

階層メニューの評価・改善法の提案*

カーナビの施設・ジャンル検索メニューを例として

北島宗雄**，田平博嗣***，斎藤浩****

This paper proposes a method for evaluating and revising a hierarchical menu system by using results from a series of usability evaluation experiments. The method consists of two stages. The first stage is to understand the context in which the menu system in question is actually used in real situations by means of intensive interviews. This makes clear the situations in which the user should have difficulty in accomplishing his/her tasks using the menu system. The second stage is to elucidate user's knowledge about the terms used in the menu system which we assume provides the basis for the user to decide which to select when performing the task. This is done by a large scale user test in which a user answers the degree of similarity between the terms used in the menu system and the description of the task he/she has to do by using the menu system. A method for revising the menu system by taking into account the user's knowledge is proposed. We finally show the validity of the proposed method by conducting a user experiment whose results show that the similarity measures are a good predictor for user's menu item selection.

本論文では、階層メニューの評価・改善法を提案し、カーナビの施設・ジャンル検索メニューを対象として、その妥当性を検証する。提案する手法は2段階からなる。第1段階では、評価対象の階層メニューがどのようなコンテキストのなかで利用されるのかをインタビューにより調査する。これにより、ユーザが目的地設定を行う際にとる手段、利用する知識、経験、および外部情報、生じる問題点、その回避法を明らかにする。そして、ユーザが目的地設定をメニューを介して行う際に、うまく行えない状況を明らかにする。第2段階では、問題の起こりそうなメニューを対象として数百人規模の質問紙調査を実施し、メニュー文言に関するユーザの知識を明らかにする。そして、その結果に基づいてユーザのメニュー選択傾向を予測し改善案を策定する。さらに、本提案手法によるメニュー項目選択予測がユーザテスト結果と一致することを示し、改善案が妥当であることを示す。

(キーワード：メニューの評価、メニューの改善、カーナビゲーション、目的地設定、コンテキスト調査)

1. はじめに

情報技術が進展するなか、自動車においてもその活用が急速に進んでいる。国土交通省道路局 ITS ホームページによると、日本国内におけるカーナビゲーションシ

テム(以下、カーナビと称する)や VICS (Vehicle Information and Communication System) ユニットの出荷台数は、2004年3月末現在、それぞれ1,454万台、911万台を突破している。さらに、主要企業はそれぞれのシステムを開発し、通信機能を持った情報提供システムもサービスを開始している。こうした動きにより、自動車の機能が、単なる移動空間を実現するものから、情報を活用し、安心して快適に移動できる空間を実現するものになっていくと予想される。

情報技術により得られる最大の恩恵のひとつは、ウェブの普及が如実に示しているように、豊富な情報を利用できることであろう。例えば、カーナビでは地図情報や渋滞情報を利用することができる。しかしながら、情報へのアクセスが容易に行えるかという点、否定的な調査が多い。例えば、文献¹⁾では、VICS メニューの操作を例題としたカーナビのユーザビリティ評価を行い、現行

*受付：2005年6月16日 受理：2006年2月23日

**独立行政法人産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

***株式会社 U'eyes Design

U'eyes Design Inc.

****日産自動車株式会社 先行車両開発本部 IT&ITS 開発部。現在、株式会社ザナヴィ・インフォマティクス 商品開発本部 ソフト開発センター

IT and ITS Engineering Department, Advanced Vehicle Engineering Division, NISSAN MOTOR CO., LTD., present affiliation: Software Development Center, Product Research & Development Division, Xanavi Informatics Corporation

カーナビの操作性が抱える問題を明らかにしている。さらに、ウェブユーザビリティの調査²⁾によれば、そのサイトに探している情報があるのがわかっていながら探し当ててのに失敗する場合が50%を超していた。情報にたどりつくための経路がたとえ存在していても、その経路を容易に発見できなければユーザビリティにおける問題があることになる。

情報にアクセスしたり、コマンドを選択するためのインタフェースとして、通常、階層メニューが利用される。ウェブでは、情報を提供するページにいたるまでにナビゲーション用のページを通過するが、それらのページ役割は階層メニューと等価である。階層メニューをおくことにより、情報やコマンドの絞込みを効率的に行うことができる。上に述べた問題、すなわち、あるはずの情報やコマンドが見つからない、という問題が生じるのは、階層メニューが利用者の視点からデザインされていないことに原因がある。

自動車と情報技術の統合を利用者の立場にたって進めていく上で、情報への階層メニューを介したアクセスが極めて重要である。そこで、本論文では、カーナビ操作において階層メニューを介して「目的地設定」を行う方法の中で最も情報にアクセスしにくいと考えられる施設・ジャンル検索を例にとりあげ、利用者のメニュー利用のコンテキストを考慮してメニューを評価し問題点を発見する方法、および、発見された問題点を取り除き、求めている情報に確実にアクセスできるようにメニューを再デザインする方法を提案する。この方法により現行カーナビの施設・ジャンル検索メニューの評価・改善を行うとともに、ユーザテストを行い、評価結果および改善策が妥当であることを示す。

2. 階層メニューの評価・改善法の概要

図1は、本論文で提案する階層メニューの評価・改善法の概要を示している。評価は、コンテキスト調査、メニュー文言に関する知識調査の2段階で行われる。以下の節で、各ステージの概要を説明する。

2-1. コンテキスト調査

施設・ジャンル検索に利用される階層メニューの評価は、単に、検索が利用されたときに満足な結果が得られるかどうかだけではなく、どのような場合に、施設・ジャンル検索が利用されるのかということも考慮して、総合的に行われる必要がある。実際、情報へのアクセスは、必ずしもジャンル形式の階層メニューを利用しなくても達

