

自然言語処理【特集号】

巻頭言

文章の意味と個性

国立情報学研究所教授
相澤彰子

2

解 説

自然言語処理を利用したコンテンツ制作支援技術 機械翻訳技術の研究と動向

4

14

報 告

単語間関係辞書を用いた検索クエリー拡張による テレビ番組検索手法

26

ニュースのためのやさしい日本語と その外国人日本語学習者への効果

36

研究所の動き

有機の膜を重ねて光を捉える！ 有機撮像デバイスの研究

49

特定方向の音をくつきりキャッチ！ 指向性マイクの研究

50

論文紹介 51

発明と考案 52

研究会・年次大会等発表一覧 55

文章の意味と個性

相澤彰子

国立情報学研究所教授

人が生み出す文章は実に多様だ。何らかの意味を持つという共通の性質を持つ一方で、その言い回しの端々に書き手の個性が埋め込まれている。

文章に使われる書き言葉の特徴の1つは「再現性」である。言葉という記号によって符号化された意味は、損なわれることなく時間や距離を超えて読み手のもとに届けられ、復号化された後に知識として再利用される。コンピューターが登場すると程なく、文章による符号化を介さない知識の共通基盤の構築が試みられるようになった。この場合の知識とは、計算可能なモデルに裏付けされた構造化されたデータである。例えば「2020年のオリンピックは東京で開催される」と聞くと、開催地は日本であると瞬時に分かる、そのような推論も計算の一種である。この際に必要となる「東京は日本の都市」などの知識を共通化したものが、Cyc^{*1}やDBPedia^{*2}などの巨大な知識ベースであり、現在では計算機可読な資源としてさまざまな言語アプリケーションで利用されている。

しかしながら、コンピューターで扱いやすい構造化された知識と、人が読み書きする文章とのマッピングは容易ではない。文章から知識を自動的に獲得することは、言語の解析においていまだ挑戦的なテーマであり、例えば新聞の文章から国名と都市の対応表を作成するといったタスクでさえ、実際にはかなり難しい。それでも、人手で編集した知識グラフと文章の対応付けは、近年のホットトピックとして、オントロジー^{*3}と自然言語処理の融合領域を創り出しつつあり、時間とともに少しずつ展望が開けていると言える。

近年になり、書き言葉に「即時性」という新たな特徴が加わった。すなわち、それまでは音声でしか可能でなかったインタラクティブな情報のやり取りが、文字を使ってできるようになった。文字による即時的なコミュニケーションがもたらした変化として、文章のマルチメディア化を挙げることができる。音声ファイルや映像ファイルの添付という意味ではない。従来、対面のコミュニケーションで音声や映像によって伝えていた情報を遠隔の相手に届けるために、ハイフンを入れて口調を伝えたり（「やったーっ」）、表情を示すアイコンを追加したり（^_^）といったコミュニケーションスタイルが確立したのである。これによって、書き手のその場の感情といった文脈情報が記号化された形で埋め込まれるようになった。

今日、不特定多数の感情や意見が発信されるSNS（Social Networking Service）は、社会的なセンサーの役割を果たすものとして広く認識されている。特定の事物に対する人々の感情や評価を数値化して分析することはマーケティングの基本であるし、サービスのパーソナライゼーションにも役立つ。社会情勢を俯瞰する上でも有益なツールとなる。ここで、SNS上の多くの文章は、伝統的な整った書き言葉とは異質のものである。したがって、SNSの文章の解析では、崩れた文章で用いられるさまざまな表現のバリエーションを捉えて、共通の意味にマッピングする技術が重要な役割を果たしている。

さて、文章から知識を獲得したり文章を社会の俯瞰に用いたりするためには、そもそも前提として、文章の意味が書き手に依存しない汎用的なものでなければならない。この目的のもとでは、文章の個性は邪魔である。さらに言えば、日本語と英語といった言語の違いも単なるバリアに過ぎない。実際に、言語横断的な処理への拡張は、言語処理や情報検索に関わる各種タスクの定番となっている。

それでは言語処理には個性は不要なのであろうか？

1985年 東京大学工学部電子工学科卒業
1990年 東京大学大学院電気工学専攻博士課程修了、
工学博士。
1990年～1992年
イリノイ大学アーバナ・シャンペイン校客員研究員

現在、国立情報学研究所コンテンツ科学研究系副所長、教授、東京大学大学院情報理工学系研究科教授併任。総合研究大学院大学複合科学研究科客員教授。
テキストメディア、自然言語処理、情報検索、遺伝的アルゴリズム等の研究に従事。



個性に関わる自然言語処理の研究として、古くはコンピューターによる著者の同定がある。文学作品の作者を当てるタスクでは、かなりの精度で正解できることが知られている。この場合の手がかりは、文末表現、文章の長さ、語彙数など、いわゆる「意味」とは関係がないものまでを含む。これは、指紋や署名と同じように、文章が書き手固有の特徴を持っていることを示している。さらに、文章が特定の場所や属性の情報を含む場合には、個人の特定はさらに容易で、文章からの知識抽出において匿名化は欠かすことができない処理となっている。では、個性とはむしろ隠すべきものなのであろうか？

我々は、正しい文章を書く訓練は受けているが、個性的な文章を書く訓練は受けていない。それにもかかわらず、これほどまでに表現が多様化するのには、誰一人として同じでないからであろう。ただし、アイデンティティーとしての個性は、単に他の人と違うことではない。他の人と対比したときに観察されるその人の特徴である。これは、アイデンティティーが共通の意味基盤の上に成り立つことを意味する。例えば、コンピューターに「暖かい」と「冷たい」のような対義語を区別させることは、「暖かい」と「遠い」を区別するより難しい。この場合は、対義語どうしが互いによく似ていることが対比を可能にしている。アイデンティティーの分かりやすい例としてよく参照されるのは言語である。アイデンティティーとしての母語がいかに支配的であるかは、英語の文章から書き手の母語を当てるタスクの正解率が高いことからもうかがえる。ハイフネーションの有無やスペルミスのパターンなど、些細な文体の違いが母語を推定する強力な手がかりになる。

深層学習の登場によって、データ収集とデータ処理を一体化してデザインする動きが加速している。言語処理の分野で言えば、単に集めた文章を解析するのではなく、解析の目的に沿って文章の収集方法を工夫することで、人工知能の問題に突破口を見いだそうという挑戦である。今後はスマートスピーカーと音声会話システムなどがその先導的な例となるだろう。このような枠組みの中で、効率的に言語処理システムを構築することは、処理のコンポーネントを共通化させることであると同時に、言語自体を共通化させることにもつながる。このことは、業務システムの導入にあたって、組織の伝統的な業務スタイルを見直して、共通のワークフローに合わせることも同様である。共通化と多様性のトレードオフは情報システムの本質とも言える。

アイデンティティーを維持するにはコストがかかる。翻訳技術は、例えば日本語というアイデンティティーに対する投資である。多数が同時に視聴する放送メディアもアイデンティティーと関わりが深い。一方で、SNS上でのアイデンティティーをどのように扱うべきかは、今まさに社会が直面している問題である。本特集号をそのような観点から読み進めてみるのも興味深い。

アイデンティティーは、人間とインタラクションする言語システムには必須の概念であるが、言語処理の観点から見ても、まだまだ未知の部分が多い。存在とは何かを問うのもまた言語処理の役割である。

*1 <http://www.opencyc.org/>

*2 <http://wiki.dbpedia.org/>

*3 計算機可読な知識の表現形式。

自然言語処理を利用したコンテンツ制作支援技術

後藤 淳

自然言語処理技術とは、人間が自然に発する言葉、いわゆる自然言語をコンピューターで処理する一連の技術の総称である。放送分野においても、自然言語処理技術を活用した幅広い研究開発が進められている。本稿では、放送に関わる自然言語処理技術の研究の中でも、特にコンテンツ制作を支援する技術について解説する。具体的には、(1) 社会から有用な情報を取得するための抽出技術、(2) 番組アーカイブから必要なコンテンツを取得するための検索技術、(3) 外部から取得したデータや放送局が持つデータからコンテンツを作り出す生成技術について、NHKでの取り組みを紹介するとともに、関連する研究動向を解説する。

1. まえがき

放送局では、コンテンツを制作する過程で、字幕や番組概要などの番組に関連する情報や、記者が取材した情報に基づくニュース原稿などのさまざまなテキストが日々大量に生み出されている。また放送局が自ら作成するテキストに加え、公的機関や外部機関から取得する気象概況や経済市況などの情報、Twitterなどのソーシャルメディアへの投稿などのテキストを取得している。これらの放送局が取り扱うテキスト情報は、過去のコンテンツの情報を取得したり、リアルタイムに社会の状況を把握したりするなど、新たなコンテンツを制作する上で重要な知識源となる。

これらの放送に関するテキスト情報を解析する自然言語処理技術としては、文書から必要な情報を抽出する情報抽出技術、大量の文書を蓄積したアーカイブから必要な文書を取り出す情報検索技術が挙げられる。一方、放送に用いるテキストを生成するための自然言語処理技術としては、ある言語から別の言語へ変換する翻訳技術、自然言語ではないデータから自然言語を作り出す言語生成技術が含まれる。

本稿では、まず2章で、社会から有用な情報を取得するためにソーシャルメディアから情報を抽出する技術の研究動向について述べる。次に3章で、放送局が放送済みのコンテンツを保存している、いわゆる番組アーカイブから必要なコンテンツを取得するための検索技術について説明する。さらに4章で、公共機関などから配信されるデータや放送局が持つデータを用いてコンテンツを作り出す生成技術と「人にやさしい」コンテンツの生成技術について解説する。

2. ソーシャルメディアからの情報抽出

近年、Twitterなどのソーシャルメディアの利用が一般化するにつれて、個人がソー

ソーシャルメディアに投稿する情報は、既存メディアにとって有益な情報源となってきた。これは、スマートフォンやタブレットをはじめとする高機能モバイルデバイスを利用するユーザーが爆発的に増えたことにより、個人が遭遇した事故や事件などをすぐにソーシャルメディアに投稿することが容易になっているためである。また、デバイスが持つカメラ機能を使って写真や動画を添付することや、設定次第では投稿者の位置情報を付与して、投稿内容が起こった場所を特定することも可能となる。

実際に制作現場では、ニュース制作の担当者がニュースになりうるソーシャルメディアの投稿をチェックし、報道につなげる取り組みを実施している。例えば、2016年に起きた新幹線車内での放火事件では、その場に居合わせた乗客のソーシャルメディアへの投稿が放送の第一報として利用された。そのため放送局では、ソーシャルメディアを常時監視して大量の情報の中から有益な情報を取得する業務を支援する技術が必要とされている。

2.1 Twitterからのニュース情報の取得

ソーシャルメディアの中でも、Twitterへの投稿（Tweet）を一種のセンサーのように活用して、対象の出来事取得する研究がこれまでも行われている。日本語のTweetからの情報取得を対象とした研究では、Sakakiら¹⁾は、教師あり機械学習^{*1}の1つであるサポートベクターマシン（SVM：Support Vector Machine）を用いて、与えられたキーワード（台風や地震）に関連する現在進行中のTweetを抽出し、台風の進路や震源地を特定する手法を提案している。この手法では、Tweetに含まれる全単語と単語数、キーワードの位置および前後の単語などを特徴量として用いている。また、Aramakiら²⁾は、同様にSVMを用いて、インフルエンザの流行をリアルタイムに特定する手法を提案している。Mizunoら³⁾は、質問応答技術^{*2}を用いて、災害に関わる質問の回答をTweetからリアルタイムに取得するシステムを開発している。質問応答の処理においては、Webから大量のテキストを収集し、そこから生成した言い換え表現データベースに基づき、入力された質問の表現を言い換えて幅広い回答を取得している。また、災害への対応を迫られる自治体のために、得られた情報の要約を作成する機能も提案している。

近年、Tweetからの情報取得においても、Neural Network（NN）^{*3}を用いたさまざまな手法が提案されている。NNによるTweet判別の例として、最もシンプルなNNであるFeed Forward Neural Network（FFNN）を用いたTweetの判別器を紹介する（**1**図）。このFFNNの入力層のノード数は、Tweetを単語に分割する形態素解析器^{*4}の辞書の語彙数であり、出力層のノード数は「地震に関連あり」「地震に関連なし」の2つとなる。また**1**図では入力層と出力層の間にある中間層は1層としているが、層の数を複数にすることもできる。この判別器に「渋谷のビル、凄い揺れ！震度大きいのかな？」というTweetが与えられたとき、入力層には、Tweetに含まれる単語（「渋谷」「揺れ」など）の値が1、それ以外の単語の値が0となるベクトルが入力される。このベクトルが入力された場合、FFNNによる判別器がうまく作成できていれば、出力層の「関連あり」のノードには「関連なし」のノードより大きな値が出力される。NNの学習では、入力層に入力されるデータと出力層に出力される値をペアにして、誤差逆伝搬法^{*5}により中間層を含む各層のノード間の重みを更新していく。学習を繰り返すことにより、たとえ

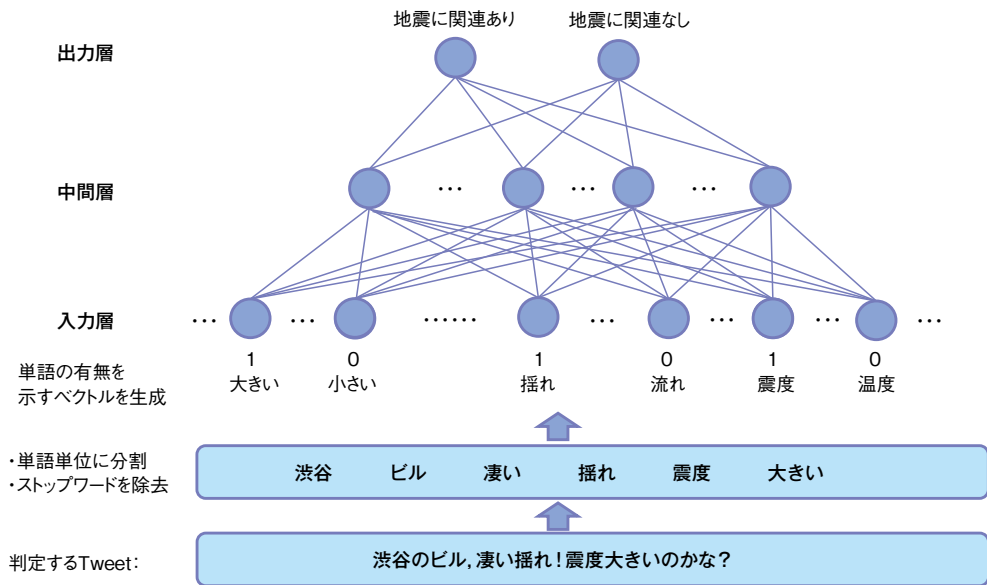
*1
ラベル付きの学習データ（教師データ）を用いて調整した識別器を使って、未知の入力データのラベルを推定する手法。

*2
自然言語による質問から抽出した情報を用いて、Webや特定のデータベースなどの知識源から回答を取得する技術。

*3
脳の信号処理を計算機上でネットワークにより再現したモデル。

*4
ルールや機械学習を利用して、文や文章を単語（形態素）単位に分割し、品詞や活用形などの情報を付与するための解析ツール。

*5
ニューラルネットワークの各ノードの重みを最適化するためのアルゴリズム。重みとは各層のノード間で情報を受け渡す際の係数の大きさ。



1図 ニューラルネットワークによる Tweet の判別

「地震」という単語が含まれていなくても地震に関係するTweetを特定できる判別器が作成される。なお、特有の表現が含まれるTweetを判定する場合、文章を単語に分割する形態素解析器の性能が十分に得られないため、単語単位ではなく文字単位でTweetをNNへ入力の方が判別の性能が向上するという報告もある⁴⁾。

NNの構成については、FFNNのほかにRecurrent Neural Network (RNN)^{*6}やConvolutional Neural Network (CNN)^{*7}などのより複雑なネットワークを選択することができる。また、NNの入力においては、word2vec^{*8}などの手法で作成した単語の分散表現^{*9}を用いることができる。単語の分散表現以外にも、文や文章、Tweetそのものの分散表現を作成・利用する手法も提案されている^{5) 6)}。

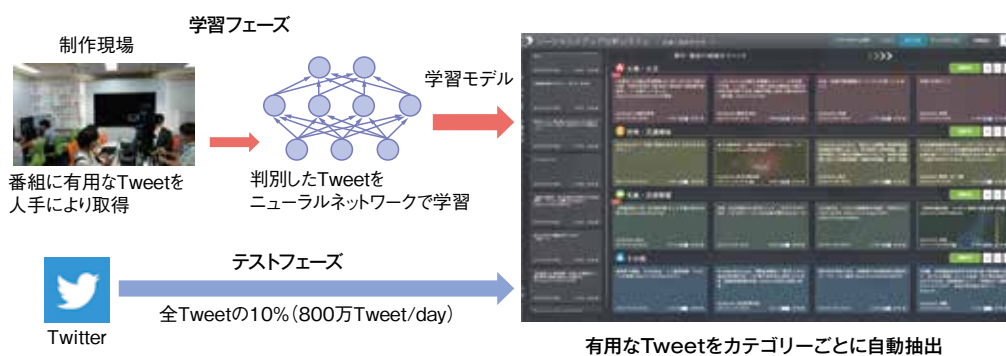
当所においても、ソーシャルメディアからニュースになりうる情報を取得する制作現場のニーズに応えるため、現場において人手で判断した、ニュース価値のあるTweetを教師データとしてNNを学習し、その学習モデルに基づき有用なTweetを自動で特定するシステムの開発を進めている⁷⁾。開発中のシステムの概要を2図に、システムで利用しているNNの概要を3図に示す。このシステムでは、入力されたTweetを文字単位で双方向のRNNにより処理してTweetの分散表現を作成し、FFNNにより有用なTweetかどうかを判別している。なお、分散表現作成の際は、注目する表現に重みを付与するアテンション機構を採用している。アテンション機構の詳細については、本特集号の解説「機械翻訳技術の研究と動向」を参照していただきたい。さらに、制作現場から取得した教師データに火事・火災、交通事故、豪雨・台風などの情報を付与することにより、ニュースに役立つ情報かどうかだけでなく、ニュースのカテゴリーも同時に出力することができる。今後、このシステムを制作現場で実際に利用することで、自動で取得されたソーシャルメディアの情報を制作者が取捨選択する過程を操作ログとして記録し、それを用いて学習を繰り返すことでシステムの性能を改善するメカニズムも取り入れていく予定である。

*6
時系列データを取り扱えるようにしたニューラルネットワーク。自然言語処理の場合、順に入力される単語や文字列を時系列データと見なし、文脈の把握に利用している。

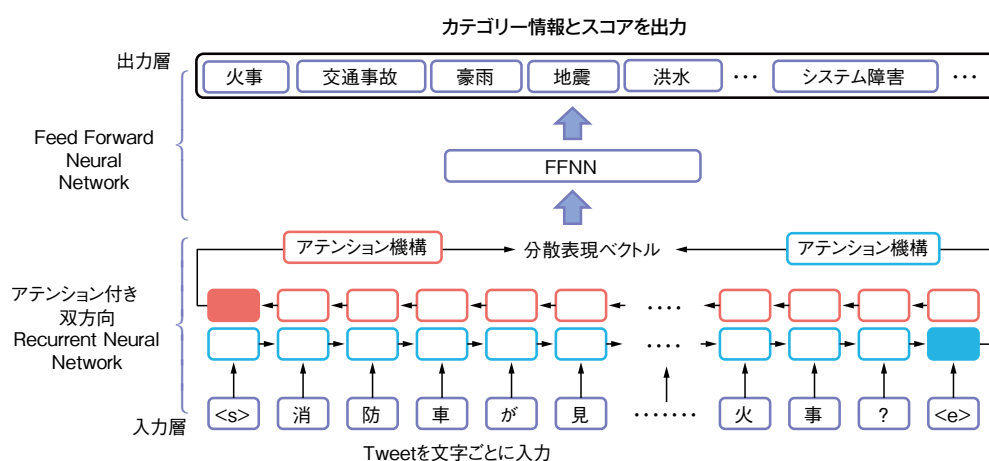
*7
画像認識の分野で実績のあるニューラルネットワークの一つ。入力データの局所的な特徴を抽出する畳み込み層、局所的な特徴をまとめ上げるプーリング層を持つ。

*8
単語の分散表現を示すベクトルを作成するための手法。得られたベクトルを用いて「パリ」-「フランス」+「日本」=「東京」などの単語間での演算が可能となる。

*9
単語や文などの特徴を数百~千程度の数値の並びで表現したもの。似た意味の単語（例えば、「子供」と「少年」）は、似た分散表現になる。



2図 開発中のソーシャルメディア分析システムの概要



3図 開発中のシステムで利用するニューラルネットワークの概要

2.2 発生場所の特定

ソーシャルメディアの情報を番組制作に利用する際に、その事件や事故の発生場所を特定することは重要である。しかしながら、プライバシーの観点などから、GPS (Global Positioning System) の情報が付与されているソーシャルメディアの投稿は非常に少ない。そのため、投稿された自然言語文から地名を特定し、発生場所を把握することは、ニュース制作現場にとっては重要である。自然言語文から地名を特定するためには、投稿された文章において、地名部分の特定や、得られた地名のあいまい性の解消が必要である。

情報通信研究機構では、質問応答を利用して、災害情報をソーシャルメディアからリアルタイムに取得するシステムを開発している⁸⁾。このシステムでは、単語のカテゴリ情報に基づき整備した地名辞書をTweetの地名特定に利用している。また、サービスやソフトウェアごとに進められていた自然言語文からの地名特定処理をオープンに構築するプロジェクトGeoNLP (<https://geonlp.ex.nii.ac.jp>) が国立情報学研究所を中心に進められている。

2.3 真実性の確認

投稿されたTweetの中に火事や火災などの表現が含まれていても、実際にはそれらの出来事が起こっていない場合がある。例えば、悪意のあるユーザーからのデマ情報、

いわゆるフェイクニュースである場合や、映画やテレビ、ゲームなどの仮想世界での出来事である場合がある。Mizunoら⁹⁾は、「核爆発が起きるなんてデマだ」のような既出情報を打ち消す複雑な否定表現を特定する手法を提案している。これにより、同じ時期に拡散する情報に注意喚起を出すことができる。Volkovaら¹⁰⁾は、信頼性のあるニュースと疑わしいニュースを判別し、さらに疑わしいニュースを虚偽、風刺、プロパガンダ、クリックベイト*¹⁰⁾の4種類に特定するニューラルネットワークによる分類手法を提案している。

また、メディア関係者や自然言語処理の研究者が中心となって、コンテンツの真偽確認の推進・普及を目指す団体「ファクトチェック・イニシアティブ・ジャパン」(<http://fj.info>)を立ち上げ、誤った情報に振り回されないための取り組みも進んでいる。当所においては、慣用句や番組に関する情報をNNに入力することで、仮想世界での出来事と現実の出来事を区別するための手法について研究を進めている¹¹⁾。今後は、制作現場と連携して、フェイクニュースの特定を支援する技術の研究開発にも取り組む予定である。

3. コンテンツ検索技術

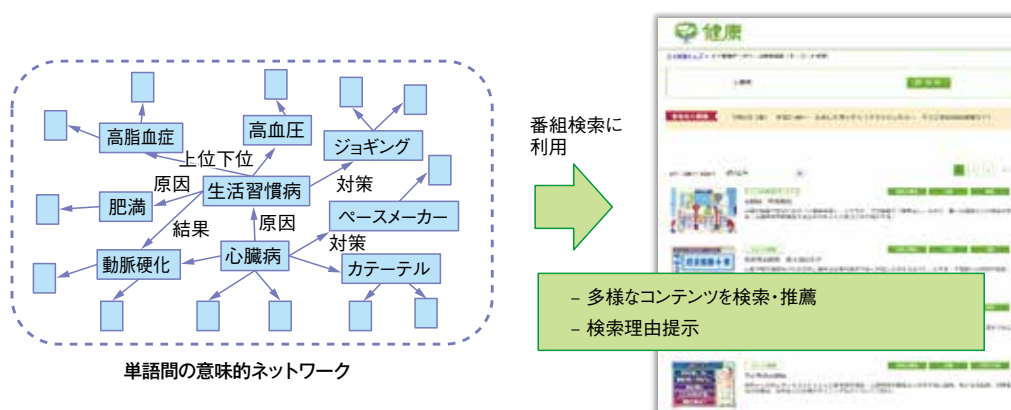
近年、コンテンツ配信サービスや番組制作のための映像素材の再利用など、コンテンツやその素材を蓄積したアーカイブからコンテンツを検索する必要性が増している。アーカイブに登録された番組や素材には、メタデータと呼ばれるコンテンツを説明する情報が付与されている。メタデータは、単にコンテンツのタイトルや出演者・ジャンルなどを表す情報のみの場合もあるが、最近では自然言語で記述された概要や、音声をテキスト化したデータも付与されていることが多い。コンテンツの検索では、これらのメタデータを手掛かりに目的のコンテンツを探すことになる。ここでは、特に自然言語で記述されたコンテンツの概要を用いた検索について解説する。

あるコンテンツに関連するコンテンツを探す際には、コンテンツの内容を簡潔に説明する概要の間の関連性を利用することが考えられる。当所では、コンテンツの概要文に対して、人名や地名などの固有表現を考慮した類似度を用いた関連番組検索エンジンを開発し、コンテンツ提供のサービスで用いている¹²⁾。またWebなどから取得した大量のテキストデータから、単語間の意味的關係を持つネットワーク（意味的ネットワーク）を構築し、この意味的ネットワークを用いて関連する番組を決定する手法を提案している¹³⁾。意味的ネットワークに基づく関連コンテンツの検索の概要について4図に示す。この検索では、クエリー*¹¹⁾となるコンテンツ内の単語を意味的ネットワークにより拡張し、それを用いて番組検索を行うことで、多様なコンテンツの検索・推薦を可能にしている。また、意味的ネットワークが持つ関係の情報を利用して、そのコンテンツが検索された理由を提示することもできる。この検索手法を改善し、複数の単語間の関係性を考慮してコンテンツを検索する手法については、本特集号の報告「単語間関係辞書を用いた検索クエリー拡張によるテレビ番組検索手法」で詳しく説明する。

情報検索の分野においても、クエリーと検索対象のコンテンツとの関連性を表すスコアを計算するために、NNを使用した研究が多く報告されている。特に、NNを用いて作成した単語もしくは文の分散表現を用いて、その関連性を測る手法が注目を集めている。Mittraら¹⁴⁾は、NNを用いて、クエリーと文書の間の表層的な単語の一致と、単語の分散表現の類似度を統合したモデルを提案し、従来の手法に比べて高い検索性能が得

*10
ユーザーの興味を引いてクリックや閲覧をさせるために、実際の内容とは関係のない興味を引く見出しを記載する手法。

*11
データベースから情報を取得するための命令。検索エンジンにおいては検索のために入力される文字列。例えば、NHKに関する検索結果を取得するための「日本放送協会」という文字列がクエリーである。クエリーは文や文章であってもよい。



