

博物館における展示品の意味関係に基づいたユーザの興味を喚起する個別閲覧ルートの自動構成

前原 千尋[†] 矢次耕太郎^{††} 金 大雄^{†††} 牛尼 剛聡^{†††}

[†] 九州大学芸術工学部

^{††} 九州大学大学院芸術工学府

^{†††} 九州大学大学院芸術工学研究院

E-mail: [†]ds106200@s.kyushu-u.ac.jp, ^{††}yatsugi@gospel.aid.design.kyushu-u.ac.jp,

^{†††}{dwkim, ushiama}@design.kyushu-u.ac.jp

あらまし 近年、インターネット上では Web ページや写真、動画等様々な種類のコンテンツのランキングや推薦に関する研究が数多くなされている。一方、実空間でのこのようなコンテンツの閲覧環境として、美術館や博物館における展示品が挙げられる。現在多くの博物館において、閲覧支援を目的とした情報端末が導入されており、これを利用した展示ガイドによって来館者の満足度の向上を目指している。本論文では、博物館において情報端末を用いた、ユーザの興味や状況に合わせた個別閲覧ルートを構成する手法を提案する。展示品間の関連性を利用し、ユーザの興味や滞在時間を反映した閲覧ルートを構成することで、展示に対する理解を深め、ユーザの興味を喚起するような閲覧支援を行う。

キーワード 博物館, ルート推薦, HITS アルゴリズム

A Study on Automatic Composition of Personalized Appreciation Route That Arouses User's Interest Based on Semantic Relationship between Exhibits in Museum

Chihiro MAEHARA[†], Kotaro YATSUGI^{††}, Daewoong KIM^{†††}, and Taketoshi USHIAMA^{†††}

[†] School of Design, Kyushu University

^{††} Graduate School of Design, Kyushu University

^{†††} Faculty of Design, Kyushu University

E-mail: [†]ds106200@s.kyushu-u.ac.jp, ^{††}yatsugi@gospel.aid.design.kyushu-u.ac.jp,

^{†††}{dwkim, ushiama}@design.kyushu-u.ac.jp

Abstract Recently, many studies have been reported on ranking and recommendation of a variety of digital contents on the Internet such as Web page, digital photograph, video and so on. On the other hand, exhibitions in museum are environments to browse actual contents in the real world. Today, information devices as exhibition guide systems to support visitor's appreciation are introduced in many museums. In this paper, we propose an approach for composing personalized appreciation route matched to user's interest and situation, using the information device. Our system supports a user to appreciate an exhibition well, and arouses user's interest by composing a route based on semantic relationship between exhibits, and reflecting user's interest and scheduled staying time.

Key words museum, route recommendation, HITS algorithm

1. はじめに

近年、インターネットの普及と共に、インターネット上では Web ページや写真、動画など、様々な種類のコンテンツが存在

するようになり、その数は飛躍的に増加している。こうした背景の元、コンテンツのランキングや推薦に関する研究が数多くなされている。それらは、協調フィルタリングのようにユーザによる評価を利用した推薦を行う手法、コンテンツ自体の属性

を利用して推薦を行う手法等、様々であり、対象とするコンテンツの性質によって適切な推薦手法は異なる。

一方、インターネット上のみならず実空間においても様々なコンテンツが存在する。例えば、美術館や博物館における展示品は、実体を有するコンテンツを閲覧する環境であると考えることができる。本研究では、博物館の展示品を対象に、展示品間の意味的な構造に基づいて展示の閲覧をサポートする機構を開発することを目標としている。

近年、多くの美術館や博物館等において、閲覧支援を目的とした情報端末が導入されている。例えば、フランスのルーヴル美術館 [1] では、7ヶ国語に対応した PDA によるガイドシステムを提供している。日本国内では、国立科学博物館 [2] において、4ヶ国語に対応した音声ガイドを提供している。これらのような情報端末を導入することで、来館者は展示品についての詳細な解説を得られる。来館者は展示に対する理解を深め、その結果、来館者の満足度を向上させることを目指している。

従来型の博物館では、来館者は基本的に学芸員が設定したルートに沿って閲覧を行う。こうしたルートは、専門的な知識に基づいて構成されており、優れた展示形態である。しかし、来館者が持つ興味や知識は来館者毎に異なるため、全員に同じ展示を提供することは適切でない場合があるという問題点がある。例えば、絵画自体に興味がある来館者と、その絵画に描かれている対象に興味がある来館者では、異なる構造の展示を提供することが望ましいと考えられる。

そこで、本論文では情報端末を用いて、ユーザの興味に合わせた個別閲覧ルートを提示する手法を提案する (図 1)。本手法では、展示品間の関連性を利用し、ユーザの興味や滞在予定時間を反映した閲覧ルートを構成する。展示品間の文化の影響に注目して展示品を関連づけ、推薦を行い、個々の展示品を取り巻く文化をユーザに理解させることで展示に対する理解を深め、興味を喚起するような閲覧支援を行うことを目標とする。

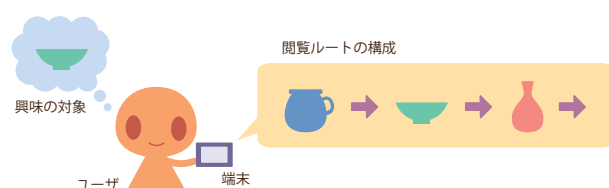


図 1 情報端末を用いた個別閲覧ルートの構成

本論文は 8 章から構成される。2 章では関連研究について述べる。3 章では提案手法のアプローチについて述べる。4 章では提案手法で利用する展示品間の関連性について述べる。5 章では 4 章で述べた展示品間の関連性を利用した、提案手法の詳細について述べる。6 章では個別閲覧ルートの構成手法について述べる。7 章では実験と考察による評価を行う。8 章ではまとめと今後の展望を述べる。

