

議論活動における調査資料の活用を支援するシステム HAKASE の構築

林 昌弘, 長瀧 寛之, 大下 福仁, 角川 裕次, 増澤 利光

大阪大学大学院情報科学研究科
〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3

抄録 著者らは、オンラインでの協調学習における議論を支援するために、HAKASE システムを提案する。HAKASE は以下の流れに沿った議論型の協調学習を支援する。まず学習者は事前に WWW 上の資料を収集する。そして学習者たちはオンラインチャットに似た形式で HAKASE を用いた議論を行なう。このとき、各参加者の発言を促す資料を、議論進行に応じて HAKASE は随時自動提示する。これにより、資料活用が容易な議論環境の実現と同時に、資料を根拠とした発言に参加者に意識させる効果を狙う。著者らは HAKASE の試作システムを実装し、評価実験を行なった。本稿では実装の概要と運用結果について報告する。

キーワード 議論支援, 協調学習, オンライン資料, 資料活用, CSCL

HAKASE: The system supporting effective use of web documents for online discussion

Masahiro HAYASHI, Hiroyuki NAGATAKI, Fukuhiro OOSHITA,
Hirotosugu KAKUGAWA, and Toshimitsu MASUZAWA

Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University
1-3, Machikaneyama, Toyonaka, Osaka, 560-8531

Abstract In this paper, we propose *HAKASE* system which supports online discussion in collaborative learning. Specifically, *HAKASE* supports collaborative learning of the following style: Learners search useful online documents on the Web in advance. Then, they discuss online with *HAKASE*, like online chat. During a discussion, *HAKASE* presents appropriate online documents that learners found in advance. *HAKASE* system gives online discussion space in which learners easily make use of online documents, and at the same time, it makes learners be aware that opinion must be stated based on reasons, specifically, online documents that support their opinion. We implemented a prototype system of *HAKASE*, and evaluated it. This paper reports outline of implementation of *HAKASE* and evaluation of test operation.

Keywords discussion support, collaborative learning, online documents, effective use of documents, CSCL

1 はじめに

協調学習とは、学習者同士がグループ活動の中で互いに協力し合い、グループの各メンバが自身に課せられた役割に対する責任を果たすことで、グループとしての目標達成を目指す、協調的な相互依存学習である。協調学習は学習者への高い学習効果が期待されており、計算機による協調学習支援が多くなされている [1][2][3][4]。

協調学習では、互いの知識交換やグループとして統一意見を導く目的で議論が行われることも多い。効果的な議論を行うためには、各メンバが客

観的な根拠に基づいた発言をすべきであり、そのためには根拠となる参考資料を事前収集し、収集した情報を効率よく議論に活用することが重要である [5]。したがって、このような議論の方法を学習者に意識させることが必要である。

しかし、口頭で意識付けを促すだけで容易にそのような議論が実現されるわけではない。積極的に資料を収集するほど議論中に適切な資料を参照する手間が増大し、結果発言までに時間がかかり議論が滞るか、あるいは手間を惜しんで資料を参照せずに発言するなど、根拠ある意見のやりとり

をうまく意識づけられない可能性がある。

そこで著者らは、効果的な議論を行うには、議論を行う学習者に対し、収集した資料の中から議論進行に応じたものを提示する支援が必要だと考えた。議論を通して、議論に活用できそうな資料を学習者に提示することで、議論中に資料活用の重要性を学習者に対して意識させることが期待できる。また、学習者の代わりに資料を探すことで、学習者が資料を探す手間を削減でき、議論の効率化が期待できる。本研究では、議論の状況を把握し適切な資料を探すという支援を、計算機によって実現する。

2 支援対象の検討と要求事項

2.1 対象とする議論の形態

本研究で支援する議論の形態を以下のように定める。議論にはあらかじめテーマが設定されており、またそのテーマに対する2つの異なる主張 A,B が設けられている。議論に参加するメンバは、あらかじめ議論テーマに関連する資料を WWW 上で収集した上で、その資料を参考にしながら主張 A,B のどちらがより適切であるか議論を行う。ここで収集する資料は任意の Web ページとし、以下調査資料と呼ぶ。また、各メンバが調査資料を収集する段階を調査フェーズ、グループで議論を行う段階を議論フェーズと呼ぶ。

