

2014.09.14

## 温熱環境の知覚, 体温調節行動と 省エネルギー行動

Cognition of thermal environment, Behavioral  
temperature regulation and Energy saving  
behavior

京都府立大学  
松原齋樹  
MATSUBARA, Naoki(Kyoyo Pref. Univ)

1

## はじめに

- 1. 温熱的快適と体感温度
- 2. 行動の違いとエネルギー消費量
- 3. 温熱的快適と総合的快適
- 4. 視覚・聴覚要因による省エネルギーの可能性
- 5. 行動の違いとエネルギー消費量

2

## 家庭用エネルギー内訳 (Domestic Energy Consumption)

- 暖房(heating) 25.1%
- 給湯(Hot-water) 28.7%
- 厨房(Cooking) 8.2%
- 冷房(Cooling) 1.8% (~2.5% 変動大)
- 動力その他(Other) 36.3%

- 温熱的不快感と関係

3

## 体温調節(temperature regulation)

- 自律性体温調節(Autonomic ...)
- :血管調節, ふるえ, 発汗
- 行動性体温調節(Behavioral..)
- :体移動, 姿勢の変化, 水浴, 衣服, 住まい,  
暖房・冷房(heating, cooling),
- 

4

夏のハト ( in summer)



5

冬のハト (in winter)



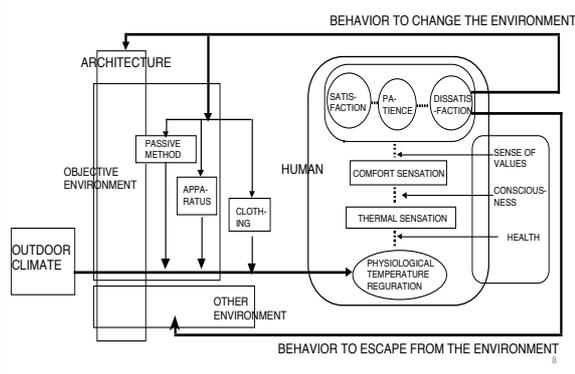
6

寒暑の不快感とエネルギー消費  
(Thermal discomfort and energy consumption)

- 人間は恒温動物(約37℃の体温)。摂取カロリーの約80%が体温の維持に使われる。
- 温熱的不快感は行動性体温調節が発動されるきっかけになる。
- 暖房, 冷房, 給湯は体温調節行動の一部としてのエネルギー消費と言える。

7

環境調節行動のモデル図 (松原・澤島1993, Matsubara et a. 1989)



8

### 温熱的快適を得る行動 (Behavior to obtain thermal comfort)

- 環境調整行動(環境調節行為)
- 空間の温熱環境の調整(調節)行動
- 
- 体温調節行動
- 人体の体温の調節行動

9

### 抑制すべきエネルギー消費

Two kinds of energy consumption to be saved

- 1. 温熱的快適のためのエネルギー
- 気温, 湿度, 気流, 放射, 着衣量, 代謝量
- 2. 総合的快適のためのエネルギー
- 上記要因 + 視覚, 聴覚, 嗅覚, 触覚等要因

10

### 温熱環境, 暮らし方の知見

- Matsubara and Sawashima(1993): 打ち水などに積極的な居住者は冷房使用が少ない。
- 松原・澤島(1996): 床面付近温度が14°Cを上回ると冬期も椅子座で食事, それ以下では, 冬期のみ床座・コタツ等使用が増える。
- 澤島ら(2003): 断熱性能が向上すると, 採暖的な生活が改善され, 冬期のみ床座・コタツ等使用せざるを得ない住戸は少ない。
- 渡邊ら(1997): こたつ・電気カーベットの使用による体感温度の上昇効果は10°C以上。
- 江口ら(1971): 保温性のよい建物に住むと室温を高めにするようになる。

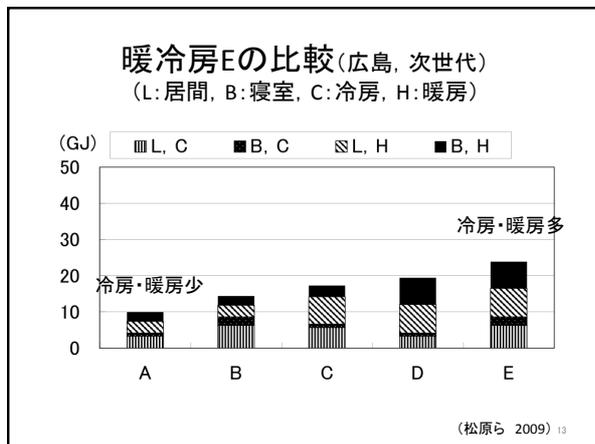
11

### 行動によるE消費の差異(1)

Difference of energy consumption by behavior

- 佐賀, 広島, 京都, 岐阜の住宅(伝統・新興)を対象に, 打ち水・夕涼み等の実施, 冷房使用状況の調査を行った。そのうち, 暖冷房の使用時間, 使用期間で居住者を3分類し, その使用パターンに基づいてエネルギー消費量を試算した(松原ら 2009)。
- 計算対象は京都と広島。

