

言語グリッドを用いた多言語農業支援*

林 冬恵^{†a)} 石田 亨^{†b)} 村上 陽平^{††c)} 大谷 雅之^{†d)}
中口 孝雄^{†e)}

Multi-Language Agricultural Support with the Language Grid*

Donghui LIN^{†a)}, Toru ISHIDA^{†b)}, Yohei MURAKAMI^{††c)}, Masayuki OTANI^{†d)},
and Takao NAKAGUCHI^{†e)}

あらまし 辞書や機械翻訳などの言語資源の収集と共有のため、我々は 2006 年 4 月よりインターネット上の多言語サービス基盤「言語グリッド」を開発してきた。これまでに、言語グリッドの研究開発は、サービスグリッド基盤ソフトウェアの提供と連邦制の制度設計を中心に行われた。一方、国際交流活動を支援するために、そうした言語サービスを組み合わせ、現場の要求を満たすようカスタマイズし、各々の利用現場に適応した多言語コミュニケーション環境を実現していく必要がある。本研究は、言語グリッドを用いて、現場が求める多言語コミュニケーション環境を実現することを目指す。また、日本人専門家によるベトナム農業支援を具体的な現場と想定し、2011 年から 2014 年までの間、我々はメコンデルタ地帯の農村地区の農家を対象に、ベトナム農務省、NPO、東京大学等の組織の協力で、Vinh Long 省において延べ 16 ヶ月の多言語支援の実証実験を実施した。更に、本論文では、多言語サービス基盤の今後の方向性について提案する。

キーワード 多言語コミュニケーション、サービス指向、多言語サービス基盤、言語グリッド、農業支援

1. ま え が き

言語グリッドは、辞書や機械翻訳などの言語資源を Web サービス（言語サービス）として登録し、共有可能にするインターネット上の多言語サービス基盤である [1]。多言語で活動を行う現場におけるコミュニケーションを支援するために、世界中の研究機関、大学、企業による言語サービスの提供と共有が必要である。本研究は、農業支援現場が求める多言語コミュニケーション環境を実現することを目指す。多言語農業支援においては、様々な組織が提供する農業専門知識に関

する言語サービスが必要となり、そうした言語サービスをいかに組み合わせ、現場に適応した多言語コミュニケーション環境を実現するかが重要であるため、言語グリッドの典型的な応用分野といえる。したがって、本研究では農業支援を対象領域とするが、他の分野にも適用するように、以下の課題に取り組む必要がある。

まず、現場が求める多言語コミュニケーション環境は、言語グリッドが用意する複数の言語サービスを合成し複合サービスとして実現するのだが、多言語サービス基盤の場合には多くのサービス提供者が存在するため、複合サービスの品質が特に問題となる。更に、サービス品質が現場の利用者や利用文脈に依存する。そこで、利用者や利用文脈に応じた品質評価を行いながら、現場が要求する品質を満たすサービス合成を実現する必要がある。

次に、多言語コミュニケーション環境が最新の技術を含む場合には、現場での理解や賛同を得て受け入れられるかという社会的受容性問題があるため、反復的なサービスデザインプロセスが必要である。そこで本研究では、サービスデザインプロセスにおいて多言語コミュニケーション環境を簡易に検証できるよう、言語グリッドで提供されている言語サービスを様々なプ

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻、京都市

Department of Social Informatics, Kyoto University, Kyoto-shi, 606-8501 Japan

^{††} 京都大学学際融合教育研究推進センターデザイン学ユニット、京都市

Unit of Design, Kyoto University, Kyoto-shi, 606-8501 Japan

a) E-mail: lindh@i.kyoto-u.ac.jp

b) E-mail: ishida@i.kyoto-u.ac.jp

c) E-mail: yohei@i.kyoto-u.ac.jp

d) E-mail: m-otani@i.kyoto-u.ac.jp

e) E-mail: nakaguchi@i.kyoto-u.ac.jp

* 本論文は、システム開発・ソフトウェア開発論文である。

DOI:10.14923/transcomj.2016SHI0008

プログラミング言語を用いて容易に利用できる多言語サービス設計ツールを開発する。また、複雑な問題を抱える現場における社会受容性を高めるため、サービスアウトリーチの観点でサービスの評価を事前に可能とする参加型シミュレーション環境を構築する。これによって、利用側が認識した課題を、サービス開始前に開発側に伝えることができる。

