

公共天文台における触覚型展示資料の可能性に関する研究

菊池 秀一（常磐大学コミュニティ振興学部 4 年）

中村 正之（常磐大学コミュニティ振興学部教授）

触覚型天文資料は、夢集団・星とロマンを語る会（代表 中村正之）と常磐大学中村正之研究室が共同で 2006 年から研究開発を続けてきたものである。

2008 年 2 月には、常磐大学の学生たちとともに制作した 45 点の天文資料を栃木県大田原市、ふれあいの丘にて展示発表し、新聞・雑誌・テレビ等に大きく取り上げられることとなった。国内初の展示会ということもあり、大きな話題となった。

実際に、視覚障害者の方々に作品をさわってもらった。そして様々な感想をもらい、よりわかりやすい展示物にするために、様々な改良を加えることとした。

1. 実践対象

晴眼者および視覚障害者（すべての人）

2. 実践可能な場所・必要な道具や準備

2.1. 実践可能な場所

屋内の展示スペースで長テーブルなどが配置できる場所

例：学校教室・天文台・情報センター・博物館などの展示ギャラリーなど

2.2. 必要な道具など

カプセルペーパー（KGS 株式会社）	A4 判 200 枚／16,800 円
立体コピー作成機 PIAF（KGS 株式会社）	200,000 円
点字プリンター Tiger Emprint Spot Dot (KGS 株式会社)	1,100,000 円
OHP フィルム	A4 判 100 枚／ 5,000 円
水性マーカー uni PROCKEY 黒色（三菱鉛筆株式会社）	100 円



写真1 さわれる天体写真展のポスター(左)と展示パネル(右)

3. 実践例

3.1. 開発の歴史(シカゴ大学付属ヤーキース天文台 SEE Project)

1994年、米国ボストン市の市立科学博物館(Museum of Science, Boston)のNoreen Grice女史が“Touch the Universe Project”を始めようとしていた。このProjectは、天文関係の展示資料で視覚障害者向けのものが皆無であったため、世界初の研究、および教材開発に取り組もうというものであった。特に、写真を立体化し、さわってもらいながらイメージを膨らませてもらうという方法であった。NASAとの共同開発でこれまで数種類の教材の開発に成功した。

2003年、米国シカゴ大学付属ヤーキース天文台(Yerkes Observatory)では、ウィスコンシン州視覚障害者センターとの共同開発により、SEE Project(Space Exploration Experience)を開始した。このProjectには、同天文台のVivian Hoette女史や先のNoreen Grice女史がいた。言うまでもなくこのProjectは、視覚障害者のための天文普及活動であった。このProjectで真っ先に取り組んだのが、視覚障害者が手でさわって感じることのできる「触覚型天文教材」の開発だった。この開発で使われたのがカプセルペーパーであった。このカプセルペーパーは、もともと視覚特別支援学校で教材作成に使用されていた特殊な用紙であった。

カプセルペーパーは、PIAF等立体コピー作成機で加熱することによって紙と紙の間にある熱膨張カプセルが膨張して凹凸ができる。カプセルペーパーのカーボンインクで印字した部分のみ熱を受けて浮き上がるものである。この技法は、比較的短時間で作成することができ、かつ金銭的負担も少ないものであった。SEE Projectでは、この技法を天体写真に応用して開発を進めた。

3.2. 常磐大学中村正之研究室での研究開発(2005年秋)

常磐大学中村正之研究室では、2005年秋より触覚型天文資料の開発に取り組もうとしていた。ある日、天文愛好家である中村が視覚障害者の方に「星空を見てみたい」と言われたのが引き金となって研究開発が始まった。中村は、このSEE Projectの技法を活用して触覚型の資料が作れるのではないかと思い、2006年夏、シカゴ大学ヤーキース天文台へ行きSEE Projectに参加した。そこで、Vivian Hoette女史から開発に関する情報や技術を学び日本で研究開発を進めた。研究を進めていくなかで、中村は独自の作成基本コンセプトを設定し、「低コスト」「即時性」「高再現性」「展示物の価値」の4項目を重視して研究を進めた。この基本コンセプトに合致したのがカプセルペーパーを応用した展示資料であった。

