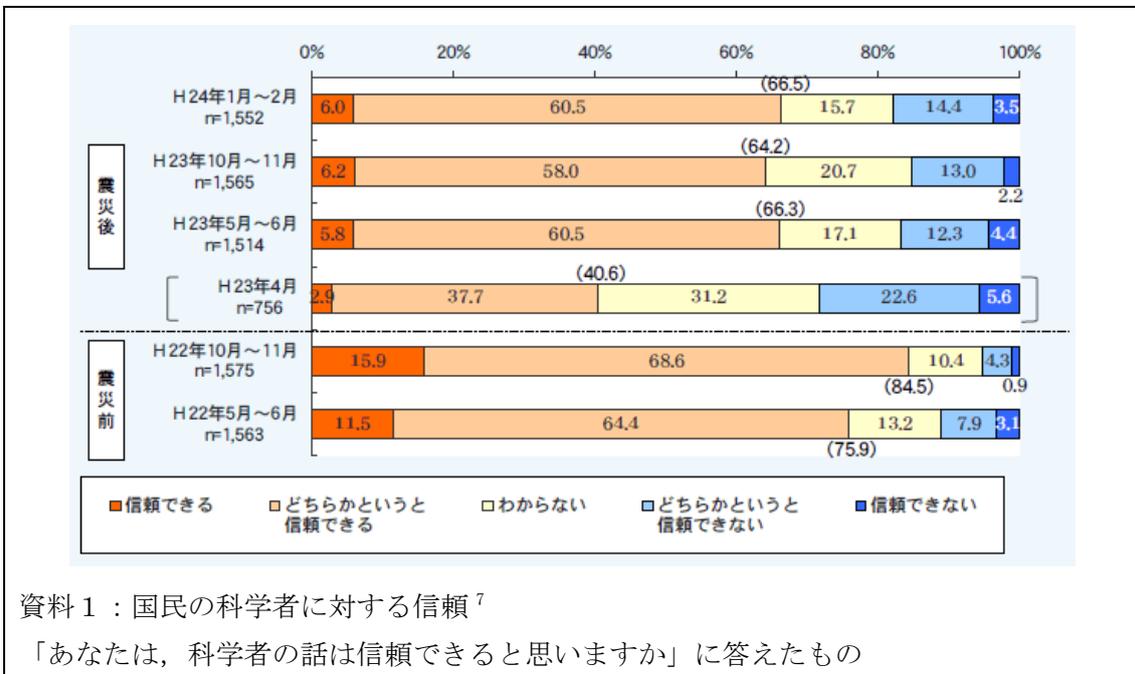
教育が前提とするピラミッド型の知識体系は、JAXA が取り組む宇宙教育の実践が前提とする知識体系とは対極にある。

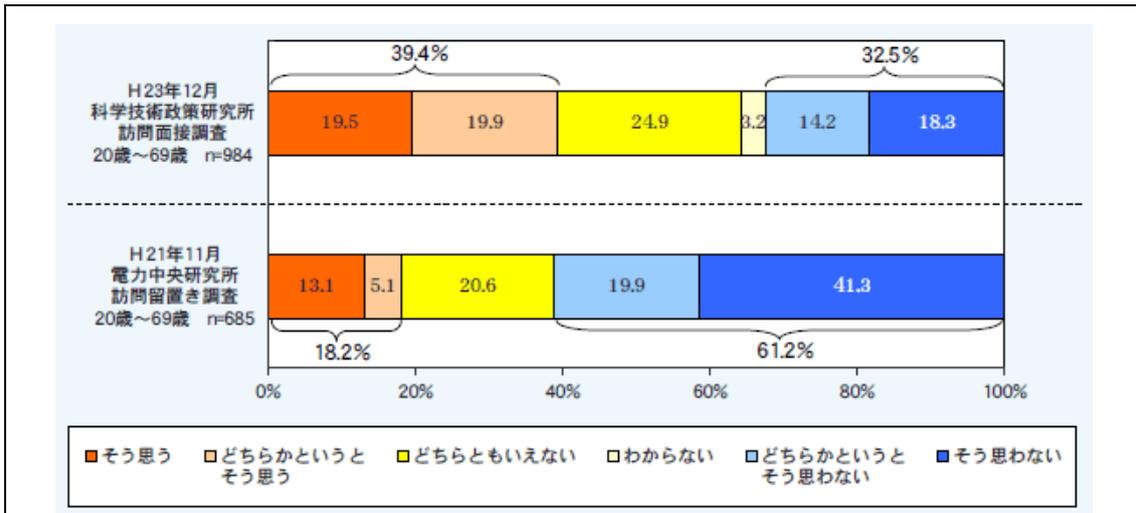
4. 科学技術をめぐる倫理的課題と宇宙教育

20 世紀は科学と技術とが著しく接近した科学技術の世紀であった。アポロ宇宙船から撮影された地球と月の写真は、人間の活動領域が地球を越えて宇宙へと拡大したことを直接的に示しており、科学技術の世紀としての 20 世紀の人類経験を象徴する成果だった。

一方で、20 世紀に人類が経験した二つの世界大戦と、その後続いた東西冷戦は、科学と技術の接近が人類そのものを滅亡させる自己破壊的な力をつくりだし、科学技術が人間の未来を破壊する可能性を実感させた。科学技術が異常性と結びつくことによって人類が破壊される可能性を描いた「博士の異常な愛情」は、科学技術がつくり出した破壊的な力への不安を示している⁶。また科学技術が約束する豊かさや希望を実感させてきた産業活動も、20 世紀後半になると公害を拡大し、人類を含む生態系の危機を招いた。

しかし 20 世紀は、科学技術の発展がもたらした諸課題についても、科学的知見の拡大と技術の革新によって応答することに取り組んだ世紀であった。20 世紀後半に一大ブームをひきおこした「スターウォーズ」は、科学技術が統制に使われた社会(帝国)と科学技術を人間が統制する社会(反乱軍)との闘争を通して、科学技術を使う人間の力をフォースと呼び、科学技術を統制する意志の力の重要性を描いている。このように、20 世紀は科学と技術が接近した科学技術の世紀であると同時に、科学技術と人間とのかかわり方が模索された世紀でもあった。





資料 2：科学技術の研究開発の方向性は専門家が決めるのがよいか⁸
 「科学技術に関する次の意見について、あなたはどのように考えますか」に答えたもの

宇宙機関の研究開発もその例外ではない。科学技術への信頼が揺らいでいる現在において、科学的知見の追究と技術の革新が示す可能性についての信頼を前提とした従来の広報・普及としての教育活動は十分ではない。さらに、広報・普及・後継者育成を目的とした教育実践は、科学技術がうみだした倫理的課題に応答するものではなく、また揺らぎ始めた科学技術への信頼を回復するのに貢献するものではない。

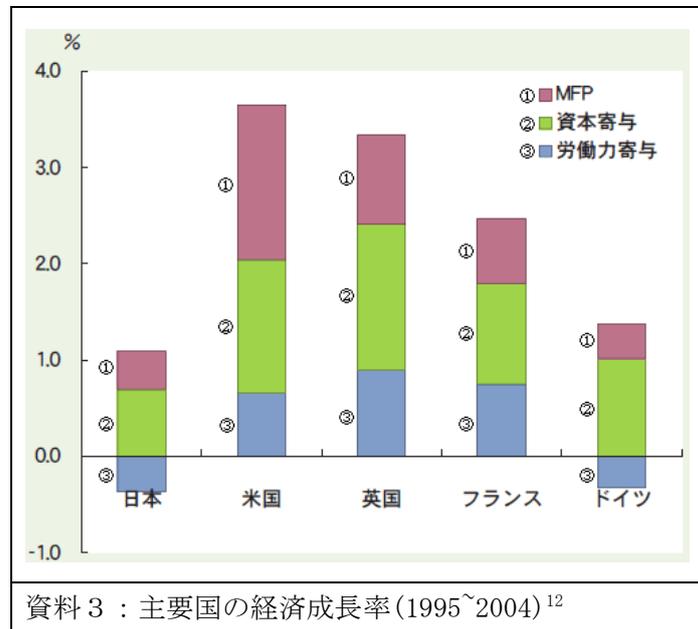
「科学と未来の社会建設への大きな動機づけ」を目的におく宇宙教育は、科学的知見と技術の革新が示す可能性によって獲得されてきた信頼を前提とするのではなく、継続的に育む対象とする教育の実践に取り組む。このため、科学技術によって産み出され、かつこれによって応答することが必ずしも適当ではない倫理的課題については、宇宙教育がその目的に置く「科学と未来の社会建設」を追求するうえで応答すべき課題に位置づけられる。

こうした観点は、宇宙教育が従来の宇宙機関がおこなってきた広報・普及・後継者育成のための教育実践とは目的を異にするのみではなく、その教育実践が課題とする対象についても大きく異なることを示唆する。つまり、宇宙教育は科学技術そのものを目的とするのではなく、未来の社会建設に向けた課題に取り組む手段として科学技術を定義する教育実践である。

5. 人材育成を目的とする教育実践への懐疑的姿勢

学校教育や社会教育に目をむけると、科学技術への信頼の揺らぎの原因を理数離れといわれる現象に求め、その対策を理科教育や科学教育の振興に求める取組が近年顕著になっている。理科教育・科学教育の振興によって理数離れを解消し、科学的関心を涵養することによる科学技術への信頼の回復を期待する取組の背景には、2006年のPISA調査の結果がもたらしたいわゆるPISAショックがある。PISA調査は、「読解力」、「数学的リテラシー」そして「科学的リテラシー」の全領域について、日本では上位層が減少し、下位層が著しく増加していることを示した¹⁰。PISAと類似した国際学力調査であるTIMSSにおいても、1999年度調査と2003年度の調査結果において、同一問題の正答率が低下していることが明らかになった。こうした国際学力調査におけるスコア低下に焦点をあてた報道は、いわゆるPISAショックと呼ばれる反応を誘引し、日本の国際競争力の低下の責任を教育に求める言説を誘った。

さらに2006年の日本の経済成長をめぐる状況を見ると、日本のGDPが世界全体のGDPに占める割合が24年ぶりに10%を下回るという結果(9.1%)を示した。また、2000年から6年連続で順位を下げてきた国民一人あたりのGDPについても、他のOECD加盟主要国の相対順位の変動がほとんどないなかで、日本のみが世界18位にまで急落¹¹したことも、PISA調査の結果とあわせて、日本の国際競争力の著しい低下を経済成長の点からも印象づけた。



経済成長と学力の両面から示された日本の国際競争力の低下は、将来の人材確保の観点からも問題視され、日本経済団体連合会は2008年5月に「国際競争力強化に資する課題解決型イノベーションの推進に向けて」という提言を公表し、翌年には「競争力人材の育成と確保に向けて」という指針を示すことで、人材育成教育推進の必要性を示した¹³。こうした

現状を受けた 2008 年の科学技術白書は、科学技術によるイノベーションが経済成長に寄与する程度を示す指標にもちいられる全要素生産性(MFP)指標の低さ(資料 3)を示し、科学技術によって日本の経済成長を維持するために、イノベーションを追求する理工系人材育成を目的とした教育の必要性を強調し、経済会からの要請に同調した。

PISA の結果を受けた理数教育の重点化や、経団連が提言した産業人材の育成、科学技術によるイノベーションを支える理工系人材の育成を目的とした教育実践は、社会が示した課題を克服する手段として重要かつ必要である。しかし、こうした社会の特定課題を克服する手段として行う教育は、教育される側である学習者の主体を目的とするのではなく、教育の外側で設定された課題を克服する道具として学習者を教育することを目的に位置づける危険性を内包する。国際競争力の低下を阻止する目的で行う教育は、その委託された目的を達成するために教育を道具化する。それと同時に、その教育が対象とする学習者についても、課題克服の役割を担う人材として道具化する一面をもつ。

教育と教育が対象とする学習者とを、教育の外側で設定された課題克服のために道具化する背景には、教育によって社会の様々な課題を克服することが出来ると考える教育万能主義がある。皮肉なことに、教育万能主義は社会課題の解決を教育に求めることによって、教育とその実践対象である学習者を道具化する。このために、社会課題の原因は、不完全な教育という道具に起因するという錯覚を誘う。ドイツの教育学者 W. ブレツィンカは、こうした教育万能主義がもつ、教育を徹底的に改善すればあらゆる問題が解決できるという矛盾を示して次のように論じている：

良いことを促進したり悪いことを排除したりする場合、常に「教育」に呼び声がかかる。平和のために何かをしたいと思う人は「平和教育」を求め、健康状態をより良くしようとする人は「健康教育」を、環境を守りより良くしたい人は「環境教育」を、交通事故の件数を減らしたいと思う人は「交通安全教育」を推進し、無思慮な浪費を阻もうとする人は「消費者教育」の重要性を訴える。(中略)「教育」によって、一少なくとも理論的には一あらゆることがなしうと思われており、「教育」はどのような人にも必要であると思われている¹⁴。

教育万能主義は、克服すべき社会的な課題がある限り、教育を「どのような人にも必要である」ものとして認識する。こうした認識は、社会的課題を克服するために、社会の構成員は社会的課題を同定する主体によって教育され続けなくてはならないという認識と表裏一体のものである。

教育によって社会的課題の克服を追求する場合、課題を認識する主体と課題を克服する主体との関係をどのように位置づけるかが重要である。ブレツィンカが批判的に示した教育万能主義の背景には、課題を認識して教育を行う主体である実践者、課題の克服を担い教育される客体に置かれた学習者との関係が前提にある。この点において、先にあげた教育万能主義は、主体の外側で認識された課題を克服するために教育を道具化し、学習者を課題克服の

道具化することを自明とする錯覚に支えられている。

宇宙機関の広報・普及・後継者育成という教育から独立する意図をもった宇宙教育は、学習者を宇宙機関の取組を維持するために道具化する教育を否定する。社会的な課題を自ら発見・認識し、その克服に取り組む主体を形成することを目的とする教育は、社会的課題の解決に取り組む主体を、社会の構成員である市民主体におく。これは宇宙教育の実践の結果に、宇宙機関の取組を支持・支援する選択を行う主体を形成するという目的をこえて、宇宙機関をふくむ社会総体を念頭に思考し、行動する主体の形成を目的におくことを意味する。そのため、宇宙機関の取組を支持・支援する主体を形成することを教育の目的に設定し、学習者とその目的を達成するための手段として道具化することによる教育実践そのものの道具化を、宇宙教育は否定する。

PISA 調査の結果や経済成長の低下を背景に、日本の国際競争力を科学技術イノベーションに求め、イノベーションを担う人材教育として行う理科教育・科学教育の振興は、その教育の対象である学習者を科学技術の振興による日本の成長を担う人的資本に変容することを目的にする。こうした教育が、学習者の外側に設定された要求に応答する人材育成をねらう陶冶的教育を実践するのに対して、宇宙教育は学習主体の学びを涵養することを目的に訓育的な教育を行う。科学技術は、それ自体を目的とするのではなく、学習者が主体として追究する学びを涵養する道具になる。この観点において、宇宙教育は科学技術振興を一義的な目的としない。

6. 宇宙教育の特色・要点

ここまで宇宙教育とは何ではないか、何を否定するのかを示すことを試みてきた。ここまでの要点を整理し、それらを概観することを通して宇宙教育の特色及び要点とすることを確認し、その理念を示すことを試みる。

まず、宇宙教育は宇宙を対象にした研究開発で得た専門知の陶冶的な教育を実践の目的としないことが第一の要点である。教育をする側から教育をされる側に一方的に知識を伝達することを目的とした教育は、知識を効率よく確実に伝達することを教育の実践として、また伝達された知識の蓄積を学びとして位置づける。また一方的に伝達される専門知をさせる行為に学習者を参加させることは、学習者をピラミッド型の知識体系の底辺にある知識の受容体に固定化する。宇宙教育は専門知を教育の対象とした実践ではなく、専門知を手段にした教育を実践する。

宇宙を教育実践の手段に活用する宇宙教育は、理科教育・科学教育が教育の対象とする分野領域との親和性が高く、理科教育・科学教育の一種であると認識されることが多い。しかし、理科教育・科学教育は、その実践を通して科学技術イノベーションの環境整備による日本の国際競争力の強化をはかる理工系人材の育成をはかることを、その教育実践の目的に受容する。一方で宇宙教育は宇宙を目的とした研究開発を担う人材育成を教育の目的とした実践ではない。

宇宙の研究開発を支える人材育成を目的としないことは、教育実践の結果に宇宙の研究開発を担う人材を育むことを置かないこととは異なる。特定の人材育成を直接の目的とする教育実践が、その目的に直接応答しない学習者を教育実践において問題化し、継続的な教育実践の対象から排除するのに対して、宇宙教育は宇宙の研究開発を直接になう人材となることを志向しない学習者をその教育実践における問題とはしない。宇宙教育は、人材育成を目的とすることから自らを差異化した教育実践であるとすると同時に、こうした人材育成を目的化した教育実践との差異を明確に認識するということが第二の要点である。

さらに、宇宙の研究開発を支える人材の育成を直接の目的としないことは、宇宙教育を特色づける第三の要点につながる。理科教育・科学教育の振興は、先にあげたように、日本の国際競争力の強化に資する科学技術イノベーションを担う人材育成を目的としている。同様に、教科教育を始め、学校教育に持ち込まれてきた様々な〇〇教育は、接頭辞として教育に付帯された〇〇を目的とした教育実践に偏向したものとして受容される傾向がある。こうした教育実践は、学習者を教育の目的とするのではなく、学習者の外側にあるものを目的に、学習者を目的追求の手段として道具化する。こうした教育実践は、学習者を目的追求の道具として不完全な状態であると仮定し、学習者を完成するために必要な専門知の伝達がおこなわれる。学習者の外側に目的を設定する教育は、こうした点において、第一の要点にあげた知識体系の固定化を助長する。

宇宙教育は、教育実践が学習者の外側にある目的を追求する手段として学習者を道具化することを否定する。宇宙教育の教育実践は学習主体を目的に設定し、主体の自立を追求する。

民主主義社会においては、課題を発見し、課題の克服に協働する主体は、特定の知識体系の頂点にある存在ではなく、社会に共生する市民主体である。宇宙教育がその教育実践を行う対象は憲法第12条が規定する自由及び権利を不断的努力によって保持する法律上の構成員である市民であり、またひとつの惑星で共生する社会を構成している事実・現実の地球市民である。宇宙の視座からとらえた地球を単位とする共生社会の認識は、従来のグローバル教育や国際化教育とは異なり、そこに存在する人間や価値を相対化し、共生する存在としてとらえる可能性を内包する。つまり宇宙教育は、現在の共生社会を形成してきた文化科学の伝統を継承し、さらに宇宙時代の新しい文化の創造に自律的な主体として取り組む地球の市民主体を目的に設定する。現行の教育基本法前文にある「伝統を継承し、新しい文化の創造を目指す」市民主体を、国民国家の枠組みをこえた地球を共生社会と認識することに取り組む宇宙時代の市民教育を追究する教育理念が宇宙教育の背景にある。

7. 宇宙教育の理念と実践

宇宙時代の新しい共生社会の可能性をもとに、その社会における新しい市民認識を想起した教育実践を追究する宇宙教育は、広報・普及・後継者育成に限定した従来の宇宙機関の教育目的からはなれることによって、学習者の主体を道具化する教育実践からも独立する。地球市民としての学習主体を目的においた教育実践は、宇宙を専門知とする諸領域に狭窄化するのではなく、宇宙への広がり、地球を単位とする共生社会を想起する場として宇宙を位置づけ、専門知を活用する。宇宙教育が対象とする学習者は、地球の領域に限定された視点で取り込まれてきた諸課題を、宇宙の視座からその間を再構築し、世界の新しい可能性を追究する市民主体である。

