

## フォーカスが母音の調音におよぼす影響

前川喜久雄 (国立国語研究所)

- 1 基本問題 韻律構造は分節音の調音に影響をおよぼすか？  
どのような影響か？定性的・定量的にモデル化できるか？
- 2 とりあげる問題 フォーカスが持続時間および母音のフォルマント構造におよぼす影響。
- 3 方法
  - 3.1 素材

フレーム	「今朝, _____とテレビを見た」 ( ) ( ) ( ) ( )	4つのアクセント句はすべて頭高型。
対象語 (下線部)	1 爺さん 2 鄭さん 3 婆さん 4 父さん 5 忠さん	すべて長母音に核をもつ有核語。 文1~5と呼ぶ。
対象語に関する フォーカスの 指定	なし (No focus) 普通に強調 (Moderate focus) 特に強く強調 (Strong focus)	

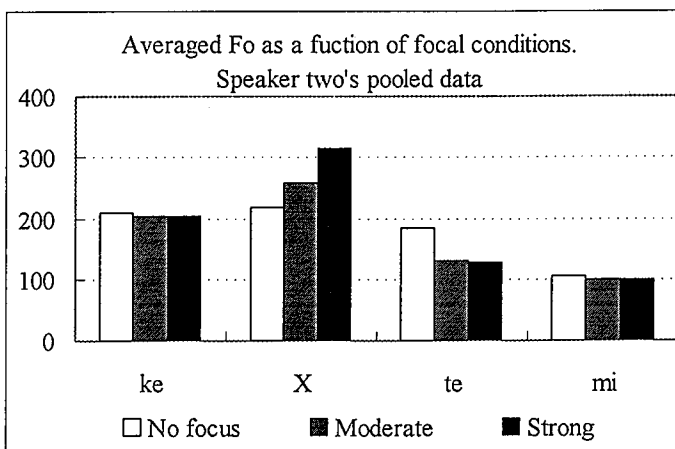
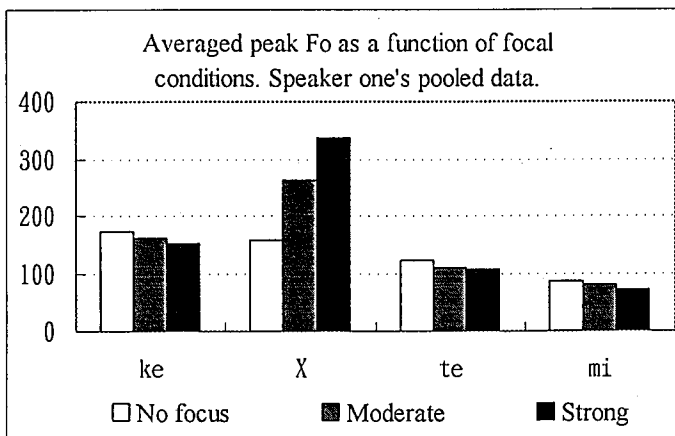
- 3.2 話者 話者1 (男性KM) 話者2 (男性YS)  
発話 文1~5 × 3指定 × 12回

### 3.3 音響分析

- ・サンプリング 16000Hz, 16bit
- ・フォルマント抽出 LPC, Order=18, Analysis step=0.01sec.  
各母音の中央部分を測定。ただし対象語に関しては母音区間の全推定値の平均値。
- ・Fo 抽出 LPC. 4つのアクセント句の核をもつ音節のピーク値を測定。
- ・持続時間 音響的に分節可能なすべての分節音長を測定。