12



### 総合的快適概念に基づく研究

14

### 環境条件と総合的快適感

Environmental condition and comprehensive comfort

- 体感温度は重要であるが、人間は視覚、聴覚の環境要因も含めて、快-不快を感じている。視覚や聴覚に働きかける要因が暑さの不快を緩和する。このことは、決して特殊なことではなく、多くの住まい手は、そうやって暮らしている。
- Horie et al.(1985), 堀江ら(1988,1989),
- 坂本ら(2005),松原ら(2007),

15

### 寒暑の感覚に影響する異種要因

The other factors related to thermal sensation

- 暖色・寒色(Color) Hue-heat hypothesis
- (Fangerら 1977, 松原ら 2000)
- 明るさ(Illuminance)(石井・堀越 1999)
- 環境音(sound)
- (長野ら 1996, Matsubara et al.2004)
- スライド写真・環境音(photo&spund)
- (松原ら 2004)
- 香り・アロマ(smell)(安田ら 2010)

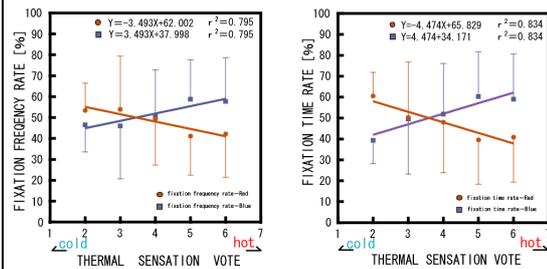
16

### 寒色・暖色の効果に関する実験

- ・ 被験者  
健康な男子学生(19~22歳)12名  
着衣量は約0.4clo
- ・ 実験室  
順応室Ⅰ・順応室Ⅱ・刺激呈示室で構成
- ・ 設定温度  
23℃(寒不快)、27℃(中立温度)、31℃(暑不快)
- ・ 刺激画像  
暖色(5YR7/12)、寒色(5B8/4)

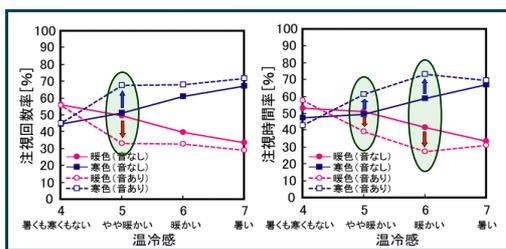


### 温冷感申告値と注視回数率・注視時間率



暑い時には寒色をより多くまた長く注視し、寒いときには暖色をより多く注視した。

### 温冷感申告値と注視回数率・注視時間率



環境音を与える影響は、注視回数率・時間率の傾向をより顕著にする  
温冷感が『5』、『6』で効果が大きく、『4』、『7』で小さい

### 温度と感覚の関係(聴覚刺激・交通騒音)

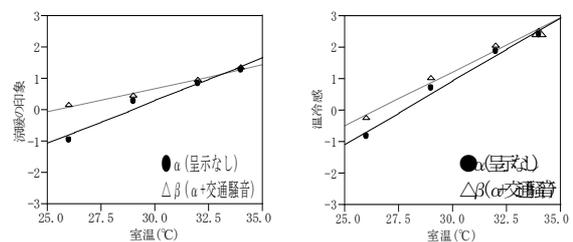
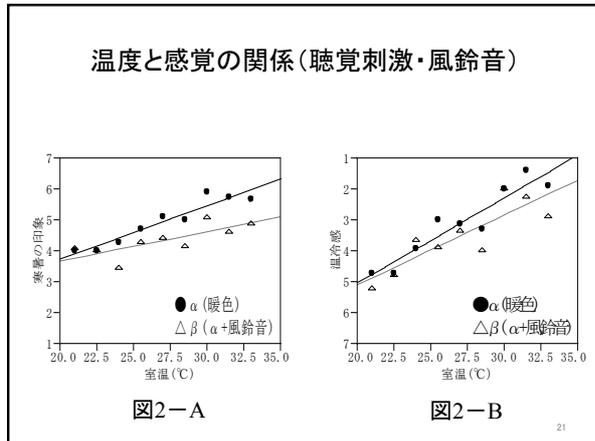


