

# 複数人での芸術鑑賞における 協調学習支援システム:SyncThink

三浦 慎平<sup>†1</sup> 星野 准一<sup>†2</sup>

概要：近年，美術館での教育活動において，協調学習が盛んに実施されている．しかし，協調学習において初学者は，自身の価値規準が先行する主観的な判断での理解に留まり，学習支援無しには，独りよがりな見方から逸脱できず，作品理解の深化には至らないことが問題となる．そのため，作品理解の深化につながる学習支援環境の構築が求められている．本稿では，作品鑑賞の初学者を支援対象とした協調学習支援環境の構築と，作品理解の深化に対する有効性の検証を目的として，概念マップとソーシャルタグを活用した協調学習支援システム：SyncThink を提案した．評価実験から，各学習者は，SyncThink を利用することで対話の楽しさを損なわずに，主観的な見方だけでなく，作品意図や技法に基づいた客観的な見方も取り入れながら，作品理解を深化させていたことを確認した．

## SyncThink : A System for Supporting Group Visitor's Collaborative Learning in Art Museums

SHIMPEI MIURA<sup>†1</sup> JUNICHI HOSHINO<sup>†2</sup>

**Abstract:** In recent years, art museums offers a variety of lesson plans for a wide range of ages, K-12 educators and students, college students and adults. In such lessons, collaborative learning has been actively carried out. With collaborative learning it is possible for learners to learn actively, and can also be used as introduction for beginners in visual thinking. However, there still remains the need to construct a learning support environment that fosters the learner's deep understanding of art works. In this paper we propose a system named SyncThink, for supporting visitor group's collaborative learning in art museums using Concept map and Social tagging. To verify the benefits of the system, we conducted an experiment using SyncThink. As a result, the evaluation of the constant obtained for the usefulness of SyncThink.

### 1. はじめに

近年，美術館は，美術館が保有する多様な文化財を活用したワークショップや体験学習などの学習者参加型の教育活動を実践しており，学習者中心の学びの場として注目されている [1]．

学習者参加型の学習プログラムや学校教育での体験学習において，盛んに実施されている学習方法のひとつに，1

人の進行役と複数人の学習者が作品を前に自由に対話をしながら鑑賞を進める鑑賞方法<sup>\*1</sup>がある．協調学習は，学習者が主体となり学習を進めることができるため，作品鑑賞の初学者の作品鑑賞の入門として盛んに実施されている．

しかし，協調学習において初学者は，学習支援無しには，独りよがりな見方から逸脱できず，単純に楽しい対話で終わってしまい，作品理解の深化にはつながらないことが問題となる．そのため，これまで美術教育学の研究領域において，学習者の作品理解の深化につながる学習環境の方略が議論されてきたが [2][3]，学習支援環境の構築に加えて，有効性の検証をした研究知見は十分ではない．

本稿では，初学者の作品理解を深化させるためには，学

<sup>†1</sup> 現在，筑波大学大学院 システム情報工学研究科  
Presently with Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

<sup>†2</sup> 現在，筑波大学大学院 システム情報系  
Presently with Faculty of Engineering, Information and System, University of Tsukuba

<sup>\*1</sup> 本稿では，協調学習と呼称する．

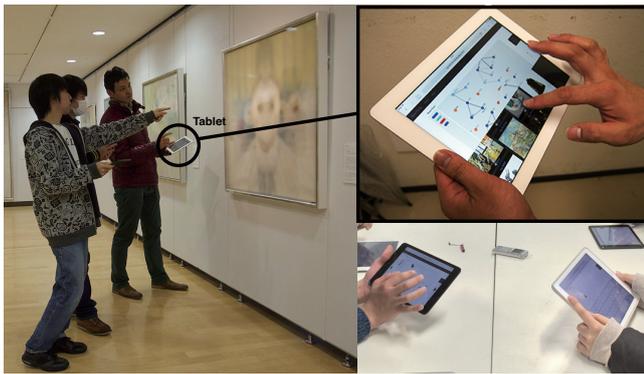


図 1 SyncThink：複数人での芸術鑑賞における協調学習支援システム

Fig. 1 SyncThink: A system for supporting group visitor's collaborative learning in art museums by using tablet device equipped with a realtime shared browser.

習者間の見方の違いの発見や、作品知識の獲得を支援することにより、主観的な見方から逸脱することの重要性に着眼し、概念マップ [14] とソーシャルタグ [15] を活用した協調学習支援システム: SyncThink を提案する (図 1)。加えて、SyncThink の (a) 学習者間の作品の見方の違いの発見、(b) 各学習者の作品知識の獲得、(c) 各学習者の作品理解の深化に対する SyncThink の有効性の検証を目的とする。

評価実験において実施したアンケート調査と会話分析結果からは、SyncThink のシステム機能を利用することで、各学習者は、学習者間の対話の楽しさを損なわずに、主観的な見方だけではなく、作品意図や技法に基づいた客観的な見方も取り入れながら、作品理解を深めていたことを確認した。また、SyncThink を利用する際には、システム機能の利用手順を体系化する必要性や、学習に参加する学習者の属性に多様性を考慮する必要性など、システム機能を有効に活用するための利用条件が知見として得られた。

