

メタデータ型データベースにおける検索行動の分析

福本 徹* 赤堀侃司**

*キャノン株式会社

fukumoto@mail.club.ne.jp

**東京工業大学大学院社会理工学研究科人間行動システム専攻

あらまし:

本論では画像データベースにおいて検索という利用者側の観点を扱っている。メタデータ型画像データベースについて画像認知の観点を取り入れて検索実験を行い、検索中における検索者の行動を以下の2つの典型的なパターンについて扱った。パターンとして扱う課題は、与えられた画像を探す課題と、テーマに従って画像を探す課題である。その結果、キーワード入力の比率、検索ページ数、アクション数、キーワード検索回数において両課題間で差が見られた。また1アクションあたりの時間、AND検索の深さについては、両課題間で有意な差が見られなかったという結果を述べている。そして次のアクションへとるべき行為を考える時間、キーワードの積を取る方法、画像を拡大して確認するか否かは個人の属性に依存する、ことを明らかにした。

また、Web上の画像を検索するエンジンとしてGoogle Imageを取り上げ、メタデータ型画像データベースとの検索行動の違いについても分析を行なった。その結果、キーワード入力の比率、検索ページ数、アクション数、キーワード検索回数において有意な交互作用が見られ、Google Imageとメタデータ型との検索行動や得意とする課題に関する差異を明らかにした。

An Analysis of Users' Behaviors on the Metadata Type Image Database

Toru FUKUMOTO* and Kanji AKAHORI**

*Canon Inc.

** Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

This paper is dealt with a retrievers' behavior for the metadata type image database. Tasks are two. One is that subject is shown an image and they retrieve them. The other is that subject is given some theme and retrieve the image which he/she feel best match. And as Google image, web based image retrieval database is targeted, the users' behavior on the two databases is compared. The result is that inputting keywords, pages, actions, and time is more open question than closed ones and time per one action depth of and is as many as two questions. But for Google, this tendency is contraries.

1.はじめに

1.1 画像データベース

近年、デジタルカメラやスキャナといったデジタル入力機器や、大容量で低価格な記憶媒体が普及したことで、膨大な数の画像が蓄積されつつある。これらを効率的に管理するために、画像アルバムや画像ファイリングシステムといった画像データベースが注目を集めている。またインターネットの普及および高速化によってデータベースへのアクセスが容易となり、画像データに対する検索ニーズが高まっている。

画像に対する検索を行なう場合のシステム構成は、キーとなる項目によって、特徴量型とメタデータ型とに分けることができると考えられる。特徴量型は、画像の色やオブジェクトの形状といった画像から直接抽出される特徴量によって検索を行なう。メタデータ型はデータベースシステム提供者が画像に説明としてキーワードなどの様々なメタデータを予め付けておき、検索者はキーワードを入力することで検索を行なう。

特徴量型では、画像から機械的に特徴量を抽出する。そのためにも画像中の物体等の認識精度が高くなく、そのため検索時にノイズが多く含まれて検索精度、特に適合率が低下する。一方、メタデータ型では付与者が画像にメタデータの内容を記述するため、メタデータを付与する手間が発生するもののこれを厭わなければ、人手でのチェックが入っているという点で物体を対象とする検索に強く結果として検索精度が高くなる。

我々は、一度人間の目による確認がなされていることによる検索精度の高さと、文書検索やWeb等の他の検索エンジンとの親和性を考え、メタデータ型の画像検索に注目している。

1.2 関連研究

画像検索においては、これまでも様々なインターフェイスの工夫が行われている。特に特徴量型では画像同士を比較する必要があるため、スケッチによる入力(西山ほか,1996)、イメージカラーによる入力(近藤ほか,2000)、キーワード検索の結果を選択した入力(Smithほか,1997)、など様々な提案がなされている。しかし被験者による検索実験を行なっても、

システムの評価が目的であって、検索者がどのように画像を検索するかという観点での研究は見られない。またメタデータ型においては、検索者がどのように画像を得るかについて全く省みられていないのが現状である。キーワード付与のあいまい性と、キーワード同士の比較という一般の情報検索へ帰着することとその原因と考えられる。

一方で検索行動という観点では、WWW検索における一行動を分析した研究(臼澤ほか,1999)や、WWW検索の行動をカタログ化し、そのプロセスを実験的に明らかにした研究がある(三浦ほか,2001)。検索者がキーワードを入力し、欲しい情報を得るという点ではWWW検索とメタデータ型画像検索は共通する部分があると考えられる。その一方でPaivioの二重コード化説(Paivio,1974)の立場を考慮すると、WWW検索という文字情報の検索とメタデータ型画像検索とでは、検索対象が文字と画像とで異なるため、認知的に異なるプロセスを取るものと考えられる。

また教育現場における分析としては、教科や総合的な学習といった授業場面での活用として、WWWサイト製作者による検索ログ解析(篠原ほか,2001)、Webの検索を実際に授業で展開した場合の報告(松下,2000)がある。

そして近年では、Web上の画像を自動的に収集し検索を可能にする検索エンジンが開発されている。代表的なものに、Google Imageがある。

2.研究の目的

まず3章において、メタデータ型の画像検索において検索者はどのように検索を行なうのかに関して取り上げる。実際にデータベースを構築し、それぞれの画像にメタデータを付与する。検索者は典型的な課題に対して画像データベースを用いて実際に検索を行なう。そして検索を通して検索者の特徴的な行動を明らかにする。以上の結果から、目的となるタスクの特徴に応じたインターフェイス等、画像検索システムに対しての提言を与えることとする。

また4章において、Google Imageを代表として取り上げ、Web上の画像を扱うエンジンにおける検索行動とメタデータ型画像検索エンジ

ンとの検索行動を分析・比較することとする。

3.実験 1：メタデータ型画像データベースにおける検索行動

3.1 実験概要

被験者としては、コンピュータを日常的に使用している大学生および大学院生 20 名が実験に参加した。事前のアンケートにより、Yahoo! JAPANやGoogleといったインターネット上の検索エンジンは全員使用経験があり、検索という行為については問題がないことを確認している。

実験環境を図 1 に示す。サーバ側には、RedhatLinux 上で PHP3 を Web サーバとして用いた。クライアント側には、Windows98 で Internet Explorer 5.5 をブラウザとして用いた。

