

All for one 型対面会議支援システムのためのワークスペースアウェアネスの効果

宮部 真衣^{†a)} 吉野 孝^{††b)}

Effect of Workspace Awareness for All-for-one Type Conference Support System

Mai MIYABE^{†a)} and Takashi YOSHINO^{††b)}

あらまし 日本国内の大学などで行われる講義や会議において、会議に参加している複数の日本人が少しずつ助力することにより外国人の内容理解を支援する、All for one 型の多言語対面会議支援システムが提案されている。しかし、現在の課題として、All for one 型対面会議支援システムにおいて発生する作業競合などの問題への対応がなされておらず、また All for one 型の支援を行う際の、支援者の内容理解への影響に関する議論がなされていないことが挙げられる。そこで、本研究では、All for one 型対面会議支援システムにおける入力内容や移動作業のような作業競合の発生を減少させるために、ワークスペースアウェアネス機能を適用し、発表要約実験により、その効果について検証を行った。実験の結果、以下の知見を得た。(1) リアルタイム入力状況提示を行うことにより、従来困難であった入力内容の競合の軽減に貢献できる。(2) テレポインタ機能及び色による支援者識別機能により、移動作業の競合防止に貢献できる。(3) ワークスペースアウェアネスによる内容理解度への影響はないが、All for one 型支援による要約作業は支援者への負荷が大きく、支援者自身の内容理解に影響を及ぼす。

キーワード 会議支援、ワークスペースアウェアネス、留学生支援

1. ま え が き

近年、在日外国人数の増加に伴い、母語の異なる人々の間で対面コミュニケーションを行う機会が増加している。特に、平成 19 年 5 月における留学生の数は約 12 万人に上っており [1]、大学において、留学生と日本人がコミュニケーションを行う機会が増加している。しかし、一般に多言語を十分に習得することは難しく、母語以外の言語を用いて十分なコミュニケーションを行うことは困難である [2] ~ [4]。母語の異なる留学生にとって、大学の講義や会議などにおける内容理解には限界があると考えられる。従来、母語の異なる人々が参加する講義や会議においては、共通言語である英語を用いてコミュニケーションを行うことが多い。しかし、

非母語によるコミュニケーションを介して、講義や会議の内容を十分に理解することは一般に容易ではない。大学などの講義や会議においては、1 人の通訳者が通訳するという方法では通訳者の負担が大きい。そのため、多言語間の会議の場を支援するシステムが必要である。会議には伝達会議、創造会議、調整会議、決定会議などの種類があるが [5]、本研究では、大学などにおける講義やセミナーのような 伝達会議 を対象とする。

日本国内の大学などで行われる講義や会議においては、参加者の大部分は日本人であると考えられる。日本人参加者は、外国人の内容理解のための支援者になり得ると考えられる。本研究では、会議参加者である多くの日本人が協力して外国人を助けることを「All for one」と呼ぶ。会議に参加している複数の日本人が少しずつ助力することにより、外国人の内容理解を支援できる可能性がある。これまでに、多言語対面同期会議における外国人の内容理解を補助するために、All for one 型多言語対面会議支援システムが開発されている [6], [7]。しかし、All for one 型対面会議支援システムにおいて発生する作業競合や作業遅延などの問題への対応がなされておらず、また All for one 型の支

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科, 和歌山市
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama-shi, 640-8510 Japan

^{††} 和歌山大学システム工学部, 和歌山市
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama-shi, 640-8510 Japan

a) E-mail: s085051@sys.wakayama-u.ac.jp

b) E-mail: yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

援を行う際の、支援者の内容理解への影響に関する議論がなされていない。

そこで、本論文では All for one 型対面会議支援システムにおける作業競合を解消するために、ワークスペースアウェアネスを適用し、その効果に関する検証を行う。

以下、2. において All for one 型支援と現在の課題について述べ、3. において本研究と関連する先行研究について述べる。4. では All for one 型多言語対面会議支援システムとワークスペースアウェアネス機能について述べる。5. において、実験について述べ、6. で実験結果を示す。7. で実験結果に関する考察を行う。最後に 8. でまとめと今後の課題について述べる。

2. All for one 型支援と現在の課題

本研究では、会議参加者である多くの日本人が協力して外国人を助けることを「All for one」と呼ぶ。All for one 型の支援は、開催されている会議の参加者がその場で参加することを想定している。支援者が常に同じであるとは限らないため、事前に役割分担を行うことは想定しない。会議に参加している複数の日本人が少しずつ助力することにより、外国人の内容理解を支援できる可能性がある [8]。これまでに、多言語対面同期会議における外国人の内容理解を補助するために、All for one 型多言語対面会議支援システムが開発されている [6], [7]。また、遠隔セミナーにおいて All for one 型支援が適用された事例もある [9]。

しかし、All for one 型支援は、現在課題を抱えている。All for one 型対面会議支援システムでは、以下の問題が発生することが明らかにされている [6]。