第 2 章では関連研究に触れ、本研究の位置付けを示す。第 3 章では芸術鑑賞における協調学習支援システムのシステム要件、第 4 章では概念マップの可視化手法、第 5 章では、SyncThink のシステム概要を述べる。さらに、第 6 章で評価実験概要と結果、第 7 章で考察、第 8 章でまとめを示し、本論文を結ぶ。

## 2. 関連研究

### 2.1 個々の鑑賞者の芸術鑑賞を支援する試み

1952 年にアムステルダム市立美術館 [4] に音声ガイドシステムが導入されて以降、学習者が主体的に作品知識の獲得が可能なパーソナルミュージアムガイドは多くの美術館や博物館等のミュージアムで導入されている。これまでも、音声ガイド以外にもロボット [5]、PDA [6] 等を利用した、学習者の作品知識の獲得支援を実現している。

Tesoriero ら [6] は、展示内のルートの推薦や展示作品の知識や位置情報を自由に参照することが可能な PDA を活

用したガイドシステムを開発した。ガイドシステムを利用することで、学習者は、自身の関心に適した展示ルートや作品知識の獲得をしながら能動的に学習を進めることができる。

### 2.2 複数人での芸術鑑賞を支援する試み

芸術鑑賞時の協調学習を支援する試みとして、Gidder [7] や Moritz ら [8] の MTT (Multi-Touch Tabletop) の研究事例が挙げられる。Gidder [7] は、学校の美術教育のカリキュラムに従ったフォーマル・ラーニングと美術館での体験学習 (インフォーマル・ラーニング) の両者の学習環境において利用できる携帯電話とブログを利用した感想共有システムである。ブログのようなソーシャルメディアを、学校授業 (事前学習) と美術館での体験学習、学校での事後学習といった異なる学習環境で横断して利用することで、学習者の作品解釈の発展に有効に機能することを示した。

Moritz ら [8] は、MTT (Multi-Touch Tabletop) とスマートフォンを活用することで、体験学習時に 4 人程度の少数グループで利用することを想定した CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) システムを提案している。学習者は興味のある作品をスマートフォンによりビデオや写真を撮ることで収集し、スマートフォンを MTT 上に置き、収集した作品情報を MTT 上に展開することで、収集した作品群の作品形式や制作手法等の比較を協働で行なうことができる学習環境である。

Gidder [7] は、感想文の共有により学習者間の作品認識の共有をするため、次第に内容把握が容易ではなくなるチャット混乱 (Chat Confusion) [9] への懸念がある。また、Moritz ら [8] の MTT は、専用のインターフェースを新規に展示スペースに設置する必要があり学習環境の導入が容易ではないといった問題がある。

本稿で提案する SyncThink は、概念マップとして視覚的に学習者間の作品の見方を共有し、同時に、鑑賞作品情報や各学習者の作品認識に関連した他作品情報を能動的に獲得可能な Web アプリケーションである。感想文の共有とは異なり概念マップにより視覚的に作品の見方の違いを共有するため、チャット混乱 (Chat Confusion) [9] への懸念もない。さらに、モバイル性の高いタブレット端末上のブラウザで動作する Web アプリケーションであるため学習環境としての導入も容易である。

3 章では、芸術鑑賞における協調学習支援システムのシステム要件を示す。

## 3. 芸術鑑賞における協調学習支援システムの要件定義

### 3.1 協調学習支援環境の要件分析

認知心理学において、人が新しい考え方や見方を獲得するには、「知識の豊富化 (enrichment)」, 「知識の再構造化

(restructuring)」の2つの形態があるとされている[10]。「知識の豊富化」は、学習者は既有知識を変えずに、知識(概念)を豊富にし、洗練させていくこと、「知識の再構造化」は、「概念変化」とも呼ばれており、学習者の今までの知識(概念)の根幹が変化することである。

協調学習においては、学習者が学習過程において、鑑賞作品の流派や技巧、歴史的な背景といった作品知識を知ることが「知識の豊富化」にあたり、学習者間が見方の違いに気づき、自身では成し得なかった価値観を知ることが「知識の再構造化」にあたる。初学者が、作品鑑賞時に主観的な判断基準から逸脱させるため、すなわち、新しい考え方や見方を獲得するためには、学習者間の見方の違いの発見や作品知識の獲得を支援することで、初学者の「知識の豊富化」と「知識の再構造化」を促す学習支援が必要となる。

しかし、協調学習では、学習に参加する各学習者の発言数に偏りがあるため、学習者間の見方の違いの獲得が必ずしも効果的に行なわれているとは言えない。そのため、各学習者の作品認識を客観的な状態で共有できる支援環境があることが望ましい。さらに、作品知識の獲得は、学習者に一方的に作品知識を提供した場合、学習者の鑑賞作品への興味関心や参加意欲の低下への懸念がある[11][12]。そのため、協調学習では、進行役となる学芸員が学習者間の対話の文脈と発言内容を的確に判断しながら作品知識を提供することが要求されるが、進行役の素養や経験に左右され容易ではない。各学習者が興味関心に従って能動的に作品知識を獲得できる環境が必要となる。

以上を踏まえて、協調学習において作品理解の深化を支援するためには、(1)学習者間で作品認識を客観的に共有できる環境。(2)各学習者が能動的に作品知識を獲得できる環境、を実現する必要がある。

