
母音発声時の声道断面積関数の 個人差について

ATR人間情報科学研究所

北村 達也 竹本 浩典 本多 清志

kitamura@atr.jp

研究目的

- 研究目的: 音声の個人性の生成要因を明らかにする.
- 声道形状に起因する個人性:
 - 声道長
 - 声道概形
 - 微細構造(2003年秋)
- 声道断面積関数を対象にして声道概形の個人差について検討.

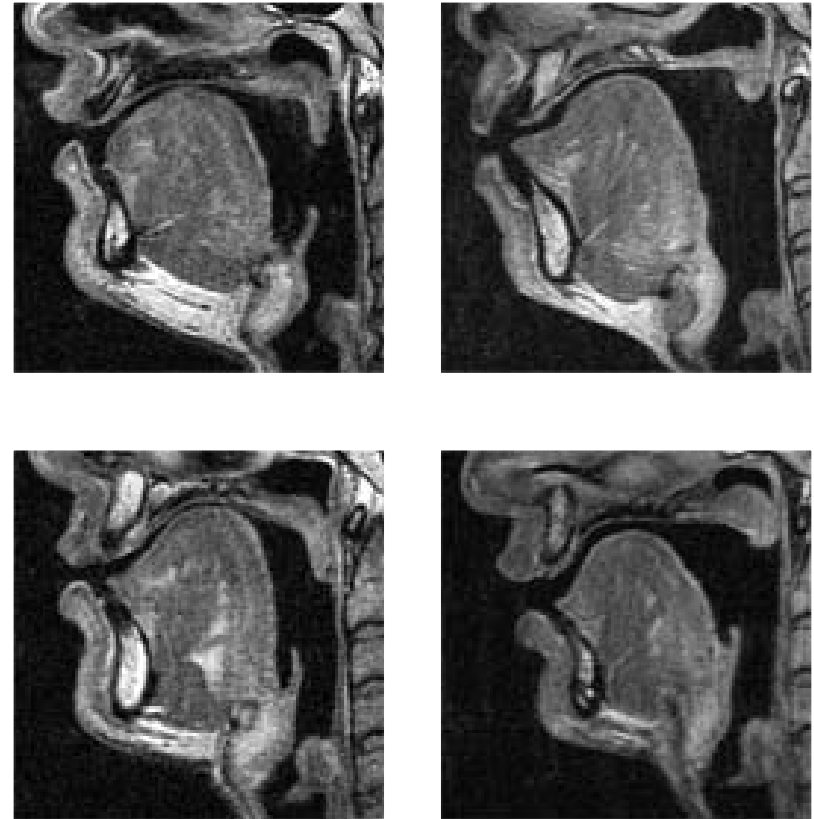


図: 成人男性4名の母音 /i/ 発声時のMR画像(正中矢状断面).

先行研究

- Yang & Kasuya (1995)
 - 成人男性, 成人女性, 子供の3次元MRIから抽出した声道断面積関数の分析.
 - 声道を3区間に分けて正規化.
 - 話者変換(1997).
- Honda et. al (1996), 本多(1997)
 - X線マイクロビームを用いて, 調音器官の形態的特徴と調音空間, フォルマント周波数との関係进行分析.
- Fitch & Giedd (1999)
 - 129名(2~25歳)の正中矢状断面のMR画像から声道概形进行分析.
- Apostol et. al (1999)
 - 成人男性の3次元MRI.
 - 声道断面積関数を3区間に分けて話者変換.

研究方法

- MRIを用いて男性8名の頭頸部を観測し、母音 /i/, /e/ 発声時の声道断面積関数を求める。
- 声道長の個人差を取り除くため、声道長を正規化した声道断面積関数を求める。
- 声道断面積関数において個人差が顕著な部分の音響的な影響を調べる。

MRI撮像

- 日本人成人男性8名
- 日本語5母音持続発声
- 仰臥状態で発声
- 撮像：矢状方向
- 撮像時間：約3分
- 分析には /i/ と /e/ のデータを使用.
- 歯列画像補填のため口腔造影剤を用いた撮像も行った.



図：実験に用いたMRI装置。
©ATR脳活動イメージングセンタ

声道断面積関数の抽出

1. 竹本ら(2003年春)の方法にて歯列画像を補填.
2. 声門から口唇までの声道中心線を引く.
3. 声道中心線上2 mm間隔で直交する面の声道断面積を求める.