[問題 1] 複数人での同時作業による作業競合

[問題 2] 会議内容に対する支援作業の遅延

All for one 型支援のメリットは、本来 1 人の支援者のみにかかる作業負荷を、複数の支援者が少しずつ作業を行うことにより、軽減できる可能性がある点や、複数人が同時に別の支援作業を行うことにより、会議内容と支援作業の遅延を防ぐことができる可能性がある点である。しかし実際は、複数人での作業時に他者の行動把握ができず、他者との作業競合が発生する。また、進行する会議の内容をリアルタイムにまとめることは容易ではなく、会議の進行に伴い、支援作業が遅延する。作業競合の発生は、本来他の作業に割り当てることが可能な労力を適切に使うことができていないことを意味している。そのため、支援作業の遅延防止

に必要な多数のユーザによる異なる作業の同時進行ができておらず、支援作業の遅延に拍車をかける可能性が高い。つまり、問題 2 に対応するためにも、問題 1 への対応が不可欠である。

All for one 型支援の適用事例 [9] では、作業競合の問題に関して、特に入力作業の競合が指摘されている。All for one 型支援においては、複数人での作業が前提であり、また、会議の進行に合わせたリアルタイムの入力作業が要求される。そのため、All for one 型支援では、その支援状況の特殊性から、入力内容競合の発生確率が高い。しかし、現在は入力作業競合の問題への対応が検討されていない。

本研究では、All for one 型対面会議支援システムにおける作業競合の発生を減少させるために、ワークスペースアウェアネス機能を適用する。一方、ワークスペースアウェアネスの提供によるシステムの利用負荷が、支援者自身の内容理解に何らかの影響を及ぼす可能性がある。そこで、システムを用いた要約実験を通して、ワークスペースアウェアネスを提供することによる作業競合の軽減効果と、支援者自身の内容理解への影響を明らかにする。

3. 関連研究

3.1 All for one 型支援に関する研究

Inaba らは、Langrid Blackboard というコラボレーションツールを用いた、All for one 型支援の提案を行っている [10]。リアルタイムに要約を行う All for one 型支援において、翻訳精度と要約の速度はトレードオフの関係にある。この研究においては、フランス語話者支援の実験結果において、「機械翻訳によって翻訳されたフランス語には多数の誤りがあるものの、文脈から意味は読み取れる」というコメントが得られたとしている。この研究は All for one 型支援の被支援者の観点から行われたものである。

遠隔セミナーにおける All for one 型支援の適用事例 [9] では、入力作業の競合が指摘され、その対応として入力者と内容整理者を分けるなど、役割分担による対応を行っている。しかし、All for one 型の支援は、支援者が常に同じであるとは限らず、事前に役割分担ができるとは限らない。また、入力者と内容整理者としては作業負担が異なると考えられる。そのため、入力作業の競合を軽減するための機能を検討する必要がある。

3.2 ワークスペースアウェアネスに関する研究

Gutwin らにより、共有ワークスペースにおけるワー

クスペースアウェアネスが提唱された [13]。この研究では、共有ワークスペースにおいて、だれが存在し、その中のどこで何をしているかという情報を得ることによる効果について検証を行っている。また林らは、ワークスペースアウェアネスを拡張した概念として、個人環境で起こった出来事も含めて関連活動の状況把握を可能にする、アクティビティ・アウェアネスを提案している [14]。この研究では、プロトタイプシステムを用いた検証実験を行い、アクティビティ・アウェアネスによって個人作業と協調作業のシームレスな支援が可能になることを示している。

作業競合に対応した会議支援の研究としては、対面同期の議論における共同記録システム EgiTool がある [11]。この研究では、文書の共同編集にあたり、排他制御や編集履歴の参照、他者のアウェアネス情報を用いている。この研究においては、アウェアネス情報を提供することによる、議論への参加の促進効果についての議論がなされている。

Ignat らは、プライバシーを配慮したリアルタイムのアウェアネス情報提供の仕組みを提案している [12]。この仕組みでは、他者に伝達される情報量をユーザが定義できるようにすることで、ユーザのプライバシーを尊重するようになっている。

Google Docs^(注1)は、オンラインで文書を作成・編集することのできるツールである。このツールでは、複数ユーザ間で文書を共有し、変更内容をリアルタイムで共有することができる点で、本研究で用いるツールと類似している。

しかし、これまでにワークスペースアウェアネスの提供による、作業競合の軽減効果や支援者の内容理解への影響については着目されていなかった。そこで本論文では、作業競合の軽減効果や支援者の内容理解への影響に着目した、ワークスペースアウェアネスの効果について検証を行う。

4. All for one 型対面会議支援システムとワークスペースアウェアネス機能

ワークスペースアウェアネスによる作業競合の軽減効果を検証するために、All for one 型多言語対面会議支援システム [7] へのワークスペースアウェアネス機能の追加を行った。図 1 にワークスペースアウェアネス機能を実装した会議支援システムの画面例を示す。本システムは、基本機能及びワークスペースアウェア

ネス機能により構成される。

4.1 基本機能

発表要約のための基本的な機能として、オブジェクト生成、オブジェクト編集、オブジェクト共有が可能である。図 1 (1) のオブジェクト生成ボタンにより、テキストラベル (図 1 (2)) やグルーピングオブジェクト (図 1 (7)) などが共有ホワイトボード上 (図 1 (4)) に生成され、全ユーザ間で共有される。また、オブジェクトをダブルクリックすることにより、入力フォーム (図 1 (5)) が表示され、テキスト入力を行うことができる。

