

# 協調 Web 検索におけるグループ意思決定ダイナミクスの調査

中村 達哉<sup>†</sup> 渡辺 美紀<sup>††</sup> Thammasan Nattapong<sup>†</sup> 浦井 健次<sup>††</sup> 富永 登夢<sup>††</sup>

中村 泰<sup>†††</sup> 細田 一史<sup>†††</sup> 原 隆浩<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪大学大学院情報科学研究科 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5

<sup>††</sup> 大阪大学大学院基礎工学研究科 〒565-0871 大阪府豊中市待兼山町 1-3

<sup>†††</sup> 大阪大学未来戦略機構 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5

E-mail: <sup>†</sup>{nakamura.tatsuya,hara}@ist.osaka-u.ac.jp, <sup>††</sup>{watanabe.miki,urai.kenji}@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp,  
<sup>†††</sup>Nattapong@ai.sanken.osaka-u.ac.jp, <sup>††††</sup>tominaga@nishilab.sys.es.osaka-u.ac.jp,  
<sup>†††††</sup>nakamura@is.sys.es.osaka-u.ac.jp, <sup>††††††</sup>hosoda@humanware.osaka-u.ac.jp

あらまし 本稿では、意思決定を伴う協調 Web 検索において、グループが Web 検索と議論を進めながら意思決定に至るまでのダイナミクスを調査した結果について述べる。これまで、意思決定を伴う協調 Web 検索を支援するシステムがいくつか提案されてきたが、各メンバの検索行動や議論中の発言が他メンバの行動やグループ全体の意思決定の満足度にどのような影響を与えるのかは明らかにされてこなかった。本研究では、24 名 8 組の被験者について意思決定に至るまでの検索行動や議論中の発言などのダイナミクスを観測し、得られた行動ログやアンケート結果を分析することにより、どのようなダイナミクスによりグループ意思決定がなされるのかを調査した。また、得られた知見をもとに、意思決定を伴う協調 Web 検索を支援する方法について検討した。

キーワード 協調 Web 検索, グループ意思決定

## 1. はじめに

人々が日常生活を営む中で、複数人がグループを構成し共通の目的の為に共同して調査・議論を行い、グループの全員が満足する結論を導き出すグループ意思決定を行う場面が多く存在する。身近な例では、旅行の目的地や宿泊するホテル、グループで食事するためのレストランを決める場面がある。最近ではグループによる意思決定を伴う場面において、Web 検索を用いてグループに最適な情報を Web 上から選び出す協調 Web 検索が日常的に広く行われている。167 名の被験者を対象とした Morris の調査 [3] によれば、65.3% の被験者がこれまでに協調 Web 検索を行った経験があると回答しており、このうち、38.5% が週に 1 回程度、15.6% が月に 1 回程度の頻度で協調 Web 検索を行っているという回答している。

グループ意思決定は、グループのメンバ間に好みや意思の違いが存在するため、個人による意思決定と比べると、グループ全員が満足する意思決定に至るのははるかに困難である。これまで、このような意思決定を伴う協調 Web 検索の支援を目的として、ユーザインタフェースや意見集約アルゴリズムなどの研究が取り組まれてきた。ユーザインタフェースに関する研究 [4], [5] では、メンバ間で Web 検索に関する様々な情報を共有し、グループの議論を円滑化することに着目した研究が数多く行われている。共有される情報として、例えば、各メンバの閲覧ページ、ブックマーク情報、チャット機能による議論の履歴、検索クエリ、他のメンバの検索画面などが挙げられる。また、意見集約アルゴリズムに関する研究 [1], [2] では、検索行動の履歴情報から各メンバの嗜好情報を推定し、グループ全員が

満足すると考えられる案を提示し、その案を参考に議論することにより、意思決定の支援を行うことを目指している。これらの研究により、グループの検索行動に関する情報の共有や意見の集約といった形で意思決定を支援することで、支援しない場合よりも、効率的な Web 検索と満足度の高い意思決定を行えることが明らかにされてきた。

しかし、グループが共有された情報をどのように用いながら Web 検索や議論を進めたのか、どのような検索行動や議論の流れによって意思決定に至ったのか、といったグループ意思決定のダイナミクスに関しては明らかにされてこなかった。既存研究では、それぞれの研究で取り入れた情報の共有方法やアルゴリズムの有効性についてのみ焦点が当てられており、意思決定を伴う協調 Web 検索におけるグループの行動がどのようなダイナミクスを持つのかについては議論されていない。例えば、あるメンバが他のメンバの閲覧ページやブックマークの情報、議論中の発言などに影響を受け、その後の検索行動や議論の発言、意思決定に対する満足度が変化することが考えられる。また、意思決定を行う段階では、それまで他のメンバと同じように振舞っていたメンバが議論のまとめ役となるような役割の変化も考えられる。このように、グループがどのような協調 Web 検索を行いながらグループ全員が満足する意思決定に至るのかというグループ意思決定のダイナミクスを解明できれば、グループあるいはメンバの状況に応じて最適な情報の提示や意思決定の促進を行うシステムの実現が可能となる。

そこで本研究では、意思決定を伴う協調 Web 検索において、グループが Web 検索と議論をどのように進めながら意思決定に至るのかを観測し、協調 Web 検索におけるグループ意思決

