

# 英語の発話における Nucleus の相対的な振幅の 大きさと基本周波数の高さ、及びピッチ曲線の変化

上 斗 晶 代

Akiyo Joto

## 0 序

ある音調単位 (tone unit) において、イントネーションの中心となり、最大のプロミネンスがかかる音節は、nucleus と呼ばれる。nucleus の音声学的特徴は、この箇所では、急激なピッチ変化が起こることであるが、聞き手にとっては、この箇所にプロミネンスがあると感じるわけである。つまり、発話中最も強いアクセントがかかっていると聞くのである。話し手にとっては、この箇所を、最もきわ立たせて言う、あるいは最も強いアクセントを置いて言う、ということになる。

英語において、アクセントを受ける音節では、基本周波数 (以下、 $F_0$  と略す) の増大、duration の増大、インテンシティ (あるいは振幅) の増大が、主として認められる。このうちの何が、ストレスアクセントと最も関連性が高い要素であるかは、聞き手、話し手の立場から、大いに論議される問題であるが、物理的には、nucleus において、発話中の他のアクセントをもつ音節と比べて、これらの要素はどのようになっているのであろうか。英語アクセント法については、語、句レベルで、ピッチ変化とインテンシティについて、音響音声学的に分析され、第1強勢がかかるとされる要素が、そうでない要素に比べて必ずしも、インテンシティが大きいとは限らず、むしろピッチ変化が accentuation の主体となっている傾向があることが、いくつか報告されている。本稿では、文レベルにおける nucleus の音響音声学的分析を、振幅の大きさと、 $F_0$  の高さ、ピッチ曲線の変化を中心に行うことにする。話者が最も強いアクセントを置いて言うときとされる音節、つまり nucleus が、発話内の他の音節と比較して、相対的に最も大きい振幅がかかり、最も強いインテンシティでもって、発話されているかどうか。また、nucleus での、ピッチ曲線の変化の度合と、 $F_0$  の高さは、発話全体のピッチ曲線の流れからみてどうであるか。最も大きい変化、最も高い  $F_0$  の値が認められるのであろうか。本研究では、以上の点を中心に、実験的考察を試みた。

## 1 実験方法

分析する発話資料として、*Clear speech : Pronunciation and Listening Comprehension in American English* (Judy B. Gilbert, Cambridge University Press : Cambridge, 1984), *Lado English Series : A Complete Course in English as a Second Language, Book 2* (Robert Lado, Regents Publishing Co. Inc. : New York, 1978) 及び、*Book 4* (同, 1979) の付属テープより、発話をピックアップした。いずれもアメリカ英語である。発話は、前後の文脈に依らない文を5文、文脈上、文中のある語に‘焦点 (focus)’が与えられ、強調されている文を5文、計10文を分析対象とした。対象となる文は次のとおりである。

1. I want a banana.

2. She's written a paper.

3. Beth and Victor have a blue van.      4. Victor is buying Beth a velvet ribbon.
5. They live at seven seventy-seven Burk Boulevard.
6. Stanley: Did they discuss Italian art?  
Kate: No. (They discussed Italian politics.)
7. Mary: Does Alaska have more people than Texas?  
Leo: No it doesn't. (Alaska has fewer people than Texas.)
8. Ben: Was the converntion here?  
Catherine: No, it wasn't. It was in Francisco.  
Ben: How was it?  
Catherine: It was boring. (But the restaurants were fantastic!)
9. X: I lost my hat.  
Y: What kind of hat?  
X: It was a rain hat.  
Y: What color rain hat?  
X: It was white. White with stripes.  
Y: (There was a white hat with stripes in the car.)
10. My brother and my sisters and I are students. My brother is in elementary school. My sisters go to high shool (and I go to City College)

1～5は、文脈に依らない文である。1と2は文アクセントが2箇所と比較的短い文で、3～5は、文アクセントが5箇所ないし6箇所の、1と2より長い文である。6～10は、文中の特定の語が文脈上、focus となり、対照などのために、特に強調されて発話された文である。6～10の分析対象となった文は丸括弧で囲んで示している。また、一重下線は、end-focus となる語、二重下線は、文脈上特に強調を受けた語を示す。これらの語に nucleus があると考えられる。

