

鑑賞行動における記憶促進のための音声ガイド呈示タイミング

How auditory timing affect memory when watching movie with audio guide

平林 輪樹[†]
Hirabayashi Rinki

小竹 元基[†]
Shino Motoki

中平 勝子[‡]
Nakahira Katsuko, T.

北島 宗雄[‡]
Kitajima Muneo

1 はじめに

平成 29 年に文部科学省が公表した学習指導要領の改訂において、「主体的・対話的で深い学び」の実現が大きく取り上げられる [1] など、近年、アクティブ・ラーニングが注目されている。アクティブ・ラーニングでは学習者が能動的・主体的に学習を進めることが必要であり、その実践方法について様々な研究や議論がなされている。

アクティブ・ラーニングは、平成 24 年に中央教育審議会が出した答申 [2] が日本における初出である様に、元来は大学教育における“学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修”という期待を込めて導入された考え方である。その根底には、“生涯にわたって学ぶ力”の醸成がある。アクティブ・ラーニングの実施方法は多岐にわたり、発見学習や問題解決学習、体験学習、調査学習、グループディスカッション、ディベート、グループワークなど、学習者が主体的な学修活動を行うことが可能な学習法であれば全て含有されることになる。生涯にわたる学修、とりわけ、教育機関に属することのない成人の学修を考えると、その教育は、教育機関で行われるとは限らない。むしろ、そこから一歩踏み出したインフォーマルな学習の場ですら実践対象となり得る。

本稿で対象とする“鑑賞行動”を、こうした学習と関連づける時、発見/体験/調査学習という形式に近いと考えられる。この時、教育の場としてもっとも適切な施設として博物館や美術館などが挙げられる。一連の施設における鑑賞行動を伴う学習対象は、多様な解釈が可能であり、学習者各々が能動的に自身の解釈を進めていく能力を養う場として適している。しかしながら、展示物の解釈には背景知識などの先行知識が必要であり、先行知識なしでは学習者が能動的・主体的に学習を進めることは難しいと考えられる。そのため、奥村ら [3] が指摘する様に、先行知識のない初心者が主体的に展示を理解・解釈するためには、背景知識等を学習者に与える学習支援が必要である。

以上より、本稿では、鑑賞行動時の能動的・主体的な学習を促進する学習支援を実現するため、学習効果を高める情報取得作用の特性を明らかにすることを旨とする。

2 聴覚情報取得タイミングと記憶の関係

2.1 聴覚情報取得タイミング

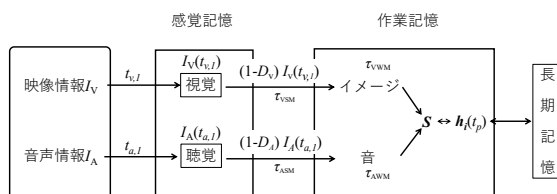


図 1 視聴覚情報統合による記憶形成

鑑賞行動時の学習効果の高い支援を目指し、本稿では、Moreno ら [4] のマルチメディアを用いた学習における認知

心理学モデルを参考にして、鑑賞行動時の学習支援を考える。人が外界から視覚や聴覚を介して情報を取得し、作業記憶内で意味づけを行うことで記憶を構成するプロセスをまとめたものを図 1 に示す。視聴覚モダリティのチャンネルを通して作業記憶に入力された情報は個別に関連するチャンクを活性化し、活性化されたチャンクのパターンにより意味づけを行う。しかし、作業記憶に入力された情報同士も関連性がある情報であれば、それらに共通するチャンクが活性化されるので、意味づけが強化される。このように深い意味づけが行われるには作業記憶に入力される情報や活性化される関連知識が相互にどう影響をおよぼすがその結果に大きく影響する。

