

アプストラクト 点字は視覚障害者にとっての文字である、晴眼者が用いる墨字のテキストは点字に変換しなければ視覚障害者 は読むことができない.一方,手話は聴覚障害者が使用する言語である.聴者の音声言語との間の対話には手話通訳が必要 である.このような言語コミュニケーションのバリアを克服するために点訳ボランティアや手話通訳士などが携わっている が、対処できる量には限りがあり理想の状態からは程遠い、技術的な支援が期待されるゆえんである、本稿では、点字と手 話を中心に言語バリアフリーへ向けて自然言語処理技術の側面から我々が行ってきた研究について解説する.

キーワード 点字, 手話, 音声言語, 視覚言語, 書記言語, 点訳, 手話通訳, 機械翻訳, 自然言語処理

1. まえがき

点字は視覚障害者が使用する文字である. 晴眼者(視覚に障 害のない人)が用いる墨字(目で見て読む文字)の文書は点訳 (点字に変換)されなければ視覚障害者は読むことはできない. 多くの点訳ボランティアが点字への変換のために活動している が、ボランティアの手で点訳できる文書の量は点訳が望まれる 文書全体(視覚障害者が晴眼者であったなら生涯で出会う文書 のうちの読みたい,あるいは,読む必要があるであろう全ての 文書)のうちのほんの一部にすぎない.

一方,手話はろう者にとっての視覚言語である.聴者(聴覚 に障害がない人)の音声言語との間の言語コミュニケーション には手話通訳が必要である、しかし手話通訳者の数は極めて限 られており,必要な場面(ろう者と聴者がいるいかなる場面)で いつでも手話通訳ができるという理想的状態からは程遠い、

このような視聴覚障害に関連する言語コミュニケーションの 障壁を低くする (言語バリアフリー) ためにはいろいろな側面 からの支援が必要であるが,技術的側面からの支援,開発・研 究も重要である.しかし自然言語処理の研究分野でこのような 言語バリアフリーの技術の研究が大きく取り上げられてきたと はいえない. 本稿では言語バリアフリーを目指して我々が取り 組んできた,自動点訳と日本語 手話機械翻訳の研究を中心に 解説する.

池田尚志 正員 山梨英和大学人間文化学部人間文化学科

ikeda@y-eiwa.ac.jp E-mail

松本忠博 正員 岐阜大学工学部応用情報学科

E-mail tad@info.gifu-u.ac.jp

Takashi IKEDA, Member (Dept. of Humanities, Faculty of Humani-Yamanashi Eiwa College, Kofu-shi, 400-8555 Japan), Tadahiro MATSUMOTO, Member (Dept. of Information Science, Faculty of Engineering, Gifu University, Gifu-shi, 501-1193 Japan).

電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ

Fundamentals Review Vol.4 No.4 pp.282–292 2011 年 4 月

©電子情報通信学会 2011

自動点訳の技術は既に実用されている段階の技術であり、かな りの精度で自動点訳できるが, 完壁にできるわけではなく課題 は残っている.また本稿では自動点訳の活用例として点字カラ オケについても紹介するが、例えば行政文書の点訳や病院など 各種の窓口での文書の点訳など,視覚障害者も共に生きていく 社会を作っていくための現実的な技術課題はたくさんあると思 われる.

一方,手話に関する技術はいまだ多くの基礎的なレベルの課 題を抱えた研究段階の技術である.英語や日本語,中国語など 通常の音声言語間の機械翻訳も言語バリアフリーのための技術 であり研究開発は盛んであるが、視覚言語である手話を対象と した研究は少ない.音声言語と手話との間の機械翻訳は,意味 理解・言い換えの問題や、そもそも今のところ書記言語を有さな い手話をどのようにテキスト表現するのかといった, 音声言語 間の翻訳よりも更に深い課題を抱えた大きな研究テーマである.

2. では点字について概説した後, 我々の自動点訳システムに ついて解説し,また自動点訳を応用した点字カラオケについて も触れる.3.では手話について概説した後,手話をテキストと して書きとめる方法を含め日本語から手話テキストへの機械翻 訳について, また手話文字のエディタシステムについて我々の 研究について解説する.

点字と自然言語処理

2.1 はじめに

点字は縦3点,横2点の6個の凸点(紙などの盛り上がり) で表記する6ビットによる文字のディジタル表現であり,触っ て読み取る触読文字である(図1).このような6点式の点字は フランスの Louis Braille (ルイ・ブライユ) が視覚障害者のた



図 1 6 点式点字 6 ビットの各点を,1 の点,2 の点,...,6 の点と呼ぶ.

めの文字として 1825 年に提唱した方法であり,その由来のゆえに点字は braille と呼ばれている.6 点式点字が考案される以前は,墨字の形をそのまま浮き出したアナログ図形の文字を用いる工夫がなされていたが,視覚障害者にとっては読み書きともに困難であった.ルイ・プライユの 6 点式点字は 1854 年にフランスで公式文字として認められ,その後世界中で共通の方法として使われるようになっている(1).

しかし 6 ビットでは 64 種類 (2^6) の文字しか表せない.アルファベットはこの範囲で表現できるが,日本語の漢字仮名混じりの通常の墨字表記は 3,000 種類あるいはそれ以上もの文字を使っているので,そのまま 6 ビットの点字に対応させることはできない.日本語を 6 点式点字で表記する方法としてアルファベットによるローマ字表記を用いる方法なども試みられたが,1890 年に石川倉次が提案した 50 音の仮名表記に基づく方法が日本の点字表記法として定まった(1).

日本語の文書を点字化するには、このように漢字仮名交じり表記を仮名表記に変換しなければならないので、計算機で自動点訳しようとすると、英語などアルファベットの文書の点字化にはない解決しなければならない課題が出てくる.

以下では,まず日本語のテキストを6点式で表記する日本点字表記法について概観し,自動点訳する際の課題について述べる.次いで我々が開発し公開してきた自動点訳システムibukiTenCについて述べる.更に,ibukiTenCを点訳ソフトとして利用した聴覚障害者のための点字カラオケについて紹介する.

2.2 日本点字の表記法

日本点字の表記法については文献 $(1) \sim (3)$ 等に詳しく解説されている.ここでは基本的な事項について簡単に紹介する.

2.2.1 文字の表記法

図 2 に日本点字における文字表記法の一部を示す.漢字は読み仮名に置き換えて仮名を 6 ビットの点字に対応させるが,仮名にも清音だけでなく濁音,半濁音,拗音などがあるし,更に数字やアルファベット,記号などもあるから,64 種類の範囲には収まらない.そこで清音以外の多くは 2 マス(6 点の 1 セットのまとまりを 1 マスという),あるいはそれ以上のマスを使って表現する.例えば数字は,数符と呼ばれる 1 マスの前置符号(「次に来るのは数字だ」ということを予告する)と $0 \sim 9$ を表す点字とで表現される."A" は外字符,大文字符,a の 3 マスで,句点は後ろに 2 マスの空白のマスを加えた 3 マスで表記される.

