

1. はじめに

教師の発声を学習者が真似て発音を練習する。英語学習ではありふれた場面である。しかし、この行為を科学的な視点から眺めると、摩訶不思議な行為を行っていることに気付かされる。本稿では「他者の発声を真似る」という行為を、音響的に（物理的に）観測することを通して、この不思議な行為の種明かしを試みる。と同時にこの種明かしを通して、どのような発音分析技術が構築されているのか、について筆者の研究を紹介する。そしてその技術構築が、World Englishes に対して、Individual Englishes という概念を生む契機となるであろうことについて、筆者の考えを述べる。

2. “Repeat after me.” の摩訶不思議

多くの日本人は、小学校や中学校にて英語を学び始める。“Repeat after me.” と言って教科書を読み上げる教師の後を追いかけるように、教科書を読んだ読者も多いことだろう。先生の発音に近づこうと、思考錯誤しつつ、教科書を読みあげた読者も多いと思う。

英語教師の発声・発音を真似ることを通して英語の発音を身につける。

教育現場で当たり前のように繰り返される風景であるが、この風景を科学の目で捉えようと、摩訶不思議なことが起きていることに気付かされる。英語の発音学習が、教師が出す声（音）をそっくり再現することを目的とするなら、満点を貰う学生は、コーギー富田のような声帯模写の名人であるはずだ。発音の学習というのは、何も声帯模写能力の獲得を目指す訳では無い¹。では、発音学習とは、声（音）の何を真似ることを意味するのだろうか？

「先生の発声を発音記号（音韻）表記して、個々の記号を自分の口で声として出そうとするだけじゃないですか？」という解釈も可能だが、これは正しいだろうか？語学学習の達人である子供達が母語(mother tongue)を獲得する際に、音韻の種類を全て習得してから、親の言葉を真似るのだろうか？どうも変である。例えば日本語に比べ米語は母音数が約三倍になるが、米語に幾つの母音（単母音＋二重母音）があるのかを正しく把握している米国人は、音声学者くらいではないだろうか？

相手の声を積極的に模倣する活動は音声模倣と呼ばれる。外国語の教室における学生達、親とのやりとりから言葉を習得する子供達に、当たり前のように観測される行為であるが、実は、動物でこれを行う種は少ない。霊長類では人だけだと言われている[1]。他種まで含めると、鳥、イルカ、クジラで観測されている[2]。しかし、彼らの模倣行為は基本的に音としての模倣であると言われている[2]。人の場合、体格、年齢、性別を超えて模倣してくる。人は「妙な」模倣をする。

外国語発音の学習とは、教師音声の何を真似ることを意味するのだろうか？

細い声の“Where’ re you from?”を真似ても、太い声の“**Where’ re you from?**”を真似ても、学習者自身の声色（音色）の“Where’ re you from?”となる。この（音としては異なる）三者の発声

¹ 某テレビ局の英語教育番組のプロデューサーから「物真似芸人は外国語の発音学習も上手なのか、実験的に調べてみたい。」という企画を持ち出されたことがある。最終的に、その実験が実施されたのか否かは定かではない。

の中に、何か「声の共通項」が潜んでいるのだろうか？その共通項を、女性や子供の短い喉で出そうとすれば可愛い声となり、男性の長い喉で出せば太い声となるのだろうか？

音声模倣が声帯模写となってしまうことが、人間において、観測されることがあるだろうか？例えば、語学の先生が男性から女性に変わると、“Repeat after me.”に対する応答が、男声から女声に変わるような学生である。ふざけているのではない。そういう真似しか出来ない学生である。実はこの話は、とある自閉症（アスペルガー症候群）者からお聞きした話である[3]。英語の発音練習やカラオケにおいて、教師や職業歌手の声帯模写以外の真似が難しい。逆に言えば、物真似番組で声帯模写的な真似（コーギー富田など）なら良いが、デフォルメして真似てくると（コロッケなど）、音としてはずれてくるため「何が似ているのかが分からない」となる。重度自閉症者がテレビのコマーシャルをそっくり真似る例はよく知られた行為である[4]。これも、メッセージを再生しているのではなく、音を真似ている。彼らは車のエンジン音なども真似るが、両者には差は無いのだろう。

