

地域の気候風土を活かす「住みこなし」の想像温度による診断 その2. 過去・現在・未来の温度想像力と熱環境・睡眠の満足度、心・身体の疲労度

準会員 ○藤田千尋^{1*} 同 豊澄潤^{2*} 同 山田采果^{3*}

正会員 ○辻原万規彦^{4*} 同 岡本孝美^{5*} 同 伊澤康一^{6*} 同 斉藤雅也^{7*}

想像温度 温度想像力 睡眠
熱環境 住みこなし 夏季

1. はじめに

筆者らは、就寝前に翌朝までの睡眠環境の状態を予測し、適切な環境調整行動をとることで、睡眠時の熱的不快を回避し夜間を含む夏季の「住みこなし」が実現できると考えている。その1では事前アンケートと申告調査より、札幌・福山・熊本の地域ごとの被験者特性や睡眠時間、睡眠の「住みこなし」として使用する寝具や工夫などについて明らかにした。その2では、申告調査で得られた、過去・現在・未来想像温度と睡眠時に関する満足度・疲労度の関係に着目した結果と考察を述べる。

2. 過去・現在・未来想像の関係

図1は、1日の過去・現在・未来想像の起床後から就寝前、さらに起床後の生活における関係である。被験者には起床後と就寝前の1日2回申告してもらい、起床後には過去・現在・未来の合計3つ、就寝前には過去・現在・未来①（睡眠中）、未来②（起床後）の4つの想像温度を申告してもらった。就寝前・起床後で共通する「現在想像」は「今、何℃と感じるか」を想像した温度である。一方、起床後の「過去想像」は前晩からの睡眠中の温度、「未来想像」は日中の最高気温、就寝前の「過去想像」は日中の最高気温、「未来想像」は睡眠中の気温と起床時の気温をそれぞれ想像してもらった。

3. 現在の想像温度（就寝前・起床時）と実際温度の比較

図2は、就寝前の実際温度と現在想像温度、図3は起床後の実際温度と現在想像温度の散布図である。実際温度は、申告時に空気温湿度計に表示された温度を被験者自身が確認して申告された温度である。

札幌の想像温度は24~25℃、福山は25~26℃に、熊本は26~28℃に多く分布している。また、札幌は実際温度より想像温度が約1℃低く、福山は実際温度より想像温度が約0.5℃高く、熊本は実際温度より想像温度が約0.5℃低い。即ち、札幌と熊本は実際の温度より低く想像しており、福山は実際の温度より高く想像している。

図3の起床後では、札幌の想像温度は24~26℃、福山は25~28℃に、熊本は27~28℃に多く分布している。札幌は約1℃、福山と熊本は約0.5℃、実際温度より想像温度が低い。即ち、どの地域でも、起床後は実際温度より

