

「球形立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラムの発展的開発と実施」の成果について

研究 開発 体制	主管研究機関	京都大学	研究 開発 期間	平成25年度～ 平成27年度 (3年間)	研究 開発 規模	予算総額(契約額) 4.1億円		
	共同研究機関	情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構、静岡大学		1年目		2年目	3年目	
				2.0億円		1.0億円	1.1億円	

研究開発の背景・全体目標

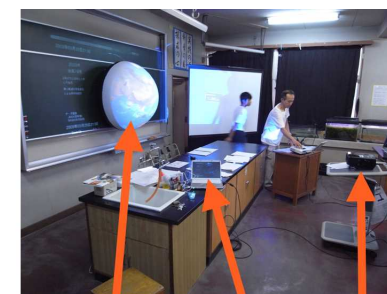
代表者らによって平成23年度までの宇宙利用促進調整委託費の支援によって開発された球形立体表示装置「ダジック・アース」を用いた宇宙地球教育プログラムは学校・科学館等において利用が始まっていた。しかしながら、その利用が進むにつれて、より幅広く利用され、人材育成に繋げていくためには、いくつかの解決すべき課題点がある事が明らかになった。そこで、本研究開発では、将来の宇宙地球科学・宇宙開発に携わる人材を、更に広く育成する事を目的として、これらの課題点を解決するための発展的な開発と環境整備を行い、学校及び科学館等の場において宇宙地球教育プログラムの幅広い実施を行なった。そのために、本研究開発では、3年間で達成する以下の4つの目標を設定した：(1)学校や科学館などで容易に使える立体表示システムの開発(2)宇宙からの地球観測データ、月・惑星データ、天文データなどを用いた立体表示コンテンツの作成(3)球形立体表示システムとコンテンツを用いた宇宙地球教育プログラムの開発(4)宇宙地球教育プログラムの実施と、その結果を受けて(1)、(2)、(3)の改善。

研究開発の全体概要と期待される効果

上記の目標の達成のため、本研究開発の実施内容は、①「立体表示システム開発」、②「宇宙地球立体表示コンテンツ作成」、③「立体表示システムを用いた教育プログラム開発」、④「教育プログラムの実施とそれによる改善」の4つからなる。それぞれの内容について、主な実施担当機関を右の図で示した[NICT: 情報通信研究機構、JAXA/ISAS: 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所]。本研究開発予算と時間に制限のある学校教育や小規模科学館においても、簡単かつ予算的に少ない負担で、宇宙と地球に関する魅力的な授業と展示を実施出来るシステムとそれを用いた教育プログラムを開発し、それを実施する事で、若年層を中心とした人々の宇宙科学技術の成果に触れられる機会を増やし、将来の宇宙科学技術を担う人材を育成するものである。宇宙から得られた多くのデータを実感できる形で表示する事により、どのようにして宇宙を利用した地球惑星の観測が行われているのか、という宇宙技術への理解と、どのようなことが宇宙・地球・惑星で起こっているのか、という宇宙地球科学への理解を深める事が出来ると期待される。

「国民との科学・技術対話」の推進に関する取組について

本研究開発は、教育プログラムの開発とその実施を目的とすることから、開発された教育プログラムの学校・科学館などにおける実施等による成果の国民に向けた発信などの活動は数多く行われた。実施方法としては、一般向け講演会、科学館での展示、学校での授業、教員向けの研修会、文化祭・展示会・科学イベントでの出展などがあり、研究参画者が直接実施した場合と、機材・教材の提供・貸し出しを行い、協力者が実施したがある。研究開発期間中に合計で191回実施された。このほかにもニュースレターの発行や、ホームページ、メーリングリストなどを通じて情報の発信を行なった。

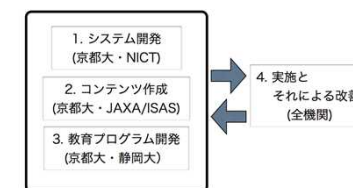


半球スクリーン(風船式)

