



学位論文

電子工学科 209

日本語テキストからの音声合成システム

1988年12月23日提出

指導教官 広瀬啓吉 助教授

工学系研究科 電子工学専攻

工1790 河井 恒

目次

第1章 序論

1.1	本研究の背景	1
1.2	テキストからの音声合成における従来の研究	2
1.3	本研究の目的と意義	3
1.4	本論文の構成	5

第2章 テキストからの音声合成システムの全体構成

2.1	テキストからの音声合成システムの全体構成	6
2.2	知識表現からの音声合成システムとの関係	9

第3章 言語処理

3.1	言語処理部の出力	12
3.2	文字形式上の単位	14
3.3	言語処理部の構成	17
3.4	形態素解析	18
3.5	統語・意味・談話解析	20
3.6	天気概況を対象とした言語処理	21

第4章 音韻処理1 — 分節的特徴の合成 —

4.1	はじめに	26
4.2	単語の音韻属性の生成	28
4.2.1	数詞の音韻属性の決定規則	29
4.2.2	数詞+助数詞の音韻属性の決定規則	32
4.3	単音記号の生成	38
4.4	おわりに	39

第5章 音韻処理2 — 韻律的特徴の合成 —

5.1	はじめに	40
5.2	文字形式上の単位と韻律上の単位	

5.2.1	韻律上の単位	41
5.2.2	文字形式上の単位と韻律上の単位との関係	44
5.3	自然音声の韻律的特徴の分析	
	— 休止, フレーズ成分 —	46
5.3.1	音声試料と分析方法	46
5.3.2	分析結果	46
5.4	自然音声の韻律的特徴の分析	
	— アクセント成分 —	48
5.4.1	音声試料	48
5.4.2	分析結果 (2 韻律語素)	50
5.4.3	分析結果 (3 韻律語素)	55
5.4.4	アクセント指令の大きさの知覚的検討	63
5.4.5	アクセント指令の大きさの規格化	66
5.4.6	複合語のアクセント成分の分析	73
5.4.7	多数の韻律語素を含む句の F_0 パタンの分析	75
5.4.8	文頭の韻律語が抑圧された場合の F_0 パタンの分析	76
5.5	韻律記号導出規則	
5.5.1	韻律記号	77
5.5.2	休止記号・フレーズ記号の導出	79
5.5.3	アクセント記号の導出	83
5.5.4	韻律記号を生成した例	90
5.6	おわりに	91

第6章 音響パラメータ生成

6.1	はじめに	92
6.2	声道伝達特性パラメータパタンの生成	
6.2.1	音節蓄積パターン	93
6.2.2	音節蓄積パタンの接続方法	95
6.2.3	音節持続時間の制御	96
6.3	基本周波数パタンの生成	
6.3.1	基本周波数パターン生成モデル	97
6.3.2	フレーズ指令とアクセント指令の生起時点	99

第7章 音声信号生成

7.1	はじめに	101
7.2	音源信号	102
7.3	声道伝達関数	104
7.4	パラメータの更新	105

第8章 音質の評価

8.1	分節的特徴の評価	106
8.2	韻律的特徴の評価	
8.2.1	オピニオンテスト	108
8.2.2	自然音声との比較	109
8.2.3	専門家のためのチェック項目	111

第9章 結論

参考文献	117
発表文献	122
謝辞	125
付録1 規則を適用して生成した記号列の例	126
付録2 実験システムのマニュアル	137

第 1 章 序論

1.1	本研究の背景	1
1.2	テキストからの音声合成における従来の研究	2
1.3	本研究の目的と意義	3
1.4	本論文の構成	5

1.1 本研究の背景

言語による情報伝達の形式には、音声形式と文字形式の2つがある。音声形式は、情報を正確に記録するという点では文字形式に及ばないものの、情報の伝達速度が高い、情報を受け取ろうとする際、必ずしも発信者に常に注意を向けている必要がない、ほとんどすべての人が容易に使用できる、という優れた特性をもっている。文字が発明されるはるか以前から音声形式が使われていたと考えられること、現在でも文字をもたない人々が存在することからも分かるように、音声形式は、文字形式に比べて、人間にとってより本質的である。

したがって、音声形式を機械と人間とのコミュニケーションに利用することが可能になれば、人間に多くの利益がもたらされるはずである。

機械からの音声出力システムについてみると、限られた語彙、文型の音声を合成する分析合成技術はすでに実用の域にあるものの、音声合成技術が広く利用されるためには、さらに任意の文章音声を高品質で出力する技術、すなわちテキストからの音声合成技術あるいは知識表現からの音声合成技術の開発が必要である。このような技術についての研究は、英語については早くから進められており、また日本語についても多くの研究があるが、了解性という観点からは満足すべき結果が得られているものの、合成音声の品質はまだ十分とは言い難い。テキストからの音声合成技術を利用した新聞の校正支援システムのオペレータに対するインタビューへの回答として、「合成音声は確かに不自然で、長時間聞いていると疲れてしまうが、機械の音声はこんなものだと思って聞いているので音質のことはあまり気にならない」という感想が報告されているが〔粕谷, 1988〕、合成音声が一般に受け入れられるためには、やはり音質が明瞭かつ自然であることが重要である。

一般に音声の特徴は、主としてスペクトル包絡によって表される分節的特徴と、主として声帯振動の基本周波数パターンによって表される韻律的特徴との2つに大別することができる。前者は局所的であり、例えば音節などの小さな単位で音響的特徴を蓄積して接続する分析合成によって合成することが可能であるが、後者は文全体にわたる特徴であり、単語構成、文型などによって多様に変化するため、いわゆ

る規則による合成が必須となる。さらに、通常の漢字かな混じり文を入力として音声を出力するテキストからの音声合成においては、分節的特徴の合成に必要な情報の大部分はテキストから比較的容易に得ることができるのに対して、韻律的特徴の合成に必要な情報はテキスト中には明示されていないため、単語のアクセント型、文の統語構造、文章の談話構造などの言語学的情報を利用して導出する必要がある。

合成音声の音質を向上させるためには、分節的特徴と韻律的特徴の両側面からの改良が必要である。

1.2 テキストからの音声合成における従来の研究

現在までに発表されているテキストからの音声合成システムのうち代表的なもの4つを表1.1に示した。

MITの2つのシステムについて見ると、言語処理として単語の同定と句単位の(局所的な)統語解析を行い、その結果をもとに、規則と例外辞書を用いて音素列を生成し、また休止の決定およびストレスの配分などを行う。合成器はターミナルアナログ型のものであり、分節的特徴は、音素単位で蓄積したパラメータを接続することによって生成する。KTHのシステムもほぼ同様の構成である。

次にNTTのシステムについて見ると、言語処理として最長一致法による単語の同定と局所的な文節係受け関係の解析を行い、その結果をもとに、文全体の読みを決定するとともに、複合語のアクセント型の決定、文節のアクセント型の決定などの処理を行って文のイントネーションパターン(休止と基本周波数パターン)を生成する。合成器はLSP合成器であり、分節的特徴の蓄積単位はCV音節である。

表1.1 現在までに発表されている代表的なテキストからの音声合成システム

機関	国	名称	対象言語	発表年	主要文献
MIT	USA	MITALK	英語	1979	Allen et. al.(1987)
MIT	USA	KLATTALK	英語	1981	Klatt(1982)
KTH	スウェーデン		多国語	1976	Carlson et. al.(1976)
NTT	日本		日本語	1982	佐藤等(1982)

1.3 本研究の目的と意義

本論文では、高品質な音声を合成できるテキストからの音声合成システムについて論ずる。既に述べたように、合成音声の音質の向上には分節的特徴と韻律的特徴の両面の高度化が必要であるが、本論文では、特に、高品質な韻律的特徴を合成する技術に焦点を当てる。

本研究の独創的な点は次の4つの点である。

第1は、自然音声の定量的な分析の結果にもとづいて、記号レベルでの韻律的特徴の合成規則を構築した点である。これまでに言語学者によって韻律的特徴を記号レベルで規則化しようとする試みがなされてはいるが、それらはアクセントについてのみでイントネーションについての研究は少なく、しかも、規則化のもとになるデータはもっぱら主観にもとづくものであった。実験的裏付けのない主観的な知見は、無意味であるとは言えないまでも、少なくとも工学的な応用に耐えうるものではない。工学的立場からは、自然音声の韻律的特徴を定量的に分析し、その結果を規則による音声合成システムに取り入れることが行われてきた。しかしながら、分析の基礎となる基本周波数パタンのモデルが折れ線近似のような貧弱なものであり、しかも韻律的特徴の合成規則が記号レベルで取り扱われることがなかったため、自然音声の韻律的特徴と言語学的特徴の関係が実際にどのようなものであるのか、あるいは逆に正確で自然な韻律的特徴を合成するためには言語学的情報を韻律的特徴にいかにか反映させるべきかについて、精密で見通しのよい議論に発展するまでには至らなかった。これに対して、本研究では藤崎らの提案した基本周波数パターン生成過程のモデル [藤崎・須藤, 1971a, Fujisaki & Sudo, 1972, Fujisaki & Hirose, 1984a] を用いて精密な分析を行い、その結果にもとづいて記号レベルでの見通しのよい韻律的特徴の合成規則を構築している。

第2は、韻律的特徴の合成の際に文の完全な統語構造を考慮するようにしたことである。従来のテキストからの音声合成システムでは、現在の技術では完全な構文解析を行うことが困難であるとの理由から、文節間の結合度の解析のように局所的かつ不正確な解析を行い、しかもそのような不完全な解析を前提とした規則によつ

て韻律的特徴を合成しており、そのことが合成音の韻律的特徴の不自然さ・不正確さの原因ともなっていた。韻律的特徴が完全な統語構造をもとに合成されるべきことは明らかであり、その合成規則は、構文解析技術の現状とは独立に構築されるべきものである。

第3は、単語の重要度という考えを導入することにより、テキストの談話構造に起因する韻律語の強調・抑圧を韻律的特徴の合成規則に組み込むことを可能にした点である。強調・抑圧を韻律的特徴の合成に取り入れることは、従来全く行われていなかった。さらにこの機構は、明示的な強調・抑圧の指定がない場合、すなわちデフォルトの談話条件の下でも、単語固有の重要性を韻律的特徴の合成に反映させる機構として利用することが可能であり、韻律的特徴の自然性の向上に役立つ。

第4は、テキストからの音声合成システムの構成について詳細な検討を行い、精密化した点である。テキストからの音声合成システムが言語処理部、音韻処理部、音響パラメータ生成部、音声信号生成部、の4つのサブシステムが直列に接続されたものであり、さらに音韻処理部が分節的特徴に関する処理と韻律的特徴に関する処理との2つの並列的に行われる処理からなる、という見方は従来より行われてきた〔藤崎・広瀬, 1981, 佐藤・匂坂・小暮・嵯峨山, 1982〕。しかし、記号レベルでの韻律的特徴の合成が詳しく検討されることがなかったため、複合語におけるアクセント結合のような単語内の現象と、韻律語間のアクセント変形やイントネーションのような単語間、句間の現象とが同列に論じられたり、あるいはアクセント変形やイントネーションに関する処理と音響パラメータ（特に基本周波数）の生成とが不可分な形で取り扱われるなど、特に音韻処理部に関する議論には常に不正確さ・不明瞭さを伴っていた。これについてはかなりの改善がなされた。

1.4 本論文の構成

第1章「序論」に続いて、第2章「テキストからの音声合成システムの構成」では、テキストからの音声合成システムの全体的な構成について述べる。

第2章で述べるように、テキストからの音声合成システムは、言語処理部、音韻処理部、音響パラメータ生成部、信号生成部、の4つのサブシステムから構成される。第3章以降の章では、各々のサブシステムについて述べる。すなわち、第3章では言語処理部、第4章と第5では音韻処理部、第6章では音響パラメータ生成部、第7章では信号生成部について述べる。なお、韻律的特徴の合成は本論文の中心テーマであり、説明に多くのページを要するので、音韻処理部については分節的特徴（第4章）と韻律的特徴（第5章）とを別々の章で述べる。

テキストからの音声合成システムについて述べる際の論述の順序としては、テキスト（入力）から音声信号（出力）に向かって順に述べるもの、それとは逆に音声信号（出力）からテキスト（入力）に向かって順に述べるもの、の2通りがありうる。前者は完成したシステムにおける処理の流れに沿ったものであり、後者はシステムを無から構築していく時の論理の展開に沿ったものである。テキストからの音声合成について何の予備知識ももたない場合は前者の順序の方が理解しやすいと考えられるが、ここでは読者にある程度の予備知識を期待し、後者の順序によって述べることにした。

第8章では合成音声の音質の評価について述べる。最後の第9章では、全体の総括を行う。

本研究においては、実験システムとして天気概況の文章を対象としたテキストからの音声合成システムを開発した。この実験システムでは、入力テキストの解析は、天気概況文章の性質を最大限に利用しているために、直ちに天気概況以外の一般の文章に適用することは難しいが、それ以降の処理は一般の文章に対応できる能力をもっている。このことを反映して、第3章の言語処理では一般の場合と天気概況の場合を分けて述べている。第4章以降は、おおむね一般の場合と同時に実験システムについても述べられていると考えてよい。

第2章 テキストからの音声合成 システムの全体構成

2.1	テキストからの音声合成システムの全体構成	6
2.2	知識表現からの音声合成システムとの関係	9

2.1 テキストからの音声合成システムの構成

テキストからの音声合成システムは、概略的に言えば、図2.1に示すように、①言語処理部、②音韻処理部、③音響パラメータ生成部、④音声信号生成部、の4つのサブシステムから構成されているとみなすことができる。

言語処理部

入力テキストについて形態素解析、統語解析、意味解析、談話解析を行って、次の音声処理部で必要となる情報、すなわち統語境界、単語の重要度、品詞、辞書項目、のそれぞれに関する情報を出力する。本論文では、これらの情報をまとめて、(言語に関する情報一般を表す「言語情報」と区別して)「言語学的情報」と呼ぶことにする。

辞書項目とは、単語あるいは単語の構成要素である形態素が辞書中のどの項目であるかを示す情報であり、音韻処理部ではこの情報にもとづいて辞書にアクセスし、単語あるいは形態素の音素表記およびアクセント型(これらを合わせて音韻属性と呼ぶ)を得る。音韻属性は、音韻処理の段階で初めて必要となる情報ではあるが、辞書項目には品詞情報などとともに記載されているので、音韻処理部へ渡される情報の中に音韻属性そのものを含めることは、処理としては容易である。しかしこのようにすると、音韻属性の生成という明らかに音韻処理に属する処理が、単語全体が辞書に登録されている場合は言語処理部で行われ、臨時的複合語のように構成要素のみが辞書に登録されている場合は音韻処理部で行われることになり、言語処理部と音韻処理部の機能分担が不明確になる。単語の音韻属性の生成をすべて言語処理部で行うことにしても同様である。したがって、図2.1のように言語処理部からは辞書項目のみを出力し、単語の音韻属性の生成はすべて音韻処理部で行うものとした。

音韻処理部

韻律的特徴および分節的特徴を記号レベルで生成する。すなわち、言語処理部の

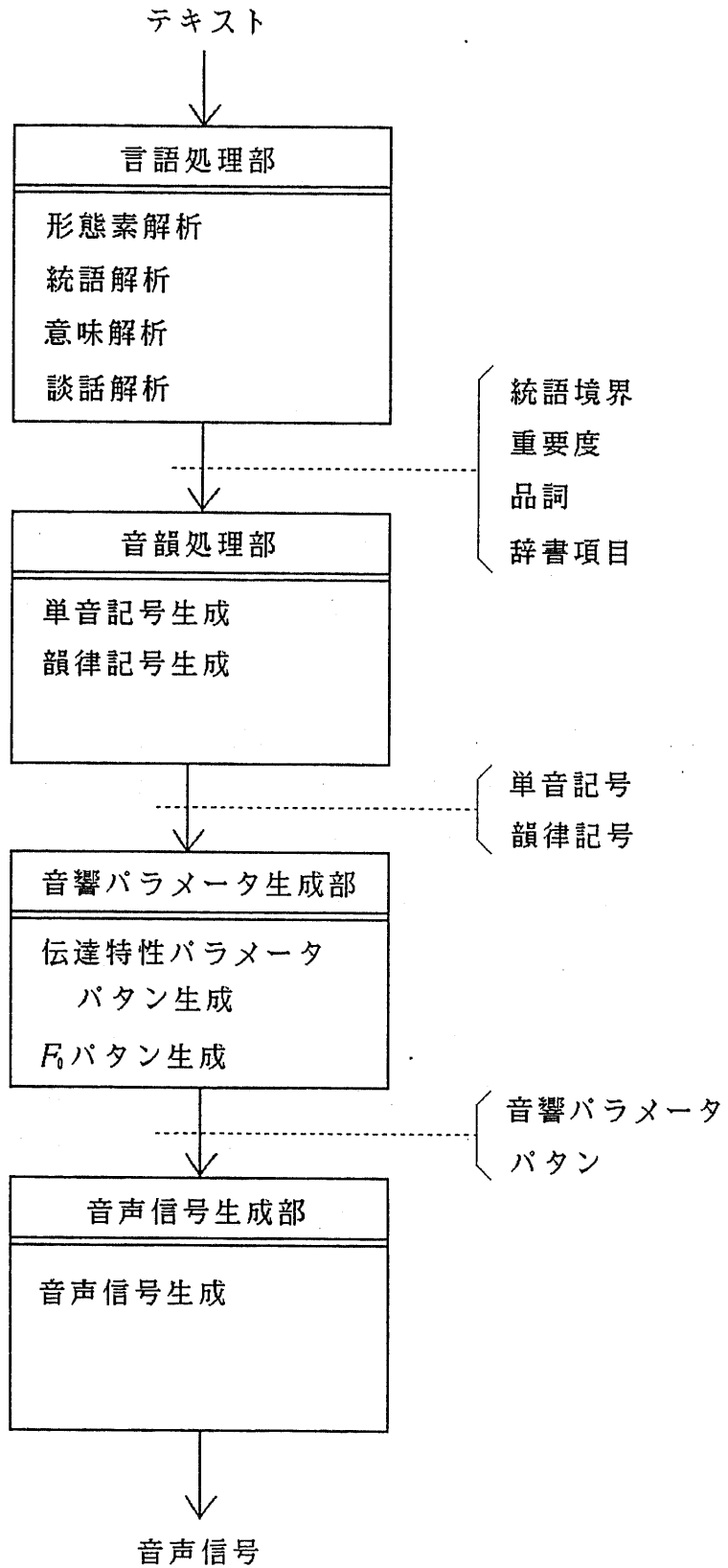


図 2.1 テキストからの音声合成システムの概略的なブロック図

出力をもとに、①単語の音韻属性の生成、②韻律語のアクセント型、③韻律記号（休止記号、フレーズ記号、アクセント記号）の導出、④単音記号の生成、を行う。

①の処理では、辞書に単語全体が登録されている単語については単に辞書を引くだけであるが、臨時的複合語のように構成要素としてのみ辞書に登録されている単語については、規則を用いて単語全体の音韻属性を導出する。②の処理では、韻律語のアクセント型の決定と同時に韻律語境界の決定も行う。④で行う主な処理は、音素の異音化である。

音韻処理部から音響パラメータ生成部への出力は、単音記号列および韻律記号列である。

音響パラメータ生成部

音響パラメータのパタン、つまり声道伝達特性を表すパラメータのパタンおよび声帯振動の基本周波数のパタンを生成する。すなわち、単音記号列をもとに音節蓄積パタンを接続することによって声道伝達特性パラメータのパタンを生成し、一方、韻律記号列を基本周波数パタン生成モデルへの指令に変換し、さらに基本周波数パタン生成モデルを用いて基本周波数パタンを生成する。

音声信号生成部

音響パラメータパタンにもとづいてフィルタ回路を制御・駆動し、音声信号を生成する。

2.2 知識表現からの音声合成システムとの関係

次に、テキストからの音声合成システムと知識表現からの音声合成システムとの関係について述べる。

前節は言語処理部への入力テキストであるとしたが、音韻処理部からみれば、正しい言語学的情報が出力される限り、言語処理部への入力は何であってもかまわない。したがって、知識表現からの音声合成システムのブロック図は、図2.2のように、言語処理部のみを知識表現を入力として言語学的情報を出力するように変更したものとなる。

人間がテキストを書く行為は、観念的には、人間の頭の中にある知識表現をテキストに変換する処理と解釈することができる。テキストからの音声合成システムでは、テキストを解析して言語学的情報を導出するわけであるが、よく知られているように、正しい結果を得るためには元の知識表現にまで遡って解析（テキストの理解）を行わなければならない。すなわち、（人間の頭の中の知識表現→）テキスト→（解析システム中に再構成された）知識表現→音声という変換が必要である。一方、知識表現からの音声合成では、中間の2つの段階が不要であって、知識表現→音声という処理が行われる。この様子を模式的に表したのが図2.3である。

本論文の実験システムが対象としている天気予報のようにテキストの元になる知識表現（天気予報では気象データ）がテキストよりも先に、しかも容易に得られる場合には、知識表現からの音声合成の方が、人間が介入すべき処理が少なくすむことになる。

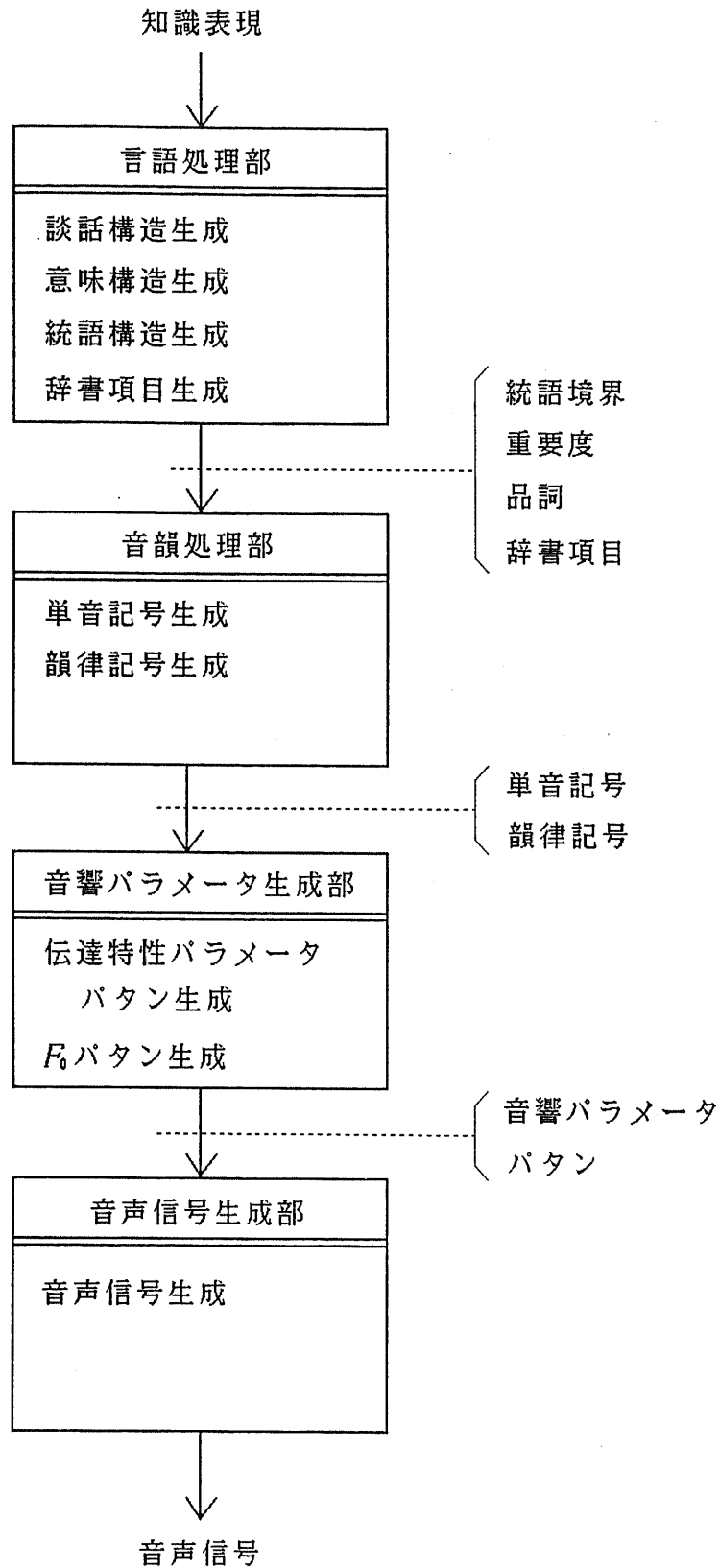


図 2.2 知識表現からの音声合成システムの概略的なブロック図

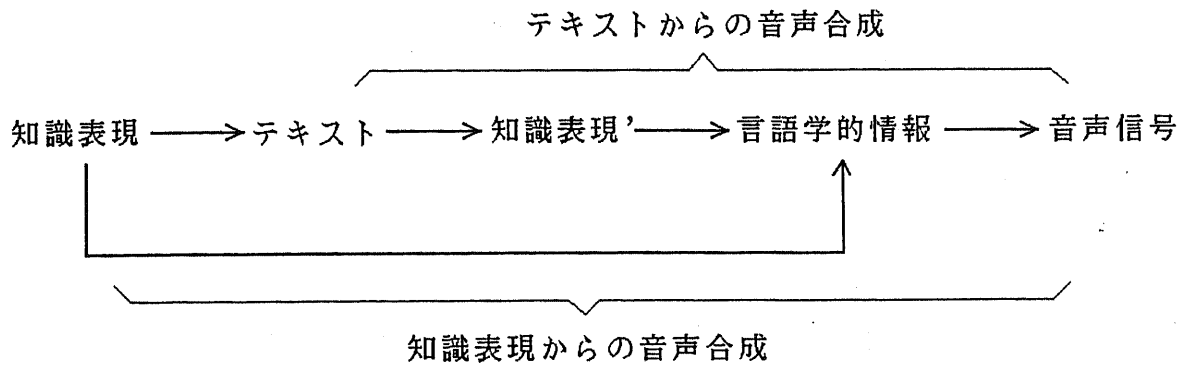


図 2.3 テキストからの音声合成と知識表現からの音声合成の関係

第3章 言語処理

3.1	言語処理部の出力	12
3.2	文字形式上の単位	14
3.3	言語処理部の構成	17
3.4	形態素解析	18
3.5	統語・意味・談話解析	20
3.6	天気概況を対象とした言語処理	21

3.1 言語処理部の出力

言語処理部では、入力テキストを解析して、音韻処理部で必要となる言語学的情報、すなわち統語境界、単語の重要度、品詞、辞書項目を出力する。

辞書項目

辞書の項目にアクセスするための情報である。音韻処理部では、この情報を用いて辞書から単語あるいは形態素の音韻属性を取り出し、未知語など辞書に単語として登録されていない単語を含めたすべての単語の音韻属性を生成する。

重要度

文音声の基本周波数パターンを観察すると、特定の韻律語の部分がプロミネントであったり、あるいはその逆であったりする。この現象の直接的な原因は、話者がその韻律語を強調または抑圧しようとする意図にある。さらに、この強調・抑圧の意図は、単語の重要性の度合によって決まると考えられる。談話構造は、新情報／旧情報、焦点など様々な観点からとらえることができるが、韻律的特徴の合成という面から考えると、談話に関する情報はすべて単語の重要度の度合に帰着されるとみなすことができる。なぜならば、談話情報の影響と考えられる韻律的特徴上の現象は主にプロミネンス／非プロミネンスであり、聴取者にとっては、プロミネンスと重要性の間に、完全な1対1対応ではないにしても、強い相関関係があるように聞こえると考えるのはごく自然なことだからである。

こうした考えにもとづいて、音韻処理部に入力する談話情報（を含む情報）として、重要度の指標を導入する。ここでは単純にこの指標が、+、0、-の3種類の値をとるものとする。

重要度の指標は、談話情報を含むことができるが、必ずしも談話構造のみから決定されるわけではない。談話構造とは無関係に単語固有の意味的性質によって重要度の指標がある程度決まるからである。例えば、「する」や「いる」のように自立語ではあっても形式的な役割しかもたない単語の重要度の指標は明らかに-である

し、ニュースや天気予報では数字やある種の固有名詞の重要度の指標が+とされることがある。このことを定式化するために、重要度の指標に次のような3つのレベルを考える：

レベル0： 談話構造も単語固有の意味的性質も考慮しない（すべて0），

レベル1： 単語固有の意味的性質のみを考慮する，

レベル2： さらに談話構造も考慮する。

レベル0とレベル1は、直接的には、形態素解析のみによって決めることができるが、レベル2の決定には談話構造の解析の結果が必要である。言いかえると、レベル0とレベル1の重要度指標には談話情報は直接的には含まれないが、レベル2には含まれる。

音韻処理部では、重要度の指標を強調・抑圧の指示と解釈して韻律記号生成処理に反映させる。

統語境界

統語境界としては、文境界、連節境界、節境界、ICRLB境界を考える。節、連節、ICRLBについては3.2節で説明する。

3.2 文字形式上の単位

文字形式については、統語構造、意味構造などの文字形式上の特徴にもとづいて階層構造をなすいくつかの単位が存在する。一方、韻律についても、基本周波数パタンのフレーズ成分やアクセント成分など韻律上の特徴にもとづいて同じく階層構造をなすいくつかの単位を導入することができる。このように文字形式上の単位と韻律上の単位という2つの異なった単位を考えることにより、文字形式上の特徴から韻律上の特徴を導出する規則、あるいはもっと一般的に、文字形式上の特徴と韻律上の特徴との対応関係についての議論の見通しのよさが増す。

韻律上の単位と、文字形式上の単位と韻律上の単位との対応関係については第5章で述べることにし、ここでは文字形式上の単位について説明しておく。（文字形式上の単位の階層構造を図3.1に示す。）

文字形式上の単位として、ここでは、文、連節、節、ICRLB、単語を考える。このうち、文、単語については、一般的なものであり、説明を要しない。

節とは、他の語句を修飾していない述語とそれを直接的・間接的に修飾するすべての語句からなる連鎖である。例えば、

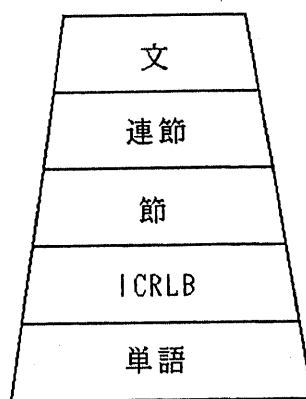


図3.1 文字形式上の単位間の階層関係

「東日本では晴れており／西日本では雨が降っています」

は、／で区切られた2つの節からなっている。この例では述語は動詞述語であるが、形容詞述語（「美しい」など）、名詞述語（「富士山です」など）であってもよい。また、

「団地の720 個に水道の水を供給している給水塔です」

の「～供給している」は、「給水塔」を連体修飾しているので節ではない。

連節とは、主語を共有するなど、意味的な結びつきのつよい節の連鎖である。例えば、

「国会は先月の末から年末年始の自然休会に入っていました、

今月の25日に再開されて、

午前中天皇陛下をお迎えして開会式が行われ、

午後から衆参両院の本会議で…」

において、「国会は…」、「今月の…」、「午前中…」、「午後から…」はそれぞれ節であるが、「国会は…」と「今月の…」は、「国会」が共通の主語になっているので、連節をなす。ただし、

「日本製の20インチカラーテレビの対米輸出額は

年間5100万ドルあまりにのぼっていますが、

今年4月に報復関税が適用されて以来、輸出が止まっていました」

では、「日本製…」の主語は「輸出額」であり、「今年…」の主語は「輸出」であって、異なっているが、どちらの節も日本から米国へのカラーテレビの輸出について述べたものである。このように、実際上は節と連節の区別がつけにくい場合も少なくない。

ICRLB は Immediate Constituent with Recursively Left-Branching structure の略であり、右枝分かれ境界で前後を区切られ、かつ左枝分かれ境界のみを含む単語

連鎖のことである。左枝分かれ境界とは、境界の左側の語が右側の語を修飾する境界であり、次のようなものがある（左枝分かれ境界を／で示す）。

(1) 連体修飾語と名詞。

例： 濃い／霧， はるか／南， 四国の／南， 伴った／低気圧。

(2) 連用修飾語と動詞，格をもつ名詞句と動詞。

例： 強く／降っている，

雲が／多く， 東海上を／覆った， 東北東へ／進んで。

(3) 連用修飾語と形容詞。

例： やや／高く。

右枝分かれ境界とは、左枝分かれ境界でない境界のことである。文をICRLB境界で区切ると、例えば次のようになる。

「この団地では／ここ数年／蛇口から出る／赤い水に悩まされています」

ICRLBは、意味的には1つのまとまりをなしており、多くの場合ポーズやフレーズ指令などの区切りを入れずに発話される。

なお、ICRLB境界については、以下の4種類を区別する。

(1) 等位表現の境界になっているもの。

例： 「外交／財政／経済の三大改革を引続き押し進めるとともに・・・」

（／で該当する境界を表示）

(2) 発話の際、常にポーズの挿入が必要なもの。

例： 「今日」， 「去年の11月」のように助詞類が省略されている境界など。

(3) 発話の際、休止間の距離が長くなりすぎた場合に休止の挿入が行われる境界。

すなわち、直前のICRLBがその含まれる節の主たる述語を直接修飾しており、しかも「は」，「も」，「で」，「について」などで終わっている境界。

なお、(2)と(3)は、データベースに蓄積しておいた具体例を用いて解析を行う。

3.3 言語処理部の構成

言語処理部は、図3.2に示すように、形態素解析、統語解析、意味解析、談話解析、の4つの処理を行うブロックから構成される。

これらは基本的には直列的に接続されるが、各所で生じる解析結果の曖昧性を最小限に押えながら効率よく処理を行うためには、フィードバックパスを設けるなどして、後段の処理結果を前段で利用できるようにする必要がある。

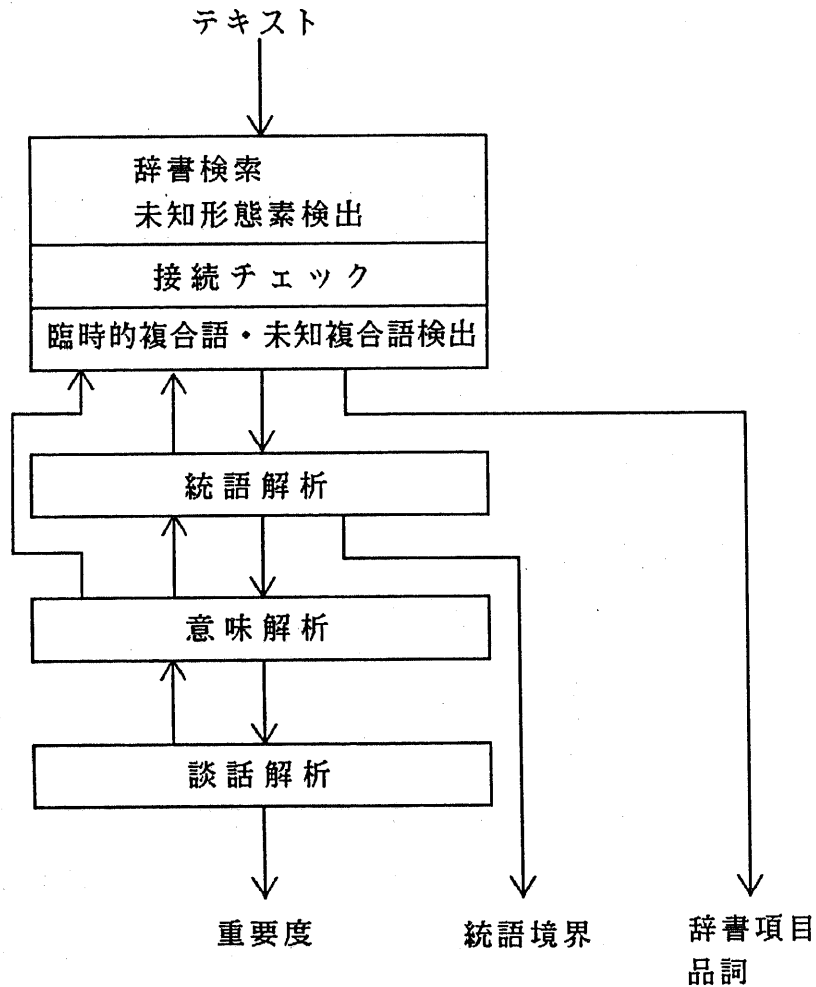


図3.2 言語処理部のブロック図

3.4 形態素解析

形態素解析部は、テキストを入力とし、文を構成する単語の文法的属性・意味的属性を統語解析部に対して出力し、構成単語の品詞情報および辞書項目を音韻処理部に対して出力する。

形態素解析部で行う処理は、次に示す4つである。

- (1) 辞書との照合。
- (2) 接続関係のチェック。
- (3) 未知形態素の検出。
- (4) 臨時的複合語・未知複合語の検出。

(2)の処理は、統語解析の負担を軽減するために、局所的な統語構造のチェックの一部を行うものである。

辞書に蓄積されている項目の中には、単独で単語として用いられるだけでなく、造語成分としても用いられるものがあるため、(1)、(2)による分割の結果には単語と形態素の両方が混じっている。統語解析部への入力単語単位でなければならぬので、形態素境界で分割されている部分については単語単位にまとめなければならない。そのための処理が(4)である。なお、ここでは(4)の処理によってまとめられた形態素の連鎖を一括して複合語とみなすことにする。

(4)の処理の対象となる複合語は、臨時的複合語と未知複合語の2種類に分類できる。臨時的複合語は必要に応じて造語成分を組み合わせて作ることが一般に許容される複合語であり、未知複合語はそれ以外の複合語である。臨時的複合語の種類はある程度限られている。新聞の社会面・生活面、全国天気概況から抜きだした臨時的複合語の例を次に示す。

- (1) [〈接頭語〉]〈数詞〉[〈助数詞〉]
- (2) 〈人名〉(氏 | 様 | さん | …)
- (3) 〈国名〉(語 | 人 | 大使館 | …)
- (4) 〈県名〉(県 | 県庁 | 県知事 | …)

(5) 〈地域名〉(地方 | 方面 | 上空 | …)

(6) 場所を表す

～前, ～内, ～中, …

(7) 時間, 時刻を表す

～中, ～以内, ～後, ～時, ～時刻

(8) その他

同～, 本～, ～以外, ～用, …

これからわかるように, 臨時的複合語は, 主として, 無限の組み合わせをもつ数詞や, 一定の属性の固有名詞の集合(人名, 地名など)を構成要素としてもつ複合語である. 臨時的複合語の検出は, ここに示したようなパターンを用いて行う.

