

# Vocal Pitch Control Difficulties in Singing of Persons with Hard Hearing, Down's Syndrome, Autism, and Mentally Retardation

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/628">http://hdl.handle.net/2297/628</a>

# 難聴児，ダウン症児，自閉症児， 知的障害児の音階唱能の障害比較

森 源三郎・皆美 陽子・林 秀樹

## Vocal Pitch Control Difficulties in Singing of Persons with Hard Hearing, Down's Syndrome, Autism, and Mentally Retardation

Genzaburo MORI, Yooko MINAMI\* and Hideki HAYASHI\*\*

The purpose of this study was to investigate vocal pitch control abilities in singing of persons with hard hearing, Down's syndrome, autism, and mentally retardation. According to the 12-interval chromatic scale, we are singing the musical notes by control to vibrate own's vocal folds. Children have been learned vocal pitch control about six years old. (Table 3) It has shown a difficulties of pitch control in persons with hard hearing and Down's syndrome. (Table 4, Table 5) In discussion, we have argued on some physiological characteristics of these persons.

声の高さ (Pitch), すなわち声の基本振動数は発声時の声帯の開閉振動数によって決定される。人間は無声音の発声においては、声の高さの感覚に応じてその無声音を産出し、知覚することが困難であるが、有声音の産出と知覚においてはその有声音の声の高さの感覚 (Pitch Sensation) は厳密に声帯の振動数に関連させている。この声帯の振動数を声の基本周波数 (Fundamental Frequency:  $F_0$ ) と定義し、音響物理学的手法により検知することが可能であり、声の高さの心理的感覚尺度と対応させていることが確認できる。このとき、人間は聴覚機構により声帯運動と声音の高さを調整し統合しているのである。

単語、文などの話しことばの産出において、声の高さは基本的要素であり、この声の高さの変動は言語学的、情緒的、感情的、心理学的な意味を加えることとなる。通常の会話においてはアクセント、イントネーションなどの韻律情報が音韻情報とともに意味伝達の重要な要素と

して活用されている。

声の高さの制御 (Pitch Control) はその個人の声帯の物理的振動数を規定する咽頭の枠組みの大きさなどの生理構造的な特性、咽頭筋の動作特性、あるいは声帯組織の性状などの諸要因に従属されている。(日本音声言語医学会 1979, 1995)

声の高さを自由に操作することと声帯の振動数を自由に制御し、対応させることは後天的な習得、学習的な行為の結果である。抑揚をつけた発声や歌唱などは声帯の振動数 (基本周波数:  $F_0$ ) を随意的に調整制御することにより、意図している音の高さ (感覚尺度上の音階) で発声することを営む行為なのである。

楽音は1音の単独では音楽性を有しないが2つ以上の音の同時的または継時的な響き合いによって音楽性が創出すると考えられている。

音の振動数比が1:1, 1:2, 1:3と整数倍になる音はよく共鳴する。

このような音階は「純正律」(Absolute, Dia-

平成9年9月17日受理

\* 福井県立福井養護学校

\*\* 石川県小松市立今江小学校

Fig. 1



tonic Scale) と呼ばれている。それぞれの音階 (Note) の振動数は  $A=440\text{Hz}$  として振動数比に従って Table 1 に示すように決定される。(Fry, 1979)

Table 1. Frequency relations of the notes in the diatonic scale

	Multiplying Factor	Note	Frequency (Hz)
do	1	C	264
re	9/8	D	297
mi	5/4	E	330
fa	4/3	F	352
sol	3/2	G	396
la	5/3	A	440
si	15/8	B	495
do	2	C	528

純正律の場合、ある調では美しく共鳴する音階ではあるが、調べが変わると美しく共鳴しなくなる場合がある。

そこで、どの調でもある程度、共鳴し合うように1オクターブ(振動数比1:2)を12個の音程(半音階: Semitone)に均等割りする「平均律」(12-Interval Chromatic Scale)を用い、誤差が少なくなるようにしている。

