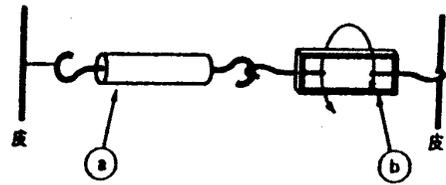


研究題目	鼓の構造及び材質の音響学的研究および最適設計	報告書作成者	山川 宏
研究従事者	山川 宏、 広安 知之		
研究目的	<p>鼓は日本の伝統的な、かつ典型的な打楽器の一つである。しかしながら、その演奏法は難しく、その修業に年月を要することから、若年の演奏者不足が以前から指摘されている。一方で鼓の製作者も激減しており、その総合的な対策は急務である。ところで鼓自体比較的単純な構造の楽器と考えられるが、構造形態や材質が音に及ぼす影響や音の発生機能も明らかにされていない。そこで本研究では鼓の胴や膜の構造形態とそれらの材質が鼓の音響に及ぼす影響を音響学的な実験やコンピュータ解析によって多角的に究明することを目的としている。本研究によって鼓の構造や材質が音響に及ぼす影響が明らかになり、演奏が容易な鼓の構造や材質等が提案でき、それに基づく新しい鼓の製作が可能となれば、演奏が困難のために減少している若手の演奏者の増加や、鼓の製作者の激減の対策として大きな効果が期待でき、日本の伝統文化の保存にもつながるものと考えられる。</p> <p>なお鼓に関する音響学的な内外の研究はほとんどなく、ましてやその胴や膜の構造形態や材質を明らかにした研究は無く、ましてや設計法に関する研究は皆無である。</p>		

研究内容	<p>本研究では、鼓の構造や材質の音響へ及ぼす影響を解明するための以下に示すような実験的研究と解析的研究とから構成される。</p> <p>[A] 実験的研究</p> <p>実験的研究では、実存する鼓を基本に、構造形態や材質等が音響に及ぼす影響を音響学的立場から明らかにする。すなわち具体的には</p> <p>(1) 現存する幾つかの鼓に対して胴部や膜などの形状の精密測定を行い、また、その材質の物性値も測定する。</p> <p>(2) これらを基に現存の鼓の形状に加えて異種の鼓を数種の材質で作成する。また、膜も各種のものを用意する。</p> <p>(3) 鼓の振動を均一、あるいは不均一に負荷でき、かつ一定の打撃力が加えられる装置及び打撃装置を作成する。</p> <p>(4) 作成された装置で各種の条件下で鼓の打撃実験を行い、鼓の内外の音響学的特性をマイクロフォンで測定し、F F T等で解析する。一方、膜にひずみゲージを貼り、その振動を測定し、F F T等で解析をする。</p> <p>[B] 解析的研究</p> <p>解析では、実験結果の対応する精密な胴、膜、内外の空気等のシミュレーションを行い、実験結果と比較する一方、設計のための諸因子を定量的に検討する。すなわち、鼓の胴部、膜部および内外の空気部を有限要素法でモデル化をし汎用のF E M (有限要素法) 解析プログラムで解析し、その音響特性を数値解析し、その結果を実験と比較しながら検討する。</p> <p>[C] [A] [B] の両研究の成果を基に鼓の音響学的特性に及ぼす構造や材質の因子を総合的に解明し、最適化手法を活用して鼓胴部構造の最適設計を行い、新しい鼓を提案する。</p>
------	--

<p>研究のポイント</p>	<p>[A]実験的研究 実際の鼓の演奏では、鼓の膜に張力を与える縦調と横調の調整はかなり技巧的に行っている。また演奏者の打撃方法も技巧的に行われている。これらを比較的客観的にしかも再現性のある音響学的実験を実現するために図1に示す張力付加装置、図2に示す打撃装置および図3、4に示す測定装置を開発して実験を行った。</p> <p>[B]解析的研究 実際の鼓の構造や音響学的特製は極めて複雑であるので、できるだけ忠実にシミュレーションを行うために鼓の構造、膜、空気を精密に図5のようにモデル化して有限要素法により解析を行った。</p> <p>[C]最適な鼓の構造研究 [B]の解析法に基づき、最適化手法を駆使して、最適な鼓の構造を求める。</p>
<p>研究結果</p>	<p>(1)3種類の内部形状の異なる胴を用意し、胴の張力状態(均一・不均一)や打撃力(強・弱)、打ち方などを組み合わせて変化させ、各条件下において鼓の打撃実験を行った。</p> <p>(2)その際の鼓の内外の音圧をマイクロホンで測定し、FFTで解析した。(例図6)</p> <p>(3)その結果、各条件下での内部音圧の時間的変化、周波数ごとの音圧分布状態を求めることができた。(例図7)</p> <p>(4)汎用有限要素法解析プログラムANSYSによる音響解析の結果、現実の鼓の音響特性が実験値とほぼ一致することを確認した。</p> <p>(5)良好な音を奏でると思われる鼓の条件とは、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乳袋部分で音圧が多角、残響が長くなるもの</li> <li>・如弧部分で音圧が低くなるもの</li> <li>・350Hz前後の共鳴周波数成分が、如弧部(中心点)で特に低い値を示し、その外の周波数成分は、フラットに低い値を示すもの</li> </ul> <p>ということが確認され、併行したコンピュータによる最適設計プログラムによる計算結果とともに、良好な鼓の構造の一つの案が提示できた。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今後の研究課題は次3点に集約される。</p> <p>(1)解析的研究の推進 今回の解析では、定性的には実験値とほぼ一致するものの、定量的には相違が生じている。この原因の解明を、さらに精度の高い解析が課題となる。</p> <p>(2)鼓の最適設計 今回の研究では、実験結果と一部の解析結果を基に最適設計を試行し、良い鼓の暫定的な提示を行った。より正確には(1)の解析の確立を基に最適設計することが課題となる。</p> <p>(3)実際の鼓の製作と評価 研究で得られた鼓を製作し、音響学的特性を調べ、さらに実際に演奏者に演奏してもらい、その総合的な評価を与えることが大きな課題となる。</p>