本研究は、日本人専門家による途上国農業支援を現場と想定する。具体的には、ベトナムのメコンデルタ地帯の農村地区の農家を対象に、日本人専門家によるタイムリーな肥料・農薬の散布などのアドバイスを行う際の多言語コミュニケーションを支援する。また、2011年から2014年の間に、ベトナム Vinh Long 省で実施した4回の実証実験を通して、多言語コミュニケーション環境の設計と評価を行う。

以下、本論文を次のように構成する。2.では、本研究の基盤となる言語グリッドを紹介する。3.では、多言語コミュニケーション環境を構築するためのツール開発やサービスデザイン手法を説明する。4.で、ベトナム農業支援における多言語コミュニケーション環境の事例について詳述する。5.では、多言語サービス基盤に関する今後の方向性を提案する。最後に、6.で本論文をまとめる。

2. 多言語サービス基盤「言語グリッド」の開発と運営

辞書や機械翻訳などの言語資源は、従来はCD/DVDなどの媒体にデータとして格納されていた。このため、利用者は言語資源のセットアップやメンテナンスを行う必要があり、提供者は知財保護の対策を行う必要があった。これらの問題を解決し、標準のWebサービスインタフェースを備えた言語サービスとして提供することが有効である。そこで、言語サービスの提供と共有のため、我々は2006年4月より「言語グリッド」を開発してきた[2]。近年、言語資源のクラウドサービスによる提供が急激に増加しているが、提供者によって言語資源のインタフェースと知財保護のポリシーが異なるため、標準インタフェースを提供する言語グリッド上に言語サービスを登録することで、言語資源のユーザビリティやアクセシビリティを向上させることが可能になる。

言語グリッドは、P2Pサービスグリッド、原子サービス、複合サービス、応用システムの4層から構成されている[1]。P2Pサービスグリッドは、言語サービス

の呼び出しやサービスの登録情報を管理し、サービスのアクセス制御を行い、サービスを連携させる。原子サービスは、機械翻訳や形態素解析、辞書、用例対訳など個々の言語資源に対応したWebサービスである。これらの資源は標準化されたサービスインタフェースに基づいてラッピングされることで利用者は言語資源の区別なく容易に切り換えて利用することができる。複合サービスは、ワークフローによって原子サービスを合成したものである。こうして公開された原子・複合サービスを共有することで、利用者は容易に異文化コラボレーションツールを開発でき、言語資源の利用を促進している。なお、言語グリッドの基盤ソフトウェアとしてのサービスグリッドはオープンソースソフトウェアとして公開されている[3]。

2007年12月に京都大学社会情報学専攻における言語グリッドの運営開始以降、2016年12月現在、22か国、176の組織が参加している。また、多言語サービス基盤の連邦制制度設計[4]に関する研究開発の推進により、アジアワイドな言語グリッドの連邦制運営が実現されている。2011年にタイのNECTECにおけるバンコク運営センターに続き、2012年にインドネシア大学のジャカルタ運営センターを、2014年に中国の新疆大学にウルムチ運営センターを開設し言語サービスの集積を進めている。特に、これらの地域の低資源言語資源の蓄積と言語サービスの自動生成技術が期待されている[5]。更に、各運営センターを相互に接続することで、言語サービスの相互利用を実現し、現在225言語サービスが全体で利用可能となった。これらの言語サービスを用いて、大学やNPOを中心とする言語グリッドの利用者が農業や教育、医療、防災など様々な分野において多言語アプリケーションの提供を行っている[2]。

3. 多言語コミュニケーション環境の設計

本研究は、現場の多言語コミュニケーションにおける問題解決を、言語グリッドの実証実験として実践することを目的とする。まず、言語グリッドで提供されているWebサービスを様々なプログラミング言語を用いて容易に利用できる多言語サービス設計ツールを開発する。次に、複雑な問題を抱える現場における社会受容性を高めるため、サービスアウトリーチの観点で参加型シミュレーション環境を構築する。

3.1 ツール開発

多言語コミュニケーション環境を実現するために、

言語サービスの連携が容易にできる環境「多言語工房」を構築した。具体的には、言語グリッドに登録されている言語サービスを呼び出すためのクライアントライブラリを開発した。多言語工房サービスクライアント（言語グリッドと接続する設計部品群）により、アプリケーションに容易に多言語機能を追加することが可能になる。多言語工房では、以下の言語サービスを簡単に利用できるライブラリを PHP や Java などのプログラミング言語で提供している。