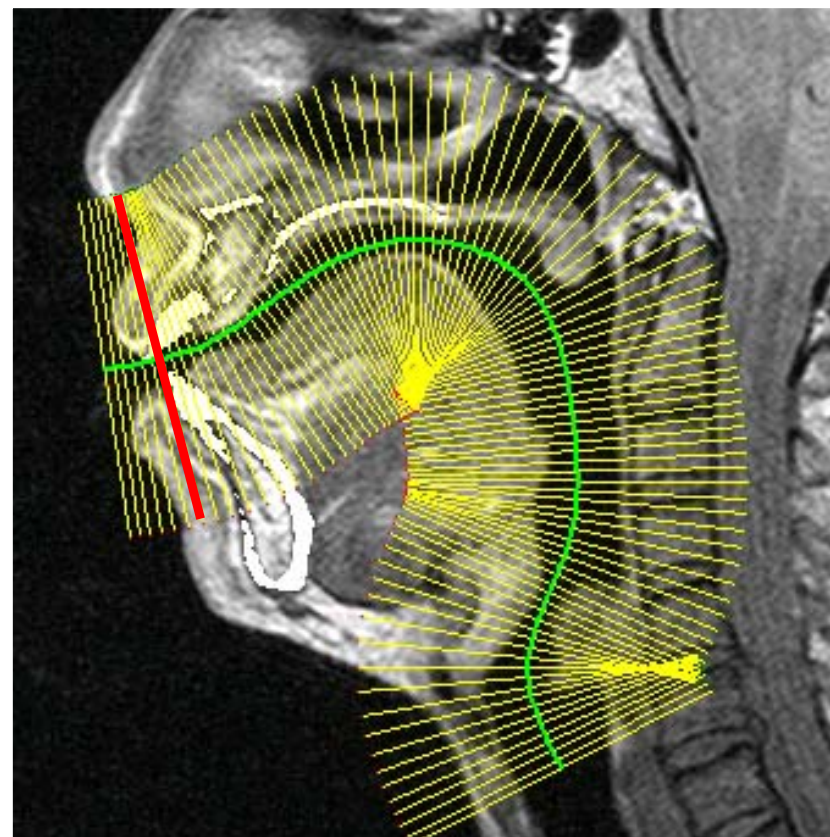


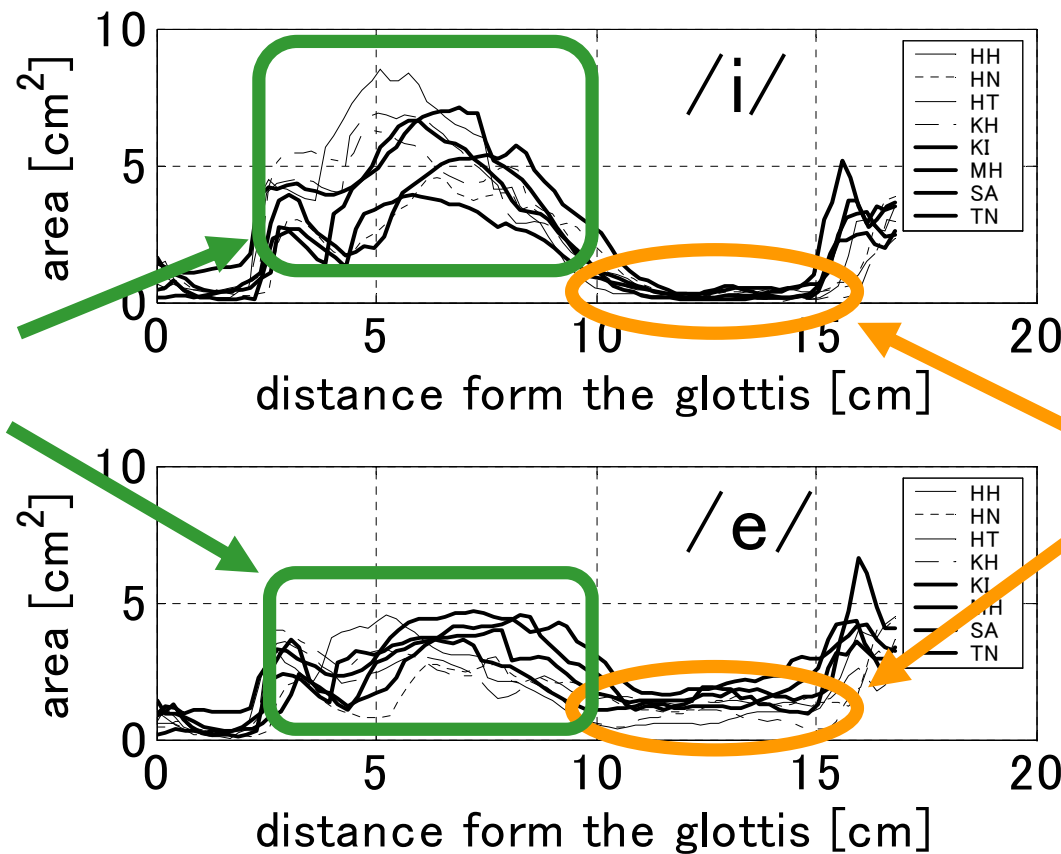
図: 声道断面積関数抽出に用いたグリッドの例(母音 /e/).

声道断面積関数の個人差

声道長を17 cmに正規化.

