

. 資料 3

第 28 回日本小児整形外科学会学術集会

シンポジウム「小児筋電義手の現状と展望」報告

本研究班の活動期間中である 2017 年 12 月 7 日、8 日に東京・京王プラザホテルで開催された第 28 回日本小児整形外科学会学術集会において、シンポジウム「小児筋電義手の現状と展望」が行われた。ここでは、同学術集會会長の高山真一郎先生（国立成育医療研究センター 臓器・運動器病態外科 部長）のご了解を得て、本研究報告書の資料として、同シンポジウムの記録を掲載させていただくことになった。ご了解を得られたシンポジストには論文形式等で提出していただき掲載した（下記プログラムのうち、1, 2, 3, 5, 6）。

### 【シンポジウムプログラム】

1. 義手の適応がある先天性上肢形成不全児の推計患者数：  
四肢形成不全の全国疫学調査から  
藤原 清香<sup>1</sup>、真野 浩志<sup>1</sup>、高村 和幸<sup>2</sup>、鬼頭 浩史<sup>3</sup>、高山 真一郎<sup>4</sup>、芳賀 信彦<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>東京大学医学部附属病院リハビリテーション科、<sup>2</sup>福岡市立こども病院整形・脊椎外科、  
<sup>3</sup>名古屋大学医学部附属病院整形外科、<sup>4</sup>国立成育医療研究センター病院臓器・運動器病態外科
2. 幼少期から装飾義手を使ってきた記者が、電動義手を使うようになって  
岩堀 滋  
朝日新聞横浜総局
3. 小児筋電義手のリハビリテーション  
飛松 好子  
国立障害者リハビリテーションセンター
4. 小児の筋電義手の訓練と公費支給に至るまでの課題を考える  
山本 和華<sup>1</sup>、伊藤 順一<sup>1</sup>、小崎 慶介<sup>1</sup>、藤原 清香<sup>2</sup>、北村 大祐<sup>1</sup>、田中 紗代<sup>1</sup>、  
田中 弘志<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>心身障害児総合医療療育センター整形外科、<sup>2</sup>東京大学医学部附属病院リハビリテーション科
5. 兵庫県立総合リハビリテーションセンターでの小児電動（筋電）義手の実際  
～作業療法士の立場から～  
柴田 八衣子  
兵庫県立リハビリテーション中央病院
6. 小児電動義手の現状と展望 - 義肢装具士の立場から -  
浦田 一彦  
(公財) 鉄道弘済会 義肢装具サポートセンター
7. 個性適応制御法を用いた小児用筋電義手の開発  
横井 浩史  
国立大学法人電気通信大学大学院情報理工学研究科
8. 補装具費支給制度の概要と筋電義手への対応  
秋山 仁  
厚生労働省 社会・援護局障害保健福祉部企画課自立支援振興室

義手の適応がある先天性四肢形成不全児の推計患者数：

## 四肢形成不全の全国疫学調査から

藤原 清香<sup>1</sup>、真野 浩志<sup>1</sup>、高村 和幸<sup>2</sup>、鬼頭 浩史<sup>3</sup>、高山 真一郎<sup>4</sup>、橋本 修二<sup>5</sup>、  
芳賀 信彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学医学部附属病院リハビリテーション科、<sup>2</sup> 福岡市立こども病院整形・脊椎外科、

<sup>3</sup> 名古屋大学医学部附属病院整形外科、<sup>4</sup> 国立成育医療研究センター病院臓器・運動器病態外科

<sup>5</sup> 藤田保健衛生大医学部衛生学講座

### 【背景】

先天性四肢形成不全の疫学について、South America (1967-1992 年) では 1 万生存出生中 4.91 人(1)、Canada の Alberta (1980-2012 年) では 1 万総出生中 5.5 人(2)、Northern Netherlands (1991-2010 年) では 1 万総出生中 6.9 人(3)、クリアリングハウス国際モニタリングセンター日本支部のデータでは 1 万生存出生中 4.09 人(指趾のみを除く)(4)などと報告されてきた(表1)。しかしこれまでの先天性四肢形成不全の疫学調査で「義手の適応となる切断高位」で調査し、患者数を推計した報告はない。先天性四肢形成不全は希少疾患であるため、出生時から成長に伴って継続的な対応が必要であるにも関わらず、十分な医療体制が確立されていない。本邦における四肢形成不全の患者数や発生頻度を明らかにする過程で、障がいの部位別および高位別の数値を解析し、日本における小児義手の適応があると考えられる新規患者数を推計したので報告する。

(表1) 先天性四肢形成不全の疫学調査報告

---

・ South America (1967-1992年)	1万生存出生中4.91人	(1)
・ CanadaのAlberta (1980-2012年)	1万総出生中5.5人	(2)
・ Northern Netherlands (1991-2010年)	1万総出生中6.9人	(3)

クリアリングハウス国際モニタリングセンター日本支部

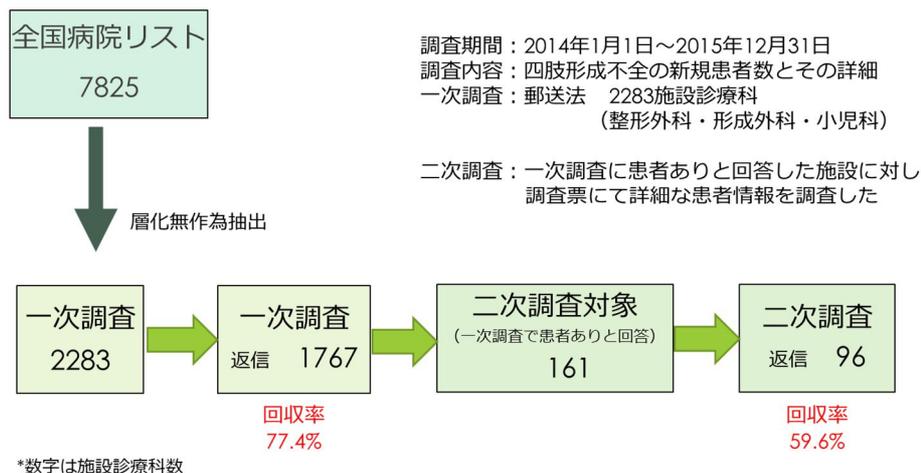
・ 1 万生存出生中4.09 人 (指趾のみを除く)	(4)
----------------------------	-----

### 【方法】

平成 27-28 年度の厚生労働科学研究費補助金難治性疾患等政策研究事業で実施した「四肢形成不全の疾患概念と重症度分類法の確立に関する研究」における全国疫学調査の結果を用いた(図1)。この調査は難病の疫学に関する研究班との共同研究で実施し、「難病の患者数と臨床疫学像把握のための全国疫学調査マニュアル第二版」に沿って行っている。

(図1)

厚生労働科学研究費補助金難治性疾患等政策研究事業（難治性疾患政策研究事業）  
四肢形成不全の疾患概念と重症度分類法の確立に関する研究



この調査における二次調査の結果から、障がい部位別および高位別のデータを解析し年間の新規患者数を推計した。そして今回は、先天性上肢形成不全児で「義手の適応がある」と考えられる患者数の推計を行った。「義手の適応がある」患者は、先天性上肢形成不全において患側上肢に、把持動作や補助手としての機能の必要性がある場合とした。したがって、本研究では「手根骨レベルより近位の横軸形成不全」の患者数を推計することを目的とした。本研究は東京大学大学院医学系研究科・医学部疫学・観察等研究倫理委員会の承認済みである。

【結果】

先天性上肢形成不全症の年間の新規全患者数は341人、1万生存出生あたり3.40人で、調査対象とした欠損高位の障害数はこのうち18.6%を占めた。以上から義手の適応がある年間新規患者数は63.4人で、1万出生生存あたり0.63人、18歳未満人口では1233人と推計した(表2)。

(表2)

先天性上肢形成不全症	年間の全新規患者数	341人
	1万生存出生あたり	3.40人

調査対象の欠損高位：手根骨レベルより近位の横軸形成不全  
18.6%

義手の適応がある年間新規患者数  
63.4人  
1万生存出生あたり  
0.63人  
18歳未満人口  
1233人

#### 【考察】

先天性上肢形成不全児に対して本邦では義手が処方されないことが多いが、近年義手の処方や訓練に取り組む施設が増えてきた。しかし必要となる義手の種類や支給制度の問題、医療機関や福祉行政側の経験不足など様々な課題がある。本研究で義手の適応となる可能性がある患者数の推計値が 63.4 人/年と明らかになり、小児義手を取り巻く医療供給体制や能動義手、電動義手、教育場面で要する作業用義手、その手先具や上肢装具などの支給を含めた、療育体制の整備が進むことを期待する。本研究では横軸形成不全のみを適応と仮定したが、他の障害分類や後天性の切断でも適応があることがあり、今回の推計患者数は過少評価の可能性もある。

#### 【文献】

- 1) Castilla EE, et al: Limb reduction defects in South America. Br J Obstet Gynaecol 1995; 102: 393-400.
- 2) Bedard T, et al: Congenital limb deficiencies in Alberta—A review of 33 Years (1980-2012) from the Alberta Congenital Anomalies Surveillance System (ACASS). Am J Med Genet A 2015; 167A(11): 2599-2609.
- 3) Vasluiian E, et al: Birth prevalence for congenital limb defects in the northern Netherlands: a 30-year population-based study. BMC Musculoskelet Disord 2013; 14: 323.
- 4) International Clearinghouse for birth defects surveillance and research annual report 2014. Rome: The International Centre on Birth Defects-ICBDSR Centre2014.