定のダイナミクスを調査する．具体的には以下の点について調査を行う．

(1) グループはどのように協調しながら意思決定を進めるのか．

(2) グループ意思決定ダイナミクスと満足度の関係．

(3) グループのメンバはどのような役割を持つか．

本研究では上記の点について，24名8組のグループに対して被験者実験を行い，ページの閲覧やブックマーク，チャットなどのログ情報や，アンケートによって得られたメンバの議論に対する主観的評価の分析により，どのようなダイナミクスによりグループ意思決定がなされているかを調査した．また，調査結果から得られた知見を元に，グループ意思決定を支援するための方法について検討を行った．

## 2. 関連研究

グループ意思決定の支援に関する研究は，ユーザインタフェースに関する研究とグループに対して最適な候補を提示する意見集約に関する研究に大別される．一般的に，インタフェースに関する研究では意思決定に必要な情報収集（本研究では Web 検索）と議論は並行して行われることを想定している．一方，意見集約に関する研究では，はじめに，グループのメンバが個別に情報収集を行い，その後，グループで持ち寄った結果と意見集約の結果を用いながら議論するといったように，情報収集と議論が独立した作業として行われることを想定している．

SearchTogether [4] は，リモート環境にあるグループのメンバが同期的または非同期的に協調 Web 検索を行うためのプロトタイプシステムである．チャット機能や検索クエリの履歴，ブックマークしたページなどの情報を共有できる機能を提供しており，グループはこれらの機能を用いることで協調 Web 検索を円滑に進めることができる．大重ら [5] は，モバイル端末を用いた協調 Web 検索において，グループ全体の検索行動を可視化するためのインタフェースと，検索行動に応じた検索クエリ推奨手法を提案している．グループがこれまでにどのような検索を行ってきたかという情報を可視化することで，メンバが十分に調べられているトピックや調べられていないトピックを容易に把握でき，協調 Web 検索を効率的に行うことができる．

Saaty [7] や山田ら [9] は，複数の要素から構成される候補からメンバに最適な候補を選び出す手法である AHP (Analytic Hierarchy Process) [6] を応用したグループ意思決定支援手法を提案している．小柴ら [2] は，グループで意思決定を行う際に，意思決定に関する譲歩の量がメンバ間で均衡すればグループの意思決定に対する満足度が向上するという互惠性に着目し，互惠性を AHP に取り入れたグループ意思決定機能を提案している．本田ら [1] は，メンバの嗜好と検索行動の関係を検証し，AHP から着想を得た意見集約のための嗜好モデルを構築し，嗜好モデルを用いた意見集約アルゴリズムを提案している．各メンバの意見の強さやばらつきを考慮した意見集約を行い，グループにとって最適な候補を提示することで，意思決定における議論（合意形成）の負担を軽減している．

最近では，協調 Web 検索におけるメンバの役割に注目した

研究も行われている．Shar ら [8] は，協調 Web 検索におけるメンバの役割として，目的に合致する Web ページを収集する目的を持った Gatherer と，多様な Web ページを収集する目的を持った Surveyor を提案している．また，これらの役割に応じた検索ランキングアルゴリズムを提案している．Yamamoto ら [10] の研究では，Gatherer と Surveyor に焦点を当て，協調 Web 検索において，それぞれの役割を持つメンバの検索行動が，自身や他のメンバの検索行動からどのような影響を受けるのかについて分析し，役割に応じてメンバの受ける影響が異なることを明らかにしている．

グループ意思決定支援に関する既存研究では，それぞれの研究で取り入れた情報の共有方法やアルゴリズムの有効性のみ焦点が当てられており，グループがそれらの情報をどのように使いながら検索行動や議論を進め意思決定に至ったかといったグループ意思決定のダイナミクスは議論されてこなかった．しかし，メンバは常に自身や他のメンバの行動の影響を受けながら意思決定を行うと考えられる．また，協調 Web 検索における役割に関する研究では，情報収集タスク（意思決定を伴わないタスク）が分析の対象となっており，意思決定を伴うタスクにおける役割については議論されていない．本研究では，協調 Web 検索におけるグループ意思決定ダイナミクスを調査することにより，グループ意思決定の支援のための新たな知見を得ることを目的としている点が既存研究と異なる．

## 3. 実験

本研究では，意思決定を伴う協調 Web 検索において，実際にグループが検索および議論を行いながら意思決定に至る過程を調査することを目的として，被験者の行動を記録可能なインタフェースを実装するとともに，タスク終了後にアンケート調査を行った．

### 3.1 タスク

本実験で被験者が行うグループ意思決定を伴う協調検索タスクとして，レストラン検索タスクを用意した．このタスクで用いるレストラン情報の情報源として株式会社ぐるなびが提供するぐるなび API<sup>(注1)</sup>を用いた．意思決定が完了するまで検索，議論を行ってもらうため，タスクにかけられる時間は無制限とした．以下に，実験に用いたタスクの説明文を示す．

あなたたちのグループは，今週の土曜日と日曜日に東京へ 1泊2日の出張に行きます．その際，土曜日の夜は予定がないためグループで食事に行くことにしました．そこで，実験システムを使用しグループの全員で食事に行く店を議論しながら決めてください．出張先のホテルの場所は新宿です．

### 3.2 被験者

本実験では，大阪大学に所属する学部生・大学院生 24名の被験者を集め，3名を1グループとした A~H の8グループについて実験を行った．また，グループとして作業しやすいよう

