

## 準無次元放射(QNDR)型スピーカー再生装置

2010年7月19日

鈴木 茂

### 1.はじめに

無次元放射(Non-Dimensional Radiation:N.D.R.)型スピーカー再生装置は、光陽電気社長であった河野康さんが考案された音場再生システムです。当会の共同設立者で副会長の松ヒトシさんが、この方式に興味を持ち、研究して来られました。

私はこのN.D.R.型のオリジナル作品の音を聴いたことはないのですが、松さんの結果に興味を持ち、N.D.R.型の実用化に挑戦しました。その結果、N.D.R.型の特徴をそのまま再現することは出来なかったのですが、N.D.R.型の基本を受け継ぎ、ある意味ではオリジナルを超えた音場再生効果も得ることが出来ました。

N.D.R.型の実用化を目指したこのシステムは、N.D.R.型そのものではありませんが、準N.D.R.型と呼んでも良い結果であったので、Quasi-NonDimensional Radiation (QNDR)型と命名しました。QNDR型は、音楽ソースによっては、擬似的に放射された残響成分が、ホールのような音場を作り出し、また、リスニングポイントを選ばないという特徴を持っています。ステレオ再生の新しい形として提案します。

### 2. N.D.R.型システムと QNDR 型システム

開発者である河野康さんの文献は読んでいないので、松ヒトシさんのウェブでの情報(<http://getemoncraft.blog113.fc2.com/blog-category-17.html>)を元に、N.D.R.型の特徴をまとめました。

N.D.R.型システムは、Fig.1に示すように片チャンネルにつき3本のスピーカーユニットを使用します。このスピーカーユニットに入力する信号は同じものが基本ですが、実際には、ウーファー、スクーカー、ツイーターの組合せでした。このため、各ユニットの入力信号は、ネットワークを通ったものです。

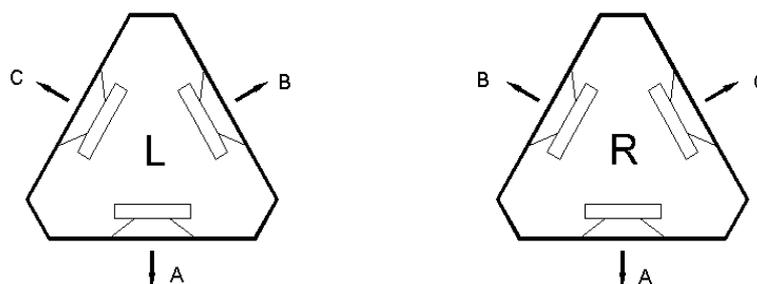


Fig.1 N.D.R.型システムの構成

Fig.1において、L側のBとR側のBとが空間で合成されたL+Rは、擬似的にモノラル成分を構成すると云います。また、L側のCとR側のCとは、空間での合成度合いが少いため、それぞれL、Rと別々のステレオ成分を構成します。そしてL側のAとR側のAとは、通常のステレオ再生を担当します。すなわち、Aをステレオ再生の基本とし、それに空間で擬似的に合成されたモノラル成分であるBと、ステレオ成分を補強するC、更にこれらが空間で反射された成分を加えてシステムが構成されます。この結果、N.D.R.型システムでは、通常のステレオ再生(A)に音場成分が加えられたステレオ再生とな

ります。このようにして、N.D.R.型システムは、深い音場と明確な定位を実現したと云われています。

しかしながら、N.D.R.型のように三角形を基本とする断面のエンクロージャーを製作することは、アマチュアには難しく、また、全く同じフルレンジスピーカーユニットを使った場合でも、1本あたり $8\Omega$ では、並列接続でのインピーダンスが $8/3\Omega$ となり、アンプに負担がかかります。このため1本あたり $16\Omega$ のスピーカーユニットを使うか、ネットワークを利用する必要があります。