ある時刻 $t_{v,1}$ に視覚チャンネルを通して情報量 I_V を持つ映像情報 $I_V(t_{v,1})$ が感覚記憶に入るとする。同様に、ある時刻 $t_{a,1}$ に聴覚チャンネルを通して情報量 I_A を持つ音声情報 $I_A(t_{a,1})$ が感覚記憶に入るとする。これらの情報は各感覚記憶にそれぞれ時間 τ_{VSM} 、 τ_{ASM} だけ保持される。人は取得した情報のすべてを感覚記憶から作業記憶に入力するわけではなく、感覚記憶で保持されていた情報は取捨選択され、全体の情報量から D_V 、 D_A だけ間引かれて、作業記憶に入力される。その量を、

$$(1 - D_V)I_V(t_{v,1}), \quad (1)$$

$$(1 - D_A)I_A(t_{a,1}), \quad (2)$$

$$\text{ただし, } 0 \leq D_V, D_A \leq 1. \quad (3)$$

と表現する。これらの作業記憶に入力された情報を検索のキーとして長期記憶から関連した情報が活性化される。ある時刻 t_p において、(1) 式及び (2) 式により作業記憶に入力された視聴覚情報は、それぞれが活性化する長期記憶を一体化した記憶活性パターンとして表現される統合情報 S として統合される。 $h_i(t_p)$ は、時刻 t_p において長期記憶から検索されてきたチャンク i を表している。チャンク i は、作業記憶内の項目と関連があることにより、検索される可能性のある項目である。この時、統合情報 S は、

$$S = S(t_p, (1 - D_V)I_V(t_{v,1}), (1 - D_A)I_A(t_{a,1})) \quad (4)$$

と表現できる。(4) 式の第二、第三項の指数が時刻 t_p において、ともに作業記憶内に存在することが S が得られる必要条件となる。つまり、作業記憶に格納された (1) 式および (2) 式で表される量の情報がそれぞれが保持されている時間を τ_{VSM} 、 τ_{ASM} とすると、これらの情報が長期記憶に格納されている項目が検索されることで媒介され、統合されるためには、

$$\begin{aligned} \max(t_{v,1} + \tau_{VSM}, t_{a,1} + \tau_{ASM}) &\leq t_p \\ &\leq \min(t_{v,1} + \tau_{VSM} + \tau_{VWM}, t_{a,1} + \tau_{ASM} + \tau_{AWM}) \end{aligned} \quad (5)$$

の条件を満たす必要がある。この条件下で視聴覚情報の統合と記憶検索が行われることで、入力された情報はアクティブになる機会が増える。このように統合や記憶検索は情報の意味づけを強化し、リハーサルが行われやすくする。これにより記憶に残りやすくなると考えられる。そのため、 $t_{v,1}$ や $t_{a,1}$ といった人が情報を取得するモダリティごとのタイミングは、それらが関連する情報として統合されるか、またどのような関連知識が活性化しているかということに影響を及ぼし、タイミングは情

[†] 東京大学

[‡] 長岡技術科学大学

報の意味づけにおいて重要なファクターとして作用すると考えられる。

そこで、本稿では情報の提示タイミングに着目することとした。学習支援は、鑑賞対象を見ながら解説が行える音声ガイドに着目し、鑑賞行動時の記憶が向上する音声ガイド提示タイミングを把握することを本研究の達成目標と設定した。

2.2 関連研究と本研究の位置づけ

視覚情報と聴覚情報の提示タイミングが学習効果に与える影響の先行研究として、Baggett は、組み立てキットの紹介動画におけるナレーションが映像に対して時間的にずれることで、記憶成績に影響が出ると述べている [5]。具体的には、ナレーションが映像に対して前後に 7, 14, 21 秒ずれた条件が用意され、ナレーションが映像と同時及び 7 秒遅れる条件で記憶成績の向上が見られた。ただ、映像の提示に対するナレーションの提示タイミングが記憶に影響すること述べられているものの、鑑賞を伴う学習では、学習者が場面中のどこをみているかは不明であり、ナレーションの適切な提示タイミングを映像の提示タイミングのみから考えることはできない。そのため鑑賞を伴う学習では、音声ガイドの提示タイミングを学習者の視行動と合わせて考慮する必要がある。

