

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

研究題目	人工内耳装用者が音楽を楽しむために編成した演奏を収録する方法とその効果の研究	報告書作成者	北澤 茂良
研究従事者	北澤 茂良		
研究目的	人工内耳は高度難聴者の聴力改善手段として極めて有効である。突発性難聴や先天聾(小児)にも適用され、音声言語は聴取可能だが音階、音色は識別できず、音楽の聴取は困難である。このため人工内耳装用者(CIR)の装用後のQOLを著しく毀損している。 報告者は、人工内耳の音響処理の特性の研究成果として、CIRにとって聞き易い音楽を作成する方法があることを見出して、報告者はこれを人工内耳音階(CIS)と名付けた。すなわち、聴取する楽曲の主旋律が人工内耳の異なる電極に対応させることができれば、CIR にとってのメロディ聴取が容易となる。このために楽曲を移調するが、その際に基音の整数倍の高調波も考慮する。この際に全ての音階を別々の電極に対応させることが困難な場合もあり、その際は、できるだけ多くの異なる電極に対応させることとする。このためにいくつかの解が存在する。また、有効な移調の幅に個人差があるため、CIR自身で適宜音程を調整する手段を提供し、「懐名歌」と命名したシステムを開発した。本システムは2013年名古屋において東海地区の人工内耳装用者の会において参加者のCIR様に試聴いただき、高評価を得た。同時に、本学学生の口笛世界大会優勝者が参加して、会場で生演奏を行ったところ、参加者一同が自然発生と一緒に歌う現象が発生した。このことから、CIRにとって有効な音楽を提供するためには 1. CIRがよく知っている曲であること。「懐名歌」では童謡、唱歌を主として選んだ。初めて聞く曲をCIRが聞き取るのは困難である。 2. 人工内耳は音声言語を伝達するので訓練された歌手が異なる音程で歌った音源を用意し、CIRが選択するのが有効である。 3. 人工内耳での聴取に適した楽器を選択し、一流の演奏家が演奏することが有効である。 4. 和音は人工内耳で和音として聴取できないが、適度に添加したとき単旋律より聴取印象が改善するので、和音を加えて編曲する。 これまでの研究結果から、CIR がよく知っている好きな曲を聞く場合に良好な結果が得られている。演奏は楽器によるとき、楽器の種類によって効果が異なる。しかしながら、「懐名歌」のような機械的な合成音よりも CIR に最も望ましいのは歌唱による場合である。CIR にとって、極端に高い音程は不快感をもたらす場合もある。一方、歌手にとって発声可能な音程には限界がある。無理な発声になることによって返って CIR に不快感を与える場合がある。歌手を含め、演奏者の技量による音楽性も CIR が聞く音楽の品質に大きく影響する。 本研究では、上記の要因に配慮しつつ、CIRが楽しめる音楽を作成して提供することによって、CIRのQOLの改善に貢献する。具体的な童謡・唱歌等から 15 曲を選択し、音楽訓練を受けた専門家に演奏していただき、CD に取りまとめる。		

