

**星座に関する興味・関心を  
喚起するための  
立体星座早見の作製と効果の検証**

教科教育専攻 理科教育専修

小川嘉哉

提出日：2015年2月13日

## 要旨

天文に関する体験の入り口である星座観察は子どもたちの興味・関心を得やすい。しかし体験活動の重要な担い手である学校現場では、観察を夜間に行う必要があるため星座観察を行うことが難しい。そのため家庭で観察を行う場合が多くなると考えられる。家庭での星座観察では、「探している星座が分からない」という課題があることがアンケート調査から確かめられた。この課題を解決として、星座を探す際の身近な道具である星座早見盤を検討した。従来の星座早見盤は、星空の立体的な情報を平面に変換して表示しているため、実際の星空と視覚的に一致させることが難しい。この「実際の星空との乖離」問題を解決するためには、星座早見盤を立体化し天球の形に近づければ良い。

そこで本研究では立体星座早見の試作を行い、星座観察時の利便性についての評価を行った。従来の立体星座早見は天球の再現性を優先した場合、携帯性が悪くなる問題点がある。そのため天球の再現性と携帯性を両立した、折りたためる立体星座早見を試作した。天球をビーチボールの様に空気で膨らます構造にすることでこの方法を実現している。試作した立体星座早見をもとに小学生の親子を対象とした実践を行った。従来の星座早見盤と立体星座早見で星の探しやすさの比較を行った結果、立体星座早見を使うことで星の探索能力の向上が見られた。このことから、立体星座早見は「探している星座が分からない」問題の解決策になると考えられる。さらに、天球の再現性と携帯性を両立した立体星座早見を作製した結果、実際に使用した結果からも携帯性を確かめることができた。

# 目次

## 第1章 はじめに

1-1. 背景	1
1-2. 目的	1

## 第2章 アンケート調査

2-1. アンケートの目的	2
2-2. アンケートの詳細	2
2-3. アンケートの結果	3
2-4. アンケートのまとめ	11
2-5. 本研究の達成目標	12

## 第3章 星座早見盤の立体化

3-1. 従来の早見盤の問題点	13
3-2. 立体化に関する先行研究	14
3-3. 先行研究の成果と課題	16
3-4. 解決策	18
3-5. 立体星座早見と星座早見盤の比較	20

## 第4章 立体星座早見盤の作成

4-1. 製作上の課題	28
4-2. 回転機構	28
4-3. 地平線のラインで折りたたむ方法	31
4-4. ビーチボールへの天体情報の記入方法	37
4-5. ビーチボールのサイズの検討	44

## 第5章 立体星座早見の完成品

5-1. 製作物①マジックテープを用いた立体星座早見	46
5-2. 製作物②ビーチボールに直接天体情報を書き込む方法	52
5-3. 製作物③ビーチボールに星のシールを貼る方法	61

第6章. まとめ	74
----------	----

参考文献	75
------	----

## 付録

## 第1章 序論

### 1-1. 背景

近年、子どもたちに自然体験の機会を提供することの重要性は高まっている。自然体験が重要視される要因として、自然体験が学びの土台・出発点になることが挙げられる。文部科学省の『体験活動の充実の基本的な考え方』によると、子どもの学びの過程は「感覚（体験）→思考（概念化、知性）→実践（行動、自己実現）」という方向でとらえられるとされている。まず直接的な体験をすることで感動や疑問を持ち、この経験をもとに考えを深めていき、学んだことを実践していく。自然体験はこの学びの過程の中で、出発点となる感覚（体験）にあたる。直接自然と触れるなかで「すごい」という感動や、「なぜだろう」という疑問が、その後の思考の土台・出発点になる。

この自然体験には様々な分野がある。昆虫を捕まえる体験や植物を観察する体験など身近な場所で行える体験から、海で泳ぐ体験やキャンプをする体験など自宅から出かけて行う体験まで多岐にわたる。その中で、天文分野の星を見る体験は夜空を見上げれば良いので、身近な場所で行える体験である。さらに、天文分野は日本人宇宙飛行士の活躍や日食や流星群などの天体現象などがあり、子どもたちの興味・関心が得やすい。このように、興味・関心が得やすく身近な場所で行える星を見る体験は、自然体験の入り口になりやすいと考えられる。そのため、本研究では子どもが星を見る体験に注目した。

では、子どもはどのような機会に星を見るのだろうか。3つの場面を想定した。まず、学校で見る場合である。ただし、星座観察は夜間に行う必要があり、実際に行うことは中々困難である。2つ目の場合として観望会が考えられる。観望会は、星座について解説してくれる指導者がいる。その反面、いつでも行えるわけではない。そして3つ目は家庭で観察する場合である。観望会とは逆で、指導者はいないが興味を持った時にいつでも観察できるという特徴がある。この3つの想定の中では、家庭での観察の頻度が最も高くなると考えられる。そこで、本研究は子どもが家庭で星を見る体験に注目した。

家庭での星を見る体験の特徴は2点挙げられる。1点目は、観察が夜間になるため、小学生の場合、保護者と観察する機会が多くなる点である。2点目は、先ほど述べたように家庭での観察は指導者がいない点である。水澤（2012）で、指導者がいない家庭での観察では、保護者の意識や住環境の差異により、適切な観察を行う上で少なからず課題が生じることが予想されると指摘されている。星座観察の場合は、星座が探せないという課題が生じることが予想される。

### 1-2. 目的

本研究は、小学生の親子が家庭で星を見る体験に注目する。家庭での観察は実施状況が把握しづらく課題が生じる可能性がある。そのため、家庭での星座観察の現状を調査し課題を把握する必要がある。この課題をもとに解決策を検討する。



## 第2章 アンケート調査

### 2-1, アンケートの目的

前章で述べたように、家庭での星の観察では課題が生じる可能性が存在する。課題の把握を行うために、小学生の保護者を対象としたアンケート調査を行った。

### 2-2, アンケートの詳細

#### 2-2-1, アンケートの調査方法

アンケート調査の概要を表 2-1 に示す。児童の保護者にアンケート用紙を渡し記入してもらう形式で実施し、アンケートの配布及び回収は各小学校の教員に依頼した。調査は 2 校の小学校で行った。三重大学教育学部附属小学校では全児童の保護者を対象に、三重県津市立南立誠小学校では小学校 4 年生の保護者を対象に行った。両校のアンケート回収数を表 2-2 に示す。

表 2-1. 調査概要

学校名	実施期間	対象者
三重大学教育学部附属小学校	2011 年 7 月	全児童の保護者（小学校 1 年から 6 年）
三重県津市立南立誠小学校	2012 年 5 月	小学校 4 年生の児童の保護者

表 2-2. 両校のアンケート回収数

	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	合計
三重大学教育学部 附属小学校	85 人	75 人	92 人	82 人	85 人	61 人	480 人
三重県津市立 南立誠小学校				51 人			51 人
計							531 人

#### 2-2-2, アンケート内容について

アンケートは 13 の質問項目からなる。その構成を表 2-3 に示す。なお表 2-3 に記載はないが、質問 (1) は児童の学年についての質問である。まず、質問 (2)・(3) で星を見る頻度と機会を尋ねた。質問 (4) 以降は、星を見る際の困った内容に関する質問である。まず、質問 (4) で困った経験の有無を尋ねた。この質問で、困った経験あると答えた保護者に対して、質問 (5) で困った具体的な内容を聞いた。その際、困った経験を解決できた保護者には具体的な解決策を質問 (7)・(8) で尋ね、解決できなかった保護者には解決策として考えられるような天文グッズや天文情報について質問 (9)～(13) で尋ねた。なお、質問 (6) は

表に記載がないが、困った経験が解決できたかの有無を尋ねた。論文付録 A にアンケート用紙を掲載する。

表 2-3. アンケートの構成

星を見る状況	質問(2) 家庭で星を見る頻度	
	質問(3) 家庭で星を見る機会	
困った内容	質問(4) 困った経験の有無	
	質問(5) 困った内容	
	解決済みの人	質問(7)・(8) 解決策について
	未解決の人	質問(9)～(13) 天文関連のグッズや天文に関する情報について

## 2-3, アンケートの結果

### 2-3-1, 両校のデータの取り扱いについて

アンケート結果を解釈するにあたり、附属小学校と南立誠小学校の集計結果に有意な差が見られるか検定を行った。検定は Z 検定を用いた。Z 検定は式 2-1 で表す。

$$Z = \frac{Pa - Pb}{\sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})\left(\frac{1}{Na} + \frac{1}{Nb}\right)}} \quad \dots \dots \dots \text{(式 2-1)}$$

( $Pa \cdot Pb$  : 各集団の標本比率,  $Na \cdot Nb$  : 各集団の標本比率,  $\bar{P}$  : 各集団の標本比率の平均)

検定の結果、13 の質問項目のうち 11 の質問項目では 95% の有意水準において有意な差は見られなかった。この 11 の質問項目については、両校の集計結果を一つにまとめて分析をおこなった。一方、有意な差が見られた 2 つの質問項目は両校の結果を別々に分析した。

### 2-3-2, 星を見る状況

#### ・質問 (2) 親子で星を見る頻度について

星を見る頻度を 5 段階に分けて尋ねた結果を図 2-1 に示す。最も多かった回答は「年に数回」で 51% となった。「月に数回」と答えた保護者も 16% 存在した。月に数回、言い換えると週に 1 回ほどの頻度で、親子で星を見ていることになるが、その割合が 2 割弱いることがわかる。また、点線で囲んだ部分は「少なくとも年に数回は星を見る機会を持っている家庭」の割合を示している。その割合は 71% となった。

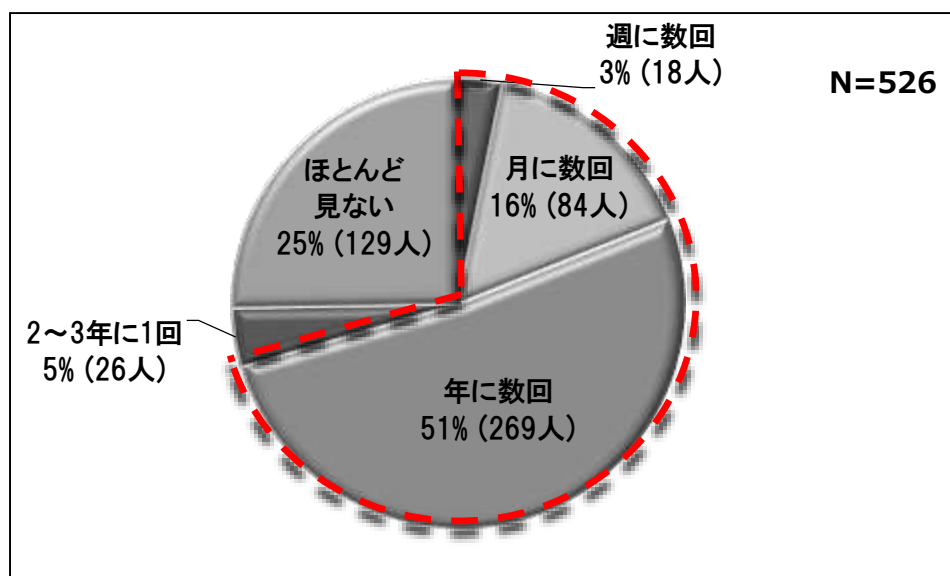


図 2-1. 親子で星を見る頻度の割合.

### ・質問 (3) 星を見る機会について

星を見る機会を 5 つ想定して尋ねた結果を図 2-2 に示す. なお質問(3)は複数回答可の質問になる. 以降の質問では, 複数回答可のものは図 2-2 のように図番号に複数回答可と注釈をいれる. この 5 つの項目は受動的に星を見る場合と能動的に見る場合の 2 つのカテゴリーに分類することができる. 受動的に見る場合とは, 星を見る以外に目的がある時に偶然星を見た場合をさす. 例えば, 帰り道にたまたま星を見た場合や, 街明りの少ない場所(キャンプ場など)で星空が綺麗だったので見たなどが相当する. 一方, 能動的に見る場合とは, 星を見ることを目的にしている場合をさす. 例えば, 珍しい天文現象や天文のイベントで星を見る場合がこれに該当する. 2 つのカテゴリーの割合を比較すると, 受動的に星を見る人の方が多いことが分かる. なお「その他」に書かれた主な内容は以下の通りである.

- ・夜に外出した時の帰り道で見る.
- ・星や月がきれいな時に見る.

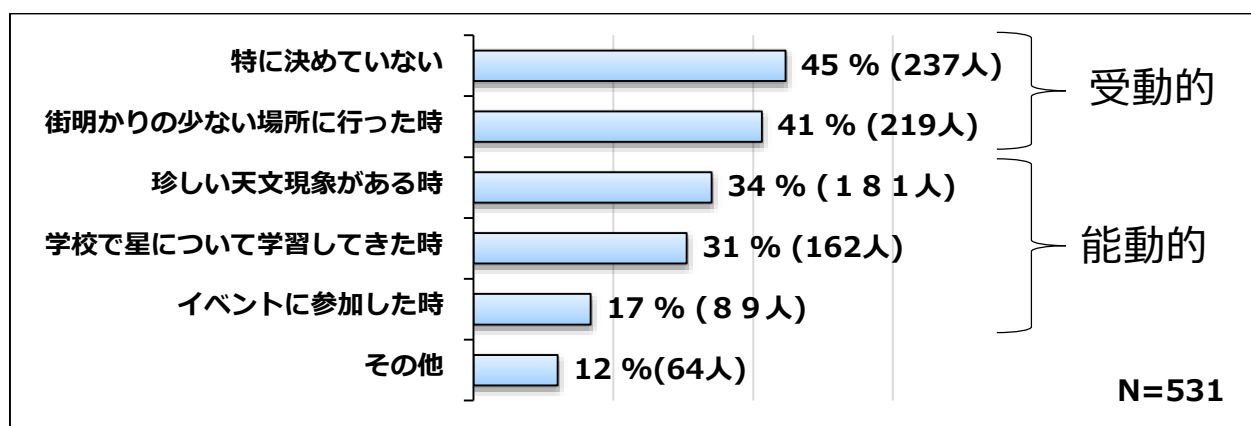


図 2-2. 親子で星を見る際の観察場所についての回答分布 (複数回答可)

### 2-3-3, 星を見る際の困った経験について

#### ・質問(4) 親子で星を見る時の困った経験の有無について

困った経験を持つ人が全体の 65%(344 人), 困ったことがないが 35% (185 人) であった。半数以上が, 星を見る際に困った経験があることになる。

#### ・質問(5) 親子で星を見る時の困った経験の内容について

上記の質問(4)で困った経験があると回答した人に困った内容を尋ねた。選択肢は「探している星座がわからない・見つけられない」, 「街明りで星が見にくい」, 「星を見るための機材がない」, 「何をすればよいかわからない」の 4 つである。結果を図 2-3 に示す。最も多かった回答は「探している星座がわからない・見つけられない」で 74% となった。2 番目に多かった「街明りで星が見にくい」と比べて, 倍近く高い割合になった。この結果から, 家庭での星座観察では天体望遠鏡の使い方のように専門的な内容で困っているのではなく, 「星座が探せない」という星座観察の入り口で困っていることがわかる。なお「その他」に書かれた内容は以下の通りである。その中には困った経験ではないが, 子どもの就寝時間と星の見る時間帯のずれを指摘する意見もあった。

- ・自分（保護者）が知っていても子どもに伝えるのが難しい。
- ・星を見たいときに天気が悪く, 見るできなかった。
- ・子どもを早く寝かせたいので夜遅くまで起こすことが少ない。

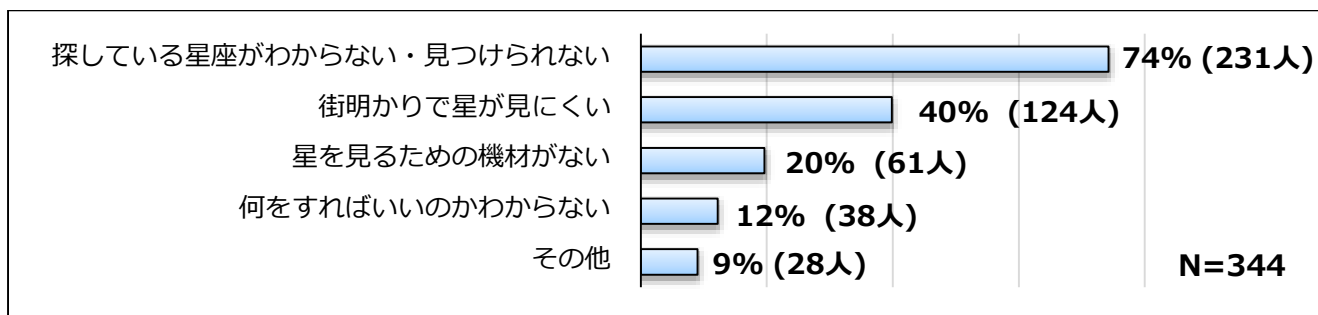


図 2-3. 親子で星を見る時に困った経験についての回答分布(複数回答可)

### 2-3-4, 星を見る際の困った経験の解決策について

#### ・質問(6) 困った経験が未解決な親子の割合について

星座観察で困った経験を持つ 344 人の内, 35%(119 人)が解決済み, 65%(225 人)が未解決であると回答した。星を見る際に困った経験を有する人のうち半数以上が, その困った内容を解決できていないことがわかった。

#### ・質問(7) 困った経験の解決策について

質問(6)で困った経験を解決できたと回答した人に, その解決策を尋ねた。解決策に, 「天文関連のグッズ」, 「書籍」, 「インターネット」, 「天文関連のイベント」を想定し選択肢とした。図 2-4 に結果を示す。

その結果、天文関連のグッズを使用した人が最も多かった。書籍で情報を得た人の割合(33%)とインターネットで情報を得た人の割合(30%) はほぼ等しくなった。また複数回答可の質問なので、書籍とインターネットの両方から情報を得たと回答した人もいた。両方から情報を得たと回答した人は 10 人であった。また「その他」に書かれた内容は以下の通りである。

- ・プラネタリウムに行った。
- ・街明かりの少ない場所（海，山，公園など）に行った。

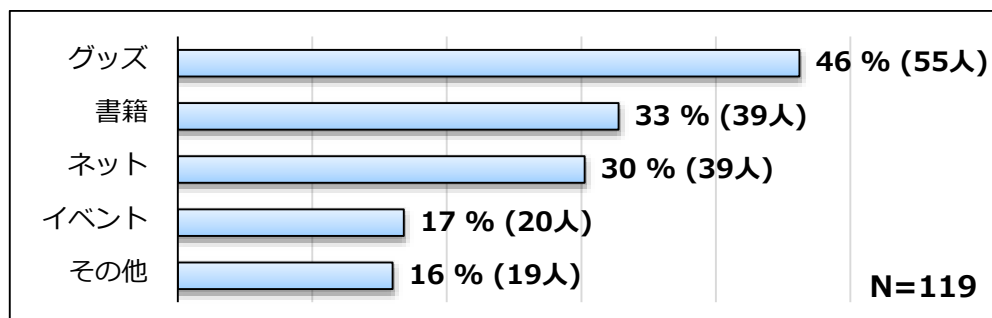


図 2-4. 困った経験の解決策についての回答分布(複数回答可)

#### ・質問(8) 解決策に用いた天文グッズの内容について

質問(7)で解決策に天文関連のグッズを用いた人を対象に、どのようなグッズを使ったのか調査した。グッズには、「星座早見盤」、「天体望遠鏡」、「星座を探すためのガイドブック」、「天文関連のコンピューターソフト」、「スマートフォンの星を探すアプリ」を想定した。その結果を図 2-5 に示す。その結果、最も多く用いられたグッズは星座早見盤であることがわかった。グッズを用いた人の 89%の人が星座早見盤を使っていた。なお 5 つの選択肢以外のグッズを使ったと回答した人はいなかった。

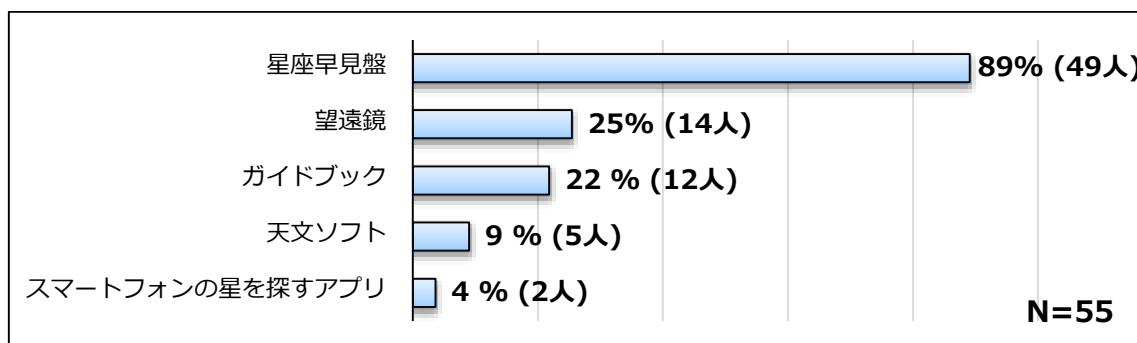


図 2-5. 解決策に用いたグッズの内容についての回答分布(複数回答可)

### 2-3-4, 天文関連のグッズや情報について

#### ・質問(9) 困った経験が未解決の人の天文関連のグッズや情報の認知度について

質問(6)で困った経験が未解決と回答した 225 人を対象に、天文関連のグッズや情報の認知度を調査した。その結果、グッズや情報のことを知っていると回答した人の割合は 44%(96 人) , 知らないと回答した人の割合は 56%(123 人)となった。

#### ・質問(10) 困った経験が未解決の人のグッズや情報の利用の有無について

質問(9)でグッズや情報を知っていると回答した 96 人を調査に、実際にグッズや情報を利用したか質問した。その結果、利用したが 31%(28 人)、利用しなかったが 69%(68 人)となった。言い換えると、回答者の 31%は情報やグッズを使用しても困った経験が解決できておらず、回答者の 69%は情報やグッズのことを知ってはいるが利用しなかったことになる。

#### ・質問(11) グッズや情報を利用しても問題が解決しなかった理由について

質問(10)でグッズや情報を利用しても困った経験を解決できなかった 28 人を対象にして、何故解決できなかったか調査した。解決できなかった理由に想定した選択肢は、「操作内容が難しかったから」、「自分の想定していた情報やグッズではなかったから」「わからない」である。その結果を図 2-6 に示す。その結果、解決できなかった理由で最も多かった回答は「操作内容が難しかったから」であった。

「操作内容の難しさ」に関しては、記述による回答も得られた。「星座早見盤などのグッズに表示される内容と実際の星空を結びつけるのが難しいから。」や「星座早見盤には星座線が書かれているが実際の星空には書かれていないので星座を探すのが難しい。」など、星座早見盤などのグッズを用いても星座を探せなかったという指摘である。なお「その他」の内容を以下に示す。

- ・星の区別がつきにくく、子どもに正しく伝えられたかわからない。
- ・そこまで深く考えたことがない。

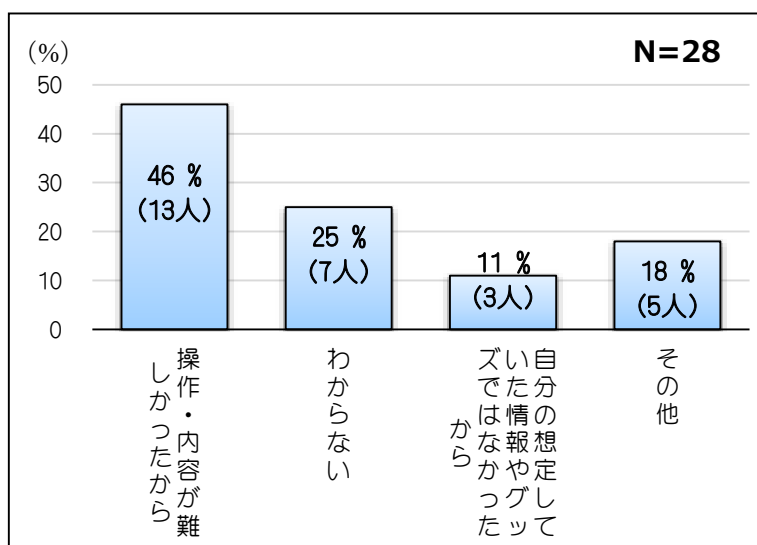


図 2-6. グッズや情報を用いても問題を解決できなかった理由の回答分布(複数回答可)

#### ・質問(12) グッズや情報を知っていても利用しなかった理由について

質問(10)でグッズや情報のことは知っているが困った時に利用しなかった 68 人を対象にして、利用しなかった理由を質問した。理由として想定した選択肢は、「特に理由はない」、「グッズの入手が難しか

ったから」、「操作内容が難しそうだったから」、「自分が欲しい情報やグッズが見つからなかったから」である。その結果を図 2-7 に示す。結果より、利用しなかった理由で最も多かった回答は「特に理由はない」(44%)であった。また「その他」に書かれた内容は以下の通りである。

- ・子どもにまだ早いと思ったから。
- ・持って行くのを忘れたから。

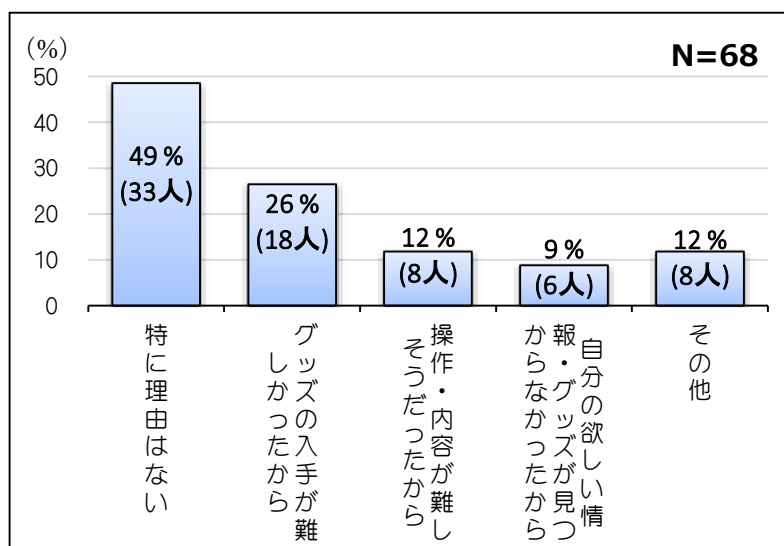


図 2-7. グッズや情報を用いなかった理由の回答分布(複数回答可)

### ・質問(13) グッズや情報を知る有効な手段について

困った経験を持ち、手助けとなるグッズや情報を知らないと回答した人（質問(9)で「いいえ」と回答した人）を対象に、そのようなグッズや情報を知る有効な手段について質問した。この質問は両校の結果に有意な差が見られたため、別々に結果を表示した。南立誠小学校では情報を伝える最も有効な手段に「ホームページ」を選んだ回答者が突出して多かった。それに対して、附属小学校では「ホームページ」「学校からのお便り」「新聞・雑誌」から 5 割前後の回答があった。

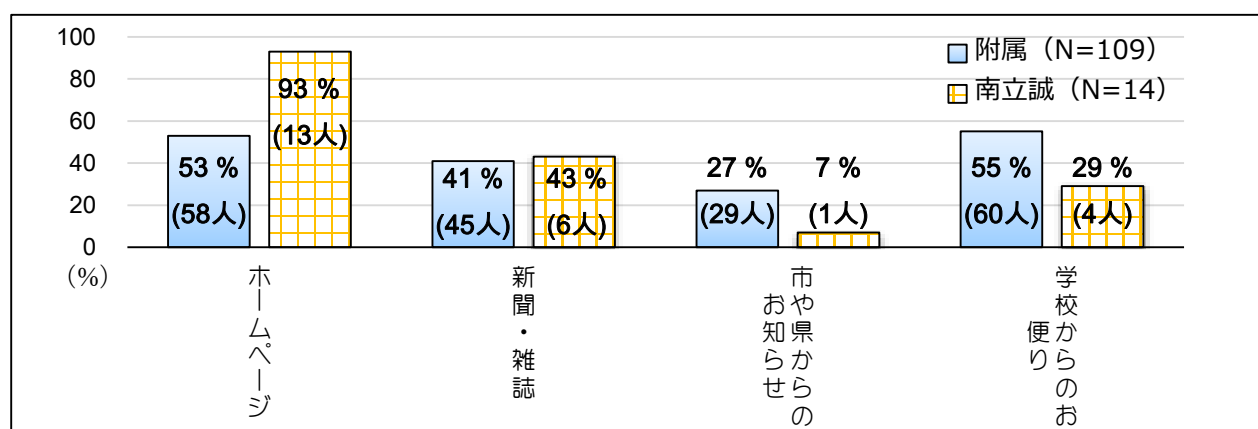


図 2-8. グッズや情報を知る有効な手段の回答分布(複数回答可)

### ・質問(14) どのようなものや情報があつたらいいか

星を見る時の困った経験を解決できていない人を対象に、困った経験を解決するためにあれば良いグッズや情報について尋ねた。その結果を図 2-9 に示す。選択肢は「情報」「イベント」「グッズ」の3グループに分けた。その結果、最も多くの方が「星を見るイベント」を希望していることがわかった。次に多かった回答はプラネタリウムだった。「星を見るイベント」や「プラネタリウム」を希望しているという結果になった理由は、家庭での観察では指導者がおらず解決できなかったので、指導者がいるイベントが望まれたのが原因だと考えられる。なお「その他」に書かれた主な内容は以下の通りである。その他の内容の中には、少数意見や直接は質問と関係ない内容もあったが、具体的な意見が多かったのでできるだけ掲載した。

- ・星座や天文というと難しそうな気がして、もっと身近に感じられるような何かがあればいいのにと常々思っています。
- ・自分が見ている星空の写真を撮ると、星や星座の情報がその写真に書き込まれると良い。
- ・子どもの頃山奥のキャンプ場で見た星は本当にきれいでした。感動しました。そういう体験が簡単にできるともっと興味がわくと思う。
- ・星に詳しい人が身近にいるともっと見たくなると思う。
- ・まず子どもが興味を持つことが大切だと思います。
- ・パソコンなどよりも、実際の星を見た方が・行動した方が心に残るし、興味も湧くと思う。
- ・家の近くは街灯や店頭の明かりで星が見えないので、解決が難しい。
- ・プラネタリウムは素敵だけど、いざ家で見ようと思うとあのようには見えずあきらめると思う。
- ・安価な簡易望遠鏡はあってもダメでした。

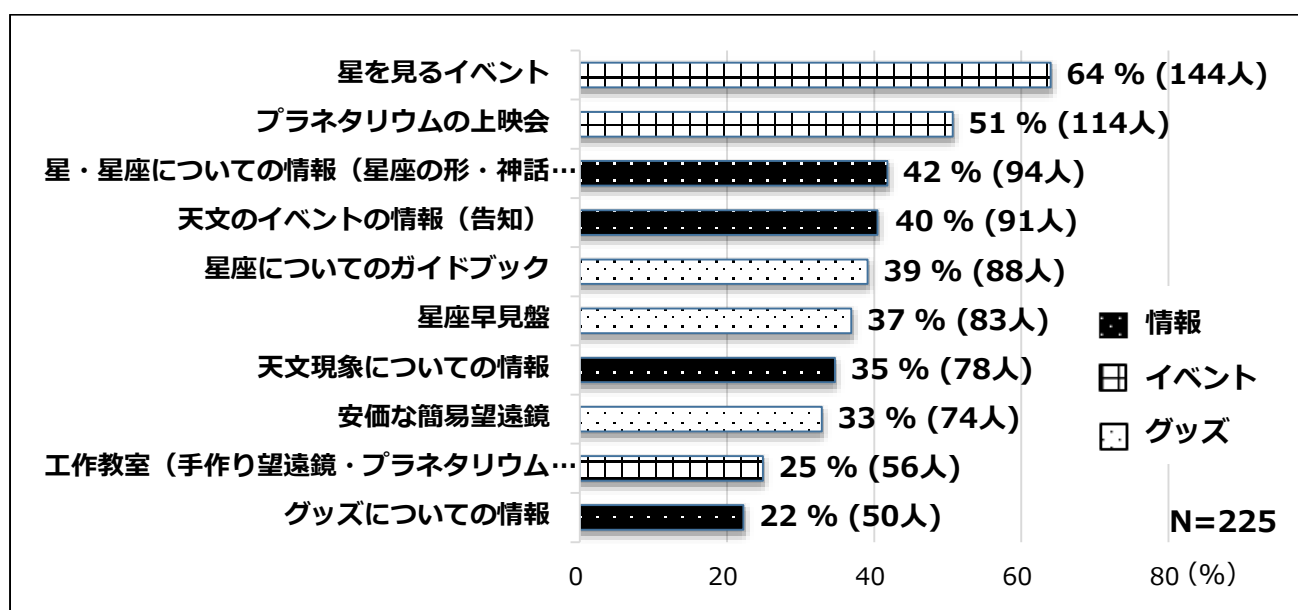


図 2-9. あれば良いと考える情報やモノについての回答分布 (複数回答可)



### 2-3-5, 学年別に集計した結果

学年によってアンケート結果が異なるか評価するために、低学年・中学年・高学年の3グループに分けてアンケートを集計した。この中で学年別でアンケート結果が異なった質問について表記する。

#### ・質問(3) 星を見る機会について

図2-10は、質問(3)の学年別の結果をレーダーチャートで比較したものである。レーダーチャートは各選択肢の回答者の割合を表している。レーダーチャートの右には、各選択肢の質問内容と各線の説明を載せる。3グループ(低学年・中学年・高学年)の中で1つのグループだけ回答者の割合が20%以上離れている選択肢は、選択肢4だけであった。選択肢4「学校で星について学習してきた時」の各学年の回答者の割合は、低学年が13%、中学年が39%、高学年が43%と中学年以降の割合が高くなった。さらに小学校で天文分野を扱う4年生を対象を絞ると、4年生の保護者の内62%が「学校で学習してきた時に星を見る」と回答した。この結果から、学校での学習は星を見ることの興味づけに有効であると考えられる。

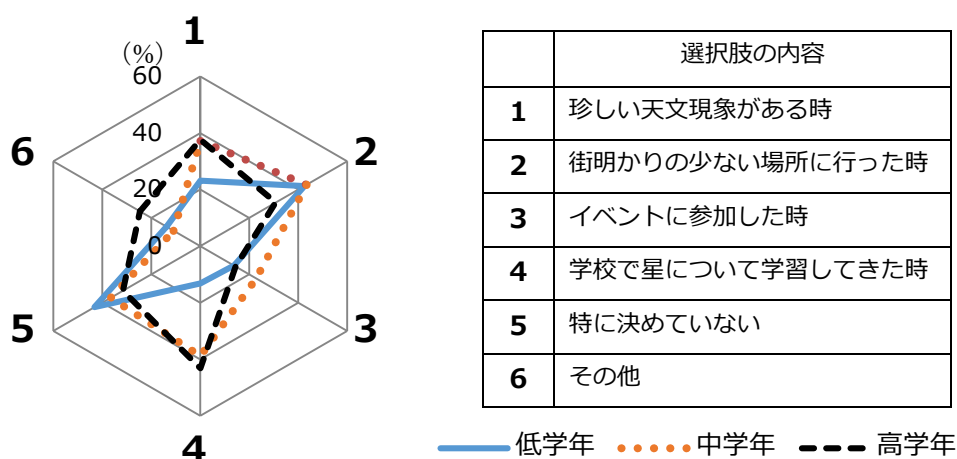


図2-10. 星を見る機会についての学年別の比較

#### ・質問(7) 親子で星を見る時の困った経験の内容について

図2-10と同様の方法で、質問(7)の学年別の結果を図2-11に示す。選択肢2, 4, 5は各学年で大きな違いは見られないが、選択肢1, 3では各学年で違いがみられた。特に選択肢3「グッズを使用した」の各学年の回答者の割合は、低学年が23%、中学年が51%、高学年が55%となり、低学年だけ低い結果になった。