2.2 要求事項

本研究の目的は、適切な調査資料の提示による議論の活発化である。つまり計算機が各メンバに提示する調査資料は、提示する時点でメンバが支持する主張に沿ったものであり、かつその時点での議論の話題と近い内容であることが望ましい。そのためには、(1) 何が今話題となっているか、(2) 各メンバは主張 A,B のいずれを支持しているか、(3) 各調査資料は議論テーマに関するどのような情報を含んでいるか、を計算機が随時あるいは事前に把握する必要がある。したがって、上記3つの情報を計算機に提供する手法の実現、またその情報を基に調査資料を選択し提示する手法の実現が、本研究の要求事項となる。

ただし、上記の要求を満たす手法であっても、議論の円滑な進行の妨げになるのであれば本末転倒である。したがって、議論の中断を極力起こさな

いことを前提とした支援環境の検討も必要である。

2.3 関連研究

議論支援の研究として、小島ら [6] や小谷ら [7] のように議論の展開を制御するものが挙げられる。小島ら [6] は、発言の内容を解析して議論の停滞具合や消極的なメンバの存在を検出し、注意メッセージを表示するなどによって、議論の活発化を促す。また、小谷ら [7] は、発言の内容から各メンバがどれだけ議論に貢献しているかを算出し、その値を議論グループの各メンバへ公開する事で、点数を競う心理を利用して発言への意欲を向上させている。

これらのアプローチは、議論活動の中から得られる情報のみを基にした、議論支援である。調査活動にも着目し、議論の準備として収集した調査資料の活用を促進するというアプローチは、著者らの調べた限り存在しない。

3 HAKASE の提案

2 節の検討結果をもとに、著者らは議論支援環境 HAKASE を構築した。以下、HAKASE の設計について述べる。

3.1 HAKASE 概要

HAKASE とは、調査資料を活用したオンライン議論を支援するシステムである。HAKASE は、調査フェーズで利用するプロキシサーバと、議論フェーズで利用する Web アプリケーションで構成される。ユーザは Web ブラウザをインタフェースとして HAKASE を利用し、議論に関する活動を行う。

図 1 は HAKASE のシステム図である。以下、各フェーズにおける HAKASE の動作を説明する。

調査フェーズ 調査フェーズにおいて、メンバは Web ページを閲覧し、その中から議論に活用できると判断したものを調査資料として HAKASE へ登録する。このとき HAKASE は登録用のインタフェースを各メンバに提供する。登録の際にメンバは、調査資料が言及している内容を判断し、その内容と合致する主張のフラグを指定する。

議論フェーズ 議論フェーズにおいて、メンバはグループで議論を行う。このとき HAKASE は議

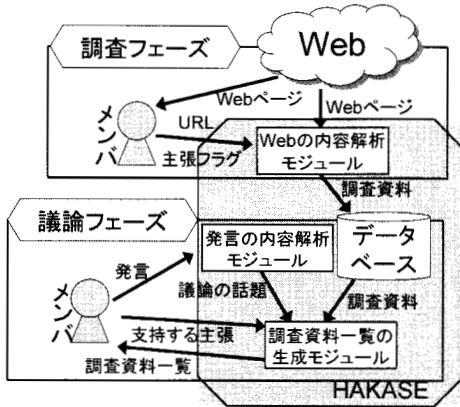


図 1: HAKASE のシステム全体図

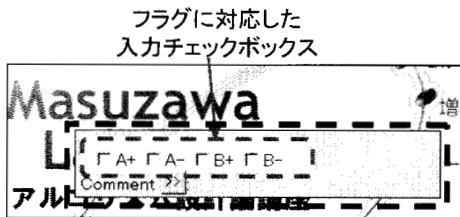


図 2: 資料登録インタフェース (HTML 用)

論を行うためのオンラインチャット機能を各メンバに提供する。また HAKASE は同時に、調査資料の一覧をメンバに提供する。一覧に表示される資料は、議論における現在の話題に応じて選択されたものであり、話題の変化に応じて一覧は随時更新される。これにより、メンバは議論における発言と並行して、話題に即した調査資料の閲覧、また発言への引用が容易に可能となる。

