

最終講義

音声言語処理の研究と
教育35年

工学部 知能情報コース

高良富夫

2018年3月2日

本日の話

研究について

- 高校時代から大学時代
- 博士研究論文
- 音声認識
- 琉球語分析
- 創造的学習による言語の獲得のモデル

教育について

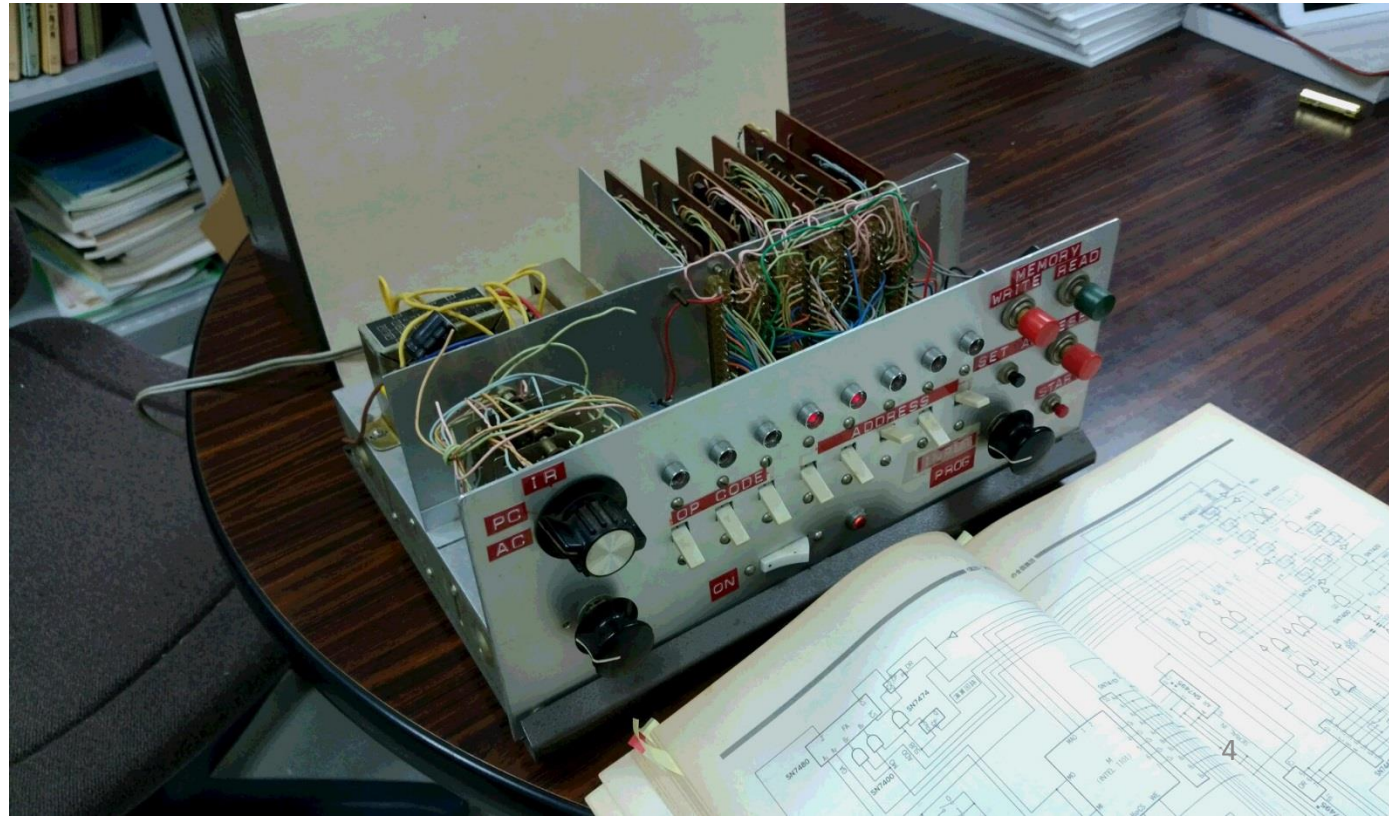
- 「ひまわり」の不思議
- コンピュータがしゃべる琉球語
- 母音の音色を創る
- ハートのこもった声

那覇高校時代

- 2年生：物理100点取れれば物理学科へ
 - 一＞98点：波動 波長か振動数か
- 3年次：2連続100点、電磁気
- 3年生：共振振り子の研究
 - 一＞青少年科学展で最優秀賞

鹿児島大学物理学科時代

- 留年したため大学2年から研究室に: 電源製作
- クラブ: プログラマブルコンピュータをMSIで自作
- デジタル回路
- インターフェース
- 誌論文



東京工業大学大学院時代

- 学位論文「心理物理的パラメータを用いる音声自動認識の基礎研究」（今井聖研究室）
- 音声パラメータの問題
 - 聴覚心理に基づいたものであるべき
- 不特定話者の問題
 - 確率統計的モデル
- 調音結合の問題
 - なぜ人間には音素がはっきり聞こえるか

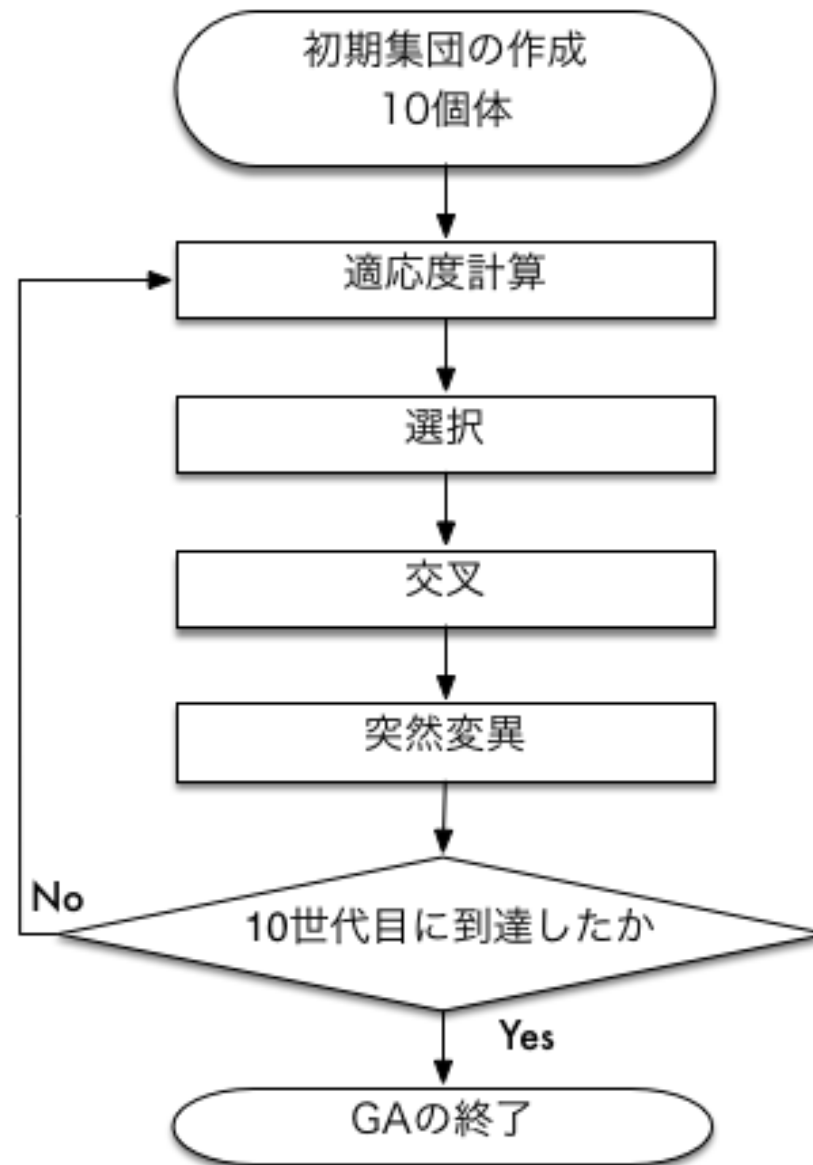
私の代表的研究：主要国際会議 発表

- 遺伝的アルゴリズム (GA) を用いた音声認識
- 琉球語研究
- アジアなどの言語の分析と合成
- 創造的学習による音声言語獲得のモデル

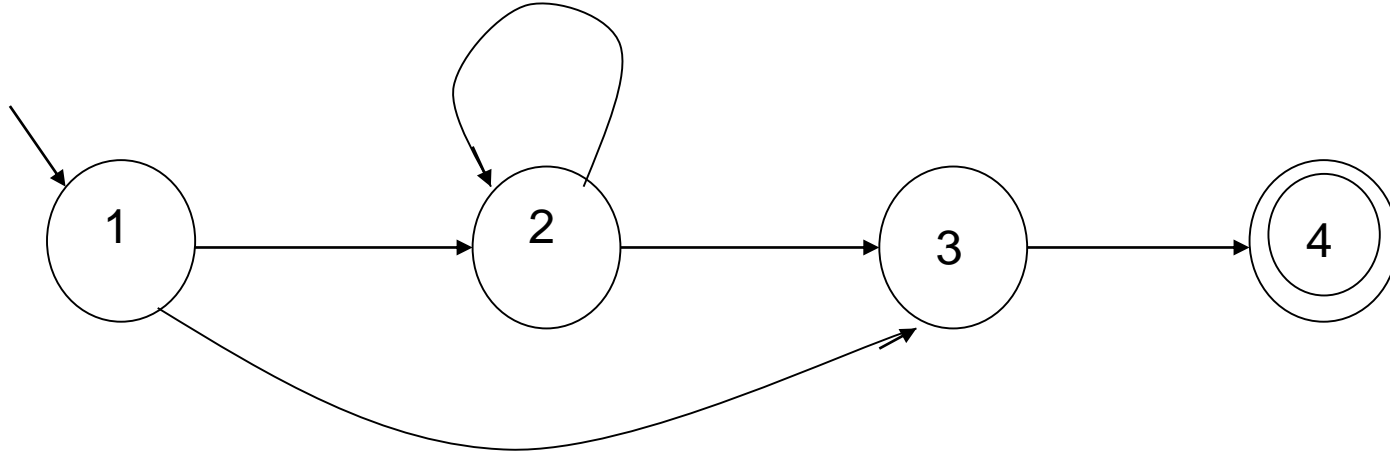
遺伝的アルゴリズム (GA) を用いる 音声認識

- ICSLP 1994: Yokohama, Japan
多数状態マルコフモデル
- IEEE ICASSP 1997, Munich, Bavaria, Germany
GAによるマルコフモデルの構造選択
- ICSLP 1998: Sydney, Australia
GA-連続型マルコフモデル

遺伝的アルゴリズム(GA)



