

音楽堂の磁気ループ席計画

—音圧分析による聴覚障害者の音楽享受の可能性—

○吉田 あこ¹⁾、吉田 マイ²⁾¹⁾ 実践女子大学、²⁾ 吉田研究室

Study of Magnetic-looped Seats in Concert Halls

- Possibility of Music Enjoyment by Hard of Hearing Persons in Analysis of Music Sound Pressures -

○ Clara Ako YOSHIDA ¹⁾, and Angela Mai YOSHIDA ²⁾,¹⁾ JISSEN University, ²⁾ YOSHIDA Laboratory,

In the present community which includes younger people, aged people sometimes experience serious sound distinction problems due to sensory deterioration caused by age-related hearing loss. This paper investigated the usability of magnetic-looped seats prepared in a concert hall for hard of hearing people by linking their hearing aids to stage pure sounds, thereby avoiding hall noises, and analyzed time-distributions of music sound pressure during performances compared with their hearing loss levels. Results were as follows: 1) Hearing aids are acceptable with the MT-function which enables wearest to hear sound directly from the stage through T (telephone coils) and ambient sounds, including applause through M (microphone), 2) Hard of hearing people use their imaginations by making up music from noises at intervals, 3) Seats from which players are clearly visible are preferable, because visual contact is essential to support the hard of hearing.

This study obtained basic requirements for planning of concert halls in consideration of hard of hearing people.

1. はじめに:

高齢化難聴者や聴覚障害者が地域社会で健常者と同じ空間を享有している。互いが不自由なく生活出来るよう施設計画をすすめるための基礎資料が必要である。

本研究は、前研究の音声言語理解の研究(翁長・吉田、1994, 8, 1994, 9) ¹⁾⁻²⁾を下敷にさらに、聴覚障害者や高齢難聴者が音楽を楽しめるか、聞こえない音はどの様に補って音楽として捉えるのかを、補聴器と磁気ループ席付設の音楽堂で可能性を開く研究である。

方法は実演の交響楽を聴障者と共に磁気ループ席で補聴器を使い音楽を体験し、聴こえの状況を筆談聞き込み調査し、同時に集音計測された音楽の物理量と照合し、この比較から聞こえる音楽を考察した。

2. 実態調査方法: (図1、図2)

- ・被験者; 33人(M14, F19) (21-84歳), 聴損失(70-100dB)
- ・場所・日時; 東京芸術劇場大ホール、1, 2階ループ席、サントリホール、1, 2階席、1998年2月-2000年12月、計9回、
- ・コンサート; 新星日本交響楽団演奏、曲目は各章、
- ・補聴器; (T, M, MT 性能付き, 高度難聴用一式, 計18)

- ・積分騒音計(リオン NL-01A)と記録計、
- ・書き込み調査; 被験者の体験を筆談により集録、

3. 分析方法:

- 1) 分析は音の音圧変動と聴力損失レベルとの物理量の比較で聴覚障害者が聞き得る音を分析表出し、比較検討した。
- 2) 音楽は、楽器別の単体演奏時と全楽器総出のオーケストラの曲目別演奏に分けて分析した。
- 3) 音圧はステージで直接集録した音(T)と場内座席で聞いた反射音や騒音も混ざった音(M)のそれぞれの時間別音圧変動グラフを比較分析した。
- 4) 聴覚障害者の聴力損失は、それぞれに異なっているが、比較分析時には、高度難聴(100dB前後)と難聴(70-80dB)とに大別し比較考察した。
- 5) 補聴器効果としては、高度難聴用補聴器適正限度性能は+30dBなので、上記の高度難聴者の聴力損失-100dB前後に+30dBを加えると70dB前後の聴力損失となる。これを aレベル損失者とし、次に、難聴者の聴力損失70-80dBは通常の補聴器使用なのでこの適正限度性

