

# Web ブラウザ操作ログを用いたユーザ注目箇所に関する分析

杉田 賢治<sup>†</sup> 福原 知宏<sup>††</sup> 増田 英孝<sup>†</sup> 山田 剛一<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻 〒101-8457 東京都千代田区神田錦町 2-2

<sup>††</sup> 産業技術総合研究所 〒100-8921 東京都千代田区霞が関 1-3-1

E-mail: <sup>†</sup>sugita@cdl.im.dendai.ac.jp, <sup>††</sup>tomohiro.fukuhara@aist.go.jp, <sup>†††</sup>{masuda,yamada}@im.dendai.ac.jp

**あらまし** Web ブラウザ操作ログを用いた利用者の注目箇所特定に関する分析結果を報告する。Web 上で情報検索や情報推薦を行う際、利用者が Web ページ内で注目していた箇所を把握し、その部分のコンテンツを取得できれば、より適切な検索や推薦が可能となる。筆者らはこれまで Web ブラウザの拡張機能を利用し、利用者のブラウザ操作履歴の収集と分析を行ってきた。今回は Web ページ上の文章を閲覧する際の操作に焦点を当て、本論文ではユーザが注目した部分とそれ以外での違いについての検証を行った。

**キーワード** 情報探索行動, Web 閲覧操作, Web ブラウザ, 操作履歴

## Analysis about user attention area using web browser operation log

Kenji SUGITA<sup>†</sup>, Tomohiro FUKUHARA<sup>††</sup>, Hidetaka MASUDA<sup>†</sup>, and Koichi YAMADA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Tokyo Denki University

2-2 Kandanishikicho, Chiyoda, Tokyo, 101-8457 Japan

<sup>††</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1-3-1 Kasumigaseki, Chiyoda, Tokyo, 100-8921 Japan

E-mail: <sup>†</sup>sugita@cdl.im.dendai.ac.jp, <sup>††</sup>tomohiro.fukuhara@aist.go.jp, <sup>†††</sup>{masuda,yamada}@im.dendai.ac.jp

### 1. はじめに

今日 Web は膨大な量の情報を蓄積しており日々その情報量は増大している。その中から目的の情報を効率よく取得するためには、Web 上の情報探索を支援する仕組みが重要である。その方法としては不要な情報であるスパムを排除し、ユーザの求める情報を選別する情報フィルタリング、必要とされている情報や新たな情報をユーザに提示する情報推薦などが挙げられる。

Web における情報推薦において、ユーザの情報選択・閲覧箇所を探るためには、Web ページ閲覧中のブラウザ操作に関する特徴を知る必要がある。ユーザのブラウザ操作ログから箇所が分かれば、Web ページ内でユーザが注目した情報のみを抽出することが可能となり、情報推薦の精度を向上させることが期待できる。

ユーザが Web ページを閲覧する上での行動の一つとして、Web ブラウザ操作が挙げられる。ユーザは Web ブラウザに表示された Web ページをスクロールしたり、Web ページ上のリンクをクリックすることで次々にページを閲覧していく。また近年、ブラウザの標準機能としてツールバー上に検索エンジンで検索ボックスが設置されたり、複数のページを切り替えるこ

とが出来たタブ機能が内蔵されるようになり、ユーザが Web ブラウザ上で行う操作は増えつつある。

これまで我々はユーザの Web ブラウザ操作の中で有用な情報と不要な情報を識別するための基礎調査を目的とし、まずユーザが実際に Web ブラウザ上で行う操作を記録するための WeBOL を開発した。次に、開発したツールを用いて予備実験を行い、ユーザの Web 閲覧行動に関するブラウザ操作ログの収集と分析を行った。これまでに行った実験結果からは主にスクロール操作に特徴が見られた。

これまでに実施した予備実験では仮説がどの程度有効かを明らかにするための複数被験者での実験、日常的なタスクでの閲覧操作データ収集のための二人の被験者による数日間の実験の 2 つを行った。今回の実験では、Web ページ内の文章を読んでいる場合のスクロール操作を明らかにするための実験を行った。

本論文の構成は次の通りである。2. で先行研究の概要、3. でブラウザ操作ログ収集ツールの概要、4. でこれまでの実験より明らかとなっている特徴に関して、5. で Web ページ上における注目の分類、6. で今回の予備実験の流れ、結果、考察を述べ、7. でまとめと今後の展開について述べる。

