

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

( 1 / 1 )

研究題目	グラスハープ研究	報告書作成者	田村治美
研究従事者	田村治美(国際基督教大学)、堀田健治(日本大学)、山崎憲(日本大学)		
研究目的	<p>グラスハープ(以下 GH)は音高を調律された複数の硝子のゴブレットで構成され、水で濡れた指で淵を擦ることによって音楽を奏する楽器である。ヨーロッパでは音楽演奏として流行したのは 18 世紀で、B.フランクリンによる楽器改良(グラスハーモニカと命名)を経て演奏技法の可能性が高まり、ハッセ、モーツァルト、ベートーヴェンなど多くの作品が残された。しかし、GH の独特の音色は心身に影響を与えるとも伝えられ、近代催眠療法を確立した F.メスメルが治療に用いた一方で、楽器の高周波音が神経に悪影響を与えると演奏が禁止になった経緯もあるが、未だ科学的検証はされていない。GH は音楽様式の時代変化も伴い 1830 年頃衰退したが、19 世紀後半再び GH のための音楽作品が書かれ、20 世紀では現代音楽やその他の音楽ジャンルで復興された。併せて専門的演奏家も現れ、楽器構造や演奏技術も途上にあり今後の発展が期待される。日本では 1982 年佐々木硝子が制作し、1985 年つくば博などで高橋美智子氏により公開演奏された。しかし、楽器が破損しやすく運搬や維持が困難である理由から未だ専門的演奏家は殆どなく楽器業者による制作も行なわれていない。このような状況の中で、GH の音響特性の確認、心身への影響測定、演奏技術の工夫やパフォーマンスの可能性の探究、作品分析や演奏現場の報告などは音楽学や演奏の実践に有意義なだけでなく、音響特性と人間への影響に関する感性工学的検証により、近年盛んになっている音楽を用いた保険医療への応用にも貢献すると考える。</p> <p>申請者はすでに特定のガラスの周波数特性を測定し、ピアノやフルート、チェロに含まれない超音波を確認するとともに、「ミュートス」が 48 個のガラスで楽器を制作し、ワークショップやコンサートを行ってきた。本研究ではまず、GH の超音波帯域までの音響特性をさらに調査し、生理的・心理的影響を測定する。これらの調査を踏まえ、GH の楽器制作とコンサートの催しによる効果的な音楽的实践を行う。コンサートでは GH オリジナルの作品、編曲、他楽器とのアンサンブル、他芸術とのコラボレーションによる演奏の実践を試みる。以上、音響学的研究、感性工学的研究、演奏を通じた学際的研究により、GH の可能性を追求する。以下に研究項目を具体的に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① GH の超音波帯域までの音響特性の検討</li> <li>② GH による人間の生理・心理への影響の検討</li> <li>③ GH のコンサートの開催と聴衆の心理的反応調査</li> <li>④ GH のパフォーマンスの可能性を試みる。</li> </ol>		

## 研究内容

**1.音響学的研究:**既存のグラスを対象に成分の異なる3種(クリスタル、カリクリスタル、ソーダ)のグラスによる周波数特性を比較検討する。また、グラスの擦る回転ごとの周波数特性の変化を検討する。さらに、グラスの単音の揺らぎ値を測定する。

[収録機器と収録方法]

演奏者に2秒間、グラスの淵の擦音を発し、各周波数のピークホールドを記録した。演奏者はいずれも同じである。音源に対し、1/4コンデンサマイクロホンからコンディショニングアンプを通してデジタルデータレコーダに入力した。デジタルデータへの入力レベルはコンディショニングアンプネクサスを用いて調整した。また、音収録に際しピストンホンの基準音を124dBとして収録した。収録機器は以下である。

- ① 1/4コンデンサマイクロホン Type4939(Brüel&Kjær)
- ② マルチチャンネル解析装置 Multichannel Analysis System 音響・振動分析プラットフォーム PULSE (Brüel&Kjær)
- ③ コンディショニングアンプ NEXUS(Brüel&Kjær)
- ④ ピストンホン(RION)
- ⑤ ハイスピードデジタルデータレコーダ SIR-1000W (SONY)

**2.生理学的心理学的研究:**特に超音波に着目した実験を行う。超音波帯域の音については、1/fゆらぎ超音波、自然超音波、和楽器の超音波についてすでに影響があることを報告してきた。これらの実験を踏まえ、グラスの擦音について単音とGH音楽について計3種の実験を行う。なお、可聴域音をLPS, 可聴域から超音波帯域までの音をFPSと記載する

### 実験1

上記の3種からクリスタル製とカリクリスタル製のグラスを選び、超音波の有無で被験者に呈示し、脳の $\alpha$ 波、精神性発汗の量的変動及びSD法による心理評価を指標とし、グラスの成分の違いによる人間への影響の違いを検討する。

[呈示方法と実験場所]

呈示音は高速デジタルデータレコーダから再生した。再生された音はプリアンプで安定した出力を保ちながら、フィルターで超音波の有無の変化を与えた。次にパワーアンプで出力調整を行った上で空気伝播させる方法を取った。スピーカーは可聴域のウーハまた、超音波域はリボン型ツイータを用いた。実験はリスニングルームでおこなった。再生機器を以下に示す。

研究内容	<p>① デジタルデータレコーダ(SONY SIR-1000W)</p> <p>② プリアンプ SU-C1010-N (松下電器)</p> <p>③ フィルターNF CIRCUIT FV-625A-48dB/oct (Pioneer)</p> <p>④ パワーアンプSE-A1010(Technics)</p> <p>⑤ スピーカ SB-M800/30[Hz]~100[kHz]( Technics)</p> <p>⑥ リボン型ツイータ PT-R9(Pioneer)</p> <p><b>実験2</b></p> <p>既往研究では、音楽への印象評価の違いを楽曲によって分類している。しかし、同じ楽曲でも演奏する楽器の種類や演奏者の技術や音楽作りの仕方により音色や演奏の違いが生まれ、それが聴取の印象を大きく変えることは、音楽を実践するものには自明のことであろう。そこで、同じ楽曲について GH を含めた編成と含めない編成で演奏したものについて、上記の指標による人間への影響を検討した。本実験は③の実験の予備調査でもある。なお、グラスハープとチェロの編成を(G)、弦楽器群を(S)と記載する。</p> <p>[呈示音楽と呈示方法]</p> <p>J. S. バッハの「Air」で、グラスハープとチェロによる編成(G)、もう一つはオリジナルの編成でチェロを含む4種の弦楽器群(S)の編成による録音。CD プレイヤーからの信号をパワーアンプで増幅しスピーカから呈示した。測定は無音 30 秒後 150 秒の音呈示時間について行い、休憩時間にアンケート調査を行った。再生機器は以下である。</p> <p>① CD プレイヤーSL-70 (Technics)</p> <p>② パワーアンプ SE-A1010 (Technics)</p> <p>③ スピーカ SB-M800/30[Hz]~100[kHz] (Technics)</p> <p>[被験者]</p> <p>21 歳から 23 歳の男性 14 人、女性 1 人の計 15 人とした。</p> <p><b>実験3</b></p> <p>人間への好影響が高いとされてきた1/fゆらぎ超音波を実験2で用いた 2 種の演奏(G)と(S)に組み合わせ、1/fゆらぎ超音波の人間への効果へ可聴域の音楽による影響の違いを測定し比較する。</p>
------	---

