

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20530827

研究課題名(和文) 音響解析による変声期の効果的な発声指導法

研究課題名(英文) Using acoustic analysis effectively in vocal instruction during the voice-change period

研究代表者

木村 勢津 (KIMURA SETSU)

愛媛大学・教育学部・教授

研究者番号：90161562

研究成果の概要(和文)：男女各6名の児童を対象に3年間歌声と話声の変化を記録し、音声解析(音響解析)した結果、女兒において第3フォルマントの位置が(24kHz表示で)、ソプラノ系が10kHz以上、アルト系が9kHz以下に位置し、将来の声種を判定する上で有用な観点となりうることを示した。また変声期前後の歌唱指導として、広い音域を滑らかに歌唱できる発声法を習得するために、地声と裏声の歌い分けに加え、地声と裏声の混合発声やポルタメントを用いた発声の有効であることを示した。

研究成果の概要(英文)：Changes in the singing and speaking voices of children (six male and six female) over a three-year period were observed and recorded. The results of acoustic analysis indicate that, for girls, those whose third formant (shown at 24kHz) is 10 kHz and above will become sopranos, while those whose is 9kHz and below will become altos. This can be very useful from the standpoint of determining the future voice type. The study also showed that teaching the use of portamento and mixed voice in addition to differentiating between modal and falsetto register when singing, is effective in vocal training in and around the period of voice change.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 2009年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2010年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,200,000 | 660,000 | 2,860,000 |

研究分野：声楽

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：変声期、フォルマント、声種、地声、裏声(ファルセット)、換声点、ポルタメント

1. 研究開始当初の背景

小学校高学年から中学校にかけて、歌唱活動に抵抗感を抱く男子児童・生徒が認められる。その原因のひとつに、発声器官の急激な成長による歌声コントロールの困難

さが挙げられる。また、男子に比して変容の少ない女子の場合、変声期を見過ごしてしまう傾向がある。

教育の現場においては、学習者の変声期を的確に把握し、発声器官の健全な成長を

見守りつつ、積極的な歌唱活動を支援できる発声や歌唱の指導法が切望されていた。

2. 研究の目的

(1) 音声解析による変声期の特徴の明示

従来、変声の時期は、指導者の経験や聴感覚によって判断されることが一般的であった。音声解析の結果を用いることにより、変声期をより正確に認知することが可能となり、段階に応じた有効な発声指導が行える。

(2) 音声解析を用いた声種の判別方法

変声後の声種を想定した発声指導は、発声器官の健全な育成の観点からも望まれる。科学的根拠を有した声種の判別方法として音声解析を用いた声種の判別方法を探求する。

(3) 変声期の効果的発声指導法の提案

発声のコントロールが難しい変声期において、望ましい声の方向を提示し、歌唱音域の拡充と歌声の安定につながる発声指導法を具体的に提示する。

3. 研究の方法

小学校4～6年生(2008年度)の男女各6名の児童を対象に、3年間継続して話声及び歌声の音声標本を採取した。音声標本採取時に適宜発声指導を行い、「SpectraPLUS Professional Editio」のReal-Timeモードで、解析結果を標本提供者に提示した。

採取した音声標本は、48kb/s処理によるwaveデータを「音声工房 Pro Ver.2」及び「SpectraPLUS Professional Editio」を用いて音声解析を行った。

「音声工房 Pro Ver.2」のデジタル化の条件設定は16bit・モノラル基本周波数16kHz、入力48kHz、「SpectraPLUS Professional Editio」は、入力44.1kHzとした。