幼少期から装飾義手を使ってきた記者が、電動義手を使うようになって

岩堀 滋

朝日新聞横浜総局

かれこれ20年も新聞記者を生業としているせいか、パソコンに向かうのは慣れてはいるものの、人前で話をするのは苦手だ。だから今回、小児整形外科学会から演者のご依頼を受けてやや当惑した。しかも、子どもの頃から多かれ少なかれ、自分の人生に多大な影響を及ぼしてきた「義手」について人前で話すること自体、数年前までは想像さえしなかった。技術開発に携わる健常者のみなさんと世間の関心がうまくマッチし、障害当事者が口を開けたと受け止めている。

私は右前腕欠損児として東京都世田谷区で生まれた。両親は区内の産婦人科病院で国立小児病院（現・国立成育医療研究センター）を紹介され、そこで私は義手を装着するリハビリテーションを受けたらしい。

当初は両肩にバンドを装着して体の動きでフックを開閉させる能動義手の訓練を行っていたという。だが、両親に聞いたところ機械が重そうに見えたので、使用を断念したらしい。今思えば、その後も能動義手の装着を続けていたら人生が変わっていたのかもしれない、ちょっと残念な気もする。結局幼少期から、装飾用義手をずっと身につけてきた。

自分にとって、義手を装着し「みんなと違う」ということを認識しだしたのは小学校低学年の頃だろうか。体育や音楽の授業で、自分だけはメニューが違う。水泳も装飾用義手を装着したままこなした。当時は自分で何もわからなかったし、両親にとっては「隠す」意識しかなかったのではないか。

自分では「仕方がないことだ」とすでに達観していた。右手が動くという概念が全くなく、両手で物事をこなすという感覚もない。左手一本で物事をどこまでこなせるのか、ということばかり考えていた気がする。ただ、周囲は好奇心にあふれる小学生だから、「その手は何？」ということのを四六時中聞かれ、とにかく煩わしかった。

中学、高校と進むうちに手のこともまったく聞かれなくなり、義手を装着することは下着を身につけるのと同じ感覚で、何の疑問も持たなくなった。義手をつけずに成長した方がいると後になって知り、大層驚いた。そのくらい義手装着は当たり前だった。

朝日新聞社に入社したものの、当初は記者になる気はなかった。自分にとってカメラとパソコンを扱うのは至難の業に思えたからだ。記者への転身話が舞い込み、深く考えずに引き受けたが、会社からカメラとパソコンの片手作業について特段指導を受けたこともなく、自分でいつの間にかなんとなくこなしてしまったのが実情だ。

記者にはなったが、あえて当事者の自分が障害者の問題を書く気がしなかった。事件、裁判、行政など、記者として取材や執筆をこなさなければならないことのほうが多かったせいもある。筋電義手の存在さえ知らなかった。転機になったのは2015年、友人から3Dブ

リンターで手軽に格安で作れるイクシー社の筋電義手「HACKberry」のことを教えてもらったのがきっかけだった(図1)。自分が身につけている装飾用義手とはまるで違う格好良さがあり、自ら作れる点に目新しさもあった。そこで初めて、「障害当事者である自分の経験が生かせるのではないか」と考えた。当時は毎週日曜日に折り込まれていた別刷り紙面「GLOBE」に企画を提案し、2015年10月に記事が出来た。

3Dプリンター筋電義手の自作をメイン企画に据えたものの、製作はかなりてこずった。両手作業でなければ難しいはんだ付けなどはほとんど経験したことがなく、難航した。日常業務との兼ね合いで時間の制約があり、見よう見まねで三日三晩でなんとか仕上げたが、時間が経つとはんだが浮き上がるなどトラブル続きだった。それでも、自分にとって初めての「動く右手」。右腕の筋肉への力の使い分けで手が開閉するのはとても新鮮だった。GLOBEの取材では、ドイツやアメリカの状況なども現地取材を重ねて書いた。私と同じ先天性で左前腕欠損のドイツの大学教授と話が合い、手を動かすことへの追求心の強さに感銘し、これまで装飾用義手の装着しか頭になかった自分と雲泥の差を感じた(図2)。

義手への関心の低さを示すデータがある。1985年以降の朝日新聞の記事をすべて取り込んでいるデータベースに検索ワードを入れて調べたところ、「義手」は467件(うち18件は岩堀執筆)なのに対し、「筋電義手」はたった44件(同15件)のみ。だが、「義足」は2160件、「車いす」に至っては4万679件と、義手自体が取り上げられることの少なさがよくわかる数字だ。

実際に、自治体が支出する義手の製作・修理費用は年間どのくらいあるものなのか。厚生労働省の「福祉行政報告例」(2015年度)によると、障害者総合支援法による義手購入は1206件(約2億2千万円分)で、同法による義手修理は571件(約6500万円分)。一方で義足購入は約5千件、修理は約7200件。補装具全体で



図1

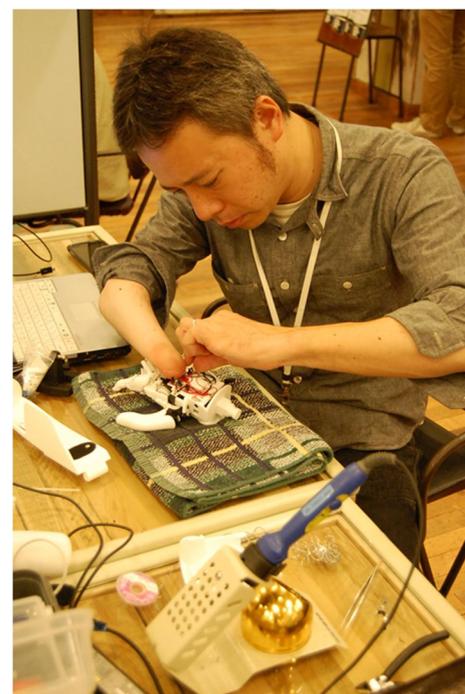


図2

は、購入約15万8千件(約206億円分)だった。特例補装具の義手、つまり筋電義手は購入が22件(約3450万円分)で、修理は43件(約1620万円分)に過ぎない。自治体が支出する補装具費支給制度に限定した件数と金額ではあるが、数字で見ても筋電義手の普及が進んでいない実情が読み取れる。

もちろん、自費で筋電義手を購入して使っている方もいるはずだ。だが、数少ない私の周りの義手使用者で、そんな事例は聞いたことがない。記事では筋電義手を「新たな選択肢」と紹介し、技術発展に伴う魅力的なツールと書きながら、実際に普及は進まず、単に紹介するだけで終わってしまうのではないかという懸念がたちまち頭をもたげてきた。自分としても、せっかく3Dプリンターの筋電義手を作ったのに使いこなすにはほど遠く、完全に「展示物」と化してしまっていた。「日常生活で使えない。これではだめだ」と思い、最後には、「使い方を身につけるため、入院してひたすら筋電義手を訓練するしかない」と思い至った。

改めて、「右手が動く」とはどういうことかを考えた。たしかに、足と違って手は片方しかなくても一定レベルのQOLは保たれる。しかも私の場合、すでに50年近くも片手のみ生活をこなしている。両手作業が出来ずに不便なことはよくあるが、そんな生活に慣れてしまったこともあり、両手作業が必要な場面は限られる。それでも、操作技術をマスターすれば技術の発展でQOLがさらに向上する場面が出てくるかもしれないと考えた。思い切って、国内の筋電義手の訓練場所として最も進んでいる兵庫県立総合リハビリテーションセンター(兵庫リハ)に相談した。好意的に受け止めていただき、2016年8月1日から9月9日まで、夏休みと有給休暇をつなげて、センター内の中央病院へ入院することになった。

あくまで取材活動としての入院生活が始まったが、実際はとてもそんな余裕はなかった。まずはまったく使っていない右腕で、手の開閉に使う筋肉の使い分けをマスターしないと筋電義手が使えない。このため、OTさんやPTさんに指導を受ける訓練時間以外に、自主訓練を重ねるしかなかった。病室に配膳される食事を下げる時や、お手玉、ボール投げ、調理、洗濯物たたみなど、あらゆる「両手作業」に挑戦した。私にとって、すべての作業は左手一本である程度出来ることは出来るが、両手で作業を行うことはこの上ない喜びだった。特に、筋電義手で食器を持ち、左手で食事をかき込むことが出来たのはうれしかった。やりたくても出来ない動作だったので涙が出そうだった。食べ物のおいしさも違った気がする。



図3

6週間の入院生活後、かなり不安ではあったが実生活に戻った。案の定、職場でカップラ

ーメンを右手で持って食べようとしてこぼしてしまうなど、失敗も重ねた。職場の同僚記者も珍しがり、次々に筋電義手を見て触った。まったく使っていなかった右腕を急に使いこなすようになったため、次第に右腕も太くなり、ソケットを広げてもらうなどの応急措置を重ねている。電極が当たる部分がミミズ腫れのような金属アレルギーの影響も少し心配だ。

