

# 絵画鑑賞における視線誘導のための聴覚情報付与が記憶に与える影響

Effects of auditory information on memory for guiding the gaze in viewing paintings

小西 廉也<sup>†</sup>  
Renya Konishi

小竹 元基<sup>†</sup>  
Motoki Shino

中平 勝子<sup>‡</sup>  
Katsuko T. Nakahira

北島 宗雄<sup>‡</sup>  
Muneo Kitajima

## 1 はじめに

### 1.1 社会的背景

美術館は、知識や興味、芸術の楽しみ方等が異なる様々な来館者を展示物に引き込み、来館者に魅力的で記憶に残る体験を提供する施設である [1]。美術館において音声ガイドなどの解説は、展示物に関する情報を伝える鑑賞のサポートや、来館者の好奇心を喚起し能動的な鑑賞を促すなど、来館者にとって記憶に残る体験の提供を促進する役割を担う [2][3]。

また、北島らの鑑賞学習の研究 [4] では、視覚情報に対し聴覚情報として音声ガイドで解説を提示し、マルチモーダルな情報処理をすることで円滑な情報の認知処理を促し、その結果として記憶が残りやすくなることがわかっている。このように、人間の認知処理の特性を考慮した聴覚情報を設計することにより、記憶の形成を行う認知処理を促進することができる。しかしながら、絵画鑑賞時の認知処理の特性が把握できていないため、美術館で用いられる音声ガイドは人間の認知処理を考慮した設計がされておらず、基本情報の提示にとどまっている場合が多い [5]。

### 1.2 先行研究と本研究の位置付け

以上を踏まえ、鑑賞時における視聴覚情報の認知処理を考慮した聴覚情報に関する研究として、平林らの研究 [6] に着目する。平林らは観光船に乗船する映像に対し、聴覚情報として色や形、位置関係など視覚的に捉えられる顕在的属性の情報を用いて、鑑賞者の視線を解説する対象へ誘導（視線誘導）する視線誘導部と、視線が誘導されたところに存在するオブジェクトに関して視覚的には獲得できない情報である、名前や印象などの潜在的属性の情報・背景を付与する情報付加部を設けて実験を行った。実験の結果と考察から、視線誘導部を付与した後に情報付加部を付与することにより解説対象に視線が移動され、中心視で捉えてから対象に関する情報が聴覚的に付与される状況を作り出すことが可能になる。その結果、記憶形成に至る認知処理が促進される可能性があることが示された。

しかし、視線誘導のための聴覚情報を用いた鑑賞行動時の認知処理の特性として、解説対象の視覚情報の処理が不十分であると、対象に関する情報が聴覚的に付与されても記憶形成されにくいこと等が予想される。よって、本研究では平林らの研究同様、聴覚情報に視線誘導部と情報付加部を設け、絵画鑑賞における視線誘導のための聴覚情報が記憶形成に与える影響を把握することを目的とする。

## 2 認知処理の過程

視聴覚情報が付与され記憶が形成される過程を表す認知モデルの一つに、Moreno ら [7] が提案したものがある。これは、マルチモーダル情報処理により記憶形成に至る情報処理過程を説明している。その概念図を図 1 に示す。この図に基づき、視線誘導部を音声ガイドとして聴覚的に知覚・認知してから、解説対象に関する視覚情報を取得後、聴覚情報を取得し、記憶を形成する過程を説明する。まず、視線誘導部を知覚、認知、眼球運動のプロセスを経て誘導場所を探索する。探索の結果、誘導場所に存在する解説対象を中心視で捉えることで、対象の視覚情報が感覚器官を経由し、感覚記憶に一時的に保存される。次に、感覚記憶に保存されるその他の視覚情報から対象に関する情報が選択され作業記憶に送られる。作業記憶に送られた視覚情報が整理され、長期記憶に保存されている関連知識が活性化される。最後に、情報付加部により解説対象に対して視覚的に得られる情報に付加する意味的な情報が聴覚的に付与されることにより、対象に関する視覚情報と意味情報が統合し、新たな記憶として長期記憶に保存される。

