

TR - A - 0079

日本人発話の英語及び外国人発話の  
日本語のプロソディに関する研究

大山 玄

009

1990. 3. 30

ATR 視聴覚機構研究所

〒619-02 京都府相楽郡精華町乾谷 ☎07749-5-1411

**ATR Auditory and Visual Perception Research Laboratories**

Inuidani, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02 Japan

Telephone: +81-7749-5-1411  
Facsimile: +81-7749-5-1408  
Telex: 5452-516 ATR J

日本人発話の英語及び  
外国人発話の日本語の  
プロソディーに関する研究

大山 玄

## 1 まえがき

日本人が発話した英語と米人が発話した英語、及び外国人が発話した日本語と日本人が発話した日本語の、主にプロソディーについての相違を合成音声を用いて検討を行った。日本人が典型的な日本人的な読み方で発話した英文及び、外国人がその母国語に影響された様な読み方で発話した日本語の発音、及びプロソディーに関する3要素を、米人話者及び日本人話者が読んだ同文の同じ種類の要素で入れ換えた合成音声を作成した。各要素を様々な組合せで入れ換えて作成した合成音声を用いて、プロソディーのどの要素が英語らしさ（自然な英語）又は日本語らしさ（自然な日本語）を増加させるのに貢献するかについて、米人及び日本人を被験者として聴取実験を行った。プロソディーに関する要素としては個々の母音・子音の持続時間、基本周波数の時間変化、および強度の時間変化の3種類である。又音声変換方法としてはPARCOR分析変換合成方法を利用した。その結果、英語についても日本語についても、英語らしさ、日本語らしさに貢献しているのは、発音よりもプロソディーの方であり、プロソディーの中でも、特に基本周波数の時間変化や音素の持続時間が強度の時間変化より貢献することが判明した。言い替えれば、リズムの大切さが示された。この研究結果は、効果的な英語及び日本語の音声指導、ひいては、英語及び日本語の自習機等の開発にもつながるものと考えられる。

この研究は1984～5年に東京大学言語センター英語科の鈴木博教授が米国 Speech Technology Laboratory (STL) 所長脇田寿博士の発案と協力により同研究所で始めたものであり、それを大山玄がその後発展させたものである。

次の章で音声変換法、取り上げるパラメータについて説明し、3章で音声資料と被験者について説明し、4章以降で各聴取実験について説明する。日本人発話英語については4章で米国で行った予備実験、5章、6章で本実験について説明する。7章で外国人発話の日本語についての実験について説明する。

## 2. 要素及び音声変換方法

この章ではこの研究で取り上げる発音とプロソディーに関する要素及び、音声変換方法について説明する。

### 2. 1 要素

要素としては次の5種類を取り上げる。

#### 1. kパラメータ

このパラメータは発音に関係するものである。

#### 2. 基本周波数の時間変化

#### 3. 強度（振幅）の時間変化

#### 4. 各音素の継続時間

#### 5. ポーズ

この場合のポーズは普通に言われる文法的ポーズとか、呼吸のための生理的ポーズの意味ではなく、日本人発話の英語にあつて米人発話の英語に無い、英語らしさを損なう不必要なポーズを意味する。

### 2. 2 音声変換法

音声変換方法はPARCOR分析変換合成法を利用した。音声を4.5kHzの低域濾波器を通して帯域制限した後、10kHzのサンプリング周波数、16ビットの精度でA/D変換し、音声データファイルに書き込む。これをPARCOR分析法で分析し、スペクトル成分（Kパラメータ）、基本周波数、強度等を求め、パラメータファイルに書き込む。分析条件は

ハミング窓 30 msec.

分析次数 12

フレーム周期 10 msec.

各母音・子音の持続時間は波形、スペクトル、ホルマント周波数、ピッチ周波数、強度（振幅）等を参考にしながら視察で求める。ここで持続時間は、PARCOR分析で求めたパラメータと同期をとるため、10msecを単位として求める。

日本人発話と米人発話の英語、外国人発話と日本人発話の日本語の持続時間の対応はテーブルのかたちでセグメントファイルに書き込む。次に要素を入れ換えた新たなパラメータファイルを作成する。同じ音素の持続時間が異なる場合は各パラメータを各音素毎に直線内挿して時間を合わせ、新しいパラメータを求める。

最後にこれらの新しいパラメータを基にしてPARCOR合成を行い要素を入れ換えた合成音声を得て音声ファイルに書き込む。これをD/A変換する。

例えば、日本人発話の英語を米人発話の英語の音素の持続時間で入れ換えた合成音声は、各音素の持続時間は米人発話の英語のものであり、スペクトル（発音）、基本周波数、強度は日本人発話の英語のままである。この場合各音素の持続時間は一般に日本人と米人との発話で異なるので、スペクトル、基本周波数、強度の3種類のパラメータは米人発話の英語の音素の持続時間に合わせて各音素毎に各パラメータの直線内挿を行って時間を合わせる。

なおこの研究で用いたプログラムについては付録1で説明する。

### 3 音声資料、被験者

ここではこの研究で用いる音声資料、被験者、評価法について説明する。

#### 3. 1 日本人発話英語の実験で用いた音声

##### 3. 1. 1 発話資料1

米国のSTLで行った予備実験で用いた音声資料について説明する。発話文のリストを表1に示す。米語は、強勢アクセントが置かれる音節間の間隔が等しくなる傾向を持つというstress-timedなリズムで発話される言語であり、一方日本語は、個々の音節にほぼ等しい時間が与えられるというsyllable-timedなリズムで発話される言語である。日本人にはこのような英語的なリズムで読むのが困難と思われる英文を選んである。

話者は、

日本人20人

米国人3人 である。

日本人は松下の中央研究所の職員18名とSTLの日本人職員2人(脇田、鈴木)である。米国人はSTLの職員である。

日本人には表1の1番から9番までの文を発話させ米人には7番から14番までを発話させた。日本人の発話には大阪方言の影響をうけたものも多数あった。

これらの発話資料からこの実験に最も適すると思われる標準米語(stress-timed rhythmを持つ)を話す米人男性1名(カルフォルニア州出身)、及び典型的な日本人英語(syllable-timed rhythmを持つ)を話す日本人男性1名の発話した表1の7番

"I'd like you to see me tomorrow at three."

を実験のための発話資料として用いた。

日本人発話の英語では"tomorrow"と"at"の間に不必要はポーズがある。

##### 3. 1. 2 発話資料2

日本での本格的な実験で用いた音声資料について説明する。発話文のリストを表2に示す。米国での実験を参考にして日本人にとって発音はそれほど困難ではないが、英語らしいリズムで読むのが困難であり、更にセグメンテーション、音素のラベル付けがしやすいことを考慮に入れて選択を行った。

話者は次の通りである。

日本人 10人

米国人 1人

日本人は東京大学の1年生で鈴木博教授の英語のクラスを受講している者の中からスクリーニングをして syllable-timed な典型的な日本人的発話をしている者を選んだ。出身地は大部分が関東地方である。米人は東大の英語の教授で米国テキサス州出身である。

大学内のスタジオで各文2回ずつ発話させ、それを録音した。

これらの音声資料のなかで、今回の実験に適すると考えられる表2の No.4

"None of us can leave as long as he stays with us."

を今回の実験の資料とした。

この文は文脈が与えられない場合、'none'、'leave'、'long'、'stays'の4語にアクセントが置かれ長さも長く発話されるのが標準的な英語の発話とされている。米人の発話もこの様になっている。

しかし典型的な日本人の発話では、一般にどの語も同じ様な長さで強さで発話されることが多い。日本人大学生10人の中から、このような非英語的、典型的な日本語のリズムで発話している3人を選び、各人1回の発話を今回の実験の資料とした。図1から4に米人および日本人発話の英語の分析結果の例を示す。図1は米人の場合であり、図2から4は日本人の場合である。図は上からそれぞれ波形、線形予測法で求めたスペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す。付録2に各話者の持続時間の表を示す。

### 3. 2 外国人が発話した日本語の音声資料

発話文を表3に示す。外国人にとって自然な日本語として発話することが困難と思える特殊拍等を含む様々な文構造の文章を選んである。

話者は以下の通りである。

アメリカ人 1人  
スイス人(フランス語) 1人  
中国人 2人  
日本人 2人

これらの外国人は京都教育大学に1ないし2年在住している留学生で、日本語の会話能力は、まだあまり上手には話せないが下手でもない、いわゆる中級程度である。アメリカ人はハワイ出身である。スイス人の母語はフランス語である。フランス語及び中国語は日本語と同じく syllable-timed な rhythm で話される言語である。

日本人は京都教育大の学生から東京地方出身者で東京アクセントを話せる者を選んだ。

表3の音声資料の内から実験では次の2文を実験の発話資料に選んだ。一つは物語「桃太郎」の中から外国人にとって発話しづらい特殊拍を含む

「おばあさんは桃を拾って家へ帰りました。」

及び外国人3人共に日本語として不自然な発話になっている表3の1番

「大人が2人と子供が1人来ました。」

である。

「桃太郎」の文章は、中国人の発話はかなり自然な日本語として読まれていたので、アメリカ人とスイス人の2人の発話のみを用いた。各々の特徴を示す。

英語話者の発話の特徴は

- 1) 全体に基本周波数、強度等がほぼ一定で抑揚が小さい。
- 2) 「家」、「桃」のアクセントの置かれる位置が第1モーラにあり、東京アクセントと逆である。
- 3) 「拾って」の /r/ の発音がいわゆる巻舌で英語的である。
- 4) 「帰りました」の部分を不自然に早く発話している。

フランス語話者の特徴は

- 1) 全体的に基本周波数、強度等が一定で抑揚が小さい。
- 2) 「家」、「桃」のアクセントが第1モーラにあり、東京アクセントと逆である。
- 3) 全体的に等間隔に長く発話している。

どちらの場合も発話長全体が日本人の約2倍の長さであり、不自然な位にゆっくり発話をしている。

3表1番の文章はアメリカ人、スイス人、中国人各1人の発話をもちいた。これらの発話の特徴は以下の通りである。

英語話者の発話の特徴は

- 1) 「子供」のアクセントを頭高に間違えている。
- 2) 「2人」の /h/ の発音を英語の /f/ の様に強く、また「2人」、「1人」の /r/ をいわゆる巻舌で英語的に発音している。
- 3) 「来ました」を他の部分に比べ不自然に早く発話している。

フランス語話者の発話の特徴は

- 1) 「子供」、「家」を頭高のアクセントに間違えている。
- 2) 全体的に等間隔に長く発話。
- 3) この文中で /a/ が /o/ の様に聞こえる。

中国語話者の発話の特徴は

- 1) 「大人」、「子供」を頭高のアクセントに間違えている。
- 2) 「子供」の /d/ が /t/ に聞こえる。

### 3. 3 評価法

評価法は相対評価と絶対評価の2種類を用いた。

絶対評価法としては5段階評価、

相対評価法としては一対比較法を用いた。

これらについては具体的に個々の実験の所で述べる

### 3. 4 被験者

被験者としては次のグループを用いた。

外国人は

- 1) 日本在住のアメリカ人(東京大学の関係者)
- 2) 米国在住
- 3) 国際キリスト教大学の留学生

日本人は

- 1) 東京学芸大学の英語専攻の学生
- 2) 東京大学の教養部の学生
- 3) 京都教育大の英語専攻の学生
- 4) 明治大学の学生
- 5) 泉尾第二工業高校の高校生

人数はその実験毎に異なるので各実験の所で述べる。米人は日本人発話の英語の評価に用い、日本人は外国人発話の日本語及び日本人発話の英語の評価に用いた。日本人発話の英語の評価にも日本人被験者を用いたのは、米人と比較するためである。

#### 4. 実験 1<sup>1)</sup>

ここでは米国のSTLで行った予備実験についてその概略を紹介する。

##### 4. 1 処理音

合成音は基本的に日本人発話の英語を基にして米人発話の英語の要素で置き換えて作成したものである。これは置き換えの要素の数が増えれば増えるほど英語らしくなる合成音である。更に発音も米人発話のものにした合成音も作成した。入れ換える要素の組合せを表4に示す。表は日本人発話の英語と入れ換えた米人の要素を記号で表している。D, P, Iはそれぞれ継続時間、基本周波数、強度を示し、npは日本人発話の英語にある不要なポーズを抜くことを示す。Nは要素の入れ換えをしない日本人の発話の分析合成音声である。

要素の入れ換えにおける検討事項は

- 1) ポーズ除去の効果、及びポーズ除去と各要素毎の貢献度を検討する。
- 2) ポーズ除去に加えて、2ないし3種類の要素を組合せて入れ替え、要素の相乗効果も含めた貢献度を検討する。
- 3) ポーズを除去せずにプロソディーの要素の内特に重要と思われる要素の組合せも含めた貢献度を検討する。
- 4) 発音(スペクトル)も含めた貢献度を検討する。

##### 4. 2 評価法、被験者

各合成音声を聴取者に1つずつ提示し、英語らしさを5段階で絶対評価(5が最も良く、1が最も悪い)させた。聴取者は米語を母語とする米人20名である。

##### 4. 3 結果と考察

結果を表5に示す。数字は米人20名の評価値の平均である。

分析してそのまま合成した米人発話の合成音声'npKDPI'の評価値が4.47で5になっていないのは、合成音声の歪みによるものと思われる。

発音のみが米人でプロソディーが日本人である合成音声'K'の評価値より、発音のみが日本人でプロソディーが米人である合成音声'DPI'の評価値が良いのは、プロソディーを重視して聞いていることによるものと考えられる。

ポーズを除去した場合とポーズを除去しない場合、即ち'N'と'np'、'D'と'npD'、'DP'と'npDP'、'DPI'と'npDPI'を比べると、僅かにポーズを除去した方が評価値が高いが、あまり効果があるとは言えない。

持続時間、基本周波数、強度単独の効果を'npD'と'npP'と'npI'で比べると基本周波数が最も高く、強度はあまり効果があるとは言えない。

2つの要素の効果では持続時間と基本周波数を入れ換えた合成音声'npDP'の評価値が3.13と最も高い。

このことからプロソディーの3種類の要素のなかで基本周波数が最も重要で、基本周波数と持続時間の組合せが英語らしさに貢献があると考えられる。

なお、日本語を知っている、又は日本人の英語に慣れている人は一般に評価値が高かった。



## 5. 実験 2<sup>2)</sup>、3)、4)

米国での実験を踏まえて行った本実験について説明する。

### 5. 1 処理音

次に示す5点について評価を行うため表6-Aに示す合成音を用いて表6-Bに示す組合せを作った。表は入れ換えた米人発話の英語の要素のみを記号で示す。表中で、日本人発話の英語の、Dは持続時間、Pは基本周波数、Iは強度、Kはスペクトルがそれぞれ米人の同じ種類の要素と入れ換ったことを示す。米国での実験を踏まえて、基本周波数と持続時間に主に焦点をあてた。なお、日本人発話の英語の資料には英語らしさを損ねるようなポーズがなかったので、ポーズは検討の要素には含まない。

1) 個々の音の発音とプロソディーとで、どちらがより英語らしさに効果があるか。

2) 持続時間と基本周波数の時間変化とではどちらがより英語らしさに重要であるか。他の要素との相乗効果が有る場合はどう変わるか。

3) 強度の時間変化の貢献度はどの程度か

### 5. 2 評価法及び被験者

米国での実験では絶対評価法を用いたが、これでは評価が困難であり、また安定した結果を得るにも多くの人数を必要とするので、ここでは一対比較法を用いる。表6-Bに示す各対について前後の順序を入れ換えた対も用意し、日本人話者1人について合計16対全てをランダムに並べて実験資料とし、各対のどちらがより英語らしく聞こえるかを強制判断で判定させた。

被験者は4グループで内訳を以下に示す。

米人グループは

日本在住者7人(米人グループA)と

米国東部の言語障害専攻の大学生10人(米人グループB)である。

比較のため同様な実験を日本人を被験者に対しても行った。

日本人グループは

東京学芸大学の英語専攻の学生7名(日本人グループA)および

京都教育大学の英語専攻の学生27名(日本人グループB)である。

各グループに実験資料を各一回提示した。

### 5. 3 結果と考察

米人による試聴実験の結果を表7、8に示す。表7はグループAの結果であり、表8はグループBの結果である。表の数字は各々の対でより英語らしいと判定された割合を百分率で表したものである。付録3に米人個人毎、話者毎の結果の表を示す。

1) 発音とプロソディーとでどちらに重きを置いているかについて比較すると、グループAでは23.8%対76.2%で発音よりプロソディーに重きを置いている。英語らしくするには母音・子音よりリズム・ストレス・イントネーションを重視することが正しいことを裏付けていると考えられる。しかしグループBでは、66.7%対33.3%と逆に発音に重きを置いている。これはこのグループが発声・発話障害を扱っている人たちであるため、発声を重視した結果となっているのではないかと考えられる。