2. 関連研究

情報端末を用いた博物館やインターネット上の電子博物館等における、ユーザの興味による展示品の推薦手法、展示の個人

化に関する関連研究について述べる。

ubiNEXT [3] はインターネットや携帯端末を用いて、博物館などの展示会場での自由選択学習を支援するシステムである。「ゴッホ」や「印象派」など展示品の「観点」とユーザの展示品に対する評価や見学履歴に基づき、次に閲覧するための展示品を最大 3 個まで推薦する。推薦の理由となった「観点」を明らかにし、ユーザに適切な情報に基づく選択権を与えることで見学・学習に対する意欲を引き出す。本研究では、同じように展示品間の関連性を利用した推薦を行うが、ユーザに選択させるのではなく、ユーザが指定する滞在予定時間に合わせた個別のルートを提示する点が異なる。

小柳ら [4] は、箱根彫刻の森美術館において時間指定の中で最も多くの彫刻を鑑賞することができ、なおかつ最短時間の経路を探し出す「お勧めの経路」を利用者に表示するシステムを提案している。実地調査から得た人の歩く速度や所要時間、彫刻の数等のデータから、これを時間指定付きの最適経路探索問題と位置づけ、利用者自身の希望する時間や嗜好を取り入れられるように、準最適解も示すことで選択肢を広げている。本研究では、実際の展示品の位置などの要素も重要であると考え、これよりも展示品間の意味的な構造に基づいてルートの構成を行う。

安部ら [5] は、電子博物館において利用者の興味に適合した展示を行うために、学芸員の果たしている展示シナリオ制作を補うシステムを提案している。このシステムでは、流れのある展示シナリオを動的に生成するために作品間の関連性を利用した順路の生成を行う。絵画作品の関連性として対象、作家、技法、印象語を用いて、抽出作品中全ての 2 作品の組み合わせに対して関連の強さを計算し、隣り合う作品間の関連性の和が最も大きい順列を、最も強い関連を表している経路として採用する。本研究では、ここではあまり考慮されていない、推薦する展示品の抽出に焦点を当てた手法を提案する。

阿部ら [6] は、博物館が提供するデジタルアーカイブを利用した複数分野横断型学習システムを提案している。展示物間の関連性の高さ、および学習者の興味・関心の傾向を定義し、これらに基づき次の学習対象を推薦する。過去の学習過程と展示物間の関連性に基づき、学習者が興味・関心を持つ可能性のある展示物を次の学習対象として提示することで、学習者の興味・関心を広げながらそれを持続した継続的な学習を進捗することを可能とし、複数の分野を横断した学習を行う。本研究では、このように展示品間の関連性と来館者の興味を用いるが、次の展示品を提示するのではなく、個別に閲覧ルートを構成する。

尾崎ら [7] は、美術知識の学習を支援する美術館データベースシステムである ArtFinder を提案している。利用者は仮想美術館内をウォークスルーしながら美術作品に対する自らの鑑賞結果 (観点) を計算機上でまとめ、それを他の一般利用者や学芸員と共有できる。美術と展示と鑑賞に関する情報をオブジェクト化したものをノードとし、リンクで関連付けたり、関連のあるものをグループ化することによって、拡張意味ネットワークを構成し、利用者の観点を表現する。観点の共有によって利用者は自身の観点と他者の観点の比較が可能となり、自らの見方

を多様化することで、鑑賞能力が発達する。これは展示品間の関連からネットワークを構成する点が本研究と同様であるが、ルートを構成するものではない。

門林ら[8]は、博物館の展示を訪れる見学者の要求に沿ってさまざまな側面で個人化することが必要であるという考えから、学芸員と見学者を仲介し、博物館展示の意味的関連に基づく構造を見学者ごとに個人化する手法を提案している。展示物などに付与される説明文を、キーワードを基に統計処理することで展示物間の関連に基づく構造を2次元空間内に可視化する。元の展示の構造を示す展示空間と、見学者の興味に基づく興味空間、両者を融合した個人化空間を用いることで、同じ展示を見学者ごとに個人化することを可能とする。本研究では、ユーザーの興味に合わせた個別閲覧ルートを構成することでこのような展示の個人化を目指している。

3. アプローチ

本研究では、博物館において情報端末を利用した閲覧支援として、来館者に適した個別閲覧ルートを構成可能な手法を提案する。

我々は、本手法が利用される状況を以下のように想定している。まず、ユーザーは博物館の展示会場の受付で情報端末を受け取り、興味のある分野や滞在予定時間を入力する(図2)。



図2 来館者の個人情報の入力

システムは入力されたユーザーの属性や興味を反映した個別閲覧ルートを自動構成し、ユーザーに提示する。ここで構成される閲覧ルートは、ユーザーの興味と滞在予定時間によってユーザー毎に異なることがある。例えば、ユーザーが絵画に興味があれば絵画を中心にしたものとなり、滞在予定時間内で展示室内を一通り閲覧できるよう、ルートに含まれる展示品の数を制限する(図3)。



