



Title	音声認識アプリを活用したドイツ語発音トレーニング
Author(s)	岩居, 弘樹
Citation	大阪大学高等教育研究. 2015, 3, p. 1-15
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/51493">https://doi.org/10.18910/51493</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 音声認識アプリを活用したドイツ語発音トレーニング

岩居 弘樹

## German Voice Training with a Speech Recognition Application

Hiroki Iwai

This paper shows the potential of pronunciation practice using a voice recognition system in German class for beginners. The study involves the analysis of the output texts produced by 96 (Summer Semester) / 93 (Winter Semester) students who practiced reading 5 to 10 German sentences into Speech to Text (STT) apps such as “Dragon Dictation” for about 30 minutes of each lesson. Analysis of the output from STT revealed a number of findings. The students tried to have their voice recognized for an average of 77 to 87 times within 30 minutes. This means that they read more than 300 words aloud while checking and modifying the position of their mouth and tongue carefully. There is some evidence in the output texts of the exercise that shows that some of the students corrected their pronunciation successfully without help from their instructor. This exercise also shows that there are some sentences Japanese students correctly pronounce without any training. On other hand, it clearly showed that rounded vowels such as “u” are one of the weakest points of Japanese students. From the patterns of failures the students made in the exercise, the instructor can recognize what part of the articulatory organ students should pay attention to, and can give them advice on how they should change its form. The results of the exercise suggest that “speak-aloud-practice” using an STT app gives learners more motivation and concentration than traditional pronunciation exercises that don’t give students any realtime feedback on the sounds they produce.

Keywords : pronunciation training, speech to text app, iPad, German lesson

### 1. はじめに

外国語学習，特にネイティブスピーカーではない教員が行う授業では，発音練習よりも文法事項の説明に時間を費やしていることが多いのではないだろうか。従来型の一斉授業では，「30人クラスで，学生だけが話すとしても，90分授業では，一人あたりの発言時間は単純に計算して3分である」（伊藤・佐藤1996: p142）という記述のとおり，授業中に学生が声を発する時間はわずかしかない。しかし，近年注目されている学生主体型の授業であれば，ICTを活用することで発音トレーニングを十

分に行うことができるのではないだろうか。

教師が発音の良し悪しを判定する場合には，どうしても1対1での指導になる。複数の学生が同時に発音トレーニングをすると，学生のアクションに対するフィードバックを返すことが難しかった。これはLL教室，CALL教室でのヘッドセットを使ったトレーニングでも変わりはない。音声認識や発音解析を活用した英語発音トレーニング用のソフトウェアも開発されている<sup>(1)</sup>が，残念ながら英語以外の言語には対応していない。

本稿では，初修ドイツ語クラスで，ドイツ語を声にだすことに重点を置いた授業の概要と，音声認識システム

所 属：大阪大学全学教育推進機構

Affiliation : Center for Education in Liberal Arts and Sciences, Osaka University, JAPAN

連絡先 : iwai@celas.osaka-u.ac.jp

を活用した発音トレーニングの実践事例、その特徴を報告し、日本語母語話者の発音の特徴と課題を明らかにすることを目的としている。

## 2. 授業実践と音声認識技術

### 2.1. 授業の概要

本授業は、大阪大学の工学部・基礎工学部の1年生が受講する初級クラス（「地域言語文化演習（ドイツ語）」）2クラスで実施した。受講生は前期96名、後期93名（内再履修者 前期11名、後期7名）で、再履修者を除き履修前にドイツ語を学んだ学生はいない。受講者は、「地域言語文化演習（ドイツ語）」と並行して「初級ドイツ語」で文法を学習する。両クラス間で内容に関する連携は取られていない。

### 2.2. 授業の流れ

本授業では、ドイツ語による口頭表現のトレーニングを行い、音声を中心とした外国語の学習方法を学ぶことを目的としている。

学生にはiPadをひとり1台配布し、以下のアプリやサービスを利用して授業を行っている。

- ・ Dragon Dictation（音声認識アプリ）
- ・ German Word Wizard（合成音声アプリ）
- ・ Quizlet（オンラインフラッシュカードサービス）
- ・ imiwa?（日本語辞書：多言語例文データベースとして利用）
- ・ カメラアプリ（ビデオ撮影用）
- ・ YouTube Capture（ビデオ撮影とYouTubeへのアップロード用）
- ・ ロイロノート（ビデオ編集・スライドショー作成アプリ）
- ・ ロイロノートスクール（ロイロノートのクラウド版・後期より使用）
- ・ BlackBoard Mobile Learn（授業支援システム用アプリ）
- ・ BeeDance（協働学習支援システム）  
（詳細は巻末参照）

学生は、トレーニングの成果をグループでビデオ撮影することを目標に発音練習や対話練習、シナリオ作成を行う。2014年前期は、授業5回に1回の割合でビデオ撮影を行った。学習活動は3人グループで行い、ビデオ撮影ではグループ全員がローテーションしてすべての役



図1 授業の流れ (2014)

割を演じる。授業時間90分のうちの60分を撮影にあて、残り30分ほどで簡単な編集やYouTubeへのアップロード作業を行う。

後期は、発音トレーニングのあと、練習で使ったドイツ語を用いて簡単なスライドショーを作りナレーションを吹き込むという活動を中心に行い、12月初旬と1月末の2度、ビデオ撮影を行った。

また授業支援システムを利用して学習内容（オンライン教材やYouTubeへのリンク）を共有し、日誌機能

を使って学生との1対1コミュニケーションをとっている。

### 2.3. 音声認識アプリについて

音声認識は、マイクから入力された音声の解析（音響モデル）に加えて、膨大なデータから導き出された語の出現確率とその前後に出現する語の頻度（言語モデル）を手がかりに「音声」を「文字」に変換するシステムである。ネイティブスピーカーの明瞭な発音であれば高い確率で正しく認識されるが、発音が不明瞭な場合や不自然なスピードで発音した場合、周囲に騒音がある場合などには誤認識が起こりやすい。このような特性から、学習者が発したドイツ語が音声認識システムで正しく認識されテキスト化された場合、その発音は「通じる」発音であると考えられる<sup>(2)</sup>。正しく認識されない場合でも、その発音が「正しくない」「通じない」ということを表しているわけではないという点には注意したい。

ここでは、iOSアプリDragon Dictationを利用している<sup>(3)</sup>。他にも音声認識アプリは多数あるが、Dragon Dictationは、認識結果が曖昧な場合、別候補を表示させることができるという長所がある。

### 2.4. 発音トレーニングの位置づけとトレーニング方法

本授業での発音トレーニングは、文としてまとまった発話を繰り返し声に出し、ドイツ語の音に慣れることをめざしている。音声認識システムを発音トレーニングに取り入れた大きな理由は、発音の結果が学習者が認識できる形（＝文字）ですぐにフィードバックされる点にある。このシステムを2010年から実験的に使い始めたが、自分の発音に対する即時フィードバックが練習への意欲を高める様子を数多く目にしてきた。

本稿で扱う2014年度の実践では、3回目（5月13日）の授業から音声認識アプリを利用した発音トレーニングを開始し、ビデオ撮影による成果発表の週を除く毎週実施した。発音トレーニングは授業開始から30分程度行っている。

学生は課題としてだされる5～10個の文を、ドイツ語の音声を聴いて確認し、音声認識アプリDragon Dictationで正しく認識させるべく繰り返し練習する。音声の確認には合成音声アプリGerman Word Wizardや音声再生機能のあるフラッシュカードサービスQuizletを利用している。課題に使用したドイツ語の一覧は巻末にまとめている。