4図 単語間の意味的ネットワークを利用したコンテンツ検索

られることを示している。Jaechら¹⁵⁾は、クエリーと文書中の単語の分散表現との類似度をCNNにより統合する検索スコアの計算手法を提案している。今後、当所においても、意味的ネットワークの利用に加えて、単語や文章の分散表現を用いたコンテンツ検索手法を導入していく予定である。

4. コンテンツ生成技術

番組制作において、制作者は、日々、さまざまな機関から幅広い情報を収集・分析して、情報発信に役立っている。例えば、台風や地震などの災害の際は、公共機関や地方自治体が提供している情報を収集・分析してニュースを制作している。このような大量の情報、いわゆるビッグデータを常時監視し、その内容を判断して放送のための原稿を正確に制作することは、制作現場にとって大きな負担となっている。そのため、放送局が受け取るさまざまなデータや基になるコンテンツを活用して、対象のコンテンツの制作をサポートする生成技術は重要である。また、公共放送にとって、障害のある方や高齢者、外国人を含むあらゆる人々に情報を伝えるための「人にやさしい」コンテンツを制作する支援技術も不可欠である。

4.1 データからテキストへ

放送局では、制作者が作成した原稿を一元的にデータベースで管理している。過去の原稿を網羅的に蓄積したデータベース（原稿データベース）は、新たな原稿を記述する際の参考となったり、過去の事実を確認する際の資料となったりするなど、放送局にとって重要な資産である。自然言語処理の研究にとっても、原稿データベースは翻訳や音声認識の言語モデル^{*12}など、さまざまな用途に利用できる有効な言語資源である。

当所では、この原稿データベースと、河川情報センター（<http://www.river.or.jp>）が提供している全国の河川状況を示す水位情報とを利用して、新たな原稿を作成する原稿作成支援システムを開発している（5図）¹⁶⁾。このシステムでは、まず、過去に取得した水位情報と、原稿データベースに蓄積されている水位情報を含む原稿とを対応させて、河川名、警戒水位名などのタグ情報^{*13}を原稿に付与する。このタグ情報を付与した原稿をRNNによる固有表現抽出手法¹⁷⁾により学習し、得られた学習モデルにより、過去の原稿中のタグの表現を自動で特定し、テンプレートを作成する。そして、このテ

*12 認識すべき単語のリストや、単語と単語のつながりやすさを与えるモデル。

*13 文書に付加情報を埋め込むための特殊な文字列。



5図 原稿作成支援システムの概要

ンプレートとリアルタイムに取得する水位データを利用して原稿案の作成を行う。

近年、NNを用いたエンコーダー・デコーダーモデル^{*14}を利用した文章の作成手法が提案されている。この手法は、入力データとそのデータから作られた文のペアを大量に学習することにより、入力されたデータに対応した自然言語の文を出力することができる。例えば、(株)NTTデータでは、天気予報に関する放送局の原稿と気象庁からの気象概況を学習して、入力された気象概況から原稿を自動で作成する実証実験を行っている¹⁸⁾。また、Murakamiら¹⁹⁾は、エンコード時に長期短期の株価の変化を考慮し、デコード時に適切な算術操作を選択する株式市況コメントの自動作成手法を提案している。

コンテンツ生成技術を放送局で使う場合、最終的には制作者が、自動作成された原稿案の誤りの有無をチェックする必要がある。生成される原稿の大部分が過去の原稿に依存するテンプレート方式は、その表現が限られており、データから生成された箇所を容易に特定することができる。一方で、NNによる生成では、テンプレートによる手法に比べ、データに対してさまざまな表現を生成でき、その出力は一見違和感のない文章となる場合もあり、生成された原稿の誤りのチェックが難しい。最新の研究では、生成された文章を自動評価するための研究も行われている²⁰⁾。今後、NNによる手法を原稿生成に利用する場合は、そのデメリットを考慮した手法の開発が必要である。

4.2 人にやさしいコンテンツの生成

コンテンツ制作において、障害者や外国人を含むあらゆる視聴者に多様な手段で情報を提供するために、人にやさしいコンテンツを生成することが必要である。現在、当所ではスポーツ番組の実況音声を手動で作成するために、オリンピックデータフィード(ODF: Olympic Data Feed)と呼ばれるリアルタイムの競技情報を用いて、スポーツ実況を行う音声ガイドの研究開発を進めている²¹⁾。自然言語で記述されたテンプレートにODFを解析した結果を埋め込み、得られた自然言語の原稿から、音声合成技術により実況を生成するサービスを目指している。さらに、手話用のテンプレートを用意しておくことで、CG(Computer Graphics)による手話でのスポーツ実況コンテンツを作成することも進めている²²⁾。

自然言語で記述されたコンテンツからさまざまな言語のコンテンツを生成するための翻訳技術の研究も推進している。日本語から英語や、英語から他言語への多言語翻訳技術については、本特集号の解説「機械翻訳技術の研究と動向」において詳しく解説する。

*14 入力の系列データを固定長ベクトルへ写像し、そのベクトルを出力用の系列データへ変換するモデル。

また、日本在住の外国人の方々のために、通常のニュースからやさしい日本語のニュースを制作する支援技術の研究を進めている²³⁾。やさしい日本語の詳細については、本特集号の報告「ニュースのためのやさしい日本語とその外国人日本語学習者への効果」で紹介する。手話の生成においても、自然言語から手話へ翻訳する研究に取り組んでいる²⁴⁾。

5. まとめ

本稿では、自然言語処理技術を利用してコンテンツ制作を支援する技術として、ソーシャルメディアから有用な情報を取得するための抽出技術、番組アーカイブから必要な番組を取得するための検索技術、放送局が持つコンテンツや外部のデータを基にさまざまなコンテンツを生成する技術について解説した。

今後、ソーシャルメディアの情報や、公共機関やさまざまな組織が公開するオープンデータなどのビッグデータの利用は、コンテンツ制作においてさらに増えていくことになる。また、ハイブリッドキャストやインターネットでのコンテンツ配信など、さまざまな視聴者に合わせたコンテンツの制作も不可欠となる。このような放送現場のコンテンツ制作業務を支援していくために、本稿で解説した技術を活用して、放送現場に積極的に導入していく必要がある。さらに、本稿で取り上げた技術以外にも、放送におけるさまざまな課題を解決するための自然言語処理技術の研究開発を推進していく予定である。

参考文献

- 1) T. Sakaki, M. Okazaki and Y. Matsuo : “Earthquake Shakes Twitter Users: Real-time Event Detection by Social Sensors,” Proc. WWW2010 (2010)
- 2) E. Aramaki, S. Masawa and M. Morita : “Twitter Catches the Flu: Detecting Influenza Epidemics Using Twitter,” Proc. EMNLP2011, pp.1568-1576 (2011)
- 3) J. Mizuno, M. Tanaka, K. Ohtake, J. Oh, J. Kloetzer, C. Hashimoto and K. Torisawa : “WISDOM X, DISAANA and D-SUMM: Large-scale NLP Systems for Analyzing Textual Big Data,” Proc. COLING 2016 (2016)
- 4) S. Vakulenko, L. Nixon and M. Lupu : “Character-based Neural Embeddings for Tweet Clustering,” Proc. SocialNLP2017, pp.36-44 (2017)
- 5) Q. Le and T. Mikolov : “Distributed Representations of Sentences and Documents,” Proc. ICML2014, pp.1188-1196 (2014)
- 6) S. Vosoughi, P. Vijayaraghavan and D. Roy : “Tweet2Vec: Learning Tweet Embeddings Using Character-level CNN-LSTM Encoder-Decoder,” Proc. SIGIR 2016, pp.1041-1044 (2016)
- 7) 宮崎, 鳥海, 武井, 山田, 後藤 : “ニュースに役立つtweetの自動抽出・分類手法,” 情報処理学会研究報告, Vol.2017-IFAT-127, No.1 (2017)
- 8) 後藤, 大竹, De Saeger, 橋本, Kloetzer, 川田, 鳥澤 : “質問応答に基づく対災害情報分析システム,” 自然言語処理, Vol.20, No.3, pp.367-404 (2013)
- 9) J. Mizuno, C. Kruengkrai, K. Ohtake, C.Hashimoto, K. Torisawa, J. Kloetzer and K. Inui : “Recognizing Complex Negation on Twitter,” Proc. PACLIC-29, pp.544-552 (2015)
- 10) S. Volkova, K. Shaffer, J. Y. Jang and N. Hodas : “Separating Facts from Fiction: Linguistic Models to Classify Suspicious and Trusted News Posts on Twitter,” Proc. ACL2017, pp.647-653 (2017)
- 11) Y. Takei, T. Miyazaki, I. Yamada and J. Goto : “Tweet Extraction for News Production Considering Unreality,” Proc. PACLIC 31, No.14 (2017)
- 12) J. Goto, H. Sumiyoshi, M. Miyazaki, H. Tanaka, M. Shibata and A. Aizawa : “Relevant TV Program Retrieval Using Broadcast Summaries,” Proc. IUI2010, pp.411-412 (2010)
- 13) I. Yamada, M. Miyazaki, H. Sumiyoshi, A. Matsui, H. Furumiya and H. Tanaka : “Measuring the Similarity Between TV Programs Using Semantic Relation,” Proc. COLING 2012, pp.2945-2959 (2012)
- 14) B. Mitra, F. Diaz and N. Craswell : “Learning to Match Using Local and Distributed Representations of Text for Web Search,” Proc. WWW2017, pp.1291-1299 (2017)
- 15) A. Jaech, H. Kamisetty, E. Ringger and C. Clarke : “Match-tensor: A Deep Relevance Model for Search,” CoRR, Vol.abs/1701.07795 (2017)
- 16) 後藤, 牧野, 武井, 宮崎, 住吉 : “ニュース制作のための原稿作成支援システム,” 映情学冬大, 13B-7 (2017)
- 17) G. Lample, M. Ballesteros, S. Subramanian, K. Kawakami and C. Dyer : “Neural Architectures for Named Entity Recognition,” Proc. NAACL2016, pp.260-270 (2016)
- 18) “人工知能を用いたニュース原稿の自動生成に関する実証実験を実施,”
<http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2017/012702.html>
- 19) S. Murakami, A. Watanabe, A. Miyazawa, K. Goshima, T. Yanase, H. Takamura and Y. Miyao : “Learning to Generate Market Comments from Stock Prices,” Proc. ACL2017, pp. 1374-1384 (2017)
- 20) J. Novikova, O. Dušek, A. Curry and V. Rieser : “Why We Need New Evaluation Metrics for NLG,” Proc. EMNLP2017, pp.2231-2242 (2017)
- 21) T. Miyazaki, A. Imai, H. Sumiyoshi, Y. Yamanouchi, N. Seiyama, T. Shimizu, S. Sato, I. Yamada, T. Kumano, R. Tako, M. Ichiki, K. Kurihara, T. Takagi, S. Ooshima and K. Nishida : “Automatic Generation of Audio Description for Olympics / Paralympics Programs,” Proc.

- National Association of Broadcasters, pp.206-211 (2017)
- 22) T. Uchida, T. Miyazaki, M. Azuma, S. Umeda, N. Kato, H. Sumiyoshi, Y. Yamanouchi and N. Hiruma : "Sign Language Support System for Viewing Sports Programs," Proc. ASSET 2017, pp.339-340 (2017)
- 23) I. Goto, H. Tanaka and T. Kumano : "Japanese News Simplification: Task Design, Data Set Construction, and Analysis of Simplified Text," Proc. MT Summit XV, pp.17-31 (2015)
- 24) 加藤, 宮崎, 井上, 金子, 比留間, 長嶋 : "気象情報を対象にした手話CG翻訳システムの開発とその評価," 信学論D, Vol.J100-D, No.2, pp.217-229 (2017)



ごとう じゅん
後藤 淳

1993年入局。高松放送局を経て、1998年から放送技術研究所において、情報検索および情報抽出の研究に従事。2006年から2007年までニューヨーク大学に派遣。2011年から2015年まで(独)情報通信研究機構に出向。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部上級研究員。博士(情報学)。

機械翻訳技術の研究と動向

後藤功雄

国際社会における日本への理解を促進するために、外国語による情報発信の強化が必要とされている。また、外国人観光客の増加で、訪日旅行者向けの翻訳へのニーズも増えている。近年、機械翻訳の翻訳品質が向上し、さまざまな場面での活用が期待されている。本稿では、当所におけるこれまでの機械翻訳研究への取り組みを紹介するとともに、機械翻訳技術の研究動向を解説する。特に、この2,3年の間に急速に発展し、翻訳品質の向上に寄与しているニューラル機械翻訳の原理と動向を中心に、主な機械翻訳技術について解説する。

1. はじめに

グローバル化が進む中で、国際社会の日本への理解を促進するために、外国語による情報発信の重要性が増してきている。また、2020年に向けて、海外から日本への関心も高まっている。NHKは、日本の観光、文化、科学技術をはじめ、日本の魅力や姿を、世界に対して外国語で積極的に発信している¹⁾。また、外国人観光客の増加に伴い、訪日旅行者向けの外国語でのサービスや情報提供、外国人とのコミュニケーションのニーズも増加している。このような外国語での情報発信を容易にし、言葉の壁を越えるための技術として機械翻訳技術がある。

機械翻訳技術を大きく分類すると、規則ベース方式とコーパス^{*1}ベース方式に分けられる。規則ベース方式は、翻訳知識を規則として人手で作成し、それらを組み合わせて訳文を生成する方式であり、機械翻訳技術初期の1950年代から研究されたものである。パソコン用パッケージの翻訳ソフトとして現在市販されているものは主にこの方式である。

一方、コーパスベース方式は、大量の対訳文から翻訳知識を自動獲得して利用する方式であり、現在盛んに研究が進められている。この方式が提案された背景には、人手で作成した翻訳知識の規則ではさまざまな言語現象を網羅することが困難であるということがある。数十万文から数億文という大量の対訳文があれば、その中にさまざまな言語現象が含まれていることが期待できる。また、文レベルの文脈の情報も活用することができる。

コーパスベース方式は「用例翻訳」、「統計的機械翻訳 (SMT : Statistical Machine Translation)」、「ニューラル機械翻訳 (NMT : Neural Machine Translation)」の3つに分類できる。用例翻訳は、翻訳したい入力文と似た文を大量の対訳文から検索して、対訳文の中で入力文と一致しない部分に対応する翻訳先言語 (目的言語) の表現を書き換える方式であり、定型的な表現の翻訳に適用できる。SMTとNMTはコーパスの統計情報から構築したモデルを用いる方式であり、NMTはモデルにニューラルネットワー

*1
テキストを集めてデータベース化した言語資料。

ク*2を用いるものである。SMTとNMTは適用範囲が広く、2000年頃からSMTが盛んに研究されてきたが、2014年にNMTの翻訳品質がSMTに追いついてからは、NMTが急速に発展して現在の機械翻訳の研究の中心になっている。

本稿では、2章でこれまでの当所における機械翻訳技術の研究への取り組みを紹介し、3章でSMTの原理を概説し、4章でNMTの原理と動向について解説する。

2. 当所における機械翻訳技術の研究

海外との効率的な番組交換や放送の多様化への貢献を目的として、当所では1986年から放送における自動翻訳の可能性に関する検討を開始した²⁾。当時、日本では日英・英日の機械翻訳がコンピューターメーカーを中心に盛んに研究開発されていたが、それらの対象はマニュアルなどの分野を限定した書き言葉であり、話し言葉で分野が限定されていないニュースの翻訳にそのまま利用するのは困難であった。当所では1988年から、分野を限定しないシステムの実現を目指した英日機械翻訳の研究を本格的に開始した。研究の早急な立ち上げを図るために、規則ベース方式に基づいた国内ソフトメーカーの英日機械翻訳システムを導入し、それを核とした基本システムを、同メーカーとの共同研究により作成した²⁾。

この規則ベース方式の基本システムは、当時の主流となっていた構文トランスファー方式に基づく翻訳システムであった。構文トランスファー方式は、以下のような処理を行う。

①まず入力文を構文解析して構文構造を得る。

(例：“I (主語) saw (述語) a car (目的語)”)

②次に英語の構文構造を日本語の構文構造に変換して語順を並べ替える。

(例：“I (主語) a car (目的語) saw (述語)”)

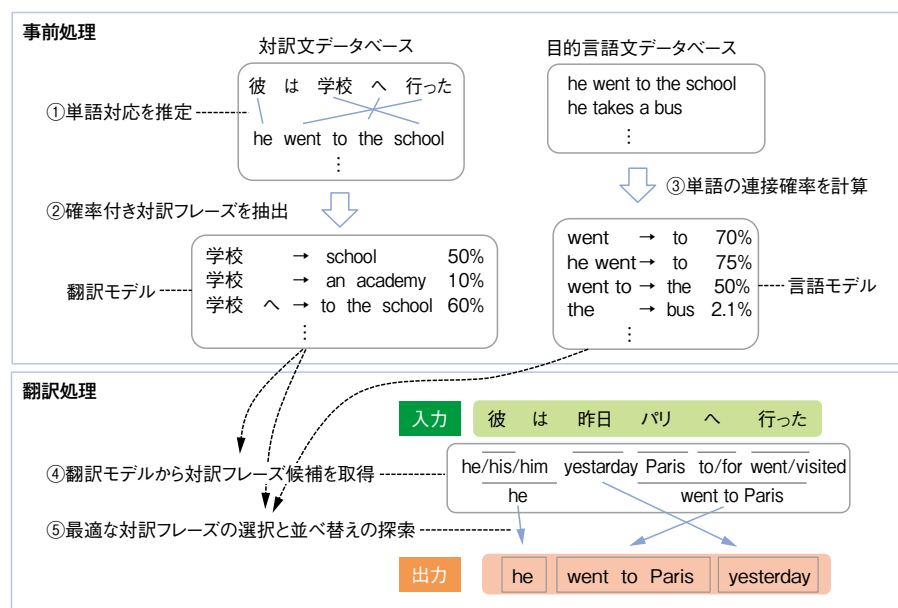
③最後に各英単語の日本語の訳語を、辞書を使って出力する。

(例：“私は 一つの 車 を 見た”)

これらの処理にはさまざまな規則を使うが、この規則を言語学の知見や人の知識に頼って人手で作成していた。基本システムは、約2万語の辞書と約3千の文法規則から成るものであったが、辞書については収録語数が根本的に不足しており、またニュースの文体を扱うための規則が未整備であった。このため、辞書と規則の拡充、整備を進めていった。言語の翻訳には、さまざまなあいまい性がある。前記の例でも“saw”は「ノコギリ」という名詞、「ノコギリで切る」という動詞、動詞“see”の過去形の可能性がある。また動詞“see”だとすると、これには「見える、会う、気づく…」と多くの日本語訳語がある。このようなあいまいな候補から正しい解を認定するには、単語の周りの文脈を考えた規則の精密化が求められる。これは極めて難しい作業であった。このような中で、1989年8月、開始間もない衛星放送における斬新な演出や翻訳システムの実用化の加速を狙って、英語ニュースの日本語テロップ*3の作成において、このシステムの試用が始められた³⁾。開始当初は、研究中のシステムを搭載した研究者用のワークステーションを翻訳現場に持ち込んだが、このシステムは日本語テロップ作成の多数の工程の中で翻訳だけしかできず、また操作が複雑であった。そのため、辞書や文法の拡充、アルゴリズムの研究に加えて、テロップの作成に適したシステムを開発して現場に導入した⁴⁾。この英日機械翻訳の研究開発は、1997年まで実施した。

*2
脳内の神経回路網の処理の一部
を計算機上のシミュレーション
によって表現したもの。

*3
常時表示される字幕（オープン
キャプション）。



1図 SMT の概略

英日機械翻訳の研究と並行して、国際放送のための翻訳を支援することを目的として1991年から日英機械翻訳の研究を開始した。規則ベース方式に加えてコーパスベース方式の1つである用例翻訳の研究開発を進め、2000年から規則ベース方式の研究開発は共同研究先の（株）国際電気通信基礎技術研究所（ATR：Advanced Telecommunications Research Institute International）に移行した。用例翻訳の研究においては、経済ニュースの対訳文データベースを構築し、データベースに含まれる対訳文と一致する定型的な経済ニュース文を翻訳できるようになった。

2017年から、NHKの国際放送局を中心とした外国語での情報発信の強化を目指したプロジェクトに当所も参加し、外国語による放送のための、言語間の機械翻訳の研究開発を開始した。現在当所では、ニュースの日英翻訳、および番組とニュースの英語から多言語への機械翻訳の研究開発に取り組んでいる。当所で開発しているシステムはNMTとSMTのハイブリッド方式であり、NMTを主として、NMTが不得意な部分や問題点をSMTで補っている。以下の章では、これらのSMTとNMTについて説明する。

3. 統計的機械翻訳 (SMT)

SMTは1990年頃に提案された翻訳方式である⁵⁾。初期の手法は、単語を単位として翻訳するモデルを用いており、文脈の情報を活用しにくいという課題があった。そこで、文脈の情報を活用しやすいように部分単語列（フレーズ）を単位として翻訳する、フレーズベースSMTが提案された⁶⁾。現在のSMTは、このフレーズを単位として翻訳するフレーズベースSMTが主流である。

3.1 処理の流れ

SMTにはいくつかの手法があるが、ここでは代表的な手法であるフレーズベースSMT⁶⁾を説明する。1図にSMTの概略を示す。SMTには、事前にモデルを構築する処理（事前処理）と入力文を翻訳する処理（翻訳処理）の2種類の処理がある。各処理

を1図中の番号を用いて説明する。

事前処理では、翻訳モデルと言語モデルを次のように構築する。

- ①共起*⁴などの統計情報を用いて、訓練データ*⁵の対訳文対における単語対応を推定する。例えば1図では「学校」と「school」を対応付けている。
- ②単語対応を用いて、対訳文対から対訳の部分単語列（フレーズ）を抽出し、抽出した対訳のフレーズから翻訳モデルを構築する。翻訳モデルは、入力側言語（原言語）のフレーズとそれに対応する出力側言語（目的言語）のフレーズ候補、およびその確率を保持する。確率は、訓練データ中の統計情報（出現頻度）から求める。
- ③訓練データの目的言語文から、言語モデルを構築する。言語モデルは、目的言語の単語の接続確率を保持する。接続確率も、訓練データ中の統計情報（出現頻度）から求める。

翻訳処理では、翻訳モデルと言語モデルを用いて次のように翻訳する。

- ④入力文中で、翻訳モデルに含まれるフレーズと一致するものを探索し、その対訳の目的言語のフレーズ候補を取得する。例えば1図では、「彼」のフレーズに対して「he」, 「his」, 「him」の3つが目的言語のフレーズ候補として取得され、「彼は」のフレーズに対して「he」が目的言語のフレーズ候補として取得されている。
- ⑤目的言語のフレーズ候補を並べ替えてつなぎ合わせて得られる目的言語文の候補から、翻訳モデルの確率と言語モデルの確率を用いて計算するスコア*⁶が最大になるものを探索して出力する。このとき、入力文と過不足なく一致するフレーズを選択する。例えば1図では、「彼は」、「昨日」、「パリへ行った」という3つのフレーズや、「彼は」、「昨日」、「パリ」、「へ」、「行った」という5つのフレーズは入力文と過不足なく一致する。これらのフレーズの訳を並べ替えてつなぎ合わせたものが目的言語文の候補となる。

*4

ここでは、ある原言語単語とある目的言語単語が対訳文対に出現すること。

*5

入力と出力のペアの事例で、その出力を正解として機械学習での学習に用いるデータ。

*6

各対訳フレーズの翻訳モデルの確率の対数の和と、各目的言語単語の言語モデルの接続確率の対数の和を重み付けて加算した値。

3.2 SMTの特徴

訓練データの中に、入力文に似た文がたくさんあれば、翻訳処理で長いフレーズを活用できる可能性が高くなり、翻訳品質が高くなる。低頻度語でも、対訳の単語対応が正しく推定できれば、訳語選択の誤りは少ない。翻訳処理では、入力文中の各部分がすべて一度だけ翻訳されるように制御しているため、翻訳すべき内容が出力に含まれない「訳抜け」や、入力文中の同じ部分を2回以上訳出してしまう「訳出の繰り返し」はほとんど発生しない。

SMTの課題としては、次の点が挙げられる。翻訳モデルで活用できる文脈の情報は、フレーズ内の単語列の情報に限られる*⁷。言語モデルで活用できる文脈も、直前の数単語（通常は4単語程度）までに限られる。訳語選択は局所的な情報であいまい性を解消できることが多いが*⁸、語順の並べ替えはより長い文脈の情報を必要とする。このためフレーズベースSMTは、訳語選択の性能は高い一方で、語順の並べ替えの性能は高くない。

3.3 SMTの動向

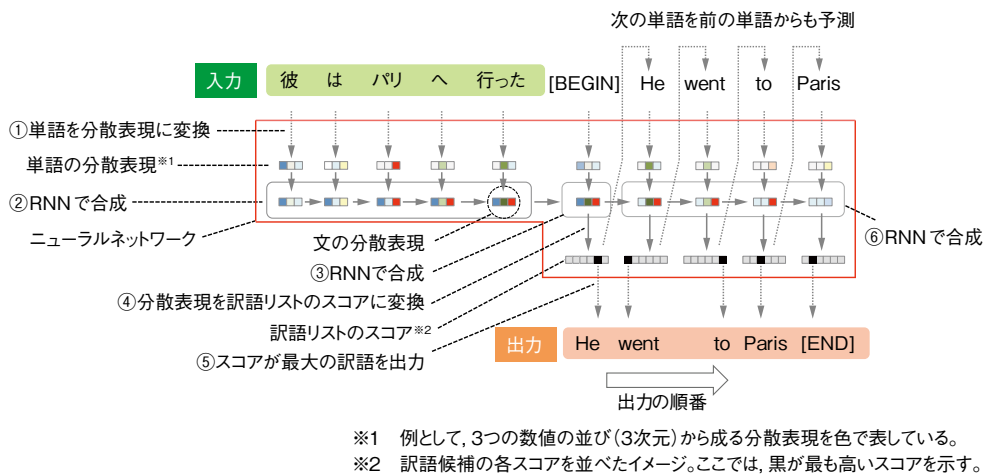
フレーズベースSMTは、語順の並べ替えに課題がある。そのため、日英など語順が大きく異なる言語間の翻訳性能は低かった。そこで、任意のフレーズに置換可能な変数

*7

例えば、1図の対訳フレーズ「へ → to」の確率は「へ」の周囲の語が何であるかを考慮しない。一方で、「パリへ行った → went to Paris」の確率は、「へ」の訳が「to」なのかどうかについて周囲の単語（「パリ」、「Paris」、「行った」、「went」）を考慮したものとなっている。しかし、この場合でも、フレーズの外側の文脈の情報（例えば「彼は昨日」）の情報は考慮していない。

