

## 規則処理と CRF に基づくアクセント予測の高精度化

小林 俊平<sup>†</sup> 清水 信哉<sup>†</sup> 峯松 信明<sup>†</sup> 広瀬 啓吉<sup>†</sup> 平野 宏子<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

<sup>††</sup> 吉林華橋外国語学院 〒130117 吉林省長春市南関区浄月大街 3658 号

E-mail: †{skobayashi,s\_shimizu,mine,hirose}@gavo.t.u-tokyo.ac.jp, ††hiran565@gmail.com

**あらまし** より自然な音声を出力する日本語テキスト音声合成システムを実現するためには、入力文中の各アクセント句のアクセント核位置を適切に推定する必要がある。筆者らは CRF を用いた統計的アクセント型予測モデルに、従来から広く用いられていたアクセント結合規則を素性として組み込むことで、大きな精度改善を実現してきた。しかし、数詞を含む句や外来語を含む句など、特殊なアクセント変化を起こす句に対しては、まだ十分な精度が出ていなかった。そこで本稿では、これらの句に対して規則処理を参考にすることで定義される素性を付加することで、精度改善を試みた。また、アクセント変形予測技術の一つの応用として、日本語教育支援について検討した。具体的には、任意の日本語テキストを対象とした活用語アクセント辞書の自動生成システムを作成した。

**キーワード** 日本語テキスト音声合成, アクセント結合, CRF, 数詞句, 外来語句, アクセント辞書

## Improvement of CRF-Based Accent Sandhi Prediction Using The Features Derived from Accent Rules

Shumpei KOBAYASHI<sup>†</sup>, Shinya SHIMIZU<sup>†</sup>, Nobuaki MINEMATSU<sup>†</sup>, Keikichi HIROSE<sup>†</sup>, and

Hirano HIRANO<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

Hongo 1-2-3, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 Japan

<sup>††</sup> Jilin Huaqiao Foreign Language Institute

Jing Yue Da Jie 3658, Nan Guan Qu, Changchun, Jilin, 130117 China

E-mail: †{skobayashi,s\_shimizu,mine,hirose}@gavo.t.u-tokyo.ac.jp, ††hiran565@gmail.com

**Abstract** When developing Japanese text-to-speech (TTS) systems, algorithms to accurately predict accent types of each constituent phrase is essential for better output speech quality. In our previous studies on the accent type estimation, a CRF-based method was realized. Although this method outperformed the conventional rule-based method, the estimation accuracy of particular phrases such as those including numerals or loanwords was still not sufficient. In this paper, we newly added the features used in the rule-based estimation of these phrases as CRF features. The experimental result for JNAS corpus showed improvements in accent type estimation. As an example of possible applications of the developed method other than speech synthesis, we constructed an accent type prediction module for CALL systems. This module can automatically generate accent dictionaries of conjugation words for any Japanese texts.

**Key words** Japanese TTS system, Accent sandhi, CRF, Numeral phrase, Phrase with loanwords, Accent dictionary

### 1. はじめに

自然な読上げ音声を出力する日本語テキスト音声合成 (Text to Speech : TTS) を実現するためには、文中のアクセント句境界位置、及び、各句内のアクセント核位置を適切に推定する必

要がある。日本語のアクセントは、孤立単語を発声した場合と複数単語を連続発声した場合とでそのアクセント核の位置が変化する「アクセント結合」が起こる。そのため、より自然な音声を機械に出力させるためには、アクセント句境界と、アクセント結合を適切に推定するモジュールの開発が必須である。

表 1 Features for training CRF in the previous method [2], [3]

<ul style="list-style-type: none"> <li>・観測素性 (当該形態素および前後 2 形態素のラベルを利用)</li> <li>-[基本形, 基本形読み, 書字形, 品詞, 活用型の組み合わせ]</li> <li>-[品詞]</li> <li>-[品詞 (大分類のみ)]</li> <li>-[活用型 (大分類のみ)]</li> <li>-[活用形 (大分類のみ)]</li> <li>-[モーラ数]</li> <li>-[単独発声アクセント型]</li> <li>-[当該形態素と隣接形態素の組み合わせ素性]</li> <li>-[単独型種類ラベル]</li> <li>-[アクセント結合様式]</li> <li>-[結合アクセント価]</li> </ul>
--