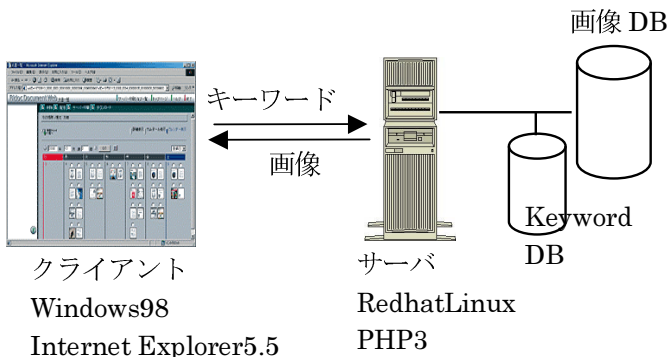


図 1：実験システムの構成

画像は風景、人物、静物、模様等の静止画像 1700 枚を用意した。それぞれの画像に、2.3 で得られた、キーワード付与基準に従ってキーワードを付与した。再掲すると以下ようになる。

1. 最初にその画像中の人物や場所が特定できる場合にはその固有名詞
2. 2 番目にはその画像の状況
3. 3 番目に場面
4. 4 番目に特に動画においては画像中の主となるオブジェクトの動作
5. 5 番目に静止画または動きの少ない動画においては、そのオブジェクト以外の物体や背景など周辺の状態
6. 6 番目に周辺の動作
7. 最後に画像から受ける印象や感じ方などの感性語

- なお 4 番目にあげた画像中の主となるオブジェクトの動作については、例えば単なる静物が被写体の時には欠落する場合もある

画像 1 枚あたりのキーワード数は平均 6 個、キーワード 1 つあたりの画像数は平均 12.5 枚である。画像を画像データベースに置き、キーワードは画像と対応させてキーワードデータベースに置いた。キーワード数については実際のコンテンツビジネスの実体に近づけるという観点で、2.5 とは異なり粒度を荒くしている。なお、検索結果である画像を提示する際の初期値は画像 20 枚で 1 ページとしたが、5,10,15,20 枚の 4 通りで被験者は適宜プルダウンメニューにより選択が可能である。検索結果として最初に提示する画像はサムネイル形式であるが、表示した画像をクリックすることで当該画像を次のページに拡大して表示する。なお、ページ参照履歴が残るキャッシュファイルは被験者毎に削除し、アクセス条件を同一にした。

検索課題は解決プロセスの異なる 2 種類を用意した。課題 1 ではまず、被験者に画像を提示し、被験者は提示された画像と同じ画像を検索する。当該画像を発見すれば本課題は終了である。これを 2 種類の画像について行った。なお提示した画像は図 2 に示す。課題 2 では、被験者にテーマを提示し、被験者はテーマにふさわしい画像を検索する。テーマにふさわしい画像が得られたと被験者が判断すれば本課題は終了である。ここで与えたテーマは「挨拶状」、その中でも本実験を実施したのが真夏であったので「暑中見舞い」にふさわしい画像を検索してもらった。両課題とも制限時間は設けず、被験者が自由に画像を検索できるように配慮した。

課題 1 については、画像データベース中に提示した画像が存在するため、被験者はその画像を目標として検索し発見する必要がある。一方課題 2 については、被験者自身がテーマにふさわしい画像を求めて検索し、何らかの画像を回答する必要がある。課題 1 では被験者は反射的に回答することが可能であり、課題 2 では被験者はじっくり考える必要があると仮定できる。そのため、様々なアクションや検索時間において課題 1 よりも課題 2 が多くかかるものと予想できる。

なお課題の一般性という観点では、課題の選定にあたって画像検索を専門とする研究者3名の合議によって課題1については課題となる画



課題 1-1



課題 1-2

図2：課題1で提示した画像

像、課題2については課題となるテーマを決定してきている。

被験者にはまず、普段のコンピュータやインターネット利用頻度、よく利用する検索エンジンのアンケートに答えてもらい、コンピュータ上での検索に関する習熟度については問題ないことを確認した。続いて実験に使用するシステ

ムの説明が行われた後、被験者はシステムに慣れる意味を込めて、最初に課題1を行い、次に課題2を行った。すべての課題終了後に、被験者は検索中に考えたことや検索時の方略に関する内観報告を回答した。なお実験中は検索中の画面をビデオ撮影した。

3.2 結果

3.2.1 アクションのカテゴリ分類

撮影したビデオテープおよびブラウザのキャッシュファイルのデータに基づいて、それぞれの課題に対する被験者のアクションを時系列で記録した。それぞれのアクションを前述した情報検索に関する研究(三浦ほか,2001)に従って、1) キーワード操作 2) Web ページの操作 3) ブラウザの操作 4) その他の操作 の4つのカテゴリおよびそれぞれのカテゴリにおけるサブカテゴリに分類した。それぞれのカテゴリおよびサブカテゴリの概要を表1に示す。

表1：分類したアクションカテゴリ

カテゴリ	サブカテゴリ	概要
キーワード操作	入力	新規にキーワードを入力
	削除	直前に使用したキーワードの一部を削除して再検索
	追加	直前に使用したキーワードに新たにキーワードを加えて再検索
	置換	直前に使用したキーワードの一部を削除し、新たに異なるキーワードを加えて再検索
Web ページ操作	画像拡大	サムネイル画像をクリックして画像を拡大
	リンク操作	別ページへのリンクをクリックし対象ページへ移動 (検索結果が複数ページにわたる場合に表示される)
	プルダウンメニュー操作	Web ページ上のプルダウンメニューを操作
ブラウザ操作	進む	ブラウザの「進む」ボタンをクリック
	戻る	ブラウザの「戻る」ボタンをクリック
	ホーム	ブラウザの「ホーム」ボタンをクリック
	ジャンプ	ブラウザの「履歴」から任意の履歴をクリック
その他		上記カテゴリに属さないアクション

課題別の各被験者によるアクションのカテゴリ毎の出現頻度を表2に示す。アクションのうち両課題とも「キーワード操作」が最も多くの頻度を占めているが、課題1では約60%に対し、

課題2では約40%である。課題1の2つの画像の間では有意差は見られなかったが、課題1と課題2との間では有意傾向が見られ ($p < .08$)、課題1より課題2で多くのキーワード