*8

例えば、「bank」の訳が「銀行」なのか「土手」なのかは、「bank」の周囲の数単語の文脈からどちらなのか分かることが多い。



2図 基本的な NMT の翻訳処理

をフレーズ内に導入することで翻訳モデルに並べ替えルールを埋め込んだ手法⁷⁾や、並べ替えの確率を計算するモデル⁸⁾⁹⁾、構文構造を用いた手法¹⁰⁾¹¹⁾などが提案され、語順が大きく異なる言語間の翻訳の性能も向上した。

4. ニューラル機械翻訳 (NMT)

現在のNMTの基本的な方式であるリカレントニューラルネットワーク^{*9} (RNN : Recurrent Neural Network) を用いた翻訳方式は1997年に発表されている¹²⁾¹³⁾。しかし当時は、訓練データ量、演算能力、パラメーターの最適化の技術などが十分ではなかった。NMTがSMTに比べて同等以上の性能を達成し¹⁴⁾、機械翻訳の研究の中心となったのは2015年ごろからである。この基本的なNMTは長い文の翻訳に課題があり、この課題への対策としてアテンション機構と呼ばれる機能の導入が提案された¹⁵⁾。現在、NMTの手法は、このアテンション機構を備えたNMTが主流になっている。

本章では、まず基本的なNMTについて概説し、次にアテンション機構を備えたNMTについて説明する。さらに、NMTの特徴と動向を説明する。

4.1 基本的なNMTとその処理の流れ

NMTにおいてもSMTと同様に、事前にモデルを構築する処理 (事前処理) と入力文を翻訳する処理 (翻訳処理) の2種類の処理がある。本節では、はじめに2図に示す基本的なNMTの翻訳処理について説明し、次に事前処理について説明する。

翻訳処理では、まず入力文全体の情報を1つの分散表現^{*10}にまとめ、次にその分散表現から訳語を推定して、文頭から1単語ずつ出力していくことで訳文を生成する。以下、2図中の番号を用いて処理の内容を順番に説明する。

- ①入力文の単語を分散表現と呼ばれる数値の並びに変換する。
- ②RNNを用いて入力文中のすべての単語の分散表現を合成し^{*11}、文の分散表現を得る。

文の分散表現は入力文の情報を保持している。この合成は具体的には、次のように計算する。 j 番目の単語の分散表現を縦ベクトル \mathbf{x}_j とし、直前のRNNの出力の分散表現を縦ベクトル \mathbf{h}_{j-1} とし、重み行列 \mathbf{W}_{xh} と \mathbf{W}_{hh} を用いて、 \mathbf{x}_j をRNNに入力して合成した出力 \mathbf{h}_j を

*9 ニューラルネットワークのうち、再帰構造を持つもの。再帰構造とは、時系列データをネットワークに順番に入力した際に、新たな入力と同時にその直前のネットワークで保持していた値も入力する構造である。

*10 単語や文などの特徴を数百~千程度の数値の並びで表現したもの。単語の場合は、主にその周囲の単語 (文脈) がその単語の特徴として用いられる。似た意味の単語 (例えば、“子供”と“少年”) は、似た分散表現になる。

*11 RNNでは、入力を繰り返すと以前に入力した情報が減衰してしまう。そこで実際には、入力を繰り返しても以前に入力した情報が減衰しにくいように機能を拡張したRNNであるLSTM(Long Short-Term Memory)¹⁶⁾またはGRU(Gated Recurrent Unit)¹⁷⁾を利用する。

$$h_j = \tanh(W_{xh}x_j + W_{hh}h_{j-1}) \quad (1)$$

で計算する*12。ここでtanhはニューラルネットワークにおける活性化関数で、ベクトルの各要素に対して非線形*13な変換を行う関数である。重み行列 W_{xh} と W_{hh} の値は、後で説明する事前処理であらかじめ設定しておく。

- ③ 訳出の開始記号（2図では [BEGIN]）の分散表現をRNNに入力し、文の分散表現と合成する。合成して得られた分散表現は、入力文の情報と、次に出力するのは文頭の語であるという情報を保持している。
- ④ 合成して得られた分散表現を、目的言語の語彙数*14と等しいサイズを持つ、訳語リストのスコアに変換する。この変換は具体的には、“訳語リストの次元数×分散表現の次元数”の重み行列と、分散表現の縦ベクトルとの積で計算する。
- ⑤ 訳語リストのスコアの中で最も高いスコアの訳語を出力する。
- ⑥ 出力した訳語の分散表現をRNNで合成する。これによって、何を出力したかをニューラルネットワークに入力する。合成して得られた分散表現は、入力文の情報とこれまでに出力した単語の系列の情報を保持している。これにより、次の単語を予測するときに、入力文の情報に加えて、それまでに出力した単語の系列の情報も使って予測することができる。
- ⑦ さらに手順の④と⑤を実施して次の訳語を出力する。これら⑥、④、⑤の3つの手順を、文末を表す単語 ([END]) が出力されるまで繰り返す。

次にNMTの事前処理について説明する。事前処理においては、訓練データの対訳文の入力側言語（原言語）の文を入力して、翻訳処理と同じ処理を行い、訳語のスコアを計算する。そして、対訳文中の目的言語単語を正解として、正解の単語のスコアが高くなるように、誤差逆伝播法*15によりニューラルネットワークで用いられているパラメーター*16を最適化する。パラメーターには最初にランダムな値を付与し、パラメーターを最適化することで、ネットワークが出力する訳語スコアが所望のスコアに近づく。このパラメーターの最適化がNMTの事前処理であり、モデルの学習とも呼ばれる。

4.2 アテンション機構を備えたNMTの処理の流れ

前節で説明した基本的なNMTでは、入力文の情報を1つの分散表現にまとめているため、文が長くなると、入力文中の情報を正しく保持することが難しくなるという課題がある。この課題への対策として、入力文の情報を1つの分散表現にまとめるのではなく、分散表現の系列として入力文の情報を保持し、訳語の系列を出力していく際に、入力文中で次に訳出すべき部分を推定して、その部分の情報を用いて訳語を選択する手法が提案された¹⁵⁾。この手法が、アテンション機構を備えたNMTである。アテンション機構とは、次に訳出すべき入力文中の部分を推定するもので、語順の並べ替え機能になっている。

アテンション機構を備えたNMTにおいても、事前処理と翻訳処理がある。事前処理の内容は前節と同じである。本節では、3図に示すアテンション機構を備えたNMTの翻訳処理を説明する。前節の基本的なNMTと同様に、翻訳したい文を入力し、目的言語の単語を文頭から1単語ずつ出力していくことで訳文を生成する。

以下、3図中の番号を用いて翻訳処理の内容を順番に説明する（前節と同じ処理の説

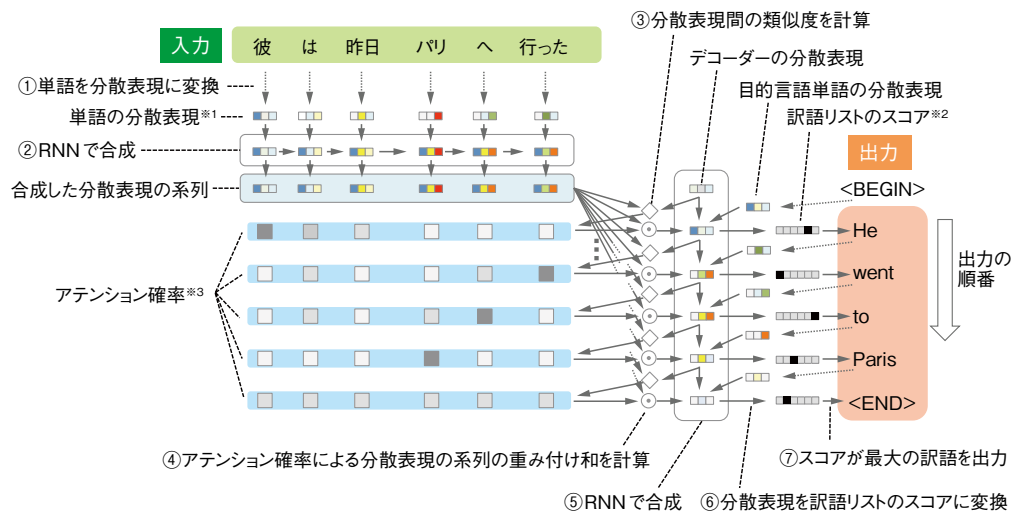
*12
最初の h_1 の計算に必要な h_0 は、要素がすべてゼロのベクトルを用いればよい。

*13
1次式 ($ax+b$ で表せる式) では表せない関係。

*14
NMTで扱う語彙はあらかじめ決めておく。あらかじめ決めた語彙に含まれない語（未知語）は、未知語を表す語 ([unk]) に変換して扱う。

*15
ニューラルネットワークの出力と正解との誤差を、ネットワークの出力側から入力側へ伝播させることで、ネットワーク全体のパラメーターを効率的に更新するアルゴリズム。

*16
パラメーターの具体的な内容は、次のとおりである。各原言語単語の分散表現、②③⑥のRNNでの合成に用いる重み行列 (W_{xh} , W_{hh})、訳語リストのスコアへの変換に用いる重み行列、各目的言語単語の分散表現。



※1 例として、3つの数値の並び(3次元)から成る分散表現を色で表している。
 ※2 訳語候補の各スコアを並べたイメージ。ここでは、黒が最も高いスコアを示す。
 ※3 ここでは、色が濃いものが高い確率を示す。

3図 アテンション機構を備えたNMTの翻訳処理

明は簡略化する)。

- ①入力文の単語を分散表現に変換する。
- ②単語の組み合わせの情報も扱えるようにRNNを用いて分散表現の系列を合成する。
合成して得られた分散表現の系列は入力文の情報を保持している。
- ③分散表現の系列において、次に訳出すべき箇所を推測する。具体的には、合成した分散表現の系列と、出力を生成する機構(デコーダー)の分散表現との類似度を計算し、アテンション確率を得る。ここでデコーダーの分散表現は、その時点までの翻訳で既に使用した入力の情報と、それまでに出力した目的言語単語列の情報を保持するものである。なお、最初はまだ何も出力していないことを表す初期値^{*17}となる。また、類似度は次のようにして計算する。出力単語の位置を*i*とし、デコーダーの*i*番目の分散表現を縦ベクトル \mathbf{s}_i とすると、各入力文位置*j*に対応する \mathbf{h}_j (入力文の情報を保持する分散表現の系列中で位置*j*の分散表現)との類似スコア e_{ij} を

$$e_{ij} = \mathbf{v}^T \tanh(\mathbf{W}_{se} \mathbf{s}_{i-1} + \mathbf{W}_{he} \mathbf{h}_j) \quad (2)$$

で計算する。ここで \mathbf{v} は重みの縦ベクトル、 \mathbf{W}_{se} 、 \mathbf{W}_{he} は重み行列である。類似度すなわちアテンション確率 a_{ij} は各 e_{ij} を指数関数で変換して正規化した値として計算し、

$$a_{ij} = \exp(e_{ij}) / \sum_k \exp(e_{ik}) \quad (3)$$

となる。アテンション確率は、次に翻訳する部分の予測、すなわち、語順の並べ替えの推定になっている。例えば、3図では、最初の訳語(He)を出力するための、最初のアテンション確率は「彼」に対応する部分の確率が高くなっている。これは最初の時点で入力文中の「彼」の部分翻訳すべきであると推定したことになる。

- ④アテンション確率で重み付けして分散表現の系列の重み付け和を計算し、1つの分散表現を得る。得られた分散表現は、アテンション確率が高い位置の入力情報を多く含んだものになっている。3図では、最初の訳語(He)を出力する直前に、この処

*17
初期値の設定には、いくつかのやり方がある。文献¹⁵⁾では、入力文の分散表現を変換した値に設定している。文献⁵⁾の著者の実装DL4MT (<https://github.com/nyu-dl/dl4mt-tutorial>)では、入力文の分散表現の系列の平均値を変換した値に設定している。文献¹⁵⁾の実装の1つであるKyoto-NMT (<https://github.com/fabiencro/knmt>)¹⁸⁾では、初期値をパラメータとして扱い、誤差逆伝播法により最適化している。

理で得る分散表現は「彼」の情報を多く含んでいる。

- ⑤直前に出力した目的言語単語の分散表現，④で得た分散表現，デコーダーの直前の分散表現の3つをRNNで合成する。
- ⑥合成して得られた分散表現を，目的言語の語彙数のサイズである訳語リストのスコアに変換する。
- ⑦訳語リストのスコアで最も高いスコアの訳語を出力する。

この③から⑦の手順を，文末を表す単語（[END]）が出力されるまで繰り返す。

4.3 NMTの特徴

翻訳したい文と分野が一致する訓練データの量が多い場合（例えば数百万文対以上），NMTはSMTより翻訳品質が高い傾向がある。そして流暢な訳文を出力する傾向がある。また比較的短い文（例えば20単語程度まで）では，語順の並べ替え精度も高い。その理由として次のことが挙げられる。SMTの翻訳モデルがフレーズ内の文脈しか扱えないのに対して，NMTでは入力文全体の情報を文脈として扱える。また，SMTでは意味が似ていても異なる単語は統計量（出現頻度）を共有して利用することができないが，NMTでは分散表現を用いることで，単語が異なっても似た意味の単語の統計量を共有して利用することができる。一般に訓練データ中の出現頻度が高いほどその統計量の信頼性は高くなるので，統計量を共有できるという特徴はNMTに有利であると考えられる。

NMTは出力の計算において，入力文全体の他に，出力の先頭から直前までの目的言語単語列もすべて活用できる。さらに，アテンション機構による語順の学習能力も，短い文であれば高い。

一方で，以下に述べるような課題もある。

NMTで高い翻訳品質を達成するためには，パラメーターの最適化に大量の訓練データを必要とする。訓練データの量が少ない場合（例えば数万文対程度），SMTも翻訳品質は低くなるが，NMTはパラメーターを適切に最適化することが難しく，SMTよりも翻訳品質が低くなる傾向がある。また，NMTは低頻度語の訳語選択の精度が低い。

NMTでは翻訳処理中に，入力文で訳された部分と訳されていない部分を区別しないため，翻訳すべき内容が出力に含まれない「訳抜け」や，入力文中の同じ部分を2回以上訳出してしまう「訳出の繰り返し」がしばしば発生する。また，短い文の翻訳品質は高いが，長い文の翻訳は難しい。

NMTは入力と出力のデータ対から学習し，アテンション確率以外の内部状態は，解釈が難しいブラックボックスになっている。そのため，ネットワークの内部に特定の目的のためのコントロール処理を導入することが難しい。

4.4 NMTの動向

訓練データ量が少ない場合の対策として，NMTで目的言語の文を原言語に翻訳することで対訳データを生成することや¹⁹⁾²⁰⁾，他の分野で多くの対訳データが存在する場合には，分野が一致する少量の対訳データに加えて他の分野の対訳データも利用することが試みられている²¹⁾²²⁾。この際，学習の最後に分野が一致する訓練データのみを用いたり²¹⁾，分野を表すタグ^{*18}をデータに追加したりする²²⁾工夫が行われている。また，訓練デー

*18
分野などの付加情報を表す文字列で，本文と区別がつく形式のもの。

タの文および低頻度語の出現回数を増やすために、訓練データの対訳文中の単語を低頻度語に置換して新たな対訳文を構築する研究もある²³⁾。さらに、翻訳したい言語対とは異なる言語対の対訳データを活用する試みもある²⁴⁾。

低頻度語の扱いに関しては、低頻度語は特別な語彙（[unk]）に置き換えて翻訳し、後処理で対訳辞書を用いてその単語を翻訳する方法がある²⁵⁾。そのほか、低頻度語もNMTで直接扱えるようにするために、単語を部分文字列に分割したり²⁶⁾、文字単位に分割したりする^{27)~29)}ことで、処理の単位となる表現の種類数（文字単位であれば文字の種類数、単語単位であれば語彙数）を減らし、低頻度の表現を減らす取り組みがある。データ量が少ない場合の対策としても紹介したが、訓練データの対訳文中の単語を低頻度語へ置換して訓練データを増やすことにより、低頻度語の頻度を高めることができる²³⁾。

NMT特有の問題である訳抜けと訳出の繰り返しについては、これらを軽減するための分散表現の導入^{30) 31)} や、訳抜けの軽減のために出力側の情報から入力文に逆翻訳する確率の利用^{32) 33)} が提案されている。訳抜けした出力候補を逆翻訳して入力文を強制的に生成すると、そのときの入力文中の各単語の生成確率のうち、訳抜けしている内容を表す入力単語の生成確率（逆翻訳後の、その単語のスコア）が、訳抜けしていない出力候補を逆翻訳して入力文を生成した場合に比べて小さくなることを利用して、訳抜けの少ない出力候補を選択することができる。また、目的言語単語列に構文構造を表す開閉括弧を挿入することで、訳出の繰り返しが減ったことが確認されている³⁴⁾。

また、構文構造の利用は、長い文の語順並べ替えに有効であると考えられるが、本稿で概説したNMTは構文構造を利用していない。構文構造を括弧などで表現して原言語文または目的言語文に追加することで、NMTで構文構造を利用することができる^{35) 36)}。構文構造を利用する他の方法も複数提案されており、例えば、入力文の句単位の分散表現の導入が試みられている³⁷⁾。

ブラックボックスとなっているNMTの動作の可視化・内部状態の解析についての研究もある。アテンション確率を見ることで、それぞれの出力単語への各入力単語の影響の強さは分かるが、それ以外に、既出力の各目的言語単語の影響の強さも計算する方法がある³⁸⁾。また、ネットワークの内部状態を他のタスク（単語の品詞推定など）に転用して、転用先のタスクでの精度（例えば品詞の推定精度）を測ることで、どのような情報が内部状態に保存されているかを調べる取り組みもある³⁹⁾。

5. おわりに

本稿では、当所におけるこれまでの機械翻訳研究への取り組みを紹介するとともに、この2、3年で急速に発展し、最近の翻訳品質の向上に寄与しているニューラル機械翻訳を中心に、コーパスベース方式の機械翻訳の原理と動向を解説した。コーパスベース方式の機械翻訳技術で高い翻訳品質を達成するために重要なことは、翻訳したいテキストと似た内容の対訳文を大量に訓練データとして利用することである。そのため、機械翻訳が幅広く社会で役立つようになるには、翻訳手法の改善とともに、さまざまな分野や言語対の対訳データの収集・構築、および効果的な構築方法の開発が重要な課題である。

外国語での情報発信の強化や、外国人観光客の増加により、さまざまな場面で機械翻

訳技術の活用が期待されている。今後、機械翻訳技術の導入・活用が進み、言葉の壁を越えた情報発信やコミュニケーションが容易になることが期待される。当所では、2020年に向けて高まる日本への関心に言葉の壁を越えて応えられるよう、機械翻訳の研究開発を進めていく。

参考文献

- 1) NHK経営計画 2015-2017年度, <http://www.nhk.or.jp/pr/keiei/plan/index.html>
- 2) 日本放送協会放送技術研究所: 研究史'80 ~ '89 (1991)
- 3) 相沢, 浦谷, 田中: “放送ニュースへの機械翻訳システムの適用,” 信学技報, NLC-91-20, pp.31-38 (1991)
- 4) 住吉, 田中, 畑田, 江原: “字幕作成のための翻訳ワークベンチ,” 信学技報, NLC-93-61, pp.53-58 (1993)
- 5) P. E. Brown, S. A. D. Pietra, V. J. D. Pietra and R. L. Mercer: The Mathematics of Statistical Machine Translation: Parameter Estimation, Computational Linguistics, Vol.19, No.2 (1993)
- 6) P. Koehn, F. J. Och and D. Marcu: “Statistical Phrase-Based Translation,” Proc. HLT-NAACL (2003)
- 7) D. Chiang: “A Hierarchical Phrase-Based Model for Statistical Machine Translation,” Proc. ACL (2005)
- 8) P. Koehn, A. Axelrod, A. B. Mayne, C. Callison-Burch, M. Osborne and D. Talbot: “Edinburgh System Description for the 2005 IWSLT Speech Translation Evaluation,” Proc. IWSLT, pp.68-75 (2005)
- 9) I. Goto, M. Utiyama, E. Sumita, A. Tamura and S. Kurohashi: “Distortion Model Considering Rich Context for Statistical Machine Translation,” Proc. ACL (2013)
- 10) A. Zollmann and A. Venugopal: “Syntax Augmented Machine Translation via Chart Parsing,” Proc. WMT (2006)
- 11) H. Isozaki, K. Sudoh, H. Tsukada and K. Duh: “Head Finalization: a Simple Reordering Rule for SOV Languages,” Proc. WMT, pp.244-251 (2010)
- 12) R. P. Neco and M. L. Forcada: “Asynchronous Translations with Recurrent Neural Nets,” International Conference on Neural Networks, pp.2535-2540 (1997)
- 13) A. Castano and F. Casacuberta: “A Connectionist Approach to Machine Translation,” Proc. EUROSPEECH, pp.91-94 (1997)
- 14) I. Sutskever, O. Vinyals and Q. V. Le: “Sequence to Sequence Learning with Neural Networks,” Proc. NIPS, pp.3104-3112 (2014)
- 15) D. Bahdanau, K. Cho and Y. Bengio: “Neural Translation by Jointly Learning to Align and Translate,” Proc. ICLR (2015)
- 16) S. Hochreiter and J. Schmidhuber: “Long Short-Term Memory,” Neural Computation, Vol.9, Issue 8, pp.1735-1780 (1997)
- 17) J. Chung, C. Gulcehre, K. Cho and Y. Bengio: “Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling,” Proc. NIPS 2014 Workshop on Deep Learning (2014)
- 18) F. Cromieres: “Kyoto-NMT: a Neural Machine Translation Implementation in Chainer,” Proc. COLING, pp.307-311 (2016)
- 19) R. Sennrich, B. Haddow and A. Birch: “Improving Neural Machine Translation Models with Monolingual Data,” Proc. ACL, pp.86-96 (2016)
- 20) D. He, Y. Xia, T. Qin, L. Wang, N. Yu, T. Liu and W.-Y. Ma: “Dual Learning for Machine Translation,” Proc. NIPS, pp.820-828 (2016)
- 21) M.-T. Luong and C. D. Manning: “Stanford Neural Machine Translation Systems for Spoken Language Domain,” Proc. IWSLT (2015)
- 22) C. Chu, R. Dabre and S. Kurohashi: “An Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.385-391 (2017)
- 23) M. Fadaee, A. Bisazza and C. Monz: “Data Augmentation for Low-Resource Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.567-573 (2017)

- 24) M. Johnson, M. Schuster, Q. V. Le, M. Krikun, Y. Wu, Z. Chen, N. Thorat, F. Viégas, M. Wattenberg, G. Corrado, M. Hughes and J. Dean : “Google’s Multilingual Neural Machine Translation System: Enabling Zero-Shot Translation,” Transactions of the Association of Computational Linguistics – Vol.5, Issue 1, pp.339-351 (2017)
- 25) T. Luong, I. Sutskever, Q. Le, O. Vinyals and W. Zaremba : “Addressing the Rare Word Problem in Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.11-19 (2015)
- 26) R. Sennrich, B. Haddow and A. Birch : “Neural Machine Translation of Rare Words with Subword Units,” Proc. ACL, pp.1715-1725 (2016)
- 27) M.-T. Luong and C. D. Manning : “Achieving Open Vocabulary Neural Machine Translation with Hybrid Word-Character Models,” Proc. ACL, pp.1054-1063 (2016)
- 28) J. Chung, K. Cho and Y. Bengio : “A Character-level Decoder Without Explicit Segmentation for Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.1693-1703 (2016)
- 29) M. R. Costa-jussà and J. A. R. Fonollosa : “Character-based Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.357-361 (2016)
- 30) Z. Tu, Z. Lu, Y. Liu, X. Liu and H. Li : “Modeling Coverage for Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.76-85 (2016)
- 31) H. Mi, B. Sankaran, Z. Wang and A. Ittycheriah : “Coverage Embedding Models for Neural Machine Translation,” Proc. EMNLP, pp.955-960 (2016)
- 32) Z. Tu, Y. Liu, L. Shang, X. Liu and H. Li : “Neural Machine Translation with Reconstruction,” Proc. AAAI (2017)
- 33) I. Goto and H. Tanaka : “Detecting Untranslated Content for Neural Machine Translation,” Proc. the First Workshop on Neural Machine Translation, pp.47-55 (2017)
- 34) A. N. Le, A. Martinez, A. Yoshimoto and Y. Matsumoto : “Improving Sequence to Sequence Neural Machine Translation by Utilizing Syntactic Dependency Information,” Proc. IJCNLP, pp.21-29 (2017)
- 35) J. Li, D. Xiong, Z. Tu, M. Zhu, M. Zhang and G. Zhou : “Modeling Source Syntax for Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.688-697 (2017)
- 36) R. Aharoni and Y. Goldberg : “Towards String-To-Tree Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.132-140 (2017)
- 37) A. Eriguchi, K. Hashimoto and Y. Tsuruoka : “Tree-to-Sequence Attentional Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp. 823-833 (2016)
- 38) Y. Ding, Y. Liu, H. Luan and M. Sun : “Visualizing and Understanding Neural Machine Translation,” Proc. ACL, pp.1150-1159 (2017)
- 39) Y. Belinkov, N. Durrani, F. Dalvi, H. Sajjad and J. Glass : “What Do Neural Machine Translation Models Learn About Morphology?,” Proc. ACL, pp.861-872 (2017)



ごとう いさお
後藤 功雄

1997年入局。仙台放送局を経て、1999年から放送技術研究所において、自然言語処理の研究に従事。2004年から2006年まで（株）国際電気通信基礎技術研究所（ATR）に出向。2008年から2013年まで（独）情報通信研究機構に出向。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部に所属。博士（情報学）。

単語間関係辞書を用いた検索クエリー拡張によるテレビ番組検索手法

宮崎太郎 山田一郎 三浦菊佳 宮崎 勝 松井 淳 後藤 淳 住吉英樹

A New TV Program Retrieval Method with Query Expansion using a Semantic Relations Dictionary

Taro Miyazaki, Ichiro Yamada, Kikuka Miura, Masaru Miyazaki, Atsushi Matsui, Jun Goto and Hideki Sumiyoshi

概要

放送局においては、過去に作成したテレビ番組の素材を再利用するために、テレビ番組を検索する機会が多い。また、NHKオンデマンドのような動画配信サービスにおいても、ユーザーへのサービスの一つとして、番組検索機能が実装されている。本稿では、番組概要文を用いたテレビ番組の検索手法について述べる。番組概要文は、番組の内容を端的に表したもので、文字数に制限がある。そのため、含まれている情報が限られており、従来の検索手法では期待どおりの検索結果が得られない場合もある。そこで我々は、ユーザーにより入力された検索クエリー（検索ワード）を、単語間関係辞書を用いて拡張して検索する手法を提案する。提案手法では、まず単語間関係辞書とテレビ番組から成るグラフ構造を作成する。このグラフを用いて、(a) クエリーと番組の距離、(b) クエリーと番組をつなぐパスの本数、(c) 経由する単語間の類似度、(d) 経由するノードにつながる単語数、の4つの観点から計算したスコアにより、入力クエリーとテレビ番組の間の関連度を計算する。評価実験の結果、提案手法では、従来手法であるokapi BM25と比較し、大幅に多くの番組を検索することが可能になり、かつその精度はほぼ同程度を保つことができることを確認した。

ABSTRACT

There is demand for means of retrieving TV programs that have been broadcasted in order to reuse their audio and visual materials in new TV programs. In addition, video-on-demand services, such as NHK On Demand, provide a TV program retrieving services for users. In this paper, we describe the TV program retrieval method using the summary text. The summary text of a TV program has a length limit, so conventional retrieval methods often output very few programs. To tackle this problem, we propose a new retrieval method that uses a semantic relations dictionary for query expansion. Our method first generates a graph structure from the semantic relations dictionary and TV programs. Then it calculates similarity scores between the input query and all TV programs. We use four metrics—(a) the distance in the graph structure, (b) the number of paths from query to TV program, (c) word similarity, and (d) word ambiguity. The system then retrieves TV programs that have a high similarity score with the query. Evaluation results showed that our method can output more programs than the baseline method using okapi BM25, while maintaining a competitive accuracy rate.

