

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 30 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25780541

研究課題名(和文) 触星図作成システムと触る星座早見盤の開発

研究課題名(英文) Development of Tactile Star Wheel and Tactile Star Chart System

研究代表者

山口 俊光 (Yamaguchi, Toshimitsu)

新潟大学・自然科学系・特任助教

研究者番号：40554283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：触星図自動作成システムを新しいサーバへ移行し、インタフェースを最新版へと変更した。新しい立体コピーシステムを用いた触る星座早見盤を製作した。これは、触知点と線の検出と識別がしやすい、カラーが印刷できる、耐久性に優れるなどの特徴を有する。星の等級の違いを触知点記号の大きさの違いで表現するため、大きさの違いを十分に弁別できる点記号の組合せを視覚障害者及び晴眼者を対象とした実験で求めた。視覚障害者向けの総合イベントにおける展示、盲学校/視覚特別支援学校への送付、富山県立大学における製作ワークショップの開催など、触る星座早見盤の成果普及を積極的に行った。

研究成果の概要(英文)：The tactile star chart system was moved to the new server and its interface was modified with the newest Web technology.

A new type of tactile star wheel was developed using Casio's new 2.5D printer. Its features are easy-to-detect tactile symbols, beautiful color printing, and good durability. Our tactile star wheels represent stars as tactile dot symbols and star magnitude is represented by the symbol diameter. We conducted an experiment with both blind and sighted subjects and found highly discriminable combinations of tactile dot symbols on swell paper. We made a lot of outreach efforts such as an exhibition at a nationwide event for visually impaired people and their supporters, presenting tactile star wheels to schools for the blind, and holding a craft workshop at Toyama prefectural University.

研究分野：支援技術

キーワード：視覚障害 触星図 立体コピー 触知覚 大きさ弁別 教育工学 ユニバーサルデザイン

1. 研究開始当初の背景

1.1 触星図作成システム

盲学校における理科教育(地球と宇宙)や、天文台や科学館のユニバーサルデザインのために、触れる星図(以後、触星図と呼ぶ)が用いられる。触星図とは、星と星座線を紙面から浮き上がらせて触知可能とした図である。この触星図を、星空の写真や図をもとに手作業で作るには、星の数が多いことから大変な手間と長い時間を要する。様々な観測年月日、観測時刻、観測地点、観測方向から見た星図を作ろうとすると、その手間は更に増大する。

一方で、現在では恒星に関する情報がデータベース化されており、これを触察に適した形式でレンダリング(描画)することができれば、触星図の作成が一瞬でできるようになる。種々の観測条件における星図の作成も、条件を入力するだけの手間で対応できるようになる。そのような触星図作成システム(Web ペースのアプリケーションソフトウェア)の基本的な機能を筆者らはこれまでに試作してきた。

しかし試作システムには、星座や星野を指定する方法ごとにインタフェースと使い勝手が異なるというユーザビリティ面の問題があった。このため、利用者の意見を聞きながらインタフェースの統一を図る必要があった。

また、触星図の作成者には、触って分かりやすい星図とするために適切な星の大きさ、星座線の太さ、星と星座線の間隔、印刷する星の等級などの設定値を知りたいという要望がある。すなわち、触星図の触察に適した設定値を実験を通じて求める必要があった。

1.2 触る星座早見盤

星座早見盤は携帯性に優れ、夜間の屋外でも簡単な操作で特定の日時に見える星座を表示できる。この星座早見盤を触知可能にする試みは海外では例が見られるが(SEE: space exploration experience)、その Web サイト上の情報をもとに再現してみると、触知に適したサイズとは言い難かった。

一方、日本の事情について、天文教育のユニバーサルデザインに関わる方に話を聞くと、触る星座早見盤の制作が検討されたことはあるが、触知性を持たせつつ、携帯性や情報量を担保できるか、更に、北極星周辺や地平線付近で歪んだ星座を触って理解できるかなどの論点が検討されたが、制作には至っていないことが分かった。実際、Web で検索をしても制作例は見当たらなかった。

近年では視覚障害のある生徒を星空観察会に参加させることもある。そのような機会に触る星座早見盤があると、参加者も星空の説明を理解しやすい。天文台や科学館内のプラネタリウムを使った星空の説明の機会においてもこれは同様である。このような背景から、触る星座早見盤の開発ニーズがあった。

