中国語の明瞭度

蘇 義 彬*

1

中国語の語言的研究は、B. Karlgren の Etudes sur la phonologie chinoise (1915~1926) を初めとして、今日まで数多い報告書がみられるが¹⁾、本文では中国語の音声明瞭度について論じたい。言語音声病理学では言語検査や訓練を行なうに際し、種々の語表が必要となるが、その語彙の選定には音声学的研究、殊に明瞭度の基礎づけがなくてはならない。

明瞭度の研究は近時電気通信学によつてさらに推進されたが、他方言語の統計学的観察にまつところも少なくない。例えば Kaeding は1,100万語中に現われた文字の頻度について (1897)、Meier は10万発音例について (1951~1952) 統計成績を報告し、これから Wortkatalog が作られたわけであるが²⁾、中国語についてこのような統計を行なうことは、前例もなくまた長時間を要する仕事だと考えられる。私は確率論的方法を応用して、中国現代会話の音声学のカatalogの確定に努めたが、その間、情報理論と実験音声学的方法が特に有用だつたと思われたので、ここに明瞭度を中心とした研究過程を発表して諸先進のご批判を仰ぎたいと思うものである。

2

中国語は、印度シナ語系に属する特殊な言語で、ベトナム・タイ・ビルマ・チベット語と同じく、単音節語の結合によつて会話文を構成する。多くの方があるが、北京官話が通用語である。これは現在国語とよばれ、国語推行委員会が台湾に設立されて以来(1947) 強力に普及した標準語であり、発音や語彙も元来の北京官話から多少変貌している³⁾。

中国語の発音は、37個の国音字母(英語のアルファベットに該当する)と4声からなる。

国音字母の中、複合母音(ai, ei, ou, ao)および附帯母音(ag, an, ong, ên, in, ig)を単音に分ける(ai→a+i, ag→a+g)と総計30単音に還元される。これらを音素(phonemes)とよびたい。母音素に4種の抑揚および長短がついて4声(tonemes)に分けられる。音節は1個以上の音素の組合わせ(併音)から成立つ。

字母を頭子音・附尾音(C); 母音・介母音(V)でわけると、組合わせ形式は、V, VC, VVC, VVV, CV, CVV, CVVC, CVVV, VV の9種類が存する。宮島・

岡の日華辞典(1958, 東京)によれば、30音素の併音によつて406部首、すなわち406種類の組合わせがある。つまり声素を除外すれば406種の音節があり、これらが会話の中に繰返えされているわけである。この音節の音素数平均値は2,281個であつた。しかし中国語会話では、これだけでは使用上不足するので、通常2音節句が用いられる。この際の音素数は第1表にみる如く、種々の組合わせがあり、平均値4.5個になる(英語で単語に該当する; 英語の1単語アルファベット数は4.17個だという)。すなわち中国語会話の音節句は30音素の中から4.5音素をとり出す組合わせだと考えられる。

各音素の会話中に出現する頻度は第2表の如くであつた。このような出現頻度を示す会話をかりに会話母標本と定める。ヨーロッパ語と比較すると、中国語の母音の頻度はだいたいイタリア語に近く、子音はドイツ語に近い序列を示す⁴⁾。

* Su I-PIN, 1944年台北帝大医学部卒業、台北市開業医、現住所：台北市永綏路14号

1) 董同龢：中国における言語調査，同志社東方文化講座 # 12, 京都, 1957.

2) Feldmann, H. : Die Geschichte d. Hörprüfungsmethoden, G. Thieme, Stuttgart, 1960, (p. 73).

3) 台湾省国語推行委員会：国語標準彙編，開明書店，台北，1948.

4) ベルヴィッチ：機械の言葉と人間の言葉，佐々木訳，みすず書房，東京，1958, (p. 146~147).

表1 平均音素数

音 節			音 節 句*		
音素	n	pn	音素	n	pn
1	711	711	1 + 1	6,884	19,330
2	4,751	9,502	3	9,502	38,008
3	3,136	9,408	4	3,874	19,388
Σ	8,598	19,621	5	6,277	37,632
			6	7,887	39,435
			Σ	34,397	153,693
N = pn/n = 2.281			N' = 4.5		

* 二音節句に限定する。

表2 音素出現頻度* (pi)

i	0.162	p	0.025	ü	0.011
a	0.132	e	0.025	tz'	0.011
u	0.123	l	0.024	f	0.008
n	0.078	h	0.024	ch'	0.008
o	0.066	ch	0.019	k'	0.006
ɤ	0.056	ts	0.019	p'	0.006
ɯ	0.039	s	0.016	r	0.006
t	0.038	tz	0.014	ts'	0.005
sh	0.027	t'	0.012	s	0.004
m	0.026	k	0.012	j	0.003

