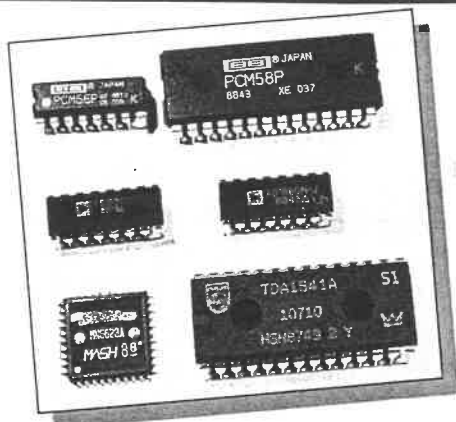


D/Aコンバータの音の違いを探る

PCM56P TDA154A
PCM58P MN6623A
AD1860N-J
AD1856N-K

別府俊幸



D/Aコンバータ6種の比較(前編)

〈プロローグ〉

あるオーディオ・マニアの物語

秋葉原で各社のCDプレーヤを試聴したマニアのX氏、帰りの電車の中で考えました。

「AとBのCDプレーヤは、値段は100万円と398とひどく違うけれども、どちらも線の太い、力強い音がする。もちろん値段の差は歴然としていてAの方がずっと良いのだけでも、ところがCとDは、AとBとは正反対に繊細な美しい音を出す。そのかわり音像は細くなるが」

「ところでこれらのCDに使われているD/Aコンバータは、AとBがヨーロッパの某社製E、CとDは国産のFだ。そうだ、この音の差はきっとD/Aの差に違いがない。Eは太い音がしてFは細い音がするんだ」

はじめに

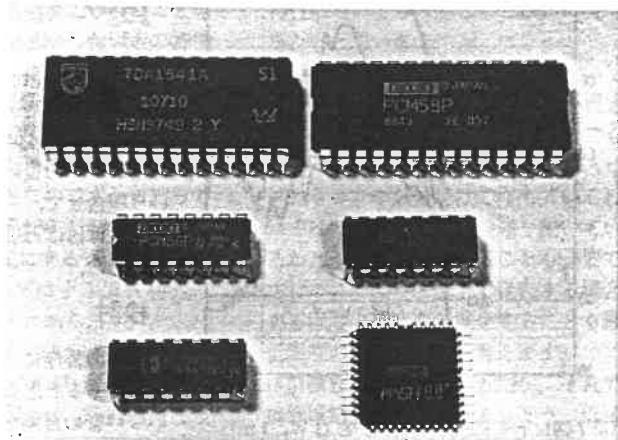
なぜだかCDプレーヤの音の違いは即座に、D/Aのチップの違いに結びつけられているようです。曰く左右独立D/A使用、××D/A使用、…。そしてこれらの文字は、なぜだかわからないけれども良い音を暗示しているかのようです。また、D/Aもデジタル・フィルタ(DF)と同様、いえ、正確に言

えばDFとD/Aが対になって、分解能(ビット数)競争が繰り広げられています。一方、多ビット化には限界が見えたとばかりに某ラ技誌では、強力な1ビット・キャンペーンが展開され、1ビットにすれば画期的な音がするかのような夢(幻想?)を与えてくれるのですが、本当にD/Aの音は、CDプレーヤの音を決めてしまうのでしょうか。

もっとも各誌の新製品紹介のコーナーでは「同じD/Aを使用しているのに音が違う」との文字も目にしますので(「D/Aの違いが音に結びついている」との文字もあります)、D/AだけがCDの音を決める要因ではないことが明らかです(当たり前ですよ)。

もっとも大多数の非自作派の方々にとっては、D/Aコンバータ(チップ)の音の違いや、1ビットか多ビットかの方式の違いなどどうでもよいことでしょう。製品として出て来る音さえ良ければ、途中経過(どんなD/Aを使っているかなど)は問題ではありません。けれども、CDをも作ってしまおうとする(クレージーな)自作派には、途中経過(どんなD/Aを使っているかなど)で手を抜くと、ロクでもない音しか出てこないことは火を見るよりも明らかです。しかし、本当にD/Aは、デジタル・オーディオの再生音に絶大な影響を与えているのでしょうか。D/Aさえ良ければ良い音にめぐり逢えるのでしょうか。

〈第1図〉
使用したDA
コンバータ
上: TDA1541
A, PCM 58
P, 中: PCM
56 P, AD 18
56 N, 下:
AD 1860 N,
MN 6623 A



いろいろ考えてみても、考えているだけでは先へ進めません。とにかく聴いてから考えることにしましょう。今回からは D/A コンバータの検討です。

比較する D/A コンバータ

比較のために用意できました D/A コンバータは、Burr-Brown PCM 56 P, PCM 58 P, Analog Devices AD 1856 N, AD 1860 N, Philips TDA 1541 A, 松下電子工業 MN 6623 A (有名な NTT の MASH) の 6 種類です (第 1 図)。

今回の比較では、もちろん D/A 各々の音の違いを聴くことが目的ですが、これに加え、前回しり切れとんぼで終わった 4 倍と 8 倍オーバーサンプリングの比較、さらに 18 ビットと 16 ビットの比較を行ない、多ビット化が本当に音質向上に結びついているか否かを検討します。長くなりますので今月は BB, AD 両者の D/A について報告し、Philips, 松下両社の D/A は来月に間に合うよう原稿を急いでいます。

なぜ D/A が重要視されるのかについての一考察

おそらく読者のほとんどは、いえ、ほとんどのオーディオ・マニアは、D/A コンバータの音を直接比較されたことはないでしょう。なのにどうして D/A, D-A, DAC と騒がれるのでしょうか。

改めて言うまでもなくアナログでは、オルトフォン、シュア、EMT、ピツカリング……、カートリッジは各々に個性的な音色を聴かせてくれました。レコードに彫られた音楽を電気信号に変換してくれるカートリッジは、オーディオ装置の入口として再生音に大きな影響を与えていました。しかし今や、装置の入口は黒い箱に覆われ、CD を乗せたトレイは箱の奥へと隠れ、音楽の入口は我々の目に触れる事なく、レーザー光線が銀色の板の穴ほこを捜しまわっているのです。

たしかに CD に記録された信号はデジタルです。しかしプレーヤと名の

ついた箱からはアナログの信号も出てきます。そうです。どこかで変換されているのです。そして、

(1) オーディオ・マニアは交換を伴うものが好きである
事実が浮かび上がってきます。

例えば、私があるオーディオ・マニアに出会ったとします。するとおそらく最初に「スピーカは何をお使いですか」と聞かれるでしょう。そして次に「カートリッジは」(この頃は聞かれなくなってきました)と聞かれるでしょう。私でさえもいきなり、「プリの初段の石は何か?」とは聞きません。これは暗黙のうちに変換器がたいへん音に影響すること、言い換えれば問題だらけであることを示唆しているのではないのでしょうか。そしてもう一つ、

