

身近になった視線入力装置

島根大学総合理工学研究科 機械・電気電子工学領域 助教

いとう ふみひと
伊藤 史人



1. はじめに

元来、軍事的で開発された「視線入力」の技術。戦闘ヘリコプターに搭載されたチェーンガンを射撃するために生み出されました。ヘリコプターの操縦には常に両手両足が必要なため、パイロットに残された自由な身体部位は「目」だけなのです。

この人殺しのための軍事技術。限られた身体資源を有効に活用するという点で、人の幸せを直接的にアシストする福祉工学技術に共通するというのは実に皮肉なものです。ただ、人の進化は目的がどうであれ、常に道具を使うことによって成し遂げられてきました。

福祉分野においては比較的新しい「視線入力」の技術。この技術は、重度障害者のコミュニケーション環境を飛躍的に豊かにする可能性を秘めています。本稿では、視線入力装置を取り巻く現状の整理し、神経・筋難病患者による事例を通じてその一端にふれてみます。

2. 視線入力装置

視線入力装置（以下、視線装置）はアイトラッカー（Eye Tracker）とも呼ばれ、目の動きだけでコンピュータの操作を可能にします。うまく使いこなせば、マウスのように自由度の高い操作環境を提供してくれます。Wordを視線入力だけで操作して本を執筆することさえ夢ではありません。

2.1. 原理

一般に、視線入力を実現する技術として角膜反射法が使われます。近赤外線を瞳孔に照射して、その反射光をカメラで検出することにより視線方向を推定する技術です¹⁾。

視線装置のタイプには大きく分けて2つあります。メガネのように人体に装着する接触タイプとディスプレイ等に取り付ける非接触タイプ。福祉分野でよく使われているものは非接触タイプです。最大のメリットは使用者への身体的な負荷が少ないとい

う点に尽きます。デメリットは視線入力の精度が不安定になりやすく、設置が比較的困難ということでしょう。設置が難しいというのは、視線装置の利用者や支援者に共通した経験に違いありません。

2.2. 視線装置（アイトラッカー）

現在、日本国内でよく使われている視線装置を表1に示します。これらのうち、公費購入制度（特例補装具）が利用できる装置はトビー・テクノロジー株式会社（以下、トビー社）のものだけです。いずれの装置も完成度が高く安心して使えるものです。ただ、トビー社製の福祉用視線装置はたいへん高価であり、自費での購入はあまり現実的ではありません。

例えばC15Eyeの場合、一式で約150万円以上です。実導入では、たいていは公費購入に頼ることになりますが、意思伝達装置の公費購入に占める視線装置の割合は0.7%と極めて少ない状況です²⁾。その理由としては、高額であることはもとより、自治体が定める認定基準が厳しいことが挙げられます。さらには、視線装置自体の認知度の低さも無視できません。

2.3. ローコスト視線装置

このような状況で2014年、たいへん安価な視線装置 Tobii EyeX Controller（以下、EyeX）（図1左）と THE EYE TRIBE（以下、EYE TRIBE）（図1右）が登場しました。安くても数十万円だった視線装置が、驚くべきことに2万円程度で購入できるようになったので

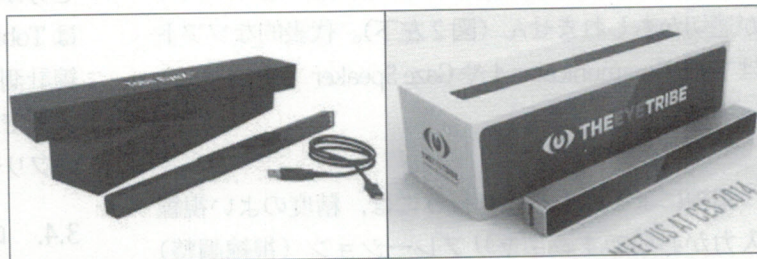


図1 Tobii EyeX Controller（左）と THE EYE TRIBE（右）

表1 日本国内で入手しやすい視線装置

製品名	特徴
マイトビー C15Eye	もともと普及。PC・視線装置と意思伝達ソフトが一体の製品。
トビー PCEye	C15Eye に次いで普及。別途 PC・ディスプレイと意思伝達ソフトが必要。
トビー PCEyeGo	PCEye の後継装置でより小型になった。
トビーえくすぷろあ	主に療育現場での利用を想定した廉価版として登場。
マイトビー I-15	C15Eye よりも小型軽量の一体型装置。
Tobii EyeX Controller	開発者版として登場。Windows・ゲームの操作補助用としての利用を想定。
THE EYE TRIBE	2014 年初頭に登場。ローコスト視線装置の先駆けとなった。
Sentry Gaming Eye Tracker	ゲームの操作補助用として登場。EyeX のコンシューマ版である。
ITU Gaze Tracker	オープンソースソフト。Web カメラと組み合わせて視線入力を実現する。

