

報道機関 各位

令和3年8月10日
 国立大学法人 電気通信大学

安価で粗悪な CO₂センサの見分け方 ～5千円以下の機種、大半が消毒用アルコールに強く反応～

国立大学法人 電気通信大学の石垣 陽 特任准教授、榎木 光治 准教授、横川 慎二 教授のグループは、新型コロナウイルス感染症の対策用としてECサイトで販売されている5,000円以下の安価な二酸化炭素濃度測定器(以下 CO₂ センサ、図1)の精度検証を実施しました。その結果、全体の25%のセンサは低精度ながらもCO₂に反応しましたが、67%はCO₂に反応しませんでした。さらにこれら67%の無反応センサは全て消毒用アルコールに強く反応することがわかりました。すなわち、CO₂ センサとうたいながら、CO₂ 濃度を疑似的に表示する測定器が市場に多く出回っている可能性があります。

この結果を広く公開し専門家の議論を促すため、医学分野のプレプリントサービス「medRxiv」(運営:コールド・スプリング・ハーバー研究所(CSHL)、医学系雑誌出版社 BMJ、米・イェール大学)に速報原稿を投稿しました。

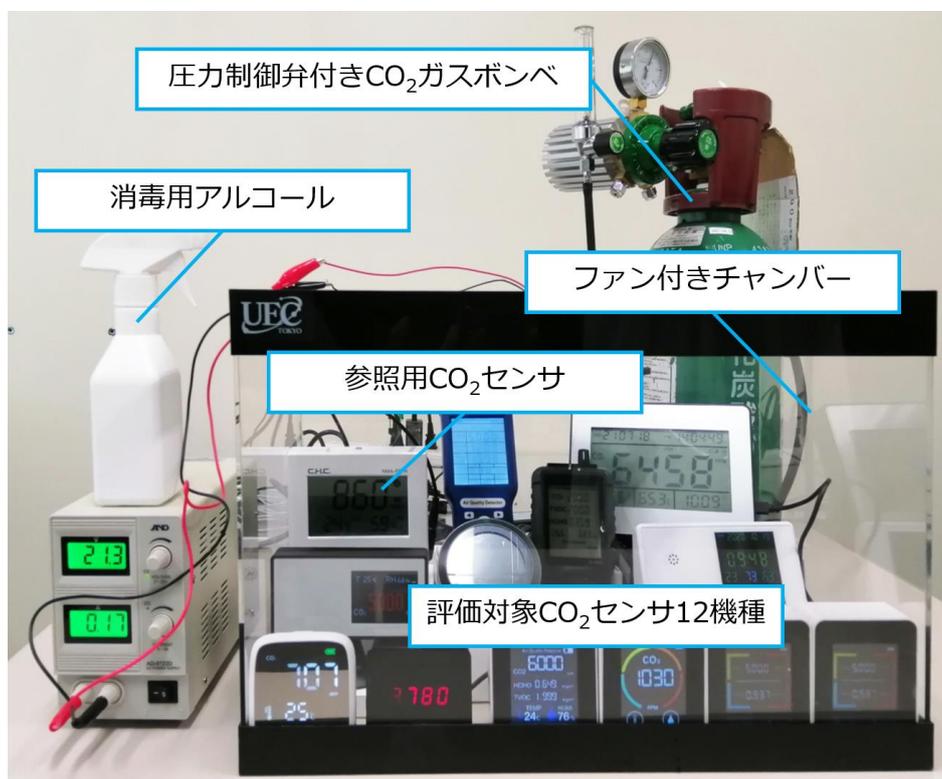


図1 調査に使用した実験装置(写真を一部加工しています)

【背景】

新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐためには、「換気の悪い密閉空間」や「人の密集」を避ける事が有効とされています。そのため、換気ができているか、密を防げているかの目安として、室内の二酸化炭素(CO₂)濃度の計測・可視化が注目されています。

