

# 釧路高専学生寮(女子棟)における熱・空気環境の実態及び実測調査

佐藤 彰治<sup>\*</sup>, 青木 志帆<sup>\*\*</sup>

## Thermal and Air Environment in Dormitory for Female Students in N.I.T., Kushiro College

Shoji SATO , Shiho AOKI

**Abstract** The purpose of this report is to examine ways to improve the indoor environment based on the thermal and the air environmental research in the dormitory for female students in Kushiro College. As results of questionnaire, 80% of students who lived in this dormitory had thermal discomfort. The temperature, the humidity and the CO<sub>2</sub> concentration were measured in some rooms of dormitory in summer and winter season. As results of these measurements, some problems to influence thermal comfort and health for students were found.

**Key Words** : Dormitory, Thermal and Air Environment, CO<sub>2</sub> Concentration

### 1. はじめに

釧路高専(以下、本校)が開校した翌年(1966年)、本校学生寄宿舍(通称鶴翔寮)が新設され、現在までに増・改築を繰り返し、来年は開寮50年を迎えようとしている。開寮以来三十余年は男子学生寮としての歴史を重ねてきた。この間、女子学生数は多くなく、またそのほとんどは、釧路市内からの通学生であったが、その後女子学生の増加、その内釧路管外から入学する女子学生も増え、学生保護者を含めて女子寮設立が待ち望まれていた。そして、当時の関係教職員の努力により、1999年に漸く女子寮棟の開設に至った。

同学生寮女子棟(以下、女子寮)は、それまで男子専用で使用されていた寮舎の一部を改築、転用して創設された。その際、男子居室棟の女子居室棟への転用(F棟1階)だけでなく、管理棟を居室用に改築している(E棟)。また、開設当初は少人数であった女子寮も、昨今の入寮生の増加により一部の2人室を4人室としている。これらの影響などから、部屋ごとの居住環境、特に温熱環境に対して不快感を訴えている寮生も少なくない。

これまでに、男子寮棟の温熱環境調査を本研究室の卒業研究を中心に実施しており、寮生の生活スタイルの違いや釧路地方特有の気候(夏の濃霧発生や冬の多日射など)に起因する熱的な問題点について検討、指摘してきた。

今回の調査では女子寮における居室位置・方位、居住人数および生活方法の違いによる居室内の温湿度、空気質および熱的な不快感に着目し、女子寮生を対象としたアンケート調査、および年間を通じた居室内の温湿度、CO<sub>2</sub>濃度の長期実測を行った。本論においては特に熱・空気環境面での問題点について言及し、改善提案に繋げたいと考えている。

### 2. 学生寮の基本データ

2014年現在の学生寮(女子棟部分)の構造等の概要を表1に示す。

表1 学生寮(女子棟)の建築概要

	E棟	F棟
構造	RCラーメン構造	RC壁式構造
階数	2階建	3階建(1,2階部分)
延床面積	482m <sup>2</sup> (当直室含む)	661m <sup>2</sup>
窓仕様 (基本)	引違い2重サッシ 内窓: シングルガラス・樹脂サッシ 外窓: ペアガラス・アルミサッシ	

### 3. アンケート調査の概要

アンケート調査は、2年生以上の全女子寮生に依頼し、昨年度に居住していた居室を対象に行った。アンケート用紙は寮生に直接配布、後日回収する方法とした。実施時期は2014年6月とした。

アンケート項目は、①居室の温度・湿度に関わる不快感の有無とその予想される原因、②窓開け換気の有無と頻度、③換気口換気の有無と頻度、④除湿機使用の有無と頻度、⑤加湿器使用の有無と頻度、

<sup>\*</sup> 釧路高専建築学科

<sup>\*\*</sup> アイグステック(株)

