

投稿

宇宙時代の教育への展望

～武蔵野大学『宇宙教育セミナー』開催の報告～

下村知愛、高橋典嗣（武蔵野大学教育学部）

1. はじめに

「ある宇宙教育セミナーに参加し、今までの教育観が大きく変わるような経験をさせていただきました。そこで『宇宙を使わずして教育が完成するとは言えない』と感じました。」この学生の強い想から、未来を生きる子どもたちに、宇宙をどのように伝えていけばよいか。宇宙を学校教育で、どのように扱えばよいか。できるだけ多くの方に宇宙教育を知ってもらいたい、実践してもらいたいという思いで、小学校、中学校の教員、教師を志望する学生や宇宙教育に関心のある方を対象に、未来を拓く宇宙時代の教育と一緒に展望することができる機会として、宇宙教育セミナー『宇宙時代の教育への展望』を開催しました。

本セミナーは、2020年2月1日に武蔵野大学武蔵野キャンパスに於いて開催、講演数(口頭発表) 8件、ポスター発表10件、実演・展示17点、参加者は延べ99名と盛会でした。

図1は宇宙教育セミナーのポスター、図2はプログラムです。セミナーの各セッションにおける講演内容を簡単に紹介します。

2. 講演概要

子どもたちは、自然が大好きで、森羅万象に疑問を発見し、発見した不思議なことを解決しようとする意欲が高いです。そして、自然に対する興味関心や好奇心が旺盛です。多くの児童は理科が大好きなのです。子どもが持つ疑問は、大きく二つに集約されます。世界はどうなっているのかという空間についての疑問と現在過去未来の時間についての疑問です。宇宙という文字の「宇」は空間を、「宙」



図1 宇宙教育セミナーのポスター

●宇宙教育セミナー プログラム	
13:00	開会 主旨説明 下村 知愛 (武蔵野大学教育学部教育学科)
1部	宇宙を教室に (教室で感動をあたえる宇宙教育実践) 座長: 佐藤 毅彦・松本直記
13:10	○ガナー・インターネット天文台、その16年 佐藤 毅彦 (JAXA宇宙科学研究所 教授)
13:40	○インターネット天文台: 学校天文台を活用した授業実践 松本 直記 (慶應義塾高等学校 教諭)
14:10	○ダジック・アースの活用 萩野 正典 (国立天文台太陽観測科学プロジェクト専門研究員)
14:40	○小学校における簡易プラネタリウムを活用した理科授業 近藤 恵伍 (練馬区立大泉小学校 教諭)
15:10	休憩 ○実演・デモ・ポスター発表 簡易プラネタリウム/ダジック・アース/はやぶさ2実物大平面模型 恐竜骨格標本/恐竜頭骨実物大模型
2部	宇宙空間を教室に (感動をあたえる宇宙空間を活用する教育実践) 座長: 高橋 典嗣・下村 知愛
16:00	○未来を拓く宇宙時代の教育～はやぶさ2ミッションの社会への受容～ 高橋 典嗣 (武蔵野大学教育学部教育学科 特任教授)
16:30	○小学校理科の導入場面における感動体験の実践 ～はやぶさ2搭乗体験、恐竜骨格模型、実物大頭骨模型～ 下村 知愛 (武蔵野大学教育学部教育学科)
17:00	○教材としての宇宙機と望遠鏡のペーパークラフトの開発 阪本 成一 (国立天文台チリ観測所 教授)
17:30	○「はやぶさ2」の挑戦とこれまでの成果 吉川 真 (JAXA宇宙科学研究所准教授、はやぶさ2ミッションマネージャー)
18:30	講評 閉会 高橋 典嗣 (武蔵野大学教育学部教育学科)
18:40	懇親会

図2 宇宙教育セミナーのプログラム

は時間を意味していることから、子どもは「宇宙」が大好きであるとも言えます。自然現象は、児童、学生、科学者、すべての人類に平等に起こります。そのため、その現象を受け止める側（子ども）の器を大きく広げてあげることが大切なのです。その支援をするのが私たち、教育者（大人）です。

セミナーの第1部では「宇宙を教室に」、第2部では「宇宙空間を教室に」をテーマとし、実演・展示、ポスターセッションの場を設けました。児童や生徒に感動をあたえる教材教具を使い、明日からでも宇宙を取り入れた授業ができるような、実践可能な取り組みで構成し、宇宙時代の教育を展望しました。