3.2 ユーザインタフェース

本節では、HAKASE 利用者に提供するインタフェースの概要とその工夫点について述べる。

資料登録インタフェース

調査フェーズにおいて HAKASE は、メンバが任意の Web ページを閲覧する際に、Web ページにて言及されている主張と合致したフラグを入力するためのインタフェースを、その Web ページ上に表示する (図 2)。インタフェースは JavaScript を利用して表示しており、元の Web ページにインタフェース用のコードを動的に埋め込む形で実現している。これにより、プラグインなどを利用せず



図 3: 資料登録インタフェース (非 HTML 用)

に任意の Web ページ上で資料登録インタフェースを表示可能である。インタフェース用のコードの追加は、プロキシサーバで行う。

しかし、HTML 形式以外の Web ページについては、JavaScript のコードを埋め込むことができず、インタフェースの表示も出来ない。そこで HTML 形式以外の Web ページについては、別のインタフェースを表示する。PDF 形式の Web ページに対してインタフェースを表示した例を図 3 に示す。HTML 形式以外用のインタフェースは、HTML のフレーム構造で形成されており、資料登録用インタフェースのフレームと Web ページ表示用のフレームに分かれている。

資料登録インタフェースでは、主張 A,B との関連を示す 4 つの主張フラグ「A を肯定 (A+)」「A を否定 (A-)」「B を肯定 (B+)」「B を否定 (B-)」が、チェックボックスのフォームの形でユーザに提供される。メンバは、Web ページ内で言及している内容と主張 A,B との関連を判断し、インタフェース上のチェックボックスの 1 つ以上にチェックを入れる。1 つの Web ページ内に主張 A,B 両方の話題が含まれている場合を考慮し、相反するフラグであっても複数チェックが可能とする。

議論用チャットインタフェース

議論フェーズにおいて HAKASE は、チャットを行うインタフェースを表示する (図 4)。インタフェースには、メンバが発言を入力するフォームと、メンバが支持する主張を変更するボタンが配

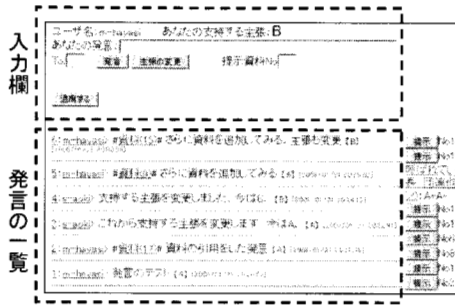


図 4: 議論用チャットインターフェース

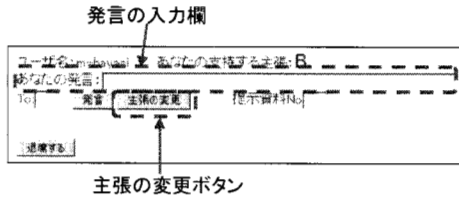


図 5: 入力欄：チャットインターフェース

置されている (図 5)。また、グループ内メンバーの発言を時系列順に並べた発言一覧が表示される (図 6)。発言一覧は、自分が発言する毎及び一定時間毎に更新される。

調査資料を引用した発言については、該当の Web ページへのハイパーリンクが併記される (図 7)。これにより、発言へ引用された調査資料の閲覧が容易になる。

調査資料一覧インターフェース

議論フェーズにおいて HAKASE は、調査フェーズで収集した調査資料の中から、その時点の議論内容に応じてランキング付けされた調査資料一覧を表示する (図 8)。一覧の各項目は調査資料のタイトルが表示され、これらのタイトルは該当する Web ページへのリンクとなっている。タイトルには、調査フェーズにおいて入力した主張フラグが併記されている。また一覧の項目毎に「提示」ボタンが表示されており、このボタンをクリックするだけで、発言への調査資料引用が可能である。

3.3 内部設計

本節では、HAKASE の動作アルゴリズム、具体的には、議論の発言と調査資料から話題を示すデータを抽出する方法、また抽出した話題データを基に調査資料一覧を作成する方法について議論する。

