

# 研究室向け BibTeX 文献管理システム

榎原 博之<sup>1</sup> 大塚 隆弘<sup>2,a)</sup> 山上 悠喜<sup>3</sup>

受付日 2011年11月22日, 採録日 2012年5月12日

**概要:** 研究室内の文献管理において重要となるのは「メンバ間で文献情報の共有を行えること」そして「容易に文献を検索して、論文に引用できること」である。現在、文献管理ツールが多数開発されているが上記の条件を十分満たすものはない。そこで、本研究では研究室内の利用に特化した文献管理システム「bole」を開発する。提案システムは、研究室内で文献情報の共有を行いやすくするため、ウェブアプリケーションによる実装を行い、文献情報を登録する際、同時に文献に関する研究分野やコメント、評価などの情報を追加登録する。また、筆者らの研究室では、論文執筆の際、参考文献の記述に BibTeX を利用するので、便利に BibTeX を利用するために、文献を論文に引用するときに必要な「引用キー」を1クリックでコピーできる機能などの実装を行う。提案システムの導入により、研究室内の文献情報の共有を簡単にすることができ、さらに論文執筆の効率化を進めるという提案システムの有用性を検証する。

**キーワード:** 文献管理システム, ウェブアプリケーション, BibTeX

## Literature Management System Based on BibTeX for Laboratory

HIROYUKI EBARA<sup>1</sup> TAKAHIRO OHTSUKA<sup>2,a)</sup> YUKI YAMAKAMI<sup>3</sup>

Received: November 22, 2011, Accepted: May 12, 2012

**Abstract:** The important things about managing literatures in laboratories are “Sharing literatures between members” and “Easy to search literatures and to cite them in papers”. Currently, many literature management tools have developed, but not enough to satisfy the above conditions. In this paper, we develop the literature management system “bole” that specializes in the use of laboratories. The proposed system is developed as the web application, and when literature information is registered in the system, research area, comment, evaluation, and so on about literatures are registered as additional information in order to facilitate sharing of literature information in laboratories. BibTeX is used in our laboratory to write a paper, therefore we develop functions convenient to use BibTeX, for example citation key can be copied with one click. We show the utility of the proposed system to share literature information easily in the laboratory, and efficiently to write the papers.

**Keywords:** literature management system, Web application, BibTeX

### 1. はじめに

研究室内の文献管理において重要なことが2つあると

考える。まず「メンバ間で文献情報の共有を行えること」、そして「容易に文献情報を検索でき、論文に引用できること」である。本研究では「メンバ間で文献情報の共有を行えること」とは、文献情報（文献のタイトルや著者名などに加え、文献の研究分野や既読者のコメント、評価を含む）を過去にさかのぼり共有できること、また「容易に文献を検索して、論文に引用できること」とは、システム内の文献情報から目的のものを容易に見つけ出すこと、さらに、煩わしい作業を行うことなく文献を論文に引用できると定義する。この2つの目的を満たすことで、研究室内の

<sup>1</sup> 関西大学システム理工学部  
Kansai University Faculty of Engineering Science, Suita,  
Osaka 564-8680, Japan

<sup>2</sup> 関西大学大学院理工学研究科  
Kansai University Graduate School of Science and Engineering,  
Suita, Osaka 564-8680, Japan

<sup>3</sup> 日本放送協会  
NHK

a) t.o.0526@gmail.com

メンバ間で文献情報を共有することにより、研究をスムーズに進めること、また、論文執筆の効率化を図ることができる。

「メンバ間で文献情報の共有を行えること」に関して、1つの研究を複数人で行う場合など、メンバ間で文献情報の共有を行いたい場面がよくある。また、いくつかのグループに分かれて研究を行っている場合、自分の所属するグループに関係する文献であれば、自分の研究内容と異なるものでも参考になることもあり、自分の研究だけでは思いつかなかった新たな発見がある。さらに、文献に対する既読者の評価やコメントを確認できれば、自分が読むべき文献であるか取捨選択でき、文献を最初から読む必要がないのも利点である。

「容易に文献を検索して、論文に引用できること」に関して、筆者らの研究室では論文執筆に $\LaTeX$ を用いるため、文献を引用するために $\text{BibTeX}$ の利用を考える。 $\text{BibTeX}$ では文献情報をbibファイルというテキスト形式のファイルで管理する。bibファイル内の各文献情報には引用キーという参照ラベルが設定されており、文献を論文中に引用するには $\backslash\text{cite}\{\text{引用キー}\}$ という形式で記述すればよい。しかし $\text{BibTeX}$ を利用するにあたって、労力を要する作業が3つある。まずはbibファイルの作成で、文献情報を手入力やコピーアンドペーストする必要がある。次に必要な引用キーの探索で、特にbibファイルが大きい場合は大変な作業となる。最後に引用キーの重複確認で、もし重複があれば $\LaTeX$ のコンパイル時にエラーが発生するため、重複を避ける必要がある。このような作業を自動化できれば、 $\text{BibTeX}$ を利用して容易に文献を論文に引用できる。

現在、文献管理ツールが多数開発されているが、スタンドアロンでのみ動作するため文献情報の共有が難しかったり、 $\text{BibTeX}$ を利用する際、bibファイルの作成や、文献情報の引用を支援する機能がなかったりするなど、上記の2つの条件を十分満たすものはない。

そこで、本研究では研究室内での利用に特化した文献管理システム「bole」を開発する。提案システムは、研究室内での文献情報の共有を行いやすくするために、ウェブアプリケーションによる実装を行い、さらに、文献情報を登録する際、同時に文献に関する研究分野や既読者の評価・コメントなどを追加情報として登録する。集まった情報を研究室内のメンバ間で互いに利用できる「ソーシャル的な観点からの利用」を目指す。また、 $\text{BibTeX}$ の利用を便利にするための機能の実装を行う。

さらに、利用者による評価、機能評価を行い、提案システムの有用性を検証する。本論文の貢献は、研究室内で文献情報を簡単に共有したいというニーズに応え、かつ論文執筆の効率化を進めることである。本論文は、2章で関連研究について述べ、3章で文献管理システム bole について説明する。4章で評価について述べ、最後に5章で本研究

のまとめを行う。

## 2. 関連研究

### 2.1 文献管理アプリケーション

現在、様々な文献管理アプリケーションが開発されている。 $\text{BibTeX}$ を利用できるか、ウェブベースで動作するか、文献情報を共有できるか、という観点を含めいくつか紹介する。