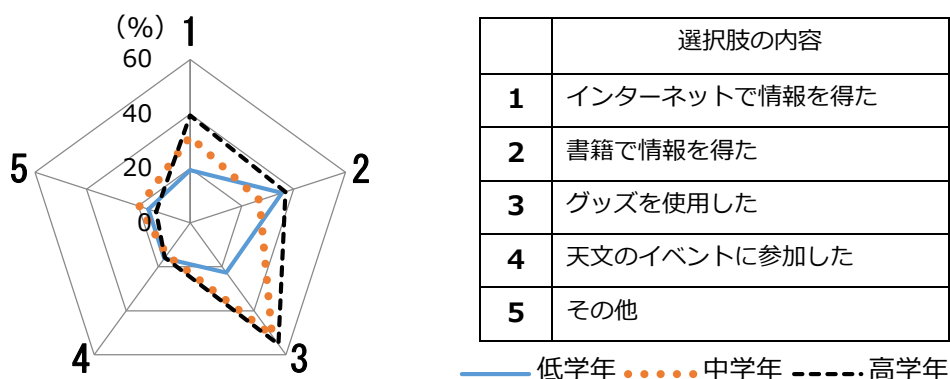


図2-11. 星を見る際の困った経験についての学年別の比較

## 質問(10) 困った経験が解決できていない人のグッズや情報の利用の有無について

質問(10)の学年別の結果を図 2-12 に示す。質問(10)は、星を見る時の困った経験を解決できていない人の中で、星を見る時の手助けとなるグッズや情報があることを知っている人を対象としている。低学年は「グッズを使わなかった」と答えた割合が他の学年に比べて約 15%高くなっている。

このように質問(7)、(10)の学年別の集計結果では、両方とも低学年のグッズの使用率が低くなった。この理由は、グッズの内容が低学年ではまだ難しいからだと考えられる。また、グッズを使用しなかった理由を尋ねた質問(12)でも、2 年生の保護者から「子どもにまだ早いから使わなかった。」という回答があった。

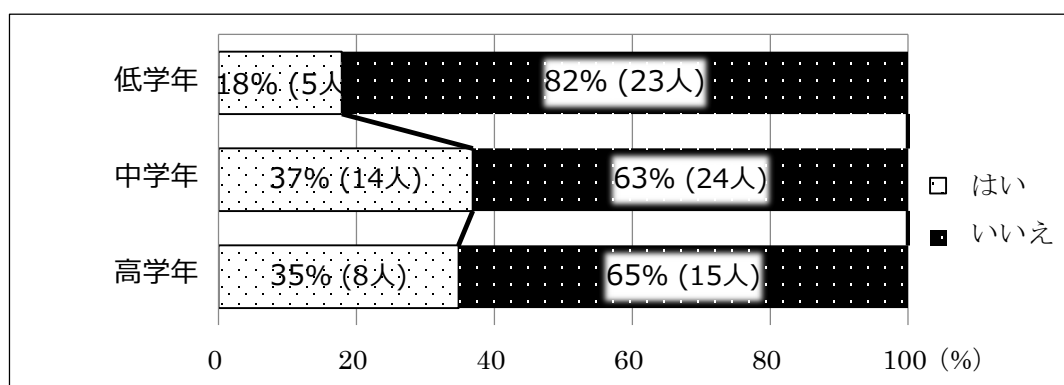


図 2-12. グッズや情報の利用の有無に関する学年別の比較

## 2-4, アンケートのまとめ

今回のアンケートの目的は、親子で星を見る時に困っている問題の解決策を探ることである。まずは、どれくらいの人数の人が困った経験を解決できずにいるのか確認しておく。困った経験の有無を尋ねた質問(3)より、全体の 65%の保護者が星を見る際に困った経験があることがわかった。さらに、質問(6)より、全回答者 (480 人) の 43%にあたる 225 人の保護者が困った経験を解決できていないことが分かった。

具体的な問題点を尋ねたところ、最も多かった回答は「探している星がわからない・見つけられない」であり全体の 72%に達した。多くの回答者は、望遠鏡などの機材などある程度経験を積んだ人が困る内容ではなく、「星座が探せない」という星を見る入口でつまづいていることがわかる。星座を探索しない問題の解決策として最も多かった回答は「天文関連のグッズを使用した」であり、問題点を解決できた人の 46%であった。中でも星座早見盤を使って解決した回答者はその 89%にのぼった。このことから、星座早見盤は星座を探索しない問題の解決策の候補と言える。

しかし、従来の星座早見盤には問題点も指摘されている。天文関連のグッズ全体を見ても、グッズを使っても問題を解決できなかった理由で最も多かったのが「操作・内容が難しかったから」であることが質問(11)からわかる。さらに、「実際の空と同じように早見盤が見えない。」「実際の星空と星座早見盤の情報を結びつけるのが難しい。」など星座早見盤単独で見ても星座を探すことが難しいというコメントが挙がった。

## 2-5, 本研究の達成目標

アンケート結果より、家庭での星座観察では星座が探せないという課題があることを確認できた。この課題の解決策を検討し、家庭での星座観察の環境改善に取り組む。その際に、本研究は以下の3点の達成目標を定めることにする。まず、課題に挙がっているように星座がさがせるようになることである。ここで探す星座とは、りゅうこつ座やエリダヌス座のように普段聞きなれない星座ではない。星座観察の入り口で使うことを想定しているため、はくちょう座やカシオペア座などのように、一般的に探しやすい星座を想定している。2点目の目標は、星座観察への興味・関心を高めることである。星座観察を行う前に興味・関心を高めておけばより効果的に体験が行えると考えられる。九十九（2006）によると、自分で作ったもので観察を行うと興味・関心が高まることが報告されている。3点目の目標は、体験した記憶が残りやすいものであることである。体験の機会を頻繁にとることは難しいので、一度体験した記憶は継続できることが望ましい。舘野・清水（2004）では、ものづくりを取り入れた学習での記憶の継続性の向上について報告されている。この2点目と3点目の目標を達成するために、解決策にはものづくりを取り入れることを検討した。

以上の3点の目標を達成するために、星座を探す際の身近な道具であり、ものづくりの要素も取り入れることができる、星座早見盤の製作を行う。次章では、まず従来の星座早見盤を出発点にして検討する。

## 第3章 星座早見盤の立体化

### 3-1. 従来の早見盤の問題点

星座早見盤は星座が見つけれられない際に、最も多くの人がとる解決手段であることがわかった。その反面、星座早見盤を使っても解決できなかった人もいた。その原因として、星座早見盤が「実際の星空と乖離」していることを挙げている回答者がいた。具体的には、「実際の空と同じように早見盤が見えない。」「実際の星空と星座早見盤の情報を結びつけるのが難しい。」などの記述である。この問題は榊原・田中(2012)をはじめ多くの論文で指摘されている。本節では、この「実際の星空との乖離」問題について論じる。

星座早見盤は、星空の立体的な情報を平面に変換して表示しているため、実際の星空と視覚的に一致させることが難しい。この立体と平面の違いにより、星を探す際に以下の2つの問題が生じると考えられる。1点目は天体の方位・高度がわかりにくい問題、2点目は星座早見盤の図法による歪みの問題である。この2点を概観する。

#### 天体の方位・高度がわかりにくい問題

図3-1は、星座早見盤の星空の表示窓と方位を表している。図の点線で囲んだ部分は東西南北の方位を表している。実際の星空の方位と東と西の方角が一致しない。さらに星座早見盤から高度の情報を得る場合は、平面で描かれてある図を立体的に考える必要がある。

このように、星座早見盤をただだけでは、実際の天体の方位・高度を直観的に理解することは難しいと考えられる。

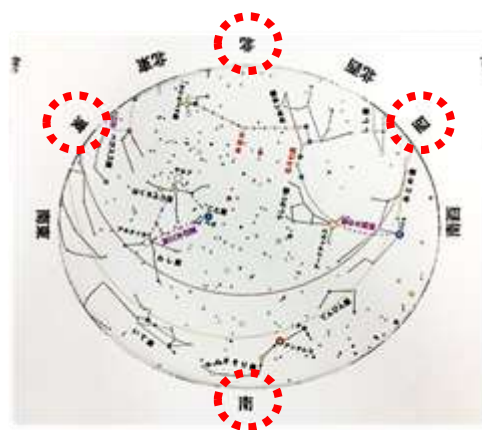


図3-1. 星座早見盤の方位

#### 星座早見盤の図法による歪みの問題

星座早見盤は立体の情報を平面的に表現しているため星の配置に歪みが生じる。特に星座早見盤の周辺部の星で歪みが顕著に見られる。図3-2は、さそり座の星の配置を表した図である。図3-2(a)が実際の星空での配置、図3-2(b)が星座早見盤での配置である。

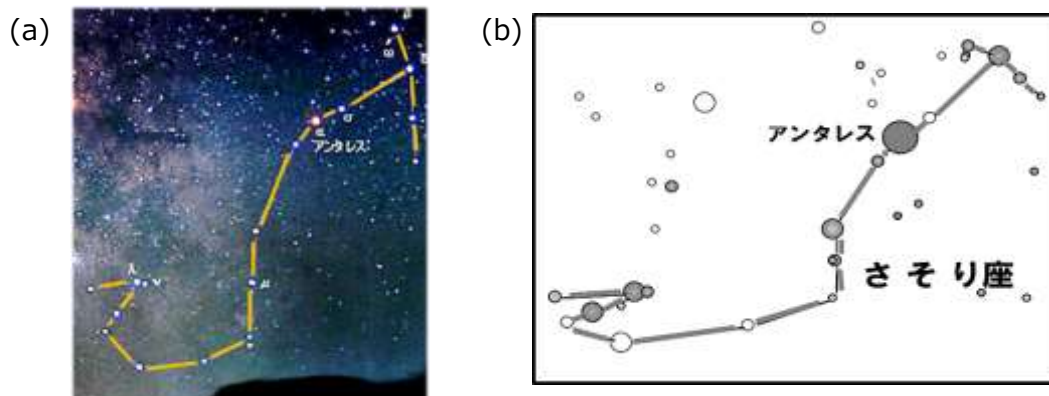


図3-2. さそり座の星の配置図

(a)実際の星空での配置, (b)星座早見盤での配置

星座早見盤では、さそり座が実際より横長に表現されている。星座を探す際にはこの形の歪みによって、実際の星空と視覚的に一致させることが難しくなると考えられる。

### 3-2. 立体化に関する先行研究

前述のように、星座早見盤は立体の星空を平面に表示することで「実際の星空との乖離」問題が生じる。この乖離問題を解消するために、星座早見盤の立体化が試みられてきた。本節では、この立体化に関する先行研究について論じる。なお以降の文章では断りのない限り、立体化した星座早見盤を「立体星座早見」と呼ぶことにする。

立体星座早見は、2タイプに分けることができる。1つ目は、天球を外側から眺める天球儀と呼ばれるタイプである。2つ目は、その天球儀を内側から眺めるタイプである。それぞれのタイプについて論じる。

#### 天球を外側から眺めるタイプ（天球儀）

図 3-3 は、天球儀の例である。天球儀は星空を完全な球体で表現しているため、星座早見盤であった歪みやずれは存在しない。しかし、実際の星空での観測者の視点と天球儀見る際の視点は異なる。概念上、観測者は天球の中にいて天球の内側に貼り付いている星空を見ている。天球儀は、その天球を外側から見ることになるので、視点は真逆になる。そのため、天球儀で星の位置を確認する場合は、実際には天球の中から星を見ていると仮定して視点変換する必要がある。



図 3-3. 天球を外側から眺めるタイプ（Kenko 地球儀&天球儀 KG-200CE）

#### 天球を内側から眺めるタイプ

天球儀に見られる視点変換を省くには、内側から天球を眺めることができれば良い。そのような立体星座早見も考案されている。内側から眺めるタイプは、図 3-4 のように 2 タイプに分けることができる。1つ目は、天球の再現性を優先したタイプ、2つ目は携帯性を優先したタイプである。

1つ目の天球の再現性を優先したタイプは、球体に近づけることで歪みやずれを抑えている。このタイプには、図 3-4 の①『実視できる立体星座早見』がある。透明な天球の中に頭を入れることで、内側からの視点を実現している。他にも、②『星座早見球』のように透明な天球を下から眺めて使うものもある。天球儀の上半分に被せた黒色のボウル部分が、地平線より上の星空を表している。



2 つ目は携帯性を優先したタイプである。その例として、従来の星座早見盤を皿型に凹ませることで立体性を再現している③『皿型星座早見』や、天体情報が書きこまれた透明ビニル傘を夜空にかざして使う④『星座早見傘』が挙げられる。

### 【天球の再現性】

#### ① 実視できる立体星座早見

- ・「実視できる立体星座早見」

(高谷, 1994)より転載



**利点：**球体の再現率が高い

**課題：**収納する際は工具が必要

#### ② 星座早見球

- ・「星座早見球の製作」

(吉田・松尾, 2001)より転載



**利点：**球体の再現率が高い

**課題：**分解して収納できない

### 【携帯性】

#### ③ 皿型星座早見

- ・渡辺教具より販売



**利点：**星座早見盤と使い勝手が同じ

**課題：**球体の再現率は低い

#### ④ 星座早見傘

- ・「透明ビニル傘を利用した天体教具の製作」(宮嶋)より転載



**利点：**折り畳むことができる

**課題：**全天の一部しか表示できない

図 3-4. 天球を内側から眺めるタイプ

### 3-3. 先行研究の成果と課題

前章の図 3-4 で示した天球を内側から眺めるタイプの立体星座早見を、天球の再現性を優先したタイプと携帯性を優先したタイプに分けて成果と課題を論じる。

#### 3-3-1. 天球の再現性を優先したタイプの成果と課題

##### ①『実視できる立体星座早見』の成果と課題

①『実視できる立体星座早見』を記した高谷（1994）では、以下の 2 点について成果が報告されている。1 点目は、実際に探したい星座を見つけることができた点である。使用した生徒の反応は、「月日と時刻だけでその天体が立体的に実物と合うように現れることも驚きでありうれしいことであった。」と記されている。2 点目は、日周運動の理解に役立った点である。この教材は、中学校理科で使用することを念頭に置いているので、学習事項の日周運動の理解も目的にしている。立体星座早見を回転させることで、日周運動の立体的イメージが描けたと報告されている。

その一方で、携帯性に関する課題が挙げられる。この立体星座早見は、人の頭が入るサイズ为天球が必要なため装置が大掛かりになる。持ち運ぶ際は、天球用のビニールシートとプラスチックの骨組みからできているので、折り畳むことは可能である。ただし、ボルトのつけはずしなど組み立てには時間を要する。

また、天球の中に頭を入れるシステムには視点の位置が変わるという問題が考えられる。図 3-5 は、この立体星座早見のように天球の中に頭を入れて星を見た状態を表している。天球は概念上、天球の中心から星を見た場合を考えている。そのため天球上の星は、中心と実際の星を結んだ直線状に描かれる。しかし、天球の中に頭を入れた場合は頭のサイズ分だけ視点の位置が変わってしまう。観測者は、自分の視点と天球上の星の延長線上に星があると考えるため、実際の星の位置とずれが生じる。図 3-5 では 2 つの星で表現しているが、天球と顔の距離が近くなるほど、星を結んで作る星座の形が実際よりも大きく見えてしまう。その結果、実際の星空と視覚的に一致させることが難しくなると考えられる。

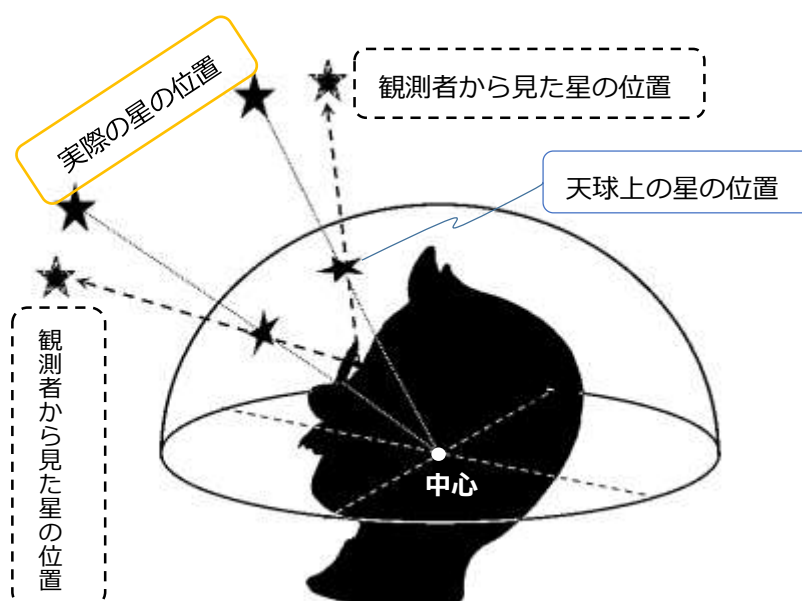


図 3-5. 天球の中から星をみた概念図

ずれを小さくするには、天球を大きくし、観測者の頭のサイズを相対的に小さくすれば良い。しかし、そうすると天球の骨組みも大きくなり携帯性はさらに損なわれる。

以上のように、①『実視できる立体星座早見』は天球の再現性を実現することで星の探しやすさは向上するが、携帯性に課題が残る。

## ②『星座早見球』の成果と課題

②『星座早見球』を記した吉田・松尾（2001）では、星空との対応関係がつけやすかったという成果が報告されている。その理由として、「我々は天球を下から眺めているが、本器はこれと同じ見方で見るので、星空との対応が付きやすい。」と記されている。

課題は2点ある。1点目は携帯性についてである。この立体星座早見はプラスチックの透明半球でできており、図3-4の状態より小さくはできない。2点目は、下から覗く仕組みについてである。この立体星座早見は一見外側から天球を眺めているように見えるが、実際には透明な球の上半分を見ているので内側から眺めるタイプになる。この構造上、本来見たい天球の上半分の星だけでなく、下半分の星まで見えてしまう。吉田・松尾(2001)にも、「恒星の丸いシールの裏と恒星をつなぐ糸が白色あるいは黄色に光るため、下から眺めたとき少し邪魔に感じる。シールや糸の裏を黒くすることはできないのか。」と述べられている。

以上のように、②『星座早見球』は天球の再現性を実現することで星の探しやすさは向上するが、下から覗く構造のため視認性の悪さが課題になる。

## 3-3-2. 携帯性を優先したタイプの成果と課題

### ③『皿型星座早見』の成果と課題

この立体星座早見は、従来の星座早見盤を皿型に凹ませた構造をしている。図3-4のように、わずかに凹ませているだけなので天球の再現性を優先したタイプより携帯性は良い。

その一方で、天球の再現性が悪い分、天球の再現性を優先したタイプに比べると星の探しやすさが低下すると考えられる。また、皿型星座早見は基本的に従来の星座早見盤と構造が同じである。そのため、星座早見盤に見られた「実際の星空との乖離」問題を完全には解決できていない。特に、星座早見盤と同様に方位のずれは見られる。

以上のように、皿型星座早見は携帯性には優れている一方で、従来の星座早見盤と基本的な構造は変わらない。そのため天球の再現性を優先したタイプと比べると星が探しにくいと考えられる。

### ④『星座早見傘』の成果と課題

図3-6は星座早見傘を使用する際の概念図である。透明ビニル傘に天体情報が書きこまれており、傘の先端が北極星を表す。使用する際は図3-6のように、傘の先端と実際の夜空の北極星を対応させて使う。前述の皿型星座早見と比べると、より立体的の星空を再現でき、使わないときは折り畳めるため携帯性にも優れている。



その一方で、星座早見傘は天球の一部分しか表現できない課題がある。図 3-6 のように、一つの傘では北の方角の星空しか表現できない。そのため、他の方角の星を探す場合は別の道具が必要になる。

よって、星座早見傘は立体的な星空が再現でき携帯性にも優れている一方で、一部分の星空しか表示できない課題がある。

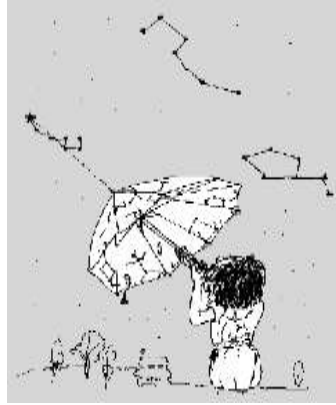


図 3-6. 星座早見傘の使用イメージ（大島修『天文と科学のページ』より掲載）

以上のように、天球の再現性を優先した①『実視できる立体星座早見』や②『星座早見球』は、星空との対応関係がつけやすい反面、携帯性が損なわれる課題がある。一方で、携帯性に優れたタイプは天球の再現性に問題があった。よって、天球の再現性と携帯性を両立させることが立体星座早見の課題に挙げられる。

### 3-4. 解決案

本研究は、子どもの星座観察について考えている。星座観察は、自宅だけでなくキャンプ場や夏休みに海に遊びに行ったときなど外出時に行う場合も考えられる。その際は、携帯性も重要な要素になる。しかしながら、先行研究では天球の再現性と携帯性の両立に課題が見られた。そのため、天球の再現性を損なわずに、携帯性に優れた立体星座早見の開発を行った。

開発する立体星座早見のイメージについて図 3-7 をもとに説明する。もともになる天球は、ビーチボールのように空気で膨らませる構造をしている。この状態が図 3-7①になる。表面には星空情報が描かれている。この球を凹ませることで実際の星空で使う状態にする。その際に、まず日時と時刻を合わせる必要がある。実際の天球では、図 3-7②のように天の北極と天の南極に伸びた軸を中心に星空は回転している。同じように、この球も回転させることで時刻を合わせる。次に、図 3-7③のように球の真ん中のラインが地平線になるため、このラインで球を半分に折りたたむ。空気を完全に抜いて半球の状態にする。この半球の内側が、任意の時刻の星空になる。その様子を図 3-7④に示す。実際の星空の様に立体的に星空を表現でき、東西南北の方位も実際の星空とずれていない。実際の夜空では、図 3-7⑤のように使用する。立体星座早見を夜空に掲げるだけで実際の星空と対応関係をつけることができる。図 3-7⑤では、オリオン座を探すイメージを表している。また、空気で膨らませる構造を取り入れることで使わない時は折りたたむことができ、携帯性にも優れている。

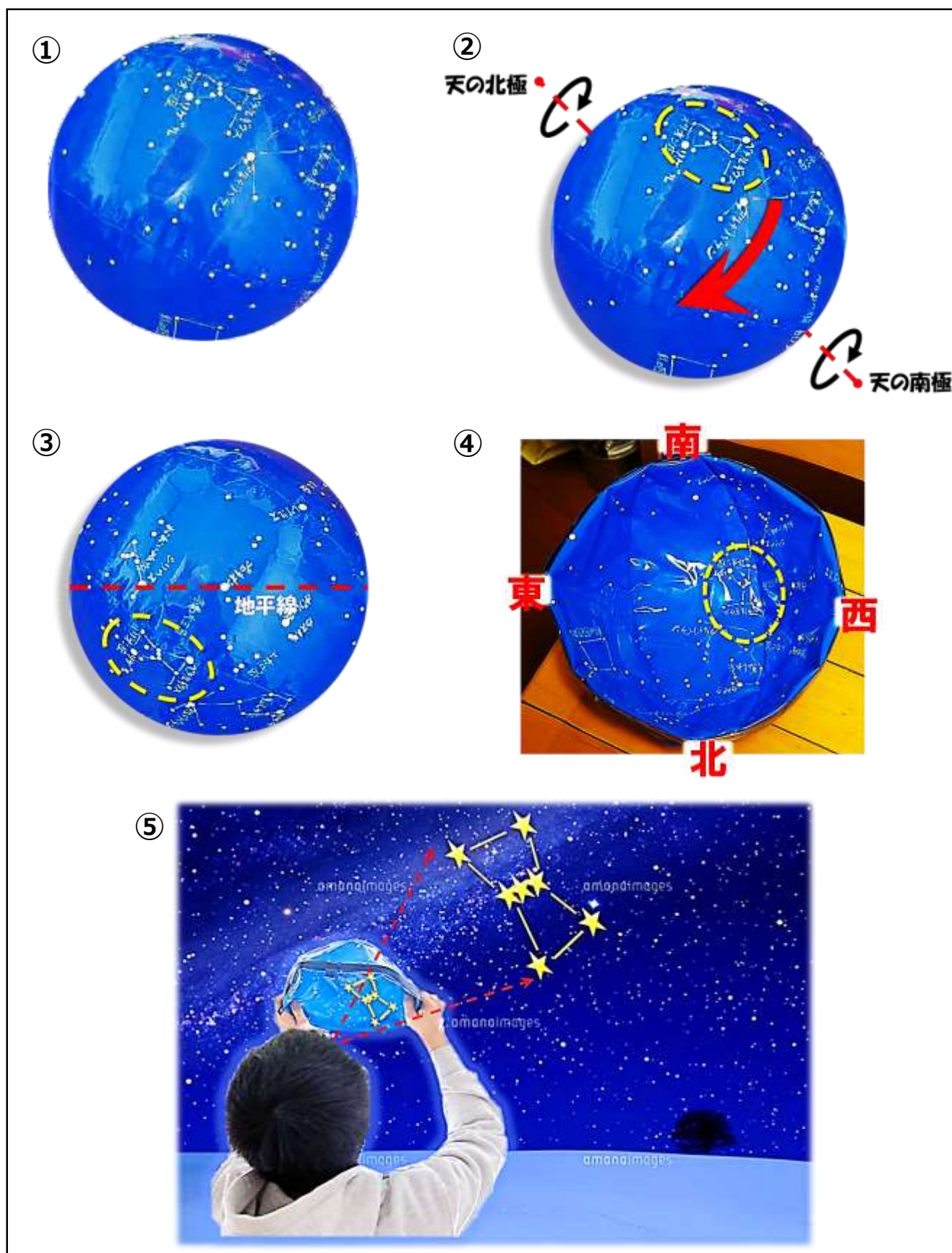


図 3-7. ビーチボール型立体星座早見

①空気で膨らませた天球, ②回転させて時刻を合わせる, ③地平線のラインで半分にしぼませる

④半球の状態 (任意の時刻の星空), ⑤実際の夜空で使用する際のイメージ

### 3-5. 立体星座早見と星座早見盤の比較

#### 3-5-1. 目的

天球の内側からのぞくタイプの立体星座早見を用いると、星座が探しやすくなることは先行研究で報告されている。しかし、上述した先行研究の中で平面の星座早見盤と立体星座早見の定量的な比較は行われていなかった。そのため、立体星座早見と従来の平面の星座早見盤を比較し、星の認識率の有意差について検証を行った。

#### 3-5-2. 実施概要

検証には図 3-8 に示した立体星座早見と星座早見盤を用いた。立体星座早見は簡易的に紙で作製した。ビーチボール型立体星座早見を半球状にしぼませた状態と同じ形である。星座を探す際の使い方も同じである。比較の際に立体星座早見と星座早見盤で、星の数や星座線の有無などの表示内容が異なれば調査結果が変わる可能性がある。そこで表示内容を揃えるために、立体星座早見と星の数や星座線を統一した星座早見盤も新たに製作した。

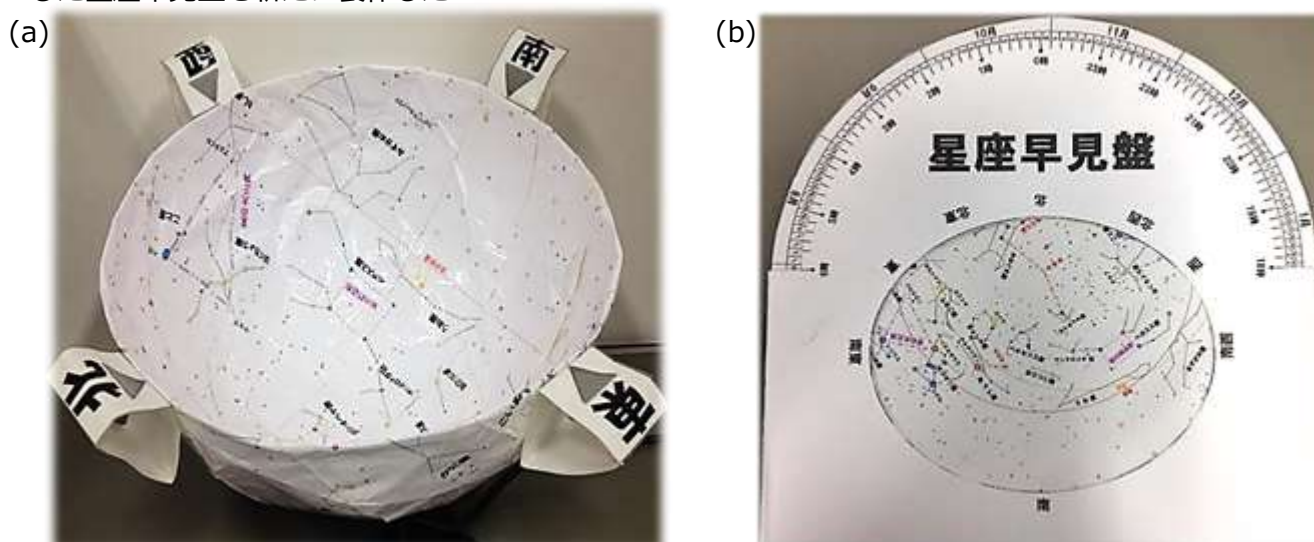


図 3-8. 検証に用いた星座早見

(a)立体星座早見, (b)星座早見盤

調査は大学生を対象にして 2 度行った。調査概要を表 3-1 に示す。

表 3-1. 立体星座早見と星座早見盤の比較調査の概要

1 次 調 査	対象：三重大学教育学部理科教育講座の大学生（15 人）		
	日時：2012 年 12 月 12 日（月齢 28.2）18 時～20 時		天候：晴れ
	場所：三重大学三翠ホール前		
2 次 調 査	対象：三重大学教育学部理科教育講座の大学生（18 人）		
	日時：2013 年 10 月 31 日（月齢 26.1）18 時～19 時		天候：晴れ
	場所：三重大学教育学部屋上		

本調査は三重大学内でも比較的暗い場所で行った。両方の調査地とも、3～4等星まで肉眼で見える場所を選んだ。なお1次調査で見つかった課題を2次調査で検証したため、2つの調査を個別に報告する。

### 3-5-4. 立体星座早見と星座早見盤の比較の1次調査

#### ・調査方法

1次調査は星空観望会が開かれた会場で行った。そこに訪れた大学生15名を対象に聞き取り形式の調査を行った。大学生は18時～20時の間に不定期に訪れたため、調査時刻にバラつきがある。

調査の流れを記述する。まず星座早見盤を使って天体を1つ探してもらった。次に立体星座早見を使用し、先程の星座早見盤で天体を探せた人には別の天体を、探せなかった人には同じ天体を立体星座早見盤で探してもらった。調査の前には、両者の星座早見の使い方を簡単に説明した。星座早見盤は時刻の合わせ方、方角の合わせ方、持ち方の3点を説明した。立体星座早見は方角の合わせ方、持ち方について説明した。

調査に用いた天体を表3-2に示す。当日見えた1等星を3つと、小学校の教科書でも紹介されており形もわかりやすいカシオペア座を用いた。さらに、秋の有名な星の結びであり、他の星を探す基準にもなる秋の四辺形も選んだ。なお、カシオペア座と秋の四辺形は2等星と3等星から成り立っており、調査地点から十分観察できた。

表 3-2. 1次調査に用いた天体

《恒星》	《星座や有名な星の結び》
・1等星 ベガ・アルタイル・カペラ	・カシオペア座
	・秋の四辺形

#### ・調査結果

##### 【星座早見盤の操作について】

星座早見盤の操作に関するアンケート調査の結果を図3-9に示す。星座早見盤の使用経験を尋ねたところ、6割の大学生が使ったことはあるが、天体を探せた大学生は全体の2割だけであることがわかった。また、4割の大学生は星座早見盤を使ったことがなかった。

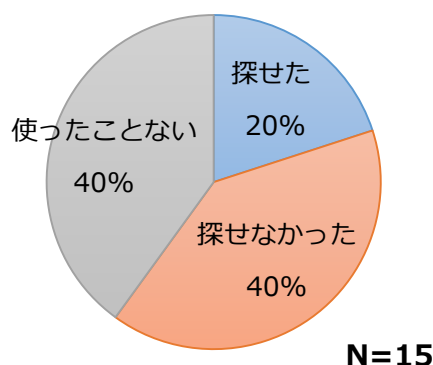


図 3-9. 星座早見盤の使用経験

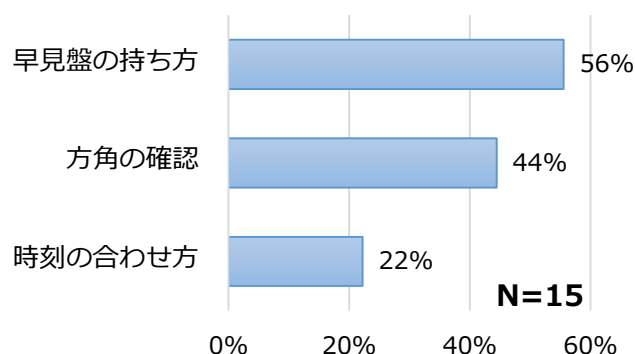


図 3-10. 初めて理解した星座早見盤の使い方

(複数回答可)

星座早見盤で星を探せなかった原因は 2 つ考えられる。1 点目は、単純に星座早見盤の正しい使い方を知らなかったから、2 点目は、星座早見盤では実際の星空と対応がつきにくいから（「星空との乖離」問題）である。本調査は、2 点目の「星空との乖離」問題について調べている。1 点目の可能性を排除するため、調査前に星座早見盤の正しい使い方を説明した。なお、大学生を対象に本調査で初めて理解した星座早見盤の使い方について集計した結果を図 3-10 に示す。星座早見盤を使う際は、星座早見盤を夜空にかざし、北の空を見るときは星座早見盤の北を下に持って使う。この星座早見盤の「持ち方」や「方角の合わせ方」を、5 割前後の大学生がわかっていなかった。

### 【星座早見盤と立体星座早見の比較】

両者の星座早見で星を探した結果を表 3-3 に示す。表の見方を 1 等星のベガを例に説明する。ベガは星座早見盤を使って 2 人中 1 人が見つけたことを表している。探す天体は上述の調査天体から無作為に決めたため、天体によって探した人数にばらつきがある。

表 3-3. 星座早見盤と立体星座早見の比較（1 次調査）

		星座早見盤	立体星座早見
1 等星	ベガ	1 人/ 2 人	1 人/ 1 人
	アルタイル	1 人/ 1 人	1 人/ 1 人
	カペラ	1 人/ 1 人	2 人/ 3 人
カシオペヤ座		5 人/ 7 人	0 人/ 1 人
秋の四辺形		1 人/ 4 人	4 人/ 5 人