またグループAで日本人と付き合いが広く、よく日本語を理解している米人は、発音の方が重要と判定している場合が多い。

2) 持続時間と基本周波数を'D対P'で比べると両グループ共に僅かに基本周波数に重きを置いている。'D対DP'及び'P対DP'の互いの相乗効果の点から検討すると、基本周波数の英語らしさに対する貢献度は極めて大きい。ことにグループAでは7.1%対92.9%と極めて大きな差を示している。

3) 強度は、基本周波数、持続時間と比べて貢献度が小さいが、他の要素が

増えると大きくなる相乗効果がみられる。グループBはグループAより強度の貢献度が小さい。

日本人グループA（関東の大学生）の試聴結果を表9に、日本人グループB（関西の大学生）の試聴結果を表10に示す。

1) グループBでは米人グループと同じく、発音よりプロソディの方に重きを置いている。これに反し、グループAでは米人と異なり発音の方がプロソディより重要と判定している。日本人が個々の音も同じ様に重くみているのは、母音・子音の発音の方を重視する指導の結果かも知れない。

2) グループBでは基本周波数の方が音の持続時間より貢献度が大きいと判断している。強度が加わっても同様の結果である。しかしグループAでは持続時間と基本周波数ではあまり差はないが、強度が付け加わると、基本周波数の方が多少貢献度が大きいと判断している。相乗効果の点では米人ほどではないが、やはり、基本周波数が持続時間より重要に判断されている。

3) どちらのグループも強度の貢献度は小さいと判断している。米人と異なり他の成分では、この相乗効果は出てない。

このグループA、B共に合成音には慣れていなかったのでAでは合成音による歪みが評価の妨げになっていた恐れがある。グループBでは主にピッチアクセントに注目して評価したと思われる。日本人グループAとBはかなり違った傾向を示している。これは、グループAが関東、グループBが関西の大学のためである可能性があるが、更に検討する必要がある。

英語は日本語と異なってピッチアクセントではなく、ストレスアクセントであるが、それにも関わらず、基本周波数の方が強度より重要と判定されているのは1つは合成音の歪にもよるかもしれないが、英語的リズムには基本周波数の方が貢献度が高い可能性がある。

## 6. 実験 3<sup>4)</sup>

前章の実験 2 では強度に関する対比較の組合せが不足してプリファレンススコアが得られなかったので、同じ発話資料で強度に関する対比較の組合せを増やして実験を行った。

### 6. 1 発話資料、処理音の種類、組合せ

発話文、発話者は前章と同じである。表 1 1 - A に要素の入れ替えを行った処理音の種類を示し、表 1 1 - B に対比較の組合せを示す。この組合せで次の点に関する検討を行う。

1) 発音とプロソディーとでどちらの貢献度が大きいのか。

2) 日本人発話の合成音と基本周波数、継続時間、強度の内 1 要素だけを入れ換えた合成音を比較し、1 要素それぞれの貢献度を検討する。

3) プリファレンススコアを用いて、基本周波数、継続時間、強度の 3 要素の相対的な貢献度を検討する。

4) 同様にプリファレンススコアより基本周波数、継続時間、強度の 3 要素のうち、2 種類の組合せによる相対的な貢献度（相乗効果）を調べる。

5) ある 1 ないし 2 種類の要素を米人のものと予め入れ替えておいて、更に入れ替える要素を 1 種類追加することにより、基本周波数、継続時間、強度の貢献度を検討する。

組合せの表の見方は前章と同じである。D は継続時間、P は基本周波数、I は強度、K はスペクトルがそれぞれ米人の同じ種類の要素と入れ換ったことを示し、N は要素の入れ替えがないことを示す。

### 6. 2 評価法、被験者

評価法は一対比較法を用いた。

被験者は米人と、比較のために日本人を用いた。アメリカ人としては国際キリスト教大学の学生および日本在住の米人合計 21 名を用いた。比較のため用いた日本人と人数を以下に示す

東京大学の学生 17 名

京都教育大学の学生 21 名

明治大学の学生 10 名

大阪市立泉尾第二工業高等学校の学生 33 名

### 6. 3 結果と考察

結果を表 1 2 から表 1 6 までに示す。表 1 2 に米人の結果を、表 1 3 に東大生の結果を表 1 4 に京大生の結果を、表 1 5 に明大生の結果を、表 1 6 に高校生の結果を表 1 6 にそれぞれ示す。表の見方は前章と同じである。各表 A には対比較の結果を、1 つのパラメータの貢献度、2 つのパラメータの組合せの貢献度を比較するためにプリファレンススコア計算し各表 B に示す。

米人による評価の結果は次の通りである。

1) 発音とプロソディーとではプロソディを重要と判断している。

2) 日本人発話の合成音と比較して 1 つの要素のみ入れ換えた場合は基本周波数の貢献度が高く、継続時間、強度の貢献度は低い。

3) プリファレンススコアを用いて検討した 1 要素 1 種類の相対的貢献度では基本周波数が最も高く次が継続時間である。

4) 同様にプリファレンススコアより、2 種類の要素の組合せによる相乗効果を含んだ相対的貢献度は基本周波数と継続時間を組み合わせた場合が最も高い。

5) 要素の追加においては基本周波数を追加した効果が一番大きく次いで継続時間、振幅の順である。

これに対し日本人の結果は表 1 3 から 1 6 より

1) 発音とプロソディーとでは京大生は米人と同じくプロソディを重要と

判断しているが、その他、東京在住の大学生及び高校生は逆に発音を重視している。

2) 1要素のみ入れ換えた合成音では、東大生と京教大生は米人と同様に基本周波数の貢献度が高いと判断しているが、明治大学生は持続時間の貢献度が高いと判断している。高校生は何れもほぼ同様と判断している。

3) プリファレンススコアを用いた、1要素の貢献度でも2)同様東大生と京教大生は米人と同様に基本周波数が、明治大学生、高校生は持続時間が高いと判断している。

4) プリファレンススコアによる、2種類の要素の組合せによる貢献度は大学生は基本周波数と持続時間を組み合わせた場合が最も高いと判断しており、高校生は何れもほぼ同様と判断している。

5) 1要素の追加においては2)同様東大生と京教大生は米人と同様に基本周波数が、明大生は持続時間の貢献度が高いと判断し、高校生は何れもほぼ同様と判断している。

本章では前章で取れなかったプリファレンススコアが取れたので、より明確に、要素単独、2要素の相対的な貢献度が得られた。前章の実験と同様に米人においてはプロソディーの方を発音より重要と判断してゐる。プロソディー3要素のなかでは、基本周波数を最も重要で次が持続時間と判断している。一方日本人は関東地方の学生は米人とほぼ同様の傾向を示しているが、東京の学生は逆にプロソディーの方を重要とし、プロソディー3要素では持続時間を重要と判断している。これは発音を重視する教育の傾向と思える。また、関西方言のほうが抑揚が大きいためとも思えるが、このことについては更に検討する必要がある。高校生においては英語の聞き取りに十分なれていず、十分な能力がないので安定した判断が出来なかったと思われる。

## 7. 実験4<sup>5)</sup>

前章の実験では発音は日本人の発音を用いたが、この章ではこの逆、すなわち発音を米人の発音にして、プロソディーの3要素を様々入れ換えた合成音声を作成して聴取実験を行った。

ここでの目的は、発音が米人の要素になったことが、日本人被験者の英語らしさの評価にどのような影響を及ぼすかを検討することである。

### 7. 1 音声資料、及び処理音の種類

発話文は実験2、3と同様に

'None of us can leave as long as he stays with us.' を用い、発話者も米人は実験2、3と同様の話者1人、日本人は実験2、3と同様の3人の内2人(図3のSP2、と図4のSP3)を用いた。処理音は表17-Aに示すように、実験3で用いた合成音の要素を米人の発音とし(Kパラメータを入れ換えて)した実験資料である。対比較のための組合せは、表17-Bに示すように、発音が米人になっていることを除けば、基本的には前章の実験3と同様である。

この組合せで次の点についての検討を行う。

- 1) 発音とプロソディーとでどちらの貢献度が大きい。
- 2) 米人の発話から1要素だけ入れ換えて、1要素それぞれの貢献度を検討する。
- 3) 同様にプリファレンススコアより基本周波数、継続時間、強度の3種類のうち、2種類ずつの組合せによる相乗効果を含んだ貢献度を検討する。
- 4) プリファレンススコアを用いて、基本周波数、継続時間、強度の1種類ずつの貢献度を検討する。
- 5) 要素を1種類ないし2種類要素を米人のものと予め入れ替えておいて、更に入れ替える要素を1種類追加することにより、基本周波数、継続時間、強度の貢献度を検討する。

組合せの表の見方は前章までと同じで、Dは持続時間、Pは基本周波数、Iは強度、Kはスペクトルがそれぞれ米人の同じ種類の要素と入れ換ったことを示す。

### 7. 2 評価法、被験者

評価法は対比較法を用い、どちらが「より英語らしく」聞こえるかを強制判定させた。

被験者は京都教育大の英語教員志望の大学生14人及びアメリカ人3人を用いた。

### 7. 3 結果、考察

聴取実験の結果を表18、19に示す。表18は日本人被験者の結果で表19はアメリカ人被験者の結果である。各表Aの中の数字は前章と同様に各対でより英語らしいと判定された割合を百分率で表し、各表Bには各要素におけるプリファレンススコアを百分率で示してある。アメリカ人被験者は人数が少なすぎるのでここでは考察の対象にはしない。

- 1) 発音とプロソディーとでは僅かにプロソディーの貢献度が大きい。
- 2) 米人発話から要素を1種類のみ入れ換えて検討した結果は持続時間、基本周波数、強度順で英語らしさに貢献している。
- 3) プリファレンススコアで要素2種類入れ換えたものについては、持続時間と基本周波数の組合せがかなり貢献しており、その他の2種類の組合せは同程度に貢献度が低い。
- 4) プリファレンススコアによる要素1種類の貢献度は、持続時間と基本周波数が高く、強度が小さい。
- 5) 1要素の入れ替えでも持続時間と基本周波数の貢献度が大きく、強度が

小さい。

日本人の発話を基にした実験3の結果でも持続時間と基本周波数が英語らしさに大きく貢献しており、今回の結果と一致する。しかし、表14Bのプリフィレンススコアと比較すると実験3においては基本周波数のほうが持続時間より貢献度が高く、この点が異なっている。表12の米人の結果と近くなっている。これは発音を米人にしたことにより、よりプロソディーの各要素を判断しやすくなったためと思われる。

## 8. 実験5<sup>6)</sup>

前章までの実験では日本人が発話した英語についての検討を行ったが、この章では逆に、外国人が発話した日本語について前章までと同様の手法で、主にプロソディーの点について検討を行う。

### 8. 1 実験1

前章までの実験と同様の方法で外国人発話の日本語について、どの要素が重要であるかについての評価ができるか否か予備的な実験を行った。

話者はフランス語話者(スイス人)1名、米語話者(アメリカ人)1名の計2名である。

文章は物語「桃太郎」の一節「おばあさんは桃を拾って家へ帰りました。」を用いた。評価法は絶対評価と相対評価の2種類を用いて検討を行った。

#### 8. 1. 1 絶対評価実験

用いた合成音の種類は表20に示す12通りである。記号の意味は前章までと同様に外国人発話の日本語と入れ換えた日本人発話の日本語の各要素を示し、D、P、I、Kはそれぞれ継続時間、基本周波数、強度、発音を示し、Nは要素の入れ替えをしない外国人発話のままの分析合成音を示す。

ここでの検討事項は以下の通りである。

- 1) 継続時間、基本周波数、強度、発音の各要素単独の貢献度を検討する。
- 2) 2種類の要素を組合せる相乗効果による貢献度を検討する。組合せは4種類の要素を用いた全ての組合せを用いる。
- 3) プロソディー3要素全部を入れ換えた場合はどうか。

この資料を京都教育大の学生60名に1つずつ単独提示して自然な日本人的発話か否か(外国人的発話か)を2者択一で強制判定させた。

結果を表21、22に示す。表21は英語話者の場合の結果であり、表22はフランス語話者の場合の結果である。

1) 1要素単独の貢献度では英語話者、フランス語話者どちらの場合も継続時間が最も高く、次が発音である。しかし、日本人的と判断された割合は英語話者の場合で約60%、フランス語話者の場合は約50%とかなり低く、1要素のみの交換では十分に自然な日本語とは判断されない。

2) 2要素の相乗効果ではどちらの話者でも継続時間と発音の組合せの貢献度が最も大きい。2番目に貢献度の高いのは、フランス語話者の場合は継続時間と基本周波数の組合せの場合である。英語話者の場合、2番目に貢献度の高いのは継続時間と強度の組合せであるが、3番目に貢献度の高い、継続時間と基本周波数の組合せとの差は小さい。

3) プロソディー3要素全部の貢献度はどちらの話者の場合でも高いが、発音と継続時間の貢献度より低い。

#### 8. 1. 2 相対評価実験

処理音声の種類は表23-Aに示す9通りである。表20に示す処理音声全てを用いたのでは、組合せの数が多くなるので、6章の組合せを参考にして多少減らしてある。これを表23-Bに示す様な組み合わせにし、この対を用いて対比較を行い、どちらがより日本人らしく(より自然な日本語として)聞こえるかを強制判定させた。処理音声の種類及び、組合せも6章の日本人発話英語の実験で用いたものの1部と同様である。対比較の検討事項を以下に示す。

- 1) 1要素のみの入れ替えによる各要素の貢献度。
- 2) プリファレンススコアによる1要素の相対的な貢献度。
- 3) プリファレンススコアによる2要素の相乗効果による貢献度。
- 4) プロソディー3要素と発音ではどちらの貢献度が高いか。

被験者は京都教育大の学生16人を用いた。

提示回数は各対1回である。

結果を表24、25に示す。表24が英語話者の場合の結果を、表25がフ

ランス語話者の場合の結果をそれぞれ示す。各表のAに対比較の結果を、Bにプリファレンススコアを示す。

1) 1要素の入れ替えによる貢献度は英語話者もフランス語話者どちらの話者でも持続時間と基本周波数がほぼ同じくらい高い。発音のみを入れ替えても殆ど貢献しない。

2) プリファレンススコアの結果から要素を1つの貢献度はどちらの話者の場合も持続時間、基本周波数がほぼ同じくらい高い。

3) 要素2つの相乗効果ではどちらの話者でも持続時間と基本周波数の組合せによる貢献度が1番高い。

4) プロソディーと発音ではどちらの話者でもプロソディーの貢献度の方が高くなっている。

これらの結果は前節の絶対評価の実験結果と同じである。何れもプロソディーが重要で特に基本周波数、持続時間の貢献度が高い。以上の予備実験から前章までと同様の手法で外国人発話の日本語の日本語らしさを評価出来る見通しが出来た。

## 8. 2 実験2

前節での実験を踏まえて、より母語の影響を受けていると思われる発話資料を用い、かつ対比較の組合せを増やして実験を行った。前の実験で対比較法を用いた相対評価の方が絶対評価より安定で評価しやすかったので対比較評価法のみを用いた。

### 8. 2. 1 音声資料、処理音声

話者はフランス語話者(スイス人)1人、米語話者1人、中国語話者1人、日本人1人である。

発話資料は以上4人の「大人が2人と子供が1人来ました。」を用いた。

処理音の種類を表26-Aに示す。前節の実験で強度の貢献度は一般に低いのでこれを除き、代わりに発音を含めた様々な要素の組合せを作成した。2要素の組合せでは3種類の要素の全ての組合せを、3要素の組合せではプロソディー3要素及び、強度を除いた他の3要素について表26-Bに示す対で次の点についての検討を行う。対は原則として、異なる要素が1要素のみになるように対を作成した。表の見方は前節と同様、外国人の発話と取り替えた日本人の要素を示す。

- 1) 1要素のみを入れ換えた合成音で各要素単独の貢献度の検討。
- 2) プリファレンススコアによる1要素の貢献度の検討。
- 3) プリファレンススコアによる2要素の相乗効果の貢献度の検討。
- 4) プロソディーと発音とでどちらの貢献度が高いか。
- 5) 強度を除く他の3要素の貢献度
- 6) 1要素追加することの効果

### 8. 2. 2 被験者、評価法

被験者は前節の実験と同様、京都教育大学の学生13名に対比較法でどちらがより自然な日本語かを強制判断させる。

### 8. 2. 3 結果

結果を表27から29に示す。表27に英語話者の場合についての結果を、表28にフランス語話者の場合についての結果を、表29に中国語話者の場合についての結果をそれぞれ示す。各表Aに対比較の結果を、各表Bにプリファレンススコアを示す。