統計解析は、「STATISCA」を用いてクラスター分析を中心に行った。

4. 研究成果

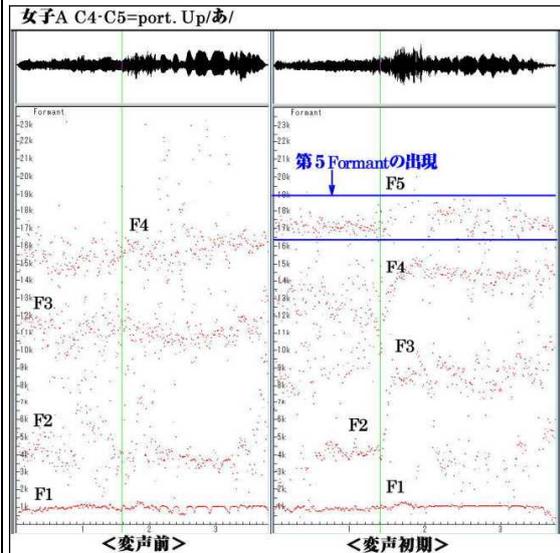
(1) 変声期のフォルマント(Formant)の特徴

2005年に男子の変声期の特徴として、第5フォルマント(F5)の推移について明らかにしている。本研究では、この特徴が、変声期の男子の裏声においても同様に認められることを見出した。

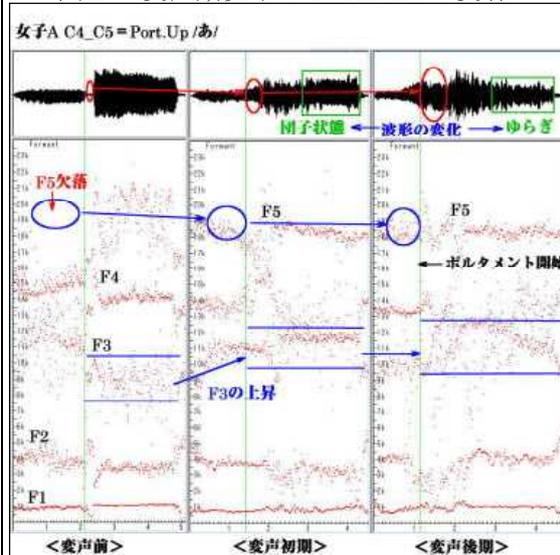
代表例として、下方に音域拡充が始まった男子の裏声、音高C4-C5、母音/あ/による上行ポルタメントの解析結果を<図1>に示した。

第5フォルマント(F5)の変容は、女子においても認められた。女子の変声は、音色の変化が特徴とされるが、同一フォルマン

<図1> 変声期の裏声のFormantの変容>



<図2> 変声期女子のFormantの変容>



トの変容を注視することにより、変声の始まりを認知できる可能性を見出した。

<図2>は、女子の音高C4-C5の上行ポルタメント/あ/の変容を示したものである。このフォルマントによる分析方法は、男子ばかりでなく女子の変声期の特長にも有用であるとの結論を得た。

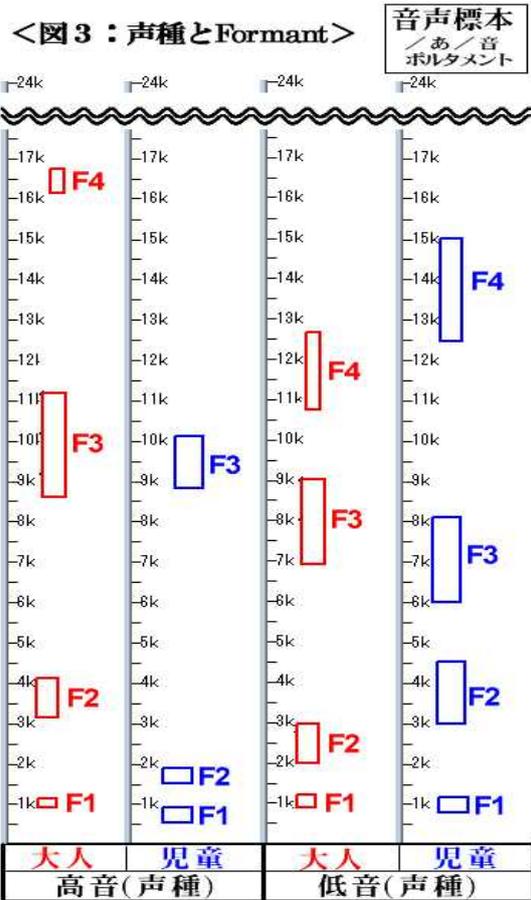
(2) 声種判別の観点

児童期の発声指導における声種の判断は、従来、聴感覚による指導者の判断に依存していた。しかし、指導者によりソプラノ系かアルト系か二分されることは珍しくない。本研究において、第3フォルマント(F3)の位置に注目することで、将来の声種の判断ができる可能性を見出した。

