

音声の音響的研究の文献

前 川 喜久雄

文献紹介の方針

本稿では、音声の音響的な研究に関する入門書と代表的な文献の紹介をおこなう。全体を三部に分け、第一部では概説書、入門書を中心に紹介し、第二部ではいくつかの基本的な問題を選んで、多少とも専門的な論文を紹介する。ここまでは音声学プロパーの研究であるが、最後に第三部で、音響音声学を言語体系の研究に応用した研究を紹介する。また、音響音声学が生理・音響・知覚の三分野からなる実験音声学の一部であり、他の二分野と密接な関係にあることを考慮して、第一部の最初に実験音声学全般に関するものを紹介する。日本以外では、英語の文献のみを収録している。以下の本文では、Fant (1960)、佐久間 訳 (1975) のように執筆者(翻訳者)名と出版年時で文献を指示し、末尾にまとめて文献目録を出すことにした。

1. 入 門 書

1.1 実験音声学全般の入門書

実験音声学の入門書として世界的に古くから親しまれているものに、神山・戸塚 訳 (1966) がある。音声の生成・伝播・知覚の全般にわたり、大変に理解しやすい説明が施されており、今日でも入門書としての価値を失っていない。しかし、音響音声学に関係する部分、特に音声の知覚に関する記述は古すぎるので、他の最近の著作にあたるべきである。

実験音声学の全般をカバーし、日本語で読める、現時点での最良の入門書として、廣瀬 訳 (1984) がある。米国の研究者2名によって執筆された本書には各領域の基本知識が過不足なく紹介されており、訳もこなれたものである。各章の末尾にはよりすぐった参考文献が載せてあり、貴重であ

る。

これよりも少しばかり専門的なのが Lass *et al*, ed.(1982)である。特に解剖学的、生理学的な記述が充実しているが、これは本書が言語障害学のハンドブックとして企画されたことによる。全13章を各領域の研究者が分担執筆している。

上記3冊の他では Malmberg, ed.(1968) ; Ladefoged(1967) ; 清水(1983) ; 無藤・久慈 訳(1983) を挙げておきたい。Malmberg のものはタイトルが示すように、音声学全般のハンドブックとして企画されており、権威のある著作ではあるが、6, 11, 13, 16章はその後の技術的な進歩や理論の大幅な転換によって時代遅れの内容になってしまっている。Ladefoged のものは、音声学の広い領域にわたって活躍している著者が、既発表の論文を生理的研究、音響的研究、知覚研究の3領域にわけて書き改めたものである。その後の研究の進展に伴い、訂正を要する内容も多いのだが、通読することによって実験音声学の思考法とでもいうべきものに親しむためには好適であろう。清水のものは日本人の手になる著作としては唯一のものであり、著者の興味を反映してか知覚についての解説が詳しい。また9章には現代の音韻理論と実験研究との関係についての言及がある。最後の1冊は著名な心理学者の手になる心理言語学全般の入門書であるが、音声についても2つの章を割いている。

1.2 音響音声学の入門書

対象を音声の音響的研究に限った入門書として、国内では、佐久間 訳(1976)が広く読まれている。原著は早く1962年に出版されたものであるが、ごく基礎的な音響学の諸概念の紹介に重点を置いているため、訂正を要する内容は少なく、今日でも通用する。これとほぼ同様の内容を含み、さらに英語音声の分析という形で言語学的応用のありかたも示しているのが Fry(1979)である。読みやすく、バランスのとれた好入門書であるが、知覚の問題を扱った11章の内容は、出版の年代を考えるともう少し新しい成果が取り入れられてしかるべきである。単行本以外に日本語で書かれた音響音声学の入門的な解説論文をもとめると、藤崎(1967)や藤崎・杉藤(1977)

があり、本稿の初めに引用した大塚・中島 監修 (1982)や日本音声学会 編 (1976)等の辞典類の解説も参考になる。

この他に便利なのが、重要な論文を再録したりーディングズであり、次の2冊が入手しやすい。Lehiste, ed. (1967), Fry, ed. (1976)。

2. 研究論文 (テーマ別)