- Ⓐ 夏みゲージ装着部分 (材質: アルミニウム)
- Ⓑ 張力調節部分

図1 張力付加装置

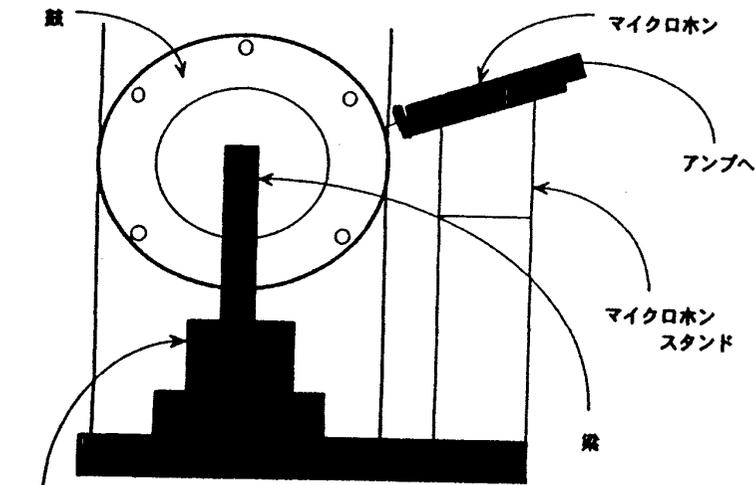


図2 打撃装置

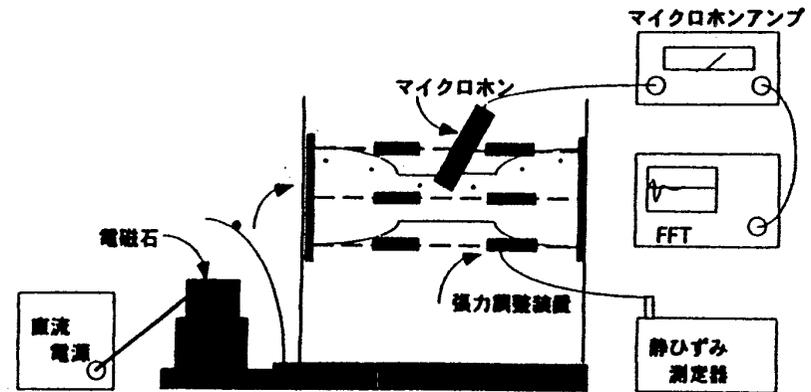


図3 測定装置

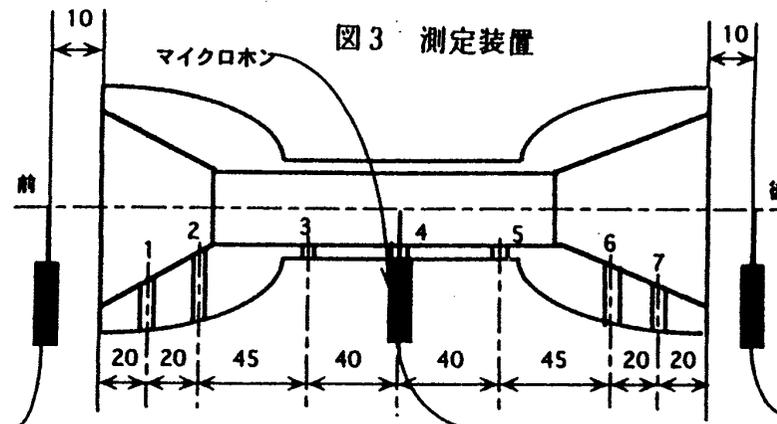


図4 測定装置

(注: フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)