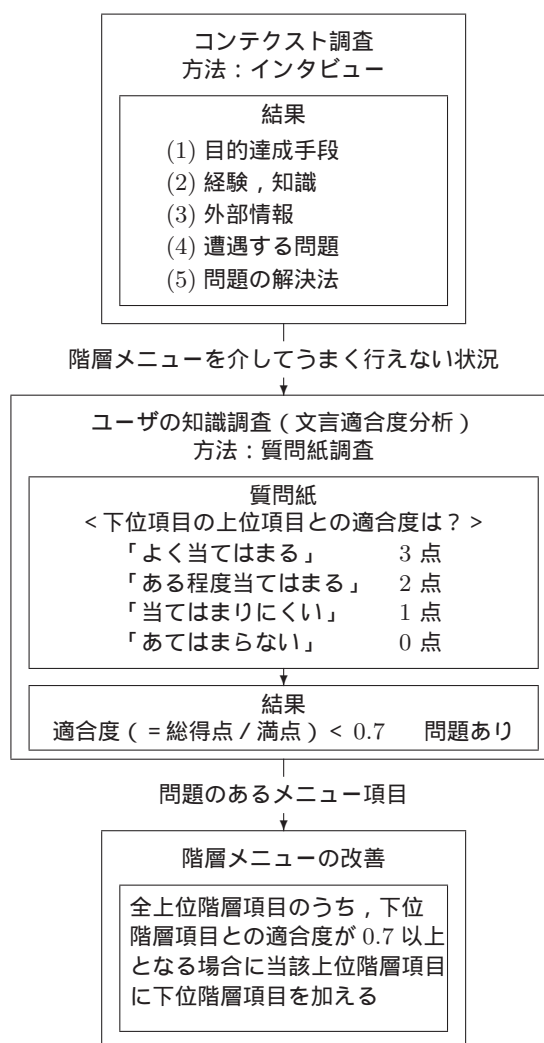


図1 階層メニューの評価・改善法の概要
Fig.1 Outline of the method for evaluating and revising hierarchical menus

成できる。たとえば、ウェブでは、サーチエンジンを利用して、探している情報が掲載されているページを直接得ることができる。あるいは、カーナビでは、電話番号を入力して、目的地を検索することができる。したがって、どのような状況において、ユーザは、施設・ジャンル検索による情報アクセスという手段を採用し、そして、どのようにそれを達成するのか。あるいは、失敗するのか。これらを明らかにすることにより、初めて、施設・ジャンル検索に利用される階層メニューを改善の対象とすることの妥当性や、その改善による効果を総合的に見積もることが可能になる。

そこでコンテキスト調査では、目的地設定の手段全般における施設・ジャンル検索の位置づけ・役割りについてインタビューなどを実施して深い理解を得る。具体的には、図1に示したような側面を明確にする必要がある。

1. 目的達成手段：どのような手段を利用して目的地設定を達成しようとしたのか、
2. 経験、知識：その判断の基にはどのような経験や知識がかかわっているのか、
3. 外部情報：目的地設定を遂行するときに、ガイドブックやメモなどの参照物による情報を利用したのか、しなかったのか、
4. 遭遇する問題：成功しなかったケースはあるのか、
5. 問題の解決法：そのときどのような方法で問題を解決しようとしたのか、

そして、調査の結果を、以下の観点からまとめる。

1. 目的地設定の手段全般において施設・ジャンル検索がどの程度利用されるのか、
2. それはどのような状況のときか、
3. どのような目的地を探すときに失敗が多いのか、

2-2. メニューの文言に関する知識の調査に基づく階層メニューの評価

2-2-1. メニュー項目選択過程

ここでは、階層メニューとして、上位階層、下位階層、コンテンツ層からなるものを考える。カーナビにおける施設・ジャンル検索においては、上位階層は、公共施設、交通機関などの「施設・ジャンル」、下位階層は、金融機関、空港などの、施設・ジャンルの下位概念、コンテンツ層は、銀行××支店、新東京国際空港などの下位概念の具体例である。

実際には、階層メニューには3層よりも多いものがある。たとえば、カーナビでは、下位概念とコンテンツの間で、県名を選択させるものがある。しかし、各階層における項目選択では、

- 現在の画面上に存在し選択される項目（上位階層）
- 最終的にたどり着く画面で見たい情報（探索目標であるコンテンツ）
- 上位項目を選択することによって現れると推測される項目（下位階層、この場合は仮想的）。これは、上位項目と探索目標を材料として推論される。

という情報を総合的に利用して、画面上にある個々の上位階層項目を評価し、目標との関連がもっとも近い上位階層項目を選択する³⁻⁵⁾。したがって、上位階層、下位階層、コンテンツの3層を考慮すれば、ユーザの選択過程に基づいた階層メニューの評価を行うことができる。

ウェブページを閲覧して情報を探索するとき、ユーザは、探索している情報と意味的に近いリンクを選択する⁶⁻¹⁰⁾。それと同様に、階層メニューを介して情報（コンテンツ）にアクセスしようとするとき、ユーザは、探しているコ

ンテンツと意味的にもっとも近い項目を上位階層、下位階層のなかから選択すると考えられる。したがって、情報探索を支援する階層メニューの評価を行うには、コンテンツが与えられたとき、正しい上位階層項目が選択されるかどうか、また、正しい上位階層項目が選択された場合に、正しい下位階層項目が選択されるかどうか、ということすべてのコンテンツについて予測することが必要になる。

2-2-2. メニュー項目選択過程の近似

しかしながら、すべての目的地、コンテキストについてユーザテストを行って、どの施設・ジャンル、また、その下位階層の項目が選択されるかを調査して、メニュー階層の評価を行うことは非現実的である。なぜならば、実際には、コンテンツの数は数万にも達するし、コンテキストもさまざまであるからである。そこで、本論文では、探しているコンテンツ、コンテキストが何であれ、実際に下位階層で用いられている項目が想起された場合に、どの上位階層項目が選択されるかを予測することによって、階層メニューの評価を近似的に行う。たとえば、下位階層項目の「空港」が想起されたとき、正しい上位階層項目「交通機関」が、どれくらい選択されやすいかを予測する。これにより、日本に存在する「空港」のいずれかを目的地に設定する場合に対する階層メニューの評価に替える。

2-2-3. 階層メニューの評価

2-2-1. で説明したように、ユーザは、目的に意味的に類似した項目を選択する。そこで、質問紙調査により、下位階層メニュー項目と上位階層メニュー項目の意味的な類似度（適合度）をユーザに評定してもらい、それをもとに、下位階層メニューが正しく選択されるかどうかを評価する。本論文では、図1に示したように、上位項目 α と上位項目 β に属する下位項目 $p(\beta)$ の類似度 $S(\alpha, p(\beta))$ を

$$S(\alpha, p(\beta)) = \sum_{i=1}^N X_i / 3N$$

により求め、これをもってメニュー文言適合度とする。ここで、 N は回答数、 X_i は回答 i の評点である。ただし、 $X_i = \{0, 1, 2, 3\}$ である。

