

# 情報機器の操作経験に基づく情報探索に関する実験的検討

## Experimental investigation of information search in onboard information system

栗田 岬<sup>1\*</sup> 松室 美紀<sup>2</sup> 三輪 和久<sup>2</sup> 寺井 仁<sup>2,3</sup>  
Misaki KURITA<sup>1</sup> Miki MATSUMURO<sup>2</sup> Kazuhisa MIWA<sup>2</sup> Hitoshi TERAII<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学 情報文化学部

<sup>1</sup> School of Informatics and Sciences, Nagoya University

<sup>2</sup> 名古屋大学大学院 情報科学研究科

<sup>2</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University

<sup>3</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 CREST

<sup>3</sup> CREST, Japan Science and Technology Agency

**Abstract:** We investigated how participants searched information in onboard information system. In this study, we addressed the following three questions: (1) Whether participants find the information more quickly and efficiently after the training than before? (2) Would they acquire knowledge of information structure? (3) Which factors influence their evaluation of system? The results of experiment showed that the participants improved their information search very quickly. However, searches for untrained information were not so quick and effective as searches for trained information. The participants acquired little knowledge of an information structure. From the results of experiment, there was a possibility that difficulties that the participants faced in the first part of training influenced an evaluation of the system.

## 1 はじめに

### 1.1 機器のユーザインタフェース

身の回りの様々な機器は、技術の向上と時代の変化と共に次々と形を変え便利になった。しかし、新機能の追加や機器の小型化に伴い、機器の複雑化や機器の発信する情報の多量化が起こっている。そのことにより、消費者が機器の利用を避けたり、機器に対する理解の低下が起こる恐れがあり、人と機器を媒介する機器のユーザインタフェースの仕様が重要視されるようになってきた。

ユーザインタフェースを考えるにあたり重要な概念となるのがユーザビリティである。ユーザビリティとは機器やシステムの使いやすさや学習しやすさのことを指す。Nielsen[1]はユーザビリティは、学習のしやすさ、効率性、記憶しやすさ、エラー発生率、主観的満足度の5つの要素から構成されるとしている。ユーザビリティの低下の原因として、機器の、機能の性能と数が絶えず変化していること、画面空間の制限によ

り一度に多くの情報を表示できないことが挙げられている[2]。また、階層構造の深さと幅がシステムの複雑性の知覚に影響することが示されている[3]。Ziefle & Bay[4]は携帯電話端末の操作経験後、若年者において高齢者よりもそのメニューの階層構造のメンタルマップが正確であり、操作成績もよいことを示した。このことから、彼らは操作中の情報処理に必要な能力として記憶力と空間能力を挙げている。機器は一般的に素早く効率よく使用できることが求められる。連続的に機器を操作することが難しい場合には、特に操作の素早さや効率が重要となる。例えば、車載情報機器を用いた目的の数字を探し出す課題では、運転負荷の増大に伴い前方視界視認時間が増加し、数字を探し出すまでにかかる機器の操作時間が増大した[5]。よって、短時間で効率よく情報が取得できるように使用者は情報機器の操作を学習する必要がある。そこで、本研究では操作経験を重ねることによる情報探索の変化について調べた。

### 1.2 研究目的

本研究では、最適な情報伝達のユーザインタフェースを考えるために、情報探索に関して以下の3点の検

\*連絡先：名古屋大学 情報文化学部  
名古屋市中種区不老町 情報科学研究科棟 4階 424  
E-mail: kurita@cog.human.nagoya-u.ac.jp

討を行う：(1) 機器の操作経験を通して、情報探索の効率と速さが改善されるのか、(2) 情報の構造知識をどの程度獲得するのか、(3) 操作経験と操作機器への印象の間にはどのような関連があるのか。

## 2 実験方法

### 2.1 参加者

学部生 36 名 ( $M = 20.33$ ,  $SD = 1.15$ ) が実験に参加した。またパフォーマンスの比較対象として高齢者 8 名に対しても同様の実験を行った ( $M = 67.88$ ,  $SD = 2.90$ )。

