

検索経験と領域知識のWWW情報検索行動に与える影響

中島 悠 土方 嘉徳 西田 正吾*¹

Information Seeking Behavior on the WWW: Effects of Search Experience and Domain Knowledge

Yuu Nakajima, Yoshinori Hijikata and Shogo Nishida*¹

Abstract – The Web has been used by a lot of users these days. When users search information on the Web, they input keywords to a search engine and browse pages from its search result page. We assumed that search experience and domain knowledge strongly influence users' search behavior on the Web. This study investigates how search experience and domain knowledge influence them. 42 undergraduate/graduate students participated in this study. The participants are classified into four groups according to search experience and domain knowledge. We compare the search performance among four groups. Furthermore, we investigate the search behavior of the users in each group to know the reason of the difference. Some researchers conducted similar experiments to ours. However, these experiments did not use the high-performance search engine based on link analysis (ex. PageRank, HITS). Therefore our study investigates the factors of users' search behavior in the latest state of the Web.

Keywords : World Wide Web, 情報検索行動, 検索経験, 領域知識, 検索エンジン

1. はじめに

1.1 背景

現在, 多くの家庭にインターネットが普及し, World Wide Web (Web) 上から情報取得することが広く一般ユーザに浸透してきている. ユーザが Web 上の情報を取得する一般的な方法は, 検索エンジンと呼ばれるキーワードを用いた情報検索サービスである. 検索エンジンを用いることで, ユーザは膨大な量の情報に対して瞬時にアクセスすることが可能になる. しかし, 検索エンジンを用いて Web 上を検索することは, 時に初心者にとって困難なこともある. そこで, 誰もが使いやすい情報検索ツールの作成や情報リテラシー教育のためのガイドラインの確立を目的として, ユーザの情報検索行動を分析する研究や, 検索の成否に影響する要因を調査する研究がなされている.

1.2 関連研究

これまでの研究で, 検索経験, 領域知識 (検索対象に関する知識), 認知スタイル, 及び課題の種類と, 検索パフォーマンスや検索スタイルの関連性について調査されている. 検索パフォーマンスとは, 被験者が課題をどれだけうまく遂行したかを表すものであり, 正答数や正答率, 所要時間などが指標として用いられている. また, 検索スタイルとは, 被験者が課題を遂

行する際の, 検索結果のたどり方やキーワードの入れ方など, どのように検索を行ったかを意味するものである. 以下に検索経験・領域知識, 認知スタイル, 課題の種類に分けて関連研究を示す.

1.2.1 検索経験・領域知識

Fenichel らは, オンラインデータベースシステム上で検索初心者と検索熟練者の比較を行い, 検索経験が検索パフォーマンスに影響を与えることを発見した^[1]. 情報検索の初心者は, 熟練者に比べて正解までに要する時間が長く, 誤答も多かった. また, 情報検索の熟練者と初心者は, そのような検索パフォーマンスの点で異なるだけでなく, 検索スタイルが異なることが, Qui らの実験により明らかにされた^[2].

Yee らはオンラインデータベースシステム上で, 検索経験と領域知識が情報検索行動に与える影響の比較を行った^[3]. 彼女らは, 検索経験は領域知識よりも, 検索スタイルに対して大きな影響を与えると結論づけている. また, Marchionini らは, 検索機能がついたハイパーテキストシステム上で, 検索経験と領域知識の与える影響の比較を行っている^[4]. 課題としては, ハイパーテキストに関する問題を与えており, 領域知識のある被験者としてハイパーテキストに関する専門家を集め, 検索経験のある被験者として従来のオンラインデータベースシステムの熟練者を集めている. 領域知識を持つ被験者の方が有利な条件になっているものの, 検索経験と領域知識の両エキスパート間の検索パフォーマンスには大きな差がなかったことを報告し

*1: 大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻

*1: Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

ている。また、HölscherらはWeb上で実験を行い、検索経験、領域知識の異なるユーザの検索スタイルの違いを調査している^[5]。彼らはユーザごとの検索行動を状態遷移図で表した。しかし、ここでは検索パフォーマンスについては分析していない。

1.2.2 認知スタイル

問題解決や学習を目的とした情報検索行動には、ユーザによって異なる特徴が見られる。これには、認知スタイルと呼ばれるユーザごとの“情報を処理し、組織化する方法”が影響を与えている^[6]。認知スタイルが情報検索に与える影響を調査した研究の中で、場面依存(FD)と場面独立(FI)の比較は、最も多く研究されているものの一つである。FIとは、複雑な情報を前にしたとき、自分のこれまでの知識でそれらを組織的に解釈しようとするスタイルである。それに対して、FDは自分の考えを含めないで対象そのものを観察するスタイルである。

Korthauerらは、ハイパーテキストシステム上で、FIとFDの情報検索行動の比較を行った^[7]。彼らは、FIの検索結果の方がFDのものよりも正確であることを発見した。この結果は、Ellisらの研究結果からも支持されている^[8]。また、Liuらも、FIとFDの情報検索行動の比較を行い、この両者は検索パフォーマンスが異なるだけでなく、検索スタイルも異なっていることを示した^[9]。近年では、Web上で検索経験や課題の種類の影響も含めた調査がなされている^[10]。

1.2.3 課題の種類

Ingwersenは、効果的な情報検索のためには、ユーザの検索を行う動機となった課題の種類を理解する必要があることを指摘した^[11]。Matthewsらによって、“known-item search task”と“subject search task”という二つの課題の種類が提唱された^[12]。known-item search taskとは、存在することが確定しているただ一つの情報を探索する課題であり、subject search taskとは主題が与えられ、それに関する情報を探し出す課題である。

Marchioniniらも課題の種類を、ほぼ同様な視点から“closed task”と“open task”の二つに分類した^[13]。closed taskは事実を探索する課題と定義され、これはknown-item search taskに対応する。また、open taskはsubject search taskに相当する。被験者は、open taskを提示された場合の方が、解決までにより多くの時間を要し、より多くのページを閲覧するという結果が得られた。近年では、Web上でも同様の分類で実験が行われ、課題の種類が検索パフォーマンスや検索スタイルに与える影響が調査されている^{[14][15]}。