パソコン

PCプロジェクター

教室での球形立体表示システムの利用の様子



本研究開発の4つの達成目標と主な実施担当機関

① 「立体表示システム開発」

実施内容及び主な研究開発成果

「地球惑星立体表示」で用いられる「立体表示システム」の開発として以下の5項目が実施された。

- ① 立体表示ソフトウェアの改良
- ② タブレット端末対応版の開発
- ③ 簡易卓上型システムの開発
- ④ 授業用簡易型球形スクリーンの開発
- ⑤ 展示用簡易システムの開発

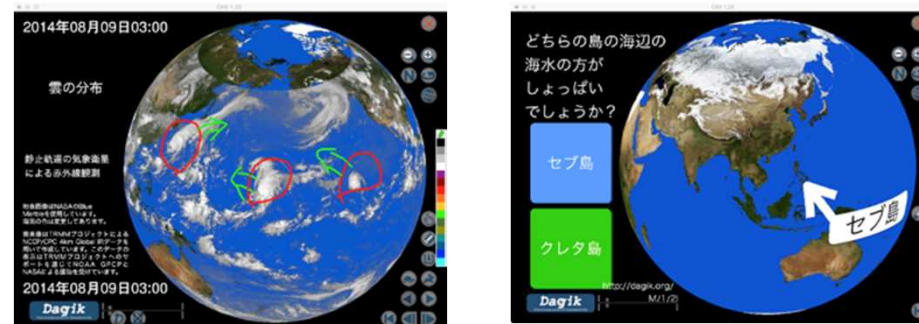
「立体表示ソフトウェアの改良」としては、従来から用いられていたパソコン用の「立体表示ソフトウェア」の改良を行った。主な改良点は：画像の複数レイヤーへの対応、背面からの投影モードの追加、複数のコンテンツを一覧表示するメニュー・ソフトの開発、書き込みモードの追加、2択クイズモードの追加、クリック機能の追加、csvファイルを用いたプロット機能の追加、科学館展示用メニュー機能の改良、キャプションの半透明化など視認性の向上、である。

「タブレット端末対応版の開発」としては、学校においても利用が進んでいるタブレット端末でも「ダジック・アース」が利用できるように、二つのシステムを開発した。一つは、iPadで利用できるアプリ版「ダジック・アース」であり、もう一つはタブレット端末だけではなくWebブラウザが利用できる各種の端末で利用できるWeb版「ダジック・アース」である。

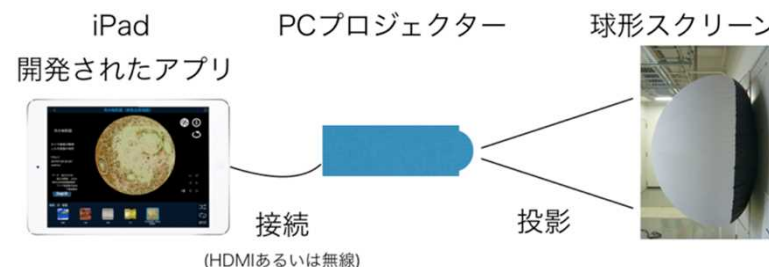
「簡易卓上型システムの開発」としては、理科授業における班ごとでの学習や、理科室などでの常設にのために、小型の地球惑星立体表示システムの開発を行った。このシステムは(有)エバープランニング社から購入可能である。また、学研ステイフル社の「ワールド・アイ」を用いることも可能である。

「授業用簡易型球形スクリーンの開発」としては、学校で用いるための安価な簡易型スクリーン(直径60cm)の作成を行った。半球型ではなく球形とする事で特殊な制作過程がなくなり、素材、大きさ等を最適化する事で従来のものの20分の1以下で作成する事が可能となった。このスクリーンは授業などでの実践に協力してくれる教員などに配布し、「ダジック・アース」の実践の機会を大きく増やした。

