

# 科学館における 仮想空間を活用した学習の手法・あり方 に関する調査研究

2024年3月





## はじめに

仮想空間に関する技術は、科学館においても、AR や MR などの映像技術と合わせた展示や教育プログラムの実践というかたちで導入されはじめている。しかし、それらは学習のための一手法として活用しているというよりは、技術自体の紹介や体験が主となっている傾向にある。

一方、社会では、様々な社会的課題の解決策のひとつとして、仮想空間と現実空間の高度な融合を基盤とする **Society5.0** の概念が提唱され、その実現に向けて既に様々な分野において技術が開発され導入されてきている。しかし、一般の認知度はあまり高くない傾向が見られる。

そこで、本調査研究では、青少年が多く来館する科学館において、人材育成の観点からも、現実空間との融合もふまえた仮想空間を活用した学習について、「技術を活用することで、どのような効果があるか」を伝えること念頭に、仮想空間を活用した学習の手法やあり方を考察することとした。

本調査研究では、まず仮想空間に関連する技術の現状について、科学館における学習での活用に鑑み、国内の仮想空間に関連する展示会等を視察し、技術の事例調査を行った。また活用に向けて学習する来館者が、仮想空間についてどのようなイメージを持ち、どれくらいの体験をしているかを把握するために、科学技術館の来館者を対象に、アンケートにより仮想空間に関する意識調査を行った。そして、それらの結果もふまえて、仮想空間を活用した教育プログラムを試作し、科学技術館の来館者にむけて試行して、その効果をアンケートにより測定した。これらの調査結果より科学館における仮想空間を活用した学習の有効性が期待できることが示された。

本調査研究を行うにあたり、ご協力いただきました、科学技術館映像シアター「シンラドーム」において上演している「科学ライブショー『ユニバース』」の講師の皆様および運営スタッフの皆様へ深謝いたします。また、ご助成いただいた一般財団法人新技術振興渡辺記念会様に厚く御礼申し上げます。

2024 年 3 月

公益財団法人 日本科学技術振興財団  
科学技術館

# 目 次

## はじめに

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 調査研究の背景・目的         | 1  |
| 2. 調査研究の内容            | 2  |
| 3. 調査研究の結果と考察         | 4  |
| 3-1. 仮想空間に関連する技術の事例調査 | 4  |
| 3-2. 仮想空間についての意識調査    | 10 |
| 3-3. 教育プログラムの試行と結果の考察 | 14 |
| 4. まとめ                | 27 |

---

### <調査研究スタッフ>

|                  |          |        |      |
|------------------|----------|--------|------|
| 公益財団法人日本科学技術振興財団 | 科学技術館運営部 | 展示グループ | 松浦 匡 |
| 公益財団法人日本科学技術振興財団 | 科学技術館運営部 | 展示グループ | 中村 隆 |
| 公益財団法人日本科学技術振興財団 | 科学技術館運営部 | 技術グループ | 島田 悠 |

---

## 1. 調査研究の背景・目的

2016年に策定された第5期科学技術基本計画において、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」として提唱された Society5.0 は、実現に向け既に様々な分野において技術が開発され導入されてきている。

しかし、一般の認知度はあまり高くない傾向が見られる。例えば、一般財団法人経済広報センターが2019年度に行った意識調査では、Society5.0について「全く知らない」が57%にもなっている。

Society5.0という言葉の認知はともかく、仮想空間の技術を活用することで、どのような効果があるかを示したうえで技術を紹介し、興味・関心を高め、ひいては将来の技術者育成につなげることは、科学館において重要であり、また使命である。

科学館では、従来からシミュレータをはじめ科学技術教育の手法として仮想空間を活用した学習を提供している。新型コロナウイルス感染症が拡大し始めた2020年以降は、ウェブサイト上にバーチャルツアーのコンテンツを設けたり、感染拡大防止のため休止または体験を制約したりしている展示を補完するためにAR（拡張現実）やMR（複合現実）など仮想空間と現実空間を融合する技術を活用した展示や教育プログラムが実践されている（図1-1）。

しかし、科学館では一手法として技術自体を見せることが主となり、「技術を活用することで、どのような効果があるか」という視点で調査研究を行っている事例は少ない。

技術のすばらしさを伝え、技術の普及へとつなげるうえでも、さらには将来の技術者の育成に向けても、その技術の活用の効果を調査研究し、今後の発展について考え、示していくことは重要であり、使命である。特に仮想空間に関する技術は、これからの社会においては、あらゆる分野で導入される技術であり、正しい理解と活用が求められる。

そこで、本調査研究では、Society5.0の概念も鑑み、科学館における現実空間との融合もふまえた仮想空間を活用した学習について、その効果とともに、手法やあり方を考察することを目的とする。

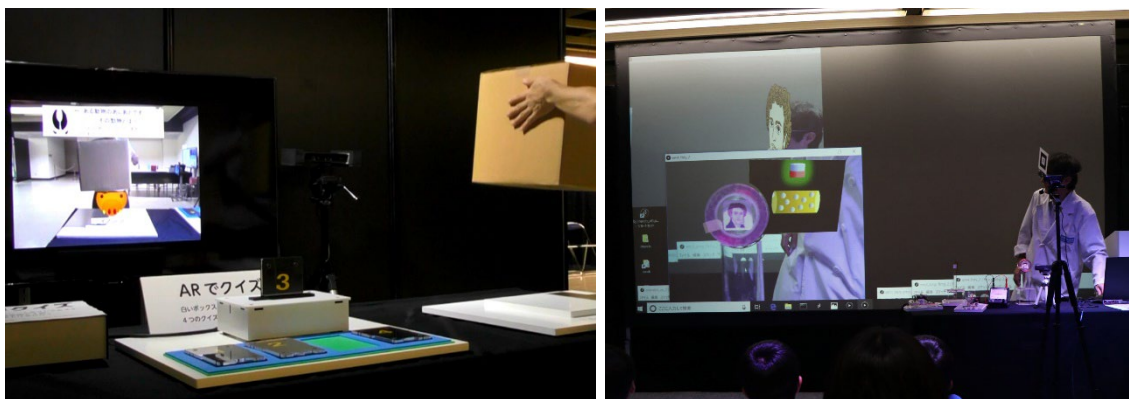


図 1-1 AR を活用した展示および教育プログラムの例

## 2. 調査研究の内容

### ① 仮想空間に関連する技術の事例調査

近年、Society5.0 をテーマに、仮想空間と現実空間の融合に関する技術の展示会が開催されている。例えば、2021 年 7 月には、東京スカイツリータウンをメイン会場に「Society 5.0 科学博」が開催され、実物や体験型の展示が並び、青少年が夏休みの自由研究のテーマや題材としても活用できるコンテンツも用意されていた。また、2022 年 10 月に幕張メッセにて開催された「CEATEC 2022」は、「Toward Society 5.0」とサブタイトルをつけて開催され、実現を支える電子部品や電子デバイス、ソフトウェアなどが展示された。

そこで、2023 年度に開催された国内の仮想空間に関連する技術の展示会や研究所の公開日などを視察し、現在活用されている技術や新たに導入が期待される開発中の技術、最新コンテンツやアプリケーションなどの事例を調査した。

関連する技術は、AI やロボティクス、ビッグデータ解析技術、IoT、XR（クロスリアリティまたはエクステンデッドリアリティ）、ナノテクノロジー等の多種多様の分野にまたがり広範囲であるので、本調査においては IoT や XR、ビッグデータ、メタバースなど、科学館において活用が期待できる技術やコンテンツを主に調査した。

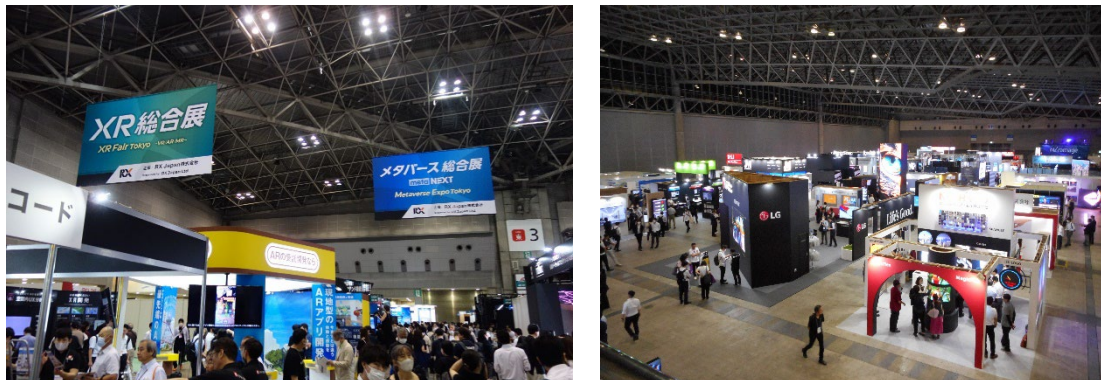


図 2-1 本調査研究で調査した展示会の例

### ② 仮想空間についての意識調査

本調査研究では、仮想空間を活用した学習の効果を測るうえで、そもそも青少年をはじめとする一般が、仮想空間に対してどのようなイメージを持っているのか、どれくらい体験しているのかを知る必要があると考え、科学技術館の来館者を対象に、仮想空間についての意識をアンケートにより調査した。アンケートは試作した教育プログラムの試行（③）において、終了後に参加者に対して行った。

### ③ 教育プログラムの試行と結果の考察

科学技術館において、仮想空間を活用した 2 つの教育プログラムを考案し、来館者を対象に試行した。



## プログラムⅠ：科学ライブショー

科学技術館にはリアルタイムシミュレーションが行える映像シアターがあり、大学教員や研究機関の研究者が講師となって解説する「科学ライブショー」を上演している。このライブショーにおいて、宇宙や分子等マクロやミクロの世界で直接見ることができない現象について仮想空間でのリアルタイムシミュレーションを行い、映像による学習の効果を測った。また、プログラムの終了後にアンケートにより意識調査（②）を行った。

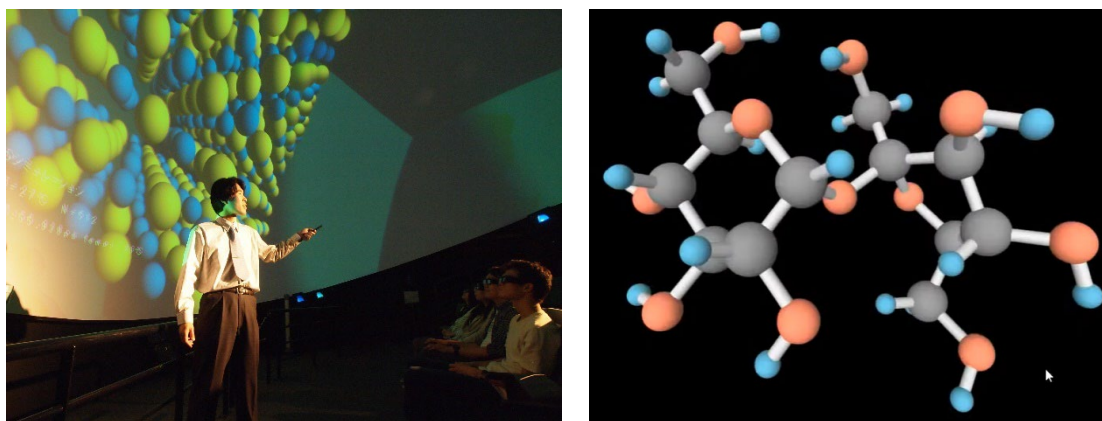


図 2-2 本調査研究で試行した科学ライブショーの様子

## プログラムⅡ：体験型イベント

仮想空間を活用した「体験型イベント」のプログラムを試作し、科学技術館内に特設会場を設けて、来館者に試行した。終了後にプログラムに参加した来館者にアンケートを行い、プログラムの効果を測定した。

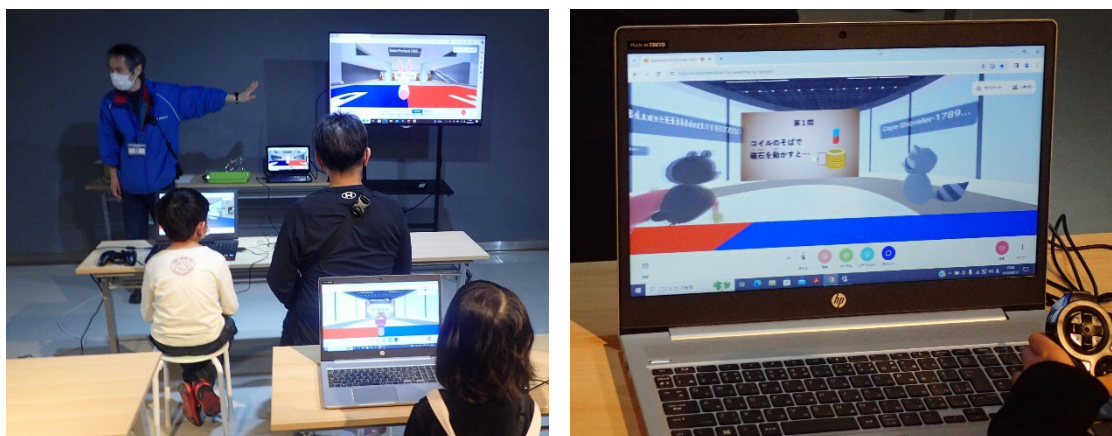


図 2-3 本調査研究で試行した体験型イベントの様子

プログラムⅠ、プログラムⅡでのアンケート調査の結果より、仮想空間を活用した学習の効果と手法やあり方について考察した。

### 3. 調査研究の結果と考察

#### 3-1. 仮想空間に関連する技術の事例調査

本調査研究では、2023年に国内で開催された仮想空間に関連する技術の展示会や研究所の公開日などを視察し、現在活用されている技術や新たに導入が期待される開発中の技術、最新コンテンツやアプリケーションなどの動向を探った。