図1-A

図1-B



### 行動によるE消費の違い(2)

Difference of energy consumption by behavior

- 目的: 視覚や聴覚にはたらきかける要因の活用の実態をアンケート調査によって明らかにし、さらに冷房エネルギーの低減効果を熱負荷シミュレーションによって推定すること。
- 福坂ら(2013, 2014)
- (Fukusaka and Matsubara, in printing)

22

### シミュレーションの方法

計算条件

使用プログラム:「SMASH for Windows Ver.2.11J」  
 計算モデル住宅: 日本建築学会住宅用標準モデル  
 (延べ床面積125.87㎡, 2階建)  
 建物性能: 次世代省エネルギー基準IV地域仕様, 無断熱仕様  
 気象データ: 大阪  
 (SMASH for Windows 気象データに添付の拡張アメダスデータ)  
 冷房期間: 各グループの平均冷房使用期間をもとに冷房開始・終了日を設定  
 想定家族構成, 在室者スケジュール, 冷房スケジュール, 照明スケジュール, 発熱機器スケジュール: 自立循環型住宅開発プロジェクトにおいて設定された計算条件 (IBEC, 2009) を採用

23

### シミュレーションによる冷房エネルギーの推定結果

表5.12 実施行為別の冷房負荷

すだれ	寒色のインテリア	次世代省エネ仕様		無断熱仕様	
		冷房負荷 (MJ)	割合	冷房負荷 (MJ)	割合
非実施	非実施	12,026.9	-	17,511.5	-
非実施	実施	12,026.9	100.0%	17,511.5	100.0%
実施	非実施	11,862.0	98.6%	17,368.3	99.2%
実施	実施	10,760.2	89.5%	16,199.2	92.5%

表5.13 冷房設定温度の違いによる冷房負荷

すだれ	寒色のインテリア	冷房設定温度 (°C)	次世代省エネ仕様		無断熱仕様	
			冷房負荷 (MJ)	割合	冷房負荷 (MJ)	割合
非実施	非実施	27 [28]	12,026.9	-	17,511.5	-
非実施	実施	27 [28]	10,760.2	89.5%	16,199.2	92.5%
実施	非実施	28 [29]	9,967.8	82.9%	14,750.0	84.2%
実施	実施	28 [29]	-	-	-	-

※冷房設定温度 [ ]内は就寝時

24

## 行動によるE消費の違い(2) まとめ

1)すだれと寒色のインテリアの実施の有無の組合せによる4グループ毎の冷房使用期間に有意差が認められた。すだれ・寒色インテリアを両方実施しているグループは療法非実施グループよりも、シミュレーションによる冷房負荷が約10%少ない。

2)さらに、視覚・聴覚要因等を活用した「涼しさを得る行為」が総合的快適感を向上させることにより、冷房設定温度を1°C緩和できると仮定すると、冷房負荷が約17%低減する。

25

## 居住者の声

- 「涼を得るため、生活に潤いを与えるために観葉植物をおく。」 「夏らしさを演出するため、花瓶を寒色にする」 「上敷(座布団)は寒色系に替える」 「音が心地よく暑さを忘れることがあるので、涼しく感じるクラシック音楽を聴いている」 「癒しとして石鹼で作った花などを玄関に飾ったりして、清涼感のある香りを利用する」 「鈴虫を飼って、夜に鳴き声を聞くと涼しく感じる」 (松原 2014)

26

## 「枕の草紙」から

from an old famous essay in Japan

- 『六月十日よ日にて、あつきことこのよに知らぬほどなり、池のはちすを見やるのみぞいと涼しき心地する』
- 堀越の解説
- (じりじりするような暑さのときに、水のある池のはちすを見やるとたいへんに涼しい感じがする。)

27

## 健康管理と省エネルギー

- 近年、夏期の熱中症による死亡者数が増加している。これらのうち、過度の節約意識によりエアコンを使用しない例が多い。
- 省エネルギー行動を、健康管理と矛盾しないように推進することが重要。

28

## まとめ

- 暖冷房エネルギー消費は、温熱的不快感、総合的不快感と関連している。
- 少ないエネルギーで体感温度を維持することは、重要な省エネルギー行動である。
- 視覚・聴覚・嗅覚等の要因を含めた総合的快適感の向上が省エネルギー行動につながる可能性がある。
- 前項の省エネルギー行動は、日本人の古くからの生活と共通する部分がある。
- 省エネルギー行動と健康管理行動のバランスに注意する必要がある。