(2) カートリッジへの郷愁を重ねている
ような気がします。

CD が普及する以前は、「デジタルになるとみんな同じ音になってしまう」と轟かれていました。が、いざ CD を聞いてみるとあら不思議。やっぱり千差万別の音がします。「おかしい。デジタルは音の劣化がないはずなのに、きっとこれはデジタル信号をアナログに戻す部分が影響しているのだ。カートリッジがあれだけ異なった音を聞かせてくれるのに、D/A が同じ音を聞かせるはずはない」と思ったのではないのでしょうか。とすると、

(3) デジタルは音が変わらないという神話
が根強く残っているとも言えるでしょう。

犬と天使のレーベルは論外として、輸入メタル原盤使用のプレスでも、やっぱりロンドンとデッカは音が違いました。しかし今では「Made in England と Made in Japan の CD は同じ音がする」と主張しなければ、変人扱いされるありさまです。そうです、心の隅で「デジタルでは音質劣化はないはずだ。いやあつてはならないはずだ」と考え、信じているのではないで

しょうか。

一方、

(4) D/A は動作(原理)を説明するのが簡単である

ことも一因に挙げられます。デジタル・フィルタとはなにかを理解するよりも先に、A/D 変換とは何かを理解した人は、私だけではないでしょう。「説明が簡単」と「音が違う」とどうして結びつけられるのかと訝る方もあるでしょうが、これは人が因果関係を考えるときには、知っている範囲の事柄に原因を結びつけたがる(知らないことには結びつけようがない)、もう一言付け加えれば、1つの事柄に結びつけたがるからです。例えばアンプを交換したら音が変わったとします。A氏は回路が違うからだといひ、B氏は使っている部品が違うからだといひ、C氏はトランスがでかいからだといひ、D氏はケースが重いからだといひ、E氏はコンセントの極性が逆だからといひ、F氏がメーカーが違うからだと言うような議論は、きっと読者も大好きとします(私もです)。そうです。CD プレーヤの中で唯一よく知られている部分と言えば…

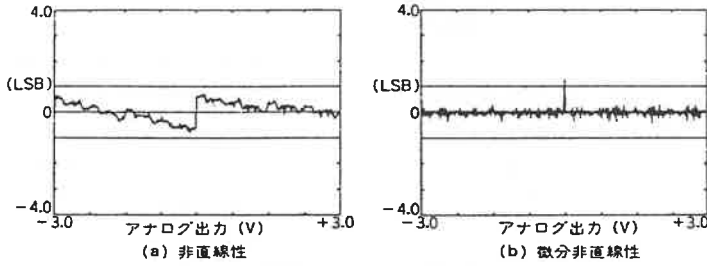
(5) 未知の世界である

一見(4)の理由とは矛盾していますが、理由を不可思議なもの、未知のものとして片付けることも問題解決の有用な方法の一つです。動作原理は理解できたとしても、プラスチックのごきぶり様形状をした百足の中では、何が起きているのかわかりません。「ひとだまは霊魂が燃えているのです」と言う方が、放電現象だ、燐の発光だというよりも信じられるではありませんか! いろいろこじつけてきましたが、ただ単に、

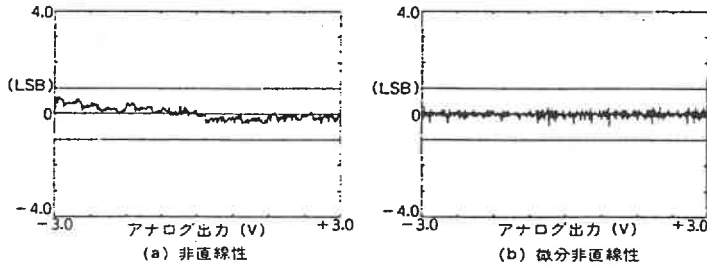
(6) よく宣伝されるから
かもしれません。

以上、どう考えても私には、CD の音の違いをダイレクトに D/A コンバータに結びつける有力な要因は思い当たらないのですが、どなたかうまく説明して下さいませんか。

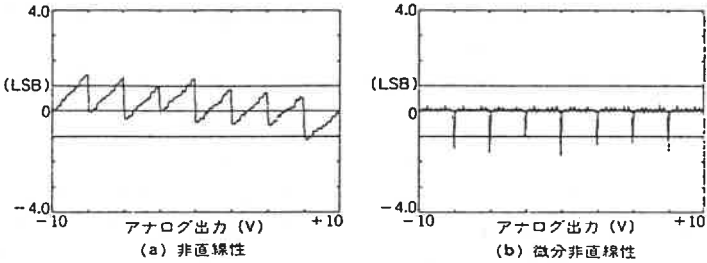
PCM56P-KのDC直線性(MSB調整なし)



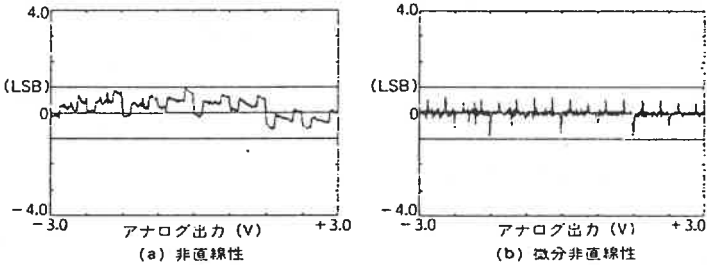
PCM56P-KのDC直線性(MSB調整後)



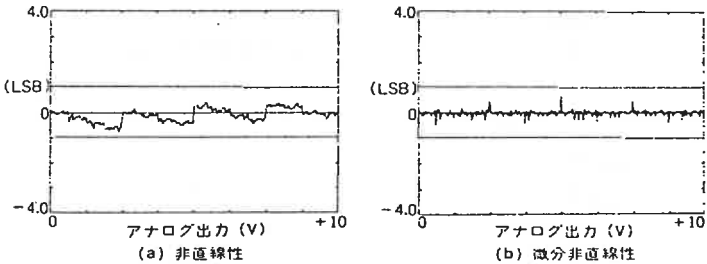
産業用16ビットD-Aコンバータ DAC703の特性



PCM用16ビットD-Aコンバータ(A-D兼用) PCM77Pの特性



産業用16ビットD-Aコンバータ HIDAC16Bの特性



〈第2図〉D/Aコンバータの直線性(文献1より)

使用するD/Aについて

前置きはこのくらいにして、使用するチップの説明に入ります。PCM 56

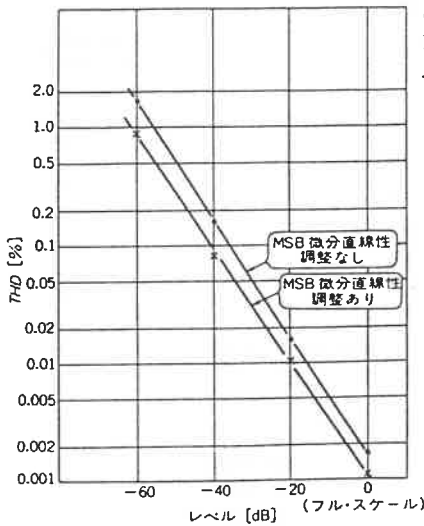
Pは今まで使用してきたチップであり、改めて紹介するまでもありませんが、トランジスタ技術誌に鈴木隆氏による同D/Aの報告がありましたので引用