(注1): <http://api.gnavi.co.jp/api/>



(1) チャット

(2) 検索

(3) 共有ブックマーク

図 1 実験で用いた協調 Web 検索インタフェース

に、メンバ全員が互いが知り合いであるグループを構成した。

### 3.3 協調 Web 検索インタフェース

図 1 に実験で用いた協調 Web 検索インタフェースを示す。本研究では、一般的な情報検索サイトにおけるグループの自然な検索行動を観察するため、Yamamoto らの研究 [10] を参考にインタフェースの実装を行った。インタフェースは、ブラウザ上で動作する Web アプリケーションとして実装されており、大きく分けて以下の 3 つの機能を持つ。

(1) チャット：グループのメンバと会話を行うためのチャット機能。送信、受信したメッセージはリアルタイムに表示される。また、各メッセージに Like ボタン、Unlike ボタン、返信ボタンが表示されており、特定のメッセージに対する明示的な返信が可能である。

(2) 検索：メンバが入力した検索クエリに関する検索結果が表示される。本研究では、ぐるなび API を用いて予め収集したレストラン情報から、検索クエリに合致するレストラン情報を 20 件ずつ表示する。また、各レストラン情報には、そのレストラン情報を共有ブックマークに追加するためのブックマークボタンが表示されている。レストラン名のリンクをクリックすることで、ぐるなびが提供する当該レストランの Web ページを閲覧できる。

(3) 共有ブックマーク：グループのメンバが共有ブックマークに追加したレストラン情報がリアルタイムに表示される。また、各ブックマークには、チャットと同様に、Like ボタン、Unlike ボタン、返信ボタンが表示されており、当該ブックマークを明示的に参照しながらチャットを行うことが可能である。

### 3.4 実験手順

各グループについて、以下の手順で実験を行った。

(1) グループのメンバ全員に同じ場所に集まってもらい、実験の概要について説明し、研究目的のためにシステムの利用ログを収集することについて同意を取った。その後、被験者の協調 Web 検索の経験や、議論時にどのメンバがまとめ役になるか等の意思決定に関連すると考えらる項目についての事前アンケートに回答してもらった。

(2) 3.3 節で述べたインタフェースに慣れてもらうため、インタフェースの機能の説明を 5 分程度行った。そして、練習用のタスクとして、「今夜グループで食事に行きたい近くのレストラン」についてグループで検索・議論する作業を 5 分程度行ってもらった。

(3) 3.1 節で述べたタスクについての説明を行い、互いが直接見えない離れた場所に移動してもらった後、意思決定が完了するまでタスクを行ってもらった。

(4) タスク終了後、意思決定を行ったタスクに関する事後アンケートに回答してもらった。事後アンケートでは、意思決定に関する満足度や、意思決定に至るまでに十分に検索、議論できたと感じるかどうかに関する主観的応答を被験者に 5 段階で回答してもらった。また、どのメンバが議論や意思決定を主導するまとめ役であったかについても回答してもらった。

本実験では、被験者のアンケート結果だけでなく、タスク中に被験者が入力した検索クエリやレストラン情報の閲覧履歴、チャット、共有ブックマークへの追加といった意思決定に至るまでの検索行動や議論に関するログを収集し、グループ意思決定ダイナミクスの調査に用いた。

## 4. 実験結果

本章では、3 章で述べた実験によって得られた意思決定に至

表 1 各グループのタスク実行時間

	タスク実行時間 $t_a$	結論で選ばれた店舗の ブックマーク時刻 $t_b$	$t_a - t_b$
グループ A	43 分 37 秒	13 分 40 秒	29 分 57 秒
グループ B	37 分 33 秒	5 分 8 秒	32 分 25 秒
グループ C	38 分 5 秒	7 分 15 秒	30 分 50 秒
グループ D	48 分 19 秒	29 分 35 秒	28 分 44 秒
グループ E	10 分 7 秒	4 分 2 秒	6 分 5 秒
グループ F	48 分 38 秒	22 分 5 秒	26 分 33 秒
グループ G	75 分 54 秒	63 分 43 秒	12 分 11 秒
グループ H	20 分 24 秒	14 分 36 秒	5 分 48 秒

表 3 事後アンケートにおいて各評価点を回答した被験者数

アンケート項目	評価点				
	5	4	3	2	1
結論に対する満足度	13	10	1	0	0
十分に検索できたか	4	9	6	4	1
十分に議論できたか	9	11	3	1	0
自分の意見は主張できたか	8	14	2	0	0
自分の意見は反映されたか	14	5	5	0	0

表 2 各グループの行動ログの統計情報．各セルの括弧内の 3 つの数値はそれぞれ、各グループのメンバ 1、メンバ 2、メンバ 3 の行動ログ数を表す．

	検索	店舗閲覧	チャット	ブック マーク
グループ A	53 (23, 11, 19)	138 (73, 35, 30)	84 (29, 32, 23)	4 (3, 0, 1)
グループ B	35 (8, 14, 13)	233 (61, 81, 91)	83 (35, 12, 36)	8 (2, 2, 4)
グループ C	52 (16, 20, 16)	221 (73, 76, 72)	82 (19, 38, 25)	8 (3, 2, 3)
グループ D	66 (11, 13, 42)	216 (100, 56, 60)	77 (14, 31, 32)	26 (1, 5, 20)
グループ E	10 (4, 4, 2)	21 (7, 12, 2)	46 (12, 15, 19)	1 (0, 0, 1)
グループ F	21 (8, 6, 7)	100 (42, 27, 31)	143 (40, 43, 60)	8 (2, 3, 3)
グループ G	82 (27, 40, 15)	140 (50, 53, 37)	186 (77, 78, 31)	19 (8, 9, 2)
グループ H	34 (12, 11, 11)	41 (8, 14, 19)	104 (35, 33, 36)	9 (2, 5, 2)