能+20dBを加えると50-60dB(55dBと仮定)となる。

これを bレベル損失者として比較考察した。

- 6)被験者の音楽享受体験の書き込み記録は貴重な資料であるので、考察を深める時に加味し、さらに、知覚心理学などの文献を照合し比較時の参考にした。

4. 分析結果： (表1)

(1) 楽器別単奏音色

- 1)1999, 7, に「オーケストラの楽器たち一音くらべ」が実演され、弦楽器（バイオリン・ビオラ・チェロ・コントラバス・ハーブ）、木管楽器（フルート・ピッコロ・オーボエ・クラリネット・ファゴット）、金管楽器（ホルン・トランペット・トロンボーン・チューバ）、打楽器（大太鼓、小太鼓、ティンパニ・シンバル・ドラム）の演奏がありこれを分析した。
- 2)表1は各楽器単体の演奏時の時間別音圧変動計測後この幅を読んだ数字で、Tはステージ音で、Mは場内座席での集音の分析記録である。T,Mを比較すると、全般にTの音圧が大きく Mより10-5dB大きい。
- 3)表1の右端に補聴器支援による高度難聴者や難聴者が物理的に聞き得る音つまり、可聴評価を行った。これを見ると、aレベルは弦楽器は聞こえず、打楽器は良く聞こえる。木管楽器となると場内音Mでは聞こえは難しく、ステージ音直接のTなら少し聞き取れる。金管楽器はTM共にやや無理だが何とか聞き取れるものもある。bレベルでは、全ての楽器で、しかもT,M共に一応聞き取れると言え、特にステージ音Tの場合欠落音なしに聞こえると言える。

(2) 曲目別シラベ (音曲) (図3)

- 1)曲目として1999, 7, 31, 公演の「ウィリアム・テル」「美しく青きドナウ」「ディズニーメドレー（ミッキー・マウス・星に願いをこめて・アラジン・小さな世界）」「フィガロの結婚」「魔法の笛」「アイネ・クライネ・ナハトムジーク」「ドンジョバーニ」「ジュピーター」の各ステージ音Tと場内音Mを、時間別音圧変動グラフとし、その内、主なものを図4Tと図4Mに示した。
- 2)各曲目の音圧の上限下限の幅は図4からTで65-90dBに、Mで60-85dBになる。楽器別と比べると全体として音圧の大きいのは曲目別の方で全楽器総出のためであろう。TとMとの差は、Tが5dB位大きい。楽器単

演奏よりT,Mの差は小さくなっている。

- 3)補聴器支援の聴力bレベル(55dB)は全曲を聞くことが可能となり、aレベル(70dB)はTでもMでも欠落音を伴いながら切れ切れに聞くことになる(図3参照)。

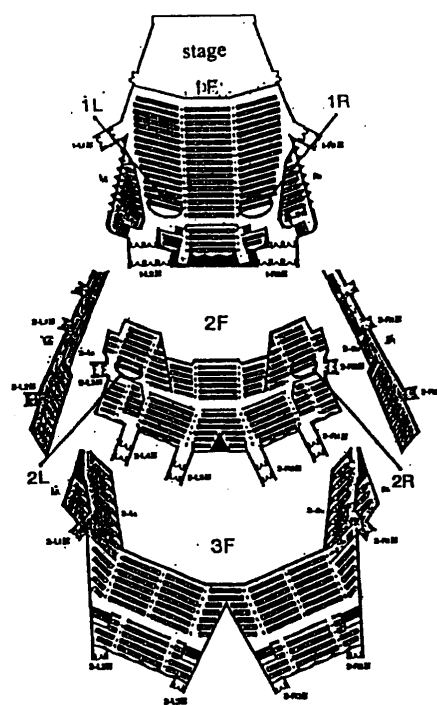


Fig.1 Plan of the Great Hall in Tokyo Art Theatre and Magnetic-looped seats positions (1L,1R,2L,2R)

