

# 参加者体験型プラネタリウム「星空 Touch」に関する研究

小山惇之介<sup>1</sup> 原田稀吏<sup>1</sup> 渡辺恵太<sup>2</sup> 山田俊哉<sup>3</sup> 山之上卓<sup>1</sup> 中道上<sup>1,4</sup>

**概要：**本研究では、天体についての新たな学習環境として星空 Touch を提案する。星空 Touch はディスプレイに表示された天体を指さすことでポインタを操作し、ポインタが指定した範囲にホバーした際に天体についての説明を表示することで参加者が興味を持った天体について学習することができるシステムである。星空 Touch は同時に複数人が操作することを想定しており、一度に複数のポインタを表示すると自分のポインタを見失ってしまい操作感到ストレスを感じる場合がある。そこで本研究では複数人で非接触操作を行う際のポインタについて検討した。従来のポインタの認識時間が長い場合においては提案型ポインタによって認識時間が短くなる可能性が示唆された。またアンケート結果から星空 Touch を使用することで天体についての学習意欲が向上することを確認した。

## 1. はじめに

天体についての理解を深める際は科学館や天文台等のプラネタリウムを利用することが一般的である。現在プラネタリウムの来館者数は日本プラネタリウム協議会の調査によって 2021 年度までの集計結果ではコロナ禍で影響があった 2020 年度~2021 年度を除き増加傾向にある[1]。総観覧者数上位施設にあたる名古屋市科学館のプラネタリウムでは世界一の大きさや映像クオリティ[2]、コニカミノルタプラネタリウムでは特別シートの設置や多種多様なプログラム[3]が魅力である。従来のプラネタリウムに付加価値を付けることで観覧者数が増えていると考えられる。しかし、従来のプラネタリウムの解説者からの解説をだけでは、一方的な説明となるため、参加者毎の多様な興味に応えることが難しく天体について理解を深めることが難しい。そこで本研究では新しい天体の学習方法として星空 Touch を提案する。星空 Touch とは参加者が興味を持った天体を指さした先にポインタを表示し指定した範囲にポインタがホバーすると天体についての説明が表示されるシステムである。星空 Touch を導入することで、従来のプラネタリウムのように解説者の解説を聞くだけでなく自分が興味を持った天体を指さすことで感覚的に操作することが可能になり自由に知識を得ることができる。また、天体に興味がない参加者にも特別な体験として付加価値を付けることができ、印象に残ることで体験後に天体に興味を持ってもらうことができるのではないかと考える。

また、本研究では星空 Touch を複数人が同時に操作することを想定しており、その際に利用者自身が自分のポインタを見失う可能性がある。そこで複数人利用時のポインタデザインについて検討し比較実験を実施する。

## 2. プラネタリウムの現状と関連研究

従来のプラネタリウムでは解説者からの解説で一方的に知識を得る事しかできず、参加者が興味を持った天体についての知識を得たり、他の参加者とのコミュニケーションをとったりすることができないため意見交換ができず、参加者自らの天体についての学習意欲向上に繋がりにくい。星空を学習する際に使用するツールとして星座早見表がある。それを応用したツールとしてスマートフォンのアプリで星座表がある[4]。スマートフォンの位置情報や時間、傾き等の情報からスマートフォンを空にかざすことで今見えている天体がわかる。また、タップすることでその天体についての説明を見ることもできる。また、近年コロナ禍によるおうち時間の影響でホームシアターが普及し、ホームスターVR[5]、ステラナビゲーター12[6]など家庭で手軽にプラネタリウムを楽しむことができる。

星空を学習する際の研究として星空を介したコミュニケーションを可能とする HMD を用いたツールの開発[7]がある。これは、解説者が多数の聴衆に向けて一方的に解説する従来法とは異なり、聴衆同士の双方向的な情報共有および対話を可能とし、各自の知識や体験などの共有といった主体的な学習を促すことができる。また、ナビゲーション機能が付いた HMD と Leap Motion を用いた指差し天体観測システムの開発[8]などがある。しかし、これらは説明を得たい時に一度デバイスでの操作が必要であり、参加者がデバイスを身に着ける必要があるため、実際のプラネタリウムより臨場感を失ってしまう可能性がある。