2-3. 改善案の提案

次に、改善案を提案する。ユーザビリティの観点からは、少なくとも、評価対象の階層メニューに存在する下位項目については、それが属している上位階層項目が高い確率で選択される必要がある。そこで、この点におい

て問題がある場合には、その下位階層項目が選択されるように適切な上位階層に配置すればよい。本論文では、 $S(\alpha, p(\alpha)) < 0.7$ のとき、 p の選択に問題があると判定し、 $S(\alpha, p(\beta \neq \alpha)) \geq 0.7$ となる上位項目 β を選択した場合でも、下位階層メニュー項目 p にアクセスできるように階層メニューを変更することにより、メニューの改善を行う。

3. カーナビの評価への応用

2. に述べた手法を利用してカーナビの施設・ジャンル検索による目的地設定を対象とした階層メニューの評価を行う。目的地設定は、カーナビを利用する上で必須のタスクであり、階層メニュー型のインターフェースは自動車における情報利用のための典型的なものである。

3-1. コンテキスト調査

本調査では、実際のユーザから、カーナビを利用した外出エピソードについてコンテキストインタビューを実施する。特に、階層メニューで実行される施設・ジャンル検索が、どのような場面、どのような目的地属性で使用されるのかを理解する。そして、メニュー文言に関する知識調査で評価する着眼点を得る。

3-1-1. 方法

コンテキストインタビューを実施する上で、重点的に聞き出した内容を表 1 に示した。

3-1-2. 調査対象者

調査対象者は男性 20 名 (22-66 歳)、女性 5 名 (32-56 歳) のカーナビ所有者 25 名とし、いずれもカーナビで目的地設定をよく利用するユーザを選定した。なお、メニュー文言に関する知識調査において評価対象機種となるカーナビの所有者は除いている。

3-1-3. 結果

(a) 目的地設定の機会：

25 名の調査対象者から、カーナビを利用した外出エピソードを 60 ケース得た。これらを分析したところ、目的地としての設定が可能な場所は 234 箇所であった。このうち、71.8% (168 箇所) が実際に目的地として設定され、28.2% (66 箇所) は未設定であった。なお、初回検索の失敗による検索のやり直しは再々検索まで行われ、目的地の設定を断念したケースはなかった。未設定となる場所は、目的地に土地勘がある場合や自宅周辺の施設、走行ルート上にあるコンビニエンスストアやレストランに立ち寄り場合などであった。

(b) 目的地設定の詳細：

目的地設定のあった 168 箇所に対して、初回の検索失敗による再検索および再々検索が 21 件認められた。これらの目的地設定 (試行総数 189 件) について分析した結果、目的地設定の方法、設定の際に利用する情報、およびその出所との関係に一定の秩序が認められ、目的地設定は、記憶型検索、参照型検索、呼び出し型検索の 3 つの型に分類できることが明らかになった。それぞれの型の説明を表 2 の中欄に示した。各検索の割合を求めた結果、呼び出し型検索が 40.7%、記憶型検索が 38.6%、参照型検索が 20.7% であった。呼び出し型検索が最も多いが、これは帰宅する際に利用する自宅検索が多いためである。したがって、自宅から外出先の目的地を設定するには、記憶型検索と参照型検索が利用されることが多い。また、記憶型検索の方がより多く利用されている。これは、目的地設定の為に用意した情報を基に参照型の検索が可能な場合でも、記憶型検索で目的地設定をするケースが多いことに起因している。つまり、住所や電話番号の情報を参照しながら入力するよりは、記憶にある施設名を施設・ジャンル検索か 50 音入力で検索した方が、手軽で効率的であるからであろう。

次に、具体的な検索方法について分析した結果を表 2 右欄に示す。比較的多く利用される検索方法は、施設・ジャンル検索 (23.3%)、自宅検索 (20.1%) であった。この結果を、入力スタイルの観点から整理すると、記憶型検索と参照型検索ともに、入力式よりも選択式の方がより多く利用されている。ここで、入力式とは、50 音入力画面やテンキー画面から適切な文字・数字を選択して入力する方式であり、選択式とは、表示されたメニューから 1 つを選択する方式である。この結果は、現状では、リモコンタイプの操作インターフェースを有するカーナビ多いことを反映していると考えられる。このインターフェースの場合には、文字や数字を入力するより、キーワードを選びながら階層を進めていく方が容易である。

(c) 検索の失敗率：

初回検索に失敗し、再検索、再々検索が行われた 21 件について、検索方法別にその割合を求めた。その結果、記憶型検索の施設・ジャンル検索に 20.5% (44 件中、9 件失敗)、50 音検索に 22.7% (22 件中、5 件失敗) の検索の失敗が認められた。また、参照型検索においては、電話番号検索に 46.7% (15 件中、7 件失敗) の高い失敗率が認められた。多くのカーナビにおいて個人宅など検索に適さない場所に制限がかけられているので、そのために、目的地周辺の検索までしかできないことが影響していると考えられる。

(d) 再検索の特性：

表 1 コンテキストインタビューで聞き出した項目と内容

Tab. 1 Specification of context interview.