- **言語翻訳**：機械翻訳，辞書連携翻訳，折り返し翻訳，マルチホップ翻訳，用例ベース機械翻訳，言い換え
- **辞書検索**：対訳辞書，概念辞書，絵文字辞書
- **音声処理**：音声合成，音声認識
- **言語解析**：形態素解析，係り受け解析，テキスト要約，キーフレーズ抽出，固有名認識
- **コーパス検索**：用例対訳，テンプレート用例対訳，発話隣接対検索
- **その他**：類似度計算，機械翻訳自動選択，言語識別，機械翻訳品質自動評価

2016 年 12 月現在，言語グリッドに登録されている 225 の言語サービスが多言語工房で利用可能である。多言語工房を利用し，実際に多様なドメインを対象に小規模な実験装置を構築し，多言語工房をサービス設計環境としての性能評価を行うとともに，コミュニケーションモデルの汎化への知見獲得にこれを役立てた [6], [7]。

一方，現場における多言語コミュニケーション環境の構築は複雑な問題であり，社会受容性を高めるための参加型シミュレーション環境を構築する必要がある [8]。サービスの予測，サービス価値の検証を容易にするために，サービス開発者がゲームシナリオを記述し，参加型シミュレーションを通じて社会受容性を検証するツール「MAGCruise」[9] が言語グリッドの利用者である早稲田大学と東邦大学を中心に構築された。MAGCruise はシナリオ記述言語 Q [10] を利用し，「シナリオ」と呼ばれる簡易なエージェント間のインタラクション記述によりマルチエージェントシステムによるゲーム実験を行うことが可能である。記述されたシナリオはクラウド環境で管理されている。また，多言語コミュニケーション環境の社会受容性を検証するために，多言語工房を用いた多様な言語サービス資源との接続機能を実現した。

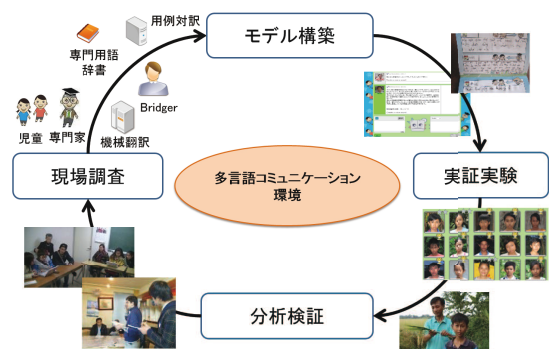


図 1 多言語コミュニケーション環境のデザインプロセス
Fig.1 The design process of multi-language communication environments.

3.2 デザインプロセス

国際交流支援活動現場における多言語コミュニケーションをデザインするには，ニーズの把握と利用者の参加，分析による改善が重要である。そのため，図 1 で示すように，ニーズ抽出のための「現場調査」と，多様なサービス合成による「モデル構築」，サービスの実装による「実証実験」，サービス評価のための「分析検証」という四つのフェーズで構成されるデザインサイクルが必要である。また，多言語コミュニケーション環境のデザインにおいて，前述の多言語工房と MAGCruise が用いられる。

- **現場調査**：現場調査の目的は，多言語コミュニケーション環境の初期的設計を行うためのニーズ抽出である。現場調査により，利用者の要求やコミュニケーションフロー，既存のサービス部品を明確にする。

- **モデル構築**：まず，多言語コミュニケーションを評価する指標を定義する。例えば，言語翻訳の精度やコストなどが挙げられる。次に，利用者の状況や利用文脈，品質要求を反映するため，多様なサービスの合成によるコミュニケーションプロセスを構築する。

- **実証実験**：モデル構築フェーズで構築された多言語コミュニケーションプロセスを実装する。現場における実証実験の前に，実世界の設定を反映する仮想世界の参加型実験を行う。ゲーミングやシミュレーションの手法により，実験のコストを抑えることが可能である。

- **分析検証**：多言語コミュニケーションの評価指標に基づいて，ログデータやインタビュー調査による評価を行う。また，問題点を改善することにより，現場のニーズを満たすための多言語コミュニケーション

を反復的にデザインする。

4. ベトナム農業支援の実践

4.1 YMC-Viet プロジェクト

本研究の現場として、途上国支援における多言語コミュニケーションの例を挙げる。途上国支援における技術情報の伝達は、専門家が現地へ赴き、対面で現地就業者に伝える、という方法が一般的であった。しかしながら現地就業者が非識字者であることが多く、この手法では専門家が帰国した後に、伝えた専門知識を現地で活用させることが困難であった。一方、情報通信技術を用いて国内外の専門家からオンラインで識字児童を介して非識字の保護者に届けるという新しい途上国支援のモデル「Youth Mediated Communication モデル (YMC モデル)」が、NPO パンゲアによって提唱された[11]。

