

室内の二酸化炭素濃度上昇を防止するための Slack を用いた通知システムの開発 Development of Notification System Using Slack to Prevent Carbon Dioxide Concentration in Room from Rising

鴨田 遥平[†]
Yohei Kamoda

中村 潤[‡]
Jun Nakamura

1. はじめに

二酸化炭素濃度の上昇は人体に認知能力の低下などの健康被害を与え(東, 2018)、これは労働環境において重要な視点である。特に、コロナウイルスをきっかけにリモートワークが一般的となり(Pew Research Center, 2022)自宅が労働環境となる近年では、この問題が発生しやすくなっていると考えられる。しかし、二酸化炭素濃度の上昇を知覚することは難しいため、通知システムが必要になる。

本研究の目的は、二酸化炭素濃度上昇を抑制するための通知システムを既存システムの API (アプリケーション・プログラミング・インターフェース) を用いて開発し、センサーと API を組み合わせることの長所と短所について示唆を得ることである。

2. 先行研究

2.1 部屋の換気が求められる二酸化炭素濃度の閾値

二酸化炭素の人体への影響を踏まえて、二酸化炭素濃度は住宅建築の面において世界各国で基準が定められている。例えば、日本の厚生労働省では、建築物衛生法によって二酸化炭素濃度の環境衛生管理基準が 1,000ppm (parts per million) に設定されている。他にも、シンガポール環境省やカナダ保険省など、多くの諸外国で、二酸化炭素濃度の基準が 1,000ppm 以下に設定されている(東, 2018)。そこで、本研究で開発したシステムにおける通知を送信する閾値を 1,000ppm と設定する。

2.2 類似製品との相違点

ショッピングサイトである Amazon で「二酸化炭素濃度通知」と調べると、二酸化炭素濃度を通知する目的の類似製品が多く販売されていることが分かる (Amazon, 2024)。それらを分類すると、独立モニターで表示するもの、そこにアラーム機能をつけたもの、さらに開発会社の自社アプリにて通知するものに分けられた。しかし、本研究では労働への影響に注目しているため、ビジネスシーンで広く使用されているビジネスコミュニケーションツールである Slack の API を使用し、通知システムの開発を行なった。

3. システムの仕様

本システムは、小型コンピュータである「Raspberry Pi model 4B」、二酸化炭素濃度のセンサーモジュールである「MH-Z19C」、ビジネスコミュニケーションツールである Slack 内のアプリで構成されている。これらを用いたシス

テム全体の構成を表す図を図 1 に示す。小型コンピュータとセンサーでは二酸化炭素濃度を 1 分おきに測定し csv ファイルに出力している。また、その測定値が 1,000ppm という閾値を超過しているかを判断し、超過していた場合に Slack API を利用して Slack 内アプリを通じて通知する。ここで、センサーを利用するソースコードの一部は、Ueda (2018) が作成した GitHub に公開されているライブラリを利用し、簡略化した。

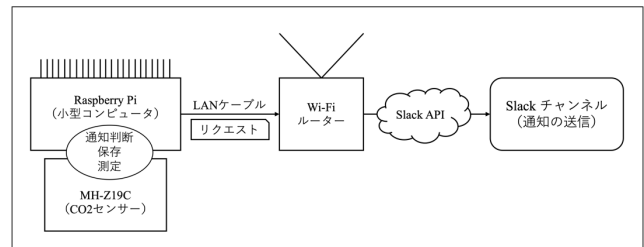


図 1 システムの全体像と流れ

4. 結果

本システムを使用した結果、実際に Slack アプリを通じて通知を受け取ることができた(図 2)。そこからの換気はシステムの利用者の行動に依存するが、通知によって換気を促進することができたと言える。

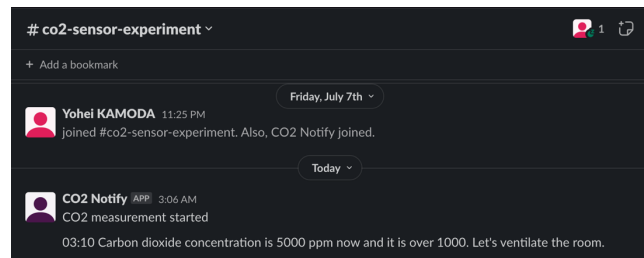


図 2 実際に通知を受信した Slack の画面

また、筆者の自宅にて本システムを用い、通知を受信したタイミングで換気を行った際の二酸化炭素濃度の推移を図 3 に示す。図 3 の赤く色付けられた範囲は、筆者が通知を受信し換気を行なった期間を示す。結果を見ると、室内の二酸化炭素濃度はシステムの利用によって閾値以下に保たれたと言える。ただし、二酸化炭素濃度の増減の程度について示唆を得るには部屋の環境や室外の風の強さなど様々な環境要因の考慮が必要になるため、ここでは測定結果の利用をシステムがきっかけとなった換気の効果を見る