声道長
母音 /i/
15.8 cm~17.4 cm
母音 /e/
15.6 cm~17.6 cm

咽頭腔の
パターン
• 長さ
• 容量

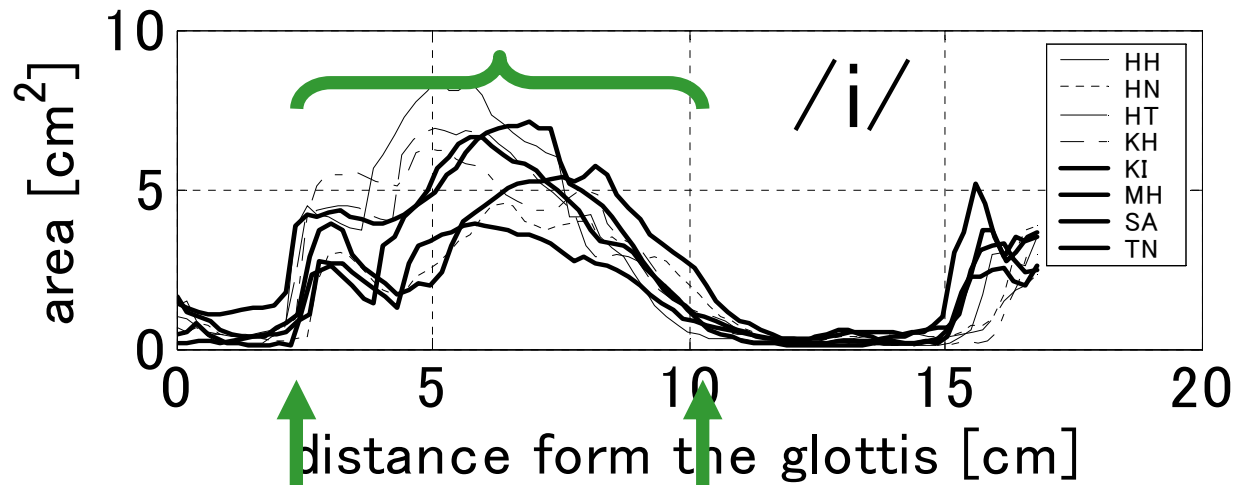


せばめの長さ

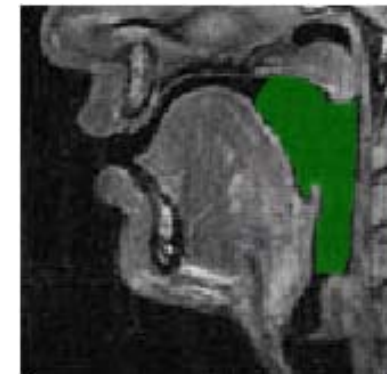
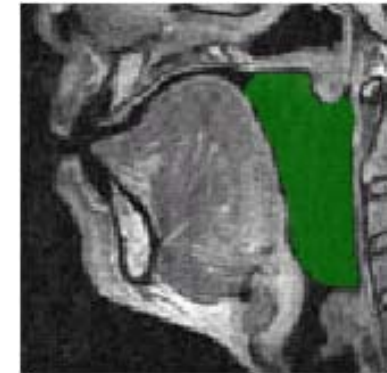
図: 声道長を正規化した被験者8名の声道断面積関数. (上)母音 /i/, (下)母音 /e/.