す。ただ、これらの装置は開発者版であることから、すぐに利用できるソフトが少なく、しばらくはせつかくの有能な装置を活かせない状況が続きました。

2014 年中頃からは海外を中心に対応ソフトがぞくぞく開発され、2014 年後半からは国産ソフトがいくつか登場し、2015 年後半にかけては誰もが視線入力を試すことのできる環境が整っています。

3. 視線入力ソフト

パソコンは大変便利なものですが、ソフトがなければタダの箱です。視線装置も同様に、ソフトがなければただの棒であり、ソフトの機能により利用者のさまざまな活動をサポートします。視線装置で利用するソフトは、大きく分けて意思伝達用・訓練用および研究用の3つのタイプがあります。ここでは、代表的な用途について具体的なソフトとともに紹介します。視線装置とその対応ソフトについては表2にまとめました。

3.1. 意思伝達用

重度障害者による視線装置の利用において、療養環境でもっとも期待される用途が意思伝達であることは疑いようがありません。その代表的な機能は、スクリーンキーボードによる文字入力でしょう（図2左上）。人によっては、文字の代わりにシンボル（アイコン）が適切かもしれません（図2左下）。代表的なソフトは Tobii Communicator 4 や Gaze Speaker です。

3.2. 訓練用（学習用）

視線による意思伝達を行うには、精度のよい視線入力が必要です。キャリブレーション（視線調整）が十分な精度で完了しなければ安定した使用は見込

めません。不十分な精度の場合、目視しているはずの位置で視点が検出されず、選択したい文字やシンボルを選択できないのです。

訓練用ソフトは、基本的な視線ジェスチャー（探索・注視等）をステップ毎に学習することができます。楽しく学習できるようにゲーム性をもたせているものもあり、未就学児童による利用でも効果を発揮します。代表的なソフトは Sensory Eye FX・Look to Learn や EyeMoT（図2右上）です。

また、視線だけで遊べるゲームもいくつか公開されています³⁾。これらのゲームは視線訓練用としては開発されていないものの、しばらくプレイすることで自然と視線操作に慣れる効果をもたらし、副次的に視線入力の訓練になります。

3.3. 計測用（研究用）

研究用として、視線計測機能に特化したソフトがあります。人の認知特性評価や Web サイトの視線経路調査等に使われます。視線履歴の提示方法としてよく採用されるのがヒートマップ表示やゲイズプロット表示。例えば、ヒートマップ表示（図2右下）は、視線の活動をサーモグラフィーのような疑似カラーで可視化したもので、どの部分をどの程度見たのかを分かりやすく提示してくれます。代表的なソフトは Tobii Gaze Viwer です。これまで高嶺の花だった視線計測・分析が EyeProof（図2右下）により無料で実施できるのは特筆すべきでしょう。今後、研究用のフリーソフトが登場するのは間違いありません。