### 3. 調査方法

前期は5月から7月の授業の内の8回、後期は10月から本稿執筆中の11月18日までに6回の発音トレーニングを行い、Dragon Dictationの音声認識結果、のべ1260サンプルを用いて分析を行った。

音声認識結果は、Dragon Dictationのメール送信機能を使い、発音練習記録収集用のメールアドレス宛に送信するという方法で記録を回収した<sup>(4)</sup>。

### 4. 調査結果

#### 4.1. 発音トレーニング（実際に声を出した練習）の回数について

発音トレーニングの際、学生には、認識結果が表示されるごとに改行するように指示した。認識結果をみながら個別指導することを考慮してこのように指示していたが、このことで学生が実際に練習した回数を計測することができた。ただし、5月の段階では改行を入れずに練習を続けた学生が数名いたため、実際の練習回数よりも少なめの数値がでていた。

練習回数の推移は図2のようになっている。統計をとり始めた5月13日の段階では、最も多く練習した学生でも練習回数は77回であったが、10月14日には平均して87回程度練習している。

7月8日、10月21日、28日に練習回数が増えているが、これは課題としたドイツ語が認識させやすかったためと思われる。また、6月10日と10月14日は他の回と比べて練習回数が増えているが、6月10日は時間の表現が中心になっており、10月14日は時間の表現を含む比較的長い文が課題となっている。

1回の授業で学生がドイツ語を声に出して練習する回数に関する過去のデータは見当たらない。そのため、他の授業と比べて練習量が増加しているとは言えないが、少なくとも筆者が担当した授業では、これほど声を出して発音練習したことはなかったと思われる。

トレーニングでは個々の単語ではなく文全体を発音するように指示していたが、認識されなかった1語だけを繰り返しトライする学生もいた。また、課題として提示している文は1語から14語までさまざまなバリエーションがあるため、練習回数が声に出した語数とは一致しない。そこで、学生が実際に発音した語数についての状況把握を試みた<sup>(5)</sup>。収集したサンプルから語数を調べると、図3のような結果となった。

教科書に掲載されているひとつのDialogが50語程度

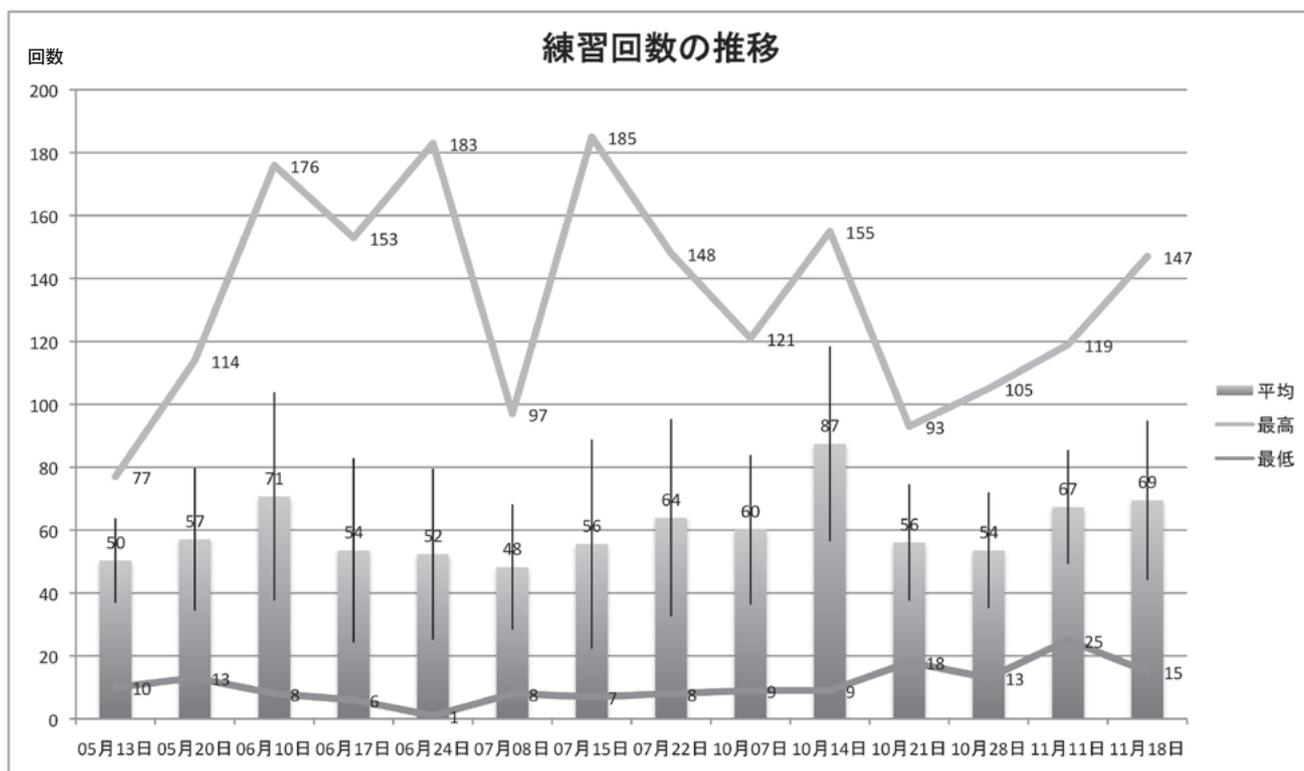


図2 練習回数の推移

の長さとする、30分の練習時間でDialogに換算して5回～6回程度繰り返し発音していると考えられる<sup>(6)</sup>。

自分の発音の問題点を意識しながら何度も繰り返し声に出しているという点が、この練習方法の特徴である。授業では練習回数の指示や、認識結果の点数化は行っていないことを考慮すると、「自分の発音を認識させたい」というモチベーションが働いていると予想できる<sup>(7)</sup>。

このような音声認識アプリを使用した発音練習は、iPadだけでなく、学生が所有しているほとんどのスマートフォンで実施可能であり、PCでも利用可能になりつつある。LL教室やCALL教室のような大規模な設備がなくても実施可能であり、学生が個人で購入したPCやタブレット端末、スマートフォンを学習に利用することが主流になると、音声認識アプリは、これからの外国語学習に有効なツールになりうると考える。

#### 4.2. 認識結果の個別事例の分析

次に、学習者がどのように発音を修正していくか、教師にはどのようなサポートが可能かについて見てみたい。

音声認識システムでは、発音・アクセントをまちがえた場合、「まちがえた音」がそのまま文字化されるのではなく、「まちがえた音」から推定されるデータベースに存在する語が表示される。この点に注意しながら表示

された語と発音しようとした語を比較分析することで、学習者の発音・アクセントの問題点を具体的に捉えることができる。

以下では認識結果の具体例をいくつか提示しながら、そこから見える発音の問題点を示す。

#### <A>Nくんの事例から

10月14日の課題

“Woher kommt der Zug?”