関連の操作を行っていた。

また、「Web ページの操作」中の「進む」「戻る」それぞれの操作で課題 1 の 2 つの画像間で有意差が見られ ($p < .01$)、課題 1-1 より課題 1-2 がページの「進む」「戻る」操作の頻度が多かった。ブラウザのキャッシュファイルの分析では、被験者は課題 1-1 では「ラケット」というキーワードの入力が 15 名、課題 1-2 では「湖」が 16 名であった。一方で「ラケット」というキーワードが付与された画像が当該画像データベース中に 1 枚のみであったのに対し、「湖」というキーワードが付与された画像は 30 枚であった。特に「進む」操作における有意差についてはこのような画像数の差を反映していると考えられる。つまり、「ラケット」というキーワードを入力した場合には検索結果として得られる

画像が 1 枚なので、被験者には「進む」操作は必要がない。一方で「湖」というキーワードに対して、図 2 に示した画像は 1 ページ目に現れる (1 ページあたり 20 枚の画像を表示するとして) が、撮影したビデオを分析すると、3 名の被験者に当該画像の見落としなどがあり、ページ間で「進む」「戻る」の往復が発生していた。

なお課題 2 において被験者が検索した結果として得られる画像数は、1 回の検索につきすべて 20 枚以上 60 枚未満であることを確かめている。これは 1 ページあたり 20 枚表示で 2~3 ページ分に相当する。そのため、課題 1-2 は 2 ページ分、課題 2 は 2~3 ページ分となり、課題 1-2 と課題 2 では以下に述べるような検索アクション数等において厳密ではないが比較可能であると考えられる。

表 2 : 各アクションカテゴリの課題別出現頻度

		課題 1-1		課題 1-2		課題 2	
		平均	割合	平均	割合	平均	割合
キーワード 操作	入力	2.37	50.48%	2.72	55.03%	9.02	40.29%
	追加	0.08	1.67%	0.15	3.13%	0.33	1.49%
	削除	0.40	8.60%	0.12	2.50%	0.25	1.11%
	置換	0.09	2.00%	0.04	0.71%	0	0%
Web ページ 操作	画像拡大	0.36	7.75%	0.51	10.28%	1.97	8.78%
	リンク選択	0	0%	0.03	0.56%	0.06	0.29%
	プルダウン選択	0	0%	0.03	0.42%	0.04	0.19%
ブラウザ 操作	進む	0	0%	0.75	15.06%	2.39	10.66%
	戻る	1.21	25.65%	0.50	10.19%	6.72	30.01%
	ホーム	0	0%	0.04	0.79%	1.09	4.88%
	ジャンプ	0	0%	0	0%	0	0%
	小計	4.51	96.14%	4.86	98.66%	21.89	97.71%
その他	その他	0.19	3.86%	0.09	1.34%	0.51	2.29%

平均は小数点第 2 位を四捨五入

また、検索結果である画像を提示する際の 1 ページあたりの枚数については、課題 1 と課題 2 の両方においてプルダウンメニューを操作した被験者はいなかった。つまり、すべての検索結果の画像が 1 ページあたり 20 枚で提示されたことになる。結果として被験者はより多くの画像を一度に閲覧することを好んでいることが示唆される。

そして、キーワード操作の内容について詳細に分析すると、「入力」が最も多く課題 1 では全体の半数、課題 2 では全体の 40% を占めており、一度行なった検索の修正にあたる「追加」は 1% から 3%、「削除」は 1% から 7% であった。被験者が検索を実行する際には、キーワードを追加したり削除したりという試行錯誤ではなく、キーワードを新規に入力する行動が多く観察された。

3.2.2 検索過程

表 3 に、課題別に被験者が閲覧した検索ページ数、アクション数、課題提示から回答までに要した所要時間、1 アクションあたりの平均所要時間を示す。課題別にそれぞれの平均値に対して差の t 検定を行ったところ、閲覧ページ

数・アクション数・所要時間については有意差（各指標とも $p < .01$ ）が見られ、課題 1 よりも課題 2 に多くのページを閲覧し、アクションをとり、多くの時間を必要としていた。一方 1 アクションあたりの平均所要時間については、課題 1 と課題 2 との間で有意差は見られなかった。

表 3：課題別検索過程

	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	有意差 (t 値)	
				課題 1-1 と課題 2	課題 1-2 と課題 2
検索ページ数	1.00	2.80	5.55	5.96**	3.27**
アクション数	4.70	4.95	22.40	5.01**	4.83**
検索時間 (MM:SS)	01:20	01:30	06:30	5.20**	4.89**
時間/アクション	00:21	00:19	00:18	0.98	0.84

** $p < .01$

3.2.3 キーワード

表 4 に、課題別に、被験者がキーワード検索を行なった回数、入力したキーワード数（重複を除いた数）、AND 検索の深さ（1 回の検索で使用したキーワードの数の最大値）を示す。例えば「テニス、スポーツ」と入力して検索した場合には、AND 検索の深さは「2」となる。キーワード検索回数は延べ数であり、被験者が何回検索したかを見るために指標としている。入力したキーワード数は重複を除いてカウントしており、被験者がどれぐらいの検索キーワードを考えたのかを示す指標である。同じく課題別にそれぞれの平均値に対して差の t 検定を行ったところ、キーワード検索回数、キーワード数については有意差（各指標とも $p < .01$ また

は.05）が見られ、課題 1 より課題 2 において多くの検索を行っていた。一方 AND 検索の深さについては、課題 1 と課題 2 との間で有意差が見られなかった。課題 1-1 と課題 1-2 の間ではすべての項目において有意な差は見られなかった。

被験者が入力したキーワードの一例を表 5 に示す。被験者 2 は画像を確認する際には拡大する操作を行っていることがわかる。また、課題 2 においては課題で与えられた語句をそのまま入力している。一方で被験者 6 は画像を拡大する操作は行なわず、また、課題 2 では課題から連想するより一般的なキーワードを入力し、検索結果の画像群をじっくりと比べていることがわかる。

表 4：キーワード操作関連データ

	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	有意差 (t 値)	
				課題 1-1 と課題 2	課題 1-2 と課題 2
キーワード検索回数(延べ)	2.60	1.85	9.30	4.35**	4.50**
キーワード数(重複除く)	2.50	1.80	7.65	2.10*	4.06**
AND 検索の深さ	1.45	1.25	1.25	1.25	0.00

** $p < .01$, * $p < .05$

表 5 : 入力したキーワード一覧
(括弧内は被験者による操作)