します(第2,3図)^{1,2)}。これによりまずPCM 56P(K)の直線性は無調整時にも良好ですが、MSB調整によってさらに優れたものとなるのがわかります。また、産業用D/Aと比較しても遜色ないことがわかります。「オーディオ用D/Aは産業用D/Aに比べてずっと安い。きっと産業用の方が優れているはずだ」と考えられた方も、直線性については御安心下さい。値段の差は、出力レベルの精度が違うことが主な理由です(PCM 56Pが2%に対してDAC 703は0.1%)。オーディオ用は最大出力が3.00Vでも3.05Vでも問題ありませんが、あちらさんは10.00Vか10.01Vかを気にしているのです。

PCM 56PのMSB調整回路を第4図に示します。BB社のデータシート³⁾には「充分なウォームアップ(5-10分)後に、-80dBのサイン波を入力し、ひずみ率が最小になるようにポテンショメータを調整する」とありますが、-80dBの信号を得ることは不可能だからと調整回路は省略していました。しかしその後MSB調整回路を組み込んでみたのですが、私の装置ではなぜかひずみ率は悪化してしまいました(VRを回してみても0dBの信号では、計測されるひずみ率に変化はありませんでした)。原因は、調整回路のインピーダンスが高く、周囲雑音を拾ってしまうためと思われます。また、通常レベルの信号ではVRを回してみても聴感上の差はありませんでした。しかしレベルを下げた状態ではMSB調整は顕著に効くとの意見もあり、いつか小信号レベルでの比較を試みようと考えています(とりえず調整回路は外しています)。

PCM 58Pの内部ブロックを第5図、基本接続を第6図、ピン配置を第7図、ひずみ率区分を第1表に示します⁴⁾。もちろん最もひずみ率の低い(最も高価な)Kランクを使用しました。

PCM58Pは18ビット分解能、8倍オーバーサンプリング対応のD/Aコンバータで、PCM 56Pと同様R-2R



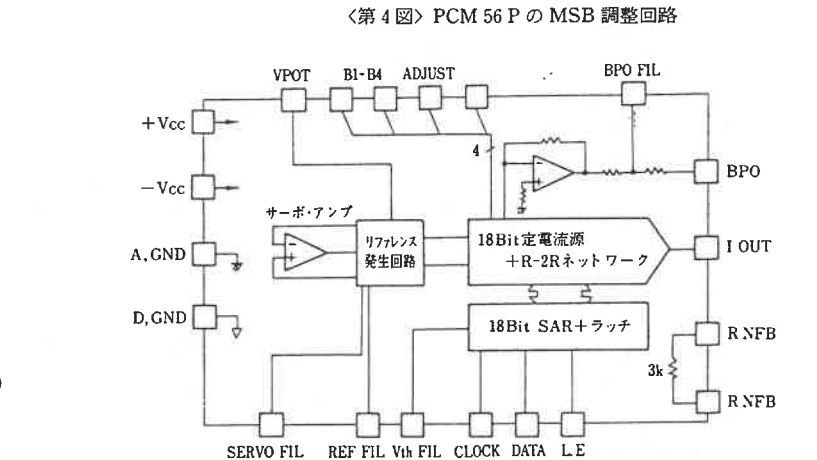
〈第3図〉
PCM56P-KのTHO特性 $f=990.5$ Hz,
 $f_s=44.1$ kHz(データシートより, 文献
1より)

ラダーネットワーク型となっています。同社のパラレル入力型 18 bit D/A, PCM 64, PCM 65 がデグリッジ回路を必要としているのに対し, PCM 58 P は標準セトリングタイム 200 ns と高速で, デグリッジ回路を省略可能となっています。

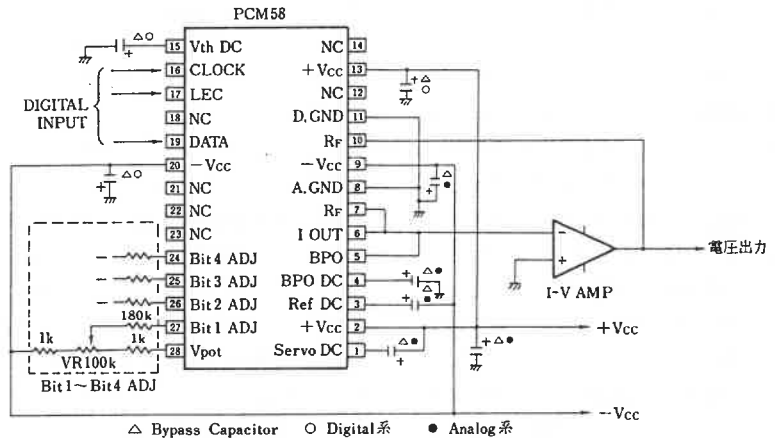
PCM 56 P と 58 P の相違の 1 つは基準電圧回路がオープンループから, サーボループを持ったものに変更になった点です。ループを持った基準電源は, D/A のスイッチングによる急速な負荷変動によって, 出力に振動を生じることがあるため, PCM 56 P ではオープンループ構成となっていました⁵⁾。これをフィードバック・タイプに戻したことは, やはりサーボ付のほうが精度を向上できるためでしょう (どちらかと言うと, ノンサーボで巨大なキャパシタを抱かせる方が私の好みなのですが)。

外部接続 (第 6 図) を見ればおわか

ピン番号	名 称	ピン番号	名 称
1	サーボ・フィルタ	15	Vth フィルタ
2	+Vcc	16	クロック入力
3	リファレンス・フィルタ	17	L E 入力
4	BPO フィルタ	18	N.C
5	BP オフセット	19	DATA 入力
6	I _{out}	20	-Vcc
7	R _{NF}	21	N.C
8	アナログコモン	22	N.C
9	-Vcc	23	N.C
10	R _{NF}	24	Bit 4 ADJ
11	デジタルコモン	25	Bit 3 ADJ
12	N.C	26	Bit 2 ADJ
13	+Vcc	27	Bit 1 ADJ
14	N.C	28	Vpot



〈第5図〉PCM 58 P の内部ブロック図 (データシートより)



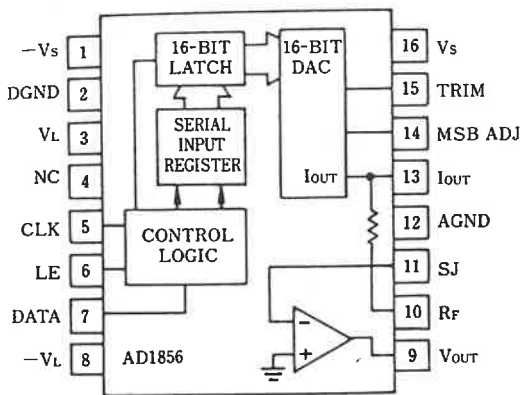
〈第6図〉PCM 58 P のピン配置と外部接続 (データシートに加筆)。サーボおよびリファレンスフィルタの 2 つは GND と接していない点に注意