の練習結果は次のようになっている。網掛けは正しく認識されている語、アンダーラインは全て正しく認識された文を表す。

Pocher **kommt** ihr zurück  
 Forscher **kommt** derzeit  
 Bücher kommen wir zurück  
 Borchert abgerundete  
Woher kommt der zurück  
Woher kommst du dir zurück  
Woher kommt er zurück  
Woher kommt der zurück  
Woher kommt der Zug

最初の試行では“kommt”以外は正しく認識されていない。5回目で“woher”と“der”が認識されたが“der”

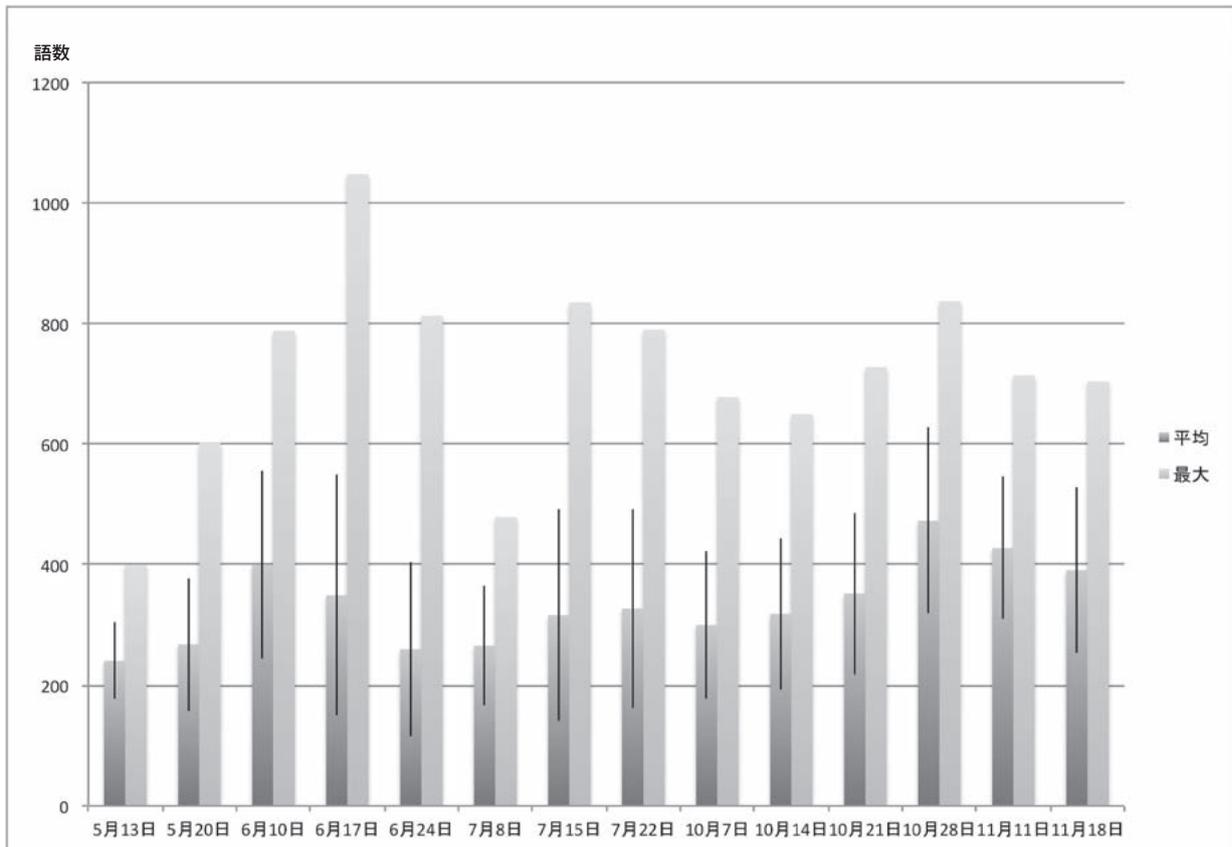


図3 発話語数の平均と最大値の推移

はまだ不安定である。8回目から“der”が安定し、9回目まで“Zug”をクリアしている。この課題を1度でも正しく認識させることができたのは91人中24人であったが、ほとんどのケースで“Zug”が問題となっていた。この点については5.2.で改めてとりあげる。

10月21日の課題1～3は最初の試行で成功し、課題4も2回目でクリアするなど順調に進んでいたが、課題9

“Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni?”  
ではNくんの弱点が見える<sup>(8)</sup>。

**Deine** süße gar **mit dem** Autor zahlen (文頭のFährtが欠落)

Werte **deine** SMS da **mit dem Auto** dort sagen?

**Fährt deine** SMS da **mit dem Auto** dort sagen die?

**Fährt deine** SMS da **mit dem Auto zur Uni?**

Vierte **deine Schwester mit dem Auto zur Uni?**

**Deine** SMS Alarm **mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

Jetzt **deine** SMS da **mit dem Auto zur Uni?**

**Deine** SMS da **mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

**Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni?**

**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni?** (文頭のFährtが欠落)

Hört **deine Schwester Schwester mit dem Auto zur Uni?**

Nくんは Schwester が苦手で、何度も“SMS da”と変換されている。また文頭の Führt がほとんど認識されず、“Werte”“Vierte”“Jetzt”“Hört”となったり欠落している。このことから、Nくんは唇歯音、特に文頭の [ɸ] 音と [v] 音が苦手だと推測できる。その一方で、多くの学生が苦手な“zur Uni”は比較的早い段階でクリアしている。

<B>Yくんの例

10月14日の課題3

“Woher kommt der Zug?”  
の練習過程は次のようになっている<sup>(9)</sup>.

**Woher kommt der** zu  
Her **kommt** er zurück  
**Woher kommt der** zurück  
Wo herkommen sehr zurück  
Vorher kommen wir zurück  
Vorher **kommt der** zurück  
**Woher kommt** jetzt  
Wo **kommt** jetzt  
**Woher kommt der Zug**  
**Woher kommt der Zug**

YくんもNくんと同じように, “der Zug” が何度も “zurück” と認識されている. 一方で, Woher が “Vorher” となったり, Woあるいはherが欠落するケースが見られる.

10月21日の課題1~2は最初の試行で成功, 課題3は3回め, 課題4は4回めでクリアしている. 課題9は

**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni** (文頭のFährtが欠落)  
Werden **deine Schwester mit dem Auto zur Uni**  
**Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni**  
Werden **deine Schwester mit dem Auto zur Uni**  
**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni** (文頭のFährtが欠落)  
**Deine Schwester mit dem Auto zur Uni** (文頭のFährtが欠落)  
**Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni**  
**Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni**

のように deine Schwester以降は問題ないが, Nくんと同様, 文頭のFährt がうまく認識させられない. 文頭の [f] 音の指導が必要であるといえる.

#### <C>Tくん

10月21日の課題1

Weißt du, was Michael macht?

では

Heißt das macht  
Weiß still was Michael  
Beißt dir was Michael  
Heißt Gel pas Michael

Weißt dir das Michael mach hat  
Weißt was Michael hat  
Weiß dir passen Michael, hat  
Heißt das Michael Schumacher hat  
Weißt du was Michael mach hat  
Weiß was Michael mach hat

のように一部分しか認識させることができていない. この練習結果を見ると, Weißt が “Heißt” になったり “Beißt” になることから [v]音ができていないことがわかる. また du が1度だけしかできていないことからおそらく円唇後舌狭母音が正しく発音できていないと考えられる. さらに文末の macht が “mach hat” や “hat” になっていることから, macht の ch のうしろに本来ないはずの母音を発音していると想像できる<sup>(10)</sup>. これについては授業中にTくんの発音を聞き, 母音が混入していることを確認した.

#### <D>Tさん

10月7日の課題3の前半

Fußball mag ich nicht.