	被験者 2	被験者 6
課題 1-1	子供	子供
課題 1-2	馬 (拡大)	湖
課題 2	暑中見舞い 風鈴 山 森 (拡大)	スイカ 花 (進む) (進む) 海 (進む) (進む)

3.3 考察

3.3.1 課題の違いによる検索行動の差異

3.2 で述べたように、アクション・閲覧ページ数や所要時間で見られた課題間の差は、両課題の特性を反映していると考えられる。すなわち課題 1 は、被験者は提示された画像を検索するという、一度見たことのある画像を探し出すというものである。つまり提示された画像という答えの存在する課題という意味で、クローズドクエスチョンといえる。一度の検索に対して結果として提示された画像群に該当する画像が存在しなければ、次のキーワードの入力にすぐに移行する、という行動がキーワード操作の比率の多さからわかる。一方課題 2 は、テーマを与えられた中で自己の判断で画像を探し出すことが求められていた。答えが一般的に定まらない課題という意味で、オープンクエスチョンといえる。1 度の検索の結果である画像群を多く見て判断するということが、キーワード入力

比率の少なさ・検索ページ数・アクション数・キーワード検索回数からわかる。

一方で、1 アクションあたりの時間・AND 検索の深さについては、両課題間で有意な差が見られなかった。また、ブラウザのキャッシュファイルの解析によると、画像を拡大する操作を行なう被験者は限られていた。つまり画像拡大操作を行なう被験者は両課題で必ず拡大して画像の確認を行っており、どちらかの課題のみで画像拡大操作を行なう被験者は存在しなかった。まとめると、次のアクションへとるべき行為を考える時間とキーワードを AND で並べる方法は個人に依らずほぼ一定であり、画像を拡大して確認するか否かは個人の属性に依存すると言える。

検索者の行動をまとめると以下のようになる。課題 1 では、検索結果として表示された画像の 1 つずつに対して、記憶した画像との照合を行なう。検索結果の画面が表示されると、検索者は瞬時に目的の画像のあり/なしを判定する。この場面では検索者は、パターンマッチングを行なっていると言える。一方、課題 2 では、与えられたテーマに対して、様々な画像を閲覧しつつイメージを膨らませる。検索結果の画面が表示されると、検索者は目的となりそうな画像をじっくりと判断し、システムとのインタラクションが発生している。この場面では検索者は、意味的なレベルでのマッチングを行なっていると言える。また 1 アクションあたりの時間は一定であることから、検索者は検索結果である画像群を見ながら、次にとるべきアクションを考えていると言える。

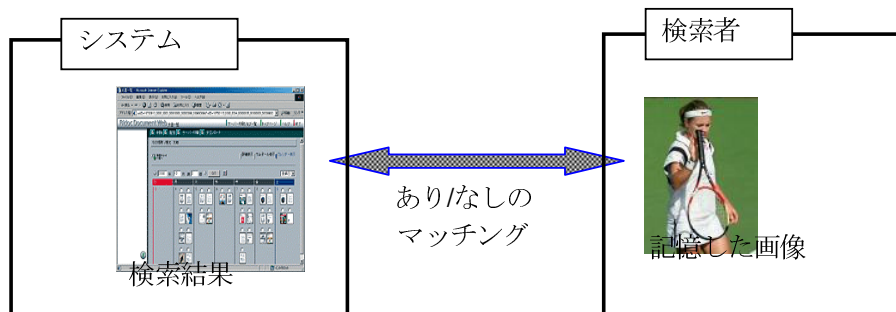


図 3 : 検索者の行動 : 課題 1 の場合

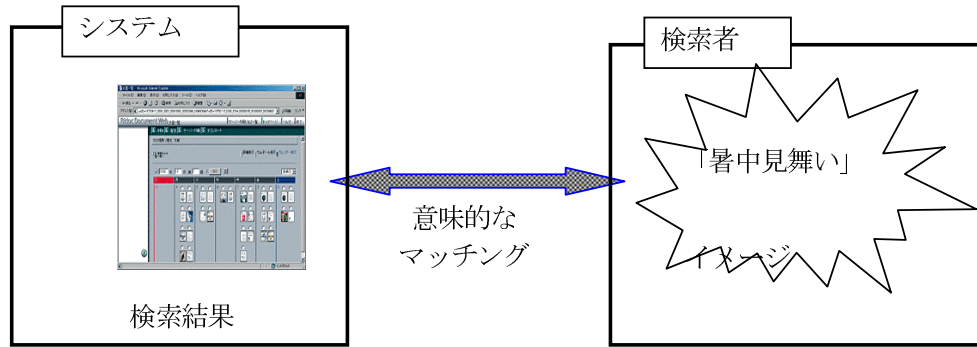


図 4： 検索者の行動： 課題 2 の場合

3.3.2 画像検索システムにおけるユーザ支援

ここで、キーワード操作をキーワード選択行為、Web ページ操作とブラウザ操作とをまとめて画像選択行為と捉えると、課題 1 では比率がおよそ 6 : 4、課題 2 ではおよそ 4 : 6 となる。

一度見たことのある画像を探すにはキーワードを多く操作して検索結果に当該画像のあり/なしをすばやく判断することが求められる。そのためには、すばやく画像を提示するという早見型の機構が必要となる。一方でテーマに沿って画像を探す場合ではキーワード操作よりも画像を閲覧しながら回答を検討する。様々な画像について時間をかけて検討し、時には候補となる画像を特別にピックアップし比較するための電子トレイや、印刷して確認するなど、じっくりと見るための仕掛けが必要である。

また 3.2 で見たように、キーワードを AND で並べる方法、画像を拡大して確認するか否かは個人の属性に依存すると考えられる。これらに対しては、キーワード入力ボックス数を増減する、画像拡大オプションを用意するなど、検索者の個人的な行動パターンによって自動的に入力インターフェイスを制御する機構が望まれる。

ブラウザのキャッシュファイルの分析では、被験者は課題 1-2 では「湖」というキーワードの入力が 16 名であった。画像データベース中には「湖」というキーワードが付与された画像が 30 枚であった。しかも事後のアンケートによると、「湖の写真は色や形が似ていて探しにくい」(原文のまま)に代表されるように、色や構図が類似する画像によって探しにくいという意見が 5 名から寄せられた。例えば色や構図が