退院後、入院中に使っていたオットーボック社の筋電義手を、兵庫リハさんのご厚意でお借りし続けている。もちろん日常生活訓練のためだが、なんとか自分の筋電義手を購入出来ないかと考えるようになった。決して買えない額ではないが、未成年の子ども2人を抱える身として150万円はやはり高い。

「補装具費支給制度」の適用にならないかと何度も頭をよぎったが、かなり難しいと思っていた。というのも、従来身につけてきた装飾用義手の修理や製作費用が、ここ数年で支給対象外になっていたからだ。

多くの不安を抱えつつ、私のような先天性の欠損患者が後になって電動義手の存在を知り、入手を希望する例だってあるだろうと思った。自分がそのパイオニアになってもいいとまで考え、退院から約1年経った今年8月、住民票を置く都内区役所の福祉担当部署に向かった。あえて事前に相談せず、アポなしで行ってみた。

窓口で対応した女性職員は、「補装具費支給制度で筋電義手の入手を考えたいのですが」との私の申し出に、「都内では、筋電義手のような特例補装具の場合、(更生相談所の機能が備わる)心身障害者福祉センターでの判定を受けて、区役所が支給を決定します。これまで相談に見えた方はいらっしゃいますが、実際に支給に至った事例はないですね」と答えた。さらに、登録されている私の障害者手帳の情報を探して、「支給対象外ですので、申し訳ありませんが自費購入になりますね……」と言うのだった。

私の場合、取材を兼ねて訓練用の筋電義手が豊富にそろっている兵庫県立リハビリテーション中央病院に入院出来たのでみっちり訓練出来たが、言うまでもなく、そうした施設は全国でもまだ少ない。しかも補装具費支給制度では、適用される障害者でも訓練費用は対象外。これではいかにも厳しすぎる。さらに、補装具費の支給有無を最終判断する自治体や、意見書を付ける医師に電動義手への理解がなければ、当事者に電動義手の装着を勧めること自体がないことになる。そうなると、制度だけ存在して筋電義手を持て余すことになり、まさに「宝の持ち腐れ」になってしまう。大きな疑問を感じると言わざるを得ない。

オットーボック社が筋電義手を世に生み出してから半世紀ほど。私が生まれて間もない頃のことだ。その後の人生で私が筋電義手と遭遇しなかったのもうなずける。開発からこれだけ時間が経っているのに、日本国内で依然として筋電義手が普及しないのは、やはり大き



図4

な理由があるとしか考えられない。障害当事者がその利便性なり、有用性をきちんと主張してこなかったせいもあるのではないだろうか。

もちろん、入手すればすぐに動かせるわけがなく、当然ながら訓練が必要だ。だがまずは、こうしたツールがあるということを障害当事者が情報収集し、このツールを使って何をしたいのか、どう使えばより有用なのかといったことを、体験をもとに発信しなくてはいけないのだろう。義手の利用者が少ないことも背景にあるだろうが、「義手なんていらなくていいのよ」「装飾用で十分」といった従来型の意見に流されてしまうだけでは、やはりだめなんだと思う。

この兵庫リハさんや、電気通信大学の横井浩史教授を中心とするプロジェクトなどが次々に「国産筋電義手」の製品化に向けた取り組みを進めている。3Dプリンターなどを使うことでコストダウンにつながれば入手率も高まり、町中で使う人を目にする機会も増えると期待したい。合わせて、補装具費支給制度についても改善すべき点はあると考え、問題提起は続けたい。

さて、自分で使う筋電義手を自費で買うかどうか。正直言って、まだ迷っている。ついつい、健常な左手で物事をこなしてしまうからだ。技術の進展もあるだろうし、まだしばらく、迷い続けてもいいかなと思っている。

## 小児筋電義手のリハビリテーション

飛松 好子

国立障害者リハビリテーションセンター

上肢欠損児における電動義手は、外観と機能の両者を兼ね備えたものとして有用である。両手動作を発達させるためにも早期からの装着訓練、使用体験が望ましい。片手でも多くのADLは可能であり、片手で様々なことが行えることは重要であるが、一方で知らず知らず、片手ではできないことを回避する習慣がついて人生の機会を狭めるということも起こってくる。しかし義手のソケットは乳幼児にとっては違和感があり、受け入れさせるには時間がかかる。また、義手が必ずしもこどもの生活のニーズに合わないために装着に抵抗を示すことも多い。筋電義手の重量も受け入れの障害となる。しかも義手無しでも欠損肢を使っているいろいろな動作ができることも必要である。それがその児にとっての両手動作であり、欠損側の上肢の成長を促すことでもあるからである。

当センター研究所には義肢装具技術研究部があり、義肢装具士が直接患者対応を行っている。乳幼児の頃に筋電義手を求めて当院を訪れた先天性上肢欠損児に対し、医師、義肢装具士、作業療法士、リハビリテーション体育士、エンジニアによるチームアプローチを行っている。就学前までに筋電義手を使いこなせるようにし、申請と支給をゴールとしている。一方で使用については家庭の方針を優先させ、無理強いにならない配慮も行っている。

当院における先天性上肢形成不全児に対するリハビリテーションを紹介する。

2010年から2017年10月までの間に当院を初診した先天性上肢形成不全児は32名であった。男児が18名、女児が14名であった。そのうち6名が多肢形成不全であった。初診時に他の障害を合併していたものが1名あり、ダウン症を合併していた。青年期に初診したものは3名で、19歳女性、20歳男性、21歳女性であった。

児の初診時月齢は0歳児が16例、1歳から2歳までの間に初診したものが4例、2歳以降の初診が12例だった(図1)。

基本的なリハビリテーションの流れは、発達に沿って進められる(図2)。乳児期においてはまずソケットを作り、ソケットを装着することに慣れさせる。義手は子供にとっては重

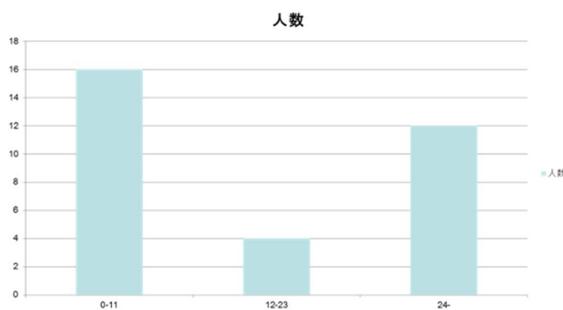
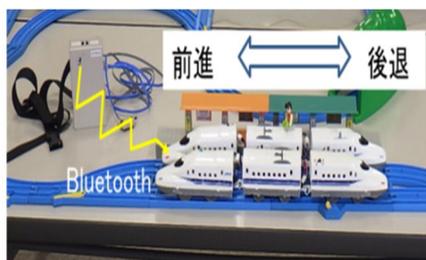


図1: 初診時月齢

暦年齢	0m	7m	10m	1	2	3	4	5	6
発達		座位	四這	歩行					就学
		摘み	両手	食事手摺	匙	着脱			
				言語					
				遊(並行→やりとり)					
介入		発達の促進(発達年齢に応じた介入)							
		移動		立位・歩行練習					
				ADL訓練					
		義手装着開始		筋電義手準備→使用					
				ADL遊びに必要な手先具自助具開発					
6年計画	就学をもって一旦終了								

図2: 小児リハビリテーション基本戦略

いため、徐々に重さを加え慣れさせる。形成不全側の  
 上肢の感覚も重要であり、  
 使いこなすことも大事な  
 ので、ソケット装着は1日  
 のうち数時間に止める。四  
 つ這いの時期に左右差が目  
 立つときには装飾用義手  
 をつけることもある。リハ  
 ビリテーションにおいて  
 は両手動作が必要な遊  
 び、全身運動を導入し、  
 両上肢の使用



筋分離運動ができると電車は前進または後退する。分離が不良だと電車は動かない。



筋分離運動によって耳が動いたり、前進する。



鉄棒用義手 肘を引っかけて登る子もいる。

図3 訓練用おもちゃ

を促す。児により前後はあるが、1歳6ヶ月頃より、筋分離運動の練習を始める。おもちゃを使って練習をするが、児が、自分の身体活動がおもちゃの動きを引き起こす、ということが理解できるだけの知的発達レベルに達していることが必要になる(図3)。義手の使用は、義手は道具であり、道具の使用ができる発達年齢(手づかみではなくスプーンで食事ができる)に達していることが必要になる。幼児期は、保育園、幼稚園で様々な課題があり、必要に応じて自助具等の開発を行い、他児と同等に遊び、生活できるように配慮する。リハビリテーションは2-3歳頃までは集団で行うが、3歳前後で指示に従って訓練できるようになる頃には個別訓練、少人数の訓練に移行する。就学前には学校における動作を想定してADL訓練を行う。また就学前に筋電義手操作に習熟させ、筋電義手の支給判定が下りるようにする。筋電義手の訓練を始めたときには筋電義手を家庭や保育園でも使うように貸し出す。時には保育園の保育さんに装着のさせかた等の講習を行うこともある。たいていの保育園、幼稚園は、最初は戸惑いを見せても協力的である。希望があれば能動義手の練習をすることもある。装飾用義手は手先は動かないが、押さえる、ものを下げる等、用途はあり、有用性はある。就学後は休みの時に来院する程度で、リハビリテーションプログラムは終了する。