各講演の概要は次の通りです。

2.1 宇宙を教室に

第1部では、「宇宙を教室に」をテーマに教室で感動をあたえる宇宙教育実践について4件の講演で構成しました。昼間の授業で天体観察や星座観察を行うガーナ・インターネット天文台の取り組みについて（佐藤毅彦）、その活用について（松本直記）、教室を太陽系惑星空間にするダジック・アースについて（萩野正興）、簡易プラネタリウムの活用について（近藤恵伍）の講演です。

(1) ガーナ・インターネット天文台、その16年

アフリカ西海岸、グリニッジ子午線上の港

湾都市であるガーナ共和国 Tema 市にインターネット天文台を設置したのは、2003年12月、それから16年以上が経過し、今も稼働している。インターネット天文台の活用により、昼間の授業で実際の天体観測を実現させることができた、この実践は「稀有な成功例」でもある。その貴重な前例を評価し、共有することで「次の夢や計画」に繋がるのが期待される（図3）。

(2) インターネット天文台・学校天文台を活用した授業実践

実体験を伴った授業が、生徒の興味を喚起する。自ら体験することで学習内容を深く理解し、授業が意味のあるものになる。そのため、授業内の実験を充実させてきた。

しかし、天文分野の学習においては実体験を伴った授業展開は難しい。そこでインターネット天文台を活用することで、そのハードルを劇的に低くできる。生徒は自宅にいながら観測してデータを取ることができる。また、生徒の研究活動のサポートとして活用できる。単に星空を眺めるだけでなく、高校教育において天体を科学研究の対象とするなど、これまで行ってきた実践例が報告された（図4）。

(3) ダジック・アースの活用

ダジック・アースの教育現場や家庭のレベルまで浸透・拡大することを目指して実践しているが、ダジック・アースの国内の認知はそれほど高くない。その理由に「使用するプ



図3 佐藤毅彦

(JAXA 太陽系科学研究系) (慶應義塾高等学校)



図4 松本直記



図5 萩野正興

(国立天文台太陽観測) (練馬区立大泉小学校)



図6 近藤恵伍

(練馬区立大泉小学校)

ロジェクターやバルーンスクリーンなどが手軽ではない」「コンテンツの内容が専門的で難しい」などが挙げられる。そこでダジック・アースでは「おうちでダジック」、「語り部や授業案」、「豊富でわかりやすいコンテンツ作り」などの取り組みを行っている。教育現場をサポートするという観点からダジック・アースの仕組みや教育・啓発活動を紹介し、学校での活用方法について議論された(図5)。

(4) 小学校における簡易プラネタリウムを活用した理科授業

学校教育におけるプラネタリウムの活用について「プラネタリウムは学校の理科授業の延長の場としての方向に進んでいく必要がある」と50年前から指摘されていた(河原,1965)。学校の理科授業における天文領域の学習においてプラネタリウムが有効的な教具であるが、実際は活用されている地域に限られ、夜間の星座観察が行われることも少ない。このような現状分析から、簡易プラネタリウムの活用を提案し、実践してきた。製作したプラネタリウムドーム、各種投影機による投影法と活用例として「4年生と5年生の星の動き、星座学習」、「主体的で深い学びの場としてのプラネタリウムの活用方法」、「特別支援学級における活用例」等の実践が報告された。プラネタリウムは、宇宙を学ぶための不可欠な場所であると認識し、一校に1セットの簡易

ドームと簡易プラネタリウムの配備の必要性が提唱された(図5)。

2.2 宇宙空間を教室に

第2部では、「宇宙空間を教室に」をテーマに、感動をあたえる宇宙空間を活用する教育実践について4件の講演で構成しました。未来を拓く宇宙時代の教育について(高橋典嗣)、小学校理科の導入場面における感動体験(下村知愛)、教材としての宇宙ペーパークラフトの開発(阪本成一)、「はやぶさ2」の挑戦について(吉川真)の講演です。

(1) 未来を拓く宇宙時代の教育

～はやぶさミッションの社会への受容～

未来を生きる子どもたちに、宇宙をどのように伝えていけばよいか。宇宙を学校教育で、どのように扱えばよいか。「現代は宇宙時代だと思いますか」との問いに自信を持って賛同する大学生は1割に満たない。小学生で将来の職業に宇宙飛行士を選ぶ児童はほとんどいない。また宇宙へのイメージは、宇宙論などに興味関心があり、ロマン・夢・憧れを持つが、難しい対象として認識してしまう。このような状況から、宇宙にロマン・夢・憧れを膨らませ、宇宙に行きたい、宇宙で生活したいと思えるようにしたいものである。宇宙時代の教育を展望し、宇宙時代の教育での学習内容、教材体系を宇宙空間(天)、地球(地)、人類の挑戦(人)の「天・地・人」の視点で



