

磁気センサシステムによる発話観測 における調音空間の計測

北村達也¹ 能田由紀子^{2,4,5} 吐師道子³ 波多野博顕^{4,5}

¹甲南大学知能情報学部

²ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ

³県立広島大学保健福祉学部

⁴神戸大学大学院国際文化学研究科

⁵ATR知能ロボティクス研究所

磁気センサシステム

- ❖ 調音運動観測のためのシステム
- ❖ 磁気を利用して発話器官に貼り付けた小型のペレット/センサの位置を計測
- ❖ 利点
 - 時間・空間分解能が高い
 - 計測時の騒音がない
 - 非侵襲性
 - 実験データの取り扱いが容易



Carstens AG501

観測法の比較

観測法	利点	欠点
磁気センサシステム	時間・空間分解能が高い, データ処理が容易	観測点が限定される
MRI動画(同期撮像法)	詳細な構造が観測可(高画質)	繰り返し発話が必要(約100回)
リアルタイムMRI	詳細な構造が観測可	標本化周波数が低い(約10コマ/秒)
超音波断層法	操作が容易, リアルタイム	観測領域が限られる

参考: 鎚木, 正木, 元木, 松崎, 北村, 音声生成の計算モデルと可視化, コロナ社 (2010)

磁気センサシステムの活用

- ❖ 発話訓練の効果の評価 (Katz et al., 1999など)
- ❖ 音声からの調音運動の逆推定 (Hiroya and Honda, 2004など)
- ❖ 音声合成における調音運動データの活用 (Ling et al., 2009など)
- ❖ 語学学習におけるフィードバック (末光ら, 2014など)
- ❖ 姿勢の発話運動への影響 (吐師ら, 2014)
- ❖ 話しにくさの自覚と発話運動の関連 (立川ら, 2014)

NDI社

Wave speech research system

- ❖ 磁気センサシステム的一种
- ❖ センサ位置を標本化周波数400 Hzで計測可
- ❖ 利点
 - 可搬性がある
 - 被験者の姿勢の自由度が高い
 - センサは出荷時にキャリブレーション済み
 - 装置レンタルサービス, 実験支援サービス

磁場発生装置
(FG)