このため宇宙教育の実践は、その教育内容・専門知を、教育をする側や専門知を所有する側から、教育をされる側や専門知を所有しない側に一方向的に付与する対象物に位置づけない。宇宙教育における専門知は、課題探求と克服とを目的に活用される道具である。市民が協働して共生社会の向上に取り組むように、宇宙機関がその研究開発を通して獲得した専門知についても、それを公共空間に参画する市民主体と共有し、そこから発見される新しい課題に協働して取り組むことで、専門知は専門領域の内部に狭窄化されるのではなく、公共知として新しい価値を構築する。これは学術研究分野や産業開発分野にかかわる主体が、それぞれの研究成果を公表し、他の主体と協働することでより高次の発見や技術革新に取り組むことが可能となる。これと同様に、宇宙の研究開発を通して得られた専門知を公共空間で共有することによって、新しい価値を追究する学際的な教育法をもった教育実践が宇宙教育である。

さらに宇宙教育は、専門知を活用する場に公共空間を設定し、専門知を蓄積の対象ではなく、その道具化をはかる。従来の教育実践で多くみられる専門知を蓄積する行為は、教育の過程において必然的に起こる現象ではあるが、それ自体は教育の本来的な目的ではない。一方で専門知の蓄積は、教育実践の成果を評価する必然性のために、その指標に用いられやすく、教育実践が蓄積自体を目的化する誤謬を育みやすい。単位時間数を用いた学習到達度の評価や、入学試験などで用いられる学力評価の方法は、学びを量的に計数する簡便な評価手法のひとつにすぎない。しかし、教育の成果を評価するための一手法にすぎない知識の量的な測定が絶対化した環境下では、教育実践の目的が知識の蓄積におかれることが常態化する。さらに、知識はそれ自体が固定化し、その価値が変化しないことによって始めて蓄積の対象となる。このため、知識の蓄積を目的化した教育実践は、その実践を通して知識体系を固定化し、知識の構築や活用から乖離した客体に学習主体を孤立させる。

宇宙教育は量的に蓄積された専門知を活用する場の形成を通して、専門知を道具化することを意図的に行う。人間が宇宙に進出することによって宇宙の視座を得る。その宇宙の視座は、地球をひとつの単位にした共生社会という具体的現実を、新しい公共空間として提示する。地球という一つの公共空間は、様々な領域に細分化された専門知を包摂し、宇宙教育は学際的な活用をうながす教育法を設計する。

学校教育における宇宙教育の実践は、教科教育の枠組みを横断した学びの構築に積極的に取り組む。領域横断的な教育実践は容易ではない。しかし、宇宙を対象とする研究開発は、教科や専門によって細分化されたディスコースの内部でのみその成果を追究するのではなく、専門知を領域横断的に活用することによって未知の領域の開拓を進めてきた。さらに宇宙開発が人類の行動領域を拡大したことが宇宙の視座をもたらしたという事実は、専門知を限定する領域の存在と領域によって限定された知識体系を超越することの可能性をも実感させた。

地球外へ人類が進出する以前は、ひとつの惑星に共生するという社会のイメージを共有することは困難であった。アポロから撮影された一枚の写真は、すべての人類が運命共同体として共生する地球をイメージさせた。1963年には、バックミンスター・フラーがその著書のタイトルに「宇宙船地球号(Spaceship Earth)¹⁵」と表現し、宇宙の視座から地球と人類の未来を包括的に考えることの必要性和、そのために教育や世界システムを再構築すべきであることを論じた。しかし「宇宙船地球号」という言葉のイメージを直感的に訴えたものは、1968年12月にアポロ8号が月から撮影した青く光る地球の写真だった。さらに太陽系の端から撮影された青い光点にすぎない地球の写真は、地球の有限性を実感させた。地球の有限性についてのイメージは、地球をひとつの共生社会と認識することの絶対的必要性を説いている。

宇宙教育は、このような宇宙を追究することによってもたらされた認識を原動力に、宇宙からの視座の活用を追究する。宇宙の視座は、細分化された専門知を学習者の主体のなかで再構築する具体的手段であるとともに、地球の有限性を超克した新世界を追究する主体に自らがおかれた現実と未知の可能性を示す。宇宙教育は、宇宙から得られた地球の有限性と唯一性とをともに、未来を追究する主体意識を構築する理念をもつ教育実践と定義できる。

宇宙の視座が提起する地球の唯一性にもとづく共生社会のイメージと、地球の有限性のイメージを横断的に認識する段階に人類はまだ達していない。宇宙教育実践が学習主体を目的とする事由は、唯一かつ有限である地球を舞台とした共生社会において、そこに存在するすべてが運命共同体であり、学習主体それぞれが、その生存と発展に責任をもつ主体であるという現実認識があるだろう。こうした認識は既に理想論や夢物語ではなく、宇宙の視座によって示される具体的現実である。その現実に応答する主体を育むことを目的にした宇宙教育は、その対象である学習主体そのものを目的にする点において、民主主義における教育の目的と一致する。宇宙教育が追究する教育実践の目的は、要約すると、地球を共生社会とする新しい認識をもとに、未来を創造する主体意識の醸成と自立とを育むことにある。

8. 実践事例—総括にかえて

宇宙教育の教育実践事例をあげることは、宇宙教育の理念を追究する実践イメージをもつためにも必要だろう。本稿を閉じるにあたり、法制度をめぐる宇宙教育の実践事例を取りあげ、本稿の総括とする。

従来の教科教育の枠組みでは、法制度または規則について取り扱う教科は、直接には社会科や道徳教育がイメージされる。その他にも国語科や外国語科などで教材に用いられることがあるほか、数学科では法則について、体育科では規則にもとづいた競技について、美術科や音楽科では規則と美の相関について、さらに家庭科や課外活動などでも法制度や規則について取り扱われることがある。ただし法制度という場合には、一般的に社会科が取り扱う内容と認識され、先にあげた他教科が取り扱う内容との関係性を意識した教育実践がおこなわれることは稀少である。

法制度をめぐる宇宙教育実践は、既存の法制度の存在の正当性や合理性を前提とした実践を計画しない。法制度の存在が正当であり合理的であることを前提に行う教育実践は、法制度の目的、性格、運用の主体などを、教育すべき専門知に位置づける。法制度は学習者のみではなく、教育をする側にも先んじて既に日常に存在している。こうしたなかで、法制度の存在の正当性や合理性の枠組みを前提としない教育実践を計画することは必ずしも容易ではない。

法制度を対象とした宇宙教育実践が課題として提示するのは、科学技術の進歩によって克服することが困難な課題や既存の専門知をそのまま充当することが必ずしも可能ではない状況である。宇宙をめぐる技術開発の急速な進展は、地球環境に不足する資源を宇宙から獲得する構想まで可能にしている。さらに月面探査はすでに月面開発をもその視野に入れ始めているほか、宇宙の領有権についての是非が改めて問題視されるなど、宇宙をめぐる法的課題は山積している。さらに、国際宇宙ステーションに人間が常駐する時代に既にあり、宇宙空間での裁判や特許申請をめぐる諸課題など、科学技術の領域のみで処理することのできない課題が現実に存在している。

こうした宇宙開発を通して経験した・経験している諸課題を宇宙教育実践の課題として用いることで、教科枠や教育の対象となる領域をこえた様々な専門知の活用をうながす。さらに、現実の課題を教育実践に持ちこむことで、課題を追究し克服することに向けた学習主体の好奇心を涵養する。日常からの統制を離れた宇宙空間での法制度を追究するという課題は、法の目的と性格、さらに法を運用する主体についての認識を育む。さらに宇宙時代の新しい社会を想起したうえで、その社会における法制度を考察する取組は、法制度の存在意義とその運用に主体としてかかわる経験を育むほか、法治国家における人間主体の役割と責任とを考察する契機を提供する。

こうした教育実践は、法制度を検討するという一連の学習経験を通して、社会の新しい課題にこれまでに獲得してきた知識や経験を活用し、さらに新たな知識や多様な経験を追究することで創造的に課題克服に取り組む市民主体の学びを醸成する。宇宙教育は、こうした学

修プロセスを積極的に構築することで、学習主体が自ら多様な領域の専門知を追究し、主体として課題克服に取り組む経験を通した学びをデザインする。

こうした学びのプロセスは、民主主義社会の主権者である市民主体が政治参加するさいに求められる役割と一致する。既存の社会を限定的な経験則で理解するのではなく、多様な他者を含む俯瞰的な視点から自らの経験則を見直し、より公正な社会を実現する目的をもって課題解決に取り組むことは、民主主義社会の主権者に必要な能力であり、責任である。宇宙からの視座を獲得した現在、地球をひとつの共生社会とする概念を現実と認識することが可能であり、その共生社会に参画するすべての主体が運命共同体であるという認識をもつことも可能である。こうした宇宙時代の主権者は、ある特定の社会を構成する主体のみを目的とするのではなく、地球をひとつの単位にした包摂的な共生社会に生きる主体の多様性を前提とした思考や行動が求められる。宇宙教育が対象とする宇宙は、宇宙時代の地球共生社会の具体的課題を示す素材であるとともに、地球共生社会の可能性を追究する主体がもつべき視座である。

つまり、宇宙教育の実践において、宇宙は教育実践に介在する素材であるとともに、教育実践に意味と目的、方向性を与える視座を提供する道具である。宇宙は地球上のすべてを包摂する。人類が宇宙に出てから半世紀がすぎた現在、人類の宇宙進出は、地球をひとつの共生社会とするアポロがもたらしたイメージを具体化する段階にまで到達しようとしている。既に急速に展開するグローバル化によって、国家や特定の社会に限定された教育実践は世界の変化に応答することが叶わなくなっている。科学技術振興をねらう理科教育・科学教育についても、科学技術のみでは応答することができない問題によって科学技術が否定される現象を経験している。

宇宙の視座を獲得することによって得られた地球の有限性と唯一性の現実を新しい視座に、現有の課題に挑戦し、新しい社会の創造に取り組む主体の涵養に宇宙教育は取り組む。その教育実践は領域に細分化された専門知を包摂・活用することを経験として推進する理念をもった教育法を追究する。言い換えれば、宇宙教育は教育実践が対象とする教育分野ではなく、教育法ととらえるべきであり、本稿ではその理論的背景とその理念を論じた。一方で、本稿では宇宙教育センターの活動において重要な役割を担う社会教育における宇宙教育については考察に含めていない。また、教育法としての実践の具体的特色やその評価手法について本稿の議論に含めていない。社会教育における宇宙教育や、学校教育における実践の具体的方法論や実践評価の手法については、現在データを収集しその精査を進めており、その成果については今後の展開をまって議論したい。

参考文献：

- 1 的川泰宣. 「新生 JAXA をよろしく」宇宙航空研究開発機構 (2003).
- 2 「JAXA『宇宙教育センター』の設立について」 (2005).
- 3 Sonoma State University の EPO サイトには, EPO がねらう目的の最初に「to inspire students in grades5-14 to pursue STEM careers」(epo.sonoma.edu)をあげている. STEM は, ” Science, Technology, Engineering, and Mathematics」の略称であり, NASA の実施する宇宙教育活動において頻繁にもちいられていることから, NASA の実施する宇宙教育活動の主要な目的に科学技術人材育成がおかれていることがうかがえる. 1999 年以前の NASA の宇宙教育活動についてまとめたものに, 浅井義彦. 「NASA の宇宙教育プログラム」物理教育 46(1), 7-11. (1998)がある.
- 4 広浜栄次郎. 「第 12 章宇宙教育が目指すもの」平成 19 年度宇宙環境利用の展望. 財団法人宇宙環境利用センター報告書 (2007) Chap. 12, p. 1.
- 5 銀行型教育については, P. Freire, *Pedagogy of the Oppressed* (New York: The Seabury Press, 1970)を参照. 邦訳は「被抑圧者の教育学」. 亜紀書房 (1979).
- 6 「博士の異常な愛情または私は如何にして心配するのを辞めて水爆を愛するようになったか」は, スタンリー・キューブリック監督, ピーター・セラーズ主演の映画. *Dr. Strangelove or How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb*, directed by S. Kubrick, Columbia Pictures, 1963.
- 7 平成 24 年版科学技術白書「第 1 部第 1 章第 2 節 科学技術政策に問われているもの」. URL: mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201201/detail/1322773.htm
- 8 平成 24 年版科学技術白書「第 1 部第 1 章第 2 節 科学技術政策に問われているもの」. URL: mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201201/detail/1322773.htm
- 9 学校教育において, 技術革新によって生まれた新しいメディアとそれらのメディアを活用することに求められる新しい対応についての姿勢をみると, 新しいメディアの脅威が強調され, その活用を前提とする対応ではなく, それらを脅威と位置づけて活用しないことによる対応が多くみられる. インターネット技術をめぐる学校側の諸対応や, ICT を導入した授業実践に対する学校側の姿勢には, こうした科学技術の発展を必ずしも肯定的に認識しない傾向が生まれていることを実感させる.
- 10 文部科学省. 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) ～2006 年調査国際結果の要約」 URL: mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf
- 11 内閣府経済社会総合研究所. 「国民経済計算平成 18 年度確報
- 12 文部科学省. 「第 1 部第 1 章 5 科学技術によるイノベーションの必要性」. 平成 20 年版科学技術白書. (2008)
URL:mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hppa200801/08060518/008.htm
- 13 日本経済団体連合会. 「国際競争力強化に資する課題解決型イノベーションの推進に向けて」 (2008. 05. 20.) URL: keidanren.or.jp/japanese/policy/2008/027.pdf, 日本経

- 済団体連合会. 「競争力人材の育成と確保に向けて」 (2009.04.14.) URL:
keidanren.or.jp/japanese/policy/2009/036/honbun.pdf
- 14 W. Brezinka. 「教育目標・教育手段・教育成果-教育科学のシステム化」. 小笠原道雄,
坂越正樹訳. 玉川大学出版部 (2009), p.175
- 15 R. Buckminster Fuller, *Operating Manual for Spaceship Earth*, (Carbondale, Southern
Illinois University, 1969)

教材としての宇宙：答えのない課題を扱う教育プログラム 『宇宙箱舟ワークショップ』

水町 衣里^{1*}, 磯部 洋明^{2,3*}, 神谷 麻梨⁴, 黒川 紘美,
堂野 能伸^{5,6}, 森 奈保子⁷, 塩瀬 隆之

Development of Hands-on Activities for Teaching biodiversity and cultural diversity: “Space Ark Workshop”

Eri MIZUMACHI* (Kyoto University), Hiroaki ISOBE* (Kyoto University),
Mari KAMITANI (Kobe University), Hiromi KUROKAWA , Yoshinobu DOUNO (Kyoto
University of Art and Design), Naoko MORI (Kyoto University), Takayuki SHIOSE

* These authors contributed equally to this work.

Abstract: We have developed an educational program “Space Ark Workshop” aimed at helping students (Elementary students, junior high-school students, and high-school students) learn and think about various scientific and social issues, such as natural environment, biodiversity, cultural diversity etc. This program is carried out in 6-8 groups in a classroom. Students discuss within their groups and try to design the “Space Ark” that emigrates from the Earth to another planet. Through the program, students are expected to discuss issues that cannot scientifically be solved. Additionally, they are expected to know that relationship between species can change depending on our envelopment, and sense of values can also change. One of the characteristics of the program is that the program was developed in collaboration of university staff, students, and K-12 teachers. Another characteristic is that teachers can customize the program to subjects (not only Biology, but also Social studies) and grade. We have tried this program in several schools and museums, and get feedback to help the improvement of the program. In this presentation, we will report the process of development of the educational program.

Keywords: 生物多様性, 文化的多様性, 協調学習, 教材開発

¹ 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (WPI-iCeMS)

² 京都大学 学際融合教育研究推進センター

³ 京都大学 宇宙総合学研究ユニット

⁴ 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科

⁵ 京都造形芸術大学 芸術学部

⁶ 京都大学総合博物館

⁷ 京都大学 農学部

1. はじめに

近年、科学に関わる課題であっても、「科学的に答えのない課題」、つまり経済、政治、社会、倫理などの側面からの議論が不可欠であるような課題が注目されている¹。例えば、「有人宇宙輸送に伴うリスクをどこまで許容するか」や「山に増えすぎたシカを間引くことは良いことなのかどうか」といった課題は、狭義の科学的な検討だけでは「正しい答え」をだすことはできない。また、低線量被ばくの健康影響や地球温暖化など、社会的な関心が極めて高いにも関わらず、科学的に不明な部分があり、将来の確実な予測が困難な課題も多い。このような課題に対処するには、科学者が客観的な事実としてのデータやその時点での最新の科学的知見を提供することは重要だが、最終的な決断には、社会的、経済的、政治的な側面からの検討を欠かすことはできない。ある分野の科学者だけで解決策を探るのではなく、科学的な知識や情報をどのように社会の中に位置づけるかを多様な立場の人々と議論しながら、解決策を見出すことが必要である^{2, 3}。

高度化し続ける科学技術が社会に組み込まれていく一方、「どのような課題に対しても答えが出せるはず」といった「科学」に対する過剰な期待が存在する中で、「科学的に答えのない課題」に向き合うことのできる能力を身につけた次世代を育成することは重要である。また、社会の変化のスピードが速くなると同時に、地球温暖化など自然環境の変化も人類に対する脅威となりつつあることから、そのような地球環境と人類社会の未来における「不確実性」を直視し、既存の考え方や価値観に囚われない発想ができることも重要な能力である。英国では、科学の現代的課題への対応を扱った中等教育課程向けの教材が多数用意され、学校教員が授業などで活用できるような試みもなされており⁴、日本でもそのような教材・教育プログラムの開発が望まれる。そこに「宇宙」が持つ魅力や特徴を活用することが、本稿で紹介する教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』開発の狙いである。

なぜ宇宙がこの目的に有用と考えられるのだろうか。まず、宇宙は地球上の日常生活の世界と極端に異なる状況設定を可能にする。後述のように『宇宙箱舟ワークショップ』では、他の星に移住するという設定で宇宙船に載せる生き物を選んでゆくのだが、「ゴキブリや害虫を載せるかどうか」「連れてゆく人や動物を遺伝子診断で選抜することは許されるか」といった問いは、日常生活の感覚で考えるのと、他の星に引っ越して二度と地球に帰らないという状況で考えるのでは、結論が違ってくる可能性がある。極端な状況設定を考えることで、普段は正しいと思っている常識や価値観を相対化し、違う見方をする余地を拓けることが比較的容易にできると考えられる。例として滝澤ら(2011)は、中学生に「遺伝」の分野を倫理的な課題も含めて教えるために、「宇宙人の親子」という設定を授業の中に持ち込んでいる⁵。

また、宇宙は様々な科学的知識が登場する題材であるが、「地球外生命はいるか」「ダークエネルギーの正体は何か」といった、非常に根本的で、かつ分かりやすく馴染みややすい謎が多い題材でもある。このことは、「科学にも分からないことがある」ことを実感するよい例であると同時に、「正解はないけれど答えは出さなくてはならない課題」にぶつかったとき

に出すことのできる答えの自由度が大きいことを意味している。例えば、地球温暖化の原因や世界のエネルギー問題に関しては、専門家ではない人が議論に参加することは現状では非常に難しいが、「宇宙人はいるのか」という問いや、「未来の宇宙コロニーの中はどんな社会になると思うか」という問いならば、科学的な不確実性が元々大きいので、答えの自由度も大きい。宇宙とは一見あまり関わりの無い生命倫理や生態学、哲学などの課題を関連づけることも比較的容易である。

そして何より、人類に残されたフロンティアである宇宙は子どもから大人まで幅広い年代の興味を引きつける対象であり、SFを楽しむような気分で気軽に楽しく取り組めることが、教育プログラムの題材としての宇宙の最大の魅力である。

2. 教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』の概要

2.1. 本教育プログラムの設計時のねらい

教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』設計時のねらいは、以下の3点である。

- 参加する児童・生徒が、教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』を通じ、
- (I) 科学に関わる事柄にも「答えのない課題」や「不確実性」が存在するということを知り、それに向き合うこと
- (II) 常識や日常的な価値観を相対化し、違う見方をする余地を拓けること
- (III) 宇宙や生態系に関する科学的な知識をつけること

