

「CLT等新製品・新技術を用いた建築物の実証実験」

における含水率・温湿度調査 業務完了報告書

平成29年3月

岡山県農林水産総合センター森林研究所

1. 目的

C L T構法の住宅における温湿度環境と、環境変化に係る含水率等の影響を確認し、耐久設計へのフィードバックを図るため、真庭市の委託を受けて実施したものである。

2. 実施内容

2. 1 温湿度調査

住宅の室内外の温湿度を平成 26 年度に設置した温湿度センサー（おんどとり Jr、RTR-507L、(株)T&D製、写真-1）により調査した。設置箇所は、室内3カ所、床下1カ所、屋外1カ所（第1図）であり、室内外の温湿度は1時間ごとに記録するように設定し、毎月1回データコレクタ（RTR-500DC、(株)T&D製、写真-2）によりデータを収集した。



写真-1 温湿度センサー



写真-2 データコレクタ



第1図 温湿度センサーの設置位置図

2. 2 含水率調査

含水率調査は、高周波木材水分計（HM-520、(株)ケット科学研究所製、写真-3）により、1階から3階のメーターボックス内のC L Tが露出している部分を計測した。計測は、①4

月15日、②5月13日、③6月7日、④6月24日、⑤7月11日、⑥7月22日、⑦8月19日、⑧9月15日、⑨10月13日、⑩11月16日、⑪12月8日、⑫12月22日、⑬1月13日、⑭1月27日、⑮2月15日、⑯3月15日の16回行った(写真-4～19)。



写真-3 高周波木材水分計

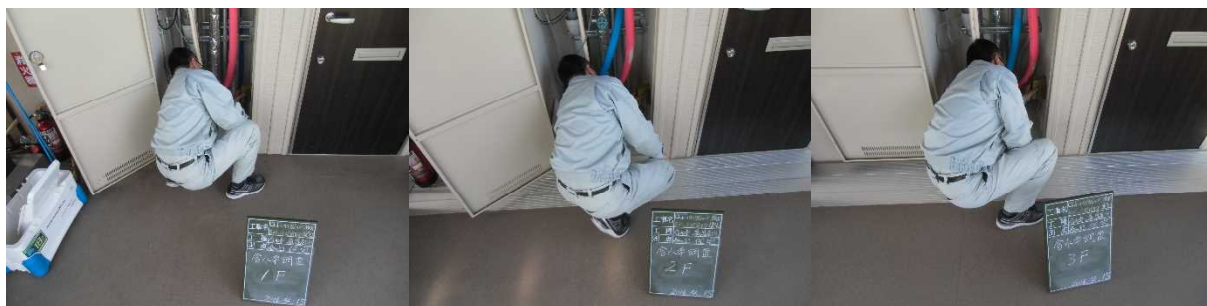


写真-4 含水率調査状況(平成28年4月15日)



写真-5 含水率調査状況(平成28年5月13日)



写真一六 含水率調査状況（平成28年6月7日）



写真一七 含水率調査状況（平成28年6月24日）



写真一八 含水率調査状況（平成28年7月11日）



写真一九 含水率調査状況（平成28年7月22日）



写真-10 含水率調査状況（平成28年8月19日）



写真-11 含水率調査状況（平成28年9月15日）



写真-12 含水率調査状況（平成28年10月13日）

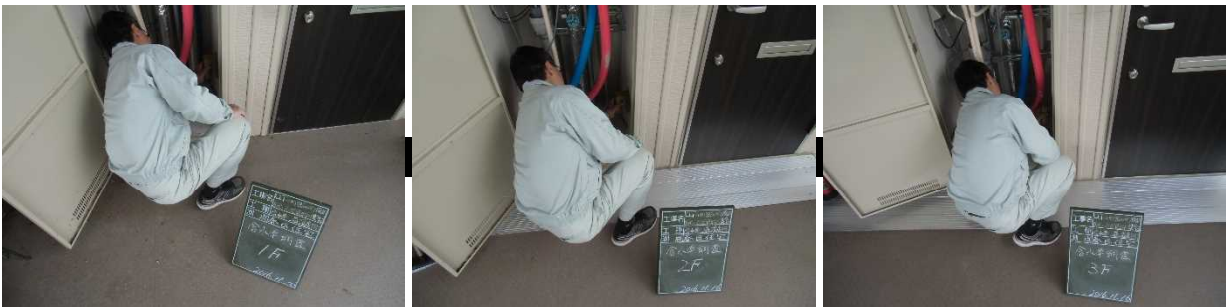


写真-13 含水率調査状況（平成28年11月16日）



写真-14 含水率調査状況（平成28年12月8日）



写真-15 含水率調査状況（平成28年12月22日）



写真-16 含水率調査状況（平成29年1月13日）



写真-17 含水率調査状況（平成29年1月27日）



写真-18 含水率調査状況（平成29年2月15日）



写真-19 含水率調査状況（平成29年3月15日）

3. 実施結果

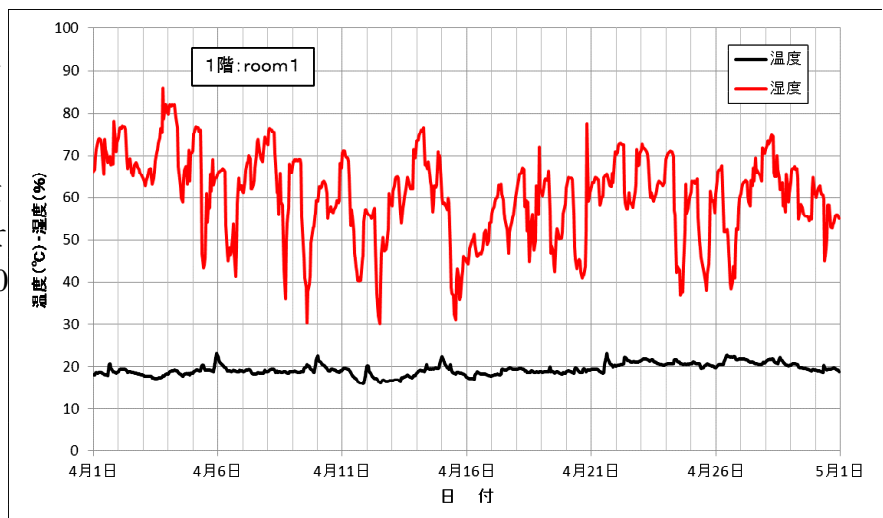
3.1 温湿度調査

温湿度調査結果の全データは、付表に示す。

① 室内（1階洋室・room1）

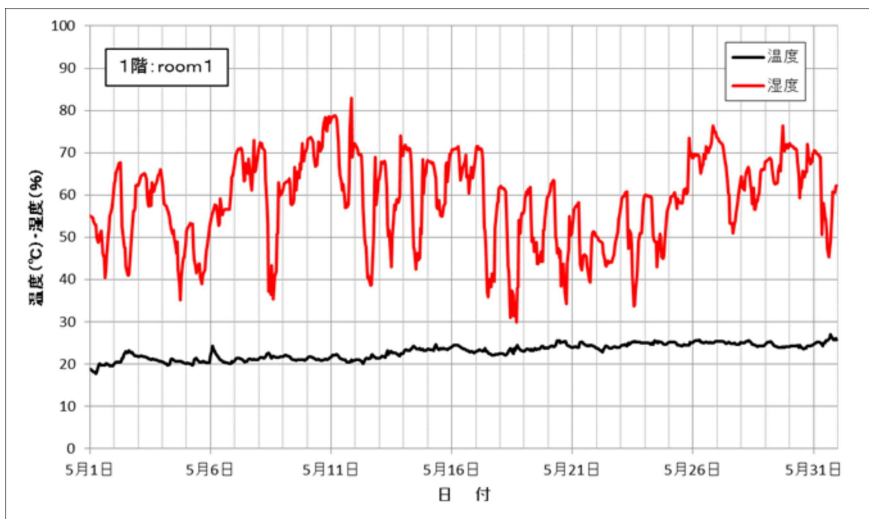
1階洋室の平成28年4月～平成29年3月における温湿度の推移を第2～13図に示す。

平成28年4月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ15.9℃、19.3℃、23.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ30.1%、60.4%、86.0%であった。



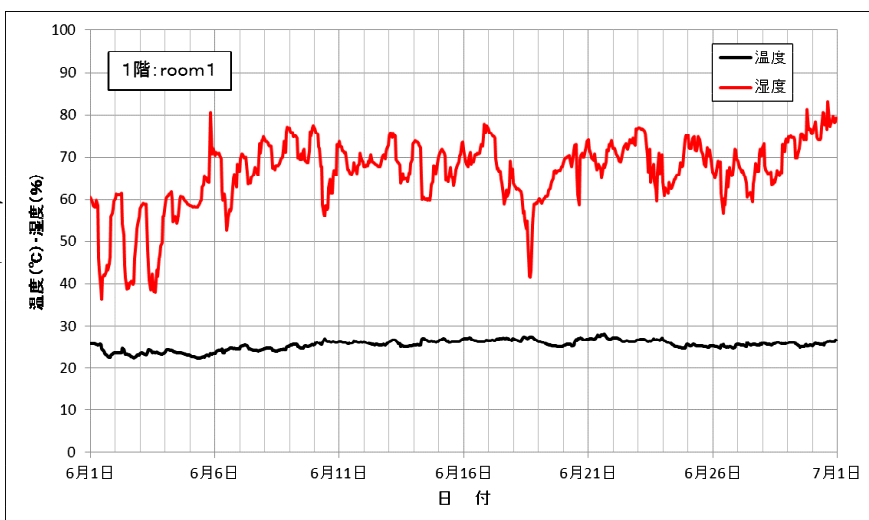
第2図 1階洋室における温度・湿度の推移(4月)

平成28年5月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ17.8℃、22.9℃、26.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ29.9%、58.6%、82.9%であった。



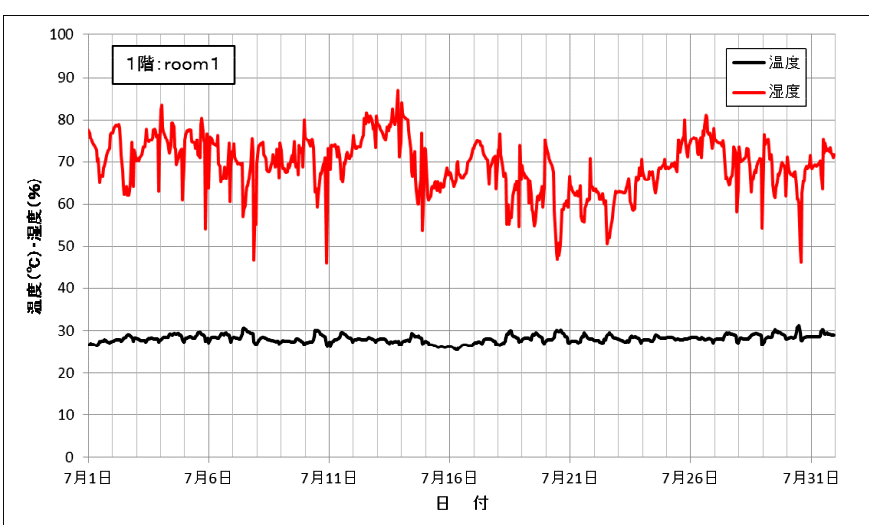
第3図 1階洋室における温度・湿度の推移(5月)

平成28年6月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ22.2℃、25.4℃、28.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ36.2%、66.2%、83.1%であった。



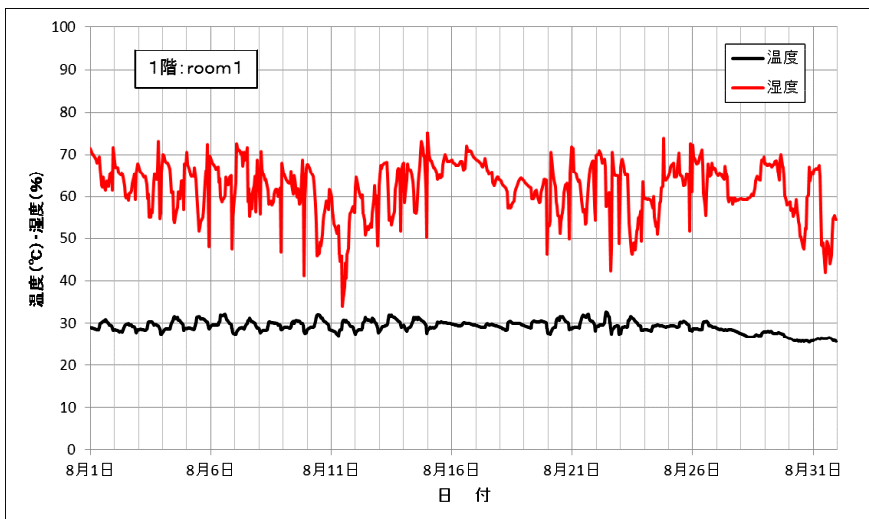
第4図 1階洋室における温度・湿度の推移(6月)

平成28年7月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ25.6℃、28.1℃、31.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ45.9%、69.2%、87.1%であった。



