

症例報告



重度四肢麻痺を呈した多発性硬化症患者に対する ヘッドトラッキングによる iPad 操作の導入経験*

中野淳一・倉橋有里

【要旨】

【目的】重度四肢麻痺患者に対するヘッドトラッキングによる iPad 操作の導入プロセスと課題を報告し、QOL 向上への可能性を検討した。【方法】症例は多発性硬化症による重度四肢麻痺の 50 歳代男性であり、施設入所中で日常生活は全介助であった。【経過】iPad のヘッドトラッキング機能を用い、顔の動きによるポインタ操作、開口によるタップ操作、口角上げによるホームボタン操作、舌突出によるダイレクトタッチ操作を設定した。週 1 回 16 週間にわたり段階的な調整と指導を実施した。導入当初は微細なカーソル操作が困難であったが、感度と速度調整により改善した。5 週目で Web ニュース 1 ページの閲覧、8 週目で全記事のスクロール閲覧、14 週目で動画視聴、16 週目でメッセージアプリでの家族との連絡が可能となった。【結論】多発性硬化症により重度四肢麻痺を呈した症例に対して、HT による iPad 操作は、各操作を症例の機能に合わせて設定し、練習を行うことで Web ページの閲覧や他者とのコミュニケーションといったスキルを獲得できる可能性がある。

キーワード：四肢麻痺，ヘッドトラッキング，IT 支援

はじめに

多発性硬化症は、中枢神経系（大脳・脳幹・小脳・視神経・脊髄）に多発性の脱髄が時を違えて生じる時間的・空間的多発を特徴とする原因不明の自己免疫性炎症性脱髄性疾患である。20～30 歳代の若年成人に多く発症する神経難病の 1 つであり、急性増悪（再発）とそれに続く寛解を繰り返す再発寛解型多発性硬化症が最も多く、そのうち 20～50% 程度が 10～20 年の経過で次第に再発がなくても障害が進む進行型へ移行する¹⁻³⁾。多発性硬化症患者においては、発症早期から、認知機能、精神的健康、QOL や労働能力に著しい影響を受ける。疾患の進行とともに身体障害が蓄積し、

本人や家族にとって大きな負担となるのみならず、経済的な損失をもたらすとされている¹⁾。

近年、情報技術（Information Technology：IT 技術）の発達によりスマートフォンなどの情報端末を従来の身体機能に依存しない方法で操作することが可能となってきている。このような IT の発達は障害を有する方の生活を快適にすることや、諦めていた活動に取り組みたりする可能性を秘めており、障害者の ADL や QOL 維持・改善に重要な役割を果たす⁴⁾。

iPad に搭載されるヘッドトラッキング（Head Tracking：以下、HT）機能は、頭部の動きや表情で iPad 操作を可能にする機能である。ホームボタンのある iPad では第 9 世代以降のモデルで使用可能で、この技術により重度の運動機能障害を有する患者でも頭部の動きを利用して情報端末の操作を可能とすることが期待される。しかしながらリハビリテーション現場における HT の導入事例や実際の導入プロセス、課題の報告はほとんどない。

今回、多発性硬化症による重度四肢麻痺患者に対して HT による iPad 操作を導入し、その経過か

* Implementation of Head-Tracking Technology for iPad Control in a Patient with Severe Quadriplegia Due to Multiple Sclerosis: A Case Report

整友会向山クリニック 訪問リハビリテーション
(〒440-0864 愛知県豊橋市向山町字水車 66-1)
Junichi Nakano PT, Yuri Kurahashi ST: Home Visit
Rehabilitation, Seiyukai Mukaiyama Clinic

E-mail: seoyogigahayai@gmail.com

(受付日 2025年8月2日/受理日 2026年4月21日)

ら重度四肢麻痺患者に対するHTの有用性と課題を考察した。

症例紹介

症例は50歳代男性で、2011年より歩行障害が出現し、多発性硬化症と診断された。症状は徐々に進行し、介助量が増えてきたため2022年に施設へ入所した。運動機能の低下が進行した結果、重度四肢麻痺となり多発性硬化症の障害重症度を示すExpanded Disability Status Scale (以下、EDSS) は9.0であった。

