

研究報告

天文教育における学芸員を支援するための ICT の活用とその効果

Application of ICT to Support Curators in Astronomy Education - And Its Effects

近藤 真由 Mayu KONDO

名古屋大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

後藤 昌人 Masato GOTO

金城学院大学 現代文化学部
School of Contemporary Society and Culture, Kinjo Gakuin University

岩崎 公弥子 Kumiko IWAZAKI

金城学院大学 現代文化学部
School of Contemporary Society and Culture, Kinjo Gakuin University

安田 孝美 Takami YASUDA

名古屋大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

要 旨

天文教育では、野外で本物の星を見て宇宙を知ることが最も大切である。科学館のプラネタリウムで解説を行う天文学芸員は、来館者が科学館で学んだことを自宅で復習でき、野外での星座観測を支援する仕組みが必要だと考えている。ICT（情報通信技術：Information and Communication Technology）の活用はそれを実現できると考えられるが、情報分野の専門ではない学芸員にとってその活用は難しい。近年では、携帯電話、携帯ゲーム機、携帯情報端末などで使えるデジタル天文教材も提供されているが、学芸員が理想とする天文教育は実現できていない。そこで、本研究では、野外での星座観測を支援する天文教材を開発し、ICTを活用した教材配信を実現する天文教材管理システムを開発した。学芸員が日々の活動で実践している教育方法を取り入れた教材を開発・配信することで、既存のデジタル天文教材では伝えられなかった「本物の星を自分で見つける楽しさや嬉しさ」を伝えられるよう工夫した。学習者による実証実験の結果、一定の効果が示され、天文に対する興味や関心を高めるきっかけになることが明らかとなった。

Abstract

In astronomy education, one of the most important elements is observing real stars outdoors to learn about the universe. For this reason, a system that visitors can review at home and outdoors what they have learned at the science museum is necessary to achieve ideal astronomy education. Science museum curators can support it by utilizing information and communication technology (ICT). However, such realization may be difficult for curators who are not information or technology specialists. Although the digital astronomical teaching materials (which can be used with a cellular phone, a portable game machine, a handheld terminal, etc.) are also offered in recent years; the astronomical education, which is a curator's ideal, cannot be realized yet. In this research, we developed an astronomy teaching material that support constellation observation outdoors, and developed a teaching material management system, which enhances teaching materials distribution utilizing ICT. We created a "pleasure to find the genuine star by oneself" experience that was not conveyed with the existing digital astronomy teaching materials and, as a result of this experiment, a constant effect was shown, raising the learners' interest for astronomy.

1. はじめに

科学館の学芸員は、展示物をきっかけに来館者と自然を結びつけ、その先にある「科学」を伝えようとしている。そのために、学芸員は展示物に工夫を凝らし、科学館以外での教育活動を行うなど、様々な方法で試行錯誤を繰り返している。

特に、天文教育においては、野外で本物の星を見て宇宙を知ることが最も大切であると考えられている。そのために、プラネタリウムでの仮想体験は重要な位置付けとなる。プラネタリウムで解説を行う天文学芸員は、学習者がプラネタリウムで星の見つけ方や興味深い話題を聴き、それをふまえて本物の星空

を眺めることを一つの理想としている。しかし、来館者が自宅へ帰宅後にプラネタリウムで学んだ知識を思い出し、野外で活かすことは難しい。

近年では、野外での学習を支援する方法として、携帯電話、携帯ゲーム機、携帯情報端末などのデジタル天文教材が提供されている。また、ポッドキャストによる天文コンテンツの配信が期待されているように^{[1][2]}、様々な ICT（情報通信技術：information and Communication Technology）を活用することでさらに教育効果の高い教材提供が可能となる^[3]。しかし、現状では、情報技術を専門としていない学芸員にとって、ICTを活用した教材提供を行うのは難しい。したがって、学芸員が

ICT を活用することで、来館者が科学館で学んだことを自宅で復習でき、実際の星座観測に役立てる仕組みが必要となる。

そこで本研究では、野外での星座観測を支援するための ICT を活用した天文教材を開発する。特に、学芸員が日々の活動で実践している教育方法やノウハウを活かした教材開発を行うことで、学芸員のいない環境でも学芸員の知識を活かした天文教育を実践できるようにする。また、開発した教材を学習者が手軽に利用できるように、天文教材管理システムを構築し、学芸員自身が、ICT を使って天文教材を配信できるようにする。また、野外での使用に配慮し、PC だけでなく、携帯電話や携帯ゲーム機、携帯情報端末への配信に対応させる。

本研究の目的は、ICT を活用することによって、学芸員の知識を野外での星座観測に活かせるようにすることである。通常、学芸員はプラネタリウムや教育活動の中で、星座観測の方法を教えているが、学芸員のいない環境で星座観測を実践するのは難しい。多くの小・中学校においても、プラネタリウムへ行って学習投影を見る機会が与えられている。横倉らによると、プラネタリウムでの学習投影は、天文事象への関心を高めたり、天文事象についての知識・理解を深めるのに有効だが、天文学的な思考や観察・実験の技能を身につけたりするには課題があると指摘されている^[4]。その他、上田らによって授業内での様々な実践的試みは行われているものの^[6]、それらを野外での学習へと結びつけることは難しい。したがって、学芸員の日々の教育活動を活かした教材を開発し、ICT を活用して学習者が手軽に利用できるようにすることは、天文教育にとって有効的な手法であるといえる。