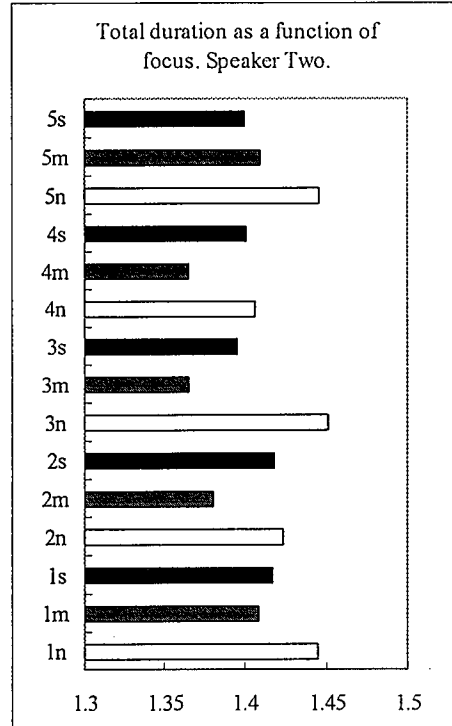
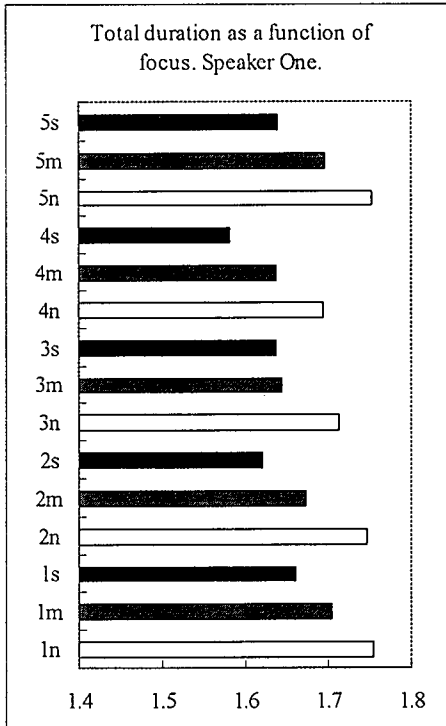
#### 4 分析

##### 4.1 フォーカスと Fo ピーク



4. 2 フォーカスと持続時間長

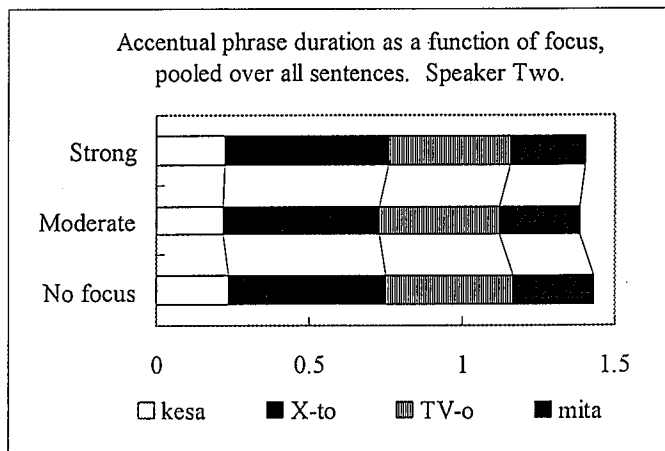
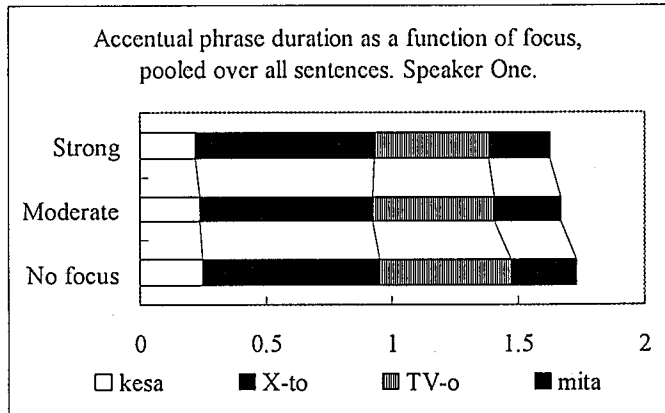
4. 2. 1 発話全体のながさ



