

## 夏期屋外から入室後の人体生理の平衡を目指した冷却方法

建築都市デザイン学科 2280090067-4 門田 梨沙  
(指導教員 近本智行)

### 1. はじめに

夏期屋外から帰社した人体は代謝量も高く、体内に熱を蓄積しやすい。その状態で執務室に入室すると温熱感が高く、しばらく不快に感じる事が想定される。また、温熱感を下げようと室全体の空調設定温度を下げた場合、既滞在者の不快を招くことが考えられる。

パーソナル空調システムにより体内に蓄積された熱を除去し、上昇した温熱感を緩和することも可能である<sup>1)</sup>。しかし、個人用にタスク吹出しユニット等を備えることからコストアップしやすい。またEVホール等の経路空間に人体冷却を意図した吹出口を設けた例もあるが、室全体での制御が難しく、狙った効果を反映しにくい<sup>2)</sup>。

上記の問題を克服しつつ夏期帰社時の体内に蓄熱された熱を除去する手段としてクーリングルームを提案する。クーリングルームとは外勤者の帰社時に執務室に入る前に利用し、冷却によって温熱感を緩和する部屋とする。

本研究では、夏期屋外から 27.5℃に設定された執務室へ入室する際のクーリングルーム利用を想定し、被験者実験を行う。クーリングルームの環境形成要素(気流速度・室内温度・気流温度・滞在時間)をパラメータとし、冷却効果を確認する。皮膚温度・深部体温・発汗量・脳血流量の生理量とアンケートによる心理量から検討する。

### 2. 概要

#### 2.1 実験概要

実験Ⅰ(表1、図2)はクーリングルーム(図1)の環境形成要素をパラメータとし、パラメータを変化させた時の被験者への影響から冷却効果の大きいパラメータを検討する。2012年6月6日~24日の内7日間で実施した。

実験Ⅱ(表1、図2)は、実験Ⅰの結果をもとにパラメータを室内温度に絞り、冷却効果の大きい室内温度を検討する。2012年8月16日~9月10日の内12日間で実施した。立命館大学びわこ・くさつキャンパスの実験室で行い、夏期の外部環境、クーリングルーム、執務室の環境を再現した。

#### 2.2 被験者概要

健康な男子大学生とし、着衣量は1.0clo(半袖肌着、半袖シャツ、作業着上下、下着、靴下)で統一した。被験者数は実験Ⅰでは17サンプル、実験Ⅱでは30サンプルとした。実験中は生理量を測定し(表2)、アンケートを記入させる。アンケートについて、実験前では被験者の特徴、執務室滞在時には各部位と全身について温冷感・快適感・満足感(各7段階評価)・許容度を中心に、外部環境退室時には発汗の有無、クーリングルーム退室時では気流感・温冷感・快適感・発汗について申告させた。

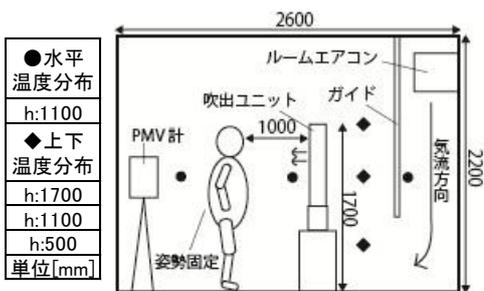


図1 クーリングルーム概要図

表1 実験Ⅰ・Ⅱ実験ケース

実験Ⅰ	気流速度	クーリングルーム室温	気流温度	滞在時間	パターン	実験回数
case0	基準	25.5℃	等温	5min	3	3
case1	2.0m/s	25.5℃	等温	5min	1	2
case2	無し	25.5℃	等温	5min	1	3
case3	2.0m/s	27.5℃	等温	5min	1	3
case4	2.0m/s	25.5℃	冷風	5min	1	3
case5	2.0m/s	25.5℃	等温	2min	2	3

実験Ⅱ	気流速度	クーリングルーム室温	気流温度	滞在時間	パターン	実験回数
case1	2.0m/s	25.5℃	等温	5min	1	10
case2		23.5℃				
case3		21.5℃				