研究内容	報告者はCIRの音楽聴取の改善手段として、原曲の音階を人工内耳の分析フィルターに分解して分配するように移調する人工内耳音階(CIS)を提案し、有効性を示した。CIRにとって有効な音楽を提供するためには、楽曲の知名度、年代別の違い、主旋律の音程の範囲が偏らずに広範囲にわたること、明るい曲、リズム感のある曲、などを考慮して15曲を選曲した。器楽演奏よりは歌唱が望ましいが、歌唱のみによるアカペラは演奏者にとっても困難なので、歌唱の聴取に邪魔にならない程度の、楽器の中ではCIRにとって聞き取り易いピアノ伴奏をつけた。 人工内耳音階に適合する移調を調査した。依頼した歌手ごとの声域を考慮してかつ人工内耳音階にできるだけ適合する音階を探索し、移調を決定した。 各曲を原曲と移調でピアノ伴奏で歌唱した。例えば1番を原曲で歌った場合は2番を移調で歌うようにした。経験のない演奏形態のため、演奏上の困難が懸念されたが、演奏家の技量が優れていたため、健聴者が聴取しても全く自然なつながりで、楽しめた。 収録した演奏を編集し、15曲を74種類の歌詞朗読、女声、男声歌唱、口笛演奏、一部はジャズ演奏家によるものを含め、CD1枚80分にまとめた。途中でCIRに試聴していただき、意見をいただいた。中でも、曲名と歌詞が分かれば良いのという意見があったことから、歌詞の朗読を各曲の最初に置き、次に歌唱、口笛、歌唱と並べた。 男声歌唱は日本の唱歌の研究を専門とし、日本語として分かり易く伝えるための研究成果を盛り込んでいただいたので、CIRの試聴でも歌詞がとても分かり易いと高評価であった。 移調時は原曲に比べて通常音程がかなり高くなるため、歌手はかなりの発声努力を要するため、訓練された歌手は通常音量が増大するため、録音上の調整がかなり困難な場合があった。 口笛演奏は歌唱に比べて2オクターブ高いので、人工内耳音階への移調を要しない場合が多かった。 専門家の協力を依頼したところ、多くの専門家が興味を示して協力していただいた。クラシックのピアニスト、声楽家。ジャズピアニスト、作曲家、ジャズボーカリストである。広く知られた演奏家たちではないが、いずれも相当な実力の持ち主で、破格の出演料で演奏していただいた。 適宜にCIRの方々に試聴していただきご意見をいただいた結果を分析すると、CIRにとっての音楽聴取のためのいくつかの要因が明らかになった。 単に研究用として一部のCIRに聞いていただくのみならず、広く多くのCIRに聞いていただくためには、CDとして出版する必要がある。諸権利の問題を解決して行く必要がある。
------	---

研究のポイント	報告者はCIRの音楽聴取の改善手段として、原曲の音階を人工内耳の分析フィルターに分解して分配するように移調する人工内耳音階(CIS)を提案し、有効性を示した。また、有効な移調の幅に個人差があるため、CIR自身で適宜音程を調整する手段を提供し、「懐名歌」と命名したシステムを開発し、2013年名古屋において東海地区の人工内耳装用者の会において参加者のCIR様に試聴いただき、高評価を得た。同時に、本学学生の口笛世界大会優勝者が参加して、会場で生演奏を行ったところ、参加者一同が自然発生に一緒に歌う現象が発生した。このことから、CIRにとって有効な音楽を提供する本研究のポイントは 1. CIRがよく知っている曲を童謡、唱歌を主として、幅広い年代に好まれる曲を選曲すること。演奏効果が高く、歌唱上の困難もないこと。 2. 人工内耳は音声言語を伝達するので、歌唱に重点を置き、訓練された歌手がピアノ伴奏で、原曲および人工内耳音階で歌う。 3. CIRにとってリズムの知覚は健聴者と変わらないので、リズム感に優れたジャズ演奏がCIRにとって有効かの仮説を検証する。
研究結果	人工内耳音階への移調を行ったが、声楽家それぞれの歌唱可能な音域が異なることから、移調の幅を調整した。CIRにとっての聴取の便のみならず、声楽家の発声可能な音域を考慮する必要がある。無理な発声になった時には聴取印象を著しく損ねる。 成果物として複数人の声楽家・ボーカリストの歌唱および口笛演奏をピアノ伴奏で収録したCD試作版を製作した。数名のCIRに試聴していただいた。その結果、歌唱力のある歌手の演奏は何よりも有効であること、人工内耳音階への移調は有効であることが確認された。何の曲であるかが予め分かった方が良いとの意見があったことから、歌詞のナレーションの追加、より実力のある歌手の追加を行った。名古屋での世界大会優勝経験者の口笛演奏家も期待通り好評であったが、聞き取れないCIRもいた。 ジャズピアニストとジャズボーカリストも加わって収録が行えた。CIRの試聴の結果から、ピアノソロによるジャズアレンジは、CIRにとってはかなり集中しても何の曲か分からなくなるという意見が多く、人工内耳でのメロディ聴取の困難が反映された。
今後の課題	以上の結果から、CIRにとって有効な音楽を提供するための今後の課題は 1. CIRがよく知っている曲である童謡、唱歌を主として選んだが、年代層向けに多様な曲種を用意すること。 2. 訓練された歌手が異なる音程で歌った音源を用意したが、CIRにとっての有効性をアンケートを通じて評価すること。 3. 歌唱のみならず、楽器の演奏による人工内耳装用者のための楽曲開発を行うこと。 4. CD化に加えて、インターネット上での配信を開発することと、音楽関係の権利関係をクリアすること。 5. 人工内耳装用者のための音楽収録の方法を確立できたので、今後は楽曲のレパートリーを増やして行くこと。 6. 音楽関係の専門家の協力者を得たので、今後、協力者を増やして行くこと。 7. 人工内耳用の編曲の手法が確立されたので、人工内耳装用者からの要望のある他の曲を追加すること。