隠れマルコフモデルの構造のコード化



コード化

	1	2	3	4
1	0	1	1	0
2	0	1	1	0
3	0	0	0	1
4	0	0	0	0

0110 0110 0001 0000

結果：認識率

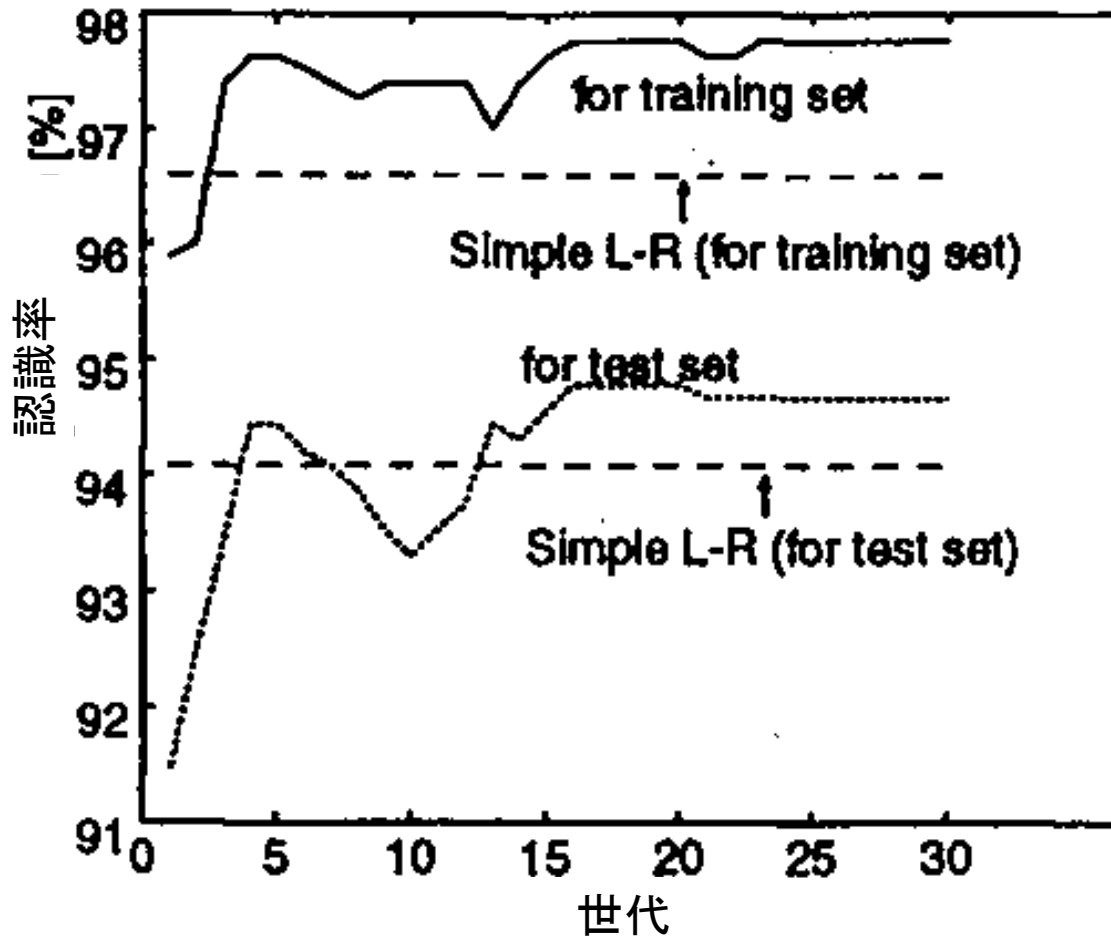


Figure 5: Proposed method

琉球語研究

- EUROSPEECH 1995: Madrid, Spain
声門破裂音の分析
- INTERSPEECH 2000: Beijing, China
歌声合成



ISBN978-4-89742-207-7
C0240 ¥980E



9784897422077

定価：980円+税
琉球新報社



1920240009801

琉球ことばの科学

琉球ことばの科学

—— 情報時代の琉球語探検 ——

高良 富夫

音声言語処理の専門家がやさしく導く
琉球ことばの未踏の地

人間と機械がことばを話し聴く仕組み

「っ」の音で始まる珍しいことば

コンピュータが日本語の文章を琉球語で読み語る

情報処理で明らかになる日本語と琉球語の家系図

いつでもどこでも無料で利用できる琉球語をしゃべる辞典

ウチナーグチコンピュータが世界のことばをしゃべる

—— 情報時代の琉球語探検 ——



うちなー
ぐち

高良 富夫

コンピュータが琉球語をしゃべり 「おもろさうし」を謡う!?

沖縄のことばは、古代日本語の特徴を色濃く残すなど、日本語の系統・体系を解明する上で、言語学上とても重要な位置を占めています。— まえがきから

本書の主な内容

- 第1章 音声の分析と合成
- 第2章 琉球語の音声の分析
- 第3章 琉球語の音声合成
- 第4章 琉球語の翻訳
- 第5章 琉球語の統計処理
- 第6章 琉球語音声データベース
- 第7章 琉球語からアジア等の言語へ

琉球新報社

琉球新報社

目次

第1章 音声の分析と合成

— 人間と機械がことばをしゃべり聴く仕組み —

1節 言語音声の分析

- ・スマートフォンと音声言語処理

2節 言語音声の人工合成

- ・フィルタを通して作る色々な声

第2章 琉球語の音声の分析

— 琉球語のアクセントと「っ」の音で始まる珍しいことば —

1節 琉球語の基本周波数パターンの分析

- ・甲子園での沖縄の名前の発音は変？

2節 声門破裂音の合成による分析

- ・君と豚は似たもの同士

第3章 琉球語の音声合成

—コンピュータが琉球語をしゃべり「おもろさうし」を詠う—

1節 琉球語のテキスト音声合成システム

- ・なぜ音声合成システムを作るのか

2節 琉球秘曲の分析と音声合成

- ・現代まで伝承された琉球王府の秘曲

第4章 琉球語の翻訳

—コンピュータが日本語の文章を琉球語で読み語りする—

第5章 琉球語の統計処理

—情報処理で明らかになる日本語と琉球語の家系図—

第6章 琉球語音声データベース

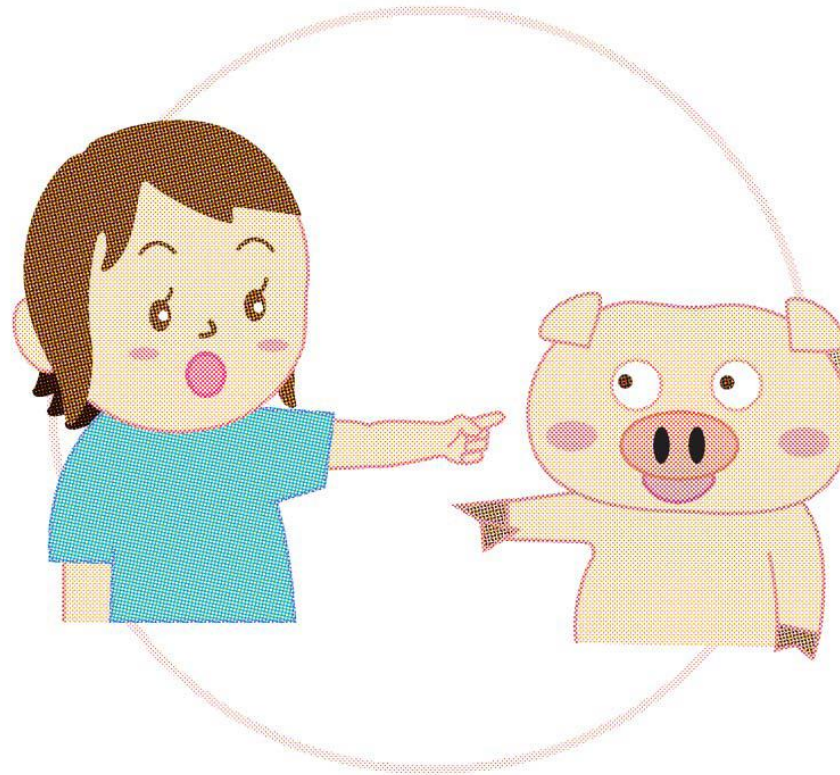
—いつでもどこでも無料で利用できる琉球語をしゃべる辞典—

第7章 琉球語からアジア等の言語へ

—ウチナーグチコンピュータが世界のことばをしゃべる—

琉球語の声門破裂音の分析

- 君と豚は似たもの同士



「っ」で始まる奇妙なことば

最小対立語

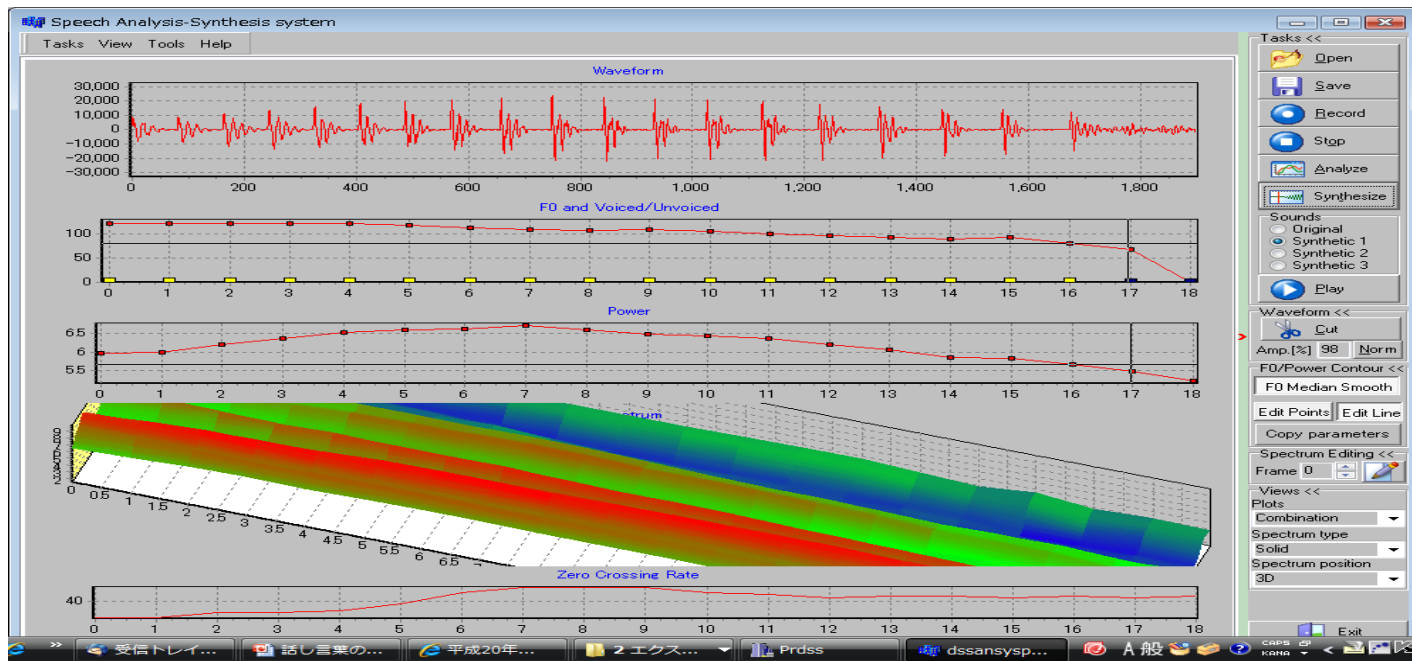
{ /'jaa/ 八(やー)
/ʔjaa/ 君(っやー) 声門破裂音がある

{ /'waa/ 幅(わー)
/ʔwaa/ 豚(っわー) 声門破裂音がある

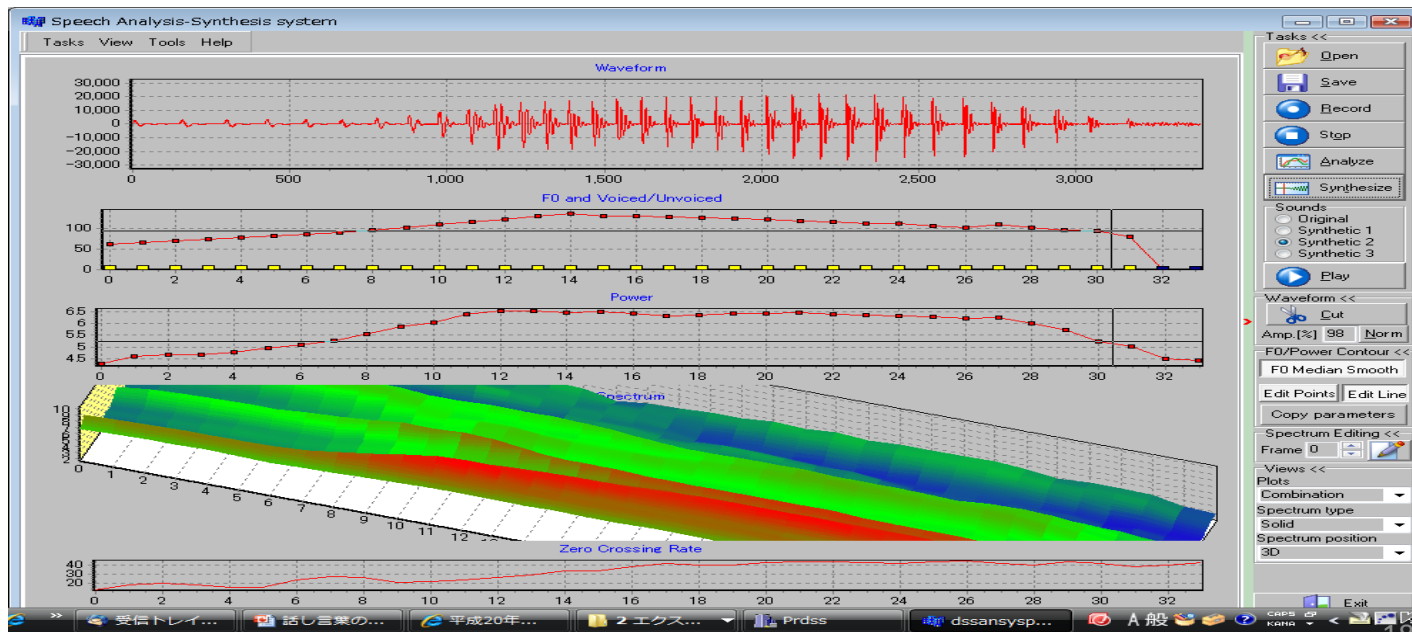
話題： 国際会議での回答

/ʔjaa ja ʔwaa jan/ (君は豚です)