研究内容	<p>[呈示音楽と呈示方法]</p> <p>実験2の呈示音楽のそれぞれに1/fゆらぎ超音波を付加し各々超音波の有無で呈示し、脳の<math>\alpha</math>波、精神性発汗、官能試験により、超音波の影響の度合いを検討する。超音波領域の音圧は可聴音の平均音圧レベルに対して86%とした。実験2と同様、生理反応測定は無音30秒後150秒の音呈示時間について行い、休憩時間にアンケート調査を行った。被験者は実験2と同様である。測定機器は可聴域については実験2と同様、超音波帯域については実験1と同様である。</p> <p><b>3. 演奏の実践研究1:</b>GHの演奏会を催し、アンケートを通してグラスハープの音色や作品について聴衆の印象、グラスハープと相性のよい楽器音、相性の良いと考えられる他芸術などを調査する。</p> <p><b>4. 演奏の実践研究2:</b>以下の項目について今日におけるGHの演奏効果と新たな音楽的可能性を検討する。</p> <p>①18世紀のGHのオリジナル作品の演奏:日本で演奏されたことの殆ど無いGHの作品を紹介する。</p> <p>②GHによる編曲、及び他楽器とのアンサンブルの可能性の検討:GH以外ための作品でも、GHの音色や余韻を活かした編曲により、新たな作品や楽器の可能性をはかる。</p> <p>③GHと音組織の可能性:調性音楽だけでなく、旋法、無調による創作音楽を演奏し、多様な音組織への可能性を図る。</p> <p>④GHと語りのコラボレーション:GHの音楽性だけでなく、語りの効果音として試みることにより、環境音楽、BGMとしての可能性を図る。</p>
------	--

## 研究結果

### 1. 音響学的研究

- ① 成分の異なる既存のガラスの擦音における超音波帯域の音の確認：クリスタルガラス、カリクリスタルガラス、ソーダガラスの擦音の周波数特性を以下の収録機器と方法で解析したところ、図 1 に示すように、いずれのガラスからも超音波帯域の音が確認された。3 種の成分による違いは倍音の密度に表れていたが、他の代表的な西洋楽器の古典的演奏法とは超音波帯域の音がない点で異なり、和楽器や日本の音具とは豊富で不規則な超音波を含む点で異なり、ガラスハープ独特の周波数特性を有するものであった。
- ② クリスタルガラスの淵を擦る回転ごとの周波数特性の変化：演奏者ができるだけ同じ速さと力でガラスの淵を擦り、回転ごとの周波数特性を確認したところ、図 2 に示すように、超音波帯域の音は 0.25 周からすでに発生した。音響特性の大きな変化は見られなかったが、0.25 周では非常に音圧が低く、1、2 周目は音圧と倍音の密度がわずかであるが高くなる傾向が示された。すなわち、演奏の現場では、奏者の手加減が音色に影響を及ぼす実態が確認された。また、超音波の減衰率や、テンポの速い曲ではガラスの擦る時間が短く 1 周に満たないことも多いことを考慮すると、ガラスの超音波帯域の音が聴衆よりも演奏者に影響を与えている可能性が高いと考えられた。
- ③ クリスタルガラスの単音のゆらぎ：ゆらぎ値の算出方法は以下である。すなわち、分布の関数について最小 2 乗法を用いて直線に回帰させる方法をとった。まず、周波数スペクトルを順に 2 点取り、傾きを計算する方法とした。傾き  $a$  は、

$$a = \frac{|\Delta p|}{|\Delta f|} = \left| \frac{p_2 - p_1}{f_2 - f_1} \right|$$

で求めた。同様に、周波数スペクトルを順次 2 点ずつ取っていき、それぞれの傾きを計算し、求めた傾きの値を最小 2 乗近似により、直線に回帰させていった。その結果、図 3 に示すように、ガラスの成分による違いはあまり認められなかった。また、代表的な西洋の管楽器と弦楽器であるフルート、トラベルソ、チェロ（基本奏法、ピッチカート奏法）と比較したところこれらの楽器ともゆらぎ値の大きな違いはなかった。

### 2. 生理学的心理学的研究

#### [実験 1] ガラスの単音による超音波の生理的・心理的影響について

クリスタルガラス(a)とカリクリスタルガラス(b)を 120 秒間継続的に擦った音にそれぞれ超音波の有無で調整し、計 4 種の呈示音を作成し、21 歳から 26 歳の男性 8 人と女性 1 名の計 9 人の被験者に聞かせ、脳の  $\alpha$  波、精神性発汗の変動量と SD 法による官能試験を指標とした反応を比較した。

各ガラス音の周波数特性は図 4 に示す。実験の結果、ガラス(a)とガラス(b)では異なる反応が得られた。

研究結果

- ① 脳波結果：脳の $\alpha$ 波の反応結果では、超音波有りの方が無しより $\alpha$ 波が増加したのは(a)(b)両グラスとも9人中6人だった。図5に見るように、平均変動量でも超音波有りの方が多いことが認められ、グラスの擦音の超音波は脳の $\alpha$ 波を増加させることが認められた。また2種のグラスを比較すると、グラス(b)の方がグラス(a)よりも超音波有りによって $\alpha$ 波増加し、(b)の方が超音波の有無による反応差が大きかった。これらは様々な形状や厚みを変えた検討を要するが、グラスの成分により超音波帯域の音の中樞神経への影響が異なる可能性が指摘された。
- ② 精神性発汗結果：図6に示すように、グラス(a)と(b)とも音呈示開始から精神性発汗量の減少は僅かで、人数において両グラスとも超音波の有無による差はなく被験者9人中グラス(a)で4人ずつ、グラス(b)では6人ずつであった。また、超音波有りの方が無しより少ないか減少したのはグラス(a)で4人、グラス(b)で6人だった。平均減少量を見ると(b)の方の減少が大きかった。したがって、グラス(b)では超音波によって精神性発汗量が減少した傾向が認められるが、グラス(a)では超音波による影響はなかったと考えられる。これらは様々な形状や厚みを変えた検討を要するが、グラスの成分により超音波帯域の音の自律神経への影響が異なる可能性が指摘された。
- ③ 官能試験結果：SD法を用い、「音色の印象」と「心理状態」にわけて計23項目の形容詞対による5段階評価でアンケートをおこなった。統計によるプロフィール値を比較すると、図7に見られるように、音色の印象結果では、2種のグラスは一致が認められなかった。しかし、いずれのグラスも超音波の有無の違いが少し認められ、グラス(a)は超音波有りが無しに比べ本実験の形容詞対の分類ではほぼ変わらないかグラフが左寄りの影響をもつものに対し、グラス(b)はグラフが右寄りの影響をもつ結果となった。一方 図8で示すように心理状態では、超音波の有無による違いが大きいことが認められ、今回のアンケートでは超音波有りの方がグラフの左寄り、すなわち低い値となった。また、2種のグラスを比較すると、グラス(a)の方が「心的状態」において、超音波の有無の差が大きい結果となった。さらに因子解析をおこなった結果、図9、図10で示すように両グラスとも超音波の有無による印象の違いが認められた。「音色の印象」では5つの因子が算出され「穏やかさ」「美しさ」「力強さ」「地味」「鋭さ」と命名され、グラス(a)では超音波有りの方が「美しさ」「地味」で得点が高かったがその他の因子得点が低く、グラス(b)ではすべての因子で超音波有りの方の得点が高い結果となった。一方、「心理状態」で算出された5つの因子は「快適さ」「ポジティブ」「落ち着き」「安らかさ」「眠気」と命名され、グラス(a)ではすべての因子で超音波有りの方の得点が低く、グラス(b)も「安らかさ」以外で得点が低い結果となった。すなわち、グラスの成分により超音波帯域の音の印象評価への影響は異なるとともに、いずれのグラスでも超音波によって不快感、イライラ感が増し、憂うつな状態になる傾向が示唆された。

