

在宅勤務時の CO2 濃度リスク、気にしていますか？

～30 分に 1 度の換気で、ベストパフォーマンスを！～

藤居 学 (AIG 総合研究所 主任研究員)

はじめに

在宅勤務で働くことになったとき、誰もがまず手をつけるのが自宅での作業環境の整備でしょう。デスクやチェア、照明などを揃えてワークスペースを確保したり、PC やディスプレイを新調したり、インターネット回線を早いものに替えたりといった目に見える対応は分かりやすいですが、それら以外にもう一つ、仕事の生産性と大きく関係する作業環境の要素があります。

それが、作業を行う部屋の換気であり、その背後にある CO2 (二酸化炭素) 濃度の管理です。実は、換気が不十分なために CO2 濃度が高めになっている部屋で作業をすると、認知能力が低下して業務の質や生産性が落ちるといった研究結果があるのです。

本コラムでは、とても重要なのに見逃されやすい、在宅勤務をする部屋の換気、CO2 濃度管理についてみていきます。

在宅勤務だからこそ気をつけたい換気問題

仕事の生産性を上げるためには十分に換気をして新鮮な空気を取り入れることが重要だ、というのは一般的によく言われることですが、なぜそれが在宅勤務で特に問題になるのでしょうか？

それは、オフィスで働いている場合には自ら意識しなくても適切な換気が行われていることが多いのに対し、在宅勤務では自ら意識して換気を行わなければならないからです。

たとえば一定規模以上のオフィスビルでは、ビル管理法に基づき室内の空気の質について定期的に点検が行われており、CO2 やその他の汚染物質の濃度が基準値以下になるよう、常に換気も行われています。高層のオフィスビルなどでは窓が開かないため、一見すると特に換気をしていないようにも見えますが、実際には天井の換気口などを通じて室内の空気を入れ替えているわけです。

一方、在宅勤務では、私たち自身が窓を開けたりして換気を実行しない限り、部屋の中の空気は入れ替わらないままです。最近の住宅には 24 時間換気システムが設置されていますが、動作音が気になったり冷暖房の効率を上げたいと思ったりして、運転レベルを抑えて運用しているケースも少なくないでしょう。

そのため、在宅勤務では、仕事を続けているうちに室内の CO2 濃度が徐々に高くなっていくことがよくあるのですが、CO2 は目に見えず、一般の家庭には測定器もないため、「空気が悪くなっている」ことに気づくことができません。知らないうちに劣悪な環境で業務を行い、生産性を落としているかもしれないわけです。

在宅勤務で高いパフォーマンスをあげるためには、物理的な作業環境だけでなく、目に見えない「空気の質」の管理にまで気を配ることが求められます。

CO2 濃度と仕事の生産性

ハーバード大学公衆衛生大学院のジョゼフ G. アレン氏の研究¹によると、働く環境の CO2 濃度と労働生産性との間には、とても興味深い関係があることが明らかになっています。

この研究では、CO2 濃度などが異なる複数の環境のもとで、マネージャーやプログラマー、デザイナーなどの知的労働者 24 名に戦略的意思決定能力を測定する「SMS (Strategic Management Simulation)」と呼ばれるテストを受けてもらい、その成績が比較検討されました。CO2 濃度として、一般的なオフィス環境に近いと思われる 945ppm、より外気に近いクリーンな環境を想定した 550ppm、そして換気が不十分な環境を想定した 1400ppm という 3 つの水準が設定されました。

その結果、一般的な環境 (CO2 中) と比較して、よりクリーンな環境 (CO2 低) では認知能力が向上し、逆に換気が不十分な環境 (CO2 高) では大幅に低下することが判明しました。

