

科学館における
サイエンスビジュアルリゼーション
を活用した教育手法
に関する調査研究

2016年3月

公益財団法人日本科学技術振興財団
科学技術館

はじめに

デジタル映像プレゼンテーション技術は、イベントや展示会などでの商業的活用を主体に大きな効果を上げている。しかし、教育現場においては活用による効果が高いと考えられるものの、財政的な面や人材的な面などから積極的な導入にはいたっていない。

教育現場において導入する場合、商業的活用ほどの大きな規模である必要はなく、簡易にコンテンツを制作し、簡易に投影できることが望まれる。最近では、一般でも扱えるような技術や手法は開発されはじめているが、まだ簡易に活用できる状態にまではいたっていない。

そこで、本調査研究で科学技術館において導入試験と効果測定を行うことにより、これらの技術導入における課題とその解決策を見出すことにつながると考えた。それによって教育現場での導入に向けての研究開発が促され、デジタル映像プレゼンテーション技術を用いた手法の活用分野の拡張が期待でき、さらに新しい技術の開発へとつながることが期待される。

科学技術館では、これまで科学館におけるデジタル映像技術を用いた科学技術教育や館内案内などの動向や効果について調査研究を行ってきたが、その過程で映像そのものだけでなく、映像のプレゼンテーション手法（表現手法、投影手法など）も重要な要素となることも示されている。

また、科学館をはじめとする教育現場での科学技術教育において、デジタル映像プレゼンテーション技術を用いた手法は、その効果が大きく期待される。しかし、現時点では科学館などの展示での事例は多少あるものの、人が介在する展示解説や実験ショーなどのプレゼンテーションにおいては導入事例がほとんどなく、参考となる情報が少ない。

そこで、本調査研究では、プレゼンテーションの技術・手法に主題を置き、実践事例により参考となる基礎データを資することを目指した。

本調査研究では、まずデジタル映像プレゼンテーション技術の動向について調査を行い、その結果をもとに科学館での科学技術教育に活用できうる技術について考察した。次に、その考察結果も踏まえて、映像プレゼンテーション技術、ここではプロジェクションマッピング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試行して、その効果についてアンケート調査し、分析した。

本調査研究を行うにあたり、映像をご提供いただきましたマツダ株式会社様に深謝いたします。また、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御礼申し上げます。

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. 解説装置の試作	2
3-2. 教育プログラムの試作	2
3-2-1. テーマ①「クルマの空力性能」の概要	3
3-2-2. テーマ②「動物の足跡」の概要	4
3-2-3. テーマ③「液晶テレビのしくみ」の概要	5
3-3. 教育プログラムの試行および効果測定	7
4. 調査研究の結果	9
4-1. 参加者の属性と素養	9
4-2. 教育プログラムの効果	11
4-2-1. テーマ①「クルマの空力性能」の効果	11
4-2-2. テーマ②「動物の足跡」の効果	15
4-2-3. テーマ③「液晶テレビのしくみ」の効果	18
4-2-4. 印象に残った映像解説・実験	22
4-2-5. 関心度	24
5. 考察	28

1. 調査研究の背景

近年、研究機関や大学などでは、活動の評価基準のひとつとして研究成果を一般へ公開し、理解増進を図ることが求められている。しかし、観測や実験、シミュレーションなどによって得られたデータは、基本的には数値データであり、ある程度グラフ化して示されたとしても、一般がすぐに理解することはなかなか難しい。簡易に理解を深めるためには、できる限り目に見える形に再現した映像などによってイメージをしやすくする必要がある。そのために、数値データを可視化し、わかりやすく解説する、いわゆるサイエンスビジュアライゼーションについての研究開発が行われている。

一方、科学館では、講演会や実験教室、実験ショーなどの教育プログラムにおける解説において、より深い理解を促すための手法が求められており、このサイエンスビジュアライゼーションの手法の活用がひとつの策として効果が期待されている。しかし、解説における活用事例はあまりない状況であり、その効果については未知数であり、運営方法や導入コストなどの視点も合わせて考えると、検討するだけに留まってしまっている傾向も見られる。そこで、今後の活用を発展させるためには、効果を明らかにするための実践事例を増やしていくことが求められる。

2. 調査研究の目的

科学技術館では、これまで科学館におけるデジタル映像技術を用いた科学技術教育や館内案内などの動向や効果について調査研究を行ってきた。2013年度には「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」を行い、3D デジタル映像技術の効果について年齢層や性別による差異などの傾向について考察した。また、2014年度は「デジタル映像プレゼンテーション技術を用いた科学技術教育手法に関する調査研究」を実施し、科学技術教育におけるプロジェクションマッピングなどの技術の活用の可能性について考察した。

これらの調査研究によって、科学技術教育における映像の活用について、表現手法、演出手法、投影手法など手法による効果の可能性が示された。しかし、一方で、3D デジタル映像技術の活用に関する調査研究においても、デジタル映像プレゼンテーション技術の活用に関する調査研究においても、その活用方法次第では、逆に効果を失う可能性があることも示された。そして、科学技術教育において最も核となるものは、手法や技術ではなく中身、すなわちコンテンツである。よって、科学技術教育の効果を全体的に評価するためにはコンテンツを抜きにして考えることはできない。

そこで、本調査研究は、科学館におけるサイエンスビジュアライゼーションを活用した科学技術教育の効果について、コンテンツを主題に手法も合わせて実践的な方法によって調査研究を行い、今後のコンテンツの向上、手法および技術の発展に寄与することを目的とする。

3. 調査研究の方法

科学技術館では、これまで科学技術教育における 3D やプロジェクションマッピングなどの映像技術の活用による効果について調査研究を行い、主に表現手法や演出手法、投影手法について考察してきた。しかし、当然ながら効果については、コンテンツが大きな要素となる。そこで、本調査研究では、コンテンツも合わせて手法の効果について調べることとし、まず AR（拡張現実）やプロジェクションマッピングを使って解説する装置を試作し、その装置を使った教育プログラムを試作して、科学技術館の来館者に対して試行し、アンケート調査を行って効果について分析した。

3-1. 解説装置の試作

解説装置を図 3-1 に示す。スクリーンおよび実験スペースとなるステージ、プロジェクタ、プロジェクタ台、PC、Web カメラ等から構成される。少人数を対象にした解説デモンストレーションを試行することを想定し、卓上サイズの装置を試作した。AR の動作についてはビジュアルデザイン用の言語である Processing でプログラミングを行い、プロジェクションマッピングの映像については映像編集ソフトである After Effects CC によって作成した。

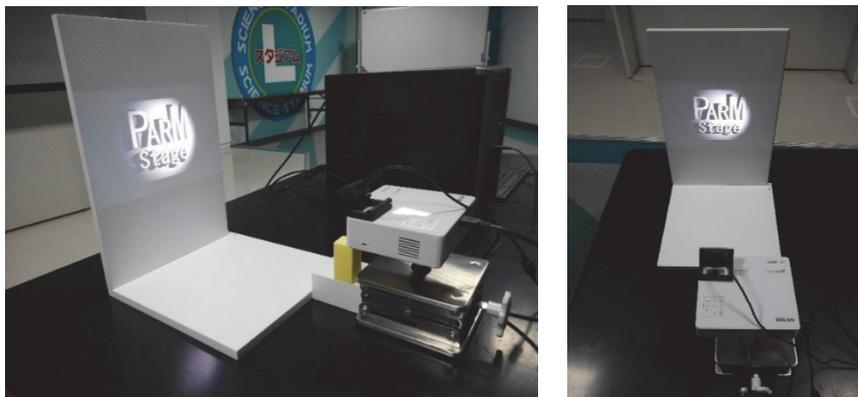


図 3-1 試作した解説装置

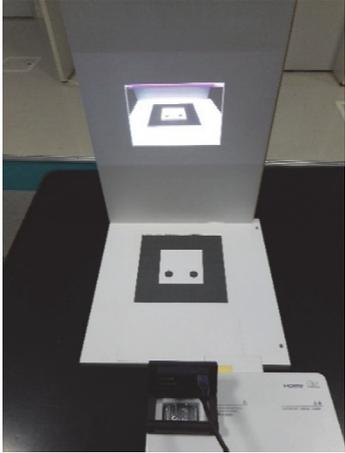
3-2. 教育プログラムの試作

試作した教育プログラム（解説デモンストレーション）は、「クルマの空力性能」、「動物の足跡」、「液晶テレビのしくみ」の 3 つのテーマで構成する。対象年齢は、小学 4 年生以上とした。「クルマの空力性能」は、実際に風洞実験によって得られたデータをもとに可視化した CG 動画を用いて、AR（拡張現実）を使った手法で解説した。「動物の足跡」は、フリーの動物の CG 画像を用いて、マーカーに遊びの要素を加えた AR の手法で解説した。「液晶テレビのしくみ」では、液晶テレビの構造や液晶テレビを構成する偏光板や液晶パネル等について、プロジェクションマッピングおよび AR を用いて解説した。また、AR についてはマーカーの使用法の可能性についても調べた。各テーマの詳細について述べる。

3-2-1. テーマ①「クルマの空力性能」の概要

第3のエコカーと呼ばれる低燃費のガソリンエンジン車、ディーゼルエンジン車について、低燃費を実現するための技術的工夫のひとつとして、車体の改良による空力性能について解説した。自動車メーカーから提供していただいた、実際に行った風洞実験のデータをもとに制作された車体の気流のCG動画映像をARの手法で表示した（表1-1参照）。

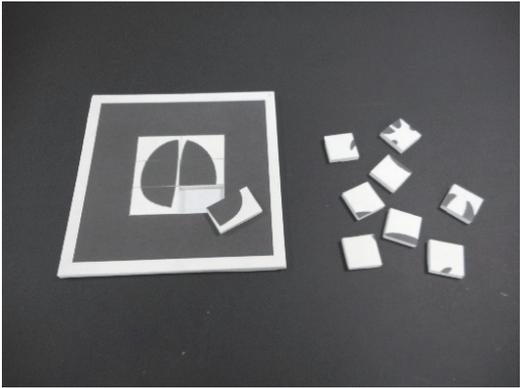
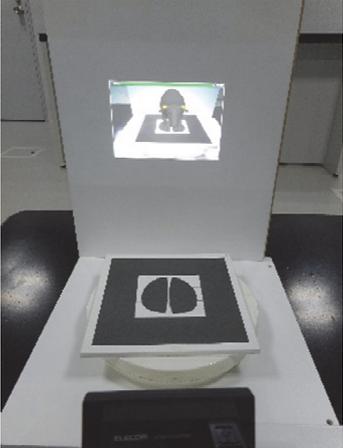
表 1-1 テーマ①「クルマの空力性能」の概要

 A photograph of an AR marker setup. It consists of a white rectangular base with a black square in the center. On top of the black square is a small red car model. Above the base is a white rectangular panel with a glowing square in the center, which is the AR marker. A camera is positioned to capture the marker's image.	<p>ステージの上に AR のマーカーを設置。スクリーンには、カメラが捕らえたマーカーの映像が表示されている。</p>
 A photograph showing the red car model placed on the black square marker. The car is centered within the square, and the white base is visible around it.	<p>マーカーの2つの円を隠すように、クルマの模型を置く。</p>
 A photograph showing the AR visualization of airflow around the car model. The car is blue, and the airflow is represented by a blue, glowing, semi-transparent surface that flows around the car. The car is placed on the black square marker. The text "マツダ株式会社提供" (Provided by Mazda Corporation) is visible at the bottom of the image. <p>マツダ株式会社提供</p>	<p>模型を置くと、スクリーンに気流の動画が表示される。模型をはずすと、映像は消える。</p>

3-2-2. テーマ②「動物の足跡」の概要

動物の足跡からその動物の足の構造や生態的特徴について解説。フリーの動物の CG 画像を AR で表示して解説するが、まず参加者にパズルとして足跡の絵をつくってもらい、それがマーカーとなる。ステージに乗せると、カメラを通してスクリーンに映っているマーカー上に、その足跡の動物の CG が表示される。

表 1-2 テーマ②「動物の足跡」の概要

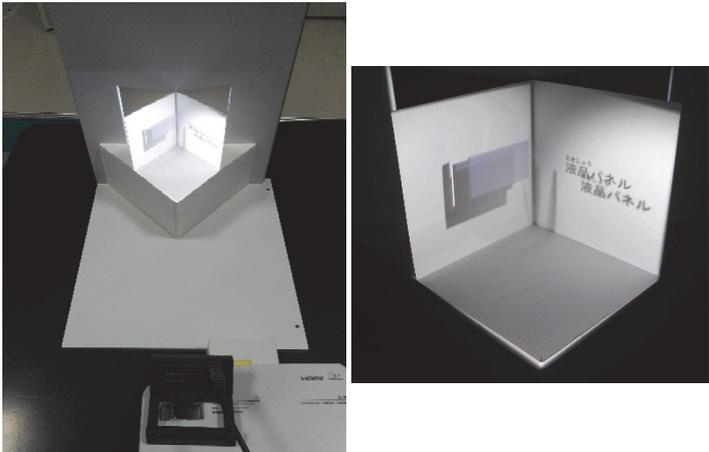
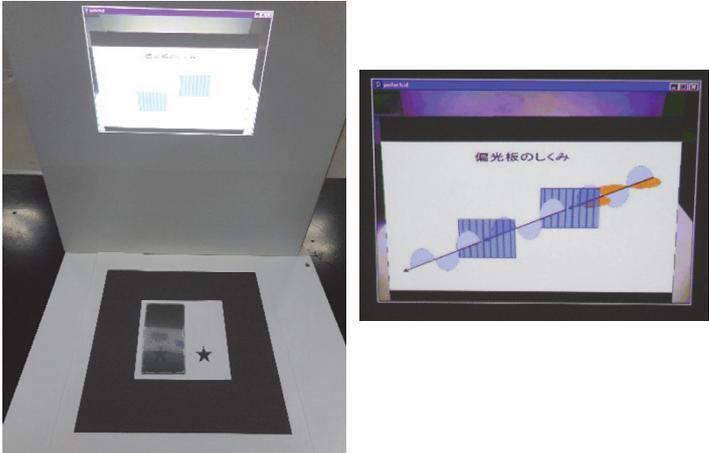
	<p>まず、参加者にパズルとして、動物の足跡の絵を完成させてもらう。 この絵が、AR のマーカーとなる。</p>
	<p>マーカーをステージ上のターンテーブルに置くと、その足跡の動物の CG が、カメラを通してスクリーンに映っているマーカーの上に表示される。 ※動物は、ネコ、ウシ、イノシシの三種</p>
	<p>ターンテーブルを回すと、スクリーン上に表示された動物も回転する。</p>