1) 入れ替えで各要素個々の貢献度を検討すると、英語話者、フランス語話者の場合は持続時間が1番で次が発音である。中国語話者は1番目は基本周波数と持続時間が同程度の貢献度を示している。

2) プリファレンススコアから検討した1要素の貢献度は、英語話者の場合では持続時間が1番で2番目が基本周波数、フランス語話者の場合でも1番目が持続時間で、2番目が発音と基本周波数である。中国語話者の場合は基本周波数の貢献度が1番であり、2番目が持続時間である。



3) 2要素の相乗効果では、すべての話者で持続時間と基本周波数が1番であり、2番目は英語話者とフランス語話者の場合は発音と持続時間で、中国語話者は残りの組合せは2つ共ほぼ同程度の評価である。

4) プロソディーと発音ではいずれの話者の場合でもプロソディーの方が貢献度が遙かに高い。

5) 強度の要素が無い場合、何れの話者の場合でも当然評価が高かった。

6) 1要素の追加ではどの話者においても持続時間の貢献度が最も大きく、次が基本周波数である。特に、英語話者、フランス語話者の場合は持続時間を加えた効果、持続時間に基本周波数を加えた効果、持続時間、基本周波数に発音を加えた効果が大きい。中国語話者の場合は基本周波数を加えた効果も同様に大きい。

### 8. 3 考察

英語話者、フランス語話者の場合は、持続時間が重要な役割をはたしており、中国語話者では基本周波数が重要な役割をはたしていることが示された。英語話者の場合は、英語が日本語と異なりstress timedな言語なので、持続時間が重要なのは当然と思える。フランス語話者の場合は、フランス語が日本語と同じsyllable timedであり英語に比べて日本語に近い言語であるが、これも持続時間が重要となっていたのは、不自然な位ゆっくりした発話のためと思われる。中国語話者の場合、基本周波数の方が持続時間より重要となっている点が英語話者、フランス語話者の場合と大きく異なる点であり、これは時間構造としては日本語に近いので、アクセントの違いが特に評価されたものと思われる。

発音より、プロソディーのほうが重要視されているのは、日本語においても、英語同様、発話のリズムが大切であることを示唆していると考えられる。

## 9. おわりに

日本人が発話した英語のプロソディーのどの要素を、英語を母国語とする米人の発話の同様の要素と入れ換えたら、英語を母国語とする米人が発音したものに近い英語になり、米人に理解しやすく、自然な発話になるか、又、外国人が発話した日本語のどの要素を日本人発話の日本語の同様の要素と入れ換えたなら自然な日本語に成るかに関する基礎的な研究を行った。PARCOR分析変換合成法を用いて日本人発話の英語又は外国人発話の日本語の各音素の持続時間、基本周波数の時間変化、強度の時間変化を米人発話英語又は日本人発話の日本語の同じ種類の要素と置き換えた合成音声を作成した。これを対比較法を用い、日本人発話の英語についてはどちらがより自然で理解しやすい英語か、外国人発話の日本語についてはどちらがより自然で理解しやすい日本語を米人、日本人に判定させた。これらの結果、日本語、英語共、個々の母音・子音の発音よりプロソディーの方が重要であり、その中でも基本周波数と持続時間が重要な役割を果しているらしいことが示された。このことは英語教育、日本語教育で今までも指摘されてはいたが、合成音等を用いて実際に証明する様な実験は今までなされてはいなかった。これらの結果は英語教育、日本語教育において、大いに役立つものと考えられる。

判定に個人による相違があり、これは被験者の出身地、英語らしさ、日本語らしさに対する考え方、音声に関する経験、英語能力、日本語能力、文の種類、話者等により影響されていることが考えられ、今後この点に付いて検討していきたい。

更に、外国人発話の日本語においては、母国語の相違があまり大きく結果に影響をあたえていなかった。これは話者がある程度日本語の会話能力があつたためと思われ、今後日本語の初級者を話者に用いて検討してみたい。

これらの研究結果は自習器の開発にも役に立つものと考えられる。また、同様の手法を音声・言語障害の研究にも応用させてみたい。

## 謝辞

音作りに協力下さった元東京学芸大学大学院生小林昭江嬢を、聴取実験にご協力くださった京都教育大学三浦一朗講師、泉尾第二工業高校岸江信介先生はじめ、被験者の方々に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 鈴木、音声研究会での口頭のみ発表(1986,3)
- 2) 鈴木、武井、大山、桐谷、「日本人英語のプロソディに関する一検討」音響学会講論論文集、1-3-9, p.267(1987,10)
- 3) Suzuki, Ohyama, "A Comparison of the Evaluation by American and Japanese listeners of English Spoken by Japanese Speakers." JASA suppl. Vol. 84, KK8, p.S113 (1988,11)
- 4) 大山他(1989)「日本人が発話した英語のプロソディに関する一検討」音声言語III (近畿音声言語研究会編), PP. 1-15.
- 5) 三浦、大山玄、他「合成音声を用いた日本人英語のプロソディに関する一検討」音響学会講論論文集、2-3-8, p.239,(1990,10)
- 6) 大山玄、他「音声変換方法を用いた外国人日本語学習者の音声に関する一検討」19回音声言語研究会、(1990,1)

表1 発話資料1

1. むかしむかしあるところにおじいさんとあばあさんがいました。
2. あゆをつつてと言いました。
3. ああいう人に合いたいものです。
4. I am going to read some english sentences
5. Are you leaving the office now?
6. Do you like pie, cake or cookies?
7. I'd like you to see me tomorrow at three.
8. Then what did you do?
9. We put the case in the hall.
10. He is an electrical engineer.
11. Where is Mr. Braum going?
12. He isn't here, is he?

表2 発話資料2

1. Mr. Robinson must have been busy.
2. I spoke to him in regard to his work.
3. We can leave as soon as he comes back.
4. None of us can leave as long as he stays with us.
5. She asked her father if he was going to visit her family.

表3 発話資料3

1. 大人が2人と子供が1人来ました。
2. 救急車が3台と消防車が4台やってきた。
3. きのは雨は降りませんでしたか。
4. 何をすべきかおわかりですか。
5. 猫はねずみが食べた魚を捨てた。
6. 僕は映画を兄は芝居を見ました。
7. ねずみが食べた魚を猫が捨てた。
8. むかしむかし、おじいさんとあばあさんが住んでいました。おじいさんは山へ柴かりに、おばあさんは川へ洗濯に行きました。あばあさんが川で洗濯をしていると、川上から大きな桃がどんぶらこどんぶらこと流れてきました。おばあさんは桃を拾って家へ帰りました。桃を割ると中から男の子が出てきました。おじいさんとおばあさんは男の子に桃太郎と名前をつけました。

表 4 処理音の種類

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、I: 強度、  
N: 入れ替え無し、np: ポーズ除去)

- 1) 1. N
- 2. np
- 3. npD
- 4. npP
- 5. npI
- 2) 6. npPI
- 7. npDI
- 8. npDP
- 9. npDPI
- 3) 10. D
- 11. DP
- 12. DPI
- 4) 13. K
- 14. KI
- 15. KPI
- 16. npKDPI

表 5 評価結果 (5段階評価)

1) 1. N	2.04
2. np	2.09
3. npD	2.39
4. npP	2.83
5. npI	1.91
2) 6. npPI	2.83
7. npDI	3.00
8. npDP	3.13
9. npDPI	3.61
3) 10. D	2.17
11. DP	2.70
12. DPI	3.30
4) 13. K	2.70
14. KI	3.30
15. KPI	3.74
16. npKDPI	4.47

表 6 - A 処理音の種類

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、I: 強度)

1. K
2. D
3. P
4. DI
5. PI
6. DP
7. DPI

表 6 - B 対比較実験用組合せ

- 1) K vs DPI
- 2) D vs P  
DI vs PI
- 3) D vs DP
- 4) P vs DP
- 5) DP vs DPI  
D vs DI  
P vs PI

表 7 米人グループ A による英語らしさの評価結果 (%)

処理音の対			選択の割合 (%)	
1)	K 対 DPI		23.8 対	76.2
2)	D 対 P		42.9 対	57.1
	DI 対 PI		47.6 対	52.4
3)	D 対 DP		7.1 対	92.9
4)	P 対 DP		28.6 対	71.4
5)	DP 対 DPI		28.6 対	71.4
	D 対 DI		38.1 対	61.9
	P 対 PI		35.7 対	64.3

表 8 米人グループ B による英語らしさの評価結果 (%)

処理音の対			選択の割合 (%)	
1)	K 対 DPI		66.7 対	33.3
2)	D 対 P		40.0 対	60.0
	DI 対 PI		51.7 対	48.3
3)	D 対 DP		30.0 対	70.0
4)	P 対 DP		26.7 対	73.3
5)	DP 対 DPI		35.0 対	65.0
	D 対 DI		40.0 対	60.0
	P 対 PI		56.7 対	43.3

表9 日本人グループA（東京学芸大生）による

「英語らしさ」の評価結果

（K：スペクトル、D：持続時間、P：基本周波数、I：強度）

処理音声の対	選択の割合（％）
1) K 対 D P I	54.8 対 45.2
2) D 対 P	47.6 対 52.4
D I 対 P I	42.9 対 57.1
3) D 対 D P	31.0 対 69.0
4) P 対 D P	40.5 対 59.5
5) D P 対 D P I	54.8 対 45.2
D 対 D I	47.6 対 52.4
P 対 P I	50.0 対 50.0

表9 日本人グループB（京都教育大生）による

「英語らしさ」の評価結果

合成音声の対	選択の割合（％）
1) K 対 D P I	34.6 対 65.4
2) D 対 P	25.9 対 74.1
D I 対 P I	29.6 対 70.4
3) D 対 D P	22.8 対 77.2
4) P 対 D P	30.9 対 69.1
5) D P 対 D P I	53.7 対 46.3
D 対 D I	48.8 対 51.2
P 対 P I	50.6 対 49.4

表 1 1 - A 処理音の種類

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
I: 強度、N: 入れ替え無し)

1. N
2. K
3. D
4. P
5. I
6. PI
7. DI
8. DP
9. DPI

表 1 1 - B 対比較用の組合せ

- |    |        |    |     |
|----|--------|----|-----|
| 1) | 1. K   | VS | DPI |
| 2) | 2. N   | VS | P   |
|    | 3. N   | VS | D   |
|    | 4. N   | VS | I   |
| 3) | 5. D   | VS | P   |
|    | 6. P   | VS | I   |
|    | 7. D   | VS | I   |
| 4) | 8. DI  | VS | PI  |
|    | 9. DP  | VS | DI  |
|    | 10. DP | VS | PI  |
| 5) | 11. D  | VS | DP  |
|    | 12. I  | VS | PI  |
|    | 13. DI | VS | DPI |
|    | 14. P  | VS | DP  |
|    | 15. I  | VS | DI  |
|    | 16. P  | VS | DPI |
|    | 17. D  | VS | DI  |
|    | 18. P  | VS | PI  |
|    | 19. DP | VS | DPI |

表 1 2 米国人 (国際キリスト教大生) による対比較結果 (%)

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
I: 強度、N: 入れ替え無し)

A. 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1)	K vs DPI	41.3	vs	58.7
2)	N vs P	32.5	vs	67.5
	N vs D	47.6	vs	52.4
	N vs I	47.6	vs	52.4
3)	D vs P	43.7	vs	56.3
	P vs I	74.6	vs	25.4
	D vs I	56.3	vs	43.7
4)	DI vs PI	33.3	vs	66.7
	DP vs DI	73.8	vs	26.2
	DP vs PI	73.8	vs	26.2
5)	D vs DP	8.7	vs	91.3
	I vs PI	27.0	vs	73.0
	DI vs DPI	17.5	vs	82.5
	P vs DP	27.0	vs	73.0
	I vs DI	40.5	vs	59.5
	PI vs DPI	27.0	vs	73.0
	D vs DI	34.1	vs	65.9
	P vs PI	55.6	vs	44.4
DP vs DPI	42.9	vs	57.1	

B. 各要素における  
プリファレンススコア (%)

P	65.5	DP	73.8
D	50.0	PI	46.4
I	34.5	DI	29.8

表 1 3 日本人 (東京大学生) による対比較結果

A. 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1)	K vs DPI	60.7	vs	39.3
2)	N vs P	13.8	vs	86.2
	N vs D	38.2	vs	61.8
	N vs I	36.2	vs	63.8
3)	D vs P	32.3	vs	67.7
	P vs I	69.7	vs	30.3
	D vs I	44.2	vs	55.8
4)	DI vs PI	27.4	vs	72.6
	DP vs DI	74.6	vs	25.4
	DP vs PI	57.8	vs	42.2
5)	D vs DP	14.8	vs	85.2
	I vs PI	20.6	vs	79.4
	DI vs DPI	15.7	vs	84.3
	P vs DP	37.2	vs	62.8
	I vs DI	49.1	vs	50.9
	PI vs DPI	44.1	vs	55.9
	D vs DI	48.1	vs	51.9
	P vs PI	48.1	vs	51.9
DP vs DPI	45.1	vs	54.9	

B. 各要素における  
プリファレンススコア (%)

P	68.6	DP	66.1
D	38.2	PI	57.4
I	43.2	DI	26.5



表 1 4 日本人 (京都教育大学生) による対比較の結果

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
I: 強度、N: 入れ替え無し)

A 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1)	K vs DPI	24.0 vs 76.0
2)	N vs P	27.3 vs 72.7
	N vs D	32.7 vs 67.3
	N vs I	57.3 vs 42.7
3)	D vs P	42.9 vs 57.1
	P vs I	68.3 vs 31.7
	D vs I	66.7 vs 33.3
4)	DI vs PI	40.5 vs 59.5
	DP vs DI	73.0 vs 27.0
	DP vs PI	71.4 vs 28.6
5)	D vs DP	21.4 vs 78.6
	I vs PI	32.5 vs 67.5
	DI vs DPI	19.8 vs 80.2
	P vs DP	27.8 vs 72.2
	I vs DI	34.9 vs 65.1
	PI vs DPI	25.4 vs 74.6
	D vs DI	42.9 vs 57.1
	P vs PI	45.2 vs 54.8
DP vs DPI	42.9 vs 57.1	

B 各要素における  
プリファレンススコア (%)

P	62.7	DP	72.2
D	54.8	PI	44.0
I	32.5	DI	33.8

表 1 5 日本人 (明治大学生) による対比較の結果

A. 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1)	K vs DPI	83.3 vs 16.7
2)	N vs P	38.3 vs 61.7
	N vs D	18.3 vs 81.7
	N vs I	36.7 vs 63.3
3)	D vs P	56.7 vs 43.3
	P vs I	40.0 vs 60.0
	D vs I	71.7 vs 28.3
4)	DI vs PI	51.7 vs 48.3
	DP vs DI	55.0 vs 45.0
	DP vs PI	68.3 vs 31.7
5)	D vs DP	35.0 vs 65.0
	I vs PI	46.7 vs 53.3
	DI vs DPI	30.0 vs 70.0
	P vs DP	28.3 vs 71.7
	I vs DI	23.3 vs 76.7
	PI vs DPI	36.7 vs 63.3
	D vs DI	38.3 vs 61.7
	P vs PI	35.0 vs 65.0
DP vs DPI	45.0 vs 55.0	

B. 各要素における  
プリファレンススコア (%)

P	41.6	DP	61.7
D	64.2	PI	40.0
I	44.2	DI	48.3

表 1 6 日本人 (泉尾工業高生) による対比較の結果  
 (K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
 I: 強度、N: 入れ替え無し)

A. 入れ換えた要素の組合せと  
 [英語らしさ] の評価 (%)

1)	K vs DPI	57.6	vs	42.4
2)	N vs P	59.6	vs	40.4
	N vs D	48.0	vs	52.0
	N vs I	50.0	vs	50.0
3)	D vs P	51.1	vs	48.5
	P vs I	45.5	vs	54.5
	D vs I	56.1	vs	43.9
4)	DI vs PI	51.5	vs	48.5
	DP vs DI	48.5	vs	51.5
	DP vs PI	49.0	vs	51.0
5)	D vs DP	53.0	vs	47.0
	I vs PI	48.0	vs	52.0
	DI vs DPI	51.5	vs	48.5
	P vs DP	49.0	vs	51.0
	I vs DI	52.0	vs	48.0
	PI vs DPI	49.0	vs	51.0
	D vs DI	50.5	vs	49.5
	P vs PI	44.4	vs	55.6
	DP vs DPI	47.0	vs	53.0

B. 各要素における  
 プリファレンススコア (%)

P	47.0	DP	48.7
D	53.8	PI	49.7
I	49.2	DI	51.6

表 1 7 - A 処理音の種類

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
I: 強度)