3.3. 国内初「さわれる天体写真展」の開催(2008年2月)

2008年1月、ついに試作品が完成した。中村と当時研究室に所属していた学生らが中心に約45点の資料を作り上げたものである。これらの資料を2月9日~13日にかけて栃木県大田原市ふれあいの丘で国内初の「さわれる天体写真展」として一般公開した。国内初という試みで、多くの新聞・雑誌・テレビなどのマスメディアに取り上げられた。中村の地元で開催ということで、多くの市民、天文愛好家、学校関係者などが足を運び、5日間で計568名が来場した。視覚障害者も11名来場し、時間をかけてゆっくりと資料をさわり、感じ、そして感動しながら帰られた。私たちの展示資料がここまで注目を浴び、感動されるとは思いもしなかった。

しかし、我が国の人口1億2,000万人のうち約33万人(人口比0.27%)の視覚障害者のための資料が皆無だったことには驚きを隠せない。生涯学習の観点からいえば、すべての人に公平でかつ平等に学

べる社会にしなくてはならないと、うたっておきながら、これらの視覚障害者に学習機会を積極的に提供してこなかった社会に無念さを感じる。

大田原市での「さわれる天体写真展」では、「どうぞさわってください」というコンセプトで開催していた。月のクレーターやプロミネンス、彗星、夏の大三角、天の川などを展示したが、多くの来場者はこちらから「さわってくださいね」と一言声を掛けないとさわってくれなかった。日本の博物館や写真展は、基本的に「展示物にはさわらないでください」という決まりだが、私たちの写真展では、一言かけると、来場者の方々は笑みを浮かべ展示資料に手を伸ばし、凹凸のついた資料に「すご〜い！」や「不思議だね。」など感想をつい漏らすのであった。

しかし、晴眼者と視覚障害者とでは、1枚の展示資料を観て、さわる時間が驚くほど違った。晴眼者は、1枚の展示資料を鑑賞するのに1分以内しかかけないのに対して視覚障害者は、およそ5分かかっていった。なぜなら、展示パネルに掲載している情報量が多かったこと、そして点字解説に使用していた点字ラベルのテープの縁とパネルの凹凸で点字が読みづらかったことなどが原因であった。また、それ以外でも過去にこのような天文の写真をさわったことがなかったからじっくりイメージしながらさわったという理由で1枚のパネルに対して相当時間を費やしたケースもある。しかしながら、作成の段階で考慮すべき点については、改善の余地がたくさんあるということが判明した。

視覚障害者の方々に感想をインタビューした際、次のような答えがあった。

- 過去にこのような写真展がなかったので今日を楽しみにしていた。月の形は知っていたけれど、月の表面にこんなに凹凸があるとは想像もしなかった。
- 太陽と地球の大きさがこんなに差があるとは思わなかった。聞いたことはあったが、触ってみたら地球ってこんなに小さいんですね。宇宙は広いし、太陽はとても大きいことに驚いた。
- 点字テープの縁とパネルの凹凸が気になる。改善してほしい。
- 点字が読めない人もいるからね…

など貴重なご意見をいただいた。



写真2 さわれる天体写真展の様子

3.4. 「さわれる天体写真」の改良(2008年～)

簡単に資料が完成していくものではなかった。日本では、このような展示資料が皆無に近かったことから、展示資料としての様式も決まっておらず、「どのような様式がベストであるか。」などの問題が数多くあった。(天文愛好家であった中村は、使用する天体写真について困ることはなかった。)中村は、写真等の画像情報を複数枚のパネルにして展示するのではなく、一枚のパネルに取り組むことにした(図1・写真3)。だが、一枚のパネルに表示できる情報量には限りがあったため、情報が満載になっていることは否めなかった。