* 標本は下記会話読本より収集した：－
i. 国立編訳館：国語読本，初小 1-4，1958.
ii. 香坂順一：華語自修書 (1)，台湾三省堂，1945.
iii. 李劍南：実用国語会話，国語日報社，1959.
上記標本中音素数は合計41,702個である。

3

中国語の明瞭度を考える前に，まず声素や発声時のラウドネスおよび時間パターンを仮りに除外して音素だけの明瞭度だけを取り上げてみよう。

例えば，音素|a|を|i|から，|p|を|k|からききわける大脳の（あるいは場・空間理論による聴覚の）デジタルな選択作用が明瞭度を左右するものだと考えられる。これは単に聴覚の弁別能力のみならず，該音素の意味づけ，すなわち情報内容の多少もまた関与するだろう。従つて会話体の音素明瞭度は，受聴率と情報量の両方面から測定しなければならないことになる。

いま音節の明瞭度が各音素の明瞭度の和から成立ち，各音素の確率が各個独立である（独立離散源）と仮定するならば，Heartleyの情報選択指示理論に従つて⁵⁾，次の式から情報量を算出することができよう。

音素 n 個の出現頻度が各々 p₁, p₂, p₃……p_n であり，Σp_i = 1 であるならば，情報量 (H) は，母標本の如き会話体では，

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i \text{ ビット} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

上記母標本では，H = 2.51 ビットになつた。

また各音素個々の情報量は，

$$h_i = - \log_2 p_i \text{ ビット} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

受聴率の測定は実験音声学的方法によつた。子音21個と母音7個のCV組合わせ，附帯母音6個，単音母

音6個合計160個の音節がランダムに配置されたログトム表を作製した。このログトムは第一声で発声され，すべて無意語である。

表3 ログトムの組合わせ方

Consonants : p p' m f t	Vowels : i a u
t' n l k k' h	e o é
ch ch' sh tz tz'	ü (r)
ɤ j ts ts' s	
Semivowels : an in aɯ ên oŋ	
iŋ	

ログトムを成年男女に標準速度（毎秒5音素，中繫時間を合わせて5秒間に2音節）で発声せしめO-VU (72.8 dB, 600 Ω) で録音帯 (Py-9, 19 cm/sec) に録音し正統伝導法 (OTR) で再生し，just audible 閾値（約23 dB）で50耳にきかせて受聴率を求めた⁶⁾。この際，音節 (L) および音素 (l) の平均受聴率は下式の如くでなければならない。

$$L = \frac{154 \cdot c \cdot v + 6 v}{160} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

$$l = \frac{154 \cdot c + 160 \cdot v}{314} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

ここで C, Vは各々子音および母音素の受聴率をいう。L, Vの実測値により l, cが算出された。

5) C. チェリー：ヒューマン・コミュニケーション，関英男校閲，光琳書房，東京，1961，(p. 61～64).
6) 三浦種敏：通話品質，共立出版社，東京，1955，(p. 46～49).

表4 受聴率実測値

L*	l	v	c
0.75	0.71	0.95	0.46

* 訂正値=0.69±0.05

上記の数値はログタムという子標本には適用するが母標本について危険率5%の確率は次式によつて較正されるべきである。

$$L = \frac{0.05 \times 314}{160\lambda + 154} \cdot \lambda \cdot l + \frac{0.95 \times 314^2}{(160\lambda + 154)^2} \cdot \lambda \cdot l^2 \dots ⑤$$

($\lambda = v/c$)

v, cの実測値をLの訂正値に合わせるため0.70/0.75=0.93を乗じた数値が第5表に示されてある。

次に情報量が会話の場合には、文字情報量と異なり、これは受聴率と明瞭度の乗数であるとも考えられる。すなわち、

$$H = (L \times S)K, K = \text{係数}$$

従つて、明瞭度SはH/Lで表わしてもよからう。(係数は常数であるから仮りに除外する)。 $H = \sum p_i h_i$, $L = \sum l_i p_i$ であるから、音素の明瞭度は下の如くなる。

$$s_i = h_i / l_i \dots \dots \dots ⑥$$

表5 音素情報量・明瞭度・受聴度

音素	h_i	l_i	s_i	音素	h_i	l_i	s_i
i	2.68	1.0	2.68	ts	5.64	0.3	18.80
a	2.96	1.0	2.96	ʃ	5.64	0.25	22.56
u	3.00	0.9	3.33	tz	6.07	0.25	24.28
n	3.59	0.55	6.25	t'	6.34	0.5	12.68
o	3.96	0.9	4.40	k	6.45	0.5	12.90
ê	4.17	0.9	4.63	ü	6.63	0.95	6.98
ɣ	4.65	0.55	8.55	tz'	7.28	0.4	18.20
t	4.84	0.4	12.10	f	8.10	0.4	20.25
sh	4.89	0.6	8.15	ch'	8.10	0.6	13.50
m	5.33	0.5	10.66	k'	8.10	0.3	27.00
p	5.40	0.5	10.80	p'	8.64	0.6	14.40
e	5.48	1.0	5.48	r	8.64	0.45	19.20
l	5.48	0.5	10.96	ts'	9.29	0.4	23.23
h	5.50	0.3	18.33	s	9.28	0.4	23.20
ch	5.92	0.55	10.78	j	10.12	0.25	40.48