「展示用簡易システムの開発」としては、直径2mの風船式スクリーンなどのように簡易ではあるが比較的長期間の展示が可能なシステムの開発をおこなった。スクリーンは風船式のものに加え、背面投影用の半透明ドームの改良を行い、廉価に自作できるものを開発した。



立体表示ソフトウェアの改良:(左)書き込み機能の追加(右)2択クイズモードの追加



タブレット端末対応版の利用形態の概要



開発された簡易卓上型システム



開発された簡易型球形スクリーン

② 「宇宙地球立体表示コンテンツ作成」

実施内容及び主な研究開発成果

「地球惑星立体表示」で用いられる「宇宙地球立体表示コンテンツ」の作成として以下の4項目が実施された。

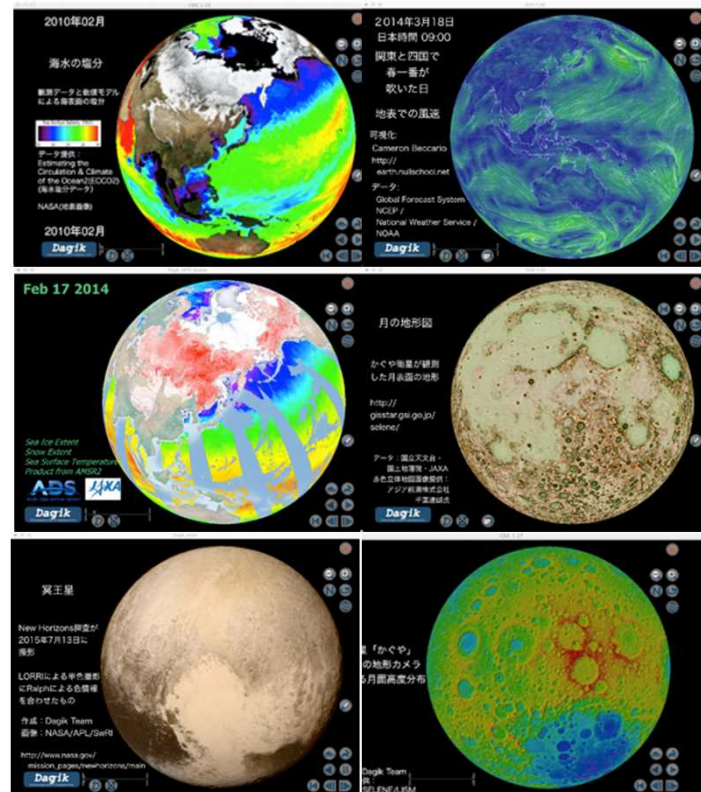
- ① 地球観測コンテンツの作成
- ② 月・惑星・天文コンテンツの作成
- ③ 開発ツールの整備
- ④ 海外での利用のための多言語化

「地球観測コンテンツの作成」としては、地球観測に関するコンテンツを55本作成した。コンテンツの内容は：ひまわり8号の初めての雲画像、2014年8月の雲分布、地表面の風分布(2014年3月、7月、12月)、地表の高低、1900年-2014年の年ごとの地震分布、地震波トモグラフィ、地球の重力分布、地球のジオイド、プレート境界分布、地表の街明かり(高分解能)、太陽から地球に入ってくる放射エネルギー(緯度による違い、地方時による違い、季節による違い)、国際宇宙ステーションからの画像(大気光、ヨーロッパ、オーロラ、夜明けとオーロラ)、2015年のエルニーニョの様子、GNSS衛星の動き、SLR衛星の動き、海水の変化、2016年1月の寒波、2016年3月の皆既日食、世界の地震分布(深さごと)、地軸が60度に傾いた場合の地球の昼と夜、京都から送信した短波電波の届く範囲、ひまわり8号可視光画像、などである。