肘関節以遠手内近位の欠損で合併障害が初診時点でない児22例を、筋電義手の適応ありと判断し、訓練を継続した児を初診時月齢が12ヶ月未満とそれ以上との2群に分け、訓練継続について調べた。12ヶ月未満で訓練を始めた13例では11例が訓練を継続し、12ヶ月以降に初診した9例では4例が訓練を継続していた。統計処理はしていないが、明らかに12ヶ月未満で訓練を始めた児の方が継続率が高かった(表1)。訓練を継続した15例中3例は就学年齢に達し、

表1 初診時月齢と訓練

初診時月齢	中断	継続	
0-11	2	11	13
12-	5	4	9
計	7	15	22

現在 筋電義手11本、貸し出して家庭でも練習中

就学前年度に筋電義手の支給申請を行い、居住する市から支給判定を受けた。訓練中断例は7例あり、転居が1例、児の拒否と親子で不要と判断した例が2例、経過中 ASD(自閉症スペクトラム)の併存が明らかとなり、その療育を優先させた例が1例あった。

青年期に初診した3例はそれまで義手を装着した経験はなかった。3例とも外来訓練で比較的速やかに筋電義手を使いこなせるようになった。一人の男性は前腕長断端形成不全であった。形態へのこだわりが強く、装飾義手を申請した。1例の女性は前腕中断端であった。装飾用、能動、筋電の3種類の義手を経験し、最終的には筋電義手を申請し、また加えて装飾用義手も作成した。他の女性1例は長断端であった。筋電義手を使いこなし、両手動作ができることを喜んだが、最終的に義手を使用しないことを選択した。日常生活において「義手があるとかえって不便」という感想であり、また「自分らしくあり続けるために義手は不要」という気持ちを伝えてくれた。

先天性上肢欠損児のリハビリテーションの特徴を表2に示す。乳幼児期からの義手訓練は、病院のみならず、家庭や保育園での日常生活の場で使用することが必要となる。子供の歓心を集め、訓練を楽しめるような訓練玩具の開発や工夫が必要となる。児が保育園や幼稚園で集団に参加できるようにきめ細やかな用具の開発や工夫が必要となる。児自身の

表2 先天性上肢欠損児の義手リハビリテーションの特徴

家庭、保育園等での訓練  
訓練方法の開発、工夫  
多様なニーズに応えるための開発、工夫  
保育  
正常発達促進  
家族、本人の心のケア  
支給までに長期間を要す。  
訓練期間中頻回の作り直し メンテナンス

形成不全手使用の工夫を推奨するなど、義手や自助具に頼らない動作の工夫も必要である。乳児期においては四肢の交互運動など正常発達を促すような義手なども必要になる。

訓練はソケットをつけるところから始まるが、期間中何度もソケットの作り直しが必要で、義手を貸し出すようになると修理やメンテナンスも必要になる。貸し出す義手は医療機関の備品であり、当院においては報告書を書いている時点で11本の筋電義手が貸し出されている。

## 結語

1. 先天性上肢欠損児の義手訓練は早期開始例の方が継続性が高い。
2. 生活の場である家庭、保育園、幼稚園においても義手の使用を行う必要がある、そのような環境を作る必要がある。
3. 義手のみならず、児のニーズに応じて自助具等の開発も必要である。
4. 義手等を装着しないでADLが遂行できるように促すことも必要となる。

## 兵庫県立総合リハビリテーションセンターでの小児電動（筋電）義手の実際

～作業療法士の立場から～

<sup>1,2</sup>柴田 八衣子、<sup>1,2</sup>溝部 二十四、<sup>1,2</sup>岡本 真規子、<sup>1</sup>安藤 悠、<sup>1</sup>中嶋 友香、<sup>1</sup>松前 めぐみ  
<sup>1</sup>水本 雄介、<sup>1</sup>宮口 優、<sup>1</sup>小林 美里、<sup>1,2</sup>陳 隆明、<sup>1,2</sup>戸田 光紀、<sup>2,3</sup>濱本 雄次、<sup>1,2</sup>高見 響  
<sup>3</sup>増田 章人

<sup>1</sup>兵庫県立総合リハビリテーションセンター

<sup>2</sup>福祉のまちづくり研究所ロボットリハビリテーションセンター、<sup>3</sup>(株)近畿義肢製作所

### 【要旨】

リハ専門職には、近年、「活動と参加」の視点を持ってリハビリテーションを行うことが求められており、それは、切断と義肢への取り組みでも同様である。

当然ではあるが、義手を操作できる（動かせる）ことのみでは、生活で活用することはできない。

そして、上肢欠損という心身機能の側面のみで捉えるのではなく、生活の場である「活動」での関わり、さらに、子どもの「参加」の場である家庭・幼稚園・保育園・学校など、地域生活で活用できることが重要である。

本稿では、兵庫県立総合リハビリテーションセンターで取り組んでいる、小児筋電義手のリハビリテーションのリハビリテーションと、子ども達が筋電義手を生活で活用するためには、どのような支援が必要であるかを作業療法士の立場から考えたい。

### ．序文

兵庫県立総合リハビリテーションセンター（以下、当センター）では、1999年に成人の上肢切断者に対し、筋電義手プロジェクトを立ち上げ、医師・義肢装具士・エンジニア・作業療法士のチームでのリハビリテーションを開始した。

そして、2002年より、『小児筋電義手のアプローチ』プロジェクトを始動し、筋電ハンド（以下、ハンド）や訓練環境等のハード面の整備と共に、スタッフ教育等様々な活動を通じて訓練技術を研鑽した。その結果、乳幼児期からの筋電義手装着を可能とし、現在までに74人の子ども達へのリハビリテーションを実施している。

最近では小児筋電義手の取り組みの報告が少しずつ増え、また、新聞やテレビ等のマスメディアで取り上げられることもあり、社会的にも注目度が上がっている。

本稿では、小児における筋電義手リハビリテーションのながれと、先天性上肢欠損児の「活動と参加」を支援するため当センターで行っている取り組みについて、作業療法士の立場から紹介する。

## ．対象・方法

### 1．対象

当センターを受診し筋電義手使用のための作業療法訓練を開始した、上肢欠損児 74 人（男児 34 例、女児 40 例）

欠損側は、右側 26 例・左側 47 例・両側 1 例、切断 / 欠損原因は、先天性 69 例、後天性 5 例である。欠損レベルは、手部横断性欠損が 27 例（図 1）、手関節横断性欠損が 13 例（図 2）、前腕部横断性欠損が 31 例（図 3）、尺側列欠損が 2 例、前腕 + 手部（両側例）が 1 例である。



図 1：手部横断性欠損



図 2：手関節横断性欠損



図 3：前腕部横断性欠損

### 2．筋電義手の構成と仕組み

能動義手（体内力源義手）が身体の動きを力源としているのに対し、動力義手（体外力源義手）はその名の通り外部からのエネルギーにより制御・操作を行う義手である。

現在、日本で使われる電動義手は筋電義手が主流であり、ドイツの Otto Bock 社製の前腕用筋電義手 MYOBOCK®（マイオボック）が最も普及している。当センターでも、Otto Bock 社製の小児用のシステムを使用している。

#### 2 - 1。構成部品

筋電義手の構成は、ソケット（内ソケット）、支持部（外ソケット）、電極、ケーブル、コントローラー、バッテリーとバッテリーボックス及び充電器、継手（手継手・肘継手）、グローブ（インナーグローブ・アウターグローブ）、手先具（電動ハンド）からなり、それぞれの基本部品を組み合わせる（図 4）。

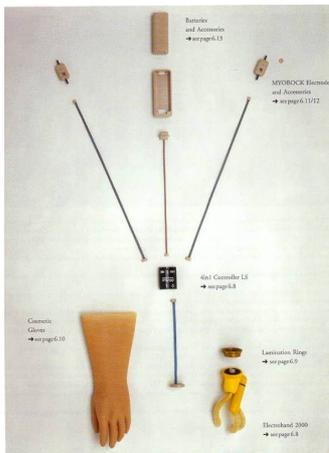


図 4：小児筋電義手の構成部品

## 2 - 2 . 筋電の制御システム

筋電とは、骨格筋の随意収縮によって発生する微弱な電位で、筋電義手は、その筋電を入力信号として利用している。ソケット内部にある表面電極から筋電信号を採取し、それを筋電増幅器（アンプ）で増幅した信号を使って手先具制御のスイッチとしている。

小児筋電義手の場合は、子どもの年齢や状態に応じて制御システムを選択する。以下に、制御システムについて紹介する。

### a . EVO ( electric voluntary open ) システム

1つの電極（1ch）で、筋電信号が入力（筋肉が収縮）すると手先具が開き、筋電信号がなくなる（筋肉が弛緩する）と自動的に閉じるシステムである。

### b . 2 サイト 2 ファンクション

2つの電極（2ch）を使用する。2つの電極（2サイト）で2つの動き（2ファンクション）を制御する。手関節背屈筋群で手先具を開き、手関節掌屈筋群で閉じる操作を行う（図5）。