- 1) DPI
- 2) KPI
- 3) KDI
- 4) KDP
- 5) KD
- 6) KP
- 7) KI
- 8) K

表 1 7 - B 対比較実験のための組合せ

- 1) DPI vs K
- 2) KDPI vs KDI  
KDPI vs KPI  
KDPI vs KDP
- 3) KPI vs KDI  
KDI vs KDP  
KPI vs KDP
- 4) KP vs KD  
KI vs KP  
KI vs KD
- 5) KPI vs KI  
KDP vs KD  
KP vs K  
KDI vs KI  
KDP vs KP  
KD vs K  
KPI vs KP  
KDI vs KD  
KI vs K

表 1 8 日本人による対比較結果 (米人発音)

(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、I: 強度)

A. 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1) DPI vs K	57.1	vs	42.9
2) KDPI vs KDI	69.6	vs	30.4
KDPI vs KPI	78.6	vs	21.4
KDPI vs KDP	51.8	vs	48.2
3) KPI vs KDI	50.0	vs	50.0
KDI vs KDP	37.5	vs	62.5
KPI vs KDP	25.0	vs	75.0
4) KP vs KD	42.9	vs	57.1
KI vs KP	25.0	vs	75.0
KI vs KD	41.1	vs	58.9
5) KPI vs KI	66.1	vs	33.9
KDP vs KD	71.4	vs	28.6
KP vs K	75.0	vs	25.0
KDI vs KI	55.4	vs	44.6
KDP vs KP	73.2	vs	26.8
KD vs K	66.1	vs	33.9
KPI vs KP	62.5	vs	37.5
KDI vs KD	62.5	vs	37.5
KI vs K	55.4	vs	44.6

B. 各要素における  
プリファレンススコア (%)

KDI	43.7	KI	33.0
KPI	37.5	KD	58.0
KDP	68.8	KP	59.0

表 1 9 米国人による対比較結果 (発音米人)

A. 入れ換えた要素の組合せと  
[英語らしさ] の評価 (%)

1) DPI vs K	50.0	vs	50.0
2) KDPI vs KDI	91.7	vs	8.3
KDPI vs KPI	100.0	vs	0.0
KDPI vs KDP	75.0	vs	25.0
3) KPI vs KDI	50.0	vs	50.0
KDI vs KDP	16.7	vs	83.3
KPI vs KDP	8.3	vs	91.7
4) KP vs KD	75.0	vs	25.0
KI vs KP	25.0	vs	75.0
KI vs KD	16.7	vs	83.3
5) KPI vs KI	58.3	vs	41.7
KDP vs KD	66.7	vs	33.3
KP vs K	83.3	vs	16.7
KDI vs KI	41.7	vs	58.3
KDP vs KP	100.0	vs	0.0
KD vs K	66.7	vs	33.3
KPI vs KP	75.0	vs	25.0
KDI vs KD	58.3	vs	41.7
KI vs K	66.7	vs	33.3

B. 各要素における  
プリファレンススコア (%)

KDI	33.3	KI	20.8
KPI	29.2	KD	54.2
KDP	87.5	KP	75.0

表 2 0 外国人発話の日本語の評価実験のための処理音の種類  
 (K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
 I: 強度、N: 入れ替え無し)

- 1) 1. N
- 2. D
- 3. P
- 4. I
- 5. K
- 2) 6. DP
- 7. PI
- 8. DI
- 9. DK
- 10. PK
- 11. IK
- 3) 12. DPI

表 2 1 日本人的発話または外国人的発話と判断された割合 (%)  
 (英語話者の場合)

	日本人	外国人
1) N	30.0	70.0
D	58.3	41.7
P	36.7	63.3
I	36.7	63.3
K	41.7	58.3
2) DP	66.7	33.3
PI	40.0	60.0
DI	70.0	30.0
DK	86.7	13.3
PK	58.3	41.7
IK	46.7	53.3
3) DPI	73.3	26.7

表 2 2 日本人的発話または外国人的発話と判断された割合 (%)  
 (フランス語話者の場合)

	日本人	外国人
1) N	20.0	80.0
D	48.3	51.7
P	28.3	71.7
I	11.7	88.3
K	36.7	63.3
2) DP	78.3	21.7
PI	23.3	76.7
DI	68.3	31.7
DK	93.3	6.7
PK	46.7	53.3
IK	36.7	63.3
3) DPI	86.7	13.3

表 2 3 - A 外国人発話の日本語の評価実験のための合成音の種類  
(K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
I: 強度、N: 入れ替え無し)

1. N
2. K
3. P
4. D
5. I
6. DI
7. PI
8. DP
9. DPI

表 2 3 - B 対比較のための組合せ

- 1) N : K  
N : P  
N : D  
N : I
- 2) D : P  
I : P  
D : I
- 3) DI : PI  
DP : DI  
DP : PI
- 4) DPI : K

表 2 4 - A 比較結果 (%)

( 英語話者の場合 )

( K : スペクトル、 D : 持続時間、 P : 基本周波数、  
I : 強度、 N : 入れ替え無し )

1) N : K	87.5	12.5
N : P	18.8	81.2
N : D	21.9	78.1
N : I	71.9	28.1
2) D : P	53.1	46.9
I : P	9.4	90.6
D : I	87.5	12.5
3) DI : PI	59.4	40.6
DP : DI	78.1	21.9
DP : PI	87.5	12.5
4) DPI : K	84.4	15.6

表 2 4 - B

( 英語話者の場合 )

プリファレンススコア (%)

D	70.0	DP	83.0
P	69.0	PI	26.5
I	11.0	DI	40.5

表 2 5 - A 対比較の結果 (%)

( フランス語話者の場合 )

1) N : K	65.5	34.4
N : P	15.6	84.4
N : D	12.5	87.5
N : I	59.4	40.6
2) D : P	59.4	40.6
I : P	3.1	96.9
D : I	84.4	15.6
3) DI : PI	62.5	37.5
DP : DI	87.5	12.5
DP : PI	90.6	9.4
4) DPI : K	93.7	6.3

表 2 5 - B プリファレンススコア (%)

( フランス語話者の場合 )

D	72.0	DP	89.5
P	69.0	PI	23.5
I	9.5	DI	37.0

表 2 6 - A 合成音の種類

(K: スペクトル、 D: 持続時間、 P: 基本周波数、  
I: 強度、 N: 入れ替え無し)

1. N
2. K
3. D
4. P
5. I
6. KD
7. DP
8. KP
9. DPI
10. KDP

表 2 6 - B 対比較の組合せ

- 1) N:K  
N:D  
N:P
- 2) K:D  
K:P  
D:P
- 3) KD:DP  
KD:KP  
DP:KP
- 4) DPI:K
- 5) KDP:N
- 6) KD:D  
KP:P  
KDP:DP  
DP:D  
KP:K  
KDP:KD  
KD:K  
DP:P  
kDP:KP



表 27-A 対比較の結果 (%)

( 英語話者の場合 )

( K : スペクトル、 D : 持続時間、 P : 基本周波数、  
I : 強度、 N : 入れ替え無し )

1)	N:K	23.1	76.9
	N:D	3.8	96.2
	N:P	38.5	61.5
2)	K:D	19.2	80.8
	K:P	34.6	65.4
	D:P	61.5	38.5
3)	KD:DP	26.9	73.1
	KD:KP	88.5	11.5
	DP:KP	92.3	7.7
4)	DPI:K	96.2	3.8
5)	KDP:N	96.2	3.8
6)	KD:D	57.7	42.3
	KP:P	53.8	46.2
	KDP:DP	84.6	15.4
	DP:D	84.6	15.4
	KP:K	42.3	57.7
	KDP:KD	84.6	15.4
	KD:K	92.3	7.7
	DP:P	96.2	3.8
	KDP:KP	100.0	0.0

表 27-B プリファレンススコア (%)

( 英語話者の場合 )

K	27.0	KD	58.0
D	71.0	KP	9.5
P	52.0	DP	82.5

表 28-A 対比較の結果 (%)  
 (フランス語話者の場合)  
 (K: スペクトル、D: 持続時間、P: 基本周波数、  
 I: 強度、N: 入れ替え無し)

1)	N:K	26.9	73.1
	N:D	15.4	84.6
	N:P	38.5	61.5
2)	K:D	19.2	80.8
	K:P	42.3	57.7
	D:P	84.6	15.4
3)	KD:DP	34.6	65.4
	KD:KP	84.6	15.4
	DP:KP	92.3	7.7
4)	DPI:K	96.2	3.8
5)	KDP:N	96.2	3.8
6)	KD:D	57.7	42.3
	KP:P	50.0	50.0
	KDP:DP	65.4	34.6
	DP:D	69.2	30.8
	KP:K	42.3	57.7
	KDP:KD	61.5	38.5
	KD:K	84.6	15.4
	DP:P	100.0	0.0
	KDP:KP	96.2	3.8

表 28-B プリファレンススコア (%)  
 (フランス語話者の場合)

K	30.5	KD	59.5
D	83.0	KP	11.5
P	36.5	DP	79.0

表 29 - A 対比較の結果 (%)

(中国語話者の場合)

(K: スペクトル、 D: 持続時間、 P: 基本周波数、  
I: 強度、 N: 入れ替え無し)

1)	N:K	46.2	53.8
	N:D	11.5	88.5
	N:P	11.5	88.5
2)	K:D	30.8	69.2
	K:P	19.2	80.8
	D:P	26.9	73.1
3)	KD:DP	30.8	69.2
	KD:KP	46.2	53.8
	DP:KP	73.1	26.9
4)	DPI:K	92.3	7.7
5)	KDP:N	96.2	3.8
6)	KD:D	61.5	38.5
	KP:P	57.7	42.3
	KDP:DP	57.7	42.3
	DP:D	76.9	23.1
	KP:K	80.8	19.2
	KDP:KD	80.8	19.2
	KD:K	69.2	30.8
	DP:P	73.1	26.9
	KDP:KP	88.5	11.5

表 29 - B プリファレンススコア (%)

(中国語話者の場合)

K	25.0	KD	38.5
D	48.0	KP	40.5
P	77.0	DP	71.0

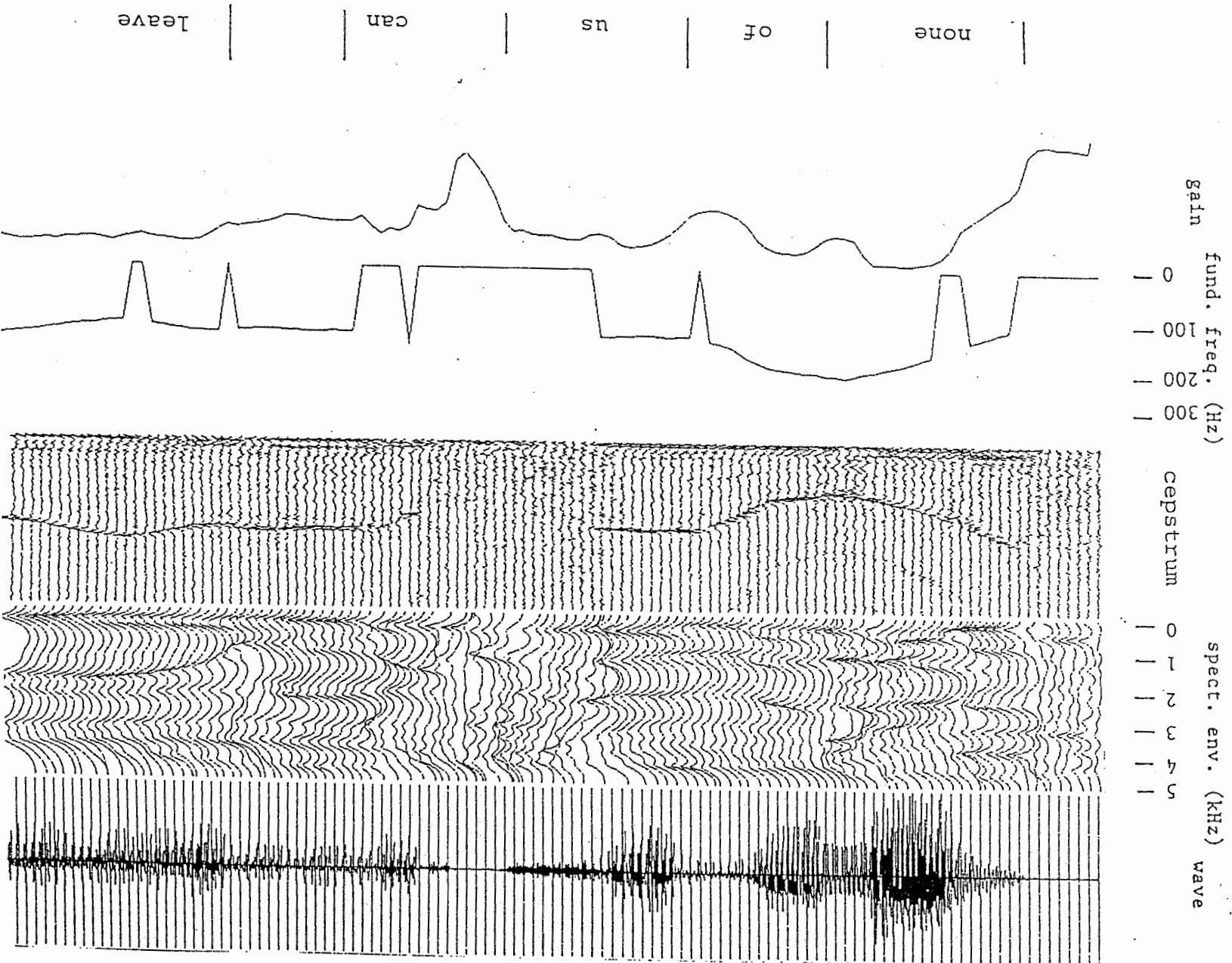


図1 米人発語の発語の分析結果 (上から波形、マスクトル包絡、ケフストラム、語音調波数、並列を示す)

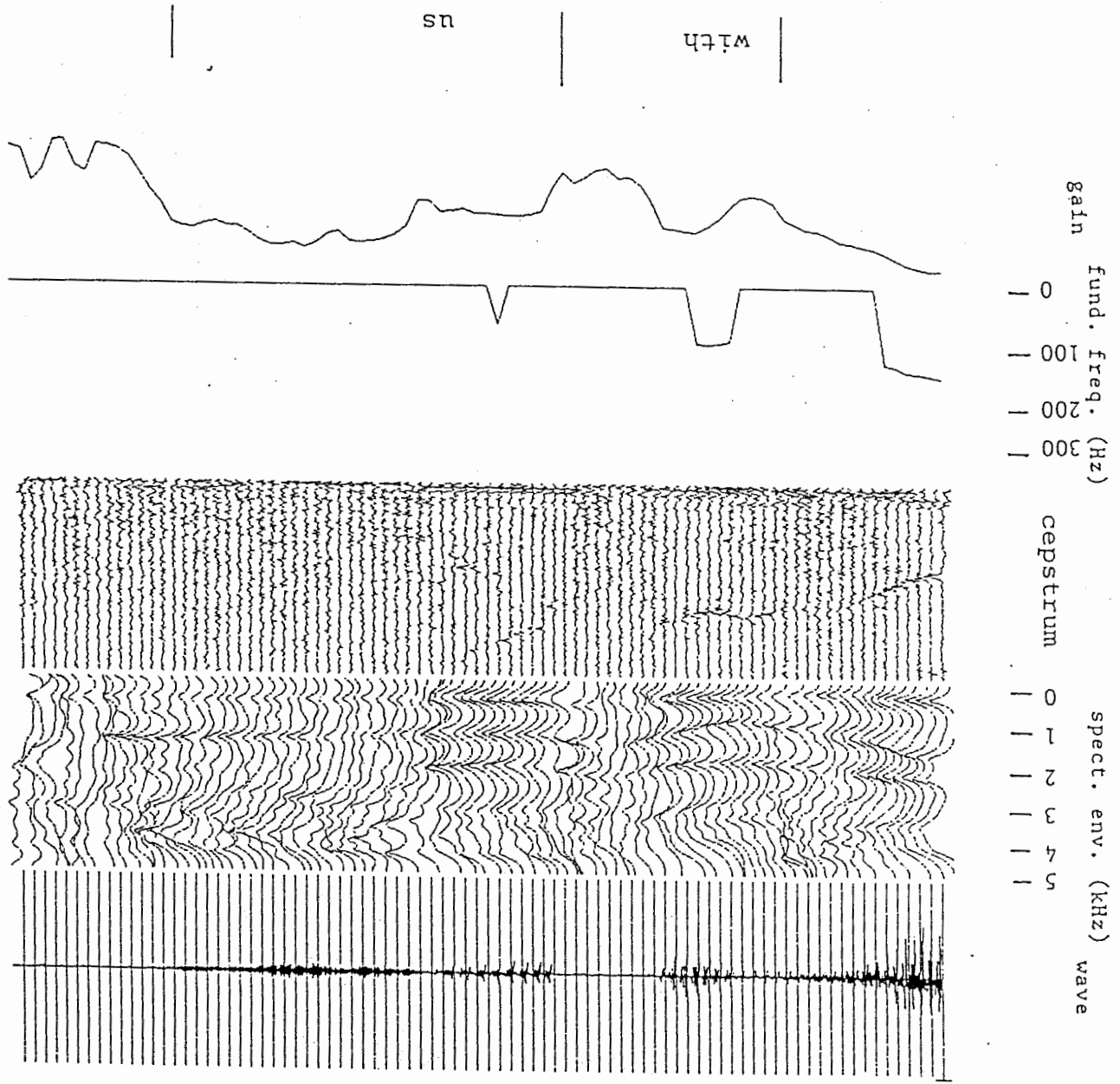


図1 (雑音) 米人発音の発音の分析結果 (上から波形、マスクトル包絡、ケブ  
マスク、基本周波数、強度を示す)