咽頭腔の区間

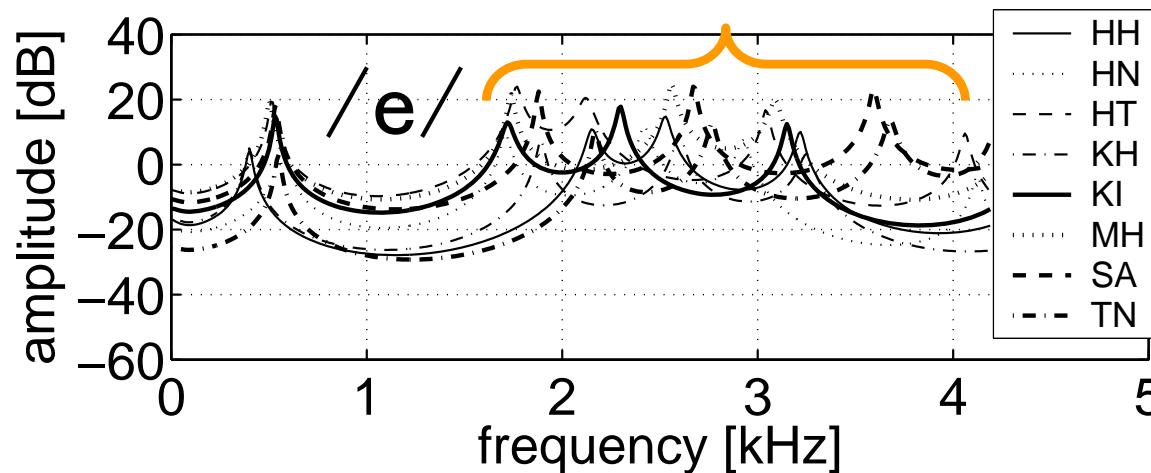
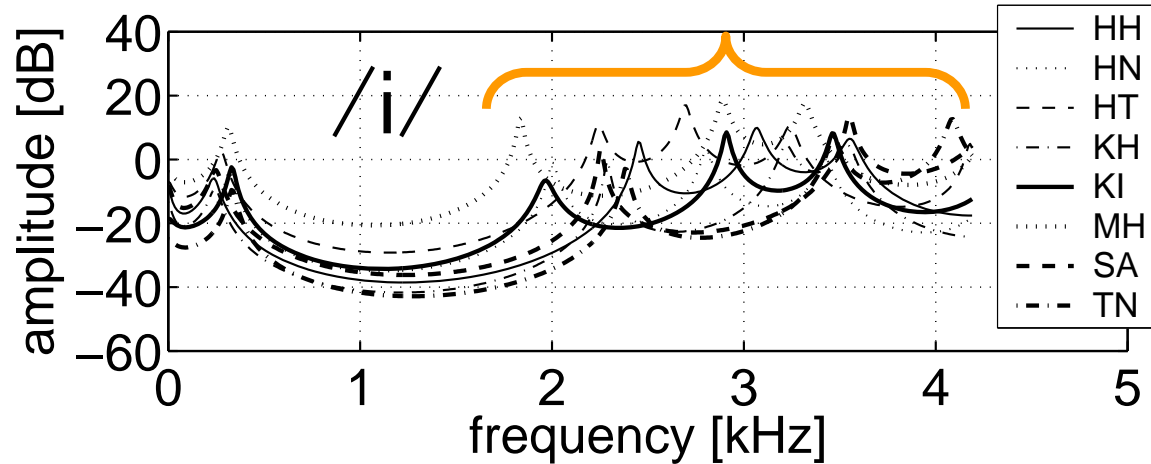
解剖学的区分とは異なる.



曲率を参考にして目視により決定.



伝達関数の個人差



- 声道長を正規化しても伝達関数の個人差は大きい。
- F2 以上の周波数帯域に顕著な個人差がみられる。

図：声道長を正規化した声道断面積関数の伝達関数。(上)母音 /i/, (下)母音 /e/。

各パラメータとフォルマント周波数の相関 (母音 /i/)