## 3. 星空 Touch の試作

### 3.1 MVC モデルに基づく星空 Touch の設計

本研究は MVC モデルをもとにシステムの作成を行った。MVC モデルとはシステムを Model・View・Controller の 3 つに分けて設計するソフトウェア設計モデルのことである。

星空 Touch は Model を Windows 上のシステム、View をプラネタリウムの画像、Controller を Remote Touch Pointing

1 福山大学工学部情報工学科

2 エムスリー株式会社

3 NTT テクノクロス株式会社

4 アンカーデザイン株式会社

として設計を行った。

### 3.2 星空 Touch コンテンツの検討

本研究ではプラネタリウムでの使用を想定しているが試験的にプロジェクトで壁面に画像を表示して開発を行ったため、今回は夏の大三角形を表示して研究を行った。MVC モデルの中では View のプラネタリウムの画像すなわち夏の大三角形を表示する機能、Model の Windows 上のシステムによってポインタが指定した範囲にホバーした際に画像が切り替わる機能を HTML と CSS によって新たに実現した。実際にわし座の範囲にポインタがホバーした際に鷲座の星座絵に切り替わっている画像が(図 1)の画像である。

### 3.3 Remote Touch Pointing

MVC モデルで Controller に当たる部分は Remote Touch Pointing[9]を使用している。Remote Touch Pointing は Leap Motion Controller を使用した仮想タッチパネルを手元に設置することで非接触操作によるディスプレイの操作を可能にする。

Remote Touch Pointing のシステムは、Leap Motion Controller のセンサーによって感知された右手の人差し指の位置と人差し指から胸までの長さから三角関数によっておおよその頭の位置計算し、胸の位置を基点、右手の人差し指を操作点として指さした先にポインタが表示されるシステムである(図 2)。

### 3.4 複数人利用時のポインタデザインの検討

星空 Touch は同時に複数人が操作することを想定しており、一度に複数のポインタをディスプレイに表示してしまうと従来のポインタ(図 3)では参加者自身のポインタが他の参加者と見分けがつかなくなってしまうという問題が起こる可能性がある。そこで複数人で利用するツールとしてチームのためのビジュアルコラボレーションボード Miro[10]を参考にポインタを検討した。

提案するポインタ(図 4)では、ポインタの色やポインタにプラネタリウムの座席番号を印字するとともに色分けすることで、他人のポインタと自分のポインタに違いを付けた。

## 4. 複数人で非接触操作を使用する際のポインタの比較実験

### 4.1 実験環境とタスク

非接触操作可能なプラネタリウムの実験環境を図 5 に示す。よりプラネタリウムに近い環境を作るために 200 インチの大型スクリーンを採用している。実際の実験風景を(図 6)に示す。

実験タスクはディスプレイに星空の画像の中に複数のポインタと四隅に左上が 1, 右上が 2, 左下が 3, 右下が 4 の数字が表示されたマスを表示する(図 9)。