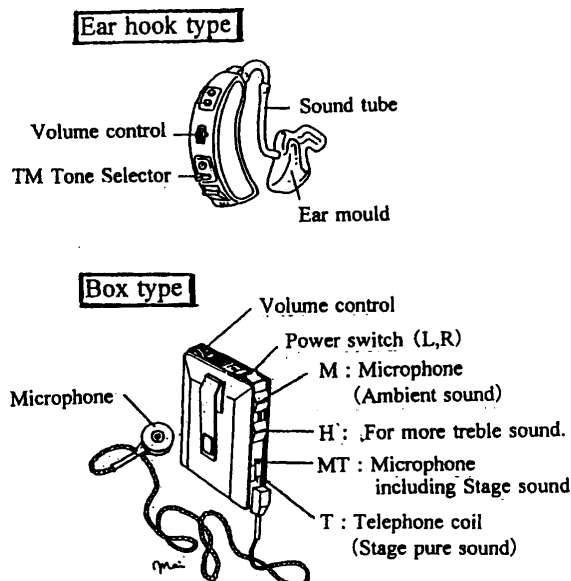


Fig.2 Hearing Aids with T, M, MT Functions

Table 1 Comparisons of main Sound Pressure Ranges of each Instrument in each case of T or M Sound and Evaluation of Catching Possibilities in each Hearing Loss Level a or b.

	names	T	M	* unit dB			
				a level		b level	
				T	M	T	M
 strings	violin	65~72	50~65	×	×	○	△
	viola	70~75	60~65	△	×	○	○
	cello	62~74	55~65	×	×	○	○
	contrabass	55~63	55~58	×	×	○	○
	harp	77~80	65~73	○	○	○	○
 wooden wind	flute	65~73	61~70	△	×	○	○
	piccolo	68~80	63~73	○	×	○	○
	oboe	63~75	55~68	△	×	○	○
	clarinet	65~75	58~71	△	×	○	○
	bassoon	56~70	53~63	×	×	○	△
 metal wind	horn	70~80	55~70	△	×	○	○
	trumpet	70~80	73~84	○	○	○	○
	trombone	75~84	72~86	○	○	○	○
	tuba	65~80	52~72	△	△	○	△
 percussion	bass drum	72~86	70~82	○	○	○	○
	snare drum	78~85	68~90	○	○	○	○
	cymbals	76~89	69~75	○	○	○	○
	drum	80~88	75~87	○	○	○	○
	timpani	80~89	72~84	○	○	○	○

○ Possible to hear
△ hardly to hear
× impossible to hear

T: Stage pure sound
M: Ambient sound

a level : loss (- 70dB) = - 100dB (hearing loss) + 30dB (hearing aids)
b level : loss (- 55dB) = - 75dB (hearing loss) + 20dB (hearing aids)

4) しかし、曲目は図3の音圧変動形に着目すると、同種の変動形を時間軸に添って繰り返した形が特徴で、このため、もし高度難聴者であって、途中で音圧小のために欠落音があっても次の刺激音がある時間間隔で繰り返されると言う期待感がもたれることになる(いわゆるリズム感)。

(3) パイプオルガン独奏体感と音圧

- 1) 曲目(ハッサリア)(フーガ), ハッサ作曲; 2000年, 2回実験;
 - 2) 体感1)「音の流れがシンプルで聞きやすい」(損失90dB-補聴30dB=可聴60dB)、2)「音圧レベルがやや低い、単調だが、ハッサリアが刺激的でもあり、音圧もやや大きい」(損失95dB-35dB=60)、3)「音が大きく体に直に響く。しかし音が重なって来る。ハッサリアは補聴器のボリュームを最小にしても鋭く刺すようにして聞きづらい」(100dB-35=65dB)。
 - 3) 音圧変動(図4a, b); ハッサリアは70-85dB, 音圧変動がやや大きく数秒間に15dBも動く、これが刺激性となり、音圧を感じるのであろう。フーガは70-80dB, 音圧の上下幅も少ない。パイプオルガンは場内全体に響き、体感を増し、聴障者には向くように思われる。しかし体感3)は補聴器ボリュームとの整合が悪いようである。
- (4) 独唱体感と音圧

