

二酸化炭素濃度の時間変動により、 在室の有無を判定する方法

成蹊大学 理工学部 情報科学科
教授 小口 喜美夫

2016. 08. 04 (木) 於、JST東京本部別館(東京・市ヶ谷)

目次

■ 背景

- 従来技術とその問題点
- 新技術の特徴・従来技術との比較
- 想定される用途

■ 技術

- 高齢者見守りシステム構成
- 実験

■ 結果

■ 実用化

背景：従来技術とその問題点

■ これまで

人がある部屋に在室しているか否かを判定するために、赤外線センサなどの光学センサを用いる方法や監視カメラを用いる方法が専ら採用

■ 課題

光学センサや監視カメラを用いる方法の場合、死角の存在が問題

また、監視カメラを用いる方法は、その導入に際して心理的な抵抗を感じる人が多いという問題

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、死角の存在、監視カメラへの心理的な抵抗を改良することに成功
- 従来の監視システムは医療施設での使用に限られていたが、二酸化炭素検出性能が向上してきたため、肺呼吸をする人・動物の存在検出用に在宅で使用することが可能
- 本技術の適用により、人を含む動物が部屋に在室しているか否かを判定可

想定される用途

- 本技術の特徴を生かした「高齢者見守りシステム」は、CO₂濃度センサを設置するだけで簡単に構築可能なので、導入コストを低く抑えることができるという利点
- 上記以外に、在宅ペットを遠隔地から監視するシステムにも効果が大きいと期待
- また、実測されたCO₂濃度データに着目すると、畜産、養殖漁業、といった分野や用途に展開することも可能