図3 個別閲覧ルートの提示

このように、ユーザーがスムーズに展示を閲覧することができ、興味のある分野に対する理解を深められるような閲覧ルートを構成する。

また、本手法では、展示品間の関連(図4)を利用し、ユーザーの興味や滞在予定時間を反映した閲覧ルートを構成する。展示品間の文化の影響に注目して展示品を関連づけ、関連の構造から個々の展示品の特徴を抽出し、推薦を行う。これらの手法の詳細については次章以降で述べる。

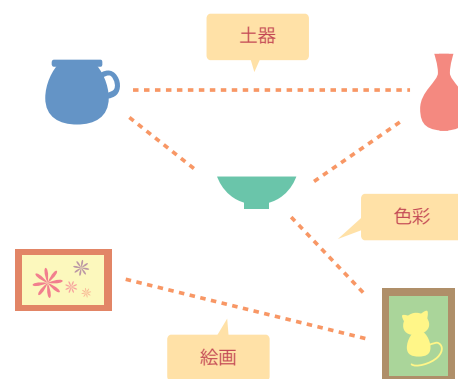


図4 様々な展示品間の関連

4. 展示品間の関連

博物館において、それぞれの展示品の間には、形状、描かれている対象、用途など、様々な関連を考えることが出来る。従来手法においても、展示品間の関連を考慮するものが多い。そこで利用されている一般的な関連は、作製年代、制作地域、制作者、技法などである。これらの関連は、作品の特徴を表す指標として代表的なものであり、類似した作品を推薦することによりユーザーの興味に近づけるためには重要である。

一方、本手法では展示品間の文化の影響に注目して展示品を関連づけ、推薦を行う。例として、2つの展示品A、展示品Bについて、これらのテーマや技法などが類似しているとする。ここで、後に制作された展示品Aの方が技術的に成熟している場合や、新たな要素が追加され、文化的に発展しているといえる場合に、AはBから影響を受けているとし、展示品間の矢印で表す(図5)。これらの関連は、各展示品に与えられている解説文に含まれるキーワード等を利用して作成する。



図5 展示品間の影響

また、このような影響は、来館者が滞在中の博物館に存在す

る展示品間に限らない。例えば、特定の海外の文化の影響を受けて制作された作品が複数存在する場合には、海外の文化という実体のない概念からの影響を新たな関連性として定義する(図 6)。このようにすることにより、絵画と工芸のような異なるジャンルの作品間に関しても関連性を設定できる。

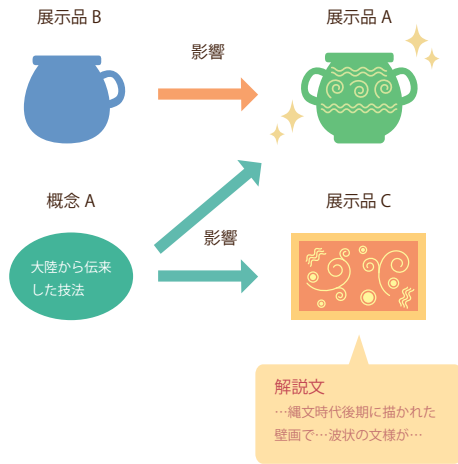


図 6 概念から展示品への影響

図 7 では、例としてユーザが土器に興味がある場合の閲覧ルートの構成例を示す。ユーザが興味を持っている展示品 A、展示品 B だけでなく、展示品 A と同じ影響を受けて制作された展示品 C を追加している。土器だけを閲覧した場合には理解しづらいと思われる展示品 A の文様の意味を、展示品 C の存在が理解を助ける役割を果たしている。また、土器に興味のあるユーザにとって、土器の制作に影響を与えた文化と同じ影響を受けている展示品の存在は、それまで興味の薄かった他の分野に興味を持つきっかけになると考えられる。

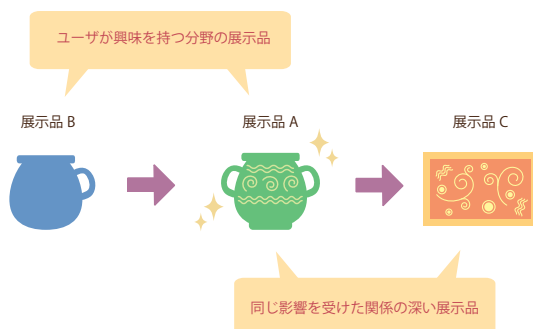


図 7 閲覧ルートの構成例

このように、展示品間の影響を考慮することで、単にユーザが興味を持つ分野だけでなく、ユーザが直接的には興味を持っていないが、ユーザが興味を持つ展示品と同じ影響を受けた、関係の深い展示品も推薦することができる。これにより、個々の展示品を取り巻く文化を理解することで展示に対するユーザの理解を深め、新たな興味を喚起することができると考えられる。このような関連性は、作品間の類似度を利用するような従来手法ではあまり注目されていないが、博物館における展示のように、当時の社会や宗教、風俗など様々な文化が複雑に影響

し合って発達していく様を学ぶ場においては重要であると考えられる。美術や歴史を理解し、楽しむためにはこのように体系的に学ぶことが重要である。

5. 展示品間の関連を利用した特徴の抽出

5.1 概要

3 章で示したアプローチを実現するための手法について述べる。

本手法では個々の展示品をノード、展示品間の影響をエッジとした有向グラフを構成し、HITS アルゴリズム [9] を応用することでこれらの特徴を抽出し、閲覧ルートの構成に利用する。HITS における Web ページとリンクの関係を、展示品と展示品間の影響に置き換えて考えると、よいハブとは多くの展示品に影響を与えた重要な文化であり、オーソリティの高い展示品とは重要な影響を多く集約している展示品であると考えられる。これらの値は、次節で述べるハブとオーソリティの間の依存関係の再帰的な構造から導出することができる。本手法ではこのハブとオーソリティの値を展示品の重要度と集約度として閲覧ルートの構成に利用する。つまり、重要度の高い展示品は、ユーザが興味をもつ展示品とそれに関係の深い展示品に強く及んでいる影響を表しており、集約度の高い展示品は、重要な影響を集約しているものである。

