

2次元曲線断面の筒型壁面系での楽曲音波の伝送について
 (線路空間としての楽器空間の基礎系について)

1B-7

横田 誠 加藤 佳仁
 電気通信大学

1. ま え が き

システムの機能を音楽的にとらえるというとき、認識の主体としての人間に近似したニューラルネット的ネットワークの、入力系として、一つは楽曲パタンのような特性パタンと、もう一つは、今回のに關係のある、認識主体自身を取り込んだ楽器空間が考えられる。普通は、直方体型の空間を考えるが、今回は、楕円等の2次元曲線断面の筒形壁面系空間内での楽曲音波の伝送について考えてみる。

楽曲系は元来、ポリフォニーの系である。それは継時和音系とか共時和音系というポリフォニーと、空間的ポリフォニーとである。今回は、全般的ポリフォニーの問題に進む前段階として、前者の問題の一般化の為にも、空間音楽的系としての楽器空間、その基礎的伝送系について考えた。

2. 音響波2次元干渉系

音響波干渉系としては、1次元線路系(弦、パイプ等)では、進行波と反射波による定在波として、見られるが、2次元線路系は、太鼓の膜振動のような、共振系と、今回の問題に近い「やまびこ」のような実線路上(中)の、沿線的伝送系としての系が考えられる。1次元線路系では、共振系と沿線的伝送的干渉系と重なって、とらえられる。2次元線路系は、二つ重ならず、別々に、一つは電磁波伝送系における「平面回路」とし知られているものの、導波管系としての共振系と、もう一つは、文献3)で紹介された「葉状」線路素子のような沿線伝送的系が考えられている。今回の音響波2次元干渉系については、太鼓の膜振動のような、共振系でなく、後者の「葉状」線路素子系的な、沿線的伝送的干渉系の立場から考える。

3. 発音体、受音体の例と、その指向性

一般には、任意の指向性合成により、研究の目的に合ったものを、人工的つくることも可能であるが、線路伝送からのアプローチとしては、棒状または糸線状の振動体を基に考えることになる。今回は、この意味で特殊な対型の線路構造である、折り曲げ線型である、「音叉」を発音体および受音体として考える。

音叉は、それ自身が音響波2次元干渉系であり、図1のような直交2対極の指向性パタンを持つ。

なお、音叉を持ち出したのは、それが複線系の内最も基礎的構造であるからで、本来は単線系を用いるべ

On Reflected Sound Transmission with the Curvilinear Wall of Two Degree Functional
 Makoto YOKOTA, Yoshihito KATO,
 The University of Electro-Communications.

きものかも知れないが、それが丸棒でなくて板状のもので、単一線路では指向性の面で問題あり、一般にも、波動放出や検出には主発受音体のみによるより、反射器や導波器を込みにした、強い指向性を持たせてあることが多いので、音叉系を用いた。

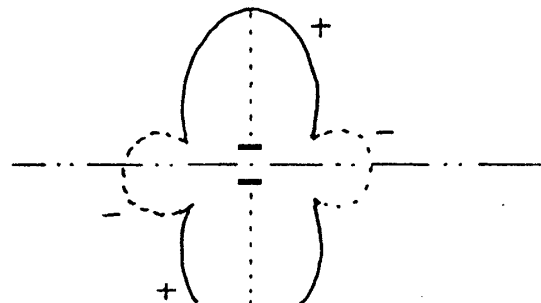


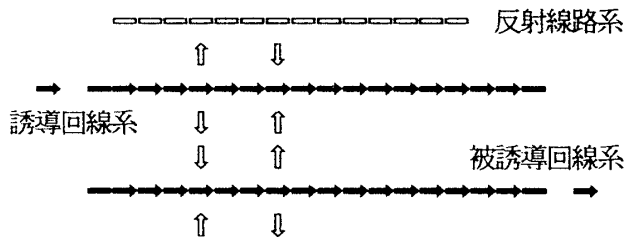
図1. 発音体としての「音叉」の指向性

4. 楽器空間

音響空間としては、言語的音声空間と音楽的楽器空間が考えられるが、前者は各言語的単音が識別されさえすれば良いが、後者は音列系が結果として音楽的な意味を保持しなければならない。受音系アンテナを被誘導回線として、これに対する発音系アンテナの誘導回線系は、発音線路系と、その反射線路系である。

普通の意味での楽器空間は、後者の反射線路系に対応する共振系として、内系としての弦楽器箱体、外系としての演奏室体として考えられている。しかし、楽器空間としては、発・受アンテナの線路系と併せて考えねばならない。

一般に線路系には、沿線伝送系と射線伝送系があって、前者の例として、電話線の伝送、後者の例として、導波管的伝送があり、それは、これ等の混合、遷移系としてのハイブリット系をなしている。下図のモデルは、あたかも電磁波伝送線路系(沿線系)に、平行した、四分の一波長程度の距離の反射線路系を配置したものに相当する。



反射線路系

→: 沿線(伝達)モード

↑: 射線(共振)モード,

図2. 線路伝送系

5. 進行波としての音楽的到着波

1次元線路上の反射(と透過)

