

令和3年3月3日

窓の開け方を変えた冬季の講義室の CO₂ 濃度や温湿度の状況を 空気調和・衛生工学会 東北支部 学術・技術報告会で発表

本学共生システム理工学類の赤井仁志特任教授が、福島機工㈱〔本社：福島市〕と、本学の講義室の窓の開け方を4つのパターンで変えて、CO₂（二酸化炭素）濃度と温湿度の状況を測定した結果を、3月10日にオンラインで開催する空気調和・衛生工学会東北支部学術・技術報告会で発表します。

つきましては、事前の周知と当日のご参加をよろしくお願い致します。

【学術・技術報告会の概要】

第10回 空気調和・衛生工学会 東北支部 学術・技術報告会

・3月10日（水） 発表時間帯 15:45～16:15

講演番号 A-15～A-16

・オンラインにて開催

聴講希望者は、3月5日までに下記の URL から申し込んでください。参加費（聴講）は無料です。詳細は、ホームページをご確認ください。

<http://tohoku.shasej.org/gakujutu.html>

【内 容】

講演番号 A-15 換気システム効率化のための室内 CO₂ 濃度と温度分布の把握

（第2報）コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室の事例（1）

○阿部 吉文，紺野 芳之，佐藤 良樹（福島機工㈱），赤井 仁志（福島大学）

講演番号 A-16 換気システム効率化のための室内 CO₂ 濃度と温度分布の把握

（第3報）コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室の事例（2）

○赤井 仁志（福島大学），阿部 吉文，紺野 芳之，佐藤 良樹（福島機工㈱）

実測は、令和2年12月4日と同月18日の2日間の2時限目（10:15～11:35）の講義時間帯を対象にしました。場所は、福島大学 M 棟2階、M-23 講義室と M-24 講義室の2部屋です。



図-1 CO₂ センサ設置の様子

図-1のように、CO₂センサ（CO₂濃度、温度、相対湿度を測定）ポールに取り付けました。図-2のP4、P5、P9（廊下）、P10（屋外）の4箇所は床上1.5メートルに1個ずつ、その他の6点は床上0.5メートル、1.0メートル、1.5メートル、2.0メートルと鉛直に4つずつCO₂センサ取付け、実測をしました（計28個のCO₂センサを設置）。

窓の開け方を表-1のように、開ける位置と開け幅を変えて、実測をしました。

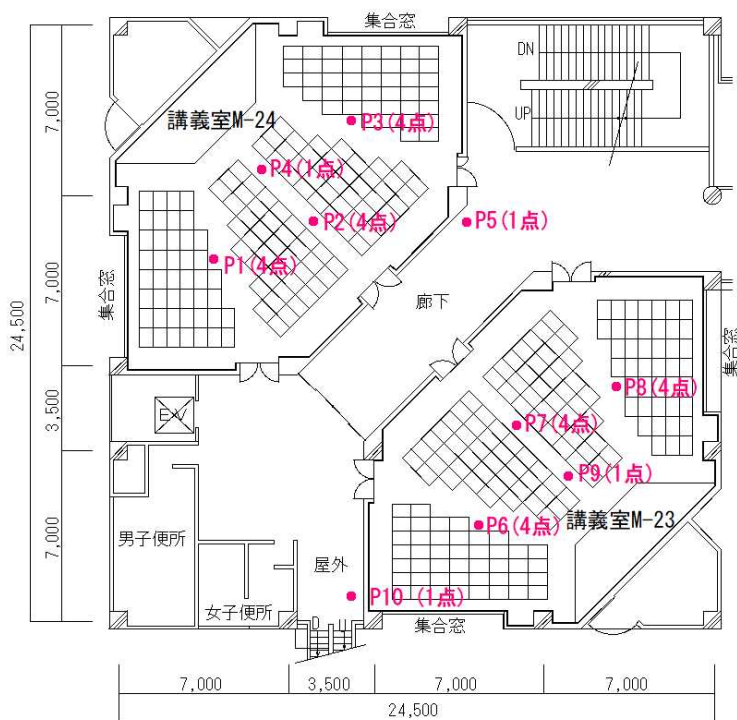


図-2 CO₂センサの設置場所

表-1 集合窓の開け幅 [単位：mm]

集合窓位置	12月4日			12月18日		
	上段	中段	下段	上段	中段	下段
M-23 東側	250	0	0	50	0	0
M-23 南側	250	0	0	50	0	0
M-24 北側	0	0	250	0	0	50
M-24 西側	250	0	0	50	0	0

