

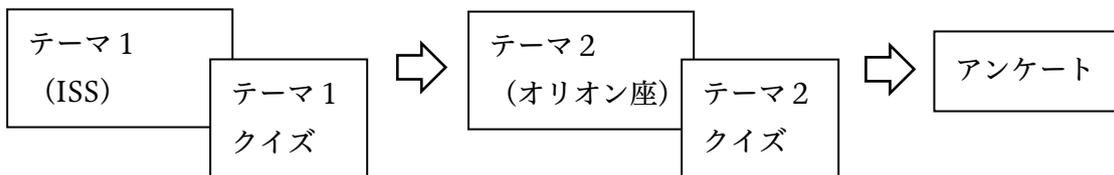
科学館における  
3Dデジタル映像技術を用いた  
科学技術教育の効果に関する  
調査研究

## はじめに（調査研究ダイジェスト）

3D デジタル映像技術は、プロジェクションマッピング、AR などの新たな領域も加え様々な技術が確立されており、科学館の科学技術教育においても導入が試みられているが、その効果が見えにくい点もあり実際にはあまり導入されていないのが現状である。そこで、本調査研究は、3D デジタル映像技術を活用した科学技術教育の効果について実践的な手法で調査し、新たな活用方法の構築に向けて、基礎データを収集することを目的とする。

科学館では、実験ショーや実験教室などの教育プログラムにおいて、特に実際に目で見る事が出来ない科学現象や生物、産業成果物の内部構造などの解説において、3D デジタル映像技術の効果は非常に大きいと思われる。本調査研究では、3D 映像を用いた教育プログラム（プラネタリウムプログラム）を試作し、科学技術館 3D ドームシアター「シンラドーム」にて一般来館者に対して試行して効果を測った。

試作したプログラムは、国際宇宙ステーション（ISS）の CG データおよび天体観測データをもとにした 3D 映像を用いて 2 つのテーマで構成した。ISS では構造物の形状や位置の把握について、天体観測データは星座（オリオン座）を構成する星の位置関係（距離感）の把握について効果を調べた。効果は、各テーマの最後で内容についてのクイズを行って実際の理解度を測り、終了後にアンケートを行ってどれくらい理解したと感じたか感覚的な理解度も測ることで調べた。

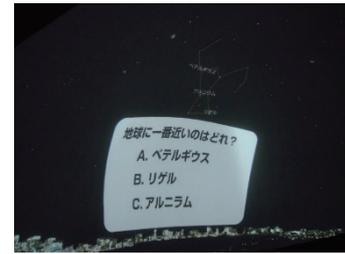
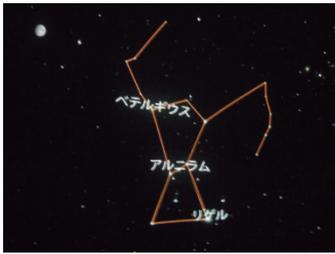


### テーマ1 「ISS の構成」(3D 映像による形状・位置の把握の効果)



- ① 日本のモジュール「きぼう」を主体に ISS の構成を解説。形状や位置についてしっかり認識させるのではなく、話の中で自然と目がいくように促す。
- ② ISS を小さく映して「きぼう」の位置をわからなくし、ISS から見た地球の動きなど形状や位置とは関係のない話をして時間を置く。
- ③ クイズを実施。異なる角度から見た ISS を 3 つ表示し、「きぼう」が写っているものを選択。①で「きぼう」の位置や形状を把握できていたか試験。

## テーマ2 「オリオン座を構成する星」(3D映像による位置関係の把握の効果)



- ① 地上から見たオリオン座についての解説。構成している3つの星の位置について認識。
- ② 宇宙へ出てオリオン座へ近づくと、星座の形状がくずれ、各星の位置関係が見えてくる。位置関係をしっかりと覚えさせるのではなく、少し気を向かせる程度にする。
- ③ 再び地上に戻り、星座に関する神話など位置関係とは関係のない話をして時間を置く。
- ④ クイズを実施。3つの星のうち地球から一番近い星がどれかを選択。②で星の位置関係を把握できていたか試験。

このプログラムを、一般の来館者に向けて試行した。1日2回実施し、1回目は、ISSを2D、オリオン座を3Dにして解説、2回目は逆にISSを3D、オリオン座を2Dとして解説し、それぞれの場合で理解度を測定し差異があるか調査した。調査の結果、3D映像による効果は、性別や年齢層によって差異があることが示された。ISS(形状・位置の把握)については、「大人の男性」において、オリオン座(距離感の把握)については、「子どもの女性」に効果があると思われる。ただし実際の理解度と感覚的な理解度で効果に差があることも示された。今後、より深く考察するためには、認知科学や心理学、生理学的な視点も必要があると思われる。引き続き手法を考えながらデータを収集していきたいと考える。

### 3D映像による効果

テーマ	理解度	男性	女性	子ども	大人
ISS	実際の理解度	差なし	2D 高	2D やや高	2D やや高
	感覚的な理解度	3D 高	3D 高	差なし	3D やや高
オリオン座	実際の理解度	2D 高	3D 高	3D 高	2D 高
	感覚的な理解度	2D 高	3D やや高	2D やや高	2D 高

また、本調査研究では、プロジェクションマッピングを用いた教育プログラム(実験ショー)も試作し試行して、科学技術教育における活用の可能性について考察した。

本調査研究に助成いただいた一般財団法人新技術振興渡辺記念会に深謝いたします。

公益財団法人日本科学技術振興財団 科学技術館



## 目 次

1. 調査研究の背景 .....	1
2. 調査研究の目的 .....	1
3. 調査研究の方法 .....	2
3-1. 概要 .....	2
3-2. 教育プログラムの構成 .....	2
3-3. 教育プログラムの試行 .....	8
4. 結果の分析 .....	9
4-1. 参加者の属性 .....	9
4-2. 実際の理解度（クイズの結果） .....	11
4-3. 感覚的な理解度（アンケートの結果） .....	16
5. 考察 .....	25
5-1. 参加者の属性 .....	25
5-2. 結果についての考察 .....	25
6. 3D デジタル映像技術の可能性 .....	29
6-1. 教育プログラムの構成 .....	29
6-2. 試行結果 .....	31

### 調査研究者

公益財団法人日本科学技術振興財団

科学技術館運営部	実験・展示物開発グループ	中村 隆
科学技術館運営部	実験・展示物開発グループ	名波 友貴
科学技術館運営部	友の会グループ	木村 薫
公益施設開発部	プレアデスグループ	藤繁 航





## 1. 調査研究の背景

科学技術館では、平成 18 年度に「博物館におけるデジタル映像技術の利用と、その効果に関する調査・研究」を行った。その調査では国内の主に科学系博物館（178 館）に対してアンケート調査を行ったが、その当時に教育活動にデジタル映像技術を新たに導入したという館は約 30%で、その多くはプロジェクタやデジタルカメラ、動画編集ソフトといった教育プログラムの制作や実施を補助するためのハードウェアやソフトウェアの導入であり、まずはハードやソフトを充実させることで教育手法を拡張させたいという意識が高まっていた。

現在、デジタル映像技術は、単に教育プログラムの制作や実施を補助するハードやソフトとしてではなく、内容の理解をより深めるためのプレゼンテーションツールとしても活用できるようになってきている。特に 3D デジタル映像技術については、内容の理解促進に効果的に活用できる手法が確立されてきている。しかし、導入による効果が見えにくく、実際には教育プログラムにおける導入はさほど進んでいないのが現状である。よって、導入を促進するためには参考となる事例が必要であると考えられる。平成 18 年度の調査においても、教育活動の目的に適した手法・技術の選択に参考となる事例集などを「ぜひほしい」という館が 18%、「あれば助かる」という館が 66%となっており、技術導入において情報を求めていることが示されていた。

## 2. 調査研究の目的

3D デジタル映像技術は、リアルタイムシミュレーションやプロジェクションマッピング、AR などの新たな領域も加え様々な技術が確立されており、科学館の科学技術教育においても導入が試みられているが、まだ試行錯誤の段階で手探り状態にある。

科学館においては、映像展示や展示解説の補助において 3D 映像をはじめ様々なデジタル映像技術が多く導入されているが、展示の場合、一度製作されるとコスト面からも更新が難しく、進歩の速いデジタル映像技術において、展示をより効果的にできる技術が新たに現れても、すぐに追従できないのが実情である。

一方、教育プログラムにおける導入は、展示の場合に比べれば融通が利くものの、実際には新しい技術はあまり導入されていないのが現状である。この要因としては、教育プログラムにおける活用の方法やその効果が見えにくく、それゆえに導入しても単にエンターテイメント的になってしまっている場合もあり、それがコスト面も合わせて導入に対する懐疑的な感や偏見として現れている可能性があることがあげられる。

そこで、本調査研究は、3D デジタル映像技術を活用した科学技術教育の効果について実践的な手法で調査し、科学館における科学技術教育の手法の拡張と、3D デジタル映像技術自体の新たな活用方法の構築に向けて、基礎データを収集することを目的とする。

### 3. 調査研究の方法

#### 3-1. 概要

科学館における科学技術教育の手法としては、実験ショーや実験教室、工作教室などの教育プログラムが実施されている。これらの教育プログラムにおいて 3D デジタル映像技術が導入されはじめており、特に実際に目で見る事が出来ない科学現象や生物、産業成果物の内部構造などについては、デジタル映像技術の効果は非常に大きいと思われる。

科学技術館は、全天周 3D ドームシアター「シンラドーム」を設置しており、来館者に大学や研究機関による研究成果に基づいて制作した 3D 映像を用いた解説などを行っているが、さらにこの 3D 映像の制作から制作した映像を解説や実験の実演などに合わせて自在に操作できるプレゼンテーションプログラムの開発を行っている。



科学技術館全天周 3D ドームシアター「シンラドーム」

そこで、本調査研究では、3D 映像を用いた教育プログラム（プラネタリウムプログラム）を試作し、科学技術館「シンラドーム」にて一般来館者に対して試行して、効果を測った。試行においては、3D 映像を使った場合と使わなかった場合に分けて効果を測定した。プログラムの効果は、プログラムの内容についての実際の理解度をクイズ形式にして測った。また、最後にアンケートを行い、どれくらい理解したと感じたか感覚的な理解度も測った。

実際の理解度と感覚的な理解度の結果を集計して整理し、分析して、3D 映像を用いた教育プログラムの効果について考察した。

#### 3-2. 教育プログラムの構成

試作した教育プログラム（プラネタリウムプログラム）は、「シンラドーム」で活用している国際宇宙ステーション（ISS）の CG データおよび天体観測データをもとにした 3D 映

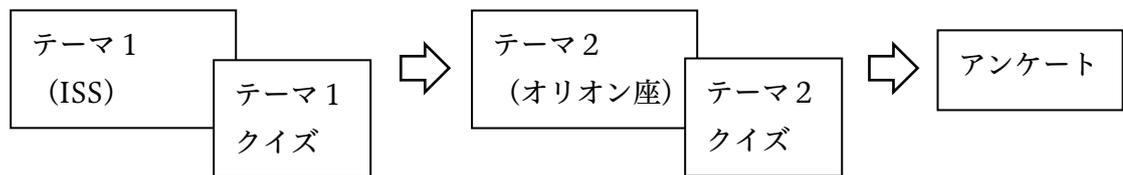
像を用いて、2つのテーマで構成した。主な対象は小学生、特に科学技術館の個人来館者層で多い小学3年生、4年生としている。

ISSでは3D映像による建造物の形状や位置の把握の効果を、天体観測データはオリオン座を取り上げ、3D映像によるオリオン座を構成する星の位置関係（距離感）の把握の効果を測った。以下にプログラムの構成を示す。

#### <プログラムの構成>

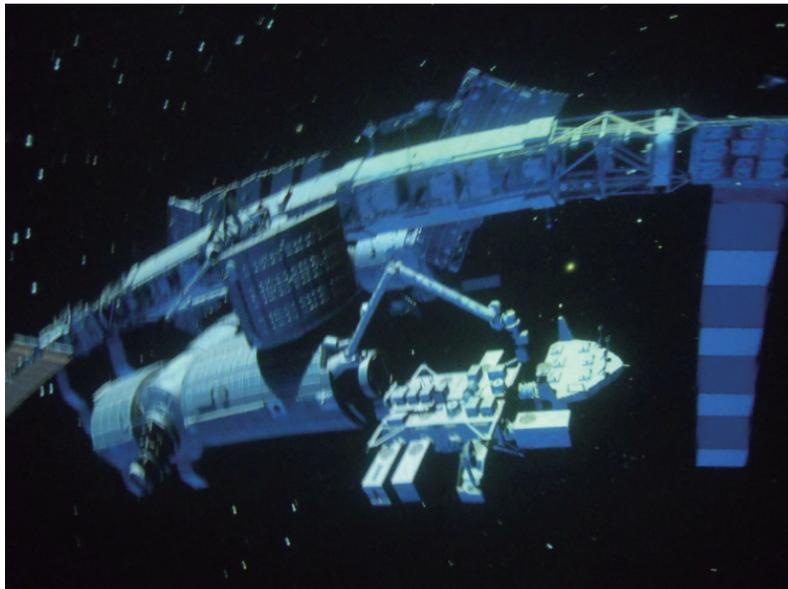
##### (1) 概要説明

まず参加者に、プログラムは2つのテーマで構成し、各テーマの終わりにクイズを行い、最後にアンケートに答えてもらうという流れを説明。



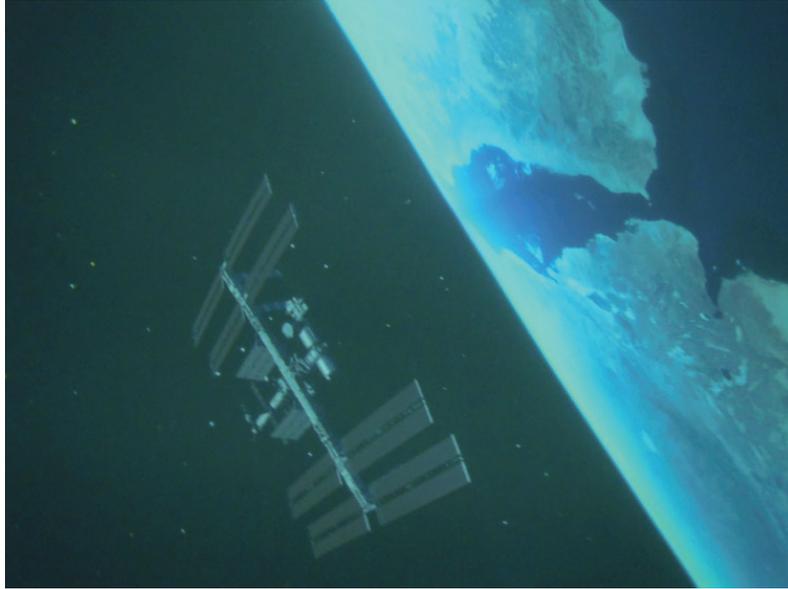
##### (2) テーマ1 「ISSの構成 ～日本のモジュール「きぼう」の位置～」