5.2 処理手順

HITS アルゴリズムの応用から展示品の重要度と集約度を導出する手法の詳細を述べる。

本研究では博物館の展示品を対象としているため、展示室内に存在する全ての展示品に対し、5 章で述べたように個々の展示品に与えられている解説文から展示品間の影響を判断し、個々の展示品をノード、展示品間の影響をエッジとした有向グラフを構成する。ここで利用する解説文には、展示品のタイトルや製作年代、分野等の情報を含むことを前提とする。図 8 に展示品 A が展示品 B から影響を受けている場合の、図 9 に展示品 A と展示品 C が実体のない概念 A からの影響を受けている場合のグラフの例を示す。

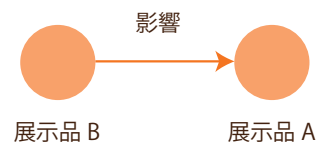


図 8 展示品間の影響の例

本手法では、展示室内に存在する全ての展示品から構成されたグラフのうち、ユーザの興味によって選ばれたノードと、それに関係する一部のグラフに対して処理を行う。ユーザが興味を持つ分野の展示品を全体から抽出して root 集合 R とし、 R に存在するノードからのリンクを持つ子のノードと、 R に存在するノードへのリンクを持つ親のノード全てを探索し、得られたノードをベースサブグラフ $G = (V, E)$ (V はノード、 E はエッジの集合) とする。(図 10)

このサブグラフに存在する全てのノードに対して、以下の式

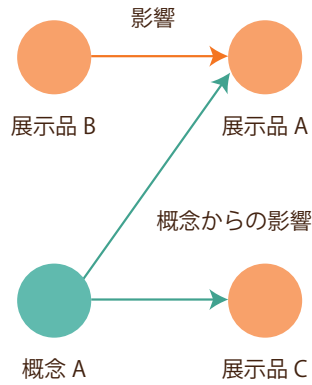


図 9 展示品間と概念からの影響の例

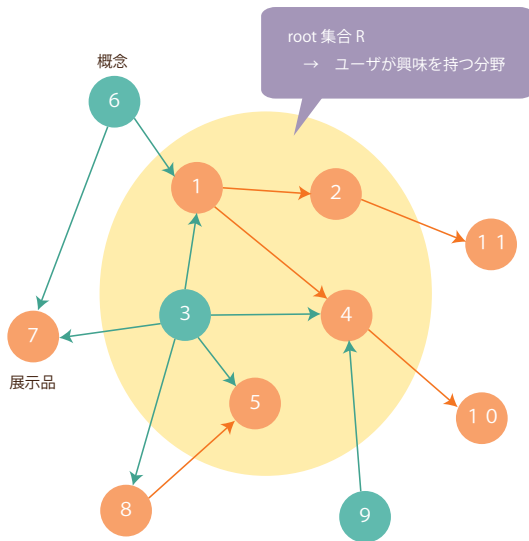


図 10 ベースサブグラフの例

から重要度 $a(v)$ と集約度 $h(v)$ を求める。

$$a(v) = \sum_{\omega, v \rightarrow \omega} h(\omega) \quad (1)$$

$$h(v) = \sum_{\omega, \omega \rightarrow v} a(\omega) \quad (2)$$

ここで、重要度とは多くの展示品に影響を与えていることを示し、各ノードの重要度は、その子のノードの集約度の総和である。(1) 式の $a(v)$ では、ノード v からリンクしているノード ω に対して処理を行う (図 11)。

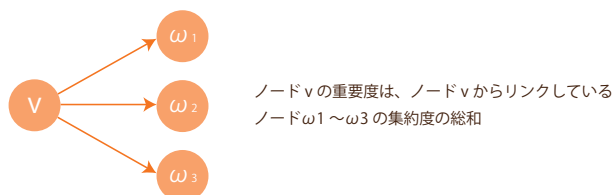


図 11 式 (1) の図解

また、集約度とは多くの重要度の高い展示品から影響を受けていることを示し、各ノードの集約度は、その親の重要度の総



図 12 式 (2) の図解

和である。(2) 式の $h(v)$ ではノード ω からリンクしているノード v に対して処理を行う (図 12)。

これらは初期値を設定し、適切な正規化のステップを混ぜ、式 (1) と式 (2) を繰り返すことにより収束することが示されている。

6. 個別閲覧ルートの構成手法

本章では 5 章で述べた手法により得られた重要度と集約度の値を利用して閲覧ルートを作成する。

このサブグラフ G において、重要度の高い展示品は、ユーザーが興味をもつ展示品とそれに関係の深い展示品に強く及んでいる影響を表している。そして、集約度の高い展示品はサブグラフ G の中での重要な影響を集約している。そのため、この集約度の高い展示品を推薦することで、ユーザーが興味を持つ分野の展示品がどのような影響を受けて発展したのかという点に焦点を当てた閲覧ルートを作成することができる (図 13)。また、これらのことから、本手法においては特に集約度に注目して推薦を行うため、重要度に関しては集約度を再帰的に導出するために必要な特徴であるという位置づけである。