重度自閉症者の場合、言葉の獲得が遅れる（一生獲得できないこともある）。発音学習が声帯模写的になってしまう上記の方の場合、音声コミュニケーションが苦手であり、「文字言語や手話の方が楽」とのことである。なお、自閉症者であり動物学者であるグランディンは、自閉症者と動物の情報処理の類似性を主張している[5]。興味深いことに、メロディーを移調すると、移調前後の同一性認知は、動物では難しいことは広く知られた事実である[6]。違う音は違う音なのである。

発達心理学、発達障害学、進化心理学、進化人類学、そして、音響音声学、これらの科学を通して“Repeat after me.”を眺めると、摩訶不思議に思えて来る。ご理解頂けたらどうか？

3. 音の四要素とそれを生む仕組み

話を進める前に、音について解説する。音には四つの要素がある。音の強さ、長さ、高さ、そして、音色である。音声は肺からの呼気流があって初めて生まれる。まずは「はあ〜」と溜め息をついて戴きたい。この時母音は発声せずに/h/の音だけを出してみる。肺からの呼気流の勢いを変えれば、強い「はあ〜」になるし、弱い「はあ〜」にもなる。もちろん強い「はあ〜」は長くなる傾向にあるが、強くても短い「はあっ！」を出すことは可能である。声の強弱、長短、これらの違いを生む仕組みは、肺からの呼気流の勢いを制御することにある。

次に母音「あ〜」を発声してみる。先ほどの溜め息と「あ〜」を交互に、指を喉に当てながら発声してみれば、後者の時だけ喉の皮膚が細かく振動している様子が分かる。これが声帯の振動である。実は、音声学では声帯の振動を伴う音を「声」と呼んでいる。先ほどの溜め息は音素記号では/h/となるが音声学的には「声」ではない。声帯振動が伴わない音は「声が無い」音、つまり、無声音と呼ばれる。伴うと有声音である。「あ〜」をより高く、低くすることは容易に出来る。これを生む仕組みは、声帯を支える筋肉を緊張・弛緩させ、声帯の振動数を上げ・下げすると、高く・低くなる。

最後に音色である。強さ・長さ・高さが同じ二つの音を考える。この二つの音を「違う音」として認識できる場合、それは「音色の違い」と言われる²。具体的に言うと、強さ・長さ・高さが同じ音をサクソフォンとトランペットで出してみる。楽器が違うので、当然異なる音として認識できる。強さ・長さ・高さが同じ「あ」と「え」を発声してみる。当然区別できる。これらは音色が異なる。さて、音色の違いを生む仕組みであるが、これはその音を出す楽器（音声の場合は口腔）の空洞形状の違いである。バイオリン職人がバイオリンの形を整えながら音色を調節する様子を思い浮かべて欲しい。

² 「それは音色そのものの説明になってないじゃないか！」と言われそうであるが、教科書にもこのような記述は見つかる。

音を物理的に考えるようになると、バイオリンの音色調整と、学習者が舌の位置を変えながら、/l/と/r/を区別して発声している様子が重なってくる。両者とも楽器の形状を調整しているだけである。重なっていないとすれば、それは「音色の違いを生む仕組みを理解できていない」だけである。

以降、音色と音高に焦点を当てる。口を真一文字に閉じて、ある発声のイントネーションを再現できる。つまり、声帯の振動の制御と口腔（楽器）の形状変化は独立に行うことができる。どの母音を発声するのかと、その母音をどの高さで発声するのかは、独立に制御できる。