エンクロージャーの断面形状を正方形にすれば、アマチュアでも製作が容易であり、かつ、1本 $8\Omega$ のスピーカーユニットを4本使って直並列に接続すれば、インピーダンスの問題も無くなります。このような、シンプルなシステムで、N.D.R.型の特徴を実現しようと考えたのがQNDR型システムです。QNDR型システムの構成をFig.2に示します。

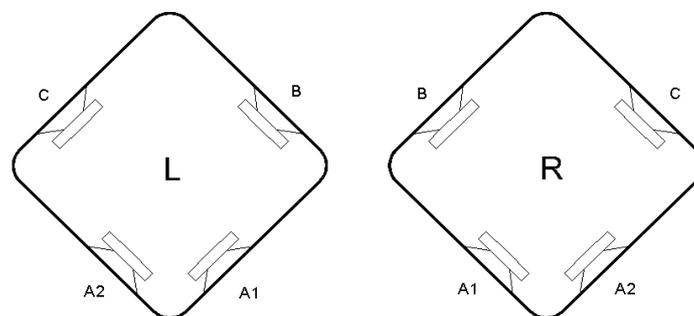


Fig.2 QNDR 型システムの構成

Fig.2をFig.1と比較すると、Aのユニットが中心を向いたA1と外側を向いたA2とに分かれています。QNDR型の考え方は、A1とA2とをひとつのユニットとしてN.D.R.型のAを担当させるというものです。従って、考え方は、N.D.R.型のコピーです。異っているのは、B、Cの角度がオリジナルと違うこと、及び、Aを2つに分け、しかも2方向を向かせた点です。

QNDR型システムは、仕様の同じ4つのスピーカーユニットを使用します。このため、接続方法は単純な直並列でFig.3aのようにしました。Fig.3bのように接続するのが普通でこのようにしても良かったのですが、全てのユニットの動作が殆ど同じと考えられるため、3aのように中間を短絡してみたものです。3aと3bとでは、ユニットのインピーダンス特性のばらつきや、設置場所の影響などで動作に多少の差はあるはずですが、無視して良い程度の差しかないと思います。

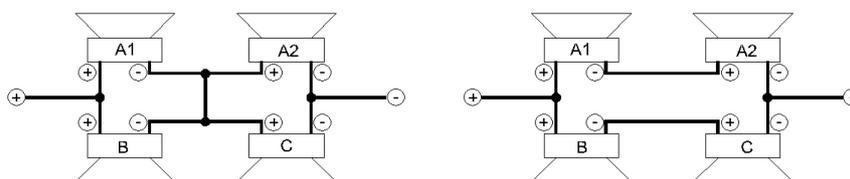


Fig.3a, 3b QNDR 型の接続方法

### 3. QNDR システムの設計

QNDRでは、スピーカーユニットを片側4本使用するため、スピーカーユニットにはなるべく価格

の安いものを選びました。選択したものは、最大手メーカーである Foster の FF80BK というモデルです。FF80BK は、Fostex 製品とは異り、仕様にはばらつきがあります。例えば、インピーダンスは、 $8\Omega \pm 1.2\Omega$ 、 $f_0$  は  $110\text{Hz} \pm 22\text{Hz}$  となっています。最大入力 は 10W ですので、Fig.3a の接続方法では 40W の耐入力があります。能率については、取扱説明書には記載がありませんが、周波数特性から推測すると、80～83dB といったところでしょうか。Fostex の FE83En と比較すると、フレームの剛性はむしろ高く、また、取付孔のピッチ径も FE83En の 86mm に対し、90mm あり、取付が容易になっています。

エンクロージャは、標準 MCAP-CR 型を使用します。標準 MCAP-CR 型は、設計・製作が容易な割に低音の補償能力が高いため、ウーファーを使用しなくても十分な低音を稼ぐことが出来ます。

全体のサイズは、板取の経済性を重視して決定しました。私の勤務先の近くのホームセンターでは、18mm のパイン集成材を扱っており、200mm, 250mm, 300mm, 400mm, 450mm, 600mm 幅の板材が入手できます。また、 $\square 18\text{mm}$  の榎角材も取扱っているため、正方形断面のエンクロージャに使用するの容易です。