以上の3点のねらいを達成するために、次の工夫を本教育プログラムに実装することとした。

- (A) 「宇宙に引っ越しするならどんな生き物を連れて行く？」という問いを提示し、極端な状況を設定したこと
- (B) グループ単位での活動を重視したこと
- (C) 手を動かしながら、ディスカッションができるようにしたこと

3つの「教育プログラムのねらい」と3つの「ねらいを達成するための工夫」の関係は図1にまとめている。

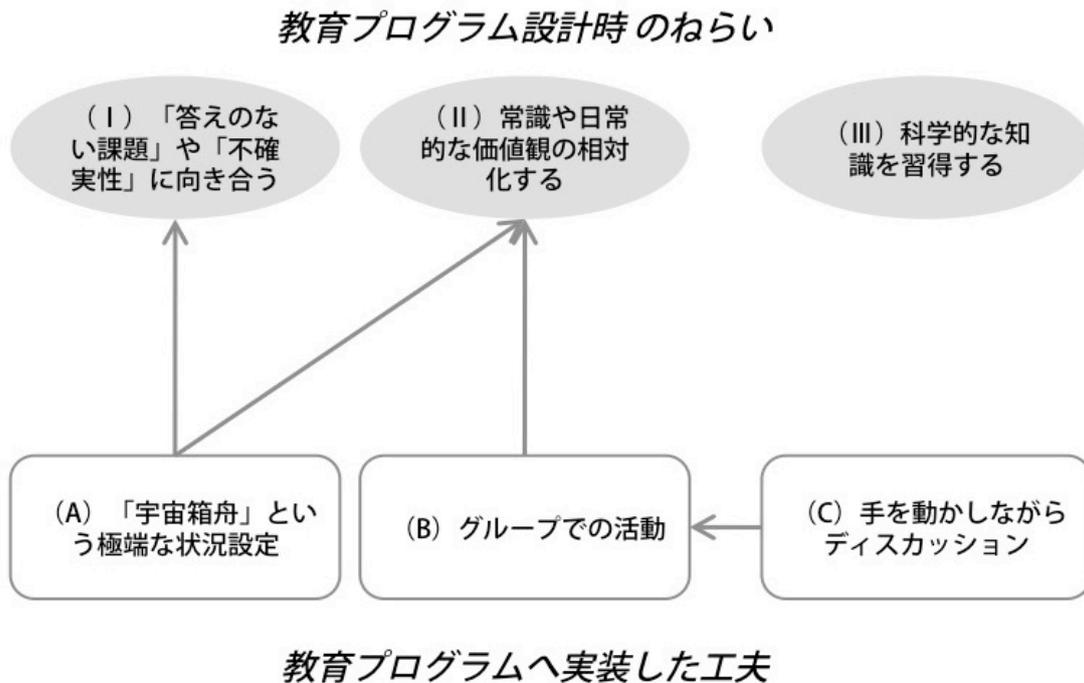


図1：教育プログラムのねらいとねらいを達成するための工夫

(Ⅰ)(Ⅱ)のねらいと(Ⅲ)のねらいは、少し質が異なる。生物や地学などの理科の授業で活用する場合には、(Ⅲ)のねらい、つまり科学的な知識を効果的に伝えるということに重点をおき、(Ⅰ)や(Ⅱ)のねらいを副次的な効果として設計することが可能であると考えられる。逆に、本稿で主に紹介している実践例の場合は、(Ⅲ)の優先度は比較的低く、(Ⅰ)と(Ⅱ)のねらいを達成する過程で副次的に身に付けばよいという位置づけにしている。

第1章でも触れたように、「宇宙」という設定(A)は、(Ⅰ)や(Ⅱ)のねらいを達成するために有用であると考えられる。また、グループでディスカッションをすること(B)によって、1人で考えるよりも、幅広い視点や価値観を体験することができる考えた。グループで円滑にディスカッションを進めるためには、発想を促したり、イメージを共有したりできるようなものを手にとる事ができる(C)方がよいと考えた。

2.2. 教材の構成

ここでは、教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』の実施をサポートする教材『宇宙箱舟ワークショップブック』（図2）の構成を述べる。2011年2月に実施した試行プログラムを経て、2011年3月に完成し、配布を開始した。その構成を以下に記す。



図2：宇宙箱舟ワークショップブック（組み立てたところ）

1) 紙で簡単に組み立てられる「箱舟」

本体のその他の部品（舳先、甲板、船尾）から成り、本体の中に全て収められるようになっている。

2) 生き物の名前とイラストが描かれた「コマ」

約80種類のほ乳類、植物、昆虫、菌類などの生き物が描かれている。

3) ワークショップ進行中に使用する「アクシデントカード」

約10種類のアクシデントが用意されている。例えば、「水の循環システムが故障。水の中の生き物がいなくなる。」「重力維持装置が故障、大きな動物にストレスがかかった。人間より大きなサイズの動物が全滅」「暖房装置が故障してとても寒くなった！寒さに弱い赤印の植物がいなくなる」など。

4) 実践者向けのマニュアルである「ワークショップブック」

教材の趣旨、箱舟の組み立て方、ワークショップの流れの例、ワークショップの参考になる情報などが掲載されている冊子である⁶。

学校の先生やワークショップの主催者などの利用者が、本教育プログラムを実施しやすいように、教材の開発を試みた。その際、児童・生徒に教えたいたい事柄や強調したい部分を適時変更できるような教材にすることを意識した。

この教材を使用して、2011年6月には京都府教育委員会が主催する理科教員向けの研修会が開催されるなど、京都府内の複数の中学校、高等学校で活用され始めており、2012年にも複数箇所では教材を利用した授業を行なった。

3. 本教育プログラムの概要

3.1. プログラムの内容

教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』は、「宇宙に引っ越しするならどんな生き物を連れて行く?」という極端な舞台を設定しながら、普段の生活の中では見えにくい現代の問題を参加者みなで考えるという教育プログラムである。

上述したように、対象とする学年によって、プログラムは適時変更できるようになっているが、今回は代表的なプログラム、1) 小学生向けのプログラム、2) 中高生向けのプログラムの2例を紹介する。どちらのプログラムも、基本的には、1グループ6人から8人のグループに分かれ、グループ内のメンバーとディスカッションをしながらプログラムを進行していく、というスタイルである。

3.1.1. 小学生版プログラムの展開例

■ 「宇宙箱舟ワークショップ～宇宙に連れていくとしたらどんな生き物?～」

■実施日 : 2011年11月20日(日曜日)

■開催時間 : 12時45分から14時15分(90分)

■位置づけ : 日本科学未来館において開催された「サイエンスアゴラ2011」内の一企画として実施⁷

■参加者 : 小学生以下10人(内訳:5歳1人,低学年1人,高学年8人),
一般11人(内訳:学生4人,社会人7人)
※小学生以下の参加者に関しては、インターネットなどを通じて事前に登録した参加者だった。一般参加者に関しては、当日「サイエンスアゴラ2011」内の会場に直接訪れた参加者だった。小学生以下の参加者を3グループに、一般参加者を2つのグループに分けて、本プログラムを実施した。

■ファシリテータ : 磯部洋明, 水町衣里

※ファシリテータの他に、司会が1人、そして、グループディスカッションをサポートするためのサブファシリテータが5人(グループに1人)で本プログラムを運営した。

■進行プラン : 表1にその詳細を示す⁸。

表1：小学生版プログラムの進行プラン

	発問・説明	活動内容	ねらい	使用教材
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> 挨拶や企画者紹介など 舞台設定の説明 ほとんど地球にそっくりな星“アゴラ星”へ引越をしなければならぬことを伝える。 <ul style="list-style-type: none"> 問いの提示 「みんなが宇宙に引っ越しするなら、その星にどんな生き物をつれていく？」			
ワーク 15分	<ul style="list-style-type: none"> 生き物の選択 「好きな生き物を1人1つずつのせてみよう」	1人1種好きな生き物を選び、グループのメンバー内で共有する。その際、その生き物を選んだ理由も合わせて言い合う。		<ul style="list-style-type: none"> 紙で簡単に組み立てられる「箱舟」 生き物の名前とイラストが描かれた「コマ」
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> “生態系”をデザインする 「なにか「たりない」気がしませんか？」	箱舟に乗せられた生き物を見渡し、くたべる一たべられるとの関係にある生き物どうしを線でむすんでもらう。その後、足りないと思われる種をグループ内で相談しながら追加する。	制限がある中でディスカッションを経験させる。	<ul style="list-style-type: none"> 「箱舟」の底に敷く白い紙
ワーク3 5分	<ul style="list-style-type: none"> 乗せるか否かの選択 「出発前の舟に駆け込んできた生き物があります。どうする？」	“駆け込んできた”ゴキブリとミミズを乗せるか、それとも乗せないかを考えてもらう。議論の結果を理由とともに発表してもらう。	「いる」「いない」を再考させる。	<ul style="list-style-type: none"> 「ゴキブリ」と「ミミズ」のコマ
ワーク4 10分	<ul style="list-style-type: none"> アクシデントの発生 “出航”後に、思いもよらないトラブルが起こり、当初デザインした“生態系”が変わることになる。	トラブルカードをグループで1枚ずつ2回引いてもらい、カードに書かれている内容に従い、箱舟の中の生き物を操作する。	普段は見過ごしがちな生物間の関係性を認識させる。	<ul style="list-style-type: none"> 「アクシデントカード」
ワーク5 10分	<ul style="list-style-type: none"> 生き物目線で“生態系”を俯瞰 「いま舟に乗っているものの中で、どれか好きな生き物の気持ちになって考えよう」	残った“生態系”の中から1人1種好きな生物を選び、その生物の目線で、新しい“生態系”を見渡し、各自感想をワークシートに記入し、発表してもらう。	ヒト中心の“生態系”の見方ではなく、生物中心の“生態系”の見方を体験させる。	<ul style="list-style-type: none"> 選んだ生き物と新しい“生態系”への感想が書き込めるワークシート
ワーク6 15分	<ul style="list-style-type: none"> ヒト目線で“生態系”を俯瞰 「星についての1日目の夜の夕ご飯、何にする？」	残った“生態系”の範囲内で、「移住先に到着した時の最初の食事のメニュー」をグループで考え、ワークシートに記入し、発表してもらう。	環境や状況に応じて価値観が変わり得ることを実感させる。	<ul style="list-style-type: none"> 考えた“きょうのディナー”が書き込めるワークシート
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> このワークショップで伝えたかったこと 1) 生き物はつながっているということ 2) 長い目でみれば地球も生き物も変わって行くということ			
おまけ 10分	<ul style="list-style-type: none"> 研究者への質問コーナー 「わたしたちが困ってしまう質問、大募集！」	ワークショップを通じて浮かんだ疑問などを発表してもらう。		

3.1.2. 中高生版プログラムの展開例

- 「宇宙へ向かう箱舟を考えてみる」
- 実施日：2011年9月28日（水曜日）
- 開催時間：14時35分から16時25分（途中10分の休憩を挟む90分）
- 位置づけ：愛媛県立今治西高等学校において行なわれた大学出張講義の1講義として実施
- 参加者：高校2年生47人

※開講予定の9講座の中から興味に合わせて受講する講座を選択した生徒らが参加。8つのグループに分かれて本プログラムを実施した。

- 講師：水町衣里
- 進行プラン：表2にその詳細を示す⁸。

	発問・説明	活動内容	ねらい	使用教材
準備 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・講師の自己紹介 ・グループ内の役割決め 	グループの中で“船長”“航海士”“料理長”“音楽家”“歴史家”“科学技術者”の役割を担う人を決めてもらう。	プログラムの進行の途中で、それぞれの役割に少しずつ作業を割り振り、プログラムへの積極的な参画を促す。	
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・舞台設定の説明 地球や太陽系にも寿命があることを説明する。 ・問いの提示 「宇宙移住時代の「ノアの箱舟」を作ってみましょう」 			
ワーク1 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・生き物の選択 「宇宙箱舟に乗せたい生き物を12種類選んで乗せて下さい」 	グループメンバーで相談し、宇宙箱舟に乗せる生き物を選んでもらう。その際、「肉食動物、草食動物、植物、昆虫、菌類の中から最低1種類ずつは選ぶこと」という条件をつけている。	ある程度制限がある中でのディスカッションを経験させる。	<ul style="list-style-type: none"> ・紙で簡単に組み立てられる「箱舟」 ・生き物の名前とイラストが描かれた「コマ」
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・マメ知識の紹介 宇宙に行くことはコストがかかる ・デザインした“生態系”を発表 「どんな生き物を選びましたか？隣の班の箱舟はどうなっている？見に行ってみましょう」 	隣のグループ同士で、宇宙箱舟に乗せることに決めた生き物を紹介し合う。	他のグループの選択を知る機会を設けた。	<ul style="list-style-type: none"> ・箱舟に乗せた生き物、旅の途中で起こったことなどを簡単に記録するワークシート
ワーク3 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・アクシデントの発生 “出航”後に、思いもよらないトラブルが起こり、当初デザインした“生態系”が変わることになる。 	トラブルカードをグループで1枚ずつ2回引いてもらい、カードに書かれている内容に従い、箱舟の中の生き物を操作する。	普段は見過ごしがちな生物間の関係性を認識させる。	<ul style="list-style-type: none"> ・「アクシデントカード」

ワーク6 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒト目線で“生態系”を俯瞰「星についた1日目の夜の夕ご飯、何にする？」 	残った“生態系”の範囲内で、「移住先に到着した時の最初の食事のメニュー」をグループで考え、ワークシートに記入し、発表してもらう。	環境や状況に応じて価値観が変わり得ることを実感させる。	<ul style="list-style-type: none"> ・“本日のディナーメニュー”を記入するワークシート
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・夕ご飯のメニューを発表「どんなメニューになりましたか？隣の班の箱舟がどうなっている？見に行ってみましょう」 ・マメ知識の紹介 昆虫が未来の食料として候補に挙っている 	隣のグループ同士で、考えた夕ご飯のメニューを紹介し合う。	他のグループの選択を知る機会を設けた。	
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返り「どんなことがありましたか？もし、もう一度やり直せるなら、何を？」 	ここまでの流れの中で、気がついたことなどを各自付箋に書いて、その後グループ内で共有する。		<ul style="list-style-type: none"> ・“旅”を振り返るためのワークシート
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙箱舟、再考「もう一度、選べるとしたら？」 	もう一度、グループで相談して、宇宙箱舟に乗せる生き物を選んでもらう。その際、各グループの宇宙箱舟のコンセプトを紹介するキャッチフレーズも考えてもらう。		
ワーク2 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・キャッチフレーズを発表「自分たちの箱舟の良いところをアピールして下さい」 	グループごとにキャッチフレーズを全体に向かって発表し、その後、1人1票を他のグループの宇宙箱舟に投票する(1人1枚のシールを貼りに行く)。		<ul style="list-style-type: none"> ・新しい箱舟のアピールポイントを記入するワークシート
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・このワークショップで伝えたかったこと「この箱舟には、“ただ1つの正解”は、ありません。」 ・質問紙への記入 	大事だと思っけていても、環境や状況が変われば、大事ではなくなることもあるかもしれない。大事ではないと思われていたものでも、実は重要な役割を担っていたりするかもしれない。ただ1つのベストな“生態系”が存在する訳ではない、ということを伝える。		

3.2. 開発体制

本教育プログラムの特徴の1つとして、開発プロセスに、筆者ら（大学の教職員や大学生）に加えて、小、中、高の学校教員を巻き込んだことが挙げられる。普段から児童生徒に接している学校教員らの視点を組み込むことで、より子ども達の学びに適した教育プログラムになる⁹と考えたからである。京都市内（府立、市立、私立）の小学校、中学校、高等学校の教員、大学教職員、大学生から構成される「宇宙箱舟製作委員会」を立ち上げ、時には高校生にも加わってもらいながら、教材の開発にあたった。

また、開発後のプログラムの利用先として、学校の授業を想定したことも大きな特徴である。プログラムの実施時間が、1コマ（40分から50分）、もしくは、2コマ（80分から90分）内に収まるようにすることを心がけた。また、プログラムのベースになる素材や舞台設定だけを共有することで、現場の教員が実施する学年や教科に応じてプログラムをアレンジできるようなものを目指した。

2010年11月から2011年2月にかけて、3回の宇宙箱舟製作委員会を開催した。2011年2月に試行プログラムが完成し、2011年3月には教材と実践者向けのマニュアルがセットになった『宇宙箱舟ワークショップブック』の配布を開始した。主な流れを表3に記す。

この中で、本稿の筆者らは、教材開発の企画・開発プロセスのコーディネート、実践記録、参加者向けの質問紙や実践者向けの質問紙の設計に関して中心的な役割を果たした。

開催日	実施内容	
2010年11月29日	第1回 製作委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・教材のねらいを共有 ・実施可能な教科、単元を設計 ・舞台（移住先）設定を設計
2011年1月20日	第2回 製作委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・教材の設計 ・適切な問題提起の設計
2011年1月26日	第3回 製作委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムのゴールを議論
2011年2月4日	最終調整	
2011年2月5日	試行プログラムの実施	
2011年3月5日	教材『宇宙箱舟ワークショップブック』の配布を開始	

3.3. 実践例

2011年2月5日に、京都大学総合博物館で行われた「宇宙箱舟ワークショップ～みんなが宇宙に引っ越しするならどんな動物をつれていく?～」が、本教育プログラムを初めて試行した場だった。小学生向けのプログラムを2回、中高生向けのプログラムを1回実施した。これらは、2011年2月2日から2月6日にかけて、同博物館で開催された「小惑星探査機『はやぶさ』帰還カプセル特別公開」の関連イベントとして実施された。以降、これまで(2012年9月現在)に、近畿圏の小、中、高等学校や科学イベントなどで、『宇宙箱舟ワークショップブック』を利用した数多くの実践が行われている(表4)。

表4: 「宇宙箱舟ワークショップ」の実践事例数	
実施場所	
小学校の授業で	3校(のべ3クラス)以上
中学校の授業で	2校(のべ12クラス)以上
高等学校の授業で	6校(のべ6クラス)以上
大学の授業で	3校(のべ4クラス)以上
科学イベントなど	4カ所以上
教員向けの研修など	2カ所以上

2011年6月には京都府教育委員会が主催する理科教員向けの研修会の中で利用方法が紹介されたり、2012年8月に開催された「教員のための博物館の日 in ひとはく」の中で来場者を対象にワークショップの実践が行われたりするなど、教員向けの情報提供も行っている。

4. 教育プログラムの評価

4.1. 評価の方法

2011年9月から10月の2ヶ月間に高校3校に出向き、『宇宙箱舟ワークショップ』を使用した授業を行った(表5)。今回、この3回分の授業の実践を元に、中高生向け教育プログラムの実践評価を試みた。

実施日	学校名	学年	参加者数	授業の位置づけ
2011年9月28日	愛媛県今治西高等学校	高2	47人	正規の授業の一環として実施 * 大学教員による複数の講義の中から希望する授業を選択して参加
2011年10月15日	京都府立亀岡高等学校	高1	39人	特別授業として実施 * 数理科学科の1クラスが全員参加
2011年10月29日	清風南海中学校・高等学校	中3-高3	61人	課外授業として実施 * 希望者のみ参加

この3回は、高校ごとに授業の位置づけは少しずつ異なるものの、大学に籍をおく研究者を招いた講義であること、高校側の講義の意図としては、生徒の学問への興味・関心を高めることをねらっていたこと、という点は共通だった。各回約90分間の授業で、授業の進行は3回とも本稿の著者である水町が務め、ほぼ同じ内容を実施した(表2)。

授業の参加者には、授業の前と後に質問紙への回答を依頼した。授業前には参加者の属性、宇宙研究や生物多様性への姿勢を問い、授業後は授業の感想をきいた。本稿では、授業後の質問紙調査の結果に注目する。授業後の質問紙には、以下の2つ問い(自由記述形式)を掲載した。

