

2012年「音の日」記念講演より

「緊急地震速報チャイムの誕生秘話」

2012年度 第17回「音の匠」

東京大学名誉教授

伊福部 達

1. はじめに

東日本大震災は2011年3月11日の午後2時46分過ぎ、NHKから発信された「チャラン チャラン」というチャイムとともに始まった。研究室で学生たちと打合せをしていたときであったが、その時は「久しぶりに聞いたな」と、一瞬その音に感慨を覚えた。しかし、その被害は時間が経つにつれて想像を絶する甚大なものと分かり、メディアはそれから悲惨な被害状況を報道し続けた。

学生の一人がたまたま被災地の出身で家族がそこに住んでいたことから、ツイッターを使って必死になって安否の情報を探していた。その学生が「先生の作ったチャイム音がツイッター上で大変なことになっている」と言ってきた。ツイッターには「あの不気味な音は誰が作ったのか」、「ゴジラと関係があるらしい」、「そういえばゴジラといえば水爆実験で生まれはずだ」といった情報が飛び交っていたらしい。学生の家族の安否の確認には1週間以上かかったのであるが、幸い無事であることが分かり、とりあえず胸をなでおろした。

ここでは、私が「音の福祉工学」の研究に取り組むことになった理由について触れ、一飛びして「地震警報の音」ができるまでの経緯を述べたい。

2. 音の福祉工学の道へ

私は、北海道大学の電子工学科の4年生のときに、当時我が国で唯一の医療工学の研究室であるME（メディカルエレクトロニクス）研究室に配属された。卒論では心臓の能力の一種である「心拍出量」を計測するテーマを与えられた。何とか卒論を書き終えたのであるが、修士課程に進むことを決めた時に、「医学のイの字も知らないまま、心臓計測の研究を続けていっても、将来が不安です」と教授に訊ねたことがある。そうしたら「君は耳が良いはずだから聴覚のME研究でもしたらどうか」と勧められた。卒業した1970年頃は怪獣映画「ゴジラ」のシリーズがブームになっており、叔父の伊福部昭が作曲した「タタタ、タタタ、タタタタ タタタ」というリズムとメロディも広く知られるようになっていた（図1）。

もともと音楽など音関係の科目はあまり好きでなかったので迷ったが、電電公社（現：NTT）に就職も決まりかけていたことから、少しくらい寄り道をしてもいいかなと思ひ、聴覚障害者のためのME研究をテーマに選んだ。ところが、今まで習ったことも無い聴覚の仕組みについて啓蒙書を読んでいくうちに、その奥の深さに次第に引き込まれていった。振り返ってみると40数年にわたり「音の福祉工学」の研究から足を洗えないままである。

この間、最初に取り組んだのが音の高さが急激に変わる「FM音（周波数変調音）」をヒトはど

のように知覚するかという研究であった。心理物理実験や脳波計測などを通じてまとめた結果を「FM音によるマスクング」と題して初めての論文とした。その後、音を指先の触覚に伝える「触知ボコーダ」(図2)に着手し何とか試作機を完成させることができ、ろう学校での利用の様子はドキュメンタリーにもなった。



図1. ゴジラ音楽と伊福部昭

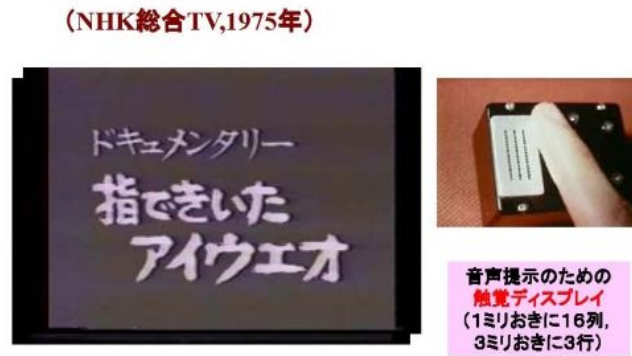


図2. 触知ボコーダとそのドキュメンタリー

それからは、音声を文字にする「音声タイプライター」、聴神経の電気刺激で音を伝える「人工内耳」、喉頭摘出者のための「人工喉頭」、超音波の反射音で環境を知らせる「超音波メガネ」、視覚障害者が音だけで環境を知る「気配の研究」などに取り組んだのであるが、どれも中々モノにならないまま時間だけが過ぎていった。