本研究は YMC モデルを用い、多言語コミュニケーション環境の実証実験として、対象国はベトナム、対象分野は稲作、とした YMC-Viet プロジェクトが、メコンデルタ地帯の農村地区の農家を対象に、ベトナム農務省、NGO、東京大学、三重大学等の組織の協力で、Vinh Long 省の Tra On 地区と Binh Minh 地区において 4 回の実証実験（2011 年から 2014 年までの間、延べ 16 ヶ月）が実施された。このコミュニケーション環境では、日本人農業専門家がベトナム児童を経由して、ベトナムの農民に農業知識を伝える[12]。実証実験の際は、児童が気温や湿度などのデータを記録し、田圃で害虫や稲の病気に関する写真を携帯電話で撮影する。また、毎週一回に村の教育センターにおいて、児童がそれらの情報を日本の農業専門家に送信するとともに、多言語コミュニケーションシステム (YMC システム) [13] を用いて専門家と質疑応答に関するやりとりを行う。図 2 は 2012 年の第 2 回実証実験において、稲作のスケジュールに合わせる多言語コミュニケーションのシステムの利用イメージを示す。

YMC システムに利用される言語サービスは日英越（越はベトナム語を表す）機械翻訳や日英越の用例対訳や辞書などがある。YMC-Viet における多言語コミュニケーションの課題は、様々な言語サービスをいかに合成して利用者の翻訳品質等に関する要求を満たすことである。すなわち、日本人専門家とベトナム児童が利用する YMC システムの多言語コミュニケーションプロセスをいかに設計することが課題である。

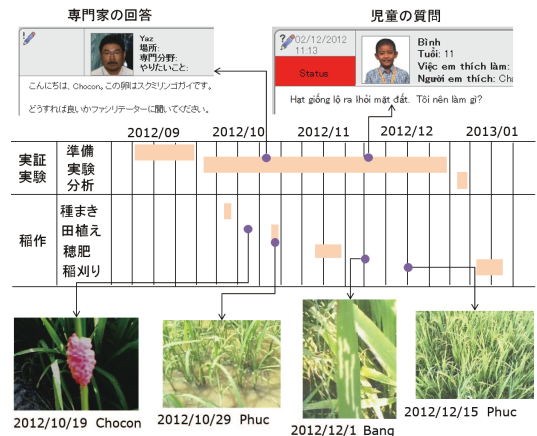


図 2 ベトナム農業支援における多言語コミュニケーションシステムの利用

Fig.2 Usage of multi-language communication system in the YMC-Viet project.

4.2 YMC-Viet における多言語コミュニケーションの実現

YMC-Viet における多言語コミュニケーション環境の構築は、3. で述べたデザインプロセスが用いられ、実証実験の実施により改善される。多言語コミュニケーションの評価指標としては、翻訳精度や翻訳プロセスの所要時間が利用される。

表 1 にデザインプロセスにおいて利用される言語サービスの一覧を示す。複合サービスである機械翻訳サービスは言語グリッドに登録されている辞書連携翻訳サービスが用いられる[14]。辞書連携翻訳サービスは形態素解析原子サービスと機械翻訳原子サービス、辞書原子サービスによって構成される。本研究の実証実験で利用される日英越機械翻訳は Google Translate や J-Server などがある。また、農業多言語辞書（日英越）YMC Rice Dictionary と Japan Agriculture Dictionary は NPO パンゲアと中央農業総合研究センター、ベトナム農務省の協力により提供され、実証実験終了時の合計エントリー数は 3,099 である。農業多言語用例対訳（日英越）YMC Rice Parallel Text も同じく NPO パンゲアと中央農業総合研究センター、ベトナム農務省の協力により提供され、実証実験終了時の合計エントリー数は 2,485 である。原文修正と訳文修正、人間翻訳などの人間サービスは東京大学や三重大学、ベトナム農務省のボランティアによって実施される。

第 1 回実証実験の際に、サービスデザインプロセス

表 1 YMC-Viet 実証実験における言語サービス
Table 1 List of language services used in the YMC-Viet experiments.