## 2. 先行研究

### 2.1 視線計測器を用いた情報探索行動の分析

高久ら [1] は、Web ページ閲覧操作の分析に加え、眼球運動データの分析を行っている。ユーザの情報探索行動を記録する方法としては操作画面の録画映像と視線計測データを利用して、それらを人手で解析し、予め定義されたカテゴリに操作を当てはめていく一方で、この研究では、実験により記録したデータの分類・解析を人手で行う必要があるため、結果を導くまでに時間が掛かるといった問題が存在する。また、視線計測器を用いてユーザの視線を追跡する手法は、実験環境が限定され、ユーザが日常的に Web ページを閲覧している状態と同じような環境で計測を行うことは困難である。

### 2.2 プロキシサーバを用いたブラウザ操作ログ収集

Atterer ら [2] は、Web ブラウザ上でのユーザの閲覧操作を記録するために、専用のプロキシサーバを介して Web ページにログ記録用のスクリプトを追加し、プロキシ経由での記録を行っている。この手法の利点は、クライアントに特別なソフトウェアをインストールせずにユーザの閲覧操作を記録可能な一方、この手法では Web ページ上の閲覧操作は記録可能であるが、タブ操作やツールバーの操作など、Web ブラウザの機能の利用についての記録は難しい。

### 2.3 Web ページ閲覧中のブラウザ操作に着目した研究およびシステム

閲覧操作に着目した研究としては、中村ら [4] の Web ページ操作支援、中道ら [5] のユーザビリティの低いページの検出、土方ら [6] のマウス挙動に基づくテキスト部分抽出などが存在する。中村ら [4] はマウスポインタの軌跡データからユーザの迷いを検出し、次に行うべき操作を Web ページ上で表示する手法を提案している。中道ら [5] はマウスホイールの回転量と視線の移動速度がユーザビリティの低い Web ページを検出するのに有効だとしている。土方 [6] らは Web ページ上のテキスト選択やリンククリックにより得られたテキストがユーザの興味と合致する精度が高いとしている。

視線計測器を利用せずにユーザの Web ページ上での注目部分を可視化するサービス UserHeat<sup>(注1)</sup>等のサービスも存在し、ユーザの注目部分を識別する試みも行われている。

## 3. WeBOL:Web ページ閲覧操作記録ツール

本研究で開発している Web 操作閲覧記録ツール WeBOL(Web Browser Operation Logger) は、ユーザが Web ページを閲覧する上でどのような行動を行っているかを分析するため、ページ遷移を行うための各種操作、スクロール位置、マウスカーソル位置などの、Web ブラウザ上でユーザがページを閲覧する際に行う主要な操作を記録する。図 1 に WeBOL の概要を示す。WeBOL が組み込まれた Web ブラウザ (Firefox) をユーザが操作することにより、Web ページ閲覧時に閲覧操作に関するデータを取得する。

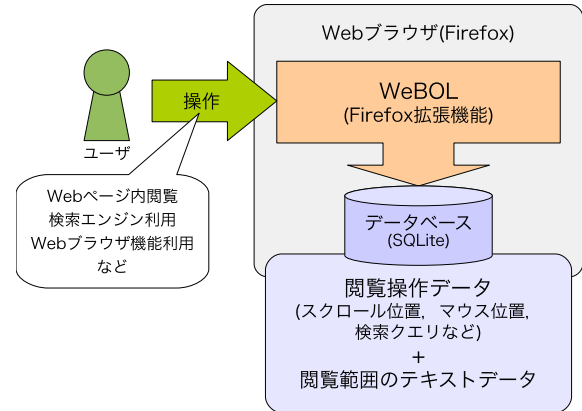


図 1 Web ページ閲覧操作記録ツールの概要

本研究では、ユーザが容易に扱えるツールを実現するため、Mozilla Foundation<sup>(注2)</sup>が提供する Web ブラウザ Firefox の拡張機能として実装した。これによりユーザは本ツールを Firefox にインストールするだけで Web 閲覧時の操作を記録できる。記録は全て Firefox 上の SQLite データベースに記録され、後に分析のためにデータを抽出することが可能である。