4. 音声模倣は声の何を真似ているのか？

音色と音高は独立であると述べた。であれば、例えば「あ〜」という音声を分析して、音色成分と音高成分に、音響的に分解することはできるのか？と問えば、それを可能にする技術は存在する。音声工学の礎を気付いたと言われるファントによる、ソース・フィルターモデルがそれに相当する[7]。音声を声帯の振動成分と口腔の形状成分に、音響的に分解する古典的技術である。

「あ」と「え」は口腔形状が異なるために異なる音色を有する。教師Aの「あ」と学生Bの「あ」も、口腔形状（主には長さ）が異なるため、異なる音色を有する。母音の違いも話者の違いも、両方とも楽器の形状・長さの違いとなるため、音響的には、音色の違いでしかない。さて、定型発達を遂げた学習者が英語の授業で教師の音声を模倣する場合、体格、性別、年齢の情報、即ち「誰の声なのか」までは真似ない。上に、音色と音高は音響的に分離できると書いたが、であれば、音高が分離された音声の音色成分に対して、更に「何を言ったのか」「誰が言ったのか」の二成分に分解する技術はあるのだろうか？残念ながら、筆者の知る限り存在しない。これは技術としてだけではなく、音声科学という科学の一分野の研究者に対して問うても、分離法を示せる研究者はいないだろう。

第2節で、異なる話者の（依って音としては異なる）“Where’ re you from?”の中に、「声の共通項」が潜んでいるのだろうか？という問いを掲げた。この共通項は“Where’ re you from?”から「誰が」成分を取り除いたものに相当するが、同様の問いは発達心理学の中にも見られる。「幼児は親の声の何を模倣しているのか？」という問いである。語全体の語形・音形を真似る[8]、語ゲシュタルトを真似る[9]、Related spectral pattern[10]などの言葉が登場する。用語としては存在するのであれば、その物理的な説明を提供して欲しいところであるが、物理的説明は見当たらない³。話者の違いを超えた声の共通項を物理的に表現できることが出来ないならば、そもそも、語学学習者が真似るべき対象を物理的に表現できないことになる。しかしながら、巷にはCALLシステム、発音評価システムが溢れている。これらのシステム開発者は答えを知っているのだろうか？

多くの場合、CALLの発音評価とは、多数の母語話者音声から正しい発音の統計的モデルを構築する。例えば、数百人の母語話者から“Where’ re you from?”という発音のモデルを構築すれば、ある学習者の声色は、凡そ、そのモデルの中に入ることになる。しかし、成人男性の統計モデルを構築しても、小学一年生の学習者の声色は内包しない。そのために、小学生用CALLシステムは、母語話者の小学生音声の収録から始めることになる[11]。集めることがコスト的に大変であれば、教師音声をその学習者の声色に技術的に変換させて、学習者音声と比較する[12, 13]。集める、あるいは、合わせることで教師（モデル）と学習者の声色の差を無視できる状態にした後に、両者の発声を比較する。そもそも、声を「何を言ったのか」「誰が言ったのか」の二成分に分ける方法が無ければ、「誰が」成分を教師・

³ 音響学会誌の編集委員として、学会誌のQ&Aコーナーに「語ゲシュタルトの物理的定義を教えて欲しい」というQを掲げて、国内外の発達心理学の専門家に質問をしたが、明確な回答は無かった。用語はあるが、その物理的説明は存在していないのだろう。