図7 高橋典嗣

(武蔵野大学教育学部)

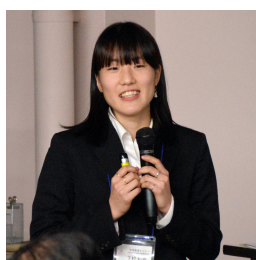


図8 下村知愛

(武蔵野大学教育学部)



図9 阪本成一

(国立天文台チリ観測所)



図10 吉川 真

(はやぶさ2プロジェクト)

考察した。人類の挑戦では、日本の小惑星探査機「はやぶさ」の快挙が社会に受容された過程を分析した。これらの結果から未来を拓く宇宙時代の教育を展望した（図7）。

(2) 小学校理科の導入場面における感動体験の実践～はやぶさ2搭乗体験、恐竜骨格模型、実物大頭骨模型～

小学校理科の授業において、単元の導入で如何に児童に感動を与えることができるかが、その後の学習に大きく影響すると考えられる。導入で感動するような授業を行えば、児童はその後の学習内容に興味、関心を持つに違いない。更に、学習への取り組み方の変化、学習意欲の増加が期待でき、学習内容の習熟度が向上すると考えられる。すなわち、授業の導入で児童に感動をもたらすことは、学習効果に良い影響を与えることができると予想できる。そこで、児童に様々な方法で感動を与えるような導入場面を設定し、どのような感動因子がその後の学習に影響していくのかを、導入授業の実践を通して調査し、感動体験と学習効果との関連を明らかにすることにした（図8）。

(3) 教材としての宇宙機と望遠鏡のペーパークラフトの開発

ペーパークラフトは、材料が安価で製作にも特殊な工具等を必要とせず、手と頭を動かしながら時間をかけて取り組む必要があるため、よい教材となりうる。そこで私は望遠鏡や宇宙機をテーマ「親子で作る〇〇の紙模型」という教材シリーズを開発してきた。

この教材は、紙模型を楽しみながら作ることによって望遠鏡や宇宙機のしくみを理解すること、プロジェクトの認知度を高めることなどを目的としている。設計方針として、子どもだけで製作することは想定せず、機能の再現を重視し、ただ姿かたちが似ているだけでなく、学習のポイントや技術の勘所を再現するとともに、動作や部品交換などが可能な模型とし

た。また本質的でない部分は極力省略することで型紙をA4用紙2～3枚に抑える一方で、製作の手間がかからないところは図面に基いて忠実に再現した。

これらの型紙は国立天文台やJAXAのホームページで公開され、教材として利用可能である（図9）。

(4) 「はやぶさ2」の挑戦とこれまでの成果

「はやぶさ2」は2018年6月に小惑星リュウグウに到着し、約1年5ヶ月にわたってリュウグウの探査を行った。リモートセンシング観測に加えて、ローバ・ランダによる探査、タッチダウン、人工クレーター生成、さらに小惑星周りに複数の人工物体を周回させるなど、予定のすべてを成功させ、科学的・工学的なデータを得ている。

「はやぶさ2」がどのようなことに挑戦しその結果がどうなったのか、そしてリュウグウについて科学的にどのようなことがわかってきたのかについて報告された（図10）。

2.3 演示・展示

教室で感動をあたえる宇宙教材、地球科学教材として第1部で報告された、ダジック・アースと簡易プラネタリウムが展示、実演された。また第2部で紹介された、はやぶさ2実物大模型、恐竜骨格標本模型、恐竜実物大頭骨模型などが展示された（図11）。

ポスター発表に関連したビデオ教材の上映もあり、演示、展示された教材教具は、次の17点であった。

<演示・展示教材リスト>

- ・ダジック・アース
(2mバルーンスクリーン、家庭用ダジック・アース 各1点、計2点)
- ・簡易プラネタリウム
(3.5mドーム、2mドーム、ピンホールプラネタリウム、プロジェクターによる投影)

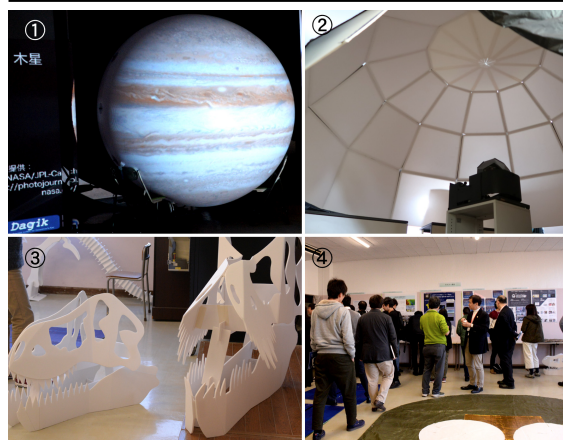


図11 演示・ポスター発表

①ダジック・アース ②簡易プラネタリウム
(ドーム直径3.5m) ③恐竜頭骨実物大模型
(右) ④はやぶさ2平面模型(前)とポスター
発表会場(奥)

