

## プログラミング入門教育の教室環境の調査

土肥 紳一†

東京電機大学 情報環境学部‡

## 1. はじめに

東京電機大学情報環境学部は、学生諸君が所有するノート PC を活用する BYOD(Bring Your Own Device)を取り入れており、専用のコンピュータ教室は持っていない。プログラミング入門教育では、モチベーションの向上を目指した教授法(SIEM)を開発し、BYOD を活用しながら受講者のモチベーションを高い状態に維持できるようになった。

さらなるモチベーション向上を目指すため、教室内の空気に着目するようになった。人の呼気には二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が含まれており、教室に多くの人が集まると空気が汚れる。厚生労働省では 1000ppm の CO<sub>2</sub> 濃度の基準値が設けられている[1]。ちなみに大気は約 400ppm の濃度である。人への影響は 1000ppm を超えると、眠気などの影響が現れ、眠気は受講者のモチベーションを低下させる要因に繋がる。ノート PC 等を活用する授業は、受講者にテクノストレスを与え、さらなるモチベーションの低下が懸念される。本論文では、教室内の CO<sub>2</sub> 濃度、気温、湿度に着目し調査した。その結果を述べる。

## 2. 測定対象の授業と教室

測定対象の授業は、手続き型プログラミングの入門を学習する「コンピュータプログラミング A」である。この授業は 5 名の教授者がクラス分割で対応しており、筆者のクラス(受講者数は約 60 名)を測定対象とした。授業は、月曜日と水曜日の 14:30~16:20 に開講し、途中 10 分間の休憩を入れる。教室のレイアウトは図 1 に示す。テーブルが 8 個、その周りを 8 名の受講者(○)が着席する。スクリーンが 3 面ついており、教卓に教授者(●)が着席する。

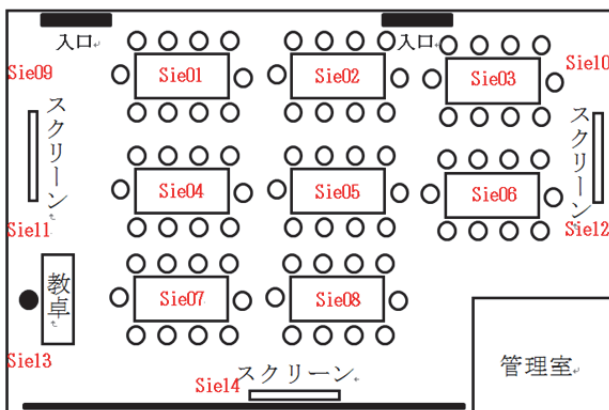


図 1 教室(i-room)のレイアウト

Investigation of classroom environment for computer programming education

†Shinichi Dohi

‡The School of Information Environment, Tokyo Denki University

細長い黒い線は、出入り口のドアと窓の位置を、Sie01~Sie14 は測定装置(ワイヤレスデータロガー:RTR-576-H)の位置を示している。測定の開始・終了・データの回収は WiFi でノート PC に接続した測定装置の親機から行え、大変便利である。測定装置の床からの高さは、Sie09 が 147cm, Sie11 が 113cm, Sie13 が 260cm, その他は 70cm である。

## 3. ドアと窓を閉めた状態の測定結果

2016 年 10 月 17 日の 14:00~16:18 の時間帯に、1 分間隔で測定した Sie01~Sie14 の最大値と最小値を表 1 に示す。測定中は空調を 27°C に設定し、換気機能を作動させた状態で行った。天候は雨天、i-room のドアと窓は、閉め切った状態であった。

(1) CO<sub>2</sub> 濃度、気温、湿度の最大値と最小値

CO<sub>2</sub> 濃度の最小値は(min), Sie04 と Sie13 が 472ppm であった。各装置の最小値は、500ppm 前後になっており、外気に近いことが分かった。なお各装置の制度は、±50ppm である。一方、最大値(max)は Sie08 の 1354ppm であった。最大値は、Sie01~Sie14 の全てで厚生労働省の 1000ppm の基準を超えていることが分かった。Sie13 は、最大値の中で最小であることが分かった。天井に近い位置に設置したことによる影響が窺える。