その頃、ポーランドの片田舎で今から100年以上も前のカラフトアイヌの歌が録音されている「蠟管」が70数本ほど発見され、それを再生するよという依頼が飛び込んできた(図3)。ポーランドからの蠟管の貸出には期限が付いていたので、急いで蠟管再生機を開発し、何とか半年間でカラフトアイヌの歌の再生を終えた。再生過程はNHKのドキュメンタリー番組でも取り上げられたことから広く知られるようになった。しかし、私は音の福祉工学を見つめ直そうと思い、アメリカのスタンフォード大学に留学し約1年間にわたり人工内耳の研究に携わった。



図3. 樺太アイヌ音楽が録音された蠟管

3. 緊急地震警報のチャイムができるまで

3.1 チャイムの音源

スタンフォードから帰国すると、北大ではまだ蠟管研究の余韻が残っており、今度は夏目漱石の声が録音された蠟管が見つかったので、それを再生して欲しいと NHK のディレクターに頼まれた。その蠟管を調べてみると再生は非常に困難であることが分かり、ディレクターにお断りの返事をした。それから 30 年近くになってから、「私のことを覚えていますか」とそのディレクターが研究室を訪れ、今度は「大地震が来たときにラジオやテレビを通じて知らせるチャイムを半年以内に作って欲しい」という依頼をされた。地震のドスンといきなり来る縦波（P 波）を検出して、それが震度 5 弱を超えるようであれば、横揺れである S 波が到達する前に人々に知らせるための緊急地震速報チャイムである（図 4）。震源地の近くであれば P 波と S 波の差はわずか数秒しかなく、その間に知らせなければならない。

ことの重大性が次第に分かり、私には手に負えないことからチャイム作成に相応しい人を紹介したが、時間があまり無いことで依頼に応じる決心をした。ただし、作成にあたっては、下記のような幾つかの条件を認めてもらい、評価には全面的に協力してもらおうということで了解した。その条件として、①緊急性を感じさせるか、②不快感や不安感を与えないか、③騒音下でも聴き取りやすいか、④軽度の聴覚障害者でも聴き取れるか、ということが地震警報音を作成するにあたり必須のこととした。もちろん、⑤どこかで聞いた音と似ていないこと、も条件に入れた。

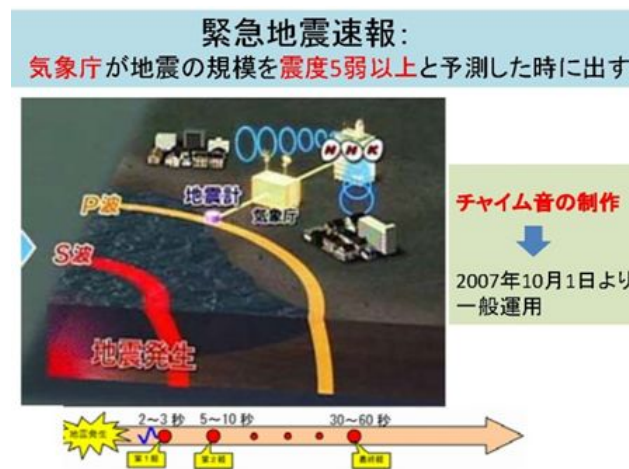


図 4. 地震の P 波と S 波

ここでまず相応しい音として頭に浮かんだのは、大学院の修士時代の研究テーマでもあった「FM 音」であった。そして何らかのメッセージを伝える楽曲の一部を利用することを NHK に提案した。色々な楽曲が候補に挙がったのであるが、その原曲が作曲家の没後五〇年にわたる著作権や演奏権に抵触してはいけないという難題が出てきた。このときに前述の叔父の音楽からメッセージ性のある音を引き出せないかと考えた。

叔父の曲は子供の頃から何度も聞かせられ、多くのメロディは頭に刻まれていた。2004 年に亡くなっているが、その息子たちに頼めば著作権の問題も解消すると思った。いつも口にしていた「普遍的な音に到達するには、脳の深部で響く民族的な音に耳を傾ける必要がある、そのもっと

深部には民族を超えた人類あるいは生命が共有する感性が息づいている」という信条が叔父の音楽から感じ取られた。緊急性を感じさせ、不安や不快を感じさせない、脳の深部に響く音として、「ゴジラ音楽」の一部を利用することも検討した。しかし、そのメロディーは広く知れ渡っており、恐怖心をあおる面もあることから候補から外した。最終的に純音楽の代表作の一つである交響曲「シンフォニア・タブカーラ」(初版 1955)の第三楽章 Vivace を利用することにした。タブカーラとはアイヌ語で「立って踊る」という意味であり、アイヌの風習がモチーフとなっている。Vivace とはイタリア語で「速く、生き生きと」の意である。この冒頭部を採用したのは、その和音が“適度な緊張感”と“インパクト”を持っていると感じたからである。早速、叔父の息子から楽譜を取り寄せ、第三楽章の冒頭部を詳細に調べた(図5)。