このようなアクセント処理に関する代表的な先行研究として、アクセント価や結合様式などの属性を定義することで規則によりアクセント結合を記述した句坂らの研究 [1] があり、従来アクセント処理に関しては、この手法が広く用いられてきた。一方で筆者らは、CRF(条件付確率場)と比較的大規模なアクセントラベルが施されたコーパスを用いた、統計的なアクセント結合処理手法を提案し [2]、それに上記のアクセント結合規則を考慮した素性を加えることで [3]、単純な規則処理の手法よりも高い精度を実現してきた。しかしエラー解析を試みると、特に数詞を含む句や外来語を含む句など、特殊なアクセント変化を起こす句で誤りが多いという問題があり、素性を改良するなどして、これらの句における予測精度向上が求められている。

そこで本稿では、上述した CRF を用いた既存手法において特に誤推定率の高かった数詞と外来語を含むアクセント句に対し、それらの句特有の特性を考慮した素性を追加することで、精度を更に上げることを試みる。また、本研究で用いたアクセント変形予測技術の一つの応用先として、日本語教育支援について検討する。

## 2. アクセント結合に関する先行研究 [1]~[3]

### 2.1 アクセントデータベース

筆者らはまず、新聞記事読上げコーパス (JNAS) [4] で使用されている文 (毎日新聞記事 12,516 文) に対し、以下のようなラベル付けを行ったコーパスを作成した [5]。

- 文発声時の「アクセント句境界」と「アクセント核位置」
  - 文中に現れる自立語の単独発声時の「アクセント核位置」
- これらのラベル付けは、一人のラベラによってなされている。複数人によるラベリングではアクセント感覚の個人差が混入するためラベラを一人とした。

### 2.2 先行研究におけるアクセント予測の実装とその評価

#### 2.2.1 実験条件

2.1 で述べたアクセントコーパス 12,516 文 (46,086 アクセント句, 131,467 形態素) から、学習用として 10,684 文 (38,900 アクセント句, 114,783 形態素) を用い、残りの 1,832 文 (7,184 アクセント句, 16,682 形態素) を評価用に用いた。また、CRF による処理を行うツールキットとしては CRF++ [6] を使用し、結果の集計は形態素単位とアクセント句単位で行なっている。また本実験では、正解に複数アクセント核がある場合<sup>(注1)</sup>、二

(注1)：本研究ではアクセント句の中に複数の核を認めている。

表 2 Results of accent type estimation in the previous study

形態素	総数	規則ベース		CRF ベース	
		正答数	正答率	正答数	正答率
アクセント句	16,682	14,615	87.6%	15,936	95.6%
全ての句	7,184	6,171	85.9%	6,796	94.6%
単純な句	2,287	2,126	93.0%	2,174	95.1%
名詞連続	1,000	866	86.6%	958	95.8%

つ目以降の核は副次アクセント核であると考え、一つ目のアクセント核の位置のみに着目して正誤判定を行なった。さらに先行研究では、下記の 2 種のアクセント句にも着目している。

● **単純なアクセント句**：{ 名詞, 動詞, 形容詞, 形状詞 } + { 助詞, 助動詞 } の 2 語で構成されたもの

● **名詞連続を含むアクセント句**：2 語以上連続して名詞が出現するアクセント句

CRF の学習素性に利用した主な素性は表 1 の通りである。素性の詳細な情報や、アクセント結合規則に関する情報はそれぞれ [2], [3] と [1] を参照していただきたい。

#### 2.2.2 結果と考察

表 2 に、1. 節で述べた句坂らの規則に基づく手法と、CRF を用いた統計的手法の推定結果を示す。表 2 より、CRF を用いた統計的手法のほうが、規則を用いる手法よりもすべての項目において高い精度を示している。単純なアクセント句や名詞連続を含む句のような頻りに現れるアクセント句に対しては、95%を超える高い精度を実現することが出来ている。

また、この結果に対するエラー解析が先行研究 [7] で行なわれている (表 3 参照)。特に正答率が低いのは数詞を含むアクセント句 (90.3%) と、外来語を含むアクセント句 (92.4%) であることが分かる。この 2 つのアクセント句の誤りは、全体の誤りの約 35.8% を占めている。次節以降では、この 2 つのアクセント句の精度改善に焦点を当てる。

