

# Web 閲覧履歴をカード化し整理させることによる 閲覧内容の記憶定着支援

坂 裕奈<sup>†</sup> 莊司 慶行<sup>†</sup> 大島 裕明<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 青山学院大学 理工学部 〒252-5258 神奈川県 相模原市 中央区 淵野辺

<sup>††</sup> 兵庫県立大学 大学院 情報科学研究科 〒651-2197 兵庫県 神戸市 西区 学園西町

E-mail: <sup>†</sup>tyuna@sw.it.aoyama.ac.jp, <sup>††</sup>shoji@it.aoyama.ac.jp, <sup>†††</sup>ohshima@ai.u-hyogo.ac.jp

**あらまし** 本研究では、一日の最後にその日の Web 閲覧履歴をカードにまとめさせ、そのカードを整理させることで、インターネット上で得た情報を記憶に定着させる手法を提案する。現代人は毎日 Web 上で多くの情報に接しているが、知った情報のうち何が重要かを自覚せず、その内容も忘れてしまう場合が多い。そこで、勉強や思考術で一般的に用いられる、カード作成と整理に基づく記憶定着支援システムを実装した。このシステムでは、閲覧履歴（History）を入力として、半自動でカードを作成できる。また、作成したカードは一覧表示でき、カード作成時には、関連するカードが周辺に表示される。こうして毎日寝る前に「今日の 1 日の Web 閲覧のまとめ」カードを作成することで、利用者は自分が何を重要視しているかを自覚でき、過去のカードを見返すことで必要な情報を思い出しやすくなると考えられる。被験者に 1 週間システムを使わせ、その 1 週間後に記憶テストを行う実験を通じて、カード作成、整理が記憶定着に効果があるかを評価した。

**キーワード** 情報検索、記憶、閲覧履歴

## 1 はじめに

現代人は、あまりにも膨大な Web 上の情報に晒されながら生きるようになってきている。Web 検索エンジンで調べものをしたり、いきつけの Web サイトを閲覧したり、ソーシャルメディアの投稿を読んだり、毎日多くの情報をインターネット上から得ているはずである。一方で、ふと自分事として考えてみると、インターネットに費やした時間に対して、インターネットから得た情報は、記憶に残っていないように感じられる。総務省による調査では、現代の日本人は 1 日 3 時間をインターネット閲覧に費やしているとされる。毎日 3 時間本を読み続けて 1 年もしたら、立派な読書家であるし、毎日 3 時間運動を続けたら健康になるだろう。一方で、毎日 3 時間、何となく Web 閲覧を続けた場合、利用者は何か身につけられるだろうか。

古来から人類は、雑多な情報をまとめ、記憶に残すために、カードにまとめ、整理するやり方を一般的に使ってきた。身近な例でいうと、読んだ本の内容を 1 枚のカードにまとめて収集する読書カードが、教育カリキュラムにも組み込まれている。こうしたカードにまとめることによる情報の整理と学習は一般的に「情報カード（Index Card）」と呼ばれ、様々な応用やスタイルが提案されてきている。例えば民俗学者である梅棹忠夫は、京大式カード<sup>1</sup>と呼ばれるカードを用いた情報整理技術を提案している [1]。京大式カードでは、B6 程度の大きさのカードに 1 枚 1 題目で、情報をまとめる。こうしてまとめたカードを整理して持っておくことで、いつでも情報を引き出せるよう

にする。同様に著名な情報カードを用いた情報整理術として、KJ 法が広く知られている [2]。KJ 法では、カードに項目を書き、類似した項目同士のカードをグルーピングしてまとめる。

また、学習内容を小さな紙 1 枚にまとめることで、情報の捨選択が行われ、学習を助けるという事象も知られている。このような現象は、経験則として、「カンニングペーパーをしっかり作り込んだら、作る過程で内容を覚えてしまって、結局そのカンニングペーパーは役に立たなかった」という笑い話として話題になることも多い。このような教育効果は一般的に知られており、手書きの紙片 1 枚のみ資料の持ち込みを許可するような試験も一般的になりつつある。この現象は一般的な勉強法にも取り入れられつつある。名刺大のカードに情報をまとめることで効率的に学習を素早くする方法が情報カード勉強法と呼ばれたり、カンニングペーパー勉強法という名前で書籍で紹介されていたりする<sup>2</sup>。

雑多で忘れやすい Web 閲覧情報と、カードにまとめる情報整理術を、組み合わせる。具体的には、Web 上で閲覧した雑多で整理されていない情報を、カードにまとめることで、記憶に定着させ、役立つものにする。毎日何となく娯楽として漫然と閲覧した Web サイトやソーシャルメディアでも、覚えておけば後から役に立つ情報も含まれている。こうした際に、毎日寝る前に、「今日 1 日で得た Web 情報まとめ」のようなカードを作成させることを考える。その日一日の Web 閲覧履歴を見返して、その中から自分が本当に興味のあったことを振り返る。そ