また、収集された閲覧操作の結果をすぐに表示する機能も備える。Web ページ毎に記録されたスクロール操作をグラフで表示することや、Web ページ中に含まれるテキストから形態素解析を用いて Web ページ内に出現する単語の出現頻度を確認することが可能である。これにより閲覧操作データの解析の手間を低減することが可能である。

収集する閲覧操作は、スクロール操作、マウス操作、タブ操作など、ユーザが Web ページを閲覧する際に行う操作を主に収集対象としている。ユーザの Web 閲覧操作に基づいた情報推薦においては、南ら [3] の研究でもこれら操作の一部が対象となっている。

ユーザが行う閲覧操作の他に、本ツールでは Web ページ内のテキストの記録も同時に行っている。これはログ解析時に注目部分のテキスト情報を利用するためである。

テキストの記録に関しては、テキストが含まれるブロックレベル要素の情報のみが記録され、それぞれの要素の位置情報(X座標, Y座標, 幅, 高さ)がページ読み込み完了時に記録される。これらを記録することによりログ解析時にスクロール位置のデータと照らし合わせ、どのテキストがどれだけの時間 Web ブラウザ上に表示されていたかや、スクロール操作によりどのくらいの速度で通過したかを明らかにすることが可能となる。

## 4. これまでの実験から得られた特徴

これまでに実施した実験からは以下のスクロール操作に関する特徴が明らかになった。

- 注目時のスクロール
- 逆スクロール

### 4.1 注目時のスクロール

図 2 は、実験後のインタビューで被験者が注目したと回答し

(注1) : <http://userheat.com/>

(注2) : <http://www.mozilla.org/>

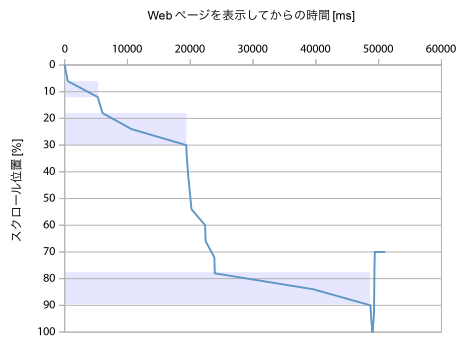


図 2 注目した Web ページでのスクロール操作

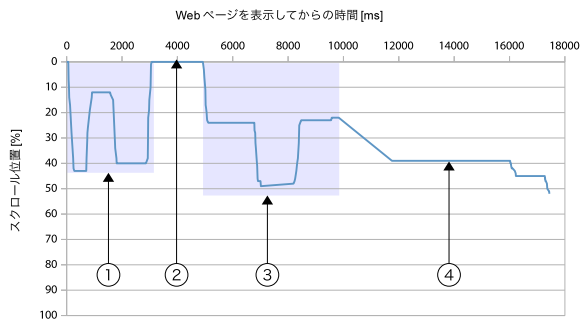


図 3 特定コンテンツ探索時のスクロール操作

た Web ページでのスクロール操作である。横軸が Web ページを表示してから経過時間であり、縦軸が Web ページの縦のサイズを最大としたスクロール位置である。網掛け部分は被験者が注目していたとインタビュー時に回答した範囲を表す。

図 2 のような注目した Web ページでは、グラフの傾きが比較的緩やかな箇所が多く存在し、これはスクロール位置でゆっくりとスクロールを行っていることを示している。このようにユーザが Web ページ上で注目した部分では、スクロール速度が他の位置のスクロール速度と比較した場合緩やかになる傾向が見られた。

#### 4.2 逆スクロール

スクロール操作においては、上方向のスクロール（以下、逆スクロールと記す）を行う際にも特徴が確認されている。通常、Web ページが表示された際にはスクロール位置が一番上に設定されている。この状態から内容を閲覧するためには下方向にスクロールを進めていく。これまでの実験結果から逆スクロールを行う理由を挙げ、以下に示す。

##### 内容の再確認

Web ページを下へスクロールしながら閲覧している途中で、再度、そのページの主要な内容が含まれている部分の内容を再確認する場合がある。この際に逆スクロールが発生する。

