

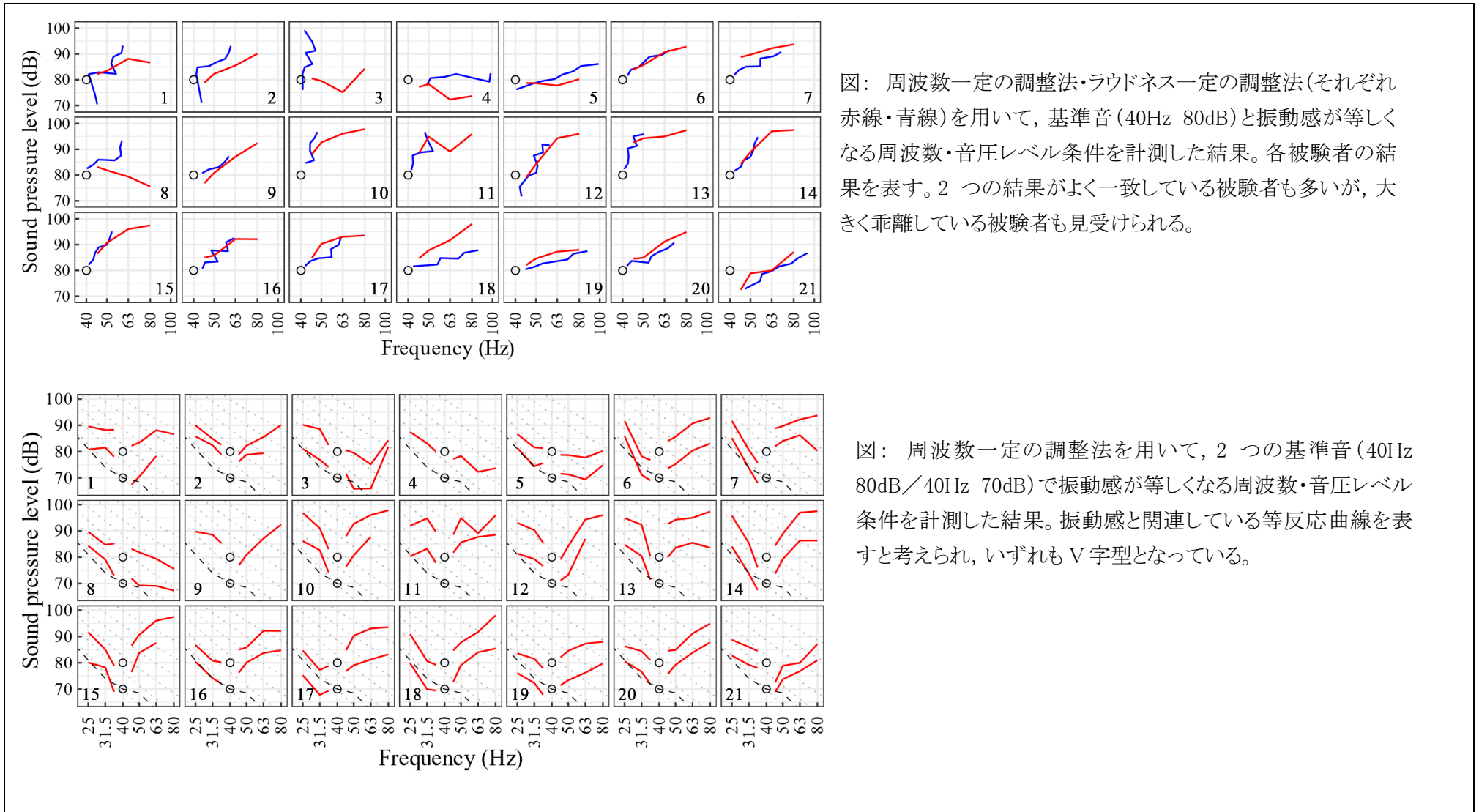
研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

( 1 / 3 )

