

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22500087

研究課題名（和文）

生涯学習向け統合的天文ウェブ教育システムの開発

研究課題名（英文）

DEVELOPMENT OF INTEGRATED ASTRONOMY EDUCATION WEB SYSTEM FOR LIFELONG LEARNING

研究代表者

安田 孝美 (YASUDA TAKAMI)

名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：60183977

研究成果の概要（和文）：本研究では、スマートフォンなどの情報通信技術が市民生活へ普及する中、生涯教育における天文分野での新たな教育基盤システムの開発を行い、その有効性と普及へ向けた問題点を実証実験によって明らかにした。具体的には、天文ニュースから教材開発を支援するためのシステムや、教材をモバイル端末に配信し、インタラクティブな学習を可能にするシステムを開発した。実証実験を通し、実用性の評価・検証を行った。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have developed a new educational system for astronomy education for lifelong learners. Some feasibility studies have been conducted in order to evaluate the effectiveness of the system, and also find the problems to overcome in the future. We have developed a support system to create teaching materials from astronomy news and a system to deliver educational materials to handy terminals for interactive mobile learning.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：グラフィックス 生涯学習

1. 研究開始当初の背景

天文分野における新たな発見や知見、あるいは大学や研究機関などにおける研究成果は専門家を対象としたものが多く、これらを広く一般に還元する社会的責任が増大している。Webはそのための有効な手段であるが、一般の人々への還元には最新の仕組みを活用した平易な教育・学習システムの構築が求められる。一方、最近のPCの画像生成能力の飛躍的向上とコンピュータ・ネットワークの高速化・大容量化により、実写やコンピュータ・グラフィックス(CG)による映像を活用

したオンライン教育システムの開発が進んでいる。また、PC以外の機器として、携帯電話やモバイル端末、携帯ゲーム機なども、デジタル教材を送受信する端末として可能性が増してきている。しかしながら、国内外の一般学習者向けの天文教育分野においては、観測データや画像をWebサイトからPC用に発信しているものが多く、上記のようなPC以外の端末への配信に関する研究はほとんどない。また観測データなど事実のみを提示するものが多く、その内容は専門家向けであり、生涯学習を対象とした教育機能が少な

いのが現状である。

申請者らは、専門家向けに観測データそのものを提示するのではなく、一般の学習者向けに観測データを3次元CGによるシミュレーションによって、わかり易く映像化する研究を1993年より国立天文台、名古屋市科学館と共同で実施してきた。その成果の一部であるCGアニメーションは1995年に日本天文学会から推薦を受け、海外も含めた天文教育関係者に配布された。また各種学会でも評価され、1994年には芸術科学会NICOGRAPH論文コンテストにおいて入選、1995年には第36回科学技術映像祭にて科学技術庁長官賞を受賞している。更に、一連の天文教育用CG映像生成のための研究論文に対して2001年教育システム情報学会より論文賞を受賞している。加えて申請者らは、仮想教育空間基盤システムやモーション・キャプチャ装置を活用した教育支援システムの開発など、新しい情報技術を活用した教育への応用の研究実績がある。このような仮想空間における天文教育は、日常では理解が困難な天体現象を理解する上で極めて有効な手法である。初学者向けの地上からの天体観測においては、身体の尺度を利用することが有効であり、モーション・キャプチャ装置による教育支援の実績を活かして天体観測ガイドに発展させていくことが可能である。

また、blogやSNS等、最近のWebアプリケーションの進化と普及は、現在進行している天体現象の解説などを、PC環境がない屋外からでも時間的遅延なく配布することを可能にすると共に、Webを介した教授者と学習者とのコミュニケーションを容易にする可能性を有している。