## 研究結果

### まとめ

ガラスの擦音による超音波は脳の $\alpha$ 波を増加させ中枢神経に影響を与えることが指摘されたが、ガラスの成分による影響の違いが示唆された。また、ガラスの擦音による超音波はガラスの成分によって精神性発汗量への影響が異なり、自律神経への影響は今後の検討課題となった。ここでは脳の $\alpha$ 波と精神性発汗は必ずしも連動していなかった。さらに官能試験結果、ガラスの擦音の超音波は脳の $\alpha$ 波の増加と精神性発汗量の減少を導いても印象評価は極めて低いものであった。

### [実験2]ガラスの擦り音を含む音楽の生理的・心理的影響について

同じ楽曲について楽器の編成の異なる2種すなわちガラスハーブとチェロによる編成(G)と記載)、もう一つはチェロを含む4種の弦楽器群(S)と記載)の演奏を刺激とし、生理的・心理的影響の違いを、ガラスの擦音を考慮し実験した。各呈示音のゆらぎ値を図11に示す。単音とは異なり、傾きが $1/f$ ゆらぎに近くなっているとともに、弦楽器群と比較してもガラスハーブとチェロの組み合わせの方が $1/f$ ゆらぎに近いことが指摘された。

- ① 脳波結果：各被験者における2種の演奏による $\alpha$ 波の増加量を比較すると、(G)の方が多かったのは8人、(S)の方が多かったのは7人とほぼ同数であった。一方図12に示すように15人の $\alpha$ 波平均量を見ると(G)の方が大きい結果となった。すなわち、本実験では脳の $\alpha$ 波量が増加した人数は両編成ともほぼ同じだったが、平均増加量においてガラスハーブを含む編成の方が大きい結果となり、同じ作品でも楽器の編成によって脳波の反応が異なる可能性が示唆された。
- ② 精神性発汗結果：音呈示時から発汗量が減少したのは全被験者15人中(G)で12人、(S)で9人であった。また、図13に示すように、被験者全員の呈示開始時からの平均発汗量を比較すると(G)の方が(S)よりも減少した。以上から、(G)の方が(S)よりも聴取によって発汗量が減少したと言える。同じ作品でも楽器の編成によって精神性発汗の反応が異なる可能性が示され、ガラスハーブとチェロの組み合わせによる発汗量の減少は平均変動量でも反応人数においても顕著であった。
- ③ 官能試験結果：図14に示すように、プロフィール値では「音色の印象」も「心理状態」も得点は右寄りであったが、楽器の編成の違いによる「音色の印象」の違いよりも、心理状態に与える影響に大きな差があると言える。心理状態では、いずれもプラスの印象が強いが(G)の方が(S)よりも低い値となった。さらに因子解析をおこなった結果、図15に示すように、「音色の印象」では5因子が算出され「美しさ」「柔らかさ」「軽さ」「力強さ」「好感度」と命名された。因子得点を見ると「柔らかさ」において(G)が(S)よりも高得点であったが、「美しさ」「好感度」は低い値となった。「心理状態」では5因子が算出され「快適さ」「鎮静」「眠気」「平和」「明るさ」と命名された。因子得点を比較すると「鎮静」のみが弦楽器群より高得点であった。これらの形容詞対の設定や因子のネーミングについてはさらに検討を要するが、ガラス音とチェロの組み合わせによる音楽はガラスの単音への評価に比べ高いものの、総じて弦楽器群よりも低い得点となった。

## 研究結果

### まとめ

本実験では同じ楽曲でも編成や演奏の異なるものでは印象もまた異なることをグラスの擦音を考慮して行った。その結果グラスの擦音を伴ったものは、総じて印象評価が悪く、脳波や精神性発汗の反応とは一致しなかった。グラスの擦音とそれによる音楽をめぐっては生理反応と心理反応の一致が見られず、これまでの研究結果とは異なるものとなり、人間への影響について複雑な特性が認められ、今後さらに検討を要すると思われた。

### [実験 3] 1/f ゆらぎ超音波を付加したときのグラスの擦り音を含む音楽が超音波効果に与える影響について

自然音、生活音などを対象に、これまで可聴域音に付加することによって快適性を高めると報告されてきた 1/f ゆらぎ超音波が、音楽に付加された場合の人間への影響についてグラスの擦り音を考慮した実験をおこなった。2 種の演奏にそれぞれ 1/f ゆらぎ超音波を加えたものの周波数特性と 3 D 図を図 16 と図 17 に示す。

- ① 脳波結果：1/f ゆらぎ超音波を付加することにより、超音波有りの方が無しより  $\alpha$  波が減少した人数は両楽器群とも 15 人中 9 人ずつであった。図 18 で示すように被験者全体の  $\alpha$  波平均変動量は減少し、(G)の方が(S)よりも減少率が高かった。したがって、実験①と比較すると対照的な結果となり、これまでよい影響を与えると言われてきた 1/f ゆらぎ超音波は音楽と組み合わせることで脳の  $\alpha$  波を減少させる結果となった。また、同じ楽曲でも可聴域の楽器の種類によって 1/f ゆらぎ超音波の影響が異なる結果となった。
- ② 精神性反応結果：呈示開始から発汗量が減少したのは(G)の超音波の有無で各 11 人と 12 人、(S)で各 13 人と 9 人であった。超音波有りの方が無しより発汗量が少ないか減少したのは(G) (S)各 9 人と 8 人だった。平均変化量を見ると図 19 に示すように両音楽ともに超音波有りの減少が大きく、(G)の方が超音波の有無の差が大きかった。したがって、1/f ゆらぎ超音波が音楽に付加されることで精神性発汗は減少すると考えられた。また、可聴域の楽器の違いにより、1/f ゆらぎ超音波の影響の度合いが異なることが考えられた。
- ③ 官能試験結果：図 20 に示すようにプロフィール値を見ると「音色の印象」ではいずれも 1/f ゆらぎ超音波が加わることで、非現実性、柔らかさ、鈍さなどの印象が大きくなっている様相が認められた。「心的状態」のプロフィール値も 1/f 超音波が加わることでグラフが右寄りになるが、一方、超音波が付加されることで両音楽ともに、「心が暗くなる」、「憂うつな」の数値が高くなった。また、因子解析を行った結果、図 22 と図 23 で示されるように、超音波が付加されることで、音色の印象ではいずれも「美しさ」の因子得点が減少し、「心理状態」では「心地よさ」「リラックス」の得点が高まる一方で「ポジティブ」の得点が減少する結果となった。この実験では、音楽は 1/f ゆらぎ超音波が加わることで、脳の  $\alpha$  波が減少する結果となり、印象評価ではリラックス感が高まる一方、心が暗くなり、憂うつ感が高まり、ポジティブな気持ちが減少する結果となった。



