室内CO_2濃度と眠気・集中力の関係

長野県伊那北高校　理数科　井口龍輝　小尾美優　小松奎吾　中山克哉　原茉莉子

1.概要

目的

・室内CO_2濃度と眠気の関係を検証
・室内CO_2濃度と集中力の関係を検証

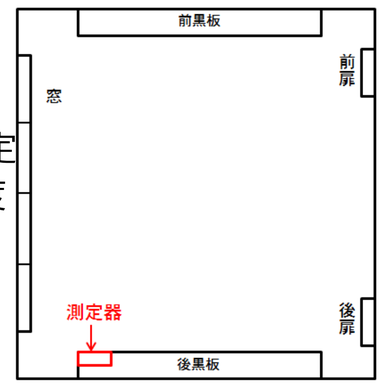
動機

近年、アメリカのローレンス・バークレー国立研究所が、人間の思考力はCO_2濃度が2500ppmを超えたあたりから急激に低下するということを確認した。また、こちらは思考力への影響を心配したものではないが、文部科学省の学校環境衛生基準にも教室内のCO_2濃度は1500ppm以下が望ましいとされている。

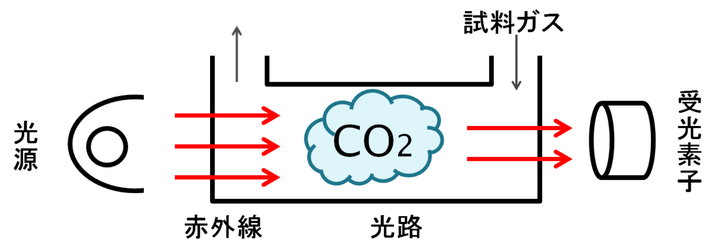
ところが、昨年度の課題研究化学班の研究により、伊那北高校では、授業中の教室内のCO_2濃度は1500ppmの基準はもちろん、2500ppmのラインもしばしば上回っているということが明らかになった。そこで、授業中のCO_2濃度やその変化が、実際にその教室内にいる生徒の思考力に何らかの影響を及ぼしているのかということを疑問に思ったため、教室内のCO_2濃度を計測しそれによる影響について研究することにした。

2.調査内容と方法

- 測定場所　伊那北高校２年F組教室後方
- 期間　2012/8/27～2013/12/26
  １分間に１データを24時間連続測定
- 測定内容　教室内のCO_2濃度・温度・相対湿度
  人数・教科・窓の開閉状況
- CO_2測定器の仕組み



２年F組　教室概要図



CO_2測定器　概要図

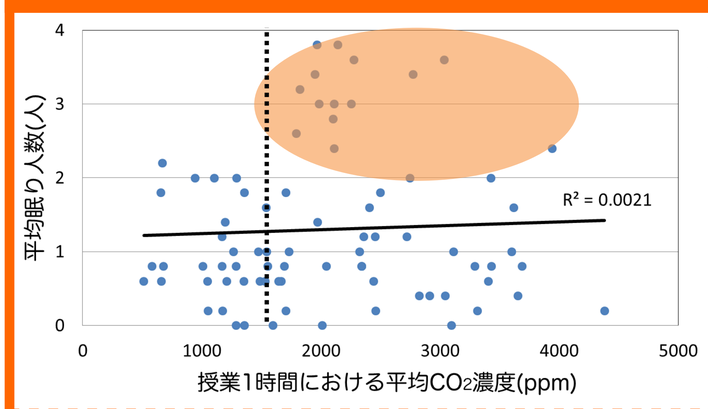
〈非分散型赤外線吸収〉
CO_2は放射された赤外線の4.3μmの波長を吸収する
吸収された量を調べることでCO_2濃度を測定できる

- 教室環境

２年F組は生徒40人で、通常は先生を含め41人で授業を行っている。択教科である日本史のように教室内の人数が14人になる時や、移動教室である体育や物理、生物のように教室内の人数が0人になる時もある。