2. 研究の目的

(1) 教材作成支援システムの開発：生涯学習の場である科学博物館天文掛の学芸員が教材を作成することを支援するため、最新のあるいは蓄積された天文ニュースから適切な素材を取得するための天文ニュース可視化システムの開発を目指した。また、作成した教材を効率的に再利用することを目的としたダイナミック教材システムの開発を目的とした。さらに、実際の観測活動を教材に結びつけるため、光害観測及び集約システムの開発を目指した。また、生成された教材を進化させるための概念を構築し、その基盤機能の開発を目指した。さらに、日常の天文観測活動を支援し、収集されたデータを基に教材を開発するためのシステム構築も行う。

(2) 教材配信システムの開発：教材作成支援システムで作成された教材は、携帯端末上に配信され、博物館内でガイドとして利用するための教材配信システムであるモバイ

ル・ミュージアム・ガイド・システムの開発を目指した。本研究の目的は、情報通信技術を活用してプラネタリウムと展示をつなぎ、学芸員の教育活動、来館者の鑑賞を支援することにある。プラネタリウムでの学芸員自らによる生解説は、季節や天文現象に合わせた内容を提供できるという利点がある。本研究では、そのプラネタリウム解説と関わる天文展示に対し、学芸員自らが来館者に、その時期特有の見どころ等を伝えられる情報伝達の仕組みを設計、開発し、評価を行う。

3. 研究の方法

(1) 教材開発用天文ニュース可視化Webシステム

代表的な天文ウェブサイトからニュースを取得する方法と、それらを学芸員の教育活動に利用しやすい形式で保存するための情報管理手法を開発する。ここでは、Yahoo Pipesを利用した情報取得機能と、学芸員による編集を可能とするニュース管理機能を開発し、その実用面での有効性を明らかにする。先行研究の多くでは天文ニュースの提示をテキストベースで行なっているのに対して、グラフィックスを活用した理解しやすいデザインを重視した可視化手法を検討し、学芸員の利用に適するように開発した各種可視化機能について検討する。本研究で開発した可視化のためのインタフェース・デザインは、単にニュースを表示するのみではなく、ニュースの特性に応じた表示やニュース間の連携も直感的に表現可能とする。また、学芸員がニュースを基にした教材開発を支援するために、ニュース再構成のための編集システムも開発する。ある主題で選択されたニュース群をニュースパッケージとして編集・保存し、異なる学芸員間でそれらのパッケージを相互利用することが可能な環境整備を行う。

(2) 学芸員の生解説と展示をつなぐモバイルガイド

スマートフォンやタブレット端末での利用を想定したWebアプリケーションとしてモバイルガイドを開発するために、HTMLやCSS、JavaScriptを用いた。これらの携帯情報端末では、基本的にタッチパネルを用いて操作を行う。そこで、モバイル端末向けのフレームワークであるjQuery Mobileを利用する。このフレームワークを用いることで、スマートフォンやタブレット端末など、画面のサイズが異なる場合も自動で調節して表示することができる。コンテンツを蓄積するデータベースにはMySQLを用いる。モバイルガイドのWebアプリは、HTMLとPHPで記述し、データベースにあるコンテンツを読み込んで、動的にモバイルガイドのページが生

成されるようにする。

(3) 観測活動を支援する Web システムと展示教材の開発

観測地点が固定で少人数による観測のため、多数の地点の観測を行うことが難しい、という従来の夜空の明るさ観測方法の課題を解決するために、本研究では、新しい観測方法である SQM (Sky Quality Meter) と GPS を用いた夜空の明るさの同時観測システムを開発した (図 1)。この観測システムは、モバイル端末に搭載されている GPS 機能を利用して観測地点の位置情報を取得することにより、観測者各々が複数地点において SQM を用いて夜空の明るさ観測を行うことにより、少人数でも多くの地点の観測結果を同時刻内に取得することができるようになる。なお、この観測においては、夜空の明るさを調査する観測者と観測者に指示を与える指示者に役割を分担し、指示者はリアルタイムに表示される観測結果を Web ブラウザ上のマップを見ながら、その都度、他の観測地点又は方面を決定し観測者に指示を与えるという役割を担う。観測地点については、観測データの科学館における展示・教育への活用を視野に入れ、市民にとって身近な地点を観測者が選定することとする。