仮想空間に関連する技術やコンテンツは多分野にまたがり、また極めて広範であるので、本調査研究では、IoTやXR、ビッグデータ、メタバースなど科学館において仮想空間の活用が期待できる技術やコンテンツを主な対象とした。視察した展示会等を表3-1-1に示す。

表 3-1-1 事例調査で視察した展示会など

| 展示会など                                | 主催                     | 会場                 | 開催期間                                              |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| 技研公開 2023                            | NHK 放送技術研究所            | NHK 放送技術研究所        | 2023 年<br>6 月 1 日～4 日                             |
| Interop Tokyo 2023                   | Interop Tokyo<br>実行委員会 | 幕張メッセ              | 2023 年<br>6 月 14 日～16 日<br>※オンライン<br>7 月 3 日～31 日 |
| 第 3 回 XR<br>総合展 夏                    | RX Japan               | 東京ビッグサイト           | 2023 年<br>6 月 28 日～30 日                           |
| 第 1 回 [次世代]通信<br>技術&ソリューション展 COMNEXT | RX Japan               | 東京ビッグサイト           | 2023 年<br>6 月 28 日～30 日                           |
| 第 1 回 メタバース<br>総合展 夏                 | RX Japan               | 東京ビッグサイト           | 2023 年<br>6 月 28 日～30 日                           |
| CEATEC 2023                          | 電子情報技術産業協会<br>(JEITA)  | 幕張メッセ              | 2023 年<br>10 月 17 日～20 日                          |
| NTT R&D FORUM<br>2023                | 日本電信電話株式会社<br>(NTT)    | NTT 武蔵野<br>研究開発センタ | 2023 年<br>11 月 14 日～17 日                          |

##### (1) 技研公開 2023

サブタイトル「メディアを支え、未来を創る」は、科学館の展示などに即時に直結するものでは必ずしもないが、今やメディアは感性を伝えるものでもあり、また放送と通信の融合が謳われて久しい今日、その手法や目指すところは本研究においても大いに参考になると感じた。

一例として、実現すればより没入感・臨場感が高まるであろう研究中のディスプレイ技術や、解説音声・外国語字幕・字幕や手話 CGなどを生成するアクセシビリティ支援技術(図3-1-1)などは、放送とは異なるかたちでも、また学習用の仮想空間のためにも、有用であろうと考えられる。



## さまざまな情報を、それぞれの人にあった伝え方で



図 3-1-1 NHK 技研によるアクセシビリティ支援技術の考え方の例  
(<https://www.nhk.or.jp/str/open2023/tenji/4/>より引用)

### (2) Interop Tokyo 2023

30 回を迎えた本イベントは、最新の ICT とそのソリューションを体感する場所であり、ネットワーク寄りではあるものの、国内外の数百の企業・団体の動向を一度に概観することができた。



図 3-1-2 Interop 会場から遠隔地のロボットアームがリアルタイム操作されている展示  
(6 月 15 日撮影)

5G/ローカル 5G による超低遅延・大容量通信、またその具体例としてのリアルタイム遠隔ロボットアーム制御（図 3-1-2）などは、科学館においても、例えば立ち入ることが不可能な工場での生産過程を来館者に示すことや、実際の産機の操縦や動作などを体験するといったかたちで、仮想空間を介すにせよそうでないにせよ、そのまま活用可能であると考えられる。

### （３） 第 3 回 XR 総合展 夏

VR（仮想現実）・AR（拡張現実）・MR（複合現実）技術の総称である XR 技術に特化した専門展で、現実世界と仮想世界を融合することで現実には存在しないものを知覚するという考え方は、当館のサイバー空間をテーマにした展示室にも通底しているため、その最新動向を視察した。

ウェアラブルディスプレイ装置やシミュレータなどは、やはり時間を経ることで発展しており、より没入できる仮想空間を実現するためのデバイスとしての活用や容易な開発（図 3-1-3）が期待される。



図 3-1-3 簡便な AR 開発・実装の紹介（6 月 30 日撮影）

### （４） 第 1 回 [次世代]通信技術&ソリューション展 COMNEXT

前々項・前項と同時開催で、こちらも初開催の、次世代の通信技術・ソリューションが集結する国際展示会であるため視察した。

今後、5G や Beyond 5G（6G）といった高速・大容量通信システムが前提になっていく中、それによって実現可能なことは当然に増えていくが、重要なのはそれを活用できるようなコンテンツ、またそれを開発する人材であるという識者のメッセージ（図 3-1-4）は、社会教育施設である科学館にとっても改めて重要な視点であった。



図 3-1-4 COMNEXT 会場に掲出されていたメッセージ（6 月 30 日撮影）

#### （5）第1回 メタバース総合展 夏

前項と同時開催された、メタバースに特化した展示会の初回ということで、同様に最新動向を視察した（図 3-1-5）。

英語名称には「meta NEXT」が含まれており、こちらでもバーチャルとリアルとの融合を謳った各社の取り組みが見受けられた。また複数の会社が、内容に合わせてカスタマイズできるメタバースのプラットフォームの提供を紹介していた。



図 3-1-5 「XR 総合展」および「メタバース総合展」の様子（6 月 30 日撮影）



## (6) CEATEC 2023

経済発展と社会課題の解決を両立する Society 5.0 の実現を目指し、またサブタイトルに「toward Society 5.0」を冠した総合展示会へは、主催が当館展示室の出展団体でもあり関係が深いことから、見学すべき箇所の示唆も受けた上で視察に臨んだ。

テクノロジー全般のエリア、電子部品や電子デバイスのエリア、Society 5.0 の未来社会を体現する「共創」エリアなどが設定される中で、ビッグデータ的に現実の情報をリアルタイムで提示するだけでも面白くなり得るという展示（図 3-1-6）が、科学館の立場からは大変に興味深かった。



図 3-1-6 鉄道運行に関わるプラットフォームの展示例（10月18日撮影）

## (7) NTT R&D FORUM 2023

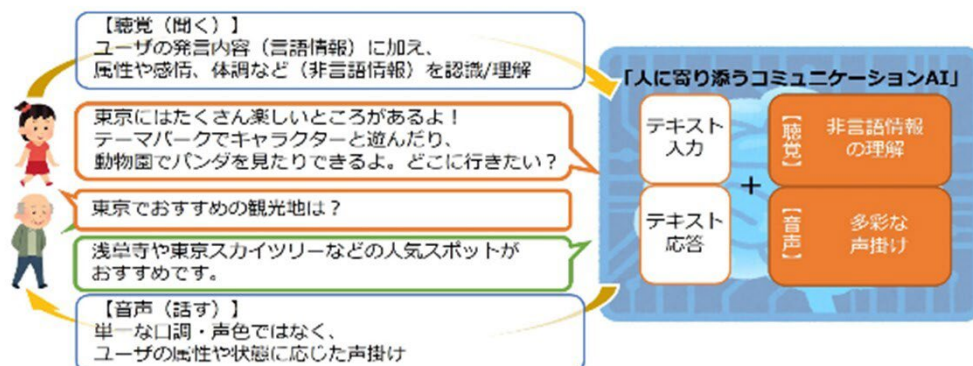


図 3-1-7 NTT によるグラフィカルな言語処理モデルの図示

(<https://www.rd.ntt/forum/2023/>より引用)

同じく当館展示室の出展社によるフォーラムは、「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) ACCELERATION」と題された、次世代情報ネットワークの最新動向を中心としたものであり、内容を調査した。

研究開発のうち、最も身近に感じられまた応用の想像が付きやすいものは、日本語を得意とする大規模言語モデル（図 3-1-7）の発表であった。仮想空間において、ともすると独特なものとならざるを得ないデバイスやインターフェースに悩まされることなく、口頭で自然言語を発することで体験が進められるようなことが期待される。

以上のように、さまざまな展示会や研究所公開などにおいて仮想空間に関する技術動向を見てきた。

率直な感想としては、特にデバイスについては、新しいモデルとは言えその機能やサイズは想像の範疇に収まるものが多く、驚くようなブレイクスルーが発生しているという印象はあまり受けなかった。しかしながら、小型化や大容量化、低価格化といった、普及に向けて重要な進歩は着実に遂げており、遠くない将来に製品として容易に入手できるであろう想像が可能な展示も少なくなかった。

現実の映像に重ね合わせて表示される情報、またフル CG などバーチャルなコンテンツは、テレビであれ、スマートフォンであれその他のモニタ類であれ、今や毎日のように目にする画面内に必ず存在する。科学館の展示においても、またその主な来館者層である子ども達にとっても、その傾向は変わらず、今後より一層加速化することは疑いない。その点において、仮想空間は既に馴染みのあるものと言うこともできることから、それを活用した学習は喜ばれ、また効果があることも期待できる。そして、仮想空間を実装するための技術が発展することで、より没入でき、よってより楽しく学習できるコンテンツを開発できることへと夢は広がる。

一方で、親しみやすいがゆえに、悪い意味で現実世界と仮想世界の区別が難しくなるといった危険は生じ得る。仮想空間の出来が良過ぎると、今度はいわゆる不気味の谷現象によってその親しみが失われてしまうことも考えられる。そこまでではないにしても、仮想空間の出来栄にばかり目を向けられてしまうことで、本来その空間を介して伝えたいこと、当館であれば例えば現実空間では紹介が難しい大規模な自然現象の説明や科学・技術の歴史を辿るような体験などに、集中されなくなってしまうというおそれはある。そのような観点からは、あるいは、あえて若干古いインターフェースを用いさせたり、少し解像度の低い仮想空間を旅させたりすることで、適度に仮想空間での学びを楽しませるといった手法も考えられる。

### 3-2. 仮想空間についての意識調査

仮想空間を活用した学習の効果を測るにあたっては、そもそも青少年をはじめ一般が、仮想空間に対してどのようなイメージを持っているのか、どれくらい体験しているのかを知る必要があると考える。そこで、科学技術館の来館者を対象に、仮想空間についての意識をアンケートにより調査した。アンケートは試作した教育プログラムの試行(③)において、終了後に参加者に対して行った。

#### (1) 来館者の属性

意識の結果について述べる前に、まず回答者の属性について、図 3-2-1 に回答者の性別、図 3-2-2 に、回答者の年齢層として、子どもの学年(1)、大人の年代(2)を示す。

図 3-2-1 より、回答者は男性が 48.9%、女性 45.5%(無回答 5.7%)と男性と女性がほぼ同じ割合となっていた。

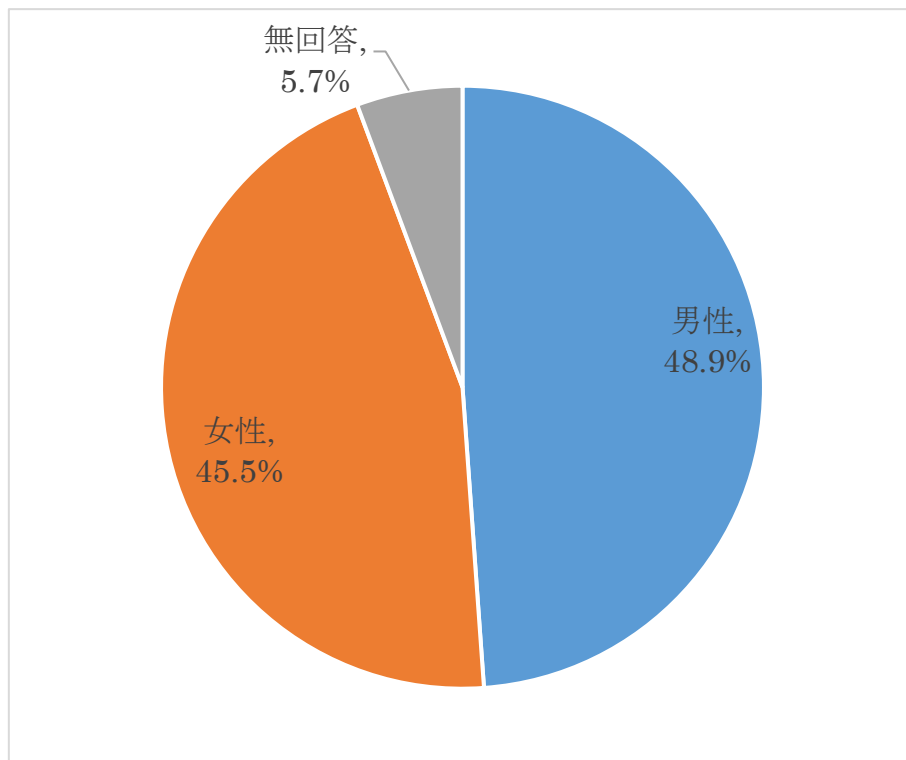
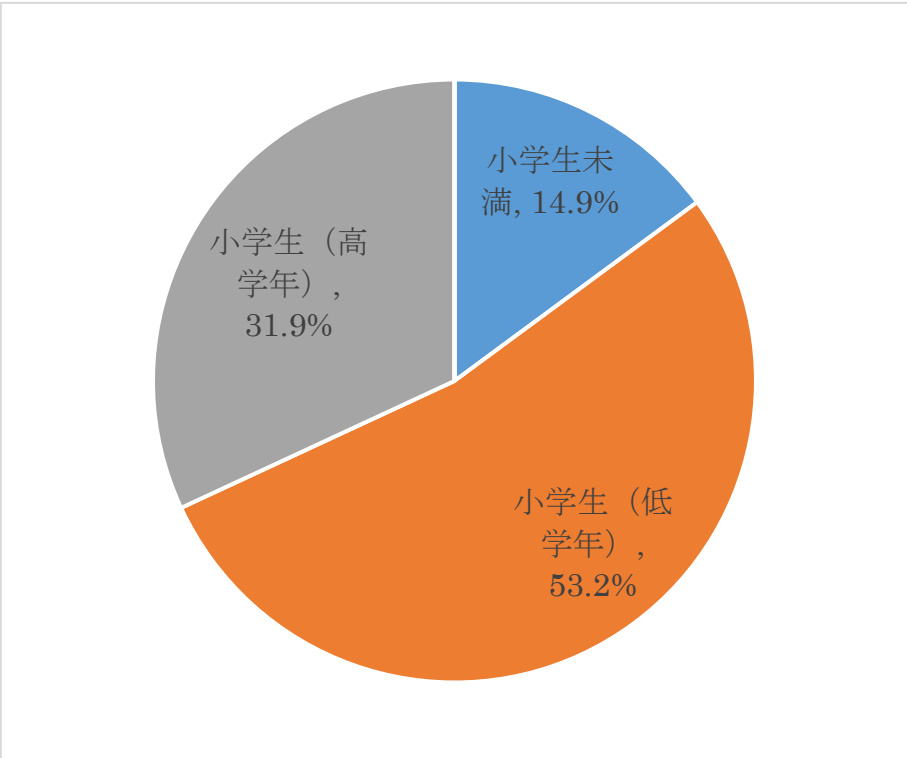