技術：高齢者見守りシステム構成

成

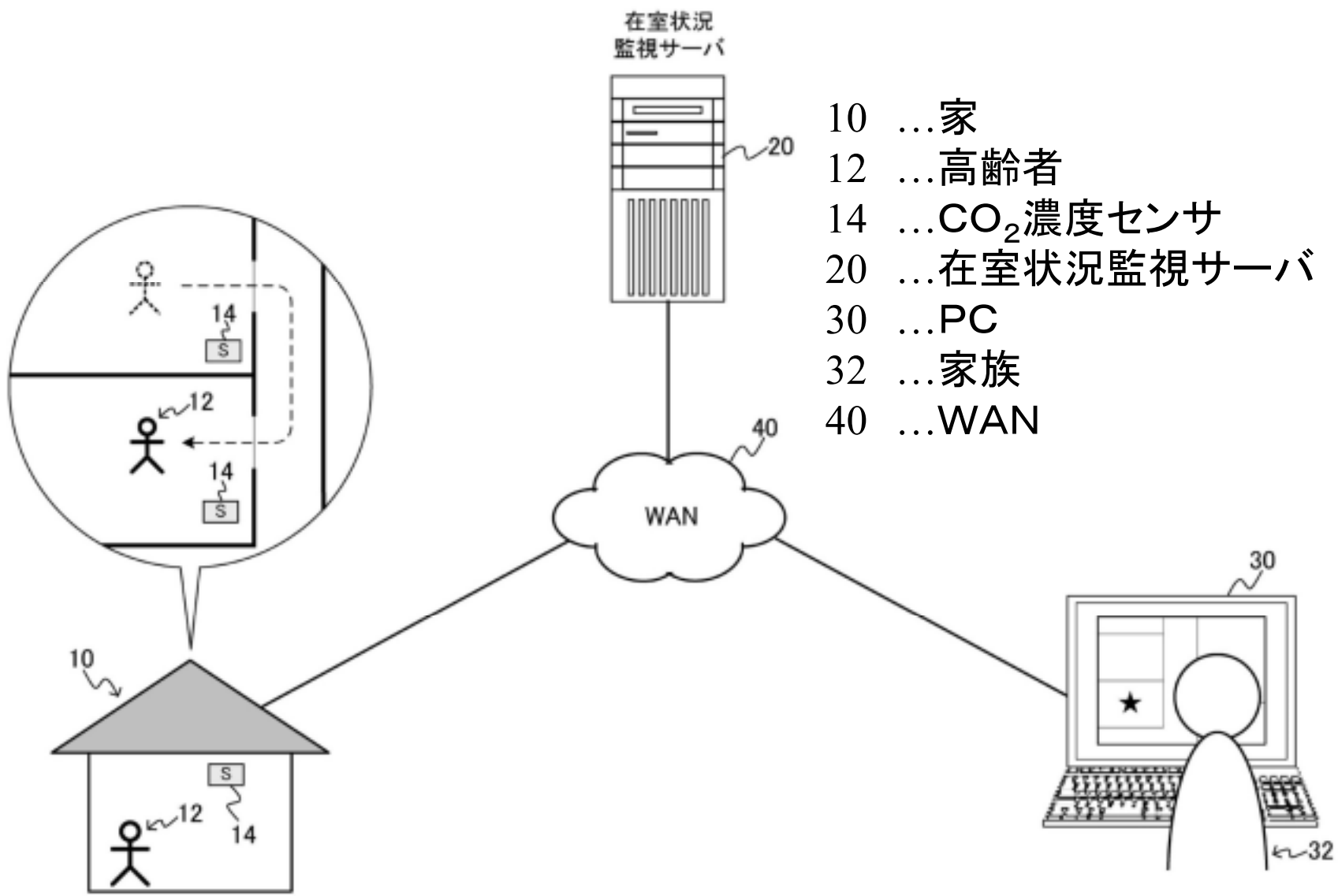


図1 高齢者見守りシステム構成

CO₂濃度センサの調査1

CO₂濃度を測定することで人がいるかどうかを推定可能かどうか調査するため、3種類のCO₂濃度センサを使用

- 実験器CO₂濃度センサ(MG811)
- 試作CO₂濃度センサ(SenseAir S8)
- 市販製品のデジタルCO₂濃度計(MCH-383SD)

CO₂濃度センサの調査2

- 実験器CO₂濃度センサや試作器CO₂濃度センサはそれぞれ製品CO₂濃度センサよりも高いCO₂濃度測定が可能

表1. CO₂濃度センサー一覧

	実験器 (MG811)	試作 (SenseAir S8)	製品 (MCH-383SD)
CO ₂ 濃度測定 範囲(ppm)	400~10000	0~20000(注1)	0~4000
動作温度(°C)	-20~50	0~50	0~50
センサの大きさ (mm)	20×16.8×23	33.5×20×8.5	132×38×32 (注2)
電圧(V)	6	4.5~5.25	9
価格(円)	7850(注3)	85(ドル)(注4)	42240
備考	(注3)Amazonn の値段 Sandbox Electronicsは 53ドル	(注1)8500ppmを超え た場合 アラームが鳴る (注4)CO2Meter.com	(注2)センサ部分 のみ

予備実験と本実験

- 試作器CO₂濃度センサと製品CO₂濃度センサを使用して、環境情報を取得するための実験
- 予備実験として実験用ハウス(ビニールハウス、幅123.5×奥行190.5×高さ193cm)を使用
- 本実験として大学図書館内のクリスタルキャレル(幅136×奥行157×高さ241cm)で測定