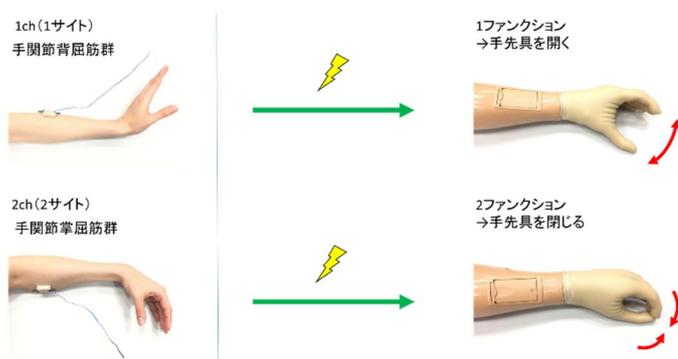


図 5：前腕筋電義手の操作方法（2 サイト 2 ファンクション）

### 3 . 小児筋電義手リハビリテーションのながれ

先天性欠損(前腕部)児への,乳幼児からの筋電義手リハビリテーションについて述べる。小児筋電義手リハビリテーションのながれについて,図6に示す。

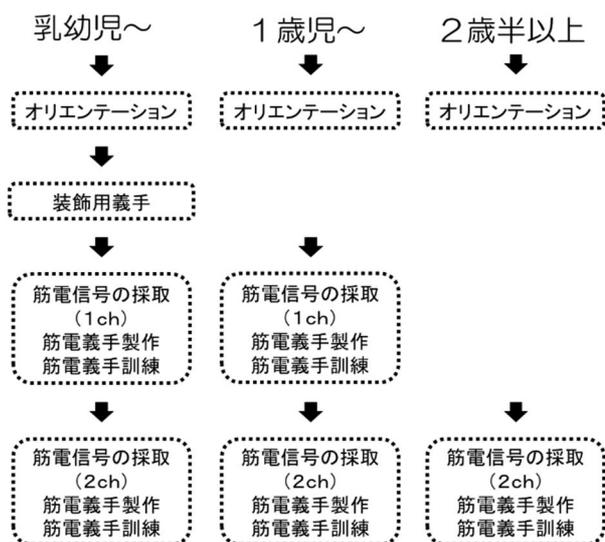


図6 : 小児筋電義手リハビリテーションのながれ

#### 3 - 1 . 筋電義手装着の準備期

##### a . 初診・オリエンテーション

オリエンテーションの目的は、両親や祖父母が、義手全般について、正確に理解し、かつ、具体的なイメージを持ったうえでスムーズに訓練へ導入できることである。

まず、初診時に主治医が、医学的な評価から断端の状態や発達面など、筋電義手の適応を判断し、訓練システムのながれ、義手の価格や公的支給制度の現状について説明する。次に、作業療法士が欠損肢断端(前腕)と非欠損肢での両手遊びを促す重要性や、日本の現状、筋電義手の構造、訓練方法や実際の生活での使用場面等を、そして、義肢装具士が製作や成長に応じた作り替え等について説明する。このように、一連のスタッフがチームとなりオリエンテーションを実施し、各々が筋電義手適応の評価を行い、その後情報を共有する。

そして後日、医師は両親の意見を確認するために再診を設定し、筋電義手リハビリテーションを行うことの再確認した後に、作業療法士と義肢装具士に処方をするながれとなる。

##### b . 装飾用義手(義手の導入)

乳幼児への義手導入は、断端長や開始時期にもよるが、装飾用義手を用いる。ソケットは、顆上支持で製作し、装飾用ハンドは佐藤技研のノーマルグローブ5 - 3(1号:1採用)を使用している。装飾義手は装飾性を補うだけではなく、家族や子どもが義手や装着に慣れる

ことを目的とし、さらにバランスの良い姿勢や装着のイメージ(手の長さのボディーイメージ)等、身体イメージを早期に促すために導入する。

#### c . 筋電の採取

通常、乳幼児の筋電制御システムは、1電極のV-O(随意開き式)から導入する。ひとり座りができる生後6カ月頃をめどに筋電採取を開始し、義手を製作する。Otto Bock社製 MyoBoy を使用し、前腕部の手関節伸筋群で筋電信号を採取し電極位置を決定する。

#### d . 筋電義手製作にあたって (Parental switch について)

筋電義手は、MYOBOCK® System for Children's Protheses Electrohand 2000 8E511 electrode-EVO (Otto Bock 社製)を使用し、顎上支持ソケットで製作する。

乳幼児の訓練では、子どもが意図的に筋電信号を発生することは困難なため、外部にparental switch (ハンドの操作を外部から行うもの)を組み込み、両親や作業療法士がそのスイッチを使用してハンドを開き、他動的に動かしながら義手の操作を学習する。

### 3 - 2 . 筋電義手訓練 : 1 電極

#### a . 正中位での遊び

装着訓練は、ハンドの動きを視覚的に認識することを目的に行う。座位で視野にハンドを入れ、parental switch で操作しておもちゃを把持させ、そこを見ながら正中位での両手遊びから導入する。

乳幼児期の子どもにとっては、遊びは生活の大部分を占め、「遊ぶことこそ仕事」といってもよい。そして、遊び方は成長するに従って変化する。子どもは遊びを通じた体験の中で、筋電義手を操作することを学習していく。

#### b . release (把持していたものを放す) 動作の準備期

release (把持していたものを放す) 動作の準備期として大切なのは、ハンドを開くことを繰り返し行うことである。これは、両手遊びを促す際に、作業療法士が parental switch を操作して、物を把持させると、握りたくない物は、反対側の手で引っ張り取りながらハンドを開き取るようになる。このような動作の繰り返しの中で、伸筋の筋収縮が発生しやすくなり、また、筋収縮の発生により、ハンドが開きやすくなっていくことを体験し学習する。

#### c . release(放す)動作の定着

意識的に把持した物を放す (release) 訓練に移行する。release しやすい肢位を介助することで、徐々に、把持させた物を随意的に目的の所に落とす事が可能となる。順次、把持したものを相手に渡す、向きを整えてから容器の中に入れる等の目的動作で成功体験を増やし意図的に行えるようになる。意図的注意は4歳以降になると目立って発達するが、子ども

は一般的に貧弱である。しかし、興味のあることへの注意の持続は行え、子供の視聴覚を刺激し、面白く興味をそそるような遊びの工夫が大切である。

#### d . grasp ( 把持 ) 動作の定着

release(放す)動作が定着すると、次に grasp ( 把持 ) 動作に移行する。これは、grasp ( 何も把持していないハンドを開き、対象物を把持する ) ことで、この動作は、「ハンドを開く」と、「ハンドが開いたタイミングにその指間に物を入れる」動きの、動作の認識とタイミングが重要である。ハンドを開いたタイミングに合わせ作業療法士がおもちゃを把持させる誘導介助訓練を繰り返す。このように、「把持動作ができる」ことを「子ども自身が見て体感する」ことで筋収縮とハンドの動きが結び付き、動作の理解に繋がっていく。

#### e . 両手動作や把持動作

把持動作が行えるようになると、更なる両手動作の場面を増やしていく。義手で支える・抑えるなどの補助手としての活用も重要である。遊びや生活のなかで筋電義手を使用し、両手を協調して使用することを様々体験してもらう。また、ハンドでの把持と両手練習を継続していく。把持動作では、徐々に自分からハンドを動かし、目的とする物品へ向かって把持する ( reach ) ことができるよう促す。

#### a . 2 電極への移行に向けて

子どもによって差があり一概にはいえないが、2 歳半頃より、大人と同じシステム ( 2 電極 ) の検討を行う。これは、子ども・両親の希望や筋電出力により判断するが、おおむね 3 歳 ( ~ 4 歳 ) には 2 電極制御に移行する。物品 ( おもちゃ ) を把持して両手で遊ぶことが日常的になり、義手の使用頻度が増えていく中で、ハンドを開き続けたい希望や、把持物を落とすことへの不満から 2 電極へ移行する。移行には、筋電採取のために子どもの理解と意欲が必要で、両親や子どもと話し合い進めていく。

#### b . 筋収縮の分離訓練

Otto Bock 社製の MYOBOY<sup>®</sup> を使用し、筋電採取と筋収縮訓練を行い、1 電極で使用している伸筋と、新しく屈筋の部位を特定する。

これは大人のシステムと同様で、手関節の掌屈と背屈の動きを分離する練習を行う。反対側の手も同時に動かし、動きのイメージを想起しながら行う。模擬義手を用いて筋収縮と分離制御が可能となり、ハンドの操作が十分に行えることを確認し 2 電極用のソケット採型へ移行する。

### c . 成長にともなった義手の活用

成長に応じた義手の活用が重要であるのは、リハビリテーション全般を通していえることである。子どもの成長とその時期に応じた遊びや義手の活用体験が、筋電義手を自分の身体の一部として取り込み、操作できるようになり、上達していく。

様々な遊びや生活の動作の中で、義手を活用していく経験を持つことが大切である。

また、幼稚園や保育園への入園に伴い、社会性も拡大し、筋電義手の使用方法は変化する。その活用の度合いに応じて、公的給付の申請についても、医師・義肢装具士・作業療法療法士・両親・本人と共にさらに、小学校に入学後は、その使用方法は学童期となり変化し続けるため、夏休みや冬休みなど、長期の休みの時期に定期的に継続し、成長に応じたハンドのサイズアップや義手の調整とフォローアップを行っている。