## 3. 提案手法 1：数詞句を考慮したアクセント処理

### 3.1 語頭・語末変化結合型

まずは数詞の読みに関する重要な要素である、語頭・語末変化結合型 [8] について説明する。日本語においては、例えば「ホン (本)」という単語が「ボン」や「ポン」に変わるように、語頭音や語末音が頻りに変化する。電子化辞書 Unidic [8] では、このような変化の規則を記述するため、語頭変化形という属性を設けている。同様に、「イチ (一)」という単語が「イツ」に変わるような現象を扱うため、語末変化形という属性を定義している。そして語頭変化形の決定に際しては前接要素が、語末変化形の決定に際しては後続要素が何であるかが影響を与える。たとえば、「ホン (本)」が濁音形を取るのには、前接要素が「三」の場合であり、「イチ (一)」が促音形を取るのには、後続要素が「本」「階」「杯」などの場合である。このような隣接要素に対する影響力を記すために、語頭変化結合型 (iConType)・語末変化結合型 (fConType) という属性を設けている。

これらの語頭変化結合型と語末変化結合型が深く影響するのは数詞と助数詞がほとんどであり、これは数詞・助数詞のアクセントを決める上で非常に有効であると考えられる (GalateaTalk [9] でも、この 2 つの結合型を用いて、数詞句の読みとアクセント型を規則により決定している)。よって語頭・語末変化結合型をうまく CRF の素性として利用できれば、数詞句のアクセン

表 3 Error analysis of the results obtained in the previous study

	全ての句	単純な句	名詞連続	数詞	外来語	付属語連続
該当アクセント句数	7,184	2,287	1,000	751	631	5,190
誤答数	338	113	42	73	49	287
正答率	94.6%	95.1%	95.8%	<b>90.3%</b>	<b>92.2%</b>	94.5%

ト推定精度を上げるのに貢献できると考えられる。

### 3.1.1 語頭・語末変化結合型に関する素性

2.1 で示したコーパスには語頭・語末変化結合型の情報は載っていないため、形態素解析機 Mecab [10] と形態論辞書 UniDic [8] を用いて再度形態素解析し、これらの情報を得た。CRF 素性としての用い方としては、語頭・語末変化結合型が前後の形態素に関する規則であることを踏まえ、

- <当該形態素の語頭変化結合型と後続形態素の語末変化結合型の組合せ素性>

- <当該形態素の語末変化結合型と前接形態素の語頭変化結合型の組合せ素性>

として用いた。

### 3.2 数詞句アクセントに関する先行研究

次に、数詞句のアクセントに関する先行研究として、宮崎 [11] の「数詞-助数詞アクセント変化表」について説明する。宮崎は、数詞の音韻変化や数詞-助数詞のアクセント変化に従って数詞を 19 個、助数詞を 13 個に分類し、そのそれぞれのグループにおけるアクセント変化の規則を示した。助数詞の分類は表 6、「数詞-助数詞アクセント変化表」は表 4 である。なお、表 4 の  $T_k$  は表 6 の助数詞分類に対応しており、表 4 の表中の 0~3 の数字はそれぞれ、

$$A(S_i, T_k) = \begin{cases} 0: \text{アクセント結合規則に従う} \\ 1: 0 \text{ 型となる} \\ 2: \text{助数詞の第一音節にアクセント核が移動する} \\ 3: \text{助数詞の最終音節にアクセント核が移動する} \end{cases}$$

を表している。宮崎によると、これらの規則は数詞句のみに当てはまる特殊な規則であり、先行研究である句坂らによるアクセント結合規則にはこの規則は適用されていない。

#### 3.2.1 数詞-助数詞アクセント変化表に関する素性

数詞-助数詞アクセント変化表を CRF の素性として扱えるように変換する。表 4 の横軸である“○(ゼロ)”から“幾”までの 19 個の数詞の分類（以下“数詞カテゴリ”と呼ぶ）と、縦軸である“α”から“ν”までの 13 個の分類（以下“助数詞カテゴリ”と呼ぶ）を用いて、以下のような素性を作成した。

