

機械翻訳を用いた協調作業支援ツールへの要求条件 —— 日中韓馬異文化コラボレーション実験からの知見

船越 要[†] 藤代 祥之^{††}
野村 早恵子^{†††} 石田 亨^{†,††,†††}

今後活発になると思われるアジアワイドなソフトウェア開発プロジェクトにおける、機械翻訳を用いた協調作業支援ツールへの要求条件を述べる。問題点を明らかにするために、日中韓馬の4カ国、5大学の教員、学生40人余からなるオープンソースソフトウェア開発を延べ16週間実施し、多言語の掲示板と文書共有ツールを提供し、その利用形態を観察した。得られた知見は以下のとおりである。1) 機械翻訳は正確な意思伝達を支える十分な品質を持たないが、それにもかかわらず参加者は他の参加者とのコミュニケーションのためには努力を惜しまない。また、2) 多言語環境においてはコミュニケーションの局所性が存在し、自言語の参加者と他言語の参加者に対するコミュニケーションの態度が異なる。さらに、3) 多言語分散環境におけるソフトウェア開発においては、ソフトウェアの概要を決定する設計の初期段階での機械翻訳利用は有効であるが、モジュール機能を詳細に決定する設計の詳細化段階のコミュニケーションは困難がある。これらの知見に基づき、機械翻訳を用いた協調作業には、1) 機械翻訳を利用した参加者の努力を支援するためのインタラクションを考慮した翻訳システム、2) 他言語の参加者に対するアウェアネスの維持、および3) 特に概要設計からモジュール設計に至る設計段階での協調作業の支援が必要であることが明らかになった。

Analysis of Interactivity in Intercultural Collaboration Environments —— Lessons Learned of ICE2002

KANAME FUNAKOSHI,[†] YOSHIYUKI FUJISHIRO,^{††} SAEKO NOMURA^{††}
and TORU ISHIDA^{†,††,†††}

In this paper, we discuss the technological aspects of intercultural collaboration. We suggest the intercultural collaboration via machine translations to develop in the members' first languages. To determine the problems, we had conducted an Asia-wide software development experiment in multilingual environments, ICE2002. The observation showed that (1) the members pay great effort to communicate with other members via the noisy translations, (2) members change the behaviour to the members of the same culture and different cultures, and (3) the software development in a lean and noisy media constrains the detailed design to be difficult. We suggest the implementation of the intercultural collaboration support tools with the following requirements: (1) interactive translation to support the effort for the communication, (2) awareness to other language members according to the psychological localities, and (3) support method for software design phase.

1. はじめに

全世界的な作業環境の分散化が進み、また、オープンソースソフトウェア開発に代表されるとおり、特にソフトウェア開発において、世界的に分散した環境下

での共同開発が今後ますます活発になると予想される。

このような世界規模の異文化協調作業においては、通常は参加者間のコミュニケーションには共通言語が使用される²⁾。しかしながら、共通言語を利用できない参加者にとっては、他文化の参加者とのコミュニケーションは非常に限られることとなる。特に、ソフトウェア開発の設計段階においては、仮に共通言語に堪能な参加者であっても、第1言語を用いて思考し作業する方が共同開発にもより活発に参画可能となる。

本論文では、異文化協調作業への機械翻訳の適用を扱う。機械翻訳は、コミュニケーションツールとして使

[†] NTTコミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories, NTT Corp.
^{††} 京都大学情報学研究科社会情報学専攻
School of Informatics, Kyoto University
^{†††} 科学技術振興事業団
Japan Science and Technology Corp.

表 1 ICE2002 参加者
Table 1 ICE2002 participants.

国	大学	人数		専門
		Track I	Track II	
中国	上海交通大学	10	5	計算機科学
日本	京都大学	5	5	情報学, 人間環境学
韓国	ソウル国立大学, ハンドン大学	9	9	計算機科学, 経営学
マレーシア	マラヤ大学	6	5	計算機科学

用する場合にはまだ十分な品質を持っているとはいえない。したがって、機械翻訳を利用することで協調作業におけるコミュニケーションが可能であるか、判断しなければならない。また、機械翻訳を介したコミュニケーションにおいて、人間はどのような態度で臨むのか、そこにある問題点を明らかにしなければならない。さらに、機械翻訳を使うことでノイズの多い通信チャネルを使用した協調作業を行うことになるが、このようなノイズの多い通信チャネルを利用した環境下でソフトウェア開発がどのように進行し、何が影響を与えるのかを確認しなければならない。

我々は、機械翻訳を介した多言語環境でのソフトウェア共同開発実験を行い、参加者の協調作業を観察した。本論文では、この観察結果に基づき、以上に述べた 3 点、

- (1) 機械翻訳は異文化環境における協調作業のためのコミュニケーションを支える技術として利用可能であるか、
- (2) 多言語分散環境におけるコミュニケーションにおける参加者の心理的な問題点は何か、
- (3) 多言語分散環境下のソフトウェア開発の特性と重要になる問題点は何か、