朝は7時30分頃から徐々に人が集まり、8時40分から１時間目が始まる授業は午前３時間、昼食をはさんで午後２時間の５時間授業であり、各授業は65分間である。

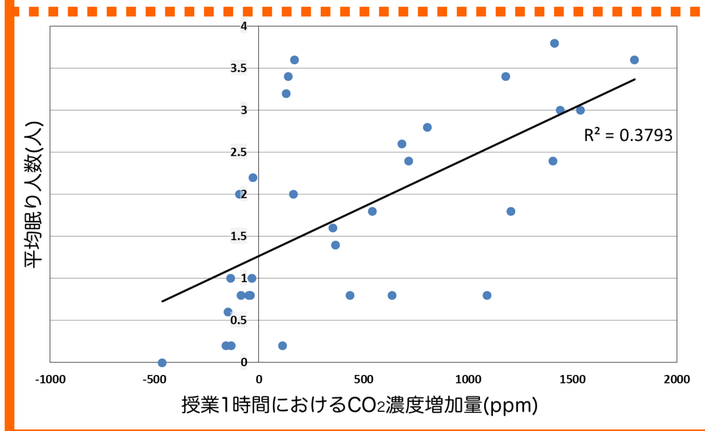
3.眠気とCO_2濃度の関係



全体的に平均CO_2濃度と平均の寝ている人の正の相関はほとんどないように見える。
しかし、CO_2濃度が1500ppm以下のときは平均眠り人数の上限値は最高でも2.5人弱であるのに対し、1500ppm以上のときは上限値が4人近くまで増加していることがわかる。

平均CO_2濃度が低い0～1000ppmの時は、授業中に寝ていた人の平均値が3人を超えることは一回も無いが、平均CO_2濃度が1000～2000ppm、またそれ以上になると、3人を超えることがだんだん多くなっているということがわかる。
結果として、CO_2濃度が高いほど寝ている人数も増えたと考えられる。

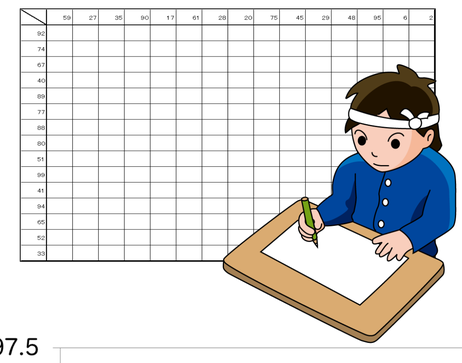
平均CO_2濃度(ppm) ＼ 眠り人数平均(人)	1～1.5	1.5～3.0	3.0～
0～1000	57%	43%	0%
1000～2000	71%	20%	9%
2000～	62%	27%	11%



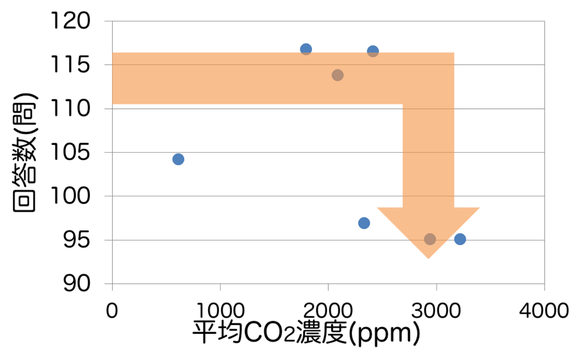
授業開始前後のCO_2増加量を調べ、教科ごとのグラフに分けたところ数学で特に大きな相関がとれた。授業スタイルによって、眠気に影響が出ると考えアンケートをとった。これにより、数学は他教科と違い指名回数や、近くの人との相談の頻度が少ないという回答が得られたため、CO_2による影響がでやすいと考えられる。