#### (1) Mendeley [1]

デスクトップアプリとウェブアプリを両方利用して文献を管理する。デスクトップアプリは機能が充実しており、引用キーを $\backslash\text{cite}\{\text{引用キー}\}$ という形式でコピーできるなど $\text{BibTeX}$ を扱ったり、PDFに注釈を付けたりできる。また、ウェブアプリではブックマークレットを利用して文献を登録したり、グループ作成などを行って文献情報をウェブ上で共有したりできる。しかし、ウェブアプリには $\text{BibTeX}$ を扱う機能がないため、ウェブ上で目的の文献管理を十分行えるとはいえない。

#### (2) Jabref [2]

引用キーの重複を自動的に避けたり、引用キーを $\backslash\text{cite}\{\text{引用キー}\}$ という形式に従ってコピーしたりするなど $\text{BibTeX}$ を扱う機能が充実している。またPDFを扱ったり、文献リストをHTML形式で出力したりできる（共有が目的ではない）が、ローカルアプリケーションでありスタンドアロンでしか動作しないため、複数人で文献情報の共有を行うことは難しい。

#### (3) EndNote [3]

Microsoft Office Wordと連動した参考文献の自動作成の評価が高い。PubMed [4]や医中誌Web [5]などから文献情報を取り込んだり、フルテキストPDFから文献情報をインポートしたりできる。また「EndNote Web」を利用してウェブ上に文献リストを持ち、他者との共有が可能である。 $\text{BibTeX}$ に関しては、bibファイルのインポート、エクスポートのみ可能である。

#### (4) Qref [6]

PubMedやCiNii [7]の文献検索サイトなどから文献リストを取り込むことができる。しかし、ローカルアプリケーションでありスタンドアロンでしか動作しないため、文献情報の共有は難しい。 $\text{BibTeX}$ に関しては、bibファイルのインポート、エクスポートのみ可能である。

#### (5) RefWorks [8]

ウェブベースの文献管理ソフトで、PubMedなど様々なデータベースから文献情報をインポートできる。Microsoft Office Wordで論文を作成する際、引用の支援を行う参考文献リストを作成できる。RefShareという機能を使えば情報の共有、公開ができる。また、

表 1 文献管理ツール一覧  
Table 1 Literature management tools.

|            | bole | Mendeley | Jabref | EndNote | Qref | RefWorks | Papyrus |
|------------|------|----------|--------|---------|------|----------|---------|
| BibTeX の利用 | ○    | ○        | ○      | △       | △    | △        | ×       |
| ウェブベース     | ○    | △        | ×      | ○       | ×    | ○        | ○       |
| 文献情報の共有    | ○    | ○        | ×      | ○       | ×    | ○        | ○       |

様々な形式で文献情報を出力できる。BibTeX に関しては、bib ファイルのインポート、エクスポートのみ可能である。

#### (6) Papyrus [9]

研究室などの閉じた空間での利用を目的とした、ウェブベースの文献管理アプリケーション。文献を分類や評価する機能など、文献データベースを仲間内で共有することに重きをおいた仕様が特長である。しかし、BibTeX における文献の引用作業を支援する機能は持っていない。

bole を含めた各ツールの機能比較一覧を表 1 に示す。

ほかにも、BibORB [10], Reference Manager [11], Cite U Like [12] などのアプリケーションがある。このように様々な文献管理アプリケーションが開発されているが、表 1 に示すように、文献情報の共有や BibTeX の利用を完全なウェブベースで利用できるものはない。

## 2.2 研究情報の共有

研究情報の共有に関する文献をいくつか紹介する。

#### (1) ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援 [13]

- 研究活動で行われるゼミをより活発、有意義にし、ゼミ後に多くのアイデアが生み出される仕組みを実現するための DRIP (Discussion Reflection Investigation Preparation) システムを構築する。
- DRIP システムは、議論内容からタスクを作成する機能、タスクで得られた成果をコンテンツとして記録する機能、蓄積されたゼミコンテンツなどを引用しながら発表資料を作成する機能を有する。

#### (2) 研究情報推移グラフによる情報の個人管理・共有方法 [14]

- 「個人の視点での情報整理」と「組織内における情報共有」の間に存在するトレードオフの問題を解決することを目的とする。
- 個人の観点から研究推移の整理を可能にする RITG (Research Information Transition Graph, 研究情報推移グラフ), また、RITG を他者と共有するための情報共有方式の提案を行う。
- 提案手法を実装し、研究活動を総合的に支援する研究活動支援システムを開発する。

#### (3) ストーリーテリングと分類・体系の連携に基づく研究情報整理手法：大学の研究室における知識共有に向け

て [15]

- 研究室における知識共有を目的とし、研究情報をストーリーテリング (経験知識を伝達する手段で、5W1H の情報を持つイベントどうしのつながり) と分類・体系を連携させて蓄積することにより、他メンバの研究情報の理解が可能となる。
- さらに、情報登録をトリガとした知識共有促進の枠組みについても提案する。

#### (4) 研究グループにおける文献を基にした知識共有指標の提案 [16]

- 異なる研究領域の概要の直感的な把握が困難、という問題を解決することを目的とする。
- 研究者の文献調査活動に着目し、文献情報に加え、調査観点、調査度合、成果物、入手経路の 4 つの指標を新たに考案する。
- 提案指標が研究内容を第 3 者に伝えることができるか調査するために、被験者実験を行う。

上記で説明した関連研究との差異を述べる。文献 [13] はゼミで得られた成果から発表資料を作成できるなど研究活動において非常に有意義であるといえるが、研究情報として扱うものが本研究とは異なる。文献 [14] は文献情報をコメントなどを用いず、推移グラフで表す手法を採用している。文献間の関係が視覚的に分かりやすいが本研究の定義とは異なる。文献 [15] は文献情報を伝達する手段として 5W1H を登録することは、研究情報の共有に関して役に立つと考えられるが、研究分野に関する記述がなかったため、そこが本研究との差異であるといえる。文献 [16] の調査観点や調査度合などは今後参考にしたいものではあるが、研究情報において研究分野に関する記述が見られず、文献 [15] と同様に本研究との差異として研究分野に基づく文献情報の共有があげられる。

## 3. 文献管理システム「bole」

### 3.1 設計方針

本研究では、研究室内における文献管理を目的とした文献管理システム「bole: Bibliographic Organizer for Laboratory Environment」を開発した。提案システムでは以下の 2 つの設計方針をもとに開発を行った。