/ʔjaa/
っやー



/ʔjaa/
やー



声門で破裂する琉球語の 珍しい音

最小対立語を

基本周波数

スペクトル

パワー(振幅)

に分解、組み合わせて合成。

基本周波数のもとになっている音素に

聞こえる

→ 基本周波数で音韻性(音色)が決まる

アジアなどの言語の分析と合成

- IEEE ICASSP 2002, Orlando, Florida, USA
タイ語
- IEEE ICASSP 2004, Montreal, Quebec, Canada
ベトナム語
- INTERSPEECH 2006: Pittsburgh, PA, USA
バングラデシュ語, エチオピア語

Ryukyu and Asia



Thai speech synthesis

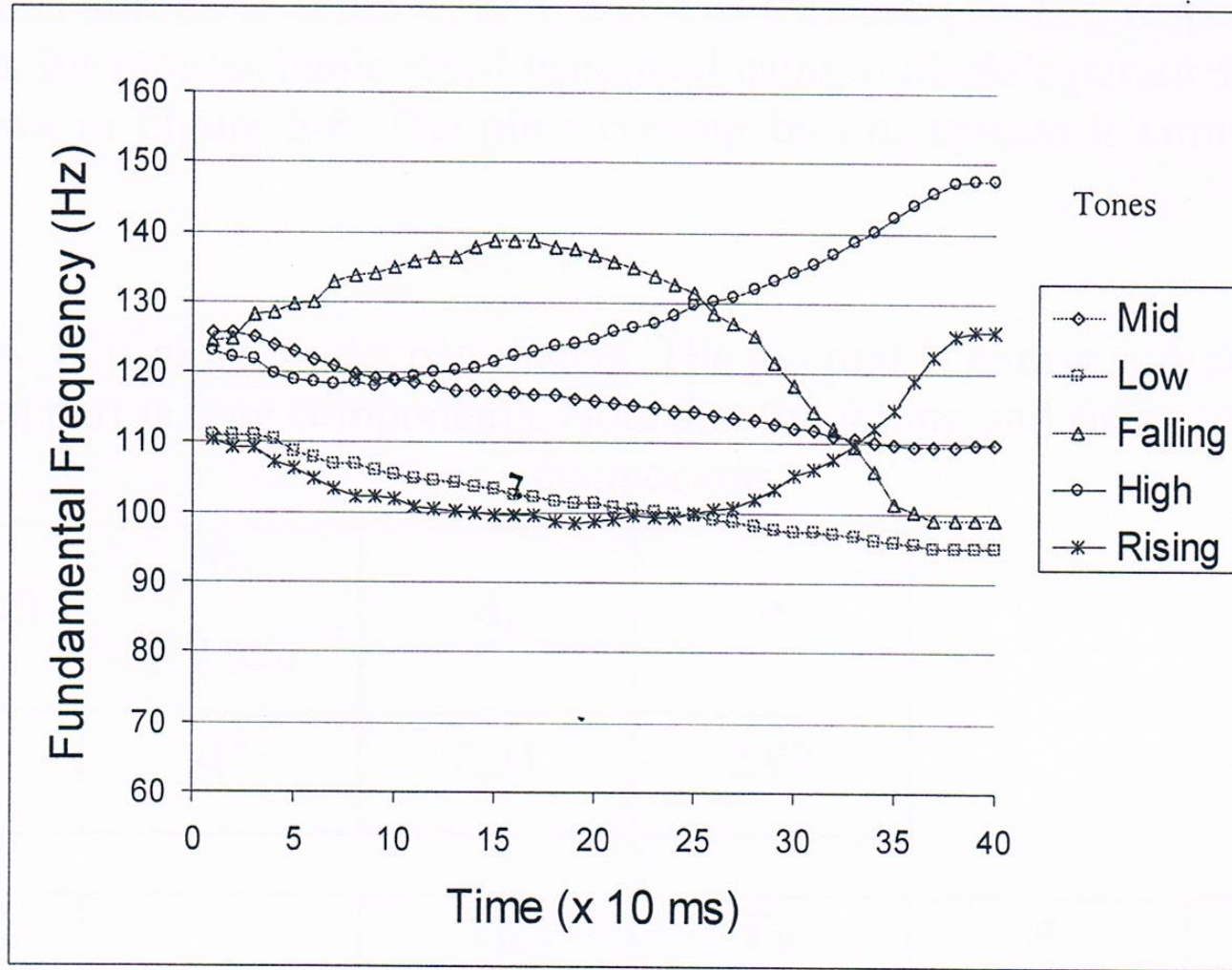
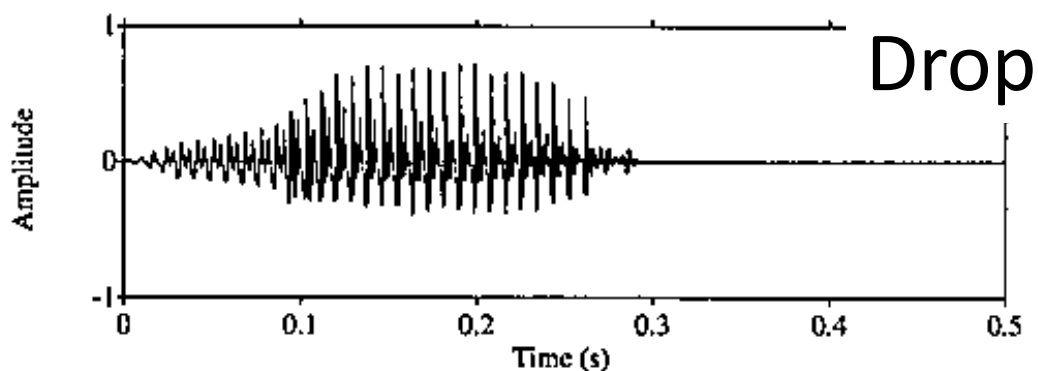
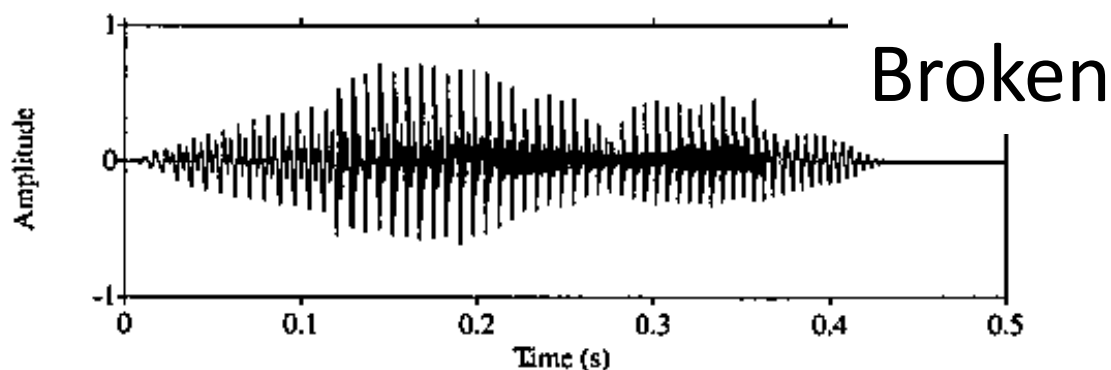
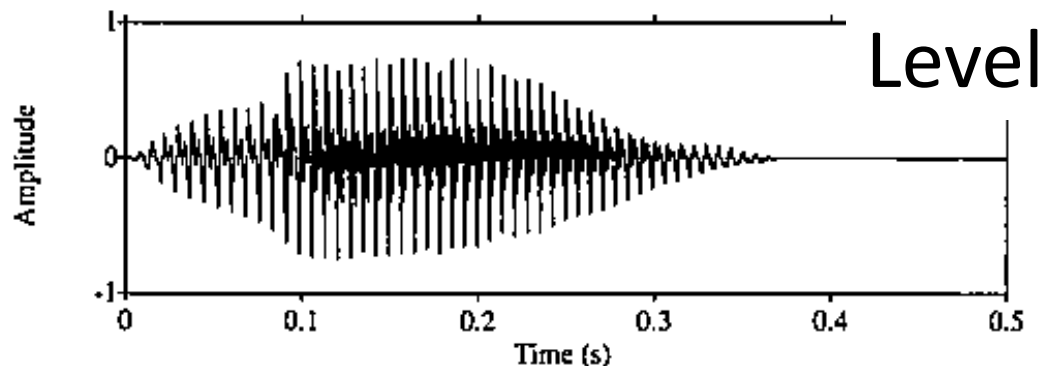


Figure 5-6: The average F₀ contours of five Thai tones in Hertz scale. ²²

ベトナム語

- Broken声調
琉球語の声門破
裂音で説明



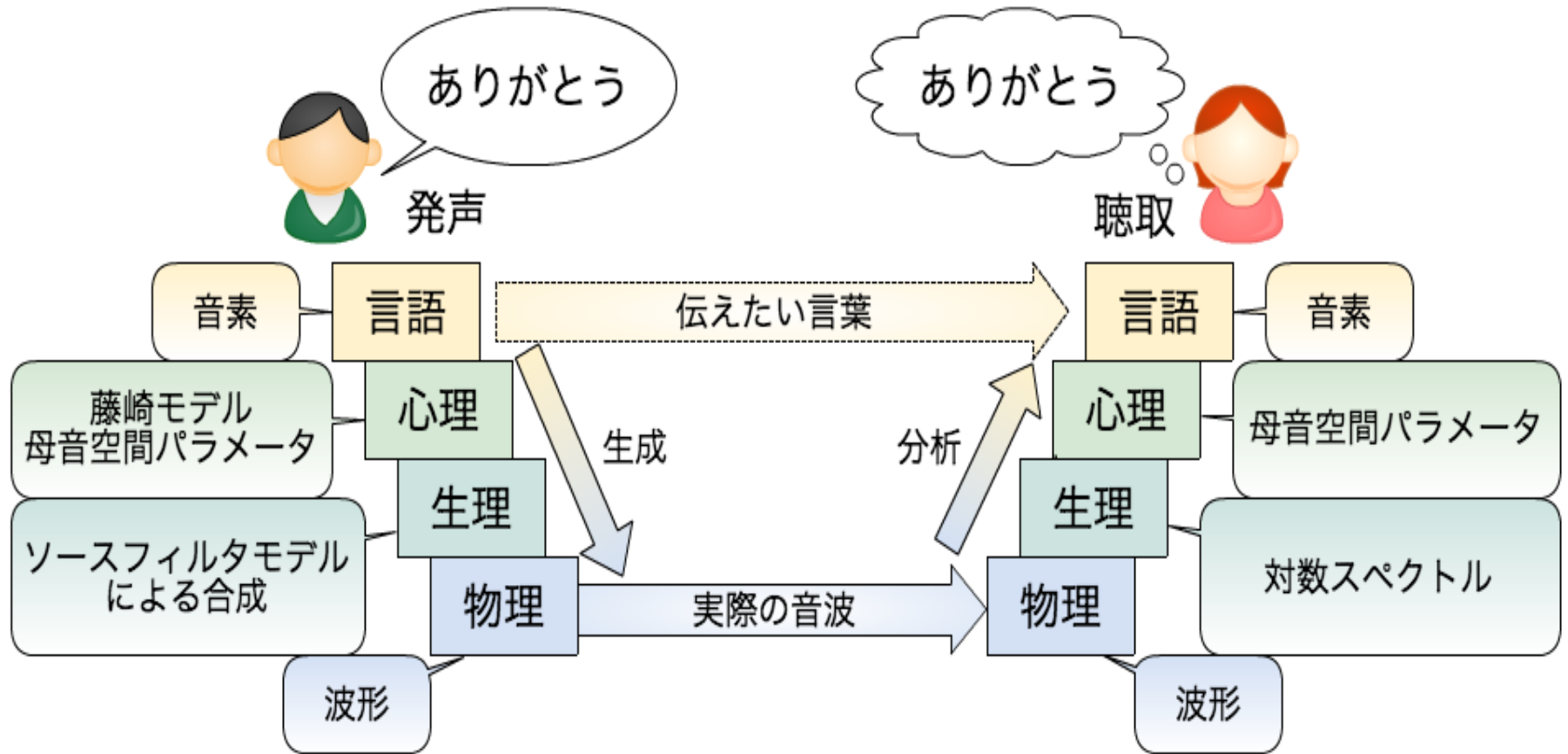
a) Waveform: level, broken, and drop tones