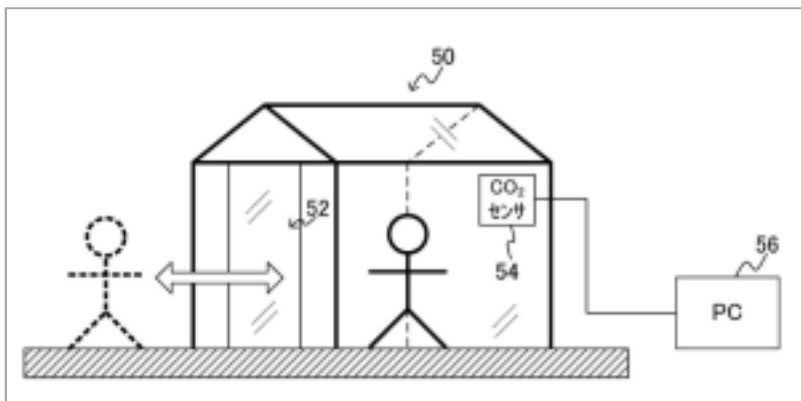


図2 見守り実験システム



図3 実験用ハウス内実験



図4 クリスタルキャレル内実験

成蹊大学クリスタルキャレルを使用した本実験



1F～5Fまで、開架書庫を取り囲むように設置されたクリスタルキャレルは全部で266席、全ての個室に情報コンセントを備え、インターネットへの接続が可能

利用状況の把握が課題

図5 成蹊大学図書館・クリスタルキャレル