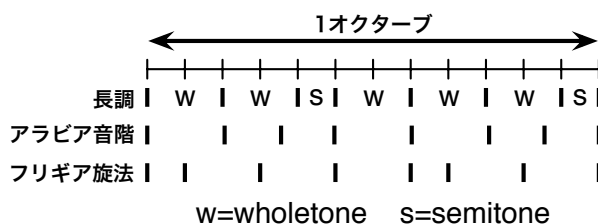


図1：各種音階における音高の配置

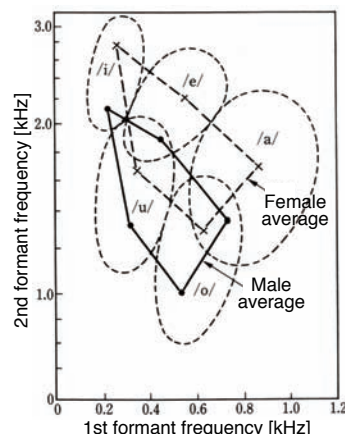


図2：日本語五母音のフォルマント周波数

学習者間で揃えて比較せざるを得ない。しかしこれは、よくよく考えれば、声帯模写の善し悪しを測定することと同値である。分離出来ないために、発音の善し悪しの測定を、声帯模写の善し悪しを測定する技術を通して行っているだけである。「入力音声に対して、発音の善し悪しを数値化すること」だけが、CALLシステムに求められる要件であれば、数値化のメカニズムを問う必要は無いのかもしれない。しかしながら第2節に述べたような各種の科学的事実と、上記した技術的事実を知る立場から言えば、本来行うべきは、声の音色成分を「何を言ったのか」「誰が言ったのか」に分離する方法（技術）を確立した上で、その技術を使って発音を評価するシステムを作ること、であると筆者は考える。そもそも進化的には、それが出来るようになったのが人間なのだから。

5. 声の共通項のあぶり出し

声の共通項を如何にしてあぶり出すのか、「誰が」「何を」成分を如何にして分離するのか。本稿は、数理的・物理的な詳細を述べることを目的とはしない。興味ある読者は[14]を参照して戴きたい。ここでは、そのエッセンスだけを述べるに止める。

求めるべくは、声色の太さ・細さに拘らず同一内容の発声に対して観測されるであろう共通項を、物理的にあぶり出すことである。同様の操作は、実はメロディーの階名書き起こしでは日常茶飯事に行われている。カラオケでキーの上げ下げをすれば、メロディーは全体的に高く・低くなる。例えばハ長調の曲がト長調になる。しかし、メロディーを階名⁴で書き起こす相対音感者は、キーを変えても、書き起こすドレミ列は変わらない。この場合、音のどの側面に着眼することで書き起こしは行われているのだろうか？当然、各音の絶対的高さではない。キーを変えれば、それは変わるのだから。図1に長調のドレミの音高配置を示す。全音と半音が、全全半全全全半と並んでいる。この不均一な音高配置はキーを上げ下げしても変わらない。変わらないように黒鍵を使う。この音と音の差（音程）の不変性が、キーに依らないメロディー書き起こしを支えている。例えば、図1にはアラビア音階も示しているが、西洋音楽をアラビア音階で奏でると、一部の音に対してドレミ書き起こしは困難になる。民族音楽には、その地域によって、音高の配置パターンは様々なものがあることに気付く。

音響音声学では第一フォルマント周波数、第二フォルマント周波数を横軸、縦軸にして、ある言語の母音群をプロットすることが頻繁に行われている⁵。図2に日本語の五母音の様子を示す（男声、女

⁴ 音名ではないことに注意。音名はキーが変われば当然変わる。ドレミは音名として使われたり、階名として使われたりするが、音楽学的にはドレミは階名であり、音名は本来「ハニホヘトイロ」あるいは「CDEFGAB」で表記される。

⁵ フォルマント周波数とは、より一般的には、共振周波数と呼ばれるものである。高校の物理をとった読者は、気柱を使った実験を思い出し出したい。断面積一定の気柱を使えば、その長さ（だけ）で、複数の共振周波数が決定されることを学んだはずである。音声の場合、