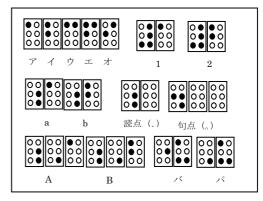


図 2 日本点字における文字表記法の例 数字には数符を,英文字には外字符を,大文字には大文字符を,濁音には濁音符をそれぞれ前置する.また,読点には空白マスを一つ,句点には二つ後置する.

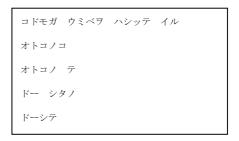


図 3 点字規則による分かち書きの例 文節の区切り あるいは複合語の区切り方など,意味を取りやす くするという原則に従って,区切り方の規則が細 かく決まっている。

2.2.2 文の表記法

日本語の通常の漢字仮名交じり表記(墨字)では単語間に空白を置かずにべた書きするが、読み仮名を基本とする点字の表記では分かち書きにしないととても読みづらいので、分かち書きの規則が決められている。規則の基本は文節単位に分かち書きすることであるが、語の区切り、文節の区切りあるいは複合語の区切りなど、意味を取りやすくするという原則に従って、点字での区切り方の規則が細かく決まっている。図3にその例を示す。自動点訳の技術課題の中心は、漢字仮名交じりの日本語表記を、点字規則に従った分かち書きに変換する部分である。

2.2.3 題目や章・節,表の点字化など

墨字のテキストでは,文書の題目や章・節・段落などの構成,また表を使ったり,詩歌,脚本など文種によってそれぞれ固有の書き方があるなど,フォントやサイズ,配置などを用いて視覚に訴えた書式化が行われる.

しかし,点字にはフォントやサイズの違いなどはないので,空白のマスを幾つ前置するかで題目や章節,段落であることを表現するなどのことを行っている.表の点字化では,長い項目は省略して書いたり記号に変えたりなど,いろいろの工夫を加えなければならない.自動化の難しいところである.

2.2.4 特定分野の点字

以上に述べたような通常の文字のテキストだけではなく,本稿では詳述しないが,点字楽譜 4)や点字数学記号 $^{(5)}$,点字理科記号 $^{(6)}$,情報処理用点字 $^{(7)}$ など特定分野の点字についても点字化の規則が定められている.

2.3 自動点訳

2.3.1 はじめに

自動点訳は,漢字仮名交じりの墨字のテキストを入力して,対応する点字のコードを得る処理である.点字コードとしては,NABCC(North American Braille Computer Code) コードと呼ばれる,1 バイトの一部を 64 個の点字の配置に対応させたコード体系が標準的に使われている.NABCC コードのファイルを点字プリンタ(点字専用の硬めのプリンタ用紙に点字の凸点を紙の盛り上がりとしてする装置)や点字ピンディスプレイ(小さな金属製のピンを電気的にコントロールして出し入れし点字の凸点を表示する装置)に出力すれば(ページ制御などのためのヘッダ部のことを除けば),点字の文書が出力できる.

入力する墨字テキストが紙媒体のままで電子化されていない場合には電子化する処理が必要になる.印刷された文字だけの文書ならば精度の良い文字認識ソフトウェアがあるが,数学や理科,楽譜など特定分野の記号を含んだ文書に対しては一般の文字認識ソフトでは対応できない.数学のテキストを主な対象として科学技術文書の電子化・点字化に関する研究開発も行われている(8).

本稿では,電子化された通常の文字だけのテキストを対象として,我々が開発し公開している自動点訳システム ibukiTenCについて簡単に紹介する.

2.3.2 自動点訳システム ibukiTenC

 $ibukiTenC^{(9),(10)}$ は,岐阜大学工学部池田研究室で開発した自動点訳システムである.同研究室で開発した日本語文節構造解析システム $ibukiC^{(10),(11)}$ を利用して点字の分かち書きと漢

字仮名変換の基本処理を行い,更に点字の諸規則に沿った処理を加えて点字コードを出力する.このシステムはホームページ上で公開しており全国の多くのユーザに利用されてきた.現在はibuki ${
m TenC}$ をベースにした商用の製品も開発されている(ハートコミュニケーション $21({
m HC21})^{(12)}$).

2.3.2.1 文節構造解析

日本語文節構造解析システム ibukiC は,日本語に関する自然言語処理システムでは基礎となる部分である形態素解析を行うシステムである.しかし ibukiC は,他の多くのシステムのように文字どおりの形態素解析を目的とはせず,文節構造の解析を目的とする.

形態素解析とは,図4の①のように"意味を持つ最小の言語 単位"として定義される形態素に分割することを目的とする自 然言語処理である.しかしibukiCはこの文を②のように文節単 位に解析する.ここでいう文節は,いわゆる学校文法でいう文 節とも多少異なり,意味内容上の構造を基本とした単位である. 例えばこの例で「の/を」の部分は,学校文法では独立した文 節ではなく「食べる」に連なる助詞,助動詞の一部であり「食 べる」を自立語とする文節を構成する付属語部分とされる.し かしibukiCでは,この「の/を」の「の」は,直前の動詞表現 の部分を名詞化した内容を表現する語であり, 文節を構成する 内容語とみなしている.また「たがる」や「ている」は,通常 の形態素解析では「たい」と「がる」「て」と「いる」のように 小さな形態素に分解されるが, ibukiC ではむしろ大きな一塊の 意味を表現するまとまり部分として分析している.このように ibukiCは,日本語では文節が重要な言語構造の要素であると考 え,形式よりも意味内容を重視した視点からの"文節構造解析" を行っている.これは意味を取りやすく分かち書きするという 点字の分かち書き規則の原則とも相性が良い.