- <当該形態素の数詞カテゴリと、前後形態素 (2 形態素まで) の数詞カテゴリの組合せ素性>

- <当該形態素の数詞カテゴリと、前後形態素 (2 形態素まで) の助数詞カテゴリの組合せ素性>

前者は数詞が連続した場合を考慮したものであり、後者は数詞と助数詞が連続して現れる場合を考慮したものである。

### 3.3 評価実験とその考察

2.2.1 で述べた実験条件と同じ条件で、提案手法の評価実験を行った。比較する手法としては、1: 句坂らによる規則ベースの手法、2: 句坂らの手法に宮崎の数詞-助数詞アクセント変化表の規則を取り入れた手法、3: 従来の CRF による手法、そして 4: CRF 手法に 3. 節で示した数詞句アクセントに関する素性を加えた提案手法、の 4 つである。

表 6 Classification of auxiliary numerals by their accent changes

$T_k$	例
α	個, 位, 時, 分 (ふん), 時間, 歳, 羽, 通り, 斤, 層, アール, センチ, キロ, ドル, 度 (ど: 温度, 角度), 階, 球, 巡, 乗, 週, 人前, 敗, 着 (到着), 度日, 代日, 貫日, 幕日, 日目, 球日, 丁目, 翌, ヶ月
β	間, 台, 軒, 票, 町, 艘, 代, 枚, 名, 面, 本, 枚, 丁
γ	升
δ	年 (ねん), 段 (階段), 番
ε	貫, 版, 銭, 回, 点, 巻
ζ	尺, 着 (衣服), 角
η	円
θ	曲, 石 (こく), 匹, 冊, 足, 拍, 脚, 局, 発
ι	合
κ	度 (ど: 回数)
λ	人
μ	月 (がつ), 日 (にち)
ν	寸

実験結果を、表 5 に示す。表 5 より、提案手法である、数詞素性を新たに加えた CRF 手法が最も良い精度を示すことが分かる。特に数詞を含む句への相対誤り削減率は、従来の規則ベース手法と比べて約 72.0%、従来の CRF と比べても 37.0% を達成している。句坂らのアクセント結合規則に宮崎の数詞規則を取り入れた手法も、従来の規則ベースの手法と比べれば約 10.4% 程度の相対誤り削減率が得られたが、提案手法には及ばなかった。これは、宮崎の手法が数詞と助数詞が連続した場合にしか適用されないため、その効果が限定的であったことが原因であったためと考えられる。またもう一つ注目すべき点は、提案手法は数詞句だけではなく、他のアクセント句に対しても精度改善をもたらしている点である (数詞句以外のアクセント句でも従来の CRF 手法に比べ約 3.2% の相対誤り削減率を達成)。これは数詞句を考慮した素性を入れたことで、他の素性に対する重み付けも変わり、他のアクセント句に対しても良い影響を与えたことによるものと考えられる。

提案手法における予測誤りには以下のような傾向があった。

- 助数詞を含むアクセント句

誤った数詞句のうち、「数詞+助数詞」のアクセント句の割合は約 65.2% であった。これは宮崎の数詞-助数詞アクセント変化表を考慮した素性が完全には機能していないことを表しており、まだまだ素性の改善の余地があると考えられる。

- 数詞の「十」、「百」、「千」を含むアクセント句

誤った数詞句のうち、その数詞が「十」「百」「千」であったものが全体の約 37.0% であった。これは、これらの数詞は直前に他の数詞が有るか無いかによってアクセントが変化する場合がある (例: ジュウエン(十円)[0 型] とニジュウエン(二十円)[2 型] など) からであると考えられ、これらに対する改良も必要となってくる。

表 4 Accentuation rules of numerals-auxiliary numerals

$T_k$	$S_i$																		
	〇	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	百	千	万	億	兆	数	何	幾
$\alpha$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
$\beta$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
$\gamma$	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
$\delta$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
$\epsilon$	2	2	2	2	0	2	2	0	2	0	0 <sup>(注2)</sup>	1	1	1	1	0	0	0	
$\zeta$	3	3	3	0	0	3	3	0	3	0	0 <sup>(注2)</sup>	1	1	1	1	0	0	0	
$\eta$	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0 <sup>(注2)</sup>	1	1	1	1	0	0	0	
$\theta$	0	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0 <sup>(注2)</sup>	1	1	1	1	0	0	0	
$\iota$	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
$\kappa$	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
$\lambda$	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	
$\mu$	0	3	3	0	3	0	3	3	3	0	3	3	1	1	1	1	0	0	
$\nu$	0	2	2	0	0	2	2	0	2	0	2	2	1	1	1	1	0	0	