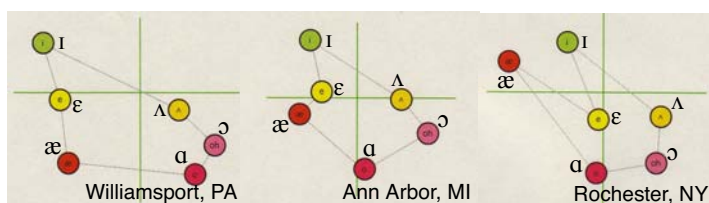


図3：米語方言における母音（但し6種類）の配置

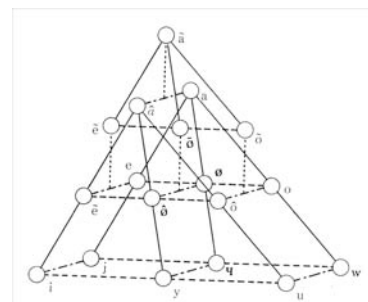


図4：ヤコブソンの伝語母音体系

声の統計的分布)。口腔の長さが長いほど、フォルマント周波数は低くなる（つまり声は太くなる）。日本語の場合、方言（言語の地方差）によってフォルマント周波数が大きく変わることは少ないが、海外では、方言による母音の音色の変化は当然の現象となる。図3に米語の例を示す[15]。喉の長さを正規化した場合の、各地の方言音声のフォルマント周波数である。母音配置が地方によって異なることが分かる。音高配置の変形が音楽の地域性であるように、母音配置の変形が言語の地域性である。

さて、子供は父親、母親の声の声色をそのまま真似ようとはしないが、当然、その土地の方言話者になる。つまり、音は真似ないが、音の配置の様子はしっかりと真似てくる。であれば、音声の音色成分から「誰か」をそぎ落とした、「何を」成分は、その発声の中に含まれる個々の音の配置の様子であることに気付かされる。身体の成長に伴い喉が長くなれば（図1参照）、音の配置は全体的に移動するが、配置の様子は変わらない、という訳である。

さて音の配置とは何なのか？どのように表現することが妥当なのか？「三辺の長さが等しい三角形（三点の配置）は合同である」ことは周知の幾何学的事実である（三角形の合同条件）。では、これを一般化し、N角形の合同条件は？となるとどうだろうか。答えは「全ての二点間距離が等しいN角形は合同である」となる⁶。結局、音群の配置とは「任意の二音間距離を全て集めたもの」として表現できる。言い換えれば、声の「共通項」とは、音ではなく「音と音の差異」として求められることになる。筆者は「音の差異を集めることで定義できる、話者の違いを超えた音の体系」を抽出する技術開発を行っており、母音（とそれに類する音）を対象として発音評価技術を構築している[16]。なお、子音まで含めた場合の検討は[17]を参照して戴きたい。

言語をラングとパロールに分け、ラングへの着眼を促したソシュールが「言語が含むものは・・・体系から生じる概念的差異と音的差異だけである」と主張し[18]、その後、構造音韻論を提唱したヤコブソンが、話者に依らない音声表象として、図4に示す母音体系を幾何学的に表現している[19]。これらの主張と、筆者が提案する理論・技術がどう重なるのかは、言語学者に判断を任せたい。

6. 発音の構造的表象とその発音評価への応用

ある話者の発声から（例えば）母音構造を抽出する。別の話者から同様に母音構造を抽出する。そして両者を幾何学的に比較する。N角形とN角形を比較し、どの頂点のところでもずれが大きいかを測る。最もずれが大きい頂点だが、両話者間の最も顕著な発音の違いとなる。この場合、発音構造を抽出した

断面積一定の気柱に相当するのは、schwaを発声するときの口腔形状と言われている。それ以外の母音を発声する場合、気柱の一部を狭めたり、広げたりして、共振周波数を変化させる。そしてこれが、音色（声色）の違いを生むことになる。高校で物理をとっていない読者は、是非、息子・娘さんの高校の教科書を開いて戴きたい。音色の違いを生む仕組みが分かれば、それは「発音指導の際に学習者の興味を引く強力なツール」になると筆者は考える。十数年、何気なく行ってきた活動（発声）に対して、隠された仕組みを説明されて興味を示さない学生はいないと筆者は考える。読者がこの原稿を「面白い」と思っただけで読むとすれば、それは、学習者も同様に感じるだろう。