1. はじめに

放送局においては、過去に撮影した映像素材を再利用するために、過去のテレビ番組を検索する機会が多い。また、NHKオンデマンド^{*1}などの動画配信サービスにおいても、ユーザーへのサービスの一環として番組検索機能が実装されている。このように、過去の番組からユーザーにとって必要な番組を探すためには、検索機能が有用である。

一般に、テレビ番組を検索するには、人手により付与されたメタデータ（番組の内容を簡潔に表すデータ）を利用するか、番組放送時にEPG（Electronic Program Guide：電子番組表）に記載した番組概要文を用いることが多い。しかし、人手によるメタデータ付与は、その作業にかかるコストが高い。テレビ番組は毎日数多くが制作されるため、それらのすべてにメタデータを付与するのは難しく、現実的には番組概要文を用いた検索機能を利用することが多い。

実際に、NHKオンデマンドで提供しているテレビ番組検索機能では、番組概要文の単語表記を手がかりとして、ユーザーが入力した検索クエリーとのキーワードマッチングにより検索を実現している。しかし、番組概要文は文字数に制限があるため、手がかりとなる単語表記が少ない。そのため、単語表記に頼る検索では、ユーザーが期待した番組にたどり着けない場合がある。例えば、一般的な単語である「ガーデニング」で検索した場合には検索結果の出力が0件となるが、「園芸」で検索すると関連した番組が検索されるなど、ユーザーが意図した番組を見つけるために、複数の似通った検索クエリーで検索することが必要な場合がある。また、「発熱」で検索すると、ドラマばかりが検索され、発熱への対処法を紹介するような番組は出力されない^{*2}。

このような問題を解決するために、我々は単語間の関係を記した辞書（以下、単語間関係辞書）を用いた検索手法の研究を進めている^{1)~3)}。本稿では、単語間関係辞書をたどることで、表記は異なるが関連する単語が番組概要文に現れるようなテレビ番組を検索可能とする手法を提案する。提案手法は、以下のような特徴と効果を持つ。

- 上位下位や原因結果などの多様な単語間の関係を用いてクエリーが拡張されるため、検索対象の番組にクエリーと同一表記の単語が出現しない場合でも、似た意味を持つ単語が出現すれば出力可能となる。
- より多くの関連単語が出現する番組に高いスコアを与えることで、クエリーが番組の主題に近い場合に、よ

り上位に出力する。

提案手法について、実際のサービスに近い形で評価実験を実施し、検索結果の出力数が増加するとともに、検索の精度はokapi BM25^{4) *3}を用いたベースライン手法と同程度であることを確認した。

2. 提案手法

提案手法では、単語間関係辞書に含まれる単語と、検索対象であるテレビ番組をそれぞれノードとしたグラフ構造を用いる。作成するグラフ構造の例を1図に示す。テレビ番組ノードとその番組の概要文に含まれる単語ノードの間、および単語間関係辞書で関係があると定義された単語の間をそれぞれつないだ線を、無向エッジ（向きを持たない辺）とする。このグラフ構造を用いて、単語と番組の間の関連度を計算し、そのスコアの降順にユーザーに提示することで、番組検索を実現する。

以下では、まず本稿で用いる単語間関係辞書について説明し、その後に提案手法の詳細を述べる。

2.1 単語間関係辞書

単語間関係辞書の作成には、wikipediaを解析する手法⁵⁾と、大規模Webデータを解析する手法^{6) 7)}を用いた。これらの手法は、ALAGINフォーラム^{*4}において「上位下位関係抽出ツール」、「意味的關係抽出サービス」として公開されているので、本稿ではこれらを利用した。

(1) wikipediaを解析する手法

Wikipediaを解析する手法では、wikipediaの記事中の階層的なレイアウト構造やカテゴリタグ^{*5}、見出し語の定義文である記事中の第一文を利用する。例えば「生活習慣病」の記事タイトルとするページには「高血圧」や「糖尿病」が見出し語として存在する。これらの見出し語が記事タイトルとの間に上位下位の関係になっているかを、SVM（Support Vector Machine）^{*6}により判定する。また、ある記事タイトルから抽出された上位下位

*1 <https://www.nhk-ondemand.jp/>

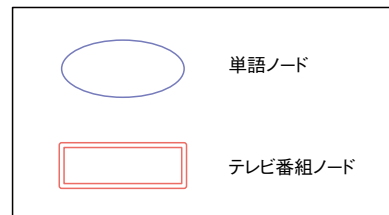
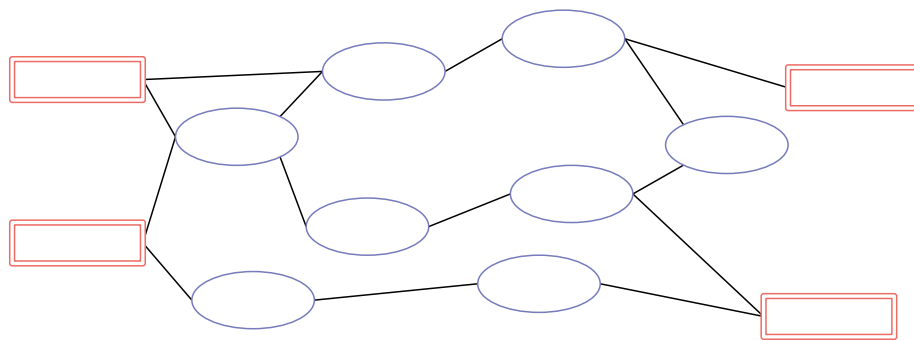
*2 「ガーデニング」と「発熱」の例は、いずれも2017年10月3日現在。

*3 近年の検索で一般に用いられる手法。検索対象データ内での単語の出現数と、その単語の重要度から検索することで、高い精度での検索を実現できる。

*4 <http://alagin.jp>（高度言語情報融合フォーラム：国内の言語・音声によるコミュニケーション技術の普及と促進を目的としたフォーラム）

*5 Wikipediaにおいて、記事の見出しの単語が属するカテゴリ情報を表すデータ。

*6 ラベル付きの学習データを用いて調整した識別器を使って、未知の入力データのラベルを推定する手法。



1図 グラフ構造の例

1表 単語間関係辞書に含まれる単語対の例

単語1	単語2	関係名
コレステロール	高血圧	原因結果
ビール	大麦	材料
音楽	ゴスペル	上位下位

2表 単語間関係辞書のデータ量

データ種別	データ量
全関係数	10,125,818
異なり語彙数	3,466,416
異なり関係名数	4,043

関係にある単語対から新たな関係を作成する。例えば「千歳市」を記事タイトルとするページから、「千歳市」と関係があるとして抽出された「空港」「新千歳空港」を用いて、「空港」という関係名を持つ単語対「千歳市」と「新千歳空港」を作成することができる。

(2) 大規模Webデータを解析する手法

大規模Webデータを解析する手法では、文脈パターンを利用して単語間の関係を獲得する。例えば「XがYの原因となる」という文脈パターンで出現する単語XとYには、原因結果の関係がある可能性が高い。さらに、単語XとYを、意味の似た単語に置き換えることで、新たな関係を抽出できる。例えば「風邪」と「発熱」が既に原因結果の関係にあると分かっているときに、「風邪」と「発熱」をそれぞれ意味の近い単語である「インフルエンザ」と「高熱」に置き換えることで、「インフルエンザ」と「高熱」の間に原因結果の関係があることを抽出することができる。単語の意味の類似度には、単語の分布類似度^{*7}を用いた手法を適用する⁸⁾。

なお、これらの手法で抽出した関係には誤りが含まれ

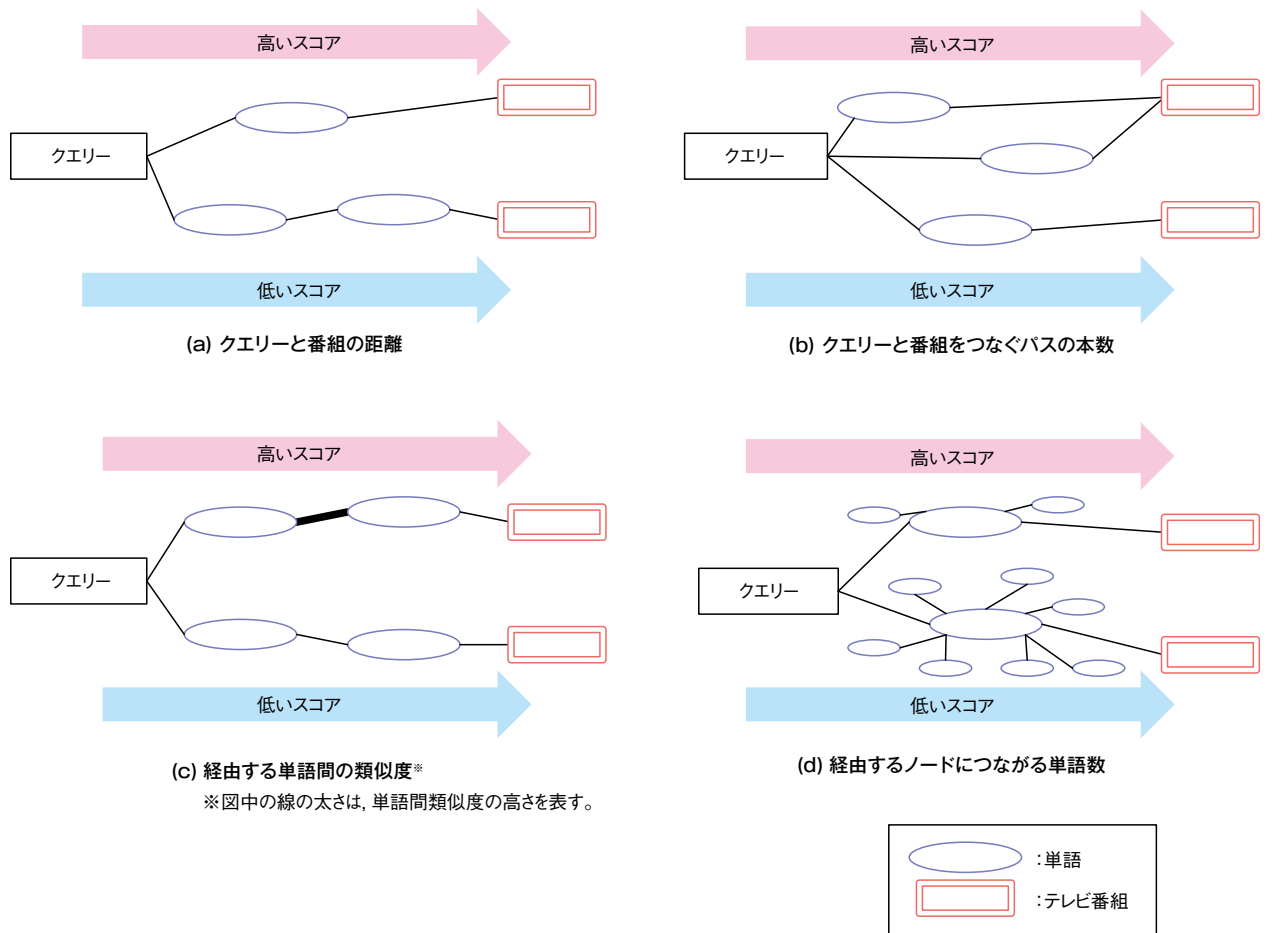
るので、それらを除外するために、除外する単語のリストを手で作成し、不要な関係を除去した。Wikipediaの全データと、約5,000万のWebページから成る大規模Webデータから作成された単語間関係辞書に含まれる単語対の例を1表に、単語間関係辞書のデータ量を2表に示す。ただし、2表の「異なり語彙数」は辞書に出現する異なる単語の種類数、「異なり関係名数」は辞書に出現する異なる関係の種類数を表す。

2.2 クエリーから番組へのスコアの計算方法

クエリーから番組へのスコアは、以下の(a)から(d)の観点から設定した。

- (a) クエリーと番組の距離：距離が近いほど、その番組の概要文に出現する単語がクエリーと密接に関連するため、スコアを高くする。(2図(a))
- (b) クエリーと番組をつなぐパスの本数：パスの本数が多いほど、その番組の概要文にクエリーと関連の

*7 その単語がどのような文脈で使われやすいかを統計的に表し、それを尺度として用いた単語間の類似度。



2図 4つの条件によるスコア設定

ある単語が多く出現するため、スコアを高くする。

(2図 (b))

(c) 経由する単語間の類似度：クエリーと番組をつなぐパス上の単語同士の類似度が高いほど、その番組の概要文に出現する単語がクエリーと意味的に近いことを表すため、スコアを高くする。(2図 (c))

(d) 経由するノードにつながる単語数：例えば「物」などのように、多くの単語とつながる単語を経由することで、クエリーは非常に多くの番組につながってしまう。その影響を軽減するために、多くの単語とつながる単語を経由するパスのスコアを低くする。

(2図 (d))

以下で、スコアの計算方法の詳細を述べる。

(1) 単語間関係辞書の関係の重み計算

まず、ユーザーから入力されたクエリーを始点として単語間関係辞書をたどり、各単語との関係の重みを計算する。

クエリー q 中の単語 c_0 から単語 c_1, c_2, \dots, c_{k-1} を経由して c_k に至るパスの重み $w_{path}(q, c_k; c_0, c_1, \dots, c_{k-1})$ は以下のように計算する。

$$w_{path}(q, c_k; c_0, c_1, \dots, c_{k-1}) = \prod_{i=0}^{k-1} w_{edge}(c_i, c_{i+1}) \quad (1)$$

ここで、 $w_{edge}(c_i, c_{i+1})$ は単語間関係辞書で直接つながる2単語間の重み(関係の強さ)を表し、その値は0から1の範囲である。この相乗をとることにより、パスの長さが長くなるほど w_{path} の値が小さくなるため、条件 (a) を表現することができる。 $w_{edge}(c_i, c_{i+1})$ は以下のように求める。

$$w_{edge}(c_i, c_{i+1}) = \sqrt[3]{\frac{\text{sim}(c_i, c_{i+1})^2}{\log(\max(|c_i|, |c_{i+1}|))}} \quad (2)$$

ここで、 $\text{sim}(c_i, c_{i+1})$ は単語 c_i と c_{i+1} の間の類似度で、本稿ではWord2Vec⁹⁾*8)により求めた単語の分散表現⁹⁾のコサイン類似度¹⁰⁾を用いた。また、 $|c_i|$ と $|c_{i+1}|$ は、それぞれ単語間関係辞書中で、単語 c_i, c_{i+1} と直接つながる単語の数である。(2) 式中の $\text{sim}(c_i, c_{i+1})$ が大きくなると w_{edge} も大きくなるため、この項により条件 (c) が表現できる。また、 $|c_i|, |c_{i+1}|$ が大きくなると

*8 単語を表現する数百次元のベクトルを生成する手法。意味が似た単語同士は似たベクトルになるという性質がある。

*9 単語や文などの特徴を数百~千程度の数値の並びで表現したもの。

*10 2つのベクトルの類似度を、ベクトル間の角度により算出する手法。

$1/\log(\max(|c_i|, |c_{i+1}|))$ が小さくなることから、この項により条件 (d) が表現できる。なお、本稿では、単語間関係辞書をたどる際の計算量を考慮し、 $k < 3$ の条件を与えた。

単語間関係辞書では、単語から単語へのパスは複数存在する場合がある。最終的に用いるクエリー q から単語 w への重み $w_{dict}(q, w)$ には、クエリー q から単語 w に至るすべてのパスのうちで重みが最大のもとの、そのパスの始点にあたるクエリー q 中の単語 c_0 自体の重みである $IDF(c_0)$ との積を用いる。

$$w_{dict}(q, w) = IDF(c_0) \cdot \max_{r \in R} (w_{path}(q, w; r)) \quad (3)$$

$$IDF(c_0) = \log \frac{|D|}{|\{d: c_0 \in d\}|} \quad (4)$$

ここで R はクエリー q から単語 w に至るすべてのパスの集合である。なお、 $IDF(c_0)$ は外部の大規模なテキスト（今回はwikipediaを利用）から計算し、 $|D|$ は総文書数、 $|\{d: c_0 \in d\}|$ は単語 c_0 を含む文書の数である。

$w_{dict}(q, w) > 0$ となる w の集合がクエリーと関係のある単語の集合であり、それぞれの単語の重みが $w_{dict}(q, w)$ である。これらを用いて、クエリーから番組へのスコアを計算する。

(2) クエリーから番組へのスコア計算

クエリーから番組へのスコア $score(q, P)$ は、番組 P に関連するテキスト（番組のタイトルや概要文など）に出現する全単語について、単語間関係辞書をたどった際の重み $w_{dict}(q, w)$ と、番組 P に関連するテキスト中の単語の重要度 $w_{prog}(w, P)$ を用い、以下のように計算する。

$$score(q, P) = \sum_{w \in W} w_{dict}(q, w) \frac{w_{prog}(w, P)}{\log |W|} \quad (5)$$

ここで、 W は番組 P に関連するテキストに出現する全単語の集合で、 $|W|$ は番組 P に関連するテキストに出現する単語の総数である。 $score(q, P)$ は、クエリー q と番組 P に関連するテキストに含まれる単語 w とをつなぐパスが多いほど高い値をとるため、条件 (b) を表現することができる。なお、番組 P に関連するテキスト中の単語の重要度は、単語 w の分散表現 \mathbf{w} と番組 P に出現する全単語の分散表現の和 \mathbf{P} のコサイン類似度により計算する。

$$w_{prog}(w, P) = \frac{\mathbf{w} \cdot \mathbf{P}}{|\mathbf{w}| \cdot |\mathbf{P}|} \quad (6)$$

以上で得られたスコア $score(q, P)$ の降順に番組を並べて提示することで、検索結果の出力とする。

3表 評価値と内容

評価値	内容
4	関係がある
3	やや関係がある
2	あまり関係がない
1	関係がない

3. 評価実験

提案手法の性能を評価するための評価実験を行った。被験者自身が作成したクエリーにより番組を検索してその結果を評価することで、実運用に近い環境での評価とした。以下で評価実験について述べる。

3.1 実験条件

評価データには、2015年8月にNHKオンデマンドで公開されていた5,066番組を用いた。番組に関連するテキストは、番組のタイトル、80文字以内で記述された短い概要文、200文字以内で記述された長い概要文で構成されている。

検索に使用するクエリーは被験者自身が作成した。そのクエリーから、提案手法と3.2節で述べる従来手法との2つの手法で検索を実行し、2つの手法から出力された検索結果の上位10位までをランダムに並べ替えて被験者に提示する^{*11}。なお、手法とクエリーの組み合わせによっては検索結果が10件に満たない場合もあるが、その場合は出力された全番組を提示する。被験者は提示された各番組に対し、3表のように評価を付ける。また、提示された番組の中で最も見たい番組を1つ選ぶ。被験者は6名で、合計111のクエリーで評価した。

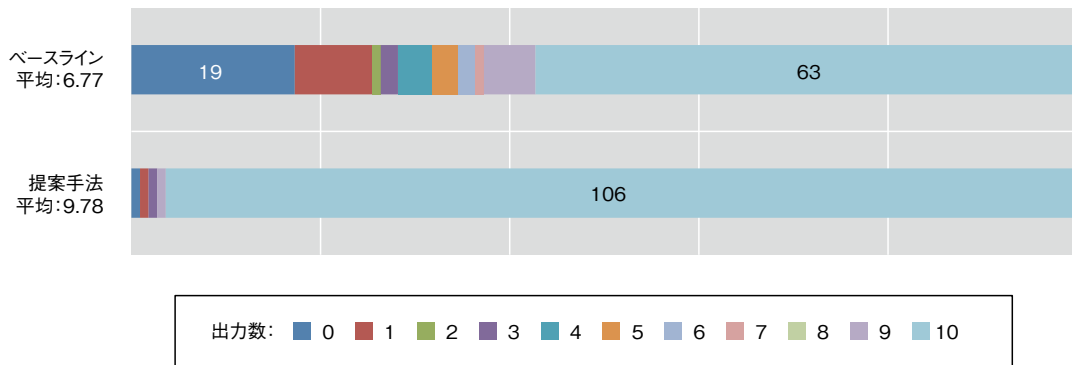
形態素解析^{*12}にはMeCab⁹⁾を用いた。また、分散表現の学習とIDFの計算にはWikipediaの2015年4月時点のデータを利用した。

3.2 ベースライン手法

提案手法との比較に用いるベースライン手法として、単語の重み付けに広く用いられているOkapi BM25⁴⁾を用いた。Okapi BM25では、単語 q_1, q_2, \dots, q_n から成るクエリー q に対する番組 P への重み $score(P, q)$ を以下のよ

*11 被験者には、どの手法から出力されたのか、および何位で出力されたのかを伏せて提示した。

*12 日本語のように、単語ごとに区切らずに表記する言語において、形態素(意味を表す最小単位)の区切りと、それぞれの品詞を推定する技術。



3図 手法ごとの検索結果出力数

うに計算する。

$$\text{score}(P, q) = \sum_{i=1}^n \text{IDF}(q_i) \cdot \frac{f(q_i, P) \cdot (k_1 + 1)}{f(q_i, P) + k_1 \cdot (1 - b + b \cdot \frac{|P|}{\text{avgdl}})} \quad (7)$$

ここで、 $f(q_i, P)$ は単語 q_i が番組 P に関連するテキストに出現する回数、 $|P|$ は番組 P に関連するテキストに出現する単語の総数、 avgdl は出現する単語数の全番組での平均を表す。また、 k_1 と b はそれぞれ単語の出現頻度と文章中の単語数による影響の大きさを表すパラメータで、今回は一般に用いられる $k_1=1.5$ 、 $b=0.75$ を用いた。IDF(q_i) は単語 q_i の重みを表し、以下のように算出する。

$$\text{IDF}(q_i) = \log \frac{N - n(q_i) + 0.5}{n(q_i) + 0.5} \quad (8)$$

ここで N は全番組数を表し、 $n(q_i)$ は単語 q_i が出現する番組数をそれぞれ表す。

ベースライン手法では、評価データのタイトル、概要文を用い、入力クエリー q に対するスコアを算出し、その降順に並べたものを検索結果の出力とした。Okapi BM25に用いるIDFの計算には、提案手法と同一のWikipediaのデータを用いた。

3.3 実験結果

提案手法、ベースライン手法のそれぞれから得られた検索結果の出力数を3図に示す。出力数は最大が10であるのに対し、ベースライン手法では平均で6.77、提案手法では平均で9.78となった。提案手法では、評価実験に用いた全111個のクエリーのうちの95%に当たる106個について、最大である10件の検索結果を出力した。また、検索結果が0件となるクエリーが、ベースラインでは19個あったのに対し、提案手法では1個のみであった。

ベースライン手法で検索結果の出力が0件となったクエリーについて、提案手法で出力された番組の最大の評価値を4表に示す。提案手法では、それらのうちの約半

4表 ベースライン手法で検索結果が0件だったクエリーに対する提案手法の出力番組の最大の評価値

評価値	クエリー数
4	6
3	3
2	6
1	4

数で、評価値が3以上と評価される番組が出力された。

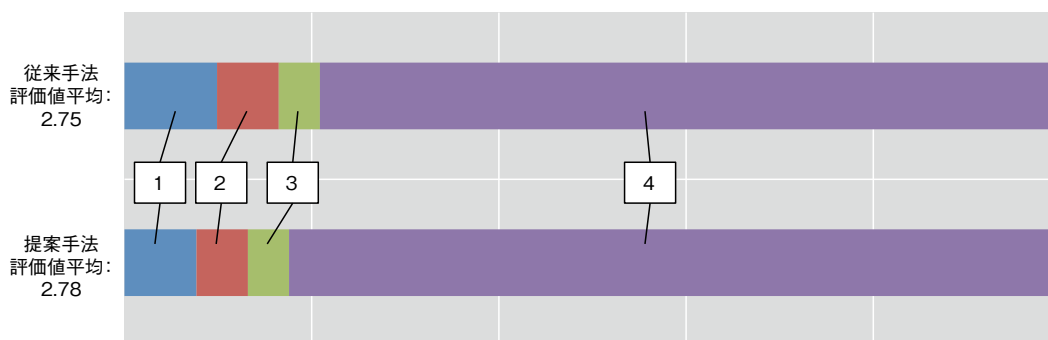
それぞれの手法で出力した番組への評価値の平均^{*13}を4図に示す。また、出力した番組の中で、被験者が最も見たいとした番組の数と、その番組が出力された平均順位を5表に示す。いずれも、どちらかの手法で検索結果が0件となったクエリーを除いている。これらの指標から、出力される番組の内容については、2つの手法でほぼ同等であった。

3.4 考察

今回の評価データのように、比較的小規模のデータセットでかつ、検索に利用できるテキスト長が短い場合、ベースライン手法のような単語表記を手がかりとした手法による検索結果の出力数は少なくなりがちである。それに対し、提案手法では、単語間関係辞書をたどることで多くの単語を使って検索が可能となるため、出力数を増加させることができた。ベースライン手法では1件も検索結果を出力できないようなクエリーに対しても、提案手法では約半数において評価値が3か4となる有用な番組を出力することができた。以上のことから、提案手法の有効性を確認することができた。一方で、検索対象の番組が大幅に増えた場合には、ベースライン手法でも

*13 2つの手法では検索結果の出力数が違う場合がある。公平な比較を行うために、そのような場合には、少ない方に合わせた出力数で評価した。

検索クエリーごとの最大の評価値



4図 手法ごとの検索結果の評価値分布
(どちらかの手法で「出力0件」の場合を除去して評価)