使用するユニットが 8cm 口径×4 本なので、振動板の実効面積は、公称径 16cm と同等になります。多少小さめですが、内寸での断面を 250mm×250mm とし、高さを外寸で 450mm としました。これを縦に 3 分割し、その結果、主空気室の容量は約 7[L]、第 1 副空気室容量は約 5.8[L]、第 2 副空気室容量は、約 9.1[L] としました。

ダクトには手元にあった内径 76mm のものを内部ダクトに使用し、内径 60mm のものを外部ダクトに使用しました。設計の諸元は、Table 1 にまとめて示します。

Table 1 エンクロージャの諸元

	容量[L]	ダクト内径[mm]	ダクト長[mm]	備考
主空気室	7.0	76	63	主～第 1 空気室へのダクト
		76	93	主～第 2 空気室へのダクト
第 1 副空気室	5.8	60	108	
第 2 副空気室	9.1	60	133	

注 ダクトの長さには、ダクト半径の約 0.7 倍を加算しています。

Table 1 に示す諸元での、共振周波数の簡易計算値は、71, 99, 139, 189Hz となります。MCAP-CR では、この計算上の共振周波数より低いところまで再生できることが多いので、これで十分になるはずですが。

図面は、Fig.4 に示します。Fig.4 は左チャンネルの図面なので、右チャンネルは、対象に製作します。

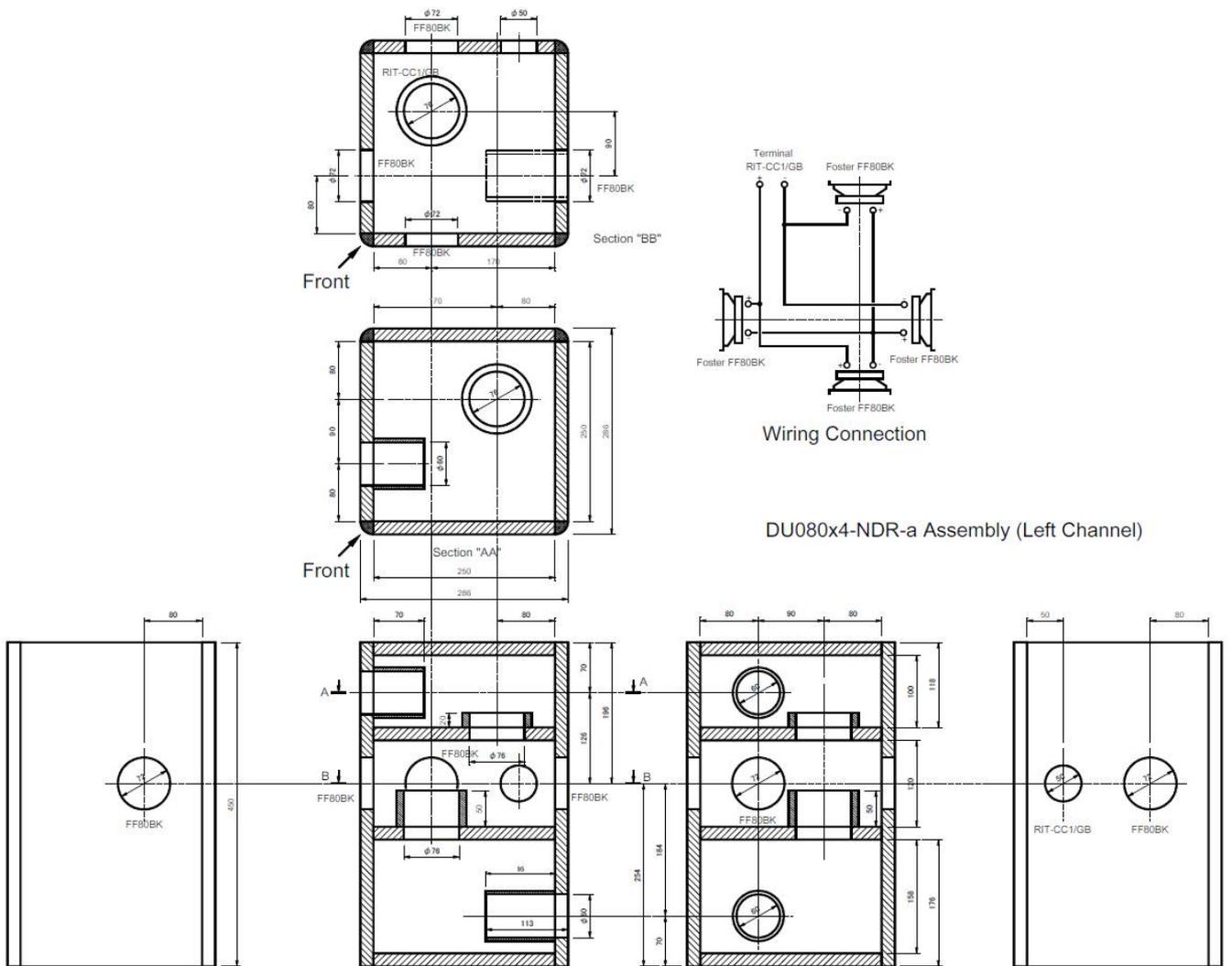


Fig.4 QNDR 型スピーカーシステムエンクロージャ(左側)

#### 4. QNDR 型システムの試聴結果

QNDR 型システムは、私自身が試聴した他、N.D.R.を研究している松ヒトシさん、及び、手作りアンプの会の2010年7月17日の三土会に来られた方に聞いて頂きました。

私自身は、QNDR 型に下記のような特徴を感じました。

- 1) 残響音が豊かで、ホールで聴いているような再現になる。