- ・はやぶさ2実物大平面模型(実物大6m)
- ・恐竜骨格模型(実物大1.2m、80cm、60cm)
各2体、計6体
- ・恐竜頭骨実物大模型(全長2.7m)、2体
- ・化石標本
(三葉虫、アンモナイト、マンモスの下顎)
- ・映像研究「埼玉の海 古秩父湾の」の上映
以上17点

2.4 ポスター発表

このセミナーでは、講演に加えてポスター発表の場を設けた。発表件数は10件であった。大学での卒業研究や修士論文の内容なども報告された。各発表の概要を紹介する。

(1) ダジック・アースによる

太陽系ツアー構想

ダジック・アースを活用した教育活動として、「太陽系ツアー」の構想が報告された。(松岡哲史・高橋典嗣・萩野正興)

(2) プラネタリウム番組「暮らしの中で輝く星たち」の紹介

プラネタリウム実習として武蔵野大学教育

学部宇宙地球科学教育研究室が厚木市子ども科学館のプラネタリウムで上映したオリジナルの番組の内容が報告された。(小糸明日香・山口紗綾・下村知愛・高橋典嗣・菅原賢)

(3) 東京ディズニーシーにおける地学教材の活用

東京ディズニーシーには、地学関係の模型やレプリカが多く配置されているが、これらについての事象の説明が特でない。人工物であるが、実際の自然現象の観察のような感動体験ができる。これらの地学教材の調査結果が報告された。(下村知愛・高橋典嗣)

(4) 高校物理教材としての人工衛星電波受信実験の実践

近年の調査によると、理科への学習意欲と有用感日本の高校生では低い。一方で、天文・宇宙に関する興味関心は高い。そこで我々は、高校生が意欲の持てる宇宙から出発し、科学技術や社会との関わりを明らかにしつつ学習でき、理科(物理)への有用感が増す教材を検討した。その結果、人工衛星電波の受信実験に着目した。

衛星電波受信実験では、低軌道の超小型人工衛星からの電波を、手持ちの八木宇田アンテナで受信する。この中では、高校で扱う力学・波動分野の物理現象が、定量的に理解しやすい形で現れる。同時に、「衛星をはじめとする様々な科学技術が、高校で学ぶ理科と結びついていること」を実感し、理科の有用感を増す教材になり得る。

2016年～2018年に5校の実施先で全6回科学教室形式の実践を行い、中高生計74人が参加した。また2018年に2校の高校で正課の授業における実践を行い、計76人が参加した。実践の様子とその効果測定の結果について報告された。(小林尚輝・内山秀樹・山本仁・神尾誠也・木下拓史・島野誠大・武井大・松山福太郎・内山智幸・内田匡・石代晃司・渡辺謙仁)

(5) 超小型人工衛星を使った新たな教育利用の試み：軌道上望遠鏡超小型衛星 Stars-A0 (あおい) を用いた中高生向けの科学教室の実践とその効果

超小型衛星を地上から「使う」教育利用は、従来の「作る」教育利用とは異なり、多くの生徒や学生が恩恵を受けられる新しい教育の手段となる可能性がある。軌道上望遠鏡超小型衛星 Stars-AO の観測研究案を立案する科学教室を開催した。天文学・理科教育学・哲学・教育心理学の研究者が協働してカリキュラムを作成した。その教育効果評価の結果が報告された。(齋藤菜美・内山秀樹・町岳・中村美智太郎・郡司賀透・能見公博・野澤恵)

(6) 映像制作研究「埼玉の海を求めて～古秩父湾にDIVE！～

授業や教科書の補完的な役割をになう教材として活用されることを目指し、秩父地域の地質教材を映像化した。テーマとしては、日本列島の形成やその過程で存在した古秩父湾、そこに生息していた古生物などが扱われていた。

(小糸明日香・高橋典嗣)

(7) 埼玉県在地質教材紹介

埼玉県は西高東低の地形になっていて、東から低地、丘陵、山地の3つに地形区分される。その中に点在する良い地質教材を現地調査した。その結果について報告された。

(山口紗綾・高橋典嗣)

(8) 超4次元デジタル宇宙ビューワーMitakaを用いた教材作成/配布の取り組みについて

国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクトで開発している Mitaka は、フリーソフトとして、累計100万件ものダウンロード回数を誇っている。一方で、天文学に詳しくない一般ユーザーにはハードルが高い一面があり、教育現場での使用については、普及が進んでいない。

