

博物館関連語検索のための資料群構成法の評価

画像電子学会 画像ミュージアム研究会 博物館・美術館 DTD-SG

山田 篤[†] 安達 文夫[‡] 小町 祐史[§]

Atsushi YAMADA[†] Fumio ADACHI[‡] Yushi KOMACHI[§]

[†] 京都高度技術研究所

[†] ASTEM RI/Kyoto

[‡] 国立歴史民俗博物館

[‡] National Museum of Japanese History

[§] 大阪工業大学

[§] Osaka Institute of Technology

E-mail: [†] yamada@astem.or.jp, [‡] adachi@rekihaku.ac.jp, [§] komachi@y-adagio.com

1. はじめに

博物館・美術館情報の電子化が進み、ネットワークを通じて個々の館の収蔵品に関する情報の提供サービス、検索サービスなどが開始されている。博物館情報の利用者にとっては、どの館にアクセスするかを意識せず、各館の差異を意識せずにシームレスに横断検索できることが望ましい[1]。

本稿では、利用者の検索要求から関連する語をたどって収蔵品を見つけ出す際に、階層化して管理されている収蔵品の木構造を利用して構成する資料群の評価方法について述べる。

2. 横断検索のためのフレームワーク

収蔵品の横断検索のためには、個々の館が持つ情報を統合する仕組みが必要となる[2]。画一的な共通フォーマットを用いずに、多様性を許容する情報構造として、次の3レベルに階層化される情報共有のフレームワークが提案されている[1]。

(1) 情報記述構造レベル

(2) 情報記述内容レベル

(3) 情報ナビゲーションレベル

このうち、(1)については、様々な取り組みがなされており、記述スキームの共有や標準化といった試みもある[3][4]。

これに対して、内容レベルの情報共有については、様々な収蔵品を扱うという事情から困難な問題として残っている。対象物が基本的に物であることから、図書のような全文検索といった手法も適用できない。オントロジ[5]や概念辞書[6]を用いた手法も検討されているが、収蔵品に関して様々なメタデータを付与することは博物館にとっても大きな負担となる。

このため、個々の博物館がなるべく簡単に用意できる情報をもとにして、内容レベルの情報共有を行い、横断検索を可能にすることが望まれる。

3. 資料群と資料名称を用いた関連語の計算

収蔵品に関して、博物館になるべく負担をかけずに収集可能なメタデータとして、資料群と資料名称を考える。

博物館では、様々な理由によって収蔵品をグループ分けして管理していることがある。このようにグループ化された資料の集まりを資料群と呼ぶことにする。資料群はさらに多階層に階層化されて管

理されていることもある。[7]では資料群を分類と見なしているが、厳密な分類ではなくとも、グループ化され同じ資料群に属する収蔵品の間には何らかの関連があると考えられる。現状で、資料群の構成方法について、統一された基準は見あたらないが、大量の資料群を集めてくることによって、互いに関連する可能性の高い収蔵品を見いだす手がかりが得られるのではないかと考えている。

一方、個々の収蔵品には名称（資料名称）が付与されている。これと先の資料群を組み合わせると、資料群によってグループ化された資料名称の集まりができる。

[8]では資料群と資料名称との関係を、文書検索と同様の手法を用いて取り扱うことを提案している。また、[9]では、この考え方に基づき、実データに対して、資料名称の形態素解析を行い、資料名称中の主要語を抽出して、関連語の計算を行っている。さらに[10]では、関連語の順位を用いた到達容易性の評価方法について、[11]では、資料群の分割の仕方を変えることによる到達容易性の変化を、[12]では到達容易性の比較による資料群の分割の評価について、[13]では関連語計算の際に木構造を反映した資料群を構成する方法について述べている。

4. 資料群の構成法の評価方法

博物館において収蔵品が階層化されて管理されている場合に、階層の最上位でまとめた資料群を作成し、これをもとに関連語を計算すると、望ましくない関連が発生することがわかっている。逆に、階層ごとに細かく資料群を分割していくと過分割となり、関連語としてふさわしい語までが排除されてしまう。このような資料群の構成法の適否を評価する方法として、専門家の知見との合致度により評価することを考える。専門家によって関連語としてふさわしいと判定された語がたどりやすい構成法をよりよいものと評価する。