表 1  
Intrinsic Intensity of Syllable Nuclei<sup>1</sup>

i	I	eI	ɛ	æ	ə	a	ɔ	ou	u	u	au	ai	ɔI	ər
75.1	78.1	78.6	79.3	79.4	79.7	80.2	80.6	79.7	78.4	78.2	80.1	80.2	80.9	79.0

表 2  
The Ratio of Intrinsic Intensity of Each Vowel<sup>2</sup>

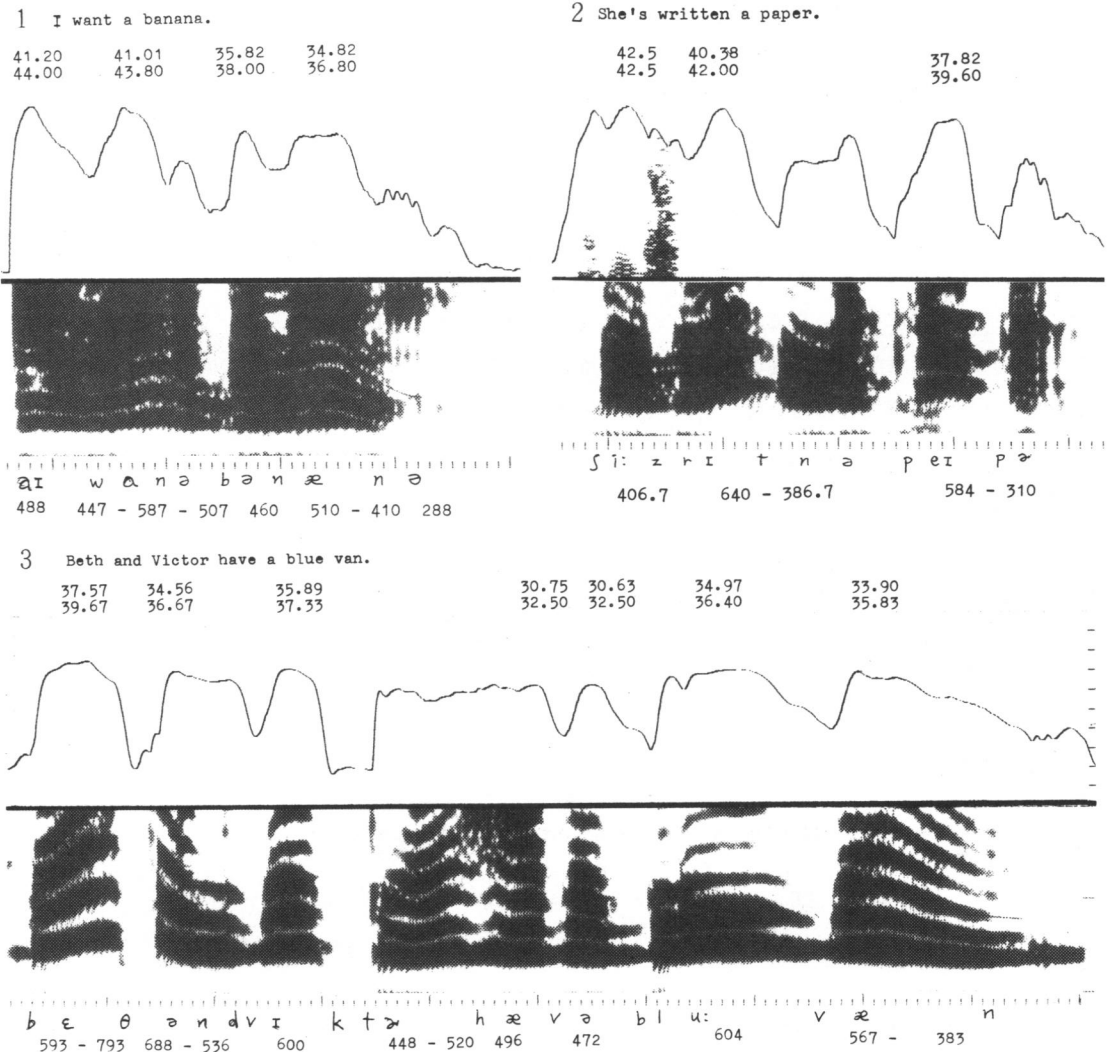
i	I	eI	ɛ	æ	ə (Λ)	a	ɔ
1.000	1.040	1.047	1.056	1.057	1.061	1.068	1.073
ou	u	u	au	ai	ɔI	ər	
1.061	1.044	1.041	1.067	1.068	1.077	1.052	