音声言語獲得のモデル

- 2016 JSA ASA Joint meeting, Hawaii, USA
GAを用いた音声合成



単語音声獲得のモデル



物理 <—> 言語

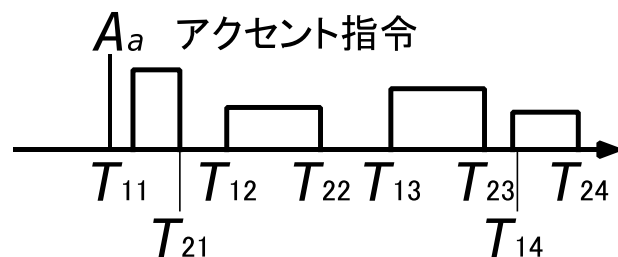
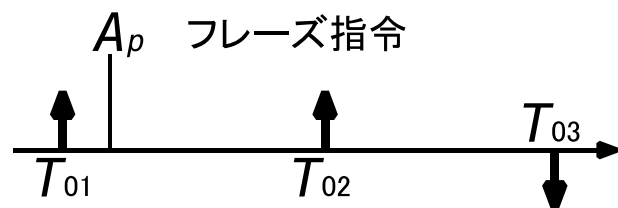
(客観的世界) <—> (内的世界)

音声生成のモデル

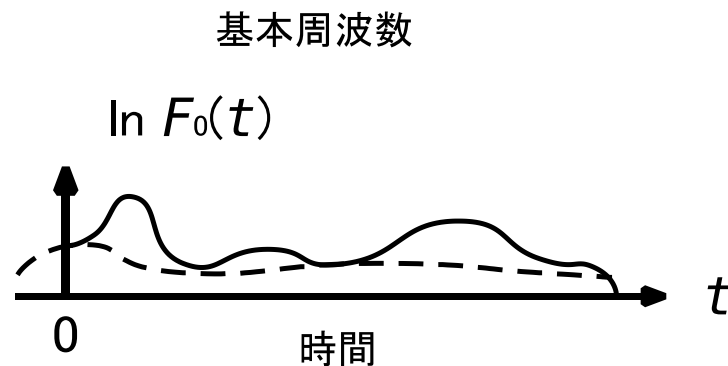
～藤崎モデル～

- 音声生成における音源の**基本周波数の時間パターン**を精度良く近似する有効なモデル
- 音源情報の模倣のモデルではフレーズ成分とアクセント成分を使用
- **スペクトルの模倣**のモデルではアクセント成分を使用

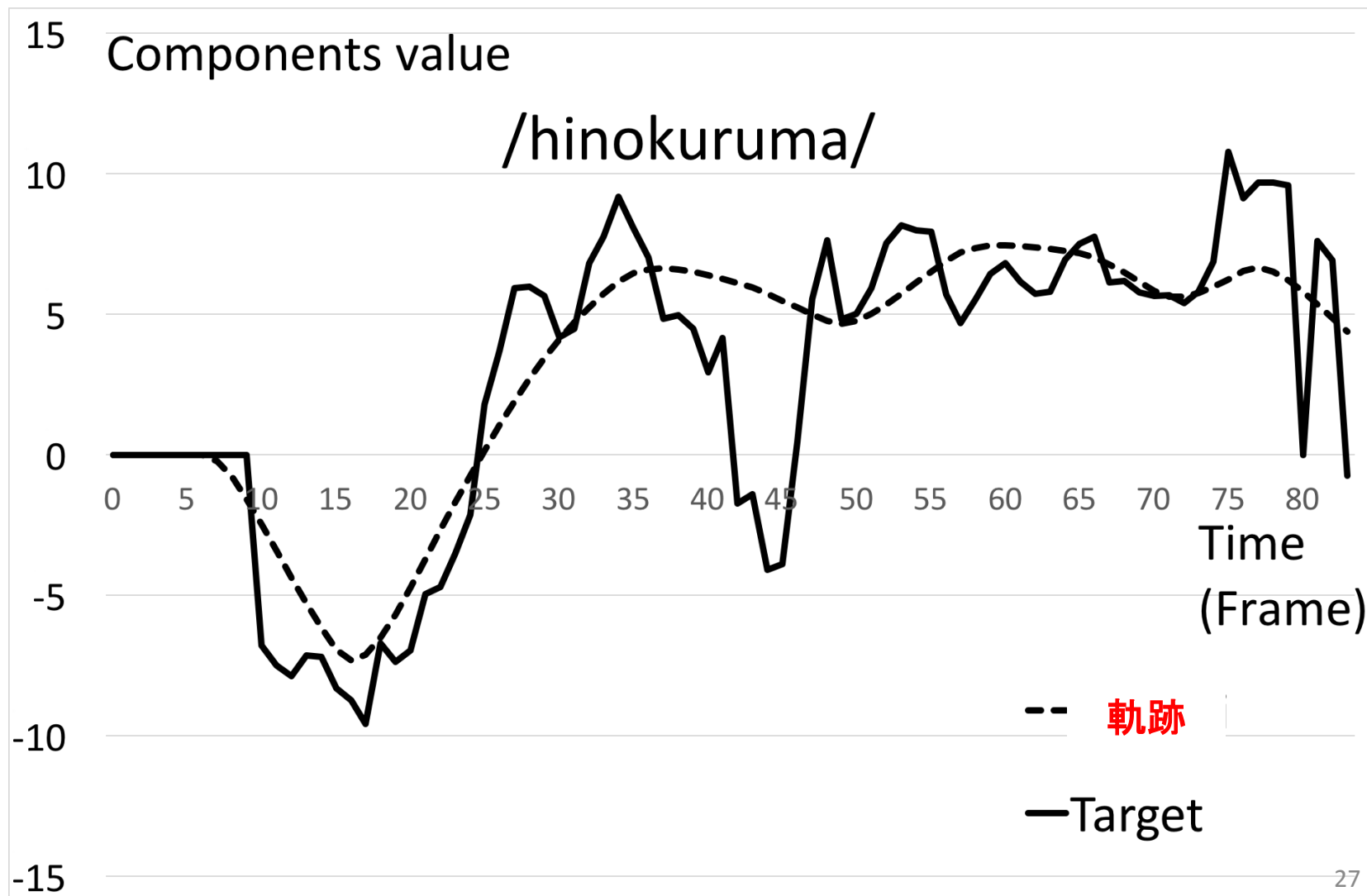
指令 (発声の意図)



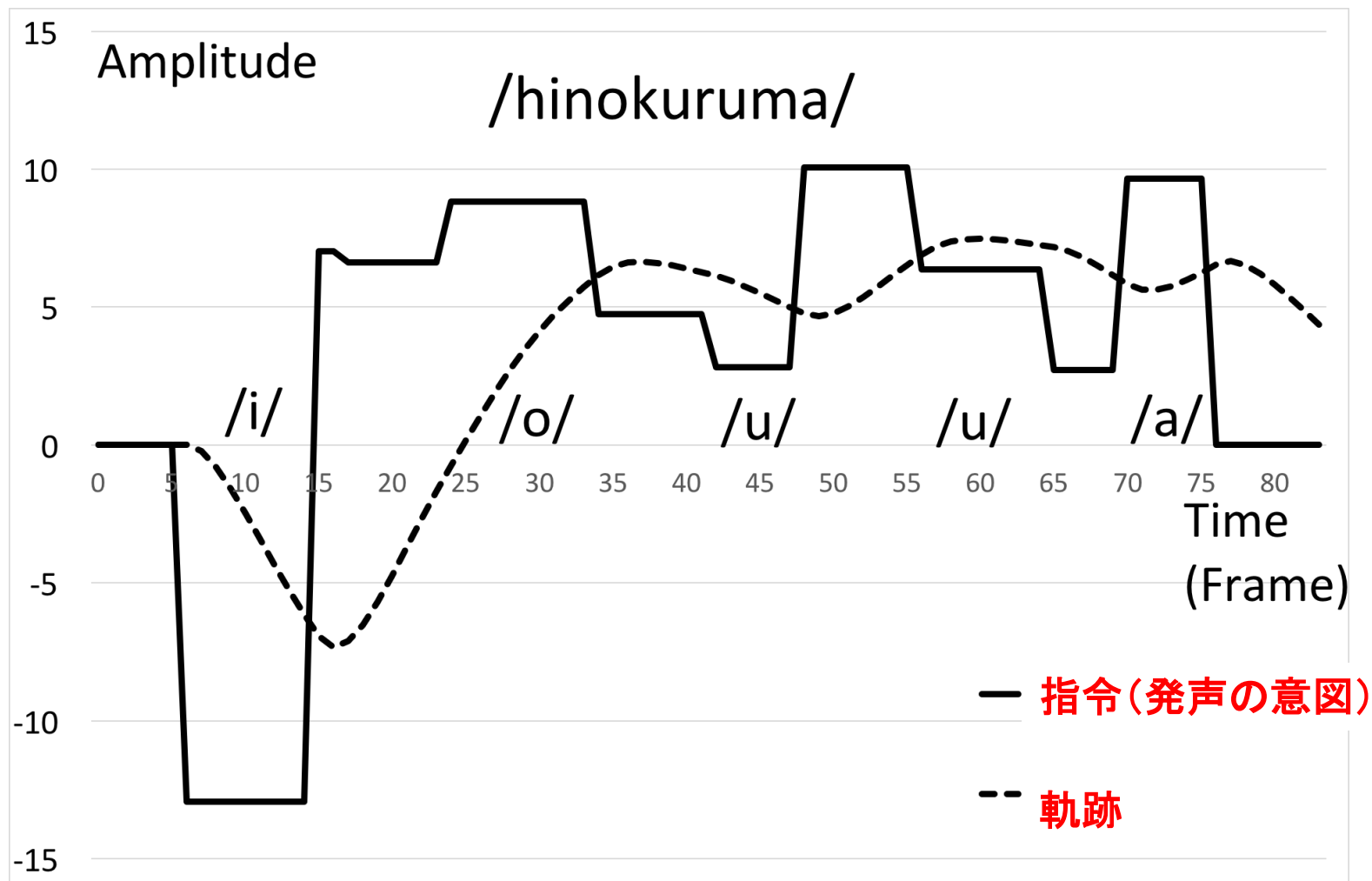
軌跡



単語の母音空間パラメータ

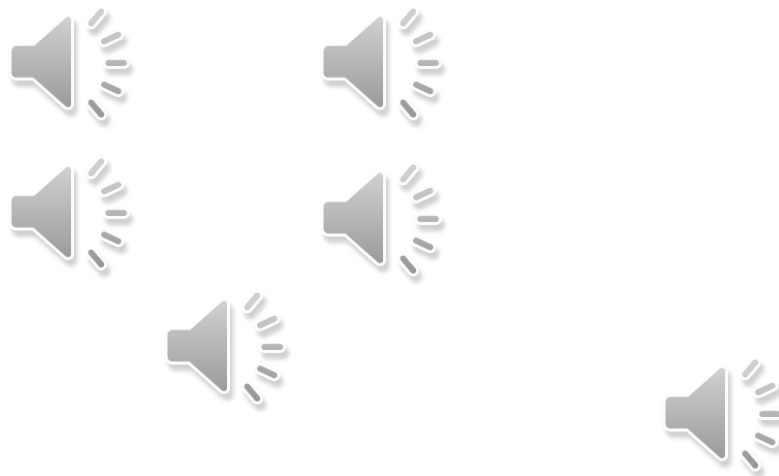


模倣による単語音声の獲得モデル (2) ～藤崎モデル～



音声デモ

- ・第0世代
- ・第3世代
- ・分析合成音



模倣

お父さんの声



幼児の声



音声言語処理の教育

ISBN978-4-89742-175-9
C0240 ¥800E



9784897421759

定価：800円+税
琉球新報社



1920240008002

音声言語処理の専門家が案内する 音とことばの世界

音楽の美しさが世界共通なのはどうして？
琉球語（沖縄の方言）と日本語は本当に違うの？
ヒトの発声の仕組みは？
ヒトはなぜことばを話したり聴いたりできるの？
動物はことばを聞き分けるの？