鑑賞行動時のマルチモーダルな情報提示に関する先行研究として、北島ら [6] は全方位の鑑賞環境において、聴覚情報を与えるタイミングを変化させた際の視行動を計測し、鑑賞中の記憶を評価した。具体的には、聴覚情報の提示タイミングを映像の提示の前、提示中、聴覚情報なしの 3 パターンで比較したところ、鑑賞中に聴覚情報を与えると、聴覚情報で語られる解説対象に視線が集中し、より記憶の具体性が高くなることが述べられている。先行研究において、学習者が視覚情報と聴覚情報取得するタイミングの重要性が示されており、聴覚情報の提示タイミングが鑑賞中の視行動と関連する記憶に対して影響を及ぼすことがわかっている。

2.3 先行研究データを用いた仮説の構築

聴覚情報の提示タイミングと記憶の関係の仮説を構築するため、中村らの先行研究 [9] のデータ分析を行った。聴覚情報を位置指示・解説に分類し、解説対象の出現に対し、付与する聴覚情報の解説部を「同時に提示」「1.5 秒前に提示」の 2 つの条件で提示し、記憶を評価した。被験者 10 名に対し、鑑賞中の視行動をアイトラッカー (Tobii Pro Glass 2) で計測し、鑑賞後に映像の記憶に関するアンケートを実施した。実験で用いられた映像は 1 分間の映像で、隅田川を下っていき、下った先の橋をくぐるという内容であり、記憶を評価する対象として「勝鬨橋」を選定し、分析した。その結果、1.5 秒前に解説が提示されることで記憶が向上した。また、解説対象の出現から中心視で捉えるまでの時間が「1.5 秒前に提示」の条件で短くなることも指摘されている。

先行研究データ分析に用いる指標を記憶形成プロセスに基づいて考案し、仮説構築を進める。まず、聴覚情報について考える。音声ガイドの記憶形成における役割は、ガイドで解説する内容が鑑賞環境上のどこにある何についてなのかを明らかにして「視線を誘導する役割」と、視覚情報と作業記憶内で統合し「意味づけを強化する役割」の 2 つに分けられる。本稿では、音声ガイドの中で前者の役割を担う部分を「視線誘導部」、後者の役割を担う部分を「情報付加部」と呼ぶ。これらの分類を考える上で、本研究は、展示学で用いられる顕在的属性と潜在的属性・背景という分類 [8] を適用する。顕在的属性は視線誘導部に対応し、解説対象の形・色・動きなどの物理的に知覚可能なものを示し、解説対象を見つけさせる役割がある。一方、潜在的属性・背景は情報付加部に対応し、解説対象の名前や印象といった物理的に知覚できないものであり、これは目で見える以上の情報を付加して意味づけを強化する。記憶形成プロセスにおいて異なる役割を持つ部分がそれぞれの役割を十分に果たせるようにするには、それぞれに対して適切な提示タイミングが

表 1 情報付加部提示タイミングと記憶

	情報付加部提示タイミング	
	随意性の注視前	随意性の注視後
「桜」の記憶点数	0.75 点	2 点
「勝鬨橋」の記憶点数	0.75 点	3 点

あると考え、視線誘導部と情報付加部の 2 つの提示タイミングに着目することとした。

次に、聴覚情報の提示タイミングを考える上で、何に対するタイミングであるかを設定する必要がある。先行研究においては、解説対象の出現に対し、聴覚情報の提示タイミングを変化させた。本稿では、作業記憶における視聴覚情報の意味づけに着目し、視覚情報の取得に対する聴覚情報の提示タイミングを指標として設定した。ここでの視覚情報の取得とは、解説対象の提示タイミングではなく、図 1 の $t_{v,1}$ に着目する必要がある。また D_v も考える必要がある。つまり、視覚情報の取得は、解説対象を中心視において見ているということだけでなく、作業記憶に入力された時の間引かれた情報量に基づき考える必要がある。そこで、興味や注意を向けて見ている状態は、作業記憶への入力がスムーズに行われる視覚情報取得であると考え、聴覚情報を聞き、解説対象に意識的に目を向けるという行動の仕方として視覚の情報取得を考える。そこで、意識的に目を向けていることを視線分析から導くため、Ohtani[7] による中心視の停留時間に基づく分類を採用し、本稿では停留時間が 270[ms] 以上の随意性の注視に着目した。

