

TR - A - 0095

音声録音系の諸特性

平原 達也

1990. 12.10

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

音声録音系の諸特性

平成2年12月9日

視聴覚機構研究所・聴覚研究室

平原 達也

目 次

1. はじめに	1
2. マイクロフォンの周波数特性	2
2.0 比較したマイクロフォン	2
2.1 測定方法	2
2.2 測定結果	2
2.3 マイクロフォンの差異と音声スペクトル	3
3. 録音システムのS/N比	4
3.0 まえせつ	4
3.1 録音系のS/N比	4
3.2 AD変換後のS/N比	5
4. 今後の課題	6
図表	7

1. はじめに

音声科学や音声工学の分野において、人間が発話した生の音声を録音してそれを素材に用いることは日常的に行なわれている。当研究室でも、様々な音声データが収録されデータベース化されるとともに、収録した音声の分析や収録した音声を用いた聴取実験等が行なわれてきている。

技術的な進歩によって、マイクロフォンや録音装置の諸特性は昔とは比較にならないほど改善されてきている。しかし、これまでのところこの録音系に対する定量的な評価はまったく成されておらず、てきとうなマイクロフォンを用いててきとうに録音した音声データを、てきとうにA/D変換して計算機に取り込んだものを音声素材として用いているのが現状である。

音声信号から逆フィルタ法を用いて声帯音源波を推定するような場合には位相特性が平坦な録音系を用いないと期待した波形は得られないであろうし、音声合成の原音声としてS/Nの悪い、歪の多い音声資料を用いていると高品質な合成音ができないのはいうまでもない。また、音声知覚の実験に用いる音声素材に録音系の周波数特性が重畳している場合には知覚的なCueを誤って推定してしまう可能性すらある。

本レポートでは、現在のATR視聴覚研究所・聴覚研究室における音響信号の録音系の諸特性について述べるとともに、この録音系の問題点について述べる。

2. マイクロフォンの周波数特性

2.0 比較の対象としたマイクロフォン

音響－電気信号変換器であるマイクロフォンは多くのものが市販されているが、当研究室では表1に示す4種類のマイクロフォンが音声データの収録に用いられてきている。

B&K 4003はスタジオ録音用の高級コンデンサマイクロフォンで、図1にカタログに示されている諸データを示す。このマイクロフォンは様々なレコーディングにおいてよく用いられており、関係者の間における評価も高い。

SONY C-350は楽器收音／PA用の単一指向性コンデンサマイクロフォンで、図2にカタログに示されている諸データを示す。このマイクロフォンには音楽用、音声用の特性切り替えスイッチがあるが、今回はすべて音楽ポジションにて測定を行なった。

SANKEN MU-2Cは単一指向性のダイナミックマイクロフォンで、図3にカタログに示されている諸データを示す。このマイクロフォンは、放送局関係において中継用、スタジオ内の座談会収録、ドラマの収録等広範囲に用いられている。

SONY ECM77は小型軽量汎用無指向性コンデンサマイクロフォンで、図4にカタログに示されている諸データを示す。

今回は、これらのマイクロフォンの周波数特性について測定を行なった。

2.1 測定方法

図5に測定系のブロックダイアグラムを示す。無響室内に発音源（B&K 4227 Mouth Simulator）とマイクロフォンを同じ軸上に1mないし0.5m離して設置し、発音源から出力される様々な周波数の正弦波に対するマイクロフォンの出力音圧をメジャリングアンプ（B&K 2636）で測定した。ここで、リファレンス用のマイクロフォンとしてはB&K 4133を用い、その周波数特性との差を、被測定マイクロフォンの周波数特性とした。また、マイクロフォン単体の出力はいずれも小さいので、各マイクロフォンの出力電圧はプリアンプによって増幅してメジャリングアンプの入力とした。各マイクロフォンと、それとともに用いたプリアンプは図1の中に表にしてまとめてある。

2.2 測定結果

図6 (a)～(d)に軸上0.5mにマイクロフォンを設置した場合の各マイクロフォンの周波数特性を、図7 (a)～(d)に軸上1mにマイクロフォンを設置した場合の各マイクロフォンの周波数特性を示す。また、図8 (a)(b)は、図6と図7の結果をそれぞれ1kHzにおけるレスポンスで正規化し、各マイクロフォンの周波数特性を重ねて描いたものである。

B&K4003は100Hz～10kHzの帯域における周波数特性はほぼ平坦で、6kHz以上で

感度上昇が認められるが10kHzにおいてもそれは1.5dB程度でしかない。SONY C350は、1kHz以下で-1.5dB程感度が低下し、2~3kHzに2dB程度のピークが、4~5kHzに-2.5dB程度のディップがあり、10kHz近くの感度も上昇している。SANKEN MU-2Cは、300Hz~1.5kHzの間の感度は平坦であるが、100Hz近傍では感度が低下し、4kHz近傍では約4dBの感度上昇がある。SONY ECM77は、200Hz~4kHzで平坦な感度であるが、5kHz以上で感度が上昇し、10kHzでは1kHzと比較して+6dBも高い感度を持つ。

2.3 マイクロフォンの差異と音声スペクトル

このようにマイクロフォンの周波数特性はマイクロフォン毎に異なる。その差異を有意とみるか否かは当事者の判断基準によって異なるとも思われるが、色づけされていない本来の音声をを用いたい場合にはマイクロフォンの選択は重要である。

無響室内において2本のマイクロフォンを用いて実音声を2チャンネルで録音し、その音声波形、パワースペクトル、LPCスペクトル包絡線が使用したマイクロフォンによってどの様に異なるかを比較した。使用したマイクロフォンはB&K 4003とSONY C350である。この2つのマイクロフォンを束ねて発話者の前方0.5mの位置に設置し、1名の女性話者に何回か発話させた日本語5母音をDATに録音し、さらにそれらを2チャンネルのA/Dコンバータを用いて計算機上に取り込んだ。これらの音声資料の同一時刻(区間)における音声波形を表2に示す条件で分析した結果を図9と図10に示す。

図9は母音/a/の音圧波形とパワースペクトルを示しているが、SONY C350で録音した音声の方が、4kHz付近と8kHz付近のエネルギーがB&K 4003で録音したものよりも明らかに大きく、波形も両者で異なる。また、基本周波数 $F_0(249\text{Hz})$ とその第5、第11高調波成分との相対レベル $|L(f_0)-L(5F_0)|$ 、 $|L(F_0)-L(11F_0)|$ を比較するとマイクロフォンによって差異がある。さらに、 F_0 の第22高調波成分に相当する成分はマイクロフォンによってピークの周波数値自体が異なる。

図10は母音/i/の音圧波形、パワースペクトル、LPCスペクトル包絡線を示しているが、図9と同様に高域のエネルギーがC350で録音したものの方が大きい。また、LPCスペクトル包絡も両者で異なり、フォルマント周波数に相当するそのピーク周波数も異なる。

図11はC350と4003を束ねた状態で測定した周波数特性である。2つのマイクロフォンを束ねることによって、4003の特性は単体の場合よりも劣化しているが、C350よりは平坦な周波数特性である。同図を見ると、C350の周波数特性は2.5kHz付近に山があり、4kHz付近では谷となっていて、図9,10に示すスペクトルの差異と必ずしも一致していない。これは、話者の有無が影響していると考えられるが、いずれにしても、マイクロフォンの周波数特性の差が図9,10に示すような差異をもたらしていることは明かである。

3. 録音システムのS/N比

3.0 まえせつ

前章において、音声収録時におけるマイクロフォン選択の重要性について述べてきたが、マイクロフォンで拾った音圧波形を増幅し、録音する系もこれに劣らず重要である。特に、S/N比とダイナミックレンジがこの録音系によって左右される。

録音装置としてはDATもしくはPCMレコーダを用いることが多い。そして、一度これらに音声を収録した後に、オフラインでA/D変換を行ないコンピュータに取り込む作業を行なう。いずれにしても、量子化精度は16bitで、理論的には96dBのダイナミックレンジが取れることになるが、実際は録音系等のS/N比に支配されて最終的な信号対雑音比は60dBも取れていればいい方である。ATR音声データベースなどにおいても、実質的なS/N比は50~60dB程度で、機器雑音やハム音(60Hz及びその高調波音)がかなりの大きさと重畳しているものもある。

本章では、現時点における当研究室の録音系の構成と諸特性について述べるとともに、その録音系の問題点について述べる。

3.1 録音系のS/N比

現在使用可能な録音系は3種類ある。一つは、一般的なマイクロフォンを用いる系、もう一つはB&K 4003専用の録音系、最後はB&Kの計測用マイクロフォンを用いる録音系である。

今回は、これらの録音系の無信号時の雑音スペクトル(加算平均スペクトル)を、マイクロフォンアンプの出力をスペクトルアナライザ(タケダ理研TR9403)で分析した。なお、加算回数は64回で、各マイクロフォンアンプの利得は、90dB SPL(1kHz)の純音入力に対してDATがFull bit振れるように設定してある。ただし、DATの入力ボリュウムは、B&K 4003システムを用いた場合にFull bit振れるように予め調整してある。さらに、マイクロフォンアンプの出力にはNF FV-665フィルタを接続し、70Hz以下の成分をHPFで除去するとともにDCオフセットの調整を行なっている。このハイパスフィルタは、B&Kのマイクロフォンのように低域まで周波数特性が伸びている場合に、無響室の床から伝わる低周波振動が大きなレベルで出現することを防ぐために不可欠である。

図12はC350, MU-C2, ECM77等の一般的なマイクロフォン用の録音系のブロック図である。マイクロフォンアンプにはSONYのMU-X051を用い、平衡入力端子にマイクロフォンを接続してある。マイクロフォンからアンプまでは約20mの平衡ケーブルで結んである。図13はC350を用いた場合のこのシステムの無信号時の雑音特性で、同図に示されるように、100Hzでの雑音レベルはDATの最大入力電圧240 mVRMSに対して約-71dBであるが100Hz以上で徐々にそのレベルは低下して1kHzでは約-83dBとなっている。

図14は4003用の録音系で、マイクロフォンアンプにはB&K2812とPAVEC SC102をカスケードに接続してある。PAVEC SC102の出力は不平衡のラインでDATと結ばれている。図15はこのシステムの無信号時の雑音特性である。同図に示されるように、100Hzでの雑音レベルはDATの最大入力電圧 240mVRMSに対して約-73dBであり、1kHzにおいては約-86dBである。

図16はB&K の計測用マイクロフォン4133用の録音系で、マイクロフォンプリアンプにはB&K 2639を用い、マイクロフォンアンプとしては松質機器(株)のME-3251Bを利得40dBで用いている。プリアンプの出力はB&K の接続線でマイクロフォンアンプと結ばれている。図17はこのシステムの無信号時の雑音特性である。同図に示されるように、100Hzでの雑音レベルはDATの最大入力電圧 240mVRMS に対して約 -74dB であり、1kHzにおいては約-81dBである。

図13,15,17のスペクトルを比較すると、図14に示されるB&K 4003の系が最も無信号時雑音レベルが低いことが分かる。2章で述べたマイクロフォンの周波数特性を併せて考えれば、この録音系が現時点における最良の構成であるといえる。

3.2 A/D変換後のS/N比

DAT に録音された音声信号はオフラインでAD変換システムで計算機に取り込まれる。このAD変換系のブロックダイアグラムは図18に示すようなもので、DAT の出力レベルxxxmVRMSをAD変換器の入力レベル $\pm 10VP-P (=7V \text{ RMS})$ まで増幅するプリアンプ(SONY MX-1000ESX)とアンチエイリアジングフィルタリングとオフセット電圧調整用のフィルタ(NF FV-665)とで構成されている。

図19はこのAD変換系を通して計算機内に取り込んだ音声信号波形をSoundLAB上に表示したものである。上図はマイクロフォンとしてSONY C-350を用いたもの、下図はB&K 4003を用いて録音した音声波形である。両者は、一人の話者の音声を二つのマイクロフォンを用いてDAT の両チャンネルに同時録音し、AD時も2ch でAD変換したもので、まったく同じ音声に対する波形を示している。図中に引かれている11本の時間カーソルもそれぞれ同一時刻のものであり、各カーソルを中心とした20msの方形ウィンドウ内の平均パワーを算出したものをTable 2 に示す。カーソル番号1,3,5,7,10は音声信号がある部分のパワーで、カーソル番号2,4,6,8,9,11は無音区間のパワーである。従って、前者と後者を比較することによって、計算機上における取り込んだ音声信号のS/N 比を推定することができる。

SONY C-350で録音した信号のフロアノイズレベル(無信号音時のパワーの平均値)は15.7dBであるのに対して、B&K 4003で録音した信号のフロアノイズレベルは10.5dBで、5.2dB も低い。図19に示す音声信号に対する最良のS/N 比は61dBにしかすぎない。

4. 今後の課題

以上述べてきたように、現在の音声信号録音系とAD変換系の特性は必ずしも満足できるものではない。

まず、B&K 4003のように低域まで周波数特性が延びているマイクロフォンを用いる場合、低周波振動が重畳するために音声信号のS/N比が悪くなるという問題がある。これは、無響室の暗騒音を低減したり、振動を吸収するタイプのマイクスタンド等を用いることによってある程度回避できる。現状においては、フィルタを用いて低周波成分を除去する以外に方法はない。また、無響室の入口右側の壁の中に設置されているラインフィルタから60Hzおよびその高調波成分が音波として出ているために、マイクロフォンをその方向に向けるとハム音が必ず混入する。なお、無響室内の照明を消せばこの音は止まる。

次に、無響室から録音装置までのケーブル長が約20mもあるために、様々な外来雑音を拾うという問題も無視できない。特に、残響可変室の調光装置のサイリスタ雑音、電源のラインノイズ、そして計算機からの雑音が最も影響を与える。理想的には、無響室からのケーブルの長さを最短にし、かつ、万全の電磁波雑音対策を施した録音用の前室を設けることが望ましい。

また、音声信号を一旦DATに録音した後に、再度DATで再生してAD変換器にかけていることによって、アナログ-デジタル変換系を3度も通過することの損失は大きい。特に、DATのAD/DA変換器は民生用のものであり、直線性、温度特性等どこまで信頼できるのかという問題もある。理想的には、最良のAD/DA変換器を用いていると思われるプロ用のPCMプロセッサとDATを接続して使い、DATから計算機へはデジタル信号として送るのが最善と考える。このようなDATインタフェースなどを用いることによって前述した欠点は解消できるが、サンプリング周波数がDATによって固定されてしまう欠点もでてくる。これは、ダウンサンプリング等のソフトウェアで解決できる。

今後はこのような点を改良することによって、より品質のよい音声信号等の収録が可能とする努力が必要である。

CARTRIDGE TYPE:
Prepolarized condenser microphone cartridge.
B & K no. MM 0042

PRINCIPLE OF OPERATION:
Pressure

POWERING:
4003: B & K Two-Channel Power Supply Type 2812
4006: 48V Phantom Powering (in accordance with DIN 45596)

FREQUENCY RESPONSE:
See Figs. 2.1, 2.2 and 2.3 and individual calibration chart
On-axis with standard grid fitted:
4003: 10 Hz to 20 kHz ± 2 dB
4006: 20 Hz to 20 kHz ± 2 dB up to 124 dB SPL peak

LOWER LIMITING FREQUENCY (-3 dB):
3 to 5 Hz

PHASE RESPONSE:
See Figs. 2.4. and 2.5. Phase Matching between any two microphones $\pm 10^\circ$ (50 Hz to 20 kHz)

DIRECTIONAL CHARACTERISTIC:
Omnidirectional, see Figs. 2.6 and 2.7.