以下ではいくつかのテーマを選んで、重要な論文を紹介する。入門書を終えた初心者が身近な測定機器を利用して言語の分析をおこなおうとする場合に必要となる知識に関するものをはじめに紹介し、次いで個々の言語現象に関するものを紹介する。

2.1 サウンド・スペクトログラフの使用について

現状において、国語学、言語学を専攻する者が身近に触れる可能性が一番高い音声分析装置はサウンド・スペクトログラフであろう。実際の使用法については、各社のマニュアルを精読する必要があるが、その基本的な動作原理を述べた論文として、Konig, Dunn & Lacy (1946)がある。言語音声の分析への応用に際して参考となる文献としては、Fry (1979)の9章、廣瀬 訳 (1984)の6章、日本音声言語医学会 編 (1979)の6章、今石・三輪 (1983)などがある。Peterson & Barney (1952)はサウンド・スペクトログラフを用いて多量の母音を分析した研究としてよく引用されるが、分析法についての言及をも含む。Ladefoged (1967)のchapter2は、機械がもたらず情報と耳による分析との関係を論じており、必読といえる。

以上は主として母音の周波数構造 (フォルマント) の分析に関するものであるが、サウンド・スペクトログラフはその他に持続時間の測定にも多用されるし、機種によっては音声波形を表示できたり、録音した音声の一部の切り取りが可能なものもある。

実験音声学で利用されるその他の機器については、廣瀬 訳 (1984)の6章に解説がある。Ladefoged (1971)はこれから音声学実習室を設置しようとする場合に、何から購入すべきであるかをプライオリティをつけて紹介している。また、近年デジタル信号処理技術の発達によって可能となった

各種の音声分析手法を工学者の立場から紹介したものとして、中田(1977)；城戸(1986)がある。三輪・斉藤(1984)，三輪・村上(1986)は安価なパーソナル・コンピュータ上に初心者にも扱い易い音声のデジタル処理と音声合成のシステムを実現しており、今後の普及が待ち望まれる。

2.2 フォルマント周波数と調音の関係について

声門から唇にいたる声道の形状(声道断面積関数)を決定すると、その時に生成される母音のフォルマンパターンを計算することができる。しかし、反対に母音のフォルマント周波数等から、その母音を生成した声道の形状を一意的に決定することには困難が伴う。異なった調音上の変化が音響的には同一の変化を生み出すことがあるからである。従って声道の形状変化とフォルマント周波数の変化の関係についての知識が必要とされるのだが、この問題については音響音声学の初期に徹底した研究がおこなわれた。Chiba & Kajiyama(1941)は声道の形状とフォルマント周波数の関係解明の端緒をなした歴史的著作であり、この研究を引き継いで綿密な数学的定式化をおこなったのがFant(1960)である。いずれもいわゆる文系向けとは言えない内容であるが、前者の part three, 後者の part 1 は非常に有益である。この他に幾分解説的な論文としてStevens & House(1961), Fant(1968)があり、必読である。これらの論文のエッセンスだけを手軽に得ようという人には清水(1983)の第5章中の説明が要を得たものである。

ところで、音響音声学では母音に限らず音声を生成する声道の形状を断面積関数という形で表現する。しかし、伝統的な音声学を学んだ者にとって声道の形状は一般に正中の断面図で表現されるものである。Ladefoged, Harshman, Goldstein & Rice(1978)は、米語母音発音時の舌の正中断面X線写真をPARAFACと呼ばれる方法で因子分析し、フォルマント周波数から正中断面を推定することに成功している。推定の精度には問題があるが、文科系の研究者にとっては利用価値の高い研究である。