M-24 講義室の中央部の測定点P2の12月4日と18日のCO₂濃度の時系列変化が、図-3と図-4で、窓の開け幅が少ないとCO₂濃度が高くなりました。

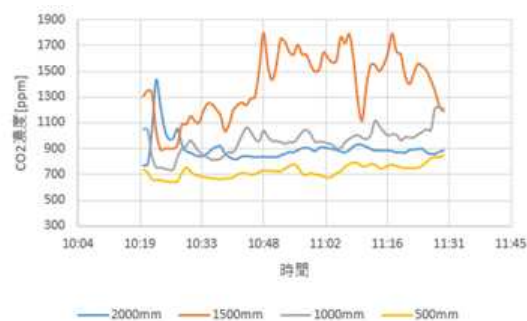
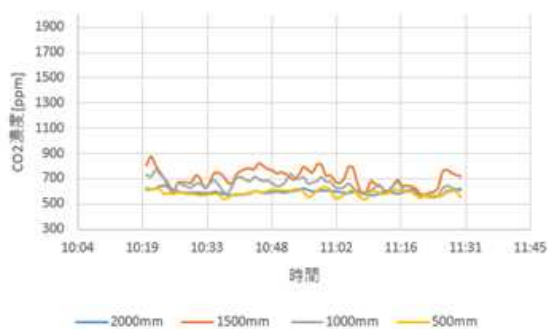


図-3 P2でのCO₂経時変化(12月4日)

図-4 P2でのCO₂経時変化(12月18日)

12月4日と18日の講義室2室のCO₂測定値の平均値が、表-2と表-3です。
窓の開け方が少ないと、CO₂濃度が高くなることがわかります。

表-2 M-23 講義室でのCO₂濃度の平均値 [ppm]

測定 高さ [mm]	M-23 講義室				
	P6	P7	P8	P9	平均
2,000	662	707	667	—	679
	1,015	1,095	1,072	—	1,061
1,500	837	862	891	829	891
	957	1,026	883	1,035	1,012
1,000	650	822	891	—	788
	771	827	883	—	827
500	640	655	711	—	669
	694	699	721	—	705
平均	697	762	826	829	—
	859	912	926	1,035	—

表-3 M-24 講義室でのCO₂濃度の平均値 [ppm]

測定 高さ [mm]	M-24 講義室				
	P1	P2	P3	P4	平均
2,000	586	589	614	—	596
	921	893	887	—	900
1,500	606	712	824	628	693
	1,254	1,388	1,417	1,537	1,399
1,000	541	654	711	—	635
	829	965	1,014	—	936
500	515	583	611	—	570
	686	719	753	—	719
平均	562	635	690	628	—
	923	991	1,018	1,537	—

講義室内での新型コロナウイルス感染症対策として、次年度の冬季の講義室の窓の開け方の指針になるように、今後、さらに解析と評価を行うことを予定しております。

《参考：室内の CO₂（二酸化炭素）濃度基準値》

- ・ 学校環境衛生基準・・・1,500 ppm 以下であることが望ましい
- ・ 建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）
・・・1,000 ppm 以下

なお、本研究は、福島市産学連携による共同研究・委託研究支援事業補助金で採択を受けた「室内 CO₂ 濃度分布測定による換気システム設計手法の確立」の一環で、福島大学と福島機工(株)との共同研究成果のひとつです。

【 公益財団法人空気調和・衛生工学会について 】

1917(大正 6)年に創立した学会で、2 年前に創立 100 周年を迎えました。15,365 名の会員を有し(2019 年 3 月末現在)、日本の工学系学会では 10 番目の規模です。暖冷房・換気、給水・給湯・排水、衛生設備など一般市民の生活と密着した設備やその仕組み・原理などを扱う学問領域で活動する学術団体です。東北支部は、1973（昭和 48）年に設置されました。

同学会の令和 3 年度の大会（全国）は、9 月 15 日（水）～17 日（金）の 3 日間、福島大学で開催することが決定しております。現時点では、福島大学にて対面で開催することで計画しておりますが、新型コロナウイルス感染症による影響等を鑑みて、オンラインを活用する等、計画変更の可能性がございます。対面で開催する場合は、L 講義棟と M 講義棟の 11 講義室を使い、特別講演や一般講演等を行うほか、県内のテクニカルツアーや福島市内での交流会等を行う予定であります。

（お問い合わせ先）

共生システム理工学類 特任教授 赤井仁志

電 話：024-548-8311

メール：akai@sss.fukushima-u.ac.jp

公益社団法人 空気調和・衛生工学会 東北支部

第10回 学術・技術報告会

プログラム

令和3年3月10日(水)

オンライン(Zoomミーティング)

1. 開会式

【開会式】	司会：菅原 正則	宮城教育大学
9:30～9:35 口頭発表A会場・B会場		
挨拶	空気調和・衛生工学会 東北支部 支部長 渡邊 浩文	東北工業大学