⑥カビ発生の有無と時期, ⑦暖房運転時の寒暑感等, とした。回答は主に選択肢を設けた択一または複数回答式とし, 一部記述式とした。

#### 4. アンケート調査結果

##### 4-1 温湿度に関する不快感

図1に示す居室の温度および湿度に対する不快感の有無の回答を見ると, 8割の学生が温度に対して, 7割強の学生が湿度に対して何らかの不快感を持っていたことがわかる。このうち温度については, 自由記述からほとんどの学生が「冬期の寒さ」を訴えており, また, 暖房時と非暖房時の寒暖の差が激しい, 生活時間帯と暖房の時間帯がマッチしていない, などの記述もあった。湿度の不快感有の回答のうちの約7割は「夏のジメジメ感」を訴えており, その結果として洗濯物が乾きづらい等の記述も複数あった。夏の暑さを示唆する回答が少ない中で, 湿気の過多の回答が多いことは, まさに, 地域特有の気候が居室環境へ影響を及ぼしていること示している。一般に冬の乾燥感については個人差があり正確には判断しづらいが, 1割程度の学生が冬期の乾燥の問題を指摘している。

なお, 居室の方位別, 階別に回答を整理し比較を行っているが, 特徴的な差異は見られなかった。

##### 4-2 換気操作の有無

図2に示す居室の窓開放による換気の有無を見ると, 「頻繁に」, 「たまに」合わせて8割におよび寒暑感や乾湿感の調整のための窓開けによる換気の意識は高く, 季節別でみると, 前述の設定で湿度の不快感が多かった夏期には9割弱が窓開放している。また, 冬期の窓開放についても4割の回答があり, 前設問の記述でみられた過度な暖房の影響を窺わせる。同図の換気口の開放による換気は, 「頻繁に」, 「たまに」合わせても約1割程度に止まっている。理由は未確認ではあるが換気口の効果の過小評価, または換気口があること自体, 寮生が認識していないものと推察される。

##### 4-3 除湿機および加湿器の使用

図3に夏期および冬期における除湿機および加湿器使用の有無についての回答を示す。除湿機については夏期において「常に使用」が6割強, 「たまに使用」を合わせると7割以上の学生が除湿機を使用していることがわかる。前設問の窓開け換気と除湿機使用の回答の多さからみて, 比較的外気湿度の低い晴天日中などは窓開け換気である程度の湿度調整が可能であるが, 当地特有の霧発生日や夜間は除湿機に頼らざるを得ない居室が多いことが推察され

る。なお冬期は特に洗濯物乾燥のためと思われるが, 約4割の学生が除湿機を使用している。また, 夏期の加湿器使用は皆無であったが, 冬期は「常に使用」, 「たまに使用」の回答合わせて2割強であった。