以上の指標に基づき先行研究データの分析を行う。対象差を考慮し、中村ら [9] が分析対象とした固有名詞の「勝鬨橋」に加え、一般名詞で日本人にはなじみが深いと考えられる「桜」を分析対象とした。解説対象への 270[ms] 以上の注視に対し、分類した音声ガイドの各部の提示タイミングを比較した。聴覚情報を聞き、解説対象に意識的に目を向けるという行動に着目するため、音声ガイドの視線誘導部の提示後の解説対象への随意性の注視を解説対象の発見と呼ぶこととし、分析対象とした。更に、音声ガイドの視線誘導部の提示後、5 秒以上遅れての解説対象への随意性の注視は除外した。随意性の注視に対する音声ガイドの各部の提示タイミングと記憶の関係は以下のような結果となった。各対象において、音声ガイドの視線誘導部の提示から解説対象への随意性の注視までの時間は、「桜」において平均 1.75 秒、「勝鬨橋」において平均 2.58 秒であった。随意性の注視に対する音声ガイドの情報付加部の提示タイミングと記憶の関係を表 1 に示す。記憶の評価手法、記憶点数の付け方は本稿の実験と同様であるため、3 章で後述する。

得られた結果を記憶形成プロセスに基づき考察する。先述の通り、記憶の定着に有利な意味づけには、活性化された情報群 $h_i(t_p)$ の内容が重要であり、どのような情報が引き出されているのかが重要である。解説対象への随意性の注視に対する情報付加部の提示タイミングを表 1 のように考えると、視覚情報により関連知識が活性化した状態で聴覚情報を取得するか、聴覚情報により関連知識が活性化した状態で視覚情報を取得するかという 2 通りが考えられる。視覚情報は複雑な情報を素早く包括的に伝えることができるという性質を持つため、関連知識の活性化が行われやすく、先行オーガナイザーとして優れていると考えられる。そのため、解説対象への随意性の注視後に情報付加部が提示されることで多くの関連知識が活性化した状態で聴覚情報を取得し、記憶が向上したのではないかと考えた。以上の結果と考察を踏まえ、「解説対象の発見後に音声ガイドの情報付加部が提示されると記憶に残る」と仮説を立てた。

3 仮説検証実験

3.1 実験環境

鑑賞時に付与する音声ガイドの情報付加部の提示タイミングが記憶に与える影響を検証するため、被験者 28 名 (平均年齢

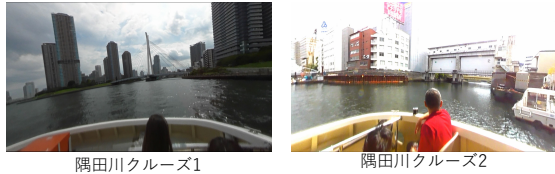


図2 映像シーン例

21.4歳、標準偏差0.78)に対し、音声ガイドが付与された映像を鑑賞してもらい、鑑賞中の視行動をアイトラッカーで計測し、鑑賞後に記憶に関するアンケートを実施した。35インチディスプレイに映像を呈示し、視野角に映像が収まるように、被験者は画面から0.8m離れて鑑賞を行った。本実験は実験参加者に事前に実験内容を説明し、同意を得て実施した。本実験は東京大学倫理審査専門委員会の承認のもと行った。

3.2 実験条件

音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングを解説対象の発見に対して変化させ、記憶に与える影響を把握することを目的とする。そこで、本実験は、音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングが解説対象の発見に対して変化が見られるように、音声ガイドの視線誘導部と情報付加部の時間間隔が長いもの(聴覚情報A)と短いもの(聴覚情報B)を用意した。聴覚情報Aでは、解説対象への随意性の注視後に音声ガイドの情報付加部が呈示されることを想定した。また、聴覚情報Bでは、解説対象への随意性の注視前に音声ガイドの情報付加部が呈示されることを想定した。

本実験は、解説対象を確実に見つけられることを前提にするため、映像はゆっくりと動くものとし、解説対象は画面内に5秒以上呈示されることを必要条件とした。用いた2つの映像の概要を以下に示す。

- 隅田川クルーズ1: 正面の川の分岐点に緑の広場が存在し、その分岐の右側の支流を下りながら、大きい橋をくぐっていく映像(図2左)。
- 隅田川クルーズ2: 右手に水門とその奥に黄色い橋が見える。水門を過ぎた後、船が停泊している川を下り、帆船が描かれたシンボルがある橋をくぐっていく映像(図2右)。