- 1) 曲目(ベリウスとリザント), トビシー作曲; 歌劇、歌詞がフランス語なので日本語字幕が正面に大きく電子表示される。2000年, 2音楽堂で、2回実験。
- 2) 体感1)「ベリウスは健聴の時2回聞いた。今回はどれだけ聞き取れるか・・・第3幕第1場有名な髪之歌、リザントのソプラノは聴こえる。ベリウスの音は不良であるが、熱い思いが迫って来る。第3幕4場、ゴロー(バリトン)とニョット(ソプラノ)互いの内面の揺れがメロデーとテンポで情景を印象づけてくれる。驚くべき感動。第4幕4場愛に陶酔するベリウスとリザントでも独唱は殆ど解らない。第5幕顔死のリザント(ソプラノ)と悔恨のゴロー(バリトン)、論すアタラシ王(バス)、静かな感動が波のように押し寄せて、どれだけ聞き取れるかはもう問題でない。わずかな音だけでも自然に受け入れている内に音楽に深く浸っていけることを見出だした」(損失95dB-30=65dB, 70歳, 合唱騒音難聴)。

体感2)「交響楽は初めて、この物語も初めて、字幕は大きいけど舞台上部が明るくとても読みづらい。誰のセリフが解らない。話の流れを掴みにくい」「音が静かで細かいところが掴みにくい」「話の内容も昔の暗い北欧の森で興味が持てない」「幸せでないらしいソプラノと恐いバスの音」(損失100dB-35=65dB, 28歳M, 26歳F, 30歳F)。体感1)と2)を比較すると過去の音曲体験の有無で実に大きな開きを持つ様だ。

- 3) 音圧変動形(図5a, b, c); ソプラノは数秒突き刺さるように高音圧の波形を持つが、バスは高音圧ではあるがやや幅広く続き楽器音に繰り返される。これが判断根拠なのか。楽器音曲のうねりも有効に見える。

(5) 合唱体感と音圧

- 1) 曲目(交響曲第九番, ベートーベン作曲, 混成合唱付き); 1999, 12, 2000, 12, に2回、場所、被験者を替え実験。
- 2) 体感1)「第九は毎年聴く。第4楽章に入った時が圧巻である。前半は震えるテノールそしてフルコーラスは大波のように繰り返して体を襲う」「また、テノールは強く、男性コーラスは大きなうねり」「フルコーラスが過ぎると女性コーラスそして力強い男性コーラス」「やや細く女性コーラス」「男性はフルコーラス 短い、もう体は共震している」(損失95-30=65dB, 70歳, 中途難聴)。体験2)「交響楽は初めて、ベートーベンが難聴と聞いて期待し、集中して聴いた。第3楽章から面白くなり、特に第4楽章で独唱や合唱

