



有声・無声閉鎖子音の 調音運動の差異

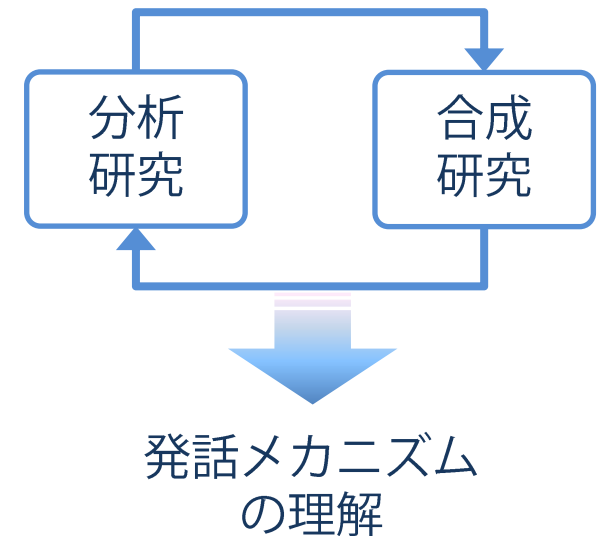
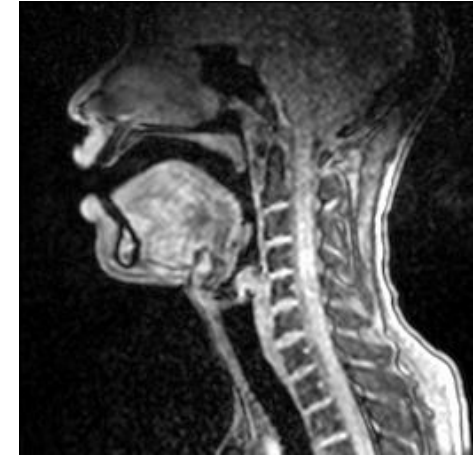
◎橘 亮輔 (甲南大)

北村達也 (甲南大)

藤本雅子 (国語研)

はじめに

- 音声の分析と合成
 - 発話のメカニズム：シンボル→音
 - 音声の分析＝音響音声学
 - 音声の合成＝音響シミュレーション，ロボティクス（構成論的アプローチ）
 - 調音運動の必然性を明らかにする
- 調音運動の精緻な記述
 - 構造の記述（MRI, EMA, EGG.. etc.）
 - 合成に寄与
- 子音はチャレンジング
 - 各種調音器官の全体の動的協調
 - 閉鎖の形成と開放，VOT … etc



- 有声-無声の対比 (voicing contrast)
 - 声帯振動開始時刻 (VOT: voice-onset time) だけではない
 - 声門気流を生じさせるための調音があるだろう
 - 声帯上部の圧と下部の圧の調整
 - 声帯から閉鎖部までの容積の拡大? 分かっていない
- 先行研究
 - 閉鎖子音の有声・無声で咽頭腔内に圧力の違い (Lisker, 1970)
 - 閉鎖中の咽頭腔の容積の違い (Westbury, 1983)
 - 閉鎖子音の有声・無声で, 舌の運動軌道に違いが生じるか?