2. 学術・技術報告〔口頭発表〕

【性能検証・実態調査】	司会：小林 仁	仙台高等専門学校	掲載 ページ
9:45～11:00 口頭発表A会場			
A-1 住環境要因が循環器疾患の発症に及ぼす影響に関する考察 ～秋田県における実態を基に～	○ 池田 修平 秋田県立大学 長谷川 兼一 秋田県立大学 竹内 仁哉 秋田県立大学 松本 真一 秋田県立大学		1
A-2 秋田県における民生家庭部門の低炭素化シナリオ提案に向けた検討 ～最新データを用いた家族類型別世帯数の将来推計～	○ 工藤 徹 秋田県立大学 長谷川 兼一 秋田県立大学 松本 真一 秋田県立大学 竹内 仁哉 秋田県立大学		5
A-3 竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備とエネルギー消費量の動向に関する考察	○ 小原 豪太 秋田県立大学 長谷川 兼一 秋田県立大学 松本 真一 秋田県立大学 竹内 仁哉 秋田県立大学		9
A-4 秋田県産木材を用いた小規模事務所建築のLCAに関する研究	○ 全 堯 秋田県立大学 長谷川 兼一 秋田県立大学 松本 真一 秋田県立大学 竹内 仁哉 秋田県立大学		13
A-5 雨水利用施設の二酸化炭素排出量に関する研究	○ 福井 啓太 福井水環境研究所 岡田 誠之 東北文化学園大学		17

【環境・シミュレーション】	司会：小林 仁	仙台高等専門学校	掲載 ページ
11:15～12:00 口頭発表A会場			
A-6 室内模型を用いた「居心地の良い室内環境」を考える学習プログラムの提案	○ 堀早 紀子 宮城教育大学 菅原 正則 宮城教育大学		21
A-7 スマートハウスの効果を体験する建物模型教材の開発とオンラインワークショップの実践	○ 菅原 正則 宮城教育大学 野角 光治 仙台高等専門学校		25
A-8 FDSを用いた京都アニメーション火災避難解析に関する研究	○ 竹内 友佐 東北工業大学 許 雷 東北工業大学		29

【温熱空気環境①】	司会：須知 秀行	朝日工業社	掲載 ページ
14:00～15:00 口頭発表A会場			
A-9 (欠番)			
A-10 サステナブル住宅における環境性能の動向調査-IBEC受賞作品の時代背景との比較-	○ 前田 亘輝 秋田県立大学 長谷川 兼一 秋田県立大学 松本 真一 秋田県立大学 竹内 仁哉 秋田県立大学		33
A-11 CFD解析を用いたF病院の病室における温熱・空気環境の検討	○ 中島 由佳 千葉工業大学 高瀬 翔梧 千葉工業大学 會澤 綾人 千葉工業大学 若山 尚之 千葉工業大学		37
A-12 中学校教室における空気・衛生環境の実態	○ 遠藤 里央 宮城教育大学 菅原 正則 宮城教育大学 小林 光 東北大学 江刺 美和 宮城教育大学附属中学校		41

【温熱空気環境②】		司会：須知 秀行	朝日工業社	掲載 ページ
15:15～16:15 口頭発表A会場				
A-13	天井吹出口毎に風量制御する空気式放射空調システムの開発	○ 鈴木 恵 鈴木 慎介 新村 浩一 福森 幹太	三機工業(株) 三機工業(株) 三機工業(株) 三機工業(株)	45
A-14	換気システム効率化のための室内CO2濃度と温度分布の把握 (第1報) 大学事務室の事例	○ 阿部 吉文 紺野 芳之 佐藤 良樹 赤井 仁志	福島機工(株) 福島機工(株) 福島機工(株) 福島大学	49
A-15	換気システム効率化のための室内CO2濃度と温度分布の把握 (第2報) コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室 の事例(1)	○ 阿部 吉文 紺野 芳之 佐藤 良樹 赤井 仁志	福島機工(株) 福島機工(株) 福島機工(株) 福島大学	51
A-16	換気システム効率化のための室内CO2濃度と温度分布の把握 (第3報) コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室 の事例(2)	○ 赤井 仁志 阿部 吉文 紺野 芳之 佐藤 良樹	福島大学 福島機工(株) 福島機工(株) 福島機工(株)	53