本書の主な内容

- 第Ⅰ部 音と話しことば
音の物理的・生理的・心理的・言語的側面の話
- 第Ⅱ部 琉球のことば
日本語の中ではだいぶ変わっていて、言語学的にと
ても興味深い琉球語の話
- 第Ⅲ部 人間と言語
ことばの意味、言語の獲得など、言語と人間の本質
に関わる話

音とことばの実験室

音とことばの 実験室

高良 富夫



高良 富夫

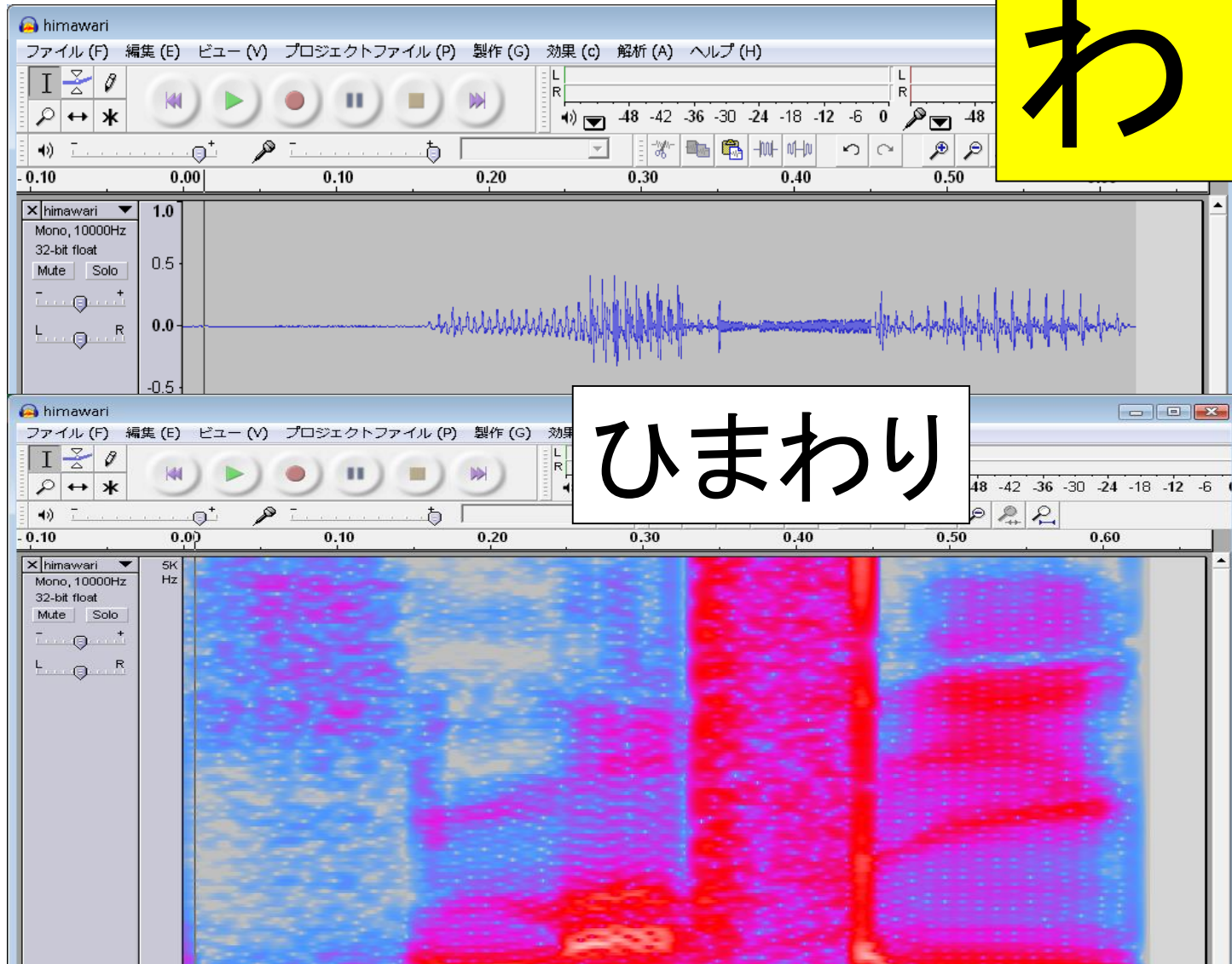
沖縄は言語の ガラパゴス！？

科学の立場から音とことばの仕組みを
解き明かす傑作ショート・コラム

琉球新報社

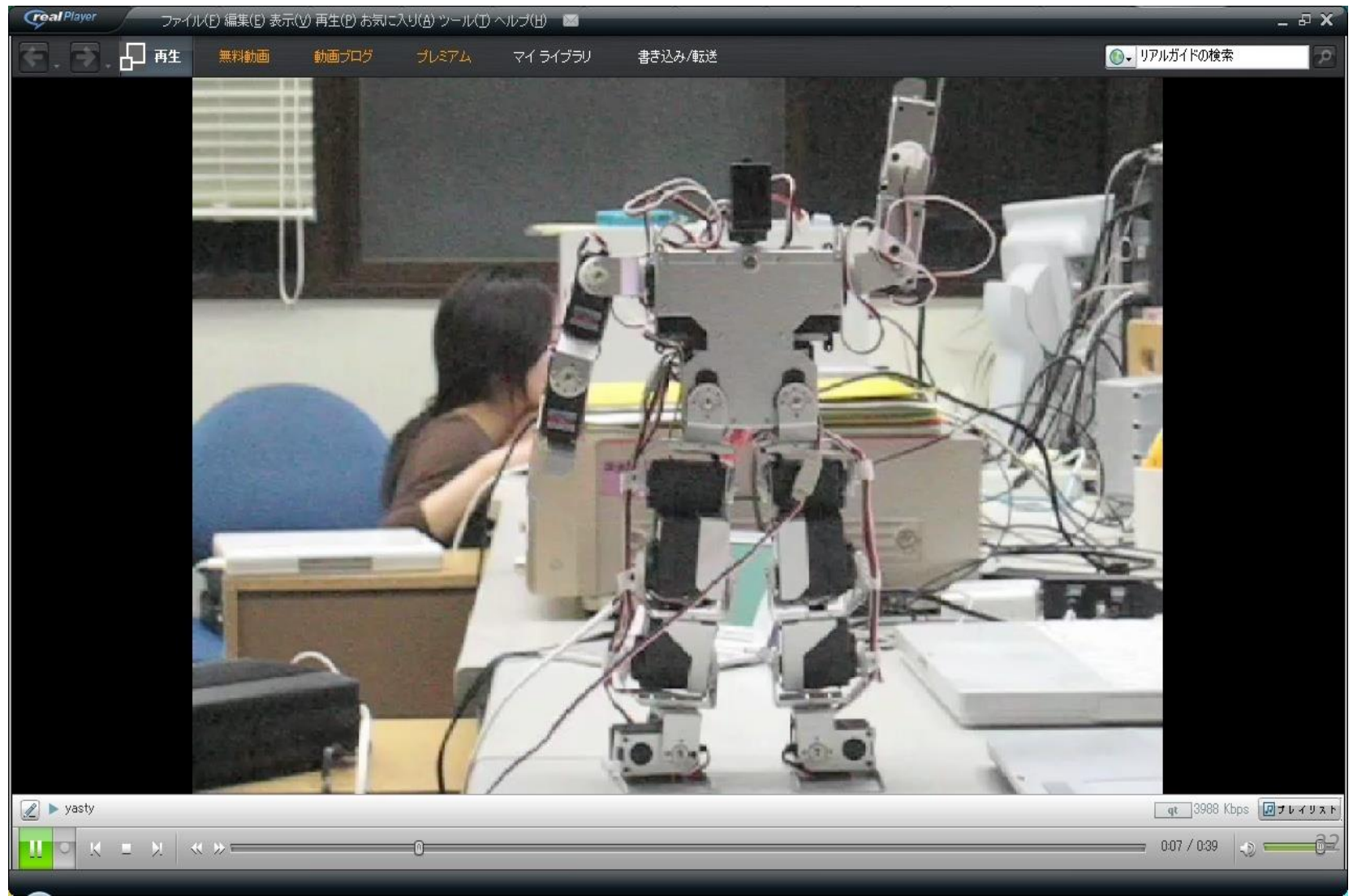
<実験> 音の記憶の不思議

わ!



ひまわり

<デモ> 声でロボットに 命令する

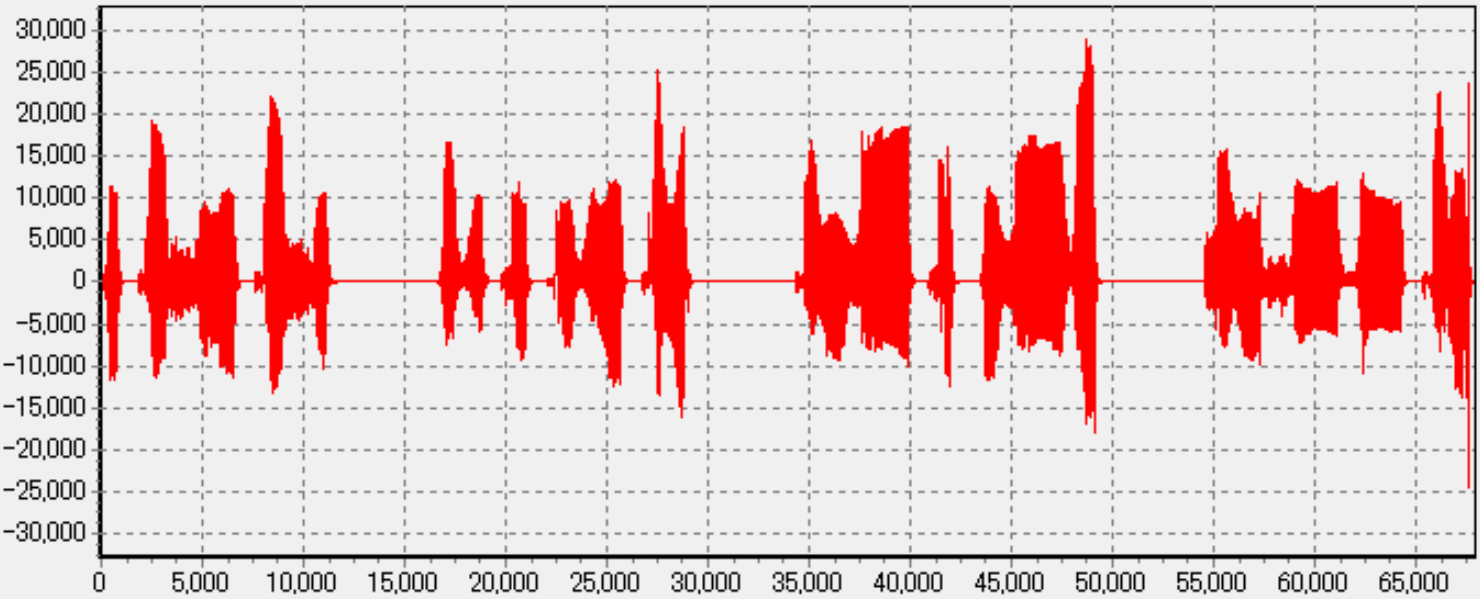


<実験> RDSSを用いたテキスト音声合成

RDSS - Ryukyu Dialect Synthesis system version 2010.2.7

ファイル(E) 表示(V) ヘルプ(H)