そこで、対象分野について専門的な知識をもつ者に、ある語から出発して関連する語としてたどることができる語としてふさわしいものとふさわしくないものを判定してもらい、それらが資料群の構成法の違いによりどのように現れるかについて実験を行った。実験対象としては[13]と同じく、国立歴史民俗博物館の収蔵品データから、考古資料 21,935 点の資料名称を用いた。どのような結果が望ましいかについては、「石器」、「土器」を出発語とし、「スポール」「円礫」「岩偶」「高杯」「高坏」「甗」「須恵器」「垂飾」「錐器」「石各」「石核」「石偶」「石錘」「石篋」「石ヒ」「石篋」「石鏃」「搔器」「台石」「彫器」「土師器」「独鈷石」「剥石」「仏飯器」「穂摘具」「坩」「敲石」「焙烙」「礫器」の 30 語を対象語として、対象語が出発語からたどり着く先の語としてふさわしいかどうかを専門家に判定してもらった。この結果を図 1 に示す。○が付与された語は、専門家にとっては出発語との関連があると判定された語であるため、到達容易性が高くなることが望ましいものであるとして評価を行う。到達容易性をはかる尺度としては、[10]と同様に、ある語を入力した場合に、その関連語を関連度の高いものから順に提示することを考え、先頭の語からはじめて、一つ下位の語をみる確率を p とし、 n 番目の語に到達する確率を p^{n-1} 、ある語の関連語を見に行く確率を q (ただし、 $p+q<1$) として計算する。具体的なパラメータとしては $p=0.89$ 、 $q=p^{20}$ 、関連語は第 60 位まで、別の関連語を辿る回数は 4 回までに制限して、出発語から対象語に至る到達可能な全経路の計算を行い、全経路の到達容易性の和を計算した。そして、専門家によって○が付与された語について、これらの和を計算して、この値が大きい方が、専門家の知見により合致しているとみなす。たとえば、図 1 において、石器を出発語とした場合に、「円礫」「岩偶」「錐器」「石核」「石偶」「石錘」「石篋」「石ヒ」「石篋」「石鏃」「搔器」「台石」「彫器」「独鈷石」「敲石」「礫器」への到達容易性の和を求める。

	石器	土器
スポール		
円礫	○	
岩偶	○	
高杯		○
高坏		○
甌		○
須恵器		
垂飾		
錐器	○	
石各		
石核	○	
石偶	○	
石錘	○	
石篋	○	
石匕	○	
石篋	○	
石鏃	○	
搔器	○	
台石	○	
彫器	○	
土師器		○
独鈷石	○	
剥石		
仏飯器		
穂摘具		
埴		○
敲石	○	
焙烙		○
礫器	○	
鏃		

図 1 専門家による判定結果

評価対象となる資料群の構成法としては, [13]で述べられているコレクションをそのまま資料群とする方法と, 木の中間ノード間の枝の数に着目した方法であるパス長 0 からパス長 4 までの構成法を対象とした。図 2 に石器を出発語とした場合の計算結果を示す。