3.4. ローコスト視線装置対応ソフト

EyeX・EYE TRIBE の登場から約2年（2015年

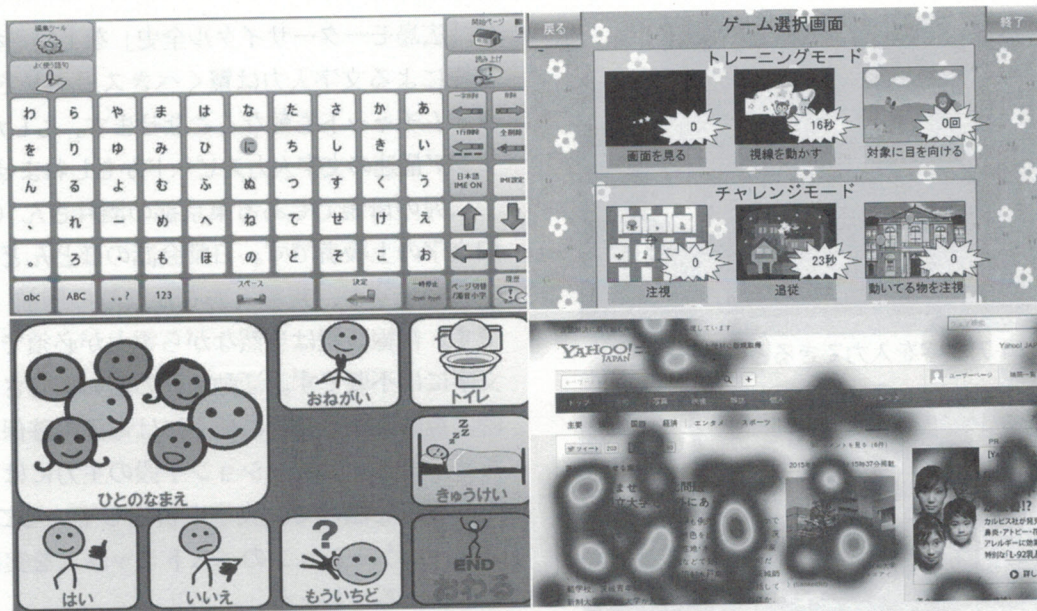


図2 Tobii Communicator 4のキーボード(左上)とシンボル(左下) 視線入力訓練ソフト EyeMoT(右上)・視線解析ソフト EyeProof(右下)

12月現在), 視線入力を取り巻く環境は, 視線対応フリーソフトやシェアウェアにより急速に変わりつつあります。ローコスト視線装置とフリーソフトを組み合わせれば, 実質的にはPCを新しく用意しても10万円以内で視線入力式意思伝達装置が構築できるからです。これまでは, 比較的安いPCEye Go

でも最低60万円は必要でした。

例えば, 手持ちのPCに視線入力対応版Hearty Ladderをインストールし, 視線装置としてEyeXを用意すれば2万円以内で視線入力式意思伝達装置が完成するのです。これ以外に必要な物は固定具だけとなります。

表2 視線装置と視線対応ソフト

視線対応ソフト		視線装置	Tobii C15Eye	Tobii EyeX	THE EYE
		PCEye / PCEyeGo	Controller	TRIBE	
意思伝・キーボード	Tobii Communicator 4		○	×	×
	miyasuku EyeCon		△	○	○
	視線入力対応版 Hearty Ladder *フリーソフト		△	○	△
	Gaze Speaker *英語版のみ・フリーソフト		△	○	○
	Click2Speak *英語版のみ・フリーソフト		△	○	○
	Optikey *英語版のみ・フリーソフト		×	○	○
訓練・学習	ティモコ視線用		○	×	×
	Sensory Eye FX		○	×	×
	Look to Learn		○	△	△
	視線入力訓練ソフト EyeMoT *フリーソフト		△	○	×
研究	Tobii Gaze Viwer		○	×	×
	EyeProof *フリーソフト		×	×	○
	miyasuku EyeConRC		△	○	○
マウス	miyasuku EyeCon LT *シェアウェア		×	○	○
	Hearty Ai *フリーソフト		×	○	×
ゲーム	Eye Asteroids		×	○	×
	Beatshot *フリーソフト		×	○	×

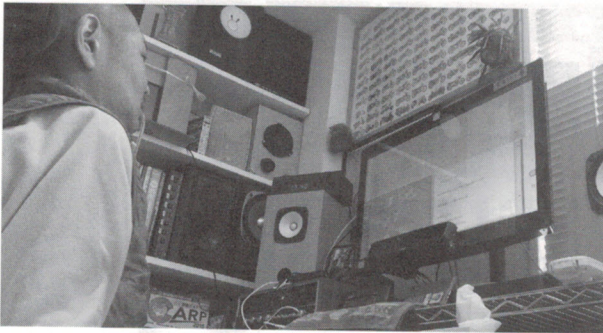


図3 一日で1万文字を入力できるという三保さん

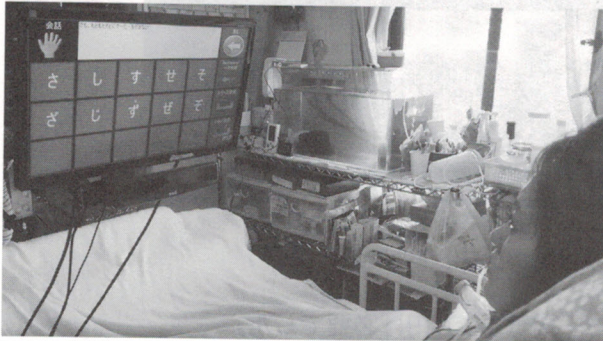


図4 視線入力と口文字とともにコミュニケーションの要

4. 重度障害者における利用の実例

4.1. ALS と視線入力によるコミュニケーション

現役歯科医師の広島県の三保さん(図3)はPCEyeを駆使して、日常のコミュニケーションはもとより、歯科診療こそできないものの、歯科医師会活動や役員業務をこなしています。そして、2015年11月に