研究結果

以上、実験1から3までの3つの実験結果をまとめる。

1. 成分の異なるグラスの単音で、超音波の有無による生理的影響を検討した結果、両グラスとも超音波によって $\alpha$ 波が増加したが、精神性発汗については統一的な影響は認められず、グラスの種類によって影響が異なる結果となった。
2. 成分の異なるグラスの単音で、超音波の有無による印象評価への影響を検討した結果、音色の印象についてはグラスによって異なる結果となったが、心理状態へはどちらのグラスも不快、イライラ感、憂うつ感を増加し、ポジティブな感情を減退させる結果となった。したがって、脳波反応と心理反応は一致していないことが認められた。
3. 同じ楽曲で、異なる楽器編成による演奏録音が人間の生理と心理に与える影響の違いをグラス音の有り無しによって測定したところ、グラス音を伴う編成において脳の $\alpha$ 波の含有量については検討の余地があるものの平均量では増加が認められた。また精神性発汗量を顕著に減少させることが認められた。しかし、心理状態においては鎮静感を高めるが、快適性、好感度が低く、不快感、イライラ感、憂うつ感を高める結果となった。したがって生理反応と心理反応の関係については検討の余地が残った。
4. さらに、1/f ゆらぎ超音波を上記のそれぞれの編成に付加して反応を測定したところ、両音楽とも脳の $\alpha$ 波は減少し、グラス音のともなう演奏では顕著であった。これは、自然音や生活音を刺激とした実験結果報告と異なる結果である。一方、精神性発汗は顕著に減少し、心理反応では心地よさや快適感を増進させたが、実験1, 2に加え、憂うつ感や心の暗さを増進させる結果となった。

研究結果

3. 演奏の実施と聴衆のアンケート結果と 4. グラスハーブの可能性について

演奏企画：2012年3月4日14時より成美教育会館グリーンホールにてグラスハーブによるコンサートを行った。共演楽器はヴァイオリン、ヴィオラ、チェロ、ピアノ、民族楽器（太鼓、鈴、ドアチャイム、鉦、ハーモニーボール）、声（語り）である。曲目はグラスハーモニカのためのオリジナルの独奏曲と室内楽（弦楽四重奏と共演）、当時のグラスハーモニカ奏者の編曲による室内楽1曲、筆者による作品の編曲（ピアノ、チェロと共演）、日本の民話の語りとグラスハーブ、チェロ及び音具による作品である。ホールの収容人数304席、面積450㎡である。聴衆は124名、88名のアンケートが回収された。質問内容は以下である。

1. グラスハーブの音色について
2. グラスハーブと相性の良いと感じた楽器音について
3. グラスハーブと相性が良いと思われるものについて

質問1については聴衆に負担がかからないよう、実験では分けられていた「音色の印象」「心理状態」をまとめて10項目に絞った。その結果、図24に示されるように、プロフィール評価のグラフは実験結果よりもきわめて右寄りとなり、グラスハーブの音楽演奏がよい印象を与えている結果となった。特に、実験1から3の結果とは反対に、「気分が晴れる」評価点が高かった。すなわち、実験結果では、グラス音は総じて不快感やイライラ感を誘起させる傾向があるが、コンサートのような開かれた環境では好感度の高いものになることが指摘された。

質問2の「相性のよいと感じた楽器音について」は図25に示されるように、チェロと答えた人が最も多数であった。実験2で使われたグラスハーブとチェロの作品も当日演奏されたが、実験時とは印象評価が異なることが示された。

質問3については図26に示されるように、日本の民話との相性は今回のプログラムの中でもっとも相性が良いと感じられていたことが認められ、グラスハーブの音は西洋楽器や調性音楽とだけでなく、民族楽器や非調性の音組織による演奏の開拓の可能性が高いことが示唆された。また、組み合わせる楽器や芸術領域の工夫によって心理的にも効果のある演出を作り出せるなど、ポテンシャルの高い楽器であることが指摘された。

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

( / )

<p>研究のポイント</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. グラスハーブ(アルモニカに改良)が衰退した理由の一つとして神経に悪影響を与えたと伝えられているが、申請者の研究から楽器音に含まれる超音波が与えた影響も大きいと考え、超音波帯域までの音響特性と人間への影響を調査し、和楽器や自然音とは異なる超音波の人間への効果についての新たな知見を得ることができた。</li> <li>2. グラスの単音による調査を行った結果によって、超音波帯域の人間への影響がグラスの成分によって異なることが指摘された。</li> <li>3. 同じ楽曲での異なる楽器編成の演奏と比較し、グラス音の含む演奏の人間の心身への効果について検討した。グラス音は心理的には憂うつ感やイライラ感を高め、ネガティブな感情を引き起こしやすい傾向が指摘されたが、それは脳のα波と精神性発汗量を指標とし、快適性を示した生理反応結果とは必ずしも一致していなかった。</li> <li>4. 1/fゆらぎ超音波は人間に好ましい影響を与えるとの報告もあるが、音楽を対象にした本実験では脳波、心理状態について異なる結果となり、グラス音を含む音楽においては顕著な結果となった。結合される可聴域音の多様な検討が要されるにいたった。</li> <li>5. 18世紀後半に流行し、19世紀初頭に突然姿を消した楽器アルモニカのオリジナル作品を紹介した。</li> <li>6. GHは多様な音素材を要求する現代の音楽状況に適した可能性を持っていると考える。語りや民族楽器、室内楽との共演、旋法や無調による創作、奏法による音色の変化の実践とアンケート調査を通し、GHの現代的可能性が指摘されたと考える、</li> </ol>
<p>研究結果</p>	<p>別紙</p>

## 今後の課題

### 1. 音響学的研究:

成分の異なるグラスを複数集め、淵を擦って音を発生させたところ、すべてにおいて超音波が認められた。しかし、調査したグラスはすべて市販のものであった。市販のグラスでは、同じ成分で同じ規格であっても音高や音色が違うことも多いため、成分の異なるグラスの形状をそろえるにはグラス制作から行う必要がある。また、形状と超音波の発生との関係については今後の課題としたい。

### 2. 生理学的心理学的研究:

実験1: 単音に関する本実験では和楽器や自然音と同様、グラスの擦り音の超音波もまた脳の $\alpha$ 波や精神性発汗を減少させる傾向が認められたが、グラスの種類によって影響が異なることが指摘された。しかし、比較したグラスは市販のものであり音響学的研究と同様、グラスの形状の違いによる音色の特性と人間への影響との関係については今後の課題とする。また、本実験では生理反応と印象評価は一致していなかった。既往研究からは、音に対する「慣れ」もまた超音波への反応の度合いに関与すると考えられ、被験者を増やして検討したい。

実験2: 音楽による実験では同じ楽曲であっても生理的・心理的反応が異なり、グラスの擦音による音楽は本実験において脳の $\alpha$ 波を増加させ、精神性発汗を減少させる結果となったが、印象評価においては生理反応と異なる結果となった。生理と心理の反応が一致しないことは、これまでの自然音や和楽器の実験結果とは異なっている。今後、被験者を増やし、測定方法も含め検討を重ねたい。

実験3: 1/fゆらぎ超音波の影響に関する実験は既に自然音や生活音を対象に報告されてきたが、音楽を対象とした本実験ではこれらの既往研究と異なる結果であっただけでなく、可聴域の楽器の種類によっても一律ではない結果となった。本来調整された音で組み合わせられた音楽に、可聴域を超えているとはいえ、生理や心理に影響するとされてきた超音波帯域に音楽と関連のない音を付加することによる影響についてはさらなる検討を要すると思われる。また、これまでの超音波による感性工学的実験では脳の $\alpha$ 波反応と精神性発汗の反応は連動するとされてきたが、本研究では連動していなかった。実験方法も含め、さらなる検討をしたい。

アルモニカは催眠療法に使われていた経緯がある一方、神経に悪い影響があるとして演奏が禁止になった経緯も持つ。本実験では、グラスの音がネガティブな感情を増進させる傾向がある一方、演奏会など開かれた場では良い効果を与えている可能性が得られたことから、音楽の場や他楽器との組み合わせ、タイミングなどを工夫することで有効な使用ができると思われる。また、本実験と実践により、グラス音の心身への影響をめぐる相反する言い伝えについて根拠がないとは言えないと考えられた。

