

THE 18TH SYMPOSIUM ON HUMAN-ENVIRONMENT SYSTEM (TOKYO 1994)

PRESENTATION 24

SENSITIVITY ANALYSIS
OF
ENVIRONMENTAL AND HUMAN ELEMENTS WHICH COMPOSE ET*Tohru MOCHIDA^{*1} and Yasuhiro HIRAMATSU^{*2}^{*1} Hokkaido University^{*2} Yamashita-Sekkei, Ltd.

The present study involves two phases: one is examining the New Effective Temperature, using the calculating program of the two-node model by Gagge et al which is the basic heat equilibrium of ET*, and the other is studying the influence of the parameters of the human and environmental elements on the values of ET*.

First, the examination was made to clarify the definition that the line of equal effective temperature drawn on the psychrometric chart is the line of constant average skin temperature and at the same time the line of constant wettedness. Concerning the groups of straight lines drawn on the SET* diagram, the authors examined by setting the following three conditions and made comparisons. ① A group of straight lines of the values of wettedness and conditions in the environment with relative humidity of 50% calculated from the two-node model by applying the heat balance equation between man and his environment. ② A group of straight lines of the values of skin temperature and the conditions in the environment with relative humidity of 50% by applying the heat balance equation between man and his environment. ③ A group of straight lines of the values of wettedness and the environmental conditions with relative humidity of 100% by applying the heat balance equation between man and his environment.

Resulting from the calculations of the above three cases none of the group of the straight lines did meet the original SET* diagram proposed by Gagge et al.

Next, the authors examined the influence upon the equi-line of SET* of the various parameters. The parameters included size of human body, effective area ratio on radiation heat exchange, standard average skin temperature, standard core temperature, the mass ratio of skin to core, metabolic rate, clo value, convective heat transfer coefficient, and mean radiant temperature.

As for the results, the size of human body, effective area ratio on radiation heat exchange, standard average skin temperature, standard core temperature, the mass ratio of skin to core have slight influence upon the equal line of SET*, while metabolic rate, clo value, convective heat transfer coefficient, mean radiant temperature have considerable influence upon the equal line of SET*.

研究発表24

新有効温度を構成するパラメータの感度解析

持田 徹*

○平松 泰洋**

* 北海道大学

** (株) 山下設計

1. はじめに

Gaggeらによって提案された新有効温度 $E T^*$ は、人体を比較的薄い皮膚層と、内部の厚い体心層の二層で成り立つ同心球と仮定した熱平衡モデル(2-node model)^①から算出される温感指標である。2-node modelを基礎に作成された $S E T^*$ 線図は、等 $S E T^*$ 線上で平均皮膚温とぬれ面積率が一定値をとると定義されている。

本稿では、 $E T^*$ の基礎熱平衡モデルである、2-node modelから算出される、等平均皮膚温線や等ぬれ面積率線などについて検討し、併せて種々の物理量が等 $E T^*$ 線と等平均皮膚温線に及ぼす影響について考察する。

2. 2-node modelと $S E T^*$ 線図の関係

等 $S E T^*$ 線上では等平均皮膚温・等代謝量ならば等ぬれ面積率であると言われ^②、図-1のように等 $S E T^*$ 線が直線群で示される線図が発表されている^①。筆者らは等平均皮膚温線と等ぬれ面積率線が同時に成り立つ可能性について、理論および実験の両面から検討を重ねてきた。実験結果からは、たとえば平均皮膚温が一定の時でも、ぬれ面積率は一定ではなくて変化することが見出され、他方、理論的な検討からも、ぬれ面積率も一定値とすることの不合理性が熱平衡の点から確認された^③。

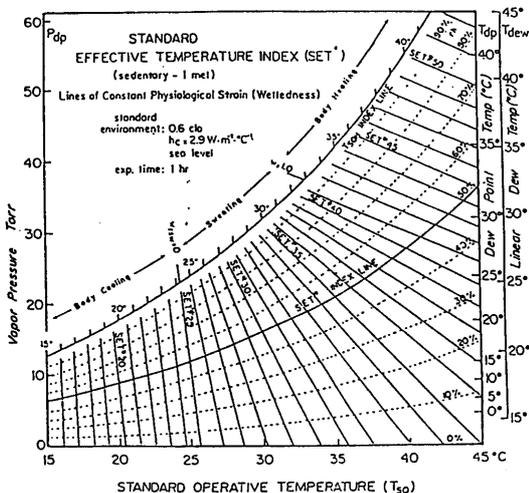


Fig. 1 $S E T^*$ diagram^①

3. $S E T^*$ 線図の分析

筆者らは2-node modelのプログラムから等 $S E T^*$ 線を求めることを試みた。その結果、深井らの検討結果と同様、湿り空気線図上に曲線を持つ線群を得たが、この傾向は同時に求めた、図-2に示す裸体時の $S E T^*$ 線図においてもみられたので、直線群で等 $S E T^*$ 線が描かれている図-1の $S E T^*$ 線図が、どのようにして描かれたかを検討した。