2. 研究の目的

(1) 触星図作成システムの開発

作成対象(星座、星野)の選択方法ごとに異なっていたインタフェースを統一し、使い勝手を向上させたシステムを再開発する。

(2) 触星図の触知性に関する実験的検討

触知に適した星の大きさ、星座線の太さ、星と星座線の間隔などの値を実験を通じて求める。

(3) 触る星座早見盤の開発

触察に適した盤のサイズ、掲載する星/星座、天頂・地平線付近でのデフォルメ方法などを検討した触る星座早見盤を開発する。

3. 研究の方法

3.1 触星図作成システムの開発

試作済みの触星図作成システムは、(1)星座名を選ぶインタフェース、(2)星空観測条件をテキストで入力するインタフェース、(3)星図をドラッグして決定するインタフェースの3種類があり、これらが個別のサイトとして開発された。一方で、これらに共通する触図条件の設定画面は一部のインタフェースのみに付いていた。

この状況を整理し、使い勝手を向上させるため、(1)トップ画面を作成し、ここから触星図作成方法を利用者が選べるようにし、(2)触図条件の設定画面へ3種のインタフェースのいずれからもアクセスでき、かつ前回の設定が保持されるようにする。このような Web アプリケーションを開発する。

触星図作成システム内の用語を英語に翻訳することで海外の利用者にも使えるようにする。

3.2 触知覚実験

星図の触知性に関する実験として、次のものを予定している。

(A) 容易に弁別できる星の大きさの種類

(B) 適切と思われる星座線の太さ

(C) 適切と思われる触知記号間隔

このうち触星図の触察において最も重要な(A)は一般的な心理物理実験の手順に従って行う。他方で、(B)から(C)については、設定を変えてすぐに作成できるシステムの利点を生かし、複数の設定による触星図を視覚障害者に触ってもらいながら決定していく。

3.3 触る星座早見盤の開発

早見盤のサイズ、星座の数、星の数、早見盤周囲の日時を設定する歯車の形状など、決定事項が多く系統的な実験を行うには時間がかかりすぎるため、視覚障害者に触ってもらいながら試行錯誤的に試用を決定していく方針とする。このために、様々な仕様での制作が容易な立体コピーを用いる。

1年目の試作により早見盤の仕様が決定したら、カラーで耐久性のある印刷版の早見盤を開発する(立体コピー用紙は、基本的に白

黒印刷のため審美性が低い。また、触知部分の耐久性が低いという問題がある。使いたいという気持ちにさせるには、これらの問題を解消する必要がある。厚紙へのカラー印刷、及び触察のためのUVインクのシルクスクリーン印刷を伴うため、専門の印刷業者に作業を委託する予定である。

4. 研究成果

4.1 触星図作成システムの開発

触地図自動作成システムを新しいサーバへ移行し、その際にインタフェースを現代版の新しいものへと変更した。

ユーザインタフェースを整理し、閲覧者が使用しているブラウザに合わせてレイアウトが変化するレスポンシブなデザインを採用した。星座名、星座境界線の有無・太さ、星座線の太さ、星と星座線の間隔、表示する星の等級、縮尺を指定して触星図を生成することができるようになっている。

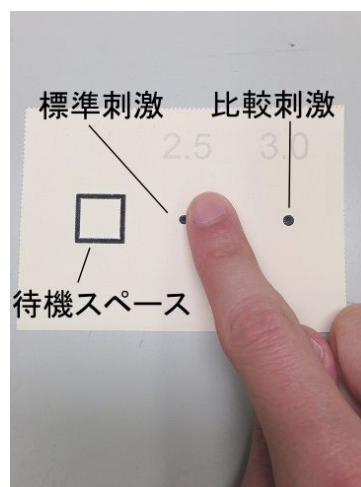
生成された触星図は PDF でダウンロードできるようになっているので、製作者はそれをカプセルペーパーに印刷して立体コピー機で現像し利用者に提供できる。



システムのスクリーンショット

4.2 触知覚実験

触わる星図においては星の等級の違いを円形の触知点記号の大きさの違いで表現している。そこで、大きさの違いを十分に弁別できる点記号の組合せを求めるため、立体コピーにより作製した円形触知点記号の弁別閾を視覚障害者で調べた。実験に用いた刺激は、直径が異なる9種類の円形触知点記号(直径1mm~5mm、0.5mm刻み)である。これを一対比較によって大きい方を回答させる実験を行なった。その結果、直径が1.5mmから3.5mmの円形点記号の弁別閾は約0.5mmから約0.7mmだと分かった。この値は先行研究の弁別閾よりも小さくなっている。得られた知見は、触星図作成システム、及び触る星座早見盤へ反映させる。

