

言語グリッド：サービス指向の多言語基盤

石田 亨^{†a)} 村上 陽平^{††} 稲葉利江子[†] 林 冬恵^{††}
 田仲 正弘^{††}

The Language Grid: Service-Oriented Multi-Language Infrastructure

Toru ISHIDA^{†a)}, Yohei MURAKAMI^{††}, Rieko INABA[†], Donghui LIN^{††},
 and Masahiro TANAKA^{††}

あらまし 言語グリッドは、「言語資源から言語サービスへ」という大きな転換を目標として、2006年から5年をかけて開発されたサービス指向の多言語基盤である。辞書などのデータや機械翻訳などのソフトウェアが言語資源としてCDやダウンロードサービスで配布されている現状から、インターネットに接続すれば利用できる言語サービスへと転換する試みである。この論文では、我々が開発した、言語サービスの収集と共有を可能とする「基盤ソフトウェア」と、基盤ソフトウェアに登録された言語サービスを容易に利用可能とする「異文化コラボレーション環境」を報告する。また、複数の組織が多言語基盤を協調して運営する「連邦制運営」を提案し、京都、バンコクでの運営が連携する様子を示す。また、言語グリッドはユーザ参加型デザインの実例でもある。研究チームによる言語グリッドの開発と、利用者であるNPO/NGOの異文化コラボレーション活動とは、相互に影響を与え合ってきたが、本論文ではその典型的な事例を示す。

キーワード サービス指向, 多言語基盤, サービスグリッド, 言語グリッド, 異文化コラボレーション

1. ま え が き

インターネットは世界の人々をつないだといわれるが、言語の壁は依然として存在している。インターネット上には多数の言語資源（データ及びソフトウェア）が存在しているが、専門家でなければ異文化コラボレーション活動の現場で利用することは難しい。複雑な契約や知的財産、データ構造やインタフェースの多様性が、言語資源の利用を困難にしている。

本研究は、言語資源をサービス化して共有する多言語基盤を実現することを目的とする。開発されたシステムは「言語グリッド (The Language Grid)」[14]と呼ばれる。利用者は、言語グリッドにアクセスする

ことによって、大学や研究機関、企業が提供する言語サービスを利用し、更にそれらのサービスを自由に組み合わせる用いることができる。また、利用者がその目的に合わせて、新たな言語サービスを作成し登録することも可能である。本論文では特に下記の二つの課題について述べる。

・サービス指向の多言語基盤の構築：言語サービスを蓄積し、共有するためには、標準のインタフェースをもつ原子サービスに基づいてサービスを連携する基盤ソフトウェアが必要である。更に、利用者がそれらの言語サービスを用いて異文化活動のためのアプリケーションシステムを簡単に開発できなければならない。

・ユーザ参加型デザインの実践：提供される言語サービスが多ければ多いほど、利用者はそのサービスによる利益を享受できる。つまり、サービス指向の集合知を形成するには、利用者コミュニティを積極的に参加させることが必要である^(注1)。

言語グリッドは、2005年から京都大学などの研究

[†] 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, Graduate School of Informatics, Kyoto University, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto-shi, 606-8501 Japan

^{††} (独) 情報通信研究機構ユニバーサルコミュニケーション研究所, 京都府

Universal Communication Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology, 3-5 Hikari-dai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto-fu, 619-0289 Japan