類似する画像をグループ化して表示するなど、検索結果の画像を表示する際に何らかの工夫が必要であることが示唆される。

3.3.3 WWW 検索との比較

アクション・閲覧ページ数で見られた課題間の差を、WWW 検索の先行研究(三浦ほか, 2001)と比較する。

先行研究では、問題解決課題と意思決定課題の 2 つの課題が扱われている。問題解決課題は、与えられた問題に対して WWW 検索によって正解を見つけ出すものである。意思決定課題は、与えられた問題に対して被験者が自分なりの解答と思われる Web ページを示すものである。問題解決課題では短時間で多くのページを見て回答に至る様子が観察され、本研究で扱う画像検索においては課題 1 に相当する。一方、意思決定課題では、Web ページについて時間をかけて閲覧しながら回答を決定する様子が観察され、本研究では課題 2 に相当する。

表 1 に示したアクションカテゴリごとの頻度については、画像検索、WWW 検索での際立った差は見られないと言える。検索プロセスにおいては、閲覧ページ数・アクション数については両課題で有意差がないという同様の傾向が見られたが、1 アクションあたりの所要時間については画像検索では課題間の差がなく、WWW 検索では問題解決課題 < 意思決定課題であった。キーワードについては、画像検索ではキーワード検索回数、キーワード数で有意差が見られたが、WWW 検索では有意差が見られなかった。つまり、画像検索と WWW 検索とで異なった部分は、1 アクションあたりの所要時間、キーワ

ード検索回数、キーワード数である。

1 アクションあたりの所要時間については、人間が画像を見て判断するプロセスと、文章を読み進めて判断するプロセスが異なることを示唆している。つまり、画像の場合は課題に依らず一瞥で一気に判断できるが、文章の場合は斜め読みであっても課題によって考える方略が異なることが考えられる。一方、キーワード検索回数およびキーワード数については、画像検索での課題1、つまり画像を見せることにより被験者が入力すべきキーワードが思いつきやすい状況であったことが推察できる。課題2ではテーマのみが与えられたため、検索開始の時点では入力するキーワードが考えにくい状況であり、検索が進むにつれキーワードを考えついてゆくと推察できる。これに対しWWW検索の両課題では被験者の検索方略、つまりキーワードをどのように入力すべきかを判断することについては差がなく、画像検索の課題2と同じく検索が進むにつれキーワードを考えつくと言える。キーワードの思いつきやすさという観点では、画像検索での課題1、画像検索での課題2とWWW検索の両課題と分けることができると考えられる。

4 実験2: Web上の画像を扱うエンジンにおける検索行動との比較

次に、3章で用いたメタデータ型画像検索環境とWeb上の画像を検索する検索エンジンを使用する場合とで、検索行動に違いがあるかどうかを明らかにする。なお、Web上の画像を検索する検索エンジンは様々存在するが、その代表例として最も汎用的に用いられており、検索アルゴリズムとしても平均的と思われるGoogle Imageを使用する。

Google ImageはWeb上の画像を検索するエンジンである。「Google イメージ検索に関するFAQ」には「画像に隣接するテキスト、画像のキャプション、およびその他数多くの要因を分析して、コンテンツを判定します。また、高度なアルゴリズムを使用して重複を排除し、最高品質の画像が最初に表示されます」とあり、画像のファイル名やHTML文書中に存在する画像の近傍に出現する単語に対してHTMLタグによって重み付けし、それらを当該画像に対

するキーワードとして扱う。

4.1 実験概要

3章で行った実験と同じく、コンピュータを日常的に使用している成人男女10名が実験に参加した。事前のアンケートにより、Yahoo! JAPANやGoogleといったインターネット上の検索エンジンは全員使用経験があり、検索という行為については問題がないことを確認している。

実験環境は、3章で用いたものの他に、次の環境を用意した。クライアントにはOSはWindows98でWebブラウザとしてInternet Explorer 5.5を用い、専用回線でインターネットに接続しGoogle Imageにアクセスする。

なお、ページ参照履歴に残るキャッシュファイルは被験者毎に削除し、アクセス条件を同一にした。

被験者にはこの2つの課題について、3章で用いたメタデータ型検索環境（以下、メタデータ型環境とする）とGoogle Image（以下、Google環境とする）との両方で行ってもらった。実験順序はメタデータ型環境とGoogle環境との間でカウンターバランスしている。検索課題は3章における実験1と同じく、解決プロセスの異なる2種類を用意した。課題1ではまず、被験者に画像を提示し、被験者は提示された画像と同じ画像を検索する。当該画像を発見すれば本課題は終了である。これを2種類の画像について行った。なお提示した画像は図5に示す。課題2では、被験者にテーマを提示し、被験者はテーマにふさわしい画像を検索する。テーマにふさわしい画像が得られたと被験者が判断すれば本課題は終了である。ここで与えたテーマは3章における実験1と同じく、「暑中見舞い」にふさわしい画像を検索してもらった。両課題とも制限時間は設けず、被験者が自由に画像を検索できるように配慮した。つまり、課題の性質や条件については本実験と第3節における実験との間で可能な限り同一になるようにし、メタデータ型環境とGoogle環境との間での検索行動の違いを検出できるようにしている。

課題1については、画像データベース中に提示した画像が存在するため、被験者はその画像を目標として検索し発見する必要がある。一方

課題 2 については、被験者自身がテーマにふさわしい画像を求めて検索し、何らかの画像を回答する必要がある。

被験者にはまず、普段のコンピュータやインターネット利用頻度、よく利用する検索エンジンのアンケートに答えてもらい、コンピュータ上での検索に関する習熟度については問題ないことを確認した。続いて実験に使用するシステムの説明が行われた。被験者はメタデータ型環境あるいは Google 環境のいずれかにおいて、各環境に慣れる意味を込めて、先に課題 1 を行い、次に課題 2 を行った。いずれか 1 つの環境で課題 1 と課題 2 とが終了した後、次の環境において課題 1 と課題 2 とを行った。すべての課題終了後に、被験者は検索中に考えたことや検索時の方略に関する内観報告を回答した。なお実験中は検索中の画面をビデオ撮影した。