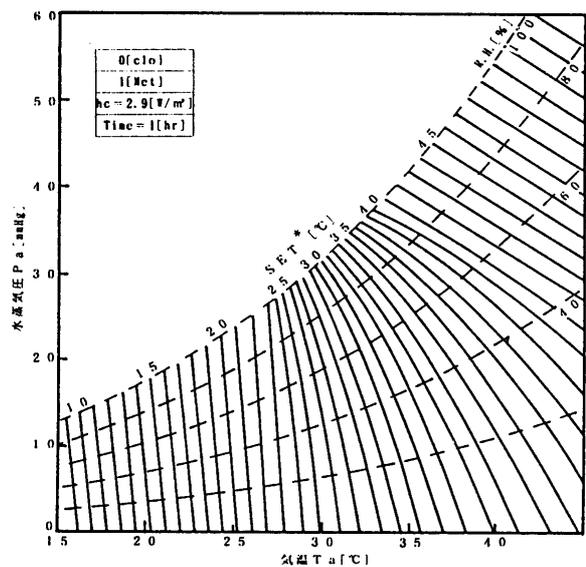


Fig. 2 Equal $S E T^*$ lines(0 clo)

相対湿度50%の値を読むという $S E T^*$ ($E T^*$)の定義から類推して、2-node modelから算出された相対湿度50%の時の環境条件とぬれ面積率の値を、人体と環境との間の熱平衡式に代入して描いた直線群が図-3、相対湿度50%の時の環境条件と皮膚温の値を、熱平衡式に代入して描いた直線群が図-4であるが、どちらも図-1とは一致しなかった。そこで、相対湿度100%の時、すなわち湿り作用温度の点の環境条件とぬれ面積率の値を、人体と環境との間の熱平衡式に代入して描いたのが図-5であるが、この図も図-1とは一致しなかった。

第18回 人間-生活環境系シンポジウム (東京 平成6年12月)

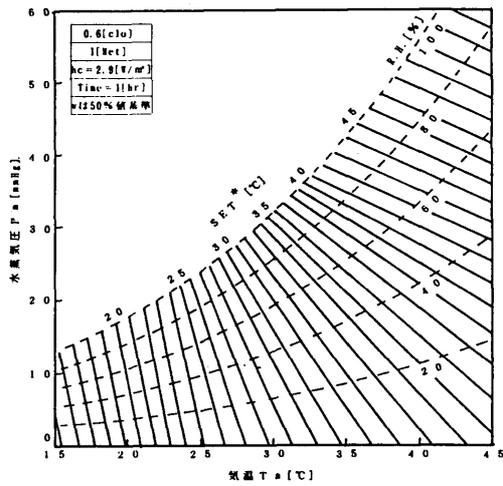


Fig. 3 Equal SET* lines based on the wettedness value at R.H. 50%

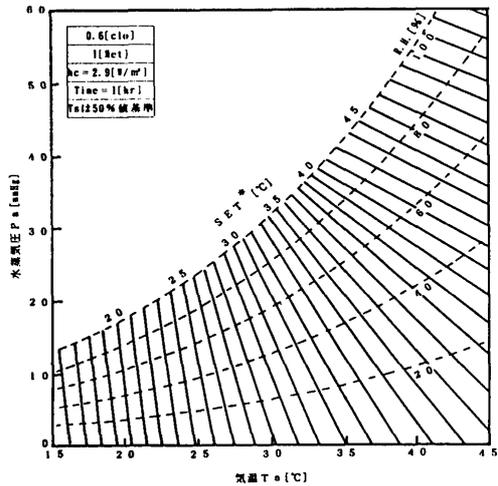


Fig. 4 Equal SET* lines based on the value of average skin temperature at R.H. 50%