0.0025% MAX (F/S, P グレード)
0.0020% MAX (F/S, J グレード)
0.0015% MAX (F/S, K グレード)

〈第1表〉PCM 58 P のひずみ率ランク

〈第7図〉PCM 58 P のピン配置 (データシートより)

りのように, PCM 58 P ではサーボフィルタ, リファレンス電圧のノイズ・デカップリング・キャパシタ, バイポーラ・オペレーション用のリファレンス回路 (PCM 58 P の出力は土に振れるが, これは R-2R ラダー回路の出力電流と, オフセット電流を加算しているから) に使用するバイポーラ・ゼロ・フィルタ, デジタル・バイアス電源用の Vth フィルタの 4 個のキャパシタが外付けとなっています。確かめてはいませんが, 外付けキャパシタによって音が変わることは十分予想されますので, データシートでは 3.3 μF のタンタルが推奨されていますが, 確か



Pin	Function	Description
1	-Vs	Analog Negative Power Supply
2	DGND	Digital Ground
3	V _L	Logic Positive Power Supply
4	NC	No Connection
5	CLK	Data Clock Input
6	LE	Latch Enable Input
7	DATA	Serial Data Input
8	-V _L	Logic Negative Power Supply
9	V _{OUT}	Voltage Output
10	R _f	Feedback Resistor
11	SJ	Summing Junction
12	AGND	Analog Ground
13	I _{OUT}	Current Output
14	MSB ADJ	MSB Adjustment Terminal
15	TSIM	MSB Trimming Potentiometer Terminal
16	V _s	Analog Positive Power Supply

〈第8, 9図〉
AD1856の内部ブロックとピン接続（アナログデバイス社のデータシートより）

Model	THD @ FS
AD1856N	0.008%
AD1856N-J	0.004%
AD1856N-K	0.0025%

〈第2表〉 AD1856のランク

にタンタルは高周波特性には優れていますが音が悪いですから、ここはブラック・ゲートを用いました。

PCM 56 PではMSBだけでした外部調整端子は、PCM 58 Pでは上位4ビットになっています。製造時のレーザートリミングを念入りにやっているのは商売にならないのか、それだけでは十分な精度を維持することが難しいのか、調整端子が増やされています。が、調整回路はPCM 56 Pと同じ理由で省略します。

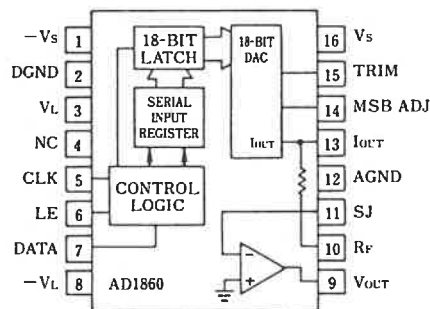
PCM 58 Pの電源、GND端子はデジタル、アナログ系に分離されていますので、データシートでは共通にして使用するとなっていますが、あえて別電源としています。ただし別々にするとどの程度効果があるのかは試していません。

アナログデバイス社のAD1856 Nの内部ブロックを第8図、ピン配置

を第9図、ひずみ率ランクを第2表に示します⁶⁾。AD1856 Nは、前回飛び入りで登場しましたが、PCM 56 Pのセカンドソース（別の会社が製造した同一規格の石）です。カタログ・スペックはPCM 56 Pと、ピン配置から消費電流までほとんど同じになっています。ただし最高動作周波数がPCM 56 Pのmax 10 MHzに対してmin 10 MHzといくぶん高速な点（本機では使っていませんが）、内部オペアンプの最大電流出力が±2 mAから±8 mAと強化されている点が異なります。また第10図に示すように、外部MSB調整回路も若干違っています。

Model	THD @ FS
AD1860	0.008%
AD1860N-J	0.004%
AD1860N-K	0.0025%

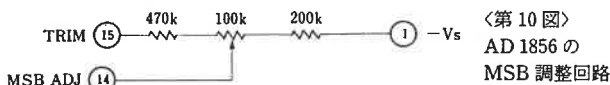
〈第3表〉 AD1860のひずみ率ランク



〈第11図〉
AD1860内部ブロック図

〈第12図〉
AD1860のピン配置（データシートより）

PIN ASSIGNMENTS		
1	-Vs	Analog Negative Power Supply
2	DGND	Logic Ground
3	V _L	Logic Positive Power Supply
4	NC	No Connection
5	CLK	Data Clock Input
6	LE	Latch Enable Input
7	DATA	Serial Data Input
8	-V _L	Logic Negative Power Supply
9	V _{OUT}	Voltage Output
10	R _f	Feedback Resistor
11	SJ	Summing Junction
12	AGND	Analog Ground
13	I _{OUT}	Current Output
14	MSB ADJ	MSB Adjustment Terminal
15	TRIM	MSB Trimming Potentiometer Terminal
16	V _s	Analog Positive Power Supply

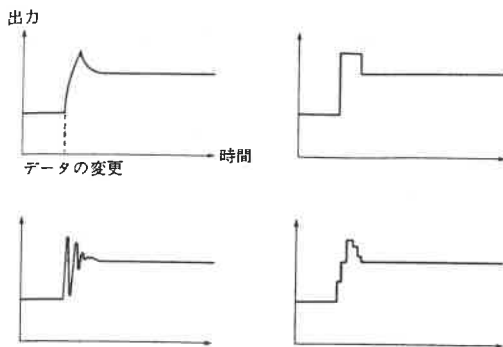


〈第10図〉
AD1856のMSB調整回路

す。

AD1856 N, 次に来るAD1860 NともにR-2Rラダーネットワーク方式です。BB社は抵抗体にNi-Cr薄膜を使用していますが、AD社はSi-Cr薄膜を使用しています。が、これが音の違いに表れるかどうかは未知数です。

AD1860 NはAD社の18ビットD/Aです。内部ブロックを第11図、ピン配置を第12図⁷⁾に示しますが、AD1856 Nの“16”の数字が“18”になっただけで全く同じです。ひずみ率のランクも同じです（第3表）。しかしながら16ビットと18ビットではタイミングは同じでも、データの意味が異なってきますので、ソケットにそのまま挿し替えただけでは正しく動作しません（インターフェイスについては後で説明します）。



〈第13図〉
D/Aによって変換時の出力
応答が違うのではないだろう
か(想像)