3.5 統語・意味・談話解析

統語解析部は、形態素解析の結果を入力とし、意味解析部に対しては統語構造（単語の意味属性を含む）を出力し、音韻処理部に対しては、統語境界に関する情報を出力する。

意味解析部は、統語解析の結果を入力とし、談話解析部に対して1つ1つの文の意味構造を出力する。

談話解析部では、意味解析部の結果をもとに個々の文の意味解析の結果の間の整合性のチェックをするとともに、単語の重要度を音韻処理部に対して出力する。

3.6 天気概況を対象とした言語処理

気象庁が発表した1987年10月1日午前11時，1987年10月5日午前11時，1987年10月12日午前11時の「全国天気概況」の文章を図3.3に示す。図の例から分かるように，天気概況の文章では，

- (1) 低気圧・高気圧の位置・移動方向，前線の位置，
- (2) 全国各地の天候，
- (3) 関東近海の霧と波浪の状態，および付近の船舶への警告，

が常にこの順で述べられており，しかも用いられる語彙，文型は比較的限られている。

このような特徴があるため，天気概況の文章では，形態素解析，統語解析，意味解析，談話解析を一体化して行うことができる。

具体的には，図3.4に示すような書換え規則をトップダウン的に適用して解析を行う。図に示されているように，天気概況文章全体は，〈天気概況文章〉という非終端語で表され，これはさらに上記の(1)～(3)のそれぞれに対応する，〈気圧段落〉，〈天候段落〉，〈波浪段落〉の3つの非終端語に分解される。これらの〈—段落〉はさらに，複数の〈—文〉に分解される。例えば〈気圧段落〉は〈気圧文〉，〈気圧配置文〉，〈前線文〉の3つの非終端語に分解される。さらに，〈—文〉は，〈—連節〉，〈—節〉，〈—句〉，〈—連語〉に順次分解される。〈—連語〉は最小の非終端語であり，〈—語〉，〈—詞〉などの終端語に分解される。非終端語については，すべての活用形についての表記，終端語ラベル，音韻属性，重要度の指標（レベル1）が辞書に蓄積されている（図3.5に例を示す）。統語境界の生成は，〈—節〉などのラベルにもとづいて行う。ただし，ICRLB境界については，左枝分かれ境界となるラベルの組合せのテーブルを参照して処理する。現在のシステムでは，書換え規則の数は58，終端語の数は60である。重要度の指標は，辞書に記載されているレベル1の指標をそのまま出力する。

図3.6に解析結果の例を示す。

1987年10月1日 午前11時

四国の南には、前線を伴った低気圧があつて、東北東へ進んでいます。
一方、日本のはるか東には高気圧があつて、日本の東海上を覆っています。
北海道の一部と中国地方から南西諸島にかけて晴れている他は雲が多く、
四国から東北南部にかけては雨が降っており、
関東の東部では強く降っている所があります。
関東近海は波がやや高く、沿岸部では濃い霧のため
見通しが悪くなっていますので、船は注意してください。

1987年10月5日 午前11時

低気圧がオホーツク海南部にあつて、寒冷前線が北海道の東海上に伸びています。
また、別の弱い低気圧が関東の東海上にあつて、ゆっくりと東へ進んでいます。
一方、移動性高気圧が沿海州にあつて日本海に張り出しています。
九州の南部から南西諸島にかけて曇っており、
南西諸島北部で雨が降っていますが、そのほかはだいたい晴れています。
関東近海は多少波がある程度ですが、
北部や沿岸部では所々濃い霧のため、見通しが悪くなっていますので、
船舶は十分ご注意ください。

1987年10月12日 午前11時

高気圧が日本の東海上にあつて、引き続き北日本や東日本に張り出しております。
一方、低気圧が九州の南海上にあつて、
前線を伴いながら東北東に進んでいます。
北日本と東日本では晴れておりますが、西日本では曇っていて、
紀伊半島の南部から四国および九州にかけては雨になっています。
関東近海は波が高くなっておりますので、船は十分にご注意願います。

図3.3 天気概況の文章の例

〈天気概況文章〉:=〈気圧段落〉〈天候段落〉〈波浪段落〉.

〈気圧段落〉:=({〈気圧文〉|〈気圧配置文〉|〈前線文〉})^{*}.

〈気圧文〉:=([〈連節接続語〉]〈気圧連節〉[〈前線状態連節〉])^{*}
(〈気圧配置連節〉)^{*}〈文終了記号〉.

〈連節接続語〉:={一方|また|このため|…}.

〈気圧連節〉:=({〈気圧存在節〉}{〈気圧状態節〉|〈気圧動向節〉})^{*}|
(〈気圧状態節〉|〈気圧動向節〉)^{*}.

〈気圧存在節〉:=({〈気圧主句〉|〈気圧・前線場所句〉})^{*}〈存在動述句〉.

〈気圧主句〉:=〈気圧連語〉({〈ハ助詞〉|〈ガ助詞〉}).

〈気圧連語〉:=({〈修気圧連語〉})^{*}〈気圧語〉.

〈修気圧連語〉:=({〈地域連語〉}〈ノ助詞〉|〈修気圧語〉).

〈地域連語〉:=〈地域語〉[({〈ノ助詞〉}〈区域語〉)|({〈ノ助詞〉}〈方位語〉)|〈区域語〉].

〈地域語〉:={大陸|オホーツク海|黄海|…}

〈区域語〉:={南部|北部|東部|西部|南|北|東|西|…}.

〈ノ助詞〉:={の}.

〈修気圧語〉:={発達中の|発達した|…}.

.....

(注1) x^{*}はxの0個以上の連鎖, x⁺はxの1個以上の連鎖をそれぞれ表す.

(注2) [x]はxが省略可能であることを表す. {x|y|z}は, x, y, zのORを表す.

図3.4 天気概況の文章を解析するための書換え規則

(“一方” “<連節接続語>” (“<接続詞>”) “iQpo’H”)

(“オホーツク海” “<地域語>” (“<名詞>”) “ohoHcuku’kai”)

(“三陸沖” “<地域語>” (“<名詞>”) “saNrikuoki”)

(“山陰地方” “<地域語>” (“<名詞>”) “saNiNci’hoH”)

(“太平洋側” “<地域語>” (“<名詞>”) “haiheHjoHgawa”)

(“上流域” “<区域語>” (“<名詞>”) “zjoHrju’Hiki”)

(“西部” “<区域語>” (“<名詞>”) “se’Hbu”)

(“弱い” “<修気圧語>” (“<連体修飾語>”) “jowa’i”)

(“移動性の” “<修気圧語>” (“<連体修飾語>”) “idoHseHno”)

(“移動性高気圧” “<気圧語>” (“<名詞>”) “idoHseHkoHki’acu”)

(“低気圧” “<気圧語>” (“<名詞>”) “teHki’acu”)

((“覆” (“覆わ” “覆お”) (“覆い” “覆っ”) “覆う” “覆え” “覆え”)
 “<気圧状態動述語>” (“<動詞>”) (“oH” (“oHwa” “oHo”) (“oHi” “oHQ”)
 “oHu” “oHe” “oHe”))

(“北北東” “<方位語>” (“<名詞>”) “hokuhokutoH”)

(“北東” “<方位語>” (“<名詞>”) “hokutoH”)

(“ゆっくり” “<修気圧動向動述語>” (“<連用修飾語>”) “juQku’ri”)

(“全国的に” “<修天候述語>” (“<連用修飾語>”) “zeNkokutekini’”)

(“雨” “<天候語>” (“<名詞>”) “a’me”)

((“波がある” “波があろ” (“波があり” “波があっ”) “波がある” “波があれ”
 “波があれ”) “<波浪述語>” (“<用言>”) (“nami’gaa” “nami’gaaro”
 (“nami’gaari” “nami’gaaQ”) “nami’gaaru” “nami’gaare” “nami’gaare”))

((“注意” “注意し” “注意し” “注意する” “注意すれ” “注意しろ”)
 “<船舶動述語>” (“<動詞>”) (“cju’Hi” “cju’HiSi” “cju’HiSi” “idHsuru”
 “cju’Hisure” “cju’HiSiro”))

図3.5 終端語（辞書項目）の例

```

%Text
%Paragraph
%Sentence
%Clause-Group
%Clause
%ICRLB
    Siko'ku 0Emph  〈地域語〉      四国
    no      0Emph  〈ノ助詞〉      の
    minami  0Emph  〈方位語〉      南
    ni      0Emph  〈ニ助詞〉      に
    wa      0Emph  〈ハ助詞〉      は
%ICRLB
    zeNseNo 0Emph  〈修気圧語〉      前線を伴った
    tomonaQ'ta 0Emph  〃              〃
    teHki'acu 0Emph  〈気圧語〉      低気圧
    ga      0Emph  〈ガ助詞〉      が
    a'Q     -Emph  〈存在動述語〉  あっ
    te      0Emph  〈接続助詞〉  て
%Clause
%ICRLB
    toHhokutoH 0Emph  〈方位語〉      東北東
    e          0Emph  〈へ助詞〉      へ
    susuN     0Emph  〈気圧・前線動向動述語〉  進ん
    dei       0Emph  〈時助動詞〉    でい
    ma'su     0Emph  〈丁寧助動詞〉  ます
%Sentence
%Clause-Group
%Clause
    iQpo'H -Emph  〈連節接続語〉  一方
%ICRLB
    niQpo'N 0Emph  〈地域語〉      日本
    no      0Emph  〈ノ助詞〉      の

```

図 3.6 天気概況の文章の解析結果の例

第4章 音韻処理1

——分節的特徴の合成——

4.1	はじめに	26
4.2	単語の音韻属性の生成	28
4.2.1	数詞の音韻属性の決定規則	29
4.2.2	数詞+助数詞の音韻属性の決定規則	32
4.3	単音記号の生成	38
4.4	おわりに	39

4.1 はじめに

音韻処理部では、韻律的特徴および分節的特徴を記号レベルで生成する。すなわち、言語処理部の出力をもとに、以下の4つの処理を行う。

- (1) 単語の音韻属性の生成,
- (2) 韻律語のアクセント型の生成,
- (3) 韻律記号（休止記号，フレーズ記号，アクセント記号）の導出,
- (4) 単音記号の生成,

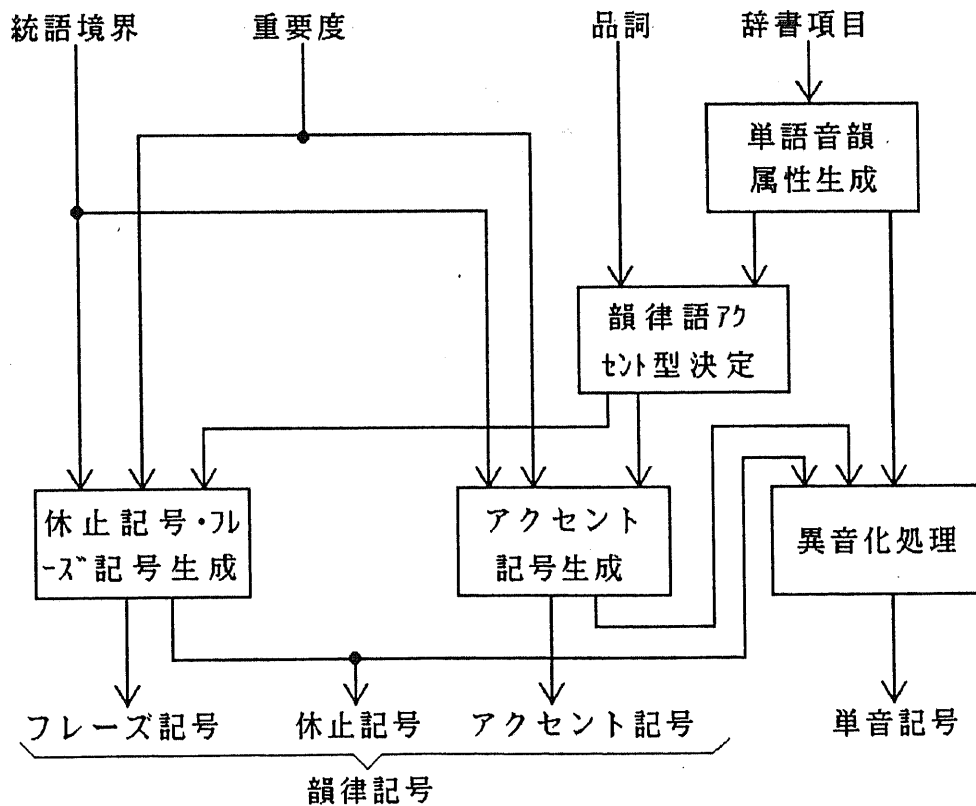


図4.1 音韻処理部のブロック図

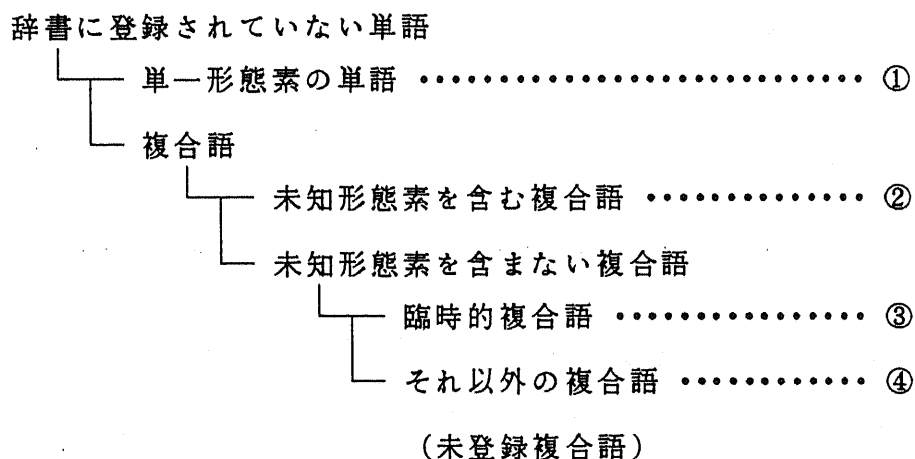
これらのうち、(1)と(4)は分節的特徴に関する処理であり、(2)と(3)は韻律的特徴に関する処理と分類することができる。しかしながら、これらの処理は独立に行われるのではなく、図4.1のブロック図に示すように、(2)は(1)の、(3)は(2)の、(4)は(1)と(2)の処理の結果をそれぞれ必要とする。

このように音韻処理部では分節的特徴に関する処理と韻律的特徴に関する処理がやや入り組んだ形で行われるが、本論文の中心課題である韻律的特徴の合成に関する説明に多くの紙面を要するので、章のバランス上、分節的特徴と韻律的特徴とについて別々の章で述べることにする。

この章では分節的特徴の合成について述べる。

4.2 単語の音韻属性の生成

単語内を対象範囲とする音韻処理は、辞書に登録されていない単語の音韻属性の決定ないし推定である。辞書に登録されていない単語は、まず、単一の形態素からなる単語と複合語に分けられる。複合語については、さらに未登録の形態素を含むものとそうでないものとに分けられる。さらに、未登録の形態素を含まない複合語は臨時的複合語とそれ以外の複合語（未登録複合語と呼ぶ）に分けられる。以上のことをまとめると次のようになる。



これらの内、③の臨時的複合語については、必要に応じて任意に作ることが広く認められているという性質からして、音韻属性を正確に決定することができなければならない。その他については原則的にはすべて辞書に登録しておくべきではあるが、処理の途中で未登録語を検出するたびに人間の介入を要求していたのでは（人間からみた）作業性が低下するので、音韻属性をできる限り正確に推定する必要がある。その際、①と②においては未知形態素の音韻属性を推定する規則、④においては形態素の音韻属性から複合語の音韻属性を推定する規則がそれぞれ必要になる。

形態素の音韻属性を推定する規則は、単漢字の読みにもとづく規則となるであろう。また形態素の音韻属性から複合語の音韻属性を推定する規則については、[句坂, 佐藤, 1983], [佐藤, 1988] など研究がある。ここでは、臨時的複合語のうち、最も重要が高いものの1つである数詞および数詞に助数詞が下接したものを取

り上げ、数詞と助数詞の音韻属性から数詞+助数詞の音韻属性を決定する規則について述べる。(数詞+助数詞は明らかに臨時的複合語である。また、1つ1つの数字を形態素とみなせば、数字の連鎖である数詞も臨時的複合語である。)

4.2.1 数詞の音韻属性の決定規則

整数部部分の処理

整数部分は、日本語の数詞が万進法であることに着目して、全体を1の位(以下、桁1と呼ぶ)から4桁ずつのブロックに分割し、高位のブロックから順に処理する。各ブロックの処理の後、位に応じて「億/万」を付加する。なお、ブロック中の数字がすべて0である時は、そのブロックを出力記号列に反映しない。ただし、ブロックが1桁でかつ0の時は「ゼロ」と発音する。

ブロックごとの処理

桁ごとにテーブル(表4.1)に従って音素表記・アクセント型を与える。ただし、十の位の1, 5, 6, 8のアクセント型は1の位が0でない場合は平板型になる。

「億/万」の付加は以下の手順で行う。

- (1) ブロックの最後の0でない桁(以下、実効最終桁)のアクセント核を取り除く。
- (2) /'oku/あるいは/ma'N/を付加する。
- (3) /'oku/の直前の音素がモーラ音素/H, N, Q/である場合は、アクセント核をそのモーラ音素の直前に移動する。

ここで、「億」は標準型(助数詞部分が低くなって結合するという、接辞結合において最も標準的な結合様式[佐藤, 1988])、「万」は保存型(接辞のアクセント核が保存される結合様式)の接辞アクセント結合である。

「十, 百, 千」についても、「億/万」と同様に1~9と「十/百/千」の接辞結合として処理することもできる。

まず、1~9について表4.2(表中, "は結合アクセント核を表す)のような

「結合アクセント型」を考え、これらに「十」と「百」を不完全支配型、「千」を完全支配型のアクセント結合型で付加する（1は千の場合のみ）。ただし百において/nihjaku'/(200)は例外となる。

さらに、数字および位（十，百，千）の音素表記を以下のように変形する。

- (1) 百において、/roku/→/roQ/, /haci/→/haQ/（促音化）。
- (2) 千において、/ici/→/iQ/, /haci/→/haQ/（促音化）。
- (3) 1, 8において、/hjaku/→/pjaku/。
- (4) 3において、/hjaku/→/bjaku/, /se'N/→/ze'N/。

これらの変形は、数詞に助数詞が付加する場合の規則の特別な場合となっている。

表 4.1 桁ごとの音素記号表記およびアクセント型

	千の位	百の位	十の位	一の位
1	se'N	hjaku'	zju'H	ici'
2	nise'N	nihjaku'	ni'zjuH	ni'
3	saNze'N	sa'Nbjaku	sa'NzjuH	saN
4	joNse'N	jo'Nhjaku	jo'NzjuH	jo'N
5	gose'N	gohjaku'	gozju'H	go'
6	rokuse'N	roQpjaku'	rokuzju'H	roku'
7	nanase'N	nana'hjaku	nana'zjuH	na'na
8	haQse'N	haQpjaku'	hacizju'H	haci'
9	kjuHse'N	kju'Hhjaku	kju'HzjuH	kju'H

注: /ci/〜[tSi], /cu/〜[tsu]. 'はアクセント核を表す。

表 4.2 1～9の結合アクセント型

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ici'	ni'	sa"N	jo'N	go	roku	nana"	haci	kju'H

小数点の付加

小数点の付加は、以下の手順で行う。

- (1) 整数部分の0でない実効最終桁のアクセント核を取り除く。
- (2) 実効最終桁の末尾について、/H, ci/→/Q/（9は除く）の変形を行う。
- (3) 実効最終桁が2あるいは5の場合は、/H/を付加する。
- (4) 実効最終桁に/'teN/を付加する。ただし/'teN/の直前の音素がモーラ音素/H, N, Q/である場合は、アクセント核をそのモーラ音素の直前に移動する。（標準型の接辞アクセント結合）

小数部分の処理

小数部分の数字の音素表記・アクセント型は、桁の位置が、①偶数番目、②末尾でない奇数番目、③末尾である奇数番目、のいずれであるかによって異なるが、このうち③が基本形である。

まず、③の場合は、表4.3に従う。次に、①では、2と5の末尾に/H/を付加し、すべての数字についてアクセント核を第1モーラの直後におく。②では、2と5の末尾に/H/を付加し、すべての数字についてアクセント核を取り除く。

表4.3 末尾である奇数番目の桁の音素表記・アクセント型

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ze'ro	ici'	ni'	saN	jo'N	go'	roku'	na'na	haci'	kju'H

4.2.2 数詞＋助数詞の音韻属性の決定規則

アクセント型の決定

数詞＋助数詞のアクセント結合の型を接辞アクセント結合の分類 [佐藤, 1988] に照らして分類すると,

- (1) 二千未満では標準型で, それ以上では平板化型となるもの (以下, 標準-平板化型. 号, 度, 時など),
- (2) 接辞アクセント核保存型 (インチ, %など),
- (3) 接辞アクセント反転型 (馬力, 番地など),
- (4) 平板化型 (級, 階など),

の4種類に分類できる. このうち(3)については, 通常のアクセント型とは別に結合アクセント型を考えて(2)に含めることが可能である. 反転型とは, 助数詞のアクセントの「低い」部分と「高い」部分とが反転する結合様式である. なお, 上記の(1)～(4)のような結合は, 数詞部分を単独で発声した場合の最後尾の韻律語と助数詞との間で生じる. 例外は, 上記のうち(1)の標準-平板化型に比較的多く, 主として1～200で部分的に接辞アクセント核保存型となる. これらは, “日”のように複雑なものを除いて例外テーブルを用いて処理できる.

表4.4 に代表的な助数詞について, アクセント結合の型とその例外を示す.

表4.4 助数詞のアクセント結合の型と例外

表記	音素表記	アクセント結合の型	例外
号	goH	標準-平板化型	—
度	do	"	—
時	zi	"	—
期	ki	"	—
キロ	kiro	"	/ici' -/
軒	keN	"	—
点	te" N	"	1~100は保存型
組	kumi	"	—
個	ko	"	—
回	ka' i	"	1~10, 100は保存型 副詞では100は平板型
巻	kaN	"	—
匹	hiki"	"	1, 6, 8, 100は保存型 (例外多数)
日	nici"	"	—
分	huN	"	—
発	hacu"	"	1, 6, 8, 100は保存型
箱	hako	"	—
m	me" Htoru	保存型	—
インチ	iNci	"	—
馬力	ba" riki	"	—
番地	ba" Nci	"	—
%	paHse' Nto	"	—
丁目	cjoHme'	"	—
センチ	se' Nci	"	—
週間	Su" kaN	"	—
級	kjuH	平板化型	—
階	kai	"	—

注: "は結合アクセント核を表す。

音素表記の決定

促音化が中心となる。まず、代表的な助数詞について、促音化の有無、および促音化する場合はどの数字で生じるかを表4.5に示す。

表4.5 数詞に助数詞が下接した場合の促音化の有無

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	十	百	千	万
期	ki	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
個	ko	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
回	kai	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
巻	kaN	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
級	kjuH	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
階	kai	○	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
キロ	kiro	×	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
軒	keN	○	×	□	×	×	○	×	△	×	○	○	□	□
組	kumi	□	□	×	×	×	○	×	△	×	○	○	×	×
丁目	cjoHme	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	×	×	×
センチ	seNci	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	×	×	×
週間	SukaN	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	×	×	×
点	teN	○	×	×	×	×	×	×	△	×	○	×	×	×
%	paHseNto	△	×	×	×	×	×	×	△	×	○	×	×	×
ページ	peHzi	△	×	×	×	×	×	×	△	×	○	×	×	×
ポンド	poNdo	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×
匹	hiki	○	×	□	×	×	○	×	○	×	○	○	□	□
発	hacu	○	×	□	□	×	○	×	○	×	○	○	□	□
分	huN	○	×	□	×	×	○	×	○	×	○	○	×	×
箱	hako	□	□	□	×	×	○	×	○	×	○	○	×	×
号	goH	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
度	do	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
m	meHtoru	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
インチ	iNci	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
馬力	bariki	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
番地	baNci	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
時	zi	×	×	×	□	×	×	×	×	□	×	×	×	×

○：促音化する， ×：促音化しない， △：どちらも可， □：その他の音素変化。

表 4.5 から、促音化について次の規則が得られる。

(1) /k-/では、1, 6, 10, 100で促音化する。8でも任意的に促音化する。

例外：キロ(1), 組(1)。

(2) /(cj, s, S, t)-/(/S/~/[ʃ], /cj/~/[tʃ])では、1, 8, 10で促音化する。

例外：点(8)は任意的。

(3) /p-/では、10で促音化する。1, 8でも任意的に促音化する。

例外：ポンド(1, 8)。

(4) /h-/では、1, 6, 8, 10, 100で促音化する。

例外：箱(1)。

次に代表的な助数詞について、促音化以外の音素変化の有無を表 4.6 に示す。

表 4.6 数詞に助数詞が下接した場合の促音化以外の音素変化

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	十	百	千	万
軒	keN			U									U	U
匹	hiki			U									U	U
発	hacu			U	U								U	U
分	huN			U										
箱	hako	N	N	U										
組	kumi	N	N											
時	zi				N					N				

U：助数詞の語頭の音素が変化する (/k/→/g/, /h/→/b p/)。

N：数詞部分が特殊な形をとるかあるいは変化する

(/hito/(1), /huta/(2), /joN/→/jo/, /kjuH/→/ku/)。

この表に示したように、促音化以外の音素変化は、①助数詞の語頭の音素が変化する (/k/→/g/, /h/→/b, p/)、②数詞の部分が特殊な形をとる (/hito/, /huta/)、③数詞の部分が変化する (/joN/→/jo/, /kjuH/→/ku/)、の3つの型に分けられる。具体的には次のような変化がある。

軒： saN-geN / saN-keN(3), seN-geN / seN-keN (千), maN-gen / maN-keN (万)。

組： hito-kumi(1), huta-kumi(2). (setの意味)
ici-kumi(1), ni-kumi(2). (classの意味. 音素変化なし)
匹： saN-biki(3), seN-biki (千), maN-biki (万).
発： saN-pacu(3), joN-pacu/joN-hacu(4), seN-pacu/seN-hacu (千),
maN-pacu/maN-hacu (万).
分： saN-pun(3).
箱： hito-hako(1), huta-hako(2), saN-pako/saN-hako(3).
時： jo-zi(4), ku-zi(9).

「日」の例外処理

- (1) 小数部分に「日」が下接した場合は、表4.7に従う。
- (2) 整数1桁の場合は表4.8に従う。
- (3) 整数2桁で、1桁目が0でない場合は表4.9に従う。
- (4) 2桁目未満が0の場合(n十)は、/—zju'hnici/となる。ただし「10日」は、/toHka/, 「20日」は/hacuka/となる。
3桁目未満が0の場合(n百)は、/—hjaku'nici/となる。
4桁目未満が0の場合(n千)およびそれより大きい数(万, 億)では、「1000日」が/se'Nnici/となる他は平板型になる。

表 4.5 小数部分に「日」が下接した場合の音素表記およびアクセント型

数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型
1	icini'ci'	5	go'nici	9	kju'Hnici
2	ni'nici	6	rokunici	0	zero'nici
3	sa'Nnici	7	nana'nici		
4	jo'Nnici	8	hacinici'		

表 4.6 整数1桁に「日」が下接した場合の音素表記およびアクセント型

数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型
1	cuitaci'	4	joQka	7	nanoka
2	hucuka	5	icuka	8	joHka
3	miQka	6	muika	9	kokonoka

表 4.7 整数2桁で1桁目が0でない場合の音素表記およびアクセント型

数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型	数字	音素表記・ アクセント型
1	icini'ci'	4	joQka	7	Sicini'ci'
2	ni'nici	5	go'nici	8	hacinici'
3	sa'Nnici	6	rokunici'	9	ku'nici

ただし, 44: /jo'Nnici/, 77: /nana'nici/, 99: /kju'Hnici/

4.3 単音記号の生成

音素記号を単音記号に変換する際には、音声環境などの要因を考慮した処理（異音化処理）が必要である。この処理には、以下のようなものがある。

(1) /c/の異音化.

/ci/では/c/→[tʃ], /cu/では/c/→[ts].

(2) /s/の異音化.

/sV/において、V=/i/では /s/→[ʃ], それ以外では/s/→[s].

(3) /h/の異音化.

/hV/において、V=/a, e, o/では /h/→[h],

V=/i/では/h/→[ç], V=/u/では/h/→[f].

また/V₁hV₂/(V₁, V₂=/a, e, o/)において

/h/→[ʰ].

(4) 母音の無声化.

/C₁VC₂/ (V=/i, u/)において、

C₁=/s/かつC₂=/p, t, k/および

C₁=/p, t, k, h/かつC₂=/s, p, t, k/のとき、/i, u/→[i̥, u̥],

また、/su#/ (#は何もないことを表わす)において

/u/→[u̥],

ただし、直前で無声化が起こっている場合およびアクセントの上がり目から下がり目までの区間（「高い」部分）にある場合は無声化しない傾向がある。

(5) /g/の異音化.

語頭以外の位置では原則として/g/→[ŋ], 数字の5 (/go/)の場合は/g/→[g].

(6) 撥音/N/の異音化.

