



# アイトラッカー搭載型 HMD を活用した 脳損傷後の視空間性情報処理機能評価

Evaluation Method for Visuospatial Processing After Brain Injuries  
by Using Eye-Tracker Mounted HMD

大橋勇哉<sup>1,2)</sup>, 山本紳一郎<sup>1)</sup>, 河島則天<sup>2)</sup>

Yuya OHASHI, Shin-ichiro YAMAMOTO, and Noritaka KAWASHIMA

- 1) 芝浦工業大学 (〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区大字深作 307,nb21103@shibaura-it.ac.jp)  
2) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 (〒359-8555 埼玉県所沢市並木 4 丁目 1 番地, 同上)

**概要:** 交通事故や脳卒中などの脳損傷は見えに関する様々な障害を引き起こすことが知られている。これらの障害は、僅かな損傷領域の差で症状の特性が異なるため、原因の把握や機能改善のための手掛かりを得る上では、患者ごとに正確な評価が求められる。特に半側空間無視では、視線と頭部の偏向・代償戦略のそれぞれ独立した評価は非常に高い意義をもつ。本発表では開発したアイトラッカー搭載型ヘッドマウントディスプレイを活用した評価システムの概要と半側空間無視患者を対象とした計測結果について報告する。

**キーワード:** リハビリテーション, 脳, 注意, 視覚

## 1. 背景

脳卒中は脳血管が詰まる・破れるなどの要因から、脳への血流が阻害され酸素不足となることで、脳が損傷を受ける病気である。世界脳卒中機構によると年間 1370 万人が発症しており、25 歳以上の 4 人に 1 人が生涯に 1 度は発症するとされる。

本研究で主な対象とする半側空間無視は主に頭頂領域の損傷後に見られる高次脳機能障害である。急性期では右半球の脳卒中中で最大 85%の発生率とされる[1]。無視患者の約半数は、脳卒中後 1 年以上経過しても損傷を受けた反対空間の事象を無視してしまう[2]。半側空間無視には、個々の物体の対側半分を無視する、時計の模写で数字が片側に偏る、患側を洗えない(身体無視)など様々な病態が存在し、個人差が大きいため患者ごとに正確な病態評価が求められる。脳卒中後の半側空間無視は年齢の増加に関連していることから、これらの数は高齢化人口の増加とともに急増すると予想され[3]、我が国においても増加が予想される障害の 1 つである。

ヒトは、眼球運動と頭部や体幹、下肢の運動を用いて注視点を移動させてより広い範囲を知覚している。一方で、視覚機能の計測では、あご台に頭部を固定して眼球運動のみから注視点の動きを算出する手法が一般的である。この方式は既存の眼科領域での視野検査も同様である。

しかし、身体運動と眼球運動は本来、視線を安定させるために互いに補償しあう関係であり、頭部を固定した条件下での検査では普通の視野を反映しているとは言えない。更に病院での計測において、頭部をあご台に固定した姿勢自体が日常生活で保持している姿勢と大きく異なるケース、また、頭部の固定自体が身体的負担となり過緊張などを引き起こすケースなど頭部固定ゆえの問題点が存在する。

本研究では、身体運動と眼球運動を同期計測可能なデバイスとして、アイトラッカー搭載型ヘッドマウントディスプレイを視標提示に用いた視空間情報処理機能の評価システムを開発することを目的とした。また、開発したシステムの臨床応用の可能性を検討するために、病院の協力のもと患者計測を実施した。今回、開発したシステムの構成及び、障害によって視空間性情報処理に困難が生じている症例を対象とした評価計測の結果を報告する。

## 2. システム設計

VR 空間にディスプレイを模した黒いボードを配置し、5×7 点からなる点滅反応課題を作成した。空間にボードを固定した条件に加え、頭部動作をキャンセルアウトする条件を別途実装し、それぞれの視線行動から障害の特徴づけを試みようと考えた。

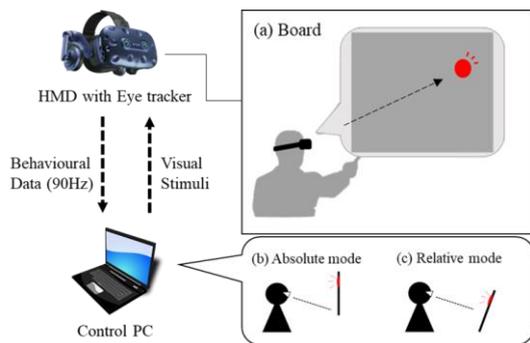


図 1: システム構成図

開発にあたり HMD にはアイトラッカー (Tobii 社製) が内蔵された ViveProEye (HTC 社製) を用いた (サンプリングレート: 90Hz). 通常, ディスプレイでのアイトラッキングは視野左右 15° 程度であるが, 本システムでは左右約 30° の計測を可能としている. VR 空間の構築には Unity 2019.3, 検査者用 GUI システム構築には Visual Studio2019 より WPF アプリケーションを用いた.

