

特集

教材への適用を念頭に置いた宇宙災害への

人文・社会科学研究のサーベイ

玉澤春史（京都市立芸術大学/京都大学）

1. 話のタネとして「太陽系の最期」は適切か

「太陽の膨張により地球は数十億年後には住めなくなる」という話を教室で聞いた、あるいは教員の立場で行ったということはある話だろう。地球が永遠でない、ということを示しているわけだが、よく考えるとこのことに言及するとき、何を伝えたいのかはそれほど自明ではない。星の一生という天文学の内容を太陽系に適用しているわけだが、単なる天文学の知識の展開だけでなく、「かけがえのない地球」というような環境教育、あるいは情操教育に近い内容として扱う場合も見受けられる。そもそもこの内容を必ずしも理科の天文分野の授業で話すとは限らないだろう。理科以外で扱われうることは天文分野として歓迎すべきところも含みうるが、そもそもそこで扱う場合の教育的内容はなんだろうか。

ここではいくつか観点を拾い上げて初期段階としての考察を試み、今後を展望する機会とする。念頭に置いているのは教材として教育現場（学校教育・社会教育とも）で扱われるときにどのような問題をクリアしてうえで教材化することになるか、その問題点を事前にサーチする（あるいは、すでに教材として扱われている場合はその「使用上の注意」の作成）ことである。

2. 宇宙災害を含む低頻度大規模災害

太陽系の終末ほど遠くなくても、ある種の天変地異における人類の危機について教育の場で取り上げることもあるだろう。

地震や津波、火山噴火や気象災害などの災害は地球のダイナミックな現象の一例であり、

地学分野含む理科で扱われるとともに、遭遇頻度の高い現象については防災教育として学校で扱われることもある。

一方、例えば火山噴火の中でも大規模なものは頻度が小さいために防災として扱われるよりは自然現象として扱われることもある。この中にもグラデーションがあり、どうしても避けられないような（それこそ太陽系の終末のような）イベントから、避ける可能性はあるが国家レベルを超えた大規模な対応が必要なものもある。こういったイベントはそれこそ規模は大きい但实际上に起こるのはまれな「低頻度大規模」(Low Probability High Consequences: LPHC) タイプの災害と呼ばれる。

この LPHC 対応の災害には宇宙由来のものが、代表的なものとしては小惑星や彗星などの小天体が地球に衝突するようなものである。この現象に対応するためのいわゆるプラネタリーディフェンス（またはスペースガード）と呼ばれる研究分野は人類文明の危機に対する研究という意味では防災研究ともいえるのだが、その頻度の低さから通常の防災対応とは異なることは容易に想像されるだろう。また、たとえば隕石衝突による恐竜絶滅といった事象は知られていると考えられるが、一方でプラネタリーディフェンスという研究分野、あるいは活動がどの程度知られているかは、過去の調査事例も含めて実態がいまいちつかみきれない。事象の頻度に対してどのような対策をとるべきかといった（専門家以外も含めた）広い議論もある程度の認知度がある状態で可能な話であるため、認知度については把握する必要がある。

同様の宇宙由来の災害としては太陽フレアによる宇宙天気災害があげられる。こちらは自然災害というよりは、人工衛星や電力もう、また航空機の搭乗員への放射線被害など、現代インフラに対する災害であるが、宇宙由来の災害には違いない。こちらも強烈は被害をもたらしうる大規模現象は稀であり、また(自然現象ではなく)被害としての事例はむしろこれから顕在化するということである。2022年に総務省の検討会が報告書を出しており(総務省 2022[1])、認知度の面では多少向上したと推測されるが、やはり実際の認知度については検討の余地がある。

3. 教育にもちいるための事前調査としての ELSI 的アプローチ

20世紀後半における科学技術の急速な進展は様々な問題を新たにもたらした。この問題を事前に検討するという観点を含んでいるのが ELSI という考え方である。ある新たな科学技術に対して、研究開発が進み、社会実装する際に生じうる、様々な科学技術的課題以外の課題、その代表的な例として倫理的 (Ethical)、法的 (Legal)、そして社会的 (and Social) な課題 (Issues) をある程度事前に検討するのを、その頭文字をとって ELSI と称する。「社会実装する際に」というのがキーであり、どんな問題が起こりうるかを事前に検討するものである。

宇宙由来災害などはすでに問題がわかっているもので ELSI ではないのだが、実際にことが起こった時にどのように対応すべきか、というのを事前に検討する、という点では同様のアプローチになる。また、危機対応としてあらたに技術開発をする可能性を考えると ELSI 的にならざるを得ない、ともいえる。

4. 人類絶滅リスクに対する応答の研究例

宇宙開発が進展するにつれて巻き起こる倫

理的問題を考える学問として宇宙倫理学がある。その著作の中から LPHC に関連する考察を拾っていく。

2021年の Brian Patrick Green 著「Space Ethics」[2]ではその中に宇宙由来災害に関する考察の章がある。その中での考察対象を拾うと、対応をして何ができるかとその結果起こりうるリスク、そもそも対応すべきかどうか、対応への動機づけ、国際協力・信頼とデュアルユース性、認知バイアス、公益、情報の精確性、様々な倫理的立場など多岐にわたる。