表 4 事後アンケートにおいて各メンバがグループのまとめ役として選ばれた回数

	メンバ 1	メンバ 2	メンバ 3
グループ A	3	0	0
グループ B	2	0	1
グループ C	1	1	1
グループ D	0	2	1
グループ E	0	0	3
グループ F	0	2	1
グループ G	0	3	0
グループ H	0	3	0

グループの行動ログの統計情報を示す．また、表 1 および表 2 より、各グループの全行動ログ数とタスク実行時間の関係を表すグラフを図 2 に示す．図 2 より、タスク実行時間（意思決定に至るまでの時間）に応じて、グループの全行動ログ数が増加する傾向にあることがわかる．このことから、意思決定に至るまでの時間の長さに関わらず、グループは一定量の行動を続けながら意思決定を進めていると考えられる．

表 1 より、各グループのタスク実行時間  $t_a$  と、結論として選ばれたレストランがブックマークに追加された時刻  $t_b$  を比較すると、そのレストランがブックマークに追加されるまでの時間  $t_b$  より、追加後から意思決定に至るまでの時間  $t_a - t_b$  の方が長い傾向にあることがわかる．これは、意思決定の早い段階で結論になり得る候補を見つけたとしても、その候補がグループにとって最適な候補であるかをグループ全員が判断するための検索や議論を行う必要があることを表していると考えられる．

グループ G は、結論で選ばれたレストランがブックマークに追加されてから比較的短い時間で意思決定に至っているが、そのレストランをブックマークに追加するまでに約 1 時間の検索・議論を行っていた．これは、グループ G はそのレストランを探すまでに長い時間を要したが、それまでに多くの検索・議論を行っていたため、他のグループと比較して、ブックマーク追加後からタスク終了までの時間が短かったと考えられる．一方、グループ E および H は、他のグループと比較して短い時間で意思決定に至っていた．

#### 4.2 アンケートの回答結果

表 3 にタスク終了後に被験者に対して行った事後アンケートの結果を示す．また、表 4 に事後アンケートにおいて各グループのメンバがグループのまとめ役として選ばれた回数を示す．表 3 より、「結論に対する満足度」の質問項目に対して、24 名中 23 名の被験者が 4 以上、1 名が 3 の評価値を回答した．このことから、多くの被験者は満足度の高いグループ意思決定を達

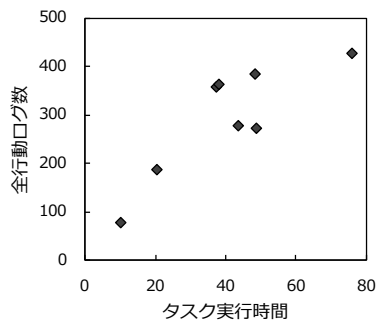


図 2 各グループの全行動ログ数とタスク実行時間の関係

るまでのグループの行動ログとアンケートを調査した結果について述べる．まず、実験データから得られた結果の概要について述べ、その後、観測されたグループ意思決定ダイナミクスについて説明する．

#### 4.1 行動ログの統計情報

表 1 に、各グループが意思決定に至るまでに要したタスクの実行時間、および、意思決定に結論として選ばれたレストランがブックマークされた時刻、表 2 に、実験により得られた各グ

成できたと考えられる。意思決定の満足度に対して高い評価値を回答した理由として、グループ全員が納得できるレストランを見つけられたことや、レストランを決める際に妥協しなかったこと、メンバの意見を互いに取り入れながらレストランを決められたことなどが挙げられていた。

一方、「十分に検索できたか」の質問項目について、4以上の高い評価値を回答した被験者は24名中13名と「結論に対する満足度」の質問項目より10名少なかった。3以下の評価値を回答した被験者の一人は、その理由として、他のメンバのチャットや提案を見るだけで精一杯であったことを挙げていた。この被験者は、事前アンケートにおいて協調 Web 検索を行った経験がないと回答しており、本実験のようなチャットと検索を同時に行うという環境に対する習熟度が低かったと考えられる。他の理由として、システムが提示する情報が十分でないことや、検索を十分に行った上でレストランを決める必要がないと感じたことなどが挙げられていた。前者の理由を回答した被験者は、月1回程度の頻度でレストラン検索を日常的に行っており、その際に複数の Web サイトの情報を比較して検索を行っていた。また、後者の理由を回答した被験者は、被験者が所属するグループのメンバ同士との食事であれば強いこだわりがなくどのレストランでも良いと回答していた。

「十分に議論できたか」の質問項目では24名中20名の被験者が4以上の評価値を回答した。4以上の評価値を回答した理由として、議論を通じてグループ全員が満足する候補を決められたことや、自身の提案に対して他のメンバからの反応があったことが挙げられていた。一方、3以下の評価値を回答した理由には、議論がまとまるまで時間を要したことや、意思決定の早い段階で行きたいレストランのジャンルが決まり他のジャンルについて十分に検討できなかったことが挙げられていた。

「自分の意見は主張できたか / 反映されたか」の質問項目ではそれぞれ、24名中22名、24名中19名が4以上の評価値を回答していた。4以上の評価値を回答した理由として、議論中に自分の意見を気兼ねなく主張できたことや、自身の意見に合致したレストランが結論で選ばれたことなどが挙げられていた。一方、3以下の評価値を回答した理由には、他のメンバの意見に同意することが多かったことや、他のメンバの意見で議論の方向性が決まったことなどが挙げられていた。