### 3. 評価計測

前述したシステムを用いて, 2つの条件下での受動探索課題中の眼球運動と頭部動揺を同期計測した. 病院の協力のもと半側空間無視患者を対象とした評価を実施し, 中でも代表的な特徴が観察された症例について報告する. 図2~図4は右半球梗塞発症から2か月経過した半側空間無視症例の結果である.

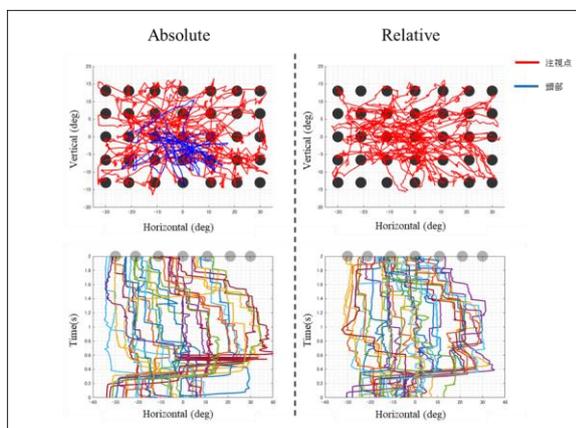


図 2: 頭部と注視点の軌跡例

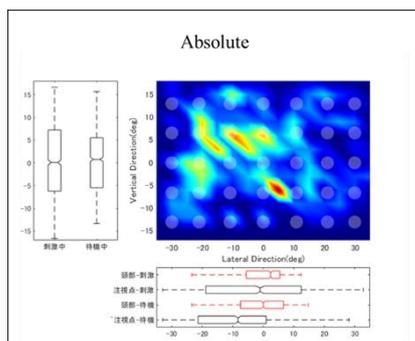


図 3: ボード固定条件での注視点分布

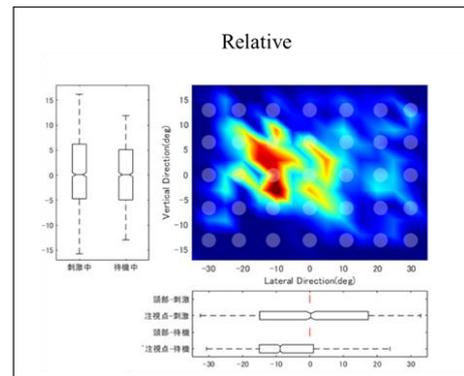


図 4: ボード追従条件での注視点分布

半側空間無視患者は, 無視空間を代償する戦略として常に無視側へ注意を向けるようなりハビリ訓練が行われる. 今回の結果では, 非無視側に偏向する典型症例だけでなく, 刺激提示前に無視側に偏向する症例や, ボード固定では頭部を大きく回旋して注視点を操作するが, ボードを追従させることで無視が描出される症例など患者ごとの特性が観察された. これらの結果は患者本人の病態の認識と, 代償行動が影響したものと考えられる.

これらの結果は症状に個人差の大きい半側空間無視の病態を評価するにあたり, 頭部運動と眼球運動という既存の検査にはない計測・評価変数が個々人の症状の解明に有用である可能性が示唆された.

### 4. 総括・展望

本研究では視空間注意の検査に頭部運動と眼球運動を取り入れることで, 既存の検査では捉えられなかった, 代償戦略を含めた症状の特徴づけを可能とする評価手法として提案することができた. 本研究により, 臨床現場において患者個々人のより正確な病態評価やより効果的なりハビリテーションプロトコル構築が行われることを期待する. そのため今後は様々な障害の程度を対象として, さらなる詳細な調査が必要であると考えている.

#### 参考文献

- [1] P. Azouvi et al., "Sensitivity of clinical and behavioural tests of spatial neglect after right hemisphere stroke," J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, vol. 73, no. 2, pp. 160–166, 2002
- [2] L. J. Buxbaum et al., "Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability," Neurology, vol. 62, no. 5, pp. 749–756, Mar. 2004
- [3] J. M. Ringman, J. L. Saver, R. F. Woolson, W. R. Clarke, and H. P. Adams, "Frequency risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort," Neurology, vol. 63, no. 3, pp. 468–474, Aug. 2004