話者1ではフォーカスが強まるにつれ全体長が短縮している。

話者2ではMよりもSの方が長いですが, Focused < Unfocused という関係は一貫している。

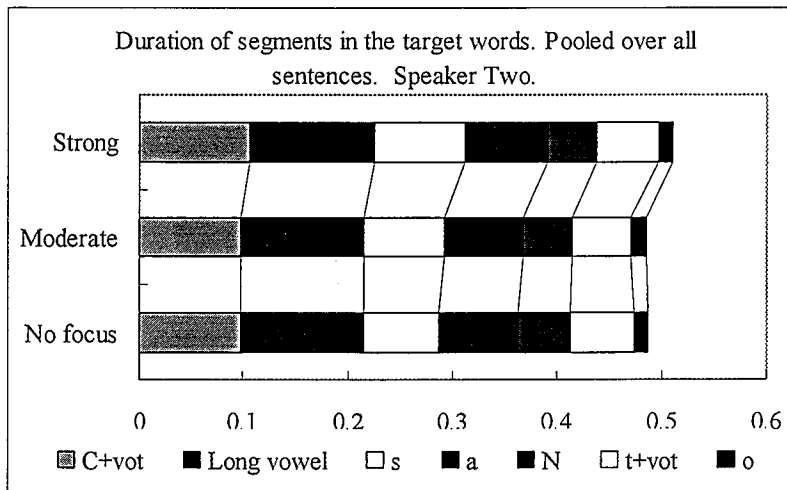
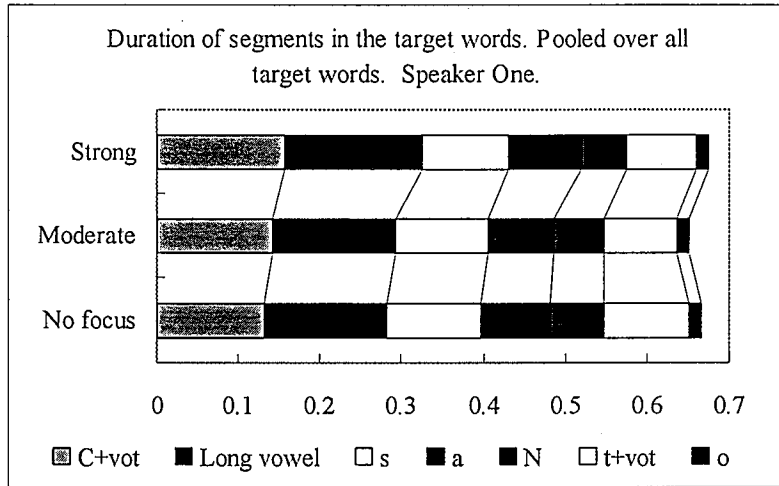
4. 2. 2 アクセント句のながさ



話者1, 2ともに対象語をふくむアクセント句のながさには変動が少ない。

発話全体に対する相対的な時間長はむしろ増大する。

4. 2. 3 対象語をふくむアクセント句の内部



話者 1 : 長音節(/ji:/, /te:/ etc.)が伸長する。その延長分を助詞トが compensate している。

話者 2 : 子音長が伸長し、母音長には変動がみられない。話者 1 にみられた助詞による compensation はみとめられない。

## 4. 3 フォーカスと母音フォルマント周波数

## 4. 3. 1 統計的検定

対象：最初のふたつのアクセント句にふくまれる母音

F1, F2 に対するフォーカスの効果(N,M,S)を MANOVA で検定

## Subject one

Syllable	F	D.F.	Prob.
ke (Accented)	12.249	4, 134	<0.001
sa (Unaccented)	1.524	4, 134	<0.172
ji: (Accented)	16.202	4, 48	<0.001
te: (Accented)	2.789	4, 22	<0.012
ka: (Accented)	5.011	4, 22	<0.005
to: (Accented)	4.230	4, 20	<0.012
chu: (Accented)	7.912	4, 20	<0.001
saN (Unaccented)	0.606	4, 134	<0.659
to (Unaccented)	4.390	4, 134	<0.002

