

会話中の名詞の関連情報を用いた対面型 異文化間コミュニケーション支援システムの構築と評価

岡本 健吾^{†1} 吉野 孝^{†1,†2}

近年、在日外国人が増加しており、外国人と対面でコミュニケーションを行う機会が増加している。しかし、異文化間コミュニケーションにおいては、それぞれの人間が持つ文化的な背景が異なるため、相互理解が困難である。そこで本研究では、文化的な背景がもたらす知識の違いを補うために、会話中の名詞の関連情報を用いた対面型異文化間コミュニケーション支援システム iGengo を開発した。対面環境における異文化間コミュニケーションにおいて、iGengo の評価実験を行い、次の知見を得た。(1) 会話中に発言された名詞に関する画像、母語の情報、説明の文章、関連名詞、関連画像をユーザに提示することは対話を効果的に支援する可能性がある。(2) 発言された名詞に関連している名詞を表示する機能は、話題に関する情報をユーザに与え、会話の話題を広げられる可能性がある。(3) 発言された名詞の画像を複数同時に表示する機能は、多方面、多角度から話題を理解することを支援できる。(4) タッチパネルディスプレイを用いたクリック操作インタフェースと音声入力は会話をしながら手軽に操作を行える。

Development and Evaluation of Face-to-face Intercultural Communication Support System Using Related Information of Nouns in Conversation

KENGO OKAMOTO^{†1} and TAKASHI YOSHINO^{†1,†2}

Foreign residents of Japan have increased in these days; the Japanese come to have opportunities for communicating with foreigners in face-to-face environment. However, it is difficult to mutual understanding in intercultural communication. Because the cultural background that each people has is different. In our study, we have developed a face-to-face intercultural communication support system iGengo which visualizes nouns in conversation. We performed an evaluation experiment using iGengo, and obtained the following findings in a face-to-face intercultural communication. (1) It can be useful for users to show the information, such as picture images, information of native language, sentences of the explanation, related nouns and related picture image of spoken

noun, during the conversation. (2) The function of display nouns which are related with the spoken nouns will give the information about the topic, and it may wide the topic of the conversation. (3) The function of display multiple images of spoken nouns at the same time can support users to understand a topic from many aspects and many angles. (4) A click operation interface and a voice input using a touch panel display can support users during conversation.

1. はじめに

近年、在日外国人が増加しており、2008 年末における外国人登録者数は約 222 万人と 10 年前に比べると 46.6% も増加している¹⁾。また、外国人登録者が日本の総人口に占める割合は 1.74% となっている。これらのことから、日本国内でも外国人と対面で異文化間コミュニケーションを行う機会が増加していると考えられる。

しかし、異文化間コミュニケーションにおいて相互理解は困難である。その理由としては、2 つのことがあげられる。1 つ目は、母語が異なることである。異なる母語を持つ人々の間でコミュニケーションを行う場合、共通言語として英語などの利用者が多い言語が選ばれることが多い。しかし、非母語でのコミュニケーションは、語彙不足により相互理解が困難であることといった問題がある。これらの言語に関する問題を解決するために、機械翻訳を用いた研究が行われている^{2),3)}。

2 つ目は、それぞれの人が持つ文化背景が大きく異なることである。文化背景が大きく異なると、コミュニケーションを取る際にまったく意図をしない受け止め方をされることがある⁴⁾。たとえば、「私はたい焼きが好きです」という表現を、たい焼きというお菓子が存在しない文化で生活してきた人との対話で使ったとする。その場合、その人は相手の人がお菓子のたい焼きではなく、鯛という魚を焼いたものが好きだと勘違いする可能性がある。片方の文化にしか存在しない事柄やそれぞれの文化でまったく異なる認識をされている事柄に関してコミュニケーションを行う場合、両方の文化の人に同じように理解してもらうことは困難である⁵⁾。本研究では、このような文化背景が異なることにより、異なる認識を持たれる事柄に関する知識のことを文化的な知識と呼ぶ。

^{†1} 和歌山大学

Wakayama University

^{†2} 独立行政法人情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

本研究では、ユーザが文化的な知識の違いを認識し、お互いが持つ文化背景に関する情報を提供することによって、文化的な差異を補えると考えた。そこで、文化背景の違いを補うために、会話中の名詞の関連情報を用いた対面型異文化間コミュニケーション支援システムを開発した。本論文では、開発したシステムについて述べ、評価実験の結果から対面での異文化間コミュニケーション支援について報告する。

2. 関連研究

これまで、異文化間コミュニケーションを支援するシステムの研究が行われている。Suoらは、異国間の大学セミナーにおける多言語支援システム Open Smart Classroom を開発した⁶⁾。このシステムは遠隔地にある2つの教室を映像でつなげており、教師は英語のプレゼンテーション資料と母語に翻訳されたプレゼンテーション資料を用いながら、英語で講義を行う。学生は講義を聞きながら、言語グリッド⁷⁾が提供している Langrid Blackboard を用いて、講義の内容の整理や質問のやりとりを行う。教員は、学生間のやりとりを手元のPCで確認でき、適宜対応しながら授業が行える。それにより、学生の講義内容に関する理解の促進を目指している。また、笹島らは、発話意図理解と回答誘導による異言語間会話支援ツールグローバルコミュニケーターを開発した⁸⁾。このシステムでは、ユーザの発言した内容を例文データベースから検索し、発言内容に最も近い例文をユーザが選択する。選択された例文は、相手の言語に翻訳され、回答誘導画面が表示される。回答誘導画面では、相手の言語に翻訳された例文と、例文に対して回答できる画面が表示される。回答誘導画面を利用することによって、相手は発話意図を理解し、回答できる。異なる言語で意思表示ができ、それに対する回答が相手から得られることが評価されている。しかし、これらの従来研究では、片方の文化にしか存在しない事柄など言語的に翻訳が困難なものを伝えることに関しては論じられていない。