<図3>は成人と児童の各声種の代表例を(24kHz表示で)示したものである。こ

の図で示すように、F1・F2・F4の位置は様々な周波数帯に位置し、一定の方向性を見い出せない。しかしF3は、明らかにソプラノ系（高音系）とアルト系（低音系）の周波数帯に一定の方向性を見出せる。

すなわちF3の位置が「アルト＝9kHz以下」「メゾソプラノ＝9kHz±1kHz」「ソプラノ＝10kHz以上」の可能性が強いとの結論を得た。従来指導者の経験や聴覚判断で行っていた声種の判断を、客観的に提示する方法であり、このことにより、声種に応じた発声指導や歌唱指導ができる。



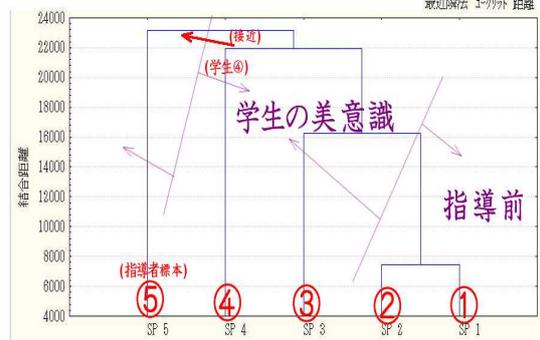
(3) 表現の変容

発声指導による表現の変化については、スペクトラム(倍音：Sonagram)表示で変化を示す方法があったが、本研究において、フォルマントの変化に着目し、指導者の求める方向性への変化が可能であることを示した。その際に、第2フォルマント(F2)～第5フォルマント(F5)について、統計処理(クラスター分析)を行うことで、客観的に示す事ができた。

<図4>の①～④は学習者の標本、⑤は指導者の標本である。これは、学習者の音声変化のデータ(スペクトラム、フォルマント等)を蓄積することにより、学習者の音声表現の軌跡として、変化を示すことが

できた。なお、この標本処理は、児童発声指導法を検討する際の比較研究として行い、提示手法が児童発声に応用が期待できるものとしての意義がある。

<図4：指導による変容>(F2～F5)