図 13 集約度の高い展示品

閲覧ルートの構成には、まず、サブグラフ G (図 14) に含まれるノードから全ての概念を取り除き、展示室に存在する展示品のみ状態にする。次に、閲覧ルートの長さをユーザーの指定した滞在予定時間に合わせるため、これらを集約度の高いものから順に、適当な個数を抽出する (図 15)。最終的に、抽出したこれらの展示品を作製された年代の古い方から順に、展示品間のリンクをたどるように閲覧ルートを作成する (図 16)。これは、展示品間の文化の影響は基本的に古いものから新しいものへ与えられるものであり、これらの影響による文化の発展を理解するためには、年代順に見ていくことが自然であると考えられるためである。

これらの操作により、閲覧ルートに含まれる展示品は、滞在

予定時間が短い場合は強い影響を受けている特徴的なものが中心となり、長い場合は個数が増えることで全体をより包括的にみることのできるものになる。

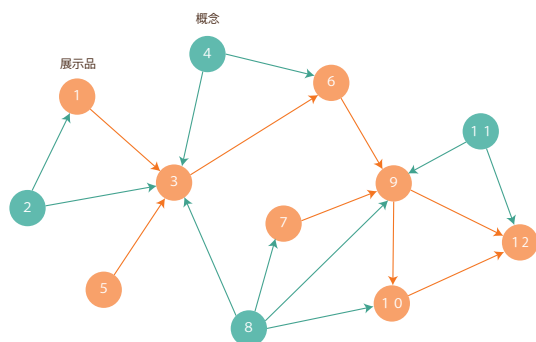


図 14 サブグラフ G の例

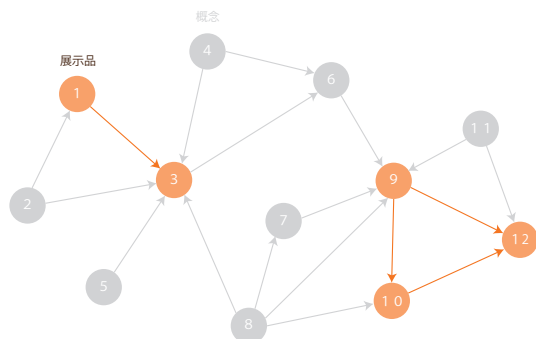


図 15 集約度の高いノードを抽出した例

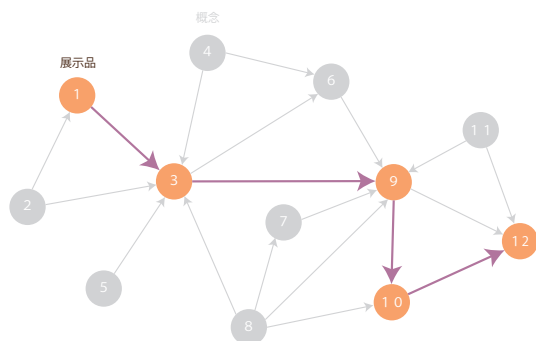


図 16 閲覧ルートを作成した例

7. 評価

7.1 実験

提案手法を用いたプロトタイプを実装し、ユーザの興味と滞在予定時間を反映した個別閲覧ルートを作成する実験を行った。

本実験では、博物館内の展示品の代替として、書籍[11]に掲載されている、日本美術史における代表的な美術品を用いた。さらに、これらの美術品の中からユーザの興味の対象を「仏教絵画」に設定し、これに対してユーザが理解を深めることのできるような閲覧ルートの構成を行った。これは仏教絵画が仏教を題材とした絵画であり、描かれているテーマや対象は類似し

ているが、表現方法や様式が時代によって異なり、外部からの影響が顕著であるため、本手法の効果が表れやすいと考えられるためである。

まず、日本美術史における代表的な仏教画 16 点を root の集合とした。さらにその近傍として、仏教絵画と関連の深いその他の絵画・工芸品 14 点と、解説文から得られた概念による影響を表す 10 のノードを含めた、40 のノードを持つベースサブグラフを構成した。また、本実験ではこの操作は手動で行っている。このベースサブグラフに対して、PHP 言語で実装したプロトタイプにより重要度と集約度を導出した。この計算結果を図 17 に、展示品のみを集約度によって降順に並び替えた結果を図 18 に示す。