<sup>1</sup> : Wikipedia「京大式カード」

<https://ja.wikipedia.org/wiki/京大式カード>

<sup>2</sup> : カンニングペーパー勉強法 :

桑原 圭太郎 著『偏差値 95 の勉強法 頭のいい人が知っている「学びを自動化する技術」』

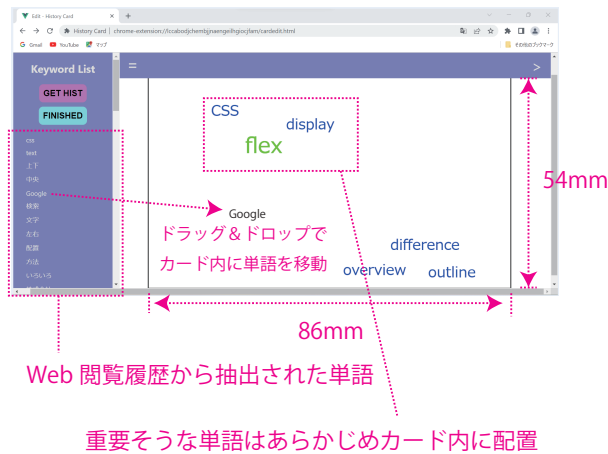


図 1 実際のカード作成の様子。

して、興味のあったこと同士をトピックにまとめ、カードに記載する。こうして作成したカードを集め、貯めていく。溜まったカードを見返したり、たまにカード同士を見比べてみることで、自分の本当の興味と向き合い、漫然とした Web 閲覧結果から、本当に意思決定に役に立つ情報を、知識として定着できると考えた。

そのために、本論文では、Web 閲覧履歴を与えると、半手動で、その日 1 日分のまとめカードを作成できるシステムを提案する。実際の操作の例を図 1 に示す。このシステムでは、利用者は、システムのサポートを受けながら、その日にアクセスした Web サイトの情報を、名刺サイズのカードにまとめることができる。このシステムを起動すると、利用者は、まず、いくつかの単語があらかじめ記載されたカードと、その横に多くの単語のリストが表示される。カードにあらかじめ記載された単語は、Web 履歴に含まれていた、重要そうな単語を抽出したものである。そして、それらの語について、重要度の高そうな単語は大きく、重要度の低そうな単語は小さく、カード上に自動で配置する。利用者は、この状態のカードを自分の手で編集して、その日 1 日の Web 閲覧のまとめカードに仕上げていく。

画面の左側には、カードに初期状態で記載されなかった履歴から抽出された単語が列挙されている、キーワードリスト欄が設けられている。利用者は、リストからカードに単語をドラッグアンドドロップすることで、特に気になった単語をカードに残すことができる。また、同様に、カード内の単語をリストに戻すこともできる。これらの単語をカードに乗せる際には、初期状態で重要そうな後は大きく表示されるが、大きさや色、向きなどはあとから自分で設定することができる。ほかに、これらの単語にはそれらの単語が使われた Web サイトの URL が紐付けられており、後日「なんでこの単語を選んだんだっけ」と思った場合には、カードを作成した際にどんな Web ページを見ていたかの備忘録にも使える。

また、これらの機能に加え、自分でキーワードを追加したり、カードに色を付けたりする、ちょっとしたデザイン上の機能も有している。このように、Web 閲覧履歴を自分で一つ一つ確認



図 2 カード新規作成までの流れ。

せずに、すべての単語を入力せずとも、マウス操作だけでそれなりに見栄えの良い、集めたいようなカードを生成できる。

次に、こういったカードを収集し、整理させる機能を持たせた。図 2 に、実際のカード作成前の流れを示す。利用者は、このカードの作成に入る前に、過去に作ったカードの一覧ページにアクセスする必要がある。ここで、カード作成ボタンは最初には表示されておらず、スクロールして新規作成ボタンまで移動する。この際に、並んでいるカードを見返すことで、「そういえば、この日はこれを調べたなあ」と、さりげない振り返りができる。

これらに加えて、カードを並べ替えたり、特定のトピックを共有するカードごとにまとめるといった機能も持たせる。こうすることで、毎日カードを作り、それを集め、整理することで、Web で得た情報の中で、大事だったり面白いものを自分の脳内でも整理できて、役に立つようにできると考えられる。

このようなアプリケーションが実際に有効であるかを確認するために、実際に Google Chrome 用のブラウザ拡張と連動して動作する Web アプリケーションを実装した。被験者に 1 週間にわたってシステムを使ってもらい、その 1 週間後に作ったカードの内容や Web 閲覧内容をどの程度覚えているかを確認した。実験結果から、システムがどう記憶や知識化に寄与したかを、分析する予定である。

本節では、モチベーションと提案システムの概要について紹介した。第 2 節では、関連研究を紹介し、本研究の位置づけを示す。第 3 節で、実際に作成したシステムのアルゴリズムと、