では

Christbaum war ich nicht  
**Fußball mag ich nicht**  
Christbäume mag ich nicht  
Es waren mag ich nicht  
Es war einmal ich nicht  
Chris Brown mag ich nicht  
Mistkerl ich nicht  
Das war  
Es war der Meinung ich nicht  
Festball mag ich nicht  
Essbar mag ich nicht  
Festival mag ich nicht  
Es war einmal ich nicht  
S-Bahn mag ich nicht

のように, 2回目を除き Fußball がまったく認識されていない. Fußballの問題については5.2, 5.4で再度扱う.

このように認識結果を観察することで, それぞれの学生が苦手とするドイツ語発音が明らかになる. では, 日本語母語話者である学生にとってどのような音が難しいのだろう. 以下では, 今回の課題文のべ117個のそれぞれについて, 正しく認識させることができた割合を見てみよう<sup>(11)</sup>.

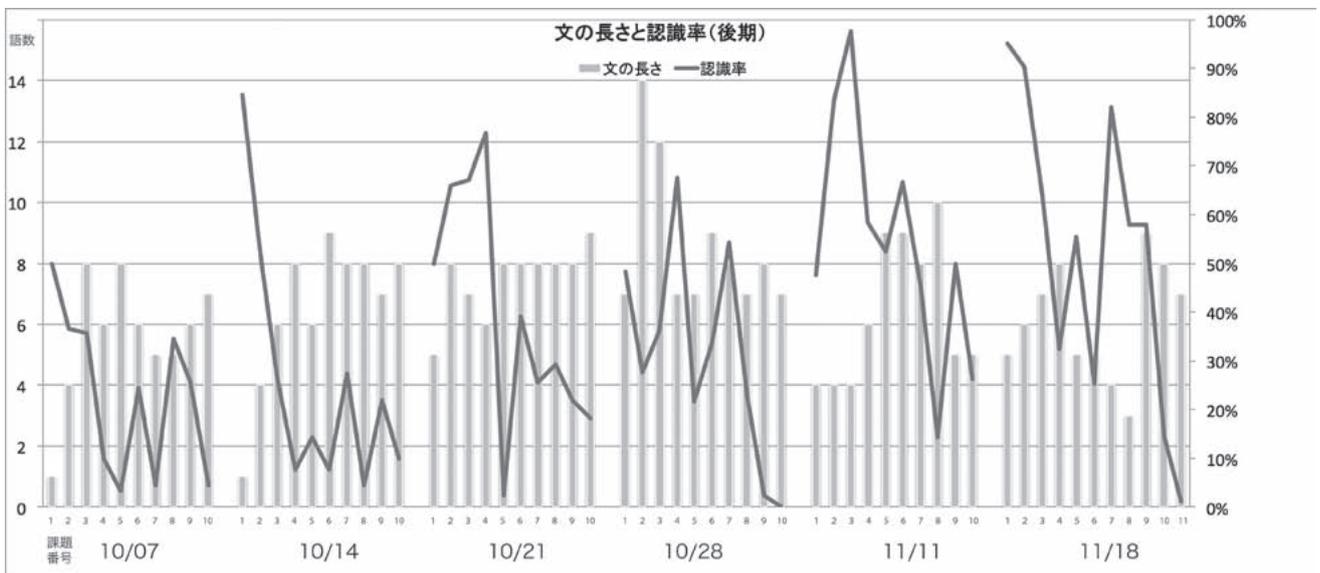
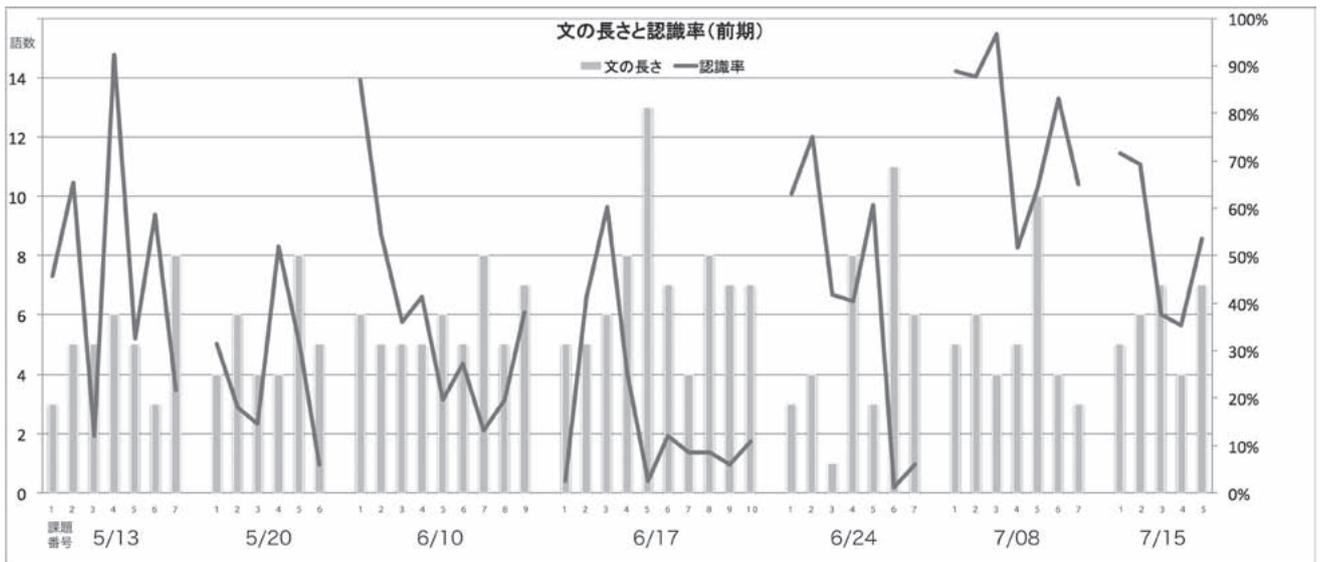


図4 文の長さと認識率

#### 4.3. 課題文の認識率について

ある課題文について1度でも正しく認識させることができた学生の割合を、ここではその文の認識率と呼ぶことにする<sup>(12)</sup>。認識率は、分母を各回の出席者数で計算している。

各回の課題文ごとの認識率を時系列に並べると図4の折れ線グラフになる。毎回課題前半に比べて後半の認識率が低くなっているが、これは時間の関係で後半の課題まで到達できない学生がいたためと考えられる<sup>(13)</sup>。

前期の終盤は全体に高い認識率になっている。練習の成果とみることもできるが、認識させやすい課題が集中していたという可能性もある。後期に入ってから課題には、復習のために前期の課題を含めているが、相対的に認識率は上がっている。

棒グラフは課題文の語数を表す。課題の中には複数の文をひとつにまとめているケースもある。図4では、これらを続けて発音し正しく認識されたケースだけをカウントしている。

このようなケースを文ごとに分割して認識率を見ると、さらに詳細な傾向をみてとることができる。(表1)ここから、10月21日の課題2前半の Ich glaube, や、10月28日の課題2冒頭の Moment は全員が少なくとも1度はできていることがわかる。また表1最後の課題のように、課題の後半になるほど認識率が落ちているケースもある。

## 5. 音声認識結果から見える発音上の課題

課題文の認識率と認識結果を詳細に観察すると、日本語母語話者の誤認識の特徴が浮かび上がる。以下では、その特徴的な例をいくつかあげて分析する。

### 5.1. 時刻の表現は苦手

表2をみると時刻の表現を含む文の認識率が相対的に低いことがわかる<sup>(14)</sup>。

Gegen 11:30 Uhr (halb zwölf) .

Ich stehe um 6:35 Uhr (fünf nach halb sieben) auf.