サービス	種類	詳細
s_1	複合サービス	機械翻訳 (日→越)
s_2	複合サービス	機械翻訳 (日→英)
s_3	複合サービス	機械翻訳 (英→越)
s_4	原子サービス	用例対訳 (日→越)
h_1	人間サービス	原文修正 (日→日)
h_2	人間サービス	訳文修正 (英→英)
h_3	人間サービス	訳文修正 (越→越)
h_4	人間サービス	人間翻訳 (日→英)
h_5	人間サービス	人間翻訳 (日→越)

を用いて幾つかの翻訳プロセスを考案した。最初は、低コストでのモデル構築を実現するために、単純に日本語とベトナム語の機械翻訳サービスを利用することを想定したが、評価指標である翻訳精度は 5 段階評価 [15] で 1.36 (3 人の評価者の平均値) という低評価であった。このプロセスでは、日本人専門家の回答する文章は、専門性があり、更に大人の文章のため、児童にとって分かりにくいという問題が大きかった。特に日本人専門家は一般の人に比べて論理的な文語調の文体を書く場合が多いため、同じ言語圏であっても児童が専門家の文章を直接理解することは困難である。上記の問題点を解決するために、日本人専門家の投稿する農業知識の文章を児童にとって分かりやすい表現に修正する Bridger を導入した。その後、五つの翻訳プロセスの改善を経由して、評価指標に基づく社会的受容性が向上し、Bridger による日英翻訳と、英越機械翻訳、Bridger による越語訳文修正の順序実行というプロセスになった [12], [16]。また、日本人専門家の文章が用例対訳サービスに含まれる場合は、用例対訳が優先的に利用される。

第 1 回実証実験の結果に対する分析検証に基づき、第 2 回以降の実証実験では、更に翻訳プロセスを改善した。第 1 回実証実験の際に Bridger の負担が大きかったため、第 2 回実験に向けて、各言語のモノリンガル Bridger を導入した。モノリンガル人間サービスは原文修正と訳文修正を行うサービスであり、機械的なサービス (機械翻訳サービスや辞書サービス、用例対訳サービスなど) と組み合わせて利用されている。また、辞書と用例対訳等の拡張による言語サービスの改善も行った。図 3 に第 2 回以降の実証実験における翻訳プロセスを示す。表 2 は翻訳プロセスの改善に関する評価を示す [12], [16]。各翻訳プロセス実行の所要時間は日本語 700 文字を基準に換算されたものであ

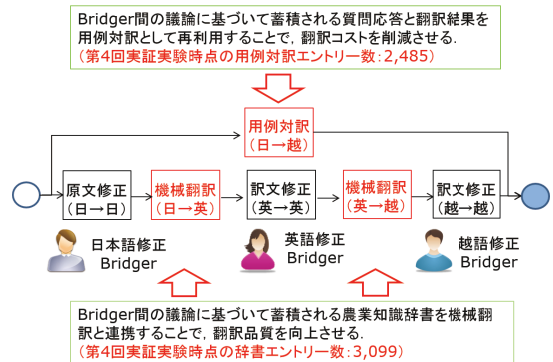


図 3 多言語コミュニケーションの改善
Fig. 3 Refinement of the multi-language communication.

る。なお、第 1 回実証実験の改善プロセス 1 以降に用例対訳サービスが全てのプロセスに含まれるため、表 2 の「翻訳プロセスの設計」欄では用例対訳サービスが省略されている。

表 2 の結果は、多言語コミュニケーションの設計が、利用者の要求を満たすために、人間サービスと機械サービスの合成による翻訳品質と実行時間のトレードオフ [17] に関する最適解を求める過程であることを示している。また、翻訳プロセスが収束した第 2 回実証実験以降に、辞書サービスと用例対訳サービスの拡張による翻訳プロセスの改善が効果的であることも示されている。

4.3 考察

本研究は日本人専門家による児童を介したベトナム農業支援を具体的なサービスと想定し、言語の翻訳以外に、知識の伝達、組織の協調という側面の問題解決も目指す必要がある。すなわち、言語コミュニケーションと知識コミュニケーション、組織コミュニケーションという階層型の価値共創モデル [16], [18] を考案する必要がある。

言語コミュニケーションは、テキスト送信側と受信側による翻訳精度の改善という価値共創である。つまり、各言語の翻訳前処理や後処理を行うモノリンガル Bridger 間の協力による価値共創である。ユーザ中心のサービス設計の視点では、言語コミュニケーションは QoS (サービスコンピューティングの観点でのサービス品質 [19]) に基づく言語翻訳のサービス合成と改善によって、送受信側の協力による翻訳品質向上とコストダウンを実現する。本研究では、言語コミュニケーションが前述のデザインプロセスにより効果的に

表 2 ベトナム農業支援の実験における多言語コミュニケーションのデザイン
Table 2 Design of multi-language communication in the YMC-Viet experiments.