#### (1) メンバ間で文献情報の共有を行えること

1 章で説明したように、本研究では「メンバ間で文献情報の共有を行えること」とは、文献情報 (文献のタ

| 研究種別 | タイトル   | 著者名                                 | 論文誌名                          | 出版社   | 発行年  | 評価    | 追加日時             | 追加者 | 操作    |
|------|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------|------|-------|------------------|-----|-------|
| W    | ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援                                      | 土田貴博 and 大平 茂輝 and 長尾 理             | 情報処理学会論文誌                     |       | 2010 | ★★★★★ | 2011/02/21 12:36 | 金田  | 編集 削除 |
| N    | Improving scalability in MMOGs-ScalaMo: a new architecture | David, P. and Vardi, A.             |                               |       | 2005 | ★★★★☆ | 2011/02/18 17:40 | 平山  | 編集 削除 |
| N    | P2P型大規模仮想空間における、ユーザデータの管理手法に関する研究                          | 久門武                                 | 関西大学工学部卒業論文                   |       | 2010 | ★★★★★ | 2011/02/17 19:16 | 平山  | 編集 削除 |
| N    | P2P型での大規模仮想空間における情報管理手法に関する研究                              | 沢海圭                                 | 関西大学工学部卒業論文                   |       | 2010 | ★★★★★ | 2011/02/17 19:15 | 平山  | 編集 削除 |
| N    | Bruce Sterling Woodcock. MMOGCHART                         |                                     |                               |       |      | ★★★★★ | 2011/02/17 19:05 | 平山  | 編集 削除 |
| N    | Blizzard Entertainment. World of Warcraft                  |                                     |                               |       |      | ★★★★☆ | 2011/02/17 19:05 | 平山  | 編集 削除 |
| N    | Bruce Sterling Woodcock. MMOGCHART                         |                                     |                               |       |      | ★★★★★ | 2011/02/17 18:50 | 平山  | 編集 削除 |
| G    | PCクラス上での並列分枝探索法の高速化手法                                      | 中村心至 and 山田真太郎 and 二方亮典 and 合田賢人    | グリッド協議会セッション, Grid World 2006 |       | 2003 | ★★★★☆ | 2011/02/15 11:39 | 平沼  | 編集 削除 |
| G    | 企業におけるグリッド・コンピューティングの活用とその成果                               | 貴山豊                                 |                               |       | 2006 | ★★★★☆ | 2011/02/14 16:54 | 谷口  | 編集 削除 |
| G    | ITPro編 すべてわかる仮想化大全2010                                     |                                     |                               | 日経 BP | 2009 | ★★★★☆ | 2011/02/14 16:36 | 谷口  | 編集 削除 |
| G    | ITPro編 すべてわかる仮想化大全2009                                     |                                     |                               | 日経 BP | 2008 | ★★★★☆ | 2011/02/14 16:30 | 谷口  | 編集 削除 |
| G    | ITPro編 すべてわかる仮想化大全2011                                     |                                     |                               | 日経 BP | 2010 | ★★★★☆ | 2011/02/14 16:30 | 谷口  | 編集 削除 |
| G    | 仮想セールスマン問題を対象とした並列タスクサーチにおけるP2P型大規模仮想空間の活用について(セッション)      | 大橋 裕之 and 大西 亮実 and 中野 秀寿 and 植田 孝之 |                               |       | 2005 | ★★★★☆ | 2011/02/14 14:35 | 平沼  | 編集 削除 |
| G    | キャンパスグリッドの構築とタスクスケジューリング法の研究                               | 林義樹 and 山崎謙弘                        | 立命館大学修士論文                     |       | 2005 | ★★★★★ | 2011/02/14 14:06 | 谷口  | 編集 削除 |
| G    | タスク複製による大規模計算環境向け分散タスクスケジューリング                             | 山城穂高 and 松尾啓志 and 津田 公博             | 名古屋工業大学工学部卒業論文                |       | 2008 | ★★★★☆ | 2011/02/14 14:04 | 谷口  | 編集 削除 |

図 1 トップページ

Fig. 1 Top page.

イトルや著者名などに加え、文献の研究分野や既読者のコメント、評価を含む)を過去にさかのぼり共有できることと定義している。特に文献の研究分野や既読者のコメント、評価が重要だと考えられる。大学の研究室では学生の入れ替わりのサイクルが早く、過去の研究内容を把握することは容易でない。そのため、過去の文献情報を研究分野やコメントから参照できることは過去の研究内容を知ることにおいて非常に有益であると考えられる。

(2) 容易に文献情報を検索でき、論文に引用できること  
 文献情報の検索においては、タイトルや著者名などの従来の検索に加えて、追加者名や研究分野、コメントなどのソーシャル的な観点から検索できる。また論文への引用に関しては、筆者らの研究室では論文執筆に $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ を用いるため、文献を引用するために $\text{BibT}_{\text{E}}\text{X}$ を利用している。しかし、1章で述べたように $\text{BibT}_{\text{E}}\text{X}$ を利用するにあたり、手間がかかる作業として以下の3つがあげられる。

- bib ファイルの作成
- 引用キーの探索
- 引用キーの重複確認

これらの作業を自動化して、 $\text{BibT}_{\text{E}}\text{X}$ をより扱いやすくする機能を実装する。

### 3.2 概要

提案システムはウェブベースで動作するため、MendeleyやEndNoteなどと異なりデスクトップアプリのインストールが不要で、ウェブブラウザのみで利用できる。図 1 にトップページを示す。トップページでは文献リストが新着順に表示される。リストの右側のアイコン(図 2)をクリックすると、左から順に文献情報の詳細表示・編集・削除を行える。また、リストの左側にアイコン(図 3)が表示されている場合、クリックすると関連するウェブページ

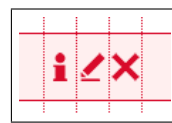


図 2 詳細表示・編集・削除へのリンク部分

Fig. 2 Link to show, edit, delete.



図 3 関連するウェブページへのリンク部分

Fig. 3 Link to the related web page.



図 4 各機能へのリンク部分

Fig. 4 Link to each function.