図 2 に支援者及び外国人参加者の画面共有のイメージを示す。入力内容は機械翻訳を介して自動的に多言語に翻訳されるため、支援者は母語を使って要約をすることができる。外国人参加者は、参加者の母語へと翻訳された内容を閲覧することができる。なお、今回は支援者の作業負荷に関して検証を行うため、要約内容の翻訳精度についての検証は行わない。

4.2 ワークスペースアウェアネス機能

作業競合を防止するために、四つの機能 (入力対象オブジェクトの背景へのリアルタイム入力状況提示機能、入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示機能、色による支援者識別機能、テレポインタ機能) を実装した。

4.2.1 リアルタイム入力状況提示

All for one 型支援において発生しやすい各支援者の入力内容の競合を防ぐための機能として、リアルタイム入力状況提示機能を実装した。リアルタイム入力状況提示機能の拡大図を図 3 に示す。支援者が入力フォーム (図 3 (2)) への入力を開始すると、漢字変換前の未確定な入力内容や、漢字変換過程などがリアルタイムに表示される。入力内容は、以下の 2 種類の表示領域に表示される。

(1) 入力対象オブジェクトの背景への提示

共有ホワイトボード上で操作している支援者が、他支援者の入力状況を把握できるようにするための表示形式である。オブジェクトは半透明になっており、支援者が入力を行っているオブジェクトの背景に入力状況が提示される (図 3 (1))。

(2) 入力状況一覧提示エリアへの提示

入力中の支援者が、他支援者の入力状況を把握できるようにするための表示形式である。入力フォーム

(注1): Google Docs: <http://docs.google.com/>

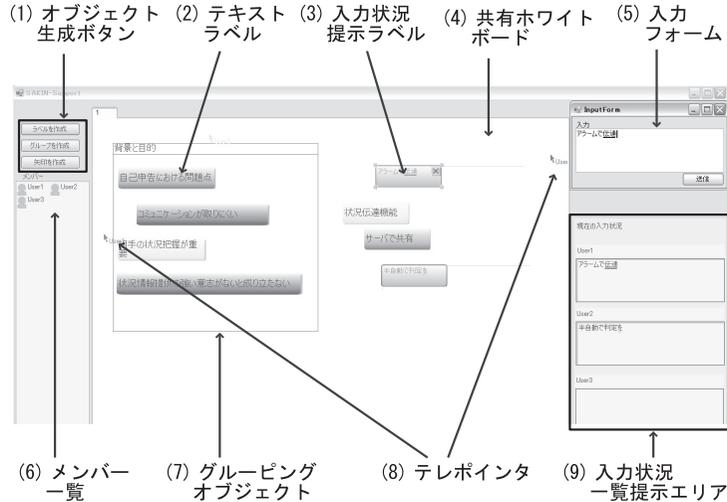


図 1 ワークスペースアウェアネス機能を実装した会議支援システムの画面例
Fig.1 Screenshot of a conference support system with shared workspace awareness.

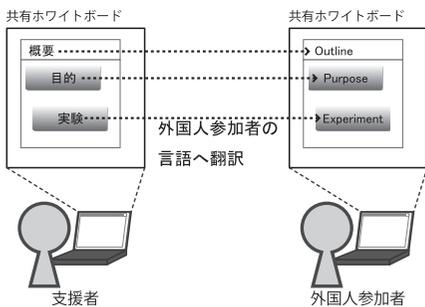


図 2 支援者及び外国人参加者の画面共有イメージ
Fig. 2 Image of shared screens among supporters and foreign participants.

の下に用意された入力状況一覧提示エリア (図 3(3)) に、全支援者の入力状況がリアルタイムに表示される。

4.2.2 色による支援者識別

操作対象オブジェクトの競合を防ぐための機能として、色による支援者識別機能を実装した。この機能では、操作者識別のために、各支援者に異なる色を自動で割り当てる。支援者がオブジェクトを操作した際、オブジェクトに支援者の色を反映することにより、他支援者の作業対象オブジェクトの視覚的な把握が可能になると考えられる。

また、テキストラベルの作業状況を明示するために、テキスト未入力の場合はラベルの枠にのみ操作者の色が反映され、テキスト入力済みの場合はラベル全体に操作者の色が反映されるようにした。これにより、テキストラベルの作業状況の視覚的な把握が可能になる

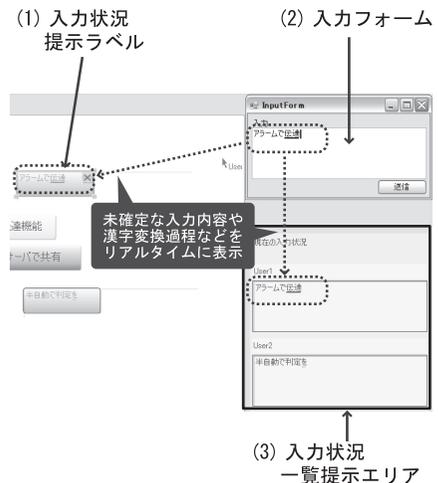


図 3 入力状況提示機能の拡大図
Fig. 3 Screenshot of participants' input status.