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

(注1)：集合知の成長は利用者の自発的な努力によるものとされている[28]。

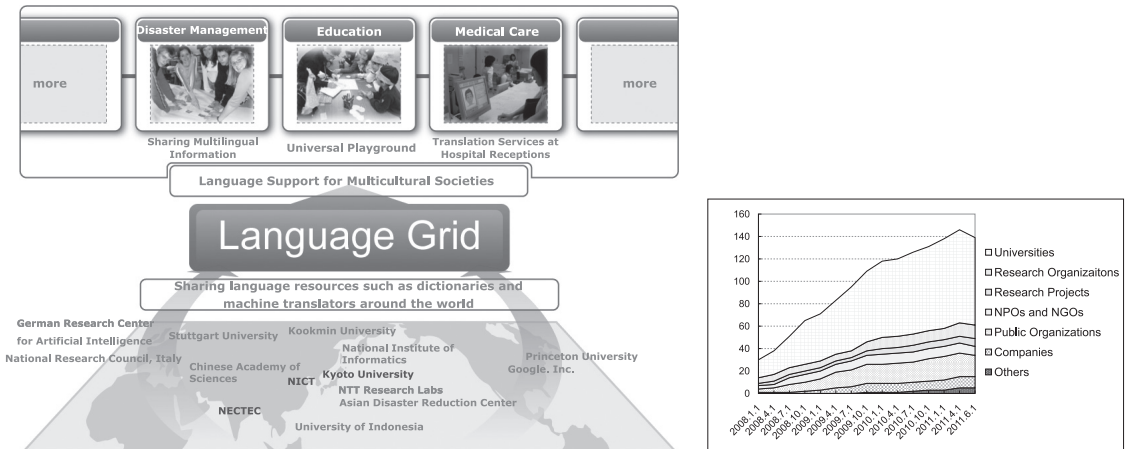


図 1 言語グリッドとその参加組織数の経緯
Fig. 1 The Language Grid and number of participants.

者を中心に検討が進められた。初期の構想は 2006 年 1 月に発表されている [12]。2006 年 4 月に（独）情報通信研究機構 (NICT) でシステムの開発が始まった。このプロジェクトの特徴は、産官学民の協力にある。すなわち、プロジェクトの当初から、NICT、大学、企業の研究者と、NPO/NGO の活動家の協働による参加型の研究開発が行われた。

言語グリッドの研究は言語サービスを対象としたものであるが、サービスコンピューティングの一般的な課題を数多く含んでいる。例えば、オープンな環境においてサービスの蓄積と共有をいかに行うか、利用者やそのコミュニティによる新たなサービスの作成をいかに支援するか等が問題となった。また、言語グリッドによって生まれた多言語環境でのコラボレーションは、HCI 分野での様々な研究を喚起した。

2. 言語資源から言語サービスへ

2.1 設計思想

言語グリッドは、集合知のアプローチを取っている。すなわち、専門家や様々な利用現場のユーザが開発した言語資源を共有し利用できる環境として設計されている (図 1)。言語グリッドの特徴は、言語資源をサービスの形で共有することである。そこには、サービスグリッド運用者、サービス提供者、サービス利用者の 3 種のステークホルダーが存在する。サービスグリッド運用者は、言語グリッドを管理し、言語サービスの実行を制御する。サービス提供者は、機械翻訳や形態素解析、辞書などの言語資源をサービスとして言語グ

リッドに登録する。サービス利用者は登録されたサービスを異文化コラボレーション活動に利用する。

言語グリッドは、このように異なる組織から提供される言語サービスを結合するプラットフォームである。これまでも言語処理プログラムを結合しようとする試みとして DFKI の Heart of Gold [4] や IBM の UIMA [7] が存在したが、主に研究開発者のためのプラットフォームで、共有データに対して、多様な言語処理プログラムをパイプライン的に適用することができる。UIMA 準拠の U-Compare [18] は統合自然言語処理システムで、自動組合せ比較、統計評価、ワークフロー作成実行、結果の視覚化などの汎用基盤機能を有している。それに加え、様々な言語資源群をプログラミング作業なしで利用できるように提供している。一方、言語グリッドは応用指向のプラットフォームで、サービス指向アーキテクチャに基づいて知財を管理することに焦点を当てている。このように目的が直交するため、DFKI の Heart of Goal と言語グリッドを系統的に連結する共同研究を行った [3]。今後、UIMA にもその成果を展開する予定である。

2.2 システムアーキテクチャ

図 2 に示すように、言語グリッドは以下の 4 層から構成される [22]。

P2P サービスグリッドは、コアノードとサービスノードという 2 種類のノードを接続することを目的としている。コアノードは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。一方、サービスノードには、サービス実体とその

ラッパーが配備される。

原子サービスは、個々の言語資源に対応した Web サービスである。例えば、機械翻訳や形態素解析、辞書、用例対訳が典型的な言語資源である。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。既に、様々な言語データや言語処理ソフトウェアのサービスインタフェースを階層的に標準化するためのオントロジー体系が提案されている [9]。言語グリッド上で提供される言語サービスのインタフェースは、このオントロジー体系に基づいて規定されている。

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 [16]。ワークフローは WS-BPEL によって記述され、BPEL 実行エンジンによって解釈、実行される [1]。言語ドメインでは、折返し翻訳や専門翻訳といった多様な複合サービスが必要となる。例えば、専門翻訳は、機械翻訳サービスや形態素