【再生可能エネルギー①】		司会：田原 誠	竹中工務店	掲載 ページ
9:45～11:00 口頭発表B会場				
B-1	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調 査と計画 (第1報) 飯舘村での事業実施の背景と再エネの現状、復興への 寄与	○ 菊野 里絵 小松崎 弘道 石田 みゆき 杉岡 誠 庄司 伸也 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕	(一財)ふくしま未来研究会 (一財)ふくしま未来研究会 (株)地域創造研究所 飯舘村 飯舘村 福島大学 福島大学 福島大学 福島大学	55
B-2	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調 査と計画 (第2報) 脱炭素・脱化石燃料を目指した地中熱・蓄熱・VPP導入 と計画の概要	○ 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕 菊野 里絵 小松崎 弘道 石田 みゆき 杉岡 誠 庄司 伸也 田中 雅人 進堂 晃央 中元 秀則 谷藤 浩二	福島大学 福島大学 福島大学 福島大学 (一財)ふくしま未来研究会 (一財)ふくしま未来研究会 (株)地域創造研究所 飯舘村 飯舘村 ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) ゼネラルヒートポンプ工業(株)	57
B-3	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調 査と計画 (第3報) 農業分野での冷却・除湿等の優位性と蓄熱・VPPの活 用の検討	○ 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕 早瀬 訓 山谷 佳枝 恩田 徳雄 塚崎 孝 瀬川 和幸 渡辺 武彦 佐藤 秀一 谷藤 浩二 菊野 里絵 杉岡 誠 庄司 伸也 田中 雅人	福島大学 福島大学 福島大学 福島大学 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) (株)エアテック (株)エアテック ゼネラルヒートポンプ工業(株) (一財)ふくしま未来研究会 飯舘村 飯舘村 ミサワ環境技術(株)	59
B-4	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調 査と計画 (第4報) 地中熱利用のための地盤特性と地中熱交換器埋設工 法計画	○ 進堂 晃央 田中 雅人 中元 秀則 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕 菊野 里絵 杉岡 誠 庄司 伸也 谷藤 浩二	ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) 福島大学 福島大学 福島大学 福島大学 (一財)ふくしま未来研究会 飯舘村 飯舘村 ゼネラルヒートポンプ工業(株)	61

B-5	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調査と計画 (第5報)遠隔監視・制御の有効性と冷暖同時取地中熱ヒートポンプの概要	○ 小倉 怜子 ゼネラルヒートポンプ工業(株) 谷藤 浩二 ゼネラルヒートポンプ工業(株) 赤井 仁志 福島大学 深山 陽子 福島大学 大黒 太郎 福島大学 齊藤 裕 福島大学 菊野 里絵 (一財)ふくしま未来研究会 杉岡 誠 飯舘村 庄司 伸也 飯舘村 田中 雅人 ミサワ環境技術(株) 進堂 晃央 ミサワ環境技術(株) 山谷 佳枝 東北電力(株) 早瀬 訓 東北電力(株) 渡辺 武彦 (株)ユアテック 佐藤 秀一 (株)ユアテック	63
-----	--	--	----

【再生可能エネルギー②】		司会: 田原 誠	竹中工務店	掲載 ページ
11:15～12:15 口頭発表B会場				
B-6	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調査と計画 (第6報) 冷暖同時取地中熱システム計画と有効性	○ 谷藤 浩二 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕 早瀬 訓 山谷 佳枝 恩田 徳雄 塚崎 孝 瀬川 和幸 渡辺 武彦 佐藤 秀一 菊野 里絵 杉岡 誠 庄司 伸也 田中 雅人	ゼネラルヒートポンプ工業(株) 福島大学 福島大学 福島大学 福島大学 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) 東北電力(株) (株)ユアテック (株)ユアテック (一財)ふくしま未来研究会 飯舘村 飯舘村 ミサワ環境技術(株)	65
B-7	地中熱・蓄熱・VPPによるスマート農業実践のための関連事項調査と計画 (第7報) 本事業に基づく今後の展開と将来に向けて	○ 庄司 伸也 杉岡 誠 赤井 仁志 深山 陽子 大黒 太郎 齊藤 裕 菊野 里絵 小松崎 弘道 石田 みゆき 田中 雅人 進堂 晃央 中元 秀則 谷藤 浩二	飯舘村 飯舘村 福島大学 福島大学 福島大学 福島大学 (一財)ふくしま未来研究会 (一財)ふくしま未来研究会 (株)地域創造研究所 ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) ミサワ環境技術(株) ゼネラルヒートポンプ工業(株)	67
B-8	VPPリソースとしての貯湯を含む中央式給湯設備の活用 (その3) 日帰り入浴施設の概要、システムと時間帯別のヒートポンプ性能	○ 堀岡 建吾 安岡 稔弘 小野坂 充央 三島 潤也 天野 雄一朗 藤井 良平 松田 健太郎 赤井 仁志 濱田 靖弘 土山 紘平 猪俣 海斗	(株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント 四国電力(株) 四国電力(株) 四国電力(株) 福島大学 / 北海道大学 北海道大学 北海道大学 北海道大学	69
B-9	VPPリソースとしての貯湯を含む中央式給湯設備の活用 (その4) 実測データを用いたシミュレーション、年間給湯負荷	○ 猪俣 海斗 赤井 仁志 濱田 靖弘 土山 紘平 天野 雄一朗 藤井 良平 松田 健太郎 安岡 稔弘 小野坂 充央 堀岡 建吾 三島 潤也	北海道大学 福島大学 / 北海道大学 北海道大学 北海道大学 四国電力(株) 四国電力(株) 四国電力(株) (株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント (株)四電技術コンサルタント	73

