

冬期病室における全空気式誘引放射空調の熱的快適感評価に関する研究

丸山 茜¹⁾, 齋藤 輝幸²⁾¹⁾名古屋大学大学院環境学研究科大学院生, ²⁾名古屋大学大学院環境学研究科准教授・工学博士

A Study on the Evaluation of Thermal Comfort in a Hospital Room with All-air Induction Radiant Air-conditioning System in Winter

MARUYAMA Akane¹⁾, SAITO Teruyuki¹⁾¹⁾Graduate Student, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ.,²⁾Assoc.Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

Abstract: We investigated physiological and psychological responses in a hospital room with all-air induction radiant air-conditioning system in winter. Four subjects of patient role sat on a bed with futon over waist for the first 60 minutes. After that, they lay down on a bed with futon over shoulder for 30 minutes. The results show that there were many votes around neutral on 'cold - hot' scale and many votes in warm side on 'cool - warm' scale at 20 to 25°C in both sitting position and bedtime attitude. The desire of room temperature becomes 'no change' at around 23 to 24°C in the sitting position and at 19 to 20°C in bedtime attitude. Also, in the sitting position, the rate of 'no change' on the desire of room temperature and 'very satisfied' on the degree of satisfaction becomes higher when SET* is 23 to 24°C, and in bedtime attitude, the desire of room temperature becomes 'no change' and no one has dissatisfaction when SET* is 19 to 20°C.

Key words: induction radiant air-conditioning system, thermal sensation, thermal comfort, SET*

要旨: 冬期において全空気式誘引放射空調の設置された病室を模擬した実験室において、暖房時の生理的及び心理的応答を調査した。4名の被験者を患者役として、前半60分間はベッド上で腰まで布団をかけて着座姿勢、後半30分間は足先から肩まで布団をかけて横たわり就寝姿勢をとらせ、10分おきに心理申告をとった。結果、着座姿勢、就寝姿勢共に20~25°Cの温度帯において寒暑感では中立付近の申告が多いのに対し、涼暖感では暖かい側の申告が多くなり、着座姿勢では室温23~24°C、就寝姿勢では19~20°Cで室温希望が「変えなくてよい」となった。また着座姿勢ではSET*23~24°Cにおいて室温希望が「変えなくてよい」、満足度が「非常に満足」の割合が高くなり、就寝状態ではSET*19~20°Cにおいて室温希望が「変えなくてよい」となって、不満を感じる被験者がなくなった。

キーワード: 誘引放射空調、温冷感、熱的快適感、SET*

1. はじめに

近年医療施設では、温度ムラが生じにくく気流を感じにくいという利点から、天井放射空調の導入が進められている。夏期天井放射冷房を用いた病室における実験により、糸井川ら(2006)は23時から2時まで26°C、2時から起床まで28°Cに制御した天井放射冷房を病室に適用する可能性を示唆した。長野ら(2001)は仰臥安静人体が中立温感を示すSET*は27.0°C、好感度が最大となるのは27.3°Cであり、平均皮膚が34.4~34.5°Cで温冷感が中立となり、好感度も最大となったことを示している。また金澤ら(2010)は冬期エアコンを用いた住宅における実験により、室温変動よりも寝床内気候が温冷感や快適感に影響していることを示している。

筆者らの研究では、これまで冨ら(2013)や筆者ら

(2014)が隣室や屋外から全空気式誘引放射空調(以下、誘引放射ユニット)の設置された執務室へ移動した後の心理反応に関する調査を行ってきた。しかし、冬期に天井放射空調を用いた病室における研究が少ないことから、病室に誘引放射ユニットを設置した場合の適切な設定温度について検討することを目的とし、全空気式誘引放射空調の設置された病室を模擬した実験室において暖房時の生理的及び心理的応答を調査した。筆者ら(2014)は既に心理申告の経時変化に着目した分析を行っており、本報では物理量と心理量の関係に着目した分析結果を報告する。

2. 方法

2014年2月19~25日に、大阪にあるモデルルーム(

表 1 実験フロー

	前室		移動	実験室 (前半)						実験室 (後半)				
時間	0分	30分		0分	10分	20分	30分	40分	50分	60分	0分	10分	20分	30分
心理申告				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
患者役	椅座姿勢		着座姿勢(ベッド) ※布団は腰までかけている						就寝姿勢(ベッド) ※布団は肩までかけている					