### 2.2 課題・手続き

課題はすべてコンピュータ上で実施された。実験では、実際に存在する機器を模した、情報を提示するシステムを用いた。参加者は、実験システムの画面を切り替えて様々な情報を取得することが可能であった。実験システムにおいて、情報は図 1 のような構造で示された。ただし、実験中は“バッテリー残量”等の具体的な数値情報が示されていた。また、各カテゴリには意味的に類似した情報が分類された。実験システム上で、情報はアイコン、グラフ、メータなど非常に図的な表象により提示された。実験システムに提示される情報は、カテゴリ A とカテゴリ B の上位カテゴリに大きく分かれている。さらに上位カテゴリの情報は複数の下位カテゴリに分かれている。同じ下位カテゴリに含まれる情報は 1 つの画面上に表示される。また、複数の画面に表示される情報も存在した (e.g., 図 1 の情報 5)。画面の切り替えはキーボードで行い、左右の矢印キーで上位カテゴリ、上下の矢印キーで下位カテゴリを切り替えることができた。



図 1: 実験システムの情報構造。実験中は各カテゴリや情報には具体的なラベルが与えられた。

はじめに、情報の分類を予測する分類テストが行われた。参加者は、実験システムに表示される情報の内の 20 項目が、実験システムにおいてどちらの上位カテゴリに分類されるか予想することを求められた。続いて下位カテゴリに対応した複数の画面への項目の分類が、上位カテゴリごとにそれぞれ行われた。なお、カテゴリを重複して項目を分類することは可能であり、使用する画面の数は参加者自身が決定した。

次に、探索課題が行われた。参加者は実験システムを操作し、提示された問題の回答を実験システムの中から探索する課題に取り組んだ。使用された問題は、バッテリーの残量を問う問題など 5 問あった。5 問の問題を 1 ブロックとし、全部で 8 ブロック繰り返し実施した。ブロックの開始や終了は、参加者には通知されず、ブロック間の休憩もとられなかった。ブロック内の問題の出題順はランダムであった。初めに表示される実験システムの初期画面、表示される各値もまた 1 問ごとに異なり参加者ごとにランダムに設定された。ただし、初期画面には問題の回答は存在しないように設定しており、必ず実験システムの画面を何度か切り替える必要があった。

探索課題終了後、探索テストが行われた。探索テストでは 9 問が、ランダムな出題順に各 1 回出題された。9 問中 5 問は、探索課題で出題した問題 (既出問題) であった。9 問中 4 問は、探索テストで初めて出題する問題 (新出問題) であった。問題に取り組む際、初めに表示される実験システムの画面は全参加者共通であった。その後、再度分類テストが行われ、参加者は実験システムの構造を再現するよう項目を分類することが求められた。

最後に参加者は質問紙に回答した。参加者の運転経験に関する質問紙の他、システムを評価する質問紙として SUS(System Usability Scale)[6] を実験システムに合うよう日本語に翻訳し利用した。

## 3 実験結果

高齢者の実験参加者数は、統計分析を行うにあたり十分な人数ではないため、統計的な分析は行わず若年者との比較によりその結果を示す。探索テスト、分類テストは課題が未完遂、また課題内容を誤った理解のもと行ったと考えられる高齢者が複数名いたため結果から除いた。

### 3.1 余剰移動回数

余剰移動回数とは、各問題で参加者が正解画面まで移動するために余分に移動した回数のことであり、探索の効率を表す。参加者が各問題で画面を切り替えた回数から、規範的に求められるその問題の初期画面から回答が表示される画面までの最短の画面切り替え回

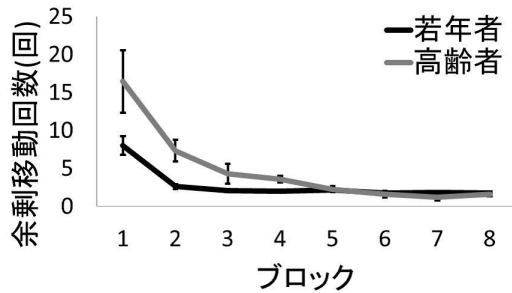


図 2: 探索課題の各ブロックにおける平均余剰移動回数 (バーは標準誤差を示す)