は「広島モーターサイクル全史」を上梓されました。視線による文字入力は驚くべきスピードで、リアルタイムチャットも難なくこなせます。もしかしたら、アジア最速の文字入力スピードかもしれません。

二児の母親でもある東京都の酒井さん(図4)は口文字の上級者です。日常会話のほとんどを口文字で行いますが、視線入力もかなりの腕前(目前?)です。視線装置は当然ながら電力が必須ですが、口文字には不要です。活動範囲の広い酒井さん、外出時に視線装置を頻繁に使うには電源の確保が難しいため、コミュニケーション手段の主力にはできません。場所を選んで口文字も併用していることから、コミュニケーションのベストミックスを実現していると言えるでしょう。

FacebookはALS患者のみなさんにも重要な情報交換の場となっています。北海道の深瀬さん(図5左上)はC15Eyeで頻繁にFacebookを利用しています。島根県の景山さん(図5右上)は、EyeXでシューティングゲームを上手にこなしました。しばらくゲームをプレイした後は、キャリブレーション精度が向上していました。滋賀県の江畑さん(図5右下)は、パソッテル(固定具)を所有していたこともあり、突然の使用にもかかわらず視線入力訓練ソフトEyeMoTのゲームをクリアできました。もう少し訓練していけば、文字入力も可能になることでしょう。台湾のALS患者Aさん(図5左下)は、

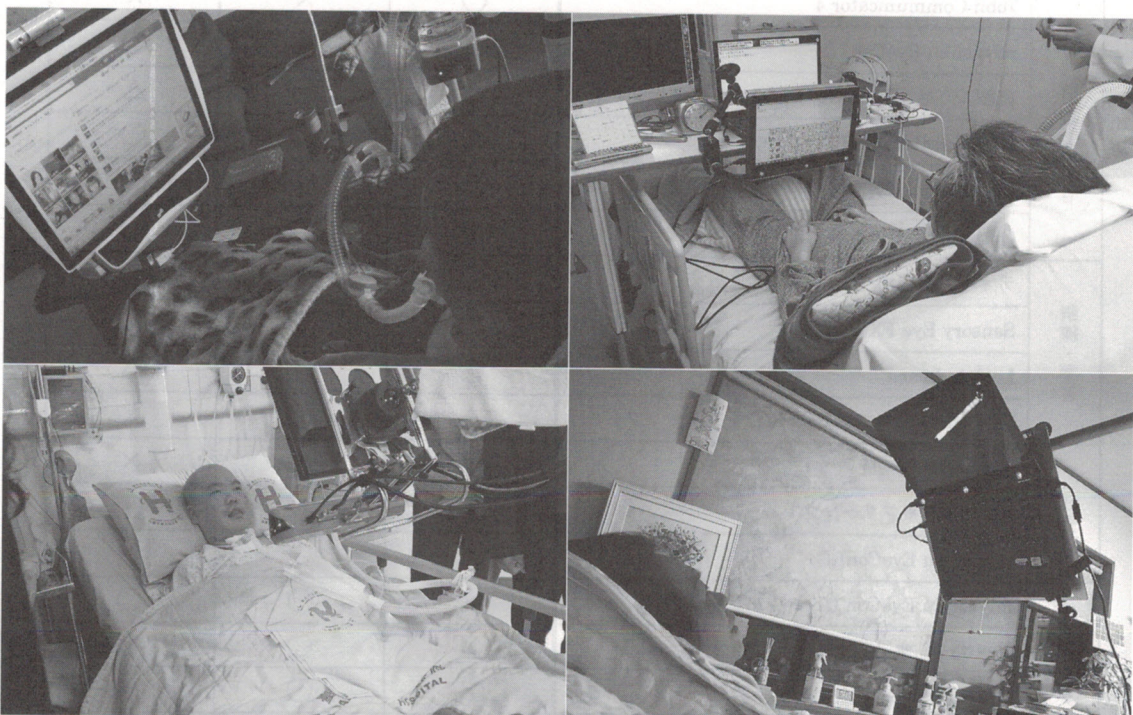


図5 視線入力のいろいろ(左上:C15EyeによるFacebook操作,左下:台湾製視線装置Spring,右上および右下:EyeXの試用)