このような解析を行うための材料は基本的には辞書に格納されている"語"と"接続情報"である.例えば,先の例の「の」は{用言の終止形に後接し,後には格助詞が続く}という接続情報が格納されている.このような"接続情報"のほかにも,"文節の先頭になり得るか","文節の最後になり得るか","一旦作り上げた文節を再分割するか(先ほどの「の/を」の分析の際

原文 子供がバナナを食べたがっているのを見た

① 普通の形態素解析

子供 が バナナ を 食べる たい がる て いる の を 見る た

② ibukiC の文節構造解析

子供/が バナナ/を 食べる/たがる/ている の/を 見る/た

③ 点字規則による仮名分かち書き

コドモガ バナナヲ タベタガッテ イルノヲ ミタ

図 4 形態素解析と文節構造解析及び点字の分かち書きの例 ①は多くのシステムが採用している文字どおりの形態素解析、②は意味的まとまりを基本とした ibukiC の文節構造解析、③は点字の仮名分かち書き、

に使われる)","語の統計的出現頻度"などの辞書項目もあるが詳細は省略する.ibukiCはこのような情報を元に,あらゆる可能な文節構造を作り出し,その中で最もゆう度の高い文節構造を解として出力する.

ibukiC は点訳システムでの利用を特に目的としたものではなく、一般的に日本語を解析すること、また機械翻訳システムやテキストマイニングなどいろいろの自然言語システムの基礎システムとして利用することを目的として開発したものである.ibukiC の解析を基礎部分として用いた日中機械翻訳システム jaw/Chinese や日本語 ベトナム語機械翻訳システム jaw/Vietnamese 、日本語 シンハラ語機械翻訳システム jaw/Sinhalese 、更に次章で述べる日本語-手話機械翻訳システム jaw/SL などの研究開発も行ってきた(13).

2.3.2.2 点字のための仮名分かち書き表記

ibukiTenC の辞書は ibukiC の辞書に加えて点字に変換する際の"点訳表記"という項目も持っている。点訳表記は漢字仮名変換のための情報のほかに点字規則に従った分かち書きの規則も表現している。先ほどの例の点字のための仮名分かち書き表現は図 4 の③であるが,ibukiTenC の辞書には「ている」の点訳表記の欄に「て/いる」と書いてあり「て」と「いる」を分離することが書いてある。また「の」の辞書には前の文節に続けるという情報が入れてある。

漢字仮名変換(読み)に関しては ibukiTenC は複数の読みを持つ語に対していつでも正しい解を出すとは限らず課題を残している.例えば「彼は上手だ」の「上手」の読みが,

ウワテ ジョーズ カミテ

のいずれであるか、機械で文脈を判断して決めるのは今のところ難しい.ibukiTenC は出現頻度の高い読みを出力するようにしており、解析後の後編集の段階で他の読みの可能性の情報を提示し後編集を支援するようにしている.読みに関しては、次の点字カラオケの節でも触れる.なお、点字用の仮名表記への変換は漢字から仮名への変換だけでなく、例えば

学校へ ガッコ<u>ーエ</u> 私は ワタシワ

など,発音に沿った表記を用いるという点字の規則に従った仮名の変換も含んでいる.

漢字仮名変換だけではなく,仮名分かち書きも完璧に正解を出せるわけではない.精度は辞書と対象テキストとの整合性に大きく依存するが,ibukiTenC の精度は新聞記事などの普通の文書でおおむね 98%を越える程度である.また 2.2.3 で述べたように,表や文書スタイルなど自動化の難しい部分もあり,完壁な点字化を必要とする場合には,人手による後編集が必要となる.

2.3.2.3 点字符号への変換と出力

点字用に仮名分かち書きされたテキストファイルができたら,対応する点字コード(例えば標準的に使われている NABCC コード)を生成する.基本的には機械的な対応であるが,単純な1字1マス対応だけでなく,濁音や数字,英語,囲み記号,句読点の後のマス開けなど,点字の表記規則が細かく決まっている.

生成した点字コードファイルを,点字プリンタや点字ピンディスプレイなどの出力装置にそれぞれの書式に沿った形式(ページヘッダを加えるなど)にして入力すれば点字が出力される.

2.4 点字カラオケ

カラオケは根強い人気を持つ庶民の娯楽である.モニタ画面にイメージ映像と歌詞が映し出され,再生される伴奏に合わせて歌を歌って楽しむ.日本発祥の娯楽 KARAOKE として世界各国にも広まっている.しかし,モニタ画面の映像を楽しみ,歌うときの手助けとして表示される歌詞を利用することができるのは晴眼者だけである.目の不自由な人はモニタ上に表示される歌詞を読むことができず,晴眼者と同じようにはカラオケを楽しむことができない.

そこで,モニタ上に歌詞を表示するだけでなく,点字ピンディスプレイ上に歌詞を点字で表示する仕組みを持ったカラオケ装置が,"点字カラオケ"として考案され実用化されている $^{(12)\,(14)\,(15)}$. この点字カラオケの点訳エンジンとして,自動点訳システム ibukiTenC が使われている.

点字カラオケでは点字を出力するタイミング,音楽との同期の問題がある.もしこの同期の問題がなければ,完全に正しく点訳された歌詞データをあらかじめ作っておいて流せばよいわけであるが,同期をとることまで含めて組み込まなければ役に立たない.コスト面等も考慮して既存のカラオケシステムの中に組み込むためには,歌詞データを実時間で点訳するのが解決策のようである.

ibukiTenCで歌謡曲の歌詞を点訳することは、一般のテキストと同様に可能である。ただし歌謡曲向きの語彙を含んだ辞書の整備が必要である。また、歌謡曲の歌詞の場合によく出くわす問題として読みの多様性の問題がある。例えば、

「晩」を「ヨル」「過去」を「キノー」と読ませたり「函館の女」は「ハコダテノヒト」「鎌倉の女」は「カマクラノオンナ」であったり、といった読みの多様性が頻出する.

この問題への対処法として,次のような「ルビを振る方法」が考えられる.

① ルビ付きの単語をそのまま辞書に登録する.その"点訳表記"にはルビを登録する.

函館の女 { はこだてのひと } ハコダテノヒト

- ② 原テキストには "函館の女<u>{はこだてのひと}</u>" とルビを振っておく.
- ③ 解析システム(ibukiC)は,辞書に従って「函館の女 {はこだてのひと}」を一つの単語として認識して解析する。
- ④ 点訳システムは「函館の女 { はこだてのひと }」の読み

(点訳表記)として「ハコダテノヒト」を出力する.

これは単純な方法であるが,ibukiTenCであればルビを含んだ表現をそのまま1語として辞書に登録するだけで簡単に組み込める.歌詞に限らず一般の文書でも「上手」などの一般名詞の読みの多様性だけでなく,固有名詞の読み(「神戸」に対して「こうべ/かんべ/ごーど」)など,人名や地名など固有名詞の読みの多様さに手を焼くことが多い「ルビを振る方法」は歌詞データに限らずどんな文書にでも適用できる一般的な方法である.ただ,現在の点字カラオケでは,原テキストにルビを振る作業にコストがかかるためにいまだこの方法を実装してはいない.

歌詞の点字化のことだけでなく装置の扱い方なども含めて,視 覚障害者が心おきなく楽しめるユニバーサルな環境が整ってい くことを期待したい.