- ① 最初に、ISSのCG映像を用いて日本のモジュール「きぼう」を中心に、ISSの構成について解説。「きぼう」の位置や形状を見てもらった。ただし、しっかりと覚えてもらうように促すのではなく、話の中で自然に目がいくような展開にした。



ISSのCG映像。日本のモジュール「きぼう」を主体にISSの構成を説明

- ② 次に、ISS を一度遠くに移して（画面に小さく映して）向きも変え、「きぼう」の位置をわからなくし、ISS から見た地球の動きなどを映像で解説。形状や位置とは関係のない話をして時間を置いた。



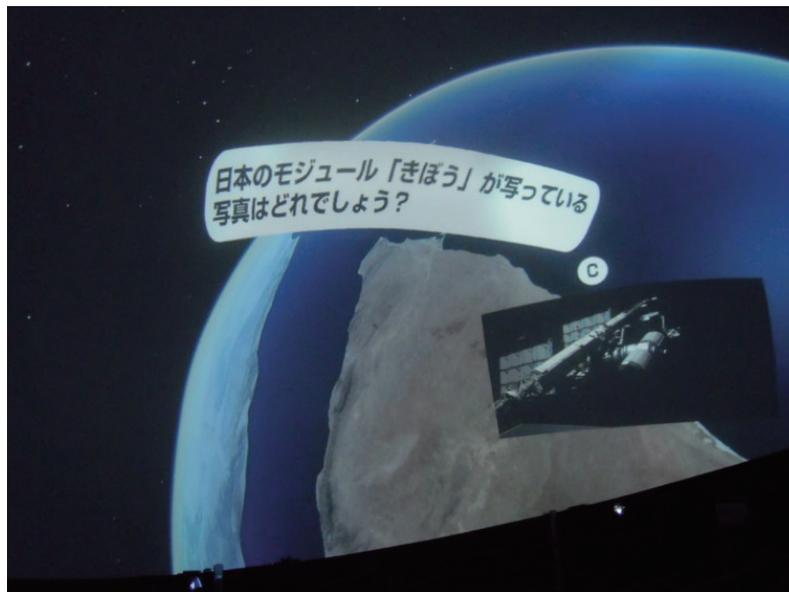
ISS を小さく映し「きぼう」の位置を一度わからなくする

- ③ 最後に、クイズを実施。異なる角度から見た ISS を3つ表示し、「きぼう」が写っているものを選択してもらった。最初の解説映像で「きぼう」の位置や形状を把握できていたかどうかを試験した。アンケート用紙に選択肢（A、B、C）が書かれており、正解と思うものに「○」をつけてもらった。



「きぼう」の形状や位置を把握できているかクイズで試験

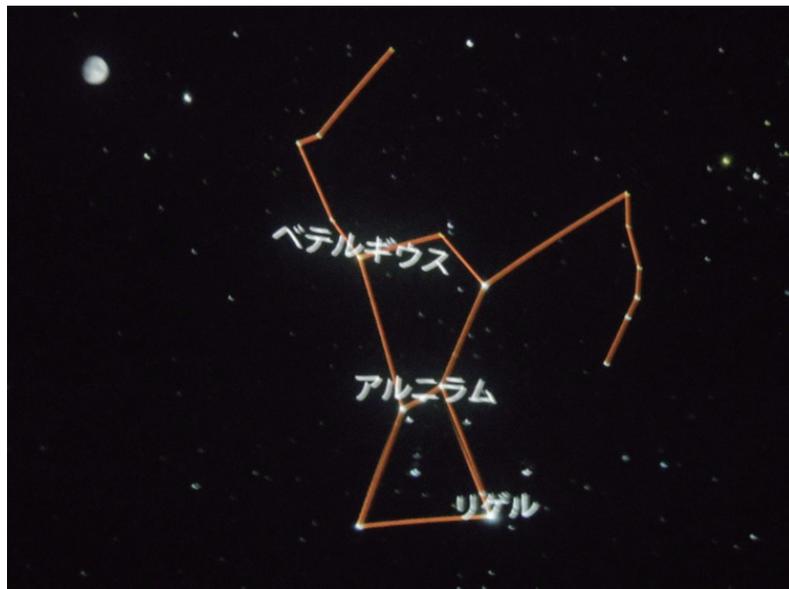
- ④ 答えを記入したもらった後に正解を示し、「きぼう」の特徴などについて再度詳しく解説した。



正解を示して再度解説

(3) テーマ2 「オリオン座を構成する星の位置関係」

- ① 最初に、地上から見たオリオン座を投影し、オリオン座について解説。地上からのオリオン座の形状を認識してもらった。ここでは、試験の対象となる3つの恒星の位置についてまず認識してもらった。



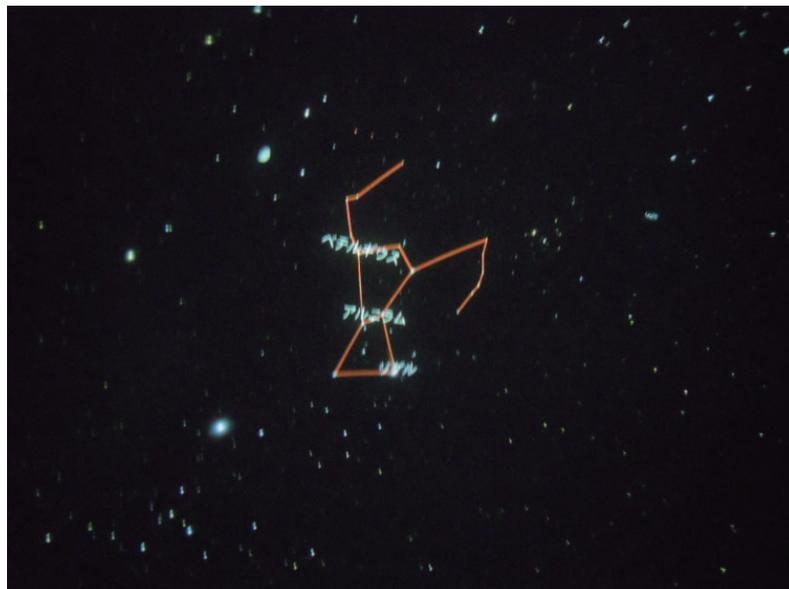
地上から見たオリオン座の形と構成する星について説明

- ② 次に、地上から宇宙へと進んで行き、オリオン座へと向かう。オリオン座を構成する各星の地球からの距離が異なることにより、だんだん星座の形状がくずれていく様子を見てもらった。このときも対象となる星の位置関係をしっかりと覚えてもらうように促すのではなく、少しだけ気を向かせる程度にした。



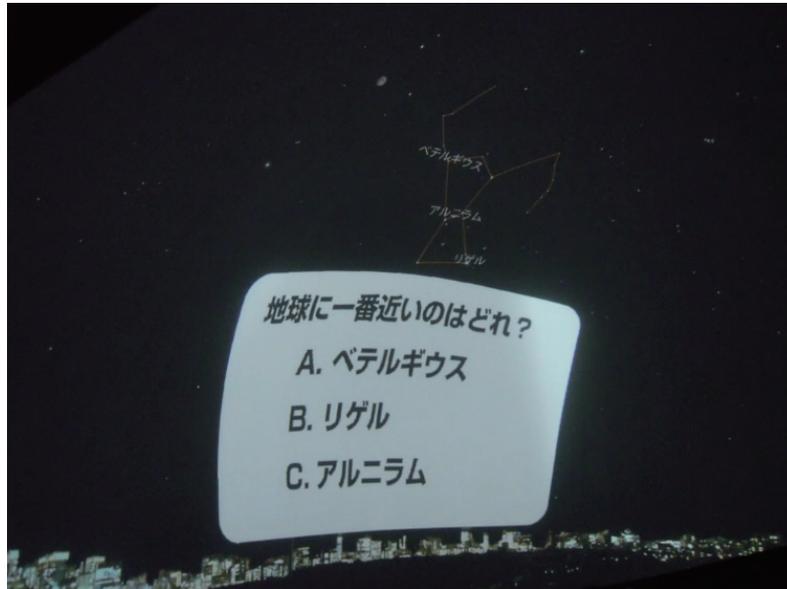
オリオン座を構成する星の位置関係（地球からの距離の差）を説明

- ③ 続いて、再び地上から見たオリオン座に戻し、星座にまつわる神話などを解説。星の位置関係とは関係のない話をして時間を置いた。



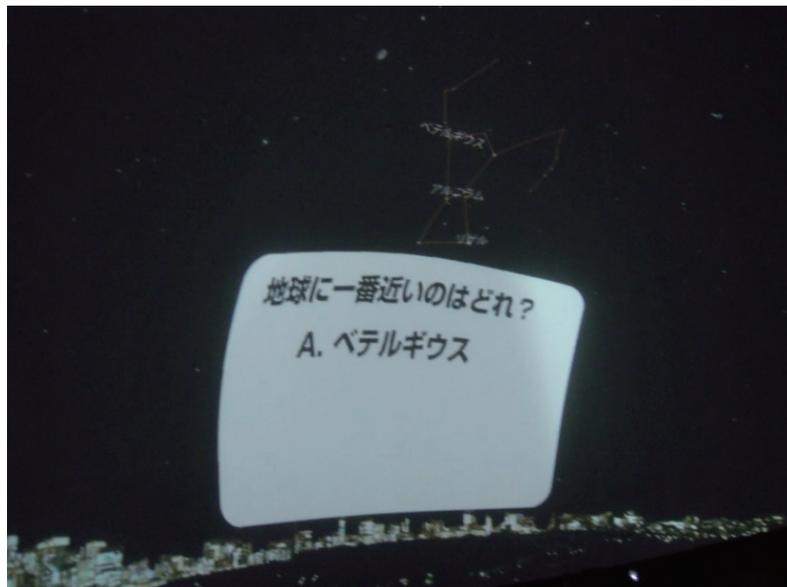
再度地上に戻り、星の位置関係をわからなくする

- ④ 最後に、クイズを実施。試験対象とした3つの星のうち地球から近い星がどれかを選択してもらった。宇宙で見たオリオン座の星の位置関係（距離感）を把握できていたかどうかを試験した。答えは、テーマ1と同様にアンケート用紙に選択肢（A、B、C）が書かれており、正解と思うものに「○」をつけてもらった。



オリオン座の星の位置関係を把握できているかクイズで試験

- ⑤ 答えを記入してもらった後に、正解を示し、オリオン座の星の位置関係について詳しく解説。



正解を示して再度解説

#### (4) アンケート

テーマ1、テーマ2の終了後、最後に質問紙法によるアンケートを行った。アンケートでは、属性（性別、学年・年代）、素養（普段の3D映像の体験度）、感覚的な理解度（映像を見て『わかった』と感じた度合）を調査し、クイズの正解率（実際の理解度）との関係性を調べた。

#### 3-3. 教育プログラムの試行

このプログラムを、一般の来館者（個人来館者）に向けて試行した。1日2回実施し、1回目と2回目で2D映像、3D映像の組み合わせを変えている。1回目は、テーマ1（ISS）を2D、テーマ2（オリオン座）を3Dにして解説、2回目は逆にテーマ1を3D、テーマ2を2Dとして解説し、それぞれの場合で理解度（形状や位置関係の把握度）を測定し、差異があるか調査した。

試行日時：2014年2月11日

1回目 13:30-14:00

2回目 15:00-5:30

参加者数：1回目（グループ1） 62名

2回目（グループ2） 63名



教育プログラムの試行

プログラムの試行結果（クイズおよびアンケートの結果）をもとに、2D映像と3D映像との違いによる理解度の差異、感覚的な理解度と実際の理解度と関係性などを分析し、3D映像による効果について考察した。

## 4. 結果の分析

### 4-1. 参加者の属性

まず、参加者の属性（性別、学年・年代）についてみる。図 4-1 に参加者の性別を示す。図より、全体でみると男女ともにほぼ同じ割合となっており、さらにグループ 1 でも、グループ 2 でもほぼ同じ割合になっているのがわかる。これまで科学技術館で行ってきた来館者調査などのアンケート調査においても、ほとんどのケースで男女比がほぼ同じ割合となる傾向があるので、本調査研究の結果も特殊なデータではないものと思われる。