具体的な観測手順を以下に示す。

- ①観測者は、SQM とモバイル端末を携帯し、はじめの観測地点において位置情報を取得、夜空の明るさを観測し、その場で結果を Web 上から投稿する
 - ②指示者は、リアルタイムに表示される結果を見ながら、それぞれの観測者に次の観測地点の方向を指示する
 - ③指示を受けた観測者は、次の観測地点へ移動し、再度観測・投稿を行う
- ※以後手順②、③を決められた時間内に複数回繰り返す。

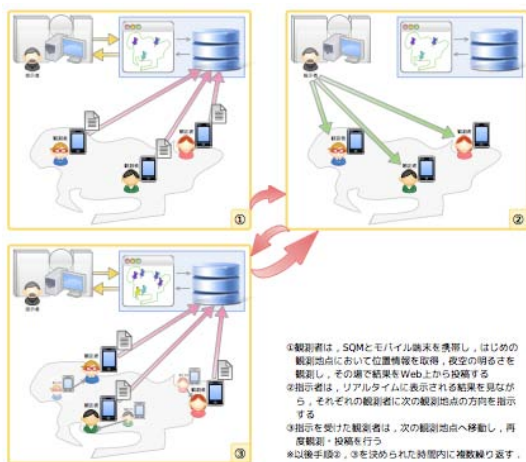


図 1. 観測活動を支援する Web システム

4. 研究成果

(1) 教材開発用天文ニュース可視化 Web システムの開発

天文教育用データベースの基盤を構築するために、Web 上に散在している天文ニュースを集約し、可視化するためのシステムの開発を実施した (図 2)。本システムでは、国立天文台などが提供している最新の天文ニュースを半自動的に収集することができる。また、収集された天文ニュース群を学芸員が編集・管理することによって、プラネタリウムのための教育番組制作など教材開発に寄与することを目的とした基盤機能の開発を行った。

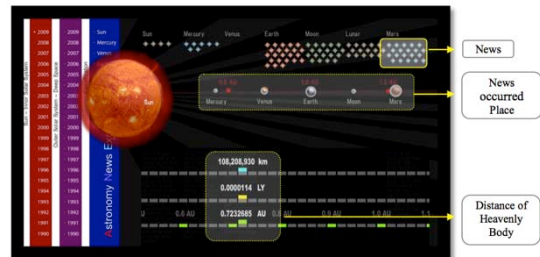


図 2. 天文ニュース可視化 Web システム

(2) 学芸員の生解説と展示をつなぐモバイルガイドの開発

開発したモバイルガイドは、プラネタリウムのテーマとそれに関連する展示を並べた「テーマ一覧ページ」、ゾーンごとに展示室の展示を並べた「展示一覧ページ」、それぞれの展示に関する情報を示した「展示解説ページ」から構成される。来館者は「テーマ一覧ページ」か「展示一覧ページ」のどちらかを利用して、情報を見たい展示を選択し、「展示解説ページ」で解説の文章やビデオを閲覧する (図 3)。

「展示一覧ページ」と「テーマ一覧ページ」は、画面の下段にあるタブを用いて切り替える。



図 3. 展示一覧ページのインターフェース

「リスト一覧ページ」、「テーマ一覧ページ」から展示を選択すると、おのおのの展示の

展示解説ページに遷移する。展示解説ページでは、「学芸員の見どころビデオ」,「展示作品のねらい」,「知識プラスワン」の3つのコンテンツが表示される。最初は展示の写真と3つのコンテンツの名称だけが、リストで表示されている。その中から見たいコンテンツを選択すると、リストが下に開いてコンテンツの中身が表示される。「展示作品のねらい」と「知識プラスワン」の場合は、解説の文章や写真、図が表示される。「学芸員の見どころビデオ」では、その展示に関するビデオが、一覧でサムネイル画像とともに表示される。さらに、その中から見たいビデオを選択すると、自動的にプレーヤーが起動して、ビデオが再生される(図4)。



