

分散環境における協調的問題解決支援に関する実験

佐藤 康 臣[†] 西出 通 啓^{††},
大 場 充[†] Michael Koch[†],

本小論では、インターネットを利用して分散環境における協調的問題解決を支援するための会議システムを実現し、システムの実現のために採用した会議の運営方針や、議論のモデルを検証するため、ドイツのハノーバー専科大学と共同で実験を実施し、アンケートの集計結果などを分析した結果について報告する。実験では、議論の統制管理を効果的に支援し、非同期による進行速度の低下の影響を少なくする目的で、分割統治法を利用したが、議論すべき問題をどう分割するかという、運用上の問題が明らかとなった。また、ドイツ側の参加者は、遠隔地にいる議長に対して、議長に与えられている権限が大きいことなど、議長が会議の進行全体を管理しすぎるとの印象を表明していた。これらの問題について、アクセスデータなどの分析に基づき、詳細な議論を展開する。

Experiment of Collaborative Problem-solving in Distributed Environment

YASUOMI SATO,[†] MICHIHIRO NISHIDE,^{††} MITSURU OHBA[†]
and MICHAEL KOCH[†],

In this paper, we describe development and experimental results of a system which supports Collaborative Problem-Solving in a distance over the Internet. We first describe the modus operandi that allows users to conduct discussions over the network without seeing each other. We outline and report the experiment that was conducted between the University of Applied Sciences Hanover and Hiroshima city University for the assessment of the modus operandi. The report includes the questionnaires we used for our evaluation and the opinion we received. We found out through the experiment that both the role of a chairperson and participants' understanding of the modus operandi are the most essential factors for an effective Problem-Solving on a network among experts geographically distributed around the globe.

1. ま え が き

インターネットの普及によるネットワークの広域化や、高度な通信技術の導入・普及により、グループウェアもさらなる発展が期待されており、この分野ですでに多くの研究^{1)~3)}がなされている。複数の人々が集まって協調する作業の代表的なものは会議であり、会議全体の運営を支援するシステムの代表的なものに会

議支援グループウェアがある。

例として、Conklinらが開発したgIBIS⁴⁾は、グループによるソフトウェア設計において実施される討論の過程を記録・表示するもので、問題、案、意見とその間の関係(賛成/反対、質問、提案、一般化/特殊化など)からなる討論のダイナミズムをとらえたIBISモデル⁵⁾の拡張として構築されている。IBISモデルは、議論という特殊な目的のための、複数の人間による会話を状態遷移モデルで形式化するものである。わが国でもいくつかの関連した研究がすでに行われている^{6)~8)}。

会議は、一般的に伝達、調整、決定、創造の4種類の形式に分類される⁹⁾。現在、研究や開発で作成されているグループウェアにおいては、伝達型会議は情報の伝達が一方向で十分なため、メールなどに基づく非同期・分散型で実現される例が多い¹⁰⁾。調整、または決定型の会議では双方向性が要求されるため、インターネット電話型の同期・分散型で実現される例が多い。

[†] 広島市立大学情報科学部
Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

^{††} 広島市立大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University
現在、日立ソフトウェアエンジニアリング
Presently with Hitachi Software Engineering Co., Ltd
現在、ドイツSAP社
Presently with SAP Germany

ここで非同期・分散型の会議とは、参加者が自分の都合のよい時間を選び、1カ所に集まることなく実施する会議のことで、逆に、同期・分散型の会議とは、同じ時間に異なる場所において実施する会議をいう。

問題解決などの創造型会議では、徹底的な議論を繰り広げる必要があり、かつ生産的な提言をまとめていく必要があるため、臨場感を演出するなどの特殊な機能を持つ同期・同室型グループウェアが必要となるといわれている。ここでは、以下の2点に焦点を絞って議論する。そのような同期・同室型グループウェアを必要とするといわれる創造型会議を非同期・分散方式で支援できないか。また、非同期・分散方式で実現する場合はどのような機能や仕組みが必要であろうか。

これらの背景から、本研究では、分散環境で協調して問題解決を実施するための会議システムの機能や議論モデルに関する提案を検討し、それを検証するために支援システムを試作し、実験を実施し、今後の非同期・分散型の問題解決支援システムのあり方について検討することを目的とした。

2. 協調的問題解決の会議手順

2.1 分散会議

ここでは、簡単のため会議を議論の集合であると定義する。協調的問題解決を行うには、利害関係のある対話への参加者間で、主張の異なる特定の課題に対する解決策について、できるだけ多くの参加者が納得できる合意を形成するための手段を提供することが重要である。また、生産的かつ複雑な議論を支援することも重要である。