目的

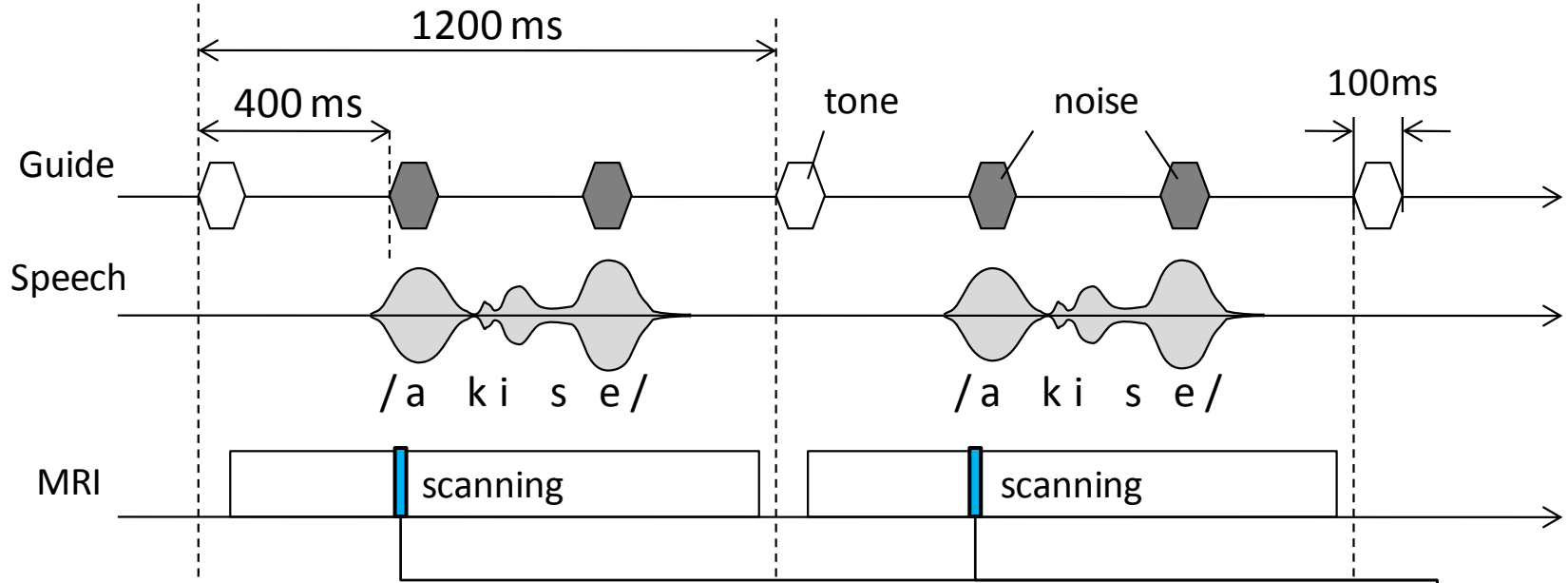
口蓋閉鎖子音の無声音/k/と有声音/g/とで, 調音運動の時間軌跡にどのような違いがあるかを, MRI 撮像から明らかにする

参加者, 発話素材

- 4名の成人話者 (S1~S4)
 - 女性1, 男性3
 - 全員とも関西方言話者
- /akise/ (アキセ) vs. /agise/ (アギセ)
 - 無意味語
 - /k/と/g/ (第2モーラの子音) を観測対象
 - 舌の運動が大きくて観測しやすい
 - 後続母音が無声化することはなかった
 - 発話が安定するようあらかじめ十分な練習

MRIムービーの撮像

発話同期撮像法
Maski et al. JASJ(E) 1999



- 3.0 T MRI (Siemens, MAGNETOM Verio)
- 3拍子のガイド音にあわせて繰り返し発話
- 2拍目：第1モーラ, 3拍目：第3モーラ
- /akise/と/agise/ それぞれ128回発話 (131回-13回)
- 正中矢状断1枚, 1 × 1 mm, 100 fps
- 仰向けで発話。光マイクで録音。



FLASH, TR: 10.0 ms, TE: 1.62 ms, FA: 15,
FOV: 256 × 256 mm, Thickness: 4 mm, NSA: 1