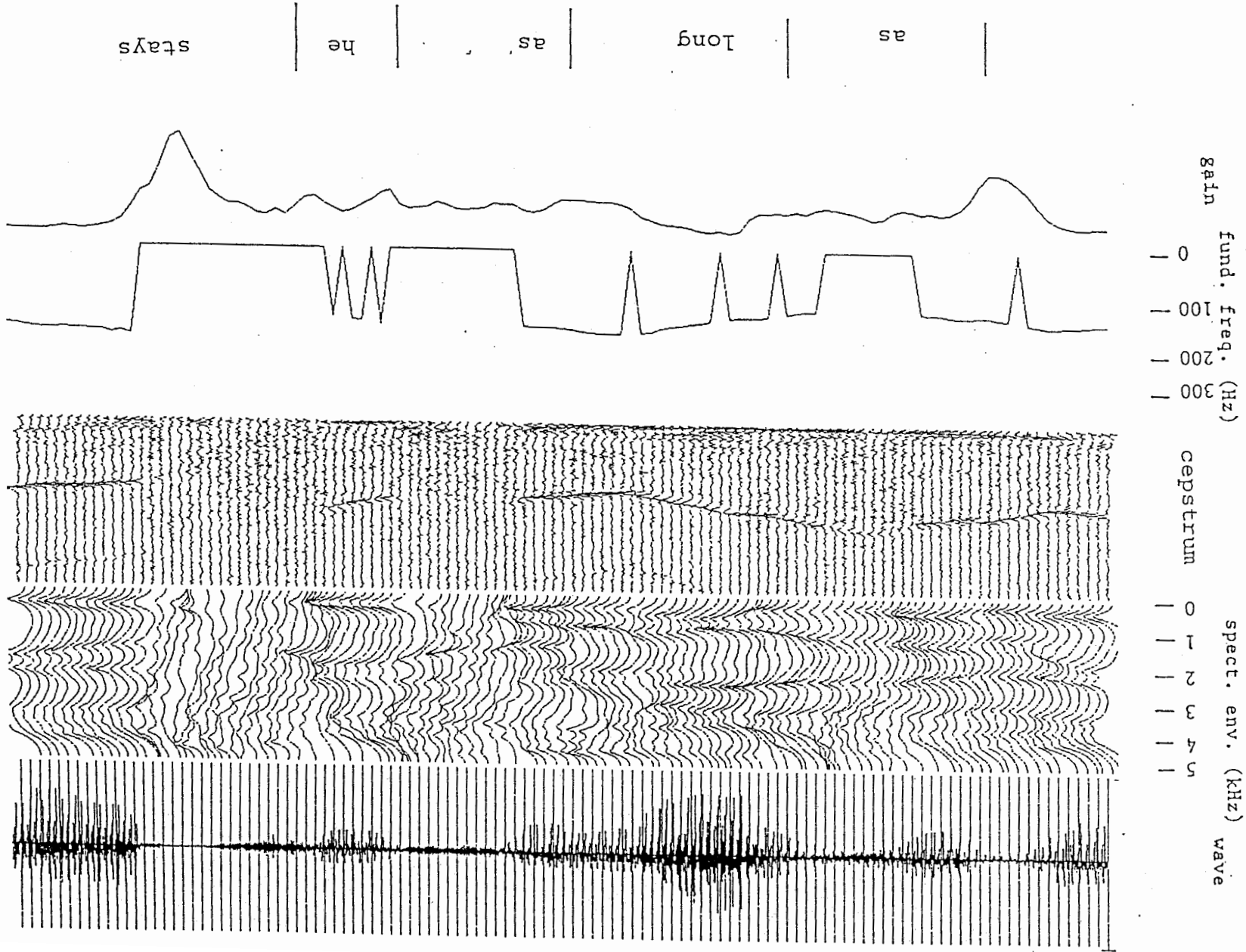


図1 (雑音) 米人発語の英語の分析結果 (上から波形、スワクトル包絡、ケフ  
ストラム、基本周波数、強度を示す)

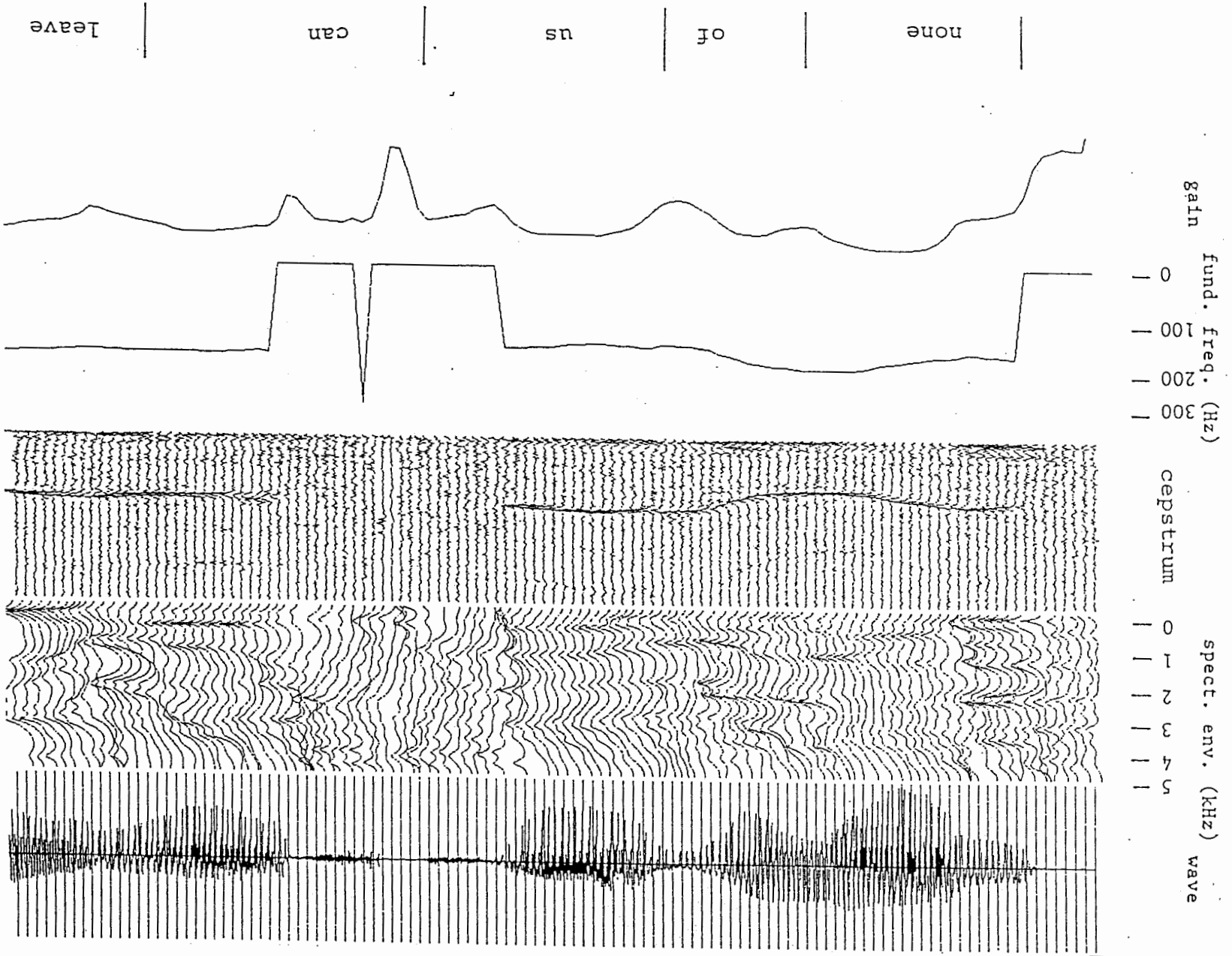


図2 日本人発音の発音の分析結果(上から波形、マスクアル包絡、ケプストラ  
1、基本周波数、振幅を示す)(日本人発音SP1)

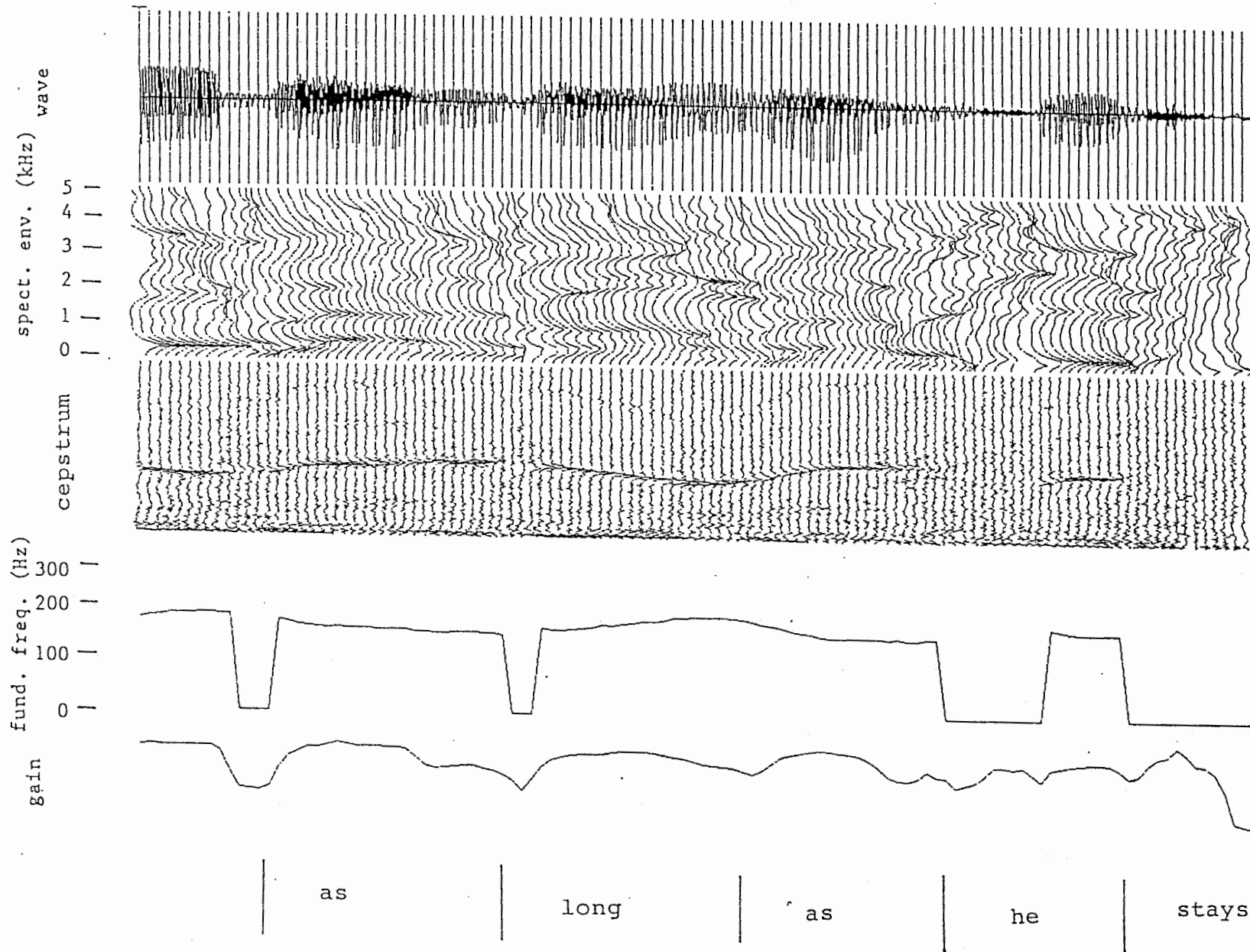


図2 (続き) 日本人発話の英語の分析結果 (上から波形、スペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す) (日本人話者SP1)



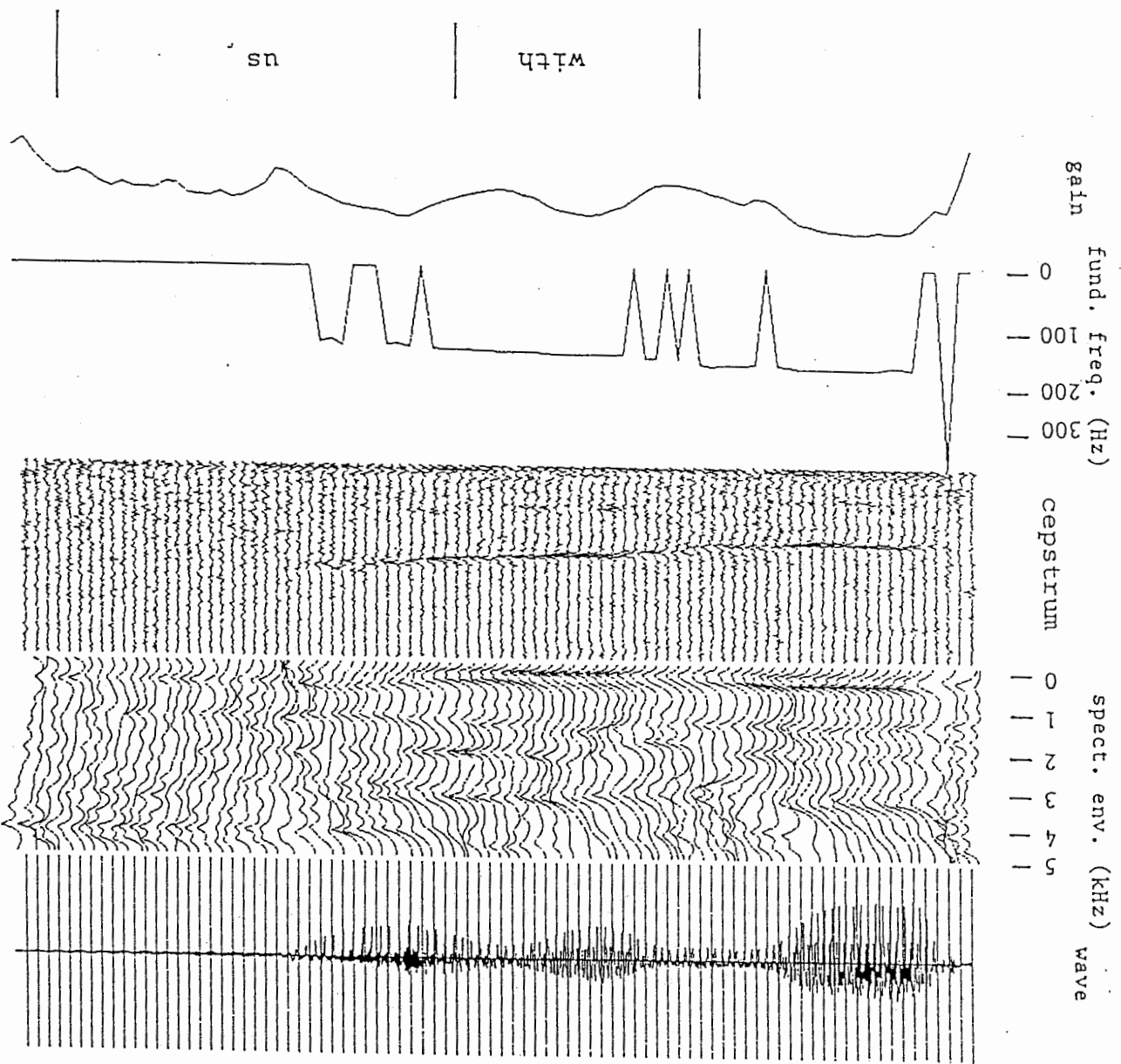


図2 (続き) 日本人発音の発音の分析結果 (上から波形、マスクトル包絡、マスクトル包絡、強度を示す) (日本人話者 S P 1)