3. 手話と自然言語処理

3.1 はじめに

日本のろう者(注1)の間で話されている手話は独自の語彙体系と文法構造を持った,日本語とは異なる言語である.幼児期に周囲の大人たち(特に母親)との言語的接触の中で自然に最初に身に付ける言語(注2)を母語というが,日本語獲得以前に聴力を失ったろう者にとって日本語はその意味では母語ではない.親が手話の使用者であれば,赤ちゃんは手話の喃語を話す(16).音声言語の自然な発達が困難な場合でも,視覚言語である手話なら認識することができ,音声言語と同じように獲得可能である.ろう者にとって手話は母語である.ろう者は自然に日本語が耳に入って言葉を覚えるということがないため日本語の習得に大変苦労する.聞こえないことは音声での会話を難しくするだけでなく日本語の読み書き(文字情報による言語コミュニケーション)も難しくしている.健聴者ならば辞書を引いて調べるまでもないことばが分からず,筆談では十分通じないということもある(17).

健聴者が多数を占める社会に生きるろう者にとって手話通訳者は欠かせない存在である.しかし手話通訳者数は慢性的に不足しており,いつでもどこでも十分な通訳サービスが受けられる状況にはなっていない.

我々はこれまでに,日本語から任意の言語への翻訳のための機械翻訳エンジン(jaw)を開発し,日本語からアジア諸国の言語(中国語,ベトナム語,シンハラ語など)への機械翻訳システムの構築を,各国からの留学生たちとの共同研究として試みてきた⁽¹³⁾. 手話も日本語とは異なる言語であり,単純に日本語の単語を手話の単語に置き換えるだけでは翻訳できない.そこで,日本語と手話の間の翻訳/通訳支援に関する基礎的な研究

(注1): ろう者とは,広義には(医学な観点からは)失聴時期によらず,重度の聴覚障害(両耳の聴覚レベルが 100dB 以上)を持つ者を指す.狭義には,音声言語獲得期前に重度の聴覚障害を持ち,手話を第一言語(母語)とする者をいう⁽¹⁷⁾. 現在では後者のように使用言語や所属コミュニティなど文化的背景を基準とするのが一般的であり,中途失聴者をろう者とは呼ばない.

(注2): したがって,通常最も得意な言語である.

として, jaw を用いた日本語から手話への機械翻訳を試みた.

手話という視覚言語に対して既存の自然言語処理技術を適用しようとした際に生ずる問題として,手話に標準的な文字表現がないことが挙げられる.日本語や英語などを対象とした自然言語処理の分野では,文書や音声認識により得られたテキストなどの文字データを対象として,解析・翻訳・分類・要約などの処理が行われてきた.jawによるアジア諸言語への翻訳システムについてもその出力は各言語のテキストであり,出力テキストを音声表現に変換するテキスト音声合成の問題は扱っていない.そこで我々は,手話への翻訳についても同様に,テキストへの翻訳の問題と,それをアニメーションなどの動作表現に変換する問題とを切り離して考えられるよう,jjs 表記法(jjs-notation,Japanese gloss-based Japanese Sign language notation;以下,単に jjs と略記する) 18)と呼ぶ手話のテキスト表現を定め,日本語からこの表記法で書かれた手話テキストへの翻訳を行う機械翻訳システム jaw/SL(19)の構築を試みた.

本章では,まず日本で使用されている手話の種類について述べた後,jjs による手話のテキスト表現と機械翻訳システム jaw/SL について述べる.また,日常生活での利用が試みられている手話の文字体系(書記体系)である SignWriting を使って手話文を編集するシステムについても触れる.

なお、手話には標準的な文字表現がないので本稿のように手話について文書で述べるには、画像やイラストを用いて説明するか、意味的に近い日本語の語句(これをグロスと呼ぶ)で手話単語を表すか、あるいは、独自に手話の表記法を定義して(または既存の表記法を利用して)手話を表現する必要がある。本章でもこれらの方法を併用する。なお、手話の語句を表すグロスは日本語との区別のため山括弧で囲むことにする。例えば、花は「花」や「(花が) 咲く」などの意味を持つ手話単語を表す。

3.2 手話の種類

手話はろう者にとって単に伝達の手段というだけでなく,母語(最も得意な言葉,認識・思考の道具)でもある.音声言語と同様,国や地域によって異なる手話が話されており(注3),日本のろう者が母語とする手話は日本手話と呼ばれる.日本手話では手指の動作だけでなく顔の表情や頭の動きなどの非手指動作も文法的に重要な意味を持つ.

これとは別に日本語対応手話と呼ばれる手話もある.ただし,そう呼ばれている手話は1種類ではない.一つは,日本語の音声表現,文字表現と同様に,手指で日本語を表現したもので,日本語の口話と併用して正確に日本語を表すことを目的として作られた手話である.単語は日本手話から借用し,日本手話にない助詞は指文字(日本語の50音を表す手の形)で表現する.また,このように厳密に日本語と対応させたものだけではなく,日

(注3): 例えば国際 SIL (少数言語の発展支援等を目的とする非営利組織) が運営する Ethnologue $^{(20)}$ の言語目録にはろう者の手話 (Deaf sign language) として 130 種類の手話が登録されている. 英語という共通の音声言語を使用するイギリスとアメリカでも, 手話に関しては BSL (British Sign Language) と ASL (American Sign Language) という異なる言語が話されている.

本語を話しながらそれに合わせて(補助的に)手話単語を並べ,助詞などは表現しないものも日本語対応手話と呼ぶ場合がある.更に,日本語と日本手話の文法要素がある程度混合した中間的な手話は一般に中間手話(中間型手話)(注4)と呼ばれ,国内で広く使われているが,このような手話を含めて日本語対応手話と呼ぶ場合もある.このような手話は,日本語を獲得済みの中途失聴者や難聴者にとって習得しやすく,手話サークルなどでの学習にも多くの場合この種の手話が使われている.日本手話を母語とするろう者も,公的な場や日本手話を母語としない相手に対しては手話を切り替えて使用するという.

中途失聴者や難聴者など文法的に日本語に近い手話を主に話す手話使用者にとって最も分かりやすい言語(母語)は日本語である.従ってそのような聴覚障害者に対する情報保障の方法としては,字幕などの文字情報で(日本語のまま)提示した方がかえって分かりやすく伝えられ,手話に翻訳する必要性は少ない.本研究では日本語とは異なる文法を持った言語である日本手話ないし(日本手話寄りの)中間手話を対象として手話テキストへの機械翻訳の研究を進めた.