と考えられる。

4.2.3 テレポインタ

各支援者の行動把握のための機能として、テレポインタ機能を実装した。各支援者のマウスポインタの位置が、名前とともにリアルタイムで表示される(図 1(8))。これにより、他支援者の動きや現在注目している箇所の把握が可能になると考えられる。

5. 実験

5.1 実験の目的

本研究では、ワークスペースアウェアネスを提供す

ることによる、作業競合の軽減を目指している。また、ワークスペースアウェアネスの提供によるシステムの利用負荷が、支援者自身の内容理解に何らかの影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、以下の項目を明らかにすることを目的とする。

[検証項目 1] ワークスペースアウェアネスを提供することにより、作業競合が減少するか？

[検証項目 2] ワークスペースアウェアネスの提供は、支援者自身の内容理解に影響を及ぼすか？

そこで、All for one 型対面会議支援システムを用いた発表要約実験及び内容理解度比較のための発表聴講実験を実施し、これらの項目について検証を行う。

5.2 発表要約実験

All for one 型対面会議支援システムにおけるワークスペースアウェアネスの効果を検証するために、発表要約実験を実施した。実験の被験者は、和歌山大学システム工学部及び大学院の学生 24 名である。本実験ではテキストの入力が必須であるため、キーボード入力に慣れている学生を被験者とした。被験者は男性 22 名、女性 2 名であり、年齢は 19 歳から 24 歳（平均 21.2 歳）である。

本実験では、1 回の実験に参加する支援者を 4 名とし、合計 6 組の実験を行った。これまでに行われた All for one 型多言語対面会議支援システムを用いた実験 [6], [7] においては、支援者 3, 4 名により作業が行われており、また作業競合の発生が報告されている。そこで、支援者数を統制するため、本論文では 4 名による検証を行うこととした。

発表要約実験では、以下の 2 種類の実験を行う。

(A) ワークスペースアウェアネス機能 なし

基本機能のみが実装された会議支援システムを利用する。

(B) ワークスペースアウェアネス機能 あり

基本機能及びワークスペースアウェアネス機能が実装された会議支援システム（図 1）を利用する。

1 回目に「(A) ワークスペースアウェアネス機能なし」、2 回目に「(B) ワークスペースアウェアネス機能あり」で行った組（グループ群 1）と、逆の順序で行った組（グループ群 2）は各 3 組である。

要約を行う発表の内容は、研究紹介のプレゼンテーション 2 種類とした。発表時間が 10 分程度になるように、2 種類の研究紹介プレゼンテーション（発表 A、発表 B）を選択した。実験時の発表内容が同一になる

ように、発表の様子を事前に撮影し、発表映像を作成した。実験においては、発表映像をプロジェクタで投影し、映像を見ながら要約作業を行うこととした。なお、今回の実験では、1 回目に発表 A、2 回目に発表 B を用いた。

また、システムの操作練習用に、発表 A、B とは異なるプレゼンテーションの発表映像の作成も行った。練習用の映像は約 5 分の映像であり、1 回目及び 2 回目の操作練習で同じものを利用した。

実験の流れを以下に示す。

- (1) 利用するシステムについての説明
- (2) システムを用いた操作練習
- (3) 発表要約作業
- (4) 発表内容に関するテストへの回答
- (5) アンケートへの回答
- (6) 別のシステムに切り換えて、(1)~(5) を実施

なお、実験を始める前に、発表内容に関するテストを実施することを説明し、作業をしながらできる限り発表内容を理解するように指示した。テストは、研究紹介プレゼンテーション中の「研究背景」「開発システム」「実験」「実験結果」「まとめ」のスライドから、それぞれ 4 箇所（合計 20 箇所）を空欄にし、空欄部分を回答させる形式にした。本実験における被験者は、プレゼンテーションで紹介される研究についての知識のない学生とした。また、プレゼンテーションを聴講しなければ回答できない、プレゼンテーションで紹介されている研究独自の内容を空欄箇所とするようにしており、被験者の既有知識はテスト結果に影響しない。また、制限時間は 20 分とした。

実験では、要約作業中の画面及び被験者の様子を記録するために、ビデオと画面キャプチャを利用した。

5.3 発表聴講実験

要約作業を行わない場合の、一般的な内容理解度を検証するために、発表聴講実験を行った。

実験の被験者は、和歌山大学システム工学部の学生 22 名である。発表聴講実験の被験者は、発表要約実験には参加していない。被験者は男性 17 名、女性 5 名であり、年齢は 18 歳から 23 歳（平均 19.9 歳）である。

発表要約実験で用いた 2 種類の発表映像及びテストを利用し、聴講のみでの内容理解度を検証する。

実験の流れを以下に示す。

- (1) 発表聴講
- (2) 発表内容に関するテストへの回答

(3) 別の発表に切り替えて(1)~(2)を実施
発表要約実験と同様に、実験を始める前に、発表内容に関するテストを実施することを説明し、できる限り発表内容を理解するように指示した。また、聴講者は発表を聴講するのみとし、聴講中にメモを取ることは禁止した。