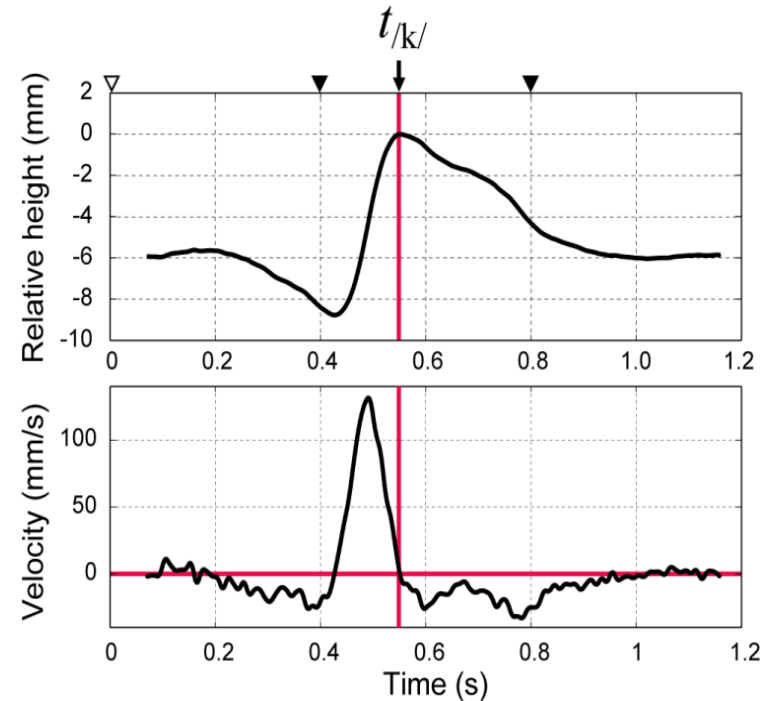
画像解析

- 輪郭追跡
 - 輪郭抽出 (Canny法)
 - 舌表面の輪郭を5次多項式で近似
- 舌の上下運動の解析
 - 時間軌跡：フレーム毎の舌表面の最高点
 - 速度：時間軌跡の時間差分
 - 舌が最高点に達する時刻： $t_{/k/}$ $t_{/g/}$