3.3 日本語を援用した手話表記法

手話に書記体系がないことは手話を対象とした工学的,言語学的研究を進める上での障壁となるため,これまでにも手話の表記法が幾つか提案されてきた(22)-(24).しかし,そのほとんどは手話の動作を詳細に記述し,アニメーションなどによって再現するのに適した表記法であり,自然言語処理の対象として手話を扱うことを目的としたものではなかった.我々は翻訳という言語上の(原言語テキストから目標言語テキストへの)変換処理を,動作生成という表現上の(テキスト表現から動画等の動作表現への)変換処理から切り離すための表記法としては,詳細な動作そのものよりも,その動作によって表される単語や,単語に付加された形態素,文法的な構造などを分かりやすく記述することに重点を置いた表記法が望ましいと考え,日本語の語句を援用したjjs表記法を提案した.一般的なテキストエディタで手話文が書けるよう,表記には特殊な記号は用いていない、以下にこの表記法の概略を述べる.

3.3.1 単語の表記

英語では、動詞や名詞に過去や完了を表す接辞(-ed)や複数を表す接辞(-s)などの形態素が付加され語を形成する.日本語の場合,名詞や動詞などの自立語(内容語)に格関係や時制といった文法的な意味を持つ助詞などの付属語(機能語)が付加されて文節を形成する.音声言語では二つ以上の音素を同時に表出することはできないので,語や形態素は直列的に組み合わされる.

一方,手話単語は手の形,位置,動き(及び,顔の表情などの非手指要素)で構成されており,これらの要素は同時に組み合わせて表出される.各要素は,単体では意味を持たない場合もあるが,それ自体が何らかの意味を持った形態素(単独では

(注4): 中間型手話は日本語に属する手話だという見方もある $^{(21)}$

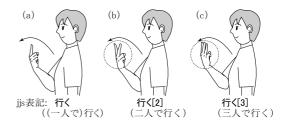


図 5 手形変化による語義の変化とその表記 手話単語 行く の手形は「行く」という行為の主体の数に呼応して変化する.



図 6 数と単位の表現における手形変化とその表記 手形で数,動きで単位「人」を表す手話の表現.

現れない拘束形態素)である場合もある.音声言語の語に接辞を付加したり,別の接辞に置き換えたりするように,手話の語にも拘束形態素として各要素が置換・追加されうる.

jjs では手話単語を次のような形式で表記する.

単語名[手形](空間; 修飾)

単語名は単語を識別するための文字列であり,jjs ではグロス(その単語に近い意味を持つ日本語の語句)を用いる.ただし,手話と日本語の単語の意味は一般に1対1には対応していないため,グロスと手話単語の意味にずれが生ずる場合もある.単語に付加/置換される拘束形態素は,手形,空間,修飾の各要素に分けて,その単語の語形変化パラメータとして記述する.単語の基本形(辞書形)のまま変化しない,あるいは特に意味を表さない(無標の)パラメータについては,記述を省略する.

(1)手形要素

手形要素には,基本形から変化した手の形を記述する.例えば,行く の基本形は図 5 (a) のような手形だが,この手形を(b) (c) のように変化させることで,「行く」という行為の主体の数の変化が表される(25). これらを jjs では次のように記述する.

行く	// (一人で)行く
行く[2]	// 2 人で行く
行く [3]	// 3 人で行く

また,手話では数とその単位が,それぞれ手の形と動きで現れる場合がある.その表記例を図6に示す.

(2)空間要素

空間要素は,文法的な意味を持つ手の位置や手の運動の方向を表す.

手話では話者の周りの空間も文法的に利用される。会話の場にいない人や物は,話者と聞き手以外の任意の場所(標準的には,人は話者の斜め左右の位置,物は話者の前方(25)(26)に仮想的

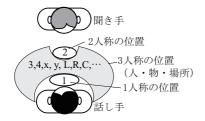


図 7 話者の周りの空間上の位置 '1' は話者(1人称), '2' は聞き手(2人称)の位置を表す.その他(3人称)の位置は '1' と '2' 以外の文字で表す.

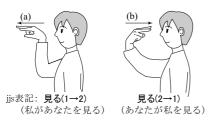


図8 一致動詞の例 手話単語 見る はその行為の 主体と対象に応じて指先と手の動きの向きが変化する.

に配置され,以後その位置によって参照される.また,手話の動詞には手の動きや指先の向きが,その行為の主体や対象/受け手の位置に呼応して変化するものがあり,一致動詞(agreement verbs)と呼ばれる⁽²⁷⁾.

図 7 に示すように , jjs では話者 (1 人称) と聞き手 (2 人称) の位置をそれぞれ '1', '2' (位置定数) で表し , その他 (3 人称) の場所を '3', '4', 'x', 'y' などの文字 (位置変数) で表す . 方向はこれらの文字を使って "1 x" のように表す .

図 8 の 見る の方向は始点が主体,終点が対象を表しており(a)は「私があなたを見る」(b)は「あなたが私を見る」という意味になる.図中にそれぞれのjjs 表記を示す.

その場にいない人物,例えば 母 が主体の場合は,まず 母 をある位置 x で表現し,その後 x から話者に向けて 見る を 表現することで「母が私を見る」という意味が表される.これ を jjs では次のように書く.

母(x) 見る(x 1)

(3)修飾要素

修飾要素には,手の動きの速さや大小,強弱,顔の表情などによって表される副詞(様態・程度)や形容詞(高さ・大きさ),アスペクト(起動・継続)などの拘束形態素の意味を,次のように日本語の語句を使って記述する.

遠い (; とても) // とても遠い 木 (; 高い) // 高い木

3.3.2 非手指要素による文法標識の表記

手話では平叙文,疑問文といった文の種類や,条件節,文の主題などを表す文法的な標識として,顔の表情,頭や上体の動き,単語間の間合いなどの非手指要素が用いられる場合がある

表 1 非手指動作による文法標識の例 (一般的な動作 は文献(28)などによる)

表現	一般的な動作	$_{ m jjs}$
内容		表記
平叙文	文が終わったところ,または最後の	
	単語でうなずく	
(真偽)	視線が聞き手に向かう. 眉を上げ,	?
疑問文	最後にうなずくか,あごを引いたま	
	ま答えを待つ	
話題化	文頭にある話題化される語句で眉を	t
RIA RESTO	上げ , 語句の終わりであごを引く	
条件節	条件節で眉を上げ,頭と身体を少し	cond
	前に傾ける、続く主節が平叙文の場	
	合は,間を置いてから眉を下げ,頭	
	と身体を元の位置に戻す	

(表1).

jjs では非手指要素による文法標識のうち,平叙文,疑問文, 単語間の文法的な区切りなどを表す標識を句読点で表す.その他 の非手指文法標識については,どのような標識がどの単語(の 並び)に付いているかを次のように記述する.