以下、実験室)において被験者実験を行った。図 1 に本実験で用いた実験室の平面図を示す。設定温度は誘引放射ユニット 20、22、23.5、25℃の 4 条件で実験を行った。

実験時における被験者の移動スケジュール及び心理申告のタイミングを表 1 に示す。被験者はまず前室に集合し、実験説明や着替え、皮膚温計の装着を含めて 30 分前室に滞在した。その後実験室へ移動し、前半 60 分間は昼間を想定して、ベッド上で下半身だけに布団を掛け座った状態、後半 30 分間は夜間を想定して、ベッド上で足先から肩まで布団をかけて横たわった状態をとった。また、被験者は健康な男女とし、各条件とも男女 2 人ずつが実験に参加した。表 2 に被験者の身体的特徴を示す。

表 2 被験者の身体的特徴

条件(℃)	被験者人数(人)	年代	身長(m)	体重(kg)
20	4	20~60	167.3±5.8	59.5±9.6
22	4	20~50	166.8±4.3	57.3±7.5
23.5	4	20~70	169.0±10.3	67.8±17.6
25	4	20~40	164.8±5.9	59.3±6.8

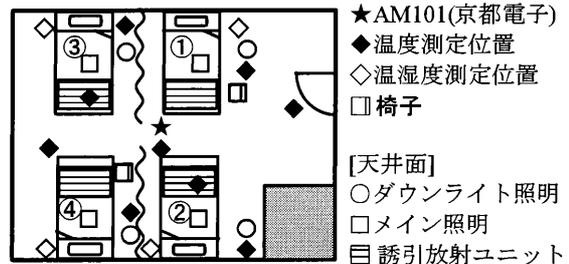


図 1 実験室平面図

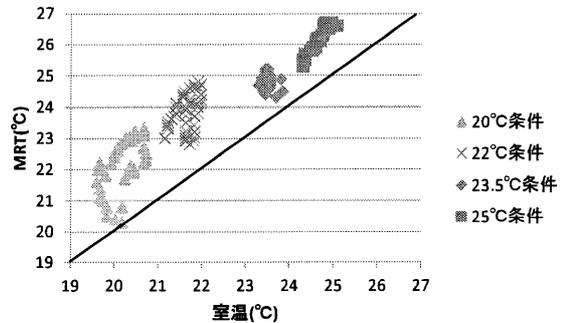


図 2 室温 × MRT

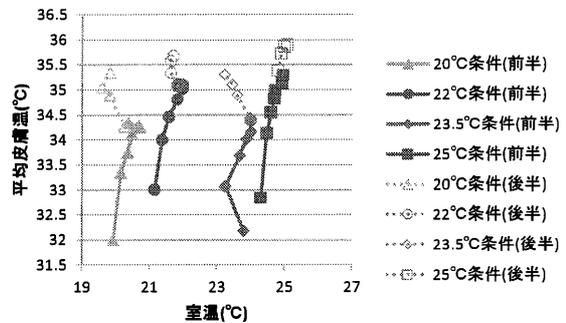


図 3 平均皮膚温の変化量

3. 結果

3.1 物理量

図 2 に 4 名の被験者近傍における室温の平均値と室中央に設置した PMV 計で計測した MRT の関係を示す。どの条件においても、室温より MRT の方が常に高い傾向にある。また、室温について、各条件別に見ると 1 ~ 1.5℃の範囲内に制御されており、また風速も 0.01 ~ 0.03m/s とほぼ無風であったことから、各条件ともに安定した室内温熱環境であったと言える。

3.2 生理量

図 3 は実験室へ入室以降の平均皮膚温の変化と室温の関係を示しており、条件別に患者役 3~4 名の平均値を示している。20℃条件のみ、被験者 1 名の皮膚温センサーが外れていたため分析から除外した。実験室へ入室直後の平均皮膚温は 20℃条件と 23.5℃条件が約 32℃、22℃条件と 25℃条件が約 33℃と違いがあるものの、いずれも実験中に 3~3.5℃上昇している。22℃条件のみ平均皮膚温の変化量が 2.5℃程度と少なくなっているが、その理由は現在のところ不明である。

