



『動かしたい』という気持ちに優しく寄り添う機器～IVES（アイビス）がリハビリテーションにもたらしたもの～

## (1) 電気刺激療法の新たな可能性を拓ける「IVES(アイビス)」

脳卒中などの疾病により身体に何らかの障害が見られるようになった人が、その失われてしまった機能を回復するためには、リハビリテーションを行うことは極めて重要になります。現代のリハビリテーションは、その人の障害の種類によって、「理学療法」、「作業療法」、「言語療法」の3種類のリハビリテーションが行われます。

これらの中で理学療法は、日常生活に必要な基本的動作能力（起きることや座ることや立つことなどの動作）を取り戻すために「運動療法」や「物理療法」を中心とするリハビリテーションを行います。

その運動療法ですが、まさにその名の通りに、患者さんが有する『運動能力』を高めることを目的として、筋力強化や関節可動域を増やすための運動を行います。

一方、物理療法とは、物理的なエネルギーを用いるリハビリテーションのことを言い、さまざまな機器を利用して、牽引療法・電気刺激療法、温熱療法、マッサージ療法などを行います。



様々な物理療法機器

特に電気刺激療法は、日本のテクノロジーが得意としている分野ということもあり、さまざまな機器が開発され、リハビリテーションに用いられてきました。それらの中には、例えば、麻痺（マヒ）が生じた部位の筋肉に刺激を与えるために一定の時間、決まった電流を流す「低周波治療器」や、脳の脳皮質を刺激するように電流によって磁気を発生する機器を頭部にあてて行う「磁気刺激装置」などがあります。

そうした電気刺激療法の機器で、現在、各方面から注目を集めているのが、早稲田大学の村岡慶裕教授が開発し、医療機器メーカーにより製品化された『随意介助電気刺激装置』の「IVES(アイビス)」です。

※IVES: Integrated Volitional control Electrical Stimulation (device)の略

このIVESが画期的なのは、脳からの指令によって筋肉が収縮したときに発生する電気信号(これを「筋電」と言います)を電極で読み取り、それを増幅するように読み取った電極を介して、全く同じ筋肉に電気刺激を与えるという点です。これはつまり、脳が動かしたいと思った筋肉に正確にその刺激を伝えられるということでもあり、他の機器と比べて、リハビリテーションの効果を最大限に活かすことができます。ただし、理屈はそうであっても、実際にリハビリテーションの現場で使用できる機器を開発するためには、いろいろと越えなければいけない壁がありました。

### 開発者プロフィール



早稲田大学人間科学学術院  
健康福祉科学科  
教授 博士（工学）  
村岡 慶裕  
(むらおか・よしひろ)  
⇒[村岡研究室 HP](#)へ

# IVES アイビスを使用したリハビリとは？



## 開発者インタビュー

『動かしたい』という気持ちに優しく寄り添う機器～IVES (アイビス) がリハビリテーションにもたらしたもの～

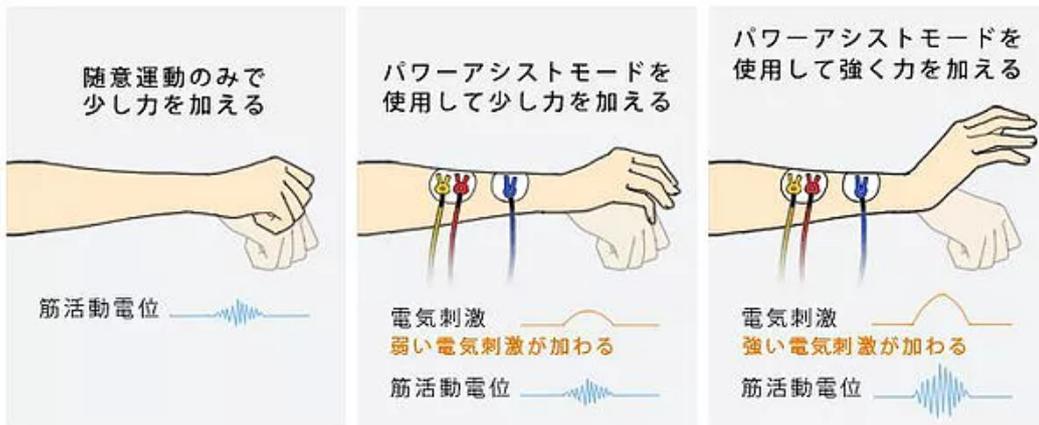
### (2) 革新的な技術の誕生

そもそも身体が思ったように動かない、いわゆる麻痺(マヒ)と呼ばれる状態は、脳が身体の各部位を動かすために送る電気信号を神経が正確に伝えられなくなったことから起こります。具体的には、脳から発せられる『手よ、動け』という指令(電気信号)が伝わらなかったり、伝わっても動かすことができないほど弱かったり、間違った部位に伝わってしまったりしているわけです。その結果、動かしたい部位が動かなかったり、間違った動きをしたりしてしまうことになり、これが麻痺(マヒ)と呼ばれる症状なわけです。