Waveform



テキストを入力してください

NkasiNkasi/arutukuruNkai:1 /taNme-tu:1^Nme-ga/meNse-bi-taN:1

方言

琉球方言 標準日本語 その他

合成 音声出力

<実験>

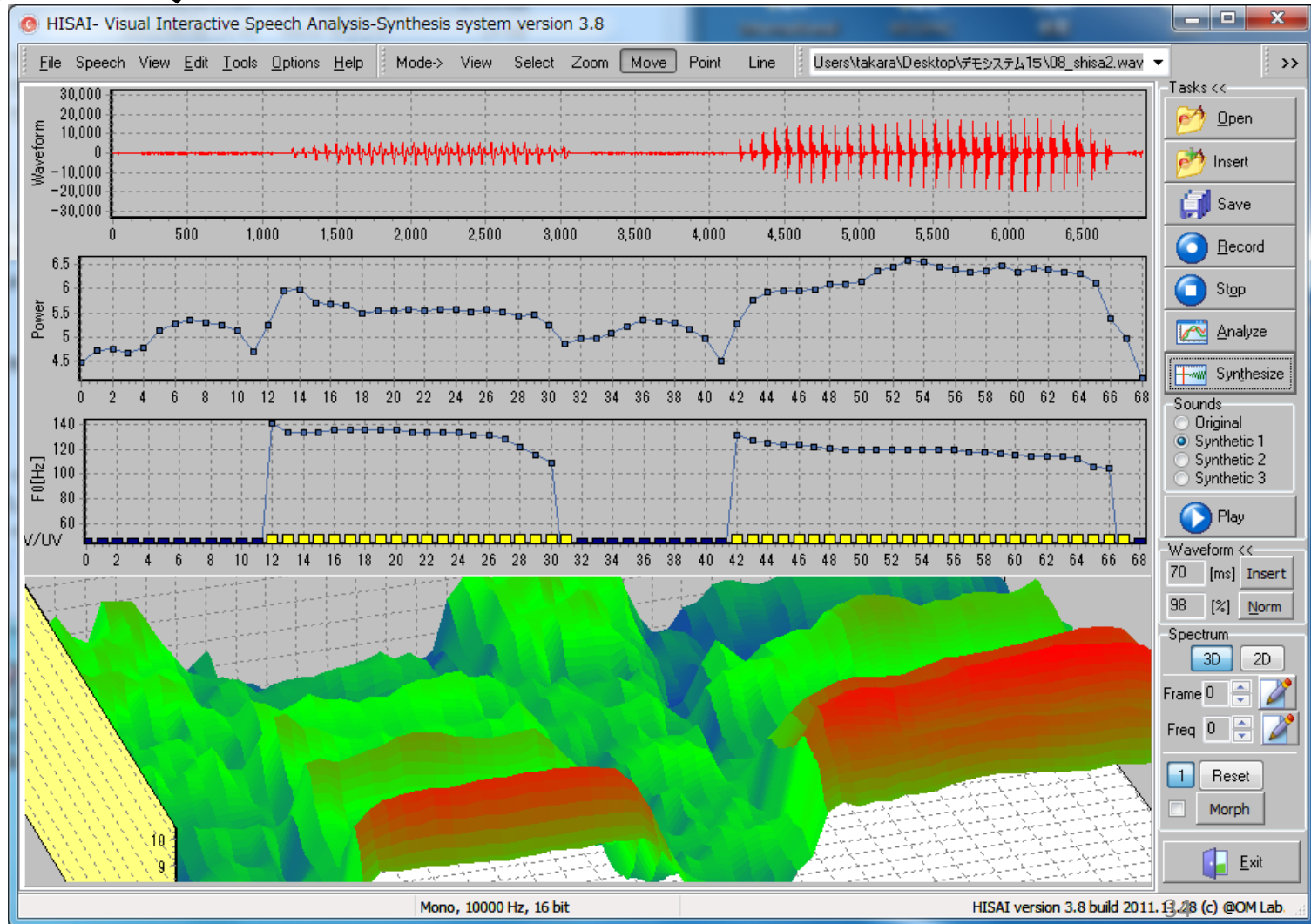
音声合成スペクトルエディタ HISAIシステム

波形

音圧

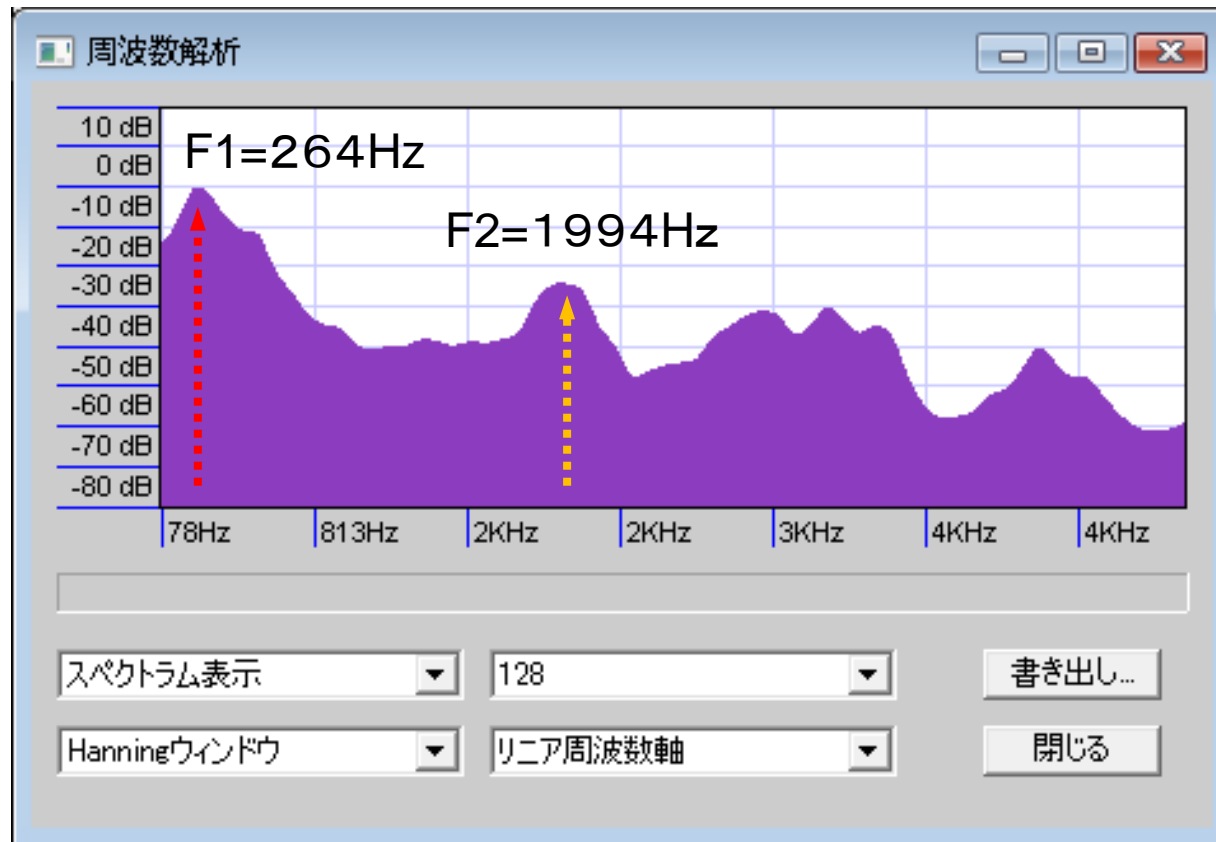
基本
周波数

スペクトル
包絡



母音の音色の元になるフォルマント

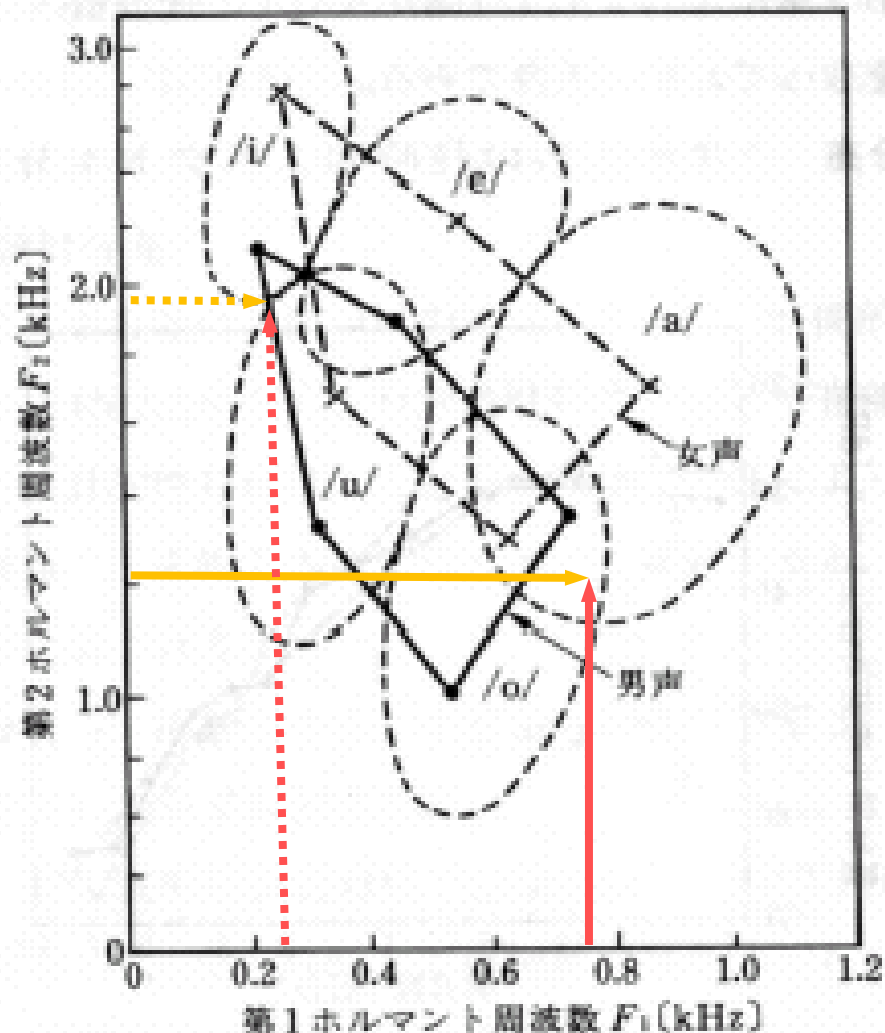
フォルマント： スペクトルの山(ピーク) /i/