	コレクション単位	パス長0	パス長1	パス長2	パス長3	パス長4
スポール	0.0003053503	0.0000044825	0.0000420878	0.0003200879	0.0005100747	0.0009042054
円礫	0.0047288960	0.0117754539	0.0007613240	0.0000796858	0.0000495487	0.0000623904
岩偶	0.0051730958	0.0039871512	0.0015740962	0.0093541450	0.0169484118	0.0120097867
高杯	0.0001916343	0.0001477535	0.0001427518	0.0011437210	0.0018968886	0.0026020972
高坏	0.0001940560	0.0003678105	0.0000403614	0.0000862126	0.0007171646	0.0002798195
甌	0.0001274529	0.0001549651	0.0000392635	0.0000749429	0.0002366555	0.0002061740
須恵器	0.0001459458	0.0003872619	0.0004063866	0.0022621275	0.0122636910	0.0172553156
垂飾	0.0081977599	0.0402931168	0.0464442558	0.0604020894	0.0162572168	0.0144952519
錐器	0.0032377843	0.0000875641	0.0001019570	0.0003678383	0.0030628382	0.0037976103
石各	0.0003284699	0.0036655642	0.0005305697	0.0132130856	0.0066626098	0.0031261666
石核	0.1263798527	0.0327791098	0.0098565644	0.0052330985	0.0216656009	0.0285581467
石偶	0.0005291723	0.0001159364	0.0000148983	0.0000541580	0.0002135711	0.0002119911
石錘	0.1262848440	0.1709033250	0.0942501391	0.0490988524	0.0154474147	0.0177937630
石篋	0.0541629649	0.1519258125	0.1068094919	0.1334049195	0.1004834444	0.1147140929
石匕	0.0451534072	0.0996023568	0.0732159178	0.1097724807	0.0536856973	0.0685303089
石篋	0.0016614488	0.0003731277	0.0001999649	0.0001764361	0.0026243949	0.0054263728
石鏃	0.1635465253	0.1063340938	0.1340574404	0.1042501250	0.0432819970	0.0371777095
搔器	0.0134759146	0.0188730151	0.0055654297	0.0013677440	0.0072720974	0.0057395984
台石	0.0024144882	0.0039174343	0.0003001749	0.0001087282	0.0002155212	0.0001709477
彫器	0.0032377843	0.0003561049	0.0001542189	0.0010321147	0.0045403215	0.0055892354
土師器	0.0001090692	0.0011798585	0.0006353727	0.0076115262	0.0152115839	0.0210892837
独鈷石	0.0000117958	0.0000228376	0.0000116387	0.0000164228	0.0000002073	0.0000003990
剥石	0.0004654825	0.0001766926	0.0000843928	0.0000042011	0.0000029250	0.0000000000
仏飯器	0.0000052515	0.0000348267	0.0000004457	0.0000021974	0.0000085376	0.0000057230
穂摘具	0.0000060975	0.0002013292	0.0000236286	0.0006740353	0.0006430684	0.0000674263
柑	0.0001984244	0.0001428687	0.0001017771	0.0004866943	0.0004878070	0.0004061656
敲石	0.1212621342	0.0967184971	0.0416502807	0.0060099280	0.0132785034	0.0135109114
焙烙	0.0000230645	0.0000776599	0.0000025075	0.0000086007	0.0000288720	0.0000307079
礫器	0.0213228217	0.0094549878	0.0007804243	0.0029774478	0.0181914240	0.0199211200
鏃	0.0335979760	0.0208370164	0.0170725115	0.0194121316	0.0158662556	0.0131186096
計	0.6925829301	0.7072268081	0.4693039610	0.4233041248	0.3009609936	0.3332143842