### 3. コンサートの催しによる実践的研究

コンサートに会場した聴衆を対象にアンケートをおこない、グラスハープによる音楽についてどのような印象をもつか、また他の楽器や芸術分野との相性について質問をした。筆者は、編曲よりもオリジナル作品の方がグラスの音や特性を生かした形式で作られていると感じていたが、聴衆は編曲や日本の民話との共演にも好感や興味を持っていることが認められた。したがって、古典的な調性音楽だけでなく、旋法や無調の音楽にも適応し、声や他の楽器や諸芸術の分野とも工夫し融合できる発展性のある楽器であると感じた。

また、実験結果と比較すると、グラスハープの音・音楽は聴取条件や環境によってある時は憂うつ感を誘起し、ある時は気分を晴らす効果

	<p>があるなど、影響は極めて繊細で流動的であり、しかも実験結果から、その幅が大きいことが示唆された。したがって、グラスハープが心身に好影響を与える条件や環境を今後も実践をとおして検討していきたい。</p> <p>なお、研究開始時ではアルモニカのために書かれたオリジナルの作品や文献について歴史的研究を行う予定であったが、今後引き続き課題としていく。</p>

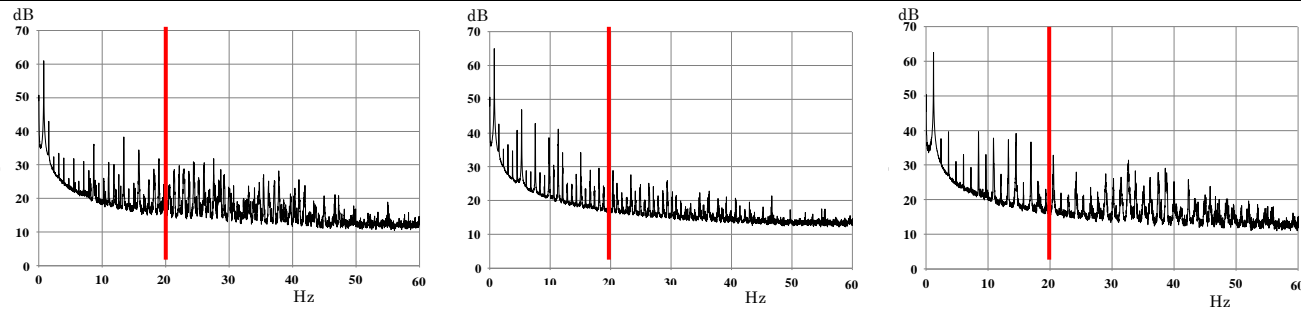


図1 3種のガラスの周波数特性 クリスタルガラス(左) カリクリスタルガラス(中央) ソーダガラス(右)

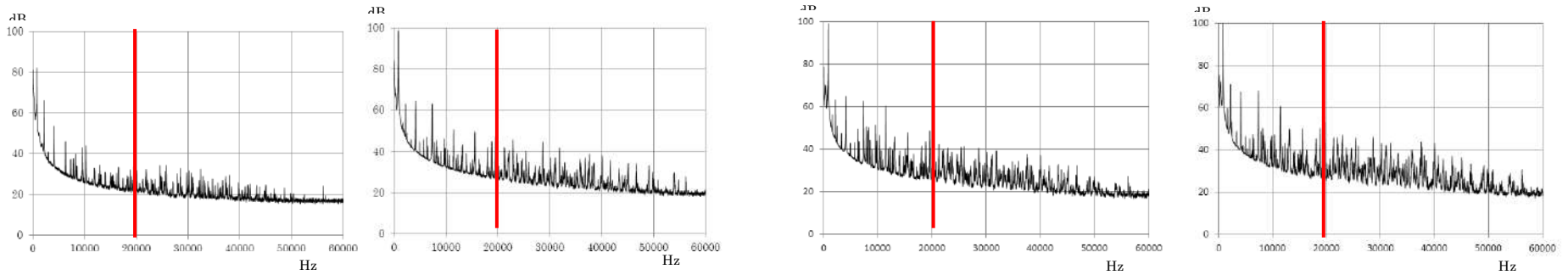


図2 ガラスの擦る回転数の違いによる周波数特性の違い 左から 0.25周 1周 2周 3周

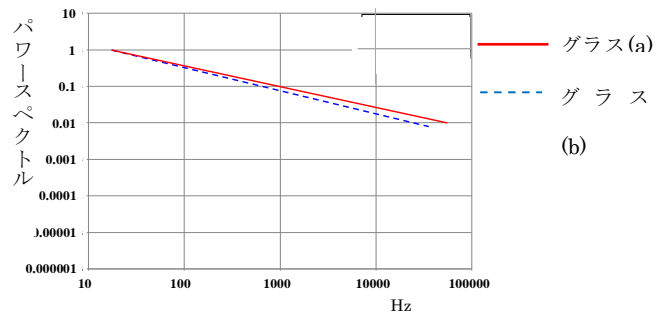


図3 ガラスの擦音のゆらぎ値

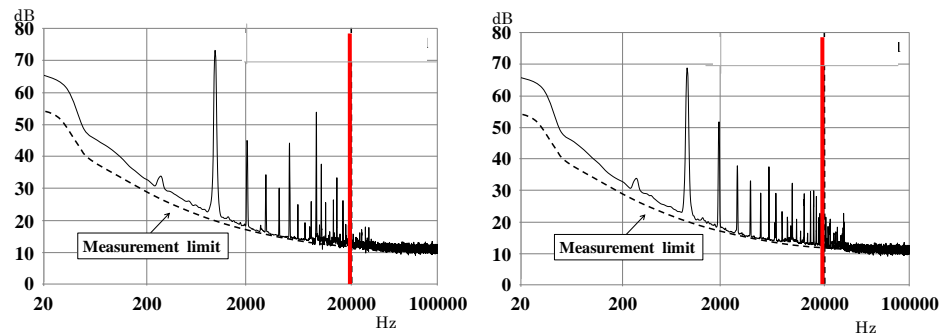


図4 ガラス(a)(左)とガラス(b)(右)の周波数特性

(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。)

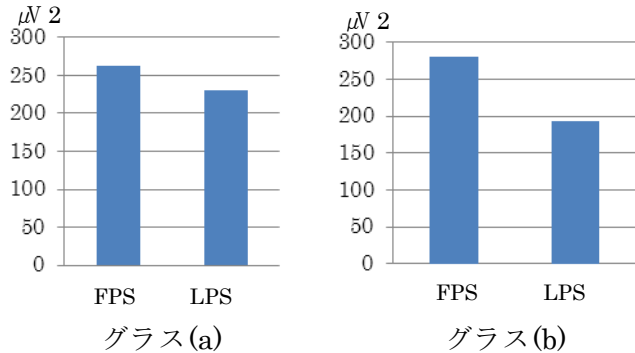


図5 2種のガラスの超音波の有無による脳のα波の平均含有量

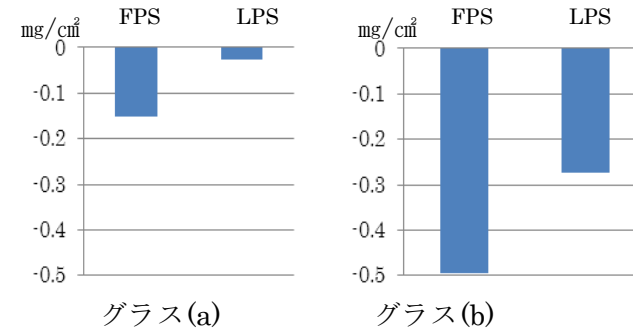


図6 2種のガラスの超音波の有無による精神性発汗量の平均減少量

[音色の印象]