### . 結果

当センターでの筋電義手リハビリテーションを実施した対象者の初診時年齢は、0～16歳（平均2.3歳、中央値1.0歳）で、筋電義手開始年齢は、0～17歳（平均3.2歳、中央値2.0歳）である。

義手を希望して当センターを受診する場合、出生病院の紹介で訪れることが多いが。出生病院で、オリエンテーションを受ける機会はなく、両親、自らの力で、インターネット・テレビ・新聞などの情報を頼りに、受診するケースもある。

また、近年、大学生や成人後に、筋電義手の訓練を希望し受診するケースがある。筋電義手のリハビリテーションは、必ず、乳幼児期からはじめなければいけないというわけではなく、例えば、3歳・小学校・大学生・成人など、本人の希望があれば、いつでも導入を行っている。

## 1 . 活動と参加を促す作業療法の支援

小児筋電義手ユーザーのICFの構成要素間の相互作用の項目を図7に示す。

小児筋電義手のリハビリテーションでの、活動・参加を促す支援で大切なことは、まず、上述したような、筋電義手の基本操作練習をきちんと行うことである。ソケットの適合や電極の感度調整を的確に行うことはもちろん、基本の操作を確実に出来ることは言うまでもない。これは、リハビリテーション病院で実施する。

そして、生活や遊びの中の練習で筋電義手を使用し、成功体験をすることである。ハンドの位置（手継手の角度調整）や両手での動作練習、全身の姿勢調整等を適切に行うことが肝要である。

さらに、自宅や保育園・幼稚園・小学校や習い事など、子供が参加する場で筋電義手を使う習慣をつくることである。両親や先生と協力して、子どもの両手を使う発達を促していくことが大切である。

これらの ~ までの繰り返しを、各成長過程や課題に応じて繰り返し実施していく(図8)。この取り組みでは、まわりにいる大人の関わりが重要である。

そして、生活での使用状況を確認しながら、公的給付の申請に向けた準備を実施する。

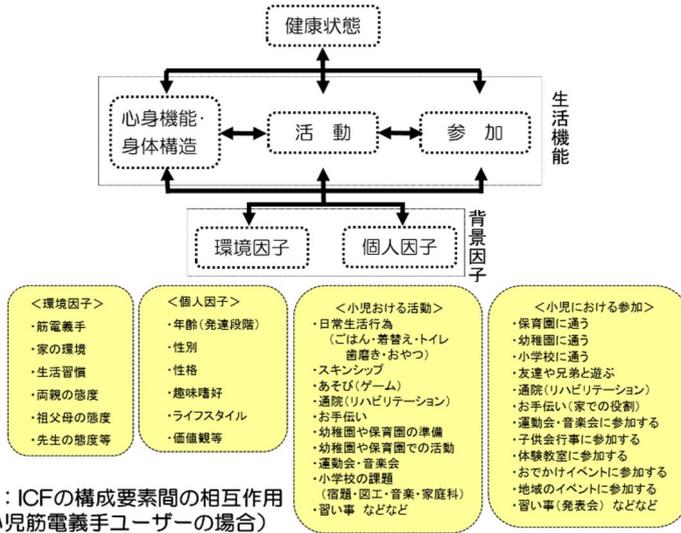


図3：ICFの構成要素間の相互作用 (小児筋電義手ユーザーの場合)

図7：小児筋電義手ユーザーのICFの構成要素間の相互作用の項目

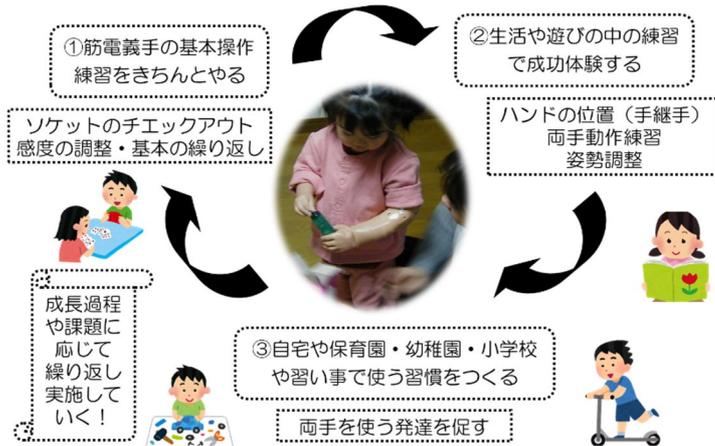


図8：活動・参加を促す支援のポイント

### ・考察

『活動 ( activity )』とは、課題や行為の個人による遂行のことである。それは、生活機能の個人的な観点を表す<sup>1)</sup>。生活行為、つまり生活上の目的をもち、一連の動作からなる、具

体的な行為のことである。一番分かりやすいのは、日常生活行為(ADL)つまり、生きていくために基本的に必要な、歩いたり、顔を洗ったり、歯を磨いたり、食事をしたり、という行為である<sup>2)</sup>。子どもに対しての活動の支援は、まず、ごはんやおやつ等の食事、あそびの中で、どのように筋電義手を使用できる場面をつくるかである(図9)。これは、両親の協力なくしては実施できない。また、保育園等、乳幼児期から通園している児童には、支援を行う先生との連携が筋電義手定着への鍵となる。

また、『参加(participation)』とは、生活・人生場面への関わりのことである。それは、生活機能の社会的な観点を表す<sup>1)</sup>。家庭内でのお手伝い等で、家族の一員としての子どもの役割を遂行できることも、成長を育むひとつの要素となっている(図10)。また、運動会や音楽発表会等、両親や他の親御さんやお友達が見ている場で、様々なことに挑戦し、達成できた経験や、友達と同様に行えたという経験(参加)は、将来にわたり心身の発達や人格形成に影響を与えらると思われる。

さらに、活動と参加を考えるうえで、背景因子となる、「個人因子と環境因子」は必須である。

『個人因子(personal factors)』とは、年齢、性別、社会的状況、人生体験などの、個人に関係した背景因子である<sup>3)</sup>。子どもの、年齢や発達段階、性別、性格、趣味趣向、ライフスタイルなどは、リハビリテーションを行ううえで、必ず把握すべき項目である。

また、『環境因子(environmental factors)』は、生活機能と障害の全ての構成要素に影響を及ぼすものであり、個人の最も身近な環境から、全般的な環境へと向かうように構成されている<sup>4)</sup>。人々が生活し、人生を送っている物的な環境や社会的環境、人々の社会的な態度による環境を構成する因子のことである<sup>5)</sup>。使用する筋電義手や家の環境、生活習慣とのことである。子どもの生活を包括的に捉えるためには、子どもの参加の場である、保育園・幼稚園・小学校をはじめ、子供会や生活している地域など、その参加の場にいる支援者つまり、周りの大人たちの理解や協力により、子どもにとって、生活やあそびの中で筋電義手をより使用しやすい環境づくりが要となる。

そして、小児筋電義手のリハビリテーション全般を通していえることは、『成長に伴った義手の活用がとても重要』ということである。子どもの成長過程、その時期に応じた遊びや義手の活用方法を経験することで、筋電義手を自分の身体の一部として取り込み、操作できるようになり、上達していく。

作業療法士は、対象児の朝起きてから就寝までの生活上の楽しさや困難さに着目しながら、個々の様々な遊びや生活の動作の中で義手を活用する体験をどのように提供できるかが鍵となる。そのためには保護者の協力は必須であり、共に保護者との親密なコミュニケーションは欠かせない。

このように、日常生活や社会生活において、保育園・幼稚園・小学校は、とても大きな割合を占める。特に、子ども一人ひとりのニーズに応えるために、多くの専門職、家族間の連携が「活動と参加」を支援するためには不可欠であると考えらる。

成長過程にある子どもたちが筋電義手を使用し続けるためには、上肢欠損という「心身機能」、生活・遊び・学校等の「活動・参加」、さらに、十分なりハビリテーションとフォローアップができる体制、そして、地域社会への啓発と教育により、義手を使いやすい環境を整えていく「環境因子」、それぞれの働きかけが必要である。



図 8：食事場面



図 9：お手伝い

#### ・結論

乳幼児期の筋電義手の導入は、両親や祖父母の思いからはじまる。

しかし、物心がつく頃からは、子ども本人の意志によって、使用するか否かを決め、そして、いつからでも、始める権利がある。

ヒトである子どもが、モノである筋電義手を使いこなすために、医療スタッフが、ノウハウを身に付け、まわりの大人たちが協力し、子どもの活動と参加の場で、活用できるよう働きかけていくことが重要である。

だれでも、筋電義手の情報を入手できるようになり、日本中どこに住んでいても、「やってみたい!」と思った時に、はじめられる環境づくりが望まれる。

最後に、これらの取り組みの中で、子どもたちができることを増やし、もし、できなくてもすぐれきるようにすること、そして、できる体験できる喜びを通して、子たちのあきらめない心を育むことが重要であると考えます。

#### 文献

1) 障害者福祉研究会：ICF 国際生活機能分類 - 国際障害分類改訂版 - : 中央法規出版株式会社, 2008, P205

2) 上田 敏：ICF (国際生活機能分類) の理解と活用 - 「人が生きること」「生きることの困難 (障害)」をどうとらえるか . P 16, 萌文社, 2006