一般的に、参加者が対面することのない分散会議では、議論の方向性を保ち、収束させてゆくことが難しくなる。したがって、議論をどう進め、会議全体をどう管理し、発言をどう記録のかなどに関して、約束事を決めておくことが重要となる。

ここではまず、議論すべき問題それぞれについて、小問題に分割していく分割統治法を繰り返し適用することを提案する。また、厳密な発言規約に基づく議論の進行と管理を行う。すなわち、対面して行う会議でしばしば発せられる「意図の曖昧な発言」を未然に防ぎ、暗黙知を形式化して記録させるために、個々の発言に明確な意味を付加する。これによって参加者から、意図の明確な発言を引き出し、他の参加者が発言内容をより確実に理解するための手助けとし、個々の問題に対して的確に結論を導くことを支援する。

2.2 議論のプロトコル

ここでは、IBISモデルと同様に状態遷移図を用い

て議論の進行管理を実施し、議論を効率的に収束させることを提案する。問題解決を支援するための議論の状態遷移図は、「広域分散環境におけるソフトウェア契約フェーズの実証実験」¹¹⁾の中で定義された「対話情報交換による議論の状態遷移」を拡張した。具体的な拡張については、2.3節で記述する。

2.3 動議のプロトコル

本研究では、「対話情報交換による議論の状態遷移」で提案された議論のプロトコルに加え、新たに動議のプロトコルを導入した。動議は、会議の進め方に関するメタな議論を支援するためのものである。あらかじめ決められた手順だけで議論を進行させるだけでは、非同期・分散型の会議の場合特に問題が発生する。そこで本研究では、次に述べる3つの動議形式を提案する。まず動議の手順を、状態変化と並列動作・抑制を形式化するために、ペトリネットに基づき図1に示す。

第1の動議形式は、会議の審議期限を延長すべきかどうかを議論する動議で、対面しない非同期の会議では議論の進行が予想以上に遅く、期限切れになりやすいため、その再設定は重要な要素となる。ここでは、この形式の動議は本題の議論より先に解決する必要があるため、他の議論はいっさい禁止するものとした。

第2の動議形式は、発言内容の修正を許すかどうかを議論する動議で、参加者の議論を経て、可決された場合にのみ、修正の対象となっている発言について、発言者が内容の修正を行うことができる。ここでは、この動議中は修正の対象となっている発言に対する発言を行うことを部分的に禁止するが、本題の議論は禁止されない。

第3の動議形式は、発言の削除で、削除の対象となっている発言と、その木構造の下位の全発言を削除するかどうかを議論するものである。この動議も修正の動議と同様に議論を行い、可決された場合に議長が

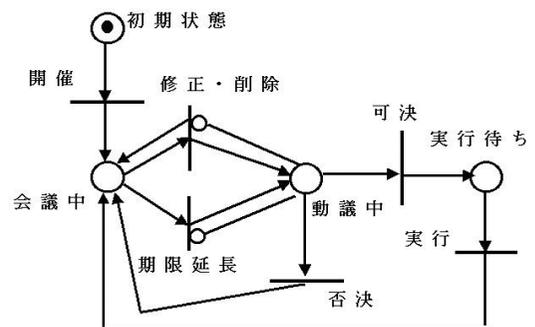


図1 動議のプロセス

Fig.1 Process of motion.

削除を実行する。この動議中も削除の対象となっている発話と、その発話に関連づけられた発話群に対する発話は禁止されるが、本題の議論は禁止されない。

これらの発話の修正や削除を、参加者個人が勝手に行うと、議論の一貫性が損なわれる場合が生じるので、このように動議として形式化する必要がある。非同期の会議では、投稿した発話者以外の他の参加者が修正などに気付かない場合があり、協調的な問題解決を十分に支援できないおそれがある。また、一度書き込みが行われた発話の内容に基づいて、議論の階層構造が構築されてゆくため、下位の発話に対する強い影響があり、矛盾が生じる場合がある。このような理由から修正、削除は厳格に管理する必要がある。

3. システムの実現

3.1 システムの構成

分散環境における協調的問題解決を非同期で支援するためのシステムを以下のように実現した。実現方式にはクライアント・サーバ・システム方式を採用し、国際間におけるやりとりの必要性和、だれでもが手軽に参加できるという理由で、ネットワークにはインターネットを利用することとした。

Webサーバ上に会議を管理するための会議サーバを稼働させておき、会議参加者が利用するクライアントはJavaアプレットで実現し、実行時にダウンロードされ、実行される。その構成を図2に示す。会議サーバは負荷の集中を避け、ネットワーク上でのデータの伝送遅延を軽減し、システム全体の信頼性を向上させる目的で多重化することとした。