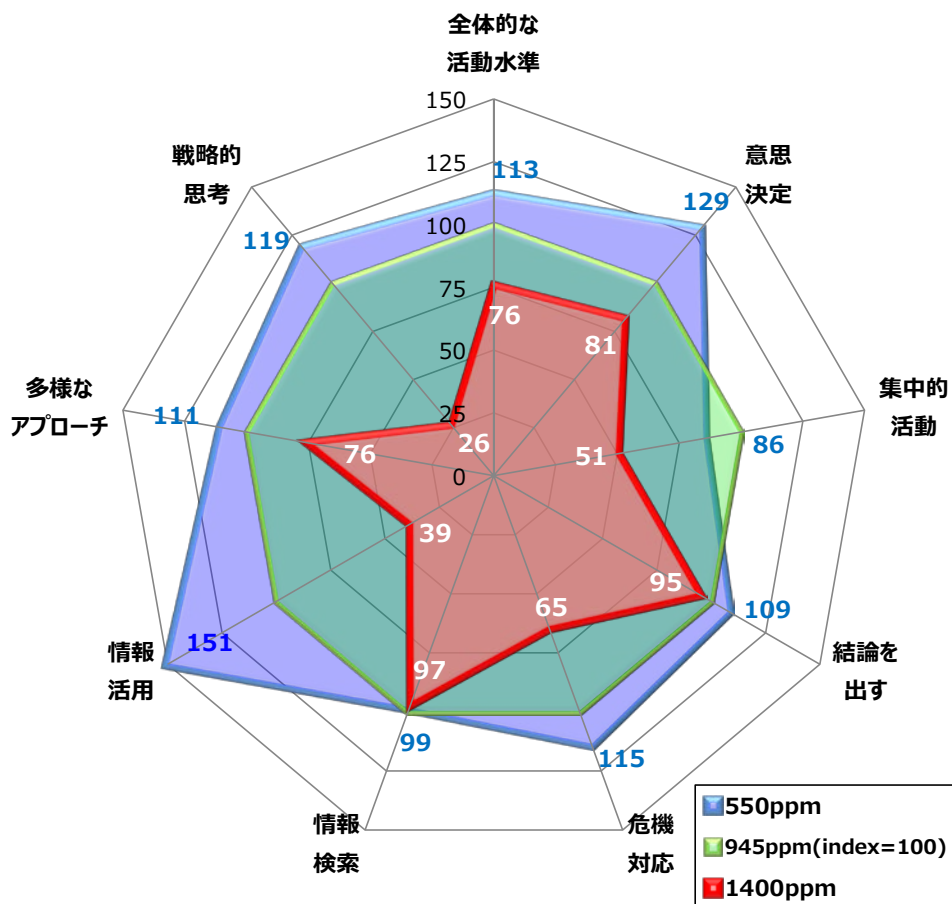


図1 CO2 濃度ごとの認知能力テスト SMS のスコア比較 (Allen, Joseph G. et. al,2015 より著者作成)

CO2 濃度が 945ppm の標準環境でのスコアを 100 としたインデックスで見ると、換気が不十分な環

¹ Allen, Joseph G. et al, "Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments.", Environmental Health Perspectives 124 (6), 2015

AIG 総研

境では、全体的な活動水準で 24 ポイント低いスコアが出ています。詳細にみると、戦略的思考、情報の活用、集中的活動といった項目で特に落ち込みが激しく、危機対応や多様なアプローチなどの項目のスコアも低く出ています。一方で、結論を出すという項目のスコアは、情報検索と並んでもっとも落ち込みが小さく抑えられています。

逆に、CO₂ 濃度がより低いクリーンな環境では、標準環境よりも高いスコアが出ており、オフィス環境で一般的な 1000ppm 程度の CO₂ 濃度であっても、私たちの認知能力に若干の悪影響を及ぼしている可能性が示されています。

CO₂ 濃度 1400ppm というのは、会議室に数人集まったり、換気の悪い部屋で仕事をしたりしていれば 1 時間もたたずに到達してしまうくらいの数字です。この程度の CO₂ 濃度であっても、深い分析や戦略性を求められる高度な知的作業には深刻な影響を与えているということになります。

しかも、そのような悪い影響が生じていたとしても、私たちの脳はその劣悪な環境に適応し、多面的な分析や得られた情報の活用、戦略的な思考などを気づかぬうちに諦め、狭い視野で単純な結論を出すような思考の最適化によって認知能力の低下を補い、なんとかアウトプットを出すスピードを遅らせないようにしている可能性があることを、上記の研究は示唆しています。つまり、換気不足で CO₂ 濃度がやや高いという環境は、私たちの仕事の量やスピードではなく、「質」を落とすというわかりにくい形で悪影響を与えている恐れがあるのです。

CO₂ は目に見えず、臭いもないこともあわせて考えると、CO₂ 濃度が業務の生産性に与えている悪影響は非常に気づかれにくく、それゆえ過小評価されがちであるといえるでしょう。

CO₂ 濃度を低く保つ換気のめやす

では、どのくらいの頻度で換気をすれば、在宅勤務環境の CO₂ 濃度を低く保つことができるのでしょうか？

産業技術総合研究所の実験²によると、約 24 畳の広さの会議室に空調を止めた状態で 8 人が集まると、500ppm 前後だった CO₂ 濃度がわずか 35 分で 1400ppm にまで上昇することがわかりました。在宅勤務をしている部屋の広さが 6 畳だとすると、理論上、CO₂ 濃度の上昇スピードはこの実験の半分（部屋の広さが 1/4、人数が 1/8 のため）

