



2022 年 12 月 26 日

報道機関 各位

東北大学電気通信研究所
東北学院大学人間科学科

垂直な建物が傾いて見える錯視の謎を解明 ～鍵は身体の傾きと直線移動の組み合わせ～

【発表のポイント】

- ・ 垂直な建物が傾いて見える錯視が起きる仕組みの一部を解明しました。
- ・ この錯視には、視覚情報よりも身体の前後の傾きと直線移動の組み合わせが大きく関与している事を明らかにしました。
- ・ 実験室での再現が難しいこの錯視について、錯視が強く生じる香港のビクトリアピークのケーブルカーで実験を行いました。
- ・ この研究成果は現実空間での垂直の知覚を歪める技術につながり、エンタテインメントや情報通信技術への応用が期待できます。

【概要】

縦方向の真っ直ぐ、すなわち「垂直」をほぼ間違いなく知覚できる能力は、自分の姿勢を正しく保つ場合など、私達がこの環境で生きていく上で極めて重要な意味を持ちます。しかし、この能力が正しく機能せずに錯視が生じる場合があります。この謎に挑んだ東北大学電気通信研究所の曾加蕙 (Chia-huei Tseng) 准教授と東北学院大学人間科学科の櫻井研三教授らの国際研究チームは、実験室での再現が難しいこの錯視の仕組みを探るため、垂直のビルが傾いて見える錯視で知られる香港のビクトリアピークのケーブルカー「ピークトラム」で垂直に感じる向きを調べる実験を実施しました。その結果、身体の前後の傾きと直線移動が同時に組み合わせられた場合に垂直に感じる向きが歪み、この錯視が生じることを明らかにしました。

今回発表の論文は 2022 年 12 月 21 日 13 時 (日本時間)、オランダの国際学術出版社ブリルの多感覚情報処理専門誌「*Multisensory Research*」に掲載されました。

【詳細な説明】

東北大学電気通信研究所の曾加蕙 (Chia-huei Tseng) 准教授と日本、カナダ、ドイツの研究者による国際研究チーム(*)によるこの研究には 2 つの特筆すべき点があります。第 1 は、垂直を報告する参加者の能力は現実の環境では非常に大きく歪む場合があります、その錯視はこれまで別個に研究されることが多かった身体の前後の傾きと直線移動という 2 つの要因が、同時に組み合わされた場合に起きることを明らかにした点です。第 2 は、錯視に関する研究の多くが厳密に統制された実験室で行われる一方で、本研究では香港の歴史的な交通機関であるピークトラム(ビクトリアピークの急坂を駆け上るケーブルカー)でフィールド実験を実施し、そのケーブルカーに何回も乗車して得た実験データから、錯視の仕組みを解明した点です。

図 1 に示す装置を用い、参加者は垂直と感じる角度に棒の向きを合わせて、触覚による主観的な垂直 (SHV: Subjective Haptic Vertical) を報告しました。実験室で参加者の身体を傾け、その状態で SHV を報告してもらうと誤差は 1 度以下でした。ところが動いているケーブルカーの中で実験を行ったところ、従来の実験室実験の結果とは異なり、この SHV が大きく歪んで誤差が大きくなることがわかりました(図 2)。

この誤差を生み出す原因を調べるため、研究チームは追加実験で要因となりそうなものを 1 つずつ取り除いていきました。最初に参加者が視覚の影響を受けないように、目を閉じて同じ実験を行いました。次に座席の背もたれ部分に楔形の板を入れて上半身の角度を調整し、前庭覚の影響を調べました。しかしどちらの実験でも SHV の誤差を減らす効果は見られませんでした(図 2)。すなわち、視覚も前庭覚もこの錯視の第一の要因ではなかったのです。



図 1: 実験の設定

実験の一部は香港の歴史的な交通機関であるピークトラム(ビクトリアピークに登るケーブルカー)の中で実施されました。SHV を測定する装置は樹脂製の棒と木製の台で作成しました。実験では、参加者が主観的に垂直だと感じる角度にこの棒の向きを合わせました。棒の回転軸の中心に棒の角度の表示器を取り付け、表示器を実験のセッション毎に水準器で校正しました。



