

事業成果報告書

事業の名称	個別データに基づく最適化を可能にする重度障害者向けAIスイッチアプリの研究開発
事業の概要	既存技術では対応が難しい重度障害のある人の微小・緩慢な動きを捉えることができ、人工呼吸器のマスクを装着する人や脳性まひ等で不随意運動のある人にも適合が可能なAIを活用したスイッチアプリを開発し、これらの人々の自立活動を支援する。

【研究開発の実施内容と成果】

本研究開発は、テクノロジーの利用が難しい重度障害のある人を対象として、スイッチを利用した活動につながる支援技術の提供を目的とする。そこで、スマートフォンやタブレット端末に備わるカメラとAI機能を用いて顔の動きを認識し、それをスイッチ出力として利用できるアプリの開発を進めてきた。2025年度は、（１）重度障害者が示す微細な動き・緩慢な動きの認識機能、（２）人工呼吸器のマスク装着者への対応機能、（３）スマートホームデバイス等への出力機能の設計・開発を進め、５組の重度障害当事者と家族、医療福祉専門職の支援者に対する評価実験を通じてこれらの機能の有効性を検証した。

（１）重度障害者が示す微細な動き・緩慢な動きの認識機能

代表者らのチームがこれまで開発した「顔スイッチ」アプリを改良し、より微細な動きを捉えることのできる Face ID カメラ機能を活用した認識機能を新たに開発・実装した。これにより、図１に示すように、従来の口の開閉、顔の向き、目の開閉の認識に加えて、新たに視線、眉、口角、唇、舌の８種類の動きの認識が可能となり、対応する随意運動の選択肢が増えた。



図１ スwitchの設定に新たに追加された８種類の顔の動き（赤枠内）
Face IDカメラを用いることにより高精度で動きを認識可能

開発したアプリの顔の動きの認識に関する安定度を確認する実験を4人の実験協力者に対して実施した。顔の向きの角度を上下方向 $-50^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 、左右方向 $0^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の範囲で 10° ずつ変化させ、複数の部位の動きに対する認識の安定度を0から5（0：認識困難、5：安定して認識）の6段階で評価した。図2に口を開ける動作、眼球を上に向ける動作に対する結果を示す。口、眼球の動きについて、ともに左右の向きに対して認識が安定していた一方、顔を上下に向けた時に認識の安定度が大きく低下した。特に顔が下向きの場合、鼻によって口部が隠れやすく、眼球についてもまぶたによって一部隠れてしまうことが、認識精度低下を生んだ一因と考えられる。加えて、Face IDカメラを用いた高精度の動きの認識については、認識される角度範囲がより狭くなることが確認された。この結果に基づき、本アプリの導入の際には、顔の動きの認識が安定する範囲での設置・運用を促す必要があることが明らかとなった。

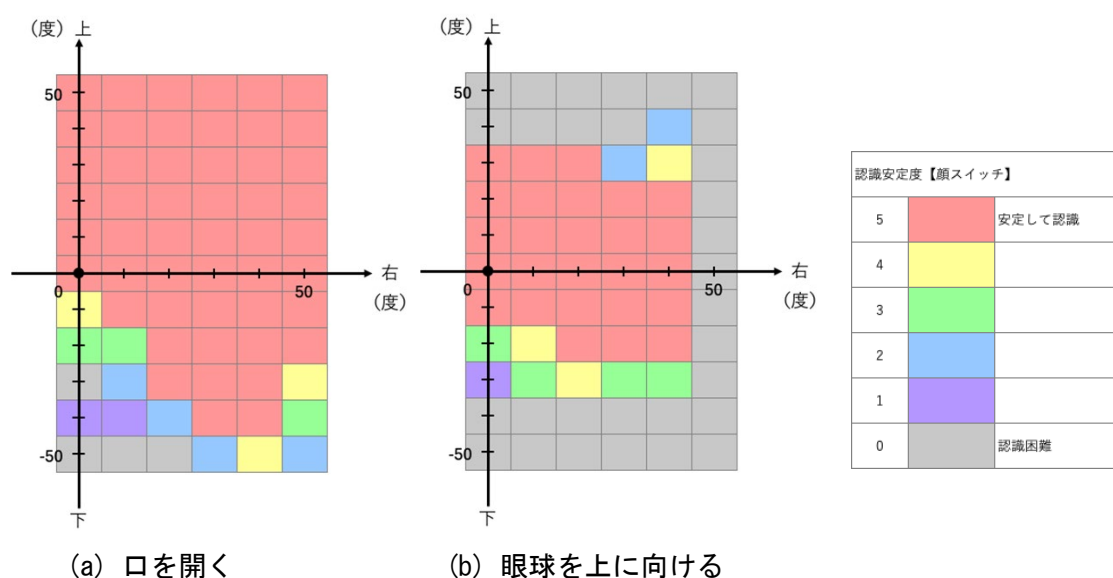


図2 顔を上下左右方向に傾けた時の口と眼球の動きの認識に関する安定度

重度障害当事者に評価実験においては、強い不随意運動のために既存のスイッチが利用できず、能動的な活動が困難であった脳性まひのある協力者が、この新たな認識機能を利用して視線を上に向けることで好きな配信映画を選択・視聴できることを確認した（図3）。このケースでは、緊張によって顔の位置がずれた場合にも、本アプリが顔の位置をトラッキングすることで安定した操作を継続することが可能となった。さらに、病院内の担当の作業療法士（OT）からの協力も得て、開発したアプリがインストールされたスマートフォンを、ベッドサイドからの介助を妨げない位置に市販のアームを用いて設置した。こうしたベッドサイドにおける本アプリの利用に関する工夫・注意点についても機器導入や普及に向けて重要となることが共有された。