へジャンプすることができる\*1。また、すべてのページに共通して、上部に図 4 のように文献情報の登録・検索・エクスポートへのリンクが配置されており、どのページからでも各機能を素早く実行できる。

### 3.3 文献情報の登録

**自動登録** 文献情報の登録は、原則としてウェブサービスから $\text{BibT}_{\text{E}}\text{X}$ ソースを取得すること(以降、自動登録と呼ぶ)により行う。対象とするウェブサービスは「Google Scholar」と「Yahoo! 検索(論文)」である。図 5 に示すキーワード入力画面から検索を行うと、キーワードに関連する文献情報を取得し、図 6 のよう

\*1 URLを示しているだけで、ライセンス条件を満たしていないとアクセスできない。



に一覧表示する。追加したい文献があれば、リストの右側のラジオボタン (図 7) を選択して文献情報を登録できる。文献情報を登録する際、本システムをソーシャル的な観点から利用するために、図 8 に示すように追加情報として関連する研究分野、文献の評価・コメント、追加者名を入力する。また、文献情報の重複登録を避けるため、文献のリンク先が登録済みのものと等しい場合は図 7 上部のようにラジオボタンの部分に「済」と表示して、選択できないようになっている。しかしこの方法だけでは、登録済みだがリンク先が異なる文献の場合、「済」と表示されず重複確認してしまうおそれがある。そのため、著者名と発行年が登録済みの文献と一致する場合は重複の可能性があるとして、図 9 のような重複確認画面を表示する。重複確認画面が表示された場合、登録しようとしている文献が登録済みのものと異なることを確認した後、登録ボタンを押すと登録できる。

**手動登録** 自動登録で取得できない文献情報を登録したい場合は、文献情報を手作業で入力すること (以降、手動登録と呼ぶ) によって登録できる。手動登録における文献情報入力部分は図 10 のようになっている。登録したい文献の種類を選択すると、その種類に従った文献情報の入力画面が表示される。表示された画面に、手作業で各項目を入力し、作成ボタンをクリックすると文献情報を登録できる。文献情報登録の際、自動登録と同様に、図 8 に示す追加情報を入力する。また、文献情報の重複登録を避けるため、自動登録と同様に、著者名と発行年が登録済みの文献と一致する場合は、図 9 の重複確認画面を表示する。文献の種類がウェブ

ページの場合は、著者名と発行年が分からないことが多いため、URL による重複確認を行う。URL が重複していると図 9 とほぼ同様の確認画面を表示する。

### 3.4 文献の検索

本システムに保存されている文献は、タイトルや著者名などの従来の検索に加えて、文献情報の登録の際、追加情報として登録した追加者、研究分野、コメントなどのソーシャル的な観点から検索できる。図 11 に検索ページを示す。検索結果はトップページ (図 1) と同様のレイアウトで表示する。

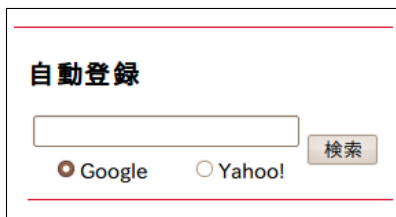


図 5 自動登録におけるキーワード入力部分  
Fig. 5 Key word input in automatic registration.



図 7 自動登録における文献選択部分  
Fig. 7 Literature selection in automatic registration.

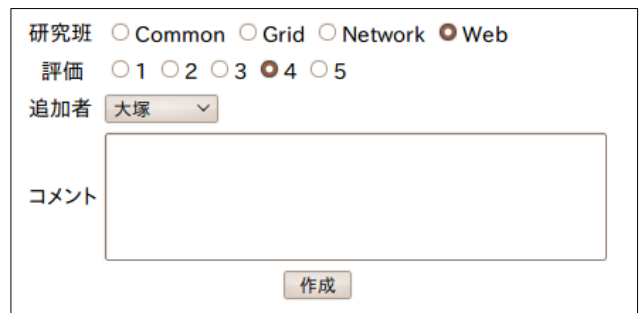


図 8 追加情報入力部分  
Fig. 8 Additional information input.

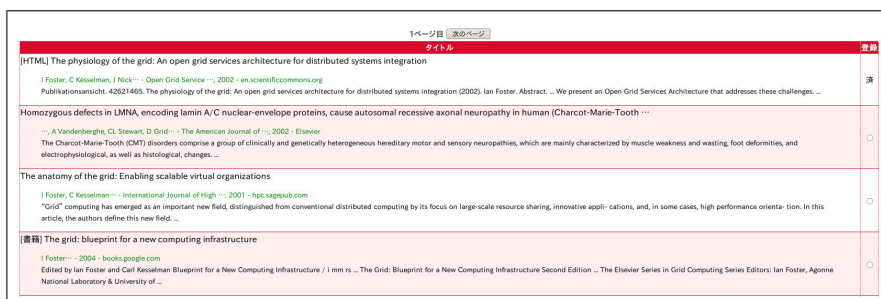


図 6 自動登録における文献検索結果一覧ページ  
Fig. 6 List of retrieving literatures in automatic registration.

以下の文献の引用キーはすでに登録されています

登録しようとしている文献

| タイトル                                      | 著者         | 発行年  |
|---|------------|------|
| What is the grid? a three point checklist | Foster, I. | 2002 |

引用キーが重複している文献

| タイトル  |
|---|
| The physiology of the grid: An open grid services architectu<br>distributed systems integration |

登録 キャンセル

図 9 引用キーの重複確認ページ

Fig. 9 Confirmation page of duplication in citation key.

**手動登録**

文献の種類を選択してください

論文 / 書籍 / URL / その他

---

文献の種類: 論文

タイトル

著者名

図 10 手動登録における文献情報入力部分

Fig. 10 Literature information input in manual registration.

**検索**

入力後、検索をクリックしてください

研究班:  共通  グリッド班  ネットワーク班  ウェブ班

文献の種類:  論文  書籍  ウェブページ  その他

タイトル:

著者名:

論文誌名:

出版社:

発行年:  指定しない ▼ 年から  指定しない ▼ 年まで

評価:  指定しない ▼ 以上  指定しない ▼ 以下

引用キー:

追加者:  指定しない ▼

コメント:

検索

図 11 検索ページ

Fig. 11 Search page.

### 3.5 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X への引用・bib ファイルのエクスポート

3.1 節で述べたように、BibT<sub>E</sub>X を利用するにあたり、手間のかかる作業として以下の 3 つがあげられる。

|  |  |  |                  |
|--|--|--|------------------|
|  |  |  | PedersenMB200900 |
|  |  |  | url000091        |

図 12 引用キー表示部分

Fig. 12 Citation key.