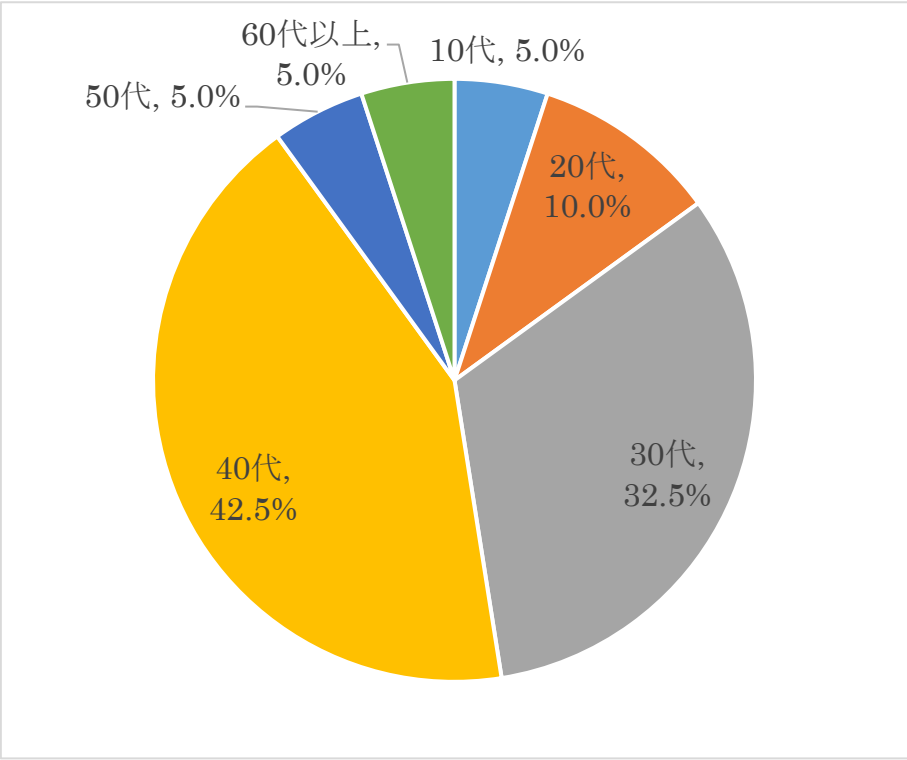
図 3-2-1 回答者の性別

年齢層については、図 3-2-2 より、子ども(小学生未満~高校生)は、小学生(低学年)が 53.2%と最も多く、小学生(高学年)が 31.9%、小学生未満が 14.9%と続いており、小学生については科学技術館の来館者層を反映しているが、残念ながら中学生以上にはアンケートの協力を得られなかった。

一方、大人は、40代が 42.5%で最も多く、次いで 30代が 32.5%となっており、子どもを連れてきた保護者が主体となっている。



(1) 子ども（学年）



(2) 大人（年代）

図 3-2-2 回答者の年齢層



## （２）仮想空間についての意識

次に、来館者の仮想空間についての意識の結果を示す。

まず、「仮想空間という言葉聞いて、どのようなイメージが浮かぶか」を聞いた（複数回答可）。図 3-2-3 に結果を示す。

最も多かったのは、「宇宙や深海など直接見ることができない世界をイメージできる」で 43.6% となっている。次に多かったのが「海外など遠くの人と直接会っているかのようにお話しできる」となっているが 18.1% と大きく下がっている。「家にいながらの買い物ができる」、「家にいながら友達と一緒に学校の授業を受けられる」といった、仮想空間の特徴的な活用例については、どちらも 10% 程度であり、あまりイメージを持っていないことがうかがえる。

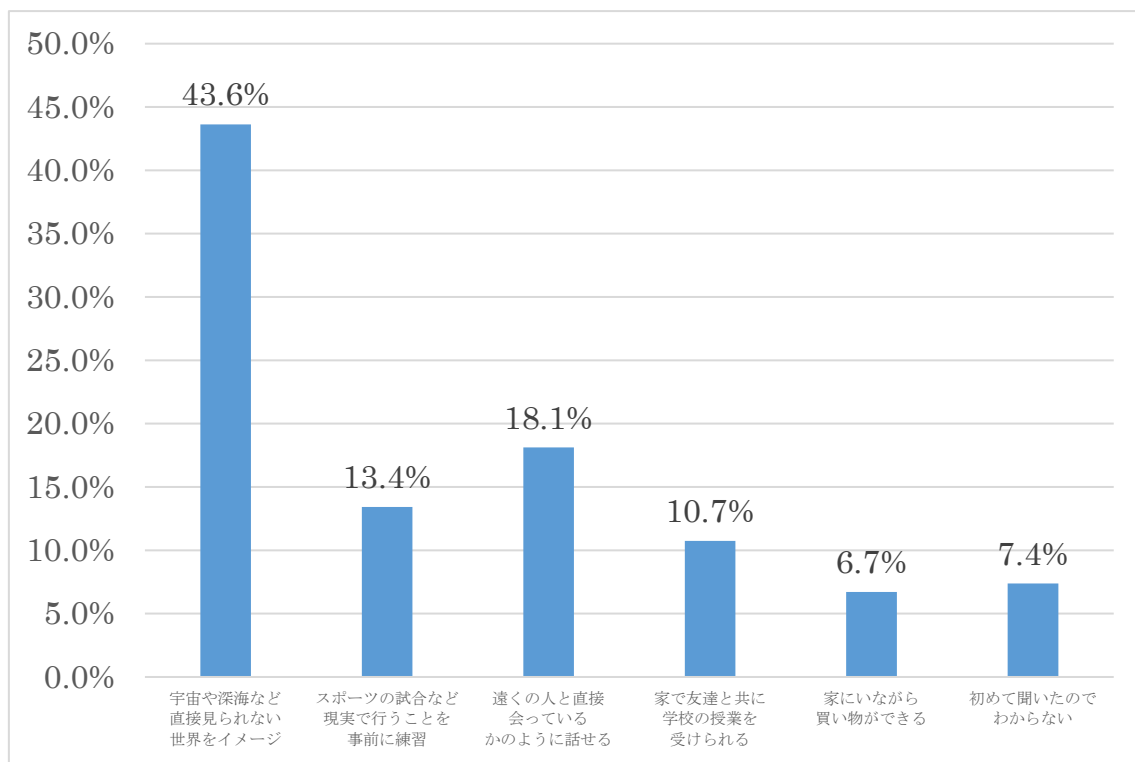


図 3-2-3 回答者の仮想空間という言葉のイメージ

続いて、「これまでに、仮想空間に入って自由に動きまわる体験をしたことがあるか」という質問をして、仮想空間の体験状況を調べた。結果を図 3-2-4 に示す。

「ゲームで体験した」が最も多く 43.8% となっている。しかし、「インターネットで体験した」は 13.5% とあまり多くない。また、「テーマパークで体験した」が 13.5%、「博物館で体験した」が 12.5% で、外での体験もさほど多くないことがわかる。一方、「体験したところがない」という回答も多く 37.5% で 2 番目となっている。ちなみに、「体験なし」と回答した来館者のうち、66.7% が子ども、27.8% が大人という内訳になっている（図 3-2-5）。

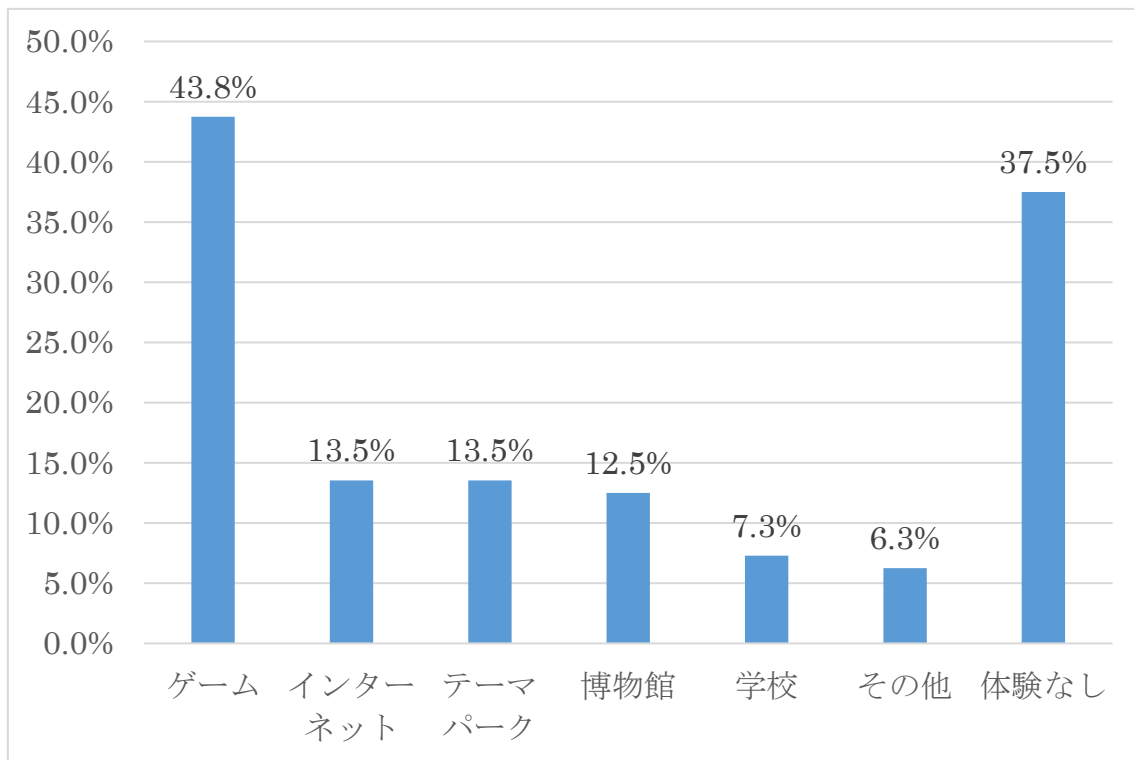


図 3-2-4 回答者の仮想空間の体験

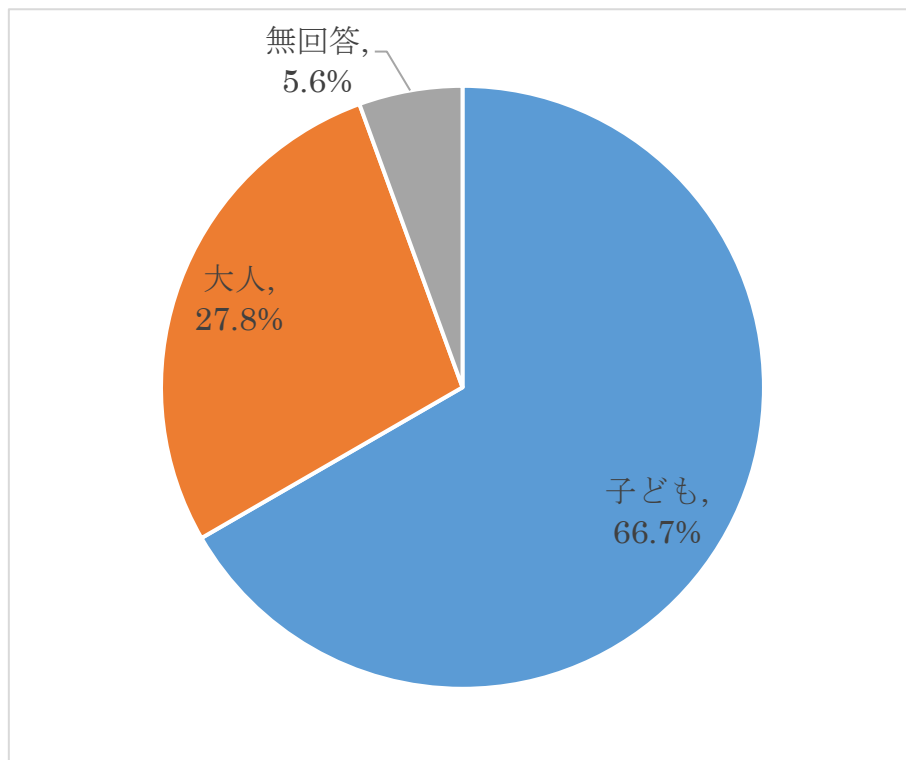


図 3-2-5 回答者のうち仮想空間体験なしの子ども・大人の内訳

### 3-3. 教育プログラムの試行と結果の考察

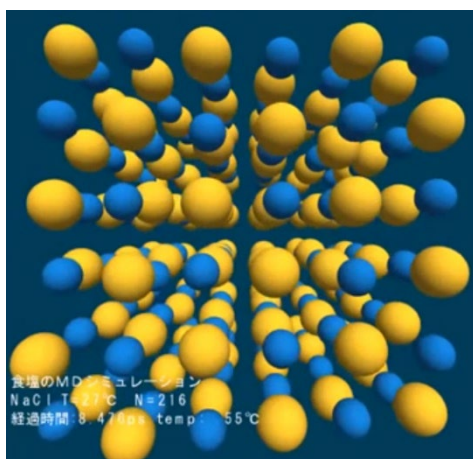
#### (1) プログラムⅠ：科学ライブショー

科学技術館で現在行っている映像シアターでの「科学ライブショー」の中で、仮想空間でのシミュレーションを見てもらうプログラムを試行した。

試行したプログラムは、ミクロの仮想空間として分子に関するシミュレーション、マクロの仮想空間として宇宙に関するシミュレーションの 2 種とした。試行したプログラムの概要を表 3-3-1 に、シミュレーションの映像の例を図 3-3-1 に示す。