また、本研究はユーザがクエリを明示的に入力することなく、システムが自動的にクエリを検索し、関連情報を提示するクエリ・フリー情報検索の研究と関連性が強い。クエリ・フリー情報検索の研究としては、Henzingerらのテレビで放映されているニュース映像のテロップをクエリとして、関連するニュース記事をWeb上から検索するという研究があげられる⁹⁾。本研究では、会話に着目し、ユーザが会話している内容からシステムが自動的に名詞をクエリとして取得し、関連情報を提示するクエリ・フリー情報検索を行っている。本研究と同様に会話に着目したクエリ・フリー情報検索の研究として、Siramatsuらによる長い議事録における話題の遷移を可視化する SaliencyGraph があげられる¹⁰⁾。このシステムで

は、各発話ごとに単語やトピックへの注目度を用いて、文ごとに変化する語の注目度を図として可視化している。話題の遷移に応じて、閲覧中の議事録以外の議事録や Wikipedia などの情報資源から似た話題のテキストを見ることができる。また、清水らは、ユーザが胸部に付けたディスプレイを介して発言を可視化するウェアラブルインタフェースしゃべりカスを開発した¹¹⁾。このシステムでは、品詞ごとの頻出単語を表示する機能や最近発言した名詞の画像を Web から取得して表示する機能などの様々な手法を用いて発言内容を提供している。これらの従来研究では、会話に着目し関連情報を提供することは、対話を支援することが示されている。しかし、これらの研究では、異なる文化背景を持つユーザが利用する場合に与える影響に関しては論じられていない。

そこで、本研究では、片方の文化にしか存在しない事柄など言語的に翻訳が困難なものを伝えることを支援するために、会話中の名詞の関連情報を提供するシステムの開発を行った。また、対面でのコミュニケーションを支援するために、会話をしながら操作可能なインタフェースを提案している。

3. 対面型異文化間コミュニケーション支援システム iGengo

3.1 iGengo の設計方針

本研究では、インフォーマルな場における日本人と外国人との日本語による円滑なコミュニケーションを可能とするために、対面型異文化間コミュニケーション支援システム iGengo を開発した。対面での異文化間コミュニケーションを支援するために、本システムは以下の2つの設計方針をもとに開発した。

- (1) 会話中の名詞の関連情報を提供することによる対話支援
 - (2) 会話をしながら操作が行いやすいインタフェースの設計理由
- (1) 本研究は、外国人留学生など簡単な日常会話を日本語でできる外国人留学生が利用することを想定している。しかし、簡単な日常会話ができるとされる外国人留学生でも、専門用語などの語彙や知識が不足しているため、授業内容の理解に困難をかかえている¹²⁾。そこで、本研究では、図1のように会話中の名詞に関する画像や母語の説明の文章などの関連情報をユーザに提供する。文化的な知識の共有ができるようにすることにより、異文化間における対話を支援する。
 - (2) 本システムは、対面環境において、会話をしながら利用されることを想定している。システムを利用することが、会話の妨げにはならない。そこで、会話を行いな

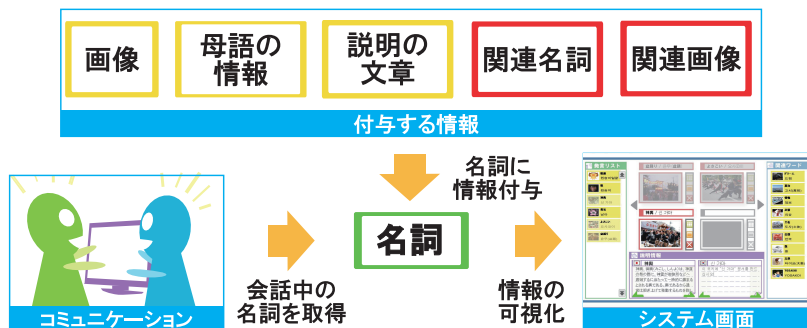


図1 iGengo のコンセプト
Fig.1 Concept of iGengo.

がら操作が行えるように、入力手段として音声認識を用いる。これは、会話中の発言から自動的に入力できるため、手軽に入力できると考えたからである。また、操作デバイスとして、タッチパネルディスプレイを利用することにより、会話をしながら直感的に操作が行えると考えられる。

3.2 iGengo の構成

図2 に iGengo のシステムの構成図を示す。iGengo は、クライアント端末、サーバ端末、情報取得資源の3つからなる。クライアント・サーバ間の通信には TCP/IP を使用しており、情報取得資源へはインターネットを経由して接続している。情報取得資源の機械翻訳サーバは、言語グリッド⁷⁾ を介して、J-Server を利用している。以下にシステムの流れを示す。

- (1) ユーザが発言した内容がマイクから音声認識用クライアントに入力される。
- (2) 音声認識用クライアントは入力された音声から名詞を抽出し、情報付与サーバに送信する。
- (3) 情報付与サーバは受信した名詞に関する情報をインターネットを介して、情報取得資源から取得する。
- (4) 情報付与サーバは情報取得資源から取得した情報を操作画面用クライアントに送信する。
- (5) 操作画面用クライアントは受信した情報を反映し、ユーザが発言した名詞に関する情報をユーザに提供する。

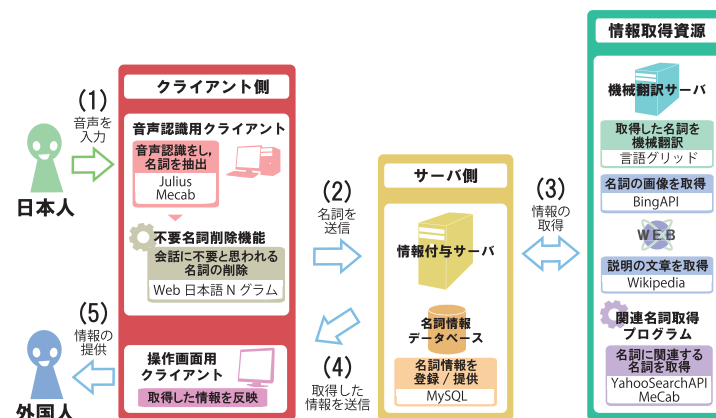


図2 iGengo のシステム構成
Fig.2 System configuration of iGengo.