- Q1. 今回の講演会で、一番印象に残っていることはなんですか？よろしければ、その理由も合わせて教えてください。
- Q2. 今回の宇宙箱舟の“旅”の中で、何か聞きたいことが出てきたら、遠慮なくどうぞ。コネとツテの限りを尽くして、(できるだけ)お答えします！

質問紙の回収率は3校とも100%で、計147名分の回答を得た。本稿では、教育プログラムを評価するために、Q1の回答を分析対象とした。この質問に関しては、ほぼ全員が何かしらの回答を寄せた(無回答は3人)。3校分の回答を合わせた上で、筆者の水町と磯部が分類を行った。まず、水町が分類結果の改善案を作成し、磯部の同意の上で分類の改善を行った。分類は、回答欄に書かれた文章の内容の類似性に注目した。

4.2. 中高生向けプログラムを受講した参加者からの評価

授業後の質問紙 Q1 への回答は、a) 本教育プログラムの中で得られた知識について、b) 「答えのない課題」が存在するという事について、c) これまでの自分の意見や価値観とは違うものに出会ったことについて、d) プログラム進行のスタイルについて、e) その他、に分けることができた。以下、その詳細を述べる。

a) 本教育プログラムの中で得られた知識について

プログラムの進行中には、時折、宇宙研究や生物に関する知識を提供する時間を挟んだ。これは、箱舟に乗せる生物を選ぶ際や、惑星に到着して最初の食事のメニューを考える際などに、視野を広げてもらうことをねらっていた。

・牛乳1杯数十万円！：宇宙に行くには、コストがかかるという知識

プログラム中では日本の国際宇宙ステーション補給機「こうのとり」などの例を挙げ、「現状の技術で宇宙に重さや体積のあるモノを送るには、コストがかかる。なので、ウシやクジラのような大きな生物を宇宙に持ち上げることは、現実的にはとても大変」という内容の情報提供をしていた。複数の参加者（11人）が、この話題を一番印象に残ったこととして取り上げていた。具体的には、以下のような回答があった。

“宇宙に行くためには、お金がたくさんいるってことと、あまり重い物は持っていけないということがとても印象に残った。”

“少し持ち込む物が重くなるだけだけど、沢山の燃料と多額のお金がかかることに驚きました。現代の科学技術では地球を離れることはそう難しくないと思っていたから。”

・カイコが食糧になる??：昆虫も食べるができるという知識

「エネルギーの変換効率や飼育環境の視点から、カイコなどの昆虫が宇宙での食糧として適している可能性があるという研究がなされている」という情報も提供した。非常に多くの参加者（50人）が、この話題に関して記述していた。

“虫の食用としての可能性”

“蚕の有能さ、その他の虫が大きな役割を担うことになるかもしれないということ。”

・生物にはそれぞれ役割がある：生態系のバランスが大事であるという知識

明確に情報提供の時間を設けた訳ではないが、プログラム全体を通じて、地球上の多様な生物がそれぞれの役割を果たしており、それによって、現状の地球環境や人間生活が維持されているというようなことに気づいた参加者（6人）もいた。

“色々な生物にも色々な役割があり、それに気付いて活用できるかは、私たち人類次第だということがわかった。”

“循環を考えないといけないということ。”

この他にも、「太陽が 60 億年後には地球を巻き込みながら膨れ上がる」という知識が一番印象に残っていると記述した参加者（4 人）もいた。

b) 「答えのでない課題」や「不確実性」が存在するという事について

普段の学校のカリキュラムの中では、既に答えが分かっているような事柄を扱うことが多い。しかし、今回の「宇宙箱舟ワークショップ」には、「ただ 1 つの答え」「ベストな解答」というものが存在しない。このように、「答えのでない課題」をテーマに授業を進めることは、中学、高校生にとっては、新鮮な経験だったようだ。以下、具体的な文面も紹介しつつ、内容を整理する。

・制限の中で、生物を選ぶということができないということ

いくら真剣に「宇宙に連れていく生物を 12 種類選ぶ」ことを考えても、ベストの組み合わせは存在しない。このことが、複数の参加者（6 人）の印象に残ったようだ。

“宇宙箱舟に何を乗せるか？という問題にあんなに考えても答えが出ないのは面白かった。”

“答えは色々あり、どれが正解といえないということが分かった。”

また、「生物の選択が難しい」と表現する参加者（5 人）もいた。

“必要なものと不必要なものの選別の難しさ。”

c) これまでの自分の意見や価値観とは違うものに出会ったことについて

「宇宙に移住する」というテーマ設定によって、または、班内／外の他の参加者の意見に触れることによって、様々な視点が存在すること、価値観は環境や場面によって変わりうるものであるということを、参加者には感じて欲しかった。そのねらいに対応していると思われる回答を以下に紹介する。

・自分と他人の意見が違う

箱舟に乗せる生物を選択する際に、何を重視するかが班ごとに大きく異なっていたことを面白がる参加者（9 人）がいた。具体的には、以下のようなコメントだった。

“他の人の意見を聞いて考えがちょっと変わったので、各班がアピールしたところが印象に残りました。”

“中3の箱舟では、ヒトを中心にモノを考えていたのに対し、高校生の箱舟では他の生物のことも視線を向けた高度な発表がされていたということに、考え方の多様性を実感しました。”

・今まで考えたことのない課題にチャレンジしたこと

また、考えたこともなかった課題に取り組んだということも複数の参加者（3人）にとっては印象深かったようだ。

“宇宙に行ったら何は必要なのかということをしっかり考えられた。今まで考えたこともなくて少し難しかったけれど、おもしろかった。”

d) プログラム進行のスタイル

本教育プログラムは、紙でできたコマを出し入れする、トラブルカードをひく、など、ゲーム感覚で進行していく。このスタイルは、参加者の興味関心を持続させる上で、効果があったと思われる。以下、教材の構成要素に触れていた回答を取り上げる。

・動物の選択など箱舟作りについて

本プログラムでは、紙製の箱舟に、カードのような生物のコマを乗せながらディスカッションを進める。実際にモノを触りながら、アイデアを出し合うというスタイルが参加者の円滑なディスカッションに貢献したと思われる。9人の参加者がこの作業について回答の中で触れていた。

“自分たちで選べて面白かった。”

“みんなで箱舟をつくったり、発表したりしたこと。とてもおもしろかった。”

・トラブルカードについて

班で、箱舟に乗せる生物を選び、“出航”した後で引くトラブルカードは、多くの参加者の回答で触れられていた（16人）。カードの内容を改良することで、参加者の学びをより深めることができるかもしれない。

“旅の途中のアクシデントがリアルだった。”

“自らの舟の生物が虫以外絶滅したこと。”

e) その他

この「宇宙箱舟ワークショップ」で得られた知識や経験を踏まえた上で、以下のような疑問や考えを発展させた参加者もいた。

“(60億年後には、太陽や地球には寿命があることを知り、この頃に)人間が絶滅するのか、進化するのか・・・を考えるとわくわくしました!”

“宇宙での法律も必要だということ。”

“文化などの継承はどうするのだろうか、人間は民族ごとに連れて行くのだろうかとか、いろいろ疑問が出てきました。”

4.3. 出前授業の様子を周囲で見っていた高校教員からの評価

分析対象とした授業を実施している間、高校の教員も教室に同席し、生徒達が考える様子を見てくださっていた。その教員から得たコメントを以下に記す。

“「答えのない問題を考えさせる」という大変有意義な講義でした。集中して楽しんで積極的に参加しており、すごく刺激になったと思います。また、講義の時間内だけでなく、友達との会話の中や、家に帰ってからも話題にしやすい「後引く」テーマで大変おもしろい教材であると思いました。”

“生徒の活動を重視した内容であり取り組みやすかった。と同時に普段と異なる事項について考える機会を与えることができた。”

“班討議形式の授業形態もよかったです。科学に対する興味関心を抱かせる効果が大きかったと思います。”

他にも、紙でできた舟や生物のイラストが描かれたコマなどのモノがあるおかげで、生徒の議論を促しやすい、興味や質問を引き出しやすいというコメントもあった。

5. 考察

本教育プログラムの開発者である筆者らが「設計時に想定していたプログラムのねらい」と「プログラムを受講した参加者の反応」とを比べながら、教育プログラム設計時のねらいは達成されたのかどうか、考察を試みる。

(Ⅰ) 科学に関わる事柄にも「答えのない課題」や「不確実性」が存在するという事を知り、それに向き合うことについて

4.2節のb)で挙げたように、本教育プログラムの参加者から“あんなに考えても答えが出ないのは面白かった”、“答えは色々あり、どれが正解といえないということが分かった”といった回答が得られた。このことから、「答えのない課題」があることを知り、それに向き合うという目的は、一定程度達成されたと思われる。一方で、科学に関わる「不確実性」に関しては、宇宙箱舟が移住する理由としての地球環境の変動や、移住した先の星の環境が分からないことなど、背景知識としてワークショップの中で説明することはあったが、時間が限られていることもあり、この点を印象的に伝えることはまだ十分とはいえない。

(Ⅱ) 常識や日常的な価値観を相対化し、違う見方をする余地を広げることについて

4.2節のa)に挙げたように、宇宙に行くことがいかに難しいかということ、昆虫が有力な食料になることなど、今まで知らなかった知識に対する新鮮な驚きの反応は多くみられた。またこれに加え、4.2節に掲載した評価のためのコメント外の反応も記述しておく。小学生版プログラムの実施中にファシリテータが「ゴキブリは連れていきますか?」と呼びかけたところ、「絶対イヤだ」という反応は必ずしも多数派ではなく、少なくない数の参加者がしばし考え、「生命力が強いからいざとなったら食料に」「人間が減びてもゴキブリは生き残って地球の命をつないでくれるかもしれない」「ペットとして飼う」などといった理由でゴキブリを載せたいという意見を述べることもあり、そういう回のアンケートへの回答などでは、「見方によってはゴキブリにも存在意義があるんだなあと思った」などといった感想が寄せられている。生物多様性保全という文脈では、生態系の中ではゴキブリにも役割がある、といった教え方をされることが多いが、宇宙移住という極端なケースを考えることで、価値観や考え方の幅がさらに広がりうることを示した例と捉えている。

また4.2節のc)に挙げたコメントに見られるように、教材の内容もさることながら、同じワークショップに参加した他のメンバーの意見を聞いて、「そういう考え方もあるのか」ということに気づき、自分の考え方を相対化する機会を得るケースが多くみられたことも特筆すべきである。

(Ⅲ) 宇宙や生態系に関する科学的な知識をつけること

4.2節のa)に挙げたように得られた知識に関するコメントは多く寄せられた。知識をつけるというねらいは、本教材の目的としては、上記(Ⅰ)(Ⅱ)のねらいに比べて優先度が

低く、「議論を広げるための情報提供」で「ついでに身につけて欲しい知識」という位置づけだった。しかし、プログラムの受講直後の参加者の印象には、かなり強く残っていたようである。プログラム終了後、一定期間経過した後に、どのような知識が参加者の記憶に残っているか、その後、プログラム中に体験した考え方や知識を活かす場面があったのかなどを調査してみたい。

宇宙という題材を利用して「答えのない課題」に向き合うという当初の開発目的はある程度達成できたように思われる。今後の改善点だが、まずトラブルカードの有効利用が改善点として挙げられる。4.2節のd)にあるようにトラブルの存在や、トラブルカードの内容を感想に記述する参加者が一定数存在したものの、それを「不確実性」の認識といったことに結びつけられたとは言い難い。記載内容の改善が必要かもしれない。

新たなプログラムの開発も今後の課題の1つである。本稿で紹介したプログラムの進行事例は、生物多様性について参加者に考えさせる内容に偏っているが、例えば生態系だけでなく人間の文化的多様性に絡めた話をするなど、様々な教育目的に使えることが考えられる。実際にプログラムに参加した高校生から、4.2節のe)に挙げたように「宇宙での法律も必要だということに気がついた」「文化などの継承はどうするのだろうか」といった趣旨の意見も出ている。これらの視点を汲み取って、新たなプログラムを展開することも可能だろう。

ワークショップに立ち会った小、中、高等学校の教員からは、実際に何かを動かしながら議論をすることの重要性を指摘する声が多かった。防災に関わるディスカッションを促すことを目的に開発されたカードゲーム形式の教材「クロスロード」¹⁰など、既存の教材の中にも手を動かしながらディスカッションを進める工夫は多数存在する。『宇宙箱舟ワークショップ』においても、4.2節のd)にあるように、参加した高校生にとっても、手を動かしながらディスカッションができるようにするという工夫が一定の効果をあげていた。

また、『宇宙箱舟ワークショップ』のよい点として、学校の先生など使用側の自由度が高いことが挙げられる。一方でこの教育プログラムの自由度が高すぎるため、教室等で使うのは難しいという学校現場からの指摘も寄せられている。本稿で紹介したプログラムは、インフォーマルな教育現場での実践であった¹¹が、今後、学校の授業で教材『宇宙箱舟ワークショップブック』を使用してもらうようにするためには、教材の使用が推奨される教科や単元などを含めた豊富な実践例を含む手引きを充実させることが重要である。現在、教材を利用した小、中、高等学校の教員やワークショップのファシリテータから、指導案や進行プランなどを収集しているところであり、それらを教材の新規の利用者らと共有するための仕組み作りが早急の課題である。

【謝辞】

本稿で取り上げた「宇宙箱舟ワークショップ」は、筆者ら以外にも宇宙箱舟製作委員会メンバー（田華真由美さん、黒沢恵さん、梅下博道さん、松浦直樹さん、森本努さん、中山浩さん、飯塚功さん、廣瀬悠起さん、山田敦さん、久保田守さん、角川佳久子さん、石田一希さん、樋本隆太さん、堀川直樹さん、牧野圭一さん）と共に開発しました。また、いくつかの授業の実施に関しては、京都大学のプログラム「スーパー・サイエンス・スクール事業『サイエンス・コミュニケーター・プロジェクト』（2011年度）」の支援を受けました。この場を借りて、みなさまにお礼を申し上げます。

【注釈と参考文献】

- ¹ 小林傳司（2005）科学技術とガバナンス，思想 973，岩波書店
- ² M. L. Pace et al. (2010) Communicating with the public: opportunities and rewards for individual ecologists, *Frontiers in Ecology and the Environment* 8: 292-298
- ³ K. Kato et al. (2010) Science communication: significance for genome-based personalized medicine - a view from the Asia-Pacific, *Current Pharmacogenomics and Personalized Medicine* 8: 92-96
- ⁴ 都築章子，楠見孝，鳩野逸生，鈴木真理子（2011）サイエンスコミュニケーションデザインを支える知のネットワーク：英国 National Network of Science Learning Centres 調査報告，科学技術コミュニケーション 9: 53-64
- ⁵ 滝澤公子，菌部幸枝，室伏きみ子（2011）染色体モデルを取り入れた遺伝学教育とその効果，日本科学教育学会年会論文集 35: 285-286
- ⁶ この冊子は，本誌 PP. 40-45 に掲載されている
- ⁷ <http://www.scienceagora.org/scienceagora/agora2011/program/Mb-61.html>
- ⁸ 進行用のスライドやプログラム中に使用したワークシートは，以下の URL よりダウンロードできる。 <http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/usss/hakobune/>
- ⁹ 加納圭，水町衣里，山水康平，田邊剛士（2012）高校生を対象とした萌芽的科学技術を活かした卓越性の科学教育プログラム開発，科学教育研究 36: 163-171
- ¹⁰ 矢守克也，吉川肇子，網代剛（2005）防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーションークロスロードへの招待，ナカニシヤ出版
- ¹¹ 博学連携や高大連携などの機会も増加しているので，インフォーマルな教育現場での活用の幅を広げることはもちろん必要である。



はじめに

「みんなが宇宙に引越するなら、どんな動物をつれていく？」

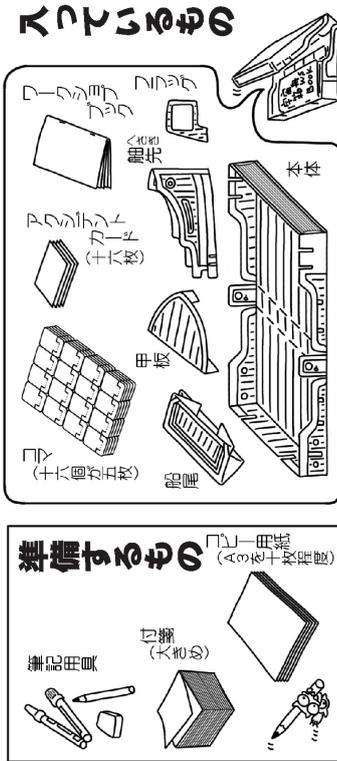
満天の星空を睥睨と眺めながら、その中のどれか一つの星く宇宙箱舟に動物を乗せて移り住む未来を想像してみてください。この何気ない一つの問いは、実はわたしたち人間が生きていくうえで大切にすべきことは何か、という根源的な問いをつまみつけます。宇宙箱舟の空間は限られているけど、可愛いパンダ、かっこいいライオンもつれていきたい。人間が食べていくためのウシやアタたつて欠かせない。けれど、は虫類や鳥、虫はとつする？そもそも、いろんな生き物をつれていく理由って何だろう？宇宙箱舟ワークショップは、京都にある小中高校の先生たち、大学の教員、職員、学生が、一丸となつて考えた画期的な教材です。何が画期的か—それは、この教材には正解が無いということです。宇宙につれていく最小の生態系、そこで何が正解なのかは誰も知りません。しかし、みんなで宇宙箱舟を考えてみると、動物たちのつながら、生きとし生けるものすべての大切さ、過酷な宇宙環境でも諦めない不屈の思考力を、誰もが直感的に学べることに気づきます。誰一人として、一人で生きていけるものはない。その「当たり前の大切さ」を、小さなお子さんからおじいちゃんおばあちゃんまで、すべての人が一緒に考えることのできる新しい教材です。

目次

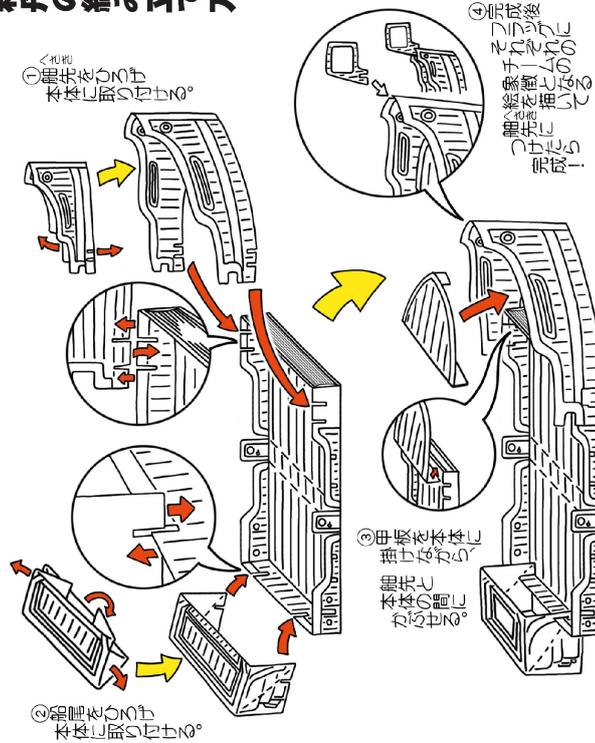
- はじめに : 1 ページ
- イントロダクション : 2 ページ
- 宇宙箱舟の歴史 : 2 ページ
- 箱舟の作り方 : 3 ページ
- コマを作る : 4 ページ
- 乗組員 : 4 ページ
- 流れ 1 : 5 ページ
- 流れ 2 : 7 ページ
- みんなの舟 : 9 ページ
- 宇宙小ネタ集 : 10 ページ