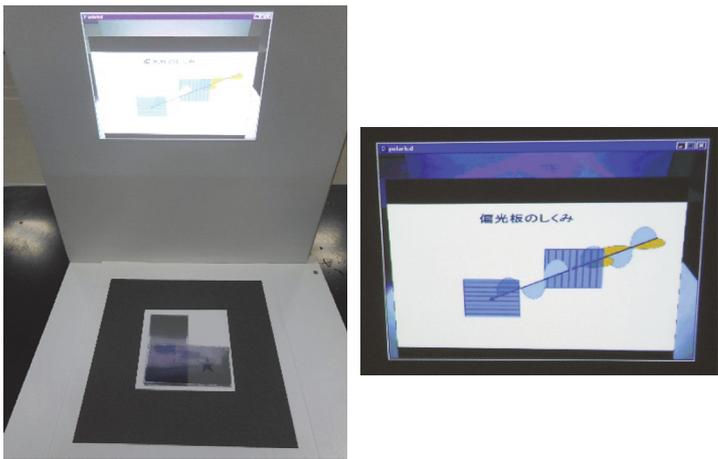
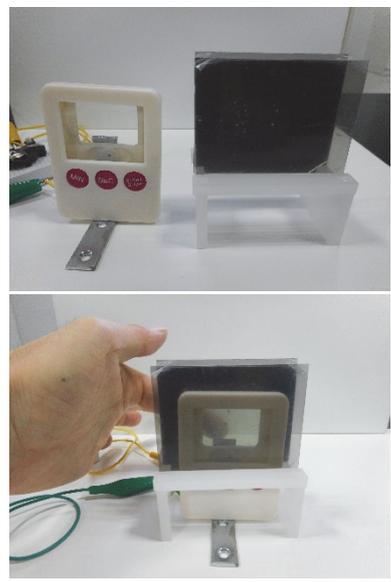
	<p>映像を見た後で、三種の動物の足の構造や生態的特徴について解説</p>
---	---------------------------------------

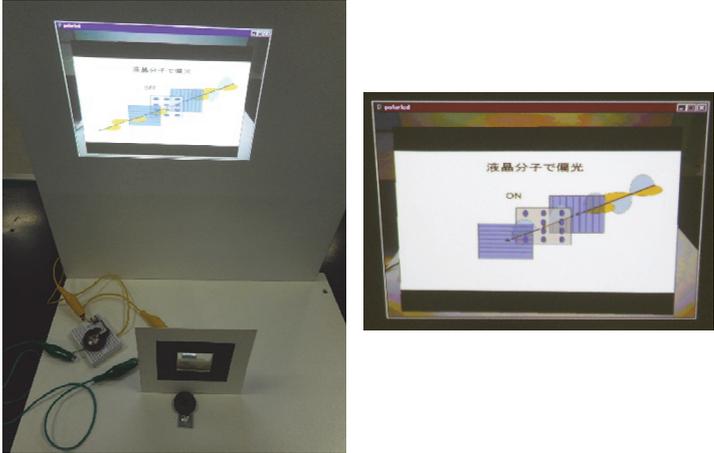
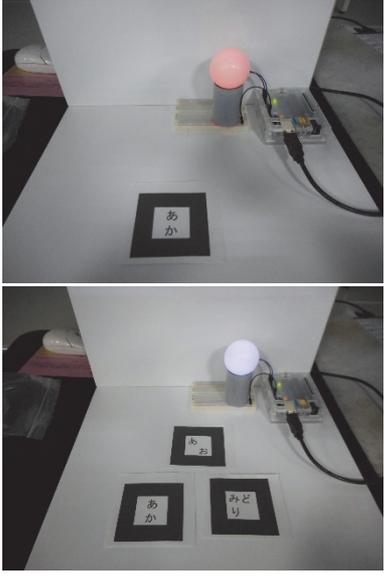
3-2-3. テーマ③「液晶テレビのしくみ」の概要

液晶テレビの構造と、液晶テレビを構成する部品の性質や機能について解説。まず、構造についてプロジェクションマッピングを用いて解説し、次に構造の解説で出てきた、構成部品（偏光板、液晶パネル、カラーフィルタ）について、実験や AR を用いて解説した。ARでの解説においては、解説する道具をマーカーとして用いた。

表 1-3 テーマ③「液晶テレビのしくみ」の概要

	<p><液晶テレビの構造> 液晶テレビの構造について、動画を 3D プロジェクションマッピングで模型に投影して解説。 偏光板やカラーフィルタ、液晶パネルから構成されることを解説。</p>
	<p><偏光板のしくみ①> 偏光板を 2 枚重ねて光が通り抜ける場合について AR で解説する。 星が書かれたマーカー上に偏光板を重ねておくと、光が通るしくみの解説映像がスクリーンに表示される。</p>

	<p><偏光板のしくみ②> 偏光板 1 枚を 90°傾けて重ねると光が通らなくなる場合について AR で解説。 マーカー上で片方の偏光板を 90°傾けて置くと、光が通らなくなるしくみの解説映像がスクリーンに表示される。</p>
	<p><液晶パネルのしくみ①> 偏光板と液晶パネルによる偏光の変化について、液晶表示器（タイマー）を使って実験で解説する。 片方を 90°傾けて光が通らないようにして並べた 2 枚の偏光板の間に、液晶パネルを挟むと光が通るようになる。</p>
	<p><液晶パネルのしくみ②> 偏光板の間に挟まないで液晶パネルに電気を流しても何も表示されないが、間に挟んで電気を流すと文字が表示される（光が通らなくなって黒くなることで文字となる）ことを、液晶表示機を使って実験で解説。</p>

	<p><液晶パネルのしくみ③> 液晶分子によって起こる偏光についてARで解説。 液晶表示器をマーカーにすると、液晶分子の向きによって光が通ったり、通らなかったりするしくみの映像がスクリーンに表示される。</p>
	<p><カラーフィルタのしくみ> フィルタの赤、緑、青の色(光の3原色)についてARを使った実験で解説。 「あか」、「みどり」、「あお」と書かれたマーカーを単独、もしくは合わせて置くと、それに対応した色(混合した色)で発光する。</p>

3-3. 教育プログラムの試行および効果測定

試作した教育プログラムを科学技術館の一般の来館者に対して試行し、プログラムの効果を測定した(図3-2参照)。

試行は、3つのテーマを合わせて約25分のプログラムとし、1時間の枠の間にこのプログラムを2度繰り返して、これを1日3回実施した(プログラムを計6回実施)。参加人数は1度に5~10名とするが、定員制ではなく途中からの参加も可能とした(途中からの参加者には希望があった場合に、時間枠外に見ていない部分を再度実施)。

効果の測定は、アンケート調査によって行った。参加者に見た直後にアンケート用紙にて回答してもらった。アンケート結果を集計して整理し、プログラムの効果(「興味の喚起」、「分かりやすさ」、「関心度」など)について分析した。

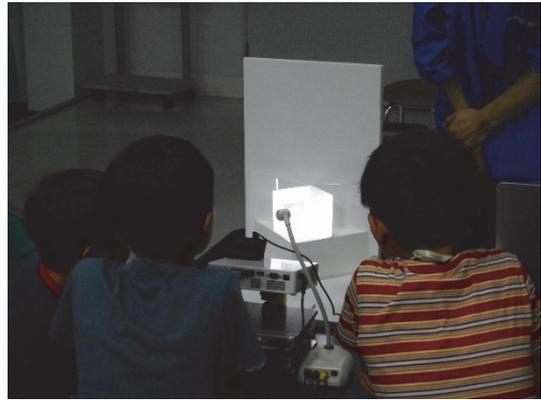


図 3-2 教育プログラムの試行の様子

4. 調査研究の結果

教育プログラムの試行の際に行ったアンケート調査の結果から、プログラムの効果について分析をする。参加者数（アンケート回答数）は66名であった。

4-1. 参加者の属性と素養

まず性別、年齢層など参加者の属性について見る。図4-1に性別について、図4-2に年齢層について示す。参加者は男性が54.5%、女性が39.4%、無回答が6.1%であった。年齢層は科学技術館においては珍しく学生が多かったようで、20代が54.5%と半分以上を占めた。

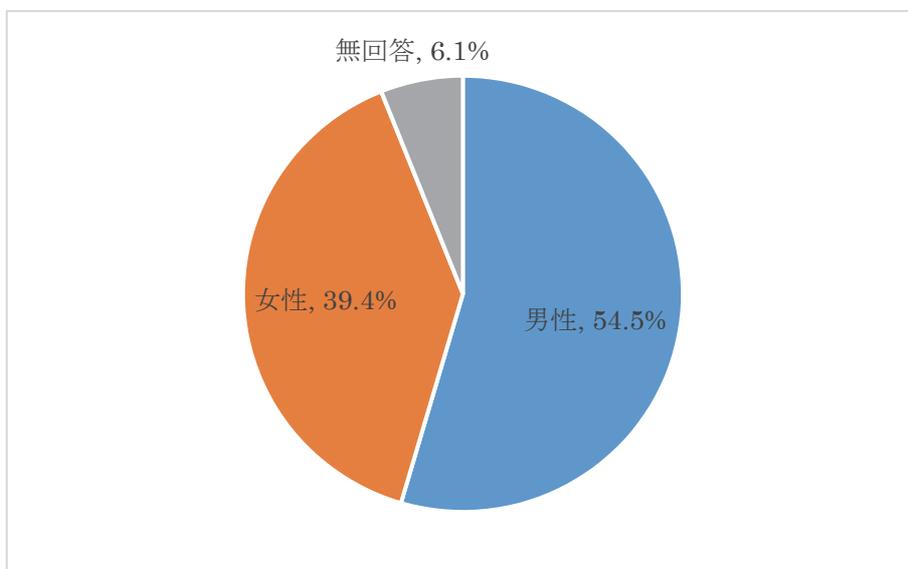


図 4-1 参加者の属性（性別）

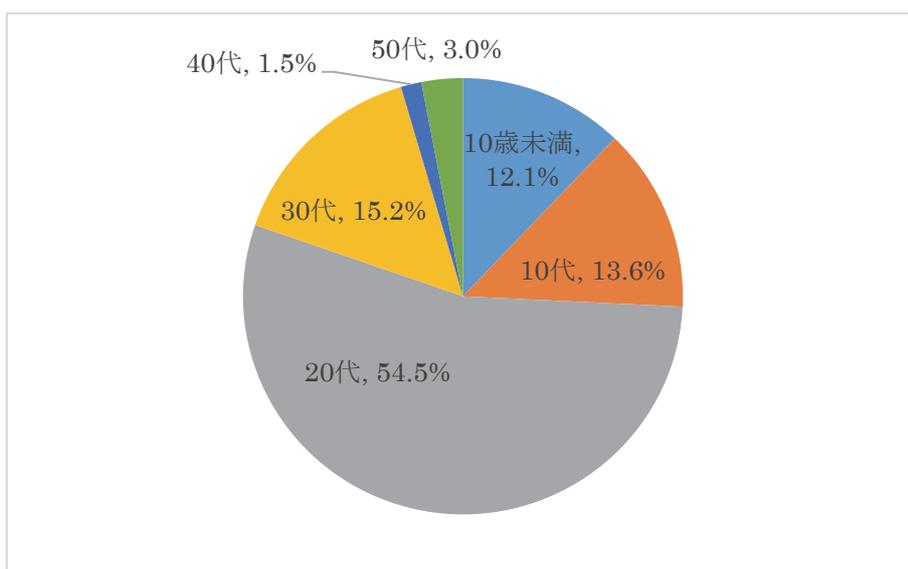


図 4-2 参加者の年齢層

アンケートでは、これまでにARやプロジェクションマッピングを使った展示や解説を見たことがあるかどうか、参加者の素養についての質問をしている。結果を図4-3に示す。「見たことがない」が53.0%とやや多いが、ほぼ半数ずつであった。

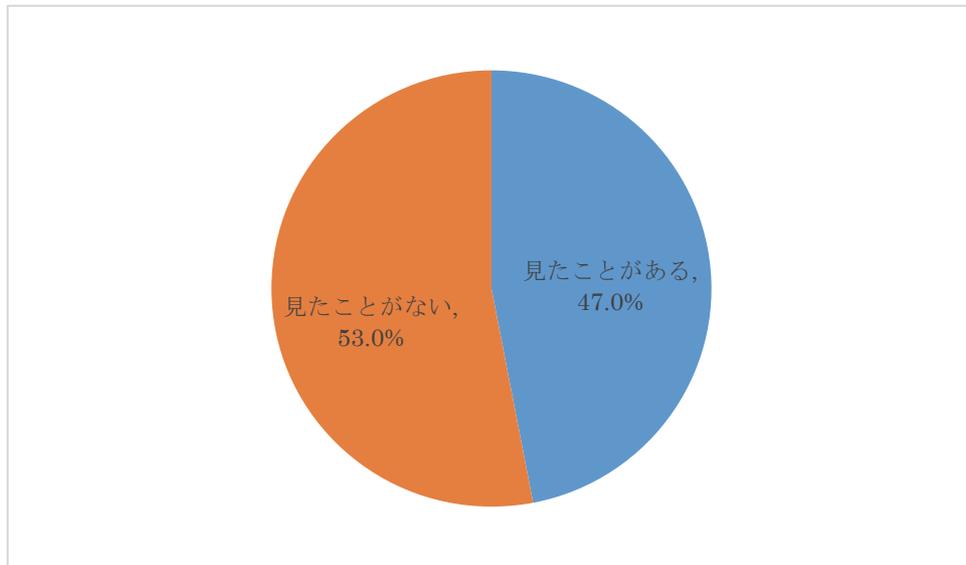


図4-3 素養 (ARやプロジェクションを使った展示や解説を見た経験)