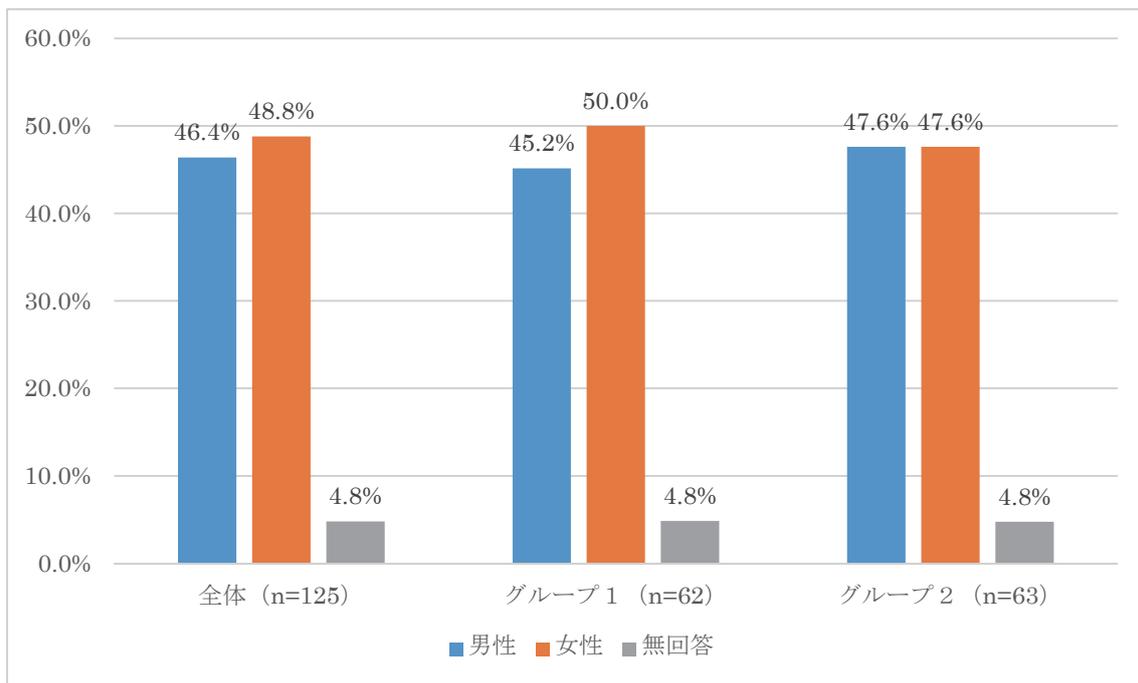
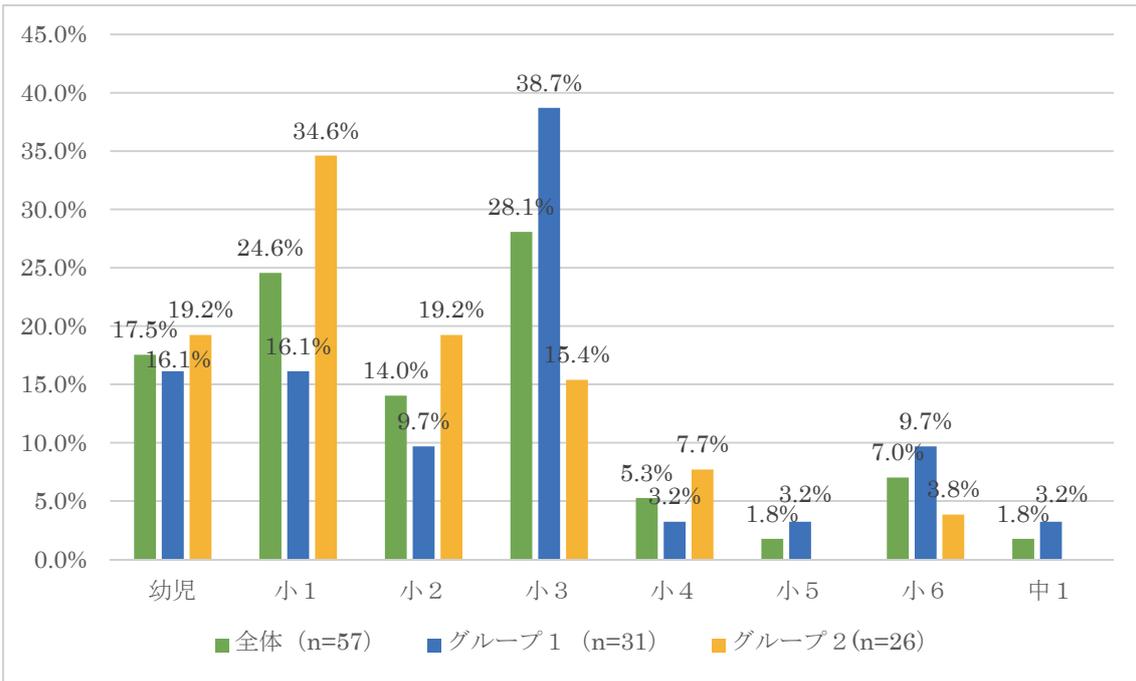


図 4-1 参加者の属性（性別）

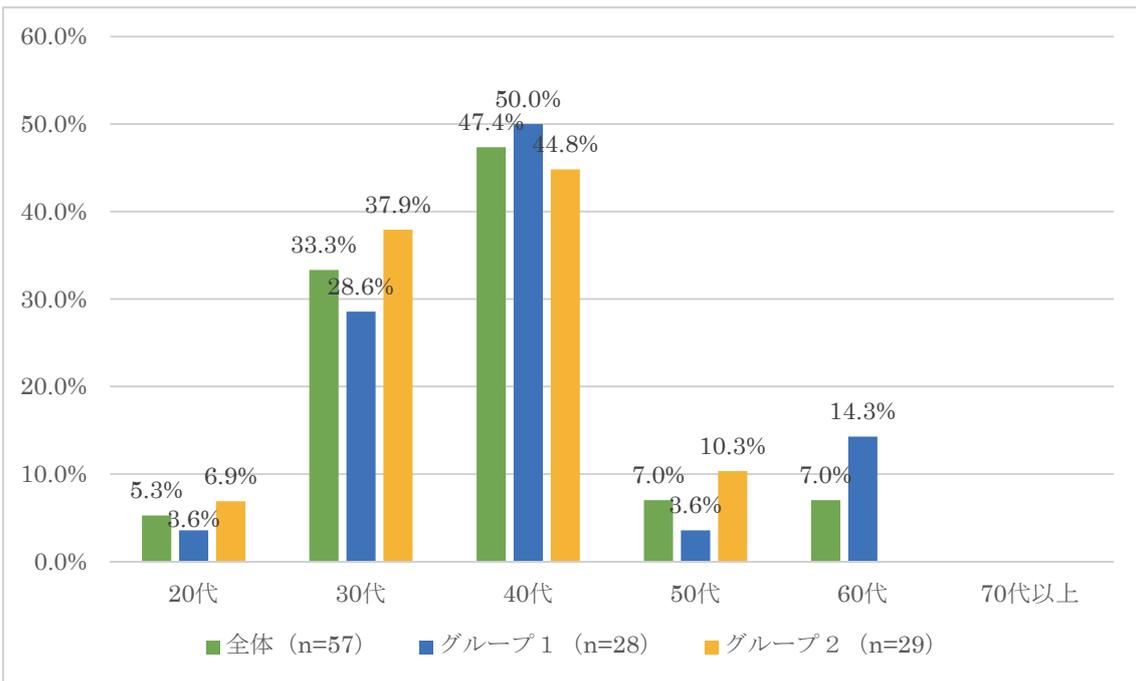
図 4-2 に、参加者の学年（子どもの参加者）、年代（大人の参加者）別の分布を示す。図より、全体では子供は小学 3 年生以下の低学年が多いことがわかる。また、幼児が 17.5% いるので、クイズやアンケートの回答については注意が必要となる。

グループ別では、グループ 1 は小学 3 年生が約 4 割を占めているのに対し、グループ 2 は小学 1 年生が 33.3% で、グループ 1 よりも低年齢層が多くなっている。幼児も 19.2% いるのでデータの取り扱いに注意が必要である。

一方、大人は、全体では 40 代が一番多く、次いで 30 代となっており、子どもを連れてきた親が主体となっていることがうかがえる。グループ別でみるとグループ 1 は 40 代が半分、30 代が 33.3% で、グループ 2 は 40 代が 44.8%、30 代が 37.9% となっており、グループ 2 の方が子どもは低年齢層が多いという結果との関連性がうかがえる。



(1) 学年 (子ども)



(2) 年代 (大人)

図 4-2 参加者の属性 (学年・年代)

図 4-3 に、参加者の性別と年齢層別 (子どもと大人) のクロス集計を示す。全体、グループ1、グループ2とも子どもと大人がほぼ同じ割合になっており、さらに子どもも大人も男女比がほぼ同じになっている。

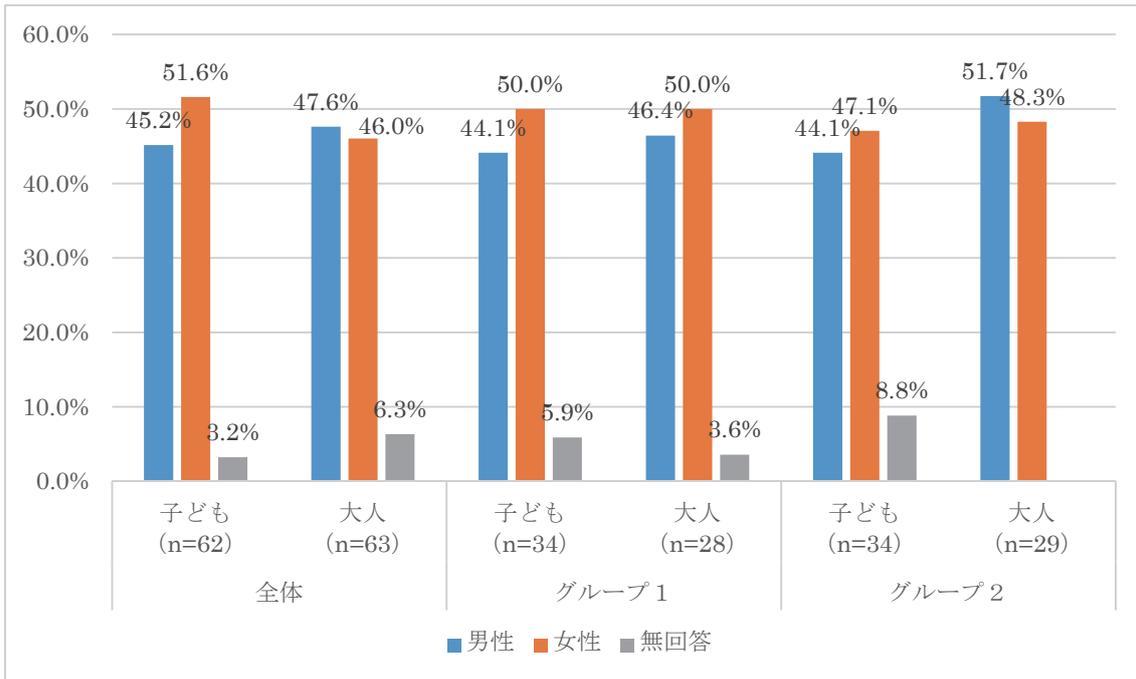


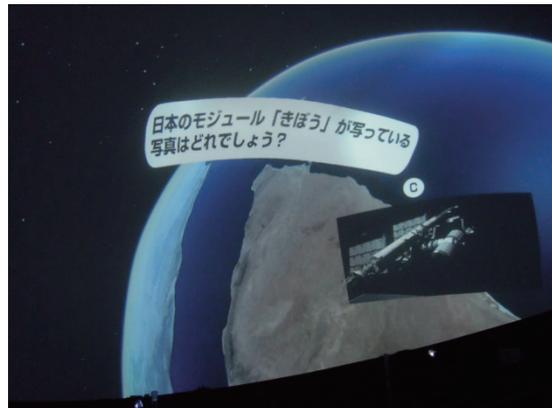
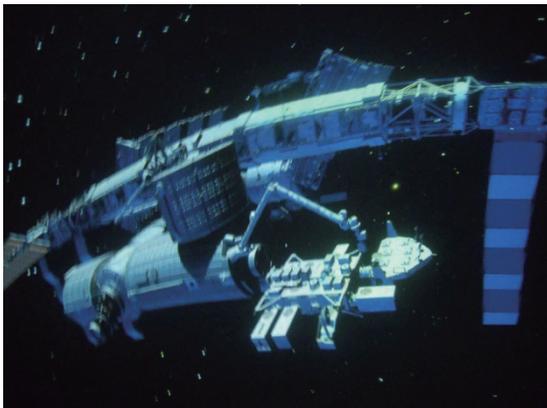
図 4-3 参加者の属性（性別と年齢層別）

#### 4-2. 実際の理解度（クイズの結果）

教育プログラムの 3D 映像の効果を測るために、クイズ形式で実際の理解度を測った。

##### (1) テーマ 1 における実際の理解度

テーマ 1 では、国際宇宙ステーション (ISS) を取り上げ、日本の実験モジュール「きぼう」について解説を行った。「きぼう」の位置や形状について、強調して示すのではなく、自然と目にはいるような形で説明し、その際、2D 映像で示した場合と 3D 映像で示した場合とで位置や形状の把握に差異があるかを調べた。



把握したかどうかはクイズ形式によって調べた。クイズの前に一度 ISS を画面上に小さく映して位置や形状をわからなくし、ISS から見た場合の地球の動く速さなどを説明

して時間をおいた。そのうえで、異なる角度から見た ISS の映像を映し（クイズの質問は 2D 映像）、「きぼう」が写っているものを選択してもらった。

図 4-4 にクイズの解答分布を示す。正解は「C」であるが、参加者全体では「C」を選択した正解者が 76.8%となっており、高い正解率となっている。2D で説明したグループ 1 と 3D で説明したグループ 2 を比べてみると、正解を選んだのがグループ 1 では 83.9%であるのに対しグループ 2 では 69.8%と低くなっているのがわかる。よって、テーマ 1 の映像においては 2D の方が把握できているということになっている。