(a)ホバー前 (b)ホバー後

図 1 星空 Touch を使用中の画像

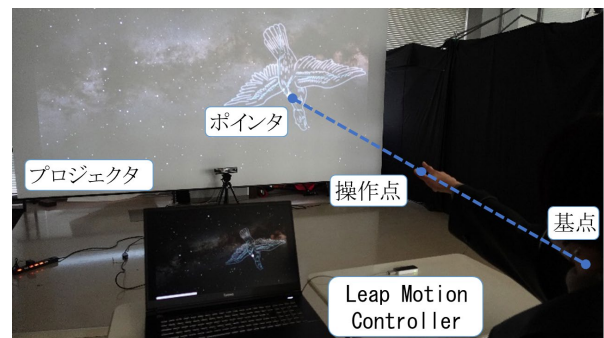


図 2 Remote Touch Pointing のシステム



図 3 従来のポインタ



図 4 提案型ポインタ

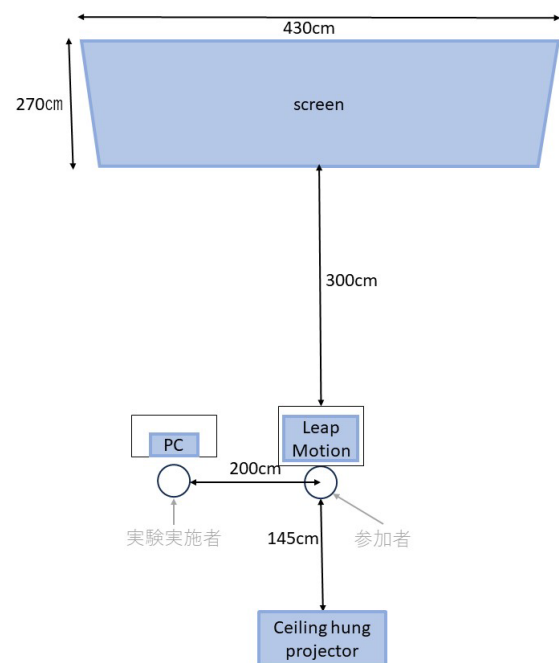


図 5 実験環境のレイアウト

それらのマスをもとに3→1→4→2の順に動かすN型タスクと1→2→3→4の順に動かすZ型タスクを設定した。従来のポインタのN型タスクとZ型タスク、提案型ポインタのN型タスクとZ型タスクの計4回のタスクを1人の実験参加者に対して実施する。

#### 4.2 実験タスクと認識時間

実験環境と実験タスクの章で先述したN型タスクとZ型タスクそれぞれのタスクを1つの実験の中での過程を4つのタスクに分けた。ポインタの初期位置をディスプレイの中心として実験を開始し、1つ目のマスにポインタが入るまでをtask0、1つ目のマスから2つ目のマスにポインタが入るまでをtask1、2つ目のマスから3つ目のマスにポインタが入るまでをtask2、3つ目のマスから4つ目のマスにポインタが入るまでをtask3とする。

実験結果の分析では、提案型ポインタによって「ポインタを見つけやすくなったか」、「ポインタを見失いにくくなったか」について明らかにするため、task0にかかった時間を認識時間、task0からtask3までのタスク全体が終了するまでの合計時間とし、この2つの時間に着目して分析する。

#### 4.3 実験結果

タスク実行時のポインタの操作にかかった時間(s)と操作した距離(相対的に計測)をトラッキングした。実験参加者33名で実験を行った認識時間とタスク時間についての分析結果を表1に示す。

平均に着目して2つのポインタを比較すると提案型ポインタによって認識時間とタスク時間ともに短縮されたという結果を得た。しかし、差が小さく、今回のサンプル数では有意差が認められないため提案型ポインタによって認識時間とタスク時間ともに短縮されたと言うには不十分である。

### 5. 順位相関を用いたタスク時間の分析

実験の分析の結果から、認識時間とタスク時間ともに短縮されたという結果を得たが、微量な変化のため提案型ポインタによって認識時間とタスク時間ともに短縮されたと言うには不十分であった。そのため、従来のポインタの実験での認識時間の平均の値が小さい人から順に並べたとき中央値より下位の15人、つまり従来のポインタでポインタを見つけるまでに時間がかかった人に着目した。従来のポインタでの実験の認識時間と提案型ポインタでの実験の認識時間を順位相関(図7)で比較したとき、従来のポインタの認識時間の値が小さい場合では認識時間の差は変わらない場合があるが、従来のポインタの認識時間の値が大きい場合では認識時間の差が大きくなる可能性が示唆された。