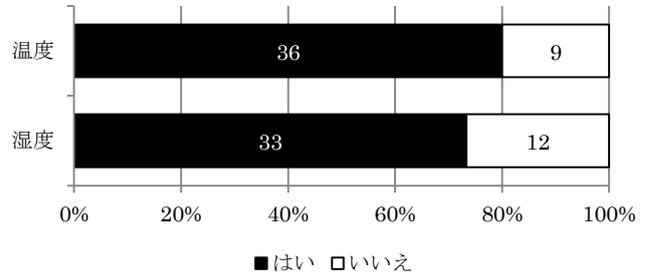


図1 温湿度に関する不快感の有無

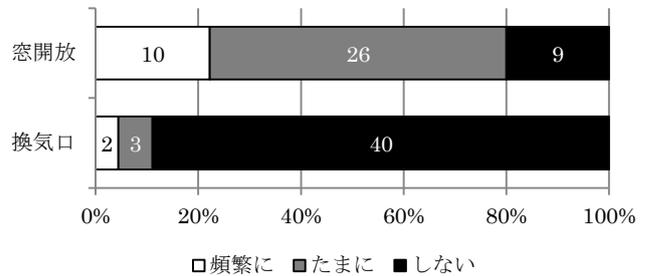


図2 換気の頻度

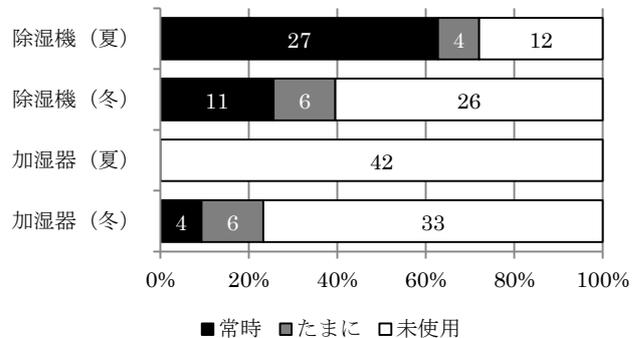


図3 除湿機および加湿器の使用

##### 4-4 カビ発生の有無

図4は, 居室の方位別でみたカビ発生についての回答を示したものである。北側居室でのカビ発生はほとんど見られないとの回答であるが, 南側居室においては6割弱の居室でカビが発生しているとの回答があった。また, 発生の季節は, 冬期が1割弱にとどまり, 夏期や中間期が大半を占めることから, 室内表面温度の低下による表面結露に起因するものではなく, 夏期の高湿度空気の滞留などによるものと推測される。

#### 4-5 暖房による室温の適否

図5は、暖房期における室温の適否についての居室方位別の回答である。北側では「暑い」、「寒い」という過度の不快は皆無であったが「適切」との回答は2割程度であった。南側では「適切」との回答は2割弱にとどまり、「暑い」、「やや暑い」が4割強、「寒い」、「やや寒い」も同じく4割強の回答であった。このように室によって寒暑の感覚がまちまちであるのは、居室方位や階数の影響だけでなく、集中暖房であることから暖房通気が不均等でシステムの末端部の室は暖まるまでに時間を要すること、暖房の量的な調節ができないこと、居室ごとに熱発生に関わる生活形態が異なること、などに起因するものと考えられる。

### 5. 実測調査の概要

#### 5-1 実測対象居室

本学生寮の平面形式は男女棟ともに複数の棟（男子4、女子2）をもつ中廊下型フィンガープランであり廊下を挟んで南側と北側に居室群がある。6棟のうち1棟は、階や領域で区分された男女兼用棟（B棟とF棟）となっている。

2014年4月現在で、女子寮の居室構成は表2の通りである。

表2 女子寮居室構成（室数）

棟	階	南側	北側	計
E	1	3	0	13 (内個室6)
	2	4	6	
F	1	13	10	33 (内個室24)
	2	5	5	

このうち、アンケート結果や方位、階および居住人数などを考慮して7つの居室を選定し熱環境の測定対象とした。表3にその概要を、図6に居室位置を示す。

表3 実測対象居室

室呼称 (棟・階・号)	方位	居室位置	床面積[m <sup>2</sup> ]	居住人数	測定期間
E102	南	中間部	24.0	4	夏冬
E201	北	端部	10.6	1	夏冬
E206	北	端部	9.6	1	夏冬
E207	南	端部	24.0	4	夏冬
F118	南	中間部	11.3	1	夏
F119	南	中間部	11.3	1	冬
F205	北	端部	17.1	2	夏冬