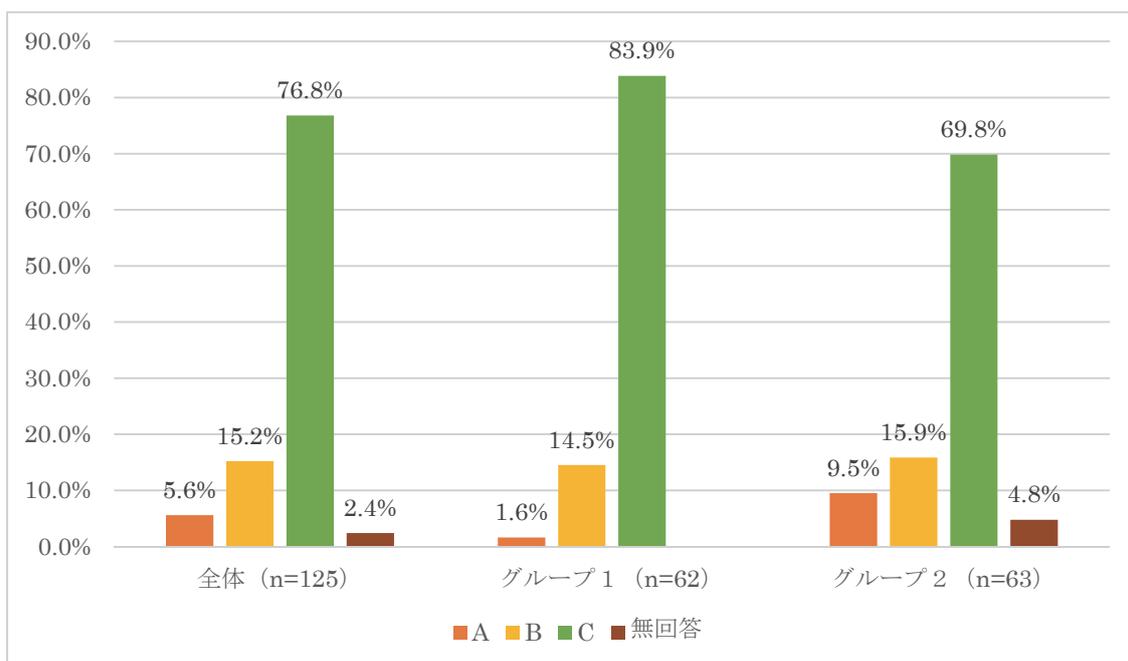


図 4-4 テーマ 1 のクイズの解答分布

図 4-5 に、性別による解答分布を示す。図より全体では男女ともほぼ同じような解答分布になっているのがわかる。しかし、グループ別で見ると、グループ 1 は男性が 75.0%、女性が 90.3%と女性の方が正解を選んだ人が多くなっており、一方グループ 2 では男性が 80.0%、女性が 66.7%と逆転している。この結果だけでは正しく判断できないが、今回の「きぼう」の形状や位置関係を示す映像においては、男性は 2D、3D による効果の差異は見られないが、女性は 3D 映像にすることによってかえって効果が下がる可能性があると思われる。

図 4-6 に、子どもと大人で分けた年齢層別の解答分布を示す。全体では、正解を選んだのが子どもで 68.4%、大人で 89.5%となっており、大人の方が把握できていることがわかる。グループ別で見ると、正解を選んだのが 2D のグループ 1 では子どもが 74.2%、大人が 92.2%となっているのに対し、3D のグループ 2 では子どもが 61.6%、大人が 86.2%子ども、子ども、大人とも 3D の場合の方が少し低くなっている。子どもについてはグループ 2 の方は年齢層が低いことも要因となっている可能性も考えられる。

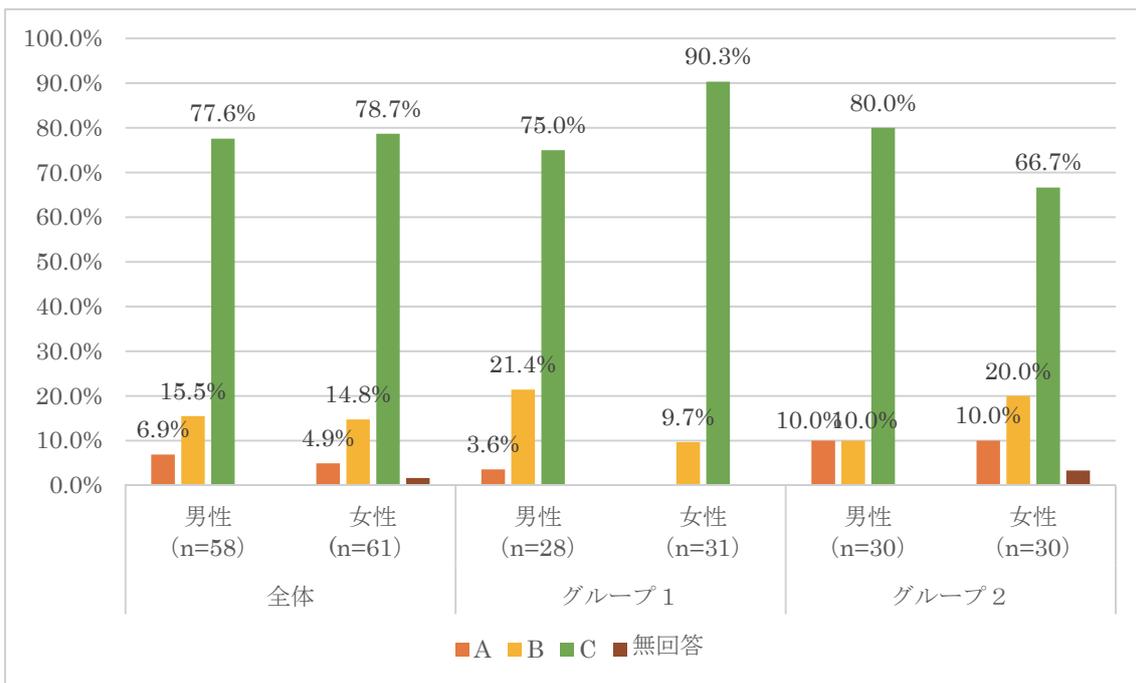


図 4-5 テーマ1のクイズの解答分布（性別）

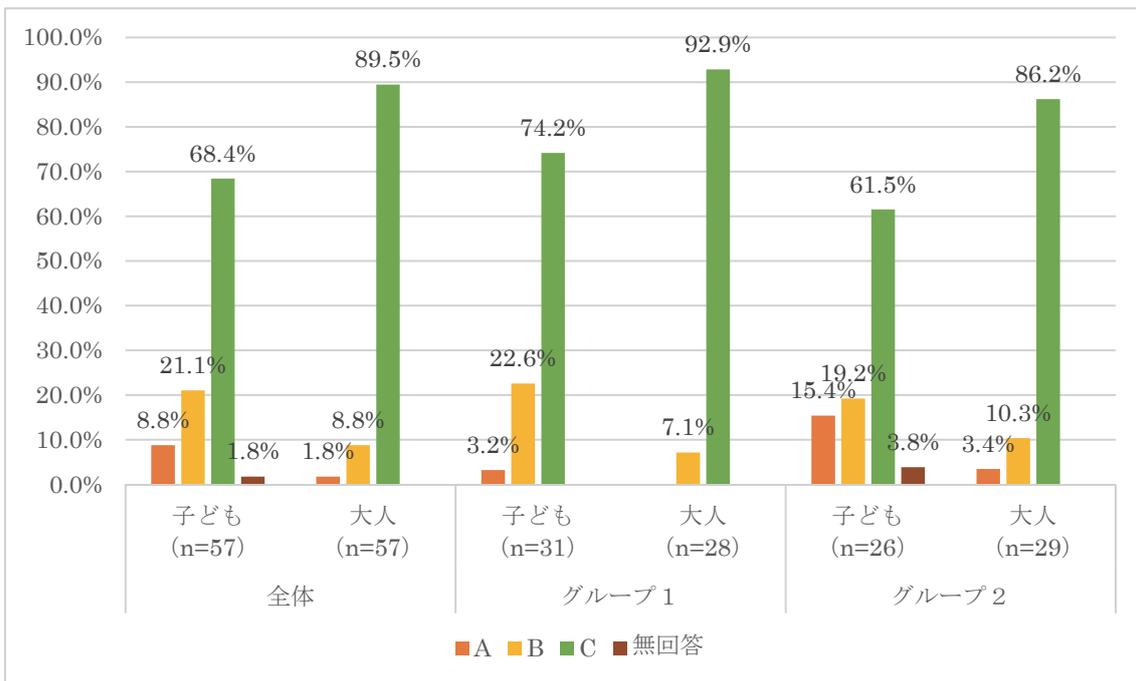


図 4-6 テーマ1のクイズの解答分布（年齢層別）

## (2) テーマ2における実際の理解度

テーマ2では、オリオン座を取り上げ、オリオン座を構成する星について解説を行った。

地上から見たオリオン座における「ベテルギウス」、「アルニラム」、「リゲル」の位置をまず示し、宇宙へ出てオリオン座に向かって進んで行くと星座の形がくずれ、星の位置関係（地球からの距離の違い）が見えてくることを示した。テーマ2でも、これらの位置関係を強調して示すのではなく、自然と目にはいるような形で説明し、その際、2D映像で示した場合と3D映像で示した場合とで位置関係（距離感）の把握に差異があるかを調べた。



把握したかどうかはクイズ形式によって調べた。クイズの前に一度地上から見た映像に戻し、オリオン座にまつわる神話などを説明して時間をおいた。そのうえで、地球に一番近い星の名前を選択してもらった。

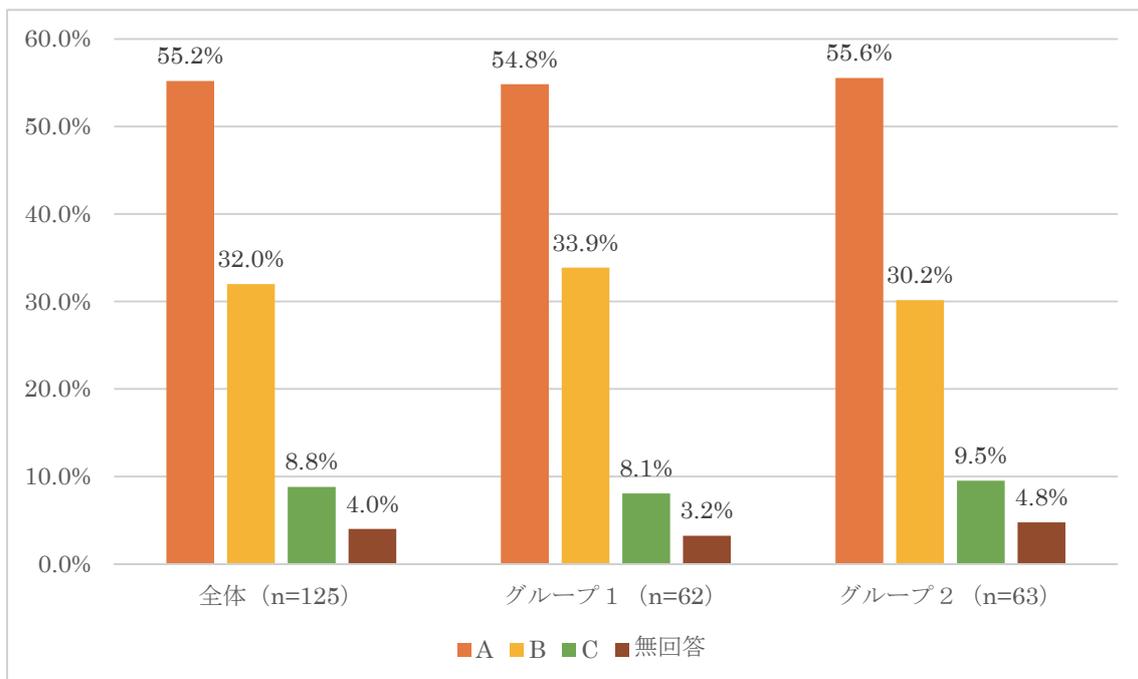


図 4-7 テーマ2のクイズの解答分布

図 4-7 にクイズの解答分布を示す。正解は「A」であるが、参加者全体では正解の「A」を選択した人が 55.2%で、「B」を選択した人が 32.0%となっており、それほど正解率が高くないという結果になっている。

3D で説明したグループ 1 と 2D で説明したグループ 2 を比べてみると、「A」を選んだのがグループ 1 では 54.8%、グループ 2 では 55.6%とほぼ同じで、「B」を選んだのはグループ 1 で 33.9%、グループ 2 で 30.2%とこちらもあまり差が見られない。このオリオン座の星の位置関係を示す映像については 2D と 3D による効果の差異はないことがうかがえる。

図 4-8 に、性別で分けた解答分布を示す。図より、全体では女性の方が、正解率が少し高くなっているのがわかる。グループ別で見ると、3D で解説したグループ 1 では、男性は正解の「A」を選んだ人が 40.0%と低くなっており、さらに不正解の「B」を選んだ人も 40.0%と同じだけいる。女性は「A」を選んだのが 67.7%で比較的高い正解率となっている。しかし、2D で解説したグループ 2 では、正解「A」を選んだのが男性は 66.7%と高くなっており、一方女性は 50.0%と低くなっている。これより、このプログラムのオリオン座の星の位置関係を示す映像においては、女性は 3D 映像の方が把握でき、男性はむしろ 2D 映像の方が把握できると考えられる。

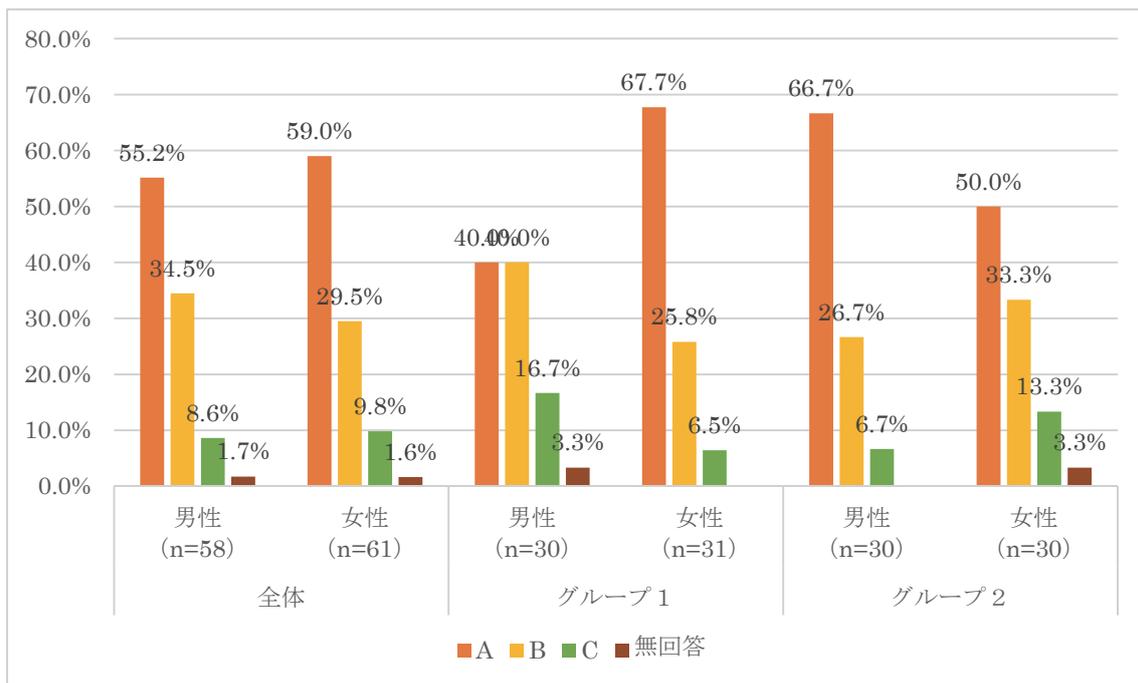


図 4-8 テーマ 2 のクイズの解答分布 (性別)