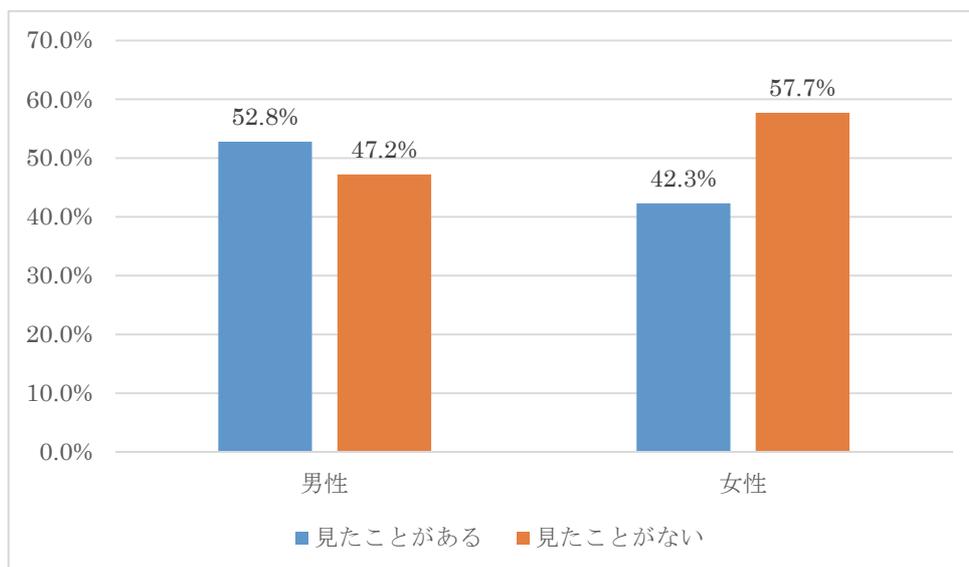


図4-4 素養と性別の関係

図4-4に、素養と性別の関係(見た経験と性別のクロス集計)を示す。「見たことがある」と回答しているのは、男性が52.8%、女性が47.2%となっており、男性の方がARやプロジェクションマッピングを見た経験が多いことがうかがえる。

以上の属性や素養の結果を踏まえ、教育プログラムの効果について分析する。

4-2. 教育プログラムの効果

本調査研究では、教育プログラムの効果として、主に「興味の喚起」（解説を見てどれくらい興味をもったか）と「分かりやすさ」（解説を見てどれくらいわかりやすいと感じたか）を調べた。教育プログラムで行った3つのテーマそれぞれについて、結果を考察する。

4-2-1. テーマ①「クルマの空力性能」の効果

まず、興味の喚起について見る。図4-5に結果を示す。「とても」と回答しているのは47.0%で最も多くなっており、ついで「まあまあ」が39.4%となっている。「とても」と「まあまあ」を合わせると86.4%となり、比較的興味が喚起されていることが分かる。

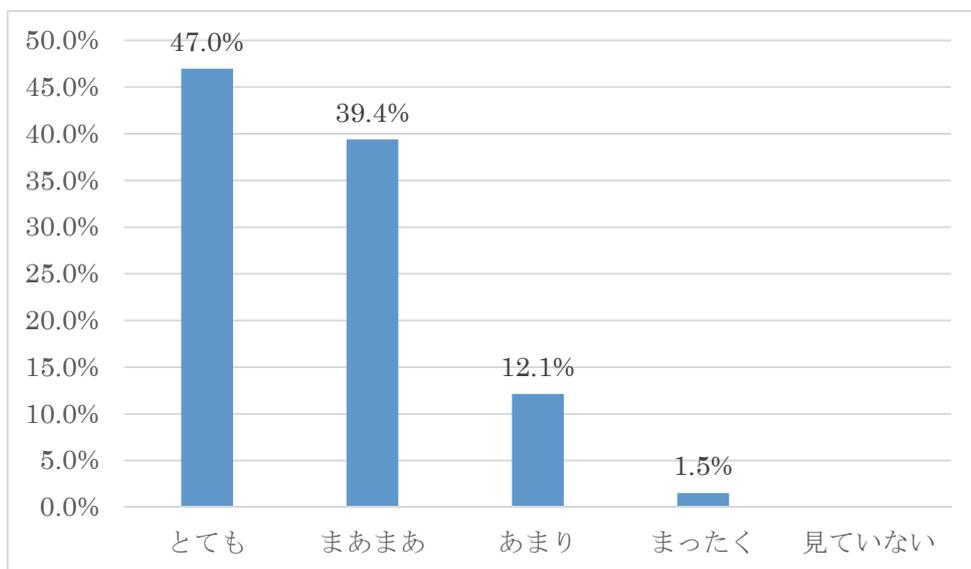


図4-5 興味の喚起（クルマの空力性能）

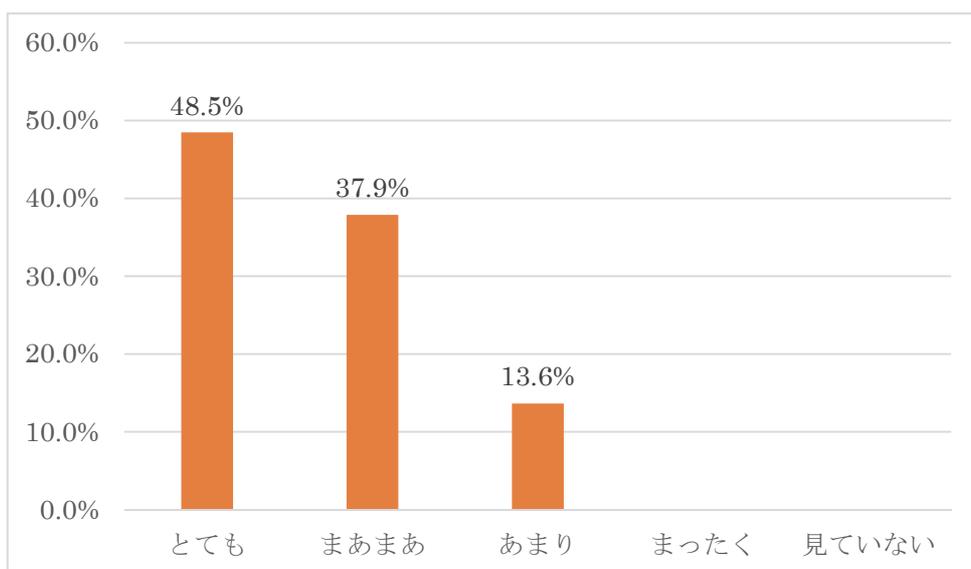


図4-6 分かりやすさ（クルマの空力性能）

続いて、分かりやすさについて見る。図 4-6 に示した結果の通り、「とても」が 48.5%、「まあまあ」が 37.9%で、合わせると同じく 86.4%となり、分かりやすさについても効果がうかがえる。

図 4-7 に、興味の喚起と分かりやすさを合わせた結果を示す。「とても」についてみると、興味の喚起よりも分かりやすさの方が少しではあるが多くなっている。また、興味の喚起については、「まったく」という回答も見られている。これより、テーマ自体には興味をあまり持てなかったが、解説内容については分かりやすいと感じた参加者がいることがうかがえる。

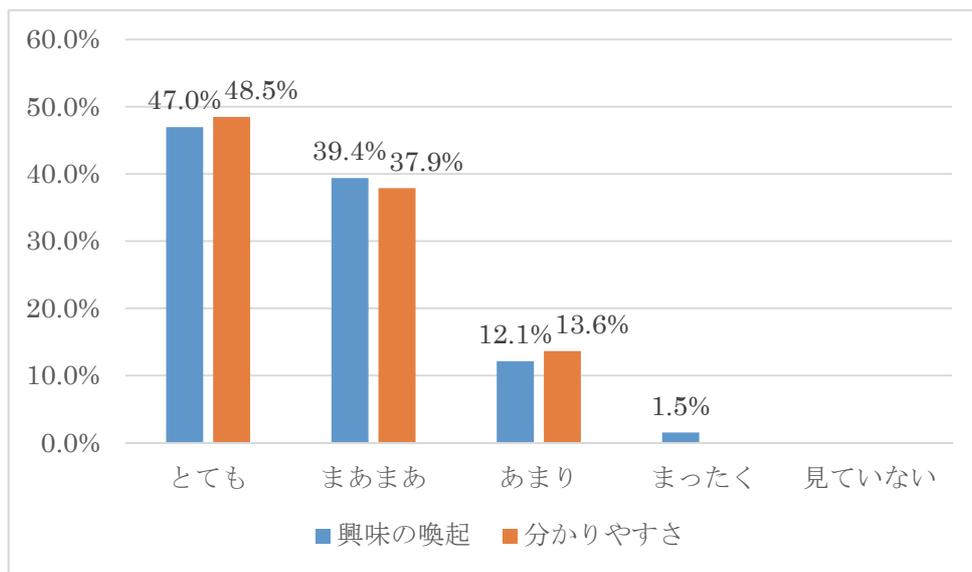


図 4-7 興味の喚起と分かりやすさ（クルマの空力性能）

興味の喚起と分かりやすさについて属性（性別）による差異があるかクロス集計で調べた。図 4-8 に性別と興味の喚起の関係を、図 4-9 に性別と分かりやすさの関係を示す。

図 4-8 より、興味の喚起については、男性は、「とても」が 50.0%、「まあまあ」が 33.3%であるのに対し、女性は「とても」が 26.9%、「まあまあ」が 53.8%と逆になっている。男性は「見ていない」という回答が多いものの、「あまり」、「まったく」についても女性の方が多くなっている。この差異は、クルマというテーマによるものであるかは、この結果からでは分からないが、性別による差異があることは確かだといえる。

一方、分かりやすさについては、図 4-9 のように、男性は興味の喚起とほぼ同様な結果が出ているが、女性は「とても」、「まあまあ」がともに 42.3%となり、興味の喚起の場合に比べ「とても」が増えている。つまり、女性は、テーマに興味はあまり持てなかったが、解説が分かりやすいと感じた人が多いことがうかがえ、分かりやすさについても性別による差異があるものと思われる。

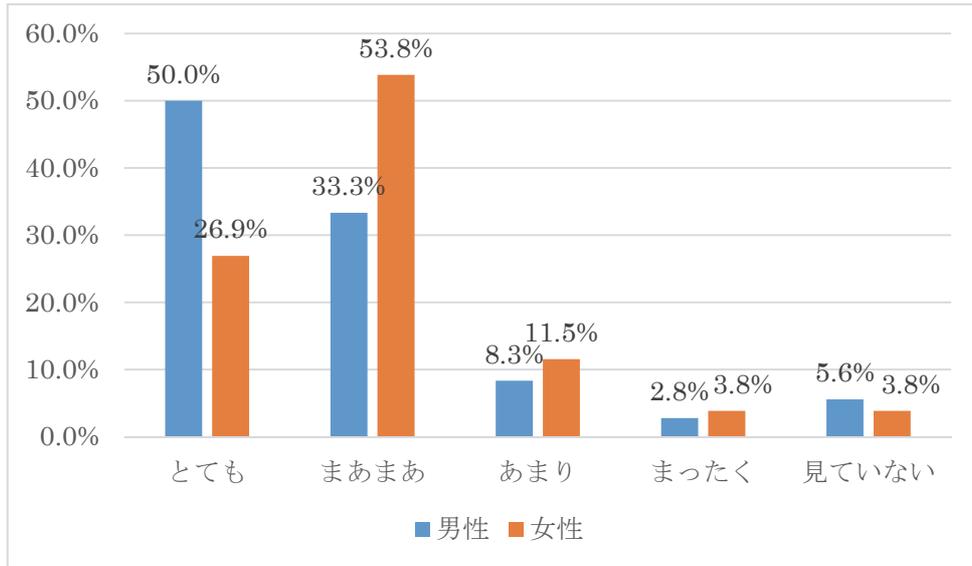


図 4-8 性別と興味の喚起の関係（クルマの空力性能）

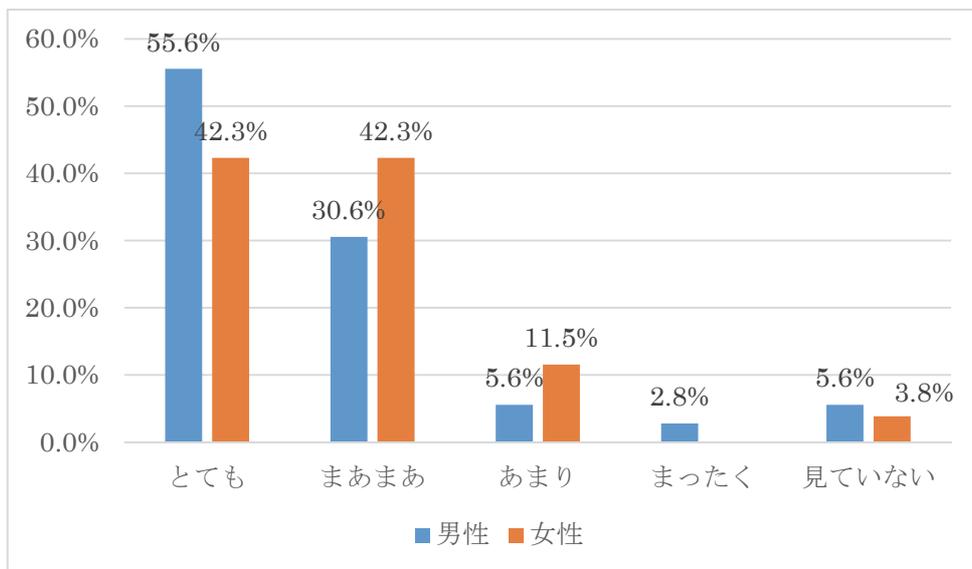


図 4-9 性別と分かりやすさの関係（クルマの空力性能）

素養（AR やプロジェクションを使った展示や解説を見た経験）と興味の喚起、分かりやすさの関係を見てみる。図 4-10 に見た経験と興味の喚起の関係を、図 4-11 に見た経験と分かりやすさの関係を示す。

興味の喚起については、見たことがある参加者は「とても」という回答が 45.2%で一番多くなっているが、見たことがない参加者は「まあまあ」が 51.4%と一番多く、見た経験がある方が、興味を喚起する効果があるものと思われる。しかし、「あまり」と答えた群を見ると、見たことがある参加者で 12.9%、ない参加者で 5.7%となっており、ある方が多くなっている。この結果からでは判断できないが、見た経験がある参加者にとっては、手法という面では興味を喚起されるほどではないと感じたのではないかと推察される。

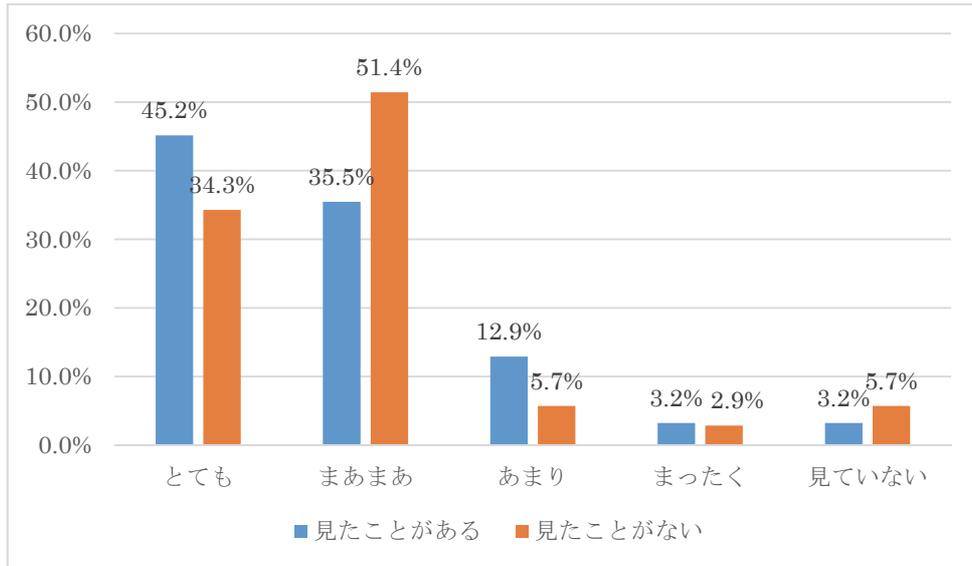


図 4-10 見た経験と興味の喚起の関係 (クルマの空力性能)