「月・惑星・天文コンテンツの作成」としては、月・惑星・天文に関するコンテンツを28本作成した。コンテンツの内容は：月の地形、月の重力分布、かぐや衛星による月面地形(アリストアルコス・クレーター、チョコクレーター)、土星の衛星、星座の見え方の違い(北緯35度の1月/3月/6月、北緯69度の6月、1月の緯度による違い、季節による違い)、星の分布(恒星データ、観測画像)、木星大気の動き、火星の地形、冥王星、木星と土星のオーロラ、水星、太陽黒点の様子、「かぐや」による月の観測、などである。さらに、JAXAの科学データアーカイブを利用して、ユーザーが自由に作成できるようにした。そのためのシステム「C3」を開発して、公開した (<http://darts.isas.jaxa.jp/C3/>)。

「開発ツールの整備」としては、コンテンツ開発を容易にするように、ダジック・アースで用いている正距円筒図法への変換ツールなどの整備を行なった。

「海外での利用のための多言語化」としては、海外での利用のためのコンテンツの多言語化を進め、すべての新規開発コンテンツに英語のキャプションをつけた。また台湾の研究者と連携して中国語化を進めた。特に台湾の協力者によってダジック・アースの台湾での利用は広がっており、小学校教員向けの研修会が開催され、ダジック・アースを用いた講演会も数回実施された。また2016年1月からは台湾中央気象局南区気象センターの一般向けの展示室において常設展示も行われている。この展示には台湾のグループが作成した独自のコンテンツも使われている。



新規作成コンテンツの例



台湾中央気象局南区気象センター(台湾南区気象中心)の気象科技展示場での常設展示

③ 「立体表示システムを用いた教育プログラム開発」

実施内容及び主な研究開発成果

「地球惑星立体表示」を用いた教育プログラムの開発として以下の4項目が実施された。

- ① 教育プログラムの開発
- ② 教育プログラムの効果の評価
- ③ 教育センターなどでの研修システムと研修プログラムの整備
- ④ 理科以外の教科への利用

「教育プログラムの開発」としては、「地球惑星立体表示」を用いた地球観測に関する教育プログラムと月・惑星・天文に関する教育プログラムをそれぞれ10件、中学校・科学館などと連携して開発した。これらの教育プログラムは単体のコンテンツを組み合わせることによって、ある単元の学習に用いられるものである。中学校理科第2分野「大気の動き」における利用の指導案の例を右に示した。

「教育プログラムの効果の評価」としては、授業の目標となる事項が身についているかどうか、また球体表示システムによって生徒の科学的理解を促進する効果があるのかという点に着目して、質問紙等によって評価・検討した。

「教育センターなどでの研修システムと研修プログラムの整備」としては、研修に用いられる球形立体表示システムを6セット整備し、教育センター等の「ダジック・アース」の「コア機関/コア・ユーザー」などへの貸し出しを実施した。また、それら「コア機関/ユーザー」による「ダジック・アース」研修プログラムの整備を行った。研修プログラムは(1)ダジック・アースの紹介(2)機器とソフトウェアの使い方の説明(3)使用分野の授業例の紹介、からなる。(1)としては、ダジック・アースの概要と目的、情報の入手先が紹介される。(2)としては、プロジェクター、パソコン、球形スクリーンなどの機器の設置方法と必要とされる性能が紹介される。そして多くの場合はパソコン上で使用するソフトウェア版を中心にソフトの使い方が紹介されるが、研修の目的・対象によってはタブレットでの使用方法についても紹介される。(3)は研修対象によって異なるが、小学校から高校まで幅広く利用される気象分野と天文分野について行われることが多い。それらの内容について対象とする校種に合わせた授業案の概要について紹介される。多くの研修においては受講者が学校において実践できるように、ソフトウェアのDVD、マニュアル、簡易型60cm風船スクリーンが配布された。一部においては実際に機器を操作しながらの研修も行われた。