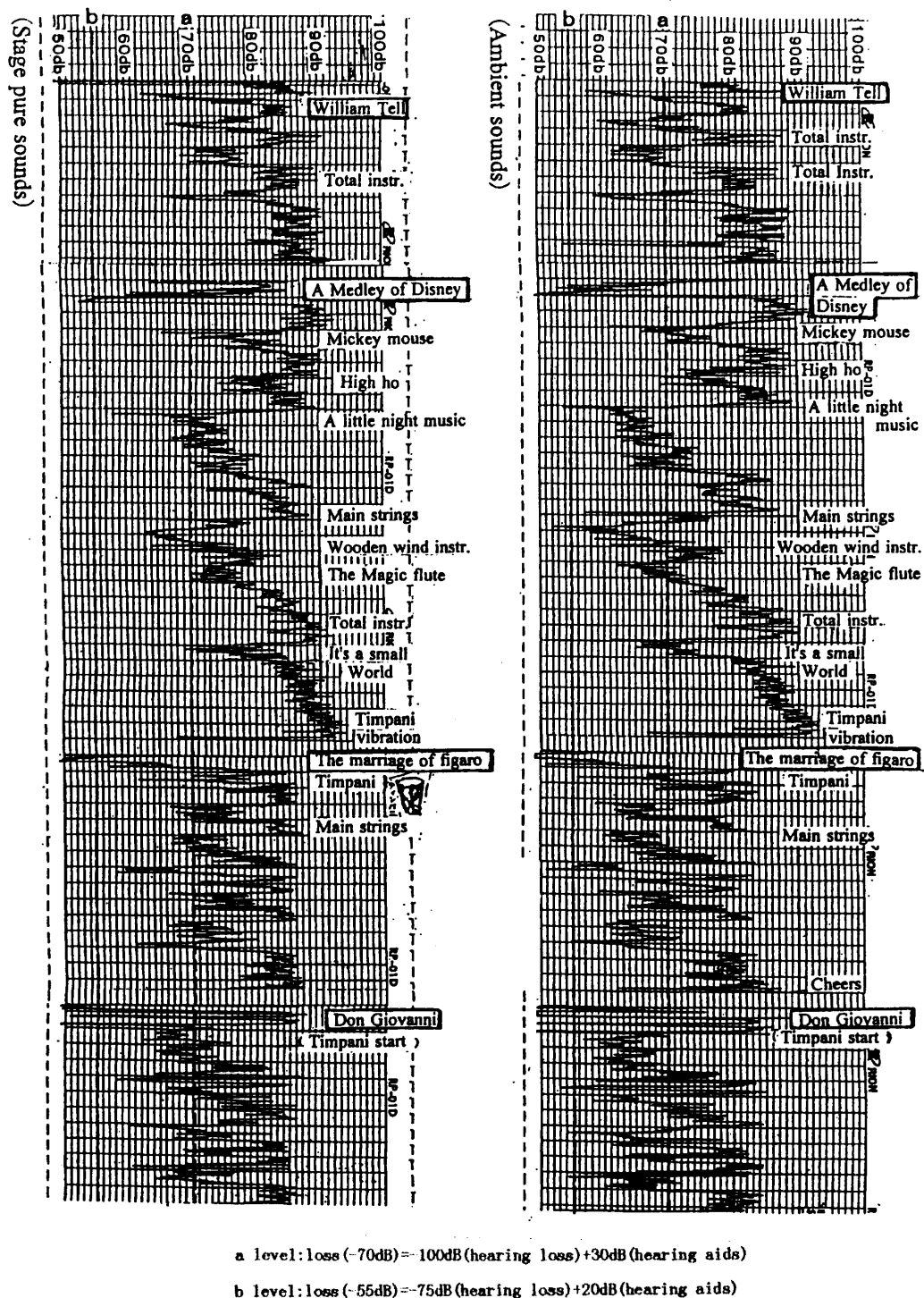


Fig.3 Time-distribution of Melody Sound Pressures in Characteristic Performances

が入り交じって来ると、大変な人数で体中興奮した」(75dB-30=45dB 20歳F)。体感3)「合唱の時キーンと目玉が震えた。音の高低が激しい時は脳に音が響きクラクラする」(損失100-35=65dB, 28歳M)

3) 音圧変動形 (図6) ; フルコーラスの音圧は(80-85dB), 女性合唱は(80-90dB), 男性合唱は(80-100dB) この3種が交互に対比するのが好印象なのであろう。最後の

