

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拡げること
- (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。

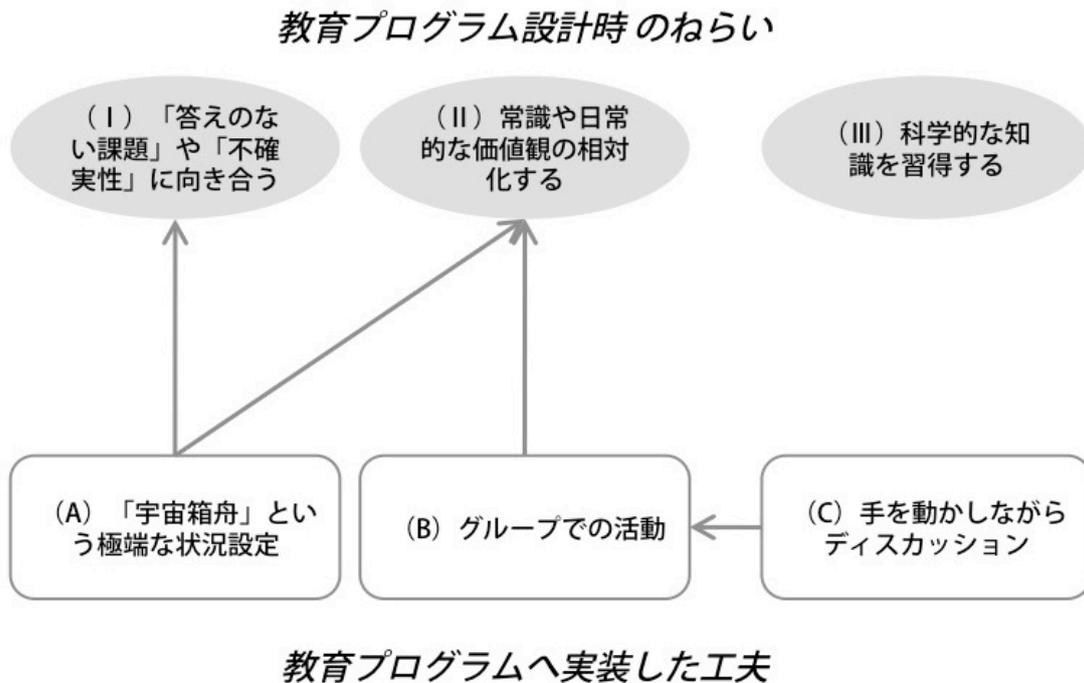


図1：教育プログラムのねらいとねらいを達成するための工夫

(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。

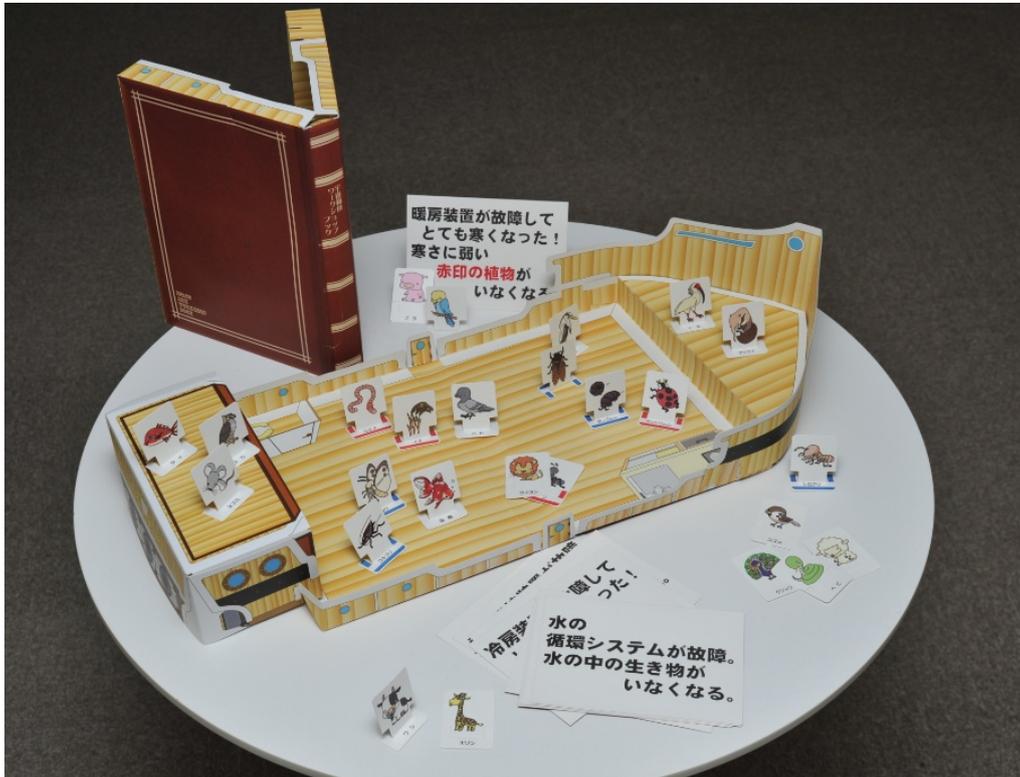


図2：宇宙箱舟ワークショップブック（組み立てたところ）

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？」 	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<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 	<p>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。</p>	<p>他のグループの選択を知る機会を設けた。</p>	
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？」 	<p>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。</p>		<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？」 	<p>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。</p>		
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」 	<p>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)。</p>		<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 	<p>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。</p>		