図3 iGengo の画面例
Fig.3 Example screen of iGengo.

3.3 iGengo のインタフェース

図3 に iGengo の操作画面を示す。iGengo は、異文化間コミュニケーションをしやすいするために、画像や母語による説明の文章など複数の関連情報を提供している。また、対面で会話をしながら情報の確認を行いやすくするために、情報が表示される領域を固定し、画像や色を用いて視覚的に分かりやすくしている。

iGengo は、次のような手順で操作される。ユーザが発言した名詞は、図 3 [1] のワードリストに [2] のワードラベルとして順に表示される。そのワードラベルをクリックすると、情報を提供する [3] のワードパネルが表示される。ワードラベルとワードパネルには、名詞の画像とそれぞれの母語の名詞が表示されている。ワードパネルには、[3] のように選択状態のものと [4] のように非選択状態のものがある。選択状態のパネルは、[5] の説明情報や [6] の関連名詞リストに [7] の関連名詞が表示される。ユーザは、ワードパネルをクリックすることによって、選択状態を切り替えられる。また、説明情報は多言語のフリー百科事典 Wikipedia^{*1} から、それぞれのユーザの母語の説明の第 1 段落を取得している。外国語の Wikipedia に情報がない場合には、日本語の Wikipedia の情報を機械翻訳により翻訳したものを表示している。

3.4 iGengo の機能

3.4.1 不要名詞削除機能

会話に関係のない名詞の表示を減らすために、会話中の説明に用いられる確率の低い名詞を自動的に表示しないように削除する。本研究では、説明に用いられる確率の低い名詞のことを不要名詞と呼ぶ。不要名詞を判定するために、Google N-gram¹³⁾ 内での名詞の出現頻度を用いる。予備調査を行い、出現頻度の閾値を 10,000,000 に設定した。閾値より出現頻度が高い名詞は、会話中に改めて説明する必要のない名詞と判断する。この機能は、名詞を情報付与サーバに送信する前に用いられる。

3.4.2 関連名詞表示機能

会話の話題を広げられる手軽な手段を提供するために、表示されている名詞に関連する名詞の情報を表示する。本研究では、表示されている名詞に関連する名詞のことを関連名詞と呼ぶ。関連名詞は、次のような手法で取得している。

- (1) 情報付与サーバで、関連名詞を取得したい名詞の検索上位 10 件の Web サイトの URL を取得する。検索エンジンは Yahoo!^{*2} を利用している。
- (2) 取得した URL の Web サイトに出現する名詞の出現回数をカウントする。
- (3) 不要名詞削除機能を用いながら、出現回数が上位 10 件の名詞を関連名詞として操作画面に表示する。

*1 Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/>

*2 YahooSearchAPI, <http://developer.yahoo.co.jp/>



図 4 画像の複数候補表示の画面例

Fig. 4 Example screen of multiple image candidates display.

3.4.3 関連画像表示機能

ユーザが意図した画像を選択できるようにするために、複数枚の画像候補を表示する。図 4 に画像候補表示画面を示す。図 3 [8] の画像切り替えボタンを押すと、図 4 のように複数の画像候補が表示される。その候補の中から関連画像を 1 つ選択することによって画像を切り替えられる。また、アダルトフィルタの精度を検討した結果、画像検索エンジンとして BingAPI^{*3} を利用している。画像は、画像検索の上位 9 件を取得している。

3.4.4 取得した名詞情報のデータベース管理

情報の表示速度を向上させるために、情報付与サーバが取得した情報を取り扱う名詞情報データベースを作成する。これにより、既存の名詞情報はデータベースにアクセスするだけで取得が可能になる。また、すべての情報を名詞 ID で管理できるため、名詞 ID と組み合わせ、操作画面用クライアントへそれぞれの情報を別々に送信できる。操作画面用クライアントは、情報に付与されている名詞 ID を見ることによって、その情報がどの名詞のものであるか判別できる。

*3 BingAPI, <http://www.bing.com/developers/>

4. iGengo を用いた評価実験

4.1 実験の目的

本実験では、会話中の名詞の関連情報を提供することによってユーザ間に与える影響を検証する。本実験では以下の仮説を立てる。

仮説 1：会話中に iGengo が提供している情報は、対面環境における異文化間コミュニケーションを効果的に支援する。

仮説 2：iGengo のインターフェースは、会話をしながら操作するのに適している。

文化的な背景が異なることにより語彙や知識が不足する事柄に関して、iGengo が対話支援を行っているか検証する。そして、iGengo のユーザインターフェースが会話をしながら操作しやすいインターフェースであるかを検証する。また、情報の表示速度についても検証する。

4.2 比較システム

仮説を検証するために、3 種類のシステムを用いた以下の実験条件により、会話実験を実施した。

- (A) iGengo を用いたコミュニケーション
- (B) プロトタイプシステム を用いたコミュニケーション
- (C) Web ブラウザ を用いたコミュニケーション

本実験では、iGengo と Web ブラウザだけでなくプロトタイプシステムを含めた比較実験を行った。これは、Web ブラウザと iGengo との比較だけを行った場合、明らかな差が出てしまい、十分な評価が行えない可能性があるためである。iGengo、プロトタイプシステム、Web ブラウザを比較して、提供する情報によるユーザへの影響と、システムの操作方法の違いによるインターフェースの操作性を検証する。また、iGengo とプロトタイプシステムを比較して、iGengo が表示する情報の精度と情報を表示する速度の検証を行う。

プロトタイプシステムは、我々がこれまでに開発した会話中の名詞に関する情報をユーザに提供するシステムである¹⁴⁾。プロトタイプシステムでは、iGengo と同様に会話中に発言された名詞の情報を表示する。iGengo と比較したときの差異は 2 点ある。1 つ目は、システムが提供する情報の種類である。図 5 にプロトタイプシステムの操作画面を示す。iGengo は、発言された名詞、名詞の画像、説明の文章、関連名詞、関連画像の 5 種類の情報を提供している。それに対して、プロトタイプシステムは、発言された名詞、名詞の画像、説明の文章の 3 種類の情報を提供している。