2 Flutes
Contrabasso

和音(ドン、地震) トリルの繰り返し(津波)

譜例 3 第三楽章の冒頭部分から作られた音型。楽器名はシンセサイザーに置き換える前のパート。キーはオリジナルのまま。

図5. 交響曲「シンフォニア・タブカーラ」第三楽章の冒頭部

3.2 候補音の絞り込み

図6に第三楽章の冒頭部分の和音をC調に移調した音型を示した。この部分の和音は「ド・ミ・ソ・シ♭・レ♯」で表され、「レ♯」が緊張感を与える「テンション・ノート」となっている。警報チャイムには余計な不安感を起こさすてはいけないが、適度の緊張感が必要なことから「テンション・ノート」は重要な役割を果たす。この和音をベースにチャイム音としての機能を高める作業に入った。

C₇(#9) #9thとルートの音程関係 緊張感

〈シンフォニア・タブカーラ〉第三楽章の冒頭部分 (Cに移調)

アルベジオ(FM音的)

譜例7 C₇(#9)の上行型アルベジオ

図6. 採用音源の特徴

NHK 専属のシンセサイザーの演奏家に頼み、音階が短時間で上昇あるいは下降する「アルペジオ」にしたり、また、その中に原音楽で現れる半音の「トリル」を混ぜたりして、演奏してもらった。さらに、ピアノやヴァイオリンのような楽器音からゲーム機が出すような電子音まで色々な音色を作ってもらった。それらの組み合わせは膨大になるが、一つずつ聴取しながら音楽的にも無機的にもなり過ぎない 30 個ほどの音型を候補として選んだ。ただし、電子音は家電製品のアラームなど想像以上に家庭環境に氾濫していることから、候補から外した。楽器音としては生活雑音や交通雑音などにマスキングされにくいことを考慮し、ピアノやギターなどの減衰音系を選んだ。実際には、ピアノ音と電子音を混ぜた音を採用した。さらに、難聴者でも聴き取りやすいことを意識して音域やアルペジオの速さの範囲を決め、候補の 30 個から 5 個の音型に絞り込んだ。なお、この 5 候補はいずれもアルペジオを 2 回繰り返す音型である (図 7)。

一方では、NHK の音響アーカイブを参照し、過去に使われた警報チャイムや電車の到来を告げるチャイムなどと同じ音でないことを確かめた。ここまでの絞り込みは、主に私の判断で行い、5 音の中でどれが最も地震警報チャイムに相応しいかを確認するために、難聴者を含む聴取者に依頼し、実際に聞いたときの印象を報告してもらった。

3.3 聴取実験による絞り込み

最終的な聴取実験は NHK 渋谷放送センターのスタジオで行った。スタジオは 15 メートル平方で壁には吸音カーテンがめぐらされ、残響をカーテンの開閉で調節できるようになっている。前面の両端に環境雑音を提示するための大型スピーカを、中央にはチャイムを提示する 2 台のスピーカを置き、さらに家庭内の環境を再現できるように中央にテレビを置いて遮音板で囲えるようにした。なお、隣接するミキシングルームには、4、5 名の音響の操作者がいて聴取者の様子を観察した (図 8)。



図 7. 候補となった音型

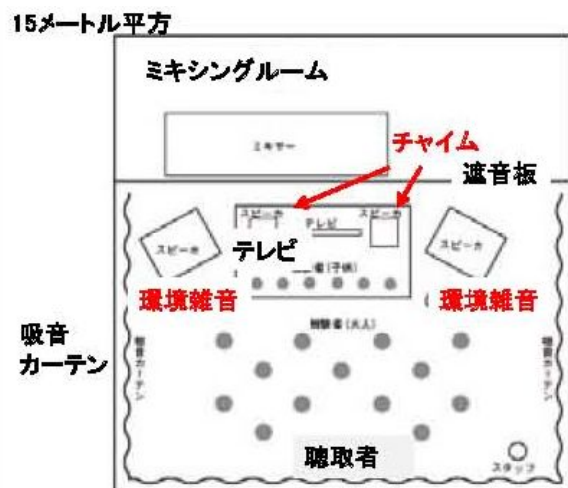


図 8. 聴取実験場の配置

聴取者は子供6名(難聴者3名)と成人13名(難聴者5名)の合計19名である。8名の難聴者のうち、子供は小学低学年で先天性の重度難聴であり、成人は高齢者で高音から聞こえが低下する加齢性難聴である。