展示パネルの様式（中村 2009 より）

- ① タイトル
- ② 解説文（墨字 + 点字）
- ③ カラー写真原画
- ④ 触図（カプセルペーパー）
- ⑤ 音声解説（オプション：■印）

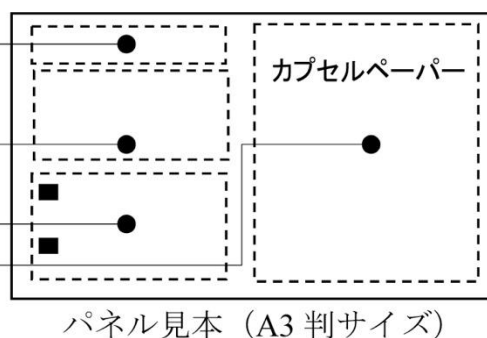


図1 展示パネルの様式(中村 2009 より)

パネルの左側にタイトル、解説文(墨字+点字)、カラー写真原画を、右側にカプセルペーパーで製作した触図を配置した。さらにオプションとして、■印をタッチすると音声解説が聞けるようにした。



写真3 展示パネル

はじめての写真展終了後、多くの反響をいただいた。各方面からさらなる取材、講演などが入ったが、資料自体はまだ改良前の資料であった。(私たちの資料は、永遠に完成しない、常に新しく更新されていく資料である。)

貴重な意見を無駄にすることができなかつたため、中村と研究室所属の学生で幾度も協議をした。テプラ点字ラベルライターを使っての解説文作成では、情報量が最小限にならざるを得なかつた。もう少し詳しい解説を加えようとする、と、テプラテープの本数の限界を超えてしまう。

これまで点字ラベルライターを使ってきたが、このラベル自体結構な金額がする。誰もが悩んだ。凹凸のつく用紙を使っているのにも関わらず… ある日、何気ない会話から「このカプセルペーパーに点字を印刷して立体コピー機にかければ点字が浮き上がるのでは」という発案があった。

しかし、私たちには点字ソフトがなかつたため、このときは実現には至らなかつた。(この問題を根本的に解決してくれたのが、全日本社会貢献団体機構の助成金により2009年に導入することになった点字プリンターである。墨字の上に点字を打刻するのではなく、OHP フィルムに点字だけ打刻し、墨字解説文の上に重ねるという手法を取った。これにより点字の情報量がそれ以前の2倍以上になった。)

点字が読めない人には、音声ガイドペンを使うことにした。これは、野鳥の鳴き声などをあらかじめSDメモリーカードに録音し、専用のガイドブックにタッチするだけで、その鳴き声を聞ける“U-SPEAK”という音声ガイドペンを応用しようという考えであった。これに関しては、製造元の(株)エヌ・エル・シー コーポレーションの協力により、音声ガイド付きの「さわれる天体写真」が完成した。

3.5. 国内で次々と「さわれる天体写真」を開催(2009年～)

これらの改良を加えて、全国各地で「さわれる天体写真展」を開催した。うれしいことにすべてのイベントで会場を無料で提供してくれた。これまで開催した場所を表1にまとめた。

表1 これまで開催した「さわれる天体写真」

(★印は、全日本社会貢献団体機構による助成金を基に開催したイベント)

イベント名	期間	開催都市	会場名
さわれる天体写真展	2008/02/09～02/13	栃木県大田原市	ふれあいの丘 シャトー・エスポワール
科学ヘジャンプ・サマーキャンプ	2008/08/22～08/25	東京都新宿区	全国身体障害者総合福祉センター
夢のつばさ 福祉フェスタ	2008/12/07	福岡県中間市	地域総合福祉会館
さわれる天体写真展	2009/01/22～01/25	茨城県結城市	結城市民情報センター
つくばバリアフリー研究会	2009/02/07	茨城県つくば市	筑波技術大学
★220万個の星空プラネタリウム	2009/07/11	茨城県牛久市	牛久市中央生涯学習センター
常磐大学オープンキャンパス	2009/07/25	茨城県水戸市	常磐大学
★さわれる天体写真展	2009/07/26～08/25	茨城県水戸市	水戸市立見和図書館
★さわれる天体写真展	2009/10/22～12/31	栃木県塩谷町	星ふる学校「くまの木」
★さわれる天体写真展	2010/03/03～03/28	茨城県大洗町	大洗わくわく科学館
★さわれる天体写真展	2010/04/17～05/05	茨城県日立市	日立シビックセンター科学館