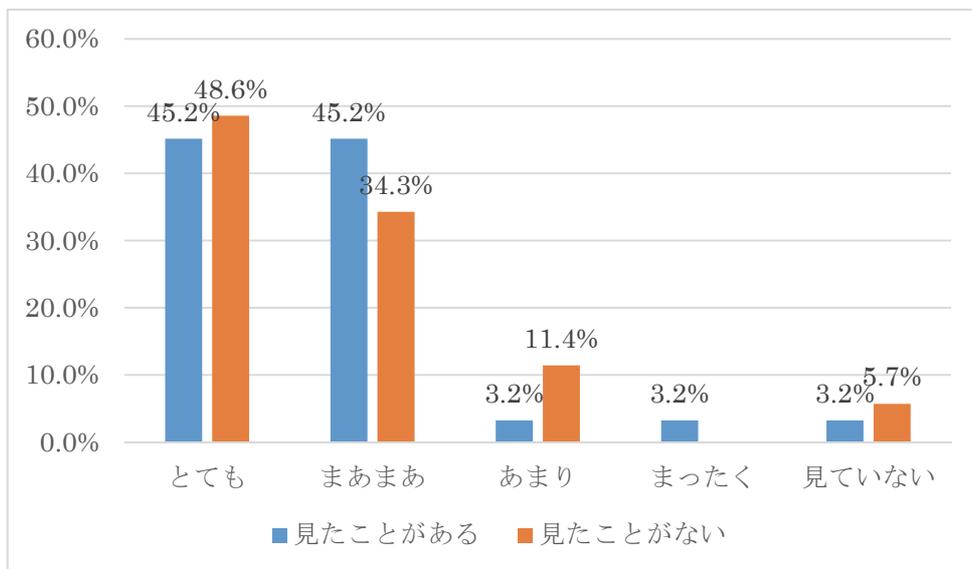


図 4-11 見た経験と分かりやすさの関係 (クルマの空力性能)

一方、図 4-11 に示した分かりやすさについては、見たことがある参加者は、「とても」、「まあまあ」とも 45.2%と同じになっているが、見たことがない参加者は、「とても」が 48.6%、「まあまあ」が 34.3%となっており効果が見られている。しかし、見たことがない参加者では「あまり」と回答しているのが 11.4%と比較的多く、逆に影響する場合もあることがうかがえる。

以上より、このテーマについては、興味が喚起されなくても、分かりやすいと感じる効果があると思われる。また、性別や見た経験によって効果に大きな差異が生じることが推察される。

4-2-2. テーマ②「動物の足跡」の効果

図 4-12 に興味の喚起についての結果を示す。「とても」と回答しているのが 47.0%で、「まあまあ」が 39.4%、「とても」と「まあまあ」を合わせると 86.4%となり、多くの参加者が興味を喚起されていることが分かる。しかし、「あまり」という回答も 12.1%と比較的多く、興味の喚起については効果が割れている。

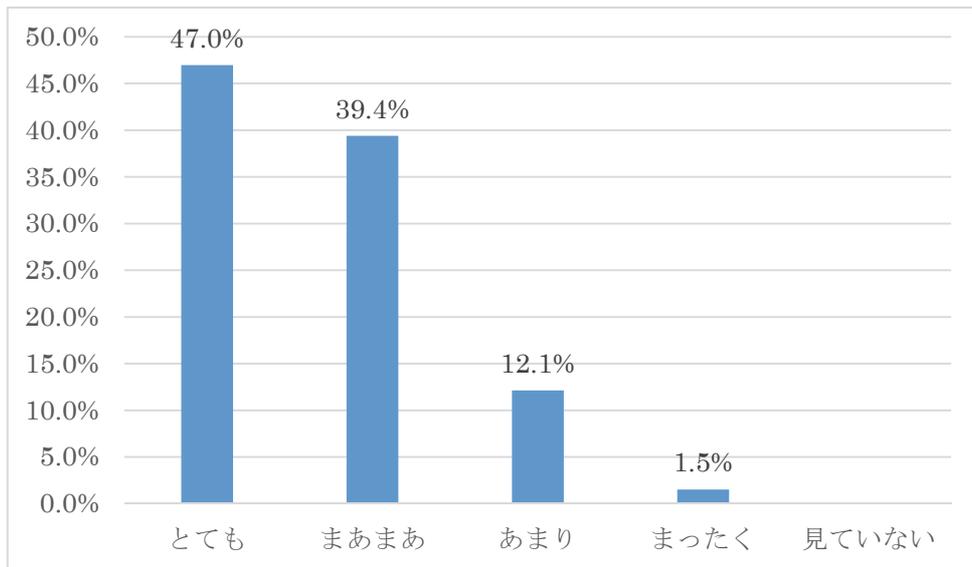


図 4-12 興味の喚起（動物の足跡）

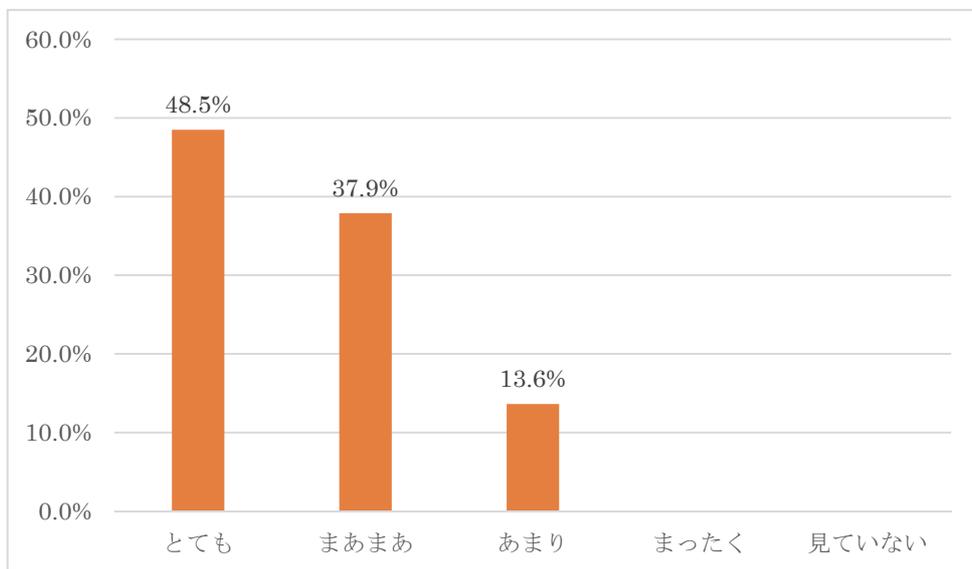


図 4-13 分かりやすさ（動物の足跡）

分かりやすさの結果について図 4-13 に示す。「とても」が 48.5%、「まあまあ」が 37.9%となり、合わせて 86.4%と興味の喚起の場合と同じ割合になっている。さらに「あまり」という回答も 13.6%と比較的高く、興味の喚起と同じ傾向が見られる。

図 4-14 に示した、興味の喚起と分かりやすさを合わせた結果を見ると明らかな通り、テーマ①「クルマの空力性能」の場合と異なり、興味の喚起と分かりやすさが同様の割合になっている。よって、興味の喚起と分かりやすさに相関があるものと思われる。

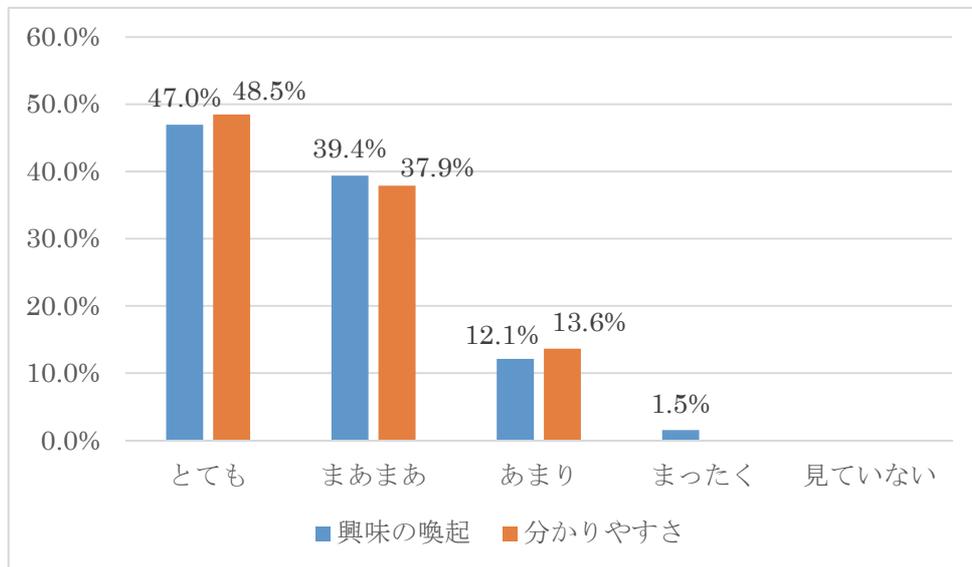


図 4-14 興味の喚起と分かりやすさ（動物の足跡）

テーマ①「クルマの空力性能」と同じく、性別（属性）や見た経験（素養）との関係性について見てみる。

まず、性別と興味の喚起の関係について図 4-15 に示す。図より、男性は「とても」が 38.9% で「まあまあ」が 44.4% と「まあまあ」の方が多くなっている。さらに「あまり」も 16.7% と比較的多い。

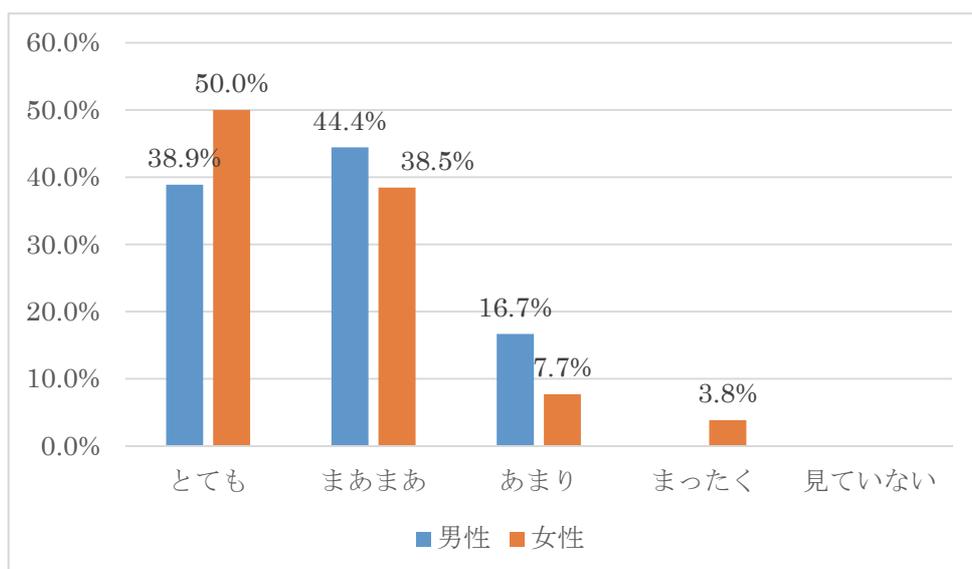


図 4-15 性別と興味の喚起の関係（動物の足跡）

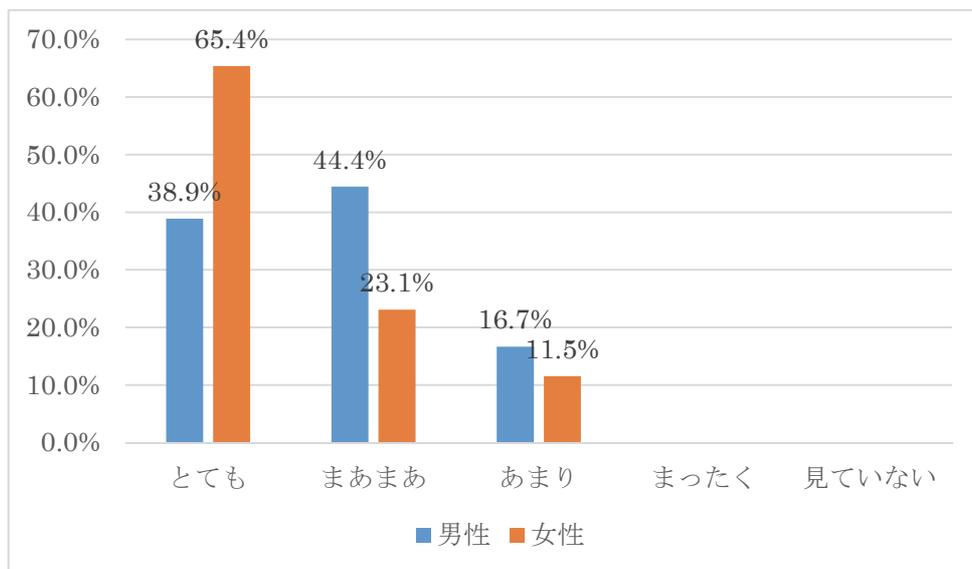


図 4-16 性別と分かりやすさの関係（動物の足跡）

それに対し、女性は「とても」が 50.0%で「まあまあ」が 38.5%となっており、テーマ①の場合と逆の傾向が現れている。これも恐らくテーマによる差異が生じているものと思われるが、男女ともテーマ①に比べれば「とても」と「まあまあ」の割合の差が小さくなっている。

次に、性別と分かりやすさの関係について図 4-16 に示す。各回答群の割合は、興味の喚起の場合と同様の傾向を示している。男性においては全く同じ割合となっているが、女性においては「とても」が 65.4%ととても高くなっており、興味の喚起が「まあまあ」であった参加者も、分かりやすさについては「とても」と感じていることが分かる。

このテーマ②では、AR のマーカー（動物の足跡の絵）をパズル形式にして、子どもが楽しめるような演出にしており、テーマ①に比べれば性別や年齢を問わず分かりやすい内容になっているものと考えていたが、今回の結果としては男性よりも女性の方に効果があることが示された。