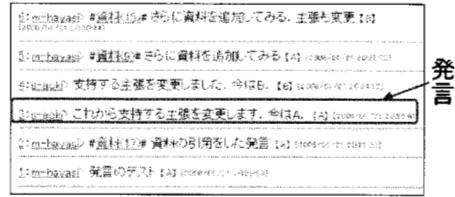


図 6: 発言一覧：チャットインターフェース

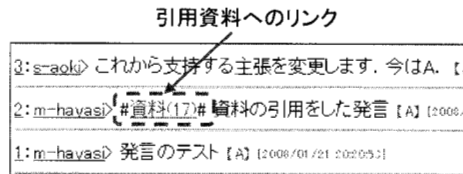


図 7: 資料を引用した発言

3.3.1 話題抽出アルゴリズム

HAKASE は、調査フェーズにおいて各調査資料が含む話題についての情報を、議論フェーズにおいては議論中の話題についての情報を抽出する。

調査資料からの話題抽出

資料登録インターフェースからメンバによって Web ページと主張フラグの情報が送られてくると、HAKASE は、入力されたフラグの情報と該当 Web ページの URL、メンバ名の 3 つを関連付けてデータベースに蓄積する。同時に HAKASE は、登録する Web ページの HTML を取得し、その Web ページに含まれる名詞とその出現回数を抽出し蓄積する。

議論の発言からの話題抽出

議論用チャットインターフェースからメンバによって発言が入力されたとき、HAKASE は発言内容と発言したメンバ名、そのメンバが発言入力の時点で支持する主張の 3 つを関連付けて蓄積する。同時に HAKASE は、発言内容に含まれる名詞とその出現回数を抽出し蓄積する。発言内容の文字情報が、HAKASE によって発言された時系列順に蓄積されたものを、以下発言履歴と呼ぶ。

3.3.2 調査資料一覧作成アルゴリズム

HAKASE は、各調査資料に対して議論の話題と近い順にランク付けし、そのランク順に並べた一覧を作成する。

提示	No14: Google: A-	
提示	No16: 第24話「班目部長は数字の魔術師って呼ばれていますからわ」(熱血!会計物語) 経理課長(田邊也か行く): N:Online(日経ビジネスオンライン)	
		2: A+A-
提示	No13: 二人静(フタリジマ): A-	
提示	No12: 包粽欄(ニオイシヨロラン): B+	
提示	No8: 極(カエデ)・紅葉(モミジ): A+A-	
提示	No8: さくらんぼ: A-B+	
提示	No11: コルディリネ: A-	
提示	No2: 朝顔写真集 2: B+	

提示ボタン 資料へ登録した主張フラグ

図 8: 調査資料一覧インターフェース

調査資料一覧作成の方針としては、(a) メンバが自身で集めた調査資料 (b) メンバの主張に合っている調査資料、(c) 議論の話題と関連する話題を含んだ調査資料、という 3 つの基準を設定する。

(a) について HAKASE は、他メンバが収集した調査資料も一覧作成の候補にすると、自身で資料を収集しなくても議論準備ができていう状況が発生し、この状況がメンバの調査フェーズでの活動意欲を低下させると考えられるため、HAKASE はそのメンバ自身が収集した調査資料以外は一覧作成の候補に入れない。

(b) について HAKASE は、メンバの主張と合致するフラグが関連付けられた調査資料を、メンバの主張に合う調査資料であると判断する。ここで、主張 A と合致するフラグは「A を肯定」「B を否定」、主張 B と合致するフラグは「A を否定」「B を肯定」とする。(b) を満たさない調査資料については、一覧作成の候補から外す。

(c) について HAKASE は、発言履歴と各調査資料において、それぞれが含む名詞とその出現回数を比較し、名詞の種類や出現回数の傾向が類似する調査資料を、議論の話題と関連した話題を含んでいると判断する。ここで、この類似の程度を定量化するために、議論の発言履歴をベースに各資料にスコアを設定し、議論の話題と関連が深い調査資料であるほど高いスコアとなるように計算式を定義する。各調査資料はスコアの高い順にランク付けされ、HAKASE はそのランク順に並んだ調査資料一覧を作成する。