表4より、グループCを除いた全てのグループにおいて、グループのまとめ役として2票以上を獲得したメンバが存在することが確認できる。事後アンケートにおいて、あるメンバをグループのまとめ役として回答した際の理由として、メンバの意見や議論をまとめるような行動やレストランの提案、多くのブックマークを行ったことが挙げられていた。

#### 4.3 グループ意思決定ダイナミクス

本節では、実験システムで収集した行動ログの時間的な分布を観測して得られた、各グループがどのように検索や議論を行いながら意思決定を進めたか、というグループ意思決定ダイナミクスについて述べる。ここでは、グループのまとめ役が存在するか、および、タスク実行時間の長さ、という二つの観点から選出した次の三つのグループの結果について述べる。

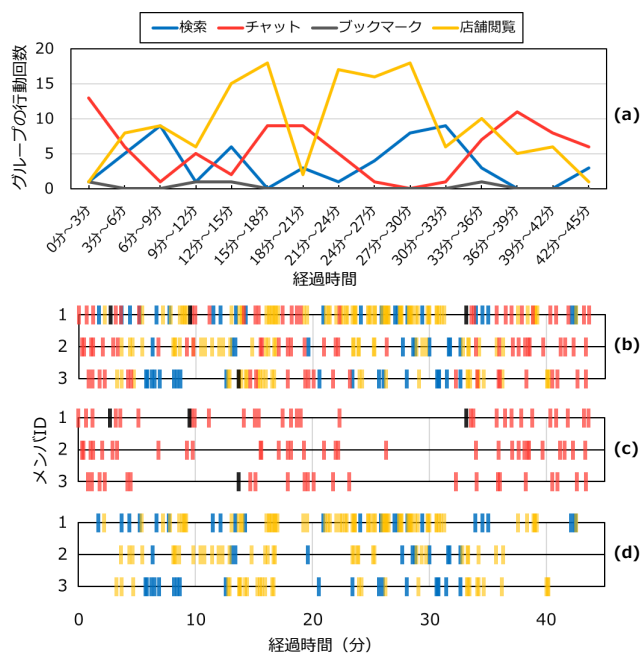


図3 グループAの行動ログの分布。(a) グループの行動回数のヒストグラム。(b) 各メンバがタスク開始から終了までに行った行動の分布。一つのバーは実験システムで収集した一つの行動ログに対応する。(c) (b) から実験システム上でメンバが互いに認知可能な行動(チャット・ブックマーク)のみを抽出した図。(d) (b) からメンバが互いに認知不可能(検索、店舗閲覧)を抽出した図。

- グループA: このグループは、意思決定に至るまでの時間が約43分と比較的長く、結論で選ばれた店舗のブックマーク時刻が比較的早いグループである。このグループでは、メンバ1が自身を含めた全てのメンバから議論のまとめ役であったとアンケートで回答した。また、メンバ1はグループ内で行動ログ数が最も多かったメンバでもあった。

- グループC: このグループは、意思決定に至るまでの時間が約38分であり、結論で選ばれた店舗のブックマーク時刻がグループAよりも早いグループである。このグループの特徴として、議論のまとめ役となったメンバがアンケートで決まらなかったことが挙げられる。

- グループH: このグループは、意思決定に至るまでの時間が約20分と短く、結論で選ばれた店舗のブックマークされた時刻から意思決定が完了するまでの時間が約6分と最も短いグループである。このグループの特徴として、意思決定に至るまでの時間の短さに対して、チャットやブックマークの回数が他のグループよりも多いことが挙げられる。議論のまとめ役には自身を含めた全てのメンバからメンバ2が選ばれていた。

##### 4.3.1 グループAの結果

図3に本実験で収集したグループAの行動ログの分布を示す。図3(a)より、ある行動の回数が増加すると、その増加に伴って他の行動の回数が増加し、その行動の回数が次第に減少するといった現象の繰り返しを観察できる。例えば、タスク開始直後はチャットの回数が多いが、時間の経過に伴いチャットの回数が減少し、検索回数やレストランの店舗ページの閲覧回



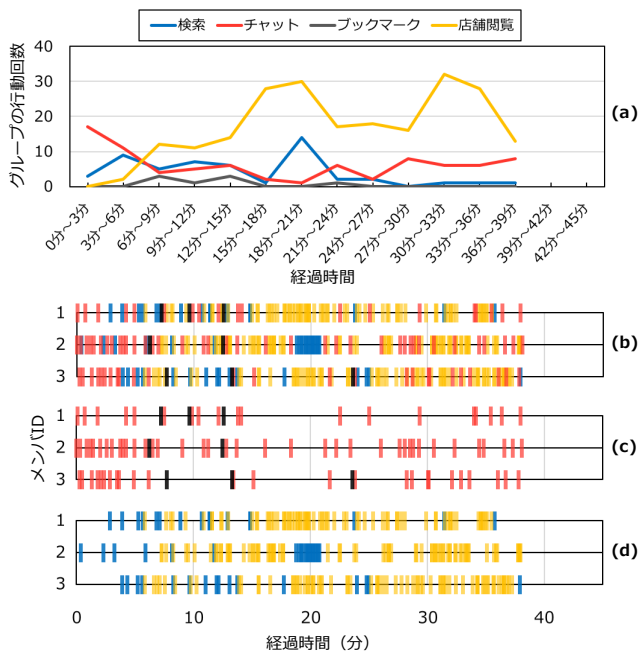


図4 グループCの行動ログの分布．図中の(a), (b), (c), (b)については図3を参照

数が増加していることがわかる．逆に，タスクの中盤や終盤では，検索回数と店舗ページの閲覧回数の減少し，チャットの回数が増加していることが確認できる．特にタスクの終了直前では，検索はほとんど行われず，チャットが主に行われていることが確認できる．

