

2022年6月15日

報道機関 各位

東北大学大学院医工学研究科

東北大学大学院医学系研究科

二酸化炭素は日中の眠気を誘発するか？ 眠気の客観的指標としての脳波に対する二酸化炭素の影響

【研究のポイント】

- 換気の悪い混み合った屋内では、二酸化炭素濃度の上昇が日中の眠気の原因となると言われているが、因果関係は不明だった。
- 二酸化炭素濃度を厳密に制御した環境下で調べた結果、二酸化炭素が眠気を引き起こしている確かな証拠は得られなかったが、客観的な眠気の指標として使用されている脳波が、低濃度でも二酸化炭素の影響を受けていることが示された。
- 車内など密閉された空間で眠気の指標として脳波を測定する際は、環境の二酸化炭素濃度を考慮すべきことが示された。

【研究概要】

換気が悪く混み合った屋内では、しばしば眠気に襲われることは、誰もが経験しています。室内の高くなった二酸化炭素濃度が日中の眠気をひきおこすと言われていますが、環境中の二酸化炭素濃度と日中の眠気との間の関係を、厳密に測定した研究は、これまであまり行われていませんでした。東北大学大学院医工学研究科の永富良一教授らの研究チームは、二酸化炭素濃度を厳密に制御した環境下で日中の眠気の測定を行い、二酸化炭素が眠気を引き起こしている確かな証拠は得られなかったことを報告しました。同研究チームは、被験者に主観的な眠気を尋ねると同時に、客観的な眠気の指標として従来使用されている脳波の測定も行いました。その結果、高い二酸化炭素濃度と眠気の間に関係があるとは結論できず、脳波は被験者の眠気とは無関係に、二酸化炭素の影響を低濃度でも受けていることが示されました。従来の研究では、眠気を客観的に測定する方法として脳波の変化が用いられてきましたが、本研究の結果より、車内など密閉された空間で脳波を測定する際、眠気を正しく検出するには、環境中の二酸化炭素濃度を考慮する必要があることが示されました。

本研究成果は、2022年6月13日に国際科学誌 *Indoor Air* に掲載されました。

【研究内容】

換気が悪く混み合った室内では、しばしば眠気に襲われることは、誰もが経験しています。この眠気は、室内の高くなった二酸化炭素によって引き起こされていると言われています(図 1)。換気の悪い混み合った室内では、環境の二酸化炭素は容易に 5,000 ppm^{注1} にまで達するため、健康面での安全のため、建築基準法では 1,000 ppm 以下に抑えるよう必要換気量が定められています。しかしながら、実は高い環境二酸化炭素が眠気を引き起こすかについては未だ結論が出ておらず、環境中の二酸化炭素濃度と日中の眠気との間の関係を厳密に測定した研究は、これまであまり行われてきませんでした。

東北大学大学院医工学研究科の永富良一(ながとみ りょういち)教授、金瑞年(きん ずいねん)研究員、稲田仁(いなだ ひとし)特任准教授、ネギヤシ・ヤノシュ助教らの研究チームは、厳密に二酸化炭素濃度を制御した環境下で日中の眠気の測定を行い、二酸化炭素と日中の眠気との関係を解析しました。被験者は、4,000 ppm および 40,000ppm の二酸化炭素にさらされ、同時に脳波の測定を行いつつ眠気の程度をハンドサインで報告しました。これまでの研究において、脳波の測定は眠気を検出する客観的な方法として使用されていました。

その結果、環境の二酸化炭素が眠気を引き起こしている確かな証拠は得られませんでした。さらには、客観的な眠気の測定方法と考えられてきた脳波が、被験者の眠気とは無関係に、二酸化炭素の影響を低濃度でも受けていることが示されました。したがって、本研究の結果より、車内など密閉された空間で脳波を測定する際は、環境中の二酸化炭素濃度を考慮しないと正しく眠気を検出できないかもしれないことが示されました。

結論: 二酸化炭素濃度を厳密に制御した環境下で二酸化炭素濃度と日中の眠気との関係を解析した結果、二酸化炭素が眠気を引き起こしている確かな証拠は得られなかった。客観的な眠気の指標として使用されている脳波が、低濃度でも二酸化炭素の影響を受けることが示された。車内など密閉された空間で脳波を測定する際は、環境中の二酸化炭素濃度を考慮すべきことが示された。

支援：この研究は科学技術振興機構(JST)センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム(課題番号 JPMJCE1303)の支援を受けて行われました。

【用語説明】

注1. ppm: 百万分率のこと。百万分のうちどのくらいの割合かを示す単位。1 ppm = 0.0001%である。4,000 ppm の二酸化炭素は 0.4%に相当する。一般に、30,000 ~40,000 ppm (3~4%) を超える二酸化炭素濃度に長時間さらされると、頭痛やめまい、吐き気を感じるようになり、70,000 ppm (7%) を超えると、意識の消失など生命の危険が生じる。

換気が悪い室内の二酸化炭素上昇は日中の眠気を引き起こすか？



図 1.室内の二酸化炭素濃度上昇は日中の眠気を引き起こすと言われているが、因果関係は不明だった。厳密な測定の結果、眠気との因果関係は確認できなかったが、脳波には影響があった。

【論文題目】

Title: Carbon-dioxide effects on daytime sleepiness and EEG signal: A combinational approach using classical frequentist and Bayesian analyses

Authors: Rui Nian Jin, Hitoshi Inada, János Négyesi, Daisuke Ito, and Ryoichi Nagatomi

タイトル: 日中の眠気と脳波に対する二酸化炭素の効果: 頻度主義的解析とベイズ的解析による複合的アプローチ

著者名: 金瑞年、稲田仁、János Négyesi、伊藤大亮 永富良一

掲載誌名: Indoor Air

DOI: 10.1111/ina.13055

【研究者情報】

東北大学大学院医工学研究科 教授 永富良一

研究室 <http://www.sports.med.tohoku.ac.jp>

研究者 https://researchmap.jp/TohokuU_SportsSci

【お問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院医工学研究科

教授 永富良一(ながとみ りょういち)

Eメール: negyesi@tohoku.ac.jp

(取材に関すること)

東北大学大学院医工学研究科

電話番号: 022-795-5826

Eメール: bme-pr@grp.tohoku.ac.jp