

幼児は楽曲習得時のピッチを覚えているか

—再生法による検討—

大西潤一
(元 鈴峯女子短期大学)

Can Young Children Memorize the Absolute Pitch of a Newly Learned Tune? : An Examination with Production Task

Junichi OHNISHI

Abstract

Recent studies suggest that people with non-absolute pitch as commonly understood have a “permanent memory of absolute pitch.” In the present study, kindergarten children learn a new tune in three different keys (pitch conditions) with four semitones apart. After nearly one month of practice, children individually sang the tune without accompaniment, and we measured their starting pitch. On another occasion, we measured their pitch when uttering their own names. An analysis of variance (ANOVA) revealed significant main effects of the pitch conditions and gender. Their absolute starting pitches when singing were near the absolute pitch of uttering their names, and the former and latter pitches were moderately correlated. This result suggests that young children memorized the new tune's pitch but were influenced by their speech pitch, and so they reproduced the tune beginning near their speech pitch.

問題の所在と目的

絶対音感とは、「他のピッチと比較することなく、聴取したピッチ（この場合のピッチとは、クロマ、またはピッチクラスとも呼ばれるものである。）を同定したり、指示されたピッチを再生できる（たとえば指示されたピッチで歌ったり、機器を調整して指示されたピッチを作り出すこと）能力のこととされてきた（Parncutt & Levitin, 2001）。しかし、近年の研究は、このような意味での絶対音感、すなわち与えられた音に言語ラベルを割り当てる能力を保有していない者でも、「絶対的ピッチの永続的記憶」をもつ者が少なくない、ということを示してきた。

Halpern (1989) は、以下のような実験を行っている。実験1では、22名の絶対音感をもたない被験者を対象として、「ヤンキードゥードゥル（日本では『アルプス一万尺』のメロディで知られる）」など、8つのよく知られた曲を候補曲とし、その中から選ばれた曲の最初のフレーズの歌詞を示し、頭の中で曲の開始ピッチをイメージさせ、十分イメージできてから歌唱またはハミングで再生させた。実験には48時間間隔を空けた第1セッションと第2セッションがあり、「同一条件」として、セッション内で4回同じ曲の開始ピッチを再生する条件と（各再生の間には妨害音をはさむなどして前の再生の影響が出ないようにしている）、同じ曲を第1セッションと第2セッションの2回に分けてそれぞれ2回ずつ再生する条件が設けられた。また、被験者がモノトーンの歌い手であった場合、同一のピッチを再生する可能性があるため、統制条件として「相違条件」が設けられた。「相違条件」では、セッション内で異なる4曲の開始ピッチを再生する条件と、異なる4曲を第1セッションと第2セッションの2回に分けて再生する条件が設けられた。被験者が再生した開始ピッチは半音単位で測定され、開始ピッチの標準偏差の平均が、再生された開始ピッチの安定度の指標として用いられた。その結果、セッション内、セッション間のいずれの場合でも、同じ曲の開始ピッチどうしの標準偏差の平均（1.28半音）が、異なる曲の開始ピッチど

うしの標準偏差の平均 (2.52 半音) よりも有意に小さかった。このことは、同じ曲に対しては複数の試行を通して同じ開始ピッチで再生し、異なる曲に対しては異なる開始ピッチで再生したことを表している。従って、普通の人であっても絶対的ピッチの記憶をもっていることが示された。

また、Levitin (1994) は 46 名の大学生と大学院生に、58 枚のポピュラー音楽の CD (「ホテル・カリフォルニア」など約 600 曲) を提示し、自分が非常に良く知っている曲を含む CD を手に取らせ、頭の中でその曲 (第 1 曲) をイメージさせた。そして歌唱またはハミング、口笛で再生させた。再生は曲中のどこからでもよいとした。再生の長さは特に指定しなかったが、多くの被験者は 4 小節のフレーズを再生した。この試行は別の曲 (第 2 曲) を用いて再度繰り返された。再生されたフレーズのうち最初の 3 音のピッチが、実際の CD における対応する 3 音のピッチと比較された。最初の 1 音を分析した結果、12% の被験者が両試行において正確なピッチで再生した (チャンスレベルは 0.7%)。40% の被験者が少なくともいずれか一方の試行において正確なピッチで再生した。44% の被験者が両試行において 2 半音以内の誤差で再生し、81% の被験者が少なくともいずれか一方の試行において 2 半音以内の誤差で再生した。また、誤差はほぼ正規分布していた。すなわち、CD で聴いた曲の絶対的ピッチの永続的記憶を相当数の被験者が保持していたのである。Levitin はこの結果を受け、普遍的な「ピッチの永続的な記憶」と、絶対音感保有者特有の「ピッチに言語ラベルを対応させる能力 (ラベリング能力)」からなる絶対音感の 2 要素説を提唱している。

