

天文学芸員による夜空の明るさ観測を支援するための Web システムの設計と構築

平松幸恵*1・浦田真由*2・毛利勝廣*3・安田孝美*1

Email: hiramatsu.sachie@nagoya-u.jp

*1: 名古屋大学大学院情報科学研究科

*2: 名古屋大学大学院国際開発研究科

*3: 名古屋市科学館学芸課

◎Key Words Web システム, モバイル, 天文教育

1. はじめに

天文教育を行なっている学芸員は市街地における夜空の明るさを継続的に観測している。これまで、名古屋市科学館でも同様に夜空の明るさ観測を継続的に行なってきたり、その観測結果を市民に対してわかりやすく伝え、本物の夜空に興味を持ってもらいたいという願いを持っている。しかし、市民が理解しやすいように観測結果を伝えるためには、同時刻に多くの地点の結果が必要であるが、名古屋市科学館では少人数で観測を行なってきたため、現状では難しい。

そこで本研究では、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を目的とし、学芸員の観測活動を支援するための Web システムを提案し、開発した。本システムでは、モバイル端末に搭載されている GPS 機能を利用することで、学芸員は簡単に観測地点の位置情報を取得し、観測結果を手軽に投稿することができる。また、多くの市民がよく知っているランドマークなどがある地点の周辺を中心に夜空の明るさ観測を行い、観測結果を公表する際に、市民が結果をより身近に感じ、夜空に対する興味・関心を高められるよう観測方法を工夫した。

本稿では、開発したシステムの有効性を確認するため、名古屋市科学館学芸員及び天文指導者クラブに所属する観測者を対象に行った実証実験の報告を行う。また、実証実験後に実施したアンケート評価から得られた意見などからの考察をもとに、観測結果の公表方法や、観測結果を用いた天文教育の一例の提案も行う。

2. 研究の背景と目的

2.1 科学館による観測活動と結果の公表

これまで、世界中の様々な研究機関や団体によって夜空の明るさ観測が行われてきている。観測方法や手段は複数あり、観測方法については、環境省が主催している全国星空継続観察(スターウォッチング・ネットワーク) ①のような市民参加型の方法や、天文分野の専門家や研究者によって観測する方法などがある。また、観測手段については、フィルムカメラを用いた夜空の撮影による観測や、肉眼での星座観察による観測や、その他各種計測機器を使用した観測などがある。

夜空の明るさ観測は、科学館の天文学芸員らによ

ても継続的に行われている。名古屋市科学館では、1985年から市街地で星が見えにくい現象の調査や研究を行なってきたり、その主要原因を、上に漏れた市街光による夜空の明るさであることを明らかにし、さらに実態調査を続けている②。その観測は、名古屋市科学館の天文学芸員と名古屋市科学館天文指導者クラブ (ALC) メンバーにより、フィルムカメラを用いて行われている。また、2007 年からは、夜空の明るさを簡単に計測することができるスカイクオリティメーター(図 1)という計測機器を用いた観測も同時に行なっている③。



図 1 スカイクオリティメーター

また、名古屋市科学館では観測結果や夜空の明るさにより市街地では星が見えにくくなっていることや、その対策方法などを多くの市民に理解してもらうために、日常的に様々な活動を行なってきたりもいる。その方法は、プラネタリウムにおいて、市街地と山奥の星空を見せながらその違いを解説したり、展示室において、市街地で星が見えにくい原因である市街光の反射をわかりやすく実体験できる装置を展示したり④というものである。また、2002 年には、市民参加型の観測イベントを行った。

2.2 野外調査における位置情報技術の利用

近年、GPS 機能付きなどの高機能な携帯電話が広く普及し、更にスマートフォンの普及により GPS 機能を使用した多種多様なサービスなどが提供されている。この GPS 機能を搭載した携帯電話やスマートフォンの普及により、これらを利用することで、様々な調査研究をより簡単・自由に行うことが可能となってきた。

林らの研究によると、数メートルの誤差も許されな

いような場合には補助的に利用し、地図を用いた位置取得方法を用いることが必要であるとしながらも、多くの場合には携帯電話やGPS機能の付いたカメラを位置情報の取得に利用することは有望であるとされている。また、林らの研究では、文化的な題材を用いて調査研究を行ったが、環境調査などでも利用が可能であり、多くの野外における調査でこれらの技術が利用できるのが汎用的なものであることがいえるとも述べられている⁶⁾。

実際に、2006年から毎年開催されている市民参加型で世界規模の夜空の明るさ同時観察キャンペーンであるGLOBE at Night[®]では、GPS機能をもったスマートフォン等から開くだけで自動的に緯度・経度を取得するウェブアプリが導入され、ウェブアプリ上から観察報告をすることが可能となっている。

2.3 本研究の目的と課題

本研究では、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を目的に、天文学芸員の観測活動を支援するためのWebシステムを開発する。観測手段は、スカイクオリティメーターを用いた夜空の明るさ観測とし、Webシステムは、これまで筆者らが開発し、名古屋市科学館での観測活動において使用されてきたWebシステムを一部改変する⁷⁾。

名古屋市科学館では、2.1で述べたように、長年にわたり名古屋市と市の近隣地域における夜空の明るさの実態調査を続け、様々な方法で市民に伝える活動を行ってきた。小原らが、地域の博物館は、地域に関するさまざまな情報の集約と発信がこれからも求められている⁸⁾と述べているように、来館者の多くが地域住民である科学館の天文分野では、普遍的な天文現象や惑星などについての展示・教育だけでなく、地域の環境や天文情報について知らせることも重要な役目の一つであると考えられる。したがって、地域の環境について調査を行なっている夜空の明るさ観測の結果を、市民に対してこれまで以上に発信することが必要であり、そのための有効な発信方法も考えることが必要である。

また、近藤らによると、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おり、天文学芸員は、科学館来館者が科学館での体験をもとに本物の星空を眺めることを一つの理想と考えている⁹⁾としている。本研究の実証実験で行う観測においても、地域の夜空の明るさ観測の結果を知らせることで、一人でも多くの市民が、実際に自らが住む地域の星空を見上げてみようと思う動機付けができるような工夫が必要であると考えられる。

3. 観測方法の提案とWebシステムの試作

3.1 観測方法の提案

まず、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観測方法を提案し、その手順①～③を以下に示す。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割り当て、観測地点については、市民にとって身近な地点を観測者が選定することとした。

観測手順

- ① 観測者は、スカイクオリティメーター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。

3.2 Webシステムの試作

3.1で提案した方法の観測を可能にするためにWebシステムに必要な機能として、投稿機能と表示機能と新着状況共有機能の3つの機能を考え、試作した。それぞれの機能について、順次説明する。

3.2.1 投稿機能

図2は、観測データの投稿画面である。観測者は、ウェブページにアクセスし、「位置情報を取得する」ボタンを押して観測地点の位置情報を取得、スカイクオリティメーターによって計測した夜空の明るさの数値と、観測地点の情報などを入力し「送信」ボタンを押して送信する。



図2 投稿画面

3.2.2 表示機能

図3は、投稿された観測結果が表示されるマップ表示画面である。それぞれのマーカーをクリックすることで、詳細情報を見ることができる。



図3 マップ表示画面

3.2.3 新着状況共有機能

図4は、新着状況共有画面である。全観測者の投稿

データを新着順に 10 件、表形式で表示している。これにより、指示者だけでなく、観測者がそれぞれ、お互いの観測状況を把握することができる。



図 4 新着状況共有画面

4. 実証実験

試作した Web システムの有用性を検証するため、実証実験を実施した。今回の実証実験では、(1)モバイル端末の GPS 機能を用いて正常に位置情報を取得することができるかどうか、(2)夜空の明るさの変化の影響があまりないと考えられる時間内に何地点の観測データを取得することができるかの 2 点について、主に検証することにした。

4.1 実験概要

実験概要を、表 1 に示す。また、図 5 は、実証実験前に、配布したマニュアルを見ながら、使い方のレクチャーを行なっている様子と、実証実験に使用した端末が並べられている様子である。

表 1 実験概要
実験概要

被験者	学芸員と ALC メンバー観測者 10 名
実施日時	2011 年 11 月 26 日(土) 21 時~22 時
使用端末	GALAXY Tab
実験方法	Sky Quality Meter とタブレット端末を用いた夜空の明るさの同時観測
実験手順	観測者の他に、指示者を 1 名指名しておく。各々自宅付近から開始する。 1. 観測者は Sky Quality Meter で夜空の明るさの数値を計測、タブレット端末を用いて投稿する 2. 指示者から次の観測地点を指示する連絡が届いたら観測者はその地点へ移動する 3. 観測者は次の地点で再度観測、投稿する (2 と 3 を時間内に可能な限り複数回繰り返す)



図 5 使い方のレクチャーの様子(左)と使用した端末(右)

4.2 実験結果

実証実験を実施した結果を、図 6 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 6 実験結果

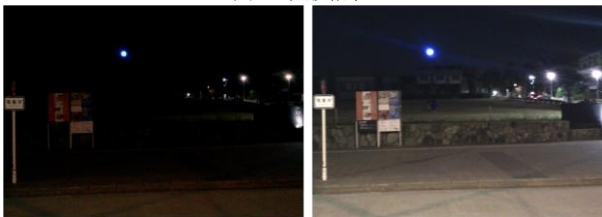


図 7 観測地点の周辺環境の一例

5. 評価と考察

5.1 アンケートによる評価

被験者に対するアンケートによる評価で得られた結果を、以下に示す。

なお、アンケートへの回答は、5段階評価 {(そう思う) 5・4・3・2・1 (そう思わない)} とし、自由記述欄も設けた。

表 2 では、タブレット端末の GPS 機能を用いて正常に位置情報を取得することができたかどうかの結果を示している。

表 2 正常な位置情報の取得に対する評価

質問項目	結果
正常に GPS の位置情報を取得することができましたか。	はい 2 名 いいえ 7 名

表 3 では、試作した Web システムのインタフェースや機能に対する評価から得られた結果を示している。

表 3 システムのインタフェースや機能に対する評価

質問項目	結果
1.投稿フォームは、入力しやすかったですか。	2.6
2.表示マップは、見やすかったですか。	2.4
3.新着状況ページは、見やすかったですか。	3.3

表 4 では、本実証実験全体に対する評価から得られた結果を示している。

表 4 実証実験全体に対する評価

質問項目	結果
1. 観測場所ではタブレット端末を使って投稿できることは、PCや携帯電話から投稿することに比べ、便利だと思いますか。	4.3
2. 他の観測者の状況を把握することができるということは、同時観測を行う際に役に立つと思いますか。	4.7
3. 来館者の身近で有名な場所のデータをまとめて展示することは、光害について正しく理解してもらうために有効だと思いますか。	4.9

また、自由記述欄によって得られた意見を抜粋し、以下に示す。

- ① 他にどのような機能などが必要だと思うか
 - 互いのコミュニケーションのためのチャット機能
 - マップで観測者毎の表示切り替え
- ② 実験の詳細や流れなどの改善点等
 - 位置情報取得時にすぐに確認できると良い
 - 事前に観測点を決めておくとより多くの地点を観測できたり、下見をして観測時間を短くできるので良いのでは
 - 短時間でこれだけの観測点を得られ、とても良かった
- ③ 観測結果のどんな情報をどのような形で表現したら良いと思うか
 - 街の中で星を見るおすすめスポットを地図上にエリアで表示
 - 自分の家の近くでよく星が見えるところを知りたい
 - 科学館のHPに情報を表示する
 - 他の地域（近隣）と比較したい
- ④ 来館者の方にどんなことを伝えたいと思うか
 - 市内でも工夫次第で星は見れる
 - 自分の住んでいる環境がどのような状況かをつかんでもらう
 - 地域による空の明るさの違いはどうして生じているのかを考慮を通して、空に明かりをもらさない生活方法について思いを巡らせてほしい
 - これをきっかけに、本物の空を見上げていただきたい

5.2 考察

実験により 1 時間の実施時間において 1 人あたり 3 ～4 地点の多数の観測データを収集することができたこと、また実証実験全体に対する評価(表 4)において、一貫して高い評価を得ることができたことから、試作した Web システムを利用することで、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ことが示された。

しかし、正常な位置情報の取得に対する評価(表 2)にあるように、GPS 機能を使用して正常に観測地点の位置情報を取得することができなかつた人が多数おり、実際に数百メートルのズレも見られたことから、今後は自由記述②で得られた意見にもあるように、位置情報を取得した後に細かく位置を修正できるようにしたり、事前に観測点を決め、位置情報を登録しておく、観測時には観測地点を選択するだけにしたりという改善方法が必要であると考えられる。また、システムのインタフェースや機能に対する評価であまり高い評価を得られなかつたことから、端末に合った入力しやすい投稿フォームや自由度の高い表示マップなどへとインタフェースの改良を行うことも今後の課題である。

さらに、自由記述③で得られた意見にもあるように、今回の実証実験より更に多くの観測地点のデータを集めて分析し、観測地域の中で星を見るおすすめスポットを地図上に表示して展示室の展示物や Web 上で閲覧できるようになど、市民がわかりやすく、より自分の住む地域の星空環境に興味関心を持てるような見せ方を考えていきたい。

その際、自由記述④で得られた意見のように、市街地での星の見やすい場所の見つけ方のテクニックやより見やすい星の観察方法など、天文の専門家である学芸員ならではの付加価値を与えられるような工夫をし、また同時に、地域の観測結果を伝えることをきっかけに、市民に本物の空を見上げてほしい、なぜ夜空が明

るく、地域による違いが生じるのか、空に明かりをもらさない生活方法など考えてほしい、といった学芸員の願いを大切に、効果的に伝える方法も考えたい。

6. おわりに

本研究では、市民に対して夜空の明るさの現状を伝え、より多くの人に本物の星空を見上げて欲しいという天文学芸員の願いとそのため学芸員らの観測活動を支援するため、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な Web システムを、名古屋市科学館の天文学芸員との共同研究によって開発した。実証実験の結果から、GPS 機能を用いた正確な位置情報の取得方法や、インタフェースの改良など様々な今後の課題が明らかとなったと同時に、開発した Web システムが有用であることが示された。

今後は、システムの改良を行い、再度実証実験を実施すると共に、観測結果の効果的な伝え方について考察し、小原らが必要性を述べているように⁸⁾、地域住民とともに夜空の明るさの観測調査を行う方法なども考えていきたい。

謝辞

本システムは、名古屋市科学館の学芸員との共同研究のもと開発をしています。実証実験にご協力いただいた、名古屋市科学館学芸員の皆様、天文指導者クラブの皆様にも、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。また、実証実験の際、モバイル端末の提供をしていただいた NTT ドコモ東海(株)様にも、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。尚、本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金によります。

参考文献

- (1) スターウォッチング・ネットワーク-全国星空継続観察 | 環境省 こどものページ : <http://www.env.go.jp/kids/star.html>
- (2) 毛利勝廣, 山田吉孝, 野田学, 鈴木雅夫, 北原政子, 名古屋市科学館天文指導者クラブ: “光害の展示制作と市民参加による実態調査”, 名古屋市科学館紀要 30, pp.1-5 (2004).
- (3) 毛利勝廣, 小林修二, 大西高司, 鈴木雅夫, 野田学: “光害調査新手法の開発”, 名古屋市科学館紀要 34, pp.54-57 (2008).
- (4) 毛利勝廣, 山田吉孝, 野田学, 鈴木雅夫, 小林修二, 北原政子: “「市街光と星空」展示制作”, 名古屋市科学館紀要 32, pp.18-21 (2006).
- (5) 林良雄, 佐々木重雄, 上田晴彦: “野外調査における情報技術の利用方法に関する検討-秋田市内の石敢當の調査を例にして-”, 秋田大学教育文化学部研究紀要. 自然科学 66, pp.29-35 (2011).
- (6) GLOBE at Night : <http://www.globeatnight.org/>
- (7) 平松幸恵, 近藤真由, 毛利勝廣, 安田孝美: “光害観測活動支援のための Web システムの構築”, PC Conference 論文集 2011, pp.164-167 (2011).
- (8) 小原巖, 大堀哲, 酒井一光, 佐々木享, 塚原正彦, 廣瀬隆人, 降旗千賀子, 守井典子: “博物館展示・教育論”, p.111, pp.95-97, 樹村房(2000).
- (9) 近藤真由, 後藤昌人, 岩崎公弥子, 安田孝美: “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”, 情報文化学会誌 16(2), pp.52-59 (2009).