本学はこれまで、調布駅前商店街との共同実証実験により、飲食店・学習塾・スポーツジムなどの CO₂ 濃度を可視化してきました(参考リンク1)。また本学の附属図書館内に設置するアクティブラーニングスペース「Ambient Intelligence Agora」では、CO₂ センサを含む 194 台の環境センサが常時配置されており(参考リンク2)、そこで蓄積された約 3.5 年分のビッグデータは室内環境の分析・予測の研究に活用されています。令和3年度の入学式では、20 台の CO₂ センサを使った式場内の CO₂ 濃度分布のリアルタイム可視化を行いました(参考リンク3)。また地下ライブハウスのような一般に換気しにくいと言われる場所での対策を提言するための実証実験を、アイドルグループ「仮面女子」やヴィジュアル系バンド「えんそく」と共に行っています(参考リンク4、5)。さらに調布市のワクチン接種会場における三密を回避するため、会場内での CO₂ 濃度のリアルタイム可視化も行ってきました(参考リンク6)。この他、三鷹市の公共施設でのモニタリングも開始しています(参考リンク7)。

本学の取り組みにより CO₂ 濃度測定の実用性が広がり、店舗や事業所で普及の普及が進む一方で、昨今、EC サイトでの安価な CO₂ センサの取り扱いが急増しています。しかし CO₂ 濃度をヒトが体感することは難しいため、センサが正しく動作しているか否かを一般市民が確認することは困難です。そこで研究チームでは、市場で販売されているセンサを購入し、精度検証を行いました。

【実験の概要】

■実験期間 2021 年 5 月にセンサを購入し、2021 年 6 月～7 月に実験

■実験対象 大手 EC サイトで購入した CO₂ センサ 12 台(センサ 1～12)、価格帯は 2,900～4,999 円、いずれも感染症対策用として販売されていたもの。参照用として T&D 社製の研究用センサ(センサ A)と、CHC システム社製の産業用センサ(センサ B)も同時に測定。

■実験方法 アクリル水槽(チャンバ内)にセンサを封入し、チャンバ内部 CO₂ 濃度を変化させて表示値を記録した。測定前には、チャンバ内の雰囲気 DC ファンにて十分に攪拌した。なお、実験前に島津製作所のガスクロマトグラフにてチャンバ内の有機物による汚染が 5 ppm 以下であることを確認した。

■実験実施者

- 石垣 陽(本学 情報学専攻 特任准教授)
- 榎木 光治(本学 機械知能システム学専攻 准教授)
- 横川 慎二(本学 i-パワーエネルギー・システム研究センター センター長・教授)

【実験結果の概要】

センサ A を基準として、チャンバ内の CO₂ 濃度を変化させたときの各センサの測定値を図2に示します。センサ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 の 8 機種は CO₂ に反応しないため、CO₂ 以外の物質を測定していると考えられます。センサ 4, 7, 10 は測定値に 15%以上の誤差はあるものの、CO₂ には反応しているため、校正すれば感染症対策の目的で使用することができると考えられます。なお、センサ 2 は異常値を表示していることから故障していると考えられます。また、参照用のセンサ A と B は、ほぼ同じ測定値を示していました。