線路伝送系には、沿線系と射線系とがあり、糸電話とか、レールのような固い物体中の伝送とか、地表上の地震波伝送とか、沿線系もあるが、例えば伝声管とか、発声管・管楽器系とかは射線系に属すると考えられ、弦・打楽器による伝送は典型的な射線系で、音楽系としては、室内音響も含め、この射線系が主な伝送系である。射線系では、アンテナの放射指向性が重要である。

図3. は1次元線路系としての、3種類の障害体のある場合の線路的伝送のモデルである。

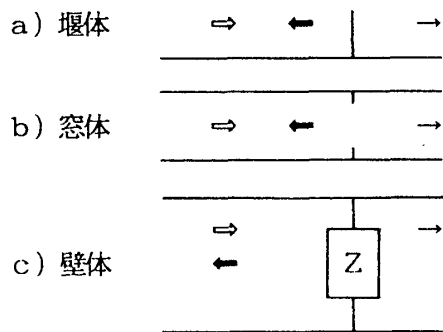


図3. 進行波⇒, 反射波(逆行波)←, 透過波→
1次元線路伝送モデル

線路伝送の基本型は、単相・TEMの1次元線路伝送モデルであって、下記のI)の二つの伝送理論が考えられている。今回の音響波伝送や、非線形線路伝送の場合は、II)の二つの伝送の型を考える必要がある。

- I) 定常波伝送か、反射・透過波伝送か
 - 1) 正弦波伝送理論
 - 2) 進行波伝送理論
- II) 進行波と反射波(逆行波)との、二つの干渉の型
 - 1) 定在波伝送理論
 - 2) ソリタリー波伝送理論

我々の目的は、TEM伝送における、回路理論(分布定数)に相当するものを、音響波における空間的分散性と、II)の2)の可能性についてを考慮して、つくり上げることである。

音響波伝送における、「やまびこ」や「マスキング」は、進行波群と反射波群(逆行波)との、干渉の型としては、どのようなものであろうか。

[文 献]

- 1) Alexander Wood: "Physics of Music" 1994, 19968,
- 2) 横田 誠: "広義の「弦」の細胞的分割と接続成長に関する基礎考察(調和的三角形(ピタゴラス)関係を「介子」/πとら線路(分布定数)素子について)" 産業教育学会関東支部大会, 1990, 6,
- 3) 横田 誠: "パス・インテグレーション・エレメント: SH-ueの基本について(基本葉状回路素子特性の3重周期構造について)" 電子情報通信学会・(電気学会・IEEE-EMC-Tokyo Chapter共催) 環境電磁研究会, 1990, 11,
- 4) 小幡重一: "音(岩波全書 69)"
- 5) 橋 秀樹: "音と建築(音の科学, 朝倉書店, 1989のCh.3,)"
- 6) 佐藤利三郎: "伝送回路" コロナ社

6. 2次関数曲面による音響波の伝送

先ず、線路伝送系と云うことで、発音アンテナS、受音アンテナを、線路としての構造の比較的基礎的な、音叉を用いることにする。

反響壁体系の基本系は、2次関数型の直断面を持つ、筒体の内面壁であるとする。2次関数系は、極点が1個の放物線系と、2個の双曲線系と楕円線系がある。実際には、S, Rの相対的位置が、1) 短距離か、2) 相当遠距離かによって分けると、

- 1) 楕円線系
- 2) 放物線系と双曲線系

ここで、先ず、上記の2次曲面の部分としての、平板系を伝送系の本体として、測定系を考える。図4. で、a) はSと反射板を固定して、Sを回転した場合に対応してRの位置を移動さす系、b) はSとRの位置は固定され、Sの回転によって、平板の位置、傾き等を変える系(どちらの系でも、Rも回転して感度の良いところを選ぶ) ここで、S, Rアンテナは、4極指向性の「音叉」を用いることにする。

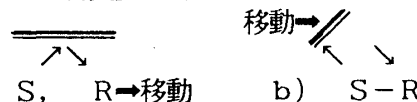
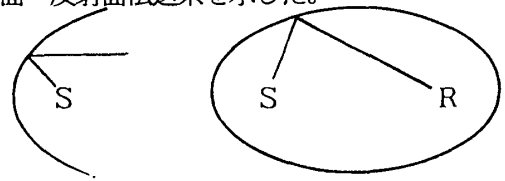


図4. 平板の反射を介する、音響線路伝送

図5. には図4. の系を底にした、二つの型の2次曲面・反射面伝送系を示した。



- (1) 1極系
- (2) 2極系

図5. 2次曲面・反射面を介する音響線路伝送

4. む す び

鼓膜という、認識主体のシステムからすると「外皮」(大脳皮質系は「内皮」)にあたる線路系であるインタフェースを介して、外部につながる、発音体を含めた、楽器空間と云うことを考えた。それは実線路系であり、その特性ボタン(楽譜ボタンとして)もボタン線路として、認識主体システムに入力される。

今回は、音楽的意味を与える、特性ボタンを得るには、どのような発音体系と、反射体系がシステム化されればよいか、の為の、いわゆる楽器空間の構造に関する、基礎的な事柄について考えた。