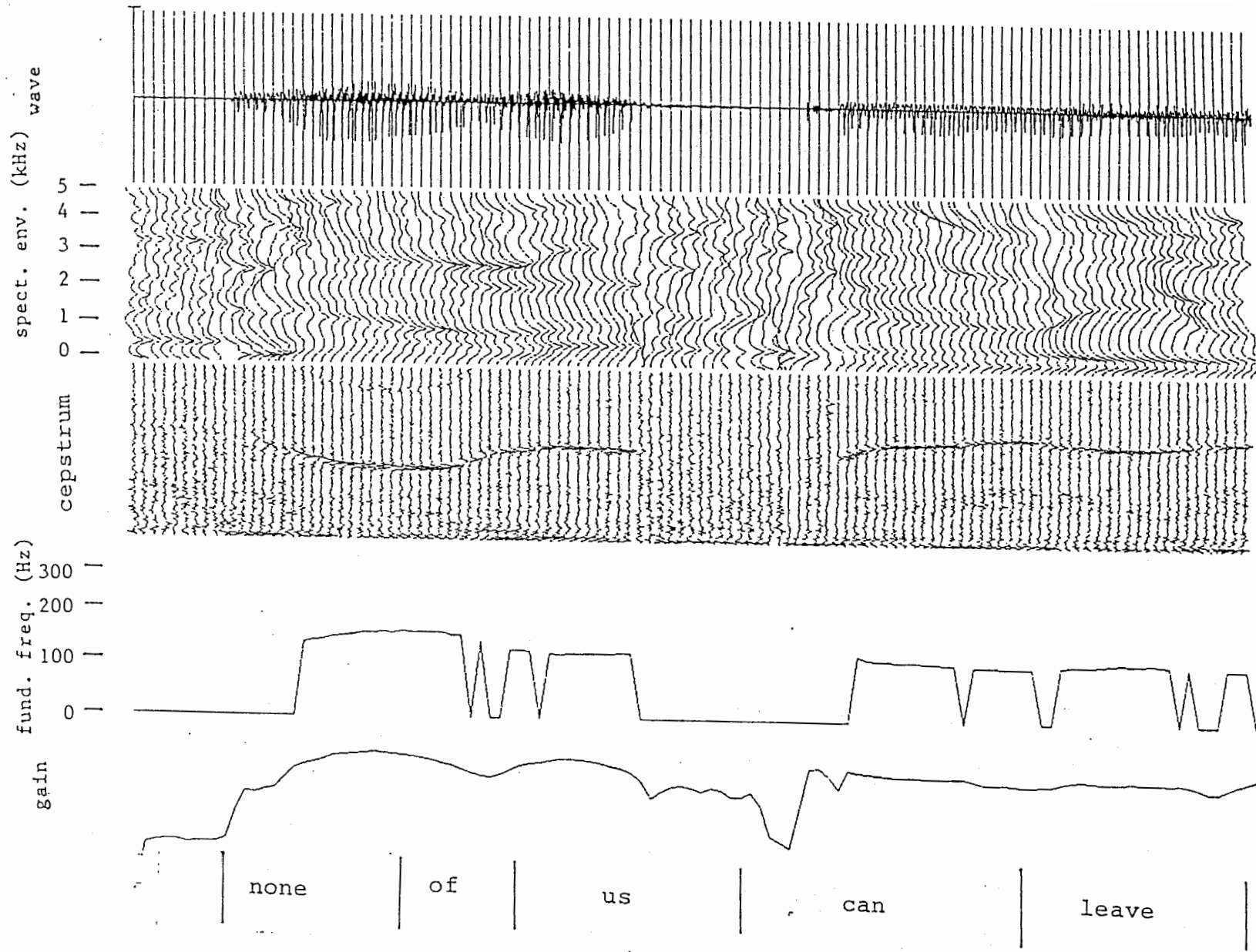


図3 日本人発話の英語の分析結果（上から波形、スペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す）（日本人話者SP2）

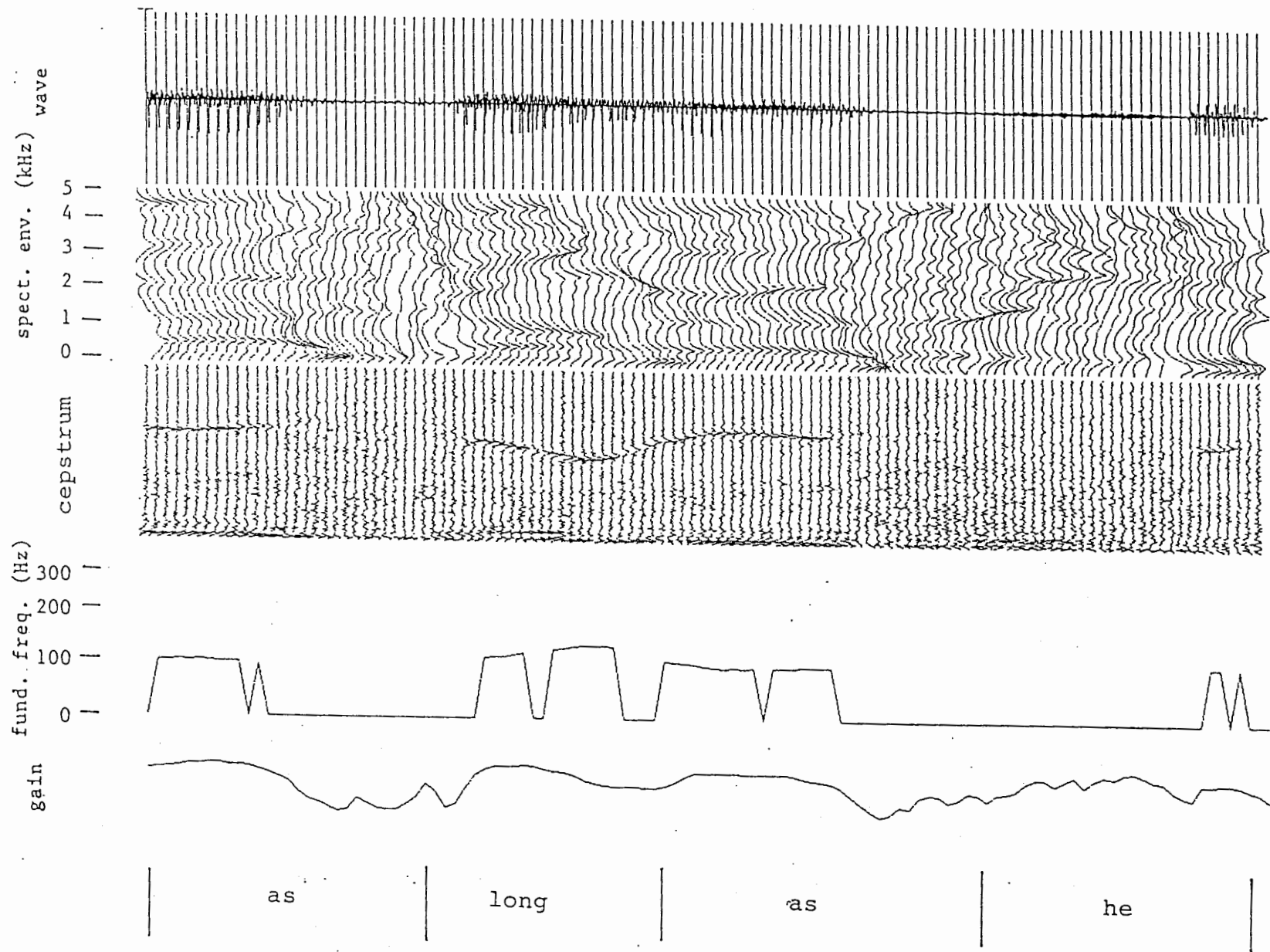


図3 (続き) 日本人発話の英語の分析結果 (上から波形、スペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す) (日本人話者SP2)

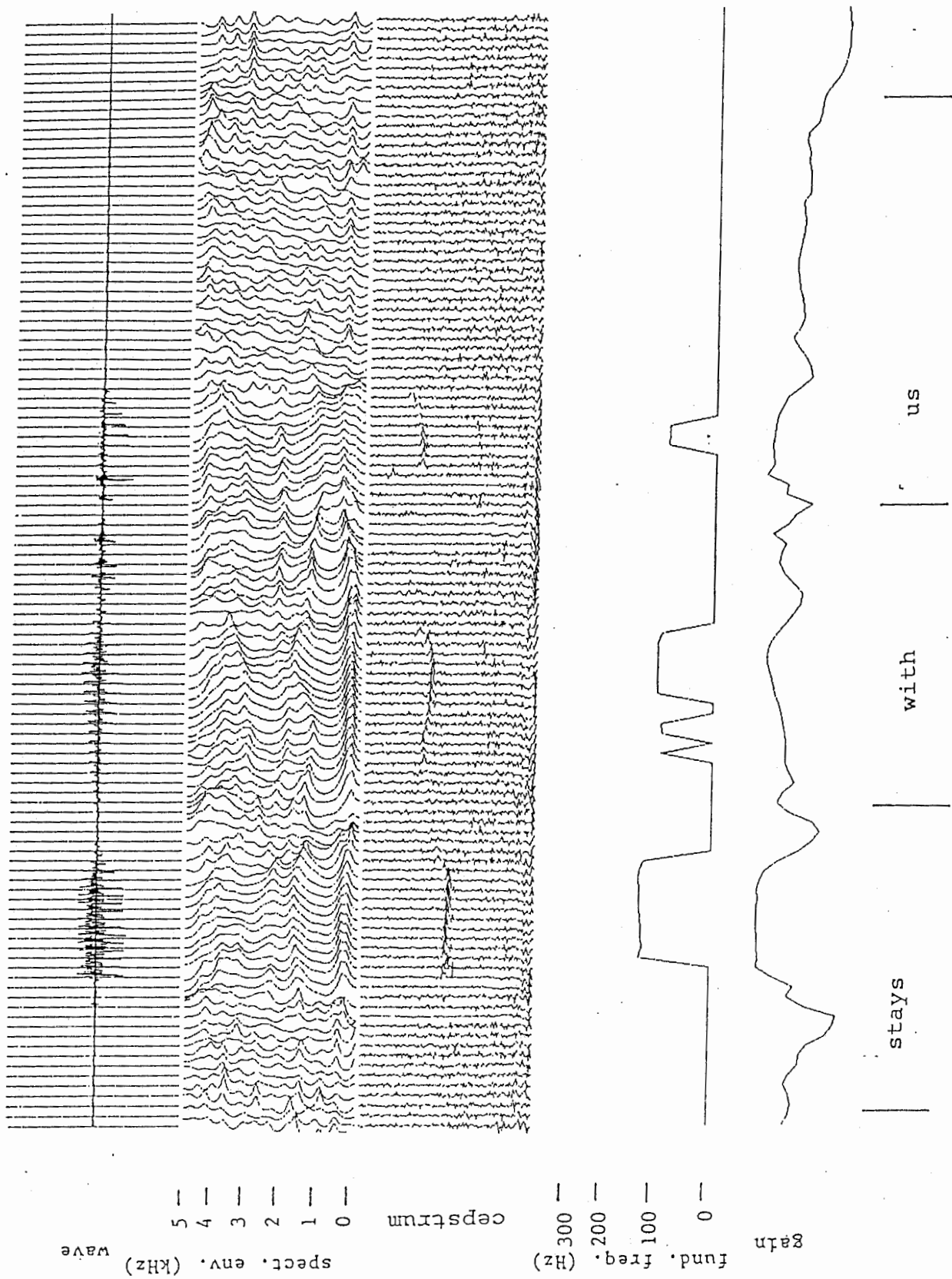


図3 (続き) 日本人発話の英語の分析結果 (上から波形、スペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す) (日本人話者SP2)