図4. 展示解説ページのインタフェース

本システムを一般来館者に使ってもらい、ガイドを使うことで展示物の理解は深まったか、等のアンケート調査を実施した。その結果、多くの来館者が理解は深まったと答え、本システムの有効性が実証された(図5)。

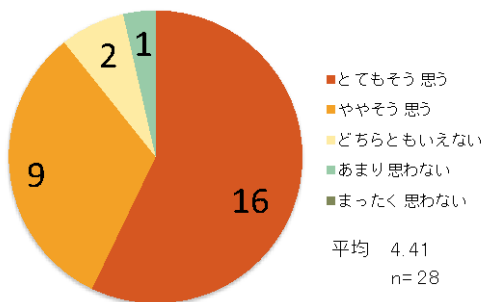


図5. 一般来館者による評価結果

(3) 観測活動を支援するWebシステムと展示教材の開発

図6は、試作した観測データの投稿画面である。観測者は、Web ページにアクセスし、投稿ページにおいて「位置情報を取得する」ボタンを押すことで、簡単に現在位置を取得することができる。位置情報は、JavaScript で位置情報を取得するAPIであるGeolocation APIを用いて取得している。



図6. モバイル端末からの投稿インタフェース

実験には、GALAXY Tab(7インチ)を使用し、観測者に対して一人一台ずつ貸し出した。なお、実証実験を実施するにあたり、操作手順を記した紙媒体の実験マニュアル(A5サイズ、全14ページ:付録参照)を作成し、代表者に対して実験マニュアルを参照しつつ実験端末を用いて使い方のレクチャーを行い、その後、観測者に実験端末を貸し出す際に観測者同士で操作のレクチャーを行い、実験当日まで各自予備投稿などを行うことでスムーズに実験を実施できるよう準備を整えていただいた。

実証実験の実施日は、通常の夜空の明るさ観測と同様に、対象期間を約2週間(2011年11月18日から11月30日)設け、期間中よく晴れた日に、担当者の判断によって実施の連絡を行うという方法をとった。また、実験中の指示や観測者同士のコミュニケーションは、主にメールを用いて行い、今後観測結果を様々な活用できるように、それぞれの観測地点において実験端末のカメラアプリを用いて周辺環境の撮影も行った。

実証実験を実施した結果を、図7に示す。なお、実証実験により、試作したWebシステムが問題なく動作することが確認され、結果として、39地点(42投稿)のデータを取得することができた。



図7. 実証実験結果マップ

観測結果と基とした教材展示物を、2012年12月20日(木)閉館後の展示室へ導入した。展示に興味を持ち、星座を探して見ようと思った来館者が携帯電話を準備し、QRコードを読み取るために十分な時間を持たせるために、最後の星座観察のおすすめ画面については、他のスライドよりも長く表示することにした(図8)。



図8. 観測データを基にした教材展示

(4) ダイナミック教材管理システムの開発
ウェブ教育システムにおいて、作成された教材を複数の教育者が動的に進化させる機能の基盤を開発した。図9に示すとおり、教授者Aが作った教材Aにさらに例題を付加することで、新たな教材A1を作り出す。また、教授者Bが作成した教材Bと連携して新たな教材ABを創り出すことができる。このような動的に進化させる教材は、教育現場での臨機応変な指導に役立つものと考えている。また、教材のバージョンを管理するためには、図10に示すような管理機能が不可欠であり、その基盤を開発した。