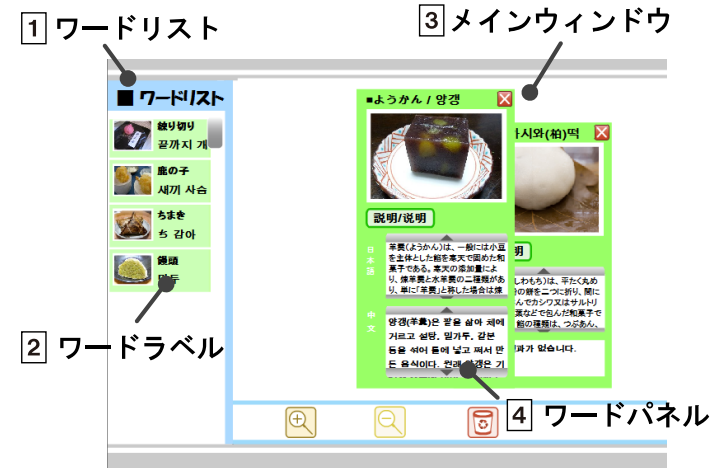


図 5 プロトタイプシステムの画面例

Fig. 5 Example screen of a prototype system.

2 つ目は、システムの操作方法である。iGengo は、ラベルなどの操作はクリック操作が主体となっている。それに対して、プロトタイプシステムは、ドラッグ&ドロップ操作が主体となっている。ユーザが発言した名詞は、図 5 ①のワードリストに②のワードラベルとして順に表示される。会話に用いたいワードラベルをドラッグ&ドロップで③のメインウィンドウに移すことによって、名詞の情報を見ることができる④のワードパネルが生成される。ユーザはその情報を用いながら、コミュニケーションを行う。また、プロトタイプシステムには、iGengo の不要名詞削除機能と取得した名詞情報をデータベースで管理する機能は実装されていない。

Web ブラウザは、Internet Explorer で Yahoo! JAPAN を開いた状態で実験を開始し、Web サイト上であれば自由に利用可能という条件で実験を行った。

4.3 実験の概要

図 6 に、実験の様子を示す。実験では、あらかじめ用意した話題に関して日本人被験者と外国人被験者が 6 分間会話を行った。会話は、図 6 の話題に関するキーワードが書かれた紙に書かれているものの中から、外国人被験者の方が知らないものや興味のあることに関して自由に話してもらった。会話の話題は、文化的な知識の差が発生するように、日本文化に関わりの深いものを用意した。用意した話題は、「伝統行事：正月」「食文化：和菓子」

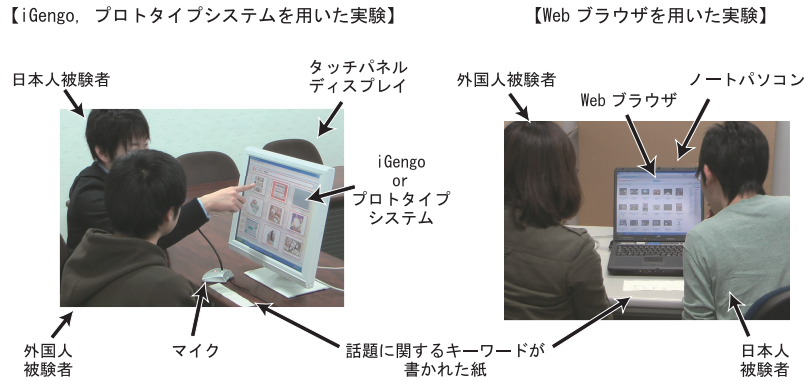


図 6 実験の様子
Fig. 6 A photograph of an experiment.

「イベント：日本のお祭り」の3つである。会話をしやすくするために、各システムの会話実験ごとに設定された話題に関する16個程度のキーワードを書いた紙を被験者に渡した。図7に、実験に用いた会話の話題のキーワードを示す。キーワードは、文化背景による認識の違いが大きいと思われる話題ほど多く用意した。これは、両被験者が用意したキーワードすべてが分からず、実験中に会話が止まることを避けるためである。また、会話時間を6分間とした理由は、話題の差を見るために1つの話題について4、5個程度のキーワードについて話すことができる時間と想定したためである。

被験者は全員和歌山大学の学生であり、日本人が17名、中国人が13名、韓国・朝鮮人が4名の計34名であった。外国人被験者は全員日本語で日常会話ができ、簡単な日本語を読むことができる。被験者はシステムごとの実験前にシステムの操作練習を行った。また、順序効果を考慮して、システムの順番と話題の順番の組合せが均等になるように行った。

4.4 実験の評価方法

本実験を評価するために以下の2つの評価を実施した。

(1) アンケートによるシステムの評価

被験者に対してシステムごとのアンケート、全体の総合アンケート、iGengoの機能に関するアンケートの3種類を実施した。システムごとのアンケートは、それぞれのシステムを用いた実験の終了後に実施した。総合アンケートとiGengoの機能に関するアンケートは、全体の実験の終了後に実施した。システムごとのアンケートと

(1) 伝統行事：正月					
おせち料理	年賀状	羽根突き	初詣	百人一首	お雑煮
しめ飾り	門松	お年玉	書き初め	かるた	双六
鏡餅	初夢	破魔矢			

(2) 食文化：和菓子					
柏餅	煎餅	練り切り	かるかん	ようかん	わらびもち
ちまき	きんつば	饅頭	桜餅	水ようかん	お萩
たい焼き	いしごろう	鹿の子	月見団子	かりんとう	

(3) イベント：日本のお祭り					
盆踊り	花火大会	雅楽	神主	ふとん太鼓	ぼんぼり
御輿	的屋	稚児	流鏝馬	ねぶた	よさこい
山車	ちょうちん	田楽	祭囃子	浴衣	山笠
だんじり					

図 7 会話の話題とキーワード
Fig. 7 Topics and keywords of conversation.

