

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：33924

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02536

研究課題名(和文) 機械学習を援用した日本手話音節の適格性の解明

研究課題名(英文) Study on the well-formedness conditions of Japanese Sign Language by the assistance of machine learning

研究代表者

原 大介 (HARA, Daisuke)

豊田工業大学・工学部・教授

研究者番号：00329822

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本手話の適格音節約2600個、不適格音節約600個を収集し、各音節を音節構成要素の記号列としてエクセルに記録し、適格音節・不適格音節を収録したデータベースを作成した。このデータベースを言語分析および機械学習に利用し、適格な音節の形成および不適格な音節の形成に関与していると考えられるいくつかの音節構成要素の組み合わせ特徴を特定することができた。また、適格音節データベースを利用し、日本手話の音節構成要素を具体的に明らかにするとともにタイプ3音節におけるプロトタイプ的な音素配列特徴を得た。

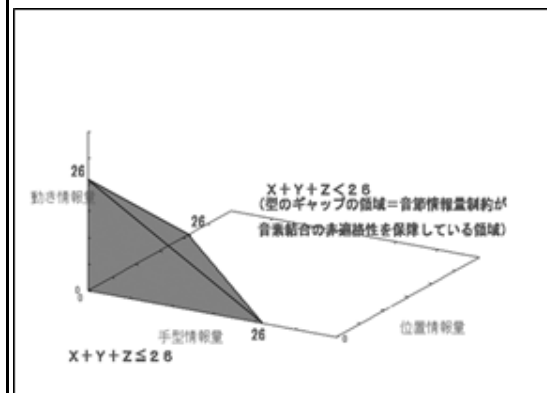
研究成果の概要(英文)：We have made two types of databases, one of which has 2,600 well-formed syllables of Japanese Sign Language(JSL), and the other of which 600 ill-formed syllables of JSL. In the databases, syllables are recorded as strings so syllable-constituting elements. Using the two types of databases thus made both for the inputs to machine learning and for linguistic phonotactic analyses, we have found some combinations of syllable-constituting elements that cause JSL well-formed and ill-formed syllables. We have also found what types of elements are involved in the syllable formation of JSL and also a prototypical combination of syllable-constituting elements for the type III syllable, in which one hand moves while the other hand is still.

研究分野：手話言語学

キーワード：日本手話 音節 音素配列論 適格性

1. 研究開始当初の背景

日本手話は、日本国内で使用されている自然言語であり日本語とは異なる文法を持つ。日本手話では「手の形」(これ以降「手型」と表記)、「手が置かれる位置」(以下、「位置」)、「手の動き」(以下、「動き」)の3つのカテゴリに属する要素とその他いくつかのマイナーな要素が、語(形態素)の意味を区別する弁別的機能を持つとともに音節の構成要素となっており、音声言語の音(素)と同じ役割を果たしている。日本手話の音節は、「手型」、「位置」、「動き」の各カテゴリからそれぞれ1つまたは2つの要素が選ばれ組み合わせることにより形成される。各カテゴリには、それぞれ複数個の要素が存在する(Hara 2003)。音声言語の音節と同様、日本手話の音節においても、各カテゴリ内および各カテゴリ間において、各要素の結合は決して自由ではなく、数学的に可能な組み合わせのすべてが適格な音節として認められているわけではない。しかし、日本手話音節の適格性を論ずる際に、既存の(すなわち音声言語の)理論をそのまま適用することができない。日本手話の音素配列論研究を困難にしているもっとも大きな要因は、各カテゴリの異質性にある。音声言語の言語音は、母音や子音という区別に関わりなく、音響的・調音的・聴覚的特徴を共通の尺度として利用することができ、この尺度を用いて音素配列を論じることが可能である。一方、日本手話を含む手話言語では、音節形成において主要な役割を果たす3つのカテゴリは、どのような側面(身体的・視覚的・物理的側面等)から論じようとしても、お互いに質的に異なる存在であり、これらの要素に対して横断的に使用可能な同一基準・尺度を見つけることは難しい。そのため、日本手話では、異なったカテゴリに属する要素同士の結合に関する制約を記述することができない状況であり、任意の音(素)結合に対してそれが適格であるか不適格であるかを理論的に決定することができない。各要素間の関係に関してはアメリカ手話の両手手話について断片的な研究があるのみである(Battison1978)。本研究代表者は、過去の研究(2001年~2002年奨励研究(A)(課題番号13710314)、2005年~2007年度基盤研究(C)(課題番号17520283)等)で情報理論を援用しこの問題に取り組んでいる。ここでは、音節を構成する各要素を情報(bit)という同一基準・尺度を用いて数値化し、各音節の情報量を求めた。この研究により、日本手話音節は、適格な音節と不適格な音節の境目が26ビット周辺にあることが示された(音節情報量制約:図参照)。理論的には44ビット程度の情報量を持つ音節を形成することが可能であるが、実際には、それよりもはるかに低い情報量(理論値の6割弱)を持つ音節しか存在していない。このことは、日本手話が一定量以上の情報量を持つ音節を何らかの理由(視覚的認知・脳内の情報処