4

本論文ではひとまず会話は独立離散源だとみなして情報量を取り扱つた。しかし実際第2表の如き音素出

上記の母標本について下式が成立するものと考えられる。すなわち2,281音素より成立つ音節において、

$$S = \sum s_i p_i \dots \dots \dots ⑦$$

さらにこれに各音節の声素のウエイトがかかるから、音節句では一般に下式で表現される。

$$S = t_i S_1 + t_j S_2 \dots \dots \dots ⑧$$

($t_i, j, \dots$ 声素のウエイト)

四声は英語における抑揚と強調の性質をかねて、いわゆる portamento に属するものである。Intonation-graph (D. Johnes) で示すと図aの如くなる。これをVU計とキモグラフィオンを連絡して描写せしめると、音圧×時間のグラフ図bができるが、第I声の指数を1とすれば、以下0.6, 1.3, 0.5となる。

第1図 声素のウエイト

次に明瞭度計算法の1例を示す。

開口: | $\overline{kai}^1 \overline{kou}^3$ |

$$S = p_k s_k + \frac{1}{2} (p_a s_a + p_i s_i) + p_k s_k + 1.3 (p_o s_o + p_u s_u) / 2$$

複合母音 $\overline{ai}$, $\overline{ao}$, $\overline{ou}$ は1/2を乗ずる⁷⁾。さらにこれにtを乗ずることになる。重複句や第1声と第4声の結句の時、しばしば軽声が用いられるが、この場合のtは1/2になる。

7) 拗音 $\overline{iai}$, $\overline{iao}$ では ($\sum p_i h_i$) $\times 1/3$ 。

素の結合には「よりごのみ」が存在するので、さればこそ30音素の結合は本来ならば900種類を生ずべき所、実際には406部首しか存在しないのである。例えば附帯母音|ɹ|はVC形式で語尾に出るがCVになることはない。|ɹ|に至つてはC形式で出るか（この際の発音は|æ|に近い）語尾に附帯して使われるかである。|e|も使用上制限があり|ei|形式になることが多い。このような制限がある以上、自然会話は独立離散源ではなく、条件付確率で音素が出現するものと思われる。つまり30音素から2,281音素組合わせを取りだす確率を見出せばよいが、これはn重マルコフの鎖と考えられ、従つて情報量の訂正や冗長度の計算もマルコフの鎖から可能となるはずである。前に①式で与えたHはこの際下式の如くだという⁷⁾。

$$\sigma H^2 = \sum_{i=1}^n p_i (\log_2 p_i)^2 - H^2 \dots\dots\dots ⑨$$

さらに音節句の場合、音素数が無限に多くなれば情報量も増加し、明瞭度もよくなりそうだが、これにも一定の限度がある。実際会話では、読経のような発声をしてない。実験的には一音節句の音素が7個をこえると明瞭度がわるくなる。統計的には前述の如く平均値4.5音素が最も多い。理論的には国沢の公式があつて⁸⁾、長さNの音節句の確率をPとすると、

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left\{ a < \frac{-\log P - NH}{\sqrt{N}} < b \right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma H}} \int_a^b \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma H^2}\right) dx \dots\dots\dots ⑩$$

ここに①、⑨を代入すると、Pを最大にするNはa = 2、b = 10のとき9という値が出る。これは明らかに

実験値より大きいので、会話には冗長語が混在するためだと思われる。⑩と実測値から、

$$N'/N = 9/7 \approx 1.3 \dots\dots\dots ⑪$$

これを冗長度 (R_i) と名づけるならば、Shannon の冗長度計算式により、

$$H' = \frac{R_1 + H}{i + 1} \dots\dots\dots ⑫$$

$$(1 \leq i < 2,281)$$

①および⑪からHを修正すると約2ビットとなる。すなわち中国語には約25%の冗長語があるらしく、これが音節句ひいては会話全体の明瞭度に影響を与えていることになる。

表6 音素明瞭度 (sipi)

順位	音素	sipi	順位	音素	sipi
1	n	.488	16	k	.255
2	t	.460	17	t'	.252
3	h	.458	18	ch	.238
4	i	.434	19	sh	.221
5	ɲ	.420	20	tz'	.200
6	u	.410	21	f	.162
7	a	.390	22	k'	.162
8	ʃ	.361	23	e	.137
9	ts	.357	24	j	.122
10	tz	.340	25	ts'	.116
11	o	.290	26	r	.115
12	m	.286	27	ch'	.108
13	l	.275	28	s	.093
14	p	.270	29	p'	.086
15	ê	.261	30	ü	.077

5

以上の諸計測から、中国語明瞭度の特徴が数項見出された。

一般に母音は子音よりも「はつきり」きこえると思われているが、必ずしもそうと限らず、また破裂音は口唇音より明瞭だと思われるが却つて逆の結果が出ている。これは予想に反することであり、恐らくは音素と音素の結合において、例えば|n-a|、|ts-i|では多少の拗音的效果が存し、反之|tz'-u|や|ch'-i|においては母音は子音の発声にカバーされるというような要素が存在するためだろう。この点日本語のような単音語とはやや異なつていた（例えば|カキ|は|カ|+|キ|の明瞭度である）。

明瞭度をますために、中国語では種々の工夫が行なわれている。例えば|p'a|〔爸〕は会話では|p'a・p'a|〔爸爸〕になり（これは日本語で|ハ|（葉）を|ハッパ|〔葉っぱ〕にするのに似る）強盛効果を狙うやり方の外に、非常に明瞭度のよい音節とあまり明瞭でない音節が組合つて、その対比により明瞭効果があがることもみられる。こういうのは無意識的に明瞭度を調整している例だが、

8) 喜安善市：情報理論入門，共立出版社，東京，1955，(p. 50～60)。

北京芝居の台詞の場合には意識的に歯切れをよくする努力——つまり明瞭度をよくする工夫をしているものの如くである。この際には不明瞭語の強調発音と長音を利用することによつてかなり明瞭度をましているが、普通会話にこの方法を使うと不自然になる。

中国語は前述の如く、単音語ではなく音節語である限り、明瞭度や情報量は符号的メッセージとして考えるべきでなく、連続波形のメッセージとして考えた方がより正しいのではないかとも思われる。Fletcher⁹⁾は周波数の函数としての明瞭度を論じているが、このような電気通信論的方法が中国語をより良く解明できるかも知れない。

しかし一方、明瞭度におよぼす理解度(受聴率)の影響も見逃がせられない。同じ内容の放送でもラジオとテレビとでは理解度に相違の生ずることはよく知られている。従つて明瞭度を心理的に解析する古典的音声学的方法もまた注意されねばならない。

私のとつた方法は簡単な、時間のかからない方法であるので、ある程度中国語の特質を知る上には充分であり、臨床応用にも役立つのであるが¹⁰⁾、同方法を用いたらタイ・ベトナム語などの分析および比較言語学研究にも役立つものではないかと考えている。

擱筆に際し、山下先生のご指導とご訂正とに深く感謝します。

喉頭および下咽頭癌の外科療法

Surgical Treatment of Larynx and Hypopharynx Cancer

Hendrich, J. W. (Albuquerque, NM)

Arch. otolaryng 79:3, 269 1964

1942~1962年にみられた138例の喉頭、下咽頭癌の病態像、治療法、治療効果につき分析、検討を加えた。特に当領域のリンパ系統と転移状態に精査を行なつた。

現在までの治療法で治療効果があがらない理由は、喉頭の機能保持に重点がおかれ、癌の永久根絶に対して過小評価されている。著者等の138例で喉頭蓋前域への浸潤例50%、甲状軟骨へは36%にみられた。また所属リンパ節転移は53%にあつた。一側性頸部廓清術は115例、両側性は6例に行なつた。一部の例では手術に先立つてRa針を使い好結果を得た。治療効果と病態像(特にリンパ系路)とを総合して、治療効果を

上げるには次の如き見解が必要とした。

- (1) できるかぎり正常部位を含めて大きく除去すること。
- (2) 喉頭截開術は in situ もしくは声帯前1/3の部の粘膜癌にかぎるべきだ。
- (3) 声帯全長もしくは前連合にひろがつた癌は徹底的喉頭全剝出術を行なうこと。
- (4) (1), (2), (3)以外には徹底的喉頭全剝出術と頸部廓清術を行なうこと。
- (5) 照射療法は声帯粘膜癌のみに適用すべきだ。

(丘村抄)

9) Fletcher, H. : Speech and hearing in communication, Van Nostland, N. Y., 1953.

10) 蘇義彬：中国語音聴力検査語詞之選定，台湾医学会雑誌，61巻，1号，p. 94~104, 1962.