[†] 中央大学大学院 経済学研究科 Chuo University Graduate School of Economics, Student

[‡] 中央大学 国際経営学部 教授 Chuo University Faculty of Global Management, Professor

ことのみに留める。

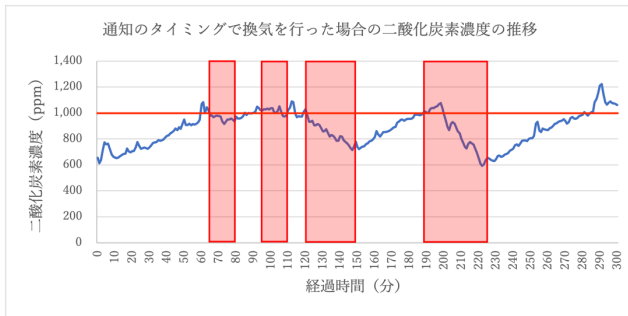


図3 通知のタイミングで換気を行なった場合の二酸化炭素濃度の推移

5. 考察

まず、本研究で開発したシステムの類似製品との差別化点について考察する。APIを使用した本研究のシステムは、2.2章で説明したような類似製品を使用する場合と比べて、特に労働環境において2つの点で効果的であると言える。

1つ目は通知方法である。ソフトウェア上の通知システムを使用することで、アラーム音による会議の妨害を抑制できるというメリットが得られた。2つ目は既存のアプリケーションを利用することである。センサー製造会社専用アプリケーションの利用では社用スマホの制限の問題が考えられる。そこで、普段から利用されている既存のビジネスコミュニケーションツールに通知システムを組み込むことで、解決の方向性を示すことができた。

また、労働環境の向上に対するAPIの有効な点がある。それは、拡張性の高さである。本研究ではAPIを二酸化炭素濃度の通知で利用したが、酸素濃度やその他センサーの数値に関する通知にも利用できる。さらに、複数の場所にセンサーを設置したとしても、APIの利用によって1つのチャンネルに集約することができる利点も存在する。ただし、多機能を1つのツールに集中することによってむしろ利便性や生産性が低下してしまう可能性も検討していく必要があるかもしれない。

本システムの欠点としては、インターネットの安定性に依存してしまうことが挙げられる。特に、APIの利用はインターネットの接続環境に依存してしまうことに留意する必要がある。本システムではこの問題に対して有線通信を行うことで対応したが、それによりセンサーの設置位置の自由度が損なわれてしまった。この点においては、既存製品の音によるアラームなどの方が優れていると言える。

最後に、本研究で開発したシステムの導入が企業にとって良い影響を与える可能性を指摘する。イギリスの環境・食糧・農村地域省(2013)は、投資家や消費者などステークホルダーの行動や政府の政策など様々な面に影響を考えると、環境KPI(重要業績評価指標)へ意識はビジネスにおいて非常に重要になることを指摘している。また、国際連合欧州経済委員会(2022)は、世界ではSDGsの多くが達成されておりこれからより一層推進されるべきであることを主張している。これらより、本研究のようにAPIを利用した導入費用の低いシステムは、安価に二酸化炭素濃度への意識の向上を示しながら、従業員の労働環境の改善を達成できる点で、今後必要になってくる可能性がある。

6. おわりに

本研究では、二酸化炭素濃度上昇によって引き起こされる人体への悪影響を踏まえ、二酸化炭素濃度上昇を抑制するための通知システムを既存システムのAPIを用いて開発し、センサーとAPIを組み合わせることの長所と短所について示唆を得ることを目的としていた。

結果として、実際に開発したシステムは利用者へ通知を送信し、室内の二酸化炭素濃度を閾値以下に抑えるための換気をするきっかけを利用者に与えることができた。また、APIを利用したシステムを開発することで、拡張性や有用性といった利点がある反面、インターネットの安定性への依存といった欠点の発見に至ることができた。

また、近年の世界的な環境への意識向上を踏まえると、二酸化炭素の視点で労働環境の向上を達成していくことは、労働者に対してだけでなく企業にとっても重要になってくる可能性がある。そこで、比較的導入費用の低いAPIの利用は、さらに注目を集めていくかもしれない。

謝辞

システム開発をする上で必要な機材を購入するための費用は一般財団法人吉川徹財団より受給した奨学金より支払われました。研究のための資金援助を賜った吉川徹財団様に深謝の意を表します。

参考文献

- [1] 東賢一, “室内環境中における二酸化炭素の吸入曝露によるヒトへの影響”, *Indoor Environment*, Vol.21, No.2, pp.113-120 (2018).
- [2] 環境・食糧・農村地域省 (Defra, UK), “Environmental Key Performance Indicators: Reporting guidelines for UK business”, (2011年3月25日) URL: <https://www.gov.uk/government/publications/environmental-key-performance-indicators-reporting-guidelines-for-uk-business>
- [3] 国際連合欧州経済委員会 (UNECE), “Halfway to 2030: UNECE report shows we must accelerate progress to achieve SDGs in the region.” (2022年3月25日) URL: <https://unece.org/media/press/366086>
- [4] Amazon, “検索結果 5,000 以上 のうち 1-48 件 "二酸化炭素濃度計 通知””, (閲覧日: 2024年6月9日) URL: <https://x.gd/JFAAR>
- [5] Pew Research Center, “COVID-19 Pandemic Continues To Reshape Work in America”, (2022年2月19日) URL: <https://www.pewresearch.org/social-trends/2022/02/16/covid-19-pandemic-continues-to-reshape-work-in-america/>
- [6] Ueda Takeyuki, “UedaTakeyuki/mh_z19”, GitHub (2018年11月29日).