項目	内容
外出の動機と目的	旅行, ドライブ, 仕事, 送迎, 買い物, 帰省, 帰宅, 食事など, 外出の目的と動機を明らかにする.
目的地と立ち寄り地	最終目的地, トイレ休憩等を含む立ち寄り地, 帰宅時の自宅検索などを含め, 何らかの目的があつて訪れた場所を明らかにする.
目的地設定の方法	カーナビには様々な目的地設定方法がある. 代表的な方法として, 施設・ジャンル検索, 50音検索, 住所検索, 電話番号検索などである. このうちどの方法を用いたかを明らかにする.
経験, 知識	目的地が行き慣れた場所なのか, 初めての場所なのかなど, ドライバーの経路認知や土地勘の有無などを明らかにする.
記憶情報, 外部情報	目的地設定の際に利用した情報とその出所を明らかにする. 情報としては施設名, 土地名, 住所, 電話番号など. その出所については, ユーザ自身の記憶によるものや, 雑誌, チラシ, メモ類などの参照物, カーナビの登録情報のうち, どれを利用したのかを明らかにする.
遭遇する問題	目的地設定の結果, 場所が見つからない, あるいは間違った場所が検索されたなど, ユーザが憶えている範囲で遭遇した問題について回答してもらう.
問題の解決方法	目的地設定に問題が生じた場合に, 再検索をどのように実行したかを明らかにする. 例えば, 目的地の設定方法を変更した, あるいは情報を変更したなど.

表 2 目的地設定の方法

Tab. 2 Destination setting.

検索型	説明	具体的な操作・方式・割合 (%)		
記憶型検索 (38.6%)	土地名, 施設名, 土地勘など, 主に記憶情報に基づいて検索できる場合に利用される.	施設・ジャンル検索	選択式	23.3
		50音検索	入力式	11.7
		地図スクロール検索	探査式	3.7
参照型検索 (20.7%)	メモやチラシ, 雑誌など, 主に目的地を設定するために用意した情報を活用して検索できる場合に利用される.	住所検索	選択式	12.7
		電話番号検索	入力式	7.9
呼び出し型検索 (40.7%)	自宅や友人宅, お気に入りのポイントなど, カーナビに登録した目的地をデータベースから呼び出して検索する方法. 定期的に行く場所, 過去訪れた経験のある場所を検索するときに利用される. 予めデータを登録し, 音声でこれを呼び出す場合もある.	自宅検索	音声入力・ダイレクトボタ	20.1
		登録地検索	選択式	16.9
		履歴検索	選択式	3.7

目的地設定において検索の失敗などの問題が生じた場合, どのような方策を持って再検索するのかについて調べた. 再検索, 再々検索が行われた 21 件のうち, 目的地設定の際に, ガイドブックやメモなど何らかの参照できる外部情報を持っていたケースが 12 件, 情報を記憶のみに依存していたケースが 9 件であった.

初回の検索と再検索, 再々検索の方法の推移について分析した結果, 何らかの参照できる外部情報を持っていたケースでは, 記憶型検索と参照型検索のあらゆる方法を用いて再検索や再々検索が行われていたのに対して, 情報を記憶のみに依存していたケースでは, 記憶型検索のうちのいずれかの方法で再検索や再々検索が行われていた. 参照情報がない場合の再検索のパターンを調べたところ, 4 パターンがあることが分かった. 結果を表 3 に, これらのパターンを想定される原因とともに示す.

(e) 施設・ジャンル検索が行われる目的地属性:

次に, 施設・ジャンル検索がどのような目的地属性の時に利用されるのかを調べた. 結果を表 4 に示す. この表からわかるように, 交通機関の基点になる場所が検索対象となっているときに, 施設・ジャンル検索が利用さ

れる場合が多い. また, 認知度の高い宿泊施設, 観光地, レジャー・スポーツ施設を検索するケースが多く, いずれもジャンルとして分かりやすい施設・場所の検索に使われている.

一方, 施設・ジャンル検索が失敗した目的地は, フェリー港, スーパー銭湯, 城, 湖, 橋, 大型漁港, サーキット場, 大学などであった. また, 他の検索方法では認められたが, 施設・ジャンル検索では認められなかった目的地も考慮に入れて, 施設・ジャンル検索を避ける目的地属性, および検索が失敗しやすい目的地属性について, 知見を表 5 にまとめた.

3-1-4. コンテキスト調査のまとめ

カーナビ利用時のコンテキスト調査の結果, 階層メニューによる目的地設定について得られた知見をまとめる. まず, 入力スタイルで考えると選択式, すなわち階層メニューによる目的地設定は, 入力式である 50音検索や電話番号検索に比べて, 利用度が高いことが明らかになった. この階層メニューによる目的地設定のうち, 施設・ジャンル検索の利用度は 23.3%で最も高かった. ユーザにとって一般的で, かつ操作負担の少ない簡便な検索

表 3 再検索の特性

Tab. 3 Recovery from errors.

再検索の特性	説明
同じ検索方法で、同じ対象を再検索	施設・ジャンル検索の時に確認されたケース。選択するジャンル名を変更し、再検索を成功させようとする戦略。目的地の属性に対して該当しそうなジャンル名が複数存在することが、この現象を引き起こしたと考えられる。
同じ検索方法で、対象を変えて再検索	施設・ジャンル検索の時に確認されたケース。ジャンル名に合わせて目的地を変更し、再検索を成功させようとする戦略。ジャンルにあるはずのものが見つからない、該当するジャンルがないなど、上位項目と下位項目の対応関係の誤り、ジャンル構成の不適切さが、この現象を引き起こしたと考えられる。
異なる検索方法で、同じ対象を再検索	施設・ジャンル検索と 50 音検索の時に確認されたケース。このケースについても、施設・ジャンル検索では、上位項目と下位項目の対応関係の誤り、ジャンル構成の不適切さなどの問題が考えられる。50 音検索では、データベースの不備が考えられる。
異なる検索方法で、対象を変えて再検索	50 音検索が初回であるときに確認された。このケースについては、50 音の読み仮名間違い（例えば、ぬまづ　ぬまず×で入力）、あるいは正式名称とユーザの記憶名称の不一致（例えば、東京国際空港　羽田空港×で入力）などが考えられる。

表 4 施設・ジャンル検索が行われる目的地属性

Tab. 4 Characteristics of destinations located by the facility/genre search method.

