

プログラミング教育における夏から冬にかけての空気の調査

土肥 紳一†

東京電機大学 システムデザイン工学部†

1. はじめに

学生諸君が所有するノート PC を大学に持ち込んで授業を行う BYOD(Bring Your Own Device)が定着している。BYOD は、一般の講義室に電源や無線 LAN 等の設備を追加することによって実現でき、コンピュータ教室よりも費用を安く抑えることができる。このような状況の中で、受講者が多く集まると、呼気に含まれる二酸化炭素(CO₂)によって空気が汚れる。厚生労働省では 1000ppm の CO₂濃度の基準値が設けられている [1]。人への影響は 1000ppm を超えると、眠気などの影響が現れると言われており、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、受講者に少なからず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、教室内の空気に着目し、夏、秋、冬の季節の変化における調査結果について述べる。

2. 調査対象の授業と教室

調査対象の授業は、手続き型のプログラミング入門を学習する「コンピュータプログラミング A」である。この授業は受講者数が多いため、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)を調査対象とした。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。

調査対象の教室は、千葉ニュータウンキャンパスのクリエイションラボの 2階にある i-room である。この教室は、西日が当たる側に窓がある。断熱効果と保温効果に乏しい教室である。教室のレイアウトを図 1 に示す。テーブルが 8 個、その周りを 8 名の

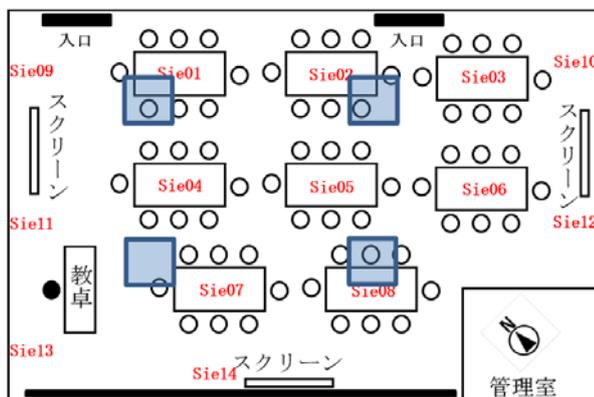


図 1 教室(i-room)のレイアウト

受講者(○)が着席する。スクリーンが 3 面付いており、教卓に教授者(●)が着席する。Sie01 から Sie14 が測定装置の位置を示している。Sie01 から Sie08, Sie10 および Sie12 は、床から約 70cm の高さである。Sie09 は約 140cm, Sie11 は約 110cm である。Sie13 は意図的に天井近くに設置し約 260cm である。空調は天井に 4 つ設置されており、青色の四角で表示した。各辺から 4 方向に空気が放出される。高さによる違いを調査するために、Sie01 から Sie14 のほぼ真下の床の上に、Sie15 から Sie28 の測定装置を設置した。

3. 調査結果

調査結果は、2016 年の 9 月 12 日(夏)、10 月 24 日(秋)、12 月 14 日(冬)の 14:20~16:20 であり、1 分間隔で測定した結果を以下に述べる。i-room の空調は換気設備も付いており、これを作動させた状態で測定した。ドアと窓は閉めた状態である。

(1) 夏の測定結果(2016 年 9 月 12 日)

この日は、床上に装置を準備できなかったため、Sie01 から Sie14 の CO₂濃度の平均値、最小値、最大値を表 1 に示した。表の中では、平均、最大、最小と記し、以下同様である。CO₂濃度の平均値は、1300pp を超えたのは Sie03, Sie06, Sie10 であり赤で示した。図 1 の右側のスクリーン付近に CO₂濃度の高い場所が集中している。Sie13 の平均値は 998.3ppm と、他の測定装置よりも低く青で示した。天井付近は CO₂濃度が低いことが分かった。なお、気温と湿度については、紙面の都合で割愛した。

表 1 夏の測定結果(2016 年 9 月 12 日 i-room)