/NC/において、

C=/m, b, p/のとき/N/→[m], C=/k, g/のとき/N/→[ŋ],

C=#のとき/N/→[n], 上記以外では/N/→[n]

以上のほかにも母音の鼻音化、モーラ音素/Q/の異音化などがある。

4.4 おわりに

音韻処理は、韻律的特徴に関するもの処理と分節的特徴に関する処理とからなるが、本章では分節的特徴に関する処理、すなわち、単語の音韻属性（音素表記、アクセント型）の生成、単音記号の生成（異音化处理）について述べた。単語の音韻属性の生成処理の中では、臨時的複合語の音韻属性の生成が特に重要であるが、ここでは臨時的複合語として数詞および数詞+助数詞を取り上げ、詳しく論じた。なお、2、3の助数詞について1～2000の整数と組み合わせた合成音を作成して聴取を行い、規則に誤りがないことを確認した。

第5章 音韻処理 2

——韻律的特徴の合成——

5.1	はじめに	40
5.2	文字形式上の単位と韻律上の単位	
5.2.1	韻律上の単位	41
5.2.2	文字形式上の単位と韻律上の単位との関係	44
5.3	自然音声の韻律的特徴の分析	
	— 休止, フレーズ成分 —	46
5.3.1	音声試料と分析方法	46
5.3.2	分析結果	46
5.4	自然音声の韻律的特徴の分析	
	— アクセント成分 —	48
5.4.1	音声試料	48
5.4.2	分析結果 (2 韻律語素)	50
5.4.3	分析結果 (3 韻律語素)	55
5.4.4	アクセント指令の大きさの知覚的検討	63
5.4.5	アクセント指令の大きさの規格化	66
5.4.6	複合語のアクセント成分の分析	73
5.4.7	多数の韻律語素を含む句の F_0 パタンの分析	75
5.4.8	文頭の韻律語が抑圧された場合の F_0 パタンの分析	76
5.5	韻律記号導出規則	
5.5.1	韻律記号	77
5.5.2	休止記号・フレーズ記号の導出	79
5.5.3	アクセント記号の導出	83
5.5.4	韻律記号を生成した例	90
5.6	おわりに	91

5.1 はじめに

この章では、韻律的特徴の記号レベルでの合成について述べる。音韻処理部のブロック図を図5.1として再掲する(図4.1と同一)。図に示された処理のうち、韻律的特徴の合成に関わるのは韻律語のアクセント型の決定と韻律記号(休止記号、フレーズ記号、アクセント記号)の生成である。

この章では、まず、韻律上の単位、および韻律上の単位と文字形式上の単位との関係について述べる。これは、自然音声の韻律的特徴の分析結果の記述、および韻律記号生成規則の記述の際に役立つ。次に、韻律記号生成規則を構築するための基礎データとして、自然音声の韻律的特徴の分析結果について述べる。最後に、韻律記号生成規則について述べる。

なお、基本周波数パターン(以下、 F_0 パターン)の分析および合成に用いるモデルについては第6章で述べる。

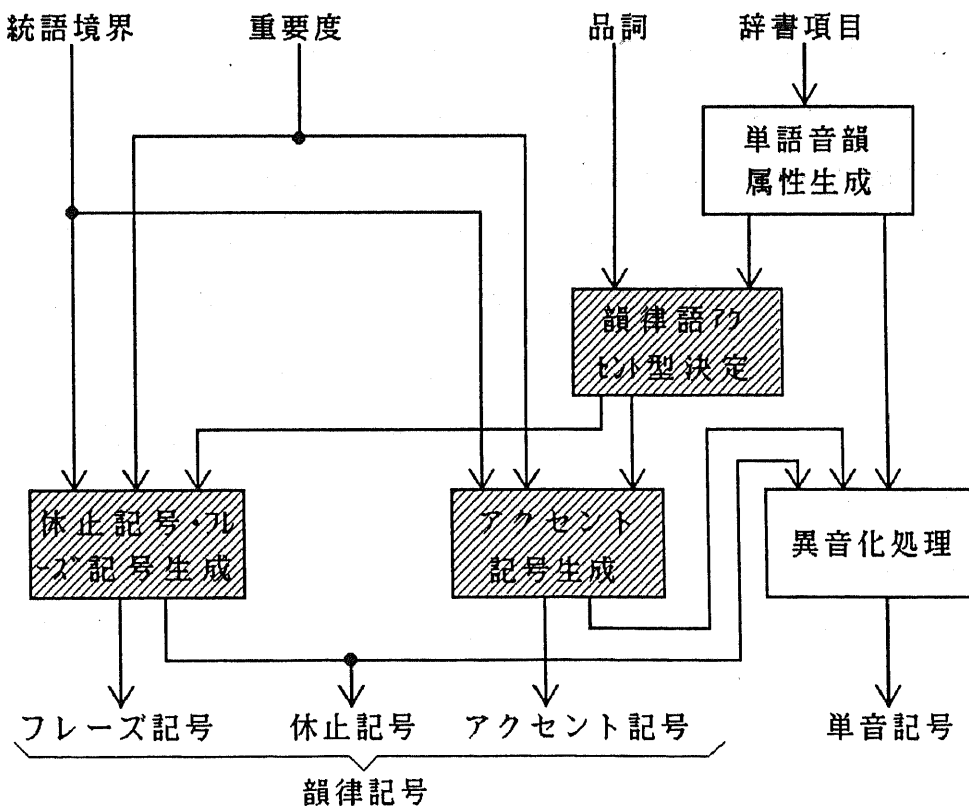


図5.1 音韻処理部のブロック図

5.2 文字形式上の単位と韻律上の単位

5.2.1 韻律上の単位

第4章で述べたように、文字形式上の特徴、すなわち統語的・意味的特徴にもとづいて文字形式上の単位を定義することができた。ここでは、これと同様に、音声形式について、韻律上の特徴にもとづいて韻律上の単位を定義する。

まず、1つのアクセント成分に対応し、かつ一定のアクセント型（例えば、東京方言として適切なアクセント型）を示す音素の連鎖を韻律語と定義する。韻律語は、韻律上の最小の単位となる。アクセント型を定義できるためには、音声形式が音素列として表現されていることが必要である。これは、韻律上の単位が分節的特徴にもとづく単位である音素の上に定義されることを意味する。

実際の発話を観察すると、同一の音素列であっても、ある発話では1つの韻律語に対応し、他の発話では複数個の韻律語に対応することがある。これは、5.3節で見ると、主として統語的条件と談話的条件によるものである。このように韻律語は発話の間で必ずしも安定ではない。しかしながら、アクセント核を高々1つしかもたない自立語とそれに下接する付属語の連鎖が複数個の韻律語に対応することは、付属語の部分を特に強調するために区切って発話する場合を除いては、ない。自立語が複数個のアクセント核をもつ場合は、その自立語とそれに下接する付属語連鎖を、どのような統語的条件・談話的条件でも複数個の韻律語に対応することがないような形態素連鎖に分割することができる。以上のことから、1つの韻律語に対応することが可能であり、しかもいかなる統語的条件・談話的条件の下でも複数の韻律語に分割されることのないような形態素の連鎖として、韻律語素を定義する。

韻律語は韻律上の特徴のみによって定義されるのに対して、韻律語素は文字形式上の単位である形態素の上に、韻律的な性質を考慮して定義される。定義によって、1つの韻律語は、常に1つまたは2つ以上の韻律語素からなる。図5.2に「青い葵の絵は山の上の家にある」という文の合成された F_0 パターンを示す。図の例では、「青い」、「葵の」、「絵は」、「山の上の家に」、「ある」がそれぞれ1つの韻律語に対応している。このうち、「山の上の家に」は「山の」、「上の」、「家に」

a o i a o i no e wa ja ma no u e no i e ni a ru

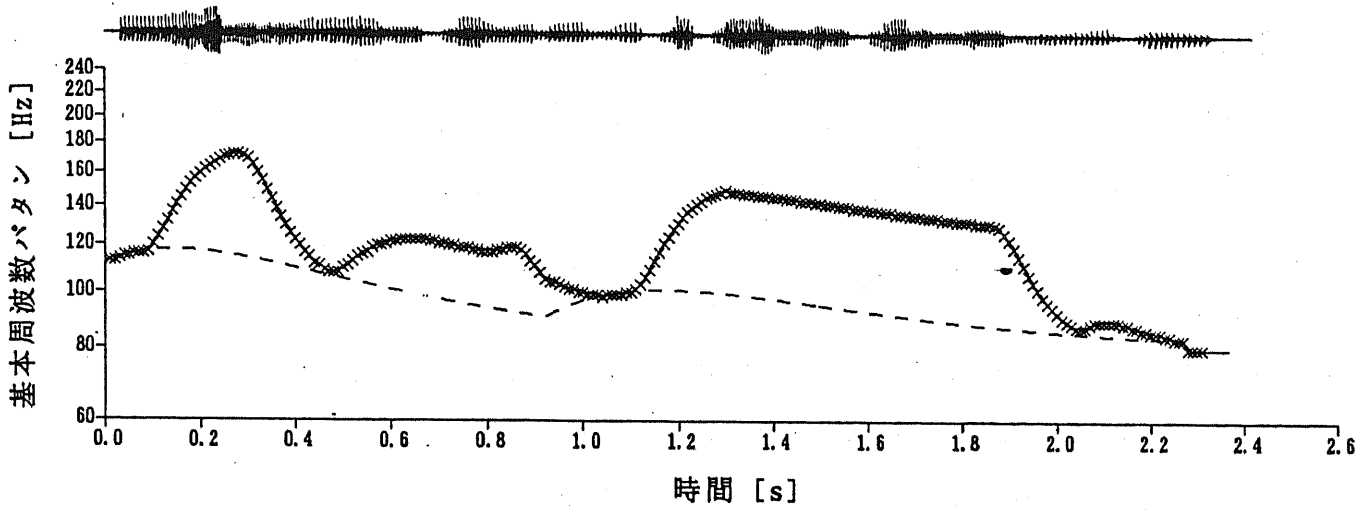


図 5.2 韻律語の例

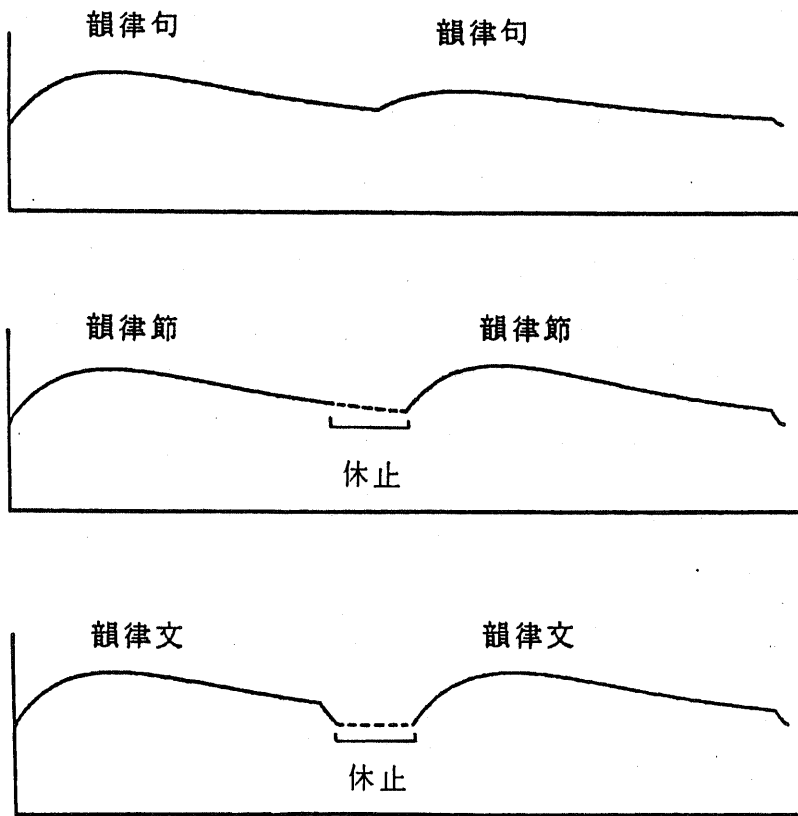


図 5.3 韻律句, 韻律節, 韻律文の F_0 パタン

という3つの韻律語素からなっており、その他の韻律語はいずれも1つの韻律語素からなっている。

次に、1つのフレーズ成分に対応する韻律語の連鎖として韻律句を定義する。さらに、休止によって区切られた韻律句の連鎖について、韻律句の最後の部分でフレーズ成分のリセットが行われているものを韻律文、そうでないものを韻律節と定義する。ただし、実際の発話においては文末が不明瞭に発声され、フレーズ成分のリセットの存在が不明確になりやすく、韻律節か韻律文かが明らかでない場合も少なくない。図5.3に韻律句、韻律節、韻律文の F_0 パタンの形状を模式的に示す。

最後に、韻律上の単位の間について述べる。定義から明らかなように、音素、韻律語、韻律句、韻律節、韻律文の間には $n:1$ の関係があり、したがってこれらは階層構造をなす。また、音素、形態素、韻律語素の間にも $n:1$ の関係があり、これらも階層構造をなす。以上の様子を図5.4に示す。

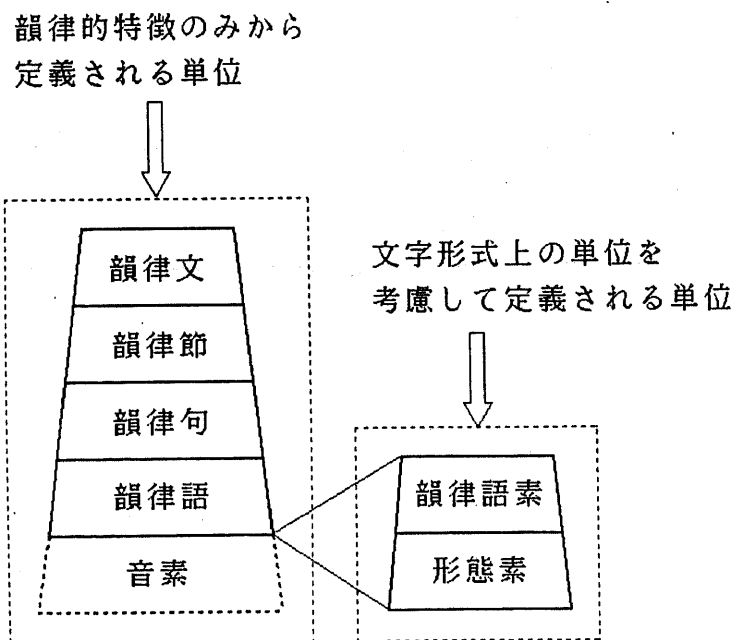


図5.4 韻律上の単位間の階層関係

5.2.2 文字形式上の単位と韻律上の単位との関係

韻律上の単位と文字形式上の単位との間の関係についてみると、韻律語と単語、ICRLB と韻律句、韻律節と節（および連節）、韻律文と文との間にそれぞれおおまかな対応関係が存在する。

まず、自立語が高々1つのアクセント核をもつ場合、その自立語とそれに下接する付属語連鎖は1つの韻律語素に対応し、自立語が複数個のアクセント核をもつ場合は、その自立語とそれに下接する付属語連鎖は複数個の韻律語素に対応する。1つの韻律語は1つまたは2つ以上の韻律語素から構成される。

ICRLBは原則的には1つの韻律句に対応する。ただし、ICRLBが短い場合は複数個のICRLBが1つの韻律句に対応し、逆にICRLBが長い場合は1つのICRLBが複数個の韻律句に分割されることがある。

1つの節（あるいは連節）は多くの場合1つの韻律節に対応する。ただし、節が長い場合や等位表現などの特殊な構造が含まれる場合は、1つの節が複数個の韻律節に対応し、また節が短い場合は複数個の節が1つの韻律節に対応することがある。

1つの文は多くの場合1つの韻律文に対応する。

図5.5 に韻律上の単位と文字形式上の単位との間の対応関係を模式的に示す。また、図5.6 には、「この団地ではここ数年蛇口から出る赤い水に悩まされています」という文を文字形式上の単位と韻律上の単位に分割した例を示す。なお、実現される韻律的特徴は、発話者や発話速度などの影響を受けるので、ここに示した韻律上の単位による分割は、標準的ではあるが、厳密に言えば1例にすぎない。

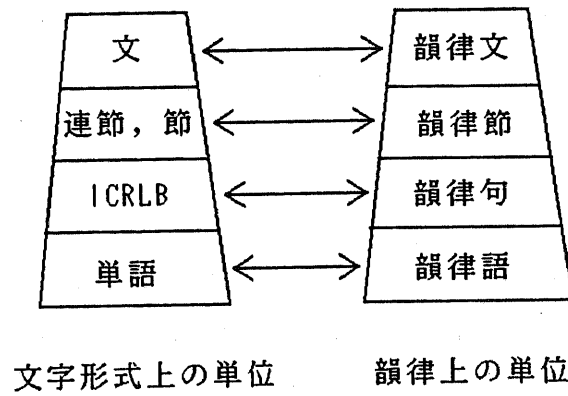
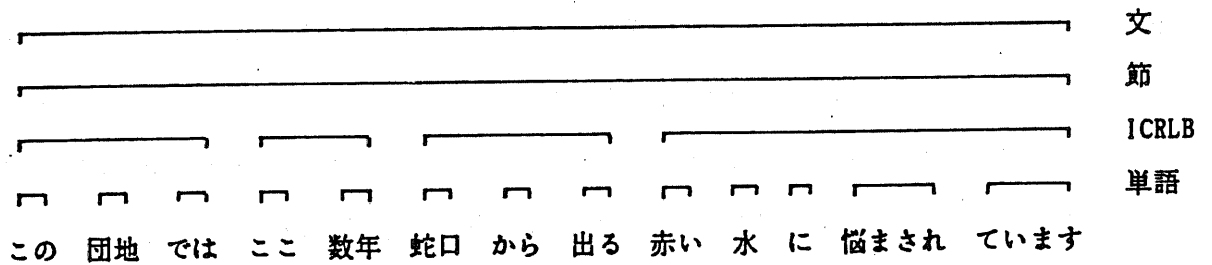


図 5.5 韻律上の単位と文字形式上の単位との間の対応関係

文字形式上の構造



韻律上の構造

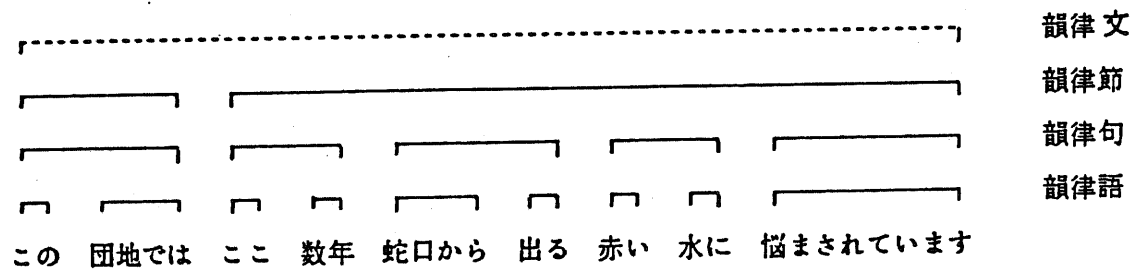


図 5.6 文字形式上の単位と韻律上の単位の対応関係の例

5.3 自然音声の韻律的特徴の分析 — 休止, フレーズ成分 —

統語情報と休止およびフレーズ成分との間の関係を明らかにするために, 実際の発話の分析を行った.

5.3.1 音声試料と分析方法

音声試料は, NHKのラジオ放送(FM)から録音した天気概況19回分. 全体で77の文が含まれ, 1回分は約3.5の文からなる. 発声者は男性および女性のアナウンサー複数名(氏名不詳)である. 放送を収録した後, AD変換(サンプリング周波数10kHz, 精度12bit)およびファイリングを行い, さらにLPC残差の自己相関を利用した方法を用いて10msec周期で F_0 の抽出を行った. 同時に, 収録した放送を聴取してその内容を書き取った.

分析では, まず音声波形の視察によって休止の有無を調べた. また, F_0 パタンの視察によって, フレーズ指令の立て直し, フレーズ指令の追加, フレーズ指令のリセットの有無を調べた.

一方, テキストについては, 人手によって構文解析を行い, 文字形式上の境界を検出した.

5.3.2 分析結果

文字形式上の境界がどの程度の割合でどの韻律上の境界と対応するかについてまとめた結果を表5.1に示す.

まず, 文境界は100%韻律文境界になっている. ただし, 5.2.1節でも述べたように文末付近は不明瞭に発話されることが多く, フレーズ成分のリセットの有無も不明確になりやすいため, 500ms程度あるいはそれ以上の休止があり, しかも直後のフレーズ指令の大きさが0.3程度あるいはそれ以上の場合は自動的にフレーズ成分のリセットが行われているとみなした. したがって, 100%という数字は実際の比率よりも大きい可能性がある. しかし, 経験上, 比較的長い休止と比較的大きいフレーズ指令がある部分ではほとんど常にフレーズ成分のリセットが行われる(すな

わち、文境界はほとんど常に韻律文境界に対応する)。

連節境界はほとんどの場合韻律文または韻律節に対応している。韻律文に対応するのは連節が比較的長い場合である。

節境界は韻律文境界・韻律節境界または韻律句境界と対応する。韻律句境界に対応する比率が60%と高いのは、天気概況の文章では1つ1つの節が比較的短いからであると考えられる。

ICRLB境界は大部分が韻律句境界と対応する。ただし、ICRLBが比較的短い場合はフレーズ指令が省略され、単に韻律語境界となる。

ICRLB内ではフレーズ指令が生起することは少ない。ただし、天気概況の文章では1つ1つのICRLBが短いことも1つの原因となっていると考えられる。他のニュースなどの文章では、ICRLBが複数の韻律句に分割されることも少なくない。

休止やフレーズ指令の生起は、統語構造のみならず韻律上の単位の長さ、発話速度などの影響も受け、さらに個人的なバラつき、統計的な揺らぎも当然存在する。したがって、ここで得られた結果は、直ちに休止、フレーズ指令の生成規則にとり入れられるべきものではなく、実際の発話のおおよその傾向として、規則作成の際の参考とするべきものである。

表5.1 文字形式上の境界と韻律上の境界との関係

	韻律文境界	韻律節境界	韻律句境界	韻律語境界
文境界	100%	0%	0%	0%
連節境界	48%	48%	4%	0%
節境界	10%	30%	60%	0%
ICRLB境界	2%	14%	73%	12%
ICRLB内	0%	1%	8%	91%

5.4 自然音声の韻律的特徴の分析 — アクセント成分 —

連続音声中のアクセント成分は、単独発話の場合のものとは必ずしも同一ではなく、アクセント型、統語構造、談話構造などの影響によって強調、抑圧、融合などの変形を生じる。この現象については従来からいくつかの研究が行なわれてきたが〔箱田、佐藤、1978、箱田、1988、白井、岩田、1987〕、それらには定量性に欠けていたり、あるいは系統的でないなどの問題があった。

ここでは、連続音声中のアクセント成分の実現を支配する規則を明らかにするため、2個ないし3個の韻律語素からなる比較的短い韻律語連鎖の分析を行って言語学的情報とアクセント成分の変形との関係を明らかにし、さらにその結果の規則化について検討する。

5.4.1 音声試料

音声試料は、3つの試料群（それぞれ、A、B1、B2とする）からなる。

試料群Aの各試料は2個の韻律語素の連鎖を「…買います」の文脈に埋め込んだものであり、統語的には1番目の韻律語素（ W_1 と表す）が2番目の韻律語素（ W_2 ）を連体修飾している。 W_1 および W_2 としては、それぞれについて起伏型および平板型のアクセント型をもつ2種類の韻律語素を用いた。それらを表5.1に示す。ここで起伏型とはアクセント核をもつアクセント型のことをさし、記号Dで表す。平板型とはアクセント核をもたないアクセント型のことをさし、記号Fで表す。

談話条件は、質問文によって制御した。すなわち、

「そのお金で何を買いますか？」、

「誰の雨具（絵の具）を買うんですか？」、

「お兄さんの（お姉さんの）何を買うんですか？」

という3種類の質問文を用いることによって、

- (1) 特に焦点を設定しない、
- (2) W_1 に焦点を設定する、
- (3) W_2 に焦点を設定する、

という3通りの談話条件を設定した。以下、表現を簡潔にするために、 W_n に焦点を設定した談話条件を $f=n$ 、特に焦点を設定しない談話条件を $f=0$ と表す。

試料群B1とB2はいずれも3個の韻律語素（それぞれ W_1, W_2, W_3 とする）を「…買います」の文脈に埋め込んだものであるが、統語構造が異なっている。すなわち、試料群B1は左枝分かれ構造であり、試料群B2は右枝分かれ構造である。 W_1, W_2, W_3 としては、試料群Aの場合と同様、それぞれに対してDおよびFの2種類の韻律語素を用意した（表5.3, 表5.4）。談話条件も試料群Aの場合と同様に質問文によって制御した。

音声試料は、サンプリング周波数10kHz、精度12bitでAD変換した後、LPC 残差の自己相関を利用した方法を用いて10msec周期で F_0 を抽出した。なお、発声者は東京方言男性話者1名である。

表5.2 試料群Aの韻律語素

	W_1	W_2
D D	anino	amaguo
D F	anino	enoguo
F D	aneno	amaguo
F F	aneno	enoguo

表5.3 試料群B1の韻律語素

	W_1	W_2	W_3
D D D	aomorino	anino	amaguo
D D F	aomorino	anino	enoguo
D F D	aomorino	aneno	amaguo
D F F	aomorino	aneno	enoguo
F D D	kunino	anino	amaguo
F D F	kunino	anino	enoguo
F F D	kunino	aneno	amaguo
F F F	kunino	aneno	enoguo

表5.4 試料群B2の韻律語素

	W_1	W_2	W_3
D D D	anino	aono	amaguo
D D F	anino	aono	enoguo
D F D	anino	mizuirono	amaguo
D F F	anino	mizuirono	enoguo
F D D	aneno	aono	amaguo
F D F	aneno	aono	enoguo
F F D	aneno	mizuirono	amaguo
F F F	aneno	mizuirono	enoguo

5.4.2 分析結果 (2 韻律語素)

分析結果を図 5.7, 図 5.8, 表 5.5 に示す. 図 5.7 は各条件について典型的な F_0 パターンを AbS 分析の結果とともに示したものである. 図中, +印は抽出された F_0 を表す. 実線はモデルによる最良近似を表し, 破線はフレーズ成分を表す. 図 5.8 は, すべてのサンプルについて W_1 のアクセント成分の大きさ (Aa_1 と表す) と W_2 のアクセント成分の大きさ (Aa_2 と表す) の関係を示したものである. 各サンプルは談話条件を表す数字として図中に示されている. 点線で示された楕円は, チェビシェフの不等式による 50% の集中楕円である. これは, 正規分布を仮定した場合の 80% の集中楕円に相当する. 原点を通る傾き 45° の破線 ($Aa_1 = Aa_2$) は参考のためである. 表 5.5 は, 各条件ごとの Aa_1 と Aa_2 の平均と分散を示したものである.

表 5.5 Aa_1 と Aa_2 の平均と分散

		f=0		f=1		f=2	
		mean	std. dev.	mean	std. dev.	mean	std. dev.
D D	Aa_1	0.43	0.06	0.48	0.05	0.45	0.06
	Aa_2	0.35	0.06	0.18	0.08	0.49	0.04
D F	Aa_1	0.51	0.03	0.53	0.04	0.49	0.06
	Aa_2	0.22	0.03	0.09	0.01	0.24	0.05
F D	Aa_1	0.39	0.05	0.37	0.03	0.27	0.03
	Aa_2	0.39	0.05	0.37	0.03	0.55	0.03
F F	Aa_1	0.34	0.04	0.35	0.04	0.20	0.04
	Aa_2	0.32	0.03	0.25	0.08	0.24	0.03

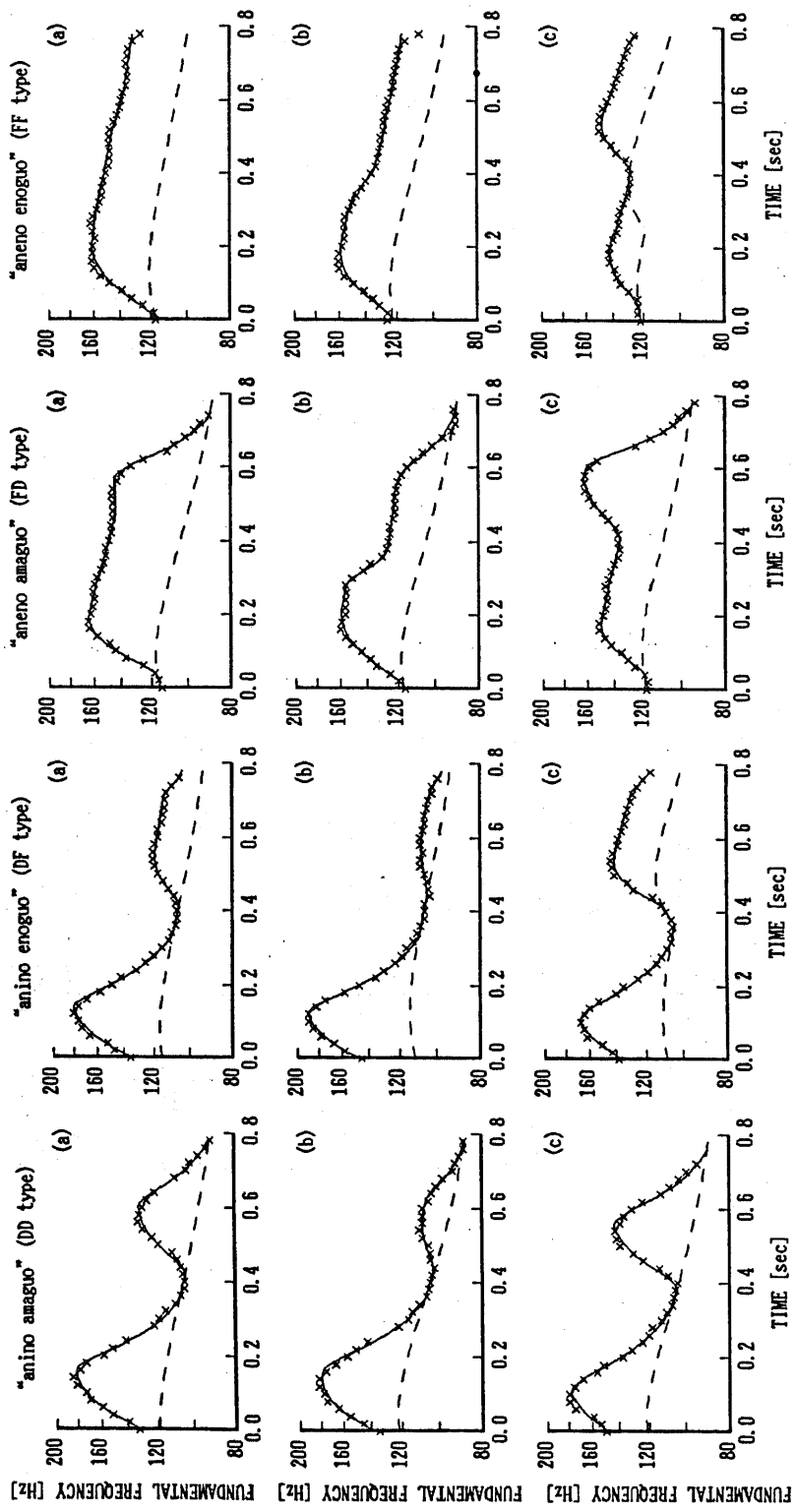


図 5.7 2 韻律要素の試料 (試料群 A) の F_0 パタンの分析結果

- (a) 特に焦点を設定せずに発声 ($f=0$), (b) W_1 に焦点をおいて発声 ($f=1$),
- (c) W_2 に焦点をおいて発声 ($f=2$).

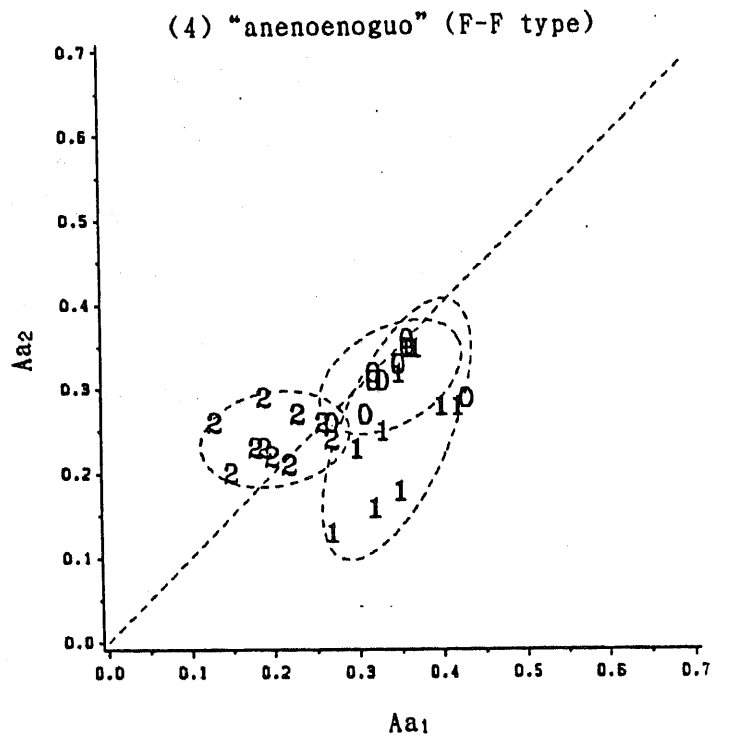
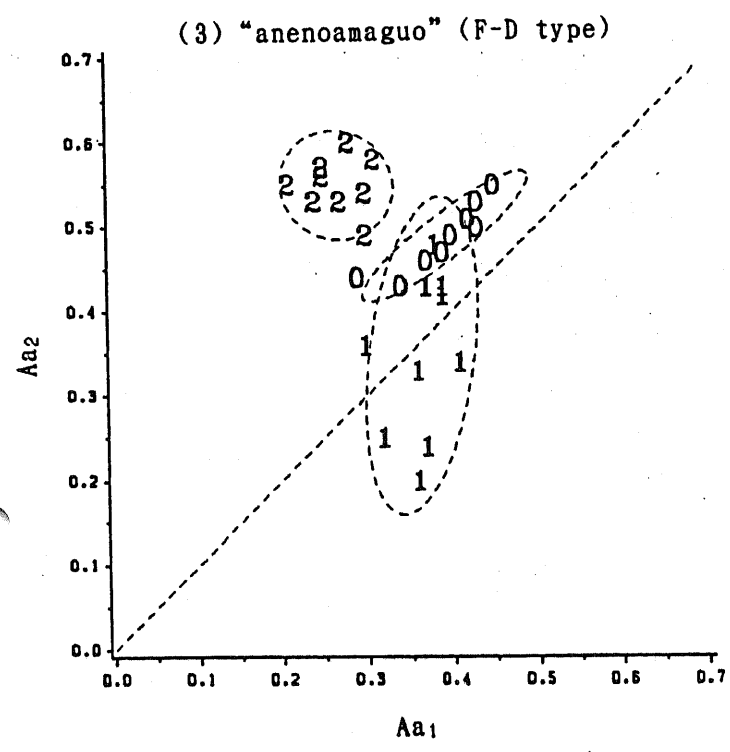
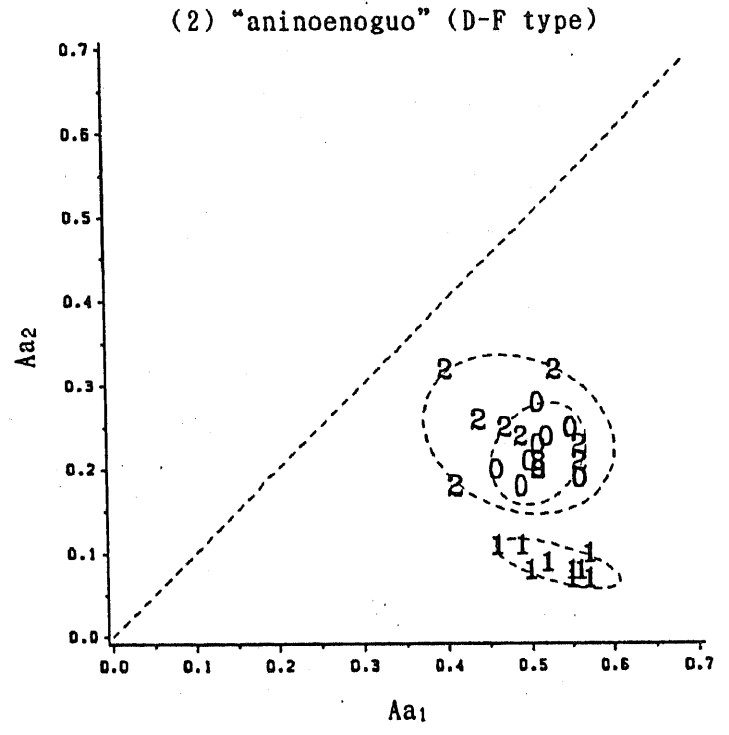
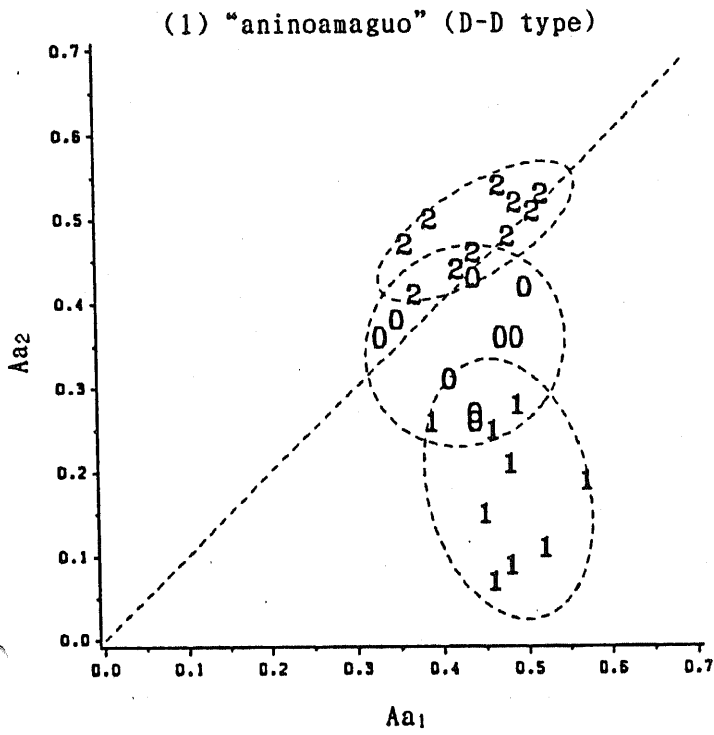