日本語母音の周波数スペクトルの一例

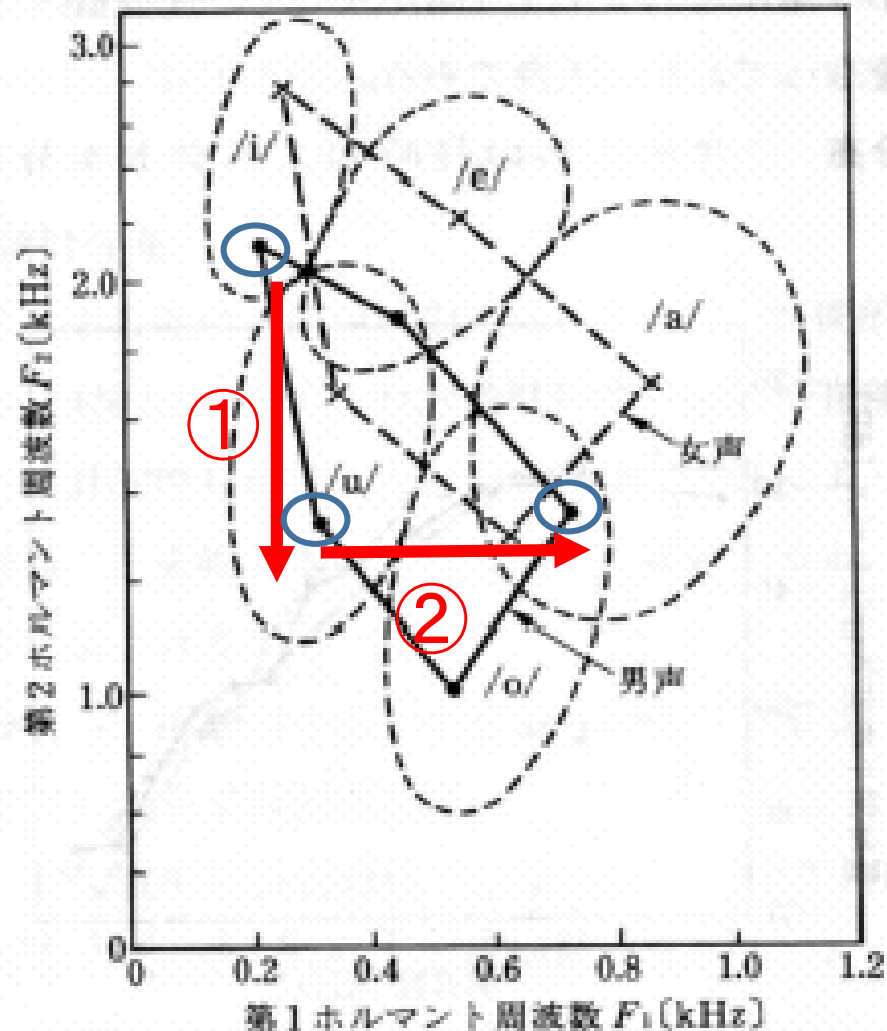
HISAIシステムを用いた 母音の生成

- 母音の
フォルマント

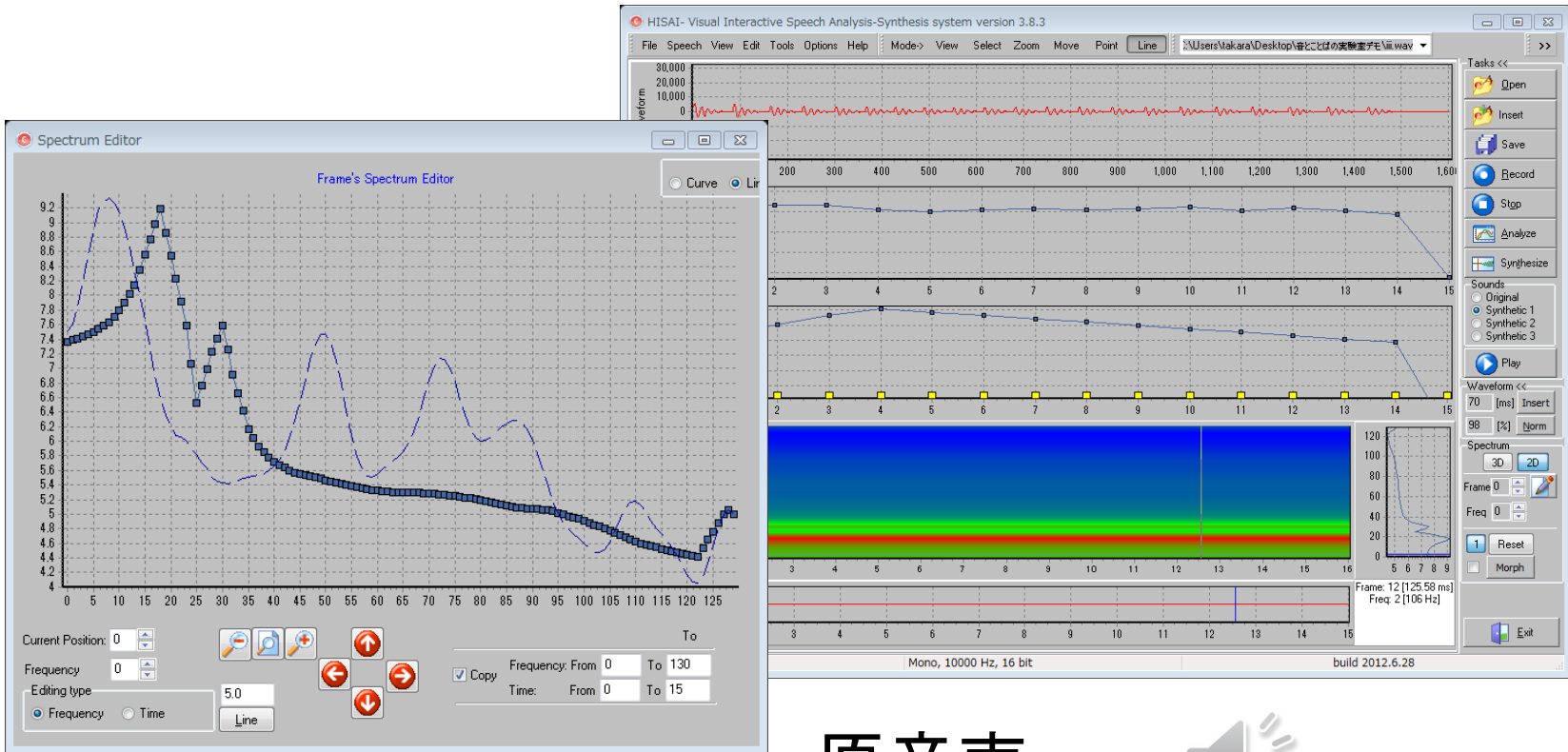


HISAIシステムを用いた 母音の生成

- 母音の
フォルマント



<実験> 母音を創る



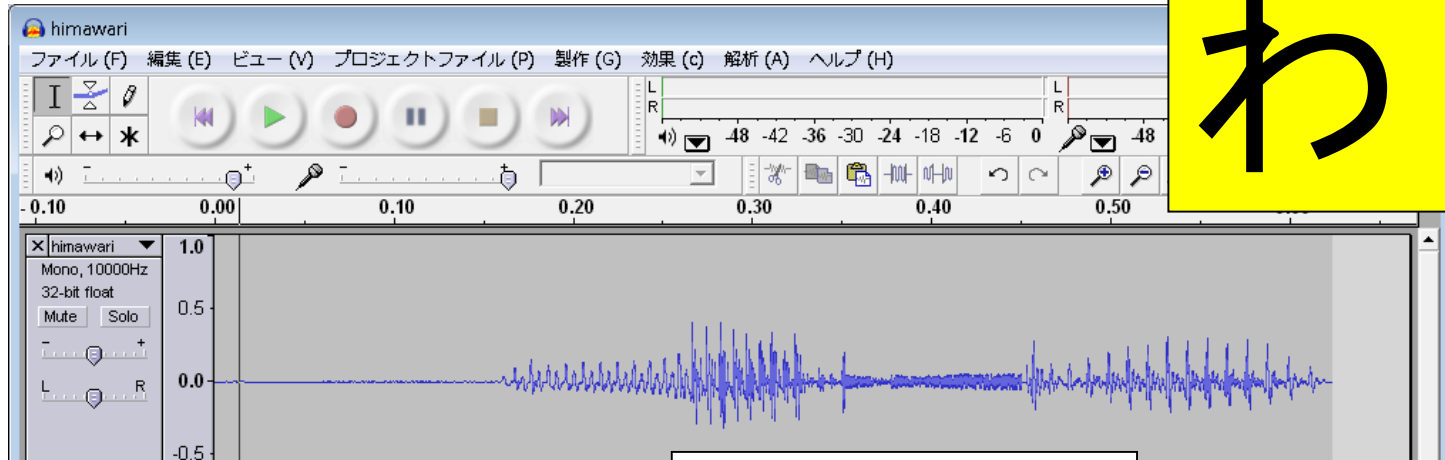
原音声



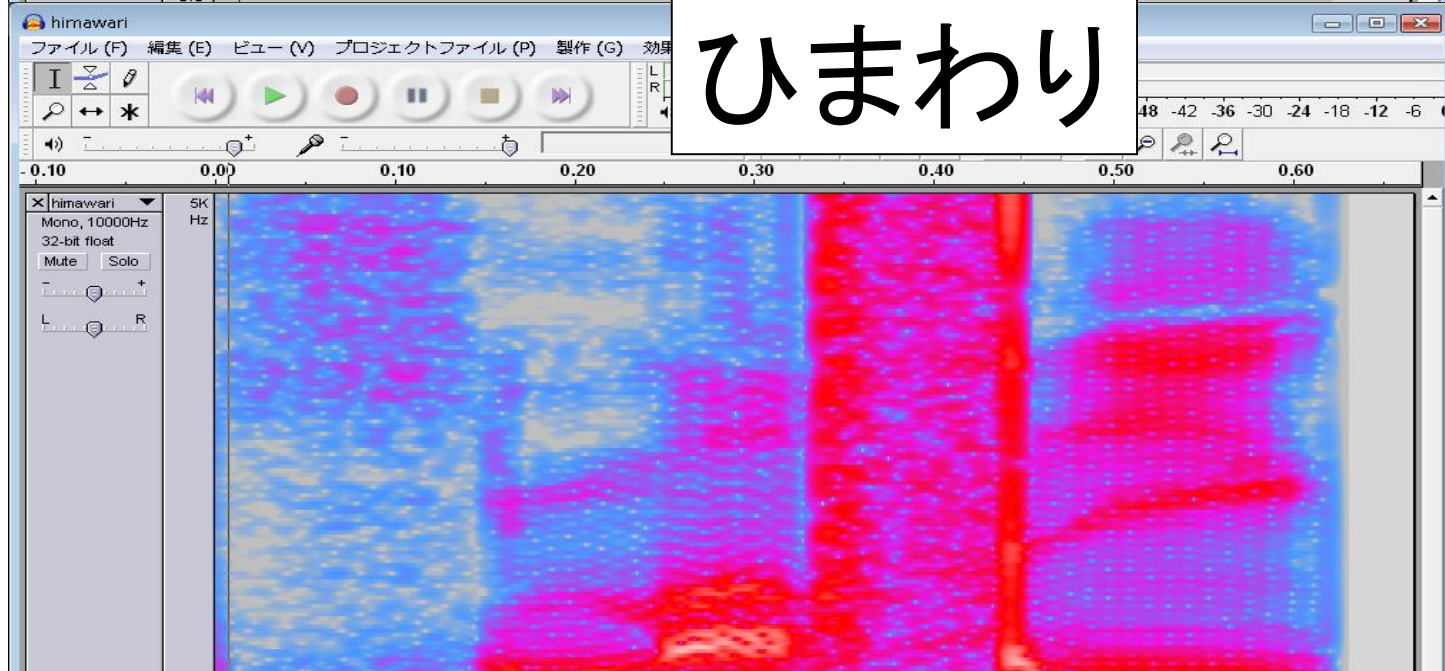
- /i/->第2フォルマントを低くする
- /u/->第1フォルマントを高くする

音の記憶の不思議

わ!