表 5 Result of accent type estimation of the proposed method using numeral features

	総数	1: 規則 (従来)		2: 規則 (+数詞規則)		3: CRF(従来)		4: CRF(+数詞素性)		
		正答数	正答率	正答数	正答率	正答数	正答率	正答数	正答率	
形態素	16,682	14,615	87.6%	14,686	88.0%	15,936	95.6%	16,003	95.9%	
アクセント句	全ての句	7,184	6,171	85.9%	6,185	86.1%	6,796	94.6%	6,833	95.1%
	単純な句	2,287	2,126	93.0%	2,123	92.8%	2,174	95.1%	2,177	95.2%
	名詞連続	1,000	866	86.6%	870	87.0%	958	95.8%	960	96.0%
	数詞句	751	587	78.1%	604	80.4%	678	90.3%	705	93.9%

## 4. 提案手法2: 外来語を考慮したアクセント処理

### 4.1 外来語アクセントの特徴

英語を起源とする外来語に着目すると、外来語の約70%が原語の強勢位置にアクセント核を配置することが示されている[12]。以下にその例を示す。

- 英語「condition」と日本語「コンディション」
- 英語「sentence」と日本語「センテンス」

英語では、内容語は必ず最低一つの強勢音節を有するが、日本語ではアクセント核のない平板型アクセントを許容する[12]。実際、外来語は90%以上が起伏式であることであるのに対し、和語では70%以上が平板式のアクセント型であることが分かっている。このように、日本語と外来語ではアクセントの特徴が大きく異なっていることが分かる。

#### 4.1.1 日本語における外来語アクセントの変化

外来語が和語とは異なるアクセント型の振舞いをすることをみてきたが、外来語に対するアクセントには以下に示す一般則が存在する[13] (日本語の外来語アクセント規則)。この一般則は「(語を) 後ろから数えて3モーラ目を含む音節にアクセントを置く」というものである。

- 例: ストレス, パワイ, ミルクなど

しかし、この一般則に従わない例もある。例えば以下のような単語は語末から数えて3モーラ目ではない位置にアクセント核が許容されている。

- 例: ミュージシャン, アレルギー, エンデバーなど

これらは、外来語中の音節に重音節が存在するか否かに依存していると言われている(重音節については次節で説明する)。また、2モーラ以下の外来語に対しても、この規則は当てはまらない(パン, パンなど)<sup>(注3)</sup>。

### 4.1.2 重音節と軽音節

重音節とは、音節末に特殊拍(長音(アーなど)、撥音(ン)、促音(ッ)、拗音(ヤなど)、二重母音(アイなど))を含む、直前のモーラと合わせて2モーラ分の長さを有する音節のことである。対して軽音節は、これらの重音節を含まない音節のことである[14]。前述したとおり、重音節を含む外来語に対しては「アクセント核の位置が後ろから数えて3モーラ目になる」という外来語のアクセントに関する一般則に当てはまらない現象が散見される。また複数の外来語が接続した複合名詞においても、重音節、及びモーラ数が重要な要素となる。一般的な外来語のアクセント結合は、後続要素のアクセント核がそのまま保存される場合が極めて多い(例: エンジン + ブレーキ → エンジンブレーキ)。しかし後続語に重音節を含み、かつ2モーラ以下であった場合、アクセント結合によってアクセント核が先行語最終モーラにきやすいといった特徴があることが報告されている[15] (例: フランス + パン → フランスパン)。このように、外来語においてはモーラ数や重音節の有無がアクセント結合において重要な役割を担う。

## 4.2 外来語アクセントの特徴を取り入れた素性の追加

4.1節の議論より、下記に示す素性を新たに導入した。

- (1) <語種ラベル>
- (2) <モーラ長が2モーラ以下であるか否か>
- (3) <モーラの中に重音節を含むか否か>
- (4) <上記1~3の組合せ素性>

また上記の素性は、先行研究と同様に前後2形態素までの情報をラベルとして用いた。1の語種ラベルは、形態素解析辞書Unidic[8]を用いた形態素解析結果の一素性として出力されたものを利用する。語種ラベルには、以下のような種類がある。

