

## 2 知識創成コミュニケーション研究センターの研究開発概要

### 2 *Research Overview of Knowledge Creating Communication Research Center*

木俣 豊

KIDAWARA Yutaka

#### 要旨

NICT 知識創成コミュニケーション研究センターは第2期中期計画において、コミュニケーションの壁を超えるための研究開発として多言語音声翻訳、情報分析、知識処理技術等からなる知的なコミュニケーション技術の研究開発を行った。特に MASTAR プロジェクトによって多言語音声翻訳技術や情報分析技術の実用化が加速され、ALAGIN フォーラムなどを通じて成果展開なども加速させた。これらの研究成果を紹介する。

NICT Knowledge Creating Communication Research Center (KCCRC) developed intelligent communication technology which consist of Multi-language translation, Information analysis and Knowledge processing in the second medium-term plan. MASTAR project accelerate development of practical multi-language speech translation applications and practical information analysis system. ALAGIN forum provide widely our research results to many companies and research institutes. We describes activities of KCCRC.

#### [キーワード]

多言語音声翻訳, 音声対話, 情報分析, 情報利活用基盤, ヒューマンコミュニケーション

Multi-language speech translation, Spoken dialog, Information analysis, Information service platform, Human communication

### 1 まえがき

第2期中期計画において知識創成コミュニケーションセンターは、第二研究部門の1つのセンターとして設立され、その後、けいはんな研究所の1つの研究センターとして改組された。本センターでは、ナチュラル・コミュニケーション技術に関する研究開発、ユニバーサルコンテンツ技術に関する研究開発、ユニバーサルプラットフォーム技術に関する研究開発等が計画された。その計画においては、現在のユニバーサルコミュニケーション研究所においても大きなテーマでもある言葉、文化、能力の壁を越えて心が通うユニバーサルコミュニケーション技術の開発を目標に、いつでも、どこでも、だれでも、何語でも、

どんな方法でも自由にコミュニケーションができる環境を実現するための研究を行うことを目的とした。

具体的には、ユビキタス情報通信基盤の上に、言葉や知識、能力などあらゆる差異を超えることができるコミュニケーション環境を構築するために、多言語翻訳、音声及び非音声対話、信頼できる情報の収集、直感的情報提示をはじめとする多様なコミュニケーション技術の開発を実施する。情報ネットワーク社会に存在する様々な壁を克服し、7つの研究開発分野（コミュニケーション環境、個人適応対話、非言語音声対話、多言語音声対話、多言語機械翻訳、情報の信頼性分析・情報の知識化、言語グリッド）で、それぞれの要素技術の研究開発を行い、知識循環型の情報通信プ

ラットフォームを構築する。

本研究センターの研究開発において、世界的にも注目を集める大きな成果を得た。本稿では、知識創成コミュニケーション研究センターの研究概要を述べる。

## 2 ナチュラル・コミュニケーション技術に関する研究開発

コミュニケーションのグローバル化が進む中、言語・文化にかかわらず、またシステムの介在を意識することなく、だれもが必要な情報に容易にアクセスし、互いの円滑なコミュニケーションを可能とする技術の実現のために、言語処理技術、言語グリッド構築技術、非言語情報分析・活用技術などの基盤技術の研究開発を行うことを目的とした。

### 言語処理・複数言語翻訳技術の研究開発

自然な情報の受発信を可能にするために、1,000 万文規模の用例ベース、40 万語規模の大規模言語辞書等を整備し、言語を取り扱う技術の研究開発や、整備した複数言語かつ大規模な研究用言語資源を用いて用例翻訳手法と規則及び統計情報技術を融合した高性能機械翻訳技術の研究開発を行うことを目的とした。

用例ベースの構築においては、目標値を大幅に上回り、2,800 万文（世界最大規模）を構築した。この規模を達成するために Web からのクロール、及び対応付けの自動化手法の創出など機械処理の新技术にとどまらず、翻訳支援技術を組み込んだサイト「みんなの翻訳」を公開し、ボランティア翻訳者と協業するという Web 2.0 的な手法を実現し、利用者数を順調に成長させながら実現させた。