ひまわり

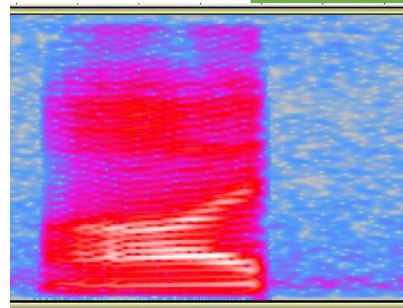
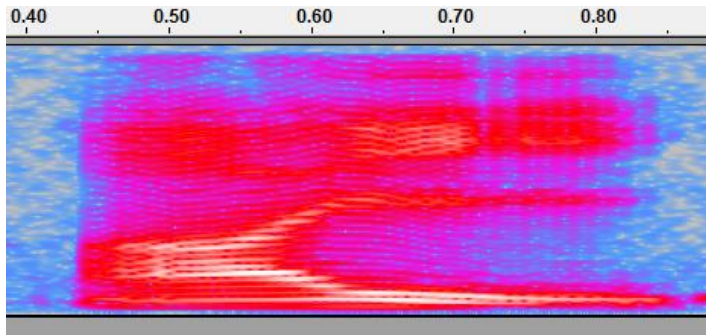
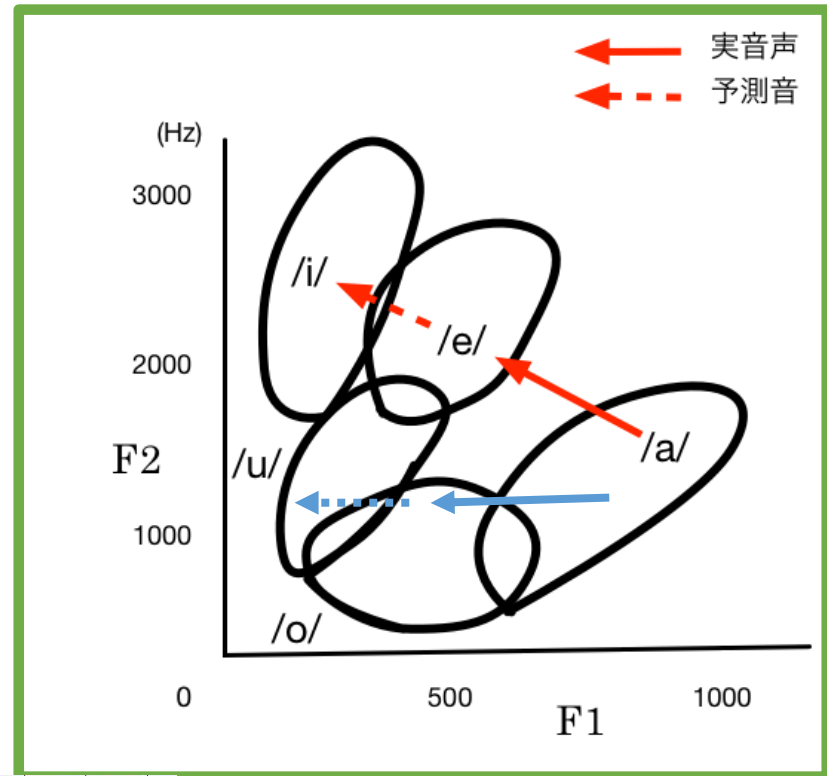


調音結合の逆処理

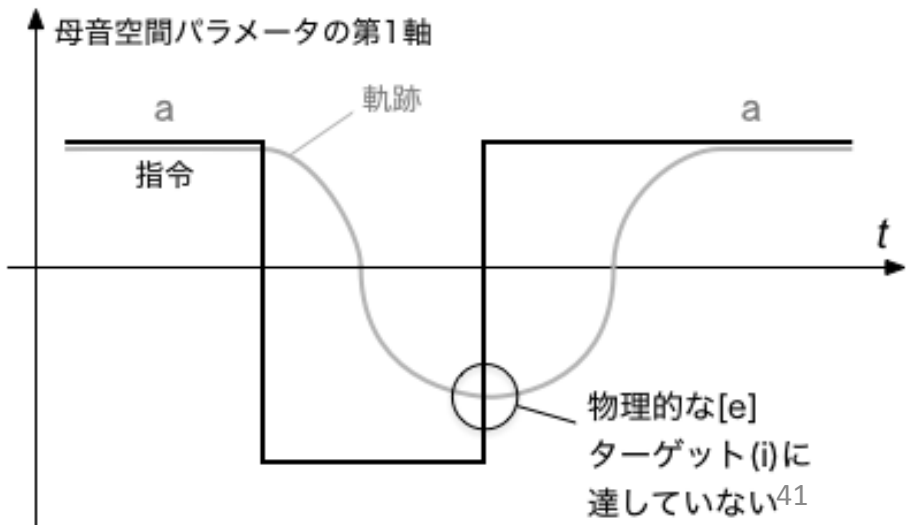
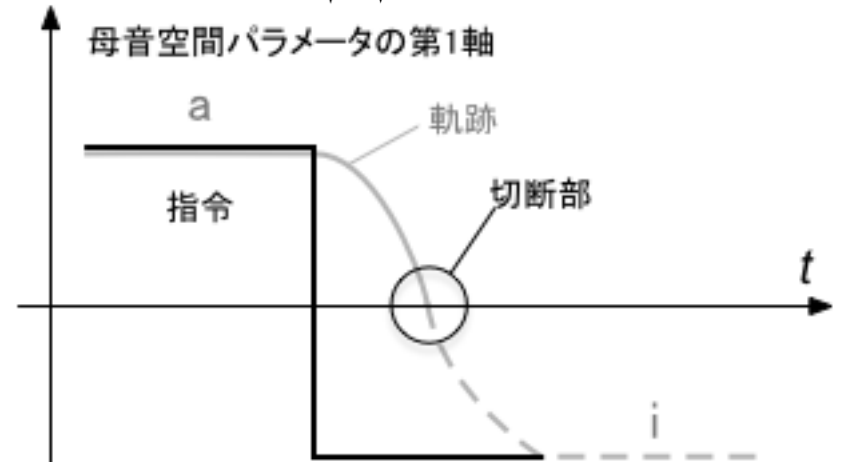
- 人間は音声から変化先を予測し聞いている

- /ai/の例: 物理的に存在しない音が聞こえる

[aaaaeiinii] -> [aaaae____]
/aaaaii/



音声資料 /a i/



- 存在しない音が聞こえる
- 切断した2連母音(正聴率)
 - /ai/(63%), /ia/(82%), /au/(97%), /ua/(92%), /iu/(100%), /ui/(51%)

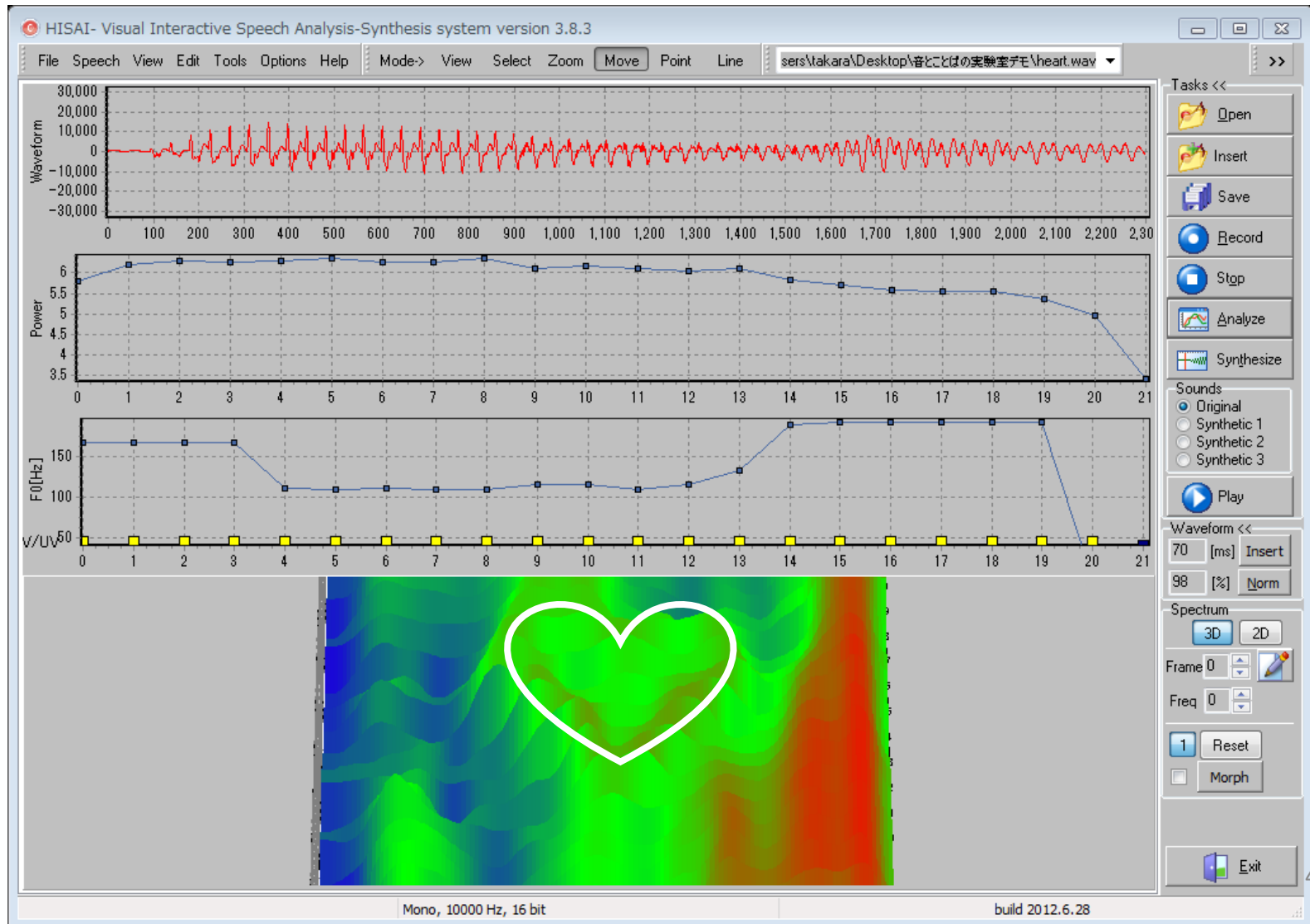
/himawari/



- 対称3連母音
 - /aia/, /aua/, /iui/
 - 真ん中の母音がターゲットに達していない

41

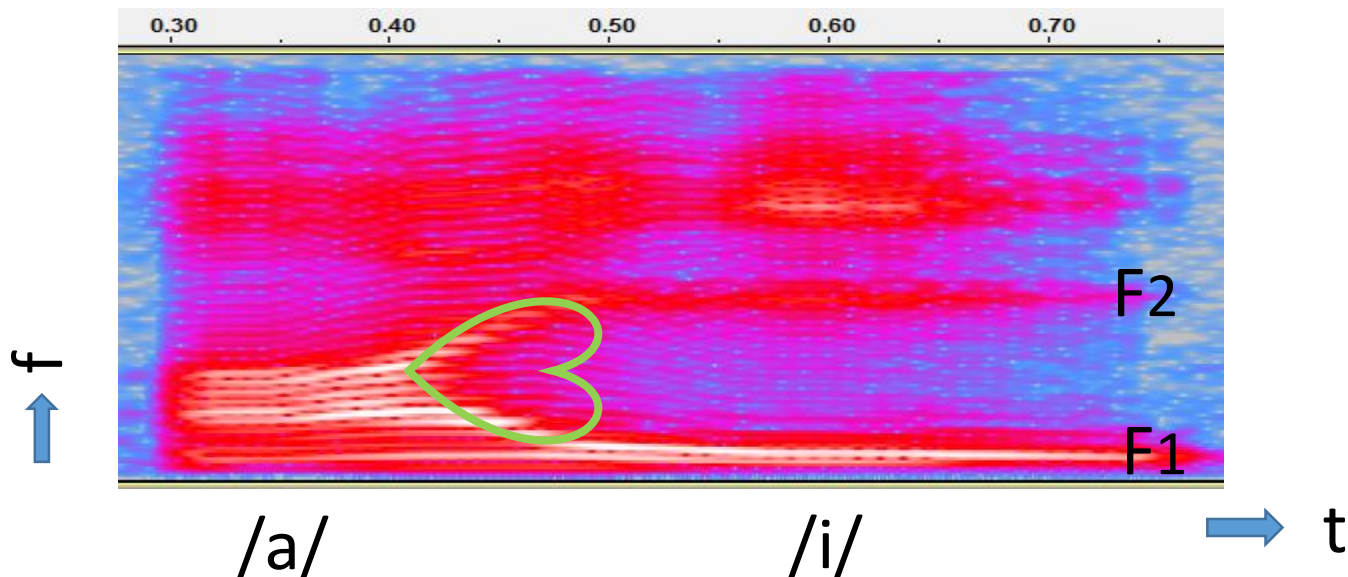
<実験> ハートのこもった音声



ハートは/aɪ/です

- /a/: 第1フォルマントは高く、第2フォルマントは低い
- /i/: 第1フォルマントが低く、第2フォルマントが高い

- スペクトルの図



まとめ

- 琉球大学における35年間の音声言語処理の研究とその教育への応用について述べた。
- その始まりは、高校時代の共振振り子だった。
- 故郷の琉球語に関して貢献できたことは幸せであった。
- 生徒・学生時代からの勉強法の方針であった「改善による向上」を、音声研究においても遺伝的アルゴリズム(GA)で実現できた。
- 内的世界 <—> 客観的世界について
- 皆様のおかげです。ありがとうございました。

コンピュータ琉球語で:

gusuujoo iQpee^nihee:1deebitaN