### 3.2 協調学習支援方略の提案

3.1節で挙げた要件(1)と(2)を実現するために、概念マップとソーシャルタグの両者の活用に着眼する。

概念マップは、学習者が有する知識間の構造的な関係性を、ノードとエッジをもつネットワーク構造として視覚的に表現することで、学習対象に対する理解の状態や既有知識を明らかにする手段の1つである。主に理科や物理教育において、自然の事象や現象の概念に対する学習者の理解構造や学習者の知識獲得を促進する学習支援の手段として活用されている[13]。また、遠隔地同士でのCSCL環境の構築において、学習者間での知識構造の共有のためにも活用されており[14]。学習者間の知識構造の共有手段として有効である。

ソーシャルタグは、ユーザ個人の分類基準でWeb上の画像や動画等のリソースに対して、何らかの言葉をメタデータ(タグ)として付与することで、リソースの検索や整理に活かすものである。YoutubeやFlickr、tumblrな

どのソーシャルメディアで利用されている。近年では、美術館や博物館のデジタルアーカイブでの活用事例も見られ、ユーザの直感に基づいたフリーワード検索から、興味にマッチした作品の検索を容易にする手段として活用されている[15][16]。

概念マップとソーシャルタグの両者を活用して、次のAからCの仕組みを構成することを考えた。

- (A) 学習者が捉えた作品の特徴や印象、連想等\*2を表した言葉をノードとし、ノード間がリンクで結合した概念マップを構成することで、各学習者の作品認識\*3を概念マップとして視覚的に表現する。
- (B) 概念マップを学習者間で共有し、他者の概念マップを参照することで見方の違いを客観的に把握することができる。
- (C) 概念マップのノードをソーシャルタグとして活用することで、自身や他者の観点に関連する関連作品を獲得できる。また、鑑賞作品の作品情報を比較しながら鑑賞を進めることができる。

AからCにより、「学習者間の見方の違いの発見」や「作品知識の能動的な獲得」の両者を親和性の高い形で実現できるのではないかと考えた。以上を踏まえ、以下の3項目を実装すべき機能要件とした。

- (1) Think：概念マップの作成機能。
- (2) Share：概念マップの共有機能。
- (3) Enrich：概念マップに基づいた関連作品情報の獲得、共有、比較機能。

第4章では、機能要件1に挙げた「Think：概念マップの作成機能」を実現するための手法として、DEMATEL法とコミュニティ抽出法を応用した概念マップの作成手法について述べる。

### 4. DEMATEL法とコミュニティ抽出法を応用した概念マップの作成手法

3章で機能要件1に挙げた「Think：概念マップの作成機能」を実現するために、DEMATEL法とコミュニティ抽出法を応用した概念マップの作成手法について述べる。

DEMATEL法は分析対象の構成要素間の階層関係や因果関係を構造的に把握する構造分析手法である[17]、DEMATEL法は以下の演算に従うことで、分析対象の構成要素間の直接的な影響関係の評価値から、分析対象の構造関係を算出する。

分析対象が有する $n(1 \leq n \leq N)$ 個の要素間の直接影響 $x_{ij}$ (要素 $i$  要素 $j$ への影響度)を $n \times n$ の行列として、

$$X = [x_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

\*2 以降、観点と呼称する。

\*3 本稿では、学習者が、作品のどのような特徴を観察し、印象や連想を抱いているか。どのような知識を持っているかといった個人の作品に対する認識を作品認識とする。

とする．(1) 式に係数を掛け正規化することで正規化直接影響行列  $D$ ，(2) 式が得られる．

$$D = \lambda X (\lambda > 0) \quad (2)$$

(2) 式中の  $\lambda$  は係数となるスカラー量の尺度因子であり， $X$  の行和  $x_{is} = \sum_{j=1}^n x_{ij}$  を他の全ての因子に与える直接影響の

総合計，列和  $x_{sj} = \sum_{i=1}^n x_{ij}$  を，全ての因子から受ける直接影響の総合計とし， $\lambda$  を，

$$\Lambda_i = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} (\sum_{j=1}^n x_{ij})}$$

$$\Lambda_j = \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} (\sum_{i=1}^n x_{ij})}$$

$$\lambda = \min(\Lambda_i, \Lambda_j) \quad (3)$$

で表す．ここで， $D^2$  の成分，

$$d_{ij}^{(2)} = \sum_{k=1}^m d_{ik} d_{kj} \quad (4)$$

を考えると， $d_{ij}^{(2)}$  は、要素  $i$   $j$  への全要素 ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) を経由した間接的な影響の強さを示している．従って， $D^2$  は、他の全要素を一度経由した影響度から構成される行列となる．これを 2 段階目の影響とすると、同様に  $D^2$  は、 $m$  段階目の影響度を示す．よって、 $m$  段階目までの級数和は、 $m \rightarrow \infty$  で

$$\sum_{i=1}^m D^i = D + D^2 + D^3 + \dots + D^m = D(I - D)^{-1} \quad (5)$$

となる．(5) 式は、直接影響行列  $D$  と  $m$  段階目までの間接影響行列の総和である．これを総合影響行列  $T$  とする．総合影響行列  $T$  から、重み付き有向グラフとして分析対象が有する構造を把握可能となる．加えて、概念マップを視覚化表示した際の視認性を考慮するために、重み付き有向グラフに対してコミュニティ抽出 [18] を行ない関連性の強い密な部分集合を機械的に抽出する．以上の演算過程により得られた重み付き有向グラフを、学習者の作品認識を客観的に表現した概念マップとする．