3.2 会議オブジェクト

実現したシステム内部において、会議を1つのオブジェクトとして実現した。その会議オブジェクトの構成関係を図3に示す。会議サーバは、会議が開催されると会議オブジェクトを生成する。参加者がアプレットを通じて会議に対して参加要求をした時点で、会議サーバは会議オブジェクトを取り出し、必要な処理を行う。会議オブジェクトは、会議の情報を管理するオブジェクト、参加者情報リストを保持するオブジェクト、発話情報を保持するオブジェクトの3つのオブジェクトを保持している。

3.3 システムの機能

(1) 会議作成

最初に会議の議長は、会議オブジェクトを作成し、サーバに登録する。本システムの議長は、参加者の追加、動議の処理、次に述べる発話タグのうち議長のみが発行できるものを活用し、議論の進行管理、決議などを

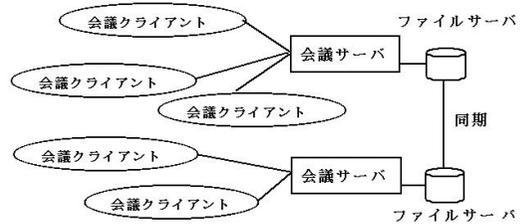


図2 支援システムの構成

Fig. 2 Constitution of the support system.

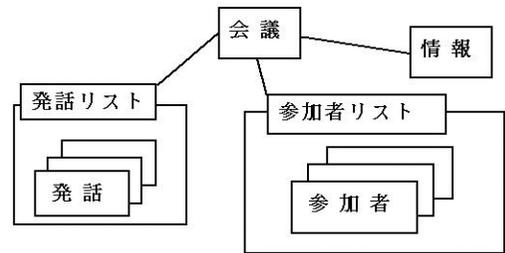


図3 会議オブジェクトの構造

Fig. 3 Structure of the conference object.

議の運営全体に責任を持つ。

(2) 発話の投稿

参加者が状態遷移図を意識せずに、問題解決のための議論の流れを作り出すことを支援するため、まず自分の発言がどのような発話であるかの属性を、発話タグとして選択し、表現しなければならない。システムには、発行可能な発話タグの選択に制限を設けることで、発話タグの構造関係を自動的に構築してゆくことを支援した。その制約を表1に示す。また、発話の管理と記録には他のツールによる、会議の内容についての再利用を可能とするようXML形式を採用した。

4. 実験の計画と実施

4.1 設定と目的

議論の参加者間に時差のある、複数の時間帯にまたがる分散環境で、文化を共有しない参加者たちが問題解決をするための議論を支援する方法として、前述した提案やモデルが十分に有効であるかどうかを検証するため、日本の大学とドイツの大学とで協同実験を行った。会議システムの使い方などについては、あらかじめ参加者にメールで説明を行い、システムがドイツ側でも正常に動作するかどうかの試験、予備実験も行った。

会議は、実験目的を考慮して、文化的な背景が議論に直接影響しやすい、また単純すぎる議論とならない

表 1 発話タグの制約
Table 1 Restriction of voice tag.

発話タグ	権利者	下位の発話タグ
問題提起	議長	提案要求, 提案, 結論, 問題提起, 質問
提案要求	議長	提案, 質問
提案	参加者	コメント要求, コメント, 投票要求, 質問
コメント要求	参加者	コメント, 質問
コメント	参加者	質問
投票要求	議長	投票, 投票結果
投票結果	サーバ	—
投票	参加者	—
結論	議長	—
質問	参加者	回答
回答	参加者	—
延長提案	参加者	動議可決, 動議否決, 投票要求, コメント, 質問
修正提案	参加者	動議可決, 動議否決, 投票要求, コメント, 質問
削除提案	参加者	動議可決, 動議否決, 投票要求, コメント, 質問
動議可決	議長	—
動議否決	議長	—

ことを考慮して, “Does the Internet need to be controlled or not?” という議題を設定した。日本側の参加者は, 広島市立大学の教官 1 名と学生 7 名, ドイツの留学生 1 名であった。ドイツ側からは, ハノーバー専科大学 (University of Applied Science of Hannover) の教官 2 名と学生 4 名が参加した。実験の実施期間は 2000 年の 3 月 10 日から 5 月 31 日までの 83 日間であった。