IVES を生み出した村岡教授は、脳と神経の関係を研究した際、電気刺激装置と筋電バイオフィードバックを組み合わせた装置が開発できないかと考えたのが、IVES を開発するきっかけになったそうです。

「麻痺患者の脳からの電気信号は数十マイクロボルト(数十万分の一ボルト)という、非常に微弱なものです。それを正確に読み取り、バイオフィードバックとして、100 ボルト程の電気刺激により筋収縮を増幅できれば、自分の意思を筋肉に伝えることができ、それを繰り返すことで学習が進み、再び動かせるようになるはずだと考えました」

(村岡教授)。



しかし、それまであった類似の機器は、電気信号を読み取る電極と電気刺激を与える電極が別々であったため、すぐ近くに電極を貼ったとしても、どうしても数 mm から数 cm のズレが生じていました。

「ほんの少し電極の貼る場所が違っていると、本当に電気刺激を与えたい筋肉に正確にその刺激を与えられず、間違った動きになってしまうことも多く、リハビリテーションの効果に限界がありました。ですから、電気信号を読み取る電極と電気刺激を与える電極を同一にできないかと考えたわけです」(村岡教授)。

そして、試行錯誤を繰り返したところ、見事にこの難問を解決し、それを使った IVES のプロトタイプが作られたのです。ちなみに、それは 1997 年の夏、まだ村岡教授が博士課程の 1 年目のことだったとそうです。



初期試作機の 1 台

#### 開発者プロフィール



早稲田大学人間科学学術院  
健康福祉科学科  
教授 博士(工学)  
村岡 慶裕  
(むらおか・よしひろ)  
⇒[村岡研究室 HP](#)へ

## IVES アイビスを使用したリハビリとは？



### 開発者インタビュー

『動かしたい』という気持ちに優しく寄り添う機器～IVES（アイビス）がリハビリテーションにもたらしたもの～

#### (3)リハビリテーションの『やる気』を引き出す IVES

IVES が、どのような機器であるか、これまで簡単に説明をしてきましたが、どうして脳卒中などによって、身体に障害を持った人のリハビリテーションに効果があるのかを詳しく紹介したいと思います。

既に触れていますように IVES は、麻痺(マヒ)により活動が低下した筋肉の電気信号(筋電)を読み取って、それを電気刺激によって大きく増幅させて筋肉に伝えることで、筋肉を動かすように促す機器です。健康な人であれば、何もなくても脳から出る「動け」という電気信号が動かしたい筋肉に伝わり、思ったままに動かせるのに、それができなくなって麻痺(マヒ)などが生じている人の電気信号を、再び正確に伝えることができるように補助し、同時に訓練もさせることでリハビリテーションの効果を生み出します。

自分の『手を動かしたい!』という意味が、脳から筋肉へ伝わることを邪魔するのではなく、そっと優しくアシストするように作用するのが IVES だと言えます(村岡教授)。さらに、IVES の利点として挙げられるのは、脳が動かしたいと思った同じ筋肉に何度でも刺激を与えることができる点です。繰り返すことで、やがて脳から発せられる電気信号が増幅され、それまで動かなかった筋肉が動く可能性が出てくるのが期待でき、しかも、それは麻痺(マヒ)が起こった年数に関係ありません。

「私の経験では5年間、足が動かなかった人に効果がありました」(村岡教授)。

さらに、「単純に電気刺激を与えて筋肉を動かすのと違って、“自分が動かしたいと思って筋肉が動く”ということから、患者さんのリハビリテーションに取り組む意欲が増すという心理的な効果もあります」と村岡教授は言います。

この言葉の通り、脳梗塞などの障害においては『リハビリテーションを続ける』ということが非常に大事だからです。

ところが、楽にできるリハビリテーションというものは、なかなかありません。それだけに、患者さんのリハビリテーションに対するモチベーションをいかに維持するかということも、非常に大切な要素になるので、それを補えることができるというのは大きいと思います(村岡教授)。