実際の設計と実装について説明する。第4節では、被験者実験の内容と結果について述べ、第5節で結果について考察する。第6節でまとめと今後の課題について述べる。

## 2 関連研究

本研究は、Webブラウザの履歴を用いて、カード作成を通じて、情報の知識化や記憶定着を助ける研究である。こういった取り組みは、生活データの分析とも近い。そこで、ブラウザ履歴分析について第2.1節で、カード作成を通じた学習法について第2.2節で、記憶定着と知識化について第2.3節で、ライフログの分析と可視化について第2.4節で、それぞれ関連研究を紹介し、本研究の位置づけを明らかにする。

### 2.1 ブラウザ履歴分析

ブラウザの履歴を分析することでブラウジングを快適にしたり、Web閲覧体験を有意義にすることは一般的に多く研究されてきている。古典的な例として、Wexelblatら[3]は、Web閲覧時の移動の軌跡をグラフとして表示可能にして、再アクセスを容易にする研究を行っている。一方で、我々の研究では、そもそも再訪問が必要なくなることを目標としている。

ブラウザ履歴を可視化することで個人の知識定着を促す研究も行われている。例としてYuら[4]は閲覧履歴を可視化し、振り返り可能にしている。同様に、Carrascoら[5]は、閲覧履歴をアニメーション付きのグラフとして表現している。Xuら[6]は、閲覧履歴を意味に基づいたばねモデルに基づく無向グラフとして表示することで、閲覧履歴から自分が何を学んだかを振り返れるようにしている。他に、Teevanら[7]は見返しや再訪問を促すためのWeb閲覧履歴ようやく方法であるVisual snippetsを提案している。本研究でも同様に、Webブラウザの履歴を整理することで、振り返りを誘発し、必要な情報を記憶に残すことを目的としている。一方で、アプローチとして、この研究では半手動でカードを作成させることの効果を期待している。これはIkea効果[8]などと言われるように、人は自分の手で作ったものに愛着がわき、より見返したくなったり、記憶に残ったりすることを狙っている。

### 2.2 カード作成を通じた学習

本研究では、オンラインシステム上でカードを作成し、整理するアプリケーションである。このようなカードを使った情報整理は古くから行われてきており、物理的なカードとしても、電子アプリケーションとしても多く研究されてきている。

これまでに作成されてきた情報カードは重要な情報資源であるため、紙で作成された情報カードを電子化する取り組みも行われてきている[9]。最も有名な電子的なカード整理システムは、HyperCardであると考えられる。HyperCardはAppleがソフトウェア開発者向けに開発した、Wikiの起源のような情報管理ツールである。HyperCardでは情報の単位をカードとして、HyperTextによりカード間にリンクを貼ることができる。このようなHyperCardが、教育でも有効であることが知られている[10]。

一般的なカードを用いた情報整理術であるKJ法を、そのままコンピュータ上でも実現可能にした研究も存在している[11]。紙製の情報カードと電子機器を結び付けて利用する研究としてHidayat[12]らは拡張現実技術(Augmented Reality)を使ったスマートフォン向けの学習支援システムを提案している。

### 2.3 情報の知識化と記憶定着支援

操作履歴から紙媒体のカードを生成する研究として、Shojiら[13]は、ミュージアムガイド端末から自動的に鑑賞者の興味を推定して、記念品のポストカードを生成するアプリケーションを提案している。このアプリケーションでは、博物館鑑賞後にポストカードを手元に置いておくことで、振り返り学習を促進することを目的としており、本研究と類似性が高い。一方で、ポストカード生成自体は自動で行われ、手元に置くのも1枚である。本研究では半手動で、多数のカードを生成し、カード間の関連や意味を考えさせる点で、これらの研究と大きく異なる。

### 2.4 ライフログ分析

Web閲覧履歴は、「見たものを記録する」という観点では、写真や行動データを分析し可視化するライフログ分析と関連する。写真を対象とするライフログ分析の例として、Hodgesら[14]は記憶定着を目的としたライフログ記録システムであるSenseCamを提案している。Pirsiavashら[15]はライフログを分析し、実際に行われたイベントが何であったかを推定することで、見返しやすくする支援を行っている。

こういった現実の情報を推定し、記憶に残すための写真によるライフログに対して、Webページ情報はより細かい情報を含み、複数のタブで同時に複数のことをするなど、散漫である。そのため、本研究では、完全に自動で写真を分類し代表写真を選ぶアプローチではなく、半手動で整理させるアプローチを取っている。

## 3 提案手法

本研究で提案するアルゴリズムは、特定のブラウザの仕様や、システム設計と不可分である。そのため、Google Chrome向けに開発した、実際の実装を例にとりながら手法について説明する。

### 3.1 システム概要

提案システム全体の概要を図3に示す。このシステムでは、履歴を読みだすためのGoogle Chrome拡張であるAPIモジュールと、カード作成を行うフロントエンドモジュール、そしてカードの保存と整理を行うサーバサイドモジュールからなる。