【給湯・排水】		司会：許 雷	東北工業大学	掲載 ページ
14:00～15:15 口頭発表B会場				
B-10	ヒートレサ給湯システムの基礎的特性に関する実験的研究 (その3) 予備実験およびコントローラによるヒータの温度制御実験結果の解析	○ 上林 由果 岩井 良真 赤井 仁志 濱田 靖弘 土山 紘平 猪俣 海斗 岡本 茂 小畑 拓未 磯部 茂樹	関西電力(株) 関西電力(株) 福島大学 / 北海道大学 北海道大学 北海道大学 北海道大学 (株)東畑建築事務所 (株)東畑建築事務所 エヌヴェントジャパン(株)	77
B-11	ヒートレサ給湯システムの基礎的特性に関する実験的研究 (その4) ヒータの自己制御による実験結果の解析およびシステム総合評価	○ 土山 紘平 赤井 仁志 濱田 靖弘 猪俣 海斗 上林 由果 岩井 良真 岡本 茂 小畑 拓未 磯部 茂樹	北海道大学 福島大学 / 北海道大学 北海道大学 北海道大学 関西電力(株) 関西電力(株) (株)東畑建築事務所 (株)東畑建築事務所 エヌヴェントジャパン(株)	81
B-12	(欠番)			
B-13	集合住宅の排水負荷計算に用いる衛生器具の器具排水特性と排水実態に関する調査	○ 篠塚 利彦 大塚 雅之 山崎 信吾 中野 英治	関東学院大学 関東学院大学 (独)都市再生機構 (独)都市再生機構	85
B-14	中層ALC集合住宅へ適用する専用排水立て管システムの排水性能評価に関する研究	○ 阿部 斗哉 大塚 雅之 石井 方奈子 篠塚 利彦 松村 弘慈	関東学院大学 関東学院大学 関東学院大学 関東学院大学 旭化成ライフライン(株)	89

【空調システム】		司会：許 雷	東北工業大学	掲載 ページ
15:30～16:15 口頭発表B会場				
B-15	導電性高分子ポリマーを用いた交流による通電再生型デシカント空調システムに関する研究	○ 伊藤 健允 小林 光 白須 公二郎 金井 文彦 川勝 英樹 小林 大	東北大学 東北大学 東北大学 (株)クレバ 東京大学 東京大学	93
B-16	地中熱ヒートポンプ空調システムを備えた住宅の省エネルギー性能に関する研究 (その5) 実大試験家屋を対象とした異なる採熱方式の暖冷房実験	○ 竹内 仁哉 長谷 川兼一 松本 真一 小田島 賢成	秋田県立大学 秋田県立大学 秋田県立大学 秋田県立大学	95
B-17	アクアマリンふくしま(AMF)のエントランスホール空調に関する調査及び検証	○ 飯田 卓也 田村 真生 宮下 雅俊 若山 尚之	千葉工業大学 千葉工業大学 千葉工業大学 千葉工業大学	99

3. 技術PR

【技術PR】		司会：後藤正徳	第一工業	掲載 ページ
12:30～13:30 口頭発表A会場				
G-1	室圧の変更が可能な多用途簡易クリーンブース「DiverCell」	磯 佑輔	新日本空調(株)	101
G-2	コロナ禍を契機とした、三菱電機の快適空間提案	赤間 健志	三菱電機住環境システムズ(株)	103
G-3	工場用ゾーン空調機の特徴について	佐竹 正弘	木村工機(株)	105
G-4	建築現場における樹脂配管のご提案	浅野 啓志	積水化学工業(株)	109

4. 閉会式

【閉会式】		司会：菅原 正則	宮城教育大学
16:30～16:45 口頭発表A会場・B会場			
閉会の辞		空気調和・衛生工学会 東北支部 副支部長 田原 誠	竹中工務店

A-15

換気システム効率化のための室内 CO₂ 濃度と温度分布の把握

(第2報) コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室の事例 (1)

○阿部 吉文, 紺野 芳之, 佐藤 良樹 (福島機工㈱), 赤井 仁志 (福島大学)

Actual Measurement Survey of Indoor CO₂ Concentration and Temperature Distribution
Aiming at Ventilation System Efficiency,
Part 2, Actual Measurement Example of University Lecture Room due to Differences in Width
Adjustment of Opening Windows due to Corona Virus #1
Yoshihumi Abe, Yoshiyuki Konno, Yoshiki Sato (Fukushima Kiko Co.,Ltd.),
Hitoshi Akai (Fukushima University),

キーワード：新型コロナウイルス感染症, CO₂ 濃度分布, 温湿度分布, 講義室

はじめに

本研究は、福島市産学連携による共同研究・委託研究支援事業補助金で採択を受けた「室内 CO₂ 濃度分布測定による換気システム設計手法の確立」の一環である。

1. 実測概要

1.1 実測期間・場所

実測は、2020 年 12 月 4 日と同日 18 日の 2 日間の 2 時限目 (10:15~11:35) の講義時間帯を対象にした。場所は、福島大学 M 棟 2 階、M-23 講義室、M-24 講義室の 2 部屋である。