1 等星は、星座早見盤で 4 人（ベガ 2 人、アルタイル 1 人、カペラ 1 人）の大学生が探した。この 4 人の内 3 人は 1 等星を探すことができ、探せなかったのは 1 人だけであった。一方、立体星座早見では 5 人（ベガ 1 人、アルタイル 1 人、カペラ 3 人）中 4 人が探すことができ、こちらも探すことができなかった大学生は 1 人だけであった。

カシオペヤ座は、星座早見盤で 7 人の大学生が探し、その内の探せたのは 5 人であった。星座早見盤だけで 7 割の大学生は探すことができた。探せなかった 2 人のうちの 1 人に、立体星座早見でもカシオペヤ座を探してもらったが見つかることはできなかった。

秋の四辺形を星座早見盤で見つけることのできた大学生は、4 人中 1 人だった。それに対し、見つけるこのできなかった 3 人を含む 5 人に立体星座早見で探してもらったところ、4 人の大学生が探すことができた。

以上より、明るい星である 1 等星や形がわかりやすいカシオペヤ座は星座早見盤でも十分見つけることができると考えられる。「W」の星の並びをしているカシオペヤ座は、形が特徴的なため探しやすい。さらに、カシオペヤ座は天の北極に近いいため星座早見盤でも形の歪みが少ない。そのため、星座早見盤で



も探すことができたと考えられる。それに対して、秋の四辺形はカシオペア座ほど形が特徴的ではないので正確な方位や高度がわからないと探すことが難しい。秋の四辺形の正解率が立体星座早見盤で増えたのは、星座早見盤より実際の星空との対応関係がつけやすいことが原因だと考えられる。

### 【星座早見盤と立体星座早見の使いやすさの比較】

次に両者の星座早見の使い方でも分かりにくかった点を尋ねた。結果を図 3-11 に示す。星座早見盤は実際の星空と照らし合わせることが難しいと回答した学生の割合は立体星座早見盤と比べると 4 倍高かった。言い換えると、立体星座早見の方が照らし合わせに問題を抱える人が減った。このことから、星座早見盤に見られる「実際の星空との乖離」問題は立体星座早見を用いることで軽減されたと考えられる。

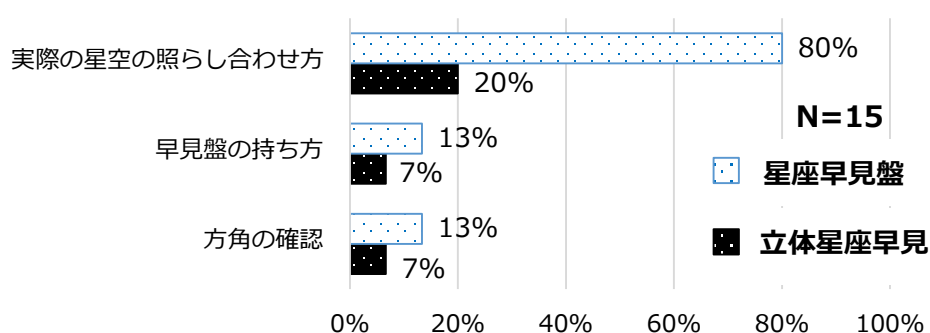


図 3-11. 星座早見盤・立体星座早見の使い方でも分かりにくい点（複数回答可）

### 【感想について】

アンケートに書かれた主な感想を表 3-4 に示す。感想は使い勝手について書いた人と改善点について書いた人に大きく分かれた。使い勝手については、立体星座早見は星座早見盤より使いやすいという意見が得られた。今回は折りたたむことのできない試作品を用いたので、改善点に持ち運びのしづらさも挙がった。

表 3-4. アンケートの主な感想

《使い勝手に関する感想》
<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の星座早見盤より分かりやすかった。</li> <li>・ふつうの早見盤は使い方もあわせ方も分かり辛かったけど、新しいほうは分かりやすいし、すぐ見つけられてとてもよかったです。</li> <li>・以前のものよりはまだ使いやすく分かりやすかった。もっと星の見やすい所でもやってみたい</li> </ul>
《改善点に関する感想》
<ul style="list-style-type: none"> <li>・持ち運びしづらそう。</li> <li>・時間が限定されるのでは。</li> <li>・透明で空が透けて見えたらよいと思う。</li> </ul>

## ・ 1 次調査のまとめ

立体星座早見と星座早見盤で星を探した所，秋の四辺形で立体のほうが探しやすいという結果が得られた．秋の四辺形の様に，大まかな方角と形の情報だけでは探しにくい天体で立体星座早見が有効だと考えられる．また使いやすさの質問項目や感想から，立体星座早見の方が使いやすいという結果が得られた．

## 3-5-5. 立体星座早見と星座早見盤の比較の 2 次調査

### ・ 調査内容

1 次調査は調査時刻にバラつきがある．また，観測天体も対象者によって異なるので両者の星座早見の比較について十分な調査になっていない．調査条件を整えるために，同時刻に同一天体を探した結果を調べた．

### ・ 調査方法

立体星座早見と星座早見盤を同時刻に使用した際の比較を行うために，調査対象の大学生を 2 グループに分けた．ここで，星座早見盤を使ったグループをグループ A，立体星座早見を使ったグループをグループ B と呼ぶ．グループ A と B で同一天体を探し，両者の星座早見における星の探しやすいさの比較を行った．次に，まだ使用していない方の星座早見を使うことで，星の探しやすいさが変化するか調査した．グループ A では星座早見盤を使った後に立体星座早見を使用し，グループ B では立体星座早見を使った後に星座早見盤を使用して星を探した．

調査天体を表 3-5 に示す．1 次調査で用いた 1 等星（夏の大三角）・カシオペア座・秋の四辺形の他に，より探す難易度が高いと考えられる北極星・アンドロメダ座を調査天体に加えた．星は星座と異なり，形から位置を特定することはできない．ただし，夏の大三角のように星が近い範囲に固まっている場合は，他の星との位置関係から考えることもできる．それに対して北極星は，近くに比較できる星が少ないのでほぼ方位と高度の情報のみで探す必要がある．

表 3-5. 2 次調査に用いた天体

《恒星》	《星座や有名な星の結び》
・ 1 等星（夏の大三角） デネブ・ベガ・アルタイル	・ カシオペア座
	・ 秋の四辺形
・ 北極星	・ アンドロメダ座

### ・ 調査結果

#### 【星座早見盤と立体星座早見の比較】

表 3-6 にグループ A の結果を，表 3-7 にグループ B の結果を載せる．表 3-6 を例に，表の見方を説明する．まず，調査天体の位置について星座早見を使う前から知っていたか尋ねた．知っていた天体は結

果から除外した。例えばベガの場合、10人中6人は初めから場所が分かっていたので、残りの4人が調査に参加した。この4人は全員、星座早見盤でベガを探すことができたので、ベガの正答率は100%になる。この方法で各天体の正答率をまとめたグラフが図3-12である。図3-12より、夏の大三角を構成する1等星は、両グループとも全員が探せたことがわかる。カシオペア座・秋の四辺形・北極星は、正答率は下がっていくが3天体とも立体星座早見の方が探せた人数が多かった。アンドロメダ座に関しては、両グループとも探せた人がいなかった。

表 3-6. グループ A の調査結果

グループA (10人)							
	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
初めから知ってた	6人	6人	6人	1人	0人	0人	0人
①星座早見盤	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
今回分かった	4人	4人	4人	4人	0人	0人	0人
不正解者	0人	0人	0人	0人	0人	1人	0人
②立体星座早見	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
今回分かった人	0人	0人	0人	3人	6人	3人	1人
不正解者	0人	0人	0人	1人	2人	2人	1人

表 3-7. グループ B の調査結果

グループB (8人)							
	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
初めから知ってた	0人	0人	0人	1人	0人	0人	0人
①立体星座早見	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
今回分かった	8人	8人	8人	5人	2人	1人	0人
不正解者	0人	0人	0人	0人	0人	0人	1人
②星座早見盤	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星	アンドロメダ
今回分かった人	0人	0人	0人	1人	1人	1人	0人
不正解者	0人	0人	0人	0人	0人	0人	0人

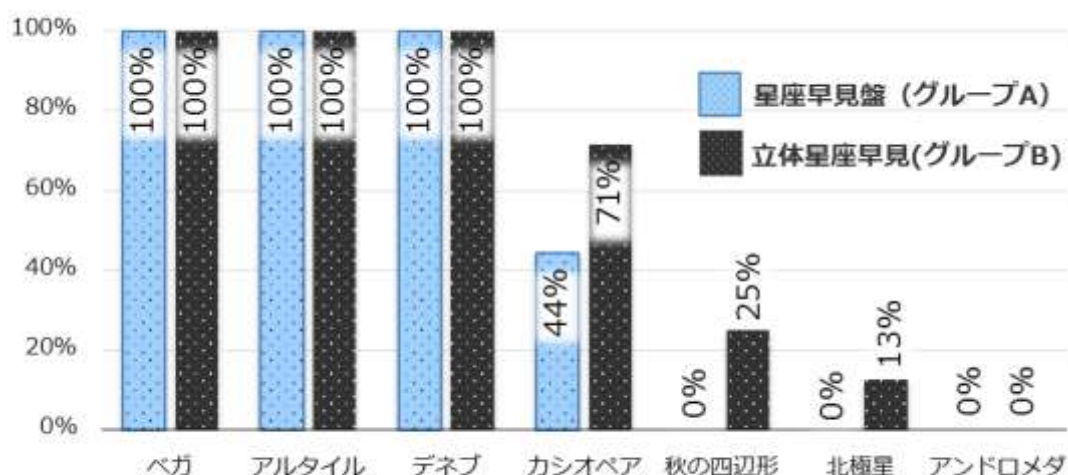


図 3-12. 各グループにおける調査天体の正答率



次に、まだ使用していない方の星座早見を使った結果を示す。グループ A は星座早見盤を使った後に立体星座早見を使用した。立体星座早見を使うことで正答率に変化がみられるか調べたグラフが図 3-13 である。グループ B についても図 3-14 のように同様にグラフを作った。グループ B の結果より、星座早見盤を使っても正答率はほとんど変化していないことがわかる。新たに正解者がでた北極星・秋の四辺形・カシオペア座でも、1 人しか正解者が増えなかった。それに対して立体星座早見盤を 2 回目に使ったグループ A では、3 つの天体（北極星・秋の四辺形・カシオペア座）に関して正答率が上昇している。特に秋の四辺形は星座早見盤では誰も探せなかったが、立体星座早見を使うことで 6 人（正答率 60%）探せるようになった。

以上より、立体星座早見を使うことで星の探しやすさは向上すると考えられる。

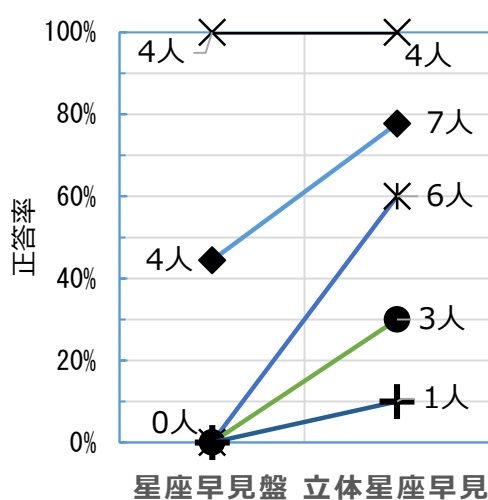


図 3-13. グループ A の比較結果

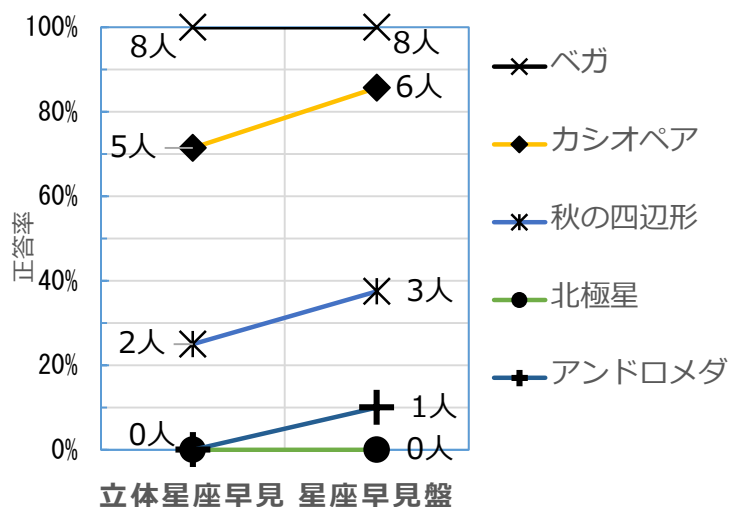


図 3-14. グループ B の比較結果

### 【各天体を探す際に難しいと感じた項目】

星を探す際に難しく感じる点を調査天体ごとに想定した。例えば、北極星であれば地平線からの高度がわかりにくい点が探す際に難しく感じると想定した。想定した点が、実際に星を探してみても難しく感じたか調査した。調査は星座早見盤と立体星座早見に分けて行った。その結果を図 3-15 に示す。レーダーチャートの外枠の範囲が狭いほど、難しく感じる点が少ないことを表す。

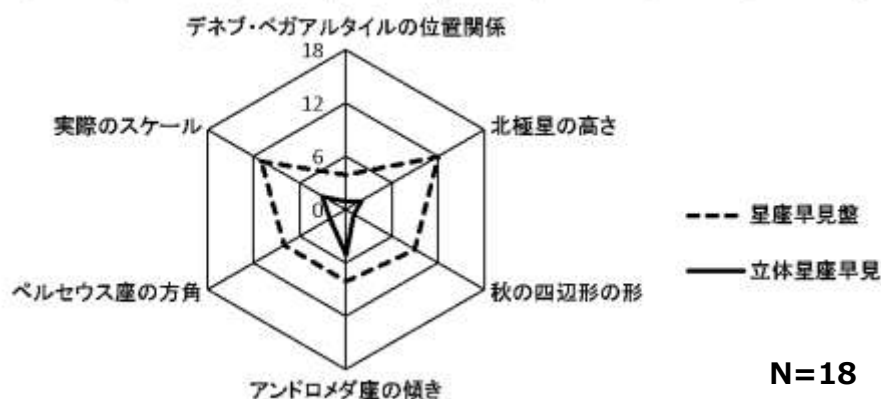


図 3-15. 各天体を探す際に難しいと感じた項目の比較（複数回答可）

6つの項目の中で、両者の星座早見で変化が大きかった項目が2点ある。

1点目は、星座の実際のスケールについてである。星座早見盤では実際のスケールがわかりにくいと感じた人が11人いたのに対して、立体星座早見では3人に減っている。星座のスケールは、実際の星空と視覚的に一致させる際に必要な要素なので、スケールの分かりやすさが立体星座早見の星の探がしやすさに繋がっていると考えられる。

2点目は、北極星の高さについてである。星座早見盤では北極星の高さを12人がわかりにくいと感じたのに対して、立体星座早見では1人に減っている。高度がわかりにくいと回答した人が星座早見盤で多かった原因は、上述の星座早見盤における天体の高度がわかりにくい問題にあると考えられる。

### 【感想について】

自由記述の感想の内容を、表 3-8 に載せる。使い勝手に関して、立体星座早見は球形であることや、照らし合わせやすさの点で良いという感想が挙がった。対して改善点として、暗い場所ではライトがないと情報が見えず、使いにくい点が指摘された。本調査では、足元に赤フィルムをつけたライトを置いて星座早見を照らすようにした。眩しさを軽減する目的で赤フィルムをつけたが、暗くなった分情報を見るのに苦労したという意見が多く挙がった。

表 3-8. アンケートの主な感想（2次調査）

《使い勝手に関する感想》
・ 照らし合わせながらできたのでわかりやすかった。 ・ 球形になっている為わかりやすかった。
《改善点に関する感想》
・ 暗いところでは立体星座早見自体が見にくかったため観察しづらかったです ・ ライトが無いと見えないし、明るくしていると星が見えなくなり大変だった。

### ・ 2次調査のまとめ

星座早見盤と立体星座早見を同時刻に一齐に使って星を探す調査を行ったところ、立体星座早見の方が星を探しやすいという結果になった。また立体星座早見は、星座早見盤と比べて星座のスケールや天体の高度がわかりやすいという結果が得られた。

## 第4章 立体星座早見盤の作成

### 4-1. 製作上の課題

前章で述べたように、空気で膨らませる構造の立体星座早見の開発を行った。この立体星座早見はビーチボールを用いて作製したことから、ビーチボール型立体星座早見と呼ぶことにする。ビーチボール型立体星座早見を実際の星空で使う状態にするには以下の操作が必要である。まず、時刻を合わせるために、自転軸を中心にビーチボールを回転させる必要がある。次に、地平線のラインで折りたたんで半球の状態にする。この工程を実現するために、以下の3点の仕組みを考える必要がある。

- ・ 回転機構の製作
- ・ 地平線のラインで綺麗に折りたたむ方法
- ・ 天体情報を描く方法

まず1点目は、地軸を中心にビーチボールを回転させる機構の製作である。図4-1のように、ビーチボールの空気栓を軸にして回転する機構を検討した。2点目は、地平線のラインで折りたたむ方法についてである。図4-1のように、ビーチボールの真ん中が地平線のラインになる。目分量でも大まかなラインはわかるが、それでは折りたたむ際にラインがずれる可能性もある。そのため、きれいに半球に折りたたむ方法を検討した。さらに、組み立て方法には含まれないがビーチボールに天体情報を描く方法も検討した。この3点について検討した内容を以下に記す。

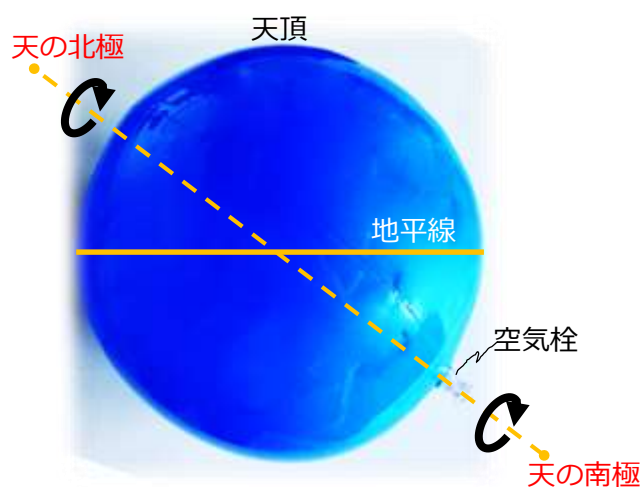


図 4-1. ビーチボール型立体星座早見の組み立て方法の概念図

### 4-2. 回転機構の製作

#### 4-2-1. 回転機構の選定

回転機構の例として、プラネタリウムの投影機の回転機構がある。その概念図を図4-2に示す。図4-2(a)のように、回転機構と共に星を投影する恒星原版が回転することで日時を合わせる。この回転機構は、図4-2(b)のように月日を設定するリングと時刻を設定するリングから構成されている。

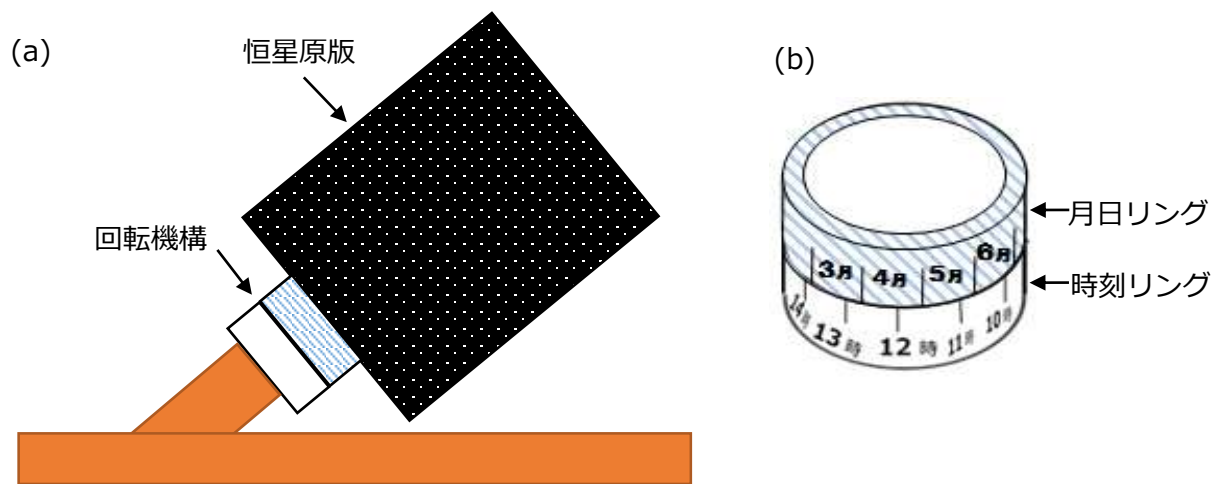


図 4-2. プラネタリウムの投影機概念図

(a)投影機概念図, (b)回転機構概念図

図 4-3 は、月日・時刻リングをビーチボールに取り付けたようすを表している。北半球の星空を見る場合、天の北極側の星空（ビーチボールの上半分）を内側に折り込んで使う。そのため、図 4-3 のように月日と時刻を設定するリングは天の南極側につける。また、回転機構には時刻を合わせる以外に地平線の位置を示す役割も加えた。地平線の位置を示す方法を以下に示す。図 4-3 に示したようにリングの回転軸と地平線のなす角を $\phi$ とおく。リングの回転軸は地球の自転軸を表しているため、角 $\phi$ は観測地点の緯度と等しいことがわかる。すなわち、リングの回転軸と地平線は緯度 $\phi$ の弧の長さだけ離れていることになる。地平線のラインを示すために、図 4-3 に示したように緯度 $\phi$ の弧の長さを示すプレートをリングに取り付けた。

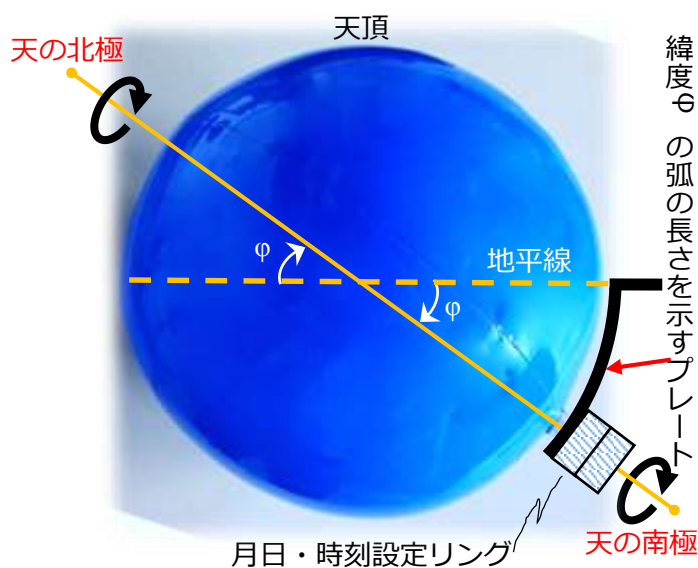


図 4-3. 回転機構概念図

上記の2つの役割を持たせた回転機構が図4-4になる。携帯性と構造の単純性を考慮して、2タイプ考えた。図4-4右図のタイプは、月日と時刻のリングから構成される。前述の回転機構の例と同じ仕組みである。それに対し図4-4左図のタイプは、時刻を平面に表示し月日のリングのみ回転させて時間を合わせる。携帯性の観点では両タイプにそれぞれ利点がある。左図のタイプは月日のみリング部分のため、背は低くできる。それに対し右図のタイプは、月日・時刻の両方をリングにすることで横幅を狭くできる。総合的なサイズは、横幅を倍近く狭くできる月日・時刻リングタイプの方が小さくできる。その他の違いとして、右図のタイプは2つのリングをはめ合うので構造がより複雑になる点が挙げられる。以上より、携帯性を重視する場合はサイズを小さくできる右図の《月日・時刻リングタイプ》、構造の単純性を重視する場合は左図の《月日リングのみのタイプ》になる。

さらに、両方のタイプとも緯度φの弧の長さを示すプレートをリングにつけた。弧の長さは、式4-1のように緯度φとビーチボールの半径の積から求めることができる。

$$l = r \times \varphi \quad \dots\dots\dots (式4-1)$$

( $l$ : 緯度φの弧の長さ,  $r$ : ビーチボールの半径)

日本で使用すると仮定し、緯度を35°とし、ビーチボールは直径25cmのものを使用するとして半径は12.5cmになる。

《月日リングのみのタイプ》	《月日・時刻リングタイプ》
<b>利点</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・凸部分が低い（携帯性）</li> <li>・構造が単純</li> </ul>	<b>利点</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・横幅が狭い（携帯性）</li> </ul>
<b>欠点</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・横幅が広くなる</li> </ul>	<b>欠点</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・凸部分が高くなる</li> <li>・構造が複雑</li> </ul>

図4-4. 回転機構の2つのタイプ

#### 4-2-2. 回転機構の試作

これまでの議論をもとに試作品の製作を行った。試作品は、一旦構造の複雑性は考慮からはずし本来の目的である携帯性を重視した。そのため、図 4-4 右図の月日・時刻リングタイプを採用した。製作は三重大学教育学部技術科に依頼した。図 4-5 に完成品を示す。なお設計図は巻末の付録に載せる。材質は加工のし易さから、アルミニウムを採用した。リング同士ははめ合いの構造になっていて、回転することができる。また、緯度 $\varphi$ の弧の長さを示すプレートの下端が地平線のラインになる。

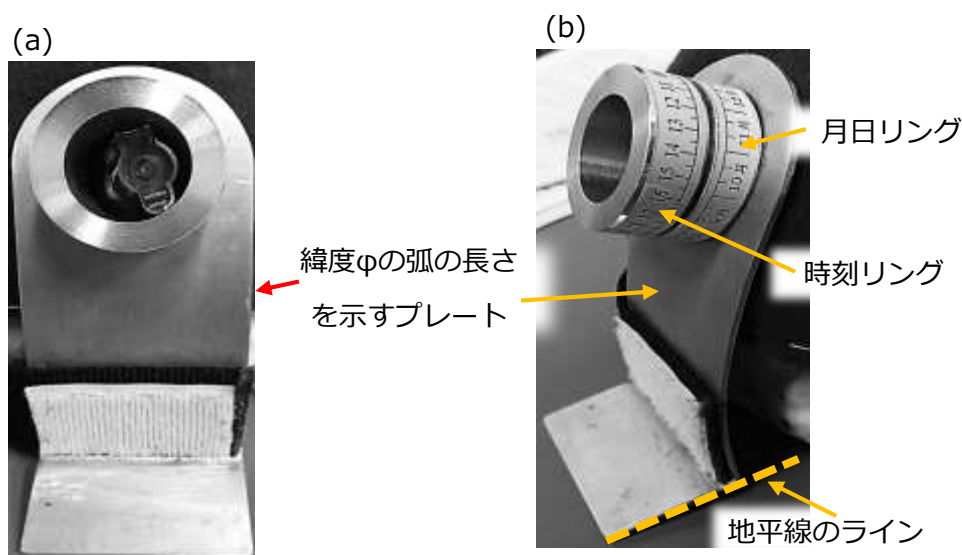


図 4-5. 回転機構の試作品

(a) 正面から見た図, (b)横から見た図

#### 4-3. 地平線のラインで綺麗に折りたたむ方法

本章 4-1 で述べたように、立体星座早見は地平線のラインで半分に折りたたむ必要がある。本節では、地平線のラインでビーチボールを半球状に折りたたむ方法を論じる。前節の回転機構を用いれば、地平線の位置はわかる。その位置からビーチボールを折り返せば良いのだが、目分量では折り返すラインがずれる可能性がある。そのために、折り返すラインを明確にし、正確に折りたたむ方法を検討した。この方法は、ビーチボールの中に半球をいれる方法と、ビーチボールの外側に折りたたむラインをつける方法の 2 種類考えられる。

##### 4-3-1. 内部に半球をいれて折りたたむ方法

ビーチボール内に半球状のボウルをいれた概念図を図 4-6 に示す。折り畳む際は図 4-7 のように、ボウルに沿って空気を抜けば半球状の形にしぼませることができる。

問題点として、携帯性が悪くなる点が挙げられる。携帯性を損なわないためには、中に入れる半球を折りたたむ構造にすれば良い。折り畳む方法として、半球の材質を軟質塩化ビニルする方法と、シリコーンにする方法を考えた。



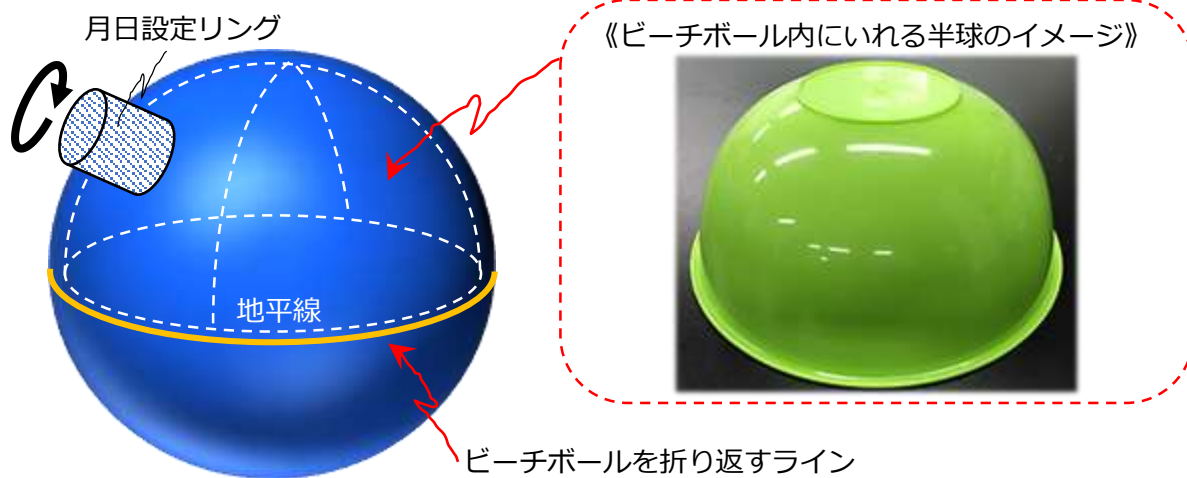


図 4-6. 内部に半球をいれた際の概念図

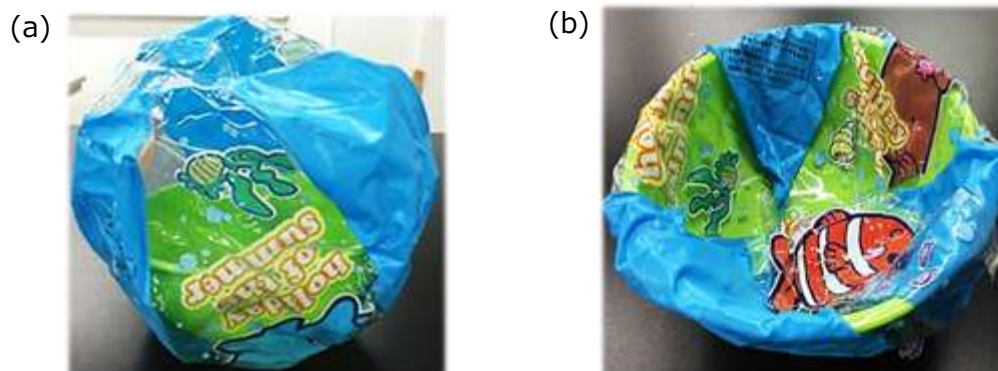


図 4-7. 内部に半球をいれて折りたたむ例  
(a) 半球を入れた状態, (b) しぼませた状態

#### 方法①軟質塩化軟質塩化ビニルの半球

ビーチボールと同じ軟質塩化ビニルを半球の材質に用いる方法を検討した。図 4-8(a)のように、使用する場合は半球の状態になる。使わない場合は、図 4-8(b)のように畳むことができる。

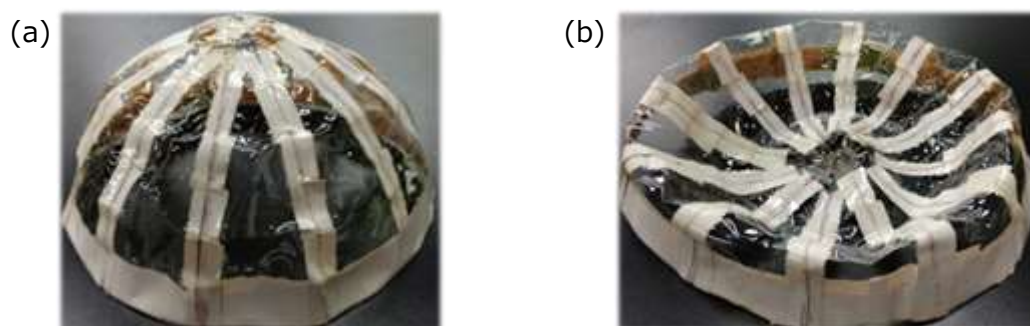


図 4-8. 軟質塩化ビニルの半球  
(a) 半球の状態, (b) 畳んだ状態

問題点は、一度ビーチボール内で半球の形が崩れると元に戻すことが困難な点である。図 4-8 は軟質

塩化ビニルの半球を外に出しているが、本来は図 4-6 のようにビーチボールの中に入れて使う。そのため、この折りたたむ作業はビーチボールの外から間接的にしか行えない。外からでも図 4-8(b)のように正確に畳むことができれば、元の半球の状態に戻すことは可能である。しかし、畳む際に形が崩れてしまうと、半球に戻すのは困難になる。崩れた形を直すには、一度半球をビーチボールから取り出さなければならない。さらに問題点として、ビーチボールの中が見えないので半球の元の形が想像しにくい点も考えられる。そのため、使用者によって半球の形が変わってしまう可能性がある。

#### 方法②シリコンの半球

軟質塩化ビニルの半球は一端形が崩れると、元に戻すことが困難な問題点があった。そこで図 4-9 のように、形が崩れるのを防ぐために、半球の材質をシリコンに変更し金属の枠が入ったものを用いた。

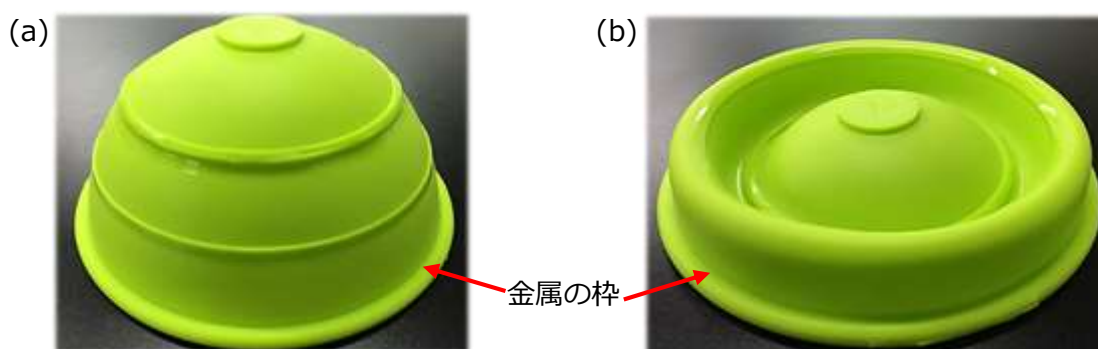


図 4-9. シリコンの半球

(a) 半球の状態, (b) 畳んだ状態

図 4-9(b)のように、金属の枠があることで畳んだ際に形が固定できる。またシリコンには弾力性があるため、軽く押すだけで半球の形に自動的に戻る。使用者によって形に差異がでることもない。その反面、枠を金属にしたことで携帯性は低下した。