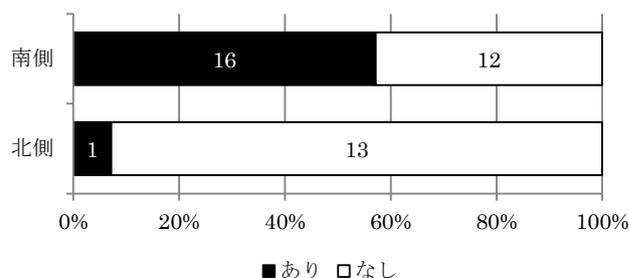


図4 カビ発生の有無

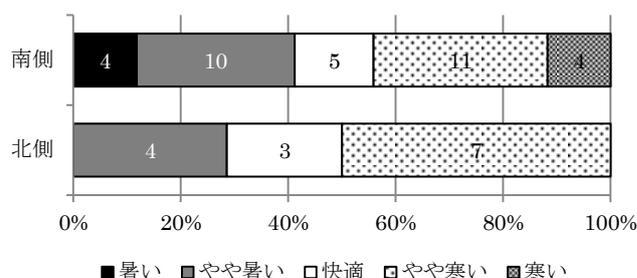


図5 暖房期の寒暑感

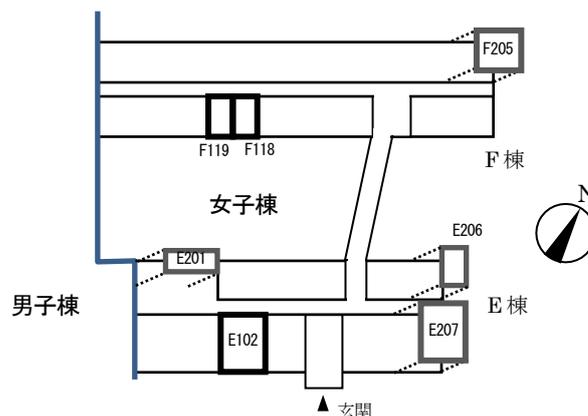


図6 女子寮略図と対象居室

#### 5-2 実測方法

実測項目は、室内温度および相対湿度（T&D RTR53、各室廊下側に1点）とした。また、冬期においては温湿度の測定に加え、E207 および F119 においてCO<sub>2</sub>濃度測定(佐藤商事 MCH-383SD)を行った。各計測共に10分間隔で測定・記録している。測定期間は夏期（2014年6月上旬～8月上旬）、冬期（同年12月上～下旬）とした。

### 6. 実測調査の結果

#### 6-1 夏期の温湿度実測結果

夏期の温湿度計測の結果、各室毎に特徴的な傾向が見られた。図7は特に顕著な差異が発現した3室（E102,E206,F118）について、7月における実質の居住時間帯（平日17:00～翌8:30、1時間ごとのデータ）の温湿度を空気線図上にプロットしている。な

お、図中に ASHRAE（アメリカ空調学会）が提唱する夏の快適域（clo 値 0.5）<sup>1)</sup> を記している。

1 階南向き個室の F118 は、今回の夏期の計測の中では高温域の時間帯が多い結果となっている。生活の形態として、あまり窓を開放することが少ないこと、これに加えて、この居室は数少ない冷蔵庫のある室であり、また、除湿機も夜間を中心に使用しており、これらからの排熱の影響が相当大きいことが推察できる。旧管理棟である E 棟は全般的に F 棟よりも低温傾向が見られ、また 1 階は 2 階よりも高温傾向にあることがわかっている。1 階南向き多人数室の E102 は、高湿度となる時間帯（70%RH 以上）が比較的多い結果となっている。この居室は 1 階であることと多人数による呼気、代謝の影響に加え、窓開け換気をほとんど行っていないことに起因するものと推察される。夏で最も快適域内またはその近傍に分布している時間帯が多かったのは、2 階北向きの個室である E206 であった。当地域の夏期においては、北向き居室の方が南向き居室よりも温熱面での快適性を確保しやすい傾向にあることが分かった。

図 8 は F118 号室の 7 月の全時間帯における除湿機使用の有無による温湿度分布を示したものである。この図から明確のように除湿機使用によって相対湿度は 10%程度低下するが、絶対湿度はほぼ変わらず、排熱による温度上昇が見られる。このことから、この時期の除湿機使用は洗濯物の乾燥等に効果はあるものの、体感上の快適性においては必ずしも効果的とは言えない。

## 6-2 冬期の温湿度実測結果

図 9 は、冬期間（12/3～23）における 1 階南側の個室(F119)と 2 階南側の 4 人室(E207)の実質居住時間（平日 17:00～翌 8:30、1 時間ごとのデータ）の温湿度を夏期の結果同様、空気線図上にプロットしたもので、図中に ASHRAE の冬の快適域（clo 値 1.0）<sup>1)</sup> を記している。

F119 号室は、概ね快適域に収まっているが、湿度の変動は大きく 40%RH を下回る時間帯が多いことから乾燥傾向にあるといえる。この居室は除湿機使用と同時に常に洗濯物の室内干し（加湿）をしており、この効果が湿度環境の形成に大きな影響を及ぼしていると推察され、除湿機の適切な ON-OFF 制御によって、良好な環境を保持し得る可能性がある。これに対し E207 号室は、温度差が大きく、12～24℃まで幅広く分布している反面、絶対湿度（水蒸気圧）の差が僅少であるという極めて特徴的な分布となっており、当初予想された多人数による温湿