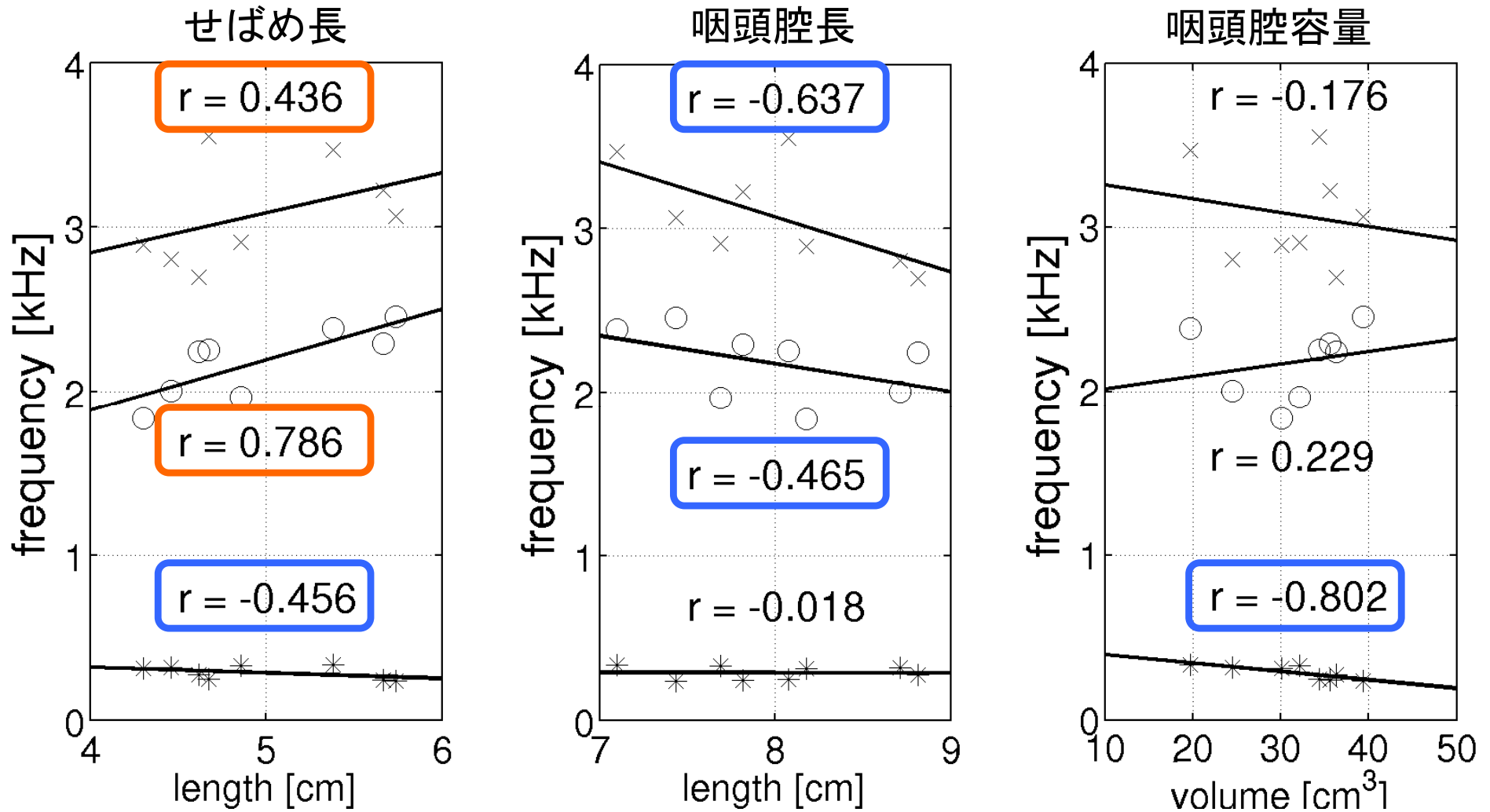


図: 各パラメータとフォルマント周波数との相関.

各パラメータとフォルマント周波数の相関 (母音 /e/)

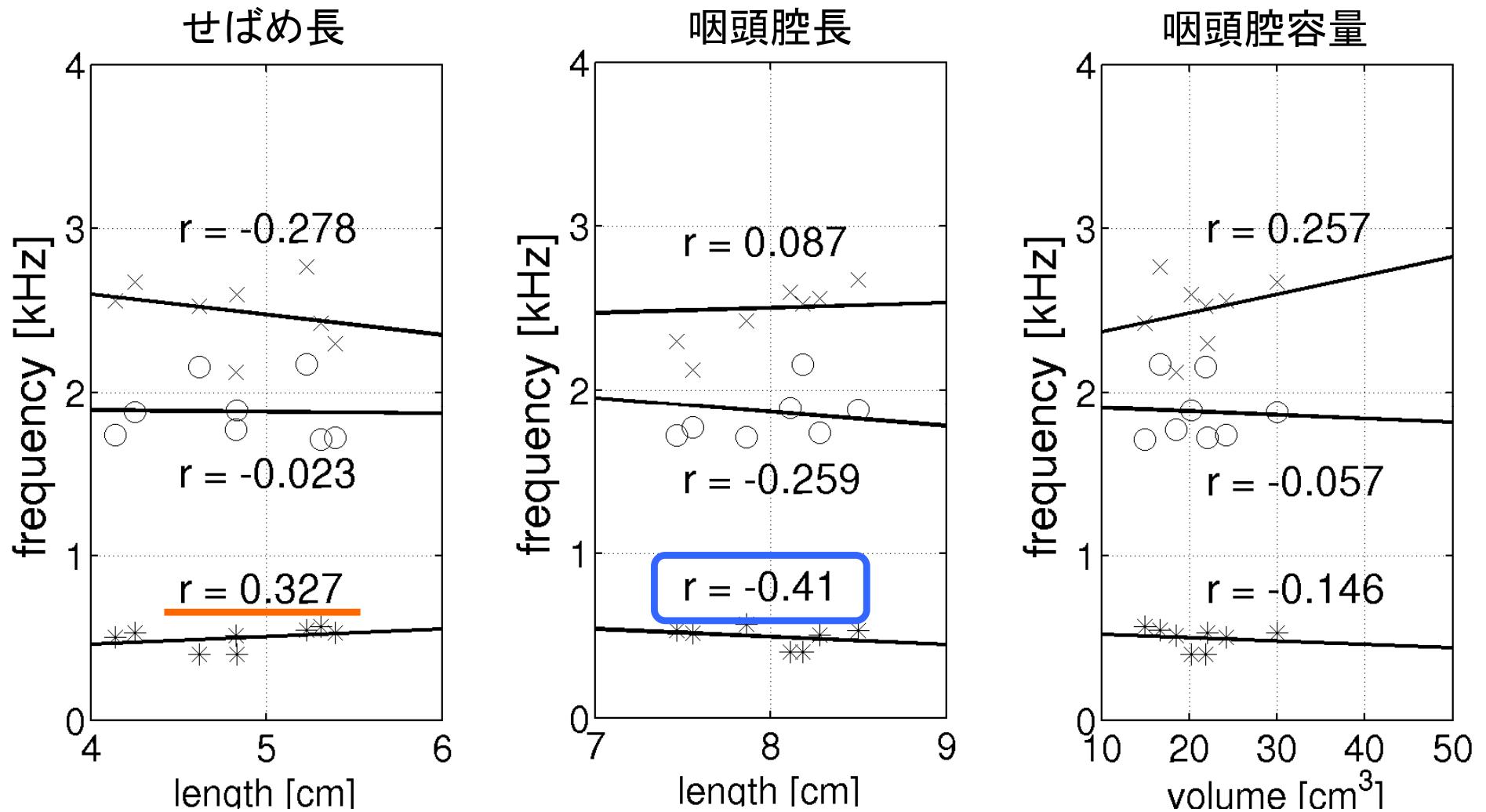


図: 各パラメータとフォルマント周波数との相関.