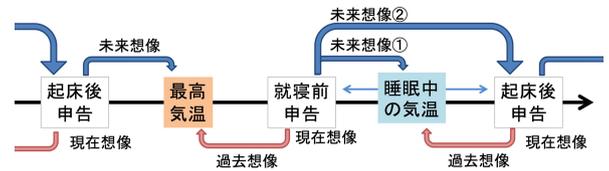


図1 過去・現在・未来想像の関係

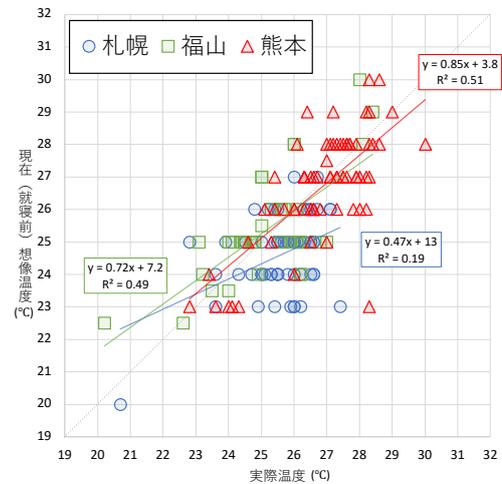


図2 実際温度と現在（就寝前）想像温度

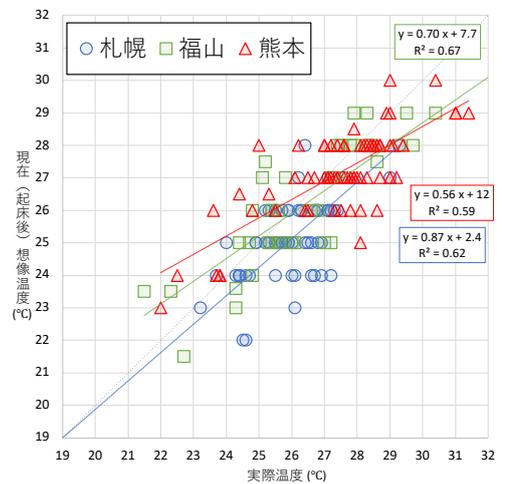


図3 実際温度と現在（起床後）想像温度

低く想像する傾向がある。これは、ヒトの体温が、1日の中で早朝が最も低いことが影響し、起床後の想像温度が就寝前よりも低くなったと考えられる。

図2・3より、3地域ともR²（決定係数）が起床後の方が就寝前よりも大きく、実際温度と想像温度の相関が高い。

Diagnosis of "Adaptive Lifestyle" Utilizing the Potential of Local Climate by Cognitive Temperature
Part 2. Ability to get Cognitive Temperature Scale for the Past, Present, and Future, and Relationship between Nighttime Thermal Environment and Sleep Satisfaction, and Psychological and Physical Fatigue in Summer
FUJITA Chihito, TOYOZUMI Jun, YAMADA Saika, TSUJIHARA Makihiko, OKAMOTO Takami, ISAWA Koichi, and SAITO Masaya

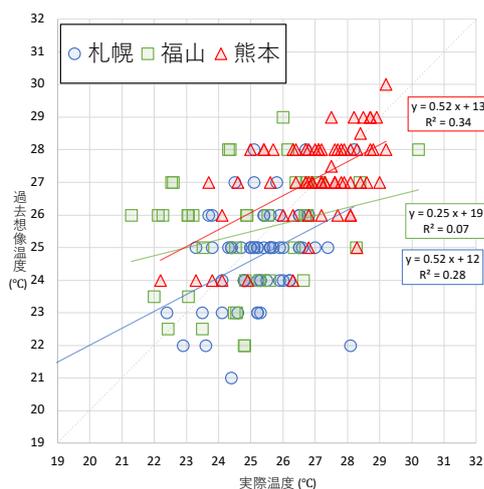


図4 実際温度と過去想像温度

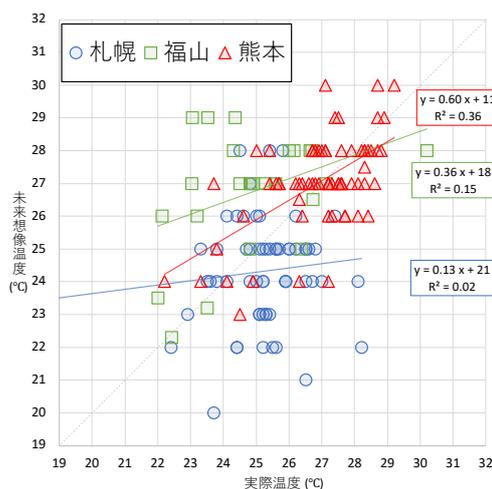


図5 実際温度と未来想像温度

4. 過去・未来の想像温度と想像温度の比較

図4は実際温度と過去想像温度、図5は実際温度と未来想像温度の散布図である。「過去想像温度」は起床時に想像した睡眠中の温度で、「未来想像温度」は就寝前に想像した睡眠中の温度である。実際温度は、いずれも睡眠中の実際温度の平均である。

図4において、札幌の想像温度は21~27°Cに、福山は22~28°Cに、熊本は24~30°Cに分布している。実際温度は、札幌と福山は22~28°Cに、熊本は23.5~29.5°Cに分布している。札幌では実際より0.5°C程低く想像しており、福山では実際より0.5°C程高く想像している。熊本は両者が概ね一致している。

図5において、札幌の想像温度は21~27°Cに、福山は23~29°Cに、熊本は24~30°Cに分布している。実際温度は、札幌と福山は22~28°Cに、熊本は23.5~29.5°Cに分布している。札幌では実際より1°C程度低く想像しており、福山では実際より1.5~2°C程度高く想像している。熊本は両者が概ね一致している。

以上から、過去想像と未来想像の3地域の分布の傾向は概ね同じで、熊本は想像温度も実際温度も高いところに分布し、札幌と福山では実際温度が同じ範囲にあるが、想像温度は福山の方が札幌より高く分布している。ただし、想像温度と実際温度の差は過去想像の方が未来想像よりも小さい。また、札幌では実際よりも低く、福山では実際よりも高く、熊本では概ね同じ温度を想像している傾向がある。熊本で実際温度と想像温度に差が見られなかったのは、その1の図9より、エアコンの使用により被験者は設定温度通りになっているとして温度を予想しやすかったからと考えられる。