表 3-3-1 試行したプログラムの概要

| テーマ            | 概要                                                                      | 実施日                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 分子に関するシミュレーション | 調味料の成分などを例に分子の構造を解説。また、食塩を高温にして液体になるときの Na イオンおよび Cl イオンの動きをシミュレーションする。 | 2023 :<br>5/13、5/27、7/8、7/22<br>8/26、8/20、9/24、10/28<br>11/25、12/9<br>2024 :<br>2/10、2/24     |
| 宇宙に関するシミュレーション | 太陽が突然増えた場合または突然なくなった場合の太陽系の惑星の動きなどをシミュレーションする。太陽の数や増やす位置などは参加者に聞いて設定する。 | 2023 :<br>4/8、4/22、6/10、6/24<br>9/9、9/23、10/14、11/11<br>12/23<br>2024 :<br>1/13、1/27、3/9、3/23 |



分子に関するシミュレーション



宇宙に関するシミュレーション

図 3-3-1 分子および宇宙に関するシミュレーションの映像の例

「科学ライブショー」終了後に、参加者にアンケートを行い、分子および宇宙に関するシミュレーションの映像のわかりやすさについて質問し、映像の効果を測った。参加者（アンケートの回答者）の属性は、プログラムⅠの試行後に、アンケートを②意識調査とともにを行っているので、性別は図 3-2-1、子どもの学年および大人の年代は図 3-2-2 と同じである。

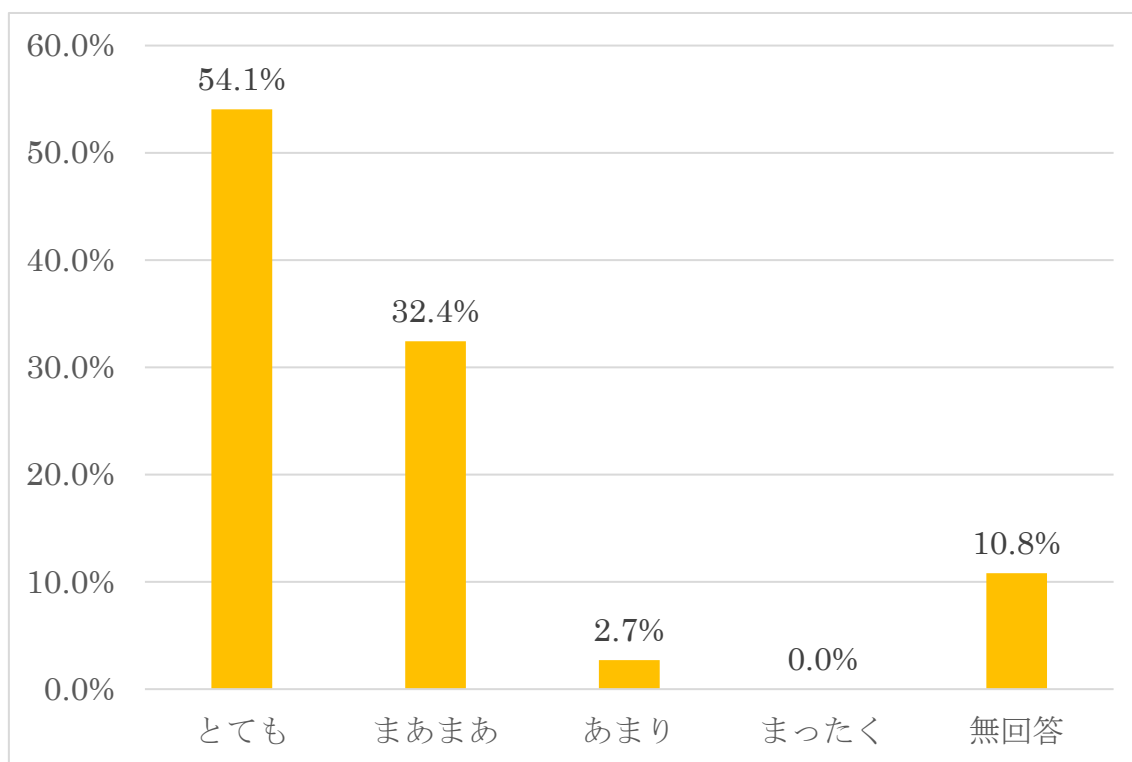


図 3-3-2 回答者の分子に関するシミュレーションの映像の理解度

まず、分子に関するシミュレーションの映像のわかりやすさの結果を、図 3-3-2 に示す。「とても」わかりやすかったという回答が 54.1%で、「まあまあ」の 32.4%と合わせると 86.5%が、映像がわかりやすかったと回答している。

また、分子に関するシミュレーションの映像を見て印象に残ったことについて自由記述で回答してもらった。「分かり易くて良かったと思います」、「わかりやすかった」という単純な感想も多く書かれていたが、「分子の構成がすごく複雑」、「分子の組み合わせがたくさんありおもしろかった」、「分子はすべての物の材料となっていること」、「調味料のお話がなじみやすくおもしろい」、「塩もとけて蒸発すること」、「塩がとけたときに Na と何がペアで動くこと」、「(高温になると) しおがぶんれつしていること」等の回答が見られ、シミュレーションを通して伝えたいことが、参加者に伝わっていることがうかがえた。

次に、宇宙に関するシミュレーションの映像のわかりやすさの結果を、図 3-3-3 に示す。「とても」わかりやすかったが 67.6%と、分子の場合よりも高くなっている。「まあまあ」も 30.4%で、「あまり」わかりやすくなかった、「まったく」わかりやすくなかったという回答はなく、映像の効果を得られていることが示された。

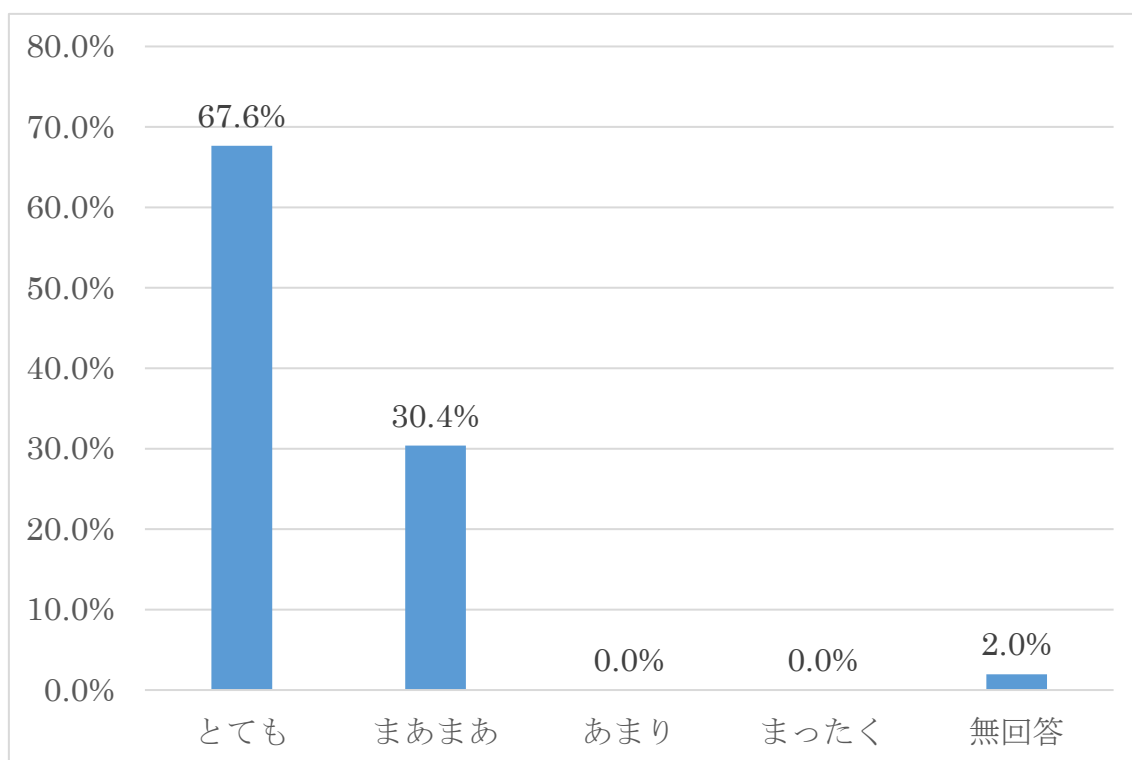


図 3-3-3 回答者の宇宙に関するシミュレーションの映像の理解度

## (2) プログラムⅡ：体験型イベント

本調査研究では、科学ライブショーとは別に、仮想空間を活用した体験型イベントのプログラムを試作して、科学技術館の来館者に試行した。

仮想空間は、外部が提供しているものを科学技術館用にカスタマイズして利用した。館が用意した PC もしくは来館者自身のスマートフォンで体験してもらうことを想定したが、子どもでも操作できるか、仮想空間のデータがある外部サーバに安定して接続できるか、端末の OS やブラウザによって差や障害が出ないかなどの確認をするため、まずは試験プログラムを来館者に試行した。試験プログラムは、科学技術館で開催した謎解きイベントにおいて、ヒントの一部を仮想空間に配置し、館の PC や参加者のスマートフォンで仮想空間に入ってヒントを探してもらう内容とした。試験プログラムの機材と仮想空間を図 3-3-4 に示す。



図 3-3-4 試験プログラムで使用した機材と制作した仮想空間



試験プログラムの試行結果より以下のことが示された。

- ・PCではゲームパッドを使用すると子どもも大人もスムーズに操作できた。
- ・スマートフォンでは大人でも操作しにくい様子であった。
- ・PCではブラウザによっては接続できない場合が生じた。
- ・スマートフォンではOSのバージョンによって接続手順が異なる場合があり、仮想空間に入りにくいケースが見られた。
- ・スマートフォンではOSによっては接続が不安定な場合が見られた。

これらをふまえ、試作する体験型イベントでは、接続は館が用意するPCだけとし、ブラウザも統一することとした。体験型イベントは、2024年3月10日・17日・20日・24日・30日に試行した。試行の様子を図3-3-5に示す。



図 3-3-5 体験型イベントの試行の様子

体験型イベントは、仮想空間の中で科学者の功績に関するクイズに挑戦してもらう内容とした。参加者は、仮想空間内で動物の-avatar となって、空間内のスクリーンに表示される問題に挑戦する。ヒントとして、空間内に科学者の顔が描かれたモニュメントを複数設置しており、それぞれにその科学者の功績を表示しており、クイズの答えに該当する科学者を見つけてもらうといった手法を取った。表 3-3-2 に体験型イベントの概要（体験の流れ）を示す。

表 3-3-2 体験型イベントの概要 (1)

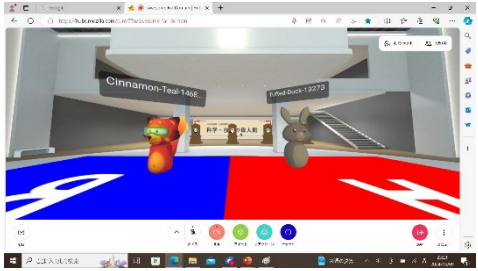
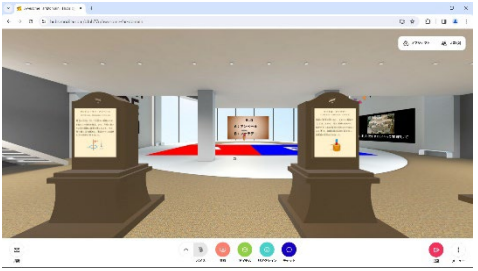
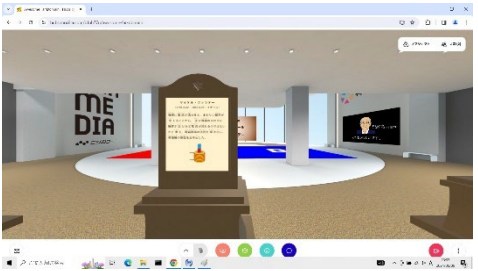
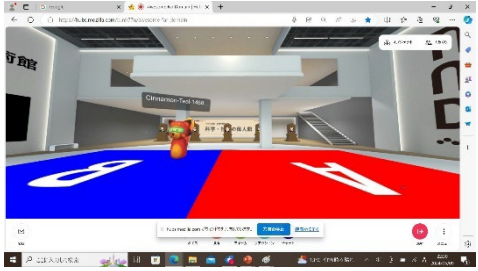
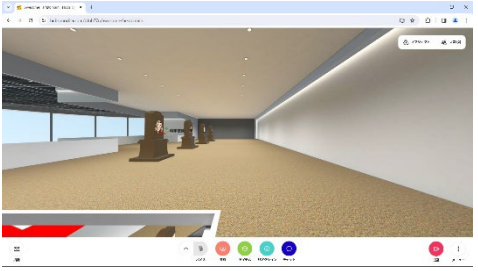
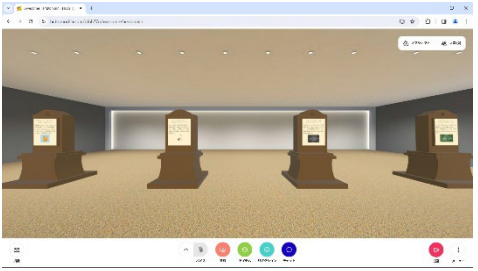
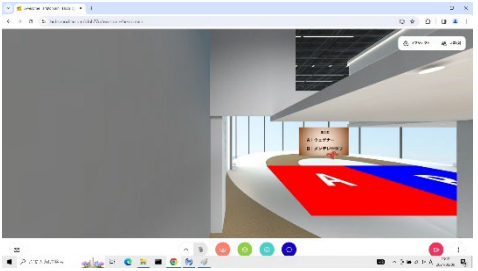
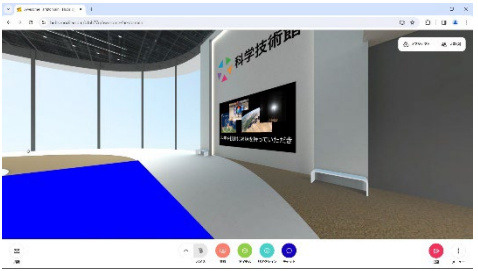
|                                                                                                                   |                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>①PC で仮想空間に入室</p>             |  <p>⑥空間内にあるヒントを探しに行ってもらう</p> |
|  <p>②参加者は動物の-avatarになって参加</p>    |  <p>⑦科学者が描かれたモニュメントへ移動</p>   |
|  <p>③案内役も-avatarで進行 (別室で操作)</p> |  <p>⑧裏側の科学者の功績を見つけてもらう</p>  |
|  <p>④仮想空間内の画面で出題</p>           |  <p>⑨功績を読んで該当する科学者を探す</p>  |
|  <p>⑤答えは2択 AかBか考えてもらう</p>      |  <p>⑩答えがわかったら元の場所へ戻る</p>   |