理・解剖学等理由)により排除しており、適格な音節を形成するために、音節を構成する要素間で情報量を調整していることを示している。しかし、音節情報量制約によりすべての(不)適格な音節が説明されるわけではない。実際、この制約を遵守する音節群(上図の灰色の部分)の中にも不適格な音節が多数存在しており、当該制約は音節の適格性の必要条件に過ぎないことが分かっている。情報量が26 bits以下であるにもかかわらず不適格となる音節の一部では、その手型の種類や手型の情報量が音節全体に占める割合等が音節の適格性に関与していることが分かっているが、すべての不適格な音節を排除できるような一般性の高い制約を提示するまでには至っていない。本研究代表者は、情報理論を援用した研究とは別に、視認度に基づくソノリティーの観点からも音節の適格性を論じている(原1998)。日本手話では音節核を構成する動き要素の動きの大きさが視認度と相関しており、不完全な関節の折り曲げや細かく揺れる動き(微動)は、音節核を形成するのに十分なソノリティーを持たず、適格な音節を構成できない。しかし、このようなソノリティーの低い動きでも、手が身体の一部やもう一方の手に接触する場合、適格な音節を形成できることを明らかにした。このことは、音節の適格性を考えていく際に、音節構成要素の組み合わせだけでなく、「手の接触の有無」も考慮しなければならないことを示している。

上記のような研究の進捗状況の他に、全日本ろうあ連盟が出版している「新しい手話」という手話単語集のシリーズの存在も研究開始当初の重要な背景の一つになっている。「新しい手話」には2つのタイプの手話が収録されている。1つ目のタイプは「保存手話」と呼ばれている。保存手話とは、日本手話語彙として以前から存在していたがそれに対応する日本語の意味が確定されていなかった手話である。2つ目のタイプは「創作手話」と呼ばれている。創作手話は、日本語に対応する意味をもつ手話単語が存在しないため新しく創作された手話である。社会状況の変化や科学技術の進歩等により、新しい概念や製品が誕生し、それら呼び表すための新しい語が誕生することは自然なことである。しかし、新しい語の誕生は、その言語の母語話

者の日常的言語使用の中から自然に起こるものであり、一部の組織や団体が意図的に「創作」するものではない。ただ、仮にそのようなことが行われたとしても、当該言語の使用者らに受け入れられなければ創作手話は淘汰され消えていく運命にある。「自然淘汰」の原理が働く状況においては、不適格な手話の存在は大きな問題とはならない。しかし、日本手話の「創作手話」は、その使用者が日本手話母語話者ではなく日本手話学習者である点に問題がある。「新しい手話」シリーズは、手話通訳士等を目指す非日本手話母語話者である手話学習者が、手話通訳士試験対策や効率よく手話語彙を学習するために使用している。手話学習者は日本手話の直感がないため、「新しい手話」に収められた語を無批判的に学習し覚えていくため、自然淘汰の原理が働かず、不適格な手話がそのまま生き残っている。この状況は、手話学習者の第二言語習得および適切な手話通訳の履行という2つの点で非常に大きな問題を含む。第一に、日本手話音素配列論に反した不適格音節または不適格音節を含む語を無批判的に学習することは、日本手話学習者の日本手話音韻論の習得を阻害していることになる。第二に、不適格な手話を通訳場面に使用することにより、正確な手話通訳に支障をきたしている。このような状況に対し警鐘を鳴らすことが求められるようになってきたことも研究開始当初の背景として忘れてはならない。