⁶ 実は、鏡像の曖昧性が残されている。厳密には「全ての二点間距離が等しい二つのN角形は合同か、鏡像の関係にある。」となる。



図5：目標とする発音（モデル話者）を選ぶGUI

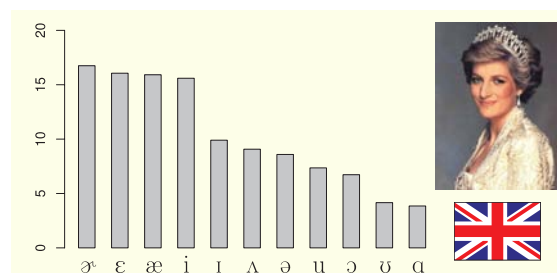


図6：どの母音から矯正すべきか？

段階で、体格、性別、年齢の違いは凡そ捨象される。このようなシナリオで、教師の英語母音発音と学習者の母音発音を比較し、どこから矯正するのが一番の近道なのかを示すようなシステムを構築した。図5に「比較してもらいたい教師を選ぶ GUI」を示す。図6は矯正すべき母音の順序の例である。教師としては、学校の先生、有名な音声学者、ハリウッドスター、など（音声さえ提供されれば）誰でも置くことができる。目指す発音が母語話者のような発音ではなく、「日本人であることはすぐにばれるが、ビジネスでは十分通用する日本人英語」であれば、そのような発音をする外資系ビジネスマンを教師として据えればよいだけである。英語の発音を学ぶ理由は、学習者によって様々である。様々なゴール（目標）に対応可能な形で技術構築を行っている。なお、目標話者の発音との違いを提示できたとして、「どうやってそれを矯正すれば良いのか」その具体的な矯正方法を提示することは、現時点では行っていない。それは教師が行うべきことだと考えるからである⁷。

話者Aの英語発音（N角形）と話者Bの英語発音（N角形）の差を定量的に測定する訳だが、任意の二話者間の発音（N角形）距離を全て計測すれば、全話者の配置の様子を示すことができる[20]。例えば、図7はとある中学校のとあるクラスの学生と、その中学校の英語教師を配置したクラスマップと、研究室の学生、英語教師、及び、あるご家族（両親と二人の息子）を配置したファミリーマップである。体格、年齢、性別の差が捨象されている様子が分かる。図9は規模を拡大し、500名近い日本人話者（柏キャンパスのオープンラボで収録）の英語発音を分類したものである。このように、発音に着眼した分類（一種の英語地図）も描けることになる。例えば、地球上には約20億の英語学習者が存在する。母語話者も含め、彼らの発音を吸い上げて分類すれば、個人を単位とした英語方言地図が出来上がる。クラウドコンピューティングに代表されるように、様々な情報が雲の向こうに蓄積され、情報化社会を支えている。例えば読者がGoogle検索利用時にタイプした文字列は、Googleが全て記憶、保管し、サービス向上に利用している⁸。個人を単位とした英語方言地図の実現は、音声資料の提供さえあれば、技術的には可能である。このような情報を各個人が使えるようになれば、自分の発音とよく似た人を見つけることも可能となる。その人は貴方の発音を「世界で一番intelligibleな発音」と評価してくれるはずである。お互い世界一似た方言話者同士だから、である。