Sie	平均	最大	最小
01	1159.4	1379	516
02	1213.2	1488	479
03	1315.2	1563	492
04	1106.0	1289	485
05	1214.9	1414	485
06	1305.5	1544	499
07	1154.8	1366	523
08	1249.5	1475	507
09	1172.8	1433	527
10	1321.0	1557	493
11	1082.2	1306	501
12	1281.6	1516	477
13	998.3	1187	461
14	1125.7	1353	485

(2) 秋の測定結果(2016 年 10 月 24 日)

Sie01 から Sie28 の CO₂濃度について、表 2 に示す。机上の平均値が 1200ppm に近いのは、Sie03, Sie06, Sie08, Sie10, Sie12 であった。床上の平均値が 1200ppm に近いのは、Sie17, Sie20, Sie26 であり赤で示した。図 1 の右側に CO₂濃度の高い場所が集中していることが明らかになった。

Air measurement in classroom for computer programming education from summer to winter
†Shinichi Dohi, School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

表 2 秋の測定結果(2016年10月24日 i-room)

Sie	平均	最大	最小	Sie	平均	最大	最小
01	1069.0	1299	466	15	1077.6	1320	475
02	1117.6	1297	449	16	1123.8	1329	463
03	1183.5	1403	461	17	1240.0	1481	510
04	1026.0	1202	441	18	1036.5	1280	461
05	1089.3	1290	458	19	1091.4	1288	470
06	1220.6	1450	471	20	1166.9	1401	488
07	1118.5	1293	500	21	1051.2	1208	472
08	1192.1	1434	492	22	1121.4	1339	479
09	1079.1	1242	493	23	1033.4	1209	473
10	1194.0	1406	469	24	1148.8	1370	449
11	971.0	1137	471	25	965.7	1148	452
12	1179.3	1424	459	26	1190.7	1435	471
13	934.1	1081	439	27	982.5	1136	463
14	1038.0	1258	461	28	1020.2	1242	454

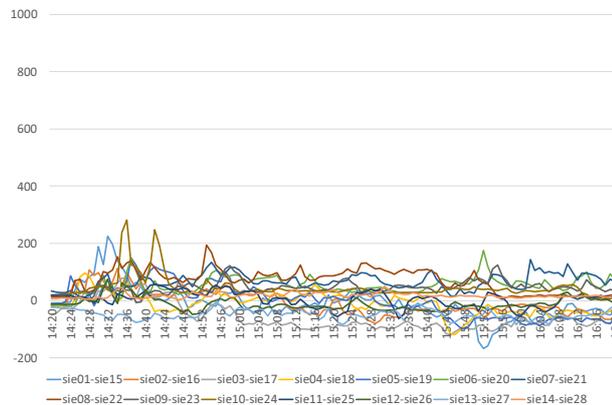


図 2 CO₂濃度の差 (2016年10月24日 i-room)

Sie13 の平均値は 934.1ppm と最小であり青で示した。天井付近は秋も CO₂濃度が低いことが分かった。CO₂濃度の机上と床上との差の時間的な変化を図 2 に示す。机上の Sie01 の平均値から床上の Sie15 の平均値を引いた差は Sie01-Sie15 と記した。以下同様に Sie14-Sie28 までを図示した結果、-200ppm から 300ppm の範囲で変化していた。秋の机上の平均気温の最大値は 26.7℃、床上は 25.0℃であった。室温が高く、呼気の上昇が抑えられ床上から机上辺りに CO₂濃度の高低が混在している。

(3) 冬の測定結果(2016年12月14日)

Sie01 から Sie28 の CO₂濃度を表 3 に示す。平均値が 1100ppm を超えたのは、Sie02, Sie06, Sie08~Sie10, Sie12 であり赤で示した。900ppm を下回ったのは、Sie16~Sie20, Sie24, Sie26 であり青で示した。冬の CO₂濃度は、机上よりも床上の方が低かった。天井付近の Sie13 は、夏と秋は最も低かったものの、冬は 1000.5ppm に上昇した。