コントロールユニット

PC

マイク

口蓋用プローブ

センサ

リファレンスセンサ



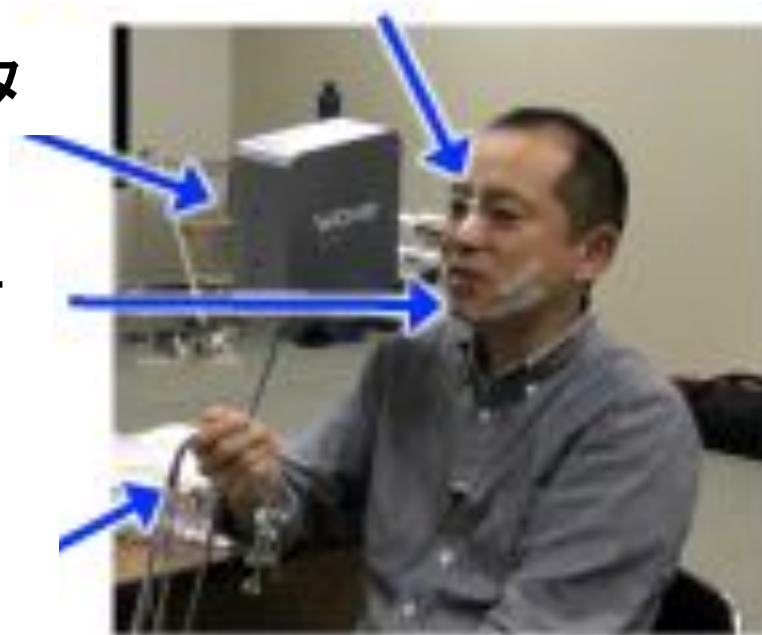
Waveを用いた実験の様子

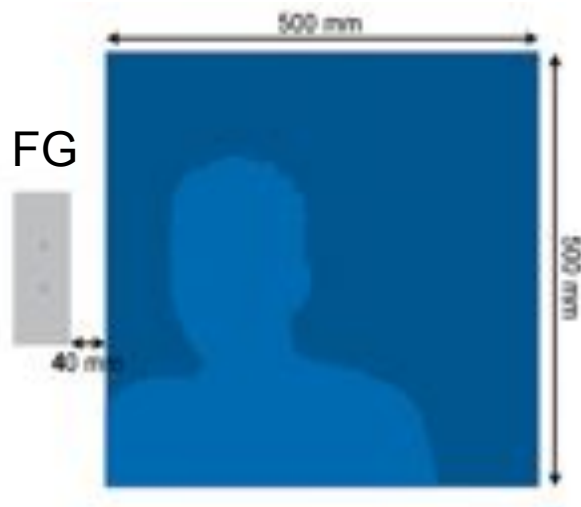
リファレンスセンサ

フィールドジェネレータ

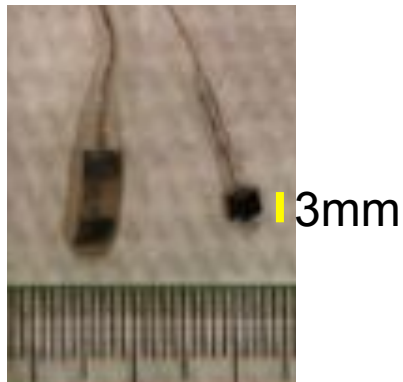
舌, 口唇, 下顎などに
センサ貼り付け

センサの信号を本体
装置へ





計測範囲: 最大50cm立方



リファレンスセンサ(左)とセンサ(右)

- リファレンスセンサを原点とする
座標系を選択可能
- 同時計測センサ数: 16
- サンプルング速度: 400Hz
- 運動状態の位置精度: 1.5mm
- 座標データはセンサごとにテキストで出力
- 音声データはwavファイルで出力
- 座標データと音声データは同期

Waveの課題と対応

精度検証

→ Berry (2010)

ビューワ

→ VisArtico: Ouniら (2012)

センサのワイヤ

→ ワイヤの改良: 北村ら (2013)

口蓋計測

本研究の目的

- ❖ 解剖学的基準点に基づいた調音空間を規定する手法を開発
 - 咬合面を利用
 - Rudy (2011), Jiら (2013) も同様
- ❖ 口蓋形状を計測する手法を開発
 - Waveの標準的な方法では口蓋計測用プローブを使って被験者自身がトレース