図2~5の現在・過去・未来想像温度と実際温度の関係を比較すると、回帰直線の傾きが過去・未来想像温度よりも現在想像温度の方が1.0に近いことから、過去・未来よりも現在の方が実際温度との差が小さいと言える。過去・未来想像温度は現在想像温度よりも実際温度に対

して散らばっている。過去・未来想像温度は現在想像温度よりも、実際温度に対して差が生じやすいといえる。過去想像と未来想像を比較すると未来想像の方が実際温度に対して差が生じやすい。何も体感していない未来の温度を想像することはヒトにとって難しく、一度体感した過去や現在、体感している熱環境に対しては温度を想像することが比較的容易であると言える。また、現在想像温度が実際温度に対して最も差が生じにくいのは、過去想像温度の集積、即ち「記憶・経験温度¹⁾」の影響によると考えられる。

5. 温度想像力と熱環境・睡眠満足度の関係

本研究では、温度想像力の影響が睡眠時の熱環境満足度、睡眠の満足度、体の疲労度、心の疲労度の順に影響があると考え、それぞれの対応関係の分析をした。

温度想像力²⁾は、空間の温度を想像する能力のことである。具体的には、想像温度-実際温度の差の大きさで評価される。本研究では温度想像力として、過去温度想像力・現在温度想像力・未来温度想像力の3つを設定した。ここでは過去温度想像力と未来温度想像力に着目する。

図6は、睡眠中の熱環境満足度と(想像温度-実際温度)の差、図7は睡眠満足度と(想像温度-実際温度)の差の関係である。満足度は、起床後の申告データである。正の値は満足度、負の値は不満足度を表している。凡例の「未来温度想像力」は、就寝前に想像した睡眠中の温度から実際の温度(睡眠中の温度の平均値)を引いた値である。「過去温度想像力」は、起床後に想像した睡眠中の温度から実際の睡眠中の温度を引いた値である。

図6より、3地域とも睡眠中の熱環境には満足している。熱環境に満足していない申告のうち、札幌は縦軸の過去、未来のいずれも温度差が大きく、あまり温度を上手く想像できていない。一方、熊本では温度を上手く想像している。全ての地域において、熱環境に満足している人は、温度を上手く想像できている人も、想像できていない人もいる。つまり、「温度をうまく想像できているから、熱環境に満足している」、「温度をうまく想像でき