#### 4-3-2. 外側に折り返すラインをつける方法

ビーチボールの外側に折り返すラインをつけて、折りたたむ方法を論じる。

##### 方法①半球のカバーをビーチボールにかぶせる

この方法は、半球の形をしたカバーをビーチボールに被せることで折り返すラインをつける方法である。その概念図を図 4-10 に示す。図のように半球のカバーの縁が折り返すラインになる。

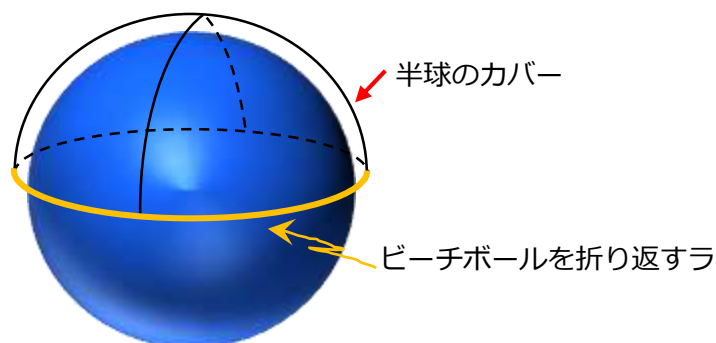




図 4-10. 半球のカバーをビーチボールにかぶせる方法の概念図

この方法を用いた試作品が図 4-11 になる。試作品はカバー部分とビーチボール部分からなる。カバーをビーチボールに被せる際は、図のように両者のリングをはめ合わせる。このリングは月日リングと時刻リングの役割を担っている。はめ合わせた後は、カバー全体を回転させて時間を合わせ、時間があつたところで半分に折り返す。折り返した状態が図 4-12(d)(e)の半球の状態になる。またカバーの部分も折りたためる素材にすることで、使わない時はコンパクトに収納できる。

この方法の問題点として、折り返す際にカバーとビーチボールを固定できないので、折り返す際に半分のラインがずれる可能性が考えられる。膨らませた状態では折り返すラインがわかっていても、しばませる過程でずれる可能性がある。

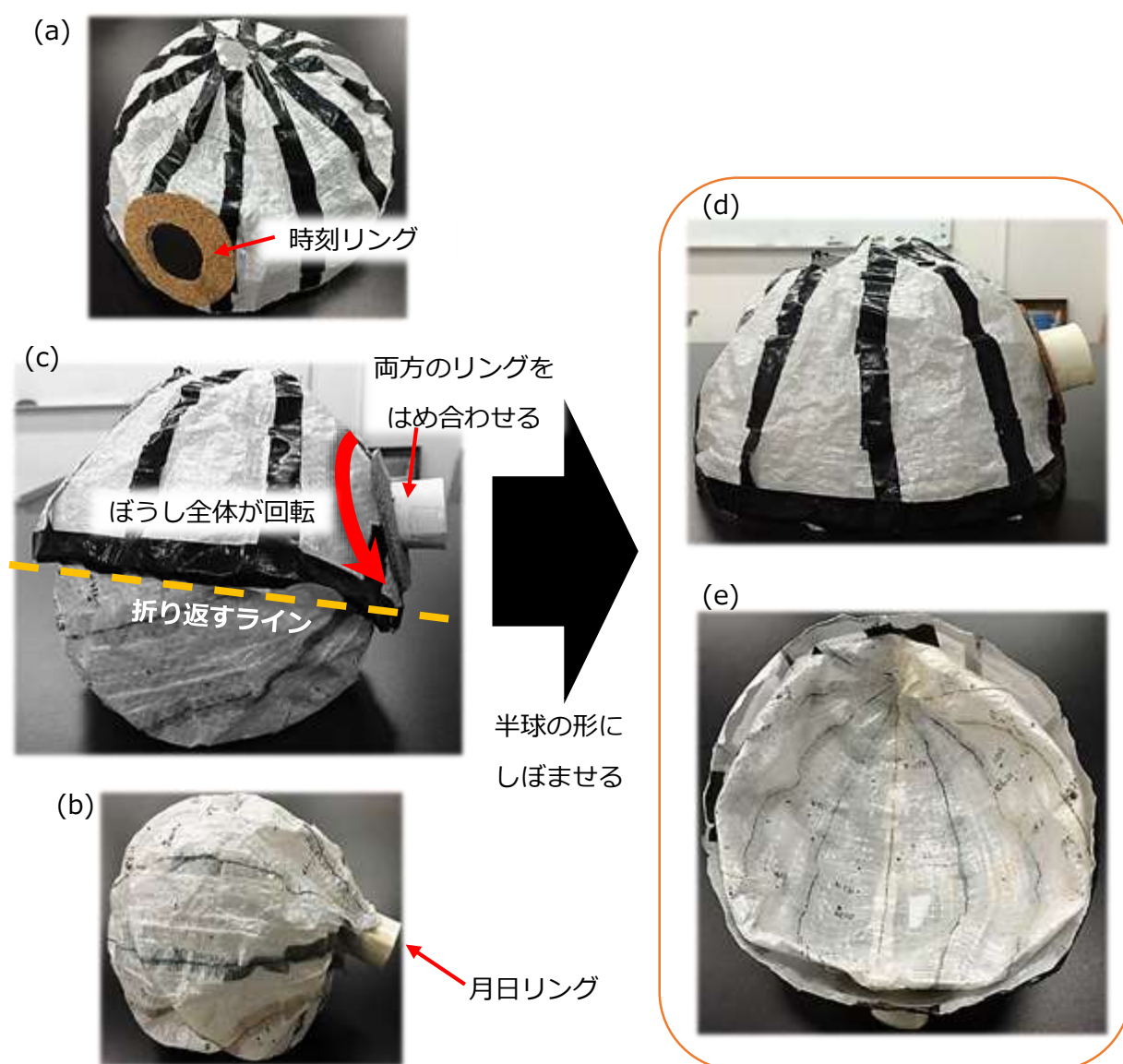


図 4-11. 半球のカバーをビーチボールにかぶせる方法

- (a) 半球のカバー部分, (b) ビーチボール部分, (c) カバーを被せた状態,  
(d) 半球にした状態:横から見た図, (e) 半球にした状態:下から見た図

## 方法②半分のラインにベルトを巻く

カバーを被せる方法では、折り返すラインがずれる可能性がある。ずれを防ぐためには、ビーチボールを回転させて時刻を合わせた後に、折り返すラインを固定する方法を考える必要がある。そこで、ベルトをビーチボールに巻く方法を検討した。

図 4-12 にその方法を示す。まずは、従来通りリングを回転させて時刻を合わせる。その後、ビーチボールの大円に沿ってベルトを巻く。ベルトはビーチボールに粘着できる素材を使用する。ベルトの縁が半分に折り返すラインになり、粘着しているのでずれの心配もない。

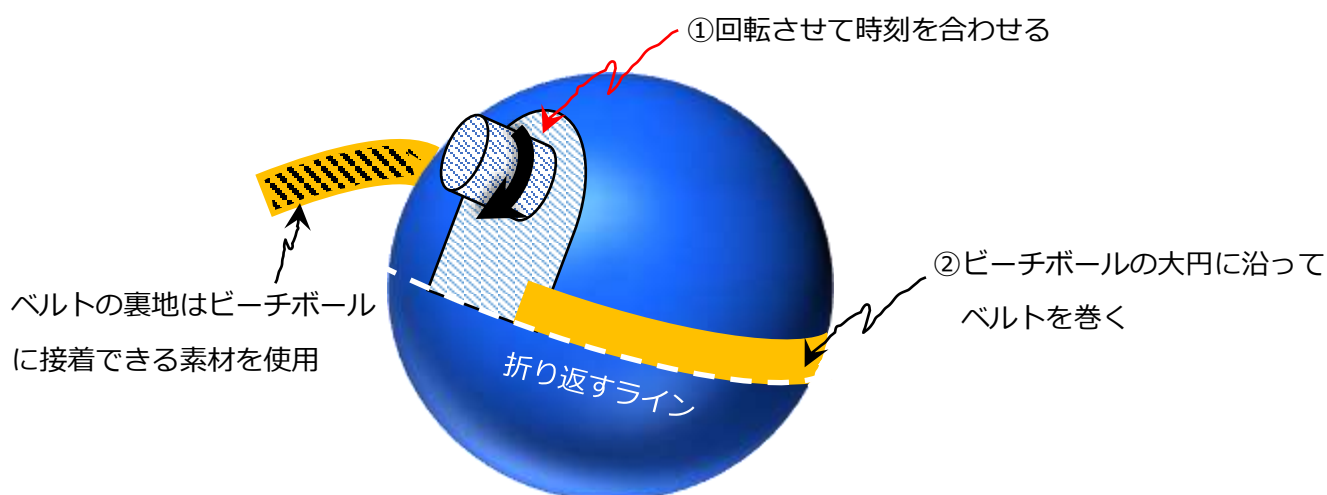


図 4-12. 半分のラインでベルトを巻く方法の概念図

ベルトの裏地に用いる素材はビーチボールに繰り返し接着できる性能が求められる。この性能を実現するために以下の 3 つの方法を検討した。

### ①マイクロ吸盤テープを用いる方法

1 つ目の方法は、マイクロ吸盤を用いて接着する方法である。通常の吸盤と貼りつく原理は同じである。通常の吸盤をビーチボールのような柔らかい素材に貼り付けようとする、中に空気が入り吸盤が外れてしまう。それに対し、マイクロ吸盤は吸盤一つ一つが微小なので、柔らかい素材を折り曲げても吸着し続ける。また、接着剤を用いないので繰り返し使うことができる。このマイクロ吸盤を用いたテープを使用した。マイクロ吸盤テープのサイズや柔らかさは通常の両面テープに近い。

マイクロ吸盤テープを用いる利点は、ビーチボールに特殊な仕掛けがいない点である。ベルト側にマイクロ吸盤をつけるだけで吸着するので、ビーチボールは既存のものを使用できる。その反面、繰り返し使用するとゴミなどが付着し吸着力が次第に低下する欠点がある。再度吸着力を上げるためには、洗浄してゴミを除去する必要がある。

## ②マグネットペイントを用いる方法

マグネットペイントと呼ばれる磁石と引っ付く塗料がある。塗料の中に微小な金属粒子を含有することでこの方法を実現している。この塗料を用いた接着方法を検討した。図 4-13 は、マグネットペイントを塗装した試作品である。ビーチボールにマグネットペイントを塗装し、ベルトの裏地は磁石になっている。ベルトを図 4-13 のように巻きつけるだけでビーチボールに接着できる。



図 4-13. マグネットペイントを塗装したビーチボール

課題は、図 4-13 破線枠のようにビーチボールを折り曲げた際に塗料が剥がれる点である。マグネットペイントは 2 回以上重ね塗りをしないと十分な磁力を生み出せず、塗装面が厚くなる。そのため、折り曲げた部分の塗装がひび割れて剥がれてしまう。またビーチボールを塗装する必要がある既存のビーチボールを使えない欠点もある。

## ③マジックテープを用いる方法

マジックテープの使用が可能な特殊な布がある。この布は一般的には『トイニット』と呼ばれる。トイニットを用いた接着方法を検討した。この方法を図 4-14 に示す。トイニットの生地で球体のカバーを作製し、ビーチボール全体をカバーで覆う。このビーチボールに、マジックテープを使用したベルトを巻く接着方法である。作成した試作品は後述する。

利点は、繰り返し用いても接着力が低下しない点である。また 3 つの接着方法の中で最も接着力が強い。それに対して、ビーチボール側もマジックテープにつく素材に変更しないといけない欠点がある。

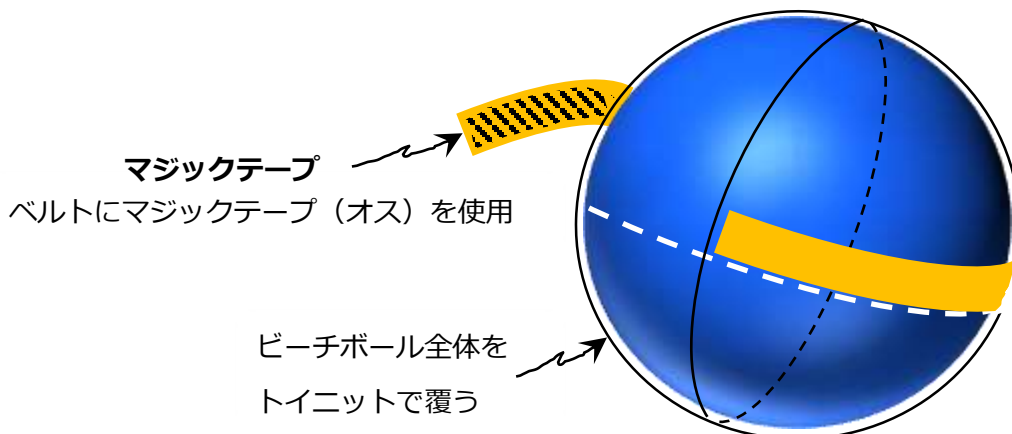


図 4-14. マジックテープを用いる方法の概念図

### 4-3-3. 各方法の利点・欠点

上記で検討した、ビーチボールの折りたたみ方法の利点・欠点を表 4-1 に記す。表 4-1 の中で、繰り返し使用することが確認できているのは、マジックテープを使用する方法である。また、マジックテープに比べると使用回数に制限はあるが、マイクロ吸盤を使用する方法は表 4-1 の中で簡易的な構造にすることができる。そのため、次章の立体星座早見の完成品の製作では、マジックテープを使用する方法とマイクロ吸盤を使用する方法を検討した。

表 4-1. ビーチボールを半球に折りたたむ各方法の利点・欠点

【内部に半球をいれる方法】		
課題	半球を折りたたみできるものにする	
解	半球の素材をシリコーンにする	
	利点	半球の形に半自動で戻る
	欠点	他の方法と比べて携帯性が悪い
【半分のラインにベルトを巻く方法】		
課題	ベルトを繰り返しビーチボールに接着できる方法を検討する	
解決策	方法①：マイクロ吸盤シートを使用	
	利点	既存のビーチボールをそのまま使用可能
	欠点	繰り返し使用すると吸着力が低下
	方法②：マグネットペイントを使用	
	利点	繰り返し使用できる
	欠点	折り曲げると塗装面が剥がれる
	方法③：マジックテープを使用	
	利点	繰り返し使用できる
	欠点	ビーチボールをマジックテープにつく素材に変更する

## 4-4. ビーチボールへの天体情報の記入方法

### 4-4-1. 星図の作製

ビーチボールに天体情報を記入するための星図の作製を行った。ビーチボールの様に球の形をした図形は、舟形多円錐図法を用いることで平面図に表すことができる。この舟形多円錐図法を用いた星図の作製方法を以下に記す。

## 赤経・赤緯の座標変換

天球上に星の絶対位置を示す場合は、赤道座標を用いる。赤道座標は図 4-15 のように、赤経 ( $\alpha$ ) と赤緯 ( $\delta$ ) の 2 つの数値を用いて天体の位置を表す。

赤経は経度と考え方が似ている。春分点を基準に東周りに表す。一周  $360^\circ$  を 24 時までの数値で表す。赤緯は緯度と考え方が似ている。赤道面を基準 ( $0^\circ$ ) に南北に  $90^\circ$  までの数値で表す。緯度と違う点は、南をマイナス、北をプラスで表す点である。

赤道座標の例としてベガの位置を示すと次のようになる。赤経：18 時 36 分 56 秒，赤緯： $+38^\circ 47' 1''$  と表す。

この赤経・赤緯は球面上に表示した座標の為、図 4-16 のような舟形多円錐図法にするためには座標変換を行う必要がある。変換式を以下に示す。なお、 $X$  は赤経の変換座標、 $Y$  は赤緯の変換座標を表す。この座標は、図 4-16 のように春分点を原点とする。図 4-16 をもとに変換式を説明する。

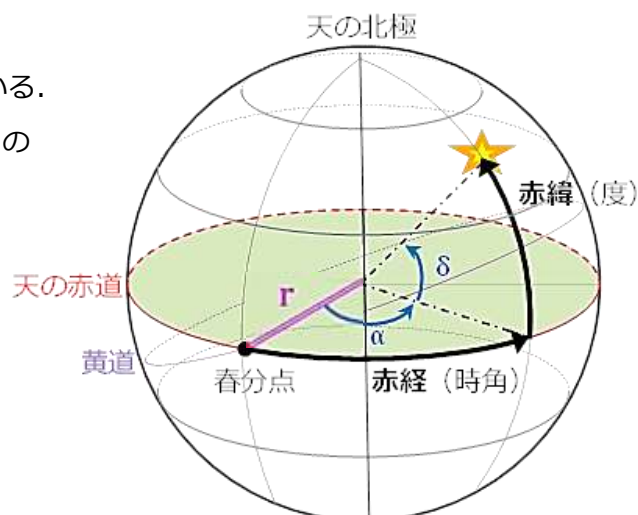


図 4-15. 赤道座標について

赤経の変換式：
$$X = 2r\pi \frac{\alpha^0}{24} + 2r\pi \cos \delta \frac{\alpha - \alpha^0}{24} \dots \dots \dots (\text{式 4-2})$$

赤緯の変換式：
$$Y = r \frac{\delta}{180} \pi \dots \dots \dots (\text{式 4-3})$$

( $\alpha^0$ : 赤経の基準点 (2, 6, 10, 14, 18, 22 時),  $r$ : 天球の半径)

図 4-16 は、天球を 6 個の舟形の図形の展開図で表している。赤経は天の赤道 1 周を 24 時間で表すので、この 6 個の図形は 4 時間ごとに並んでいることになる。この 6 個の図形の内、図 4-16 のように 8 時から 12 時の間の舟形の図形に座標変換を行う星がある場合を例に変換式を説明する。なお、図 4-16 の 3 本の赤線は赤経の変換式を、青線は赤緯の変換式を表す。

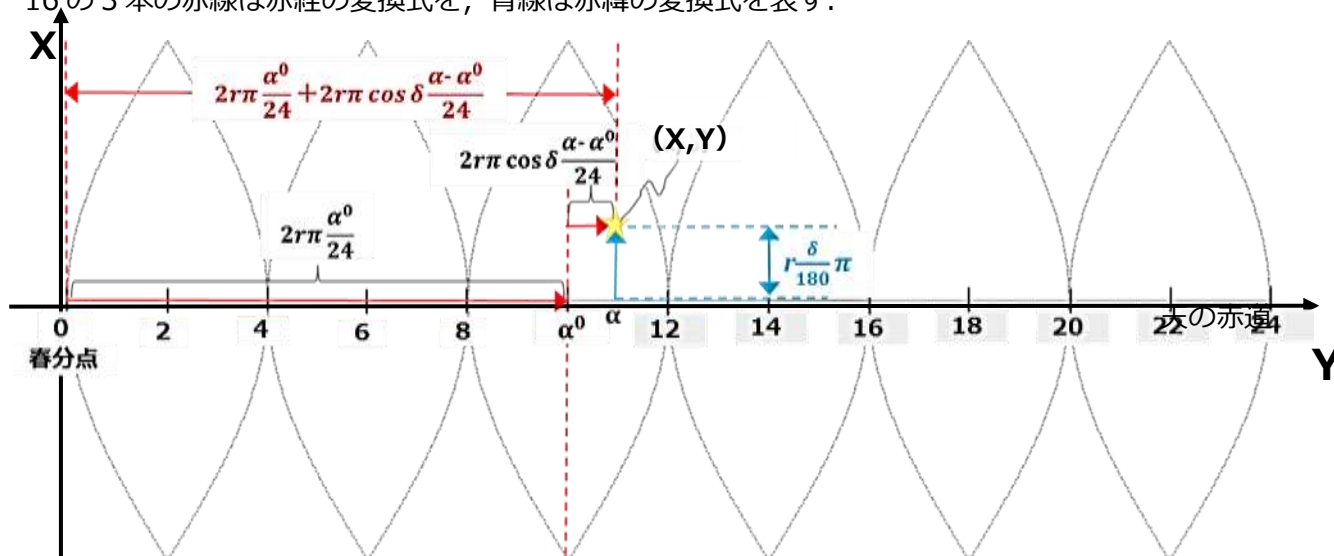


図 4-16. 舟形多円錐図法の展開図と変換式の関係



まず赤経の基準点 $\alpha^0$ とは、舟形の図形を縦に半分にした際の天の赤道上の値になる。図 4-16 では、 $\alpha^0$ は 10 になる。赤経の変換式の考え方は、まず春分点から座標変換する星が位置する舟形の図形の基準点 $\alpha^0$ までの長さを考える。この長さに、基準点 $\alpha^0$ から座標変換する星までの長さを加えて赤経の変換座標 X を求める。赤緯の変換座標 Y に関しては、赤緯と考え方は同じなので、式 4-3 のように赤緯と天球の半径の積から座標を求めることができる。

## 恒星の色

星図には恒星に色の情報も加えた。恒星の色は 2 つの波長帯で測った等級の差で表す。例えば、青色の波長帯を B バンド、緑色から黄色の波長帯を V バンドと呼ぶ。B-V は B バンドの等級から V バンドの等級を引いた値である。この値が大きいほど赤色の星、小さいほど青色の星になる。この B-V の値と恒星の見た目の色を見比べることで、恒星の色を 4 種類（青白・白・黄・赤）に分類した。その分類を図 4-17 に記す。





B - V	～0.00	0.00～0.60	0.60～1.40	1.40～
星の色	青白	白	黄	赤
例				
名前	リゲル	プロキオン	カペラ	ベテルギウス
B-V	-0.03	0.42	0.8	1.85

図 4-17. B-V の値と恒星の色の分類

星図の作製は、Microsoft オフィス のエクセル 2011 を用いて行った。作業過程の一例を表 4-2 に記す。X, Y の座標を散布図の要領で展開図に書き込んだ。また恒星の色は、B-V の値と図 4-18 の分類表をもとに色を付けた。

表 4-2. エクセルを用いた星図の作製の例

星の名前	HR番号	赤経 (h m s)	赤緯 (° ' ")	X	Y	等球	B-V
シリウス	2491	06 45 08.9	-16 42 58	8.05	-22.27675	-1.46	0
ベガ	7001	18 36 56.3	+38 47 01	20.05	-61.95512	0.03	0
リゲル	1713	05 14 32.3	-08 12 06	4.05	-17.11548	0.12	-0.03
アケルナル	472	01 37 42.9	-57 14 12	24.05	-81.49903	0.46	-0.16
ハダル	5267	14 03 49.4	-60 22 23	16.05	-49.31016	0.61	-0.23

星図には 4 等星までの星を表示した。4 等星までの恒星数は 862 個（1 等星 22 個、2 等星 70 個、3 等星 163 個、4 等星 607 個）になる。明るさの違いは、星の大きさで表した。また星図には星座名、恒星名、星座線も加えた。なお星のデータは理科年表 web 版より入手した。

以上の方法で、作製した星図が図 4-18 になる。

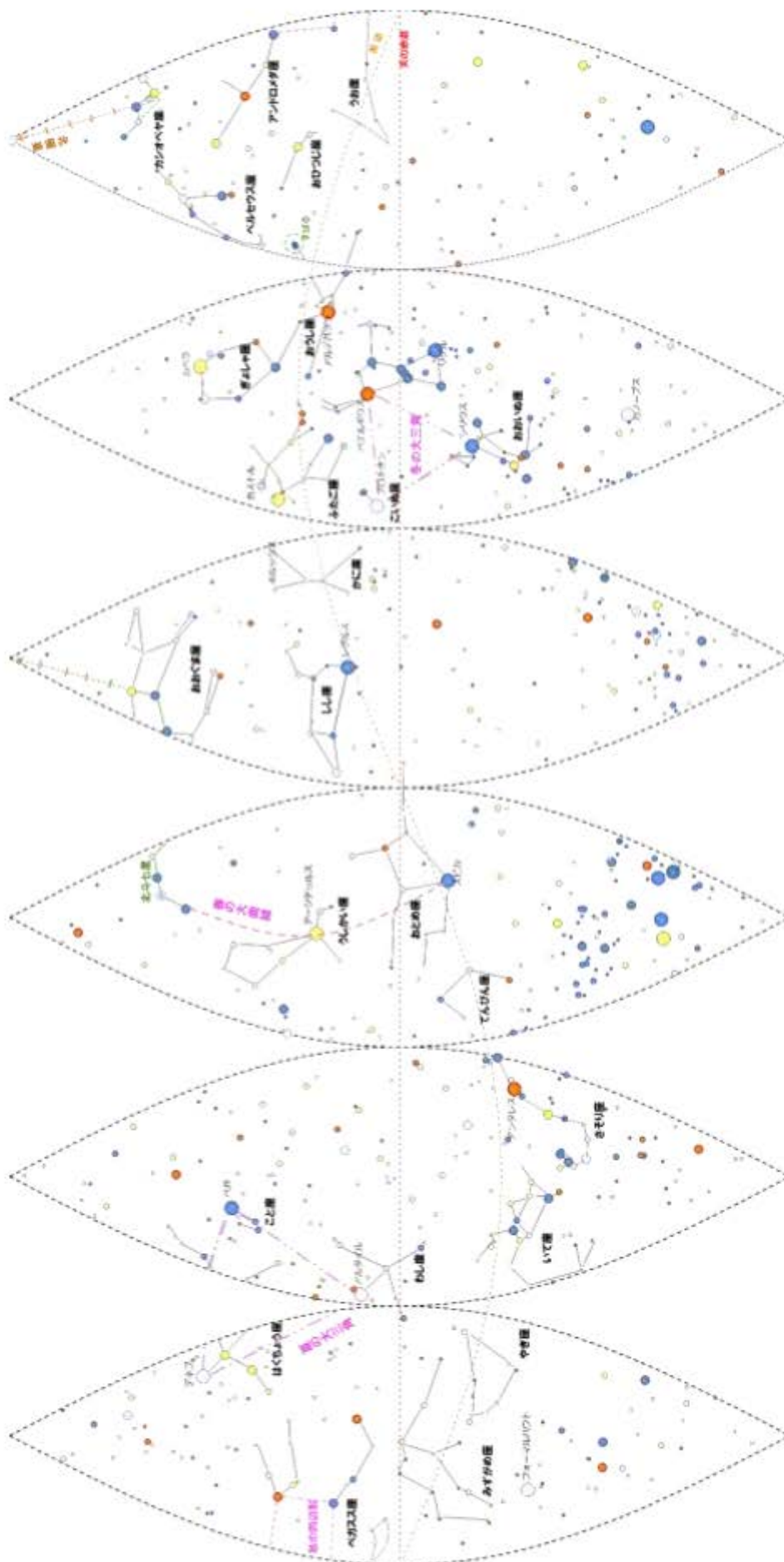


図 4-18. 舟形多円錐図法で描いた星図

#### 4-4-2. ビーチボールへの天体情報の記入方法

前節で作製した星図をビーチボールに描く方法を検討した。

##### 方法①星図をプリントしたシールをビーチボールに貼りつける方法

まず、星図を印刷したシールをビーチボールに貼りつける方法を試みた。ビーチボールは星図と同様に6面からなるものを選んだ。しかし、1つの面の形がビーチボールと星図で微妙に異なるため、ビーチボールの球面に上手く貼りつけることはできなかった。シールの材質を、紙、フィルム、伸縮性のある材質に変えてみたが結果は同じであった。

##### 方法②星図を印刷した平面の素材からビーチボールを組み立てる方法

次に、完成したビーチボールを使わずに星図の展開図から天球を作る方法を検討した。作成した試作品を以下に示す。

###### ・試作品①

試作品を図4-19に示す。この試作品を試作品①とする。星図の展開図を組み立てて作製した。展開図は、星図を印刷したシール（紙製のラベルシール）を軟質塩化ビニルのシートに貼りつけて作った。軟質塩化軟質塩化ビニルを用いたのは、ビーチボールにも使われており折り曲げても跡がつかないからである。試作品を膨らませた状態が図4-19(a)になる。

試作品①には、2点課題が見つかった。1点目は、図4-19(b)のように畳んで半球の形にした際均一な円にならない点である。この原因として、材質が固いことと球を6面で表していることが考えられる。展開図の面の数を増やせば、より円に近付くと考えられる。2点目の課題は、図4-19(c)のように折り曲げた際に跡がつく点である。紙製のラベルシールの部分に折り曲げた跡がついた。

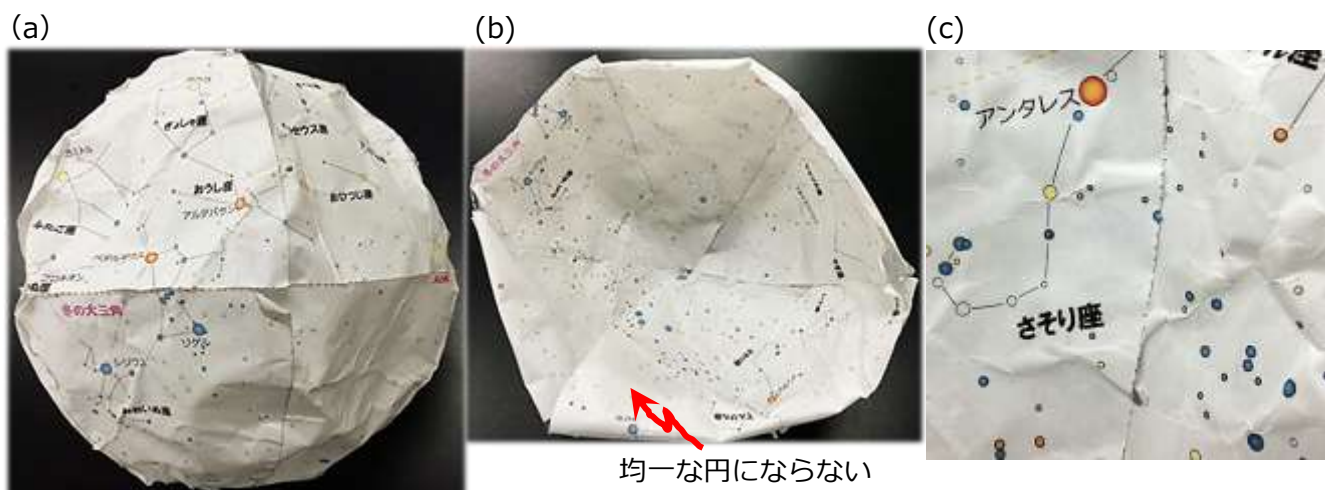


図4-19. 試作品①について

(a) 膨らませた状態, (b) 半球の状態, (c) 折り曲げた跡



## ・試作品②

試作品①の課題を踏まえて作成したビーチボールが図 4-20 に示す試作品②になる。作成方法は試作品①と基本的に同じだが、3 点変更点がある。1 点目は、展開図を 6 面から 12 面に増やした点である。面を増やすことで、球により近づけた。なお、12 面の展開図は巻末の付録にのせる。2 点目の変更点は、星図のシールを紙製からフィルム製に変更した点である。紙製だと折り曲げた跡がついたので、より後のつきにくいフィルムに変更した。3 点目の変更点は、シールに貼る軟質塩化ビニルをより薄手の材質に変更した点である。試作品②は半球の状態にした際も、図 4-20(b)のように試作品①よりも円に近付いていることがわかる。

課題は、空気で膨らませる機能を実現できなかったことである。自作ビーチボールでは気密性を完全に確保できなかった。

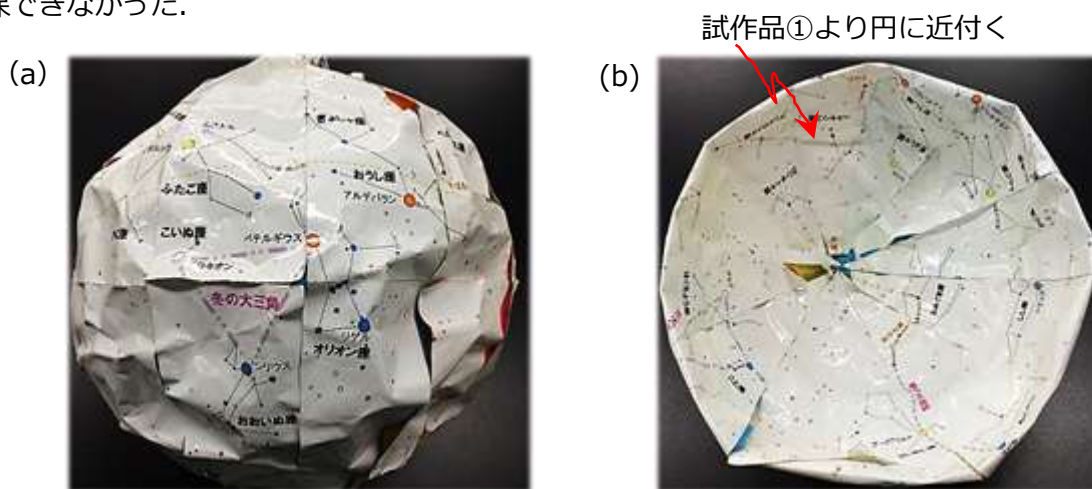


図 4-20. 試作品②について

(a) 膨らませた状態, (b)半球の状態

## 方法③布製の球体をビーチボールに被せる方法

方法①, ②ではビーチボールにシールを貼る方法を検討した。方法③ではビーチボールに布製の球体を被せる方法を検討する。これは調度、枕に枕カバーを被せる場合に類似している。この試作品が図 4-21 になる。この試作品は星図をプリントした布を縫い合わせてカバーを作成した。このカバーの作成方法を以下に記す。星図の布へのプリントは、アイロンプリントペーパーを用いた。アイロンプリントペーパーとは、インクジェットプリンタで印刷した画像を、家庭用アイロンを使って布生地アイロンプリントできる用紙である。布の生地は綿を採用した。理由は、綿の生地は伸縮性があるからである。カバーに伸縮性を持たすことが出来れば、サイズの異なるビーチボールにも使用できる。この生地を縫い合わせてカバーを作成した。縫い合わせる際は、図 4-21(a)のように縫い目に沿って不織布を取り付けた。不織布の役割は、縫い目の隙間を隠すことと強度を高めることの 2 点ある。不織布が骨組みの役割をして、全体の強度を高めることができる。このカバーにビーチボールを入れて膨らませる状態が図 4-21(b)になる。空気を抜いて半球にすると図 4-21(c)になる。半球の縁も円形を保っている。使用しない時は図 4-21(d)のように畳んでコンパクトにできる。