箱舟の作り方

役割分担



箱舟の組み立て方



人類が宇宙に行ったことによる最大の収穫は、地球の外から地球を見たことだと言われています。宇宙という視点から見ると「環境を守る」「多様な生態系」「私たちの文化」など、普段にはげなく「よいもの」と考えられている事でも、違った意味を帯びてくることがあります。

人類がこの先地球を出て他の星に移住することがあるのか、その理由が地球が住めなくなつたためか、新天地を求めるフロンティア精神なのかはまだ分かりませんが、人類の宇宙進出は今も拡大を続けています。

宇宙へ移住する箱舟には何を乗せるか？ どの生き物を連れてゆくか？ 持って行くべきモノや知識は何か？ 移住先どのような社会や文化を築くのかを考慮してみよう。そして、その後で今の地球のことをもう一度考え直してみよう。

ワークショップ進行役・ファシリテーター

このワークショップでは、ファシリテーターは「舟役」となり全体の進行を担当します。また乗組員全員が議論に参加し、進めよう、疑問や声かけをはじめ様々なサポートをします。

学校での利用や大人が「議論」を行う場合は、大人はファシリテーターとして「舟役」になり、子ども達の議論を導き進めよう、進めよう、サポートをしよう、効果的です。

次のようなサポートがあれば、よりスムーズにワークショップを進めることができます。

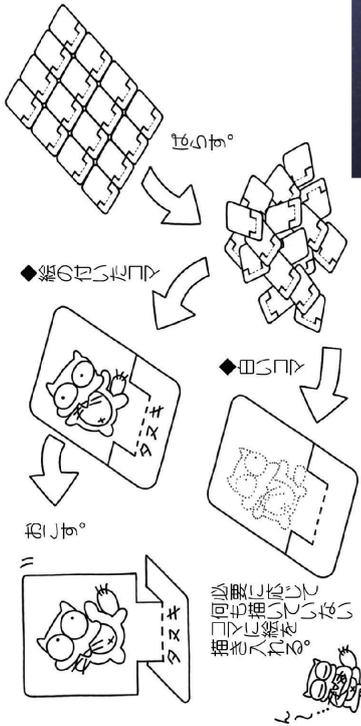
- 宇宙箱舟出発の背景
 - …興味や年齢に合わせて、イントロで出航に向けた動機づけを行う。
- 生態系・多様性
 - …食や住処など生物同士の繋がりや関係を考えるような声かけをする。

このほか、アクシント等で本人が乗せた動物が消えてしまう事があるので、小さいお子さんには助け船を出すなどのフォローがあると良いかもしれません。またこのワークショップは背景知識によっても面白さが増すので、宇宙の面白い小ネタを提供するのも効果的です。(→宇宙小ネタ集のページ)

ワークショップの流れ Part1

コマを作る

コマを作る



乗組員

箱舟の「乗組員」

宇宙箱舟を楽しむには、どの動物を乗せるのか四〜六名でワイワイ考えることがポイントです。四十人学級など大人数で実施する場合には、四〜六名の乗数の班を複数作るようしましょう。(教育機関または非常利で実施される場合は、コマをゴトとしてご利用下さい。)

いろんな乗組員で旅に出てみよう

次のような役割を思案すると、議論をより活発にすることができます。

- 船長……………箱舟の責任者。最終的な判断を下す人。
- 航海士……………箱舟全体の進行や時間を考える人。
時計係、アクションカードを引く係。
- 歴史学者……………文化や歴史の視点で箱舟のことを考える人。
記録やメモをとる係。
- 科学技術者……………自然科学の視点で箱舟のことを考える人。
- 料理長……………栄養バランスや献立の視点から箱舟や乗組員の健康を考える人。
- 音楽家……………その箱舟が楽しいかをいっも考える人。

00:00 **イントロダクション①**

- 今日は、研究員でも船長を持っていないことを一緒に考えていきましょう。
- 地球の環境は本当に今のままではないといけないの？
- 生き物が「種類」だけじゃなく、よくないことが起きるの？

00:05 **箱舟の乗組員の自己紹介**

- まずは、同じ舟で旅旅を共にするメンバーをよく知るところから始めましょう。
- 名前と一緒に「自分を覚えてもらう」

キーワードもつけてねー

※「箱舟の「乗組員」(メンバー)参照

00:10 **宇宙箱舟 出発のための背景**

「この先、地球はこうなるのでしょうか？ 太陽系は？」

実は、あと、六十億年もすると地球は太陽に飲み込まれてしまうのです。

太陽系から脱出しなければならぬ日は、いつか必ずやってくる。

でも・・・地球上の生き物、モノの全てを持って行くことはできません。

00:15 **宇宙箱舟に乗せる生き物を選ぶ**

・箱舟に乗せていく生き物を十二種類選びましょう。

ただし条件が！

肉食動物、草食動物、植物、昆虫、菌類から最低一種ずつは選んでね。

00:20 **箱舟に乗せた生き物を選び返る**

・どんな箱舟になりましたか？

・バランスよく選んでいる？

【学校のうつくろい大人数で実施する際には、他の班の人にも自分たちの箱舟を紹介してもらおうよ。】

そなたの動物を乗せた理由も、考えておきましょう。

【うつくろい乗組員は、他の班の箱舟を回って見てほしい。みんな、あそびの仮面動物を乗せたの？ ねえ、他の班にも質問や感想をもらおうよ。

【これは、メンバーのみんなが乗せた生き物全体を振り返る時間だよ。】

【力に頼らずに昔曲くねるのは大抵、ロケットの乗組員のうち八十以上は乗組員、動物を乗せることだよね。全員が「乗組員」だよ。】

ワークショップの流れ Part2

00:00 インタロダクション②

今度は、生き物以外生活に
必要なモノを準備してみよう。

移住先の設定

移住先の設定にあたっては、
大気と海と陸地だけ。
そんなところで、ずーっと
暮らしていかなければなりません。
それ、何を持っていく？

ちなみに、持っていくのは、
この部屋の大まかな絵に
詰め込めるだけ。

※今は、付箋に
貼っていく限り
書き出してもらいません。

00:05 宇宙船中に暮せるモノを リストアップ

どんな準備が思いついたか
共有していきましょう。

「ロケットやターボエンジン、
機材はいろいろあるよ」
「食べ物の缶詰も必要だね」

00:10 衣食住はそこそこある？ 持っていく必要な道具は何か あるのかも考えてね。

宇宙船中に暮せる 生き物の再検討

同時に、船中に暮せる
生き物も再検討が必要ですよ。
生き物としてのバリエーションも
考えてね。

「なんでもなく、食糧は十分に
準備しておかないとダメだね」

忘れていたものが無いか確認

薬品にかかるといふか
あるかもしれないが、
備えは万全？

「どうして薬品を準備したの？
他の班の人は準備してないよ。
なんで、取備は準備してないの？」

00:35 00:40 00:45

00:35 出発！……

00:40 したと認ったら……

- ・宇宙の準備はともかくいいです。
- ・船中には強いものも少ない
- ・アクシデントが起こる可能性……

ここで、**アクシデントカード**の
中から二枚をひいて下さい。
カードの指示に従って、該当する
生き物を船から降ろして下さいね。

「あー、せめてお水も
準備してね……」

「どうして薬品を準備したの？
他の班の人は準備してないよ。
なんで、取備は準備してないの？」

00:40 移住先の惑星に到着

たていりで、みなさんに考えて
もらいたいことが一つあります。

到着した日に食べる
最初の晩ご飯、さて何にする？
もちろん、**塩**以外は
調味料はないからね。

「薬品だね、ロケットは準備して
準備してあるの……」

00:45 晩ご飯のメニュー発表

それぞれの班の船長は
晩ご飯のメニューを
紹介してみよう。

「どうしようもない……」

「どうして薬品を準備したの？
他の班の人は準備してないよ。
なんで、ロケットも準備して
準備してあるの……」

00:50 休憩

次は船中に暮せるモノ
(生き物以外のモノ)に
ついて考えてみましょう。

(Part2に続く)

みんなの舟

「あれ？原始の生活が一番なんじゃない？」

紐と木があれば火は起こせる。ずるとい石で肉をざばき、火で調理する。小麦があればパンもパスタも作れる。カイコの糸と羊毛があれば、布団も衣類も何でもできる。石油にも電気にも頼らず、夜が来たら寝てしまえばいい。目の前から覆てしまえばいい。ただ生きるために有効に使う。火さえ起こせば何とかなるでしょ！

00:30

宇宙箱舟のシンボルフラッグを考える

箱舟には、フラッグを立てることができます。自分たちの箱舟を象徴するようなシンボルマーク、またはキャッチフレーズを書いてみよう。

後生、后でどんな暮らしを営むのか、何を大切にしたいのか、考えてみよう。

【クラスで実施する際には】班ごとの思いを、集めてみよう。

00:35

【クラスで実施する際には】箱舟の紹介タイム

※2 「みんなの舟（めぐみ）」に、いろいろな例ものがあります。

00:40

【クラスで実施する際には】他の班の箱舟がどうなっているか、みんなで遊を回って見よう。他の班からも質問や意見をもらいましょう。

00:45

【クラスで実施する際には】投票タイム

【クラスで実施する際には】どの箱舟が一番いいと思いますか？みんなで公平に投票しましょう。一人一枚シールを渡し、箱舟のフラッグは貼るという投票スタイルもおすすめです。

00:50

【クラスで実施する際には】結果発表！

【クラスで実施する際には】最優秀箱舟には、感謝（ごん）な贈品をプレゼント！

後片付け

ミミズハンバーグが人類を救う？

ヒジジにウシ、食や暮らしを意識して乗せたはずの箱舟は、動物全滅というアクシデントに見舞われる。シヨックを隠せない中高生だが、「死ぬわけにはいかない」と、箱舟に唯一残されたタンパク源、ミミズに着目した様々なメニュを開発した。生き延びること、それは技術だけでなく、価値観や食文化を変えることでも可能かも知れない。

電子書籍もつるはしものせて！

宇宙でエネルギーと言えば、やっぱり太陽電池。でも電気自動車はパワーが心配なので、ソウに荷物を運んでもらおう。鉱物資源を掘るのに火薬やつるはしも持って行こう。でも、やっぱり携帯ゲームは欠かせない。デジタルとアナログが入り混じる中高生の提案。地球の歴史や科学技術をおさめた電子書籍という案、いかにも現代っ子らしい。

草食動物パラダイスは肉食キリンを生む？

キリン、ゾウ、シマウマ、草食動物だけが乗った箱舟はどこか穏やかで、平和なものである。ライオンやトラなど、肉食動物の不在が何か物足りなさを感じさせるが、草食動物パラダイスを見たらない。積極的な理由は見当たらない。しかし小学生たちが自ら一言、「草を全部食べつくしちゃうたら草食動物は肉食動物になっちゃうのかな？」



宇宙小ネタ集

地球の再来

今の地球は間氷期といって、氷河期の中でも比較的暖かい時代です。歴史的には数万年ごとにとっても寒い氷期と間氷期を繰り返しています。恐竜が栄えていた頃のように、今よりずっと暖かい時代もいつかやってくるでしょう。また大陸の形も1億年ほどたてば大きく変わりますから、環境も生態系も大きく変化します。そして、約60億年後には太陽が寿命を迎え、大きく膨らんで赤色巨星という星になります。この時地球は膨らんだ太陽に飲み込まれてしまうか、溶けて無くなってしまいます。

人間が住める星って他にもある？

太陽系内の他の星に引っ越したら、一番可能性が高いのは火星です。ただし火星も太陽が寿命を迎えれば住めなくなってしまう。太陽以外の恒星にも惑星は発見されていて、中には地球に近い惑星も見つかりしています。ただ、他の恒星系は一番近いものでも数光年以上遠くがあり、行くのはそう簡単ではありません。

地球以外の星に生き物っている？

今のところ地球以外の生命の証拠は見つかっていません。そもそも生物とはなんだろう？地球で最初に生まれた生物は、酸素が大嫌いな微生物だったと言われています。彼らにとって今の地球は住みにくい世界です。このように何か良い環境かは生物によって変わります。地球の生物ですらこうなのですから、宇宙の生物がもしいたとしても、私たちに似ていない形をしているかもしれません。

宇宙箱舟ワークショップブック

第1版 第1刷 2011年3月5日 発行
 企画・製作：磯部洋明／堂野能伸／塩瀬隆之
 監修：京都大学総合博物館／宇宙箱舟製作委員会
 デザイン・イラストレーション：どうのよしのぶ
 スーパーアドバイザー：牧野圭一
 発行者：京都大学宇宙総合学研究所ユニット
 宇宙箱舟製作委員会

塩瀬隆之 磯部洋明 堂野能伸 黒川麻美 水町衣里 神谷麻梨 田澤真由美 黒沢恵
 梅下博道 松浦直樹 森本努 中山浩 飯澤功 塩瀬隆之 山田敦 久保田守 角川佳久子
 森奈保子 石田一希 堀本隆太 堀川直樹 牧野圭一

Column : JAXA における宇宙教育活動

独立行政法人宇宙航空研究開発機構
宇宙教育センター センター長 広浜 栄次郎

私たち人類は、不思議に思うこと、知りたいこと、行ってみたいという気持ちをそのままにしたり抑えることはできないようだ。しかもその気持ちは年齢に関係ない。古来より多くの人々が色々な分野において挑戦をし、不可能と思えるようなことも乗り越えてきた。おかげで私たちの生活は大変便利になり、沢山のことが究明されてきた。子供たちの心に内包する「なぜ」という好奇心と「何にでも手を出してお母さんに怒られる」冒険心は、人類の宇宙への挑戦の歴史と重なる。だから子供たちは、特に自分が意識することなく、宇宙への挑戦に対して自然に目を輝かせて反応するのである。私たちは、不思議一杯の宇宙に心を奪われ、知りたい欲求を抑えられずに宇宙への挑戦を続けてきたが、その間には、アポロ1号や2回のスペースシャトルの爆発事故などで尊い命が奪われるなど悲しい事件もいくつかあった。しかし、人類はそのたびに、宇宙への憧れを抑えきれずに、次なる挑戦を続けてきた。不幸にも犠牲になった方々も自分の犠牲を将来の子ども達のために生かしてほしいと願っているであろう。

好奇心・冒険心と並んで大事なのが、匠の心・物作りの大切さである。ロケット、人工衛星、宇宙ステーションなどでわかるように、人類の夢の実現には、物作りの心と技術が不可欠である。JAXA 宇宙教育センターでは、これら好奇心、冒険心、匠の心を宇宙教育の3つの心として位置づけ活動を展開している。

それでも何かが足りない。宇宙137億年の歴史の中で脈々と受け継がれてきた命への思いである。いくら科学技術が進歩しても、それを扱う人間の心が重要であって、それは命を大切に思う心があつてこそ意味をなす。だから私たちは、そういう気持ちを込めて、3つの心を命のトライアングルと呼んでいる。JAXA の進める宇宙教育は、命のトライアングルをベ

ースに、宇宙や宇宙活動の魅力を子どもたちに伝え、また子どもたちの身近な事象を宇宙につなげてあげることである。そうすることで、子どもたちには地球や身の回りの環境を見直し、自分と自分につながる生命、家族、国、世界の人々のこと、そして地球が生命輝く星であることを意識してもらいたい。宇宙教育といっても、特別なことをする訳ではなく、普段の学校授業や社会教育活動に宇宙を素材として活用するだけである。そうすれば宇宙からの視座というものが身に付き、物事への解釈の幅が広がり、応用力も身に付くと思われる。先生方や指導者の教える手法の幅も広がると期待される。

子どもたちが宇宙教育に接するためには、大人の行動次第である。地域の大人が宇宙教育の意義を理解して、子供たちに機会を提供する仕組みと場を作って初めて進められるものである。JAXAはそのために地域と密接に連携して宇宙教育を積極的に進めていきたいと考えている。

**A progress report on the Meiji University School
of Commerce course:
“Special Themed Practicum:
An Introduction to Astrosociology”**

Renato RIVERA RUSCA (Meiji University)*

Abstract: This paper will describe in detail the aims and progress of the “Special Themed Practicum: Constructing the Future Society: An Introduction to Astrosociology” course, an undergraduate class currently being undertaken at Meiji University’s School of Commerce. After explaining the circumstances surrounding the course’s inception and its significance within the milieu of human sciences, the attention will be focused on the methodology, as well as student reactions to it. Finally, the paper will attempt to suggest further avenues for expansion and development of the key concepts outlined, in order to bring about a forum for fresh exchanges of ideas regarding possible human futures from a wide variety of perspectives.

Keywords: education, teaching environments,
practical applied knowledge, multidisciplinary approaches, social sciences.

1. Introduction

This paper will introduce and describe the objectives, methodology and results of the course entitled, “Special Themed Practicum: An Introduction to Astrosociology”, conducted at Meiji University’s School of Commerce.

From September 2010, for one semester a year, I have administered a course on the “Astrosociology”, a still-nascent academic field encompassing aspects of sociology, anthropology, cultural studies, law, economics, politics and many more areas to the end of analyzing the relevance of research and development in aerospace engineering and astrophysics on contemporary society from a human sciences perspective.

My original inspiration for (what I would later recognize as) Astrosociology as a research subject was witnessing demonstrations against Heathrow Airport’s expansion in late 2008. In the midst of the construction of the airport’s new Terminal 5, the British mainstream media was devoting heavy coverage to a group known as “Plane Stupid”, a now-defunct activist organization dedicated to the downsizing of the flight industry – such as the eradication of low-cost airlines – in the name of environmental protection due to the pollution caused by aeroplane exhaust. As I watched these arguments unfold, a thought entered my mind: “What if this was not an airport expansion project, but a pioneering spaceport construction project?” I came to the conclusion that groups like Plane Stupid would rise up against such a proposal in a similar fashion.

In January 2009, as soon as it was revealed that Scotland was in talks with Virgin Galactic to have the UK’s first spaceport located within the country (specifically, Moray’s RAF base), Plane Stupid once again made a public comment on its blog¹ to the effect that such a move would be a waste of taxpayers’ money and yield little positive realistic results (“Star Trek fantasies”), focusing instead on the environmental impact. Referring to another article – this time from 2007 – from the online edition of Discover magazine², combatively entitled “A Spaceport for Tree-huggers”, in which Virgin Galactic’s CEO Will Whitehorn is quoted as describing the carbon footprint from a Virgin Galactic sub-orbital trip as comparable to a typical New York-London round trip, Plane Stupid builds on erroneous critique and expands into hyperbole. The first obvious failure in reasoning is the Discover article’s insistence on using Space Shuttle exhaust levels as reference data in lieu of the unavailable WhiteKnightTwo specifications, which are classified.

The entire situation can aptly be described as a snowball effect of misunderstandings feeding off each other, and points to a fundamental lack of a working understanding of what these companies are trying to achieve and how they can do so. These misunderstandings can only be rectified with attempts to propagate knowledge more actively, and allow common sense and reasoning on the subject to cover a widespread area of demographics and class. The key issue that Space Shuttle technology has absolutely no bearing on how WhiteKnightTwo operates should be a conclusion that people can form for themselves, based on the information available in the same way that it is generally understood that, for example, helicopters do not need runways, but rather helipads, and so a discussion on the construction of runways for helicopters would be a waste of time. I believe that this level of understanding is required before meaningful discourse can evolve naturally and freely, and it is why I would like to push for the expansion of Astrosociological study in education.

Previously, I had published a brief outline of the course and what results were expected while it was still in the planning stages (and beginning the couple of first classes) in a paper entitled “Teaching Astrosociology: Science-fiction as classroom material for humanities-based hypothetical discourse of space exploration and development” in the Meiji University Journal of Humanities³. This paper will explore those issues introduced in the previous paper in further depth, as well as forming a contrast of how the classes were envisioned and how they eventually manifested themselves.

