

E-5. ヘリウム音声復元装置（切出し伸長型）の試用実験

郵政省電波研究所 鈴木 誠史

// 中津井 護

// 田中 良二

高圧のヘリウム空気中で発声されたヘリウム音声は、大きくひずみ、圧力（深度）を増すと殆ど理解できなくなる。したがって、ヘリウム音声の了解性を改善し、海中での音声通信を確保するため、幾つかの方法が開発されているが、まだ決定的な方法はない。

ヘリウム音声の了解性劣化の最大の原因は、ヘリウム空気の音速に比例して音声スペクトルが拡大するためである。したがって、音声信号の冗長性を利用し、音声波形の一部を除去し、残りをもとの時間長に伸長してスペクトルを圧縮する。“切出し伸長方式”を開発し、計算機シミュレーションの後に装置を製作した。ここでは、海洋科学技術センターと電波研究所の共同研究として、本装置をシートピア計画の海中居住実験（1973年9月、深さ60m）で試用した結果を報告する。

実験の概要

- (1) ヘリウム音声と本装置で変換した音声の評定尺度法による評価、
- (2) 最適周波数スペクトル圧縮比 α の設定と本装置の調整の容易さについての調査、
- (3) 音声明りょう度試験、

を行なった。なお、(1)と(2)は居住実験の現場で、管制、広報、医師などの関係者によって行われた。(3)は、アクアノートの発声したCV音節表（CV音節＝子音＋母音音素、1表は67音節からなる）により、研究室で行なわれた。

ここで用いられた音声資料は、船上減圧室でアクアノート4人が発声したものであり、専用の高忠実度マイクと回線を通じて収録された。また、圧力は6.3 atm、音速上昇比 k （通常大気の音速を1とする）は1.88、空気密度は大気の1.95倍である。

実験結果

- (1) 下記の5段階の尺度により14人が評価を行った。
 5. 完全に理解できる。
 4. ときどき判らない単語があるが、話の内容は理解できる。
 3. ときどき話の内容が判らない。

2. ところどころ判るが、話の内容が判らないときが多い、

1. ほとんど意味が判らない。

ヘリウム音声に対する評価と、本装置で変換した音声の評価の関係を表に示す。8人の評価が1段階、5人が2段階上昇している。

(2) 各話者ごとの α の設定を19人により行った。 α の平均値は1.54、標準偏差は0.14である。ところで、この α は音速の上昇比 k よりも小さい。これは、切出し伸長方式がスペクトルの圧縮に比例して音源の基本周波数を圧縮するため、 k と等しい α では低過ぎるピッチ感覚を与えるためである。一般にヘリウム音声のとき、基本周波数の上昇は1.1~1.3倍であり、この実験では1.2であった。 α は、 k と1.2の幾何平均(または算術平均)に近い。

話者、試験者別の α について t 検定を行ったところ、有意差(1%)はなかった。これは一度 α を設定すると、通話者が変わってもほとんど調整の必要がないことを意味する。一方、アンケート調査によると、ほとんどの試験者が、調整は容易であるとしている。

(3) 4人の話者による12表の試験表を、防音室で4人の試聴者(男性研究者)に提示した。なお、 $\alpha = 1.54$ としてヘリウム音声の変換を行った。音節明りょう度、母音明りょう度はヘリウム音声で60%、96.5%、変換後で55.8%、98%であった。分散分析の結果、統計的には変換の効果はない。これは、前回報告した結果(10.6 atm, 6.8 atmのヘリウム音声処理結果)や、前記の評定尺度法による評価とは異なる。これは、本実験のヘリウム音声の了解性が比較的高いため、変換の効果が表れなかった(切り出しひずみがあるため音声品質に上限がある)こと、音節明りょう度がこの方式の評価の尺度として、必ずしも適切でないことによる。

評定尺度法による評価、調整の容易さ、前回発表した明りょう度試験の結果、一般的な試用者の意見などを考慮すると、本方式は少くとも6~11 atmでは有効と考えられる。

一方、話者の個人性、自然性の復元も望まれているが、これは本方式ではその原理から不可能である。これらの、音声の表情性の情報の復元や、より高圧下の音声通信の確保のためには、分析・合成素を利用した高度な方式の開発が必要である。

表 ヘリウム音声と装置(切出し伸長方式)で変化した音声の評価

		ヘリウム音声				
評価		5	4	3	2	1
変換した音声	5		2	4		
	4		1	6	1	
	3					
	2					
	1					