さらに Shellenberg & Trehub (2003) は Halpern (1989) や Levitin (1994) の再生法では、運動記憶や声域上の制限によって正確なピッチが再生された可能性を否定できないとし、再認法による実験を行った。実験 1 では音楽専攻ではない大学生を被験者とし、「X-Files」などの有名なテレビ番組のテーマ音楽を使用して、そのオリジナルバージョンとそれを 1 半音または 2 半音コンピュータ上で上下させたバージョンとのどちらがオリジナルであるかを判定させた。その結果正答率は 1 半音の場合も 2 半音の場合もチャンスレベルを上回っていた。また、正答率はほぼ正規分布を描いていた。実験 2 では、刺激をコンピュータで加工したことによるノイズの影響などが結果に影響を与えていないかが検討された。実験 1 とは別の被験者を対象として、無名の音楽を使用して、そのオリジナルバージョンとそれを 2 半音コンピュータ上で上下させたバージョンとのどちらがオリジナルであるかを判定させた。その結果、正答率はチャンスレベルであり、コンピュータによる加工などは実験 1 の結果に影響を与えていないことがわかった。つまり、音楽経験の乏しい被験者でも絶対的ピッチの永続的記憶を保持していることが明らかにされたのである。

Trehub, Shellenberg, & Nakata (2008) は、Shellenberg & Trehub (2003) の実験手法と同様の再認法により、絶対的ピッチの永続的記憶について、カナダ人の子ども (実験 1) と日本人の子ども (実験 2) との比較を行っている。その結果、日本人の 5、6 歳児は、普段よく観ているテレビ番組のテーマ音楽のオリジナルバージョンと、それをコンピュータ上で半音上下させたバージョンとの違いを、チャンスレベル以上で判定することができた。カナダ人の同年齢の子どもはチャンスレベルでしか判定できなかった。Trehub et al. は、ピッチアクセントを用いる日本語とストレスアクセントを用いる英語との言語特性の違い、また日本人の子どもは音名を用いる経験が豊富であることを原因として挙げている。

これらの研究はすべて、音楽経験の乏しい者でも絶対的ピッチの永続的記憶をもっていることを強く示唆している。しかし Trehub et al. の研究を除き、いずれも成人を対象としたものである。また、Trehub et al. の研究は、日常生活で同一楽曲の 2 つのバージョンを比較するようなことは通常では行わないという意味で、生態学的妥当性における問題がある。もし Trehub et al. のような再認法ではなく、Levitin (1994) のような再生法によって、幼児が絶対的ピッチの永続的記憶を有していることが確認できれば、「ラベリングを伴わない絶対的ピッチの永続的記憶」の普遍性が、さらに認められることになるであろう。

そこで本研究では、新規に作曲された同一の楽曲を年中組 3 クラスと年長組 3 クラスにそれぞれ 4 半音ずつ異なる 3 つの調で学習させ、無伴奏で再生させる実験を行った。もし元の調のピッチが維持されて再生されれば、「ラベリングを伴わない絶対的ピッチの永続的記憶」を幼児が有していることのさらなる証拠が得られることになる。一方、無伴奏歌唱の開始ピッチは、「絶対的ピッチの永続的記憶」だけを反映して決定されるとは限らないとも考えられる。たとえば本研究に先立つ予備実験では、新規楽曲の無伴奏歌唱の開始音高と各自の氏名の発声のピッチとの間に比較的高い相関が見いだされている。もし元の