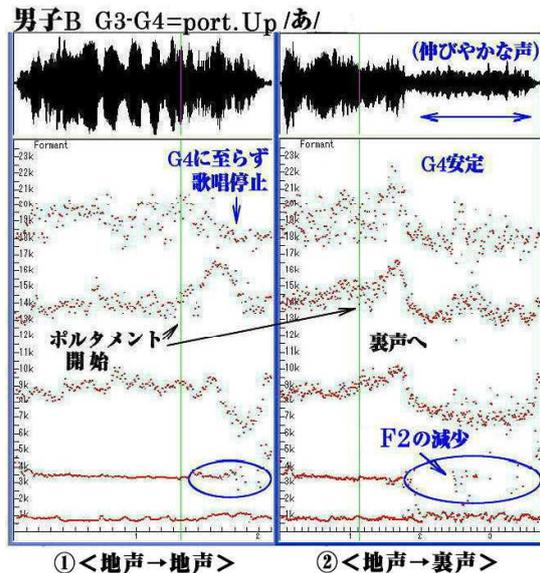
(4) 地声と裏声(ファルセット)を組み合わせた発声指導

発声器官の調整が難しい変声期の児童や生徒にとって、音程の安定や旋律のなめらかな歌唱の実現は、歌唱意欲に繋がる重要な要素である。

本研究では、変声期の発声指導についてポルタメントの活用ならびに地声と裏声を組み合わせた発声指導の有用性を検証し、教育現場での活用の可能性を見出した。

<図5>は、変声初期の男子による音高G3-G4、/あ/の上行ポルタメントで、①地声発声、②地声から裏声への変換を指導したフォルマントの比較である。

<図5：ポルタメントを用いた発声指導>

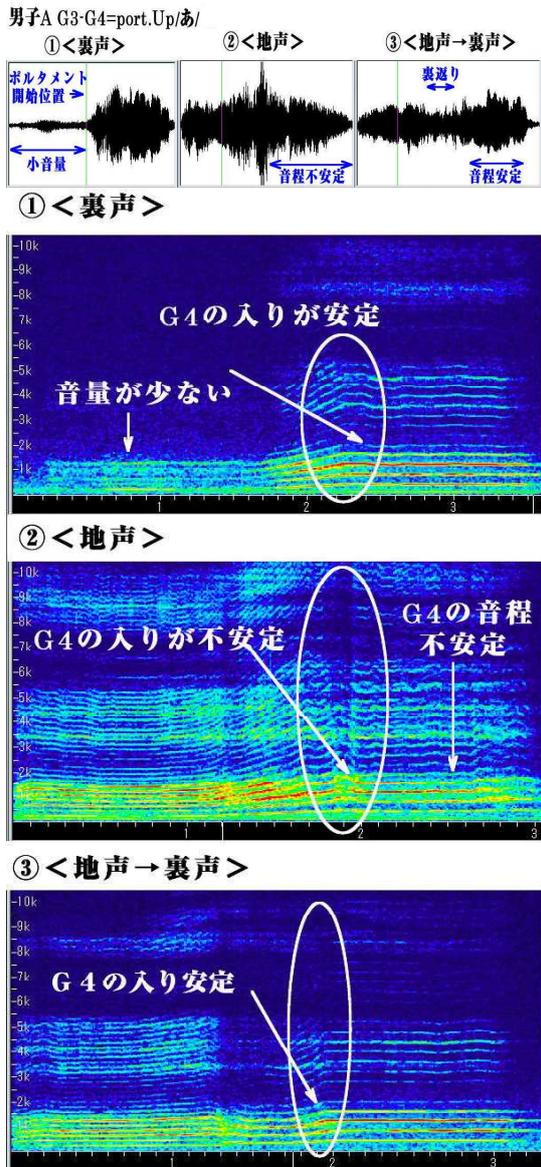


学習者が任意に歌唱した①地声によるポルタメントでは、到達音G4に達する直前に発声困難を生じ、自ら歌唱を中止した。そこで、到達音を意識下に置き地声により歌唱を開始し、裏声への転換を指導した結果、

②では、G4 到達後、安定した音程の確保が可能となった。到達音 G4 は、第2フォルマント(F2)の減少が認められたが、安定した音程をもつ伸びのある歌声を得ることができた。波形からは熟達者の歌唱に現れるようなゆらぎが読み取れる。

<図6>では、変声初期の男子が歌唱した音高 G3-G4、/あ/母音の上行ポルタメントの3つの発声パターンの波形とサウンドスペクトログラム（倍音：ソナグラム Sonagram）10kHz 以下を拡大したものを示した。①裏声による歌唱、②地声による歌唱、③は地声で歌唱を開始後、裏声へ転換した歌唱である。