研究題目	風車音による健康影響の原因となる「振動感」に関する研究	報告書作成者	田鎖順太
研究従事者	田鎖順太		
研究目的	<p>再生可能エネルギー普及を背景として世界中で大小様々な発電用風車が建設される中、その周辺の住民からは、睡眠障害・頭痛・めまい・吐き気、等の健康影響が報告されている。これらの症状は風車音が原因と推察されるが、交通騒音等の環境騒音では頭痛・めまい・吐き気等の健康影響は見受けられず、特異的である。また、これらの症状は半規管や前庭器官に刺激が与えられた際の症状と類似しており、音がこれらの器官によって受容されている可能性が示唆される。</p> <p>風車より発せられる音とその他の環境騒音を比較すると、前者は低周波成分が卓越するという特徴があり、風車近傍において生じている健康影響に低周波音が寄与している可能性がある。既存研究において、低周波音では「振動感」なる知覚が報告されており、この振動感と風車近傍の特異的な健康影響が関連している可能性が考えられる。</p> <p>本研究では、低周波音による「振動感」に注目し、その反応性にみられる周波数特性の解明を試みた。周波数によって振動感がどの程度知覚されやすいかを明らかにすることは、風車近傍において生じる様々な健康影響の原因やリスクを解明する上で基礎的かつ重要になると考えられる。</p>		
研究内容	<p>振動感に関する先行研究では、「頭の中や耳の奥で感じる振動」、等の教示に基づき、被験者に振動感の有無を回答させる音響心理実験が行われてきた。しかし、「振動感の有無」と「音の知覚の有無」の判別、「振動感の強弱」と「音の大きさの大小」の判別等は被験者にとって容易ではない。そのため、音響心理実験によって振動感を計測することが可能かという点についての検証を試みた。次いで、様々な周波数・音圧レベルにおける振動感の強さを被験者に判断させることによって、周波数-音圧レベル平面における振動感の等反応曲線の導出を試みた。</p> <p>音響心理実験は、北海道大学フロンティア応用科学研究棟内に設置した防音室内において行った。被験者は聴力正常であり目眩・ふらつきの既往歴のない男女 21 名であった。音は、PC で作成した純音を USB-DAC (TEAC UD-503) を通してヘッドホン (SONY MDR-MA900) を使って被験者に提示した。この際、ヘッドホンから出力される音圧が、自由音場で 2m 離れたスピーカーと正対した時と等しくなるように USB-DAC の出力電圧を校正した。この校正にはヘッドトルソシミュレーター (Bruel and Kjar Type 4128) 等を用いた。</p>		

研究内容	<p>(続き)</p> <p>非専門家である被験者にとって「振動感」は馴染みのない感覚であり、実験を行う前準備として振動感の体験を試みた。被験者には、「音には周波数や大きさによって、聞こえやすさや振動感、圧迫感などの複数の感覚がある」こと、振動感を「耳の奥や頭の中で振動を感じる感覚」であることを教示した上で、200Hz 50 phon の純音を呈示し、ラウドネスを一定に保ったまま、周波数を 25 Hz まで連続的に低下させた。この操作によって、全ての被験者が周波数の低下に伴って振動感があったことを回答した。</p> <p>予備実験において、被験者にとって振動感の有無の判断は困難であること、一方振動感の強弱の判断であれば可能であることが示唆されていたため、続く実験では、振動感が等しくなる音の周波数・レベルに被験者自身の操作によって呈示音を変化させることによって(調整法)、振動感の測定可能性について検討し、等反応曲線の測定を試みた。</p> <p>音に関する調整法では周波数を一定として音圧レベルを変化させることが多いが、音圧レベルの変化によって振動感だけではなく音の大きさも変化するため、振動感の強弱を判断するのは必ずしも容易ではない。そのため、本研究では、周波数を一定・音圧レベルを可変とした調整法に加えて、ラウドネスを一定・周波数(および音圧レベル)を可変とした調整法を用いることとした。先行研究・予備実験から、基準音として比較的振動感が得られやすい 40Hz 80dB の純音を選択し、被験者の操作による調整によって、これと振動感が等しくなるような周波数・音圧レベルの条件を求めた。周波数一定の調整法では、周波数を 25, 31.5, 35.5, 45, 50, 63, 80 Hz の 7 つの条件とし、ラウドネス一定の調整法では、ラウドネスを 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 phon の 9 つの条件とした。</p> <p>本研究では、2 つの異なる調整法によって得られた結果を比較することによって「振動感」の計測可能性について検討した。さらに、基準音を 40Hz 70dB の純音とした際の等振動感曲線について、周波数一定の調整法による測定を試みた。</p> <p>先行研究では、40Hz 70dB の純音は振動感の平均的な閾値であり、かつ振動感の閾値はラウドネスと同様に周波数が高いほど低いことが示されている。一方、高い周波数では振動感よりも音の大きさが優先的に知覚されることを示した先行研究があり、研究申請者らによる予備実験でも、振動感 は 40Hz 程度の周波数で最も強く感じることを示されていた。振動感の等反応率曲線の形状に関して、科学的知見は不十分であり、本研究はそれを明らかにしようとする初めての試みであった。</p>
------	--