Um 8:20 Uhr<sup>(15)</sup> (zehn vor halb neun) .

のように読み方を明示した場合は順に認識率58%, 33%, 25%になるが、

Wann kommt er an? — Um 4:45 Uhr.

Wann fährt er ab? — Um 8:20 Uhr.

のように読み方が表示されていない場合は10%以下に落ちている。これは時刻表現がまだ定着していないことも理由のひとつと考えられるが、それ以上に特に問題と

表1 課題を分割した場合の認識率

課題番号		認識率
W103	Fußball mag ich nicht. Ich mag lieber Basketball.	36%
	Fußball mag ich nicht.	61%
	Ich mag lieber Basketball.	73%
W203	Woher kommt der Zug? — Aus Hamburg.	26%
	Woher kommt der Zug?	41%
	Aus Hamburg.	91%
W204	Wann kommt er an? — Um 4:45 Uhr.	8%
	Wann kommt er an?	82%
	Um 4:45 Uhr.	15%
W205	Wohin fährt der Bus? — Nach München.	14%
	Wohin fährt der Bus?	70%
	Nach München.	43%
W206	Wann fährt er ab? — Um 8:20 Uhr.	8%
	Wann fährt er ab?	46%
	Um 8:20 Uhr.	16%
W302	Ich glaube, er macht eine Reise nach Japan.	66%
	Ich glaube	100%
	er macht eine Reise nach Japan	68%
W303	Sag mal, wann kommst du zu mir?	67%
	Sag mal	99%
	wann kommst du zu mir	74%
W402	Moment. Da gehen Sie immer geradeaus, über die Kreuzung, dann die erste Straße links.	28%
	Moment	100%
	Da gehen Sie immer geradeaus	81%
	über die Kreuzung	60%
	dann die erste Straße rechts	2%

なるのは、前置詞 um の円唇音 [u] と von, vor, vier, fünf, Viertelなどの唇歯音 [f] である。

### 5.2. 円唇音 [u] に関連する問題

4.2. で指摘した“du”や“Zug”, 時刻を表す前置詞 um など、円唇音 [u] を含む語は問題となるケースが多い。以下具体的に見てみよう。

#### A. um の難しさ

um は時刻を表す前置詞以外に分離前綴り um が含まれる文もある。

An der vierten Haltestelle steigen Sie bitte um.

は10月28日と11月18日の2度練習したが、1回目は2%, 2回目は14%と認識率が低い。一方、um を含む文は zum を含む文よりも認識率が低い。ドイツ語では母音が語頭にある場合は声門を閉鎖した状態から発音される(声門閉鎖音)が、日本語母語話者にはこれが意識できていないものと推測できる(表3)。また、um には両唇鼻音 [m] の問題もある。

例えば6月17日の記録を見ると、課題文4

Um wie viel Uhr gehst du zur Uni?

において、

Und wie viel Uhr gehst zur Uni

のように両唇音ができていないと思われるケース、

Nun wie viel Uhr gehst den Sir Uli

のように声門閉鎖音と両唇音の両方が問題となるケースなどが散見される。

声門閉鎖音も円唇音も授業の際に直接指導すると改善

表2 時刻の表現を含む文の認識率

課題番号		認識率
W608	Gegen 11:30 Uhr (halb zwölf) .	58%
W604	Ich stehe um 6:35 Uhr (fünf nach halb sieben) auf.	33%
S404	Um wie viel Uhr gehst du zur Uni?	25%
W606	Um 8:20 Uhr (zehn vor halb neun) .	25%
S308	Ich frühstücke um halb acht.	20%
S307	Ich stehe um zehn nach halb sieben auf.	13%
S406	Am Abend um sechs treffe ich Freunde.	12%
S410	Ich bin heute um halb sieben aufgestanden.	11%
W204	Wann kommt er an? — Um 4:45 Uhr.	8%
S409	Ich habe von neun bis elf ferngesehen.	6%
W105	Ich stehe um 6:35 Uhr auf.	3%
W206	Wann fährt er ab? — Um 8:20 Uhr.	2%
S405	Von zehn vor halb vier bis zehn vor fünf habe ich ein Seminar.	2%
S506	Von halb drei bis vier will ich mit Freunden Mathe lernen.	1%

表3 zumを含む文の認識率

課題番号		認識率
W404	Fahren Sie mit der U-Bahn zum Hauptbahnhof.	67%
W603	Wie komme ich am besten zum Flughafen?	64%
W504	Das Einkaufszentrum ist einfach zu finden.	58%
W609	Am Dienstag fahren wir mit dem Bus zum Stadion.	58%
W401	Wie komme ich von hier zum Fußballstadion?	48%
W501	Sie wollen zum Theater.	48%
W306	Meine Mutter fährt mit dem Mofa zum Supermarkt.	39%
S703	Wie komme ich am besten zum Flughafen?	38%
W406	Können Sie mir sagen, wie ich zum Tiergarten komme?	34%
W307	Mein Vater fährt mit der U-Bahn zum Büro.	26%
W310	Am Dienstag fahren wir mit dem Bus zum Stadion.	18%

することが多いが、両唇音 [m] はなかなか定着しないという印象がある。

#### B. Woher kommt der Zug?

4.2で指摘したように Zug が認識されないケースが目立つ。10月14日の課題には表4のように3箇所 Zug が入っており、いずれの文も認識率は低い。練習結果を調査すると、Zug が zurück (62%) derzeit (26%) Zwerg (15%) のように認識されているケースが目立つ。いずれも円唇音 [u] の指導と練習で改善されると考えられるが、Typ (13%) zu (9%) Zell (8%) と認識されたケースのように歯茎破擦音 [z] や軟口蓋音 [k] に課題があると思われる場合もある。

表4 Zugを含む文の認識率

課題番号		認識率
W203	Woher kommt der Zug? - Aus Hamburg.	26%
W209	Wann kommt der Zug aus Stuttgart an?	22%
W210	Wann fährt der nächste Zug nach Bremen ab?	10%

#### C. Kannst du das bitte buchstabieren?

この文の認識率は11%と低い。しかしこの文を2つに分割して調べると表5のような結果になる。これを見ると、Kannst du das bitte まではできているが、buchstabierenができなかったケースが多いことがわかる。

表5 Kannst du das bitte buchstabierenの認識率

課題番号		認識率
S103	Kannst du das bitte buchstabieren?	11%
	Kannst du das bitte	50%
	buchstabieren	18%

#### D. Fußball mag ich nicht.

この文は5月20日と10月7日の2回課題として出したが、それぞれ31%、36%と認識率は高くない。これを分割して mag ich nicht だけで調べると、5月20日は83%、10月7日は88%となることから Fußball に問題があることがわかる。練習結果を見ると、Fußball が “Es war”, “Bis bald” となるケースが目立ち、他にも Das war, Lesbar などのパターンもみられる。(表6) Fußball の誤認識については、ここで問題にしている円唇音 [u] 以外に、子音 [f], [b], [l] についても注意が必要である。

表6 Fußball mag ich nicht の誤認識パターン

	5/20	10/7
Fußball mag ich nicht	31%	36%
mag ich nicht	83%	88%
Es war mag ich nicht	20%	23%
Bis bald mag ich nicht	14%	20%

#### E. その他

Entschuldigung は練習の成果がみえるもののひとつだが、語尾の -ung は認識されにくい。一方幹母音 u の発音があいまいな場合は Entschädigung のようになる。(表7)