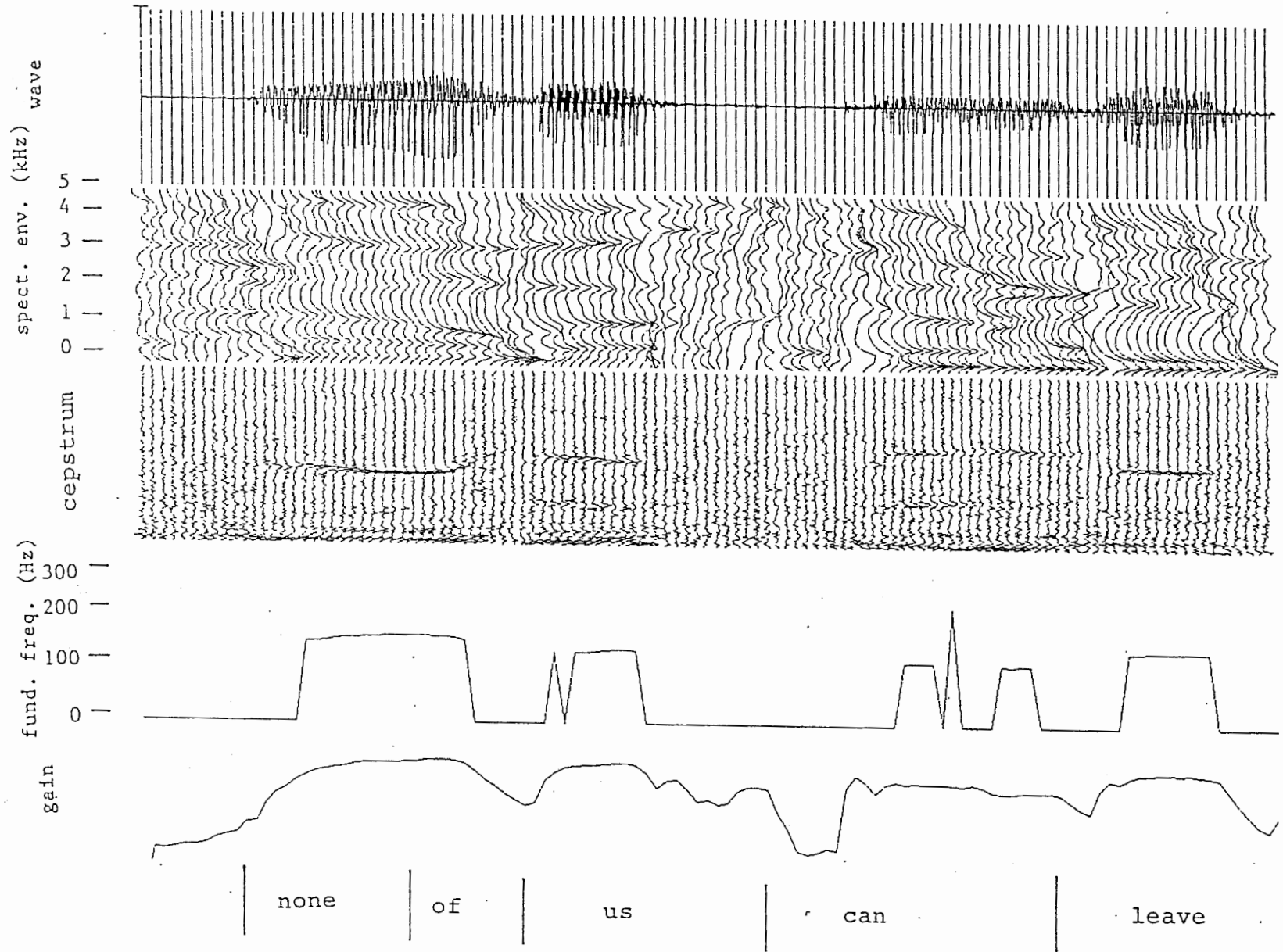


図4 日本人発話の英語の分析結果（上から波形、スペクトル包絡、ケプストラム、基本周波数、強度を示す）（日本人話者SP3）

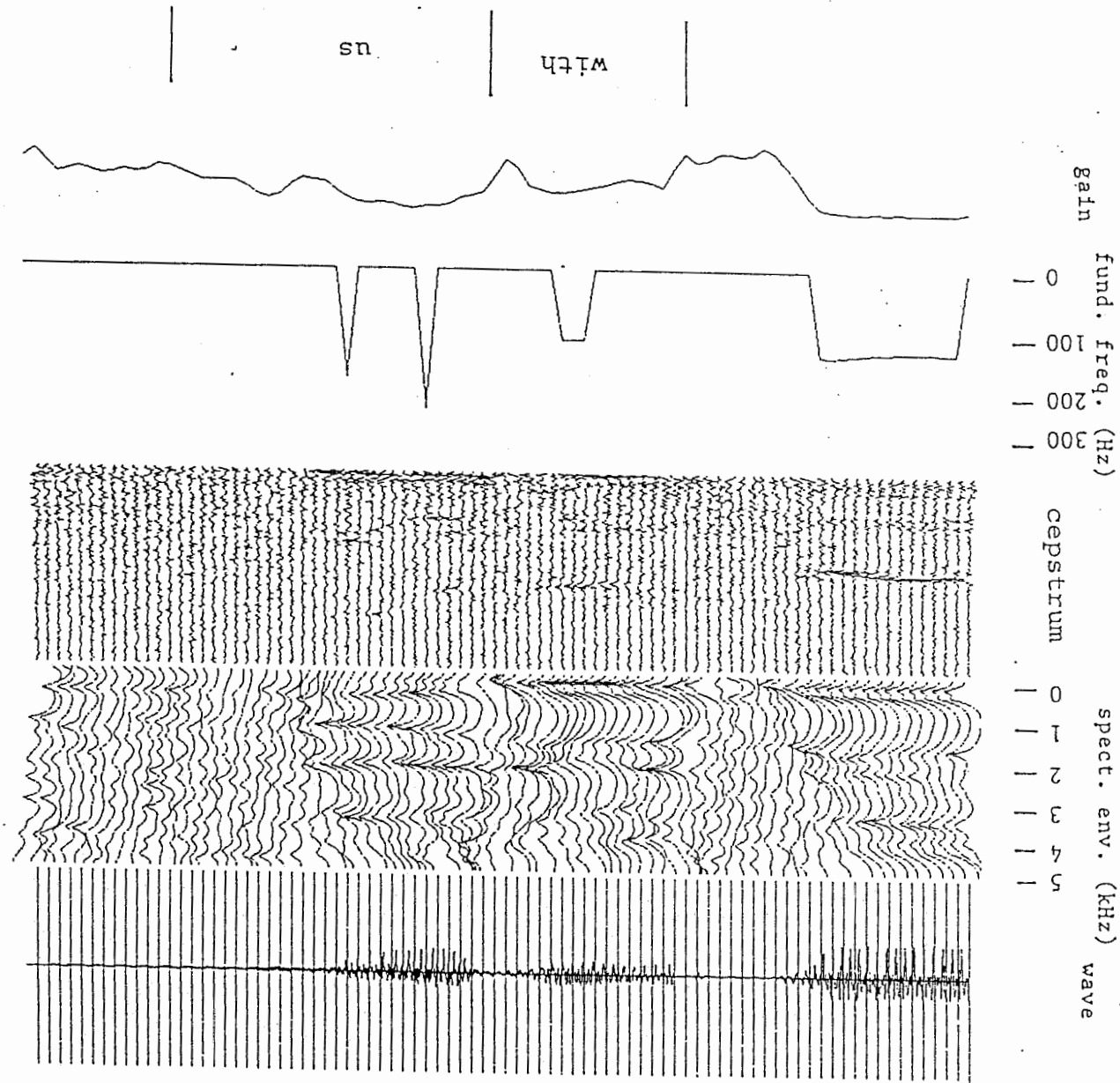


図4 (続ギ) 日本人発語の英語の分析結果 (上から波形、スマクトル包絡、ケ  
 フタクトル、基本周波数、強度を示す) (日本人発音SP3)

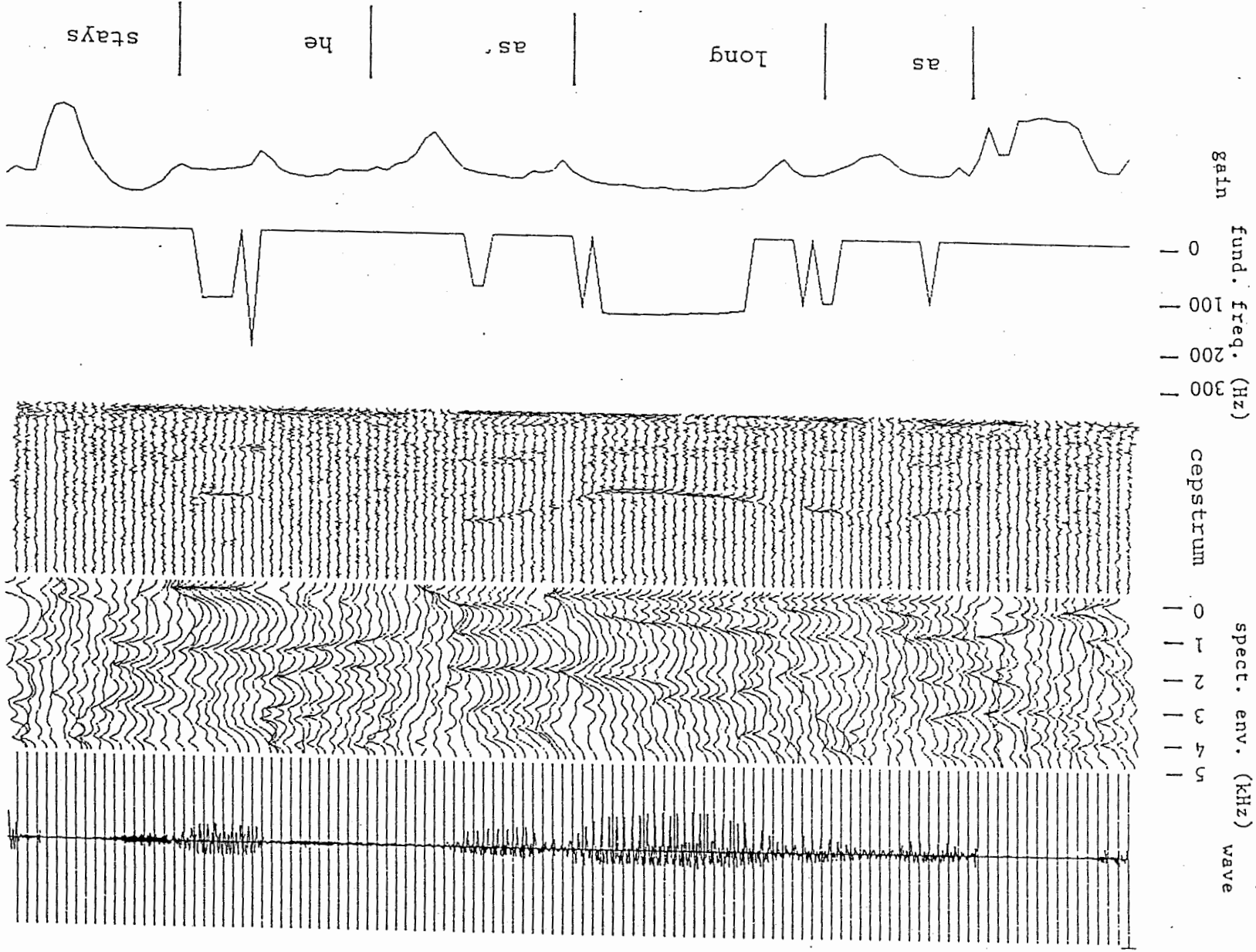


図4 (部分) 日本人英語の英語の分析結果 (上から波形、マスケットル包絡、ケ  
 マスケットル、基本周波数、強調を示す) (日本人話者SP3)

## プログラムの使い方

## 1. 分析1 (LPC分析)

プログラム名 LPCR

## 機能

自己相関法で線形予測分析を行う。結果をパラメータファイルに出力する。

## 入力パラメータ

1. 入力ファイル名 (音声ファイル)

2. 分析条件

ポールの数

窓の長さ (ポイント数)

分析フレーム周期 (ポイント数)

プリエンファシス係数

3. 出力ファイル名 (パラメータファイル)

## 使用例

下線部は入力を示す。

この例では入力ファイル名が 'ishil'、ポールの数が12、窓の長さが300、分析フレーム周期が100、プリエンファシス係数が0.98、出力ファイル名はデフォルト名 ('ishil.par')を使っているので単に改行キーのみである。

```

$ lpcr
  INPUT AUDIOFILE NAME ? ishil
[OHYAMA.WAVE.AUD]ishil.AUD
  ** OPEN OLD FILE  ishil.AUD
      DATA BLOCKS:      105           RMS=   1739.5
      CRE. DATE:   31-DEC-89         MAX=   13018
      SAMP.FREQ:   10000 HZ          MIN=   -8011
      TALKER:      ishii
# of poles, window size, shift period : 12,300,100
pre-emphasis factor 0.98
  the number of poles  12
  window size  300
  frame period  100
  pre-emphasis factor 0.98
  START FRAME #    1      END FRAME #    269
  TOTAL FRAMES    269
  parameter file name ? _____
[OHYAMA.WAVE.AUD]ishil.PAR
FORTRAN STOP

```



## 2. 分析2 (ピッチ分析)

プログラム名 (L P C P)

機能

ケプストラム法を用いてピッチ抽出を行う。分析結果はパラメータファイルに書き込む。

注: 予めLPCRでパラメータファイルを作成しておく。

入力パラメータ

1. 音声ファイル名
2. 分析ファイル名
3. 探索ピッチ周期範囲 (ポイント数)

使用例

下線部は入力を示す。

この例では音声ファイル名は 'ishil'、分析ファイル名はデフォルト名( 'ishil.par' )をとるので単に改行キーのみ入力し、探索ピッチ周期範囲 (ポイント数) は40から120である。

```
$ r lpcp
audio file name? ishil
parameter file name? _____
      PARAMETER FILE NAME ishil.PAR
BLOCKS 135
CRE. DATE 27-MAR-90
freq 10000 start frame # 1 end frame # 269
total frames 269
# of poles 12
window size 300
frame period 100
pre-emphasis factor 0.98
RANGE OF PERIOD 40,120
FORTRAN STOP
```

### 3. セグメントファイル作成

プログラム名 (SEGMENT)

テスト音声と参照音声の音韻ラベルの対応表を作成し、ファイルに出力する。LPCRで分析するときの条件にあわせるためフレーム番号でラベルを付けておく。このファイルをもとにしてパラメータの変換を行う

入力パラメータ

1. 出力ファイル名
2. 最大セグメント数
3. セグメント名

テスト音声のセグメントの終端フレーム番号

参照音声のセグメントの終端フレーム番号

### 使用例

下線部は入力を示す。

この例では出力ファイル名は 'TEST'、最大セグメント数は5、セグメント名 'A' では終端フレーム番号はテスト音声で3、参照音声で5を示す。

```
$ R SEGMENT
output file name ? TEST
max seg number: 5
frame #    1
phon(A3),IEA,IEB(4IS)
A 3,5
frame #    2
phon(A3),IEA,IEB(4IS)
B 8,10
frame #    3
phon(A3),IEA,IEB(4IS)
C 12,15
frame #    4
phon(A3),IEA,IEB(4IS)
D 20,21
frame #    5
phon(A3),IEA,IEB(4IS)
E 25,30
FORTRAN STOP
$ ||
```

#### 4. パラメータの入れ替え

プログラム名 ( C P A R A N )

##### 機能

テスト音声のパラメータファイルと参照音声のパラメータファイルを読み込んで、パラメータを入れ替えた新しいパラメータファイルを作成する。

##### 入力パラメータ

1. 参照音声のパラメータファイル名
2. テスト音声のパラメータファイル名
3. セグメントファイル名
4. パラメータの選択 (テスト音声と参照音声とどちらを用いるか)

ポーズを抜くか ( 0 : y e s , 1 : n o )

d u r a t i o n ( 1 : テスト音声、 2 : 参照音声 )

Kパラメータ ( 1 : テスト音声、 2 : 参照音声 )

ピッチ周波数 ( 1 : テスト音声、 2 : 参照音声 )

振幅 ( 1 : テスト音声、 2 : 参照音声 )

5. 出力パラメータファイル名

##### 使用例

下線部は入力を示す。

この例では参照音声のパラメータファイル名は ' ISH11 '、テスト音声のパラメータファイル名は ' AM1 '、セグメントファイル名 (データファイル) は ' AM1.DDD '、パラメータの選択 (テスト音声と参照音声とどちらを用いるか) は、ポーズを抜かない ( 1 )、持続時間はテスト音声 ( 1 )、Kパラメータは参照音声 ( 2 )、ピッチ周波数はテスト音声 ( 1 )、振幅はテスト音声 ( 1 )、出力パラメータファイル名は ' AM1K ' である。

```
$ R CPARAN
PARAMETER FILE NAME 2 (REF) ? ISH11
PARAMETER FILE NAME ishi1.PAR
BLOCKS 135
CRE. DATE 27-MAR-90
freq 10000 start frame # 1 end frame # 269
total frames 269
# of poles 12
window size 300
frame period 100
pre-emphasis factor 0.98
```

```

PARAMETER FILE NAME 1 (TEST) ? AM1
PARAMETER FILE NAME am1.PAR
BLOCKS 247
CRE. DATE 27-MAR-90
freq 10000 start frame # 1 end frame # 492
total frames 492
# of poles 12
window size 300
frame period 100
pre-emphasis factor 0.98
input data file name ? AM1.DDD
blank(0:off,1:on),duar,K-para,f0,gain
1,1,2,1,1
OUTPUT PARAMETER FILE ? AM1K
FORTRAN STOP

```

## 5. 音声合成

プログラム名 (LPC S)

機能

パラメータファイルを読み込んで、音声を作成し、ファイルに出力する

入力パラメータ

1. 入力パラメータファイル名
2. 出力音声ファイル名

使用例

下線部は入力を示す。

この例では入力パラメータファイル名は 'AM1K' で、出力ファイル名はデフォルト名('AM1.SYN')をもちいるので単に改行キーのみ入力する。

```

$ R LPCS
parameter file name ? AM1K
PARAMETER FILE NAME AM1K.PAR
BLOCKS 244
CRE. DATE 27-MAR-90
freq 10000 start frame # 1 end frame # 486
total frames 486
# of poles 12
window size 300
frame period 100
pre-emphasis factor 0.98
synthesized file name ? _____
FORTRAN STOP

```

## 6. 結果の集計

プログラム名 ( p a r c n t )

機能

対比較の結果を集計する

必要なファイル

以下の3つのファイルを予めエディターで作成しておく。

### 1. 被験者毎の対比較結果のファイルの作成

1行目 被験者の名前

2行目以降 話者1、2、3についてのそれぞれの結果を1番始から順にタブをセパレータにしながら、対で最初が選ばればA、後のが選ばれたらBと書き入れる。

例を付録表1-1に示す。この例では話者は"sikeda"、1番目は話者1ではBが、話者2ではAが、話者3ではBが選ばれたことを示す。

### 2. 話者毎のファイル

1行目に話者の名前、2行目以降に被験者に提示した順で組み合わせを書き込む。

例を付録表1-2に示す。この例で被験者名は"kohi4"、最初の組合せはPとI P、次がI PとD P Iをしめす。

### 3. 対比較の結果をまとめる組合せのファイル

1行めは組合せファイルであることを示す。2行目以降はまとめる順で組合せを横に示す。例を付録表1-3に示す。この例では、最初の組合せはDとP、次がD IとP Iであることを示す。

プログラム p a r c e n t の入力パラメータ

読み込みは

1. 組合せファイルの読み込み

2. 話者ファイルの読み込み

話者1、2、3の順で1人ずつ読み込む

3. 被験者各人毎の結果のファイル読み込み

#### 4. 集計結果のファイルへの出力

上記の機能はメインメニューでその機能を表す番号を打ち込んで呼び出す

#### 使用例

下線部は入力を示す。

この例ではメニューの番号1で組合せファイル' stmls.spk 'を読み込み、メニューの番号4で話者ファイル' kuni4.spk ', ' ohi4.spk ', ' ichiha4.spk ', を読み込み、メニューの番号5で被験者の結果ファイル ' ln1.lsn ', を読み込み、メニューの番号6で結果を結果ファイル ' t.txt 'に書き出す。

```
atr-hr> parcnt4
```

```
Menu
```

```
1 : read stimulus file
2 : read temporary file
3 : write temporary file
4 : read speaker file
5 : read listener file and count up
6 : print all of data
7 : print data for one listener
l : ls
q : quit
```

```
parcnt> 1
read stimulus file
Enter stimulus file name: stmls.spk
----- stimulus file read ok.
```

```
parcnt> 4
Enter speaker file name: kuni4.spk
----- speaker file read ok.
```

```
parcnt> 4
Enter speaker file name: ohi4.spk
----- speaker file read ok.
```

```
parcnt> 4
Enter speaker file name: ichiha4.spk
----- speaker file read ok.

parcnt> 5
Enter listener file name: ln1.lsn
----- listener file read and counted.
```

```
parcnt> 6
print out file name: t.txt
----- all of data printed out.
```

```
parcnt> ||
```

付録表 1-1 被験者毎の対比較結果のファイルの例

```

type izuo1
sikeda
b      a      b
a      b      b
b      b      a
b      b      a
b      a      b
a      a      b
a      b      a
b      b      b
a      a      b
b      b      b
b      b      a
h      e      h
    
```