番号	タイトル	分類	時代	重要度	集約度
1	天寿国續帳	工芸	飛鳥	0.001648826	0.001933982
2	玉虫厨子	工芸	飛鳥	0.001648826	0.001933982
3	捨身飼虎図	仏教画	飛鳥	0.018792844	0.004154069
4	阿弥陀浄土図	仏教画	奈良	0.00143595	0.006866892
5	螺鈿紫檀五絃琵琶	工芸	奈良	0	0.000980639
6	漆胡瓶	工芸	奈良	0	0.002258714
7	吉祥天像	仏教画	奈良	0.010136119	0.003620587
8	龍智像	仏教画	平安前期	0.010136119	0.025735771
9	高雄曼荼羅	仏教画	平安前期	0.010136119	0.025735771
10	伝真言院曼荼羅	仏教画	平安前期	0.010136119	0.025735771
11	十二天像 帝釈天	仏教画	平安前期	0.057164567	0.025735771
12	宝相華迦陵頻伽時絵冊子箱	工芸	平安前期	0.015887201	0.023673548
13	聖徳太子伝絵	説話画	平安後期	0.033935245	0.043053719
14	仏涅槃図	仏教画	平安後期	0.031113264	0.088042444
15	源氏物語絵巻	絵巻	平安後期	0.033935296	0.039101448
16	片輪車時絵螺鈿手箱	工芸	平安後期	8.71E-05	0.04235516
17	懸守	工芸	平安後期	0	0.006945881
18	普賢菩薩像	仏教画	平安後期	0.033935245	0.08273318
19	平家納経 葉王品見返絵	仏教画	平安後期	0.026300789	0.090256642
20	信貴山縁起絵巻	絵巻	平安後期	5.09E-08	0.08331076
21	十二天像 梵天	仏教画	鎌倉	0.021210845	0.061705894
22	山越阿弥陀図	仏教画	鎌倉	0.021210845	0.054349102
23	明恵上人像	仏教画	鎌倉	6.38014E-05	0.054349102
24	一遍聖絵	仏教画	鎌倉	0.026300789	0.068991352
25	阿弥陀二十五菩薩来迎図	仏教画	鎌倉	6.38014E-05	0.068991352
26	竹雀図	水墨画	鎌倉	8.71094E-05	0.026354781
27	達磨	仏教画	室町	0	0.000191404
28	柴門新月図	水墨画	室町	0	0.000261328
29	清水寺縁起絵巻	絵巻	室町	0	1.01818E-07
30	桜山時絵時規箱	工芸	室町	0	0.000261328
31	仏教伝来	概念		0.007246327	0
32	中国唐様式	概念		0.004487327	0
33	西域	概念		0.003910817	0
34	密教	概念		0.116263297	0
35	新仏教	概念		0.18216508	0
36	和風化	概念		0.190947305	0
37	中国宋様式	概念		0.129200675	0.001278075
38	禅宗	概念		2.38E-04	0
39	中国宋元様式	概念		0.000174219	0
40	和	概念		5.09091E-08	0.039101448

図 17 計算結果

この結果をもとに、集約度の高い展示品を抽出し、作製された年代の古い方から順に並べ替えたものを、個別閲覧ルートとする。集約度の高い展示品の上位 16 点を抽出し年代順に並べ替えたものを図 19 に、11 点を抽出し年代順に並べ替えたものを図 20 に示す。また、本実験では、ユーザの指定した滞在予定時間を反映するためのアプローチとして試験的にルートに含まれる展示品の数を制限しており、実際の博物館における来館者の滞在時間等に関する調査に基づくものではない。

7.2 考察

実験によって得られた結果を用いて、提案手法の有効性について考察を述べる。また、作製したベースサブグラフの一部を図 21 に示す。

図 18 において、集約度の高い仏教絵画である「19 平家納経 葉王品見返絵」、「14 仏涅槃図」、「18 普賢菩薩像」は、重要度の高い「36 和風化」と「35 新仏教」を表すノードからの影響を受けている。この「和風化」を表すノードは、平安時代後期における日本文化の和様化を示す概念で、中国の絵画表現

番号	タイトル	分類	時代	集約度
19	平家納経 薬王品見返絵	仏教画	平安後期	0.090256642
14	仏涅槃図	仏教画	平安後期	0.088042444
20	信貴山縁起絵巻	絵巻	平安後期	0.08331076
18	普賢菩薩像	仏教画	平安後期	0.08273318
24	一遍聖絵	仏教画	鎌倉	0.068991352
25	阿弥陀二十五菩薩来迎図	仏教画	鎌倉	0.068991352
21	十二天像 梵天	仏教画	鎌倉	0.061705894
22	山越阿弥陀図	仏教画	鎌倉	0.054349102
23	明恵上人像	仏教画	鎌倉	0.054349102
13	聖徳太子伝絵	説話画	平安後期	0.043053719
16	片輪車時絵螺鈿手箱	工芸	平安後期	0.04235516
15	源氏物語絵巻	絵巻	平安後期	0.039101448
26	竹雀図	水墨画	鎌倉	0.026354781
8	龍智像	仏教画	平安前期	0.025735771
9	高雄曼荼羅	仏教画	平安前期	0.025735771
10	伝真言院曼荼羅	仏教画	平安前期	0.025735771
11	十二天像 帝釈天	仏教画	平安前期	0.025735771
12	宝相華迦陵頻伽時絵冊子箱	工芸	平安前期	0.023673548
17	懸守	工芸	平安後期	0.006945881
4	阿弥陀浄土図	仏教画	奈良	0.006866892
3	捨身飼虎図	仏教画	飛鳥	0.004154069
7	吉祥天像	仏教画	奈良	0.003620587
6	漆胡瓶	工芸	奈良	0.002258714
1	天寿国續帳	工芸	飛鳥	0.001933982
2	玉虫厨子	工芸	飛鳥	0.001933982
5	螺鈿紫檀五絃琵琶	工芸	奈良	0.000980639
28	柴門新月図	水墨画	室町	0.000261328
30	桜山鶴時絵硯箱	工芸	室町	0.000261328
27	達磨	仏教画	室町	0.000191404
29	清水寺縁起絵巻	絵巻	室町	1.01818E-07