発表聴講実験における被験者についても、プレゼンテーションで紹介される研究についての知識のない学生としており、被験者の既有知識はテスト結果に影響しない。

6. 実験結果

All for one 型対面会議支援システムにおいて発生し得る作業競合としては、以下の競合が考えられる。

(a) 同一オブジェクトに対する 入力操作 の競合
他支援者による上書きにより、自分の入力した内容が存在しなくなる。

(b) 共有ホワイトボード上に作成されたオブジェクトの 入力内容 の競合

同一内容のオブジェクトが共有ホワイトボード上に複数存在することになる。

(c) 同一オブジェクトに対する 移動操作 の競合
操作を行った支援者にとって、オブジェクトが意図しない動きをすることになる。

そこで、本論文では上記の三つの作業競合の発生数について検証を行う。

また、ワークスペースアウェアネスを提供することによる発表内容理解度への影響を、実施したテストの結果から検証を行う。

なお、本研究におけるワークスペースアウェアネスの有無における差異の検証においては、注釈を付与したものを除いて、すべてマン・ホイットニーの U 検定を用いている。

6.1 同一オブジェクトに対する入力操作の競合

オブジェクトのテキストが変更された場合、変更の原因は以下に分類できる。

(1) 同一入力者によるテキストの修正

変更前の入力者が変更者と同じであり、変更前のテキストの入力者自身が 意図的に行った 内容の修正や書き換え。

(2) 修正前の入力者とは異なる入力者によるテキストの修正

変更前の入力者と変更者が異なるが、変更者がオブジェクトにテキストが表示されていることを確認した

上で、意図的に行った 入力内容の修正や書き換え。

(3) 入力対象の競合によるテキスト変更

入力対象オブジェクトに他支援者が入力していることを把握できず、競合により発生した 変更者の意図とは異なる 入力内容の書き換え（変更前の入力者と変更者は異なる）。具体的には、最初に入力を始めた支援者 x の入力完了前に、他支援者 y が同一オブジェクトに入力を開始し、支援者 x が入力を確定させた後、支援者 y が入力を確定させることにより発生した変更が含まれる。

3種類の変更のうち(3)については、競合により発生するものであり、支援作業において問題となる。そこで、入力作業の対象となるオブジェクトの競合数を、操作ログから抽出した。オブジェクトのテキスト変更数を表 1 に示す。

ワークスペースアウェアネスなし及びワークスペースアウェアネスありにおける入力対象の競合による変更発生数は、それぞれ 6.2 回、2.0 回であった。入力対象の競合による変更発生数の差について検定を行ったところ、有意確率は 0.042 となり、5%水準で有意差が見られた。

6.2 共有ホワイトボード上に作成されたオブジェクトの入力内容の競合

入力内容競合の発生数について、操作ログの確認を行った。各実験における入力内容の競合数を表 2 に示す。表 2 における入力内容の競合発生件数は競合した内容の数、入力内容の競合文章数は競合した文章の数を意味する^(注2)。

ワークスペースアウェアネスなし及びワークスペースアウェアネスありにおける入力内容の競合発生件数は、それぞれ 8.0 回、3.1 件であった。入力内容の競合発生件数の差について検定を行ったところ、有意確率は 0.010 となり、5%水準で有意差が見られた。また、ワークスペースアウェアネスなし及びワークスペースアウェアネスありにおける入力内容の競合文章数は、それぞれ 17.0 文、6.3 文であった。入力内容の競合文章数の差についても検定を行ったところ、有意確率は 0.005 となり、5%水準で有意差が見られた。

6.3 同一オブジェクトに対する移動操作の競合

オブジェクトの移動操作の競合発生数について、操作ログの確認を行った。各実験におけるオブジェクト

(注2): 一つの競合内容に対する文章が 3 文以上の場合があるため、発生件数と文章数を分けて示した。

表 1 オブジェクトのテキスト変更数
Table 1 Number of changes in texts in objects.

ワークスペース アウェアネス	グループ	実施 段階	テキストオブ ジェクト数 (個)	内容変更の発生回数		
				総数 (回)	変更前の入力者と 変更者が異なる変 更(回)	入力対象の競合に よる変更(回)
なし	a	1 回目	39	15	9	9
	b	1 回目	32	11	5	4
	c	1 回目	46	7	3	2
	d	2 回目	35	28	14	6
	e	2 回目	47	21	14	11
	f	2 回目	52	17	7	5
	平均			41.8	16.5	8.7
あり	a	2 回目	41	14	7	5
	b	2 回目	44	4	0	0
	c	2 回目	51	0	0	0
	d	1 回目	25	9	5	5
	e	1 回目	36	3	0	0
	f	1 回目	39	12	2	2
	平均			39.3	7.0	2.3

表 2 入力内容の競合数
Table 2 Number of occurrences of contents competi-
tion.

ワークスペース アウェアネス	グループ	実施段階	入力内容 の競合発 生件数(件)	入力内容 の競合文 章数(文)
なし	a	1 回目	6	12
	b	1 回目	8	16
	c	1 回目	11	22
	d	2 回目	4	10
	e	2 回目	7	16
	f	2 回目	12	26
	平均			8.0
あり	a	2 回目	5	10
	b	2 回目	2	4
	c	2 回目	4	8
	d	1 回目	1	2
	e	1 回目	4	8
	f	1 回目	3	6
	平均			3.1

表 3 オブジェクト移動の競合数
Table 3 Number of occurrences of work-competition
to move objects.