これらの発話を、テープレコーダー (SONY CFS-9000) で再生し、サウンドスペクトログラフ (RION SG-09) により、振幅と、狭帯域パターンを記録し、各母音のインテンシティと、イントネーションを調べた。ピッチ曲線は、 $F_0$  の第3あるいは第4倍音 (harmonic) を辿り、その数値は、1mmを  $20H_z$  として算出した。

振幅は、1mmを1dBとして算出し、この物理的数値に、各母音のもつ intrinsic intensity (表1) を考慮して、 $/i/$  を1.000として割り出した割合 (表2) を基に、換算し直した値を比較分析した。

## 2 結果

以下は1~10の発話のスペクトログラムである。上段は振幅、下段は狭帯域パターンを表す。振幅の下段の数値は、物理的数値、上段は intrinsic intensity を考慮した値を示す。振幅の値の単位はdB、ピッチ曲線の下段の値の単位は  $H_z$  である。



Nucleus の相対的な振幅の大きさと基本周波数の高さ, 及びピッチ曲線の変化

4 Victor is buying Beth a velvet ribbon.

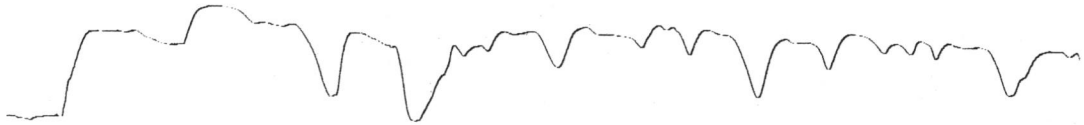
42.12	36.15	35.11	31.44	31.72	32.21	33.65
43.80	37.60	37.50	33.20	33.50	33.50	35.00



V i k t a i z b a i i j b e θ a v ε l v i t r i b a n  
783 507 560 500 - 620 - 483 483 - 573 507 488 - 533 667 - 467

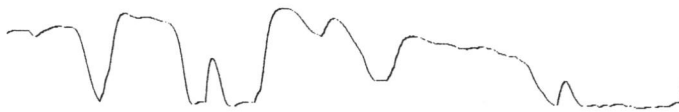
5 They live at seven seventy-seven Burk Boulevard.

32.47	39.11	32.36	32.83	29.67
34.00	40.67	34.17	34.67	31.33



θ e i l i v æ t s ε v æ n s ε v æ n t i s ε v  
540 547 - 616 464 570 - 717 592 580 587 525

32.32	34.10
34.00	35.60



a n b æ k b v l æ v æ d  
464 - 512 483 - 517 560 - 450 400

6 They discussed Italian politics.

41.55	38.64	39.74	38.20
43.50	41.00	42.00	40.80



θ e i d i s k l s t i t æ l i z n p a l i t i k s  
717 717 827 667 672 528 656 410

7 Alaska has fewer people than Texas.

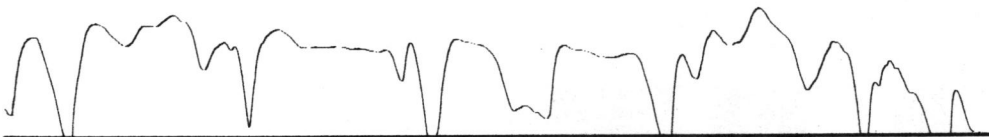
36.58	34.56	36.02	35.83	28.75	31.44
38.67	36.67	37.50	35.83	30.50	33.20



ə l æ s k ə z f j u : ə p l : p l æ n t z k s ə s  
483 560 707 - 450 432 364 352