4.2 仮説

今回の実験では, 以下の 5 つの仮説を検証することを目的とした。

[仮説 1] 非同期・分散環境において, 問題解決のための議論で, 問題分割の手法は有効である。

[仮説 2] 非同期・分散環境において, 状態遷移を利用した議論モデルによる発話管理は効果的である。

[仮説 3] 非同期・分散環境において, 動議を支援することは必要である。

[仮説 4] 非同期・分散環境において, 議論の進行や管理をする議長の支援として, 試作したシステムの機能は必要十分である。

[仮説 5] 協調的問題解決のために, インターネットを利用した非同期・分散型の会議は有効な方法である。

仮説 1 では, 問題解決の手法の 1 つである分割統治法が, 非同期・分散環境で効果を発揮するであろうとの仮定である。議論すべき問題がどんなに複雑であり, 大きなものになっても, 階層的かつ収束的に議論が繰り返されれば, 仮説 1 は検証される。

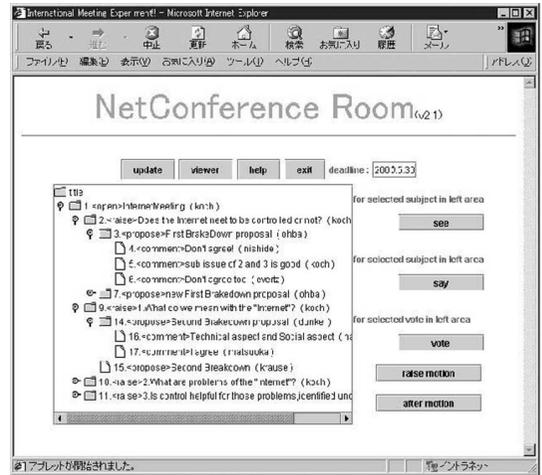


図 4 実験中の会議画面

Fig. 4 Conference screen in the experiment.

仮説 2 では, 複数の参加者による会話を状態遷移としてとらえて管理する手法は, 非同期的かつ分散型議論の進行管理に効果を発揮するという仮定である。問題解決を目的とした議論で参加者の大きな混乱なく議論が進行できれば仮説 2 は検証される。

仮説 3 では, 本題の議論の内容とは直接関係がない, 議論に関するメタな議論を動議としてシステムで支援することが, 非同期・分散環境における会議の場合, 有効な手段であるという仮定である。動議に関する機能が活用され, 参加者間の円滑な議論が支援されれば仮説 3 は検証される。

仮説 4 では, 実際の対面した会議と同様に, 議長の担う役割の一部をシステムの機能で支援できるという仮定である。議長による議論の進行管理や決議の処理などが, 遅れなく効率的に実施できた場合に仮説 4 は検証される。

仮説 5 では, 協調的問題解決を, 分散環境において, インターネットを利用して非同期的に実施することは可能であるという仮定である。問題解決を諮るための議論が十分に実施され, 参加者間に合意が形成できた場合に仮説 5 は検証される。

4.3 議論の概略

ここでは, 今回の実験で行った会議の様子および議論の流れの概略を簡単に紹介する。また実験中の会議画面を図 4 に示す。

実験ではまず, 議題を 3 つの部分問題に分割した。「ここでいうインターネットとは何を指すか」「インターネット利用に関する問題として何があるか」「それらの問題に対して, 利用法を制限することは効果的か」の 3 つを基本的な議題とすることとした。

さらに、「ここでいうインターネットとは何を指すか」という小問題では、インターネットの技術的な側面と社会的な側面の2つの側面から検討することとした。また、これ以上分割する必要はないという合意に到達した。

次に「インターネット利用に関する問題として何があるか」を議論するための提案が、多数発言された。文化的に異なるユーザをグループに分け、そのグループの間での倫理や道徳の差違を分類し、そのグループ間での著しい差を見い出そうという提案がなされた。しかし一般的な道徳規範を定義するのは困難であるとの理由で、この提案は棄却された。また、「何が悪いか」の定義をすべきであるとの提案も同様の理由で棄却された。

不適切な情報を、道徳的意味、政治的意味、社会的意味、個人的意味、電子メール、ホームページ、ニュースグループ、広告、経済的意味などの様々なタイプに分類すべきであるとの提案も出された。その他の提案も、問題が複雑すぎる、文化的背景が結論に直接的に影響するという理由で反対意見が出され、合意が形成されず、結論は出なかった。

最終的に「インターネット利用に関する問題として何があるか」という小問題は、年齢の領域(子供や大人)、問題の領域(教育や政治経済などの局面)、属性の観点(倫理や道徳)の3つの領域に分割して議論すべきであるとする提案に対して、議長が投票要求を出した。参加者全員が投票を完了しないうちに、ドイツ側の学期末となり、議論を終了せざるをえなかった。

5. 実験結果

5.1 実験後のアンケート

この実験の終了後、参加者全員に対して、実験内容と支援システムに関するアンケートを実施した。質問項目の内容はドイツ側と、どのような質問項目を設ける必要があるかを議論し、以下に述べる19項目で構成することとした。質問項目は、以下のとおりシステム自体について、議論手順について、協同実験についての3つに分類した。