<図6：歌唱パターンのソナグラム比較>

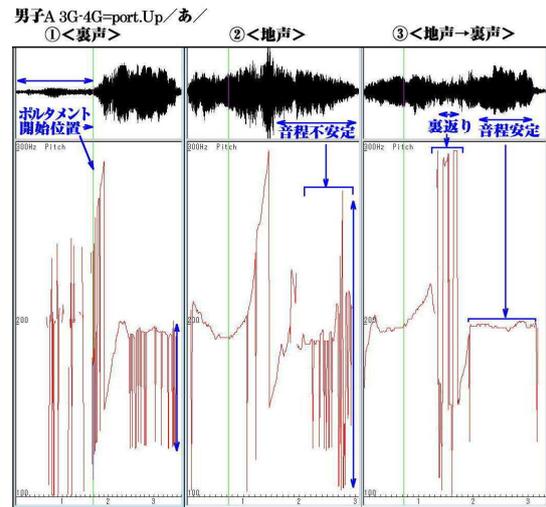


<図7>には、同じ音声標本のピッチ分析の結果を示した。

①裏声による歌唱では、開始音 G3 歌唱時

に僅かな声量しか認められず、②地声による発声では、最終到達音 G4 で音程のふらつきが顕著となり、歌唱中断の方向へと向かった。③は地声から裏声への転換を指導したものであるが、ポルタメント上昇中裏声に転換し、換声点で僅かな声の裏返りを認めたものの、G4 到達後の音程・音色ともに安定し、歌唱中も極度な音量の変化は認められず、聴覚的にも好ましい方向であった。

<図7：歌唱パターンとピッチの比較>



これらの結果は、ポルタメントによる地声と裏声の混合発声が、音程の安定、音量の均一化の指導に有益であることを示している。

変声時、特に男子は、地声による歌唱は発声器官のコントロールが難しく、歌唱音域も変声の進行と共に拡大していく。楽曲の歌唱においては、変声の進行に則して、裏声を中心とした歌唱から地声による発声へ移行が望まれる。裏声と地声、それぞれの特性を生かし、この2つの発声法と共に、この2つの発声を同一の歌唱フレーズの中で使用する発声について、検討し、その可能性に関して一定の感触を得た。

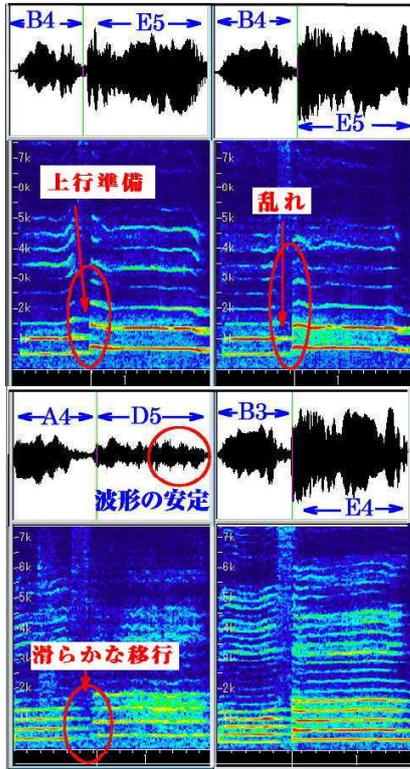
本研究では、『君をのせて』（宮崎駿作詞／久石譲作曲）の歌唱指導を行い、音声標本を採取した。変声期に入った男子にとって、第24～25小節の完全4度の跳躍音型は、歌唱困難な箇所のひとつである。

<図8>は、上記の箇所の裏声歌唱、混合歌唱、地声歌唱による音声解析の結果である。裏声歌唱については、1年間の歌声のフォルマントの変容も示した。表示内容は、7 kHz 以下のソナグラムの拡大図と裏声のフォルマント分析結果である。

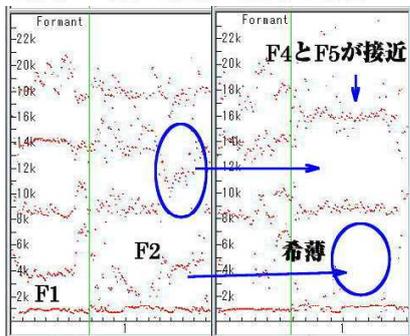
①は裏声による歌唱、②は約1年後の裏声歌唱、③は裏声と地声の混合歌唱、④は地声による歌唱で、それぞれの音程は図に示した。①、②、④はイ短調、③は発声器官