フォルマントから声道形状へという方向とは逆に、解剖学的な構造に基づいて構成した舌のコンピューターモデルに、有限要素法を適用し、筋電

計から得られる筋制御の情報からフォルマントに代表される音響的な情報を推定しようとする研究も現在進行中である。Kiritani, Miyawaki & Fujimura (1976), Kakita, Fujimura & Honda (1985)。この方向の研究が実用の域に達すれば、言語の研究者がこうむる恩恵は大きなものとなるだろう。日本語母音調音時の舌の形状については国語研(1978)が詳細な情報を与えてくれる。音響的な側面への言及は少ないが、伝統的な音声学との関連についての考察が含まれており、価値が高い。

2.3 個人差の正規化

I P A等に代表される音声記号で音声を転写する場合、成人と子供の差や男女の差が問題とされることはほとんどない。しかし、子供から大人への成長や男女の骨格差による声道形状の変化は、フォルマント周波数に複雑でしかも組織的な変動を与えることが知られている。この問題を多くの被験者を用いて実証的に取り扱った論文として、粕谷・鈴木・城戸(1968)がある。既に2.1で紹介した Peterson & Barney(1952)も年齢差を伴う大量の被験者のデータを示している。Fant (1973) の第4章は男女差の問題を扱っている。

工学系の研究者がこの問題を取りあげるのは、主として音声の自動認識の研究に関連してであるが、文科系の研究者も音響的な手法で複数の話者のデータを比較しようとする際にはこの問題を避けて通ることができない。フォルマント周波数に含まれる個人差を取り除いて音韻として本質的な情報だけを抽出しようとするのが、母音の正規化の研究であり、代表的なものとして、Fant(1953)；伊理(1959)；Fujisaki, Nakamura & Yoshimune(1969)などがある。Disner(1979)は米国で発表された各種の正規化の手法を言語学の観点から比較検討している。

2.4 調音結合

同一の音声記号で転写される母音であっても、音響的にみた場合、その実質は前後の音声環境や発話の速さ等によって大きく変動している。この現象は調音結合 (co-articulation) と呼ばれており、やはり自動認識との関

係で早くから工学系の研究者の興味を引いてきたものである。Stevens & House (1963), Stevens, House & Paul (1965) は、前後を同一の子音に挟まれた米語母音のフォルマント周波数の変動を調べており、また Öhman (1965), (1966) は有声破裂音の前後に各種の母音(スウェーデン語)が位置する場合を検討している。Lindblom (1963) も引用されることの多い研究である。先に紹介した藤崎・杉藤(1977)も、ふたつ以上の母音が連続する音声の知覚についての研究を含む。

2.5 子音についての研究

子音の音響的な特性についてある程度まで包括的に論じた著作として Lehiste (1964) がある。同様の研究の代表的なものは Lehiste, ed. (1967) Fry, ed. (1976) に収められている。子音の音響的な研究全体の概説としては、廣瀬 訳 (1984) の 4 章, Lass, *et al.* ed. (1982) の chapter 7 がすぐれている。しかし、母音を生成する声道の形状がフォルマント周波数という簡単な音響のパラメータによって表現できたのに対し、子音の生成を音響的な側面のみから研究することには大きな限界がある。子音生成の研究手法として有効なのは X 線撮影、ファイバースコープ、筋電図などの生理学的な方法であるが、この方面の研究は本稿の守備範囲を越える。1.1 で紹介した概説書や後に紹介する各種の雑誌を参照してほしい。

子音の研究で音響的な方法が有効に働くのは、子音知覚の研究である。1950年代から米国ハスキンス研究所の Cooper, Liberman, Delattre 達によっておこなわれたパターンプレイバック装置による重要な研究のうち、主要な論文は前記 2 冊のリーディングズに収められている。彼らの提唱したカテゴリー知覚の理論については、ほとんどの入門書が紹介しているが、多くは初期の成果の紹介にとどまっているので、その後の実験的・理論的な展開を廣瀬 訳 (1984) の 5 章, Lass, *et al.* ed. (1982) の chapter 10, 藤崎 (1982) などによって補っておく必要がある。