5 章では上述した手法を活用した協調学習支援システム：SyncThink のシステム機能について述べる．

## 5. SyncThink: アート鑑賞における協調学習支援システム

SyncThink のシステム概要図を図 2 に示す．SyncThink は、タブレット端末のブラウザ上で動作する Web アプリケーションであり、「Think：概念マップの作成機能」、「Share：概念マップの共有機能」、「Enrich：概念マップに基づいた関連作品情報の獲得、共有、比較機能」で構成される．Web アプリケーション上に実装された「Think Panel」、「Share Panel」、「Enrich Panel」の各コンポーネントを操作することで、学習者は各機能を利用できる．

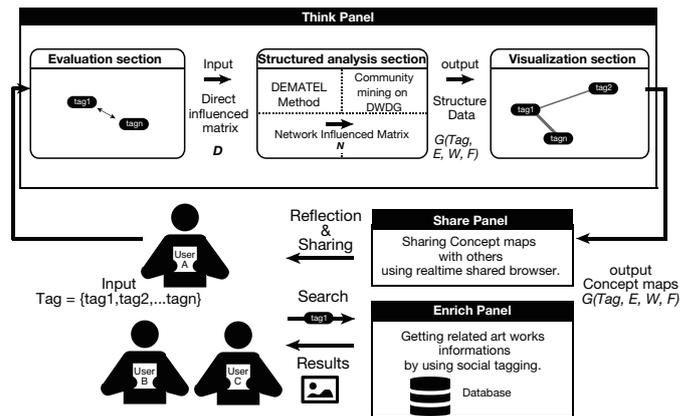


図 2 システムの全体概要図

Fig. 2 System Overview of SyncThink.

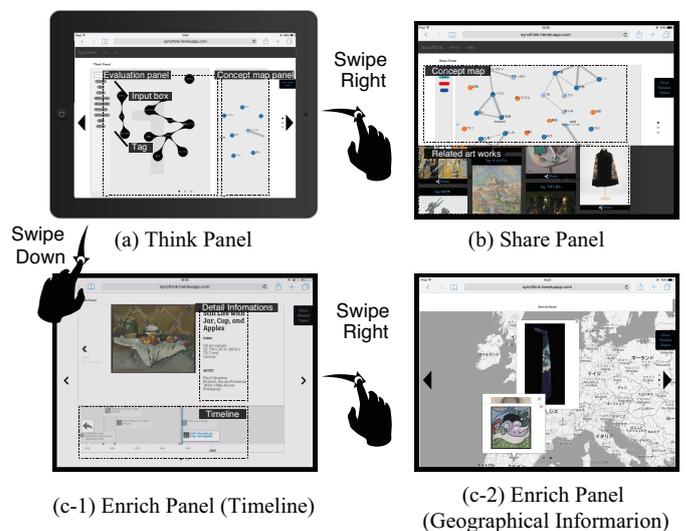


図 3 システム機能

Fig. 3 System functions of SyncThink.

### 5.1 システム機能

#### • Think Panel

図 3(a) に Think Panel の概観を示す．Think Panel は、4 章で述べた手法を活用して概念マップをインタラクティブに作成するためのコンポーネントである．タグの入力ボックス、タグ間の評価パネル、概念マップ表示パネルで構成されている (図 3(a))．鑑賞者は、(1) タグの入力ボックスにより任意の観点をタグとして追加する．(2) タグとして入力した観点同士に何らかの関連性があると判断した場合、評価パネルを利用してタグ同士の関連性を評価 (0 から 5 段階評価) しリンクをつなぐ．(1)(2) を繰り返すことで概念マップを作成することができる．関連性の強いタグ集合は、コミュニティ抽出の結果に基づき同色で表示される．

#### • Share Panel

図 3(b) に Share Panel の概観を示す．Think Panel が表示された状態で右にスワイプすることで、Share Panel を利用することができる．Share Panel では、

Think Panel で作成された各学習者の概念マップがリアルタイムに同期表示されるコンポーネントである。Share Panel の利用により、各学習者は、自身や他者の作品認識を把握することができる。さらに、他者の作品認識を参照することで見方の違いの獲得につながる機会を提供する。

- Enrich Panel

図 3(c-1)(c-2) に Enrich Panel の概観を示す。Think Panel が表示された状態で下にスワイプすることで、Enrich Panel を利用することができる。Enrich Panel では、Think Panel に表示された学習者自身の概念マップや Share Panel に表示された他学習者の概念マップのノード(タグ)をタップすることにより、同様のタグが付けられた他作品情報をメトロポリタン美術館のデータベースから取得することができる。

取得された作品情報は関連作品情報パネル(図 3(b)の関連作品情報パネル)に表示され、学習者は興味関心を持った作品情報をパネル内から選択することで、選択した作品の詳細情報をタイムラインパネル(図 3(c-1))で閲覧することが可能となる。