## Subject two

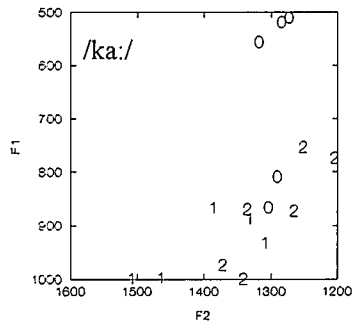
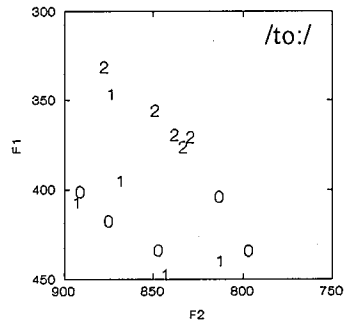
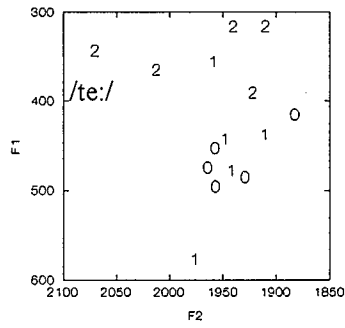
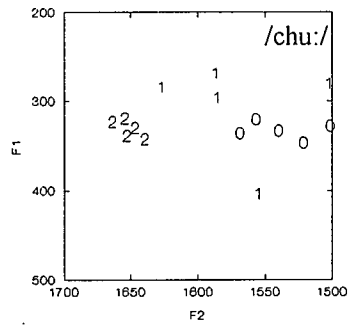
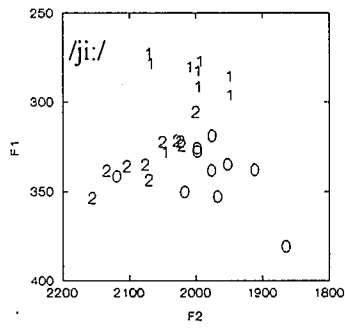
Syllable	F	D.F.	Prob.
ke (Accented)	1.578	4, 138	<0.184
sa (Unaccented)	0.319	4, 136	<0.865
ji: (Accented)	16.951	4, 20	<0.001
te: (Accented)	2.694	4, 20	<0.060
ka: (Accented)	4.642	4, 16	<0.011
to: (Accented)	10.932	4, 20	<0.001
chu: (Accented)	3.477	4, 20	<0.026
saN (Unaccented)	0.984	4, 126	<0.419
to (Unaccented)	0.412	4, 134	<0.800

話者 1 長音節にはすべて有意な効果がみとめられる。  
フレーム中では「今朝」の/ke/と助詞/to/に有意な効果がみとめられる。

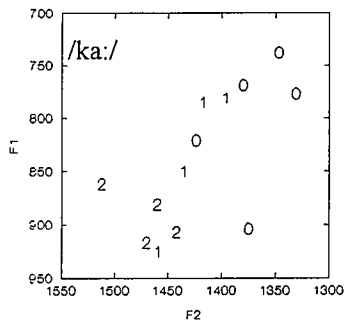
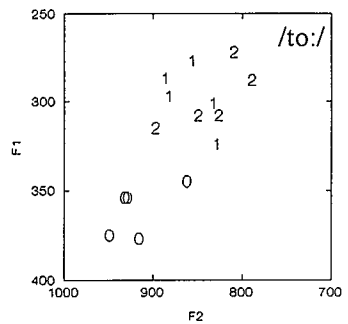
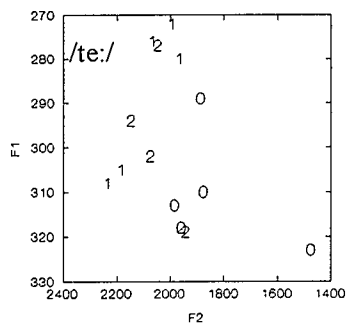
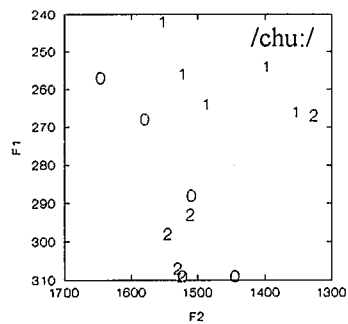
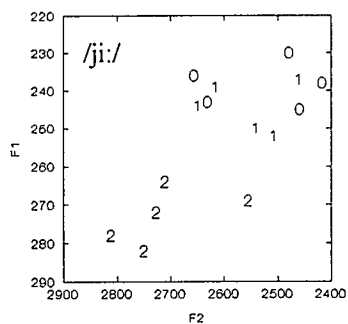
話者 2 /te:/ をのぞく長音節に効果がみとめられる。  
フレーム中の母音には効果がみとめられない。