SENSITIVITY (at 250 Hz):
(See also individual calibration chart)
4003: Nominally 50 mV/Pa (-26 dB re. 1 V/Pa), unloaded
4006: Nominally 12.5 mV/Pa (-38 dB re. 1 V/Pa), unloaded

POLARITY:
4003: Positively increasing sound pressure produces positive-going voltage at Pin 4.
Pin 1: Ground; Pin 2: Not used; Pin 3: 130 V DC preamplifier supply; Pin 4: Signal. See Fig. 1.2.
4006: Positively increasing sound pressure produces positive-going voltage at Pin 2.
Pin 1: Ground; Pin 2: Signal (+); Pin 3: Signal return. See Fig. 1.3.

EQUIVALENT NOISE LEVEL:
(See also Fig. 2.8)
A-weighted: Typically 15 dB(A) re. 20 μ Pa (Max. 17 dB(A)). See individual calibration chart
CCIR 468-I: Typically 27 dB (max. 29 dB)

MAXIMUM SOUND PRESSURE LEVEL:
4003: 154 dB SPL peak ($f < 4$ kHz)
151 dB SPL peak ($f < 14$ kHz)
4006: 143 dB SPL peak ($f > 200$ Hz)

TOTAL HARMONIC DISTORTION:
 $\leq 1\%$ at 135 dB SPL peak (Type 4006: $f > 100$ Hz)

DIFFERENCE FREQUENCY DISTORTION (DF2, DF3, $\Delta f = 80$ Hz):
 $< 1\%$ at 135 dB SPL peak (Type 4006: $f > 500$ Hz)

TEMPERATURE COEFFICIENT:
-0.025 dB/ $^\circ$ C at 25 $^\circ$ C, 1013 mbar, 250 Hz

STATIC PRESSURE COEFFICIENT:
-0.002 dB/mbar at 25 $^\circ$ C, 1013 mbar, 250 Hz

INFLUENCE OF VIBRATION:
64 dB equivalent SPL for 1 m/s² in direction of greatest sensitivity

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD:
4003: 45 dB equivalent SPL
4006: 60 dB equivalent SPL
(for 80 A/m, 50 Hz in direction of greatest sensitivity)

PREAMPLIFIER:
Output Impedance: $< 30 \Omega$
Frequency Range:
4003: 20 Hz to 50 kHz ± 0.2 dB
5 Hz to 150 kHz ± 3 dB
4006: 20 Hz to 40 kHz ± 1 dB

CABLE DRIVE CAPABILITY:
4003 with 2812: > 100 m
4006: > 100 m

OPERATING TEMPERATURE RANGE:
-10 to +70 $^\circ$ C (+14 to +158 $^\circ$ F)

WEIGHT:
150 g (0.33 lb)

DIMENSIONS:
Overall Length: 165 mm (6.5 in.)
Cartridge Diameter: 16 mm (0.63 in.)

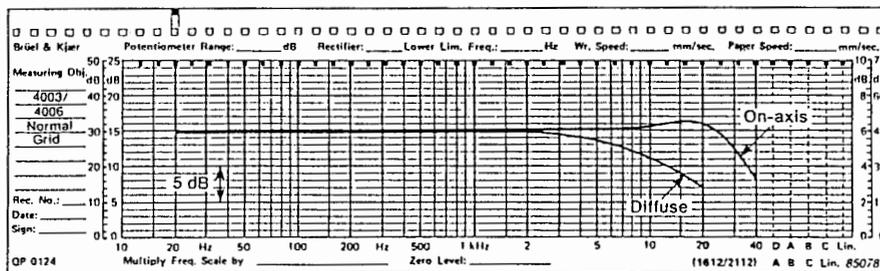


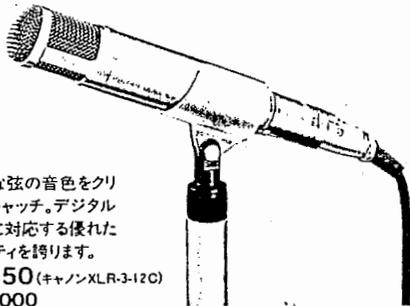
Fig. 2.1. On-axis and diffuse-field responses of Types 4003 and 4006 with the standard protection grid fitted

定格	
型式	コンデンサー型
電源	SUM-3(単3)型乾電池 外部電源(DC48V)
出力コネクター	キャノンXLR-3-12Cタイプ
外形寸法	φ36×205mm
重量	本体のみ:約330g 乾電池含む:約350g
仕上げ処理	シルバーグレーメタリック塗装

性能

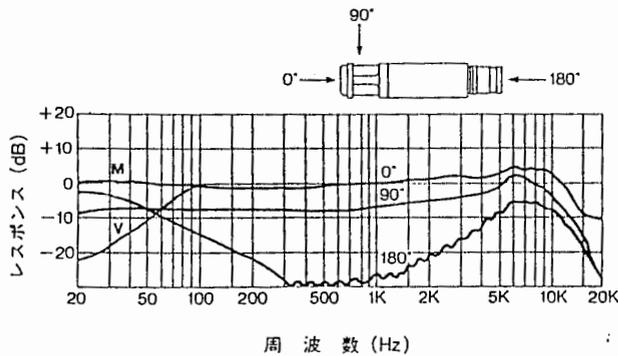
次の各項は JIS-C5502-1981 マイクロホン工業規格に準拠して試験したものです。(0dB SPL=2×10⁻⁴ μbar)

周波数特性	20Hz~20,000Hz
指向特性	単一指向性(指向特性図参照)
出力インピーダンス	200Ω±20%、平衡型
正面感度(偏差±2dB)	開回路出力電圧*1 -72dB 実効出力レベル*2 -51dBm *1 0dB=1V/1μbar 1,000Hz *2 0dBm=1mW/10μbar 1,000Hz 推奨負荷インピーダンス 3kΩ以上



繊細な弦の音色をクリアにキャッチ。デジタル録音に対応する優れたクオリティを誇ります。
C-350(キャノンXLR-3-12C)
¥38,000

周波数特性



電源関係

内蔵電池

基準動作電圧	1.5V
最低動作電圧	1.1V
消費電流	7.0mA以下(1.5V時)
連続持続時間	約100時間 (ソニー乾電池ニユースーパーSUM-3(NS)使用時)

外部電源 DC 48V

雑音

信号対雑音比*1 52dB以上(1,000Hz、1μbar)
自己雑音(等価入力音圧換算)*2
22dB SPL以下

風雑音*3 50dB SPL以下(付属のウィンドスクリーン付き)

外部磁界の誘導雑音*4 5dB SPL/mgauss

*1,2 内蔵電池使用時の値

*3 マイクロホンの各方向に風速2m/secの気流を当てたとき、マイクロホンに発生する雑音出力の平均値を等価入力音圧に換算した値

*4 50Hz、1mgaussの交番磁界中にあるマイクロホンに誘起する最大雑音を等価入力音圧に換算した値

最大入力音圧レベル*

138dB SPL以上:

*マイクロホン出力信号が1,000Hzで1%の波形ひずみを生じる入力レベルの等価入力音圧換算値

ダイナミックレンジ

116dB以上(内蔵電池使用時)

許容保存温度

-20°C~+60°C

許容動作温度

0°C~+60°C

標準指向性特性図

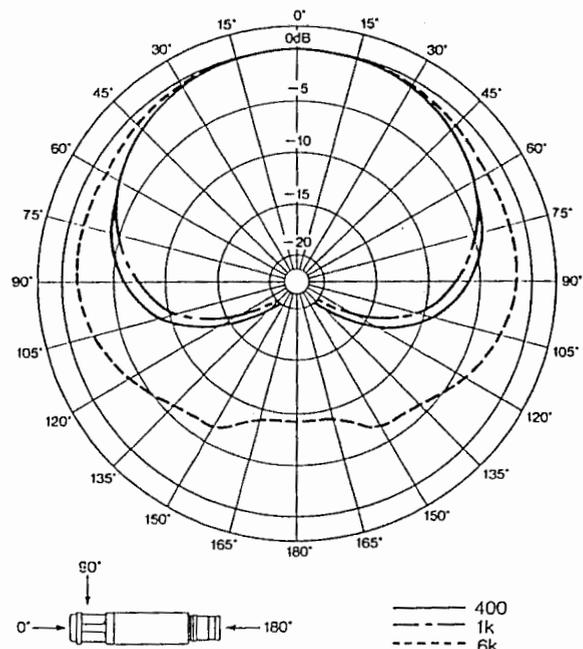


図2 SONY C-350 のカタログデータ

・MU-2C 単一指向性ダイナミックマイクロホン

¥ 42,000 <WPM-2(金属風防) ¥9,000 TS-2(スタンド) ¥3,000
HC-2(収納ケース) ¥3,900 >

小型軽量の単一指向性マイクロホンとしては、その秀れた音質と指向性、特に低音限界が広いうえに振動雑音が少ないということから、中継用、スタジオ内での座談会や、ドラマの收音用等と広範囲に使用されております。



型式	指向性	用途	周波数特性	感度(1000Hz) OdB=1V/0.1 Pa	ノイズレベル OdB=0.00002 Pa	最大音圧 1%歪時のSPL OdB=0.00002 Pa	インピーダンス (1000 Hz)	寸法(mm)	重量
MU-2C	単一指向性	中継、座談、対談 ドラマの收音	100Hz ~ 10KHz	-74dB ±2dB			600 Ω	24φ×190	150 g

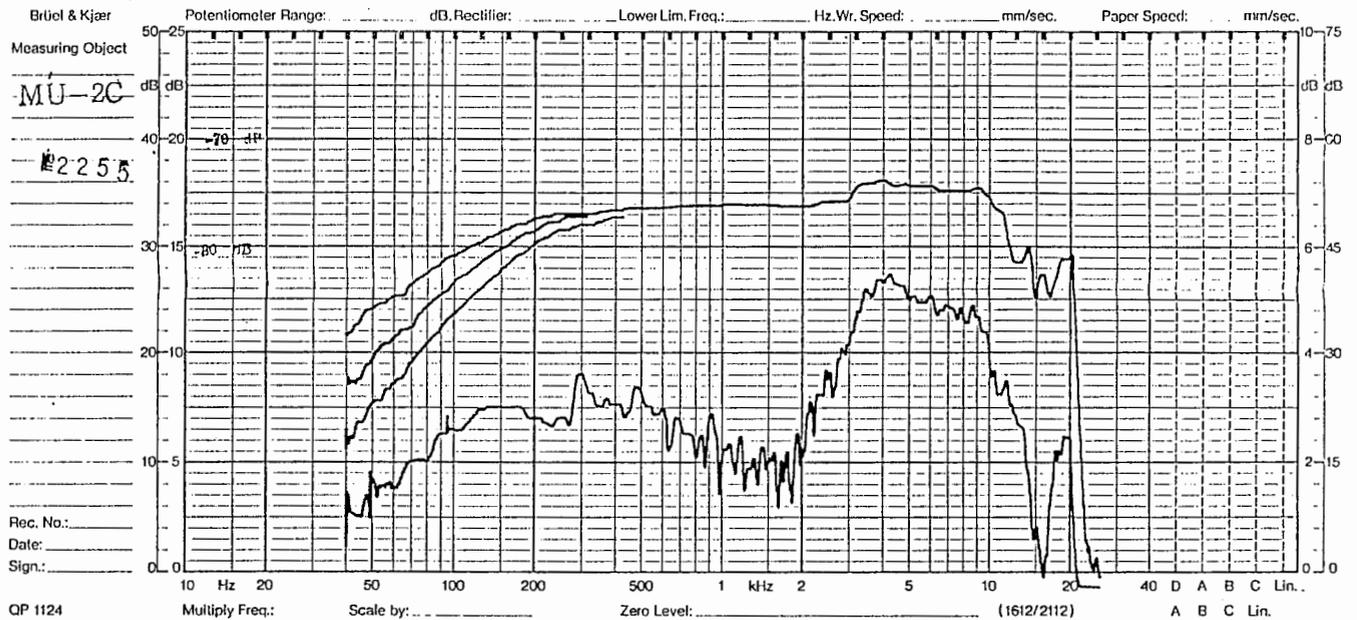


図3 SANKEN MU-2C のカタログデータ

性能

次の各項は JIS C-5502-1981 マイクロホン工業規格に準拠して試験したものです。

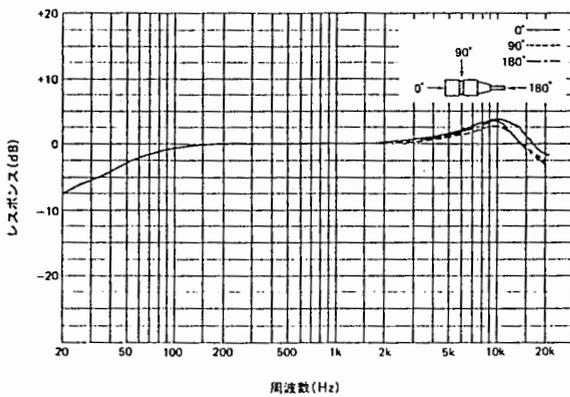
周波数特性	40~20,000Hz
指向特性	全指向性
出力インピーダンス	150Ω±20%(1kHz)平衡型
正面感度 偏差±2dB	開回路出力電圧 -72.0dB(0.25mV、 0dB=1V/0.1Pa、1kHz) 実効出力レベル -49.8dBm (0dBm=1mW/1Pa、1kHz) 推奨負荷インピーダンス 3kΩ以上