フルコーラスの音圧は(80-90dB)で特に突出したものでない。

「圧巻」との印象を与えるのは徐々に体が共震してきたのではなかろうか。

(6) 補聴器T性能とM性能との比較

1) 全体にステージ音Tが場内音Mより音圧が大きく、楽器別単奏の場合はその差が5-10dB、全楽器総出のオーケストラの場合は5dB位の差といえる。

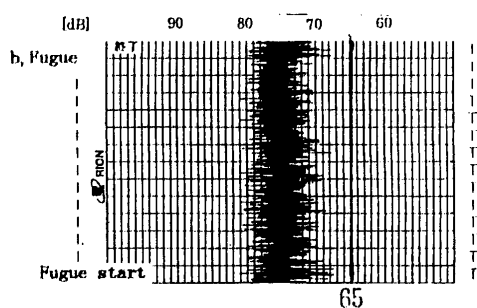
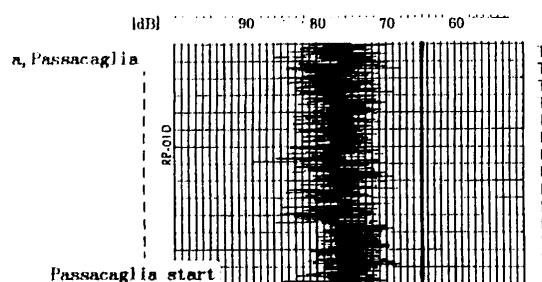


Fig.4 Time-distribution of Characteristic Sound

Pressures in Pipe-Organ Performances

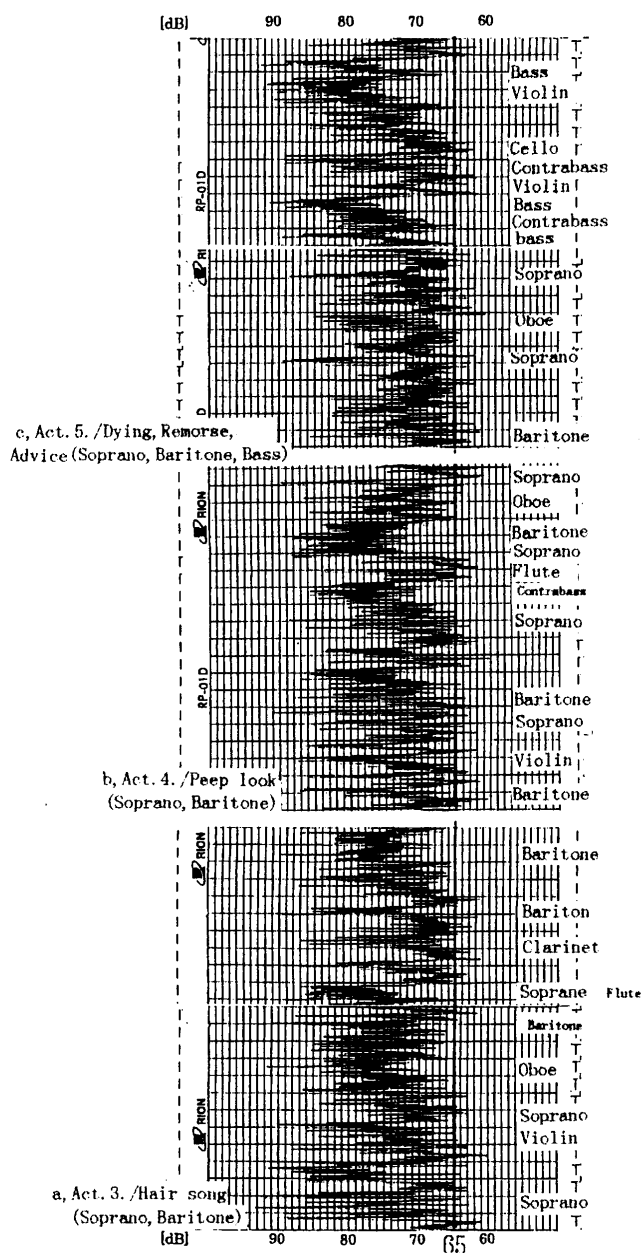


Fig.5 Time-distribution of Characteristic Sound Pressures in Opera "Pelleas and Melisande"