調のピッチが維持されて再生されなければそのような影響を与えうる要因について検討することも興味深いと考える。果たして再生法によっても幼児の「ラベリングを伴わない絶対的ピッチの永続的記憶」の証拠は得られるのか、得られないとすればその理由は何が、以上のことを明らかにするのが本研究の目的である。

準実験

方法

被験者

広島県東広島市内 A 幼稚園（3 年保育）の年中児（4～5 歳）95 名（男子 47 名、女子 48 名）、年長児（5～6 歳）92 名（男子 56 名、女子 36 名）、計 187 名の園児が本研究に参加した。年少児（3～4 歳）は課題を遂行する能力が低いと考えられたために被験者とはされなかった。

刺激材料

新規楽曲として、「まっしろねこちゃん」というタイトルの楽曲を作成した（図 1）。この楽曲は、これまで幼児の無伴奏歌唱の研究（たとえば吉富, 1985; 吉富, 森田, 1984）において使用されてきた「メリーさんのひつじ」とできるだけ互換性をもつように作曲された。具体的には、

1. 長調であること、
 2. 音域が完全 5 度であること、
 3. 中音（階名のミ）からメロディが開始していること、
 4. 大きい跳躍音程がないこと、
 5. 「メリーさんのひつじ」と楽曲の拍子、小節数が同じであること、
 6. 「メリーさんのひつじ」と類似したリズムパターンを用いていること、および、
 7. 子どもに親しみのある動物が出てくること、
- である。なお、この楽曲は小生が作詞・作曲した。

この楽曲の伴奏を、Digidesign Mbox 2 mini および同梱の Pro Tools LE 8 を使用して、Pro Tools の MIDI 機能により入力後、ロ長調およびそれを中心として減 4 度または長 3 度（いずれも 4 半音）ずつ離れた 3 つの調（表 1）に移調し、最終的にデジタルオーディオデータとして音源化した。音源化には Pro Tools 付属のソフトウェアシンセサイザーである Mini Grand（サンプリングピアノ音）を使用した。練習に便利のように、各調につき 1 番だけのもの、3 番まで（フルコーラス）あるものの 2 とおりに作成し、調ごとに 1 枚の CD として作成した。

手続き

年中の 3 クラス、年長の 3 クラスのそれぞれに対し、楽曲習得時のピッチ条件として高声条件、中声条件、低声条件を割り当てた。担任の指導のもとに、最低でも 1 番だけは歌えるようになるように練習が行われた。練習期間は 1 か月程度であり、内容は CD の伴奏を聴く、CD または教師の伴奏について歌う、朝の会や帰りの会で通して歌うなどの活動が中心で、1 日平均 5 分程度の練習であった。

練習期間の終了後、2012 年 2 月に個別に無伴奏で歌わせるテストを行った。テストでは被験者に安心感を与えるためどのような歌唱に対しても「よく歌えたね」というような肯定的なフィードバックを与えた。テストの様子は IC レコーダー Olympus Voice-Trek V-41 を用い、ピッチ分析に支障のない設定により不可逆圧縮録音した。

これとは別に、無伴奏歌唱の 3 日以上前の時期において、個別に自分の氏名を言わせる調査が行われた（他に 2 つのダミー課題を伴う）。これも無伴奏歌唱と同様に録音した。

まっしろねこちゃん (高声条件用 変ホ長調)

作詞・作曲：大西潤一

♩ = 86 *mf*

mf

1.	ま	っ	し	ろ	ね	こ	ち	ゃ	ん	ニ	ャー	ニ	ャー	ニ	ャー
2.	ま	っ	く	ろ	ね	こ	ち	ゃ	ん	ニ	ャー	ニ	ャー	ニ	ャー
3.	し	ま	し	ま	ね	こ	ち	ゃ	ん	ニ	ャー	ニ	ャー	ニ	ャー

1.2.

ふ	く	ふ	く	あ	ん	よ	が	か	わ	い	い	な
ま	ん	ま	る	お	め	め	が	き	れ	い	だ	な
し	ま	し	ま	コ	ー	ト	が	す	て	き	だ	な

1.2.

3.

な

3.