目的地属性	検索対象	件数
交通機関の基点	駅	17 件
	フェリー港	3 件（うち 1 件が失敗）
	空港	1 件
	サービスエリア	1 件
	インターチェンジ	2 件
公共施設	市役所	1 件
宿泊・保養施設	ホテル	1 件
	スーパー銭湯	2 件（2 件とも失敗）
観光名所・旧跡	城	3 件（うち 1 件が失敗）
	滝	1 件
	湖	1 件（検索に失敗）
	展望台	1 件
大型レジャー施設	スキー場	3 件
	ゴルフ場	1 件
ランドマークになるインフラ	橋	1 件（検索に失敗）
	大型漁港	1 件（検索に失敗）
その他	お寺	1 件
	サーキット場	1 件（検索に失敗）
	大学	1 件（検索に失敗）

方法と考えられる。

一方、施設・ジャンル検索は記憶のみに依存した状況で行われることが多かった。再検索パターンを見ると、このケースで検索を失敗すると、記憶型検索以外の方法では問題を解決し得ないことが示唆される。このことは、目的

地に確実にアクセスできる検索精度の高い階層メニューを確立することが必要であることを示している。

また、施設・ジャンル検索が利用されることの多い目的地属性を明らかにするとともに、施設・ジャンル検索が避けられたり、たとえ利用されたとしても難しくなる目的地属性を明らかにした。

3-2. 上位階層と下位階層の適合度調査

前節に述べたコンテキスト調査により階層メニューを介してうまく行えない状況が明らかになったので、図 1 に従い、質問紙調査によるメニューの文言に関するユーザの知識調査を実施する。

本節では、前節に述べたコンテキスト調査の結果から、階層メニューを介した検索特性を考慮しつつ、図 1 の手順に従ってメニュー文言に関する知識調査を実施する。具体的には、施設・ジャンル検索がよく行われる項目のうち、検索が難しい目的地属性を持つ目的地に対応する下位項目を、調査対象とするカーナビから抽出し、上位項目との適合度を WEB 調査により求め、適合度 0.7 を基準に階層メニューの評価・改善を行う。

3-2-1. WEB 調査（上位階層と下位階層）の方法

表 6 に調査対象としたカーナビの上位階層の 11 項目、および各上位項目に含まれる代表的な下位項目とその総数を示す。このメニュー構造における上位階層と下位階層の適合度を調べるため、表 5 の知見を参考に、この中からいくつかの下位階層の項目を選択した。なお、表 7 に調査に用いた下位階層の項目、それに対応する目的地の具体例、目的地属性を示した。

被験者には下位階層の項目が 1 つずつ提示され、各上位階層に対し、「よく当てはまる」-「ある程度当てはまる」-「当てはまりにくい」-「当てはまらない」の 4 段階の尺度で、適合度を評価してもらった。

表 5 施設・ジャンル検索が難しい目的地属性

Tab.5 Characteristics of destinations difficult to locate by the facility/genre search method.

目的地属性	説明
コンテキストによってジャンルが変化する場所	「青森港に遊びに行く」というコンテキストではジャンルが「観光地」になり、「青森港でフェリーに乗る」ではジャンルが「交通機関」になるようなケース。
場所のイメージからジャンルが想起できない場所	「住宅展示場」のように、ジャンルとして直ちに特定しにくい場所
場所のイメージとジャンルが一致しにくい場所	「いちご狩り園」のように「観光地」としてのある程度のイメージがあるものの、自信を持って特定しにくい場所。
場所のイメージに対して、複数のジャンルが想起される場所	「運動公園や体育館」のように「レジャー施設」とも「公共施設」ともとれるような場所「寺社仏閣やお城」のように「文化施設」とも「観光地」ともとれるような場所。すなわち、カーナビの機種によって異なるが、メニューに複数のジャンルが候補として存在するケース。
複合施設や新しいジャンルの店舗・施設	例えば「箱根ユネッサン」のような大規模複合施設では、「観光地」、「レジャー施設」、「宿泊施設」など、どのジャンルで検索すべきかが分かりにくい。また「スーパー銭湯」のように、比較的新しいジャンルの施設では、従来の「温泉」というジャンルとして素直には捉えにくい。
ランドマーク的なインフラ設備	「ベイブリッジ」や「大型漁港」など、どのようなジャンルに属するのか判断に迷うような場所。
基点が不明確な自然観光地	「湖」や「海岸」、「高原」など「観光地」として検索対象になりそうな場所だが、具体的な到着ポイントを指定できなければ、検索が難しい場所。
小規模店舗・施設	「個人経営の飲食店」、「組合の旅館」、「小規模史跡」のように、マイナーイメージな場所。つまり、ジャンル別にカーナビのデータベースに収録されているかどうか判断がつかない場所。

3-2-2. 被験者

被験者は、カーナビを所有し、目的地検索を中心に利用しているユーザとし、男性 54 名（20 歳代 18 名，30 歳代 18 名，40 歳代 18 名），女性 54 名（20 歳代 18 名，30 歳代 18 名，40 歳代 18 名）の総計 108 名とした。ただし、調査対象機種のカーナビ所有者は除いている。

3-2-3. 結果

分析は「よく当てはまる」を 3 点、「ある程度当てはまる」を 2 点、「当てはまりにくい」を 1 点、「当てはまらない」を 0 点として配点し、被験者の反応数との積を求めて合計し、満点（3 点（「よく当てはまる」）× 108 名）

表 6 メニューの上位階層とそれに含まれる下位階層の例と総数

Tab.6 Top level menus and their subordinates.

上位項目	下位項目の例	総数
カー&ドライブ	インター・ランプ、ガソリンスタンド、駐車場、など	10
スポーツ&レジャー	テーマパーク・遊園地、レジャー公園、ゴルフ場、など	15
観光	テーマパーク・遊園地、動物園、植物園、水族館、など	15
買い物	デパート、スーパーマーケット、コンビニエンスストア、など	29
飲食	ファミリーレストラン、ファーストフード、和洋飲食店、など	5
宿泊	ホテル、ビジネスホテル、公共の宿、など	5
交通機関	駅、空港、フェリー	3
公共施設	金融機関、都道府県庁、市町村役場、ホール・会館、など	16
生活施設	葬祭場、神社、寺院、教会、その他教会・霊園、など	13
医療機関	病院（総合病院等）、病院（診療科別）、薬局・薬店	3
教育機関	学校、その他学校	2

表 7 目的地と対応する下位項目および目的地属性

Tab.7 Destinations and their corresponding lower-level menu items.