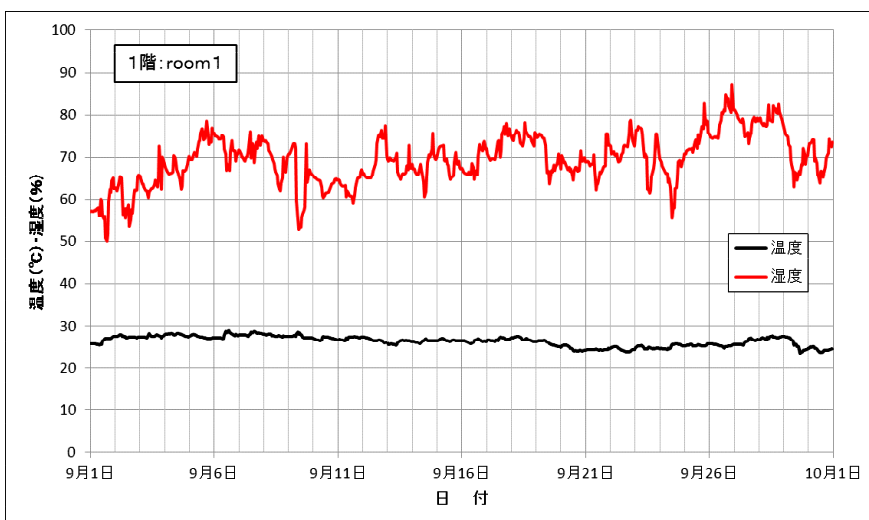
第5図 1階洋室における温度・湿度の推移(7月)

平成28年8月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ25.4℃、29.1℃、32.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ33.8%、62.0%、75.2%であった。



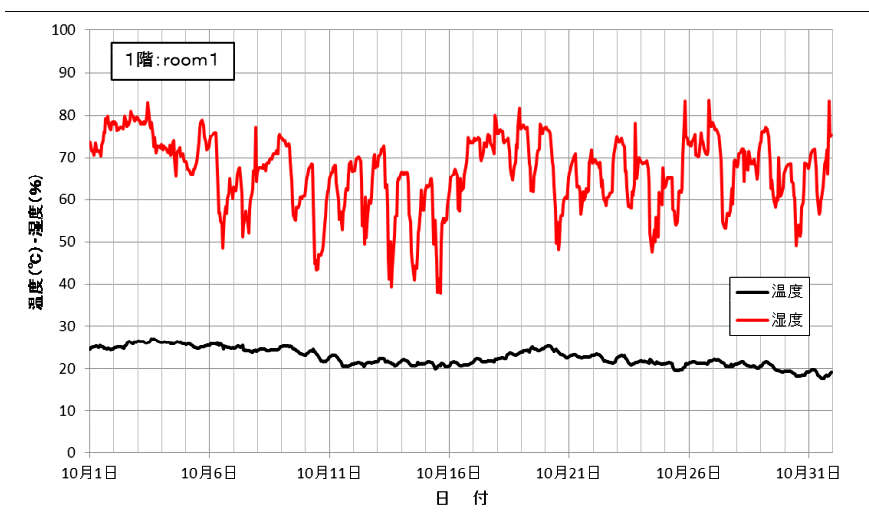
第6図 1階洋室における温度・湿度の推移(8月)

平成28年9月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ23.3℃、26.3℃、29.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ50.1%、69.4%、87.2%であった。



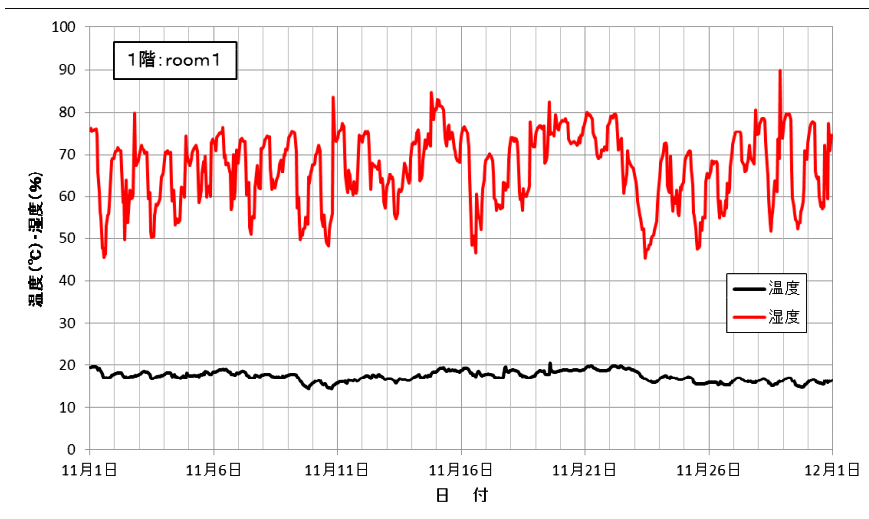
第7図 1階洋室における温度・湿度の推移(9月)

平成28年10月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ17.8℃、22.6℃、26.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ37.8%、66.6%、83.5%であった。



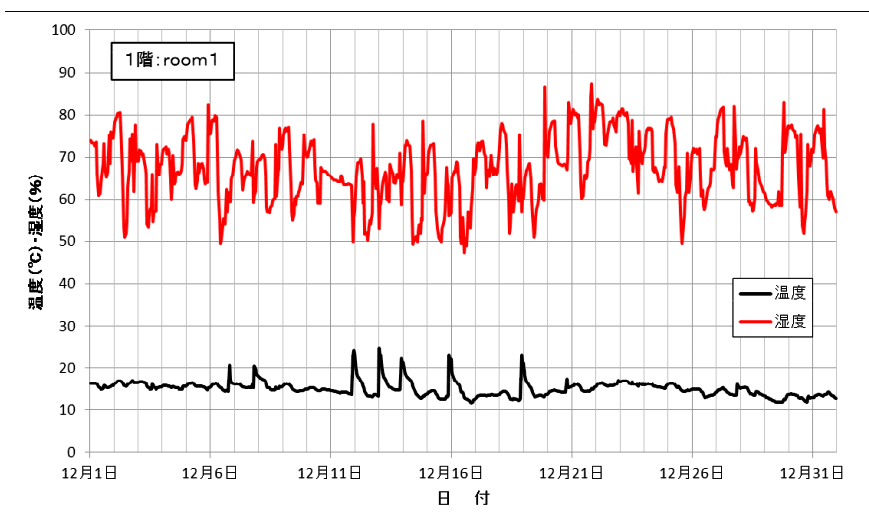
第8図 1階洋室における温度・湿度の推移(10月)

平成28年11月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ14.3℃、17.2℃、20.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ45.1%、66.7%、89.8%であった。



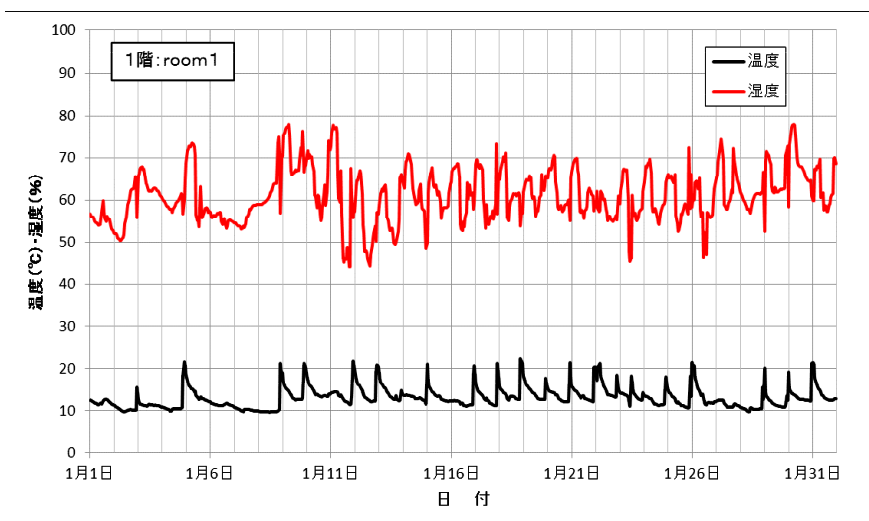
第9図 1階洋室における温度・湿度の推移(11月)

平成28年12月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ11.6℃、15.0℃、24.6℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ47.4%、67.3%、87.5%であった。



第10図 1階洋室における温度・湿度の推移(12月)

平成29年1月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.6℃、13.1℃、22.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ44.0%、61.1%、78.0%であった。



第11図 1階洋室における温度・湿度の推移(1月)

平成29年2月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ8.8℃、13.3℃、21.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ36.2%、60.0%、86.2%であった。

平成29年3月（3月1日～3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ12.7℃、16.7℃、23.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.2%、60.1%、80.8%であった。

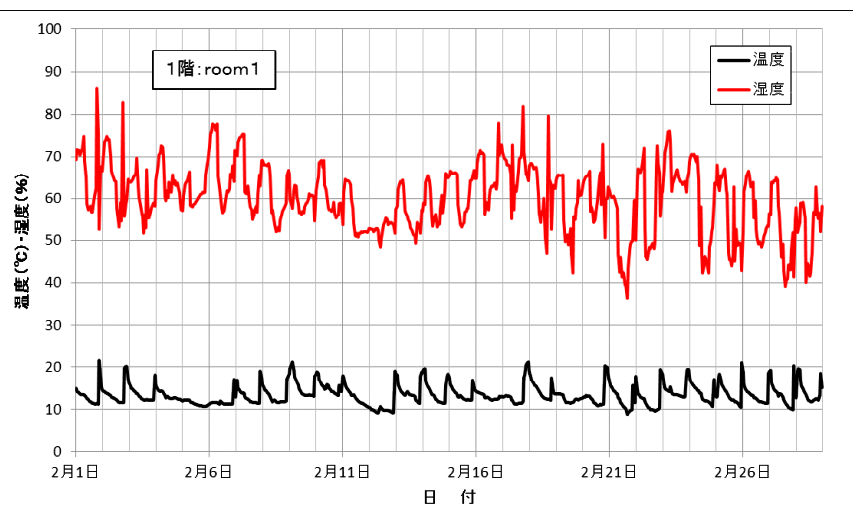
調査期間内（平成28年4月1日～平成29年3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ8.8℃、20.9℃、32.7℃であった。

同様に湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ26.8%、64.1%、89.8%であった。

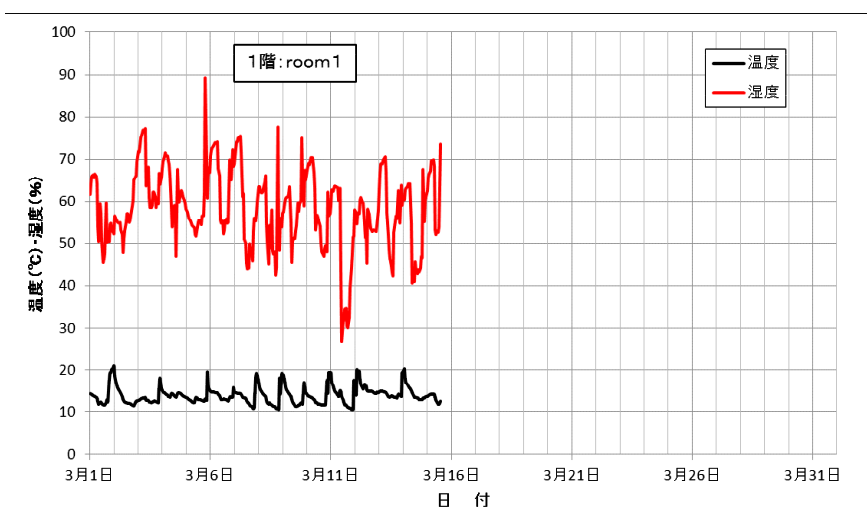
②室内（2階洋室・room2）

2階洋室の平成28年4月～平成29年3月における温湿度データの推移を第14～25図に示す。

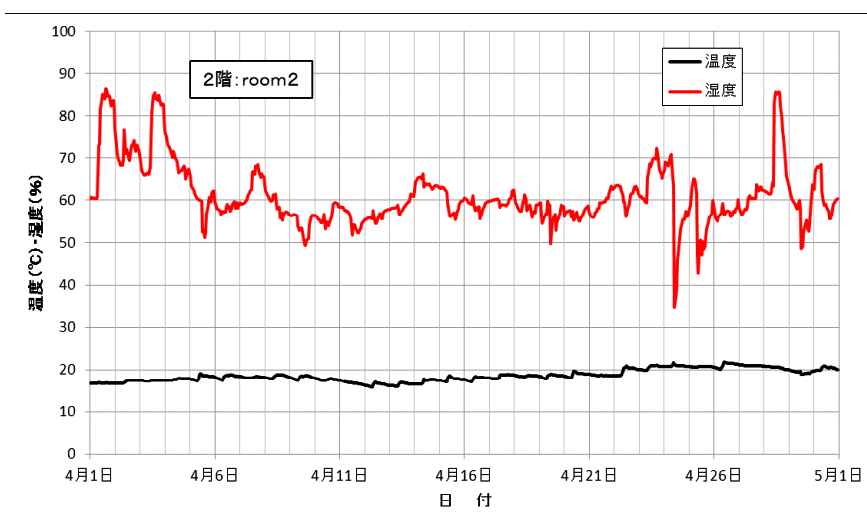
平成27年4月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ15.9℃、18.6℃、21.8℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ34.5%、61.1%、86.5%であった。



第12図 1階洋室における温度・湿度の推移(2月)