図 4-9 に、子どもと大人で分けた年齢層別の解答分布を示す。全体では、大人の方が正解の「A」を選択している割合が少しだけ高くなっている。グループ別で見ると、3D のグループ 1 では、正解を選択したのが子どもで 58.1%、大人で 46.4%となっているのに対し、2D のグループ 2 では、正解選択者が子どもで 46.2%と下がり、大人で 65.5%と上がって

逆転している。これより、この映像においては、子どもは 3D 映像の方が把握でき、一方大人は 2D の方が把握できることが考えられる。

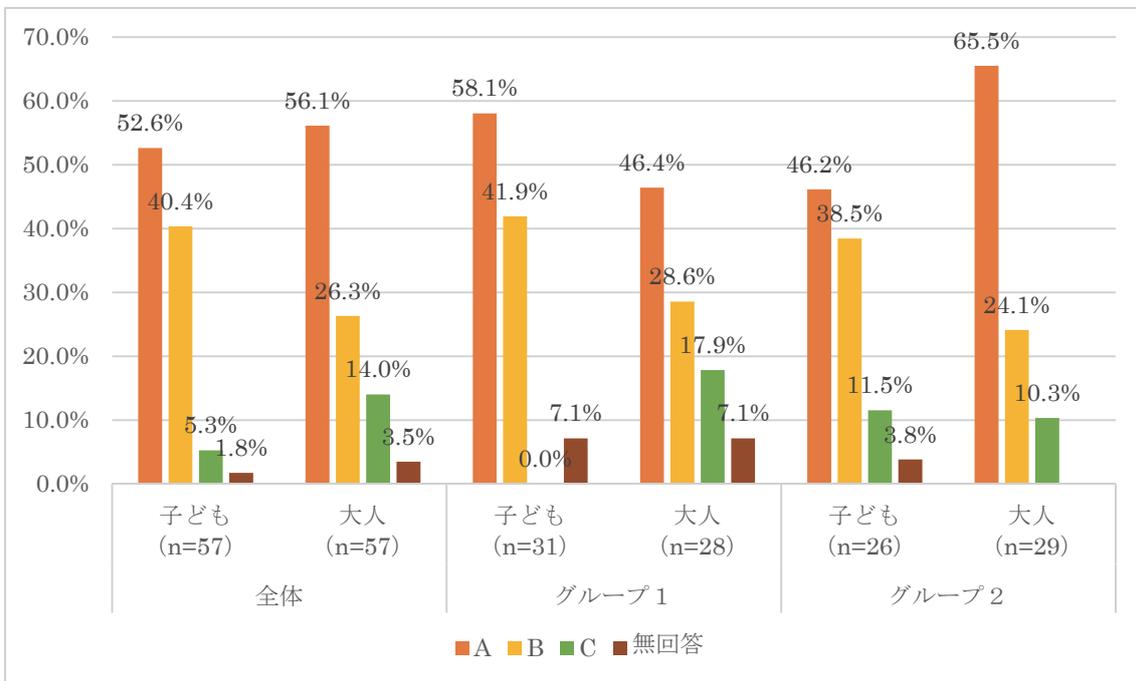


図 4-9 テーマ 2 のクイズの解答分布 (年齢層別)

#### 4-3. 感覚的な理解度 (アンケートの結果)

教育プログラムの試行において、感覚的な理解度 (『わかった』と感じたか) を調べるために終了後にアンケートを行った。感覚的な理解度と実際の理解度 (クイズの正解率) の関係性を探った。

##### (1) 3D 映像の体験度

まず、参加者が日常において 3D 映像にどれくらい触れているのかを知るために、「ふだん 3D (立体) 映像 (映画やゲームなど) をどれくらい見えていますか」という質問をした。図 4-10 に結果を示す。図より、「とても」見ているが 5.6%、「まあまあ」見ているが 21.6%で、合わせて 27.2%となっており、「あまり」の 35.2%、「まったく」の 32.8%よりも下回っているのがわかる。

この結果について、子どもと大人で差があるかをクロス集計して調べた。図 4-11 より、子どもは「とても」が 9.7%、「まあまあ」が 30.6%で合わせて 40.3%となっているが、大人は「とても」が 1.8%、「まあまあ」で 12.3%の計 14.1%で大きな差が出ている。やはり子どもの方が 3D 映像に触れる機会が多くなっていることがうかがえる。

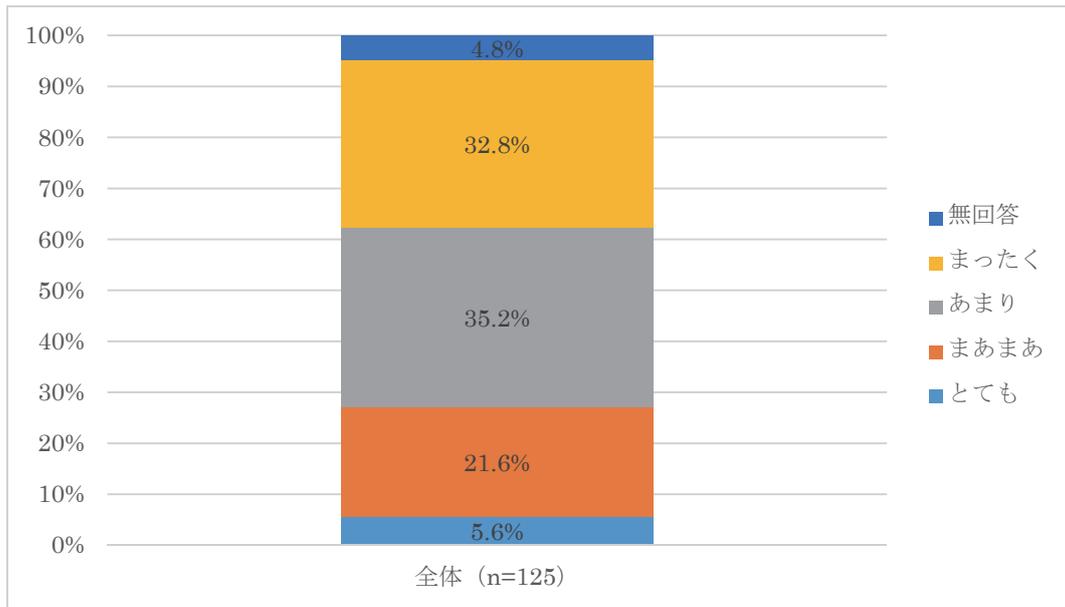


図 4-10 普段の 3D 映像の体験度

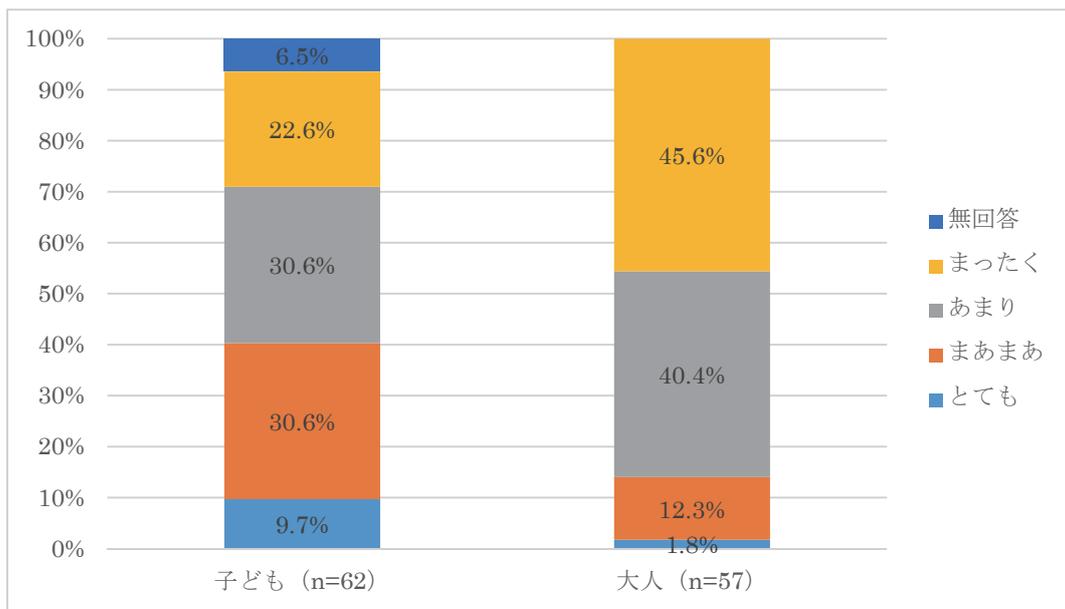


図 4-11 普段の 3D 映像の体験度 (年齢層別)

## (2) 感覚的な理解度

感覚的な理解度に関して、テーマ 1 については、「映像を見て、宇宙ステーションの船体の形が、はっきりとわかりましたか」という質問を、テーマ 2 については、「映像を見て、オリオン座の星たちの距離のちがいが、はっきりとわかりましたか」という質問をした。結果を図 4-12 に示す。図よりテーマ 1 については、「とても」わかったが 55.2%、「まあまあ」わかったが 31.2%と回答している。一方、テーマ 2 については、図 4-12 より「とても」が 35.2%、「まあまあ」が 40.0%とテーマ 1 に比べて理解度が弱くなっている。

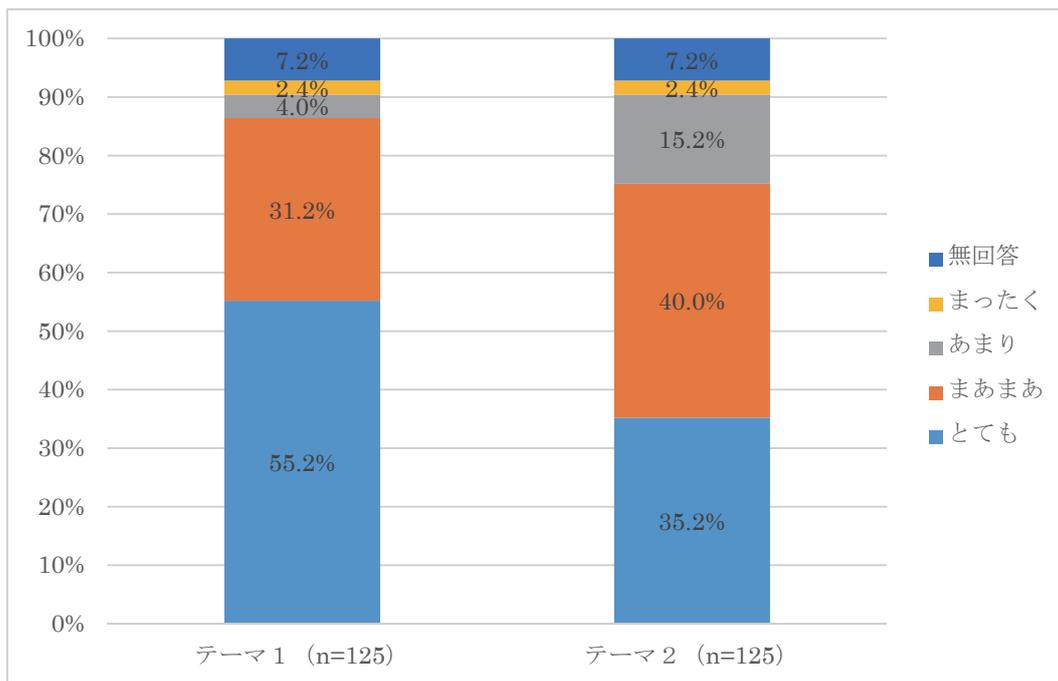


図 4-12 感覚的な理解度

この結果について、もう少し詳しく見てみる。まず、テーマ1について性別による差異を図 4-13 に、子どもと大人による差異を図 4-14 に示す。

性別で見ると、全体では、男性は「とても」が 62.1%、「まあまあ」が 27.6%で合わせると 79.7%となっている。女性は「とても」が 50.8%、で男性よりも少し下がっているが、「まあまあ」が 37.7%で計 88.5%となり、9 割近くがポジティブ回答をしている。

グループ別で見ると、テーマ1が 2D だったグループ1では、男性は「とても」が 53.6%で、「まあまあ」が 28.6%となり、合わせて 82.2%となっている。女性は「とても」が 51.6%、「まあまあ」が 35.5%の計 87.1%で男女とも同様な結果となっている。一方、テーマ1が 3D だったグループ2では、男性が「とても」が 69.0%と高くなっており、「まあまあ」が 27.6%で合わせて 96.6%がポジティブ回答をしている。しかし、女性は「とても」が 50.0%、「まあまあ」が 40.0%で合わせて 90.0%となり、グループ1とさほど変わっていない。この結果から、テーマ1に関しては、男性については 3D 映像による解説と感覚的な理解度に関連性があることがうかがえる。

子どもと大人による差異を見てみる。図 4-15 より全体では、子どもは「とても」が 52.6%、「まあまあ」28.1%で合計 80.7%となり、大人は「とても」57.9%、「まあまあ」36.8%の計 94.7%と子どもに比べて高くなっている。

グループ別で見ると、2D のグループ1は、子どもは「とても」が 51.6%、「まあまあ」が 25.8%、合わせて 77.4%、大人は「とても」が 53.6%、「まあまあ」が 35.7%で計 89.3%となっている。それに対し 3D のグループ2は、子どもが「とても」が 53.8%、「まあまあ」が 30.8%となり、グループ1の場合とさほど差がない。しかし、大人は「と