白：輪郭

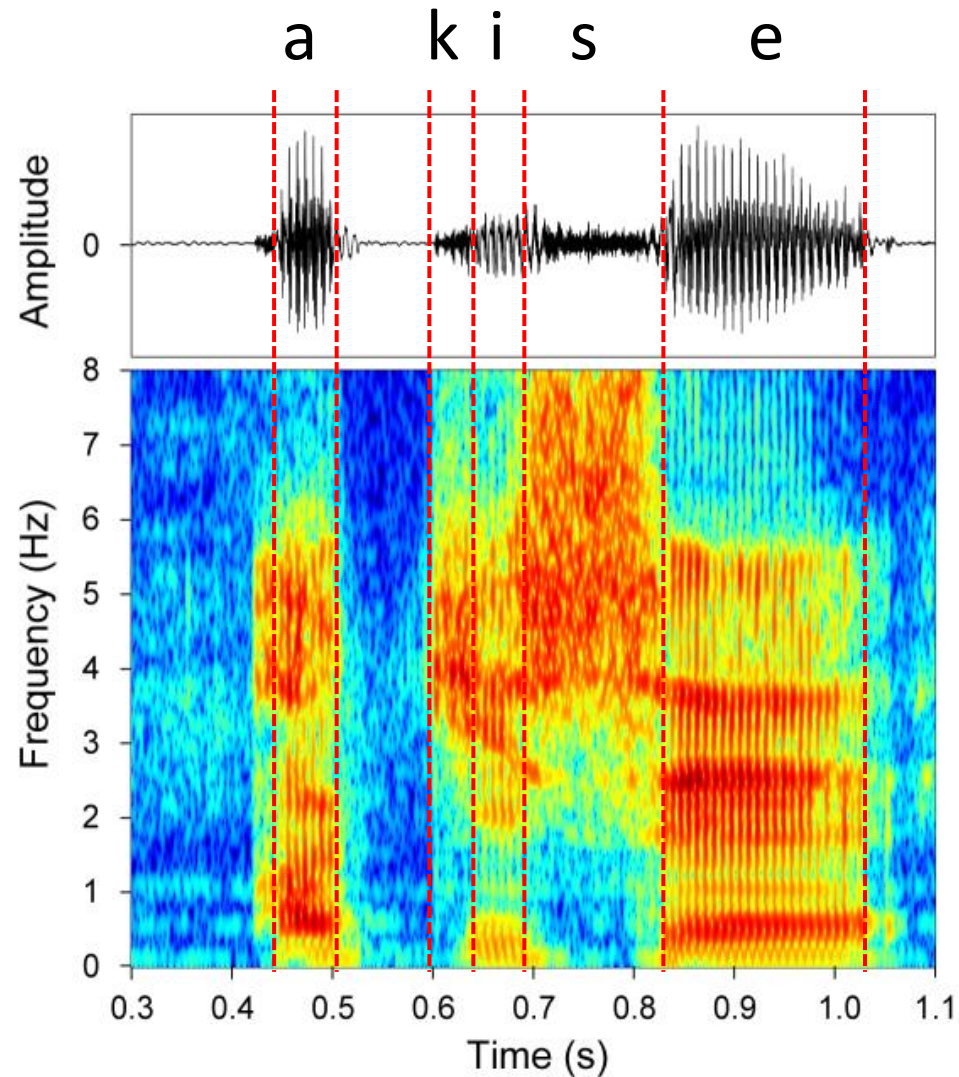
赤：舌表面の
多項式近似

青：近似舌表面の
最高点



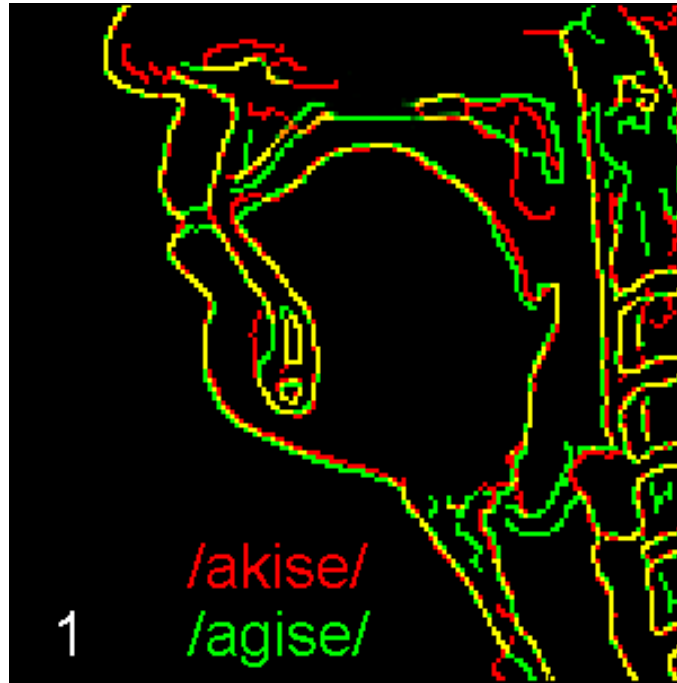
音声解析

- 13回分／条件
 - 繰り返し発話のうち，MRI スキャンが行われない13回分の発話（騒音がない）