タイムラインパネルでは、選択した作品情報が制作年順ごとに表示され、現在鑑賞している作品と学習者が自身や他者の概念マップの参照を通して取得し、選択した作品群との年代の比較、地理的な情報の比較ができる。さらに、タイムライン上では、作家名、素材、形式、作品説明といった作品の詳細情報の閲覧も可能であり、現在、鑑賞している作品を起点として、興味関心のある他作品情報を能動的に獲得できる。

## 6. 評価実験

### 6.1 評価実験概要

SyncThink のシステム機能の以下の(1)から(3)に対する有効性の検証を目的として、男女 8 名(21 歳から 26 歳:平均:23.1 歳, SD:1.55 歳)を実験参加者とした評価実験を 2014 年 12 月 1 日, 2 日, 8 日に実施した。実験参加者は、芸術鑑賞に対する専門的な教育を受けておらず、美術館の訪問頻度が()であったことから、初学者であり、SyncThink の支援対象者であると見なした。

- (1) 学習者間の見方の違いの発見を支援できていたか。
- (2) 各学習者の作品知識の獲得を支援できていたか。
- (3) 各学習者は作品理解を深めることができていたか。

### 6.2 評価実験の手続きと実験環境

実験参加者を 1 グループ 4 名構成の 2 グループ(GroupA, GroupB)に分け、SyncThink の利用の有無で以下の(1)(2)の手順により実験を実施した。評価実験は蛍光灯下の教室で行い、教室内に設置した液晶ディスプレイに作品画像を提示し、提示作品をグループで鑑賞してもらった。提示作

品は、GroupA(システム無し:”The starry night”, Vincent Willem van Gogh, システム有り:”Guernica”, Pablo Picasso), GroupB(システム無し:”Christina’s World”, Andrew Wyeth, システム有り:”Guernica”, Pablo Picasso)とした。SyncThink は iPad を 4 台利用して動作させ、評価実験中は、IC レコーダとビデオカメラを利用し、実験参加者の発話と利用シーンの映像を記録した。

#### (1) 鑑賞目的に関する指示。

指示:「これから作品の鑑賞を行なってまいります。作品を見てどんなことを感じるか。作家はどうしてこのように描いたのか、何を表現している作品なのか、を自由に話し合ってみてください。」

- (2) (1)の指示後、実験参加者に 15 分間の作品鑑賞をしてもらう。「システム有り」の際には、(1)の指示の前に、システムの操作方法と操作上の注意点の説明を 10 分程度実施した。

## 6.3 評価方法

### 6.3.1 アンケート調査

評価実験後には、表 1 に示すアンケートを実施した。各項目の評価基準として、7 段階のリッカード尺度(1:全くそう思わない。2:そう思わない。3:あまりそう思わない。4:どちらでも無い。5:少しそう思う。6:そう思う。7:非常にそう思う。)を設けた。加えて、各試問に回答する際には、7 段階評価以外に「なぜそう思いますか?なるべく具体的にお答え下さい。」と自由回答欄を設けた。

### 6.3.2 会話分析方法

システムを利用した際の各学習者の作品理解の深化を評価するために、Housen の測定法 [19] を活用する。Housen の測定法は、ギャラリートークでの学習者の学習活動を評価するために美術教育学研究の研究領域で活用されている [20]。本稿では、Housen の測定法を利用し、以下の(1)から(5)の手順で各学習者の発話を分析し、各学習者の作品解釈の水準の変化を分析する。

- (1) IC レコーダで録音した発話記録(15 分間)を 5 分ごとの時間区間に区切る。(Section1 から 3 とする。)
- (2) 各 Section における各学習者の発話を独立節で区切り、発話スクリプトとして書き起こす。これを各学習者の思考ユニット [19] と呼ぶ。
- (3) 各思考ユニット(TU:Thought Unit)を Housen が示した「観察」「嗜好」「主張」などの 14 カテゴリに分類し、さらに 70 のサブカテゴリに分類する。
- (4) 分類した思考ユニット Stage1 から Stage5 にレーティングする。Stage が高い程、解釈水準の高い思考ユニットであることを示す。
- (5) 各思考ユニット数や思考ユニットのレーティング結果をグラフ化することで、各学習者の作品解釈の水準の変化を分析する。

表 1 アンケート項目  
Table 1 Survey questions

質問項目	質問項目
Q1	先ほど鑑賞していた作品についてもっと知りたい。
Q2	先ほど鑑賞していた作品以外の作品も鑑賞してみたい。
Q3	作品鑑賞は楽しい。
Q4	作品を鑑賞して鑑賞作品に関する理解が深まった。
Q5	他学習者の作品の認識を知ること、新しい見方の発見につながった。
Q6	他学習者の作品の認識が伝わった。
Q7	自由記述欄

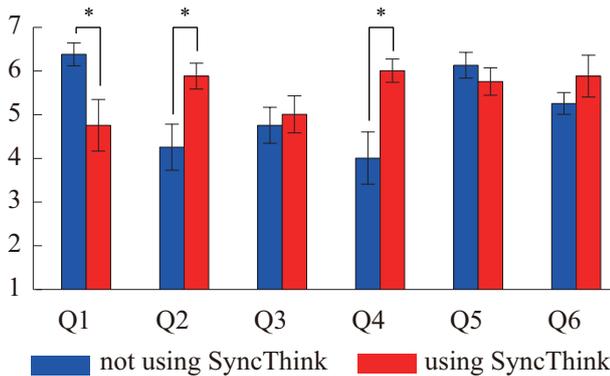


図 4 アンケート結果 (\* $p < .05$ )