- bib ファイルの作成
- 引用キーの探索
- 引用キーの重複確認

本節では、これらの作業を自動化して、BibT<sub>E</sub>X をより扱いやすくする機能について説明する。

**bib ファイルの作成** BibT<sub>E</sub>X を利用するためには、まず bib ファイルを用意する必要がある。本システムでは、図 4 に示したページ上部の「エクスポート」をクリックすると、システムに保存されているすべての文献情報を「boleYYMMDD (エクスポートした日付).bib」というファイル名でダウンロードできる。手作業でコピーアンドペーストする必要がなく、1 クリックで bib ファイルを作成できる。

**引用キーの探索** bib ファイル内の文献情報を L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 文書内に引用するためには、引用したい場所に「\cite{引用キー}」と記述する必要がある。しかし、目的の引用キーを bib ファイル内から探し出し、手作業で記入するのは面倒な作業である。そのため、関連研究で紹介した Mendeley や Jabref では、デスクトップアプリで右クリックのメニューから「\cite{引用キー}」という形式でクリップボードにコピーできるようになっている。

本システムでは、デスクトップアプリを利用せず、ウェブ上からより容易に引用キーをコピーできるように、トップページや検索結果ページ (図 1) の文献リストの操作欄 (図 12) に表示されている引用キーをクリックするだけで、引用キーを「\cite{引用キー}」という形式でクリップボードにコピーできる。あとは、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 文書内にペーストすればよいので、作業の効率化を図ることができる。

**引用キーの重複確認** BibT<sub>E</sub>X における引用キーは、決めに規則はなく、自由に設定することができる。しかし、各々が自由に引用キーを設定していると重複が発生する可能性がある。引用キーが重複してしまうと、L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X のコンパイル時にエラーが発生してしまう。そのため本システムでは、文献を登録する際、図 13 のように「著者名+発行年+通し番号」というルールに基づき引用キーを設定して、重複の問題を解決する。また、自動登録でウェブサービスから取得した BibT<sub>E</sub>X ソースにはあらかじめ引用キーが設定されているが、

表 2 bole 導入前の文献管理方法 (人数の割合)

Table 2 The literature management method before introducing bole.

| 管理していなかった | フォルダに分類 | PoleManage を使用 | その他 |
|-----------|---------|----------------|-----|
| 37%       | 56%     | 13%            | 4%  |

表 3 bole の使用感に関して (5 点満点中の平均点)

Table 3 A feeling of use of bole.

| 総合評価 | 文献情報の共有 | 文献情報の登録 | 文献の検索 | BibTeX の利用 |
|------|---------|---------|-------|------------|
| 4.15 | 4.07    | 4.30    | 4.19  | 4.11       |

表 4 文献情報の登録に関して特に役立った点 (人数の割合)

Table 4 Useful point in registration function.

| 1 クリックでの登録 | 評価など追加情報の登録 | 重複チェック | その他 |
|------------|-------------|--------|-----|
| 89%        | 11%         | 37%    | 11% |

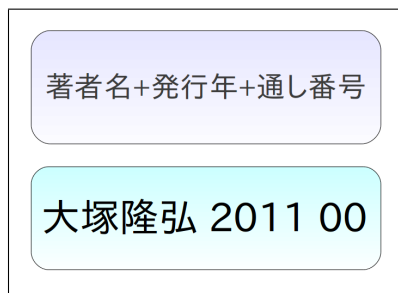


図 13 引用キーの例

Fig. 13 Example of citation key.

ルールに従い上書きを行う。以下、引用キーのルールにおける各項目について説明する。

**著者名** BibTeX ソースの「author」の内容を抽出する。「大塚隆弘 and 山上悠喜 and 榎原博之」のように、著者が複数の場合は第 1 著者名を用いる。著者名が存在しない場合は「noauthor」とする。

**発行年** BibTeX ソースの「year」の内容を抽出する。発行年がない場合は「0000」とする。

**通し番号** 2 桁の通し番号を付ける。原則として通し番号は「00」であるが「著者名+発行年」の部分が一致する文献がすでに登録されている場合は、「01」, 「02」, 「03」... とインクリメントしていき、既存の引用キーと重複しないようにする。

例外として、登録する文献の種類がウェブページの場合に限り、このルールは適用せず、引用キーを「url+通し番号 (6 桁)」という形式で設定する。

## 4. 評価

本システムは、研究室のウェブサーバの認証ページ内に構築している。利用者による評価・機能評価の両観点より、本システムの評価を行う。

### 4.1 利用者による評価

利用者による評価として、論文執筆などにおいて bole を利用してもらい、使用感に関するアンケートを行い主観的な評価を得る。対象者は筆者の所属する研究室 (以下研究室 A とする) 16 名と他の研究室 (以下研究室 B とする) 11 名の計 27 名とする。評価方法に関しては、1~5 点の 5 段階評価、または複数の項目の中からあてはまるものを選択してもらった形式とする。アンケートの詳細は巻末の付録を参照されたい。

まず、bole 導入前の文献管理方法を表 2 に示す。結果より半数以上がフォルダに分類しており、また約 3 分の 1 が管理を行っていないことが分かる。ローカルのフォルダ内での管理では、他者との共有は難しいと考えられる。この結果、現状で文献情報の管理・共有を行っている人は少ないといえる。「その他」を選択した人は、文献をフォルダに分類して、Excel でリストを作成して整理しているという意見だった。また項目の PoleManage<sup>\*2</sup>は、研究室 A でのみ利用しているため 16 名中何名が利用しているかの割合を示している。

bole の使用感に関するアンケート結果を表 3 に示す。総合評価、文献情報の共有に関して、また各機能すべてにおいて 4 点を上回る結果となった。また、アンケート回答者のコメントより「多くの文献を見てきたつもりだったが、まだ見たことがない文献を他のメンバが登録していた」、「研究分野ごとに文献を分けて管理できる」、「過去の先輩方がどのような文献を参照してきたか分かる」などの意見が得られた。これらの結果より利用者から見て bole は使いやすいシステムであるといえる。

以下、bole の各機能ごとのアンケート結果を示す。

**文献情報の登録に関して** 表 4 より、Web 上から 1 クリックで登録できる点が非常に好評だということが分かる。「その他」を選択した人の意見では、「Web サイト

\*2 研究室 A で利用しているファイル管理システム

表 5 文献の検索において条件に指定することが多い項目 (人数の割合)

Table 5 Items specified in search function.

| 研究分野 | 文献の種類 | タイトル | 著者名 | 論文誌名 | 出版社 | 発行年 | 引用キー | 追加者 | コメント |
|------|-------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|
| 48%  | 15%   | 78%  | 7%  | 7%   | 0%  | 7%  | 15%  | 48% | 4%   |

表 6 文献の検索に関して (5 点満点中の平均点)

Table 6 About search function.

| 研究分野の有用性 | コメントの有用性 | 目的の文献を容易に見つけ出せたか |
|----------|----------|------------------|
| 3.93     | 3.59     | 4.26             |

表 7 TeX への引用・bib ファイルのエクスポートで特に役立った点 (人数の割合)

Table 7 Useful points in citation and export function.

| 引用キーを形式に従いコピー | bib ファイルのエクスポート |
|---------------|-----------------|
| 59%           | 81%             |

表 8 コメントについて (5 点満点中の平均点)

Table 8 About comment.

|       | 記述したか | 他者の参照をしたか | 論文参照に役立つか |
|-------|-------|-----------|-----------|
| 合計    | 3.30  | 2.78      | 2.96      |
| 研究室 A | 3.25  | 3.19      | 3.44      |
| 研究室 B | 3.36  | 2.18      | 2.77      |