3.3 実験手順

被験者に対し、鑑賞時にはリラックスした状態で、自分の興味に従って鑑賞を行うように教示した。アイトラッカーの装着後、隅田川クルーズ1, 2の順で鑑賞を行ってもらう。順序効果を考慮し、それぞれの映像に付与する聴覚情報はAとBをそれぞれランダムに付与した。その後、本稿では分析対象としない映像を同様に2つ鑑賞した後、記憶に関するアンケートを実施した。鑑賞時間は各映像シーンとも1分程度である。アンケートは、鑑賞直後に行うため、再認テストでは差が出ないと考え、再生テストを採用した。再生テストで得られた回答を形態素解析を用いて単語単位に分割し、自立語に1点と点数を付け、評価を行う。更に、その中でも固有有名詞を2点とすることで得られた回答を質という観点からも評価を行う。このようにして得られた回答の質と量に着目し、記憶を定量的に評価する。

4 実験結果

解説対象への随意性の注視に対する音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングと記憶の関係を図3に示す。解説対象ごとに記憶点数を標準化した標準化記憶点数を用いて比較を行った。対象への随意性の注視(発見)後に音声ガイドの情報付加部が呈示されている群の記憶点数は、対象への随意性の注視(発見)前に呈示されている群よりも記憶点数が有意に高くなった(マン・ホイットニーのU検定、有意水準5%)

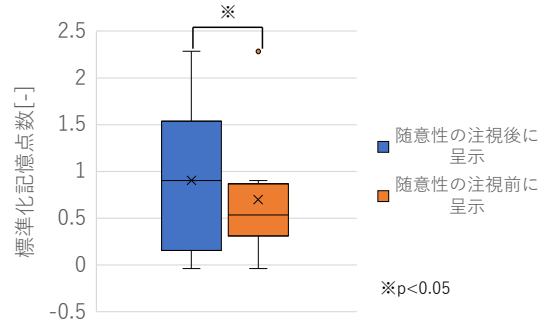


図3 情報付加部呈示タイミングと記憶

表2 時間間隔と情報付加部呈示タイミング

	時間間隔 [s]					
	1.0	1.4	2.0	2.7	3.2	4.3
随意性の注視後(人)	5	4	3	11	8	8
随意性の注視前(人)	7	6	5	0	3	3

次に、視線データを分析し、聴覚情報と視線の関係をみる。聴覚情報を聞き、解説対象に意識的に目を向けるという行動に着目し、音声ガイドの視線誘導部の呈示後、5秒以内に解説対象へ随意性の注視を向けた人について分析を行った。音声ガイドの視線誘導部の呈示後、解説対象への随意性の注視が行われるまでにかかる時間は平均2.35秒であった。本実験で分析対象とした「隅田川クルーズ1」映像内のパブリック広場とメッセージ像、「隅田川クルーズ2」映像内のシンボルにおいて、視線誘導部の呈示から随意性の注視が行われるまでにかかった時間は、それぞれ平均2.12秒、平均1.99秒、平均2.89秒であった。本実験では、音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングが解説対象の発見に対して変化する様、視線誘導部と情報付加部の時間間隔が長いものと短いものを用いた。表2に音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングと、音声ガイドの視線誘導部と情報付加部の時間間隔の関係を示す。音声ガイドの視線誘導部と情報付加部の時間間隔が2.7秒以上の時、随意性の注視後に音声ガイドの情報付加部が呈示される鑑賞行動が7割以上の割合で見られた。

5 考察: 音声ガイドの呈示タイミングと記憶

5.1 音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングが記憶に与える影響

解説対象を発見した後に音声ガイドの情報付加部が呈示されると、解説対象を発見する前に呈示される場合よりも記憶点数が高くなった。本実験で用いたクルーズのシーンのようなゆっくり動く映像の鑑賞時には、視覚情報が先行することで、関連知識の活性化が進み、深い意味づけが行われやすい状態で統合や記憶検索を促進する音声ガイドの情報付加部が入力され、記憶に残ったと考えられる。このように解説対象の視覚情報が先行オーガナイザーとして優れていることは、挿絵を文章理解に先立って呈示することで理解が促進する[11]ことなどでも見られ、本研究においては、随意性の注視及び音声ガイドの情報付加部の呈示タイミングに着目することで同様の傾向が見られたと考えられる。

