

VII 一般演題 E 5. ヘリウム音声復元装置(切出し伸長法)

郵政省電波研究所

鈴木誠史 高杉敏男

1. はじめに

高圧ヘリウム環境で発声した音声(ヘリウム音声)はひずみが多く⁽¹⁾、圧力が増すとほとんど理解できない⁽²⁾。高圧環境の音声通信を確保するため、このひずみを軽減する装置が開発されているが、まだ決定的な方法はない⁽³⁾。ここでは、ヘリウム音声波形を一定時間ごとに区分してその一部を除去し、残りをもとの時間長に伸長すること(切出し伸長法と名付ける)により、スペクトルを圧縮する装置を試作した。この装置は簡単ではあるが、ヘリウム音声の了解性改善に効果があることを示す。

2. ヘリウム音声のひずみ

ヘリウム音声の主なひずみは、ヘリウムの音速が大気の音速よりも早いことによる音声スペクトルの拡大、空気密度の増大に起因する無声音のレベルの低下や、声道の最低共周波数の上昇である。これらの中で了解性の劣化にもつとも寄与しているのは、スペクトルの拡大である。これはヘリウム音声の録音テープを低速再生すると判り易くなること⁽⁴⁾、高圧空気中の音声(ヘリウム音声)よりもはるかに聞き易いことから明らかである。

3. 本装置の原理と構成

録音テープの低速再生は有効ではあるが、録音時間よりも再生時間が長くなり、実時間で実行できない。しかし、音声の冗長性を利用し、テープの一部を切り捨て残りを接続すると再生時間を短縮できる。たとえば、図で入力音声(A)のDの部分(クリック)を捨てRを接続し、テープ速度をR/Sにして再生すると(B)になる。なお、Sごとにクリックを生じるので、(C)のように振幅包絡をつけてこれを減少させる。

切出し伸長法の有効性を計算機シミュレーションで確認した後に、デジタ

ル素子による装置を試作した。この装置では、入力信号をAD（アナログ・デジタル）変換してシフトレジスタに記憶し、Rの部分でAD変換時の標本周波数のR/SでDA変換している。またDA変換の周波数は一定とし、AD変換の周波数を変えてスペクトルの圧縮比 $k = S/R$ を変えている。なお、 $S : 20 \sim 41 \text{ ms}$ 、 $T : 0.5 \text{ ms}$ 、 $k = 0.5 \sim 4$ である。

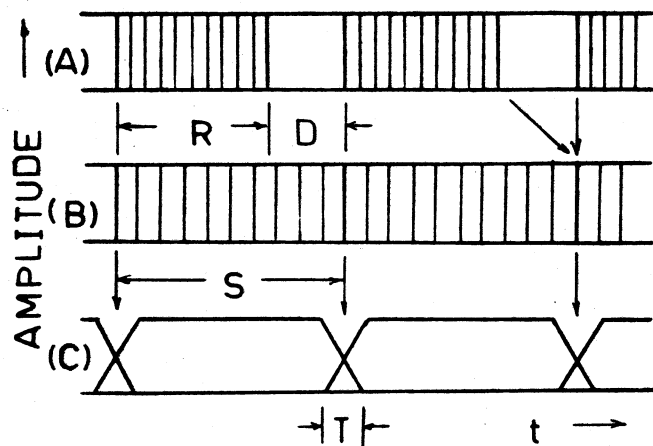


図 切出し伸長法の原理

(A): 入力音声信号

(B): 伸長された信号

(C): Bの振幅包絡

4. 実験結果

4. 7. 11 気圧のヘリウム音声の本装置で変換し、4名の研究者に呈示し最適の k を求めた。各気圧下の音速上昇比は 1.55, 2.22, 2.31 であつたが、 k はより低い 1.5, 1.83, 1.79 が選ばれた。本方式によると、ピッチ周波数も k に対応して低下するため、音速上昇比に等しい k が不自然に低いピッチを生じることがその原因である。

$k = 1.8$ として、7. 11 気圧で発声した単音節を変換し、同じ4名により音節明りょう度を求めた。その結果を表に示す。なお、ヘリウム音声と、これは $\frac{1}{2}$ 速度で再生した場合の音節明りょう度も同時に示した。本装置によると、低速再生には及ばないが、改善の効果は大きい。また、話者や試験者による偏差が減少したことが特徴的である。

母音明りよう度は、7気圧で98.0%、11気圧で99.1%（ヘリウム音声では70%）となり、誤りはほとんどない。異聴としては、無声子音→|h|；|h|→母音；|b|，|g|→母音；|z|→|r|，|d|；|s|→|t|などが多く、一方半母音が正しくききとられている。これらは音声情報の一部が失われることから大体説明できる。

本装置は、原理的にヘリウム音声ひずみの一部分を復元しているに過ぎず、また音声情報の一部を利用していない。しかし、簡単（安価）で安定に動作し、簡単な割合には改善の効果は大きい。したがって、11気圧程度までは使用できるものと期待している。

表 ヘリウム音声とこれを処理した音声の音節明りよう度

圧力	表数	ヘリウム音声		1/2速度再生		変換した音声	
		P	S	P	S	P	S
7	4	37.7	2.9	62.7	2.1	47.8	2.1
11	8	22.4	6.2	54.7	5.2	46.3	3.2

P：音節明りよう度(%), S：標準偏差(%)

<参考文献>

- (1) 中津井, 他; 高圧ヘリウム環境における音声のひずみ, 本学会誌, Vol. 6, P. 39, 1972.
- (2) 鈴木, 他; 高圧ヘリウム環境で発声した音声のききとりによる分析, 本学会誌, Vol. 7, P. 102, 1972.
- (3) Hollien, H.; On-Line Evaluation of Three HeO₂ Unscramblers, Jour. Acoust. Soc. Amer., 46, P. 82 (A), 1969.
- (4) Holywel, K.; Helium Speech, Ibid, 36, P. 210(L), 1964.