iGengoの機能に関するアンケートは、5段階評価のリッカートスケールと記述式を併用した。総合アンケートは、順位法と記述式を併用した。

(2) 表示された情報の評価

表示された情報の精度を検証するために、日本人被験者に実験中に生成されたワードラベルについて評価を行ってもらった。評価した内容は以下の2項目である。

- ・ 実験中に発言した内容と合っているか
- ・ 名詞と画像は正しく対応しているか

この評価は、プロトタイプシステムとiGengoの両方に対して行った。

5. 実験結果とその考察

仮説1「会話中にiGengoが提供している情報は、対面環境における異文化間コミュニケーションを効果的に支援する」について、実験結果から考察を行う。その後、仮説2「iGengoのインターフェースは、会話をしながら操作するのに適している」について考察を行う。最後に、情報の表示速度について考察を行う。

5.1 対面環境における異文化間の対話支援

仮説1「会話中にiGengoが提供している情報は、対面環境における異文化間コミュニケー

表 1 システムごとのアンケートの結果 (全体)
Table 1 Result of questionnaire of each system (Total).

質問項目	システム	平均	標準偏差	有意確率
(1) このシステムを利用している場合、相手がいおうとしていことが分かりやすかった。	iGengo	4.1	0.77	0.001*
	プロトタイプ	3.4	0.96	
	Web ブラウザ	3.6	1.02	
(2) このシステムを利用している場合、相手にいいことが伝えやすかった。	iGengo	4.3	0.62	0.001*
	プロトタイプ	3.5	1.02	
	Web ブラウザ	3.9	0.83	
(3) 会話中に提示された情報は、コミュニケーションを行ううえで役に立った。	iGengo	4.5	0.51	0.001*
	プロトタイプ	3.9	0.74	
	Web ブラウザ	4.0	0.70	
(4) このシステムの画面は、提供された情報が見やすかった。	iGengo	4.4	0.56	0.000*
	プロトタイプ	3.6	0.88	
	Web ブラウザ	3.5	1.11	
(5) このシステムの操作は手軽だった。	iGengo	4.2	0.74	0.000*
	プロトタイプ	3.3	0.97	
	Web ブラウザ	3.5	1.11	
(6) 情報が表示されるまでの時間はストレスに感じた。	iGengo	2.6	0.95	0.000*
	プロトタイプ	3.8	0.78	
	Web ブラウザ	2.5	1.19	

1 平均とは、「1: 強く同意しない」「2: 同意しない」「3: どちらでもない」「4: 同意する」「5: 強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の平均。

2 有意確率は、システム間の評価結果に関する有意差を、Friedman 検定により分析した。

*: 有意差あり $p < 0.05$

「シミュレーションを効果的に支援する」について、アンケートの結果から検証を行う。表 1 に、システムごとのアンケート結果およびシステム間の違いに関する有意確率を示す。表 2 に、表 1 の (1), (2) を国籍別に分析した結果を示す。表 3 には、総合アンケートの結果を示す。

表 1 の (1), (2) の対話のしやすさを問う項目では、iGengo は (1), (2) とともに平均が 4.0 以上と評価が高い。また、表 2 の (1), (2) から、iGengo はどちらの国籍の被験者からも高い評価を得ていることが分かる。特に、情報の伝えやすさはどちらの国籍の被験者からも高い評価が得られた。iGengo のアンケートの自由記述では、「画像が出てくるので具体的なイメージを伝えやすかった」や「画像が多く、関連する知識が得られる」といった意見が得られた。そして、iGengo, Web ブラウザ, プロトタイプシステムの順に高い評価がどちらの項目でも得られた。表 3 から、iGengo は 34 名中 32 名の被験者から総合的に対面でのコミュニケーションが行いやすいシステムであると選ばれた。これらのことから、ユーザにとっての情報伝達の観点では、iGengo は対面での対話を支援できていると考えられる。

表 2 システムごとのアンケートの結果 (国籍別)
Table 2 Result of questionnaire of each systems (Nationality).

質問項目	システム	国籍	平均	標準偏差	有意確率
(1) このシステムを利用している場合、相手がいおうとしていることが分かりやすかった。	iGengo	日本人	3.7	0.77	0.002*
		外国人	4.5	0.51	
	プロトタイプ	日本人	3.1	0.75	0.026*
		外国人	3.8	1.06	
	Web ブラウザ	日本人	3.0	0.94	0.000*
		外国人	4.2	0.68	
(2) このシステムを利用している場合、相手にいいことが伝えやすかった。	iGengo	日本人	4.2	0.56	0.697
		外国人	4.3	0.62	
	プロトタイプ	日本人	3.3	0.99	0.167
		外国人	3.8	1.05	
	Web ブラウザ	日本人	3.6	0.87	0.027*
		外国人	4.2	0.68	

1 平均とは、「1: 強く同意しない」「2: 同意しない」「3: どちらでもない」「4: 同意する」「5: 強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の平均。

2 有意確率は、ユーザの国籍による評価結果の有意差を、Mann-Whitney 検定により分析した。

*: 有意差あり $p < 0.05$

表 3 総合アンケートの結果

Table 3 Result of questionnaire about all the systems.

質問項目	システム	国籍	1 位	2 位	3 位	合計	有意確率
総合的に対面でのコミュニケーションが行いやすかった順に並べてください。	iGengo	日本人	16	1	0	36	1.000
		外国人	16	1	0		
	プロトタイプ	日本人	0	7	10	86	0.498
		外国人	0	9	8		
	Web ブラウザ	日本人	1	9	7	82	0.536
		外国人	1	7	9		

1 合計とは、システムごとに「順位 × 人数」を合計した結果である。

2 有意確率は、国籍による評価結果の有意差を、Mann-Whitney 検定により分析した。

*: 有意差あり $p < 0.05$

そこで、対話の支援が行えているかを検証するために、実験ログからシステムごとにシステム上に表示された名詞の数の変化を調査した。我々は、システムを用いて会話した名詞の数が多いほど、システムを用いて対話が支援できていると考えた。iGengo とプロトタイプシステムは、ワードパネルとして表示した名詞の数を計測している。Web ブラウザは、検索を行った名詞の数を計測した。実験ログから各システムごとにユーザがシステム上に表示した名詞の数を計測した結果を表 4 に示す。表 4 から、iGengo で用いられた名詞の数が

表 4 各システムにおける会話に用いられた名詞の数
Table 4 The number of talked keywords in each system.

	iGengo	プロトタイプ	Web ブラウザ	有意確率
平均	5.5	4.5	4.4	0.11
標準偏差	2.1	2.3	1.8	

有意確率は、システム間の会話に用いられた名詞の数の有意差を、Friedman 検定により分析した。

表 5 システムごとのアンケートの結果（話題別）
Table 5 Result of questionnaire of each system according to each topic.