身体機能は右上肢がわずかに動くのみであり、筋力は右肘屈曲・伸展はMMT2、右手指屈曲はMMT1、頸部筋力はMMT3であった。左上肢、両下肢はMMT0であった。表情筋の筋力は未測定だが、顔面と舌の動きは保たれていた。四肢と体幹の可動域は保たれていた。筋緊張は四肢に痙縮を認め、両肘関節、手関節、膝関節、足関節においてModified Ashworth Scale Grade 2であった。筋緊張は徐々に強くなっており、右上肢の動きは徐々に緩慢になってきていた。認知機能と視覚機能に生活上の問題はなかった。

日常生活は全介助となり、一日をベッド上で過ごす状況であった。タブレットは使用せず、スマートフォンを市販の角度調整ができるスマホスタンドで固定して使用していた。使用用途は通話とメッセージアプリとインターネットであった。ベッド上で右手近くにナースコールとテレビとエアコンのリモコンを置いて操作していた。しかし、右上肢の機能低下によりスマートフォン・リモコンの使用ができなくなり、ナースコールが押せない状況も出てきていた。食事は胃瘻にて摂取しており、一日に一度、介助下でバナナとヨーグルトを経口摂取していた。

発声機能については、声量が乏しく発話の途切れがあり、家族や施設職員とのコミュニケーションに時間を要する状況にあった。症例の伝えたいことが相手に伝わらずに家族に苛立ちをぶつける場面もあると聞いていた。コミュニケーションの補助手段として文字盤や意思伝達装置は特に使用しておらず、コミュニケーションカードも準備はしたが日常的な使用には至っていなかった。

理学療法介入は身体機能の維持目的に週1回の訪問リハビリテーションを実施していた。理学療法の内容は四肢、体幹の可動域練習と四肢の自動介助運動であった。必要に応じて環境調整と介助指導を行っていた。

倫理的配慮

本報告に関して症例から事前に口頭で承認を得た。また家族より口頭および書面により承諾を得た。

経過

1. 導入経緯

右上肢の運動機能低下によりスマートフォンの操作ができなくなり、通話やメッセージ送信困難となっていた。テレビのチャンネル操作、エアコンのリモコン操作に続き、ナースコールも押せない時が出てきたため、接触スイッチ等を検討する担当者会議を開催した。新しい機器を購入することに難色を症例が示し、スイッチの導入には至らなかった。アドバイザーとして参加を依頼した言語聴覚士が各種スイッチの紹介とともにコミュニケーション機器の紹介をした。その中で「iPadは顔の向きや表情で入力できる」という話題が出た。そこでiPadを所有している症例と家族が興味を示した。もともとインターネットを通じての買い物、動画視聴、Webページ閲覧（多発性硬化症患者グループの掲示板等）で時間を過ごしており、これらの活動再開を症例も家族も望んでいた。

事前に音声入力も試したが声量と話す速度が充分でなく、入力困難であることは担当療法士が確認していた。施設職員や家族がセッティングのうえ、HTにてiPadを操作しWeb上の活動を再獲得することを目標に環境調整と操作練習を理学療法プログラムに取り入れることとした。活動範囲が縮小していく中、この目標達成によって将来のIT機器導入につながることを期待していた。

2. HT機能の設定および練習方法

iPadのアクセシビリティ機能「スイッチコントロール」内の「ヘッドトラッキング」機能を使用した(図1)。段階的な設定調整と操作練習と指導を週1回(約10分/回)16週間にわたって実施した。OSの更新やメッセージアプリのスマートフォンとの連携設定では各30分程度要した。

iPadのベッドへの固定はスマートフォン用に使用していた市販の角度調整ができるスマホスタンドをそのまま用いることができた。端末の重さに耐えられるようにベッド柵への固定には紐で縛り付ける補強が必要であった(図2)。