上記以外に子音知覚の研究で言語学に広く影響を与えたものに VOT (voice onset time) の研究がある。Lisker & Abramson (1964), (1970)。日本語子音の VOT については Homma (1980) がある。

2.6 音声の時間特徴

以上は、主として分節音の周波数領域での特徴についての研究であったが、音響的な手法が有効な分野として、この他に、音声の時間的な特徴についての研究がある。各言語の音韻的な等時性 (isochrony) の問題や、音声環境の変化に伴う各種の分節音の持続時間の変化等の問題がこの分野にふくまれるが、日本語はモーラという特殊な時間単位を有する言語として、しばしば海外においても研究の対象となっている。

この分野の研究論文については、川崎 (1983) が充実した文献リストを伴って紹介しているので、大要はこれにゆずることにするが、このリスト以外で日本語に関係するものを追加しておく。Port, Al-Ani & Maeda (1980); Hoequist (1983)。なお、日本語に特有の問題として、促音などの特徴音節の特時性の問題がある。これについては既出の藤崎・杉藤 (1977) が論じており、また、促音の持続時間の方言差 (モーラ方言とシラビーム方言) については高田 (1985); 前川 (1984-b) がある。最後に、スペクトログラムから各種の分節音の持続時間を測定する際の技術的な問題については樋口・藤崎 (1981) が参考になる。

3. 言語体系の研究への応用

3.1 海外での研究

音響的手法をもっとも見事に言語研究に応用してみせているのは、米国の W. Labov であろう。1962年の修士論文に基づく Labov (1972) 第1章は、Martha's Vineyard 島における二重母音の中舌化をとりあげて、その社会的な要因を探った研究であるが、そこでは早くも、中舌化の度合の聴覚的な判断がスペクトログラムによる音響的なデータといかなる関係にあるかが検討され、さらに個人差の正規化の問題にも言が及んでいる。ここでの音響的手法は、複雑な音声的連続体を耳によって聴きわける調査の妥当性を保障する目的で利用されているに過ぎないが、Labov, Yaeger & Steiner (1972) は、言語変化の研究に本格的に音響音声学を利用している。英語母音の連鎖的変化 (chain shift) に焦点をあてた米・英15都市にわた

るフィールドワークの成果の一部は54名のインフォーマントの発話をサウンド・スペクトログラフによって分析した母音体系図として第2巻の冒頭を飾っている。

この研究によって世に出た音響的な研究ならではの重要な言語学的成果のひとつに、*falsely reported vowel merger* の発見がある。従来、英語音韻史では、一旦ひとつの母音に合一(merge)した二母音が後世またふたつに分離した現象が知られており、言語学の常識に反するものとして問題となっていたのだが、Labov 達は、現代の方言でこの合一を示すとされている方言の多くにおいて、問題となる二母音間には明らかな音響的な差異が認められるといい、従来、聴覚的判断によって報告されてきた合一は誤ったものとする。この結論が果して妥当なものか、英語の研究者の間ではいろいろと議論があるところであろうが、音響的手法の音韻研究への応用として鮮やかなものであることは間違いない。この問題については、Labov (1974)もある。Lennig(1978)は母音体系の変動が大きいいとわれているパリの母音体系を調査した研究である。Hindle(1979)は、一人のインフォーマントの発話を丸一日録音した資料から約3500の母音を抽出し、諸種の社会的変項がフォルマント周波数に与える影響を評価している。音変化の音響的研究についての言及を含む論文としては Labov (1980); Labov (1981)もある。その他、オランダ語の方言と標準語の母音の音響的な比較をおこなった Koopmans-van Beinum(1972)やフランス語の動詞変化に伴う/e/と/ε/との交賛の実質を分析した Richman(1976)、英国の許容発音の変化を調査した Bauer(1985)など。

これらの研究はすべて、聴覚による通常の音声転写では正確に把握しがたい微妙な音声上の差異や、個人ごと、あるいは発話のおこなわれる状況ごとに変化を伴う音声現象を対象として多量の資料を分析し、統計学的な批判に耐えうる結論を提出している。音響音声学の定量的な特質がうまく活かされた研究例であるといえる。