グループAは，タスク開始から約13分後に結論で選ばれた店舗をブックマークに追加しており，その後も多くの検索や店舗ページの閲覧を行ったが，追加後に新たにブックマークに追加されたレストランは一件のみであった．このことから，グループAは意思決定の早い段階でグループの全員の意見に合致するレストランを検索できたと考えられる．一方，メンバ1のみタスクの終盤においても検索の行動をとっていたことから，まとめ役であるメンバ1が自身の考えをまとめるまでに時間がかかった可能性がある．その結果，当該ブックマークから意思決定に至るまでに時間を要したと推測できる．

事後アンケートにおいて，メンバ1が他のメンバから議論のまとめ役と判断された理由として，ブックマーク数の多さやタスク開始直後にどのようなレストランを調べるかについての方針を示したことが挙げられていた．また，メンバ1は自身がまとめ役であったと判断した理由として，各メンバの意見の確認や最終的な確認を行ったことを挙げていた．これらの点についてメンバ1の行動ログを観察すると，ブックマーク数は3とグループ中で最も多く，また，図3(c)において，意思決定開始後に最も早くチャットとブックマークを行っていることが確認できる．またメンバ1は，タスク開始から約13分後にメンバ3がブックマークの追加を行った後，早い段階でチャットを行うといったように，他のメンバが行動を起こした際に早い段階で行動を起こしていることが確認できる．

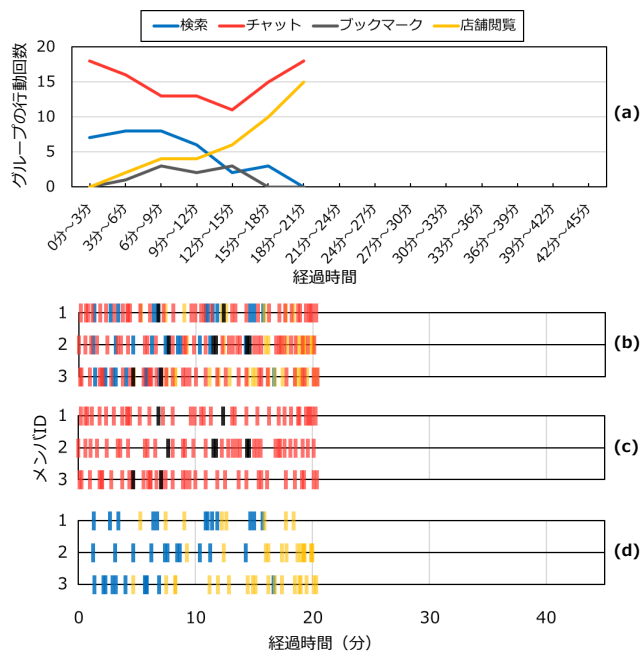


図5 グループHの行動ログの分布．図中の(a), (b), (c), (b)については図3を参照

#### 4.3.2 グループCの結果

図4に本実験で収集したグループCの行動ログの分布を示す．図4(a)より，グループCについても，グループAと同様の行動の変遷が確認できる．

グループCは，グループAよりも早い時間において，結論で選ばれたレストランをブックマークに追加しているが，追加後からタスク終了までの時間は約30分とグループAと同程度の時間であった．これは，タスクの序盤から中盤までチャットの回数に対して検索や店舗ページ閲覧の回数が多く，また，タスク終盤は序盤と比較してチャットの回数が少ないことから，最終的なレストランの候補について具体的な議論を始めるまでに時間を要したためであると考えられる．

グループCの特徴として，まとめ役となるメンバが定まらなかったことが挙げられる．事後アンケートにおいて，メンバ1は議論の流れを変えるきっかけを作ったという理由からメンバ3を，メンバ2は結論で選んだレストランをブックマークに追加したという理由でメンバ1を，メンバ3は議論に上ったレストランの情報を細かく確認してチャットで共有したという理由でメンバ2をまとめ役であったと回答していた．各メンバの行動ログ数についても，チャットの行動回数を除いて，メンバ間の差が小さい傾向にある．

#### 4.3.3 グループHの結果

図5に本実験で収集したグループHの行動ログの分布を示す．図5(a)より，グループHについても，他の二つのグループと同様の行動の変遷が確認できる．一方，他の二つのグループと比較して，短い時間で意思決定に至っており，また，結論で選択したレストランがブックマークに登録されてから意思決定に至るまでの時間も短い．

他の二つのグループと比較した際のグループHの特徴とし

て、意思決定に至るまでの時間の短さに対して、チャットの行動回数が多いことが挙げられる。図 5(a) より、意思決定の全体を通してチャットの回数が他の行動の回数を上回っており、また、他の二つのグループと比較して、検索回数やレストランの店舗ページの閲覧回数も少ないことが確認できる。また、事後アンケートにおいてメンバ 2 がまとめ役として選ばれた理由として、他のメンバの好みを確認しながらそれに合った候補を提示したことが挙げられていた。このことから、グループ H はメンバ間で活発に議論を行ったことにより短い時間で意思決定に至ることができたと考えられる。