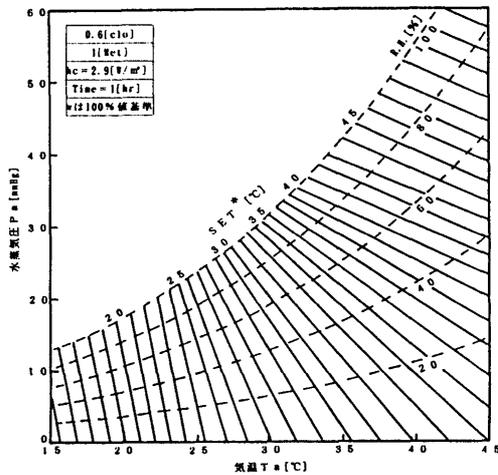


Fig. 5 Equal SET* lines based on the wettedness value at R.H. 100%

4. 等SET*線に及ぼす諸量の影響

2-node modelでは、固定条件として人体サイズ、有効放射面積率、標準血流量、血液の比熱、人体比熱、皮膚層最小熱伝導率、標準体心温、標準皮膚温、放射熱伝達率初期値、標準蒸汗放熱量および皮膚層と体心層の比率が、また、環境条件や人体条件などにより決定される入力値として、代謝量、クロ値、対流熱伝達率および放射温が定義されている^⑤。本章では、寒冷環境としてSET* = 18°C、快適環境としてSET* = 24°C、暑熱環境としてSET* = 30°Cをとり、前述した種々の物理量が変化した場合に等SET*線に与える影響を、実際に条件値を変動させて検証した結果の一部を図-6~13に掲げる。温度域あるいは湿度域によって、諸量が等SET*線に与える影響は異なるが、一般的に言って、代謝量、クロ値、対流熱伝達率、放射温などは等SET*線に与える影響が大きかった。

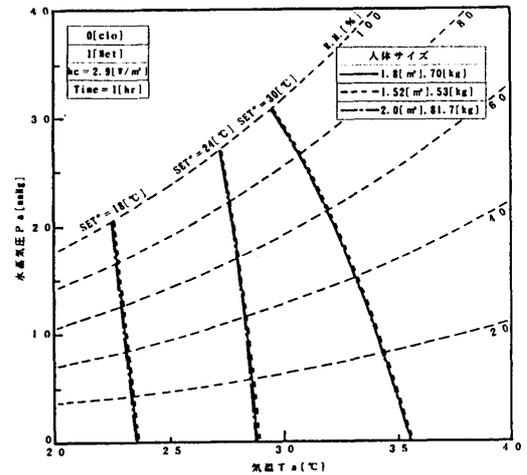


Fig. 6 Effect of human body size on equal SET* lines

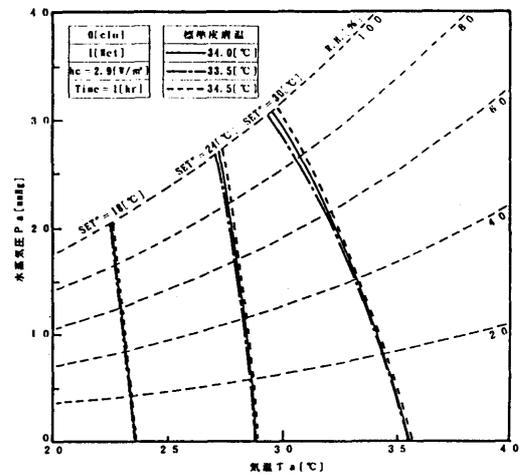


Fig. 7 Effect of standard average skin temperature on equal SET* lines

第 18 回 人間-生活環境系シンポジウム (東京 平成 6 年 12 月)