スコアを定義する方針として、対象の Web ページ内と発言履歴内に共通して出現する名詞に注目し、それらの名詞の種類が多いほど、またそれらの名詞について、Web ページ内と発言履歴内での出現回数が多いほど、値が高くなるように設定する。

まず、時刻 t における調査資料 p のスコアを $Score(p, t)$ と表す。ここで、時刻を表す t は、議論開始時に 0 とし、メンバが発言を 1 つ追加する毎に 1 増加する自然数とする。また、調査資料 p が含む名詞の集合を $N(p)$ とする。調査資料 p に含まれる名詞 $n \in N(p)$ の重みを $w_{doc}(p, n)$ 、時刻 t における発言履歴に含まれる名詞 n の重みを $w_{dis}(t, n)$ 、とそれぞれ定義し、スコアの算出法を式 1 と定める。

$$Score(p, t) = \sum_{n \in N(p)} (w_{doc}(p, n) \times w_{dis}(t, n)) \quad (式 1)$$

$w_{doc}(p, n)$ は、名詞 n について、調査資料 p の含む話題との関連が高いほど大きくなる値で、調査資料 p 内での名詞 n の出現回数に基づいて算出する。

$w_{dis}(t, n)$ は、名詞 n について、時刻 t における議論の話題との関連が高いほど大きくなる値で、発言履歴内での名詞 n の出現回数に基づいて算出する。追加された時刻 t に近い発言に含まれる名詞ほど重みを大きく設定する。 $w_{dis}(t, n)$ は、式 2 により算出する。

$$w_{dis}(t, n) = w_{dis}(t-1, n) \times D + F^{(t)}(n) \quad (式 2)$$

式 2 では、発言が追加される毎に時刻 $t-1$ の時点での重みに対して減衰率 $D (< 1$: 定数) を積算している。また、 $F^{(t)}(n)$ は時刻 t にて追加された発言に含まれる名詞 n の出現回数である。

3.4 予備実験

3.3.2 節のスコア定義において、資料 p における名詞 n の重み $w_{doc}(p, n)$ と減衰率 D の値について検討する。

まず、 $w_{doc}(p, n)$ の算出法として次の 3 つのパターンを考える。

(1) 出現頻度

名詞 n の出現個数をそのまま重みの値とする。

(2) 出現密度 A

その調査資料中にどれだけの割合で該当名詞が含まれているかを重みとする。

$$\frac{(\text{名詞 } n \text{ の個数})}{(\text{調査資料内に出現する全ての名詞の総数})}$$

で求める。

(3) 出現密度 B

名詞の出現総数でなく、最も出現個数が多い名詞を基準として、名詞 n の比率を重みとする。

$$\frac{(\text{名詞 } n \text{ の個数})}{(\text{調査資料が最も多く含む名詞の出現個数})}$$

で求める。

次に、減衰率 D の値について、0.9, 0.8, 0.7 の 3 パターンを考える。

$w_{doc}(p, n)$, D それぞれについて、どのパターンがより適切な設定なのかについて、実際に議論を行ったデータを用いて確認した。調べるパターンは、 $w_{doc}(p, n)$ の算出法が 3 通り、減衰率 D の値が 3 通り、合計 9 通りの組合せとなる。

議論のデータを得るために、3 人の被験者に対して、HAKASE を用いずに、WWW 上からの調査資料収集とオンラインチャットによる議論を 2 度行ってもらった。

その後、各被験者に対し、議論の発言履歴と自身が収集した調査資料のリストを渡し、発言ごとに、その時点で議論の話題に適する調査資料を選択、ランク付けを行わせた。以下、このランク付けにより作成した調査資料一覧を理想ランキングと呼ぶ。また著者らは、同様のランク付け作業を、式 1 で定義したスコアを基準として行った。以下、このランク付けした調査資料一覧を自動ランキングと呼ぶ。

理想ランキングと自動ランキングの上位 3 項目を比較し、順位に関係なくどちらのランキングにも含まれる調査資料の個数をカウントした。カウント総数が最も多いパターンが、最も利用者の希望に沿った調査資料一覧を作成する可能性が高いと判断する。