ワークスペース アウェアネス	グループ	実施段階	移動操作 の競合発 生件数(件)	競合移動 数(回)
なし	a	1 回目	17	35
	b	1 回目	9	18
	c	1 回目	11	22
	d	2 回目	5	10
	e	2 回目	10	20
	f	2 回目	11	22
	平均			10.5
あり	a	2 回目	7	14
	b	2 回目	3	6
	c	2 回目	4	8
	d	1 回目	2	4
	e	1 回目	3	6
	f	1 回目	7	14
	平均			4.3

移動の競合数を表 3 に示す。表 3 における移動作業の競合発生件数は競合した移動オブジェクトの数、競合移動数は競合した移動操作数を意味する^(注3)。

ワークスペースアウェアネスなし及びワークスペースアウェアネスありにおける移動操作の競合発生件数は、それぞれ 10.5 回、4.3 件であった。移動操作の競合発生件数の差について検定を行ったところ、有意確率は 0.010 となり、5%水準で有意差が見られた。また、ワークスペースアウェアネスなし及びワークスペースアウェアネスありにおける競合移動数は、それぞれ 21.2 回、8.7 回であった。競合移動数の差についても検定を行ったところ、有意確率は 0.010 となり、

5%水準で有意差が見られた。

6.4 アンケート結果

要約作業に関するアンケート結果を表 4 に、ワークスペースアウェアネスに関するアンケート結果を表 5 にそれぞれ示す。

表 4 の質問に関して、ワークスペースアウェアネスの有無における評価の差の検定^(注4)を行ったところ、質問 1、質問 2、質問 4 において有意差が見られた。

(注3): 一つのオブジェクトに対する移動操作が 3 人以上により行われる場合があるため、発生件数(オブジェクト数)と移動数を分けて示した。

(注4): ウィルコクソンの符号付き順位検定を用いた。

表 4 要約作業に関するアンケート結果
Table 4 Results of questionnaire on summary of a conference.

質問番号	質問	平均 (標準偏差)		有意確率
		ワークスペース アウェアネス なし	ワークスペース アウェアネス あり	
1	自分がプレゼンテーションの中のどの部分を書けばよいかわからなかった.	4.0(0.9)	3.2(1.2)	0.026*
2	他者の行動 (どこに入力しているか等) が予測できた.	1.8(0.7)	3.5(1.1)	0.000*
3	作業中, 他者がどのような行動をするか気になった.	4.0(1.1)	4.0(1.0)	0.777
4	自分が書いた文を勝手に消されたり, 勝手に編集されたりして嫌だった.	3.0(1.0)	2.4(0.9)	0.015*
5	発表の要約作業をしながら, 発表内容を把握できた.	2.4(0.9)	2.5(0.8)	0.490

*: 有意差あり $p < 0.05$

5 段階評価の評価値: 1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらともいえない, 4: 同意する, 5: 強く同意する

表 5 ワークスペースアウェアネスに関するアンケート結果
Table 5 Results of questionnaire on workspace awareness.

質問番号	質問	平均 (標準偏差)			有意確率
		全体	グループ群 1	グループ群 2	
6	色による支援者識別機能は, 他者の行動把握の役に立った.	3.6(1.0)	3.8(1.0)	3.3(1.0)	0.198
7	テレポインタ機能は, 他者の行動把握の役に立った.	3.5(1.2)	3.4(1.5)	3.5(0.8)	0.929
8	入力対象オブジェクトの背景へのリアルタイム入力状況提示は, 他者の行動把握の役に立った.	3.6(1.2)	3.3(1.3)	3.8(1.0)	0.371
9	入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示は, 他者の行動把握の役に立った.	4.2(0.9)	4.3(0.8)	4.2(1.1)	0.851

*: 有意差あり $p < 0.05$

グループ群 1: 1 回目に「ワークスペースアウェアネスなし」, 2 回目に「ワークスペースアウェアネスあり」で実施
グループ群 2: 1 回目に「ワークスペースアウェアネスあり」, 2 回目に「ワークスペースアウェアネスなし」で実施

5 段階評価の評価値: 1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらともいえない, 4: 同意する, 5: 強く同意する

表 6 内容理解度に関するテストの結果
Table 6 Results of test on user's content understanding.

		平均点 (標準偏差)	
		発表 A (点)	発表 B (点)
作業者	グループ群 1	25.8(7.6)	31.3(11.6)
	グループ群 2	33.8(10.8)	41.7(16.4)
	全体	29.8(10.0)	36.5(14.9)
聴講者		38.1(13.0)	48.2(10.4)

6.5 内容理解度に関するテスト結果

発表要約作業後及び発表聴講後に実施したテストの結果を, 表 6 に示す. テストの採点基準を, 正解: 5 点, 部分的な正解: 3 点, 不正解: 0 点とし, 採点を行った. 問題数は 20 問であり, 満点は 100 点である.