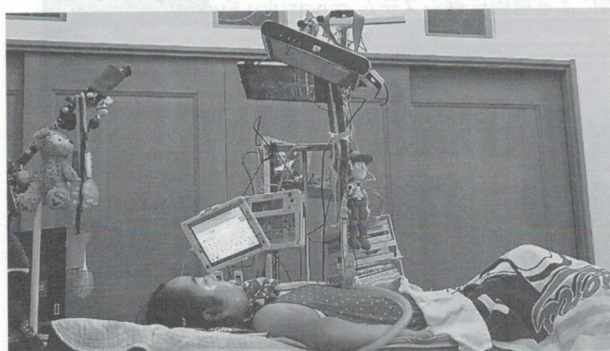


図6 マイトビー C15Eye・iPad や
レッツ・チャットを操る女子高生

病院内にもかかわらず日々のコミュニケーションに視線装置を活用しています。装置は日本では発売停止になった Spring です。

4.2. 視線入力による学習支援

滋賀県の田中さん(図6)は SMA の女子高生です。日本国内では、公費により視線装置 C15Eye がはじめて支給された生徒となりました。日常的会話をはじめ、支援学校の訪問教育では授業はもちろん宿題でもフル活用しています。もはや、視線装置がなくては授業が成り立ちません。さらに、Tobii Communicator 4 の高品質な読み上げ機能が、日本語の発音・聞き取りの助けになっているようです。

さて、C15Eye と Tobii Communicator 4 の組み合わせほど高度なことは行えないものの、EyeX の

ようなローコスト視線装置とフリーソフトの組み合わせは、手軽に導入しやすいため児童・生徒にも有効な療育ツールになります。進行性の疾患でも、早期から視線入力に親しむことにより、コミュニケーション手段の選択の幅を広げることができます。

これまで、筆者はさまざまな子どもに EyeX と訓練ソフトを試用してきた結果、適切な固定具と十分な訓練を行えば多くの場合で精度よく視線入力が活用できることがわかりました。

例えば、アトラーゼ型脳性まひにより頭部に不随意運動が発生していても、視線入力によるコンピュータ操作がしっかり行えました(図7左下)。不随意運動がある場合、スイッチ適合が困難になりますが、視線入力なら比較的スムーズに利用できる可能性があります。

5. 導入方法と注意点

視線入力環境を構築するには、視線装置・ソフトおよび固定具を揃えなくてはなりません。さらには、利用者にはもちろん、支援者にも利用や設置に関するノウハウが要求されます。