最後に、本稿を執筆中に Ohala & Jaeger, ed. (1986) が出版された。書名が端的に示しているように、音韻論(音声学ではない)の研究に実験的手法を適用した研究を集めた論文集である。(註)

3.2 日本における研究

日本における音響的な手法と方言研究との出会いは、意外に早い時期に生じている。東条(1944)には、陸中、出雲両方言の/チ/と/ズ/のオシログラム(音声波形)が示されているが、これは両方言の音声実質の微妙な差異を調べるには音響的な記録と分析が必用だとの認識を表わしたものであろう。またさらに早く、音響学プロパーの研究として、小幡(1936)；小幡・雨宮(1938)があった。しかしながら、これらの萌芽的な試みは、当時まだ音声生成の基礎理論が確立されていなかったこともあり、その後ほとんど継承されることがなかった。

戦後の構造主義全盛の時期には、土居(1955)などの僅かな例外を除いて、音響的な研究は言語体系の研究とは無関係におこなわれた観がある。この状況に変化が生じるのは1970年代に入ってからのことであった。この時機に音響的な研究が復活する契機のひとつは、この頃に日本の工学系、医学系の音声研究が世界の水準に達したことであるが、その他にも、生成音韻論に代表される極度の抽象への反省から、世界的な傾向として音声の実質への興味が復活したことが重要な契機となっていよう。工学、医学、言語学の三者連携の研究が最も大きな成果を収めたのがアクセントの領域であり、この方面の研究における成果は、杉藤(1982)によってその全貌と関係文献の目録を知ることができる。

アクセント以外の領域では、ここ数年の間にいくつかの方言の母音の分析が発表された。佐藤(1983)；今石(1982)；前川(1984-a)，前川・今石(1985)など。佐藤のものは知覚の方面からも検討を加え、方言によっては第3フォルマントが音韻情報の重要な担い手となっていると主張している。今石 他(1985)は、文科系の研究者が中心となって工学系の協力をも得た研究グループによる科研費による共同研究の成果の一部であり、日本の5地点を選んで、3種の発話における母音のスペクトログラムを多量に載せた「資料集」である。同じ時期に工学系の研究者によっておこなわれた方言に係る研究に、藤崎・森川・長谷川(1983)；藤崎・廣瀬・高橋・杉藤(1983)；三輪(1985)などがある。

3.3 フィールドワークの方法

実験音声学的なフィールドワークには、従来のものとは何かと異なった注意が必要となることが多い。その点について言及している論文として、Ladefoged & Traill (1980) ; 今石・三輪 (1983) があり、その他、Labov, Yaeger & Steiner (1972) の chapter 2 も大変参考になる。都竹 (1969), 山口 (1984) は音響分析を念頭において執筆されたものではないが、貴重な助言を含んでいる。Hindle (1979) の chapter 2 は電話を使ったインタビュー資料を音響分析するにあたって、電話回線が音声に与える影響を評価している。

文献目録

I. 実験音声学の論文がしばしば掲載される雑誌。(略称は以下の目録中で使用するもの)。

Annual bulletin research institute of logopedics and phoniatrics. Faculty of medicine, University of Tokyo. (略称: *RILP*)

The journal of the acoustical society of America. (略称: *JASA*)

The journal of the acoustical society of Japan (E).

Journal of phonetics. Academic press.

Journal of speech and hearing disorders. The American speech-language-hearing association.

Journal of speech hearing research. The American speech-language-hearing association. (略称: *JSHR*)

Language and speech. Kingston press services.

Phonetica: International journal of speech science. Karger.

Speech communication: An interdisciplinary journal. Elsevier science publisher.

Studia phonologica(音声科学研究). Institute for phonetic sciences, University of Kyoto.