##### 特定コンテンツの探索

ユーザが Web 上で特定の情報の検索を行っている際、新たな Web ページへ遷移する前にリンクが示す情報がそのページに掲載されていると期待する。例えばユーザが天気情報に関して検索している最中に、「週間予報」と書かれたリンクをクリッ

クした際には、遷移先の Web ページに今後 1 週間の天気情報が掲載されていることを期待する。遷移先の Web ページにこれらの情報が見当たらない場合はユーザが Web ページ内を探索する必要があり、この操作にはスクロールを上下に繰り返す操作が見られる。

該当するスクロール操作の一例を図 3 に表した。図中の 1 と 3 で示した部分では上下のスクロールによる逆スクロールが発生し、特定箇所を少しの時間閲覧している様子が分かる。2 と 4 に関しては長時間スクロールが停止しているが、これは、逆スクロールを行った後にユーザが特定のコンテンツを発見し、内容を閲覧している状態である。

## 5. Web ページ上における注目の分類

これまでに実施した実験結果から明らかとなった特徴より、Web ページの閲覧状態に関する分類を以下の 3 つに分類した。

### 注目状態

文章を読んでいる場合や、画像等を見ている場合が該当する。また、ショッピングサイト等では価格を見ている場合や商品のスペック等に注目している場合も該当する

### 探索状態

Web ページ内から特定の情報やリンクを探している場合が該当する。

### その他

Web ブラウザのツールバー操作や別アプリケーションへの注目時などが該当する。

## 6. 予備実験

### 6.1 実験の目的

Web 上の情報推薦を考える際に、ユーザが Web ページ上で注目している実際の内容だけを部分的に抽出する必要がある。そのためには Web ページ閲覧時のユーザの状態を知る必要がある。Web ページ上の内容に“注目している”の定義としては、5 章で述べた通り、テキストを読んでいる、画像を見ている、(価格等の) 数値を見ているなど、多くの特徴が挙げられる。その中でも特に今回は Web ページ上の文章に注目している際の操作に着目し、この操作の特徴を明らかにするために予備実験を実施した。

### 6.2 実験環境

これまでにを行った実験と同じく WeBOL をインストールした Firefox が動作するコンピュータ上で行う。

今回は Web ページ上の文章を読む際の操作 (スクロール操作) に関して着目するため、被験者が文章を読んでいた時間を示す正解データを作成する必要がある。このデータを作成するためには被験者が文章を読んでいる状態であることを実験中に示す必要がある。今回は閲覧操作への影響を最小限に抑えるためにフットスイッチを採用した。被験者は文章を読んでいる間フットスイッチを踏む。フットスイッチの操作は WeBOL により記録され、閲覧操作と同様にデータベースへ保存される。

実験に用いる Web ページは日本語版 Wikipedia の記事に限

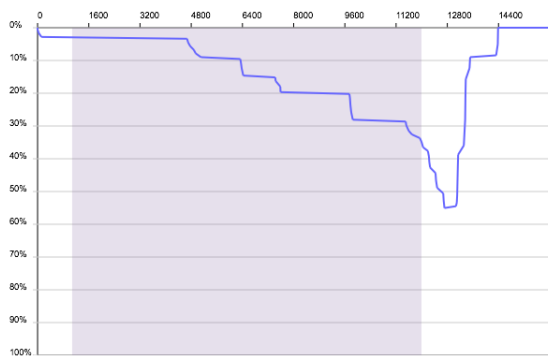


図 4 Web ページ上の文章閲覧時のスクロール操作

定する。これは、Wikipedia の記事がテキスト中心の構成であり、被験者が文章を読む環境として適切であるためである。また、Web ページ上の文章に注目してる際の実験操作を取得するのに適しているためである。

### 6.3 実験手順

実験の流れは主に 3 つに分けられる。以下に示す。

#### (1) 実験前の準備

Web ページ内の文章に興味を持って閲覧してもらうために、Wikipedia 上で興味のあるカテゴリを選択し、更にその中から興味のあるページを 5 つ選んでもらう。尚、この時点ではページの内容の閲覧は行わない。選んだページは全てブックマークを行い、Web ブラウザ上部のツールバーに表示される。この作業は実験担当者と共に行う。フットスイッチの操作テストもここで被験者に行ってもらう。