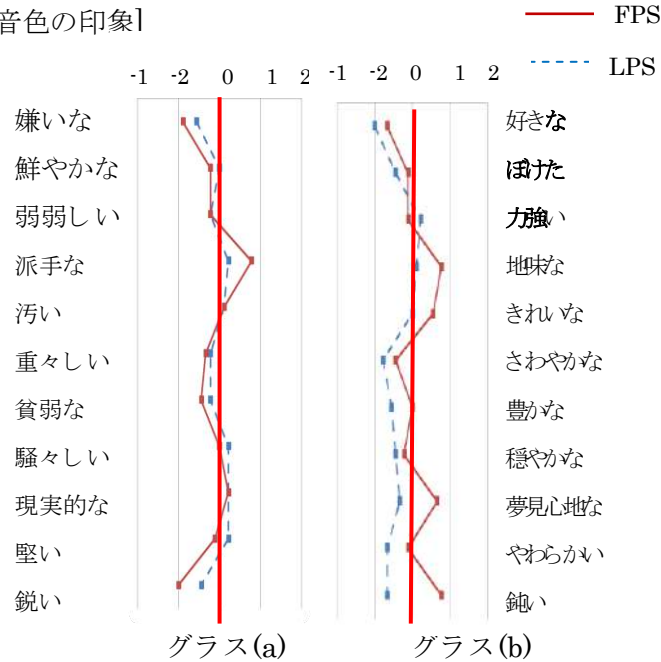


図7 2種のガラスの単音のプロフィール評価

[心理状態]

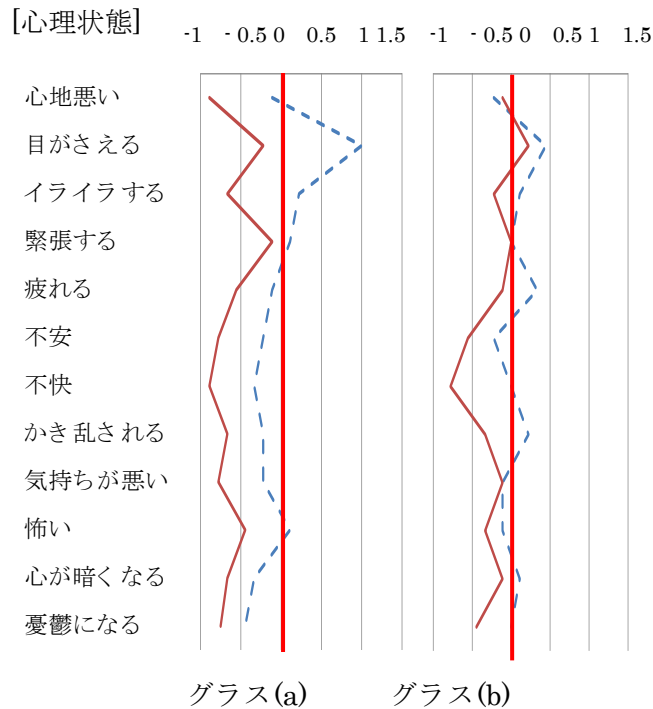


図8 2種のガラスの単音のプロフィール評価

[音色の印象]

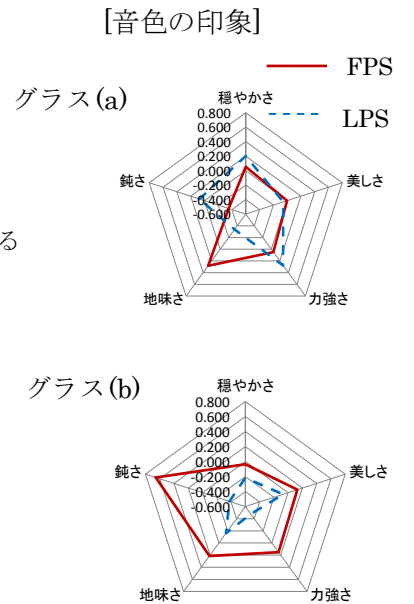
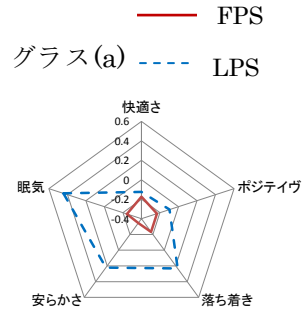


図9 因子解析結果

[心理状態]



グラス (b)

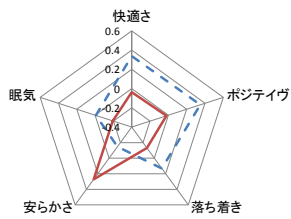


図 10 因子解析結果

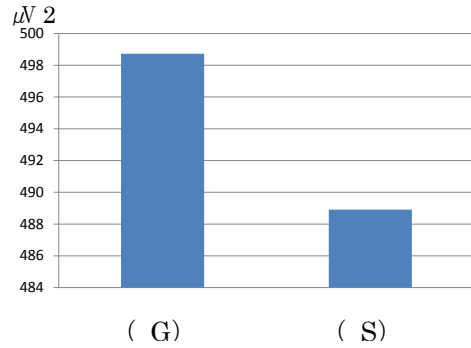


図 12 2種の演奏による脳のα波の平均含有量

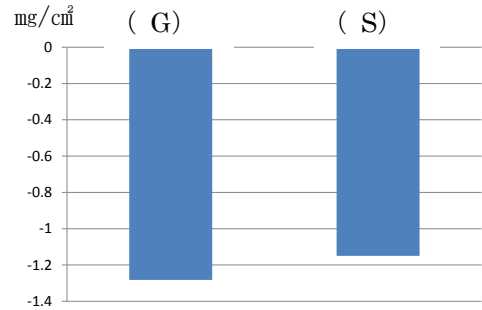


図 13 2種の演奏による精神性発汗の平均減少量

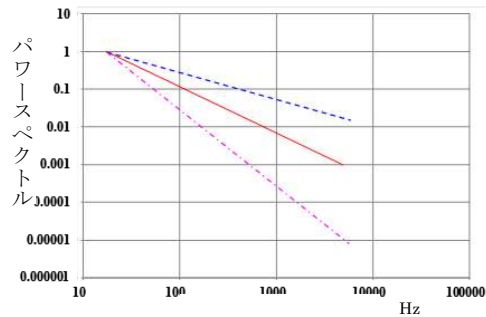
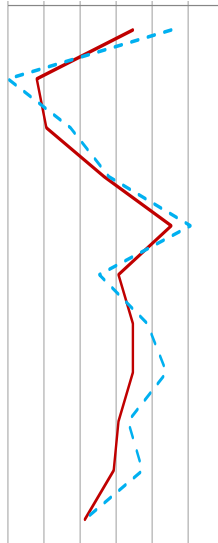


図 11 グラスハーブとチェロによる演奏と弦楽器群による演奏のゆらぎ値

[音色の印象]

嫌いな  
鮮やかな  
弱弱しい  
派手な  
汚い  
重々しい  
貧弱な  
騒々しい  
現実的な  
堅い  
鋭い

-1 -0.5 0 0.5 1 1.5 2

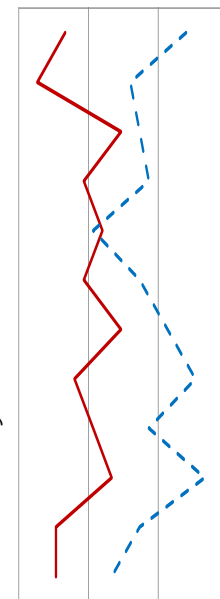


好きな  
ほめた  
力強い  
地味な  
きれいな  
さわやかな  
豊かな  
穏やかな  
夢見心地な  
やわらかい  
鈍い

[心理状態]