Fig. 4 Mean and shared error of the scores in evaluation experiment(\*means  $p < .05$ )

## 6.4 評価実験結果

### 6.4.1 アンケート結果

図 4 にアンケートの結果を示す。図 4 の縦軸は、各試問に対する評価値の平均値、エラーバーは標準誤差を示す。

ウィルコクソンの符号付順位検定 ( $p < 0.05$ ) を行なった結果, Q1 ( $p = 0.040$ ), Q2 ( $p = 0.028$ ), Q4 ( $p = 0.023$ ) では, 評価値に有意な差が認められた。一方, Q3, Q5, Q6 は, 有意差は確認できなかった。

### 6.4.2 発話分析結果

図 5 に発話分析結果を示す。GroupA の全思考ユニット数は 212 個であり, GroupB では 234 個であった。図 5(a)(b) は, 思考ユニットを, Housen の測定法に基づき 5 段階の発達段階 (Stage1 から 5) に分類した結果を示す。図 5 における縦軸は, 各発達段階 (Stage1 から 5) の出現率, 横軸は時間区間 (Section1: 0.0 - 5.0[m], Section2: 5.0 - 10.0[m], Section3: 10.0 - 15.0[m]) である。

## 7. 考察

第 6 章で示したアンケート結果と会話分析結果から, SyncThink の「作品知識の獲得の支援」「学習者間の見方の違いの発見」「作品理解の深化」に対する有効性に関する考察を示す。

### 7.1 作品知識の獲得支援に対する有効性の考察

Q1 (先ほど鑑賞していた作品についてもっと知りたい)

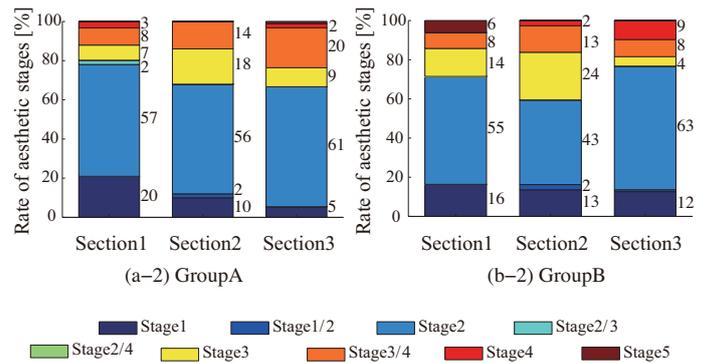


図 5 各グループごとの作品理解の水準の変化 (Section1: 0-5.0[m], Section2: 5.0-10.0[m], Section3: 10.0-15.0[m])

Fig. 5 Participants' rate of aesthetic stages.

と Q2 (先ほど鑑賞していた作品以外の作品も鑑賞してみたい) のアンケート結果から, 作品知識の獲得支援に対するシステム機能の有効性を考察する。

Q1 では, システムの有無で評価値に有意差 ( $p < .05$ ) が見られた。自由記述では, 「今まではゲルニカを見ても, こんな落書きみたいな絵に何の価値があるの? ぐらいにしか思っていなかったがスペイン内戦などの歴史的な背景を知るとさらに知りたくなった。」など, 作品知識を得たことにより, さらに鑑賞作品に対する興味が惹かれたことを示す回答と「システムを利用することで, 既にある程度の知識が付いたため。」といった十分に作品知識が得られたことを示す回答があった。

Q2 においても, システムの有無で評価値に有意差 ( $p < .05$ ) を確認した。自由記述からは「システム無し」では, 「提示されれば鑑賞するが, 自発的に鑑賞したいと思うには至らない。」「議論するのは楽しいがこの絵自体にはあまり興味が湧かない。」といった意見があったが, 「システム有り」では, 「関連作品をシステム上で見たことでその時代の美術作品に関心が出てきた。類似作品やタグ付けされた作品をすぐに提示してくれるので, 他の作品への関心がより高まった。」「似た手法で描かれた作品, 同じ作者ピカソの作品を比べて見たくなくなったから。」といった意見が得られた。

Q1 と Q2 では, システム有無において, 評価値に統計的に有意な差が見られたこと, 両試問の自由記述では, 各学習者が能動的に作品知識を獲得していたことを示す回答が得られたことから, Enrich: 概念マップに基づいた関連作品情報の獲得機能が, 各学習者の鑑賞作品や関連作品への興味関心を促進し, 各学習者は, 鑑賞過程において, 能動的に作品知識の獲得をしていたことを確認した。よって, SyncThink の Enrich の機能は, 各学習者の作品知識の獲得の支援に対して有効に機能していたと言える。

加えて, Q3 (作品鑑賞は楽しい) では, システム有無において有意な差は見られなかったが, システム有りの自由

記述から、「解説や関連作品の情報を参照しながら意見交換できたのが楽しかった。」など、複数人でシステムを活用した際の、鑑賞の楽しさに対して肯定的な意見が多く得られた。よって、協調学習が本来もつ対話の楽しさを損なわずに、各学習者の作品知識の獲得の支援が実現していたと言える。