表1 関連研究
Table 1 Related work

	注目要素				相互作用	実験環境
	検索経験	領域知識	認知スタイル	課題の種類		
Fenichel [1]	○					
Qiu [2]	○					
Marchionini [3]	○	○				
Yee [4]	○	○			○	
Hölscher [5]	○	○			○	△
Messick [6]			○			
Korthauer [7]			○			
Ellis [8]			○			
Liu [9]			○			
Kim [10]	○		○	○	○	
Ingwersen [11]				○		
Marchionini [12]				○		
Matthews [13]				○		
Kim [14]			○	○	○	
Fujihara [15]				○		△
本研究	○	○			○	○

1.3 研究の目的

1999年に、従来の検索エンジンより大幅に性能が向上した検索エンジン“Google”が登場した^[16]。それ以前の多くの検索エンジンでは、ページ中の検索語の生起頻度から、ページと検索語の適合度を計算し、適合度順に検索結果をランク付けして表示していた。それに対して、Googleではそれまでの発想とは全く異なり、検索結果のランク付けに、キーワードの近接度やPageRankというリンク解析を利用した独自のアルゴリズムを用いている。現在、Googleはその優秀さのため多くの検索サイトで使われている。我々は、Googleのような高性能な検索エンジンの出現により、検索エンジンを用いたWeb情報検索が、初心者にとってより簡単になってきたのではないかと考えた。ユーザの情報検索行動にはユーザの検索経験と領域知識が大きく影響を与えるとされるが、そのどちらの影響が強いかは、これまでの知見とは異なる可能性があると考えられる。

そこで我々は、検索経験と領域知識が情報検索に与える影響を、現在のWeb環境で調査することにした。そのために、ユーザを相対的に検索経験と領域知識から分けて、それぞれに情報検索の課題を行わせる。そして、その結果を分析する。検索経験と領域知識は検索行動に対して、独立にではなく相互に作用することも考えられるため、被験者を検索経験の有無、領域知識の有無により4グループに分類して分析を行う。この分析結果から、Googleのような高性能な検索エンジンを使うにあたっては、どのような情報リテラシーが重要になるかを検討し、そのようなユーザにはどのような検索ツールが必要とされるかを検討する。

1.4 本研究の位置づけ

関連研究をまとめたものを表1に示す。表1は、各関連研究が、検索経験、領域知識、認知スタイル、課題の種類のいずれの要素に注目しているかを示し、複

数の要素に注目している研究はさらにそれらの相互作用まで調査をしているか否かを示している。“実験環境”の項目では、無印、三角印、丸印はそれぞれ、閉じられた情報空間での実験、Web において従来のブール代数による検索エンジンを用いた実験、Web においてリンク解析に基づく検索エンジンを用いた実験であることを表す。さらにここで、1.2.1 節の検索経験と領域知識に焦点を当てた研究における本研究の位置づけを述べておく。

Yee らの研究では、領域知識は検索経験があるユーザの検索行動にのみ影響を与えると結論づけられている。ただし、この実験は、質の均質な文書群が存在する空間で、ブール代数に基づく検索エンジンを使用して行われたものであり、リンク解析に基づく検索エンジンが登場し、雑多な文書群が存在する現在の Web とは大きく環境が異なっている。そのため、Yee らの実験で得られた知見がそのまま現在の Web でも成り立つかは定かではない。

Marchionini らも、検索機能付きのハイパーテキストシステム上で同様の実験を行っているが、課題がハイパーテキストに関するものであり、領域知識が実験で使用するシステムから分離されていない。それでも、検索経験と領域知識の検索パフォーマンスに与える影響には差がないことから、ここでも、検索経験があることの方が有利であることが分かる。

Hölscher らは Web 上で実験を行っているが、リンク解析を利用した現在の検索エンジンを使った実験ではない。また、検索経験・領域知識と検索行動の関係にのみ注目しており、検索パフォーマンスについては分析していない。

上記のことから、本研究の新規性としては、リンク解析に基づく高性能な検索エンジンを利用して、雑多な情報空間である Web 上で情報検索を行う際の、検索経験と領域知識が検索パフォーマンスと検索スタイルに与える影響を調査する点にある。我々の仮説としては、高性能な検索エンジンの登場により、相対的に領域知識の情報検索における重要性が高まっていることにある。

2. 方法

2.1 実験環境

実験用コンピュータには標準的なキーボードとマウスが備え付けられているものとする。また、OS は Microsoft Windows 2000、ブラウザは Microsoft Internet Explore 6.1 を用いた。コンピュータは LAN によってインターネットに接続されており、被験者はインターネット上の Web ページを自由に閲覧することができるものとする。Google を実験で使用する検索エ

表 2 被験者分類に用いたアンケート
Table 2 Questionnaires for categorizing test subjects

(a)	<ul style="list-style-type: none"> ・1 週間の平均インターネット閲覧日数 ・1 回の平均インターネット閲覧時間
(b)	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット型サーチエンジン ・ディレクトリ型サーチエンジン ・PageRank ・メタ検索エンジン ・ストップ語 ・and 検索 ・or 検索 ・not 検索 ・フレーズ検索 ・ドメイン制約検索
(c)	<ul style="list-style-type: none"> ・国債 ・公定歩合 ・インフレーション ・デフレスパイラル ・IMF の役割 ・モラルハザード ・市場の失敗 ・フィリップス曲線 ・GDP と GNP の違い ・大きな政府・小さな政府の違い

ンジンに選び、全てのユーザのホームページを Google に設定した。

2.2 被験者

本研究では、被験者として広い年齢層の人を織り交ぜて集めると、年齢によって問題解決能力が異なると考え、まずは我々の仮説が正しいかどうかを、特定の年齢層に絞って調べることにした。実験には、大学生/大学院生 42 名 (男性 31 名, 女性 11 名) が被験者として参加した。被験者はコンピュータを利用した経験があり、タッチタイピング能力を備えていた。また、全ての被験者はこれまでにインターネットを用いて情報検索をしたことがあった。これらの被験者を検索経験、領域知識の有無により 4 グループに分類した。

検索経験の有無は、日常生活におけるインターネットの使用時間と、検索方法に関する知識の量により判定するものとした。インターネット閲覧時間が長いユーザの中にも決まったページしか閲覧せず検索をしないユーザが含まれたり、検索エンジンに関する知識があるユーザの中にも Web 上での情報検索の経験が少ないユーザが含まれたりすることが想定されるため、この二つの項目を考慮した。