目的地属性	下位項目	目的地の具体例
コンテキストによってジャンルが変化する場所	フェリー	函館港
	金融機関	東京三菱銀行 池袋支店
	インター・ランプ ファーストフード	中央道八王子 インター マクドナルド 三浦海岸店
場所のイメージとジャンルが一致しにくい場所	果樹園	鈴木みかん狩り園
場所のイメージに対して、複数のジャンルが想起される場所	レジャー公園	船橋市運動公園
	城・城跡	熊本城
	史跡	登呂遺跡
	寺院	浅草寺
	温泉地	草津温泉
複合施設や新しいジャンルの店舗・施設	美術館	箱根彫刻の森美術館
	浴場	スーパー銭湯 彩の湯
	趣味娯楽	渋谷ジョイシ ネマ

に対する割合を求め、これを各上位階層の適合度とした。

その結果を表 8 に示す。表中、下位項目が属している上位項目に対する適合度を四角で囲って示した。また、適

表 8 メニューの階層と適合度の評価値

Tab. 8 Menu hierarchy and compatibility measures.

下位項目	上位項目										
	カー&ドライブ	スポーツ&レジャー	観光	買い物	飲食	宿泊	交通機関	公共施設	生活	医療機関	教育機関
レジャー公園	0.59	0.78	0.67	0.31	0.32	0.30	0.30	0.57	0.38	0.20	0.24
温泉地	0.62	0.66	0.85	0.24	0.29	0.75	0.26	0.42	0.28	0.13	0.08
浴場	0.40	0.52	0.52	0.14	0.19	0.42	0.18	0.53	0.51	0.11	0.08
城・城跡	0.64	0.55	0.91	0.19	0.15	0.18	0.22	0.49	0.19	0.07	0.17
史跡	0.59	0.50	0.90	0.15	0.14	0.17	0.20	0.42	0.18	0.08	0.26
金融機関	0.19	0.17	0.14	0.33	0.17	0.15	0.19	0.43	0.83	0.11	0.10
趣味娯楽	0.69	0.82	0.64	0.56	0.52	0.41	0.24	0.31	0.53	0.09	0.12
寺院	0.57	0.43	0.86	0.16	0.14	0.19	0.23	0.49	0.31	0.08	0.19
フェリー	0.71	0.59	0.67	0.16	0.15	0.16	0.87	0.42	0.31	0.07	0.07
インター・ランプ	0.85	0.49	0.48	0.18	0.16	0.19	0.86	0.45	0.34	0.11	0.09
果樹園	0.66	0.73	0.82	0.40	0.36	0.19	0.17	0.24	0.31	0.07	0.09
ファーストフード	0.59	0.43	0.37	0.58	0.94	0.13	0.16	0.14	0.45	0.07	0.07
美術館	0.60	0.60	0.82	0.18	0.13	0.12	0.19	0.69	0.38	0.07	0.41

表 9 改善案

Tab. 9 Redesign of menu.

下位項目	上位項目 (現行)	上位項目 (改善案)
温泉地	スポーツ&レジャー	観光, 宿泊
金融機関	公共施設	生活
趣味娯楽	スポーツ&レジャー 買い物	スポーツ&レジャー
寺院	観光, 生活	観光
インター・ランプ	カー&ドライブ	交通機関, カー& ドライブ
果樹園	買い物	観光, スポーツ& レジャー

合度が 0.7 以上のものを太字で示した。

3-3. 改善案の提案

調査対象ナビのメニューにおいて、下位項目が属する上位項目の適合度が 0.7 以上であり、かつそれ以外の上位項目との適合度が 0.7 未満であるのは、「レジャー公園」「城・城跡」「史跡」「フェリー」「ファーストフード」「美術館」の 6 項目であった。これらの項目は、表 5 に示したように、選択の難しくなる目的地属性ではあるが、調査対象ナビのメニューでは選択に困らないものとなっていたことがわかる。一方、メニューを介した目的地設定が難しくなるのは、上記の条件を満たさない場合、すなわち、選択したい下位項目に適合する上位項目にその下位項目が存在しない場合、もしくは適合する上位項目が存在しない場合である。調査結果によれば、前者には「温泉地」「金融機関」「趣味娯楽」「寺院」「インター・ランプ」「果樹園」の 6 項目、後者には「浴場」があたる。

図 1 に示した処方箋により調査対象ナビのメニューの改善案を表 9 に示した。

4. 提案手法の妥当性の検証

本手法では、2-2-2. に述べたように、探している目的地やコンテキストの多様性に起因するメニュー階層の評価の非現実性を回避するために、ユーザのメニュー項目選択過程を近似している。すなわち、探している目的地が何であれ、ユーザはそれへのアクセスルートを提供する下位階層項目を想起すると仮定して階層メニューの評価を行っている。本節では、この仮定の妥当性を、下位階層と上位階層の適合度評価の結果が、刺激として下位階層ではなくそれに属する目的地を用いた場合の結果と、統計的に有意差がないことを示すことによって検証する。

また、本論文では、刺激として与えられた下位階層との適合度が 0.7 以上の上位階層項目をユーザは悩むことなく選択すると仮定して、それを再デザインの基準とした。本節では、この閾値の妥当性を、目的地が与えられたときにどの上位階層項目をユーザが選択するかを調査し、その結果との一致の程度を示すことによって検証する。

4-1. ユーザのメニュー選択過程の近似の妥当性：WEB 調査 (上位階層と目的地)

4-1-1. 被験者

被験者は、カーナビを所有し、目的地検索を中心に利用しているユーザ、男性 54 名 (20 歳代 18 名, 30 歳代 18 名, 40 歳代 18 名)、女性 54 名 (20 歳代 18 名, 30 歳代 18 名, 40 歳代 18 名) の総計 108 名とした。ただし、調査対象機種のカーナビ所有者は除いている。また、3-2. の WEB 調査 (上位階層と下位階層) の被験者とは

異なるユーザである。

結果を表 10 に示す。提示する目的地は、表 8 の「下位項目」欄に示した 13 項目に対応する目的地に「レインボーブリッジ」「芦ノ湖」を加えた 15 箇所である。