- 2) 音像定位は、ホールで聴くのと同様、必ずしも明確ではない。
- 3) 音場が広くて深い、前に出てくる鳴り方ではない。
- 4) 広い部屋に良く、狭い部屋には向かない。
- 5) リスニングポイントが広く、センターからずれても違和感が少ない。
- 6) 低音の再生が容易である。
- 7) 音が綺麗に聞こえる。

8) 相性の悪いソフトがある（恐らくオンマイク録音のもの）。

松さんの試聴結果もほぼ同様ですが、松さんによると、オリジナルのN.D.R.と比較すれば、音像定位は甘い反面リスニングポイントが広いということで、QNDRは、N.D.R.の流れを汲む新しいシステムとして考えて良いということでした。

手作りアンプの会の方々のご感想は、聞いてまわらなかったので良く分かりませんが、書記の方によると、『ちょっともった感じの音調』とのことでした。これは、上記1)の残響音が多いという特徴とやや低域を強めにチューニングした結果によるものと思います。恐らく、AにB,Cよりも能率のユニットを使用すれば、印象が変わるのではないかと思います。松さんの印象でも同じような部分があります。しかし、私自身の好みでは、これくらい残響音を付加したほうが面白く、これは、音造りの志向によると思います。ユニットにハイ上がりのタイプを使用すれば、音像はもっと前に出てくるかもしれません。

## 5. 考察

QNDR型の試作機はステレオ再生の新しい方向を示したと思います。試作機は、全てのスピーカーユニットを同じにしたことにより、音場が奥に引っ込んだ印象になったようです。Aユニットと、B,Cユニットに音量差を付ければ面白い結果になりそうですが、同じ空気室に付けたスピーカーユニット相互の機械的干渉という別な問題も出るため、弱い側のユニットが負けて、低音の音圧がダクトを駆動できなくなる可能性もあります。

また、音楽ソース、録音の仕方、及び個人の好みによりかなり左右されるシステムなので、万人向きということは無さそうです。これは、各人が聴いてみなければ評価ができないユニークなシステムであると思います。

以上