を明らかにすることを目的とする。この分析に基づき、異文化協調作業支援として必要となるツールや機能の条件について考察し、異文化協調作業を活発に行う方法を模索する。

本論文の構成は以下のとおりである。2 章で、実験の条件と使用したツールについて述べ、3 章で、実験を観察して得られた知見について述べ、4 章で、得られた知見に基づき、異文化協調作業支援ツールとして必要となる機能について述べる。

2. 異文化コラボレーション実験 2002

機械翻訳を介した異文化環境における協調作業の状況を観察するために、異文化コラボレーション実験 2002 (ICE2002) と名付けて国際共同実験を行った^{4)~6)}。実験には中国、日本、韓国、およびマレーシアの合計 5 大学の教員および学生が参加し、「異文化

協調」をテーマとしたソフトウェアの共同開発を行った。表 1 に、各国別の人数および専門領域を示す。実験参加者は、他言語の使用能力に関して統制されていないが、実験上の連絡に英語を使用したため、最低限の英語の読解能力は要求された。なお、マレーシアからは、マレー語ではなく英語を第 1 言語とする者も参加した。また、実験はソフトウェア開発実験であるため、日常的にソフトウェア開発を行っている計算機科学および情報学を専門とする学生が主に参加した。

分散環境下での開発の遅れをできる限り無視するため、実験においては国を単位として参加者を 4 つのチームに分割し、それぞれのチームでモジュールを作成して、最終的に統合することとした。これは、モジュール作成についてはさらに綿密なコミュニケーションが必要であるため、コミュニケーションに翻訳が加わると到底モジュール設計および実装は不可能であると予測したためである。

実験は、8 週間からなるトラックを 2 回行った。各トラックは設計フェーズとして前半 4 週間、実装フェーズとして、後半 4 週間に分割された。実験のために、コミュニケーションツール TransBBS および文書共有ツール TransWeb を準備し、協調作業のために使用した。実験中のコミュニケーションはすべて TransBBS を用いることとし、定期的に TransWeb を利用して開発文書を共有することとした。ここで、ソフトウェア開発は、UML を用いて行い、TransWeb によって交換される中間文書は、UML の構成図とその説明文書という形式とした。TransBBS および TransWeb は、機械翻訳システムを利用して中国語、韓国語、日本語、マレー語、および英語の 5 カ国語の翻訳を準備した。

また、実験終了後、参加者に対してアンケートを実施し、各ツールや翻訳システムに対する感想、モチベーションの変化などを調査した。アンケートは、第 1 トラックで 30 人中 22 人 (中国 8、日本 3、韓国 7、

翻訳システムは (株) 高電社の J-Server および NTT MSC Bdn の Arcnet/sangenjaya を使用した。使用した翻訳サービスだけでは直接翻訳されない言語対が生じたため、このような言語対では最大 2 ホップのマルチホップ翻訳を行うこととした。



図1 TransBBSにおける議論
Fig.1 Discussion at TransBBS.

マレーシア 4), 第2トラックで24人中16人(中国3, 日本4, 韓国6, マレーシア3)から回答された。以下に, TransBBS および TransWeb の機能について説明する。

2.1 TransBBS

TransBBS は多言語の電子会議システムであり, 自らの第1言語を利用した他言語圏の参加者との議論を可能とする。TransBBS は CGI として実装され, ユーザは WWW ブラウザを利用して議論に参加する。図1に TransBBS における議論を示す。各投稿に対して, 5カ国語で翻訳結果が表示されているのが分かる。

TransBBS の基本的な処理は以下のとおりである。ユーザが第1言語でメッセージを書くと, そのメッセージはまず翻訳サービスへ翻訳リクエストとして送られる。翻訳は他のすべての言語に対して行われ, リクエストの結果として得られた他言語への翻訳結果が, TransBBS の記事としてそのまま投稿される。翻訳リクエストは, ネットワーク状況によりタイムアウトによって失敗する可能性がある。投稿済みのメッセージが翻訳に失敗していた場合, タイムアウトメッセージが表示され, ユーザはそのままでは投稿内容を自国語で読むことができない。そこで, 再度翻訳リクエストを行うための「再翻訳」機能を準備した。「再翻訳」機能によって, ネットワーク状況が改善した後で読者が

表2 ICE2002各トラックにおける TransBBS の機能
Table 2 TransBBS functions at the first and second track of ICE2002.