2. 研究の目的

日本手話では、手型、位置、動きの各カテゴリに属する要素がそれぞれ組み合わせられて手話音節が形成される。さらに、これら主要な3つのカテゴリに加え、「両手の関係」、「掌・指先の向き」、「利き手の接触の状態」等の要素も音節形成に関与している。音節を構成する各カテゴリには複数の要素が含まれ、数学的に可能な組み合わせは膨大な数に上る。しかし、それらのすべての組み合わせが適格な音節を形成するわけではない。本研究では、音節構成要素のどのような組み合わせが適格な音節になるのか、反対にどのような組み合わせが音節の不適格性に関与しているのかを明らかにすることを目的としている。これらの目的を達成するために、既存の言語学的手法に加え、機械学習を援用する。機械学習は膨大なデータの中から人間が気付かない要素同士の関係性を捉えることができる可能性がある。

3. 研究の方法

日本手話音節の適格性を調べるために、適格音節と不適格音節の両方を準備し、それぞれの音節を音節構成要素に分解し記号化してエクセル上に記録した(この作業をコーディング作業と呼ぶ)。

適格音節は、「日本語手話辞典」(米川明彦

(監修)、全日本聾唖連盟日本手話研究所(編集)1997)を言語資料とし、この辞典に掲載されている語を音節に分解し、各音節をさらに音節構成要素に分解する。音節構成要素は、手型、位置、動き、掌の方向、指先(中手骨)の方向、接触、手の接触部位、手の被接触位置とする。音節構成要素にはそれぞれ固有の記号を割り当て、「日本語手話辞典」に現れる約2,600音節を音節構成要素の記号列としてエクセルに記録した(下図参照)。ここでは「日本語手話辞典」を適格音節用のコーパスとみなし利用しているが、不適格音節が含まれる可能性を否定できないため日本語母語話者によるチェックを受け不適格音節はあらかじめ排除した。

手話音節コーディングの例

不適格音節とは、音節構成要素はすべて日本手話で実際に使用されているものであるにもかかわらず、それらの組み合わせが日本手話母語話者から日本手話音節として否認されるものを指す。したがって不適格音節は日本手話には実存しない組み合わせであり実際に使用されることもない。一方、実際に使われていない音節構成要素の組み合わせであっても、その組み合わせを母語話者が容認し、将来実際に使われる可能性があるもの(accidental gaps)は不適格音節と呼ばない。

不適格音節は実際に使われることがないため収集が困難である。特に本研究の目的を達成するには、適格音節と不適格音節の境界面付近に存在する不適格音節をできるだけ多く収集することが求められる。この目的に沿った不適格音節を効率的に収集するために、「1. 研究開始当初の背景」に記した「新しい手話」シリーズを言語資料として利用した。このシリーズに掲載されている語は、全日本ろうあ連盟内の研究グループにより創作されており、一定のフィルターを通過したものであるため、日本手話の音素配列論に大きく違反した音節を含む語が収録されている可能性は少ないと考えられる。

不適格音節は以下に示す2段階の方法により収集した。スクリーニング作業として、日本手話母語話者約30名に「新しい手話」シリーズに掲載されたイラストを提示し、掲載された約2,250語の各々について適格か不適格かの判定をしてもらった。2段階目の作業として、一定数の日本手話母語話者が不適格と判定した語に含まれる約1,100音節を、日本手話母語話者1名の協力を得て動画として撮影し記録した。動画撮影した音節はすべてコーディング作業を行った。動画はウェブサイト上にアップロードし、本研究者が依

観察することにより、タイプ3と呼ばれる音節（左右の手型が異なり、利き手が動くが非利き手は利き手調動中静止している音節）のプロトタイプの音節構成要素の組み合わせ特徴を得た。

・タイプ3音節のプロトタイプ

- (1) 両手手話:利き手動く、非利き手静止
- (2) 非利き手には日本手話に現れる約 50 種類の手型のうち、23 種類の手型しか現れない。そのうち出現頻度1位から10位の手型(高頻度順に B, S, A, C, 1, 5, 0, L-f, 5-b, b-f) が非利き手の9割を占める。さらに、最高頻度のB手型は非利き手の50%強を占めている。
- (3) 位置は94%以上が体前面の空間であるニュートラルスペースが使われる。
- (4) 68%以上の音節において利き手が非利き手に接触する。
- (5) 動きの87%以上がパスマーブメント(軌跡移動:肩・肘関節により調動される動き)を含む。