(1) システム自体についてのアンケート項目

全発話閲覧機能、投票機能、動議機能、追加してほしい機能、発話タグ、発話の構造、発話入力画面、個人発話表示、画面デザイン、メニュー構成などについてのアンケート

(2) 議論手順についてのアンケート項目

非同期議論、問題分割、議長と参加者の関係、発話のコントロール、議論の流れを学習する必要があること

などについてのアンケート

(3) 協同実験についてのアンケート項目

実験の設定、参加者数、議論テーマの適否、各参加者のアクセス頻度についてのアンケート

5.2 システムの機能についての集計結果

全発話の閲覧機能については、発話を時間順に表示すべきである、参加者が選んだ発話群の発話一覧を表示すべきであるなどの、発話の表示方法に対する意見が多かった。投票機能については、電子会議にログインした時点で投票要求が出されているかどうかの分かりにくい、特定の提案に対する賛成や反対といったものではなく、複数の提案から選択できる形式の投票も必要であるなどの意見があった。動議機能については、発話内容の誤りを訂正したいときに、現状の方法では手順が複雑すぎるという意見があった。

その他追加すべき機能として、進行中の議論に関する発話群を検索する機能や、議論の進行状態を明示的に表現する機能、時間・発話タグ・発話者・トピック・木の深さなどの様々な項目によるメッセージ分類機能、特定の参加者のみに対して発話できる機能、他者の発話数や審議期限などのメールによる通知機能、キーワードによる発話の検索機能、言語の翻訳機能、などが必要であるといった要求があった。

発話タグを定義し、特定の発話タグに対して利用できる発話タグを制限することに対しては、発話を分類する方法として有効であるとの意見がほとんどであった。しかし同時に、以下のような問題点も示された。

- 各発話タグの仕様が明確でなく、どの発話タグを利用すべきか判断に迷うことがある。
- 発話タグの指定(選択)を誤る場合があり、送信後でも発話タグの指定を変更できることが重要である。

発話を議論の木構造として構造化し、表示することについては、木構造として構造化することに賛成する意見がほとんどであった。しかし同時に、以下のような問題点の指摘があった。

- 構造化して表示するだけでなく、発話を時間順に表示することも新しい発話を効率良く見分けるとの目的で重要である。
- 発話を入力するために宛名を書くことは不要である。また入力中の発話がどの発話に関係しているかを明示的に示すため、親ノードの発話のタイトルを表示することが効果的である。

5.3 議論手順についての集計結果

非同期型議論については、利点として以下のような回答を得た。

- 異なる時間帯で生活する人たちにとって都合がよい。
- 参加者はじっくり落ち着いて考える時間を持てる。
- スケジュールが自由に組める, 同じ場所に集まる必要がない。

また, 非同期型議論の欠点として以下のような回答を得た。

- 個人の価値観が問題になるテーマを議論するには, 時間がかかりすぎる。
 - 議論の相手を見ることが不可能なため, 自分の発言に対する他の参加者の反応が分かりにくい。
- 問題分割については, ドイツ側の参加者に反対意見が多かった。それらの代表的なものは, 以下のとおりである。
- 問題分割に基づく問題解決は, その方法を修得するまでに相当な時間を必要とするし, 2カ月の実験期間は短すぎた。
 - 個々の問題を議論する前に問題を分割する必要があるため, 参加者が見通しを持たないテーマの場合, 適用が困難である。

議長の役割と権限についてもドイツ側の参加者に反対意見が多かった。それらの代表的なものは以下のとおりであった。

- 議長は動議を処理したり, 個別の議論の結果をまとめて合意を作り出ししたりするために重要な役割を担っており, その選任が容易でない。
- 議長が議論のどのような局面でどのような決断をするべきかの規範が必要であり, その内容を参加者に周知すべきである。

発言を発言タグによって管理していることについては, その意義を理解し賛意を示すものが多かった。しかし同時に以下のような意見も表明された。

- 参加者にとって, 発言タグは「自然なもの」ではなく, 学習によって習得する必要がある, 複雑性を内含しており, 発言タグの誤使用が多かった。
- 参加者が状況と発言内容に応じて, どの発言タグを使うべきかの入門的なマニュアルが必要である。

5.4 協同実験についての集計項目

実験の設定に関する質問に対しては, 重要な問題を提起する意見はなかった。しかし以下のような建設的な意見もあった。

- 南アメリカもしくは, 北アメリカからも議論への参加者があるとタイムゾーンが広がり, より意義のある実験になった。
- 1つの問題を解くため, 参加者全体が1つのチームとして協力して問題解決をしていると感じるこ