8 But the restaurants were fantastic!

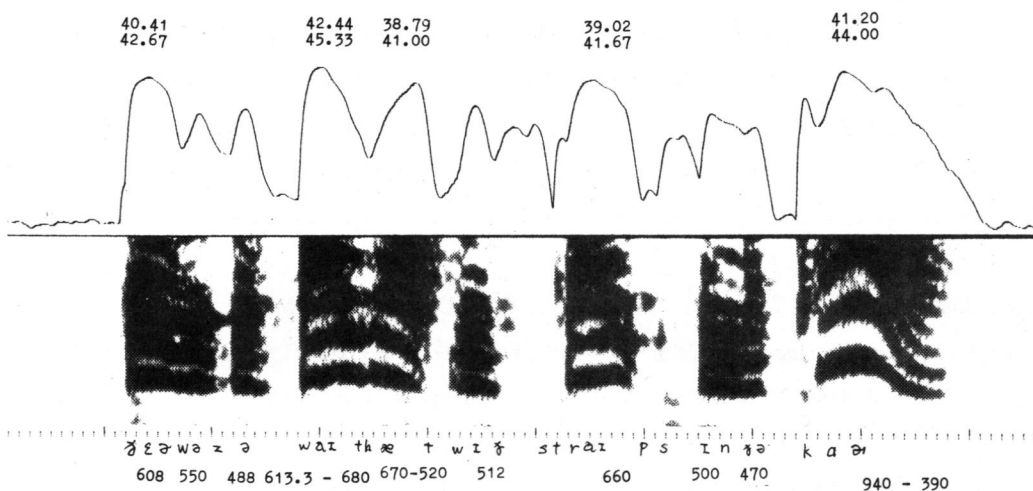
31.25	27.52	25.10	23.34	32.33
33.00	29.2	26.40	24.67	34.17



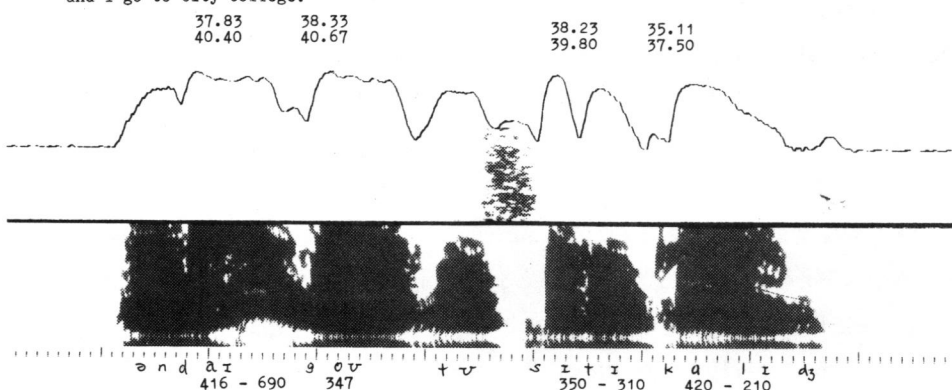
b ə t ð ə r z s t ɔ r a : n t s w ə f æ n t æ s t i k  
480 - 856 587 - 440 467 490 - 440 1033 - 933 427

Nucleus の相対的な振幅の大きさと基本周波数の高さ, 及びピッチ曲線の変化

9 There was a white hat with stripes in the car.



10 and I go to City College.



まず1の文であるが、文アクセントを受ける語、*want* と *banana* の振幅を比較すると、nucleus をもつ *banana* よりも、6.19dB差で *want* の方が大きい。また、文アクセントを受けない *I* や、*banana* の第1音節 *ba-* の振幅の方が、nucleus の *-na-* よりも大きく、特に *I* は発話内で最大の振幅をもつ。Fo は、*want* が発話中最も高く上昇しているが、ピッチ曲線の変化度は *want* aで 80Hz、nucleus で100Hzで、nucleus での変化度が最も大きい。また、nucleus までピッチが低く下がらず、*want* で上昇したピッチが少し下がり、再び nucleus で上昇して急激に下降していることに注意したい。

2の文の振幅をみると、nucleus となっている *paper* よりも、*written* や、文アクセントのかからない *she* の方が大きい。Fo の高さは、*written* で最も高いが、ピッチの変化度は *paper* の方が大きい。この文においても、nucleus までの Fo の値が、発話の音域の最も低い位置付近まで下がらず、nucleus で上昇がみられ、下降している。

3の文では、振幅は *Beth* が最大である。*blue van* においては、理論上では *blue* に第2アクセント、*van* に第1アクセントがかかると思われるが、強さの度合(振幅の値)は、*blue* の方がやや大きい。しかし、ピッチ変化をみると、*blue* は比較的平坦で、nucleus の *van* で下降が起っている。つまり、プロミネントな音節では、振幅の大きさよりも、ピッチ変化の方が役割が重要と思われる。Fo の高さは *Beth* で最高であるが、次の音節への変化の度合は、nucleus よりも小さい。*Victor* の第2音節より *blue* までは振幅曲線も、ピッチ曲線も平坦である。プロミネンスがない部分では、振幅の起伏も小さく、ピッチ変化も小さいことがわかる。