5.2 記憶に残る音声ガイドの設計要素の設定

本実験で得られた特性を利用した記憶に残る音声ガイドの作成を考える。音声ガイドの作成においては、内容や読むスピードなどの要素に加え、展示学において、本実験の聴覚情報の分類で用いた解説対象の顕在的属性と潜在的属性・背景を組み合わせることで作成することが望ましいと指摘されている[6]。本実験

で得られた記憶に残りやすい音声ガイドの情報付与部の提示タイミングは、聴覚情報の顕在的属性(視線誘導部)と潜在的属性・背景(情報付与部)の時間間隔を長くすることで起こりやすいことは明らかである。そこで、音声ガイドの視線誘導部と情報付与部の時間間隔を新たな音声ガイドの設計要素として設定し、その要素が記憶に残りやすく学習効果の高い音声ガイドの作成に有用であると考えた。

6 設定した設計要素の有用性検証

6.1 有用性の検証のための実験概要

設定した設計要素が記憶に残りやすい音声ガイドの作成に有用であることを検証するため、設計要素と記憶の関係を把握する。3章の実験では時間間隔を長くすると記憶に残りやすいという傾向が結果として得られていたが、時間間隔が長くなることによる記憶への影響はわかっていない。そこで、視線誘導部と情報付与部の時間間隔がより長い提示刺激を用意し、記憶への特性を把握する実験を行った。

4章の聴覚情報 A よりも 1 秒長い音声ガイド(聴覚情報 C)、2 秒長い音声ガイド(聴覚情報 D)を作成し、同様の映像、条件下にて鑑賞実験を行った。被験者は 3 章の実験とは別の 20 名(平均年齢 22.2 歳、標準偏差 0.81)で行った。

6.2 実験結果

結果を図 4 に示す。バブルの大きさは、各記憶点数をマークした人の割合を示す。記憶は個人差の影響を受けるため、単純に平均のみで議論することが難しい。そこで頻度に着目し、基準を 3 割と決めた上で、基準以上の割合の人がマークした記憶点数に着目することとする(橙色のバブル)。パリ広場やシンボルといった対象において、着目した記憶点数の下降傾向が見られた。一方、メッセージ像という対象においては、着目した記憶点数が変化しない傾向が見られた。

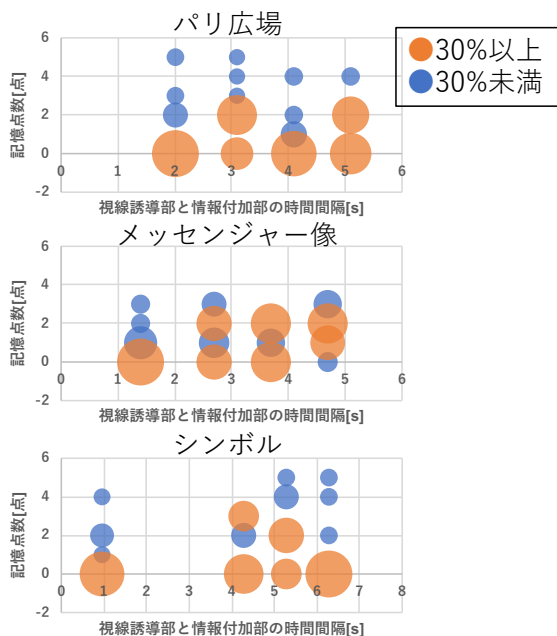


図 4 時間間隔と記憶

6.3 有用性の検証

音声ガイドの視線誘導部と情報付与部の時間間隔の増加に伴い、マークした人の割合の高い記憶点数が減衰する対象と、変化しない対象が見られた。これは関連知識の活性化が時間とともに減衰することによる影響であると考えられる。活性化した関連知識の活性化は、活性化を促す情報の提示後減衰が見られ

