

### 音声の音響分析の「いろは」 ~初めて音声波形を見る方へ~

#### (実習編)

#### 齋藤 大輔 & 峯松 信明

(東京大学)









 講義で習った内容を実際の音声の分析・観察を 通して確認する

- フリーの音響分析ソフトウェアを利用した音響分析 を体験するとともに、自身の研究/レポート等に役 立てるためのノウハウを知る
- (注) Wavesurfer を用いて、Transcription を行う 事も可能ですが、本演習では扱いません。興味のあ る方は、演習が進んだあとに自身でトライしてみて ください。





#### Wavesurfer

#### ■スウェーデンのKTH で開発されている音響分析ソフト

- ■フリーで公開されており、Windows / Mac / Linux を問わず (基本的には問題なく)動作する
- ■音声の再生 / 録音と基本的な音響分析が可能
- ■<u>http://sourceforge.net/projects/wavesurfer/</u>より入手可能







■事前準備

- ■適切に音声入力ができるように準備をしましょう
- ■音声を録音/再生する
  - ■まずは自分の音声を録音し確認してみましょう
- ■音声波形の表示
- ■分析: スペクトログラム
- ■分析: フォルマントプロット
- ■分析: 基本周波数
- ■実習(様々な音声を実際に分析してみる)





#### ヘッドセットマイクを接続して、音声が正しく入力 されるかを確認する

- ■(Win7の場合) コントロールパネル > サウンド > 録音 と進んで、接続しているヘッドセットが表示されている ことを確認
- ■プロパティ > レベル で適切に調整する
  - 大きすぎるとクリッピングをおこしてしまう
  - インジケーターが振り切れないように適宜調整

この後、Wavesurfer を使う際に音量が適切でないようなら この手順で再度調整する





























20:23





#### ■アイコンをダブルクリックして起動

- ■環境によっては、日本語名を含む場所(デスクトップな ど)にwavesurfer.exeを置いた場合、起動しないことが ある。
- ■その場合はC:¥Program Files など、日本語を含まない 場所にwavesurfer.exe を置く。デスクトップにショー トカットを作成しておくとよい。





- ■サンプリングレート及びチャンネル数の調整
  - File > Preferences をクリックし、Sound I/O のタブを 選択
  - New sound default rate: 16000 に設定
  - New sound default channels: 1 に設定
  - ■Apply をおす
- ■これによって、16 kHz サンプリングでモノラルで 録音できる
- ■一度Wavesurfer をとじて、再度起動して確認する

### 録音条件の調整





### 録音条件の調整





### 録音条件の調整









- Wavesurfer を起動し、波形を表示しながら音声を 録音する
  - アプリケーション上で右クリックし、

Create Pane > Waveform とすすむ

■赤い録音ボタン●で録音開始. 停止ボタン■でとめる

- クリッピングするようなら「事前準備」のように音量を調整

- ■再生ボタン(▶)で音声を確認する
- ■再生開始位置はクリックして指定できる
- ■File > Save で録音した音声を適当なファイル名で保存 する.形式はMS Wav files (.wav).

### 音声の録音/再生



### 音声の録音/再生



### 音声の録音/再生

ごみ箱

Adobe Read

Google Chro

e

Folders

1

Penguins







- ■すでに録音された音声資料を開く
  - ■File > Open でsample1.wav を選択
  - Choose Configuration でWaveform を選択しOKを押す
- ■再生ボタンで音声を再生できる
- ■ドラッグした領域が選択領域になる
- ■表示する領域の調整は虫眼鏡のボタンで可能
  - 拡大/縮小/全体表示/選択領域を全体に表示
- ■表示位置は下のPaneの表示領域をドラッグする

### **Choose Configuration**









### 表示領域を拡大







- sample1.wav および sample3.wav を波形表示して
  各母音の一周期の波形や子音の様子などを観察して
  みてください。
- Wavesurfer はウィンドウを複数開けるので、同じ ファイルをいくつかのウィンドウで開いて違いを観 察してみてください。新しいウィンドウを開く場合 は File > Open でファイルを選択すればOKです。

### 複数ウィンドウを開いた例







■sample1.wav を波形表示 (p.19)

- ■追加でスペクトログラムを表示する
  - ■時間軸のあたりで右クリックし、Create Pane > Spectrogram を選択
  - ■波形表示の下にスペクトログラムが表示される

#### ■カラー表示する

■スペクトログラムの上で右クリック

Properties > Spectrogram color を切り替えApply を押す

コントラスト/明るさ/分析窓長の調整

■右クリックし、Spectrogram Controls を選ぶ





#### ■特定時刻のスペクトルの表示

■右クリックし、Spectrum section ... を選ぶ

■Exportを押すとそのスペクトルデータをテキスト形式

で保存可能: 1行目が周波数 / 2行目がdB を表す

## スペクトログラムのカラー表示













sample1.wav, sample2.wav, sample3.wav について スペクトルグラムを表示し、母音や子音の様子を観 察してみてください。

母音毎の違いや有声/無声子音の違いに注目しながら観察してください。孤立発声/連続発声の違いも観察してみてください。





■sample1.wav を波形表示 (p.19)

- ■追加でフォルマントを表示する
  - ■時間軸のあたりで右クリックし、Create Pane > Formant Plot を選択
  - ■波形表示の下にフォルマント軌跡が表示される
- 母音を領域選択し、右クリック>Statistics を選ぶと 選択領域のF1 - F4 までのそれぞれの時間平均/標 準偏差が表示される: Copy してメモ帳等に張り付け 可能





#### ■フォルマントのデータの保存

- ■右クリック: Properties > Data Plot を選択
- Data filename extension: -frm.csv とする
- Column delimiter: Comma を選び、apply, OKを押す
- ■右クリック: Save Data File で保存先を選択
- ■データがcsv 形式で保存される: Excel等で処理可能