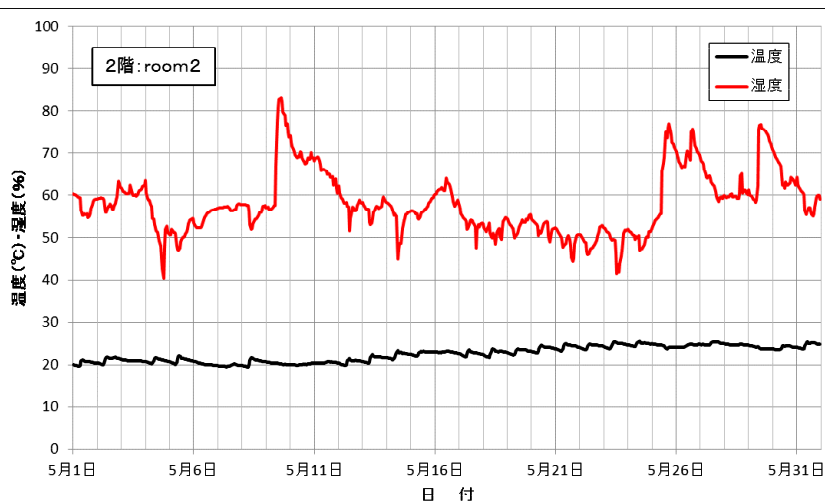


第13図 1階洋室における温度・湿度の推移(3月)



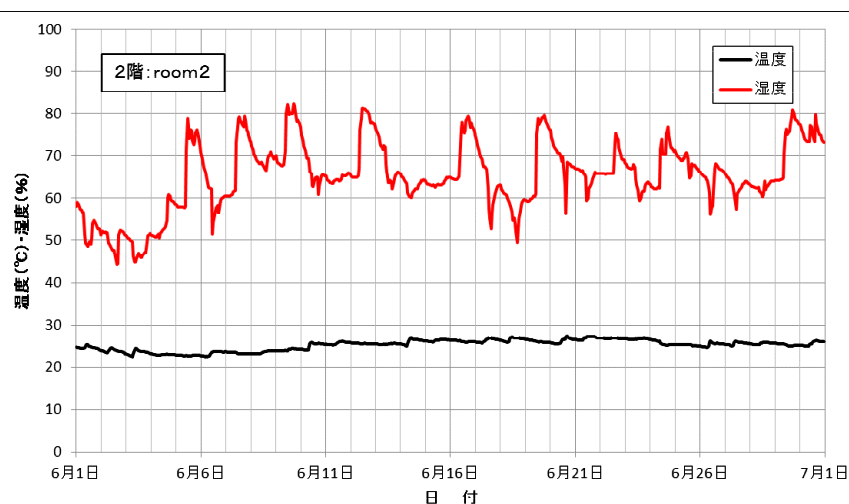
第14図 2階洋室における温度・湿度の推移(4月)

平成28年5月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ19.5℃、22.5℃、25.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.4%、58.0%、83.0%であった。



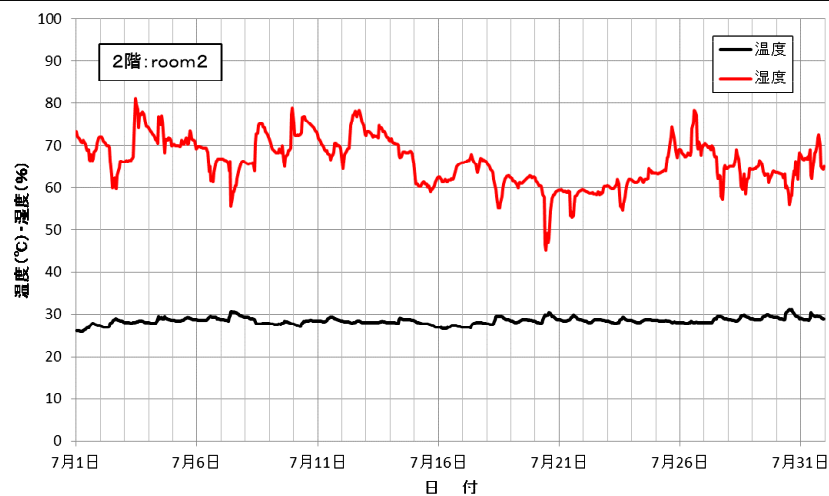
第15図 2階洋室における温度・湿度の推移(5月)

平成28年6月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ22.4℃、25.2℃、27.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ44.1%、65.2%、82.4%であった。



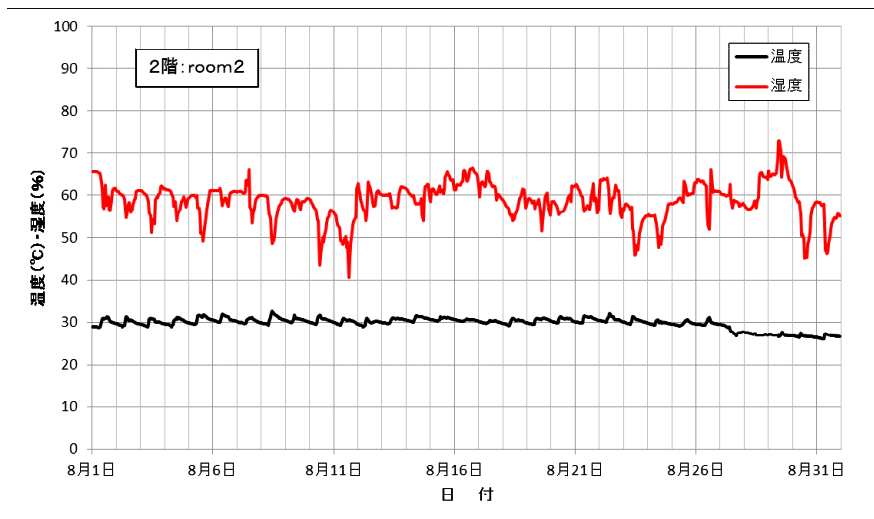
第16図 2階洋室における温度・湿度の推移(6月)

平成28年7月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ25.9℃、28.4℃、31.1℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ45.1%、66.2%、81.0%であった。



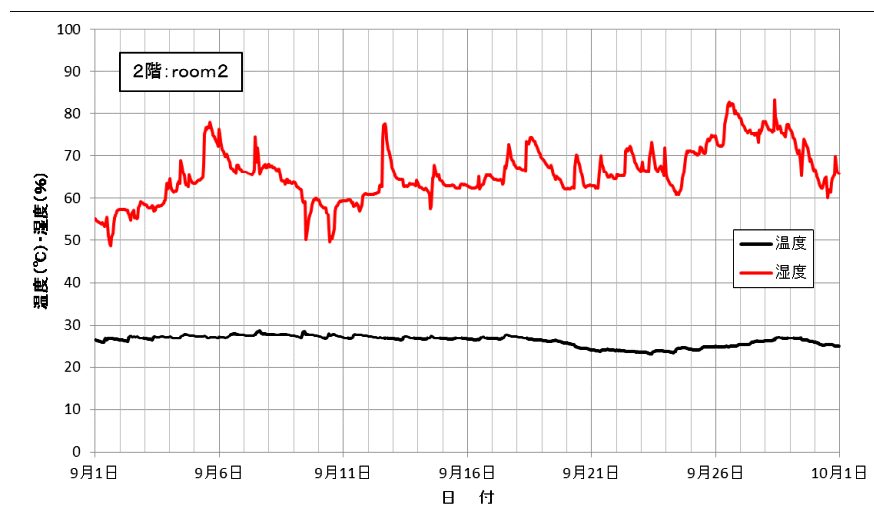
第17図 2階洋室における温度・湿度の推移(7月)

平成28年8月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ26.0℃、29.8℃、32.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.6%、58.7%、72.9%であった。



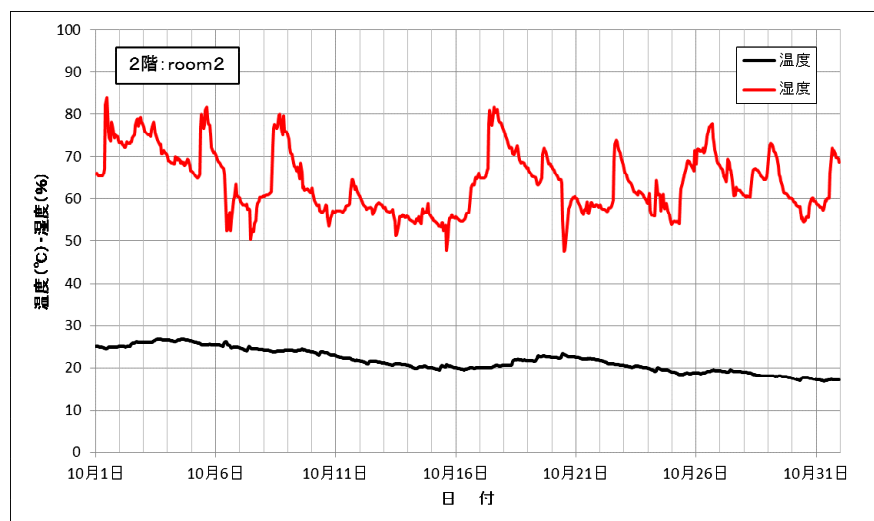
第18図 2階洋室における温度・湿度の推移(8月)

平成28年9月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ23.2℃、26.2℃、28.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ48.8%、65.7%、83.2%であった。



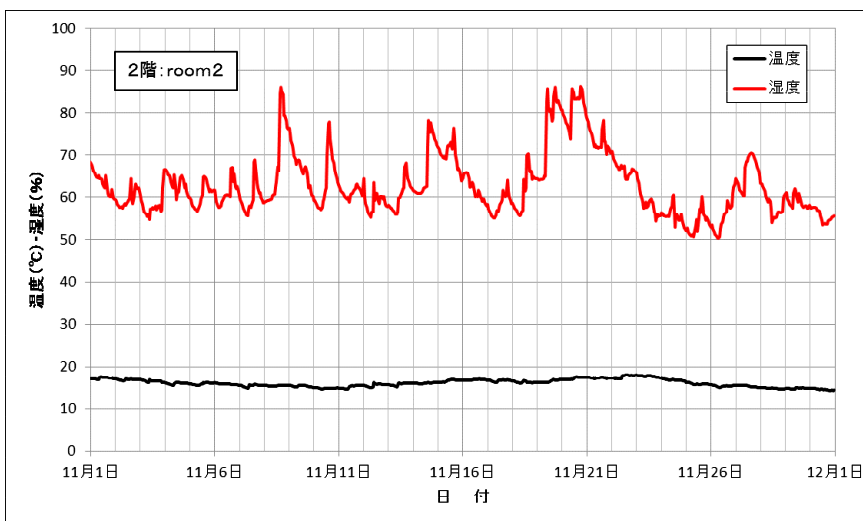
第19図 2階洋室における温度・湿度の推移(9月)

平成28年10月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ16.8℃、21.6℃、26.6℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ47.6%、64.0%、83.8%であった。



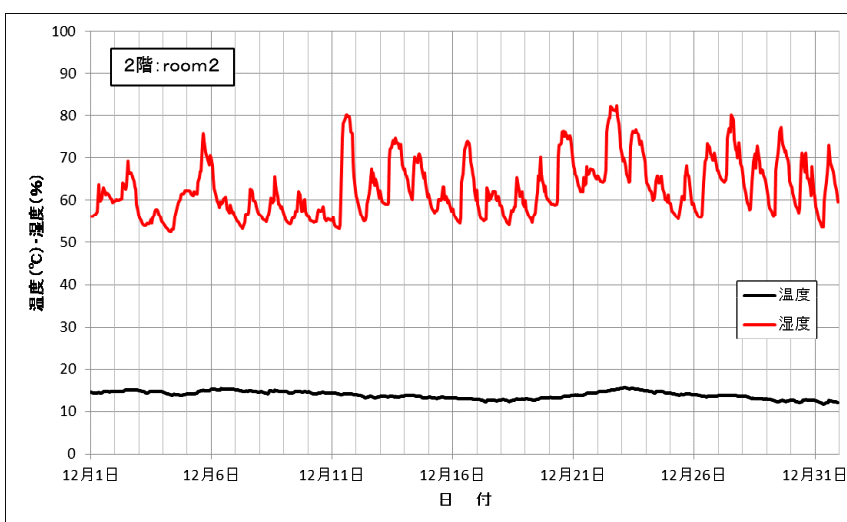
第20図 2階洋室における温度・湿度の推移(10月)

平成28年11月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ14.3℃、16.1℃、18.1℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ50.4%、62.8%、86.4%であった。