- 音素境界
 - スペクトログラム
 - 目視で決定

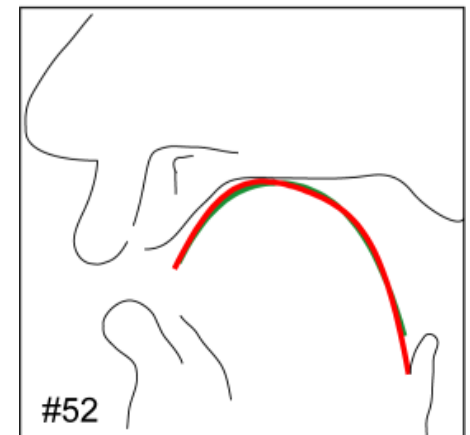
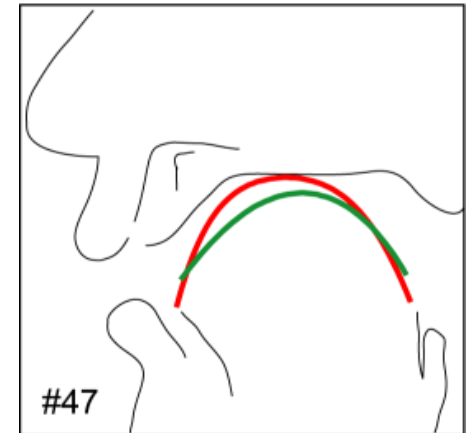
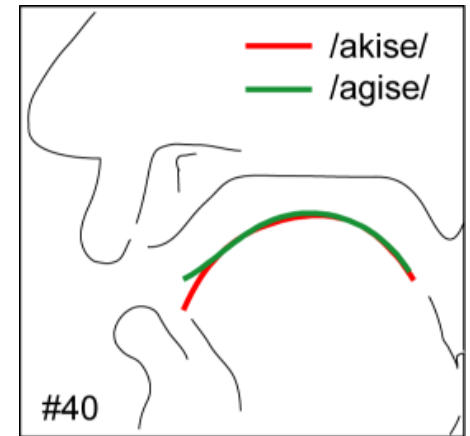