解析サービス、及び専門用語辞書サービスを合成して実現される。

言語グリッド Playground は京都大学の学生チームによって開発された応用システムで、言語グリッド上の様々な言語サービスに、Web ブラウザを通じてアクセスすることができる (図 3)。Playground には、原子サービスの利用のための Basic サービス、原子サービスを組み合わせた複合サービスを利用するための Advanced サービス、異文化コラボレーション活動への応用に特化した Customized サービスがある。

3. 基盤ソフトウェア

3.1 システムアーキテクチャ

図 4 に P2P サービスグリッドのシステム構成を示す。サービス提供者は、Web サービスのインタフェース記述である WSDL ファイルとサービスの著作権情報、ライセンス情報、アクセス制約をサービスマネージャ (Service Manager) に登録する。サービスマネージャは、WSDL ファイルを取得すると、インタフェース情報とエンドポイントの URL を抽出し、同じインタフェースの仮想エンドポイントをサービススーパーバイザ (Service Supervisor) 上に生成する。仮想エンドポイントの目的は、サービスへの直接のアクセスを禁止し、指定されたアクセス制約に基づいて、サービスへのアクセスを制御することである。

サービスを利用するときには、応用システムから仮想エンドポイントに SOAP リクエストを送りサービス呼び出す。サービススーパーバイザは、そのリクエストをユーザリクエストハンドラで受け取ると、サービス登録時に設定されたアクセス制約を満たしている

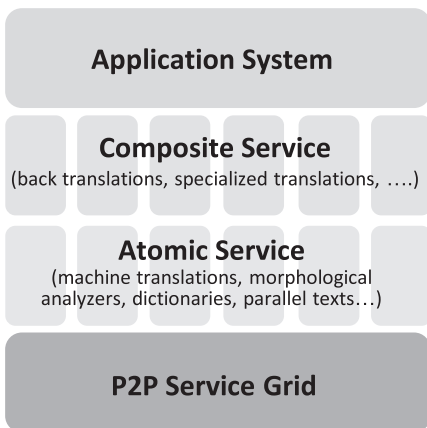


図 2 言語グリッドの階層
Fig. 2 Layers of the Language Grid.



図 3 言語グリッド Playground
Fig. 3 Language Grid Playground.

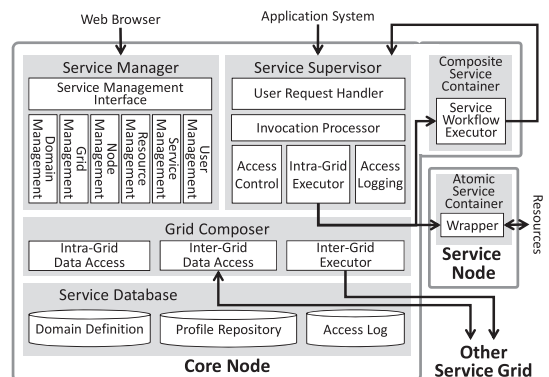


図 4 P2P サービスグリッドのシステム構成
Fig. 4 System configuration of P2P service grid.

かどうか検証する．満たしていれば，サービススーパーバイザは実際のエンドポイントをプロフィールレポジトリから取得しサービスにアクセスする．サービスからのレスポンスはアクセスログに蓄積され，アクセス制約が守られていることの検証や，サービス利用のモニタリングに利用される．

3.2 サービススーパーバイジョン

複合サービス内に定義されたサブタスクを抽象サービスと呼び，その抽象サービスを実際に実行する Web サービスを具象サービスと呼ぶ．サービス合成問題は，いずれに注目するかによって，以下の 2 種類に分けられる．

- ・垂直型合成：最善の抽象サービスの組合せを求める

- ・水平型合成：機能的に等価な Web サービスの集合から，最善の具象サービスの組合せを求める

我々は水平型サービス合成に取り組み，初めて制約最適化問題として定式化した [2]．言語サービスでは具象サービスの組合せの数が大きくなることに注目し，利用制約を満たし，かつ QoS を最大化する具象サービスの組合せを求める手法を示した．

また，多様な組織から異なるポリシーのもとで提供されるサービスを連携させるため，サービス実行時の振る舞いを制御するサービススーパーバイジョンと呼ぶ機構を開発した [26]．図 5 に示すように，各サービス提供者のポリシーを満たしながら，実行時にサービス選択と機能適応が行われる．実行時の機能適応に必要とされるビジネスロジックや実行状態の変更は，サービス化された実行制御機能によって実現される．また，

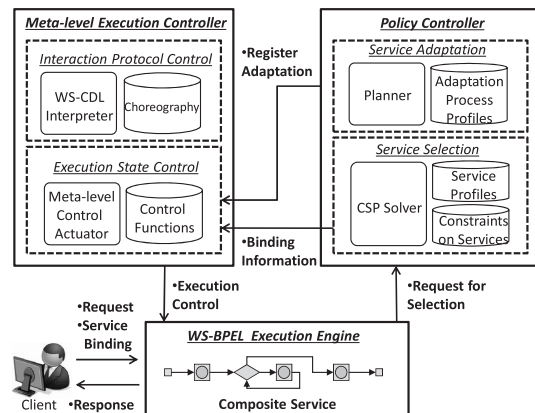


図 5 サービススーパーバイジョンのシステム構成

Fig. 5 System configuration of service supervision.

複合サービス間のインタラクションはコレオグラフィに基づいて制御されている．

サービススーパーバイジョンは，例えば，文脈に基づくピボット翻訳に利用できる．ピボット翻訳は，軸になる言語を介した二つの機械翻訳機の連携によって実現される．ピボット翻訳では，二つの機械翻訳機の訳語選択が一貫しないことから，意味のドリフト^(注2)が起こることがある．訳語選択 [19], [27] の文脈を，サービススーパーバイジョンを用いて引き継ぐことによって，この問題を解決できる．

4. 異文化コラボレーション環境

国際的な NPO は海外に拠点をもち，各拠点でボランティアスタッフが活動しているが，相互に連携して拠点間のアクティビティを計画することは，母語が異なるために容易ではない [21]．例えば，NPO パンゲア^(注3)は，世界の子どもたちのつながりを作ることを目的として活動している．日本，韓国，オーストリア，ケニア，マレーシア，ベトナムに拠点をもち，ICT を利用して非同期・同期アクティビティを行い，子どもたちの相互理解を育てようとしている．各拠点のボランティアスタッフのコミュニケーション手段として，多言語のコミュニティサイト (図 6) を開発し，活動報告を多言語掲示板により共有している．この多言語コミュニティサイトは，言語グリッドを用いて実装されている．ボランティアスタッフは，母語で報告を書込み，他拠点の書込みを母語で閲覧できる．NPO が活動内で利用する外来語や造語，固有名詞などを独自の



図 6 多言語コミュニティサイト (日本語画面)

Fig. 6 Multilingual community site.
(Japanese screen)

(注2)：機械翻訳機から機械翻訳機へと訳文が引き継がれ，伝言ゲームのように意味が変化していく．

(注3)：<http://www.pangaea.org/>



図 7 言語グリッド Toolbox
Fig. 7 Language Grid Toolbox.

辞書に登録し、機械翻訳と連携し利用することで翻訳品質を向上させている。更に、コミュニティ内で、翻訳結果を修正し合うことにより、自然な翻訳文を共有することができるようになっている。

NPO において、多言語コミュニティサイトが日常的に利用されていることは、言語グリッドの研究開発に大きなフィードバックを与えた。実際に、このコミュニティサイトを参考に、多言語コミュニケーションを支援するツール群である言語グリッド Toolbox が開発され、現在、多くのグループが利用している (図 7)。

言語グリッド Toolbox は、コミュニティにおける異文化コラボレーションを支援するモジュール群であり、多言語 BBS、辞書作成などの機能をもつ。また、オープンソースソフトウェアとして提供されており、各コミュニティが必要に応じて拡張できる。

現在、NPO パンゲアは、自ら開発したツールのメンテナンスを中止し、言語グリッド Toolbox を利用して多言語コミュニティサイトを再構築している。このような利用者と開発側のアイデアの循環を通じて、異文化コラボレーションツールの参加型デザインが実践されている。

5. 言語グリッドの利用

5.1 ローカルコミュニティでの利用

在日外国人の増加に伴い、医療の現場においても、十分に日本語を話すことができない外国人患者との対話が大きな問題となっている。医療現場の場合、病状、薬、保険制度などが、医療従事者と患者の双方で正しく伝わらなければならない。京都では、医療通訳ボランティアが同行する支援が行われているが、その需要は増大している。

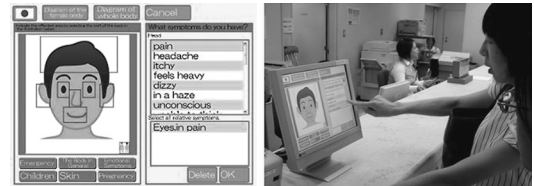


図 8 多言語医療受付支援システム M^3
Fig. 8 Multilingual reception system M^3 .

そこで、用例対訳を利用し、医療従事者と患者間の対面でのコミュニケーションを支援する多言語医療受付支援システム M^3 (図 8) が、和歌山大学と多文化共生センターきょうとにより開発された [20]。医療現場、特に医療受付時に高頻度で利用される用例が必要となるため、医療用例収集システム TackPad が開発され、医療通訳ボランティアによる用例対訳の収集が行われている。

現在、 M^3 は、京都市立病院、京都大学医学部附属病院、洛和会音羽病院、東京大学医学部附属病院に導入され、多言語受付の支援が行われている。また、病院に行く前の医療支援を目的とした Web 版 M^3 やモバイル版 M^3 の公開も行われている。

5.2 グローバルコミュニティにおける利用

Wikipedia は、誰でも記事を作成・編集できるため、約 270 もの言語により情報が共有されている。これらの記事はそれぞれの文化を背景に執筆されているため、異文化の相互理解のための知識の宝庫と言える。

しかしながら、その内訳を調べると、英語では 354 万本の記事があるのに対し、日本語では 73 万本、タイ語では 6 万本など言語によって記事の数に大きな偏りがある。知識の翻訳を加速するためには、翻訳に関する議論が可能な多言語掲示板が必要である。

そこで Wikimedia 財団と共同で、言語グリッドを応用した多言語掲示板を MediaWiki 上に開発した (注 4)。この多言語掲示板を用いれば、世界中の Wikipedia ボランティアは、記事の翻訳のために、多言語での質問応答を行うことができる。

実現方法としては、まず、MediaWiki 上に、言語グリッドへのアクセス手段を提供する言語グリッドエクステンション (図 9) を開発した。次に、これを利用し、Wikimedia 財団が開発した単言語の掲示板『Liquid Thread』を拡張した多言語掲示板『Mul-

(注 4) : MediaWiki は Wikipedia など、Wikimedia 財団が提供するサービスのプラットフォームである。

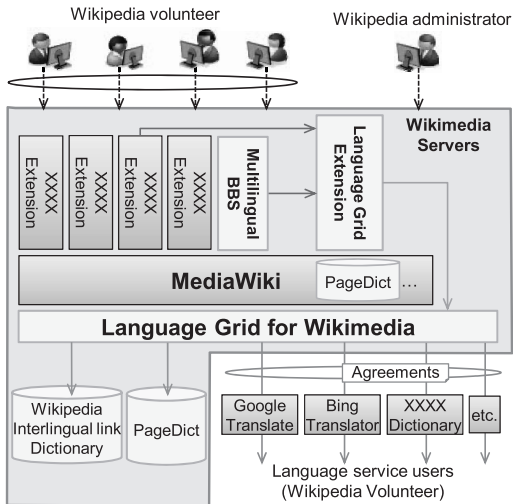


図 9 言語グリッドエクステンション
Fig. 9 Language Grid Extension.

tilingual Liquid Thread』を開発した。Multilingual Liquid Thread は、記事ごとに多言語用語集を作成できるため、記事ごとに機械翻訳をカスタマイズし、翻訳精度を向上させることができる。今後、Wikimedia 財団のサーバにセットアップされ、テストを開始する予定である。

6. 言語グリッドの運営

言語グリッドは、2007 年 12 月に京都大学によって運営が開始された。その後、16 カ国 139 組織が覚書に署名している^(注5)。参加組織は、例えば、中国科学院や CNR, DFKI, NII といった研究機関や、シュツットガルト大学、プリンストン大学、清華大学、そして多くの日本の大学、NPO/NGO や公的機関などである。NTT や東芝、沖電気、Google といった企業も参加し無償で機械翻訳サービスなどを提供している。

2011 年 2 月には、タイの NECTEC が言語グリッドオペレーションセンターをバンコクに立ち上げ、京都大学のオペレーションセンターと連邦制運営を開始した[15]。その結果、言語グリッド(京都、バンコク)に登録された言語サービスは、現在、120 を超えた。多様な原子・複合サービスが、Translation, Bilingual Dictionary, Parallel Text, Morphological Analysis, Text-to-Speech など 20 種のサービスタイプに分類され共有されている。

ところで、「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が、欧州、米国の言語資源研究者の間で共有され始めている。米国では、自然言語処理、情報検索、機械翻訳、音声、セマンティックウェブなどの分野で、これまで個別に作成されてきた言語資源を、分野を超えて再利用するプロジェクト SILT (Sustainability Interoperability for Language Technology) が進められてきた[10]。SILT の次期プロジェクトは、言語グリッドの基盤ソフトウェアを利用する計画になっている。

また、欧州では、効率的に新規の言語技術や言語資源を開発できるように、今後の技術課題の優先度付けやロードマップを検討するプロジェクト FLaReNet (Fostering Language Resources Network) が進められてきた[5]。この FLaReNet は言語グリッドを参考に、言語資源から言語サービスへの移行を提唱し、MetaNet という新しいプロジェクトを生み出している。言語サービスを世界規模で共有するために、欧米とアジアの協力が今後ますます必要となると思われる。

7. む す び

本研究では、言語資源の知的財産権を保護しつつ、言語サービスの収集、共有を支援するサービス指向の多言語基盤を実現した。本研究の主な貢献は下記の 2 点である。

- ・サービス指向の多言語基盤の構築：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、アプリケーションシステムといった四つの階層からなる。利用者は自由に言語サービスを作成し共有することができる。更に、性能を低下させることなく柔軟な実行制御を実現する、サービススーパビジョンを提案した。

- ・ユーザ参加型デザインの実践：サービス指向のアプローチがユーザ参加型デザインを加速することを示した。実例として、利用者である NPO が言語サービスを用いて開発したコミュニティサイトを、研究チームが一般化し、異文化コラボレーション環境を開発したプロセスを述べた。

言語グリッドは、利用者の目的に合わせた多言語環境を構築するためのサービス指向の多言語基盤である。各大学や研究機関、企業等が提供している言語

(注5)：図 1 に示したように、参加組織の数は順調に伸びている。連邦制の開始に伴い既存ユーザと覚書の再締結を進めた結果、現在、一時的に参加組織数が減少している。

サービスを利用者が自由に組み合わせることを可能にする。各地域の学校の多言語支援、商店街のコミュニティの支援等の活動に利用されている [8], [13]。例えば、世界中の子どもたちが描いた災害安全マップをインターネット上で共有し、防災協働学習を支援するシステム CoSMOS (Collaborative Safety Maps on Open System) などが開発されている [11]。言語グリッドを活用して多言語チャットシステムも実装されている [23]。このチャットシステムには、機械翻訳サービスで活用できる領域固有の対訳用例を収集する機能が組み込まれている。

言語グリッドを用いた新しい研究も生まれている。例えば、機械翻訳を介したコミュニケーションというインタラクションスタイルの分析が行われている [29], [30]。また、研究者とフィールドワーカーとのコラボレーションは、創作絵文字とその解釈の文化差に関する研究を生み出している [6], [25]。ユビキタス分野では、スマートクラスルームの機能をサービスとして再構築し、言語サービスと結合した多言語のオープンスマートクラスルームが開発された [24]。人文、社会科学系の論文からも、言語グリッドを利用した多文化共生支援の可能性と問題点が論じられている [17]。特に、翻訳リベアの営みを共生日本語の実践と比較し、その類似点と相違点が論じられている。また、工学的アプローチのフィールド情報学と人文学系のいうアクションリサーチとの比較が行われている。

本研究は 2001 年の 9.11 を契機として京都大学で始めた異文化コラボレーション実験が出発点となっている。それから 10 年が過ぎたが、インターネット上に公共のサービス指向の多言語基盤が必要だという認識は変わっていない。それどころか、今後、ますますその必要性は高まり、欧米アジアの協力が必要になると感じている。

ところで、言語グリッドの研究は、通常の試作・実証実験プロジェクトとは違い実運用を含む。バグのないミドルウェアを開発し、24 時間の運用に供する労力は並大抵ではない。それにもかかわらず、言語グリッド本体の開発は論文にならない時期が続いた。トップカンファレンスなどで発表される研究論文は、多言語コミュニケーションの分析など、言語グリッドの応用分野から採択され始めた。サービスコンピューティングの研究分野が立ち上がり、言語グリッド本体の論文発表が軌道に乗り始めたのは、プロジェクト開始後 3 年を経過してからだった。

社会とともにある情報学の研究はどうあるべきだろう。それを考えるための良き事例となるよう、言語グリッドの運用を続け、言語サービスを蓄積していきたいと考えている。

謝辞 日ごろから協力頂く (独) 情報通信研究機構言語グリッドプロジェクト、京都オペレーションセンター (京都大学社会情報学専攻)、バンコクオペレーションセンター (NECTEC)、言語グリッドアソシエーションに感謝する。なお本研究は、日本学術振興会科学研究費基盤研究 (A) (21240014)、京都大学グローバル COE プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」、及び総務省戦略的情報通信研究開発推進制度から助成を受けた。

文 献

- [1] T. Andrews, F. Curbera, H. Dolakia, J. Goland, J. Klein, F. Leymann, K. Liu, D. Roller, D. Smith, S. Thatte, I. Trickovic, and S. Weeravarana, "Business process execution language for Web services," 2003.
- [2] A. Ben Hassine, S. Matsubara, and T. Ishida, "Constraint-based approach for Web service composition," International Semantic Web Conference (ISWC-06), LNCS 4273, pp.130-143, 2006.
- [3] A. Bramantoro, T. Tanaka, Y. Murakami, U. Schäfer, and T. Ishida, "A hybrid integrated architecture for language service composition," IEEE International Conference on Web Services (ICWS-08), pp.345-352, 2008.
- [4] U. Callmeier, A. Eisele, U. Schäfer, and M. Siegel, "The deep thought core architecture framework," LREC 2004, pp.1205-1208, 2004.
- [5] N. Calzolari and C. Soria, "Planning the future of language resources: the role of the FLaReNet," International Conference on Network Computational Linguistics and Intelligent Text Processing (CICLing-10), LNCS 6008, pp.1-11, 2010.
- [6] H. Cho, T. Ishida, T. Takasaki, and S. Oyama, "Assisting pictogram selection with semantic interpretation," European Semantic Web Conference (ESWC-08), LNCS 5021, pp.65-79, 2008.
- [7] D. Ferrucci and A. Lally, "UIMA: an architectural approach to unstructured information processing in the corporate research environment," Natural Language Engineering, vol.10, pp.327-348, 2004.
- [8] S. Fussell, P. Hinds, and T. Ishida eds., The Second-International Workshop on Intercultural Collaboration, ACM Press, 2009.
- [9] Y. Hayashi, T. Declerck, P. Buitelaar, and M. Monachini, "Ontologies for a global language infrastructure," Proc. ICGI2008, pp.105-112, 2008.
- [10] N. Ide, J. Pustejovsky, N. Calzolari, and C. Soria, "The SILT and FLaReNet international collabora-

- tion for interoperability,” Third Linguistic Annotation Workshop, pp.178–181, 2009.
- [11] Y. Ikeda, Y. Yoshioka, and Y. Kitamura, “Intercultural collaboration support system using disaster safety map and machine translation,” Culture and Computing, Lecture Notes in Computer Science 6259, Springer, pp.100–112, 2010.
- [12] T. Ishida, “Language Grid: an infrastructure for intercultural collaboration,” IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06), pp.96–100, keynote address, 2006.
- [13] T. Ishida, S. Fussell, and P. Vossen eds., The First International Workshop on Intercultural Collaboration, Lecture Notes in Computer Science, vol.568, Springer-Verlag, 2007.
- [14] T. Ishida (Ed.), The Language Grid: Service-Oriented Collective Intelligence for Language Resource Interoperability, Springer, 2011.
- [15] 石田 亨, 村上陽平, “サービス指向集合知のための制度設計,” 信学論 (D), vol.J93-D, no.6, pp.675–682, June 2010.
- [16] R. Khalaf, N. Mukhi, and S. Weerawarana, “Service-oriented composition in BP4WS,” Proc. 2003 World Wide Web Conference, 2003.
- [17] 喜多千草, “情報通信基盤による多言語環境支援の可能性について—『言語グリッド』構築の実践とその思想,” 多言語多文化—実践と研究, no.1, pp.77–100, 2008.
- [18] Y. Kano, M. Miwa, K. Cohen, L. Hunter, S. Ananiadou, and J. Tsujii, “U-Compare: A modular NLP workflow construction and evaluation system,” IBM Journal of Research and Development, vol.55, no.3, pp.11:1–11:10, 2010.
- [19] J. Matsuno and T. Ishida, “Constraint optimization approach to context based word selection,” International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-11), 2011.
- [20] 宮部真衣, 吉野 孝, 重野亜久里, “外国人患者のための用例対訳を用いた多言語医療受付支援システムの構築,” 信学論 (D), vol.J92-D, no.6, pp.708–718, June 2009.
- [21] Y. Mori, “Atoms of bonding: communication components bridging children worldwide,” Intercultural Collaboration, LNCS 4568, pp.335–343, 2007.
- [22] Y. Murakami and T. Ishida, “A layered language service architecture for intercultural collaboration,” International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5-08), 2008.
- [23] M. Nakatsuka, S. Yasunaga, and K. Kuwabara, “Extending a multilingual chat application: towards collaborative language resource building,” Proc. 9th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics (ICCI '10), pp.137–142, 2010.
- [24] Y. Suo, N. Miyata, H. Morikawa, T. Ishida, and Y. Shi, “Open smart classroom: extensible and scalable learning system in smart space using Web service technology,” IEEE Trans. Knowl. Data Eng., vol.21, no.6, pp.814–828, 2009.
- [25] T. Takasaki and Y. Mori, “Design and development of a pictogram communication system for children around the world,” Intercultural Collaboration, LNCS4568, pp.193–206, 2007.
- [26] M. Tanaka, T. Ishida, Y. Murakami, and S. Morimoto, “Service supervision: coordinating Web services in open environment,” IEEE International Conference on Web Services (ICWS-09), pp.238–245, 2009.
- [27] R. Tanaka, Y. Murakami, and T. Ishida, “Context-based approach for pivot translation services,” International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-09), pp.1555–1561, 2009.
- [28] A. Weiss, “The power of collective intelligence,” networker, vol.9, no.3, pp.16–23, 2005.
- [29] N. Yamashita and T. Ishida, “Effects of machine translation on collaborative work,” International Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW-06), pp.515–523, 2006.
- [30] N. Yamashita, R. Inaba, H. Kuzuoka, and T. Ishida, “Difficulties in establishing common ground in multiparty group using machine translation,” ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI-09), pp.679–688, 2009.

(平成 23 年 7 月 12 日受付)



石田 亨 (正員：フェロー)

1976 京大・工・情報工学卒, 1978 同大学院修士課程了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。現在, 情報学研究科社会情報学専攻教授, 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。工博。情報処理学会, IEEE フェロー。デジタルシティ, 言語グリッド, 異文化コラボレーションなど情報技術と社会をつなぐ研究プロジェクトを推進。



村上 陽平 (正員)

2003 京都大学大学院社会情報学専攻修士課程了。2006 同大学院社会情報学専攻博士課程了。博士 (情報学)。現在, (独)情報通信研究機構研究員。本会サービスコンピューティング時限研究専門委員会委員長を務める。世界中の言語資源をインターネット上でサービスとして共有する言語グリッドプロジェクトに従事。



稲葉利江子 (正員)

2000 日本女子大学大学院理学研究科修士課程了。2003 同大学院理学研究科数物理学構造科学専攻博士課程了。博士(理学)。同年文部科学省メディア教育開発センター助手。2006(独)情報通信研究機構専攻研究員を経て、2009より京都大学大学院情報学研究科特定講師。異文化コラボレーションにおけるインタフェースの研究に従事。



林 冬恵

2005 中国上海交通大学計算機科学専攻修士課程了。2008 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻博士課程了。博士(情報学)。現在、(独)情報通信研究機構専攻研究員。ビジネスプロセスマネジメント、サービスコンピューティングの研究に従事。



田仲 正弘 (正員)

2005 京都大学大学院社会情報学専攻修士課程了。2009 同大学院社会情報学専攻博士課程了。博士(情報学)。現在、(独)情報通信研究機構専攻研究員。サービスコンピューティング分野における、サービス連携・実行制御に興味をもつ。