また、領域知識の有無は「領域に関する語句の知識」の有無によって判定するものとした。本研究では、課題の領域には「経済」の分野を選択した。経済の分野は、情報検索におけるユーザ行動の研究分野において、一つの評価領域になっており、例えば Hölscher や Fujihara ともユーザ検索行動実験の課題としている。そこで本研究でも、「経済」の分野を選択することとし

表3 被験者内訳

Table 3 Distribution of test subjects

グループ	使用時間	検索語句	経済語句	人数
S+D+	13.4 (3.0)	55.0 (20.6)	69.0 (11.0)	10
S+D-	15.2 (3.9)	50.0 (13.5)	25.5 (8.9)	10
S-D+	3.7 (1.5)	10.0 (11.3)	61.0 (13.1)	12
S-D-	3.2 (2.7)	6.0 (8.7)	24.5 (12.9)	10

括弧外は平均を、括弧内は分散を示す。

た。つまり、ここでは被験者の「経済に関する語句の知識」の有無を調べることにする。

実験後にそれらのデータを得るために、アンケートを行った。アンケートでは、表2の項目((a)~(c))について尋ねた。(a)より被験者ごとに1週間あたりのインターネット使用時間を出し、z変換により標準化得点を求めた。これと、(b)の語句説明問題(各1題10点で100点満点)の標準化得点の和を検索経験得点とした。また、(c)の語句説明問題(各1題10点で100点満点)の結果を領域知識得点とした。

検索経験得点(平均は0)に対して、0を境界値として検索熟練者(S+)と検索初心者(S-)に分類したところ、S+(N=20, M=0.96, SD=0.52), S-(N=22, M=-0.87, SD=0.28)となった。ここで、Nは被験者数、Mは平均、SDは標準偏差を示す。同様に、領域知識得点を標準化した結果に対して、0を境界値として、経済知識あり(D+)と経済知識なし(D-)に分けたところ、D+(N=22, M=0.81, SD=0.55), D-(N=20, M=-0.89, SD=0.50)であった。このようにして被験者を、S+D+, S+D-, S-D+, S-D-の4グループに分類した。なお、被験者の(a)~(c)の各項目のz変換する前の平均と分散は表3のようになる。

2.3 実験

実験を始める前に、実験の内容、ブラウザとエディタの操作方法を被験者に簡単に説明した。被験者が実験用コンピュータの操作に慣れたところで、実験開始とした。課題は合計4題出題し、1題の制限時間は10分(課題4のみ全ての答えが見つかった時点で終了)とした。制限時間内に、できるだけ多くの答えをWeb上から探し出し、答えとそれが掲載されているページのURLを記録することを被験者に求めた。一つの課題を終えるたびに、次の課題を提示した。4題全ての課題が終了した後、被験者の検索経験および領域知識を調べるためのアンケートを行った。実験中は、被験者の質問に答えるために、被験者の右隣に着席した。また、被験者の承諾を得て、実験中のモニタの様子をビデオカメラで撮影した。1人あたりの実験時間は約60分であった。実験で用いた課題は以下の4題である。

- 1 国が実行できる景気対策とその理由¹

1: 財政政策, 減税などが回答にあげられていた。

表4 集計項目

Table 4 Experimental parameters

(a) 検索パフォーマンス	
得点	
(b) 検索スタイル	(c) 検索キーワード
閲覧ページ	総単語数
検索回数	総連語数
単位閲覧ページ数	単語長
平均幅	連語長
平均深さ	抽出語句数
最大幅	問題文外語句数
最大深さ	最多and数
特殊機能使用回数	内的キーワード
	単位検索語数

- 2 借金を約束通りに返せないことを宣言したことがある国²
- 3 日本の経済が国際化していることを示すデータ³
- 4 平成3年(1991)に日本銀行が為替介入をおこなった金額とその日付⁴

課題を1題だけ行くと、その課題の性質が強く影響した実験結果になってしまうので、課題の性質が異なるものをおりまぜて実験を行い、平均化することとした。課題1と3はopen taskに対応し、被験者の判断によって、与えられた主題に関する情報を選び出す課題である。それに対して、課題2と4はclosed taskに対応し、事実を探す課題である。そのため、正解は決まったものとなる。課題2は答えの数が多く、10分間ではすべて見つけられないため、被験者にはできるだけ多くの回答を探すように求めている。また、課題4は財務省の発表している公式データから、答えが4個だけであることが分かっているため、全ての答えが見つかった場合はその時点で終了としている。

3. 結果

撮影したビデオテープとコンピュータに記録されたキャッシュファイルのデータに基づいて、被験者の行動履歴を調べた。検索経験、領域知識、及びその相互作用が被験者の行動に与える影響を調べるため、二元配置による分散分析を行った^[17]。集計した項目は表4に示す通りである。以下では結果を、検索パフォーマンス、検索スタイル、検索キーワードごとに見ていく。具体的には、最初にこれらの四つのグループ間に、どの程度解答を探し出せたかという検索パフォーマンスに差があるかどうかを分析する。ついでその差が得られた原因を推測するために、各グループはどういう検

2: アルゼンチン, トルコ, ロシアなど、債務不履行を宣言した国を正解とした。
 3: 海外直接投資の増加や製造業の海外移転を示すデータなどが回答にあげられていた。
 4: http://www.mof.go.jp/feio/034_133.htmに答えが掲載されている。

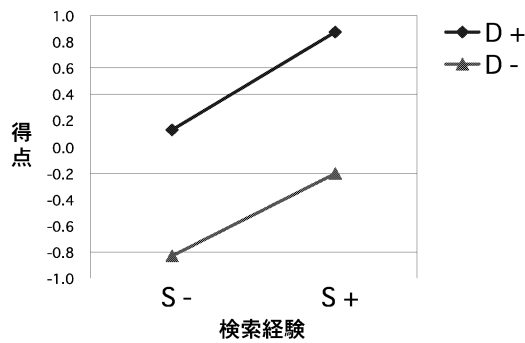


図1 得点：検索経験と領域知識の影響
Fig. 1 Effect of search experience and domain knowledge on score