結果

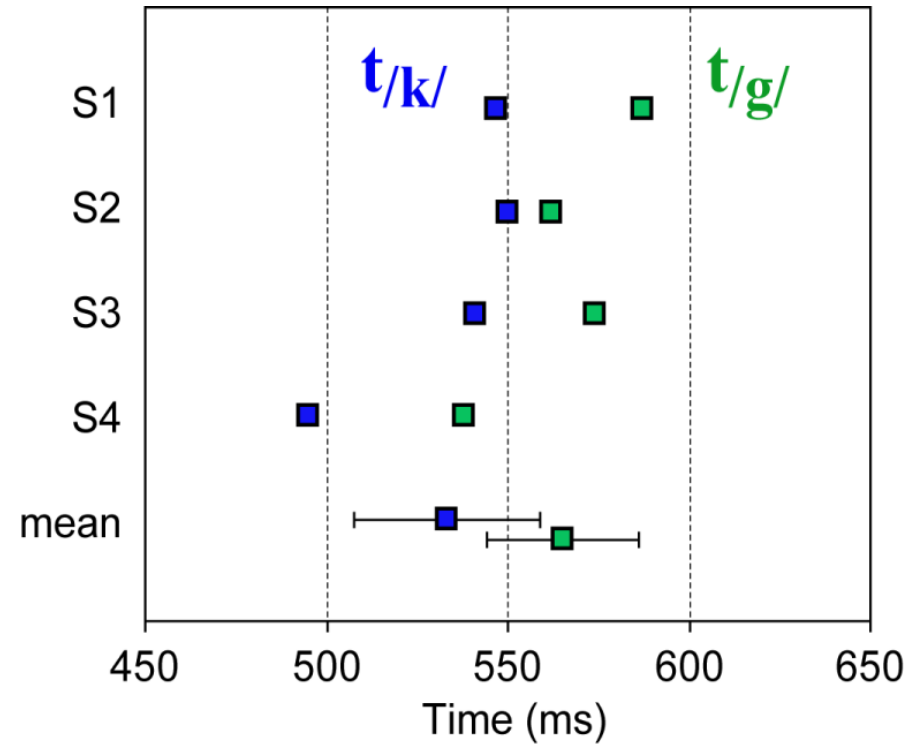
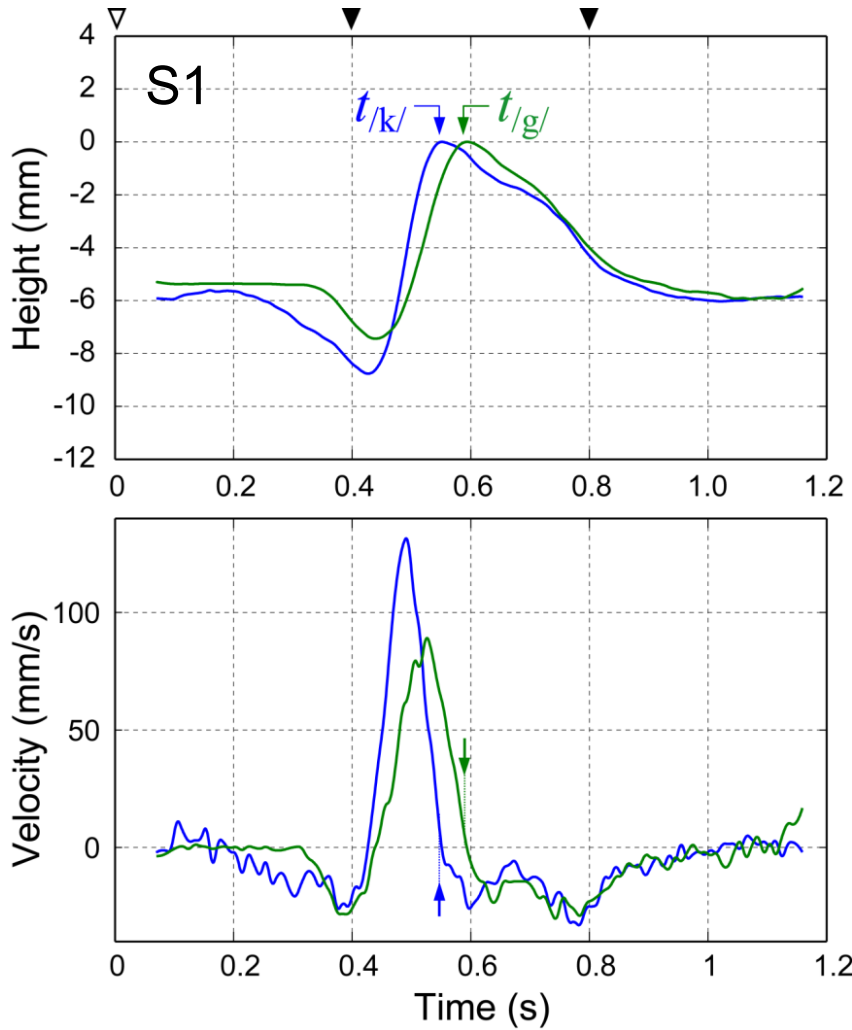
輪郭抽出の結果