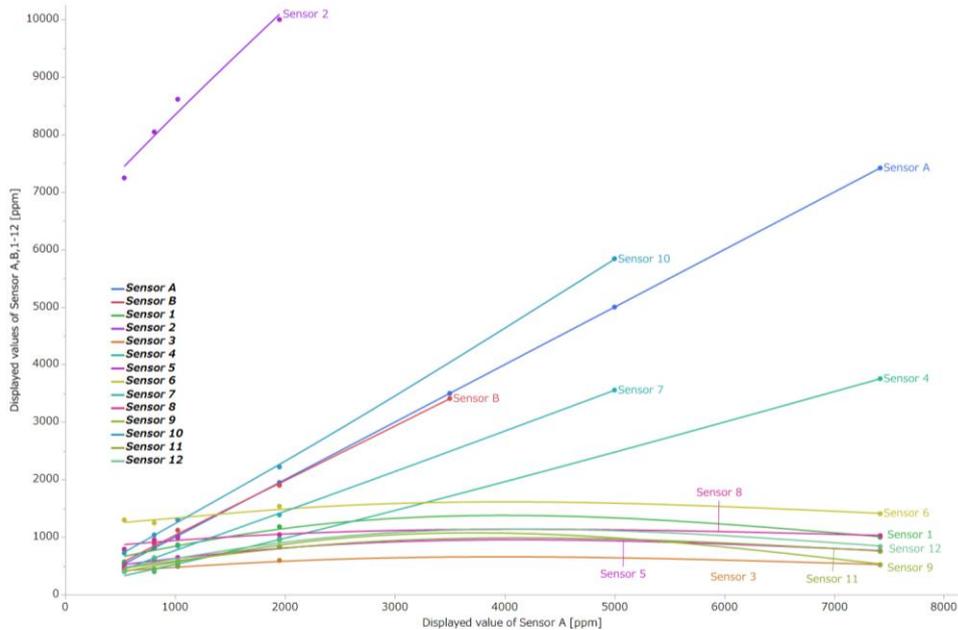


図2 CO₂ 濃度に対する各センサの応答特性、
センサ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 の 8 機種は CO₂ に反応しない

さらに、CO₂ に反応しないセンサの挙動を詳しく知るために、チャンバの内側に消毒用アルコールを 5ml ほどスプレーした結果を図3に示します。すると、センサ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 の 8 機種（図2で CO₂ に反応しなかった 8 機種と一致）は、値が 2~10 倍に急上昇しました。このことから、当該8機種については CO₂ センサと表示されていながら、アルコール等や総揮発性有機化合物 (tVOC) 等の雑ガスに反応する疑似センサである可能性が高いと考えられます。

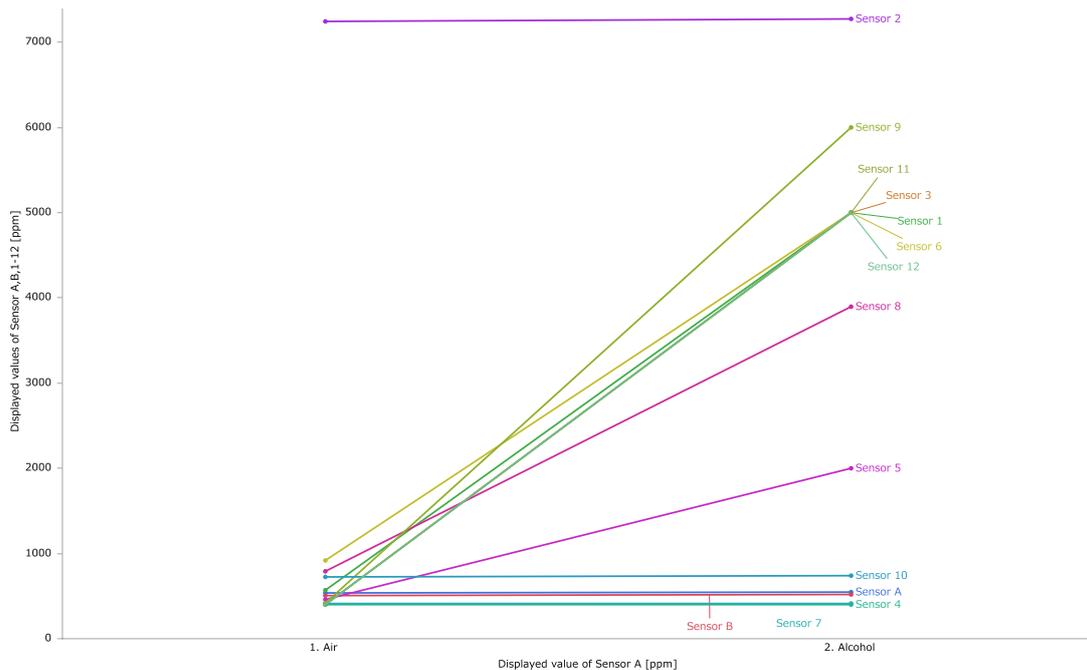


図3 消毒用アルコールに対する各センサの応答特性、センサ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 の 8 機種は測定値が 2~10 倍に急上昇した