表 3-3-2 体験型イベントの概要 (2)

|                                                                                                                  |                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>⑪A か B か正解と思う方に入ってもらう</p>   |  <p>⑮2 階に並んだモニュメントへ移動</p>    |
|  <p>⑫正解を表示</p>                  |  <p>⑯裏面の功績を読んで該当する科学者を探す</p> |
|  <p>⑬正解の科学者の功績について解説</p>       |  <p>⑰わかったら階段降りて正解のエリアへ</p>  |
|  <p>⑭2 問目のヒントは 2 階に 階段である</p> |  <p>⑬ 問目のヒントは空間内の映像に表示</p> |

科学ライブショーのときと同様に、体験イベント終了後に参加者にアンケートを行い、操作のしやすさや内容のわかりやすさなどを質問して効果を測った。まず、参加者の属性について、図 3-3-6 に回答者の性別を示す。

性別については、男性が 43.8%、女性が 47.9%とやや女性が多くなっている。図 3-3-7 に子どもと大人の性別の内訳を示す。大人については女性が 61.8%となっており、母親と参加していたケースが多かったことがうかがえる。

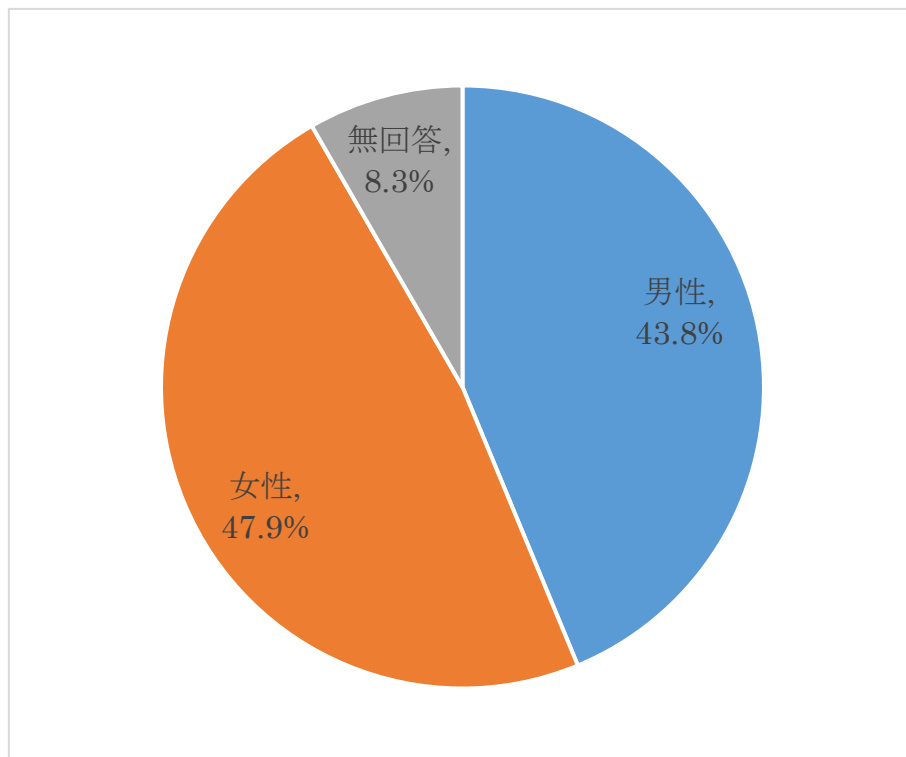


図 3-3-6 体験型イベント参加者の性別

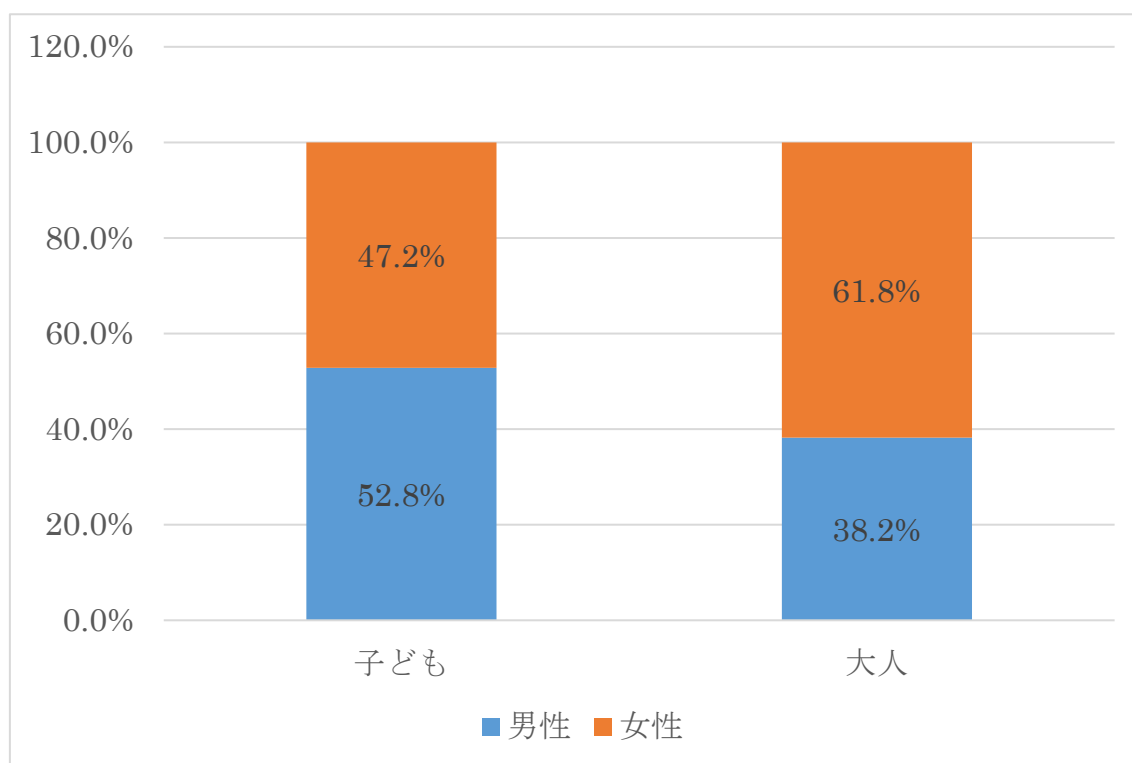
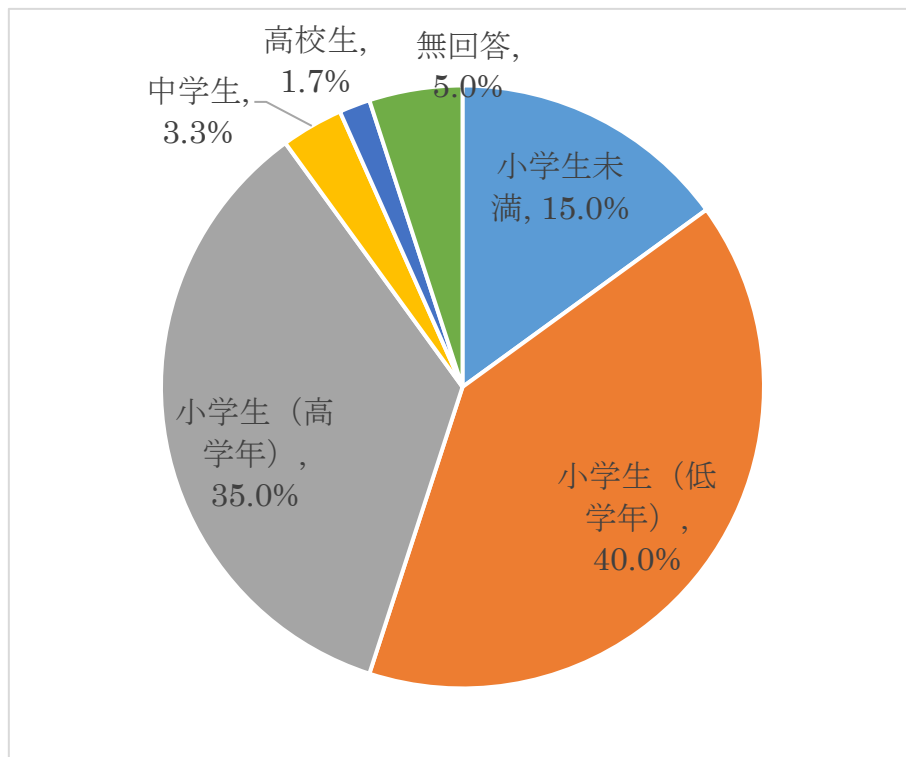
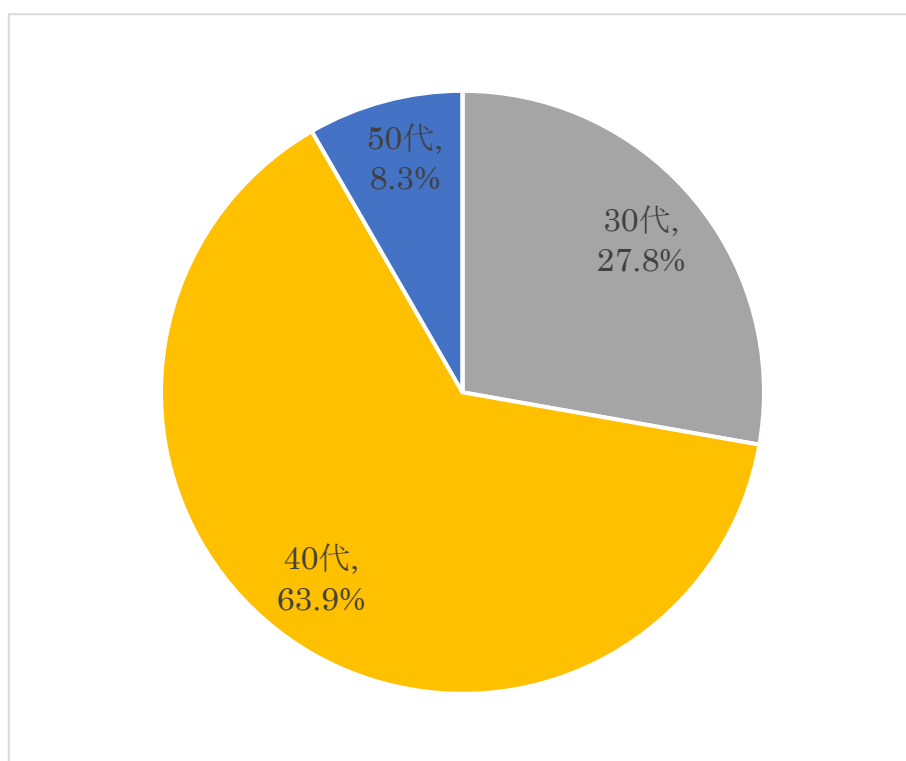


図 3-3-7 体験型イベント参加者の子どもと大人の性別の内訳



(1)子ども（学年）



(2)大人（年代）

図 3-3-8 体験型イベント参加者の年齢層

図 3-3-8 に回答者の年齢層として、子どもの学年（1）、大人の年代（2）を示す。

年齢層は、子どもは小学生が 75.0%で、低学年が 40.0%、高学年が 35.0%という内訳になっている。小学生未満も 15.0%比較的多く参加していた。大人は、40 代が 63.9%と最も多く、次いで 30 代が 27.8%となっている。

体験型イベントの評価について、アンケートでは、まず「動かし方（コントローラーの使い方）はわかりやすかったか」を質問し、操作性について調べた。結果を図 3-3-9 に示す。

60.4%が「とても」わかりやすかった、35.4%が「まあまあ」わかりやすかったと回答している。また、自由記述のコメントでも「大人が思っている以上に子どもがコントローラーをうまく操作できていてびっくりしました」、「キャラクターが全てなめらかに動くのでびっくりしました」などの回答があがっており、操作性については大きな問題がなかったことがわかる。ただ、「ジョイスティックの方が操作やりやすかった」などインターフェースについての意見があがった。