図 1. 端末設定画面



図 2. 実際の使用状況

3. 導入後の経過

表 1 に導入後の経過を示す。担当者会議後、担当者が HT について調べた結果、操作方法について紹介している動画をインターネット上で見つけることができた⁵⁾。この動画を参考にしながら操作・設定方法を学習した。症例が最初に望んだことは「ニュースが見たい」とのことであった。導入から 8 週目にかけて、「タップ操作」「ポインタ

表 1. 介入経過

経過時期	実施内容	課題	その後の対応	結果
導入～8 週目	タップ操作	滞留によるタップ操作設定により、意図しない場所のタップ操作が発生	開口を割り当て	負担なくタップ可能となる
	ポインタ操作		頬を使用を割り当て	ポインタ操作の操作性が向上することで WEB ニュースを読むことができた
	ホームボタン操作の設定	舌突出を割り当てたが、開口でも舌突出と感知される	口角上げを割り当て	ホームボタンの操作が可能となる
	スクロール操作の設定	スクロールボタンをタップしながらドラッグすることができない	舌突出によるダイレクトタッチを割り当て	上記操作を支え、WEB ニュースをスクロールして全部読むことができた
9 週目	本人所有端末の設定	本人所有 iPad で設定できない状況発覚	OS バージョン確認したところ、アップデートの必要性があると判断し、OS アップデート実施 (12 週目)	本人所有 iPad 設定で HT 可能となる (12 週目)
14 週目	文字入力と動画検索の開始	生活環境で許容できる疲労感での使用環境の調整	操作しやすいセッティング決定 画面角度：やや下向き 位置：眼球の高さが画面の中心	文字検索で見たい動画を探して視聴できた (大谷のホームラン〇〇号)
16 週目	メッセージアプリの操作開始	メッセージアプリのスマートフォンと iPad の連携設定 ポインタの操作性と効率性のバランス調整	iPad とメッセージアプリ連携実施 微細なポインタ操作可能な設定に調節 読取り感度：最大 ポインタ速度 28	メッセージアプリで家族グループに投稿できた

操作」「ホームボタン操作」「画面スクロール」に対してHTの各動作に割り当てを設定した。まず参考にした動画で紹介があったため、「タップ操作」は滞留の設定で開始した。滞留とはポインタが一定時間同じ場所に留まっていることが設定した動作のトリガーとする設定であり、その時間は自由に設定できる。実際に使ってみると連続してタップしているときはよいが、記事を読んでいるときなど画面を見ているときも一定時間のポインタ位置の固定が意図しない場所をタップ操作してしまう状態になり、使い勝手が悪いことが分かった。導入4週目の時点で筆者が操作と割り当てる動きを試した結果、「タップ操作」は開口に割り当てることとした。理由は「タップ操作」が頻度の高い操作であることと、開口は症例にとっても負担の少ない動作であったからである。「ポインタ操作」は①顔を使用、②画面の端に顔を向けたとき、③頭の動きに連動という選択肢があった。各選択肢を試した結果、動きが小さくゆっくりでも顔の向きでポインタが動いてくれる①顔を使用、を選択した。5週間目にはポインタ操作も習熟し、画面上の狙ったところで「タップ操作」を行うことができるようになったため、記事の1ページ目を読むことができるようになった。次に必要な動作は「ホームボタン操作」であった。頻度は高くない操作であったため、動画で紹介されていた舌突出を使うこととした。しかし、導入6週目まで進んだところで「タップ操作」の開口でも舌突出と感知されることがたびたびあり、「ホームボタン操作」は口角上げに変更した。記事を読む時に下にスクロールしなければならないが、スクロールボタンをクリックしながらドラッグすることができなかった。導入8週目になり、動画で紹介されたダイレクトタッチを使用してポインタを画面下まで持っていくと下にスクロールできることが分かった。ダイレクトタッチとはマウスをクリックしながらドラッグするような操作である。これによってニュース記事を全部読むことができるようになった。最終的には操作方法の割り当てを①タップ操作：開口、②ポインタ操作：顔を使用、③ホームボタン操作：口角上げ、④画面スクロール：舌突出によるダイレクトタッチとした。