	Track I	Track II
(1) 翻訳, 投稿	翻訳して自動的に投稿 再翻訳	翻訳確認 投稿 再翻訳
(2) 理解支援	なし	フィードバック メッセージタグ

再度翻訳をリクエストし, 翻訳結果を手に入れることができる。

実験では, 国を単位として4つのチームを編成したため, TransBBS 上に各チーム用のディスカッションルームを作成した。TransBBS 上の投稿は, いずれかのディスカッションルームに対して行われなければならない。各チーム用のディスカッションルームでは, 各ソフトウェアモジュールについての議論を行うこととし, 他チームの参加者も自由に参加できることとした。ディスカッションルームは, 各チーム用以外に, 統合について議論する「Software Integration」と, 実験の雑多な事柄について議論する「Lobby」を準備した。

ICE2002 の第1トラックでは, 以上に述べた基本的な処理のみを実装したが, 第2トラックでは, ユーザを支援するために(1)翻訳確認および(2)理解支援の2つの機能を追加した。表2に, ICE2002 第1および第2トラックにおける TransBBS の機能を示す。以下に, この2つの機能の詳細について述べる。

(1) 翻訳確認

TransBBS の基本機能においては, ユーザのメッセージは, 翻訳結果の確認を待たずに投稿されていた。つまり, ユーザは単に「投稿」するだけで, 多言語への翻訳と投稿が一括して行われる。これは, 投稿者は他の言語を読んでも理解できないという前提に立ったものである。しかし, 実際には参加者は第1言語のほかにも少なくとも1つの言語(英語)を読むことはできる。理解できる言語で翻訳結果の確認が行われることを期待して, 第2トラックでは, 翻訳と投稿の機能を分離した。翻訳と投稿を分離することによって, 投稿者がメッセージを投稿する前に翻訳結果を確認することとした。このとき, 投稿者が翻訳結果を読んだうえで, 他言語への翻訳がうまく行われていないと感じた場合は, メッセージ内容を修正して再度翻訳リクエストを行えるものとした。

(2) 理解支援

コミュニケーションに使用する翻訳品質が十分に高くない場合, 翻訳後のメッセージが理解不可能になる状況が頻繁に発生する。しかし, 読者にとってメッセー

図2 TransBBSの入力画面。メッセージタグが導入されている。
Fig.2 Input window of TransBBS. The message tag function is implemented.

ジが理解不可能であっても、それを知らせるために再び不完全な翻訳を使用しなければならない。また、投稿者にとっても、自らのメッセージの翻訳結果が理解可能であるかどうかは自分が理解できる言語に関してしか知ることはできない。TransBBSにおける参加者の理解を支援するために、実験の第2トラックで、フィードバック機能とメッセージタグ機能を付加した。

フィードバックは、読者がメッセージの訳文品質を判定して投稿者に知らせるための機能である。フィードバックは、「翻訳結果はまったく理解できない」を意味する“Terrible Translation”、「翻訳は理解できる」を意味する“Translation is OK”，および「興味深い内容である」の“Cool Opinion”の3種類のボタンによって提供される。これにより、読者は新たなメッセージを別に書くことなく投稿者へ理解できない旨を伝えることが可能となり、投稿者も自らの投稿したメッセージが理解可能であるかどうか知ることができる。フィードバック機能は、第2トラックを通して導入された。

メッセージタグは、投稿するメッセージの目的を明示するために、投稿者によって付与される。メッセージタグ付与機能の導入されたTransBBSの入力画面を図2に示す。メッセージタグには、投稿の内容がアナウンスであるのか返信であるのかといったアクション種別、統合ソフトウェアであるのかモジュールであるのかといった投稿内容の目的物、および「日本チーム」「全員」といった投稿の対象が含まれる。メッセージタグにより、不完全な訳文を読む際の補助となり、将

来的には読者が自分に関係するメッセージのみを読みたい場合にメッセージを適切に選択することも可能となる。メッセージタグ機能は、第2トラックの後半に限定して導入された。この機能が導入されて以降は、投稿者はメッセージタグを選択しなければメッセージを投稿できないこととした。

2.2 TransWeb

TransWebは文書翻訳システムであり、開発文書の共有を可能とするものである。TransWebは、WWWページ翻訳システムとして実装された。ユーザが元言語、自分の第1言語、文書が保存されているURIを選択すると、TransWebは文書を翻訳した後表示する。TransWebにおける翻訳はTransBBSにおける翻訳に比較すると概して処理に時間がかかるため、翻訳結果はキャッシュされ、同一サイトのユーザの翻訳リクエストには同じ結果を返すこととした。TransWebでも、TransBBSと同様5カ国語の翻訳が準備された。