「理科以外の教科への利用」としては、情報科、美術科・音楽科との連携について検討と試行を行った。また、社会科地理での利用について教員研修会(岡山県高等学校教育研究会地理歴史・公民部会地理分科会冬季研究会)で議論を行い、気候分野や地形のような地理と理科にまたがる領域への利用については現在のコンテンツでも利用可能であるとの意見が出された。岡山県立岡山朝日高等学校竹内直志教員などによって高校における地理の授業での試験的な利用が始められている。

第2学年 理科学習指導案

場 所 別海町立野付中学校 理科室
指導者 教諭 氏家 拓

- 1 単元名 2 分野 気象とその変化 4-1 大気の動き (教育出版)
- 2 本時の目標
 - ・ 地球規模の大気の動きについて、関心を持って調べ、話し合うことができる。【関心・意欲・態度】
 - ・ 低緯度地域と中緯度地域の大気の動きを調べて、赤道付近では東寄りの風が吹き、日本付近では偏西風の影響があることを指摘できる。【思考・表現】
- 3 使用する教材
 - ・ ダジック・アース (ノートPC、プロジェクター、黒板用の1m半球)
 - ・ バレーボールにテープを貼ったもの (地球と大気の層の厚さを示すモデル)
 - ・ 地球儀 (地球モデル)
 - ・ ライト (太陽モデル)
 - ・ ワークシート「大気の動き」
 - ・ ホワイトボードとペン (グループの数)

学習活動	指導上の留意点	備考・評価
1. 大気の層の厚さ、太陽から受けるエネルギー量の違いについて知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気の層の厚さを予想させ、バレーボールにテープを貼ったモデルを提示。高度10kmまでの狭い範囲で、気象現象が起きていることを確認する。 ・ 太陽から受けるエネルギー量の違いについて、地球儀とライトのモデルを提示。これにより、大気の動きができることを確認する。 	
2. 本時の課題を把握する。	<p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">低緯度地域 (赤道付近) と中緯度地域 (日本付近) の大気はどのように動いているか？</p>	
3. 低緯度地域の大気の動きで気づいたことは？個人の考えを書く。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 課題を提示する。 ・ ダジックアースの使用コンテンツは「春の雲の動き」 ・ ワークシートを配布、時間設定をする。(個人で考えを書いた後にグループでの話し合い活動へ) ・ 東から西に雲が動いているので、東寄りの風が吹いていることを確認する。 	※ダジックアース上で赤道の位置を確認する。(机間指導) 記述に困っている生徒には、雲の動きについて、注目する場所を再確認する。
4. グループで考えをまとめてホワイトボードに記入し、発表する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東から西に雲が動いているので、東寄りの風が吹いていることを確認する。 	・ 関心を持って調べ、話し合うことができる。【関心・意欲】(授業観察・ウケット)
5. 中緯度地域の大気の動きで気づいたことは？個人の考えを書く。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ダジックアース上で中緯度地域 (日本付近) の場所を確認。 ・ 再び時間設定をする。(個人で考えを書いた後にグループでの話し合い活動へ) ・ 中国大陸から日本に向かって雲が流れているので、西寄りの風が吹いていることを確認する。 	・ 低緯度で東寄りの風が吹いている(雲が東から西に動いている)こと、中緯度で西寄りの風があることを指摘できる。【思・表】(ウケット)
6. グループで考えをまとめてホワイトボードに記入し、発表する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中国大陸から日本に向かって雲が流れているので、西寄りの風が吹いていることを確認する。 	
7. 地球規模の大気の動きについて確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ NHK オンラインのクリップ動画「地球をめぐる大気」を使用。地球全体の大気の動きを確認する。 ・ ワークシート回収 ・ 次時の予告 	