2. 学芸員による天文教育

科学館には天文に関する様々な展示物があるが、プラネタリウムほど天文教育に有効的な展示物はないといっても過言ではない。プラネタリウムは星空の仮想体験の場として、また、実際の星空に導くための効果的な教育ツールとして古くから活用されている。プラネタリウムは当初、展示物（巨大天球儀）として天文現象を再現するものであった^[6]。その後、来館者に分かり易く宇宙の姿をイメージできるよう、多くの投影機や特殊効果投影機が開発され、活用されてきた。技術の急速な進歩により、プラネタリウムの設備は充実し、その表現力が増した。したがって、学芸員はこれらの設備をただ使うだけでなく、どのようにして活用し、進化させていくかが重要とされている。

また、『プラネタリウム白書 2005』によると、プラネタリウム担当者（学芸員）の仕事は、①投影、②投影以外の教育普及活動、③調査・研究・収集活動、④機器保守、⑤広報マネージメント、⑥雑務に大きく分けられる^[7]。このように、学芸員が担わなくてはならない業務は多岐に渡っている。そういった中、時代の変化に合わせて新しい技術を取り入れ、学芸員は常に試行錯誤を繰り返し、来館者の興味・関心を高められるよう努力と工夫を重ねている。

先述したように、天文教育では野外で本物の星空を見上げ、自然を体験することが重要とされており、プラネタリウムでの

仮想体験が、そのきっかけとなることを学芸員は目指している。そこで、来館者が自宅に帰ってからも、教材を使ってプラネタリウムで学んだことを復習でき、実際の星座観測の場に持ち出して利用できるようにすることで、学芸員が理想とする天文教育を実現できるようになる。また、教育者である学芸員は、ただ単に天文現象を解説するだけではなく、天文の本当の楽しさや面白さを伝えたいと考えている。それを伝えるために、多くのプラネタリウムでは、季節ごとにテーマを変えて番組を構成しており、その番組と連携させた教材提供が天文教育において最も効果的であると考えられる。

3. 野外学習を支援する天文教材

天文情報を扱った Web サイトは数多く存在しており、それらが野外学習を補うものになることが望ましい。しかし、そのほとんどが PC での閲覧を前提としており、野外学習を理想とする学芸員の求めるものではない。一方で、野外に持ち運び可能なデジタル天文教材も提供されているが、学芸員が教育的な観点で見たとき、これらの教材は十分ではない。

3.1 野外で使えるデジタル天文教材

野外での星座観測が重要とされる天文教育において、近年では、最新の技術を利用した様々なデジタル天文教材が提供されている。これらは、手軽に野外へ持ち運んで利用することができるため、野外学習を支援できると考えられる。そこで、現在、携帯電話、携帯ゲーム機、専用端末向けに提供されている主なデジタル天文教材を表 1 に示す。

表 1 デジタル天文教材一覧

	製品名	端末	提供元
A	星座をさがそ ^[8]	携帯電話 (Vodafone 904SH)	アストロアーツ
B	Google Sky Map ^[9]	携帯電話 (Android OS 搭載)	米 Google
C	iStellar ^[10]	iPhone, iPod touch	アストロアーツ
D	Starmap ^[11]	iPhone, iPod touch	Frederic Descamps
E	ホームスター ポータブル ^[12]	PSP (PlayStation Portable)	SEGA
F	星空ナビ ^[13]	ニンテンドー DS	アストロアーツ
G	SkyScout ^[14]	(専用端末)	Celestron

これらのデジタル天文教材の主な特徴は 2 つあり、一つは「星の位置を示す」ことと、もう一つは「星空を忠実に再現する」ことである。以下、3.1.1 と 3.1.2 にその詳細を記す。

3.1.1 星の位置を示す

表 1 に示したデジタル天文教材は、角度や傾きを認識できるモーションコントロールセンサーや GPS (Global Positioning System) などのセンサーを使うことで、端末を星空に向けてかざすだけで、その方向に見える星空をリアルタイムに表示する機能を持っている。例えば、表 1-B の「Google Sky Map」

では、学習者が探したい星座を検索し、星のある方向を示してくれる機能を持っている（図1）。携帯電話の画面には矢印が表示され、どの方角へ向けばいいかを教えてくれる。目標に近づくと、画面上には丸印が現れ、星座を構成する星全体を囲み、端末の画面上で確認することができる。また、表1-G「SkyScout」では、スコープを覗く事で、その中に映る星の名前や見たい星の位置を文字や音声（英語）で示してくれるという機能を持つ（図2）。