が登録可能である点」や「検索エンジンが利用できる点」などがあげられた。

文献の検索に関して 表 5 から、研究分野、タイトル、追加者名を条件に検索を行う利用者が多いことが分かる。表 6 より、bole の特長である研究分野、コメントの有用性は各項目で中央値である 3 点を超えており、利用者は有用性を感じているといえる。また、「目的の文献を容易に見つけ出せたか」の結果より、検索機能は利用者から見ても有用な機能であるといえる。

TeX への引用・bib ファイルのエクスポート 表 7 より、引用キーと bib ファイルを 1 クリックで利用できる機能は半数以上の利用者が役に立つと感じていることが分かる。特に bib ファイルのエクスポートに関しては 80% 以上の利用者が役に立つと感じており、非常に有益な機能であるといえる。

コメント、研究分野など 表 8 より、「コメントの記述に関して」は平均点が中央値である 3 点を上回っており、利用者は有用性を感じているといえる。しかし、「他者のコメントの参照」と「コメント機能が論文参照に役立つ」に関しては、平均値が 3 点を下回る結果となった。しかし表 8 で示すように、研究室 A と研究室 B で結果に差があり、研究室 A では平均値が 3 点を超えている。差が出た原因は、研究室 B は研究室 A と比べ bole を利用している期間が短いため、コメントがまだ少なくあまり役立たないと感じている人が多いためであると考えられる。今後 bole を使い続けることで

コメントの価値も高まるのではないかと考えられる。コメント以外でどの文献情報が役に立ったかを表 9 に示す。この結果、bole の特長としてあげている研究分野をはじめ、タイトル、追加者に関して半数以上が役立つと感じていることが分かる。また、表 10 よりこれらの項目はよく参照されていることが分かる。

既存のシステムと比較して bole の有用性を示すために、アンケート対象者 27 名に Mendeley を利用してもらいアンケートを行った。結果を表 11 に示す。各項目において、平均点が中央値である 3 点を大きく超える結果となった。またアンケート回答者のコメントより、「bole は Mendeley のようにローカルアプリを立ち上げる必要がない」、「Mendeley は日本語の論文があまり検索できず、結局手動で打ち込むことになった」、「bole はシンプルでぱっと見ただけで使い方が分かる」などの意見が得られた。以上より、bole は Mendeley と比較して有用なシステムであるといえる。

以上のように、ユーザからみた bole の有用性を示すことができた。

#### 4.2 機能評価

機能評価として、検索機能に関する処理時間についての実験・考察を行う。

まず、登録されている文献数と処理時間との関係を調べるため、MySQL を導入している研究室内のサーバを用いた実験を行う。サーバの性能を表 12 に示す。この実験では、MySQL による検索処理のみの時間を計測しており、ブラウザ上に表示するデータの作成時間は含まれていない。データベースに文献データを 200, 400, 600, 800, 1,000 件と段階的に登録し、各件数ごとに検索結果が 100 件前後になるように SELECT 文による検索を行う。10 回ずつ検索を行い、平均値の近似線を図 14 に示す。縦軸を検索時間 [ms]、横軸を登録されているすべての文献数とする。結果より、件数が 1,000 件の場合でも平均して 8 ms 弱という短い時間で検索結果が得られている。より性能の良いサーバを利用すれば、検索時間はさらに短くなると考えられる。

次に、検索結果として得られた文献数や検索項目と処理時間との関係を調べる実験を行う。この実験では、MySQL



表 9 文献情報としてどの項目が特に役に立ったか (人数の割合)

Table 9 The item which was helpful especially as literature information.

| 研究分野 | 文献の種類 | タイトル | 著者名 | 論文誌名 | 出版社 | 発行年 | 引用キー | 追加者 |
|------|-------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 62%  | 35%   | 81%  | 27% | 12%  | 4%  | 12% | 27%  | 50% |

表 10 コメント以外の文献情報について (5 点満点中の平均点)

Table 10 About search field etc.

| 研究分野などの項目の参照 | 表 9 の項目はどの程度役立つか |
|--------------|------------------|
| 4.07         | 4.35             |

表 11 Mendeley と比較して bole は使いやすいか (5 点満点中の平均点)

Table 11 Is bole easy to use as compared with Mendeley.

| 全体的な評価 | 文献情報の共有に関して | BibTeX の利用に関して |
|--------|-------------|----------------|
| 3.88   | 3.92        | 4.19           |

表 12 サーバの性能

Table 12 Performance of a server.

| OS 名   | CPU                        | メモリ  |
|--------|----------------------------|------|
| Debian | Intel(R) Xeon(R) (2.4 GHz) | 4 GB |

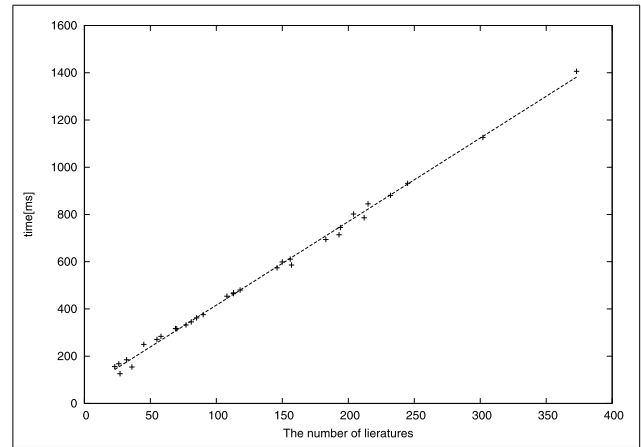


図 15 機能評価の実験結果

Fig. 15 Experimental result of functional evaluation.

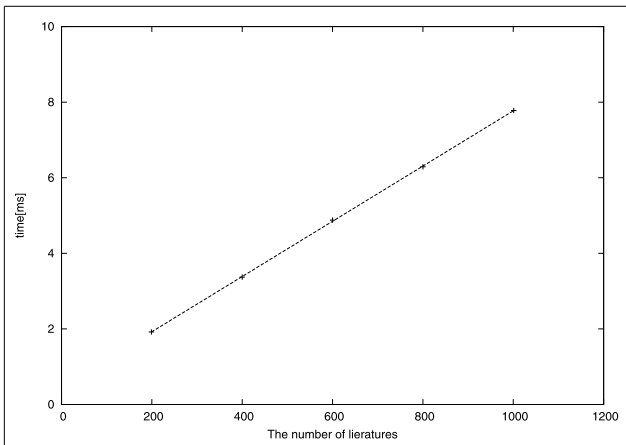


図 14 MySQL の実験結果

Fig. 14 Experimental result of MySQL.