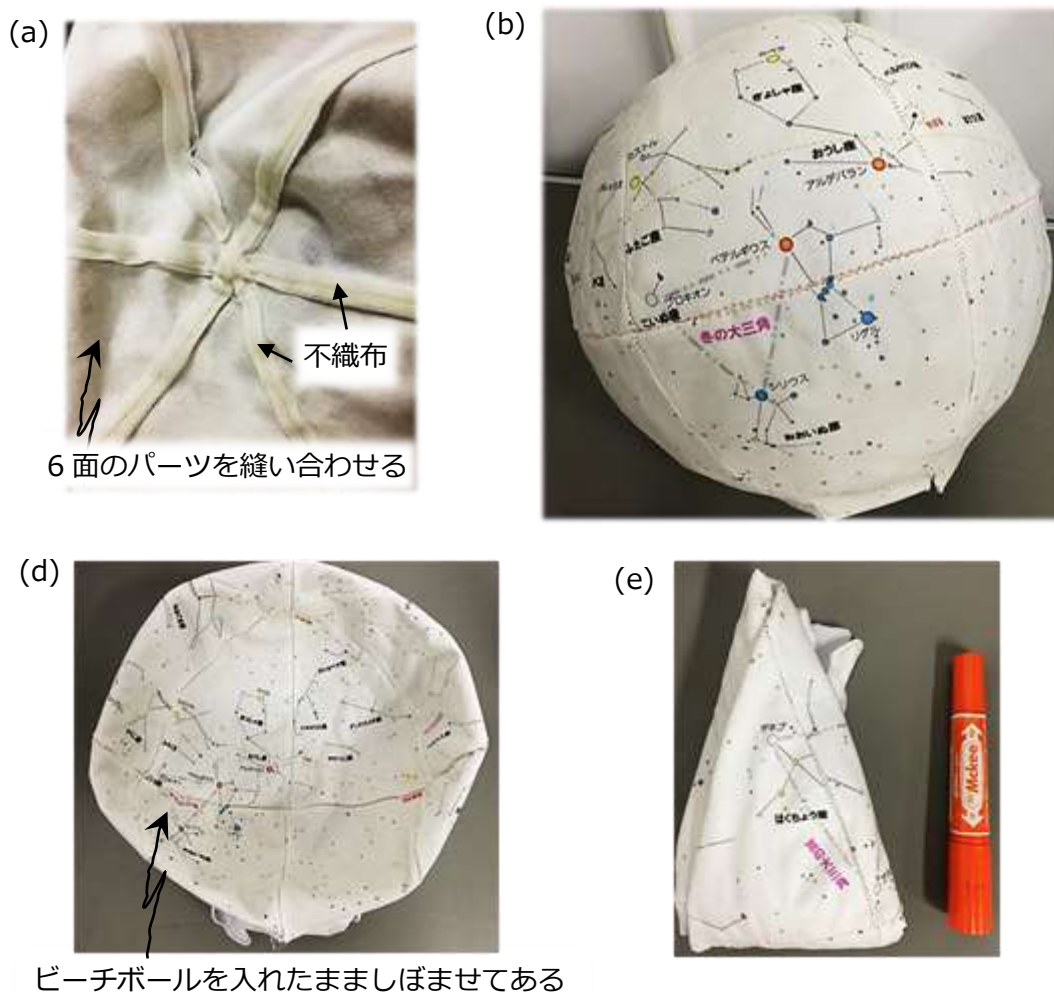


図 4-21. 布製のカバーをビーチボールに被せた様子

(a) カバーの裏面, (b)膨らませた状態, (d) 半球にしぼませた状態, (e) 折り畳んだ状態

このカバー案の利点は4つある。1つ目は、材質が布なので折り曲げても跡がつかない点である。2点目は、既存のビーチボールをそのまま使用できる点である。3点目は、カバーに伸縮性があるため多少サイズが異なるビーチボールでも使用できる点である。図に示したビーチボールは直径25cmのものだが、直径27cmでも使用できた。4点目は、複数のカバーを付け替え可能な点である。星座絵の描かれたカバーや暗闇で星が光るカバーなどバリエーションを増やすことができる。さらにカバー案では、折り畳み方法で述べたマジックテープを巻く方法を用いることもできる。

カバー案の課題は、図4-22のようにしぼませた際に布がたわむ点である。たわみを解消する方法は2つある。1つ目は、伸縮性は犠牲になるが布の強度を上げる方法である。2つ目は、付け替えができなくなるがカバーとビーチボールを接着する方法である。



図 4-22. カバーのたわみ問題

#### 方法④ビーチボールに星のシールを貼る方法

方法④は、ビーチボールに直接情報を書き込む方法である。情報はペンやシールを用いて書き込む。シールやペンのインクを暗闇で光る素材にすれば、星や名前を光らせることができる。上記の方法の中で最も手間がかからず、自作には適している。その反面、表示する情報は限定されてしまう。

#### 4-5. ビーチボールのサイズの検討

立体星座早見に適したビーチボールのサイズを検討した。検討するにあたって、3つの異なるサイズ（直径 25cm, 35cm, 50cm）の立体星座早見を用意した。図 4-23 にその写真を示す。この 3 サイズを選んだ理由を記す。25cm のサイズは、一般的なビーチボールがこのサイズのため採用した。50cm のサイズは、両手で持って使う際の限界の大きさと判断してこの値にした。35cm のサイズは、両者のサイズの間を取った。この大中小のサイズを用いて、最も使いやすいサイズを検証した。



図 4-23. 3つのサイズの立体星座早見

#### ・調査概要

立体星座早見のサイズを検討するため、大学生を対象に実際に各サイズの立体星座早見を使用してもらい使いやすさを調査した。調査概要を表 4-3 に示す。

表 4-3. サイズの検討に関する調査概要

対象：三重大学教育学部理科教育講座の大学生（24 人）	
日時：2014 年 10 月 23 日（月齢 26.1）18 時～19 時	天候：快晴
場所：三重大学教育学部屋上	

調査は大学生 24 名を対象に行った。立体星座早見を実際に使った後にアンケートを行った。尋ねた内容は以下の 3 点である。まず、立体星座早見を夜空に掲げて使用する際に、最も持ちやすいサイズを尋ねた。次に、実際の星との対応関係が最もつけやすいサイズを尋ねた。最後に、上記の 2 つの質問を

踏まえて、最も使いやすいサイズについて尋ねた。

### ・サイズの検討に関する結果

アンケートの結果を図 4-24 に記す。大サイズは、すべての項目で他のサイズより悪い結果になった。まず「持ちやすさ」に関しては、中・小サイズで違いが見られなかった。それに対し「実際の星との対応関係のつけやすさ」は、中サイズの方が優れている結果になった。持ちやすさと対応のつけやすさを踏まえた「総合的な使いやすさ」も、中サイズの方の評価が高かった。

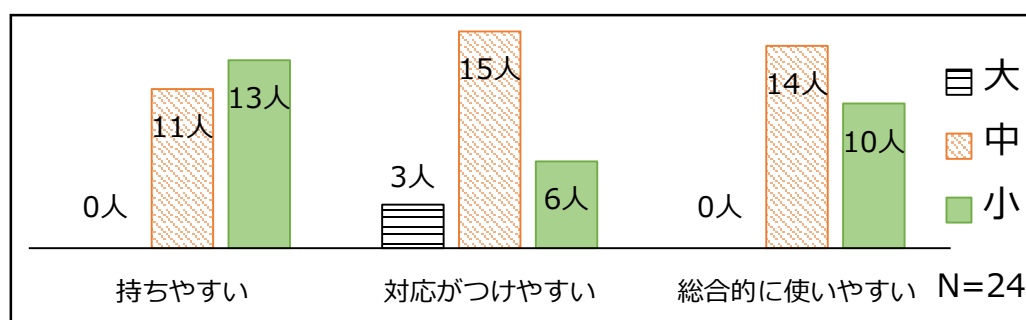


図 4-24. サイズ比較に関するアンケート結果

この中サイズと小サイズの結果に有意な差が見られるか Z 検定を行った。2つのグループが同一グループと見なせるか検定すればよいので、標本比率の差の検定を用いた。その結果が表 4-4 になる。帰無仮説は、中サイズと小サイズで結果の差はないとした。Z の値が 2.07 を超える項目は、95%の確率でこの仮説が棄却されることになる。表 4-4 より、対応関係の項目で仮説が棄却された。すなわち、「実際の星との対応関係のつけやすさ」について中サイズと小サイズで有意な差があることになる。

表 4-4. 中サイズと小サイズに関する比率の差の検定

	P中	P小	N中	N小	P	Z
	標本比率	標本比率	標本数	標本数	平均	
持ちやすさ	0.46	0.54	24	24	0.50	-0.58
対応関係	0.63	0.25	24	24	0.44	2.62
総合	0.58	0.42	24	24	0.50	1.15

以上より、持ちやすさ・総合的な使いやすさは小サイズと中サイズで差は見られないが、星との対応関係は中サイズの方がつけやすいという結果になった。すなわち、星を探す上で中サイズが最も優れていると言える。ただし、次章で述べる立体星座早見の製作物は小サイズを採用した。理由は、技術的課題にある。小サイズは一般的に普及しているビーチボールを使用でき、技術的課題も中サイズより少ない。そのため、まずは課題の少ない小サイズで作製を行い、その後中サイズに繋げる方針とした。



## 第5章 立体星座早見盤の完成品

### 5-1. 製作物①マジックテープを用いた立体星座早見

#### 5-1-1. 製作物について

最初に取り組んだ完成品のため，第4章で検証した方法の中で課題の少ない方法を選んで製作を行った．折り畳み方法には繰り返し使用できることが確認できたマジックテープを用いる方法を選択した．立体星座早見の写真を図5-1に，各部品の概要と選択理由を表5-1に載せる．この製作物を製作物①とする．製作物①は，図5-1(a)のビーチボール部分と図5-1(b)のベルト部分の2点のパーツからなる．図5-1(c)のようにトイニットの生地で覆ったビーチボール部分に，マジックテープのベルトを巻いて使用する．半球の状態にする際は，通常のビーチボールと同様に空気を抜いて図5-1(d)，(e)のようにしぼませる．

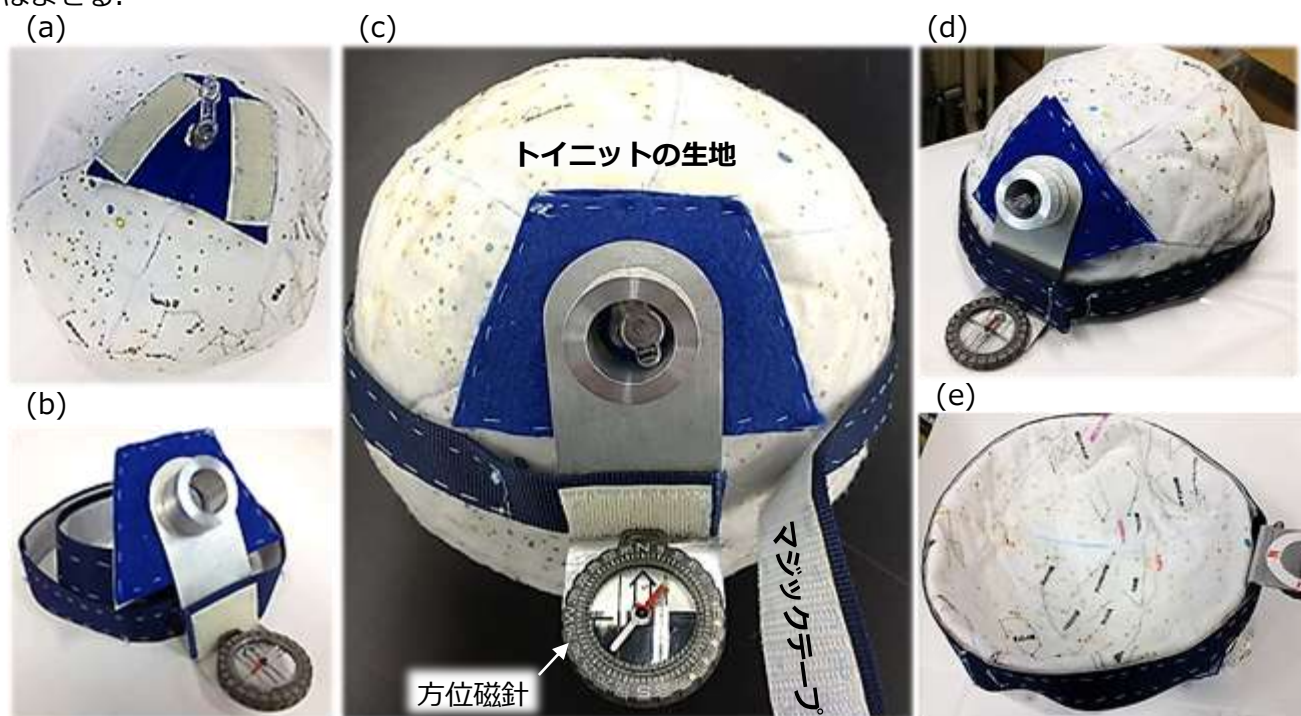


図5-1. 製作物①マジックテープを用いた立体星座早見

(a) ビーチボール部分，(b) ベルト部分，(c) 組み合わせた状態，(d) 半球の状態：表面，(e)裏面

表5-1. 製作物①の各部品の概要と選択理由

<b>回転機構</b>		月日・時間リングの両方凸タイプを選択
	選択理由	コンパクト性を重視
	材質	アルミニウム（軽量・強度アリ・加工が容易）
<b>折り畳み方法</b>		マジックテープを選択
	選択理由	接着強度・繰り返し使えるという継続性を重視
	材質	ベルト側：マジックテープ，ビーチボール側：トイニットの生地
<b>天体の記入方法</b>		カバー案を選択
	選択理由	マジックテープを選択したため ※たわみ問題の解決策としてカバーとビーチボールを接着

各パーツの詳細を記述する

### ・ビーチボール部分

ビーチボール部分はカバー案を選択した。カバーに天体情報を記入する方法を図 5-2 に示す。マジックテープを粘着させるために、トイニットの生地に着星図の描かれたアイロンプリントペーパーを接着した。図 5-2 点線部分のように、星図から天体情報が描かれてある部分だけを切り取っている。マジックテープはトイニットの生地が見えている部分と接着する。

また、カバー案のたわみ問題を解決するためにビーチボールとカバーを接着した。接着方法を図 5-3 に示す。通常の接着剤ではトイニット（布）に接着剤が染み出してしまふ。染み出しを防ぐ粘性の高い接着剤がある。ただし、この接着剤は布同士を接着するものでビーチボール（軟質塩ビ）には使用できない。そこで、ビーチボールとトイニットの間に布（染み出し用）を 1 枚挟み、図 5-3 のように接着剤を 2 種類用いた。



図 5-2. ビーチボール部分の表面

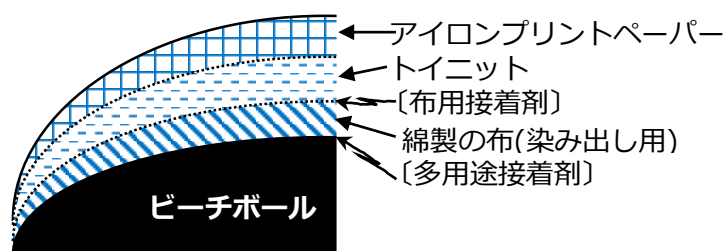


図 5-3. ビーチボールとカバーの接着方法

### ・ベルト部分

ベルト部分は、時刻を合わせとベルトを巻いて折り返すラインをつくる 2 つの役割がある。時刻合わせは図 5-4 のように行う。月日リングを回転させて合わせる。図 5-5 はベルトの裏面の写真である。ベルト部分は強度を高めるために厚みのあるナイロン製 PP ベルトを用いた。このベルトにマジックテープを縫い付けた。



図 5-4. 7月7日 20時に合わせた例



図 5-5. ベルトの裏面



ビーチボール部分とベルト部分の部品の接続方法にもマジックテープを用いた。図 5-6(a), (b)のように、ビーチボール側とベルト側の両方にマジックテープを用いた接続部分を作製した。接続の際は図 5-6(c)のように、両者の台形の形が合うように重ね合わせる。また、図 5-6(c)の点線が半球に折り返す際のラインになる。その他に、方位磁針で方角を確認することもできる。

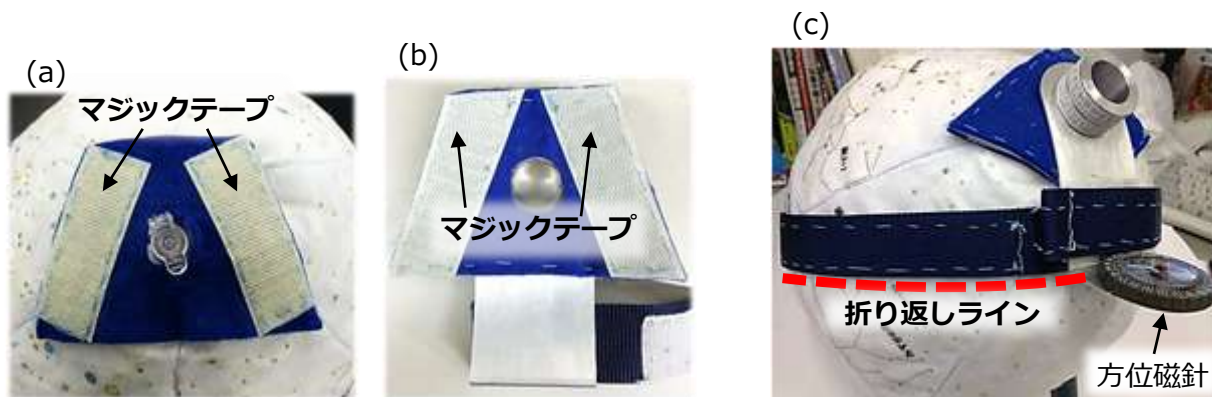


図 5-6. 各パーツの接続部分と貼り合わせた様子

(a) ビーチボール側, (b) ベルト側, (c) 貼り合わせた様子

## 5-1-2. 使い勝手の調査

立体星座早見は個人で使うことを想定しているため、個人で使用した際の使い勝手を調査した。なお実際に星を探す部分については第 3 章で検証しているので、本調査は組み立ての部分に焦点を当てた。

### ・調査方法

大学生 10 名を対象に個別に聞き取り調査を行った。まず図 5-7 に示す説明書をもとに自力で組み立ててもらい、その後使用感を尋ねた。説明書の原本は巻末の付録に載せる。



図 5-7. 調査に用いた説明書

## ・結果

図 5-7 のように、組み立ての項目は(1)から(6)までである。組み立ての過程で難しく感じた点を項目ごとに聞き取った。その結果を表 5-2 に示す。各項目で難しく感じた点を課題として掲載している。課題の右欄には、その課題を持った人数を示す。なお聞き取ったコメントの詳細は巻末の付録に掲載する。

表 5-2. 聞き取り調査の結果 (N=10)

項目	課題	人数
(1) 空気入れ	・ 栓が凹む	8
(2) 張り合わせ	・ ベルトの方も先に貼ってしまう	3
(3) 時刻をあわす	・ 目盛りの読み方	8
	・ 時刻の目盛りを回してしまう	3
(4) ベルトの巻き方	・ 目盛りがズレル	5
(5) 空気の抜き方	・ 栓が抜きにくい	10
	・ 球の上下どちらを凹ませる？	5
	・ 空気をどこまで抜く？	8
(6) 方角の合わせ方	・ 針が動きにくい	3

聞き取り調査では、構造上の問題点と表記に関する問題点の 2 つが挙げられた。

まず構造上の問題点として大きく 3 点のことが挙げられた。その中で、最も多くの人が課題に上げたのが空気栓についてである。空気を抜く際、図 5-8 ように空気栓が奥に引っ込んでしまい取り出しにくいとの指摘があった。空気栓に対する改善が必要である。次に多く挙げた課題は、ベルトを巻く際に時刻目盛りがずれる点である。ベルトを強く引っ張ってしまい、時刻リングまで回転したケースが 5 件あった。3 点目の課題は、表 5-2(2)の貼り合わせの際にベルトのマジックテープまで誤って貼ってしまう点である。

次に、表記に関する問題点は大きく 2 点挙げられた。1 点目は「どこまで空気を抜けばよいかわからない」という意見である。「空気を全部抜く」や「帽子の形にする」など、説明の追加に関する要望が多く挙げられた。2 点目は時刻目盛りの表記についてである。時間の目盛りに数字しか載せなかったため、日付と誤認するなどの意見が挙げられた。



図 5-8. 空気栓が引っ込んだ様子

### ・使い勝手の調査のまとめ

課題は挙げたが、10人の使用者全員が自力で立体星座早見を組み立てることができた。しかし、10人中8人は空気の抜き方が不十分で完全な半球の形にできなかった。その場合でも空気を全部抜くように伝えれば理解できていたので、上述のように表記の仕方を改善すれば良好な結果が得られると期待できる。

### 5-1-3. 課題

製作部①に盛り込むことができなかった要素が3点ある。これを課題として記す。

1点目は、天体情報を光らせる方法である。暗闇で光るタイプのアイロンプリントペーパーを用いれば可能である。

2点目は、空気を抜く時間を短縮する方法である。通常の空気栓は、逆止弁がついているので空気を抜くのに時間がかかる。この逆止弁がついていないシングルストッパーと呼ばれる空気栓もある。この空気栓を採用することで、空気を抜く時間の短縮が見込める。

3点目は、カバーの布の強度を上げる方法である。今回は、カバーのたわみ問題を解決するためにカバーとビーチボールを接着した。しかし、それでは付け替えができるというカバー案の利点が消えてしまう。そこで、もう一つの解決策として挙げた布強度の向上を検討した。布の強度を上げる方法は、より厚みのある不織布を縫い目だけでなく布全体に貼る方法が考えられるので、今後試作検討が必要である。

## 5-2. 製作物②ビーチボールに直接天体情報を書き込む方法

### 5-2-1. 製作物①の課題の解決策

本研究では、立体星座早見にもものづくりの要素を取り入れることを想定している。具体的には、星座観察への興味・関心を高めるために、天体情報をビーチボールに書き込む部分を作業に取り込むことを考えている。しかし、製作物①は布を縫い合わせて作製するため、この作業を取り入れることが難しい。そのため、天体情報を書き込む作業ができる立体星座早見を検討した。

### 5-2-2. 製作物について

天体情報を書き込むために、既存のビーチボールを使用できる方法を選んだ。作製した立体星座早見が図 5-9 になる。これを製作物②とする。製作物②は図 5-9(a), (b), (c)のようにビーチボール部分、ベルト部分、月日リング部分の3点の部品からなる。ビーチボールには、ペンとシールを用いて直接天体情報を書き入れた。ビーチボールとベルトの粘着にはミクロ吸盤テープを用いた。また構造の単純性を重視し、回転機構も月日リングのみのタイプに変更した。なお、製作物②を組み立てた状態が図 5-2(d), 半球にしぼませた状態が図 5-2(e), (f)になる。各部品の概要と選択理由は表 5-3 に載せる。

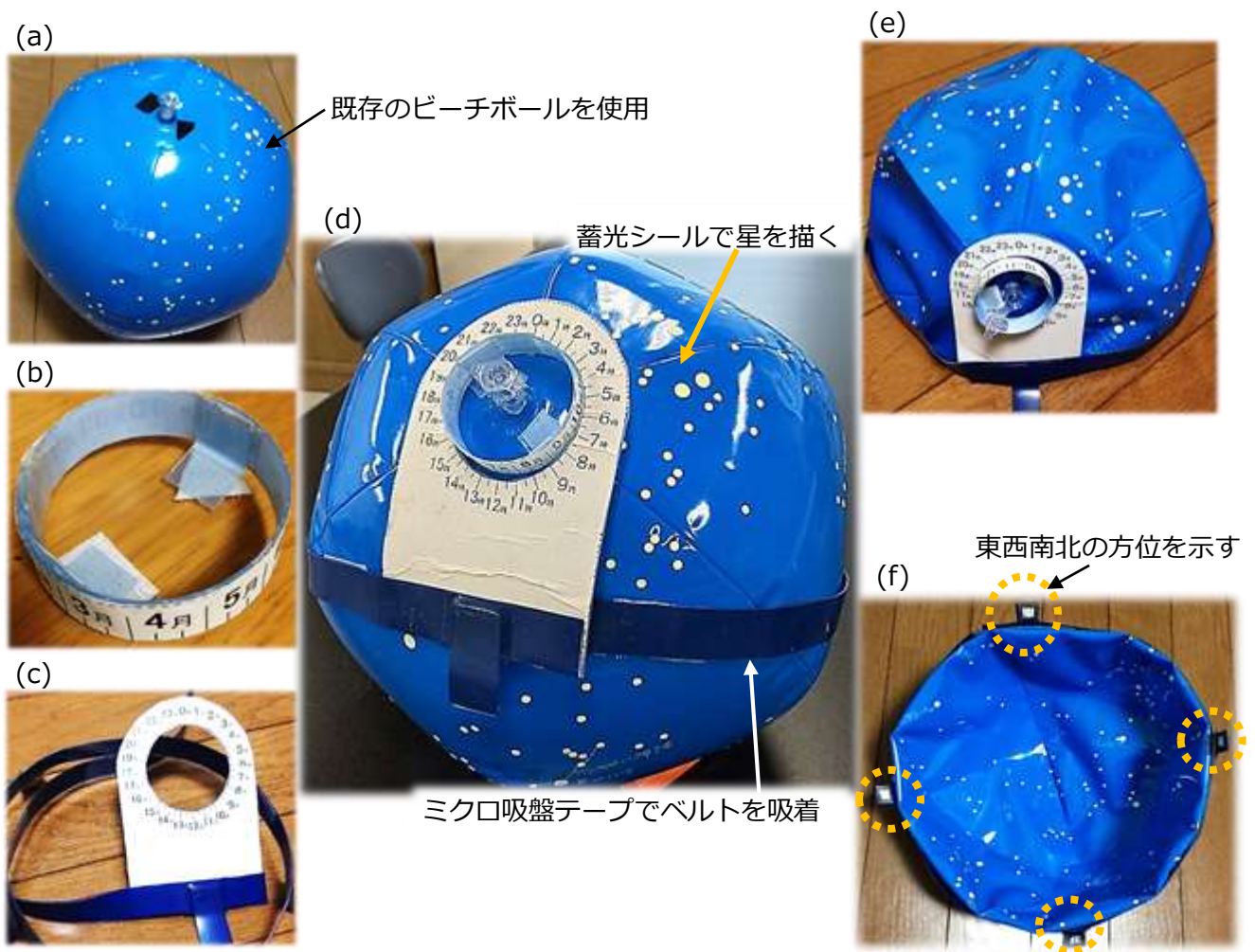


図 5-9. 製作物②蓄光シールを用いた立体星座早見

(a) ビーチボール部分, (b) 月日リング部分, (c) ベルト部分,  
(d) 組み立てた状態, (e) 半球の状態：表面, (f) 半球の状態：表面



表 5-3. 製作物②の各部品の概要と選択理由

<b>回転機構</b>	月日リングのみのタイプを選択
選択理由	構造の単純性を重視
材質	プラスチック（ハサミ・カッターでの切断が可能）
<b>折り畳み方法</b>	ミクロ吸盤テープを用いる方法を選択
選択理由	既存のビーチボールを使用できる点を重視
<b>天体の記入方法</b>	星のシールを貼る方法を選択
選択理由	既存のビーチボールを使用できる点を重視

各部品の詳細を述べる.

#### ・ビーチボール部分

既存のビーチボールを使用できる方法を選んだ. 今回は視認性を良くするため, 全面無地のビーチボールを採用した. 図 5-10 のように, ビーチボールにペンで恒星名・星座名を書き, シールで星を表現した. シールとペンで記入した天体情報は暗闇で発光する. なおビーチボールの直径は 25cm であり第 4 章の小サイズに相当する.

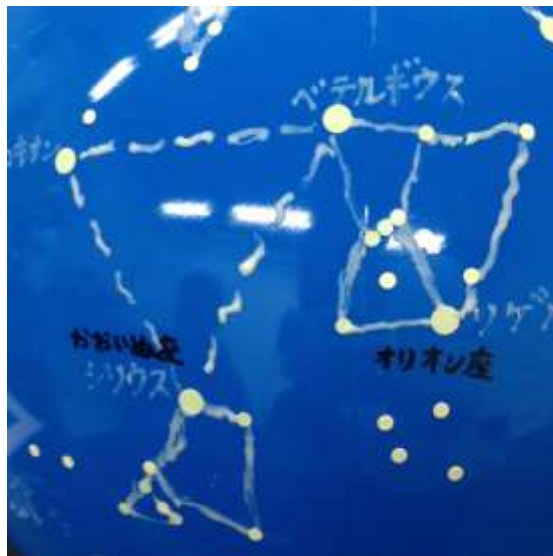


図 5-10. 記入した天体情報について

シールには蓄光テープを用いた. 蓄光テープは日光・蛍光灯などのエネルギーを一時的に蓄え, 暗闇で徐々に放出して発光するテープである. 今回は輝度の異なる 2 種類のテープを用いた. このテープを用いて, 3 等星までビーチボールに表示した. 等級の違いは, シールの輝度の違いとサイズの違いで表した. その組み合わせが表 5-4 になる. 1 等星は目立たせるために, 他の等級の星よりサイズを大きくした. 2 等星と 3 等星はシールの輝度の違いで区別する. 実際の星空の様に, 3 等星より 2 等星が明るく見える. また恒星名と星座線を光らせるために, 蓄光インクのペンを用いた.

表 5-4. 星の等級とシールの種類の関係

	明るさ	サイズ
1 等星	高輝度蓄光テープ	● 径 5.5mm
2 等星	高輝度蓄光テープ	● 径 3mm
3 等星	蓄光テープ	● 径 3mm

#### ・ベルト部分

ベルト部分の役割には、折り返すラインをつくる役割と時刻を合わせる役割の2つある。図 5-11 はベルトの裏面の写真である。ベルト部分は強度を高めるために厚さ 1mm の軟質塩ビの素材を用いた。軟質塩ビは加工のし易さから採用した。また、ベルトには東西南北の方位も加え暗闇で光るようになっている。ビーチボールとベルトは『マイクロ吸盤テープ』で吸着させる。



図 5-11. ベルトの裏側

時刻合わせをする際は、ビーチボールと月日リングを接続する。接続にはマジックテープを用い、図 5-12 のように三角と四角の形を合わせる。



図 5-12. ビーチボールと月日リングの接続方法

(a) ビーチボール側, (b) ベルト側, (c) 貼り合わせた様子

時刻合わせは図 5-13 のように行う。回転機構は、簡易性を重視して月日のみリングのタイプをえらんだ。時間が書かれたプレートを回転させて時刻を合わせる。図 5-13 は 1 月 25 日の 18 時に合わせた例である。なお上記の 3 つの部品は、図 5-14 のように畳んで収納できる。



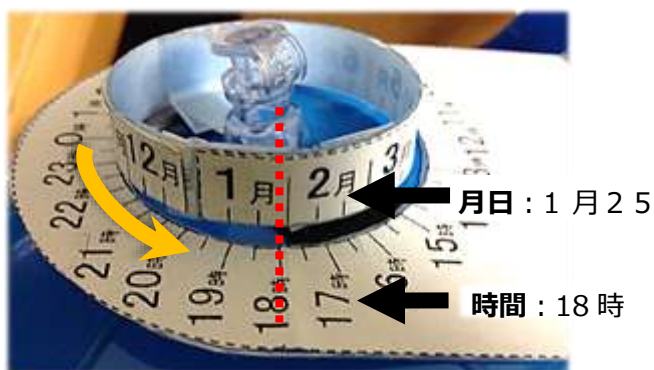


図 5-13. 1 月 25 日 18 時に合わせた例



図 5-14. 部品をまとめた様子

### 5-2-3. 製作物②を用いた実践

立体星座早見は小学生の親子が使用することを想定している。そのため、製作物②の立体星座早見を小学生の親子に使用してもらい効果を調査した。

#### ・目的

立体星座早見は指導者のいない場面で使うことを想定しているため、自力で組み立てて使用できることが求められる。この点を踏まえて、次の 2 点について調査した。1 点目で、自力で立体星座早見を組み立てることができるのか調査した。2 点目に、組み立てた立体星座早見で実際に天体を探すことができるのか調べた。

#### ・調査概要

調査は工作教室の形で行った。概要を表 5-5 に示す。

表 5-5. 工作教室の概要

対象：三重大学教育学部附属小学校 4 年生～6 年生の児童と保護者(11 組) 〔児童の内訳：小 4(9 人), 小 6(2 人)〕	
日時：2014 年 1 月 25 日（土）15 時 30 分～19 時	天候：くもり
場所：三重大学教育学部地学実験室	
内容：①工作教室：星座線を書きこんで立体星座早見を作製する ②星空観察：立体星座早見を使って星を探す	

小学校 4 年生から 6 年生の児童と保護者を対象にした。天文分野を既習（小学校 4 年生で扱う）の学年の方が天文に興味・関心を持つ児童が多いと考え、この学年設定にした。告知は三重大学教育学部附属小学校 4 年生から 6 年生全児童（約 250 名）に行った。告知用のチラシを保護者宛に配布する形式を取った。チラシは巻末の付録に載せる。11 組の親子が集まった。参加児童の学年の内訳は、小学校 4 年生が 9 名、小学校 6 年生が 2 名である。

工作教室は二部構成で行った。詳細を以下に記す。

第一部では立体星座早見の作製を行った。事前に星のシールと恒星名が書かれたビーチボール（図 5-15 左図）を用意し、小学生の親子は蓄光ペンを用いて星座線の記入を行った。記入する際は各星座のイメージを湧かせるために、図 5-15 のように各星座の豆知識を記したワークシートを配布した。このワークシートをもとに、自由に星座線を結ばせた。なお星座線には特定の結び方があるわけではない。星座は領域が決まっているだけで、領域内の星であれば自由に結んで星座を形作ることができる。ワークシートには季節ごとに分類した星座を計 12 個載せた。ワークシートの原本は巻末の付録に載せる。

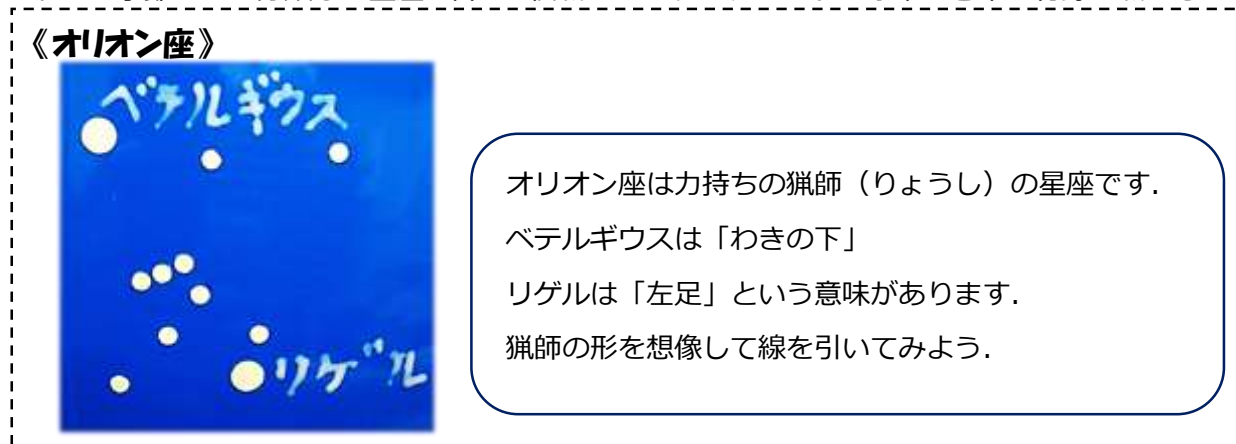


図 5-15. ワークシートの例

星座線を書き終えた後は、自力で立体星座早見を組み立てる作業を行った。組み立ての際は、製作物①の調査と同様に説明書をわたした。説明書は巻末の付録に載せる。

第二部では、当初星空観察会を計画していたが、悪天候のため室内でのプラネタリウムに変更した。プラネタリウムでは、第 3 章の調査と同様の方法で立体星座早見を用いた際の星の探しやすさについて調査した。また、終了後にアンケート調査を行った。