ここで行った WEB 調査（上位階層と目的地）と、3-2. での WEB 調査（上位階層と下位階層）の結果が、統計的に独立でないことを検定するために、調査に用いた目的地 / 上位項目の組み合わせと、それに対応する下位項目 / 上位項目の組み合わせ、143 組について、適合度の評定値の平均の比較を行った。たとえば、「目的地：船橋市運動公園」 / 「上位項目：カー&ドライブ」の組に対する適合度評定値の平均値と、「下位項目：レジャー公園」 / 「上位項目：カー&ドライブ」の組に対する適合度評定値の平均値とを比較する。比較は、閾値との比較によって行い、両方とも閾値以上の場合、前者のみが閾値以上の場合、後者のみが閾値以上の場合、両者とも閾値未満の場合を計数した。閾値を 0.7 とした場合の結果を、表 11 に、クロス表として示す。これから、カイ二乗値として、89.89 が得られ、互いに独立であるという帰無仮説は棄却される ($p = 2.5 \times 10^{-21}$, $d.f. = 1$)。

本論文で調査対象とした“上位階層-下位階層-目的地”という構造を持つ階層メニューにおいては、探すべき目的地が与えられたときに上位項目を選択する際の基準となる“目的地-上位階層項目”の適合度評価を、“下位階層項目-上位階層項目”の適合度評価に置き換えても、統計的には、おなじ反応パターンが示されることが確認された。これにより、当該階層メニューの評価を近似的に“下位階層項目-上位階層項目”の適合度評価に基づいて行うことは妥当であるといえる。

4-2. 閾値の妥当性：ユーザの実際の選択行動調査

探すべき目的地が与えられたとき、ユーザは、上位階層項目のなかから適合度が高いものを選択すると考えられる。本節では、目的地との適合度が閾値よりも高くなる上位階層項目と、ユーザが実際に確信を持って選択する項目との一致の程度を調べ、もっとも一致のよくなる閾値として本論文で用いている閾値 0.7 が得られることを示す。

4-2-1. 方法

WEB 調査で用いたカーナビをユーザテストルームに設置し、被験者に目的地を提示した上で、施設・ジャンル検索を想定した実験を行った。

目的地の提示は 1 つずつ行われ、3-2. の WEB 調査（上位階層と下位階層）と同じ 11 の上位項目から選択してもらった。提示する目的地は、表 10 の 15 箇所である。

4-2-2. 被験者

2-1. に述べたコンテキスト調査に参加した 25 名の被験者から、男性 12 名（22-51 歳）、女性 4 名（32-46 歳）の計 16 名が参加した。いずれの被験者もカーナビ所有者で、目的地設定を主に利用している。いずれも、実験で用いるカーナビのユーザではない。

4-2-3. 結果

ユーザテストの結果を表 10 に示す。表中、下段の数字が、与えられた目的地に対してその上位項目を選択した人数である。上位項目の選択率において、上位項目が 100% の単一の選択候補として抽出された項目は「熊本城（観光）」、「浅草寺（観光）」、「マクドナルド三浦海岸店（飲食）」の 3 カ所であった。その他は、最大 4 つまでの選択候補が挙がっている。

4-2-4. 閾値の決定

本論文では、適合度評価の結果が閾値以上の項目をユーザが選択する可能性のある項目と判定し、メニュー階層構造の改善を図る。これらの項目を選択候補項目と呼ぶことにする。閾値の妥当性は、選択候補項目と、ユーザが実際に選択した項目の一致の程度により評価できる。一致しない場合には 2 通りある。

1. フォールスアラーム：選択候補項目であるがユーザはその項目を選択しなかった
 2. ミス：選択候補項目ではないがユーザはその項目を選択した
- そこで、不一致度を

$$\text{不一致度} = \frac{\text{ミス数} + \text{フォールスアラーム数}}{\text{ユーザテストで反応のあった項目数}}$$

により定義し、閾値と不一致度の関連を調べた。結果を表 12 に示す。ここで、ユーザテストで反応のあった項目数は 35 である（表 10 参照）。表 12 から、閾値が 0.7 のときに不一致度はミス数 10、フォールスアラーム数 2 で最小となることがわかる。これにより、本論文で用いた閾値 0.7 は妥当であるといえる。

ただし、函館港のように、適合度が 0.7 以上を示す項目が 2 項目あるにもかかわらず、適合度 0.59 に対して選択頻度が 11 となる結果も認められた。これは WEB 調査の被験者が日本全国であるのに対して、ユーザテストの被験者が首都圏在住であることが影響したと考えられる。つまり、函館港のようにその場所で何をするのが不明確な場合、居住地域によっては「観光」を想起したり、「交通機関」を想起したりする。今回の結果から、首都圏在住であるユーザテストの被験者は「観光」より「交通機関」を想起する方が相対的に多かったといえる。また、これと逆の結果がレインボーブリッジに認められる。

表 10 具体的な目的地とメニューの上位項目の適合度の評価値およびユーザテストの結果

Tab. 10 Compatibility measures between top-level menus and concrete destinations, and the results of user testing on menu-item selections.