{<NMM> 単語の並び }

NMM (non-manual marker) は非手指標識を表す文字列である、以下に例を示す、

{<t> 本 }, 私買う. // 本 は , 私が買う

3.4 手話テキストへの機械翻訳

手話が独立した一個の言語であるとすれば,日本語から手話への機械翻訳は,これまでの機械翻訳(例えば日本語から中国語,英語などへの機械翻訳)と同じ範ちゅうのものとなる.機械翻訳の方式は,システムに登録された多数の翻訳規則から翻訳結果を導出するルールベースの翻訳方式(トランスファ型,中間言語型,知識型)と,学習データとなる大量の翻訳済みの文(対訳コーパス)から翻訳結果を推定するコーパスベースの翻訳方式(統計翻訳,用例翻訳)に大別される.コーパスベースの翻訳方式は,対象となる言語についての専門知識がなくても,対訳コーパスさえ用意できれば翻訳システムの構築や修正が行えるという利点がある.一方,大量の対訳コーパスが存在しないような言語対に対しては適用することができない.日本語と手話の間の翻訳はその典型といえる.

我々は日本語からベトナム語やシンハラ語などアジアの諸言語への機械翻訳を実現するために、翻訳エンジン jaw の開発を進めてきた.jaw はパターン変換型のルールベースのシステムであり、対訳コーパスは必要としない、日本語から手話への機械翻訳システムについても jaw を用いて構築を試みた.

3.4.1 機械翻訳エンジン jaw

jaw を用いた機械翻訳システムの構成と翻訳処理の流れを図 9 に示す.まず,入力された日本語文に対して,日本語解析器

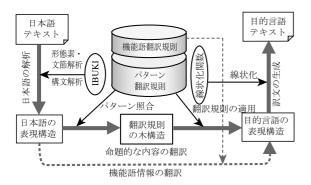


図 9 Jaw による翻訳の流れ 日本語入力文の依存構造各部を日本語表現パターンと照合し,マッチした部分を目標言語の内部表現へ変換することで,目標言語の表現構造が組み立てられる.

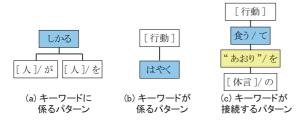


図 10 jaw の日本語表現パターン 青い方形の語はパターン辞書におけるキーワード [行動] などは意味カテゴリー, "あおり"は字面を表す.

ibuki による形態素・文節構造・係り受け構造の各解析を行い, 日本語の内部表現構造(依存構造)を作成する.次にその各部 をデータベース上の日本語表現パターンと照合し,目標言語の 表現構造を組み立てる.目標言語の表現構造は,オブジェクト 指向言語のオブジェクト(各オブジェクトは単語や接続関係な どの文の要素を表現する)のネットワークとして実現されてい る.各オブジェクトはそれ自身を目標言語の文に変換する線状 化関数と呼ばれるメソッドを持っている.目標言語の表現構造 における述語オブジェクト(複文の場合は主節の述語オブジェ クト)の線状化関数を呼び出すことにより,各オブジェクトの 線状化関数が順次呼び出され,目標言語の文が生成される.

jaw のパターン翻訳規則は図 10 のような日本語表現パターンと, そのパターンにマッチした日本語の部分構造からそれに対応する目標言語の表現構造を生成するプログラムから成る.

3.4.2 手話テキストへの機械翻訳システム jaw/SL

jaw/SL は,入力された日本語文を jjs 形式の手話テキストへ 変換する機械翻訳システムである.jaw/SL の翻訳処理の一例として図 11 に,日本語入力文「あなたのお母さんが私に言った」の「言う」が一致動詞 話す へ翻訳される様子を示す.

まず,入力文が解析されて日本語表現構造が作られる.これを日本語表現パターン辞書と照合した結果「言う」をキーワードとする表現パターンがマッチし,対応する変換規則の実行により Verb オブジェクト 話す を根とする手話の表現構造が組み立てられる.

「A が B に言う」,「A が B をしかる」,「A が B へ行く」と

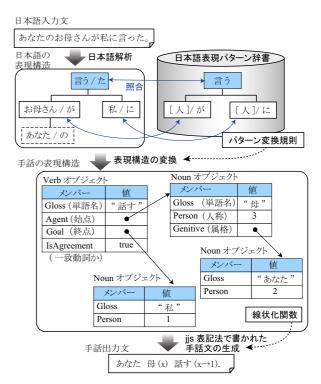


図 11 一致動詞への翻訳過程の概略 「お母さんが 私に言った」は,名詞 母 とその位置,及び, 一致動詞 話す とその方向に変換される.

図 11 の例では Verb オブジェクト 話す の Agent として Noun オブジェクト 母 が , Goal として Noun オブジェクト 私 が設定されており , 更に , 一致動詞であることを示すフラグ (IsAgreement) に true が設定されている .

最後に、Verb オブジェクト 話す の線状化関数を呼び出すことによって、手話の語順に沿って手話単語が線状化され、手話文が生成される.

図 11 の例文のように主題 (話題) を持たない文の場合 , 手話の基本語順は日本語と同様 S-O-V である(25)(28).また , A の B」は基本的に名詞 A と B を連続的に表出することで表される(28). 従って , 最初に主格である 母 に係る あなた が出力され , 次に 母 が出力される . このとき 母 は動詞 話す の始点になるため , 母 の表示位置を (x) と指定する (x) と指定する (x) と指定する (x) と指定する (x) と指定する (x) とが出力される (動詞に統合される) ので手話では語彙化しない . 最後に動詞 話す (及び , 平叙文であることを表すピリオド)を出力する . 話す の始点は (x) とし , 終点は (x) 公司 である 私 の位置 (x) とする .

- 表 2 jaw/SL による翻訳結果の例(上段が日本語入力 文,下段が jaw/SL の手話出力文).
- 日) だから朝早く起きるというのは私には無理です。
- 手) ので、{<t>朝 はやい 目覚める }, 私 難しい.
- 日) 私の家族は全部で4人です。
- 手) {<t> 私 家族}, すべて 4 | 人.
- 日) 6 か月たてば使ってもいいのです。
- 手) {<cond> nヵ月 [6] 将来 }, 使う 構わない.
- 日) 妻の仕事はパートです。
- 手) {<t> 妻 仕事}, 例-仕事.
- 日) そのあと,東京に引っ越しました。
- 手) 将来,東京(x) 引っ越す(x).
- 表 3 自然な日本語文(a)と手話の構造に沿った日本 語文(b)
- (a) 私は東京で生まれました。
- (b) 私の生まれた場所ですが,東京が生まれた場所です。
- (a) 家を出るのが 5 時 50 分だからです。
- (b) 理由は何かというと,家を出るのが5時50分なのです。
- (a) 私の干支は未です。
- (b) 私の干支は何かというと未です。

表 2 に jaw/SL による翻訳結果の例を示す.