高性能な多言語機械翻訳技術については、旅行会話で世界一の高精度を実現する技術を開発し、その技術を旅行会話翻訳システム VoiceTra/TexTra として一般公開するなど世界的に見ても他に類を見ない成果を得た。VoiceTra は 3 ヶ月間で 32 万ダウンロード、270 万アクセスを達成したことからも非常に一般ユーザに大きなインパクトを与えたことがわかる。このような高精度な翻訳技術を実現するために、統計に基づく学習型翻訳技術を開発し、構文利用翻訳手法、固有名詞

翻訳手法、多言語単語分割など新技术を創出した。また、この音声翻訳技術において特筆すべき成果は、内閣府の社会還元加速プロジェクトに指定されたことである。我々は多言語音声翻訳技術の研究開発の加速および、実用化を進めるために研究センター横断プロジェクトとして MASTAR プロジェクト<sup>\*1</sup>を立ち上げた。これにより各研究室で開発した技術を音声翻訳技術として融合させながら社会に実装することが加速され、様々な企業への技術移転を果たした。その成果によって、平成 23 年度概算要求における科学・技術関係施策優先度判定で最上位「優先」と判定された<sup>\*2</sup>。

多言語音声翻訳技術を世界中に普及させるためには、国際的な協力や技術の標準化などが必要不可欠である。そのため、本研究センターにおいて、ITU-T SG16 においてネットワーク型音声翻訳システムに関する標準化を推進し、世界で初めて極めて短時間のうちに標準化を達成した。さらに、標準化された技術を用いて国際的な音声翻訳の研究を推進するため、U-STAR コンソーシアムを立ち上げた。

言語を取り扱う技術としては、知的自然言語処理技術として、Web 上の 6 億ページから iPhone に音声で入力された質問の回答をリアルタイムで検索、抽出、列挙する音声質問応答システム「一休」を開発した。また、語の間の意味的關係のネットワークである概念辞書を Web 上のテキストから自動構築する手法を開発し、前述の 6 億ページからなる Web アーカイブから実際に目標 40 万語を大幅に上回る 250 万語をカバーする概念辞書を自動構築した。これは一個人の持つ知識を一面において遥かに凌駕する知識を含むものであり、ユーザにとって意外でありながら価値ある情報を含む他、様々な常識的知識を含み、上述の音声質問応答システム「一休」を含め、多様な知的自然言語処理システムの基礎となるものである。さらに、「高性能機械翻訳技術」及び「言語を取り扱う技術」の基盤となる構文解析に関しては、平成 20～22 年度の 3 年度にわたり、中国語の構文解析で世界最高性能を達成し、その成果

\*1 <http://mstar.jp/>

\*2 [http://www8.cao.go.jp/cstp/budget/yusendo\\_h23/kekka/09-03inv3.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/budget/yusendo_h23/kekka/09-03inv3.pdf)

である構文解析器は ALAGIN フォーラムで公開されている。また、同様に基盤となる形態素解析に関しては、平成 20 年度、平成 21 年度の 2 年度にわたり、タイ語、中国語で世界最高精度を達成した。また、いわゆる音訳を行うシステムなどと合わせて、これらのシステムで多数の国際的な性能コンテストに出場し、他種目で優勝、入賞を果たすなどの大きな成果を得ている。

### 言語グリッド技術の研究開発

文化的な背景を考慮したコミュニケーションを成立させ、異文化間における言語資源、言語処理機能のアクセシビリティ、ユーザビリティを飛躍的に向上させるために、10 言語程度を対象に、既存の言語資源や言語処理機能を利用するための連携技術及びシステム化技術の研究開発を目的とした。

既存の言語資源や言語処理機能の連携技術及びシステム化技術に関しては、言語グリッドは中期計画の当初目標を上回る 18 カ国 138 組織に 20 言語を対象とした 92 ネットワークサービスを提供した。さらに、NECTEC との言語グリッドの連邦制運営により、アジア諸国のユーザの参加やアジア言語の言語サービスの獲得を促進している。また、欧州の言語資源プロジェクトである MetaNet や ICT4Law、米国の SILT からの協力要請を受けて、言語グリッドのソフトウェアをオープンソースライセンスで提供するなど、言語資源から言語サービスへの転換をグローバルに先導している。また、文化的な背景を考慮したコミュニケーションの支援に関しては、言語グリッドアソシエーションを立ち上げ、ユーザ参加型の研究開発を進めることで、医療や教育分野の現場での異文化コラボレーションに貢献してきた。医療分野での言語グリッドの応用事例である多言語医療受付支援システムは京都市立病院や京大付属病院、東大付属病院にも導入され、現場で支援にあたった NPO 多文化共生センター京都是内閣府特命担当大臣表彰奨励賞を受賞している。また、国際会議の立ちあげや電子情報通信学会での言語グリッド研究会の開催（毎年 10 組織以上による 15 件程度の発表）など研究コミュニティへの貢献も大きい。さらに、言語サービスを利用した多言語コラボレーションツール「言語グリッド Toolbox」のクラウドサービスは多文化共生・国