確かに、いくらやっても効果が見えにくいリハビリテーションを続けることは大変です。さらに IVES の場合、身に付けても負担にならない大きさのため、普段の生活をしながら使用できることから、効果が期待できながらも『リハビリテーションをするんだ』といったように身構えて使わなくてもいいというのも大きな利点なのです。

#### 開発者プロフィール



早稲田大学人間科学学術院  
健康福祉科学科  
教授 博士(工学)  
村岡 慶裕  
(むらおか・よしひろ)  
⇒[村岡研究室 HP](#)へ



『動かしたい』という気持ちに優しく寄り添う機器～IVES (アイビス) がリハビリテーションにもたらしたもの～

## (4) 夢のヒントで回路を斬新！携帯サイズに

1996年の修士2年生の時に修士論文のデータ収集のために、母校である慶應義塾大学の関連施設であるリハビリテーション専門の病院「慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター(2011年9月30日閉院)」に1週間ほどの予定で行った際、それまで自分で役に立つだろうと考えて作った機器が、現場では全く使い物にならなかったことから、患者さんを知らずに開発を進めることの危うさに気づいたそうです。それにショックを受けた村岡教授は、そのまま8年間センターに常駐し、患者さんに寄り添いながら、本当に必要とされる機器とは、どのようなものかということを考えさせられたこともIVESの開発のきっかけになったと言います。

「1997年の開発当時は、大きさが大型の辞書ぐらいありました。しかし、その機器を身に付けて、常に一定の微弱な電気を流すことで筋肉に刺激を与え、かつ必要な時には動かす訓練ができ、さらに、それを繰り返すことが機能の回復に繋がるというためには、どうしても小型化が必要でしたので、その後は、回路を工夫し、いかに小さくするかに腐心しました」(村岡教授)。

「当時は大学院の学生で病院の敷地内に住み込んでいましたから時間だけはあったので、昼も夜もずっと『何とかならないか』と考えていました」と村岡教授。

そして、そうした“煮詰まった”状態で4年経過した2001年12月の夜、夢の中である回路のヒントが浮かんだそうです。

「『これならいけそうだ!』と思った時に目が覚めて、急いで忘れないうちにメモを取りました」。

その夢が与えてくれた回路により、IVESが掌のサイズまで小型化されました。

「とにかく、まずは携帯できるサイズにすることを目標として、試作品は5号機ぐらいまで作りました」と村岡教授は言います。



2002年の試作機



当時の試作機



現在の仕事場

## 開発者プロフィール



早稲田大学人間科学学術院  
健康福祉科学科  
教授 博士(工学)

村岡 慶裕

(むらおか・よしひろ)

⇒[村岡研究室 HP](#)へ



# IVES アイビスを使用したリハビリとは？



『動かしたい』という気持ちに優しく寄り添う機器～IVES（アイビス）がリハビリテーションにもたらしたもの～

## (5) 特許を取得して製品化を進める

村岡教授が IVES を完成させた 2002 年当時は、世間で大学発の知的財産が脚光を浴び始めた頃でもあったことから、その流れに乗って村岡先生も『記録と刺激の兼用電極を使って随意運動の介助を行うことができる携帯型電気刺激装置』の特許を慶應義塾大学で取得されました。しかし、その時点では、まだ商品化の目途などはなかったと言います。

「当時、慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンターのセンター長であった木村彰男教授が医療機器メーカーさんを紹介してくれて、製品化の話が一気に進みました」(村岡教授)。

そして、紆余曲折を経て 2008 年に完成した IVES が、遂に世に送り出されました。

「IVES は、患者さんはもちろん、リハビリテーションを担当している専門医や OT(作業療法士)から『使ってみて効果がありました』などの声が多数寄せられています。早稲田大学に赴任してから、私は常に現場にいるわけではありませんので、直接、使用者や担当者からの声を聞く機会は、少なくなりましたが、学会などでそういった喜びの声を聞くと、お役にたっていることが分かり、IVES を世に送り出すことができ本当に良かったと実感しています」(村岡教授)。

人間が本来持っている力を利用した機器とも言える IVES。今後、さらに広く多くの人を使うことで、きっと、もっと障害を持った人たちの希望を生み出すことができるはずです。