再度、オーバーサンプリング・レートについて

さて、前回のデジタル・フィルタ(DF)のテストでは、オーバーサンプリング・レート8倍と4倍とを比較し、その結果、音質的には8倍は必ずしも有利でなく、むしろPCM 56 Pの場合は4倍の方が良好であることがわかりました。しかしAD 1856 Nではほとんど差が感じられませんでした。この結果をもう1度考えてみると、8倍レートではデジタル・フィルタよりもむしろ、D/Aの変換時の過渡特性が音質に影響していると思われる。おそらくD/Aに入力される値が変化した時の、出力電流のダイナミックな変化が石によって違うのではないかと推測しています(第13図)。オーバーシュート(グリッジ)の高さが同じでも、セトリング・タイムが同じでも、復帰の仕方、リンキングなどが微妙に異なっているのでしょう。しかし(特売で買った)20 MHzのオシロスコープ1台しか持っていない私には確かめようがありませんから、あくまでも推測です。もっとも、見えたとしても音にどう結びつくかどうかはわかりませんから、結局、超高感度の測定器、お耳に頼るしかありません。

今回はPCM 58 P, AD 1860 Nを用いて再度8倍、4倍を比較します。

分解能(ビット数)について

もう1つのポイントは、16ビットと18ビットの比較です。しかし、これには2つの大きな問題があります。

第1の問題はD/Aの直線性です。

PCM 56 P, AD 1856 Nは共に15ビットの単調性(モノトニシティ)を保障し、また微分直線性はフルスケールに対して0.001% (16ビットではLSBはフルスケールの0.0015%)ですから、なんとか16ビット目の大部分も単調性を保っていると思われます。

ところが、18ビット品種については、AD 1860 Nが単調性の保障範囲は15ビットまで、PCM 58 Pはデータシートに記載がないと言うように、必ずしもビット数にともなった精度が確保されているとは言えません。しかもひずみ率のランクは16ビット品種と18ビット品種とも同じに区切られていますから、18ビット目はおろか、17ビット目もモノトニシティを保っているかどうか疑わしいところです。

モノトニシティに欠けることは、DFの出力データが+1したとしても、D/Aの出力値は小さくなることがあるわけで、せつかく増えた2ビットを生かすことができないだけでなく、むしろ悪影響を与える可能性すらあります。さらに、メーカー製のCDプレーヤにあります16、18ビットのD/Aに外部回路を付加してビット数を増した回路、またディスクリットで全て組んだ回路などでは、(1チップに比べ)温度変化の影響を受け易くなり、さらに半固定抵抗を使用して調整した回路は経時変化の問題も大きくなりますので、十分なモノトニシティを維持されているかどうか、個人的には大きく疑っています。

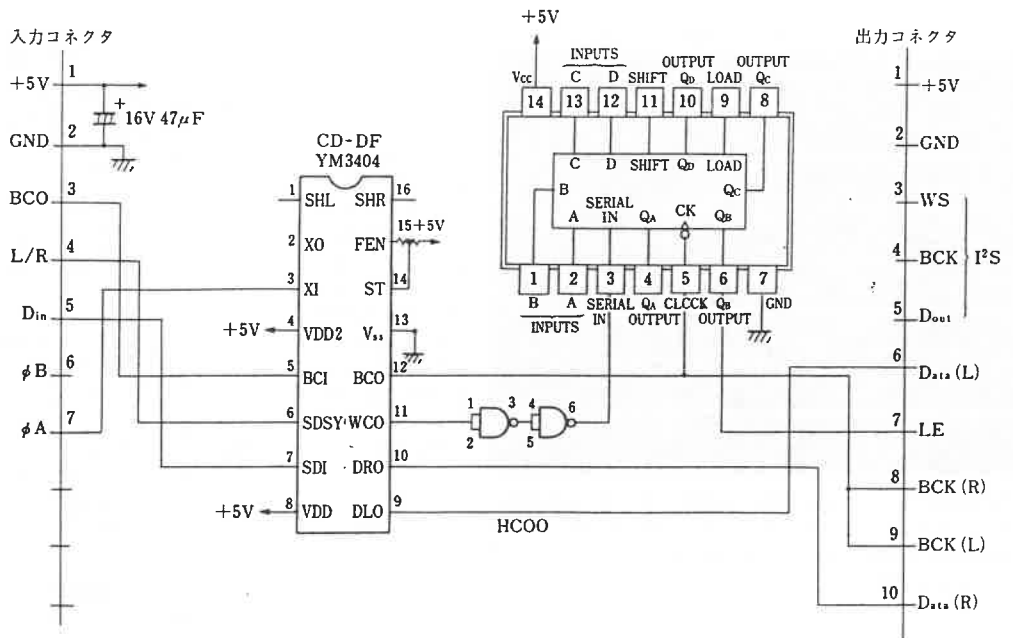
余談になりますがBB社のセレクションガイド(Oct. 3.88)のD/Aコンバータ(オーディオ用以外)のペー

ジには、16ビットを超える分解能を持つ石は1種類(DAC 729, 18 bit)あるだけで、しかもこの石はハイブリッド構造となっています。産業用D/Aがこのありさまなのに、大量生産を前提としたオーディオ用D/Aが、しかもモノリシック構造で、その上外部調整回路まで付属させて(測定器が高価なのは組立後の調整に人手と時間がかかることも大きな理由です)、十分な精度を保証できているのでしょうか?

脱線してしまいました。では、精度の問題が解決されたとして、例えば18ビットの単調性が確保されたとします。それでは18ビットは16ビットよりも4倍密度の高い音を再生し、音が良くなるでしょうか。否、私は見かけ上の高ビット化そのものが意味がないと思います。なぜならCDには16ビットの情報しか含まれていないからです。

原信号にいちばん近い再生波形は、16ビットのD/A、ただし完全な直線性の(1.00000 mV, 2.00000 mV, 3.00000 mVと階段の幅が完璧に同じ高さとなった)D/Aが、完全なクロック(もちろんジッターなど皆無の)によって再生する波形です。なんらかの形で加工された信号は必ず劣化をともなっています(アナログのフィルタ、サンプルホールドもある種の加工です)。そしてどの様な形の加工(演算)であれ、CDの板に含まれる情報量を減少させることはあっても増加させることはありません。もちろんデジタル・フィルタもです。DFの出力ビット数の増加は、DFの演算による誤差を減らすものに過ぎません。いくら数字が多くなったとしても、それが情報量を増やすものでない以上、音の密度を高め微細な再現能力を向上させることはありません。やはり再生される音は「16ビット」、いえ、言い換えれば、1倍16ビット出力より、8倍18ビット出力の方が情報量は少ないのです。

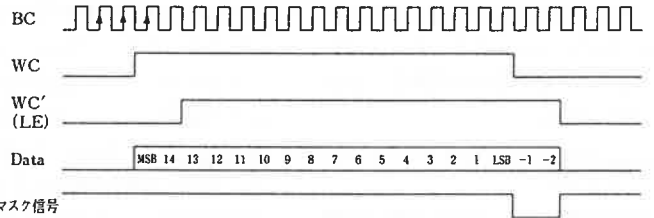
以上が見かけ上の多ビット化と、音質向上との間には相関関係がないであろうと考える理由です。



〈第19図〉
YM3404 B-PCM58-P用インターフェイス基板 (各ICにはバスコンを接ぐこと)