1.2 測定装置・測定方法

(1) CO₂ センサ

CO₂ センサ設置の様子は図-1 の通りで、ポールに取付た。P1~P10 の計 10 地点のセンサ設置高さは P4・P5・P9・P10 は床上 1,500 mm に 1 個、その他の点では床上 500 mm、1,000 mm、1,500 mm、2,000 mm の計 4 個を鉛直に取付け、10 地点の合計で 28 個のセンサを設置し、平面方向と鉛直方向の CO₂ 濃度分布を測定した。

図-2 に CO₂ センサの配置を示す。センサは 1 秒間隔で測定した。

(2) 換気状況

測定を行った M-23、M-24 講義室は左右対称の形状をしており、外壁に外倒し窓の集合が 2 か所あり、廊下に出る扉が 2 か所ある。カセット型全熱交換器(風量 590 m³/h)が 2 台と空調用アネモ型吹出し口が 10 個設置されている。コロナ禍のため、窓の集合 2 か所と廊下側の 2 つの扉は開けられ、全熱交換器は運転している状態であった。外

壁の外倒し窓の集合は、窓 1 枚の大きさは縦 680 mm、横 840 mm で 1 か所に縦 3 枚横 5 枚が組み合わさっており、上段は上開き、中段と下段は下開きの形状をしている。

表-1 に、集合窓の窓の開け幅を示す。開き具合は開いた窓の先端と窓枠との水平距離である。このように、集合窓の開ける高さ、開け幅を変化させて比較することとした。



図-1 CO₂ センサ設置の様子

表-1 集合窓の開け幅 [単位: mm]

集合窓位置	12 月 4 日			12 月 18 日		
	上段	中段	下段	上段	中段	下段
M-23 東側	250	0	0	50	0	0
M-23 南側	250	0	0	50	0	0
M-24 北側	0	0	250	0	0	50
M-24 西側	250	0	0	50	0	0

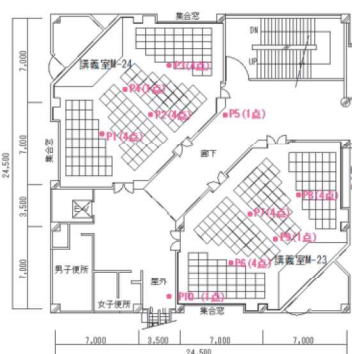


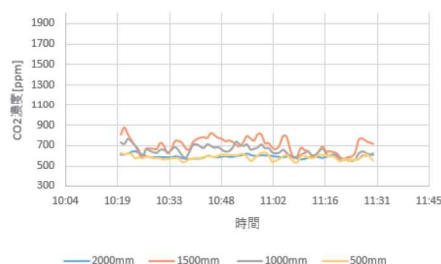
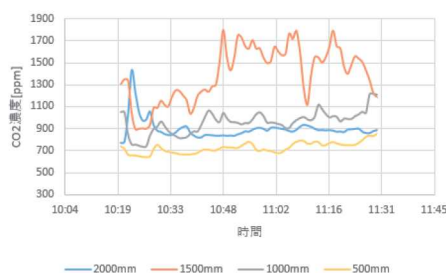
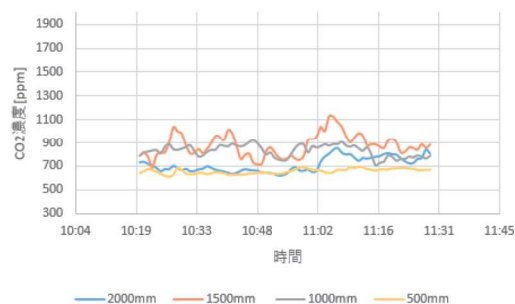
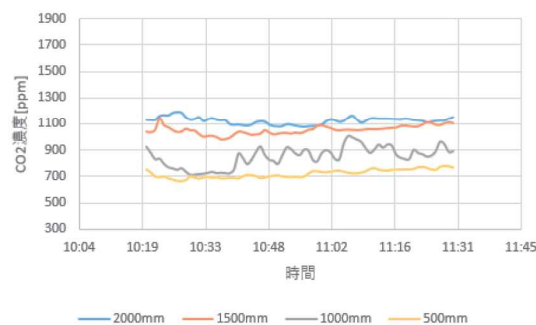
図-2 測定器の設置場所

2. 実測結果

測定した12月の2日は、ともに快晴で屋外は無風状態に近かった。測定対象の時間帯(10:15～11:35)の屋外平均温湿度とCO₂濃度は、12月4日が7.5℃、46.7%RH、400ppm、12月18日が8.1℃、51.8%RH、431ppmであった。図-3～図-4にP2、図-5～図-6にP7でのCO₂と温度の経時変化を示す。