考察

- ・ 母音 /i/

- 負の相関

- ・ F1とせばめの長さ

- ・ F1と咽頭腔容積

- ・ F2, F3と咽頭腔長

- 正の相関

- ・ F2, F3とせばめの長さ



F1は近似的にヘルムホルツ
共鳴器による共鳴とみなせる。



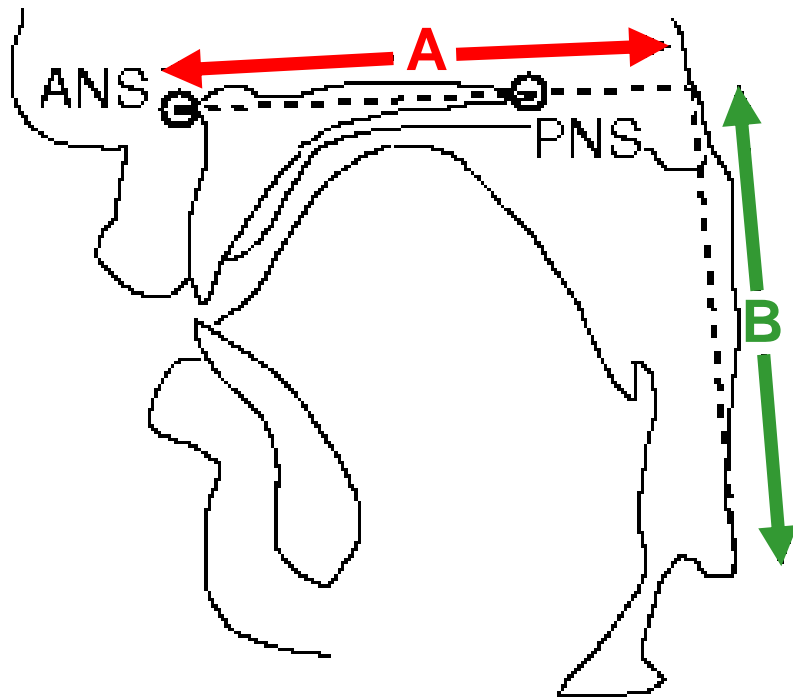
せばめの長さ, 咽頭腔長, 咽頭腔容積の個人差は母音 /i/ のF1, F2, F3に影響を与える。

- ・ 母音 /e/

- 明確な相関関係はみられず.

- 口腔と咽頭腔との境界が明確でないことが原因か？

調音器官の形態的特徴との関係



- ・ 形態的特徴を表すものとして2ヶ所の距離を用いた.
- ・ A/B を指標とした.
 - A/B 大 → 横長
 - A/B 小 → 縦長

図: 本研究で試みた2ヶ所の距離.

PD/PH と各パラメータとの相関(母音 /i/)