この実装では、ブラウザ拡張を用いたフロントエンド側に、多くの機能を凝縮させている。これは、Web閲覧履歴というプライベートな情報を含む行動ログデータを、なるべく通信上に乗せるべきではないという配慮に基づく。カード作成時には、すべてのログデータを分析して、利用者にとって後日必要になりそうな情報を、利用者自身の手で整理させる必要がある。一方で、サーバにそれらすべてのログが送られることは、通信が

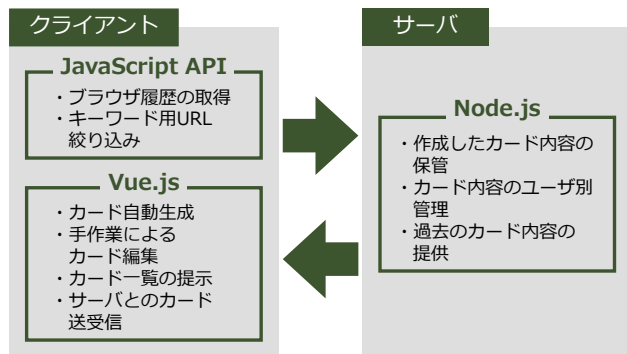


図 3 提案システム全体の概要。Chrome 拡張として実装された JavaScript API で履歴を読みだし、Vue で動作するフロントエンドアプリケーション上で履歴を分析し、カードを生成する。生成したカードをサーバに送信し、カードを見返したり、後から整理できるようにする。

傍受されたりハッキングを受けた際に秘密を保持できないので、避けるべきであると考えた。そこで、作成したカードと、それに付随する情報だけをサーバに送るようになるために、あえてブラウザ拡張として通信を伴わずにアクセス履歴を扱えるようにしている。

### 3.2 Web 閲覧履歴からのフレーズ候補の抽出

はじめに、Web 閲覧履歴からページ内容を読みだし、重要そうな単語を推定する。そのために、Google Chrome API を使って、API 経由で Web アクセス履歴を収集する。API では、日付で絞り込んで履歴を抽出できるので、1 日分の履歴を用いる。

次に、読みだしたページ内容のうち、ページのタイトルに対して形態素解析を実施し、重要そうな単語を推定する。形態素解析器として、JavaScript で動作する kuromoji を用いた。注意事項として、形態素解析は時間のかかる処理であり、本来であればサーバサイドで行うのが望ましい。しかしながら、生の Web アクセスログは個人情報の塊であるので、頻繁にアップロードすることは避けたい。そのため、極力処理をクライアントサイドだけで済ませるために、あえてこのような実装にした。

こうして抽出したすべての単語について、特に名詞と判定されたものを重要な単語の候補とした。これらについて、一般的な Web に登場する頻度と正規化して、特にこの日のこの利用者の Web アクセス履歴に特徴的に多い語を、重要度が高いと判定した。

### 3.3 半手動でのカード生成による記憶定着支援

図 4 に実際のカード作成時の流れを示す。利用者がカード作成画面で「Get Hist」ボタンを押すと、API が呼び出され、1 日分の履歴から抽出された重要そうな単語が、その単語の使われていた URL と、重要度が付与された状態で返ってくる。特に重要度が高いと判断した単語は、あらかじめカード内に配置する。初期状態においては、フォントサイズは 3 段階に分けられた重要度と比例しており、フォントの色も重要度に応じて設定されている。

利用者は、このような初期状態のカードから、カードを自分の気に入るように編集していく。カード上に単語を追加したり、除去したりすることや、単語をカードに直接自分で入力することを通し、利用者自身がその日に閲覧した内容のうち重要だと感じるものを明白化し絞り込んでいく。カード上の単語については、それぞれの向き、サイズ、色が変更可能であり、カード自体の背景色も変更可能である。利用者は、このようなカードの外見に関する要素を自らの手で編集し、自分好みにカスタマイズすることができる。更に、カードにタグを付与することで、後にカードを探す際に容易に見つけられるようにしたり、類似するトピックのカード同士をまとめたりすることに繋げられる。

利用者は、カードの編集が完了したと判断したら、「Finish」ボタンを押すことで、作成したカードをサーバに送信できる。こうしてサーバに送られたカードは、一覧表示したり、ソートしたり、検索して見返したり整理することができる。

### 3.4 カード整理インターフェースによる振り返り支援

作成したカードは、ただ作って終わりではなく、整理したり、検索して、見返すことができる。そのために、カードのソート機能と検索機能を実装した。

図 5 に、カード整理をしながら実際にカード作成にうつるまでの流れを示す。システムを起動した直後の画面では、任意の並び順で利用者がこれまで作成したカードが敷き詰められて表示される。なお、最初の状態では、ランダムな順序でカードが表示される。