となりますから、CO₂ 濃度が 500ppm から始まったとすると、35 分後に 950ppm、70 分後に 1400ppm

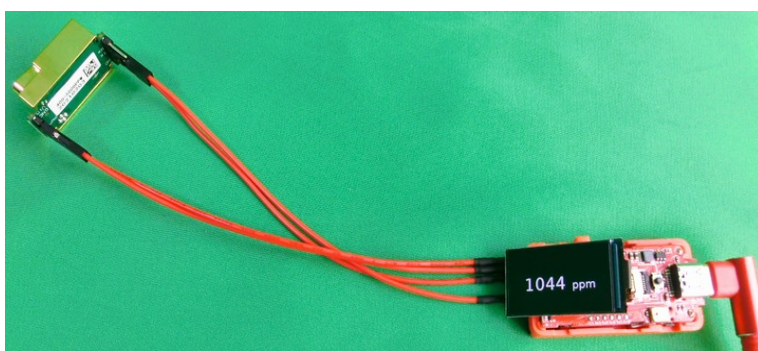


図 2 CO₂ 測定器の例 (NDIR センサーとマイコンを組み合わせたもの)

² 室内 CO₂ 濃度を換気の指標として利用する研究, 産業技術総合研究所, <https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/organization/aist/articles/article001>, visited on 2021/4/19

にまで上昇する計算になります。私も、自宅の作業環境を測定器（図 2 参照）を使って調べてみましたが、24 時間換気システムを弱運転に設定して部屋を閉め切ったまま在宅勤務を開始すると、CO2 濃度は 1 時間以内に 1200~1400ppm 程度にまで上昇しました。

この結果からみると、1 時間に 1 回程度の換気では、CO2 濃度の高い状態で業務を行う割合が多くなってしまい、在宅勤務における換気としては不十分だと考えられます。ベストに近い、高い業務パフォーマンスを維持するためには、30 分に 1 回程度の換気が望ましいでしょう。部屋の対角線位置の窓を開けることができる場合には、換気に要する時間は 5 分程度で済みます。

なお、先の研究で触れたとおり、CO2 濃度は低ければ低いほど業務のパフォーマンスが向上します。ですから、もし可能であれば窓を開けたままとし、外気に近い CO2 濃度を保つことが理想的です。

とはいえ、外の騒音がうるさかったり夏や冬の季節の場合には常時窓開放は現実的ではありません（気温や騒音も生産性に影響を与える要素です）。そういった場合、自宅に 24 時間換気システムが備えられているなら、その動作レベルを引き上げることを検討しましょう。住居における 24 時間換気システムは、1 時間あたり 0.5 回以上の換気能力を備えています³。1 時間あたり 0.5 回ということは、2 時間に 1 回の窓開放（全換気）に相当します。それだけでは決して十分ではありませんが、定期的な窓開けやドアの開放による換気と組み合わせれば、窓を閉めている間の CO2 濃度の急上昇を防ぐ効果を期待できます。

なお、作業環境の実際の CO2 濃度をモニターするため、市販の CO2 濃度測定器の導入を検討する場合、安価な測定器のなかには精度が低いものが散見される点に注意が必要です。個人向けの測定器のなかでは、赤外線を使用する「NDIR センサー」を使用しているものが比較的高い精度をもっていますので、CO2 濃度測定器を選ぶ際には、NDIR センサーの使用の有無が一つの重要な指標となるでしょう。

※本ドキュメントは保険もしくはその他一切の金融商品の販売、勧誘を意図したものではありません。また、本ドキュメントは具体的な特定の取引をご提案するものではなく、その実現性を保証するものでもありません。

※AIG 総合研究所（以下「AIG」と呼びます。）は、本ドキュメントの利用あるいは利用の結果に関して、その正確性、精度、信頼性などについていかなる表明および保証も行わないものではなく、その利用の結果については責任を負いません。AIG は、本ドキュメントがいかなる場所においても適切であり利用可能であることを表明するものではありません。AIG は、正確かつ最新の情報を本ドキュメントで提供するよう合理的な努力をしていますが、誤差・脱漏が生じる場合があります。

※AIG あるいは本ドキュメントの企画、作成または提供に関わるいかなる当事者も、お客様が本ドキュメントを利用したことあるいは利用できなかったことに起因する直接的、偶発的、結果的、間接的損害あるいは懲罰的賠償の責任を負うものではありません。

※本ドキュメントに掲載されている内容に関する権利は、AIG および AIG が利用許諾を得た著作権者に帰属します。無断で転用・複製・改変をすることはできません。

³ シックハウス対策の概要、国土交通省、<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.files/gaiyou.pdf>