#### ・材料

準備した材料を図 5-16 に示す。立体星座早見に必要な部品を人数分用意した。ビーチボールには、3 等星までのシールと恒星名を事前に記入してある。右図の写真はベルト部分と月日リング部分を 1 セットずつ袋詰めしたものである。製作物②で述べた部品と同じものを用意した。これらの部品を各親子に 1 セットずつ配った。

(a)



(b)



図 5-16. 工作教室の準備物

(a) ビーチボール部分、(b) ベルト部分と月日リング部分の袋詰め

## ・結果

星座線を結んだ作例が図 5-17 になる。同じおおぐま座でも、結び方は多様であった。

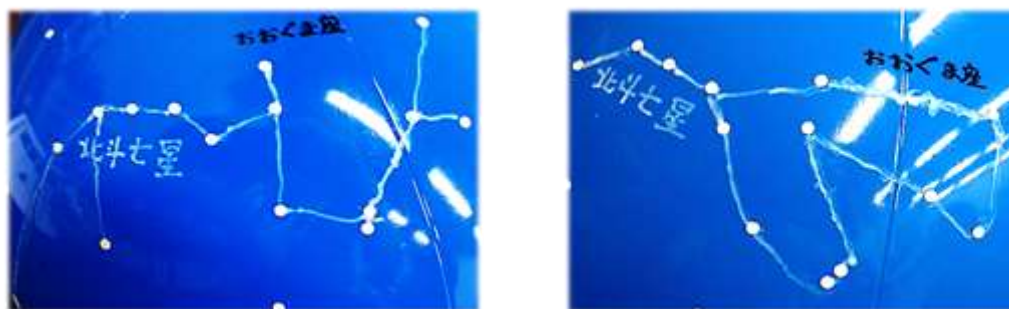


図 5-17. 星座線の作例

この立体星座早見について以下の 3 点について親子に尋ねた。1 点目は実際に星が探せるか、2 点目は作製した際に難しかった点はないか、3 点目は改善点についてである。各項目について述べる。

### 星を探した結果

星の観察は、上述のように室内のプラネタリウムで行った。プラネタリウムは定員約 15 名（直径 4m）のエアドームの中で、星空を投影して行った。投影機は、4 章で述べた『大人の科学のピンホール式プラネタリウム』を用いた。この投影機は 7 等星以上の星を投影できるため、そのままでは星の数が多すぎる。そのためドーム内の明るさを調節して、4 等星まで星の数を減らした。4 等星までとしたのは、会場の実際の夜空で見える星の数と揃えるためである。

ドーム内で探した天体は 5 つある。5 天体の内訳は、, 夜空で目立つ 1 等星を 3 つ（リゲル・ポルックス・カペラ）、1 等星よりわかりにくい北極星、星座早見盤と結果に差が生まれた秋の四辺形である。この 5 天体を各自で探した後に、答え合わせを行った。その結果が図 5-18 になる。

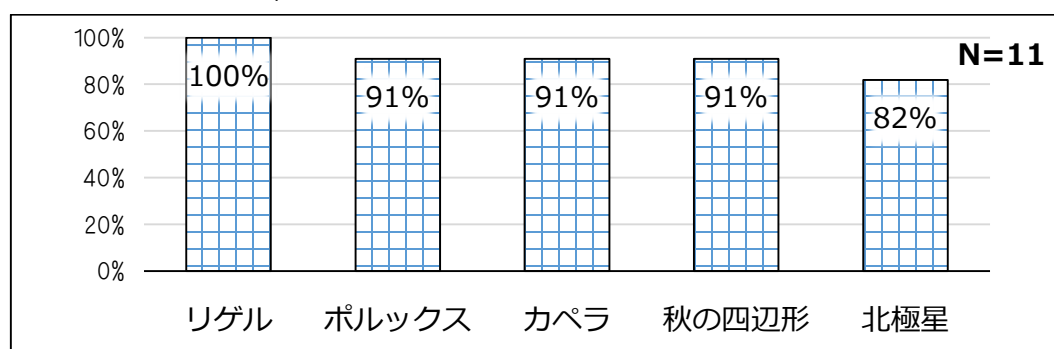


図 5-18. 調査天体についての児童の正答率

図 5-18 より、1 等星だけでなく、より難易度の高い秋の四辺形や北極星でも 8 割以上の正解率があることがわかる。さらに、星を探す難易度を図 5-19 のように 5 段階で尋ねたところ、11 人中 10 人の児童から「わかりやすい」もしくは「ややわかりやすい」という回答が得られた。以上のことから、立体星座早見で星を探した児童は、星座を探すことに困難を感じにくく、実際に星座も探せていることがわかる。反対に、探す際に難しかった項目を尋ねた結果が図 5-20 になる。突出して高い項目はなく、

11 人中 1 人から 3 人の割合で回答は散らばった。

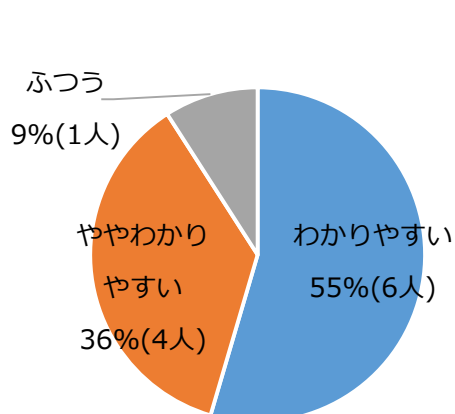


図 5-19. 星座を探す際の難易度

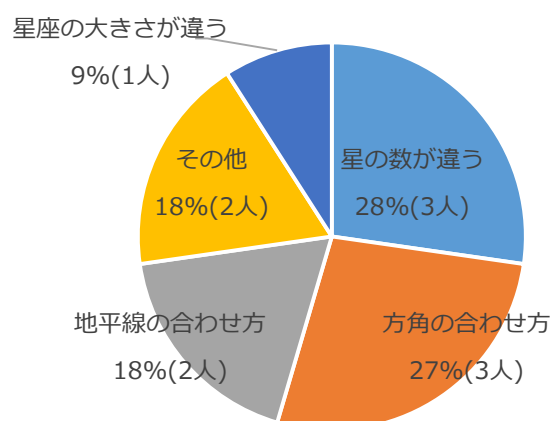


図 5-20. 星座を探す際に感じた難しい点  
(複数回答可)

### 組み立ての際の結果

立体星座早見の組み立ては、説明書をもとに組み立てを行った。説明書は巻末の付録に載せる。組み立ての順序は、製作物①で示した順序と同じである。この順序の中で、難しく感じた項目を親子に尋ねた。その結果を図 5-21 に示す。児童と保護者からの回答が多かった順に並べている。また、この質問を記述で回答した内容を表 5-6 に載せる。

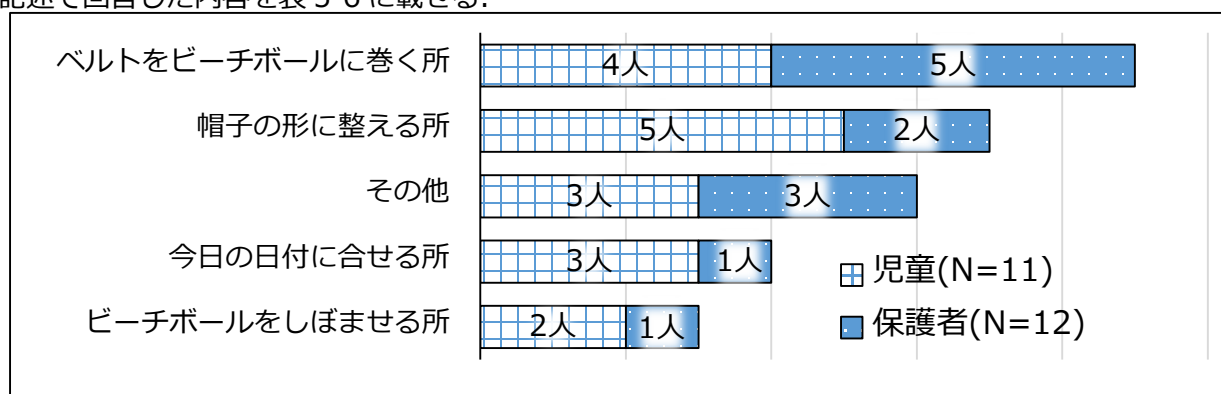


図 5-21. 立体星座早見の組み立てで困難に感じた点 (複数回答可)

最も多くの親子が困難に感じた点は、「ベルトをビーチボールに巻く所」であった。このベルトを巻くとは、ビーチボールの半分のラインをずれないようにベルトを巻けたか尋ねている。ずれて巻いた場合は、ビーチボールを折り返した際に地平線の位置が変わってしまい、星の位置がずれてしまう。保護者の記述内容にも、「星の位置がずれる」「地平線が高くなりすぎた」とベルトを巻く部分に関する指摘があった。

次に回答が多かった「帽子の形に整える所」は、児童と保護者で回答結果に偏りがあった。児童から多く回答が挙がった原因は、星の観察をする際に帽子の形に整えてあるか児童に確認させたことが原因だと考えられる。プラネタリウムは、工作教室の会場とは別室で行ったのだが、移動の際に帽子の形が崩れてしまう児童が多くいた。その児童には、星を見る前に形を整えるように伝えたのだが、このこと

が印象に残っていたのだと考えられる。崩れた原因は素材の柔らかさにある。ビーチボールやベルトの素材を軟質塩ビにしたため、持ち運びの際に形が崩れてしまった。

次に多く挙げた「その他」は、蓄光ペンで星座線を書く部分についてである。組み立て作業とは直接関係はないが、表 5-6 に示した記述内容で指摘された。柔らかいビーチボールの素材に線を書きこむ点とペンのインクが一定の力で押し続けないと出ない点が困難だったと指摘された。

表 5-6. 組み立てで困難に感じた質問の記述内容

児童	・蓄光ペンで星座線を書く所(2人)	
	・ストローを指すところ	
保護者	・蓄光ペンで星座線を書く所(3人)	
		・ふわふわのボールにペンが描きにくかった ・子供の力ではインク出にくいかも
	・ベルトを巻く所(2人)	
		・うまく巻けずに星の位置ずれる ・地平線が高くなりすぎた

## 改善点

改善点を尋ねた結果を表 5-7 に示す。似た内容の記述は一つにまとめた。括弧の中の人数は、その内容を記述した人数を表している。複数の改善点が挙げたが、その中で前述の組み立ての際に難しく感じた点を受けた内容があった。この点からまず述べる。

組み立ての際に難しく感じた点で多く指摘された項目は、「ベルトの巻き方」「帽子の形に整える部分」「蓄光ペンの使い方」の 3 点である。「ベルトの巻き方」の改善点で球の中心からずれない工夫について、「帽子の形」の改善点で布の材質変更について、「蓄光ペン」の改善点でインクのでやすいものへの変更について、それぞれ指摘された。

その他の改善点について述べる。保護者から最も多く挙げた改善点は「日付リングの強度の向上」についてである。日付リングとビーチボールはマジックテープで接着する構造だが、この部分が取れやすいという指摘が挙げた。児童から挙げた意見は「情報量の増加」についてである。星座や星の数を増やしてほしいという意見が挙げた。また、ビーチボール上のどの部分になんの星座が書かれてあるか検索できる機能が欲しいという意見もあった。同様の指摘は、保護者からも挙げた。

表 5-7. 立体星座早見の改善点

児童	・情報量の増加	
		・3等星以上も書いてほしい(2人) ・88星座全部加えて欲しい(2人) ・どっちに何があるのかわかるもの
	・材質(ビーチボール)の強度の向上	
保護者	・日付リングの強度の向上(3人)	
	・方角に関する情報の取得(2人)	
	・蓄光ペンの使いやすさの向上(2人)	
	・表示されている星座の検索機能	
	・ベルトの巻き方	
	・月日リングの表示について	



## 立体星座早見を用いる機会

立体星座早見の組み立て作業と星を探した結果について述べた。この2点を踏まえて、立体星座早見を使用してみたい機会について尋ねた。その結果を図5-22に示す。結果より、「街明りの少ない場所」と「自宅」で使ってみたいという回答が多いことがわかる。自宅だけでなく外出時の「街明りの少ない場所」が選ばれたことから、立体星座早見が外出時に持ち出せる程度の携帯性はクリアできていると考えられる。また、前述の保護者の感想からも「手軽に運べる機材を作成でき今後活用したい。」という携帯性に関する意見が得られた。

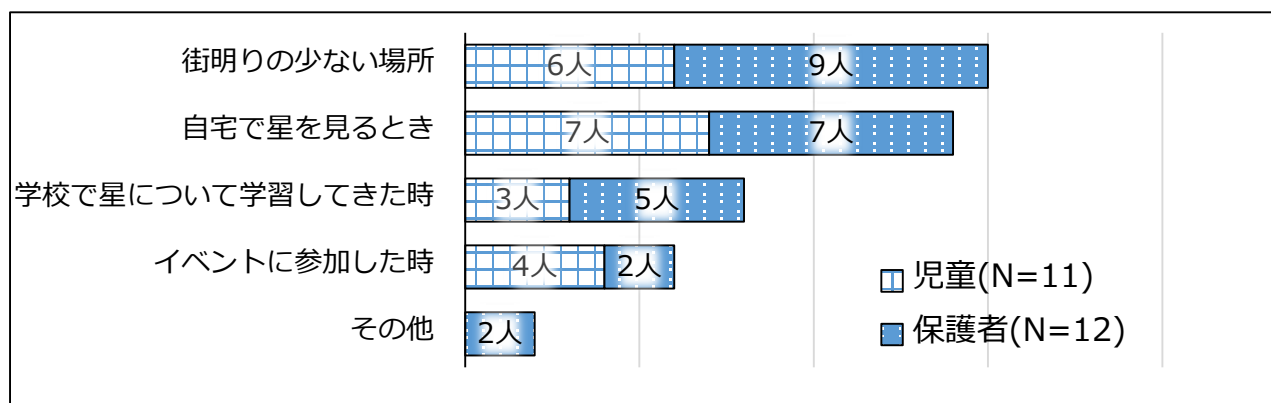


図 5-22. 立体星座早見を使用する機会について（複数回答可）

## 感想

アンケートの最後に工作教室の感想を尋ねた。その結果を表5-8に記す。

表 5-8. 工作教室の感想について

児 童	・興味・関心に関する感想（8人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分だけの星座早見盤が作れて楽しかった</li> <li>・今度家で使おうと思う</li> <li>・星を探すのは楽しかった</li> </ul>
	・難易度に関する感想（5人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・星座の線を書くのが難しかった</li> <li>・作るのに時間がかかった</li> </ul>
	・その他	
保 護 者		<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラネタリウムが面白かった（2人）</li> <li>・光るので星座の場所がわかりやすい</li> </ul>
	・興味・関心に関する感想（5人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・身近にあるビーチボールで星座早見盤を作ることができ、星を見つける意欲もUPする</li> <li>・手軽に持ち運べる機材が作成でき、今後ぜひ活用したい</li> <li>・自分で星をつなぐことで興味も増したと思う</li> </ul>
	・星座早見の立体化に関する感想（3人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビーチボールを凹ませて凹半球を作るのは大変良いアイデアで感心した</li> <li>市販の早見盤では、平面から少し凹んだ程度で、慣れるまで大変</li> <li>・紙の早見盤だと思っていたが、立体的で思ったより良かった</li> </ul>



児童からは大きく2点について感想が得られた。1点目は、興味・関心についてである。自分だけの星座早見盤を作製できたことや、家でも使ってみたいと思ったことや、星を探すことを楽しく感じたことなど、8人の児童から興味・関心が向上したという感想が得られた。2点目は、難易度についてである。蓄光ペンで星座線を書く作業が難しかったという意見が5人から挙がった。保護者の感想も大きく2点に分かれた。1点目は、興味・関心についてである。身近な材料を用いることで児童の意欲も向上するという感想や、手軽に持ち運べる機材の今後活用したいなど、5人の保護者から興味・関心の向上に関する感想が得られた。2点目は、星座早見の立体化に関する感想である。立体化させることで平面の早見盤より星空のイメージが湧きやすいなど、立体化の利点を指摘する感想が得られた。

#### ・製作物②の実践のまとめ

小学生の親子を対象に立体星座早見の作製を行い星の探しやすさを調査した。星の探しやすさを調査した結果、すべての天体で8割以上の児童が探すことができた。また立体星座早見の携帯性についても、外出時に持ち出せるくらいの携帯性はクリアできていることがわかった。一方で本器の改善点の指摘もあった。改善点として、立体星座早見の組み立ての際に感じた難点や、星座線を書く際に用いたペンの使いやすさの向上、部品の強度の向上などが挙がった。

### 5-3. 製作物③ビーチボールに星のシールを貼る方法

#### 5-3-1. 課題と解決策

製作物②では星座線を書きこむ作業を取り入れた。しかし、ペンの使いにくさや柔らかい素材の上を書く難しさなど難点が指摘された。そのため、星座線を書く作業の代わりに、星のシールを貼る作業に変更した。その他にも、製作物②で挙げた課題をもとに立体星座早見の改良を行った。また、立体星座早見を組み立てた際の課題で、「ベルトを巻くラインがずれる」「帽子の形が崩れる」「月日リングが取れやすい」の3点が挙げた。その他に、筆者が長期間使用して感じた課題に「星のシールが取れやすい」点がある。シールに用いた蓄光シートは、繰り返し折り畳む素材に貼ることを想定していない為、使用していくうちに剥がれやすくなる。そのため折り曲げに耐えられるシールに変更した。また改良品では全体的な強度の向上も図った。

#### 5-3-2. 製作物の紹介

改良した製作物を図 5-23 に示す。製作物②をもとに改良を加えたため、回転機構、折り畳み方法、天体情報の記入方法は製作物②と同様である。この改良品を製作物③と呼ぶ。

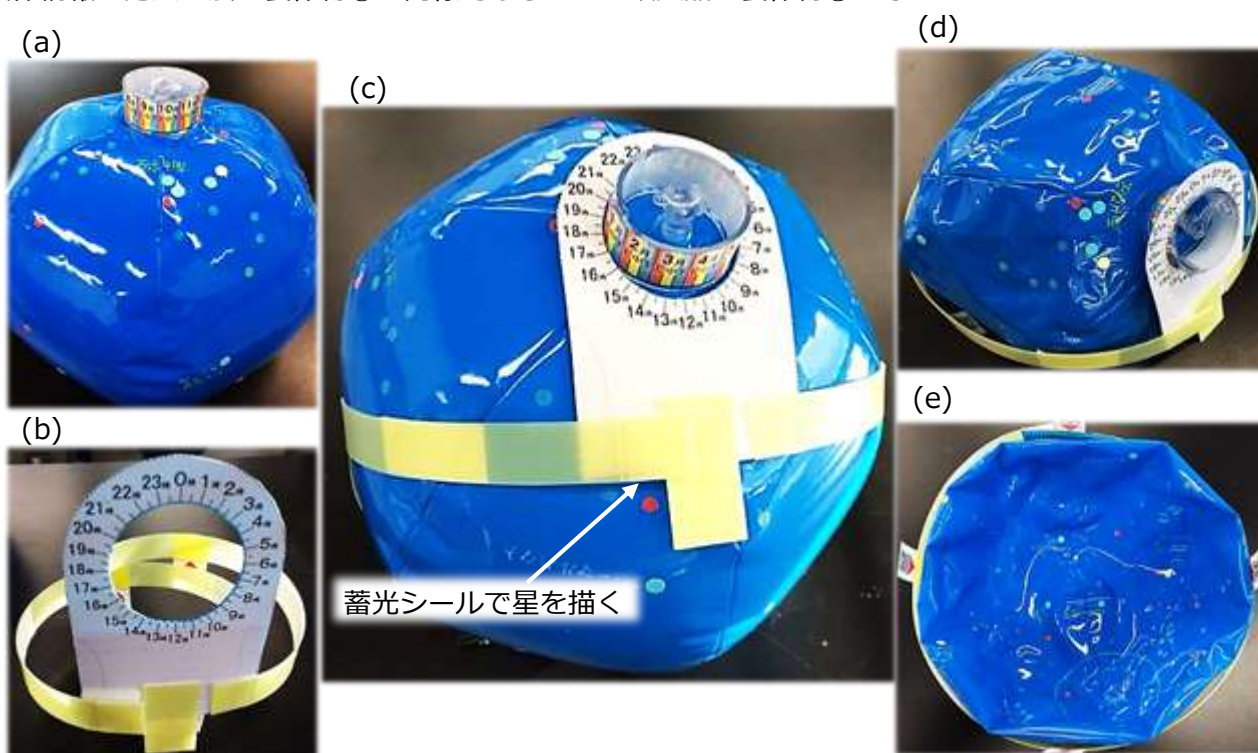


図 5-23. 製作物③星の色を再現した立体星座早見

(a) ビーチボール部分, (b) ベルト部分, (c) 組み立てた状態, (d) 半球の状態：表面, (e) 半球の状態

製作物③は図 5-23(a), (b)のようにビーチボール部分とベルト部分からなる。この 2 つの部品を図 5-23(c)のようにはめ合わせて、製作物②と同様の方法で立体星座早見を組み立てる。しばませて半球の状態にすると図 5-23(a), (b)のようになる。基本的な使い方は製作物②と変わらない為、本節では変更点に絞って述べる。変更点は大きく 6 点ある。以下に示す。

## 変更点①：星の色を再現

製作物②では星の等級の違いを表現するために輝度の異なる蓄光シートを用いた。製作物③では、より実際の星空に見え方を近づけるために等級の違いの他に星の色も表現した。星の色を再現した様子を図 5-24(a), (b)に示す。星の色を色の異なる蓄光塗料を用いてつけた。また、シールのサイズも変更を加えた。製作物②では 2・3 等星に径 3mm のシールを用いた。この 3mm のシールを貼る作業は小学生には難易度が高いと判断し、シールのサイズを、1 等星を径 7mm に 2 等星を 5.5mm にそれぞれ大きくした。ビーチボールに星のシールを貼った様子を図 5-24 に示す。

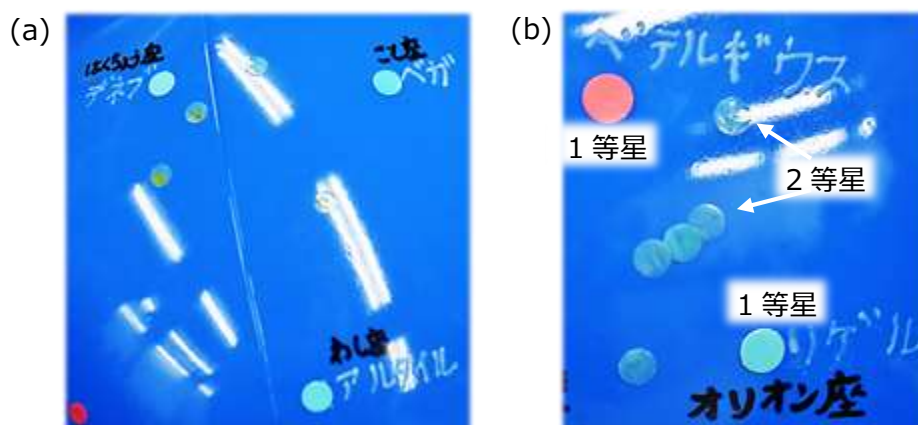


図 5-24. 記入した天体情報について

(a)夏の大三角, (b)オリオン座

## 変更点②：シールの強度の向上

製作物②で用いた蓄光シールは紙製の為、繰り返し折り曲げると剥がれやすくなる問題点があった。この解決策として、シールを折り曲げても跡が付きにくい軟質塩化ビニルの素材に変更した。またシールの接着強度を上げるため、シールの接着剤も塩化ビニル用の両面テープに変更した。表 5-9 に詳細を示す。

表 5-9. シールの材料について

シールの接着剤		塩化ビニル用両面テープ
シールの材質		軟質塩化ビニル
	1 等星	白色 軟質塩化ビニル
	2 等星	透明 軟質塩化ビニル

シールで 1 等星と 2 等星の違いを表現できるように、輝度の異なる 2 種類のシールを作製した。輝度の違いを表現する方法を述べる。シールに用いた蓄光塗料は下地の色によって輝度が異なる性質がある。下地が白色の場合が最も輝度が高く、黒色の場合が最も暗くなる。中道(2012)によると、白色地の相対輝度を 100 とした場合、青色地は 41%, 黒色地は 28%となる。この下地色の輝度の違いを用いて、等級による明るさの違いを表現した。1 等星と 2 等星は明るさが 2.5 倍違うので、下地色による輝度も 2.5 倍異なれば良い。この数値に該当するのが白色 (100%) と青色 (41%) である。すなわち、1 等星の

シールの下地を白色に 2 等星のシールの下地を青色にすれば等級の違いを表現できる。ただし実際のシールの作製では表 5-11 に示したように、2 等星のシールの下地は透明にした。理由は、ビーチボール自体が青色のため透明な軟質塩化ビニルのシートで流用できたからである。

### 変更点③：月日リングの接着

製作物②の課題として、月日リングが取れやすい点があった。その解決策として月日リングをビーチボールに接着する方法を用いた。接着してしまう欠点として、月日リングが固い素材だとビーチボールとしての機能が損なわれる点が挙げられる。そのため、月日リングの材質をビーチボールと同じ軟質塩化ビニルに変更した。この月日リングを用いた時間の設定方法を説明する。図 5-13 は月日リングに時刻プレートをはめ込んだ様子である。製作物②と同様に時刻プレートを回転させて時間を設定する。図 5-25 は 12 月 15 日 19 時に合わせた例である。また、月日リングに上旬・中旬・下旬の表記をつけることで視認性の向上を図った。

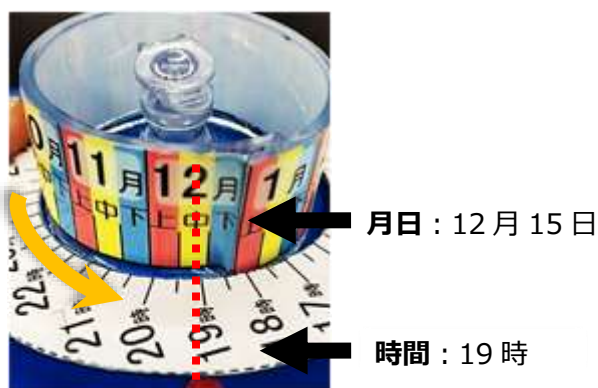


図 5-25. 12 月 15 日 19 時に合わせた例

### 変更点④：ベルトを巻く際のずれを防ぐ補助線

製作物②を組み立てる際の課題に、ベルトを巻くラインがずれる点が指摘された。この解決策として、巻くラインを示した補助線をビーチボールに引いた。ベルトは地平線のラインを示しているので、北極星からベルトまでの長さは一定である。この立体星座早見は緯度 35 度で使う設定のため、北極星からベルトまで緯度 35 度に対応した長さだけ離れていればよい。この緯度 35 度のラインを補助線としてビーチボールに書き入れた様子が図 5-26 になる。ベルトを巻く際は、緯度 35 度のラインと接すれば良い。

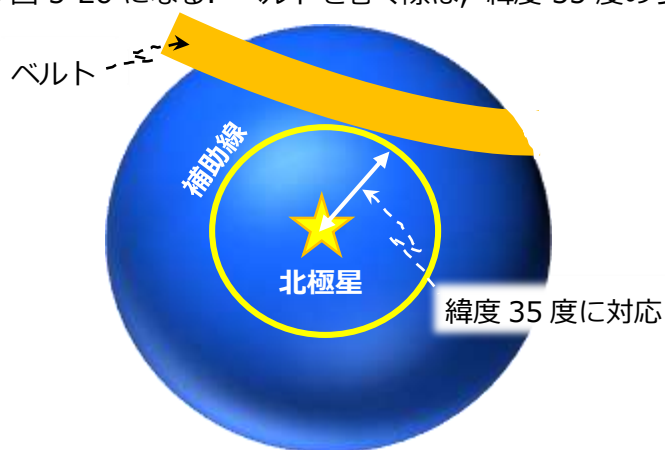


図 5-26. ベルトを半分のラインで巻くための補助線

### 変更点⑤：ベルトの強度の向上

製作部②では、折りたためる点を重視してベルトの素材を軟質塩化ビニルにした。しかし、軟質塩化ビニルではベルトの強度としては十分でなく組み立て後に形が崩れやすい点が指摘された。そのためベルトの素材を厚み 1mm のポリプロピレンに変更し強度の向上を図った。ポリプロピレンはクリアファイルなどに使用される素材である。なお一般的なクリアファイルの厚みは 0.2mm である。強度を向上させた一方で、図 5-23 のベルト部分の図のようにベルトを丸めて収納することもできる。

### 変更点⑥：時刻プレートの滑り止め対策

立体星座早見を組み立てる際は、時刻プレートを回転させてからベルトを巻く。時刻プレートとベルトは繋がっているため、ベルトを巻く際に強く引っ張ると時刻プレートがずれる問題が考えられる。この対策として、時刻プレートの裏面に図 5-27 のように滑り止めをつけた。

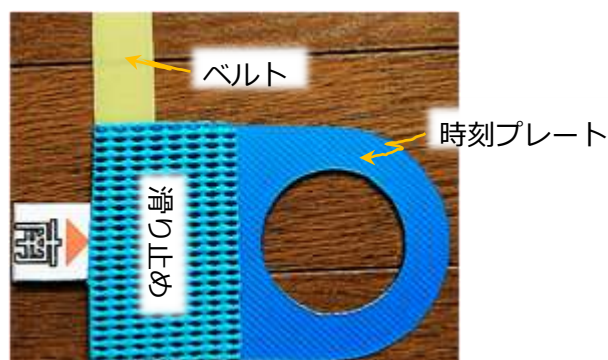


図 5-27. 時刻プレートの滑り止め対策

### 5-3-3. 表示する等級の検証

#### ・目的

製作物③にはビーチボールに星のシールを貼る作業を取り入れた。星のシールは等級ごとに貼るのだが、何等級まで表示するかで貼るシールの量が異なる。2 等星までなら 92 個だが、3 等星も含めると 285 個に増える。シールの貼る数が増えすぎると作業時間が長くなってしまふ。実際に貼る作業をした結果 2 等星までの量が妥当ではないかと推論した。ただし、3 等星まで表示した製作物②から星の数を減らすことで、星の探しやすさが変化する可能性がある。そこで、2 等星まで表示した立体星座早見と 3 等星まで表示した立体星座早見で星の探しやすさに変化が見られないか検証した。

#### ・概要

調査の概要を表 5-10 に示す。調査は三重大学教育学部理科教育講座の大学生 24 人を対象に行った。これまでの調査と同様に月が昇っていない時間帯を選び、場所は三重大学教育学部屋上で行った。調査に用いた天体は、1 等星（ベガ・アルタイル・デネブ）、カシオペア座、秋の四辺形、北極星である。天体の選定は、これまでの調査と同様に探す際の難易度を想定して決めた。



表 5-10. 表示する等級に関する調査の概要

対象：三重大学教育学部理科教育講座の大学生（24 人）	
日時：2014 年 10 月 23 日（月齢 26.1） 18 時～19 時	天候：快晴
場所：三重大学教育学部屋上	

調査方法を以下に示す。大学生 24 名を 12 名ずつ 2 グループに分けた。片方のグループには 2 等星まで表示した立体星座早見を、もう片方のグループには 3 等星まで表示した立体星座早見を使用してもらった。このグループごとに天体の正答率を調査した。各グループが用いた立体星座早見の一部分を切り取ったものを図 5-28 に示す。天体名と星が蓄光塗料で光るようになっている。図 5-28(a)は 1 等星と 2 等星が表示してあり、図 5-28(b)は 3 等星まで表示してあり、2 等星と 3 等星は輝度の違いで見分けがつくようになっている。

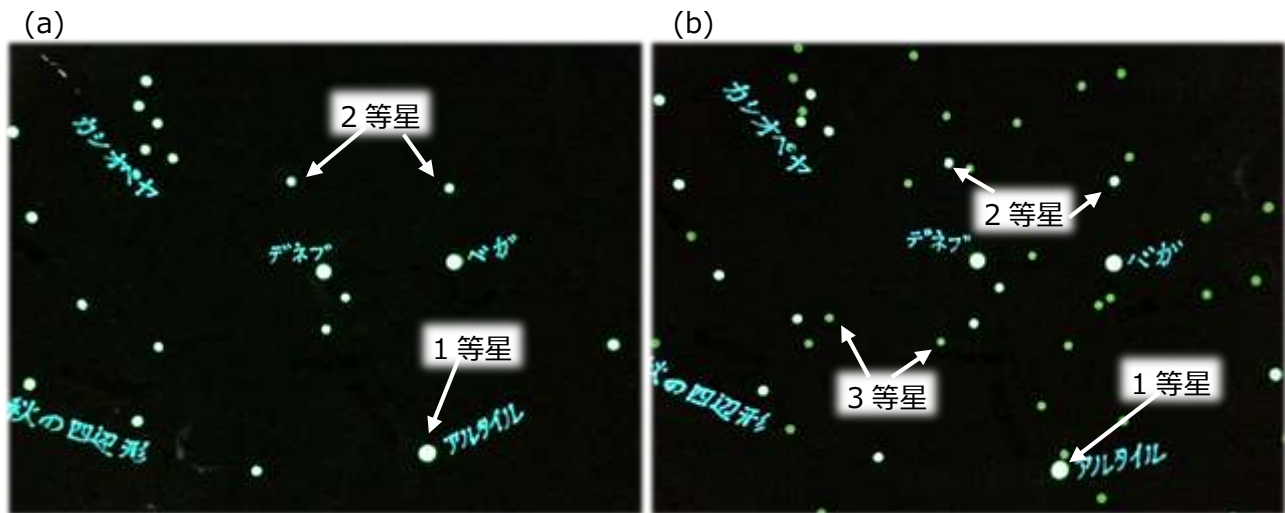


図 5-28. 調査に用いた 2 種類の立体星座早見の一部分（発光時）

(a) 2 等星まで表示した立体星座早見, (b) 3 等星まで表示した立体星座早見

## ・ 結果

調査天体を探した結果を表 5-11 に示す。これまでの調査と同様に、調査を始める前から天体の位置を知っていた人数を抜いて正答率を計算している。

表 5-11. 2 等星及び 3 等星までのグループの調査結果

2等星までのグループ（12人）						
	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星
初めから知ってた	2人	2人	0人	1人	1人	1人
今回分かった	9人	9人	9人	10人	6人	2人
正答率	90%	90%	75%	91%	55%	18%
3等星までのグループ（12人）						
	ベガ	アルタイル	デネブ	カシオペア	秋の四辺形	北極星
初めから知ってた	5人	5人	5人	4人	2人	0人
今回分かった	6人	6人	6人	7人	7人	7人
正答率	86%	86%	86%	88%	70%	58%



各グループの正答率をグラフにしたものが図 5-29 になる。ベガ・アルタイル・カシオペア座については両者のグループとも 9 割前後の正答率が得られた。デネブも 8 割前後の正答率があった。グラフの結果から差が見られたのは、北極星についてである。北極星の正答率は、2 等星までのグループが 18% だったのに対し、3 等星までのグループは 58% だった。