本研究での調音空間

- ❖ x軸: 咬合面の前後方向
- ❖ y軸: xz平面に直交する軸(xy平面は正中矢状面)
- ❖ z軸: 咬合面の左右方向

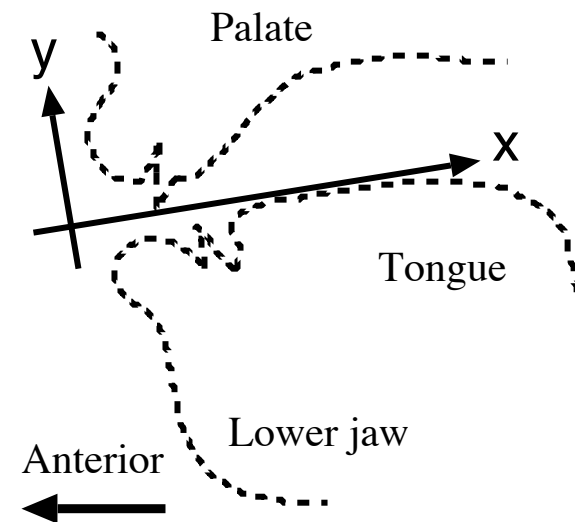


図: xy平面の定義

バイトプレート

- ❖ 4個のセンサを埋め込んだバイトプレートを作成
- ❖ 歯型を固定し、被験者にくわえさせる



バイトプレートと
歯型の中心を
一致させる

歯型をのせたバイトプレート

実験方法

❖ 被験者：成人2名

❖ 手続き：

- 1) 歯型取得
- 2) 咬合面計測
- 3) センサ接着
- 4) 調音運動計測
- 5) 口蓋形状計測

1) 歯型取得

- ❖ 歯科印象取得用トレー: ジーシー ディスポーザブルトレー有歯顎用上顎
- ❖ 歯科用印象材: P.D.R. Silicon scharf



口蓋形状を取る
ため印象材を高
く盛る

歯型取得の様子

2) 咬合面計測

- ❖ 被験者の鼻根点にリファレンスセンサを接着
- ❖ 歯型をバイトプレートに固定



歯型を利用しているため、
バイトプレートがずれるこ
とがなく、再現性が高い。

3) センサの接着

- ❖ 正中矢状面上の7点に貼り付け
- ❖ 舌, 歯茎: 医療用接着剤
- ❖ 口唇: 化粧用接着剤

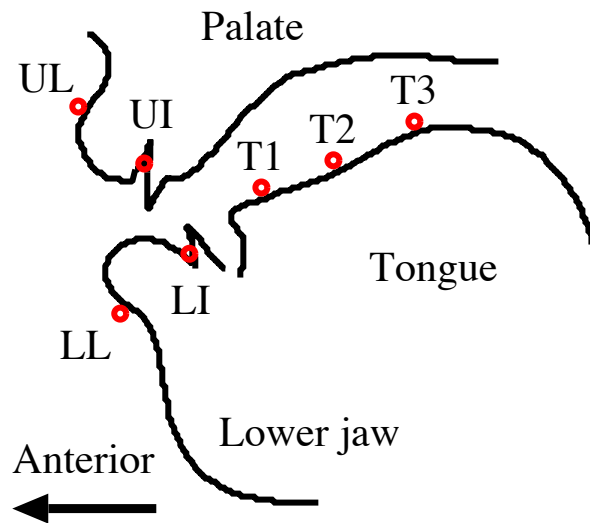
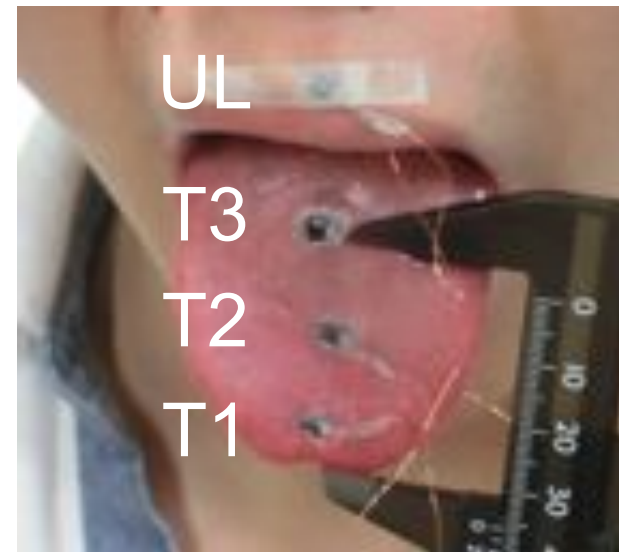


図: センサ接着位置



センサ接着の様子



図：舌への貼り付け



図：上歯茎への貼り付け

4) 調音運動計測

❖ 発話タスク

- アパ, アタ, アチャ, アキ, アケ, アク, アカ, アコ
- 「桃太郎」冒頭部分

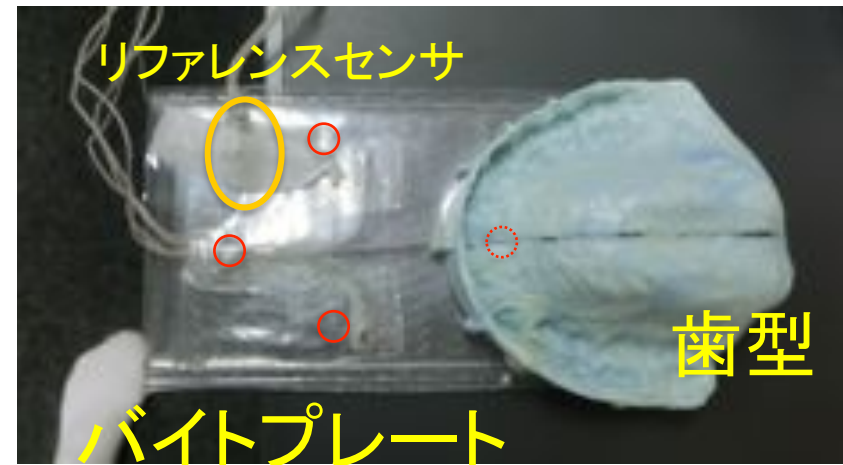
❖ フィールドジェネレータから正中矢状面までの距離を20 cm以内に保つように（参照 Berry, 2010）