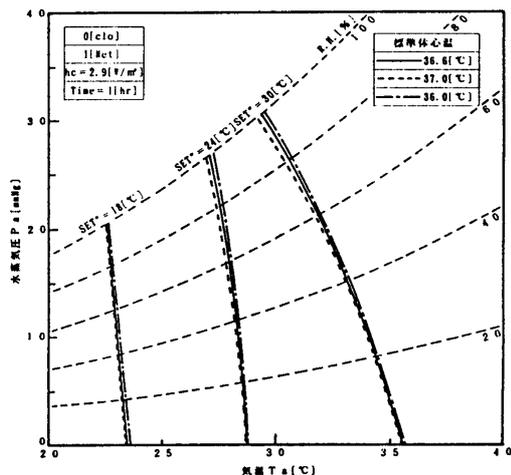


Fig. 8 Effect of standard core temperature on equal SET* lines

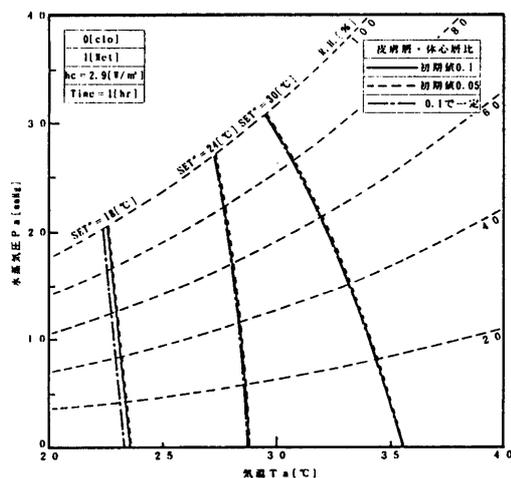


Fig. 9 Effect of the ratio of skin shell to central core on equal SET* lines

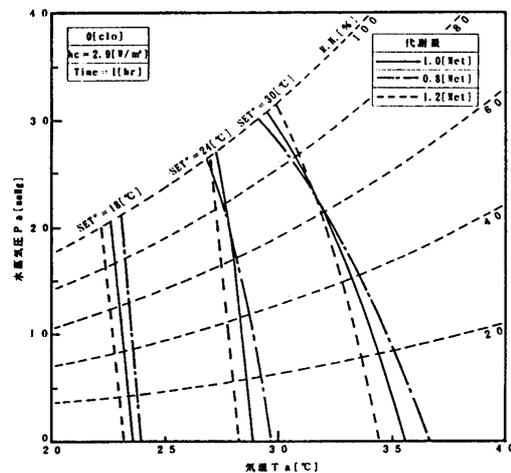


Fig. 10 Effect of net metabolic rate on equal SET* lines

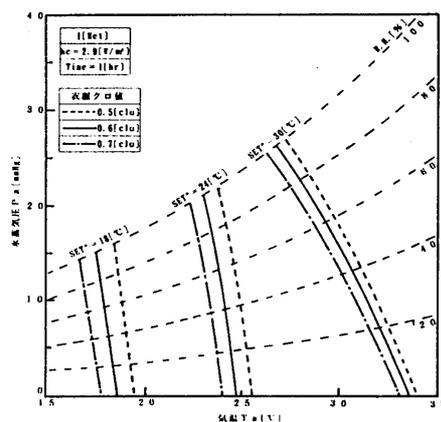


Fig. 11 Effect of clothing on equal SET* lines

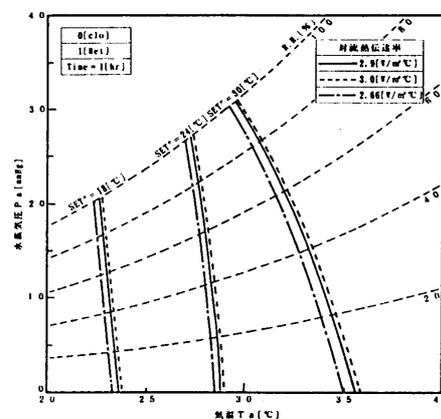


Fig. 12 Effect of convective heat transfer coefficient on equal SET* lines

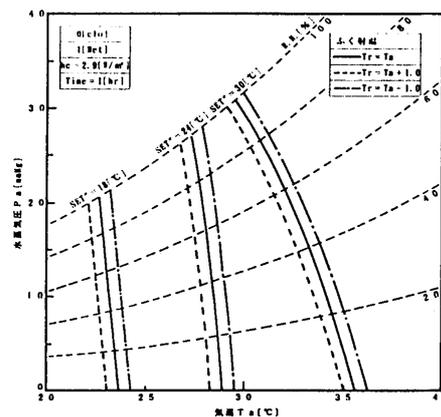


Fig. 13 Effect of mean radiant temperature on equal SET* lines

〈文献〉 ①Gagge: Federation Proc., 32, 5, P.1578, 19 ②西: 温熱生理学、理工学社、P.63、1981 ③持田・嶋倉他: 空気調和・衛生工学会論文集、46、P.1、1991 ④深井・後藤: 日本建築学会大会梗概集、P.975、1992 ⑤Gagge et al: ASHRAE Trans., 77, P.247, 1971 ⑥平松: 北大修士論文