信号対雑音比	44dB以上(1kHz、0.1Pa)
自己雑音	30dB SPL以下 (0dB=20μPa)
風雑音*1	40dB SPL以下 (ウインドスクリーン使用時)
外部磁界の誘導雑音*2	5dB SPL/mGauss以下
最大入力音圧レベル*3	120dB SPL(20.0Pa)
ダイナミックレンジ	90dB以上
許容動作温度	0°~60°C
許容保存温度	-20°C~60°C

- *1 マイクの各方向に風速2m/sの気流をあてたときマイクロホンに発生する雑音出力の平均値を等価入力音圧に換算した値
0dB=20μPa
- *2 50Hz 1m gaussの交番磁界中にあるマイクロホンに誘起する最大雑音を等価入力音圧に換算した値
0dB=20μPa
- *3 マイクロホン出力信号が1,000Hzで1%の波形歪を生ずる入力レベルの等価入力音圧換算値
0dB=20μPa

大きさ	マイク本体 5.6φ×12.5mm 電源部 20φ×133mm
重量	マイク本体 約1.5g 電源部 約120g

標準周波数特性図



標準指向特性図

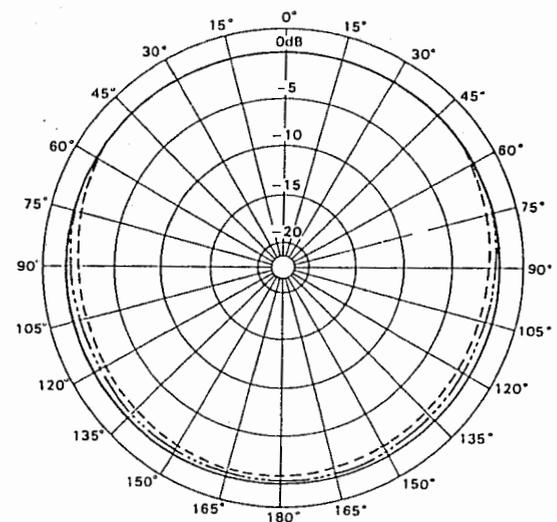


図4 SONY ECM77 のカタログデータ

—— 100 Hz, 1 kHz
- - - 3 kHz
- · - · 10 kHz

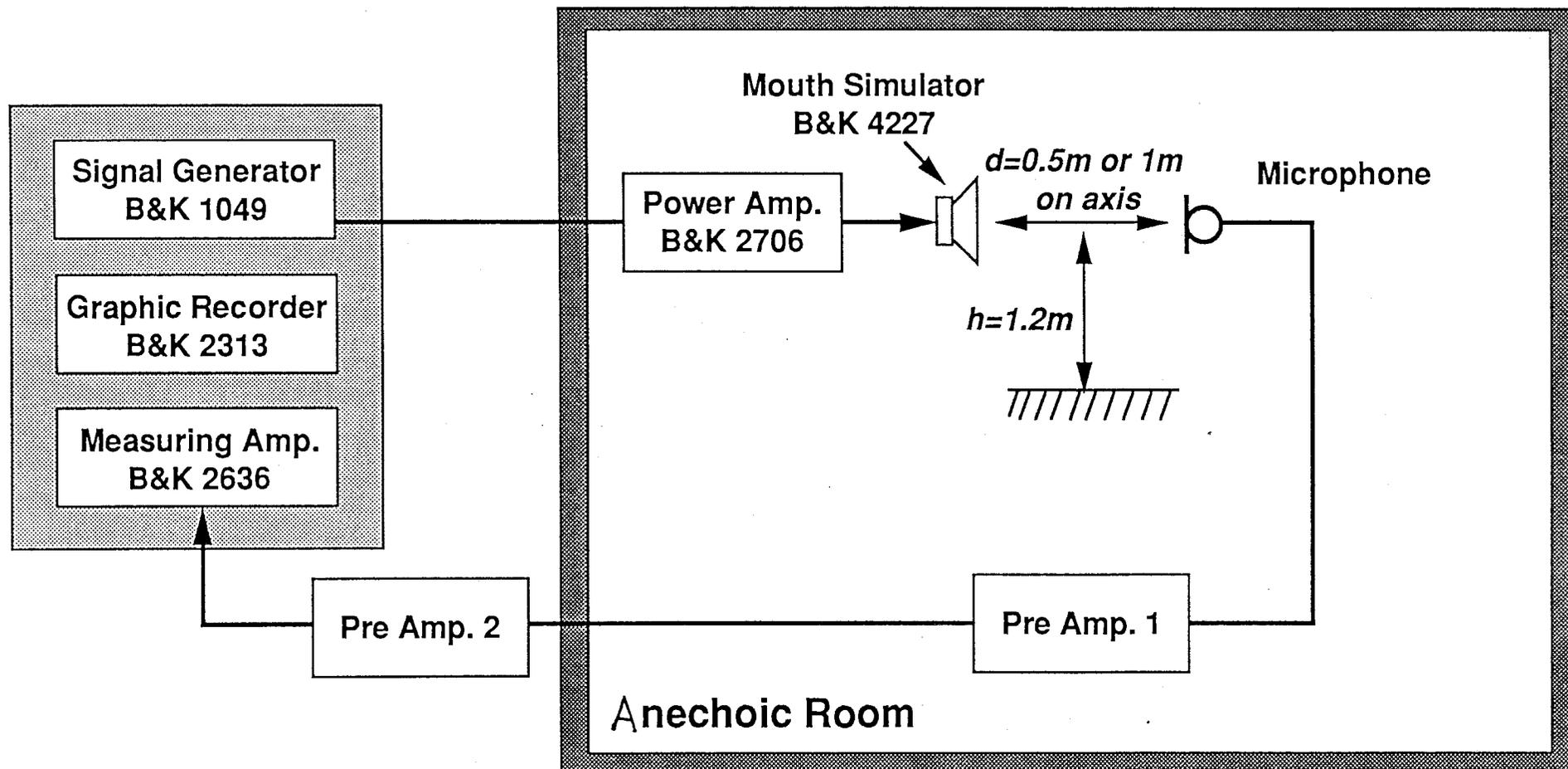


図5 マイクロフォンの周波数特性の測定系

Microphone	Pre Amp. 1	PreAmp. 2
B&K 4133	B&K 2639	None
B&K 4003	B&K 2812	PAVEC SC102C
SONY C-350	None	SONY MU-X501
SONY ECM77	None	SONY MU-X501
Sanken MU-2C	None	SONY MU-X501

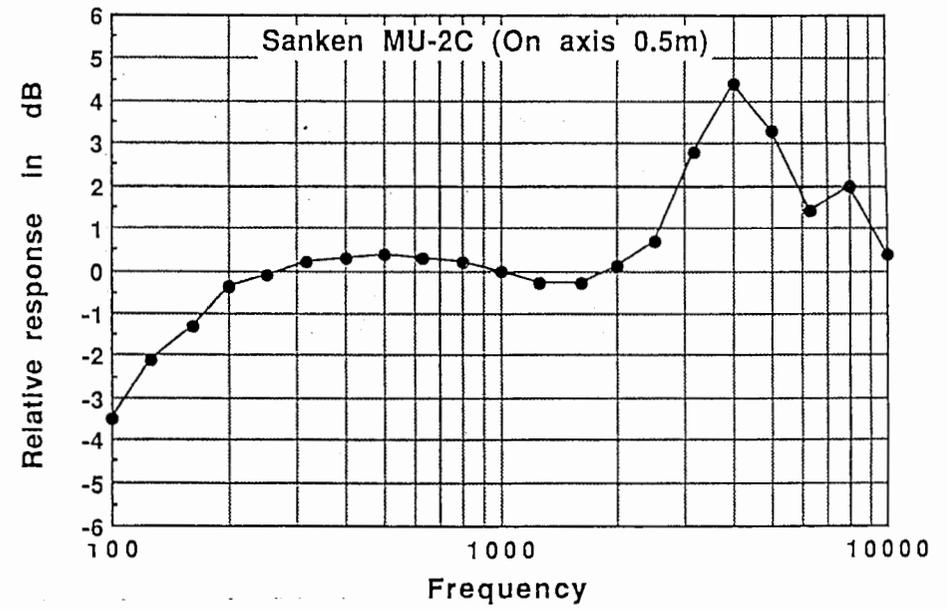
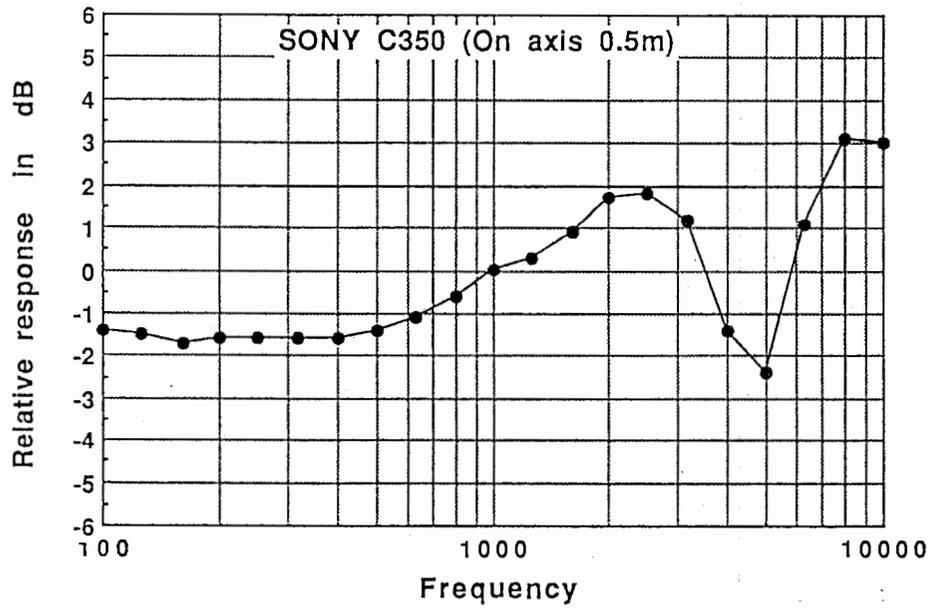
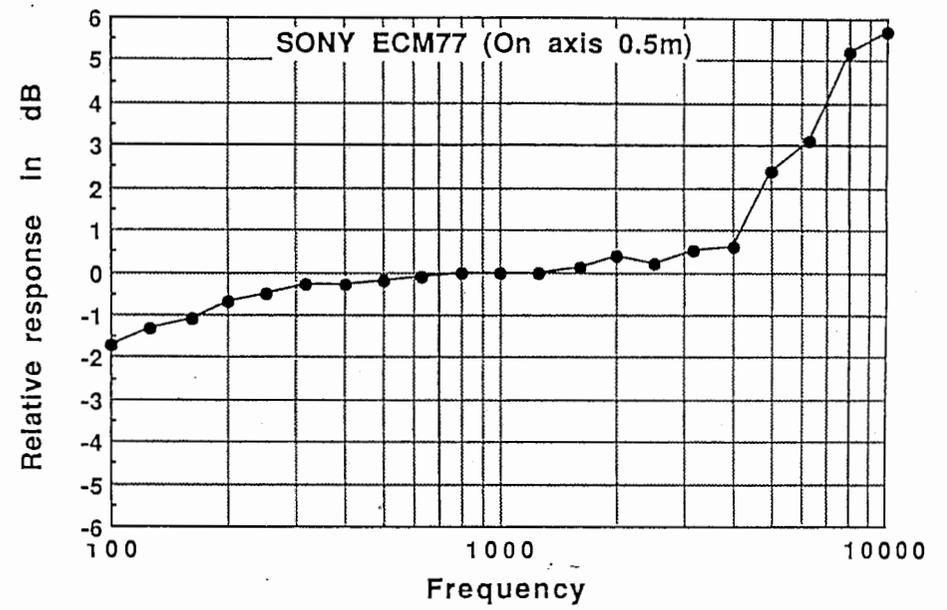
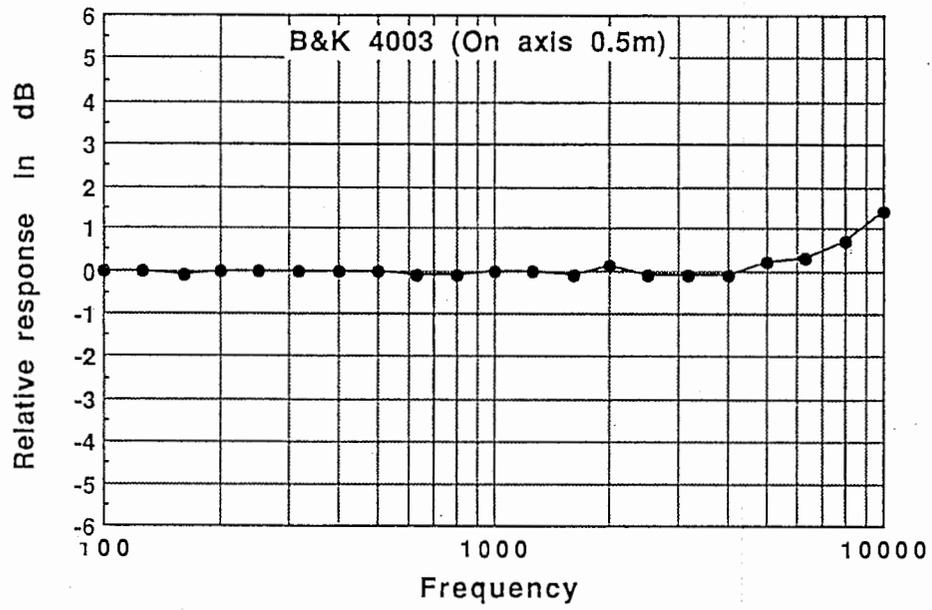