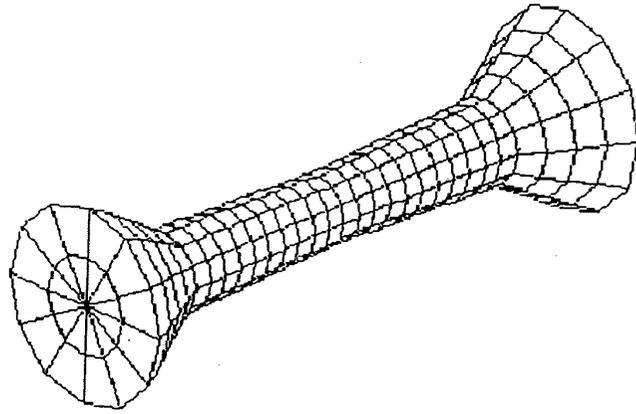


図5. 内部空気のモデル

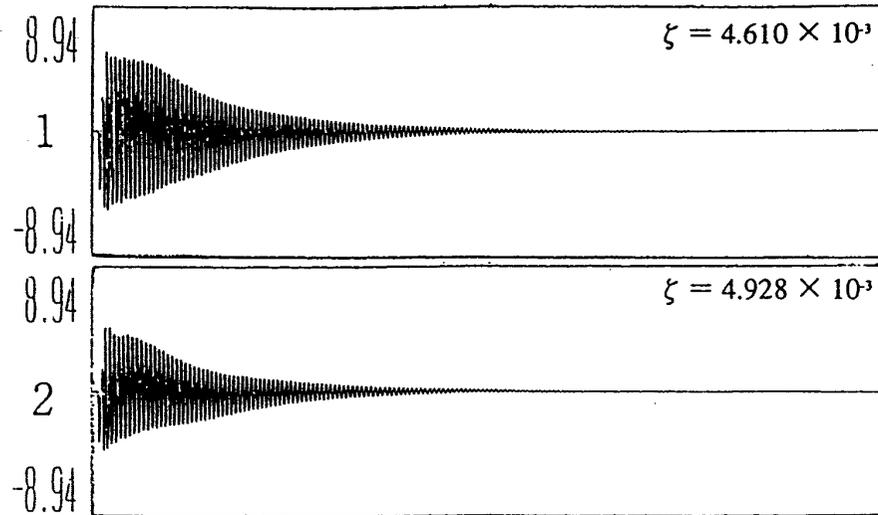


図6 胴01の時間軸波形 (ゴム板)

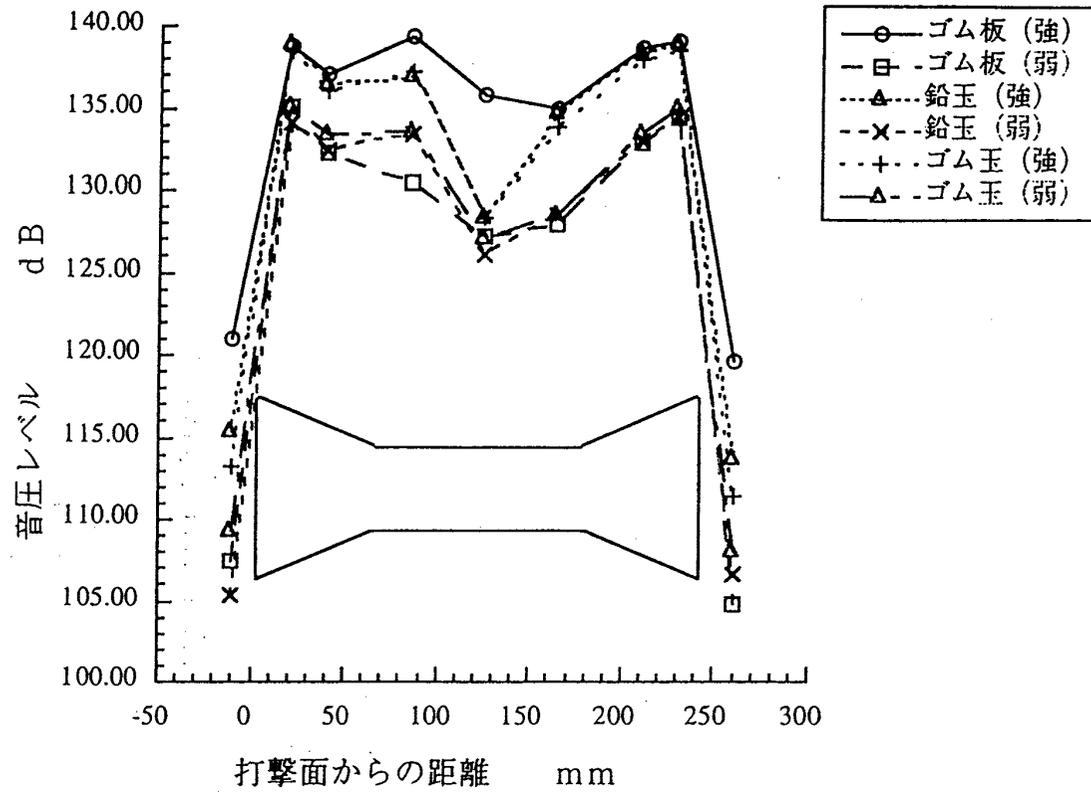


図7 胴01の音圧 (張力-強)