カードの並び順については、ランダムのみならず、日付順に変更することや、共通する単語やタグでグルーピングすることができる。また、単語やタグを指定することで、これが含まれるカードに限定して表示させることも可能である。利用者は、これらのカード整理機能を活用して、過去に作った特定のカードを見つけ出すことや、これまで作成してきたカードを多様な観点から振り返ることが出来る。

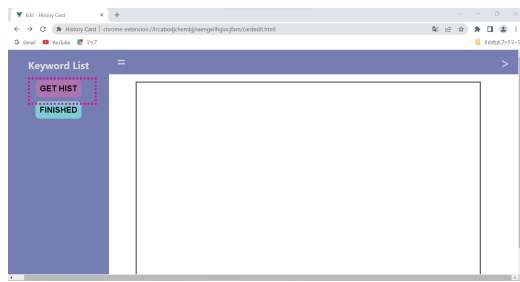
個々のカードは、拡大して表示することで、利用者が特定の日に作成したカードの内容を改めて見返すことができる。カードに表記された各単語からは、それに紐付いた URL を参照することができ、カードを作成した日に閲覧していた Web サイトへの再訪問を可能にしている。

カード新規作成画面に遷移する為のリンクは、画面を一定距離スクロールするか、あるいは全てのカードの最後尾まで到達しないと出現しないようになっている。この仕様により、利用者がこれまで作成したカードを一切振り返らないで、即座にカードの新規作成に移行することを防止している。

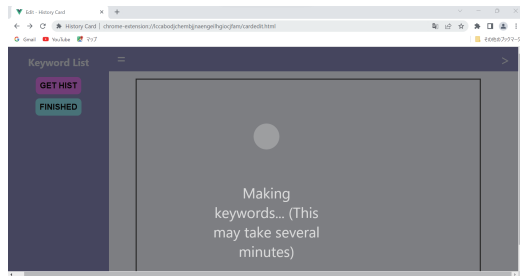
## 4 評価実験

提案するカード整理による Web 閲覧履歴の記憶定着の効果を確認するためには、2 つの記憶定着への効果を検証する必要がある。具体的には、

- 短期的な調べものにおける情報整理、
- 日常的な Web 閲覧における情報整理



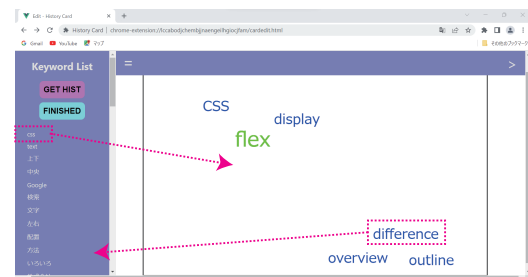
「Get Hist」ボタンを押して編集を開始する



実際に履歴が読み込まれ、分析が行われる  
(待機画面が表示され、待たされる)



初期状態のカードが表示される



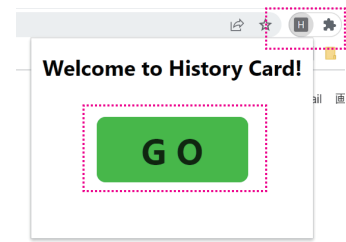
単語をカードに入れたり、取り除いたり、  
場所や向きや色を変えたり、編集する

図 4 カード作成の流れ。

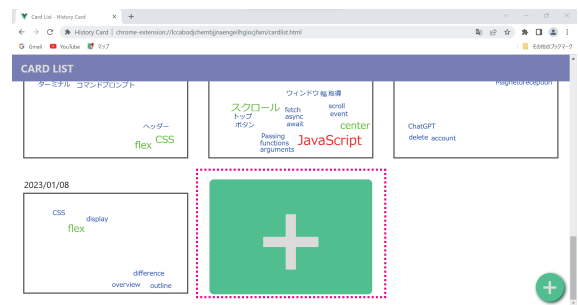
について、Web 閲覧履歴に基づくカード整理を行わせた際の、記憶度合いをそれぞれ評価する必要がある。今回の論文では、研究期間の制約から、これらのうち、短期的な調べものにおける情報整理の記憶定着支援の度合いについてのみ実験を行った。

#### 4.1 比較手法

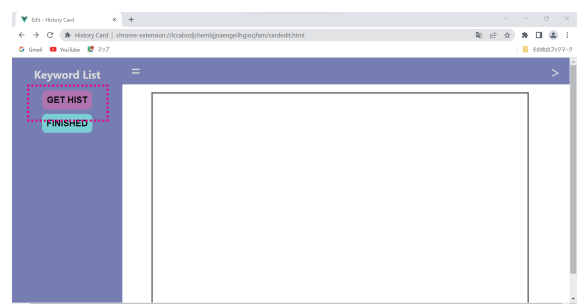
カードを半手動で作ることの有効性と、カードを見返せることの有効性をそれぞれ評価する。そのために、