実証実験フェーズ	翻訳プロセスの設計	評価（実行時間は日本語 700 文字を基準に換算）	
		実行時間 (min)	翻訳品質 (5 段階)
第 1 回実証実験の初期プロセス	s_1	0.01	1.36/5.00
第 1 回実証実験の改善プロセス 1	$h_1 \rightarrow s_1$	10	2.14/5.00
第 1 回実証実験の改善プロセス 2	$h_1 \rightarrow s_1 \rightarrow h_3$	20	2.67/5.00
第 1 回実証実験の最終プロセス	$h_4 \rightarrow s_3 \rightarrow h_3$	102	4.40/5.00
第 2 回実証実験のプロセス	$h_1 \rightarrow s_2 \rightarrow h_2 \rightarrow s_3 \rightarrow h_3$	77	4.28/5.00
第 3 回実証実験のプロセス	$h_1 \rightarrow s_2 \rightarrow h_2 \rightarrow s_3 \rightarrow h_3$	55	4.33/5.00
人間翻訳プロセス（比較用）	h_5	150	5.00/5.00

実現されている。

知識コミュニケーションは、知識送信側と受信側による知識伝達の改善の価値共創である。ベトナム農業支援では、日本人専門家とベトナム農民（児童）間の協力による価値共創を意味する。サービスアウトリーチの視点では、知識コミュニケーションは知識伝達のためのプロトコルの構築と改善によって、提供者と被提供者の協力による知識効用の拡大を実現する。ベトナム農業支援の多言語コミュニケーションにおいては、知識コミュニケーションが価値共創モデルの中心である。我々は知識コミュニケーションデザインプロセスを提案し、実証実験による知識コミュニケーションの分析と改善を通して検証した [20]。知識コミュニケーションの評価指標としては、質問に対する認識差や回答に対する理解度等が利用される。知識コミュニケーションの設計と評価には、インタビュー調査が最も重要な手段である。本研究では、日本人農業専門家とベトナム人農家（児童）との間でやりとりされた全ての質問回答について、双方を対象としたインタビュー調査を実施した。一回分の実証実験に対して、インタビュー調査資料 380 枚程度（A4 サイズ）、合計 8 時間分という長大なインタビュー調査となった。

組織コミュニケーションは、知識をもつ組織と知識を受ける組織による知識利用の効果を最大化するための価値共創である。つまり、各ステークホルダの協力によるものである。制度設計の視点では、組織コミュニケーションはサービスの生み出される価値を分析し、ステークホルダ間での経済的及び社会的報酬分配によって、関係組織の誘因整合による持続性の確保を実現する。本研究では、ボランティア参加者に対するアンケート調査結果を元に、どのようなインセンティブ施策が有効かを分析し、実際にベトナム農業支援の多言語コミュニケーションにおけるボランティアへの動機づけに関する評価を行った。しかし、国際社会情

勢の複雑さや国際的組織間調整の困難さなどで、特に組織コミュニケーションの部分に関して、理論から実践へ移行するにはまだ至っていない部分がある。今後は引き続き国際 NGO/NPO と共同研究を行い、得られた研究成果を現場に貢献するように体制を整える必要がある。

一方、YMC-Viet プロジェクトの終了後に、実証実験が行われたベトナム Vinh Long 省の Department of Agriculture and Rural Development (DARD) から米収量や農業使用量に関するポジティブな事後評価が報告された。

5. 今後の展望

言語グリッドは、サービス指向の多言語基盤であるため、言語サービスが多く蓄積されるほど付加価値が高まる。また、農業支援などの多言語現場では、利用者の要求を満たすために、他のサービスとの連携が必要になる場合が多い。今後、世界中の言語サービス基盤間の連携や Internet of Things (IoT) 基盤との連携が重要な課題になる。

- 言語サービス基盤の世界展開：多言語現場における言語サービスの実運用に向けて、世界中の言語サービス研究プロジェクトと協力し、汎用的な言語サービス標準化体系を形成し、世界規模の言語サービス基盤を実現することが重要である。実際に、「言語資源から言語サービスへ」という言語グリッドの方向性は、これまでに世界中の言語資源研究者の間で共有された。米国では NSF の言語資源プロジェクト Language Application Grid [21] が言語グリッドの基盤ソフトウェアを利用している。また、個人でも容易に参加できるオープン言語グリッドの枠組みを提案している [22]。これらの研究活動は、言語サービスの蓄積に貢献し、多言語現場において品質が高いサービスを提供できる。