るが、その減衰速度は再提示による再活性化の回数やその時間間隔によって異なる [10]。そのため鑑賞行動中のような鑑賞者にとっての再提示が未定な状況下では、情報付与部の提示タイミングでの関連知識の活性化を推定することは難しい。しかしながら、一回目の提示に相当すると考えられる解説対象の発見後は関連知識の活性化は一度最大となり、その後、減衰することはあってもさらに活性化があがることはない。そのため、時間間隔の増加とともに記憶に残りやすい情報付与部の提示タイミングで鑑賞を行う人の割合が増える一方、時間間隔の増加は、早く解説対象を発見した人の関連知識の活性化を減衰させてしまう可能性がある。つまり、解説対象の発見後に音声ガイドの情報付与部が提示される、解説対象の発見により活性化した関連知識が減衰する前に情報付与部が提示されるという二つの条件が満たされることで記憶に残りやすくなると考えられる。本実験で用いた映像・解説対象に関して、音声ガイドの視線誘導部と情報付与部の時間間隔は、3 秒程度に設定することで対象によっては生じる記憶点数の下降傾向の影響を受けず、記憶に残りやすくなる可能性が見られた。音声ガイドの視線誘導部と情報付与部の時間間隔に着目することで、上記のような記憶に残りやすい状態を多くの人が自然に行うことができる状況を作り出せると考えられ、記憶に残りやすい音声ガイドの作成に有用である可能性が見られた。

7 まとめ

鑑賞行動を伴う学習において、短時間かつ少ない提示回数で記憶に残る、学習効果の高い学習支援を目指し、音声ガイドの提示タイミングと記憶の関係性を把握した。把握した特性から記憶に残りやすい音声ガイドの設計要素を抽出し、その有用性を検証した。音声ガイドの視線誘導部と情報付与部の時間間隔に着目することで、本稿で対象とした視野内をゆっくり動く映像では、記憶に残りやすい音声ガイドが作成できる可能性が示された。しかしながら、対象によって異なる特性も見られ、異なる対象や鑑賞環境、条件において音声ガイドの提示タイミングを検討していくことが必要であり、今後の課題としたい。

謝辞：本研究の一部は科研費 MEXT/JSPS(19K12246、代表:岐阜工業高等専門学校・小川信之)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 文部科学省：平成 29 年度文部科学省白書。生涯学習政策局社会教育課。pp.146, 2017.
- [2] 中央教育審議会：新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)。http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_1.pdf(accessed 2019.6.21), 2012.
- [3] 奥村素子, 加藤浩：博物館展示を理解・解釈するために必要な学習支援についての考察, 日本教育工学会論文誌, Vol.33, No.4, pp.423-430, 2010.
- [4] Roxana Moreno and Richard Mayer : Interactive Multimodal Learning Environments. Educ Psychol Rev. No.19, pp.309-326, 2007.
- [5] Baggett, Patricia : Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations, Journal of Educational Psychology, Vol.76, No.3, pp.408-417, 1984.
- [6] Kitajima, M., Shimizu, S., & Nakahira, K.T. : Creating Memorable Experiences in Virtual Reality: Theory of Its Processes and Preliminary Eye-Tracking Study using Omnidirectional Movies with Audio-Guide, Proceedings of the 2017 3rd IEEE International Conference on Cybernetics (CYBCONF), pp. 373-380, 2017.
- [7] 三浦利章：視覚的行動・研究ノート：注視時間と有効視野を中心として。大阪大学人間科学部紀要, Vol.8, pp.171-206, 1982.
- [8] 吉村浩一：絵画に顕在するものを展示解説文に生かす意義。展示学, No.50, pp.42-51, 2012.
- [9] 中村健二郎ほか：行動における満足感向上を目指した視行動一聴覚情報間相互作用の特徴抽出, 第 17 回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 3 分冊, pp.297-300, 2018.
- [10] 水野りか：再活性化に基づく効果的な分散学習スケジュールの実現, 教育心理学研究, Vol.46, pp.173-183, 1998.
- [11] BRANSFORD, J. D. : Contextual prerequisites for understanding : Some investigations of comprehension and recall, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, Vol.11, pp.717-726, 1972.