3) 障害者福祉研究会：ICF 国際生活機能分類 - 国際障害分類改訂版 - : 中央法規出版株式会社, 2008, P206

4) 障害者福祉研究会：ICF 国際生活機能分類 - 国際障害分類改訂版 - : 中央法規出版株

式会社，2008，P7

5 ) 障害者福祉研究会：ICF 国際生活機能分類 - 国際障害分類改訂版 - ：中央法規出版株式会社，2008，P9

## 小児電動義手の現状と展望 - 義肢装具士の立場から -

浦田 一彦

(公財) 鉄道弘済会 義肢装具サポートセンター

### 【要旨】

小児のみならず成人においても、電動義手の支給に対して障がい者総合支援法や児童福祉法等での公的な福祉サービスを利用して行う際には数々の障壁が存在する。

これには、支給されるにあたって義手そのものの価格が高いこと、また、ADL 上での使用において“使いこなす”ことにそれ相応の訓練期間が必要等の理由が存在するが、一番の問題点としては、片側切断であれば義手を使用しなくても大部分の ADL が可能であるという通念が未だ払拭しきれていないことが原因であると考えられる。

義手に関しては、個々のユーザーの要求に対して、適切な形式の選択とそれを利用した訓練を十分に行えば、機能的には限定されるが切断前の両手動作を再度獲得することができる可能性があるため、それにより就業時のみならず ADL 上での利便性を補完することができる。

しかしながら、小児においては親族が装着を希望したとしても、Dr をはじめとしたコメディカルスタッフによる上記の“義手の不必要性”の通念によりアプローチを期待できないことや、各自治体の福祉サービスに対する財政状況や前例がないとの理由により、申請を行ったとしても断られてしまうケースもある。

そのような現況下で、政府与党による平成 29 年度の予算編成体網の中に介護分野における言及があり、“小児筋電義手等義肢装具の普及促進を図る”という文言が明言された。これにより、今後は小児に対する電動義手のアプローチが全国各地で少しずつではあるが増加していくことが推測される。

当センターでは、これまで装飾用を主として作業用や能動義手、電動義手などのユーザーのケースに応じて小児に対してアプローチを行ってきており、その実績を踏まえつつ現状や今後の展望について述べる。

### 1. はじめに

電動義手は能動義手の機能性と装飾用義手の装飾性を併せ持ち、ハーネスによる拘束がないことから空間的なリーチが広範囲に取りやすいなどの利点がある。

欧米諸国においては支給対象の一つの形式として含まれており、ADL 上の使用という観点での利便性に関しては他の義手と比較して高いという認識も確立されている。

しかしながら、断端長や MMT などに加えて残存肢の皮膚の状況、訓練に対しての知的状況などの種々の要因により適応が必ずしも広範囲ではないのもまた事実であるため、

ADL 上での有効利用を行っていきけるか否かについて対象ユーザーを選択する必要がある。

#### 小児に対する義肢装着の目的とメリット

小児欠損児に対しての義手装着の目的とそのメリットとしては、以下をあげることができる。

- ・ 両手動作の獲得
- ・ 義手を装着することによる Body Image の獲得
- ・ 義手を受容することと人生における義手を装着していく期間の延長
- ・ 筋肉の自然な発達と身体の左右対称性
- ・ 身体の非対称姿勢に伴う問題の防止
- ・ 心理的な合併症の防止

要旨で述べたように、片側欠損でも ADL 上においてはその殆どが可能であるため必ずしも義手の装着が必要であるわけではないが、就学時には両手動作を求められるような状況に遭遇することもまた事実である。

このような場合に、義手を装着しそれを使用することに対して本人の受容がありその操作に長けているのであれば、就学時のみならず ADL 上においても、その状況に的確に対応していくこともまた可能であると考えられる。

#### 小児の義手

小児の義手は成人用の義手と同様に、目的に応じたものを適切に処方される必要がある。

##### a. 装飾用義手 (Cosmetic Prosthesis)

主として装飾性に主眼をおいた義手であり、機能的側面は少ない。しかしながら肘関節より遠位の欠損 (前腕部欠損) のケースでは、書字の際に手先具で紙を押さえることができることや義手本体でモノ (カバン等) を掲げることができるので、まったく機能性がないわけではない。

義手装着初期でのボディ・イメージの確立という点では、最も受容がされやすいと思われる。

装飾用手袋の主たる材質は塩化ビニル (以下 PVC) とシリコーンであり、それぞれに利点と欠点を持ち合わせる。シリコーンは汚れが付着しにくいという利点はあるが、価格が高いことに加えて引張強度に弱いことからその補強を材質の厚みで行っておりその分重量が増してしまう。

PVC は汚れが付着し易くそれを取ることが難しいという欠点はあるが、材質的な強度が高く価格も比較的安価であり、また、多少の熱加工が可能であるため適合の調整が行えるので小児が使用するという条件下では有利である。

小児への使用を検討する際、成長に応じての再作成についても考慮する必要があるため、装飾性を重視するよりも材質的な強度と価格との兼ね合いから PVC での製作が主となる。

#### b. 能動義手 (Functional Prosthesis)

義手の手先具に能動フックや能動ハンドを用い、コントロールケーブルをとハーネスを介して肩関節の動きや体動により手先具の開閉動作を制御する義手である。

多くは Voluntary Opening 機構であるが、用途によっては Voluntary Closing 機構も有利なこともあるので、目的により選択する。

把持力の調整はフック型であればゴムの枚数で調整し、ハンド型に関してはバネのテンションにより調整できるが、把持力の強さと操作のし易さはトレードオフである。

すなわち、把持力を強くするためにゴムの枚数を増やすことにより、それを操作する際のハーネスを介しての体幹や腋窩などへの負荷もまた増加する。

作業の巧緻性という点では、フック型の手先具が最も有用性が高いのであるが、その外観から敬遠されることが少なくない。しかしながら、本人の受容があり十分に訓練を行うことができれば、ADL における利便性は非常に高いものとなる。

#### c. 作業用義手 (Work Arm)

成人においては、主として就業時の作業性を重視して用いられる義手であり、職種や使用者の要求により機能や形状は様々ある。

小児においては、体育授業時のマットや跳び箱運動、鉄棒など両手動作が必要とされつつ相応の強固さが義手に求められる状況も想定されるので、これらの動作に特化した手先具や義手そのものを使い分けるといったことも考える必要がある。

#### d. 電動義手 (Electric Powered Prosthesis)

前述の能動義手における手先具の開閉機能を、バネやゴム等を利用するのではなく、電動モーターを利用して行う義手であり、操作の習熟度によっては ADL 上において有用性が広く想定できる義手である。

断端の筋収縮の際に発生する筋電位を信号として利用し、手先具の開閉動作の制御を行う。開閉の程度を随意的に調節することができ、把持力も能動フック型やハンド型に比較して強く、前腕欠損児に使用する際にはハーネスによる拘束がないことから空間的なリーチを広くとることも可能であるといった利点がある。

反面、他の義手と比較すると重量があり、使いこなすまでに相応の期間を必要とする。また、訓練できる施設やそれに携わることが可能なスキルを持つコメディカルスタッフも少ないため、装着を希望したとしても容易に行うことが難しいなどの欠点もある。

#### 現在市販されている小児用義手のパーツ (メーカー別)

現在日本国内で入手可能な義手のパーツは、主としたメーカー別に分類すると以下のようになる。

##### a. 株式会社 佐藤技研 (日本)

国産メーカーとして装飾用グローブのシェアが国内で最も高い。小児のグローブの材質としては PVC (塩化ビニル) が殆どであるが、年齢によりシリコン製も選択可能である。

1歳時から年齢に応じた大きさが用意されており、通常は単一色(図1a)で製作されることが多いが装飾性をより高めたカラーグローブ(図1b)も用意されている。



図 a.単一色



図 b.カラーグローブ

図 1. 佐藤技研製グローブ装着例

#### b. Ottobock 社(ドイツ)

義肢装具の世界最大のメーカーであり、装飾用のハンドやグローブだけでなく、能動ハンドや能動フック、電動ハンドも販売している。

特に小児用の電動ハンドについては、国内で唯一入手可能であり、年齢による大きさの選択も可能である(図2 a, b)。

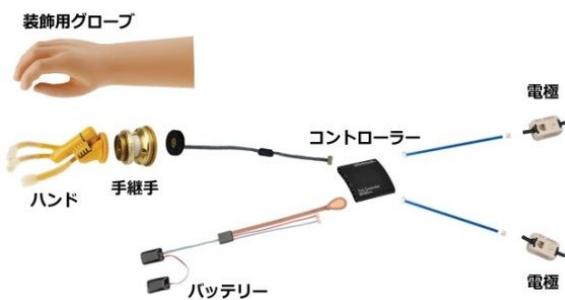


図 a. システム概要



図 b. 電動ハンド部

図 2 Ottobock 社製筋電義手

#### c. Hosmer 社(アメリカ)

Ottobock 社と同様、装飾用ハンドやグローブ、能動ハンドや能動フックの販売も行っている(図3a, b)。電動ハンドについては小児用としての製品ラインナップは無い。