数を引くことにより求められる。なお、回答が複数の画面に点在する 1 問は分析から除外された。

探索課題における各ブロックの平均余剰移動回数を図 2 に示す。若年者で 1 要因 8 水準の参加者内分散分析を行った結果、ブロックの主効果が有意であった ( $F(2, 245) = 22.019, p < .001$ )。多重比較の結果、ブロック 1 においてその他のブロックより有意に余剰移動回数が多かった ( $ps < .005$ )。他のブロックの間に有意な差はなかった。高齢者のブロック 1 では若年者の約 2 倍余剰移動回数が多くブロック 5 にかけて回数が減少し、若年者と同程度に達した。

若年者の探索テストにおける各問題の平均余剰移動回数の結果を図 3 に示す。t 検定の結果、既出問題の余剰移動回数が新出問題より有意に少なかった ( $t(35) = 7.541, p < .001$ )。

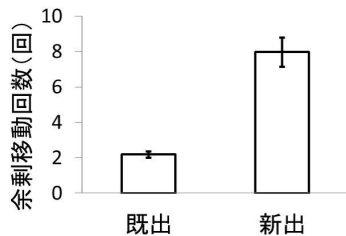


図 3: 探索テストの各問題における平均余剰移動回数 (バーは標準誤差を示す)

### 3.2 画面観察時間

画面観察時間とは、1 画面を観察し続けた時間を指し、ある画面を表示させてから次の画面へ切り替えるまでの時間である。探索の速さの指標として用いる。なお、初期画面については問題を読むための時間、最終画面については回答を入力するための時間が含まれるため、分析から除外する。

探索課題における各ブロックの平均画面観察時間を図 4 に示す。若年者で 1 要因 8 水準の参加者内分散分析を行った結果、ブロックの主効果が有意であった

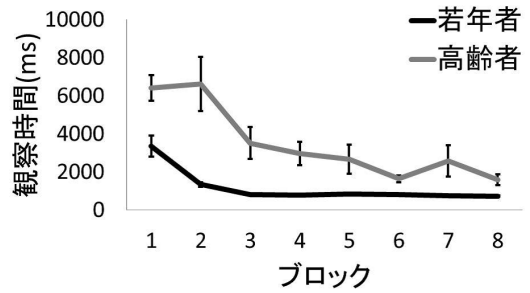


図 4: 探索課題の各ブロックにおける平均画面観察時間 (バーは標準誤差を示す)

( $F(2, 245) = 20.853, p < .001$ )。多重比較の結果、ブロック 1 において他のブロックより有意に画面観察時間が長かった ( $ps < .050$ )。また、ブロック 2 においてブロック 3 以降のブロックより有意に画面観察時間が長かった ( $ps < .010$ )。高齢者の画面観察時間は、ブロック 1 で若年者の約 2 倍画面観察時間が長く、ブロック 8 まで若年者より長かった。

若年者の探索テストにおける各問題の平均画面観察時間を図 5 に示す。t 検定の結果、既出問題の画面観察時間が新出問題より有意に短かった ( $t(35) = 7.351, p < .001$ )。

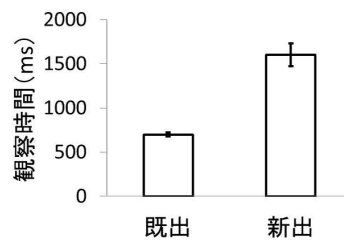


図 5: 探索テストの各問題における平均画面観察時間 (バーは標準誤差を示す)

### 3.3 分類テスト

若年者における分類テストの結果を示す。上位カテゴリの分類テストの結果は、参加者により上位カテゴリに正しく分類された項目の割合を正答割合とする。既出項目は探索課題の問題の回答となる項目、新出項目は探索テストの新出問題の回答となる項目を含み、その他の項目をその他項目とした。各テストにおける上位カテゴリ分類の平均正答割合を図 6(a) に示す。正答割合に対し、2(テスト:プレ, ポスト)×3(項目:既出, 新出, その他)の参加者内分散分析を行った結果、テスト要因と問題要因の交互作用が有意であった ( $F(2, 70) = 55.312, p < .001$ )。プレテストとポストテストともに、項目要因の単純主効果が有意であったが(プレテスト  $F(2, 140) = 71.825, p < .001$ ; ポストテスト