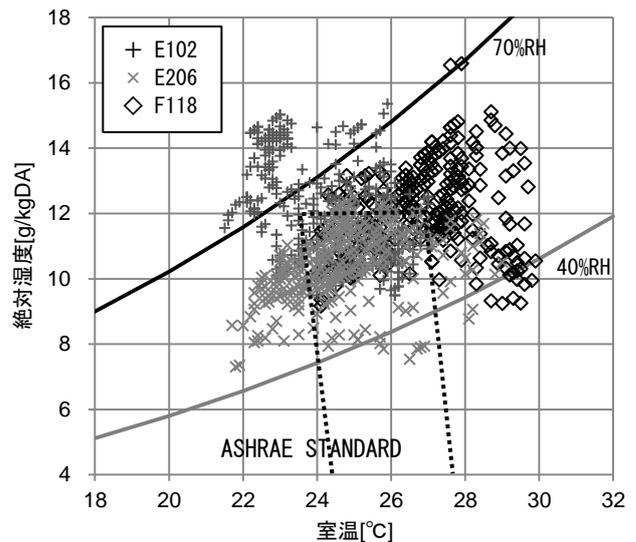


図 7 夏期の居室温湿度

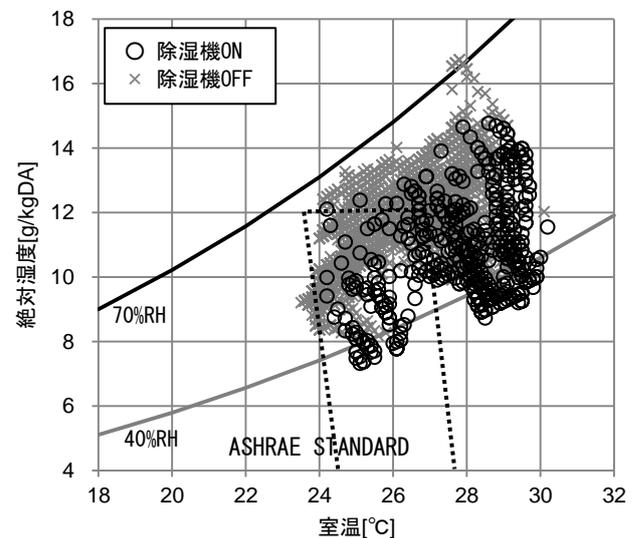


図 8 除湿機使用による居室温湿度（F118）

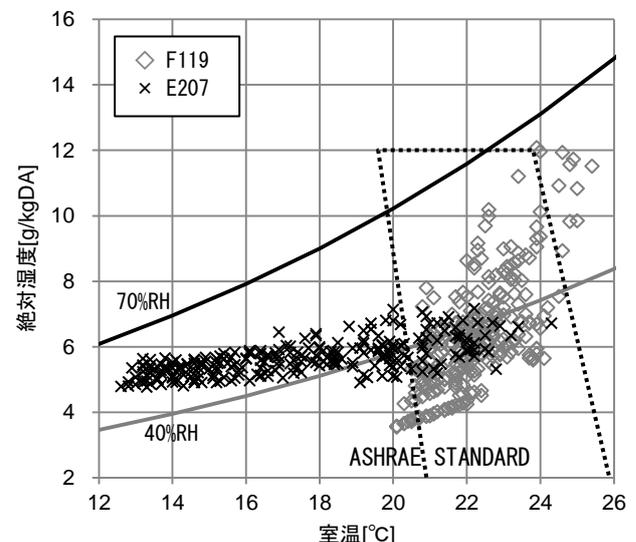


図 9 冬期の居室温湿度

度への影響はほとんど見られなかった。この居室は端部（妻側）に位置し、アンケート結果からも最も温熱環境面の問題のある部屋の一つである。特に外気温に強く依存する早朝の過度な温度低下は、寮生の健康面にも大きく影響を及ぼすものと推察され、何らかの対策が必要と考える。

### 6-3 CO<sub>2</sub>濃度測定結果

図10は、冬期間（12/3～23）に連続測定したF119号室とE207号室のCO<sub>2</sub>濃度の発現頻度をヒストグラムで示したものである。一般にビル衛生管理法における居室のCO<sub>2</sub>許容濃度は1000ppmとしている。個室のF119号室は1000ppmを超える時間帯が50%を超えるものの、2000ppmまでには達していない。これに対して4人室のE207号室はほとんどの時間帯で1000ppmを超えており、夜間就寝時には基準値の3倍の3000ppmを常に上回っており（全時間帯の30%）、さらにピーク時（登校直前）には5000ppmを超えることもある。