3. 考察

講義室の収容可能人数163人に対し、12月4日の在室人数は61人(37.4%)、12月18日は46人(28.2%)であった。18日の方が人の密度が低いにも関わらず、同室での測定結果図-3と図-4を比較すると人の密度が低い18日の方が全体的にCO₂濃度は高い。実際の使用状況を測定している


 図-3 P2でのCO₂経時変化(12月4日)

 図-4 P2でのCO₂経時変化(12月18日)

 図-5 P7でのCO₂経時変化(12月4日)

 図-6 P7でのCO₂経時変化(12月18日)

ため、4日と18日で在室人数が異なるが、人為的に付けた違いとして4日と18日では窓の開く幅を250mmから50mmに狭めている。図-4を見ると床上1,500mmでのCO₂濃度が特に高くなっている。着座で人の口元は床上1,100mm位にあり、人の口元よりも少し高いところのCO₂濃度が高い結果となった。¹⁾

18日のM-23講義室は空調機が停止しており、同日別室での図-4と図-6を比較すると図-4では床上1,500mmでのCO₂濃度が特に高く、空調機が停止していた図-6では2,000mmと1,500mm共に高い値となり、空調機の運転が鉛直方向のCO₂濃度分布に影響を及ぼすことがわかった。

謝辞

調査で福島大学施設課の田牧貴教課長と渡部一徳係長に協力いただいた。感謝申し上げます。

参考文献

1)劉述照、吉野博、持田灯：天井空調暖房が設置された教室内の温度・CO₂濃度分布の測定、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、pp.367-368,2010.9

A-16

換気システム効率化のための室内 CO₂ 濃度と温度分布の把握

(第3報) コロナ禍で窓の開け幅調整等の違いによる大学講義室の事例 (2)

○赤井 仁志 (福島大学), 阿部 吉文, 紺野 芳之, 佐藤 良樹 (福島機工(株))

Actual Measurement Survey of Indoor CO₂ Concentration and Temperature Distribution
Aiming at Ventilation System Efficiency,
Part 3, Actual Measurement Example of University Lecture Room due to Differences in Width
Adjustment of Opening Windows due to Corona Virus #2
Hitoshi Akai (Fukushima University),
Yoshihumi Abe, Yoshiyuki Konno, Yoshiki Sato (Fukushima Kiko Co.,Ltd.)

キーワード：新型コロナウイルス感染症, CO₂ 濃度分布, 温湿度分布, 講義室

1. 実測結果

1.1 経時変化

12月4日と18日とも晴れており、屋外は無風であった。4日と18日のP2とP7における温度の経時変化は図-1～図-4となった。

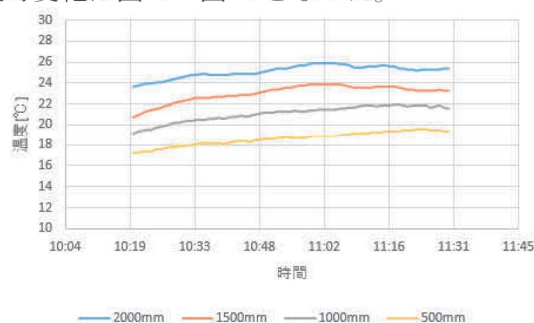


図-1 P2 での温度経時変化(12月4日)

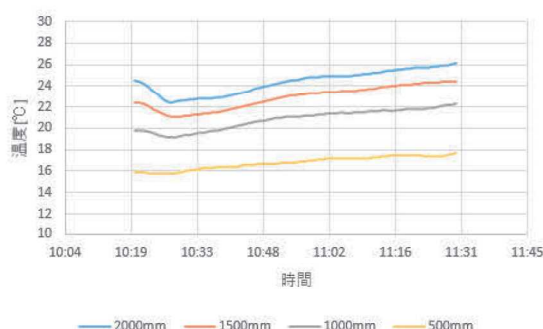


図-2 P2 での温度経時変化(12月18日)

1.2 各地点の測定値の平均

12月4日と18日のP1～P4、P6～P9のCO₂濃度と温度の測定値の平均値は表-1、表2となった。測定高さ1,500mmの講義室M-23、M-24とP5(廊下)、P10(屋外)での湿度の平均値は表-3である。

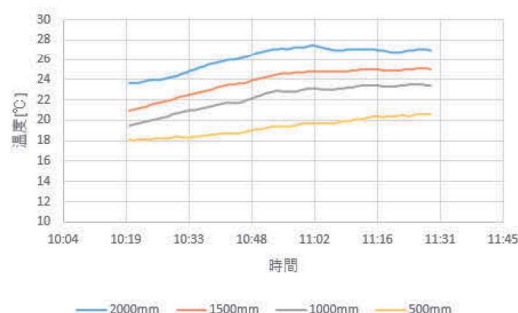


図-3 P7 での温度経時変化(12月4日)