結果として、センサ 3 機種(全体の 25%)は正しく校正すれば CO₂ 測定に利用でき、1 機種(8%)は故障していると考えられます。8 機種(67%)は CO₂ 濃度に反応せず、さらにこれらのセンサはアルコールに強く反応したので、CO₂ 以外の物質を測定する疑似センサを搭載していると考えられます。

この調査結果を研究者に逸早く共有し広く意見を求めるため、医学分野のプレプリントサービス「medRxiv」(運営:コールド・スプリング・ハーバー研究所(CSHL)、医学系雑誌出版社 BMJ、米・イエール大学)に速報原稿を投稿しました(参考リンク8)。プレプリントとは、正式な査読を受ける前の段階でインターネット上で公開される学術原稿をいいます。

【成果の意義】

安価なセンサを調査したところ、過半数が CO₂ 濃度を正確に測定できない粗悪な製品であることがわかりました。感染症対策において誤った CO₂ 濃度を表示するセンサを用いると、次のような危険性があります。

- 例えば 1,500 ppm 以上など、本当は換気をすべき CO₂ 濃度であるにも関わらず、センサが過小な値を表示してしまう(リスクの過小評価)。その結果、適切な換気や行動変容が起きない。
- 例えば 1,000 ppm 以下など、良好な換気状態であるにも関わらず、CO₂ 濃度が過大な値を表示してしまう(リスクの過大評価)。さらにそのことが繰り返されて、利用者がセンサの表示を無視したり、関心を示さなくなる(オオカミ少年効果)。

このようなリスクを低減するため、研究チームでは、購入した CO₂ センサが CO₂ 濃度を正しく測定できているかを誰でも簡易的に確認できる方法として、以下の3つを提案しています。

1. 屋外の新鮮な空気のなかで、400 ppm 前後(目安として 340~460ppm の範囲程度)を表示するか確認します。数値が大きくズれているセンサは、換気モニタには使用しないことを推奨します。ただセンサによって屋外の新鮮な空気を使って値を調整(校正)する機能がついている場合があります。そのような場合は取扱説明書の指示に従って校正を行ってください。
2. センサに息を吹きかけたとき、濃度(ppm)が取扱説明書に示された測定限界値まで上がることを確認します。もし息を吹きかけてもすぐに反応しない場合は、透明なビニール袋にセンサを入れた後に、その袋を呼気で膨らませ、様子をご覧ください。それでも反応しないセンサは、換気モニタには使用しないことを推奨します。
3. 消毒用アルコールを吹きかけた手をセンサに近づけ、CO₂ 濃度が上昇しないことを確認します。もし大幅に上昇すれば、CO₂ ではなく他のガスに反応する疑似センサが使われている可能性が高いので、感染症対策としての換気モニタリングには使用しないことを推奨します。

参考リンク

- 1) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210323_3226.html
- 2) <https://aia.lib.uec.ac.jp/>
- 3) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210329_3248.html
- 4) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210412_3289.html
- 5) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210604_3432.html
- 6) https://www.city.chofu.tokyo.jp/www/contents/1619059831984/index_k.html
- 7) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210628_3503.html
- 8) <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.07.30.21261265v2>
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.07.30.21261265v2.full.pdf>

補足

本調査研究は KDDI 財団による支援を受けています。

◆ 本リリースに関するお問い合わせ先

<取材依頼や本調査に関すること>

国立大学法人 電気通信大学 特任准教授 石垣 陽

MAIL: ishigaki@uec.ac.jp

<大学に関すること>

国立大学法人 電気通信大学 総務企画課広報係

TEL:042-443-5019 FAX:042-443-5887

MAIL: kouhou-k@office.uec.ac.jp