際交流活動の支援に 30 組織に利用され、東京外国語大学や京都大学の留学生支援や、電子情報通信学会の海外セクションへのアナウンスの多言語化支援に提供した。

### 対話システムの研究開発

だれもがストレスなく適切に情報を伝達できる情報通信システムの実現のために、ネットワーク端末とコミュニケーションするための音声解析技術や表情・身振り・手振りなどの言語以外の表現の認識技術、対話に必要な情報と推論のメカニズム等対話システムの研究開発を行うことを目的とした。

音声処理技術については、全国で大規模な音声翻訳実証実験を実施し、20 万発話のログデータを取得。ログデータのフィードバックにより翻訳性能の向上を確認した。また、信頼度を用いた音声認識用音響モデルの自動学習手法を開発し、実利用データで有効性を確認した。さらには、多言語化の促進のため韓国語の音声認識システム・音声合成システムを試作し、世界レベルの性能を達成した。

音声対話技術においては、統計的対話制御モデルを用いて対話制御を行うことにより、人間の対話を模した自然な対話を実現した。さらに統計的モデルと規則の両方を融合した対話制御が可能なプラットフォーム WFSTDM を開発した。さらには、観光スポットに関するユーザの選好評価構造に基づいてスポットを推薦する技術を開発し、実証実験システムを開発した。対話において、音声のみならずユーザの仕草なども考慮するため画像処理により利用者属性推定、興味推定、システムの誤応答に対する反応の検出を行う技術を開発すると共に、音声処理技術と統合することで、高度な対話が行える対話システムを開発し、非言語情報の有用性を確認した。

## 3 ユニバーサルコンテンツ技術に関する研究開発

### 知識の構造化に関する基盤技術の研究開発

専門家の知識情報抽出・構造化技術と、構造化された知識情報を分析して複数の知識構造の連携機能を用いて、環境データや時空間情報から

Web の情報までを対象とした形式知の自動獲得と保存技術の開発や、それぞれの相互の関連づけを行う技術の開発を目的とした。

異分野（災害、自然環境、気候、健康など）、異メディア（テキスト、画像など）、異拠点間の知識資源の横断的なつながり（知識リンク）を、様々な文脈（地球気候変動や保健衛生など）の知識をつなぎ合わせる目的で、それぞれの分野を切り替えながら動的に相関を発見する「相関分析エンジン」を開発した。そして、主に地球環境などの文脈で多分野・多メディア・多拠点にまたがる情報の相関分析を行い、その有効性について評価実験を行った。さらに開発した相関分析エンジンによる知識構造化技術を適用した多様なプロトタイプを開発して、検証を行った。構造化された知識を用いた Web コンテンツ閲覧手法「リンクフリー・Web ブラウジング」は、知識リンクに基づくコンテンツ間のつながりの「根拠」を導出・提示し相関関係を理解させながら知識リンクをナビゲーションできるように、機能とユーザインタフェースを刷新した新しいシステムである。また、コンテンツの相関知識構造をユーザが協調編集するためのオーサリングツール（SAVVY Wiki）も開発し、リンクフリー・Web ブラウジングと併せ、次世代 Web コンテンツの編集・閲覧環境の評価システムを完成させた。また、知識の構造化は言語だけに止まらず、時空間的なまとまりをもつ現象（自然現象や社会現象など）等にも拡張を行い、時空間情報を手がかりに知識を集約・管理する時空間相関分析エンジン（Moving Phenomenon Engine）を開発した。

### 情報の信頼度評価等に関する基盤技術の研究開発

Web コンテンツから信頼できる情報を発見するための各種情報分析技術とインターネットから Web 情報を収集する技術等からなる総合的な情報信頼性のための情報分析システムを構築することを目的とした。

信頼できる情報を発見するための情報分析技術として、収集した 6 億ページの Web ページをリンク解析（ページランク）・テキスト量・収集日時等を元にランキングし、情報分析に適した 1 億ページを選択して、情報発行者、意見文、主要・対立表現、外観情報を抽出し、要約して提示