5表 被験者が最も見たい番組に選んだ番組数とその出力順位

	ベースライン手法	提案手法
番組数	64	71
出力された順位の平均	4.40	4.35

十分な数の検索結果を出力することができる。その場合の提案手法の有効性については、今後の検証が必要である。

提案手法の計算量は、単語間関係辞書をたどる段数 k に依存し、 $O(n^k)$ と表すことができる。今回、 $k < 3$ の条件下で、評価実験の際に、被験者に対して検索時間についてのアンケートを実施した。その結果、すべての被験者から、検索時間については全く問題がなかったとの回答があったことから、提案手法はサービスとして利用した場合にも、十分な速度で動作するものと考えられる。なお、実験の際には、CPUにXEON X-5670 (2.93 GHz)、メモリーを32GB搭載したサーバーを用い、javaで実装した提案手法による検索を実行した。被験者にはWeb経由でブラウザーに検索結果を提示した。

近年研究が進められている協調フィルタリング^{*14}などの番組推薦手法¹⁰⁾では、ユーザーから収集した評価値を集められない新しい番組などについては推薦ができない、いわゆるコールドスタート問題が生じる。我々の提案手法はテキストのみを用いた検索手法であり、コールドスタート問題は発生しない。そのため、大規模な評価値の収集ができない放送局内部で用いる番組素材検索や、事前に評価値を収集できない放送前のテレビ番組の検索などにも使用できる。また、テレビ番組に特化した手法ではないため、テキストを用いた検索には幅広い応用が可能である。

今回用いた評価データは、約6割(3,020番組)がドラマであるなど、偏りがあった。ドラマの概要文には一般に幅広い単語が出現することから、検索結果にはドラ

マが出力されやすい。しかし、被験者が入力したクエリーの大半はドラマの出力を期待しておらず、両手法から多く出力されたドラマについてはほとんどの場合に低い評価値となった。それが、両手法で評価値に差が現れなかったことの一因と考えられる。今後、偏りの少ないデータセットでの評価が必要と考えられる。

我々の手法では、単語間関係辞書をたどることで、ユーザーが入力したクエリーを拡張して検索する。このときに、どのような単語を経由したのかを明示的に出力できるため、これを番組が検索された理由として提示することができる。検索理由の提示例を6表に示す。表中の番組概要文には、いずれもユーザーが入力したクエリーは現れないが、単語間関係辞書により拡張した単語が現れる。その中で、最も高いスコアとなったパスを検索理由として提示している。この理由を見ることで、ユーザーはなぜこの番組が検索されたのか簡単に理解することができ、その番組を見るかどうかを判断する基準に用いることができる。

4. 関連研究

近年のコンテンツ推薦の研究は、ユーザーによる評価を基にした手法^{*15}が中心である。Netflix prize^{*16}で優秀な成績を挙げたKorenらの手法¹⁰⁾や、Amazonなどのオンラインストアで用いられる推薦手法¹¹⁾がその代表である。これらの手法は一般に、コンテンツからコンテンツへの関連度の計算に用いられるものであり、キーワード検索への応用は難しい。

*14 ユーザーが付けた商品への評価値などを基にした推薦手法。似た嗜好を持つユーザーが好む商品を推薦することで、個人の嗜好に合わせた推薦が可能となる。

*15 ある商品を購入したユーザーからの、その商品への評価を収集し、それに基づいて他のユーザーに商品を推薦する手法。

*16 <http://www.netflixprize.com>

6表 検索理由の提示例

クエリー	ガーデニング
タイトル	プロフェッショナル 仕事の流儀 「大事なものは、足元にある～ガーデンデザイナー・ポール・スミザー」
概要文	日本の草木を知り尽くすイギリス人ポール・スミザーに密着。彼の手にかかれば“雑草”も庭の主役に早変わり。「自然よりも自然らしい」と称される美しい庭の秘密を探る。
検索理由	入力：ガーデニング→（上位下位）→庭（番組に出現）
クエリー	カーボンナノチューブ
タイトル	サイエンスZERO 「身近な元素で未来が変わる ナノ炭素素材」
概要文	ノーベル賞を次々に受賞し注目されるナノ炭素素材。既にその高性能を利用した製品は身近に使われている。酸化グラフェンの小型蓄電池やフラレンのがん治療への応用も。
検索理由	カーボンナノチューブ→（上位下位）→炭素の化合物→（上位下位）→フラレン*（番組に出現）

※ 炭素の化合物の一つで、その科学的な特性からさまざまな分野への応用が期待されている。

単語表記が一致しない場合でも検索を可能とする手法としては、海野らの手法¹²⁾などが挙げられる。この手法では、2言語間の対訳コーパス^{*17}を用いて言い換え表現を獲得し、言い換え確率に基づく言語モデル^{*18}を用いて検索性能を向上させているが、例えば上位下位関係にある単語など、言い換え表現以外へのクエリー拡張は難しい。

テレビ番組を対象とした検索手法としては、Gotoらの手法¹³⁾やYamadaらの手法¹⁾が挙げられる。GotoらはOkapi BM25をn-gram^{*19}に拡張し、さらに複合語や固有名詞など、重要な役割を持つ単語に高い重みを与えることで、精度の良い検索を実現した。しかし、検索結果の出力数を増加させることに主眼を置いた手法ではないため、出力数が少ない場合があるという問題については解決していない。一方、Yamadaらは、単語間関係辞書を用いてランダムウォーク^{*20}により関連度を算出することで、高い精度と出力数の増加を実現した。しかし、ランダムウォークは計算コストが高く、キーワード検索に用いる場合には計算時間の問題が生じてしまう。

5. おわりに

本稿ではテレビ番組を対象に、クエリーを始点として単語間関係辞書をたどることでテレビ番組を検索する手法を提案した。

評価実験では、文字数の制限があるテレビ番組の概要文とタイトルを対象とし、検索クエリーから番組を検索した場合の検索結果の出力件数とその評価を、提案手法とokapi BM25を用いたベースライン手法で比較した。検索結果の出力数の平均が、ベースライン手法では6.77であるのに対し、提案手法では9.78と大幅に増加し、かつ出力された番組への評価値はほぼ同程度であることを

確認した。ベースライン手法では検索結果が1件も出力されないようなクエリーに対しても、提案手法では約半数で有用な番組を出力することができた。これらのことから、特に今回の評価実験に用いたような、文字数が少ない文章を対象とした検索の場合の有効性を確認した。

今後の課題として、ベースライン手法でも十分な数の出力数が得られるような大規模なデータセットでの評価を実施し、その場合の性能を検証する必要がある。

本稿は、言語処理学会年次大会およびIEEE International Conference on Broadband Multimedia System and Broadcastingに掲載された以下の報告を元に加筆・修正したものである。

宮崎, 山田, 三浦, 宮崎, 松井, 後藤, 住吉: “単語間関係辞書を用いたテレビ番組検索,” 言語処理学会第22回年次大会, pp.917-920 (2015)

T. Miyazaki, I. Yamada, K. Miura, M. Miyazaki, A. Matsui, J. Goto and H. Sumiyoshi: “TV Program Retrieval using Semantic Relations Dictionary,” Proc. BMSB 2016, 10C-1 (2016)

*17 異なる言語間で同じ意味を表す文章対を収集したデータ。

*18 認識すべき単語のリストや、単語と単語のつながりやすさを与えるモデル。

*19 n個の連続して出現した単語を1つの単位として扱う手法。単語の連続性を扱うことができるため、単語を単一で扱う場合よりも良い性能が得られることが多い。

*20 グラフ構造データの、あるノードから他のノードにたどりつける確率を算出する手法。

参考文献

- 1) I. Yamada, M. Miyazaki, H. Sumiyoshi, A. Matsui, H. Furumiya and H. Tanaka : “Measuring the Similarity Between TV Programs using Semantic Relation,” Proc. COLING 2012, pp.2945-2959 (2012)
- 2) 三浦, 山田, 宮崎, 宮崎, 松井, 加藤, 住吉, 田中: “単語間の意味的關係を用いた番組リンク生成,” 信学技報, NLC2014-42, pp.105-110 (2014)
- 3) M. Miyazaki, M. Urakawa, I. Yamada, K. Miura, T. Miyazaki, H. Fujisawa and T. Nakagawa : “My Health Dictionary – Study on Web Service using Program Information Data-hub as Linked Open Data,” Proc. CEUR Workshop, Vol.1486, paper 94 (2015)
- 4) S. E. Robertson and S. Walker : “Okapi / Keenbow at TREC-8,” Proc. TREC-8, pp.151-162 (1999)
- 5) A. Sumida, N. Yoshinaga and K. Torisawa : “Boosting Precision and Recall of Hyponymy Relation Acquisition from Hierarchical Layout in Wikipedia,” Proc. LREC 2008, pp.2462-2469 (2008)
- 6) S. Saeger, K. Torisawa, J. Kazama, K. Kuroda and M. Murata : “Large Scale Relation Acquisition using Class Dependent Patterns,” Proc. IEEE ICDM, pp.764-769 (2009)
- 7) I. Yamada, C. Hashimoto, J.-H. Oh, K. Torisawa, K. Kuroda, S. Saeger, M. Tsuchida and J. Kazama : “Generating Information-rich Taxonomy from Wikipedia,” Proc. IUCS '10, pp.96-103 (2010)
- 8) J. Kazama and K. Torisawa : “Inducing Gazetteers for Named Recognition by Large-scale Clustering of Dependency Relations,” Proc. ACL-08:HLT, pp.407-415 (2008)
- 9) T. Kudo, K. Yamamoto and Y. Matsumoto : “Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis,” Proc. EMNLP 2004, pp.230-237 (2004)
- 10) Y. Koren, R. Bell and C. Volinsky : “Matrix Factorization Techniques for Recommender System,” IEEE Comput., pp.42-49 (2009)
- 11) G. Linden, B. Smith and J. York : “Amazon.com Recommendation,” IEEE Internet Comput., Vol.7, No.1, pp.76-80 (2003)
- 12) 海野, 宮尾, 辻井 : “自動獲得された言い換え表現を使った情報検索,” 言語処理学会第14回年次大会, pp.123-126 (2008)
- 13) J. Goto, H. Sumiyoshi, M. Miyazaki, H. Tanaka, M. Shibata and A. Aizawa : “Relevant TV Program Retrieval using Broadcast Summaries,” Proc. ACM IUI, pp.411-412 (2010)



みやざき たろう
宮崎 太郎

2006年入局。山形放送局を経て、2011年から放送技術研究所において、情報検索や機械翻訳など、自然言語処理の研究に従事。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究所に所属。



やま だ いちろう
山田 一郎

1993年入局。名古屋放送局を経て、1996年から放送技術研究所において、情報検索・抽出、ビッグデータ解析の研究に従事。現在、放送技術研究所研究企画部副部長。博士（情報科学）。



みうら きくか
三浦 菊佳

2002年入局。名古屋放送局を経て、2004年から放送技術研究所において、自然言語処理、フルスペック8Kスーパーハイビジョン制作システムの研究に従事。現在、放送技術研究所テレビ方式研究部に所属。



みやざき まさる
宮崎 勝

1997年入局。名古屋放送局を経て、2000年から放送技術研究所において、知識処理を用いたコンテンツハンドリング、ソーシャルメディア、放送通信連携サービスの研究に従事。現在、放送技術研究所研究企画部副部長。技術経営修士（専門職）、博士（工学）。



まつい あつし
松井 淳

1996年入局。札幌放送局を経て、1998年から放送技術研究所において、機械学習、画像認識、映像要約などの研究に従事。現在、放送技術研究所ネットワークサービス基盤研究部主任研究員。博士（工学）。



ごとう じゅん
後藤 淳

1993年入局。高松放送局を経て、1998年から放送技術研究所において、情報検索および情報抽出の研究に従事。2006年から2007年までニューヨーク大学に派遣。2011年から2015年まで（独）情報通信研究機構に所属。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部上級研究員。博士（情報学）。



すみよし ひでき
住吉 英樹

1980年入局。広島放送局を経て、1984年から放送技術研究所において、コンテンツ制作システム、メタデータ制作技術の研究に従事。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部上級研究員。博士（工学）。

ニュースのためのやさしい日本語とその外国人日本語学習者への効果

田中英輝 美野秀弥

Simplified Japanese for Broadcast News and Its Effect on Learners of Japanese as a Second Language

Hideki TANAKA and Hideya MINO

要約

近年、国内在住の外国人に対するやさしい日本語を使った情報提供に高い関心が集まり、やさしい日本語はさまざまな分野に適用されつつある。本稿では、外国人へのニュースの提供を目的としたやさしい日本語の書き換え原則を提案する。本稿で提案するやさしい日本語は、先に提案されているやさしい日本語の書き方を整理・拡張したものであり、対象は中級準備レベルの日本語能力を持つ外国人である。本稿では、まず書き換え原則の構成法と具体的な内容を説明する。書き換え原則は、汎用的な部分、外国人の能力に配慮する部分、ニュースに特徴的な部分で構成され、新たな分野のやさしい日本語の設計に利用しやすいという特徴がある。次に、中級準備、中級、上級の3レベルの日本語能力の外国人留学生を対象にしたニュースの読解実験によって、本稿のやさしい日本語の書き換え原則がすべてのレベルの外国人に効果的であったことを示す。中でも中級準備レベルの外国人への効果は顕著で、元のニュースの読解テストの平均正解率が72%であったのに対して、やさしい日本語の正解率は90%に達した。続く詳細な分析では、やさしい日本語は元のニュースの中で長く複雑な表現で書かれた内容の理解に特に効果的であったことを示す。

ABSTRACT

The idea of offering information in simplified Japanese to non-Japanese speakers has attracted keen attention in the last decade. In this paper, we address the problem of simplifying Japanese news scripts, and present guidelines for carrying out this task with news scripts targeted at Japanese learners of pre-intermediate ability. We describe the compilation policy and details of the approach. The guidelines comprise three parts: rules applicable to general genres, rules tailored to Japanese learners' language competence, and rules for news-specific expressions. We then report on reading comprehension tests conducted with non-Japanese students learning Japanese. Tests were administered for three Japanese proficiency levels: pre-intermediate, intermediate and advanced. We used multiple-choice type questions to check participants' word- and phrase-level understanding of the original news scripts. Analysis revealed that the simplified texts were effective for all levels of test takers and were especially helpful for pre-intermediate students. For the original news, the average correct answer ratio was 72%. This figure rose to 90% for questions regarding the news in simplified Japanese. The simplified texts were most helpful for the pre-intermediate level students when answering the phrase-level questions.

1. はじめに

法務省の統計によれば、日本の在留外国人数は第2次世界大戦以後、基本的に増加しており、2016年12月には228万人で、全人口の約1.9%を占めるに至っている。全人口に対する比率は欧米諸国と比較して必ずしも高いとは言えないが、東京都新宿区では外国人の人口が10%を超えており、日本でも地域によっては欧米諸国並みの集中が発生している。日本国内の外国人で、日本人*1と同等に日本語が使える外国人は少数であり、彼らへの適切な情報提供は大きな課題となっている。

外国人にとっては、それぞれの母語で情報を受け取るのが理想である。実際に、母語を使ったサービスはすでに多言語サービスの中で一部実現されている。例えば2017年11月現在、神奈川県ホームページ*2では、生活情報や災害情報が10言語で提供されている*3。また、NHKは現在、国内向けに5言語でニュースを放送している*4。このように、母語での情報提供はあるが、国内の外国人の出身国数は190にも及ぶため、5言語や10言語では多数の外国人が取り残されるという問題が生じている。一方、外国人の全員をカバーするためには膨大な翻訳作業が必要であり、コストや労力の大きさから実現は難しい¹⁾。

そこで、できるだけ多くの外国人に情報を伝えるために、母語に加えて、外国人に分かりやすい「やさしい日本語」で情報を伝えようという考え方が提唱されている。やさしい日本語の研究は、2章で述べるように1990年代半ばに始まり、その後、実践例も増えつつある。前述の神奈川県ホームページでも、10言語に加えて、やさしい日本語が1つの言語として使われている。

今後は、さまざまな分野で情報をやさしい日本語で提供する動きが加速すると考えられる。一方、あらゆる分野に対応できるやさしい日本語の原則はないため、やさしい日本語の適用先の拡大には、分野に合わせた原則の作成が課題になると考える。

本稿では、「ニュースのためのやさしい日本語」の書き換え原則を、他と比較しやすい形で報告する。本稿で報告する書き換え原則は、NHKが2012年4月にウェブサイト「NEWS WEB EASY」で提供を始めたやさしい日本語のニュースの作成に使われている²⁾。さらに、外国人留学生に対して実施したニュースの読解テストについて報告し、本稿の書き換え原則の有効性を詳細に論ずる。なお、本稿ではNEWS WEB EASYのサービスで使用しているやさしい日本語の書き換え原則に焦点を当てて報告する。本稿の書き換えは人手を想定しており、

NEWS WEB EASYの制作支援システム³⁾、自動書き換えの研究⁴⁾については、それぞれの参考文献を参照していただきたい。

以下、2章ではやさしい日本語の関連研究を概観した後、本稿の位置づけに触れ、3章で著者らが提案するニュースのためのやさしい日本語への書き換え原則を説明する。続く4章では、外国人留学生によるニュースの読解実験により、提案するやさしい日本語の有効性を示す。

2. 関連研究

本章では、外国人の情報アクセスの改善を目的としたやさしい日本語の関連研究を概観する。近年、やさしい日本語を使って外国人へ情報を提供するサービスが拡大しつつある。先駆けとなったのは阪神・淡路大震災を契機として始められた佐藤ら⁵⁾の研究である。佐藤らは、発災72時間以内に伝えられたニュースの内容を整理・分類し、災害に関する情報を提供するためのやさしい日本語である「減災のためのやさしい日本語」を提案した。

減災のためのやさしい日本語では、日本語能力試験の旧試験⁵⁾の出題基準⁶⁾（以後、「旧試験出題基準」と略記する）に記載されている3,4級の語彙、および文法を使うことを原則としている。旧試験出題基準の3,4級は日本語教育のいわゆる初級に相当し、多くの外国人が取得できるレベルと言われている。減災のためのやさしい日本語は、提案以来の継続した研究により、2011年に発生した東日本大震災の時に使われるなど、実用性が確認されてきている。

庵ら⁷⁾は、自治体のお知らせなどの文書は外国人の日々の生活に大きな影響があるにもかかわらず、外国人にとって難解であることから、「公的文書のためのやさしい日本語」を提案している。利用する文法のレベルは旧試験出題基準の3級より低く設定されており、また語彙は辞書機能の使用を前提に10,000語程度を使うことが想定されている。庵らの研究も、横浜市のやさしい日本語の基礎になるなど、実社会への適用が進みつつある⁸⁾。

*1 本稿では、便宜的に国内在住で日本語が第1言語の人を日本人と呼び、そうでない人を外国人と呼ぶ。

*2 <http://www.pref.kanagawa.jp/div/0215/>

*3 英語、中国語、韓国語、スペイン語、ポルトガル語、タガログ語、タイ語、ベトナム語、ラオス語、カンボジア語。

*4 例えばラジオ第2放送では、英語、中国語、韓国語、スペイン語、ポルトガル語のニュースを提供している。

*5 日本語学習者が受験する試験であり、2010年に新試験に移行した。

*6 やさしい日本語の普及状況は、弘前大学の下記のページに詳しい。
<http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/EJ8syakaitekijyouka.top.html>

以上の2つのグループの研究、実践に続いて、著者らのやさしい日本語によるニュースの提供²⁾や、多数の自治体、ラジオ、インターネットでのやさしい日本語の採用などが急速に進んでおり、やさしい日本語の応用範囲は今後も拡大していくと考えられる*6。

やさしい日本語を応用する場合、分野に合わせたやさしい日本語を作る必要が生ずる。なぜなら何にでも使える汎用のやさしい日本語はないからである。

やさしい日本語の原則を作るには、先行事例を応用するのが効率的だが、従来の研究で提案されているやさしい日本語の違いや特徴はそれほど明確になっておらず、応用しにくいという問題がある。そこで本稿では、ニュースをやさしい日本語に書き換えるために著者らが提案した原則を、従来研究と比較しながら説明する。この原則は、先行の減災のためのやさしい日本語を参考に、汎用的な部分、外国人の日本語能力に配慮する部分、ニュースに特徴的な部分で構成されているため、従来研究との考え方の共通点と差異が明確であるという特徴を有する。本稿ではさらに、日本語学校の留学生に対して行ったニュースの読解実験によって、提案する書き換え原則の有効性が示されたことを報告する。

3. ニュースのためのやさしい日本語

3.1 書き換え原則の構成

ニュースをやさしくするための原則を作成するにあたっては、先行のやさしい日本語の原則を拡張するという手順に従った。元にしたのは、語彙と文法のレベルが旧試験出題基準に準拠している減災のためのやさしい日本語⁵⁾である*7。

減災のためのやさしい日本語は、災害発生から72時間以内に自治体、公共機関、放送局などから発信される情報が主な対象である。一般のニュースとは、話題、文体、文書の長さなどさまざまな要素が異なるため、書き換え原則を修正する必要がある。

そこで、減災のためのやさしい日本語の原則に従ってニュースを試験的に書き換え、原則の不足やニュースとの不整合に応じて、書き換え原則を拡張・修正することにした。書き換えは旧試験出題基準に精通している日本語教師2名が担当し、同じ日本語教師、記者OB、現役記者、著者らで、その書き換え結果を検討した。そして最終的には、原則と例外という形で全体を整理し、さらに原則を次の3つの部分で構成した。

(a) 一般的な原則

多くの参考書⁹⁾¹⁰⁾に記載されている文書を分かりやす

くするための技術、例えば一つ一つの文を短くする、簡単な単語を使う、受動態の代わりに能動態を使う、二重否定を使わないなどは、言語やジャンルを問わず文書を分かりやすくする効果が高い一般的な原則と考えられる。そこでこれらの原則をニュースのためのやさしい日本語にも採用した。

(b) 日本語能力に配慮する原則

本稿のやさしい日本語の対象者は外国人であり、日本語を彼らの能力に合わせる必要がある。特に著者らは対象者を日本語学習経験がある外国人としたため、日本語能力レベルを日本語教育のレベルに沿って設定すると効果を想定しやすいと考えた。そこで、ニュースのためのやさしい日本語では、日本語能力試験の旧試験出題基準⁶⁾の3級と4級の文法と、語彙約1,600語に制限することにした。日本語能力試験は日本語学習者が受験する試験であり、2009年までの旧試験では日本語能力を入門レベルの4級から最上級の1級までの4段階で認定していた*8。旧試験出題基準には語彙と文法のリストが含まれており、リスト中の各語彙には出題される級の目安が記されている。文法は、品詞と機能語を使った文型パターン（「動詞+てください」など）、語彙レベルの表現（「なくてもいい」など）などで規定されており、語彙と同じく、出題レベルの目安が記されている。日本語能力試験の3級は、学習時間300時間程度の初級レベルに相当する。

(c) 分野に対応するための原則

ニュースに出現し、上記2項目では規定されていない表現や形式に対応する原則を作成した。例えば「この事件は～したものです」などのニュース独特の慣用表現、かぎ括弧を使った発言の引用などがある。

どのような分野のやさしい日本語でも、上記の項目(a)と(b)は有効と思われる。必要に応じて項目(c)を加えることで、多くの分野のやさしい日本語に対応できると考える。実際、減災のためのやさしい日本語も3つの構成に従っており、項目(c)として災害専門用語を追加して全体で2,000語を使うことにしている。公的文書のためのやさしい日本語も項目(a)を採用し、独自の文法を規定した項目(b)を有する。さらに項目(c)として語彙の制限を10,000語程度までに拡張している。

本節の冒頭に述べた減災のためのやさしい日本語に従った日本語教師2名による試験的な書き換えは項目

*7 2017年11月現在、ガイドラインが
<http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/ej-gaidorain.pdf>
で公開されている。

*8 2010年以後の新試験では、入門のN5から最上級のN1までの5段階に変更された。新試験では出題基準を公開していない。

(a) と (b) に従って実施し、結果の検討を通じてこれら2項目の内容を修正し、さらに拡張を項目(c)にまとめた。以下、修正・拡張した内容を中心に、語彙、文法、引用、内容の削除と追加に関わる書き換え原則を説明する。

3.2 書き換え原則の詳細

(1) 語彙

旧試験出題基準の3級と4級の語彙リストには合わせて約1,600語が記載されており、ニュースをこのリストの範囲で書き換えることにした。1,600語の多くは日常生活で使う単語であり、事件、事故、政治、経済、科学、スポーツ、気象などの分野が中心となるニュースに出てくる単語は不足している。例えば、書き換えの試行で出てきた「接待、公共事業、補正予算案、お内裏様」という単語は1,600語には入っていない。

また1,600語に含まれない単語に対応するやさしい単語がないことも多い。例えば「接待」は「ごちそうすること」であるが、ニュースでは「(不法な)見返りを期待してごちそうすること」という特殊な意味で使われることが多い。単に「ごちそうすること」と書き換えたのでは意味が伝わらない。「公共事業」はさまざまな工事や施策を総合した広い概念を表す単語であるが、同じ意味のやさしい単語は見当たらない。「補正予算」は政治経済に現れる専門用語、「お内裏様」は文化に関わる特別な用語で、同じ意味のやさしい単語は見当たらない。さらに、ニュースには地名、組織名などの固有名詞が頻出する。以上のように、特殊な意味や広い意味を表す単語、ある分野や文化に強く関わる単語、固有名詞をやさしい単語で置き換えるのは難しいことが多い。そこで、意味が同じやさしい単語が見つからない場合は、無理にやさしくせず、辞書などの読解支援機能を使うことにした*9。

減災のためのやさしい日本語が2,000語程度の語彙の利用を目安にしているのに対して、ニュースのためのやさしい日本語では語彙数を制限していない。話題が多様で、新しい固有名詞が日々現れるニュースにとって必要な措置だと考える。

(2) 文法

本項では、文法に関わる文の長さ、受動態、慣用表現の書き換えの原則と注意点を述べる。

(a) 文の長さ

文が長くなると文意が分かりにくくなりやすいため、文書作成の参考書では短文を勧めている。ニュースのためのやさしい日本語でもこの原則に従い、1文を50

文字以下に書き換えるようにした。ニュースは短時間に多くの情報を伝えようとするので1文が長くなる傾向があり、短文化の作業は多く発生する。ただし、単純に短くすると意味が変わることがあるので注意を要する。例えば、

「AはBを誘拐し、監禁し、けがを負わせた疑いで逮捕されました。」

という文を次のように分割したとする。

「AはBを誘拐しました。また、監禁しました。そして、けがを負わせた疑いで逮捕されました。」

原文ではAは実際にBを誘拐して監禁したのではなく、その疑いがあるという意味であるのに対して、分割した例ではこれらが事実となっている。「誘拐し」と「監禁し」が「疑い」に係っていることを見落として分割すると意味のずれを生じてしまう。文を短くするときには係り受けに注意して、原文の意味が変わらないようにする必要がある。

減災のためのやさしい日本語は、最長で1文を30拍*10以下、できれば24拍以下とするよう定めている。著者らは、書き換えの試行を基に、1文の長さの上限を50文字とした。50文字は減災のためのやさしい日本語の24拍の倍程度であり、ニュースのためのやさしい日本語ではより複雑な構文を使うことができる。またニュースに頻出する「福島第一原子力発電所」のような長い固有名詞や「アメリカのオバマ大統領と中国の習近平国家主席」といった修飾付きの名詞の並列などの長い表現もそのまま使うことができる。