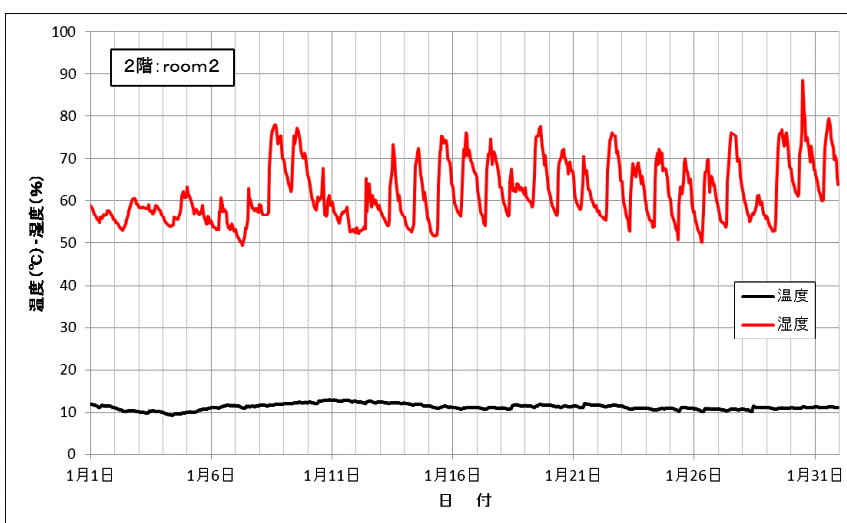
第21図 1階洋室における温度・湿度の推移(11月)

平成28年12月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ11.1℃、13.8℃、15.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ52.5%、62.7%、82.3%であった。



第22図 2階洋室における温度・湿度の推移(12月)

平成29年1月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.3℃、11.3℃、12.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ49.4%、61.8%、88.5%であった。



第23図 2階洋室における温度・湿度の推移(1月)

平成29年2月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.7℃、11.2℃、13.3℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ45.4%、57.9%、81.1%であった。

平成29年3月（3月1日～3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ11.7℃、12.8℃、14.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ48.3%、59.0%、78.2%であった。

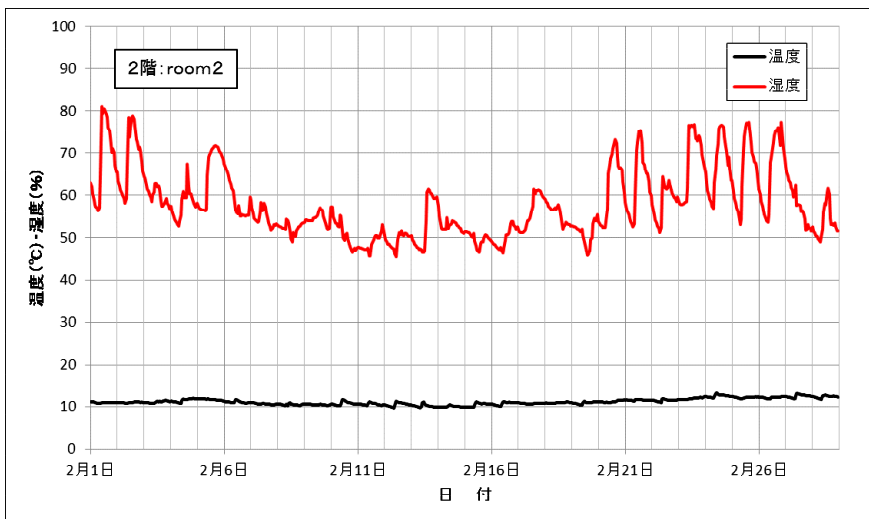
調査期間内（平成28年4月1日～平成29年3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.3℃、20.2℃、32.5℃であった。

同様に湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ34.5%、62.1%、88.5%であった。

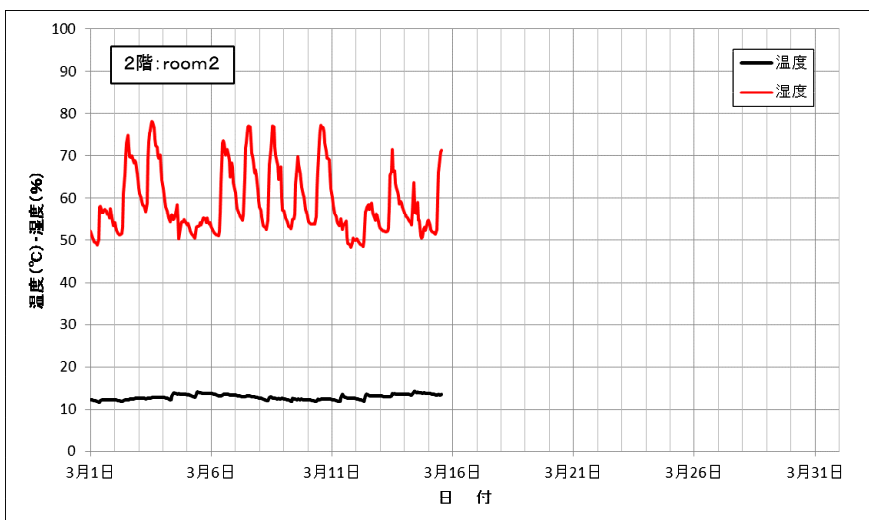
③室内（3階洋室・room2）

3階洋室の平成28年4月～平成29年3月における温湿度データの推移を第26～37図に示す。

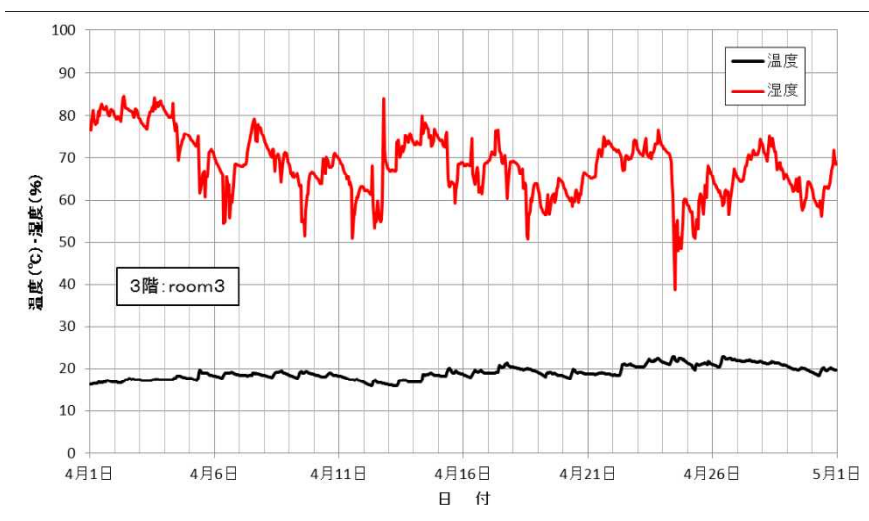
平成28年4月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ15.8℃、19.0℃、22.8℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.8%、68.4%、84.5%であった。



第24図 2階洋室における温度・湿度の推移(2月)

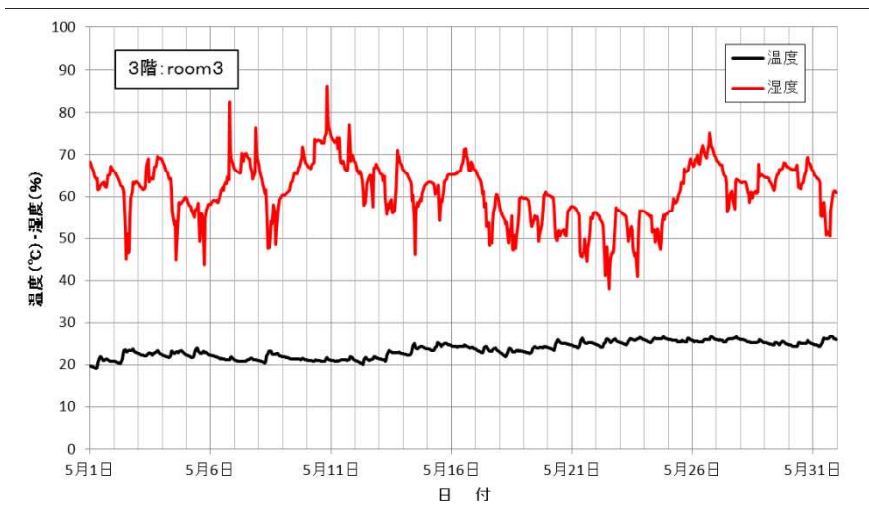


第25図 2階洋室における温度・湿度の推移(3月)



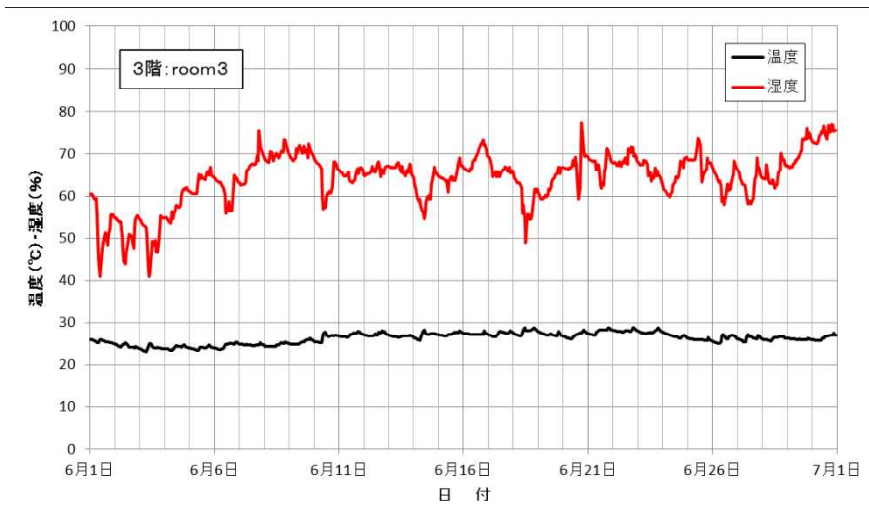
第26図 3階洋室における温度・湿度の推移(4月)

平成28年5月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ19.2℃、23.5℃、26.6℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.0%、61.3%、86.4%であった。



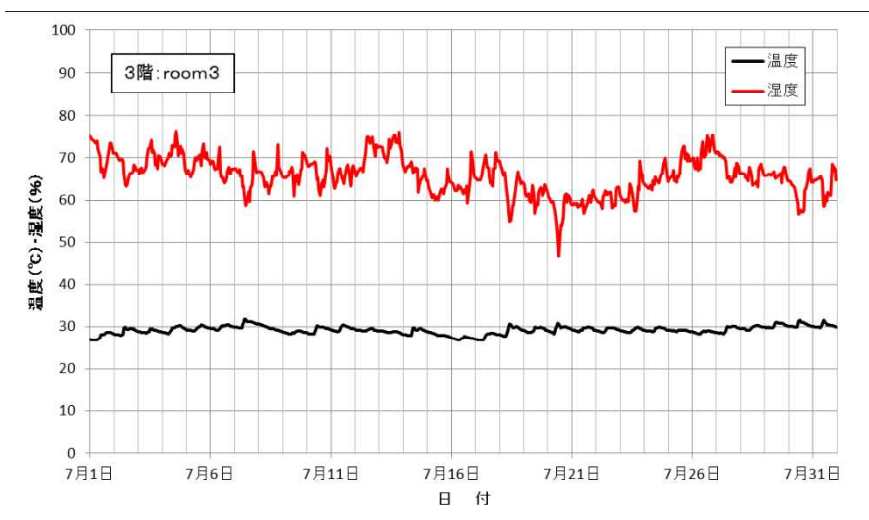
第27図 3階洋室における温度・湿度の推移(5月)

平成28年6月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ22.9℃、26.2℃、28.8℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.9%、64.2%、77.4%であった。



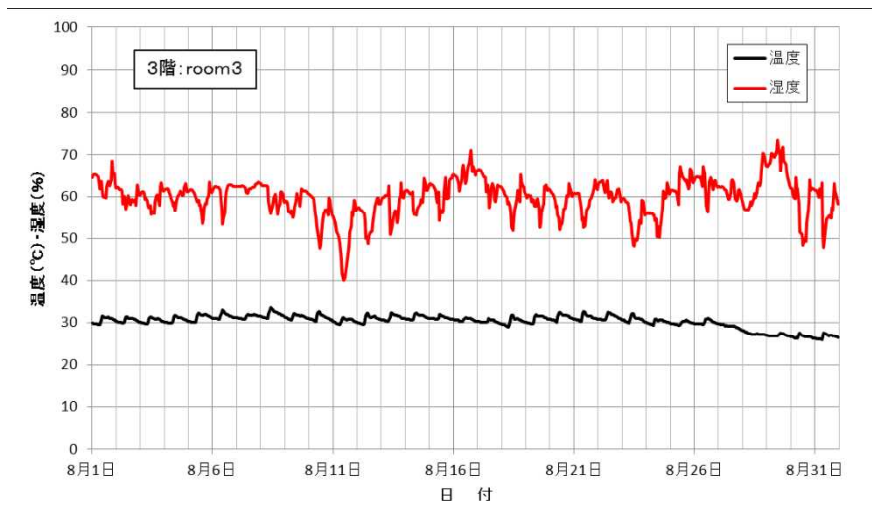
第28図 3階洋室における温度・湿度の推移(6月)

平成28年7月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ26.7℃、29.1℃、31.6℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ46.6%、65.8%、76.3%であった。