結果を表 1 に示す。この結果より、 $w_{doc}(p, n)$ は“出現頻度”、 D は“0.9”が最も適するという結果が得られた。ただし、他のパターンにおいても一致数に大きな差は見られず、今後さらに実践例を重ねて検証する必要がある。

表 1: ランキングの一致総数の比較 (個)

	0.9	0.8	0.7	合計
出現頻度	419	404	373	1196
出現密度 A	410	399	381	1190
出現密度 B	370	357	359	1086
合計	1199	1160	1113	

4 実装

著者らは、3 節で述べた HAKASE の実装を行った。開発言語について、議論フェーズのインタフェースは PHP、プロキシサーバは Python を用いた。また、データベース管理システムとして SQLite を用いた。Web ページから名詞とその回数を抽出する処理について、形態素解析ツール mecab¹ を利用した。PDF 形式の Web ページについては、pdftotext² によって抽出した文字情報に対して、mecab を適用した。

現在の実装では、mecab による議論発言の文字列解析、またその結果をベースとした適切な調査資料の選択は、平均 7.7 秒かかる処理となっている。そこで、議論用のインタフェースでは、チャット部と調査資料一覧の表示部で、自動更新のタイピングが独立して行われるよう、JavaScript を利用して実装した。これにより、調査資料一覧の更新に時間がかかる場合でもチャットインタフェースの動作には影響が及ばないようにした。

5 評価

5.1 実験概要

4 節で述べた HAKASE のプロトタイプを運用し、提案手法の有用性を検証する。評価項目としては、

- (1) 調査資料を引用した発言の回数が増えたか
- (2) 議論中の調査資料参照を意識付けられたか
- (3) 提案手法の適用が議論を妨げていないかの 3 つを考える。

実験では、被験者 3 人で構成されたグループ A, B それぞれに対し、グループ内で議論を 2 回行ってもらう。2 回の議論のうち、1 回は HAKASE なしのオンラインチャットによる議論、もう 1 回は HAKASE ありの議論を行う。各議論においては、調査フェーズ 90 分、議論フェーズ 90 分と活動時

¹<http://mecab.sourceforge.net/>

²<http://www.foolabs.com/xpdf/>

表 2: 議論テーマの設定

	グループ A	グループ B
HAKASE なし	テーマ α	テーマ β
HAKASE あり	テーマ β	テーマ α

テーマ α : Intel 製と AMD 製の CPU を比べて

どちらがユーザにとって有用か

テーマ β : 次世代 DVD は普及するかしないか

表 3: 発言数と資料引用回数

HAKASE の利用	なし	あり
発言数	117	97
資料引用回数	12	10
発言数/資料引用回数	9.75	9.70

間を定めた。また、2回の議論において異なる議論テーマを設定する。議論テーマの違いによる議論内容の差を考慮し、A,B で HAKASE 利用と議論テーマの組合せを別にする(表 2)。

議論後、発言のログを解析して判定し、(1)の変化を比較する。(2),(3)に関しては、被験者へのアンケートにより確認する。

5.2 結果と考察

現在著者らは、グループ A に対して、HAKASE なしの議論と HAKASE ありの議論を1回ずつ行い、被験者へのアンケートを実施した。表 3 は、議論の結果に関する諸データである。

評価項目 (1) に関して、調査資料を引用した発言は、HAKASE の有無に関わらず、約 9.7 回発言毎に 1 回の割合で行われている。調査資料を引用した回数は同程度であるが、「HAKASE 利用の方が、手駒が整理されていて無駄な資料の引用は減った」という意見があり、資料活用の効率化が実現できたと考えられる。また、HAKASE を用いた議論について「テーマによる差があって、根拠に使える資料が少なかった」という意見もある。議論テーマの違いによる議論内容の差を考慮し、考察を深めるためには、グループ B についての実験結果が必要である。