8週目までは担当者の業務用iPadを使用してきたが、日常生活で使用できる可能性が高まってきたため9週目で症例のiPadの設定を開始した。しかし、HTの設定場所が見当たらなかった。もともとHTが使用可能である第9世代であることは確認していた。端末のOSを調べるとiOS15以降

が必要だったが、それよりも前の状態であった。そこで症例の許可を得た上でOSのアップデートを進め、12週目に症例の端末でHTを使用可能な状況を作ることができた。

14週目にはスマホスタンドを端末が顔の向きを最も検知しやすい角度と位置に調整した。文字入力を入力スペースにHTでポインタを移動させて開口により“タップ操作”で文字入力モードとした。QWERTY配列を画面上に表示させ、HTでポインタを入力したい文字上まで移動し、開口による“タップ操作”で打ち込む操作とした。検索した結果の中から見たい動画をタップして視聴することができた。この時点で家族にもHTを使用できる状態への設定方法を伝え始めた。

15週目にはメッセージアプリの使用に進める意思を症例に確認し、スマートフォンのメッセージアプリをiPadと連携させる作業手順について調べた。症例自身では操作ができなかったため、症例に画面を確認してもらいながら16週目に設定を完了した。設定直後にメッセージを検索時の要領で文字入力を行い、8ヶ月ぶりに家族のグループにメッセージ投稿することができた。

症例はiPad操作を楽しそうに取り組んでいた。家族はメッセージ送信ができたことや症例が自身の操作でニュースを読めること、動画を選んで視聴できることを喜んでいた。しかし、介入17週目に新型コロナウイルス感染により逝去し、介入終了となった。

考察

多発性硬化症による重度四肢麻痺（EDSS9.0）を呈し、日常生活が全介助になった症例に対し、iPadに搭載されたHT機能の導入を行った。16週間にわたる段階的な調整と介入により、症例は顔の動きや表情などの残存機能を使って、Webニュースの閲覧、動画視聴、メッセージアプリでの家族との連絡といった能力を設定された環境下で再獲得した。

多発性硬化症患者に対するITを活用した支援技術にはコミュニケーションエイド、入力インターフェース・スイッチ、環境制御装置、認知機能支援技術が挙げられる^{4) 6-7)}。その中でもiPadを含むタブレットの使用はシンプルで直観的な操作性やカスタマイズ性、アクセシビリティ機能の内蔵、導入・運用コストの低さと汎用性など多くの利点がある⁶⁻⁸⁾。症例は新しい機器の導入に慎重であったが、iPadを既に所有していたため、周辺機器の新規購入に伴う心理的および経済的な導入障壁を下げることとなった。さらに本症例は認知機

能・視覚機能に問題がなく、頸部筋力と表情筋や舌の動きが保たれていたため、これらの動きが必要となる HT の導入は本症例において妥当であったと考える。

EDSS の高い症例では QOL が低いことが報告されている¹⁰⁾。多発性硬化症患者の苦痛について上床らは、身体的苦痛、精神的苦痛、社会的苦痛、スピリチュアルな苦痛の全てを経験し、それらをトータルペインとして理解し関与することは重要な臨床課題であるとしている¹¹⁾。さらに筋力低下や歩行困難により外出を避けたり、自宅に閉じこもったりすることは外部との関わりを失い QOL を大きく低下させる要因となる。ICT や IoT を活用した支援技術は社会的な孤立感が強くなった重度障害者の孤立を防ぎ、外部との関わりを維持、回復させる上で重要な役割を果たすことが期待されている⁴⁾。また、スマートフォンなどの個別対話に加え、PC による Web 閲覧や電子メールなどの情報通信手段を持つことでより広い外部とのコミュニケーションが容易になるとされている⁶⁾。本症例に対する HT 導入による Web ニュースの閲覧、動画視聴、メッセージアプリでの家族との連絡といった能力の再獲得は、重度障害により全介助状態になった場合においても他者の支援を必要としない自律的な活動手段の維持や、家族・友人との接点を保つといった、自己効力感や QOL を高めるといって大きな意義を持つと考える。