- 「和」... 和語 (一般的な用言や助詞など)

(注2):  $S_i$  の一つ前の形態素  $S_{i-1}$  中 二~九の時は規則が変化する。詳しくは[11]参照

(注3): 他にも4モーラの国名はほとんどが平板型になる(例: アメリカ, フランス, イギリスなど)という例外もある。

表 7 Result of accent type estimation of the proposed method using loanword features

	総数	1: 規則 (従来)		2: CRF(従来)		2: CRF+外来語素性		
		正答数	正答率	正答数	正答率	正答数	正答率	
形態素	16,682	14,615	87.6%	15,936	95.6%	16,048	96.2%	
アクセント句	全ての句	7,184	6,171	85.9%	6,796	94.6%	6,867	95.6%
	単純な句	2,287	2,126	93.0%	2,174	95.1%	2,184	95.5%
	名詞連続	1,000	866	86.6%	958	95.8%	964	96.4%
	外来語句	631	571	90.5%	582	92.2%	<b>602</b>	<b>95.4%</b>

- 「外」... 外来語 (例: ボランティア・メディアなど)
- 「固」... 固有名詞 (例: アメリカ・東大など)
- 「漢」... 漢字の名詞・中国伝来語 (例: 国会・運動など)

### 4.3 評価実験とその考察

3.3 節と同様に, 1: 句坂らによる規則を用いた手法, 2: 従来の CRF 手法, 3: 従来の CRF 手法に 4.2 節で述べた外来語素性を加えた提案手法, の 3 つの手法の精度の比較を行った.

結果を表 7 に示す. この結果より, 提案手法において, 外来語を含む句の精度が約 95.4% となり, 他のアクセント句と同等近くの精度まで上げることが成功した. 外来語に関して従来の規則手法と比べて 51.7%, 従来の CRF 手法よりも 40.9% の相対誤り改善率を達成することができ, 本手法の有効性が示された.

また, 外来語句でないその他のアクセント句に対しても, 約 15.0% の相対誤り改善率を達成した. これは, 外来語のために設定した語種ラベルや重音節ラベルが, 他のアクセント句にも良い影響を与えたためと考えられる. また, 句坂らの複合名詞アクセント結合規則でも, 2 モーラ以下の単語は特殊なアクセント結合を起こす, とある. この特徴を「2 モーラ以下の単語かどうか」を記した 4.2 節のラベルがそれらを捉え, 精度向上につながったと考えられる.

## 5. 日本語教育システムへの応用

本節ではアクセント処理推定手法の教育応用について説明する.

### 5.1 任意の日本語テキストを対象とした活用語アクセント辞書の自動生成

#### 5.1.1 従来構築された活用語アクセント辞書 [16]

現在の日本語教育では, その時間的制約や教材不足から, 十分な韻律教育が行われていないのが現状である. 平野ら [17] はこれまで, 特定の日本語教材に出現する活用語を対象に, 活用によるアクセント変形を体系的に一望できる, オンラインアクセント辞書 (Online Japanese Accent Dictionary: OJAD) [16] を主に人手で作成してきた (図 1).

書籍として市販されているアクセント辞書では, 辞書形 (原型) のアクセント型のみが掲載され, 活用形のアクセント型は, 読者が規則を当てはめて考える必要があった. それに対し OJAD の大きな長は, 辞書形のアクセントに加えて, 活用後のアクセント型も表示している点である. これにより, 教科書等に出現した用言に対しその活用形のアクセント型をそのまま調べられるだけでなく, その語が他の活用をした場合のアクセントも合わせて知ることができ, これは日本語学習者や日本語教師にとって非常に有用である. しかし一方で, OJAD が扱っている語彙は特定の日本語教材に含まれる語彙のみであり, 使用者が知りたい情報を必ずしも得られるわけではない.

#### 5.1.2 提案システム: 活用語アクセント辞書の自動生成システム [18]

本研究では形態素解析技術とアクセント結合処理モジュールを用い, 任意のテキストに対してそこに現れる活用語のアクセント辞書を自動で作成するシステムを構築した. その手順は以下のとおりである.