3.4.3 手話への機械翻訳の問題点

日本手話学習者用ビデオ教材 $^{29)(30)}$ を用いて jaw/SL による翻訳実験を行った.ろう者が話す手話文の日本語訳を jaw/SL の入力とし,jjs で書き取った手話文を正しい翻訳結果とした.

このビデオ教材の手話文に対する日本語訳には,自然な日本語訳と手話の構造に即した日本語訳が用意されている(表3).現状では自然な日本語文のままでは翻訳が困難な場合があり,実験では手話の構造に即した日本語を入力としたが,実用的な観点からは「自然な日本語文」から「手話の翻訳に適した日本語文」への言い換えをシステム側で行う必要がある.次のように入力文に手を加えなければ翻訳できない例もあったが,現状では,このような言い換えを自動的に行うのは困難である.

将来飼ってみたいのは大きな犬です. (自然な日本語文) 将来欲しいのは何かというと,大きな犬が欲しいです.

(翻訳可能な日本語文)

 ${{\rm <cleft>}}$ 将来 好き 何 ${\rm >}$,犬 大きい 好き.(手話文)

また,手話は日本語に比べて物事をより具体的に表現する傾向があるため,日本語から手話への翻訳では入力文中に明示されていない情報を正しく補わなければ,間違った翻訳や手話として不自然な翻訳になってしまう可能性がある.例えば「(酒は)勧められても断ります」という文では「誰に勧められても…」という意味で,主体を話者,対象を3人称複数として動詞断るを表出する(つまり,断るを,終点の位置を変えながら2,3回反復する)次のような表現が正解の翻訳だが,そこまでの意味解釈はjaw/SLではできない.

酒を飲む 断る(1 3s).

このほか,手話への機械翻訳では,これまでの音声言語間の機械翻訳の場合以上に,原文の意味理解を必要とする場合が多

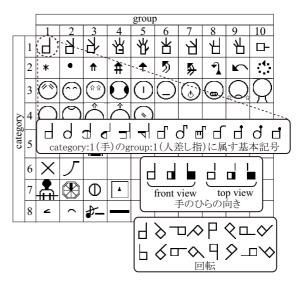


図 12 SW で使用される ISWA 記号 SW は手形, 動き,顔・頭,肩・腕,身体の位置,句読点な どを表す図像的な記号(ISWA)を使って単語 を二次元的につづる.

いなど課題はたくさんある.手話へのあるいは手話からの機械翻訳は,自然言語処理の観点からは,省略,言い換えなど意味理解の問題についても多くの課題を含んだテーマである.

3.5 手話の文字体系とエディタ

日本語や英語など主要な言語には文字で言葉を表現する方法があり、その言語を使用する人々の文化・学術の発展を支えてきた、もし日本語に文字表現がなかったら、本や電子文書は全て外国語で読み書きするしかなく、日本語は音声データとしてしか保存できない、日本語による学習や、日本語を対象とした学習・研究も今より困難である、今のところ手話はこれと似た状況にあるといえる。

このような状況の中で,手話の研究だけでなく,一般的な文字と同じように日常生活の中で広く利用されることを想定した手話の文字体系(書記体系)として $SignWriting^{(31)}$ (以下,SWと記す)が Sutton により考案された.これまで欧米を中心として,ろう児に対する教育,手話によるニュースレターや絵本の発行などへの利用が試みられている.SW は特定の国の手話の記述を目的としたものではなく,世界中の手話に対応できるよう現在も改良が行われている.また,国内でも加藤ら $^{(32)}$ (33)によって日本の手話への応用やろう児への教育を視野に入れた研究が行われている.

SW では図 12 のような手の形 , 動き , 顔・頭 , 身体の部分などを表す図像的な記号を二次元的に配置して , 人間にとって分かりやすく手話を記述する . 図 13 に SW による日本手話の単語の記述例を示す . これらの記号の集合は ISWA (International SignWriting Alphabet)と呼ばれており , ISWA2008 には 639種類の基本記号が含まれる . 向きの違いなどを考慮するとその数は約 35,000 種類に上る .

我々は SW を活用するためのツールとして, SW 用のエディ



図 13 SW による日本手話の単語の記述例

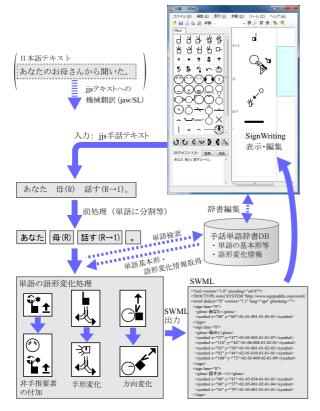


図 14 JSPad の構成と SW 生成の流れ JSPad は SW による手話文字の入力・編集を行う GUI 部,jjs で書かれた手話文を SW に変換する jjs-SW 変換部,手話単語辞書で構成される.

タ JSPad(34)を開発している.SW で手話を書くためのソフトウェアは他にも複数開発されており,それらを使えば図形エディタ風の操作で ISWA 記号を配置して,手話を書くことができる.しかし,日本語などの文字入力方式に比べると,数多くの記号の中から適切なものを選び出して単語を書くには手間がかかり,特に不慣れなユーザにとっては単語を一つ書くのも容易な作業でない場合がある.そこで JSPad では従来の図形エディタ方式に加え,jjs 表記法で書かれた手話文を SW 表現に自動変換する jjs-SW 変換入力機能を実装している.図 14 に JSPad の構成と,jjs 表記から SW を生成する処理の流れを示す.jjs 形式で入力された手話文中の各単語は,指定された語形変化や非手指要素の付加が施され,エディタ上に表示される.jaw/SL とのリンク機能も実装しており,jaw/SL による機械翻訳結果を SW 形式で表示・編集することも可能である.

現在,jjs-SW 変換入力のための手話単語辞書の拡充,語形変化などの自動変換機能の充実,手話-日本語辞書機能の実装などを進めている.開発途上のシステムだが,国内ではSW そのものがまだ余り知られていない状況なので,興味を持った方に自由

に利用してもらえるよう Web 上でシステムを公開している(35).

4. む す び

視聴覚障害者の言語コミュニケーションの手段である点字と 手話に関して,自然言語処理の側面から言語バリアフリーを支 援する技術について,我々の研究を中心に解説した.