気温に着目すると、最小値は Sie14 の 22.5°C、最大値は Sie05 の 27.2°C であった。当日の天候は雨天で気温が低く、Sie14 は最大値の中で最少となっており、窓側に設置したことによる影響が窺える。湿度に着目すると、最小値は Sie05 の 54.3%、最大値は Sie14 の 67.5% であった。雨天の影響で、気温同様に、窓側に設置した影響が窺える。

表 1 測定結果(2016 年 10 月 17 日 i-room)

	CO <sub>2</sub> 濃度(ppm)		気温(°C)		湿度(%)	
	min	max	min	max	min	max
Sie01	503	1165	23.8	26.4	55.2	59.9
Sie02	482	1181	23.9	26.4	57.2	62.2
Sie03	499	1231	23.9	26.7	56.0	60.3
Sie04	472	1126	24.3	27.0	55.3	59.1
Sie05	491	1255	24.4	27.2	54.3	59.4
Sie06	508	1287	24.4	26.7	56.2	59.5
Sie07	525	1195	24.1	26.9	55.0	59.4
Sie08	521	1354	23.9	26.8	56.9	62.2
Sie09	527	1145	23.2	25.1	59.7	62.8
Sie10	508	1304	23.9	26.1	57.1	60.4
Sie11	505	1105	23.7	25.8	57.7	60.7
Sie12	497	1277	24.0	26.2	57.2	62.1
Sie13	472	1111	24.2	26.5	56.0	58.6
Sie14	489	1184	22.5	24.2	62.6	67.5

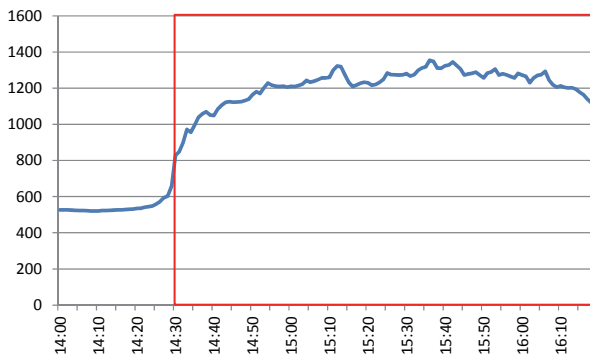


図2 Sie08のCO<sub>2</sub>濃度の変化(10月17日)

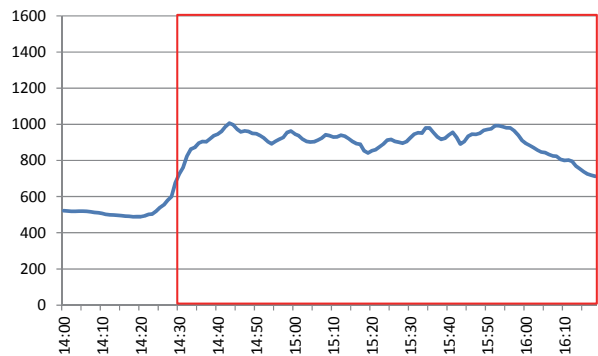


図4 Sie08のCO<sub>2</sub>濃度の変化(10月19日)