AD 1860 Nの入力タイミングも基本的には PCM 58 Pと同じですから、この回路でインターフェイス OKです。

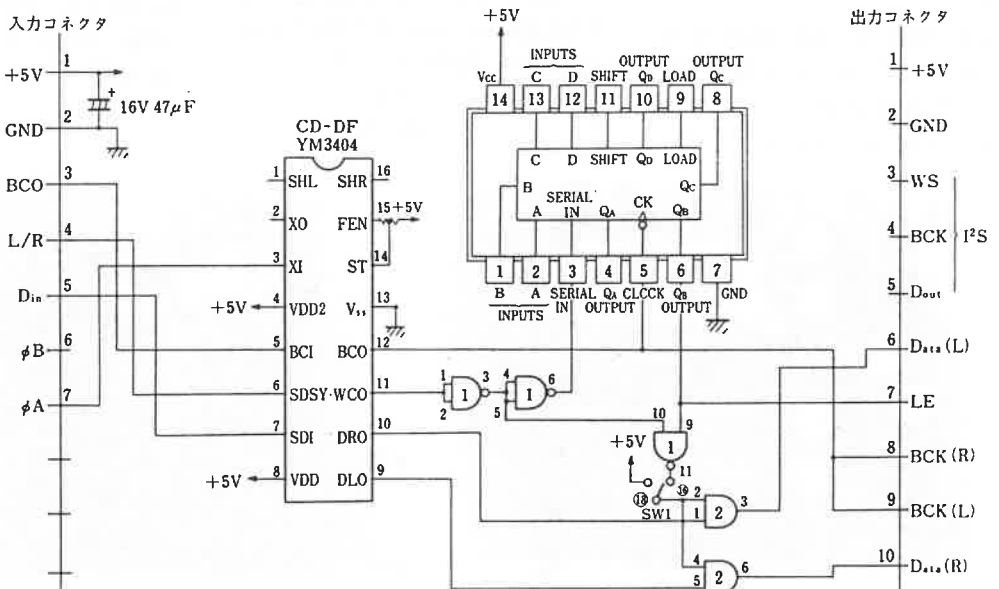
16ビットデータ長と18ビット長の比較のためには第21図の回路を使用します。WCO信号とWCOを2ビットずらした信号(D/Aに入力するLE信号)を利用して、最下位の2ビットの期間を示す信号(第20図最下段)をつくり、データをマスクしています。たまたま手元にANDゲートがなかったらNANDを使用してデータ



〈第20図〉
18ビットDAインターフェイス回路のタイミング WC マスク信号

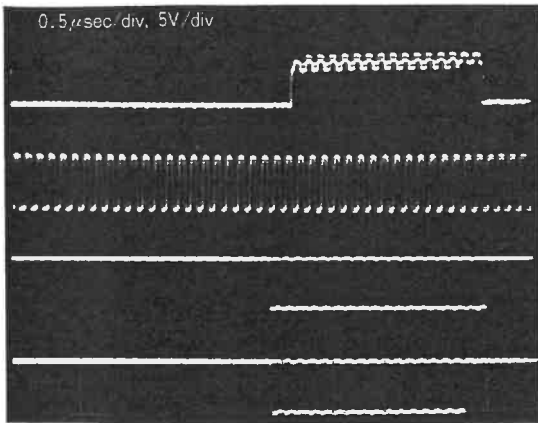
一をマスクしていますが、データが反転されても位相が逆になるだけですから、全く問題にはなりません。第22

図にインターフェイス回路のタイミング波形を示します。3段目が18ビットデータ、4段目がマスクされ、16ビ



〈第21図〉
16ビット、18ビット変換インターフェイス基板。(ICZはHC phi phiを使用したが phi 8を用いるべきである)

1 : HCOO
2 : HCO8



〈第23図〉
アナログ用電源回路。Cはすべてアダム、±15Vはベース抵抗を3kΩ、±12Vは2.4kΩ、±5Vは1kΩとする他は全て同じ。次回に使用するTDA 1541 A, MN 6623用のアナログ電源も同じ接続である

〈第22図〉16ビットとデータと18ビット長データ。上からLE, BCK, 18ビットデータ, 16ビットデータ, 16ビットデータ, 18ビットデータの音質比較のため18ビットのデータの最下位に2ビットをマスクしてD/Aに供給した。

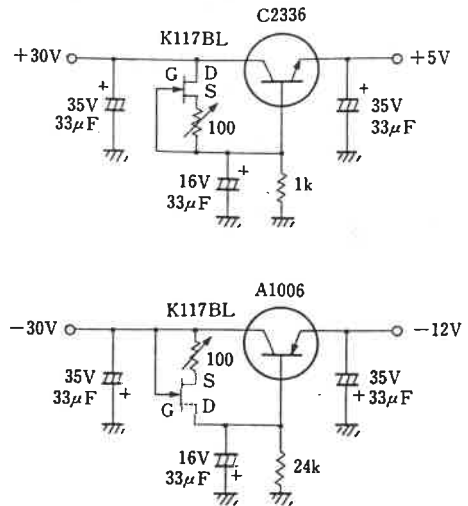
ットに削られたデータです（厳密には最下位ビットを0捨1入すべきですが、切捨てでも問題になる誤差ではないと思います）。

比較回路

今回の比較もチップ個々の違いを聞くのが目的ですから、他の条件はできる限り同じにする必要があります。D/Aを替えると同時に電源も変わってはいは、D/Aの音の差なのか、電源の音の差なのかわからなくなってしまいます。

AD 1860 N, AD 1856 NはPCM 56 Pと同様の±5V電源で動作しますが、PCM 58 Pは+5V, -12Vの2電源が必要となります。

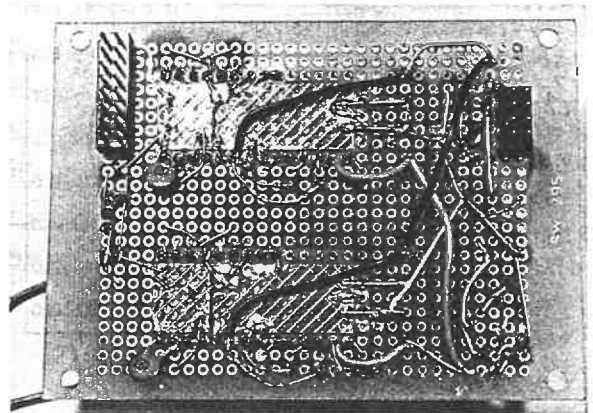
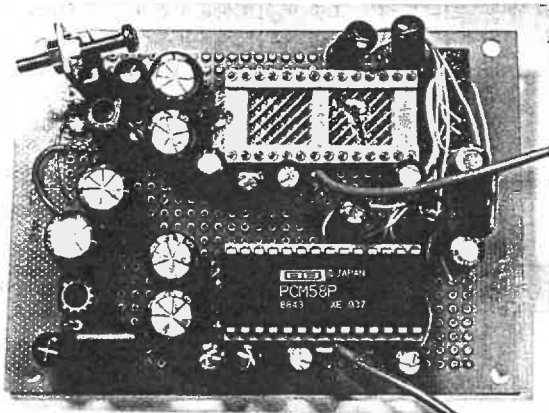
PCM 58 P用の電源回路を第23図に示します。アナログ系は1石レギュレータですが、ベース抵抗の値が違う他はすべて同じ、キャパシタの銘柄はもちろん、抵抗の銘柄までも揃えています。ただし定電圧電源からD/Aまでの距離が短い分PCM 58 Pが有利かも知れません。デジタル系はどちらも3端子レギュレータです（今まで「デジタル系の電源は音には影響しないはずだ」と決めつけてきましたが、実はどうも影響していそうに思える現象に出会っています。が、アナログ回路のように安定化電源そのものが音に効いているのではなく、電源に乗って来るノイズ安定化電源から出て来るのではなく、デジタルICから放出されているノイ