1音程(半音階)の振動数比を  $a$  とすると12音程(1オクターブ)の振動数比 =  $2 = a^{12}$

つまり、 $a = \sqrt[12]{2}$  となる。

平均律12音程の振動数比は次に示すようになる。

$$C = (\sqrt[12]{2})^0 = 1.00000$$

$$D = (\sqrt[12]{2})^2 = 1.12246$$

$$E = (\sqrt[12]{2})^4 = 1.25992$$

$$F = (\sqrt[12]{2})^5 = 1.33483$$

$$G = (\sqrt[12]{2})^7 = 1.49830$$

$$A = (\sqrt[12]{2})^9 = 1.68179$$

$$B = (\sqrt[12]{2})^{11} = 1.88774$$

$$C = (\sqrt[12]{2})^{12} = 2.00000$$

$A=440\text{Hz}$  として各音階の振動数を求めると、

$$C = 440 \div 1.6817 \approx 261.64\text{Hz}$$

$$D = 261.6 \times 1.1224 \approx 293.6\text{Hz}$$

$$E = 261.6 \times 1.2599 \approx 328.5\text{Hz}$$

$$F = 261.6 \times 1.3348 \approx 349.2\text{Hz}$$

$$G = 261.6 \times 1.4983 \approx 391.9\text{Hz}$$

$$A = 440\text{Hz}$$

$$H = 261.6 \times 1.8877 \approx 493.8\text{Hz}$$

$$C = 261.6 \times 2 \approx 523.2\text{Hz}$$

となる。Table 2 に整理するように平均律と純正律の振動数とは多少異なる。シャープは純正律に対応して1.0595倍である。(Catford, 1992)

学校音楽教育では平均律の音階を用いた音程指導を行っており、幼稚園、小学校低学年において平均律音階の発声(振動数)を学習、習熟することが期待されている。音楽教育における具体的指導法としては、教師が範唱(奏)し児童に模唱(奏)させる指導法、すなわち聴唱(奏)法による音の知覚判断から音の産出・再生への歌唱学習を課している。

障害児の音楽教育はリズム感覚とリトミック表現を中心とした身体運動と音楽リズムの統合を促す学習と指導が中心である。

音楽表現活動の指導はリズム演奏指導が主になり、打楽器演奏(カスタネット、トライアングル、タンバリン、太鼓など)の指導に貴重な実践報告が多いが一方、歌唱指導についてはその音程の発声指導が難しい教授領域とされてい

る。知的機能や聴覚機能に障害をもつ児童の歌唱指導ではその聴唱が困難である故に定められた音程の歌唱が拙劣となる。

本研究は障害児と健常児の歌唱における音程を理解し表現する能力（音階唱能力）の実態について、音響物理学的分析を通して声の高さの感覚と声帯運動の随意的コントロール能力を分析し、比較検討した。

## 方 法

### 1. 被験者

a 健常児：生活年令5歳男児5名，女児4名，生活年令6歳男児4名，女児4名，生活年令10歳から12歳までの男児5名，女児5名，いずれも精神年令は生活年令相当の健康な者で，幼稚園および小学校の普通学級に在籍している幼児，児童である。

b 難聴児：金沢市内公立小学校難聴学級に通級している生活年令6歳から12歳の男児6名，女児7名の計13名である。知的水準は生活年令相当であり，通級と学習に意欲的な児童である。難聴児の聴力障害の程度等は Table 3 に示すとおりである。

c ダウン症児：金沢大学教育学部附属養護学校および富山県内公立小学校特殊学級に在籍

しているダウン症児で小学部男児4名，女児7名，中学部男児2名，女児1名，高等部男子2名，女子1名の計19名である。知的障害の程度は中学部男子1名のみが重度である以外，他の者の知的障害は中等度である。

d 知的障害児：金沢大学教育学部附属養護学校に在籍している知的障害児で小学部女児1名（中等度），中等部男子1名（軽度），女子1名（中等度），高等部男子2名（軽度1，中等度1），女子1名（軽度）の計6名である。

e 自閉症児：金沢大学教育学部附属養護学校に在籍している自閉症状を合併した知的障害児で，小学部男児2名（重度1，中等度1），中学部男子1名（重度），女子2名（重度1，中等度1），高等部男子2名（重度2），女子1名（中等度）の計8名である。