の検索処理時間だけではなく、実際にブラウザ上で検索結果を表示するデータを作成するまでの時間を検索時間とする。特定の項目に偏らないように注意して合計 50 回検索を行った。取得した文献数と検索時間との関係を図 15 に示す。縦軸を検索時間 [ms]、横軸は検索結果として得られた文献数 (登録されている文献は合計 373 件) とする。結果のように取得した文献の数が増えるに従い、線形で検索時間が増えているのが分かる。また、特定の項目により極端に検索時間がかかるというようなことはなかった。図 15 より、取得した文献数が 250 以下なら検索時間はほぼ 1 秒以内であると分かる。

これらの実験より、本システムの検索機能は十分に実用レベルであるといえる。

### 4.3 考察

利用者による評価・機能評価により、「メンバー間で文献情報の共有が行えること」と「文献を論文に容易に引用できること」の 2 つの目的を達成するという bole の有用性を示せた。2 つの目的を満たすことで、研究室のメンバー間で過去にさかのぼって文献情報を共有することにより、入れ替わりのサイクルの早い大学の研究室において過去の研究内容を容易に把握でき研究をスムーズに進められること、また、BibTeX を利用した論文執筆の効率化を図ることができる。実際に、各人の卒業論文・修士論文中の引用文献の数が例年の倍以上に増え、充実したという意見もあった。また、既存の文献管理システムである Mendeley との比較により、2 つの目的において bole の有用性を示せた。特に、BibTeX を扱う機能、またすべての機能をブラウザのみで利用できる点において有効であった。bole を導入することで、研究室内で文献情報を簡単に共有したいというニーズに応え、論文執筆の効率化を進めることができたといえる。

現在 bole は大学の研究室での利用に特化したシステムとして開発を行っているが、閉じた空間での利用ということであれば企業などでも活用できると考えられる。研究分野などのグループ分けを適切に行うことにより、組織規模が大きくても十分に利用可能であると考えられる。図 14 より、データベースに登録されている文献数が 1,000 件でも 8ms 弱という短い時間で検索結果が得られるため、さらに多くのデータを扱うことも十分に可能である。また、文献の引用に関して BibTeX 以外のものを利用する場合、各文献情報 (タイトルや著者名など) の引用形式が分かれば、

プログラムを追加することにより形式に従った出力が可能である。

## 5. おわりに

研究室内で文献管理を行う際「メンバ間で文献情報の共有が行えること」そして「容易に文献を検索でき、論文に引用できること」の2つが重要であると考え、本研究では「メンバ間で文献情報の共有を行えること」とは、文献情報（文献のタイトルや著者名などに加え、文献の研究分野や既読者のコメント、評価を含む）を過去にさかのぼり共有できること、また「容易に文献を検索して、論文に引用できること」は、システム内の文献情報から目的のものを容易に見つけ出すこと、さらに、煩わしい作業を行うことなく文献を論文に引用できることと定義する。

現在、様々な文献管理ツールが開発されているが、上記の2つの条件を十分に満たすものはない。そこで本研究では、上記の2つの条件を満たし、研究室での利用に特化した文献管理システム「bole」を開発した。

「メンバ間で文献情報の共有が行えること」に関しては、ウェブアプリケーションによる実装を行い、ウェブブラウザのみで文献の管理、共有が可能である。さらに、集めた文献情報を研究室のメンバ間で互いに利用できる「ソーシャル的な観点からの利用」を目指して開発を行った。システムに文献情報を登録する際、文献に関する研究分野や評価、コメントなどを追加情報として同時に登録する。この追加情報により、タイトルや著者名などの従来の検索に加えて、評価やコメント、研究分野などソーシャル的な観点から文献を検索できる。

「文献を論文に容易に引用できること」に関しては、筆者らの研究室では論文執筆に Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub> を利用するため、Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub> を容易に扱うことができる機能の開発を行った。Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub> の利用において手間のかかる作業として、bib ファイルから引用キーを探してコピー、bib ファイルの作成、引用キーの重複回避があげられる。「bole」を利用すると、bib ファイルの作成や引用キーのコピーをウェブ上で1クリックで行ったり、引用キーの重複回避を自動で行うなど、作業の手間を省くことができる。

今後は、各機能のさらなる充実を図る。文献の登録に関しては、複数の文献を一括して登録できるようにするほか、Lead2Amazon [17] などのウェブサービスと連携して書籍情報も容易に登録できるようにしたい。エクスポート機能に関しては、bib ファイルを書き出す際に、必要な文献だけを選択的に書き出すことができるような機能を実装し、システム内の文献が増えてもエクスポートした bib ファイルが大きくなりすぎることを抑制したい。さらに新機能として、既存の bib ファイルを本システムへインポートする機能、個別のフォルダ作成機能などの実装を検討中である。また、将来的には本システムをオープンソースとして公開