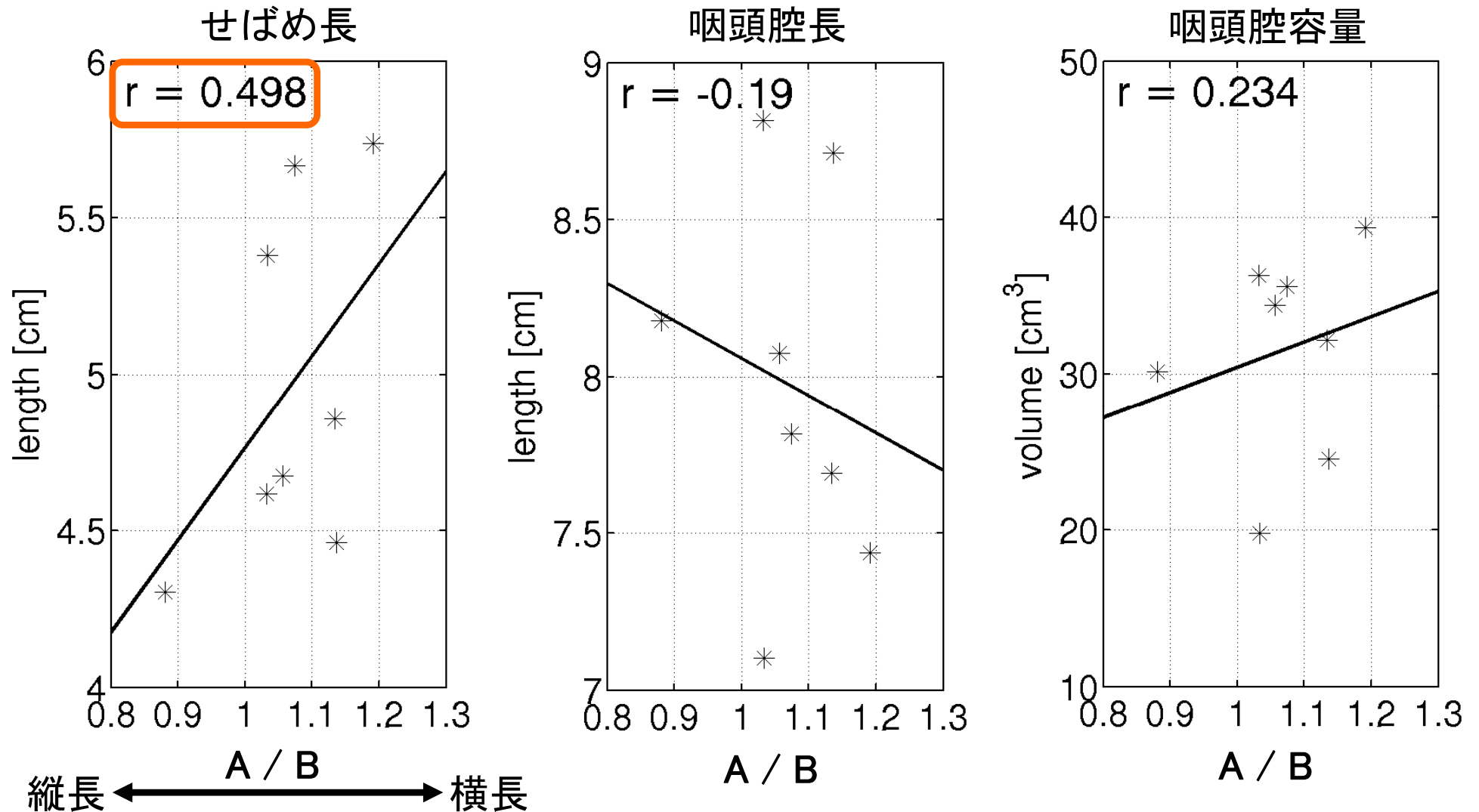


図: A/B と各パラメータとの相関.

まとめ

- 男性8名の母音 /i/ と /e/ を対象に声道断面積関数と音響的特徴との関係を調べた.
- 声道長を正規化した声道断面積関数の伝達関数ではF2より上の帯域の個人差がおおきい.
- せばめの長さ, 咽頭腔長, 咽頭腔容積の個人差は母音 /i/ のF1, F2, F3に影響を与える.
- 母音 /e/ に関しては明確な関係がみられず.
- 声道長を正規化するという手法そのものの妥当性を検討する必要がある.

正中矢状面のMR画像(母音/e/)