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に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ている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？」

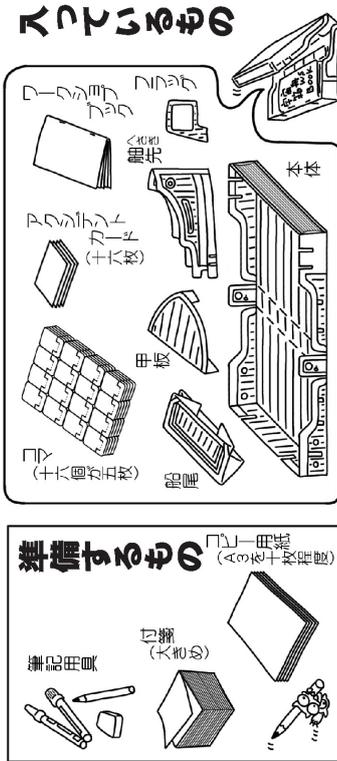
満天の星空を睨みながら、その中のどれか一つの星へ宇宙箱舟に動物を乗せて移り住む未来を想像してみてください。この何気ない一つの問いは、実はわたしたち人間が生きていくうえで大切にすべきことは何か、という根源的な問いをつまびきます。宇宙箱舟の空間は限られているけど、可愛いパンダ、かっこいいライオンもつれていきたい。人間が食べていくためのウシやアタタこて欠かせない。けれど、は虫類や鳥、虫はとどうする？そもそも、いろんな生き物をつれていく理由って何だろう？宇宙箱舟ワークショップは、京都にある小中高の先生たち、大学の教員、職員、学生が、一丸となって考えた画期的な教材です。何が画期的か—それは、この教材には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、動物たちのつなかり、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いない。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

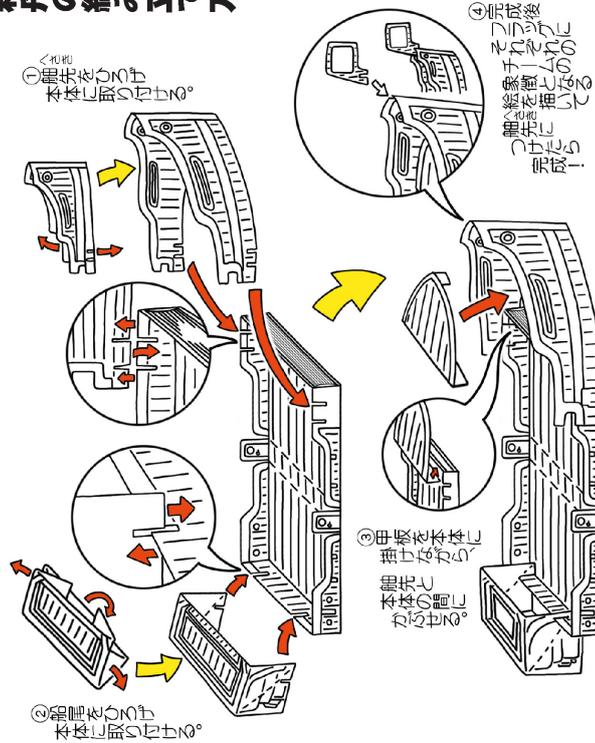
- はじめに : 1 ページ
- イントロダクション : 2 ページ
- 宇宙箱舟の歴史 : 2 ページ
- 箱舟の作り方 : 3 ページ
- コマを作る : 4 ページ
- 乗組員 : 4 ページ
- 流れ 1 : 5 ページ
- 流れ 2 : 7 ページ
- みんなの舟 : 9 ページ
- 宇宙小ネタ集 : 10 ページ

箱舟の作り方

イロダクセン



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。

子供による利用や大人が「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、子どもの進め方やサポートをどう効果的にする。

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 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？

「おは、村長に
聞いてく限り
準備しておきます。」

ちなみに、持っていくのは、
この船屋の大きめの櫓に
詰め込めるだけ。

00:05 宇宙船中に暮せるモノを リストアップ

どんな準備が出来るかを
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」
「食べ物の準備も必要だね」

00:10 衣食住はそこそこある？ 持っていくものを洗い切らね え？あつてもいいかな？

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。

「なんでもなく、食糧は十分に
準備しておきますからね」

忘れていたものが無いかな確認

船長にかかると、
あるかもしれないが、
備えは万全？

「どうして機材を準備したの？
船中の生活に必要なものは、
自分で準備出来るようにしたい。」

00:35 00:35

00:35 00:35 00:35

・宇宙の準備はともかく、
船中では強いものも必要
アイテムが足りない可能性が...

ここで、**アイテムリストカード**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。

「おや、おつかい難いね
おつかい難い...」

「どうして機材を準備したの？
船中の生活に必要なものは、
自分で準備出来るようにしたい。」

00:40 00:40

00:40 00:40 00:40

これで、みなさんに考えて
もらいたいことが一通りあります。

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

「準備はいいけど、ロケットは準備が
遅れているのよ...」

00:45 00:45

00:45 00:45 00:45

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。

「どうしようもないかな？」

「どうして機材を準備したの？
船中の生活に必要なものは、
自分で準備出来るようにしたい。」

00:50 00:50

00:50 00:50 00:50

今度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するのか、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、集めてみましょう。

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？

ヒジクにウシ、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なくて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否定する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くしゃや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 榎本隆太 堀川直樹 牧野圭一