また、du に関してはさまざまなケースがあるためパーセンテージをだすことはできないが、die や den になったり、欠落したり、あるいは Kannst du が Kanste や Haste になるなどの誤認識が多数見られる。

表7 Entschuldigung の誤認識パターン

	6/24	10/7	10/14
Entschuldigung	41%	50%	82%
Entschuldigen	45%	44%	40%
Entschuldige	27%	30%	25%
Entschädigung	8%	10%	3%
Entschädigen	22%	20%	11%

円唇音 [u] の発音の難しさは、[u] の直前に来る子音との関係も考慮して指導する必要があると思われるが、これについてはさらなる検証が必要である。

### 5.3. ウムラウトの問題について

ドイツ語学習をはじめて1ヶ月ほどの段階で行った最初の発音練習では、興味深い結果が出ている。5月13日の記録をみると

“Mein Name ist Thomas Müller”

と正しく認識されたものが134件 (60人) ヒットするが、Müllerを除いた

“Mein Name ist Thomas “

で検索すると510件 (86人) になる。このことから学生たちは Müller の発音ができないことがわかる。Müllerに相当する部分を観察すると以下のように認識されている。(表8)

表8 Mein Name ist Thomas Müller の誤認識パターン

	ヒット数	認識/誤認識率
Mein Name ist Thomas Müller	134	65%
Mein Name ist Thomas <u>mir</u>	144	40%
Mein Name ist Thomas <u>Miller</u>	55	29%
Mein Name ist Thomas <u>Mira</u>	25	16%
Mein Name ist Thomas <u>Miura</u>	6	7%

5月13日の段階ではまだu-Umlautの発音については解説しておらず、練習もしていないが、練習記録に Muller や Mola という認識結果がないことから、学生は u-Umlaut を [i] に近い音として認識し発音していると考えられる。この点だけを根拠に判断することはできないが、ウムラウトについては学生の耳を信じて音から発音学習を始めることは意義があるかもしれない。

なお、同じ文で、

Mein Name ist Thomas wieder

と認識された学生が10人、

Mein Name ist Thomas Weber

と認識された学生が8人いたが、いずれの場合もここでは短母音である ü を長母音として発音したための誤認識であったと考えられる。

### 5.4. f音にまつわる問題

表1で紹介した時間の表現を含む文のうち

6月10日の課題7

Ich stehe um zehn nach halb sieben auf.

10月7日の課題5

Ich stehe um 6:35 Uhr auf.

11月18日の課題4

Ich stehe um 6:35 Uhr (fünf nach halb sieben) auf.

については、誤認識の原因が時刻表現の部分だけでな

表9 auf の誤認識パターンの推移

	6/10	10/7	11/18
auch	71件	39件	30件
aus	55件	12件	10件

く、語尾の auf にある場合も散見される。特に auf が auch や aus と認識されているケースが目立つ。(表9)

また数字 vier についても唇歯音 [f] がネックになっているケースがある。

6月24日の課題にある

Von halb drei bis vier will ich mit Freunden Mathe lernen.

の bis vier が bisher と誤認識された学生は18人 (22%)、ヒット数51件であった。その他件数は少ないが、bis hier, bis ja, bis mir, bis wir というケースも見られた。なお bis wir は v を [f] ではなく [v] で発音したためだと推測できる。

### 5.5. h にまつわる問題

7月8日の課題

Hier immer geradeaus

は認識率は67%と比較的高いが、認識結果を見ると hier が正しく認識されていないケースが多く見られる。(表10)

表10 hier の誤認識パターン

	ヒット数	誤認識率
Ja immer	366	74%
ich ja immer	58	38%
Sehr immer	55	29%

これは、hier をおそらく日本語で「ひやー」と発音しているためではないかと考えられる。つまり ie が極端に短い、あるいは [e] に近い音になっていると想像できる。

また ich ja immer となっているケースは、無声声門摩擦音 h が ch 音になっているためと推測される。

## 6. 学生の声

このようになかなか正しく認識されない状態のなかで練習を重ねているが、学生たちは音声認識を使った練習に対して次のような感想を述べている。

ドラゴンでやっていたように何度も何度も復唱する

ことはとてもいいやり方だと思いました。何度もいうことで発音もわかるしドイツ語を覚えることにも役立ちました。実際ワールドカップでドイツの監督のインタビューで単語レベルですが少しだけでも聞き取ることができました。(工学部1年男)

Dragonで自分の発音を先生に見てもらわなくてもきちんと修正することができてとても便利だったです。(工学部1年男)

一番実感したのは、ドイツ語が口から流れるように出るということである。例えば、Treffen wir uns um eins bei mir vor dem Haus.やDas Fußballspiel gibt es am Sonntag in einer Woche.などの文は最初は、意味は解らず、しかしながら、スラスラと発音できるという英語では考えられない状態になっていた。そして、意味は後から覚えたのだが、その作業は遥かに簡単に感じた。

次に思ったのは、記憶が比較的長い間持続するということだ。自分でも信じられないが、今でも最初のビデオのシナリオをスラスラと発音できる。

そして最後に、何より実際に発音するのが楽しいということがこの授業の最大の良い点だと思う。机に座ってペンをガリガリ動かしているだけでは、あまりにも退屈でおそらくドイツ語のワンフレーズさえスラスラ発音できていないだろう。(基礎工学部1年男)

“声に出して覚える”ことの大切さを学びました。僕自身、暗記が大の苦手なのですが、なぜか先生の授業で習ったことは次の週にも覚えているという現象が起きました。それはやはり、声に出していたからでした。家での学習で暗記科目をする場合も、声に出していきたいと思います。(工学部・1年・男)

## 7. おわりに

以上見てきたように、音声認識システムを授業に導入することによって、学生が自分の発音を自分自身でチェックし修正することができるようになり、能動的な発音練習が可能になった点は強調しておきたい。また、全員が並行して自分のペースで発音練習をすることができるため、教師は巡回しながら個別指導を行うことがで

きた。副次的なメリットになるが、1クラス50人近くいる学生ひとりひとりに声をかけるチャンスが生まれたことはありがたい。

音声認識システムは、人間に比べて曖昧な発音に対する許容範囲が狭い。ネイティブスピーカーが聞いた場合には、前後関係から意味や発話意図を推測し、曖昧な発音を修正して受け入れるが、音声認識システムには意味をベースにした誤り訂正の仕組みは入っていない。その意味で、ネイティブスピーカーよりも厳しい判定になる。

自分の発音が認識されないことを音声認識システムのせいにする学生もいるが、今回の認識率のデータをみると、これは正しくないといえるだろう。

授業への導入には、「判定の厳しさ」と「認識率」の両方を念頭に置きながら、学生のモチベーションを下げることがないように注意したい。

今回の取組から、牧野(2013: p122)が述べているような「音を意識せずに」外国語を話しているという状況は改善することができたと思われる。

分析すべきデータは多数残っている。分析方法についても今回の方法が妥当かどうかは検討の余地がある。しかし、毎回の発音練習に積極的に参加している状況を見る限り、学生のモチベーションが維持されていると考えて良いだろう。またその成果はビデオ撮影というタスクにも反映されている。発音練習とビデオ撮影に関しては別の機会に譲りたい。

本研究は科研費・基盤研究(C)(24520618)の助成を受けたものである。

This work was supported by MEXT KAKENHI Grant Number 24520618.