実験期間中、各チームは定期的に、UML図を含んで記述された中間文書をHTML形式で作成することとした。中間文書を外部から読めるWWW上に公開した後、参加者はTransBBSでその旨アナウンスすることとした。TransBBSに中間文書のアドレスが書かれると、そのアドレスは自動的にTransWebへのリンクとなり、読者はそのリンクをたどるだけで第1言語に翻訳された開発文書を読むことが可能となる。

3. 観察結果

参加者の行動を、機械翻訳を利用したコミュニケーションの可能性、多言語分散環境におけるコミュニケーションの特色、および多言語分散環境を用いたソフトウェア共同開発の特色に着目して観察した。

3.1 機械翻訳を利用したコミュニケーション

表3に、実験期間中各フェーズのTransBBSの使用状況を示す。ここで「読出」とはユーザによる議論の再読み出しであり、ユーザによるTransBBSの最も単純な利用である。また「投稿」「翻訳」はそれぞれ投稿および翻訳リクエストの回数である。第1トラックにおいては、ユーザにとって翻訳リクエストと投稿は分離されていないため「投稿」で統一されている。「再翻訳」は、翻訳エラーになった投稿内容の再翻訳リクエストである。この表から、第1トラックに比較して第2トラックは非常に活発に議論が行われ、TransBBSも利用されていたことが分かる。第2トラックで用いられた翻訳確認機能および理解支援機能がこの利用量の差に大きく影響していると考えられるため、以下に、この両機能に着目した観察の結果を述べる。

表3 実験期間中の翻訳リクエスト数および投稿数

Table 3 Number of requests of translations and posts during ICE2002.

Track-Phase	読出	投稿	翻訳確認	再翻訳
I-1	2,635	320	-	333
I-2	1,865	208	-	98
II-1	6,332	481	1,608	155
II-2	3,239	274	806	54

3.1.1 翻訳確認

ICE2002の第2トラックにおいて、投稿者は投稿前に翻訳結果を確認することとしたが、これが協調作業に及ぼした影響について観察した。本項では、翻訳確認作業に関しての観察について得られた、以下の2点の知見について述べる。

- 投稿前に翻訳を確認できた方が投稿しやすくなる。
- 投稿前の翻訳確認には大きな時間と労力がかかるが、参加者は積極的に翻訳内容を修正して確認したうえで投稿する。

第2トラックで、翻訳確認の機能を明示的に使用できるようにしたことが投稿数が増加した主な原因としてあげられる。また、第1トラックにおいても、翻訳結果の確認機能は提供していなかったが、一部の参加者は翻訳テスト用のディスカッションルームを新設して翻訳確認を行ったうえで投稿している。ただし、ほとんどの参加者は、第1言語のほかには英語しか理解できないため、翻訳の確認は英語で行われ、他の言語については翻訳エラー（翻訳サービスへの接続エラー）しか確認できていない。しかし、英語だけに対しても翻訳結果が正しく得られることを知ることは参加者のモチベーションにとって重要であることが分かる。

また、翻訳結果を確認したうえで投稿することとした結果、参加者は何度も文章を翻訳されやすいように校正した後に投稿するようになった。翻訳リクエストはネットワーク状況によって十数秒から数十秒の時間を必要とするが、それにもかかわらず、1つの投稿に対して平均約4回の翻訳（3回の原文修正）が試みられている。なお、翻訳結果に基づき原文を修正するプロセスについては、小倉らが詳細に解析している⁶⁾。

3.1.2 理解支援機能の利用

多言語コミュニケーションにおいて、他国の参加者の投稿を理解しようとするモチベーション、自分の投稿が他国の参加者に理解可能か知ろうとするモチベーションについて観察した。本項では、理解支援のためにTransBBSに付加したフィードバック機能およびメッセージタグ機能について、参加者の使用状況を観察した。観察の結果、主に以下の2点の知見が得ら

表4 第2トラックのフィードバック数

Table 4 Number of feedbacks.

種別	フィードバック数
Cool opinion	234
Translation is OK	207
Terrible translation	111
合計	552
投稿	755
フィードバック/投稿	0.73

れた。

- 他者の投稿に対するフィードバック機能は有効である。
- メッセージタグは積極的に使用されようとしめない。

表4に、第2トラックでのフィードバック回数を種類別にあげる。第2トラックを通じて、1つの投稿に対し、平均して約0.73回のフィードバックが行われた。そのうち、翻訳内容の理解の可否を伝える“Translation is OK”と“Terrible Translation”が、全投稿数の42%であり、内容に対する賛意を示すだけでなく、投稿内容が正しく伝わっているかどうか伝えようとするユーザのために役立っていたことが分かる。

実験後のアンケートへの回答（複数回答）では、「自分の投稿に対して悪い評価が得られた場合、元の投稿を修正する良い動機付けと感じた」と回答した参加者が16人中6人であり、「自分の投稿に対して良い評価が得られた場合、さらに投稿を続ける励みになった」と回答した参加者は9人上った。また、「良い評価を受けた場合、評価者に親近感を持つようになった」と回答した参加者は4人であり、評価を交換することでコミュニケーションが活発になることが示唆された。