測定した平日10日間における登校時から昼休みまでの濃度減衰から換気回数を算出（CO<sub>2</sub>減衰法）したところ、0.08～0.20回/hと高い気密性がみられ、多人数室では健康に影響を及ぼす空気質となる可能性がある。また、このことは前節で述べた夜間・早朝の過度な温度低下の現状からみて、改修により窓の気密性が向上したことで、換気による熱損失よりも壁体・天井部位の断熱不足による貫流熱損失が卓越していること（高气密・低断熱）を示唆している。

## 7. 問題点の整理と改善の可能性

以上のように、アンケートおよび実測結果から下記に示す問題点が明確になった。

1) アンケートの回答から、8割程度の女子寮生が居室の寒暑感（温度）や乾湿感（湿度）に何らかの不快感や不満を抱いている。

2) 夏期の居室内において、特有の気候や居住人数に起因する高湿度による不快感、洗濯物の不乾燥およびカビの発生は、自然換気のみで解決することは困難で除湿機の使用がほぼ必須であり、このことは室内の過熱の原因ともなっている。また、この時期は南向きよりも北向き居室の方が、比較的快適な環境を維持しやすい傾向が見られる。

3) 冬期の居室内においては、暖房通気の時間帯や、居室位置による通気の不均等・遅延などで、暑すぎや寒すぎなどの不快感が生じている。また、最上階や端部の居室においては断熱不足による過度な熱損失（早朝の温度低下）が見られ、むしろ夏期に見られた多人数による温湿度上昇への影響はほとんど現

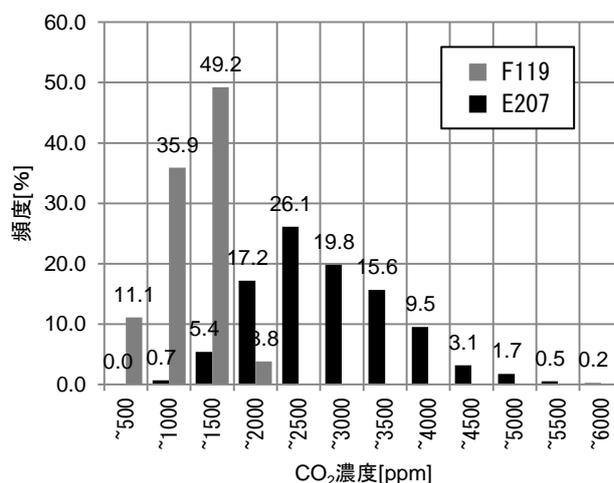


図10 CO<sub>2</sub>濃度の発現頻度

れなかった。

4) CO<sub>2</sub>濃度の測定結果から窓改修などによって気密性能は上昇しており、窓開けなどの換気行為がされにくい冬期の多人数室では空気質への悪影響が懸念される。

これらのことは、基本的には現状の環境の中での生活行為の見直し、例えば、適切な窓開け換気、洗濯物の居室内乾燥の見直し、着衣量の調整などによってある程度の改善は見込める。しかし、現状の寮舎の熱性能や一人当たりの居室専有面積の狭隘化、さらには夏の高湿度や冬期の低温など当地域特有の過酷な気候から、生活の工夫のみで十分な熱的快適性を維持することは困難である。

これらのことから、もちろん経済面での問題解決や安全面への十分な配慮は必要であるが、①居室ごとの強制換気設備（可能であれば熱交換換気）の設置の検討、②個別暖房への移行の検討など、現実的な対応が必要と考える。

## 8. おわりに

本年（2015年）3月に、男子棟の一部をさらに女子棟に転用、男子棟居室の間仕切り壁位置の変更による増員化のための改修が行われた。特に男子棟においては一人当たりの居室専有面積が縮小化されたことで熱や空気環境面での快適性や健康性に少なからず影響を与えていることは容易に想像できる。予算面や安全面などでクリアすべき問題は多々あるが、少なくとも寮生の心身面での健康に直截的に悪影響を与えないような環境整備が必要と考える。

### 参考文献

- 1) ASHRAE : ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy