

CO₂ センサを用いた単身者の緊急性の高い異常検出の基礎検討 Basic study on emergency abnormality detection of single person using CO₂ sensor

○酒井 伸康¹, 松村太陽², 三浦光², 小野隆²

*Nobumichi Sakai¹, Taiyo Matsumura², Hikaru Miura², Takashi Ono²

Abstract: An increase of isolated death has become a social problem in recent years. In this research, we aim to build a system that detects and reports abnormal conditions early by observing the lives of single people with multiple sensors. In this study, we examined detection of urgent abnormalities such as cessation of breathing. As a result, we obtained a prospect that abnormality can be detected from the tendency of density value obtained from CO₂ sensor.

1. はじめに

近年、単身者の孤立死の増加が社会問題になっている。こうした中、単身者が安心・安全に暮らせる見守りシステムの構築が求められている^[1]。そこで本研究では、ヒトの室内での行動を複数センサにより抽出し、その応答から、異常状態を早期に発見し、家族や医者など第3者に通報する見守りシステムの構築を目的としている。これまで複数センサから得られる応答を基に多次元尺度構成法を適用する方法について検討してきた^{[2][3]}。今回は、複数センサから得られる応答のうち、ヒトの呼吸より得られる CO₂ の変化から、呼吸停止のような緊急性の高い異常状態の検出について検討した。

2. データの取得

Figure 1 は、実験を行った被験者 (男性, 24 歳) の居室である。測定は被験者の居室での行動を、図に示した位置で複数センサにより抽出する方法で行った。先述のように、今回の解析はヒトの呼吸の変化より求めるため、CO₂ センサを用いて行った。Table 1 は、使用した CO₂ センサの仕様である。この CO₂ センサは、一般家庭の CO₂ 濃度範囲を測定でき、さらに本システムの普及を考慮し安価で入手しやすいものとしてフィガロ技研製の固体電解質型のセンサを選択した。CO₂ センサは、被験者の日常生活の支障にならないように部屋中央の天井に設置した。CO₂ センサの応答は、サンプリングタイム 10 秒で PC に取り込んだ。このような環境において、居室でのヒトの行動として、普段通りに起床し生活をしていた状態、行動をしたのち倒れることを想定してベッドで眠っていた状態、同様に行動したのち心不全や脳梗塞などで呼吸停止に至った状態を模擬した異常時の 3 通りとした。呼吸停止は、被験者の口にホースをつなぎ口呼吸とし、ホースを居室の外部まで敷設することで、居室内の CO₂ 濃度に口呼吸の影響がないよう考慮した。このような条件で、CO₂

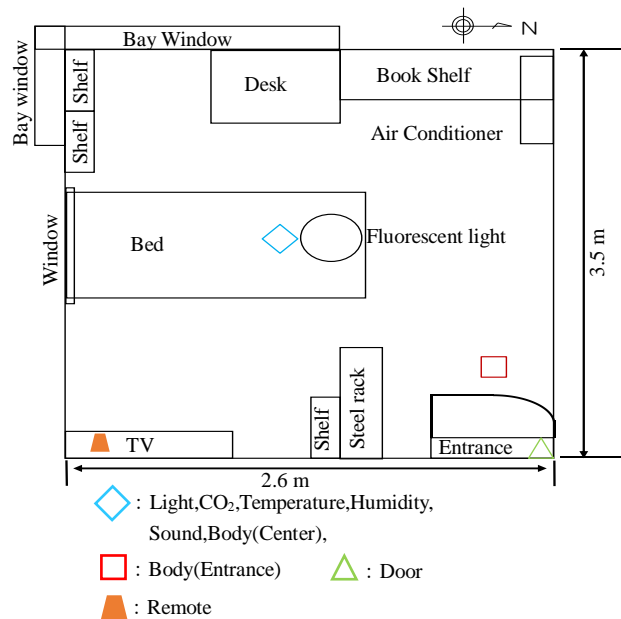


Figure 1. Experimental room environment

Table 1 Specification of CO₂ sensor

メーカー	フィガロ技研株式会社
型番	CDM4161-L00
検知濃度域	400~4,500 ppm
方式	固体電解質型センサ
精度	±20 %
使用温湿度範囲	-10~50 °C / 5~95 %
保管温湿度範囲	-20~60 °C / 5~90 %
初期安定化時間	2 時間
寸法	45×60×17 mm ※CN1 を含めると 45×67×17 mm
重量	約 14 g
濃度電圧出力 V	CO ₂ 濃度のリアルタイムアナログ電圧出力 (フルスケール DC4.5 V) 濃度電圧出力 V は次式で出力 CO ₂ 濃度[ppm]/1000

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

濃度は居室内の空気の循環による影響についても検討するためにエアコン稼働の有無についても検討した。

3. 実験結果

Figure 2 は、エアコン稼働時の呼吸停止を模擬した異常時における各センサの応答である。呼吸停止を模擬した場合ヒトの動作は生じないと考えられる。その為、呼吸停止の模擬を開始した15時から20時までは、居室と居室入り口の人体検知センサである Body Center と Body Entrance のセンサに応答はなかった。

CO₂ センサの応答について前述の3状態を模擬した実験を行い、違いについて検討した。ここで、被験者はいずれの日も、10時から12時までは居室から退室するとともに居室を換気し、12時に居室へ入室するとともに換気を ON あるいは OFF とし、それ以降20時までは居室から退室していない。居室での行動は、12時から15時までは、普段どおりに生活を行い、15時から前述した居室での3通りの行動を行わせた。