4.2 結果

4.2.1 アクションのカテゴリ分析

同じく、撮影したビデオテープおよびブラウザのキャッシュファイルのデータに基づいて、それぞれの課題に対する被験者のアクションを時系列で記録した。それぞれのアクションを、1) キーワード操作 2) Web ページの操作 3) ブラウザの操作 4) その他の操作 の 4 つのカテゴリおよびそれぞれのカテゴリにおけるサブカテゴリに分類した。それぞれのカテゴリおよびサブカテゴリの概要は表 1 に示したものを参照されたい。

課題別の各被験者によるアクションのカテゴリ毎の出現頻度を表 6 に示す。アクションのうち両環境の課題 1-1 と課題 2 において「キーワード操作」が最も多くの頻度を占めている。また課題 1-2 においては「進む」操作が最も多くの頻度を占めている。

Google 環境において「キーワード操作」中の「追加」「削除」「置換」操作が、課題 1-1 では 29%・課題 1-2 では 44%に対し、課題 2 では約 16%である。課題 1 の 2 つの画像の間では有意差は見られなかったが、課題 1 と課題 2 との間では有意傾向が見られ ($p < .08$)、課題 1 より課題 2 で多くの「追加」「削除」「置換」操作を行っていた。このような操作は一度行なった検索の修正にあたる操作であり、被験者が Google

環境において検索を実行する際には、キーワードを追加したり削除したりという試行錯誤が多く観察された。一方メタデータ型環境では実験 1 と同じ傾向を示している。

また、両環境において「Web ページの操作」中の「進む」操作で課題 1 の 2 つの画像間で有意差が見られ ($p < .01$)、課題 1-1 より課題 1-2 がページの進む操作の頻度が多かった。

4.2.2 検索過程

表 7 に、課題別に被験者が閲覧したページ数、アクション数、回答までに要した所要時間、1 アクションあたりの平均所要時間を示す。以下それぞれの項目に関して分散分析および平均値の差について分散分析を行なった結果を示す。

閲覧ページ数については、Google 環境においては課題 1-2 と課題 2 との間に有意差 ($p < .01$) が見られ、メタデータ型環境においては課題 1-1 と課題 1-2 との間に有意差 ($p < .01$)・課題 1-1 と課題 2 との間に傾向差 ($p < .06$) が見られ、Google 環境においては課題 1-2 が、メタデータ型環境においては課題 1-2 と課題 2 が多くページを閲覧していた。また課題毎では、課題 1-2 において両環境間に有意差 ($p < .05$) が見られた。つまり Google 環境の課題 1-2 が最も閲覧ページ数が多かったことになる。また環境と課題において有意な交互作用 ($F=3.72, p < .05$) が見られた。

アクション数については、Google 環境においては課題 1-2 と課題 2 との間に有意差 ($p < .01$) が見られ、メタデータ型環境においては課題 1-1 と課題 1-2・課題 2 との間で有意差 ($p < .01$) が見られ、Google 環境においては課題 1-2 が、メタデータ型環境においては課題 1-2 と課題 2 が多くのアクションを必要としていた。課題毎では、課題 1-2 において両環境間に有意差 ($p < .01$) が見られた。閲覧ページ数と同じく、Google 環境の課題 1-2 が最もアクション数が多かったことになる。また同じく有意な交互作用 ($F=3.58, p < .05$) が見られた。

所要時間については、Google 環境においては課題 1-2 と課題 2 との間に有意差 ($p < .01$) が見られ、メタデータ型環境においては課題 1-1 と課題 1-2・課題 2 との間で有意差 ($p < .01$) が見られ、Google 環境においては課題 1-2 が、メ

タデータ型環境においては課題 1-2 と課題 2 が多くの時間を要していた。課題毎では、課題 1-2 において両環境に有意差 ($p<.01$) が見られた。閲覧ページ数・アクション数と同じく、Google 環境の課題 1-2 が最も時間を要したことになる。また同じく有意な交互作用 ($F=3.87, p<.05$) が

見られた。

一方 1 アクションあたりの平均所要時間については、環境間および課題 1 と課題 2 との間で有意差や有意な交互作用は見られず ($F=0.28, p>.1$)、実験 1 と同様の結果を得た。

表 6：各アクションカテゴリの課題別出現頻度

		Google環境			メタデータ環境		
		課題 1-1	課題 1-2	課題 2	課題 1-1	課題 1-2	課題 2
キーワード 操作	入力	40.06%	9.84%	41.67%	77.50%	24.43%	54.26%
	追加	3.10%	17.18%	4.17%	0%	3.24%	0.83%
	削除	9.87%	6.38%	4.17%	2.5%	6.92%	2.56%
	置換	16.03%	20.00%	7.50%	7.5%	6.56%	7.14%
Web ページ 操作	画像拡大	10.25%	5.07%	10.42%	10.00%	8.25%	9.49%
	リンク選択	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	プルダウン選択	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ブラウザ 操作	進む	11.85%	34.59%	18.33%	0%	37.52%	9.62%
	戻る	8.83%	6.44%	3.75%	2.50%	13.08%	15.66%
	ホーム	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	ジャンプ	0%	0%	0%	0%	0%	0.43%
	小計	100%	100%	100%	100%	100%	100%
その他	その他	0%	0%	0%	0%	0%	0%

表 7：課題別検索過程

	Google 環境			メタデータ環境			分散分析 (F 値)
	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	
検索ページ数	7.70	16.40	2.90	1.10	5.40	4.20	F=8.50**
アクション数	11.60	21.00	4.90	1.60	10.00	9.20	F=4.55*
検索時間 (MM:SS)	03:38	06:25	01:11	00:28	02:57	02:45	F=4.17*
時間/アクション	00:18	00:22	00:22	00:20	00:19	00:22	F=0.01

表 8：キーワード操作関連データ

	Google 環境			メタデータ環境			分散分析 (F 値)
	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	課題 1-1	課題 1-2	課題 2	
キーワード検索 回数(延べ)	12.20	13.40	2.90	1.70	4.00	4.70	F=4.07*
キーワード数 (重複除く)	5.20	7.10	4.90	1.70	2.90	4.30	F=3.98
AND 検索の深さ	1.80	2.60	1.60	1.10	1.90	1.40	F=1.18

* $p<.05$ ** $p<.01$

4.2.3 キーワード

表 8 に、課題別に、被験者がキーワード検索を行った回数、入力したキーワード数（重複を除いたのべ数）、AND 検索の深さ（1 回の検索で使用したキーワードの数の最大値）を示す。