3.4 評価項目と結果

評価実験に入る前に、健聴者4人が被験者となりチャイム音の0 dB(S.L.)を求めた。環境雑音としてはマルチトーカー・ノイズ、楽曲ノイズ、交通騒音、ゲームセンター音など日常生活で耳にする音とした。19名の聴取者は椅子に座り、雑音なしの状態ですべての聴力テストを行い、補聴器装着者にはそのレベルを調整させた。なお、チャイム音のレベルは前述の0 dBを基準として、部屋の中央に置いた騒音計(A-mode)で測定した値(dB)とした。以上の準備の後、アルペジオの上昇と下降、トリルの有無および2種類の速度の組み合わせからなる20の聴取音対を作り、以下の5項目からなる評価実験を行った。

(1)まず、環境雑音(70 dB(S.L.))の中で10 dBからチャイム音を5 dBずつ上げていき、目を閉じたままで聴取させ、聞こえたら手を挙げさせて、それぞれの聴取音の閾値を求めた。子供の難聴者の場合には、テレビのアニメを見させながら、幼児難聴評価の専門家が子供の反応から聞こえたことを判断した。難聴の子供による評価はここで終了させた。

(2)次に、環境雑音がない状態で、20音の中からランダムに2種類のチャイム音を選んで聞かせ、以下の5項目に対して二者択一で答えさせた。①緊急性を感じるか、②不快感(不安感)を感じるか、③どこかで聞いたことがないか、④ノイズ環境下での聞き取りやすさはどうか、⑤チャイム音の速さはどうか。

アンケートの答えを集計した結果、最終的に2つの音型がチャイム音に相応しいことが分かった(図9)。一つは、「上昇型/2回目が半音上がる/速い」パターンで、二つ目はこれにトリルを加えた音型である。この最終候補をNHKに提出し、当時の会長の判断で(図10)に示した前者の音型が選ばれた。その後、繁華街、デパート内、町や村に設置されている警報スピーカなどでチャイム音を流し、何dBでどの距離まで聞えるかをチェックし、それらの結果も含めてNHKが気象庁に報告した。

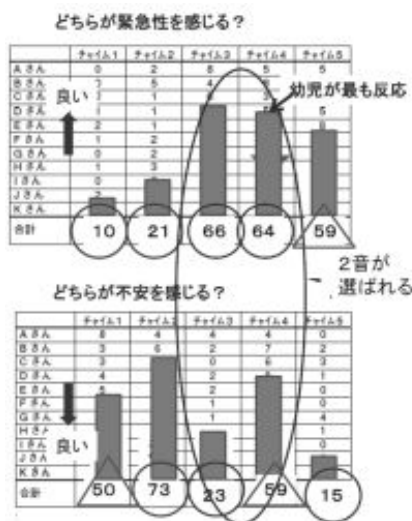


図9. 評価結果の例



図10. 絞り込んだ候補音

4. おわりに

3.11 のあの時、NHK の総合テレビでは国会中継を中断して、チャイム音に続いて「緊急地震速報です。・・・」というアナウンスが流れた。それ以来、テレビやラジオだけでなく全国に設置された防災無線や一部の大型施設でも対応するようになり、日本全国で聞かれるようになった。

作ったチャイム音は「緊急性は感じさせるが不安感を与えない」ということで自信を持っていたのであるが、頻繁に流れる地震警報チャイムを聞いているうちに、チャイムから悲劇を連想する人たちも増えてきており、音の持つ情緒あるいは情動に訴える力の大きさに驚かされている。今回の大震災の後、その復興に対して音の福祉工学で何ができるのか改めて考えるようになった。

参考文献

- (1) 伊福部達,今井篤「緊急地震速報チャイムができるまで」音響学会大会講論集(2012.3)
- (2) 筒井信介著,伊福部達監修「ゴジラ音楽と緊急地震速報」ヤマハミュージックメディア出版(2012.1)
- (3) 伊福部達「地震速報チャイムができるまで」ミネルヴァ書房「究」,No.3,pp.28-31(2011.6)

筆者プロフィール



伊福部 達 (いふくべ とおる)

1946年 北海道生まれ

1971年北海道大学大学院修士課程(電子工学)修了後、1989年北大・電子科学研究所・教授、2002年東京大学先端科学技術研究センター・教授、北海道大学名誉教授、東京大学名誉教授。

2011年より高齢社会総合研究機構・特任研究員。