受付2014.12.16／受理2015.02.09

## 注釈

- (1) Hoya製「GlobalvoiceCALL」, Advanced Media, Inc. 「AmiVoice® CALL -pronunciation-」など。
- (2) 多少不正確な発音でも言語モデルによる補正が行われ、正しいドイツ語として認識されることもあるので、必ずしも「正しく発音された」とはいえない。
- (3) Dragon Dictationは2009年末に公開され、筆者は2010年からApple社のiPod touchにインストールして授業実践での検証を始めた。
- (4) 当初は送信忘れや誤送信などもあったが、現在では100%

回収されている。2012年までは学習者の練習を観察しながら認識結果の特徴を記録をしていたが、2013年度は課題文をプリントで配布し、認識結果を記入して回収するという流れで記録を収集した。これにより認識結果に関する多くの特徴をつかむことができた。しかし、誤った認識結果を学生が書き写すことの意義や書き写された記録の正確性など解決すべき問題点が残っていた。

- (5) 語数は音声認識の結果をもとに計算した。分離前綴りは1語として、時間の表現はアルファベット表記した場合の語数としている。ただし、本来1語のはずが誤認識されて2語以上になったり、全く認識せずに空白になるケースもあるため、実際の練習回数とは多少の誤差がある。
- (6) 初級文法の教科書で例示される Dialog だと20～30語程度であろう。
- (7) 発音トレーニングへのモチベーションについては今後の研究課題としたい。
- (8) Dragon Dictationでは、“Fragezeichen”と発音することで“?”が表示される。Nくんは、10月14日の練習ではまだ“Fragezeichen”を試していないが、10月21日からは使用している。
- (9) Yくんは、課題文後半の Aus Hamburg までを通して練習していた。ここでは後半部分を省略して提示している。
- (10) Tくんを含め18人（クラスの約2割）に同様のケースが認められた。
- (11) 7月15日の後半および7月21日は、「ビデオ撮影のシナリオからまだ十分に発音練習できていないと思う文をグループでピックアップして練習してください」と指示し、それぞれ5ないし10個の文を練習した。そのため、認識率の統計からは外している。
- (12) 偶然認識させることができたというケースも含まれると思われるが、偶然かどうかは記録だけでは判別することはできない。
- (13) 各学生がどの課題文まで練習できたかは把握できていない。
- (14) 課題文はDragon Dictationで正しく認識された際に表示される形式で提示している。たとえば時刻の表現では、Gegen halb zwölf. → Gegen 11:30 Uhr.  
Ich stehe um fünf nach halb sieben auf. → Ich stehe um 6:35 Uhr auf.  
のように“Uhr”を入れた形で表示される。
- (15) 課題にUm 4:45 Uhrのように記載されている場合、数字の読み方、時間の表現を忘れ、“um Viertel vor fünf”と発音できなかった可能性もある。

## 参考文献

伊藤裕紀子・佐藤修子「授業分析—ドイツ語授業の改善をめざして—」北星論集（文）第33号, pp.137 - 151, 1996.  
岩居弘樹「まねる・とる・ふりかえる～ビデオ撮影を取り入れ

たドイツ語の授業の一例～」大阪大学大学教育実践センター「創造と実践」7, pp18 - 25, 2008.

岩居弘樹「iPadを活用したドイツ語アクティブラーニング」, 大阪大学大学教育実践センター紀要8, pp.1-8, 2012.

岩居弘樹「音声認識アプリを活用したドイツ語発音練習の試み」大阪大学高等教育研究01, pp.51 -58, 2013.

岩居弘樹「iPadを活用した学生によるビデオ撮影」中国語教育第12号, pp. 38 - 45, 2014.

岩居弘樹「音声認識アプリを用いたドイツ語発音学習の実践と検証」大阪大学高等教育研究02, pp.11 - 18, 2014.

牧野眞貴「学生が効果的に感じる英語発音トレーニングの実践報告」外国語教育フォーラム第12号（関西大学）, pp.121 - 134, 2013.

## 使用したアプリ・サービスの詳細

### Dragon Dictation

Nuance Communications, Inc.が開発したiOS用音声認識アプリ  
<http://japan.nuance.com/dragonmobileapps/apple/dictation.html>

### German Word Wizard

L' Escapadouが開発したiOS用合成音声アプリ  
<http://lescapadou.com/>

### Quizlet

オンラインフラッシュカードサービス  
<http://quizlet.com/>

### imiwa?

iOS向け日本語辞書アプリ

<http://www.imiwaapp.com/>

多言語例文データベース Tatoeba Project のデータをベースに作られている。

<http://tatoeba.org/>

### YouTube Capture

ビデオ撮影& YouTubeへのアップロード用アプリ  
<https://www.youtube.com/capture>

### ロイロノート

ビデオ編集・スライドショー作成アプリ

[http://loilo.tv/jp/product/ipad\\_edu\\_note](http://loilo.tv/jp/product/ipad_edu_note)

### ロイロノートスクール

ロイロノートのクラウド版・後期より使用

<http://n.loilo.tv/ja>

### BlackBoard Mobile Learn

大阪大学CLE用アプリ

大阪大学では導入している授業支援システム Blackboard を利用している

<http://www.blackboard.jp/>

### BeeDance

SCSKが開発したiPad用協働学習支援システム

<https://www.scsk.jp/product/common/bee/>

## 【資料】

## 発音練習で使ったドイツ語と認識率

課題番号		認識できた 人数	出席者数	認識率
5月13日				
S101	Ich bin Schmidt.	42	92	45.65%
S102	Mein Name ist Thomas Müller.	60	92	65.22%
S103	Kannst du das bitte buchstabieren.	11	92	11.96%
S104	Ich komme aus Deutschland, aus Berlin.	85	92	92.39%
S105	Ich wohne jetzt in München.	30	92	32.61%
S106	Sprichst du Deutsch?	54	92	58.70%
S107	Ich spreche Japanisch Englisch und ein bisschen Deutsch.	20	92	21.74%
5月20日				
S201	Wie ist deine Handynummer?	26	83	31.33%
S202	Was für Sport machst du?	15	83	18.07%
S203	Spielst du gern Fußball?	12	83	14.46%
S204	Ich spiele gern Tennis.	43	83	51.81%
S205	Fußball mag ich nicht. Ich mag lieber Basketball.	26	83	31.33%
S206	Ich sehe gern Fußballspiele an.	5	83	6.02%
6月10日				
S301	Wie viel Uhr ist es jetzt?	80	92	86.96%
S302	Es ist Viertel vor zehn.	50	92	54.35%
S303	Es ist fünf vor elf.	33	92	35.87%
S304	(11時45分です) * Es ist 11:45 Uhr.	38	92	41.30%
S305	(12時25分です) * Es ist 0:25 Uhr.	18	92	19.57%
S306	(4時15分です) * Es ist 4:15 Uhr.	25	92	27.17%
S307	Ich stehe um zehn nach halb sieben auf.	12	92	13.04%
S308	Ich frühstücke um halb acht.	18	92	19.57%
S309	Hast du heute Abend gegen acht Zeit?	35	92	38.04%
	* S304, S305, S306 については日本語のみ提示した			
6月17日				
S401	Am Vormittag besuche ich Vorlesungen.	2	83	2.41%
S402	Morgen halte ich ein Referat.	34	83	40.96%
S403	Was hast du am Dienstag vor?	50	83	60.24%
S404	Um wie viel Uhr gehst du zur Uni?	21	83	25.30%
S405	Von zehn vor halb vier bis zehn vor fünf habe ich ein Seminar.	2	83	2.41%
S406	Am Abend um sechs treffe ich Freunde.	10	83	12.05%
S407	Wann frühstückst du morgen?	7	83	8.43%
S408	Was hast du am Mittwoch gegen neun gemacht?	7	83	8.43%
S409	Ich habe von neun bis elf ferngesehen.	5	83	6.02%
S410	Ich bin heute um halb sieben aufgestanden.	9	83	10.84%
6月24日				
S501	Hast du Hunger?	53	84	63.10%
S502	Lass uns etwas essen.	63	84	75.00%
S503	Entschuldigung.	35	84	41.67%
S504	Ich muss heute nicht in die Uni gehen.	34	84	40.48%
S505	Kannst du mitkommen?	51	84	60.71%
S506	Von halb drei bis vier will ich mit Freunden Mathe lernen.	1	84	1.19%
S507	Möchtest du zusammen Lineare Algebra lernen?	5	84	5.95%
7月8日				
S601	Wo ist der nächste Supermarkt?	79	89	88.76%
S602	In der Hauptstraße an der Ecke.	78	89	87.64%
S603	Wie komme ich dahin?	86	89	96.63%
S604	Hier immer geradeaus.	60	89	67.42%
S605	Dann rechts.	68	89	76.40%