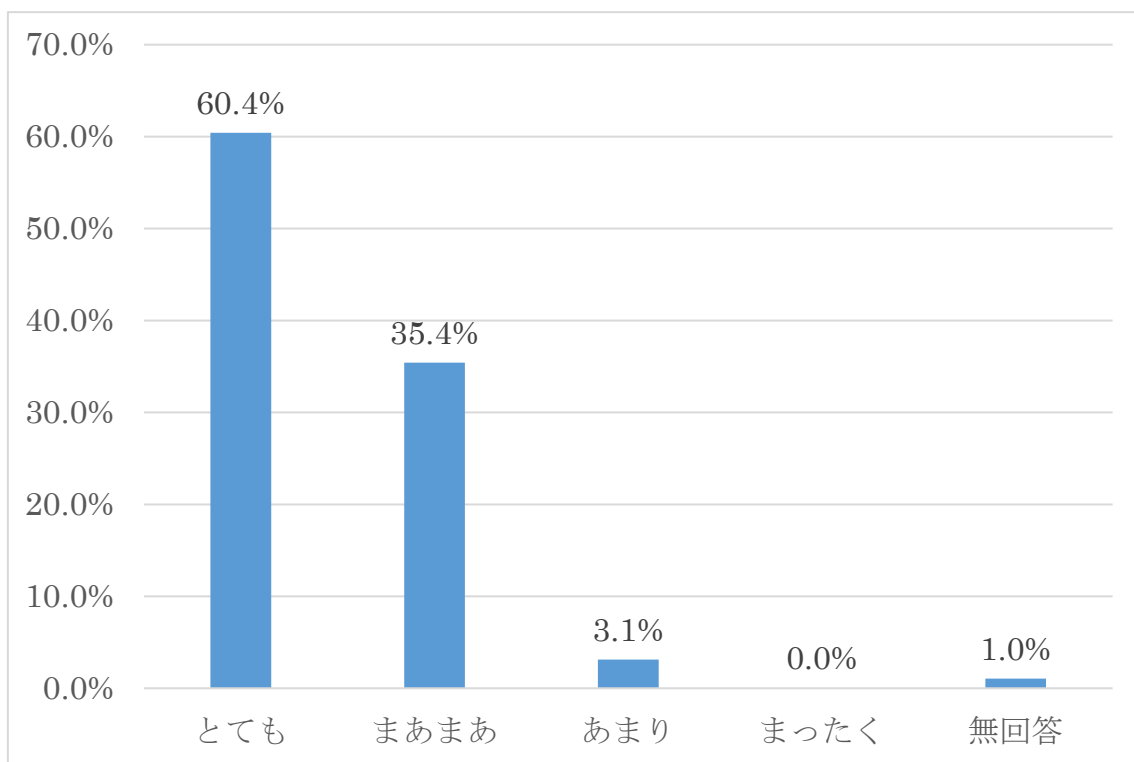


図 3-3-9 体験型イベント参加者の操作の理解度

次に、「クイズの内容がわかりやすかったか」質問した。結果を図 3-3-10 に示す。

「とても」わかりやすかったが 66.7%、「まあまあ」わかりやすかったが 28.1%となっており、合わせて約 95%の参加者が、わかりやすかったと感じていることがわかる。実際の様子からも、参加者はヒントを読んで理解したうえで解答しており、クイズの正解率は非常に高くなっていた。自由記述でも「知っているようで知らないことがあった」、「色々なすごい人物を調べて楽しかったです」といった内容についての評価のコメントが見られた。



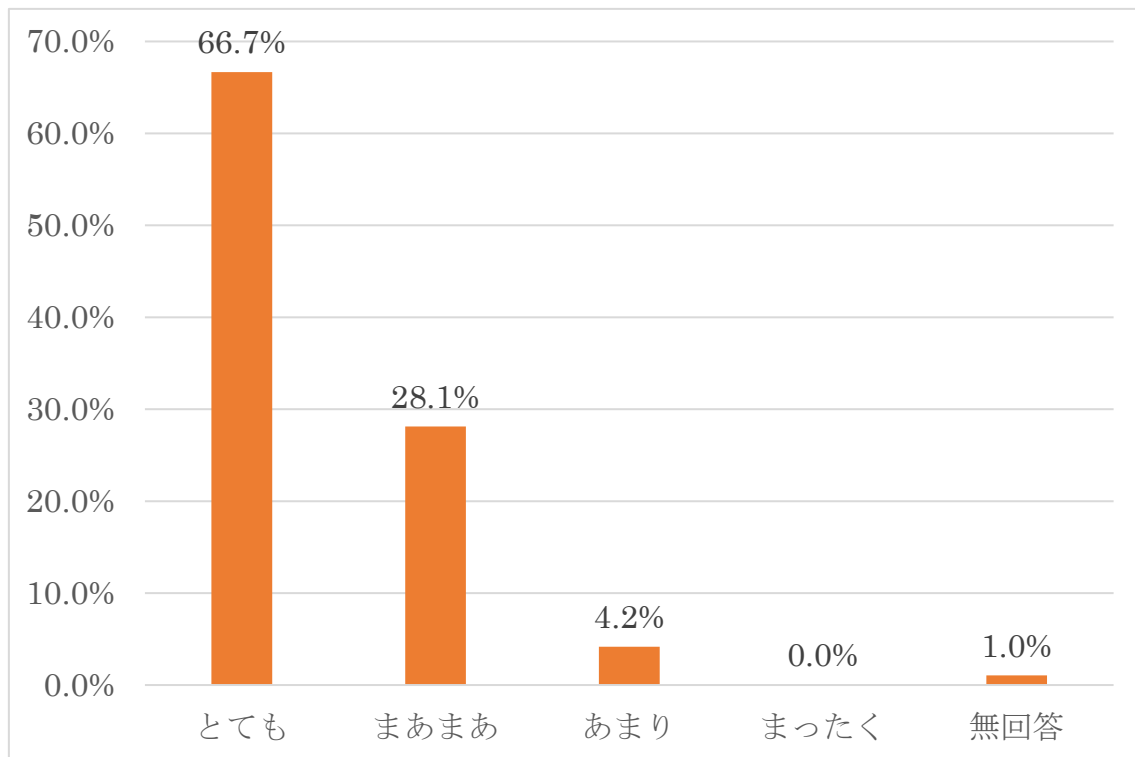


図 3-3-10 体験型イベント参加者の内容の理解度

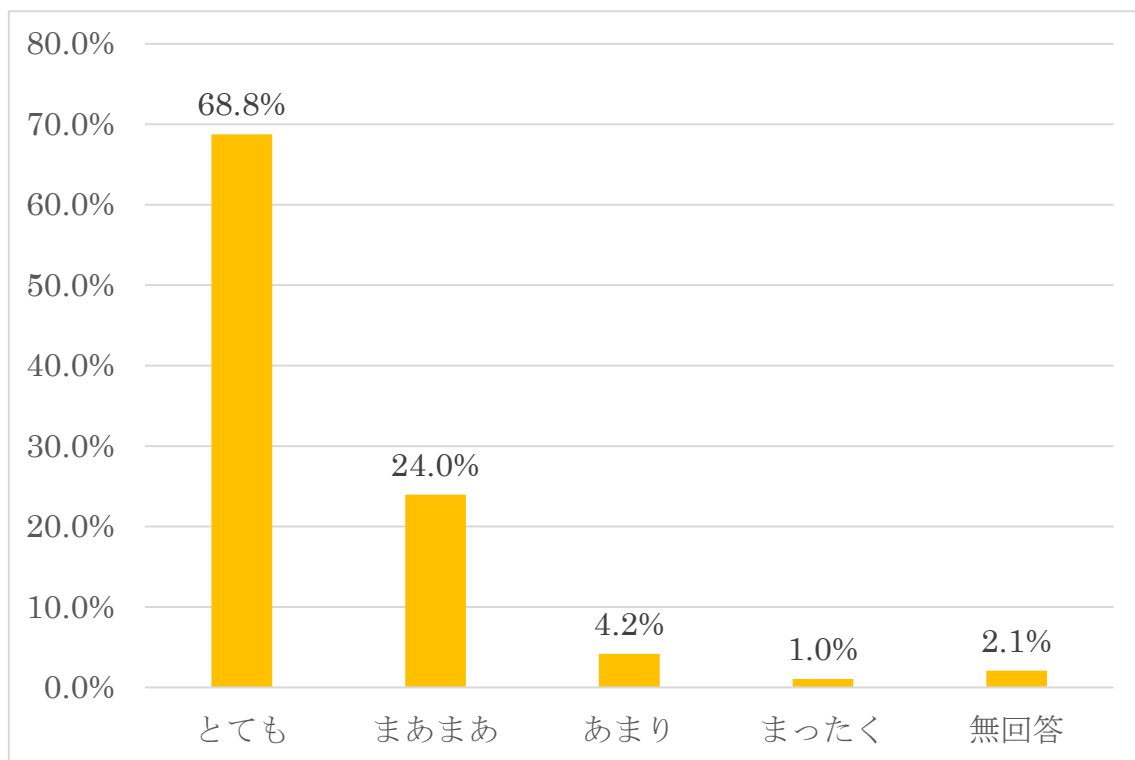


図 3-3-11 体験型イベント参加者のイベントによる興味の促進

続いて、イベントによる興味の促進度を測るために、「科学や技術の偉人についてもっと知りたいと思ったか」という質問をした。結果を図 3-3-11 に示す。

「とても」思ったが 68.8%、「まあまあ」思ったが 24.0%となっており、興味が大きく促進されていることがうかがえる。自由記述では、「もっと知ってみたいと思いました」、「楽しかったです。また参加したいです。」といった回答が見られた。一方、「あまり」思わなかったが 4.2%、「まったく」思わなかったが 1.0%と合わせて約 5%の参加者は興味が促進されていない。「まったく」、「あまり」と回答した参加者の自由記述はないので、理由はつかめないが、少数意見ととらえず今後に向けて検討する必要があると思われる。

さらに、科学館における仮想空間の活用の可能性を検討するために、まず「仮想空間を使った学習は役に立つと思うか」という質問をし、参加者が有効性を感じたかを調べた。結果を図 3-3-12 に示す。

「とても」思うが 61.5%と最も多くなっており、自由記述では「仮想空間で授業ができることに感動しました」、「学習効果あるなと思いました。大人でも楽しめた。子供も楽しんでいました。」などの回答もあがっている。ただ「まあまあ」思うも 34.4%と比較的多く、役立つと強くは感じなかった参加者もいることは留意点と考える。また、「あまり」思わないと答えた参加者の中から、自由記述で「操作にばかり集中してしまいました」というコメントもあがっており、操作について内容や頻度、時間なども検討する必要があるものと思われる。

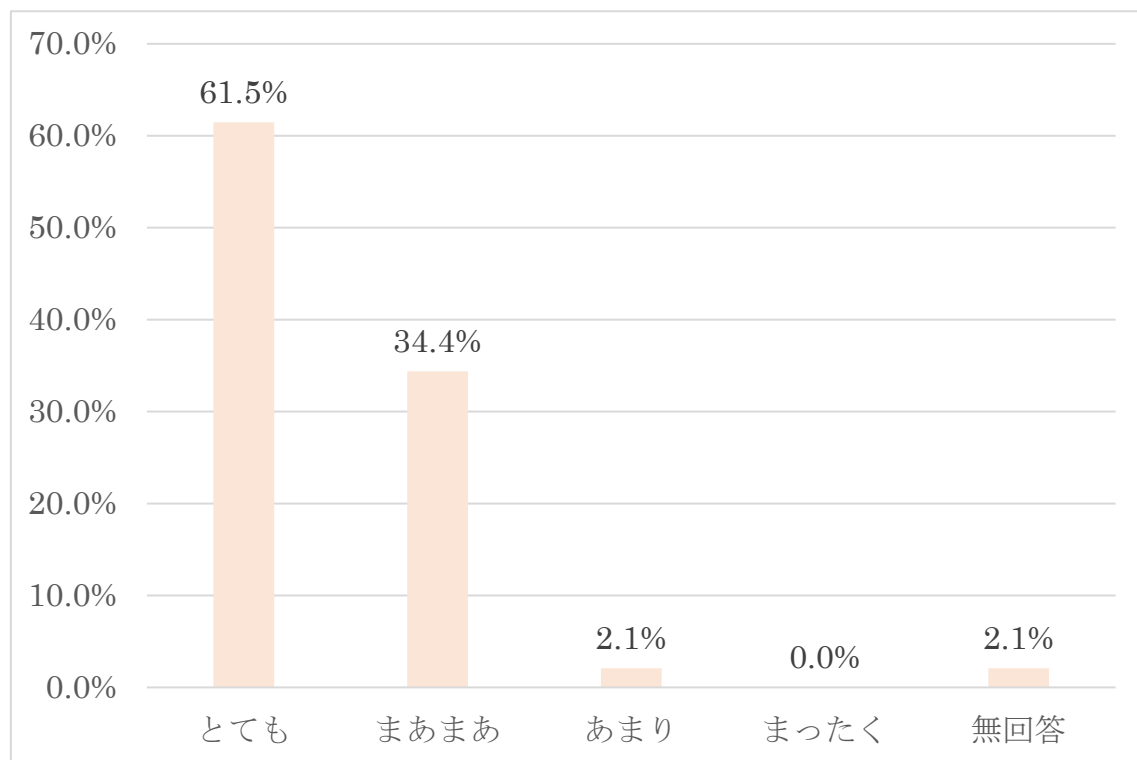


図 3-3-12 体験型イベント参加者の仮想空間を活用した学習の有効性

次に、「仮想空間でのイベントをもっと体験したいと思うか」を聞き、参加者が感じた仮想空間の体験の期待度を調べた。結果を図 3-3-13 に示す。

「とても」体験したいという回答が 77.1%となっており、「まあまあ」体験したいも 19.8%で合わせて約 98%がもっと体験したいと感じていることがわかる。自由記述では「子供が仮想空間に興味を持った様子。PC やプログラミングをやりだしたところなので、楽しいようで良い体験でした」、「パソコンさえあればいろんなことができそうで、可能性がいっぱいあるなと感じました。またやりたいです」といった回答があり、期待度の高さがうかがえる。