図6 軸上0.5mにおける各マイクロフォンの周波数特性

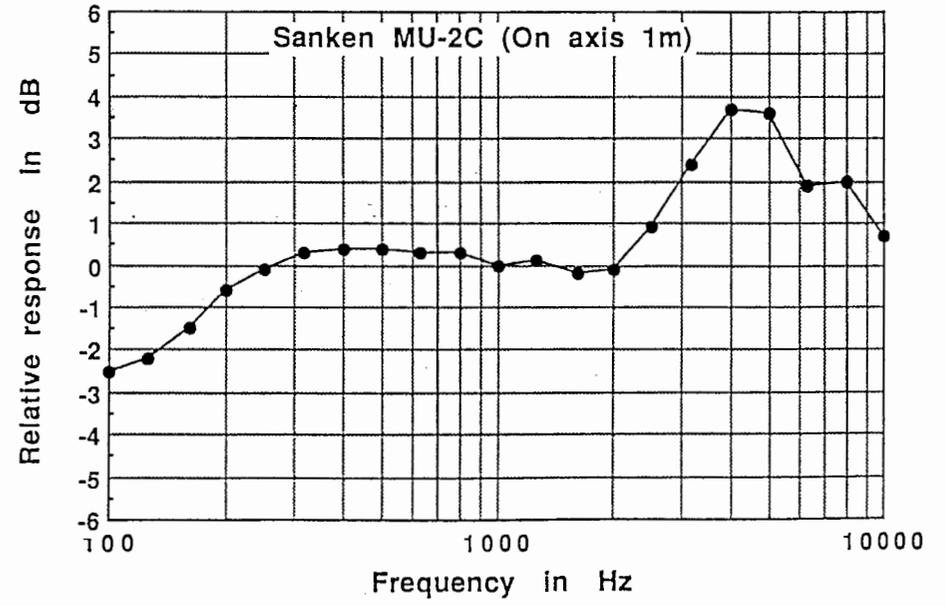
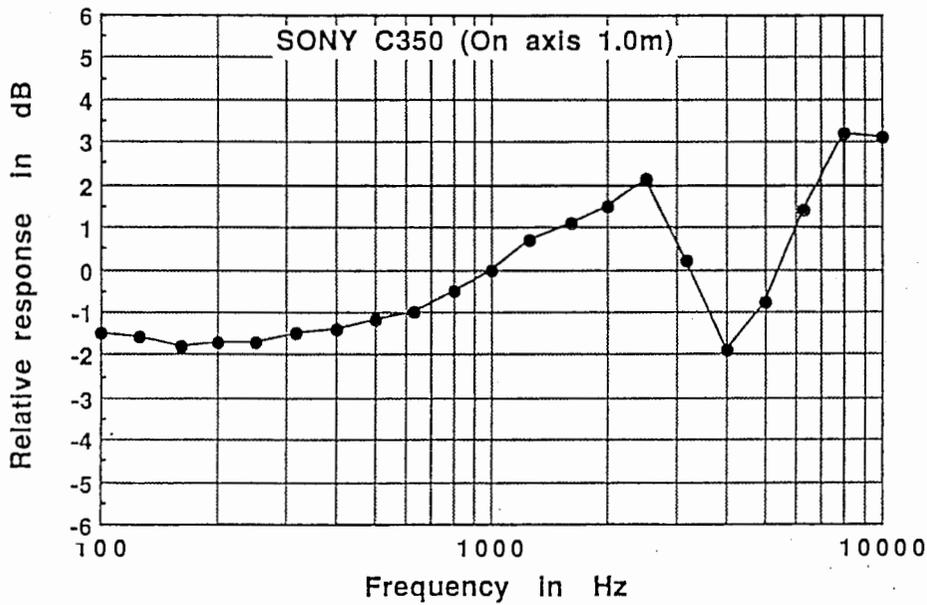
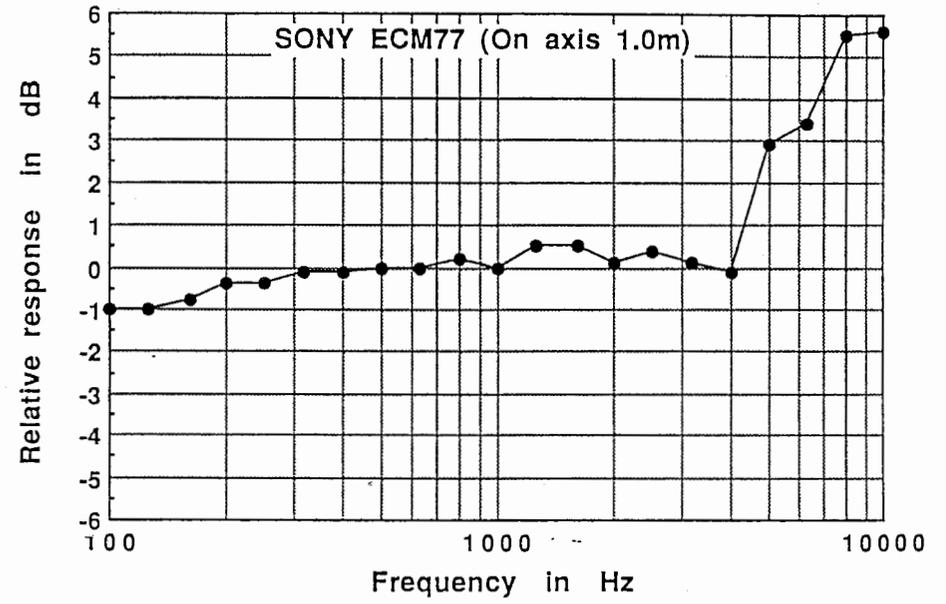
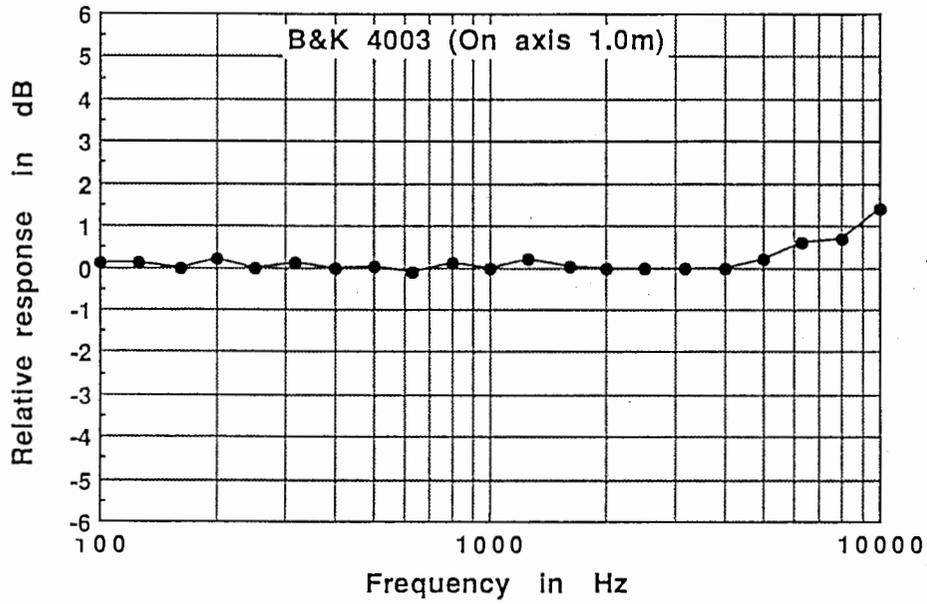


図7 軸上1.0mにおける各マイクロフォンの周波数特性

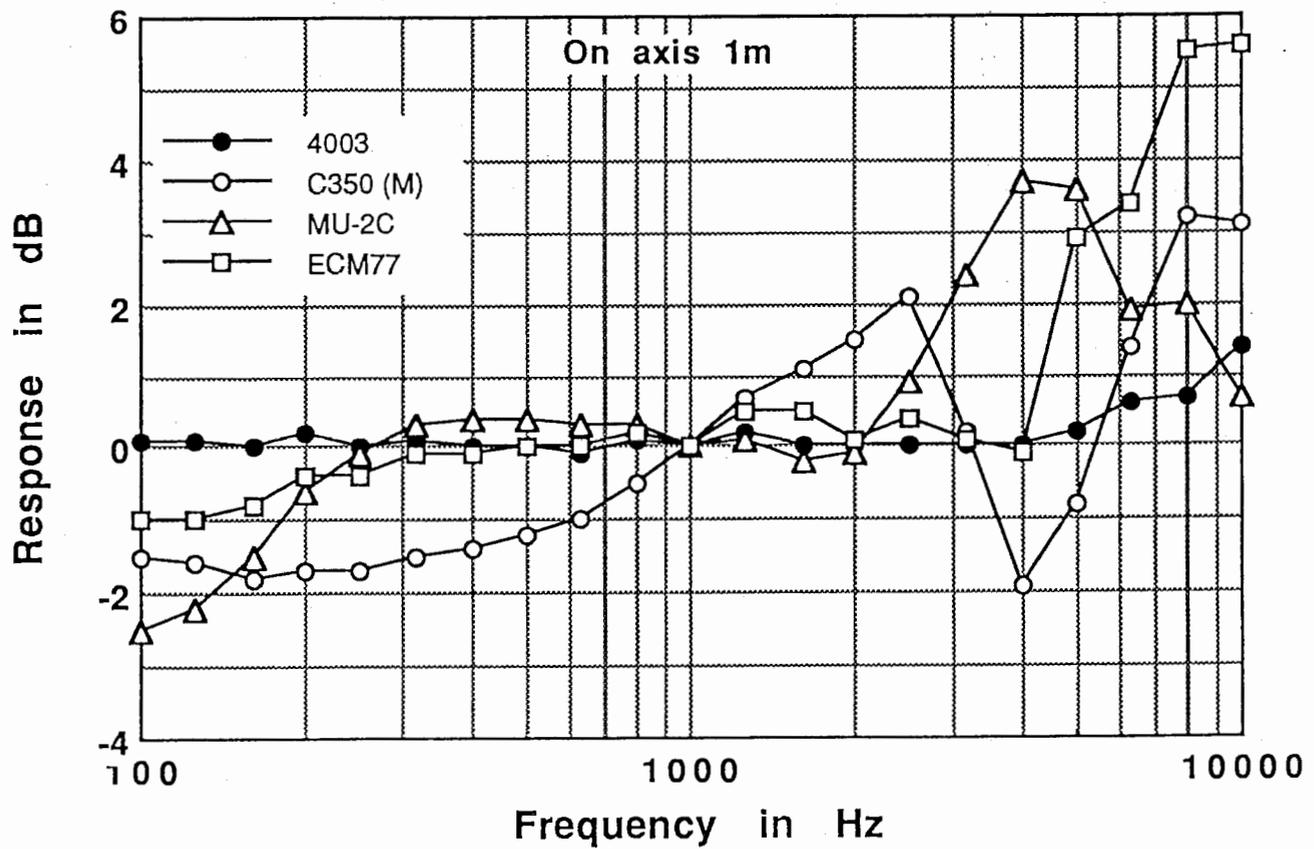
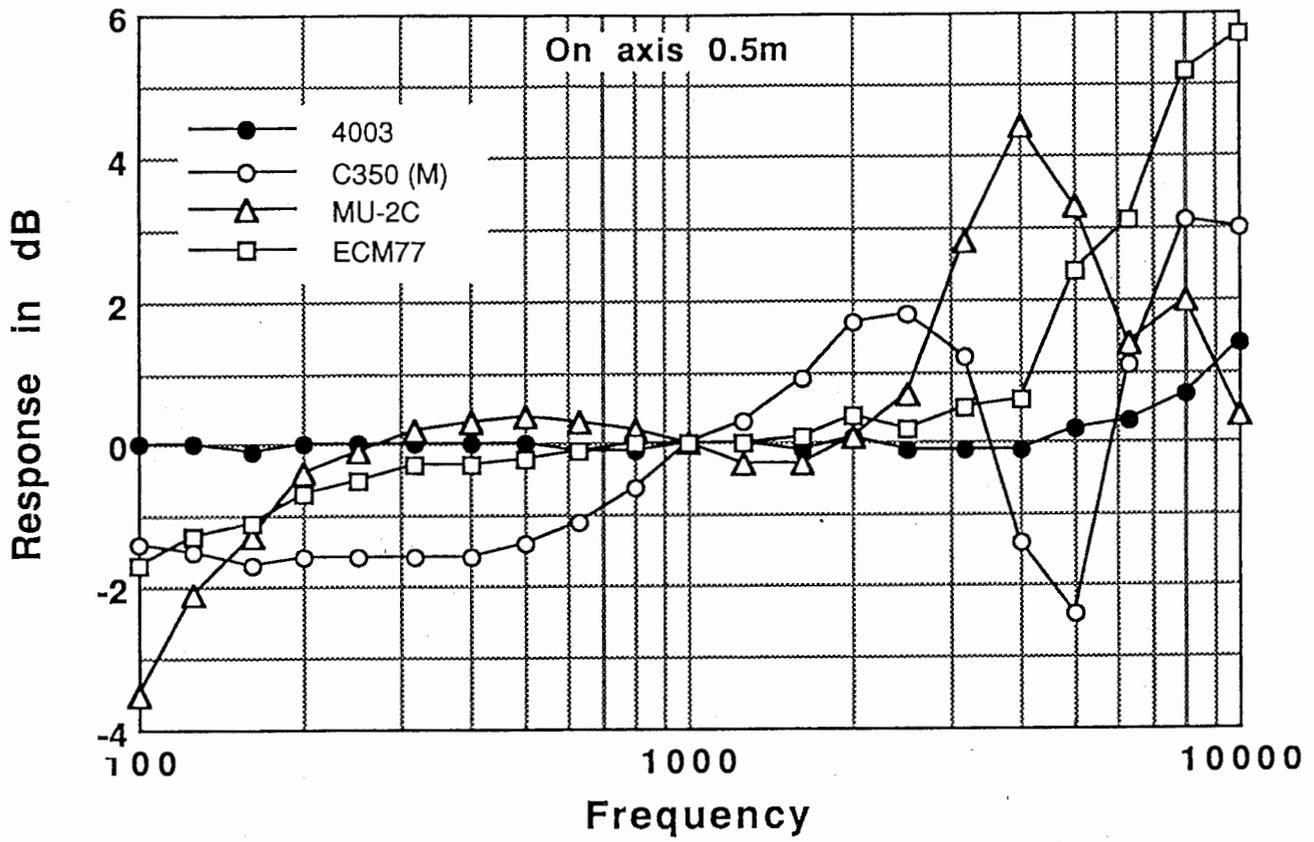