ウェブブラウザ右上に表示される  
Chrome 拡張アイコンをクリックし、  
Go ボタンを押す



新規作成アイコンをクリックする



「Get Hist」ボタンを押すと履歴が分析される

図 5 システム利用の流れ。

- 半手動作成見返しあり（提案手法）：半手動でカードを作り、毎日見返しを行う、
- 半手動作成見返しなし：半手動でカードを作るが、過去に作成したカードは見返せない、
- 自動作成見返しあり：カードが自動で生成され、人手で編集できないが、毎日見返することができる、
- 自動作成見返しなし：自動生成された 1 枚のカードを、毎日作成時に 1 回見るだけ、および
- なにもなし：カード作成などを一切行わず、1 週間前の Web 閲覧行動をどれだけ覚えていたか聞くという 5 つの手法について評価する。

#### 4.2 実験タスク

短期的な記憶定着支援の評価実験では、被験者に「旅行のプ



ランを立てる」または「催しのための献立を考える」といった、複数の情報をトピックごとに列挙し比較した上で意思決定を行うようなタスクを課した。このタスクでは、例えば旅行のプランの場合、特定の条件を満たすホテルや、行いたいアクティビティなど、計 7 個の調査項目が被験者に伝えられる。被験者は、20 分間、定められた調査項目を Web 上で調べる。その後、カード作成を手で行ったり、カードにタグ付けし整理したりする。この際、被験者ごとに、自動で作成されたカードを見るだけであったり、カードを一覧表示で見られるがタグ付けは行えないなどの、異なる条件を課す。

実際のタスクと、タスクごとの調査項目を、表 1 に示す。被験者は、例として、浜松での 1泊 2日の旅行について宿や食事のプランを 20 分間で調べて決定する、というような、具体的な目標を与えられる。そして、宿泊施設、初日の夕食、2 日目の昼食などの 7 つの項目について、なるべく多くの項目を埋めるよう指示される。この際、各項目には、自然言語で書かれた条件が付与されている。具体的には、「宿泊施設は、温泉のある宿で、ホテルよりは風情のある旅館が望ましい。予算は最大 15,000 円程度で、朝食付きだと嬉しい」のような条件が、それぞれの項目に合わせて付与されている。

表 1 に表される 2 つのタスクと、4.1 節で示された 5 つの手法の、合計 10 通りの組み合わせについて、それぞれ 1 名の被験者が担当した。各被験者は、はじめに、実験に関する説明を受け、各自のコンピュータの環境整備を行った。具体的には、実験用に普段使っている Web 閲覧履歴ファイルを一度別の場所へ移し、実験時に私的な内容がカードに反映されないようにした。次に、ブラウザの拡張機能として実装されたシステムのインストールを行い、システム使用方法のチュートリアルを受講した。この状態で、被験者は、タスクの説明を受けた後に、与えられたタスクに関して 20 分間 Web 上で自由に調べた。この際、メモやスクリーンキャプチャを取るような行為は禁止した。

調べものが終わったら、各被験者は自分に割り当てられた手法に基づいて、カードを作成したり、整理したり、何もしなかったりした。終了後に、各項目について、最終的に何を選んだかを聞き出した。この際、項目ごとに紙に書かせると、それ自体が記憶の整理になり、記憶定着に影響することが懸念されたため、口頭で軽く聞き出した。最後に、被験者のうち実際にシステムを使った人に対し、システムのユーザビリティについてアンケートをとった。そして、4 日後になってから、各項目に関する最終決定をどの程度覚えているかを、口頭で聞き出した。この際、明確に固有名詞として覚えていない場合でも、何をどう調べたかなどの、曖昧な記憶についても聞き出した。

### 4.3 実験結果

表 2 は、短期評価実験のタスク実施当日及びその 4 日後において、各手法の被験者が覚えていたタスクの項目数とその割合の平均値を示している。前述した通り、被験者は 10 名であり、それぞれ異なるタスク及び比較手法が割り当てられた。なお、このうち 1 名の被験者に関しては、日程が合わなかった都合上、後日調査を 4 日後ではなく 3 日後に実施した。実験後の記憶一

表 1 実際に被験者に課されたタスクと、その際に調べる必要のあった 7 つの項目。各項目には、「宿泊施設は、温泉は必須、風情のある旅館がよい、予算は 15,000 円程度」などといった細かい条件が付く。

旅行タスク	献立タスク
宿泊施設	主菜
初日の夕食	副菜 1
2 日目の昼食	副菜 2
お土産	主食
歴史施設	ワイン
商業施設	デザート
自然施設	ヴィーガン用主菜

致判定については、例えば当日に「パスタを献立にしたい」としたが、後日「何を献立にするか忘れた」とするといった、情報の完全な忘却や、当日は「お土産に餃子やパイ菓子を買いたい」と述べたが、後日になり「お土産に餃子を買いたい」と言うような、主要項目の記憶漏れなどを、「記憶不一致」と判断した。一方、当日に「湖の近くにある朝食付きの旅館に泊まりたい」とし、後日「湖の近くにある旅館に泊まりたい」と言うような、詳細は漏れたものの主要項目は記憶した状態や、当日に該当項目について「調べられていない」とし、後日もこの項目に対し「調べていない」と述べるといった、調べていないことに対する記憶などは、「記憶一致」と判定した。今回の結果では、記憶一致率について、カードの編集を行った被験者グループの方が、実験当日と後日の記憶一致率が高くなった。一方で、編集を行っていないグループと編集を行ったグループいずれにおいても、カードの整理を行った被験者の方が記憶一致率が低くなる傾向が見られた。