### 2. 音階唱サンプル

各被験者を個人毎に1オクターブ，C (do)，D (re)，E (mi)，F (fa)，G (sol)，A (la)，H (si)，C (do) の音階を2，3回ピアノまたはピアノの音に合わせて練習したあと，一人で自発発声させ，無伴奏で音階唱を行なわせオーディオ・テープ・レコーダーに録音した。

Table 2. Ratio of the frequency of each note to the frequency of C

	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Ratio of note frequency to C	1.000	1.122	1.260	1.335	1.498	1.682	1.888	2.000
Approx. values for note starting at middle C in Hz	261.63	293.5	329.65	349	391.92	440	493.95	523.26
Absolute	264	297	330	352	396	440	495	520

Table 3. Subject Characteristics of Hard Hearing Group.

No.	Ss.	Sex	C. A.	Hearing Level		Hearing Aided (dB)	Degree
				R (dB)	L		
1	Y. N.	m	8:3	45	43	43 (R)	mild
2	Y. M.	m	8:4	95	97	60	severe
3	N. T.	m	9:4	72	96	51	severe
4	K. M.	m	9:2	52	67	34 (L)	moderate
5	K. T.	m	12:6	71	66	31 (R)	moderate
6	H. M.	m	12:4	107	107	72 (R)	severe
7	A. K.	f	6:11	74	100	34	moderate
8	A. N.	f	9:1	101	105	59 (RL)	severe
9	Y. M.	f	8:10	72	96	54	severe
10	R. K.	f	9:9	83	83	39 (L)	severe
11	A. D.	f	7:4	60	63	28 (RL)	moderate
12	M. N.	f	11:3	103	108	47 (RL)	severe
13	K. M.	f	12:10	64	38	non-use	moderate

### 3. 音声分析

録音した各被験者の音階唱再生音をミュージック・チューナー (ARION MICON MUSIC TUNER) を用いて、平均律12半音階の調律判断により評定を行ない、一方、シグナル・アナライザー (RION 社製, JA-77) による FFT 音響スペクトログラムを得て、その基本周波数 ( $F_0$ ) を求めた結果と一致したので (皆美, 1994), 全サンプルはシグナル・アナライザーによる音階唱の発声の瞬時の FFT 音響スペクトログラムのスペクトラム (Spectrum) から基本周波数 ( $F_0$ ) を同定し、2回の繰り返し分析試行の周波数値の平均値を計測・算出した。

## 結 果

### 音階唱における音程と基本周波数

健常児群, 難聴児群, ダウン症児群, 自閉症児および知的障害児の各被験者の音階唱における各音程の基本周波数値を Table 4, Table 5, Table 6, Table 7に掲示した。健

常児群 (Table 4) は5歳, 6歳, 12歳へ年齢の加齢とともに、音階唱での各音程に対する声帯振動の代表値, 基本周波数が尺度化され、声音の高さ (Pitch) の制御が安定している。6歳台に  $C_4$  (do) の基本周波数値の偏差は小さくなり、平均律音程の声の高さのコントロール能が完成する。

12歳台になると  $A_4$  (ra) = 440Hz の絶対振動数に対し80%の児童が達成している。小学校低学年で  $C_4$  の高さの感覚の統合を学習し、小学高学年で  $A_4$  の高さの感覚の統合を学習し、完成させている。

学童期の難聴児の音階唱における各音程の基本周波数は Table 5に示すとおりであるが、難聴児の特性は  $C_4$  (do) で高い基本周波数値を示した。  $C_4$  の  $F_0$  値が300Hz以上の者の比率は健常児  $1/27 = 3.70\%$ , 難聴児  $6/13 = 46.15\%$  ( $\chi^2 = 6.85$   $P < 0.01$ ) で難聴児は  $C_4$  音程で高い声帯振動数を示した。  $A_4$  (ra) の基本周波数値が400Hz以上の者の比率は健常

児15/27=55.5%，難聴児4/13=30.76%  
 ( $\chi^2=6.45$   $P<0.01$ ) で難聴児のA<sub>4</sub>音程の基本周波数値は低く，声帯の振動数が低い。難聴児はC<sub>4</sub>音を高い声 (high pitch) で産出し，A<sub>4</sub>音を低い声 (low pitch) で産出して