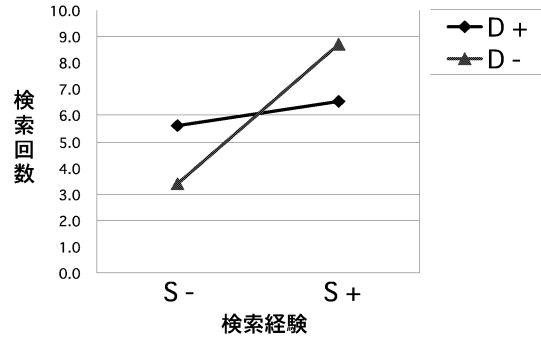


図2 検索回数：検索経験と領域知識の交互作用の影響
Fig. 2 Interaction between search experience and domain knowledge on number of times of search

表5 得点に対する分散分析の結果
Table 5 Result of ANOVA on score

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	7.054	.011*
領域知識 (D)	1	15.451	.000*
S × D	1	.048	.828
誤差	38		

* $p < .05$.

表6 検索回数に対する分散分析の結果
Table 6 Result of ANOVA on number of times of search

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	28.948	.000*
領域知識 (D)	1	.000	.983
S × D	1	14.627	.000*
誤差	38		

* $p < .05$.

索スタイルを採り、どのような検索キーワードを入力していたのかを分析する。検索パフォーマンスの指標には、検索課題の正答数をz変換により標準化した数値である得点を用いた。表4(b)に挙げる項目を用いて、被験者の検索スタイルを分析した。これらにより、どのように検索エンジンを使って情報検索を行うのか、また、どのように検索結果画面からリンクを辿っていくのかを調べた。加えて、表4(c)に挙げる項目を用いて検索キーワードの分析を行った。これらの項目により、検索キーワードの性質や入力形式に、被験者の検索経験や領域知識の影響がみられるかどうかを調査した。また、最後に open task と closed task の違いが、検索スタイルと検索キーワードにどう影響するのかを確認する。

3.1 検索パフォーマンス

表5に示されるように、得点に対して検索経験が有意な主効果となっていた ($F(1, 42) = 7.054, p < .05$)。図1を見て分かるように、検索熟練者グループは検索初心者グループよりも得点が高かった ($M_{S+} = 0.338, M_{S-} = -0.308$)。同様に、得点に対して領域知識が有意な主効果となっていた ($F(1, 42) = 15.451, p < .01$)。領域知識のあるグループは領域知識のないグループよりも得点が高かった ($M_{D+} = 0.470, M_{D-} = -0.517$)。これらの結果から、検索経験に比べて領域知識の方が得点に大きな影響を与える傾向にあることが分かった。これにより、情報検索における領域知識の重要性が高まっているはずであるという我々の仮説は支持されたとと言える。

3.2 検索スタイル

検索スタイルを表す指標の中で、検索回数、単位閲覧ページ数、特殊機能利用回数の3項目において、検索経験と領域知識の影響が観察された。検索回数とは、一つの課題で被験者が検索エンジンを使用した回数である。また単位閲覧ページ数とは、検索1回あたりに被験者が閲覧したページ数である。特殊機能利用回数とは、Googleのキャッシュ機能、ブラウザのページ内検索機能を使った回数である。

表6を見ると、検索回数において、検索経験と領域知識の交互作用が有意であることが分かる ($F(1, 42) = 14.627, p < .01$)。図2より、領域知識がないグループにおいて、検索経験が検索回数に大きな影響を及ぼしていることが分かる ($M_{S+D-} = 8.725, M_{S-D-} = 3.400$)。それに対して、領域知識のあるグループにおいては、大きな影響は見られない ($M_{S+D+} = 6.525, M_{S-D+} = 5.625$)。領域知識のない検索熟練者グループは他のグループに比べて情報検索のために検索エンジンを使う回数が多いことが分かる。さらに、領域知識のない検索初心者グループは他のグループに比べて情報検索のために検索エンジンを使う回数が少ないことも分かる。また、検索経験の主効果が有意であり ($F(1, 42) = 28.948, p < .01$)、領域知識の主効果は有意でなかった。図2より、検索熟練者グループは、検索初心者グループよりも検索回数が多かったことが分かる ($M_{S+} = 7.625, M_{S-} = 4.614$)。

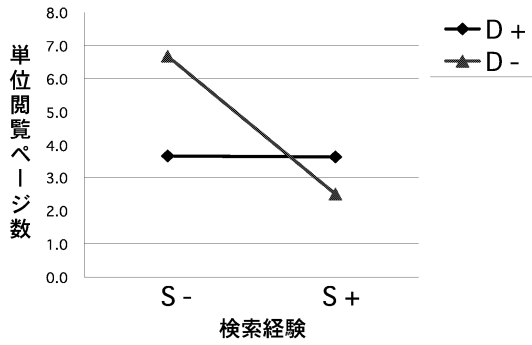


図3 単位閲覧ページ数：検索経験と領域知識の交互作用の影響

Fig. 3 Interaction between search experience and domain knowledge on number of access pages per one search

表7 単位閲覧ページ数に対する分散分析の結果
Table 7 Result of ANOVA on number of access pages per one search

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	5.965	.019*
領域知識 (D)	1	1.191	.282
S × D	1	5.782	.021*
誤差	38		

* $p < .05$.

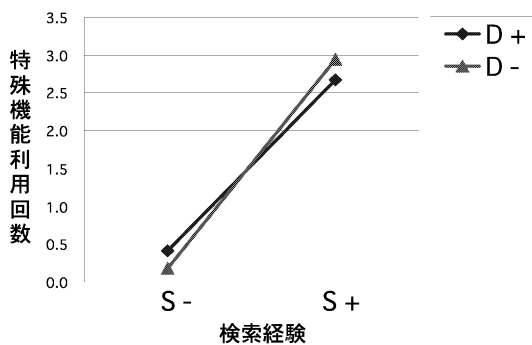


図4 特殊機能利用回数：検索経験の影響

Fig. 4 Effect of search experience on number of times of special function

表8 特殊機能利用回数に対する分散分析の結果
Table 8 Result of ANOVA on number of times of special function

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	34.448	.000*
領域知識 (D)	1	.002	.969
S × D	1	.363	.550
誤差	38		

* $p < .05$.