図 5.8 2 韻律語素の Aa₁ と Aa₂ の分布

アクセント型の組み合わせがDDの場合、 $f=0$ の談話条件では、 Aa_1 は単独発話の場合とほぼ同じで $Aa_1 \simeq 0.43$ であるが、 Aa_2 はそれに比べてやや小さく、 $Aa_2 \simeq 0.35$ となっている。 $f=1$ では焦点の設定された W_1 のアクセント指令は $f=0$ の場合と比べて若干大きくなり、 $Aa_1 \simeq 0.46$ であるが、 Aa_2 の方は大幅に抑圧され、 $Aa_2 \simeq 0.18$ となっている。 $f=1$ の集中楕円は Aa_2 軸方向に長くなっており、 Aa_2 の方が Aa_1 に比べて揺らぎが大きいことを示している。 $f=2$ では、 Aa_1 は $f=0$ の場合とほぼ同じで $Aa_1 \simeq 0.42$ であるが、 Aa_2 は大幅に強調されて、 $Aa_2 \simeq 0.48$ となっている。 $f=2$ の集中楕円は傾き 45° の補助線にほぼ沿っており、 Aa_1 と Aa_2 がほぼ同じ割合で揺らぐことを示している。集中楕円の位置関係を見ると、 $f=1$ の楕円と $f=2$ の楕円とは十分分離しているが、 $f=0$ と $f=1$ 、 $f=0$ と $f=2$ は部分的に重なっている。これは、特に焦点を設定する意図をもたずに発話しても、 W_1 か W_2 のいずれかに焦点を設定した発話に近くなる場合が少なくないことを示している。

DFの場合、 $f=0$ の談話条件では、 $Aa_1 \simeq 0.50$ であってDD($f=0$)の場合と比べて若干大きい。 Aa_2 は単独発話の場合のほぼ等しく、 $Aa_2 \simeq 0.23$ である。 $f=1$ では、 Aa_1 は $f=0$ の場合とほとんど同じであるが、 Aa_2 は抑圧されて $Aa_2 \simeq 0.08$ となっている。 $f=1$ の集中楕円は Aa_1 軸方向に長く、 Aa_1 の揺らぎの方が Aa_2 のそれに比べて大きいことを示している。 $f=2$ では、 Aa_1 、 Aa_2 とも $f=0$ の場合とほぼ同じではあるが、 W_1 と W_2 の間で追加のフレーズ指令が生起しており、 W_2 の部分の F_0 はかなり高くなっている。ちなみに、 $f=2$ でフレーズ指令を無視してアクセント成分のみで F_0 パタンの近似を行うと、 $Aa_2 \simeq 0.38$ となる。

FDの場合、 $f=0$ の談話条件では、 Aa_2 は単独発話の場合とほぼ同じ大きさで $Aa_2 \simeq 0.49$ であるが、 Aa_1 は単独発話の場合の比べてかなり高められており、 Aa_2 と等しくなっている。 $f=1$ の場合、 Aa_1 は $f=0$ の場合とほぼ同じ値であるが、 Aa_2 は $f=0$ の場合とほぼ等しいものから 0.20 程度に抑圧されたものまでかなり広い範囲に分布している。図5.7は、 Aa_2 が小さい例である。 $f=2$ の場合、 Aa_1 は $f=0$ の場合より小さくなり $Aa_1 \simeq 0.25$ となっている。これは単独発話の場合と同程度の大きさである。 Aa_2 は $f=0$ の場合より大きくなり、 $Aa_2 \simeq 0.55$ となっている。これは、DDやDFで焦点の設定されたDの韻律語の Aa_n がとる値よりもやや大きい。

F Fの場合、 $f=0$ の談話条件では、 Aa_1 と Aa_2 はほぼ等しく、 $Aa_1 \simeq Aa_2 \approx 0.32$ となっており、 W_1 と W_2 のアクセント成分が融合して1つの韻律語を形成している。 $f=1$ では、 Aa_1 は $f=0$ の場合とほぼ同じ大きさであるが、 Aa_2 は、 Aa_1 とほぼ同じ大きさのものから0.12程度に抑圧されたものまでかなりバラついている。 $f=2$ では、 Aa_1 、 Aa_2 ともに0.18程度に小さくなっているが、追加のフレーズ指令が W_1 と W_2 の間で生起しており、 W_2 の部分の F_0 は W_1 の部分に比べてかなり高くなっている。

5.4.3 分析結果 (3 韻律語素)

試料群B1

試料群B1は左枝分かれ構造の句からなっており、統語的には2韻律語素の試料の延長と見ることができる。図5.9は、各条件ごとに典型的な F_0 パターンをAbS分析の結果とともに示したものである。

アクセント型の組み合わせがDDDの場合、 $f=0$ の談話条件では2韻律語素のDDの場合と同様に Aa_1 は単独発話の場合とほぼ同じ大きさであり、 Aa_2 はやや小さな値をとっている。 Aa_3 は Aa_2 とほぼ等しい。焦点が設定されている場合は、焦点のある語が単独発話と同じかそれよりもやや大きな値をとり、その後ろの語が $f=0$ の時の値よりも小さくなる。DDFでも、 W_3 のアクセント型が異なるものの、ほぼ同じ様相を呈する。

DFDでは、 Aa_3 はDが先頭にある場合と同じ大きな値をとり、しかも W_1 または W_2 に焦点が設定されても小さくなることはない。 $f=2$ の条件では図5.9に示すように W_1 と W_2 の間にフレーズ指令が生じ、左枝分かれ構文であるにもかかわらず右枝分かれ構文のような発声になる。同様のことがDFF、FFFの場合にも起こる。DFF($f=0$)では、 Aa_3 が単独発話の場合に比べてかなり大きな値をとり、 $f=3$ に似た形状を呈する。

FDDとFD Fでは、 Aa_1 と Aa_2 の関係は2語のFDの場合と似ており、 Aa_2 と Aa_3 の関係は、同じく2語のDD(FDDの場合)あるいはDF(FD Fの場合)に似ている。ただ、 $f=1$ の条件ではFDDの Aa_1 は $f=0$ のときと同じであるのに対し、FD Fの Aa_1 は $f=0$ のときより大きくなっている。

FFDでは、 $f=2$ の場合を除き $Aa_1 \approx Aa_2$ となっている。これらの値は、FDDやFD Fの Aa_1 に比べて小さい。 Aa_3 は2語のFDの Aa_2 と似た振舞いをしている。

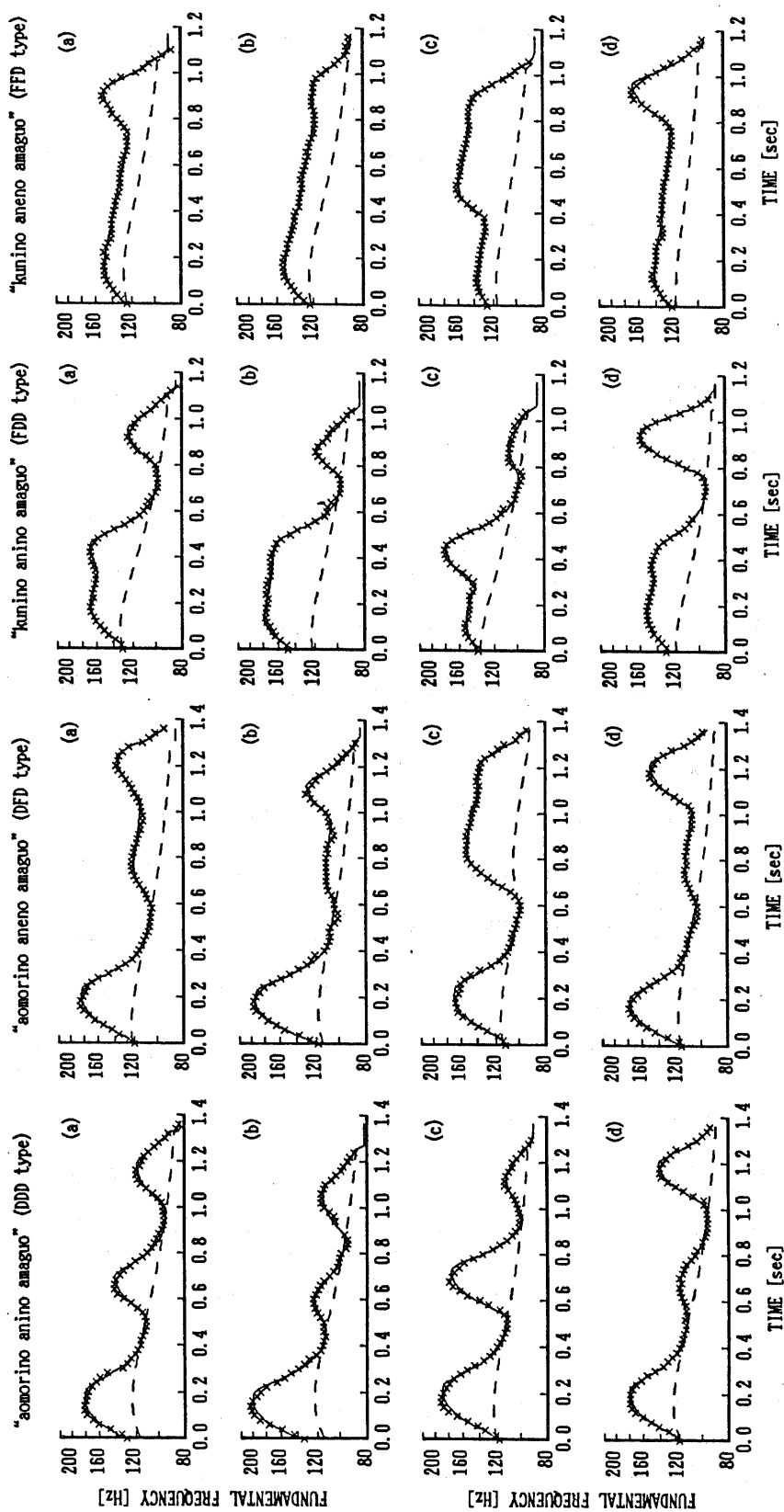


図5.9 3韻律語素の試料（試料群B1，左枝分かれ構造）の F_0 パターンの分析結果

(a) 特に焦点を設定せずに発声($f=0$), (b) W_1 に焦点をおいて発声($f=1$),

(c) W_2 に焦点をおいて発声($f=2$), (d) W_3 に焦点をおいて発声($f=3$).

試料群B2

試料群B2は、右枝分かれ構造の句からなっており、 W_1 は W_2 を直接修飾していないが、 W_2 は W_3 を直接修飾している。すなわち、統語的には、 W_2+W_3 の部分連鎖は2韻律語の試料と同じ構造をもっている。図5.10は、いくつかの条件について典型的な F_0 パターンをAbS分析の結果とともに示したものである。

アクセント型の組み合わせがDDDの場合、 $f=0$ の談話条件では、 Aa_2 は Aa_1 とほぼ同じ大きさであり、 Aa_3 はそれらよりやや小さい。左枝分かれ構造の場合は Aa_2 は Aa_1 より小さく、 Aa_3 とほぼ同じ大きさであった。連鎖を W_1 と W_2+W_3 に分割すると、 W_1 は単独発話の場合と同じであり、 W_2+W_3 は2語連鎖のDDと同じであると考えることができる。焦点が設定された場合は、焦点のある語が単独発話と同じかやや大きくなり、後続の語が $f=0$ の時よりも小さくなる。特に $f=1$ の場合、 W_2 と W_3 とともに抑圧されて、左枝分かれ構造の場合と同じ形状となっている。DDFの場合、F型の W_3 のアクセント指令はDに比べて小さいものの、全体的な傾向はDDの場合と同じである。

DFDの場合、 $f=0$ の談話条件では W_1 と W_2 の間にフレーズ指令が生起していて、 W_1 は単独発話の場合と、 W_2+W_3 は2語連鎖のFDの場合と同様の形状・大きさである。すなわち、D型の W_1 と W_3 は単独発話の場合と同程度の大きさであり、F型の W_2 は W_3 に近いレベルまで高められている（1つの韻律語を形成している）。 $f=1$ では、 W_1 はやや大きくなり、 W_2+W_3 は逆に小さくなる。 $f=2$ では、 W_2+W_3 がやや大きくなるものの、全体的には $f=0$ の場合とあまり変わらない。 $f=3$ では、焦点のある W_3 は大きくなり、 W_1 と W_2 は逆にやや小さくなっている。DFFの場合も、 $f=0$ では W_2 と W_3 はやや大きく、ほぼ等しい大きさで、1つの韻律語を形成している。 W_1 は単独発話の場合と同じ大きさである。特定の韻律語素に焦点がおかれた場合の変化の傾向はDFDの場合と同じである。

FDDの場合、 $f=0$ の談話条件では、 W_1 は単独発話の場合よりやや大きくなってはいるが、左枝分かれ構造の場合程ではない。 W_2 は単独発話の場合よりやや大きく、 W_3 は2韻律語素連鎖のDDの W_2 と同様、それよりやや小さくなっている。 $f=1$ では、 W_1 が W_2 とほぼ同じ大きさに高められ（ W_2 は変らない）、 W_3 はやや小さ

くなっており、全体的な形状・大きさは左枝分かれ構造の場合とよく似ている。f=2, 3では、焦点のおかれた語のみが大きくなり、特にf=2では左枝分かれ構造の場合と似た形状・大きさとなっている。F D Fでは、 W_3 がF D Dの場合に比べて小さくなるものの、全体的な傾向はF D Dの場合と同じである。

F F Dの場合、いずれの談話条件でも W_1 と W_2 の間にフレーズ指令が生起している。f=0では、 W_1 と W_2 が単独発話の場合と同じかやや大きく、 W_3 は W_2 よりやや大きい。 W_2 と W_3 の関係は、2語のF Dの場合と類似しているが、2つのアクセント指令の大きさの差がF Dの場合より小さくなっている。f=1とf=2では、 W_2 と W_3 がほぼ同じ大きさになって1つの韻律語を形成している。f=1では W_1 が大きくなると同時に W_2+W_3 が小さくなり、f=2では W_1 はそのまま W_2+W_3 が大きくなっている。f=3では、 W_1 と W_2 はそのまま W_3 のみが大きくなる。F F Fでは、f=0の時、 W_2 と W_3 が同じ大きさとなって1つの韻律語を形成していることを除けば全体的な傾向はF F Dと同じである。

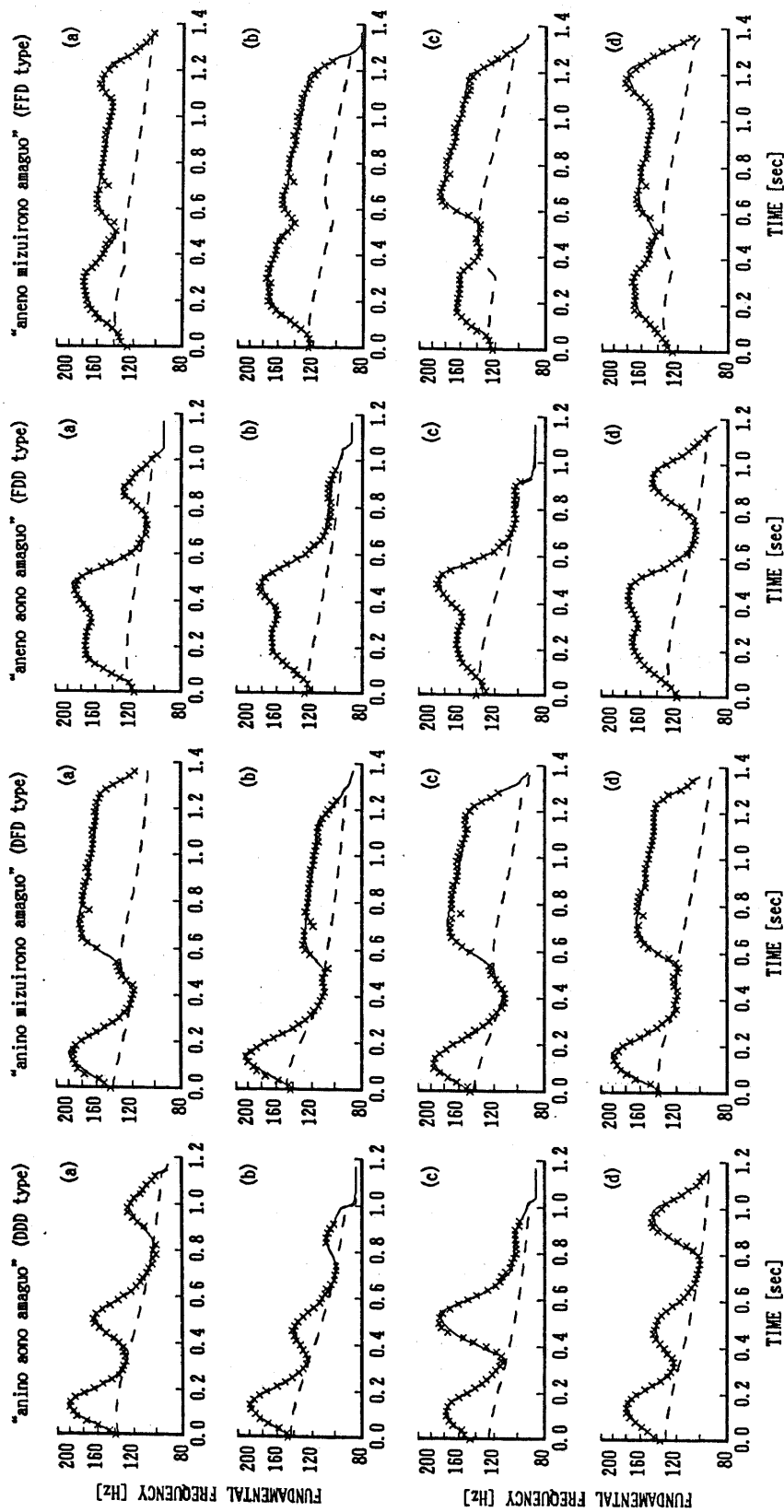


図5.10 3韻律語素の試料(試料群B2, 右枝分かれ構造)の F_0 パタンの分析結果

(a) 特に焦点を設定せずに発声($f=0$), (b) W_1 に焦点をおいて発声($f=1$),

(c) W_2 に焦点をおいて発声($f=2$), (d) W_3 に焦点をおいて発声($f=3$).

統語情報と談話情報

実際の発話におけるアクセント成分は、アクセント型、統語情報、談話情報の3種類の情報によって決定されるが、これらの情報のすべてが常に適切に発話に反映されるとは限らない。すなわち、統語情報からの要求と談話情報からの要求と相反して、一方のみが実現されるなど、情報の一部が発話に反映されないことがある。

例えば、左枝分かれ構造のDFD（「青森の姉の雨具を」、図5.11(a)）の場合、 $f=2$ の談話条件では W_2 と W_3 がほぼ同じ大きさになって1つの韻律語を形成し、右枝分かれ構造（ $W_1(W_2 W_3)$ ）に似た発話になっている。これは、統語情報からの要求と談話情報からの要求と相反し、談話情報の方が優先された例である。

一方、右枝分かれ構造のDFD（「姉の青の雨具を」、図5.11(b)）の場合、 $f=1$ の F_0 パターンは $f=0$ のものと同ほとんど同じ形状であるが、これは統語情報が優先された例である（ W_1 を W_2 と同程度まで高めると左枝分かれ構造のような発話になる）。

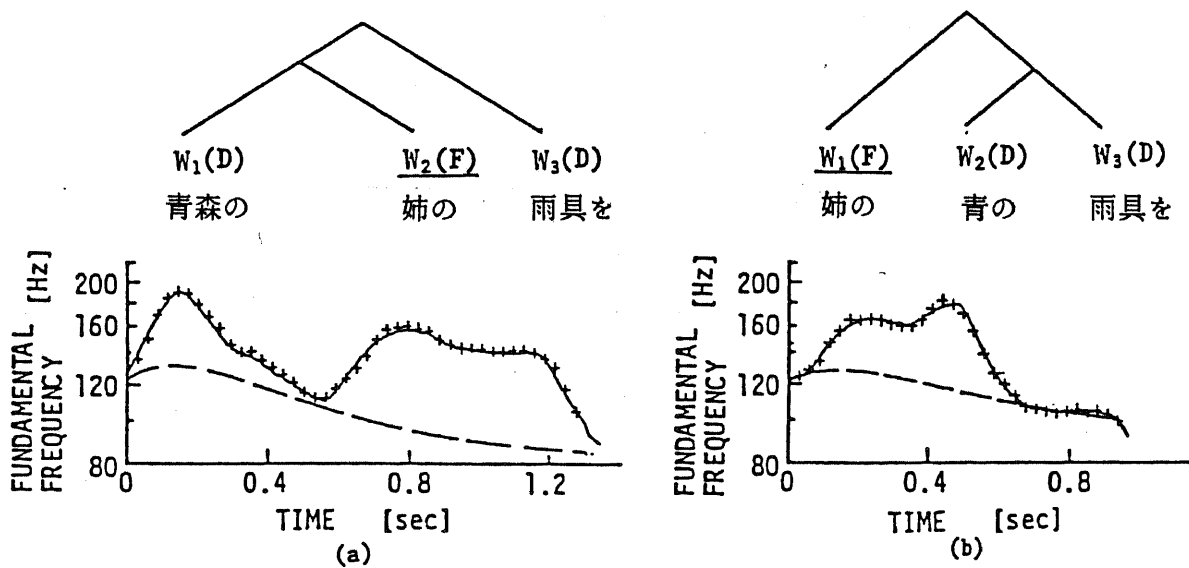


図5.11 統語構造からの要求と談話構造からの要求が相反する場合の F_0 パターンの例

D型の韻律語素のAaの有意差検定

まず、2韻律語素試料（試料群A）のうちのDDの組合せについて、Aaの有意差検定を行った（Welchの方法。〔奥野ほか、1986〕）。その結果を表5.6に示す。表中、++は危険率1%以下、+は1~5%、-は5%以上を表す。さらに3韻律語素試料（試料群B1）のうちのDDDの組合せについて同様のAaの有意差検定を行った。Aaの平均と分散を表5.7に、検定の結果を表5.8に示す。

DDの $Aa_1(f=1)/Aa_2(f=2)$ 、DDDの $Aa_1(f=1)/Aa_2(f=2)$ 、 $Aa_2(f=2)/Aa_3(f=3)$ 、 $Aa_3(f=3)/Aa_1(f=1)$ についての結果から、2語連鎖、3語連鎖のいずれにおいても焦点が設定された韻律語の Aa_n の間には有意な差はないといえる。

また、 $f=0$ と $f=1$ について比較すると、DDでは Aa_1 、DDDでは Aa_1 と Aa_2 は有意な差がないが、DDの Aa_2 、DDDの Aa_3 は有意差がある。したがって、DDあるいはDDDでは $f=0$ と $f=1$ の F_0 パターンは似たような形状を示すが、統計的に見ると必ずしも同一とは言えない。

表 5. 6 2 韻律語試料(DD)の
Aaの有意差検定

$A_{a_1}(f=1) / A_{a_2}(f=2)$	-
$A_{a_1}(f=0) / A_{a_1}(f=1)$	-
$A_{a_2}(f=0) / A_{a_2}(f=1)$	++

表 5. 7 3 韻律語連鎖(DDD)のアクセント指令の大きさ

	Aa ₁		Aa ₂		Aa ₃	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
focus on -	0.491	0.036	0.306	0.042	0.322	0.059
focus on W ₁	0.528	0.029	0.208	0.065	0.120	0.017
focus on W ₂	0.450	0.023	0.544	0.034	0.082	0.022
focus on W ₃	0.486	0.039	0.355	0.047	0.538	0.050

表 5. 8 3 韻律語試料(DDD)の
Aaの有意差検定

$A_{a_1}(f=1) / A_{a_2}(f=2)$	-
$A_{a_2}(f=2) / A_{a_3}(f=3)$	-
$A_{a_3}(f=3) / A_{a_1}(f=1)$	-
$A_{a_1}(f=0) / A_{a_1}(f=1)$	-
$A_{a_2}(f=0) / A_{a_2}(f=1)$	-
$A_{a_3}(f=0) / A_{a_3}(f=1)$	++

5.4.4 アクセント指令の大きさの知覚的検討

2つの韻律語からなる句について、アクセント指令の大きさと、焦点の有無・焦点の位置の知覚との関係について検討を行った。なお、アクセント型の組合せとしては、DDとDFを取り上げた。

実験方法

知覚実験では、試料群Aのうち特に焦点を設定せずに発声したのからアクセント型の組合せDDおよびDFについて1つずつの試料を選び、改良ケプストラム法〔今井，北村，竹谷，1976，今井，阿部，1979〕で F_0 パターンをモデルを用いて合成したもの（複数）で置き換えて分析再合成して音声刺激とした。 F_0 パターンは、アクセント指令の大きさ Aa_1 ， Aa_2 を0.05刻みの等間隔で独立に変化させたものを作成した。変化範囲は各アクセント型の組合せごとの、分析によって得られたすべてのサンプルを包含できる矩形領域とした。DDでは $8 \times 14 = 112$ 通り、DFでは $8 \times 11 = 88$ 通りの F_0 パターンを用意した。

呈示回数は各音声刺激当り20回とし、回答は、

- (1) W_1 に焦点が設定されている、
- (2) W_2 に焦点が設定されている、
- (3) 特に焦点は設定されていない、

の3つの選択枝の中から1つを選ぶものとした。被験者は、発声者とは異なる東京方言男性話者1名である。

実験結果

図5.12，図5.13に知覚実験の結果を実際の発話の分析結果（図5.8と同じもの）に重ねて示す。図中の矩形領域は Aa_1 ， Aa_2 の変化範囲であり、等高線上の%の値は $f=0$ ， $f=1$ ，あるいは $f=2$ と判定された比率を表す。

DDの分析結果をみると、 $f=1$ の楕円と $f=0$ の楕円が大きく重なりあっているが、

重なりあった部分は50%以上の比率で $f=0$ と判定されている。 $f=2$ と $f=0$ の重なり部分は、その中央を50%の等高線が通っており、この部分では分析結果と知覚実験の結果はよく符合している。しかし、 $f=1$ の楕円の中心部でも $f=1$ と判定される比率は70%に過ぎず、発話者の意図と被験者の知覚とは必ずしも一致していない。

D Fの結果は、概略的には、D Dの結果を縦軸方向に圧縮したような様相を示している。分析の結果は、D Dの場合に比べると、よく分離しているが、それでもやはり $f=1$ と $f=2$ では、必ずしも発話意図通りには知覚されない。

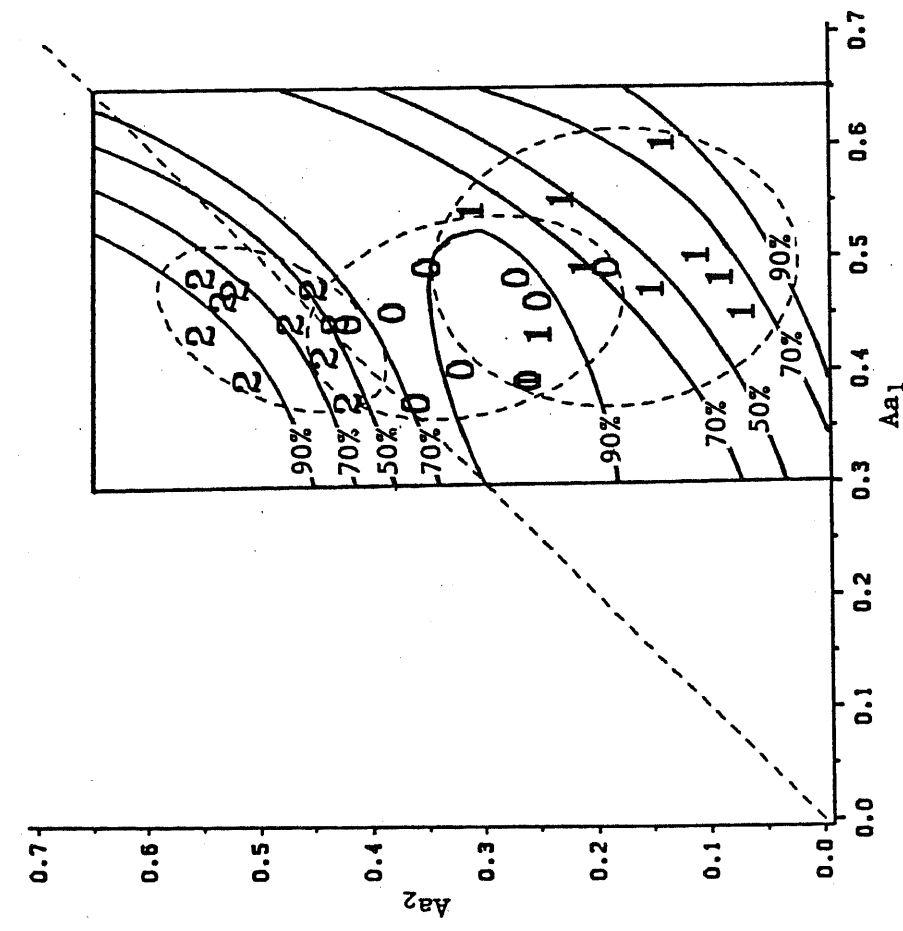


図5.12 アクセント指令の大きさの知覚実験の結果 (DD)

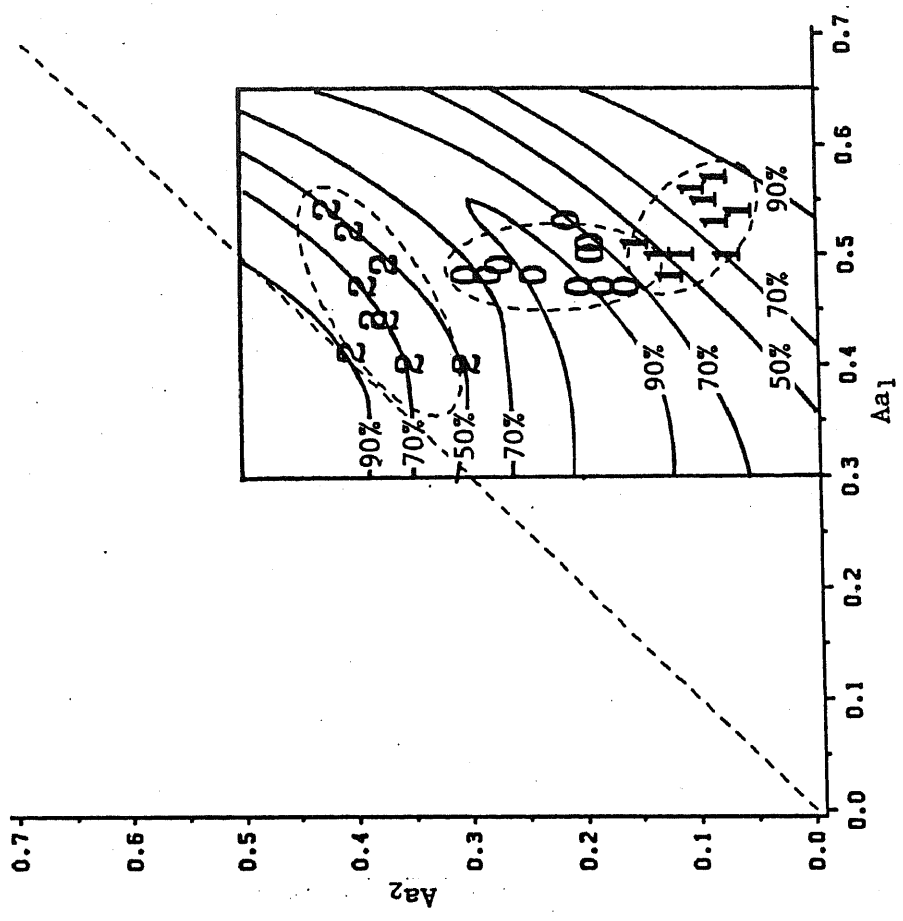


図5.13 アクセント指令の大きさの知覚実験の結果 (DF)

5.4.5 アクセント指令の大きさの規格化

アクセント成分の分析結果を規則化するためには、アクセント指令の大きさAaをいくつかの値で代表させておくと便利である。この操作を規格化と呼ぶ。

ここでは2韻律語素の分析結果についてAaの規格化を行う。まず分析結果を考慮して、起伏型、平板型それぞれについて3種類ずつの記号を仮定する。

起伏型： D_H …… 句頭の韻律語のAa.

D_M …… 特に焦点の設定されないD Dの W_2 のAa.

D_L …… D Dにおいて1番目の韻律語に焦点が設定されたために抑圧された W_2 のAa.

平板型： F_H …… F Dにおいて起伏型の W_2 のレベルにまで高められた W_1 のAa.

F_M …… 特に焦点の設定されないD Fの W_2 のAa.

F_L …… D Fにおいて1番目の韻律語に焦点が設定されたために抑圧された W_2 のAa.

次に、アクセント型 (D, F), 句中での位置 (W_1, W_2), 焦点の有無・位置 ($f = 0, 1, 2$)の異なるAaに上記の6種類の記号を表5.9のように割り当てる。この表と、Aaの値の平均値 (表5.5) をもとに各記号に対応するAaの値を計算すると表5.10のようになる。また、これらの規格化された値を用いて合成した F_0 パターンを図5.14に示す。

これらは1組の標準的な値であって、知覚実験の結果からも分かるように、必ずしも唯一の値ではない。

表 5.9 2 韻律語試料の Aa の記号表記

		f=0	f=1	f=2
D D	Aa ₁	D _H	D _H	D _H
	Aa ₂	D _M	D _L	D _H
D F	Aa ₁	D _H	D _H	D _H
	Aa ₂	F _M	F _L	F _M
F D	Aa ₁	F _H	F _H	F _M
	Aa ₂	D _H	D _H	D _H
F F	Aa ₁	F _M	F _M	F _M
	Aa ₂	F _M	F _M	F _M

表 5.10 Aa の記号の値

記号	D _H	D _M	D _L	F _H	F _M	F _L
値	0.49	0.35	0.15	0.49	0.27	0.09

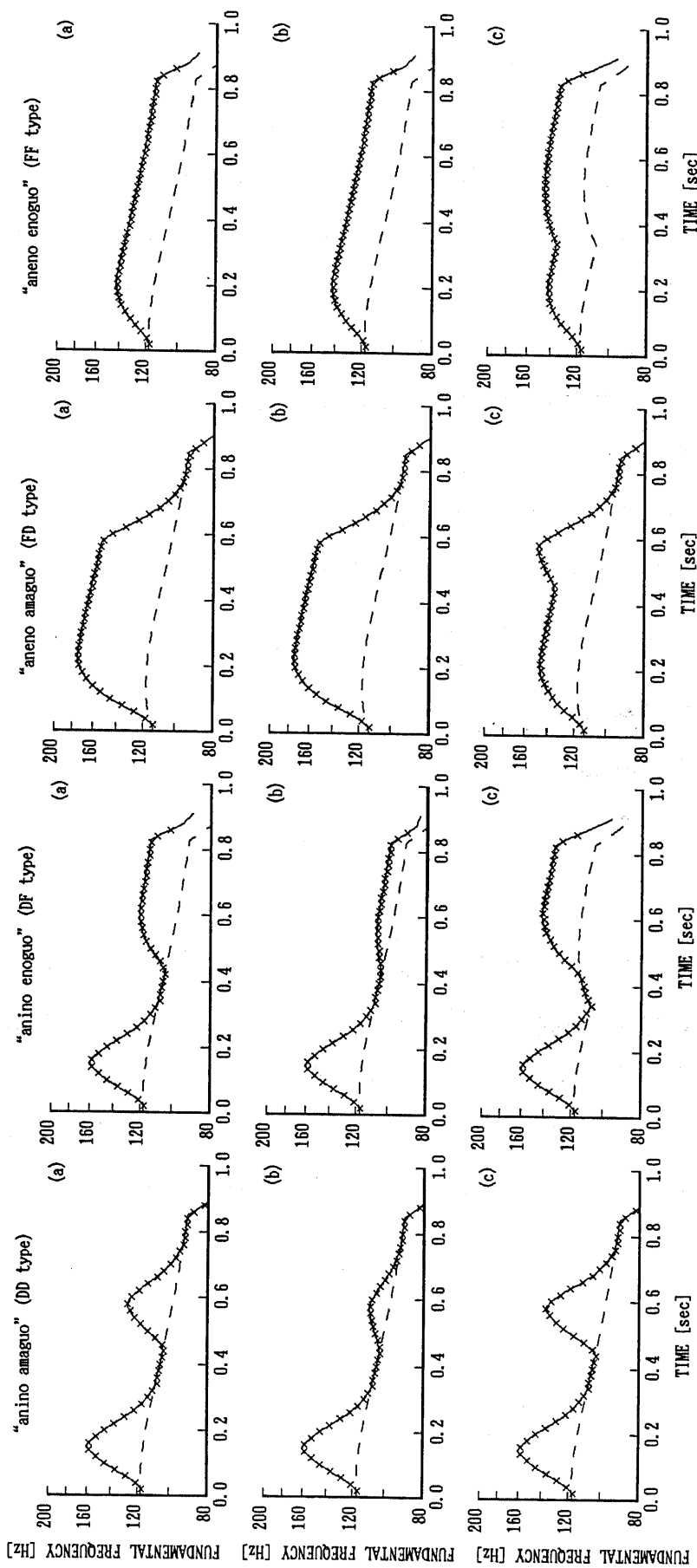


図5.14 規格化したAaを用いて合成した F_0 パターン (2韻律要素, 試料群Aに対応)

(a) 特に焦点を設定しない($f=0$), (b) W_1 に焦点を設定($f=1$),

(c) W_2 に焦点を設定($f=2$).