結果： 実験用ハウスを使用した予備実験1

実験用ハウス
内で試作器
CO₂濃度センサ
と製品CO₂濃度
センサを起動さ
せ、丸3日分実
験用ハウスに
人がいない状
態のCO₂濃度
を測定

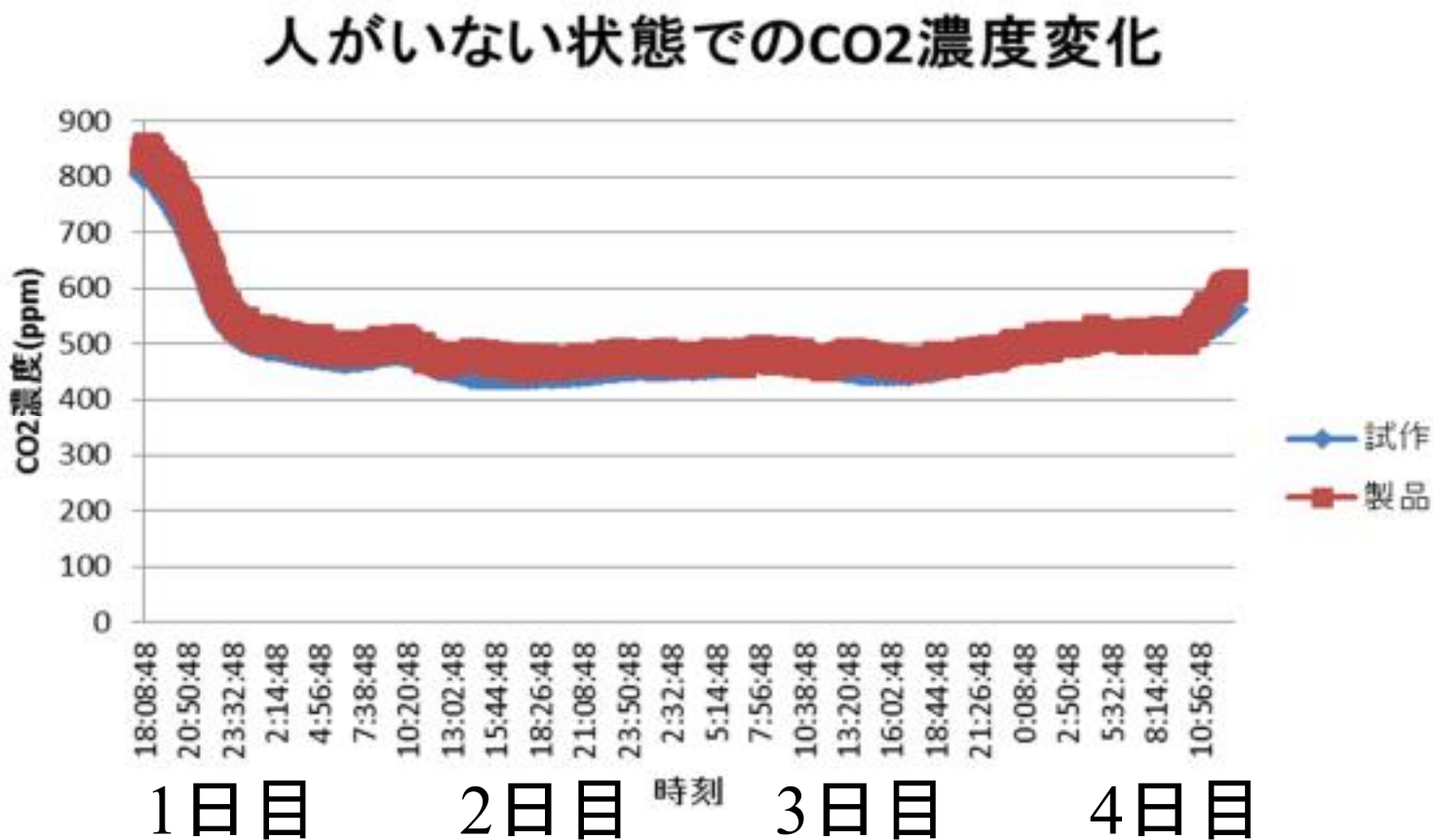


図6 人がいない状態でのCO₂濃度変化実験結果

実験用ハウスを使用した予備実験2

ドライアイスを入れることでCO₂濃度がどのように上昇し、どのように下降するか試作CO₂濃度センサと製品CO₂濃度センサを用いて測定する実験