図8 各マイクロフォンの周波数特性の比較

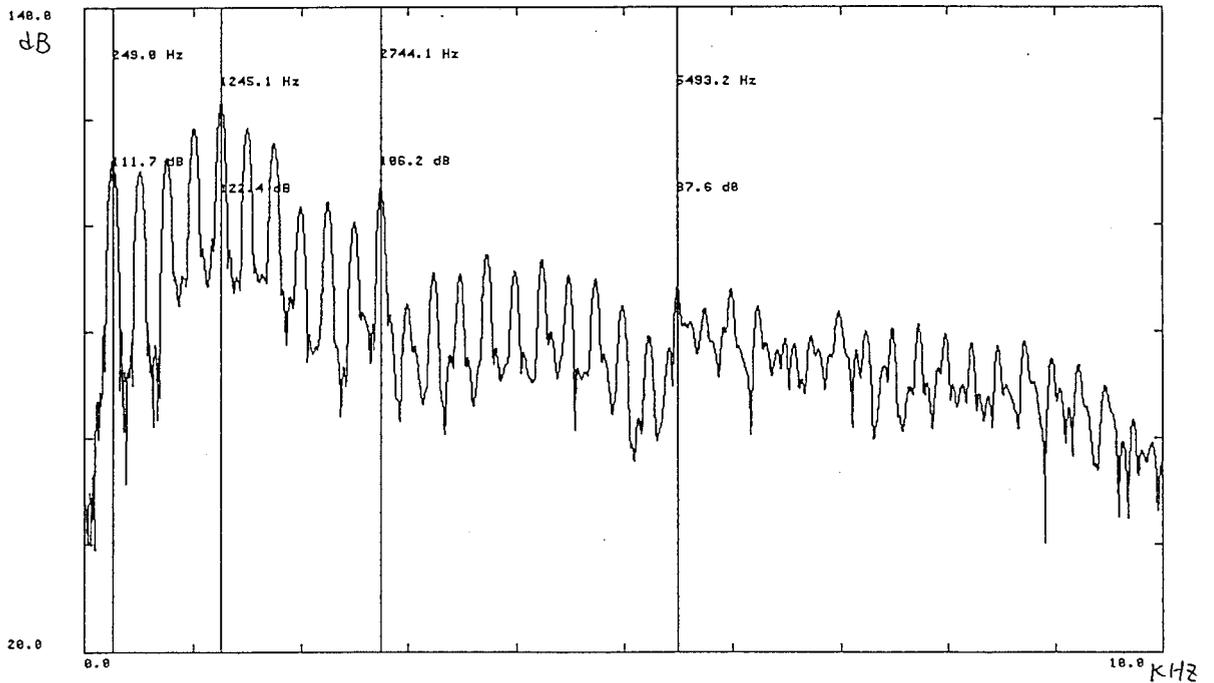
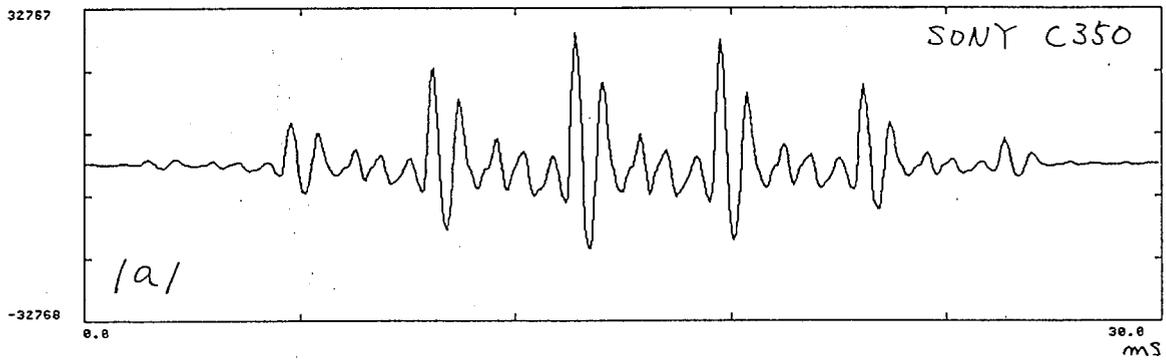
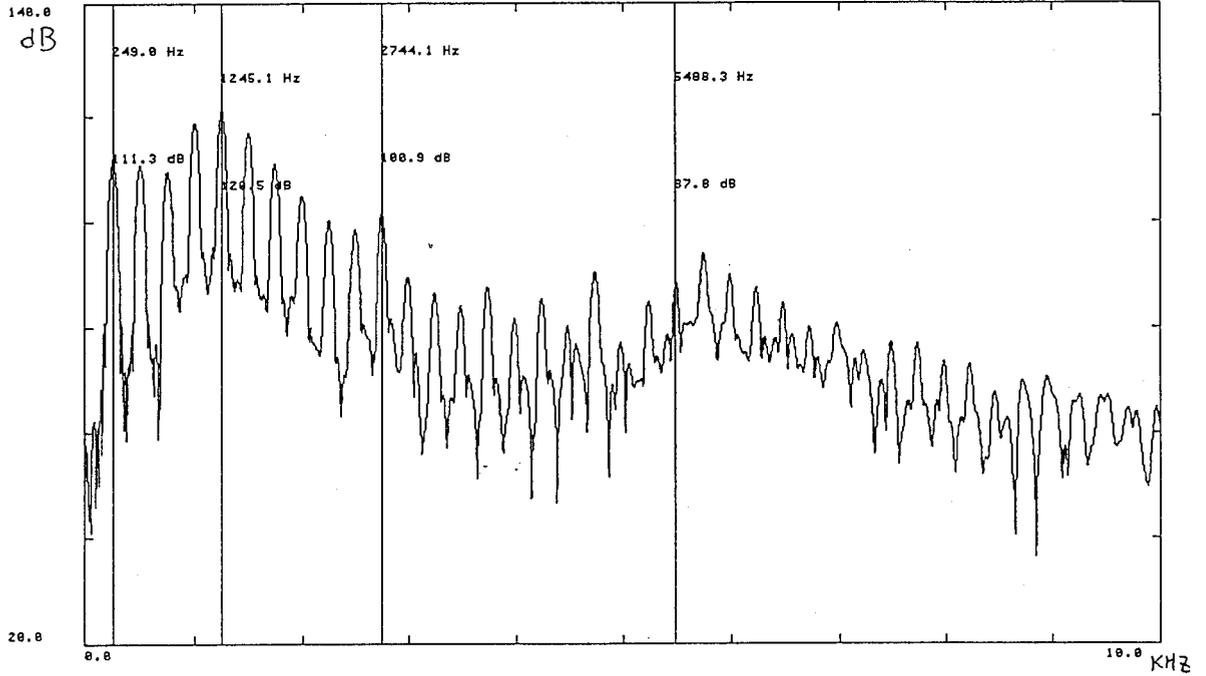
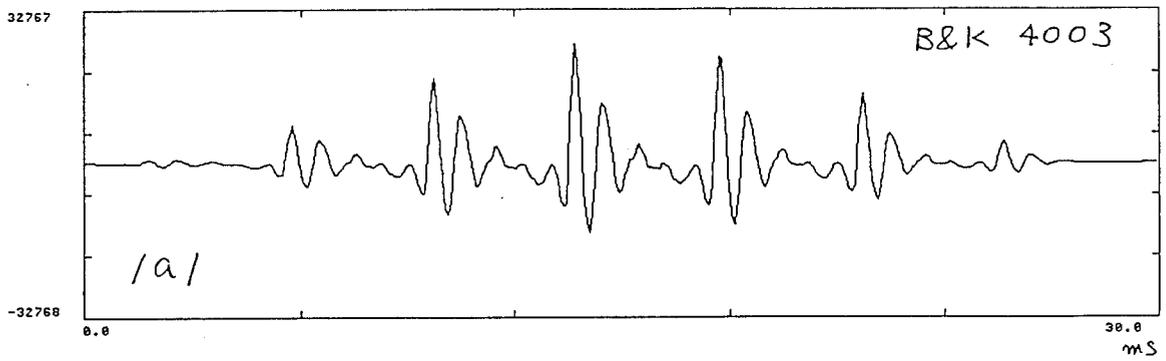


図9 女声/a/の波形とスペクトル

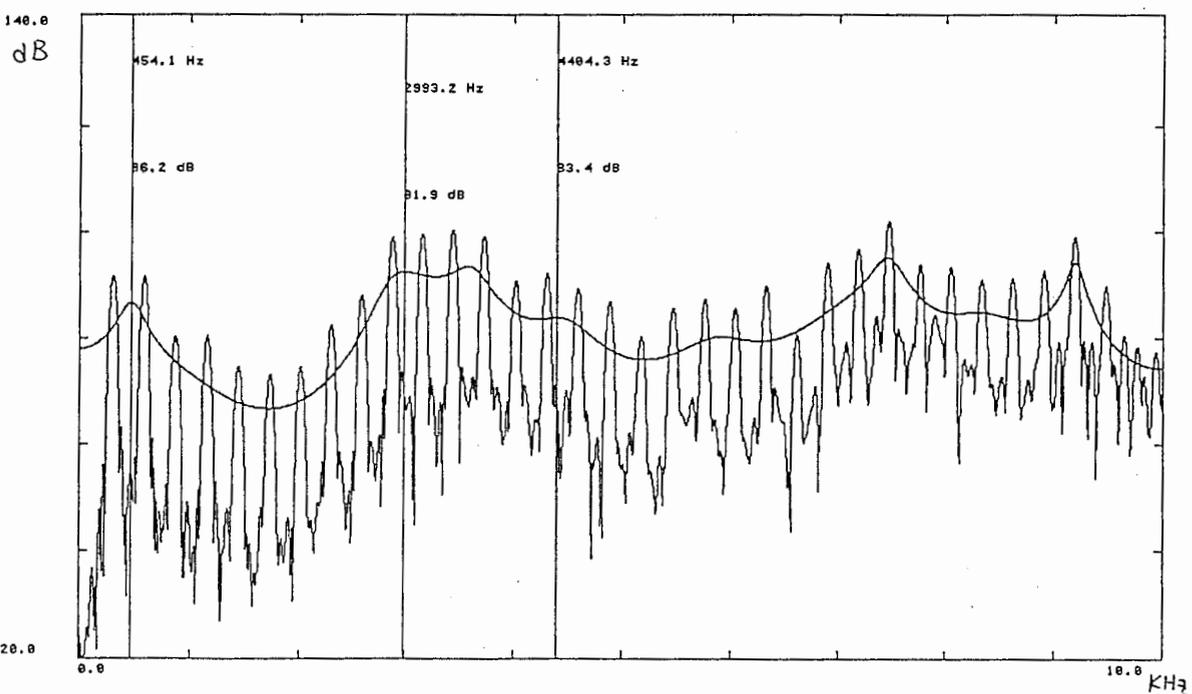
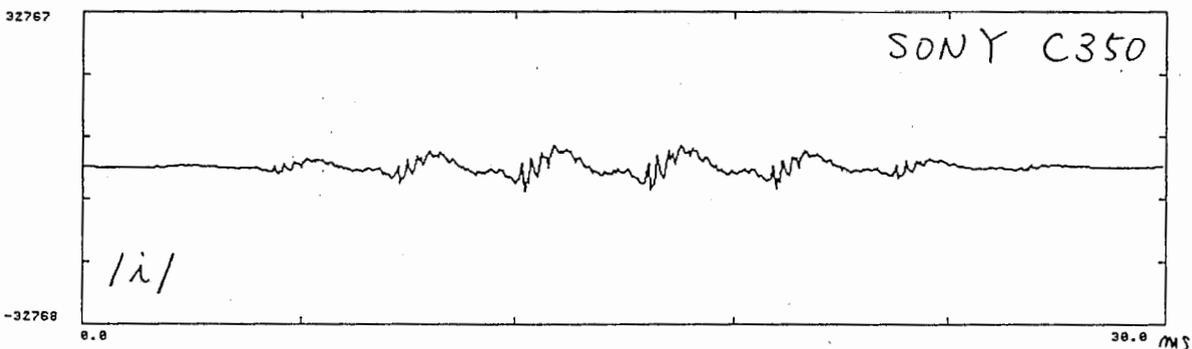
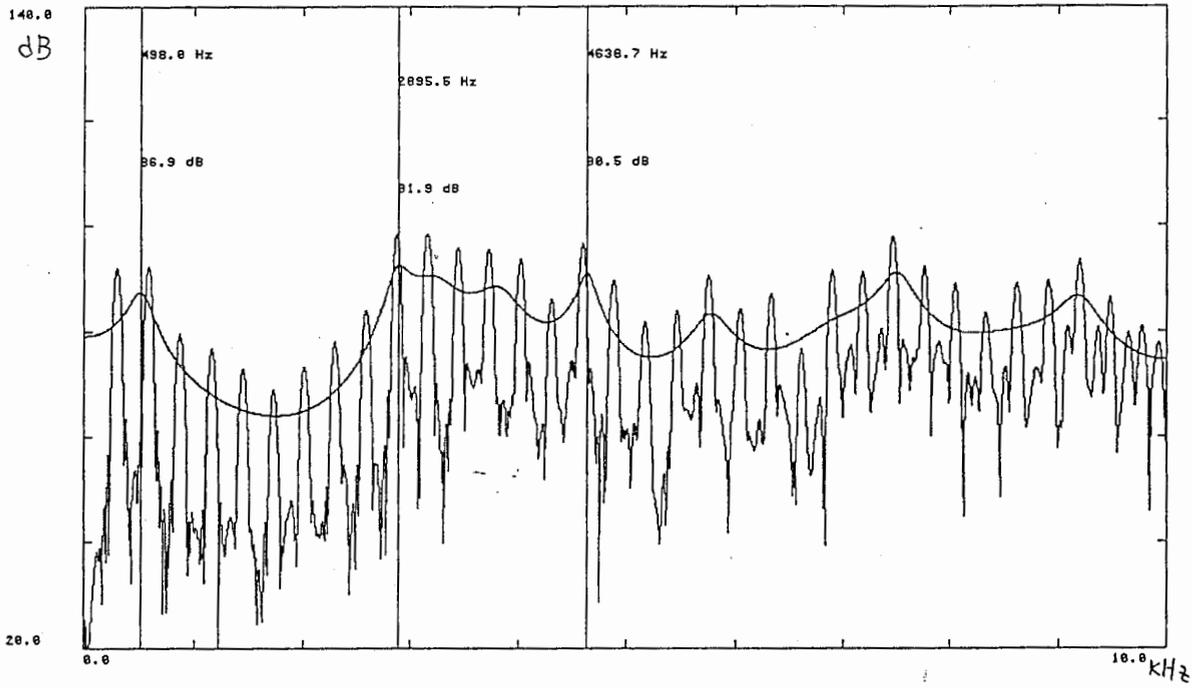
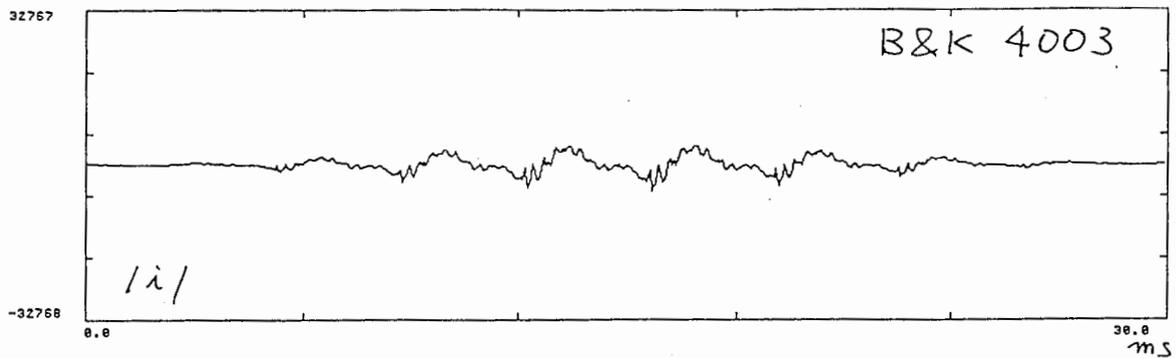