キーワード検索を行った回数および入力したキーワード数については、Google 環境においては課題 1-2 と課題 2 との間に有意差 ($p<.05$) が見られ、メタデータ型環境においては課題 1-1 と課題 1-2・課題 2 との間で有意差 ($p<.05$) が見られ、Google 環境においては課題 1-2 が、メタデータ型環境においては課題 1-2 と課題 2 が多くのキーワードが入力された。課題毎では、課題 1-2 において両環境に有意差 ($p<.05$) が見られた。閲覧ページ数・アクション数・所要時間と同じく、Google 環境の課題 1-2 がキーワードを最も多く入力されたことになる。また環境と課題に関して有意な交互作用（キーワード検索回数では $F=1.68, p>.1$ 、キーワード数では $F=3.15, p>.1$ ）は見られなかった。

一方 AND 検索の深さについては実験 1 と同様に、課題間や環境間で有意差や有意な交互作用は ($F=1.69, p>.1$) 見られなかった。

4.2.4 被験者の内観報告

3 名の被験者が「Google の課題 1-2 で手間取った」と回答している。この課題については被験者が入力した検索キーワードと画像に付与されたキーワードがなかなか合致せず、そのため検索結果を得るのに手数がかかっていたと推察できる。「適切なキーワード付けは難しいと思う」という、本研究の根幹を指摘するコメントがあった。また「漠然としたテーマなら Google の方が検索しやすいが、物体が決まっていればメタデータ環境のほうが使いやすい」との回答もあり、目的に応じた使い分けの必要性を指摘するコメントがあった。そして「画像からキーワードを思いつくのは難しい」と、特に課題 1-2 の難しさを指摘するコメントがあった。

4.3 考察

4.3.1 画像の量とキーワードの質について

画像の数という点では、Google 環境はインターネット上に存在する多数の画像を扱っていて、一方で本実験におけるメタデータ環境は 1700

枚である。1 枚の画像に対するキーワードの数では、Google Image では 1 つの画像に対し数十個のキーワードが自動的に抽出され付与されているものと想定でき、一方でメタデータ環境では、キーワード数としては Google Image よりは一般的に少ないと想定できる。つまり画像数、キーワード数ともに「Google Image > メタデータ型」であると想定できる。しかし Google 環境では自動的にキーワードを抽出しているために、キーワードとしての精度は低い。適合率や精度の点では十分ではない。一方でメタデータ環境では人間が一度確認しているという点で適合率や精度の点では Google 環境よりもはるかに良いものである。

これはインターネット上の検索エンジンの 2 つのタイプである、全文検索型とディレクトリ型とのアナログで説明可能である。Google に代表される全文検索型であればほぼどんな検索語に対しても、何かしらの検索結果は必ず検索者に返される。しかし適合率という点では、検索結果は検索語にマッチする Web ページであるとは限らない。一方で Yahoo! に代表されるディレクトリ型では、検索語によっては必ずしも検索結果が得られることはなく「検索結果なし」となる場合もある。しかし登録されている Web ページは必ず人間が確認しているため、適合率は非常に高いものである。

このように、画像の量が検索のしやすさには必ずしも関係しないといえる。キーワードの質ともいうべきキーワード精度の差によって検索のしやすさが変わってくるのである。

4.3.2 環境の違いによる検索行動の差異

3 章で述べたように、閲覧ページ数・アクション数・所要時間・キーワード検索回数のいずれにおいても、環境毎では、Google 環境においては課題 1-2 が、メタデータ型環境においては課題 1-2 と課題 2 が多かったことになる。このことは被験者の内観報告においても、Google 環境の課題 1-1・1-2 についてのコメントにおいても示唆している。また、環境間では、同じく課題 1-2 が最も多かったことになる。

またこの 4 項目ではいずれも有意な交互作用が見られている。環境と課題からそれぞれの難易度を考えてみると、図 6 に示すように課題 1-1

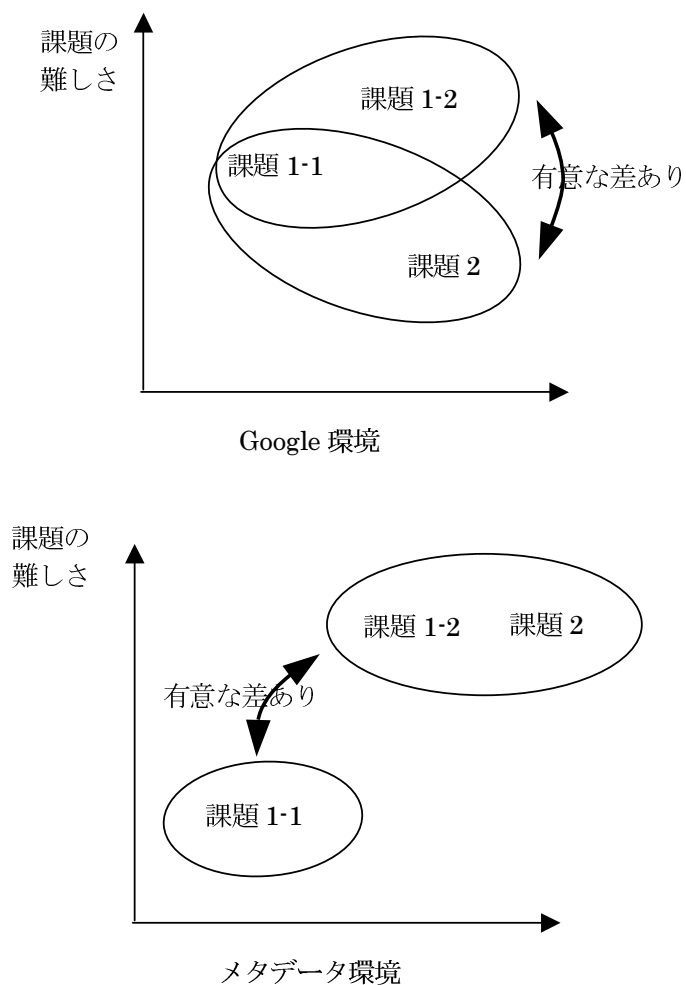
では Google 環境とメタデータ型環境はほぼ同じ程度、課題 1-2 では Google の方が難しく、課題 2 ではメタデータ型の方が難しかったとまとめることができる。つまり、課題 1-1 のような画像中の物体がわかりやすい場合には、メタデータ型ではキーワードが的確に付与されていることと、Google においても人手を介さなくても的確にキーワードが切り出され付与されていると考えられ、結果として検索は同じ程度に容易であることが推察できる。課題 1-2 のような画像中の物体がわかりにくい画像を検索する場合には、以下のような状況が推察できる。メタデータ型では比較的多くのキーワードを付与することで検索の難しさを回避できる。Google では自動的に切り出されたキーワードの精度が比較的 low、付与されたキーワードでは画像中の物体を的確に表わしていないため、検索が困難であった。課題 2 では被験者はテーマを与えられたため、両環境では以下のような状況であったと推察できる。Google 環境ではテーマをそのまま入力しても検索結果は得ることができ、その中から目的とする画像をえることができるため検索は比較的容易であった。しかしメタデータ型環境ではテーマをそのまま入力しても画像が得られず、検索するためのキーワードを被験者自身が考えて入力する必要があるため、検索が容易ではなかった。すなわち検索エンジンの立場から見ると、Google 型とメタデータ型の得意とする分野の違いということができる。Google 型であれば漠然としたテーマ等であっても曲がりなりにも検索結果となる画像は得ることができる。メタデータ型では画像中や検索者が考えの中で物体がはっきりしていれば的確な画像を得ることができる。