従来のポインタで問題なく自分のポインタを見つける事ができた人は提案ポインタでも同じように見つけることができ、従来のポインタでは自分のポインタを見つけることが難しかった人は提案ポインタによって自分のポインタ

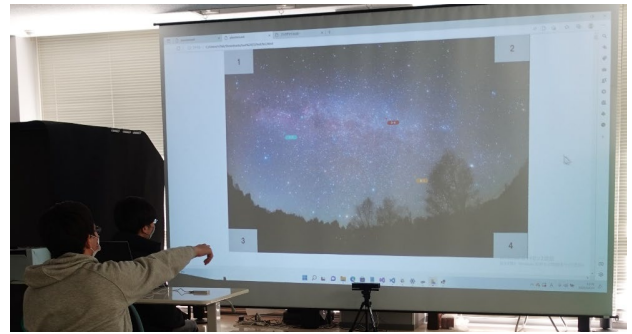


図6 実験風景

表1 認識時間とタスク時間についての分析結果

タスクの種類	ポインタの種類	操作距離		操作時間	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
task0 (認識)	従来のポインタ	2031.7	927.7	2.1	1.9
	提案型ポインタ	1982.3	749.5	1.8	1.3
Task 全体	従来のポインタ	9059.6	1865.2	12.0	3.9
	提案型ポインタ	8763.1	1317.2	11.6	3.2

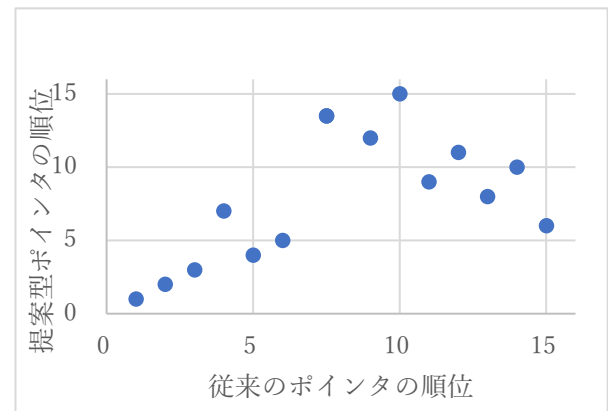


図7 順位相関での分析結果

を見つけやすくなったのではないかと考えられる。

### 6. 星空 Touch による学習意欲向上

#### 6.1 アンケートの実施

星空 Touch の定量的な評価は前述した実験の結果によって行うことができたが、定性的な評価を得るためにアンケートを実施した。このアンケートは天体について学習する際に星空 Touch を利用したいと思うか、星空 touch によって天体についての学習意欲が高まったかに注目して行った。アンケートは未就学児から社会人までを対象として20人に実施した。

## 6.2 アンケート結果の分析と考察

アンケートの結果の内訳を表に示す。「通常のプラネタリウム(鑑賞のみ)と星空 Touch どちらを体験したいですか?」という問いに対して「星空 Touch」と回答した人は60.0%だった(表 2)。「あなたは天体についての知識を得るときに星空 Touch を今後、利用したいと思いますか?」という問いにしたいして20人全員が「やや利用したい」、「利用したい」と回答があった(表 3)。あなたは「星空 Touch を利用することで天体について興味関心が高まりましたか」という問いに対しては「やや高まった」、「高まった」と回答した人が85.0%だった(表 4)。星空 Touch を「体験したいか」、「利用したいか」、星空 Touch によって「興味関心が高まったか」の3つの観点において高い評価を得ることができた。

アンケートの結果から、「星空 Touch を体験したいか」は全体の60.0%が「星空 Touch」と回答、「星空 Touch を今後利用したい」は全員が「やや利用したい」、「利用したい」のどちらかに回答、「星空 Touch によって天体に興味を持った」は全体の65.0%が「高まった」という回答結果を得た。この3つの質問に対する回答の結果により星空 Touch が天体についての学習方法として効果的であったという結果を得ることができた。