次に、このようにして得た記号を用いて、3韻律語素試料（試料群B1）のアクセント指令の大きさを記述した結果を表5.11に示す。また、表5.11に示した値を用いて合成した F_0 パターンを図5.15と図5.16（試料群B1に対応）に示す。Aaの規格化には、3韻律語素試料の分析結果は取り入れてはいないにもかかわらず、合成された F_0 パターンは自然音声の F_0 パターンのよい近似となっている。このことは聴取によっても確かめられており、また、ここに示した3韻律語素試料の分析結果の記号表現をもとにして作成したアクセント記号導出規則（後述）が十分自然な韻律的特徴を合成しうることから裏づけられる。

既に述べたように、表5.10に示した値は必ずしも唯一のものではない。そこで、2韻律語および3韻律語の分析結果およびその記号表記をもとに、記号の値に関する制約条件を示しておく。まず、次の4つの条件が必要である。

- (1) $D_H > D_M > D_L$. 差は0.10以上.
- (2) $F_H > F_M > F_L$. 差は0.10以上.
- (3) $D_H = F_H$.
- (4) $D_M > F_M$.

(1)と(2)は、異なる3種類の記号を用いることからくる形式的な条件である。Aaは少なくとも0.10程度の差がないと聴感上の差異を生じにくい。(3)は、FDの組合せにおいて W_1 と W_2 が1つの韻律語を形成するための条件である。(4)は、左枝分かれ構文のDDD($f=0$)において W_2 が W_3 を直接修飾していないことを正しく表現するための条件である。なお、Aaの範囲はほぼ0.50~0.10であることが経験的に分かっている。

表 5.11 3 韻律語試料 (試料群B1) の
Aaの記号表記

		f=0	f=1	f=2	f=3
D D D	Aa1	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa2	D _M	D _L	D _H	D _M
	Aa3	D _M	D _L	D _L	D _H
D D F	Aa1	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa2	D _M	D _L	D _H	D _M
	Aa3	F _M	F _L	F _L	/F _M
D F D	Aa1	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa2	F _M	F _L	F _M	F _M
	Aa3	D _M	D _L	D _M	D _H
D F F	Aa1	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa2	F _M	F _L	/F _M	F _M
	Aa3	F _M	F _L	F _M	/F _M
F D D	Aa1	F _H	F _H	F _M	F _H
	Aa2	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa3	D _M	D _L	D _L	D _H
F D F	Aa1	F _H	F _H	F _M	F _H
	Aa2	D _H	D _H	D _H	D _H
	Aa3	F _M	D _L	F _L	/F _M
F F D	Aa1	F _H	F _H	F _L	F _L
	Aa2	F _H	F _H	F _H	F _L
	Aa3	D _H	D _M	D _H	D _H
F F F	Aa1	F _M	F _M	F _M	F _M
	Aa2	F _M	F _M	/F _M	F _M
	Aa3	F _M	F _M	F _M	/F _M

注：/はフレーズ指令の生起を示す。

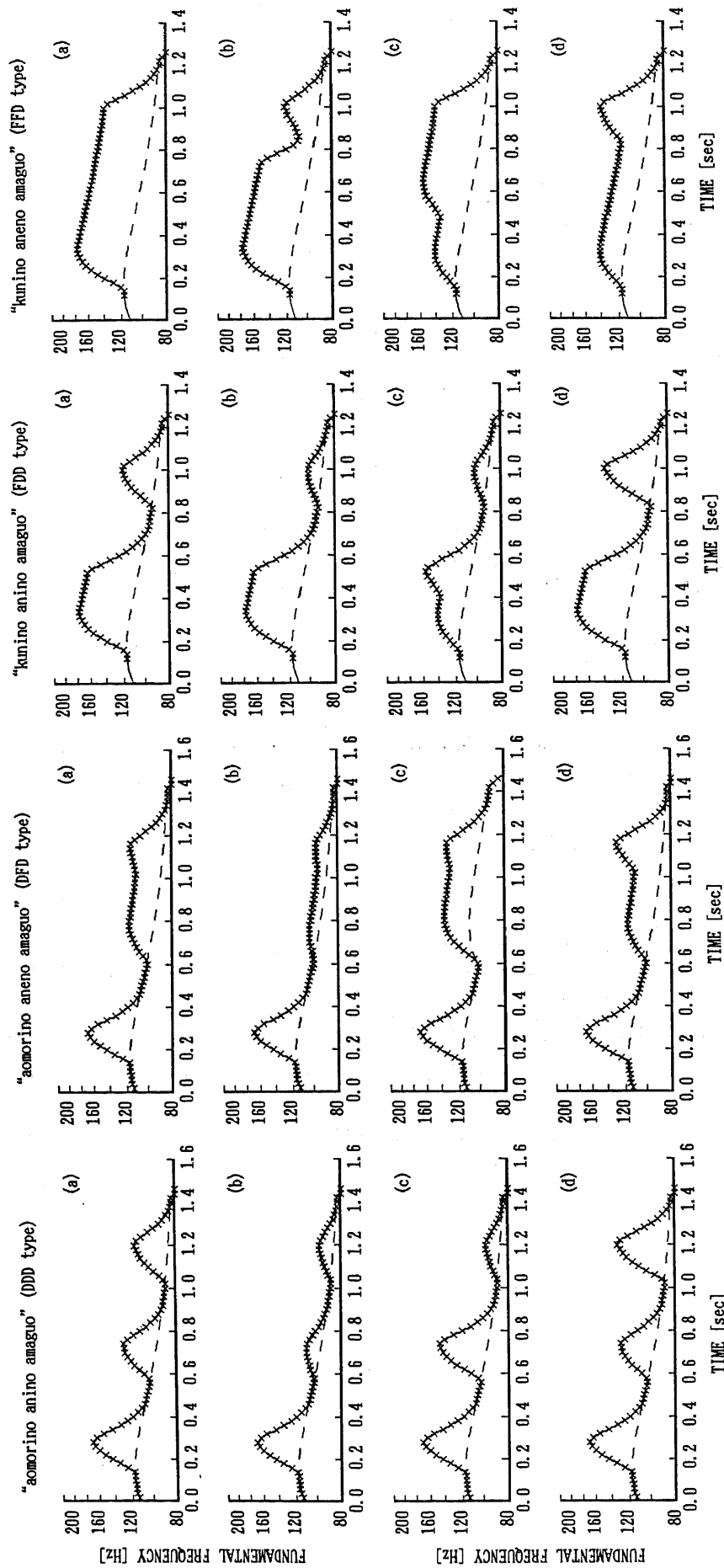


図 5.15 規格化したAaを用いて合成した F_0 ボタン（左枝分かれ構文の3韻律語素，試料群B1に対応）

(a) 特に焦点を設定しない($f=0$), (b) W_1 に焦点を設定($f=1$),

(c) W_2 に焦点を設定($f=2$), (d) W_3 に焦点を設定($f=3$).

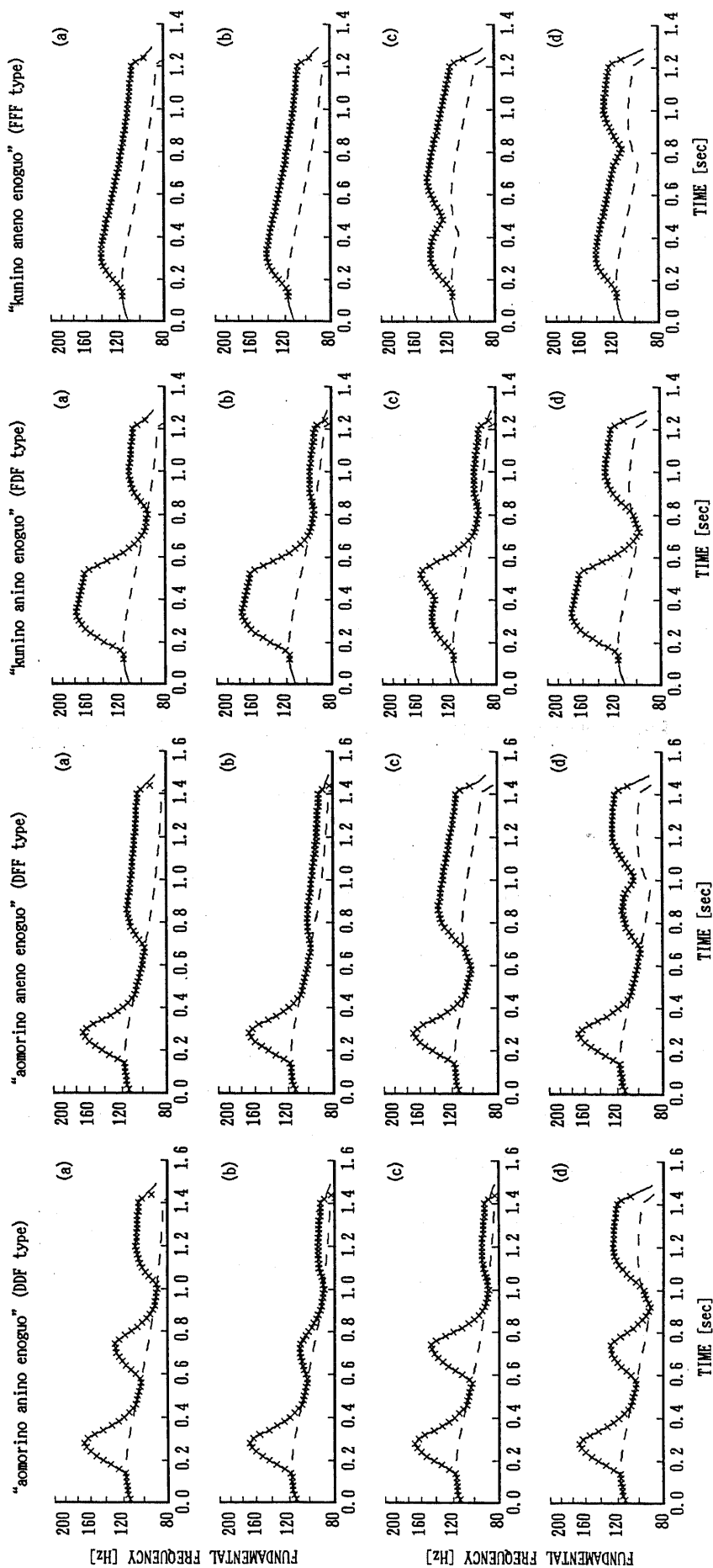


図5.16 規格化したAaを用いて合成した F_0 パターン（左枝分かれ構文の3韻律語素，試料群B1に対応）

(a) 特に焦点を設定しない($f=0$), (b) W_1 に焦点を設定($f=1$),

(c) W_2 に焦点を設定($f=2$), (d) W_3 に焦点を設定($f=3$).

5.4.6 複合語のアクセント成分の分析

以上で述べた2個ないし3個の韻律語素からなる句とは別に、比較的長い複合語について F_0 パタンの分析を行った。

その結果、複合語の韻律語の構成は、

- (1) 韻律語を1つだけ含むもの。
- (2) 2つ以上の韻律語からなり、しかも1つの韻律句からなるもの。
- (3) 2つ以上の韻律語からなり、しかも2つ以上の韻律句からなるもの。

の3種類に分類できることが明らかになった。それぞれについて F_0 パタンの例を図5.17に示す。(2)の例においては、2韻律語素の名詞句(DD)のように、2つ目の韻律語(「運営委員会」)のアクセント指令が単独発話の場合に比べて抑圧されている。これは、2韻律語の名詞句のように、1番目の韻律語が2番目の韻律語を修飾している(「議院」を「運営する委員会」という意味)ことによるものと考えられる。(3)の例である「人権擁護委員会」でフレーズ指令が生起しているのは、単に複合語全体が長いためと考えられるが、数詞の4桁ごとに入るフレーズ指令のように(日本語の数詞は万進法である)、意味的な条件によると考えられる場合もある。

複合語の構成要素間の境界にも、文の構成要素である単語間の境界のように、右枝分かれ境界と左枝分かれ境界に相当する境界があり、したがって文の場合のようにICRLB相当の単位を定義することができる。複合語の発話においては、複合語の構成要素、ICRLB相当の単位は、文における韻律語素、ICRLBと同じ取扱を受けると考えられる。また、複合語が文中にある場合は、文全体の構文木の中の1つの部分木として取り扱われると考えられる。

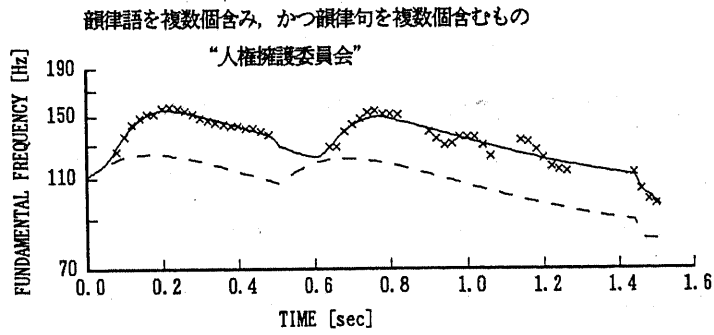
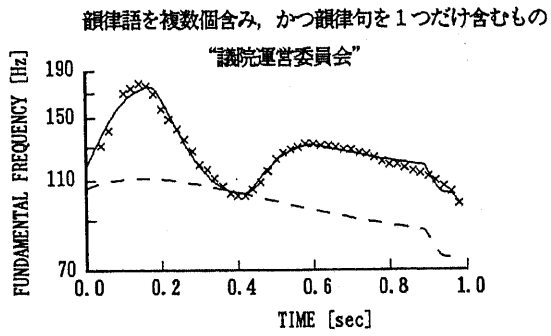
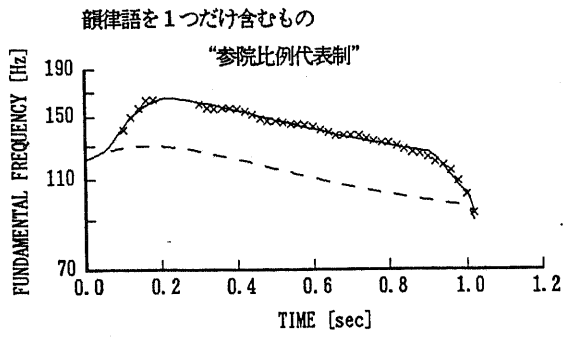


図 5.17 長い複合語の F_0 パタンの例

5.4.7 多数の韻律語素を含む句の F_0 パタンの分析

2個ないし3個の韻律語からなる句では、句中にフレーズ指令が生起するのは談話条件による場合のみであった。しかし、句全体が長くなると、談話条件とは直接関係なくフレーズ指令が生じるようになる。これは、韻律句の末尾部分の F_0 パターンが平坦になるのを避けるためであると考えられる。

図5.18は、5個の韻律語からなる「山国の奈良の兄の未亡人の雨具です」という文の F_0 パターンである。この文を構成する韻律語のアクセント型はすべて起伏型である。また、となりあう韻律語間の境界はすべて左枝分かれ境界（連体修飾）であり、文全体で1つのICRLBをなしている。

この例にも見られるように、長い句中でフレーズ指令が生起して句が複数個の韻律句に分割される場合は、韻律句の長さになるべく均等になるようにフレーズ指令が生起する。また、この例では2番目と3番目の韻律句の上にあるそれぞれ2つの韻律語素のアクセント成分の間で、2個の韻律語素からなる句で見られたような相互作用が生じており、異なる韻律句上の韻律語素のアクセント成分の間にはそのような相互作用は生じていない。しかしながら、アクセント成分間の相互作用の有無は韻律語素間の修飾関係の有無（左枝分かれ境界であるかどうか）を表現していると考えられるので、この例のように異なる韻律句上の韻律語素のアクセント成分間の相互作用が行われないと、句全体の統語構造を正しく伝達できない恐れがある。したがって、むしろアクセント成分間の相互作用は、韻律句とは無関係に、ICRLB全体にわたって行った方が統語構造の正しい伝達という観点からは望ましい。

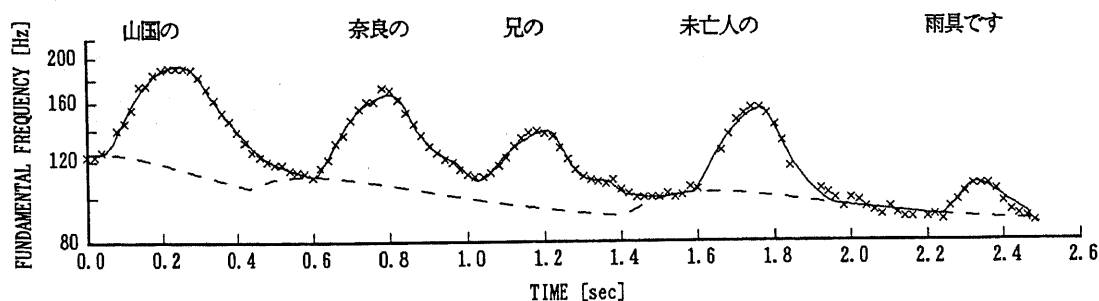


図5.18 多数の韻律語素を含む句の F_0 パターン

5.4.8 文頭の韻律語素が抑圧された場合の F_0 パタンの分析

2個ないし3個の韻律語素からなる句の F_0 パタンの分析でみたように、句中の特定の韻律語素を強調するためにフレーズ指令が利用される場合があった（例えば、FFF (f=2)）。この他に、韻律語素の重要度を表現するためにフレーズ指令が利用される例は、文頭に接続詞をもつ文にみられる。

図5.19は、NHKのFM放送から録音した全国天気概況の1部分「一方、華中には高気圧があって」の F_0 パターンである。この例では、重要度の低い「一方」のアクセント指令が単独発話の場合より小さくなっているのみならず、文頭のフレーズ指令が通常より小さく、かつ「一方」の直後に追加のフレーズ指令が生起することによって、「一方」の部分の F_0 パタンのピークレベルの抑圧が実現されている。もし、フレーズ指令が文頭に1つしかないと、「一方」と「華中には」の部分の F_0 パタンのピークレベルはほぼ等しくなってしまう。

ただし、文頭の接続詞の抑圧は、常にこの例のようにアクセント指令の抑圧とフレーズ指令の追加によって実現されるわけではなく、アクセント指令の抑圧のみによって（ただし抑圧の程度はより強くなる）実現される場合もある。

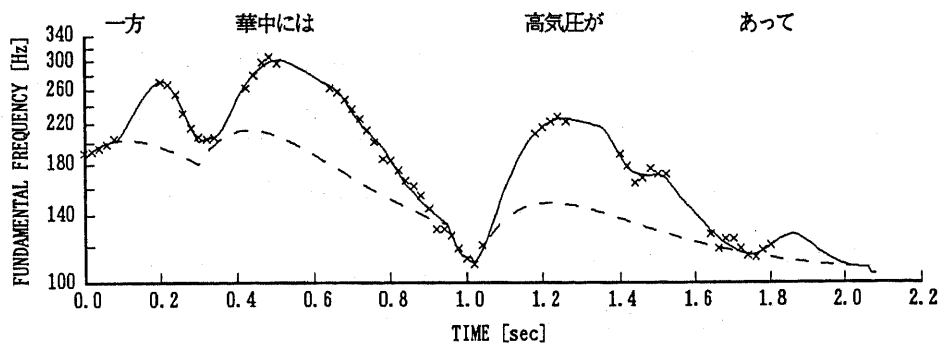


図5.19 文頭の韻律語素が抑圧された場合の F_0 パターン

5.5 韻律記号導出規則

5.5.1 韻律記号

韻律的特徴を記号レベルで合成するためには、韻律的特徴を記述するパラメータを記号化しておく必要がある。韻律的特徴を記述するパラメータとしては、休止の長さ与时点、フレーズ指令の大きさ与时点、アクセント指令の大きさ与时点があるが、時点については韻律的特徴に関する記号と分節的特徴に関する記号（音素記号あるいは単音記号）との位置関係で表すことができるので、記号化しなければならないのは、長さ・大きさである。

ここでは、休止の長さを記号化したものを休止記号、フレーズ指令の大きさを記号化したものをフレーズ記号、アクセント指令の大きさを記号化したものをアクセント記号とそれぞれ呼ぶことにする。

休止記号

休止記号としては、先行研究[Fujisaki & Ohmura, 1971b]に従って、 S_1 、 S_2 、 S_3 の3種類を採用する。 S_1 は文間の区切り、 S_2 は文内の連節境界の区切り、 S_3 は節境界に主として用いる。休止の長さは、発話速度の関数として表されるべきであるが、7morae/s程度の標準的な発話速度における値を示すと、 $S_1=700$ [ms]、 $S_2=300$ [ms]、 $S_3=100$ [ms]である。

フレーズ記号

フレーズ記号としては、先行研究[広瀬、藤崎、高橋、1982、広瀬、藤崎、山口、横尾、1984a]に従って、フレーズ成分の立て直しまたは追加のための記号として、 P_1 、 P_2 、 P_3 の3種類、フレーズ成分をリセットするための記号として P_0 の1種類を採用する。 P_1 は文頭でのフレーズ成分の立て直し、 P_2 は文中の連節/節境界でのフレーズ成分の追加、 P_3 はICRLB間およびICRLB内でのフレーズ成分の追加に用いる。ただし、連節/節境界では、 P_2 の代わりに P_3 を用いることもありうる。

フレーズ指令の大きさは、発話速度や先行するフレーズ指令の影響を受けるが、

7morae/s程度の発話速度における代表的な値を示すと、 $P_1=0.35$ 、 $P_2=0.25$ 、 $P_3=0.15$ 、 $P_0=-0.50$ 、である。ただし、実際にフレーズ指令を生成する処理においては、 P_1 は一定の値を用いるのではなく、 $Aa=0.35$ のフレーズ指令が単独で生じたのに相当するピークレベルを達成しうる値を指令の大きさを用いる。これは、文頭の韻律語が抑圧されて（接続詞などの場合）、文頭に P_1 の代わりに P_3 が置かれたときにその韻律語の直後に置かれた P_1 によってフレーズ成分のレベルが通常の見出しのレベルにとどまるようにするためである。また、 P_0 に相当する負のフレーズ指令によってフレーズ成分が最低値に達した後は、その負のフレーズ指令およびそれ以前のすべてのフレーズ指令の影響を無視する。

アクセント記号

アクセント記号は、本来、アクセント指令の大きさを示す記号と、指令の立ち上げ・立ち下げの時点を示す記号の2つの性質の異なる記号が必要であるが、簡単のため大きさを表す記号と立ち上げの時点を表す記号とを共用する。

アクセント指令の大きさを表す記号としては、2個の韻律語素からなるのアクセント成分に関する分析の結果にもとづいて、平板型用に F_H 、 F_M 、 F_L の3種類、起伏型用に D_H 、 D_M 、 D_L の3種類の合計6種類を採用する。既に述べたように、適切なアクセント指令の規格化値は唯一ではないが、標準的な値を示すと、 $F_H=0.50$ 、 $F_M=0.25$ 、 $F_L=0.10$ 、 $D_H=0.50$ 、 $D_M=0.35$ 、 $D_L=0.15$ となる（表5.10の値を0.05の倍数に丸めてある）。平板型の記号と起伏型の記号の間には、数値的に見ると1つにまとめられる組合せもあるが（ F_H と D_H 、 F_L と D_L など）、アクセント記号の導出規則の見通しの良さという見地からすると、1つにまとめることには特に利点はない。

一方、アクセント指令の立ち上げの時点を表す記号としては上記の6種類をそのまま利用し、指令の立ち下げの時点を表す記号としては、すべての立ち上げ時点用の記号に対して共通に A_0 を用いる。

5.5.2 休止記号・フレーズ記号の生成規則

休止は原則的にフレーズ指令を伴い、また、休止が長い程それに伴うフレーズ指令も大きくなるなど、休止とフレーズ指令は密接な関連がある。したがって、休止記号とフレーズ記号の生成は同時に行うと都合がよい。

既に見たように、休止は主として文境界、連節境界、節境界で生起するが、その他、等位表現や、以下の規則で示すような特定の構文、語句によっても生起する。逆に言えば、このような境界、構文を表現するために休止が用いられると見ることできる。統語的・意味的要因の他に休止の生起に影響を与える要因としては、休止と休止の時間的間隔がある。すなわち、休止と休止の間隔には適切な範囲があり、長すぎても短すぎても不自然な印象を与える。

以上のことを考慮して、休止記号・フレーズ記号の生成規則を以下のように定める。なお、特定の韻律語を強調するためにフレーズ成分が利用される場合があるが、それに関わるフレーズ記号の生成は、アクセント記号の生成と同時に行う。

(1) 文境界に $P_0S_1P_1$ をおく。ただし、テキストの先頭なら P_1 のみ、テキストの末尾なら P_0 のみをおく。

(2) 連節境界に S_2P_2 をおく。

ただし、

(a) 直前の P_1/P_2 からの距離が L_1 モーラ以下なら P_2 の代わりに P_3 を用いる。

(b) 直後の韻律文境界までの距離が L_2 モーラ以下なら P_3 のみをおく。

(3) 節境界に S_3P_2 をおく。

ただし、

(a) 直前の P_1/P_2 からの距離が L_1 モーラ以下なら P_2 の代わりに P_3 を用いる。

(b) 直後の韻律文境界までの距離が L_2 モーラ以下なら P_3 のみをおく。

(4) ICRLB 境界に P_3 をおく。

ただし、

(a) 「ここ数年」、「今日」、「去年の11月」のように助詞類が省略されている境界などでは S_3P_3 を用いる。

- (b) 直前の $P_1/P_2/P_3$ からの距離が L_1 モーラ以下の場合は P_3 を省略する。
- (5) 列挙表現の境界には S_3P_3 をおく。
- ただし、
- (a) 直前の $P_1/P_2/P_3$ からの距離が L_1 モーラ以下の場合は P_3 を省略する。
- (6) L_2 モーラより長いICRLBがあれば、すべての韻律句が L_2 モーラ以下になるように P_3 を挿入する。その際、分割してできる韻律句の長さがなるべく均等になるようにする。
- (7) L_3 モーラより長い節があれば、ICRLB境界に S_3 を追加する。追加可能な境界は、
- ①直前の韻律節境界からの距離が L_4 モーラ以上である、
 - ②当該節の主たる述語を直接修飾しているICRLBの境界である、
 - ③「～は」、「～も」、「～で」、「～について」などで終わっている、
- という条件を満たさなければならない。

以上において、7morae/s程度の発話速度では、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 はそれぞれ5、15、40、10程度である。

上記の規則の(1)～(4)は、文字形式上の単位である文、連節・節、ICRLBを韻律上の単位である韻律文、韻律節、韻律句に対応させるための規則である。(2)と(3)の(a)および(4)の(b)は、フレーズ指令の近接による影響を軽減するための規則である。(2)と(3)の(b)は、文末の連節・節が孤立して発声されないようにするための規則である。(4)の(a)は、特定の辞書的ないし統語的性質をもつ単語あるいは語句に適用される規定であり、これに相当する語句は辞書として蓄積しておく。

(5)は列挙表現の発話のスタイルを実現する規則である。(a)の規定は、フレーズ指令の近接による影響を軽減するためである。

(6)は、韻律句の末尾部分が平坦にならないようにするための規則である。

(7)は、韻律句が長すぎないようにするための規則である。休止記号を挿入することのできる境界の条件のうちの③に該当する語句は辞書として蓄積しておく。

以上の規則の適用例を示す。次の文を例にとる。

「国鉄清算事業団は、今日資産処分審議会を開いて、
旧国鉄用地の売却に当たっては公開競争入札を原則とするが、
地価が高騰している地域では国有地の処分に適用されているのと同じ
転売規制を設けるという基本方針を決めました。
旧国鉄の借金返済のため3350ヘクタールの旧国鉄用地が
国鉄清算事業団によって売却されますが、
今日開かれた事業団の資産処分審議会で
売却に当たっての基本方針が審議されました。」

まず規則(1)によって、第1文「国鉄清算事業団は～決めました」の文頭に P_1 、第1文と第2文「旧国鉄の～審議されました」の間に $P_0S_1P_1$ 、第2文の後ろに P_0 を挿入する。次に規則(2)によって「国鉄清算事業団は～開いて」と「旧国鉄用地の～原則とするが」と「地価が～決めました」の間、および「旧国鉄の～売却されますが」と「今日～審議されました」の間に S_2P_2 を挿入する。さらに規則(7)によって「～売却に当たっては」と「公開競争入札を～」の間、「～適用されているのと同じ」と「転売規制を～」の間、「借金返済のため」と「3350ヘクタールの」の間、「～資産処分審議会で」と「売却に当たっての～」の間にそれぞれ S_3P_3 を挿入する。次に、規則(4)によって「国鉄清算事業団は」、「～地域では」、「旧国鉄の」、「旧国鉄用地が」、「開かれた」の直後にそれぞれ P_3 を挿入する。さらに規則(6)によって「公開競争入札を」、「処分に」、「設けるという」、「国鉄清算事業団によって」、「事業団の」、「売却に当たっての」、「基本方針が」の直後にそれぞれ P_3 を挿入する。以上の結果をまとめると次のようになる。

P_1 国鉄清算事業団は P_3 今日資産処分審議会を開いて、
 $S_2 P_2$ 旧国鉄用地の売却に当たっては
 $S_3 P_3$ 公開競争入札を P_3 原則とするが、
 $S_2 P_2$ 地価が高騰している地域では

P₃ 国有地の処分に P₃ 適用されているのと同じ

S₃ P₃ 転売規制を設けるといふ P₃ 基本方針を決めました P₀

S₁ P₁ 旧国鉄の P₃ 借金返済のため

S₃ P₃ 3350ヘクタールの P₃ 旧国鉄用地が

P₃ 国鉄清算事業団によって P₃ 売却されますが、

S₂ P₂ 今日開かれた P₃ 事業団の P₃ 資産処分審議会で

S₃ P₃ 売却に当たつての P₃ 基本方針が P₃ 審議されました P₀

列挙表現の例を次の文を例にとって示す。

「午後から衆参両院の本会議で中曽根総理大臣の施政方針演説や
外交，財政，経済の政府演説が行われます。」

まず規則(1)によって文頭にP₁，文末にP₀をおき，規則(4)によって「午後から」の直後にそれぞれP₃をおき，規則(6)によって「中曽根総理大臣の」，「政府演説が」の直後にもP₃をおく。次に規則(5)によって「施政方針演説や」，「外交」，「経済の」直後にS₃P₃，「財政」の直後にS₃をおく。以上の結果をまとめると次のようになる。

P₁ 午後から P₃ 衆参両院の本会議で

P₃ 中曽根総理大臣の P₃ 施政方針演説や

S₃ P₃ 外交

S₃ 財政

S₃ P₃ 経済の政府演説が P₃ 行われます P₀

5.5.3 アクセント記号の導出規則

文音声においては、アクセント型、統語条件、談話条件に応じて、連続する複数個の韻律語素のアクセント成分が互いに影響を及ぼし合う。このような相互作用をここでは（韻律語素間の）アクセント変形(accent sandhi)と呼ぶ。ここでいうアクセント変形は、平板型+平板型、平板型+起伏型の組み合わせにおいて2つのアクセント成分が1つに融合する現象だけではなく、さらに広い範囲の相互作用をさししており、起伏型+起伏型の組み合わせにおいて2つ目のアクセント成分が抑圧される現象なども含んでいる。アクセント変形の様態は、アクセント型、統語条件、談話条件によって決まるが、逆にこれらの情報を表現しているとみなすこともできる。

アクセント記号生成の処理は、

- (1) アクセント変形の処理、
- (2) アクセント指令の立ち上げ・立ち下げの時点を決める処理、

の2段からなる。ここではまず(1)のアクセント変形の処理について説明する。処理を行うための規則は、基本的には、2個および3個の韻律語素からなる句の分析結果を、3個以上の韻律語素の連鎖にも適用できる形式にまとめたものであり、文頭の韻律語素が抑圧された場合（接続詞などの場合）についての分析結果も取り込んでいる。以下に示す処理は、アクセント記号の生成が中心ではあるが、韻律語素の強調・抑圧と関係したフレーズ記号の生成も含まれる。

なお、韻律記号の生成処理では、単語の重要度を韻律語素の強調・抑圧の指定と解釈するので、以下では重要度を+Emph, 0Emph, -Emph と表すことにする。

アクセント記号生成の処理では、対象範囲の韻律語素のアクセント型(DまたはF)の列を以下に示すようないくつかのパターンに分類し、各パターンに応じた規則を適用して個々の韻律語素にアクセント記号を割り当てる。

アクセント記号生成処理の対象範囲、すなわちアクセント変化の範囲は、原則的にはICRLBである。ただし、複数個の韻律語素からなる単語およびICRLB相当の境界

を含む単語（主に複合語）は例外である。アクセント変化の範囲を決める規則を以下に示す。

- (1) ICRLB 境界を処理範囲の境界とする。
- (2) ICRLB境界相当の境界を内部に含む単語があれば、そのICRLB相当の境界、および当該単語の直前（単語境界）を処理範囲の境界に加える。
- (3) 複数の韻律語素を含む単語、および単語の構成要素（ICRLB 相当の境界を含む複合語において、それらの境界によって区切られる形態素列）があれば、次の(4)に該当する場合を除いて、当該単語、あるいは単語の構成要素の直前を処理範囲の境界に加える。
- (4) 「いる／くる／いく／みる／いう／ある」などの形式的な意味の単語が他の自立語に下接してできた単語連鎖は、2つの韻律語素からなるとみなす。ただし、重要度は常に-Emph とする。これは、そのような単語連鎖に「ます」のような支配型の結合アクセント型〔句坂, 佐藤, 1983〕をもつ助詞さらに下接すると、

か¹えって+いる+ます → (正) か¹えって・い・ま¹す
(誤) かえって・い・ま¹す

のように「いる／くる／…」のみを支配するので、「いる／くる／…」が付属語的に先行の自立語と結合するとは見なせないからである。同様のことが名詞+「する」の形の単語（「逮捕する」など）についてもいえる。

自立語+「いる／くる／…」においても名詞+「する」においても、「する」や「いる／くる／…」の部分は意味的には付属語的であり、これらの単語連鎖の直前に修飾語が付加された場合、修飾の直接の対象は「する」や「いる／くる／…」の部分ではなく自立語の部分であると見なさなければならない。したがって、これらの単語連鎖は、統語的にみれば、直前が右枝分かれ境界になるにもかかわらず（例：（犯人を（逮捕 する）））、韻律上は、上記の(3)に該当する複合語とは異なり、単語連鎖の直前はアクセント変形の対象範囲にはできない。

アクセント変形の処理範囲の例を示す。処理範囲の境界を/で示し、適用される規則をその下に記す。

例1: 「この団地では/ここ数年/蛇口から出る/赤い水に悩まされています」
(1) (1) (1)

例2: 「昨日行われた/議院運営委員会で…」
(2)

例3: 「盗まれた/ニジュウゴマン(25万)/サンゼンヨンヒャク(3千4百)円は…」
(3) (3)

例4: 「犯人は/その場で 逮捕されました」
(1) (4)

次に、アクセント記号生成規則を以下に示す。なお、規則中の X^+ は1個以上の X (D または F)からなる列、 X^* は0個以上の X からなる列、小文字の x は D または F からなる任意の列をそれぞれ表し、 n は処理対象の韻律語素の位置、 W_n は処理対象の韻律語素を表す。

(1) F^+ の形の場合

- ① W_1 には、 $+Emph$ または $0Emph$ なら F_n 、 $-Emph$ なら F_L を割り当てる。
- ② ただし、 W_1 が文頭にあり、しかも $-Emph$ なら、文頭のフレーズ記号 P_1 を P_2 に変更し、 W_1 の直後に P_1 を挿入する。
- ③ W_n ($n \geq 2$) には常に F_n を割り当てる。
- ④ ただし、 $+Emph$ では、直前に (フレーズ記号が既にある場合を除き) P_3 を挿入する。ただし、新たに挿入するフレーズ記号と後続のフレーズ記号との距離が L_1 (7morae/s 程度の発話速度では、5 程度) 以下になる場合はフレーズ記号は挿入しない。

(2) $F^* D x$ の形の場合 — F^* について

- ① W_1 には、 $+Emph$ 、 $0Emph$ では F_H 、 $-Emph$ では F_M を割り当てる。
- ② ただし、 $+Emph$ では、後続の x の中の $0Emph$ をすべて $-Emph$ に変更する。
- ③ また、 W_1 が文頭にあり、しかも $-Emph$ なら、文頭の P_1 を P_2 に変更し、 W_1 の直後に P_1 を挿入する。

④ W_n ($n \geq 2$)には、直前が F_H なら F_H , F_M なら F_M を割り当てる。

⑤ ただし、+Emphでは、後続 x 中の $0Emph$ をすべて -Emph に変更する。

(3) $F^* D x$ の形の場合 — D について

① 常に D_H を割り当てる。ただし、+Emph では後続の $0Emph$ をすべて -Emph に変更する。

② また、 W_1 が文頭にあり、しかも -Emph なら、文頭の P_1 を P_2 に変更し、 W_1 の直後に P_1 を挿入する。

(4) $F^* D x$ の形の場合 — x 中の D について

① +Emph なら D_H , $0Emph$ なら D_M , -Emph なら D_L を割り当てる。

② ただし、+Emphでは、後続の $0Emph$ をすべて -Emph に変更する。

(5) $F^* D x$ の形の場合 — x 中の F について

① +Emph, $0Emph$ なら F_M , -Emph なら F_L を割り当てる。

② ただし +Emph では、直前に P_3 を挿入する。ただし、新たに挿入するフレーズ記号と後続のフレーズ記号との距離が L_1 (7morae/s程度 of 発話速度では、5程度) 以下になる場合はフレーズ記号は挿入しない。

アクセント記号生成規則の適用例を示す。まず、2個および3個の韻律語素からなる連鎖について、それがどのパターンに当てはまるかを示す。

2 韻律語素

$DD \sim F^* D x$. $F^* = \phi$ (空文字列), $x = D$.