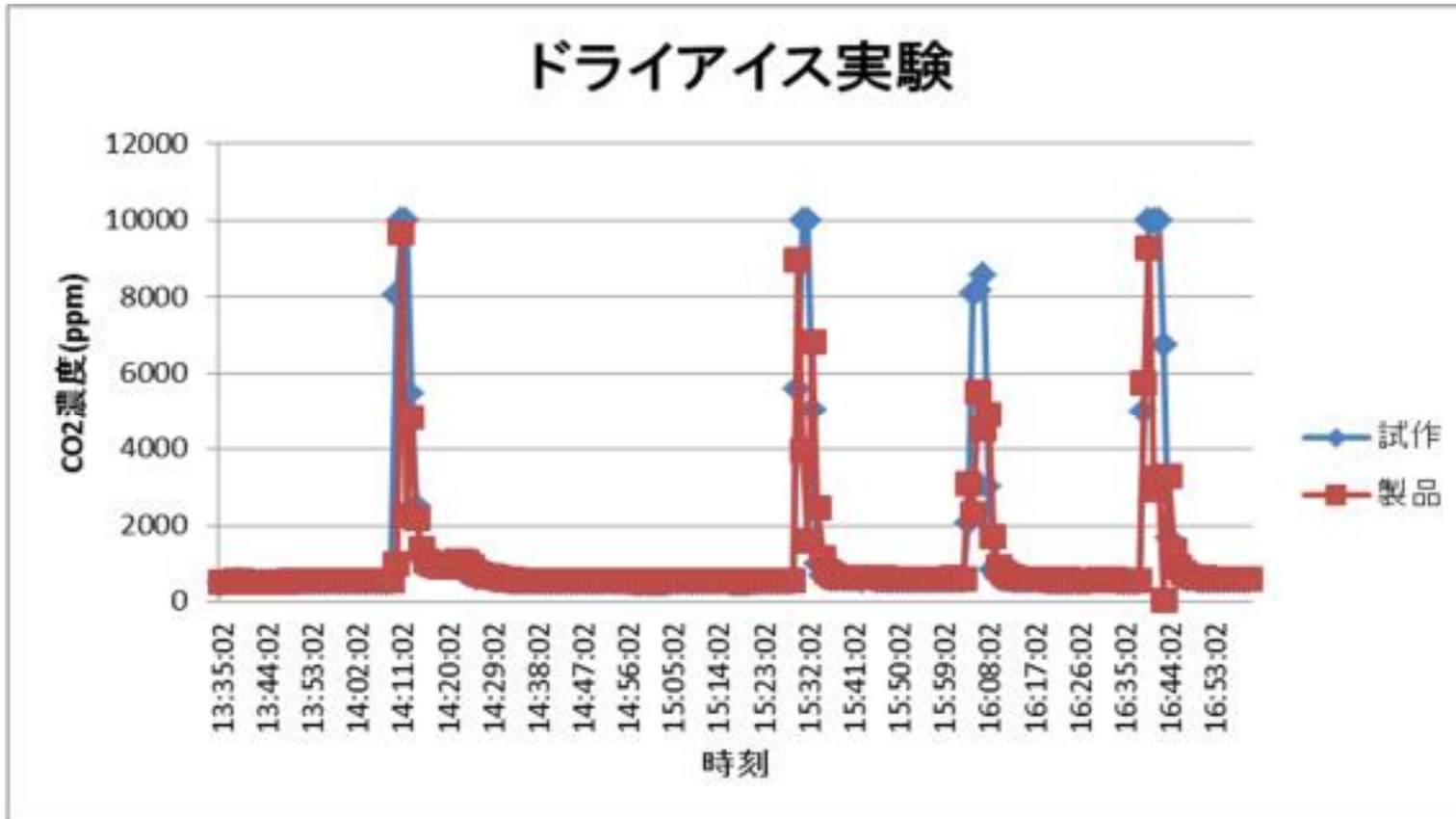


図7 ドライアイス実験結果

実験用ハウスを使用した予備実験3

15分間実験用
ハウスに入室し
、1分間に15回
呼吸を行い、計
算値
67.6(ppm/min)
と測定値に違い
があるかの確認
実験

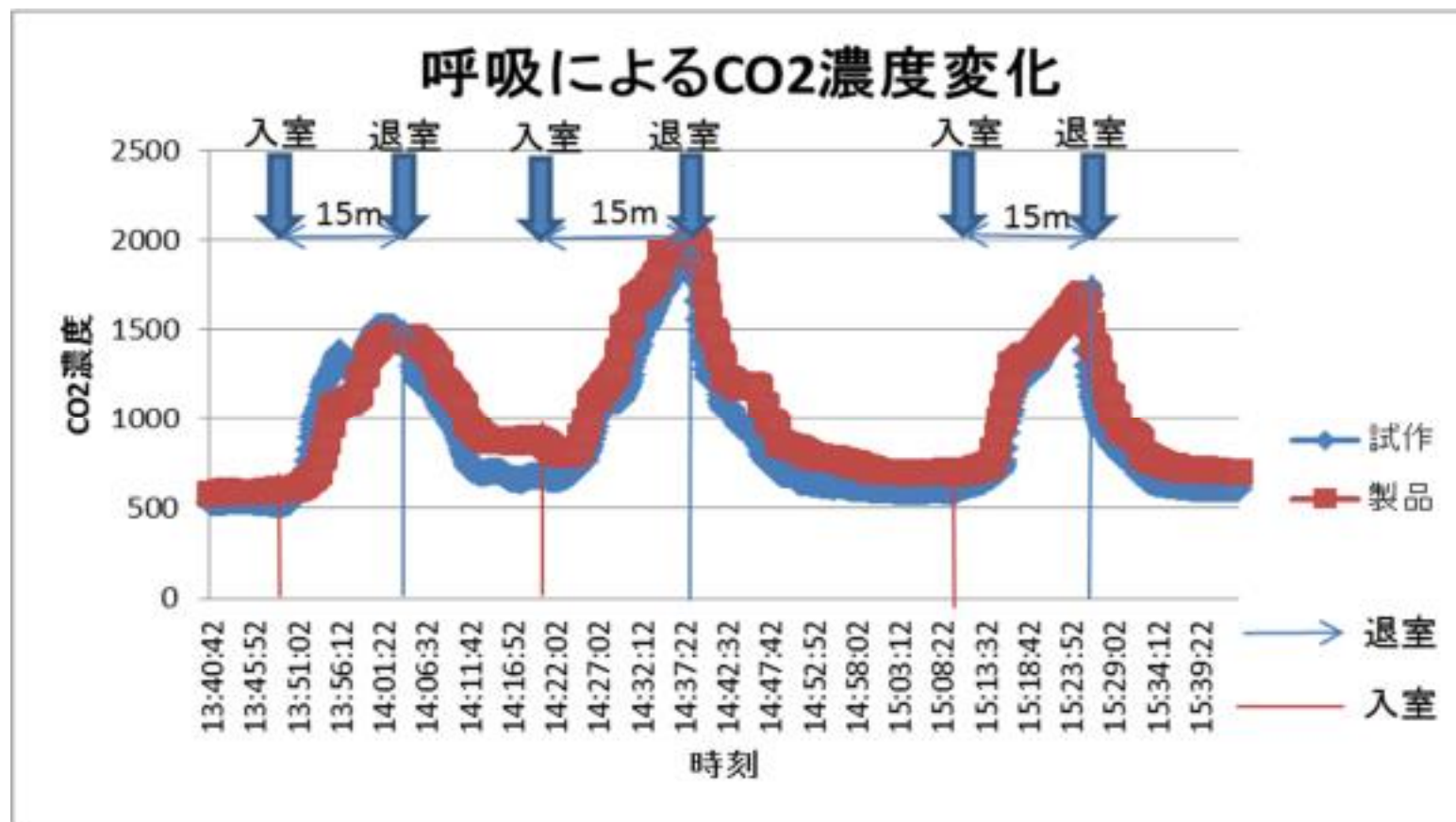