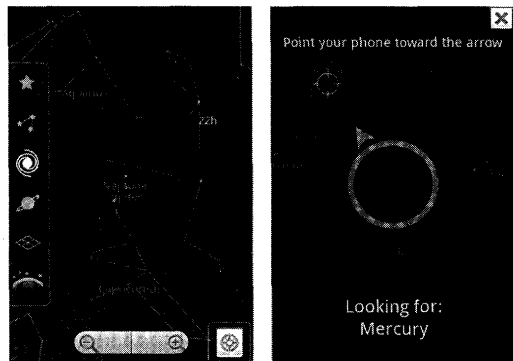


図1 「Google Sky Map」画面表示例
引用元：Google Sky Map Web サイト^[9]

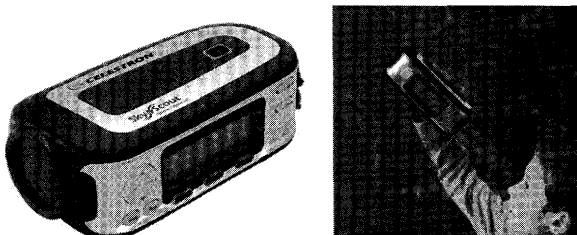


図2 「SkyScout」端末（左）と利用例（右）
引用元：SkyScout Web サイト^[14]

3.1.2 星空を忠実に再現する

表1に示したデジタル天文教材は、指定した日時の星空を忠実に再現できる機能を持っている。3.1.1に記したようにセンサーが自動的に場所を取得したり、日時や場所を自分で指定したりすることで、その日の星空を端末上で確認できる。特に、表1-Eの「ホームスターポータブル」では、500万個もの星粒の、ひとつひとつが実際に存在する星と同じ場所に位置し、同じような色と輝きをPSPの画面上に再現するという特徴を持っている（図3）。

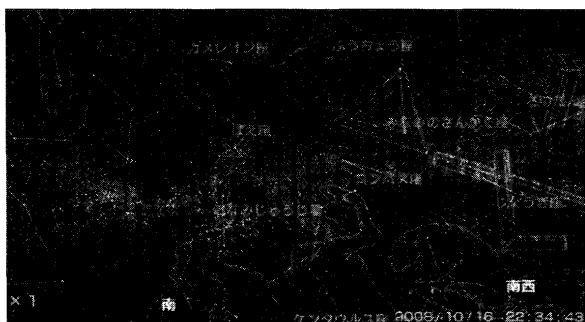


図3 「ホームスターポータブル」画面表示例
引用元：ホームスターポータブル Web サイト^[12]

3.2 教育的観点から見たデジタル天文教材の課題

3.1で紹介したデジタル天文教材に対し、学芸員が理想とする教育方法を支援するものとなるのか、名古屋市科学館のプラネタリウムで解説を行っている学芸員に対し、聞き取り調査を実施した。学芸員の意見を抜粋し、以下に記す。

- 新しいデジタル天文教材は、好きな時間と場所の星空が表示できる。しかし、それと本物の星空が結びつかず、デジタル天文教材を見るという行動で終わってしまう。
- GPSが搭載されていても、結構不正確な場合が多い。したがって、星のことをよく知っている人たちが確認して楽しむものである。また、ただ単に星の名前を教えてもらうだけでは、面白くない。
- 教材の中で完結する視覚情報ではなく、見つけるのを助ける視覚情報が、天文教育での教材である。目で美しい星空を見ながら、横から教えてもらう感覚が最も適しており、それをサポートできる教材が必要である。
- 全般的にデジタル天文教材は、「本物の星を自分で見つけたときの嬉しさや楽しさ」をまだ与えていない。デジタル天文教材が星を示し、この星が何なのかということが分かっても、そこには面白さがない。

学芸員の意見にあるように、既存のデジタル天文教材は、星の位置を教えてくれるが、ただ単に教材が教えてくれるだけでは、そこに面白さは生まれてこない。また、忠実に星空が再現されていても、画面を見るという行為だけで終わってしまい、本物の星空を見る行為とは結びつかない。

教材は、能動的に学ぼうとしている人を助ける仕組みでなければならないため、学芸員が日常の教育活動で教えているような、「自分で星を見つける方法」を教えてくれる教材が必要だといえる。「自分で見つけた」という喜びが学習者の満足感になるので、それを支援する教材やシステムが必要となる。

また、プラネタリウムでは、来館者は投影される星や映像を目で見ながら、学芸員による解説を聞き、視覚と聴覚を使って学んでいる。このように、本物の星空を目で見ながら、学芸員による解説を聞くことができるという教材が最も効果的であると考えられる。

4. ICTを活用した天文教材の開発

本研究は、ICTを使った天文教材を開発することだけが目的ではなく、学芸員の教育方法を取り入れた教材を制作し、ICTを活用することで、学芸員の教育活動を支援することが目的である。そこで、プラネタリウム来館者数全国一を誇る名古屋市科学館の学芸員との共同研究によって、ICTを活用した教材を開発する。名古屋市科学館では、プラネタリウムの番組で用いる映像資料などは全て学芸員が自作しているという特徴を持っており、毎月テーマを変えて天文学の旬な話題に触れられるように学芸員自身が工夫している^[15]。そこで、これらの学芸員の経験やノウハウを活かした天文教材を開発した。