#### (2) 実験開始から終了まで

実験を開始する際には、被験者にツールバー上の“記録開始”ボタンを押してもらい、ブックマークしたページを順に Wikipedia のページを選択して閲覧してもらう。必要な情報が満足に得られた時点でブックマークの次のページに移ってもらう。全てのページを閲覧後、ツールバー上の“記録停止”ボタンを押してもらうように指示した。

#### (3) 実験後のインタビュー

実験終了後、記録された履歴と画面映像等を参照しながら被験者にインタビューを行う。インタビューでは WeBOL の機能である LogAnalyzer を用いて、フットスイッチで“読んでいる”と示した領域それぞれに対して、有用な情報であったか (不要な情報でなかったか) や、それ以外の領域では有用な情報が含まれていたかなどを尋ねた。また、スクロールグラフから特徴的な動作が発見できれば、どのような理由で操作を行ったかを被験者に尋ねた。

### 6.4 実験結果と考察

実験より得られたスクロール操作の一例を図 4 に示した。横軸が Web ページを表示してから経過時間 (msec) であり、縦軸が Web ページの縦のサイズを最大としたスクロール位置である。縄掛け部分が被験者がフットスイッチで“読んでいる”と示した部分である。この部分では細かくスクロールを行なっている特徴が見られた。下方向へスクロールを行った後、しばらくの間スクロールを停止、あるいは非常に緩やかなスクロー

ルを繰り返している様子が見られた。このような操作が行われている範囲だけを識別することにより、Web ページ上でユーザが文章を読んでいるおおよその領域が判別可能になると考えられる。

それ以外の特徴としては 4 章で述べたものと同様の特徴が見られることを再確認できた。

## 7. 現状の問題点と提案

### 7.1 注目範囲に関する問題点

今回の被験者実験では、被験者が Web ページ閲覧を行なっている際にテキストを読んでいる間、フットスイッチを押してもらった。これにより、被験者がフットスイッチを押している際に Web ブラウザで表示されている領域には、被験者が文書を読んでいた部分が含まれていることとなる。

しかし、その領域に含まれる全てのテキストを閲覧したとは限らず、ある部分の段落のみを読んでいた可能性も存在する。被験者実験でもそのような場合が見られた。フットスイッチの情報のみでは、被験者が“読んだ”とした領域の最小単位は Web ブラウザの表示領域に限られるため、その中でどの部分のテキストを読んでいたかまでを知ることは不可能である。

これを解決するためには、注目範囲を推定する必要があると考えられる。例えば、ユーザが Web ブラウザ上で注視しやすい部分を実験から明らかにし、その部分に存在するテキストに重み付けを行う手法などが考えられる。

### 7.2 スクロール速度の問題点

本研究ではこれまでスクロール操作を中心に着目してきたが、その中でも特にスクロール速度は個人毎の読む速度に影響される。よってスクロール速度を特徴として、読んでいる場合と読んでいない場合を判別する場合、全てのユーザに対して同じ値を用いることは不可能である。

個人毎のスクロール速度の違いは様々な要因が考えられるが、主に Web ページ内のコンテンツに影響されると考えられる。その中でも本研究では現在、テキスト閲覧時のスクロール速度に着目しているため、テキスト閲覧時の特徴を考慮する必要がある。

これを解決するためには、個人毎にテキストを読む速度の平均を計測する必要があるといえる。テキストを読む速度は Web ページ内のテキストを考慮する必要があるため、スクロール位置データだけで計測するのは不可能である。よってスクロール位置データの他に、Web ページ内のテキスト量に関する別の特徴を併せて利用する必要がある。

スクロール速度の問題点に関する解決策としては、スクロール後に表示された領域分のテキスト量から、被験者が文字を読む速度を推測する手法が考えられる。

この手法では、ユーザがテキストを読む速度のおおよその平均値を求めることが目的である。ユーザが“読んでいる”状態にある場合、スクロールを開始し終了するまでに表示された領域を新たに表示された領域とし (図 5)、その領域内に含まれるテキストの文字数を計測する。その文字数とスクロール開始から終了までの時間を併せて計算することで、ユーザがテキスト