移調楽譜例

この曲「ぶんぶんぶん」の原曲は Fdur(へ長調)であるが、5半音上げて Cdur(ハ長調)にすると人工内耳音階に適合するが、高すぎて歌唱上困難なため、1 オクターブ下げることにした。演奏上は先に低い音階から始まって、後半に高い音階が来るように配置したので、この場合は、移調した歌唱の次に原曲が来るようになった。原則として、原曲が先で、移調が次に来るように構成した。

試聴アンケート回答例

ジャズ風のアレンジで「茶摘」と「みかんの花の咲く丘」を試聴したアンケート結果から抜粋した。原曲に近い歌い方と人工内耳音階に移調した場合を比較した。人工内耳音階が好ましいという意見が多かった。もともと、原曲の演奏についても十分満足していた。この外、ジャズ風の歌唱およびピアノ演奏を行ったが、参加した試聴者はジャズ風の演奏になじみがなかったのか、分かり難いという感想であった。

ぶんぶんぶん



-1-

ぶんぶんぶん



-1-

曲目	演奏形態	人工内耳装用者F1	人工内耳装用者F2	人工内耳装用者F3	人工内耳装用者M1	人工内耳装用者M2
茶摘	オペラ風に	優しい歌い方。明瞭。よくわかる。	のびやかであるが、力強く動作が見える感じ	ビブラートが利いている	出だしがはっきりしているように聴こえます。	聴きやすい
茶摘	7半音上げて	とても快適な音域で気持ちが良い。	中(聴きやすい)	メリハリあり力強く明瞭	最後まで理解しやすい音程だと思いました。	全体的に聴きやすい
みかんの花咲く丘	原曲	音の高さ、スピード、リズム共にいことなし。とても綺麗に心地よく聞ける。	のびやか 丁寧な感じ。(情景見ながらの様子)	少し大人しいが聴きやすい	よく理解できる歌い方だと思います。	個人的にはじっくりくる
みかんの花咲く丘	3半音上げ	心地よい音域。明瞭。	高(※不快さは無し)	単調な感じ	この曲にあっている。郷愁を覚える。	聴きやすいが、少し音程が高く感じる

説 明 書 【サウンド技術振興部門】

(/)