❖ 標本化周波数

- 調音運動: 400 Hz
- 音声: 22050 Hz

5) 口蓋形状計測

- ❖ バイトプレートにリファレンスセンサを固定した状態で口蓋計測用プローブでトレース



調音空間の決定・口蓋形状の位置合わせ

- ❖ バイトプレート上の4個のセンサの位置から調音空間の x , y , z 軸を決定
- ❖ 調音運動データの座標をこの調音空間に変換(3次元アフィン変換)
- ❖ 口蓋形状をこの調音空間に変換(3次元アフィン変換)

結果の例(女性被験者)

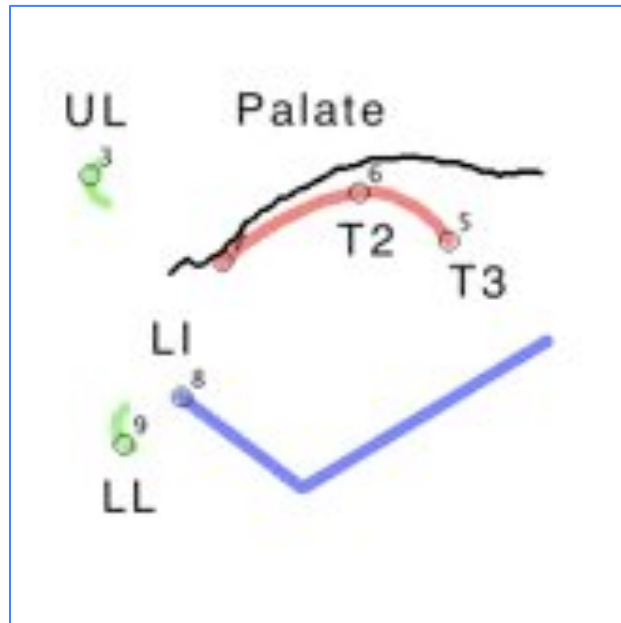


図:「アチャ」の/t_y/摩擦部

T1, T2が硬口蓋に近接

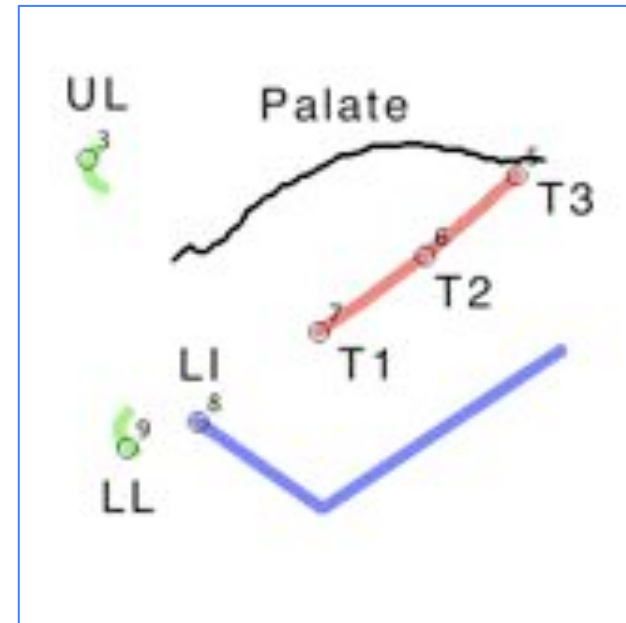