ても」が62.1%とグループ1よりも高く、「まあまあ」が37.9%で計100%となり、ネガティブ回答がないという結果になっている。よって、テーマ1に関しては、大人については3D映像による感覚的な理解度への影響があるものと思われる。

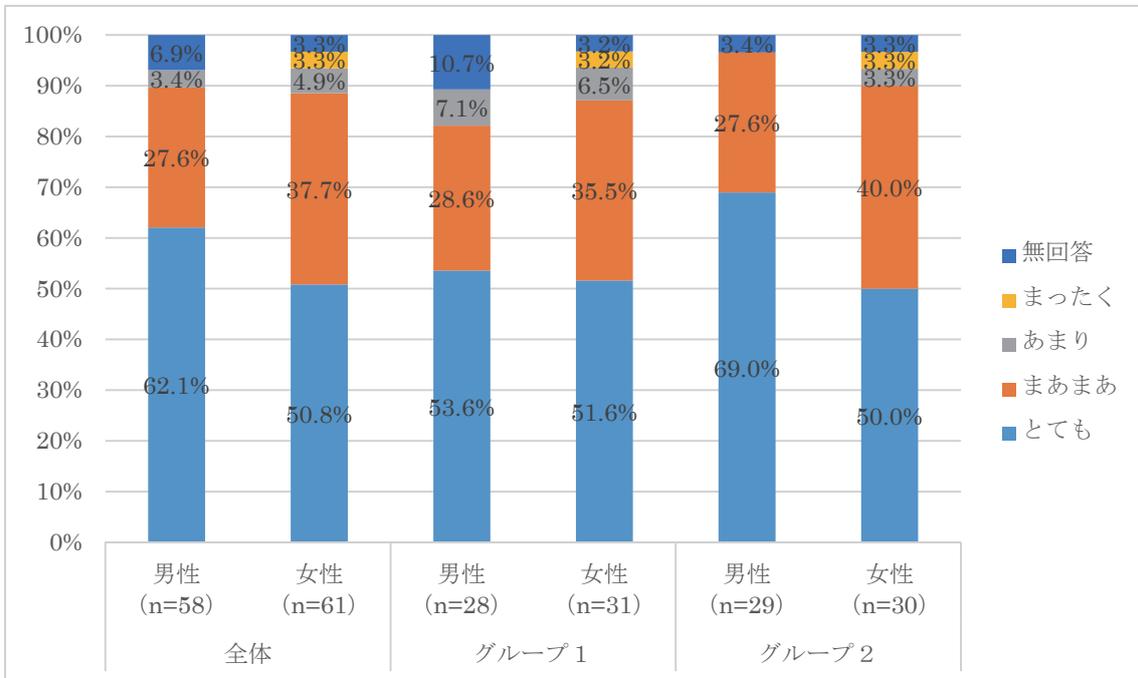


図 4-13 性別による感覚的な理解度の差異 (テーマ1)

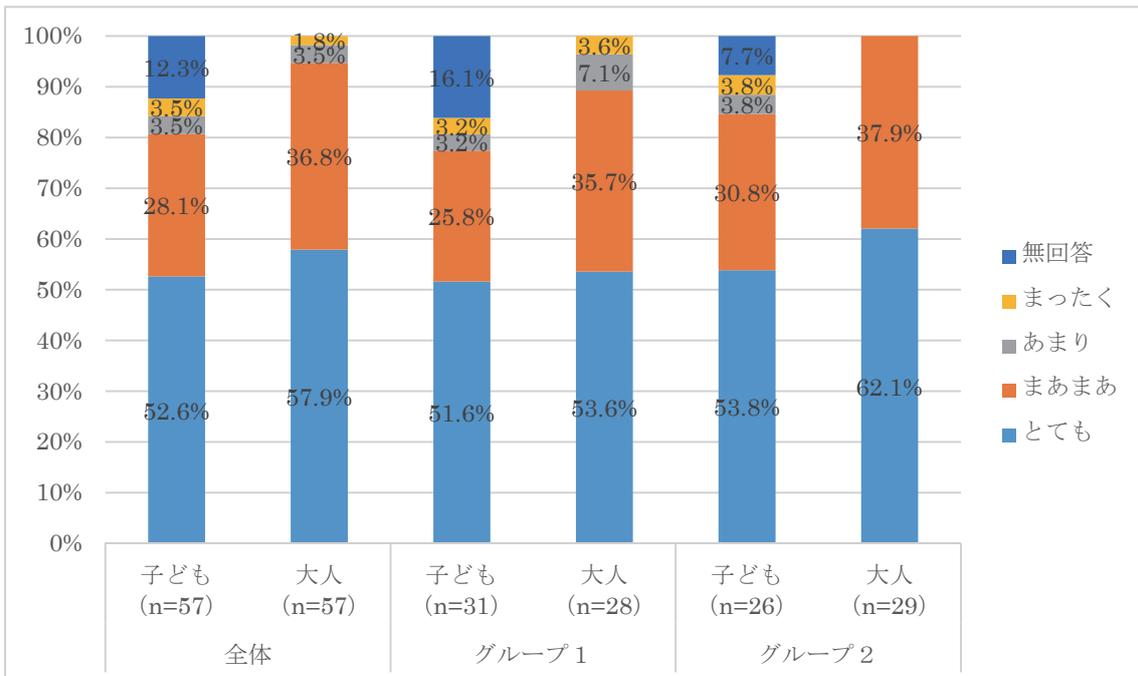


図 4-14 子どもと大人による感覚的な理解度の差異 (テーマ1)

次に、テーマ2について、図4-15に性別による差異を、図4-16に子どもと大人による差異を示す。図4-15より全体では、男性は「とても」が35.2%、「まあまあ」が40.0%で合わせて75.2%となり、女性は「とても」が31.1%と少し低くなっているが、「まあまあ」が49.2%で合計80.3%と男性より多くなっているのがわかる。

グループ別で見ると、3Dで解説したグループ1では、男性は「とても」が39.3%、「まあまあ」が32.1%で計71.4%となっており、女性が「とても」32.3%、「まあまあ」51.6%の計83.9%となっている。一方、2Dで解説したグループ2では、男性で「とても」が48.3%とグループ1より高くなっており、「まあまあ」が31.0%で合計も79.3%とグループ1よりも高くなっている。しかし、女性は「とても」が30.0%とグループ1よりも少し低く、「まあまあ」も46.7%で計76.7%とグループ1よりも少し低くなっている。この結果だけでは判断できないが、テーマ2に関しては、男性については2Dの方がむしろ感覚的な理解度を高めているものと思われる。

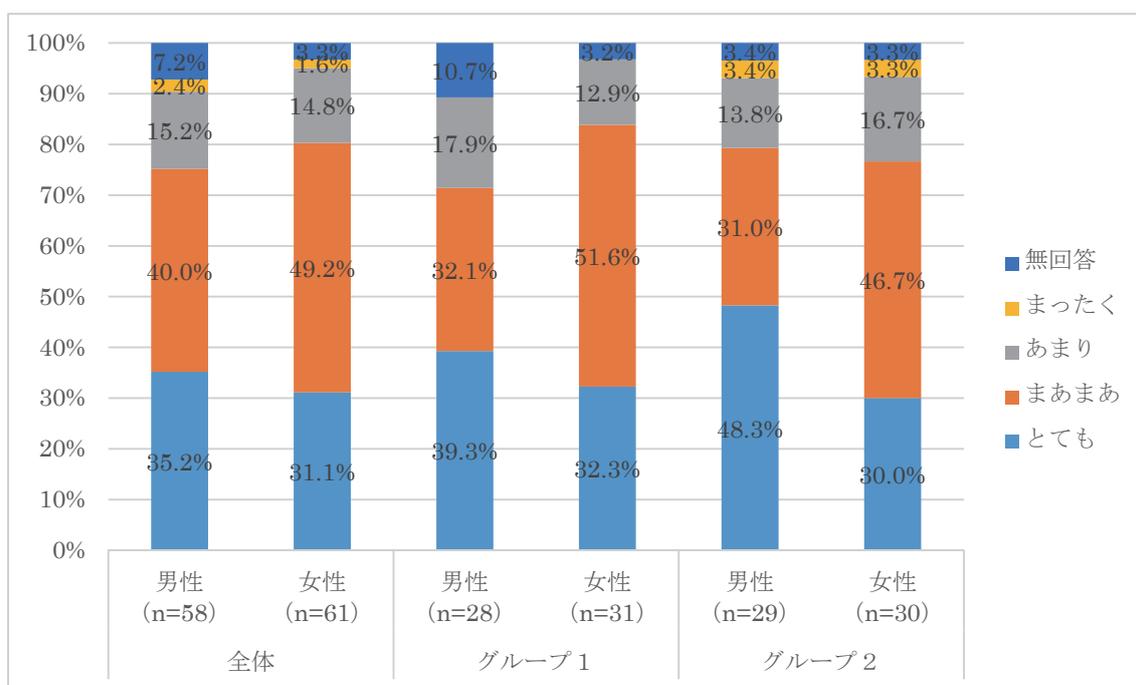


図4-15 性別による感覚的な理解度の差異（テーマ2）

続いて、図4-16より子どもと大人による差異については、全体では、子どもは「とても」が43.9%、「まあまあ」が26.3%で合わせて70.2%がポジティブな回答をしている。大人は「とても」が31.6%で子どもよりも低くなっているが、「まあまあ」が50.9%となっており、合計82.5%で子どもよりもポジティブ回答が多い。

グループ別で見ると、3Dだったグループ1では、子どもは「とても」が35.5%、「まあまあ」が38.7%で計74.2%となり、大人は「とても」が32.1%、「まあまあ」が46.4%で計78.5%となっており、子どもと大人で大きな差が見られない。一方、2Dだったグ

グループ2では、子どもは「とても」が53.8%ととても高くなっている。しかし、「まあまあ」が11.5%で合計すると65.3%と低く、さらに「あまり」が19.2%と比較的高くなっている。この差については、年齢層の差異（グループ2の方がやや年齢層が低い）ことも影響している可能性も考えられる。大人は「とても」が31.0%とグループ1とあまり変わらないが、「まあまあ」が55.2%と高く、合わせて86.2%とポジティブ回答が多くなっている。これより、テーマ2に関しては、子どもについては、2D映像の方が感覚的な理解度を高める可能性があることがうかがえるが、年齢層との関係性も考える必要があると思われる。

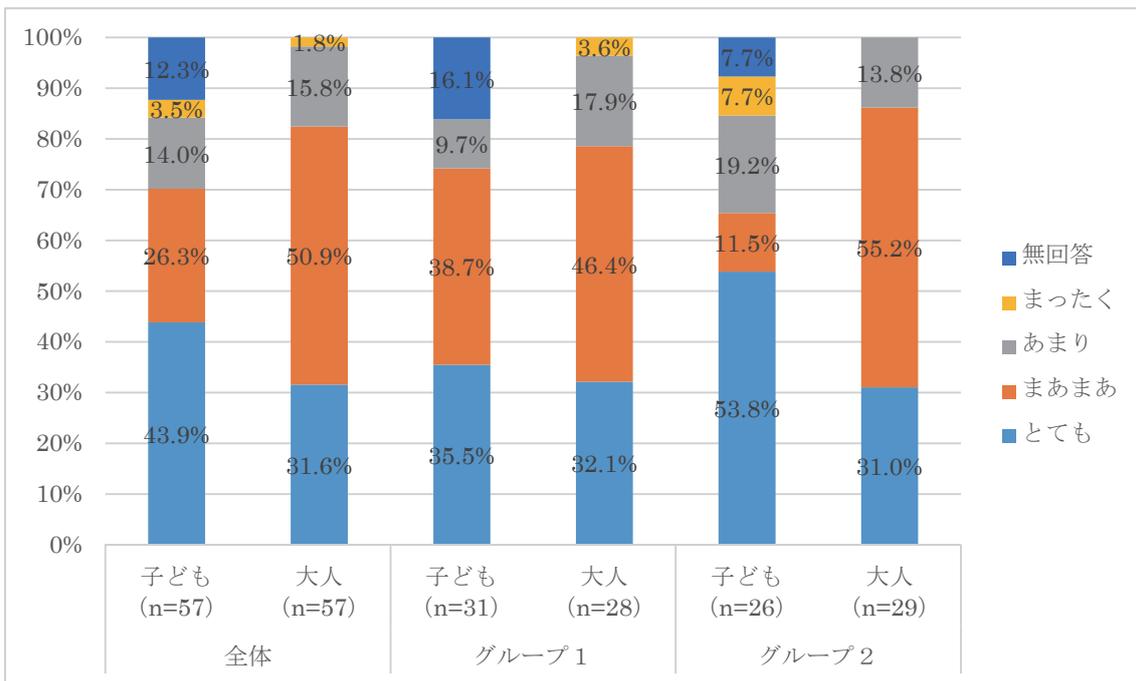


図 4-16 子どもと大人による感覚的な理解度の差異（テーマ2）

### (3) 実際の理解度と感覚的な理解度

本調査研究では、クイズによって測った実際の理解度とアンケートによって測った感覚的な理解度との関係をクロス集計で調べた。図 4-17 にテーマ1のクイズの正解者の感覚的な理解度を、図 4-18 にテーマ2のクイズの正解者の感覚的な理解度を示す。

まず、テーマ1について、図 4-18 より全体では、正解者のうち「とても」わかったと回答したのが59.4%、「まあまあ」が31.3%で、合わせて90.7%がポジティブ回答している。

グループ別に見ると、テーマ1が2Dだったグループ1では、「とても」が51.9%、「まあまあ」が32.7%で合計84.6%となっている。一方、3Dだったグループ2では、「とても」が68.2%とグループ1よりも高くなっており、「まあまあ」が29.5%で合わせると97.6%で、正解者のほとんどがポジティブ回答している。よって、テーマ1に関しては、正解者においては3D映像による効果が出ているものと思われる。