自動点訳は現実に使えるレベルの技術であるが,同音語の処理のための文脈理解や文書認識などの周辺技術も含め,技術的課題は残っている.

手話への機械翻訳はいまだ現実に使えるレベルにはなく、今後の幅広い取組みが必要な研究領域である。意味や文脈の理解、認識・表現といった自然言語の深いレベルの研究課題も含んでいる。同時に工学的には適用領域を限定するなど現実に適用できる場面をうまく取り出して、支援技術としての方向を開拓していくことも重要である。3.5 で紹介した SW に関するエディタシステムは、機械翻訳の技術ではないが手話に関するそのような支援技術の一つである。

文 歯

- (1) 日本点字表記法 2001 年版, 日本点字委員会(編・発行), 東京, 2001.
- (2) 点訳の手引き、全国視覚障害者情報提供施設協会(編・発行)、 東京、2003.
- (3) 点字表記辞典,視覚障害者支援総合センター(編・発行),東京, 2002.
- (4) 点字楽譜の手引き, 文部科学省(編), 日本ライトハウス点字技 術情報センター、東京、2003.
- (5) 点字数学記号解説(暫定改訂版),日本点字委員会(編・発行), 東京,2005.
- (6) 点字理科記号解説(暫定改訂版),日本点字委員会(編・発行), 東京,2001.
- (7) 長岡英司,情報処理用点字の手引き,視覚障害者支援総合センター,東京,1997.
- (8) サクセスネット (sAcessNet), "Infty Editor(v.3.10)," サイエンス・アクセシビリティ・ネット, http://www.sciaccess.net/
- (9) 江本倫基,高田和典,池田尚志,"自動点字翻訳編集システム ibukiTenCEdit2,"言語処理学会第15回年次大会発表論文集, P2-10, pp.512-515, March 2009.
- (10) 山梨英和大学池田研究室, http://www.y-eiwa.ac.jp/~ikeda
- (11) 池田尚志, 脇田貴之, 大口智也, "機能文節を導入した文節構造解析システム ibukiC(v0.20) について," 言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, PC1-2, pp.221-224, March 2008.
- (12) (株)日本テレソフト, "点字カラオケ," http://www.telesoft.c o.jp/b/karaoke.htm
- (13) 池田尚志, "日本語からアジア諸言語への機械翻訳システムの構築 奮闘記 中国語へ,ベトナム語へ,シンハラ語へ,日本の手話へ,"日本語学,vol.28-12, no.10, pp.62-70, Oct. 2009.
- (14) 岐阜新聞, "点字カラオケで熱唱," 3月4日,10面,2010.
- (15)「点字カラオケ」で気軽に歌を楽しもう、NHK の総合福祉テキスト・NHK 社会福祉セミナー, vol.22, no.76, Dec. March 2009.
- (16) 竹居 渡, "ろう児の文法獲得," 日本手話学会第30回大会記念報告集, pp.33-53, May 2006.
- (17) 米川明彦, 手話ということば: もう一つの日本の言語, PHP 研究所, 2002.
- (18) 松本忠博,原田大樹,原 大介,池田尚志,"日本語を援用した手 話表記法の試み,"自然言語処理,vol.13,no.3,pp.177-200, July 2006.
- (19) 松本忠博,池田尚志,"日本語テキストから手話テキストへの機械翻訳の試み,"自然言語処理,vol.15,no.1,pp.23-51,Jan.

2008.

- (20) Ethnologue: Languages of the World, Sixteenth edition. M. P. Lewis, ed., Dallas, Tex.: SIL International. Online version: 2009, http://www.ethnologue.com/
- (21) 原 大介,黒坂美智代,"中間型手話は日本手話と日本語対応 手話の「中間」なのか?"日本手話学会第 36 回大会予稿集, pp.3-4, Oct. 2010.
- (22) W. C. Stokoe, "Sign language structure: an outlineof the visual communication systems of the American deaf," Studies in Linguistics, Occasional Papers, 8.University of Buffalo, Buffalo, NY: 1960. Reprinted, Journal of Deaf Studies and Deaf Education, vol.10, no.1, pp.3–37, 2005.
- (23) S. Prillwitz, HamNoSys. Version 2.0. Hamburg Notation System for Sign Language. An Introductory Guide, Broschur, 1989.
- (24) 市川 熹, "手話表記法 sIGNDEX," 手話コミュニケーション研究, no.39, pp.17-23, 2001.
- (25) 松本晶行, 実感的手話文法試論, 全日本ろうあ連盟, 2001.
- (26) C. B.-Shenk and D. Cokely, American Sign Language: A teacher's resource text on grammar and culture, Gallaudet University Press, 1980.
- (27) R. S.-Spence and B. Woll, The Linguistics of British Sign Language: an introduction, Cambridge University Press, 1999.
- (28) 木村晴美 , 市田泰弘 , はじめての手話 , 日本文芸社 , 東京 , 1995 .
- (29) Sign Factory, 手話ジャーナル初級教材 No.1, ワールドパイオニア, 1997.
- (30) Sign Factory , 手話ジャーナル初級教材 No.2 , ワールドパイオニア , 1999 .
- (31) V. Sutton, Lessons in SignWriting, Textbook and Workbook, 3rd ed., The deaf action committee for Sign-Writing, 2002.
- (32) 加藤三保子, 本名信行, "手話の文字化の研究—サットン手話 文字の日本手話への応用," 白馬夏季言語学会論文集, no.3, pp.85-111, Aug. 1989.
- (33) 加藤三保子、"手話文字の研究: ろう児への手話文字教育を視野に入れて、"第 21 回社会言語科学会研究大会発表論文集,pp.28-31, March 2008.
- (34) T. Matsumoto, M. Kato, and T. Ikeda, "JSPad a sign language writing tool using SignWriting," Proc. 3rd Int'l. Universal Comm. Sym., P1-7, pp.363-367, Dec. 2009
- (35) JSPad site, http://mat.info.gifu-u.ac.jp/jspad/

(TL 研究会提案 , 平成 22 年 12 月 17 日受付 平成 23 年 1 月 31 日最終受付)



池田尚志(正員)

昭 43 東大・教養・基礎科学卒.同年通産省電気 試験所(現在 独立行政法人産総研)入所.以来,人 工知能,ロボティックス,自然言語処理の研究に従事. 平3岐阜大・工・教授,現在(平22から)山梨英 和大・人間文化・教授.工博.



松本忠博(正員)

昭 60 岐阜大・工・電子卒 . 昭 62 同大学院修士課程了 . 同年岐阜大・工・電子情報・助手 . 現在 , 同大学・工・応用情報・助教 . 博士 (工学) . 並行プログラムの検証 , 手話に関連した自然言語処理などの研究に従事 .