図10 女声/i/の波形とスペクトル

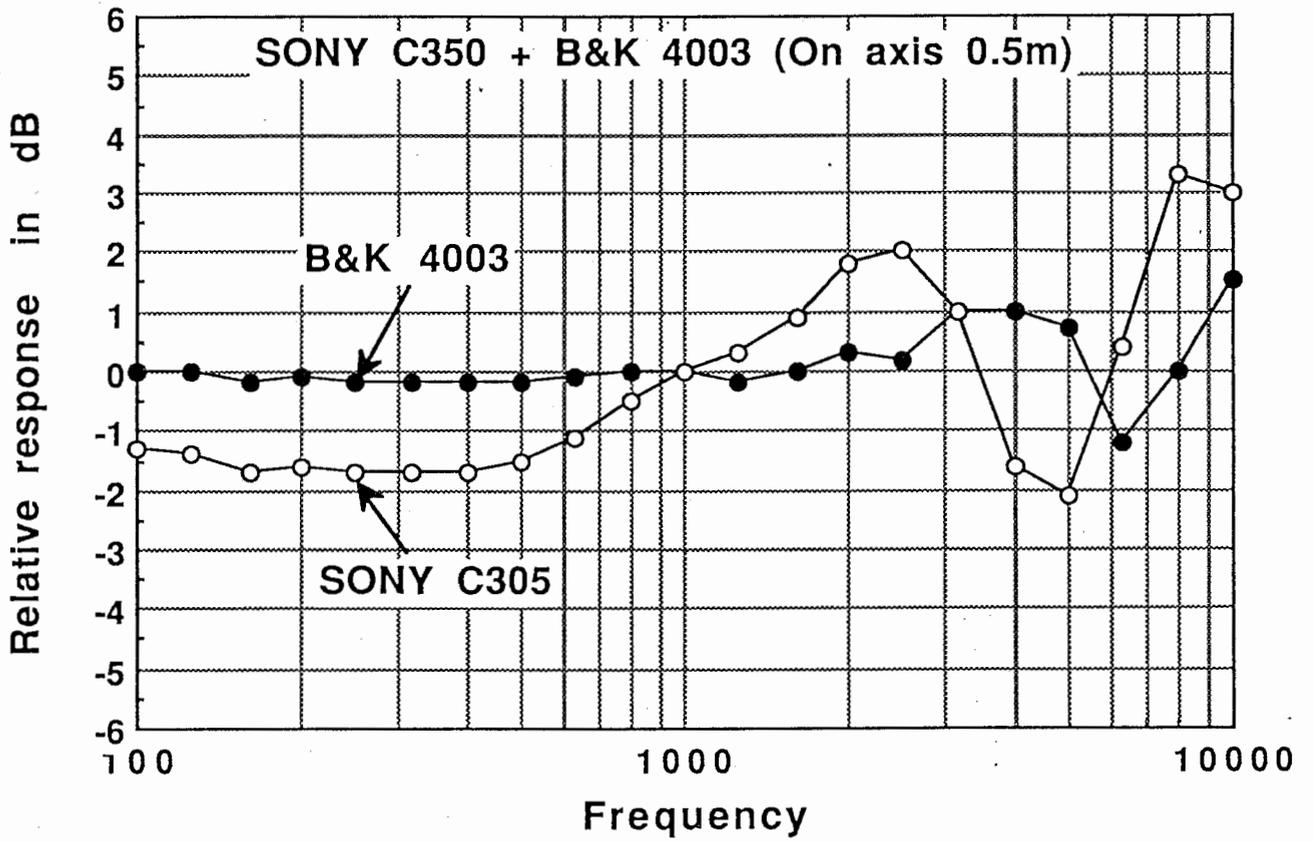


図 1 1 SONY C350とB&K 4004を束ねた場合の周波数特性

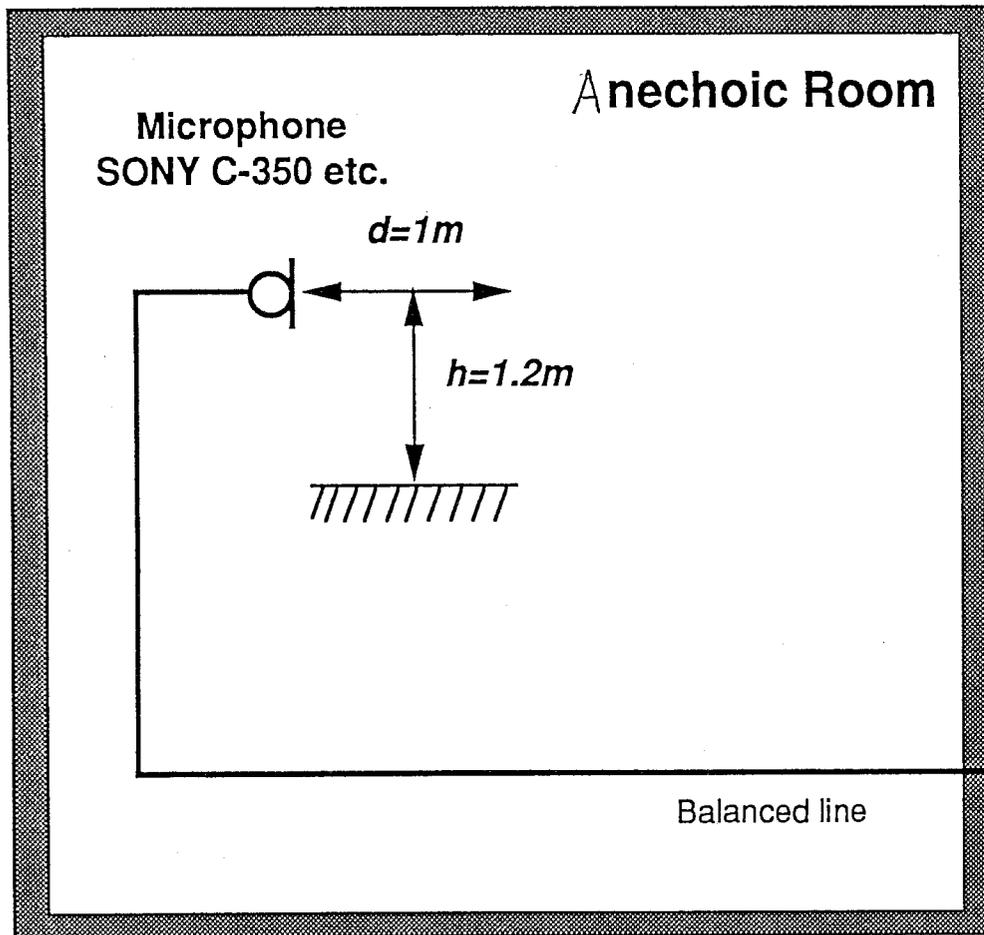


図12 汎用マイクロフォンを用いる録音系のブロックダイアグラム

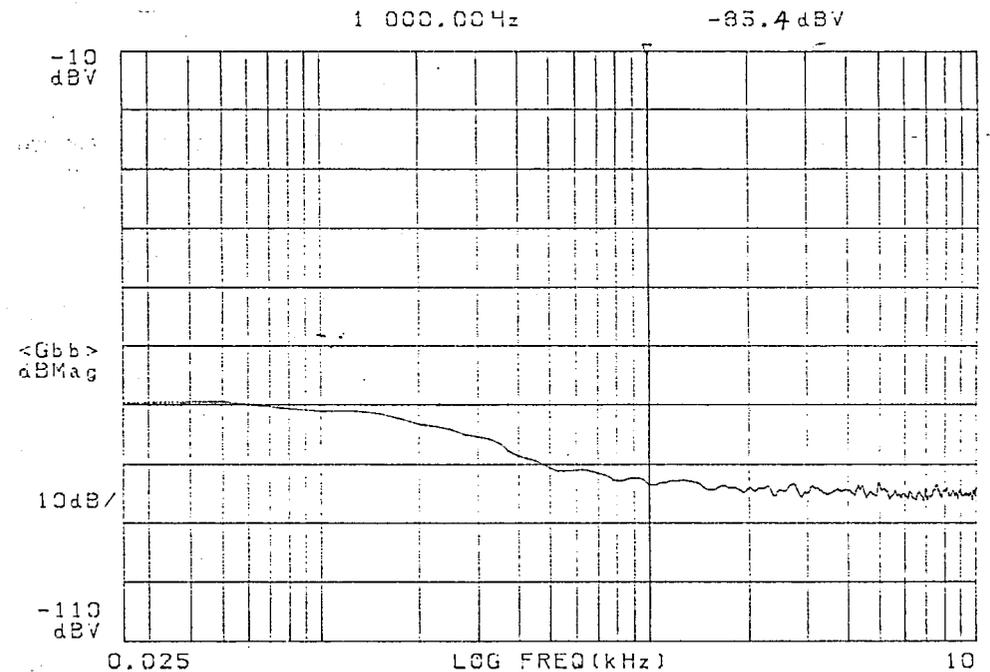
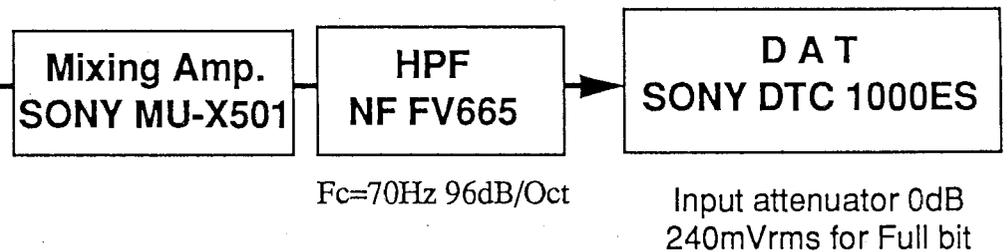