4の文において、振幅は *Victor* の第1音節が最大である。*velvet ribbon* のストレス・パターンは、理論的には、<sup>2</sup>*velvet* <sup>1</sup>*ribbon* で、実際の振幅値も *ribbon* の方が大きい。また、発話の前半部分で振幅が大きく、nucleus の部分を含めて後半部分では、比較的小さいことがわかる。これは、後で触れるが、Fo の下降に伴う amplitude downdrift の影響であろうか。Fo は、*Victor* の第1音節が最高で、nucleus まで特にきわ立った突出はなく、nucleus で再びピークを作って、急激に下降している。ピッチ曲線の変化度は、*Victor* が最も大きく、発話最初で、*Victor* が固有名詞ということから、強調を少し受けたのであろうか。

5では、振幅は *live* で最も大きく、次が nucleus である。*Burk Boulevard* の振幅の大きさは、<sup>2</sup>*Burk* <sup>1</sup>*Boulevard* の理論上の強勢パターンと一致している。この部分でのピッチの変化をみると、*Burk* は平坦で、*Boulevard* で、下降調のピッチ変化がみられる。Fo の値は、*seven* の第2音節で最高となっているが、この音節と、前後の音節間のピッチ変化の度合は、nucleus 程大きくない。この発話で、ピッチ曲線の変化度が最大であるのは、nucleus においてである。また、*seventy* から nucleus までは、振幅も Fo も、特にきわ立ったピークを作る箇所はなく、ピッチ曲線においては、比較的平坦であることに注目したい。

6の文では、*art* と対照させられて、*politics* に焦点がおかれ、強調されるが、振幅の大きさは、発話内で最大ではない。nucleus よりもむしろ、文アクセントを受けないはずの *they* に最大の振幅がかかっている。*Italian politics* の強勢パターンは、<sup>2</sup>*Italian* <sup>1</sup>*politics* のはずであるが、実際の振幅は *Italian* の方がやや大きい。しかし、ピッチ変化は、*politics* で最も大きいことに注意したい。Fo は、*discuss* の第2音節で最高の値となっている。また、*Italian* の第3音節で、Fo が少し下がり、*politics* の始まりで上昇している。前音節から、上昇して始まることで、nucleus の強調を強めていると考えられる。

7の文では、*more* と対照的に *fewer* に強調が置かれて、ここに nucleus がくるが、振幅も発話中で大きく、最大の振幅をもつ *Alaska* の第2音節とほぼ同じである。Fo の最高値は、*fewer* に置かれ、ピッチ曲線の変化度も最大である。*fewer* で、ピッチ曲線が急激に下降し、以後は平坦調が続き、イントネーションに起伏がみられないことに注意したい。*fewer* 以下の部分でのピッチ曲線の変化はないが、振幅においては、*people* と *Texas* の第1音節に、やや大きい突出がみられる。これは、この2箇所文アクセントがかかるためであろう。振幅の起伏と Fo の起伏が必ずしも一致しないことは、英語がストレスアクセント言語といわれる1つの所以であろう。

8の文では、*convention* と対比して *restaurants* , *boring* と対比して *fantastic* が強調され、それぞれ、*res-* と *-tas-* が nucleus となっている。文尾の感嘆符が示すように、*fantastic* には、*restaurants* よりも強い強調が置かれるはずである。両者の振幅を比べると、*-tas-* の方が *res-* よりも1.08dB差でやや大きい。amplitude downdrift の影響を考えるとすれば、*-tas-* には、*res-* よりも大きいエネルギーがかけられて発話されていると思われる。Fo の値は、*-tas-* で最も高く、変化の度合も最大である。*res-* にも高い Fo と、ピッチの急変化が認められるが、*-tas-* よりもその度合は小さい。2つの nucleus の間のイントネーションは平坦であり、振幅の大きさも相対的に小さいことが注目される。