作成した CD

作成した CD の曲目構成を左に示す。演奏者のプロフィール概略を示す。

番号	曲名	演奏	長さ	演奏者
1	ぶんぶんぶん	朗読	0:09	F
2	ぶんぶんぶん	歌唱	0:40	f,P
3	ぶんぶんぶん	口笛	0:23	W,P
4	ぶんぶんぶん	歌唱	0:43	F,P
5	ぶんぶんぶん	歌唱	0:40	M,P
6	森のくまさん	朗読	0:09	F
7	森のくまさん	歌唱	1:36	f,P
8	森のくまさん	口笛	0:47	W,P
9	森のくまさん	歌唱	1:37	F,P
10	森のくまさん	歌唱	1:36	M,P
11	揚げば尊し	朗読	0:15	F
12	揚げば尊し	歌唱	2:20	F,P
13	揚げば尊し	口笛	2:12	W,P
14	揚げば尊し	歌唱	2:36	M,P
15	かごめかごめ	朗読	0:15	F
16	かごめかごめ	歌唱	0:49	f,P
17	かごめかごめ	口笛	0:27	W,P
18	かごめかごめ	歌唱	0:57	F,P
19	かごめかごめ	歌唱	0:54	M,P
20	大きな古時計	朗読	0:20	F
21	大きな古時計	歌唱	2:52	F,P
22	大きな古時計	口笛	1:14	W,P
23	大きな古時計	歌唱	2:22	M,P
24	荒城の月	朗読	0:14	F
25	荒城の月	歌唱	2:14	F,P
26	荒城の月	口笛	2:15	W,P
27	荒城の月	歌唱	2:17	M,P
28	故郷	朗読	0:13	F
29	故郷	歌唱	1:58	F,P
30	故郷	口笛	1:18	W,P
31	故郷	歌唱	2:18	M,P
32	赤い靴	朗読	0:09	F
33	赤い靴	歌唱	1:15	f,P
34	赤い靴	口笛	1:04	W,P
35	赤い靴	歌唱	0:59	F,P
36	赤い靴	歌唱	1:03	M,P
37	月の沙漠	朗読	0:13	F

番号	曲名	演奏	長さ	演奏者
38	月の沙漠	歌唱	2:09	F,P
39	月の沙漠	口笛	2:04	W,P
40	月の沙漠	歌唱	2:00	M,P
41	めだかの学校	朗読	0:13	F
42	めだかの学校	歌唱	1:05	f,P
43	めだかの学校	口笛	0:40	W,P
44	めだかの学校	歌唱	1:09	F,P
45	めだかの学校	歌唱	1:16	M,P
46	こいのぼり	朗読	0:13	F
47	こいのぼり	歌唱	1:12	f,P
48	こいのぼり	口笛	0:44	W,P
49	こいのぼり	歌唱	1:10	F,P
50	こいのぼり	歌唱	1:14	M,P
51	春よ来い	朗読	0:12	F
52	春よ来い	歌唱	0:50	f,P
53	春よ来い	口笛	0:32	W,P
54	春よ来い	歌唱	0:49	F,P
55	春よ来い	歌唱	0:53	M,P
56	茶摘	朗読	0:14	F
57	茶摘	歌唱	1:14	F,P
58	茶摘	口笛	0:43	W,P
59	茶摘	歌唱	1:15	M,P
60	茶摘	歌唱	0:56	G,Q
61	茶摘	歌唱	0:48	G,Q
62	茶摘	ピアノ	0:31	Q
63	みかんの花咲く丘	朗読	0:13	F
64	みかんの花咲く丘	歌唱	1:24	f,P
65	みかんの花咲く丘	口笛	0:48	W,P
66	みかんの花咲く丘	歌唱	1:34	M,P
67	みかんの花咲く丘	歌唱	0:54	G,Q
68	みかんの花咲く丘	歌唱	0:52	G,Q
69	みかんの花咲く丘	ピアノ	1:05	R
70	あんたがたどこさ	朗読	0:24	F
71	あんたがたどこさ	歌唱	1:09	f,P
72	あんたがたどこさ	口笛	0:39	W,P
73	あんたがたどこさ	歌唱	1:08	F,P
74	あんたがたどこさ	歌唱	1:11	M,P

演奏家	プロフィール
f	音大卒、声楽家
F	音大卒、声楽家
W	口笛国際大会優彰
M	音大卒、声楽家
P	音大卒、ピアニスト
G	ジャズボーカリスト
Q	ジャズピアニスト
R	音大卒、作曲家

(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。)