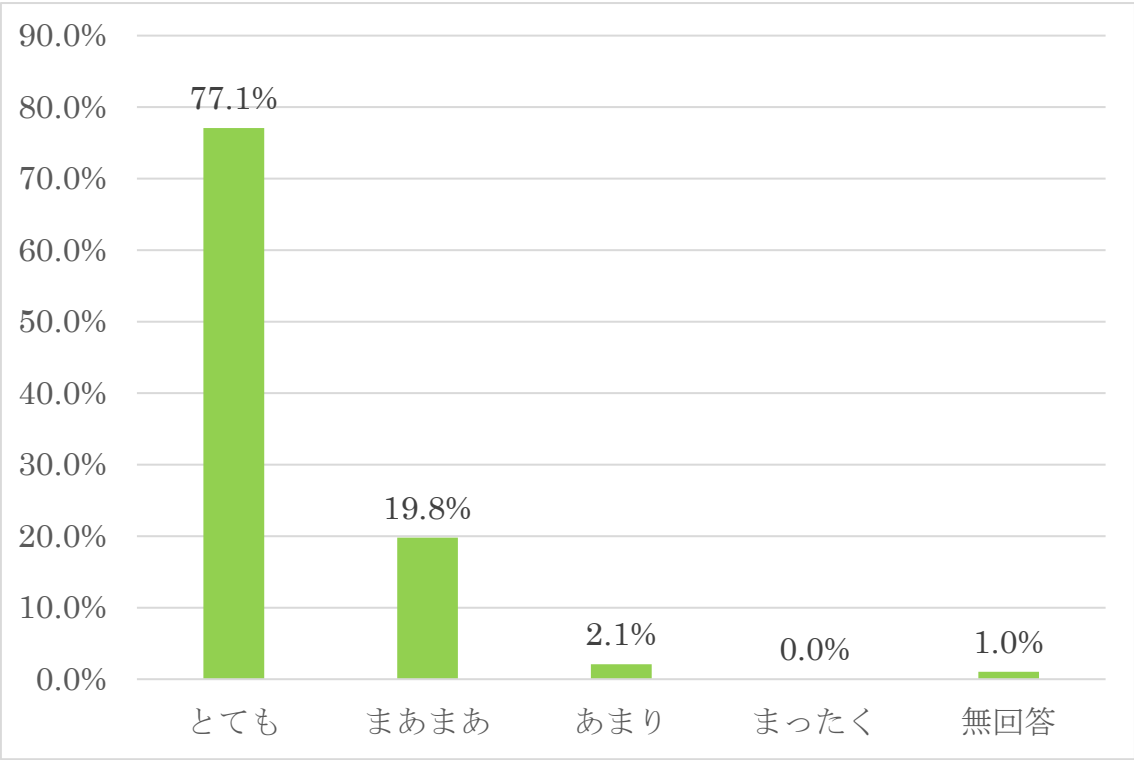


図 3-3-13 体験型イベント参加者の仮想空間の体験への期待度

最後に、参加者の自由記述の回答（抜粋）を表 3-3-3 に示す。操作性に関することから内容や演出、学習の有効性、さらには活用に関する提案などのコメントがあがった。

表 3-3-3 体験型イベント参加者の自由記述の回答

| ①操作性に関する回答                                                       |
|------------------------------------------------------------------|
| 操作が楽しかった                                                         |
| ジョイスティックの方が操作やりやすかった                                             |
| 操作にばかり集中してしまいました                                                 |
| 大人が思っている以上に子供がコントローラーをうまく操作できていてびっくりしました。きっちり空間をとらえているんだなと思いました。 |
| キャラクターが全てなめらかに動くのでびっくりしました                                       |
| 目線を変えられることがおもしろかった                                               |

|                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| ②内容・演出に関する回答                                                                           |
| クイズ楽しかった                                                                               |
| 色々なクイズのヒントを見つけて答えを出せるのがとても楽しかったです                                                      |
| 2階にも行けたり、向きを変えたりすることができるのが驚いた。他の人の様子も見れてすごいなと思った。                                      |
| 問題が難しいけど楽しかった                                                                          |
| 自分で主体的に調べる内容が良かったと思います。                                                                |
| 自分でキャラクターを操作してヒントを探すこと                                                                 |
| 色々な分野の話で楽しかった                                                                          |
| 色々なすごい人物を調べて楽しかったです                                                                    |
| ③学習の有効性に関する回答                                                                          |
| ただクイズに答えるだけでなく自分で調べて答えられるから、クイズの答えじゃない人も知ることができて良かった。楽しかったです。                          |
| 仮想空間で授業ができることに感動しました                                                                   |
| 偉人のこと勉強になりました                                                                          |
| 自分で主体的に調べる内容が良かったと思います。                                                                |
| 学習効果あるなと思いました。大人でも楽しめた。子供も楽しんでました。                                                     |
| 沢山学べました                                                                                |
| 知っているようで知らないことがあった                                                                     |
| もっと知ってみたいと思いました。                                                                       |
| ゲーム感覚で勉強できてとてもいい!!                                                                     |
| ④体験の楽しさに関する回答                                                                          |
| 仮想空間に入ったこと                                                                             |
| メタバースの体験が身近になって楽しかったです                                                                 |
| お姉ちゃんと一緒に空間にいたのがおもしろかった。                                                               |
| ゲーム感覚でやれたので楽しかった                                                                       |
| 色々な人と一緒にクイズに参加でき、おもしろかったです                                                             |
| ⑤仮想空間のデザインに関する回答                                                                       |
| 仮想空間の屋外の景色がリアルだった                                                                      |
| 動物のキャラクターがとても可愛かったです                                                                   |
| 仮想空間のデザインが良かったのと、友人たちと動物が誰なのか絡むことができたのが予想外のおもしろさでした。2Fというアイデアも良いですね。BFとかプールなども期待したいです。 |
| ⑥その他（感想・提案等）                                                                           |
| 楽しかったです。また参加したいです。ありがとうございました。                                                         |
| とてもおもしろかったです。パソコンさえあればいろんなことができそうで、可能性がいっぱいあるなと感じました。またやりたいです。                         |
| 子供が仮想空間に興味を持った様子。PCやプログラミングをやりだしたところなので、楽しいようで良い体験でした!!                                |
| 地方にいる方など来館することができない方に今回のようにプログラムを遠隔で体験できるとよいと思いました                                     |
| 現代技術を利用して分かりやすいと感じたし、何より楽しかった!!                                                        |
| 動かすのが楽しかったし、クイズもとっても楽しかった。                                                             |

## 4. まとめ

以上、各調査の結果と結果についての考察を述べてきたが、改めてまとめて考察する。

仮想空間に関連する技術の事例調査の結果より、仮想空間については、すでに様々なプラットフォームが開発されており、利用者の目的や内容に合わせてカスタマイズして提供されていることがわかった。そして、それに付随する技術または拡張する技術として AR や MR といった映像技術や 5G などの通信技術、AI やビッグデータなどの情報処理技術が発展している。つまり、新たな技術が開発されているというよりは、既存の技術の組み合わせを開発することにより仮想空間に関連する技術が発展しているといえる。その点では、科学館においても比較的導入しやすい技術であると考えられる。また、体験する来館者にとっても特殊なデバイスを使わずに、スマートフォンやタブレット、ゲーム機、PC など日常で使い慣れた機材で体験することができるので、対応しやすいものと思われる。

しかし、その来館者に対して行った仮想空間に関する意識調査の結果では、仮想空間の利用は科学的なシミュレーションやゲームにおいてというイメージを持っている来館者が多く、本来の特徴である空間内で自らが様々な体験ができる技術とはあまり強くとらえられていないことが示された。また、来館者が仮想空間の体験をしたのは多くはゲームにおいてであり、体験したことがないという来館者も比較的多くいる。年齢層（子ども／大人）とクロス集計すると、ゲームで体験したという来館者は、子どものうちの 42.1%、大人のうちの 50.0%と大人の方が多くなっている（図 4-1）。