## 7. おわりに

本研究では、新しい天体についての学習方法として非接触操作を使用し感覚的に星空について学ぶことができる「星空 Touch」を提案した。

指さした先にポインタを表示する機能を Leap Motion Controller を使用した Remote Touch Pointing の機能を使用して実現し、ポインタが任意の範囲にホバーした時に星空の画像から星座絵の画像を表示しその天体についての説明が出る機能を HTML と CSS を使用して実現した。また、同時に複数人が操作することを想定しており、それぞれのポインタをディスプレイに表示した場合に自分のポインタを見失ってしまう可能性があるため、自分のポインタと他人のポインタを見分けられるように新たに提案型ポインタを検討した。

提案型ポインタの有効性を確かめるため比較実験を実施した。実験の結果と分析から全体的に見て認識時間やタスク時間が短縮したという結果を得ることはできた。従来のポインタでの実験で認識時間が短い人から順位相関で並べたとき中央値より下、つまり従来のポインタでポインタを見つけるまでに時間がかかった人に着目した場合提案型ポインタによってタスク時間が短縮されたという結果を得ることができた。またアンケート結果から星空 Touch を使用することで天体についての学習意欲が向上することを確認した。

表 2 「あなたは通常のプラネタリウム(鑑賞のみ)と星空 Touch どちらを体験したいですか?」集計結果

選択肢	人数(人)	割合(%)
星空 Touch	12	60.0
通常のプラネタリウム	4	20.0
どちらともいえない	4	20.0

表 3 「あなたは天体についての知識を得るときに星空 Touch を今後、利用したいと思いますか?」

集計結果

選択肢	人数(人)	割合(%)
利用したい	13	65.0
やや利用したい	7	35.0
利用したくない	0	0.0
あまり利用したくない	0	0.0
どちらともいえない	0	0.0

表 4 「あなたは星空 Touch を利用することで天体について興味関心が高まりましたか?」

集計結果

選択肢	人数(人)	割合(%)
高まった	13	65.0
やや高まった	6	30.0
変わらない	1	5.0

**謝辞** 本研究は、公益財団法人サタケ技術振興財団の助成を受けて実施した。

## 参考文献

- [1] “プラネタリウム基礎調査 2022 速報”.  
<https://planetarium.jp/info20221031/>, (参照 2023-12-11).
- [2] “名古屋科学館プラネタリウムの特徴”.  
<http://www.ncsm.city.nagoya.jp/visit/planetarium/about/summary.html#unit>, (参照 2023-12-11).
- [3] “コニカミノルタプラネタリウム”.  
<https://planetarium.konicaminolta.jp/>, (参照 2023-12-11).
- [4] “星座表”.  
<https://apps.apple.com/jp/app/%E6%98%9F%E5%BA%A7%E8%A1%A8/id345542655>, (参照 2023-12-11).
- [5] “ホームスターVR”. <https://www.pckt.co.jp/vr/hsvr/psvr/>, (参照 2023-12-11).
- [6] “ステラナビゲーター12”.  
<https://www.astroarts.co.jp/products/stlnav12/index-j.shtml>, (参照 2016-12-11).
- [7] 蓮雄一, et al.: 星空ビジョン: 「仮想空間での星空を介したコミュニケーションを支援するツールの開発」, 情報処理学会 インタラクシオン 2022, 2D08, pp. 287-290, 2022
- [8] 渡辺大樹, et al.: HMD と Leap Motion を用いた指差し天体観測システムの開発, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2ZC-0, pp2-651-4-652, 2015.
- [9] 渡辺恵太, et al.: 大画面を利用した講義における直感的なポインタリング手法の提案と評価, 情報処理学会インタラクシオン 2014 論文集, 2014, pp. 326-331.
- [10] “Miro”. <https://miro.com/ja/>, (参照 2023-12-11)