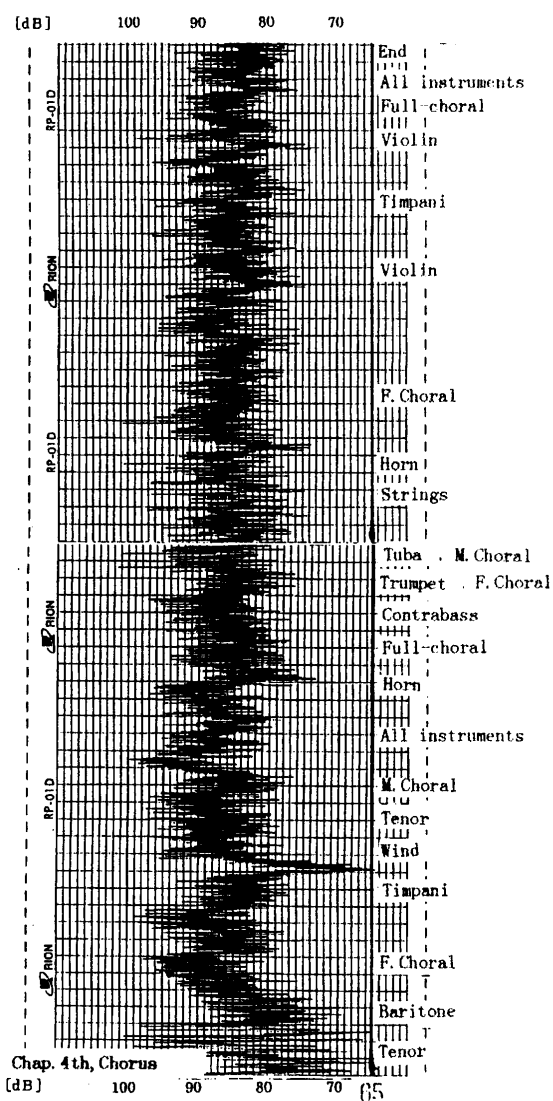


Fig.6 Time-distribution of the Characteristic Chorus Sound Pressures in Symphony No.9,

- 2) ここにステージ音Tを聴きながら同時に場内音Mも取り入れるMT性能を持つ補聴器もある。これは楽器音や音楽の綾を純度高く聴ける上に、音楽堂の場内の騒音つまり、聴衆の身じろぎ・息づかい・咳・ささやき・拍手が入り、いわゆる臨場感も出る。
- 3) 被験者の中にはこのMTで聴くものもあった。このMTで聴くとTで欠落音が出る聴力損失者でもこの欠落音が無音でなくMの騒音で補填されるので音としてつながることになる。

(7) 書き込みに表現された音楽享受評価と支援

- 1) T(FM電波受信)は周辺音が入らないので「CDを聞くようだ」「低い音や合唱がよく聞き取れる」「全体として音が小さい」と述べ、M(場内音受信)は「聴衆の拍手・喝采・静寂の反応が聞かれる」と述べ、臨場感を享受している。結果、両方が明瞭なMT性能が好評である。

- 2) 聴力損失100dB以上 (aレベル) と70dB前後 (bレベル) の2種に大別し、補聴器支援による聞こえの長短を比較する。aレベルでは「曲が穴だらけのまま流れている」とか「自分の耳の音がボロボロに思えて悲しい」と云う嘆きがあり、一方、bレベルは「音がはっきり聞こえる。観客が静かにしてくれれば、わざわざT性能に変える必要がない」とか「第九の合唱ではキーンと目玉が震えた」「音の高低が激しい曲は脳に音が響きクラクラする」と述べ、唯音が大きければよいのでないこともわかる。

- 3) 視覚活用、「指揮者の手や体の動き、髪の毛の揺れを見ることで、音楽のリズムが掴め、ムードを感じた」「譜面台が邪魔して演奏の楽器が見えず、音楽が見えない」の表現があり、聞こえない部分を視覚やリズム感で補完し音楽として受け止めている様子である。