4.1 星座観測を支援する教材コンテンツの制作

デジタル天文教材は、学芸員が伝えたい「本物の星を自分で見つける楽しさや嬉しさ」が十分に伝えられていないことが明らかとなった。そこで、天文初心者が最も入りやすい星座観測を支援する天文教材を、名古屋市科学館の学芸員の意見を参考に開発した。名古屋市科学館では、専門性の高い学芸員が自分自身の言葉で解説（生解説）を行っている。学芸員によってそのテーマの切り口を変え、旬の話題を取り入れるなど、学芸員の人柄を前面に出した番組が提供されている^[16]。そこで、この特徴を生かし、学芸員の解説を使った教材コンテンツを制作した。これにより、本物の星空を目で見ながら、学芸員の解説を聞き、自分で星座を探すことができるようにした。

そこで、図4のように、アニメーションと学芸員による解説（音声）を用いて、星座が20時に南中する際の見つけ方を教える教材コンテンツを制作した。星座の見つけ方の解説は、見つけやすい星を基点としたケースが多いが、初心者がいざ星座を見つめようとしたとき、星空の中で目標となる点を見つけることは難しい。そこで、本コンテンツでは、「体の分度器（ものさし）」^[17]を使って測ることのできる角度を基点として明示することで、学芸員がいない環境でも星座を見つめられるよう工夫している（図5）。下記に、「いて座」の解説例を挙げる。

【いて座：学芸員の解説（音声）】

皆さん、こんばんは。今日は「いて座」を探してみましょう。おすすめは、8月下旬の夜8時頃です。ちょうど南にきていまして、地平線から見上げた角度が30度。ですから、体のものさしの、この形を使っていただい、親指から人差し指、そして、また、親指から人差し指とした辺りに、北斗七星に似た、柄杓みたいな形が見つかるんです。（以下、省略）

この「体の分度器」を使った方法は、プラネタリウムでも紹介されており、腕を伸ばし、指と指との間の距離をそれぞれの角度として測ることができる。このように、特別な器具を用いなくても、自分自身の体を使うことによって、誰でも簡単に星座が見つめられるようになる。

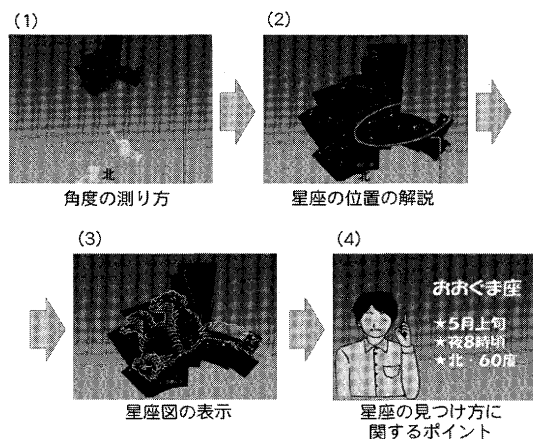


図4 「星座の見つけ方（動画）」画面表示例



図5 「体の分度器」の一例

4.2 天文教材管理システムの開発

4.1で制作した教材コンテンツを、ICTの活用によって簡単に学習者へ配信できるよう、天文教材管理システムを開発した。ICTを活用して天文教材を配信することで、プラネタリウムで学習した内容を、自宅に帰ってからPCのWebサイトで復習し、そして、その教材コンテンツを野外へ持ち運び可能な端末に取り込んで、野外での星座観測を支援できるようにした。また、プラネタリウムの番組と連動した教材を提供することで、学芸員の教育活動と結びつけるようにした。

4.2.1 システムのフレームワーク

システムの汎用的な利用を考慮し、LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) 環境、およびオープンソースソフトウェアの活用によりフレームワークを構築した（図6）。学芸員の知識を活用したコンテンツの幅広い提供を行うため、「星座」をキーとした星座データベースを構築し、マルチプラットフォームに対応したコンテンツ生成を実現した^{[18][19]}（図7）。

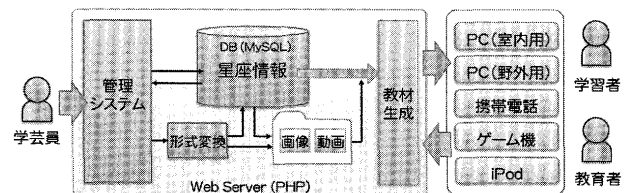


図6 システム概要

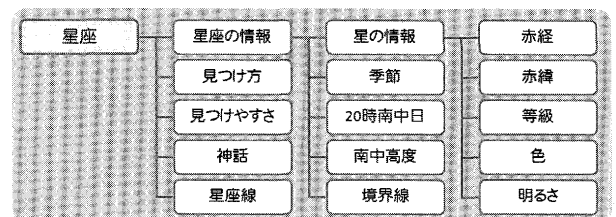


図7 星座データベースの構造

4.2.2 システムの機能

本システムでは、星座データベースを基に、教材を生成している^[20]。データベースを活用することで、教育的価値を高めた教材配信が可能となる。したがって、作成した教材はデータベースに追加していく必要があるが、データベースを学芸員が直接操作することは難しい。そこで、Web上でデータベースへの登録が可能な登録フォームを構築した（図8左）。Webフォームに記入したテキスト情報は、データベースへ登録される。また、データベースに登録されている情報の修正や削除も、同様にWebフォームを介して管理可能である。