表7が示すように単位閲覧ページ数において、検索経験と領域知識の交互作用が有意であった ($F(1, 42) = 5.782, p < .05$)。図3を見ると、領域知識がないグループにおいて、検索経験が単位閲覧ページ数に大きな影響を及ぼしていることが分かる ($M_{S+D-} = 2.501, M_{S-D-} = 6.682$)。それに対して、領域知識のあるグ

ループにおいては、検索経験の大きな影響は見られない ($M_{S+D+} = 3.633, M_{S-D+} = 3.666$)。また、検索経験の主効果が有意であり ($F(1, 42) = 5.965, p < .05$)、領域知識の主効果は有意でなかった。図3より、検索熟練者グループは、検索初心者グループよりも単位閲覧ページ数が小さいことが分かる ($M_{S+} = 3.067, M_{S-} = 5.037$)。

検索回数と単位閲覧ページ数の結果から、検索熟練者グループは、検索初心者グループよりも検索エンジンを頻繁に利用する情報探索をすることが分かる。領域知識のない検索熟練者グループは特にその傾向が強い。この結果は、検索熟練者グループが検索結果を詳しく読んで情報を得るよりも、再検索により情報を得ることを好むためだと推測する。

特殊機能利用回数にあげた Google のキャッシュ機能とは、検索結果表示画面からリンククリックで移動したページにおいて、文章に含まれる検索キーワードをハイライト表示するものである。また、ブラウザのページ内検索機能とは、ユーザがキーワードを入力すると、表示されている文章中で、キーワードが記述されている位置にジャンプできる機能である。表8に示されるように、特殊機能利用回数に関しては、検索経験の主効果のみが有意であった ($F(1, 42) = 34.448, p < .01$)。図4より、このような機能は、検索熟練者だけが用い、検索初心者は使用していないことが分かる ($M_{S+} = 2.813, M_{S-} = 0.307$)。

3.3 検索キーワード

検索キーワードを表す指標の中で、最多 and 数、単語長、抽出語句数、問題文外語句数の4項目において、検索経験と領域知識の影響が見られた。最多 and 数とは、検索エンジンに入力した検索式の中で、最も入力語数が多かったものである。単語長とは、ユーザが検索エンジンに入力した検索式中の単語の平均文字数である (検索式中の句は除く)。抽出語句数とはユーザが閲覧したページから影響を受けて、検索エンジンに入力した語句である。これは、実験終了後、被験者に自身が検索エンジンに入力した検索式を提示し、そのような語句を選出させた。問題文外語句数とはユーザが、検索エンジンに入力した語句の中で問題文中に含まれなかった語句の数である。

表9に示すように、最多 and 数には、検索経験の主効果のみが有意であった ($F(1, 42) = 6.951, p < .05$)。図5より、検索熟練者の方がより多くのキーワードを検索エンジンに入力していることが分かる ($M_{S+} = 3.025, M_{S-} = 2.455$)。つまり、検索熟練者は一度に多くのキーワードを入力することで、検索結果を絞り込もうとする傾向にあると言える。

表10に示されるように、単語長において、領域知

検索経験と領域知識の WWW 情報検索行動に与える影響

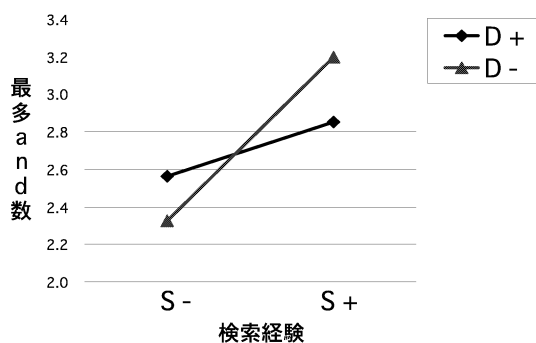


図 5 最多 and 数：検索経験の影響

Fig. 5 Effect of search experience on maximum number of AND keywords

表 9 最多 and 数に対する分散分析の結果
Table 9 Result of ANOVA on maximum number of AND keywords

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	6.951	.012*
領域知識 (D)	1	.065	.800
S × D	1	1.775	.191
誤差	38		

* $p < .05$.

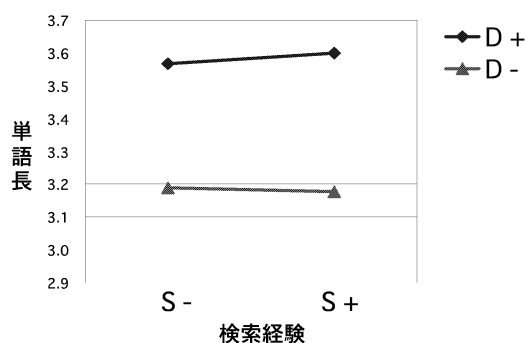


図 6 単語長：領域知識の影響

Fig. 6 Effect of domain knowledge on word length

表 10 単語長に対する分散分析の結果
Table 10 Result of ANOVA on word length

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	.005	.942
領域知識 (D)	1	6.284	.017*
S × D	1	.019	.891
誤差	38		

* $p < .05$.

識のみが主効果として有意であった ($F(1, 42) = 6.284$, $p < .05$). 図 6 より, 領域知識のあるグループは領域知識のないグループと比べて, 単語長が長かったことが分かる ($M_{D+} = 3.582$, $M_{D-} = 3.184$). ここで, 短い単語は一般的な概念を示す単語が多く, 長い単語はより具体的なものを表す単語が多かったと考えられる. つまり, 領域知識のないグループは, 一般的な単語の入力が多かったのに対して, 領域知識のあるグループ

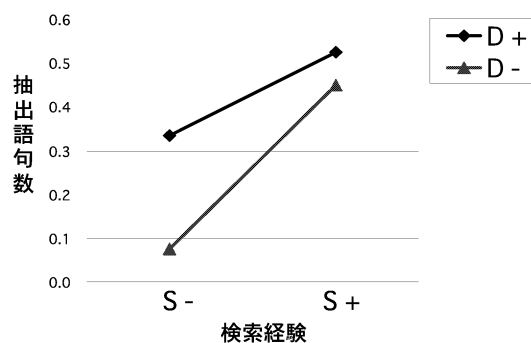


図 7 抽出語句数：検索経験の影響

Fig. 7 Effect of search experience and domain knowledge on number of extracted keywords

表 11 抽出語句数に対する分散分析の結果
Table 11 Result of ANOVA on number of extracted keywords

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	8.313	.006*
領域知識 (D)	1	2.876	.098
S × D	1	.870	.357
誤差	38		

* $p < .05$.