<p>研究のポイント</p>	<p><u>「振動感」は音響心理実験によって計測可能であるのか</u></p> <p>音による振動感が低周波音で知覚されることは報告されているが、「振動感の有無」と「音の知覚の有無」、「振動感の強弱」と「音の大きさの大小」等の区別は被験者にとって容易ではない。音響心理実験で低周波音による振動感をその他の知覚と区別して知覚させ、その強弱等を測定することはできるのか？</p> <p><u>「振動感」はどの周波数でどの程度強く感じられるのか</u></p> <p>振動感について、ラウドネスの様な等反応曲線はこれまでに得られていない。風車騒音等の低周波成分が卓越する騒音による特異的な影響を評価する上で、周波数特性の解明に価値がある。</p>
<p>研究結果</p>	<p>周波数一定の調整法およびラウドネス一定の調整法によって基準音と振動感が等しくなるような周波数・音圧レベルの条件を求めたところ、両者の結果がよく一致している被験者がいる一方、大きく乖離した被験者も見受けられた。どの様な知覚を「振動感」として捉えるかについての基準は被験者によって大きく異なる可能性があり、音響心理実験による振動感の測定は容易ではないと考えられる。2つの実験結果が大きく異なる被験者は、音の高さや大きさと振動感の分別が困難であったと考えられる。</p> <p>2つの調整法で異なる結果が得られた被験者が見受けられた一方、周波数一定の調整法で異なる基準音を用いて等反応曲線を求めた結果は、多くの被験者で平行となり、40Hz程度の周波数で極小値を示すV字型であった。この周波数特性は振動感に関連する何らかの反応性を表していると考えられ、振動感の周波数特性もまた同様の形状を示すと示唆される。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>振動感を判別しやすい条件を検討・準備したが、音響心理実験ではその測定が容易ではないことが示された。今後、誘発筋電位、眼球運動、心拍、等、生体指標を用いた客観的な測定による測定が望まれる。また、並行して、風車騒音等によって生じる影響に関する疫学調査が望まれる。振動感の周波数特性は明らかとはなっていないが、その感度は40Hz付近にピークがあると予想され、音の大きさの感覚とは大きく異なる。このことを考慮した上で、騒音と影響の量反応関係に関する考察が望まれる。</p>



図：周波数一定の調整法・ラウドネス一定の調整法(それぞれ赤線・青線)を用いて、基準音(40Hz 80dB)と振動感が等しくなる周波数・音圧レベル条件を計測した結果。各被験者の結果を表す。2つの結果がよく一致している被験者も多いが、大きく乖離している被験者も見受けられる。

図：周波数一定の調整法を用いて、2つの基準音(40Hz 80dB/40Hz 70dB)で振動感が等しくなる周波数・音圧レベル条件を計測した結果。振動感と関連している等反応曲線を表すと考えられ、いずれもV字型となっている。

(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。)