また、動画コンテンツは、個々の端末によって対応する形式が異なる。そこで、学芸員が手軽にフォーマット変換を行えるよう、オンラインで動画の形式変換を行える機能を開発した(図8右)。オープンソースソフトウェアを活用したフレームワークによって、それぞれのプラットフォームに合わせたコンテンツの自動生成を実現した。動画変換アプリケーションであるFFmpeg^[21]を用いることで、サーバ側で形式変換を行い、適切な端末に提供できるようにした。

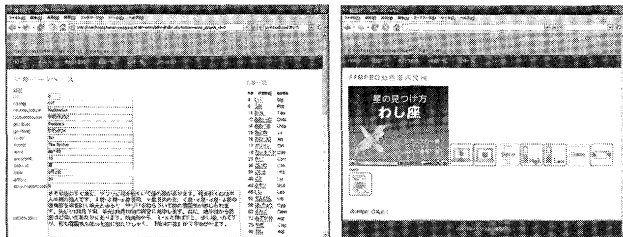


図8 データベース管理(左)と動画形式変換(右)

4.2.3 教材提供方法

教材コンテンツを提供するため、「星座図鑑」という名称の星座情報を扱う天文教育向けWebサイトを構築した(図9)。このWebサイトでは、各星座のデータや神話などの情報と共に、「星座の見つけ方」のコンテンツを提供する。Webサイトには、星座検索機能を用意し、探したい星座情報に簡単にアクセスできるようにした。

星座情報のページでは、QRコードを用いることで、利用者をPCから野外(携帯電話)へと誘導する仕組みを取り入れる。PHPの「QRコードライブラリ^[22]」を使用し、自動でQRコードを生成するようにした。

一方、動画コンテンツに関しては、ポッドキャストによってPCから簡単にiPhone、iPodに取り込み、野外で利用できるようにした(図10)。星座データベースを活用して学習日に合



図9 「星座図鑑」Webサイト

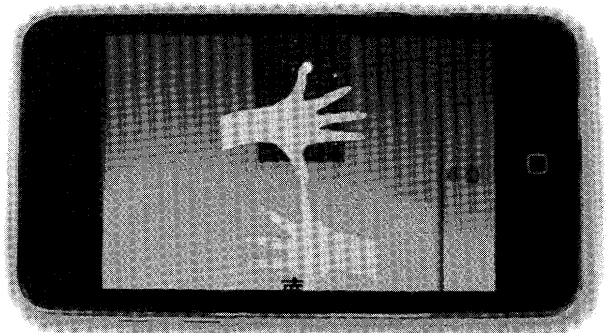


図10 iPod touchでの「星座の見つけ方」表示例

わせた星座情報を抽出し、RSSフィードの生成を行った。学習日に合わせた星座情報の配信を行うため、データベース内の20時南中の日付情報を活用した。これにより、例えば5月には「おおぐま座」などの、5月に20時に南中する星座コンテンツがポッドキャストとして配信される。

また、プラネタリウムでの学芸員による日々の教育活動と結びつけるため、プラネタリウムと連携したページを制作した。プラネタリウムのテーマ、プラネタリウムで使用したスライド、学芸員のブログ記事などの情報と共に、上記のポッドキャストのコンテンツを配信するようにした。これにより、予習・復習として本システムで配信する教材を利用できるようにした。

5. 実証実験

学芸員の教育方法を取り入れた天文教材の効果を検証するため、学習者による実証実験を実施した。特に、今回の実証実験では、「星座の見つけ方」の教材の効果を検証することにした。これにより、学芸員の知識を取り入れた教材が野外での星座観測を支援できるかどうかを明らかにする。そして、学芸員がICTを活用して教材提供することの有効性を示す。また、今回の実証実験の結果に対する学芸員の意見から、全体を考察する。

5.1 学習者による評価

5.1.1 実験概要

本研究で開発した天文教材は、プラネタリウムで学んだことを自宅で復習し、野外での星座観測に活かすことを目的としている。そこで、プラネタリウムへ行ったことのある、天文初心者15名を対象に、実証実験を実施した。尚、しばらくプラネタリウムへ行っていない場合には、実験前に各自プラネタリウムへ行ってもらったようにした。

実験では、本研究で開発した「星座の見つけ方」コンテンツ(5星座)を取り込んだiPod touchを一人1台ずつ貸し出し、自宅で各自、教材を利用しながら星座観測をしてもらった。今回の実験で使用した5つの星座は、おおぐま座、こいぬ座、オリオン座、ふたご座、ぎょしゃ座である。iPod touchを使って、冬に見ることのできるこれらの「星座の見つけ方」の解説を聞きながら各自で星座を探してもらい、その結果をアンケート評価によって得た。