これらの写真展に多くの視覚障害者が来場され、さらなる貴重な意見を頂戴することができた。

- 私たちは、ラジオを通してこういうイベントの情報を収集している。そしてその情報は私たちのネットワークであつという間に広まる。だからこういうイベントの広報情報はラジオも使ってほしい。
⇒ ラジオ局からの取材依頼も入ったので、次回開催予定のさわれる天体写真展の情報を広報し、多くの視覚障害者にこの情報を聞いていただいた。
- カプセルペーパーに点字が書けない。⇒ 全日本社会貢献団体機構からの助成金をもとに、100万円相当の点字プリンターと点字ソフトを導入し、OHP フィルムに打刻して作成した。



写真4 点字プリンターと、点字ソフトをインストールしたパソコン

3.6. 全国の視覚特別支援学校に「さわれる宇宙シリーズ(1) 黄道十二宮物語」を

寄贈 (2010年2月)

全日本社会貢献団体機構の助成金を基に私たちは、全国の視覚特別支援学校に触覚型天文資料を無償配布し、触覚型天文資料の普及に努めた。今回はパネル形式ではなく、加除式のファイル形式にした。この冊子には、これまでの技術を使いカラー印刷の資料とカプセルペーパー、OHP フィルムに打刻した点字資料が入っている。2010年2月に全国の視覚特別支援学校に配布し、多くの先生方から様々な感想を頂戴した。その感想の一部を紹介する。

- このような冊子は他にほとんどなく、教科書のみでは生徒の興味を引くのも不十分。
- 複雑な図面を学校でつくるのは限界がある。生徒にとっても非常に興味を引く資料でとても良い。
- 立体コピー機を活用した資料の開発は、今後も必要である。
- 予算がつかないので無償であれば活用したい。
- 子ども達の興味を引くものである。
- 今までになかった教材なので非常に有効に利用できると思う。
- 視覚障害者を持つ生徒にとって図をイメージさせることは非常に意義のあるものと思う。
- 障害の軽い子どもに対してなら活用できると思う。
- 生徒が楽しそうにさわっていた。
- 教科書以外で使える参考書がなかったから大いに活用できそう。
- 有償でもぜひ活用したい。(2,000円～5,000円)
- 宇宙に関する資料がほとんどなかったのすごくうれしい。
- 立体コピーが有効に活用できるかわからないが開発する必要があると思う。
- 特に中学3年で学習する「地球と宇宙」の単元の学習に役立つ。
- 一つ一つの星座が個別に紹介されており分かりやすい。
- 天球にある星座の形をイメージすることが可能な冊子である。
- 星座から宇宙への興味・関心を引くことに繋がるとは言えない。
- 「〇〇座」の墨字や中央の区切り線は立体にしないほうが良い。

このように、学校によって触覚型天文資料の活用方法やとらえ方が異なっているが、どの学校も触覚型天文資料の開発と立体コピー機の重要性については必要であると答えている。さらに、このような資料を入手したいものの、教育予算が限られていて新たに教材を購入することが難しいという現場の声もたくさん寄せられた。私たちは、このような意見を真摯に受け止め、質の高い触覚型天文資料の開発を進めていきたい。

3.7. 音声ガイドペンの必要性と今後の課題

先に述べたように、点字を読めない視覚障害者が多数いることも確かなようである。私たちは、それらの人たちにも平等に「さわれる天体写真」を楽しんでもらえるよう、音声ガイドペンを活用した新しい触覚型天文教材の開発を展開している。2008年から導入をしている(株)エヌ・エル・シー コーポレーション開発音声ガイドペン“U-SPEAK”は、あらかじめ録音されたSDメモリーカードをペン本体に装着し、ペン先端部についている小型のカメラと専用の番号がマイクロ印刷されたシールをパネルに貼り付けて、シールの上にペン先をタッチすると音声による解説がスタートするという流れであった。

音声ガイドペンを活用するという新しい発想は、各地の展示会において好評であったが、この音声ガイドペンは、好きな時に好きな内容を録音できる機能がついていないために、解説内容を変更することができない。また話すスピードを調節する機能もついていないことから長期間使い続けることはできないものであった。