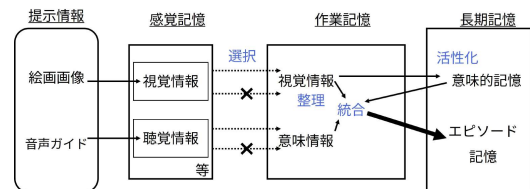


図 1: 視聴覚情報処理過程と記憶に関する認知モデル

ここで、視線誘導の後に対象の視覚情報が作業記憶にて十分に整理されない場合、意味情報を聴覚的に付与されても情報が統合されず、記憶が形成されないなどの特性があることが予想される。そのため、視線誘導部付与後から情報付加部が付与されるまでの間の認知処理の特性を把握する必要がある。

情報を認知的に処理する過程を把握する方法として視線の移動（視行動）がある。鑑賞場面に限らず、視行動は認知処理の結果を反映するとして研究が行われてきた [8][9]。視行動として、感覚記憶から作業記憶に送られる視覚情報とその視覚情報が整理されているかを把握することはできないが、感覚記憶に保存される視覚情報を得ることができる。よって、視行動を把握することにより記憶形成に至る認知処理に必要な感覚記憶に保存される視覚情報を把握する。

本研究では、ある対象に関する視線誘導部と情報付加部を設けた聴覚情報を用いた絵画鑑賞実験を行うことにより、情報を記憶した場合の視行動の特徴から、視線誘導のための聴覚情報が記憶形成に与える影響を認知処理の観点から把握することを目指す。

<sup>†</sup> 東京科学大学

<sup>‡</sup> 長岡技術科学大学

### 3 絵画鑑賞実験

#### 3.1 実験目的

絵画鑑賞時に視線誘導のための聴覚情報が付与された際の記憶形成する視行動の特性を把握することを目指す。

#### 3.2 実験方法

実験は絵画鑑賞を模擬するため、図 2 に示すように実験室内で、24.1 インチディスプレイに絵画を呈示した。その際、聴覚情報として音声ガイドを別のノートパソコンを用いて呈示した。実験参加者はディスプレイから 0.675 m 離れた位置で、座位状態で鑑賞を行った。視線計測は Tobii 社製の Tobii Pro Nano を用い、サンプリングレートは 60Hz で計測した。

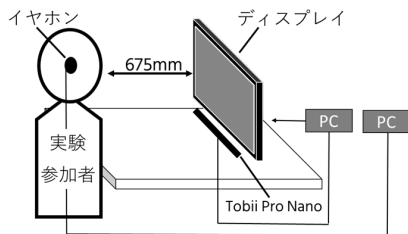


図 2: 実験環境のイメージ

用意した 3 点の絵画 (図 3) は、縦横のアスペクト比の違いによる視行動の違いが発生するのを避けるためアスペクト比が近いものを選んだ。また、絵画の中でも、鑑賞対象として絵画でも代表的な風景画を選定し、統一した。用意した絵画はそれぞれポール・セザンヌのサント=ヴィクトワール山とシャトー・ノワール (以降、絵画 A) [10]、ジョン・コンスタブルの干し草車 (以降、絵画 B) [11]、カナレットのサン・ヴィオ広場から見たカナル・グランデ (以降、絵画 C) [12] である。また、博物館などで一つの展示を見る時間は 1 分程度 [13] であるため、各絵画の呈示時間を 50 秒と設定した。

次に聴覚刺激について、前章にて説明した通り絵画内に解説対象を設けその対象に関する聴覚情報として視線誘導部と情報付加部を設定した。各絵画に対し、それぞれ 2 つずつ解説対象を設けた。また、絵画の呈示時間が 50 秒であることに合わせ、聴覚情報全体の長さは約 40 秒になるように設定し、その聴覚情報は絵画が呈示されてから 5 秒後に付与されるようにした。