### 4. 3. 2 長音節母音のフォルマント

話者 1      No focus = 0,   Moderate focus = 1,   Strong focus = 2



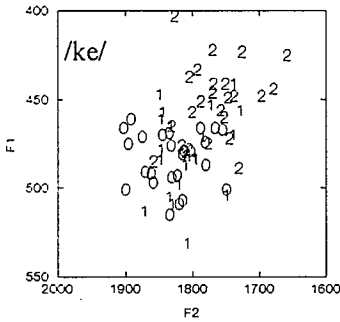
話者 2      No focus = 0, Moderate focus = 1, Strong focus = 2



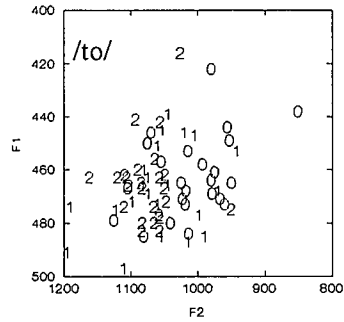


4. 3. 3 フォーカスの効果がみとめられたフレーム中の母音のフォルマント

話者1 「今朝」の/ke/



助詞の/to/



4. 4 フォルマントに関する分析のまとめ

- 対象語の有核長音節母音はフォーカスの影響を受ける。

Syllables	Subject one		Subject two	
	F1	F2	F1	F2
ji:	No change	Higher	Higher	Higher
te:	Lower	Higher	No change	Higher
ka:	Higher	No change	No change	Higher
to:	Lower	No change	Lower	Lower
chu:	No change	Higher	No change	Lower

- フレーム中の音節 /ke/, /to/にみとめられた変化の方向は以下のとおり。

Syllables	Subject one	
	F1	F2
ke	No change	Lower
to	No change	Higher

いずれの母音も有核長音節の母音とは変化の方向がちがっており、特に/ke/は逆方向への変化であることに注意。

## 5 議論：フォーカスによるフォルマントの変化をどう解釈するか

## 5. 1 持続時間との関係

持続時間の変化にともなう overshooting / undershooting と解釈できるか？

ほとんどすべてのケースで、セグメントの時間長とフォルマント値の間に有意な相関をみいだすことはできない。唯一の例外となるのが助詞/to/の F2 (N=71,  $r=0.490$ ,  $p<0.001$ ).

話者1の

## 5. 2 韻律構造との関係

フォーカスの効果が観察された母音は、助詞/to/を唯一の例外として、すべて有核母音。そこで、フォルマントの変化は韻律構造に支配されているという仮説がかんがえられる。

何らかの tone (アクセントないし phrase tone) と結合されている  
 仮説 1 : 音節の母音だけがフォーカスの影響をうける。その他の母音は影響をうけない。

以下は変化の方向に関する仮説。

母音の調音はアクセント句のプロミネンスを反映して変化  
 仮説 2 : する。プロミネンスが上昇すれば、各母音固有の音韻特徴が強調され、プロミネンスが低下すれば音韻特徴も弱化する。