図 18 展示品のみ集約度によって降順に並び替えた結果

番号	タイトル	分類	時代	集約度
8	龍智像	仏教画	平安前期	0.025735771
9	高雄曼荼羅	仏教画	平安前期	0.025735771
10	伝真言院曼荼羅	仏教画	平安前期	0.025735771
13	聖徳太子伝絵	説話画	平安後期	0.043053719
14	仏涅槃図	仏教画	平安後期	0.088042444
15	源氏物語絵巻	絵巻	平安後期	0.039101448
16	片輪車時絵螺鈿手箱	工芸	平安後期	0.04235516
18	普賢菩薩像	仏教画	平安後期	0.08273318
19	平家納経 薬王品見返絵	仏教画	平安後期	0.090256642
20	信貴山縁起絵巻	絵巻	平安後期	0.08331076
21	十二天像 梵天	仏教画	鎌倉	0.061705894
22	山越阿弥陀図	仏教画	鎌倉	0.054349102
23	明恵上人像	仏教画	鎌倉	0.054349102
24	一遍聖絵	仏教画	鎌倉	0.068991352
25	阿弥陀二十五菩薩来迎図	仏教画	鎌倉	0.068991352
26	竹雀図	水墨画	鎌倉	0.026354781

図 19 上位 16 点を抽出し年代順に並べ替えた結果

番号	タイトル	分類	時代	集約度
13	聖徳太子伝絵	説話画	平安後期	0.043053719
14	仏涅槃図	仏教画	平安後期	0.088042444
16	片輪車時絵螺鈿手箱	工芸	平安後期	0.04235516
18	普賢菩薩像	仏教画	平安後期	0.08273318
19	平家納経 薬王品見返絵	仏教画	平安後期	0.090256642
20	信貴山縁起絵巻	絵巻	平安後期	0.08331076
21	十二天像 梵天	仏教画	鎌倉	0.061705894
22	山越阿弥陀図	仏教画	鎌倉	0.054349102
23	明恵上人像	仏教画	鎌倉	0.054349102
24	一遍聖絵	仏教画	鎌倉	0.068991352
25	阿弥陀二十五菩薩来迎図	仏教画	鎌倉	0.068991352

図 20 上位 11 点を抽出し年代順に並べ替えた結果

の強い影響下にあった日本絵画が、繊細で情趣性豊かな日本の表現を展開し始めたことを表すものである。また、「新仏教」を表すノードは、平安時代後期に阿弥陀如来の住する西方極楽浄土への再生を願う浄土信仰、現世を仏法の衰えた末法の世とする末法思想、宮廷・貴族を中心に信仰が高まった法華経等を表し、これによって新たな様式の仏教画が制作されるようになった[12]。これらの影響による変化の例を、これ以前の仏教絵画との比較によって図 22 に示す。

本実験では仏教画を root の集合としているため、これらの集約度が高くなることは妥当である。そこで、次に他分野で

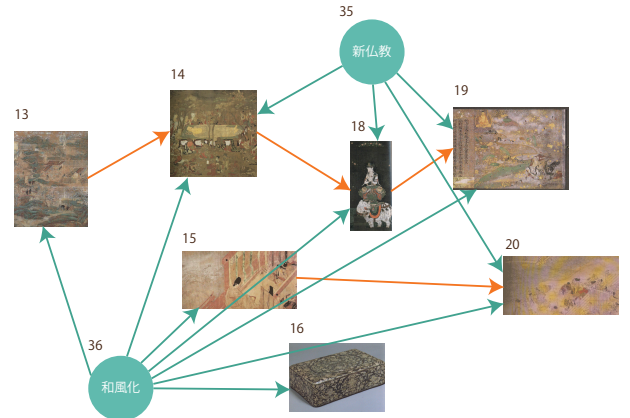
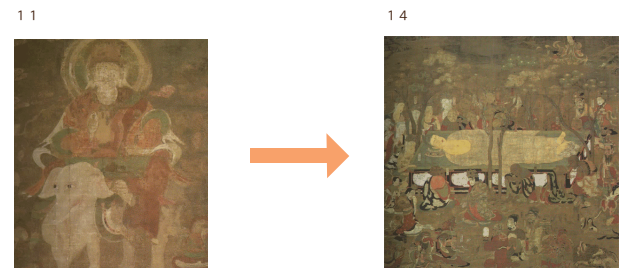


図 21 ベースサブグラフの一部



和風化、新仏教による影響で主題や技法が変化している

図 22 影響による変化

りながら集約度の高い展示品に注目する。「20 信貴山縁起絵巻」は、仏教画として描かれたものではないが、仏教を題材とした絵巻物である。そのため、同じように「36 和風化」と「35 新仏教」を表すノードからの影響を受けており、集約度が高くなったと考えられる。これにより、展示品間の影響を考慮することで、ユーザの直接の興味の対象である root 集合には含まれないが、ユーザの興味に近い展示品を推薦することができるといえる。また、「13 聖徳太子伝絵」「16 片輪車時絵螺鈿手箱」「15 源氏物語絵巻」は「36 和風化」の影響を受けている。この影響により仏教絵画はそれ以前のものより明らかに装飾性が高まっており、これらの作品も分野は違っていても同じ影響を受けているため同様の変化がみられる。したがって、展示品間の影響を考慮した閲覧ルートを構成することで、単にユーザの興味のある分野だけでなく、ユーザが直接的には興味を持っていないが、周囲に存在し関係の深い展示品も推薦することができるといえる。

次に、集約度を用いた、閲覧ルート構成のための展示品の抽出について考察を述べる。6 章では、閲覧ルートの長さをユーザの指定した滞在予定時間に合わせるため、ルートに含まれる展示品の数を集約度によって制限すると述べた。図 19 から、単純に集約度が上位のものを抽出すると、殆どが平安後期から鎌倉時代のものに集中していた。これは、平安後期から鎌倉時代にかけては盛んに仏教絵画が制作された時期であり、これらが様々な発展を遂げ、現存する作品も多く、重要度・集約度ともに高くなっているためであると考えられる。しかし、ユーザによっては特定の時代に限定せず、古いものも含めた全体的な展