図 2 石器を出発語とした場合の到達容易性による評価

図 2 について、値の大きい順に資料群の構成法を並べると、

パス長 0 > コレクション単位 > パス長 1 > パス長 2 > パス長 4 > パス長 3

となる。パス長 0 の同一ノードを親とするノードで資料群を構成する方法が最も値が高くなっている。また、パス長を延ばしていくと合計の値が低くなっていく。

別の評価法として、30 語の間の相対的な順位で評価してみる。第 n 位の語の値を 1/n として、○がついている語の値の合計を求める。この結果を図 3 に示す。

	コレクション単位		パス長0		パス長1		パス長2		パス長3		パス長4	
スボール	20	0.05	30	0.0333	23	0.0435	20	0.05	21	0.0476	19	0.0526
円礫	12	0.0833	10	0.1	12	0.0833	24	0.0417	26	0.0385	26	0.0385
岩偶	11	0.0909	12	0.0833	10	0.1	8	0.125	6	0.1667	12	0.0833
高杯	23	0.0435	23	0.0435	19	0.0526	15	0.0667	18	0.0556	18	0.0556
高坏	22	0.0455	18	0.0556	24	0.0417	23	0.0435	19	0.0526	21	0.0476
甌	25	0.04	22	0.0455	25	0.04	25	0.04	23	0.0435	23	0.0435
須恵器	24	0.0417	16	0.0625	15	0.0667	13	0.0769	12	0.0833	8	0.125
垂飾	10	0.1	6	0.1667	5	0.2	4	0.25	7	0.1429	9	0.1111
錐器	13	0.0769	26	0.0385	20	0.05	19	0.0526	16	0.0625	16	0.0625
石各	19	0.0526	14	0.0714	14	0.0714	7	0.1429	14	0.0714	17	0.0588
石核	2	0.5	7	0.1429	8	0.125	11	0.0909	4	0.25	4	0.25
石偶	17	0.0588	25	0.04	27	0.037	26	0.0385	25	0.04	22	0.0455
石錘	3	0.3333	1	1	3	0.3333	5	0.2	9	0.1111	7	0.1429
石篋	5	0.2	2	0.5	2	0.5	1	1	1	1	1	1
石匕	6	0.1667	4	0.25	4	0.25	2	0.5	2	0.5	2	0.5
石篋	16	0.0625	17	0.0588	17	0.0588	21	0.0476	17	0.0588	15	0.0667
石鏃	1	1	3	0.3333	1	1	3	0.3333	3	0.3333	3	0.3333
搔器	9	0.1111	9	0.1111	9	0.1111	14	0.0714	13	0.0769	13	0.0769
台石	15	0.0667	13	0.0769	16	0.0625	22	0.0455	24	0.0417	24	0.0417
彫器	13	0.0769	19	0.0526	18	0.0556	16	0.0625	15	0.0667	14	0.0714
土師器	26	0.0385	15	0.0667	13	0.0769	9	0.1111	10	0.1	5	0.2
独鈷石	28	0.0357	29	0.0345	28	0.0357	27	0.037	30	0.0333	29	0.0345
剥石	18	0.0556	21	0.0476	22	0.0455	29	0.0345	29	0.0345	30	0.0333
仏飯器	30	0.0333	28	0.0357	30	0.0333	30	0.0333	28	0.0357	28	0.0357
穂摘具	29	0.0345	20	0.05	26	0.0385	17	0.0588	20	0.05	25	0.04
埴	21	0.0476	24	0.0417	21	0.0476	18	0.0556	22	0.0455	20	0.05
敲石	4	0.25	5	0.2	6	0.1667	10	0.1	11	0.0909	10	0.1
焙烙	27	0.037	27	0.037	29	0.0345	28	0.0357	27	0.037	27	0.037
礫器	8	0.125	11	0.0909	11	0.0909	12	0.0833	5	0.2	6	0.1667
鏃	7	0.1429	8	0.125	7	0.1429	6	0.1667	8	0.125	11	0.0909
計		3.2379		3.1129		3.06		2.8294		3.0704		3.0138

図 3 石器を出発語とした場合の順位による評価

図 3 についても資料群の構成法を値の大きい順に並べると、

コレクション単位 > パス長 0 > パス長 3 > パス長 1 > パス長 4 > パス長 2

となり、この場合は、構成法による差はほとんどないが、コレクション単位で構成した場合が最も高くなっている。

土器を出発語とした場合についても、同様の評価を行った。図 4 に到達容易性による評価結果を、図 5 に順位による評価結果をそれぞれ示す。

	コレクション単位	パス長0	パス長1	パス長2	パス長3	パス長4
スポール	0.0000737226	0.0000001067	0.0000176503	0.0000834080	0.0001706258	0.0001883397
円礫	0.0050412438	0.0103937968	0.0006691978	0.0001332694	0.0002261275	0.0001949935
岩偶	0.0055253679	0.0033511028	0.0013058119	0.0025694731	0.0034826645	0.0023616117
高杯	0.0004080689	0.0024161840	0.0005693786	0.0059839469	0.0074807518	0.0081872562
高坏	0.0004978519	0.0015484729	0.0000813467	0.0003517805	0.0016774067	0.0007859956
甌	0.0003422209	0.0008575496	0.0000631745	0.0002583862	0.0010730927	0.0005461041
須恵器	0.0003650710	0.0011348987	0.0009300089	0.0214848506	0.0641723724	0.0741854443
垂飾	0.0086410704	0.0263531372	0.0387234947	0.0503213952	0.0123027319	0.0199889420
錐器	0.0002832622	0.0000191323	0.0000211929	0.0001631709	0.0008355501	0.0003447833
石各	0.0002988578	0.0021927558	0.0004167739	0.0065645168	0.0022051909	0.0017857960
石核	0.0216727780	0.0080706501	0.0033288706	0.0020868320	0.0056791857	0.0068419635
石偶	0.0018792688	0.0001761180	0.0000193467	0.0016154220	0.0034203775	0.0023493584
石錘	0.1346537407	0.1213769877	0.0839432678	0.0753837994	0.0192773332	0.0259788337
石篋	0.0551061733	0.0813731959	0.0834037617	0.0407509359	0.0231823134	0.0276108592
石匕	0.0584548348	0.0838815345	0.0641876900	0.0270335243	0.0111502742	0.0139129527
石篋	0.0016213222	0.0002043424	0.0001826188	0.0003299462	0.0006143539	0.0011990901
石鏃	0.1685899306	0.0439894373	0.0651988378	0.0215546639	0.0124976681	0.0099932182
搔器	0.0037541328	0.0046355900	0.0013167959	0.0006953908	0.0008115003	0.0005157964
台石	0.0009860860	0.0009269987	0.0000730794	0.0000442576	0.0000441524	0.0000348887
彫器	0.0002832622	0.0000169270	0.0000180356	0.0005388412	0.0022290860	0.0010097475
土師器	0.0003840904	0.0008150023	0.0004120731	0.0037641191	0.0073527975	0.0136999651
独鈷石	0.0000223482	0.0000321422	0.0000284324	0.0000076762	0.0000040954	0.0000029064
剥石	0.0000903591	0.0000607338	0.0000284324	0.0000016454	0.0000006170	0.0000000000
仏飯器	0.0000208451	0.0001233745	0.0000014543	0.0000164089	0.0000768601	0.0000266418
穂摘具	0.0000033979	0.0001606611	0.0000167781	0.0002196622	0.0006335651	0.0001920491
柑	0.0004537411	0.0007451050	0.0001649554	0.0004968448	0.0007515565	0.0005959117
敲石	0.1617745002	0.0786014609	0.0455179932	0.0200278406	0.0126576159	0.0102841707
焙烙	0.0000817559	0.0003642306	0.0000071799	0.0000574380	0.0002032660	0.0001168971
礫器	0.0042189455	0.0023350390	0.0002374179	0.0010626790	0.0056497639	0.0049578564
鏃	0.0304435985	0.0176985450	0.0140445529	0.0105048113	0.0191481924	0.0247858481
計	0.0021677291	0.0067465444	0.0012981082	0.0109125155	0.0185388711	0.0239321297