## 7.2 学習者間の見方の違いの発見の支援に対する有効性の考察

Q5（他学習者の作品の認識を知ること、新しい見方の発見につながった）とQ6（他学習者の作品の認識が伝わった）のアンケート結果から、学習者間の見方の違いの発見に対するシステム機能の有効性を考察する。

Q5は、統計的に有意な差は見られなかったが、「システム有り」で平均値が5.8であり、相対的に高い評価値を示した。「システム有り」の際の自由記述では、「他の人の感じたイメージを視覚的にとらえる事ができたから。」「他の鑑賞者から歴史的背景や自分にはない着眼点の意見をもらったのが非常に有効だった。」などの回答結果が得られた。

自由回答において、システム機能の有効性に関して肯定的な意見が得られたが、システムの有無で有意差が確認できなかったことから、学習者間の見方の違いに関して獲得できた情報量はシステムの有無で変わらなかったことになる。システム有りの際に各学習者が入力したタグ（ここでは、GroupAを例として挙げる）をシステムログから確認したところ、各学習者で特有のタグが見られるが、発話記録を確認すると、実際の対話過程においては、「キュビズム」以外のタグは対話の話題として取り上げられていなかった。自由記述から「調べるのに必死で、それほど落ち着いて他者のタグやシェアパネルを見れなかった。」との意見もあったことから、なぜそのタグを付けたのかといった学習者間の認識の違いの熟考よりも、タグを利用した関連作品情報の検索が主要な活動になっていた結果、システム無しの際の、会話のみでは得られなかったであろう見方の違いを見落としていた可能性がある。

各学習者が概念マップを作成した後に、Shareパネルの閲覧と他者との見方の違いに対して言及する機会を一定時間設けるなど、システムの利用方法がある程度、体系化する必要がある。さらに、初学者のみのグループ構成では、対話の話題に取り上げる程の情報量があるタグが無かったため、システムの有無で評価値に有意差が得られなかったのではないかと考えられる。例えば、グループの構成員として、専門知識を持つ学芸員を加え、SyncThinkを利用した学習をすることで、初学者のみでは成し得なかった見方が発見できる環境を意図的に構成する必要である。

Q6においても、有意な差は見られなかったが、「システム有り」の平均値が6.0と高い評価を示したことや、「システム有り」の際の自由記述からは、「マップから、どんな印

表2 グループAのタグリスト

Table 2 GroupA's tag list. (\* : be addressed in conversation)

UserA	UserB	UserC	UserD
モノトーン	パニック	モノクロ	モノクロ
光と影	明暗	ゴチャゴチャ	ゴチャゴチャ
阿鼻叫喚	キュビズム*	暗い	怖い
叫び声	恐怖	下手っぽい	散乱している
破壊	悲しみ	不安感	色んな生き物
様々な感情	目	恐怖	キュビズム
苦しみ	電球		叫び
人間と動物	反戦		混乱
不安			ピカソ
世界終焉			
夜			
ピカソ			

象を持っているのかが一目でわかった。文章ではなく単語で見られるので分かりやすかった。」「言葉による意思伝達と、タグ付による意思伝達により考えが分かった。」などの回答を踏まえると、システム機能のShare：概念マップの共有機能が有効に機能していたことが示唆される。一方で、Q7の自由記述から、「タグが増えるとマップの視認性が落ちる。」との回答もあったことから、概念マップの視認性を改善が課題となった。

## 7.3 作品理解の深化に対する有効性の考察

Q4（作品を鑑賞して鑑賞作品に関する理解が深まった）は、統計的に有意な差 ( $p < 0.05$ ) があった。「システム有り」の自由記述では、実験参加者の8割以上が「みんなが作品から受けた印象や知見を共有し、関連作品や解説が加わることで、ただ観賞しているよりも理解が深まった。」などの回答が得られた。

また、図5から、両グループともに、stage3以降の思考ユニットの比率が増加していることが分かる。これは、単純な気づきや連想をランダムに指摘するといった主観的な見方に加えて、意図への疑問や技法に基づいた客観性のある見方も取り入れながら鑑賞を進展させていったことを示しており、作品解釈の水準の向上が見られた。

発話記録を確認すると、Section1では、両グループともに「何がいるかタグ付けしよう」とタグを入力しながら概念マップを作成していた。その後、「鳥もいる」「建物が壊れてる」「馬から何か出てる」といった、作品に描かれたものをランダムに指摘する観察の発話や、「電球みたい」「毛にも見える」といった単純な連想の発話、「牛？馬？」といった描かれているものに対する単純な疑問を示す発言が多く見られたが、Section1の後半からSection2の中盤にかけては、「\* \* \*さん、ゲルニカ（タグを参照する発言）」と、自身の概念マップ上のタグを他者と共有したり、他者の概念マップ上のタグを参照して関連作品を検索する行為が見られた。さらに、他学習者に「シェアして」と発言するなど、他学習者が検索した作品情報の共有を求める姿や、「ピ

カソ以外にもこういう絵を描く人いるんですね」や「時系列的には、結構後ですよ」と自身のタイムライン上で鑑賞作品と関連作品を比較して鑑賞をする姿が見られた。その後、Section3へと進むに従って、「ピカソもこの内戦体験してるのかな」「ピカソの他の絵見たいくなる」「キュビズムで1回描いてみて、またそれを立体に戻すと面白い絵になりそう」といった作品情報に関連付けた主張や疑問、「こちら辺もなんか意図してんですかね」といった作品意図に対する疑問を示す発言が増加していった。