(b) 受動態

受動態は旧試験出題基準の3級に分類される文法であり、学習の時期は早い。一方、意味が間接的になるので、多くの文章作成の参考書では能動態を使うことを勧めている。また受動態の「れる・られる」は可能、自発*11、尊敬の意味でも使われるので、外国人が混乱する恐れがある。以上の理由により、ニュースのためのやさしい日本語では、受動態をできるだけ使わず能動態に書き換えることにした。

(受動態)

「ハリーポッターの執筆に使われた椅子がおよそ4,300万円で落札されました」

(能動態)

「ハリーポッターの執筆に使われた椅子がおよそ4,300

*9 NEWS WEB EASYでは、難しい語に辞書の説明を付与している。

*10 30拍は、ひらがなで数えて30文字に相当する。

*11 「故郷が思い出される」などの自然にそうなることを表す「れる・られる」の用法。

万円で売れました」

ただし受動態のままにする場合もある。事件などの被害者を主語にする場合は「お金を盗まれる、頭を殴られる」のように受動態でなければ表現できない。また、原文の中に主語に相当する人が書かれていない場合も能動態に変えることができない。例えば、「およそ120件の応募の中から選ばれた日本の建築家グループの設計」という文では、誰が建築家グループを選んだのか原文にないので、能動態にすることができない。なお、文の分割と態の変更は文脈の問題と密接に関係しており、詳細は文献¹¹⁾を参照していただきたい。

(c) 慣用表現

ニュースには「～としています、～と見られています」や「この事件は～したものです」などの独特の慣用表現が多く出てくるが¹²⁾、これらは日常会話にはほとんど出てこない。すなわち初級でニュースの慣用表現を学習する機会はほとんどないと思われるため、普通の表現に書き換えるようにした。例えば、

「警察では～としています」

などのように、誰が動作をしたのか書いてあれば、

「警察は～と言っています」

というように書き換える。

ただし、

「市は～に向けた議論をリードしたいとしています」

のような場合で「市」が具体的に言ったのか、考えているだけなのか記事から判断できない場合は「としています」のままにする。

(3) 引用

かぎ括弧に囲まれた引用（発言）はニュースに類出する形式の一つであり、括弧の中の表現そのものが重要かどうかによって書き換えを判断する。表現が重要な例には失言、感動、スローガン、方言、ジョークなどがあり、これらの場合は、難しい日本語であっても書き換えず、説明などを付け加える。例えば、

「～フランス語で乾杯を意味する『サンテ』と言いながら～」

という文では、「サンテ」という表現はそのままとし、「サンテ」の前の解説を生かして

「～フランス語で乾杯という意味の『サンテ』と言いながら～」

とする。

一方、表現ではなく内容が重要な引用の場合には、通常原則に従ってやさしい日本語に書き換える。ほとん

どの場合は内容が重要であり、書き換えることが可能である。

引用と文体に関して補足する。放送ニュースは新聞と違って基本的に「です・ます」調を使う。外国人が最初に学ぶ日本語も「です・ます」調なので、やさしい日本語との整合性は良い。しかし、引用では「だ・である」調の場合がある。やさしい日本語では原則として引用中の「だ・である」を「です・ます」に書き換えるが、犯罪者の発言などで、引用の持つ印象が変わる場合には「だ・である」をそのまま使う。例えば、

「イラク戦争に関与したイギリスに対する復しゅうだ」というテロリストの発言を

「イラク戦争に関与したイギリスに対する復しゅうです」

としたのでは発言の印象が変わるので書き換えない。

(4) 内容の追加と削除

(a) 追加

専門用語、固有名詞などを書き換えるのは難しい。辞書を使う場合もあるが、新しい用語などは辞書にないことも多い。辞書にない場合には、説明の追加で対処する。例えば「タブレット端末」に対して（＝薄い板のようなコンピューター）という説明を直後に追加する。また「薄い板のようなコンピューターのタブレット」というように連体修飾を使う。あるいは「薄い板のようなコンピューターをタブレット端末と言います。」と別の文で説明することも可能である。

(b) 削除

多すぎる情報は読者にとって負担になるため、内容の一部を2つの観点で削除する。1表の台風の記事を利用して概略を述べる*12。1つ目の観点は、重複の削除である。典型的なニュースではリードの後に本文が続く。リードは冒頭にある要約で、本文との重なりが多い。そこでこれらの重複を取り除き、全体を短くする。例えば1表の記事では、第1文と第2文がリードである。このうち第1文の内容はほぼ第3文、第7文と重なるので、第1文を削除できる。2つ目の観点は、周辺的な内容の削除である。記事には中心的内容のみを残して、周辺的な話題を削除する。仮に1表の記事の中心的内容を今後の台風の動きとすると、台風の観測記録に関する第4文は削除できる。また、現在の台風の状態を述べた第2文から第7文の情報も減らすことができる。

*12 本稿の実験では、削除を行っていない。

1表 読解実験に用いた記事の例

1	非常に強い (1) 台風22号は、静岡県や神奈川県などを暴風域に巻き込みながら静岡県の沿岸を北上し、午後4時ごろ、静岡県の伊豆半島に上陸しました。
2	静岡県石廊崎で観測史上最も強い67.6mの最大瞬間風速を記録するなど、台風の周辺では猛烈な風雨が吹き荒れています。
3	気象庁の発表によりますと、台風22号は午後4時ごろ、伊豆半島に上陸しました。
4	今回の台風22号の上陸で今年、日本に上陸した台風は (2) 9個となり、観測史上最も多い記録を更新しました。
5	台風は午後4時には1時間に60kmの速さで北北東に進んでいるものとみられます。
6	中心の気圧は940hPa、中心付近の最大風速は45mと非常に勢力が強く、中心から南東側150kmと北西側60km以内では、風速25m以上の暴風が吹いています。
7	現在、静岡県と神奈川県、それに伊豆諸島のそれぞれ一部が台風の暴風域に入っています。
8	台風は (3) この後も勢力を保ったまま今夜にかけて関東地方を暴風域に巻き込みながら北東に進む見込みです。
9	気象庁は房総半島の太平洋側、静岡県の中部と東部、愛知県の太平洋側、それに、東京・町田市では「この数年間で土砂災害の起こるおそれが最も高くなっている」として (4) 土石流や山崩れ、がけ崩れに厳重に警戒するよう呼びかけています。

3.3 やさしい日本語の例

一例として、上記の書き換え原則に従って人手で書き換えたやさしい日本語のニュースを示す。

(元のニュース例)

鯖江市や今立町などでは、現在も200世帯あまりに避難勧告が出されています。さらに、一部の地域では停電や水道の断水が続き、不自由な生活を強いられています。福井県などではきょうも復旧作業を急ぐとともに、行方不明になっている2人の捜索活動を進めることにしています。

(やさしい日本語のニュース例)

鯖江市や今立町などでは、今も200世帯以上に避難勧告が出ています。また、一部の地域では電気や水道がまだ使えないため、住民は不便な生活をしています。福井県などでは、きょうも壊れたところを直すなどの工事を急ぐことにしています。また、行方不明の2人を探することにしています。

上記の例では「世帯、避難勧告、地域、行方不明…」などの概念を表す漢語は書き換えが難しいため、辞書で説明することにして、そのまま残してある。主に書き換えているのは、「不便な生活を強いられている」を「不便な生活をしている人がいます」に、「捜索活動を進める」を「探す」に、といった述語や文末の表現である。また、構文的な面では、文を分割して3文を4文にしている。

以上の例で見たように、本稿の書き換え原則に従って書き換えたニュースは、次のような特徴を持つ。

- 概念を表す名詞については、初級レベルに収まらない語が残る。
- 述語や文末表現などの文法構造に関わる表現は、ほぼ初級の範囲で書き換えられる。
すなわち語彙は初級の範囲を超えるが、構文はほぼ初級レベルであり、総合すると、やさしい日本語のニュースのレベルは初級の上の中級準備レベルに相当すると考えられる。

4. ニュースの読解実験

4.1 調査概要

前章で説明した「ニュースのためのやさしい日本語」の効果を調査するために、外国人による読解テストを実施した。テストの目的は、元のニュース（以下、元ニュース）とやさしい日本語のニュース（以下、やさしい日本語ニュース）の、2つのテキストタイプの違いによる理解度の差の調査である。さらに、テキストタイプに加えて、下記で説明する設問タイプと日本語能力レベルの影響も調査することにした。以上の目的のために、読解テストの正解率と解答時間を測定項目（理解度の指標）として、以下の3つの要因の効果を調査した。

- テキストタイプ（第1要因）
 - ▶ 元ニュースとやさしい日本語ニュースの2種類
元ニュースとやさしい日本語ニュースの、2種類のテキストタイプの記事を設定した。一般に、同一人物に対して同じ記事の読解テストを2回行うと、記憶効果で2回目の理解度が上昇する。記憶効果はテキストタイプが違っていても発生することが予備調

2表 被験者の内訳

日本語レベル	人数	平均日本滞在月数	JLPT*合格級
中級準備 (L3)	12	10	—
中級 (L2)	20	18.6	2
上級 (L1)	11	32.2	1

* Japanese Language Proficiency Test (日本語能力試験)

査で明らかになったため、今回は各記事をどちらかのテキストタイプに固定し、同じ内容の異なるテキストタイプのニュースはテストに使わないようにした。

• 設問タイプ (第2要因)

▶ 語彙理解と表現理解の2種類

設問は元ニュースを基準に作成した*13。元ニュースには大別して、語彙レベルで理解できる内容と、長く複合的な表現レベルの理解が必要な内容とがある。一般に語彙レベルより表現レベルの理解の方が難しいと予想できる。今回、この予想を確認するために「語彙理解」と「表現理解」の2種類の理解度を調査することにした。

• 日本語能力レベル (第3要因)

▶ 中級準備 (L3)、中級 (L2)、上級 (L1) の3種類ニュースのためのやさしい日本語は中級準備レベルの日本語能力を持つ外国人を想定しているため、中級準備 (L3)、中級 (L2)、上級 (L1) の3レベルの日本語能力の外国人を調査した。

以下、被験者、実験に使ったニュース記事、テスト問題、テスト実施要領の順で詳述する。

4.2 被験者

国内の日本語学校に協力してもらい、中級準備、中級、上級のクラスに所属する留学生から被験者を募り、43名(男性18名、女性25名、年齢19～33歳)の参加を得た。ただし、中級は日本語能力試験の2級に合格していること、上級は1級に合格していることを条件とした。なお、3級の受験者はほとんどいないため、中級準備レベルは所属クラスのみで判断した。被験者の母語の内訳は、中国語が39名、韓国語、ビルマ語、タイ語、フランス語が各1名であった。被験者の日本語能力レベル(以下、日本語レベル)別の人数、日本での平均滞在月数などを2表に示す。

4.3 実験に使ったニュース記事

読解の対象には気象災害ニュースを選んだ。気象災害

3表 実験に使ったニュース記事

記事番号	災害名	内容	テキストタイプ
1	台風	22号沖縄・宮古南東海上を北上	やさしいニュース
2	福井豪雨	局地的豪雨注意	元ニュース
3	中越地震	今週臨時休校	やさしいニュース
4	台風	22号伊豆半島上陸	元ニュース
5	中越地震	ごみの3,000万円寄付	やさしいニュース
6	チリ津波	まだ津波に注意	元ニュース
7	福井豪雨	365世帯避難勧告	やさしいニュース
8	中越地震	避難所授業再開	元ニュース
9	福井豪雨	復旧作業	やさしいニュース
10	中越地震	余震と雨に注意	元ニュース

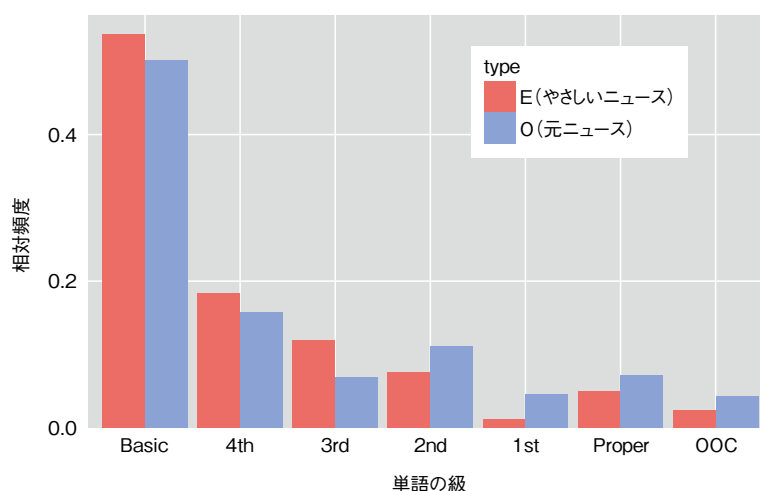
ニュースは生活の中で重要であり、伝えたい事実が明確である。また、内容を理解するために文化的な背景知識をそれほど必要としない。このような特徴は、やさしい日本語の効果を計るのに適していると考えた。そこで、まず2004年に発生した中越地震、福井豪雨、台風、および2010年に発生したチリ津波ニュースの中から10記事を選択し、ランダムに選んだ5記事を、日本語教師がやさしい日本語に人手で書き換え、書き換ええない5記事とともに実験に利用した。記事の一覧を3表に示す。

テキストタイプが「やさしいニュース」の記事はやさしい日本語に書き換えた記事であり、「元ニュース」の記事はそのままだ記事である。実験参加者は3表の10記事に関する読解テストを受験した。なお、本来書き換え時には、3.2節の(4)で述べたように重複や周辺の情報を削除するが、今回は基本となる語彙と構文の書き換えの効果に注目するため、内容を減らさなかった。

やさしい日本語への書き換えにおいては、各文、各記事のやさしさの程度をそろえることが重要である。そこで、3.1節のニュースの試験的な書き換えを担当した2名の日本語教師が共同で書き換えを実施した。また、作業には語彙の級や文長の確認ができる書き換え支援エディター¹³⁾を使用した。

実験に使った3表のニュース中の語の難易度分布を、やさしい日本語ニュースと元ニュースに分けて1図に示す。1図のEはやさしい日本語ニュース、Oは元ニュースの分布を示す。横軸のBasicは、助詞、助動詞、数字、記号をまとめた分類である。4thから1stは、旧試験出題

*13 4.3節で述べるように、やさしい日本語への書き換え時に情報を削除していないため、2種類のニュースの内容は同じであり、設問は元ニュースを基準に作成することができる。



1図 実験に使った単語の級分布

4表 実験に使ったニュース記事の統計情報

テキストタイプ	平均記事長	平均文数	平均文長
元ニュース	501.2	7.4	67.7
やさしいニュース	490.4	13	37.7

5表 設問作成の指針

問い番号	設問タイプ	記事の場所	問いの典型的な内容	要求する能力
1	語彙	冒頭のリード	共通して「何に関するニュースか」	リードからの単語の発見
2	語彙	記事の前半	数値、場所などの重要事項	比較的簡単な表現からの単語の発見
3	表現	記事の後半	状況変化、今後の動き、注意喚起など	ニュース特有の言い回しの理解、複合的表現の理解、全体理解
4	表現	最終部分	同上	同上、最終文の全体理解

基準の4級から1級を示す。Properは固有名詞をまとめた分類である。OOC (Out of Category) は以上の分類に入らない単語である。単語の級は、学習機能を持つ自動判定システム¹⁴⁾によって与えた。

3.2節の(1)で述べたように、やさしい日本語は3級と4級の語を基本的に使う。そこでBasicと3級と4級の単語をやさしい語、他を難語とすると、元ニュースの難語率は27%となる。一方、やさしい日本語ニュースの難語率は16%と0.6倍程度であり、語彙の面でよりやさしいことが分かる。

実験に使った記事の、記事と文の平均長を、やさしい日本語ニュースと元ニュースに分けて4表に示す。単位は文字数である。記事長があまり変わらないのに対して、文の平均長を見ると、元ニュースの67.7文字に対してやさしい日本語ニュースでは37.7文字と0.55倍になっていた。文長の差は、遠距離の係り受けや長い修飾句の減少

を示唆し、やさしい日本語ニュースは構文的にもかなりやさしくなっていることがうかがえる。

4.4 テスト問題

3表の10記事を準備した後、5表に示す具体的な設問作成の指針を立て、それぞれの記事に対して4つの多肢選択問題(選択肢数5)を作成した。5つの選択肢の中の1つは「わかりません」で、これが正解になることはない。また正解は1つである。

設問タイプの区別は、5表の「要求する能力」に示すとおり、解答が単純な単語の抽出で可能か、長い表現や文の理解が必要かによっている。ニュースは通常、概要を表すリード文の後に事実が記述され、背景や理由などの詳細情報が続く。また、最後に今後の動きや注意点といった情報が付加されることもある。すなわちニュースは単純な内容の後に複雑な内容が記述される傾向がある

6表 設問と選択肢（星印が正解）

(1)	何についてのニュースですか。
1	大雨
2	*台風
3	噴火
4	津波
5	わかりません
(2)	一年間に来た台風のうち、今年を入れて今までで一番多いのは、いくつですか。
1	8個
2	*9個
3	10個
4	22個
5	わかりません
(3)	台風の力は、これからどうなっていくですか。
1	どんどん強くなっていく
2	だんだん弱くなっていく
3	強くなったり、弱くなったりする
4	*今までと同じで変わらない
5	わかりません
(4)	気象庁はこれから一番注意が必要な災害は、何だと言っていますか。
1	大雨
2	強風
3	高潮
4	*土砂災害
5	わかりません

ため、記事前半で語彙理解を、後半で表現理解を問うのが自然であると考え、問1と問2が前半の語彙理解、問3と問4が後半の表現理解の問題になるようにした。

以上の方針による作問の結果、4つの設問の解答に必要な部分は、5表の「記事の場所」に示すように記事の冒頭から終了に向かって現れ、解答者はニュースを冒頭から読み進めば、ほぼ順に間に答えられるようになっていく。特に第1問は、冒頭のリードを対象に「何のニュースか」を問う問題になっている。各設問の概要は、5表の「問の典型的な内容」に示すようなものになっている。例として、1表に問題の記事(3表の記事番号4の記事)、6表に設問と選択肢を示す*14。

6表の選択肢の星印は正解を示す。1表の下線箇所の番号は、設問に対応する部分を示す。1表の記事は元ニュースであり、第1文と第2文がリードで、第3文以降が本文である。第1問は「台風22号」、第2問は「9個」という単語を抽出できれば正解となる。一方、第3問は「このあとも勢力を保ったまま～進む見込みです」という表現の理解が、第4問は「土石流や山崩れ、がけ崩れに厳重に警戒するように呼びかけています」という表現の理解が解答に必要となる。

4.5 テスト実施要領

日本語学校の教室において、一度に15人程度の被験者に対して、人を入れ替えて合計3回実施した。1回のテスト時間は1時間30分で、最初にテストの目的と実施要領を説明した。説明の中では、正解率に加えて解答時間も測定するので1記事に対する問題に解答する間は休憩しないよう伝えた*15。

今回のテストのために、Web画面を使ったシステムを作成した。被験者は各自の端末からサーバーにアクセスして、端末の画面上で解答する。このシステムを使った解答に慣れるため、実施要領の説明の後、2題の練習問題を使って操作法を説明した。説明に使った問題の記事は3表以外から選んでいる。以上の説明の後、被験者は自分のペースで解答した。解答の制限時間は1時間である。

テストシステムには以下の特徴がある。

- 4つの設問に解答している間は、継続してニュース記事を表示するため、被験者は解答のために記事を記憶する必要はない。
- 各設問に対する解答時間は、選択肢を選ぶマウスのクリック間隔とし、システムで自動的に計測した。
- 被験者が設問を解いた後、「次の問題」というボタンをクリックすると次の設問に進むようにした。また、

一旦解答を終えた設問には後戻りできないようにした。

なお、すべての設問に解答し終えた被験者には退出を許した。今回は全員、制限時間の1時間以内ですべての設問に解答することができた。

4.6 実験結果

(1) 正解率

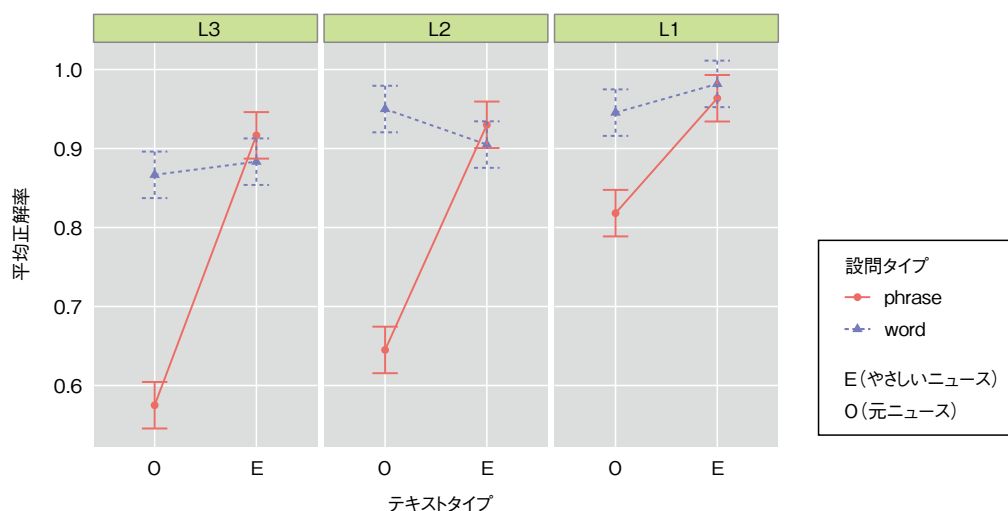
日本語レベルとテキストタイプでまとめた正解率の結果を7表に示す。7表をさらに設問タイプで分類したグラフを2図に示す。グラフは3つの列に分かれており、左から日本語レベルが中級準備(L3)、中級(L2)、上級(L1)の結果を示している。それぞれの列の横軸は元記事(O)とやさしい日本語の記事(E)の結果を示

*14 実際には漢字のふりがなを付与したが、ここでは省略した。

*15 解答する記事を移るときは、休憩しても構わない。

7表 正解率

日本語レベル	テキストタイプ	正解率 (%)
中級準備 (L3)	元ニュース	72.1
	やさしいニュース	90.0
中級 (L2)	元ニュース	79.8
	やさしいニュース	91.8
上級 (L1)	元ニュース	88.2
	やさしいニュース	97.3



2図 正解率 (詳細)

す。また、正解率を表す2本の直線は、表現理解の問題 (phrase) と語彙理解の問題 (word) の結果を示す。

(a) 中級準備レベルの結果

まず本研究のやさしい日本語のターゲットである中級準備レベルの外国人の結果に注目する。7表、2図のL3の部分である。7表の中級準備 (L3) を見ると、元ニュースの平均正解率は72.1%であるのに対して、やさしい日本語ニュースの正解率は90.0%であり、中級準備レベルの外国人はニュースの全体をほぼ理解できたことが推察できる。

さらに設問タイプによる違いを2図で見ると、表現理解の問題の元ニュースでの正解率は57.5%だが、やさしい日本語ニュースでは91.7%に達している。元ニュースで長く複合的な表現で書かれている内容は、あまり理解できていないが、やさしい日本語に書き換えられていれば十分理解できている。なお、本実験では、同じ記事の異なるテキストタイプの比較ではないため、厳密には記事の内容が理解度に影響した可能性もある

が、本稿では気象災害ニュースの間の内容の差は小さいと考えた。さらに、テキストタイプをランダムに指定したので、記事の内容の影響は小さいと考えた。

一方、語彙レベルの問題を見ると、元ニュースの正解率86.7%に対して、やさしい日本語ニュースの正解率は88.3%とほぼ同じ高いレベルであった。

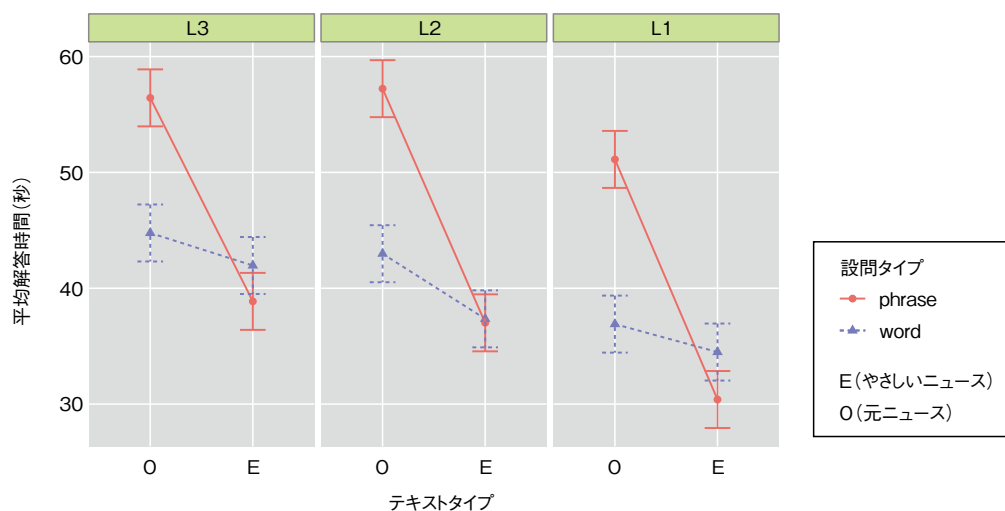
(b) 中級、上級レベルの結果

7表を見ると、中級 (L2)、上級 (L1) とともに、やさしい日本語ニュースでの正解率は元ニュースに比べて高く、どのレベルの外国人にも効果が認められた。特に上級 (L1) のやさしい日本語ニュースでの正解率は97.3%であり、ほぼ完全にニュースの内容を理解できたことが分かる。

2図で設問タイプによる違いを見ると、グラフの概形は中級準備 (L3)、中級 (L2)、上級 (L1) とほぼ同じであり、やさしい日本語の基本的な効果は中級準備レベルと同じで、表現理解が必要な部分の理解に有用だと結論できる。さらに詳しく観察すると、中級準備 (L3)、中級 (L2)、上級 (L1) と日本語レベルが

8表 解答時間

日本語レベル	テキストタイプ	平均解答時間 (秒)
中級準備 (L3)	元ニュース	50.6
	やさしいニュース	40.4
中級 (L2)	元ニュース	50.1
	やさしいニュース	37.2
上級 (L1)	元ニュース	44.0
	やさしいニュース	32.4



3図 解答時間 (詳細)

上がるにつれて、両直線の位置、すなわち全体の正解率が上昇している。また、表現理解の問題の直線の上昇度合いが、中級準備 (L3) と中級 (L2) に比べて上級 (L1) で小さくなっている。そこでこれらの変化と要因の関係を検証するために分散分析^{*16}を行ったところ、テキストタイプ (元ニュース、やさしい日本語ニュース)、日本語レベル (中級準備、中級、上級)、設問タイプ (表現理解、語彙理解) の3要因の全部が、上記の変化に関連することが分かった。すなわち、やさしい日本語は元ニュース中の表現理解が必要な情報を理解するのに有用で、特に中級準備と中級レベルで有用性が顕著と言える。