実験の手順は以下のように行った。最初に実験概要として音声ガイド付きでディスプレイに表示される絵画を鑑賞してもらうこと、鑑賞後に事後アンケートを実施することを説明し、参加への同意を得た。次に、視線計測機のキャリブレーションをディスプレイを用いて行った。その後、音声ガイド付きの絵画画像を 3 点呈示した。各絵画の呈示順序は各実験参加者にランダムに割り振った。最後の絵画画像の鑑賞後に、記述式の再生テストに回答してもらった。

本実験の参加者は成人男女 18 名とした。男性の被験者は 11 名、女性の被験者は 7 名で、平均年齢は 21.5 歳 (SD=0.96) であった。なお、本実験は、東京科学大学の倫理審査委員会の承認を得た上で実施した。

### 4 実験結果

#### 4.1 分析方針

全実験参加者 18 名のうちデータ欠損のあった 1 名を除いた 17 名分のデータを分析対象とした。

分析するシーンを選定するため、記憶テストで回答された情報のうち、視覚情報と聴覚的に付与された意味情報が統合することで記憶されたことが期待される、解説対象に関する情報付加部にあたる情報を分析する。設定した解説対象の内、記憶テストで情報付加部が回答されなかったものを省き、絵画内に占める対象の大きさを考慮し、絵画 C の「ドーム型の屋根」について聴覚情報を付与しているシーンを優先的に分析した。

分析方法として、視線誘導部から情報付加部が付与されるまでの間における実験参加者の対象に対する視行動を明らかにするため、ディスプレイ上に  $x, y$  のデカルト座標を設け、鑑賞者の注視箇所を座標として記録した。絵画上の解説対象を原点とする座標を設定し、視線誘導部を付与し終えた時刻 ( $t_1$ ) と情報付加部を付与し終えた時刻 ( $t_2$ ) の間での実験参加者の注視位置座標と原点との距離  $R$  (pixel (以降 px)) を算出する。また、人は中心視のみではなく、周辺視でも情報を知覚することが可能である。しかし、周辺視は中心視から離れる程、視力と弁別能力が低下する [14]。中心視から視野角  $10^\circ$  が数文字の認識限界であることから、多くの人が視野角  $10^\circ$  内で認識できる情報とそれより視野角が大きい範囲で認識できる情報に大きな差があると考えられる。この特性と、本実験環境における参加者からディスプレイまでの距離、ディスプレイのサイズ、解像度をふまえるとディスプレイ上で表される視野角  $10^\circ$  で見える範囲は中心視で見える箇所から半径約 450 px (440.8 px) の円と表される。よって、中心視で解説対象を捉えると考えられる  $R$  を 100px とし、解説対象を視野角  $10^\circ$  以内に捉えると考えられる  $R$  を 450px とする。そこで、それらの  $R$  の値を閾値と考え、 $R$  の値が各閾値を越えたかどうかで参加者の視行動を分類する。

#### 4.2 分析結果

17 名分の視行動データを分析した結果、設定した  $R$  の閾値を基に  $t_1, t_2$  間の実験参加者の視行動を 3 タイプに分類した。図 4 はそれぞれのタイプ別に横軸を時間 (秒)、縦軸を  $R$  (px) とし、各時刻における  $R$  を示したものである。図内に強調するグラフは、各視行動タイプに該当する参加者の内 1 名の視行動の例である。

視行動タイプの分類方法は以下の通りである。

- タイプ 1 :  $R$  が常に 100px 以下である
- タイプ 2 :  $R$  が 100px 以上になることがあるが、常に 450px 以下である
- タイプ 3 :  $R$  が 450px 以上になることがある

各タイプの人数としては全分析対象者 17 名の内、タイプ 1 の視行動であった参加者が 4 名、タイプ 2 が 7 名、タイプ 3 が 6 名である。

各視行動タイプ別に記憶テストの結果を確認すると、タイプ 1 に分類された参加者 4 名のうち 3 名が情報付加部「サルーテ聖堂」のうち「聖堂」を回答していた。タイプ 2 に分類された参加者 7 名のうち 2 名が「聖堂」を回答しており、タイプ 3 に分類された参加者 6 名のうち「聖堂」を回答した参加者は