する予定である。

謝辞 アンケートにご協力いただいた関西大学システム理工学部電気電子情報工学科感性情報システム研究室、アルゴリズム工学研究室の学生の皆様、および本論文に対して貴重なコメントをくださった査読者の皆様に、謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] Ltd, M.: Academic reference management software for researchers – Mendeley, Mendeley Ltd (online), available from <http://www.mendeley.com> (accessed 2012-02-22).
- [2] SourceForge: JabRef reference manager, SourceForge (online), available from <http://jabref.sourceforge.net> (accessed 2012-02-22).
- [3] USACO: USACO EndNote トップページ, USACO (オンライン), 入手先 [http://www.usaco.co.jp/products/isi\\_rs/endnote.html](http://www.usaco.co.jp/products/isi_rs/endnote.html) (参照 2012-02-22).
- [4] NCBI: Home - PubMed - NCBI, NCBI (online), available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (accessed 2012-02-22).
- [5] 医学中央雑誌刊行会: 医中誌 Web, 医学中央雑誌刊行会 (オンライン), 入手先 <http://login.jamas.or.jp> (参照 2012-02-22).
- [6] QRef: 文献管理/QRef/データベース/PubMed, QRef (オンライン), 入手先 <http://members3.jcom.home.ne.jp/qref/> (参照 2012-02-22).
- [7] NII: CiNii Articles—日本の論文をさがす—国立情報学研究所, NII (オンライン), 入手先 <http://ci.nii.ac.jp> (参照 2012-02-22).
- [8] SUNMEDIA: RefWorks, SUNMEDIA (online), available from <http://www.sunmedia.co.jp/e-port/refworks/> (accessed 2012-02-22).
- [9] Naak, A., Hage, H. and Aïmeur, E.: Papyrus: A Research Paper Management System, 2008 10th IEEE Conference on E-Commerce Technology and the 5th IEEE Conference on Enterprise Computing, E-Commerce and E-Services, pp.201–208, IEEE (2008).
- [10] SourceForge.JP: BibORB: Translate Description for Japanese – SourceForge.JP, SourceForge.JP (online), available from <http://en.sourceforge.jp/projects/freshmeat.biborb/translate> (accessed 2012-02-22).
- [11] REUTERS, T.: Reference Manager リファレンス・マネージャ, 株式会社デジタルデータマネジメント (オンライン), 入手先 [http://www.ddmcorp.com/goods/refer/Reference\\_manager.html](http://www.ddmcorp.com/goods/refer/Reference_manager.html) (参照 2012-02-22).
- [12] Springer: CiteULike, Springer (online), available from <http://www.citeulike.org/> (accessed 2012-02-22).
- [13] 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾 確: ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.6, pp.1357–1370 (2010) (オンライン), 入手先 <http://ci.nii.ac.jp/naid/110007970738>.
- [14] 宮寺庸造, 中村勝一, 横山節雄, 夜久竹夫: 研究情報推移グラフによる情報の個人管理・共有手法 (コンテンツ技術, <特集> データ工学論文), 電子情報通信学会論文誌 D, 情報・システム, Vol.91, No.3, pp.639–653 (2008) (オンライン), 入手先 <http://ci.nii.ac.jp/naid/110007381001>.
- [15] 堀田大輔, 樫山淳雄: ストーリーテリングと分類・体系の連携に基づく研究情報整理手法: 大学の研究室における知識共有に向けて (学生セッション, 大学の AI・企業の AI), 電子情報通信学会技術研究報告 AI, 人工知能と知識処理, Vol.106, No.617, pp.29–32 (2007) (オンライ

- ン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006277651>).
- [16] 山本悠介, 関 良明, 諏訪博彦: 研究グループにおける文献を基にした知識共有指標の提案, 日本社会情報学会 (JSIS & JASI) 合同研究大会研究発表論文集 (2010) (オンライン), 入手先 (<http://jglobal.jst.go.jp/public/20090422/201002208744410706>).
- [17] 齋藤経史: Lead2Amazon: 日本語, Tokyo University (オンライン), 入手先 (<http://lead.to/amazon/jp/>) (参照 2012-02-22).

## 付 録

### bole アンケート

#### A.1 bole 導入前の文献管理方法

- 管理していなかった / フォルダに分類 /  
PoleManage を使用 / 専用アプリケーションを使用 /  
その他

#### A.2 文献情報の登録に関して

##### A.2.1 どの程度役に立ったか

- とても役に立った / まあ役に立った /  
どちらとも言えない / あまり役に立たなかった /  
全く役に立たなかった

##### A.2.2 特に役立った点 (複数選択可)

- 1クリックで登録できる点 /  
評価などを一緒に登録できる点 /  
重複して登録しないようにチェックがかかる点 /  
その他

#### A.3 文献の検索に関して

##### A.3.1 どの程度役に立ったか

- とても役に立った / まあ役に立った /  
どちらとも言えない /  
あまり役に立たなかった / 全く役に立たなかった

##### A.3.2 条件に指定することが多い項目 (複数選択可)

- 研究分野 / 文献の種類 / タイトル / 著者名 /  
論文誌名 / 出版社 / 発行年 / 引用キー /  
追加者 / コメント

##### A.3.3 「研究分野」の有用性

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった

##### A.3.4 「コメント」の有用性

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /

- 使いにくかった

#### A.3.5 目的の文献を容易に見つけ出せたか

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった

### A.4 TeX への引用・bib ファイルのエクスポート

#### A.4.1 どの程度役に立ったか

- とても役に立った / まあ役に立った /  
どちらとも言えない / あまり役に立たなかった /  
全く役に立たなかった

#### A.4.2 特に役立った点 (複数選択可)

- 1クリックで「\cite{引用キー}」をコピーできる点 /  
1クリックで bib ファイルをエクスポートできる点 /  
その他

### A.5 コメント, 研究分野など

#### A.5.1 文献登録の際, コメントを記述したか

- よく記述した / まあ記述した /  
どちらとも言えない / あまり記述しなかった /  
全く記述しなかった

#### A.5.2 他人のコメントを参照したか

- よく参照した / まあ参照した /  
どちらとも言えない / あまり参照しなかった /  
全く参照しなかった

#### A.5.3 コメントの参照は論文を探す際に役に立つか

- とても役に立った / まあ役に立った /  
どちらとも言えない / あまり役に立たなかった /  
全く役に立たなかった

#### A.5.4 タイトルや研究分野, 追加者などを参照したか

- よく参照した / まあ参照した /  
どちらとも言えない / あまり参照しなかった /  
全く参照しなかった

#### A.5.5 文献情報として以下のどの項目が役に立ったか (複数選択可)

- 研究分野 / 文献の種類 / タイトル / 著者名 /  
論文誌名 / 出版社 / 発行年 / 引用キー /  
追加者

#### A.5.6 5.5 で選択した文献情報はどの程度役に立ったか

- とても役に立った / まあ役に立った /

- どちらとも言えない / あまり役に立たなかった /  
全く役に立たなかった

## A.6 bole の総合的な評価

### A.6.1 全体の使いやすさ

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった

### A.6.2 他者との文献情報の共有に関して

- とても役に立った / まあ役に立った /  
どちらとも言えない / あまり役に立たなかった /  
全く役に立たなかった

## A.7 既存システム (Mendeley) と比較して

### A.7.1 全体的な評価

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった

### A.7.2 文献情報の共有に関して

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった

### A.7.3 TeX への引用・bib ファイルのエクスポートに関して

- とても使いやすかった / まあ使いやすかった /  
どちらとも言えない / あまり使いやすくなかった /  
使いにくかった



大塚 隆弘

1988年生。2010年関西大学システム理工学部電気電子情報工学科卒業。同年より同大学大学院理工学研究科博士課程前期課程システムデザイン専攻在籍。Webアプリケーション開発の研究に従事。



山上 悠喜

1986年生。2009年関西大学工学部卒業。2011年同大学大学院理工学研究科修了。同年日本放送協会入局。番組送出、クロスメディア展開に従事。



榎原 博之 (正会員)

1982年大阪大学工学部通信工学科卒業。1987年同大学大学院博士課程(通信工学)修了。工学博士。同年大阪大学工学部助手。1994年関西大学工学部専任講師となり、現在、システム理工学部准教授。並列アルゴリズム、情報ネットワーク、ウェブアプリケーション等の研究に従事。電子情報通信学会、IEEE、ACM各会員。