はより具体的なものを示す単語を入力していたと推測される.

表 11 に示すように, 抽出語句数において, 検索経験のみが抽出語句数の有意な主効果となっていた ($F(1, 42) = 8.313$, $p < .01$). 図 7 より, 検索熟練者は検索初心者よりも抽出語句数が多かったことが分かる ($M_{S+} = 0.488$, $M_{S-} = 0.216$). つまり, 検索熟練者の方が閲覧したページから情報を抜き出す傾向にあると言える.

また, 表 12 に示されるように, 問題文外語句数に関しても, 検索経験が有意な主効果となることが観察された ($F(1, 42) = 7.406$, $p < .05$). 図 8 より, 検索熟練者は検索初心者よりも, 問題文に含まれない単語の使用個数が多かったことが分かる ($M_{S+} = 2.700$, $M_{S-} = 1.818$). 同様に, 領域知識も, 問題文外語句数の有意な主効果となっていた ($F(1, 42) = 4.366$, $p < .05$). 領域知識のあるユーザは知識のないユーザよりも, 問題文に含まれない単語の使用個数が多かったことが分かる ($M_{D+} = 2.568$, $M_{D-} = 1.875$). これらの結果により, 検索経験があったり, 領域知識があったりするユーザは問題文以外の情報を使った検索ができるが, どちらもないユーザは検索の際に問題文以外のキーワードをそれほど使っていないことが分かる.

さらにそれぞれのユーザグループが, どれだけ自らがもともと知っているキーワード, あるいは自らが思いついたキーワードを入力できたかを調べる. このよ

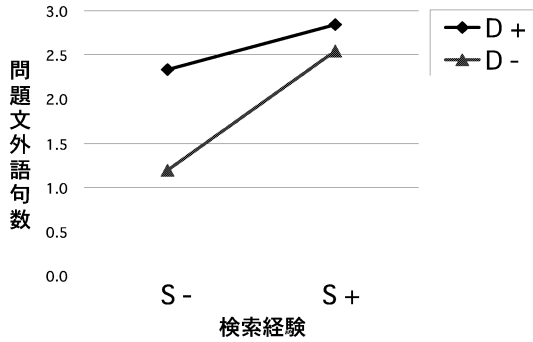


図8 問題文外語句数: 検索経験と領域知識の影響
Fig.8 Effect of search experience and domain knowledge number of external keywords

表12 問題文外語句数に対する分散分析の結果
Table 12 Result of ANOVA on number of external keywords

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	7.406	.010*
領域知識 (D)	1	4.366	.043*
S × D	1	1.476	.232
誤差	38		

* $p < .05$.

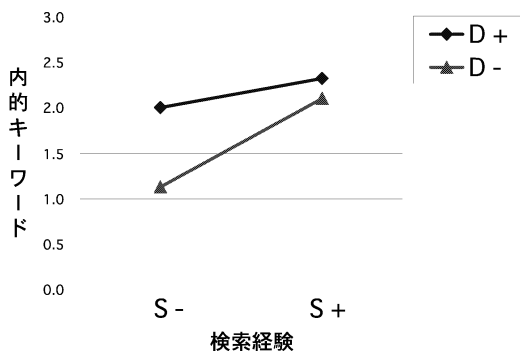


図9 内的キーワード: 検索経験と領域知識の影響
Fig.9 Effect of search experience and domain knowledge number of internal keywords

表13 内的キーワードに対する分散分析の結果
Table 13 Result of ANOVA on number of internal keywords

	自由度	F 値	有意確率
検索経験 (S)	1	3.936	.055
領域知識 (D)	1	3.098	.086
S × D	1	1.026	.317
誤差	38		

* $p < .05$.

うなキーワードを内的キーワードと呼ぶ。その数は問題文外語句数から抽出語句数を引いた値となる。表13より、内的キーワードには、検索経験も領域知識も有意な主効果となっていなかったことが分かる。つまり、上記の単語長で述べたように領域知識の有無は単語の具体性には大きく影響していたが、自らの背景知識か

表14 open task と closed task の差異
Table 14 Result of T-test analysis for open task and closed task

項目	Open 平均	Closed 平均	有意確率
検索回数	4.583	7.512	$p < .01$
単位閲覧ページ	5.210	2.988	$p < .01$
最多 and 数	2.381	3.071	$p < .01$
単語長	3.217	3.568	$p < .05$
抽出語句	0.191	0.500	$p < .01$
総単語数	4.452	6.202	$p < .01$
単位検索語数	1.801	2.159	$p < .01$

ら出てくる語句の使用数にはそれほど大きな影響を与えていない(図9)と言える。

3.4 課題の種類

ここでは、課題の種類 (open task か closed task) で分けて、表4の評価項目について検討する。これらの評価項目に関してt検定により課題の種類に有意差があるかどうかを調べてみたところ、表14の評価項目に関してのみ有意差が見られた。表14より、closed taskの方が、検索エンジンを駆使する傾向にあることが分かる。open taskはclosed taskに比べると、より検索結果から自分なりの考えを含めたり、ページに書かれてある解答の候補を解答として選択するか否かを判断したりしなければならぬと言える。そのため、検索結果から辿った各ページの内容を吟味する必要がある。それに対し、closed taskは、答えが見つければ、すぐにそれが答えであるか否かが分かるケースが多く、open taskほどは各ページを吟味する必要がなかった。その代わりに、答えが見つからなければ、すぐに検索キーワードを変えて次の検索を行っていた。これらのことが原因で、closed taskの方が、検索エンジンを駆使することになったと言える。

4. 検討

本章では、ユーザの検索パフォーマンスに影響する検索行動に関する検討と、今回の調査結果を情報リテラシーの教育や検索支援ツールの開発にどのように活かしていけば良いかについての検討、そしてさらなるユーザ検索行動調査としてどのような調査を行うべきかに関する検討を行う。