3.3 心理量

3.3.1 室温と室温希望の関係

図 4 は室温と室温希望の関係であり、計 16 名の被験者の申告結果を 1℃刻みで集計し、各温度別に申告の比率を求めたものである。グラフ中の数字は申告数を表している。ただし 22℃条件に参加した被験者の内 1 名がどのの渴きによる不快を訴えていたため、集計から

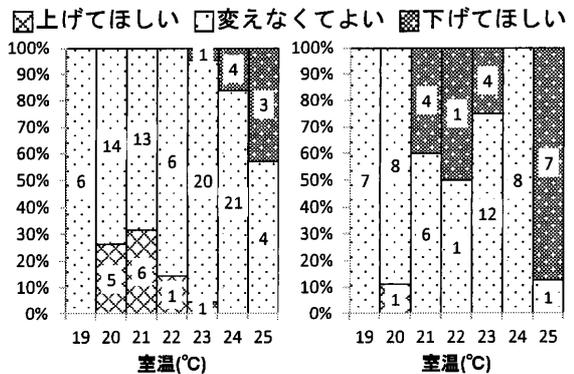


図 4 室温 × 室温希望

(左：前半 60 分間、右：後半 30 分間)

除外している。

図4左の前半60分間について、入室直後であった19℃では「変えなくてよい」と申告しているが、20℃以降は室温が低いほど「上げてほしい」、高いほど「下げてほしい」の申告が多くなっており、23~24℃付近で「変えなくてよい」の申告が多くなっている。

図4右の後半30分間について、20℃以下ではほとんどの人が「変えなくてよい」と申告している。21℃以上では「下げてほしい」と申告する割合が増え、24℃において「変えなくてよい」の申告が占めているものの、25℃では90%近くが「下げてほしい」と申告している。なお、24℃の申告は全て25℃条件の女性被験者2名の申告であり、25℃の申告は全て25℃条件の男性被験者2名の申告である。

3.3.2 SET*と心理申告の関係

図5~9はSET*と寒暑感、涼暖感、快適感、室温希望、満足感の関係である。寒暑感、涼暖感、快適感については被験者16名の申告結果をプロットし、室温希望、満足感については16名の申告を1℃刻みで集計し、各温度別に申告の比率を求めたものである。SET*の計

算に当たり、男性は0.71clo、女性は0.98clo、代謝量は0.9metとした。また3.3.1の室温と室温希望の関係と同様に、22℃条件においてのどの渴きによる不快を訴えていた1名の被験者の申告を集計から除外している。

図5のSET*と寒暑感の関係について、左図の前半60分間では、22℃以降から一部の被験者が「やや寒い、寒い」、「やや暑い、暑い」を申告しているものの、どの温度帯においても「どちらでもない」の申告が多くなっている。右図の後半30分間では、布団で全身が覆われたため、寒い側の申告がほぼなくなっている。

図6のSET*と涼暖感の関係についても、前半60分間に比べると後半30分間において涼しい側の申告が見られなくなっている。また、寒暑感が全体的に中立の申告が多いのに対して、涼暖感は暖かい側の申告が多くなっていることが分かる。

図7のSET*と快適感の関係について、左図の前半60分間では、どの温度帯においても申告に大きなばらつきが見られるが、不快側の申告は少なく全体的に快適側の申告が多くなっている。

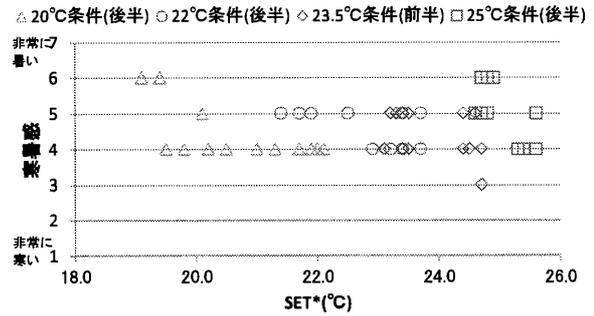
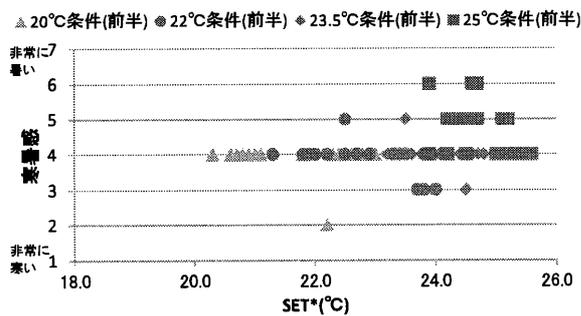