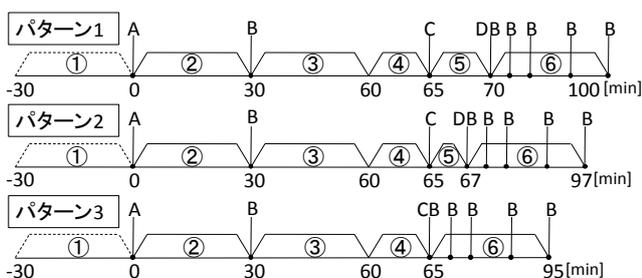


図2 実験スケジュール 移動・滞在内容

記号	内容	合計時間(分)
①	執務室入室 + 測定器取付け + 着座・安静(1.0met)	30
②	執務室(平時) + 事務作業(1.2met)	30
③	外部環境 + 着座・安静(1.0met)	30
④	外部環境 + 踏台昇降(1.4met)	5
⑤	クーリングルーム + 直立(1.3met)	0 / 2 / 5
⑥	執務室(再入室後) + 事務作業(1.2met)	30
A	アンケートA(実験前)を記入	
B	アンケートB(執務室)を記入	
C	アンケートC(外部環境)を記入	
D	アンケートD(クーリングルーム)を記入	

※ 温冷感・快適感・満足感は7段階評価に基づいている

表 2 実験 I・II 被験者測定項目

測定項目	測定点数		測定機器		測定間隔
	実験 I	実験 II	実験 I	実験 II	
皮膚温度	9点※1	5点※3	T型熱電対		10秒
深部体温	1点※2	1点※2	T型熱電対	耳式温度計	10秒/5分
発汗量	2点(胸、腕)	2点(胸、腕)	発汗ロガー		2秒
脳血流量	1点(額)	1点(額)	赤外線酸素モニタ装置		1秒

※1 9点: Hardy-DuBoisの7点法(額・腹・前腕・手・上腿・下腿・足)+首筋+脇

※2 深部体温として実験 I は皮膚温度9点中の脇、実験 II は鼓膜温度を使用

※3 Burtonの3点(胸・前腕・下腿)+額+脇

case0	case1	case2	case3	case4	case5
ルーム無	基準	気流無	室温+2°C	冷風	短時間

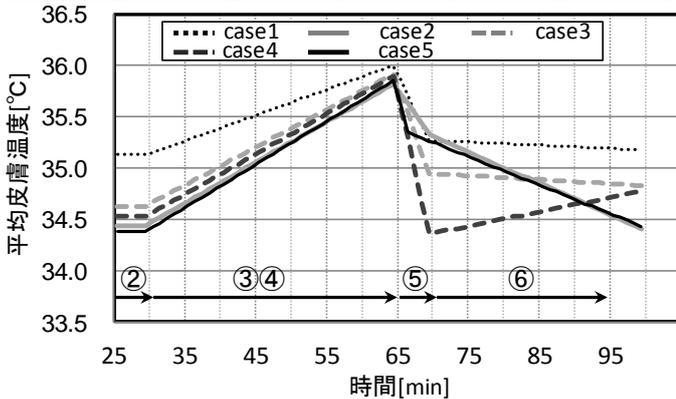


図 3 実験 I 平均皮膚温度

### 3. 実験 I 結果・考察

#### 3.1 平均皮膚温度

平均皮膚温度(図 3)は持田ら<sup>文2)</sup>の算出式を参考とした。ケースによって平均皮膚温度に差はみられるが、クーリングルーム内を評価した⑤での温度は降下しており、また、再入室後の値(=⑥)が平時の値(=②)に近づいているため、どのケースもクーリングルームの冷却効果があったと考えられる。ただし、case2, case5 では平時の値(=②)に至る時間が長く、効果が小さかったと思われる。また、case4 では再入室時(=⑥左端)に平時の値(=②)を下回り、再入室後(=⑥)で上昇していることから、クーリングルームでの過剰冷却の可能性が推測される。