29

## 謝辞

- 研究者(敬称略)
- 澤島智明, 合掌顕, 福坂誠, 島田理良, 大和義昭, 松原小夜子, 飛田国人, 藏澄美仁, 柴田祥江, 宮田希, 大山哲司, 坂本英彦, 青木祐樹
- 資金
- JSPS科学研究費 No.18300242, No.21300270
- 住宅総合研究財団
- 京都府立大学地域貢献型研究助成

30

## 文献1

- 江口和雄・原口茂毅・岡樹生・柳下延久・浅野賢二・早乙女嘉昭・土屋喬雄・瀬戸裕直(1971): 公共住宅の物理的居住水準, 昭和46年度建築研究所年報, 1-8
- Horie, G., Sakurai, Y., Noguchi, T. and Matsubara, N. (1985): Synthesized evaluation of noise, lighting and thermal conditions in a room. Proceedings of the International Conference of Noise Control Engineering (Krakow), 491-496
- 堀江信郎, 桜井美政, 松原齋樹, 野口太郎: 室内における異種環境要因がもたらす不快さの加算的表現. 日本建築学会論文報告集, No.387, 1-7, 1988
- Matsubara, N., Sawashima, T. (1999), Kurazumi, Y. and Matsubara, S.: Consciousness and behavior of the people and the indoor climate of houses in Japan, Proc. 1998 International Symposium of Human Biometeorology, 29-34
- 松原齋樹・澤島智明(1992): 冬季の住宅居間の熱環境と居住者の意識・住まい方 その3. 居住者による熱環境形成と評価のモデル. 日本建築学会大会学術講演梗概集(D), pp.449-450.
- 澤島智明, 松原齋樹, 藏澄美仁(2003): 住宅の断熱性能による冬期居間の温熱環境と暖房の仕方の差異 関西地域における住宅の温熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, 565号, 75-81

31

## 文献2

- 松原齋樹, 合掌顕, 藏澄美仁, 澤島智明, 大和義昭(2004): 視覚刺激と聴覚刺激が温熱感覚にもたらす心理的效果, 日本生気象学会雑誌, 40(s), 249-259.
- Matsubara, N., Gassho, A. and Kurazumi, Y.: Facilitatory Effects of Environmental Sounds on Hue-heat Phenomena, Proceedings of ICA 2004, II-1775~II-1778, 2004
- 松原齋樹, 島田理良, 合掌顕, 藏澄美仁, 飛田国人(2007): 温熱, 視覚, 聴覚要因の複合環境評価実験において環境要因を負荷することの影響 --注意概念による考察--, 日本建築学会環境系論文集, 611号, 83-89
- 坂本英彦, 松原齋樹, 藏澄美仁, 合掌顕, 土川忠浩(2007): 眼球運動測定装置を用いたhue-heat 脱の検討 一室温・色彩からなる複合環境が人の注視行動に与える影響その1--, 日本建築学会計画系論文集, 615号, 9-14
- 松原齋樹, 青木祐樹, 坂本英彦, 合掌顕, 藏澄美仁, 飛田国人, 小東敬典(2007): 温熱要因と聴覚要因が色彩の注視に与える影響 色彩・室温からなる複合環境が人の注視行動に与える影響 その2. 人間と生活環境, 14(2), 63-68

32

### 文献3

- 松原斎樹, 宮田希, 大山哲司, 澤島智明, 大和義昭, 合掌顕, 蔵澄美仁, 飛田国人(2009): 既存住宅における温暖化対策としての昔ながらの暮らし方の見直し, 住宅総合研究財団研究論文集, No.36, 317-328
- 福坂誠, 松原斎樹, 澤島智明, 大和義昭, 松原小夜子, 蔵澄美仁, 飛田国人, 合掌顕, 柴田祥江: 京都市の戸建住宅における夏期の涼しさを得るための行為の実態調査 —住宅における視覚・聴覚要因等の活用の実態に関する研究—, 日本生気象学会雑誌, 50(1), 11-21, 2013
- 福坂誠, 松原斎樹, 大和義昭, 松原小夜子, 戸田都生男(2014): 京都市の戸建住宅における夏期の涼しさを得るための行為の実態調査 —住宅における視覚・聴覚要因等の活用の実態に関する研究—, 日本建築学会環境系論文集, 79(696), 133-140
- Fukusaka, M. and Matsubara, N.: Estimation of the energy saving effect of the residents' behavior related to auditory and visual sensation, in Japan, Journal of the Human Environment System, 17(2), to be published.
- 松原斎樹(2014): 「木造住宅の暮らしと快適性」、増田啓子・北川秀樹編著、『町家と暮らし—伝統、快適性、低炭素社会の実現を目指して—』、晃洋書房

33