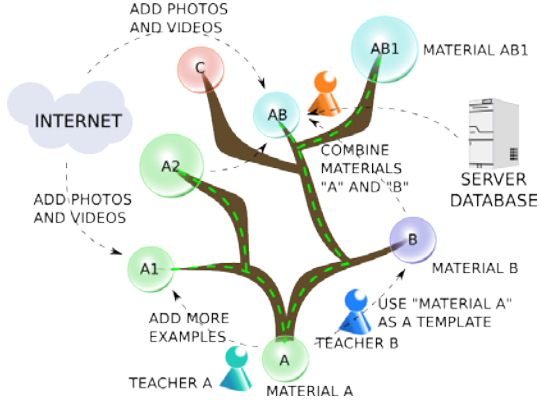


図9. 教材の進化の様子

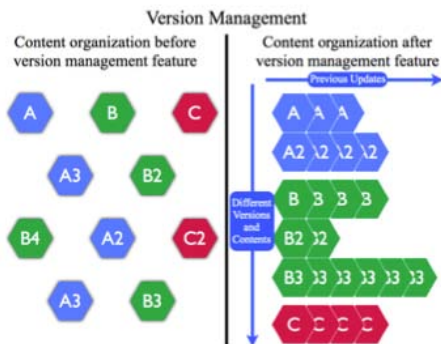


図10. 教材バージョン管理

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① George Moroni Teixeira BATISTA, Mayu URATA and Takami Yasuda: The Dynamic Teaching Materials System: a way to make teaching materials evolve, Int. J. Knowledge and Web Intelligence, 査読有, Vol.3, No.4, pp.343-360, 2012.12.
- ② Kumiko IWAZAKI, Masato GOTO, Misato WAKATA, Katsuhiro MOURI and Takami YASUDA: Development of digital science museum based on visitors' memories, 査読有, Journal of Socio-Informatics, Vol.5 No.1, pp.27-36, 2012.9.
- ③ Yulin CHEN, Mayu URATA, Katsuhiro MOURI and Takami YASUDA: Developing Integrated Astronomy News Information System based on Curatorial Knowledge and Content Management, 査読有, JOURNAL OF COMPUTING, Vol.4, No.2, pp.154-163, 2012.3.

[学会発表] (計23件)

- ① George Moroni Teixeira BATISTA, Mayu URATA and Takami YASUDA: Fundamental Functions of Dynamic Teaching Materials System, KES2012, Nagarakawa Convention Center, Gifu, Japan, 23-25 May '12.
- ② Schie HIRAMATSU, Mayu KONDO, Katsuhiko MOURI and Takami YASUDA: Development of a Web-based for Supporting Observation of the Brightness of the Night Sky, Proc. of International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education, and e-Technology (e-CASE & e-Tech 2012), Hong Kong, 30 Mar. -1 Apr. '12.
- ③ Eisuke TAKAGI, Mayu KONDO, Katsuhiro MOURI and Takami YASUDA: Development and evaluation of a mobile museum guide for supporting continuous learning from planetarium to displays, Proc. of International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education, and e-Technology (e-CASE & e-Tech 2012), Hong Kong, 30 Mar. -1 Apr. '12.

- ④ Saulo Pinto de OLIVEIRA, Mayu KONDO and Takami YASUDA: A New Mobile Social Networking and Learning System for Science Museums, Proc. of International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education, and e-Technology (e-CASE & e-Tech 2011), Tokyo, JAPAN, 18-20, Jan. '11.
- ⑤ 近藤真由, 安田孝美: 生涯学習向け天文教育におけるタイムリー性を高めた Web の設計, 情報文化学会第 18 回全国大会講演予稿集 東京大学, 2010 年 11 月 20 日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安田孝美 (YASUDA TAKAMI)
名古屋大学・大学院情報科学研究科・教授
研究者番号：60183977

(2) 研究分担者

横井茂樹 (YOKOI SHIGEKI)
名古屋大学・大学院情報科学研究科・教授
研究者番号：20115744

(3) 連携研究者 なし

()

研究者番号：