(2) 解答時間

日本語レベルとテキストタイプでまとめた平均解答時間を8表に示す。8表をさらに設問タイプで分類したグラフを3図に示す。3図の各列と横軸は、正解率のグラフと同様である。

(a) 中級準備レベルの結果

8表に示すとおり、元ニュースの平均解答時間は50.6

秒であったのに対して、やさしい日本語ニュースの解答時間は40.4秒となった。やさしい日本語は、解答時間の面でも理解度の向上に貢献していた。次に3図で設問タイプの影響を見ると、表現理解の問題で、元ニュースの解答時間は56.4秒であったのに対して、やさしい日本語ニュースでは38.9秒と0.7倍程度であった。一方、語彙理解の問題では、元ニュースで44.8秒、やさしい日本語ニュースで42.0秒とほぼ同じであった。解答時間からも、やさしい日本語は、元ニュースで長く複合的な表現で書かれている部分の理解に効果的だったことが分かる。

(b) 中級、上級レベルの結果

3図のグラフを見ると、中級 (L2)、上級 (L1) ともグラフの概形はL3と同じであることから、効果は中級準備と同じであることが分かる。効果と要因の関連を調べるために分散分析を行ったところ、テキストタイプ (元ニュース、やさしい日本語ニュース) と設問

*16 本稿の正解率や解答時間のように、平均値の差の原因となる要因が2つ以上ある場合に、要因の単独、あるいは組み合わせの効果を確認することができる統計検定手法。

タイプ（語彙理解，表現理解）が解答時間に影響していることが明らかになった。

以上の結果から，ニュースの理解にはやさしい日本語が効果的で，特に元ニュースの表現理解が必要な部分に効果的であることが分かった。

4.7 考察

まず，本稿のやさしい日本語の主な対象となる中級準備レベルの留学生に注目したい。彼らの正解率と解答時間の両方の結果から，ニュースの理解度は，元ニュースよりやさしい日本語ニュースの方が高いことが確認できた。また特に，やさしい日本語ニュースの読解テストでは正解率が90%を示し，ほぼニュース全体の内容を理解できていたことが分かった。

さらに，やさしい日本語は，特に元ニュースの中で長く複合的な表現で書かれている部分の理解に貢献することが分かった。実験前には，長く複合的な表現の理解は外国人にとって難しいと予想していた。今回の結果は，予想が正しかったこと，また，やさしい日本語はここに効果を発揮し，全体の理解が改善したことを示している。

上記の傾向は中級準備レベルで最も顕著だが，中級，上級と日本語能力が上がっても基本的に同じであった。ただし，全体に正解率は上昇し，解答時間は減少する傾向があった。また，表現理解が必要な問題については，日本語能力が上がるにつれて，やさしい日本語ニュースと元ニュースの正解率の差が小さくなる傾向があった。この2つの傾向は，留学生の日本語能力が高くなるにつれて全体の理解，特に難しい部分の理解が向上することの反映と考えると自然である。

以上の結果より，提案したニュースのためのやさしい日本語は，中級準備以上の日本語レベルの外国人に効果を持つこと，中でも想定した中級準備レベルの外国人に最大の効果を持つことが示せたと考える。

本稿のニュースのためのやさしい日本語および減災のためのやさしい日本語は，1) 一般的な原則，2) 日本語能力に配慮する原則，3) 分野に対応するための原則から構成されていることを3.1節で述べた。すでに減災のためのやさしい日本語の効果は報告されており¹⁵⁾，今回，同じ構成に従うニュースのためのやさしい日本語の効果を確認できたことにより，3つの構成によるやさしい日本語の書き換え原則の有効性が示唆されたと考え

る。すなわち，新たな分野のやさしい日本語の書き換え原則を作る際は，上記の1)と2)の基本部分に，対象分野特有の表現に対応するための3)の原則を追加することで対応できると考える。

5. おわりに

本稿では，ニュースのためのやさしい日本語の書き換え原則を提案した。想定する読者は，旧日本語能力試験の3級合格から2級受験準備程度（現試験ではN3合格程度），いわゆる中級準備レベル程度の日本語能力を持つ外国人である。中級準備，中級，上級の日本語能力を持つ外国人留学生を対象としたニュースの読解テストによって，やさしい日本語は全レベルの外国人に効果的であったこと，特に想定した中級準備レベルの外国人に最も大きな効果があったことを示した。

最後に今後の課題について述べる。今回の理解度実験の被験者は，中国語母語話者がほとんどであった。国内在住の外国人の母語の中で中国語は多数派であるため，今回の結果で実質的な効果は示せたと考えているが，より一般的な効果を確認するためには多様な母語話者での実験を行う必要があると考える。

また近年，やさしい日本語の効果は，知的障害者，ろう者などを対象に研究されている。これらの人々の情報アクセシビリティ改善におけるやさしい日本語の効果を検証して，情報保障を目的とした言語としての，やさしい日本語の更なる可能性を確認していきたい。

謝辞 ニュースの試験的な書き換え，および読解試験の作成には，日本語教師の増田麻美子氏（現在，文化庁）と根元愛子氏（現在，東京大学）のお世話になった。書き換え結果の検討には，NHKの記者および記者OBのみなさまにお世話になった。本稿の執筆に際しては，当所ヒューマンインターフェース研究部の熊野正氏と後藤功雄氏にご協力いただいた。ここに記して感謝する。

本稿は，情報処理学会論文誌に掲載された以下の論文を元に加筆・修正したものである。

田中，美野：“ニュースのためのやさしい日本語とその外国人日本語学習者への効果，”情報処理学会論文誌，Vol.57, No.10, pp.2284-2297 (2016)

参考文献

- 1) 河原, 野山編: 外国人住民への言語サービス, 明石書店 (2007)
- 2) 庵, イ, 森編: 「やさしい日本語」は何を目指すか 第3章 やさしい日本語による情報提供 NHKのNEWS WEB EASYの場合, ココ出版, pp.31-57 (2013)
- 3) 田中, 熊野, 後藤, 美野: “やさしい日本語ニュースの制作支援システム,” 自然言語処理, Vol.25, No.1, pp.81-117 (2018)
- 4) I. Goto, H. Tanaka, T. Kumano: “Japanese News Simplification: Task Design, Data Set Construction, and Analysis of Simplified Text,” Proc. MT Summit XV, Vol.1, pp.17-31 (2015)
- 5) 佐藤: “災害時の言語表現を考える,” 日本語学, Vol.23, No.8, pp.34-45 (2004)
- 6) (独) 国際交流基金, (財) 日本国際交流協会編: 日本語能力試験出題基準改訂版, 凡人社 (2006)
- 7) 庵, 岩田, 森: “「やさしい日本語」を用いた公文書の書き換え,” 2009年度日本語教育学会秋季大会 (2009)
- 8) 庵: やさしい日本語—多文化共生社会へ, 岩波新書 (2016)
- 9) 木下: 理科系の作文技術, 中公新書 (1981)
- 10) W. Strunk Jr.: The Elements of Style, Dover Publications Inc. (2006)
- 11) 田中, 美野: “ニュースのためのやさしい日本語とその外国人日本語学習者への効果,” 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.10, pp.2284-2297 (2016)
- 12) 田中: “「この事件は, ~したものです」などの表現をめぐって,” 放送研究と調査, 5月号, pp.72-82 (2012)
- 13) 田中, 美野: “やさしい日本語によるニュースの書き換え実験,” 情報処理学会研究会資料, 2010-NL-199, 11 (2010)
- 14) 熊野, 田中: “Dependent Dirichlet Processを用いた日本語文書へのタグ付けのオンライン学習,” 言語処理学会第20回年次大会, B7-3 (2014)
- 15) 松田, 前田, 佐藤: “災害時の外国人に対する情報提供のための日本語表現とその有効性に関する試論,” 日本語科学, Vol.7, pp.145-159 (2000)



たなか ひでき
田中 英輝

1984年入局。宮崎放送局を経て、1987年から放送技術研究所において、自動翻訳、音声翻訳、自動要約、やさしい日本語の研究に従事。1997年から1999年まで、および2000年から2003年まで(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)に出向。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部上級研究員。博士(工学)。



みの ひでや
美野 秀弥

2004年入局。北見放送局を経て、2009年から放送技術研究所において、やさしい日本語、機械翻訳の研究に従事。2013年から2017年まで(独)情報通信研究機構(NICT)に出向。現在、放送技術研究所ヒューマンインターフェース研究部に所属。

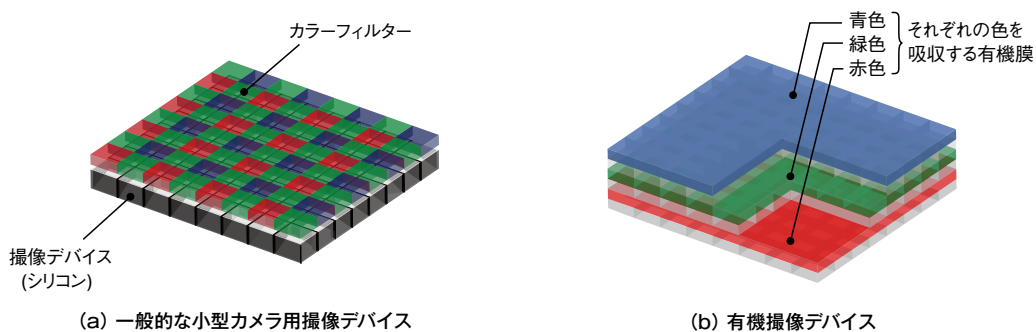
有機の膜を重ねて光を捉える! 有機撮像デバイスの研究

近年、8Kスーパーハイビジョンなどの映像システムの高解像度化が進み、光を捉えて電気信号に変換する撮像デバイスの画素数は大幅に増加している。撮像デバイスは、画素数が増えるにつれて1画素当たりの面積が小さくなり、画素に入る光の量が減るため、デバイスの感度が低下するという課題がある。さらに、小型カメラ用の撮像デバイスでは、画素の上に、光の三原色である赤・緑・青のうち1種類の光だけを通すカラーフィルターを配置して色を分離している（1図（a））ため、光の損失がより顕著になる。

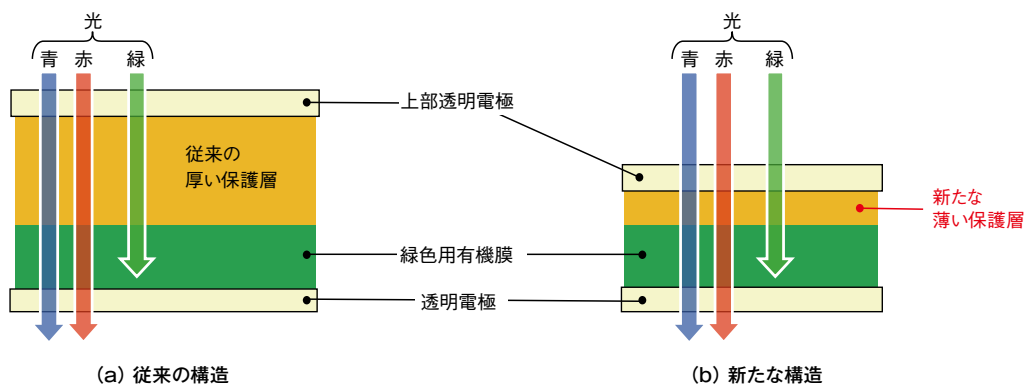
当所では、小型で高解像度なカメラの実現に向けて、有機撮像デバイスの研究を進めている。有機撮像デバイスでは、光を捉える部分に従来のシリコンではなく、3種類の有機光導電膜（以下、有機膜）を重ねて用いる（1図（b））。それぞれの有機膜は、光の三原色のうち1種類の光だけを吸収して電気信号に変換し、そのほかの色を通す性質があるため、赤・緑・青色用のそれぞれの膜を重ねて色を分離することが可能である。この構造により、1画素で光の三原色をすべて捉えることができるため、小型で高感度・高解像度な撮像デバイスの実現が期待できる。

有機撮像デバイスは有機膜を重ねて使用することから、それぞれの有機膜の上下を透明電極で挟み込んだ構造になっている。デバイスの製作過程では、特に有機膜の上に透明電極を形成するとき有機膜がダメージを受けてしまうため、有機膜と上部透明電極の間には有機膜を保護する層（以下、保護層）が必要である。これまでの保護層は、有機膜よりも数倍厚く形成しなければならず、光を電気信号に変換する効率を高めることが困難であった（2図（a））。今回、保護層の材料や上部透明電極の形成法を見直すことで、保護層の厚さをこれまでの1/10以下にすることができた（2図（b））。これにより、従来10%程度であった緑色用有機膜の効率を80%まで高めることに成功した。

今後は、赤・青色用の有機膜においても高効率化を進め、小型で高画質な8Kカメラ用撮像デバイスの実現を目指す。



1図 撮像デバイスの構造



2図 緑色用有機撮像デバイスの構造

特定方向の音をくっきりキャッチ! 指向性マイクの研究

複数の音源が存在する番組制作環境では、狙った音のみをクリアに収録することが求められる場合がある。当所では、特定方向の音声のみを収録できる指向性マイクロホンの開発を行っている。より鋭い指向性を持つマイクロホンを実現するためには、マイクロホンそのものの構造を改良する方法と、多数のマイクロホンを組み合わせる方法がある。今回、それぞれの方法の長所を生かした指向性マイクロホンを開発した。

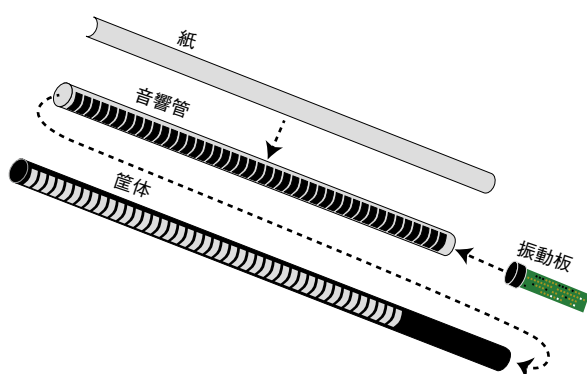
■ マイクロホンの構造改良による指向性收音

「ショットガンマイクロホン」(以下、ガンマイク)は、音波をキャッチする振動板の前面に、紙が貼られたスリット付きの音響管を取り付けたシンプルな構造により、指向性のある收音を実現する(1図)。電源を必要としないため、屋外の收音でも簡単に使うことができる。しかし開発にあたっては、試行錯誤しながら指向性を調整し、設計に必要なパラメーターの値を求めているのが現状である。そこで、ガンマイク内部での音波の挙動を物理的に計算し、設計パラメーターを自動的に最適化する手法を開発した。

■ 多数のマイクロホンによる指向性收音

ガンマイクは、低い周波数の音に対して鋭い指向性を形成することが苦手である。そのような低い周波数の音に対して、多数のマイクロホンを組み合わせた「マイクロホンアレー」と呼ばれる技術を用いることで、特定方向から到来する音波を強調するとともに、それ以外の方向から到来する音波を打ち消すことができ、鋭い指向性を形成することができる。このマイクロホンアレー技術とガンマイクを利用し、1か所の設置で広帯域に22.2ch音響を収録できるワンポイントマイクロホンを開発した(2図)。

開発したマイクロホンは、これまでに大相撲などのスポーツ中継の制作で活用された。今後、更なる性能の向上を目指して研究を進め、スーパーハイビジョンをはじめとした番組制作に活用していく。



1図 ショットガンマイクロホンの構造



2図 22.2ch音響ワンポイントマイクロホン

テレビ映像を画面外へ拡張するシステムの開発

映像情報メディア学会誌, Vol.71, No.1, pp.J20-J27 (2017)

川喜田裕之, 中川俊夫, 佐藤 誠*

※ 東京工業大学

テレビ画面に表示された空間があたかも画面手前の現実空間とつながっているように見えることを目標とする表現システム“Augmented TV”を開発した。開発したシステムでは、AR (Augmented Reality: 拡張現実感) 技術を応用し、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末の内蔵カメラでテレビを撮影しながら見ると、テレビ画面からキャラクターが飛び出てくるように見える演出が可能である。要素技術として、再生時刻を動く図形として表示することを特徴とする同期方式と、携帯端末内蔵のジャイロセンサーと画像処理とを併用するテレビ画面の位置・姿勢推定方式を開発した。両方式ともに、テレビと携帯端末の間で通信が不要であり、ネットワーク設定などをせずに利用することができるため、放送に限らずデジタルサイネージなどへの幅広い応用が可能である。これらの技術を、市販のタブレットを用いて実装し、画面からダイオウイカが飛び出すコンテンツを試作してデモ展示を行い、開発したシステムの有効性を確かめた。

Operational Lifetimes of Organic Light-emitting Diodes Dominated by Förster Resonance Energy Transfer

Scientific Reports, Vol.7, pp.1735.1-1735-8 (2017)

深川弘彦, 清水貴央, 岩崎有希子, 山本敏裕

有機EL (Electroluminescence) ディスプレーの省電力化のために、高効率かつ長寿命な有機EL素子の研究を進めている。リン光材料を発光材料に用いることで、比較的容易に高い発光効率が得られるものの、長寿命化のための材料の設計指針は系統的に理解されておらず、材料開発のボトルネックになっていた。今回、分子構造が類似した複数の熱活性化遅延蛍光材料 (室温で遅延蛍光を発光する材料) をホスト材料 (発光材料を分散させてエネルギーを受け渡すための材料) に用い、素子寿命を比較・解析することで、リン光素子の長寿命化に適した発光層ホスト材料の設計指針を得た。素子寿命の違いについて、ホスト-リン光材料間のエネルギー移動の観点から解析したところ、素子寿命はフェルスターエネルギー移動 (ホストの励起エネルギーが電子の共鳴によりリン光材料にエネルギー移動する現象) の速度 (k_{FRET}) に依存し、 k_{FRET} が大きいほど長い素子寿命が得られることを明らかにした。これは k_{FRET} が大きいほど、ホストの分解等が抑制できるためであると考えられる。 k_{FRET} はホスト-ゲスト間距離の6乗に反比例することから、類似の分子構造であれば分子サイズが小さい熱活性化遅延蛍光材料が長寿命化に有利であるという、リン光ホスト材料の明確な設計指針を得た。

Three-Layered Stacking Process by Au/SiO₂ Hybrid Bonding for 3D Structured Image Sensors

ECS Transactions [232nd Electrochemical Society (ECS) Meeting], Vol.80, No.4, pp.227-231 (2017)

本田悠葵, 後藤正英, 渡部俊久, 萩原 啓, 難波正和, 井口義則, 更屋拓哉*, 小林正治*, 日暮栄治*, 年吉 洋*, 平本俊郎*

※ 東京大学

超高精細と高フレームレートとを両立させ、将来の立体映像の撮影にも資するイメージセンサーの実現を目指し、画素並列信号処理3次元構造撮像デバイスの研究を進めている。3次元構造撮像デバイスは、受光部と、画素ごとにA/D変換を行う信号処理部とをそれぞれ別個のシリコンウェハー上に形成し、直接接合技術によりウェハー同士を貼り合わせて製作される。接合面に形成した電極同士が接続され、全画素並列の信号処理が可能になるため、超高精細と高フレームレートが両立できる。今回、デバイスを製作するための要素技術である直接接合による多層積層化技術を構築し、サイズ3 μm 、ピッチ6 μm の接合電極を用いた3層構造配線素子を試作した。試作した素子の接合部に空隙等は見られず良好な接合面が得られたこと、約98万6千電極の同時接合に成功したことを確認した。

Voltage-Controlled Magnetic Anisotropy in Tb-Fe-Co/MgO/Gd-Fe MTJ Devices

IEEE Transactions on Magnetics, Vol.53, No.11, p.4003304 (2017)

船橋信彦, 金城秀和, 上野鷹幸*, 麻生慎太郎, 加藤大典, 青島賢一, 久我 淳, 本橋光也*, 町田賢司

※ 東京電機大学

広視域で自然な立体映像表示の実現に向け、電子ホログラフィー用表示デバイスである空間光変調器 (SLM: Spatial Light Modulator) の研究を進めている。当所では、磁性体を用いた独自のデバイスとしてスピンSLMを提案し、性能向上に取り組んできた。今回、省電力化に有望なVCMA (Voltage-Controlled Magnetic Anisotropy) 効果を磁気光学素子に適用することを検討した。VCMA効果は、絶縁体と磁性体の界面に生じる電界によって磁気特性が変化する現象であり、金属磁性体では、原理的に数原子層 (膜厚1 nm以下) を超える膜では制御することが不可能とされてきた。一方で、大きな磁気光学効果が必要な磁気光学素子では、光変調層の膜厚をできるだけ厚くすることが求められる。そこで、物性値と同程度の磁気光学効果が得られる厚さ9 nmのガドリニウム鉄合金 (Gd-Fe) から成る光変調層と酸化マグネシウム (MgO) 絶縁層との間に、1 nm以下のコバルト鉄 (Co-Fe) とガドリニウム (Gd) を積層した極薄の下地層を挿入した。電界を生じる絶縁層との界面に磁化の大きな材料を適用することで、Gd-Feの保磁力増減や磁化状態の変化など、光変調層全体の磁気特性を電界により制御できることを見いだした。

公開番号	発明考案の名称	技術概要
特開2017-199139	キーワード抽出装置、キーワード抽出方法及びキーワード抽出プログラム	テキストから抽出したキーワードの語義曖昧性を解消することのできるキーワード抽出装置、キーワード抽出方法およびそれらのプログラム。
特開2017-199955	放送受信状態取得装置およびプログラム	放送信号の受信状態に関する情報を取得する装置において、消費電力の節約、およびコンピューター資源の使用の抑制を可能とする放送受信状態取得装置およびそのプログラム。
特開2017-199956	放送受信状態提供装置およびプログラム	放送波の受信状態を他の装置に提供することにより、コンテンツを放送波経路で取得するか通信経路で取得するかを判断することのできる放送受信状態提供装置およびそのプログラム。
特開2017-199994	映像配信装置及び映像配信方法	早送りまたは巻き戻し等の操作の際に、トラフィックの発生を抑制し、配信用帯域を圧迫することなく安定して配信することのできる映像配信装置および映像配信方法。
特開2017-199996	サービス選択装置、サービス選択方法及びサービス選択プログラム	ユーザーの嗜好に応じた適切なサービス形態を選択してコンテンツを提示することのできるサービス選択装置、サービス選択方法およびそれらのプログラム。
特開2017-200025	音響信号補償装置及びそのプログラム	実再生音の品質を向上させることのできる音響信号補償装置およびそのプログラム。
特開2017-200075	配信装置及びプログラム	ユーザーに配信するコンテンツの画質が、不要な多重圧縮により劣化することを防ぐ配信装置およびそのプログラム。
特開2017-201437	ニュース素材抽出装置及びプログラム	多数のソーシャルメディア情報のうち、ニュース素材となりうるソーシャルメディア情報を、教師有り機械学習により自動的に抽出することのできるニュース素材抽出装置およびそのプログラム。
特開2017-163458	画像処理装置及びプログラム	背景の影響をそれほど受けることなく、被写体の類似性に重きを置いた高精度の画像検索を行うことのできる画像処理装置およびそのプログラム。
特開2017-201468	番組情報連携装置、番組情報連携方法及び番組情報連携プログラム	広告の食材情報と番組情報とを容易に対応づけて出力することのできる番組情報連携装置、番組情報連携方法およびそれらのプログラム。
特開2017-204064	読解支援装置及びプログラム	原文中の語とその訳との対応を分かりやすく一覧表示することのできる読解支援装置およびそのプログラム。
特開2017-204122	表示装置、及びプログラム	画面内外でのオブジェクトの表示の不連続性を低減することのできる表示装置およびそのプログラム。
特開2017-204194	レシピスコア提示装置、レシピスコア提示方法及びレシピスコア提示プログラム	同一のレシピについて、地域および時期に応じて動的に変化する満足度のスコアを適切に提示することのできるレシピスコア提示装置、レシピスコア提示方法およびそれらのプログラム。
特開2017-204676	アンテナ特性測定装置及びプログラム	MIMO (Multiple Input Multiple Output) 伝送に用いる受信アンテナについて、MIMO復調の観点を含め総合的に評価するための特性を測定することのできるアンテナ特性測定装置およびそのプログラム。
特開2017-204677	受信品質測定装置及びプログラム	MIMO伝送システムにおいて、特定の地点の受信品質を正確に測定することのできる受信品質測定装置およびそのプログラム。
特開2017-204695	字幕データ生成装置、コンテンツ表示装置、およびプログラム	放送信号を基に、リアルタイムで配信可能な字幕データを生成するための字幕データ生成装置、コンテンツ表示装置およびそれらのプログラム。
特開2017-204757	被写体追跡装置及びそのプログラム	被写体を頑健に追跡することのできる被写体追跡装置およびそのプログラム。
特開2017-204842	符号化装置、復号装置及びプログラム	予測画像を生成する際に、非平滑予測画像および平滑予測画像を適切に合成することで、予測精度の低下を防ぐことのできる符号化装置、復号装置およびそれらのプログラム。
特開2017-208151	不揮発性メモリおよびその駆動方法、ならびに記憶装置	電流を大きくすることなく、複数のメモリーセルに、同時に書き込むことが可能な不揮発性メモリーおよびその駆動方法、ならびに記憶装置。