図 3: 提示した絵画画像

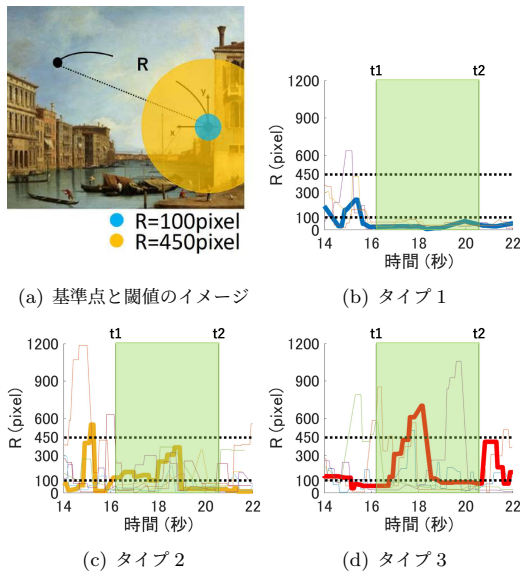


図 4: 各タイプ別に分類した視行動

なかった。結果として、 $t_1$ ,  $t_2$  間で  $R$  が一度でも 450 px 以上となる視行動の場合、情報付加部を記憶しないという結果になった。

$R$  が 450px 以下の場合にも情報付加部を記憶していない場合が多いことから、 $t_1$ ,  $t_2$  間で  $R$  以外にも記憶に帰因する視行動の要素がないかを分析した。栗原らの研究 [15] では、ある解説対象に関する聴覚情報を記憶する視行動のパターンとして「対象を中心視で捉えた後、一度中心視を対象から外し新たに聴覚情報が付与される前に再び対象に視線を向ける特性」があることを示していた。この知見を用いて以下の二つの条件を設け視行動を分類した。

- 条件 (i) : 時刻  $t_1$  において  $R$  が 100px 以下
- 条件 (ii) : 時刻  $t_2$  の 1.5 秒前から  $t_2$  にかけて  $R$  が 100px 以下

そこで、視行動の特性が条件 (i)(ii) とともに満たす場合と、少なくとも一方を満たさない場合の 2 通りに分類した。  $t_1$ ,  $t_2$  間で  $R$  が 450px 未満であったタイプ 1, 2 のうち、タイプ 1 は  $t_1$ ,  $t_2$  間で常に 100px 以下であるため必然的に条件 (i)(ii) をともに満たす。よって、分析対象にしたのは視行動タイプ 2 に分類された参加者 7 名の視行動データである。条件 (i)(ii) をともに

表 1: 絵画 A の視行動タイプと記憶テストの結果

視行動タイプ	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
絵画 A 該当人数	1	11	5
絵画 A 情報付加部を記憶した人数	0	6	0
絵画 B 該当人数	0	6	11
絵画 B 情報付加部を記憶した人数	0	4	7

表 2: 絵画 A,B の条件 (i)(ii) と記憶テストの結果

	絵画 A	絵画 B
視行動タイプ 2 かつ条件 (i)(ii) を満たす情報付加部を記憶した人数	0	2
	0	1

満たしていたのは 3 名であり、残りの 4 名は少なくともどちらかの条件を満たしていなかった。記憶テストの結果は、条件 (i)(ii) をともに満たした 3 名中 2 名が「聖堂」を回答しており、少なくともどちらかの条件を満たさなかった 4 名に「聖堂」を回答した人はいなかった。

以上の結果から、 $t_1$ ,  $t_2$  間の記憶に残りやすい視行動の特徴は常に  $R450px$  以下であること、時刻  $t_1$  と、 $t_2$  の 1.5 秒前から  $t_2$  にかけて  $R$  が 100px 以下であることである。