2. Aims of the course

The main aim of this course is to develop and nurture a critical faculty within the minds of the students concerning the world around them. Rather than lecturing about the entire history of the space race, aerospace engineering and space exploration, the students are expected to use the tools at their disposal in today's "information age" and establish their own contacts in order to gather data on society and its attitude towards the space industry. The role of the teacher in this case is to provide background information using a variety of resources, to act as hints for the students to conduct their own further research. Additionally, the teacher will guide the flow of the arguments presented in class by constantly providing challenges such as how the students would go about tackling opposing views to theirs – for example, the issues of budget cuts for state-funded space programs: are they missing any vital viewpoints when observing this debate? Or are they aware of the ramifications in terms of the potential dangers of undermining safety measures when considering the extent of cost-cutting measures for private firms engaging in new fields such as space tourism? Essentially the role of the lecturer/teacher ought to be more of a facilitator for the discourse to unfold in a natural and organic way, and to mediate the discussion without applying too much influence to the final outcome.

This way, the students feel that they are in control of not only the classroom environment, but also their activities outside the classroom in between sessions, during which they conduct surveys and other projects, eventually bringing about results which are then organized and presented at the final open report session.

What the course does not do:

- Set forth a pre-established set of principles or values as to the benefits of space exploration and development
- Indoctrinate the students into a rote-learning method of memorizing facts
- Convince the students into thinking that there is ever an absolutely correct answer and an incorrect answer

Though I will touch more on this in later sections of this essay, I ought to emphasize here that the "Special Themed Practicum" course is entitled that way so as to invoke a

proactive sense of problem-solving and task-managing. Thus, the students are expected to face their challenges and handle themselves using the tools at their disposal in as innovative a fashion as possible, with those students expecting the “answer” to be brought to them eventually falling behind.

3. Methodology: Syllabus and activities

The main course syllabus is as follows:

Session 1: Space exploration/development and society; Self-introductions by course participants

Session 2: Group separation; “public awareness of space issues” survey

Session 3: Space tourism business 1: Virgin Galactic case study

Session 4: Space tourism business 2: Explanation of technicalities

Session 5: Space tourism business 3: History and future

Session 6: Orbital elevator 1: Basic concept introduction

Session 7: Orbital elevator 2: Construction and usage, technical explanation

Session 8: Orbital elevator 3: Problems and possible solutions

Session 9: Guest lecture: JAXA Kibo Forum

Session 10: Space Colonies 1: Concept introduction; Gerard O’Neill’s vision

Session 11: Space Colonies 2: Problems in execution and possible solutions

Session 12: JAXA Tsukuba Space Centre field trip

Session 13: Survey results analysis; presentation preparation

Session 14: Final group discussion: Possibilities of Future Society Construction through Space Development; Final preparations for presentations

Session 15: Final Presentations and conclusions

Other specific details are outlined in Japanese on the course’s official webpage⁴.

The conduct of the classes is divided into two main formats which alternate throughout the duration of the course; firstly, a lecture-style class where the lecturer would provide background information while guiding the flow of discourse between the students in an interactive environment, and secondly, a discussion-based session where students group themselves into teams, each with their own objective, the ultimate aim of which would be realized at the end of the semester. This objective can be anything that the students feel is required in society in order to help bridge the gap between the science-engineering sectors and the general public. Before moving onto the groups’ own projects, the first task is to conduct a survey to ascertain the level of awareness within the general public regarding the activities of JAXA and the issues surrounding them, as well as opinions on expenditure for their funding.

The first problem lies in the low level of knowledge and expertise of the students

themselves upon conducting these surveys. Although some students are already aware of the basics regarding the activities of the International Space Station and the role of JAXA within it, most are not, since the course is mainly geared towards students of a letters background mostly focusing on cultural factors. Despite one aim of the course being the infusion of new contributions and opinions from a cultural studies background in order to open fresh discourse, the reality of the classroom situation calls for a considerable amount of time to be spent on explaining scientific concepts such as “low Earth orbit”, how rockets are actually launched, centrifugal force, geosynchronous orbit and such.

The challenge here is to strike a balance between the different set-ups of the classes: as mentioned above, some classes will need to be lecture-styled, some discussion-based, and others yet activity-based, in order for the participants to gain an all-round understanding of the issues as well as developing further their innate critical faculty. All the while, however, the students must maintain a high level of motivation, and it is this area which poses the toughest challenge for the lecturer. The difficulty of keeping the students interested in outer space themes is amplified if there is no discernible and/or tangible connection to everyday life and society, and it creates an insular environment, both inside and outside of the classroom, as opposed to an open, free-thinking one, which is what the goal is here. To add further complications to these predicaments, this lack of interest within the general populace is in fact one of the key issues to be tackled and researched by the students, and so it is an uphill struggle until they realize why this is so important – if they and their friends and family can get by in life without considering these issues, why problematize the phenomenon at all? Lastly, since the main focus of the course is on the students themselves and the activities which they undertake, instances of dwindling motivation could be detrimental to the final performance in the report presentation, due to the very limited amount of tasks specifically set by the teacher. As previously mentioned, the classes are set up so that the teacher provides basic background information, giving hints as to where to research further, and guides the directions of discussions and prompts students to deliver their input in many instances. However, the teacher delivers minimal instructions. Therefore, without apt motivation, the students end up with little to work with, awaiting outside input which will never come.

As well as this, on the cultural studies side of the coin, the history of the space industry, involving the space race and its Cold War background, the factors behind the

moon landings, the Apollo missions, and such details are examples of specific data which must be introduced to the students, then considered and analyzed. These details are important in order to establish a critical faculty within the students, with a working knowledge of the background of these issues in order to be able to ask educated questions to both experts and laymen.

These gaps in knowledge are not expected to be filled within the extremely limited class hours themselves, but through the practice of private study. Since the lecturer's role is to provide basic background information to the tasks faced in the class as opposed to a full working knowledge, the students are expected to pick up on particular points of interest and search for information out of their own accord. Then, they are expected to use what they have learnt and put it into practice in their group activities. One way in which this is facilitated is through the usage of the internet, namely the course blog⁵. The blog is designed to promote interactions between all the course participants as well as the lecturer. Here external information and materials can be shared for reference, as well as in-depth impressions of the lectures themselves, field trips or additional questions for which there was no time during the sessions. It also serves as a promotional platform through which the outside society can gain an insight into the types of activities students in the course are undertaking.

The lectures themselves are conducted with constant student reciprocation – that is, not only are the students at any point allowed to interject with opinions and questions for the most part, but also they are frequently prompted after major points within the content as to formulate an educated guess on what they think the factors for a certain aspect of the theme could be, or to hear their reactions to a certain keypoint.

Guest lectures also assist in formulating a deeper understanding of some topics such as how JAXA applies its allocated funding. As well as this, the guests from JAXA can engage with the students on an individual level, bringing to their attention a more personal image of the agency, and one which they would not otherwise be aware of through the traditional means such as television and the media, thus narrowing the distance between them and space-related activities. Some interesting conversations arise from these interactions and the students are elated to hear of the interests of the JAXA employees growing up, leading to their eventual profession. The JAXA PR divisions also benefit from these exchanges by being able to promote community exchanges, and in fact the course was featured in an article on the JAXA Kibo Forum

homepage⁶.

There is also time allocated for free discussion (almost) every week – what are the main issues and what is the nature of the controversy surrounding them? Rather than pointing these out, the students themselves can formulate the most common public opinions with light prompting. In the very first discussion session, in order to ascertain what the concept of “space” represents to each student, each individual has to share with the rest of the class what they think of when they hear the word “宇宙 (uchuu, “space” in Japanese)”. The keywords are then grouped together and we try to establish recurring themes such as space as having “mystery” and being “the unknown”; the importance of “safety”, and also whether the students feel that these concepts are reasons for evoking “fear”, or “sense of wonder”. These students would then be invited to engage in discussion with other students holding different opinions. This process serves to establish not only the fundamental knowledge of space and layman perspectives of it, but also helps to accustom the students to the discussion format, which is considerably rare in Japanese education.

The other set-up within the class in addition to the student-participation-assisted lectures and the rather more formal guest lectures is one which is oriented around the discussions within the groups themselves, beginning with brainstorming sessions in the early weeks in order to lay down and commonly share key concepts with the other members. Eventually, these evolve into planning sessions for the groups’ own projects, although ideally most of these meetings would take place outside of the classroom during the students’ own time as homework.

The short span of the course – only a half-year term, equating to four months of actual classes – calls for a smart balance of these separate teaching styles – the lecture format, the discussion and the activity. The culmination of these is witnessed at the final presentation given at the end of term, usually held to coincide with the “campus open day” at the university, so that members of the public – namely, prospective students and their families – are able to attend. This aspect has the potential to be one more opportunity to connect with society.

4. Results:

The students vary in gender, interests and even ideas of what space and our society's relationship with it is like. Due to this, there has been a wide range of topics on which the activity groups undertook their respective projects, some from a hypothetically teleological perspective, such as the issues expected to arise if one were in charge of the administration of a nursing home in outer space, for example the problems of nurse shifts (cosmic radiation would be more harmful to a younger person than to an older citizen, thus a rapid rotation for the staff is necessary, but were that to be implemented the important relationship between the resident and staff member would be somewhat diminished). Others presented on issues specific to current affairs such as JAXA's role in society, most notably its recognition among the general public and the difficulty of managing PR for a government-subsidized agency.

In September 2012, I asked former course participants from the past three years to share their retrospective views on the class and how it had affected their ways of thinking, if at all.

Student A was the leader of a group of four students who planned and carried out a project entitled "Space for Kids". The concept was to help create the foundation for an interest in space by teaching the most fundamentally basic aspects of the Earth and space to pre-schoolers. He and his teammates did this by organizing a session at a kindergarten involving story-reading, painting activities and a whiteboard brainstorming session. Student A writes:

"In particular, the opportunity to conduct freely my Space for Kids activity was one of the few experiences which made me feel glad that I entered the School of Commerce at Meiji University, plus it gave me confidence to have gotten the actual results we did as a result of that activity.

"Personally, I have little interest in the scientific or political aspects of space research. Rather, I am obsessed with "the charms of space", such as the beauty of the stars in the night sky and the mystery of the universe. As I got more interested in these "charms of space", I realized that to many people, especially children, it is very important to feel these emotions – and that can be a good opportunity for people to gain more interest in various aspects of space. Had I not taken this course, I am sure without a doubt that I would not have thought of things this way. These days, I love space to the extent that I regularly climb Mt. Fuji to look at the view of the stars. As a

result, I can say that I feel the Astrosociology course has definitely had an effect on me.”

Student B had a slightly different experience, as her group focused on the commercialization of space-related products, and how through this, JAXA manages their public relations and thus may gain more awareness in the general society.

“Through this class, I felt that the topic of “space” became closer to me. I also thought that it was a valuable experience to have visited the JAXA facilities, which I consider to be the pride of Japan. Recently, thanks to Hayabusa and manga works, opportunities for everyday people to learn about space have increased, however, upon learning of the reality that the allotted budget is being reduced, I realized that much more needs to be done in order to raise public awareness of space. I felt that in that sense, people from a human sciences background such as myself have their own approach to the issues as much as natural science-oriented people like engineers.”

Student C was another student from 2011 who gained a keen interest in the nascent field of Astrosociology to the extent that he made a Twitter account which he used to help spread a variety of space-related news in simple terms to the general public in the Japanese language, as well as contributing to the recognition of the course itself.

“‘Conceptualizing the Future Society’ – that is the background of ‘Astrosociology’. ‘Conceptualizing’, rather than ‘constructing’. Through this course, I have thought about the relationship between ‘space’ and ‘society’ (perhaps I even thought about the functions of society through the prism of space).

“Originally, I imagined ‘astrosociology’ as a field of study through which the future society could be ‘created’ (or rather, that ‘astrosociology’ was a field for the ‘construction’ of the future society). However, looking back now, I see ‘astrosociology’ not as a field of ‘constructing’, but a field of ‘conceptualizing’. We may imagine societies, but we cannot create societies (or, to put it another way, realizing the ideal is extremely difficult...).

“It is true that if the costs required for travel between Earth and space fall, it may be possible to build a society in space. However, one cannot build a utopia. I believe that society is convergent evolution, like a living being (society is perhaps like a Leviathan...).

“In that case, if creation has no role, what is the role of ‘astrosociology’? In my view, that in itself is ‘conceptualization’. It may be difficult to build the ideal, but it is simple to conceptualize the ideal. Conceptualization is, in other words, a hypothesis, so we

can reduce the instances of ‘unforeseen circumstances’. To asymptotically reduce the ‘unforeseen’ in society is what I believe to be one role of ‘astrosociology’. However, this is limited to its relation with the field of space.

“I have reached one fragmentary conclusion to the issue of the relation between ‘astrosociology’ and ‘society’, but I still have not reached one in terms of the relation between ‘society’ and ‘space’. I want to continue to consider this in the future.”

Finally, Student D was one of the students in the very first year of the course, and he shares his reminiscences here.

“Although at the time I had no knowledge of space development, through this course I gained an awareness of Japan’s position in the global playing field of space development, as well as the concepts of space tourism and the space elevator; I gained an understanding of things which I had no idea about.

“Also, I learnt about the controversy surrounding space development and that it is a very difficult situation in many respects. Personally, I thought that the continuation of space development is necessary as we can see the results of it in everyday items which have utilized space technology (such as medical equipment, deodorizing technologies, and such). On the other hand, I felt that space research based on a mere adventurous spirit would not be widely supported, and I sympathized with that sentiment.

“There are other problems we need to solve both around the world and in Japan, and if space development and technology can be brought in to be useful for people’s everyday lives, then I feel it is significant to continue that, therefore I hope that JAXA uses that technological power to improve our everyday lives.”

To summarize, the results gained from the course can be said to be most effective in establishing a critical faculty within the minds of the students, having been given the opportunity to problematize several issues in society through the lens of space research and development. Essentially, rather than the students having learned a handful of space-related facts which may or may not prove fruitful for their prospective carriers, they have grown to learn about tackling issues objectively from a variety of perspectives, through the task of planning out a project, putting it into action and lastly presenting the results. These skills have the potential to be applied to any milieu and will no doubt prove to be indispensable no matter the field the students eventually enter.

There is very little praise heard regarding the critical thinking faculty of young

people in Japan – in general terms, approximately two decades of rote learning in the classroom and interminable examinations take their toll on the imagination of normally malleable minds. A university as an education institution has the responsibility to raise able thinkers and innovators to bring about a brighter future. The name of the course – the construction of the future society – is designed to invoke all of these connotations, because ultimately, a future must be sustainable. Sustainability is achieved by the members of society being aware of the past (through both study and interactions with those of other generations and backgrounds), and incorporating it in their decision-making process regarding future plans. This process of research, discussion and application should be continual and frequent, as well as rotary. Members of society involved in this process – and it should be emphasized that everyone has a role to play – learn through a combination of reading, listening and doing. They then relay their experiences to the next generation, who in turn use their critical thinking faculty to adapt these methods so that they are most effective for their generation.

It is my hope that in administering this course I have been able to plant a seed to be sown by a later generation, eventually leading to this process of sustainability in the construction of future societies. Certainly there is much more work yet to be done, in particular in helping the process to expand and reach others who may see the potential in these methods and provide their own input.

5. Expansion and Development - 2013 Symposium ; Astrosociology Research Institute

Having established this course and attempted to build upon each previous year's results through the participation of recurring students, in early 2012 I felt that there needed to be a boost towards further expansion in this field within the education milieu – one which would draw in a far wider array of young people with more varied interests than the limiting method of recruiting students merely from the School of Commerce. To that end, I proposed a workshop which would gather experts in diverse yet interconnected fields of research and activity, and invite discussion between this panel and young – as well as older – members of society. The most noteworthy result so far is the symposium entitled “Constructing the Future Society: A New Japan for the Space Age”, although still in the planning stages, to be held March 31, 2013 in Meiji University: an event open to the public and featuring talks from JAXA members, anthropologists, sociologists, astrophysicists, even animation directors. Most importantly, students will also be encouraged to actively participate in the panel discussions and have virtually equal footing to present their ideas as the guests. Lastly, audience participation and the promotion of dialogue is key to the success of the event and to its eventual follow-up, therefore great efforts will be taken to make this interaction be a central factor in the conference.

The keynote presentation for the symposium is scheduled to be delivered by Dr. Jim Pass and Christopher Hearsey, members of the Astrosociology Research Institute in California, a non-profit organization for the recognition and promotion of the role of human sciences and critical studies on the themes of space in academia in which I am participating as an advisor. My experiences circa 2008 regarding my realization of a lack of discourse and general understanding in society related to space sciences mentioned in the introduction drove me to seek out any academic publications or discussions related to these areas, and I eventually found ARI. Coincidentally, Dr. Pass established an online course entitled “An Introduction to Astrosociology”⁴ at the Kepler Space Institute⁵ at around the same time (2010) that my own was launched in Meiji University. Therefore, I believe the time to be ripe for embarking on a concentrated effort to approach more disciplines and invite experts from seemingly disparate fields, since ultimately we are all human and concerned with our survival, thus it is appropriate that we should share common knowledge of our position within the universe. Astrosociology and its implementation in education institutions is more than the sum of its parts, it builds an international, or moreover, universal, awareness of our society that leads to more open, critical thinking and is conducive to heightened

problem-solving skills. Within our globalized information age, these skills are in demand now more than ever, and it is our duty as educators to instill them through the careful guidance of the newer generations.

References :

- 1 Plane Stupid.com blog: January 1, 2009, Scottish Government's Stupidity Goes Intergalactic,
<http://www.planestupid.com/blogs/2009/01/28/scottish-governments-stupidity-goes-intergalactic> (last accessed January 7, 2013)
- 2 Discover Magazine (online edition), "A Spaceport for Treehuggers",
<http://discovermagazine.com/2007/dec/a-spaceport-for-tree-huggers> (last accessed January 7, 2013)
- 3 The Journal of Humanities, Meiji Univ., vol. 17 (March 31, 2011), 25-34.
- 4 Meiji University School of Commerce Special Themed Practicum: Future Society Construction 2: Introduction to Astrosociology,
http://www.meiji.ac.jp/shogaku/tokushoku/spt_practicum/space2011.html (last accessed January 7, 2013)
- 5 Meiji University Mieruka "Mie-log": Our Entry into a New Space Age,
<http://mieruka.meiji.jp/2010/shinuchu2010/> (last accessed January 7, 2013)
- 6 Report on JAXA Kibo Forum Promotion Activities at Meiji University,
<http://kiboforum.jaxa.jp/learn/activity/101013.html> (last accessed January 7, 2013)

大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する 見方・考え方育成における「学び」設計要件モデル —「宇宙」を題材として—

岩田 陽子[※]

Significance of space as the liberal arts at university level

Yohko IWATA(JAXA)

Abstract: This article discussed the significance of practicing the “space” as liberal arts education at university. “The space can reach an intellectual domain at a level of philosophical and ethical deliberation from the dimensions of scientific and technological recognition,” so said Professor Terasaki, who is a leading researcher in the research field of university education. This article specifically, pursued why he could say so.

My approach was to consider how specifically the space could reach a level of philosophical and ethical deliberation based on the viewpoint of space science and space technology. Based on this consideration, I actually conducted a class for university students on the subject matter of the space in order to analyze what they have learned from the space.

The results of the analysis demonstrated the point addressed by Professor Terasaki. In addition, my analysis actually drew a new point that learning the space, which is unclear and uncertain, leads to facing how to cope with unclear and uncertain things that are required for living in a fast-changing and fluctuating society, how to deal with questions without correct answers, and how to make decisions. New learning, to learn how to shift our viewpoints toward problem solution, was derived by this analysis.

In other words, the significance of the space as liberal arts at university is not to merely understand specialized knowledge about the space. Rather this significance should be found in the point of cultivating the ability to live in a society through learning about the space, without just remaining as a contribution to the level of philosophical and ethical deliberation.