目的地	上位項目との適合度（上段） / 上位項目選択頻度（下段）										
	カー&ド ライブ	スポーツ &レジャー	観光	買い物	飲食	宿泊	交通機関	公共施設	生活	医療機関	教育機関
船橋市運動公園	0.45 -	0.78 9	0.43 -	0.19 -	0.16 -	0.19 -	0.24 -	0.75 7	0.41 -	0.15 -	0.29 -
草津温泉	0.65 -	0.64 -	0.90 9	0.29 -	0.34 -	0.85 7	0.33 -	0.36 -	0.27 -	0.11 -	0.10 -
スーパー銭湯彩の湯	0.43 -	0.67 8	0.43 1	0.23 -	0.28 -	0.26 -	0.21 -	0.36 -	0.57 7	0.12 -	0.09 -
熊本城	0.74 -	0.63 -	0.92 16	0.25 -	0.24 -	0.24 -	0.32 -	0.56 -	0.23 -	0.08 -	0.23 -
登呂遺跡	0.64 1	0.55 -	0.90 15	0.19 -	0.16 -	0.21 -	0.21 -	0.47 -	0.20 -	0.09 -	0.41 -
東京三菱銀行池袋支店	0.20 -	0.14 -	0.11 -	0.31 -	0.14 -	0.11 -	0.20 -	0.40 3	0.76 13	0.08 -	0.08 -
渋谷ジョイシネマ	0.47 -	0.74 15	0.47 -	0.35 -	0.30 -	0.11 -	0.22 -	0.34 -	0.49 1	0.07 -	0.12 -
浅草寺	0.64 -	0.58 -	0.93 16	0.51 -	0.43 -	0.26 -	0.28 -	0.48 -	0.32 -	0.09 -	0.21 -
函館港	0.73 1	0.62 -	0.79 1	0.51 -	0.45 -	0.36 -	0.59 11	0.51 3	0.37 -	0.10 -	0.15 -
中央道八王子インター	0.87 6	0.47 -	0.39 -	0.20 -	0.23 -	0.16 -	0.84 10	0.45 -	0.29 -	0.08 -	0.09 -
鈴木みかん狩り園	0.75 1	0.84 11	0.80 4	0.44 -	0.38 -	0.21 -	0.21 -	0.23 -	0.30 -	0.07 -	0.12 -
マクドナルド三浦海岸店	0.62 -	0.50 -	0.33 -	0.47 -	0.93 16	0.12 -	0.18 -	0.16 -	0.39 -	0.07 -	0.07 -
レインボーブリッジ	0.91 11	0.72 -	0.86 3	0.33 -	0.33 -	0.19 -	0.67 2	0.46 -	0.28 -	0.08 -	0.11 -
箱根彫刻の森美術館	0.74 2	0.75 3	0.90 9	0.33 -	0.27 -	0.29 -	0.28 -	0.52 2	0.28 -	0.10 -	0.33 -
芦ノ湖	0.86 4	0.78 2	0.90 10	0.38 -	0.39 -	0.48 -	0.34 -	0.37 -	0.27 -	0.10 -	0.15 -

表 11 適合度評価法の妥当性の検証

Tab. 11 Validation of the compatibility evaluation method.

4-1. の WEB 調査結果	3-2. の WEB 調査結果		
	≥ 0.7	< 0.7	計
≥ 0.7	15	6	21
< 0.7	1	121	122
計	16	127	143

レジャーや観光というキーワードの適合度が 0.7 以上であるにもかかわらず、地理的な近さからユーザテストの被験者はそれを想起しにくい状態であった。特に函館港やレインボーブリッジのように、名称から目的行動が直ちに想起しにくい場合、ユーザの居住地域がメニューの選択行動に影響を与えられられる。

表 12 閾値の決定

Tab. 12 Determination of the threshold value.

適合度	不一致度 (ミス数, フォールスアラーム数)
≥ 0.4	0.89 (0, 31)
≥ 0.5	0.46 (3, 13)
≥ 0.6	0.43 (7, 8)
≥ 0.7	0.34 (10, 2)
≥ 0.8	0.60 (21, 0)
≥ 0.9	0.83 (29, 0)

4-3. 評価・改善法の妥当性

3-3. では、適合度評価結果を参照して、階層メニューの改善案を示した。その中心的な考え方は、すべての上位階層項目の中で、下位階層項目と適合度が閾値以上となるものを、当該下位階層項目の上位階層項目に組み入れるというものである。その方法が妥当であることは、本節でこれまでに述べてきた実験結果により支持される。す

なわち，目的地が与えられたときにユーザが選択する上位階層項目は，目的地との適合度が0.7以上となる上位階層項目を抽出することによって行うことができる(4-2.)。また，下位階層項目と上位階層項目の間の適合度に関する評価パターンは，対応する目的地のものと矛盾しない(4-1.)。

5. まとめ

本論文では，カーナビなどの階層メニューの評価・改善法として，評価を，コンテキスト調査，ユーザの知識調査の2段階で行い，その結果に基づいて，改善案を考案する方法を提案した。

本論文では，カーナビの目的地設定を例として，提案する方法が有効であり，かつ，妥当であることを示した。階層メニューを介してコマンドを実行したり，データベースコンテンツにアクセスするというインタフェーススタイルは，情報化が進む中で，基本的なインタフェーススタイルであることから，階層メニューは様々なシステムに搭載されることは想像に難くない。本論文で提案した評価・改善法を，それらのシステムの階層メニューのデザインに適用することにより，利用コンテキストに適合したインタフェースのデザインの実現を図りたい。

参考文献

- 1) 古田一義, 龍淵 信: 国内カーナビゲーションシステムのユーザビリティ比較評価の報告, カーナビ, 携帯電話の利用性と人間工学予稿集, 81-86, 2000.
- 2) Spool, J. M., Scanlon, T., Schroeder, W., Snyder,

C., & DeAngelo, T.: Web Site Usability: A Designer's Guide, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1999.

- 3) Kitajima, M., & Polson, P. G.: A comprehension-based model of correct performance and errors in skilled, display-based human-computer interaction. *International Journal of Human-Computer Systems*, 43, 65-99, 1995.
- 4) Kitajima, M. & Polson, P.: A comprehension-based model of exploration. *Human-Computer Interaction*, 12(4), 345-389, 1997.
- 5) Rieman, J., Young, R. M., & Howes, A.: A dual space model of iteratively deepening exploratory learning, *International Journal of Human-Computer Studies*, 44, 743-775, 1996.
- 6) Blackmon, M.H., Polson, P.G., Kitajima, M. & Lewis, C.: Cognitive Walkthrough for the Web, *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'2002)*, 463-470, 2002.
- 7) Blackmon, M.H., Kitajima, M. & Polson, P.G.: Repairing Usability Problems Identified by the Cognitive Walkthrough for the Web. *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'2003)*, 497-504. 2003.
- 8) Kitajima, M., Blackmon, M.H., & Polson, P.G.: A Comprehension-based Model of Web Navigation and Its Application to Web Usability Analysis, S. McDonald, Y. Waern & G. Cockton, *People and Computers XIV - Usability or Else! (Proceedings of HCI 2000)*, Springer, 357-373, 2000.
- 9) 北島宗雄: ウェブ認知ウォークスルーによるウェブサイトユーザビリティの評価, *日本ファジィ学会誌*, 14(5), 446-460, 2002.
- 10) Pirolli, P. & Card, S.: Information foraging, *Psychological Review*, 106, 643-675, 1999.