図5 SET*×寒暑感 (左図：前半60分間、右図：後半30分間)

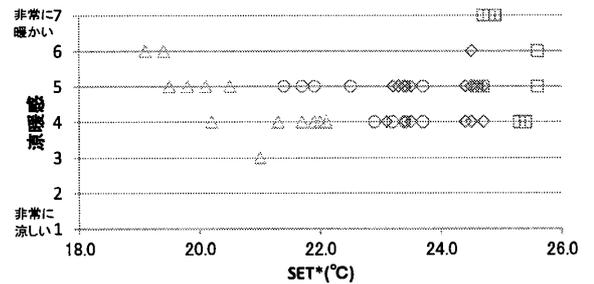
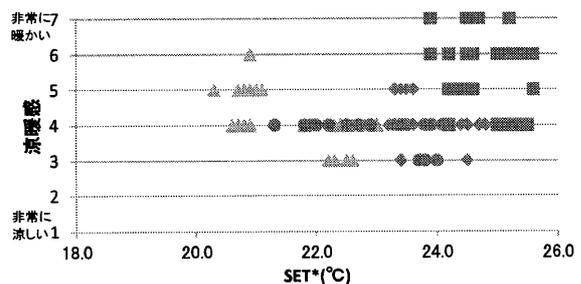


図6 SET*×涼暖感 (左図：前半60分間、右図：後半30分間)

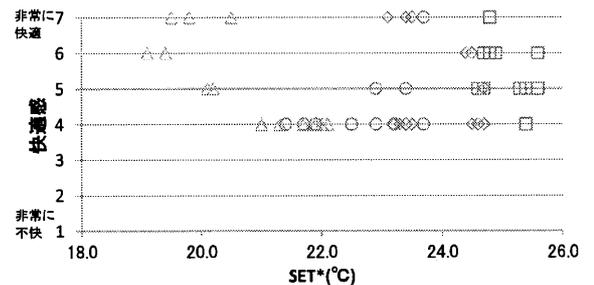
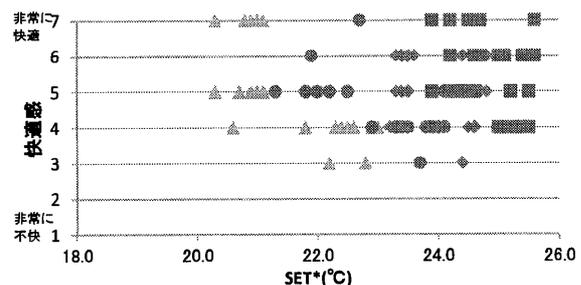


図7 SET*×快適感 (左図：前半60分間、右図：後半30分間)

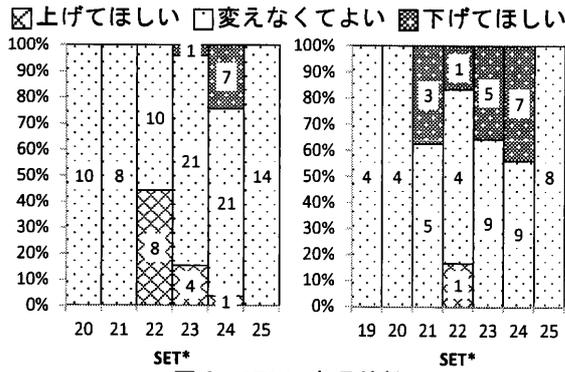


図 8 SET*×室温希望

(左：前半 60 分間、右：後半 30 分間)

図 8 の SET* と室温希望の関係について、左図の前半 60 分間では、SET*22~24℃において一部の被験者が「上げてほしい」と申告しており、特に 22℃において 40%を超えている。「下げてほしい」の申告は 23~24℃の間で見られるものの、20~21℃、23~25℃の間で「変えなくてよい」の割合が高くなっている。右図の後半 30 分間では布団を肩までかけていたため「下げてほしい」と申告する割合が高くなっているが、どの温度帯においても半数以上は「変えなくてよい」と申告していることが分かる。