## 新たに表示された領域

図 5 スクロール後に表示された領域分のテキスト

を読むのに必要な平均時間とする。

ユーザ毎の平均速度を用いることにより、平均速度以下のスクロール速度の場合は“読んでいる”と判断し、平均速度以上のスクロール速度の場合は“読んでいない”と判断することが可能になると考えられる。

尚、本手法は新たに表示された領域内のテキストのみを考慮しているため、その他のコンテンツ (画像、表など) のサイズを考慮せずに速度を計測している。今後は、新たに表示された領域内でテキストの表示領域のサイズや、その他のコンテンツの領域サイズを考慮する必要がある。

## 8. まとめと今後の課題

本研究では、Web ブラウジング時の操作に着目した情報推薦に関する研究を行うにあたり、ユーザの Web 閲覧操作を記録するための支援を行うツール WeBOL を利用し被験者実験を行った。実験より得られた Web 閲覧操作データからいくつかの特徴を発見し、ユーザが注目した部分とそれ以外での違いについて確認した。これにより本研究では、ユーザに共通する操作を特徴データとして利用可能であることが確認できた。また、スクロール操作がユーザの注目箇所特定において可能性があることも確認できた。

これまでの実験では主にスクロール速度から閲覧箇所を特定する手法を検討してきたが、“注目している”部分と“注目していない”部分をスクロール速度で判別する際の境界を定める場合、全てのユーザに対して同じ値を適用することは難しいと考えられる。また、スクロール速度はユーザ毎の違いや、文章中の行間や段落間の空白などでも違いが生じる問題も今後対応していく必要がある。

この問題に対する今後の対応としては、Web ブラウザ上で表示されている領域内のテキストを含む要素に対し、その面積と含まれる文字数を算出し、どれくらいの文字数が“注目している”際に表示されていたかのおおよその値を明らかにする方法が考えられる。その値をユーザがテキストを読む速度とすることで、ユーザが一回のスクロールでどの程度のテキストを読むかを予測する手掛かりとなると考えられる。

また、現在対象としているスクロール位置データは縦スクロールのみであるため、Web ページの横部分に対する注目部分は判別出来ないという問題が発生する。例えば、マルチコラム (コンテンツが縦に並んだ) 形式の Web ページの場合、どのコンテンツに注目しているかの判別である。この問題に関しては、マウス操作などのスクロール以外の特徴の利用を検討していく。個人毎の差に関しては、被験者実験時に限定するならば、実験前に特定の Web ページの文章をページ上部から全て読んでもらい、文章を読んでいる場合のスクロール速度や特徴の正解データとして用いる方法を検討する。

被験者実験の実施方法においては、これまで情報系の学生のみを対象としていたため、普段から Web 閲覧に慣れている被験者が多かった。慣れによる閲覧操作の違いを考慮するために、今後は幅広い年齢層や Web のリテラシの違う被験者による実験を行う必要がある。

## 文 献

- [1] 高久雅生, 江草由佳, 寺井仁, 齋藤ひとみ, 三輪真木子, 神門典子, “タスク種別とユーザ特性の違いが Web 情報探索行動に与える影響: 眼球運動データおよび閲覧行動ログを用いた分析”, 情報知識学会誌 早期公開 2010, Vol. 20, No. 3 pp.249-276 (2010).
- [2] Atterer, R., Wnuk, M., and Schmidt, A. “Knowing the User’s Every Move - User Activity Tracking for Website Usability Evaluation and Implicit Interaction”, Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web (WWW ’06), pp.203-212(2006).
- [3] 南 翔太郎, 岡 誠, “閲覧行動モニタリングに基づく検索意図の抽出と検索結果の分類”, ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) Vol.2011-HCI-142, No.8 (2011).
- [4] 中村 友洋, 新谷 隆彦, 恵木 正史, 櫻井 隆雄, “操作ログを利用した Web 操作支援システム”, 電子情報通信学会技術研究報告. LOIS, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム: IEICE technical report Vol.109, No.39, pp.55-60 (2009).
- [5] 中道 上, 阪井 誠, 島 和之, 松本 健一, “ユーザの振る舞いによる Web ユーザビリティの低いページの検出”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.31-40 (2006).
- [6] 土方嘉徳, 青木義則, 古井陽之助, 中島周, “マウス挙動に基づくテキスト部分抽出方式と抽出キーワードの有効性に関する検証”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.566-576 (2002).