いる。

ダウン症児の音階唱における各音程の基本周波数は Table 6 に示すとおりである。ダウン症児の特徴はE<sub>4</sub> (mi) で低い基本周波数値を示した。E<sub>4</sub>の基本周波数値が300Hz以上の者

Table 4. Fundamental Frequencies (Hz) in Singing of Normal Children

Ss	C.A.	Sex	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
1	5	m	265	265	310	315	335	335	340	340
2		m	245	270	265	430	430	450	475	510
3		m	255	270	305	315	330	360	340	315
4		m	320	295	345	380	400	400	415	440
5		m	255	265	265	420	425	450	490	490
6	5	f	265	265	290	305	320	340	350	360
7		f	265	265	365	390	405	420	425	450
8		f	245	270	350	385	420	470	440	465
9		f	250	265	300	325	335	380	420	435
1	6	m	250	265	290	305	320	270	270	260
2		m	265	265	215	405	430	365	420	430
3		m	275	315	350	385	435	355	510	540
4		m	255	270	340	345	365	360	415	440
5	6	f	280	275	275	275	275	270	270	270
6		f	265	305	315	325	360	365	375	390
7		f	265	310	310	325	340	355	425	430
8		f	265	265	310	345	380	360	375	385
1	10	m	260	300	340	340	380	410	450	460
2		m	280	300	310	330	320	330	350	360
3	12	m	275	300	330	350	390	410	420	430
4		m	270	300	330	370	370	410	430	470
5		m	270	300	310	350	350	420	440	505
6	10	f	270	310	350	360	410	460	510	530
7		f	250	270	290	290	300	310	320	330
8	12	f	260	290	320	340	360	410	440	480
9		f	260	290	320	340	360	410	440	480
10		f	270	310	340	360	400	440	490	520

の比率は健常児20/27=74.07%に対して、ダウン症児7/19=36.84% ( $\chi^2=6.23$   $P<0.01$ ) で、ダウン症児のE<sub>4</sub>の基本周波数値は低く、低い声の発声である。A<sub>4</sub>の音程で400Hz以上の基本周波数値を示した者の比率は、健常児15/27=55.55%、ダウン症児3/19=15.78%でダウン症児のA<sub>4</sub>の音程の声帯の振動数は有意に ( $\chi^2=11.07$   $P<0.01$ ) 低い。

自閉症児および知的障害児の音階唱における各音程の基本周波数値はTable 7に掲示したとおりである。健常児との比較において、サンプル数が小さいが、E<sub>4</sub> (mi) の音階唱の基本周波数値が300Hz以上の者の比率及びA<sub>4</sub> (ra) の音階唱の基本周波数値400Hz以上の者の比率の両指標比較でいずれも統計的有意差を見い出せなかった。知的障害児、自閉症児の音階唱の各音程の発声は個人差があり、正常な発声域を示す者とできない者に分化している。

## 考 察

一般的に音の感性的特質であるピッチは振動の物理学的パラメーターである基本周波数の増減に応じて変動する。しかし、その関係は直線関係ではない。人間の感覚システムはある特定の周波数変化に対してはより敏感であり、特に低周波数での変化は高周波数での変化よりもより敏感に感知する。(Baken, 1987) 同一の文化圏の同年齢の大半の子どもの声の高さ(Pitch)が極端に高いか又は低い子どもは音声障害(ピッチ障害)である。(Moore, 1971) 聞き手に不愉快な印象を与えたり、年齢段階や性別に相応しくない声の高さは声帯の振動速度の制御の失敗である。声帯の振動数や音の物理的な値はピッチの尺度で個人個人が作り上げている連合であるので、声帯そのものの動作特性のみならず、音の認知的、概念的レベルでの連合の障害とも関連している。(Collinge, 1990)