上記(1)~(5)の条件をすべて満たすタイプ3音節は適格音節中の約60%を占めている。このことから、タイプ3音節に関しては、このような音節構成要素の組み合わせがタイプ3のプロトタイプの役割を果たしていると考えられる。

第三に、機械学習の結果を参考にしながら、適格音節の特徴、不適格音節の特徴を検討した結果、以下に示すようないくつかの音節の適格性条件・不適格性条件を得た。各条件の先頭に*記号が付いているものは、記述された条件を満たす音節は不適格であることを示している。

・日本手話音節の適格性・不適格性条件

- (1) *タイプ1およびタイプ2において、左右の手が掌上下向かい合わせ(5指系と1指系手型を除く)
- (2) *タイプ3において左右の手が掌上下向かい合わせ(非利き手5指系手型を除く)
- (3) *タイプ0において、動きC系およびbent系手型(5指系手型を除く)の組み合わせ
- (4) *タイプ1において手型5-bとb-bおよびc系の動きの組み合わせ(位置nsを除く)
- (5) *タイプ3において非利き手が利き手上肢以外の位置に接触
- (6) *タイプ3においてニュートラルスペース(ns)または胴体(tk)以外の位置が指定
- (7) *タイプ3において2か所(以上)の位置指定
- (8) タイプ3の接触は非利き手上肢のみ

<引用文献>

米川明彦(監修), 全日本聾唖連盟日本手話研究所(編集), 1997, 日本語手話辞典, 全日本聾唖連盟出版局.

Battison, Robin. 1978. Lexical Borrowing in American Sign Language. Silver Spring, MD: Linstok Press.

Hara, Daisuke, 2003, A Complexity-Based Approach to the Syllable Formation in Sign Language, Ph.D. dissertation, Chicago, IL: The University of Chicago.

原大介, 1998, アメリカ手話における接触を含む視認度的ソノリティーについて, 手話学研究14巻2号, 日本手話学会:pp.1-20.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Satoshi Yawata, Makoto Miwa, Yutaka Sasaki, Hara Daisuke, 2017, Analyzing well-formedness of syllables in Japanese sign language, Proceedings of the 8th International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP 2017), Association for Computational Linguistics: pp.26-30.

[学会発表](計6件)

Yawata, Satoshi, Makoto Miwa, Yutaka Sasaki and Daisuke Hara, 2017, Analyzing Well-Formedness of Syllables in Japanese Sign Language, The 8th International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP2017), November 27-December 1, 2017, Taipei, Taiwan.

Hara, Daisuke, and Makoto Miwa, 2017, The well-formedness condition of the Japanese Sign Language syllable, Conference: Language as a Form of Action, June 21- 23, 2017, Rome, Italy.

三輪誠, 原大介, 2017, 日本手話音節の適格性解析のための効率的な能動学習, 電子情報通信学会リアルタイムコミュニケーション言語(LARC)時限研究専門委員会第3回研究会, 2017年4月22日(土)・23日(日), 大阪, 民族学博物館.

原大介, 2017, 日本手話非母語話者の日本手話音節の適格性判定能力, 電子情報通信学会リアルタイムコミュニケーション言語(LARC)時限研究専門委員会第3回研究会, 2017年4月22日(土)・23日(日), 大阪, 民族学博物館.

原大介, 2017, 日本手話の語(音節)の適格性調査のためのデータ・コーディング方法

について、電子情報通信学会リアルタイム
コミュニケーション言語(LARC)時限研究専
門委員会 第2回研究会、2016年12月11日
(土)・12日(日), 愛知, 豊田工業大学.

八幡悟史, 原大介, 三輪誠, 2016, 能動学
習による効率的な日本手話音節の適格性の
解明, 電子情報通信学会リアルタイムコミュ
ニケーション言語(LARC)時限研究専門委員
会 第1回研究会、2016年7月8日(土)・9
日(日), 熱海.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原 大介 (HARA, Daisuke)
豊田工業大学・工学部・教授
研究者番号：00329822

(2) 研究分担者

三輪 誠 (MIWA, Makoto)
豊田工業大学・工学部・准教授
研究者番号：00529646

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()