



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	音声生成系の数値シミュレーションに関する研究
Author(s)	広奥, 暢; 松崎, 博季; 三木, 信弘 他
Citation	電子科学研究, 1, 96-97
Issue Date	1993
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/24296">https://hdl.handle.net/2115/24296</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_P96-97.pdf



# 音声生成系の数値シミュレーションに関する研究

信号処理研究分野 広 奥 暢, 松 崎 博 季, 三 木 信 弘, 永 井 信 夫

人間の音声生成系の詳細な研究により、音声生成機構を解明し、より高品質の合成音声を得ることは、機械と人間のより円滑な対話に寄与すると期待される。実際の音声生成機構について知るには直接観測するのが望ましいが、発声状態で人体内部の計測を行なうのは不可能ではないが困難である。有限要素法によるシミュレーションはこのような場合に有効な解析手段である。本稿では、声道の内部の音圧分布と、声帯の振動についての有限要素法による解析の研究について報告する。

## 1 はじめに

デジタル音声処理手法の確立により機械による音声の合成や認識などが可能となった。今日では、計算機の性能の向上により、これらは、小規模な個人向け計算機上でも可能となっている。しかし、これらの技術は実用の域に達しているとはいえ、解決すべき課題を抱えている。例えば音声合成においては、その合成された音声の明瞭度、了解度は満足できるものであるが、その自然性については課題を残している。これらの課題を解決しより高度な技術を構築することにより、機械と人間のより円滑な対話といった成果が期待される。従って、音声処理の分野においては、これらの技術についても、今日まで基礎的な研究が継続的に行われている。

音声処理の分野における課題の一つとして、人間の音声生成機構の解明があげられる[1]。この音声生成機構を解明する研究の成果は、前述の合成音声の自然性の向上に寄与するものと考えられる。さらに、音声の個人性を生ずる仕組みを解明するための重要な示唆を与えるものと期待される。従来、音声生成機構を解明するために、カメラなどにより発声の状態を観測する研究が行なわれている。しかし、音声の生成は主に人体の内部で行なわれるために、直接観測することは困難を伴う。計算機を用いて現象を支配する方程式の解を求め、その現象を計算機上で模擬する数値シミュ

レーションは、このような観測に困難を伴う場合には、有力な方法の一つである。

本稿では、数値計算法の中でも特に有限要素法(FEM)を用いて、調音器官である声道の伝達特性と、音源を成す声帯振動の解析の試みについて報告する。

## 2 声道の伝達特性の3次元有限要素解析[2]

近似的解法の一つであるFEMを用いて、声道内の音響特性の解析を試みた。声道部の単純化されたモデルとして音響管を用いて、形状が与える影響を調べる

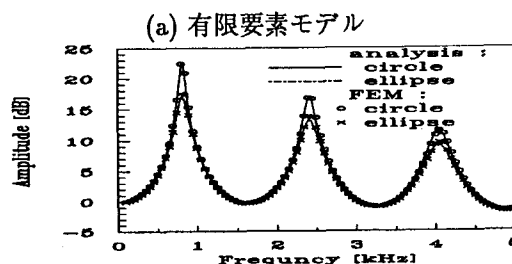
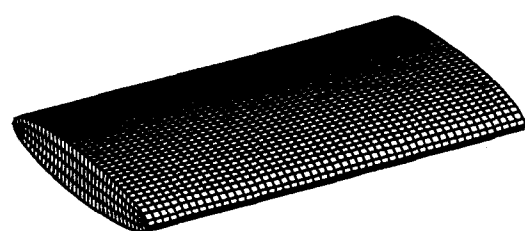


図1 有限要素モデルおよび声道伝達特性

ため、管の断面形状を円(circle)から楕円(ellipse 図1(a)参照)へ変化させたとき、さらに、壁インピーダンスの影響を調べるため、壁インピーダンスの分布状態を変えたときの音響特性を解析した結果を報告する。人間の口腔内部を考慮して管の上半面を剛壁とし、下半面に舌にあたるインピーダンスを入れたときの声道伝達特性を一次元的に得られる解析解と比較した結果を図1(b)に示す。断面が円のとき本手法と解析解はよく一致しているが、楕円のときスペクトルのピーク(ホルマント)付近で若干の差が見られる。円から楕円へ断面が潰れるに従って、また、ここには示されていないが、壁がやわらかさを増すに従ってホルマント帯域幅が増加することがわかった。

### 3 声帯振動の有限要素シミュレーション[3]

図2(a)に示す声帯を模擬した形状に対して解析を行う。ある時刻から $x$ 方向に力 $f$ を加える。境界条件(B.C.)は、 $y=0$ となる $z-x$ 面での変位を0とし、 $x-y$ 面に平行な面について固定する条件を考える。この場合、2次元のモデルでは表現できない問題となる。解析は、力 $f$ が加えられた時刻を0秒として、0.015秒まで行なう。図2(b)は、初期状態と $x$ 方向に最大変位が得られた時刻の変形の様子を示している。

### 4 むすび

従来、音声の分野では音波や声帯の振動といった現象を1次元や2次元で近似してきた。この際に自然性などの情報が欠落するものと考えられる。3次元解析によって、音声の自然性や個人性の音声生成過程における要因として考えられる声道形状、壁インピーダンス等の影響を調べる必要がある。本稿で紹介した研究

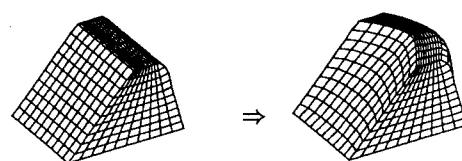
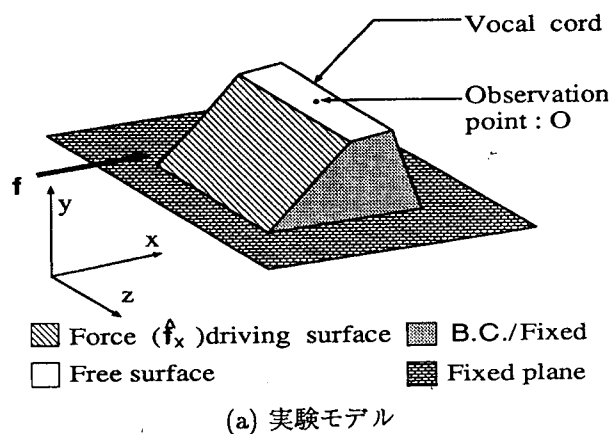


図2 声帯振動のシミュレーション

で用いた数値シミュレーションという手段は、その現象を引き起こす各要因の影響を分離して解析することが可能である。例えば、2章の実験からは、声道の断面形状による影響、壁インピーダンスの分布の影響をそれぞれ別個に解析できる。このような特徴は自然性や個人性の要因を特定する際に有効であると考えられる。ただし、数値シミュレーションによる現象の再現は、計算誤差を必ず含んでいるので定量的な議論には注意が必要である。しかしながら、同じ現象をさまざまな視点から観察することのできる数値シミュレーション技術の長所は、定性的な議論であるにしても音声の自然性や個人性の要因を特定する研究において新たな知見をもたらすものと期待される。

### 【参考文献】

- [1] 三木：“音声生成過程の音響理論の最近の進歩”，日本音響学会論文誌，48，1，pp.69-73 (1992).
- [2] 松崎，広奥，三木，永井：“不均一壁インピーダンスを持つ音響官の3次元FEM解析”，日本音響学会講演論文集，1，pp.279-280 (1993).
- [3] 広奥，三木，永井：“有限要素法による3次元声帯振動解析についての考察”，信学会秋季大会講演論文集，1，p.134 (1993).