5.1. 導入方法

C15Eye 等の製品は、国内代理店から購入します。ソフトも内蔵されているほか、初期導入(設置・レクチャー)や基本サポートサービスが受けられます。

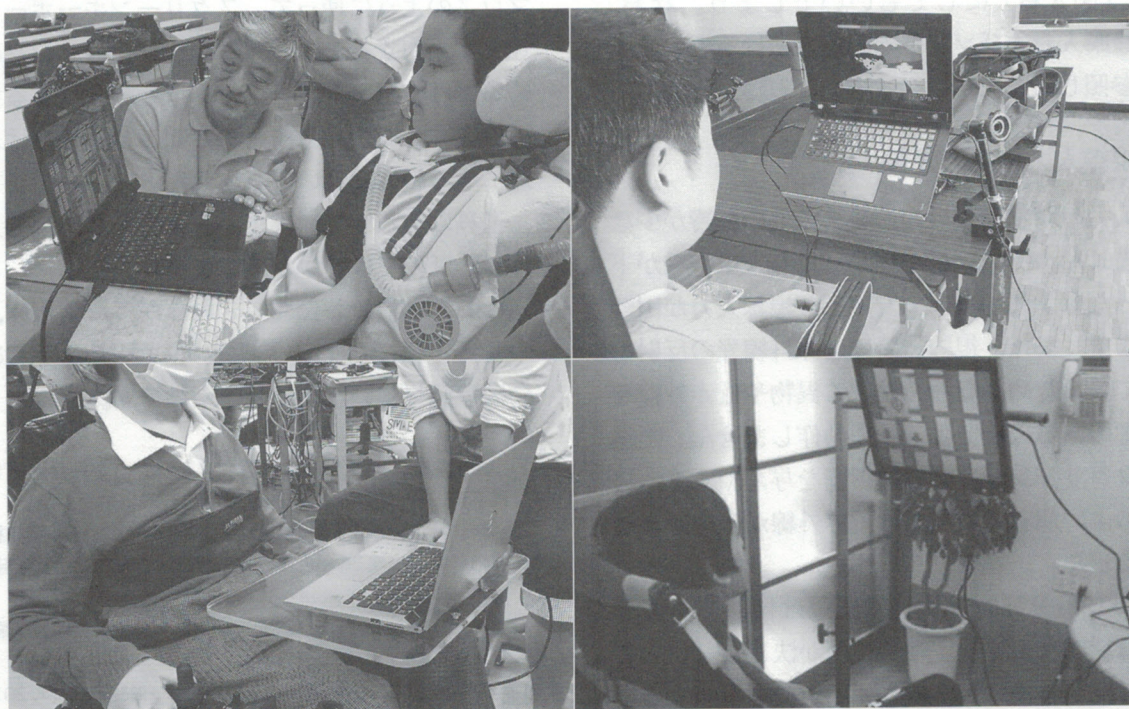


図7 支援学校等の生徒による視線入力訓練ソフト Eye MoT の利用



図8 視線入力ソフト (左:ハーティラーダー・右: miyasuku EyeCon)

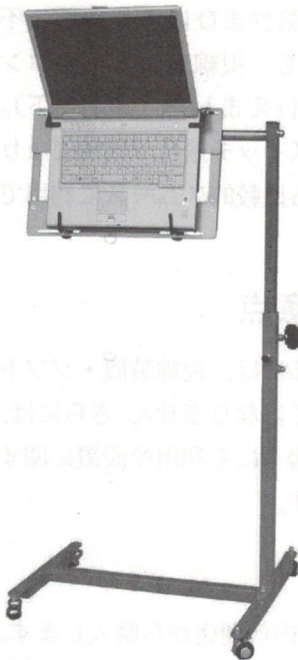


図9 パソッテル

EyeCon (図8右) にしてもいいでしょう。なお、具体的な購入およびソフトの調達方法は筆者のサイト⁴⁾を参照してください。

5.2. 視線入力精度の確保

視線入力の精度は、目の形やまつ毛の影響が少なくありません。特に、目が細かったり、まつ毛が下向きだったりする場合は、安定した視線入力が困難になります。また、視線装置は近赤外線光の反射を利用しているため、反射を妨げる異物や近赤外線を含む光源のある環境では正しく動作しません。眼鏡やコンタクトレンズは精度に影響を与えやすく、日当たりのよい窓際での利用は近赤外線が多く好ましくありません。

利用者と視線装置との位置関係は極めて重要です。設置状態次第で安定性や精度が決まるといっても過言ではありません。個人で固定具を用意する場合、市販品ではパソッテル (図9) が使いやすいで

しょう。視線装置の利用においては設置状態が実に重要な要素なのです。

5.3. 支援者と利用者

視線装置は設置位置が使い勝手に大きく影響します。支援者 (家族・ヘルパー等) はその特性を十分理解しておく必要があります。ローコスト視線装置の場合は、個人で調達するケースがほとんどですが、最初は経験者と設置するようにしましょう。近場に使用経験者がいない場合は、筆者が相談にのります (mail: ito@poran.net)。

6. おわりに

ベッドに寝たきりの神経・筋難病患者は、ある意味で両手両足を拘束された戦闘用ヘリコプターのパイロットと同じです。視線操縦 (入力) によってこれまでにない自由度を獲得できるでしょう。視線をマウスのように使って、スクリーンキーボードで高速文字入力することも、ブラウザ上のリンクを見つめるだけでネットサーフィン (死語?) することも可能です。既設のスイッチと組み合わせればより快適になるのは間違いありません。

道具はそろっています。みなさんも、視線入力をはじめてみてはいかがでしょうか。

なお、本稿でお伝えしきれなかった情報は、筆者のサイト⁴⁾で詳しく説明していますので、この機会に参照していただければ幸いです。

参考文献

- 1) 小暮貴史ら, "視線検出技術によるパソコン操作のアシスト", FUJITSU, Vol.64, No.3, pp.293-297, 2013.
- 2) 井村保, "重度障害者用意思伝達装置に対する補装具費支給実績の詳細分析", 平成26年度厚労科研究意思伝達研究班総括・分担報告書, pp.13-20, 2014.
- 3) Tobii App Store, <http://www.tobii.com/xperience/apps/>, 最終アクセス2015年11月10日.
- 4) ポランの広場, "<http://www.poran.net/>", 最終アクセス2015年11月10日