ズ）が、電源ラインに乗って悪さをしているらしいのです。ですからD/Aに供給するデジタル系電源だけを、他のデジタルICに供給する電源と別にとすると効果がありそうに思います）

PCM 58 Pはパターン・レイアウトとしてIC周辺はベタアースとしてアナログ・リターンとすることが推奨されています。そこで一歩進めて（アマチュアらしく）銅箔テープでシールドしてみます（第24図）。贅沢にデジタル・リターンも設けています。銅箔テープの方がプリント基板の銅よりも厚いので対ノイズの点では有利になると考えられます。ただしシールド有り無しの違いは検討していません。

第25図にPCM 58 P基板の接続を示します。メイン基板の回路は



〈第25図〉PCM 58 P用基板（部品面と半片面）。PCM 58 P面の下面是銅箔テープでシールド（部品面の左側はD, GND, 右側はA, GND）している。部品面左上のTRのビスは放熱用（なくても平気）である

PCM 58 P用のソケットを追加した
 だけです。6月号を参照して下さい。
 第4~6表にソケットのピン配置、
 第26図に各々の写真を示します。

I/V コンバータ、アナログ・フィル
 タは全く前回と同じです。

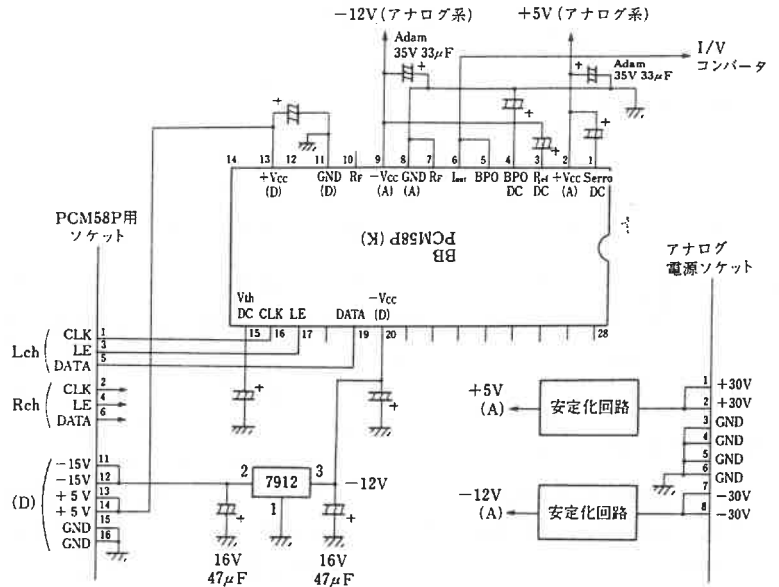
試聴方法

4倍サンプリングと8倍の比較は、
 デジタル・フィルタに YAMAHA
 YM 3404 B, YM 3414 を用いて、そ
 れぞれ PCM 58 P, AD 1860 N で再
 生します。前回の結果を復習しておき
 ますと、PCM 56 P では明らかに差が
 あるのに AD 1856 N では差が判別で
 きませんでした。

16ビットと18ビットの厳密な比較
 には同じ石を使用して、入力データ
 のビット長だけを変えなければなりま
 せん。例えば PCM 56 P と PCM 58
 P を比較したのではビット長による影
 響と、石の違いによる影響とを分離す
 ることができません。ですから今回は
 純粋に16ビットと18ビットを比較
 するため、D/A に入力するデータの
 下位2ビットをマスクするかしないか
 切り替えて試聴しました。

D/A 各々の比較は、DF に
 YM 3404 B を用いて、PCM 56 P,
 AD 1856 N は16ビット、PCM 58
 P, AD 1860 N は18ビット・データ
 を入力して行いました。

試聴に使用した CD を第7表に示
 します。



指定のないCは、BG50V 4.7µF

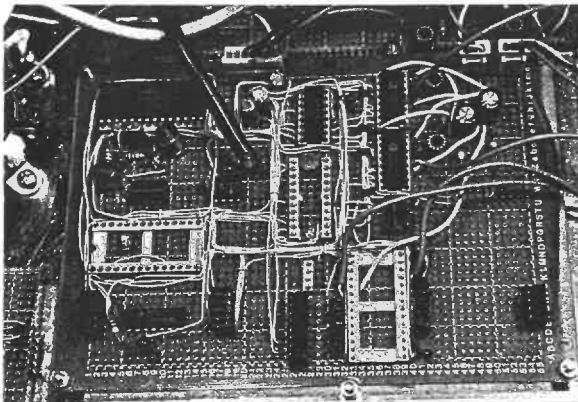
〈第25図〉PCM 58 P用基板回路図、なおアナログ系安定化電源回路は別図に示している。
 Iout から I/V コンバータへはシールド線 (AT-6133) を使用。

試聴結果

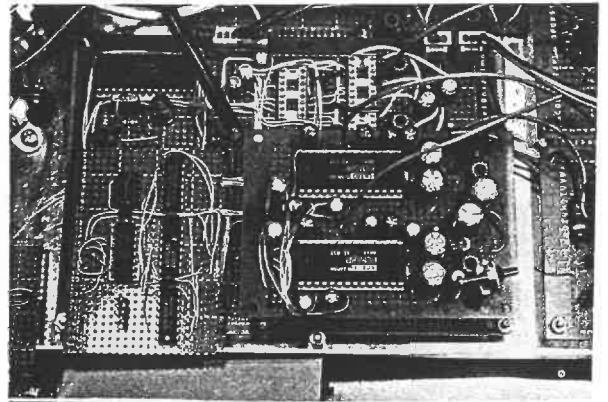
まずはPCM58Pを用いて4倍、8倍
 比較です。Urlichtを聴きます。わかり
 ません。ドヴォルザークの協奏曲に変
 えてもやっぱりわかりません。少し違
 うように感じるのですが、どちらがど
 いらとは区別できない位の、本当に少
 しの差です。それではD/Aを
 AD 1860 N に交換してみます。これ
 も差はありません。4倍と8倍の
 YM 3404 B, YM 3414 を何度か交換
 して比べましたが、私には識別不可能