4.1 ユーザ検索行動の検討

3章の実験から、情報検索のパフォーマンスを示す指標である得点に対しては、検索経験と領域知識がともに影響を与えているが、領域知識の与える影響の方が大きいという結果が得られた。ここで、このような結果が得られた原因を、検索スタイル及び検索キーワードの観点から検討する。

まず、検索熟練者グループは、and検索を用いて検索結果を絞り込み、閲覧したページからも語句を抜き

出し、情報検索を進めていた。また、検索結果からリンクを辿り、ページの内容を詳しく読むよりも、何度もキーワードを入力し直して、解を含むページを探す傾向があった。それに対して、領域知識のあるグループは、むやみに検索キーワードを入れ直すのではなく、そうでないグループよりも具体的な語句を多く入力し、得られた検索結果からリンクを辿り、ページの内容を詳しく読む傾向があった。つまり、検索エンジンをうまく使えるかどうかよりも、正解に直結する専門的な語句を入力できるかどうかと、得られたページの内容を理解できるかどうかが大きく検索パフォーマンスに影響しているのだと推測される。

上記のように検索経験と領域知識の検索パフォーマンスに与える影響の逆転が見られたのは、高性能な検索エンジンの登場により、正解に結びつく語句さえ想起することができれば、それを単純に入力するだけで、ユーザが求める情報を得られるようになったためだと考えられる。つまり、リンク解析に基づく検索エンジンでは、あるキーワードを入力すれば、そのキーワードの分野に関するポータルサイトと呼ばれるまとまった内容のサイト（またはそのサイト中のページ）が推薦される。以前の検索エンジンでは、ポータルサイトもそうでないサイトもキーワードにマッチすれば同じように表示していたため、検索結果にポータルサイトがそうでないサイトに埋もれてしまっていた。そのため課題の解を見つけるためには、フレーズでの検索や not 検索、ドメインの指定など高度な検索技術を駆使する必要があった。以上のことから、検索エンジンの使用方法に作用する検索経験が検索パフォーマンスに与える影響は小さくなり、課題に関連する語句の着想や推薦されたページの内容の理解に作用する領域知識の影響が大きくなったのだと推測する。

4.2 情報リテラシーと検索支援ツールの検討

検索パフォーマンスの調査の結果、現在の Web 環境では、これまでの調査結果で優勢だった検索経験に代わり、領域知識の方が検索パフォーマンスに影響を与えることが分かった。また、検索スタイルと検索キーワードの調査の結果、正解に結びつくような専門用語が入れられるか否かと、正解が含まれる Web ページから正解箇所を判断することができるか否かが検索パフォーマンスに影響していると推測された。

我々は本調査結果から、Web を用いて調べごとを行う際には、検索エンジンの検索式を知っているだけでなく、すぐに解答が見つからないようであれば、その解答を見つけ出すのに必要な基礎知識を Web から取得することが重要と考える。つまり、検索結果に列挙された Web ページから解答が載っている箇所を判断したり、解答にヒットするキーワードを発見したり

するのに必要な前提となる基礎知識を取得することが重要であると考えられる。そのためには、オントロジーなどを利用することで検索キーワードの上位概念のキーワードを提示したり、そのような上位概念を詳しく説明するポータルサイトを提示したりするツールが必要と考えられる。

また、ユーザが正しい答えを Web 上から発見できるようになるためには、ユーザ自身も情報検索の戦略を考えた方が良くと言える。上記のようなツールを使いこなすためには、やみくもに検索エンジンに検索キーワードを何度も入れ直すのではなく、一度その上位概念について理解しておいて、再度正解に繋がるようなキーワードを探すような戦略をとるべきである。情報リテラシーの教育には、このような検索戦略を含めるべきだと考える。

すなわち、高性能な検索エンジンが出現した Web 環境においては、このような上位概念の理解を支援するようなツールが必要であり、そのようなツールを使うにあたっては、一度上位概念を理解してから解答に関連するキーワードを探す検索戦略を学ぶ必要がある。特に、基本的な IT 教育を受けてきたようなユーザには、さらなる情報リテラシーとしてこのような情報検索戦略が必要であると考えられる。

4.3 調査項目に関する検討

本研究では、ユーザの年齢層や知識の分野に関しては、一つの年齢層と分野を採り上げて実験を行った。しかし、これらを変えて実験を行うと、本調査の結果とは異なる結果が出る可能性がある。年齢に関しては、高齢者層は青年者層よりも検索経験のある人が少ないと考えられ、依然として検索経験の影響が強い可能性がある。また、知識の分野に関しては、分野によっては初心者にも分かりやすく説明したページが多く存在し、そのような分野では、依然として検索経験の方が影響が大きい可能性がある。例えば、小学校や中学校で学ぶ内容に関しては、初心者向けのページが多く存在する傾向にある。そのような分野では、領域知識がなくても正解を簡単に見つけられる可能性がある。今後の課題として、多くの年齢層で、また初心者向けのコンテンツが多く存在する分野としない分野に分けて実験を行うことが挙げられる。

5. まとめ

本研究では、検索経験と領域知識がユーザの WWW 情報検索行動に与える影響について調査した。これまでの研究では、領域知識よりも検索経験がある方が、良い検索パフォーマンスが得られるという知見が得られていた。しかし、リンク解析に基づく高性能な検索エンジンの登場により、良質な Web ページが検索結

果の上位に推薦されるようになったため、相対的に領域知識の検索パフォーマンスにおける重要性が高まっていることが考えられる。我々はこの仮説に基づいて実験を行った。

42名の被験者を、交互作用まで見るために検索経験の有無と領域知識の有無から4グループに分けて、4種類の課題を解いてもらった。その結果、検索経験よりも領域知識の方が検索パフォーマンスに与える影響が大きいことが分かった。その理由を、検索スタイルと検索キーワードから分析したところ、検索経験のあるユーザは、and検索を用いて何度も検索を繰り返す行動を取っていたのに対して、領域知識のあるユーザは自分の知っている専門用語を入力し、得られた検索結果をクリックして、各ページの内容を吟味していた。リンク解析を用いていない従来の検索エンジンでは、検索知識のないユーザは、検索結果から得られるページの内容を吟味する段階まで達することができず、結果として領域知識よりも検索経験の方が検索パフォーマンスに大きな影響を与えていたように思われる。