図13 この系の無信号入力時の雑音特性



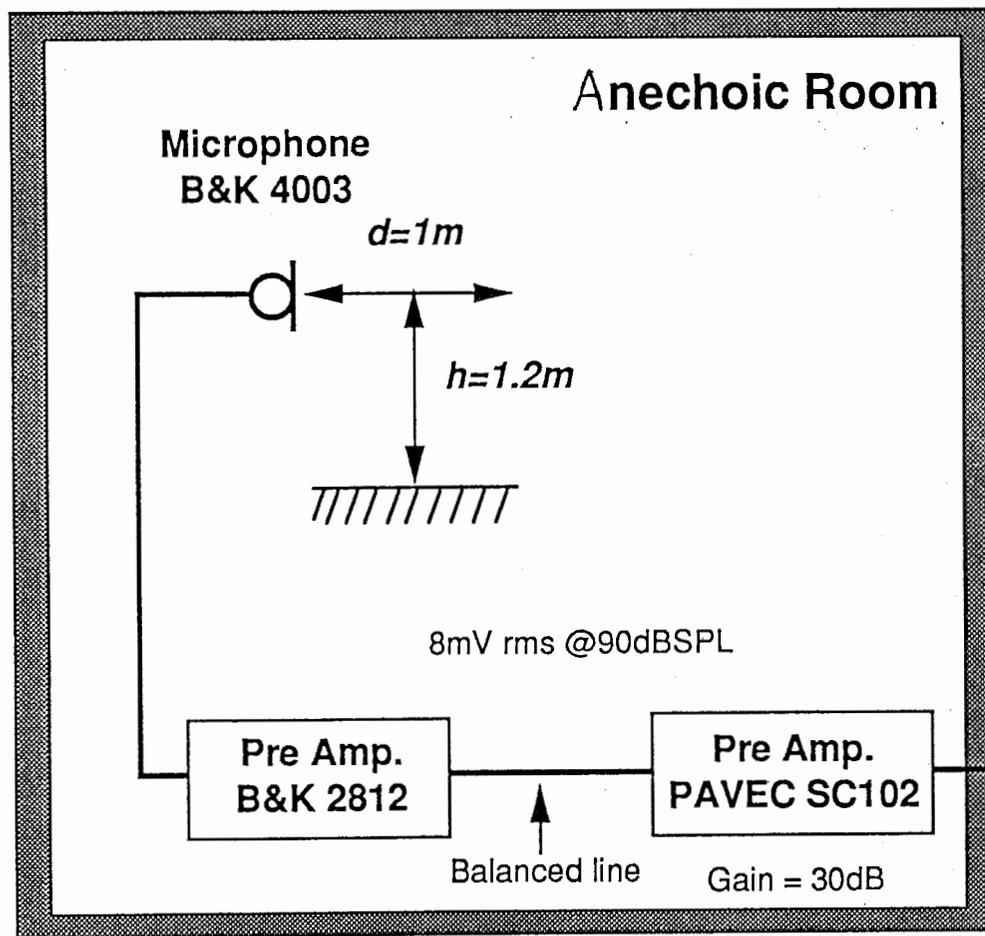


図14 B & K 4 0 0 3 マイクロフォンを用いる録音系のブロックダイアグラム

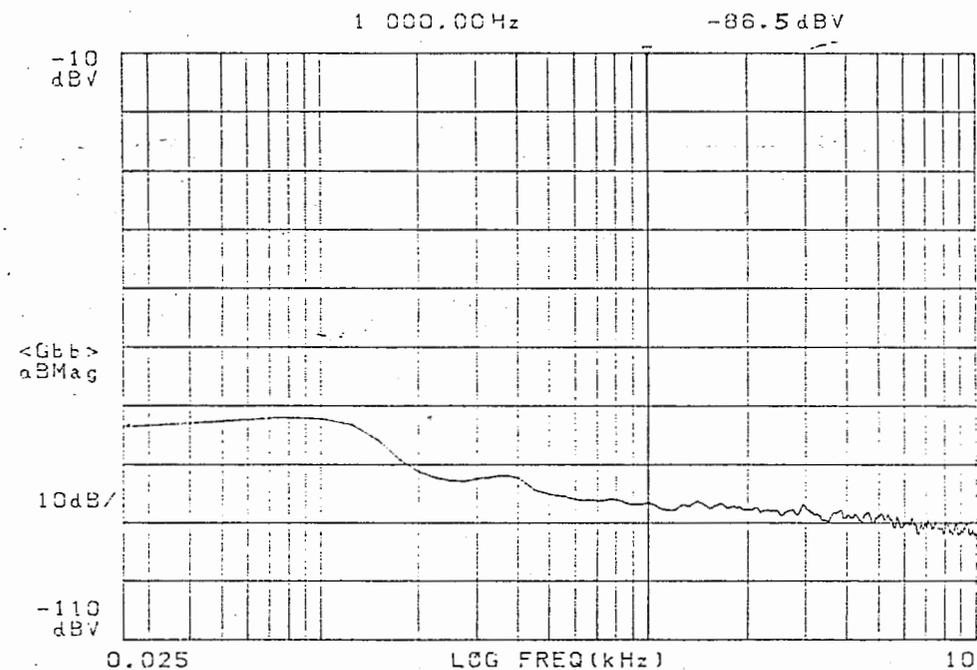


図15 この系の無信号入力時の雑音特性

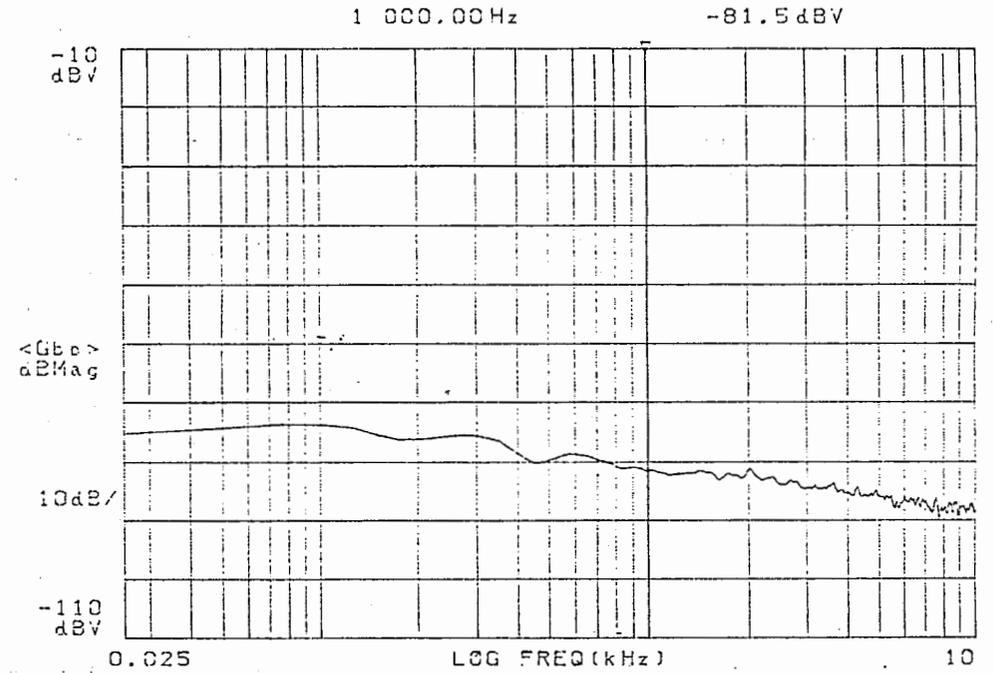
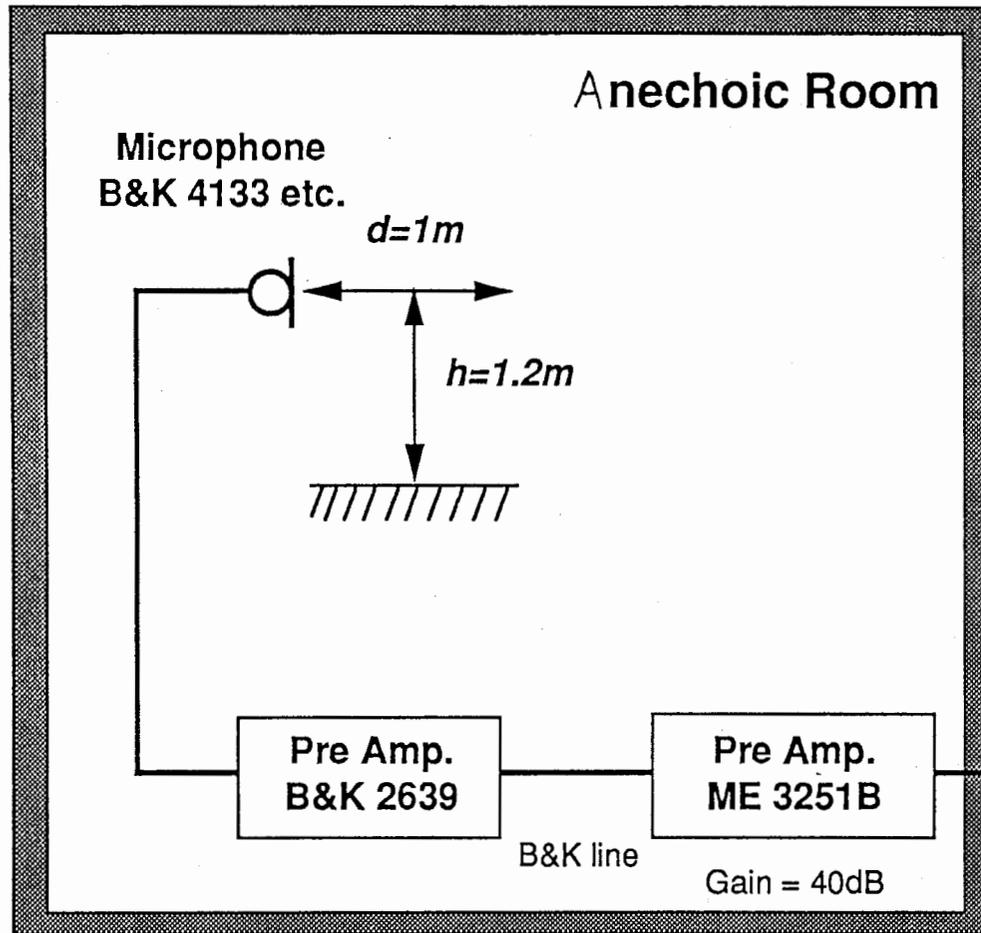