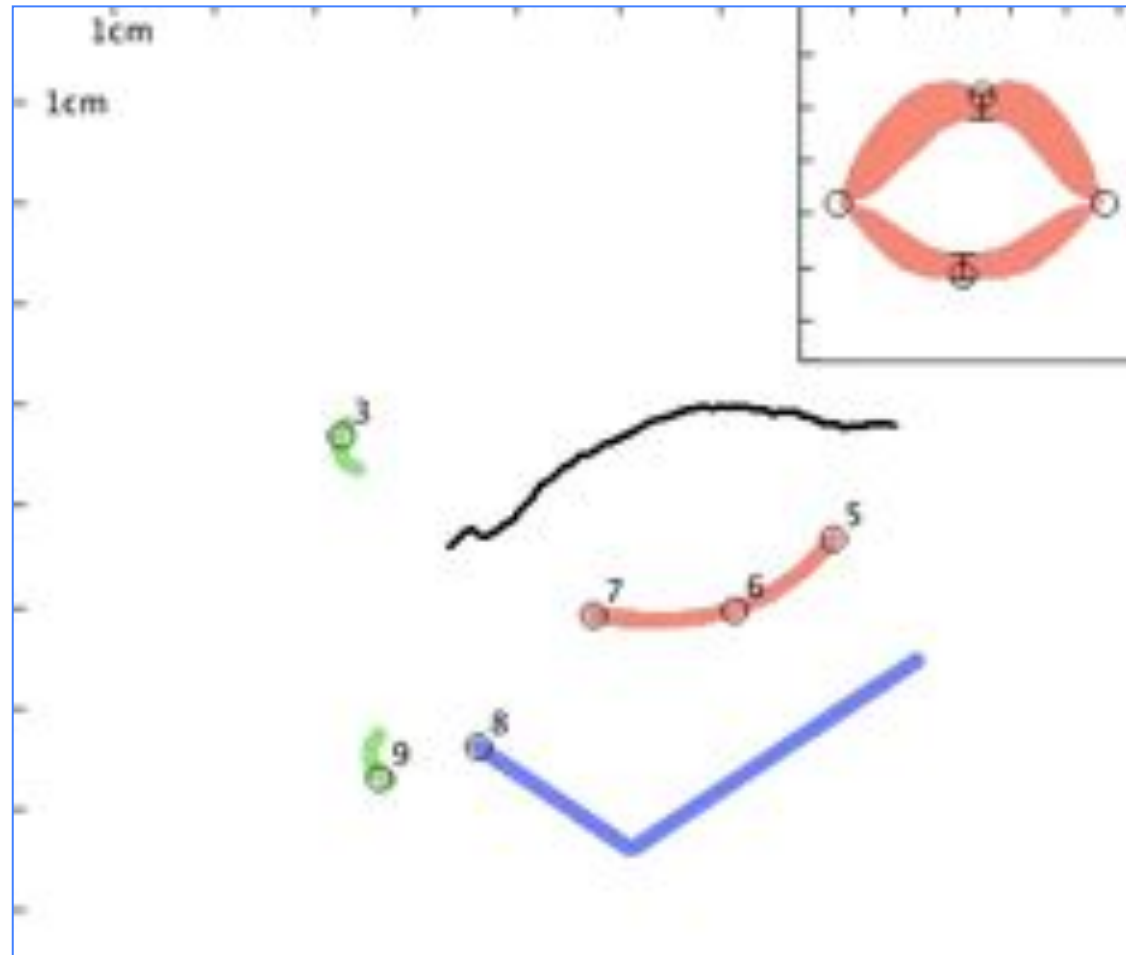


図:「アカ」の/k/バースト部

T3が軟口蓋に近接

動画 (VisArticoの画面)



まとめ

- ❖ Waveを用いた調音運動計測における, 正確かつ再現性の高い調音空間の決定法を提案した.
- ❖ 先行研究 (Liら, 2013など) で考慮されていない口蓋形状のマッピングを実現した.
- ❖ 多くの研究でWaveが利用されていくことを期待している.

本研究の一部は科研費(25240026, 24652085, 25280006, 25884099)の支援により行われた. 三原市つちはし歯科医院院長 土橋加伸先生, 大阪工業大学 平山亮先生, 甲南大学知能情報学部 梅谷智弘先生のご協力に感謝します.