心地悪い  
目がさえる  
イライラする  
緊張する  
疲れる  
不安  
不快  
かき乱される  
気持ちが悪い  
怖い  
心が暗くなる  
憂鬱になる

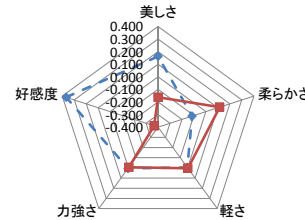
0 0.5 1 1.5



心地よい  
眠くなる  
落ち着く  
リラックスする  
楽  
安心  
快  
心が和む  
気持ちがいい  
やすらか  
心が晴れる  
前向きになる

図 14 2種の演奏によるプロフィール評価

[音色の印象]



[心理状態]

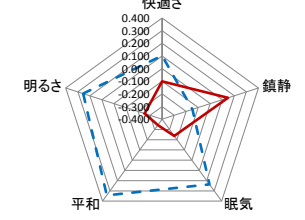


図 15 2種の演奏による因子解析結果



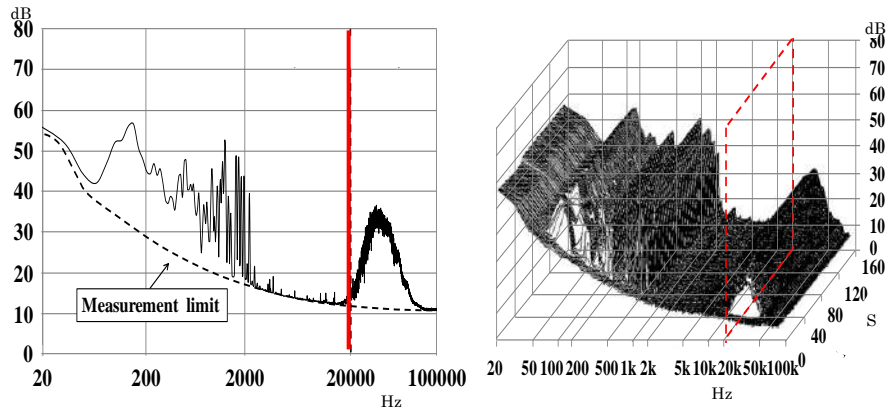


図 16 グラスハープとチェロによる演奏の周波数特性と 3 D 図

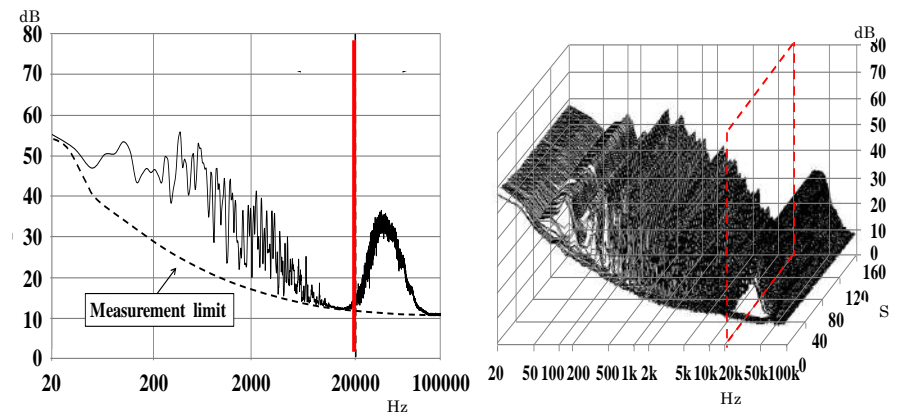


図 17 弦楽器群による演奏の周波数特性と 3 D 図

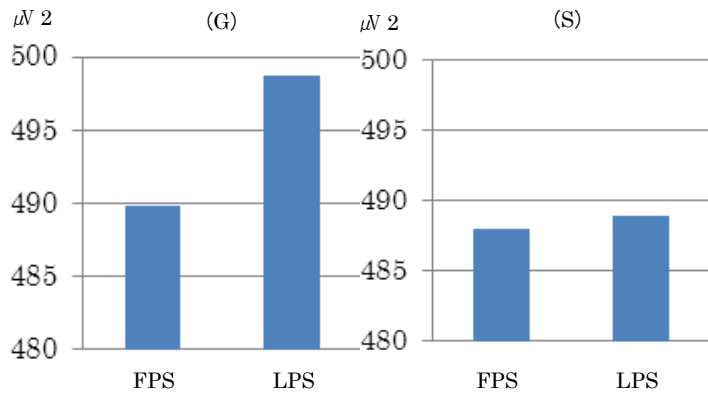


図 18 2種の演奏における 1/f ゆらぎ超音波の有無による脳の  $\alpha$  波の平均含有量