$DF \sim F^* D x$. $F^* = \phi$, $x = F$.

$FD \sim F^* D x$. $F^* = F$, $x = \phi$.

$FF \sim F^*$. $F^* = FF$.

3 韻律語素

$DDD \sim F^* D x$. $F^* = \phi$. $x = D$.

$DDF \sim F^* D x$. $F^* = \phi$. $x = F$.

$DFD \sim F^* D x$. $F^* = \phi$. $x = FD$.

$DF F \sim F^* D x. F^* = \phi. x = FF.$
 $FDD \sim F^* D x. F^* = F. x = D.$
 $FDF \sim F^* D x. F^* = F. x = F.$
 $FFD \sim F^* D x. F^* = FF. x = D.$
 $FFF \sim F^*. F^* = FFF.$

次に実際の文（の一部）に規則を適用した例を示す。重要度は、特に断わらない限り、0Emph である。

例 1：「中曽根総理大臣の(D)施政方針演説が(D)行われ(F)」

W_1 には(3)－①, W_2 には(4)－①, W_3 には(5)－①が適用されて,
 $\rightarrow D_H D_M F_M.$

例 2：例 1 で W_1 が +Emph の場合,

W_1 には(3)－①, W_2 には(4)－①, W_3 には(5)－①が適用されて,
 $\rightarrow D_H D_L F_L$

同じく, W_2 が +Emph の場合,

W_1 には(3)－①, W_2 には(4)－①②, W_3 には(5)－①が適用されて,
 $\rightarrow D_H D_H F_L.$

例 3：「転売によって(F)得た(D)利益を(D)徴収するなど(D)」

W_1 には(2)－①, W_2 には(3)－①, W_3 と W_4 には(4)－①が適用されて,
 $\rightarrow F_H D_H D_H D_M.$

例 4：「鹿島臨海鉄道の(D D)線路を(D)暴走し(F)」

W_1 には(3)－①, W_2 と W_3 には(4)－①, W_4 には(5)－①が適用されて,
 $\rightarrow D_H D_M D_M F_M.$

例 5：「水道の(F)赤い(F)水に(F)」

W_1 には(1)－①, W_2 と W_3 には(1)－③が適用されて,
 $\rightarrow F_M F_M F_M.$

例 6：例 5 で W_2 が +Emph の場合,

W_1 には(1)－①, W_2 には(1)－③④, と W_3 には(1)－③が適用されて,

→ F_M P₃ F_MF_M.

例7: 「地価の(D)高騰が(F)著しい(D)東京都心などでは(D)」

W₁には(3)-①, W₂には(5)-①, W₃とW₄には(4)-①が適用されて,

→ D_HF_MD_MD_M.

例8: 例7でW₄が+Emphの場合,

W₁には(3)-①, W₂には(5)-①, W₃とW₄には(4)-①が適用されて,

→ D_HF_MD_MD_H.

例9: 「住民の(F)立ち退きを(F)狙った(F)放火と(F)分かりました(D)」

W₁には(2)-①, W₂, W₃, W₄には(2)-④, W₅には(3)-①が適用されて,

→ F_HF_HF_HF_HD_H.

例10: 「株式への(D)買い姿勢が(D)強まって(D)きたと(D, -Emph)話して(D)います(D, -Emph)」

W₁には(3)-①, W₂, W₃, W₄, W₅, W₆には(4)-①が適用されて,

→ D_HD_MD_MD_LD_MD_L.

例11: 「一方(D)/日本海には(D)低気圧が(D)あって(D, -Emph)」

→ P₂D_LP₁D_HD_MD_L.

以上はアクセント変化の規則であるが、次にアクセント指令の立ち上げ・立ち下げの時点を決める規則を以下に示す。これらの規則の適用範囲は、韻律句（フレーズ記号で区切られた範囲）である。

(1) アクセント指令の立ち上げの時点（↑で表す。実際にはD_H, D_M, D_L, F_H, F_M, F_L）:

①頭高型では第1モーラの直前。

例: ↑チカノ（地価の）。

②それ以外のアクセント型（起伏型と平板型）では、第1モーラの直後。

例: カ↑ブシキエノ（株式への）、ス↑イドーノ（水道の）。

(2) アクセント指令の立ち下げの時点（↓で表す。実際にはA₀）:

①D（頭高型および起伏型）ではアクセント核の位置。

例：チ↓カノ（地価の）。

② F では、処理範囲の最後尾にある場合、および後続韻律語素が頭高型の場合には最終モーラの直後。

例：ポーソーシ↓（暴走し）

テンバイニヨッテ↓エタ（転売によって得た）。

③ それ以外の場合は、後続韻律語素の第1モーラの直後。

例：ホーカト ワ↓カリマシタ（放火と分かりました）、

アカイ ミ↓ズニ（赤い水に）。

以上の規則を適用した結果、次の例のように大きさの等しいアクセント成分が連続して生じることがある。

ホ F_H ーカト ワ A_0 D_H カリマ A_0 シタ（放火と分かりました）

ア F_H カイ ミ A_0 F_H ズニ（赤い水に）

このような場合、 F_0 パタンに何らの影響も生じることなく下線部分のアクセント記号を削除することができ、人間の発話においてはむしろそのような制御が行われていると考えるのが自然である。しかしながら、連続する大きさの等しいアクセント成分を1つにまとめる処理は、記号レベルというよりはむしろ F_0 パタン生成機構と密接に結びついた処理であるので、音韻処理ではなく音響パラメータ生成処理の一部として行う。

5.5.4 韻律記号列を生成した例

以上の規則を適用して生成した韻律記号列の例を単音記号とともに図5.20に示す。これは「国鉄清算事業団」についてのある報道文から一部（2文）を抜粋したものであり、完全なリストは付録に記載した。

旧国鉄の借金返済のため3350ヘクタールの旧国鉄用地が
 国鉄清算事業団によって売却されますが
 今日開かれた事業団の資産処分審議会で
 売却に当たっての基本方針が審議されました。

P₁ D_H kju A₀ : ko F_M ky te tsu no A₀

P₃ D_H ja A₀ kki N he F_M N sa i no ta me A₀

S₃ P₃ sa D_H N ze A₀ N D_M sa A₀ N bja ku ŋo D_M zju : he ky ta A₀ : ru no

P₃ D_H kju A₀ : ko D_M ky te tsu jo A₀ : tji ŋa

P₃ ko D_H ky te tsu se : sa N zi gjo A₀ : da N ni jo tte

P₃ ba F_M i kja ky sa A₀ D_M re ma A₀ su ŋa

S₂ P₂ D_H kjo A₀ : hi D_M ra ka A₀ re ta

P₃ zi D_H gjo A₀ : da N no

P₃ ji D_M sa N jo bu N ji N ŋi A₀ ka i de

S₃ P₃ ba F_H i kja ku ni a A₀ D_H ta tte A₀ no

P₃ ki D_M ho N ho A₀ : ji N ŋa

P₃ D_M ji A₀ N ŋi sa D_L re ma A₀ ji ta P₀ S₁

その結果、原則としては公開競争入札で売却していくことを
 正式に決めました。

P₁ so F_M no ke kka A₀

S₃ P₃ ge D_H N so ky to ji te A₀ wa

P₃ ko D_H : ka i kjo : so : nju A₀ : sa tsu de

P₃ ba F_M i kja ku ji A₀ F_M te i A₀ F_M ku ko A₀ D_M to A₀ o

P₃ se F_M : ji ki ni ki A₀ D_M me ma A₀ ji ta P₀

図5.20 生成された韻律記号列の例

5.6 おわりに

本章では、韻律的特徴の記号レベルでの生成について述べた。

まず、韻律的特徴の記述・合成について述べる際に有用な韻律上の単位概念を導入し、さらに文字形式上の単位との関係についても論じた。

次に、人間の発話の韻律的特徴についての分析結果、すなわち、文字形式上の境界と韻律上の境界との関係についての分析結果、アクセント型、統語構造、談話構造などの言語学的情報と F_0 パタンのアクセント成分との関係についての分析結果について述べた。

さらに、これらの分析結果にもとづいて、韻律記号（休止記号、フレーズ記号、アクセント記号）を定義し、入力テキストの言語学的情報を入力としてこれらの韻律記号の列を生成する規則、すなわち韻律記号生成規則を構築した。

第6章 音響パラメータ生成

6.1	はじめに	92
6.2	声道伝達特性パラメータパタンの生成	
6.2.1	音節蓄積パタン	93
6.2.2	音節蓄積パタンの接続方法	95
6.2.3	音節持続時間の制御	96
6.3	基本周波数パタンの生成	
6.3.1	基本周波数パタン生成モデル	97
6.3.2	フレーズ指令とアクセント指令の生起時点	99

6.1 はじめに

音響パラメータ生成部では、音韻処理部の出力である単音記号および韻律記号の列を入力として音響パラメータのパタンを生成する。すなわち、単音記号および韻律記号のうちの休止記号をもとに声道伝達特性パラメータのパタンを生成し、一方、韻律記号のうちのフレーズ記号とアクセント記号をもとに F_0 パタンを生成する。音響パラメータ生成部のブロック図を図6.1に示す。

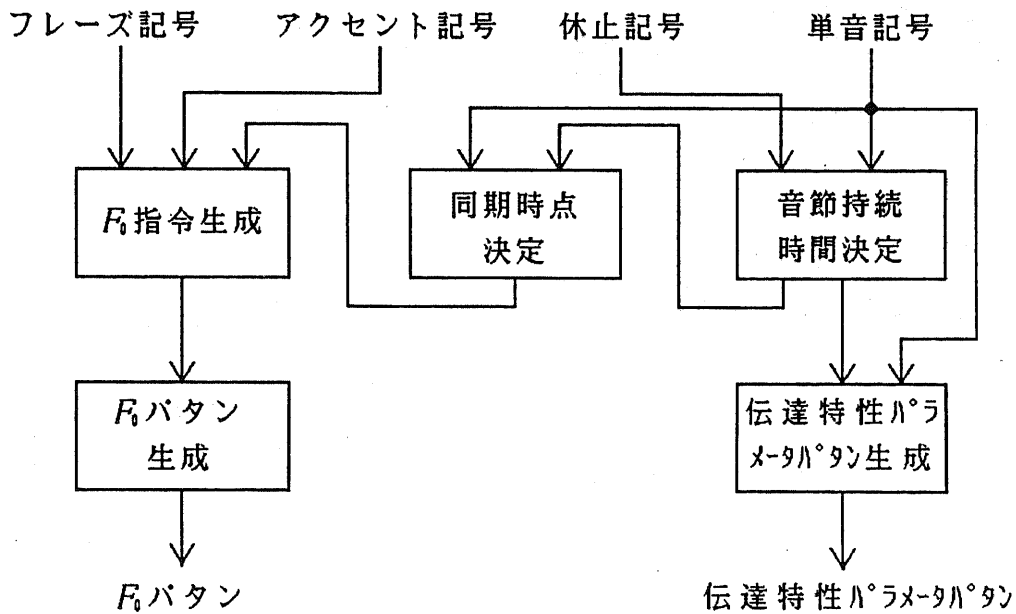


図6.1 音響パラメータ生成部のブロック図

6.2 声道伝達特性パラメータパタンの生成

6.2.1 音節蓄積パターン

声道伝達特性パラメータのパタンは、音節単位で蓄積してある声道伝達特性パラメータのパタン（以下、音節蓄積パターンと呼ぶ）を接続することによって生成する。

音節蓄積パターンとして蓄積するパラメータは、第1～第4ホルマントの周波数・帯域幅、極零対の周波数・帯域幅（鼻音などに使用）、有声および無声音源の強度である。これらをまとめて表6.1に示す。蓄積パターンは、VCV単位で発声した自然音声の分析結果をもとに無声化音節も含め124個作成した。音節蓄積パタンのリストを表6.2に示す。

表6.1 音響パラメータ

記号	単位	内 容	記号	単位	内 容
F0	Hz	基本周波数	F1	Hz	ホルマント周波数
AV	dB	有声音源ゲイン	F2	Hz	"
AH	dB	無声音源ゲイン (直列回路)	F3	Hz	"
AF	dB	" (並列回路)	F4	Hz	"
A1	dB	並列極ゲイン	F5	Hz	"
A2	dB	"	B1	Hz	ホルマントバンド幅
A3	dB	"	B2	Hz	"
A4	dB	"	B3	Hz	"
A5	dB	"	B4	Hz	"
AB	dB	並列回路バイパスゲイン	B5	Hz	"
			FGP	Hz	極零対 (極) 周波数
			BGP	Hz	" バンド幅
			FGZ	Hz	極零対 (零) 周波数
			BGZ	Hz	" バンド幅

表 6.2 音節蓄積パタンの種類

a	pa	ta	ka	ba	da	ga	sa	ha	za	ma	na	ŋa	ja	wa	ra
i	pi	tʃi	ki	bi	di	gi	ʃi	çi	zi	mi	ni	ŋi			ri
u	pu	tsu	ku	bu	du	gu	su	fu	zu	mu	nu	ŋu	ju		ru
e	pe	te	ke	be	de	ge	se	he	ze	me	ne	ŋe			re
o	po	to	ko	bo	do	go	so	ho	zo	mo	no	ŋo	jo		ro
pja	kja	bja	gja	tʃa	ʃa	zja	nja	ŋja	rja						zje
pju	kju	bju	gju	tʃu	ʃu	zju	nju	ŋju	rju						
pjo	kjo	bjo	gjo	tʃo	ʃo	zjo	njo	ŋjo	rjo						
kᵢ	ʃᵢ	tʃᵢ	çᵢ	pᵢ											
kᵤ	sᵤ	tsᵤ	fᵤ	pᵤ	ʃᵤ										
m	n	N													

6.2.2 音節蓄積パタンの接続方法

自然音声では、ホルマント周波数などの特徴量は時間とともに連続的に変化しており、蓄積パターンを単に並べただけでは品質のよい合成音声は得られない。そのため、蓄積パターンを図6.2(a), (b)のように接続部・固定部・伸縮部に分けて構成し、図6.2(c)に示すように接続部で直前の母音の特徴量の値と固定部前端の特徴量の値とを補間する[広瀬, 藤崎, 山口他, 1984]。なお、図6.2中の t_c , t'_c は音節内にマークされた母音の開始点を示す。

音響パラメータのうち、ホルマント周波数は、合成音の品質への影響が大きいため、周波数遷移を臨界制動2次線形系のステップ応答として近似する調音結合モデル[佐藤, 藤崎, 1978]にもとづいて補間する。すなわち、遷移区間を接続部とし、この部分での周波数をモデルにより計算する。母音-母音間では、接続部の始点と終点をすべてのホルマントについて共通としたが、母音-子音間では、ホルマントごとに接続部を定めた。ホルマント周波数以外のパラメータは直線補間する。なお、蓄積パタンの接続の際に必要な休止区間長は、前述の休止記号により与えられる。

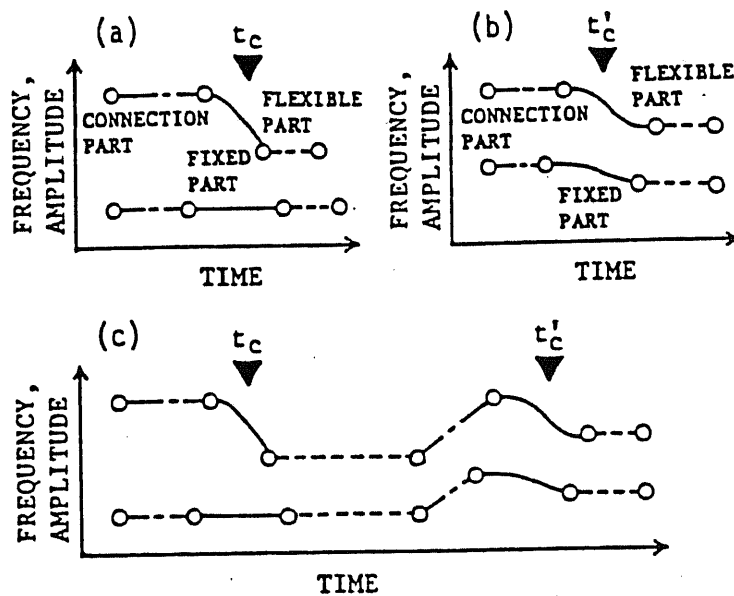


図6.2 音節蓄積パタンの構造と接続方法

6.2.3 音節持続時間の制御

音節の持続時間は発話速度、隣接音素の種類などにより変化するが、これは主として母音定常部の伸縮によって生じ、子音部の伸縮は小さい。したがって、母音定常部を伸縮部とし、伸縮部後端と後続の音節蓄積パタンの接続部前端的時点が一致するように伸縮する。2つの音節蓄積パタンの間隔が、伸縮部の伸縮のみによっては対処できない程小さくなった場合は、先行パタンの固定部後端あるいはその途中と後続パタンの接続部とを直接接続する。なお、持続時間の制御は語中だけではなく語頭でも行う（そのために、持続時間の決定に休止記号が必要となる）。

連続音声中の単音の持続時間の変動要因はさまざまであるが、ここでは母音の長さに対する前後の子音の長さの影響のみを考慮し、それらが独立かつ相加的であるとした。実際に母音長を決定するためのデータには先行研究〔樋口, 1981〕の結果を用いた。なお、音源強度については、休止前後の減少・増加の制御を行う。

6.3 基本周波数パタンの生成

6.3.1 基本周波数パターン生成モデル

音声の基本周波数パタンのモデルとしては、句頭から句末に向かう緩やかな下降成分を直線近似し、局所的な起伏を三角形で近似するものや [箱田, 佐藤, 1980, 橋本, 宮原, 1974], 基本周波数パターンがあらかじめ設定された数種のレベル間で変化するとしたもの [Pierrehumbert, 1979] などいくつか提案されているが、このようなモデルでは、下降の傾斜や起伏の大きさが発話の長さや単語の位置によって変化し、しかも入力と言語学的情報との対応関係が必ずしも明確ではないため、十分に自然な韻律を有する音声を合成しようとするると規則が複雑になるという問題点がある。

これに対し、筆者らは、基本周波数パターンを対数軸上で表現した場合、その形状が全体的な声の高さに関係なくほぼ一定になることに着目して、図6.3のような基本周波数パターン生成過程モデルを提案し [藤崎, 須藤, 1976, Fujisaki & Hirose, 1984], 韻律的特徴の合成に用いた。

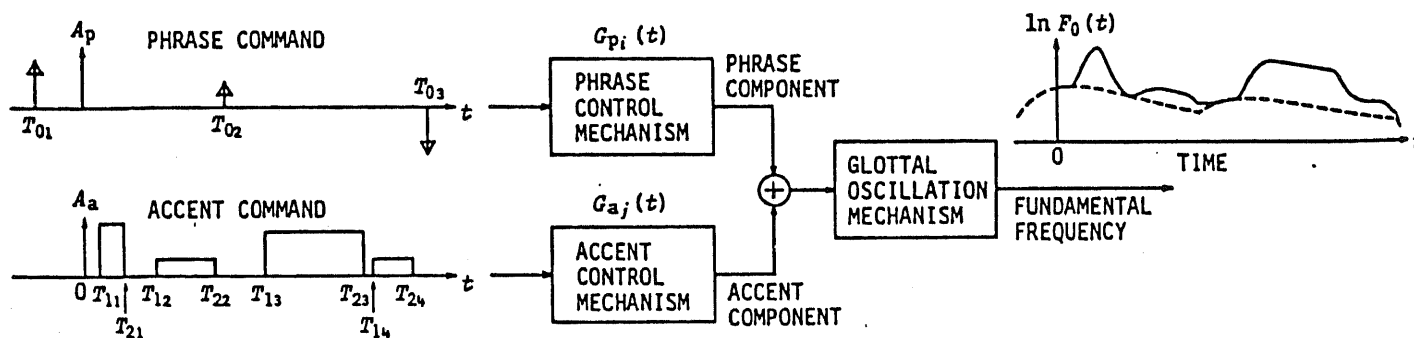


図6.3 基本周波数パターン生成過程モデル

このモデルは、実際に観測される基本周波数パターンが句頭から句末に向かう緩やかな下降のフレーズ成分と、局所的な起伏のアクセント成分との線形和で表現されるとした上で、それぞれの成分を、インパルス状のフレーズ指令およびステップ状のアクセント指令に対する臨界制動二次系の応答で近似するもので、指令の位置・大きさが言語学的情報と直接的に対応するという特長がある。数式では、基本周波数を F_0 とすると、対数基本周波数は時間 t の関数として

$$\ln F_0(t) = \ln F_{\min} + \sum_{i=1}^I A_{pi} G_{pi}(t - T_{0i}) + \sum_{j=1}^J A_{aj} \{G_{aj}(t - T_{1j}) - G_{aj}(t - T_{2j})\} \quad (1)$$

で表される。ただし、 $G_{pi}(t)$ 、 $G_{aj}(t)$ はそれぞれフレーズ制御機構のインパルス応答関数、アクセント制御機構のステップ応答関数であり、 $t \geq 0$ の範囲では、

$$G_{pi}(t) = \alpha_i^2 t \exp(-\alpha_i t) \quad (2)$$

$$G_{aj}(t) = \min[1 - (1 + \beta_j t) \exp(-\beta_j t), \theta] \quad (3)$$

であり、 $t < 0$ では $G_{pi}(t) = G_{aj}(t) = 0$ である。式(3)の記号 $\min[x, y]$ は、 x, y のうち小さい方をとることを意味しており、実際の音声でアクセント成分が有限の時間で上限に達することに対応し、 $\theta \leq 1$ である。 α_i, β_j は、それぞれフレーズ制御機構およびアクセント制御機構の固有角周波数である。 A_{pi}, A_{aj} はそれぞれフレーズ指令、アクセント指令の大きさであり、 T_{0i} はフレーズ指令の時点、 T_{1j}, T_{2j} はアクセント指令の始点と終点である。

基本周波数パターン生成過程モデルを用いて基本周波数パターンを合成するためには、(1)~(3)式のパラメータを与える必要があるが、自然音声の分析結果から $\alpha_i = 3.0$ (rad/sec), $\beta_j = 20.0$ (rad/sec), $\theta = 0.9$ に固定しうることが明らかにされている [広瀬, 藤崎, 高橋, 1982]。したがって、指令の位置と大きさを韻律記号によって与えることになる。

6.3.2 フレーズ指令とアクセント指令の生起時点

実際に基本周波数パターン生成モデルを用いて F_0 パターンを合成するためには、分節的特徴とのパラメータレベルでの時間関係が必要となる。ここでは、音節蓄積パターン内に母音開始時点と推定される時点を視察によってマークしておき、そこを基準とした相対時間によって指令時点を指定した。具体的な値は、

- (1) 文頭のフレーズ記号に対しては、-210ms,
- (2) 文中のフレーズ記号に対しては、-80ms,
- (3) フレーズ成分をリセットするための記号に対しては、-80ms,
- (4) アクセント記号については、立ち上げ、立ち下げのいずれに対しても-70ms,

とした。

音響パラメータ生成の例として、図6.3に「爆音が銀世界の高原に広がる」という文の音響パラメータパターンを示す。図中には、単音記号列、音声信号、音響パラメータとして $F_1 \sim F_4$ 、有声音源の振幅、 F_0 が表示されている。

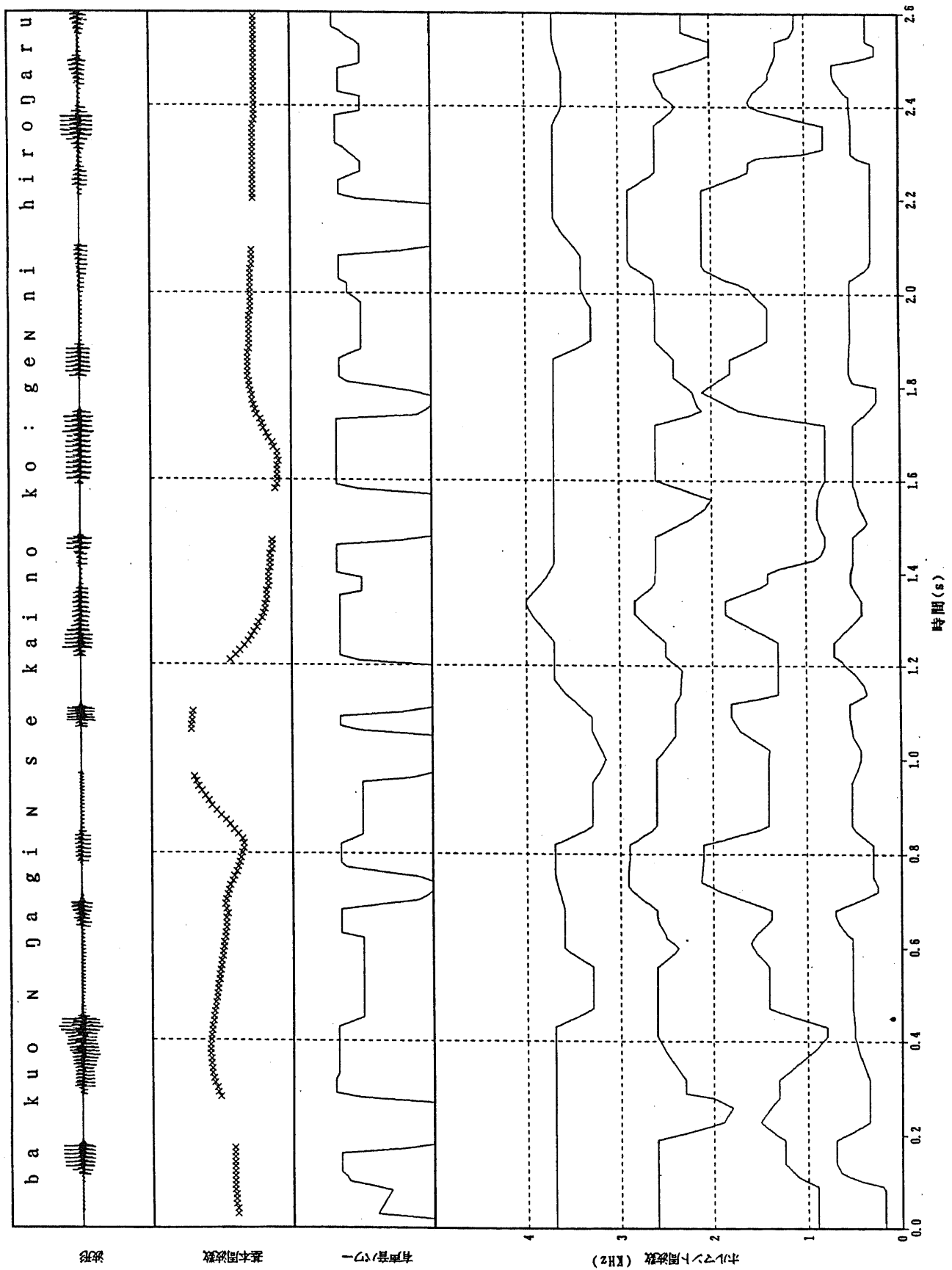


図 6.3 音響パラメータバタンの例（「爆音が銀世界の高原に広がる」）

第7章 音声信号生成

7.1	はじめに	101
7.2	音源信号	102
7.3	声道伝達関数	104
7.4	パラメータの更新	105

7.1 はじめに

信号生成部では図7.1に示すようなターミナルアナログ式の合成器を用いている。これは、[Klatt,1980]の直列・並列型の合成器を修正したものである。

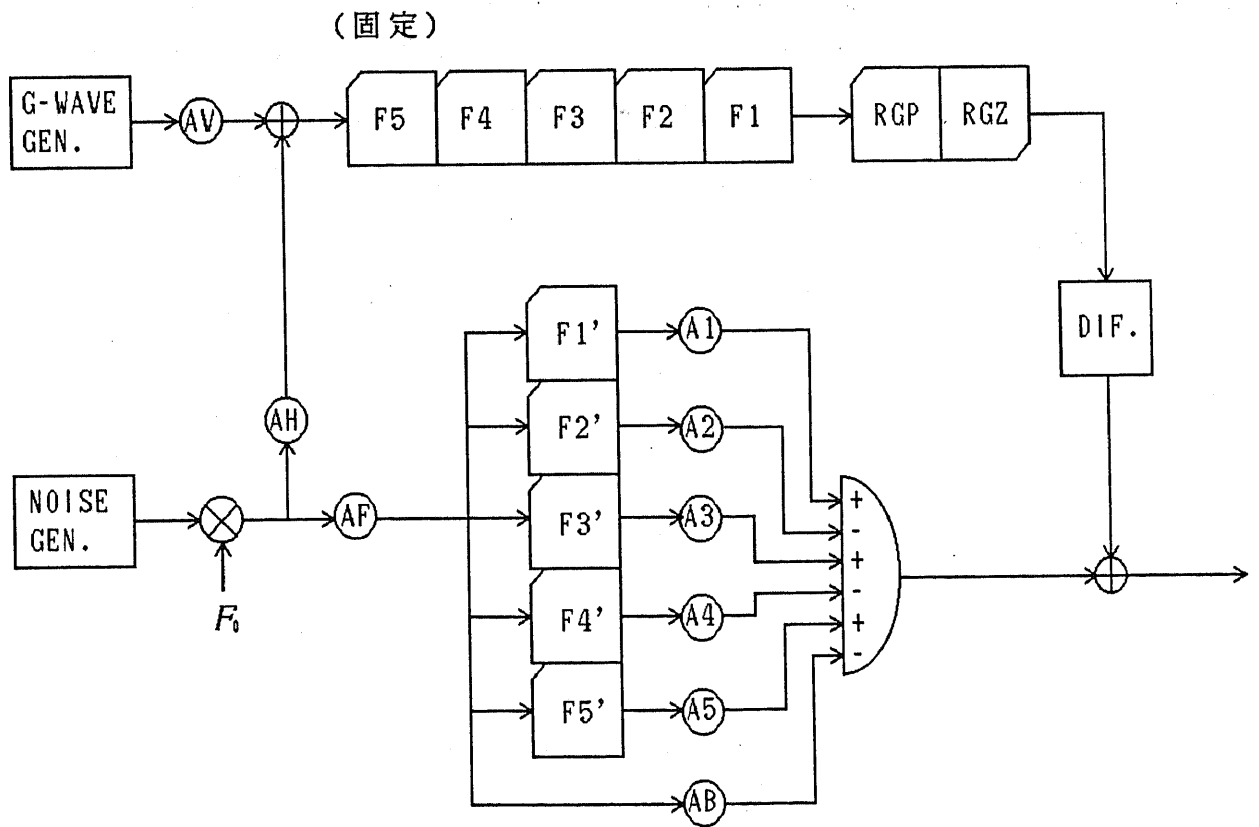


図7.1 合成器のブロック図

7.2 音源信号

有声音源としては、[Fujisaki & Ljungqvist, 1986] でFL-1として提案された声門音源波形を用いている。これは、次のように4次多項式で記述される。

$$g(t) = \begin{cases} -\frac{\alpha}{2} t^2 + \frac{\alpha}{3R} t^3 & (0 \leq t < R) \\ -\left(\frac{\alpha F^2}{12} + \frac{BF}{2}\right) + \frac{\alpha}{2} (t-R)^2 + \frac{3B-2\alpha F}{3F^2} (t-R)^3 + \frac{2B-F\alpha}{4F^3} & (R \leq t < T) \end{cases}$$

ただし、 $\alpha = \frac{-6FB}{F^2 - 2R^2}$.