フィードバックは有効に使用されたが、メッセージタグは活用されたとはいえない。第2トラック後半で活動が非常に減少したのは、メッセージタグ付与の強制も原因の1つとなっている。実験終了後のアンケートでは、TransBBSの不要な機能としてメッセージタグの付与をあげる参加者が16人中9人上った。

メッセージタグの付与は、翻訳確認ほど時間と労力を要しない。翻訳確認を行うと翻訳リクエストの反応を待つだけでも十数秒から数十秒を費やすことになるが、意味理解機能の処理はほんの数秒で完了する。それにもかかわらず、翻訳確認が頻繁に行われたのに比較すると、これらの意味理解機能はほとんど活用されていない。

3.2 多言語分散環境における心理的問題点

多言語分散環境での協調作業において、同じ言語圏の参加者に対する態度と他言語圏の参加者に対する態度が異なるか、異なるとすればどれだけ異なるかを明

表5 第2トラックにおける投稿先の差による翻訳確認回数・自チーム用ディスカッションルームに投稿する場合と、自チーム以外のディスカッションルームに投稿する場合の翻訳確認回数の差

Table 5 Number of requests of translations and posts according to the discussion rooms at Track II.

チーム	自チーム用			他チーム用および全体用		
	投稿	翻訳確認	翻訳/投稿	投稿	翻訳確認	翻訳/投稿
中国	32	58	1.81	104	237	2.28
韓国	33	62	1.88	85	221	2.60
日本	129	644	4.99	65	367	5.65
マレーシア	29	53	1.83	78	140	1.79

表6 実験期間中に作成されたソフトウェア

Table 6 Software modules constructed through ICE2002.

チーム	ソフトウェア名	概要
中国	TransSearch	多言語サーチエンジンゲートウェイ
韓国	TransChat	多言語オンラインチャット
日本	TransMail	多言語メール
	TransGroupware	多言語グループウェア
マレーシア	TransSMS ⁷⁾	多言語ショートメッセージサービス

らかにすることで、言語圏を考慮した協調支援が可能となる。本節では、参加者の心理的局所性に着目した観察結果によって得られた以下の知見について述べる。

- 各チーム編成が言語に関して閉じている場合、自チーム用ディスカッションルームでは、他チーム参加者が読むことを前提としない投稿が行われる。

表5に、各チームの参加者の投稿先ごとの翻訳確認回数を示す。ここで「自チーム用」とは、たとえば日本チームの参加者の場合、日本チーム用ディスカッションルームでの活動であり、「他チーム用および全体用」とは、日本チーム用以外のディスカッションルーム（他チーム用ディスカッションルーム、「Software Integration」および「Lobby」）での活動を示す。ここでは、マレーシアチームを除くすべてのチームが、自らのチーム用のディスカッションルームに投稿するより、他チーム用および全体用ディスカッションルームに投稿するより投稿あたりの翻訳確認回数が多いことが分かる。マレーシアチームについては、ほぼすべての投稿が英語で行われており、翻訳確認が全体として行われていない。

自チーム用のディスカッションルームは他チームの参加者が読むことも合意されている。それにもかかわらず、自チーム用のディスカッションルームへの投稿で翻訳確認回数が少ないことから、チーム用ディスカッションルームでは、他チームの読者をあまり考慮していないことが明らかになった。

3.3 多言語ソフトウェア開発の特性

多言語分散環境下でのソフトウェア共同開発の進行を観察した。ICE2002では、開発は設計段階とコーディング段階に分割し、それぞれで協調作業を行いつ

つ設計文書を作成し、モジュールを作成し、システム統合を行うことが期待されていたが、最終的に統合されたソフトウェアは完成しなかった。本節では、観察結果と、そこから得られた以下の知見について述べる。

- 設計段階では、詳細な設計についての議論が難しい。

表6に、実験期間中に作成されたモジュールの概要を示す。第1トラックでは4カ国のモジュール中、3カ国のものが完成したが、それぞれのモジュールは独立したアプリケーションとして実装され、システム統合は、WWWインタフェースと、若干のユーザ管理にとどまった。また、第2トラックでは、モジュールの統合イメージは実験アドバイザである各大学の教員が共同で提案し、それを受け継ぐ形で方針はある程度固まったが、最終的な統合の実装には至らなかった。