図 2: 視覚と前庭覚の影響を除いた実験

ピークトラムの中で測定した参加者の SHV の誤差は、斜面の傾斜が大きくなるにつれて増大しました(黒線)。参加者が目を閉じて視覚の影響を取り除いても、この誤差には影響しませんでした。(赤線)。シートの背もたれに楔形の板を置き上半身の傾斜角を小さく(6 度)して前庭覚(傾き)を調整しても、SHV の誤差には大きな影響はありませんでした(緑線)。

次に研究チームは身体の動きの影響を 2 つの条件で検証しました。第 1 に歯科治療用の椅子を使って背もたれを倒し、動かない状態で同様の実験を行いました。その結果、身体の前後の傾きだけでは SHV の誤差は生じませんでした(図 3)。第 2 に、香港市内の平坦路を走る路面電車(図 4)の中でやはり同様の実験を行いました。ここでも SHV の誤差は観察されませんでした。

垂直を正しく知覚できないと、歩行や物の把持など様々な日常活動に支障をきたし、場合によっては転倒してしまうことになります。自動車の運転や飛行機の操縦のような場面でこのようなことが起きれば、惨事に繋がりがねません。この意味で、身体の前後の傾きと直線移動の組み合わせが垂直の知覚に影響するという今回の発見には極めて重要な意味があります。また、垂直の知覚を意図的に歪めることが可能になれば、テーマパークのアトラクション等のエンタテインメントや身体機能のリハビリテーション場面、そして様々な情報通信の技術に応用することで、これまでにない楽しみや生活の質の向上につながると考えられます。

身体運動の除去

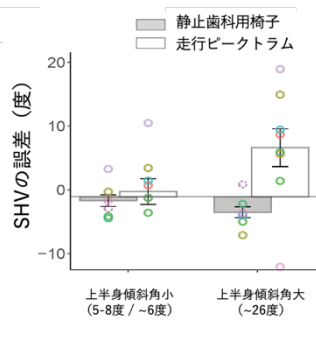


図 3: 身体運動の影響を除去した実験

歯科治療用の椅子を利用して上半身の傾斜角を小(6度)と大(26度)で閉眼で SHV を測定したところ、香港ピークトラムでの実験結果とは異なり、どちらの傾斜角でも参加者の SHV の誤差はほとんど認められず、極めて正確であることを示す結果となりました。

走行路面電車での実験(平坦路)



SHVの誤差は0.8度まで



図 4: 平坦路上で動く乗り物での実験

参加者の SHV の誤差を、香港の平坦路上を走る路面電車の中で測定しました。上半身の傾斜角を小(6度)にして閉眼で SHV を測定したところ、この場合も結果は極めて正確でした。

【付記】

本研究は、科研費 JP17K04498、JP21K03145、JP21H04426、Postdoctoral Fellowship from the Canadian Institutes of Health Research、Serena Yang Foundation、および東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究プログラムの支援を受けました。

【論文情報】

タイトル: Body Pitch Together with Translational Body Motion Biases the Subjective Haptic Vertical

雑誌名: Multisensory Research

著者: Chia-Huei Tseng, Hiu Mei Chow, Lothar Spillmann, Matt Oxner, and Kenzo Sakurai

DOI: 10.1163/22134808-bja10086

URL: <https://brill.com/view/journals/msr/aop/article-10.1163-22134808-bja10086/article-10.1163-22134808-bja10086.xml>

【(*)研究者】

東北大学 電気通信研究所	曾加蕙 (Chia-huei Tseng) 准教授 (責任著者)
サン＝トマ大学 心理学科	Hiu Mei Chow 助教
フライブルク大学	Lothar Spillmann 教授
ライプツィヒ大学 心理学研究所	Matt Oxner 研究員
東北学院大学 人間科学科	櫻井 研三 教授

【お問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学電気通信研究所

准教授 Chia-huei Tseng (英語対応)

電話:022-217-5470

E-mail: tseng@riec.tohoku.ac.jp

または

東北学院大学人間科学科

教授 櫻井 研三 (日本語対応)

電話:022-773-3518

E-mail: sakurai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学電気通信研究所 総務係

電話:022-217-5420

E-mail: riec-somu@grp.tohoku.ac.jp