図8 呼吸によるCO₂濃度変化実験結果

クリスタルキャレルを使用した実験

- 大学図書館内クリスタルキャレルにて、人の入室によりCO₂濃度がどのように変化するかを、3つの行動パターンで測定

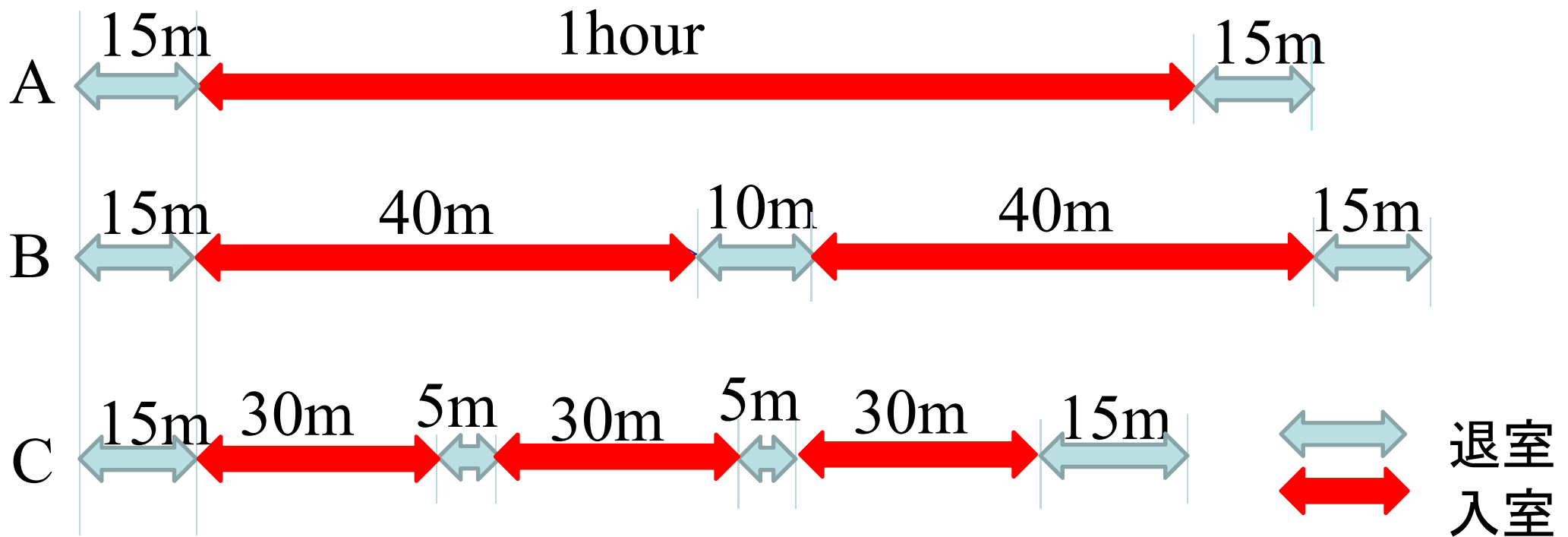


図9 クリスタルキャレル行動パターン

クリスタルキャレルを使用した実験例

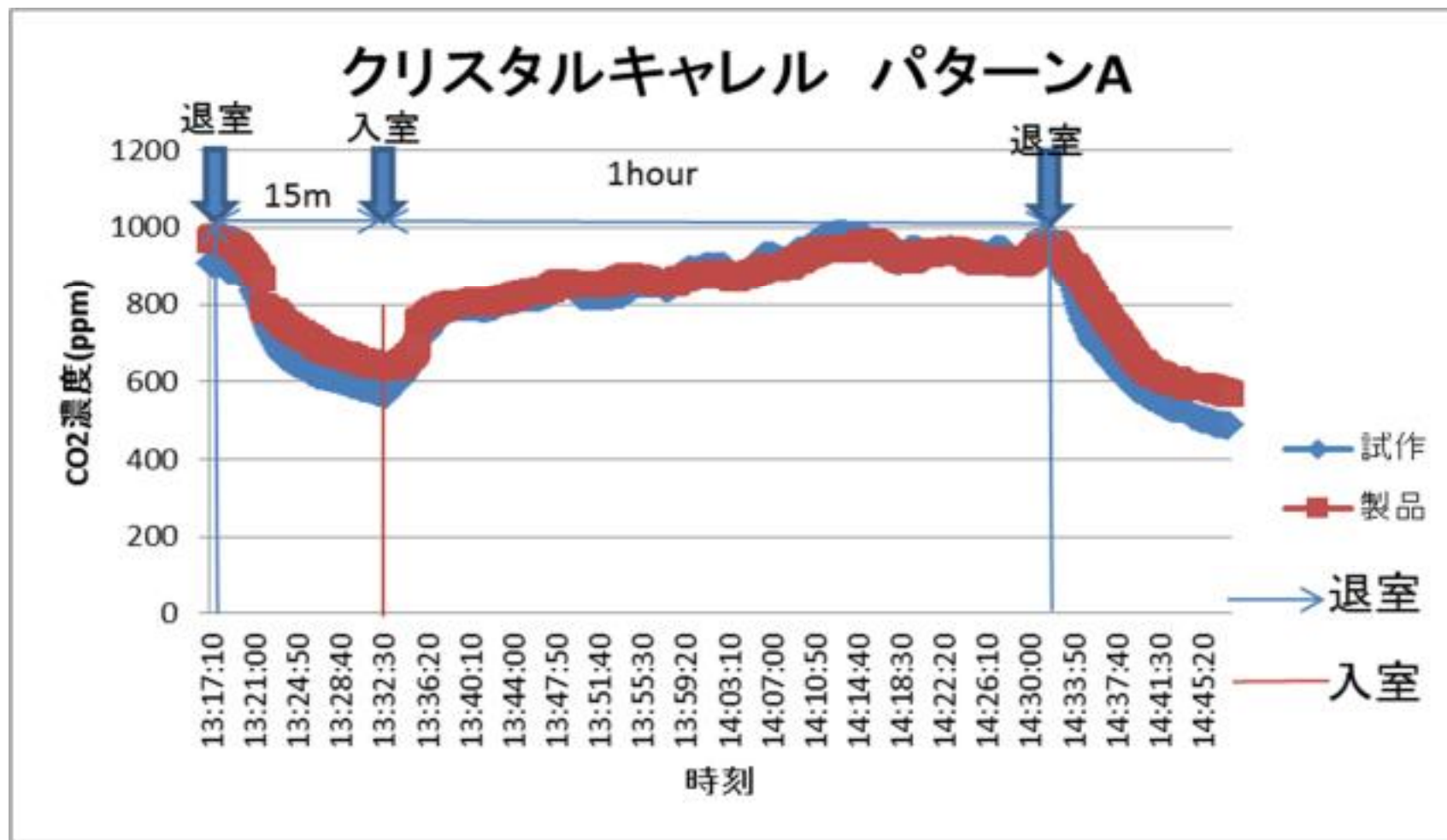


図10 クリスタルキャレル(パターンA)実験結果

考察

- 実験用ハウスを使用した予備実験とクリスタルキャレルを使用した本実験結果から、CO₂濃度は人の存在により上昇するものであると考察
 - 実験用ハウスを使用した実験では、人の入室によりCO₂濃度が上昇、退室して人がいない状態であれば下降
 - クリスタルキャレルを使用した実験では、人がいる状態でもCO₂濃度が下降することがあり、これはエアコンや風による空気の流れによりCO₂が拡散していると推定