図 4 土器を出発語とした場合の到達容易性による評価

図 4 について値の大きい順に資料群の構成法を並べると、

パス長 4 > パス長 3 > パス長 2 > パス長 0 > コレクション単位 > パス長 1

となる。土器を出発語とした場合は、コレクション単位とパス長 0、パス長 1 の場合に値が極端に低く、パス長が延びるに従って値が大きくなる傾向にある。

	コレクション単位		パス長0		パス長1		パス長2		パス長3		パス長4	
スポール	27	0.037	30	0.0333	27	0.037	25	0.04	26	0.0385	25	0.04
円礫	10	0.1	8	0.125	12	0.0833	24	0.0417	24	0.0417	23	0.0435
岩偶	9	0.1111	11	0.0909	10	0.1	12	0.0833	13	0.0769	13	0.0769
高杯	18	0.0556	12	0.0833	13	0.0769	10	0.1	9	0.1111	10	0.1
高坏	16	0.0625	15	0.0667	19	0.0526	19	0.0526	17	0.0588	18	0.0556
甌	21	0.0476	18	0.0556	21	0.0476	21	0.0476	18	0.0556	20	0.05
須恵器	20	0.05	16	0.0625	11	0.0909	6	0.1667	1	1	1	1
垂飾	8	0.125	6	0.1667	6	0.1667	2	0.5	7	0.1429	5	0.2
錐器	23	0.0435	28	0.0357	24	0.0417	23	0.0435	19	0.0526	22	0.0455
石各	22	0.0455	14	0.0714	14	0.0714	9	0.1111	16	0.0625	15	0.0667
石核	7	0.1429	9	0.1111	8	0.125	13	0.0769	11	0.0909	11	0.0909
石偶	13	0.0769	23	0.0435	25	0.04	14	0.0714	14	0.0714	14	0.0714
石錘	3	0.3333	1	1	1	1	1	1	3	0.3333	3	0.3333
石篋	5	0.2	3	0.3333	2	0.5	3	0.3333	2	0.5	2	0.5
石匕	4	0.25	2	0.5	4	0.25	4	0.25	8	0.125	6	0.1667
石篋	14	0.0714	22	0.0455	17	0.0588	20	0.05	23	0.0435	16	0.0625
石鏃	1	1	5	0.2	3	0.3333	5	0.2	6	0.1667	9	0.1111
搔器	12	0.0833	10	0.1	9	0.1111	16	0.0625	20	0.05	21	0.0476
台石	15	0.0667	17	0.0588	20	0.05	27	0.037	28	0.0357	27	0.037
彫器	23	0.0435	29	0.0345	26	0.0385	17	0.0588	15	0.0667	17	0.0588
土師器	19	0.0526	19	0.0526	15	0.0667	11	0.0909	10	0.1	7	0.1429
独鈷石	28	0.0357	27	0.037	22	0.0455	29	0.0345	29	0.0345	29	0.0345
剥石	25	0.04	26	0.0385	23	0.0435	30	0.0333	30	0.0333	30	0.0333
仏飯器	29	0.0345	25	0.04	30	0.0333	28	0.0357	27	0.037	28	0.0357
穂摘具	30	0.0333	24	0.0417	28	0.0357	22	0.0455	22	0.0455	24	0.0417
卮	17	0.0588	20	0.05	18	0.0556	18	0.0556	21	0.0476	19	0.0526
敲石	2	0.5	4	0.25	5	0.2	7	0.1429	5	0.2	8	0.125
焙烙	26	0.0385	21	0.0476	29	0.0345	26	0.0385	25	0.04	26	0.0385
礫器	11	0.0909	13	0.0769	16	0.0625	15	0.0667	12	0.0833	12	0.0833
鏃	6	0.1667	7	0.1429	7	0.1429	8	0.125	4	0.25	4	0.25
計		0.3156		0.3558		0.3339		0.3852		0.4131		0.4395