グループ群 1 及びグループ群 2 におけるテスト結果の差について検定を行ったところ, 発表 A, 発表 B における有意確率は, それぞれ 0.060, 0.056 となっており, 有意差は見られなかった. 一方, 表 6 を見ると, 発表 A と発表 B のどちらにおいてもグループ群 2 の方が点数が高い傾向が見られる. グループ群 2 は, 1 回目に「(A) ワークスペースアウェアネス機能あり」,

2 回目に「(B) ワークスペースアウェアネス機能なし」で実験を行っている. そのため, ワークスペースアウェアネスの有無によるテスト結果への影響はなく, 被験者の影響が強いと考えられる.

7. 考 察

7.1 ワークスペースアウェアネスの作業競合軽減効果

本節では [検証項目 1] ワークスペースアウェアネスを提供することにより, 作業競合が減少するか? について議論する.

今回, ワークスペースアウェアネスのために, 四つの機能を適用した. 四つの機能に関して, 行動把握の役に立ったと思う順に順位付けをしてもらった. 順位付け結果の度数分布を表 7 に示す. 表 7 における $\sum ar$ が小さいほど, 総合的な評価が良いと判断できる.

表 7 より, 入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示機能の $\sum ar$ が最も小さい. また, ワークスペースアウェアネスに関するアンケート結果 (表 5) より, 質問 6, 質問 7, 質問 8 については評価値が平均的であるのに対し, 質問 9 「入力状況一覧提

表 7 被験者による順位付けの度数分布
Table 7 Frequency distribution of function ranking by participants.

	色による支援者識別	テレポインタ	入力対象オブジェクトの背景への入力状況提示	入力状況一覧提示エリアへの入力状況提示
ランク 1	7	3	2	12
ランク 2	8	4	5	7
ランク 3	2	10	9	3
ランク 4	7	7	8	2
$\sum ar$	57	69	71	43

$\sum ar$ は、出現頻度値とランク値とを乗算した結果の総和である。

示エリアへのリアルタイム入力状況提示は、他者の行動把握の役に立った」については評価平均値が 4.2 となっており、被験者は入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示機能が役に立ったと感じていたことが分かる。入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示機能に関するアンケートの自由記述においては、「内容が重複しないようにするために役立った」「一覧性があるため、見やすかった」という意見が多く見られた。また、 $\sum ar$ が 2 番目に小さい色による識別機能については、アンケートの自由記述において、「色が付いていることで、他支援者が作業していることが分かる」という意見が多く見られた。また、色による識別機能と $\sum ar$ が 3 番目に小さいテレポインタ機能とを合わせて行動を把握したという意見も見られた。 $\sum ar$ が最も大きかった入力対象オブジェクトの背景への入力状況提示機能については、アンケートの自由記述において「気づけなかった」「入力状況一覧提示エリアの方が見やすい」「ラベル数が多くなると見にくくなる」といった意見が多く見られ、入力対象オブジェクトの背景への入力状況提示を見て作業をしていた被験者もいたものの、多くの被験者は入力状況一覧提示エリアへのリアルタイム入力状況提示を見ながら作業を行っていたことが分かった。

また、6.1、6.2 及び 6.3 に示したように、ワークスペースアウェアネス機能のあるシステムにおいて、入力対象オブジェクトの競合や入力内容の競合、移動作業の競合に関して軽減効果が見られた。

したがって、ワークスペースアウェアネスにより、作業競合を軽減できる可能性が高く、特に、リアルタイム入力状況提示機能は、入力内容の競合の軽減に貢献できることが分かった。また、ユーザによって主として利用するアウェアネス情報は異なるものの、色に

よる識別機能とテレポインタ機能が他支援者の行動把握に貢献できたと考えられる。

ただし、本実験で得られた結果は、支援者 4 名という条件下において得られたものである。支援者数が増加した場合、提示される情報量が増加し、情報量の多さが入力状況や行動の把握に影響を及ぼす可能性がある。今後、提示される情報量と入力状況及び行動の把握の関係について検討を行う必要があると考えられる。

7.2 支援者の内容理解度に対する支援作業の影響

本節では【検証項目 2】ワークスペースアウェアネスの提供は、支援者自身の内容理解に影響を及ぼすか? について議論する。

6.5 において、ワークスペースアウェアネスの有無によるテスト結果への影響は見られなかったことを示した。

表 6 より、作業全体及び聴講者のテスト結果の平均は、発表 A ではそれぞれ 29.8 点、38.1 点であり、また発表 B では 36.5 点、48.2 点であった。聴講者と作業全体とのテスト結果の差について検定を行ったところ、発表 A、発表 B における有意確率は、それぞれ 0.011、0.004 となっており、5%水準で有意差が見られた。すなわち、どちらの発表に関しても、聴講者と比較して、作業者の内容理解度が低いことが分かる。

また、表 4 における質問 5「発表の要約作業をしながら、発表内容を把握できた」については、ワークスペースアウェアネスなしにおいて 2.4、ワークスペースアウェアネスありにおいて 2.5 となっており、作業者は発表内容を把握できていないと感じていたことが分かる。アンケートの自由記述においては、「作業に集中していたため、あまり理解できなかった」や「作業に手間取った部分に関しては聞き逃した」などの意見があった。今回の実験では、支援者を 4 名としたが、要約作業の負荷が大きく、支援者自身の内容理解に影響を及ぼすことが分かった。