とがなかった。

議論のテーマについては, 以下のような相反する意見があった。

- 議論すべき内容が複雑すぎ, ととも少人数が2カ月間という短期間で解決できる問題ではなかった。
- 今回の参加者が議論できる内容で, かつ単純でなく, 議論の余地がある問題としては適切であった。

6. 実験結果の分析

6.1 仮説の検証

ここでは, 上述した実験結果に基づき, 4.2節であげた仮説を検証する。

[仮説1] 問題分割は, 議論する問題の性質により, 適切である場合と適切でない場合がある。また, 問題分割の過程に慣れていない場合は有効でない。その場合には, 教育が必要となる。

[仮説2] インターネットを利用した形式的な議論には適しているが, 議論の状態遷移と各状態で許される発言タグを理解するのに学習が必要となる。また, どのような状態遷移モデルが最適であるかは, 今後も検討していく必要がある。

[仮説3] 今回の実験では利用されなかった。そのため, 有効であるかどうかは確認することができなかった。

[仮説4] 議事の状態遷移に関して, 議長のみ利用が許されている機能が多く, 参加者から誤解を招く例があったが, 議論の管理には有効であった。

[仮説5] 問題解決のための議論を, インターネットを実施する場合, 解決時間に即時性が要求されなければ, じっくり時間をかけて行う議論を支援するという意味で効率的である。

仮説1の検証としては, 上述したようにアンケートの集計結果でも, 参加者が問題を分割していく過程で, 参加者が見通しを持っていないテーマの場合, 適用に無理があるといえる。また, 問題の分割方法を修得するまでに相当な学習時間を必要とすることが明確となった。

仮説2の検証としては, 実験において参加者が最も困惑したことが, 議論の進行を制約されることであったといえる。状態遷移図に従って議論の流れを作る場合, ある属性を持つ発言に対しては, 限定された属性を持つ発言のみが許されるという制約で管理したが, 参加者がどの属性の発言を選択すべきか判断しにくいという問題や, どの属性にもあてはまらない発言を発行したい例があるという指摘が多数あった。また, 発言行為を制限されていることへの不満と違和感を持つ

表2 アクセス回数
Table 2 Number of access.

	人数	総アクセス	平均	割合
全員	15人	312回	20.80回	—
参加者	14人	187回	13.36回	59.94%
議長	1人	125回	—	40.06%

表3 発話数
Table 3 Number of message.

	人数	発話数	平均	割合
全員	10人	41個	4.1個	—
参加者	9人	26個	2.9個	63.41%
議長	1人	15個	—	36.59%

ている参加者が存在した。このような事実から、十分な学習が必要であることが明確となった。

仮説4の検証としては、ドイツ側の参加者の多くが日本側にいた議長に対して、結果を操作しているのではないかと、進行を恣意的に変えているのではないかとといった印象を持っていたことが重要である。これは、議長としての進行管理が十分にできたことを表している反面、議長が介入しなければならない場合が多いことを示している。

仮説5の検証としては、本実験を通して、問題解決の議論に時間的に十分な余裕を持てば、十分に議論することが可能であったといえる。

6.2 実験データ

表2に会議に議長と参加者がアクセスした回数を示した。この表からも明らかのように、総アクセス数の約40%を議長が1人で占めている。これは他の一般参加者に比べ、約9.4倍のアクセスである。これは議論を進行させる必要があったため、頻繁にアクセスして議事進行の様子を把握しなければならなかったためであると考えられる。

表3に会議での発話数を示した。ここでは、まったく発言しなかった5人は除いた。この表によると、議長はアクセス数の統計と同様に、全体の発話数の約37%を占めている。しかし15回の発話のうち、議長のみ発行可能な決議や問題提起の発話が9回であった。したがって、実際の議論の発言は6回となる。この場合、議長のみ可能な発言は議論の進行のための発言ということで除外すると、他の一般参加者に対する発言比率は、約2.1倍となり、アクセス数ほどの大差は生じていなかったといえる。

以上の事実から、次のことがいえる。5.3節で述べたように、ドイツ側の参加者には、議長が議論の方向性を決め、議論を操作しているのではないかと疑念をいただいたと、アンケートに回答した者があった。し

かし、議長が議長としての職責を果たすために、議事進行を促す発話をしたり、自ら率先して意見を表明していた実態が、データから明確となる。対面式の会議と同様に、発言の多い参加者が議論の方向性に大きく影響を与えたことが明白である。