9においては、文脈上、*car* がこの文中で唯一の新情報となっている語であり、ここに焦点があてられて強調され、nucleus が形成されると考えられる。スペクトログラムでの振幅の大きさは、*white* で最大で、次に1.24dB差で nucleus の振幅が大きい。Fo の値は *car* で最高で、変化度もここで最も大きい。*hat* , *stripes* にも振幅の突出がみられ、Fo の値もこれらの箇所では比較的高いが、前後の音節とのピッチの変化度は、きわ立って大きくはない。これら2語がプロミネンスを受けないからであろう。文アクセントを受けない *there* の振幅が、文アクセントのある *hat* , *stripes* よりも大きく、文頭の語であることにも注意したい。

10の文では、*my brother* , *my sister* と対照させて *I* に、*elementary school* , *high school* と対照させて *College* に焦点があてられ、nucleus となっている。振幅は *go* が最大で、nucleus の *College* の第1音節が最小である。*City College* の理論上の強勢パターンは、*City*<sup>1</sup> *College*<sup>2</sup> で、振幅曲線は、このパターンをくずしていないが、*College* を強調するために、ピッチ変化が *City* ではなく、*College* の方に起っていることに注意しなければならない。インテンシティの強い箇所と、ピッチ変化のある箇所が、必ずしも一致せず、また、強調が必ずしも強さの度合のみで表わされるとは限らず、ピッチ変化が強調表現の手段となっていることが考えられる。*go* には、最大の振幅がかかっているが、Fo の値は高くなく、また、Fo の大きな変化もみられない。Fo の最高値は *I* にあり、ここでは大きなピッチ変化もみられる。

以上の12の nucleus は、次のようにまとめられる。

- 1) nucleus の振幅が、発話内で最大であるもの……1例 (nucleus が特に強調されている)
- 2) nucleus の Fo が、発話内で最大であるもの……4例 (4例とも nucleus が特に強調されている)
- 3) nucleus の振幅, Fo 共に、発話内で最大であるもの……1例 (nucleus が特に強調されている)
- 4) nucleus でのピッチ変化の度合が最大であるもの……9例 (5例が nucleus が特に強調されている)
- 5) nucleus 以外の音節の振幅が最大である場合、  
その音節が発話最初の語にあるもの……6例 (3例は機能語)

### 3 考察

10の例文のスペクトログラムから、一般的に言えることは、発話中、最大のプロミネンスがかかる



nucleus が、必ずしも、音響音声学的に、最大の振幅、あるいは最大の Fo 値が置かれているとは限らないということである。

P. Lieberman は、アメリカ人被験者を使って、ある文を、強調する語とその数を違えて発話させ、その声門下圧を調べた結果、声門下圧のピークは、プロミネンスの位置と必ずしも一致するとは限らず、同一発話内で、不連続の数語が強調される長目の文においては特にそうである<sup>3</sup>、ということを経験している。声門下圧と関連性の高い振幅が、本稿でのデータで、1～5のうち全ての文、そして6～10中4文の nucleus でピークを示していないことは、Lieberman のデータ結果と一致する。

しかし、nucleus の振幅値と、発話中で最大の振幅値との差をみると、1～5までのものより、6～10までのものの方が、差が小さい。1～5における差の平均値は5.63dBで、6～10での差は1.89dBである。また、nucleus の振幅、Fo が発話内で最大となっている例はすべて、nucleus が強調されているものである。このことは、nucleus が文脈上、特に強調されている場合には、より強いインテンシティ、より高い Fo が nucleus にかかっていると解釈できよう。

上記の例文いくつかにみられるように、文アクセントを受けない語の方が、nucleus よりも振幅が大きい場合がある。これらの語は、発話の前半に位置していることが多い。また、全体的に、発話前半の振幅の方が、後半よりも大きい値となっている。J. Pierrehumbert の研究報告によると、Fo の下降に伴い、amplitude downdrift が一般的にみられる<sup>4</sup>ということであるが、もしこの振幅の下降を考慮に入れるならば、発話の始めは、終りよりも振幅の物理的数値は大きいであろうし、発話の終り付近にくる nucleus は、話者にとっては、物理上の実際値よりも強いエネルギーで発話していると考えられよう。それでも尚、例文3, 6, 10のように、隣接した2語において、nucleus の振幅の方が小さい場合があり、プロミネンスの表現には、強さ以外の要素が使われていることが示唆される。