5.1.2 結果と考察

学習者に対するアンケート評価で得られた結果を、以下①～④にまとめ、項目毎に考察する。

①プラネタリウムと野外観測に関する調査

「プラネタリウムで学んだ星座を、実際の星空でも見たいと思いませんか?」という質問に対し、60%が「そう思う」、40%が「少しそう思う」と答えた。また、「実際に家に帰ってから星座を探しますか?あるいは探したことがありますか?」という質問に対しては、67%が「はい」と答え、33%が「いいえ」と答えた。そして、これらの回答者に対し、プラネタリウムでの学習後に、家で星座観測を行う場合の問題点について聞いてみたところ、図 11 のような結果となった。

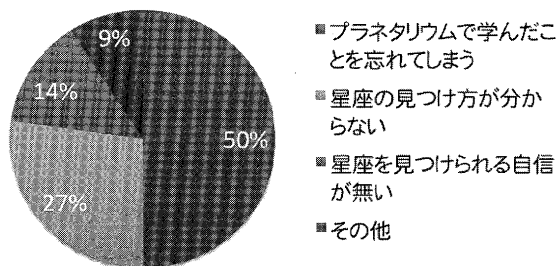


図 11 家で星座観測を行う場合の問題点

また、図 11 の「その他」として「星座を見つけようとしても、実際見ようと思うと星の数が少なくて、星座が分からない」、「目印の星を見つけられても、そこから星座の形が作れない」という意見が得られた。

この結果から、プラネタリウムで学んだ星座を実際の星空で見たいと思う学習者は多いが、プラネタリウムで学んだことを忘れてしまったり、学芸員のいない環境ではその方法がよく分からないということから、プラネタリウムでの学習と野外での星座観測を結びつけるのは難しいという現状が明らかとなった。

②教材を利用した星座観測に関する調査

「星座の見つけ方」コンテンツの解説を聞きながら、星座観測を行い、見つかった星座数（5 星座中何星座見つかったか）を図 12 に示す。同時に、自由記述形式によって教材を使って星座観測を行った感想を聞いた。

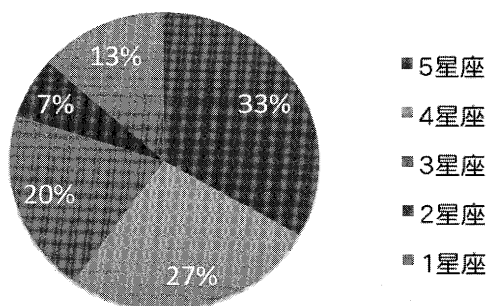


図 12 見つかった星座数

感想（抜粋）：

- 説明の通りに、星座を探してみると、「あ！あれかな」と見つかって、楽しかったです。でも、見つからなかった星座はどうしても分からなくて悔しかったです。見つけれられても確信が持てずに「？」が残りました。
- 初めて、こんなにもたくさんの星座を見つけられて嬉しくなった。
- とてもおもしろかった。この時、空が曇っていて、一等星くらいしか見えなかったのだが、それでも発見できたのでなんだかわくわくした。

この結果が示すように、5 星座中全ての星座を見つけられた人が全体の 33% と最も多く、天文初心者の方の星座観測を支援できたことが分かる。残念ながら、1 星座だけという学習者もあり、「星座の見つけ方」以外の星座観測に関する知識不足（天候や観測場所等）が原因となった。

また、「楽しかった」「嬉しくなった」「おもしろかった」「わくわくした」というような意見が多く得られ、ただ単に星を見つけるだけでなく、学芸員が伝えたかったものが学習者に伝わったことが分かる。

③開発した教材に関する調査

本研究で制作した天文教材に関し、5 段階評価（5:そう思う、4:少しそう思う、3:どちらでもない、2:あまりそう思わない、1:そう思わない）で得た結果を表 2 に示す。

表 2 5 段階評価の結果一覧

質問項目		結果
1	プラネタリウムの解説と同様の方法と取り入れた説明は分かりやすかったか	4.80
2	プラネタリウムの解説と同様の方法を取り入れた説明は、星座観測の役に立ったか	4.79*
3	学芸員自身による解説は分かりやすかったか	4.87
4	学芸員自身による解説は星座観測の役に立ったか	4.53
5	プラネタリウム→Web→iPod の取り組みで、星座観測をしてみようと思ったか	4.53
6	プラネタリウム→Web→iPod の取り組みで、星座に対する興味が増したか	4.47

※無回答者 1 名有

5 段階評価では、どの項目も高い評価結果が得られた。プラネタリウムの解説と同様の方法を取り入れた教材は、分かりやすく、天文初心者の方の星座観測に役立つものとなった。また、学芸員自身が解説することで、よりその方法の効果を高められたのではないかと考えられる。

今回、プラネタリウムで学んだことを自宅で復習し、野外の星座観測を支援する教材コンテンツを制作したが、この一連の学習の流れを作ることによって、学習者が星座観測をしてみようと思う動機になり、また星座観測をしてみた結果、星座に対する興味が増す結果となった。このように、本研究で制作した教材を ICT の活用により配信することで、学芸員が理想とする野外での星座観測へと結びつけ、能動的に学ぼうとする学習