会話分析結果から各学習者が、SyncThinkの各機能を利用することで、学習者間の概念マップの作成と共有を起点として、能動的に関連作品情報を獲得しながら、作品理解を深化させていく様子を確認した。

## 8. おわりに

本稿では、美術館での協調学習における作品理解の深化につながる鑑賞支援環境の構築という課題に対し、作品理解の深化には、学習者間の見方の違いや作品知識の獲得により、主観的な作品の見方から逸脱させることの重要性に着目し、概念マップとソーシャルタグを活用した協調学習支援システム：SyncThinkを提案した。

評価実験結果から、SyncThinkの概念マップの作成・共有機能(Think,Share)は、学習者間の作品認識の共有を容易にし、学習者間の見方の違いの発見に有効であることが示唆された。また、概念マップを利用した関連作品の検索機能、共有・比較機能(Enrich)は、各学習者の能動的な作品知識の獲得の支援に有効に機能していたことを確認した。各機能連携して利用することで、各学習者は自身の主観的な判断基準だけではなく、意図への疑問や作家や技法などに基づいた客観的な見方も取り入れながら、対話の楽しさを損なわずに作品理解を深めていた。

一方で、システム機能の利用手順を体系化することや、学習に参加する学習者の属性に多様性を考慮するなど、システムが有効に機能するための利用条件を精緻に検証していく必要がある。また、今後の展望として、(1)提案システムを継続的に利用した際の各学習者への学習効果を検証、(2)実際の美術館での利用実験による、システムの有効性の検証が挙げられる。

## 参考文献

- [1] FALK, John H.; DIERKING, Lynn D.: Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning., Altamira Press (2000).
- [2] 奥本素子. "協調的対話式美術鑑賞法: 対話式美術鑑賞法の認知心理学分析を加えた新仮説." 美術教育学: 美術科教育学会誌 27 (2006): pp.93-105.
- [3] Duke, Linda. "The museum visit: It 's an experience, not a lesson." Curator: The Museum Journal 53.3, p.271-279.(2010)
- [4] The Stedelijk Museum

- Amsterdam, <http://www.stedelijk.nl> (accessed 2014-12-03)
- [5] YAMAZAKI, Keiichi, et al.: Revealing Gauguin: engaging visitors in robot guide's explanation in an art museum., In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, p. 1437-1446. (2009)
  - [6] TESORIERO, Ricardo, et al.: Enhancing visitors' experience in art museums using mobile technologies., Information Systems Frontiers, 16.2: 303-327. (2014)
  - [7] PIERROUX, Palmyre.: Bridging contexts and interpretations: Mobile blogging on art museum field trips., MedieKultur. Journal of media and communication research, 27.50: p.30-47. (2010)
  - [8] MORITZ, Bprchers, et al.: Supporting school group visits to fine arts museums in the 21st century: A CSCL concept for a multi-touch table based video tool., CSCL2013 Conference Proceedings.(Vol.1 p.57-64).(2014).
  - [9] FUKS, Hugo.: RU-Typing-2-Me? Evolving a chat tool to increase understanding in learning activities., International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1.1: p.117-142. (2006)
  - [10] 「人が学ぶということ: 認知学習論からの視点」, 北樹出版, (2003).
  - [11] XANTHOUDAKI, Maria: Is it always worth the trip? The contribution of museum and gallery educational programmes to classroom art education., Cambridge Journal of Education, 28.2: 181-195. (1998).
  - [12] GRIFFIN, Janette: Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups., Science Education, 2004, 88.S1: S59-S70. (2004).
  - [13] Hwang, Gwo-Jen, Po-Han Wu, and Hui-Ru Ke.: An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses., Computers & Education 57.4 p.2272-2280. (2011)
  - [14] Engelmann, Tanja, and Friedrich W. Hesse.: How digital concept maps about the collaborators' knowledge and information influence computer-supported collaborative problem solving. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning 5.3: p. 299-319. (2010)
  - [15] ARENDS, Max, et al. Analysing user motivation in an art folksonomy. In: Proceedings of the 12th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies. ACM, p.13.(2012)
  - [16] ELETA, Irene; GOLBECK, Jennifer: A Study of Multilingual Social Tagging of Art Images: Cultural Bridges and Diversity, In: Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM, p. 695-704. (2012)
  - [17] Fontela, E., and A. Gabus. "The DEMATEL observer." (1976).
  - [18] DUAN, Dongsheng, et al.: A Community mining on dynamic weighted directed graphs., In: Proceedings of the 1st ACM international workshop on Complex networks meet information & knowledge management. ACM, p. 11-18.(2009)
  - [19] HOUSEN, Abigail.: The eye of the beholder: Measuring aesthetic development., PhD Thesis. Harvard Graduate School of Education. (1983)
  - [20] 杉林英彦. "美術館における鑑賞教育の評価方法への A. ハウゼンの測定法の適用: 三重県立美術館での「ギャラリー・ツアー」における事例調査から." 美術教育学: 美術科教育学会誌 (24) pp. 161-171. (2003)