教育場面での適用を考える際に参考になるのが各省の章末問題である。例えば、「最終的に人類はすべての災害(天災も人災も)を排除すべきか、それはなぜか」という問いは、根源から考える倫理学・哲学的にはある意味考えられる問いではあるが、これを初等教育で扱うことがどの程度妥当かについては議論があるだろう。そもそも「人類を存続させる義務補あるのだろうか」というところまで戻る議論は教育の場で扱うときは注意が必要なことは想像しやすい。

人類存続を宇宙開発の理由とすることはよく見受けられるが、吉沢(2018)ではそこまで簡単に議論できるものではないことを示している。吉沢(2018)では世代を現生・将来・不生の3つにわけて論じている。このうち、不生世代とは仮に絶滅した場合生まれえない世代である。そもそも生まれえない場合の人類に対し、存続義務が発生しうるのかなどの素朴な意見が通じることが議論になってしまう。となると当面は将来世代への配慮になるが、現生世代の対応の有無で未来が違うので(倫理的に)必ずしも「すべき」までいえるかどうかは議論が一致していないとする。そもそも現生世代への対応を優先すべき、というのはあり得る話であろう。また、人為的なものでない災害、それこそ宇宙由来の災害に対し、将来世代のことを考えて対策が必要

かは別に議論が必要だとしている。遠い世代だけでなく近い将来世代にたしてもその存続を理由に宇宙開発を正当化するのは難しいというのは他にも議論されていることであるが、宇宙災害対策に関しても同様であるが、存続義務の議論が難しい場合、教育の場で扱うときにはかなり慎重に扱う必要がある。どこまでナイーブに扱うかは一度提供側でシミュレーションすべきだろう。

5. 高等教育における教育プログラム例

倫理的アプローチに関しての高等教育の例は 2022 年に試験的に日本とアメリカで独立に実施されている。どちらも応用哲学・応用倫理学としての扱いである。UTSA（テキサス大学サンアントニオ校）で実施されている PoSE（Philosophy and Science of Space Exploration）では VR などの技術も併用や NASA などの現地訪問など、実際の現場への体感を重視している模様である[4,5]。一方で京都大学で実施されている宇宙倫理学はより倫理学・哲学としての位置づけが強いようである[6]。初等教育ではやや扱いにくい可能性もある問題であっても、研究と密接に絡んだ高等教育であれば対応がしやすい例といえる。

6. 今後の展開

12月支部会での発表および本稿は、天体現象に限らず頻度が小さいために影響が甚大でも認識されていなかったり、犠牲が大きく世に問いつらい問題をどのように考えるか、という研究の一端であり、一般への調査への事前（そして一部は事後の）検討である。

後半に高等教育でのプログラム例を挙げたが、初等中等教育でもワークショップ形式での実施など、例がないわけではない。素朴な興味関心の喚起のか、一種の環境教育、道徳教育的側面が見受けられる。しかしよく考えると宇宙というものを考えるとその教育の前

提となる価値観まで見直す必要がある場合があり、どこまで踏み込んだプログラムを作成するかは事前サーベイ、しかも自然科学的側面だけではなく倫理学、あるいは法律、そして社会応答まで広く考える必要があるだろう。ではそもそもその教材を使って何を教えたいのか。どこまで自覚的に作成しているかの検討まで含めて、今後の検討が必要だろう。

本報告は以下の経費より助成を受けている。

・ 科研費 JP20K20317

「宇宙科学技術の社会的インパクトと社会的課題に関する学際的研究」

・ トヨタ財団 D19-ST-0019

「社会的意志決定を行う AI の要件—良質なデータセットと望ましいアウトプットの研究」

文 献

- [1] 総務省 (2022) 『宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書 「文明進化型の災害」に対応した安全・安心な社会経済の実現に向けて』 https://www.soumu.go.jp/main_content/000821116.pdf (最終確認 2023.01.20)
- [2] Green, B. P. (2021). “Space Ethics”. Rowman & Littlefield.
- [3] 吉沢文武 (2018) 『人類存続は宇宙開発の根拠になるか』伊勢田哲治, 神崎宣次, 呉羽 真 (編) (2018) 「宇宙倫理学」昭和堂、pp.247-263.
- [4] Tekin, S., Fies, C., & Packham, C. (2022). “Teaching Philosophy and Science of Space Exploration (PoSE)”. arXiv preprint arXiv:2202.11130
- [5] government technology (2022) 大空太陽ら (2001) 「天文研究会の歴史と意義」, 科学サイエンス, 59 : 999.
- [6] 京都大学宇宙総合学研究ユニット 宇宙倫理学教育プログラム <https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/seep/>

玉澤 春史