の成長に配慮し、2度下方へ移調した二短調の歌唱である。

<図8： 裏声・地声・混合歌唱の比較>



③地声→裏声2010 ④地声2011



①では、跳躍の前から倍音の上昇傾向が認められ、完全4度上の音への移行準備が行われている。②では、①で見られた上行前の準備傾向は薄れている。聴覚的には児童特有の明るい響きから全体にまるみを帯びた響きへと変化している。E5音の響きの変化が著しく、第2フォルマント(F2)の変容、第4(F4)、第5フォルマント(F5)の接近が特徴づけられる。①と同時期に混合歌唱の指導を行った③は完全4度の跳躍に際して、音の移行が滑らかで、D5音の波形は、熟達者に認められるゆらぎの形成に近づき、音程・響き共に好ましい方向にあることが示されている。2010年には歌唱できなかった④の地声歌唱は、フォルマントが①～③より充実しており、①から②1年

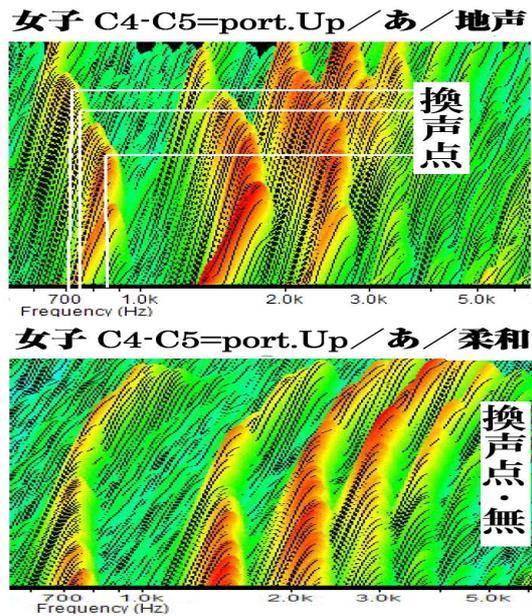
間の裏声の変容を鑑みれば、児童から男性へと歌声の変化の徴候が認められる。

まだ事例が少なく、現時点では明確に結論づけることはできないが、この混合歌唱の体験を積み重ねることにより、換声域を含む旋律の歌唱に際し、無理なく円滑に発声できる範囲の拡充や、発声時の不快感を緩和することに有益となるものと考えられる。

裏声歌唱や混合歌唱を行っている音域も、変声の進行と共に、地声による歌唱音域(実音は1oct下方)へと変化していく。本研究の結果から、変声前に裏声による発声を修得し、混合歌唱による歌唱を修得することで、無理のない歌唱で低声域の拡充が行える可能性を出した。

(5)地声及び裏声(ファルセット)と換声点響きが低い地声、柔和さ、滑らかさを意識した声楽的な声など、地声と声楽的発声について、換声点の増減の視点から示す事ができるのではないかと感触を得た。しかし現時点では、まだ仮説の段階である。

<図9： 地声と裏声の換声点>



<図9>の標本は、何れも、ポルタメントによる/a/である。音高は、C4-C5の1オクターブの音程が上昇する部分を取り出し示したものである。

地声は顕著な換声点が多く出現するのに対し、流麗な音声では、換声点が目立たない発声となっている。

地声と対照的な裏声(ファルセット)やファルセットを混合する発声は、換声点を目立たなくする上で、有効であるとの例示である。音程を正確に表現しにくい状態(失音楽症)に対して、弓場徹のファルセット(裏声)活用方法を裏付けるものである。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者
には下線)

[学会発表] (計1件)

- ① 木村勢津、「変声期の歌唱指導に関する
研究」、日本音楽教育学会 (中・四国例
会)、愛媛大学、2010.3.28

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木村 勢津 (KIMURA SETSU)

愛媛大学・教育学部・教授

研究者番号：90161562

(2) 研究分担者

田邊 隆 (TANABE TAKASHI)

愛媛大学・教育学部・教授

研究者番号：80155192

(3) 研究協力者

楠 俊明 (KUSU TOSHIAKI)

愛媛大学・教育学部附属小学校・教諭

研究者番号：