ここで、Bは閉鎖時点での微係数、Rは开区間の開始時点からピーク時点までの時間、Fはピーク時点から閉鎖時点までの時間、Tは基本周期である。FL-1の波形を図7.2に示す。

有声音源としては低域ろ波したインパルスが用いられることが多いが、本システムのようにモデル化された声門音源波形を用いると、①スペクトルだけでなく位相も自然音声のものに近くなる、②声の硬さ/柔らかさの制御が容易になる、という利点がある。

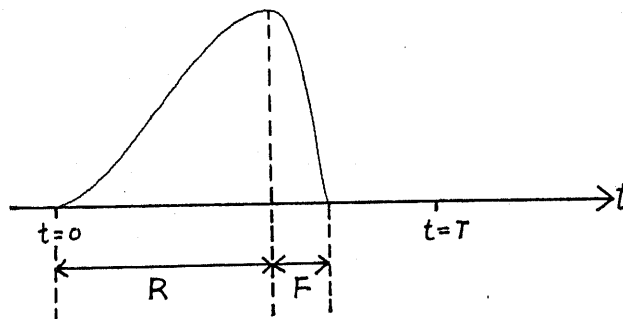


図7.2 声門音源パルス

無声音源としては、一様分布の白色雑音を用いている。発生アルゴリズムは合同乗積法である。

無声音源の振幅分布にはガウス分布が用いられることが多いが、音源が一様分布であっても声道伝達関数を通った後の出力はガウス分布に近くなる。井上は、音源を一様分布にしても声道伝達関数の出力は、統計的にみてガウス分布と見なせること、音源をガウス分布とした合成音声と音源を一様分布とした合成音とを聞き比べても識別が不可能であることを報告している [井上, 1987]。

ガウス分布の乱数を得る方法として、まず一様乱数を発生し、これを複数個ずつ足し合わせるという方法を想定すると、一様分布の乱数を用いることにより計算コストがかなり減少する。

有声音源と無声音源が同時に動作する際には、無声音源の出力を有声音源の出力で振幅変調する。その際の変調度 $m(t)$ は、次式で表される ($g(t)$ は声門音源信号である)。

$$m(t) = 1 + g(t)$$

7.3 声道伝達関数

声道伝達関数は、直列回路と並列回路の2つの部分から構成される。

直列回路は、有声音および音源が声門の位置にある無声音[h]の合成に用いるもので、5個の極回路と1組の極回路と零回路の対をもっている。5個の極回路のうちF5は、中心周波数とバンド幅をそれぞれ4200Hzと800Hzに固定している。また極・零対は鼻音の合成に用いるための回路で、必要のないときは極回路と零回路の中心周波数・バンド幅を同一の値にしてそれらの作用をキャンセルしている。

並列回路は、声門の位置に音源のない無声子音の合成に用いる。なお、並列回路では近似的にスペクトルバランスのシミュレートが可能なので、放射特性に対応する微分回路を入れていない。

7.4 パラメータの更新

パラメータの更新は、係数の変化によってフィルタの動作が一時的に不安定になるのを避けるために、有声区間では有声音源の信号に同期して行っている。すなわち、声門音源パルスの開区間の開始時点（図7.2の $t=0$ の時点）に同期してパラメータを更新する。ここで言うパラメータには有声音源の振幅（図7.1のAV）も含まれており、声門音源パルスが途中（図7.2の $0 < t < R+F$ の区間）で中断されることはない。

一方、無声区間では、一定の周期（1ms単位で任意に設定できる。デフォルトは5ms）でパラメータを更新する。ただし、有声区間から無声区間に遷移した直後、有声音の影響がまだ残っている間にパラメータを更新するとフィルタの動作が不安定になることがあるため、（無声区間の）直前の有声区間の最後の声門音源パルスの終了時点（図7.2の $t=R+F$ の時点）から10msの間はパラメータの更新を禁止する。

第 8 章 音質の評価

8.1	分節的特徴の評価	106
8.2	韻律的特徴の評価	
8.2.1	108
8.2.2	109
8.2.3	111

8.1 分節的特徴の評価

音節明瞭度試験

蓄積パタンの良否を調べるために明瞭度試験を行った。評価対象の音節は、子音部が/g/の音節、母音部が無声化した音節、および撥音を除く100音節である。被験者は成人男性2名である。

明瞭度試験の結果、拗音を除く音節に対する明瞭度は61%であった。なお、音節蓄積パタンの素材とした自然音声を用いた明瞭度試験では98%の結果を得ている。

合成音に関する試験で生じた異聴のうち特に頻度の高いものを表8.1に示す。母音部を聞き間違えることはほとんどなかったため、表は子音部についてまとめている。表中の#は子音部のない音節を表している。この表から、[tʃ, d, n]などで異聴が多いことが分かる。

表8.1 頻度の高い異聴

子音	#	[k]	[tʃ]	[n]	[m]	[r]	[d]	[p]
異聴	[m]	[t, tʃ]	[s]	[m, g]	[g]	[g]	[m, g]	[b]
頻度(%)	10	20	67	37	10	13	47	13

単語了解度試験

音響処理部の性能、特に音節蓄積パターンとその接続法の良否を調べるために、単語了解度試験を行った。

評価対象の単語は、3モーラからなる単語100語である。被験者は、音節明瞭度試験の被験者とは別の成人男性2名である。

了解度試験の結果、94%の了解度を得た。この数字は、音節明瞭度の61%に比べるとかなりの好成績であり、3モーラ程度でも文脈の効果がかなりあることを示している。テキストからの音声合成システムが実際に使われる場面では、3モーラ程度の単語が単独で音声合成されることはほとんどなく、より長い文や文章単位で合成されると考えられるので、ここで行った音節明瞭度試験・単語了解度試験のよ

うに受聴環境が良好で、しかも合成音のみに注意を傾けているという条件の下では、合成音の意味内容についての了解度はほぼ実用レベルに達しているとみなすことができるであろう。

8.2 韻律的特徴の評価

8.2.1 オピニオンテスト

簡単なオピニオンテストとして、5つの文からなる報道文を4名の被験者に呈示し、韻律について以下の2つの観点から5段階の判断を求めた。

(1) 韻律が自然であるか：

自然、ほぼ自然、どちらとも言えない、やや不自然、不自然。

(2) 韻律が統語構造・談話構造を正確に反映しているか：

正確、ほぼ正確、どちらとも言えない、やや不正確、不正確。

合成音声は2回ずつ呈示し、1回目は(1)、2回目は(2)の判断を行うようにした。

なお、合成音の呈示に先立ち、判断の際の基準として、ニュースについて、プロのアナウンサーが読み上げた音声（自然・正確）と文中でフレーズ成分の立て直しや追加がなく、起伏型のアクセントにD_H、平板型のアクセントにF_Hを一律に割り当てた合成音声（不自然・不正確）とを呈示した。

その結果、(1)についてはほぼ自然、(2)については正確～ほぼ正確との結果が得られた。

8.2.2 自然音声との比較

分節的特徴の品質は現在のところあまり高いと言える状態ではないため、オピニオンテストのような聴取によるテストでは、受聴者の注意は韻律的特徴よりも分節的特徴の方に向けられやすく、また、韻律的特徴のバラつきの許容範囲はかなり広いので（内容を復元するための手がかりは他にも十分あるから）、評価の結果は再現性に欠ける傾向がある。

韻律的特徴を合成する規則の良否はいかに自然・正確な韻律的特徴を合成できるかであるから、規則によって生成した韻律的特徴と、自然でかつある程度以上は正確であるはずの自然音声とを比較することによって規則を評価できると考えられる。評価の結果は、比較対象の自然音声が決まってさえいれば、再現性があり、しかも、発声には統計的な揺らぎがつきものであるとはいえ、比較対象の自然音声として誰もが自然・正確と認めうるであろうもの（例えばNHKのベテランのアナウンサーが読み上げたものなど）を選べば、一般的でもありうる。

こうした見地から、『国鉄清算事業団』について述べたある報道文を題材として、自然音声における韻律的境界と規則によって生成される韻律的境界との対応関係を調べた。自然音声の発声者はNHKの松平定知アナウンサーで、発話速度は約9.4 morae/secである（NHK総合テレビの午後7時のニュースから収録）。合成音声の発話速度は約7.3moraе/secである。

比較の結果を表8.2に示す。まず韻律節境界をみると、自然音声の韻律節境界20箇所のうち18箇所が合成音声でも韻律節境界であり、残りの2箇所が韻律句境界となっている（一致率90%）。自然音声25箇所の韻律句境界のうち19箇所は合成音声でも韻律句境界であり、残りの2箇所が韻律節境界、4箇所が韻律語境界となっている（一致率71%）。韻律語境界については、韻律語素境界のうち何箇所が合成音声で韻律節境界あるいは韻律句境界となるかを数えたものであるが、125箇所の韻律語素境界のうち10箇所が韻律句境界となっている（韻律節境界はない）。

自然音声の韻律境界と合成音声の韻律境界が一致しない場所を調べてみると、合成音声の通りに発声してもなんら差し仕えのないものや、統語的・意味的・談話的

にみると合成音声の方が正しいと考えられるもの（もちろん合成音声の通りに発声しても十分自然な上に、である）がかなりある。こうしたことを考えあわせると、規則によって生成した（記号）レベルの韻律的特徴はかなり正確に自然音声の韻律的特徴をシミュレートしていると言えよう。

表 8.2 自然音声と規則による韻律記号列との比較

		規則による韻律記号列		
		韻律節境界	韻律句境界	韻律語境界
自然 音声	韻律節境界	18	2	0
	韻律句境界	2	19	4
	韻律語素境界	0	10	115

8.2.3 専門家のためのチェック項目

自然音声と合成音声との比較による評価では、再現性のある一般的な結果が得られるが、その結果は直ちに規則の改良に役立つものではない。このような目的のためには、チェック項目を用意しておき、各項目についての適否あるいは該当箇所を調べる方法が適している。このような評価は、一般のユーザーよりもむしろ合成規則の作成に携わる専門家が利用することを想定したものであるので、チェック項目は詳細かつ専門的なものとすることができ、しかもその方が有用である。

そこで、合成音声の韻律的特徴を評価するためのチェック項目を次のように作成した。

(1) 休止について。

①統語的・意味的にみて、不要な位置に入っていないか。

修飾関係にある単語の間には、原則として休止は入らない。

②逆に、統語的・意味的にみて、当然入るべき位置に入っているか。

連節や節の間には通常休止が入る。

(2) フレーズ指令について。

①統語的・意味的にみて、不要な位置に入っていないか。

修飾関係にある単語の間には、原則としてフレーズ指令は入らない。

②逆に、統語的・意味的にみて、当然はいるべき位置に入っているか。

修飾関係にない単語の間には、原則としてフレーズ指令が入る。

③フレーズ成分のカーブに極端に高い部分がないか。

フレーズ指令が近接するとこのようになることがある。

④また、フレーズ成分のカーブに平坦な部分がないか。

フレーズ指令が離れすぎるとこのようになることがある。

(3) アクセント指令について。

①複合語を含め、各単語のアクセント型は正しいか。

また、アクセント核が複数個ある複合語は正しく取り扱われているか。

②アクセント変形の範囲は正しいか。

アクセント変形の範囲は統語構造と正しく対応していなければならない。

③アクセント変形の様態は正しいか。

④強調・抑圧は正しく行われているか。特に、形式的な意味の自立語などの非重要語は抑圧されているか。

(4) その他。

①列挙表現は（フレーズ指令，休止によって）正しく表現されているか。

これらの評価項目として上げた項目は，実は本論文の韻律記号生成規則を構築する際のガイドラインとした事柄である。従って，当然本論文の韻律記号生成規則によって生成された韻律記号列はこれらの評価項目に適合している。

第 9 章 結論

本論文では、テキストからの音声合成システムについて、特に高品質の韻律的特徴の合成に重点をおいて論じた。

まず、第1章「序論」に続いて、第2章「テキストからの音声合成システムの構成」では、テキストからの音声合成システムの全体的な構成について述べた。すなわち、テキストからの音声合成システムは、①入力テキストから統語境界、単語の重要度、音韻属性などに関する情報（言語学的情報）を導出する言語処理部、②言語学的情報をもとに、分節的特徴と韻律的特徴を記号レベルで生成する音韻処理部、③記号表記された分節的特徴・韻律的特徴から、声道伝達特性パラメータのボタン、基本周波数 (F_0) のボタンなど音響パラメータのボタンを生成する音響パラメータ生成部、④音響パラメータのボタンをもとにフィルタ回路を制御・駆動して音声信号を生成する音声信号生成部、の4つのサブシステムから構成されることを述べた。また、知識表現からの音声合成システムとテキストからの音声合成システムとを比較し、両者の構成が言語処理部を除いて同一であること、天気予報のように情報がまず知識表現の形で与えられる分野では、知識表現からの音声合成システムの方が処理過程が簡潔になることを述べた。

第3章「言語処理」では、まず、言語処理部が出力すべき情報が辞書項目、統語境界、重要度であることを述べた。文字形式上の単位として文、連節、節、ICRLB、単語を採用している。重要度を表す指標は+ / 0 / -の3通りの値を取るものとした。重要度の指標は、単語固有の意味的性質および談話情報を考慮しているかどうかによって3つのレベルがありうる。次に、言語処理は、形態素解析、統語解析、意味解析、談話解析の各処理から構成され、各所で発生する曖昧性を解消しつつ効率よく処理を行うためには、これらの処理を逐次的にではなくフィードバックパスを設けるなどして、ある程度並列的に行う必要があることを述べた。さらに、実験システムとして作成した天気概況を対象とするテキストからの音声合成システムにおける言語処理の内容について述べ、若干の処理結果を示した。

第4章「音韻処理1」では、音韻処理のうち分節的特徴に関する処理について述べた。分節的特徴に関する音韻処理は、単語レベルの処理と音素レベルの処理とに分けられる。単語レベルの処理としては、必要に応じて構成要素を組合せて作るこ

とが想定されている複合語である臨時的複合語の音韻属性（音素表記およびアクセント型）の決定が重要であることを述べ、臨時的複合のうち最も重要なものの1つである数詞および数詞+助数詞を取り上げ、その音韻属性の決定規則について述べた。一方、音素レベルの処理とは音素の異音化処理であり、異音化のための規則として、母音の無声化、撥音の異音化などの規則について述べた。

第5章「音韻処理2」では、音韻処理のうち韻律的特徴に関する処理について述べた。まず、自然音声の韻律的特徴の記述やその結果を規則化する上で有用な概念である韻律上の単位について述べた。韻律上の単位は、韻律上の特徴である休止、基本周波数パタンのフレーズ成分・アクセント成分にもとづいて定義されるもので、韻律文、韻律節、韻律句、韻律語からなり、これらの間には階層関係がある。また、韻律上の単位と第3章で述べた文字形式上の単位との関係についても論じた。次に、韻律規則を構築する上での資料とするために、自然音声の休止、 F_0 パタンのフレーズ成分およびアクセント成分の分析について述べた。休止、フレーズ成分の分析としては、NHKのFM放送から録音した天気概況を試料として、文字形式上の境界と韻律上の境界との対応関係を調べた。アクセント成分の分析としては、2個ないし3個の韻律語素からなる句のアクセント指令の大きさの分析を主として行い、さらに指令の大きさの規格化も行った。次に、自然音声の分析の結果にもとづいて韻律記号の生成規則を構築した。まず韻律記号として休止記号、フレーズ記号、アクセント記号を定義し、次に、休止記号・フレーズ記号を生成する規則、およびアクセント記号を生成する規則について述べた。

第6章「音響パラメータ生成」では、声道伝達特性パラメータのパタンおよび F_0 パタンの生成について述べた。声道伝達特性パラメータのパタンは、音節単位で蓄積したパラメータパタン（音節蓄積パタン、全部で125個）を結合することによって生成する。音節蓄積パタンは接続部、固定部、伸縮部の3つの部分からなっており、先行パタンの伸縮部と後続パタンの接続部を変形して接続を行う。一方 F_0 パタンの生成には、藤崎らの提案した F_0 パタン生成モデル、すなわちフレーズ成分を臨界制動2次線形系のインパルス応答、アクセント成分を同じく臨界制動2次系のステップ応答として近似するモデルを用いる。

第7章「音声信号生成」では、フィルタ回路、有声音源および無声音源、フィルタのパラメータの更新方法について述べた。フィルタ回路は、Klattの提案した直列回路・並列回路を組み合わせたターミナルアナログ型の合成器を用いている。有声音源は、Fujisaki & Ljungqvistの提案した多項式による声門音源パルスを用いており、無声音源としては、一般に用いられるガウス分布の乱数ではなく一様分布の乱数を用いている。フィルタ回路の係数および音源のパラメータは、有声区間ではピッチ同期で、無声区間では一定間隔で更新する。

第8章「音質の評価」では、分節的特徴および韻律的特徴の評価について述べた。分節的特徴については、単音節明瞭度試験と単語了解度試験を行い、それぞれ61%および94%の正答率を得た。一方韻律的特徴については、まずオピニオンテストを行い、ほぼ自然であり、統語構造・談話構造を正確〜ほぼ正確に反映している、という結果を得た。次に、特定の自然音声と合成音声とを比較し、韻律上の境界がどの程度対応しているかを調べた。その結果、かなり正確にシミュレートが行われていることが示された。最後に、規則の改良に携わる専門家のためのチェック項目を示した。

序論でもふれたように、従来のテキストからの音声合成システムでは、韻律的特徴の合成といえば主に複合語および文節のアクセント型の導出のことであり、韻律語素のアクセント変形の処理、フレーズ成分の生成については F_0 パターン生成処理の一部として取り扱われ、あまり重視されていなかったように思われる。これは、一つには F_0 パターンを定量的に分析するための道具立てが十分ではなく、自然音声の F_0 パターンについての知見が不足していたためであり、また、統語解析として文節間の局所的な結合度の解析を想定しており、文全体の統語構造を正しく表現するという視点があまり強固ではなかったためであると考えられる。

しかしながら、合成音声において統語構造、意味構造、談話構造を正しく表現するためには、自然音声の韻律的特徴を精密に観察し、文字形式上の特徴と対照して分析し、その結果を規則化するという作業が必要である。現在、テキストあるいは音素記号などから音声合成するハードウェアが数社から発売されており、さらに

今後の発売を予定している会社もいくつかある模様であり、規則合成装置の市場が立ち上がりつつあるようにも見えるが [加藤, 1988], 合成音声の音質は分節的特徴においても韻律的特徴においても依然不十分であり, 技術的にも, 特に目新しいものはなく, 一種の停滞状態にあるようにも見える. 本論文は, こうした状態から次の発展段階へ向かう一歩となりうるであろうと筆者は考える.

文献

参考文献	117
发表文献	122

参考文献

- Bailly, G: "Multiparametric generation of French prosody from a dependency syntactic analysis", JASA
- Carlson, R., and B. Granström: "A text-to-speech system based entirely on rules," Proc. ICASSP 82, pp.1604-1607 (1976).
- 藤崎, 須藤: "日本語単語アクセントの基本周波数パターンとその生成機構モデル", 音響誌, 27, 9, pp. 445-453 (1971a).
- Fujisaki, H. and T. Ohmura: "Characteristics of Durations of Pauses and Speech Segments in Connected Speech." Annu. Rep., Eng. Res. Inst., Univ. Tokyo, 30, pp. 69-74 (1971b).
- Fujisaki and Sudo: "A Generative Model for the Prosody of Connected Speech in Japanese", Conference Record, 1972 Conference on Speech Communication and Processing IEE-AFCRT, pp.140-143 (1972).
- 藤崎博也, 広瀬啓吉: "規則による音声合成", 日本音響学会誌, 37巻, 5号, pp. 204-209 (1981).
- Fujisaki, H. and K. Hirose: "Analysis of Voice Fundamental Frequency Contours for Declarative Sentences of Japanese", J. Acoust. Soc. Jpn., 5, 4, pp. 233-242 (1984a).
- 藤崎, 広瀬, 高橋登, 横尾真: "連続音声におけるアクセント成分の実現", 日本音響学会音声研資, S84-36 (1984b).
- 藤崎, 広瀬, 多田, 河井: "日本語文音声合成のための韻律記号の導出", 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-5-20 (1985).
- 藤崎, 広瀬, 河井, 橋本: "統語構造を利用した韻律記号導出アルゴリズム", 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2-2-12 (1986a).
- Fujisaki, H. and M. Ljungqvist: "Proposal and Evaluation of Models for the Glottal Source Waveform," Proc. IEEE-IECEJ-ASJ ICASSP, 31.2 (1986a).
- 藤崎, 広瀬, 河井, 清水: "子音調音が基本周波数パターンにおよぼす影響の基礎的分析", 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 3-4-15 (1986b).
- Fujisaki, H., and H. Kawai: "Realization of word accent in connected speech of Japanese", Se 15.5, 11th ICPHS (1987a).

- 藤崎, 若山, 河井, 高橋: “子音調音が基本周波数パターンに及ぼす影響の定量的分析”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-6-2 (1987b).
- 藤崎, 広瀬, 若山, 河井: “天気予報文章からの音声合成における言語処理 — 特に単音記号の生成 — ”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-1-14 (1988a).
- Fujisaki, H., and H. Kawai: “Realization of linguistic information in the voice fundamental frequency contour of the spoken Japanese,” Proc. ICASSP88, S14.3 (1988b).
- 箱田, 佐藤: “文音のポーズ挿入規則”, 日本音響学会音声研究会資料, (1975).
- 箱田, 佐藤: “文音声の音調規則の検討”, 日本音響学会音声研究会資料, S78-07 (1978).
- 箱田, 佐藤: “文音声合成における音調規則”, 信学論, J63-D, 9, pp. 715-722 (1980).
- 箱田: “文章音声合成におけるピッチパラメータ制御法の検討”, 日本音響学会音声研究会資料, SP88-7(1988).
- 橋本, 宮原: “ピッチパタンの直線近似の一手法”, 日本音響学会音声研究会資料, S74-11 (1974).
- 樋口宜男: “日本語連続音声における単音の持続時間に関する研究”, 東京大学工学部学位論文 (1981).
- 平山輝男: “全国アクセント辞典”, 東京堂出版 (1980).
- 広瀬, 藤崎, 小崎: “日本語文音声の基本周波数パタンの合成とその知覚的評価”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-6-22, 421-422 (1981).
- 広瀬, 高橋, 藤崎: “文音声における基本周波数パタンの分析・合成と知覚 — 特にフレーズ成分について — ”, 日本音響学会音声研究会資料, S81-36(1981).
- 広瀬, 藤崎, 高橋: “複文の基本周波数パタンの分析と合成”, 日本音響学会音声研究会資料, S82-40 (1982).
- 広瀬, 藤崎, 山口, 横尾: “統語構造を利用した日本語文音声の基本周波数パタンの合成”, 日本音響学会音声研究会資料, S83-70 (1984a).
- 広瀬, 藤崎, 山口, 峯村, 横尾: “連続音声合成システムにおける分節的特徴の合成”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2-2-10 (1984b).
- Hirose, K., H. Fujisaki and M. Yamaguchi: “Synthesis by Rule of Voice Fundamental Frequency Contours of Spoken Japanese from Linguistic Information”, Proc. IEEE ICASSP, 2.13 (1984c).

- 広瀬, 藤崎, 河井, 安田: “日本語文音声合成システムにおける音節蓄積パタンの品質評価と改良”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-5-23 (1985).
- 広瀬, 藤崎, 河井: “連続音声合成システム — 特に韻律的特徴の合成 —”, 日本音響学会音声研資, S85-43 (1985).
- 広瀬, 藤崎, 河井: “基本周波数パターン生成モデルにもとづく連続音声合成システム”, 昭和61年度電子通信学会総合全国大会, S26-5 (1986a).
- Hirose, K., H. Fujisaki and H. Kawai: “Generation of Prosodic Symbols for Rule-Synthesis of Connected Speech of Japanese”, Proc. IEEE-IECEJ-ASJ ICASSP, 45.4 (1986b).
- 広瀬, 藤崎, 河井, 山口: “基本周波数パターン生成過程モデルにもとづく文章音声の合成”, 電子通信学会論文誌, (投稿中).
- 今井, 北村, 竹谷: “デジタルフィルタの対数伝達特性の直接近似”, 電子通信学会論文誌, Vol. J59-A, No. 2, pp. 157-164 (1976).
- 今井, 阿部: “改良ケプストラム法によるスペクトル包絡の抽出”, 電子通信学会論文誌, Vol. J62-A, No. 4, pp. 217-223 (1979).
- 井上潤吾: “テキスト音声変換システムにおけるスペクトル包絡特性の合成”, 東京大学工学部卒業論文 (1987).
- 伊藤, 粕谷: “連続音声中の母音変形について”, 日本音響学会音声研究会資料, S83-25 (1983).
- 粕谷英樹: “聴覚特性を考慮した音源パラメータの分析・合成技術の評価”, 重点領域研究研究報告, No. PASL63-8-2 (1988).
- 加藤雅浩: “規則音声合成装置, 使い勝手の向上と低価格化で市場に再挑戦”, 日経エレクトロニクス, No. 461, pp. 171-176 (1988).
- 河井, 広瀬, 藤崎, 若山, : “基本周波数パターン生成モデルにおけるアクセント指令の規格化”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 3-4-16 (1986).
- 河井, 広瀬, 藤崎: “基本周波数パタンの規則合成のためのアクセント指令の規格化”, 日本音響学会音声研究会資料, SP86-93 (1987a).
- 河井, 広瀬, 藤崎: “基本周波数パターン生成モデルにおけるアクセント指令の知覚的検討”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 3-6-6 (1987b).
- 河井, 若山, 藤崎: “韻律語の句中での位置とアクセント成分の大きさとの関係”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-6-1 (1987c).
- 河井, 若山, 広瀬, 藤崎: “天気予報文章からの音声合成における言語処理 — 特にポーズ記号・フレーズ記号の生成 —”, 日本音響学会春季研究発表会講演

- 論文集, 2-1-7 (1988a).
- 河井, 広瀬, 藤崎: “テキストからの音声合成における言語処理と音韻処理”, 日本音響学会音声研究会資料, SP88-10 (1988b).
- 河井, 広瀬, 藤崎: “日本語音声の規則合成のための韻律合成規則”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-2-8 (1988c).
- Klatt, D.: “Software for a Cascade/ Parallel Formant Synthesizer”, J. Acoust. Soc. Am., 67 3, pp. 971-995 (1980).
- Klatt, D.: “The Klattalk text-to-speech system,” Proc. ICASSP 82, pp.1589-1592 (1982).
- Klatt, D.: “Review of Text-to-Speech Conversion for English”, J. Acoust. Soc. Am., 82, 3, pp. 737-793 (1987).
- Martin Philippe: “PHONETIC REALISATIONS OF PROSDIC CONTOURS IN FRENCH”, Speech Communication, 1, pp.283-294 (1982).
- 宮崎正弘: “日本語文音声変換のための数詞読み規則”, 情報処理学会論文誌, vol.25, No. 6, pp.1035-1043 (1984).
- 長倉, 箱田, 壁谷, 平原: “文・音声変換ユニット”, NTT 研究実用化報告, 37, 4/5, pp. 297-304(1988).
- 奥野ほか: “応用統計ハンドブック”, 養賢堂 (1986).
- Pierrehumbert, J.: “Intonation synthesis based on metrical grids”, J. Acoust. Soc. Am. Vol.65, Suppl. 1, S131 (1979).
- 匂坂, 佐藤: “日本語単語連鎖のアクセント規則”, 電子通信学会論文誌, J66-D, 7, pp. 849-856 (1983).
- 佐藤, 藤崎: “ホルマント周波数上での調音結合の定式化と音声自動認識への適用”, 日本音響学会論文誌, 34, 3, pp.177-185 (1978).
- 佐藤, 箱田: “法則による音声合成”, 研究実用化報告, 27, 12, pp.2551-2566 (1978).
- 佐藤, 匂坂, 小暮, 嵯峨山: “日本語テキスト音声変換の検討”, 日本音響学会音声研究会資料, S82-08 (1982).
- 佐藤, 匂坂, 小暮, 嵯峨山: “日本語テキストからの音声合成”, NTT 研究実用化報告, 32, pp.2243-2252 (1983).
- 佐藤大和: “音声生成のための音韻規則と辞書情報”, 電子情報通信学会春季全国大会講演論文集 (1988).
- 白井, 岩田: “音声合成のための単語の強調表現の規則化”, 電子通信学会論文誌

Vol. J70-A, No. 5, pp. 816-821 (1987).

住永洋子：“任意の文章を音声に変換する規則音声合成が実用に”，日経エレクトロニクス，1984.7.2, pp.121-140 (1984).

武田，桑原：“母音無声化の要因と分析手法の検討”，日本音響学会秋季研究発表会講演論文集，3-3-8 (1987).

武田昌一：“任意日本語文音声合成方式とその高品質化”，日本音響学会音声研究会資料，SP88-43, pp. 47-54 (1988).

寺西立年：“日本語音声の規則合成システムGK-SS4”，九州芸術工科大学情報処理センター年報，No. 6 (1987).

若山，河井，藤崎：“テキスト音声合成システムのための言語処理 — 天気予報文章からの音声合成 — ”，日本音響学会音声研究会資料，SP87-114 (1987a).

若山，河井，藤崎：“音声合成のための言語処理 — 天気予報文章からの音声合成を中心として — ”，電子情報通信学会シンポジウム，SA-1-11 (1988b).

若山順彦：“天気予報文章の言語処理にもとづく音声合成”，東京大学工学部修士論文 (1988c).

山根理浩：“天気予報文章からの音声・韻律記号の導出と音声合成”，東京大学卒業論文 (1988).

発表文献

全国大会

- [1] 藤崎, 広瀬, 高橋, 横尾, 河井: “連続音声中のアクセント成分の特徴”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-1-15 (1984).
- [2] 広瀬, 藤崎, 河井, 安田: “日本語文音声合成システムにおける音節蓄積パタンの品質評価と改良”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-5-23 (1985).
- [3] 藤崎, 広瀬, 多田, 河井: “日本語文音声合成のための韻律記号の導出”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1-5-20 (1985).
- [4] 藤崎, 広瀬, 河井: “連続音声合成のためのアクセント記号の導出”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-3-22 (1985).
- [5] 広瀬, 藤崎, 河井: “基本周波数パターン生成モデルにもとづく連続音声合成システム”, 昭和61年度電子通信学会総合全国大会, S26-5 (1986).
- [6] 藤崎, 広瀬, 河井, 橋本: “統語構造を利用した韻律記号導出アルゴリズム”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2-2-12 (1986).
- [7] 藤崎, 広瀬, 河井, 清水: “子音調音が基本周波数パターンにおよぼす影響の基礎的分析”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 3-4-15 (1986).
- [8] 河井, 広瀬, 藤崎, 若山: “基本周波数パターン生成モデルにおけるアクセント指令の規格化”, 音響学会秋季研究発表会講演論文集, 3-4-16 (1986).
- [9] 河井, 広瀬, 藤崎: “基本周波数パターン生成モデルにおけるアクセント指令の知覚的検討”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 3-6-6 (1987).
- [10] 河井, 若山, 藤崎: “韻律語の句中での位置とアクセント成分の大きさとの関係”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-6-1 (1987).
- [11] 藤崎, 若山, 河井, 高橋: “子音調音が基本周波数パターンに及ぼす影響の定量的分析”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-6-2 (1987).
- [12] 河井, 若山, 広瀬, 藤崎: “天気予報文章からの音声合成における言語処理 — 特にポーズ記号・フレーズ記号の生成 —”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2-1-7 (1988).
- [13] 藤崎, 広瀬, 若山, 河井: “天気予報文章からの音声合成における言語処理 — 特に単音記号の生成 —”, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集,

1-1-14 (1988).

- [14] 若山, 河井, 藤崎: “音声合成のための言語処理 — 天気予報文章からの音声合成を中心として —”, 昭和63年度電子情報通信学会全国大会, SA-1-11(1988).
- [15] 河井, 広瀬, 藤崎: “日本語音声の規則合成のための韻律合成規則”, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2-2-8 (1988).

研究会

- 藤崎, 亀田, 河井: “新聞記事情報の階層構造に基づく記事分類・検索システム”, 情報処理学会自然言語処理研究会資料, 44-4 (1984).
- [2] 広瀬, 藤崎, 河井: “連続音声合成システム — 特に韻律的特徴の合成 —”, 日本音響学会音声研究会資料, S85-43 (1985).
- [3] 河井, 広瀬, 藤崎: “基本周波数パタンの規則合成のためのアクセント指令の規格化”, 電子通信学会・日本音響学会音声研究会資料, SP86-93(1987).
- [4] 若山, 河井, 藤崎: “テキスト音声合成システムのための言語処理 — 天気予報文章からの音声合成 —”, 電子情報通信学会・日本音響学会音声研究会資料, SP87-114(1987).
- [5] 河井, 広瀬, 藤崎: “テキストからの音声合成における言語処理と音韻処理”, 電子情報通信学会・日本音響学会音声研究会資料, SP88-10 (1988).

国際学会

- [1] Hirose, K., H. Fujisaki, and H. Kawai: “Generation of Prosodic Symbols for Rule-Synthesis of Connected Speech of Japanese”, Proc. IEEE-IECEJ-ASJ ICASSP 86, 45.4 (1986).
- [2] Fujisaki, H., and H. Kawai: “Realization of word accent in connected speech of Japanese”, Se 15.5, 11th ICPhS (1987).
- [3] Fujisaki, H. and H. Kawai: “Realization of linguistic information in the voice fundamental frequency contour of the spoken Japanese,” Proc. IEEE ICASSP 88, S14.3 (1988).
- [4] Kawai, H. K. Hirose, and H. Fujisaki: “A system for speech synthesis from Japanese orthographic text,” J. Acoust. Soc. Am. Suppl. 1, Vol. 84, J15 (1988).

投稿論文

- [1] 広瀬, 藤崎, 河井, 山口: “基本周波数パターン生成過程モデルにもとづく文章音声の合成”, 電子情報通信学会論文誌 (1989年1月号掲載予定).