今回の HT 導入過程にはいくつかの課題が存在した。第一に支援者（本症例では筆者を中心とした支援チーム）の IT 機器に関する知識と経験の不足が導入の意思決定に大きく影響した。リハビリテーション現場では言語聴覚士等のコミュニケーション支援に関わる専門職への相談や福祉用具業者からの情報提供を活用することが重要であるが、今回のような IT 機器の新しい技術については相談先や情報収集に苦慮する現状がある。実際に参考にした情報はいくつかの動画のみであり、操作や調整方法を網羅するには不十分なものであった。これは高度な代替コミュニケーション機器の導入における主要な障壁として指摘されている「未経験の壁」と同様である⁴⁾。第二に操作や設定方法の学習と調整に長い時間を要した。多発性硬化症患者における支援技術の利用においては、個々の患者の認知機能や身体機能に応じたカスタマイズが重要であることが報告されており⁴⁾、本症例でも同様であった。さらに iPad 内のメッセージアプリとスマートフォンの連携設定や iPad の必要な OS アップデートなど使用する端末の環境設

定作業にも時間を要した。第三に HT 機能の運用面において、多発性硬化症の特徴である易疲労性を考慮しなければならなかった。HT は頭部の継続的な動きを必要とするため、使用時間が長くなる場合は疲労感による操作の困難が生じる可能性がある。さらに疾患の進行性を考えると頸部・顔面機能のさらなる低下も想定した準備も求められる。このように疾患の進行に応じた適切なタイミングでの IT 機器の導入や、症状に応じた操作方法の設定や指導、学習のプロトコル、疾患の進行に伴う残存機能の変化への適応調整、エアコンや照明などの環境制御への展開などは今後の課題と考える。

結論

多発性硬化症により重度四肢麻痺を呈した症例に対して、HT による iPad の導入を行った。各操作を症例の機能に合わせて設定し練習を行うことで、重度四肢麻痺症例でも Web ページの閲覧や他者とのコミュニケーションといったスキルを獲得できる可能性がある。

謝辞

本症例報告にご協力いただいた症例様とご家族に深謝する。

【文 献】

- 1) 「多発性硬化症・視神経脊髄炎スペクトラム障害 診療ガイドライン」作成委員会・編：多発性硬化症・視神経脊髄炎スペクトラム障害診療ガイドライン 2023. 日本神経学会・監修，医学書院，2023，pp. 4-6, 158.
- 2) 渡邊充：多発性硬化症と類縁疾患. ディサーリア臨床研究. 2019; 9 (1) : 46-52.
- 3) Blake DJ, Bodine C.: An overview of assistive technology for persons with multiple sclerosis. J Rehabil Res Dev. 2002; 39 (2) : 299-312.
- 4) 小林大作，太田智之：障害のある方の生活を豊かにするための ICT・IoT を活用した支援の在り方. リハビリテーション・エンジニアリング. 2022; 37 (4) : 191-196.
- 5) iPad のヘッドトラッキング 頭の動きだけで画面上のポインタを操作する. <https://www.youtube.com/watch?v=3Ho0Z95mfIQ> (2025年10月1日引用)
- 6) 龍昌治：コミュニケーションエイドと情報技術. 愛知大学情報メディアセンター紀要. 2016; 26 (1) : 1-12.

- 7) 志村健一, 清野絵・他: 障がい者福祉施設におけるICTの利用. 東洋大学福祉社会開発研究. 2015; 7: 33-45.
- 8) 辻野克彦, 船坂誠市・他: 重度四肢障害者の生活支援: 計測と制御. 2003; 42 (6) : 516-520.
- 9) 巖淵守: 重度重複障害のある人の残存能力を引き出すビジョンテクノロジー. 映像情報メディア学会誌. 2015; 69 (6) : 539-542.
- 10) Irene Gil-Gonzalez, Agustin Martin-Rodriguez, et al: Quality of life in adults with multiple sclerosis: a systematic review. *BMJ Open*. 2020; 10 (11) : 1-21.
- 11) 上床尚, 矢口裕章・他: 多発性硬化症における緩和ケア. *神経治療*. 2024; 41 (4) : 592-595.