⁷ 分析は機械が、指導は人間が行うべきであると考えている。

⁸ Google のサービスの多くは無料であるが、ユーザーはプライバシーという情報を無料で提供している。

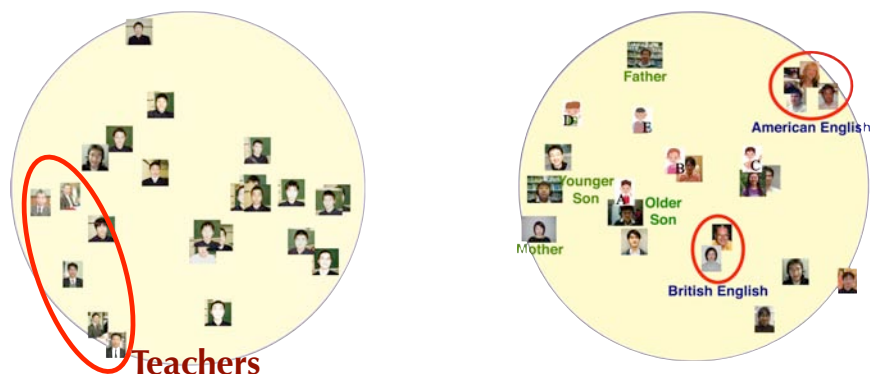


図7：クラスマップとファミリーマップ

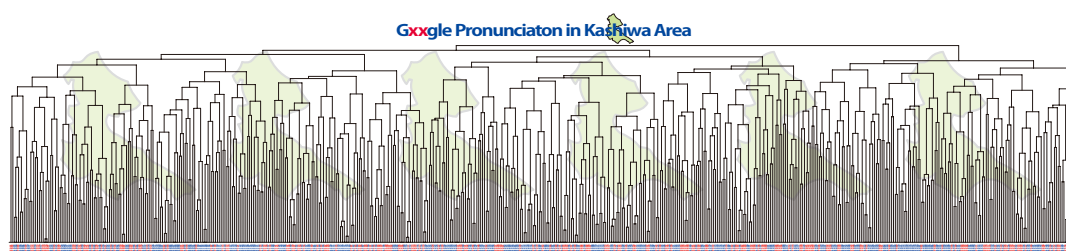


図9：500名規模の日本人（柏市民）による英語母音体系の分類

7. World Englishes から Individual Englishes へ

目標とする発音を個人を特定する形で指定し、それと学習者発音を比較する技術、そして、個人を単位として英語発音を記述し、分類する技術を開発している。このような視点に経つと、英語、米語、豪語、日本語、独語、仏語、といった国名や地域名を使った言語の命名方法が些か不自然に思えてくる。例えば、本稿を読む読者は、日本語を獲得した話者であろうか？あるいは、読者の子供さんたちは日本語を獲得した話者であろうか？子供の言語獲得を眺める観測者は「日本語を獲得している」と表現するだろうが、子供自身はどうであろうか。彼らは「お母さん語 (mother tongue) を模倣し、獲得している」だけである。やがて獲得した「お母さん語」を使えば、近所のおじさんとも、電話越しのおばあちゃんとも円滑なコミュニケーションがとれることを知るだけであろう。なぜコミュニケーションがとれるのか、それは、同一の地域ではほぼ音の体系が保持されるからであり、子供もこの体系を獲得する。第一言語を獲得する時の「お母さん」は、通常、その子を生んだ女性である。では、外国語を学ぶ時の「お母さん」は誰なのか？国なのか？地方なのか？そう考えれば「北米英語を学びたい」という会話となる。筆者はそれよりも「サウンド・オブ・ミュージックのマリア (Julie Andrews) のような発音を獲得したい」との会話の方が、言葉の獲得を適切に捉えた表現であると考え。

筆者が開発する技術は「北米英語を学びたい」という学習者は相手に出来ない。対象とする発音が不明だからである⁹。筆者の技術は「誰の発音を目指しているのか、まず、それを考えなさい。」と学習者に要求する。World Englishes, Regional Englishesではなく、Individual Englishes である。

8. まとめ

⁹ 極端な例かもしれないが、中国語の場合、方言間で利用される文字は同じだが、発音は異なるため、隣同士で会話が成立しないこともある。北米英語といっても、地方によって、更には話者によっても、(厳密には) 方言差はあると考えるのが自然である。話者を単位として方言を議論するための方法論 (技術的方法論も含む) が整備されていないだけではないのか、と考えている。