● **Internet of Things 環境への適用**: Internet of Things (IoT) 環境における言語サービス基盤の重要性和問題点を認識したのは、YMC-Viet プロジェクトを実施したときであった。我々は高品質の日越翻訳に関する言語サービス連携を実現したが、現地の児童が提供した田圃や稲に関するセンサーデータと連携する仕組みがなかったため、状況に応じる支援が困難であることを痛感した。そこで、今後インターネット上の Web サービスを自由に結合できる言語サービス基盤と各種のセンサーやデジタルファブリケーションを駆使した IoT 基盤を続ぎ目無く接続し、利用者の様々な状況に対応するサービス連携技術を創出し実用することが必要である。具体的には、利用者の要求やセンサーのデータに基づく状況モデリング手法を確立し、状況依存型サービス連携技術を実現する。また、これらの技術を言語サービス基盤と IoT 基盤の統合によって一般化する。更に、農業支援などの多言語現場に適用し、その効果を明らかにする必要がある。これらの研究開発は、サービスコンピューティングや IoT、人工知能の研究分野だけではなく、現場の多言語サービスの大規模な実用化にも貢献できる。

6. む す び

本研究は、言語グリッドを用いて農業支援現場が求める多言語コミュニケーション環境の実現を目指した。まず、多言語コミュニケーション環境を設計するために、サービスデザインの基盤ツールとして、言語サービスの連携を容易にできる環境「多言語工房」と、サービスの評価を事前に可能とする参加型シミュレーション環境「MAGCruise」を開発した。次に、ベトナム Vinh Long 省において多言語農業支援の実証実験を実施し、多言語コミュニケーションの設計プロセスとその効果を示した。

本研究はベトナム農業支援を研究現場としたが、得られた多言語コミュニケーション環境の設計方法は、国際交流現場における一般的な多言語コミュニケーション問題の解決にも有効である。また、本研究で開発したツールは、一般的な多言語コミュニケーション設計環境として、今後も様々な現場で展開を行うことが可能である。

謝辞 ベトナム農業支援 YMC-Viet プロジェクトの多言語コミュニケーション研究開発と現場調査を協力頂く早稲田大学菱山玲子教授、東邦大学中島悠講師、京都大学松原繁夫准教授、特定非営利活動法人パ

ンゲア森由美子理事長と高崎俊之副理事長に感謝する。本研究は、日本學術振興会科学研究費基盤研究(S) (24220002, 平成 24 年度～28 年度) 及び科学技術振興機構「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」の補助を受けた。

文 献

- [1] 石田 亨, 村上陽平, 稲葉利江子, 林 冬恵, 田中正弘, “言語グリッド: サービス指向の多言語基盤,” 信学論 (D), vol.J95-D, no.1, pp.2-10, Jan. 2012.
- [2] T. Ishida, ed., The language grid: Service-oriented collective intelligence for language resource interoperability, Springer, 2011.
- [3] Y. Murakami, D. Lin, M. Tanaka, T. Nakaguchi, and T. Ishida, “Service grid architecture,” in The Language Grid, pp.19-34, Springer, 2011.
- [4] 村上陽平, 林 冬恵, 石田 亨, 田中正弘, “多言語サービス基盤のための連邦アーキテクチャ,” 信学論 (D), vol.J97-D, no.6, pp.1094-1101, June 2014.
- [5] M. Wushouer, D. Lin, T. Ishida, and K. Hirayama, “A constraint approach to pivot-based bilingual dictionary induction,” ACM Trans. Asian and Low-Resource Language Information Processing, vol.15, no.1, p.4, 2016.
- [6] T. Nose and R. Hishiyama, “Analysis of self-tagging during conversational chat in multilingual gaming simulation,” Second International Conference on Future Generation Communication Technologies (FGCT 2013), pp.81-86, 2013.
- [7] 照井賢治, 菱山玲子, “多言語コミュニケーション環境における異文化分析,” ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.16, no.1, pp.63-76, 2014.
- [8] T. Ishida, D. Lin, M. Otani, S. Matsubara, Y. Murakami, R. Hishiyama, Y. Nakajima, T. Takasaki, and Y. Mori, “Field-oriented service design: A multiagent approach,” in Serviceology for Designing the Future, pp.451-463, Springer, 2016.
- [9] 中島 悠, 菱山玲子, 中口孝雄, “Magcruise: マルチエージェントモデルに基づくゲーミング環境,” 信学論 (D), vol.J98-D, no.6, pp.853-861, June 2015.
- [10] T. Ishida, “Q: A scenario description language for interactive agents,” Computer, vol.35, no.11, pp.42-47, 2002.
- [11] Y. Mori, T. Takasaki, Y. Okano, T.T.T.N. Hoa, T. Kameoka, T. Togami, K. Yamamoto, A. Takezaki, R. Ikeda, T. Ishida, D. Lin, and S. Ninomiya, “Youth mediated communication (YMC)-agricultural technology transfer to illiterate farmers through their children,” World Conference on Computers in Agriculture, 2012.
- [12] D. Lin and T. Ishida, “Participatory service design based on user-centered qos,” 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT), vol.1, pp.465-472, 2013.