続いて、素養（AR やプロジェクションを使った展示や解説を見た経験）と興味の喚起、分かりやすさの関係を見る。図 4-17 に見た経験と興味の喚起の関係を、図 4-18 に見た経験と分かりやすさの関係を示す。

図 4-17 より、興味の喚起については、見たことがある参加者は「とても」が 51.6%、「まあまあ」が 36.5%と「とても」の方が高くなっている。一方、見たことがない参加者「とても」と「まあまあ」がともに 42.9%となっており、見たことがある参加者の方が興味を喚起されていることが分かる。ただし、どちらの場合も「あまり」または「まったく」と回答した参加者が 13%程度いる。

分かりやすさについては、見たことがある参加者で「とても」が 48.4%、「まあまあ」が 45.2%で合わせて 93.6%となり、興味の喚起の効果が現れていると言える。一方、見たこと

がない参加者では「とても」が48.6%、「まあまあ」が31.4%で合わせて80.0%となり見たことがある方より少なくなっている。また、見たことがない参加者については、「あまり」という回答が20.0%ととても大きくなっており、見た経験があるかどうかで効果に差があることがうかがえる。

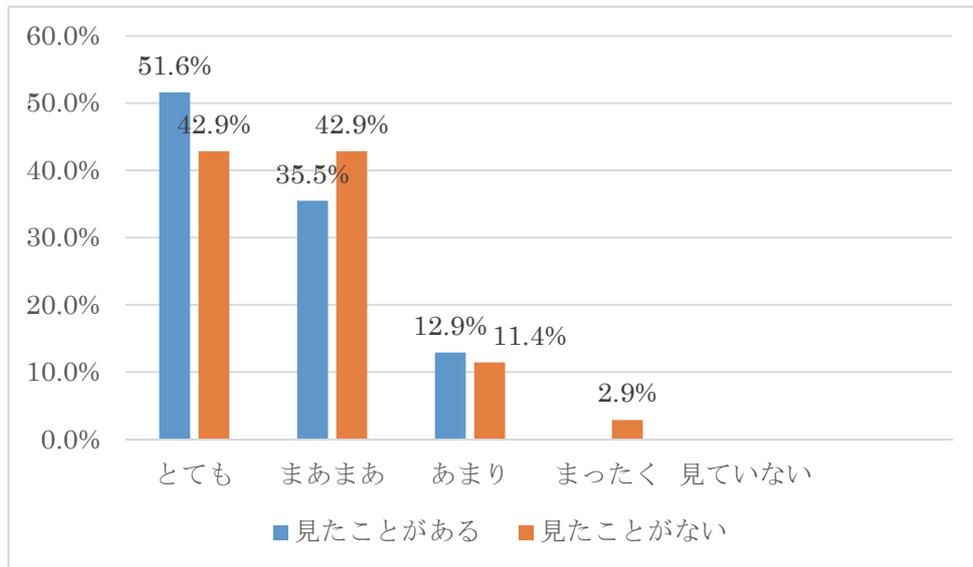


図 4-17 見た経験と興味の喚起の関係（動物の足跡）

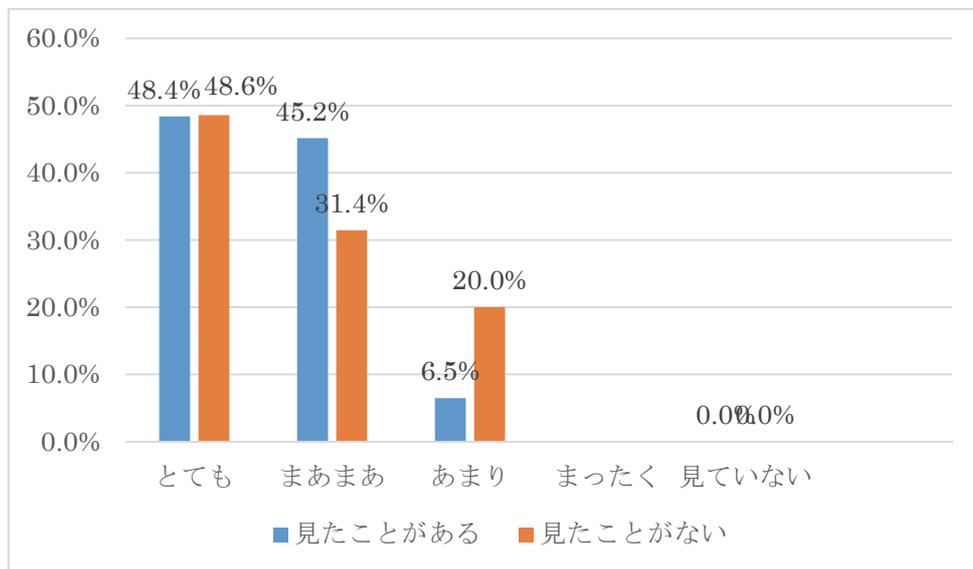


図 4-18 見た経験と分かりやすさの関係（動物の足跡）

4-2-3. テーマ③「液晶テレビのしくみ」の効果

図 4-19 に興味の喚起についての結果を示す。「とても」と回答しているのは53.0%と半数を超えている。「とても」と「まあまあ」を合わせると80.3%となり、興味の喚起に大きな効果が現れていることが分かる。

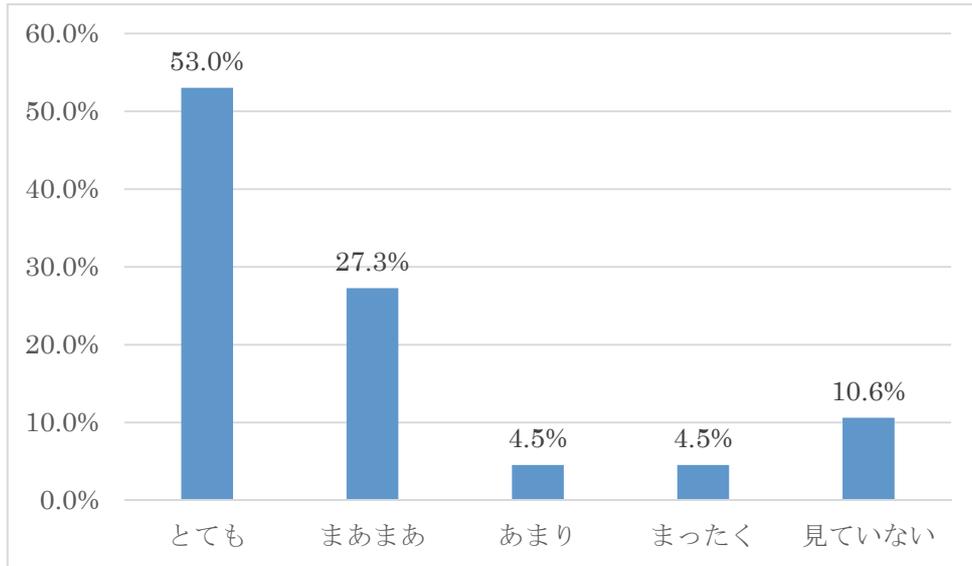


図 4-19 興味の喚起 (液晶テレビのしくみ)

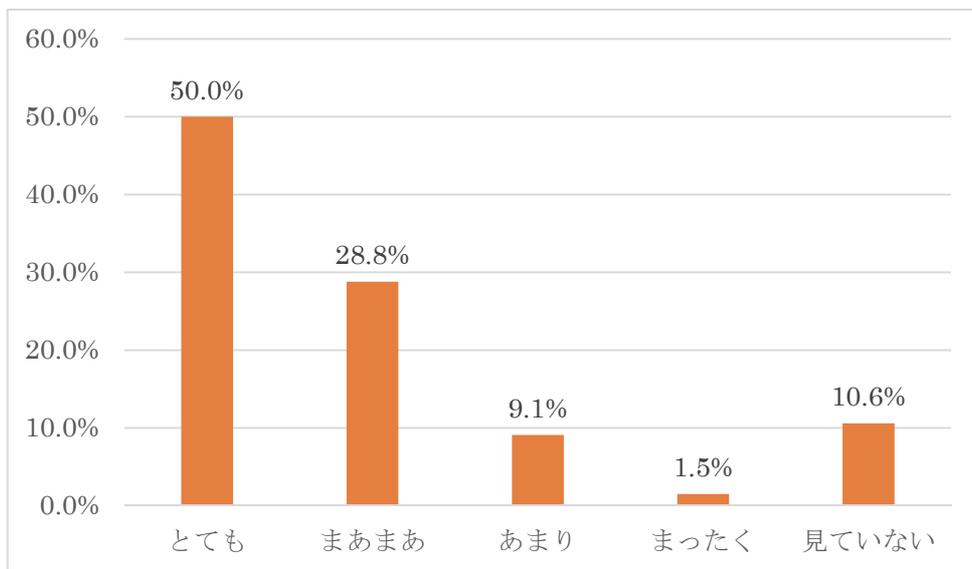


図 4-20 分かりやすさ (液晶テレビのしくみ)

分かりやすさについての結果を図 4-20 に示す。「とても」という回答が 50.0%と半数を占め、「まあまあ」も次いで 28.8%となっているが、「あまり」と回答した参加者が 9.1%と多く、「まったく」と合わせると 10%を超えている。また、「見ていない」という参加者が 10.6%いる点については、結果を考察するうえでは考慮する必要がある。

図 4-21 に興味の喚起と分かりやすさを合わせた結果を示す。「とても」という回答に関して見ると、他のテーマの場合と異なり、興味の喚起の方が分かりやすさより割合が高くなっている。テーマ③では、内容がさらに細かく別れ「液晶テレビの構造」、「偏光板のしくみ」、「液晶パネルのしくみ」、「光の三原色 (カラーフィルタ)」についての解説と実験を行っている。特に「偏光板のしくみ」と「液晶パネルのしくみ」は、内容自体も難しい

ところがあるので、今回の参加者の年齢層が 20 代以上の大人が多かったとはいえ、分かりやすさに関しては、やや影響があったのではないかと思われる。

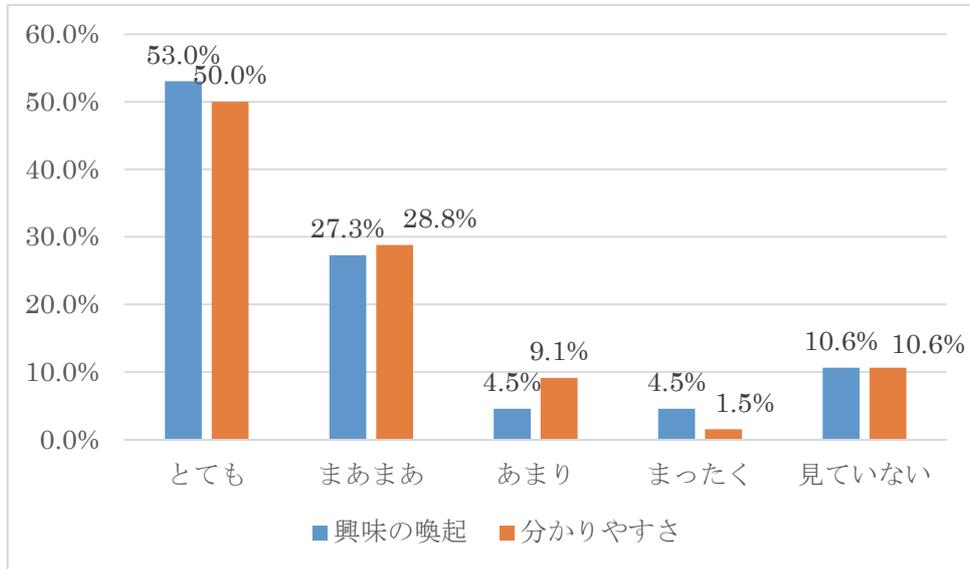


図 4-21 興味の喚起と分かりやすさ (液晶テレビのしくみ)

他の 2 つのテーマと同様に、性別 (属性) や見た経験 (素養) との関係性について見る。

図 4-22 に、性別と興味の喚起の関係について示す。図より、男性は「とても」が 50.0% で「まあまあ」が 33.3% となっているのに対し、女性は「とても」が 57.7%、「まあまあ」が 19.2% と大きな差が出ている。ネガティブ回答についても女性は「まったく」が 7.7% と比較的多くなっている。

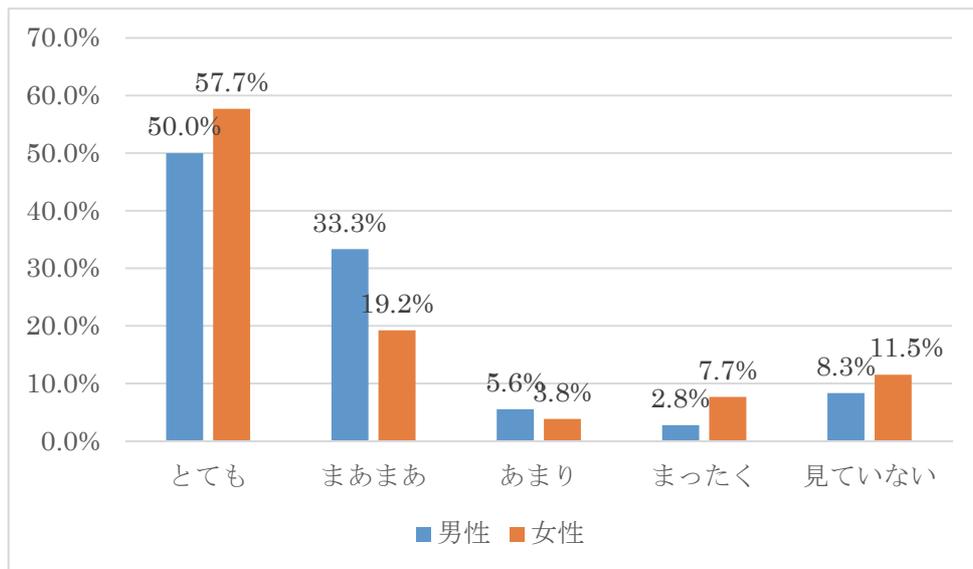


図 4-22 性別と興味の喚起の関係 (液晶テレビのしくみ)