UCLA working papers in phonetics. (略称: *UCLAWPP*)

- 「音声学会会報」日本音声学会。
 「音声研究会資料」日本音響学会。
 「音声言語」音声言語研究会。
 「音声言語医学」日本音声言語医学会。
 「音声の研究」日本音声学会。
 「聴覚言語障害」聴覚言語障害研究会。
 「日本音響学会誌」日本音響学会。

II. 単行本および研究論文。

- Baldi, P. & R.N. Werth, ed. (1978) *Readings in historical phonology: Chapters in the theory of sound change*. The Pennsylvania State University press.
- Bauer, L.(1985) "Tracing phonetic change in the received pronunciation of British English," *Journal of Phonetics*, 13.
- Beckman, M. (1982) "Segment duration and the 'mora' in Japanese," *Phonetica*, 39.
- Chiba, T. & M. Kajiyama (1941) *The vowel: Its nature and structure*. Tokyo Kaiseikan. (1958年に日本音声学協会から再版が出ている。)
- Disner, S.F. (1980) "Evaluation of vowel normalization procedure," *JASA*, 67 (1).
- Fant, G. (1953) "Acoustical analysis of speech with application to Swedish," *Ericson technics*, 1.
- _____(1960) *Acoustic theory of speech production: With calculations based on X-ray studies of Russian articulations*. Mouton.
- _____(1968) "Analysis and synthesis of speech processes," in Malmberg ed. (1968).
- _____(1973) *Speech sounds and features*. MIT press.
- Fromkin, V.A., ed. (1985) *Phonetic linguistics: Essays in honor of Peter Ladefoged*. Academic press.
- Fry, D.B. (1979) *The physics of speech*. Cambridge university press.

- _____, ed. (1976) *Acoustic phonetics: A course of basic readings*. Cambridge university press.
- Fujisaki, H., N. Nakamura & K. Yoshimune (1970) "Analysis, normalization and recognition of sustained Japanese vowels," 日本音響学会誌, 第26巻3号。
- Hindle, D.(1979) *The social and situational conditioning of phonetic variation*. Ph. D. dissertation. University of Pennsylvania.
- Hoequist, Jr, C.(1983) "Syllable duration in stress-, syllable- and mora-timed languages," *Phonetica*, 40.
- Homma, Y. (1980) "Voice onset time in Japanese stops," 音声学会会報 163号。
- Kakita, Y., O. Fujimura & K. Honda (1985) "Computation of mapping from muscular contraction patterns to formant patterns in vowel space," in Fromkin, ed.(1985).
- Kiritani, S., K. Miyawaki & O. Fujimura (1976) "A computational model of the tongue," *RILP*, 10.
- Koenig, W., H.K. Dunn & L.Y. Lacy (1946) "The sound spectrograph," *JASA* 18 (1). (Fry, ed.(1976) *Lehiste*, ed.(1967) に一部を収録。)
- Koopman-van Beinum (1973) "Comparative phonetic vowel analysis," *Journal of Phonetics*, 1.
- Labov, W. (1972) *Sociolinguistic patterns*. University of Pennsylvania press.
- _____(1974) "On the use of the present to explain the past," in *Proceedings of the eleventh international congress of linguists* (Societa Editrice 11 Mulino, vol. 2). (Baldi & Werth, ed. (1978) に収録。)
- _____(1980) "The social origins of sound change," in Labov, ed.(1980).
- _____, ed. (1980) *Locating language in time and space*. Academic press.
- _____(1981) "Resolving the neogrammarian controversy," *Language*, 57. (2).
- _____, M. Yaeger & R. Steiner (1972) *A quantitative study of sound*