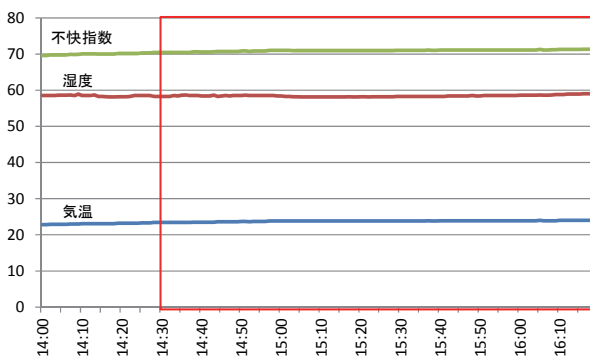


図3 Sie08の気温、湿度、不快指数の変化

(2) CO<sub>2</sub>濃度、気温、湿度の時間的な変化

CO<sub>2</sub>濃度の時間的な変化は、最も高い数値を記録した Sie08 に着目し、結果を図2に示した。横軸が時刻、縦軸がCO<sub>2</sub>濃度を示している。「コンピュータプログラミングA」の授業開始に合わせて、CO<sub>2</sub>濃度は急激に1400ppm近くまで上昇している。この日の受講者は約60名であり、ほぼ定員状態であった。空調の換気機能が追いついていないことが窺える。当日の課題ができあがった受講者が16:00頃から退室を始めたため、CO<sub>2</sub>濃度が徐々に低下している。なお、赤い枠は、授業時間帯を示している。

気温、湿度、不快指数の時間的な変化は、図3に示す。気温は23.9~26.8℃、湿度は56.9~62.2%の変化に止まっており、空調の機能が効果的に働いていることが窺える。不快指数は70%程度であり、「快い」から「暑くない」であった。

4. ドアと窓を開けた状態の測定結果

同様に、2016年10月19日の14:00~16:18の時間帯に測定した結果を表2に示す。この日の天候は快晴で、ドアと窓は開けた状態で測定した。

(1) CO<sub>2</sub>濃度

CO<sub>2</sub>濃度の最小値は、Sie13の434ppmであった。一方、最大値はSie03の1080ppmであった。Sie03以外に厚生労働省の1000ppmの基準を超えたものは、Sie06, Sie08, Sie10の計4つであった。i-roomのドアと窓を開けた効果が、顕著に現れている。Sie13は、前回同様に最小値と最大値の中で最小であることが分かった。天井に近い位置に設置したことによる影響が、ここでも窺えた。なお、気温と湿度については、紙面の都合で説明を割愛した。

表2 測定結果(2016年10月19日 i-room)

	CO <sub>2</sub> 濃度(ppm)		気温(℃)		湿度(%)	
	min	max	min	max	min	max
Sie01	470	854	25.9	27.1	50.2	57.9
Sie02	449	916	26.0	27.1	51.5	58.9
Sie03	465	1080	25.5	27.5	51.0	58.9
Sie04	436	822	26.2	27.6	49.9	59.5
Sie05	455	920	26.3	28.1	48.3	57.6
Sie06	475	1032	26.1	28.1	48.3	58.4
Sie07	492	926	26.5	27.5	48.7	58.4
Sie08	489	1007	26.6	27.7	49.7	58.7
Sie09	492	817	25.8	26.5	51.6	60.0
Sie10	474	1032	26.0	27.1	50.8	61.6
Sie11	473	778	26.3	27.0	50.4	57.8
Sie12	460	958	26.2	27.3	49.3	58.7
Sie13	434	801	27.0	28.2	48.7	57.2
Sie14	445	902	28.2	30.2	43.2	52.0

(2) CO<sub>2</sub>濃度の時間的な変化

CO<sub>2</sub>濃度の時間的な変化は、10月17日の測定で最も高い数値を記録した Sie08 に着目し、結果を図4に示した。CO<sub>2</sub>濃度は、授業開始に合わせて急激に上昇するが、1000ppm 辺りで上昇しなくなっていることが分かった。空調の換気機能に加えて、ドアと窓を開けることによる換気効果が示された。当日の課題ができあがった受講者が15:50頃から退室を始めたため、CO<sub>2</sub>濃度が低下している。気温、湿度、不快指数は、紙面の都合で割愛した。

5. まとめ

CO<sub>2</sub>濃度は授業開始に合わせて、急激に上昇し1400ppm 近くまで達することが分かった。1000ppm を超えると眠気等が誘発されることを考慮すると、モチベーションの低下を誘発している可能性がある。今後は、教室内のCO<sub>2</sub>濃度の分布を分析し、1000ppm を越えないように換気を行う方法を探りたい。本研究は、東京電機大学総合研究所研究Q15J-02として行っているものである。

参考文献

1) <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsuseisei10/>, 建築物環境衛生管理基準, 厚生労働省, 2016年10月31日12:00閲覧。