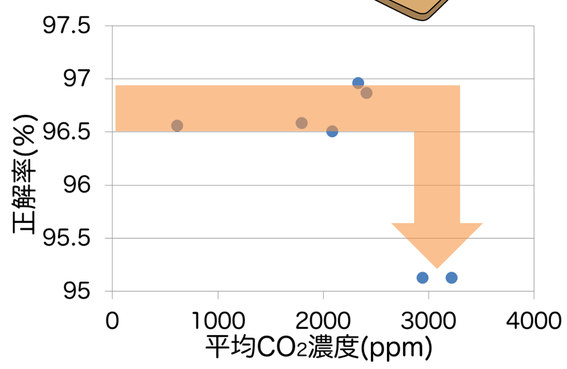
4.集中力とCO_2濃度の関係

5分間で2桁の単純な足し算がどれだけ計算できるか調査

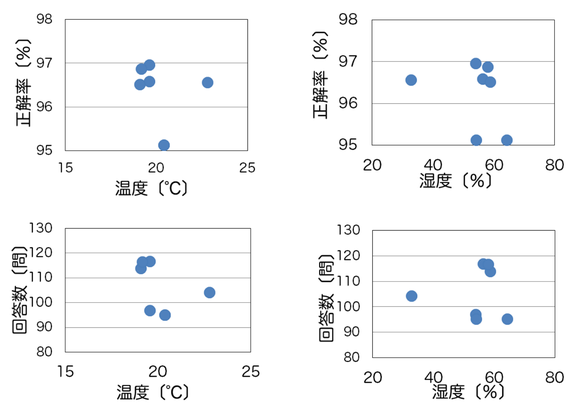


↓計算速度との関係
2500ppm周辺で約20問幅の段状の回答数の低下が見られた。





←正解率との関係
2500ppm以下では正解率が96.5%～97%程度だったが、2500ppm以上では95%強となり、1.5%ほどの低下が見られた。
データ数は少ないものの、2500ppmの環境で「意志決定能力のテスト」の成績が下がったというバークレー研究所の研究結果と類似した結果である。
これらの結果を踏まえて、正解率は計算の精度を表すものであるから、2500ppm周辺のある一定の基準を超えたときCO_2濃度は計算の精度に影響を与えたと考えられる。

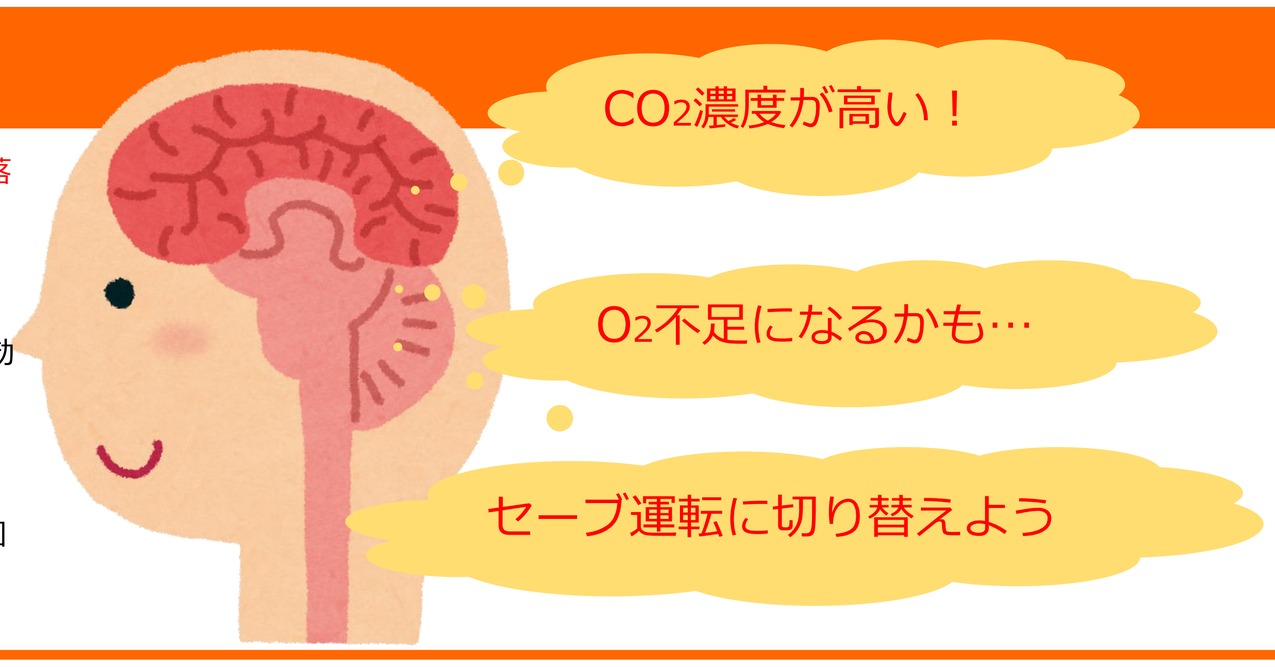


←温度・湿度とは相関がとれなかった。

5.考察

これらの実験の結果より、教室内のCO_2濃度が高いほど、計算の精度・処理速度は落ちることが推測された。また眠りも誘発されることが推測された。

これらの現象の理由としては、以下は文献などからの情報に基づいた私達の推論であるが、

・　室内のCO_2濃度が人の呼吸によって増加すると、その分O_2濃度が減る
・　CO_2分圧の高い環境ではO_2を手放しやすくなるというヘモグロビンの性質(ボーア効果) によって、高濃度のCO_2環境では肺胞でヘモグロビンが結合できるO_2の量が減る

これらの結果、多量のO_2を消費する脳の活動が弱くなり、パフォーマンスが落ちること。
また、深刻なO_2不足に陥ることを回避するために、脳にはO_2センサーよりも敏感なCO_2センサーがあるということを踏まえて、脳が高濃度のCO_2を感知すると、危険を回避するために、わざとパフォーマンスを落としてO_2の消費をセーブしていること。
これらが挙げられる。実証されてはいないが、考えうる現象である。