- change in progress*. (2 vol.). U.S. regional survey.
- Ladefoged, P. (1967) *Three areas of experimental phonetics*. Oxford university press.
- ____ (1971) "Abasic linguistic phonetics laboratoty," *UCLA WPP*, 17.
- ____, R. Harshman, L. Goldstein & L.Rice (1978) "Generating vocal tract shapes from formant frequencies," *JASA*, 64 (4).
- ____ & T. Traill (1980) "Instrumental phonetic fieldwork," *UCLA WPP*, 49.
- Lass, N.J., L.V. McReynolds, J.L. Northern & D.E. Yoder, ed. (1982) *Speech, language, and hearing, volume I: Normal processes*. W.B. Saunders.
- Lehiste, I. (1964) *Acoustical characteristics of selected English consonants*. Indiana University.
- ____, ed. (1967) *Readings in acoustic phonetics*. MIT press.
- Lennig, M. (1978) *Acoustic measurement of linguistic change: The modern Paris vowel system*. Ph. D. dissertation. University of Pennsylvania.
- Lindblom, B. (1963) "Spectrographic study of vowel reduction," *JASA*, 35 (11).
- Lisker, L. & A.S. Abramson (1964) "A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurement," *Word*, 20.
- ____ (1970) "The voicing dimension: some experiments in comparative phonetics," in *Proceedings of the sixth international congress of phonetic sciences*, Academia, Prague. (Fry, ed. (1976) に収録。)
- Malmberg, B., ed. (1968) *Manual of phonetics*. North-Holland.
- Ohala, J.J. & J.J. Jaeger, ed. (1986) *Experimental phonology*. Academic press.
- Öhman, S.E.G. (1965) "Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements," *JASA*, 39 (1).
- ____ (1966) "Numerical model of coarticulation," *JASA*, 41 (2).

- Peterson, G.E. & H.L. Barney (1952) "Control methods used in a study of the vowels," *JASA*, 24, (2). (Fry, ed.(1976), Lehiste, ed.(1967) に収録。)
- Port, R.F., S. Al-Ani & S. Maeda (1980) "Temporal compensation and universal phonetics," *Phonetica*, 37.
- Richman, M.(1976) "The distribution of /e /- /ε/ in French verb endings," *Phonetica*, 33.
- Stevens, K.N. & A.S. House (1961) "An acoustical theory of vowel production and some of its implications," *JSHR*, 4.
 _____ (1963) "Perturbation of vowel articulations by consonantal context: An acoustical study," *JSHR*, 6 (2).
- Stevens, K.N., A.S. House & A.P. Paul (1966) "Acoustical description of syllabic nuclei: An interpretation in terms of a dynamic model of articulation," *JASA*, 40 (1).
- 今石元久 (1982) 「方言母音のホルマント——秋田県男鹿市の発音などに依拠して——」国語学128。
- _____. 佐藤和之・三輪譲二・吉田則夫・大橋勝男・加藤正信 (1984) 『日本語方言音声のスペクトル分析資料集』文部省科学研究費特定研究「言語の標準化」資料集, 私家版。
- _____. 三輪譲二 (1983) 「スペクトル分析による音声の標準化について——その基礎となる研究条件——」鳥取大学教育部研究報告 (人文社会科学) 第34巻。
- 伊理正夫 (1959) 「音声学における数学的一方法 (特に日本語の母音に関連して)」言語研究 第35号。
- 大塚高信・中島文雄 監修 (1982) 『新英語学辞典』研究社。
- 小幡重一 (1936) 「東北方言の物理音声学的研究」音声学協会会報第42号。
- _____. 雨宮綾夫 (1938) 「出雲方言の物理音声学的研究」音声学協会会報 第51号。
- 粕谷英樹・鈴木久喜・城戸健一 (1968) 「年齢, 性別による日本語 5 母音のピッチ周波数とホルマント周波数の変化」日本音響学会誌第24巻 6 号。