質問	話題	iGengo		プロトタイプ		Web ブラウザ		有意確率
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
(1)	正月	4.1	0.67	3.3	0.95	3.8	0.87	0.118
	和菓子	4.3	0.78	3.2	0.92	3.4	1.00	0.015*
	日本のお祭り	3.9	0.88	3.6	1.01	3.7	1.25	0.802
(2)	正月	4.3	0.62	3.8	0.92	4.1	0.51	0.415
	和菓子	4.3	0.65	3.3	1.06	3.8	0.97	0.045*
	日本のお祭り	4.2	0.63	3.5	1.09	3.9	0.99	0.802

質問項目

- (1) このシステムを利用している場合、相手がいおうとしていることが分かりやすかった。
- (2) このシステムを利用している場合、相手にいいことが伝えやすかった。

1 平均とは、「1: 強く同意しない」「2: 同意しない」「3: どちらでもない」「4: 同意する」「5: 強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の平均。

2 有意確率は、システム間の評価結果に関する有意差を、Kruskal Wallis 検定により分析した。

*: 有意差あり p<0.05

最も多かったが、各システムで表示された名詞の数には有意差は見られなかったことが分かる。しかし、iGengo は、他のシステムに比べ対話の支援が行えている傾向が見られた。

また、表 5 に、システムごとのアンケートの表 1 (1), (2) を話題別に分析した結果を示す。表 5 (1), (2) より、iGengo はどの話題でも評価が高く、対話が行いやすかったことが分かる。今回、評価実験の会話の話題は、日本文化に関わりが深く、文化的な知識の差が発生していると考えられる。このことから、iGengo は文化的な知識の差がある話題については、どの話題においても同様に対話を支援できる可能性がある。

以上のことから、文化的な知識の差が発生するような話題について異文化間コミュニケーションを行うとき、iGengo は対話を支援する可能性があると考えられる。今後は話題による対話の変化を調査し、異文化間におけるシステムの有用性を検証する必要がある。

表 6 iGengo の機能に関するアンケート

Table 6 Result of questionnaire about the functions of iGengo.

質問項目	日本人平均	外国人平均	全体平均	標準偏差	有意確率
(1) 関連名詞は提供される情報として有用であった	3.8	4.0	3.9	0.74	0.252
(2) 関連名詞は話題を広げるのに有用であった	3.7	4.1	3.9	0.88	0.099
(3) 複数枚の画像が表示されることはコミュニケーションを行ううえで有用であった	4.8	4.4	4.6	0.48	0.005*

1 平均とは、「1: 強く同意しない」「2: 同意しない」「3: どちらでもない」「4: 同意する」「5: 強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の平均。

2 有意確率は、ユーザの国籍による評価結果の有意差を、Mann-Whitney 検定により分析した。

*: 有意差あり p<0.05

5.2 提供する情報の有用性

表 1 (3) から、システムが提供した情報は、iGengo が最も有用で、Web ブラウザとプロトタイプシステムは同程度であることが分かる。各システムが提供した情報を以下に示す。

- (1) iGengo: 画像, 母語の情報, 説明の文章, 関連名詞, 関連画像
- (2) プロトタイプシステム: 画像, 母語の情報, 説明の文章
- (3) Web ブラウザ: 画像, 説明の文章, 動画

iGengo がプロトタイプシステムより、有用な情報を提供していると評価された理由は、iGengo で実装した関連名詞、関連画像に起因すると考えられる。以下で、それぞれの情報に対して考察したのちに、システムが表示した情報の精度について述べる。

(1) 関連名詞

表 6 に、iGengo の機能に関するアンケート結果を示す。実験中の操作ログを調べたところ、関連名詞機能を用いて新しい名詞を可視化した被験者は全体の 5 割程度しかいなかった。しかし、表 6 (1) から、関連名詞の情報としての有用性は平均が 3.9 と比較的高い傾向が見られた。表 6 (2) から、関連名詞の話題を広げる有用性は平均が 3.9 と比較的高い傾向が見られた。この 2 項目の自由記述では「関連名詞が話題についてのイメージを最初に与えてくれた」や「会話の次につながるきっかけとして有用だった」という意見があった。

これらのことにより、関連名詞から新しい名詞を表示させるユーザは少なかったが、関連名詞が表示されていることにより、ユーザに対して話題に関するイメージを与えることができる可能性が分かった。ただし、アンケートの回答では、実験中に

表 7 不要名詞削除機能の精度

Table 7 Accuracy of an unnecessary noun deletion function.