難聴児の音階唱の基本周波数は低い音階C<sub>4</sub>

Table 5. Fundamental Frequencies (Hz) in Singing of Person with Hard hearing

Ss	Sex	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
1	m	240	260	260	260	260	258	260	271
2	m	335	265	395	365	325	350	367	340
3	m	250	260	290	270	290	330	350	360
4	m	270	300	337	360	395	415	405	397
5	m	242	262	295	300	300	312	322	302
6	m	305	345	390	317	360	330	365	370
7	f	395	415	460	495	520	490	495	415
8	f	427	440	467	452	460	425	472	452
9	f	420	250	270	260	270	270	270	290
10	f	275	295	315	305	326	343	350	383
11	f	236	292	344	375	406	455	467	512
12	f	330	305	307	327	325	317	325	385
13	f	212	245	272	285	305	315	340	360

Table 6. Fundamental Frequencies (Hz) in Singing of Person with Down's Syndrome

Ss.	C.A.	Sex	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
1	9	m	240	250	115	220	235	240	290	260
2	10	m	240	245	245	250	255	260	263	255
3	12	m	140	130	140	130	140	125	130	130
4	12	m	160	150	165	160	160	160	150	140
5	7	f	275	348	330	330	295	335	350	350
6	8	f	250	250	300	250	285	255	255	310
7	8	f	280	315	310	370	405	415	495	330
8	8	f	230	240	270	280	255	255	260	290
9	11	f	245	255	270	270	275	295	300	310
10	11	f	285	320	360	350	357	340	295	400
11	12	f	250	295	340	370	390	430	440	590
1	14	m	170	185	210	190	205	200	200	215
2	15	m	150	250	235	280	275	285	325	345
3	14	f	265	250	235	280	275	285	325	345
1	16	m	130	135	130	135	135	135	135	135
2	17	m	200	190	215	240	240	240	255	280
3	16	f	265	290	300	305	320	327	330	335
4	17	f	255	255	255	265	265	255	260	245
5	17	f	315	340	370	385	410	435	470	445

では健常児よりも高い周波数値を示し，高い音階 A<sub>4</sub>では健常児よりも低い基本周波数値を示した。すなわち，難聴児はその発声の基本周波数の変動の幅が狭いこととともに，低音階では高い基本周波数とそのピッチ感覚尺度に連合し高音階では低い基本周波数値とそのピッチ感覚尺度に連合し，形成していることを示した。通常は100Hzから200Hzへの基本周波数が変化することは500Hzから600Hzに変化すること

よりも，より大きな変化として感知されるのである (Arnfielg, 1995, Filipsson, 1997) が難聴児の場合はこの関係が成立していない。聴覚障害が実際の振動数と音程の高さ (Pitch) との感覚尺度との対応づけ，連合の形成に障害を認めることができる。

ダウン症児の音階唱の特徴は低い音階，E<sub>4</sub>では健常児と比較して，有意により低い基本周波数で発声しており，また，高い音階，A<sub>4</sub>で



も、健常児に比して有意により低い基本周波数で発声している。ダウン症児の1オクターブの声帯の振動数変動が小さく、かつ、声帯の振動数が低いのである。ダウン症児音声の聴覚的印象である低いピッチは音階唱のいずれの音程においても、より低い声帯の振動数で対処していることに起因していると考えられる。ダウン症児の身体的、生理的な特性が喉頭、声帯の運動特性を制限し規制していると推定できるのである。

Leith and Johnston (1986) は声帯の振動のコントロールの指導を (1) モデリング (MODELING), (2) 知識の理解 (INFORMATION) の手法に区分した上でモデリング (いわゆる伝統的な刺激法) で適切な模範的な声の高さ (ピッチ) を範唱 (奏) し、傾聴させる。そしてクライアントに再生・復唱させるのであるが、Pitch Pipe の利用と活用による音の高さの再生訓練を推奨している。同時に声帯の振動が声の高さに対応していることの知識・イ

Table 7. Fundamental Frequencies (Hz) in Singing of Person with Mentally Retardation and Autism