同様の方法で、他の絵画についてもそれぞれの解説対象に対し中心と思われる箇所に原点を設定し、分析を行った。分析する解説対象は絵画 A、絵画 B それぞれ「山」と「家」である。 $R$  に関する分析と条件 (i)(ii) の分析結果はそれぞれ表 1 と表 2 のようになる。絵画 A に関しては  $R$  の距離に関する分類は満たすが、条件 (i)(ii) の両方を満たす参加者はいない結果となった。また絵画 B に関しては  $R$  の距離に関する分類を満たさない結果となった。ただし、この絵画における解説対象の視線誘導部が「左の建物」、情報付加部が「ウイリーロットの家」であるが、情報付加部を記憶したかどうかを「家」で評価している。「ウイリーロットの家」を記憶した参加者は 1 名しかおらず、その参加者は視行動タイプ 3 に分類される視行動であった。

## 5 考察

絵画鑑賞時における視線誘導のための聴覚情報が記憶形成に及ぼす影響を認知処理の観点から把握するため、本章では、前

節で得られた記憶形成に至る視行動の特性について、記憶形成に寄与した理由を認知モデルに基づき考察する。最後に、本稿の知見に基づく聴覚情報設計について考察する。

### 5.1 視行動と認知処理

絵画Cにおいて、各視行動タイプの認知処理の状態について図1に示す認知モデルを基に考察する。

視行動タイプ2と3に比べ、タイプ1の方が情報付加部を記憶した割合が高かった。このことから、タイプ1の参加者は感覚記憶に保存された対象の視覚情報が作業記憶に送られ整理された結果、情報付加部が付与された際に情報の統合が行われ、新たな記憶が形成されやすくなったと考えられる。

またタイプ2の場合に記憶した実験参加者がおり、タイプ3の場合に記憶した実験参加者がいないことから、記憶形成に至るための視覚情報の整理が十分に促進されるには、視線誘導された後に情報付加部が付与されるまでの間に、周辺視野角10°以内に対象を捉える必要があると考えられる。

さらに、視行動タイプ2で情報付加部が条件(i)(ii)ともに満たしていた場合のみ記憶されていることから、記憶が形成されるためにはある一定以上の対象の視覚情報を感覚記憶に保存する必要があると考えられる。

### 5.2 絵画A, Bでの視行動

絵画Bは、描かれている対象の大きさが絵画Cのものよりも大きいため視行動タイプ1に分類される人がいなかったと考えられる。また、情報付加部を記憶テストで回答した人の割合が視行動タイプ2と3ともに約5割近くであることから、「家」という情報は視線誘導に対する視行動とは関係なく記憶されたと考えられる。「ウイリーロットの家」を記憶テストで回答している参加者1名が視行動タイプ3であることから「ウイリーロット」という言葉がその参加者にとって特徴的であり、聴覚情報のみで記憶された情報だと考えられる。

絵画Aは、絵画Bにおける解説対象同様、対象が絵画内において占める割合が大きいためタイプ1に該当する参加者はほぼ存在しなかった。情報付加部を記憶した場合の視行動がタイプ2であったことから、記憶形成を促進する際の視行動の特徴として対象を周辺視10°以内に捉える条件は満たすが、条件(i)(ii)に適応できる対象(絵画)に限りがあり、絵画に合わせ条件を調整する必要がある。

### 5.3 記憶形成を促す聴覚情報

聴覚情報として、視線誘導された後中心視で対象を捉えなくても記憶することが可能であることが示唆された。しかし、対象を中心視で捉え続ける方が記憶に残りやすく、記憶形成を促す聴覚情報としては対象を注視し続けるような情報を付与することも記憶形成としては効率的であると考えられる。

また、今回の記憶テストへの回答から、情報付加部として「サルーテ」や「ウイリーロット」など聞きなじみのない情報は「聖堂」などと比べても記憶されにくかったことから、記憶形成の際に統合する意味情報の質には限りがあり、記憶形成を促すにはそのような特性を考慮する必要があると考えられる。