- 神山五郎・戸塚元吉 訳 (1966) 『話しことばの科学』 東大出版会。(原著：P.B. Denes & E.N. Pinson (1963) *The speech chain: The physics and biology of spoken language*. Bell telephone laboratories.)
- 川崎春子 (1983) 「音声の時間制御に関するモデルと実測データ——日本語と英語における Isochrony について——」 日本音響学会誌第39巻6号。
- 城戸健一(1986) 『音声の合成と認識』 オーム社。
- 国立国語研究所(1978) 『X線映画資料による母音の発音の研究：フォネーム研究序説』 国立国語研究所報告60, 秀英出版。
- 佐久間章 訳 (1976) 『音響音声学入門』 大修館書店。(原著：P. Ladefoged(1962) *Elements of acoustic phonetics*. The University of Chicago press.)
- 佐藤和之(1983) 「山形県長井方言/i /と/e /の弁別における高次 Formant の重要性——合成音による知覚実験から——」 国語学132。
- 清水克正 (1983) 『音声の調音と知覚』 篠崎書林。
- 杉藤美代子 (1982) 『日本語アクセントの研究』 三省堂。
- 高田正治 (1985) 「促音の調音上の特徴について」 国立国語研究所報告83。
- 都竹通年雄 (1969) 「方言録音資料の作り方」 国文学解釈と鑑賞臨時増刊号 『方言研究のすべて』 第34巻8号。
- 東条 操 (1944) 『方言と方言学』 (増訂版) 春陽堂。
- 土居光知 (1955) 『日本音声の実験的研究』 岩波書店。
- 中田和男 (1977) 『音声』 日本音響学会編 音響工学講座7, コロナ社。
- 日本音声学会 編 (1976) 『音声学大辞典』
- 日本音声言語医学会 編 (1979) 『声の検査法』 医歯薬出版。
- 樋口宜男・藤崎博也 (1981) 「連続音声中の母音持続時間に対する近傍音素の影響」 日本音響学会音声研究会資料S80-96。
- 廣瀬肇 訳 (1984) 「ことばの科学入門」 メディカルリサーチセンター。(原著：G.J. Borden & K.S. Harris (1984) *Speech science primer*. Second edition. Williams and Wilkins.)
- 藤崎博也 (1967) 「言語音声の物理」 東京大学公開講座『言語』 東大出版会。
- ____ (1982) 「音声知覚研究の動向」 月刊言語第11巻9号。

- ____・杉藤美代子(1977)「音声の物理的性質」岩波講座日本語5『音韻』岩波書店。
- ____・広瀬啓吉・高橋登・杉藤美代子(1983)「共通語のイントネーションの音響音声学的特徴と方言の影響」日本音響学会音声研究会資料S83-36。
- ____・森川博由・長谷川喜一(1983)「方言話者における共通語母音の音響特徴」日本音響学会講演論文集(昭和58年10月)1-2-4。
- 前川喜久雄(1984-a)「母音の合一と混同の理論——津転, 出雲方言を例として——」計量国語学第14巻4号。
- ____(1984-b)「秋田方言促音の持続時間——「寸づまり」の実態と成因——」方言研究年報第27巻, 和泉書院。
- ____・今石元久(1985)「中舌化母音とその音環境の音響学的分析——山陰の方言音について——」方言研究年報第28巻, 和泉書院。
- 三輪譲二(1985)「五所川原市方言音声のホルマント周波数分析——老年層と青年層の比較——」日本音響学会講演論文集(昭和60年9月~10月)2-3-3。
- ____・斉藤俊樹(1984)「パソコンを用いた日本語方言音声分析システム」岩手大学工学部研究報告第37巻。
- ____・村上智之(1986)「知覚実験のための対話型ホルマント音声合成システム」昭和61年度電気関係学会東北支部連合大会2D23。
- 無藤 隆・久慈洋子訳(1983)「入門ことばの料学」誠心書房。(原著:G. A. Miller(1981) *Language and speech*. W.H. Freeman.)
- 山口幸洋(1984)「方言録音資料——方言学将来の柱——」国文学解釈と鑑賞臨時増刊『新しい方言研究』第49巻7号。

註 本稿執筆後に次の論文が出版された。Labov, W. (1986) "Sources of inherent variation in the speech process," in J.S. Perkell *et al*, ed. *Invariance and variability in speech process*. Lawrence Erlbaum Associates.

謝辞: 文献の入手に日比谷潤子(ペンシルバニア大学), 松田謙次郎(上智大学)両氏の御協力をいただきました。記して感謝いたします。