謝辞

卒業論文の時から5年半にわたって研究を指導して下さった広瀬助教授と藤崎教授に感謝します。

研究と研究室での生活一般にわたってお世話になった森川助手と高橋技官に感謝します。

その他、一人一人名前を上げることはできませんが、数多くの藤崎・広瀬研究室の大学院学生、学部学生の方々にも感謝します。

付録 1 規則を適用して生成した
記号列の例

ここでは、韻律記号生成規則の適用例として、『国鉄清算事業団』に関するある報道文全文について、規則が適用される様子を細かく見ていく。

1. テキスト

取り上げる報道文は、NHK総合テレビの午後7時のニュースから書き取ったものである。テキストは、次に示すように5つの文からなっている。

文1： 国鉄清算事業団は、今日資産処分審議会を開いて
旧国鉄用地の売却に当たっては公開競争入札を原則とするが
地価が高騰している地域では国有地の処分に適用されているのと同じ
転売規制を設けるという基本方針を決めました。

文2： 旧国鉄の借金返済のため3350ヘクタールの旧国鉄用地が
国鉄清算事業団によって売却されますが
今日開かれた事業団の資産処分審議会で
売却に当たっての基本方針が審議されました。

文3： その結果、原則としては公開競争入札で売却していくことを
正式に決めました。

文4： しかし公開競争入札で売却する場合でも
いわゆる土地転がしによる地価の高騰を防ぐために
地価の値上がり著しい東京都心などでは10年間転売を禁止し
これに違反した場合は転売によって得た利益を徴収するなど
国有地の処分に適用されているのと同じ転売規制を設けることになりました。

文5： 旧国鉄用地の売却は早ければ今年の8月頃から始まりますが
地域全体で土地利用計画を協議する必要があるものや
東京都心にある汐留貨物駅跡地など大規模用地については
その都度処分審議会に処分方法を諮らなければならず
関心を集めている大規模用地の売却はまだかなりの時間がかかる見通しです。

2. 休止記号・フレーズ記号の生成

2.1 休止記号・フレーズ記号生成規則の適用過程・適用結果

まず、文間については、5.5.2で述べた休止記号・フレーズ記号の生成規則のうち(1)の規則を適用して(以下、規則の番号は5.5.2で述べたものをさすものとする)、文1の直前に P_1 、文1と文2、文2と文3、文3と文4、文4と文5の間にそれぞれ $P_0S_1P_1$ 、文5の直後に P_0 を置く。

次に、各文について述べる。まず文1。規則(1)によって、「国鉄清算事業団は～開いて」と「旧国鉄用地の～原則とするが」の直後にそれぞれ S_3P_2 を置く。規則(4)によって、「国鉄清算事業団は」、「～地域では」の直後にそれぞれ P_3 を置く。なお、「今日」の直後には、(b)の規定によって P_3 を置かない。(6)によって、「旧国鉄用地の」、「公開競争入札を」、「処分に」、「設けるといふ」の直後にそれぞれ P_3 を置く。規則(7)によって、「～売却に当たっては」、「～適用されているのと同じ」の直後にそれぞれ S_3P_3 を置く。

文2。規則(2)によって、「旧国鉄の～売却されますが」と「今日～審議されました」の直後にそれぞれ S_2P_2 を置く。規則(4)によって、「旧国鉄の」、「3350ヘクタールの」、「旧国鉄用地が」、「開かれた」の直後にそれぞれ P_3 を置く。規則(6)によって「国鉄清算事業団によって」、「事業団の」、「売却に当たっての」、「基本方針が」の直後にそれぞれ P_3 を置く。規則(7)によって「借金返済のため」、「～資産処分審議会で」の直後にそれぞれ S_3P_3 を置く。

文3。規則(4)によって、「その結果」の直後に S_3P_3 、「原則としては」、「いくことを」の直後にそれぞれ P_3 を置く。規則(6)によって「公開競争入札で」の直後に P_3 を置く。

文4。規則(3)によって、「しかし～禁止し」と「これに～徴収するなど」の直後にそれぞれ S_3P_2 を置く。規則(4)によって、「土地転がしによる」、「著しい」、「10年間」、「違反した場合は」、「適用されているのと同じ」の直後にそれぞれ P_3 を置く。なお、「いわゆる」の直後には、(b)の規定によって P_3 を置かない。規則(6)によって「公開競争入札で」、「転売によって得た」、「国有地の処分に」、

「転売規制を」の直後にそれぞれP₃を挿入する。規則(7)によって「売却する場合でも」, 「高騰を防ぐために」, 「東京都心などでは」の直後にそれぞれS₃P₃を置く。なお, アクセント記号生成の際に, 文頭のP₁はP₂に変更され, 「しかし」の直後にP₁が新たに挿入される。

文5. 規則(2)によって, 「始まりですが」と「諮らなければならず」の直後にS₂P₂を置く。規則(4)によって, 「汐留貨物駅跡地など」の直後にS₃P₃, 「早ければ」, 「地域全体で」, 「東京都心にある」, 「処分審議会に」, 「関心を集めている」の直後にそれぞれP₃を置く。なお, 「まだ」の直後には, (b)の規定によってP₃を置かない。規則(6)によって, 「8月頃から」, 「土地利用計画を」, 「処分方法を」, 「まだかなりの」の直後にそれぞれP₃を置く。規則(7)によって, 「旧国鉄用地の売却は」, 「協議する必要のあるものや」, 「大規模用地については」, 「大規模用地の売却は」の直後にそれぞれS₃P₃を置く。

3. アクセント記号の生成

まず, アクセント変形の範囲の境界を以下のように決める。境界は/で示した。また, 適用される規則の番号(5.5.3のアクセント変形の範囲の境界に関する規則の番号)をその下に付した。ただし, 適用される規則が, 規則(1)(ICRLB境界をアクセント変形の範囲の境界とする規則)である場合は省略した。

文1: 国鉄清算事業団は/今日/資産処分審議会を開いて/

旧国鉄用地の売却に当たっては/公開競争入札を⁽⁴⁾原則とするが/
地価が高騰している地域では/国有地の処分に適用されているのと同じ
転売規制を設けるという基本方針を決めました

文2: 旧国鉄の/借金返済のため/3350ヘクタールの/旧国鉄用地が/

国鉄清算事業団によって売却されますが/
今日開かれた/事業団の資産処分審議会で/
売却に当たっての基本方針が審議されました

文3: その結果/原則としては/公開競争入札で⁽⁴⁾売却していくことを/

正式に決めました

- 文4： しかし／公開競争入札で 売却する場合でも／
 (4)
 いわゆる土地転がしによる／地価の高騰を防ぐために／
 地価の値上がりが著しい東京都心などでは／10年間／転売を禁止し／
 これに 違反した場合は／転売によって得た利益を徴収するなど／
 (4)
 国有地の処分に適用されているのと同じ／転売規制を設けることになりました
- 文5： 旧国鉄用地の売却は／早ければ／今年の8月頃から始まりますが／
 地域全体で／土地利用計画を 協議する必要があるものや／
 (4)
 東京都心にある／汐留貨物駅跡地など／大規模用地については／
 (3)
 その都度／処分審議会に／処分方法を諮らなければならず／
 関心を集めている大規模用地の売却は／
 まだ／かなりの時間がかかる見通しです

次に、アクセント指令の大きさを表す記号を以下のように割り当てる。1つのアクセント変形の対象範囲ごとに、構成韻律語素のアクセント型と重要度、適用された規則（5.5.3のアクセント変形の規則の番号で示す）、生成されたアクセント記号列を示す。重要度は特に断わらないかぎり0Emphである。

文1：

国鉄清算事業団は(D)

規則： (3).

記号列： D_H

今日(D)

規則： (3).

記号列： D_H

資産処分審議会を(D) 開いて(D)

規則： (3), (4).

記号列： D_HD_M

旧(D) 国鉄用地の(D) 売却に(F) 当たっては(D)

規則： (3), (4), (5).

記号列： D_HD_MF_MD_M

公開競争入札を(D) 原則と(F) するが(D, -Emph)

規則： (3), (4).

記号列： D_HF_MD_M

地価が(D)高騰(F)して(F, -Emph)いる(F, -Emph)地域では(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HF_MF_MF_MD_M

国有地の(D)処分に(D)適用(F)されて(F, -Emph)

いるのと(D, -Emph)同じ(F)転売規制を(D)設けると(D)

いう(F, -Emph)基本方針を(D)決めました(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_MF_MF_MD_MF_MD_MD_MF_LD_MD_M

文2：

旧(D)国鉄の(F)

規則：(3), (5). 記号列：D_HF_M

借金(D)返済のため(F)

規則：(3), (5). 記号列：D_HF_M

3(D)3(D)50ヘクタールの(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_MD_M

旧(D)国鉄用地が(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_M

国鉄清算事業団によって(D)売却(F)されますが(D, -Emph)

規則：(3), (4), (5). 記号列：D_HF_MD_M

今日(D)開かれた(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_M

事業団の(D)資産処分審議会で(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_M

売却に(F)当たっての(D)基本方針が(D)

審議(D)されました(D, -Emph)

規則：(2), (3), (4). 記号列：F_HD_HD_MD_MD_L

文3：

その(F)結果(F)

規則：(1). 記号列：F_MF_M

原則としては(D)

規則： (3). 記号列： D_H

公開競争入札で(D)売却(F)して(F, -Emph)

いく(F, -Emph)ことを(D, -Emph)

規則： (3), (4), (5). 記号列： D_HF_MF_MF_MD_M

正式に(F)決めました(D)

規則： (2), (3). 記号列： F_HD_H

文4:

しかし(D, -Emph)

規則： (3). 記号列： (P₂)D_M(P₁)

公開競争入札で(D)売却(F)する(F, -Emph)場合でも(D)

規則： (3), (4), (5). 記号列： D_HF_MF_MD_M

いわゆる(D)土地転がしによる(D)

規則： (3), (4). 記号列： D_HD_M

地価の(D)高騰を(F)防ぐために(D)

規則： (3), (4), (5). 記号列： D_HF_MD_M

地価の(D)値上がり(F)が著しい(D)東京都心などでは(D)

規則： (3), (4), (5). 記号列： D_HF_MD_MD_M

10年間(D)

規則： (3). 記号列： D_H

転売を(F)禁止(F)し(F, -Emph)

規則： (1). 記号列： F_MF_MF_M

これに(F)違反(F)した(F, -Emph)場合は(F)

規則： (1). 記号列： F_MF_MF_MF_M

転売によって(F)得た(D)利益を(D)徴収(F)するなど(D, -Emph)

規則： (2), (3), (4), (5). 記号列： F_HD_HD_MF_MD_M

国有地の(D)処分に(D)適用(F)されて(F, -Emph)

いるのと(D, -Emph)同じ(F)

規則： (3), (4), (5). 記号列： D_HD_MF_MF_MD_MF_M

転売規制を(D)設ける(D)ことに(D, -Emph)なりました(D, -Emph)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_MD_LD_L

文5：

旧(D)国鉄用地の(D)売却は(F)

規則：(3), (4), (5). 記号列：D_HD_MF_M

早ければ(D)

規則：(3). 記号列：D_H

今年の(F)8月頃から(D)始まりますが(D)

規則：(2), (3), (4). 記号列：F_HD_HD_M

地域全体で(D)

規則：(3). 記号列：D_H

土地利用計画を(D)協議(D)する(F, -Emph)必要の(F)あるものや(D)

規則：(3), (4), (5). 記号列：D_HD_MF_LF_MD_M

東京都心に(F)ある(D)

規則：(2), (3). 記号列：F_HD_H

汐留貨物駅(D)跡地など(D)

規則：(3), (5). 記号列：D_HD_M

大規模用地については(D)

規則：(3). 記号列：D_H

その(F)都度(D)

規則：(2), (3). 記号列：F_HD_H

処分審議会に(D)

規則：(3). 記号列：D_H

処分方法を(D)諮らなければならず(D)

規則：(3), (4). 記号列：D_HD_M

関心を(F)集めて(D)いる(F, -Emph)大規模用地の(D)売却は(F)

規則：(2), (3), (4), (5). 記号列：F_HD_HF_LD_MF_M

まだ(D)

規則： (3).

記号列： D_H

かなりの(D)時間が(F)かかる(D, -Emph)見通しです(D)

規則： (3), (4), (5).

記号列： D_HF_MD_MD_M

4. 生成された韻律記号列

テキスト全体の韻律記号列を示す。ただし、韻律記号だけではなく単音記号も含まれている。

文1： 国鉄清算事業団は、今日資産処分審議会を開いて
旧国鉄用地の売却に当たっては公開競争入札を原則とするが
地価が高騰している地域では国有地の処分に適用されているのと同じ
転売規制を設けるという基本方針を決めました。

P₁ ko D_H ku te tsu se : sa n zi gjo A₀ o da N wa

P₃ D_H kjo : A₀ ji D_M sa N jo bu N ji N gi A₀ ka i o hi D_M ra A₀ i te

S₃ P₂ D_H kju A₀ : ko D_M ku te tsu jo A₀ : tji no

P₃ ba F_M i kja ku ni a A₀ D_M ta tte A₀ wa

S₃ P₃ ko D_H : ka i kjo : so : nju A₀ : sa tsu o

P₃ ge F_M N so ku to su A₀ D_M ru A₀ ga

S₃ P₂ D_H tji A₀ ka ga ko F_M : to : ji A₀ F_M te i A₀ F_M ru A₀

D_M tji A₀ : ki de wa

P₃ ko D_H ku ju A₀ : tji no D_M jo A₀ bu N ni

P₃ te F_M ki jo : sa A₀ F_M re te i A₀ D_M ru A₀ no to o F_L na zi A₀

S₃ P₃ te D_M N ba i ki A₀ se : o mo D_M : ke A₀ ru to i F_L u A₀

P₃ ki D_M ho N ho A₀ : ji N o ki D_L me ma A₀ ji ta

P₀ S₁

文2： 旧国鉄の借金返済のため3350ヘクタールの旧国鉄用地が

国鉄清算事業団によって売却されますが

今日開かれた事業団の資産処分審議会で

売却に当たっての基本方針が審議されました。

P₁ D_H k_ju A₀ : ko F_M k_u te tsu no A₀

P₃ D_H ja A₀ kki N he F_M N sa i no ta me A₀

S₃ P₃ sa D_H N ze A₀ N D_M sa A₀ N bja ku go D_M zju : he k_u ta A₀ : ru no

P₃ D_H k_ju A₀ : ko D_M k_u te tsu jo A₀ : tji ga

P₃ ko D_H k_u te tsu se : sa N zi gjo A₀ : da N ni jo tte

P₃ ba F_M i kja k_u sa A₀ D_M re ma A₀ su ga

S₂ P₂ D_H kjo A₀ : hi D_M ra ka A₀ re ta

P₃ zi D_H gjo A₀ : da N no

P₃ ji D_M sa N jo bu N ji N gi A₀ ka i de

S₃ P₃ ba F_H i kja ku ni a A₀ D_H ta tte A₀ no

P₃ ki D_M ho N ho A₀ : ji N ga

P₃ D_M ji A₀ N gi sa D_L re ma A₀ ji ta P₀ S₁

文3： その結果、原則としては公開競争入札で売却していくことを

正式に決めました。

P₁ so F_M no ke kka A₀

S₃ P₃ ge D_H N so k_u to ji te A₀ wa

P₃ ko D_H : ka i kjo : so : nju A₀ : sa tsu de

P₃ ba F_M i kja ku ji A₀ F_M te i A₀ F_M ku ko A₀ D_M to A₀ o

P₃ se F_M : ji ki ni ki A₀ D_M me ma A₀ ji ta P₀

文4： しかし公開競争入札で売却する場合でも

いわゆる土地転がしによる地価の高騰を防ぐために
地価の値上がり著しい東京都心などでは10年間転売を禁止し
これに違反した場合は転売によって得た利益を徴収するなど
国有地の処分に適用されているのと同じ転売規制を設けることになりました。

P₂ ji D_M ka A₀ ji
P₁ ko D_H : ka i kjo : so : nju A₀ : sa tsu de
P₃ ba F_M i kja ku su A₀ F_M ru ba A₀ D_M : i de A₀ mo
S₃ P₃ i D_H wa A₀ ju ru to D_M tji ko A₀ ro ga ji ni jo ru
P₃ D_H tji A₀ ka no ko F_M : to : o fu A₀ D_M se A₀ gu ta me ni
S₃ P₃ D_H tji A₀ ka no ne F_M a ga ri ga i A₀ D_M tji zi ru ji A₀ :
P₃ to D_M : kjo : to ji N na A₀ do de wa
S₃ P₃ zju D_H : ne A₀ N ka N
P₃ te F_M N ba i o ki A₀ F_M N ji A₀ F_M ji A₀
S₂ P₂ ko F_M re ni i A₀ F_M ha N ji A₀ F_M ta ba : i wa A₀
P₃ te F_H N ba i ni jo tte A₀ D_H e A₀ ta
P₃ D_M ri A₀ e ki o tfo F_M : ju : su A₀ D_M ru A₀ na do
S₃ P₂ ko D_H ku ju A₀ : tji no D_M fo A₀ bu N ni
P₃ te F_M ki jo : sa A₀ F_M re te i A₀ D_M ru A₀ no to o F_M na zi A₀
P₃ te D_M N ba i A₀ ki se : o
P₃ mo D_M : ke A₀ ru ko D_L to A₀ ni na D_L ri ma A₀ ji ta
P₀ S₁

文5： 旧国鉄用地の売却は早ければ今年の8月頃から始まりますが
地域全体で土地利用計画を協議する必要のあるものや
東京都心にある汐留貨物駅跡地など大規模用地については
その都度処分審議会に処分方法を諮らなければならず
関心を集めている大規模用地の売却はまだかなりの時間がかかる見通しです。

P₁ D_H k_Ju A₀ : ko D_M ku te tsu jo A₀ : t_Ji no ba F_M i k_Ja ku wa A₀
 S₃ P₃ D_H ha A₀ ja ke re ba
 P₃ ko F_H to f_Ji no ha A₀ D_H t_Ji ŋa tsu go ro ka ra
 ha D_L ʒi ma ri ma A₀ su ŋa
 S₂ P₂ D_H t_Ji A₀ : ki ze F_L N ta i de A₀
 P₃ to D_H t_Ji ri jo : ke A₀ : ka ku o
 P₃ D_M k_Jo A₀ : ŋi su F_L ru A₀
 hi F_M tsu jo : no A₀ D_M a A₀ ru mo F_L no A₀ ja
 S₃ P₃ to F_H : k_Jo : to f_Ji N ni A₀ D_H a A₀ ru
 P₃ f_Ji D_M o do me ka mo tsu A₀ e ki a D_L to t_Ji na A₀ do
 S₃ P₃ da D_H i ki bo jo A₀ : t_Ji ni D_L tsu A₀ i te wa
 S₃ P₃ so D_H no tsu A₀ do fo D_H bu N f_Ji N ŋi A₀ ka i ni
 P₃ fo D_H bu N ho A₀ : ho : o
 P₃ ha D_M ka ra A₀ na ke re ba na D_L ra A₀ zu
 S₂ P₂ ka F_H N f_Ji N o a A₀ D_H tsu A₀ me te A₀ F_L i ru A₀
 P₃ da D_M i ki bo jo A₀ : t_Ji no ba F_M i k_Ja ku wa A₀
 S₃ P₃ D_H ma A₀ da D_H ka A₀ na ri no
 P₃ ʒi F_M ka N ŋa ka A₀ D_M ka A₀ ru mi D_L to : f_Ji de A₀ su
 P₀

付録 2 実験システムのマニュアル

第1部 概説

筆者が博論の実験システムとして作成したテキスト音声合成システムを「旧音声合成システム」と称する。

1988年末から、4つの直列パスをもつ新しい合成器（「次期合成器」と称する）の開発を進めているが、旧音声合成システムにはこの次期合成器は組み込まれておらず、Klatt式の直並列合成器が用いられている。次期合成器を核とした音声合成システムを作成するためには、それに合わせた①言語処理部、②音韻処理部、③音響パラメータ生成部を新たに開発する必要がある（特に③。①、②は、旧音声合成システムのものを多少改良すれば使えるであろう）。

旧音声合成システムは、以下の3つのプログラムからなっており、すべてVAXstation3500上に存在する。

- (1) TSC: 天気概況のテキストを入力とし、統語境界、音韻属性、品詞、重用度を出力するプログラム。
- (2) PSGEN2: 統語境界、音韻属性、品詞、重用度を入力とし、単音記号および韻律記号の列を出力するプログラム。
- (3) SSC: 単音記号および韻律記号の列を入力とし、音響パラメータ、次いで音声信号を生成するプログラム。

第2部 TSC

1. 機能

天気概況のテキストを解析し、統語境界、音韻属性、品詞、重用度を出力する。入力テキストは天気概況に限られる。語彙に関する情報（音韻属性、品詞、重用度）は、辞書に記載された内容がそのまま出力される。解析方法はかなり簡略化されたものなので、完全な解析結果が得られない場合もないわけではない。

なお、TSC、PSGEN2、SSCを次々に実行するデモ用プログラムとして、TSC_DEMOも用意されている。

2. 動作環境

- (1) 使用言語: VAX LISP
- (2) ディレクトリ: SYS\$SYSDEVICE:[KAWAI.TENKI]

(3) ファイル

主入力: テキスト(.TEN)

補助入力:

- ①辞書(TENKI1.LEX, TENKI2.LEX). TENKI1.LEX, TENKI2.LEXの順に読み込まれる. これらが両方とも存在している必要はない. 両者の間に項目の重複がある場合は, TENKI1.LEXの方が優先される.
- ②解析規則(TENKI1.RUL, TENKI2.RUL). TENKI1.RUL, TENKI2.RULの順に読み込まれる. これらが両方とも存在している必要はない. 両者の間に項目の重複がある場合は, TENKI2.RULの方が優先される.
- ③右依存/非右依存境界辞書(TENKI1.LB).

中間出力: 語彙に関する情報も含む構文木(.TRE).

主出力: 統語境界, 音韻属性, 品詞, 重用度(.BOU).

(4) 関連記号・論理名

- ①TSC TSCを起動するための記号.
 - ②TSC_DEMO TSC_DEMOを起動するための記号.
 - ③TENKI\$DIR テキストがあるディレクトリ.
- これらの内容を知りたければ, VMSのSHOW LOGICALコマンドあるいはSHOW SYMBOLコマンドで表示させるか, あるいはSYS\$SYSDEVICE:[KAWAI]LOGIN.COMの中を調べるとよい.

3. 使用の手引

(1) VMSのコマンドモード (プロンプトは\$) で次のように入力する.

\$TSC

TSC_DEMO の場合は, TSC_DEMOと入力する.

(2) 辞書ファイル, 解析規則, 境界辞書順次読み込んだ後, テキストファイル名を聞いてくるので, ディレクトリ名と識別子を省略して入力する.

例: 87100111

(3) 解析が行われ, 中間出力ファイル (上の例では87100111.TRE), 主出力ファイル (上の例では87100111.BOU) がカレントディレクトリに出力される.

(4) TSC_DEMOでは, この後引き続いてPSGEN2, SSCが実行される.

4. 拡張

(1) 辞書を拡充する際の注意事項

- ①TENKI1.LEXまたはTENKI2.LEXに項目を追加する. 重複が起こらないように注意する.
- ②フォーマットは既存の項目を参照する. 活用形は解析には必要ないので, すべての活

用形を書く必要はないが、活用形リストと音韻属性リストは必ず対応していなければならない。照合はリストの先頭から行われ（第1要素は語幹、NILでもよい）、一致した時点で走査が打ち切られる。

③ファイル中の項目の照合は、ファイルの先頭から行われ、一致した時点で走査が打ち切られるので、先頭部分列が同一の項目が複数ある場合は、長いものから先に書く。

第3部 PSGEN2

1. 機能

統語境界、品詞、音韻属性を入力とし、単音記号および韻律記号の列を生成する。

天気概況に限らず一般のテキストを対象としている。単語の音韻属性から韻律語の音韻属性を決定する機能はあるが、臨時的複合語の音韻属性を決定する機能はない。

2. 動作環境

(1) 使用言語: VAX C

(2) ディレクトリ: SYS\$SYSDEVICE:[KAWAI.PSGEN]

(3) ファイル

主入力: テキストの統語境界、音韻属性を記述したファイル（「統語境界ファイル」と呼ぶ。識別子はBOU）。

補助入力: 付属語の音韻属性を記述したファイル。

主出力: 単音記号・韻律記号の列。

(4) 関連記号、論理名

PSGEN2

PSGEN2\$SYMDEF

PSGEN2\$SYMDEF2

PSGEN2\$SYMDEF3

PWORDACC\$DAT

3. 統語境界ファイルの記述の仕方

行単位で統語境界の種類、あるいは韻律語素の主要部（ほぼ自立語の部分）・付属語の表記、品詞、音韻属性を記述する。

統語境界として認識されるのは、PARAGRAPH、SENTENCE、CLAUSE-GROPE、CLAUSE、ICRLB、

PARALLELであり、先頭に%をつけて書く。種類の異なる境界が連続するときは、最も大きいものが優先される。

表記、品詞、音韻属性の間はホワイトスペースで区切る。品詞は、～助動詞、～詞であれば付属語とみなされ、そうでなければ自立語とみなされる。単に〈自立語〉／〈付属語〉と書いてもよい。付属語の音韻属性の内容は無視されるが、省略することはできない。

4. 使用の手引

(1) VMSのコマンドモードで次のように入力する。

\$PSGEN2 [オプション] 〈ファイル名〉

(2) オプション:

-v ... 走行レポートを表示する。

-E ... +Emphを無視する。

-e ... -Emphを無視する。

-3 ... ICRLB境界に必ずP3を挿入する。

(3) ファイル名には拡張子をつけない。

(4) 処理が一見うまくいっても、入力ファイル中の音韻属性（特に音素表記）が正しくないと、SSCで正しく処理できないことがある。

5. 拡張

新しい. BOUファイルを作成してPSGEN2を実行したとき、フォーマットは正しいにもかかわらずうまく処理されないことの原因として最もありがちなのは、付属語音韻属性ファイルに記載されていない付属語が. BOUファイルに含まれていることである。

このような場合、付属語音韻属性ファイルに当該付属語の表記、結合の型、音韻属性をホワイトスペースで区切った1行を追加する。複数の複合語を1つのまとまりとして扱いたいときは、表記をコロンの区切って書く。例えば、「(～し)て・い・ます」では、表記の部分を“て:い:ます”と書く。

1. 機能

- (1) 単音記号・韻律記号の列→音節蓄積パターン結合プログラムへのコマンドの変換.
- (2) 音節蓄積パターン結合プログラムのコマンド→音響パラメータの変換.
- (3) 音響パラメータ→音声信号の変換.
- (4) F_0 指令, 音響パラメータ, 音声信号の表示.
- (5) 音声信号のDA変換.
- (6) パラメータおよびPCMファイルの管理.

2. 動作環境

- (1) 使用言語: VAX FORTRAN
- (2) ディレクトリ: SYS\$SYSDEVICE:[KAWAI.SSC]
- (3) ファイル:
- (4) 関連記号, 論理名

SSC\$DIR

SSC\$CV_TABLE

SSC\$PROF

SSC

3. 使用の手引

3. 1 機能およびコマンド

- (1) 単音記号および韻律記号の列を音響パラメータ生成部への指令に変換する.

SYM[TR] <記号ファイル名> [<コマンドファイル名>]

<コマンドファイル名>を省略するとCVED.COMDが使われる.

- (2) 音響パラメータを生成する.

CVED [<コマンドファイル名>]

<コマンドファイル名>を省略するとCVED.COMDが仮定される.

- (3) 音響パラメータを音声信号に変換する.

VG

- (4) 音響パラメータの編集.

PE[DIT]

(5) DA変換を行う。

DA [R]

Rで繰り返しを指定。

(6) 音響パラメータ・音声信号の表示。

FOPLOT [LBP|WS|CLR] [<LIMIT>]

LBPでレーザービームプリンタ，WSで端末に出力。CLRで端末の画面をクリア。

<LIMIT>で表示の範囲（終点）を指定。単位はms。

このコマンドを実行すると，TMP.FOとTMP.FOCMD が作成される。

A[UTO]FOP [ON|OFF] [<LIMIT>]

RUNコマンドの実行時に，FOPLOTコマンドも自動的に実行する。

<LIMIT>はFOPLOTコマンドのものと同じ。

(7) PCMおよびパラメータファイルの管理。

U[SE] [<パラメータデータセット名>] [<PCMデータセット名>]

使用するパラメータデータセット名，PCM データセット名を指定する。

引数を指定しないと，現在登録されているデータセット名が表示される。

DL[IST]F [A[LL]]

PCMデータセットの内容を表示する。

DINIT

PCMデータセットを初期化する。

DLO[AD] <ファイル番号>

PCMファイルをバッファにロードする。

DSA[VE] <ファイル番号>

PCMファイルをデータセットにセーブする。

PL[IST]F [A[LL]]

パラメータデータセットの内容を表示する。

PDINIT

パラメータデータセットを初期化する。

PDLO[AD] <ファイル番号>

パラメータファイルをバッファにロードする。

PDSA[VE] <ファイル番号>

パラメータファイルをデータセットにセーブする。

PPACK

パラメータデータセットの無効領域を詰める。

(8) その他

S[ET] [FREQ|LSTR|NWS|GO|GOQ|GSK|BA|BL|SL [値]]

VGおよびDAコマンドを実行する際のパラメータを指定／表示する。

FREQ ... サンプリング周波数,

LSTR ... (音響) パラメータの最後の部分を引き延ばす長さ (ms単位),

NWS ... 1フレームの長さ (サンプル数),

GO ... オーバーオールゲイン,

GOQ ... 有声音源パルスのOPEN QUOTIENT,

GSK ... 有声音源パルスのSKEW,

BA ... BEEPの大きさ,

BL ... BEEPの長さ,

SL ... BEEPと音声信号の間の無音部の長さ.

R[UN] [〈記号ファイル名〉]

SYMTR, CVED, VG, DA (AUTOFOPLOTTの指定によってはさらにFOPLOTT)の各コマンドを順次実行する.

〈記号ファイル名〉の識別子.PPSは省略する. また, 〈記号ファイル名〉自体を省略すると, 前回指定したファイル名が仮定される.

コマンドファイルは常にCVED.CMDが使われる.

FOOUT

F_0 と F_0 コマンドをファイルに出力する.

H[ELP]

SSCの使用方法を表示する.

END

SSCを終了する.

SETコマンドで指定したパラメータはSSC\$PROFに記憶され, 次のSSCセッションに引き継がれる.

先頭に!をつけると, OSのコマンドとして実行される.

!!と入力すると, 直前のコマンドが再実行される.

複数のコマンドを1行に書きたいときは, ;で区切る.

データセットのバージョン番号を指定するときは, ;の代わりに#を使う.

SSCは, SSCを起動する際に引き数としてSSCのコマンドを指定することによって非対話モードでも使用できる.

例: \$SSC RUN TG; U TMP.PARM; PINIT; PSAVE 1

3. 2 PEDITのコマンド

編集の対象となる最小単位はフィールドである。1つのフィールドには、ある時点のあるパラメータの値が格納される。バッファはレコード単位で確保されている。レコードは、ある時点におけるすべてのパラメータ（値が指定されているかどうかにかかわらず、合成器のすべてのパラメータ）のフィールドをまとめたものであり、1つのレコード中には値が指定されていないフィールドと指定されているフィールドが混在しうる。

(1) 〈時間範囲〉

〈時間範囲〉内に含まれるパラメータフィールドの内容を表示する。

〈時間範囲〉は、〈始点〉[〈終点〉]の形式で指定する。単位はms。また、バッファ先頭時点は"で、末尾の時点は\$で表すことができる。

(2) 〈時間範囲〉S〈値〉

〈時間範囲〉内のフィールドに値を設定する。値として-1を指定すると、未設定状態になる。

(3) ED〈パラメータ名〉

編集対象とするパラメータを指定する。

(4) MA[KE]

レコードを作成する。フィールドに値を設定するためには、レコードが存在している必要がある。

(5) DEL

レコードを削除する。

(6) SHIFT〈時間〉

時間シフトを行う。

(7) PRINT

バッファの内容をプリンタに出力する。

(8) LO[AD]〈ファイル番号〉

パラメータファイルをバッファにロードする。

(9) SA[VE]〈ファイル番号〉

パラメータファイルをデータセットにセーブする。

(10) !

バッファの内容をもとに音声信号を合成し、DA変換を行う。

(11) END

PEDITを終了する。

3. 3 単音記号・韻律記号列ファイルの書き方

単音記号・韻律記号列ファイルの内容は、制御命令と記号ブロックからなる。制御命令は行頭に/を書く。記号ブロックは制御命令の/BLOCKで始まり、任意の制御命令で終了する。

制御命令

(1) SET 〈パラメータ〉〈値〉

パラメータに値をセットする。指定できるパラメータは、

FMIN ... F_0 モデルのFMIN,

ALPHA ... F_0 モデルの α , BETA ... F_0 モデルの β ,

FMAX ... フレーズ指令をピークレベルで指定する場合の基準レベル,

SR ... 発話速度 (morae/s単位)。

(2) DEF[INE] 〈記号〉〈種類〉〈値〉

韻律記号を定義する。〈記号〉は8文字以内。

〈種類〉はPAUSE, PHRASE, ACCENT, ARESET。

〈値〉は、それぞれの〈種類〉に応じた値を指定する。PAUSEはms単位。PHRASEを絶対値で指定する場合はABSOLUTE, ピークレベルで指定する場合はLEVEL, 末尾レベルで指定する場合はTAIL_LEVELをそれぞれ〈値〉の後ろに指定する。ただし、ABSOLUTEは省略可能。

ARESETには〈値〉を指定しない。

(3) INCLUDE 〈ファイル名〉

ファイルの内容をINCLUDEする。記号定義に使うと便利。

(4) BLOCK [SKIP]

記号ブロックを開始する。SKIPを指定すると、そのブロックは無視される。

(5) *

コメント。記号ブロックの終了にも使える。

(6) EXIT

現在のファイルからの読み込みを中止する。

記号ブロックの書き方

音節記号および韻律記号からなる。

音節記号はSSC\$CV_TABLE中で定義されているものを使う。音節記号には、'〈引数1〉, 〈引数2〉'の形で引数を指定できる。第1の引数はアンプリチュードの調整量 (dB単位), 第2の引数は持続時間の調整量 (ms単位) である。

韻律記号はDEFINE命令で指定したものを使う。'〈引数〉'の形で時点の調整量 (ms単位) を指定できる。

第5部 デモンストレーションの手引

VAXstation3500上では、次の2種類のデモができる。

- (1) 天気概況テキスト→音声のデモ。
- (2) 単音記号・韻律記号→音声のデモ。

1. 準備

- (1) VAXstation3500を立ち上げる。
- (2) MicroVAX IIを立ち上げる。(MicroVAX IIのDA変換器をネットワーク経由で使うため)
- (3) DASBOX (DA変換器), フィルタ, テープデッキ, パワーアンプの電源をこの順番に入れる。テープデッキのモニタスイッチを“SOURCE”にする。テープデッキおよびパワーアンプのボリュームを調節する。
- (4) VAXstation3500にユーザ名KAWAIでLOGINする。

2. 天気概況テキスト→音声のデモ

- (1) カレントディレクトリを変える。
\$CD SYNTH
- (2) TSC_DEMOを呼び出す。
\$TSC_DEMO
- (3) 辞書類の読み込みが終了と、テキストのファイル名を入力するようにメッセージがあるので、言われた通りにする。例えば1987年10月01日11時の天気概況を処理したければ、
87100111
と入力する。処理可能なファイルは、ディレクトリTENKI\$DIRの下にある.TENファイルである。
- (4) この後順次処理が行われ、最終的に合成音声が出力される(DA変換)。この際、
ENTER NULL TO REPEAT -
というメッセージが出る。もう一度合成音声を聞きたければ、単にリターンを押下する。聞きたくなければ、何か適当な文字を入力し(1文字でよい)、リターンを押下する。
- (5) 中間結果を表示するウィンドウがOSの都合でうまく開かれないことがある。その場合は、CTL-YでLISPのコマンドモード入り、(EXIT)コマンドでVMSのコマンド入力モードに抜け、もう一度(1)からやり直してみる。
- (6) テキスト解析の手法があまり精密ではないので、TENKI\$DIRの下のテキストがすべて正しく処理できるわけではない。処理がうまくいくかどうかを事前に確認しておくこと

が必要である。

3. 単音記号・韻律記号→音声のデモ

(1) カレントディレクトリを変更する。

```
$CD SYNTH
```

```
$CD NEWS
```

(2) カレントディレクトリにある記号列ファイル（識別子.PPS）を確認しておく。

```
$DIR *.PPS
```

(3) SSCを呼び出し、変換処理を実行する（例えば、JNR2.PPS）。

```
$$SSC
```

```
>RUN JNR2
```

(4) SSCを終了する。

```
>END
```

(5) [KAWAI.SYNTH.NEWS]の下にある記号列ファイルはすべてデバッグ済みである。ただし、いずれもかなり長いので、料理番組のように事前にRUN コマンドを実行しておき、デモの際はDAのみ行うようにするとよい。

補遺

PSGEN2が出力した記号列ファイルをデバッグするための手引

(1) PSGEN2は、連節／節境界間の距離が長くなっても休止記号を挿入しないので、エディタを使って自分でS3P2などを追加する。

(2) PSGEN2は、長いICRLB にフレーズ記号を挿入する際、D-D、D-F間にしか挿入しない。しかし、実際はF-FやF-D間にも挿入して差し支えないので、手動で追加する。その際、挿入したフレーズ記号の前後のアクセント成分の立ち下がり・立ち上がりの時点を調整する必要がある（SSCのFOPLOTT コマンドで F_0 パターンを確認しながら調整するとよい）。

(3) 長いICRLB に追加されるフレーズ記号は常にP3であるが、もう少し小さい方が自然であることが多いので、P36、P35、P34 など（いずれもピークレベル指定）を使って調整する。

(4) フレーズ指令の時点の調整。韻律句の句頭の韻律語が頭高型の時は100ms 程度前にずらすとよい。

(5) アクセント指令の時点の調整.

- ①発話速度によっては、高い部分が1モーラしかないアクセント成分が十分立ち上がらないことがある。この場合は、前後の指令を20~50ms程度ずらしてみるとよい。
- ②長母音、促音などではアクセント指令の時点を調整した方がよいこともある。

(6) 音節のパワー・持続時間の調整. パワーは調整してもよい効果が得られることはない。持続時間は、文頭、文末（特に無声化している場合）で短かめにしてみるとよい効果が得られることがある。

(7) 具体的なことは、[KAWAI.SYNTH.NEWS]の下にある記号列ファイルを参照のこと。