- [13] T. Takasaki, Y. Murakami, Y. Mori, and T. Ishida, "Intercultural communication environment for youth and experts in agriculture support," 2015 International Conference on Culture and Computing (Culture Computing), pp.131–136, 2015.
- [14] T. Ishida, Y. Nakajima, Y. Murakami, and H. Nakanishi, "Augmented experiment: Participatory design with multiagent simulation," Proc. 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp.1341–1346, 2007.
- [15] D. Lin, Y. Murakami, T. Ishida, Y. Murakami, and M. Tanaka, "Composing human and machine translation services: Language grid for improving localization processes," Proc. Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation, pp.500–506, 2010.
- [16] D. Lin, T. Ishida, and M. Otani, "A value co-creation model for multi-language knowledge communication," in Serviceology for Designing the Future, pp.435–447, Springer, 2016.
- [17] D. Lin, T. Ishida, Y. Murakami, and M. Tanaka, "Qos analysis for service composition by human and web services," IEICE Trans. Inf. & Syst., vol.E97-D, no.4, pp.762–769, April 2014.
- [18] S.L. Vargo, P.P. Maglio, and M.A. Akaka, "On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective," European Management Journal, vol.26, no.3, pp.145–152, 2008.
- [19] L. Zeng, B. Benattallah, A.H.H. Ngu, M. Dumas, J. Kalagnanam, and H. Chang, "QoS-aware middleware for web services composition," IEEE Trans. Softw. Eng., vol.30, no.5, pp.311–327, 2004.
- [20] M. Otani, K. Kita, D. Lin, and T. Ishida, "Analysis of multi-language knowledge communication service in intercultural agricultural support," in Serviceology for Designing the Future, pp.417–434, Springer, 2016.
- [21] N. Ide, J. Pustejovsky, C. Cieri, E. Nyberg, D. DiPersio, C. Shi, K. Suderman, M. Verhagen, D. Wang, and J. Wright, "The language application grid," International Workshop on Worldwide Language Service Infrastructure, pp.51–70, 2015.
- [22] T. Ishida, Y. Murakami, D. Lin, T. Nakaguchi, and M. Otani, "Open language grid-towards a global language service infrastructure," The Third ASE International Conference on Social Informatics, 2014.

(平成 28 年 12 月 15 日受付, 29 年 4 月 1 日再受付,
6 月 7 日早期公開)



林 冬恵 (正員)

2005 年上海交通大学計算機科学専攻修士課程修了。2008 年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻博士課程修了。博士(情報学)。情報通信研究機構専攻研究員、京都大学大学院情報学研究科特定助教を経て、現在、京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻助教。サービスコンピューティング、異文化コラボレーション、人工知能の研究に従事。



石田 亨 (正員：フェロー)

1978 年京都大学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 年より京都大学教授。現在、情報学研究科社会情報学専攻。この間、ミュンヘン工科大学、パリ第六大学、メリーランド大学、上海交通大学、清華大学客員教授などを経験。工学博士。情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE フェロー。人工知能、特にマルチエージェントシステムを研究。デジタルシティ、言語グリッドなど情報技術と社会をつなぐ研究プロジェクトを推進している。



村上 陽平 (正員)

2006 年京都大学大学院社会情報学専攻博士課程了。博士(情報学)。情報通信研究機構主任研究員を経て、現在、京都大学学際融合教育研究推進センターデザイン学ユニット特定准教授。電子情報通信学会サービスコンピューティング研究専門委員会を立ち上げるなどサービスコンピューティングの研究に従事。言語グリッドの世界展開を推進。



大谷 雅之 (正員)

2009 年電気通信大学電気通信学部卒業。2013 年同大学大学院電気通信学研究科博士課程修了。博士(工学)。2013 年 4 月より京都大学大学院情報学研究科特定研究員。ソフトウェアエージェント、異文化コラボレーションの研究に従事。



中口 孝雄 (正員)

1996 年京都コンピュータ学院鴨川校卒業。ATR、アントラッド、NTT アドバンステクノロジーを経て、現在、京都大学大学院情報学研究科特定研究員。2006 年京都情報大学院大学応用情報技術研究科修了。情報技術修士(専門職)。サービスコンピューティングの研究に従事。