### 開発者プロフィール



早稲田大学人間科学学術院  
健康福祉科学科  
教授 博士（工学）

村岡 慶裕

(むらおか・よしひろ)

⇒[村岡研究室 HP](#)へ



慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター



今も開発・改良に余念がない村岡教授



WILMO 開発者・ユーザーインタビュー

# 日本発「WIVES療法」の可能性



将来的には患者様自身で WILMO を操作し、  
在宅で治療できることを期待しています。

WILMO 開発者  
村岡 慶裕 先生

- WILMOにはどういった技術が盛り込まれているのでしょうか。

複数のメーカーにより製品化された随意運動助動電気刺激装置は、IVES（アイビス）療法として普及、浸透していきました。IVES療法とは脳卒中中等の片麻痺患者様の弱い筋電を検出し、それに比例した電気刺激を与えて随意運動をアシストする治療法です。治療を継続することで最初は電気刺激によるアシストを必要としていた動作が少しずつ手の動かし方を覚えることで、最終的には装置がなくても自分自身で動かすことが可能になります。

これまで製品化されたIVES療法の装置は本体の厚みがあり大きく、設定操作には慣れが必要でした。そこで患者様が自然な感覚で装着しコンパクトで袖の中に納まる厚さであれば、外からも目立たない治療器ができるのではないかと考えました。

苦労の甲斐あって、薄型を実現できる新電気刺激回路の技術を発明し、WILMOに盛り込んでいます。

- 機能をシンプルにされた理由をお聞かせください。

大きく二つの機能をシンプルにしています。

ひとつは電極を簡単に最適な位置に調整できます。電極は電気刺激によ

る筋収縮を慎重に確認しながら位置を決定することが重要です。しかし、従来の電極では何回も電極を貼り直して、位置を調整しているうちに、電極の表面に皮膚の角質が付着し同じ電気刺激に対する筋収縮が変化してしまい、最適位置が分からなくなる問題などがありました。

この問題を解消するため、今回の多電極列シート（電極パッド）を考案



試作基板と完成品の WILMO



しました。この構造により、電極パッドを一回貼り付けた後、剥がすことなしに電極位置を簡単に変更でき、設定時間が大幅に短縮されました。もうひとつはシンプルな設定操作で使用できます。従来の装置には設定値のメモリー機能がありましたが、前回と同じように使用しても日々、電極や皮膚の状態などにより最適な設定が変化することがあり、メモリーに保存されていた値が正しくなくなる可能性があります。

そこで全く逆の発想で、毎回最適な設定値が変わることを前提とし、このメモリー機能をなくしシンプルに3段階のみの設定で、患者様自身でも慣れれば1分以内で最適な設定ができる機能を実現しました。

つまり、WILMOはコンパクトで薄いボディ、マグネット式多電極シートで電極位置を簡単に調整可能、メモリー機能が無くとも簡単な操作で最適設定が可能、という3点の大きな特徴を持っています。

#### - 開発経緯、苦労話をお聞かせください。

開発10年を経て、2008年に初めてIVES療法を具現化できる機器が販売され、その時に私は村山医療センターに移りましたが、更に袖の中に納まるように薄くコンパクトにする為にはどうしたら良いか、ずっと考えてきました。

#### - 開発した当時のものを見せていただきました。

この回路が完成するまで試作品に実験を重ね何度も作り直し執念で完成に漕ぎつきました。回路が完成しても集積させたことでノイズが発生し、また始めからやり直し作成することの繰り返しで大変でした。この研究成果で2010年に厚生労働大臣認定TLO（公財）ヒューマンサイエンス振興財団経由で特許を取得し、更に米国、中国でも取得しています。

#### - WILMOの将来展望は？

将来的には患者様自身でWILMOを操作し自宅で治療できることを期待しています。病院から早期退院することで医療費の削減にも繋がります

し、在宅で家族と一緒に過ごせる時間が増えたりすることは、患者様だけでなく社会全体に良いことではないでしょうか？

これまで随意運動助動電気刺激装置はIVES療法として浸透していましたが、WILMOのウェアラブル（Wearable）という特徴を強調しWをつけWIVES療法（ワイビス療法）と名付けたいと思います。一日6時間以上装着可能なWIVES療法として唯一の治療機器はWILMOしかない位置付けにし、さらに、WASEDAのWを付ける事で今後は早稲田大学としても本治療法の発展に貢献したいと思います。