図 5 土器を出発語とした場合の順位による評価

図 5 についても資料群の構成法を値の大きい順に並べると、

パス長 4 > パス長 3 > パス長 2 > パス長 0 > パス長 1 > コレクション単位
となり、順位による評価結果もほぼ同様である。

5. 考察

石器を出発語とした場合と土器を出発語とした場合で、異なる評価結果となった。これは資料群を構成するもととなっているコレクションの木構造の構成にも依存するところが大きいですが、石器のようにパス長を延ばすとスコアが低くなるものと、逆に土器のように高くなるものがあることがわかった。

石器の場合と土器の場合で計算されたスコアの値を比較してみると、オーダが異なることがわかる。石器の場合は、比較的上位の語に望ましいとされた語が含まれているのに対し、土器の場合はそうではなかった。上位に現れる語は、同一資料群の中に多く現れる語（直接の関連語）であることが多いため、そのようなものの中に望ましい語がある場合は、パス長を延ばしてもあまり効果はないということができる。

6. おわりに

本稿では、博物館、美術館の収蔵品の横断検索において、資料名称と資料群に基づき計算された関連語を用いてある語から別の語へ辿っていく場合に、階層化して管理されている収蔵品の木構造を利用して構成する資料群の評価方法について述べた。

この方法によって、資料群の構成法を評価した結果、いくつかの特徴的な結果が得られた。これらの結果がどのように博物館の収蔵品情報の検索に利用することができるかについては今後の検討課題である。

文 献

- [1] 山田篤, 他: 博物館情報の知的横断検索のためのフレームワーク, 画電年次大会, 2002-06.
- [2] 山本泰則, 中川隆: 博物館資料情報共有の試み, 画電年次大会, 2004-06.
- [3] 文化財情報システムフォーラム (<http://www.tnm.go.jp/bnca/>).
- [4] The International Committee for Documentation of the International Council of Museums (ICOM-CIDOC) (<http://www.cidoc.icom.org/>).
- [5] 山田篤, 他: 博物館情報の横断検索におけるオントロジ利用の試み, 画像ミュージアム研究会, 2005-03.
- [6] 山田篤, 他: 博物館横断検索に向けた概念辞書の枠組みの検討, 画像ミュージアム研究会, 2007-03.
- [7] 山田篤, 他: 部分的分類知識の統合による博物館情報の横断検索の提案, 画像ミュージアム研究会, 2008-02.
- [8] 山田篤, 他: 博物館資料群中の語の共起関係を用いた関連語抽出, 画像ミュージアム研究会, 2009-03.
- [9] 山田篤, 他: 博物館資料群中の語の共起関係を用いた関連語抽出における主要語選定の効果, 画電年次大会, 2009-05.
- [10] 山田篤, 他: 博物館情報探索における関連語の順位を考慮した到達容易性の評価, 画電年次大会, 2010-06.
- [11] 山田篤, 他: 博物館情報探索における到達容易性向上のための資料群分割の効果, 画像ミュージアム研究会, 2011-02.
- [12] 山田篤, 他: 博物館情報探索における資料群分割の到達容易性による評価, 画電年次大会, 2011-06.
- [13] 山田篤, 他: 博物館関連語検索のための木構造を反映した資料群の構成法, 画像ミュージアム研究会, 2012-03.