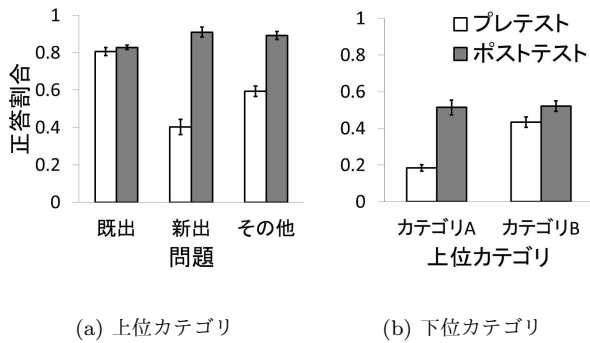


図 6: 分類テストの平均正答割合 (バーは標準誤差を示す)

$F(2, 140) = 3.273, p < .050$ ), ここではテスト要因の単純主効果にのみ注目する. 新出項目とその他項目では, ポストテストがプレテストより有意に得点が高かった ( $F_s(1, 105) > 65.000, ps < .001$ ) が, 既出項目ではテスト間に有意な差はなかった ( $F(1, 105) = 0.357, p = .542$ ). テスト要因の主効果 ( $F(1, 35) = 125.635, p < .001$ ), 項目要因の主効果 ( $F(2, 70) = 21.626, p < .001$ ) がともに有意であった.

次に, 下位カテゴリの分類テストの結果を示す. 参加者の分類した下位カテゴリに含まれる項目が, 実際の実験システムの下位カテゴリと一致した割合を正答割合とする. 若年者の下位カテゴリ分類の平均正答割合を図 6(b) に示す. 正答割合に対し,  $2(\text{テスト: プレ, ポスト}) \times 2(\text{上位カテゴリ: カテゴリ A, カテゴリ B})$  の参加者内分散分析を行った結果, テスト要因と上位カテゴリ要因の交互作用が有意であった ( $F(1, 35) = 13.425, p < .001$ ). 上位カテゴリ要因の単純主効果は, プレテストで有意であったが ( $F(1, 70) = 37.780, p < .001$ ) ここではテスト要因の単純主効果にのみ注目する. テスト要因の単純主効果は, カテゴリ A では有意に達し, ポストテストがプレテストより得点が高かった ( $F(1, 70) = 54.001, p < .001$ ). しかし, カテゴリ B ではプレテストとポストテストの得点に有意差はなかった ( $F(1, 70) = 3.853, p = .054$ ). テスト要因の主効果 ( $F(1, 35) = 47.138, p < .001$ ), 上位カテゴリ要因の主効果が有意であった ( $F(1, 35) = 29.679, p < .001$ ).

### 3.4 質問紙

操作経験と操作機器への印象の関連を調べるために, SUS の得点と各ブロックの余剰移動回数, 画面観察時間の相関分析を行った. そのうち相関が有意に達したのは, ブロック 1 における画面観察時間のみであった. ブロック 1 における画面観察時間と SUS の点数の間には, 有意な負の相関がみられた ( $r = -.338, p < .050$ ). SUS とその他の結果の間に有意な相関は存在しなかった. また, 参加者の運転経験と余剰移動回数, 画面観

察時間の間に関連は見られなかった.

## 4 考察

### 4.1 情報探索行動の改善

実験の結果, 若年者の情報探索行動は非常に素早く改善することが明らかになった. 探索の効率を示す余剰移動回数はブロック 1 から 2 にかけて急激に減少した. また, 探索の速さを示す画面観察時間はブロック 1 から 3 にかけて減少が生じた. しかし探索テストにおいては, 余剰移動回数, 画面観察時間ともに, 既出問題より新出問題の方が有意に高い値を示した. これらの結果は, 何度も探索を経験した情報については探索行動の改善が起こったが, 探索を経験していない情報についてはその影響は及ばなかったことを示す.

