J24115

騒音環境下における歪成分耳音響放射検査法の開発

Development of measuring method of distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) in noisy environment

○学 根木 裕次郎^{*1}, 小池 卓二^{*1,2}Yujiro MOTOKI^{*1}, Takuji KOIKE^{*1,2},^{*1} 電気通信大学 University of Electro Communications^{*2} 脳・医工学研究センター Center for Neuroscience and Biomedical Engineering**Key Words** : DPOAEs, White Noise, Frequency Domain Averaging, Time Domain Averaging

DPOAEs は耳に周波数の異なる 2 つの音 (f_1 , f_2) を同時に入力した際に別の周波数 $nf_1 \pm mf_2$ (n, m は整数) の音が放射されるというものである. $nf_1 \pm mf_2$ の音を結合音と呼び, 蝸牛内に存在する外有毛細胞の伸縮運動の非線形性に起因するものと考えられている. これらの中で, 周波数 $2f_1 - f_2$ の音波 (以後, DP 成分と呼称する) がヒトで最も観測されやすいことが知られている. また, DP 成分の大きさは f_2 に対応する聴力レベルと相関があると言われている^{(1),(2)}. DP 成分は非常に微弱な音であるためノイズに埋もれやすく, 静かな環境かつ可能な限り被験者の身体が動かないようにした状態で計測する必要がある. そのため, 騒音環境下での計測や放射する DP 成分のレベルが低い人では DP 成分を検出するのが難しいことが知られている. 本研究では, DPOAEs の周波数安定性に着目し, 測定したデータを時間領域に対して平均化することでノイズの低減を実現し, 静寂環境下・騒音環境下で計測を行うことで時間領域における加算平均方法の有用性の検討を行ったので報告する.

従来の DPOAEs 計測ではデータ処理において周波数領域における加算平均 (以後, パワースペクトル平均法と呼称する) を行っている. パワースペクトル平均法は測定した波形をその都度 FFT 解析し, その後平均している. 今回我々はデータ処理方法を時間領域における加算平均 (以後, 時間平均法と呼称する) に変更することでノイズの低減を試みた. 時間平均法では測定した波形を分け, 分けた波形を平均し, その後 FFT 解析を行った.

静寂環境下・騒音環境下にて 20 歳代の健聴男性 3 名, 女性 1 名の右耳を対象に, DPOAEs 計測を行った. 防音室内 ($L_{Aeq}=33$ dB) にて, 被験者の正面に騒音出力用のスピーカー (PS-S202, Victor) とパワードサブウーハ (SP-DW103, Victor) を置き, ホワイトノイズまたは録音した食堂の音を再生することで騒音環境 ($L_{Aeq}=65$ dB) を再現した. これらの環境下にて時間平均法を用いて DPOAEs 計測を行った. その際, 加算平均する前の波形を保存, 保存した波形をパワースペクトル平均法で解析することで時間平均法と比較した. 本研究で用いた DPOAEs 計測装置は, DPOAEs 計測専用のプローブ (ER-10C, Etymotic Research), AD/DA コンバータ (NIUSB-6251, National Instruments) と PC により構成されている. データの計測・処理及び波形の確認は LabVIEW (Ver.2018, National Instruments) で作成したソフトウェアを用いた. 加算回数は 40 回とした. ノイズレベルは FFT した際の DP 成分周りの ± 100 Hz の成分を平均することで算出した. 過去の研究から f_1 成分の音圧を P_1 , f_2 成分の音圧を P_2 とすると $f_2/f_1 = 1.2$, $P_1 = 70$ dB, $P_2 = 60$ dB に固定することで歪成分を検出しやすいことが知られているため, 上記のように入力音を設定した. 刺激音 f_2 の周波数を 0.9~9.6 kHz の範囲で変化させて計測を行った.

計測結果より, 静寂環境下・騒音環境下のどちらの騒音下においても, 時間平均法を用いることでパワースペクトル平均法と比較して 20 dB 程度ノイズを低減可能であることが分かった. 騒音環境下において, パワースペクトル平均法では DP 成分とノイズレベルが近く, SN 比が低かったが, 時間平均法では刺激音 $f_2 = 4800 \sim 9600$ Hz の計測においては DP 成分とノイズを区別して検出することができた被験者もいた. また, 時間平均法, パワースペクトル平均法の計測時間はほぼ同じであった. 以上より, 時間平均法が有用であることが示唆された.

文 献

- (1) 立木孝, “聴力検査の実際”, 南山堂, 2003, pp. 123-130
- (2) 小川郁, “他覚的聴力検査法としての耳音響放射検査”, Audiology Japan, Vol. 49 (2006), pp. 219-226