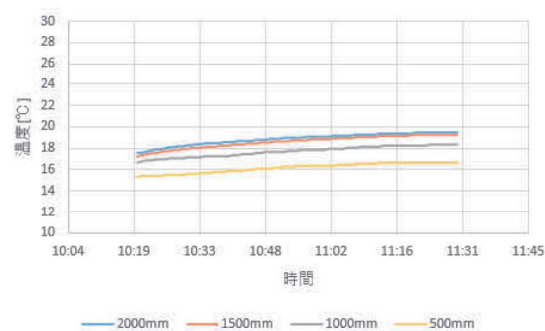


図-4 P7 での温度経時変化(12月18日)

2. 考察

図-1～図-4では、足元の温度が一番低く、測定高さが高くなるにつれて温度も高い。CO₂の経時変化に比べ時間当たりの変化は穏やかで、足元側から天井側に向けて等高線のように温度が高くなる傾向が見られる。

表-2を見ると12月18日講義室M-23での測定高さ2,000mmの平均温度は18.3℃で、図-1～図-3と図-4を比べると明らかに低く、12月18日の講義室M-23の空調機は停止していたと予想す

表-1 M-23, M-24 での CO₂ 濃度の平均値 [ppm] (上段: 12 月 4 日, 下段: 12 月 18 日)

測定高さ [mm]	M-23					M-24				
	P6	P7	P8	P9	平均	P1	P2	P3	P4	平均
2,000	662	707	667	—	679	586	589	614	—	596
	1,015	1,095	1,072	—	1,061	921	893	887	—	900
1,500	837	862	891	829	891	606	712	824	628	693
	957	1,026	883	1,035	1,012	1,254	1,388	1,417	1,537	1,399
1,000	650	822	891	—	788	541	654	711	—	635
	771	827	883	—	827	829	965	1,014	—	936
500	640	655	711	—	669	515	583	611	—	570
	694	699	721	—	705	686	719	753	—	719
平均	697	762	826	829	—	562	635	690	628	—
	859	912	926	1,035	—	923	991	1,018	1,537	—

表-2 M-23, M-24 での気温の平均値 [°C] (上段: 12 月 4 日, 下段: 12 月 18 日)

測定高さ [mm]	M-23					M-24				
	P6	P7	P8	P9	平均	P1	P2	P3	P4	平均
2,000	26.4	26.0	26.4	—	26.3	24.6	25.0	24.8	—	24.8
	18.4	18.4	18.2	—	18.3	24.7	24.4	24.4	—	24.5
1,500	23.6	23.6	23.5	23.4	23.5	22.6	22.9	22.6	22.8	22.7
	18.2	18.0	18.1	17.8	18.0	22.9	22.9	22.8	22.5	22.8
1,000	22.2	22.0	21.8	—	22.0	20.8	20.9	20.2	—	20.6
	17.5	17.3	17.4	—	17.4	20.9	20.9	21.0	—	20.9
500	20.3	19.2	19.3	—	19.6	19.2	18.5	17.3	—	18.3
	16.3	15.7	15.9	—	16.0	18.0	16.6	17.5	—	17.4
平均	23.1	22.7	22.8	23.4	—	21.8	21.8	21.2	22.8	—
	17.6	17.4	17.4	17.8	—	21.6	21.2	21.4	22.5	—

表-3 相対湿度の平均値 [%RH]

測定高さ [1,500mm]	12 月 4 日	12 月 18 日
講義室 M-23	24	33
講義室 M-24	23	31
P-5(廊下)	33	42
P-10(屋外)	47	50

る。

表-1 の通り、全体的に 12 月 4 日よりも窓の開きが小さい 18 日の方が、CO₂ 濃度が高い。

18 日の CO₂ 濃度は、空調機が止まっていた講義室 M-23 では測定高さ 2,000 mm と 1,500 mm での CO₂ 濃度が同程度で共に高い。空調機が動いていた講義室 M-24 では測定高さ 1,500 mm での濃度が特に高い。4 日と比べた CO₂ 濃度上昇は、講義室

M-23 では測定高さ 2,000 mm での濃度上昇が一番高く、講義室 M-24 では測定高さ 1,500 mm での濃度上昇が一番高い。

18 日の講義室 M-23 の P7 と講義室 M-24 の P2 での CO₂ 濃度を比較では、P7 の測定高さ 1,500 mm で 1,026ppm に対し、P2 では 1,388ppm と 362ppm の差があるにもかかわらず、平均値では P7 で 912ppm に対し P2 では 991ppm と 79ppm の差しかなかった。

平均値が同程度の値で、測定高さにより CO₂ 濃度の差が大きくなったことから、空調方式が鉛直方向の CO₂ 濃度分布に影響を及ぼすと考えられる。

表-3 から相対湿度の平均値は廊下や屋外が高いが、絶対湿度と相対湿度の差と考えられる。