この原因は、進捗管理の不備もあげられるが、主として初期設計の甘さに帰せられると考えられる。設計フェーズにおいて、参加者間の議論は主に全体的な流れや機能、および実装の方向性に関して交わされており、詳細な設計については国をまたいだ議論はほとんど行われなかった。直感的には、翻訳性能が不完全である場合には、ソフトウェアの具体的な構成に関する技術的な話題の方が、雑駁な要求仕様や雑談などの一般的な話題と比較して多言語環境で議論しやすいように感じる。しかし、技術的な話題がかえって議論しにくい場面が生じることが明らかになった。

たとえば、モジュール内部の処理の流れを記述してコメントを待つのは有効だが、モジュール間のインタフェースを、頻繁な議論によって詳細化するのが多言語環境では難しいことが明らかになった。結果として、

ICE2002では、設計フェーズでは統合まで含んだ初期設計は不完全なままで終わり、モジュール間のインタフェースに関する議論は、実装を始めてからようやく行われ、使用するプログラム言語やDBMSも徐々に決められた。また、統合されたソフトウェアの仕様書はまったく作成されず、統合チームによって実装段階でアドホックにすり合わせが行われていた。

4. 異文化環境に必要なシステムの条件

異文化環境での協調作業を支援する基本的なツールとして、TransBBSとTransWebを提供したが、これらのツールは非常に基本的なものであるため、より発展的なシステムが必要となる。本章では、3章での観察結果に基づき、異文化協調作業支援ツールとして必要なシステムとその機能の条件について述べる。

4.1 機械翻訳を介したコミュニケーション

4.1.1 翻訳支援

多言語環境でのコミュニケーションにおいて、翻訳品質は明らかにきわめて大きな影響力を持つ。観察の結果、翻訳に関して利用者は、公開の場に投稿する前に、まずエラーなく翻訳されたことを確認し、次に、自分の知っている言語に対する翻訳が満足いくだけ正確に行われていることを確認したいことが明らかになった。また、翻訳結果が不満である場合には、満足いくまで原文を修正しようとしている。したがって、異文化協調作業における円滑なコミュニケーションのためには、翻訳過程を支援すること望ましいと考えられる。

現時点で翻訳は、時間的および労力的に高いコストを必要とする機能であり、利用者はそれにもかかわらず他者との協調に動機づけられて、積極的に翻訳を使用している。しかし、より円滑なコミュニケーションのためには、翻訳にかかる時間と労力をできる限り軽減することが期待される。そのために、たとえば、翻訳レスポンス時間の軽減や原文を翻訳されやすいよう修正するための支援などがあげられる。翻訳レスポンス時間に関しては、1文単位で翻訳した方が文章をまとめてリクエストするよりレスポンスは短時間で返ることを利用し、1文単位を認識して逐次翻訳を行うようなインタフェースの実装などが考えられる。

また、翻訳原文の修正支援については、翻訳しにくい文を認識し、翻訳しやすい文への修正のヒントをあらかじめ表示するような機能が必要となる。現状では、翻訳原文の修正は試行錯誤の繰返しによる経験に基づくため、初心者は見当違いの原文修正を行う可能性が高い。そのため、翻訳が困難な文を投稿者に通知する

ことによって、翻訳システムに対する利用者の適応を支援することとなる。たとえば、形態素解析と構文解析によって構成されるシステムで、翻訳における構文解析が成功するかどうかをあらかじめ判定するような構成が考えられる。

4.1.2 理解支援

翻訳が理解可能であるかどうか伝えるための単純な機能は比較的使用されるため、投稿者は、読者が理解可能であるのか、自分の投稿についてどのように感じているか単純に知りたいと思っていることが分かる。ただし、メッセージが理解可能であるかという通信経路の問題とは別に、メッセージについてどのように感じるかという内容の問題を考える必要がある。

メッセージがどのような内容であるのかといったメッセージタグによる情報は、投稿者は低コストの機能であっても付与しなかった。この原因として、メッセージタグ機能のユーザに対する影響の分かりにくさがあげられる。翻訳確認については、ユーザが文を少し変更するだけで、得られる翻訳結果は劇的に変化し、フィードバックも、評価を与えると即座に表示され、意味も明確である。これに対してメッセージタグは、行ったユーザ自身に対して即座に効果が得られるものではない。

世界規模で構成される一時的なチームにおいては、参加者間の信頼関係は非常に脆弱なものであるため^{2),9)}、異文化環境においては、信頼関係を早期に築き維持するために、行動の結果が即座に得られることが必要と考えられる。つまり、システムのユーザに対するインタラクションが活発であることが求められる。たとえば、メッセージタグが使用されるために、自分に関係するトピックの表示や重要度の選択などのように、読者と投稿者にとって役に立つ、すぐに目に見えるような情報として提示することなどが考えられる。