図1 新規楽曲「まっしろねこちゃん」の楽譜

高声条件では変ホ長調，中声条件ではロ長調，および低声条件ではト長調で練習させた。

表 1 各条件の調とオリジナルの開始ピッチ

	調	オリジナルの開始ピッチ
高声条件	変ホ長調	G4
中声条件	ロ長調	D#4
低声条件	ト長調	B3

表 2 音高条件、性別ごとの実被験者数

		高声条件	中声条件	低声条件	計
年長	男子	15	14	12	41
	女子	8	7	9	24
計		23	21	21	65

表 3 各条件下における男女別開始ピッチの平均値

	高声条件	中声条件	低声条件
男子	C#4+11.20cent (3半音-27.91cent)	C4+37.60cent (2半音-19.29cent)	B3+16.34cent (1半音-8.87cent)
女子	D#4-42.10cent (3半音-4.45cent)	D4+3.32cent (1半音+6.12cent)	C4+0.64cent (1半音+45.31cent)

ピッチの平均値は、A4 = 440Hz とした場合の音名 ± cent 値で表している。

()内は標準偏差。

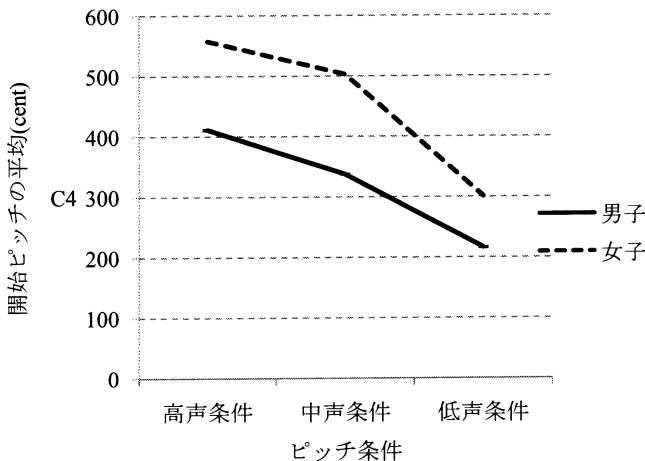


図 2 各条件下における開始ピッチの平均 (0cent = 220Hz)

結果と考察

録音の分析

NTT アドバンステクノロジー製、音声工房 Pro Ver.4.0 を用いて録音から氏名の部分、無伴奏歌唱の開始音（「まっしろねこちゃん」の「ま」）の部分を取り出してサンプルとし、それぞれピッチ分析を行った。分析条件はハミング窓を用い、フレーム長 10ms、窓長 30ms、分析周波数範囲 50Hz ~ 500Hz で行った。