でした。

次に16ビットと18ビットの比較
 に移ります。これはスイッチ変更でき
 ますから、簡単に何度も切り替えられ
 ます。まずはAD 1860 N ですが、全く
 違いません。レベルの低いソースに変
 えてみます。ブルックナーの5番、冒
 頭のpppです。これもわかりません。
 4倍と8倍では「少し違うような気が
 する」のですが16と18ビットは「全
 く違わない」と断言できます。それ
 ではPCM 58 Pです。これも同じ。何も
 書くことはありません。



〈第26図a〉改造されつつあるメイン基板、下方の左よりデジタル用入力 (8 P), (SN 7400), DF 出力 (8 P), PCM 58 P 用 (16 P), (TDA 1541 A 用ソケット), アナログ電源 (8 P) の各ソケット



〈第26図b〉18ビット用YM 3404 B 基板 (左), PCM 58 P 基板 (右) を装着してテストしているところ

入力コネクタ	番号	出力コネクタ
+5V	1	+5V
GND	2	GND
BCO	3	WS
L/R	4	BCK
YM3623B	5	Dout
Din	6	Data (L)
φB	7	LE
(DEF)	8	BCK (R)
φA	9	BCK (L)
	10	Data (R)

〈第4表〉 デジタル・フィルタ用ソケット

番号		番号	
1	C1k (L)	2	C1k (R)
3	LE (L)	4	LE (R)
5	Data (L)	6	Data (R)
7		8	
9		10	
11	-15V (D)	12	-15V (D)
13	+5V (D)	14	+5V (D)
15	GND (D)	16	GND (D)

〈第5表〉 PCM 58 P用ソケット

No		No	
1	+30V (A)	2	+30V (A)
3	GND (A)	4	GND (A)
5	GND (A)	6	GND (A)
7	-30V (A)	8	-30V (A)

〈第6表〉 アナログ電源ソケット

中島みゆき : 中島みゆきより「湾岸24時」
 [御機嫌如何] (CANYON D32A0351)
 ブロックナー : 交響曲第5番 インバル/フランクフルト放聲
 より「第1楽章」(TELDEC 8.35785)
 ドヴォルザーク: チェロ協奏曲 ヨーヨー・マ/マゼール BPO
 より「第1楽章」(CBS MK42206)
 マラー : 復活 バーンスタイン/NYPより
 「Urich」, 「第5楽章」(DGG 423 395-2)

〈第7表〉 試聴に使用したCD

それでは4種のD/Aの比較です。まずはPCM 56 PとAD 1856 Nです。竹内まりやのVoから、この2つはよく似ています。不思議なことに、僅か、ほんの僅かですが、PCM 56 Pのほうが左右に音像が広がります。この2つは同じソケットで挿し替えてテストしていますから、外側の条件は全く一緒ですが、不思議です。そして音色的にはPCM 56 Pの高域の方が綺麗に感じられますが、表現を変えればAD 1856 Nのほうが音像がくっきりしているとも言えます。これは僅かの差です。ヘッドフォンで繰り返して聞いてわかる程度です。それではロードヴィッヒの独唱です。これもほんの少し声やトランペットがPCM 56 Pが綺麗に聞こえます。しかしこれらの差はロットが違えば変わって来るかも知れないくらいの差です。

次にPCM 56 P対PCM 58 P, BB同士の比較です。ヨーヨー・マのチェ

ロから、16ビットD/Aと18ビットD/Aですから、数字的には4倍密度の高い音がするはず(?)ですが、クオリティの差はありません。僅かに58のほうが力不足の音です。中島みゆきでは、58のほうが抜けが良いと言うか、Voがすつきりするような傾向がありますが、ハイハットも目立ってきますから、高域が上がっているのかも知れません。このソースでも低域は56の方が量感があります。

最後にPCM 58 PとAD 1860 Nです。ブロックナーの5番から。AD 1860 NはPCM 58 Pと比較すると大変おとなしい音がします。全帯域に渡って文化会館の4Fと言うか落ち着いたと言うか、しかし物足りない鳴り方です。フランクフルトの金管はこんなに引っ込んではいなかったと思います。中島みゆきのVoでも、AD 1860 Nはひっこむと言うか、おとなしく聞こえ、このソースではPCM 58 Pのほうが明るくて良好です。

ここまでのまとめ

8倍と4倍の比較については、PCM 58 P, AD 1860 Nとも差は感じられませんでした。この結果からは良

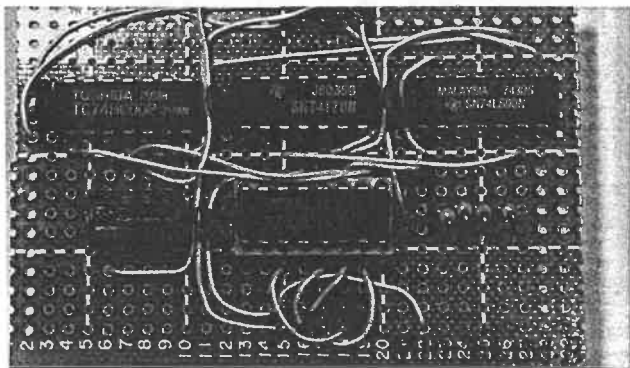
くできたDFを使用し、D/Aも十分高速(?)のものを使用すれば、音質劣化なしに4倍から8倍へ変換できるらしいと考えられます。8倍を用いればそれだけアナログ・フィルタは軽くすむはずですから、総合的には有利になるようにも思います。しかしアナログ・フィルタも、4倍対応であれば3次位で構成できますから、それほど変わらないようにも思います。

ただしこの結果=2倍よりも4倍が有利、1倍よりも2倍が有利とは断定できません。今回の比較は可聴帯域よりはるかに上の方でのフィルタリングなので、聴感上影響がないだけかも知れません。さらに実験してみる必要があります。

予想通り、16ビットと18ビットの間に差はありませんでした。これは18ビットD/Aの直線性が十分でないことも理由として否定できませんが、私は、見かけ上のビット数そのものが無意味な数字と結論しています。DFの演算によってはじき出される小数点以下の数字は、CDに記録される信号が16ビットより増えた場合は全く意味の違うものです。(つづく)

(参考文献)

- 1) 鈴木隆, 高精度D-Aコンバータの活用技術, トラ技1988-9, 469-476
- 2) 鈴木隆, 16ビットPCM 56 Pと産業用12ビットD-Aコンバータ, トラ技1988-10, 515-522
- 3) PCM 56 P データシート, 日本BB 1988
- 4) PCM 58 P データシート, 日本BB 1988
- 5) J.R. NAYLOR, A Complete High-Speed Voltage Output 16-Bit Monolithic DAC, IEEE Journal of Solid-State Circuits, SC18-6, Dec. 1983
- 6) AD1856 Data, Analog Devices
- 7) AD 1860 Data, Analog Devices



〈第26図c〉
 YM 3404 B
 用基板。スイ
 ッチの切換え
 によって18
 ビットデータ
 長と16ビット
 データ長に
 変更できる。
 HCφφ(上)
 を利用してい
 るが、HCφ8
 (ANDgate)
 を使用するべき
 である。