Figure 3 は、エアコン停止時の応答結果である。これより CO₂ 濃度は、12時から15時までは3日間で差があるものの、いずれも上昇傾向が見られる。15時以降、普段通り生活している場合、一度安定し、17時頃から再び上昇傾向が見られる。倒れた状態を模擬した場合、センサからの位置が離れるため、一旦濃度は減少し、その後ほぼ一定な値となる傾向が見られる。一方、異常時には急峻に減少し、通常ヒトがいる場合の安静時の濃度である 600 ppm に到達し、その後ヒトが居ない場合の濃度である 400 ppm まで減少している。

Figure 4 は、エアコン稼働時の CO₂ センサの応答結果である。被験者の居室での行動は、Figure 3 と同様である。CO₂ 濃度は、12時から15時まではそれぞれ差があるものの、いずれも上昇している傾向が見られる。15時以降、普段通り生活している場合では引き続き上昇傾向が見られ、倒れた場合を模擬した場合は緩やかな減少後、安定傾向が見られる。これに対し、異常時にはエアコン停止時と同様、急峻に減少し、居室にヒトが居ない濃度である 400 ppm に到達している。

以上の結果より、エアコンなどの稼働の有無に係らず CO₂ 濃度の値が急峻に減少した場合、異常と検出することができると考えられる。

4. まとめ

CO₂ センサを用いて、呼吸停止のような緊急性の高い異常状態の検出について検討した。この結果、CO₂ センサから得られる濃度値の傾向より、単身者の異常状態を検出する一つの判断要素となりえることを明らかにした。

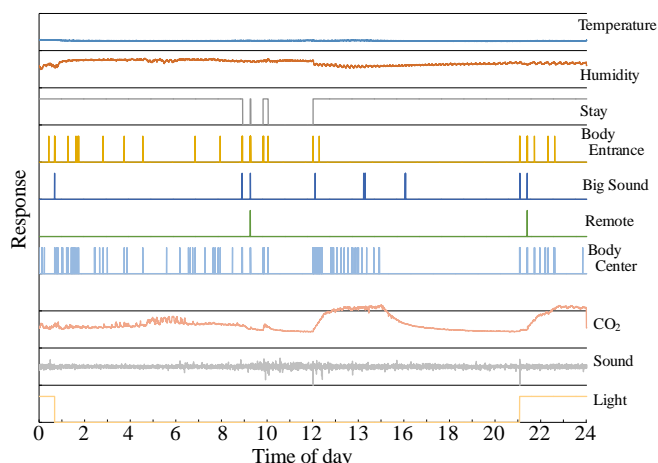


Figure 2. An example of multiple sensor response

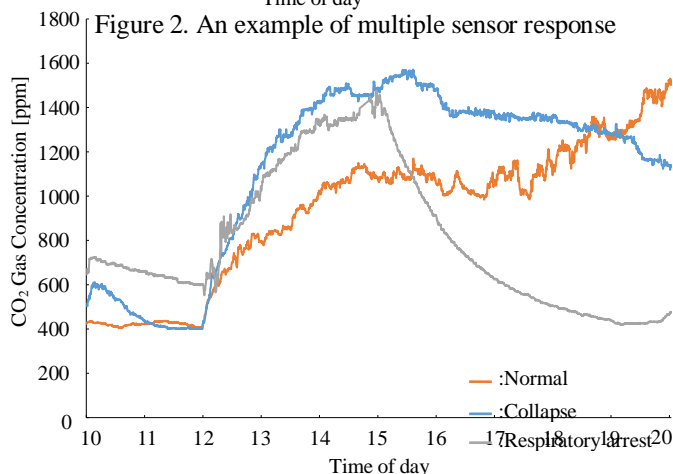


Figure 3. Response result of CO₂ sensor (Air conditioner was unoperated)

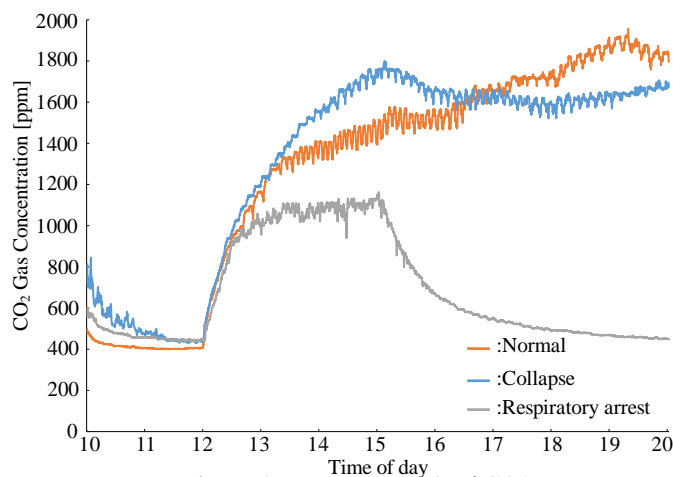


Figure 4. Response result of CO₂ sensor (Air conditioner was operated)

5. 参考文献

- [1] 内閣府：平成 26 年版高齢社会白書，pp.48-49 (2015)
- [2] 伊藤・松村・三浦・小野：MDS を用いた複数センサによる独居者の体調不良時の検出，電気学会全国大会 p.61 (2016)
- [3] 酒井・伊藤・松村・三浦・小野：複数センサ応答に MDS を適用した単身者の体調状態の検出方法の提案，電気学会 A 部門大会 p.151 (2016)