- (1) 任意のテキストを入力とし, それに形態素解析を施してテキスト中の用言 (動詞, 形容詞, 形容動詞) を全て抽出する.
- (2) 形態素解析用辞書 Unidic から, (1) で抽出した用言の全活用形 (未然形・連用形・終止形など) を抽出する.
- (3) 抽出した各用言を辞書に表示させる形式の付属語 (助詞・助動詞) と接続させ, その接続語のアクセント型を, アクセント推定技術を用いて推定する.
- (4) ユーザーが見やすい形式にしてブラウザ上に辞書情報を表示する.

なお, 形態素解析には形態素解析器 MeCab [10] と解析用日本語辞書 Unidic [8] を, アクセントの推定には CRF を用いた統計的手法を用いた. これにより, ユーザーはテキストを入力するだけで, そのテキスト中に出現した全ての活用語の活用形とそのアクセント型を知ることができる.

#### 5.1.3 オンライン活用語辞書の WEB インタフェース

次に本システムのインタフェースについて具体的に説明する. 入力画面に WEB 上の任意の文章をコピー&ペーストで入力ボックスに貼り付け解析ボタンを押すと, 図 2 のように活用語が色付けされた本文と, 下部にはそのそれぞれの活用語の全活用形のアクセント型が表示される. なお, 図 2 の活用語の色の違いによる分類は, 以下のようになっている.

- **1 グループの動詞** 五段活用の動詞 (例: 会う など)
- **2 グループの動詞** 上一段活用・下一段活用の動詞 (例: 着る [上一段], 食べる [下一段] など)
- **3 グループの動詞** カ行変格活用・サ行変格活用の動詞 (例: 来る [カ変], 勉強する [サ変] など)
- **い形容詞** 形容詞 (例: 甘い など)
- **な形容詞** 形容詞 (例: 容易な など)

この分類は, 日本語教育における活用語の分類 [19] に基づいて行った. また, 文章を読みながらリアルタイムでアクセントを参照するための工夫として, マウスポインタを色付けされた活用語にマウスオーバーした際, その語のアクセント情報を表示するようにした.

このシステムにより, ユーザーは従来の OJAD では載っていなかったような (日本語学習者にとっては) 上級者向けの単語のアクセントも知ることができる. さらに, 読みたい文書中に現れる全ての活用語の辞書が表示されるため, 辞書で調べる時間を短縮することができ, 文書を読むこととアクセントを確認することを並行して行うことが可能となる.



図1 Interface of OJAD on the WEB

### 5.1.4 システムの問題点

本システムの現状の問題点としては以下のようなものが挙げられる。

- アクセント自動推定のミス

活用語の単語連接によるアクセント結合推定の誤推定が起きてしまった。特に今回のタスクでは、誤推定の割合が高くなってしまった。その理由として、学習用に使用したアクセントラベリングコーパス（新聞記事）と推定すべき活用語のアクセント結合との間でミスマッチが起きたことが挙げられる。教育利用という性質上、辞書に間違っただけを提示することはできない限り避けたいため、今回は日本語のアクセント教育の参考書 [19] や日本語教師の意見を参考に、日本語教育で用いられている規則を導入することによりこれらのエラーに対処することにした。その結果目立った誤りはほとんどなくなったが、いまだに少数の誤推定も残ってしまっている。

- 使役・受身・可能形などの活用形がない動詞の誤表示  
例えば動詞「ある」は可能形を取らないが、本システムでは「あられる」などと誤表示をしてしまった。これらの問題は早急に対処する必要があると考えられる。

## 6. まとめと今後の課題

本稿では、日本語テキスト音声合成のためのアクセント推定に関して従来の CRF を用いた手法で誤推定率の高かった数詞を含むアクセント句に対し、その特徴を考慮した素性を組み込む手法を提案した。その結果、従来手法よりも数詞句に関して約 37.0%~72.0%のエラー削減率を達成した。また外来語を含むアクセント句に対しても約 40.9%~51.7%のエラー削減率を達成し、本研究の有効性が示された。また任意の日本語テキストに対する活用語アクセント辞書のシステム概要についても詳説した。