そこで、天文教育普及研究会内にワーキン

ググループを立ち上げ、簡単な操作で解説できるプリセットや番組を作成し配布している。当WGの紹介および新機能を使ったワークショップの開催について紹介された。

(波田野聡美・高島規子)

(9) 5円玉と1円玉と親指から始める医学・天文学とサイエンスリテラシー～身近なものからの連想リピートによる知識の定着を狙って～

サイエンスリテラシーを身につけるためには、単に科学的知識を理解し、一時的に記憶するだけでは不十分である。特に基礎的事項については、長期記憶として保持し、適宜、想起し、活用できるようにする必要がある。

短期記憶を長期記憶化するためには、繰り返し記憶した事項を想起する必要がある。想起のきっかけ(記憶のペグ)として、日常的に目に触れるものを使用し、記憶すべき事項と結びつけておくと、そのものを見るたびに、記憶のペグからの連想による想起がおこることが期待される。

日常的に目に触れる機会の多い5円硬貨と1円硬貨、また身体部分である親指等を記憶のペグとして使い、地球・月・太陽の6.4億分の1スケール感覚を身につける方法が紹介された。(森本宏志)

(10) 宇宙広報団体TELSTAR

「宇宙産業を日本の基幹産業にする」という理念を掲げ、中高生をメインターゲットとして、宇宙フリーマガジンTELSTARの発行、WEB・SNSによる情報発信やイベントなどの広報活動を推進している宇宙広報団体TELSTARについて紹介された。

(荘司弘祐・重松雅明)

3. まとめ

教室で感動をあたえる宇宙教育実践、宇宙空間を活用する教育実践が報告され、活発に議論された。実演会場は、未来の宇宙時代の

教育現場、教室の情景が再現されたかのような描像に、宇宙時代の教育を実際に展望しているかのような空間が創出されていた。どの報告も、実践してみたくなる興味深い内容で構成され、意義あるセミナーとなった。図12に講演会場の様子を示した。



図12 講演会場の様子

参加者からは、次のような意見があった。

- ・様々の実践が興味深かった。(研究者)
- ・体験的に理解が難しい天体分野の教え方を考え直すことができた。(教員)
- ・実物を見ることができたことで現場での活用を具体的に考えることができた。(教員)
- ・宇宙時代の教育の観点を意識していかななくてはいけないと感じた。(研究者)
- ・実際の授業で実践可能な内容を多く知ることができた。(教員)
- ・実物の展示に興味が引かれた。(教員)
- ・学生の頑張りに感動した。(会社員)
- ・教育現場で使えるような発見が多かった。(教員)
- ・実際の教育現場に活かすためのコスト面、教材面の工夫について詳しく聞いてよかった。(会社員)
- ・また開催してほしい。(公務員)

図13は、学生が作成した宇宙教育セミナーのエンブレムである。宇宙時代へ飛び立つロケットをモチーフにしている。ロケットは鉛筆や定規、消しゴムなどを組み合わせて表現し、宇宙と教育を織り交ぜたイメージです。このエンブレムのロケットに児童、生徒の宇宙への夢をたくさん載せて、大きく羽ばたかせてあげたいものである。未来を拓く宇宙時代の教育を、実践していきましょう。

尚、セミナーの講演内容は、後日「宇宙教育研究(集録)」として刊行する予定である。

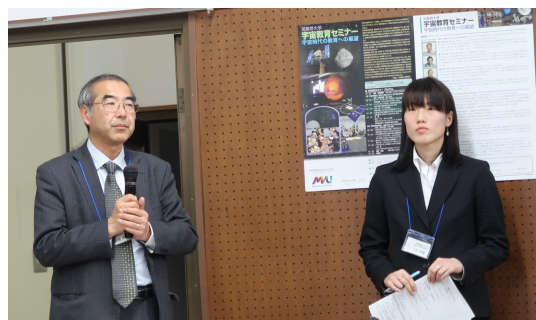


図13 宇宙教育セミナーのエンブレム

文献

- [1] 武蔵野大学 HP Events
<https://www.musashino-u.ac.jp/event/20200201-00000385.html>
- [2] 武蔵野大学 HP ポスター
<https://www.musashino-u.ac.jp/albums/abm.php?f=abm00014217.pdf&n=宇宙教育セミナー.pdf>
- [3] 武蔵野大学 HP News
<https://www.musashino-u.ac.jp/event/20200206-02.html>

世話人



高橋 典嗣

下村 知愛