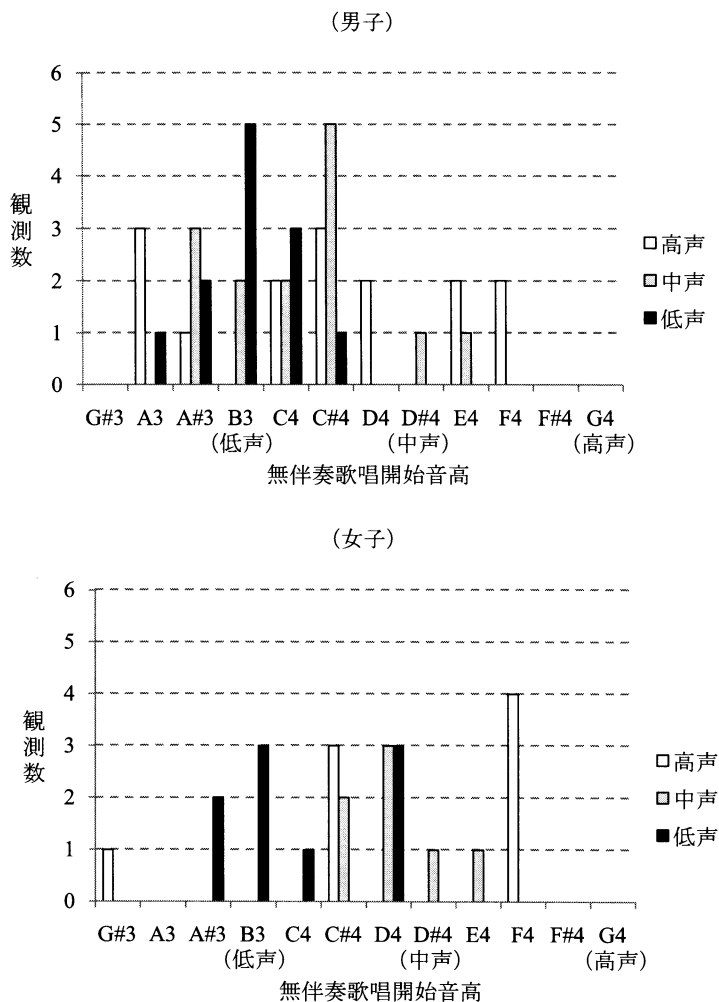


図3 開始音高の男女別ヒストグラム

なお、音声工房ではフレームごとに分析周波数を時系列的に出力する。分析できなかったフレームは取り除いたが、分析できたフレームでも異常値のある可能性がある。しかしどれが異常値であるかをデータから見分けることは困難である。そこで異常値の影響をできるだけ抑えるため、サンプルの代表値には中央値を用いた。また、若干のメロディの違いは許容した。

分析対象者数

年中クラスのうち、低声条件のクラスは、無伴奏歌唱テストにおいて出席者30名のうちからうじて歌唱できた被験者がわずか3名で、後の者はモノトーンで歌ったか、歌唱不可能であった。また、高声条件のクラスは録音状態が非常に悪く、分析が不可能であった。以上の理由により、年中クラスの分析は断念せざるを得なかった。年長クラスのうち、歌えなかった被験者、モノトーンで歌った被験者、全く異なるメロディを歌った被験者、ノイズが混入したケース、何らかの理由でピッチ分析ができなかったケース、明白な異常値などを取り除いた結果、有効被験者数は65名となった。内訳は表2の通りである。

データの分析

表3に、各条件下における無伴奏歌唱の開始ピッチ（以下、開始ピッチ）の男女別平均値を示す。また、図2に、開始ピッチの男女別平均値をグラフ化して示す。図2より、ピッチ条件が高くなるにつれ、およそ1半音ずつ、開始ピッチの平均値が高くなっていることがわかる。また、女子は男子よりおよそ1半音から1半音+50cent、開始ピッチが高くなっている。

開始ピッチの平均値について、性別（2水準：男子、女子）×ピッチ条件（3水準：高声条件、中声条件、低声条件）からなる被験者間2要因の分散分析を行った。分散分析の結果、性別の主効果（ $F(1, 59) = 5.81, p < .05$ ）、およびピッチ条件の主効果（ $F(2, 59) = 6.02, p < .005$ ）が有意であった。交互作用は有意でなかった。ピッチ条件の主効果について、ライアン法による多重比較を行ったところ、高声条件と低声条件、中声条件と低声条件の間が有意水準5%で有意差が見られた。高声条件と中声条件の間には有意差は見られなかった。

開始ピッチの分布を図3に男女別ヒストグラムで示す。測定された開始ピッチをもっとも近い半音に丸めて表示している。男子の場合、高声条件では観測数が全体的に均一になっているが、中声条件では最頻値がオリジナルの開始ピッチより全音低いC#4、低声条件ではオリジナルの開始ピッチと等しいB3となっている。女子の場合、高声条件では最頻値がオリジナルの開始ピッチより全音低いF4、中声条件ではオリジナルの開始ピッチより半音低いD4、低声条件ではオリジナルの開始ピッチと等しいB3と1全音半高いD4となっている。以上の結果から、おおまかに見て、高声条件と中声条件ではオリジナルの開始ピッチより低め、低声条件ではオリジナルの開始ピッチと等しいかやや高めに歌いだしたことが分かる。

ここで、結論の一つが導かれる。すなわち、再生法を用いた実験では、何らかの理由により、楽曲習得時のピッチは維持されずに再生されるということである。従って、少なくとも幼児を対象とした実験では、再生法を使用しない方が無難である、ということになる。