中学校理科2分野での利用の指導案例

④ 「教育プログラムの実施とそれによる改善」

実施内容及び主な研究開発成果

「地球惑星立体表示」を用いた「教育プログラムの実施とそれによる改善」として以下の5項目が実施された。

- ① DVDとマニュアルの作成とユーザーへの配布と実施
- ② 「ダジック・アース利用登録」の整備
- ③ 開発者らによる授業等の実施
- ④ 会議の実施とフィードバックに基づくシステムの改善
- ⑤ 情報発信

「DVDとマニュアルの作成とユーザーへの配布と実施」としては、「ダジック・アース」のDVDとマニュアルの作成と配布を行い、小中高校教員により、授業での教育プログラムの実施が進められた。平成27年度には、学校教員からのリクエストに応じて、低性能のパソコンでも利用可能な軽量版DVDを作成し、配布した。学校では古いパソコンが使用されていることも多いため、高い解像度の表示が可能な通常版よりも、画質は低いが動作が軽快な軽量版の方が利用しやすいようである。

「『ダジック・アース利用登録』の整備」としては、コア機関、コア・ユーザー、一般ユーザーの3つのカテゴリーに分類して利用者の登録を行い、情報発信と情報共有を円滑に行える体制を整えた。

一般ユーザーとコア機関/ユーザー(ダジックアースの研修などを実施)の登録を進め、利用者への情報発信と情報共有を円滑に行える体制を整え、運用した。登録ユーザーは教員、科学館関係者、研究者、企業関係者など多岐にわたり1,000名を超えている。

「開発者らによる授業等の実施」としては、開発者らによる実施としては、学校(立園部高等学校附属中学校、高崎経済大学附属高校等)・科学館(千葉市科学館、西堀榮三郎記念探検の殿堂、吉田町小さな理科館等)において教育プログラムの実施が行われた。また、教員向けの講習(桜美林大学教員免許更新講習、東京学芸大学における中学校教員研修、神奈川県視聴覚・放送教育研究合同大会での講演等)。

「会議の実施とフィードバックに基づくシステムの改善」としては、フィードバックと改善のために利用者と開発者による会議(研究会)を平成26年3月、平成27年3月には京都で、平成28年2月には東京で「ダジック・アースの開発と利用に関する研究会」として開催した。平成28年の研究会では、一般向けの展示や投影装置を開発している企業による展示も行われ、開発者と利用者を合わせて100名を超える参加者があった。

「情報発信」としては、ホームページ、Facebookを用いた情報発信も同様に進めた。出版物としては「ダジック・アース・ニュース」を2回作成し、最新情報や各地での利用事例の紹介を行った。登録ユーザーのメーリング・リストでも利用状況などの報告が活発に行われている。



平成25年度版DVD、マニュアル、簡易型スクリーン



「地球惑星立体表示」を用いた教育プログラムの実施例

その他の研究開発成果

これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	査読付き 投稿論文	その他研究発表	実用化事業	プレスリリース・取材対応	展示会出展
	国内：0 国際：0	国内：0 国際：1	国内：8 国際：5	国内：4 国際：0	国内：1 国際：0	国内：8 国際：4
	受賞・表彰リスト		平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(理解増進部門) (2015年4月)			

成果展開の状況について

当初目的としていた項目は達成され、格段に利用しやすいシステムが開発できソフト・コンテンツ・ハードのシステムに関する改良を進めることができた。学校、科学館、家庭などの様々な場面に応じて利用できる形を整えることができた。また、利用者と開発者のコミュニティも形成され、両者で活発な活動が進みつつある。

コア機関/コア・ユーザーを中心として実施された教員研修によって、授業での利用が拡大し、1,000名を超える登録ユーザーによって利用が進んでいる。

パソコン(Windows及びMac)で用いるソフトウェア版は、古いパソコンでも用いることができる軽量版と、高解像度の画像を見ることができるフル版の2つを用意し、利用者の環境によって選ぶことができるようになった。タブレット版(iPad)も完成し、パソコンに比べてインストールや操作が容易であるためパソコン操作が苦手な教員でも用いることができるようになった。またウェブブラウザで用いるもの(<http://dagik.org/dow/>)も用意しており、様々な環境で利用が出来るようになった。