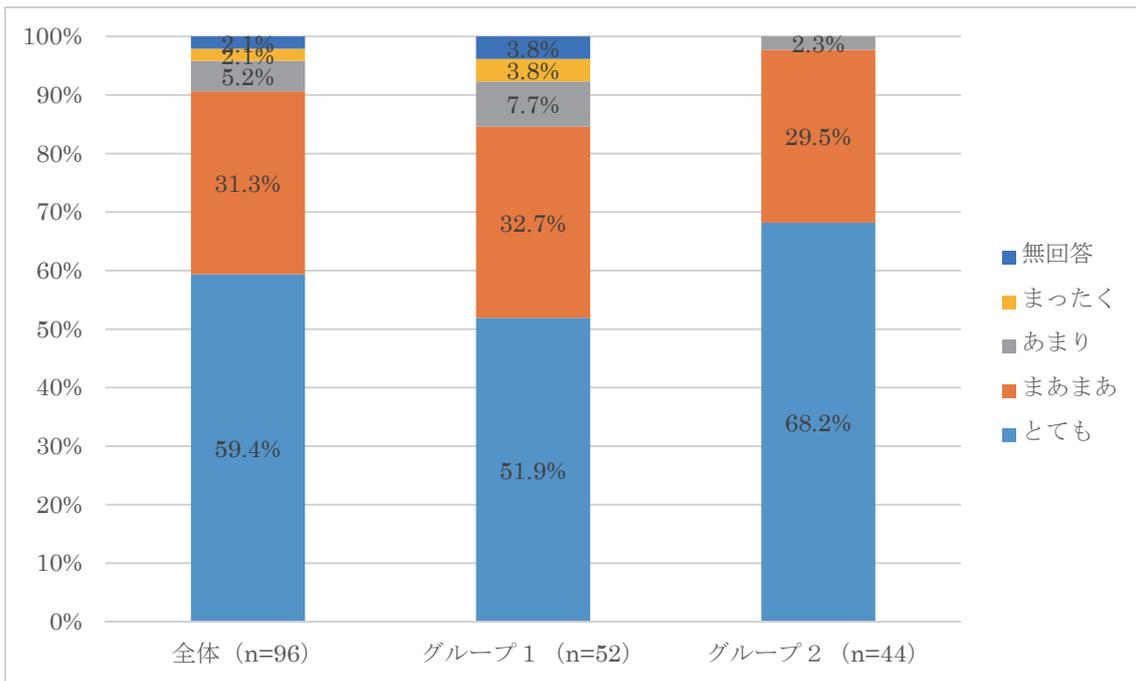


図 4-17 実際の理解度と感覚的な理解度 (テーマ 1)

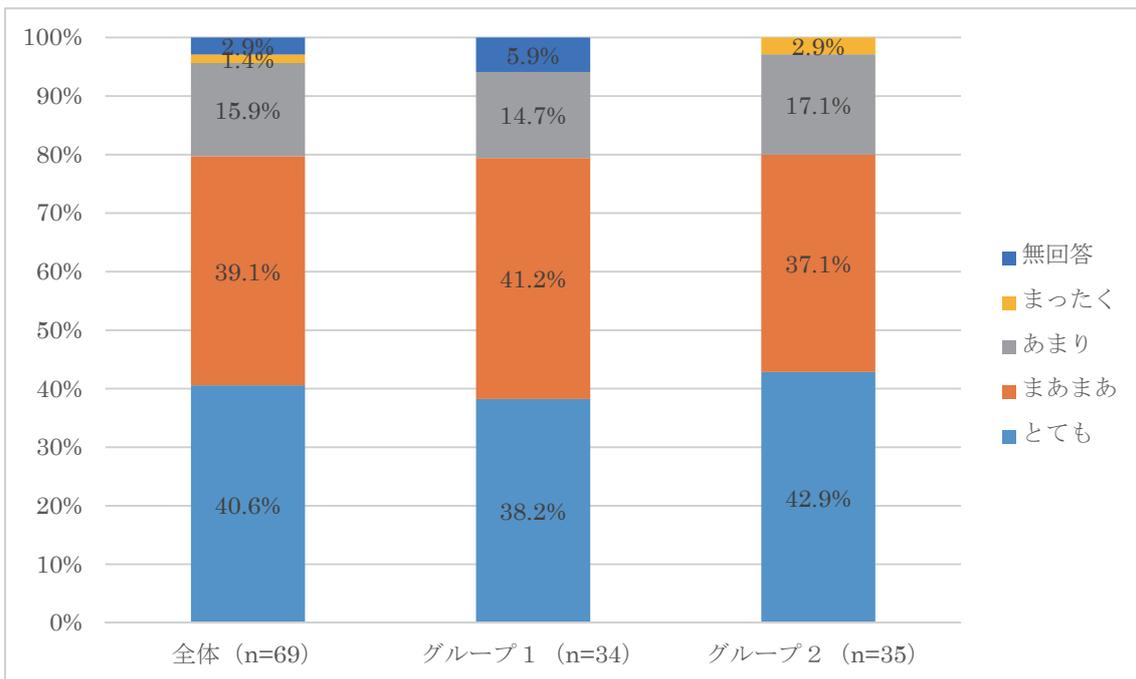


図 4-18 実際の理解度と感覚的な理解度 (テーマ 2)

続いて、テーマ 2 について見てみる。図 4-18 より全体では、「とても」が 40.6%、「まあまあ」が 39.1% で計 79.7% がポジティブ回答している。グループ別に見ると、3D で解説したグループ 1 では、「とても」が 38.2% とやや低いですが、「まあまあ」が 41.2% で

79.4%となっている。一方、2D で解説したグループ2では、「とても」が42.9%と少し高いが、「まあまあ」が37.1%で、合わせて80.0%となりグループ1とあまり変わらない。また両グループとも正解者の約20%がネガティブ回答していることも留意が必要であると思われる。この結果とテーマ2はそもそも正解者率が低いことから、テーマ2に関しては、3D 映像による効果が見られないことがうかがえる。

#### (4) 実際の理解度と 3D 映像の体験度

最後に、クイズの正解者が普段 3D 映像にどれくらい触れているか、つまり 3D 映像の体験度が高いほど 3D 映像の効果があるかどうかを調べた。ここでは、テーマ1およびテーマ2の正解者について、アンケートの「ふだん 3D (立体) 映像 (映画やゲームなど) をどれくらい見えていますか」の結果とクロス集計をとって調べた。

図 4-19 に、テーマ1の場合の結果を示す。図より、全体では「とても」(見ている)と回答しているのが3.1%、「まあまあ」と回答しているのが22.9%で、ポジティブ回答は合わせて26.0%となっている。

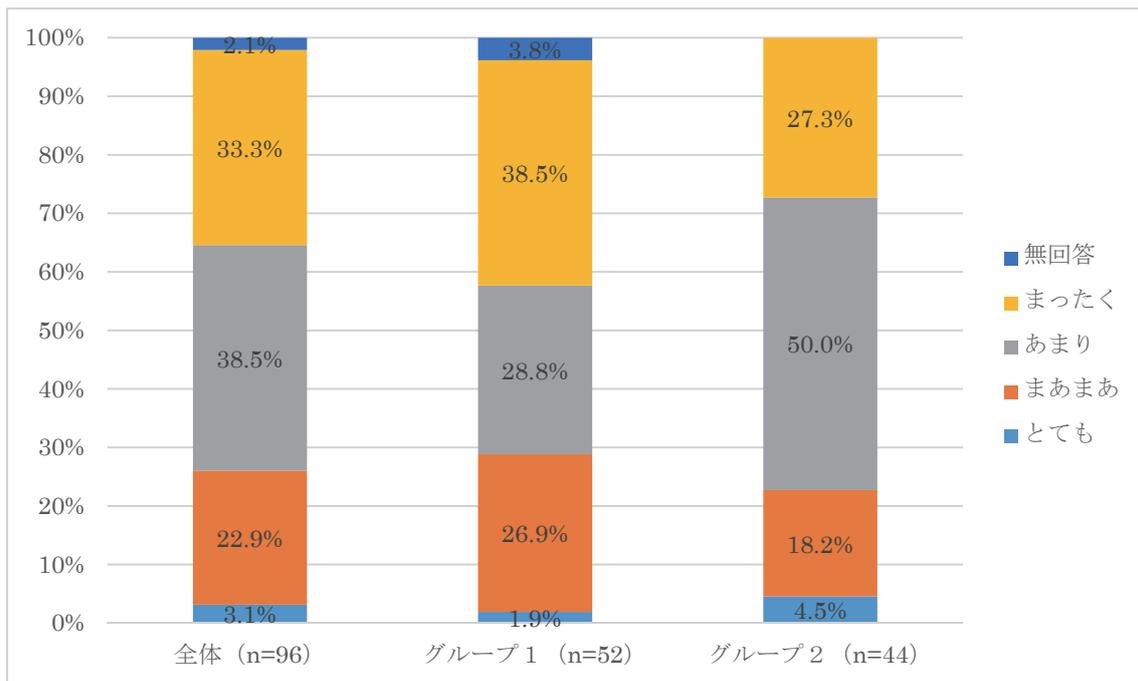


図 4-19 正解者の 3D 映像体験度 (テーマ1)

グループ別でみると、テーマ1が2D 映像だったグループ1では、「とても」が1.9%とやや低くなっているが、「まあまあ」が26.9%で合わせると28.8%となる。一方、テーマ1が3D 映像だったグループ2では、「とても」が4.5%と少し高くなっているが、「まあまあ」が18.2%で、合わせると22.7%となり、グループ1よりも低くなっている。

テーマ2についてはどうか。図4-20に場合の結果を示す。全体では「とても」が7.4%、「まあまあ」が25.0%で、合わせて32.4%となっている。グループ別では、テーマ2が3Dだったグループ1で、「とても」が5.9%、「まあまあ」が32.4%で計38.3%と比較的高い。テーマ2が2Dだったグループ2は、「とても」が8.6%、「まあまあ」が17.1%、合わせて25.7%となっており、テーマ1の場合と同様な結果が出ている。

これらの結果から、テーマ1とテーマ2で正解者の3D映像体験度にやや差異が見受けられるが、映像が2Dか3Dかによる差異はないと考えられる。つまり、この結果からは3D映像の体験度が高いと3D映像の効果があがるということはいえない。

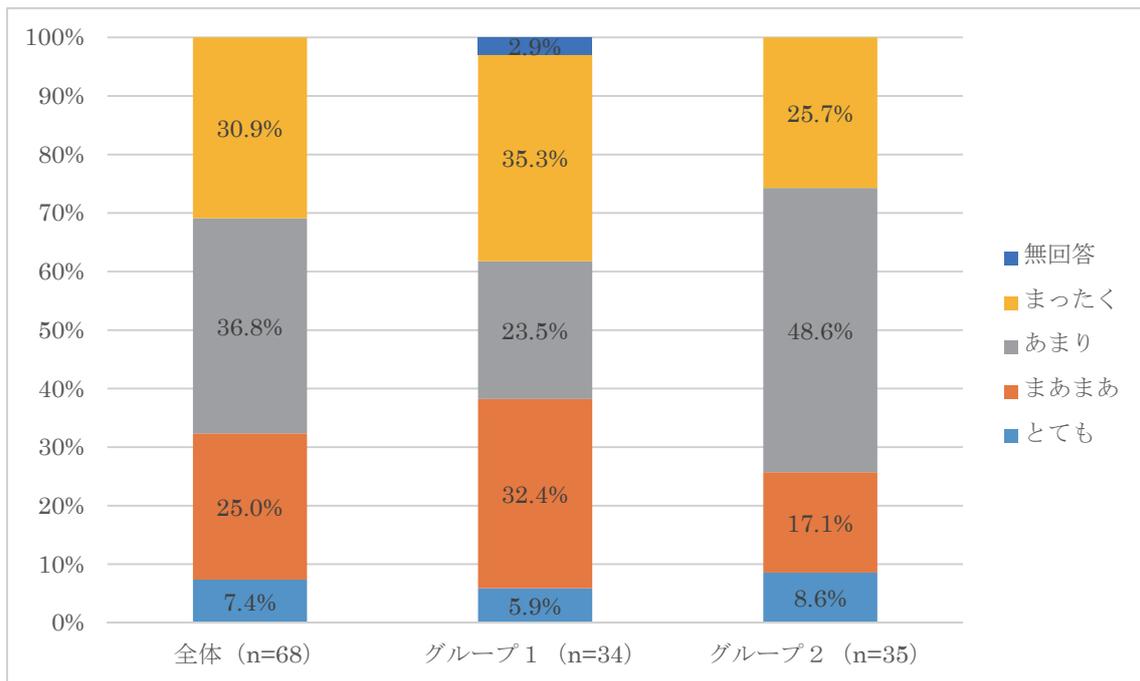


図4-20 正解者の3D映像体験度（テーマ2）

## 5. 考察

試行した教育プログラムにおけるクイズの結果とアンケートの結果をもとに、プログラムで用いたデジタル 3D 映像の効果について考察する。本調査研究では、テーマ 1 では形状や位置の把握、テーマ 2 では位置関係（距離感）の把握における効果を調べた。各テーマの結果について整理して考察する。

### 5-1. 参加者の属性

参加者の属性について表 5-1 に示す。前章でも述べたが、参加者は男性と女性、子どもと大人でほぼ同じ割合になっている。子どもの男女比、大人の男女比もほぼ同じになっている。

子どもは、3D 映像の体験度が「とても」と「まあまあ」を合わせて約 40%だが、大人は約 14%となっている。

表 5-1 参加者の属性

グループ	参加者数	内訳				
			男性	女性	無回答	計
グループ 1	62	子ども	15	17	2	34
		大人	13	14	1	28
グループ 2	63	子ども	15	16	3	34
		大人	15	14	0	29

### 5-2. 結果についての考察

#### (1) テーマ 1 についての考察

##### <実際の理解度>

- ・参加者全体では、正解者の割合が約 80%と高くなっている。
- ・グループ別では、2D 映像で解説したグループ 1 の方が 3D 映像で解説したグループ 2 よりも正解者数の割合が高くなっている。
- ・全体では、正解者の割合に性別による差異がほとんどない。
- ・グループ別では、男性は 2D のグループ 1 と 3D のグループ 2 で正解者の割合に差があまりないが、女性は 2D のグループ 1 の方が高い。
- ・全体では、子どもより大人の方が正解者の割合が高くなっている。
- ・グループ別では、子どもも大人も 2D のグループ 1 の方が 3D のグループ 2 よりも正解者の割合が高くなっている。