図 17 この系の無信号入力時の雑音特性

図 16 B & K 計測用マイクロフォンを用いる録音系のブロックダイアグラム

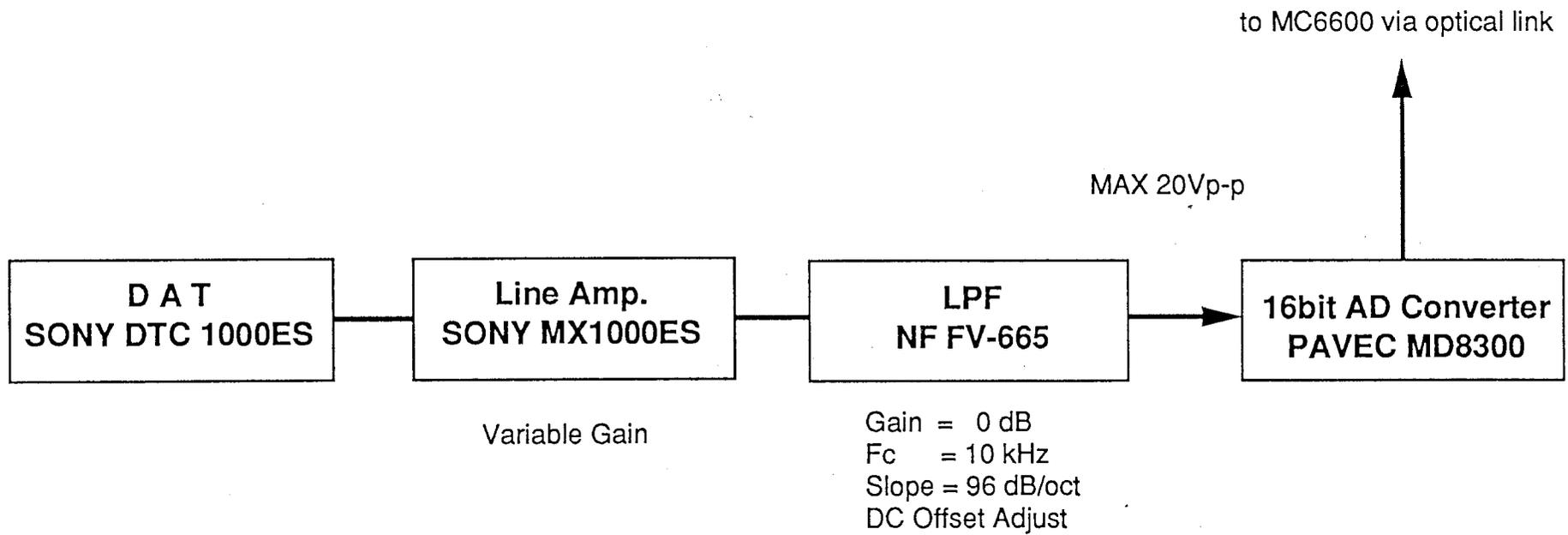


図18 DATからAD変換器までのブロックダイアグラム

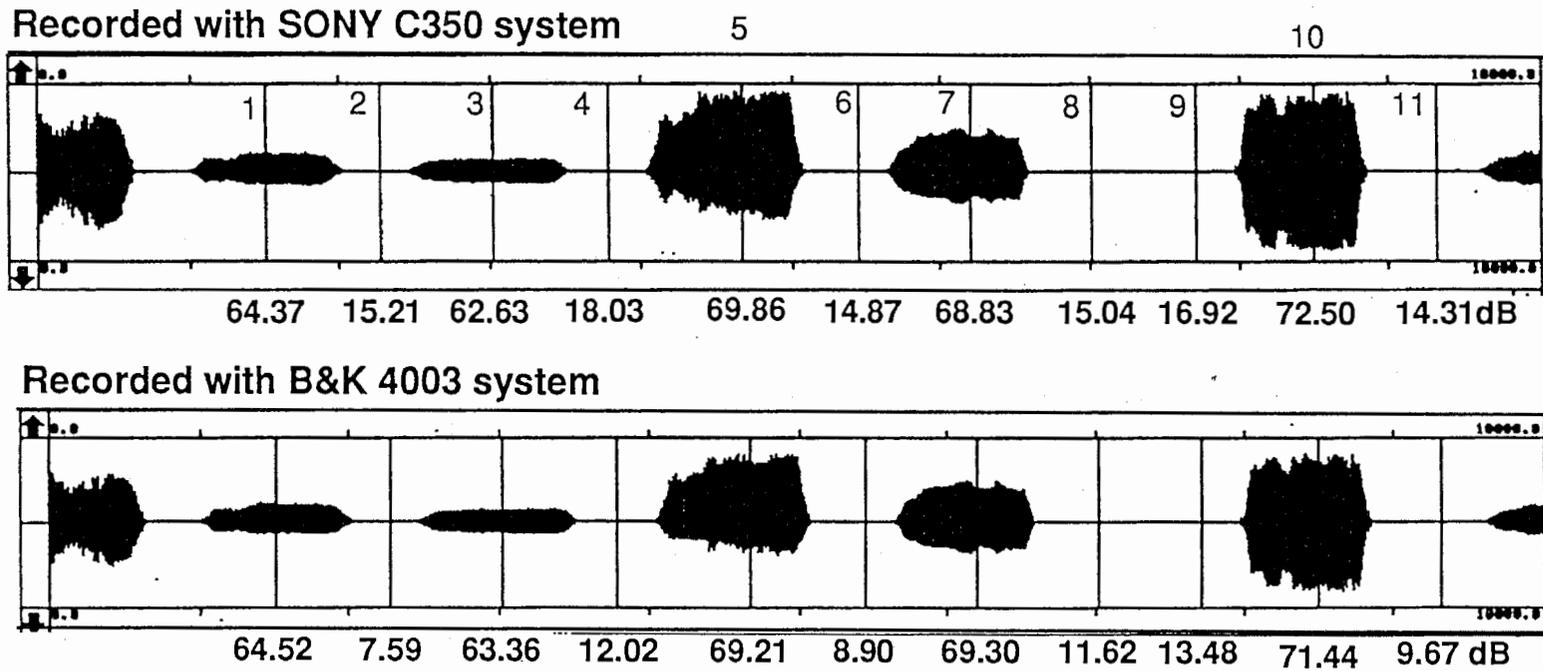
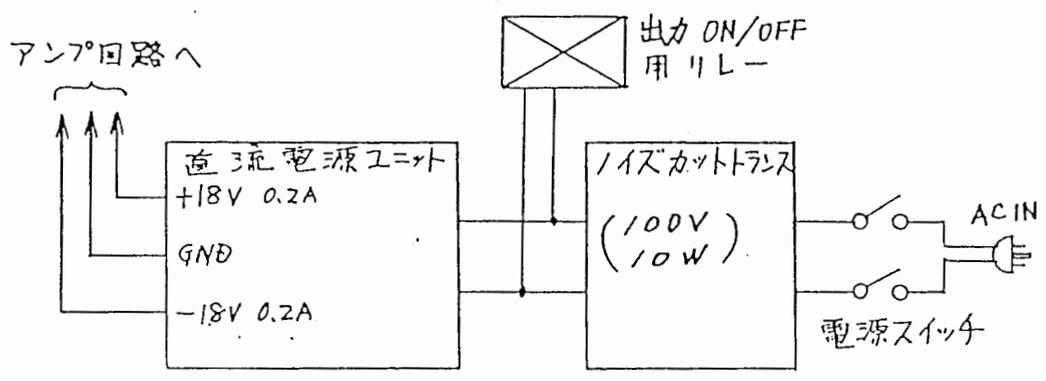
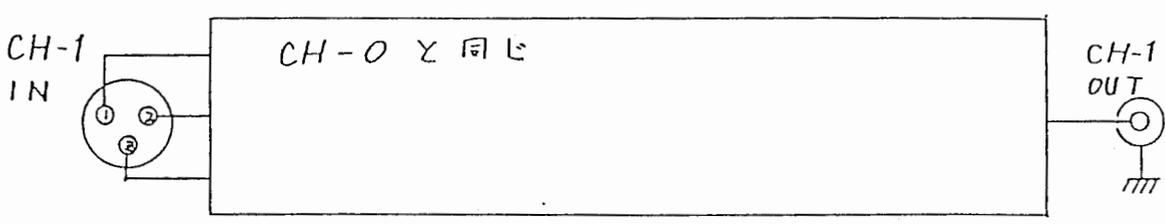
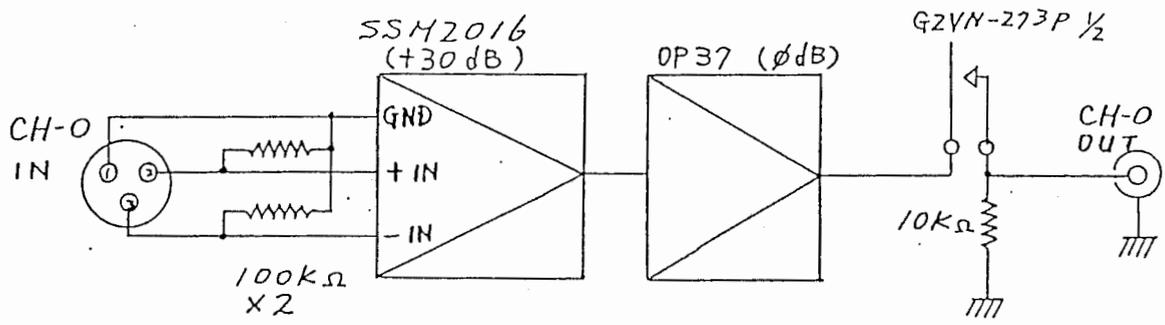


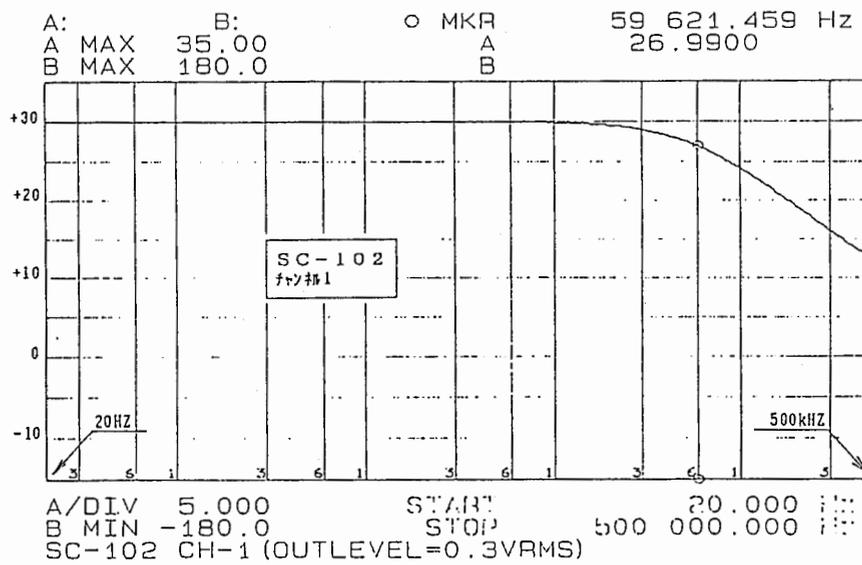
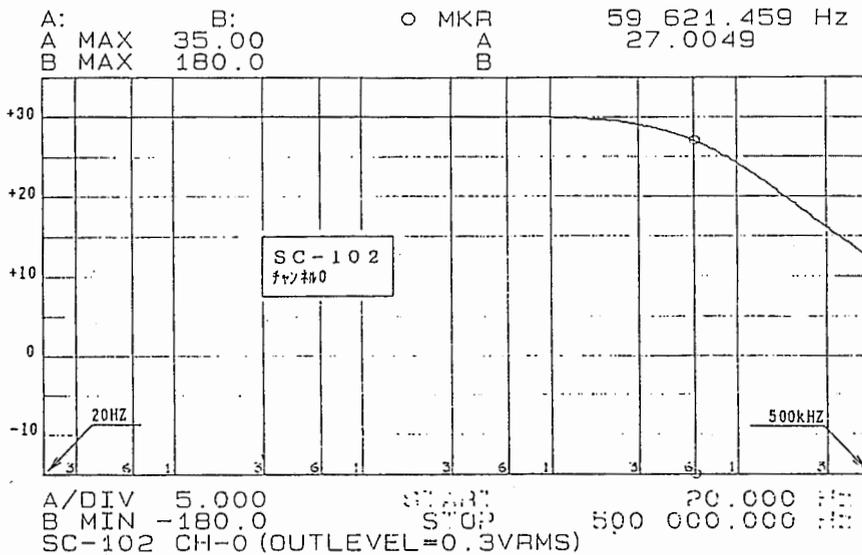
図19 2つの録音系で収録した音声信号の計算機上でのS/N比の比較
各図下の数値はカーソルを中心とした10msの区間のパワー値を示す

PAVEC SC-102 の概要

チャンネル数	2 CH-
ゲイン	30 dB FIX
出力	300 mVrms MAX
歪率	0.01% (1 KHz 300 mVrms出力にて)
周波数帯域	0 KHz - 3 dB ロールオフ特性
出力ノイズレベル	30 μ Vrms以下 (帯域10 KHzの時)
入力負荷抵抗	100 K Ω
入力コネクタ	ITT cannon製 XLR-3-14相当 (バランス)
出力コネクタ	ピンジャック (シングルエンド)
電源	AC90~110V
外形寸法	218W x 139.5H x 240D



PAVEC SC-102 の特性



残留ノイズ

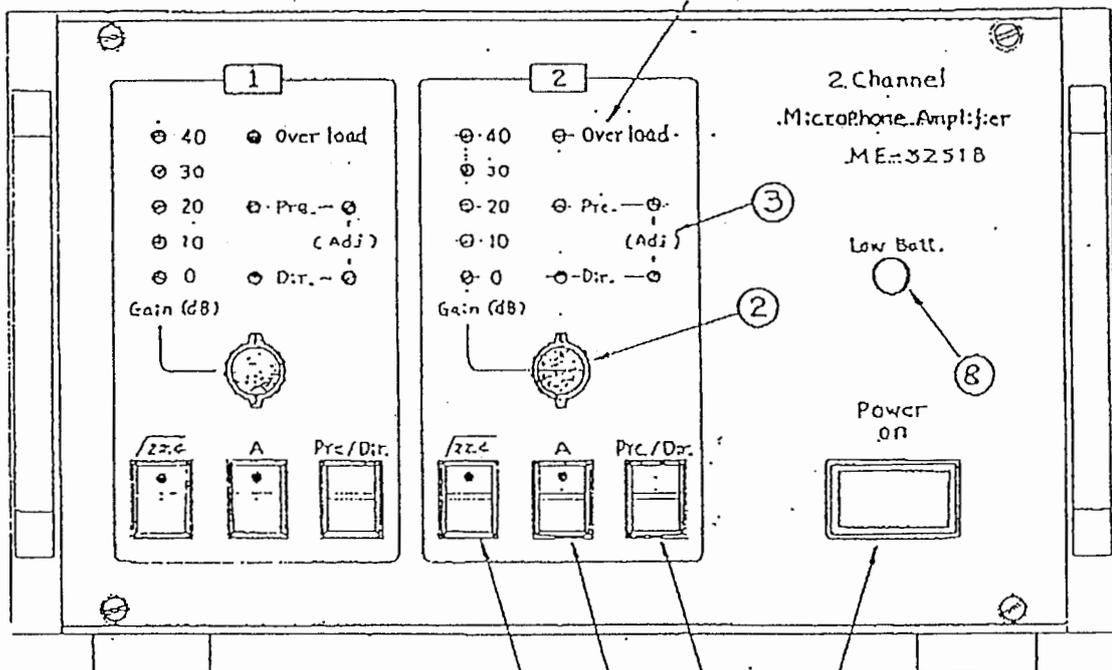
帯域	11x11x CH-0	11x11x CH-1
10kHz	16.0 μ V RMS	17.0 μ V RMS
20kHz	19.0 μ V "	19.5 μ V "
150kHz	30.0 μ V "	30.0 μ V "

歪率特性 (ノイズを含む)

測定周波数	出力レベル	歪率 CH-0	歪率 CH-1
1kHz	300mV RMS -10dB	0.0070 %	0.0072 %
1kHz	0dB	0.0023 %	0.0024 %
1kHz	+10dB	0.0012 %	0.0013 %
10kHz	300mV RMS -10dB	0.0069 %	0.0070 %
10kHz	0dB	0.0023 %	0.0023 %
10kHz	+10dB	0.0014 %	0.0014 %

松置 ME-3251B
の概要

- | | |
|--------------|---|
| 1. チャンネル数 | 2チャンネル |
| 2. 入力 | プリ/ダイレクト 2系統 切り替え |
| 3. ゲイン | 0, 10, 20, 30, 40 dB 切り替え
(Adj. 約10 dB 連続可変) |
| 4. 帯域幅 | 20-20 kHz $< \pm 0.2$ dB |
| 5. 極電圧 | 0V, 200V 切り替え |
| 6. 入力換算雑音 | $< 5 \mu V A$, $< 20 \mu V Lin$
() |
| 7. ハイパスフィルター | カットオフ周波数 22.4 Hz
位相特性 20-50 Hz $< 2^\circ$
100-10 kHz $< 1^\circ$ |
| 8. ウェイト | 'A' IEC651-Type I |
| 9. オーバーロード | LED表示 (10V peak) |
| 10. 電源 | 内蔵バッテリー 連続動作時間 約6時間
充電器 AC 50/60 Hz
100V $\pm 10\%$
30W |
| 11. 外形寸法 | 234, 133, 292 mm (W, H, D) |



SONY MU-X051の概要

入力	端子形状	回路数	基準入力レベル	最大入力レベル	入力インピーダンス	回路形式
1ch PHONO	ピンジャック	ステレオ×1	-50dBs(1kHz)	-20dBs(1kHz)	50kΩ	不平衡
1ch LINE1-3	〃	ステレオ×3	-20dBs	+10dBs	15kΩ	〃
1ch LINE4	φ6.3標準ジャック	1	-20dBs	+10dBs	7.5kΩ	〃
2-4ch MIC/LINE	〃 (フロント)	3	-60dBs	0dBs	※	〃
2-4ch MIC/LINE	キャノンXLR-3-31相当(リア)	3	-60dBs	0dBs	※	平衡
EFF RTN	φ6.3標準ジャック	1	-20dBs	+10dBs	10kΩ	不平衡

※ライン入力(1kΩ~10kΩ)〃/LOWインピーダンスマイクに対応。(600Ω以下)

出力	端子形状	回路数	基準出力レベル	最大出力レベル	適合負荷インピーダンス	回路形式
MASTER ch1, ch2	キャノンXLR-3-32相当	ステレオ×1	+4dBs	+20dBs	600Ω以上	平衡
MASTER ch1, ch2	φ6.3標準ジャック	ステレオ×1	-5dBs	+11dBs	10kΩ以上	不平衡
EFF SEND	〃	1	-5dBs	+15dBs	10kΩ以上	〃
ヘッドホン	φ6.3ステレオ標準ジャック	ステレオ×1	—	最大出力 90mW(45Ω)	8Ω以上	〃

周波数特性 20Hz ± 0.5 dB ~ 20kHz ± 0.5 dB
(1kHzの値に対し)

高調波ひずみ率(1kHz) 0.05%以下 (MASTER VOL -10dB
LEVEL -10dB +4dB出力時)

入力換算雑音レベル 1ch PHONO -122 dBs以下(IHF-A)
1ch LINE -100 dBs以下(IHF-A)
2~4ch -128 dBs以下(IHF-A)

残留雑音 -90dBs以下(マスターVR 0位置)

クロストーク -77dB以下(1kHz)

EQ特性 (2-4ch) 高音域 6kHz ± 15 dB
低音域 500Hz ± 15 dB
(1ch) 高音域 10kHz ± 15 dB
低音域 100Hz ± 15 dB

外形寸法(W×H×D) 430×44×175 (mm)
最大突起部含まず

重量 3kg
消費電力 6.5W
電源 AC 100V 50/60Hz