4.2 局所性を考慮した多言語コミュニケーションツール

所属する国や文化は、協調相手や仕事に対する振舞いに影響を与えることが知られている^{3),8)}。したがって、多言語分散環境での共同作業を円滑に行うためには、翻訳システムの直接的な利用にとどまらず、他のロケーションで活動する参加者に対するアウェアネスが重要となる。しかしながら本実験により、多言語分散環境においては、自言語圏の参加者に対する態度と他言語圏の参加者に対する態度が異なることが明らかになった。そのため、自言語圏からの参加者に対する局所性を維持したうえで、他言語圏からの参加者がコミュニケーションを行いやすくするためのアウェアネ

ス支援が必要となる。

ICE2002において、日本チームからカレンダーの共有を目指した TransGroupware が、マレーシアチームから携帯型コミュニケーションツールとして TransSMS が⁷⁾、韓国チームから同期型コミュニケーションツールとして TransChat が、それぞれ翻訳機能を含んだシステムとして提案されている。これらは多言語分散環境でのアウェアネスを向上させる異文化協調作業支援ツールとして重要な役割を持つことになる。

電子掲示板方式などの非同期コミュニケーションツールは、単一言語環境であっても、コミュニケーションにおける他者とのアウェアネスの維持に適しているとはいえない¹⁰⁾。したがって、他者とコミュニケーションを行いたいときにいつでもコミュニケーションを働きかけられること、および場所は共有できないまでもコミュニケーションの時間は共有できることがアウェアネス向上のために有効な機能となる。たとえば、多言語分散環境でのアウェアネス支援のためには、いつでも相手に働きかけるための携帯型コミュニケーションツールと、相手と時間を共有する同期型コミュニケーションツールが必要になるだろう。

4.3 多言語分散ソフトウェア開発支援

Herbsleb らの計測によれば、地理的に隔絶された参加者間の共同作業においては、同一サイトにおける共同作業と比較して生産効率上、特に開発速度について非常に劣っているとされる¹⁾。今回の実験におけるソフトウェア開発でも、共同作業は概要設計およびインタフェースの決定と最終的な統合のみで行われ、モジュール設計やコーディング段階では、ほぼ国に閉じた開発が行われていた。これらの問題を解決するには、多言語分散環境でも設計段階から容易に協調作業を可能にする必要がある。

多言語分散環境を、貧弱でノイズの多いメディアとして考え、そのメディアを介した協調を考察する。Yamauchi らは、オープンソースソフトウェア開発におけるプロトコルを解析し、特にソフトウェア開発の方法に関して、比較的貧弱なメディアである電子メールによって活発に議論されることを明らかにした¹¹⁾。これに対して本実験では、多言語環境でのソフトウェア開発において、詳細な方法論の議論がかえって困難となることが観察されている。つまり、翻訳を介したソフトウェア開発では、設計段階において詳細な議論が行われにくいことが問題になることが明らかになった。

したがって、ソフトウェア設計の共同作業を多言語環境で行うためには、詳細な議論を容易にするために、相互の意図を容易に理解しやすくするシステム構成と

インタフェースにすることが考えられる。たとえば、翻訳を介した文書共同作成を考えてみる。開発文書の共同作成に翻訳を導入すると、厳密な文章表現を必要とする開発文書の記述が曖昧になる可能性がある。また、コメントを付与しようとするものが、作成中文書のどの部分にどのようなコメントを与えようとするか明確に指示できなければならない。つまり、翻訳を介しても、文を単位としてすべての参加者が意識を共有できることが重要となる。意識を共有するためには、各文についての参加者の認識を活発かつ明確に交換することが重要であるため、文書共同作成にあたっては、各文について詳細にコメントを付与可能とし、意見交換を容易にするものとなるだろう。

5. む す び

本研究では、異文化協調作業支援研究のために、まず多言語協調の現実を観察し、異文化協調作業の実現に向けた課題点を以下のように抽出した。

(1) コミュニケーションにおける翻訳への要求
翻訳を介した協調のためのコミュニケーションにおいては、ユーザは他言語圏のユーザへ自らのメッセージを正しく伝えるために、積極的に自らの翻訳を精練し、相手のメッセージを自分が理解できたかどうかを、高いコストを費やしても伝えようとする。このプロセスを生かすために、システムのユーザに対するフィードバックが非常に重要となる。たとえば、翻訳システムにおける反応時間の短縮が重要となるであろう。

(2) 局所性を考慮した多言語コミュニケーションツール

また、多言語環境においては、ユーザは自らと同じ言語を持つ相手と、そうでない相手に対して、異なった態度と行動をとることが明らかになった。したがって、自らと同じグループに対する局所性を尊重しつつ、他グループに対するアウェアネスを向上させるような多言語コミュニケーションツールが必要となる。