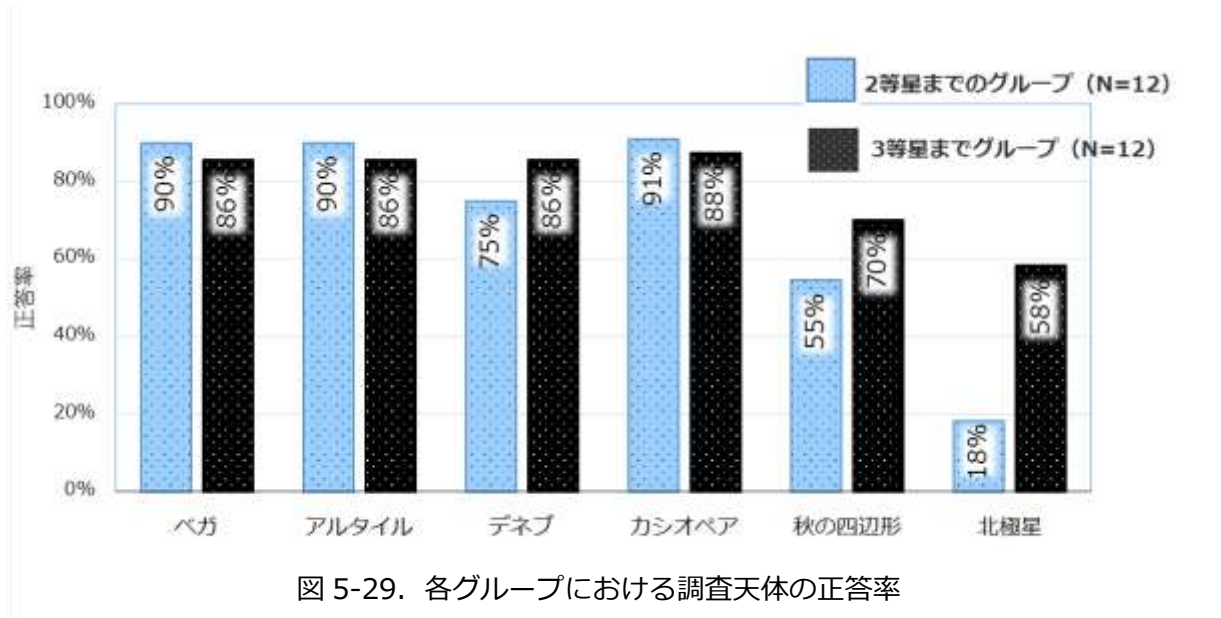


図 5-29. 各グループにおける調査天体の正答率

図 5-29 の両グループの結果に有意な差がみられないか Z 検定を行った。その結果を表 5-12 に示す。有意水準 95%での判定基準値は表 5-12 右端になる。点線枠で囲んだ Z の値が判定基準値を下回れば、両グループで有意な差が見られないと言える。検定の結果、図 5-29 では両グループの正答率で最も大きな差が見られた北極星に関しても、検定の結果両グループで有意な差は見られなかった。

表 5-12. 各グループの正答率に関する標本比率の差の検定

	Pa	Pb	Na	Nb	P	Z	判定基準値
	標本比率	標本比率	標本数	標本数	平均		
ベガ	0.90	0.86	10	7	0.88	0.27	2.120
アルタイル	0.90	0.86	10	7	0.88	0.27	2.120
デネブ	0.75	0.86	12	7	0.79	-0.55	2.110
カシオペア	0.91	0.88	11	8	0.89	0.24	2.101
秋の四辺形	0.55	0.70	11	10	0.62	-0.73	2.086
北極星	0.18	0.58	11	12	0.39	-1.97	2.074

本調査では天体を探した際の正答率だけでなく探す際に手掛かりにした情報についても尋ねた。手掛かりになるものとして、星座の形、星の明るさ、周囲の星との位置関係の 3 点を想定した。その結果を図 5-30 に示す。両グループとも、周囲の星の位置関係を手掛かりにしたと回答した人が最も多かった。手掛かりにした情報は両グループで有意な差は見られない。どちらのグループも同じような項目を

手掛かりにしている。この手がかりの調査では、天体ごとにも集計した。その結果、北極星を探す際に周囲の星の位置関係を手掛かりにした人の割合で両グループに差が出た。2等星を使ったグループでは、北極星を探す際に周囲の星の位置関係を手掛かりにした人はいなかった。それに対して、3等星を使ったグループでは6人いた。この理由は、2等星までだと北極星の周囲に表示される星が少なく探す際の手掛かりにしにくいのに対して、3等星まで表示すると北極星の周囲の星の数が増え位置関係が把握しやすくなることが考えられる。

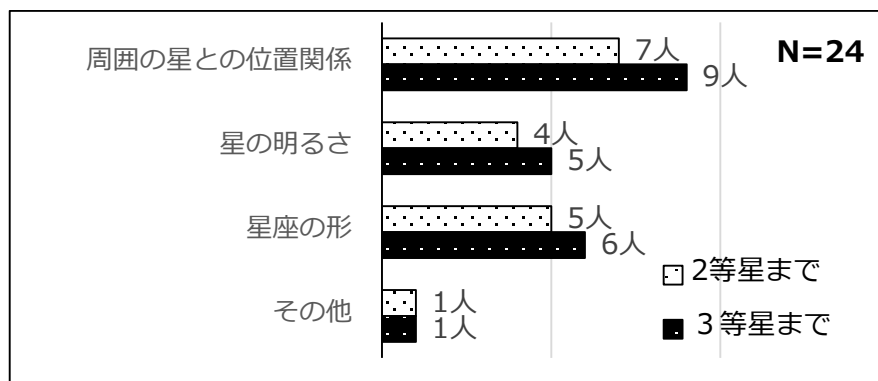


図 5-30. 天体を探す際に手掛かりにした情報（複数回答可）

#### ・表示する等級の検証のまとめ

2等星まで表示した立体星座早見と3等星まで表示した立体星座早見で星の探しやすさに変化が見られな  
いか検証した。調査天体の中で、北極星に関しては3等星まで表示した方が、探す際に周囲の星との位置関  
係は把握しやすいことが指摘された。しかし、実際に星を探した結果を検定したところ、両方で有意な差  
は見られなかったため2等星まで表示した立体星座早見と3等星まで表示した立体星座早見で星の探しや  
すさは変わらないと考えられる。そのため、次項の実践では2等星まで表示した立体星座早見を用いた。

#### 5-3-4. 製作物③を用いた実践

##### ・目的

立体星座早見は指導者のいない場面で使うことを想定しているため、自力で組み立てて使用できるこ  
とが求められる。この点を踏まえて、次の2点について調査した。1点目で、自力で立体星座早見を組  
み立てることができるのか調査した。2点目に、組み立てた立体星座早見で実際に天体を探すことがで  
きるのか調べた。

##### ・調査概要

立体星座早見は小学生の親子が使用することを想定している。そのため、製作物③の立体星座早見を  
小学生の親子に使用してもらい効果を調査した。実践は、製作物②で行った実践と同様に工作教室の形  
式で行った。概要を表5-13に示す。小学校4年生から6年生の児童と保護者を対象にした。告知は三  
重大学教育学部附属小学校4年生から6年生、三重県津市立北立誠小学校4年生から6年生、三重県

津市立西が丘小学校 4 年生から 6 年生に行った。告知用のチラシを保護者宛に配布する形式を取った。チラシは巻末の付録に載せる。最終的に 11 組の親子が集まった。参加児童の学年の内訳は、小学校 4 年生が 7 名、小学校 5 年生が 4 名である。

表 5-13. 工作教室の概要

対象：小学校 4 年生～6 年生の児童と保護者(11 組) 〔児童の内訳；小 4(7 人), 小 5(4 人)〕	
日時：2014 年 12 月 15 日(土) 15 時 30 分～20 時	天候：快晴
場所：三重大学教育学部地学実験室	
内容：①工作教室：星のシールを貼って立体星座早見を作製する ②星空観察：立体星座早見を使って星を探す	

工作教室は二部構成で行った。詳細を以下に記す。

第一部では立体星座早見に 2 等星までのシールを貼る作業を行った。シールを貼る作業はワークシートをもとに行った。図 5-31 はその一例である。有名な星の結びや、星座ごとにシールを貼っていく。ビーチボール側にはシールを貼る位置に予め印をつけておいた。図 5-32 はその一例で、×印が 1 等星を○印が 2 等星を表している。例えば、おおいぬ座のシリウスの場合、×印がついているので 1 等星のシールを貼ればよい。ワークシートの原本は巻末の付録に載せる。

シールを貼り終えた後の調査は、製作物②の実践と同様の方法で行った。まず自力で立体星座早見を組み立てる作業を行い、その後実際の星空で立体星座早見を使用した。



図 5-31. ワークシートの例



図 5-32. ビーチボールにシールに記した貼る際の目印

## ・材料

準備した材料を図 5-33 に示す。立体星座早見に必要な部品を人数分用意した。ビーチボールには、前述のようにシールを貼る際の目印と星座名、恒星名を記した。



図 5-33. 工作教室の準備物

(a) ビーチボール部分, (b) その他の配布物

## ・結果

当日の作業風景を図 5-34 に載せる。親子で一つの立体星座早見を製作した。写真はビーチボールにシールを貼っている作業風景である。



図 5-34. 工作教室の作業風景

## 星を探した結果

星の観察は屋外で行った。これまでの調査と同様に 4 等星まで見える場所を選んだ。調査に用いた天体は 6 つある。6 天体の内訳は、夜空で目立つ 1 等星を 3 つ（ベガ・アルタイル・デネブ）、1 等星よりわかりにくい北極星、形がわかりやすいカシオペア座、星座早見盤と結果に差が生まれた秋の四辺形である。この 6 天体を各自で探した後に、答え合わせを行った。その結果を図 5-35 に示す。

正答率は、カシオペア座は 100%あったが、他の 5 天体はアルタイルが 56%と 5 割を超えているだけでその他の天体の正答率は 5 割を下回った。この様に正答率が低くなった原因を探る。図 5-36 は星を探す際に難しかった点を尋ねた結果である。方角の合わせ方が難しかったと答えた人が他の項目よりも倍以上突出して多い。これまでの調査では、方角の合わせ方がこれ程突出して多く指摘されたことはなかった。今回もこれまでの調査と同様に、北の方角をレーザーポインターを用いて指し示した後に立体星座早見で方角を合わす方法をとっている。今までの調査と異なる点は、今までの調査では方角を口頭で説明する以外に、地面に北の方角を示す矢印を貼っておいた点である。今までの調査では、この矢



印をもとに方角を合わすことができた。これまでの調査と今回の調査で他に変わったところはないため、この矢印の有無が方角の合わせ方の難しさに繋がっていると考えられる。この対策として、製作物①のように方位磁針を立体星座早見に備えることが必要である。

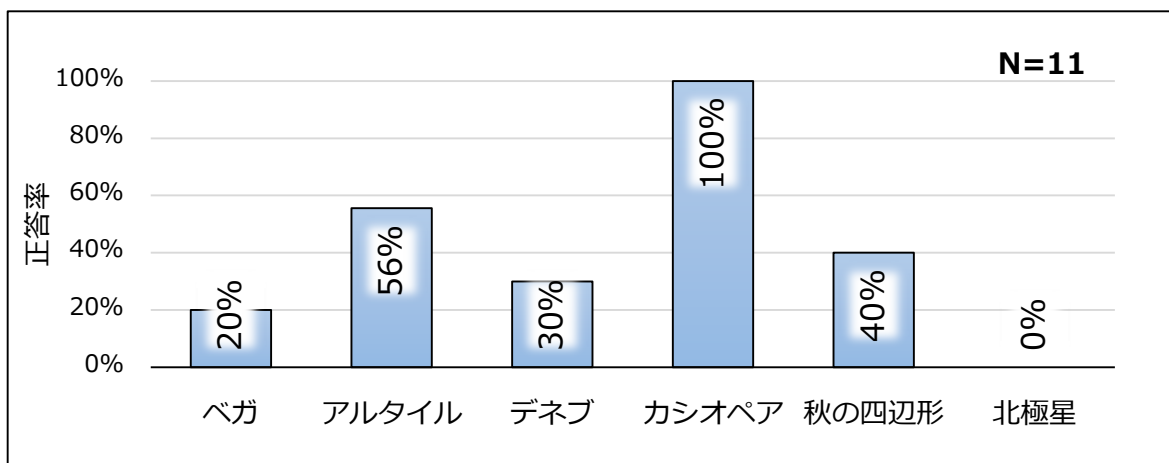


図 5-35. 各天体の正答率

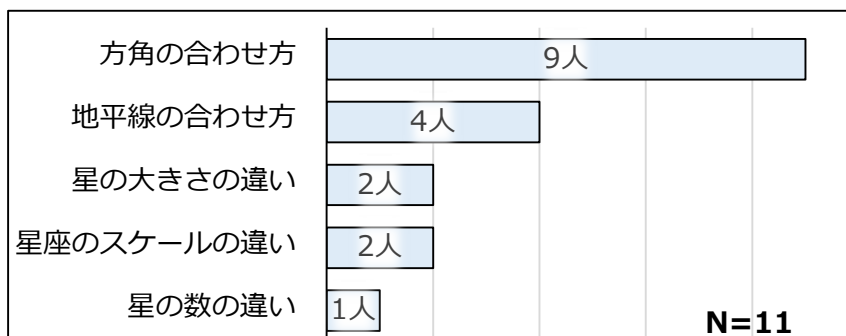


図 5-36. 星を探す際に難しく感じた点（複数回答可）

## 改善点

立体星座早見を組み立てた際に難しく感じた点と、本器の改善点を調査した。この 2 つの調査は関連する指摘が挙がったので合わせて述べる。まず、立体星座早見を組み立てた際に難しく感じた点を調査した結果が図 5-37 になる。結果より、ベルト巻く所を難しく感じた親子が突出して多くなった。ベルトを巻く部分については、改善点でも言及されている。表 5-14 は指摘された改善点をまとめた表である。ベルトを巻く際の補助線をつけたのだが、この補助線だけではわかりにくいという指摘が挙がった。製作物②の実践のようにベルトを巻くラインがずれるケースは無かったが、まだベルトを巻く部分にはわかりにくい要素が含まれていることになる。

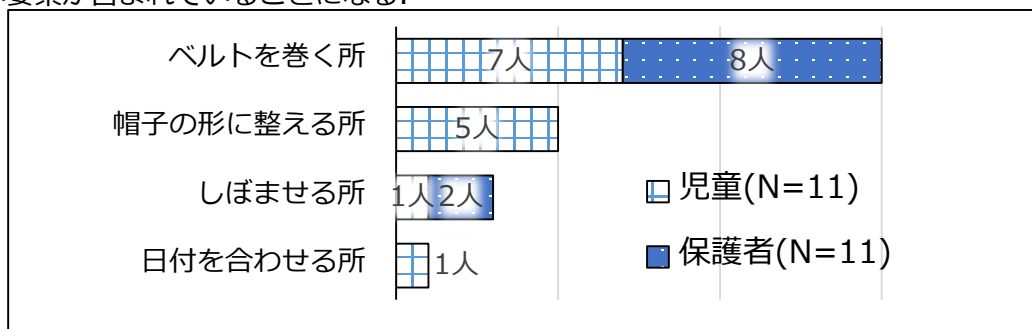


図 5-37. 立体星座早見の組み立てで難しく感じた点（複数回答可）



表 5-14. 立体星座早見の改善点

児 童	・情報量の増加
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・星をもっと載せて欲しい（6等星まで）</li> <li>・星座をのせて欲しい（自分の星座、星座の形）</li> <li>・月を見れる機能が欲しい</li> </ul>
	・ペンで好きな様子をつけれるようにして欲しい
保 護 者	・情報量の増加
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・星座の形や線をのせて欲しい（有名な星座だけでも、線が暗闇で光るように）</li> <li>・大空の中から星座を簡単に見つけられる様なイラストが欲しい</li> <li>・身近な星占いの星座ものっていたら楽しい</li> </ul>
	・作業内容について
	・星の位置も子どもに書かせるとより覚えやすくなるのでは？
	・ベルトの巻き方
	・ベルトを巻くのが難しい（材質が固い、緑の線だけではわかりにくい）
	・その他
	・空気弁は不要

改善点の中で、児童・保護者とも最も多く挙げた意見は情報量の増加についてである。もっと多くの星を載せて欲しいや星座線も載せて欲しいなどの意見があった。この情報量の増加の要望と天体を探した際の正答率の低さには相関関係がある可能性がある。より多くの星の情報や星座線が書き込まれていれば、この情報を手掛かりに星を探すことができる。3 等星までの星と星座線が書き込まれた製作物②は、製作物③と比べて星を探した際の正答率が良かった。また、2 等星と 3 等星の立体星座早見を比較した際も、3 等星の立体星座早見は北極星を探す時に周囲の星を手掛かりする割合が 2 等星までの立体星座早見より高かった。このように、立体星座早見に載せる情報量と星の探しやすいの関係はもう一度検討する必要がある。ただし星の情報量を増やす場合、これ以上シールを貼る量を増やすことは難しい。図 5-38 は工作教室で貼ったシール量について 4 段階で尋ねた結果である。2 等星までの約 100 個のシールの量について、貼る量がやや多いという回答が最も多くなった。3 等星まで増やすと貼る量が 3 倍近く増えることから考えても、これ以上シールを貼る量を増やすことは難しい。そのため、2 等星よりも多くの星を表示する場合、増えた星に関しては予め立体星座早見にプリントしておくなどの代案が考えられる。

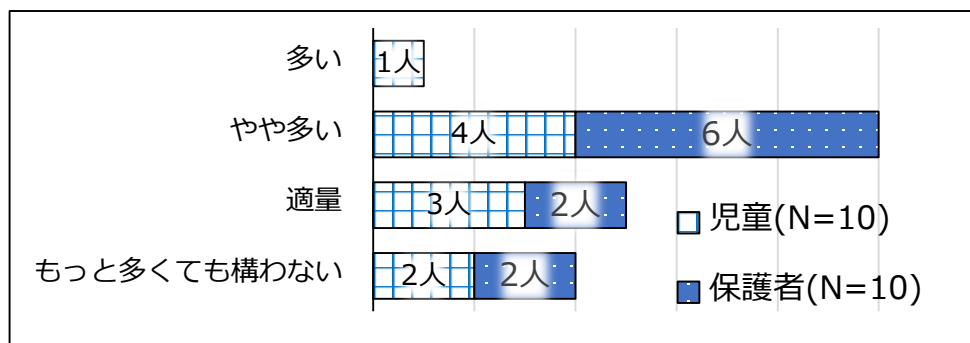


図 5-38. シールを貼る量について

## 立体星座早見を用いる機会

立体星座早見を使用してみたい機会について尋ねた。その結果を図 5-39 に示す。結果より、「街明りの少ない場所」と「自宅」で使ってみたいという回答が多いことがわかる。自宅だけでなく外出時の「街明りの少ない場所」が選ばれたことから、立体星座早見が外出時に持ち出せる携帯性はクリアできていると考えられる。

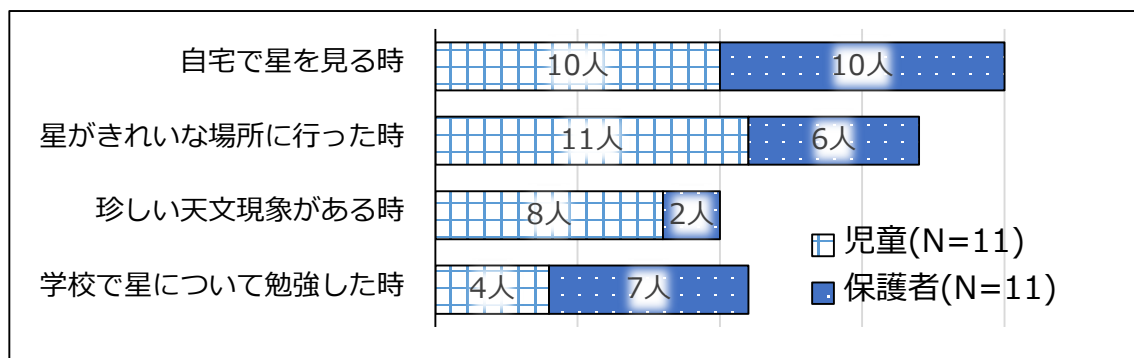


図 5-39. 立体星座早見を使用したい機会（複数回答可）

## 使用した感想

今回の工作教室で得られた保護者の感想は、2 タイプに分けることができた。1 タイプ目は、興味・関心に関するコメントで 11 人中 6 人から得られた。例えば、星のシールを貼る作業を通して星座を覚えられたという感想や、子どもが好奇心をもてたなどの感想である。2 タイプ目は、星座早見の立体化に関するコメントで、11 人中 4 人から得られた。ほとんどの親子は、平面の星座早見盤を作製すると思っていたので、立体的な星座早見を作ることに驚きを持っていた。このように、興味・関心に関する記述は多数見られた。感想の内容を表 5-15 に示す。

表 5-15. 使用した感想

児童	・興味・関心に関する感想	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暗いと光るので家でミニプラネタリウムができそうで楽しかった</li> <li>・ 楽しかった（立体早見を作るところ、シールを貼るところ、クイズをしたところ）</li> <li>・ 作るのは難しかったけどとても楽しかった。はやく観察したい。</li> </ul>
	・難易度に関する感想	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 立体星座早見を作るのが難しかった</li> </ul>
保護者	・興味・関心に関する感想（6人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ シールを貼る時に星座や大三角ごとに貼ったので、楽しんで貼れたし覚えることもできた</li> <li>・ 子どもが好奇心を持てる、楽しめるモノで良かった。</li> <li>・ 星を楽しく見ることができそう</li> </ul>
	・星座早見の立体化に関する感想（4人）	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 早見表言えば紙ベースだと思っていたのでビックリした。</li> <li>・ ベルトをしてへこますのは、予想外の展開で感動した</li> <li>・ 工作作品の機能性とアイデアに感動しました</li> </ul>
	・その他	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対象年齢の設定が必要</li> </ul>

### ・製作物③を用いた実践のまとめ

製作物③では、星のシールを貼る作業を取り入れた。この星のシールを貼る作業や作製した立体星座早見を実際の夜空で使うことに関して、興味・関心を親子に持たすことができた。

本器の改善点は大きく2つあった。1点目は情報量の増加である。本器には2等星までの星を表示しているのだが、より多くの星や星座線も載せて欲しいという指摘があった。立体星座早見に載せる情報の検討が必要である。2点目は組み立ての難易度についてである。組み立ては親子が自力で行うことができたが、地平線のラインに沿ってベルトを巻く作業に関しては難しいという意見が多く挙がった。立体星座早見は指導者のいない環境で使うことを想定しているため、よりわかりやすい組み立て方法を考案する必要がある。

## 第6章 まとめ

本研究は、子どもの家庭での星座観察に注目した。家庭での星座観察に関するアンケート調査を行った結果、「探している星座が分からない」という課題があることが確かめられた。一方で一般的な星座早見盤ではこの問題を解決できない。解決策として星座早見盤の立体化を行った。従来の立体星座早見は天球の再現性を優先した場合、携帯性が悪くなる問題点がある。そのため天球の再現性と携帯性を両立した、折りたためる立体星座早見を試作した。天球をビーチボールの様に空気で膨らます構造にすることでこの方法を実現している。試作した立体星座早見をもとに小学生の親子を対象とした実践を行った。従来の星座早見盤と立体星座早見で星の探しやすさの比較を行った結果、立体星座早見を使うことで星の探索能力の向上が見られた。このことから、立体星座早見は「探している星座が分からない」問題の解決策になると考えられる。また、天球の再現性と携帯性を両立した立体星座早見を作製した結果、実際に使用した結果からも携帯性を確かめることができた。さらに、立体星座早見の作製に関して、小学生の親子から興味・関心を得ることができた。

今後の課題は3点ある。1点目は、立体星座早見の組み立て方法の改善である。親子に組み立ててもらった結果、自力で組み立てることはできたが、難しいと感じる点も何点か指摘された。その点を改良して、より簡易的な組み立て方法を検討していきたい。2点目は、立体星座早見の表示情報の検討である。実践で用いた立体星座早見は、自作するために表示情報は必要最小限にとどめました。ただし、表示情報を増やせば星の探しやすさに変化がみられる可能性があり、親子の感想でも表示情報の増加の要望が多かった。3点目は、立体星座早見の大型化である。試作した立体星座早見は直径25cmである。直径を35cmまで大型化すると、より星が探しやすくなることが期待できる。

これらの課題を解決して、親子が家庭で使える立体星座早見のキット化を目指していきたい。

## 参考文献

- ・ 戎崎俊一, 2004. ゼミナール宇宙科学. 東京大学出版会.
- ・ 片山, 2011. 星を好きな子どもを育てるためにー星座観察教室の取り組みー. 天文教育, Vol.23(No.5), 34-46.
- ・ 榊原・田中, 2012. スマートフォン, タブレット端末, 携帯ゲーム機を利用した星空観察. 理科の教育, Vol.61(No.718), 32-35.
- ・ 高谷, 1994. 実視できる立体星座早見. 日本国特許庁, 登録実用新案公報, 第 3003194 号.
- ・ 舘野・清水, 2004. 単元を通してものづくりを行い学習することの効果ー中学校 1 学年「音」の学習を通してー. 理科教育学研究, Vol.44(No.3) 29-33.
- ・ 九十九・竹下・古賀, 2007. 興味関心を高める理科授業実践ー自作顕微鏡による観察を通してー. 学校教育実践研究, No.13 179-184.
- ・ 独立行政法人国立青少年教育振興機構. 学校教育における体験活動の意義
- ・ 中道敏彦, 2012. 特殊機能コーティングの新展開. シーエムシー出版.
- ・ 宮嶋. 透明ビニル傘を利用した天体教具の製作.
- ・ 文部科学省. 体験活動の充実の基本的な考え方.
- ・ 吉澤康和, 1989. 新しい誤差論 実験データ解析法. 共立出版株式会社.
- ・ 吉田・松尾, 2001. 星座早見球の製作. 天文教育, Vol.13(No.6), 54-57.



## 付録 A

### アンケート関連

- 1, 家庭での星座観察に関するアンケート
- 2, 星座早見盤と立体星座早見の比較調査：1 次調査のアンケート用紙
- 3, 星座早見盤と立体星座早見の比較調査：2 次調査のアンケート用紙
- 4, 製作物①の組み立て説明書
- 5, 製作物②の実践
  - ・ 工作教室の告知用ポスター
  - ・ 製作物②の組み立て説明書
  - ・ 子ども用アンケート
  - ・ 保護者用アンケート
- 6, 製作物③の実践
  - ・ 工作教室の告知用ポスター
  - ・ シールを貼る際のワークシート
  - ・ 製作物③の組み立て説明書
  - ・ 子ども用アンケート
  - ・ 保護者用アンケート

## 【家庭での星座観察に関するアンケート】

### 親子で星を見ることに関するアンケート

大学院の研究で、親子で星を見ることに関する研究を行っています。天文について授業で学習し始める小学生の保護者の方を対象とし、今後お子さんと星を見る機会があった時どのような情報やものがあれば良いか調べていこうと考えています。ご協力お願いいたします。

なお、このアンケートは上記の目的以外では使用いたしません。

三重大学大学院研究科 小川嘉哉

- (1) お子さんは小学校何年生ですか。
- 1, 1年生 2, 2年生 3, 3年生 4, 4年生 5, 5年生 6, 6年生
- (2) 親子で星を見る頻度はどれくらいですか。
- 1, 週に数回 2, 月に数回 3, 年に数回 4, 2～3年に1回 5, ほとんど見ない
- (3) どんな時に親子で星を見ますか。(複数回答可)
- 1, 珍しい天文現象がある時 2, 街明かりの少ない場所(山など)に行った時  
3, イベントに参加した時 4, 子どもが学校で星について学習してきた時  
5, 特に決めていない 6, その他( )
- (4) 親子で星を見る・見たいと思った時に、困った経験はありますか。
- 1, はい 2, いいえ
- (5) (4)で「はい」の場合、どのような事に困りましたか。(複数回答可)
- 1, 何をすればいいのかわからない 2, 探している星座がわからない・見つけられない  
3, 街明かりで星が見にくい 4, 星を見るための機材がない  
5, その他( )
- (6) (4)で「はい」の場合、困った経験は解決しましたか。
- 1, はい 2, いいえ
- (7) (6)で「はい」の場合、どうやって解決しましたか。(複数回答可)
- 1, インターネットで情報を得た 2, 書籍で情報を得た  
3, グッズを使用した 4, 天文のイベントに参加した  
6, その他( )
- (8) (7)で「グッズを使用した」の場合、何を使われましたか。(複数回答可)
- 1, 望遠鏡 2, 星座早見盤 3, スマートフォンの星を探すアプリ  
4, 星座についてのガイドブック 5, パソコンのソフト  
6, その他( )

※ここからの質問は (6)で「いいえ」と回答された方に対する質問です。

- (9) (6)で「いいえ」の場合、(7)のような星を見る時の手助けになると考えられる情報やグッズがあることをご存知ですか。
- 1, 知っている 2, 知らない

裏面に続きます。



## 星座早見盤に関するアンケート

本日は観望会にお越しいただきありがとうございます。今回お使いいただいた2つの早見盤に関するアンケート調査を行っています。お時間がありましたら、ご協力お願いいたします。

なお、このアンケートは上記の目的以外では使用いたしません。

三重大学大学院研究科 小川嘉哉

- ・ 今回探した星座の位置は、探す前からご存知でしたか？

1, カシオペア座は知っていた 2, ペガサス座は知っていた 3, 両方知らなかった

## 従来の星座早見盤に関する質問

- ・ 星座早見盤で星を探した経験について教えてください。(今回の経験は除く)

1, 星座早見盤を使ったことがあり、その際星を探せた。  
2, 星座早見盤を使ったことはあるが、星を探せなかった。  
3, 星座早見盤を使ったことがない。

- ・ 星座早見盤を以前に使われたことのある方に質問です。(複数回答可)

今回の説明で初めて知った、もしくは分かった早見盤の使い方があれば挙げてください。

1, 時刻の合わせ方 2, 方角の確認  
3, 早見盤の持ち方  
4, その他( )

- ・ 星座早見盤の使い方でもわかりにくい箇所があれば挙げてください。(複数回答可)

1, 時刻の合わせ方 2, 方角の確認  
3, 早見盤の持ち方 4, 早見盤の情報と実際の星空の照らし合わせ方  
5, その他( )

## 新しい星座早見盤に関する質問

- ・ 使い方でもわかりにくかった箇所があれば挙げてください。(複数回答可)


1, 方角の確認 2, 早見盤の持ち方  
3, 地平線の合わせ方 4, 早見盤の情報と実際の星空の照らし合わせ方  
5, その他( )

