



内耳の電気刺激(人工内耳)による 音声言語獲得

Spoken language acquisition through electrical stimulation



静岡県立総合病院きこえとことばのセンター長

高木 明

Akira Takagi

●プロフィール

- 1978年 京都大学医学部医学科 卒業
- 1979年 兵庫県立尼崎病院耳鼻咽喉科
- 1984年 京都大学医学部附属病院耳鼻咽喉科助手
- 1985年 米国ピッツバーグ大学耳鼻咽喉科Research fellow
- 1990年 京都大学医学部講師
- 1992年 静岡県立総合病院耳鼻咽喉科医長
- 2003年 京都大学医学部臨床教授
- 2009年 静岡県立総合病院副院長
- 2018年 静岡県立総合病院きこえとことばのセンター長(現在に至る)
- 2021年 静岡社会健康医学大学院大学教授(聴覚・言語領域)

●受賞歴

- 2013年 第41回医療功労賞(都道府県)
- 2022年 瑞宝小綬章(保健衛生功労)

●専門の内容

中耳病変の伝音再検による聴力改善手術、さらに重度感音難聴に対する人工内耳を通して、ヒトの聴覚生理・心理、さらに脳認知科学へ研究を進めている

●著書

- 「21世紀耳鼻咽喉科領域の臨床 No.5 内耳・内耳道」(中山書店、2000) 共著
- 「標準言語聴覚障害学『聴覚の医学』」(医学書院、2010) 共著
- 「耳科手術のための中耳・側頭骨 3D 解剖マニュアル」(医学書院、2014) 共著
- 「今日の耳鼻咽喉科・頭頸部外科治療指針『聴能訓練、聴覚学習』」(医学書院、2018) 共著

ヒトのコミュニケーション手段には音声言語、手話言語、サイン、ジェスチャーなど様々な手段があるが、身体構造、生理学的には音声言語がもつとも効率が良い手段である。音声言語を獲得するためにはいうまでもなく、聴覚が必要である。

ウグイスのような鳴鳥類の仔がきれいにさえざることのできるためには手本となる親鳥の存在が必要である。孵化後60日までの感覚学習期、90日頃までが感覚運動学習期という限られた期間の学習を経て、上手に鳴くことができるようになる。つまり、生まれてすぐに親鳥の声を聞き、その後、親鳥にまねて、自ら鳴くという運動が加わり、自分の声と親鳥の声を比較聴取して試行錯誤学習によってきれいなさえざりを獲得する。

ヒトの感覚器にも同様に感受期が存在する。例えば視覚の感受期は1才頃までといわれ、先天性白内障の手術は生後3ヶ月位までに手術をすれば、健常な視力を得ることができるが、1才では弱視が残る。聴覚の臨界期は大凡3才ごろまでであり、聾で生まれても1才ぐらいまでに聴覚刺激を与えることができれば、健聴者と同様の音声言語発達が見られる。3才で初めて音を与えると、一定の音声言語獲得が可能であるが、歌は難しい。さらに学童期となれば、同様な手段で音を与えても、音の認知はできるが音声としての認識はできない。

ヒトの聴覚においては、内耳のコルチ器という微小器官で音の振動が電気信号に変換されて、はじめて神経の興奮が中枢に伝わる。先天的重度難聴者ではこの電気変換器であるコルチ器が消失あるいは高度に障害されているため、いくら高性能な補聴器で音を与えても振動という媒体を使う限り、聴神経を興奮させることができない。そのため聴覚の脳への入力がなく、即ち、声は出せても発語は困難となる。いわゆる、古いことばで聾啞となる。

コルチ器が機能しないのであれば、直接に内耳聴神経を電気刺激すれば音感が得られるであろうと開発されたのがCochlear implant(人工内耳)であり、1985年には音声言語修得後の中途失聴の成人に対しての人工内耳埋め込み手術がFDAによって認可された。人工内耳とは、22個の電極を蝸牛の回転にそって挿入して、各電極に音の強さ、高さに応じて通電を行う機器である。刺激頻度は一定であり、音の強さは電流量で、ピッチ感覚は電極の蝸牛内の位置(tonotopicity)によって、伝えられる。しかしながら、健常な内耳ではおよそ3500個のコルチ器が並んでいるのに対して人工内耳では

22個の電極しかないで、その音はかなり粗雑なものであろうことが想像される。初期の手術適応が音声言語獲得後の成人に限定されたのは、人工内耳の音に対して言語中枢の語音のtop-down処理が期待されたためである。

その後、1990年に2才以上の小児の先天聾に対する人工内耳がFDAの認可となった。いうまでもなく、2才の難聴小児の言語中枢は未完成であるが、人工内耳の刺激を聴覚刺激として受け入れ、その電気刺激音に呼応する音声言語中枢が新たに形成され、さらに構音へのfeedback学習が成立し、話すことも可能となる。このbottom-up処理は脳の可塑性に依存するので、最近では適応の低年齢化が進み、今では6ヶ月、さらには3ヶ月の人工内耳手術が推奨されるようになった。

ヒトの末梢感覚器障害に対して、その支配求心神経への人工的な電気刺激がその機能を十分代償できるという事実は驚くべきことであり、脳の感受期の感覚統合がどのような機序で形成されるのかを研究することは今後の脳認知科学、AI研究に寄与すること大であろうと思われる。