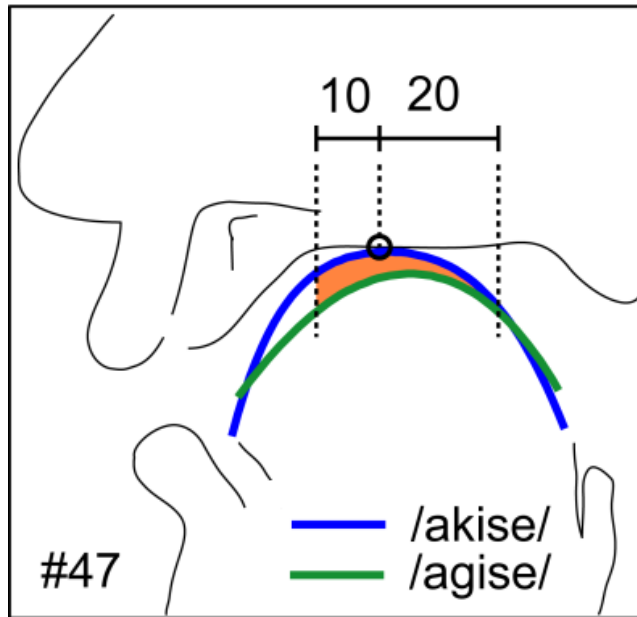
- /akise/のほうが、/agise/よりも舌の上昇運動が早い



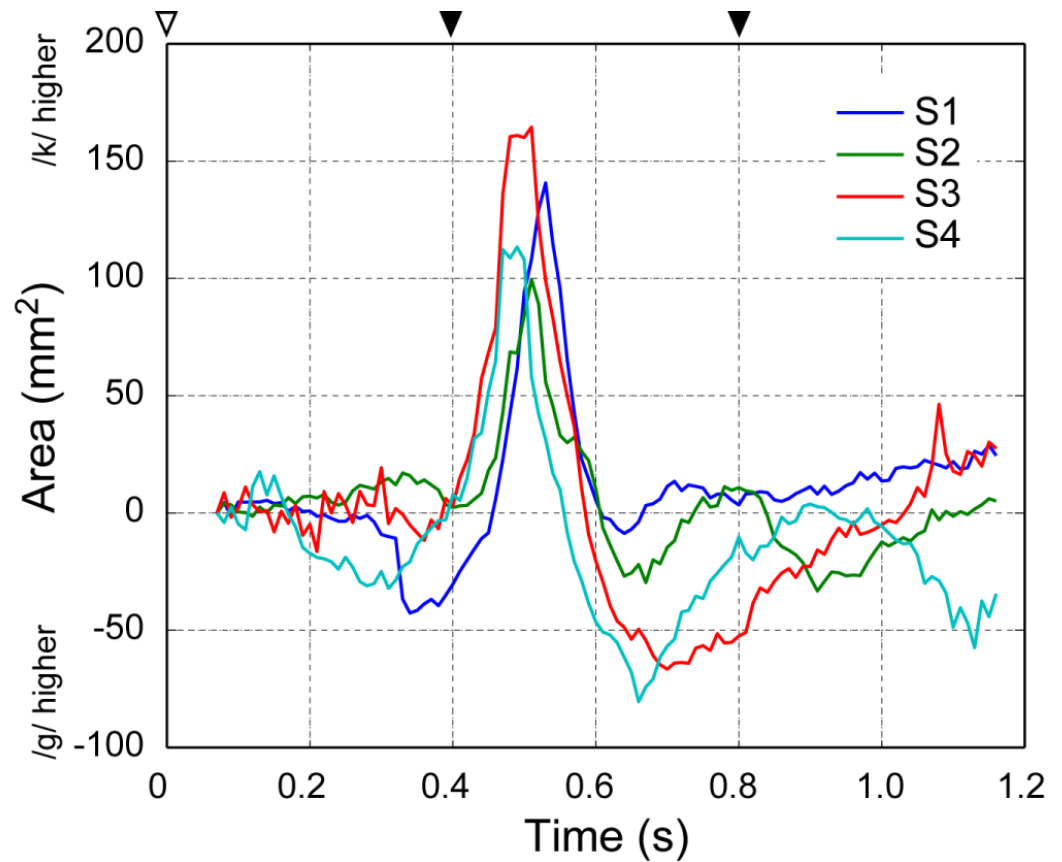
/k/と/g/の調音の時間差 (1/2)