	平均	標準偏差
名詞の削除率 (%)	33	12.5
画面への表示率 (%)	58	15.4

連名詞を見ていないと回答したユーザもいたため、表示方法、表示情報に関しては今後さらに検討する必要がある。

(2) 関連画像

表 6 (3) から、関連画像は高い評価を得られたことが分かる。操作ログを調べたところ、実験に参加した 17 組中 16 組が関連画像を見ていた。実験中に表示された 7 割近くのワードパネルで画像切替えボタンが押されていた。自由記述では、「複数枚見ることにより、多方面、多角度から 1 つのものを理解できる」といった意見を得られ、この機能が被験者から高く評価された。このことから、画像の複数候補の表示機能は、画像を切り替えられるだけでなく、情報の伝達を行ううえで有用であることが分かった。

(3) 表示される情報の精度

表示される情報の精度を上げるために、不要名詞の削除機能を iGengo では導入した。表 7 に、不要名詞の削除機能の精度を示す。今回設定した閾値では、音声認識した名詞の 33% が不要名詞として削除された。ただし、iGengo は同じ単語は再度新しくワードラベルとして生成しないので、実際にシステムで表示された情報は音声認識した名詞全体の 58% である。表 8 に、iGengo とプロトタイプシステムの可視化された情報の精度を示す。表 8 から、不要名詞の削除機能を導入することによって、iGengo はプロトタイプシステムと比較して、実験中に発話した名詞の表示率は 10 ポイント良くなっていることが分かる。また、iGengo の名詞と画像の対応率は 54% であった。

これらのことから、説明を行うときに用いられる確率の低い不要な名詞を事前に削除する機能は、会話に関係のない名詞を削除できると考えられる。しかし、表示された情報の精度が十分であるとはいえないため、今後もさらに精度を向上させる必要がある。

5.3 インタフェースの操作性

仮説 2 「iGengo のインタフェースは、会話をしながら操作するのに適している」につい

表 8 表示された情報の取得精度

Table 8 Accuracy precision of visualized information.

	iGengo		プロトタイプ		有意確率
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
実験中に発言した名詞の表示率 (%)	40	22	30	21	0.022*
名詞と画像の対応率 (%)	54	20	43	19	0.063
音声認識、画像の両方を合わせた整合率 (%)	35	22	25	21	0.033*

1 有意確率は、iGengo とプロトタイプシステムの有意差を、Wilcoxon の符号付き順位検定により分析した。

*: 有意差あり $p < 0.05$

て、会話中に提供された情報の見やすさと、会話中の操作しやすさという 2 つの観点から検証する。

(1) 提供された情報の見やすさ

表 1 (4) から、iGengo は提供された情報の見やすさという点において平均 4.4 と高い評価を得ていることが分かる。自由記述では、「iGengo は、情報が重なり合うことなくスムーズに選択できる」や「iGengo は、見やすく情報が整理されている」という意見を得られた。逆に、「Web ブラウザは、情報が整理されておらず、煩雑になる」という意見が何名かの日本人被験者から得られた。特に、Wikipedia などの Web サイトを用いてコミュニケーションをしようとした被験者は、伝えたい情報がどこにあるのか探すのに手間取っている様子が見られた。

これらのことから、情報が表示される領域を固定することにより、ユーザは会話をしながら情報を得ることができる。

(2) 操作のしやすさ

表 1 (5) から、iGengo は手軽さという点で平均 4.2 と評価が高く、Web ブラウザより 0.7 ポイント高い評価を得た。これは、iGengo の音声入力とタッチパネルディスプレイを用いたインタフェースが影響していると考えられる。自由記述でも、「声と指だけあれば知りたい情報がすぐに手に入る」や「対面でキーボードを操作することは気が引ける」といった意見を得られた。しかし、iGengo と同様に音声入力とタッチパネルディスプレイを用いたインタフェースを持つプロトタイプシステムは、iGengo と比較して 0.9 ポイント低い評価を得た。これは、システムの操作をドラッグ&ドロップ操作から、クリック操作に変更した点が影響していると考えられる。自由記述でも「操作が簡単で手順も少ないので使いやすい」といった意見が得られている。また、クリック操作に変更した iGengo は、プロトタイプシステムの予備実験で

表 9 関連情報が表示されるまでにかかる時間
Table 9 The display time of the additional information.

関連情報	iGengo		プロトタイプ	
	平均 (秒)	標準偏差 (秒)	平均 (秒)	標準偏差 (秒)
日本語の名詞	0.2	0.2	3.7	0.6
外国語に翻訳された名詞	1.5	0.3		
画像	1.5	0.3		
それぞれの言語の説明の文章	5.0	0.7		
関連名詞	63.4	11.0	-	-

平均は、発言の音声認識が完了してから表示されるまでにかかる時間の平均を示す。

操作を失敗していた被験者でも、操作が行いやすくなっていた。

これらのことから、対面でのコミュニケーションにおいて、音声入力とタッチパネルディスプレイを用いたクリック操作は、会話中に手軽に操作が行いやすいと考えられる。

以上の2点から、対面環境において、情報が表示される領域を固定し、音声入力とタッチパネルディスプレイを用いたクリック操作インタフェースは有用であると考えられる。

5.4 情報の表示速度

表 1 (6) から、iGengo はプロトタイプシステムと比較して、情報の表示速度に関する評価が 1.2 ポイント良いことが分かる。また、Web ブラウザと比較するとほとんど同程度の評価である。情報をデータベースで管理することにより、iGengo の情報が表示されるまでの時間は、Web ブラウザと同程度にストレスを与えないと考えられる。iGengo の表示速度がプロトタイプシステムより向上しているかを検証するために、評価実験で用いた話題のキーワードの中から 20 個の名詞を用いて、iGengo とプロトタイプシステムの情報の表示速度の計測を行った。すべての名詞が、iGengo のデータベースに登録されていない状態で計測を行った。

表 9 に、それぞれの関連情報が表示されるまでにかかる時間を示す。表 9 より、プロトタイプシステムはすべての関連情報が揃ってから表示しているため、情報が表示されるまでに平均 3.7 秒かかっていることが分かる。それに対して、iGengo は、取得した情報を順次表示しているため、ワードラベルを表示するために必要な情報を取得するまでに平均 1.5 秒かかる。また、説明を行うために使用するワードパネルに必要な情報が表示されるまでには、平均 5.0 秒かかっている。この時間は、ワードパネルの情報が表示されるまでには許容可能な時間であると思われる。しかし、関連名詞は表示されるまでに平均 63.4 秒かかって

表 10 データベースからの関連情報表示時間
Table 10 The display time from the database.