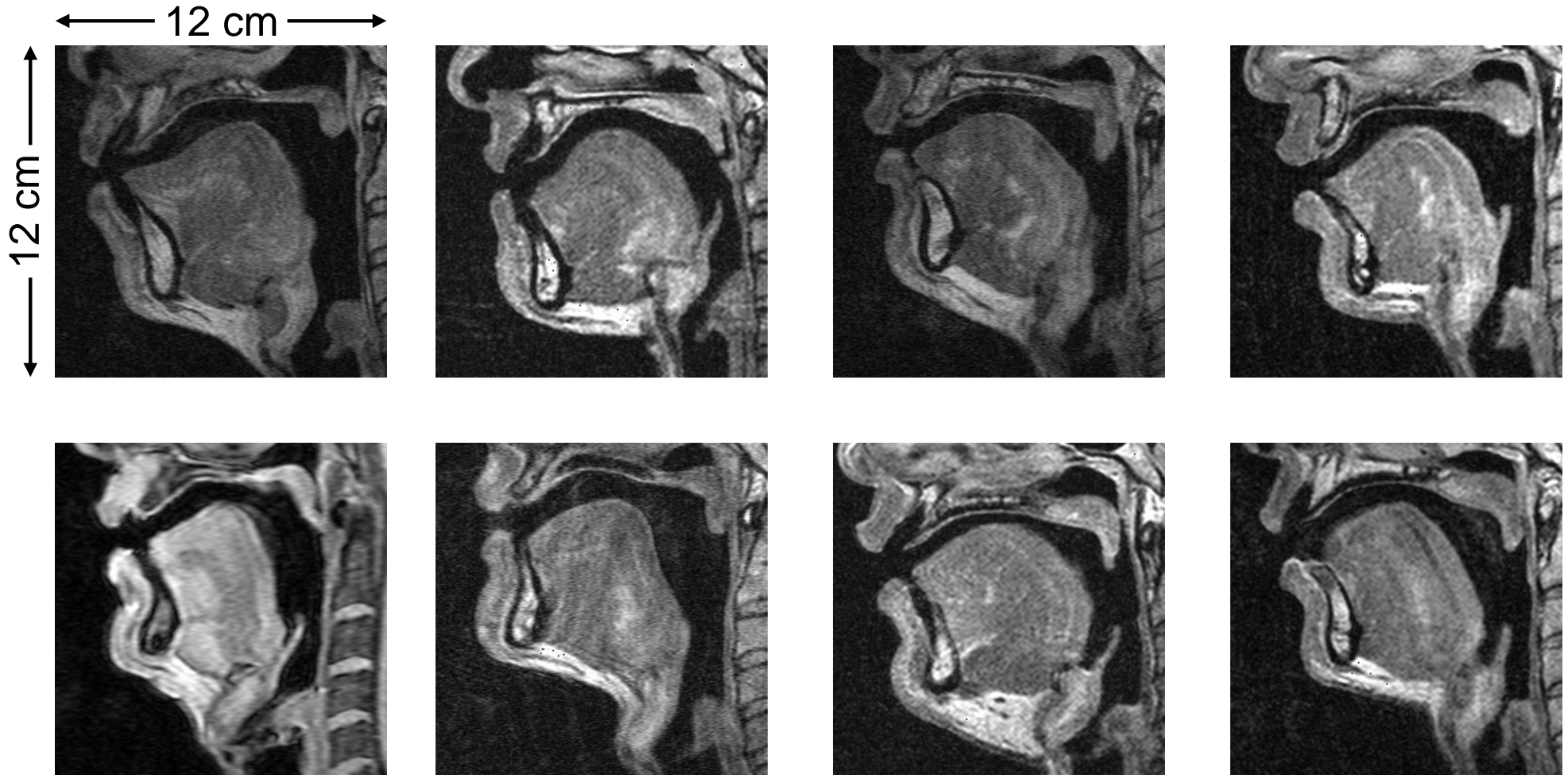
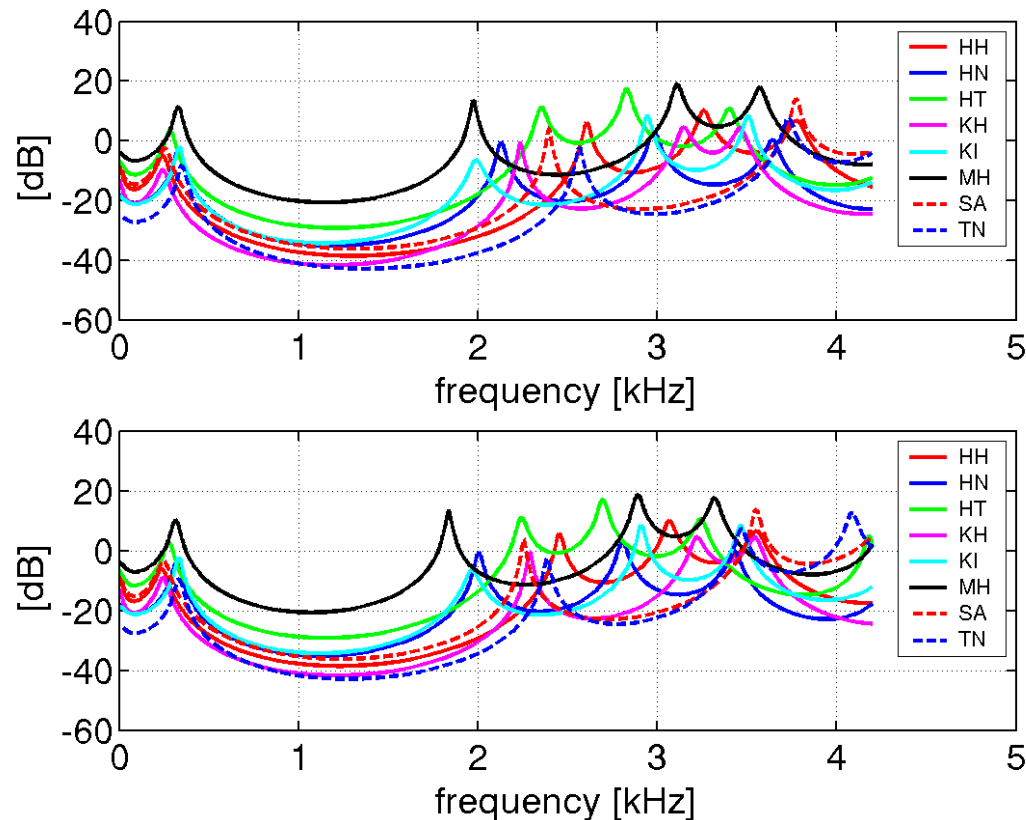


図: 被験者8名の正中矢状面のMR画像.

声道長正規化前後の伝達関数(母音/i/)



- 正規化前
 - F2 1.95kHz~2.6kHz
 - F3 2.8kHz~3.75kHz
- 正規化後
 - F2 1.8kHz~2.45kHz
 - F3 2.65kHz~3.55kHz

図:(上)正規化前,(下)正規化後.