者を支援することができた。

④自由記述による学習者の感想

自由記述形式によって得られた学習者の意見を抜粋し、以下に記す。

(肯定的意見)

- ・ 暗闇の中でも手元で何度も再生できるのですごく分かりやすい。
- ・ プラネタリウムで聞いたことの要点がまとめられていて分かりやすかった。
- ・ プラネタリウムに行ったかのように、わかりやすく面白かったです。
- ・ 観測中に手で測っているのと同じスピードで解説してもらえたので分かりやすかった。
- ・ 横に学芸員の方がいて説明を受けて見ているようで分かりやすかった。
- ・ 目からも耳からも情報が得られる点が良い
- ・ ポッドキャストはとっても手軽だし、プラネタリウムや星がすごく身近な存在になったように思える。

(要望などの意見)

- ・ 目星はついたが自信が持てなかった。
- ・ その星座のような星は見たけれど合っているか分からない。
- ・ 動画の画質やデザインをもう少し見やすくしてほしい。
- ・ 今のコンテンツは、星座を見つけて終わりという形になっているので、神話や歴史なども聞きたかった。
- ・ 解説の星座をイラストではなく、実際の星座(写真)を使っしてほしい。
- ・ 自分の探している星座を iPod で正しいか確認できるという。

自由記述から、教材に対する学習者の率直な意見が得られた。開発した教材をポッドキャストで配信することによって、手軽に利用できるのも、プラネタリウムが身近に感じられるという意見が多かった。また、iPod なので、コンテンツを何度も再生できる点が、学習者のペースに合わせて利用できるのも、教育的に良いということが分かった。教材に学芸員による解説を使ったことで、プラネタリウムと同じような環境で学習でき、とても分かりやすいという結果が得られた。

一方、「自信が持てなかった」「合っているかわからない」といった意見も多く、それに対する仕組みが必要であることが明らかとなった。

5.2 学芸員の意見

実証実験で得られた評価結果に対し、教育的観点から見た学芸員による意見を以下に記す。

学芸員の意見(抜粋)：

- ・ 天文教育では、教材で完結するのではなく、学習者が星を見つけるのを助けるのが教材だといえる。したがって、「自分で見つけることが楽しいというデジタル天文教材」を作っていくことが重要である。今回の結果はそれを実現できている。
- ・ 学芸員の仕事は、あくまでも学習者の学ぶ行為をサポートする脇役でなければならない。主役は学習者である。したがって、GPS や角度センサーがなくても、自分の角度センサー(体の分度器)で、星を見つけられるよう、サポートすることが重要である。
- ・ 本人に自信をつけてもらうのが良いので、+αのコンテンツを用意して、見つけた星座を自分で確認できるようにするとさらに良い。
- ・ 初級・中級・上級コースなど、これからはコンテンツを色々展開していく仕組みを考えるといい。
- ・ コンテンツを多言語化にして、より多くの人に利用してもらい、天文の面白さを伝えていきたい。

5.3 考察

学芸員の意見からも分かるように、本研究で開発した教材は、学習者の学ぶ行為を支援するものとなっており、学芸員が理想とする教育の実践につながったことがいえる。つまり、学芸員がプラネタリウムで実践している教育方法を取り入れた教材が重要であったことがわかる。また、ICTを活用することで、学習者はそれを手軽に利用できるようになり、学芸員の理想を実現するための、有効な手法となることが分かった。

学習者が星座観測をして、見つけたい星座がその星で合っているかどうか自信がない場合に、3.1で紹介したようなデジタル天文教材を使うと確認することができる。しかし、学芸員の意見にあるように、教育的観点では、自分で確認できるようにすることで、学習者に自信を持ってもらうことが必要である。したがって、自分で見つけて自分で確認できるような教材を提供することで、学習者にとっての楽しさが増すと考えられる。今後は、それらに対する検討を行っていきたい。

学芸員の教育方法を取り入れた教材を制作するにあたり、課題となるのが、教えるモデルを学芸員から聞き出してコンテンツにするということである。教え方の基本パターンがあっても、個々に違った教え方が必要となる。そこで、教材作成のためのシステムをモジュール化し、情報技術の専門家ではなくても、手軽にICTを活用して教材提供していけるような仕組みが必要となる。

また、天文情報は普遍的なものであるため、色々な言語のコンテンツを用意することで、より多くの人に教材を利用してもらうことができる。そのため、国際化対応を見据えたコンテンツ生成が行えるよう、システムを改善する必要がある。

6. おわりに

本研究では、野外での星座観測を支援するため、学芸員の教育方法を取り入れた教材を開発した。また、ICTを活用した教

材配信を実現するため、天文教材管理システムを構築した。ただ単に ICT を使った教材を開発するだけでなく、ICT を活用することで、学芸員の日々の教育活動を支援することを目的とし、名古屋市科学館の学芸員との共同研究によって、教材開発を行った。

学習者による実証実験の結果から、学芸員が日々の活動で実践している教育方法を教材に取り入れることで、既存のデジタル天文教材では伝えられなかった「本物の星を自分で見つける楽しさや嬉しさ」が伝えられ、学習者の天文に対する興味・関心を高められることが示された。つまり、学芸員の教育活動を支援する教材が必要であり、ICT の活用はそれを支援する一つの方法だといえる。