本研究開発で作成されたソフトとコンテンツは科学・教育目的に無償で提供されるが、その投影に必要な機材は購入する必要がある。極めて安価な材料費で自作できる方法についても情報を提供しているが、本システムで用いることができる機材の販売も、幾つかの企業と連携して進展した。直径1m以上の風船型スクリーンについては(有)D.P.バルーン、(有)日本気球工業から、多くのサイズと形状のものが購入可能であり、100件以上の購入問い合わせを受けている。背面から投影する卓上型のものについては、小型のものは(有)エバープランニングから、中型のものについては(株)渋谷光学から購入可能となった。

また、科学館での常設展示時も増え、それぞれの科学館の目的と状況に応じた展示が行われている。



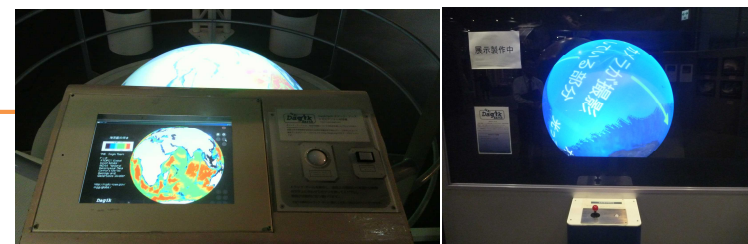
(有)D.P.バルーンによる
直径2m球形スクリーンと
可搬型スクリーン台



(株)渋谷光学による球体投映機
[<http://www.shibuya-opt.co.jp/projector.html>]

今後の研究開発計画

利用者も大きく増えており、今後も継続して研究開発を行っていく予定である。特に以下の3つの「連携」を強めていくことが今後の課題である。(1)研究機関との連携 (2)海外との連携 (3)企業を含む他団体との連携。「研究機関との連携」としては、国内外の研究機関から最新のデータを用いたコンテンツの提供を受けるとともに、それらの機関でのシステムの利用を促したい。現在、JAXA、NICTとは深い連携が来ているが他の研究機関とも同様の連携を深めることにより、システムの充実が図れる。「海外との連携」としては、現在は台湾のグループによって台湾における教員研修、科学館展示での利用などの展開が進んでいるが、他の地域でも同様の展開を進めたい。「企業を含む他団体との連携」については、地球立体表示に興味を持つ団体との連携によって、コンテンツの利用など、より多面的な展開ができると期待される。



科学館での常設展示(左)佐賀県立宇宙科学館(右)大阪市立科学館

事後評価票

平成28年3月末現在

1. 課題名	球形立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラムの発展的開発と実施
2. 主管実施機関	国立大学法人 京都大学
3. 共同実施機関	国立研究開発機構情報通信研究機構、 国立研究開発機構宇宙航空研究開発機構、国立大学法人 静岡大学
4. 事業期間	平成25年度～平成27年度
5. 総事業費	4.1百万円
6. 課題の実施結果	
(1) 課題の達成状況	
「所期の目標に対する達成度」	<p>本課題は、球形立体表示装置「ダジック・アース」の幅広い利用のための発展的開発と環境整備を行い、学校及び科学館等の場においてこれを用いた宇宙地球教育プログラムを展開し、幅広く実施することで宇宙地球科学技術に関する知識と関心を涵養し、将来の宇宙地球科学・宇宙開発に携わる人材を育成する事を目的としている。</p> <p>この目的を実現するために、従来のソフトの問題点の改善、タブレット型端末への対応、卓上型システム、安価な球形スクリーン、簡易システムがそれぞれ開発された。宇宙地球立体表示コンテンツは、地球観測に関するコンテンツ 55 本、月・惑星・天文に関するコンテンツ 28 本が作成され、また、10 件の立体表示システムを用いた教育プログラムの開発、教員研修プログラムの開発と実施が行われた。「ダジック・アース利用登録」は2016年3月時点で1000名以上の登録があり、開発物の改善を開発者と利用者が連携した形で行っている。所期の目標として設定されていた「優れた活用方法の顕彰」を除き、すべての項目の目標が達成されている。</p>
「必要性」	<p>日本の宇宙科学技術人材育成における課題としては、宇宙科学技術の成果が一般市民の生活レベルで十分に認知されていないことが上げられる。そのためには、魅力ある形で成果を還元していくことが必要である。本課題で実施した「球形立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラム」は世界にも例がなく、独自開発が必須であり、かつ予算が限られている教育機関などにおいて無償で利用できるようにするためにも実施必要性の高い課題であった。</p>