Keywords: 科学技術の不確実性、科学教育、大学教養教育、学び

[※] 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 大学等連携推進室 人文・社会科学コーディネータ
(東北大学大学院教育学研究科博士後期課程在籍中)

1. はじめに

大学設置基準大綱化（1991年）により、教養教育の主要部分を担っていた「一般教育」が廃止された。その意図は教養教育の軽視ではなく、4年間の一貫した大学教育の充実にあったが、実際には各大学のカリキュラムは専門教育重視の方向へ傾いた。

こうした中、教養教育軽視への警笛として、さらにいえば「グローバル化する知識基盤社会において、学士レベルの資質能力を備える人材養成は重要な課題である」という大学の質保証に対する問題意識の高まりから、2008年文部科学省中央教育審議会答申「学士課程教育の構築に向けて」により、分野横断的な「学士力¹」の形成の重要性が提起された。

さらに「教養教育」にターゲットを絞るならば、2002年2月に文部科学省中央教育審議会によって「新しい時代における教養教育の在り方について（答申）」が答申され、特に科学教育に対して「変化の激しい流動的な社会に生きる我々に必要な教養」と期待が述べられた。具体的に科学教育に期待する内容として、「科学技術をめぐる倫理的な課題や、環境問題なども含めた科学技術の功罪両面についての正確な理解力や判断力を身に付ける」と掲げられているが、「変化の激しい流動的な社会」という極めて不明瞭、不確実な社会を生きていくには、科学技術の功罪を「正確に」理解するのみでは適切な判断はできない。例えば、原子力発電を進めるべきか否かという判断は、単にその功罪を正確に理解するのみでなく、原子力そのものの不明瞭さや、原子力に伴う技術力やヒューマンエラーの可能性という不確実性を踏まえないければ、正確な意思決定は難しいであろう。つまり、「不明瞭、不確実な事柄にどのように向き合えばよいのか、どのような視点でどのように考えていけばよいのか」という点を組み込まなければ、科学技術に対する意思決定は極めて困難であるといわざるを得ないのである。

実際、過去の科学技術政策に対する社会的意思決定事例においても同様に、功罪だけではなく、不明瞭、不確実な事柄と向き合い、検討しながら意思決定をしていく過程が報告されている²。まず、全事例に共通していることは、社会的意思決定をする上で、「手続きの公正性や信頼性」が極めて重要であるという点である。これは、結論へと導くまでのプロセスが明瞭であり、十分な議論がなされたものであり、根拠があり、納得し得るプロセスであることの重要性を意味する。さらに、そうした公正性や信頼性へと導くには、「多様な関与者」により「十分な情報」が共有され、その時点における「重要な社会的概念」を踏まえた上で「多様な選択肢」が提示することが重要であるということも共通している。なお、ここでいう「重要な社会的概念」のとは、意思決定までのプロセスにおいて特に考慮すべき社会的な風潮や価値観などを意味する。「原子力発電所立地ケース」（寿楽（2005））では、具体例として、「この時期には米スリーマイル島原発事故、次いで旧ソ連チェルノブイリ原発事故により、原子力発電所はその安全性をめぐって社会から不安視されるようになっており、70年代以前のように経済的恩恵を前面に出すことで市民の広範な支持を得る湖とは難しくなっていた」と説明されている。

具体的にそれらの事例をもとに科学技術に対する社会的意思決定プロセスをモデル化す

ると図1の通りとなる。

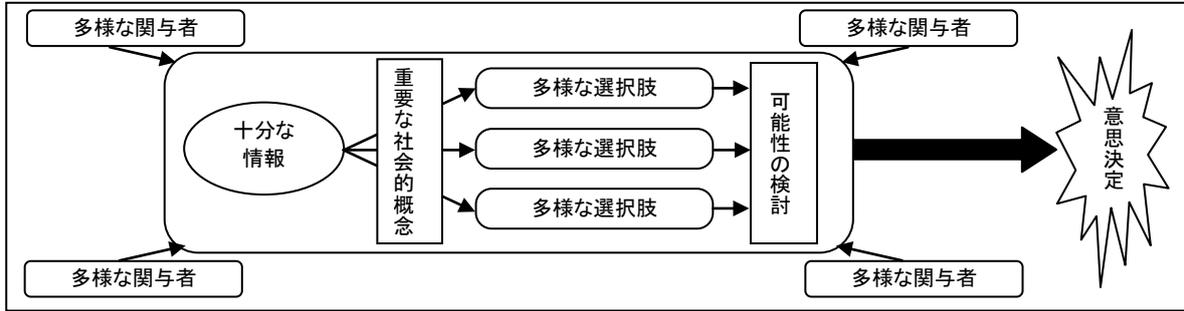


図1：科学技術に対する社会的意思決定プロセスモデル

本研究では、特に図1の「十分な情報」「重要な社会的概念」「多様な選択肢」に着目し、大学教養教育における「科学技術の不確実性に対する見方や考え方」に関する「学び」の設計要件をモデル化した。

なお、本研究では、科学技術の対象として「宇宙」を選定した。その背景として、「科学技術の不確実性に対する見方・考え方」を学ぶのに「宇宙」は最適な教材であるからである。「宇宙」は未だ不明瞭、不確実なことが多く、我々は「宇宙」についてほとんどのことを知り得てない。さらに、「宇宙」は、科学技術政策として国家プロジェクトとなる領域であり、政策的、外交的に扱われることの多い領域である。例えば、宇宙科学技術は、アメリカ、ロシアでは軍事用として使われるのが主流であり、平和的利用の可能性も戦争での利用の可能性も両側面をもっているという不確実性を備えている。このように「宇宙」と向き合うことは、「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成につながり得るといえる。

こうした最適な教材である「宇宙」であるが、現状、大学教養教育において「宇宙」はどのように扱われているのかについて次章でおさえておく。

2. 大学教養教育としての「宇宙」講義の実際

まず、現在において大学教養教育として「宇宙」講義がどのような位置づけにあるのかをおさえておきたい。

「宇宙」または「自然科学」として、「宇宙」に関する専門学部・研究科をもつ大学の多くは、「宇宙」を教養教育の一つとして実施している。しかし、それらの講義の多くが、「宇宙科学」に関する専門知識を中心に実施するに留まっている。特に教養として講義される場合、「宇宙」の体系的な理解に中心が置かれているケースが多い。

わかりやすい事例として放送大学の講義主旨を例に挙げると、「宇宙とは私たちが住む世界そのものであり、人間存在の根源である。本講義は、理系・文系を問わず、宇宙というものを体系的に理解してみたいという広い要望に応えるため、宇宙の総合的教養・入門講座として企画した。人間と宇宙の旧いかかわりにはじまって、太陽系の新しいイメージ、天体物理学の基礎、現代の宇宙観測とそれが明らかにした多彩な天体の世界、謎のダークマターとダークエネルギー、膨張宇宙の極限まで。人間は奥深い宇宙にどこまで分け入ったのか、また現代科学は宇宙をどう読み解いているかを把握する」と説明している。人間がどのように関わってきたのかという点に触れることで哲学的・倫理的考察につながり得る要素はもちつつも、基本的に「宇宙」の専門知識を中心に講義している。

つまり、哲学的・倫理的考察につながり得る要素はもちつつも、結果として、「自然科学分野の一つとしての宇宙」の範疇に留まっている。

こうした中、「宇宙」に関し、理工および人文・社会科学との融合的理解という観点から「宇宙」を総合的に取り扱おうと試みた大学がある。

京都大学で全学共通教育（いわゆる教養教育）として設定されている「宇宙総合学」という科目は、宇宙科学だけでなく、宗教哲学者による「宇宙と宗教との関係」、哲学者による「宇宙と哲学との関係」など、人文・社会科学との融合をめざし、展開されている。

この講義に参加した学生アンケートを見ると、本試みの意義が見て取れる。

- ・宇宙総合学で法学入門の知識を使うとは思わなかった。
無関係だと思われているものがつながることって本当にあるんだなと思った。
- ・宇宙といってもたくさんの分野からアプローチできるんだなと感じた。
- ・平和活動の一つは、いまここの世界の美しさ、豊かさ、すばらしさを再認識できるような情報を広めることなのだと気づけた。

単に「宇宙」の偉大さや、「宇宙」と「人間」との関わりについての理解を深めるだけでなく、一つの領域としての「宇宙」が、私たちの身近な生活や学問と横断的につながることへの気づきが見て取れる。

ただ、京都大学の試みは、オムニバス形式で講義がなされている点で工夫の余地が残る。

具体的には、全15回のうちのほとんどが宇宙放射線、素粒子宇宙物理学など、通常の宇宙

科学に関する講義が続き、数回のみで人文・社会科学研究者によるテーマ（いずれも異なるテーマ）で講義されている。毎回違う教員が担当することで一貫性に欠けるほか、全体のコンセプトやストーリー性に欠け、教育効果も失われている。逆に言えば、講義内容や方法を精査することで、より教養教育として「科学技術の不確実性に対する見方・考え方」の「学び」につながる教育に展開し得る可能性を秘めているともいえる。

こうした背景を踏まえ、本研究では、「宇宙」をどのように扱い、どのように設計することで「科学技術の不確実性に対する見方・考え方」の「学び」を育成し得るのかを追究すべく、(1)「学び」の設計、(2)大学生の「学び」分析を実施し、最終的に大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成における「学び」設計要件をモデル化した。

3. 「学び」の設計

「1. はじめに」で提示した図1の「科学技術に対する社会的意思決定プロセスモデル」において、特に大学教養教育における「科学技術に対する見方・考え方」の「学び」として、「十分な情報」「重要な社会的概念」「多様な選択肢」に着目した。特に、科学技術の不明瞭性や不確実性に着目し、こうした不明瞭性や不確実性について、「宇宙」を題材にした場合、どのような点を学ばせれば良いのかについて、宇宙の専門家へのヒアリング³および書籍や論文などをもとに検討し、次の2点で設計した。

設計1: 「人間」と「宇宙」との関係性

「十分な情報」「重要な社会的概念」への認識を深める上で、そもそも我々「人間」は「宇宙」の一部に過ぎないという事実や、「宇宙」と我々人間は極めて緊密な関わりがあり、「人間」の意思決定により「宇宙」にも多大な影響を与える関係にあるという点を学ばせる。

設計2: 未来への責任認識

「多様な選択肢」について検討させるうえで、我々人間が「宇宙」も含めて未来をデザインしていくことの重要性や、地球上における課題を、「宇宙」ではどのように解決していくのかを学ばせる。

さらに具体的に「宇宙」のどのような不明瞭および不確実なテーマを取り扱うことで2つの設計を実現し得るのかについても同様に検討した。その結果、(1) 有人宇宙飛行技術、(2) 宇宙技術全般、(3) 系外惑星探査、(4) 小惑星探査の4つのテーマで分類された。この4つの分類について、具体的にどのように設計1, 設計2につながり得るのかをテーマごとに論ずる。

(1) 有人宇宙飛行技術

2012年現在、国際宇宙ステーション（ISS：International Space Station）が地球周回軌道（地上から約400kmの地点）を常時周回しており、常に宇宙に人間が滞在している時代となった。今後の展開として、アポロ計画以降、進展のなかった月への有人飛行や火星もターゲットとして掲げられている。今日においてはこうした壮大な宇宙技術開発は国際協働プロジェクトで動くことが多く、毎年、国際宇宙探査協働グループ（ISECG：The International Space Exploration Coordination Group）で議論されている。

有人宇宙飛行技術が向上することによって、宇宙観光時代の到来や、地球滅亡に備えた火星移住計画の進展などへと発展することが想定されるが、一方で、宇宙観光はどのようにルール化していくのか、そもそも宇宙は誰のものかなど、特に倫理的な考察が求められる（設計1）。

また、元々、宇宙技術は軍事技術として行われていた背景もあり、有人宇宙飛行技術は単に人類が宇宙へ進出していくための技術進展という輝かしい側面だけでなく、軍事的な意味合いをもつのである。実際に、中国は独自で月への有人宇宙飛行を計画しており、月への基

地建設まで計画しているが、まさに1960年代の米ソ冷戦時代を思い起こさせる動きである。つまり、このテーマは、有人宇宙飛行技術の向上によって我々の未来をどのように描くのか（設計2）ということ学ぶことにつながるほか、現実的な課題として、宇宙に関するルールづくりや、軍事的な側面に関する政治的な検討などについて学ぶことにつながる。つまり、現在の地球上における課題を学ぶことにつながる。

(2) 宇宙技術全般に共通する課題

宇宙技術全般に共通する課題として、まず、宇宙開発の進展に伴い発生する宇宙デブリ（ゴミ）をどうするのかという課題がある。

宇宙デブリに関しては、デブリを観測する技術や、デブリが宇宙のどこにあるのかをマップ化する技術など取り組みが進んでいる。宇宙デブリの増加は、地球の周回軌道の安全を保てないことから宇宙開発の進展を妨げることもつながる。役目終了とともに大気圏に突入させて燃え尽きさせるというのが今でこそ常識になっているものの、打ち上げ失敗や軌道投入失敗等で、燃え尽きないまま落ちてきたりすることも考えられ、地球上への落下など大惨事へとつながる可能性も秘めている（設計2）。

次に、宇宙を開拓していくことは、人間のエゴであり、宇宙の自然環境を破壊したり変化させたりすることにつながっているという課題である。人間のために宇宙をどこまで変えて良いのか、そもそも人間は自分たちの暮らしを豊かにするために地球環境を変えてきた（設計1）。

このように宇宙技術の進展について認識を高めることで、その技術によって生ずる弊害について熟考することにつながる。

(3) 系外惑星探査

2009年にNASA（the National Aeronautics and Space Administration）が打ち上げたケプラー衛星が宇宙に対する認識を変えた。田村（2012）によれば、「2010年までに見つかった系外惑星候補が500あまりだったのに対して、2011年だけで1,200を超える新候補が見つかったこと」を掲げ、2011年は系外惑星探査革命が起きたという。既に3,000個以上の系外惑星候補が発見されており、なかには地球に似た地球型惑星も発見されている。これは地球以外に生命体が存在していてもおかしくはないということを意味している。実際に、これまで地球外生命体の存在にネガティブであった研究者たちは、「微生物程度のプリミティブな生物なら、地球生命以外の生命体が宇宙のどこかに存在しても不思議ではない」と考える人が多数派になっているという。

こうしたことから、系外惑星探査についての理解を深めることは、これまで地球にしかないと考えられてきた生命が地球外にも存在するならば、例えばそうした生命が発見された場合にどのようにコンタクトを取るのか、我々、地球人とどのように共存し得るのか、さらにはそもそも地球に住む我々は何者なのかというように、設計1および設計2につながる。

(4) 小惑星探査

2010年にははやぶさが地球へ帰還し、世界初の小惑星までの無人探査機往還飛行およびサンプルリターンを果たし、日本では、はやぶさブームが起きた。このはやぶさに代表する小惑星探査の意義の一つとして、太陽系の起源を解明することが掲げられている。川口(2012)は、「隕石を分析することで、現在の地球をつくった材料の手がかりを得ることもできる」ことを認めたとうえで、「しかし、隕石は大気圏突入の際、高熱で変質し、大気に触れることで汚染もされていること、さらに「隕石は出生地がどこかわか」らないことを掲げ、「表面の物質は50億年前の太陽系創成の記憶をそのまま伝えている」小惑星のサンプルを調べることの意義を説明している。また、小惑星のサンプルを調べることで「地球内部の物質を知ることが、大地震を起こすようなプレート運動を生むメカニズムを理解することにつながる」と述べ、太陽系の起源を知ることが地球のなりたちを知ることにつながり、結果、私たちに密接な地震のメカニズムを理解することにつながると説明している。さらに川口(2012)は、「プレート運動を起こすメカニズムを解明するには、地球の中味の材料を知る必要があるが、「地中深くの物質を調べるのは非常に困難」とし、「人類が一番深い穴を掘っても、ただだか地球の半径の300分の1くらいの深さ」であると述べ、だから小惑星を探査する必要があるのだと説明している。

このように小惑星探査をする意義を理解することが、単に太陽系の起源をどのように知るかということだけでなく、結果として、我々人間が我々の地球をどのように守るのかという設計1および設計2につながる。

なお参考までに、特にはやぶさに関しては他の学びも考え得る。はやぶさブームとは言いつつ、はやぶさの何が世界初で何が偉業であったのかという点が正しく認識されていないことが多い。まず、はやぶさに関して正しい認識を高めることで、世間の風評による判断ではない、宇宙科学的側面からははやぶさの意義を客観的に理解することの重要性を学ぶことができる。これは、科学技術全般に対し言えることであるが、世間の風評に加え、科学的にどうであるのか、特に「十分な情報」および「重要な社会的概念」を理解するにおいて、真実はどこにあるのかを追究し、そのうえで判断していくことの重要性を学ぶことにつながる。こうしたことから、先に挙げた2つの設計に加え、次の設計3も付け加えておく。

設計3：真実を見極め意思決定する重要性認識

「マスコミや世間の風評だけでなく、事実を知る」「科学的にどのような意味があるのかを理解する」など、真実を見極めることの重要性や、そのうえで最終的な意思決定をしていくことの重要性を学ばせる。

4. 大学生の「学び」分析

前章での設計1～3を踏まえ、本研究では、東北大学に在籍している1～2年生（教育学部2名、文学部2名、理学部1名、経済学部1名）6名に少人数ゼミ形式で講義を実施し、「学び」について分析した。

具体的には、前章で掲げた4テーマ「有人宇宙技術」「宇宙技術全般」「系外惑星探査」「小惑星探査」にし、宇宙科学および技術研究者からの講義および質疑応答で学ばせ、ある程度専門知識がついてきたところで、立花（2012）の次の主張を引用し、議論させた。

人間が宇宙進出した以外の出来事として人間の意識変化が起きようとしている出来事がある、

ケプラー宇宙望遠鏡を出し、太陽系外の地球型惑星を見つけようとする望遠鏡であること、そして、そうした地球型惑星が見つかることで、我々人間はこの広い宇宙の中で孤独な存在ではなく、他に生命があるということを見つける可能性が出て来た

すぐに見つかるわけではないが、もし地球以外の他の場所に生命があるということが見つければ、それは人間にとって大きな意識変化をもたらす

こうした時代を見据えて、我々は人類はすでに宇宙人であると考えた方が良いと強調した。具体的には、これまで存在が確認されている宇宙人は我々人間だけであり、その他の宇宙人が発見される可能性はこの先将来も低いであろう

宇宙で唯一の存在である人間が宇宙人として、人間がこの先宇宙とどのように関わっていくかということは今からデザインしておく必要がある

この主張を踏まえ、議論のテーマは「新たな宇宙時代に向けて、我々、宇宙人は今から何をしておくべきか」と設定し、議論をさせた。その結果、6名は次の結論を導いた。

50年～1000年後までは、まだまだ国主導で宇宙開発が行われるでしょう。しかし、多くの国が宇宙開発の競争をしていると、アイデアの奪い合いや、儲かる儲からないといった争いが生まれるかもしれません。そうなると世界をまとめる大きな組織が登場するかもしれません。その組織に各国がお金を出して、皆で宇宙開発をする。これは良い状況な気がします。しかし、国ごとに持っているお金は違います。日本はたくさんお金を払っているのに、それほど払っていない他の国が意見してきたら、ちょっと不平等に感じます。このように、大きな組織を作っても、その中でまたいざこざが起きたりします。国がやるか、大きな組織がやるか、と言っている内に、運良く技術が進歩すれば、あとは一般の企業のようなところが容易に宇宙開発に関われる場が増えるでしょう。そうなっていくと、ある程度のいざこざはありながらも宇宙開発は進歩していきます。すると、1万年後までには人類が宇宙に永住する準備が整ってきます。宇宙に家を建てて、そこに人が住むようになるでしょう。ただ、ここにもまた問題があります。宇宙に永住する人は、地球人とは違う人達です。彼らがもしかす

ると地球人と争いを起こしたり、地球人が彼らを「宇宙人」と呼んで差別し、支配するということもあるかもしれません。宇宙の領土を巡って、戦争をすることも考えられるでしょう。