ICT の活用によって、今まで学芸員がプラネタリウムという特殊な場においてしかできなかった教育を、より多くの人々に対して実践できるようになる。天文の面白さを知ってもらいたいと考えている学芸員はそれを望んでおり、本研究で示したような、教材配信を学芸員自身が行っていきけるシステムが今後益々重要になってくると考えられる。また、より効果的な配信を実現するためには、教材に適したデータベースを構築し、提供する教材の価値を高めるための配信方法が必要であることが分かった。今後は、本研究で開発した教材を一般公開すると共に、国際化を見据えた教材コンテンツの多言語化や、学芸員による教材制作をより一層支援できるような仕組みを構築していきたい。

謝辞

本システムは、雑居ゼミ（名古屋市科学館、名古屋大学、中京大学、金城学院大学）のメンバーとともに共同開発をしています。ゼミのメンバー各位に感謝致します。特に、教材の制作においてご協力いただいた、名古屋市科学館 毛利勝廣氏に御礼申し上げます。尚、本研究の一部は、財団法人日本教育公務員弘済会の研究助成によります。

参考文献

- [1] Gay, P. L., Price, A., & Searle, T.: Astronomy Podcasting: A Low-Cost Tool for Affecting Attitudes in Diverse Audiences, *Astronomy Education Review*, issue.1, vol.5, pp.36-52, (2006).
- [2] Price, A., Gay, P., Searle, T., & Brissenden, G.: A History and Informal Assessment of the Slacker Astronomy Podcast, *Astronomy Education Review*, issue.1, vol.5, pp.36-52, (2006).
- [3] Aaron, P.: New Media Technologies: Proposing An Integrated Approach, *Astronomy Education Review*, issue.1, vol.6,

pp.171-176, (2007).

- [4] 横倉圭, 平田昭雄: 小学校理科学習におけるプラネタリウムの有効性, *日本科学教育学会研究会研究報告* 21(4), pp.57-60, (2007).
- [5] 上田晴彦, 浜井三洋, 山岡剛, 留野泉, 小野寺瑛, 熊谷晃一, 佐藤一邦, 長谷川浩由, 和田光弘: インターネットを活用した「宇宙科学」学習用コンテンツの開発, *秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要*, 第 29 号, pp.103-111, (2007).
- [6] プラネタリウム白書編さん委員会『プラネタリウム白書 2001』日本プラネタリウム協会, (2001).
- [7] プラネタリウム白書編さん委員会『プラネタリウム白書 2005』日本プラネタリウム協会, 全日本プラネタリウム連絡協議会, 日本プラネタリウム研究会, (2005).
- [8] 星空をさがそ:
http://www.astroarts.co.jp/release/2006/03/v_seiza/index-j.shtml
- [9] Google Sky Map:
<http://google-latlong.blogspot.com/2009/05/sky-map-for-android-location-and.html>
- [10] iStellar:
<http://www.astroarts.co.jp/products/istellar/index-j.shtml>
- [11] Starmap: <http://www.star-map.fr/>
- [12] ホームスターポータブル: <http://homestar.sega.jp/>
- [13] 星空ナビ:
<http://www.astroarts.co.jp/products/hoshizora-navi/index-j.shtml>
- [14] SkyScout: <http://www.celestron.com/skyscout/>
- [15] 毛利勝廣, 鈴木雅夫, 野田学, 北原政子: プラネタリウムでのインターネットや CG の活用—ヘール・ボップ彗星 1997—, *情報文化学会誌*, vol.4, no.1, pp.69-75, (1997).
- [16] 岩崎公弥子, 遠藤守, 毛利勝廣, 近藤真由, 野田学, 安田孝美: 学芸員の知識を野外で活かす「Web 星座図鑑」の開発, *日本教育工学会研究報告集*, pp.9-12, (2006).
- [17] 山田卓, 浅田英夫『星座カード』office-DOMIC, (2002).
- [18] M.KONDO, T.YASUDA, S.YOKOI, M.URA, M.ENDO, K.IWAZAKI, K.MOURI, M.NODA: A Multi-platform Contents Management System for Online Constellation Learning, *Proceedings of the Sixth IASTED International Conference Communications, Internet and Information Technology (CIIT 2007)*, pp.73-78, (2007).
- [19] Mayu Kondo, Katsuhiko Mouri, and Takami Yasuda: A Multiplatform Content Management System for Curators to Provide Teaching Materials in Astronomy Education, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol4., No.9, pp.874-881, (2008).
- [20] 近藤真由, 後藤昌人, 岩崎公弥子, 遠藤守, 毛利勝廣, 安田孝美: 天文教育における学芸員を支援するための Web システムの開発, *情報文化学会中部支部研究発表会発表予稿集*, pp.25-26, (2009).
- [21] FFmpeg: <http://ffmpeg.mplayerhq.hu/>
- [22] QR コード・バーコード: <http://www.swetake.com/qr/>