### 4.2 情報の構造知識の獲得

情報の構造知識の獲得については, 上位カテゴリと下位カテゴリでテスト結果に差異がみられた. 上位カテゴリ分類の正答割合はポストテストで全体的に非常に高く, 探索を経験していない新出項目やその他項目についても分類を学習したと考えられる. なお, 既出項目に関してはプレテストですでに正答割合が非常に高かったため, テスト間に有意な増加が確認されなかったと推測される. しかし, 下位カテゴリ分類の結果では, 全体的に得点は向上しているが正答割合の全体平均が 0.52 であり, 半分程度の項目の構造知識の獲得にとどまった. これらの結果から, 参加者は上位カテゴリの構造知識のみを獲得したことが示される. また, 下位カテゴリの構造知識は獲得していなかったが情報探索には改善がみられた. これは上位カテゴリの分類のみ判断をして, 問題の回答が見つかるまで上位カテゴリ内の画面を順番に切り替えるという方法で探索していたためであると考えられる. ブロック 2 から 8 の余剰移動回数が 0 回にならなかったことから, この方略が使用されたことが支持される. 今後の課題として, 獲得される知識と獲得されない知識はどのような差異があるのかを検討する必要がある.

### 4.3 操作経験と操作機器への印象の関連

1 ブロック目における画面観察時間と SUS の結果に負の相関がみられた. 画面観察時間が長いことは, 情報取得に要する時間が長く探索行動に苦勞していることを意味する. また, SUS は得点が高いほど機器へのユーザビリティ評価が高いことを示す. つまり機器への評価は, 初めに機器を利用した時の苦勞が大きな影響を与えている可能性を示す結果となった.

## 4.4 高齢者の結果

高齢者は、ブロック5から6までかけて、情報探索の効率や速さの改善が起こっており、若年者よりも情報探索のパフォーマンス改善が遅いと考えられる。若年者と高齢者の間に情報探索の成績に差が表れた理由として、Ziefle & Bay[4]の若年者と高齢者の携帯電話操作の先行研究で触れられているように、高齢者の記憶力や空間能力が衰えたことにより、情報構造の把握に苦労したことが考えられる。しかし、余剰移動回数の結果では、高齢者はブロック5以降で若年者に匹敵する成績を示している。このことから、操作経験を繰り返すことにより、高齢者の情報探索におけるパフォーマンスの低下を補うことができるという可能性が示唆される。ただし、本研究では高齢者の参加者が少なかったため、より正確な結果を得るために、さらに多くの高齢者に対し実験を行う必要がある。さらには、幅広いユーザの要求を満たすために高齢者に限定せず年齢層を広げた比較が望まれる。

## 参考文献

- [1] Nielsen, J.: Usability engineering. Morgan Kaufmann (1993)(ニールセン, J., 篠原稔和・三好かおる訳: ユーザビリティエンジニアリング原論, 東京電機大学出版局; 第2版 (2002))
- [2] Ziefle, M., Bay, S.: How to overcome disorientation in mobile phone menus: A comparison of two different types of navigation aids. *Human Computer Interaction*, Vol. 21, pp. 393–433 (2006)
- [3] Jacko, J. A., Salvendy, G.: Hierarchical menu design : Breadth, depth, and task complexity. *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 82, pp. 1187–1201 (1996)
- [4] Ziefle, M., Bay, S.: Mental models of a cellular phone menu.comparing older and younger novice users. *MobileHCI 2004, LNCS 3160*, pp. 25-37 (2004)
- [5] 池村澄男・石原荘一・松村大地: 車載情報システムにおける階層式メニューの操作性 (運転負荷の影響), 日本機械学会論文集 (C編), Vol. 73, pp. 1449–1456 (2007)
- [6] Brooke, J.: SUS:a ‘quick and dirty’ usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, pp. 189–184. London: Thaylor and Francis (1996)