2D 映像の方が実際の理解度を高められることがうかがえ、特に女性については 2D の方が実際の理解度に効果があるものと思われる。

<感覚的な理解度>

- ・全体では、「とても」と「まあまあ」を合わせて約 85%が『わかった』と回答している。
- ・全体では、「とても」と回答している割合は男性の方が高い。ただし「まあまあ」も合わせると女性の方が高くなる。
- ・グループ別では、2D のグループ 1 では「とても」と回答した参加者の割合に性別による差はあまり見られないが、3D のグループ 2 では、「とても」と回答した割合は男性の方が高く、「まあまあ」を合わせても男性の方が高くなっている。
- ・全体では、「とても」と回答した割合は大人の方がやや高い。「まあまあ」も合わせるとさらに大人の方が高くなる。
- ・グループ別では、子どもはあまり差がないが、大人はグループ 2 の方が「とても」と回答している割合が高く、しかも「あまり」、「まったく」と回答している参加者がいない。

大人や男性には 3D 映像の方が感覚的な理解度を高められることがうかがえる。

<実際の理解度と感覚的な理解度との関係>

- ・全体では、正解者のうち「とても」と回答したのが約 60%、「まあまあ」を合わせると約 90%となっている。
- ・グループ別では、3D のグループ 2 の方が 2D のグループ 1 より「とても」と回答した割合が高く、「まあまあ」も合わせると 95%を超える

正解者においては 3D 映像の方が『わかった』と感じていた人が多く、3D 映像による効果がうかがえる。

(2) テーマ 2 についての考察

<実際の理解度>

- ・参加者全体では正解者の割合が約 55%とあまり高くない。
- ・グループ別では、3D 映像で解説したグループ 1 と 2D 映像で解説したグループ 2 で正解者数の割合にほとんど差がない。
- ・全体では、女性の方が正解者の割合が少し高くなっている。
- ・グループ別では、男性は 2D のグループ 2 の方が正解者の割合が高く、女性は 3D のグループ 2 の方が高くなっている。
- ・全体では、子どもより大人の方が正解者の割合がやや高くなっている。
- ・グループ別では、子どもは 3D のグループ 1 の方が正解者の割合が高く、大人は 2D のグループ 2 の方が高くなっている。

2D と 3D による大きな差異はないが、子どもや女性には 3D 映像による実際の理解度への効果がうかがえる。

#### < 感覚的な理解度 >

- ・全体では、「とても」と「まあまあ」を合わせて、約 75%が『わかった』と回答しているが、「とても」だけで比べるとテーマ 1 よりも低い。
- ・全体では、『わかった』と回答しているのは女性の方がやや多い。
- ・グループ別では、男性は 2D で解説したグループ 2 の方が「とても」という回答が多くなっている。
- ・全体では、子どもの方が「とても」と多く答えている。ただし、「まあまあ」も合わせると『わかった』と回答したのは大人の方が多い。
- ・グループ別では、子どもは 2D のグループ 2 で「とても」という回答が多い。ただし「あまり」という回答も 20%近く見られる。

男性や子どもについては 2D の方が感覚的な理解度を高められるものと思われる。

#### < 実際の理解度と感覚的な理解度との関係 >

- ・全体では、正解者のうち「とても」と回答したのが約 40%、「まあまあ」を合わせると約 80%とテーマ 1 より低い。
- ・グループ別では、3D のグループ 1 と 2D のグループ 1 で大きな差がないが、正解者の中にも「あまり」と「まったく」が 20%近くいる。

正解者においても 3D による効果はそれほど高くないものと思われる。

### (3) 全体的な考察

以上より、テーマ 1 とテーマ 2 を比べると 2D、3D にかかわらずテーマ 1 の方が実際の理解度が高いことより、テーマ 1 の方がわかりやすいものであったと思われる。比較して考察するうえでは考慮が必要であるが、それを踏まえたうえでもテーマ 1、テーマ 2 とも 3D 映像による効果は、性別や年齢層によって差異があることが示されたといえる。表 5-2 に各テーマの効果について示す。

表より、テーマ 1 については、3D による効果があるのは「大人の男性」であると思われる。ただし、感覚的な理解度については効果あると思われるが、実際の理解度については判断できない。一方、テーマ 2 については、「子どもの女性」に効果があるもの

と思われる。しかし、表 5-3 に示した実際の理解度と感覚的な理解度の関係では、テーマ 2 では 3D と 2D とに差がないとなっており、3D 映像での解説の場合でクイズにおいて正解を答えていても、アンケートでは 3D によって『わかった』と感じていない場合が生じている。ただし、これはテーマ 2 の内容自体に問題があった可能性も考えられる。

表 5-2 各テーマの効果

テーマ	理解度	男性	女性	子ども	大人
テーマ 1	実際の理解度	3D と 2D で 差なし	2D の方が 高	2D の方が やや高	2D の方が やや高
	感覚的な理解 度	3D の方が 高	3D の方が 高	3D と 2D で 差なし	3D の方が やや高
テーマ 2	実際の理解度	2D の方が 高	3D の方が 高	3D の方が 高	2D の方が 高
	感覚的な理解 度	2D の方が 高	3D の方が やや高	2D の方が やや高	2D の方が やや高

表 5-3 実際の理解度と感覚的な理解度の関係

		感覚的な理解度
実際の理解度 (正解者)	テーマ 1	3D の方が関連性高
	テーマ 2	3D と 2D で差なし

本調査研究では、形状や位置の把握、距離感の把握における 3D 映像の効果について調べたが、性別や年齢層が少なからず関係しうることが見受けられた。今回はサンプル数が少ないのでより正確に判断するために、もっとデータを収集する必要がある。さらに深く考察するにあたっては、認知科学や心理学、生理学的な視点でも見る必要があると思われる。引き続き手法を考えながらデータを取っていくことが重要と考える。

## 6. 3D デジタル映像技術の可能性

近年、3D デジタル映像の技術は従来の立体視という枠だけにおさまらず、プロジェクションマッピングや AR など新たな表現手法・技術が普及している。これらの手法・技術は科学館における科学技術教育においても活用できるものと思われる。

そこで、本調査研究では、プロジェクションマッピングを事例として科学技術教育における活用の可能性を探るために、教育プログラムの試作し、試行した。

### 6-1. 教育プログラムの構成

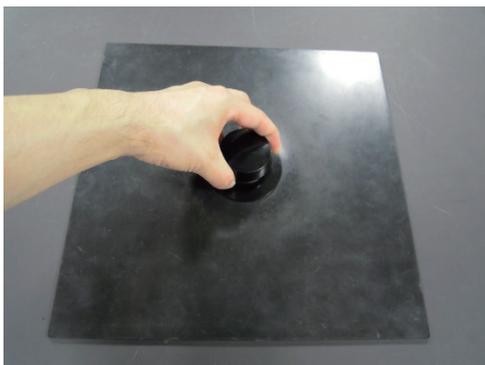
本調査研究では、空気をテーマにした教育プログラム（実験ショー）を試作し、実験または原理解説においてプロジェクションマッピングを試用した。以下のプログラムの構成を示す。

#### <プログラムの構成>

試作した教育プログラム（実験ショー）の構成は、『空気のふしぎ』というテーマで、「大気圧」、「空気の熱膨張」、「断熱圧縮」、「断熱圧縮」の4つの内容で構成し、各項目で、実際の実験とその原理解説を行った。

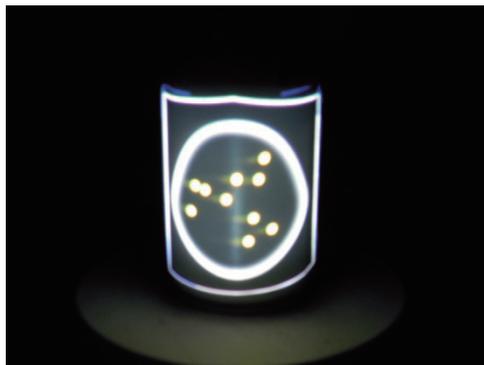
#### 実験1 大気圧

空気に圧す力（大気圧）があることを体感してもらう実験。持ち手のついたゴム製の板を机の上に空気が入らないように置くと、持ち手をつかんで真上に持ち上げようとしても上がらないのを体感してもらう。この原理解説において、ゴム製の板に直接映像を投影して、どれくらいの力がかかっていたのかを説明した。



#### 実験2 空気の熱膨張

空気は温めると膨張することを見てももらう実験。ペットボトルの空き缶の口にしぼんだ風船を取り付け、缶をあたためると風船が膨らむ様子を見てももらう。この原理解説において、その空き缶に、缶の中にある空気の膨張の様子（分子の運動の様子）をイメージしたアニメーション映像を直接投影して説明した。



### 実験3 断熱圧縮

空気を圧縮すると温度が上がる様子を見てもらう実験。ポンプのついたペットボトルに空気を入れていくとボトルの中の空気が圧縮されて温度が上がっていく様子をサーモカメラで見てもらう。この実験において、ペットボトルにサーモカメラでとらえた映像を、ボトルの形状に合わせて直接投影して温度の変化の様子をリアルタイムで示した。



### 実験4 断熱膨張

空気が膨張すると温度が下がる様子を見てもらう実験。ポンプのついたペットボトルに空気を入れてボトルの中の圧縮した後、ポンプをはずしてボトルの中の空気を一気に外に出して中の空気が膨張したのと同じ状態にし、温度が下がっていく様子をサーモカメラで見てもらう。実験3と同様に、サーモカメラでとらえた映像を、ボトルの形状に合わせて直接投影して温度の変化の様子をリアルタイムで示した。



## 6-2. 試行結果

試作した教育プログラムを一般の個人来館者を対象に試行した。終了後にアンケートをとって、映像がわかりやすいと感じたかを調べた。

試行日時 2014年3月30日

参加者数 約50人（アンケート回答者数は18人）

アンケートの結果を図6-1に示す。回答者数が少ないので正確な分析、考察はできないが、「とても」わかりやすかったという回答が多いのは、実験1と実験3で61.6%となっている。実験1は実際に使った道具にサイズや数値を投影して説明している点では感覚的な理解度は高まると思われる。

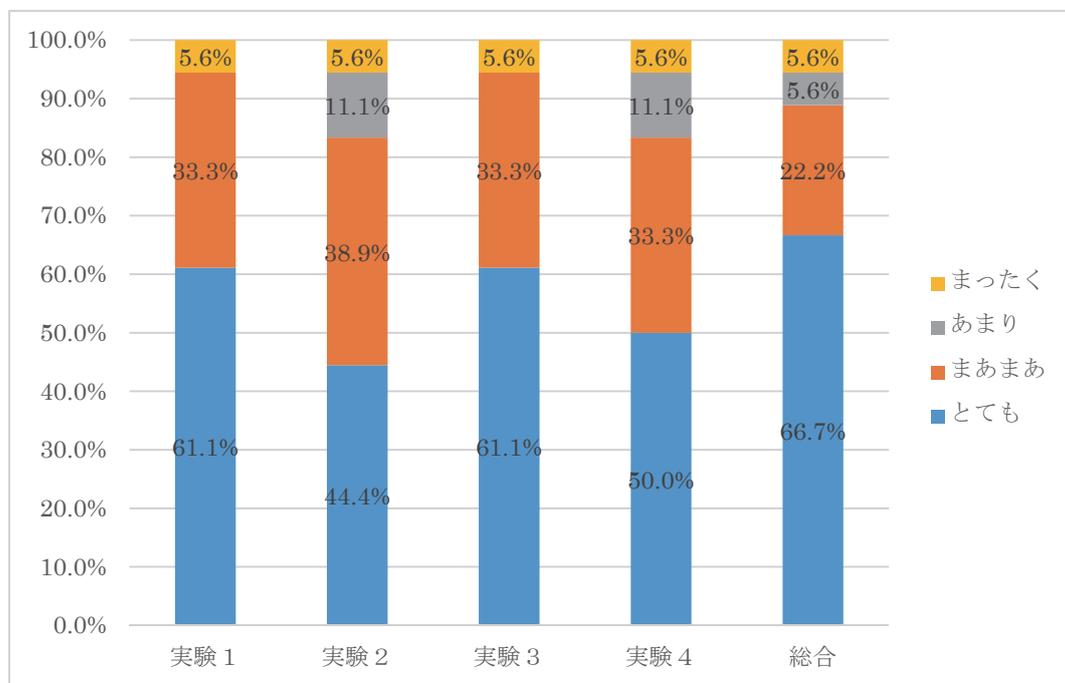


図6-1 解説映像の感覚的な理解度

実験3は、ペットボトルの形状に合わせてサーモカメラの映像を投影しており見た目でわかりやすい。しかし同じ手法の実験4では少し下がっている。しかも実験4の方が温度変化のスピードが速くわかりやすいにもかかわらず下がっている。この点については同じ手法が続いたことによる印象も関係があるかもしれない。

一番少ないのは実験2で44.4%であった。実験2は空気の膨張をイメージした映像であるが、あくまでもイメージなので理解へつなげるにはもっと工夫が必要であると思われる。また実験2については、映像以前にサイズが小さくてわかりにくかったという点もある（その点についてアンケート用紙に記述している回答者が数名いた）。

総合的な評価では 66.7%が「とても」と回答していることより、実験内容との組み合わせをうまく考えれば、効果があがることが期待される。今後もプロジェクションマッピングをはじめ、新たな 3D デジタル映像を活用した科学技術教育手法について実践的な調査研究に取り組んでいきたいと考える。

#### 参考

- 1) 財団法人日本科学技術振興財団：「博物館におけるデジタル映像技術の利用と、その効果に関する調査研究」、2007 年 3 月
- 2) 中村隆、奥野光、田代英俊：「博物館におけるデジタル映像技術の導入の現状と課題に関する調査研究」、日本ミュージアム・マネジメント学会研究紀要第 12 号、2008 年 3 月
- 3) 中村隆、小林成稔、鈴木まどか、田代英俊：「科学館における教育プログラムの効果測定手法に関する調査研究」、日本ミュージアム・マネジメント学会研究紀要第 14 号、2010 年 3 月
- 4) 公益財団法人日本科学技術振興財団：「科学館の効果を測るためのデータの収集・分析手法に関する実践的調査研究」、2011 年 5 月