## 6 まとめ

絵画鑑賞における、視線誘導のための聴覚情報が記憶形成に与える影響を認知処理の観点から把握することを目指し、視線を計測しながら絵画鑑賞実験を行った。視線誘導後、視線を対

象から移動した距離を把握、閾値による分類をすることにより、記憶形成に至る認知処理が行われる際の視行動の特徴として以下の知見を得た。

- 解説対象を中心視で捉え続ける
- 中心視で対象を捉えなくとも、対象を捉える周辺視の角度が大きいかほど記憶に残りにくく、再び中心視で対象を捉えるタイミングにより記憶のしやすさが変わる可能性がある

上記のように、視線誘導のための聴覚情報を付与されたことにより、記憶形成に至る認知処理の特性を視行動から把握できる可能性を示した。視行動の特徴から、記憶形成を促す聴覚情報として対象を注視し続けるような視線誘導のための情報と、視覚情報と統合する意味情報の質には限りがあることを考慮した聴覚情報が望ましいと考えられる。今後は考察で述べたように絵画の特徴を整理し、得られた知見の適用可能な範囲を調査する必要がある。

**【謝辞】** 本研究の一部は科研費JSPS(22K12284, 代表: 岐阜工業高等専門学校・小川信之, 23K11334, 代表: 長岡技術科学大学・中平勝子) および経営改革促進事業(代表校・長岡技術科学大学)の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] Rachel Hutchinson and Alison F. Eardley. Inclusive museum audio guides: 'guided looking' through audio description enhances memorability of artworks for sighted audiences. *MUSEUM MANAGEMENT AND CURATORSHIP*, Vol. 36, No. 4, pp. 427–446, 2021.
- [2] Nicholas Serota. *Experience or Interpretation: The Dilemma of Museums of Modern Art*. Walter Neurath Memorial Lectures. Thames and Hudson, New York, 1996.
- [3] Michael P. Gross and Ronald Zimmerman. Park and museum interpretation: Helping visitors find meaning. *Curator: The Museum Journal*, Vol. 45, No. 4, pp. 265–276, 2002.
- [4] Muneo Kitajima, Shono Shimizu, and Katsuko T. Nakahira. Creating memorable experiences in virtual reality. In *The 3rd IEEE Conference on Cybernetics*, 2017.
- [5] 吉村浩一, 関口洋美. UX デザインから捉えた美術館の展示解説(1) 問題提起と研究計画の設定. 文学部紀要, No. 66, 2012.
- [6] Rinki Hirabayashi, Motoki Shino, Katsuko Nakahira, and Muneo Kitajima. How auditory information presentation timings affect memory when watching omnidirectional movie with audio guide. In *HUCAPP*, 2020.
- [7] Roxana Moreno and Richard Mayer. Interactive multimodal learning environments. *Educ. Psychol. Rev.*, Vol. 19, pp. 309–326, 2007.
- [8] 宮本勝. 視線を用いた Web デザインの評価. 情報処理学会 研究報告, No. 72, pp. 9–16, 2006.
- [9] 大野健彦. 視線から何が分かるか—視線計測に基づく高次認知処理の解明. *Cognitive Studies*, Vol. 9, No. 4, pp. 565–579, 2002.
- [10] アーティゾン美術館. サント=ヴィクトワール山とシャトー・ノワール, 2025.
- [11] 西洋絵画美術館. 干し草車コンスタブル絵画解説, 2025.
- [12] SOMPO 美術館. カナレットとヴェネツィアの輝き, 2025.
- [13] 宮崎元晴. 解説パネルの効果および課題について. 研究報告書 24, 仙台市科学館, 2015.
- [14] 横溝克己, 小松原明哲. エンジニアのための人間工学—改定第5版—. 2013.
- [15] 栗原勇太, 小竹元基, 中平勝子, 北島宗雄. 情報探餌理論に基づく視聴覚情報獲得過程とコンテンツ記憶. In *FIT*, 2024.