図 a.小児用フック

図 b. 装飾ハンド

図3 Hosmer 社製手先具

d. RSL Steeper 社（イギリス）

小児用の能動ハンド及び能動フック、電動ハンド、装飾用ハンドやグローブを販売している。しかしながら、厚生労働省の補装具価格基準表内に掲載されているパーツが少ないことや日本国内においては販売代理店が機能していないため、入手することが困難な状況である。

e. TRS 社（アメリカ）

成人用を主として、ゴルフやフィッシング、ワークアウト用など様々なレクリエーションに応じた手先具を販売している。また、小児に対しても、マット運動用（図 4a.）や鉄棒用（図 4b.）など体育授業に両手運動が求められる際に使用出来ると思われるものがある。



図 a. Shroom Tumbler



図 b. Swinger TD

図. 4 TRS 社製手先具

乳幼児期に使用可能なミトン型のハンド（図 5a）や能動ハンド（図 5b）についても多数販売しており利便性が高いと思われる製品も多いが、前述の補装具価格基準表内に記載されているパーツは数種にとどまる。



a. Infant 2 Hand



b. Greek series Infant & Pediatric Hand

図 5 TRS 社小児用手先具

今後は小児に使用できうるパーツが年齢や用途に応じて各種選択出来る環境を作るために、各拠点病院等において試用や評価を行った上で省庁へ積極的に働きかけていく必要があると考える。

## 2. 各自治体におけるこれまでのアプローチ（東京都を例として）

東京都にはかつて、心身障害者対策の一環として肢体不自由者のための補装具(義肢・装具・移動具)などの研究開発を目的とした機関として、東京都補装具研究所があった。

昭和 46 年 4 月に設立され、当初より肢体不自由児への義手の試験・研究を行っており、電動義手のみならず能動義手についても積極的にアプローチし普及につなげていけるよう研究を行っていた。

詳細については、これまで冊子である「小児切断のすべて」や論文形式にまとめられた「小児切断のすべて」(図 6)に記されている。

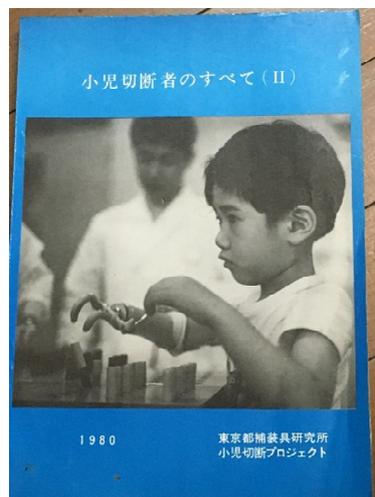


図 6 小児切断のすべて

しかしながら、現在では補装具研究所が解散（閉鎖）してしまっており、恒常的に小児に対する電動義手をアプローチしていける機関としては、兵庫県立リハビリテーションセンターを主として全国的には数えるほどのみである。

同誌に関連して古川は、「小児切断のリハビリテーションは、各個人の持つ能力を十分に発揮するように、成長発達することを助けるための総合アプローチであり、その成長過程の時々子供自身、保護者、兄弟、祖父母等家庭を中心に作業療法士、医師、理学療法士、義肢装具士、工学士、教師、看護師、心理士、社会福祉士のリハビリテーション・スタッフが年齢に応じた適切な関与をする必要がある。そのためには、継続して関与してくれる欧米の例や旧東京都補装具研究所のように小児切断クリニックで継続的に関与するシステムが望ましい」と記しているが、未だこの環境が日本に整備されているとは言えない。

今後は、各自治体で小児欠損児に対する ADL のだけではなく QOL の向上に向けて、積極的に取り組んでいかれることを期待したい。

### 3. 当センターにおけるこれまでのアプローチ

当センターにおいては、これまで小児欠損児に対して行ってきたアプローチとしては、その殆どが装飾用義手であるが、中には能動義手の訓練を経て電動義手の使用に至ったケースも数例ありそのうちの 2 例を紹介する。

#### 症例 1

現在 21 歳男性。断端長 11 cm の先天性右前腕欠損（図 7 a, b）。



a. 断端外観



b. 訓練時の様子

図 7：症例 1 のケース

幼少期より装飾用（ミトン型の作業用を含め）を使用し、小学校 4 年時より能動義手の使用を経て 5 年時に電動義手の訓練を開始。

自宅より遠方の某大学病院のリハビリテーション科での訓練に通い、数か月の訓練後に児童福祉法の基準外交付（現在の特例補装具支給）の申請を行い交付に至った。

現在は成人し就職もしているのが、就業時には義手を使用しておらず ADL 上において必要が生じた時のみ使用している。

このケースにおいては、電動義手を使用するスキルは決して低くはなく、また、就業時に

義手を使用することを煩わしく感じているわけではないのであるが、本人がより多機能な手先具（i-Limb Hand や bebionic Hand）を希望しているため、現在では必要と思われた時のみの使用に限定してしまっている。

## 症例 2

7 歳男児。断端長 10 cm の先天性左前腕欠損。

1 歳時ソケット適合を開始し、4 歳時にフック型の能動仮義手を製作し OT 訓練を行う。同時期に筋電義手の装着前訓練を併用して行うが、当時は筋電発生や分極が不確実であった。

幼稚園の体操時には、マット運動時に前述の TRS 社 Shroom Tumbler を、鉄棒等には Criterium Pivot をフック型と付け替えて使用し行っていた。5 歳時には筋電義手の操作性も安定して行えることが確認できたため、義手を貸し出し家庭にて訓練時間の拡大をはかった。

その後は十分な開閉動作とポジションを変化させての操作性も可能であると判断できたため、6 歳時に特例補装具支給として児童福祉法での申請を行い、数か月後に支給に至った。

現在は小学校に入学し、能動義手をメインに授業時に必要と思われるときには作業手先具を付け替えてフック型、装飾ハンド等を状況に応じて使い分け、電動義手も併用して使用している（図 8）。



図 8 使用中の義手

## 4. 今後の展望

小児の電動義手における今後の展望として以下に挙げる。

### 早期に装着に対する働きかけ

前述の義手装着の目的にも記載したように、小児への義手の早期装着の目的としては、両手動作の獲得やボディイメージの確立などがあげられるが、身体的なバランスの改善や側弯症などの姿勢や骨格の異常を防ぐといったこともあげられるので、それらの予防・改善を行なっていけるのではないかと考えられる。

### 拠点となる訓練移設の確立

小児に対して電動義手を日常的に使用していく状態に結び付けていくには、人数のみではなく経験則の側面からも各コメディカルスタッフのマンパワーの充実と、スキルの向上を恒常的に行っていく環境が必要となる。

また、リハビリ時に使用する備品や電動ハンド等本体といった訓練機器についての充足に対する経済的な投資も必要となる。

現在では、それらの条件を全て満たす施設は兵庫リハのみであるので、今後そのような拠点病院がさらに増設されることを期待したい。

### ファンド等を利用した訓練機器の充足

兵庫リハが中心となって進めている小児筋電義手バンク（図 9a）や、e-nable（図 9b）などの NPO や NGO での活動などを活用としたボランティア的な働きかけが今後社会的に推進していければ、さらなる普及に結び付けていけるものと考えられる。



図 a.小児筋電義手バンク



図 b . e-nable の義手

図 9 . NPO や NGO の 1 例

### 利用可能な部品のさらなる拡充

現在小児欠損児に使用できるうる部品は、装飾用のインナーハンドと装飾グローブ、作業用手先具の一部のみであるので、補装具の価格基準表内の「補装具の種目、購入又は修理に要する費用の額の算定等に関する基準に係る完成用部品」に記載されうるべき該当部品をさらに拡充していき、必要な機能に即したものを選択できるように拡充していく必要があると考える。

これは、一概に小児欠損といってもそのレベルは様々であり、それらすべてに適応できる部品が市販されているとは言い難い。

特に上腕や肩など欠損レベルが高いケースほど、使用できる肘継手や肩継手といった部品が限定されるかあるいは部品そのものがないことが多いので、今後はメーカーや代理店等にはたらき掛けながら、様々な欠損レベルに対応できるパーツが少しずつでも充足されていくことを希望する。

電動義手については、かつてはカナダの VASI 社も販売を行っていたが、現在市販されているのは Ottobock 社と Steeper 社のみであり、日本国内においては Ottobock 社以外の選

択肢はない。また、電動ハンド部のみの販売であるので、高位欠損児に対してのアプローチが限定されることから、同様にメーカーでの商品開発や販売に期待したい。

今日では3Dプリンタの普及も加速しており、上記の高位欠損児に対して利用可能と考えられる部品のモックアップモデルの製作も困難ではないので、コメディカルスタッフにエンジニアを積極的に招き入れ、さらに多角的なチームアプローチを推し進めていけるのではないかと考えている。

#### 【文献】

- 1) 陳隆明：筋電義手を利用した小児リハビリテーション．The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine 2016：53：379-384．
- 2) 古川宏：発達を考慮した義手の適応と訓練．日本義肢装具学会誌．Vol.25, No 1, 2009, 15-21
- 3) 加倉井周一、清水和彦、古川宏：我が国でなぜ筋電義手の実用普及が行われないのか．日本義肢装具学会誌．Vol.17, No4, 2001, 234-242
- 4) 東京都補装具研究所小児切断プロジェクト：小児切断者のすべて（ ）53-76, 東京都補装具研究所, 1980