次のステップは、何が原因で習得時のピッチの再生が妨げられたのかという問題である。先述したように、本研究に先立つ予備実験において、開始ピッチと氏名の発声のピッチ（以下氏名ピッチ）との間に比較的高い相関が見いだされていた。これは、無伴奏歌唱テストの直前に氏名を言わせていたために、その運動記憶が影響して歌唱開始音高が氏名ピッチと同様に変動したものと判断された。本研究のデータについても、氏名ピッチが測定できている被験者に絞って相関係数を算出したところ、 $r(53) = .43$ という、中程度の相関が見いだされた。氏名ピッチは、普段の話し声のピッチ（話声位）の測定方法として広く認知されているので、この結果は話し声のピッチが歌声のピッチに何らかの形で影響を与えた可能性があることを示唆している。なお、氏名ピッチの平均、標準偏差は、平均C4-39.39cent、標準偏差2半音-32.50cent（男子）、平均C#4+17.94cent、標準偏差2半音+21.63cent（女子）であった。

吉富（1985）は、そのB調査において、「チューリップ（階名ドで始まる）」、本研究で用いられた「まっしろねこちゃん」と互換性のある「メリーさんのひつじ（同ミで始まる）」、および「ちょうちょ（同ソで始まる）」の3曲を課題曲とし、幼稚園の4歳児6クラス計172名を被験者として、課題曲（3条件）×調（2条件、ハ長調:C4が主音、ヘ長調:F4が主音）の6条件に各クラスを割り当て、3日間練習させた。中1日休みを空けた5日目に無伴奏で個別に歌唱させた結果、開始ピッチは課題曲、練習時の調にかかわらずおおむね平均C4からE4あたりであり、練習時のピッチよりかなり低いものであった。このことは、幼児は練習時のピッチよりも話し声のピッチに近いピッチで再生する傾向があることを示しており、本研究の結果と共通するものがある。

これらのことを総合的に解釈して、本研究の結論をまとめると以下ようになる。

1. 幼児が楽曲習得時のピッチをそのまま維持して歌唱するという証拠は得られなかった。
2. その代わりに、楽曲習得時すなわちオリジナルのピッチよりも、話声位に近いピッチで再生する傾向があった。
3. 幼児は、もともとオリジナルのピッチを記憶していたが、この「話声位回帰傾向」によって、話声位に近いピッチに引きずられて歌いだしたのではないか。

もちろん、この結論は飛躍を含んでいる。そもそも、被験者がオリジナルのピッチを記憶していたとどうして言えるのか。このことを確かめるためには、Trehub et al. (2008) のような再認法による実験を併用することが有効である。本研究でも実施したが、実験手続きの不備により、良好な結果を得ることがで

きなかった。この点は本研究の限界であり、今後の課題としたい。

また、再生法を取り巻く別の問題に声域があるが、これについても今後検討したい。

謝辞

広島大学大学院教育学研究科名誉教授吉富功修先生には、本研究を進めるに当たり、全面的なサポートをいただいた。また、A 幼稚園の教職員、園児の皆様、実験を手伝っていただいた広島大学大学院教育学研究科の大学院生の皆様には大変お世話になった。この場を借りて厚く御礼申し上げたい。

文献

- Halpern, A. R. (1989). "Memory for the absolute pitch of familiar songs." *Memory & Cognition*, 17, pp. 572-581.
- Levitin, D. J. (1994). "Absolute memory for musical pitch: Evidence from the production of learned melodies." *Perception & Psychophysics*, 56, pp. 414-423.
- Parncutt, R., & Levitin, D. J. (2001). "Absolute pitch." In S. Sadie (Ed.), *The New Grove dictionary of music and musicians*. New York: St. Martin's.: pp. 37-39.
- Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. (2003). "Good pitch memory is widespread." *Psychological Science*, 14, pp. 262-266.
- Trehub, S. E., Schellenberg, E. G., & Nakata, T. (2008). "Cross-cultural perspectives on pitch memory." *Journal of Experimental Child Psychology*, 100, pp. 40-52.
- 吉富功修 (1985). 「幼児の無伴奏歌唱における開始音の研究」『中国四国教育学会 教育学研究紀要』30 巻, pp. 468-471.
- 吉富功修, 森田尚子 (1984). 「幼児・児童の無伴奏歌唱における開始音の研究」『愛媛大学教育実践指導センター紀要』2 巻, pp. 13-22.