そこで両課題に対応するのであればメタデータ型検索システムと Web 上の画像を扱う検索システムとのシームレスな検索インターフェイスが必要である、ことがこれらの結果より示唆される。被験者の内観報告にもこのような指摘があった。

一方で実験 1 の結果と同じく、1 アクションあたりの時間・AND 検索の深さについては、両課題間や環境間で有意な差が見られなかった。また、ブラウザのキャッシュファイルの解析によると、画像を拡大する操作を行なう被験者は

限られていた。つまり画像拡大操作を行なう被験者は両課題あるいは両環境で必ず拡大して画像の確認を行っており、どちらかの課題や環境のみで画像拡大操作を行なう被験者は存在しなかった。つまり、次のアクションへとるべき行為を考える時間とキーワードを AND で並べる方法は個人に依らずほぼ一定であり、画像を拡大して確認するか否かは個人の属性に依存すると言える。この結果は実験 1 における課題間での結果を支持し、また Google とメタデータ型という環境間にも拡張した形となっている。

図 6：実験 2 における各課題間の難しさの関係



5.まとめと今後の課題

本章ではキーワードを付与した画像データベ

ースにおいて、3章では2つの典型的なパターンにおける検索行動について実験を通して明らかにした。また4章ではWeb上の画像を検索するエンジンとしてGoogle Imageを選び、検索行動や得意とする課題に関する差異について実験を通して明らかにした。

課題1のような画像を探す行為は、一度自分が見たことのある画像を検索するという一方で、個人が所有する画像を検索するシステムに対応すると想定できる。一方課題2のようにテーマに従って画像を探す行為は、多くの画像を持ったWebサイトから画像を検索する、すなわちインターネット上の画像サイトから検索することに対応すると想定できる。1章で述べたように、個人所有の画像もインターネット上の画像も両方とも普及している現状では、それぞれに対応した検索システムが今後の課題である。

また課題1と課題2とで検索行動に個人的な行動パターンが見られた。このことから、個人の典型的な行動パターンによって、検索時に支援するシステムを開発し評価することも今後の課題である。

参考文献

- 西山晴彦, 松下温 (1996) : "画像の構図を用いた絵画検索システム", 情報処理学会論文誌 Vol.37, No.1, pp.101-109.
- 近藤邦雄, 高橋雅博, 松永政尚, 山寄秀樹 (2000) : "画像データベースのためのイメージカラー検索手法" 映像情報メディア学会誌 Vol.54, No.11, pp.1615-1622 .
- John R.Smith, Shih-Fu Chang (1997) : "Visually Searching the Web for Content", IEEE Multimedia Vol.4 No.3 pp12-20.
- 福本徹, 赤堀侃司 : "画像データベースに適したメタデータの分析と評価", 日本教育工学会論文誌 Vol.26 No.4 (印刷中) .
- 白澤基紀, 新垣紀子, 野島久雄, 石崎雅人 (1999) : "WWW 検索行動における「戻る」行動と検索方針の変化との関係" 情報処理学会研究会報告 HI83-11, pp.61-66.
- 三浦麻子, 藤原伸彦 (2001) : "WWW における情報検索に関する実験的検討-検索行動の分類および課題による差異の検討-", 教育システム情報学会誌 Vol.18, No.1, pp.121-128.
- Allan Paivio (1974) : "Spacing of Repetitions in the Incidental and Intentional Free Recall of Pictures and Words", Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior Vol.13 pp.497-511.
- 篠原正典, 徳畑香菜, 岡本麻由美, 三宅丈夫, 永野和男 (2001) : "小・中学校教育用学習素材検索システムの開発と児童・生徒の検索時における検索過程" 教育システム情報学会誌 Vol.18, No.2, pp.200-209.
- 松下幸司 (2000) : "博物館的データベース活用における情報検索インタフェースの検討 - 「総合的な学習の時間」の試行的実践を事例として -", 日本教育工学雑誌 Vol.24, Suppl, pp.121-126.
- Google Image : <http://www.google.co.jp/>
- 福本徹, 赤堀侃司 (2003) : "メタデータ型画像データベースにおける検索行動の分析", 教育システム情報学会誌 Vol.20 No.1 pp.39-45.
- Toru FUKUMOTO, Kanji AKAHORI (2002) : "An Analysis of Image Retrieval Behavior for Metadata Type Image Database", Proceedings of ICCE 2002.
- Abby Goodrum, Amanda Spink (2001) : "Image searching on the Excite Web search engine", Information Processing and Management Vol.37 No.2 pp.295-311.
- Amanda Spink, Dietmar Wolfman ,Major B.J.Jansen, Tefko Saracevic (2001) : "Searching the Web: The Public and Their Queries", Journal of the American Society for Information Science Vol.52 No.3 pp.226-234.
- Kyung-Sun Kim, Bryce Allen (2002) : "Cognitive and Task Influences on the Web Searching Behavior", Journal of the American Society for Information Science and Technology Vol.53 No.2 pp.109-119.
- Robert S.Taylor (1968) : "Question - Negotiation and Information Seeking in Libraries", College and Research Libraries Vol.29 No.3 pp.178-194.