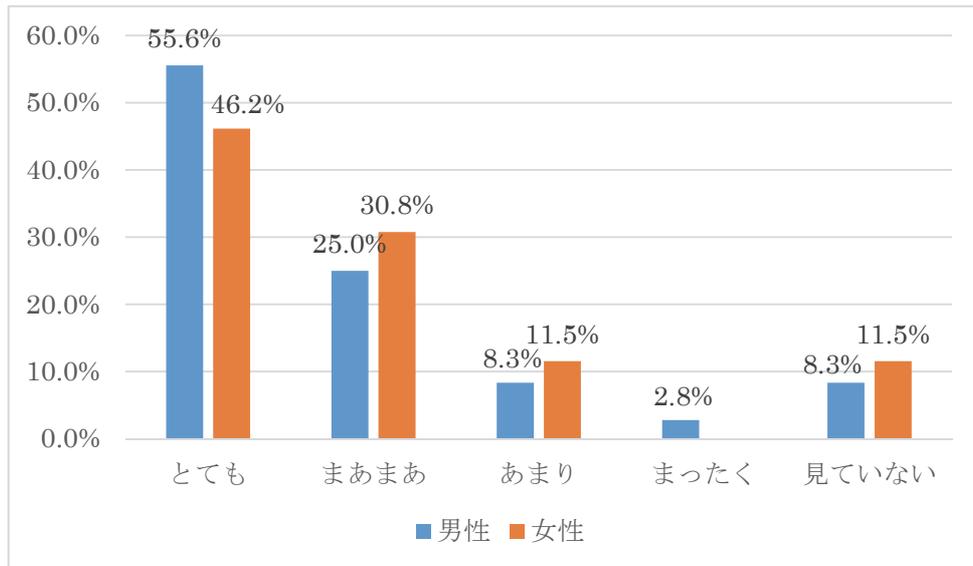


図 4-23 性別と分かりやすさの関係（液晶テレビのしくみ）

図 4-23 に、性別と分かりやすさの関係を示す。男性は「とても」という回答が 55.6%と半数を超えており、「まあまあ」と合わせると 80.6%となる。女性は、「とても」と「まあまあ」を合わせて 77.0%となるが、「とても」が 46.2%と男性より少なくなっている。よってテーマ③については、男性は、興味の喚起と分かりやすさに相関があるように思われるが、女性は、興味が喚起されても分かりやすさは感じられなかった参加者が多くいたことがうかがえる。

続いて、素養（AR やプロジェクションを使った展示や解説を見た経験）と興味の喚起および分かりやすさの関係について見る。図 4-24 に見た経験と興味の喚起の関係を示す。

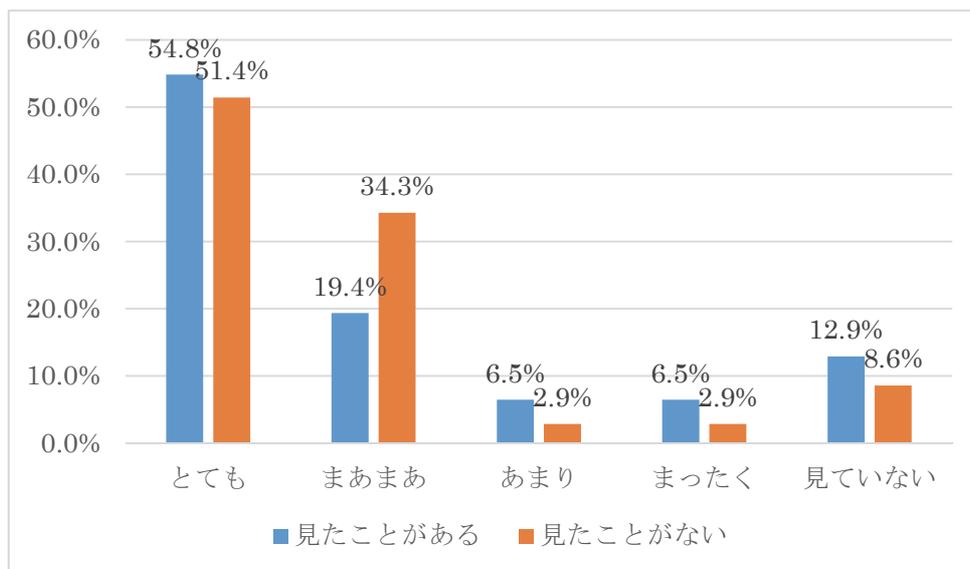


図 4-24 見た経験と興味の喚起の関係（液晶テレビのしくみ）

見たことがあるという参加者は、興味の喚起について「とても」と回答したのは54.8%で、「まあまあ」が19.4%となり大きな差が出ている。一方、見たことがないという参加者は、「とても」が51.4%と見たことがある参加者と同じような割合になっているが、「まあまあ」という回答も34.3%と多く、見た経験がある参加者の場合ほどの差はない。このテーマ③では、実験道具をARのマーカールの一部とするなど、特殊なマーカールの使用法を試みている。見た経験がある参加者に対して興味の喚起に効果が現れているのは、それもひとつの理由ではないかとも考えられる。

わかりやすさについてはどうか、図4-25にみた経験と分かりやすさの関係を示す。見たことがある参加者は、「とても」が48.4%、「まあまあ」が22.6%であるのに対し、ない参加者は、「とても」が51.4%、「まあまあ」が34.4%とどちらも上回っている。見た経験がない参加者には、分かりやすさについて高い効果があったことが分かる。

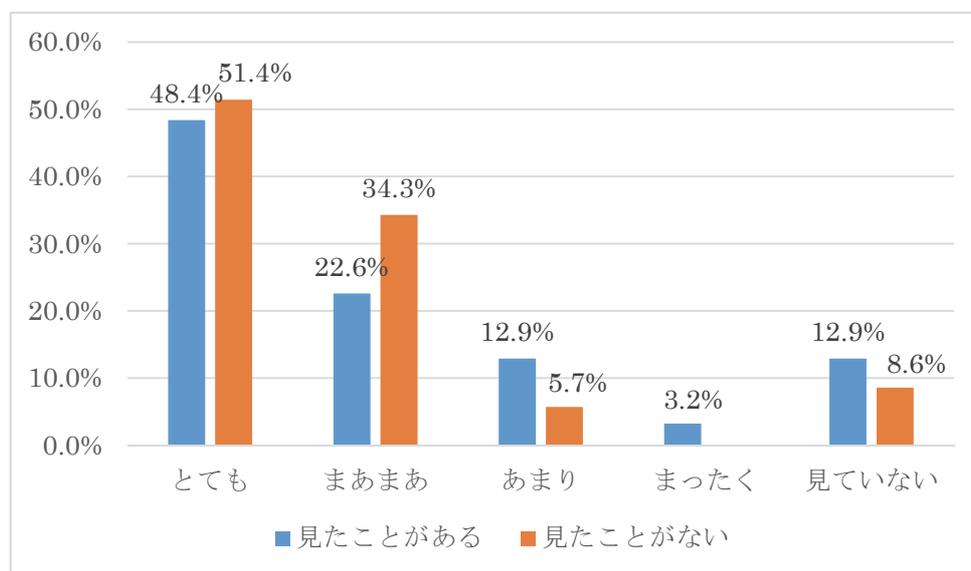


図 4-25 見た経験と分かりやすさの関係 (液晶テレビのしくみ)

4-2-4. 印象に残った映像解説・実験

アンケートでは、映像手法や解説手法についての効果を調べるために、印象に残った映像解説や実験を選択してもらった。図4-26に結果を示す。図より、「動物の足跡」の映像解説が32.8%と最も高く、次いで「クルマの空力性能」の解説映像が21.9%となっており、さらに「光の三原色の実験」の18.8%が続いている。参加者にマーカールをパズル形式でつくってもらうという演出をとったこともあるであろうが、3つのテーマの中では比較的シンプルな内容であったことが大きな要因であろうと考えられる。一方、プロジェクションマッピングによる「液晶テレビの構造」の解説については参加者の誰もを選択しなかったという結果になっている。これは、3Dマッピングではあったが、3Dの効果はひまひとつ感じられにくい映像であったことも要因と思われる。

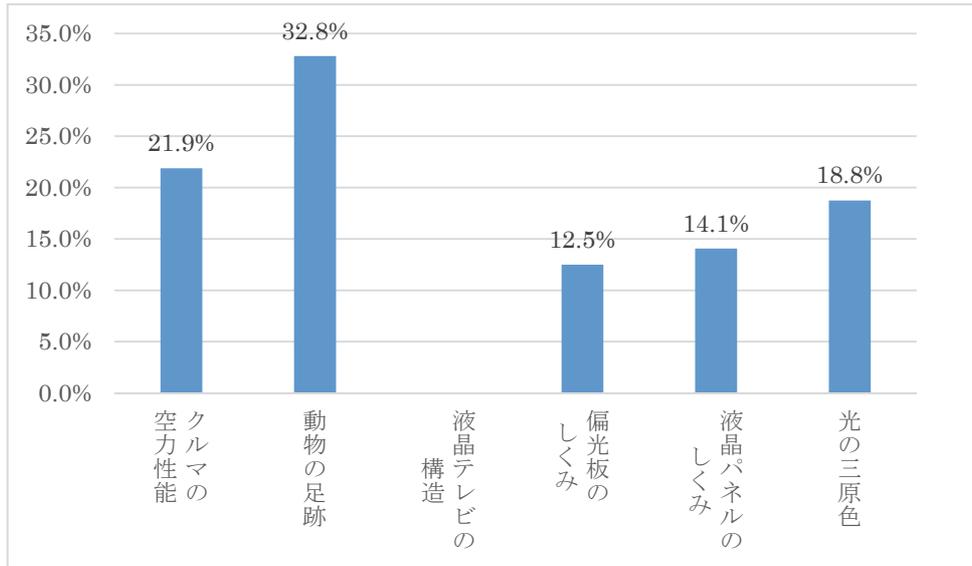


図 4-26 印象に残った映像解説・実験

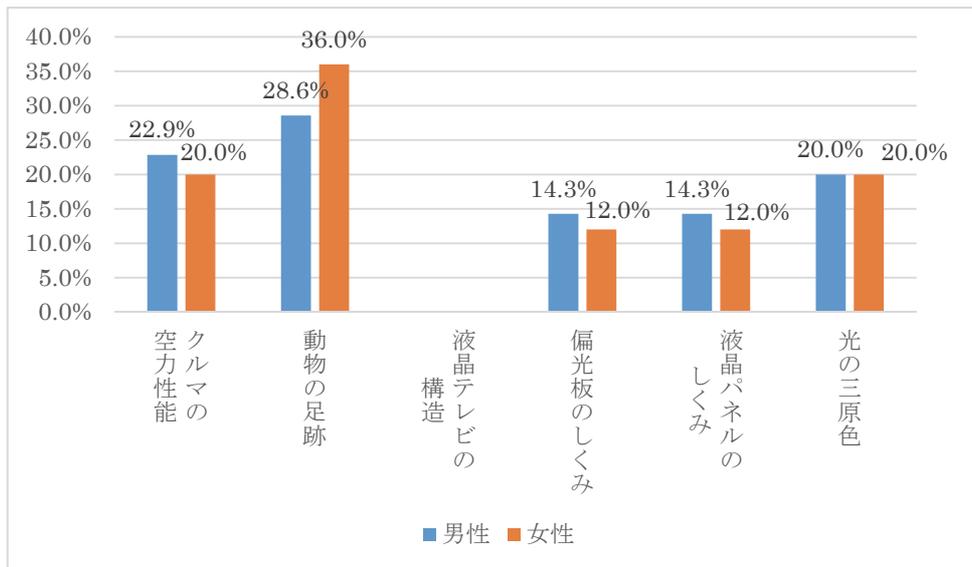


図 4-27 性別と印象に残った映像解説・実験の関係

図 4-27 に性別と印象に残った解説・実験との関係を示す。最も印象に残った「動物の足跡」の映像解説については、男性が 28.6%、女性が 36.0%となり女性の方が多くなっている。それに対し、2 番目に印象に残った「クルマの空力性能」の解説映像は、男性が 22.9%、女性が 20.0%で逆になっている。3 番目の「光の三原色」の実験は、男性も女性も同じ 20.0%となっている。それら以外の「偏光板のしくみ」と「液晶パネルのしくみ」は、どちらも男性が 14.3%、女性が 12.0%とやや男性が多いが、ほぼ同じ割合となっている。よって、このプログラムの AR を使った映像解説・実験については、テーマ①「クルマの空力性能」は男性に、テーマ②「動物の足跡」は女性に、テーマ③「液晶テレビのしくみ」は男女ともに効果が現れていると思われ、性別に対してテーマによる差異が生じることがうかがえる。

素養（AR やプロジェクションを使った展示や解説を見た経験）と印象に残った解説・実験との関係を図 4-28 に示す。図 4-28 より、見たことがある参加者は、「クルマの空力性能」の映像解説が 34.5%と最も多くなっている。次いで「動物の足跡」の映像解説が 20.7%、「光の三原色」の実験の 17.2%と続く。一方、見たことがない参加者は、「動物の足跡」が 42.9%で最も多く、次の「光の三原色」の 20.0%と大きな差が出ており、「クルマの空力性能」にいたっては、「偏光板のしくみ」の映像解説と同じく 11.4%で選ばれた中では最も低くなっている。この結果からでは判断できないが、見たことがない参加者には、AR にパズルという遊び要素を加えたことが印象に残った要因の一つではないかと思われる。一方、見たことがある参加者には、模型をマーカーにするなど、マーカーの特殊な使用法に印象が残ったのではないかと思われる。

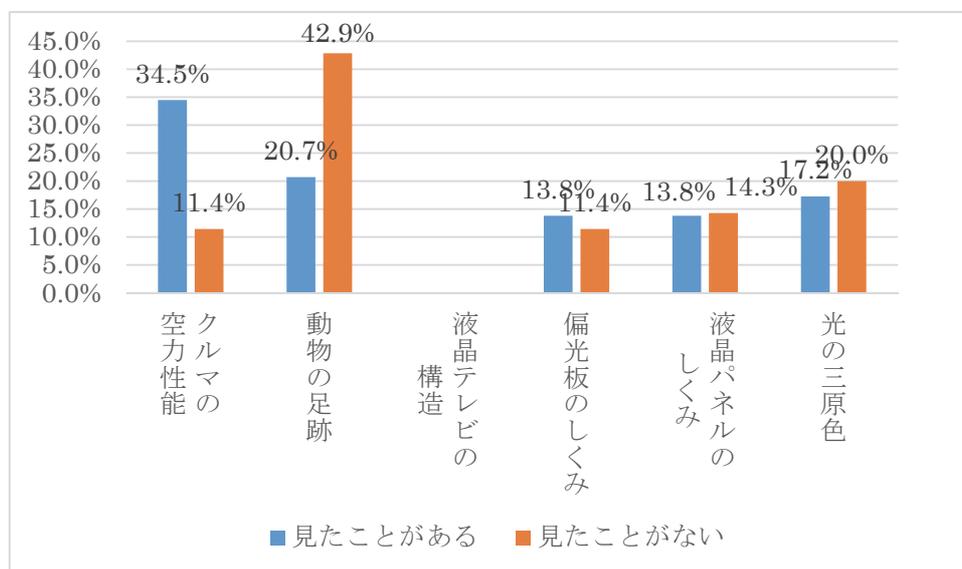


図 4-28 見た経験と印象に残った解説・実験の関係

4-2-5. 関心度

アンケートでは、今後も AR やプロジェクションマッピングを使った展示や解説を見たいと思うかを質問し、関心度を調べた。結果を図 4-29 に示す。「とても」見たいと思うという回答が 45.5%、「まあまあ」見たいが 48.5%となり、「まあまあ」の方が多くなっているが、「とても」と「まあまあ」を合わせると 94.0%となり、ほとんどの参加者が関心を持ち、今後も見てみたいと思っていることがわかる。