公開番号	発明考案の名称	技術概要
特開2017-208376	固体撮像素子及びその製造方法	従来よりも感度が高く、ノイズの少ない固体撮像素子およびその製造方法。
特開2017-208671	IPネットワーク受信装置、IPネットワーク送信装置、放送システム及びプログラム	遅延時間固定区間と並行してIP (Internet Protocol) ネットワークを介して伝送レートが一定であるTS (Transport Stream) パケットを送信する場合に、IP ネットワークにおけるTSパケットの遅延時間を、遅延時間固定区間におけるTSパケットの遅延時間に合わせるように調整することのできるIPネットワーク受信装置、IP ネットワーク送信装置、放送システムおよびそれらのプログラム。
特開2017-208787	二方向狭指向性マイクロホン	音響管を使用し、直線2方向に狭指向性で分離収音を可能とする2方向狭指向性マイクロホン。
特開2017-211649	音声信号補正装置及びプログラム	複数の音声信号が加算された音声信号を、制作意図に合わせた音声信号に補正することのできる音声信号補正装置およびそのプログラム。
特開2017-211976	画像処理装置及び画像処理プログラム	情景文字を高精度で抽出することのできる画像処理装置およびそのプログラム。
特開2017-212539	キーワードリスト生成装置、コンテンツ視聴装置、およびキーワードリスト生成プログラム	視聴中の番組に関連するキーワードを迅速にソートすることのできるキーワードリスト生成装置、コンテンツ視聴装置、およびキーワードリスト生成プログラム。
特開2017-212547	チャンネル数変換装置およびそのプログラム	再生環境のスピーカー配置に応じたダウンミックス係数を算出することのできるチャンネル数変換装置およびそのプログラム。
特開2017-212548	音声信号処理装置、音声信号処理方法、及びプログラム	音声の再生時に、音声の再現性を向上させることのできる音声信号処理装置、音声信号処理方法およびそれらのプログラム。
特開2017-212552	チャンネル数変換装置およびそのプログラム	番組ごとにその番組の内容に沿った適切なチャンネル数変換を行うことのできるチャンネル数変換装置およびそのプログラム。
特開2017-212554	符号化装置、復号装置及びプログラム	イントラ予測において、エントロピーを効率的に低減させ、符号化性能を向上させることのできる符号化装置、復号装置およびそれらのプログラム。
特開2017-212555	符号化装置、復号装置及びプログラム	イントラ予測において、エントロピーを効率的に低減させ、符号化性能を向上させることのできる符号化装置、復号装置およびそれらのプログラム。
特開2017-212556	音響処理装置、音響処理方法、及びプログラム	出力する音の明瞭性を高めることのできる音響処理装置、音響処理方法およびそれらのプログラム。
特開2017-212558	信号変換係数算出装置、信号変換装置及びプログラム	音響コンテンツの制作時とは異なる環境において、制作時の環境に近い印象となるように音響コンテンツを再生するために、複数のスピーカーから出力される音声信号の変換に用いる信号変換係数を算出することのできる信号変換係数算出装置、信号変換装置およびそれらのプログラム。
特開2017-212559	信号変換係数算出装置、信号変換装置及びプログラム	音響コンテンツの制作時とは異なる環境において音響コンテンツを再生する際に、複数のリスニング位置において均質に近い受聴を可能とするための信号変換係数を算出することのできる信号変換係数算出装置、信号変換装置およびそれらのプログラム。
特開2017-212560	音声処理装置、音声処理方法およびプログラム	受聴者に対して再生される音を、制作者が意図した方向に確実に知覚させることのできる音声処理装置、音声処理方法およびそれらのプログラム。
特開2017-212567	符号化装置、復号装置及びプログラム	全体のビットレートを保ったまま、さまざまな時間階層のフレームの画像に対する復号処理および再生処理を行う際に、画質の劣化を防ぐことのできる符号化装置、復号装置およびそれらのプログラム。
特開2017-212640	色調整装置および色調整システム	撮影環境に応じた色調整に関わる作業を軽減することのできる色調整装置および色調整システム。
特開2017-212731	音響処理装置、音響処理方法およびプログラム	制作時とは異なる音源配置で、マルチチャンネル音響信号に基づく音響再生を行う場合に、再生音の空間的印象を再現することのできる音響処理装置、音響処理方法およびそれらのプログラム。

公開番号	発明考案の名称	技術概要
特開2017-212732	チャンネル数変換装置およびプログラム	チャンネル数の変換後にも聴き取りやすい音声信号を出力することのできるチャンネル数変換装置およびそのプログラム。
特開2017-215371	情報処理装置及びプログラム	適切なサイズで画像を表示することのできる情報処理装置およびそのプログラム。
特開2017-216650	符号化装置及びプログラム	従来のハイブリッド符号化方式において、ビットレートが低下した場合の動画像の劣化を抑制することのできる符号化装置およびそのプログラム。
特開2017-216717	受信機	移動体を遠隔操作する操作者側の装置構成を複雑にすることなく、移動体の周囲環境が撮像された画像を少ない送信データ量で操作者に提供することのできる受信機。
特開2017-216718	受信機	移動体を遠隔操作する操作者側の装置構成を複雑にすることなく、移動体の周囲環境が撮像された画像を少ない送信データ量で操作者に提供することのできる受信機。
特開2017-216719	受信機	移動体を遠隔操作する操作者側の装置構成を複雑にすることなく、移動体の周囲環境が撮像された画像を少ない送信データ量で操作者に提供することのできる受信機。
特開2017-219941	関連文書処理装置及びプログラム	文書間で対応づけを行い、内容が関連する文を文書から抽出する際に、ユーザーに多大な労力を強いることなく、かつ文の抽出処理を頑健に実現することのできる関連文書処理装置およびそのプログラム。
特開2017-220200	超解像装置及びプログラム	フレーム間の相関の低い領域や静止領域を含むフレーム画像であっても、高速かつ高精細な超解像画像を生成することのできる超解像装置およびそのプログラム。
特開2017-220737	タイムコード送信装置、タイムコード受信装置、映像信号送信装置及び映像信号受信装置	フレーム周波数60Hzを超える映像信号に適用するタイムコード信号を伝送することのできるタイムコード送信装置、タイムコード受信装置、映像信号送信装置および映像信号受信装置。
特開2017-224975	中継装置、サーバ装置および端末装置	放送波で配信されるデータファイルを受信するための拡張機能を有しない、ウェブ標準ブラウザやアプリケーションプログラムを用いて、放送波で配信されるデータファイルを受信することのできる中継装置、サーバ装置および端末装置。
特開2017-225034	要素画像群生成装置、符号化装置、復号装置、およびプログラム	少ない計算量あるいは計算時間で要素画像群を生成することのできる要素画像群生成装置、符号化装置、復号装置およびそれらのプログラム。
特開2017-228827	イントラ予測器、画像符号化装置、画像復号装置およびプログラム	イントラ予測モードの符号化効率を向上させることのできるイントラ予測器、画像符号化装置、画像復号装置およびそれらのプログラム。

研究会・年次大会等発表一覧 (2017年11月～2017年12月)

題目	発表者	発表先／誌名	資料番号	発表年月日
3次元構造撮像デバイスの微細・高集積化に向けた直接接合による多層積層技術	本田悠葵, 後藤正英, 渡部俊久, 萩原 啓, 難波正和, 井口義則, 更屋拓哉 (東京大学), 小林正治 (東京大学), 日暮栄治 (東京大学), 年吉 洋 (東京大学), 平本俊郎 (東京大学)	第9回集積化MEMSシンポジウム論文集 [第34回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウムと併催]	01pm1-A-3	2017.10.31 ～ 11.2
Improved Operational Stability of Inverted Organic Light-emitting Diodes Using Sn-doped Zinc Oxide Nanoparticles as an Electron Injection Layer	佐々木翼, 深川弘彦, 清水貴央, 藤崎好英, 山本敏裕 (NHK-ES)	EuroDisplay 2017	[Session 2: OLED organic electronics continued]	2017.10.31 ～ 11.2
Efficient Quantum Dot Light-emitting Diodes Fabricated Using ZnS-AgInS ₂ Solid-solution Nanocrystals as Cadmium-free Quantum Dots	都築俊満, 本村玄一, 亀山達矢 (名古屋大学), 鳥本 司 (名古屋大学), 上松太郎 (大阪大学), 桑畑 進 (大阪大学), 山本敏裕 (NHK-ES)	EuroDisplay 2017	[Session 4: Quantum Dots]	2017.10.31 ～ 11.2
Recent Achievement of Hybridcast	池尾誠哉	World Wide Web Consortium Combined Technical Plenary/Advisory Committee Meetings 2017 (W3C TPAC 2017) Media and Entertainment Interest Group F2F Meeting	(online), available from <https://lists.w3.org/Archives/Public/www-archive/2017Nov/att-0004/RecentAchievementHybridcast_TPAC20171106.pdf>, (accessed on 2017-12-06)	2017.11.5 ～ 10
CU拡大およびIntra/Inter予測モード切替による8K映像におけるH.265/HEVC符号化画質改善	雑賀新太郎 (早稲田大学), 竹内 健 (早稲田大学), 松尾康孝, 甲藤二郎 (早稲田大学)	電子情報通信学会技術研究報告 IE 画像工学	Vol.117, No.277, CPM2017-89, ICD2017-48, IE2017-74, pp.49-52	2017.11.6 ～ 8
Fabrication of Three-dimensional Integrated CMOS Image Sensors with Quarter VGA Resolution by Pixel-wise Direct Bonding Technology	後藤正英, 本田悠葵, 渡部俊久, 萩原 啓, 難波正和, 井口義則, 更屋拓哉 (東京大学), 小林正治 (東京大学), 日暮栄治 (東京大学), 年吉 洋 (東京大学), 平本俊郎 (東京大学)	30th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2017)	9A-9-2	2017.11.6 ～ 9
Magnetic Imaging Drag Tester by Magnetic Domain Scope Method Using Contact-scanning of Magnetic Recording Head Probe with HDD Head Pre-amplifier for Detection of Fast Magnetic Behavior	宮本泰敬, 奥田光伸, 川那真弓	62nd Annual Conference on Magnetism & Magnetic Materials (MMM 2017) ABSTRACTS	CU-10, pp.336-337	2017.11.6 ～ 10
Precise Control of Current Driven Domain Wall Motion by Biphasic Current Pulses	奥田光伸, 川那真弓, 宮本泰敬, 石井紀彦	62nd Annual Conference on Magnetism & Magnetic Materials (MMM 2017) ABSTRACTS	EC-08, pp.449-450	2017.11.6 ～ 10
Outsourcing of Verifiable Attribute-based Keyword Search	大竹 剛, Safavi-Naini, Reihaneh (University of Calgary), Zhang, Liang Feng (ShanghaiTech University)	Lecture Notes in Computer Science, Vol.10674 [22nd Nordic Conference on Secure IT Systems (NordSec 2017)]	Lipmaa H. et al. eds., Springer, pp.18-35	2017.11.8 ～ 10
[依頼講演]スーパーハイビジョン映像素材の移動伝送に向けた適応送信制御4×4 TDD-SVD-MIMO システムの開発	光山和彦, 鶴澤史貴, 伊藤史人, 居相直彦	電子情報通信学会技術研究報告 RCS 無線通信システム	Vol.117, No.284, A・P2017-119, RCS2017-227, pp.129-134	2017.11.8 ～ 10
偏波MIMO伝送の定点測定結果	朝倉慎悟, 白井規之, 佐藤明彦, 竹内知明, 中村円香, 岡野正寛, 土田健一	電子情報通信学会技術研究報告 A・P アンテナ・伝播	Vol.117, No.283, A・P2017-133, pp.137-141	2017.11.8 ～ 10
Data Structuring for Launching Web Services Triggered by Media Content	浦川 真, 藤沢 寛	Lecture Notes in Computer Science, Vol.10675 [7th Joint International Semantic Technology Conference (JIST 2017)]	Wang Zhe et al. eds., Springer, pp.19-34	2017.11.9 ～ 12
Super-resolution for 2K/8K Television Using Wavelet-based Image Registration	松尾康孝, 境田慎一	5th IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP 2017)	IEEE, GS.IVM-P.1.4, pp.378-382	2017.11.14 ～ 16

研究会・年次大会等発表一覧 (2017年11月～2017年12月)

題目	発表者	発表先／誌名	資料番号	発表年月日
高速度モノクロ撮像装置および圧縮記録技術を用いた8K/240fpsスローモーションシステム	梶山岳士, 船津良平, 山崎貴弘, 安江俊夫, 菊地幸大, 小倉 滉, 宮下英一, 島本 洋	高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム2017[JCHSIP 2017]	2018/8/2	2017.11.15～17
高色純度緑色リン光有機EL素子の開発	大野 拓, 岩崎有希子, 清水貴央, 深川弘彦	2017年第25回有機EL討論会例会講演予稿集	S6-1, pp.31-32	2017.11.16～17
Sn含有酸化亜鉛ナノ粒子を電子注入層に用いた逆構造有機EL素子の長寿命化	佐々木翼, 深川弘彦, 清水貴央	2017年第25回有機EL討論会例会講演予稿集	S7-7, pp.51-52	2017.11.16～17
Extracting Important Tweets for News Writers Using Recurrent Neural Network with Attention Mechanism and Multi-task Learning	宮崎太郎, 鳥海 心 (東京都市大学), 武井友香, 山田一郎, 後藤 淳	31st Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 31)	#12, 2017	2017.11.16～18
Tweet Extraction for News Production Considering Unreality	武井友香, 宮崎太郎, 山田一郎, 後藤 淳	31st Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 31)	#14, 2017	2017.11.16～18
ウェブレット多重解像度成分間のレジストレーションによる2Kから8Kへの画像超解像	松尾康孝, 市ヶ谷敦郎, 神田菊文	2017年画像符号化シンポジウム／映像メディア処理シンポジウム (PCSJ/IMPS2017)	P-2-15, pp.86-87	2017.11.20～22
色彩情報復元を考慮した色域拡張手法	竹内 健 (早稲田大学), 雑賀新太郎 (早稲田大学), 坂本悠輔 (早稲田大学), 松尾康孝, 甲藤二郎 (早稲田大学)	2017年画像符号化シンポジウム／映像メディア処理シンポジウム (PCSJ/IMPS2017)	P-4-6, pp.140-141	2017.11.20～22
画像解析を用いたH.265/HEVC符号化の事前パラメータ推定に関する一検討	坂本悠輔 (早稲田大学), 雑賀新太郎 (早稲田大学), 竹内 健 (早稲田大学), 松尾康孝, 甲藤二郎 (早稲田大学)	2017年画像符号化シンポジウム／映像メディア処理シンポジウム (PCSJ/IMPS2017)	P-4-12, pp.152-153	2017.11.20～22
A Constant-size Signature Scheme with Tighter Reduction from CDH Assumption	梶海成, 小川一人, 藤崎英一郎 (北陸先端科学技術大学院大学)	Lecture Notes in Computer Science, Vol.10599 [20th International Information Security Conference (ISC 2017)]	Nguyen, P.Q. and Zhou, J. eds., Springer, pp.137-154	2017.11.21～24
Deep-learning Based Data Demodulation for High Density Holographic Data Storage	片野祐太郎, 室井哲彦, 木下延博, 石井紀彦	International Workshop on Holography and Related Technologies 2017 (IWH 2017)	22p5	2017.11.22～24
SCM信号と10Gbpsベースバンド信号のFTTH共存条件の検討	楠 知也, 袴田佳孝, 倉掛卓也	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.39, BCT2017-90, pp.45-48	2017.11.23～24
Characteristic Improvement of Color-selective Photodetectors with Organic Photoconductive Films Sandwiched Between Transparent Electrodes	堀 洋祐, 高木友望, 塚 俊克, 清水貴央, 大竹 浩, 相原 聡	Materials Research Society Symposium 2017 [MRS Fall Meeting]	EM01.10.49	2017.11.26～12.1
Improvement in Performance of Zn-O-N Thin-film Transistors by Si Doping	辻 博史, 武井達哉, 中田 充, 宮川幹司, 藤崎好英, 山本敏裕 (NHK-ES)	Materials Research Society Symposium 2017 [MRS Fall Meeting]	EM04.10.05	2017.11.26～12.1
Key-value Attention Mechanism for Neural Machine Translation	美野秀弥, 内山将夫 (情報通信研究機構), 隅田英一郎 (情報通信研究機構), 徳永建伸 (東京工業大学)	Proceedings of the 8th International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP 2017) [In conjunction with 4th Workshop on Asian Translation (WAT 2017)]	pp.290-295	2017.11.27～12.1
次世代映像システムの実現に向けた3次元集積化技術と画素並列信号処理イメージセンサの開発	後藤正英	エレクトロニクス実装学会システム設計研究会平成29年度第2回公開研究会論文集	pp.1-11	2017.11.28
テレビと一緒に視聴するロボットの開発ガイドライン策定に向けての一考察	村崎康博, 金子 豊, 星 祐太, 上原道宏	情報処理学会研究報告 EIP 電子化知的財産・社会基盤	Vol.2017-EIP-78, No.14, [7p.]	2017.11.29～11.30
多視点ロボットカメラを用いたインテグラル立体撮影技術	池谷健佑, 洗井 淳, 三科智之, 山口雅浩 (東京工業大学)	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.42, 3DIT2017-42, IST2017-72, IDY2017-57, pp.15-18	2017.11.30
機能検証用プロトタイプ8Kカムコーダーの開発	船津良平, 梶山岳士, 松原智樹, 島本 洋	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.42, 3DIT2017-45, IST2017-75, IDY2017-54, pp.31-34	2017.11.30

研究会・年次大会等発表一覧 (2017年11月～2017年12月)

題目	発表者	発表先/誌名	資料番号	発表年月日
8K/120Hz対応スーパーハイビジョン編集システムの開発と検証	林田哲哉, 小出大一, 米内 淳 (NHK-ES), 荒井敦志, 瀧口吉郎	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.42, 3DIT2017-46, IST2017-76, IDY2017-55, pp.35-38	2017.11.30
時空間符号化を適用したSFN方式の伝送特性評価	佐藤明彦, 藤 拓也, 竹内知明, 岡野正寛, 土田健一	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.43, BCT2017-92, pp.37-42	2017.11.30 ～ 12.1
21GHz帯衛星放送中継器を利用した伝送実験への取り組み	長坂正史, 中澤 進, 筋誠 久, 田中祥次	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.43, BCT2017-94, pp.43-46	2017.11.30 ～ 12.1
[特別講演]地上SHV放送を目指した研究開発—伝送容量拡大技術および周波数有効利用技術の検討—	土田健一	映像情報メディア学会技術報告	Vol.41, No.43, BCT2017-95, pp.47-54	2017.11.30 ～ 12.1
テレビ番組を対象とした顔検出と顔認識	河合吉彦, 望月貴裕, 佐野雅規	電子情報通信学会技術研究報告 IE 画 像工学	Vol.117, No.330, CS2017-68, IE2017-83, pp.55-58	2017.11.30 ～ 12.1
磁気光学型空間光変調器およびその磁化反転制御技術	青島賢一, 船橋信彦, 町田賢司, 久我 淳, 三科智之, 石橋隆幸 (長岡技術科学大学), 菊池 宏	日本磁気学会第79回ナノマグネティクス専門研究会	-	2017.12.1
Study on Set Partitioning 64APSK Coded Modulation Design Method Based on Channel Capacity	小泉雄貴, 鈴木陽一, 小島政明, 斎藤恭一, 田中祥次	IEEE Global Communications Conference 2017 (IEEE GLOBECOM 2017)	IEEE, SAC(SSC)-02	2017.12.4 ～ 8
XOR-based FEC to Improve Burst-loss Tolerance for 8K Ultra-high Definition TV over IP Transmission	川本潤一郎, 倉掛卓也	IEEE Global Communications Conference 2017 (IEEE GLOBECOM 2017)	IEEE, CSSMA.4-05	2017.12.4 ～ 8
[Invited] 3D TV Based on Spatial Imaging	河北真宏, 佐々木久幸, 原 一宏, 岡市直人, 渡邊隼人, 洗井 淳, 三科智之	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, 3D2-2, pp.808-811	2017.12.6 ～ 8
Coding Performance of Integral 3D Images Using Multiview Images with Depth Map	原 一宏, 渡邊隼人, 加納正規, 片山美和, 藤井俊彰 (名古屋大学), 河北真宏, 三科智之	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, 3Dp1-14L, pp.910-911	2017.12.6 ～ 8
A Flexible Pipeline from a Multi-view Camera to an Integral 3D Display	大岡知樹 (名古屋大学), 高橋桂太 (名古屋大学), 原 一宏, 片山美和, 河北真宏, 藤井俊彰 (名古屋大学)	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, 3Dp1-4, pp.876-879	2017.12.6 ～ 8
Twin-channel Oxide TFT with High Current Drive and Its Circuit Application	中田 充, 越智元隆 (神戸製鋼所), 辻 博史, 武井達哉, 宮川幹司, 山本敏裕 (NHK-ES), 後藤裕史 (神戸製鋼所), 釘宮敏洋 (神戸製鋼所), 藤崎好英	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, AMD1-2, pp.312-315	2017.12.6 ～ 8
Direct Photoreactive Patterning Method for Fabricating Aqueous Solution-processed IGZO TFTs	宮川幹司, 中田 充, 辻 博史, 藤崎好英	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, AMD3-2, pp.336-339	2017.12.6 ～ 8
[Invited] Magneto-optical Spatial Light Modulator Driven by Spin Transfer Switching for Electronic Holography	船橋信彦, 金城秀和, 青島賢一, 加藤大典, 薄井武順, 麻生慎太郎, 久我 淳, 三科智之, 町田賢司, 石橋隆幸 (長岡技術科学大学), 菊池 宏	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, AMD8-2, pp.400-403	2017.12.6 ～ 8
Development of Vibration Cube to Convey Information by Haptic Stimuli	東真希子, 半田拓也, 清水俊宏, 近藤 悟	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, HAPp1-5L, pp.128-130	2017.12.6 ～ 8
[Invited] Effect of Energy Transfer on Operational Lifetimes of Organic LEDs	深川弘彦, 岩崎有希子, 清水貴央	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, OLED2-3, pp.698-701	2017.12.6 ～ 8
Picture Level Control Method for Super Large-area Display	山本敏裕 (NHK-ES), 岡田拓也, 薄井武順, 藤崎好英, 尾上孝雄 (大阪大学)	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, VHF6-1, pp.1028-1031	2017.12.6 ～ 8
CIELAB-metric Color Volume for HDR Displays	正岡顕一郎	Proceedings of the 24th International Display Workshops (IDW '17)	ITE, Sendai, VHF6-4, pp.1040-1043	2017.12.6 ～ 8
高精細動画の表示画角の好みについての実験心理学的研究	原澤賢充, 澤島康仁, 小峯一晃	Vision Engineering Workshop 2017 (ViEW2017)	OS4-01	2017.12.7 ～ 8

研究会・年次大会等発表一覧 (2017年11月～2017年12月)

題目	発表者	発表先／誌名	資料番号	発表年月日
点光源アレーを用いたインテグラル立体表示の解像度特性解析と表示性能向上	渡邊隼人, 河北真宏, 岡市直人, 佐々木久幸, 三科智之	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	11B-1	2017.12.12～13
金属塩析出型調光素子の制御技術の開発	菊地幸大, 宮川和典, 安江俊夫, 島本 洋, 持塚多久男 (村上開明堂), 牧田政雄 (村上開明堂)	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	12C-1	2017.12.12～13
ライブ番組における複数飛翔体の軌跡描画システムの開発	盛岡寛史, 横澤真介, 三ツ峰秀樹	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	12C-2	2017.12.12～13
AES3インターフェースを用いた120Hzタイムコード信号伝送方式の開発	荒井敦志, 小出大一, 瀧口吉郎	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	12C-4	2017.12.12～13
22.2ch音響のダウンミックスにおける音質補正手法の検討	杉本岳大, 小森智康	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	12C-5	2017.12.12～13
音声認識技術による書き起こしインターフェースの検証実験	三島 剛, 一木麻乃, 萩原愛子, 伊藤 均, 佐藤庄衛, 小林彰夫 (NHK-ES)	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	12C-6	2017.12.12～13
ニュース制作のための原稿作成支援システム	後藤 淳, 牧野仁宣, 武井友香, 宮崎太郎, 住吉英樹	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	13B-7	2017.12.12～13
次世代地上放送暫定仕様における部分受信の評価	宮坂宏明, 竹内知明, 中村円香, 土田健一	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	14C-3	2017.12.12～13
次世代地上放送における符号化効率向上のための帯域制限装置の一検討	松尾康孝, 井口和久, 神田菊文	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	14C-4	2017.12.12～13
メディア統合型配信状況管理システムの提案	遠藤大礎, 田口周平, 竹内真也, 藤澤和也, 加井謙二郎	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	15C-2	2017.12.12～13
メディア統合型配信状況管理システムにおける複数事業者サーバ連携モデル	田口周平, 遠藤大礎, 竹内真也, 藤澤和也, 加井謙二郎	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	15C-4	2017.12.12～13
音声アシスタント機能を使用したテレビ操作に関する一検討	平松和茂, 小川展夢, 池尾誠哉, 藤沢 寛	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	15C-5	2017.12.12～13
便利な放送: モデルと要求条件	小川一人, 田村桜子 (NTT), 花岡悟一郎 (産業技術総合研究所)	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	15C-6	2017.12.12～13
Research Challenge of 2D Moving Picture on AR Glasses as a New TV	川喜田裕之, 藤沢 寛, Hollerer, Tobias (カリフォルニア大学)	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	21C-2	2017.12.12～13
空中ハプティックインターフェースのための空間位置検出方式の検討	半田拓也, 東真希子, 清水俊宏, 近藤 悟	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	21C-3	2017.12.12～13
固体撮像素子積層用結晶セレン膜の構造設計および特性評価	為村成亨, 峰尾圭忠, 本田悠葵, 新井俊希, 渡部俊久, 宮川和典, 難波正和, 大竹 浩, 久保田節	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	22C-1	2017.12.12～13
透明電極で挟んだ青色用有機光導電膜の特性改善	高木友望, 堀 洋祐, 堺 俊克, 清水貴央, 大竹 浩, 相原 聡	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	22C-2	2017.12.12～13
ホログラムメモリーにおける畳み込みニューラルネットワークの効率的な学習手法の一検討	片野祐太郎, 室井哲彦, 木下延博, 石井紀彦	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	24C-2	2017.12.12～13
時間オーバーチャー制御における有機ELの寿命評価	岡田拓也, 薄井武順, 藤崎好英	2017年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集	24C-5	2017.12.12～13
8K Broadcasting and Tokyo 2020	岩城正和	IRIB 14th Annual Media Technology Conference	-	2017.12.12～13
End-to-end Speech Recognition for Languages with Ideographic Characters	伊藤 均, 萩原愛子, 一木麻乃, 三島 剛, 佐藤庄衛, 小林彰夫 (NHK-ES)	Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2017)	-	2017.12.12～15
Single-chip 8K Full-resolution Imaging Using a 133Mpixel 60-fps CMOS Image Sensor	船津良平, 中村友洋, 島本 洋	2nd International Symposium on Image Based Metrology (ISIMet 2) [In conjunction with 17th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery (ISROMAC 17)]	I7-1-2	2017.12.16～21
Coding Efficiency Improvement by Wavelet Super-resolution Restoration for 8K UHD TV Broadcasting	松尾康孝, 境田慎一	17th IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT 2017)	-	2017.12.18～20
放送利用を目指した飛翔体の3次元座標計測と軌跡表示手法の検討	加藤大一郎 (NHK-ES), 三ツ峰秀樹	第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI 2017)	3A1-04, pp.1982-1983	2017.12.20～22

編集委員会

編集長	今井 亨
委員	山田 一郎／高田 三和／山本 正男／岡部 聡 松原 智樹／金子 浩之／三ッ峰 秀樹／都築 俊満
事務局	宮崎 勝
幹事	齊藤 正典／小川 由紀

NHK技研R&D No.168 (2018年3月)

2018年3月15日発行

編集・発行	日本放送協会 放送技術研究所 ©2018 日本放送協会 〒157-8510 東京都世田谷区砧1-10-11 電話 03-3465-1111 (NHK代表) ホームページ http://www.nhk.or.jp/str1/
制作・印刷	株式会社 NHKビジネスクリエイト 〒150-0047 東京都渋谷区神山町5-5 NRビル1F 電話 03-3469-8230

※本誌は、「著作権法」によって著作権等の権利が保護されている著作物です。
※本誌に掲載されている会社名・製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。