仮説 1 については、話者 2 の /ke/ (今朝) および話者 1 の /to/ (助詞) が、一見、例外となる。前者は有核であるのにフォーカスの影響がなく、後者は toneless であるのに影響をうけている。しかし、これらは説明可能な例外である。

- 話者 2 の /ke/ の説明。

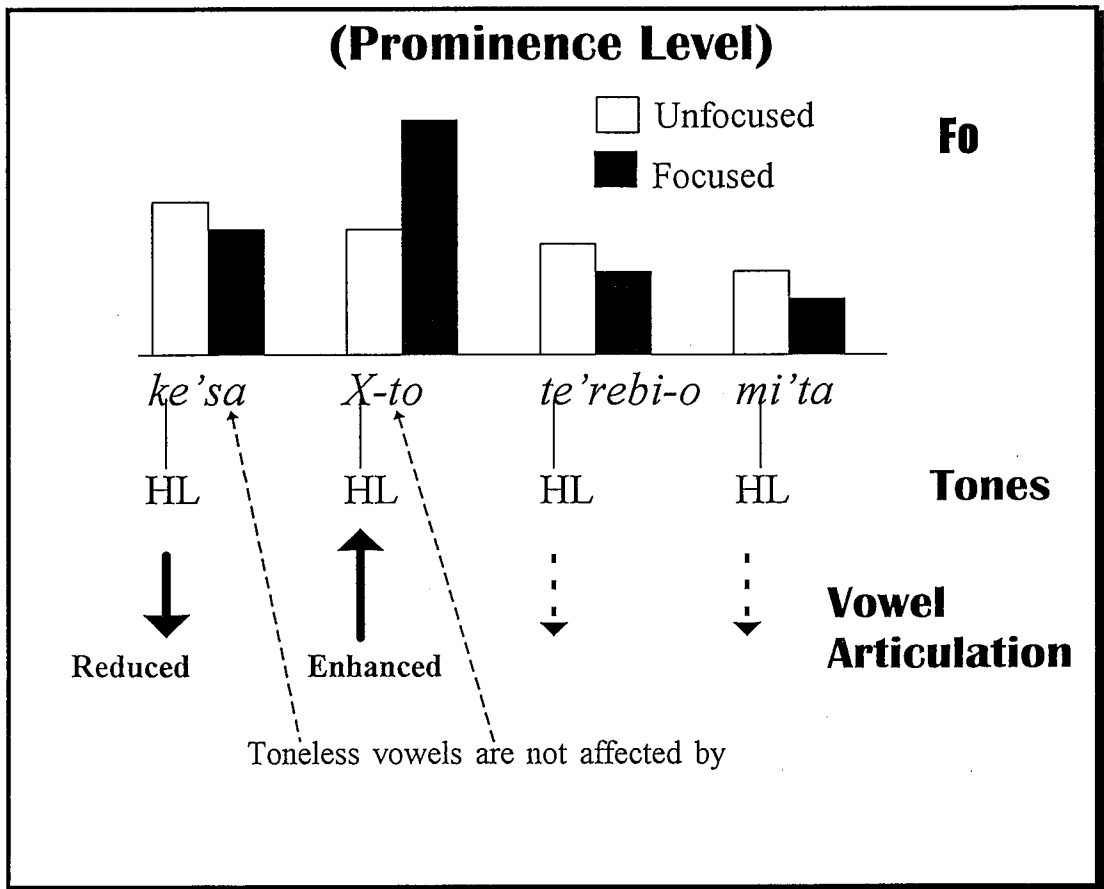
Fo ピーク値のデータからは、話者 2 は話者 1 とちがってアクセント句「今朝」のプロミネンスをごくわずかしか低下させていないことがわかる。実際、分散分析の結果をみると、話者 1 ではフォーカスの効果による Fo の有意差がみとめられる ( $F\text{-ratio}=9.861$ ,  $df=2$ ,  $p<0.001$ ) のに対して、話者 2 では有意差がみとめられない ( $F\text{-ratio}=1.123$ ,  $df=2$ ,  $p<0.335$ )。したがって、話者 2 の /ke/ にフォーカスによるフォルマント変化がみとめられないのは当然である。