品を閲覧したい場合があると考えられる。この場合の解決策としては、root 集合に含まれる展示品をある程度優先させることも考えられる。そのため、今後の展望としてベースサブグラフの構成手法の改善や、集約度と重要度と組み合わせた推薦を行うことによって、よりユーザ個人に適した閲覧ルートの構成につながると考えられる。また、図 19 と図 20 を比較すると、ルートに含まれる展示品の数を減らした場合でも、ある程度バランスを保ったまま閲覧ルートを構成することができ、7 章で述べたように、滞在予定時間が短い場合は強い影響を受けている特徴的なものを中心となり、長い場合は個数が増えることで全体をより包括的にみることのできるものになるといえる。

最後に、閲覧ルート構成時の展示品の提示順序について考察を述べる。6 章では、影響による文化の発展を理解するためには、作製された年代の古い方から順に閲覧することが自然であると考えられるため、抽出した展示品を年代順に、展示品間のリンクをたどるように閲覧ルートを構成すると述べた。しかし、作製したグラフからノード間のリンクをどのようにたどるかにより、年代順よりも、より展示品間の関連に基づいたルートが提示できる可能性がある。例えば図 21 に含まれる展示品からルートを構成する場合、年代を考慮すると「14 仏涅槃図」からは「15 源氏物語絵巻」へ進むことになるが、「14 仏涅槃図」と「18 普賢菩薩像」には直接の関連が存在するため、こちらへのリンクをたどる方がより意味があるとも考えられる。このように、展示品間の関連の強さや意味による閲覧ルートの構成に関しても、手法の検討が必要である。

また、本手法では展示品間の意味的な関連を利用した閲覧ルートの構成を行ったため、実際の博物館においては、展示品の設置位置による制約に関する問題が存在する。これに関しても、実際にユーザがたどるルートを提示する場合と、展示品間の意味的な関連による閲覧ルートを提示する場合での、インターフェース面での解決策が必要である。

8. ま と め

本論文では、近年多くの博物館において情報端末が導入されていること、来館者全員に同じ展示を提供することは適切でない場合があると考えられることから、ユーザの興味や状況に合わせた個別閲覧ルートを構成する手法を提案した。展示品の意味構造に基づいてユーザにとって適切なルートを構成することで、展示の閲覧をサポートすることを目的としている。

展示品間の影響を考慮することで、単にユーザの興味のある分野だけでなく、その周囲の関係の深い展示品も推薦し、個々の展示品を取り巻く文化を理解することで展示に対するユーザの理解を深め、新たな興味を喚起することができると考えた。

個々の展示品をノード、展示品間の影響をエッジとした有向グラフを構成し、HITS アルゴリズムの応用によって得られた展示品に対する重要度と集約度から、ユーザが興味を持つ分野の展示品がどのような影響を受けて発展していったのかに焦点を当てた閲覧ルートを構成した。

今後の展望としては、よりユーザ個人に適した展示を提供するための、集約度と重要度と組み合わせた推薦や、閲覧ルート

構成時の展示品の提示順序の改善、また、ユーザによる展示の評価、ユーザの過去の閲覧履歴の活用による拡張などが挙げられる。

また、今回は手動で行っている展示品の解説文から展示品間の関連の取得を自動化するシステムの実現と、プロトタイプシステムを用いた被験者実験による有効性の検証が必要である

文 献

- [1] ルーヴル美術館：http://www.louvre.fr/11v/commun/home.jsp?bmLocale=ja_JP
- [2] 国立科学博物館：<http://www.kahaku.go.jp/>
- [3] 高橋徹，益岡あや，深谷拓吾，伊藤禎宣：“ubiNEXT:自由選択学習を支援する展示ガイドシステム”，The 19th Annual of the Japanese Society for Artificial Intelligence,2005
- [4] 小柳文子，近匡，東山新：“箱根彫刻の森美術館における時間指定お勧め経路表示システム”，成蹊大学理工学研究報告 Vol.43 No.2 (2006)pp.1-8
- [5] 安部美希，羽田久一，今井正和，砂原秀樹：“電子博物館展示における展示シナリオ自動作成システムの提案”，映像情報メディア学会技術報告 Vol.26 No.24 pp.13-18 20020305s
- [6] 阿部直之，三石大：“博物館のデジタルアーカイブを利用した複数分野横断型学習システムの開発”，情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告 2005 42 pp.95-101 20050519
- [7] 尾崎圭司：“鑑賞支援のための仮想美術館”，四国大学経営情報研究所年報 9 pp.23-30 20031225
- [8] 門林理恵子，西本一志，角康之，間瀬健二：“学芸員と見学者を仲介して博物館展示の意味構造を個人化する手法の提案”，情報処理学会論文誌 Vol.40 No.3 pp.980-989 19990315
- [9] Kleinberg,J.1998 Authoritative sources in a hyperlinked environment.In Proc.9th Ann.ACM-SIAM Symp.on Discrete Algorithms,pp.668-677.New York:ACM Press.(A preliminary version of this paper appeared as IBM Research Report RJ 10076,May 1997.)
- [10] 水田正弘，南弘征，小宮由里子：“確率モデルによる Web データ解析法”，森北出版，2007
- [11] 辻惟雄：日本美術史，美術出版社，2003
- [12] 仏教絵画 - Wikipedia:<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BB%8F%E6%95%99%E7%B5%B5%E7%94%BB>