冬の CO₂濃度の時間的な変化を、図 3 に示した。おおよそ-50ppm から 800ppm を少し超える範囲で変化しており、床上は CO₂濃度が低い部分が大半であることが分かる。秋と冬の CO₂濃度の平均値の差を表 4 に示した。Sie01-Sie15 は、Sie01 の平均値から Sie15 の平均値を引いたものである。以下同様に Sie14-Sie28 までを示した。秋は負の値が 7 つあったが、冬は 0 になった。冬の机上の平均気温の最大値は 20.8℃、床上は 17.8℃であった。室温が低いいため、暖かい呼気は上昇していることが窺える。

表 3 冬の測定結果(2016年12月14日 i-room)

Sie	平均	最大	最小	Sie	平均	最大	最小
01	1086.3	1338	442	15	944.7	1115	441
02	1129.0	1404	432	16	845.3	1057	444
03	1089.0	1227	441	17	807.3	1051	496
04	1026.0	1147	429	18	897.8	1112	424
05	1079.4	1219	441	19	838.5	1089	442
06	1136.5	1356	449	20	813.8	995	473
07	1062.8	1235	488	21	977.1	1175	454
08	1107.1	1298	467	22	999.9	1240	452
09	1152.0	1359	479	23	1053.4	1271	453
10	1101.0	1330	457	24	726.6	875	450
11	985.1	1121	451	25	920.7	1071	430
12	1118.7	1384	440	26	633.3	823	459
13	1000.5	1161	426	27	982.7	1147	446
14	1048.8	1212	451	28	933.4	1121	421

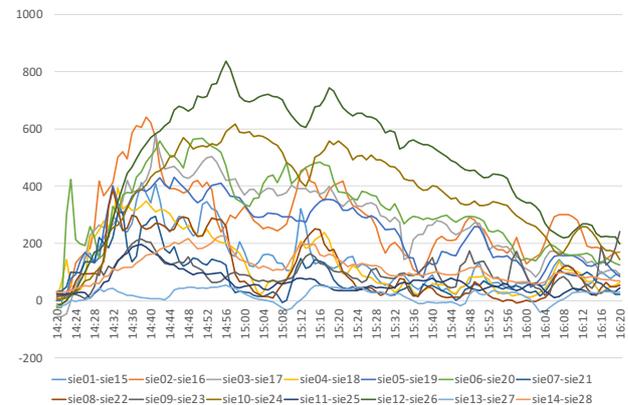


図 3 CO₂濃度の差 (2016年12月14日 i-room)

表 4 CO₂濃度の机上と床上の平均値の差

	秋	冬
Sie01-Sie15	-8.6	141.5
Sie02-Sie16	-6.2	283.7
Sie03-Sie17	-56.5	281.7
Sie04-Sie18	-10.5	128.1
Sie05-Sie19	-2.0	240.9
Sie06-Sie20	53.7	322.8
Sie07-Sie21	67.2	85.7
Sie08-Sie22	70.7	107.2
Sie09-Sie23	45.7	98.6
Sie10-Sie24	45.2	374.4
Sie11-Sie25	5.3	64.4
Sie12-Sie26	-11.4	485.3
Sie13-Sie27	-48.4	17.9
Sie14-Sie28	17.8	115.5

4. まとめ

夏, 秋, 冬について, 教室内の CO₂濃度を調査した。秋と冬は高さの違いによる CO₂濃度の差を分析した結果, 冬は床上の方が低いことが示され, 季節によって換気方法を工夫する必要があることが分かった。今後は, 効果的な換気方法について検討を進め, 受講者のモチベーションの向上を目指したい。

本研究の一部は, 科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号 15K01090)として行っている。

参考文献

[1] <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/>, 建築物環境衛生管理基準, 厚生労働省, 2017年11月5日14:00閲覧