2010年、(株)エヌ・エル・シー コーポレーションから、U-SPEAK を改良した新しい音声ガイドペンが送られてきた。初期型に比べ、多少機能が良くなったという。今度は、SD メモリーカードに自分の声で録音でき、かつ消去もできるという機能がついた。ある意味画期的な機能であるといえる。好きな時に録音し、好きな時に消去できる。この機能がなければ、録音からシール作成などすべて業者任せになってしまう、コスト増に繋がりがかねないのである。改良型は本体自体が太く握りづらくなっているのが残念である。しかし、先に述べたように音声ガイドペンを活用する場合、人によって聞きたいスピードが違うため、速度調節を変えられる機能が不可欠であると同時に、聞き逃した場合などにワンタッチリポート再生できる機能や、データを簡単に複製できる機能も必要と考える。

その中、新たにユーディ・クリエイト株式会社からも新しい音声ガイドペンを提供していただいた。この音声ガイドペンは、“Touch Memo” というものである。この音声ガイドペンは、持ちやすい大きさと音声クリアである。また、ワンタッチリポート機能があると同時に、パソコンの USB 端末につないで音声データを簡単に複製できる。また古いデータシールにも適応でき、互換性がある音声ガイドペンである。



写真5 音声ガイドペン

U-SPEAK 初期型(左)／U-SPEAK 改良型(中央)／Touch Memo(右)

表2に初期版の音声ガイドペンと新しい音声ガイドペンを比較してみた。U-SPEAK 改良型の音声ガイドペンは、初期型に比べ使いやすくなっている。しかし、音声データの複製に関してはSDカードの複製をパソコン本体に挿入して複製しなければならないという煩雑さが残されている。利用者が最も使いやすい音声ガイドペンにするためには、先にも述べたように速度調節機能、リポート再生機能をつける必要があると同時に、音声データのダビング作業のさらなる簡略化を考えるべきである。

一方、Touch Memo は、持ちやすい形であり、リポート再生機能や、USB ケーブルを介してパソコンに接続し音声データが複製できる機能などがついている。そして、SD メモリーカードにとりためておけることも可能である。これらの新たな要望を取り入れた音声ガイドペンは、多くの分野で応用可能となるに違いない。

表2 音声ガイドペンの比較

評価を ◎(非常に良い)、○(良い)、△(普通)、×(悪い) の4段階で表す

機能一覧	U-SPEAK		Touch Memo
	初期型	改良型	
ペンの形(握りやすさなど)	○	△	○
録音の自由度	×	○	○
速度調節機能	×	×	×
読込シールの形状	×	△	◎
イヤホン機能	○	○	○
音声データの複製	×	△	◎

また、読込シールの形状については、U-SPEAK の場合、シール自体が薄いのでそれだけではシールがどこに貼ってあるのかがわかりにくい。しかし、Touch Memo は、シール周辺に凹凸のつく特殊なインクで点線の円が描かれてあるので、さわってその存在が確認できることは大きいな進歩である。



写真6 Touch Memo の読込シール。番号の周りに特殊インクの点線で凹凸がついている。

3.8. 触覚型天文資料と音声ガイドペンを活用した冊子づくり(2010年)

常磐大学中村研究室では、これまで培ってきたノウハウをフル活用して、「さわれる宇宙シリーズ(2) わくわくわくせい」をこのほど完成させた。この冊子には、最新音声ガイドペンの活用、墨字解説および点字プリンターで打刻した OHP フィルム、カラー印刷された天文写真(晴眼者用)とカプセルペーパーを活用した立体写真の5点セット1ページの冊子である。

4. 実践上役立つヒントや留意点

- カプセルペーパーへの印字は、通常のコピー機やレーザープリンタで十分可能である。
(インクジェットプリンタでは、インクに含まれるカーボン率が低いため、十分な凹凸がつかない。)
- 無地のカプセルペーパーに、水性マジックペン (uni 製品 PROCKEY) で文字やイラストを描き立体コピー機にかけると、よく凹凸がつく。(水性インクでもカーボン率が高いため凹凸がつく。)
- 立体コピー機以外で加熱してもカプセルペーパー自体に変化はない。

