

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。

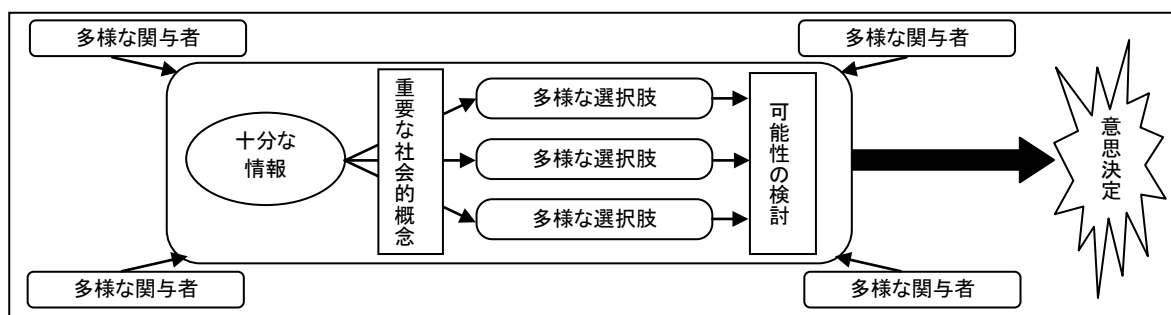


図1：科学技術に対する社会的意識決定プロセスモデル

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てくる（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年にはさ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」ることは、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通ず」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を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を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ていくことである。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。

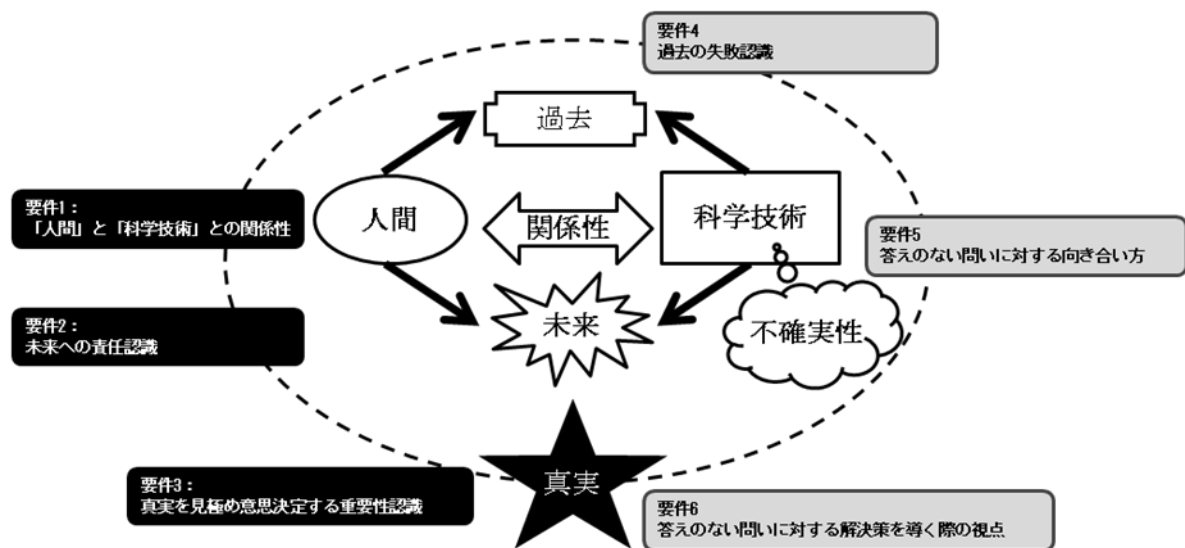
こうしたことから彼らには、「**③宇宙的視座の意義理解**」という学びもあったといえる。

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える。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』