#### 3.2 脳血流量

図 4 に case0 および case3 の TOI 値<sup>注2)、文3)</sup> 平均データを示す。人体は暑く感じると放熱するために血流が活発に働くので、TOI 値が高い値を示すと考えられる。case0、case2、case5 は執務室再入室時の TOI 値が平時の値を上回っているため、再入室後の被験者は平時よりも暑く感じていると考えられる。

また、発汗量・アンケート結果から考察を行ったが、個人の特徴が強く表れ、結果を得ることはできなかった。

### 4. 実験 II 結果・考察

平均皮膚温度、脳血流量、発汗量の値はケース間で差はみられない。平時と再入室後の値は大きく変わらず、クーリングルームとして十分に機能しているといえる。

温冷感申告のアンケート結果(図 5)からクーリングルーム通過時(アンケート D)は、設定室内温度の低い順

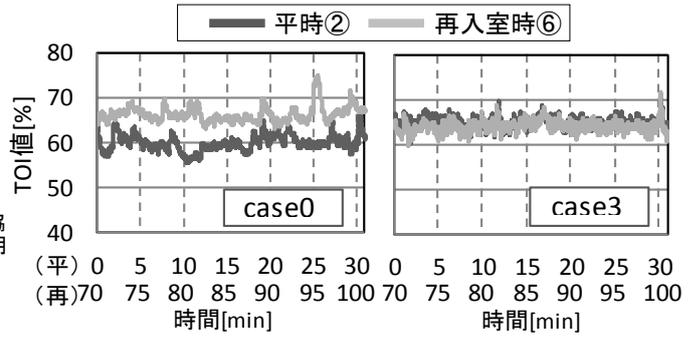


図 4 実験 I 脳血流量

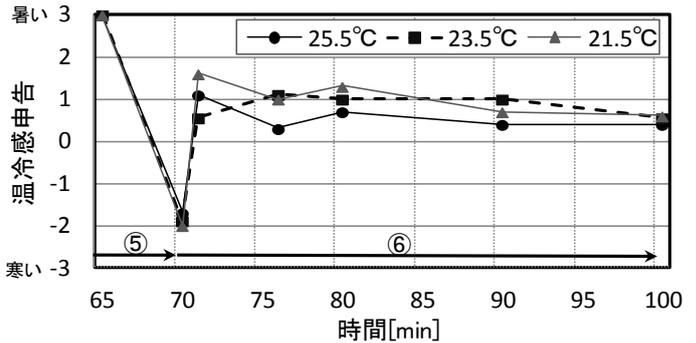


図 5 実験 II 温冷感申告

(21.5°C、23.5°C、25.5°C)に涼しく感じる申告が多い。一方で、執務室に戻ると暑い側の申告をする人が多かった。これはクーリングルームと執務室の大きい温度差が影響した可能性がある。快適感・許容度申告も同様である。

### 5. まとめ

本報では、クーリングルームでの環境形成要素の違いによる冷却効果を被験者実験での生理量測定及びアンケートから確認した。以下に結果を示す。

実験 I) 気流の影響が小さいケースではクーリングルームの効果が小さい。

実験 II) クーリングルームと執務室の温度差が大きいほど執務室入室後に暑くて不快と感じる傾向がある。

今後、冷却効果に影響するパラメータの詳細検討として気流速度、気流温度によるクーリングルームの効果の違いを明らかにする必要がある。

#### 注釈

注1) 例として大林組技術研究所新本館, デサント大阪オフィス等。

注2) TOI 値[%]: 血中ヘモグロビン中の酸素化ヘモグロビンの割合。

#### 参考文献

文1) T. Chikamoto, T. Ikaga, T. Hayashi, S. Kato: Study on the Characteristics of the Indoor Environment Utilizing Hybrid Ventilation and Personal Air-Conditioning Unit, ROOMVENT2004

文2) 持田, 嶋倉, 吉田: 各種平均皮膚温算出式の特性比較, 日本生理人類学会, 13(6), 357-373, 1994

文3) 倉成, 近本: 非定常状態の温熱環境における人体の快適性の研究(その3), 空気調和・衛生工学会大会, 1291-1294, 2009

#### 謝辞

本研究を進めるにあたっては大阪ガス(株)、(株)日建設計及び大成建設(株)の方々に協力を得た。ここに感謝の意を表します。