要約作業の負荷軽減は、支援者数を増やすことにより対応できる可能性がある。一方、ワークスペースアウェアネスの提供による、作業競合軽減効果が見られたものの、4 名でも作業競合は発生しており、単純な支援者数の増加は作業競合の増加につながると考えられる。そのため、作業負荷と競合の増加を考慮した上で、今後適切な支援者数について検討する必要がある。

8. む す び

日本国内の大学などで行われる講義や会議において、

会議に参加している複数の日本人が少しずつ助力することにより、外国人の内容理解を支援する All for one 型の多言語対面会議支援システムが提案されている。しかし、All for one 型の支援は、現在課題を抱えている。具体的には、All for one 型対面会議支援システムにおいて発生する問題への対応がなされていない。

そこで、本研究では、All for one 型対面会議支援システムにおける作業競合の発生を減少させるために、ワークスペースアウェアネス機能を適用し、4名の支援者による発表要約実験により、その効果について検証を行った。実験の結果、以下の知見を得た。

(1) リアルタイム入力状況提示を行うことにより、従来困難であった入力内容の競合の軽減に貢献できる。

(2) テレポインタ機能及び色による支援者識別機能により、移動作業の競合防止に貢献できる。

(3) ワークスペースアウェアネスによる内容理解度への影響はないが、All for one 型支援による要約作業は支援者への負荷が大きく、支援者自身の内容理解に影響を及ぼす。

今後は、提示情報量と入力状況及び行動の把握の関係についての検討や、作業負荷と競合の増加を考慮した、適切な支援者数についての検討を行う。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究(B)(19300036)及び基盤研究(B)(22300044)の補助を受けた。

文 献

- [1] 日本学生支援機構, <http://www.jasso.go.jp/statistics/>
- [2] Y. Takano and A. Noda, "A temporary decline of thinking ability during foreign language processing," *J. Cross-Cultural Psychology*, vol.24, no.4, pp.445-462, 1993.
- [3] M. Aiken, C. Hwang, J. Paolillo, and L. Lu, "A group decision support system for the Asian Pacific rim," *J. International Information Management*, vol.3, no.2, pp.1-13, 1994.
- [4] K.J. Kim and C.J. Bonk, "Cross-cultural comparisons of online collaboration," *J. Computer Mediated Communication*, vol.8, no.1, 2002.
- [5] 高橋 誠, 会議の進め方, 日経文庫, 2008.
- [6] 井出美奈, 重信智宏, 吉野 孝, "言語グリッドを用いた多言語会議支援システムの要件," FIT2007 情報科学技術フォーラム, 第3分冊, pp.483-484, 2007.
- [7] 井出美奈, 吉野 孝, 重信智宏, "音声認識を利用した All for one 型多言語会議支援システム SAKIN の開発," FIT2008 情報科学技術フォーラム, 第3分冊, pp.415-416, 2008.
- [8] 吉野 孝, 井出美奈, "All for one 型多言語会議支援システムの構築と評価," 情処学論, vol.51, no.1, pp.36-44, 2010.
- [9] 森川 洸, 索 岳, 宮田直輝, 石田 亨, 史 元春, "多言語コラボレーションツールを用いた遠隔ミーティングの支援," 信学技報, AI2007-31, KBSE2007-41, 2008.
- [10] R. Inaba, Y. Murakami, A. Nadamoto, and T. Ishida, "Multilingual communication support using the language grid," *Proc. First International Workshop on Intercultural Collaboration (IWIC2007)*, LNCS 4568, pp.118-132, 2007.
- [11] 江木啓訓, 石橋啓一郎, 重野 寛, 村井 純, 岡田謙一, "協同記録作成を基にした対面議論への参加支援環境の構築," 情処学論, vol.45, no.1, pp.202-211, 2004.
- [12] C.L. Ignat, S. Papadopoulou, G. Oster, and M.C. Norrie, "Providing awareness in multi-synchronous collaboration without compromising privacy," *Proc. 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp.659-668, 2008.
- [13] C. Gutwin and S. Greenberg, "The effects of workspace awareness support on the usability of real-time distributed groupware," *ACM Trans. Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol.6, no.3, pp.243-281, 1999.
- [14] 林 浩一, 野村恭彦, 陌 間端, "アクティビティ・アウェアネス:個人活動からのコラボレーション空間形成," 情処学論, vol.40, no.11, pp.3977-3987, 1999.

(平成 22 年 3 月 20 日受付, 7 月 24 日再受付)

宮部 真衣



2006 和歌山大・システム工・デザイン情報中退。2008 同大学院システム工学研究科システム工学専攻博士前期課程了。現在、同大学院システム工学研究科博士後期課程在学中。多言語コミュニケーション支援に関する研究に従事。

吉野 孝 (正員)



1992 鹿児島大・工・電子卒。1994 同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程了。2004 和歌山大学システム工学部デザイン情報学助教授(2007より准教授)、現在に至る。博士(情報科学)東北大学。コラボレーション支援に関する研究に従事。