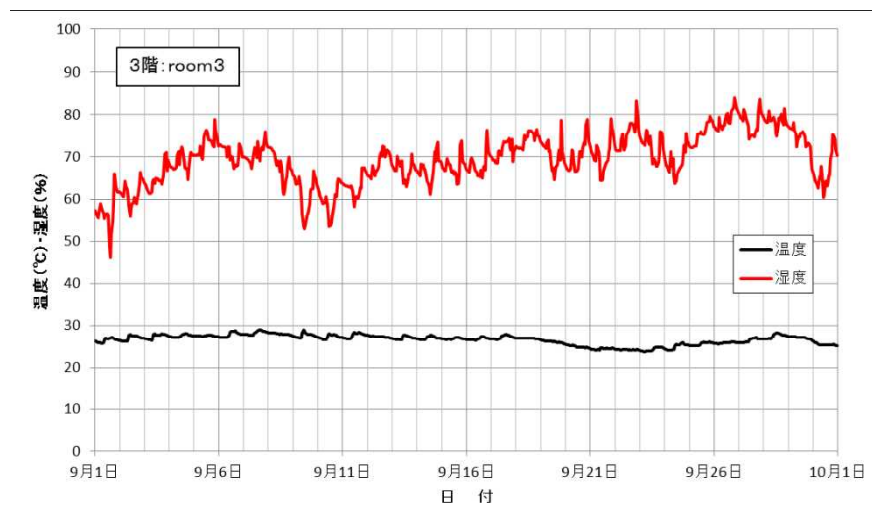
第29図 3階洋室における温度・湿度の推移(7月)

平成28年8月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ25.9℃、30.3℃、33.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.1%、59.8%、73.5%であった。



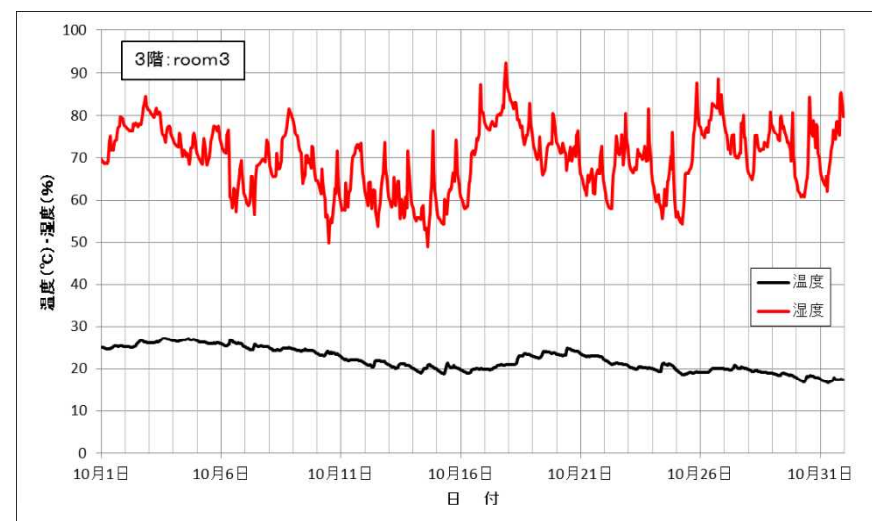
第30図 3階洋室における温度・湿度の推移(8月)

平成28年9月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ23.7℃、26.6℃、29.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ46.1%、69.4%、84.0%であった。



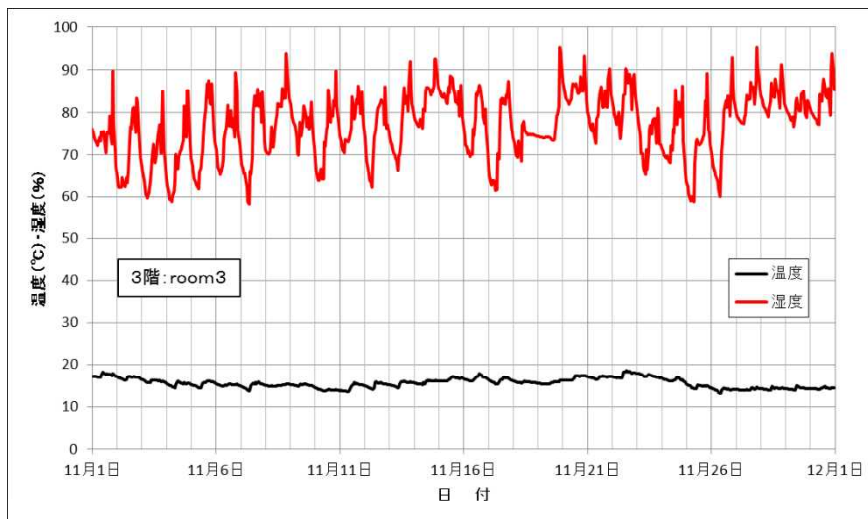
第31図 3階洋室における温度・湿度の推移(9月)

平成28年10月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ16.6℃、22.0℃、27.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ48.9%、69.8%、92.3%であった。



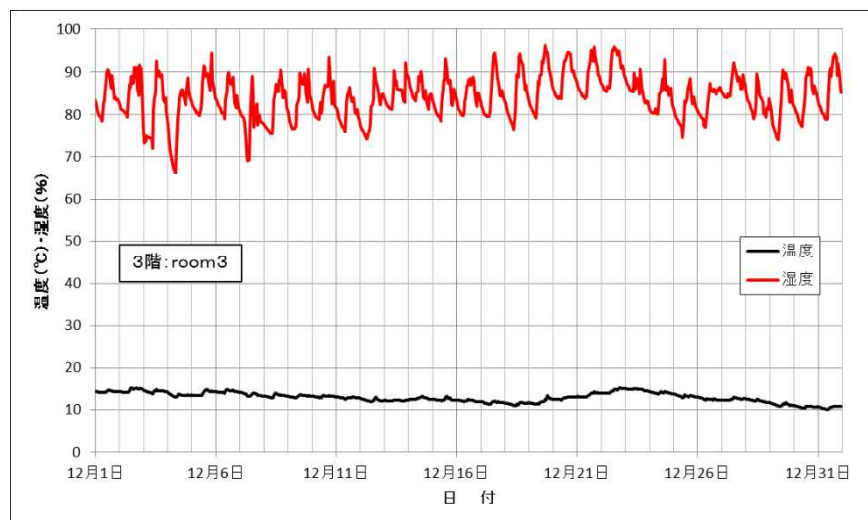
第32図 1階洋室における温度・湿度の推移(10月)

平成28年11月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ13.1℃、15.6℃、18.6℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ58.1%、76.9%、95.5%であった。



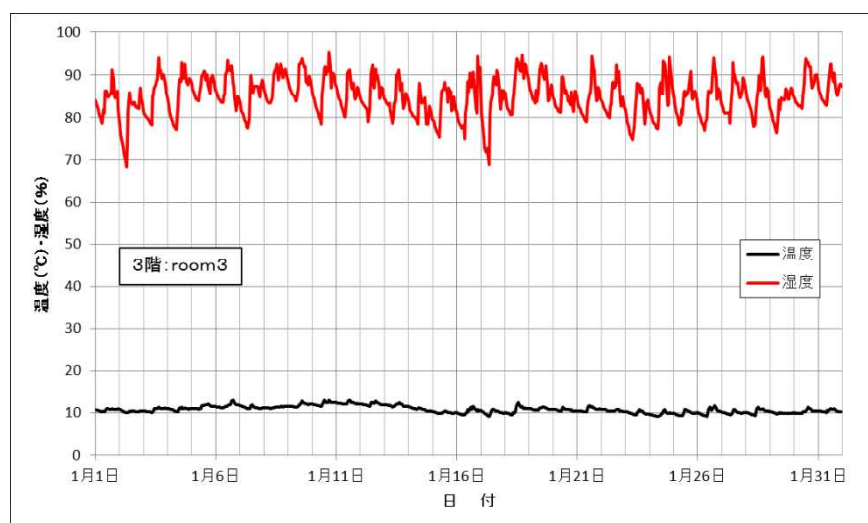
第33図 3階洋室における温度・湿度の推移(11月)

平成28年12月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ10.0℃、12.9℃、15.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ66.1%、84.2%、96.3%であった。



第34図 3階洋室における温度・湿度の推移(12月)

平成29年1月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.1℃、10.8℃、13.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ68.3%、85.0%、95.5%であった。



第35図 3階洋室における温度・湿度の推移(1月)

平成29年2月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.0℃、11.3℃、13.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ68.5%、83.9%、95.4%であった。

平成29年3月（3月1日～3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ11.0℃、12.4℃、14.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ73.4%、82.5%、93.5%であった。

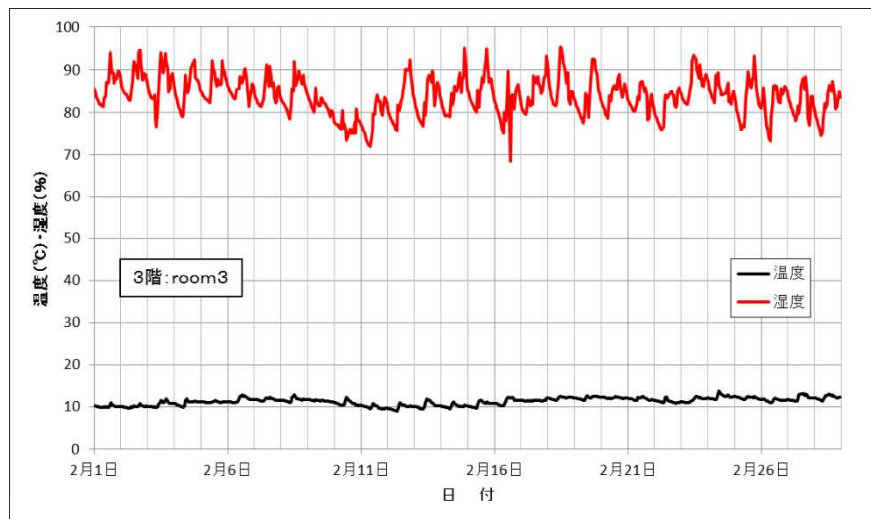
調査期間内（平成28年4月1日～平成29年3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.0℃、20.4℃、33.4℃であった。

同様に湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.0%、72.1%、96.3%であった。

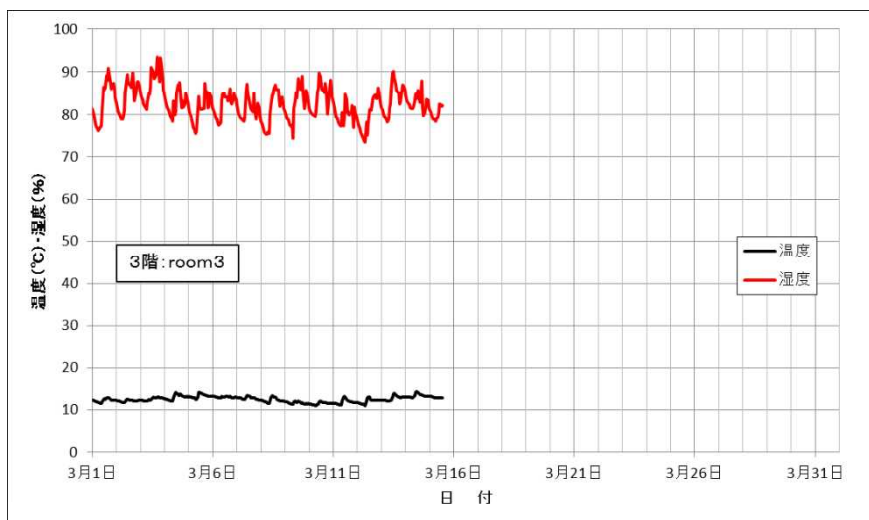
④床下（UG）

床下の平成28年4月～平成29年3月における温湿度データの推移を第38～49図に示す。

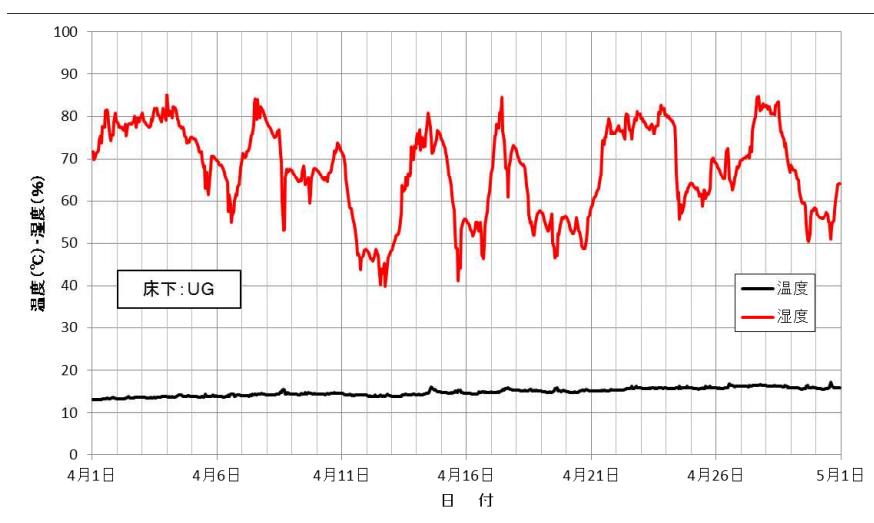
平成28年4月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ12.9℃、14.7℃、16.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ39.8%、67.3%、85.0%であった。



第36図 3階洋室における温度・湿度の推移(2月)