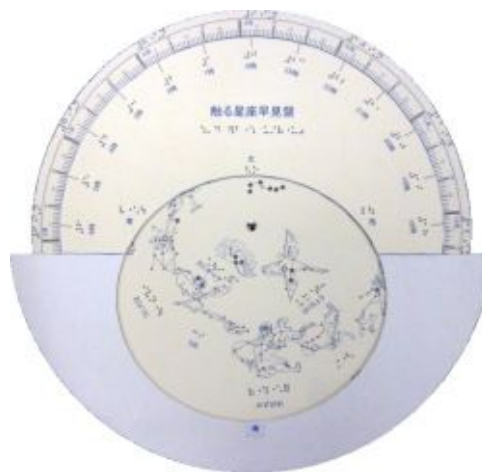


触知点記号の弁別実験の様子

4.3 触る星座早見盤の開発

評価用触る星座早見盤を、平成25年は30部、平成26年は50部製作した。これを視覚障害者向けのイベント(サイトワールド)において視覚障害者とその支援者に紹介し、触知点・線記号の分かりやすさについて意見を得た。この意見は、触知覚実験の研究背景となっている。

平成27年には、カシオ計算機株式会社の新しい立体コピーシステムを用いた触る星座早見盤を製作した。触知点と線は一般の立体コピーよりも鋭く浮き出て検出・識別がしやすい。また、カラーで印刷ができ、きれいな早見盤を製作できる。頻繁に触っても表面の摩耗はなく、耐久性に優れる。これらの利点から、カシオ計算機による印刷版を(研究計画書にある)印刷版とすることにした。この新しい星座早見盤は、視覚障害者向けの機器展示会サイトワールド2015において展示され、当事者らへ周知された。

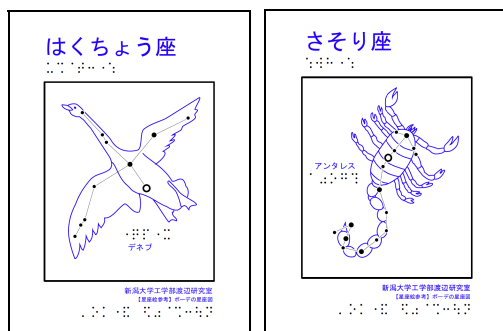


立体コピーによる星座早見盤



カシオの新しい立体コピーシステムによる
星座早見盤

星座早見盤では各星座が小さく形が分かりにくいいため、星座ごとに A5 サイズの用紙の大きさにした触る星座絵カードを開発した。この星座絵カードには、視覚障害者の要望を受けて一等星など主立った星の名称も入れた。また、支援をする晴眼者用にオリジナルの星座絵も入れた。



触る星座絵カード

4.4 アウトリーチ

(1) 学会発表

研究に携わっている学生が、電子情報通信学会、視覚障害リハビリテーション研究発表大会で研究成果を発表した（主な発表論文等を参照）。

(2) 視覚障害者向けイベント

視覚障害者向け機器展示会（視覚障害者及びその支援者が3日間で約5000人参加する）に出展し、触る星座早見盤、及び触る星座絵カードを紹介し、周知に努めた。

(3) 盲学校（視覚特別支援学校）

盲学校からの要望に応じて触る星座早見盤を製作・送付した。これらは理科の授業の中で教材として用いられた。

(4) 天文教育

国立天文台で開催されたユニバーサル天文教育研究会において、触る星座早見盤を紹介し、天文教育関係者への周知に努めた。

(5) 海外

・支援技術に関する国際会議（Universal Learning Design）において、触る星座早見盤の開発に関する研究成果発表をおこなった。その会議の場で、触る星座早見盤を海外の方に紹介した。

(6) 製作ワークショップ

富山県立大学と共同で、触る星座早見盤の製作ワークショップを行い、一般の学生へ星座早見盤の作り方を指導した。このワークショップで製作された星座早見盤は、「科学へジャンプ・イン・北陸 2015」において、視覚障害のある児童生徒を対象とした星座に関するワークショップに用いられた。

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0件）

〔学会発表〕（計4件）

（研究に参加した学生が筆頭で発表した）

山崎隆大、渡辺哲也，“立体コピー上の触知点記号の大きさ分別にに関する研究—盲人と晴眼者の比較—,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.114, No.512, pp.73-77 (WIT2014-98), March 13-14, 2015.

Masashi Yajima, Toshimitsu Yamaguchi, and Tetsuya Watanabe, “Tactile Star Wheel for Visually Impaired Observers,” Universal Learning Design Collection of Abstracts, pp.21-24, Paris, France, July 9-11, 2014.

矢島正志、渡辺哲也，“触る星座早見盤と触地図作成システム,” 第2回ユニバーサル天文教育研究会集録, 三鷹市, September 28-29, 2013.

矢島正志、渡辺哲也，“触る星座早見盤の開発とその評価,” 第22回視覚障害リハビリテーション研究発表大会抄録集, p.137, 新潟, June 22-23, 2013.

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

触星図自動作成システム

<http://tasc.site/app/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 俊光 (YAMAGUCHI TOSHIMITSU)

新潟大学・大学院自然科学系・特任助教

研究者番号：40554283

(2)研究分担者

なし。

(3)連携研究者

なし。