人の存在検出アルゴリズム

- 平常時(人がいない状態)から人が入室するとCO₂濃度が増加、退室すればCO₂濃度が減少
- 2つの課題

- ①人がいる状態でもCO₂濃度が上がらない環境
- ②CO₂濃度のしきい値設定

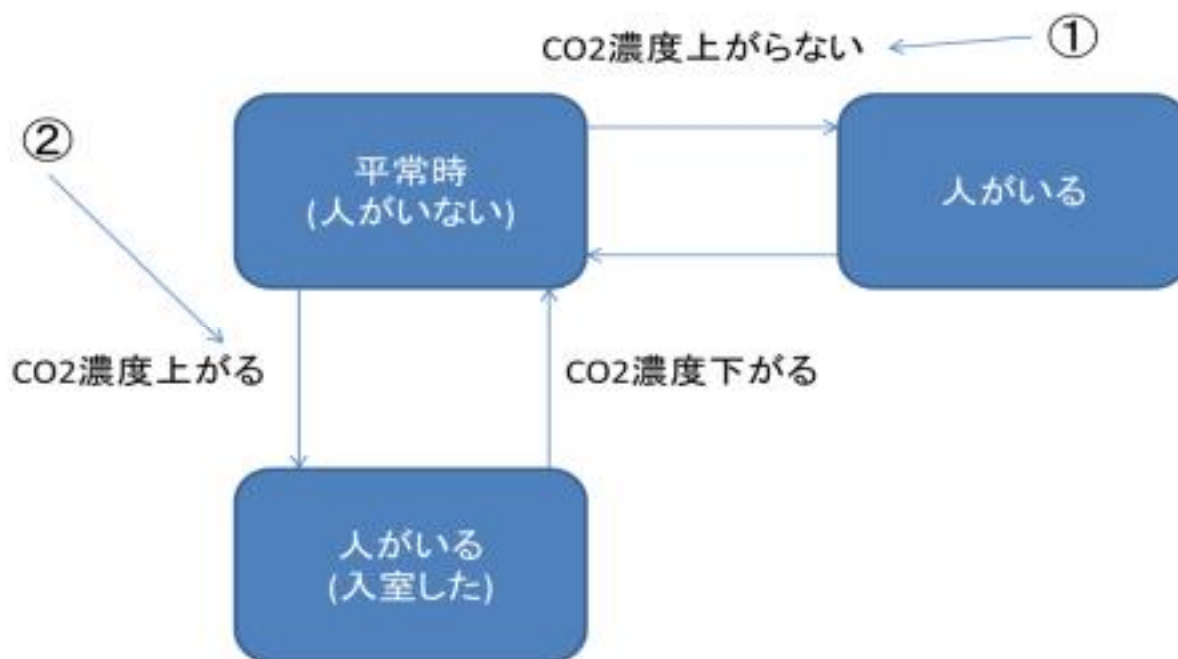


図11 人の存在検出アルゴリズム

人の存在検出アルゴリズム

成蹊大学

- CO₂濃度が人体に影響する濃度数値に達したらアラーム鳴動し、危険提示機能を付与

表2 人体に影響するCO₂濃度表

二酸化炭素の濃度(%)	症状発現までの暴露時間	人体への影響
< 2%		はっきりした影響は認められない
2~3%	5~10分	呼吸深度の増加、呼吸数の増加
3~4%	10~30分	頭痛、めまい、悪心、知覚低下
4~6%	5~10分	上記症状、過呼吸による不快感
6~8%	10~60分	意識レベルの低下、その後意識喪失へ進む、ふるえ、けいれんなどの不随意運動を伴うこともある
8~10%	1~10分	同上
10% <	< 数分	意識喪失、その後短時間で生命の危険あり
30%	8~12呼吸	同上

全体の結果

- 本研究はセンサネットワークを用いたCO₂濃度センサを使用し、環境情報を取得することにより人がいるかどうかを推定することができるか検討
 - 試作器CO₂濃度センサが製品CO₂濃度センサと差異のない結果を示し、簡易な低価格構成であっても有効性あり
- 情報図書館内クリスタルキャレルで使用する人がどのような行動をするかをアルゴリズムで想定をして検討
 - 環境情報で人がいるか、いないかを識別することができるかどうかは周りの条件や環境に関係

実用化: 実用化に向けた課題

- 現在、人の存在判定が可能なところまで開発済み。しかし、判定の不正解率の改善が課題
- 今後、在室・不在について実験データを追加取得し、「高齢者見守りシステム」に適用していく場合の条件設定検討を実施
- 実用化に向けて、不正解率を実用レベルまで向上できるように技術を確立する必要

企業への期待

- 不正解率向上については、センサ感度向上、データ処理技術により対応可能と考えている
- センサ技術を持つ、企業との共同研究を希望
- また、見守りシステムを開発中の企業、監視システム分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる

本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 在室の有無を判定する方法、プログラム、判定システム
- ・ 出願番号 : 特願2015-128914 (未公開)
- ・ 出願人 : 学校法人成蹊学園
- ・ 発明者 : 小口喜美夫、友野貴章

お問い合わせ先

成蹊大学

理工学部 光通信網研究室 教授 小口喜美夫

電話：0422-37-3732 FAX：0422-37-3871

e-mail: oguchi@st.seikei.ac.jp

タマティーエルオー株式会社

研究成果移転事業部長 松永義則

電話：042-649-8461 FAX：042-649-8462

e-mail: matsunaga@tama-tlo.com