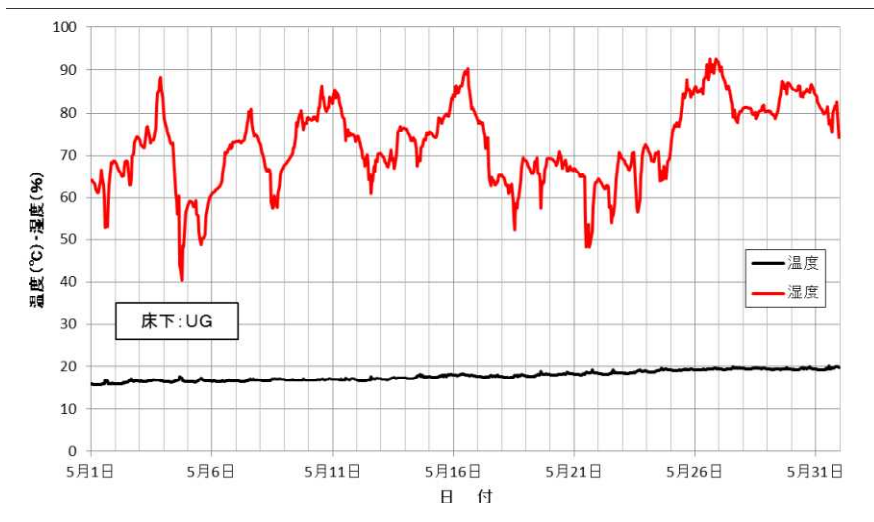


第37図 3階洋室における温度・湿度の推移(3月)



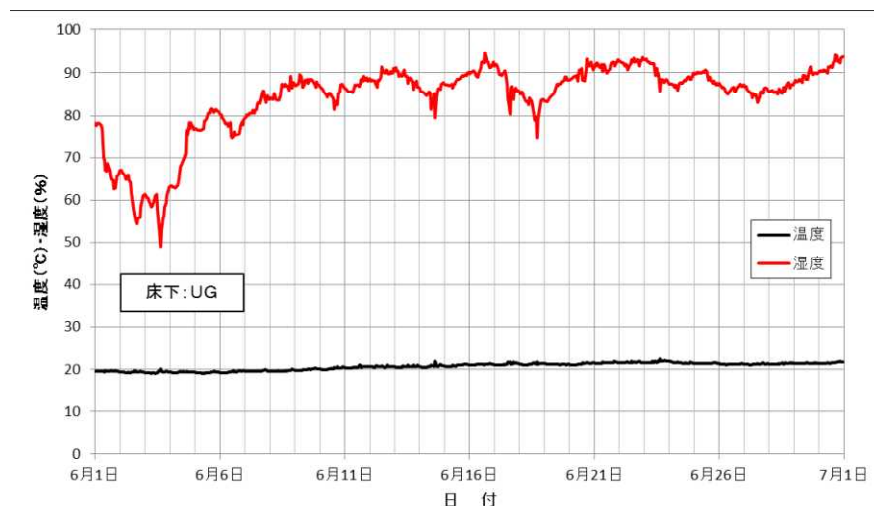
第38図 床下における温度・湿度の推移(4月)

平成28年5月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ15.5℃、17.7℃、20.1℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.4%、72.6%、92.5%であった。



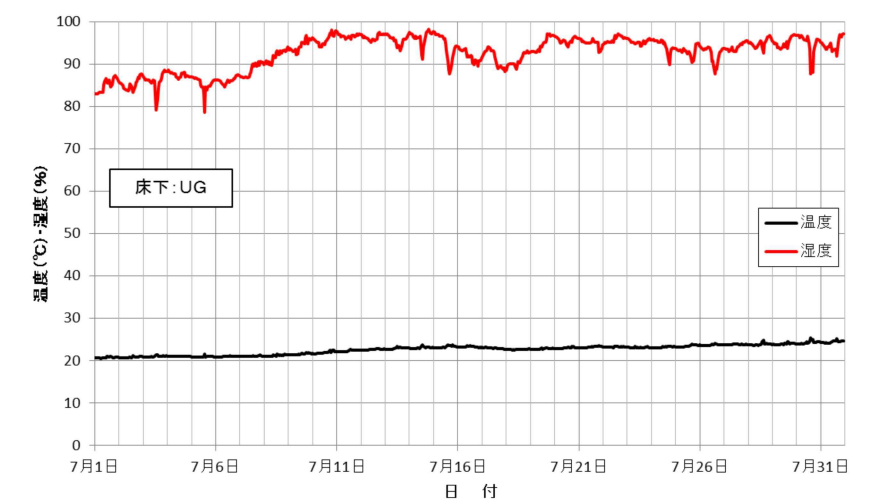
第39図 床下における温度・湿度の推移(5月)

平成28年6月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ19.0℃、20.6℃、22.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ49.0%、84.1%、94.8%であった。



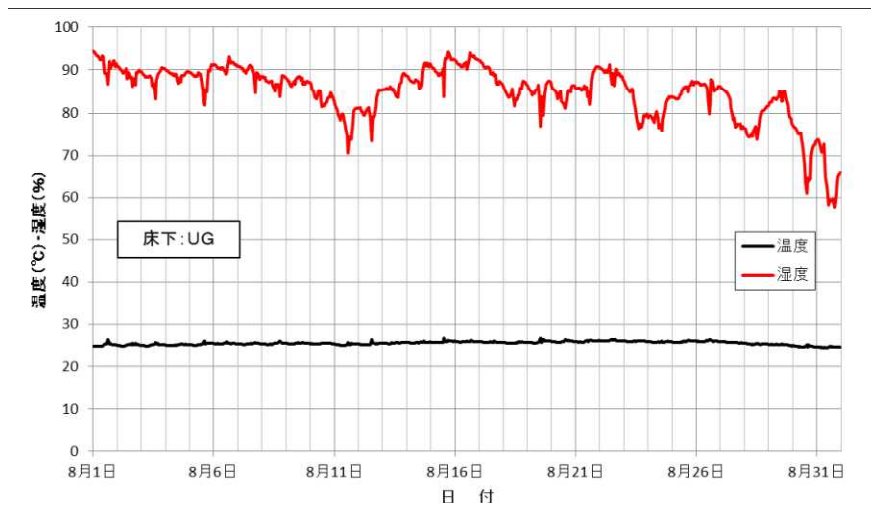
第40図 床下における温度・湿度の推移(6月)

平成28年7月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ21.6℃、23.7℃、25.3℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ78.1%、92.2%、98.8%であった。



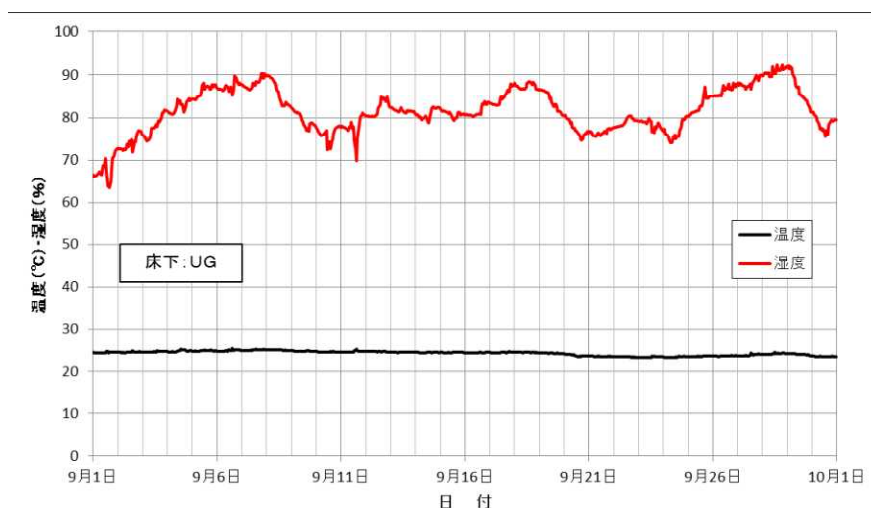
第41図 床下における温度・湿度の推移(7月)

平成28年8月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ24.3℃、25.3℃、26.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ57.7%、84.9%、94.4%であった。



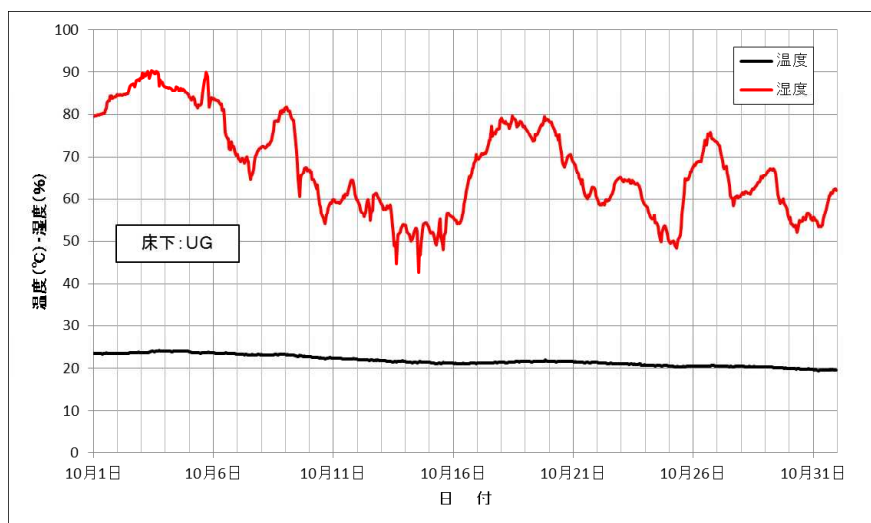
第42図 床下における温度・湿度の推移(8月)

平成28年9月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ23.1℃、24.2℃、25.3℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ63.5%、81.6%、92.3%であった。



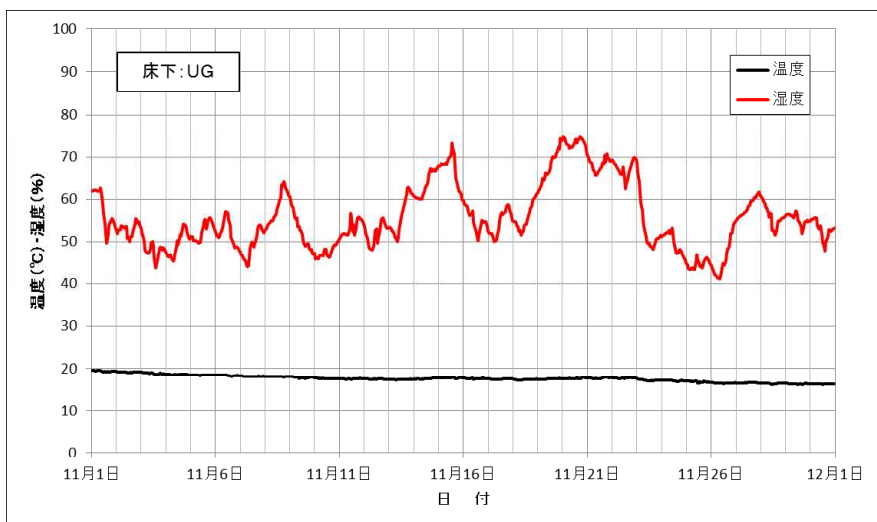
第43図 床下における温度・湿度の推移(9月)

平成28年10月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ19.4℃、21.7℃、24.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ42.6%、67.5%、90.4%であった。



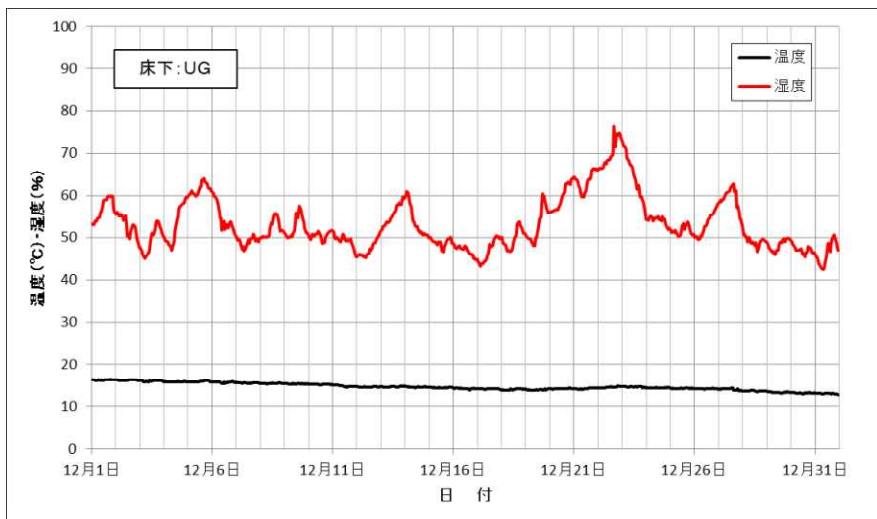
第44図 床下における温度・湿度の推移(10月)

平成28年11月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ16.0℃、17.6℃、19.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ41.2%、55.6%、74.7%であった。