5. 結論と考察:

- 1) 聴覚障害者の音楽享受は補聴器と磁気ループ席の活用でかなり可能性が出る。特に、難聴者(聴力損失70-80dBで補聴器使用者)は、音を殆ど欠けることなく聴くことが出来、音楽も損なわれず聴ける。
- 2) 高度難聴者の場合は、音圧が小さい音は聞こえず、音楽としては間欠を伴うことになる。しかし、Mを使っている場合は、周囲騒音がこの間欠を埋めること

- になるので、音としてはなんらかのつながりをもつ。被験者の中には純粹音楽のTのみでなく、Mも混ぜたMT性能で聴く人もいる。いわゆる知覚心理学の「カクテル効果」とか、「間欠を騒音で充填するとかえって、全体の意味が見えて来る」といわれる補完現象ではなかろうか。また、場内音を混ぜて生演奏ならではの臨場感として好感度高く受取る人もいる。
- 3) 全被験者を通じて、交響楽を視覚で楽しむ傾向があり、音が見える座席配置が重要である。これは健聴者も視覚特重視の要望が強いとの論文があり(船越ほか、1998)³¹⁾、指揮・演奏の細部を見せる座席の選択性が今後の課題である。

謝辞: 本実験は新星日本交響楽団の熱意と御協力により行われた。実験には安岡正人・吉武泰水・芦原義信各東大名譽教授、長沢泰東大教授、オゾワシス浜田豊彦東京学芸大学助教授の方々のご指導を頂き、また被験者には筑波技術短期大学卒業生の方々や定期演奏会員の御協力を、研究分析には大阪市立大学森一彦助教授・副手の石川智佳代・芳沢麻依子、学生の吉川佳那・藤岡志麻・白瀬和海、諸君の協力の賜である。本研究は平成12・13年度の科学研究費補助金基盤研究(B)(2)で行った。

参考文献

- 1) Hiroshi ONAGA・Yasuhiro FUKUDA and Clara Ako YOSHIDA/ Speech Intelligibility of Hearing Impaired Persons under Reverberant conditions/ Proceedings of the 12th Congress the International Ergonomics Association/ '94, vol.3, 134- 136, 1994.8,
- 2) 翁長 博・吉田あこ/ 残響が聴覚障害者の音声聴取に及ぼす影響/ 日本建築学会大会学術講演梗概集/[4862] 1994, 9,
- 3) 船越 徹・積田 洋・浦野智義/ 視覚特性からみた コンサートホールの評価と座席配置に関する研究/ 日本建築学会計画系論文集/ 第513号 p125-133, 1998, 11
- 4) 芳澤麻依子・藤岡志麻・吉田あこ聴覚障害者の音楽享受の可能性と音楽堂使用実験日本建築学会大会学術講演梗概集/E1-5178, p335-336, 1999, .
- 5) Clara Ako YOSHIDA and Angela Mai YOSHIDA/A Study of Concert Hall Planning for hard of Hearing People/Proceeding of the 19th International Congress on Education of the Deaf and 7th Asian-Pacific Congress on Deafness(sydney,Australia)[OR55,3] p1-8, 201,7
- 6) Clara Ako YOSHIDA and Angela Mai YOSHIDA/Concert Hall Planning Considered for Hard of Older Persons/Proceedings of the 13th Congress of the International Union of Woman Architects (Vienna-Austria) [8] p1-6, 2001,7,
- 7) 吉田あこ・芳澤麻依子・吉川佳那・吉田マイ/聴覚障害者配慮の音楽堂計画-場内音とステージ音の比較-日本建築学会大会, E1-5175, p349-350, 2000, 9,
- 8) 芳沢麻依子・吉田あこ・吉田マイ/聴覚障害者の音楽享受感-独唱・合唱の音圧変動形の考察-日本建築学会大会, E1-5216, p431-432, 2001,