## 5. 考 察

本章では、はじめに 4 章で述べた実験結果を 1 章で挙げた三つの調査項目の観点から考察した結果について述べる。その後、得られた知見をもとに、意思決定を伴う協調 Web 検索を支援する方法について議論する。最後に、本研究での調査の問題点について述べ、今後の調査の課題について議論する。

### 5.1 実験結果の考察

#### 5.1.1 グループはどのように協調しながら意思決定を進めるのか

4.3 節で述べた三つのグループの意思決定ダイナミクスを観測した結果から、グループ間で共通性の高いと思われるダイナミクスの特徴について考察する。

一つ目の特徴は、意思決定タスクの開始直後と終了直前におけるチャットの行動回数である。いずれのグループにおいても、タスクの開始直後ではチャットの行動回数が最も多く、時間の経過に従ってチャットの行動回数が減少するが、タスクの終了直前ではチャットの行動回数が再び増加していることが確認できた。二つ目の特徴は、タスクの終盤における検索と店舗ページ閲覧の行動回数の関係である。いずれのグループにおいても、タスクの終盤では検索の行動回数は減少する一方、店舗ページの閲覧は継続的に行われていた。これらの特徴から、グループ意思決定の開始直後と終了直前にはチャットによる会話を用いた定性的な行動が存在することが示唆される。実際にどのような行動かを明らかにするには、チャットの内容や各メンバの行動が自身や他のメンバにどのような行動を与えるのかについて詳しく分析する必要がある。

#### 5.1.2 グループ意思決定ダイナミクスと満足度の関係

4.2 節の結果から、多くの被験者が満足度の高い意思決定を行ったことが確認できた。一方、意思決定に至るまでに要した時間はグループによって異なる。そこで、所属グループが意思決定に至るまでの時間と各被験者の満足度との相関を調査した結果、有意な相関は確認されなかった。また、被験者の各行動の行動回数と満足度との相関についても調査したが、いずれの行動についても有意な相関はみられなかった。グループ意思決定ダイナミクスと満足度の関係をより深く理解するには、今回の調査のような実験システムにより収集したグループの行動ログに焦点を当てた調査だけでなく、メンバの行動ごとにその行動が自身あるいは他のメンバにどのような影響を与えたのかといった、各行動の意思決定における意味や効果について分析す

る必要があると考えられる。

### 5.1.3 グループのメンバが持つ役割

今回の調査では、グループ意思決定のまとめ役に焦点を当て、どのような行動を行うメンバがまとめ役となりやすいかについて考察した。4.2 節で述べたように、事後アンケートでは、あるメンバをグループのまとめ役として回答した際の理由として、メンバの意見や議論をまとめるような行動やレストランの提案、多くのブックマークを行ったことが挙げられていた。そこで、各被験者について、その被験者がグループ内でまとめ役として選ばれた回数と、各行動についてそのメンバの行動回数がグループ全体の行動回数に占める割合との相関を調べた結果、チャットとブックマークについてピアソンの積率相関係数がそれぞれ 0.424 ( $p < 0.05$ ), 0.695 ( $p < 0.001$ ) であり、有意な正の相関が見られた。これらの結果から、グループ意思決定のまとめ役として選ばれやすいメンバは、グループ内でチャットとブックマークの行動（実験システム上でメンバが互いに認知可能な行動）が活発である傾向にあると考えられる。これらの行動について、実際にどのような内容のチャットやブックマークの追加を行ったかを分析することで、まとめ役のメンバとそうでないメンバの特徴をより詳細に解明できると考えられる。

### 5.2 グループ意思決定ダイナミクスに基づく支援システム

4.1 節の結果、および、5.1 節で行った考察から、意思決定に至るまでに要した時間と意思決定に対する満足度には相関がないことがわかった。また、グループのメンバ全員が満足しうる候補が見つかったとしても、その直後から意思決定に至るまでに長い時間を必要とするグループが多いことがわかった。4.3 で述べたように、このようなグループは、議論のまとめ役と認知されるメンバが複数いることや、議論のまとめ役となっていたメンバがタスクの終盤まで検索を行う傾向にあるという特徴があった。一方、短い時間で意思決定に至ったグループも存在しており、このようなグループはメンバ全員の活動、特にメンバが互いに認知可能な活動（チャットとブックマーク）が活発であるという特徴があった。また、意思決定に至るまでに要した時間の長さに関わらず、意思決定中の行動の変遷の一部にグループ間で共通性あるという知見が得られた。

これらの知見を考慮すると、意思決定に至るまでに長い時間を必要とするグループに対しては、他のメンバの検索行動に関する情報や検索条件のこだわりなどの情報を共有することにより、チャットによる議論を行わずに情報を共有することが可能になり、意思決定に至るまでの時間を短くすることが可能になると考えられる。また、それらの情報をもとに、検索条件やグループに適した候補の推薦といった、メンバの検索行動を支援することも有効であると考えられる。

別の方法として、グループの状態に応じてシステムが能動的にグループに働きかけて意思決定を促す方法が考えられる。例えば、議論のまとめ役がいないグループに対して、システムから現在の検索のこだわりを確認したり、ブックマークされた店舗に関する意見を聞いたりすることにより、まとめ役がいるグループと同じように意思決定を進め、より短い時間での意思決定が可能になると考えられる。ただし、グループが十分に検索