#### WILMO DEVELOPER'S VOICE

#### 村岡慶裕 先生

- ・ 独立行政法人国立病院機構村山医療センター（臨床研究部）生体機能制御解析室 非常勤研究員
- ・ 早稲田大学 人間科学学術院 教授

1998年に手関節装具を併用したタイプのIVES療法を思いつき、そのための装置を開発、2008年に製品化。これまで上肢痙攣抑制装具、装着型歩行補助装置WPAL、免荷式スプリングハンガー、簡易歩行分析システム、簡易EMG-BF装置、痙攣評価装置などの開発や事業化、臨床神経科学、バイオメカニクスなどの研究に従事。



## 使い方が簡便。あらゆる日常生活活動の中で 麻痺した部位の治療ができることがメリット。

京都市中京区  
京都地域医療学際研究所  
がくさい病院

### - WILMOを使って感じた事は。

従来の電気刺激装置は、ややサイズが大きく使用場面が限られ、設定操作に不慣れであると時間を要しました。WILMOは、スリムでシンプルという印象を受けています。研修を受けたスタッフが使用すれば、最適な治療設定を簡便に行えるのではないのでしょうか。

麻痺した上肢に電気刺激を用いる際、最適な刺激位置を評価できるかが治療のポイントだと思います。WILMOは、電極パッドがマグネット式になっています。患者の前腕に貼った電極パッド内で電極の位置を簡単に変えながら、最適な刺激位置を評価できます。これは、非常に使いやすくなったと思います。

### - WILMOのどのような使い方が出来ますか。

訓練時間は当然ですが、院内や自室で過ごす時間も、WILMOを腕時計のように装着して使い続けることができると思います。機器本体、電極、電極ケーブルが、動作を干渉しない点が優れているのではないかと思います。患者さん自身の装着、設定操作は、スタッフ（主に作業療法士）が指導すれば、短時間に行えています。



実際、当院では、訓練時間以外の病棟生活で、スタッフの指導の下、WILMOを使用してもらっています。日中は、患者さんに

使用を続けてもらっていますが、疼痛や強い疲労感などを訴えられたことはありません。

電気刺激で手指・手関節の運動を補助しながら、布団をたたむ、ドアの開閉、箸の使用などの日常生活活動を行うことで、麻痺した上肢の使用頻度が増えた印象があります。



リハビリテーション科 部長  
前田 博士 先生

日本リハビリテーション医学会 専門医・指導医  
日本摂食嚥下リハビリテーション学会 認定士

- WILMOに期待できる事は。

WILMOは、電気刺激装置が組み込まれた装具のように、上肢運動麻痺の治療をリハビリテーション室だけでなく、どこでも使用できるデバイスとしての活躍を期待します。例えば、回復期リハビリテーション病院では、直接、療法士が患者さんに治療できる時間は限られています。現在も、患者さんの動作能力向上のために、病棟生活の中に自主訓練を導入していますが、WILMOはさらにこの効果を高めてくれるのではないかと思います。

将来、医療保険でのリハビリテーション治療が受けづらくなるのではないかと懸念しています。WILMOを用いた治療法が、上肢運動麻痺の機能改善を促進するリハビリテーション治療として確立すれば、在宅での使用に展開できるのではないかと期待しています。患者さんの上肢機能とWILMOをどう組み合わせ、訓練と日常生活を送っていくとよいか、われわれも追求していきたいと思っています。



訪問リハビリテーション科 科長  
松原 徹 先生  
理学療法士

リハビリテーション科 主任  
宮本 宗明 先生  
作業療法士



WILMO USER'S VOICE 京都地域医療学際研究所 がくさい病院

京都市中京区。リハビリテーション部には約50名のスタッフが在籍。回復期リハビリテーションだけでなく、スポーツ選手の競技復帰など運動器リハビリテーションにも力を入れている。



もっとスリムに もっとシンプルに もっと身近に

Smart & Motivating Partner for Rehabilitation

電気刺激装置 ウィルモ

**WILMO**

バイオフィードバックと神経促通刺激を1台で

随意運動による筋電に比例した電気刺激をリアルタイムに出力。パワーアシスト（随意運動+電気刺激）するモードに特化。

電気刺激を筋電検出と同時に同じ電極から出力することでより正確な運動学習が期待できます。



筋電検出と電気刺激を同時に同じ電極で



販売名：電気刺激装置 WILMO  
製造販売元：株式会社エスケーエレクトロニクス  
京都市上京区東堀川通り一条上ル堅富田町436番地の2