今後の課題としては、提案手法においてもなお誤推定を起していた句に関するエラー解析結果を踏まえ更なるモデルの改良を行うとともに、他のアクセント句における誤りの傾向も詳細に分析していくことが望まれる。また CRF のモデルを品詞ごとに用意し、それぞれの特徴を考慮したモデルを選択的に選ぶ手法を実装することで、さらなる精度向上が期待できると思われる。また活用語辞書に関しては、まず 5.1.4 で示した問題点を、ユーザーによるフィードバックなどをもとに修正することが挙げられる。そして更には音声情報の提示や活用語以外の

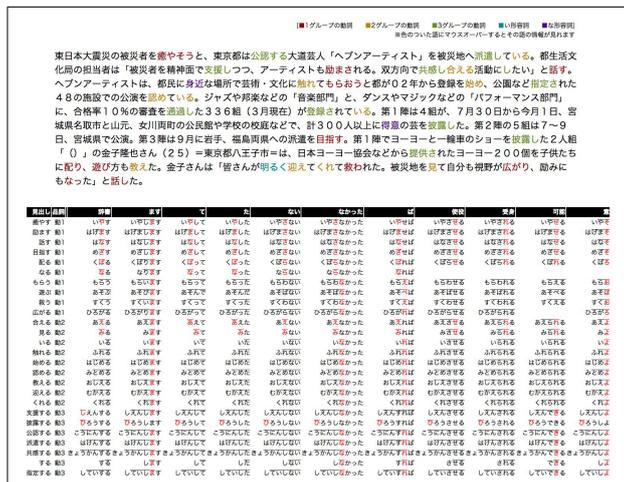


図2 Interface of online accent dictionary of conjugational words

品詞の辞書の追加など、システムの拡張を順次行なっていく予定である。

## 文献

- [1] 句坂芳典ら。日本語単語連鎖のアクセント規則。信学論, Vol. 66, pp. 847-856, 1983.
- [2] R.Kuroiwa et al. CRF-based statistical learning of Japanese accent sandhi for developing Japanese text-to-speech synthesis systems. *Proc. ISCA Workshop on Speech Synthesis*, pp. 148-153, 2007.
- [3] 印南圭祐ら。CRF を用いたアクセント変形予測モデルの規則処理に基づく改良。第 15 回言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 574-577, 2009.
- [4] K.Ito et al. JNAS: Japanese speech corpus for large vocabulary continuous speech recognition research. *Journal of the Acoustical Society of Japan*, Vol. 20, No. 3, pp. 199-206, 1999.
- [5] 黒岩龍ら。単独ラベラによる大規模アクセントデータベースの構築およびそれをを用いた統計的アクセント結合処理の検討。電子情報通信学会音声研究会, pp. 31-36, 2009.
- [6] 工藤拓。CRF++。http://crfpp.sourceforge.net/.
- [7] 印南圭祐ら。CRF に基づくアクセント変形予測モデルにおけるエラー解析。第 14 回言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 969-972, 2008.
- [8] 形態素解析辞書 unidic。http://www.tokuteicorpus.jp/dist/.
- [9] Galatea ウェブサイト。http://sourceforge.jp/projects/galateatalk/.
- [10] 形態素解析器 和布蕪 (mecab)。http://mecab.sourceforge.net/.
- [11] 宮崎正弘。日本文音声変換のための数詞読み規則。情報処理学会論文誌, Vol. 25, No. 6, pp. 1035-1043, 1984.
- [12] 柴田武。外来語におけるアクセント核の位置。明治書院, 1994.
- [13] James D McCawley. What is a tone language? in: Victoria fromkin (ed.). *Tone: A linguistic survey*, pp. 113-131, 1978.
- [14] W. Sidney Allen. Accent and rhythm. *Prosodic Features of Latin and Greek: a Study in Theory and Reconstruction*, 1973.
- [15] 儀利古幹雄。東京方言におけるアクセントの平板化-外来語複合名詞アクセントの記述-。国立国語研究所論集, Vol. 1, pp. 1-19, 2011.
- [16] オンラインアクセント辞書 OJAD。http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/maria/.
- [17] H. Hirano et al. Development of an on-line word accent dictionary of Japanese. *Proc. Int. Conference on Japanese Language Education*, 2009.
- [18] オンライン活用語アクセント辞書。http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/skobayashi/JsWebTestIndex.html.
- [19] 中川千恵子ら。さらに進んだスピーチ・プレゼンのための日本語発音練習帳。ひつじ書房, 2009.