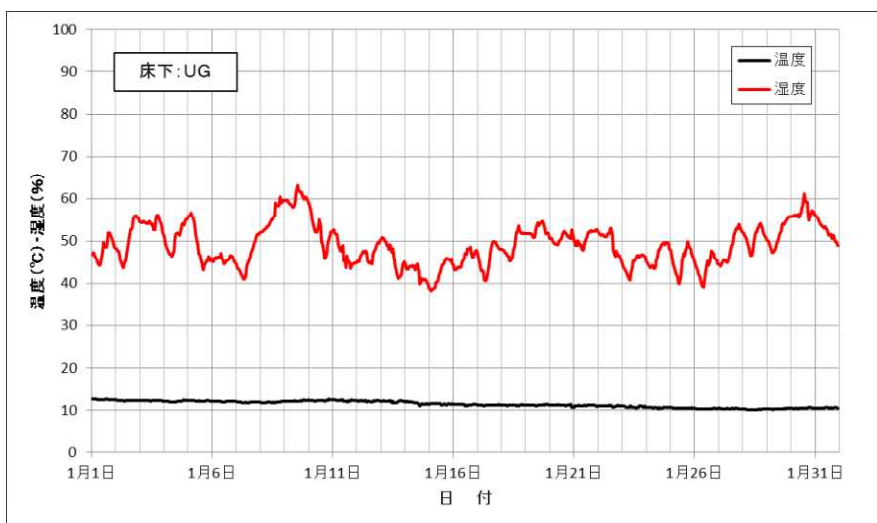
第45図 床下における温度・湿度の推移(11月)

平成28年12月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ12.7℃、14.6℃、16.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ42.4%、53.2%、76.4%であった。



第46図 床下における温度・湿度の推移(12月)

平成28年1月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ10.1℃、11.4℃、12.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.2%、49.1%、63.1%であった。



第47図 床下における温度・湿度の推移(1月)

平成29年2月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.1℃、10.3℃、11.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.8%、51.2%、67.7%であった。

平成29年3月（3月1日～3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.8℃、10.5℃、11.1℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ40.2%、51.3%、62.4%であった。

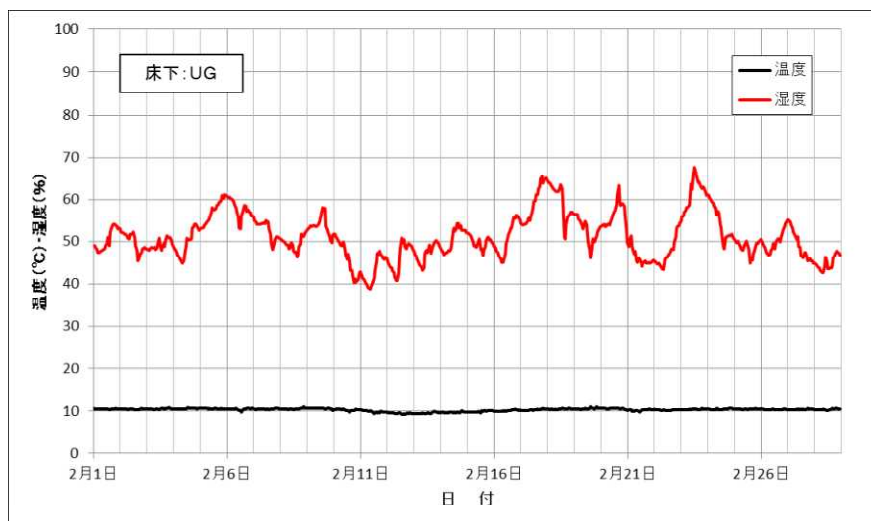
調査期間内（平成28年4月1日～平成29年3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ9.1℃、18.1℃、26.7℃であった。

同様に湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.2%、68.4%、98.8%であった。

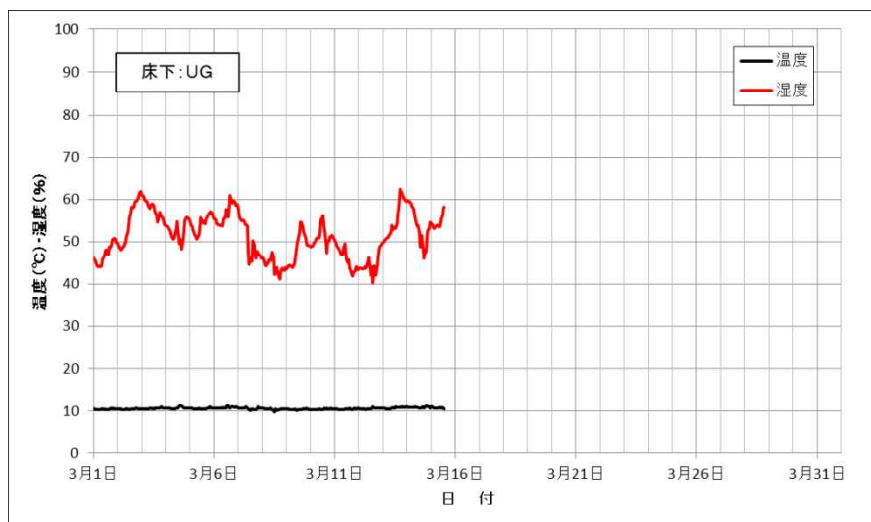
⑤屋外（okugai）

屋外の平成28年4月～平成29年3月における温湿度データの推移を第50～61図に示す。

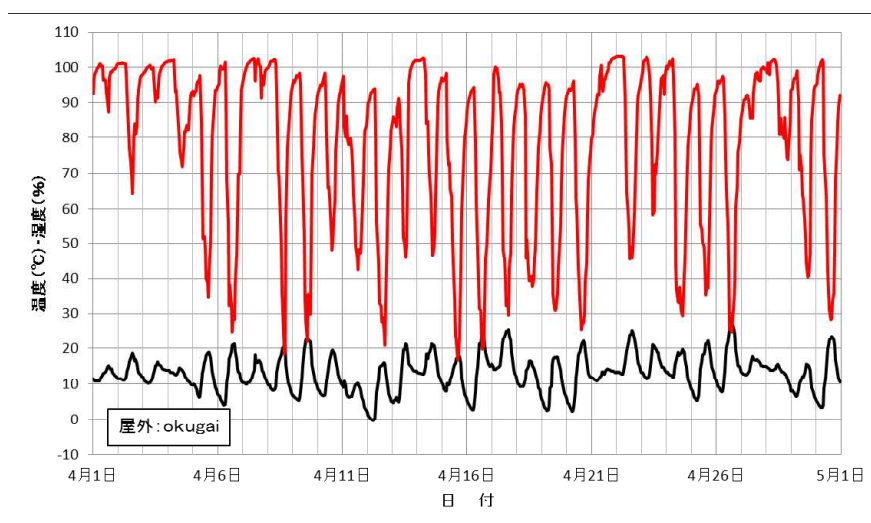
平成28年4月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-0.3℃、13.1℃、26.7℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ16.7%、78.3%、103.1%であった。



第48図 床下における温度・湿度の推移(2月)

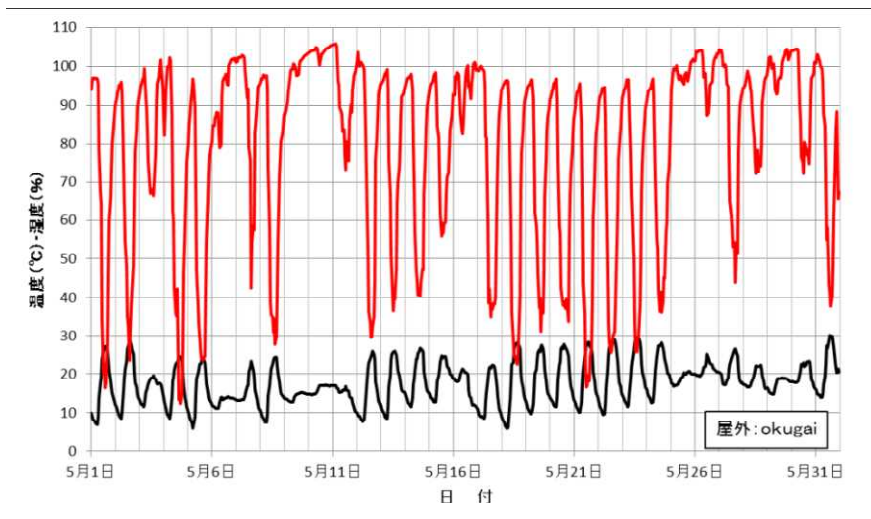


第49図 床下における温度・湿度の推移(3月)



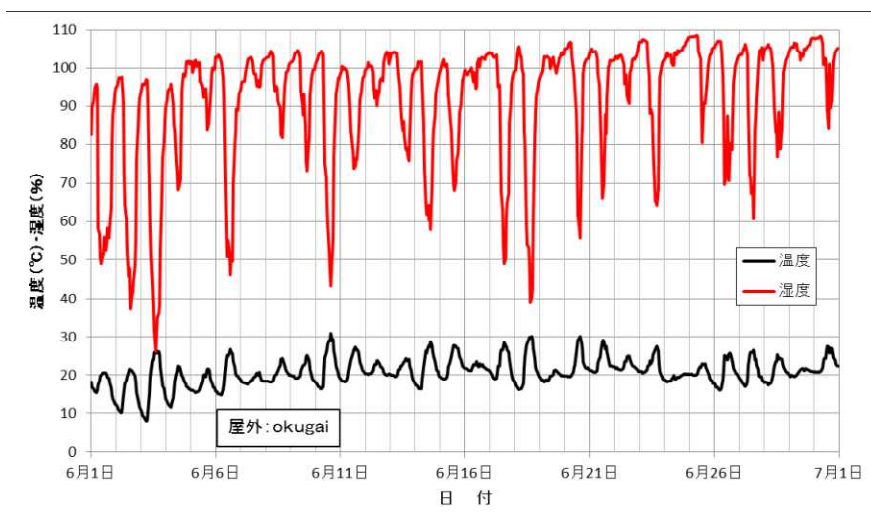
第50図 屋外における温度・湿度の推移(4月)

平成28年5月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ5.9℃、17.7℃、30.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ12.3%、79.1%、105.8%であった。



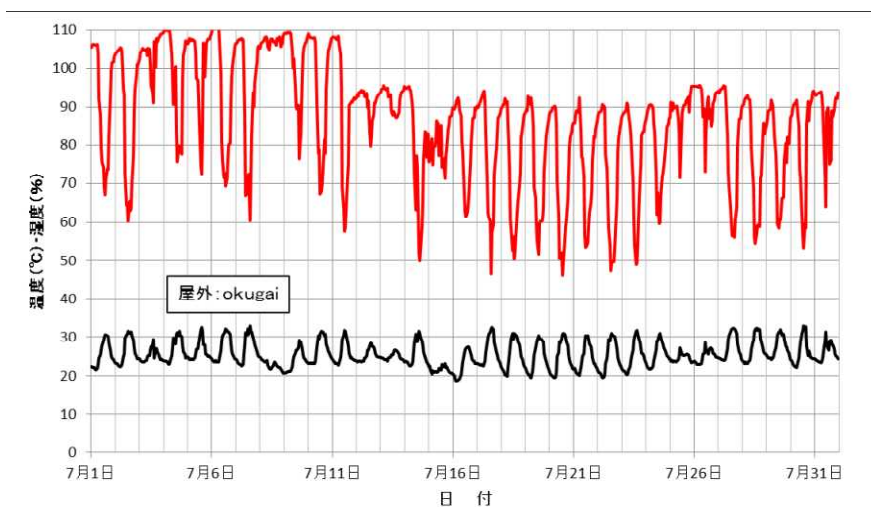
第51図 屋外における温度・湿度の推移(5月)

平成28年6月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ7.9℃、20.8℃、30.8℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ26.0%、91.7%、108.6%であった。



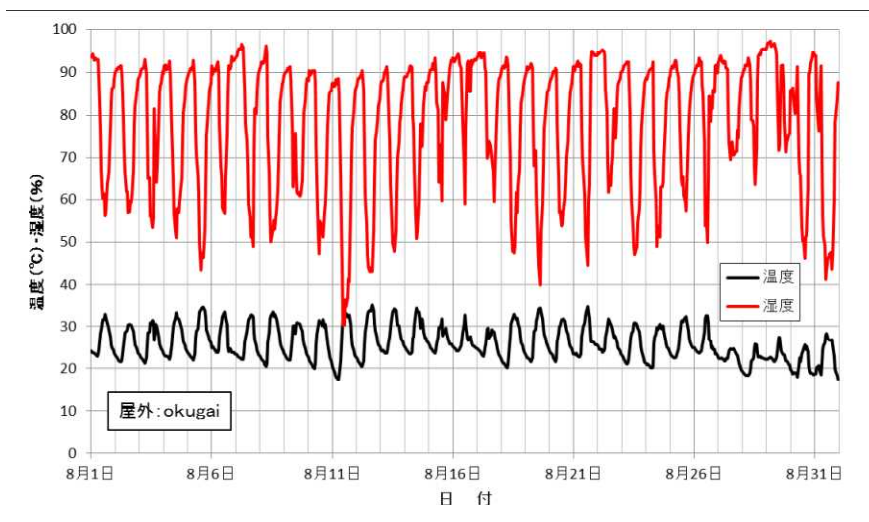
第52図 屋外における温度・湿度の推移(6月)

平成28年7月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ18.7℃、25.4℃、32.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ46.1%、86.4%、111.4%であった。