する自動分析手法の開発を行った。意見文の抽出に関しては、意見を主観的なものから客観的なものまで 7 種類に細分化したコーパスを作成した。また、それらを教師データとして機械学習手法を用いた自動抽出技術の開発を行い、幅広いトピックについて精度向上を達成した。さらに、抽出した意見文を、主要表現やそれに対立・矛盾する表現を用いてクラスタリングする手法を開発した。また、情報発行者の識別手法、論理的整合性の検証手法の提案に関しては、NICT において構築した発行者分析、意見分析のモデルを更に詳細化した上で、機械学習手法などを用いた情報発行者自動分析手法の研究・開発を行った。さらに、ネットワーク上の各種情報について、偽りの情報、信頼性の低い情報等を分析する技術の研究開発に関しては、通常の Web ページに加えてブログやニュース記事も対象として定常的に更新チェックを行いながら収集するための Web 収集システムを開発した。Web ページ間のリンク構造を解析する手法を開発し、スパムページ集合の検知システムを構築した。収集した多様な文書タイプに対して分析手法の分類精度の評価を行い、各自動化機能の精度向上を果たした。開発した分析手法を情報分析システム WISDOM に組み込み、さらに実用レベルに性能向上させて自由な分析対象要求に対して、分析結果を表示させることを可能とした。さらに、その成果を社会に還元するために、不特定多数の一般ユーザが利用可能なシステムへと発展させ、一般公開を実現した。

### ナレッジクラスタ形成技術の研究開発

国際的な分散情報分析アーキテクチャ上に分散化された多地点の知識を用いて、ユーザが求めるレベルの知識を集約させて閲覧するユーザ指向の情報利活用システムの開発を目的とした。このシステムをグリッドアーキテクチャとして開発を進め、各知識処理を進めるための国内外のナレッジグリッドノード（小金井、けいはんな、慶応 SFC、インドネシア、フィンランド（×2）、韓国、ドイツ、中国、その他国内拠点（札幌、仙台、沖縄等））からなるナレッジグリッド基盤を構築した。さらに、JGN2plus の札幌、仙台、東京、けいはんな、沖縄の各 AP に仮想ナレッジグリッド基盤を開発、設置し、仮想クラウドイメー

ジを展開した。また、そのナレッジグリッド基盤上に約 400 分野の知識サービスを構築し、コア技術として開発してきた相関性分析・検索エンジンを配置した。これらの環境で実際に分野・横断型分析の評価実験を行った。さらに、サービス検索エンジンの研究開発に着手し、サービス利用コンテキスト（様々なアプリケーション内での使用状況など）を加味した新しい検索手法と、非集中型（decentralized）分散インデキシング・検索機構のプロトタイプを開発した。

## 4 ユニバーサルプラットフォーム技術

### ユーザ適応化技術の研究開発

ユーザの非言語情報（顔向き・視線・表情・身体動作など）の実時間センシング技術の環境変動に対する頑健性を高めると同時に、ユーザの外見情報も実時間センシングすることにより、個々のユーザに適した情報の提供ができるシステムの開発を目的とした。このシステムのコア技術となるユーザの非言語情報の実時間センシング技術の研究開発に関しては、ユーザの顔の向き推定を実環境で高精度に行えるように、照明の制約を緩め、複数センサー（3台のカメラ）からの情報を統合し、特別な照明を利用しなくても高精度に認識できる技術を開発した。さらにカラーステレオカメラを利用し、システム前方にいる複数の人物領域を高精度に抽出するとともに、人物毎の頭部位置を推定するシステムを構築した。これらの技術を応用して、対話システムにおいて、音声情報に加え、非言語情報として人物の抽出、顔の向きを利用した大画面対話システムのプロトタイプを構築し、顔の向きによる対話の制御を実現し、延べ 100 名に対する実証実験を行って、20 時間分、12,000 発話の評価用データベースを作成した。

### 地域適応型通信基盤技術の研究開発

家庭内で特に高齢者の見守りなどのケアを行うために、生活者の状況を把握するためのホームセンシングネットワーク技術の研究開発やセンシング状況に応じたフレキシブルな情報のやり取りを行う技術の研究開発を目的とした。なお、この研究開発は中期計画期間中に新世代ワイヤレス研究

センター医療支援 ICT グループに移管された。

この地域適応型通信基盤技術の研究開発においては、2次元通信の高速な通信技術及びアプリケーション技術の開発を推進し、二次元通信シート上に置かれている端末で発生させた搬送波（パイロット信号）を複数のカプラから取り込んで、各搬送波の強度と位相を測定・比較することにより、任意の位置に置かれたクライアント端末に対して自動的に電力を集中させるシステムを開発した。さらに、複数の位相割当設定の組合せにより時分割で複数の端末に電力供給を行う方式と、1つの位相割当設定により複数のクライアント端末に同時に電力供給を行う方式を提案した。

## 5 ALAGIN フォーラム等を介した社会への貢献

音声言語処理技術に関する産学官連携を目指した高度言語情報融合フォーラム（通称 ALAGIN フォーラム）<sup>\*3</sup>を平成 20 年度に発足させ、企業会員、大学関係者の多数の参加を達成した。また、NICTが ALAGIN で公開している言語資源、サービスの利用許諾契約は合計で平成 21 年度末（第 2 期中期計画終了年度）380 を越えた。また、ALAGIN フォーラムにおいて、上記概念辞書関連技術、データを公開した他、対訳コーパス、日本語 WordNet、中国語解析ツールなど多数のデータ、ソフトウェアをフリーライセンスのもとで公開しており、これらの中には 8,000 件を超えるダウンロードが行われたデータも存在する。これらは実際に iPhone アプリケーション、Web サービスなどで商用での活用がはじまっている。

## 6 まとめ

知識創成コミュニケーションセンターの研究開発は、世界的に見ても最高峰のレベルであり、これまで存在しなかった実用レベルの多言語翻訳や情報分析等の技術を開発した。

また、企業や研究機関において利用価値の高い大規模な言語資源などを提供するなど社会に役立つ

\*3 <http://www.alagin.jp>

つ技術を創出した。一方、ハイレベルの国際学会で日本有数の件数の発表を行い、特に平成 22 年度に ACL、EMNLP という言語処理における最高の国際会議が共催された際には、それらの会議において世界 4 位の発表論文数を達成するなど学術的にも極めてハイレベルな成果を生み出している。音声翻訳に関しては、国際ワークショップ IWSLT を 2004 年以降毎年共催し音声翻訳研究の世界の基軸として活躍した。このような研究開発を通じて、日本学術振興会賞、第 43 回市村学術賞、第 56 回前島賞をはじめとして多数の学術賞を受賞している。

知識創成コミュニケーション研究センターが研究開発の目的としたコミュニケーションの壁を打ち破るためのユニバーサルコミュニケーション技術は第 3 期中期計画において研究所の名前となり、さらに研究開発を加速させている。言語翻訳グループで研究開発が進められていた翻訳技術は多言語翻訳研究室にて全世界的な研究が進められている。音声処理技術は今後の情報アクセスには必要不可欠であるばかりか、YouTube 等に収録されている動画像に対するマルチメディアデータ処理においても必要不可欠な技術である。そのため音声処理技術の研究開発を加速するために音声

コミュニケーション研究室によって音声認識・対話・合成などの研究開発を推進している。情報分析技術や、その情報の利活用の技術については、言語基盤グループや知識処理グループなどで研究が進められてきたが、第 3 期中期計画において情報分析研究室と情報利活用基盤研究室に改組され、これまで研究開発してきた技術をコア技術として、さらなる大規模な言語処理や異分野情報を横断的に処理するためのサービス基盤である情報利活用基盤技術の研究開発を進めている。第 2 期中期計画で生み出された NICT の新しい研究分野は、第 3 期中期計画においてさらに大きな成果を生み出しつつあり、世界中から注目される研究所になっている。

## 謝辞

初代センター長 松山隆司教授、第 2 代センター長 若菜弘充氏、第 3 代センター長 中村哲教授の歴代のセンター長のご尽力によって、第 2 期中期計画における知識創成コミュニケーション研究センターの研究開発は、大きな成果を得ることができたことに謝意を表する。

(平成 24 年 6 月 14 日 採録)



木俣 豊

ユニバーサルコミュニケーション研究所  
研究所長  
博士 (工学)  
デジタルコンテンツ管理、ユビキタス  
コンピューティング、情報検索、情報  
分析

kidawara@nict.go.jp