P. Lieberman は、前出の論文で、声門下圧のピークとプロミネンスの関係について、以下のように述べている。

There may be some constraints on the number or the timing of 'programmed' subglottal air-pressure peaks within each breath group. The speaker, under some conditions, may be unable to produce a distinct peak in the subglottal air-pressure function; and he may then manifest phonetic prominence by means of an increasing in the duration of the desired phonetic element without increasing the subglottal air pressure.<sup>5</sup>

Lieberman は何らかの制約の下で、声門下圧の増大によってプロミネンスを表せない場合、話者は duration の増長によってプロミネンスを表すことがありうるとしている。本稿では、duration については特に調べなかったが、nucleus のような、ピッチ変化が起る音節では、duration が増長するであろうと思われる。本実験結果でみる限り、振幅、音の高さ、ピッチ変化のうち、プロミネンス表現で重要な手段として考えられるのは、一音節内、及び隣接している音節間での、音の高低の変化なのではないだろうか。1～10の例文中、3と4を除いて全て、nucleus は前音節よりも Fo の値が高く、ピッチの上

昇がみられる。8や9のように、特に強調される nucleus には、前音節から急上昇するものがあり、これらの場合には、プロミネンスの度も強くなるといえる。

プロミネンスの表現に、ピッチ変化が重要な役割をしている例として、例文10があげられる。City College の College にプロミネンスを置くに際し、振幅の大きさは、Cityの方が大きく、大きいピッチ変化は College で起っている。また、例文8の、people than Texas にみられるように、プロミネンスを置かない箇所では、振幅の突出があってもピッチ曲線は平坦であることから、プロミネンスのピッチ変化の重要性がわかる。その他、振幅の値は大きくないが、ピッチ変化でプロミネンスが与えられている例、プロミネントでない箇所で、平坦なピッチが続いている例は、上記の分析結果で示すとおりである。

上記結果より、nucleus での、振幅は相対的に大きくはないが、ピッチが前音節よりも上昇する例、また、nucleus 直後の音節で急下降する例が見られた。音声は、時間の流れの中で相対的であり、発話内での音の全体的な相対関係よりも、音の前後関係に注意する必要があると思われる。その場合、強弱が交互に現われる振幅包絡線に対し、ピッチ曲線の流れは自由であることから、nucleus を含め、その前後の音節とのピッチ変化が、nucleus 表現に重要になってくると考えられる。nucleus の発話内での相対性は、音声の強さのレベルでよりも、むしろ音声の高低変化のレベルで表わされるといえる。

#### 4 結語

本研究は、音響音声学的には、理論上のストレス・パターンと、振幅の相対レベルのパターンとは、必ずしも一致せず、最大のプロミネンスをもつ nucleus に、必ずしも最大の振幅、最大の Fo がかかっていないことを明らかにした。また、何らかの制約を受けて、相対的に大きい振幅をもたない nucleus を、話者は呼気の強さ以外の方法で、補って表わしていると考えられ、その手段としてピッチ変化が重要と考えられることを示した。

最後に、本研究の結果より、英語発音指導上、示唆できる点をあげるとすれば、従来、文中で最も強く発音する、あるいは最も強いストレスを置いて発音すると、指導されてきたことについて、実際の発話においては、相対的な強さや音の高さの度合よりもむしろ、音の高低の変化に注意して発音しなくてはならないのではないかということである。具体的には、nucleus、つまり、プロミネンスを置く音節では、急激なピッチ変化をつけて発音すること、前音節よりも nucleus でピッチを上昇させること、また、nucleus 以外の音節連続部では、大きなピッチ変化をつけず、イントネーションを比較的平坦に保つようにすることであろう。

#### Notes

- 1 Ilse Lehiste, *Suprasegmentals* (Massachusetts : MIT Press, 1979), p.120.
- 2 Yoshiki Nagase, Yoshiharu Ohta, Akiyo Joto and Kimiko Ushio, "Accentuation in English," PERSICA, No.8 (1981), p.117.
- 3 Philip Lieberman, "Direct Comparison of Subglottal and Esophageal Pressure during Speech," The

Journal of Acoustical Society of America, Vol.43, no.5 (1968), p.1157.

- 4 Janet Pierrehumbert, "The Perception of Fundamental Frequency Declination," The Journal of Acoustical Society of America, Vol.66, no.2 (1979), pp.363-369.
- 5 Lieberman, p.1164, ll.21-28.

本稿は、昭和60年9月、第6回近畿音声言語研究会で口頭発表したものを、加筆、修正したものである。