表 3 では、短期評価実験にてカード作成及び整理システムを利用した被験者から任意で収集した 5 段階評価アンケートの平均結果を示している。各アンケート項目のうち、「送信したカードに含めたキーワード割合」は、編集したカードに含まれる単語が全て自動生成したものである場合を 1、全て手動で追加したものである場合を 5 と考えた上で、被験者がカードに載せた単語の生成方法に応じた割合を 5 段階で表現している。なお、「機能利用頻度（カード一覧画面）」の「ソート」に関しては、回答対象者 4 名全員から回答を得ることができなかったため、収集出来た 3 名分の回答を基に集計した。結果としては、全体的に自動生成されたカードより編集を施したカードの方が評価が高くなる傾向があったが、カード編集とカード整理を両方実施した場合に関しては、編集したカードの出来栄評価の方が低くなった。

## 5 考察

本節では、実際の実験結果をもとに、半手動でカードを作らせることの有効性、見返すことの有効性についてそれぞれ議論する。また、コンピュータによるサポートの有効性として、生の履歴を見ながらカードを作らせた場合と、ユーザビリティや

表 2 タスク直後と、4 日後の平均記憶項目数.

		なにもなし	自動作成 見返しなし	自動作成 見返しあり	半自動作成 見返しなし	半自動作成 見返しあり
タスク直後	達成項目数	7.00	7.00	6.50	7.00	7.00
	(割合)	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00
4 日後	記憶一致数	5.50	6.00	4.00	<b>7.00</b>	6.50
	(割合)	0.79	0.86	0.57	1.00	0.93

表 3 システムに関する 5 段階評価ユーザビリティアンケートの各回答平均.

		自動作成 見返しなし	自動作成 見返しあり	半自動作成 見返しなし	半自動作成 見返しあり	全体
システム 総合評価	印象	3.00	3.50	4.50	4.50	3.88
	使い心地	2.50	3.50	3.00	3.50	3.13
	デザイン	3.50	4.50	3.50	3.50	3.75
自動生成 カードの 出来		3.50	2.50	2.00	3.50	2.88
送信した カードに含めた キーワード割合				3.50	3.50	3.50
機能利用頻度 (カード編集 画面)	向き			1.00	1.50	1.25
	大きさ			4.00	5.00	4.50
	色			4.00	5.00	4.50
	背景色			1.00	3.00	2.00
	タグ追加			5.00	3.50	4.25
編集カードの 出来			3.00	4.50	3.00	3.50
カード一覧表示 見やすさ			4.50		4.50	4.50
機能利用頻度 (カード一覧 画面)	ソート		2.00		3.00	2.67
	検索		2.50		2.50	2.50
	拡大表示		1.50		2.50	2.00
拡大表示 URL 適切度			3.50		4.50	4.00

継続利用という観点から比較する。

まず、短期評価実験における記憶一致度の評価について議論する。カードの編集について、これを実施した被験者の方が数日後における記憶一致率が高くなる傾向が見られた。これより、カードを自らの手で編集する行為には一定の記憶定着効果があると考えられる。一方で、カードの整理を行った被験者については、これを実施していない被験者よりも低い記憶一致率になる傾向があった。よって、作成したカードを整理する行為に対し、記憶定着を支援する作用を見出すことはできなかった。

次に、システム利用者に対するアンケートの回答結果について議論する。短期評価実験にて実施したアンケートでは、編集を施したカードの方が自動生成した物よりも出来栄えに対する満足感が比較的高く、ユーザがカードに手を加える行為にある程度の支持が得られたと考えられる。しかし、編集したカードに対し自動生成された物よりも低い出来栄え評価を付けた被験者もあり、必ずしもカードを編集する行為が好意的に受け入れられた訳ではないことも示唆されている。加えて、被験者から

の感想でも、「操作性が悪かった」「デザインの自由度が高すぎて何から書き始めればいいのか分からなかった」など、カードの編集機能を不便に感じているとの意見が多く挙げられていた。これより、カード編集における操作性の向上が重要な改善点の一つとなると考えられる。

カード編集機能に対する評価があまり高くなかった一方で、閲覧履歴から自動でカードに掲載する単語を抽出する機能に関しては、これにより「調べたものをちゃんと思い出す」ことができたなど、好意的な意見が多くあった。その反面で、「不必要なワードなども入っていた」「単語の区切りが正しくない」「どのサイトにも含まれている言葉が多く、具体性がない」など、単語の抽出方法に対する改善要望も多くあった。これらの意見を踏まえると、単語を自動抽出する機能には一定の需要があり、この機能を改善することでユーザがより快適にシステムを利用できるようになると捉えられる。ただし、短期評価実験の結果からも示唆されているように、カード上の単語を自動生成のみに頼ると記憶定着効果が低下する可能性がある。したがって、