### フォルマントプロット



### Statistics の表示



33

# フォルマント軌跡データの保存

	Properties: sample1 way (page	e:1)					
	Pape Data Plot Spectrogram Formants Sound Plauback						
	Data filename extension:	-frm.csv					
	Data file path:		Choose	₩►₽Ⅲ■●×			
Adobe F	Number of header lines to skip:	0		. unittaluuta			
A0000 P	Column delimiter:	space o tabio Comma					
	Backdrop type:	None	•	and the second s			
	Plot column: 0 using red	Choose	Line 🗸				
5 Cocolo	Plot column: 1 using green	Choose	Line 🗸	A CONTRACTOR OF A CONT			
Google	Plot column: 2 using blue	Choose	Line 🗸				
	Plot column: 3 using yellow	Choose	Line 🗸	Here with the second			
	Lock data plot			man man t			
2	- Save only data values for curre	ent selection		6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6 2.			
Mozilla	Plot value bounds:	min 0.0 max		368.34 3600.28 4189.80			
	Start time offset:	0.0245					
-	P Only warn for unsaved manual	data modifications					
5							
Parallel	ОК	Cancel	Apply				
FOL							
WHR-0	5_149						
-4	-						
12	N						
Peng	juins						
11							
		1					
<b>(</b> )	🚍 (C 🔍 💟 🖉			🐱 A股資助 🥔 🖓 二 , 🏲 🛱 ⊅ 🌗			





- sample1.wav, sample2.wav, sample3.wav について フォルマント軌跡を表示し、母音や子音の様子を観 察してみてください。
- sample1.wav を使って、5母音の第一フォルマン ト、第二フォルマントの平均値を算出してくださ い。余力があれば、F1 / F2 表示して、5母音の五角 形を描いてみてください。





■sample1.wav を波形表示 (p.19)

■追加で基本周波数を表示する

■時間軸のあたりで右クリックし、Create Pane > Pitch Contour を選択

■波形表示の下に基本周波数軌跡が表示される

- ■母音を領域選択し、右クリック>Statistics を選ぶと 選択領域のF0の平均/標準偏差が表示される: Copy してメモ帳等に張り付け可能
- ■領域選択しない場合は、ファイル全体の平均が表示 される





#### ■基本周波数のデータの保存

- ■右クリック: Properties > Data Plot を選択
- Data filename extension: -f0.csv とする
- Column delimiter: Comma を選び、apply, OKを押す
- ■右クリック: Save Data File で保存先を選択
- ■データがcsv 形式で保存される: Excel等で処理可能

### 基本周波数の表示







Properties: sample1.wav (pane	e:1)	_ 0 _X	) see a s	- • ×	
Pane Data Plot Pitch contour Sou	Pane Data Plot Pitch contour Sound Playback				
Data filename extension:	-f0.csv			<b>H</b> ▶ 💬 II II ● ×	
Data file path:	Choose		landan.		
obe - Number of header lines to skip:	0		about the	and the	
Column delimiter:	o space io tabi e Comma		Webstern !	Magain	
Backdrop type:	None 👻		hand a c		
Plot column: 0 using black	Choose Dots	-			
Cogle Cock data plot			1.1	August 1000	
Save only data values for curre	ent selection		2:0 2:2 2:4	2.6 2.	
Plot value bounds:	min 0.0 max 400				
Start time offset:	0.00375				
C PONIY warn for unsaved manual	data modifications				
ОК	Cancel	Apply			
4	Part Hilling				
rallels Shared sample3		- Julatra			
Folders					
N 4.1					
WHR-G 149 samplet-f0					
T					
(A)					
Panquins					
) 📄 🌔 O. 🦁 🌶			☑ A般警□	🔎 🖓 💷 🔶 🏲	🛱 🔁 🗣





- sample1.wav, sample2.wav, sample3.wav について
  基本周波数を表示し、母音や子音の様子を観察して
  みてください。
- 母音毎の違いや有声/無声子音の違いに注目しながら観察してください。孤立発声/連続発声の違いも観察してみてください。





- ■右クリック: Create pane を複数回組み合わせれ
  - ば、様々な分析を同時に表示できる
- ■実はChoose Configuration で選ぶSpeech Analysis はこれらの組み合わせの一例
- ■これに様々なPane の追加/削除を行って、自分の 目的にあった分析を行える
  - ■右クリック: Save configuration でこのようにカスタマ イズした分析を名前をつけて保存できる





- sample1.wavを Speech AnalysisのConfiguration で表示する
- この分析にカラー表示のスペクトログラム分析を加 えて、この設定をmy-speech-analysis という名前で 保存してください。
- sample2.wav を開き、Choose Configuration でmyspeech-analysis を選んで、先ほどのような分析に なっているか確認してください。





#### ■ Wavesurfer における音響分析

- ■基本操作は右クリック: Create Pane > 分析
- ■Configuration は複数の分析がパッケージになったもの
  - ■自身の興味に応じてカスタマイズできる





- こちらが用意した音声や、自身で録音した音声に対して、これまでに行った様々な音響分析を行ってみてください。
- ■こちらが用意した音声は
  - ■perform\*:同一の声優が演じた4つの異なるキャラ
  - ■english/japanese: 同一英文を日本人、米国人が読み上 げたもの
  - ■speech-8k / 16k: 録音帯域の異なる音声





#### ■演習中に説明しなかったWavesurferのTips

- ■選択範囲を音声ファイルに保存:領域選択し、File>
  - Save Selection
- ■Windows Vista以降では、音声ファイルをアイコンにド
  - ラッグしてWavesufer を起動できる
- ■Transform 以下でサンプリングレートの変換 など簡単 な音声加工ができる