図 9 の SET* と満足感の関係について、左図の前半 60 分間では、SET*22~23℃において一部の被験者が「やや不満」と申告しているがそれ以外の温度帯では不満を感じる人がいなくなり、さらに 30~50%の人が「非常に満足」と申告していることが分かる。右図の後半 30 分間では、21~23℃において「やや不満」と申告している人が全体の 10~35%を占めている。24℃以降は不満側の申告をする人がいないものの室温を「下げてほしい」と申告する人がいる等、就寝状態としてはあまり好ましい温熱環境ではないと考えられる。

4. まとめ

本報では、病室に誘引放射ユニットを設置した場合の適切な設定温度を検討するために被験者実験を行い、以下の結果を得た。

- (1) 平均皮膚温について、いずれの室温条件でも 60 分間着座姿勢をとると約 2~2.5℃、30 分間就寝姿勢をとると約 1℃上昇した。
- (2) 着座姿勢では室温 23~24℃、就寝姿勢では 19~20℃で室温希望が「変えなくてよい」となった。
- (3) 着座姿勢では SET*23~24℃において室温希望の「変えなくてよい」の割合が高くなり、不満側の申告がほぼなくなった。就寝姿勢では SET*19~20℃において室温希望が「変えなくてよい」となり、不満側の申告がなくなった。

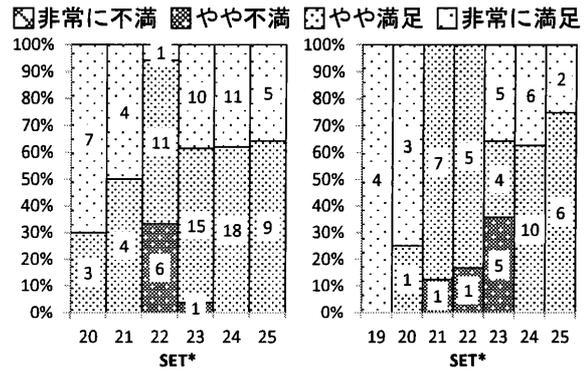


図 9 SET*×満足感

(左：前半 60 分間、右：後半 30 分間)

謝辞 本研究の実施にあたり木村工機株式会社より大きな協力を得た。また被験者として多くの方に実験に参加して頂いた。記して感謝の意を表す。

5. 文献

糸井川 高穂, 羽山 広文, 絵内 正道, 菊田 弘輝: 病室における睡眠時の天井放射冷房に関する実験的研究, 人間と生活環境, 13(2), 87-93, 2006

長野 克則, 持田 徹, 嶋倉 一實, 吉野 博: 仰臥安静人体を対象とした天井放射冷房システムの温熱環境設計に関する実験的検討, 空気調和・衛生工学会論文集 (81), 59-69, 2001

金沢 麻梨子, 久保 博子: G-5 冬期に自宅でのエアコン利用による室温変化が終夜睡眠に及ぼす影響, 人間・生活環境系シンポジウム報告集 34, 159-162, 2010

闫 寒月, 齋藤 輝幸, 久野 寛: 夏期における全空気式誘引放射空調の評価に関する研究, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集, 第 14 号, pp.9-12, 2013

丸山 茜, 齋藤 輝幸: 夏期屋外から入室後における全空気式誘引放射空調の熱的快適性評価に関する研究 その 1, その 2, 日本建築学会大会学術研究発表会論文集, 2014

丸山 茜, 齋藤 輝幸: 病室における全空気式誘引放射空調の熱的快適感評価に関する研究(第 1 報)冬期着座姿勢と就寝姿勢における検討, 空気調和・衛生工学会学術研究発表会論文集, 2014

Hardy, J. D. and E. F. DuBois: The technique of measuring radiation and convection, J. Nutr., 15(5), pp.461-475, 1938

<連絡先>

連絡先氏名: 丸山 茜

住所: 愛知県名古屋市中千種区不老町

所属: 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻
博士前期課程 1 年 齋藤研究室

E-mail アドレス: maruyama.akane@d.mbox.nagoya-u.ac.jp