Ss.	Sex	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
<b>Mentally Retardation</b>									
1	f	315	250	360	370	315	245	245	480
1	m	135	150	165	180	210	215	145	140
2	f	245	295	340	355	400	445	490	520
1	m	125	150	170	175	190	215	240	240
2	m	155	180	185	170	175	190	225	220
3	f	275	310	345	370	450	455	500	525
<b>Autism</b>									
1	m	305	350	355	275	220	275	320	275
2	m	275	310	345	370	395	300	500	525
1	m	150	165	165	180	260	210	245	270
2	f	270	295	340	350	410	455	500	525
3	f	285	315	350	380	410	370	340	410
1	m	135	160	135	120	120	225	125	140
2	m	140	140	155	185	185	190	215	240
3	f	175	315	325	350	405	460	505	505

ンフォメーションをよく説明し，理解させ，筋肉の緊張の程度と声帯の正しい使い方の理解が必要であることを指摘している。ダウン症児の音階唱指導の困難性は声帯の運動生理的特性と音程の知覚学習の2面から構成されている故に，運動と知覚の統合という本質的課題に直面しているのである。

## 結 語

健常児群，難聴児群，ダウン症児群，自閉症児および知的障害児の各被験者の音階唱における各音程の基本周波数値を計測し，各群を比較検討した。

健常児は6歳台で低音階の音程ピッチを獲得し，12歳台では高音階の音程ピッチを形成習得している。

難聴児の音階唱の基本周波数は低い音階C<sub>4</sub>では健常児よりも高い周波数値を示し，高い音階A<sub>4</sub>では健常児よりも低い基本周波数値を示した。聴覚障害が音程ピッチ習得を阻害し，声帯の運動調整に影響しており聴覚機能の重要性を確認できた。

ダウン症児の音階唱の特徴は低い音階，E<sub>4</sub>では健常児と比較して，有意により低い基本周波数で発声しており，また，高い音階A<sub>4</sub>でも，健常児に比して有意により低い基本周波数で発声している。ダウン症児の1オクターブの基本周波数幅は他の各群よりも狭い。ダウン症児の身体生理的特性が声帯の発声機能を規制している実態が明確に示された。

自閉症児及び知的障害児の音階唱能力は個人差が大きく，個人の障害特性に個別的に依存している。

## 引用文献

Arnfield,S.(1995)Speech Visualisation Tutorial. Leeds Univ. Dep. of Linguistics and Phonetics.

- URL <http://www.lethe.leeds.ac.uk/research/cog/speechlab/tutorial/index.html>.
- Baken,R.J.(1987)*Clinical Measurement of Speech and Voice*. London: Taylor & Francis Ltd.
- Ball,M.J.(1989)*Phonetics for Speech Pathology*. London: Taylor & Francis.
- Catford,J.C.(1992)*A Practical Introduction to Phonetics*. Oxford: Clarendon Press.
- Collinge,N.E.(Ed.)(1990)*An Encyclopaedia of Language*. London: Routledge.
- Filipsson,M.(1997)Speech Analysis Tutorial. Lund Univ. Dep. of Linguistics and Phonetics. URL <http://www.ling.lu.se/research/speechtutorial/tutorial.html>.
- Fry,D.B.(1979)*The Physics of Speech*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Ladefoged,P.(1982)*A Course in Phonetics*. (2nd Ed.)San diego: Harcourt Brace Jovanvich.
- Ladefoged,P.(1996)*Elements of Acoustic Phonetics*. (2nd Ed.)Chicago: Univ. of Chicago Press.
- Lieberman,P. and Blumstein,S.E.(1988)*Speech Physiology, Speech Perceptin, and Acoustic Phonetics*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- 皆美 陽子(1994) 障害児の音階唱能力についての研究. 金沢大学教育学部卒業論文
- Moore,G.P.(1971)*Organic Voice Disorders*. New York: Prentice-Hall, Inc.
- 森 源三郎(1994) 難聴児，ダウン症児の音階唱と音響的特徴. 日本教育心理学会第36回総会発表論文集 550.
- 森 源三郎(1995) 知的障害児の音階唱と音響的特徴. 日本教育心理学会第37回総会発表論文集 303.
- 日本音声言語医学会編(1979) 声の検査法. 東京: 医歯薬出版.
- 日本音声言語医学会編(1995) 声の検査法(第2版) 基礎編. 東京: 医歯薬出版.
- Roach,P.(1992)*Introducing Phonetics*. New York: Penguin.