(3) 多言語分散環境でのソフトウェア開発の課題
さらに、貧弱でノイズの多いメディアとしての機械翻訳を介したソフトウェア開発においては、詳細な共同設計がきわめて難しいことが明らかになった。したがって、異文化協調作業支援のために、共通意識を持って詳細な設計を共同で行えるような支援ツールが必要になる。このツールは、上に述べた、ユーザへのインタラクションや他言語圏の参加者へのアウェアネスを考慮したものでなければならない。

謝辞 本研究は、情報処理学会, Korean Intelligent Information Systems Society (KIIS), IEEE

Malaysia Section, Shanghai Computer Society (SCS) の協賛を得て行われた。TransBBS および TransWeb の作成については (株) 数理システムの山本晃成氏, 京都大学情報学研究科の岡本昌之氏, 中塚康介氏にご協力いただいた。また, 多くの議論を, 京都大学情報学研究科の三木武氏, 坂本知子氏, NTT コミュニケーション科学基礎研究所の赤埴淳一氏, 山下直美氏, 東京大学先端科学技術研究センターの安岡美佳氏に, 有益なコメントを査読者の皆様いただいた。

参 考 文 献

- 1) Herbsleb, J.D., Mockus, A., Finholt, T.A. and Grinter, R.E.: Distance, dependencies, and delay in a global collaboration, *Proc. CSCW 2000*, pp.319-328 (2000).
- 2) Jarvenpaa, S.L. and Leidner, D.E.: Communication and trust in global virtual teams, *J. of Computer Mediated Communication*, Vol.3, No.4 (1998).
- 3) Kim, K.-J. and Bonk, C.J.: Cross-cultural comparisons of online collaboration, *J. of Computer Mediated Communication*, Vol.8, No.1 (2003).
- 4) Nomura, S., Ishida, T., Yasuoka, M., Yamashita, N. and Funakoshi, K.: Open source software development with your mother language: Intercultural Collaboration Experiment 2002, *Universal Access in HCI: Proc. 10th HCI International 2003*, Vol.4, pp.1163-1167 (2003).
- 5) 野村早恵子, 石田 亨, 船越 要, 安岡美佳, 山下直美: アジアにおける異文化コラボレーション実験 2002: 機械翻訳を介したソフトウェア開発, *情報処理*, Vol.44, No.5, pp.503-511 (2003).
- 6) 小倉健太郎, 林 良彦, 野村早恵子, 石田 亨: 目的指向の異言語間コミュニケーションにおける機械翻訳の有効性の分析: 異文化コラボレーション ICE2002 実証実験から, 第 65 回情報処理学会全国大会論文集 (2003).
- 7) Othman, M. and Bikesh, L.: TransSMS: a multi-lingual SMS tool, *Universal Access in HCI: Proc. 10th HCI International 2003*, Vol.4, pp.1173-1177 (2003).
- 8) Siakas, K.V.: What has culture todo with SPI, *Proc. 28th EUROMICRO 2002* (2002).
- 9) Steinfield, C., Huysman, M., David, K., Jang, C.Y., Poot, J., in't Veld, M.H., Mulder, I., Goodman, E., Lloyd, J., Hinds, T., Andriessen, E., Jarvis, K., van der Werff, K. and Cabrera, A.: New methods for studying global virtual teams: towards a multi-faceted approach, *Proc. 34th HICSS 2001* (2001).
- 10) 高橋正道, 北山 聡, 金子郁容: ネットワーク・コミュニティにおける組織アウェアネスの計量と可視化, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.11, pp.3988-3999 (1999).
- 11) Yamauchi, Y., Yokozawa, M., Shinohara, T. and Ishida, T.: Collaboration with lean media: how open-source software succeeds, *Proc. CSCW 2000*, pp.329-338 (2000).

(平成 15 年 5 月 16 日受付)

(平成 15 年 11 月 4 日採録)



船越 要 (正会員)

1995 年図書館情報大学図書館情報学部卒業。1997 年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。同年 NTT 入社。現在, NTT コミュニケーション科学基礎研究所勤務。コミュニティにおける情報と知識の流通に興味を持つ。ACM, 電子情報通信学会各会員。



藤代 祥之

2003 年京都大学工学部情報学科卒業。同年同大学院情報学研究科社会情報学専攻入学。現在, 異文化間の協調作業に関する研究に従事。



野村早恵子

2000 年京都大学大学院情報科学研究科社会情報学専攻修士課程, 2003 年同大学院同研究科博士課程満期修了。現在, 科学技術振興機構 CREST デジタルシティプロジェクト研究員。Web コミュニティ解析, CMC 解析に興味を持つ。



石田 亨 (正会員)

1976 年京都大学工学部情報学科卒業, 1978 年同大学院修士課程修了, 同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。1993 年京都大学教授。工学博士。人工知能, コミュニケーション, 社会情報システムに興味を持つ。IEEE Fellow。