	平均 (秒)	標準偏差 (秒)
関連情報の表示時間	0.4	0.1

平均は、発言の音声認識が完了してから表示されるまでにかかる時間の平均を示す。

いる。これは、関連名詞の関連情報をすべて取得しているからである。順次表示を行っているが、まだ表示速度が十分であるとはいえない。

また、同様のキーワードを用いてデータベースに情報がある場合の iGengo の情報の表示速度の計測を行った。表 10 にデータベースに情報がある場合の情報の表示時間を示す。データベースに情報がある場合、平均 0.4 秒で情報を表示することができる。データベースに情報が登録されていくことによって、本来取得に平均 63.4 秒かかる関連名詞の情報も 0.5 秒以内に表示を行えるようになる。

これらのことから、iGengo は、プロトタイプシステムよりユーザに情報を表示する速度が向上している。しかし、データベースに情報がない場合、関連名詞の関連情報を取得するのに時間がかかっている。今後は、マルチスレッド処理を用いるなど、さらに表示速度を改善する仕組みを検討する必要がある。

6. おわりに

本研究は、文化的な知識の違いを補うことによって、対面での異文化間コミュニケーションにおける相互理解を支援することを目指し、会話中の名詞を可視化する対面型異文化間コミュニケーション支援システム iGengo の開発を行い、評価実験を行った。評価実験を行ったところ、対面環境における異文化間コミュニケーションの支援に関して、以下の知見が得られた。

- (1) 発言された名詞に関する画像、母語の情報、説明の文章、関連名詞、関連画像を会話中にユーザに提示することは、文化的な知識の差が発生するような会話においてユーザの対話を効果的に支援する可能性がある。
- (2) 発言された名詞に関連している名詞を表示する機能は、話題に関する情報をユーザに与え、会話の話題を広げられる可能性がある。
- (3) 発言された名詞の画像を複数同時に表示する機能は、多方面、多角度から話題を理解することを支援できる。

- (4) 説明を行うときに用いられる確率の低い不要な名詞を事前に削除する機能は、会話の内容に関係のない名詞の一部の削除が行える。

また、対面でのコミュニケーションに関して、以下の知見が得られた。

- (1) 情報の表示される領域を固定することにより、ユーザは会話をしながら情報を得られる。
(2) 音声入力とタッチパネルディスプレイを用いたクリック操作インタフェースは会話をしながら手軽に操作が行える。

今後は、関連名詞の表示方法などの再検討や新たな手法を提案することで、対面での異文化間コミュニケーションをより支援できるようになると考えられる。また、話題による対話の変化を調査し、本手法の有用性を検証する必要がある。

謝辞 本研究の一部は、科研費基盤研究(B)(19300036)および基盤研究(B)(22300044)の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- 1) 法務省入国管理局. <http://www.immi-moj.go.jp/toukei/index.html>
- 2) 野村早恵子, 船越 要, 山下直美, 安岡美佳, 石田 亨: 機械翻訳を介したオープンソースソフトウェア開発: Intercultural Collaboration Experiment 2002, 情報処理学会第 65 回全国大会, 2T6-3 (2003).
- 3) 稲葉利江子, 山下直美, 石田 亨, 葛岡英明: 機械翻訳を用いた 3 言語間コミュニケーションの相互理解の分析, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J92-D, No.6, pp.747-757 (2009).
- 4) ジェフ・バーグランド: 日本から文化力 異文化コミュニケーションのすすめ, p.45, 現代書館 (2003).
- 5) 西田ひろ子: 人間の行動原理に基づいた異文化間コミュニケーション, pp.33-34, 創元社 (2000).
- 6) Suo, Y., Miyata, N., Ishida, T. and Shi, Y.: Open Smart Classroom: Extensible and Scalable Smart Space Using Web Service Technology, *Advances in Web Based Learning - ICWL 2007*, pp.428-439 (2008).
- 7) Ishida, T.: Language grid: An infrastructure for intercultural collaboration, *IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06)*, pp.96-100 (2006).
- 8) 笹島宗彦, 井本和範, 下森大志, 山中紀子, 矢島真人, 福永幸弘, 正井康之: 発話意図理解と回答誘導による異言語間会話支援ツール「グローバルコミュニケーター」, *インタラクション 2005 予稿集*, pp.119-126 (2005).

- 9) Henzinger, M., Chang, B.W., Milch, B. and Brin, S.: Query-Free News Search, *Proc. 12th International World Wide Web Conference*, pp.1-10 (2003).
- 10) Shiramatsu, S., Ozono, T., Shintani, T., Komatani, K., Ogata, T., Takahashi, T. and Okuno, H.G.: Development of a Meeting Browser towards Supporting Public Involvement, *Proc. 2009 International Conference on Computational Science and Engineering (CSE-09)*, pp.717-722 (2009).
- 11) 清水大悟, 安村通晃: シャベリカス: 発話の視覚化を用いたウェアラブルインタフェース, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2009, No.28, pp.1-8 (2009).
- 12) 村上京子: 日本留学試験とアカデミック・ジャパニーズ 大学教育と日本留学試験(1)—学部留学生の大学生活における日本語運用上の困難, 平成 14~16 年度科学研究費補助金基盤研究費(A)(1) 研究成果報告書, 課題番号 14208022, pp.47-62 (2003).
- 13) 工藤 拓, 賀沢秀人: Web 日本語 N グラム第 1 版 (2007).
- 14) 岡本健吾, 吉野 孝: 可視化した会話中のキーワードを用いた対面型異文化間コミュニケーション支援システムの開発, FIT'2009 情報科学技術フォーラム, 第 3 分冊, pp.393-396 (2009).

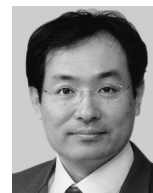
(平成 22 年 5 月 16 日受付)

(平成 22 年 11 月 5 日採録)



岡本 健吾 (学生会員)

昭和 63 年生。平成 22 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科卒業。平成 22 年同大学大学院システム工学部システム工学研究科入学。同大学院在学中。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 (正会員)

昭和 44 年生。平成 4 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。平成 6 年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。現在、和歌山大学システム工学部デザイン情報学科准教授。博士(情報科学)。コラボレーション支援の研究に従事。