評価項目 (2) に関して、HAKASE を利用した議論について「資料が参照しやすく、気軽に資料を引用できた」「発言の根拠として資料を利用し、議論の流れが作りやすかった」との意見があり、被験者達は資料の参照や資料を引用した発言を意識し、議論に活用していたと考えられる。「資料の一

覧が提示されるため、資料そのものを参照しなくても内容が思い出せ、参照回数が減った」という意見もあった。これは、資料参照の促進には繋がらなかったが、調査資料の探索は効率化できたと考えられる。

評価項目 (3) に関して、「議論しつつ資料を探すが減り、議論に集中できた」「資料提示の手間が減ったから、議論に集中できた」など、好意的な意見が見られた。また、HAKASE ありの議論の方が HAKASE なしの議論よりもストレスを感じたか、という質問に対し、3人中2人は「ストレスは感じず、むしろ快適であった」と答えた。残りの1人は「オンラインチャットでの議論に慣れず、同じくらいストレスを感じた」と答えた。HAKASE を利用することは、議論の妨げにはならなかったと考えられる。

総括して、HAKASE の利用に関する好意的な意見が多かった。否定的な意見としては「調査資料が用意できていない話題へと議論がなったときに、発言の頻度が減った」「議論中に登録した情報を変更したい」などがあった。これらに対処するには、議論中にも資料収集の支援を実現するなどの対応が必要であり、今後の検討すべき課題である。また、より多くの議論データについて考察するために、グループ B に対しての実験を行い、さらに他の多くのグループに対して実験を行うことが今後の課題である。

6 おわりに

本稿では、協調学習における議論を活発にするため、議論中に適切な調査資料を自動提示することで議論を支援する環境 HAKASE を提案した。HAKASE は、メンバが登録した調査資料の内容と議論における発言の内容を解析し、議論の話題と関連深さを表すスコアを調査資料毎に算出し、そのスコアの大きい順に並べた調査資料の一覧を作成する。また、議論の流れに応じてリアルタイムでこの一覧を更新する事により、適切な調査資料提示を実現した。

現在までの評価実験の結果、資料提示の頻度については変化が見られなかったが、資料参照の意識付けと資料探索の効率化に効果があることが、被験者へのアンケートより確認できた。

今後は、被験者や実験テーマを変えた実験をし、その実験結果から、より客観的な考察を行う。また、多くのメンバから頻繁に参照された資料を優

先して提示したり，グループ内メンバの主張が偏っているときには少数派主張に合致した資料を優先的に提示するなど，議論を活性化させる調査資料の提示手法を検討し，より効果的な議論の実現を目指す。

謝辞 本研究の実験にご協力を頂いた，大阪大学大学院情報科学研究科 増澤研究室の皆様にご感謝する。なお，本研究の一部は，文部科学省グローバルCOEプログラム（研究拠点形成費）の補助によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 稲葉晶子：CSCL:ネットワークを用いた協調学習支援システム，電子情報通信学会誌，Vol. 82, No. 10, pp. 1069-1071 (1999).
- [2] 稲葉晶子，岡本敏雄：分散協調学習環境における学習者間のコミュニケーションの検討，情報処理学会研究報告，Vol. 96, No. 35, pp. 31-36 (1996).
- [3] 堀川桂太郎，及川利直，佐藤宏之，水野浩二：協調学習ナビゲーション手法の提案，情報処理学会研究報告，Vol. 97, No. 13, pp. 103-108 (1997).
- [4] 伊藤京子，鮫島良太，松井康治，吉川榮和：コンピュータ化したグループ議論支援システムの学校教育への適用：高等学校と大学院での利用方法の提案，日本社会情報学会学会誌，Vol. 16, No. 2, pp. 5-19 (2004).
- [5] 戸田俊文，清水康敬：教師のネットワーク討論における役割分担に関する検討，日本教育工学会論文誌，Vol. 28, pp. 245-248 (2005).
- [6] 小島圭一，岡本敏雄：CSCW の対話における発言意図の推定に関する研究 (3)，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 95, No. 460, pp. 87-94 (1996).
- [7] 小谷哲郎，関一也，松居辰則，岡本敏雄：好意的発言影響度を取り入れた議論支援システムの開発，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 103, No. 60, pp. 37-42 (2003).