- ・ 新しい早見盤を使った感想や、もっとこうしたら良いというご意見がありましたらお願いします。

~~~~~

[ ]

ご協力ありがとうございました。

|  |        | めざせ星ゾラマスター           |           |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------|--------------------------|
|                                                                                     | 見つけにくさ | どっちで探すことが<br>出来ましたか？ | 答え<br>合わせ | 探す前から<br>位置がわかって<br>いた天体 |
| ベガ                                                                                  | ★      | 盤 or 球               |           |                          |
| アルタイル                                                                               | ★      | 盤 or 球               |           |                          |
| デネブ                                                                                 | ★      | 盤 or 球               |           |                          |
| カシオペア座                                                                              | ★      | 盤 or 球               |           |                          |
| 秋の四辺形                                                                               | ★★     | 盤 or 球               |           |                          |
| 北極星                                                                                 | ★★     | 盤 or 球               |           |                          |
| フォーマルハウト                                                                            | ★★     | 盤 or 球               |           |                          |
| アンドロメダ座                                                                             | ★★★    | 盤 or 球               |           |                          |
| ペルセウス座                                                                              | ★★★★   | 盤 or 球               |           |                          |



## 早見盤 & 早見球 に関するアンケート

本日は調査にご協力くださりましてありがとうございます。今回お使いいただいた 2 つの早見盤に関するアンケート調査を行っています。ご協力をお願いいたします。

三重大学大学院研究科 小川嘉哉

### 早見盤と早見球に関する質問

- ・ 今回 2 つの道具で星を探してみて、以下の質問項目について

わかりにくいと感じた道具に○を付けてください。

※ 盤と球、両方に該当する項目は両方に○をつけてください。

※ 盤と球、どちらにも該当しない項目は何も記入しなくて大丈夫です。

| 質問項目             | 該当するモ/ |
|------------------|--------|
| ・ 実際の東西南北との対応    | 盤 ・ 球  |
| ・ 実際の地平線との対応     | 盤 ・ 球  |
| ・ 実際の星の見える方角     | 盤 ・ 球  |
| ・ 地平線から星までの高さ    | 盤 ・ 球  |
| ・ 実際の星座のスケールとの対応 | 盤 ・ 球  |

### 新しい星座早見球に関する質問

- ・ 早見球で星を探してみて、わかりにくいと感じた箇所を挙げてください。(複数回答可)

- 1, 実際に見える星の数との違い
- 2, 実際の星の色との違い
- 3, 実際の星の大きさとの違い
- 4, 星空の一部が雲に隠れる
- 5, その他( )

- ・ 新しい早見球を使った感想や、もっとこうしたら良いというご意見がありましたらお願いします。

ご協力ありがとうございました。

## 星座早見球の使い方

(必要な部品)

【 パーツ A 】



【 パーツ B 】



(使い方)

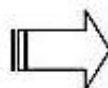
### 1. 空気で膨らませる↓

パーツ A に空気を入れます。↓

### 2. A と B を張り合わせる↓

パーツ A と B をマジックテープで貼り合わせます。↵

※貼り合わせるとき、パーツ A と B の台形の形が↵  
ずれないように気をつけてください。↓



### 3. 時刻を合わせ↓

パーツ B を回して、見たい時刻に合わせます。↓

下図のように、パーツ A を手で抱え、もう片方の手でパーツ B を持つと回しやすいです。↓



( 7 月 7 日 20 時に合わせた例 )↵



← ( 時間 )↵

20 時↵

← ( 月日 )↵

7 月 7 日↵

\_\_\_\_\_

パーツBのマジックテープを、パーツAの回りをぐるりと一周巻いてください。+

※マジックテープは、パーツAの真ん中の位置に巻いてください。↓



### 5. 空気を抜く↓

パーツ A の空気入れの栓を抜きます。↓

空気を抜きながら、下図のような半球の形に整えてください。↓



## 6. 方角を合わせ↓

方位磁石の赤い針をN（北）にあわせます。+

これで完成です・・・+



【製作物①の実践：使い方調査の結果】

| 項目            | 課題                               | 人数 | コメント                                                             |
|---------------|----------------------------------|----|------------------------------------------------------------------|
| (1)<br>空気入れ   | ・ 栓が凹む                           | 8  | 「栓を締めるときに、押し込んでしまう」                                              |
| (2)<br>張り合わせ  | ・ ベルトの方も先に貼ってしまう                 | 3  | 「説明書のマジックテープを張るという一文を見て、台形とベルトの両方張ると思った」<br>「小学生なら先にベルト巻きたくなるかも」 |
| (3)<br>時刻をあわす | ・ 目盛りの読み方                        | 8  | 「時刻の目盛りに“時”や“h”の表記を」                                             |
|               |                                  |    | 「日付の目盛りの工夫」                                                      |
|               |                                  |    | 「説明書の目盛りに補助線」                                                    |
|               |                                  |    | 「目盛りをカラーに」                                                       |
|               | ・ 時刻をあわす＝目盛りを回す？                 | 1  | 「早見盤を使ったことがあれば、目盛りを回転させるとわかるけど、初めて使う人には繋がる？」                     |
|               | ・ 時刻の目盛りを回してしまう                  | 3  | 「無意識に上の方の栓を回してしまう」                                               |
| (4)<br>巻く     | ・ 目盛りがズレル                        | 5  | 「巻く時にベルトを引っ張ってしまう」<br>「目盛りをロックできる仕組みがあれば」                        |
|               | ・ ベルトをまっすぐまけない                   | 1  | ※巻き初めでズレテイル。                                                     |
| (5)<br>空気抜く   | ・ 栓が抜きにくい                        | 10 | ※台形のマジックテープを一部剥がして抜いている<br>「小学生なら全部剥がしてグチャグチャになるかも」              |
|               | ・ 球の上下どちらを凹ませる？                  | 5  | ※逆方向に凹ませてしまう                                                     |
|               | ・ 空気をどこまで抜く？<br>(半球という言葉が分かりにくい) | 8  | 「半球＝半分まで空気抜く」                                                    |
|               |                                  |    | 「説明書の写真だと分かりにくい」                                                 |
|               |                                  |    | (こんな表現にしたら？↓↓↓)                                                  |
|               |                                  |    | 「空気を全部抜く。」<br>「帽子の形になるようにする」                                     |
| (6)<br>方位磁石   | ・ 針が動きにくい                        | 3  | ※方位磁石を水平にしにくい                                                    |
|               | ・ 方位磁石の表記の仕方                     | 2  | 「針だけでなくNの部分も赤く塗ったら？」 □<br>「E＝東とわかる？」                             |
| その他           | ・ 星座の表記の仕方                       |    | 「線を結んでないところには星座あるの？」                                             |
|               | ・ 球の方位磁針                         |    | 「針が動きやすいし、ログポーズみたいで面白い」                                          |



# 光る星座早見を作ってみよう 親子星空工作教室

**日にち** 2014年 1月25日（土）

**時間** 15:30～19:00（15時15分 受付開始）

**場所** 三重大大学 教育学部2階 地学実験室

〈お越しの際は、公共交通機関をご利用ください〉

## 第一部 工作教室

（15:30～18:00）



暗闇で光る  
星座早見を  
作ります

※イラストはイメージです

## 第二部 星空観察会

（18:00～19:00）



作った星座早見  
を用いて  
星を観察します

※曇天の場合  
室内でプラネタリウム

**定員** 15組（応募者多数の場合は抽選）

**対象** 小学校4年生～6年生の児童と保護者

※必ず保護者の方が付き添ってください

※1家族につき、1台のみとさせていただきます

**参加費** 無料

**持ち物** 特になし（屋外で星の観察を行うので、暖かい服装でお越しください）

**応募方法** Eメール（下記のQRコードからも申し込みが行えます）

（タイトルに「親子星空工作教室」と明記の上、氏名、学年、  
Eメールアドレス、家庭での星の観察状況 を下記までご連絡ください）

※家庭での観察状況は、星を見る頻度や場所など簡単なもので構いません。  
また、星を見る際に困っていることがあれば合わせてお書きください。



**申し込み＆問合せ先**

Eメール：211m026@m.mie-u.ac.jp

担当：小川嘉哉

電話：059-231-9240

●締め切り● 2014年1月17日（金）

※集計したデータは、修士論文で使わせていただく場合があります。

主催 三重大大学教育学部天文学研究室



## 星座早見球の使い方

(必要な部品)

【ビーチボール】



【日付リング】



【時間ベルト】



(使い方)

### 1. 空気で膨らませる↓

ビーチボールに空気をいれます。

↓

### 2. ビーチボールと日付リングを張り合わせる↓

マジックテープで貼り合わせます。

※貼り合わせるとき、マジックテープの

四角と三角の形がずれないように気をつけてください。



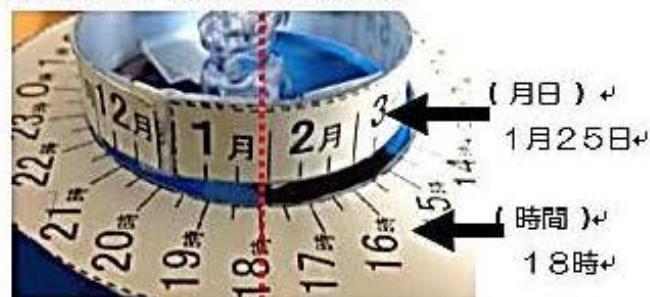
### 3. 日付リングに時間ベルトのわっかをはめる。↓



### 3. 時刻を合わせ↓

時間ベルトをまわして、見たい時刻に合わせます。

( 1月25日18時に合わせた例 )



#### 4. マジックテープを巻く↓

時刻ベルトのベルトを、ビーチボールの回りをぐるりと一周巻いてください。↵

※ベルトは、ビーチボールの真ん中の位置に巻いてください。↵

※ベルトはまっすぐ巻いてください。↓

ビーチボールの↵  
真ん中に巻く↵



#### 5. 空気を抜く↓

空気を抜いてビーチボールを帽子のような形にしてください。↓

※空気を完全に抜いてください。↵



※空気を抜くコツ



ビーチボールの枠にストローを  
つきさす↵

※貼れルーヤが付きにくくなった時↵  
ウェットティッシュなどで、貼れ  
ルーヤの表面についたホコリをふき取  
ってください。↵

|  | めざせ星マスター | 見つけにくさ | 探すことが出来たか？ | 答え合わせ | 探す前から位置がわかっていた天体 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------------|-------|------------------|
| リゲル                                                                                 | ★        |        |            |       |                  |
| ポルックス                                                                               | ★★       |        |            |       |                  |
| カペラ                                                                                 | ★★       |        |            |       |                  |
| 秋の四辺形                                                                               | ★★★      |        |            |       |                  |
| 北極星                                                                                 | ★★★★     |        |            |       |                  |



## アンケート

今日は工作教室に来てくれてありがとうございます。最後に、アンケートに協力をお願いします。  
小川嘉哉（ワッチ）

### 工作教室での質問

- ・ 星座早見を組み立てた時に、難しく感じたことに○をつけてください。  
（○はいくつつけても大丈夫です。）
  - 1, 今日の日付に合わせる所
  - 2, ベルトをビーチボールに巻く所
  - 3, ビーチボールをしぼませる所
  - 4, ビーチボールを帽子の形に整える所
  - 5, その他

### フラネタリウムでの質問

- ・ 星座早見で星を探してみた感想を教えてください。
  - 1, わかりやすい
  - 2, ややわかりやすい
  - 3, ふつう
  - 4, やや難しい
  - 5, 難しい
- ・ 星座早見の星を探した時に、難しく感じたことに○をつけてください。  
（○はいくつつけても大丈夫です。）
  - 1, 地平線の合わせ方
  - 2, 方角の合わせ方
  - 3, 星の数が違う
  - 4, 星の大きさが違う
  - 5, 星座の大きさが違う
  - 6, その他
- ・ 星座早見の星の明るさの違い（1・2・3等星）はわかりましたか。
  - 1, わかりやすい
  - 2, ややわかりやすい
  - 3, ふつう
  - 4, やや難しい
  - 5, 難しい
- ・ 今回作った星座早見をどのような時に使いたいですか？  
（○はいくつつけても大丈夫です。）
  - 1, 自宅で星を見るとき
  - 2, 星がきれいな場所に行ったとき
  - 3, めずらしい天文現象があるとき
  - 4, 学校で星について勉強したとき
  - 5, その他
- ・ 星座早見につけて欲しい機能があれば教えてください

[ ]

- ・ 今日の感想

[ ]

ご協力ありがとうございました。

【製作物②の実践：保護者用アンケート】

アンケート

今日は星空工作教室にお越しくださいましてありがとうございました。アンケートにご協力お願いします。

三重大学大学院研究科 小川嘉哉

星を見ることに関する質問

- (1) お子さんは小学校何年生ですか。
1. 1年生 2. 2年生 3. 3年生 4. 4年生 5. 5年生 6. 6年生
- (2) 親子で星を見る頻度はどれくらいですか。
1. 週に数回 2. 月に数回 3. 年に数回 4. 2～3年に1回 5. ほとんど見ない
- (3) どんな時に親子で星を見ますか。(複数回答可)
1. 珍しい天文現象がある時 2. 街明かりの少ない場所(山など)に行った時  
3. イベントに参加した時 4. 子どもが学校で星について学習してきた時  
5. 特に決めていない 6. その他
- (4) 親子で星を見る・見たいと思った時に、困った経験はありますか。
1. はい 2. いいえ
- (5) (4)で「はい」の場合、どのような事に困りましたか。(複数回答可)
1. 何をすればいいのかわからない 2. 探している星座がわからない・見つけられない  
3. 街明かりで星が見にくい 4. 星を見るための機材がない  
5. その他
- (6) (4)で「はい」の場合、困った経験は解決しましたか。
1. はい 2. いいえ
- (7) (6)で「はい」の場合、どうやって解決しましたか。(複数回答可)
1. インターネットで情報を得た 2. 書籍で情報を得た  
3. グッズを使用した 4. 天文のイベントに参加した  
6. その他
- (8) (7)で「グッズを使用した」の場合、何を使われましたか。(複数回答可)
1. 望遠鏡 2. 星座早見盤 3. スマートフォンの星を探すアプリ  
4. 星座についてのガイドブック 5. パソコンのソフト  
6. その他
- (9) 星を見る際にどのようなものや情報があれば良いと思いますか。(複数回答可)
1. 星を見るイベント 2. プラネタリウムの上映会 3. 工作教室  
4. 安価な簡易望遠鏡 5. 簡易プラネタリウム 6. 星座早見盤  
7. スマートフォンの星を探すアプリ 8. パソコンのプラネタリウムソフト  
9. 星座についてのガイドブック 11. 天文のイベントの情報(告知)  
12. 天文現象についての情報 13. グッズについての情報  
14. 星・星座についての情報(星座の形・神話など)  
15. その他

裏面に続きます。



## L

- 4

- 

- ↑  
↑  
↑  
↑

- t t t

7

| 立体星座早見に関するアンケート               |                  |           |                          |  |
|-------------------------------|------------------|-----------|--------------------------|--|
| 探す天体                          | 探すことが<br>出来ましたか？ | 答え<br>合わせ | 探す前から<br>位置がわかって<br>いた天体 |  |
| ベガ                            |                  |           |                          |  |
| アルタイル                         |                  |           |                          |  |
| デネブ                           |                  |           |                          |  |
| カシオペヤ                         |                  |           |                          |  |
| 北極星                           |                  |           |                          |  |
| 秋の四辺形                         |                  |           |                          |  |
| 裏面のアンケートは、部屋に戻った後ご協力お願いいたします。 |                  |           |                          |  |

本日は調査にご協力くださりましてありがとうございます。今回お使いいただいた2つの早見盤に関するアンケート調査を行っています。ご協力お願いいたします。+

三重大学大学院研究科 小川嘉哉<sup>4</sup>

## 2等星 or 3等星の立体星座早見に関する質問

Q. どちらの立体星座早見を使いましたか？

- 1、2等星までの立体星座早見      2、3等星までの立体星座早見

Q、探す際に手間取った天体はありましたか？

- 1、はい 2、いいえ+

Q、手間取った天体があった人に質問です。+

その天体を採る際に、ヒントにした情報はありますか。あれば○をつけてください。

また、そのヒントをもとに探した天体にも○をつけてください。(複数回答可)

- 1、周辺の星との位置関係  
〔 ベガ・アルタイル・デネブ・カシオペア座・北極星・秋の四辺形 〕
- 2、星の明るさ  
〔 ベガ・アルタイル・デネブ・カシオペア座・北極星・秋の四辺形 〕
- 3、星座の形  
〔 ベガ・アルタイル・デネブ・カシオペア座・北極星・秋の四辺形 〕
- 4、その他  
〔 ベガ・アルタイル・デネブ・カシオペア座・北極星・秋の四辺形 〕

Q. 使っていてわかりにくいと感じた箇所があれば挙げてください。(複数回答可)

- 1、立体星座早見の星の数が多い  
2、立体星座早見の星の数が少ない  
3、実際の星と色が違う  
4、実際の星と大きさが違う  
5、実際の星座とスケールが違う  
6、その他

### 3種類のサイズの立体星座早見についての質問

Q、以下の質問で該当するサイズに○をつけてください。

- ・最も持ちやすいサイズは？ (大・中・小) +
- ・実際の星との対応関係が最もつけやすいサイズは？ (大・中・小) +
- ・上記2つの質問を踏まえて、最も使いやすいサイズはどれですか？ (大・中・小) +
- ・立体星座早見を使った感想や、もっとこうしたら良いというご意見が  
ありましたらお願いします。 +

$$\begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \\ \epsilon_4 \\ \epsilon_5 \end{pmatrix}$$

ご協力ありがとうございました。」

# 光る星座早見を作ってみよう 親子星空工作教室

**日にち** 2014年 12月13日 (土) 15:30～ (15時15分 受付開始)  
**場所** 三重大学 教育学部2階 地学実験室  
(お越しの際は、公共交通機関をご利用ください)

## 第一部 工作教室

(15:30～18:00)



暗闇で光る  
立体星座  
早見  
を作ります

※イラストはイメージです

## 第二部 星空観察会

(19:00～)



作った星座早見  
を用いて  
星を観察します

※適宜解散  
※曇天の場合  
室内でプラネタリウム

## 当日の星空

ふたご座流星群が見頃を迎える時期です。  
流れ星を見るチャンス!!

**定員** 15組 (応募者多数の場合は抽選)

**対象** 小学校4年生～6年生の児童と保護者

※必ず保護者の方が付き添ってください

※1家族につき、1台のみとさせていただきます

**参加費** 無料

**持ち物** 特になし (屋外で星の観察を行うので、暖かい服装でお越しください)

**応募方法** Eメール (下記のQRコードからも申し込みが行えます)

(タイトルに「親子星空工作教室」と明記の上、氏名、学校名、学年、  
Eメールアドレス、家庭での星の観察状況を下記までご連絡ください)

※家庭での観察状況は、星を見る頻度や場所など簡単なもので構いません。  
また、星を見る際に困っていることがあれば合わせてお書きください。

メール作成画面へ



申し込み & 問合せ先

担当：小川嘉哉

Eメール：211m026@m.mie-u.ac.jp

●締め切り● 2014年12月7日(日)

※集計したデータは、修士論文で使わせていただく場合があります。

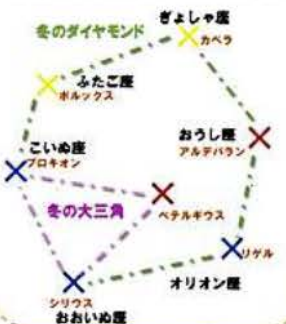
主催 三重大学教育学部天文学研究室



## < 1等星を貼っていきこう!! >

### <主な1等星>

1等星を7つ貼って【冬の大きな三角】と【冬のダイヤモンド】を完成させよう



【夏の大きな三角】を完成させよう



### 【シールの貼り方】

右の表をもとにして、  
ピーチボールの青・黄・赤の×印に、  
同じ色の1等星シールを貼っていく

|     | 青色の星 | 黄色の星 | 赤色の星 |
|-----|------|------|------|
| マーク | ×    | ×    | ×    |
| シール | ●    | ●    | ●    |

曲線にそって1等星を  
2つ貼ろう!!



### <その他の1等星>

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| ● 青色の星 | レグルス(しし座)、フォーマルハウト(みなみのうお座)<br>カノープス(りゅうこつ座)、その他に4つ |
| ● 黄色の星 | その他に1つ                                              |
| ● 赤色の星 | アンタレス(さそり座)                                         |

全部で21個はれたかな?

## < 2等星を貼っていきこう!! >

2等星を5つ貼って  
オリオン座を完成させよう  
**ベテルギウス**



2等星の**デネボラ**を貼って  
春の大きな三角を完成させよう  
うるしき座 アークテュルス



### 【シールの貼り方】

右の表をもとにして、  
ピーチボールの青・黄・赤の●印に、  
同じ色の2等星シールを貼っていく

|     | 青色の星 | 黄色の星 | 赤色の星 |
|-----|------|------|------|
| マーク | ●    | ●    | ●    |
| シール | ●    | ●    | ●    |

秋の四辺形を  
完成させよう



カシオペア座と北斗七星を完成させて  
北極星を探そう!!



お兄さんの**カストル**を貼って  
ふたご座を完成させよう



さそり座を完成させよう!!



北十字星を完成させよう



すばるを探してシールを貼ろう!  
貼るシールは1枚だけど本当はた  
くさんの星があつまってるんだ!



残りの2等星も  
貼っていきこう!!





## 星座早見球の使い方

(必要な部品)

【ビーチボール】



【時間ベルト】



(使い方)

### 1. 空気で膨らませる

ビーチボールに空気をいれます。

### 2. ビーチボールの日付部分に時間ベルトのわっかをはめる。



### 3. 時刻を合わせ

時間ベルトをまわして、見たい時刻に合わせます。

(12月13日19時に合わせた例)



(月日)

12月中旬(12月13日)

(時間)

19時

#### 4. マジックテープを巻く↓

時刻ベルトのベルトを、ビーチボールの回りをぐるりと一周巻いてください。⇐

※ベルトは、ビーチボールの真ん中の位置にまっすぐ巻いてください。⇐

※右図のように、ベルトの緑矢印とビーチボールの緑円が接するようにしてください⇐

ビーチボールの  
真ん中に巻く⇐



緑色のライン⇐

#### 5. 空気を抜く↓

空気を抜いてビーチボールを帽子のような形にしてください。⇐

空気が完全に抜けてビーチボールが半球の帽子の形になれば完成です。↓



※空気を抜くコツ



ビーチボールの栓にストローを  
つきさす⇐

※貼れルーヤが付きにくくなった時⇐  
ウェットティッシュなどで、貼れ  
ルーヤの表面についたホコリをふき取  
ってください。⇐



番号：

## アンケート

今日は工作教室に来てくれてありがとうございます。最後に、アンケートに協力をお願いします。

小川嘉哉（ワッチ）

### 工作教室での質問

・今回作った星座早見を使って実際の星空を観察してみたいですか？

1, 観察したい 2, やや観察したい 3, ふつう 4, あまり使わないかもしれない

・もし実際の星空で使うなら、どのようなことを調べてみたいですか？

あてはまるものに○をつけてください（○はいくつつけても大丈夫です。）

1, 星や星座の場所（特に何を見たい？・・・）

2, 星の明るさの違いについて（1等星や2等星）

3, 星の色の違いについて

4, その他（ ）

見たいものもわかるなら書いてね

・今回作った星座早見をどのような時に使いたいですか？

（○はいくつつけても大丈夫です。）

1, 自宅で星を見るとき

2, 星がきれいな場所に行ったとき

3, めずらしい天文現象があるとき

4, 学校で星について勉強したとき

5, その他（ ）

・星座シールを貼る作業について質問です。

シールを貼る量につて、どのように思いましたか？

1, 多かった 2, やや多かった 3, よい量だった 4, もっと多くても大丈夫

・星座早見を組み立てた時に、難しく感じたことに○をつけてください。

（○はいくつつけても大丈夫です。）

1, 今日の日付に合わせる所

2, ベルトをビーチボールに巻く所

3, ビーチボールをしぼませる所

4, ビーチボールを帽子の形に整える所

5, その他（ ）

・立体星座早見につけて欲しい機能や載せて欲しい情報があれば教えてください

（ ）

・今日の感想

（ ）

ご協力ありがとうございました。

【製作物③の実践：保護者用アンケート】

アンケート

番号:

今日は星空工作教室にお越しくださいましてありがとうございました。アンケートにご協力お願いします。

三重大学大学院研究科 小川嘉哉

星を見ることに関する質問

- お子さんは小学校何年生ですか。
  - 1. 1年生 2. 2年生 3. 3年生 4. 4年生 5. 5年生 6. 6年生
- 親子で星を見る頻度はどれくらいですか。
  - 1. 週に数回 2. 月に数回 3. 年に数回 4. 2～3年に1回 5. ほとんど見ない
- どんな時に親子で星を見ますか。(複数回答可)
  - 1. 珍しい天文現象がある時 2. 街明かりの少ない場所(山など)に行った時
  - 3. イベントに参加した時 4. 子どもが学校で星について学習してきた時
  - 5. 特に決めていない 6. その他( )

工作教室に関する質問

- 今回お子さんと貼ったシールの星はどうでしたか。
  - 1. 多い 2. やや多い 3. 適量 4. 最も多くても構わない
- 星座早見を組み立てた時に、難しく感じたことに○をつけてください。(複数回答可)
  - 1. 今日の日付に合わせる所 2. ベルトをビーチボールに巻く所
  - 3. ビーチボールにしぼませる所 4. ビーチボールを帽子の形に整える所
  - 5. その他( )
- もし今回作成した星座早見を使うとしたら、どのような場面でお使いいただけますか？(複数回答可)
  - 1. 自宅で星を見る時 2. 街明かりの少ない場所に星を見に行った時
  - 3. イベントに参加した時 4. それ以外の外出時
  - 4. 子どもが学校で星について学習してきた時
  - 5. その他( )

- 星座早見につけて欲しい機能・載せて欲しい情報や改善点があれば教えてください

( )

- 今日の感想をお願いします。

( )

ご協力ありがとうございました。

番号：✎



# めざせ 星ゾラ マスター

|        | 見つけにくさ | 探すことが出来ましたか？ | 答え合わせ | 探す前から位置がわかって<br>いた天体 |
|--------|--------|--------------|-------|----------------------|
| デネブ    | ★      | ✎            |       |                      |
| カペラ    | ★      | ✎            |       |                      |
| アルデバラン | ★      | ✎            |       |                      |
| カシオペア座 | ★★★    | ✎            |       |                      |
| 秋の四辺形  | ★★★★   | ✎            |       |                      |
| 北極星    | ★★★★   | ✎            |       |                      |

## アンケート✎

- ・ 星座早見で星を探してみた感想を教えてください。✎  
1, わかりやすい 2, ややわかりやすい 3, ふつう 4, やや難しい 5, 難しい ✎
- ・ 星座早見の星を探した時に、難しく感じたことに○をつけてください。✎  
(○はいくつつけても大丈夫です。) ✎  
1, 地平線の合わせ方 2, 方角の合わせ方 ✎  
3, 星の数が違う 4, 星の大きさが違う 5, 星座の大きさが違う  
6, その他( ) ✎
- ・ 星座早見の星の明るさの違いはわかりましたか。✎  
1, わかりやすい 2, ややわかりやすい 3, ふつう 4, やや難しい 5, 難しい ✎
- ・ 星座早見の星の色の違いはわかりましたか。✎  
1, わかりやすい 2, ややわかりやすい 3, ふつう 4, やや難しい 5, 難しい ✎

ご協力ありがとうございました。✎



## **付録 B**

### **製作物 関連**

- 1, 製作物に用いた材料について**
- 2, 製作物の月日・時刻リングの設計図**
- 3, 回転機構の試作品の設計図**
- 4, 立体星座早見との比較に用いた星座早見盤**
- 5, 立体星座早見の 12 面体の展開図**

【製作物に用いた材料について】

第4章

4-3-2, 外側に折り返すラインをつける方法

方法②半分のラインにベルトを巻く方法

|            | 製品名       | 会社名            |
|------------|-----------|----------------|
| ①ミクロ吸盤テープ  | 貼れルーヤ     | 有限会社ケー・エス・ピー   |
| ②マグネットペイント | マグネットペイント | 株式会社ニシムラ       |
| ③トイニットの生地  | マジッククロス   | フェルト手芸店の店 もりお！ |

4-4-2, ビーチボールへの天体情報の記入方法

方法①星図をプリントしたシールをビーチボールに貼りつける

|            | 製品名                      | 会社名  |
|------------|--------------------------|------|
| ・紙製のシール    | ラベルシール マット紙ホホワイト A4 1面   | エーワン |
| ・フィルムのシール  | ラベルシール 光沢フィルムホホワイト A4 1面 | エーワン |
| ・伸縮性のあるシール | ピッタリ貼れるのびるラベル 白フィルム A4   | エーワン |

第5章

5-1, 製作物①マジックテープを用いた立体星座早見

|               | 製品名                          |
|---------------|------------------------------|
| ・アイロンプリントペーパー | ELECOM アイロンプリントペーパー EJP-SWP1 |
| ・布用接着剤        | フェルト用手芸ボンド 11-524            |
| ・多用途接着剤       | セメダインスーパーX AX-038            |

5-2, 製作物②ビーチボールに直接天体情報を書き込む方法

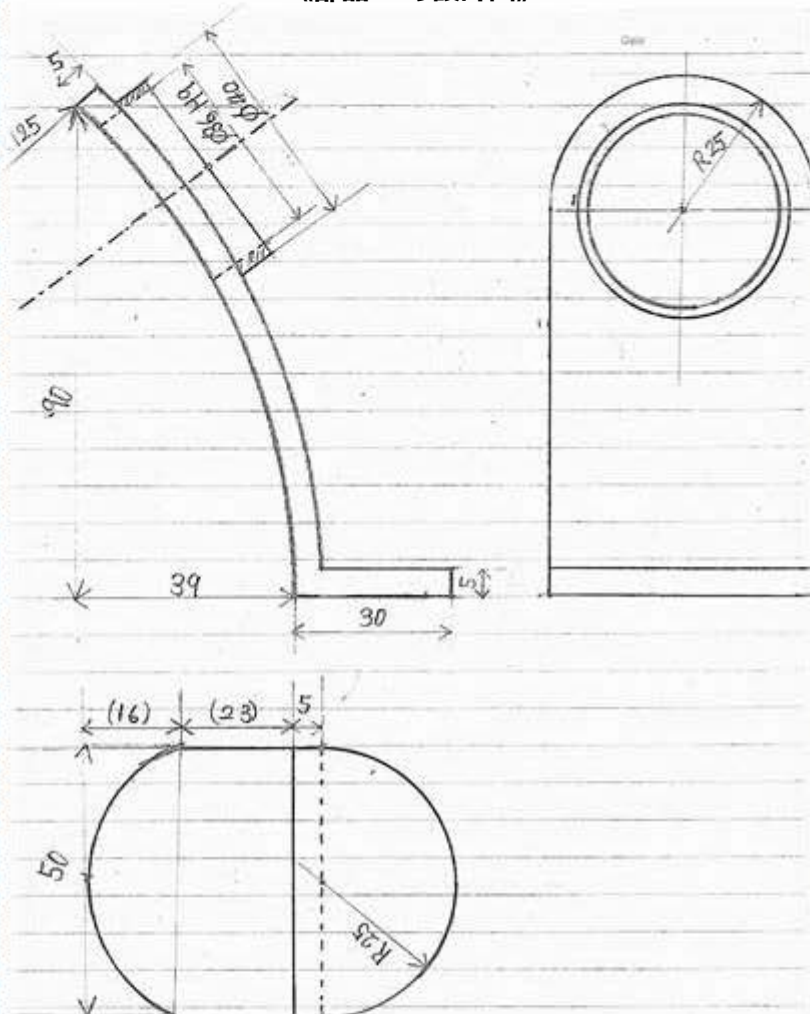
|                | 製品名                        |
|----------------|----------------------------|
| ・蓄光テープ（1・2等星用） | HCP 高輝度蓄光テープ               |
| ・蓄光テープ（3等星用）   | HCP 蓄光テープ                  |
| ・蓄光塗料のペン       | ルミノマーカー ボール径 0.8mm ライトグリーン |

5-3, 製作物②ビーチボールに直接天体情報を書き込む方法

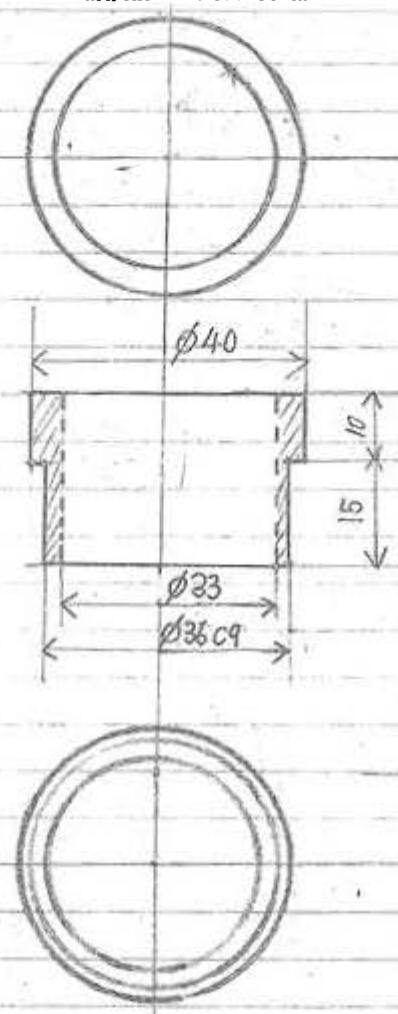
|               | 製品名                      |
|---------------|--------------------------|
| ・蓄光塗料（星座シール用） | アサヒペン 夜光塗料スプレー（赤色・水色・黄色） |

【回転機構の試作品の設計図】

《部品 A の設計図》



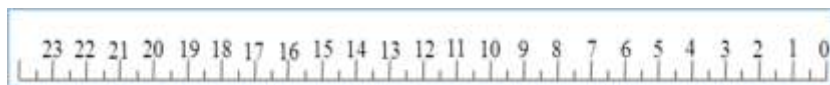
《部品 B の設計図》



【製作物の月日・時刻リングの設計図】

5-1, 製作物①の月日・時刻リングの設計図（実寸大）

・時刻リング



・月日リング

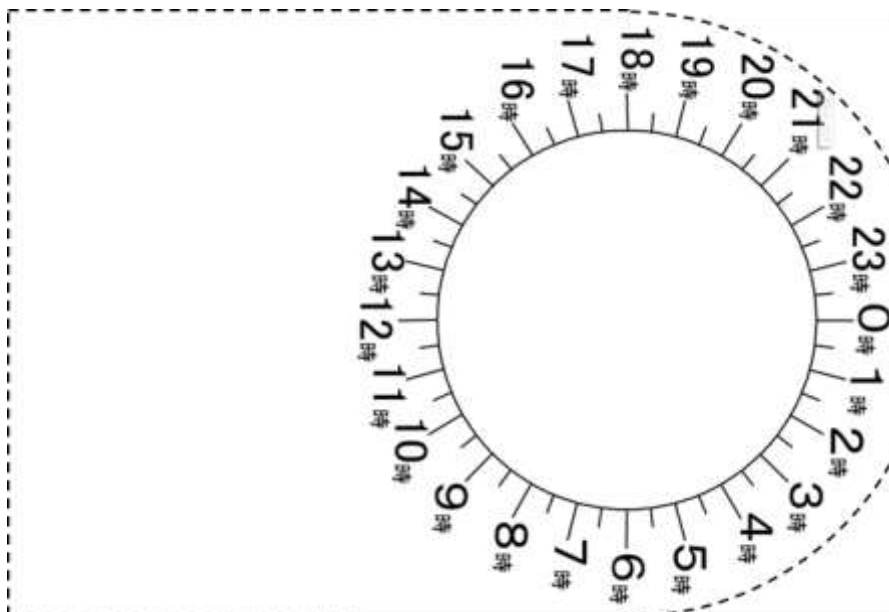


5-2, 製作物②の月日リング・時刻プレートの設計図（実寸大）

・月日リング



・時刻プレート



5-3, 製作物③の月日リングの設計図（実寸大）

・月日リング



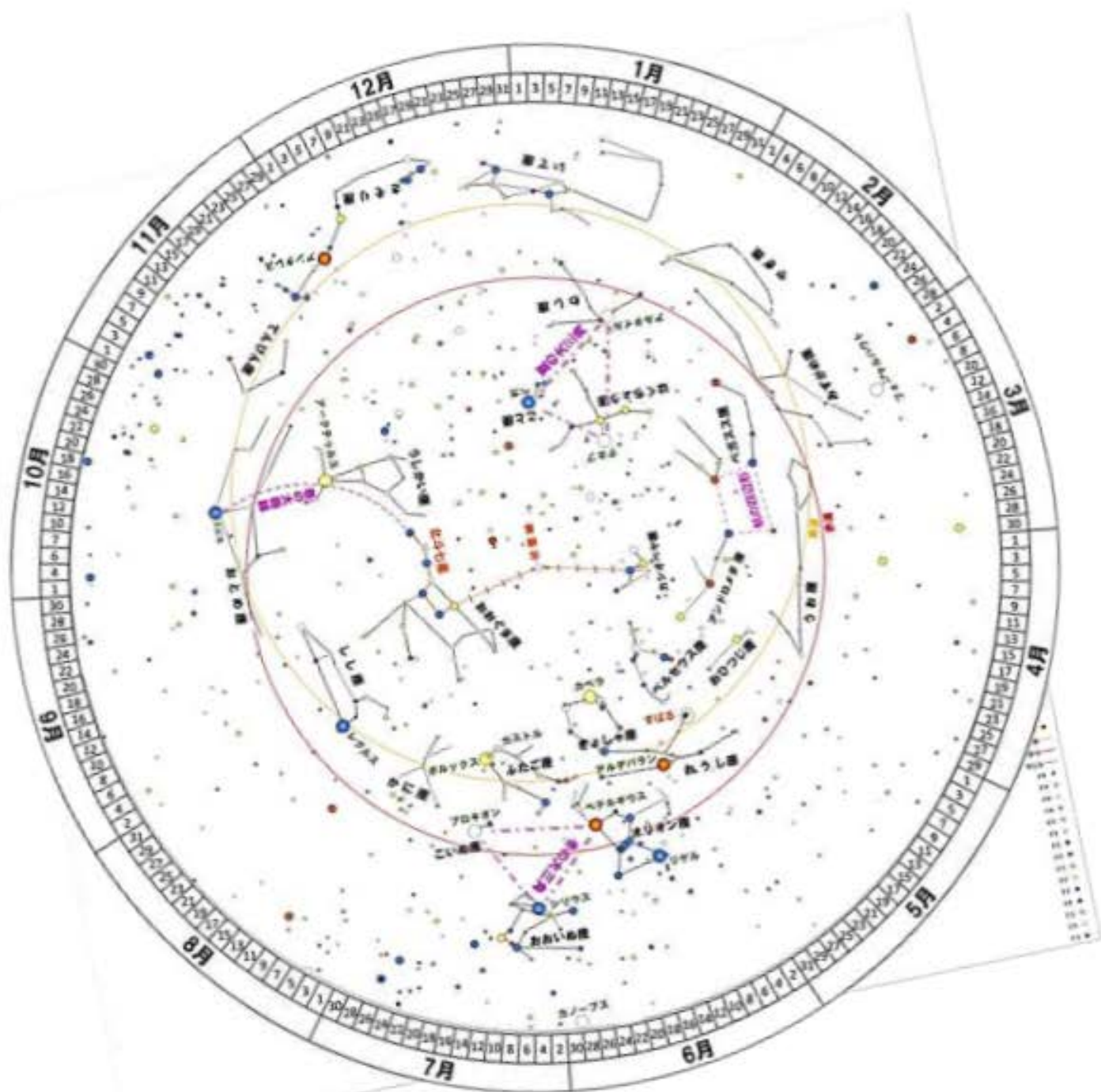
※製作物③の時刻プレートは、製作物②と同一のものを使用。

【立体星座早見との比較に用いた星座早見盤：星図の表示窓】





【立体星座早見との比較に用いた星座早見盤：星図部分】



【立体星座早見の12面体の展開図】