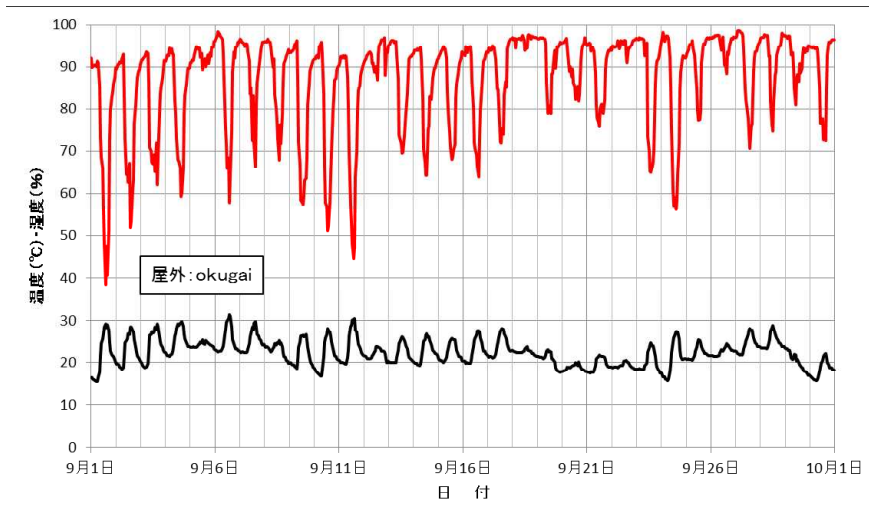
第53図 屋外における温度・湿度の推移(7月)

平成28年8月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ17.1℃、25.8℃、35.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ30.2%、77.8%、97.2%であった。



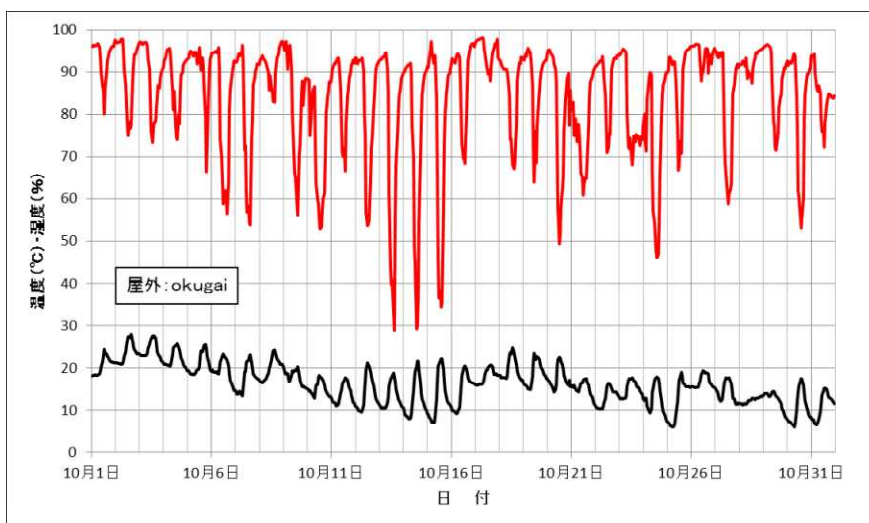
第54図 屋外における温度・湿度の推移(8月)

平成28年9月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ15.3℃、22.3℃、31.4℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ38.5%、87.2%、98.6%であった。



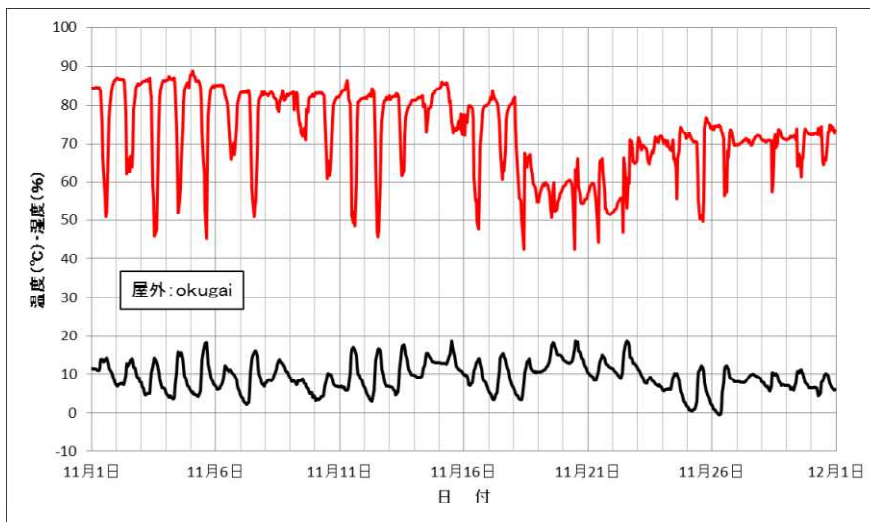
第55図 屋外における温度・湿度の推移(9月)

平成28年10月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ5.9℃、16.3℃、27.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ28.9%、84.4%、98.2%であった。



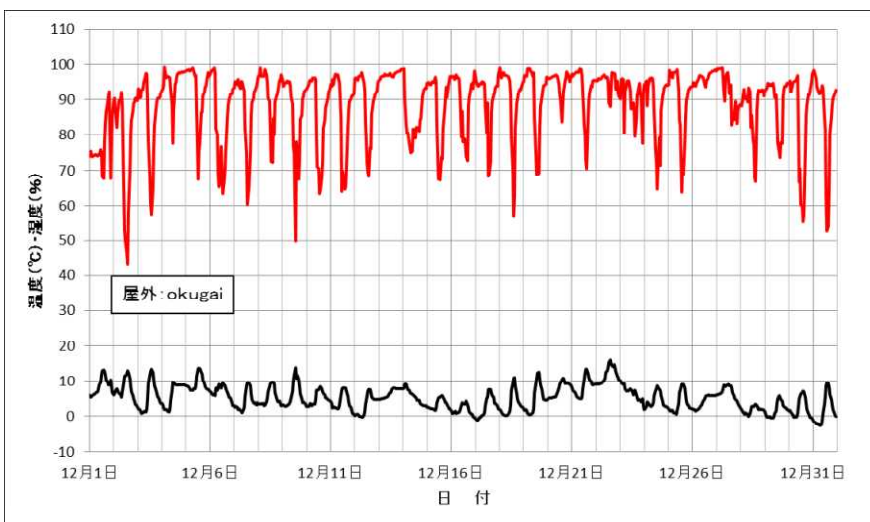
第56図 屋外における温度・湿度の推移(10月)

平成28年11月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-0.5℃、9.2℃、18.5℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ42.5%、72.5%、88.9%であった。



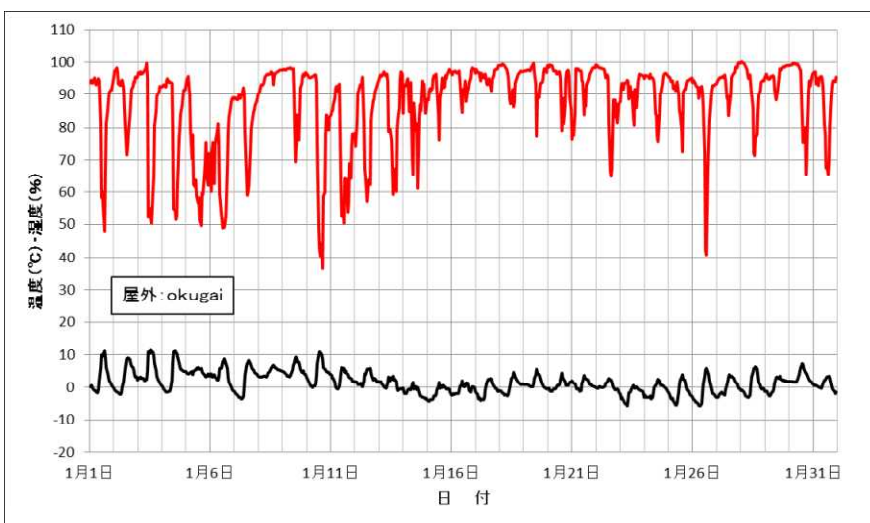
第57図 屋外における温度・湿度の推移(11月)

平成27年12月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-2.6℃、5.2℃、16.0℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ43.1%、88.9%、99.4%であった。



第58図 屋外における温度・湿度の推移(12月)

平成29年1月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-5.7℃、1.5℃、11.2℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ36.6%、87.9%、100.1%であった。



第59図 屋外における温度・湿度の推移(1月)

平成29年2月における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-6.6℃、2.1℃、13.9℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ36.1%、83.4%、102.5%であった。

平成29年3月（3月1日～3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-3.3℃、3.8℃、14.8℃であり、湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ22.6%、78.0%、98.2%であった。

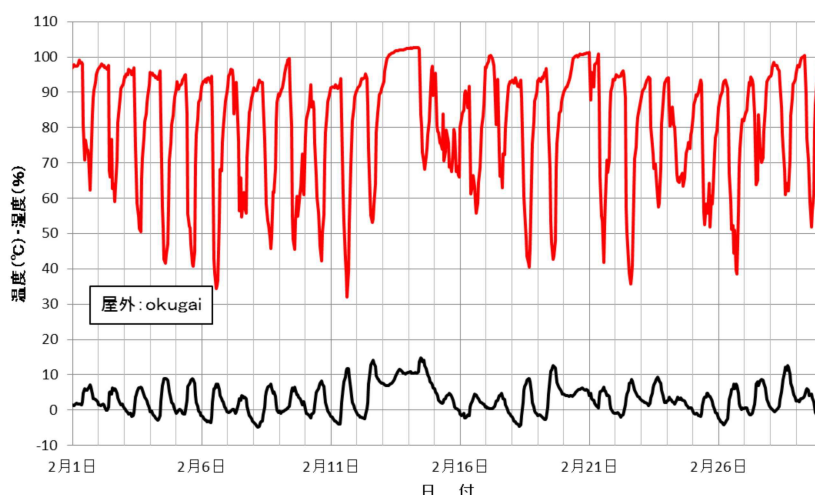
調査期間内（平成28年4月1日～平成29年3月15日）における温度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ-6.6℃、14.1℃、35.0℃であった。

同様に湿度の最小値、平均値、最大値は、それぞれ12.3%、83.2%、111.4%であった。

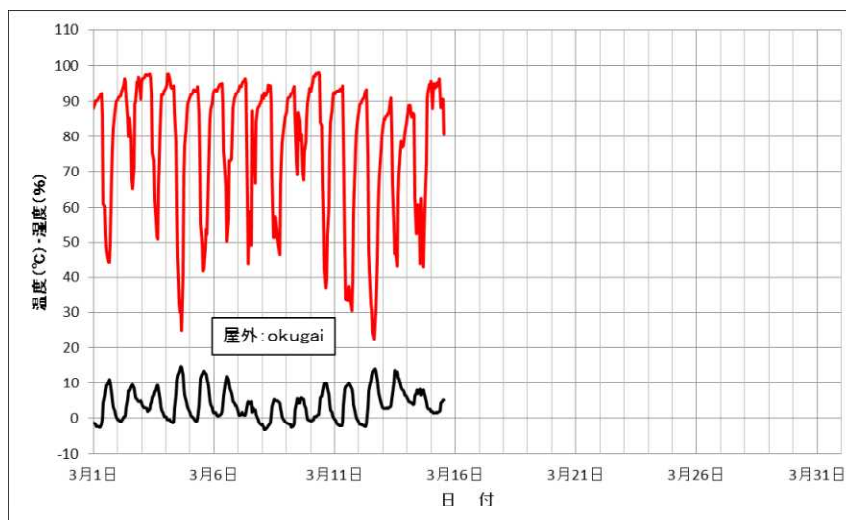
3.2 含水率調査

含水率調査結果を第1表に示す。

含水率は、1階が11.5%～15.0%、2階が11.0%～13.0%、3階が13.5%～18.5%の範囲にあり、1、2階と比較して3階は高い値を示した。



第60図 屋外における温度・湿度の推移(2月)



第61図 屋外における温度・湿度の推移(3月)

第1表 CLT建物の含水率調査結果			
調査日	春日住宅		
	1F	2F	3F
2016/4/15	12.5%	11.0%	17.0%
2016/5/13	13.5%	11.5%	14.0%
2016/6/7	12.5%	11.5%	16.0%
2016/6/24	14.5%	12.5%	15.0%
2016/7/11	15.0%	13.0%	14.5%
2016/7/22	14.5%	12.0%	15.0%
2016/8/19	14.5%	12.0%	13.5%
2016/9/15	14.5%	12.5%	17.0%
2016/10/13	14.0%	12.5%	16.0%
2016/11/16	15.0%	13.0%	18.5%
2016/12/8	13.0%	13.0%	15.0%
2016/12/22	13.5%	12.5%	17.5%
2017/1/13	12.5%	11.5%	16.5%
2017/1/27	13.0%	11.5%	17.0%
2017/2/15	12.5%	11.0%	17.0%
2017/3/15	11.5%	11.0%	16.0%

3. 3 平衡含水率 (EMC)

平衡含水率とは、木材を一定の温湿度条件下に長期間において到達した含水率（乾量基準）をいう。

平衡含水率は、シンプソンの平衡含水率予測式を用いて、計測した温度と湿度から算出した。算出した平衡含水率を参考値として付表に掲載する。

3. 4 絶対湿度 (D)・露点温度 (td)

絶対湿度とは、体積 1m^3 中に含まれる水蒸気量を g 単位で表したものである。

露点温度とは、水蒸気を含む空気を冷却した時、凝結が始まる温度をいう。

計測した温度、湿度から、絶対湿度と露点温度を算出した。

参考値として付表に掲載する。