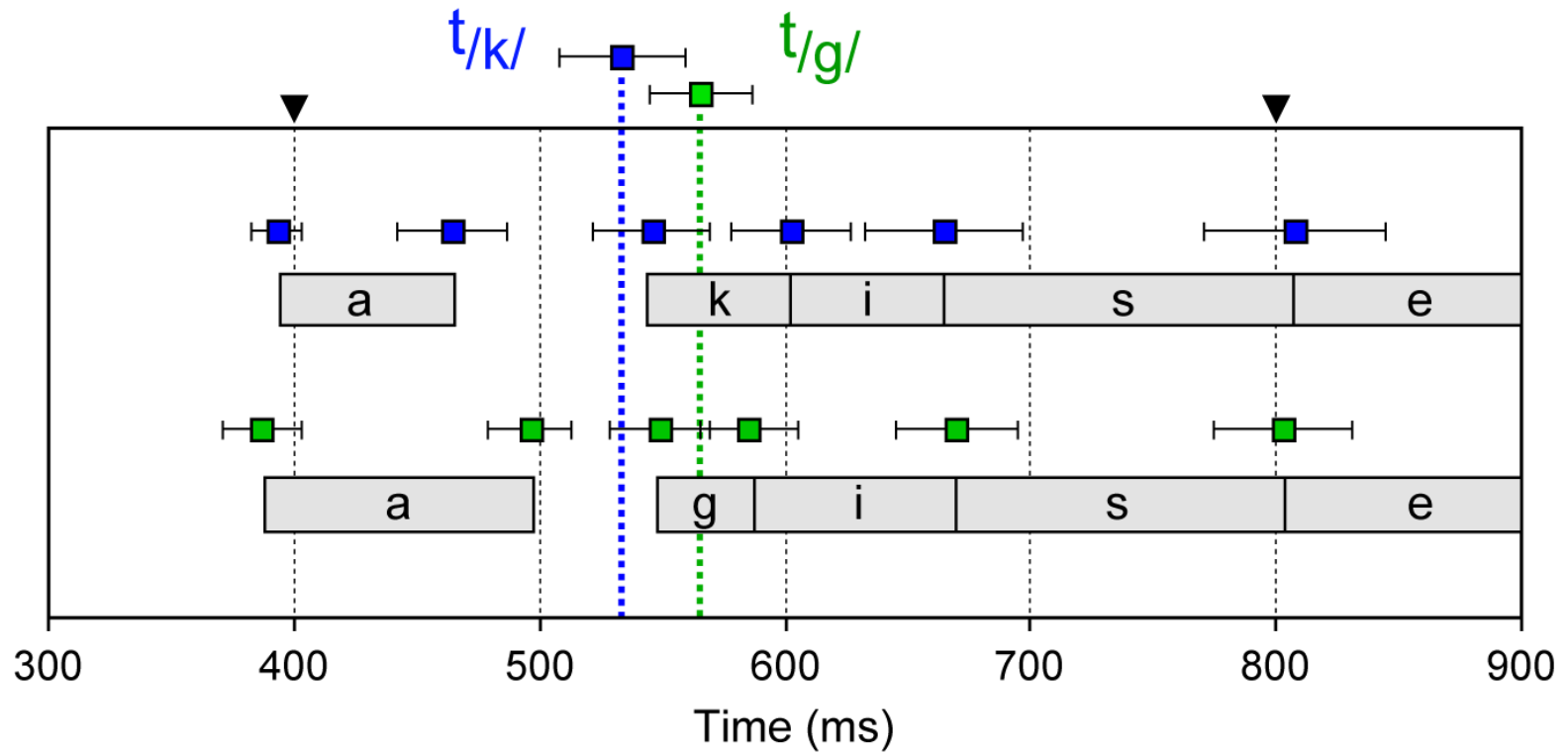
/k/と/g/の調音の時間差 (2/2)



最高点の前10mm～後20mm



音素境界との関係性



N=4, mean, SD

- /a/, /se/のオンセットは有声・無声によらない
- /a/のオフセットが/akise/で短い
- 第1モーラと第3モーラはガイド音に一致
- 舌の最高点は妥当な時刻。 $t_{/k/}$ が早いのは話速の影響ではない

- /k/の調音は/g/に比べて早く生じていた
- 前後のモーラの発話タイミングは同じであった
- 無声音で調音が早くなった？
 - 無声閉鎖子音は有声音よりも閉鎖時の口腔内圧力が高くなる (Lisker, 1970)
 - 十分な閉鎖と舌のスティフネスが必要
- 有声音で調音が遅くなった？
 - 声帯振動を作るために圧力を下げたい
 - 声帯上部の容積を十分に作りたい
- X線マイクロビーム研究でも, /aka/と/aga/で, /k/の舌運動が先行する傾向。英語でも。(吐師, unpublished)
- 少なくとも声帯振動の開始時刻だけではない

課題と展望

- 現象の一般性：
他の閉鎖子音対 /p/-/b/, /t/-/d/ ではどうか
他の音素環境ではどうか
- 現象の必然性：
有声・無声の対比にどのように寄与するのか
音響シミュレーションと組み合わせることで

謝辞

- 貴重なご意見を頂いた本多清志氏, 正木信夫氏, 吐師道子氏に感謝いたします。
- 本研究は, 平成23年度科学研究費 (No.21300071) によりおこなわれた。