7. 考察

7.1 アウェアネスについて

アウェアネスとは、遠隔地にいる他の参加者の様子を認知することで、インフォーマルなコミュニケーションでは重要な役割を担う¹²⁾。問題解決を形式的に支援する目的に限定した場合で、フォーマルなコミュニケーションであってもアウェアネスが必要、もしくはあれば便利という場合はどのようなときであろうか。非同期であるため、相手に存在を気付かせることや、位置のアウェアネス、相手の表情などをうかがう視線のアウェアネスなどはそれほど重要でない。しかし、情報共有過程に関して、会議への参加者が相互認知し、新しい知識や情報を提供する発話の存在に気付くというナレッジアウェアネスが重要となる。

問題や議論が複雑になると、一時的にどの話題に集中して議論を展開していく必要があるかという、参加者相互の協調性を高めるようなアウェアネスが重要となる。対面式の会議では、この自然とも思える状態が、インターネットでは自然には発生しなくなる。具体的には、他の参加者がどの部分の問題について集中的に考え、どの問題に対してのコメントを考えているかが、相互に認知できるようなインタフェースを組み込むことが重要となる。

また、非同期であるため、議論の進行が遅れる場合が多い。したがって、議論の進行を必要以上に遅らせないため、適度の緊張感を維持させるアウェアネスも重要となる。そのためには、たとえばアクセス数や発話数など、だれがどれだけ問題解決に貢献しているかを、視覚的に表示する仕組みなどをシステムに組み込むことが必要であると考えられる。

さらに、創造的な協同作業に信頼関係を維持するために、参加者の静止顔画像、簡単なプロフィールが参照できるようなくみも提供すると効果的であろう。

7.2 問題分割について

この実験では、分割統治法を行って問題解決を支援した。議論の統制管理を効果的に支援し、非同期の会議で問題となる議論の進行速度低下を避ける目的で、問題を複数の問題に分割し、各問題を並列して議論することを可能とした。問題をどう分割するかの議論は、与えられた問題の直接的な解を議論するわけではなく、

問題の成り立ちや構造についての議論という点で、議論をどう展開すべきかのメタな議論となっている。そのようなメタな議論は、我々が慣れている対面式の議論で行う直感的な議事の進行とは異なり、形式的であり、慣れていないため困惑した参加者も多かった。

本実験では、参加者が不慣れなことから、最初の問題分割に多大な時間を費やし、一定期間問題分割の議論を収束させることができなかった。この問題は、システムの問題ではなく、議論の仕方そのものについて、参加者に十分な慣れや学習が必要であることを示している。我々は、参加者間で文化の違うことが、視点や価値観の違いを明確化し、議論に深みをもたらさざらうと期待していた。しかし実際は、問題分割の仕方、議論の運営の仕方についての意見に違いが表面化し、多くのドイツ側メンバが議論の進め方について、議長に対して疑問を持つという意図しない結果となった。

7.3 議論モデルについて

モデルによって複雑な議論の支援が可能であるということ、そのモデルが複雑で議論の手順を理解するのに時間がかかるということの間にはトレードオフの関係が存在する。議論の対象となる個々の問題の性質を考慮して、どのような議論のモデルを適用すべきかについて、十分に検討する必要がある。議論モデルはつねに固定したものを適用するのではなく、議論の対象となっている問題の性質に対応した議論モデルを準備し、適切に選択することや、参加者が議論モデルを定義できるようにすれば、より効果的に支援できると考えられる。また、それぞれの文化に依存しないモデルを開発するためには、より多くの文化の異なる国との協同実験を行い、議論モデルに吸収していく必要があることが明確となった。

7.4 マルチメディア化について

将来我々のネットワーク環境はより信頼性が高く、高速なものが整備されていくことはいうまでもない。しかし、分散環境で非同期型の協調的問題解決を支援するにあたり、通信速度の向上はそれほど重要ではなく、通常のインターネット環境で十分支援できると考えられる。

たとえば発話を音声として取り込み、議論を実施した場合、議事録として残しにくいという点、国際間の場合、英語の発音などにアクセントの差が生じ、聞き取れない例も発生することが考えられる。問題をじっくり考えながら進める必要のある創造会議では、文法の明確な図やテキストで形式化して表現することが最も議論しやすいものである例が多い。

8. むすび

今後の課題として、議論モデル、議長、参加者という3つの要素を考慮したモデルを検討し、システムとして実現する必要がある。第1に問題解決の対象に応じた議論モデルを選択または定義できるようにする。第2に議長と参加者の役割を考慮した議論モデルを考える。議長の仕事は大きく分けて、進行管理、参加者管理、決議という3つである。そのうち、参加者の管理はシステムで自動化することが望ましい。