課題番号		認識できた 人数	出席者数	認識率
S606	Hier immer geradeaus, dann rechts.	46	89	51.69%
S607	Die Bibliothek ist auf der linken Seite das zweite Haus.	57	89	64.04%
S608	Wie lange dauert es?	74	89	83.15%
S609	Etwa 10 Minuten.	58	89	65.17%
<b>7月15日</b>				
S701	Wo ist das nächste Restaurant?	63	88	71.59%
S702	In der Einkaufsstraße an der Ecke.	61	88	69.32%
S703	Wie komme ich am besten zum Flughafen?	33	88	37.50%
S704	Vielen Dank.	73	88	82.95%
S705	Gern geschehen.	42	88	47.73%
S706	Vielen Dank. — Gern geschehen.	31	88	35.23%
S707	In der Poststraße auf der rechten Seite.	47	88	53.41%
<b>10月7日</b>				
W101	Entschuldigung.	45	90	50.00%
W102	Vielen Dank. — Gern geschehen.	33	90	36.67%
W103	Fußball mag ich nicht. Ich mag lieber Basketball.	32	90	35.56%
W104	Möchtest du zusammen Lineare Algebra lernen?	9	90	10.00%
W105	Ich stehe um 6:35 Uhr auf.	3	90	3.33%
W106	Was hast du am Dienstag vor?	22	90	24.44%
W107	Am Vormittag besuche ich Vorlesungen.	4	90	4.44%
W108	Wo ist das nächste Restaurant?	31	90	34.44%
W109	In der Einkaufsstraße an der Ecke.	23	90	25.56%
W110	Wie komme ich am besten zum Flughafen?	4	90	4.44%
<b>10月14日</b>				
W201	Entschuldigung.	77	91	84.62%
W202	Danke schön. — Keine Ursache.	52	91	57.14%
W203	Woher kommt der Zug? — Aus Hamburg.	24	91	26.37%
W204	Wann kommt er an? — Um 4:45 Uhr.	7	91	7.69%
W205	Wohin fährt der Bus? — Nach München.	13	91	14.29%
W206	Wann fährt er ab? — Um 8:20 Uhr.	7	91	7.69%
W207	Wie fährst du nach Frankfurt? — Mit dem Auto.	25	91	27.47%
W208	Und wann kommst du an? — Gegen 11:30 Uhr.	4	91	4.40%
W209	Wann kommt der Zug aus Stuttgart an?	20	91	21.98%
W210	Wann fährt der nächste Zug nach Bremen ab?	9	91	9.89%
<b>10月21日</b>				
W301	Weißt du, was Michael macht?	41	82	50.00%
W302	Ich glaube, er macht eine Reise nach Japan.	54	82	65.85%
W303	Sag mal, wann kommst du zu mir?	55	82	67.07%
W304	Wie wäre es am Montag Abend?	63	82	76.83%
W305	6:40 Uhr wäre gut. — In Ordnung.	2	82	2.44%
W306	Meine Mutter fährt mit dem Mofa zum Supermarkt.	32	82	39.02%
W307	Mein Vater fährt mit der U-Bahn zum Büro.	21	82	25.61%
W308	Mein Bruder fährt mit dem Fahrrad zur Schule.	24	82	29.27%
W309	Fährt deine Schwester mit dem Auto zur Uni?	18	82	21.95%
W310	Am Dienstag fahren wir mit dem Bus zum Stadion.	15	82	18.29%
<b>10月28日</b>				
W401	Wie komme ich von hier zum Fußballstadion?	40	83	48.19%
W402	Moment. Da gehen Sie immer geradeaus, über die Kreuzung, dann die erste Straße links.	23	83	27.71%
W403	Die U-Bahnstation ist auf der rechten Seite..., nein, auf der linken Seite.	30	83	36.14%
W404	Fahren Sie mit der U-Bahn zum Hauptbahnhof.	56	83	67.47%
W405	An der dritten Haltestelle müssen Sie aussteigen.	18	83	21.69%
W406	Können Sie mir sagen, wie ich zum Tiergarten komme?	28	83	33.73%
W407	Tut mir leid, das weiß ich auch nicht.	45	83	54.22%
W408	Der Ausgang ist in der Fahrtrichtung rechts.	19	83	22.89%

音声認識アプリを活用したドイツ語発音トレーニング

課題番号		認識できた 人数	出席者数	認識率
W409	An der vierten Haltestelle steigen Sie bitte um.	2	83	2.41%
W410	Da nehmen Sie die Einschienenbahn Richtung Flughafen.	0	83	0.00%
11月11日				
W501	Sie wollen zum Theater.	40	84	47.62%
W502	Lassen Sie mich überlegen.	70	84	83.33%
W503	Das ist ganz einfach.	82	84	97.62%
W504	Das Einkaufszentrum ist einfach zu finden.	49	84	58.33%
W505	Sie gehen am besten geradeaus, so ungefähr 200 Meter.	44	84	52.38%
W506	Am Ende der Straße biegen Sie nach links ab.	56	84	66.67%
W507	Sie folgen der Straße für etwa 10 Minuten.	38	84	45.24%
W508	Die Kreuzung überqueren Sie und dann sehen Sie eine Bushaltestelle.	12	84	14.29%
W509	Gehen Sie die Treppe hoch.	42	84	50.00%
W510	Fahren Sie die Rolltreppe runter.	22	84	26.19%
11月18日				
W601	Wo ist das nächste Restaurant?	79	83	95.18%
W602	In der Einkaufsstraße an der Ecke.	75	83	90.36%
W603	Wie komme ich am besten zum Flughafen?	53	83	63.86%
W604	Ich stehe um 6:35 Uhr (fünf nach halb sieben) auf.	27	83	32.53%
W605	Wann fährt der Bus ab?	46	83	55.42%
W606	Um 8:20 Uhr (zehn vor halb neun) .	21	83	25.30%
W607	Wann kommst du an?	68	83	81.93%
W608	Gegen 11:30 Uhr (halb zwölf) .	48	83	57.83%
W609	Am Dienstag fahren wir mit dem Bus zum Stadion.	48	83	57.83%
W610	An der vierten Haltestelle steigen Sie bitte um.	12	83	14.46%
W611	Da nehmen Sie die Einschienenbahn Richtung Flughafen.	1	83	1.20%

課題として学生に提示した通りに表記している。

時刻の表現については、前期はアルファベットで示しているが、後期はドイツ語正書法に従い um 6:35 Uhr のように表示した。