付録表 1-2 話者毎のファイルの例

**kohi4.spk**

printed on 08/22/1989 at 11:03:45 from atr-hr

```

10 | kohi4
    | PD      IP
    | IP      DPI
    | P       N
    | IP      PD
    | P       PD
    | P       IP
    | N       P
    | P       I
    | D       ID
    | D       I
    
```

付録表 1-3 対比較の結果をまとめるための組合せのファイルの例

**stimulus.spk**

printed on 07/25/1988 at 16:55:25

```

10 | standard
    | D       P
    | DI      PI
    | P       I
    | DP      DI
    | D       I
    | DP      PI
    | D       DP
    | I       PI
    | DI      DPI
    | D       DI
    | P       PI
    | DP      DPI
    | P       DP
    | I       DI
    | PI      DPI
    
```

33				
1	1	6	1	7
2 n	7	15	8	14
3 a	16	28	15	24
4 n	29	32	25	29
5 o	33	40	30	35
6 v	41	47	36	44
7 a	48	61	45	51
8 s	62	71	52	61
9 k	72	84	62	70
10 a	85	91	71	75
11 n	92	100	76	84
12 l	101	105	85	91
13 i	106	122	92	122
14 v	123	127	123	128
15 a	128	142	129	135
16 z	143	151	136	146
17 l	152	154	147	151
18 o	155	170	152	162
19 g	171	176	163	171
20 a	177	190	172	175
21 z	191	198	176	186
22 h	199	206	187	188
23 i	207	215	189	197
24 s	216	226	198	207
25 t	227	232	208	215
26 ei	233	245	216	233
27 z	246	253	234	242
28 w	254	258	243	247
29 i	259	273	248	254
30 th	274	276	255	263
31 a	277	289	264	274
32 s	290	313	275	297
33	314	315	298	313

米人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

日本人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

付録表 2-1 持続時間のテーブル (日本人話者 S P 1)

持続時間のテーブルを示す。各音素における日本人の開始及び終了フレーム番号と米人の開始及び終了フレーム番号を並べてかいてある。フレームは10msec単位である。音素は便宜的につけているので厳密な音素記号は使っていない。



33				
1	1	9	1	7
2 n	10	15	8	14
3 a	16	25	15	24
4 n	26	27	25	29
5 o	28	33	30	35
6 v	34	40	36	44
7 a	41	51	45	51
8 s	52	63	52	61
9 k	64	71	62	70
10 a	72	84	71	75
11 n	85	91	76	84
12 l	92	94	85	91
13 i	95	108	92	122
14 v	109	113	123	128
15 a	114	129	129	135
16 z	130	142	136	146
17 l	143	148	147	151
18 o	149	158	152	162
19 g	159	167	163	171
20 a	168	185	172	175
21 z	186	200	176	186
22 h	201	220	187	188
23 i	221	227	189	197
24 s	228	232	198	207
25 t	233	242	208	215
26 ei	243	255	216	233
27 z	256	262	234	242
28 w	263	271	243	247
29 i	272	280	248	254
30 th	281	291	255	263
31 a	292	303	264	274
32 s	304	335	275	297
33	336	351	298	313

米人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

日本人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

付録表 2 - 2 持続時間のテーブル (日本人話者 S P 2)

33				
1	1	11	1	7
2 n	12	15	8	14
3 a	16	24	15	24
4 n	25	26	25	29
5 o	27	33	30	35
6 v	34	39	36	44
7 a	40	51	45	51
8 s	52	62	52	61
9 k	63	73	62	70
10 a	74	84	71	75
11 n	85	92	76	84
12 l	93	96	85	91
13 i	97	108	92	122
14 v	109	129	123	128
15 a	130	137	129	135
16 z	138	143	136	146
17 l	144	151	147	151
18 o	152	163	152	162
19 g	164	172	163	171
20 a	173	182	172	175
21 z	183	193	176	186
22 h	194	202	187	188
23 i	203	210	189	197
24 s	211	218	198	207
25 t	219	227	208	215
26 ei	228	242	216	233
27 z	243	254	234	242
28 w	255	261	243	247
29 i	262	267	248	254
30 th	268	272	255	263
31 a	273	284	264	274
32 s	285	312	275	297
33	313	313	298	313

米人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

日本人の発話の各音素の開始、終了フレーム番号

付録表 2 - 3 持続時間のテーブル (日本人話者 S P 3)

K		sp1	sp2	sp3	TOTAL	DPI		sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	0	0	0	0	Weibel	2	2	2	6	
	Dr. Shorrock	1	2	2	5	Dr. Shorrock	1	0	0	1	
	Dr. Schneider	1	0	0	1	Dr. Schneider	1	2	2	5	
	Mrs. Higgins	0	0	0	0	Mrs. Higgins	2	2	2	6	
	Ms. White	1	0	0	1	Ms. White	1	2	2	5	
	Mr. Althaus	0	1	1	2	Mr. Althaus	2	1	1	4	
	L. Smith	2	2	2	6	L. Smith	0	0	0	0	
10	N. Manecha	0	2	0	2	N. Manecha	2	0	2	4	
	M. Bakke	0	0	0	0	M. Bakke	2	2	2	6	
	N. Plant	1	0	2	3	N. Plant	1	2	0	3	
	M. Wetss	2	2	2	6	M. Wetss	0	0	0	0	
	L. Eisenberg	1	2	1	4	L. Eisenberg	1	0	1	2	
	Derry	0	1	2	3	Derry	2	1	0	3	
	Ms. female1	2	2	2	6	Ms. female1	0	0	0	0	
	Ms. female2	2	2	2	6	Ms. female2	0	0	0	0	
	christ	0	2	2	4	christ	2	0	0	2	
	Mrs. Shorrock	0	1	0	1	Mrs. Shorrock	2	1	2	5	
20	TOTAL	13	19	18	50	TOTAL	21	15	16	52	
D		sp1	sp2	sp3	TOTAL	P		sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	1	2	5	Weibel	0	1	0	1	
	Dr. Shorrock	1	0	1	2	Dr. Shorrock	1	2	1	4	
	Dr. Schneider	2	1	0	3	Dr. Schneider	0	1	2	3	
	Mrs. Higgins	1	0	0	1	Mrs. Higgins	1	2	2	5	
	Ms. White	0	0	1	1	Ms. White	2	2	1	5	
30	Mr. Althaus	1	0	1	2	Mr. Althaus	1	2	1	4	
	L. Smith	1	2	1	4	L. Smith	1	0	1	2	
	N. Manecha	0	0	0	0	N. Manecha	2	2	2	6	
	M. Bakke	2	0	0	2	M. Bakke	0	2	2	4	
	N. Plant	2	0	0	2	N. Plant	0	2	2	4	
	M. Wetss	2	0	0	2	M. Wetss	0	2	2	4	
	L. Eisenberg	2	2	0	4	L. Eisenberg	0	0	2	2	
	Derry	2	0	2	4	Derry	0	2	0	2	
	Ms. female1	2	1	0	3	Ms. female1	0	1	2	3	
	Ms. female2	1	0	0	1	Ms. female2	1	2	2	5	
40	christ	2	0	0	2	christ	0	2	2	4	
	Mrs. Shorrock	1	1	2	4	Mrs. Shorrock	1	1	0	2	
	TOTAL	24	8	10	42	TOTAL	10	26	24	60	
DI		sp1	sp2	sp3	TOTAL	PI		sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	1	2	5	Weibel	0	1	0	1	
	Dr. Shorrock	0	0	2	2	Dr. Shorrock	2	2	0	4	
	Dr. Schneider	2	0	0	2	Dr. Schneider	0	2	2	4	
50	Mrs. Higgins	2	1	0	3	Mrs. Higgins	0	1	2	3	
	Ms. White	0	1	0	1	Ms. White	2	1	2	5	
	Mr. Althaus	1	0	1	2	Mr. Althaus	1	2	1	4	
	L. Smith	2	0	2	4	L. Smith	0	2	0	2	
	N. Manecha	1	0	0	1	N. Manecha	1	2	2	5	
	M. Bakke	2	0	1	3	M. Bakke	0	2	1	3	
	N. Plant	2	1	2	5	N. Plant	0	1	0	1	
	M. Wetss	2	0	0	2	M. Wetss	0	2	2	4	
	L. Eisenberg	2	1	0	3	L. Eisenberg	0	1	2	3	
60	Derry	2	0	1	3	Derry	0	2	1	3	
	Ms. female1	1	2	2	5	Ms. female1	1	0	0	1	
	Ms. female2	1	1	1	3	Ms. female2	1	1	1	3	
	christ	1	0	1	2	christ	1	2	1	4	
	Mrs. Shorrock	1	2	2	5	Mrs. Shorrock	1	0	0	1	
	TOTAL	24	10	17	51	TOTAL	10	24	17	51	
DPI		sp1	sp2	sp3	TOTAL	DP		sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	2	2	6	Weibel	0	0	0	0	
70	Dr. Shorrock	2	2	1	5	Dr. Shorrock	0	0	1	1	
	Dr. Schneider	2	1	0	3	Dr. Schneider	0	1	2	3	
	Mrs. Higgins	2	2	1	5	Mrs. Higgins	0	0	1	1	
	Ms. White	0	2	1	3	Ms. White	2	0	1	3	
	Mr. Althaus	1	2	1	4	Mr. Althaus	1	0	1	2	
	L. Smith	2	1	1	4	L. Smith	0	1	1	2	
	N. Manecha	2	1	1	4	N. Manecha	0	1	1	2	
	M. Bakke	2	0	0	2	M. Bakke	0	2	2	4	
	N. Plant	1	2	2	5	N. Plant	1	0	0	1	
	M. Wetss	0	2	2	4	M. Wetss	2	0	0	2	
80	L. Eisenberg	2	1	1	4	L. Eisenberg	0	1	1	2	
	Derry	2	1	1	4	Derry	0	1	1	2	
	Ms. female1	0	1	1	2	Ms. female1	2	1	1	4	
	Ms. female2	2	2	2	6	Ms. female2	0	0	0	0	
	christ	1	2	1	4	christ	1	0	1	2	

	Mrs. Shorrock	1	2	1	4	Mrs. Shorrock	1	0	1	2
	TOTAL	24	26	19	69	TOTAL	10	8	15	33
90	DI	sp1	sp2	sp3	TOTAL	D	sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	2	1	5	Weibel	0	0	1	1
	Dr. Shorrock	1	2	0	3	Dr. Shorrock	1	0	2	3
	Dr. Schneider	2	2	0	4	Dr. Schneider	0	0	2	2
	Mrs. Higgins	2	2	1	5	Mrs. Higgins	0	0	1	1
	Ms. White	2	0	1	3	Ms. White	0	2	1	3
	Mr. Althaus	2	1	1	4	Mr. Althaus	0	1	1	2
	L. Smith	1	1	1	3	L. Smith	1	1	1	3
	N. Manecha	1	1	2	4	N. Manecha	1	1	0	2
	M. Bakke	0	2	1	3	M. Bakke	2	0	1	3
100	N. Plant	1	1	1	3	N. Plant	1	1	1	3
	M. Wetss	2	1	1	4	M. Wetss	0	1	1	2
	L. Eisenberg	1	1	1	3	L. Eisenberg	1	1	1	3
	Derry	2	2	1	5	Derry	0	0	1	1
	Ms. female1	2	0	2	4	Ms. female1	0	2	0	2
	Ms. female2	1	2	1	4	Ms. female2	1	0	1	2
	christ	0	2	1	3	christ	2	0	1	3
	Mrs. Shorrock	1	1	0	2	Mrs. Shorrock	1	1	2	4
	TOTAL	23	23	16	62	TOTAL	11	11	18	40
110	PI	sp1	sp2	sp3	TOTAL	P	sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	1	1	4	Weibel	0	1	1	2
	Dr. Shorrock	1	2	0	3	Dr. Shorrock	1	0	2	3
	Dr. Schneider	2	2	0	4	Dr. Schneider	0	0	2	2
	Mrs. Higgins	2	2	2	6	Mrs. Higgins	0	0	0	0
	Ms. White	1	1	1	3	Ms. White	1	1	1	3
	Mr. Althaus	1	2	1	4	Mr. Althaus	1	0	1	2
	L. Smith	0	1	1	2	L. Smith	2	1	1	4
120	N. Manecha	1	0	0	1	N. Manecha	1	2	2	5
	M. Bakke	2	2	1	5	M. Bakke	0	0	1	1
	N. Plant	1	1	0	2	N. Plant	1	1	2	4
	M. Wetss	0	2	0	2	M. Wetss	2	0	2	4
	L. Eisenberg	0	1	1	2	L. Eisenberg	2	1	1	4
	Derry	1	1	1	3	Derry	1	1	1	3
	Ms. female1	0	2	1	3	Ms. female1	2	0	1	3
	Ms. female2	1	0	1	2	Ms. female2	1	2	1	4
	christ	1	2	1	4	christ	1	0	1	2
	Mrs. Shorrock	1	1	1	3	Mrs. Shorrock	1	1	1	3
130	TOTAL	17	23	13	53	TOTAL	17	11	21	49
	DP	sp1	sp2	sp3	TOTAL	D	sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	1	2	5	Weibel	0	1	0	1
	Dr. Shorrock	2	2	1	5	Dr. Shorrock	0	0	1	1
	Dr. Schneider	1	2	2	5	Dr. Schneider	1	0	0	1
	Mrs. Higgins	2	2	2	6	Mrs. Higgins	0	0	0	0
	Ms. White	2	2	2	6	Ms. White	0	0	0	0
140	Mr. Althaus	2	2	2	6	Mr. Althaus	0	0	0	0
	L. Smith	1	0	1	2	L. Smith	1	2	1	4
	N. Manecha	2	1	2	5	N. Manecha	0	1	0	1
	M. Bakke	1	2	2	5	M. Bakke	1	0	0	1
	N. Plant	0	2	2	4	N. Plant	2	0	0	2
	M. Wetss	2	2	2	6	M. Wetss	0	0	0	0
	L. Eisenberg	0	1	2	3	L. Eisenberg	2	1	0	3
	Derry	2	2	2	6	Derry	0	0	0	0
	Ms. female1	0	0	2	2	Ms. female1	2	2	0	4
	Ms. female2	2	2	1	5	Ms. female2	0	0	1	1
150	christ	0	2	2	4	christ	2	0	0	2
	Mrs. Shorrock	2	2	2	6	Mrs. Shorrock	0	0	0	0
	TOTAL	23	27	31	81	TOTAL	11	7	3	21
	DP	sp1	sp2	sp3	TOTAL	P	sp1	sp2	sp3	TOTAL
	Weibel	2	2	2	6	Weibel	0	0	0	0
	Dr. Shorrock	2	2	1	5	Dr. Shorrock	0	0	1	1
	Dr. Schneider	2	1	1	4	Dr. Schneider	0	1	1	2
160	Mrs. Higgins	1	1	2	4	Mrs. Higgins	1	1	0	2
	Ms. White	2	0	1	3	Ms. White	0	2	1	3
	Mr. Althaus	2	1	1	4	Mr. Althaus	0	1	1	2
	L. Smith	2	2	2	6	L. Smith	0	0	0	0
	N. Manecha	2	2	1	5	N. Manecha	0	0	1	1
	M. Bakke	2	2	2	6	M. Bakke	0	0	0	0
	N. Plant	1	1	2	4	N. Plant	1	1	0	2
	M. Wetss	2	1	0	3	M. Wetss	0	1	2	3
	L. Eisenberg	2	1	1	4	L. Eisenberg	0	1	1	2

170	Derry	2	2	0	4	Derry	0	0	2	2
	Ms. female1	2	2	2	6	Ms. female1	0	0	0	0
	Ms. female2	2	0	2	4	Ms. female2	0	2	0	2
	christ	2	0	0	2	christ	0	2	2	4
	Mrs. Shorrock	1	1	2	4	Mrs. Shorrock	1	1	0	2
	TOTAL	31	21	22	74	TOTAL	3	13	12	28

## 付録3.米人の評価結果の例(続き)

各被験者毎の評価結果を示す。横に、各被験者毎に、各話者について選んだ方のパラメータの回数を示し、各被験者毎の3話者の合計、各話者毎の全被験者の合計、全話者、全被験者の合計を示す。この被験者の中でグループAに属する者、グループBに属する者を下に示す。

## グループA

Weibel  
Dr. Shorrock  
Dr. Schneider  
Mrs. Shorrock  
Mrs. Higgins  
Ms. White  
Mr. Althus

## グループB

L. Smith  
N. Manecha  
M. Bakke  
N. Plant  
L. Eisenberg  
Derry  
Ms. female1  
Ms. female2