具体的には、新着メッセージが貯まったらメールで知らせる、投票を早く済ませるように促す、動議となったことを知らせるなどで、議論の進行はシステムで自動的に行うモードと議長が行うモードとを切り替えることが可能であるようなモデルを考え実現する。また決議に関しては、条件やコメントから、結論の候補リストを出力するような結論自動生成を実現することも考えられる。これは、通常の議論では難しいが、問題解決とそれに対応した議論モデルで進行を行えば、実現の可能性がある。

今回の実験により、ソフトウェア設計の過程の記録をするために応用されたIBISモデルを、分散会議に応用することで、問題解決を支援する議論が可能であることが検証された。しかし今の段階では十分な支援といえず、今後さらに協同実験を行い、モデルの検討と支援システムの改良を行う必要がある。

また、一般的に支援システムはユーザの慣れや経験が必要であるが、分散会議の場合、議長の手腕が運営に深く影響するため、会議の運営方法のマニュアル化、その学習や会議の経験が重要であるといえる。今後どのように非同期・分散会議システムを実現してゆけば、より複雑で創造的な議論を支援できるかを模索していく必要がある。

謝辞 本実験を行うにあたって協力してくださったハノーバー専科大学のDunkel教授とKrause教授、学生諸氏、そして広島市立大学ソフトウェア工学講座の人々に感謝します。

参考文献

- 1) 石井 裕：グループウェアのデザイン，共立出版(1994)。
- 2) 岡田謙一，市村 哲，松浦宣彦：グループウェアにおけるコミュニケーション支援，情報処理，Vol.34, No.8, pp.1028-1035 (1993)。
- 3) 坂下善彦：グループウェアにおけるグループ活動モデルの概要，情報処理，Vol.34, No.8, pp.1037-1045 (1993)。

- 4) Conklin, J. and Begeman, M.L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, *CSCW '88*, pp.140-152, ACM (1988).
- 5) Rittel, H.J. and Kunz, W.: Issues as Elements of Information System, Working Paper 131, University of California, Berkeley, California (1970).
- 6) 新出章雄: 多地点・分散環境におけるネットワークを利用した会議運営, 広島市立大学卒業論文 (1998).
- 7) 小林勝治郎: インターネットを利用した分散会議システムの試作, 広島市立大学卒業論文 (1999).
- 8) 稲葉晶子, 柳場泰孝, 岡本敏雄: 分散協調型作業/学習環境における知的議論支援, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J79-A, No.2, pp.207-215 (1996).
- 9) 國藤 進, 加藤直孝, 門脇千恵, 敷田幹文: 知的グループウェアによるナレッジマネジメント, 日科技連出版 (2001).
- 10) 村越広享, 落水浩一郎: 電子メールを利用した共同作業における会話のコヒーレンスと話題の完結度の関係, コンピュータソフトウェア, Vol.15, No.3, pp.50-53 (1998).
- 11) 河野 亘, 三谷 篤, 大場 充, 鈴木俊宏: 広域分散環境におけるソフトウェア契約フェーズの実証実験, 情報処理, Vol.39, No.9, pp.884-889 (1998).
- 12) 國藤 進: GW におけるアウェアネス研究の動向と課題, 研究報告「グループウェア」No.035-04, 情報処理学会 (2000).

(平成 13 年 3 月 5 日受付)

(平成 14 年 1 月 16 日採録)



佐藤 康臣 (正会員)

1964 年生. 1992 年広島大学大学院工学研究科博士課程後期単位取得退学. 同年広島大学工学部助手. 1994 年より広島市立大学情報科学部情報数理学科助手. オブジェクト

指向技術, インターネットの応用等に興味を持つ. 工学修士. IEEE, 電子情報通信学会, ソフトウェア技術者協会各会員.



西出 通啓

1978 年生. 2000 年広島市立大学情報科学部情報数理学科卒業. 2002 年同大学大学院情報科学研究科情報数理学専攻前期博士課程修了. 同年日立ソフトウェアエンジニアリング

(株)入社. 大学において, Java による分散オブジェクト技術を利用した, クライアント・サーバシステムの開発に関する研究に 3 年間従事.



大場 充 (正会員)

1949 年生. 1973 年青山学院大学理工学研究科修士課程修了. 1974 年日本アイ・ピー・エム(株)入社. 1994 年より広島市立大学情報科学部情報数理学科教授. ソフトウェア CALS

や分散環境における協調問題解決に関する研究等に従事. 著書に『ソフトウェアの開発技術』(オーム社)等. 日本規格協会ソフトウェア CALS に関する調査研究委員会幹事. IEEE, ソフトウェア技術者協会各会員.



Michael Koch

1999 年ドイツ・ハノーバー専科大学情報管理学科卒業. 同年広島市立大学特別研究生. 2001 年ドイツ SAP 社入社.