ここまでの話は、宇宙に移住するにあたって、(a)人類がもしかしたらやってしまう過ちについてです。今の私達は、「そんな国同士、地球人と宇宙人の争いなんか無意味だ」と思っていますが、これまでの歴史はまさに国同士の争い、異なる人種の人との争いが何度も見られました。また、一般人が簡単に宇宙にいける時代というのは、それだけ一般人が巨大なエネルギーを持つということです。火星に行くためのパワーは相当大きいものでしょう。あれを誰もが扱える時代というのは、考えてみると非常に危険です。一步間違えば地球なんて無くなるでしょう。(a)人間は放っておくと良くないことをしがちです。しかし、私達は歴史の中でたくさんの失敗をし、学んできました。(a)人間が愚かなことを知っています。だから、今言った様な問題が起こらないようにルールを決めたり、しっかり話し合ったりということが重要でしょう。国連のような大きな組織が、力を発揮出来るようにしていくことも重要かもしれません。人が宇宙に出ることは避けられません。ですが、いろいろ考えていくとそのためには考えておくべきことがたくさんあるということが分かりました。私達がしておくべきことは、「(b)未来に目を向けながらも過去を反省し、話し合いを通じてルールを決めていくこと」だと思います。

彼らの結論から、(a)の部分は、前章で提示した「設計1：「人間」と「宇宙」との関係性」からの学びといえる。さらに、「(b)未来に目を向けながらも過去を反省し、話し合いを通じてルールを決めていくこと」という意見については、「設計2：未来への責任認識」からの学びといえる。

なお、他に、(b)の意見に見られるように、「過去の失敗から学ぶことの重要性」への気づきがみられた。つまり、大学生たちは設計1および設計2についての「学び」に加え、「④過去の失敗から学ぶことの重要性認識」という「学び」を得たといえる。

さらに、「科学技術に対する見方・考え方」がどのように身に付いたのかについて大学生たちの意識を見るため、「最終的に我々宇宙人はどのような自覚をもつべきか」という問いを投げかけた。なお、「人間」ではなく「宇宙人」とした点は、本章冒頭にある立花氏が、「宇宙で唯一の存在である人間が宇宙人として、人間がこの先宇宙とどのように関わっていくかということ今からデザインしておく必要がある」という主張をしたことを踏まえてである。

大学生たちは、次の通り、回答した（被験者のスケジュールの都合で6名中3名のみ回答）。

◆大学生A

ほんの50年前まで人類は宇宙を利用することなく生きてきましたが、現在では人工衛星などの宇宙技術が無ければ成り立たないような社会になりました。そのような時代に生きる地球人は、例えばカーナビや通信など、もはや宇宙と無関係ではいられなくなっています。こ

のように(c)宇宙が生活の一部になった現代人を「宇宙人」という言葉で表現したのだと思います。

では、そのような意味での宇宙人である私たちが持つべき自覚とは何でしょうか。例えば直球に「私は宇宙人です」と言ったところで、変人のレッテルを貼られてそれまでです。宇宙人としての自覚とはそういった冗談の類ではなく、「(f)現在までに人類は宇宙に依存した社会を築き上げてきて、将来的にその宇宙への依存度は益々大きくなる。そのような社会の到来を見据えて、一人ひとりが宇宙に関心を持ち続けること」だと思います。もしこのような意識が社会全体に広まれば、宇宙開発を支持する世論が広まり、宇宙開発はそのスピードを増して、いつか本当の意味で「私は宇宙人です」と言う人が現れるかもしれません。

◆大学生B

自分たちの住む世界は？ということを考えたときに、あの(d)地球の画像が頭に浮かぶのではなく、太陽系図や銀河の絵が浮かぶ状態なのかなと思います。(g)仕事や進路など、様々な場面で選択をするときにそういう状態を想定して、色々と考えられたらいいなど。たとえば、パン屋さんだったら、宇宙からとってきた素材で何かおいしいパンを作れないかなあ、火星でパン屋さんをやるとしたらどんなパンを売ろうかなあということを考えたり、火星にいったらパン屋という職業は成り立つのか？ということを考えたりしていたら、それはもう立派な宇宙人だと思います。

◆大学生C

「宇宙人としての自覚」とは、我々人類はこれから先、宇宙人的意識を持っていかなくてはならないということだと思う。宇宙人的意識というのは、宇宙的視座から物事を考えるということである。つまり、宇宙という一番大きな視点から物事を考えるということである。より広い視野を持つことは選択の幅を広げ、最善の行動をすることにつながるし、柔軟な対応をすることにもつながる。これは、普段の暮らしに役立つ物の見方であるし、世界規模・地球規模の問題を解決するのにも有効だと思う。グローバル化の次は「ユニバーサル化」ということだろう。

「ユニバーサル化」ということに関して、これから人類に求められることは、大きく2つある。1つ目は、宇宙開発を進めて、どんどん宇宙に進出していくことである。生物が海中から陸上に上がり、やがて哺乳類が誕生、そして人類が誕生し、我々は生息圏を拡大していった。このように、生物の進化は生息圏の変化・拡大とともにある。人類が今以上の進展を期待するならば、宇宙へと進出していくことが必要だろう。実際のところ、GPSや気象衛星などのように、我々は宇宙空間を利用し快適な生活を送っているのが事実であり、宇宙開発を進めていくことによって数多くの恩恵がもたらされることは確かである。そして、それには長期的なビジョンを持ちつつ、一步一步努力を積み重ねていくことも重要であり、今後ますます必要な要素になるに違いない。2つ目は、宇宙という視点から地球を俯瞰することである。(i)人間は、1つ上の、より大きな視点に立つことによって、今まで見えていなかったものが見えてくる。故郷を離れて別の世界を知ることによって故郷の良さを知ることになった

り、外国を知ることによって日本の本当の姿が見えてきたりするように、必ず新たな発見がある。そうした、物事を多角的に考えるという意味において、宇宙という存在はまさに最大のものだといえる。地球に存在する人類の在り方を考えるうえで、宇宙的視座は欠かすことのできないものになると思う。

つまるところ、今後、我々はこれまで以上に宇宙に目を向けていかねばならないのである。宇宙というのは、果てしなく広く、地球が本当にちっぽけに見えてしまう。約137億年という宇宙の歴史は、我々の時間感覚をはるかに超えるものであるし、空間的な広大さもまた然りである。そこから得られるものは無限にあるように思われる。そして、その中で(e)宇宙に進出していける生物は今のところ人類だけなのである。「宇宙人としての自覚」とは、そのことを(h)理解したうえで宇宙に目を向けていくことであり、それによって新たな発見が生まれ、また多角的で柔軟な考え方が可能になる。つまり、宇宙進出によってこそ、人類は次のステージに進むことができるようになるのであり、そう考えると、これからは「ユニバーサル化」の時代、「宇宙時代」に突入していくような気がしてならない。

まず3名は各々に「宇宙人」という言葉に対し、次の通り定義した。

- (c) 宇宙が生活の一部になった現代人
- (d) 地球の画像が頭に浮かぶのではなく、太陽系図や銀河の絵が浮かぶ
- (e) 宇宙に進出していける生物

さらに「宇宙人としての自覚」については次の通り結論づけた。

- (f) 現在までに人類は宇宙に依存した社会を築き上げてきて、将来的にその宇宙への依存度は益々大きくなる。そのような社会の到来を見据えて、一人ひとりが宇宙に関心を持ち続けること
- (g) 仕事や進路など、様々な場面で選択をするときにそういう状態を想定して、色々と考えられたらいい
- (h) (宇宙の広大さ、得られるものの無限さ、そしてその中で宇宙に進出できる生物は今のところ人類だけということ)を)理解したうえで宇宙に目を向けていくこと

この分析で気づかされることは、答えのない不明瞭で抽象的な問いである「最終的に我々宇宙人はどのような自覚をもつべきか」という問いに対し、「各々に定義づけし、各々に意見を導き出した」という事実である。

実は大学生には学習前にも同じ問いを投げかけている。その際の反応は、「宇宙人って一体どういう意味ですか」「宇宙的視座というのは具体的にどのようなことですか」という問

いに対する質問であった。つまり、彼らとしては「そもそも宇宙人とか宇宙的視座ということについてきちんと説明がないのに、『宇宙人としての自覚とは』と問われても答えられるわけがない」という主張であった。

しかし、彼ら自身が問いそのものに疑問を感じつつも、不明瞭で抽象的な問いに対し、まず「**設計3：真実を見極め意思決定する重要性認識**」から始まった。具体的には宇宙研究者に直接話を聞いたときに「想像していた以上に、僕たちは宇宙のことを知らなかった」と全員が口を揃えていった。特にはやぶさに関しては「何が世界初なのか、話をしっかり聞くまで、きちんとはやぶさのことを学ぶまでは知らなかった」とし、「はやぶさが失敗を克服して地球に帰還したという感動よりも、はやぶさが実際にどのような科学的な偉業を成し遂げたのかを学んだほうが遥かに今後の役に立つ」と述べた。これは、彼らが「**②不明瞭で抽象的な問いへの向き合い方**」を学んだともいえる。

さらに、彼らの言葉から「多角的に物事を見ていくことの重要性への認識」が見て取れる。確かに彼らは学習前にも宇宙的視座で物事を見るということについて、「超長期的なものの見方をする」「日本とほかの国、あるいは民族といった差異ではなく、同じ人類として考える」「地球は一つ」ということを掲げていた。しかし、様々な知識をインプットし、宇宙に対する認識を高めたことで「人類が宇宙に対して様々な形でアプローチをしてきたことを知り、なんとなくこれまでの「宇宙的視座」観が間違っている気がしました」と、これまでの考えが上滑りであり、本当に理解できていなかったことに気がついた。その結果、出てくる言葉、表現の仕方としては似ているが、その発言の深さ、重み、自信については大きな違いが見られた。

例えば、大学生Aの「(f)宇宙に関心を持ち続けること」、大学生Bの「(g)様々な場面で選択をするときにそういう状態(ある限定した枠ではなく、無限に広がる宇宙)を想定して」、大学生Cの「(i)人間は、1つ上の、より大きな視点に立つことによって、今まで見えていなかったものが見えてくる」という発言に、これまでの発言に見られなかった深さや重み、自信がうかがえる。

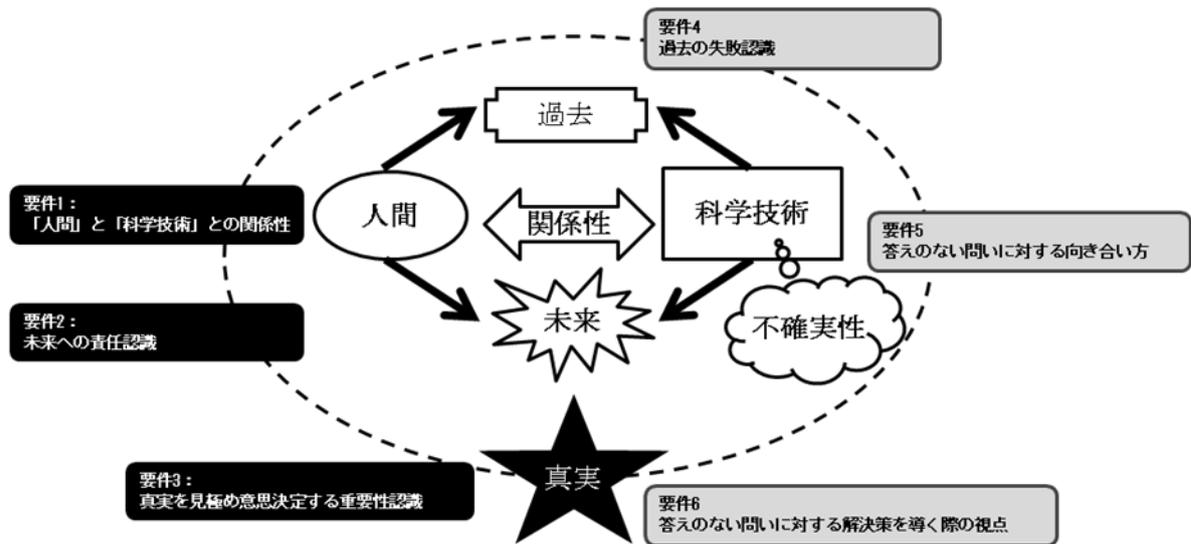
こうしたことから彼らには、「**③宇宙的視座の意義理解**」という学びもあったといえる。

5. 「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成における「学び」設計要件モデル

改めて大学生の「学び」について考察する。当初の設計通り設計1～3に関する「学び」を得たのは当然として、①「過去の失敗から学ぶことの重要性認識」への学び、②「不明瞭で抽象的な問いへの向き合い方」への学び、③「宇宙的視座の意義理解」への学びという3点の「学び」を得た。この3点の学びは、過去の失敗から学ぶ姿勢（①）、答えのない問いに対する向き合い方（②）、答えのない問いに対する解決策を導く際の視点（③）という「学び」につながるものであり、まさに「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成につながる「学び」であるといえる。さらに強調するならば、情報を単にインプットさせるだけではなく、「なぜ、過去の失敗から学ぶ必要があるのか」、その意義を十分に納得させ、さらに「不明瞭で抽象的な問いに向き合うには、自らが自らの力で答えを導く必要があること」、そのためには「多様で多角的で広い視野で思考していくことが重要である」ということである。

こうした成果を踏まえ、大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成における「学び」設計要件を図解化し、その内容を表で整理した（図表2）。

図表2：「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成の「学び」設計要件モデル



NO	要件	説明
1	「人間」と「科学技術」との関係性	人間と科学技術がどのような関係にあるのか、特に人間の意思決定により科学技術の方向性が変化する事実を認識させる
2	未来への責任認識	現状の意思決定により未来が良くも悪くも変わることへの責任を認識させる
3	真実を見極め意思決定する重要性認識	常識といわれる知識や多数の情報のなかにある真実を見極めることの重要性を認識させる
4	過去の失敗認識	過去に起こした失敗とその原因について認識させる
5	答えのない問いに対する向き合い方	不確実な物事には正答が一つではなく、また、答えは自らで導き出さなければならないということを認識させる
6	答えのない問いに対する解決策を導く際の視点	不確実な物事に対する最善解の導くためのプロセスや必要な視点を認識させる

図表2の通り、「人間」と「科学技術」との関係性もしくは「人間」が「科学技術」と向き合う意義を十分に認識させ、さらには「過去」と「未来」との双方を見据えて検討させる「学び」を設計することが求められる。また、「真実」とは何かという点や、「答えのない問い」という不確実な物事を十分に認識させ、向き合わせ、最善解を導くために必要な見方や考え方に対する「学び」を設計することも重要である。

以上、大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成の「学び」設計要件について、一つのモデルを提示した。

6. 今後の課題

本研究では、大学教養教育としての「科学技術の不確実性」に対する見方・考え方育成の「学び」設計要件についてモデル化したが、今後の研究課題として、本モデルの再検証が求められる。今回は、「宇宙」を題材として実施したが、他の科学技術テーマで本モデルに基づく設計で同様の学びが得られるかを検証しなければならない。また、今回は少人数ゼミでの実施であったが、さらに「学び」の検証人数を増やすことが求められるであろう。

こうした課題は見られるものの、大学教養教育として、特に科学技術の不確実性に対する見方・考え方を育むために必要な「学び」の設計要件をモデル化した点に意義があると考えられる。大学の教養教育、特に理系科目に関しては、専門知識のインプットが中心であり、その教養性に関する議論は尽きない。こうした中で、教養教育として専門知識のインプットではなく、見方・考え方を育む「学び」を設計したという点は、理系教養教育のモデルの一つとして評価できるのではないかと。

注

1 同答申では「学士力」を下記の通り説明している。

①知識・理解

専攻する特定の学問分野における基本的な知識を体系的に理解

②汎用的技能

知的活動でも職業生活や社会生活でも必要な技能

(コミュニケーション・スキル, 数量的スキル, 情報リテラシー, 論理的思考力, 問題解決力)

③態度・志向性

自己管理能力, チームワーク・リーダーシップ, 倫理観, 市民としての社会的責任, 生涯学習力

④統合的な学習経験と創造的思考力

自らが立てた新たな課題を解決する能力

2 次の3件事例(文献)を参考に、科学技術政策に対する社会的意思決定プロセスを追うと、結論へと導くまでのプロセスが明瞭であり、十分な議論がなされたものであり、根拠があり、納得し得るプロセスであることがうかがえる。

①社会技術研究開発センター(2002)「エネルギー技術導入の社会意思決定プロセス」課題における「事後評価結果」(<http://www.ristex.jp/result/social/pdf/ene02.pdf>),

②寿楽浩太・大川勇一郎・鈴木達治郎(2005)「原子力をめぐる社会意思決定プロセスの検討—巷町と北海道の発電所立地事例研究—」

③『社会技術研究論文集』Vol. 3, PP. 165-174, Nov. 2005, 社会技術研究会, 田中久徳(2006)「科学技術リテラシーの向上をめぐって—公共政策の社会的意思決定の観点から—」『レファレンス NO. 662』PP. 57-83, 国立国会図書館

3 「宇宙」について考える際によく引き合いに出される「有人探査」か「無人探査」かという区分けと、「宇宙科学の基礎研究」か「宇宙技術開発」かという区分けのすべてを網羅すべく、宇宙航空研究開発機構(JAXA)に所属する宇宙科学研究者(無人・基礎研究)4名, 宇宙技術開発者(有人・技術開発)3名にヒアリングを実施した。

参考文献

- ・岩田陽子 (2012) 「新たな宇宙時代到来に向けた道德教育における課題」『宇宙時代の人間・社会・文化』開催録『宇宙時代の人間・社会・文化 新たな宇宙時代に向けた人文科学および社会科学からのアプローチ』JAXA-RR-11006, PP. 63-95
- ・岩田陽子 (2012) 「ISTS28thにおける人文・社会科学系パネル『宇宙時代の人間・社会・文化』開催録」『宇宙時代の人間・社会・文化 新たな宇宙時代に向けた人文科学および社会科学からのアプローチ』JAXA-RR-11006, PP. 98-128
- ・海後宗臣, 寺崎昌男 (1969) 『大学教育 戦後日本の教育改革〈9〉』東京大学出版会
- ・鎌田東二 (2012) 「宇宙体験と宗教体験, そして, 宇宙研究と宗教研究の間」宇宙時代の人間・社会・文化』開催録『宇宙時代の人間・社会・文化 新たな宇宙時代に向けた人文科学および社会科学からのアプローチ』JAXA-RR-11006, PP. 1-12
- ・川口淳一郎 (2012) 『はやぶさ 世界初を実現した日本の力 描かれざる想いと真実』日本実業出版社
- ・国際高等研究所 (2009) 『宇宙問題への人文・社会科学からのアプローチ』国際高等研究所
- ・社団法人日本経済団体連合会 (2011) 『産業界の求める人材像と大学教育への期待に関するアンケート結果』社団法人日本経済団体連合会
- ・立花隆 (1985) 『宇宙からの帰還』中公文庫
- ・立花隆 (2007) 『宇宙を語る I 宇宙飛行士との対話』中公文庫
- ・立花隆 (2007) 『宇宙を語る II 宇宙飛行士との対話』中公文庫
- ・寺崎昌男 (1999) 「大学改革と教養教育—再創造と保障への視点—」『教育學研究』66(4), PP. 386-394
- ・寺崎昌男 (1999) 『大学教育の創造 歴史・システム・カリキュラム』東信堂
- ・村上陽一郎 (2008) 「科学・技術と未来社会」『JR East Technical Review NO. 23』J R 東日本
- ・文部科学省中央教育審議会 (2002) 『新しい時代における教養教育の在り方について (答申)』
- ・山浦雄一 (2011) 「国際宇宙探査協働グループ会合の開催結果について」『第 26 回宇宙開発委員会資料: 委 26-2』