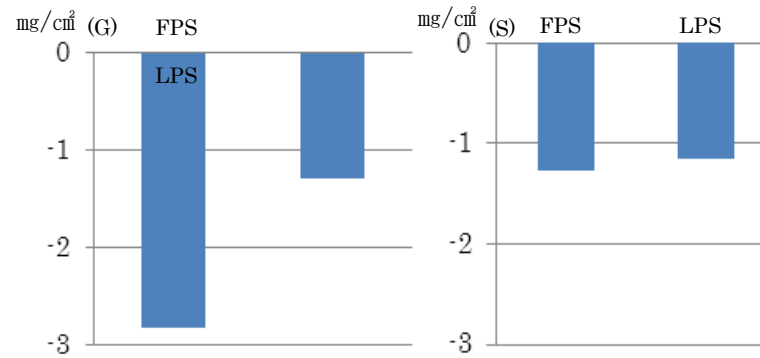


図 19 2種の演奏における 1/f ゆらぎ超音波の有無による精神性発汗の平均減少量

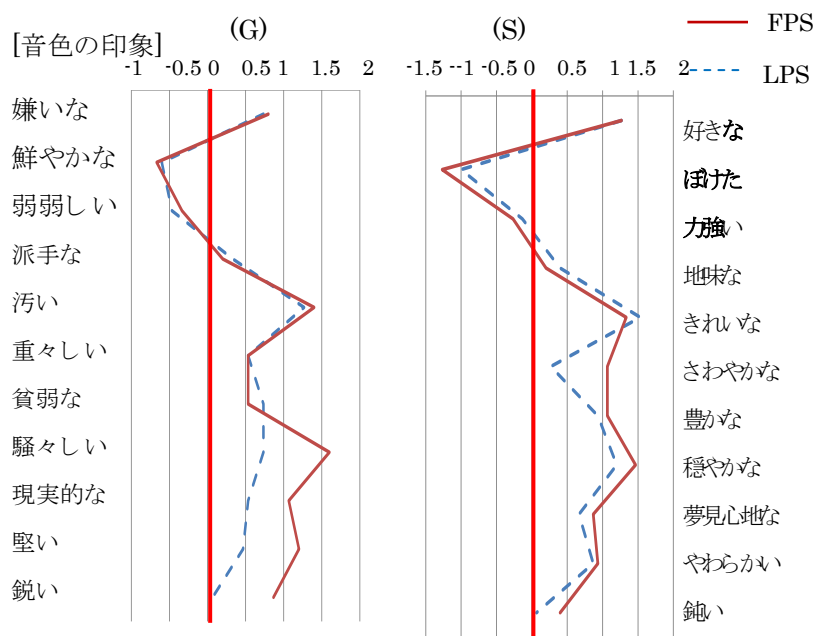


図 20 2種の演奏の1/f ゆらぎ超音波の有無によるプロフィール評価

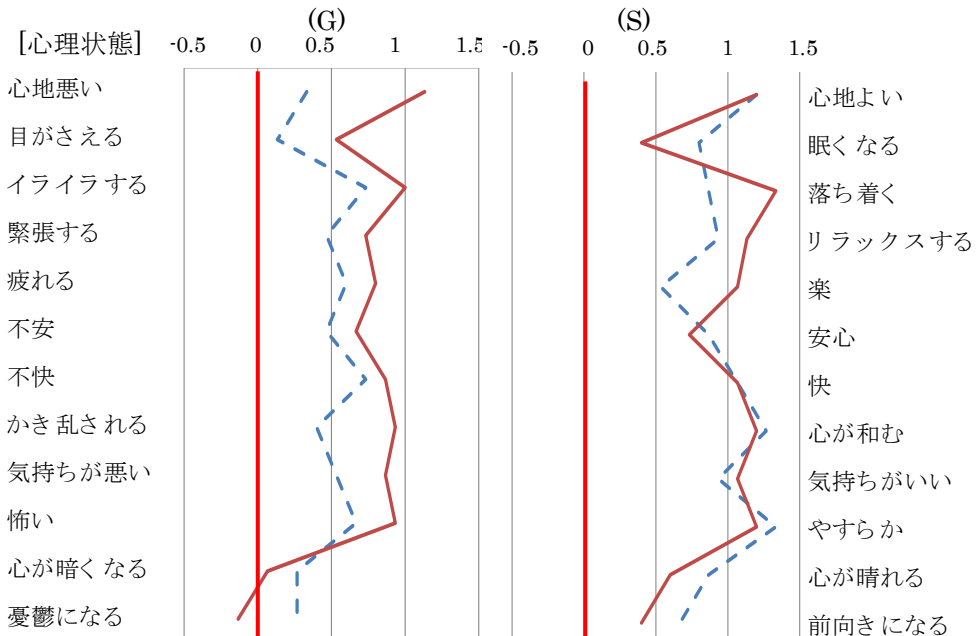


図 21 2種の演奏の1/f ゆらぎ超音波の有無によるプロフィール評価

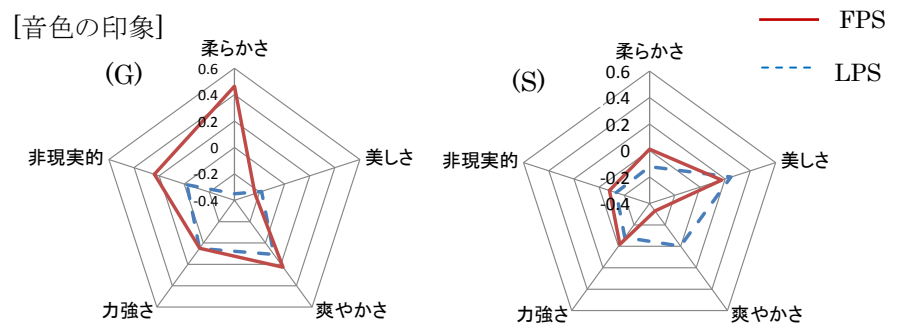


図 22 2種の演奏の1/f ゆらぎ超音波の有無による因子解析結果

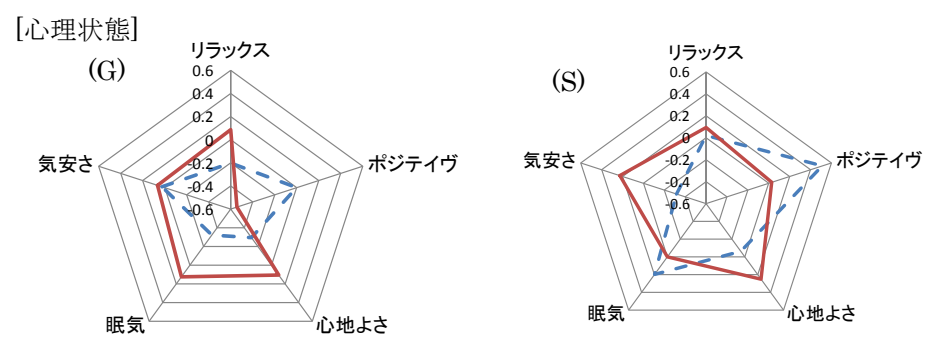


図 23 2種の演奏の1/f ゆらぎ超音波の有無による因子解析結果

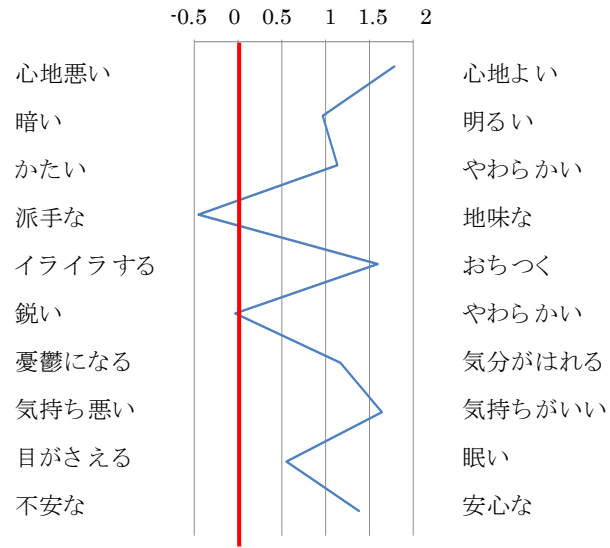


図 24 グラスハープ演奏のプロフィール評価

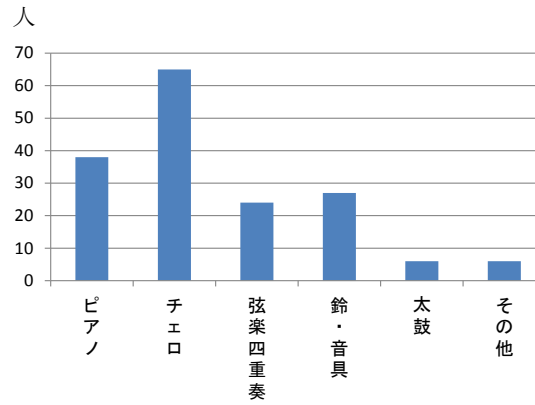


図 25 グラスハープと相性のよいと感じた楽器音

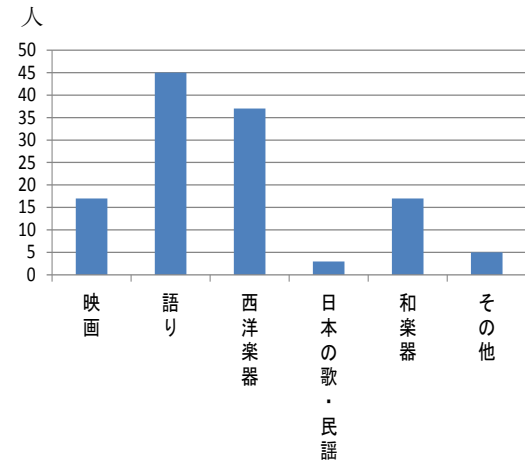


図 26 グラスハープと相性の良いと思われるもの