この関心度は、性別で差異があるだろうか。図 4-30 に性別と関心度の関係を示す。男性も女性も「まあまあ」の方が多くなっているが、男性は「とても」が 44.4%、「まあまあ」が 47.2%とさほど差がないのに対し、女性は「とても」が 42.3%で、「まあまあ」が 53.8%とだいぶ差が出ている。関心度は男性の方がやや高いことがうかがえる。

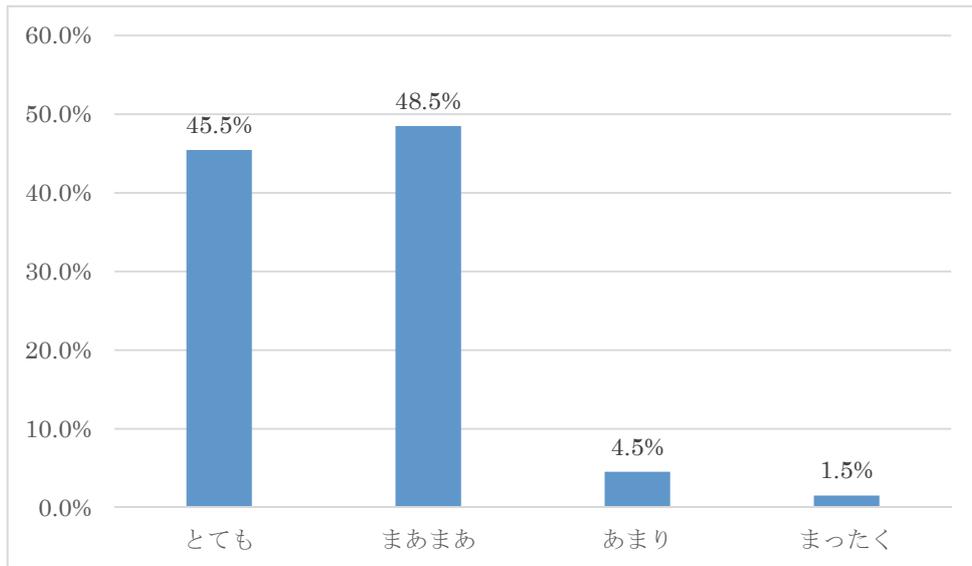


図 4-29 AR やプロジェクションマッピングを使った展示・解説への関心度

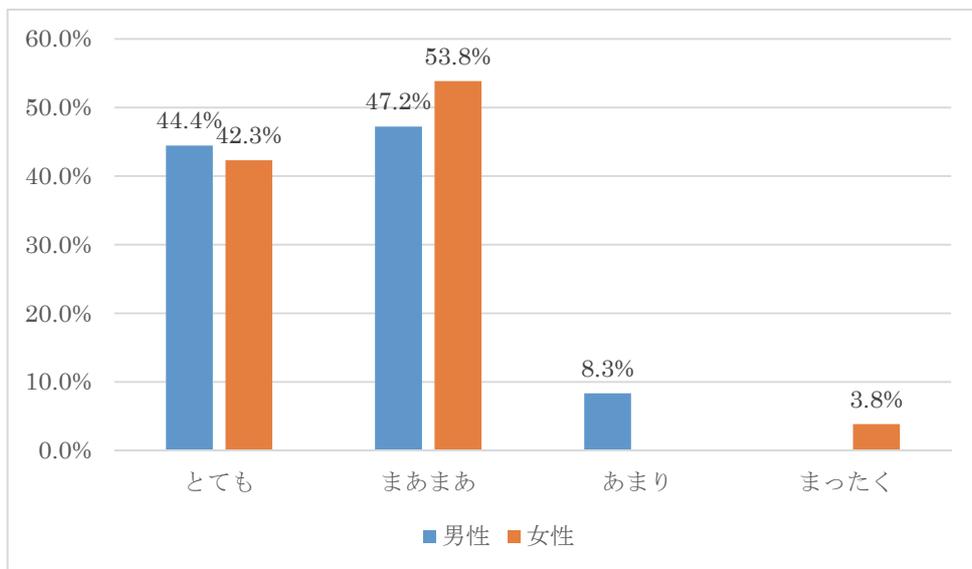


図 4-30 性別と関心度の関係

素養（AR やプロジェクションマッピングを使った展示や解説を見た経験）と関心度に関係があるかどうかを調べた。結果を図 4-31 に示す。これまでに見たことがある参加者は、今度も「とても」見たいと思うという回答が 51.6%、「まあまあ」見たいと思うが 45.2%となっており、「とても」の方が多くなっている。一方、見たことがない参加者は「とても」が 40.0%、「まあまあ」が 51.4%と「まあまあ」の方が多くなっている。よって、これまでに見た経験がある参加者の方が関心度は高くなっているのが分かる。つまり、見た経験がある参加者の方が、効果が高くなる可能性があることがうかがえる。

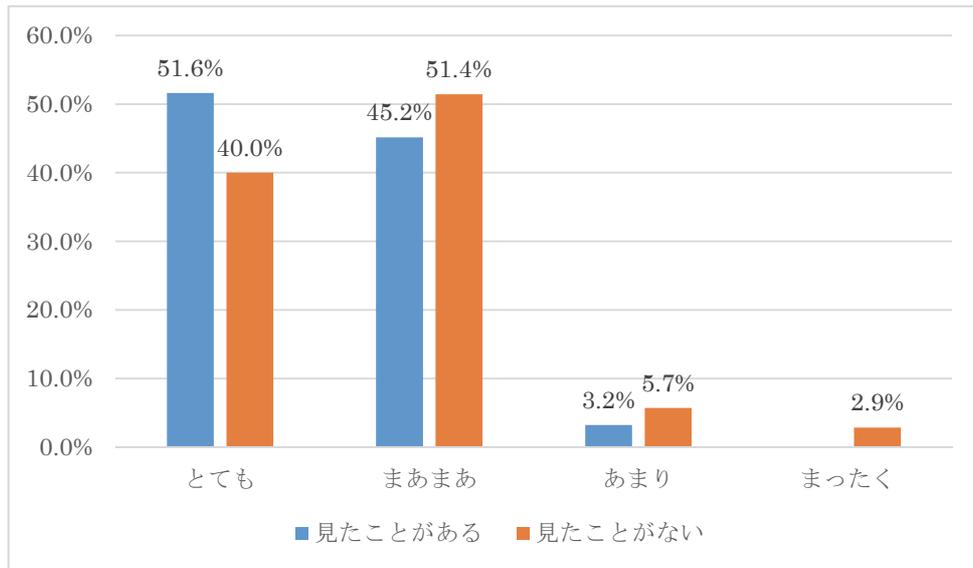


図 4-31 見た経験と関心度の関係

関心度とプログラムの各テーマについて興味の喚起および分かりやすさに関する関係があるかをクロス集計して調べた。図 4-32 に関心度と興味の喚起の関係、図 4-33 に関心度と分かりやすさの関係を示す。

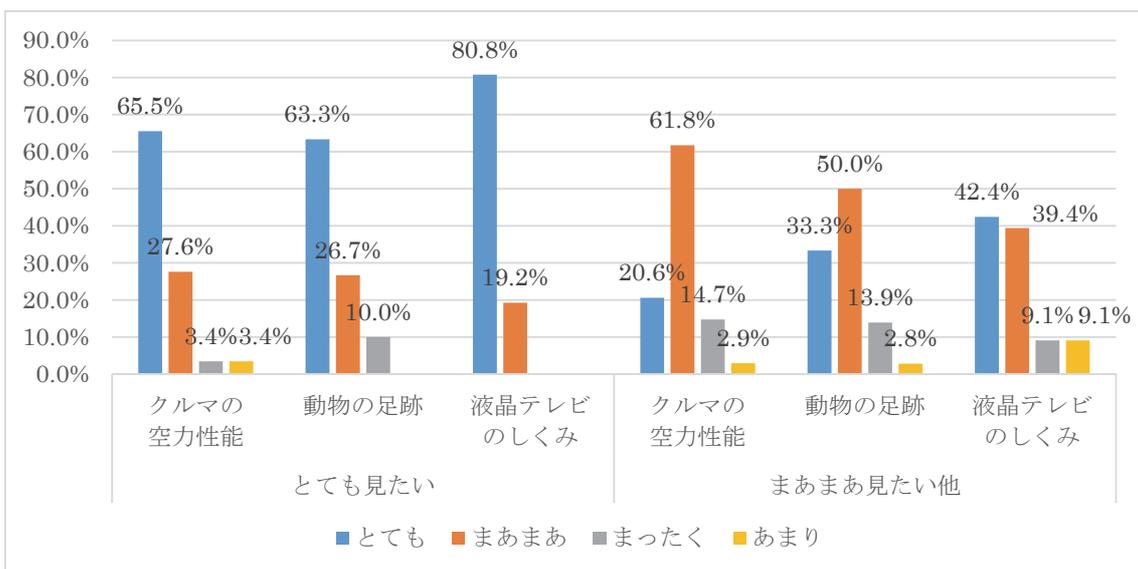


図 4-32 関心度と各テーマにおける興味の喚起との関係

図 4-32 より、今後も AR やプロジェクションマッピングを使った展示や解説を「とても」見たいと関心度が高い回答した参加者は、テーマ①「クルマの空力性能」では、「とても」（興味を持った）と回答したのが 66.5%、テーマ②「動物の足跡」では「とても」が 63.6% と多く、テーマ③「液晶テレビのしくみ」に至っては「とても」が 80.8% となっており、各テーマで興味の喚起が高くなっているのがわかる。一方、「まあまあ」見たい、「あまり」見

たくない、「まったく」見たくないと関心度が低い回答をした参加者は、テーマ①では「まあまあ」が 61.8%。テーマ②では「まあまあ」が 50.0%で最も多くなっており、唯一テーマ③で「とても」が 42.4%と一番多くなっているが、「まあまあ」も 39.4%と多く、興味の喚起が弱いことが見て取れる。よって、興味の喚起と関心度に強い相関があることがわかる。

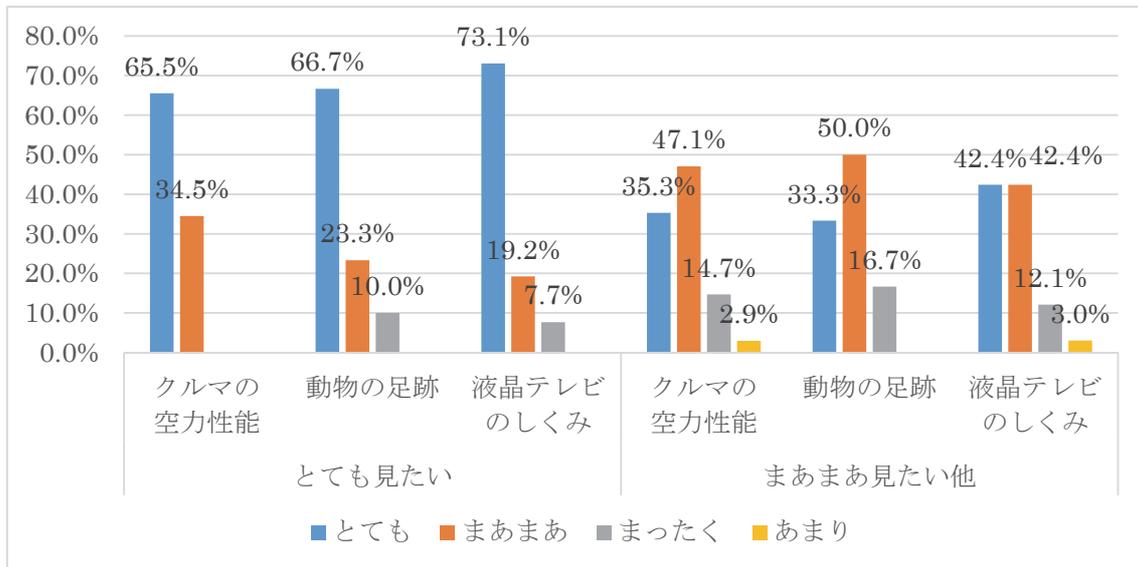


図 4-33 関心度と各テーマにおける分かりやすさとの関係

分かりやすさについて見てみると、図 4-33 より興味の喚起と同様に、関心度の高い回答をした参加者は、テーマ①で「とても」(分かった)が 65.5%、テーマ②で「とても」が 66.7%、テーマ③で「とても」が 73.1%と各テーマで「とても」が多くなっている。関心度の低い回答をした参加者についても同じく、「まあまあ」が多くなっておいるが、テーマ①では 47.1%と興味の喚起の場合よりは少ない。テーマ②では 50.0%で興味の喚起の場合と同じ、テーマ③では 42.4%とやや増えている。分かりやすさについても関心度と強い相関があることがわかる。

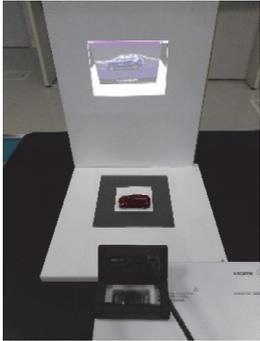
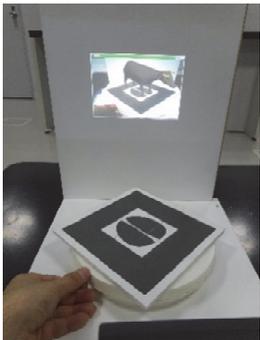
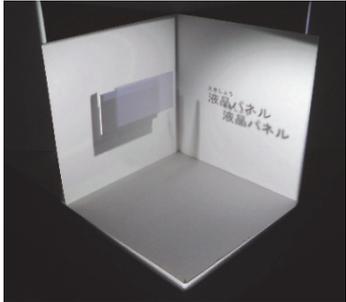
以上より、参加者の興味を喚起すること、分かりやすいと感じてもらうことが、関心度を高める大きな要因になることが示されたといえる。