すなわち、高性能な検索エンジンが出現した現在のWeb環境においては、正解に結びつくようなキーワードを探したり、正解が含まれる箇所を判断したりするのに必要となる、領域における基礎知識を検索過程で得るような情報検索戦略が重要と言える。今後は、広い年齢層や分野でも本知見が成り立つかどうか検証した後、このような情報検索戦略を生かすような検索支援ツールの開発を行いたい。

参考文献

- [1] Fenichel, C.H.: Online Searching Measures That Discriminate Among Users with Different Types of Experiences; *Journal of the American Society for Information Science*, **Vol. 32**, pp. 23-32 (1981).
- [2] Qiu, L.: Markov Models of Search State Patterns in a Hypertext Information Retrieval System; *Journal of the American Society for Information Science*, **Vol. 44**, pp. 413-427 (1993).
- [3] Hsieh-Yee, I.: Effects of Search Experience and Subject Knowledge on the Search Tactics of Novice and Experienced Searchers; *Journal of the American Society for Information Science*, **Vol. 44**, pp. 161-174 (1993).
- [4] Marchionini, G., Lin, X., Dwiggins, S.: Effects of Search and Subject Expertise on Information Seeking in a Hypertext Environment; *Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the ASIS*, pp. 129-142 (1990).
- [5] Hölischer, C., Strube, G.: Web Search Behavior of Internet Experts and Newbies; *The Ninth International World Wide Web Conference (WWW9) proceedings*, May, pp. 15-19(2000).
- [6] Messick, S.: *Individuality in Learning: Implications of Cognitive Style and Creativity for Human Development*; San Francisco, CA, Jossey-Bass. (1976).

- [7] Korthauer, R.D., Koubek, R.J.: An Empirical Evaluation of Knowledge, Cognitive Style, and Structure upon the Performance of Hypertext Task; *International Journal of Human-Computer Interaction*, **Vol. 6**, pp. 373-390 (1994).
- [8] Ellis, D., Ford, N., Wood, F.: Hypertext and Learning Styles; *The Electronic Library*, **Vol. 11**, pp. 13-18 (1993).
- [9] Liu, M., Reed, W.M.: the Relationship Between the Learning Strategies and Learning Styles in a Hypermedia Environment; *Computers in Human Behavior*, **Vol. 10**, pp. 419-434 (1994).
- [10] Kim, K.: Information Seeking on the Web: Effects of User and Task Variables; *Library and Information Science Research*, **Vol. 23**, pp. 233-255 (2000).
- [11] Ingwersen, P.: *Information Retrieval Interaction*; Graham, T., London, UK (1992).
- [12] Matthews, J.R., Lawrence, G.S., Ferguson, D.K.: *Using Online Catalogs: a Nationwide Survey*; Schuman N., New York (1983).
- [13] Marchionini, G.: Information Seeking Strategies of Novices Using a Full-Text Electronic Encyclopedia; *Journal of the American Society for Information Science*, **Vol. 40**, pp. 54-66 (1989).
- [14] Kim, K., Bryce, A.: Cognitive and Task Influences on Web Searching Behavior; *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **Vol. 53**, No. 2, pp. 109-119 (2002).
- [15] Fujihara, N., Miura A.: Patterns of Searching for Information on the World Wide Web: a Pilot Study; *Psychological Reports*, **Vol. 92**, pp. 1091-1096 (2003).
- [16] <http://www.google.com/>
- [17] 遠藤: SPSSにおける分散分析の手順; 北樹出版 (2002).

付録

0.1 平均幅

平均幅とは、以下の数式で表される。

$$\text{平均幅} = \frac{\text{リンクをクリックした回数}}{\text{リンクをクリックをしたページの総数}}$$

0.2 平均深さ

平均深さとは、以下の数式で表される。

$$\text{平均深さ} = \frac{\text{閲覧したページの深さの総和}}{\text{閲覧したページの総数}}$$

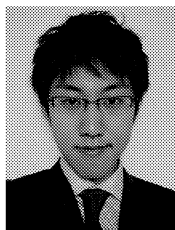
ページの深さは以下のように定める。

- 1 検索結果画面を深さ0とする。
- 2 Web ページ中のリンクをクリックする度に深さを+1する。
- 3 戻るをクリックする度に深さを-1する。
- 4 検索結果画面を表示する度に深さを0にもどす。

(2004年7月14日受付, 2005年1月11日再受付)

著者紹介

中島 悠



2004年大阪大学基礎工学部システム科学科卒。現在、京都大学大学院社会情報学専攻修士課程に在学中。情報検索、マルチエージェントシミュレーションの研究に従事。

土方 嘉徳 (正会員)



1996年3月、大阪大学基礎工学部システム工学科卒業。1998年3月、同大学大学院修士課程修了。同年4月、日本アイ・ビー・エム(株)東京基礎研究所入所。2002年11月より、大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻助手。2003年8月、電気学会「論文誌C 発刊30周年記念」特集最優秀論文賞、2005年2月、インタラクション2005ベストペーパー賞各受賞。知的Web技術、パーソナライゼーション、テキストマイニングの研究に従事。IEEE ほか会員。博士(工学)。

西田 正吾 (正会員)



1974年3月東京大学工学部電子工学科卒業。1976年3月同大学大学院修士課程修了。同年4月三菱電機(株)入社。同社中央研究所システム基礎研究部研究員、グループマネージャーを経て、1995年4月、大阪大学基礎工学部システム工学科教授。現在、大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻教授。システム技術、ヒューマンインタフェース技術、メディア技術の研究に従事。1984-1985年MITメディアラボ客員研究員。1986年度、1993年度電気学会論文賞、1992年度電気学会著作賞、1995年度電気学会進歩賞、2001年度ヒューマンインタフェース学会論文賞、2004年度電気学会業績賞受賞。電気学会、情報処理学会、IEEE ほか会員。IEEE Fellow。著書は、「ヒューマン・コンピュータ交流技術」(オーム社、共著)、「メディア工学」(朝倉書店)、「情報メディア工学」(オーム社、共著)など。工学博士。