音声模倣というありふれた場面を科学的な視点で捉えることで、その中に摩訶不思議な現象が起きていることを明示し、筆者が行っている種明かしを説明した。また、その種明かしを通して行っている技術構築、CALLシステム開発について紹介した。言語の獲得（音声模倣）は、極めて private な活動である。しかし一旦言語を獲得すると、それは非常に public な活動に使われる。Private な活動の結果が、何故、社会共同体という public な場の中で円滑に使われ得るのか？その共通項として、筆者は音の体系に着眼し、それをあぶり出す技術を開発している。言葉を眺める時に、public な側面から思考することが多いが、言語の獲得・学習を考える場合は、private な側面への着眼が必要であろう。

9. 参考文献

- [1] W. Gruhn, “The audio-vocal system in sound perception and learning of language and music,” *In: Proc. Int. Conf. on language and music as cognitive systems*, 2006
- [2] 岡ノ谷一夫, “小鳥の歌と言語: 共通する進化メカニズム”, *音響学会春季講演論文集*, 1-7-15, 1555-1556, 2008 (但し, 質疑応答含む)
- [3] 綾屋紗月, 熊谷晋一郎, *発達障害当事者研究*, 医学書院, 2008 (但し, 著者らの対談を含む)
- [4] U. Frith, *自閉症の謎を解き明かす*, 東京書籍, 1991
- [5] T. Grandin, *動物感覚〜アニマル・マインドを読み解く〜*, 日本放送出版協会, 2006
- [6] M. D. Hauser and J. McDermott, “The evolution of the music faculty: a comparative perspective,” *Nature neurosciences*, 6, 663-668, 2003
- [7] R. D. Kent, *音声の音響分析*, 海文堂出版, 1996
- [8] 加藤正子, “特集「音韻発達とその障害」にあたって”, *コミュニケーション障害学*, 20, 2, 84-85, 2003
- [9] 早川勝廣, *言語獲得と育児語*, *月刊言語*, 35, 9, 62-67, 2006
- [10] P. Lieberman, “On the development of vowel production in young children,” *Child Phonology vol. 1*, edited by G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, and C. A. Ferguson, Academic Press, 1980
- [11] ベネッセコーポレーション, *小学生向け英語学習プログラム・ビーゴ*
<http://www.benesse.co.jp/be-go/index.html>
- [12] Y. Ohkawa, M. Suzuki, H. Ogasawara, A. Ito, and S. Makino, “A speaker adaptation method for non-native speech using learners’ native utterances for computer-assisted language learning system,” *Speech Communication*, 51, 875-881, 2009
- [13] H. Hamada, S. Miki, and R. Nakatsu, “Automatic evaluation of English pronunciation based on speech recognition techniques,” *IEICE Trans. Inf. & Syst.* E76-D, 3, 352-359, 1993
- [14] 峯松信明, 櫻庭京子, 西村多寿子, 喬宇, 朝川智, 鈴木雅之, 齋藤大輔, “音声に含まれる言語的情報を非言語的情報から音響的に分離して抽出する手法の提案 ～人間らしい音声情報処理の実現に向けた一検討～”, *電子情報通信学会論文誌*, J94-D, 1, 12-26, 2011
- [15] W. Labov, S. Ash, and C. Boberg, *Atlas of North American English*, Mouton and Gruyter, 2005
- [16] 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉, “音声の構造的表象に基づく英語学習者発音の音響的分析”, *電子情報通信学会論文誌*, J90-D, 5, 1249-1262, 2007
- [17] 鈴木雅之, 峯松信明, 広瀬啓吉, “音声の構造的表象と多段階の重回帰を用いた外国語発音評価”, *情報処理学会論文誌*, 52, 5, 2011 (採録決定)
- [18] F. D. Saussure, *一般言語学講義*, 岩波書店, 1940

[19] R. Jakobson and L. Waugh, 言語音形論, 岩波書店, 1986

[20] 高澤真章, 鎌田圭, 竹内京子, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉 “大規模英語学習者を対象とした音声の構造的表象に基づく発音評価とその応用”, 音響学会春季講演論文集, 3-10-12, 489-452, 2008