図3 新たな認識機能により配信映画の選択・再生が可能となった評価実験の様子

本研究開発の実験に参加した別の当事者である筋萎縮性側索硬化症（ALS）の患者は、病気の進行によって運動機能障害が重度化し、既存のスイッチが利用できなくなっていた。また、眼球を左右に動かすことで「はい」・「いいえ」のサインを伝えるものの、この眼球の動きも小さくなり、かつ数秒以上かかるゆっくりした動きとなったため、身近な支援者の多くもサインが読み取れなくなっていた。そこで、上記の視線の向きを読み取る機能を活用するとともに、認識した動きの変化を軌跡にしてグラフ表示する機能を新たに開発し、本アプリに実装した（図4）。変化の軌跡をたどることで、緩慢な眼球の動きであってもその動きの方向を判別することが可能になった。一方でこの患者の眼球の動きは、測定誤差に埋もれる程微細であったことから、実用化に向けてさらなる精度向上のための技術開発が求められることも明らかとなった。現在、緩慢な動きの成分のみを抽出するフィルタリング処理等の新たなアルゴリズムの検討を進めている。

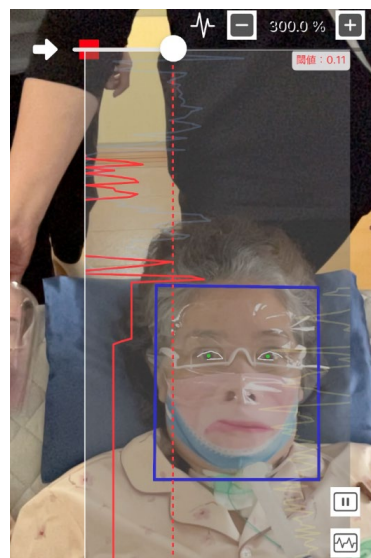


図4 動きの変化のグラフ表示機能

（２）人工呼吸器のマスク装着者への対応機能

代表者らのチームは、これまでに多様な人工呼吸器の鼻マスク画像を教師データとして機械学習させた独自のAIモデルを作成し、教師データに似た鼻マスクであれば、９割を超える精度で認識させることを可能にしてきた。この独自のAIモデルを「顔スイッチ」アプリと連携させ、認識した鼻マスクの部分を人の鼻の画像に自動的に置き換える機能を新たに開発・実装した。この機能を備えたアプリを用いた評価実験の様子を図５に示す。人工呼吸器の鼻マスクを装着した筋ジストロフィー当事者に対して、この独自のAIモデルにより鼻マスクの部分が人の鼻の画像に自動的に置き換えられ、顔の位置を正確に捉えられることが確認できた。今後、より多くの種類の人工呼吸器のマスク画像を取得し、その認識精度を向上させるとともに、姿勢の変化や夜間の利用など、顔の角度や光の条件が変化する状況への対応を目指す。



図５ 人工呼吸器の鼻マスクを装着した人の顔認識の様子

開発した機能により鼻マスク部分が人の鼻の画像に自動的に置き換えられる

（３）スマートホームデバイス等への出力機能

本研究開発では、単なるスイッチのオン・オフ操作だけでなく、それによって可能となる活動につながる支援を目指して、連携可能な一般向けのアプリやサービス利用についても検討した。その結果、対応するスマートフォン（iPhone）、タブレット端末（iPad）の標準アプリである「ホーム」アプリ、および「ショートカット」アプリをスイッチ信号の出力先として操作可能にする機能を新たに開発・実装した。この機能により、「ホーム」アプリにつながれたスマートホーム家電（テレビ、エアコン、スマートリモコンなど）や「ショートカット」アプリに登録された他のアプリ（例えば音楽アプリ）の操作が可能になった。図５

には、この機能を利用して、長年切望していたスマートフォンに収録された曲の選択・再生を、口を開ける動作により自らできるようになった重度の脳性まひのある協力者の様子を示す。なお、図6に示された評価実験においては、無線接続されたネックスピーカーを用いて、プライベートな音楽鑑賞を可能にすることにも配慮した。今後、他の活動への広がりについて引き続き検討を行う予定である。



図6 「ショートカット」アプリとの連携による音楽の選択・再生の様子
開発したアプリを載せたスマートフォンをベッドの足元上部に設置