(過去実験例:オープンレンジ、ラミネータ加熱機、ドライヤー)

- カプセルペーパーに印字した色が濃い場合は、温度調節を使う必要がある。濃い資料で温度を高く設定すると、凹凸部分が破裂する恐れがあるので十分注意する必要がある。
(黒部分が極端に多い(塗りつぶし)時は、温度を弱めに設定することを薦める。)
- OHP フィルムに点字を打つ場合は、静電気が発生しやすくプリンターの誤作動を起こす場合があるので注意が必要である。

5. 実践例の評価

公共天文台においてもこれらの技術を活用した資料の作成と検討することが必要と考える。生涯学習の基本理念にもあるように「いつでも」「どこでも」「だれでも」「なんでも」のキーワードをこの公共天文台における触覚型天文資料(展示資料)に反映されることを願う。もし、すべての公共天文台において、触覚型天文資料の展示を行うとすれば、視覚障害者はもちろんのこと、その家族、友人など付き添いの方も一緒に、ひとつの展示資料で天文の世界を楽しんでいただけるものであり、かつ同じ基準の様式、機材を使うことで視覚障害者も迷わず機材を使用できるものであると考える。実際、過去に開催された「さわれる天体写真展」では視覚障害者の方々に数多く来場していただいた。その中で好評だったのがやはり音声ガイドペンであった。点字を読むのに疲れてしまう、点字がよく読めないなどの理由で簡単に解説してくれる音声ガイドペンは、視覚障害者はもとより晴眼者にまで好評であった。カプセルペーパー自体への関心も高いが、爪などで凹凸部分をひっかくと剥がれてしまうという耐久性の問題も残されている。

6. 一般市民への天文学教育普及活動へのフィードバック

先にも述べたように、過去開催の「さわれる天体写真展」では、視覚障害者も晴眼者も数多くの方が来場していただいた。来場者向けの感想ノートを会場に設置し、主に晴眼者の方からの意見などを頂戴し、なかには、弱視の方が一生懸命ページいっぱい感想を書いてくれたこともある。晴眼者のほとんどが「このような研究をするのはすばらしい」と言うが、私たちは、その称賛をもらうために研究しているのではないということを常々思う。確かにそれらの感想は活動していくうえでとても励みになる言葉であるが、私たちは、この研究を通してすべての人に「視覚障害者も公共施設で晴眼者と同じように様々な経験をしたい」という願いを持っていることを知ってもらいたいのである。

私たちが写真展を運営していく中で、視覚障害者からこんな暖かい一言をいただいた。「もう二度と星を見ることはできないと思っていました。この資料よりも、まず最初にこうした取り組みをして下さった皆さんがいることになによりも感謝しました。」という言葉である。公共天文台に行けば、ほとんどが晴眼者向けのアトラクションしか用意されていない。しかし、視覚障害者の中にも天文が好きな方がたくさんいる。天文分野に限ることではないが、様々な分野に興味を持っているはずだ。

今後も私たちは、視覚障害者向けの触覚型資料を開発・発表していくが、多くの分野で同様の活動が展開され、視覚障害者の生活に潤いがもたらされることを願っている。

7. 参考文献

[1] 中村正之・奥村 健

Touch the Universe の実現を目指して ―触覚型天文教材の研究に関する研究―
常磐大学コミュニティ振興学部研究紀要 第7号 (2007) pp91~102

[2] 中村正之

触覚型天文資料形態の標準化に関する研究 —だれにも優しい天文館の運営に向けて—
常磐大学コミュニティ振興学部研究紀要 第9号 (2009) pp47~60

※ 中村正之(2009)の文献を入手したい方は、

常磐大学中村正之研究室ホームページ(URL: tokiwa-nakamura-seminar.jp)からご連絡(問い合わせ)していただくか、常磐大学中村正之(ngc2068@tokiwa.ac.jp)までご連絡ください。

※※「さわれる天体写真」の貸し出しや各種写真の立体コピー化についても上記連絡先にてご相談ください。

(文責:菊池秀一, 2010.06.01)