「有効性」

これまでの平面に限られた映像投影対象では、いかに3次元的表現を追求しても、見ている者の脳内でどのくらいリアルな3次元として認識されるかは、年齢差・個人差がある。「球形立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラム」では、少なくとも球形の立体物に正確に球面を投影することができ、視覚的認知面での認知のしやすさ（わかりやすさ）を向上している。

「効率性」

「球形立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラム」の開発のために、他領域のメンバーから成る開発チームが形成され、かつ、「ユーザー登録」を実施した事で、利用者の意見が把握され、UI/UX、費用面において利用者の立場に立った改善がなされ、非常に効率の高い実施体制であった。

（2）成果

「アウトプット」

予算と時間に制限のある学校教育や小規模科学館においても、簡単かつ少ない負担で、日本の科学観測データを多く用いた宇宙と地球に関する魅力的な授業と展示を実施できるシステムとそれを用いた教育プログラムが開発された。ソフト・コンテンツ・ハードのシステムに関する改良が進められ、学校、科学館、家庭などの様々な場面に応じて利用者が利用しやすいシステムが開発された。また、利用者と開発者のコミュニティも形成され、両者で活発な活動が進んでいる。

1,208名（2015年度末時点）の登録ユーザーを中心として利用が進んでいる。登録ユーザーの所属構成は小学校22%、中学校22%、高校・その他学校15%、大学15%、研究機関・教育機関・その他12%、科学館8%、企業：6%である。

「アウトカム」

極めて簡単に球形立体表示を実現する本システムによって、簡便なデジタル地球儀という新しいジャンルが開拓されただけでなく、ソフトとコンテンツは科学・教育目的に無償で提供されるなど、教育分野において、相互開発と情報共有を可能にする新しいエコシステムを生み出し、大きな波及効果をもたらした。

（3）今後の展望

利用者も大きく増えており、今後も継続して研究開発を行っていく予定とされている。特に以下の3つの「連携」を強めていくことが今後の課題であるが、それらの達成も現実的である。

（1）研究機関との連携 （2）海外との連携 （3）企業を含む他団体との連携

評価点	
S	<p>評価を以下の5段階評価とする。</p> <p>S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。</p> <p>A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。</p> <p>B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。</p> <p>C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。</p> <p>D) 成果はほとんど得られていない。</p>
評価理由	
<p>本課題は、従来は大規模な科学館でしか見ることができなかった球形立体表示システムを、学校や科学館や家庭で容易に使えるようにしていること、教育関係者を含め多様な連携で多岐にわたる教材開発がなされていることは大変評価できる。また、宇宙データを立体的に可視化するなど、宇宙科学技術の成果をわかりやすく魅力的な内容にまとめ、宇宙地球科学技術に関する知識と関心を涵養し、将来の宇宙地球科学・宇宙開発に携わる人材育成が実践されていることは大きな成果である。以上より、本課題は優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献している。</p> <p>今後、「球体表示システム」の教育効果などの更なる分析、本教材の開発ツールをオープンソース化し、利用が更なる広がることを期待する。</p>	