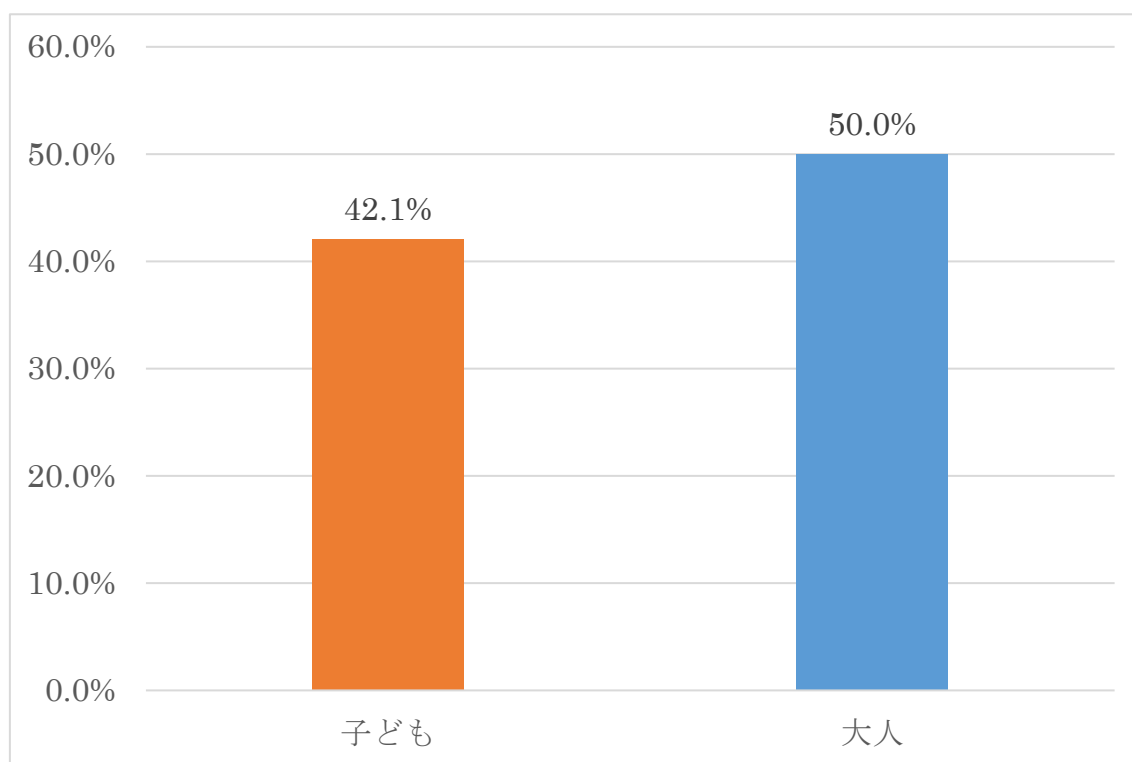


図 4-1 ゲームでの仮想空間の体験者

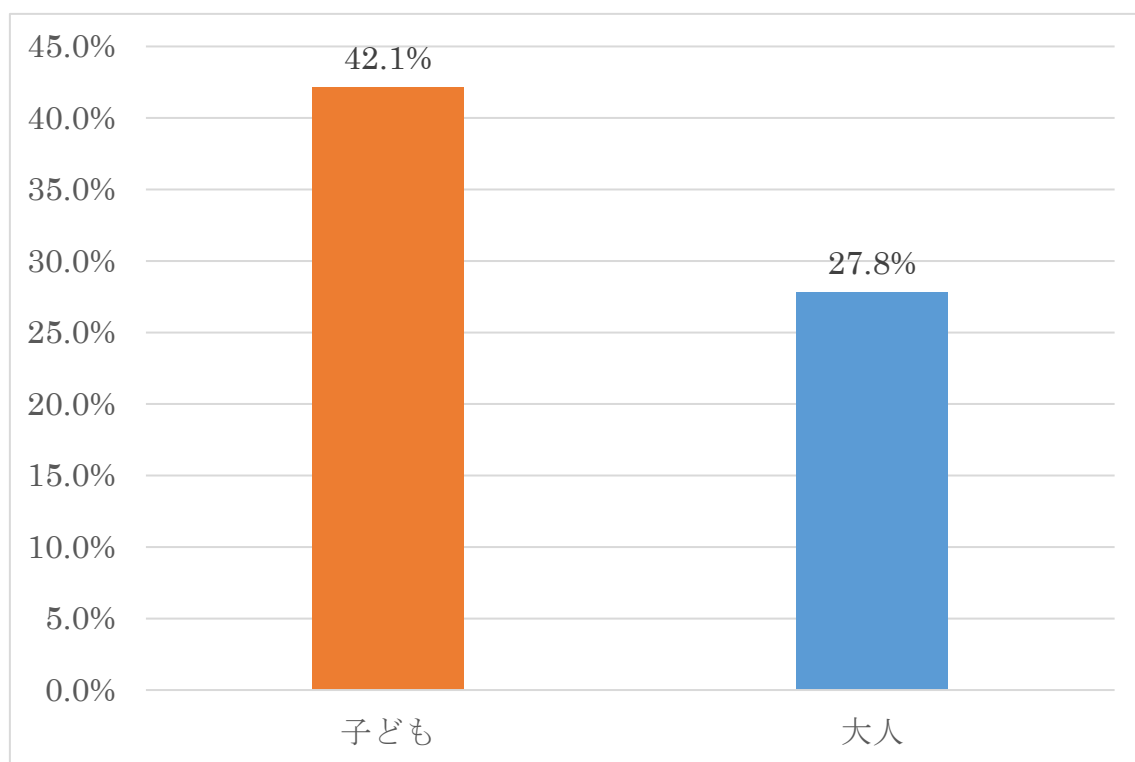


図 4-2 仮想空間の体験なし

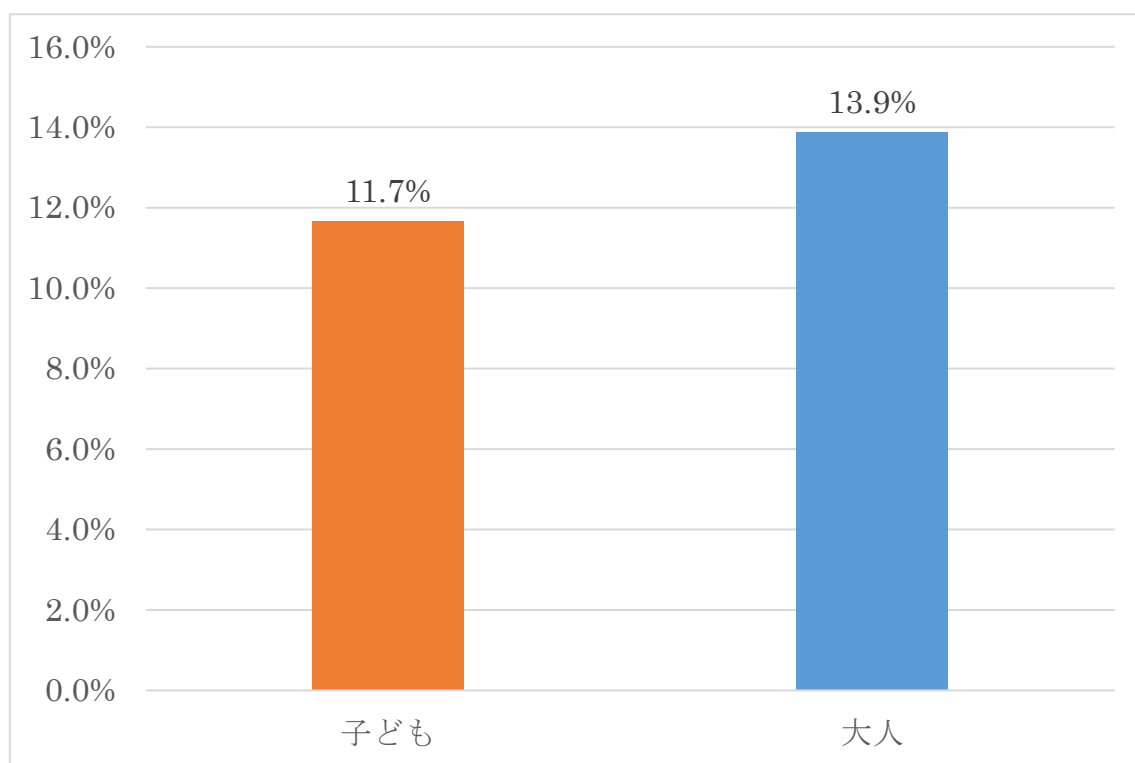


図 4-3 博物館での仮想空間の体験者



また、図 4-2 に示したように、体験したことがないという来館者は、子どものうち 42.1%、大人のうち 27.8%で、大人の方が体験したことがある来館者が多くなっている。一方、博物館において体験したという来館者は少ないという結果であったが、年齢層でクロス集計すると、子どもうちの 11.7%、大人のうちの 13.9%とやや大人の方が多くなっている（図 4-3）。

博物館における仮想空間の利用は、とらえ方にもよるが、すでに行われている。典型的な例として館のバーチャルツアーがあげられる。バーチャルツアーは新型コロナ禍以前からウェブサイトなどで公開していた館もあるが、科学技術館をはじめ新型コロナ禍における来館者サービスの策のひとつとして新設した館も多い。バーチャルツアーは来館しての体験ではないが、仮想空間を体験する環境を様々な館が提供しているといえる。しかし、インターネットで体験したという来館者も少ないことからすると、調査した来館者においては、バーチャルツアーをそもそも体験していないか、仮想空間の体験とはとらえてはいるものと思われる。バーチャルツアーは仮想空間の体験であることを意識してもらうものではないので、目的の効果を得られていれば問題ないことではあるが、科学館における仮想空間の活用の可能性を探るうえでは、仮想空間の有効性を来館者に感じてもらうことが重要となる。

そこで、教育プログラムを試作し試行して、その結果を考察したが、結論からいうと、科学館における学習での仮想空間の活用の有効性が示されたと考える。

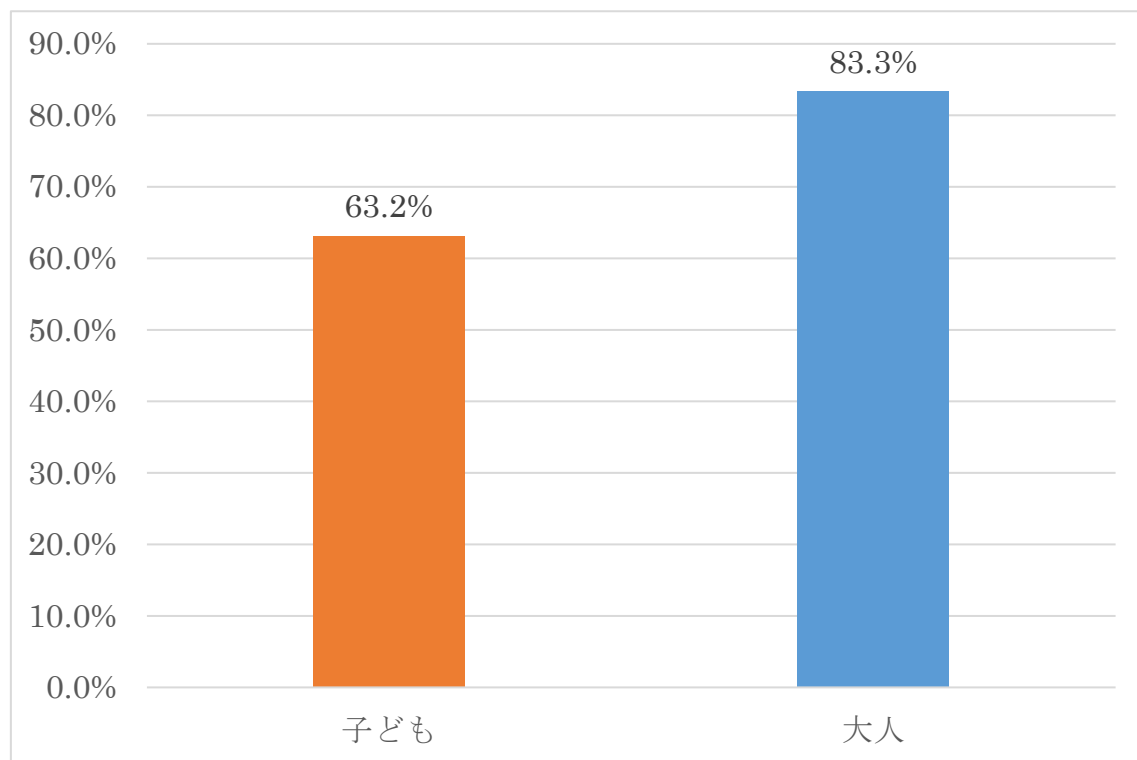


図 4-4 教育プログラムの体験による興味促進度

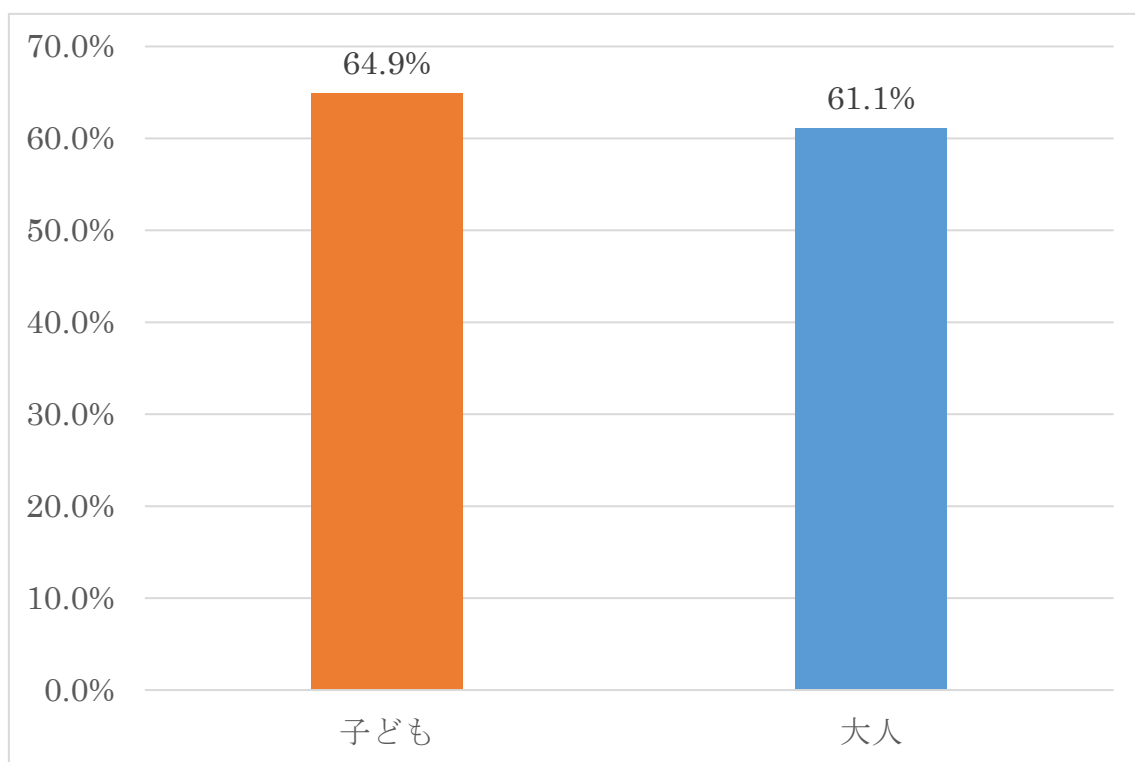


図 4-5 教育プログラムの有効性

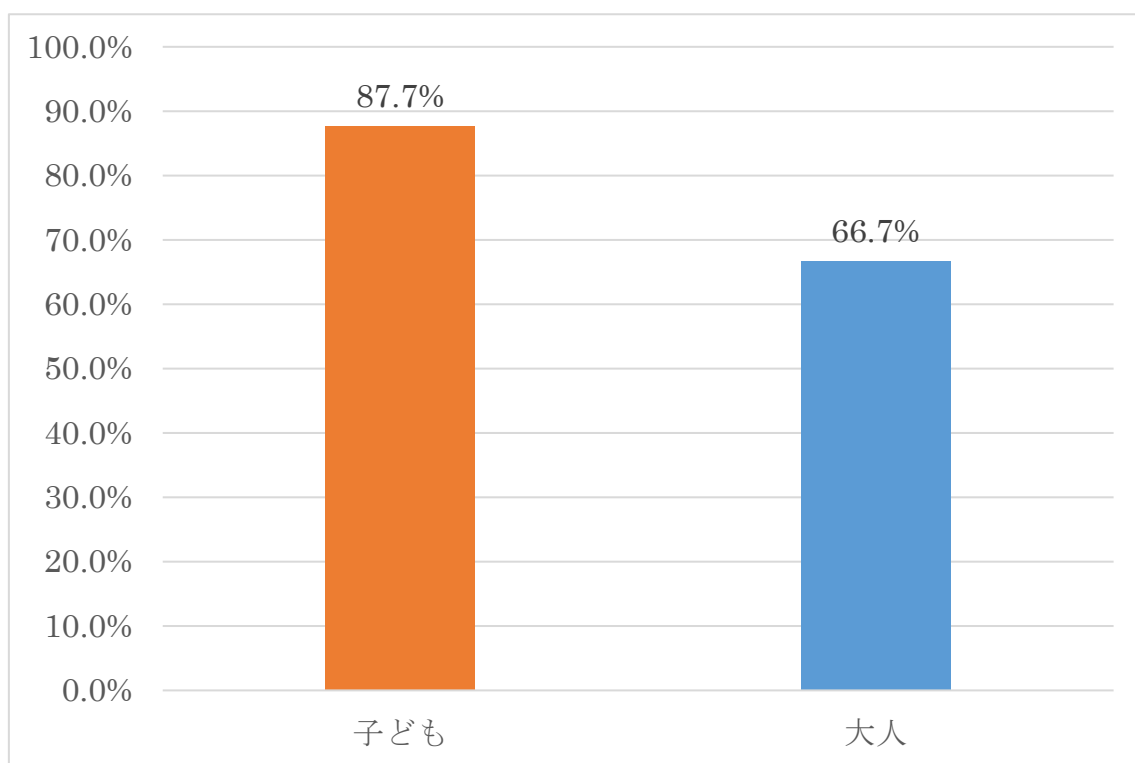


図 4-6 教育プログラムへの期待度

体験型イベントの評価結果より興味の促進度については、図 4-4 に示したように、子どものうち 63.2%、大人のうち 83.3%が、科学の偉人についてもっと知りたいと「とても」思ったと答えており、特に大人の興味が促進されていることがわかる。

さらに、有効性については、子どものうち 64.9%、大人のうち 61.1%が仮想空間を使った学習は「とても」役に立つと感じている（図 4-5）。そして、子どものうち 87.7%、大人のうち 66.7%が仮想空間でのイベントをもっと体験したいと「とても」思っており、特に子どもにおいて仮想空間の体験への期待が高いことがわかる（図 4-6）。ゆえに、内容や手法、演出などを考慮することで仮想空間を使った教育プログラムは、子どもに対しても大人に対しても有効なものとなることが示され、今後の実践が望まれる。

さらに、映像技術や通信技術、インターフェースの技術などがさらに発展することで、自由記述の回答にも書かれていたように、遠方に在住しているなど来館することができない方に向けて仮想空間を活用した教育プログラムを提供し、遠隔で体験できるようになることが期待される。