自動抽出機能を向上させつつも、この機能に頼りきりにならないように、システムの仕様を調整する必要があると考えられる。

## 6 ま と め

本研究では、Web 閲覧履歴をカードにまとめ、整理することで、その日にインターネット上で得た情報を記憶に定着させるシステムを作成した。毎日寝る前に「今日の1日のWeb 閲覧のまとめ」カードを作成することで、利用者は自分が何を重要視しているかを自覚でき、過去のカードを見返すことで必要な情報を思い出しやすくなると考えられる。

実際に Google Chrome 上で動作する Web アプリケーションを実装し、被験者実験を行った。短期評価実験の結果より、半手動でのカード生成には比較的有效性が見られたが、見返すことの有効性は余り見られなかった。

今後は、長期評価実験の実施により、カードの編集や整理の効果を更に検証していく予定である。加えて、カード編集時の操作方法や単語の自動抽出手法などといったシステムの機能を改善することで、利便性や記憶定着効果の更なる向上が期待される。

## 謝 辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21H03775, 21H03774, 22H03905 による助成、ならびに 2022 年度国立情報学研究所共同研究 22S1001 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

## 文 献

- [1] 梅神忠夫. 知的生産の技術, 岩波新書, 1969.
- [2] Raymond Scupin. The kj method: A technique for analyzing data derived from japanese ethnology. *Human organization*, Vol. 56, No. 2, pp. 233–237, 1997.
- [3] Alan Wexelblat and Pattie Maes. Footprints: history-rich web browsing. In *Computer-Assisted Information Searching on Internet*, pp. 75–84. 1997.
- [4] Wenhui Yu and Todd Ingalls. Trails—an interactive web history visualization and tagging tool. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, pp. 77–86. Springer, 2011.
- [5] Matthew Carrasco, Eunyee Koh, and Sana Malik. pophistory: Animated visualization of personal web browsing history. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2429–2436, 2017.
- [6] Luyan Xu, Zeon Trevor Fernando, Xuan Zhou, and Wolfgang Nejdl. Logcanvas: visualizing search history using knowledge graphs. In *The 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval*, pp. 1289–1292, 2018.
- [7] Jaime Teevan, Edward Cutrell, Danyel Fisher, Steven M. Drucker, Gonzalo Ramos, Paul André, and Chang Hu. Visual snippets: Summarizing web pages for search and revisitation. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, p. 2023–2032, New York, NY, USA, 2009.
- [8] Michael I Norton, Daniel Mochon, and Dan Ariely. The ikea effect: When labor leads to love. *Journal of consumer*

- psychology*, Vol. 22, No. 3, pp. 453–460, 2012.
- [9] A.C. Downton, A.C. Tams, G.J. Wells, A.C. Holmes, S.M. Lucas, G.W. Beccaloni, M.J. Scoble, and G.S. Robinson. Constructing web-based legacy index card archives—architectural design issues and initial data acquisition. In *Proceedings of Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp. 854–858, 2001.
- [10] Dennis Bowers and Chia Tsai. Hypercard in educational research: An introduction and case study. *Educational Technology*, Vol. 30, No. 2, pp. 19–24, 1990.
- [11] N. Takeda, K. Kawai, M. Koyama, A. Shiomi, and H. Ohiwa. KJ-editor: an index-card style tool. In *Proceedings IEEE Workshop on Visual Languages*, pp. 255–257, 1992.
- [12] Wahyu Nur Hidayat, Muhammad Akhsan Hakiki, Muhammad Fajar Nashrullah, Hakkun Elmunsyah, and Tri Atmadji Sutikno. Development of mobile learning application based on augmented reality with index card match method. In *2020 4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, pp. 304–309, 2020.
- [13] Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Noriko Kando, Yuta Nakashima, Hiroaki Ohshima, Shio Takidaira, Masaki Ueta, Takehiro Yamamoto, and Yusuke Yamamoto. Museum experience into a souvenir: Generating memorable postcards from guide device behavior log. In *2021 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)*, pp. 120–129, 2021.
- [14] Steve Hodges, Lyndsay Williams, Emma Berry, Shahram Izadi, James Srinivasan, Alex Butler, Gavin Smyth, Narinder Kapur, and Ken Wood. Sensecam: A retrospective memory aid. In Paul Dourish and Adrian Friday, editors, *UbiComp 2006: Ubiquitous Computing*, pp. 177–193, Berlin, Heidelberg, 2006.
- [15] Hamed Pirsiavash and Deva Ramanan. Detecting activities of daily living in first-person camera views. In *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 2847–2854, 2012.