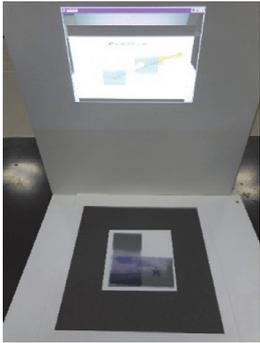
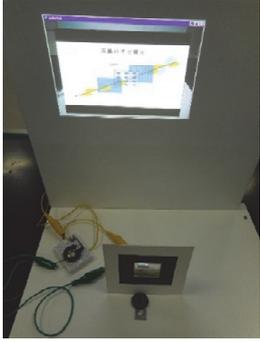
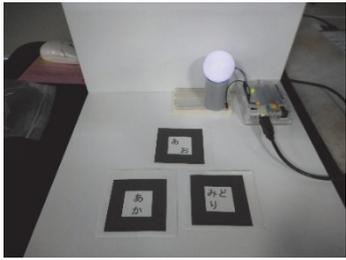
5. 考察

本調査研究では、教育プログラムを試作し、科学技術館の来館者に試行してその効果について調べた。試作した教育プログラムにおいて、サイエンスビジュアライゼーションの手法としてAR(拡張現実)とプロジェクションマッピングといった映像技術を用いた解説を行った。試行結果の分析より、性別や素養(ARやプロジェクションマッピングを使った展示や解説を見た経験)が興味の喚起、分かりやすさに関係があることがうかがえた。

そこで、結果を踏まえて科学館における科学技術教育におけるサイエンスビジュアライゼーションの可能性について考察する。ここでは、関心度(ARやプロジェクションマッピングを使った展示や解説をもっと見たいと思うか)に着目して述べるが、考察する前にサイエンスビジュアライゼーションの手法として用いた各解説映像・実験の概要を改めて整理する(表5-1参照)。

表 5-1 各解説映像・実験の概要

<p>「クルマの空力性能」の解説映像</p> <p>クルマの模型をARのマーカの一部とし、マーカ の決められた位置に模型を置くと、カメラを通し てスクリーンに映ったマーカの上に解説映像が 表示される。</p> <p>※映像：マツダ株式会社提供</p>	
<p>「動物の足跡」の解説映像</p> <p>動物の足跡の絵のパズルを参加者に完成させても らい、それがARのマーカとなって、その足跡の 動物がカメラを通してスクリーンに映ったマーカ 上に表示される。</p>	
<p>「液晶テレビの構造」の解説映像</p> <p>液晶テレビを構成する部品(偏光板や液晶パネル、 カラーフィルタ)を3Dプロジェクションマッピン グで模型に当てて表示して紹介する</p>	

<p>「偏光板のしくみ」の実験・解説映像</p> <p>2枚の偏光板をARマーカーの一部とし、マーカー上で実際に2枚重ねて置くと、その重ね方によって光を通すようになるしくみ、または通さなくなるしくみを、実際の現象も見ながら、カメラを通してスクリーンに映ったマーカー上に解説映像が表示される。</p>	
<p>「液晶パネルのしくみ」の実験・解説映像</p> <p>液晶パネルをマーカーにすると、光が通らなくなるように並べた2枚の偏光板の間に液晶パネルを挟むと光が通るようになるしくみを、カメラを通してスクリーンに映ったマーカー上に解説映像が表示される。</p>	
<p>「光の三原色」(カラーフィルタ)の実験</p> <p>カラーフィルタに使われる赤、緑、青の色(光の三原色)について、色の名前がかかれたマーカーを単独または合わせてカメラに向けて置くと、その色または合わせてできる色に発光する。</p>	

関心度と印象に残った解説映像・実験の関係を図 5-1 に示す。図より、「とても」見たいと思うと回答した関心度の高い参加者の場合、印象に残ったのは「動物の足跡」の解説映像が 33.3%と最も多く、次いで「クルマの空力性能」の解説映像が 23.3%、続いて「光の三原色」の実験が 16.7%となっている。「まあまあ」、「あまり」、「まったく」と回答した関心度が低い参加者の場合は、「とても」の場合と同じく「動物の足跡」が 32.4%で一番多く、続いて「クルマの空力性能」と「光の三原色」が 20.6%と並んでおり、関心度の高い参加者よりやや分散しているが、ほぼ同様な傾向となっている。

ここで、改めて関心度と各テーマにおける興味の喚起との関係を図 5-2 (図 4-32 と同じ) に、関心度と各テーマにおける分かりやすさとの関係を図 5-3 (図 4-33 と同じ) に示し、図 5-1 との関係も見ながら考察する。

図 5-1 では、関心度が高い参加者も低い参加者も「動物の足」の解説映像が「とても」印象に残ったという回答が最も多くなっている。しかし、図 5-2 を見ると、「とても」興味が喚起されたのは、関心度の高い参加者も低い参加者も「液晶テレビのしくみ」が最も多くなっている。ただし、関心度の低い参加者は、全体的に「とても」という回答が少なく、「ま

あまあ」の方が多くなっている。しかも「まあまあ」の中で最も多いのは、「クルマの空力性能」となっている。

図 5-3 より、「とても」分かりやすいと感じたのは、関心度の高い参加者も低い参加者も「液晶テレビのしくみ」が多くなっているが、その割合は大きく異なっており、興味の喚起の場合と同様に、関心度の低い参加者は「まあまあ」という回答の方が多く、「動物の足跡」が最も多くなっている。

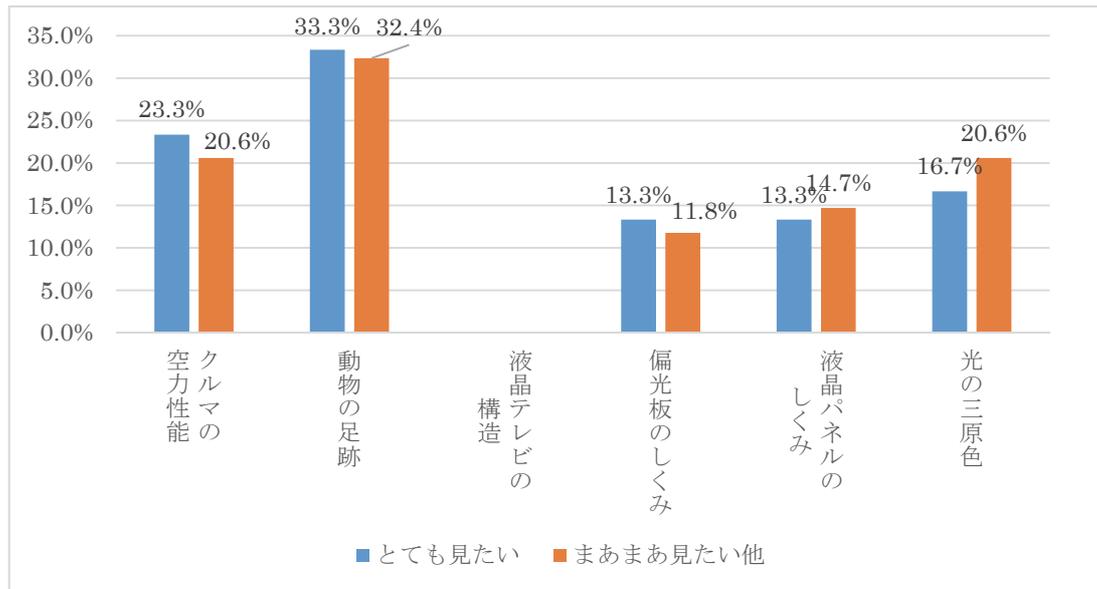


図 5-1 関心度と印象に残った解説映像・実験の関係

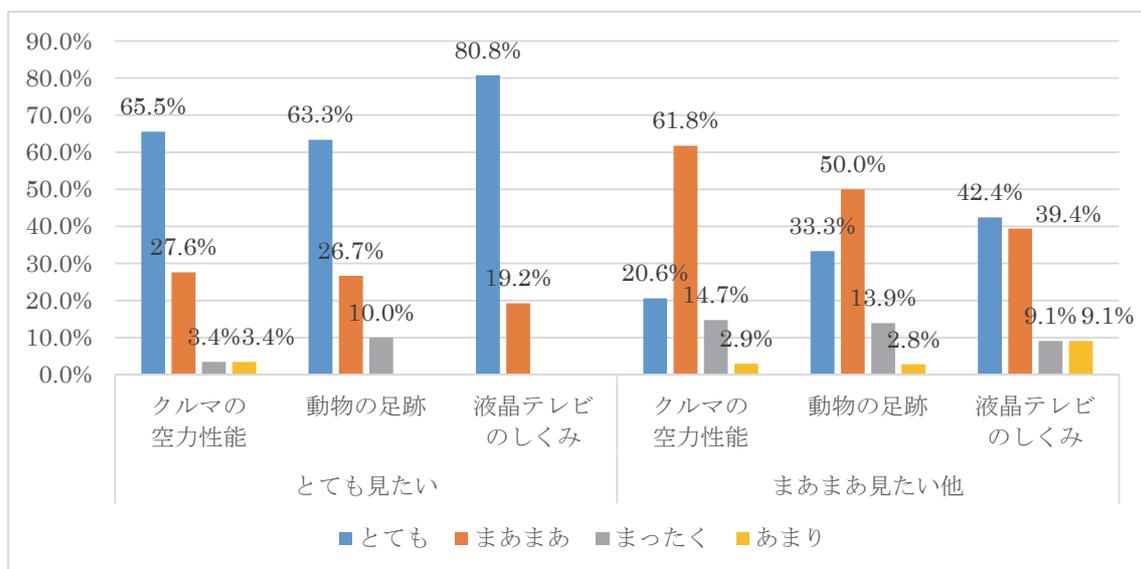


図 5-2 関心度と各テーマにおける興味の喚起との関係

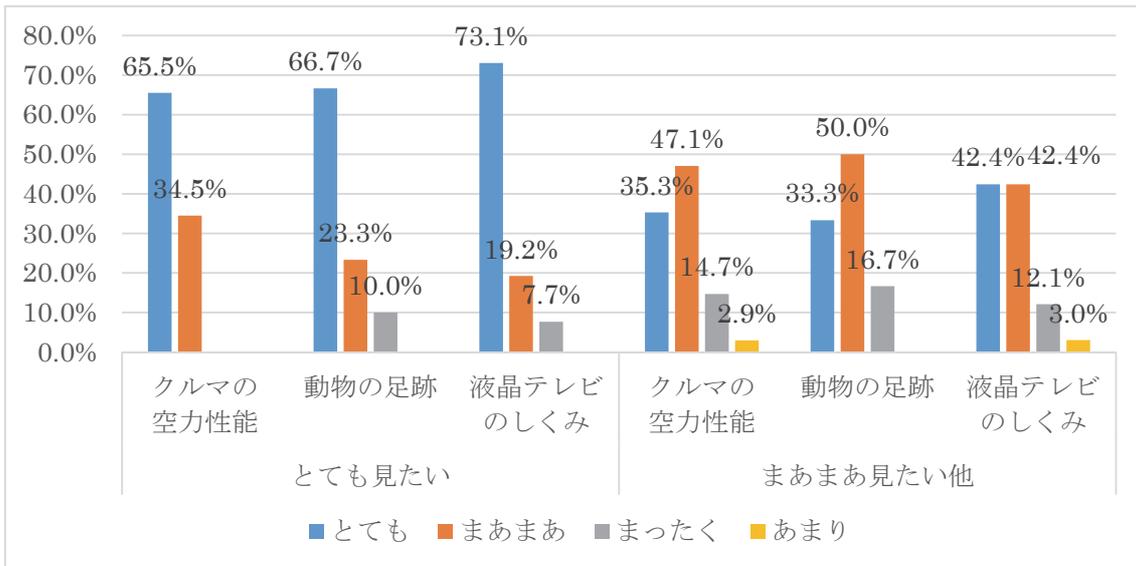


図 5-3 関心度と各テーマにおける分かりやすさとの関係

この違いは何を示すのか。図 5-1 は、映像解説や実験という手法自体についての印象について聞いた結果であるが、図 5-2 と図 5-3 は、各テーマのプログラムとして見た場合の興味の喚起と分かりやすさについて聞いた結果である。よって、手法に対して関心度が高いのか、手法も含めたシナリオに対して関心が高いのかによって異なるものと思われる。

アンケートでは、この教育プログラムについての意見や感想を自由記述してもらっている。その一部を表 5-2 に示す。

表 5-2 教育プログラムについての意見・感想

映像を使って解説してわかりやすい。
AR に対する認識がなかったので大変興味深かったです。
AR について興味があったのでどんな仕組みになっているのか知りたいです。
クルマの空力性能についてどれくらい燃費が変わるのか知りたいです。
大きなプロジェクションマッピングがあると迫力があって面白いと思った。
もう少し時間を短くして欲しい。
マーカーの使い方が面白かったです。
AR の技術があまり有効利用されていないようなのもったいないです。
動物の映像は角度を変えて見られるというところに驚いた。
AR がどういったものかという解説が欲しいと感じた。
動物の足跡についてもっと学びたいと思った。
エコカーの解説は一番興味深かったです。
クルマの説明に AR を使う利点がわからない。
できれば、どうしてこのような表現ができるかを教えて欲しい。

表 5-2 より、手法についての意見とコンテンツについての意見と両方あがっているが、コンテンツについて触れている参加者からは、例えば AR を使う必要性について問うている意見もあげられている。また手法について触れている参加者からは、例えば AR のしくみ自体に興味を持ったという意見もあげられている。しかし、手法について興味を持つことは、AR などの技術について伝えることが主としている場合であればよいが、クルマの空力性能などの科学技術を伝えることを目的としている場合においては、プログラムの効果としてはあまり望ましくない。

以上より、科学技術教育においてサイエンスビジュアライゼーションの手法を用いることは、理解促進において効果的になりうることはうかがえるが、手法自体に興味を取られてしまう可能性も高く、そのようになってしまうと逆効果であり、根本的にはコンテンツのシナリオに合わせて適切に活用をすることが重要であると言える。

本調査研究では、サイエンスビジュアライゼーションを用いた科学技術教育の可能性について、AR やプロジェクションマッピングを用いた教育プログラムの効果の一事例を示したが、さらにサンプル数を増やしたり、プログラムの内容や手法も変えたりしてデータを取集して分析していくことが望まれる。

調査研究スタッフ

公益財団法人日本科学技術振興財団	経営企画・総務室	中村 隆
公益財団法人日本科学技術振興財団	人材育成部	奥野 光
公益財団法人日本科学技術振興財団	科学技術館運営部	荻野 亮一
公益財団法人日本科学技術振興財団	科学技術館運営部	田中 勝