- 話者 1 の /to/ の説明。

既に指摘したようにこの音節の F2 値は持続時間長と有意に相関しており、undershoot とみなすことができる。

# Schematic Representation of Enhancement and Reduction of Tonally Linked Vowels

Based on speaker one's data



## 6 現段階でのまとめ

- ・フォーカスの影響は、持続時間長にもフォルマントにも観察される。ただしそのありかたは単純なものではない。
- ・持続時間長に関しては 1) フォーカスのおかれた発話では発話の全体長が短縮されること、しかし、2) フォーカスの対象語をふくむアクセント句はむしろ伸長されることがわかった。さらに対象語内部のセグメント長の変動には話者による差がみとめられた。
- ・フォルマント周波数に関しては、tone と結合した音節の母音に影響がおよぶことがわかった。話者によってはアクセント句レベルでの持続時間補正の副次作用としてフォルマントに undershoot が生じることもある。
- ・フォルマント変化の方向に関して述べた仮説 2 については慎重な検討が必要である。特に強いフォーカスの発話のフォルマント抽出にはピッチの高さに起因する技術的な困難があり、現在観察されている変化の方向、特に F1 は、今後分析手法の改善にもなって相当程度変化する可能性があることを付言しておかねばならない。また、ピッチの制御には喉頭の上下動がともなうことが普通であるが、高ピッチ時の喉頭の上昇による声道長の変化とそれに起因するフォルマント変化についても考察する必要がある。

## REFERENCES

- Fujisaki, Hiroya and Hisashi Kawai (1988). "Realization of linguistic information in the voice fundamental frequency contour of the spoken Japanese," *Ann. Bull. RILP*, 22, 183-191, Univ. Tokyo.
- Honda, Kiyoshi, Hiroyuko Hirai and Naoki Kusakawa (1993). "Modeling vocal tract organs based on MRI and EMG observations and its implication on brain function," *Ann. Bull. RILP*, 27, 36-50. Univ. Tokyo.
- Hirai, Hiroyuki, Kiyoshi Honda, Ichiro Fujimoto and Yasuhiro Shimada (1994), "Fo chousetsuno seirikikouni kansuru jikikyoumeigazou(MRI)no bunseki," (Analysis of magnetic resonance images on the physiological mechanisms of fundamental frequency control), *The Journal of Acoustical Society of Japan*, 50, 4, 296-304.
- Kaiki, Nobuyoshi, Kazuya Takeda and Yoshinori Sagisaka (1992). "Linguistic properties in the control of segmental duration for speech synthesis," in G. Bailly C. Benoit and T.R. Sawallis (Ed.) *Talking machines: theories, models, and designs*, Elsevier Science Publishers.
- Kori, Shiro (1989). "Kyochoo to intoneeshon," (Focus and intonation), in M. Sugito (Ed.) *Nihongono onsei on 'in*, Vol. 2 of *Kooza nihongoto nihongo-kyoiku*, Meijishoin, Tokyo.
- Maekawa, Kikuo (1994), "Intoneeshonno gengogakukteki rironto sono mondaiten," (Linguistic study of intonation and its current problems) *Proc. of the Autumn Meeting of The Acoustical Society of Japan*, 1, 291-294.
- Miki, Nobuhiko, Pierre Badin, Pam Thi NgocY. and Yoshihiko Ogawa (1994). "Vocal tract model and 3-dimensional effect of articulation," *Proc. of ISCLP94*, 1, 167-170.
- Pierrehumbert, Janet and Mary Beckman (1988). *Japanese tone structure*, MIT Press.
- 郡 史郎 (1989) 「フォーカス実現における音声の強さ、持続時間、Fo の役割」音声言語, 3, 29-38.