できていない時点でブックマークに関する質問や、メンバ全員で候補となっているレストランに関する議論を行っている際に検索のこだわりについて質問をしてしまうと、システムの働きかけが意思決定を阻害する要因となることが予想される。そのため、システムがグループに対して能動的に働きかけることにより意思決定を支援する場合、そのタイミングの制御と働きかけの内容の選択が非常に重要となる。タイミングの制御の問題は、4.3節から得られたグループ意思決定ダイナミクスに関する知見をもとに、システムがそれまでのグループの行動の変遷からその時点でのグループの状態やそれ以降の行動を推測することにより解決できると考えられる。システムがグループに対してどのような働きかけを行えば良いかに関する問題については、議論の状態、すなわち、チャットの内容を解析し、その時点までにどのような議論が行われてきたかを把握することにより解決できると考えられる。このようなシステムを実現するには、システムがグループの行動の変遷を捉えるだけでなく、チャットの内容まで考慮する必要があるため、グループ意思決定ダイナミクスについてさらなる調査が必要であると考えられる。

### 5.3 今後の課題

今回の調査では、実験システムにより収集したグループの行動ログに焦点を当て、協調 Web 検索におけるグループ意思決定ダイナミクスについて調べた。しかし、5.1節や5.2節で述べたように、グループ意思決定ダイナミクスのより詳細な分析や、グループに対して能動的に働きかけ意思決定を促進する支援システムを実現するには、システムがグループに働きかけるタイミングにおいて、議論がどのような流れで行われてきたか、すなわち、チャットの内容を解析する必要がある。そのため今後は、各グループのチャットの内容についても解析を進める必要がある。具体的には、一つ一つのチャットについて、他のメンバの意見の確認や自身の意見の主張といったチャットの目的や、メッセージ内で言及されているメンバやレストランなどのエンティティとの対応付け、メッセージに含まれる感情の極性情報などを解析することが必要であると考えられる。

また、チャット以外の行動についても、更に詳細な調査を進める必要がある。例えば、レストランの店舗ページの閲覧には、検索結果として表示されたレストランを閲覧する場合と、他のメンバがブックマークに追加したレストランを閲覧する場合が考えられる。意思決定の序盤では検索結果として表示されたレストランの店舗ページの閲覧が多く、終盤ではブックマークに追加されたレストランの閲覧が多くなると予想される。また、ある時点における各メンバの行動が、それ以前の時点におけるどの行動に起因して行われたものなのかについても調査する必要がある。例えば、あるメンバがブックマークにレストランを追加した際、別のユーザにとってそのレストランが自身の意見に合致するものであれば、そのユーザはそのレストランの店舗ページを閲覧するといった行動を取ると予想される。このような行動間の時系列的な関係を解析することにより、グループ意思決定ダイナミクスをより深く理解できると考えられる。

## 6. ま と め

本研究では、意思決定を伴う協調 Web 検索において、グループの各メンバの検索行動や議論中の発言が、他のメンバの行動やグループ全体の意思決定の満足度に与える影響を明らかにするために、グループ意思決定ダイナミクスの調査を行った。24名8グループの被験者を対象に、意思決定を伴うタスクを用いて実験を行い、検索行動のログデータとアンケートを調査した。その結果、グループ意思決定のダイナミクスは、1) 意思決定の開始直後と終了直前はグループ間で共通の行動を取ること、2) 意思決定に至るまでの時間と意思決定に対する満足度との間に相関がないこと、3) メンバ間で互いに認知可能な行動を行うメンバは議論のまとめ役として認知されやすいことが示唆された。

今後は、5.3節で述べた項目について更なる調査を行い、より詳しいグループ意思決定ダイナミクスを明らかにする予定である。そして、調査から得られた知見をもとに、意思決定を伴う協調 Web 検索を支援するシステムを構築し、被験者実験によりシステムの有効性を検証する予定である。

## 謝 辞

本研究は、文部科学省博士課程教育リーディングプログラムの補助によるものである。ここに記して謝意を表す。

## 文 献

- [1] 本田博之, 岩田麻佑, 原 隆浩, 西尾章治郎: ユーザの検索行動に基づく嗜好推定を用いた複数人での Web 検索における意見集約支援システムの提案, データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, pp. B9-2 (2014).
- [2] 小柴 等, 加藤直孝, 國藤 進: 互恵性を用いたグループ意思決定支援機能の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 1, pp. 268-277 (2009).
- [3] Morris, M. R.: Collaborative Search Revisited, *In Proceedings of Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, pp. 1181-1192 (2013).
- [4] Morris, M. R. and Horvitz, E.: SearchTogether: An Interface for Collaborative Web Search, *In Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST)*, pp. 3-12 (2007).
- [5] 大重智志, 山本岳洋, 田中克己: 協調検索における検索・閲覧行動の共有とクエリ推薦に基づく制御, データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, pp. B8-6 (2014).
- [6] Saaty, T. L.: *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill (1980).
- [7] Saaty, T. L.: Group Decision Making and the AHP, *The Analytic Hierarchy Process*, pp. 59-67 (1989).
- [8] Shah, C., Pickens, J. and Golovchinsky, G.: Role-based Results Redistribution for Collaborative Information Retrieval, *Information Processing & Management*, Vol. 46, No. 6, pp. 773-781 (2010).
- [9] 山田善靖, 杉山 学, 八巻直一: 合意形成モデルを用いたグループ AHP, *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol. 40, No. 2, pp. 236-244 (1997).
- [10] Yamamoto, T., Yamamoto, M. and Tanaka, K.: Analyzing Effect of Roles on Search Performance and Query Formulation in Collaborative Search, *In Proceedings of Workshop on Evaluation on Collaborative Information Retrieval and Seeking (ECOL)*, pp. 3-6 (2015).