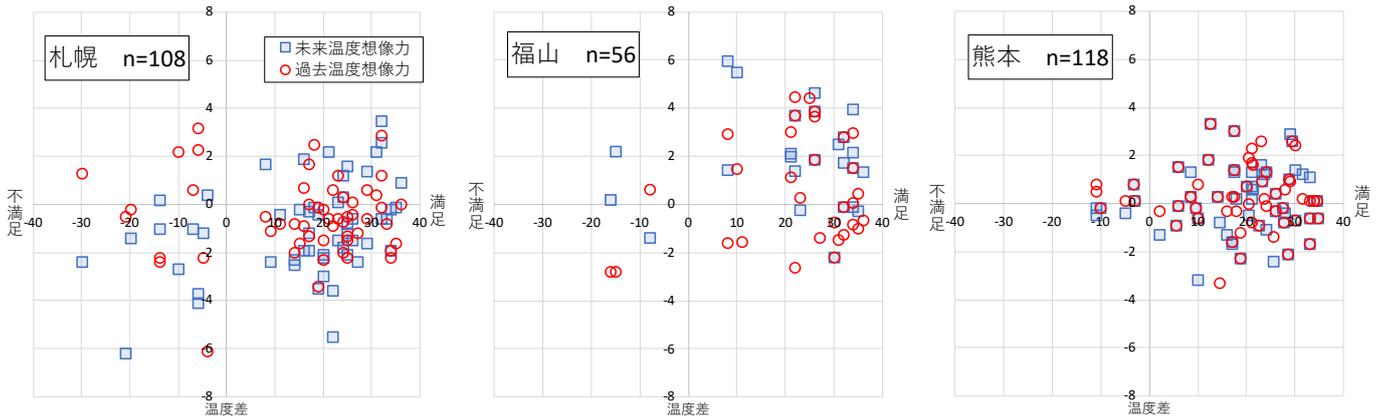


図6 熱環境満足度と（想像温度-実際温度）の差

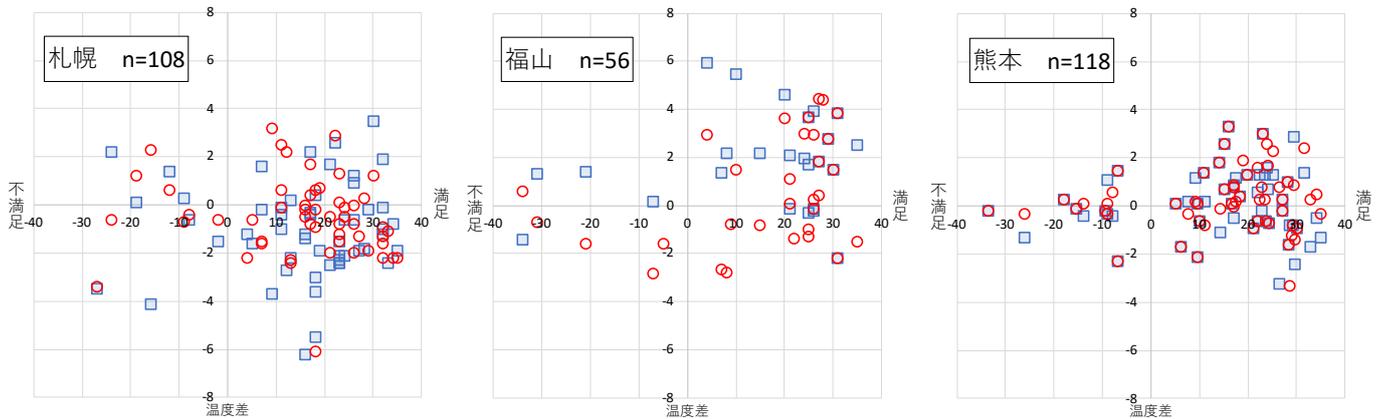


図7 睡眠満足度と（想像温度-実際温度）の差

ていないから、熱環境に不満がある」わけではない。したがって、夜間の睡眠時においては、温度想像力の高低とよりよい睡眠時の熱環境の関係は現時点ではないと考えられる。これは日中の温度想像力と環境調整行動に見られた関係と異なる点である。そのため、日中の「未来想像温度」と「過去想像温度」との詳細を比較する必要がある。

図7に着目すると、睡眠に満足している申告のうち、熊本は温度を比較的上手く想像できているが、福山はあまり上手く想像できていない。一方で、睡眠に不満な申告のうち、熊本では温度を比較的上手く想像できているが、札幌ではあまり上手く想像できていない。ここで地域差が生じたのは、各地域で睡眠中の環境調整行動（窓開けやエアコンの使用など）が異なっていたからと考えられる。また、上手く想像ができていても睡眠に不満な申告や、温度を上手く想像できていなくても睡眠に満足している申告がある。温度想像力の高低と睡眠満足度には強い関係はないと考えられる。

6. 温度想像力と体・心の疲労度の関係

図8は、体の疲労度と（想像温度-実際温度）の差、図9は心の疲労度と（想像温度-実際温度）の差の関係である。体と心の疲労度は、起床時に申告されたものである。

図6と図7ではどの地域でも温度差に関係なく、熱環境や睡眠に満足の申告が多かったが、図8では特に札幌

と熊本は体が疲れている申告が多い。熊本は温度を上手く想像できていても体が疲れている申告が多く、札幌は熊本ほど温度を上手く想像できていないが、体が疲れている申告がそれなりにある。一方、福山は体が疲れている申告はあまりない。夏季夜間における温度想像力の影響度合いは、熱環境、睡眠、体の疲労度の順で、徐々に小さくなる。

図9で心が疲れている申告は少なく、福山では1つもない。福山の被験者の生活リズムは多様で、今回の結果から睡眠時の温度想像力とよりよい睡眠環境への調整を説明することは難しい。また、心が疲れている申告のうち、熊本は温度を上手く想像できているが、札幌は想像できていない。札幌と熊本では、熱環境と睡眠満足度が高いが、体の疲労度があるのに対して、心の疲労度はあまりない。温度を上手く想像できて、睡眠に対して満足で心の疲れはとれている。熊本では札幌より温度を上手く想像できているが、体の疲れがある人が多い。札幌では窓開けが多かったのに対して、熊本ではエアコンを使用していたため、内外温度差が大きくなり、体の疲れをもたらしたと考えられる。

図10に睡眠に不満な申告のみを抽出し、熱環境の満足度・心体の疲労度と（想像温度-実際温度）の差を示す。札幌と熊本は特に体が疲れている人が多い。睡眠に不満だった人は、体が疲れた状態にあったと考えられる。

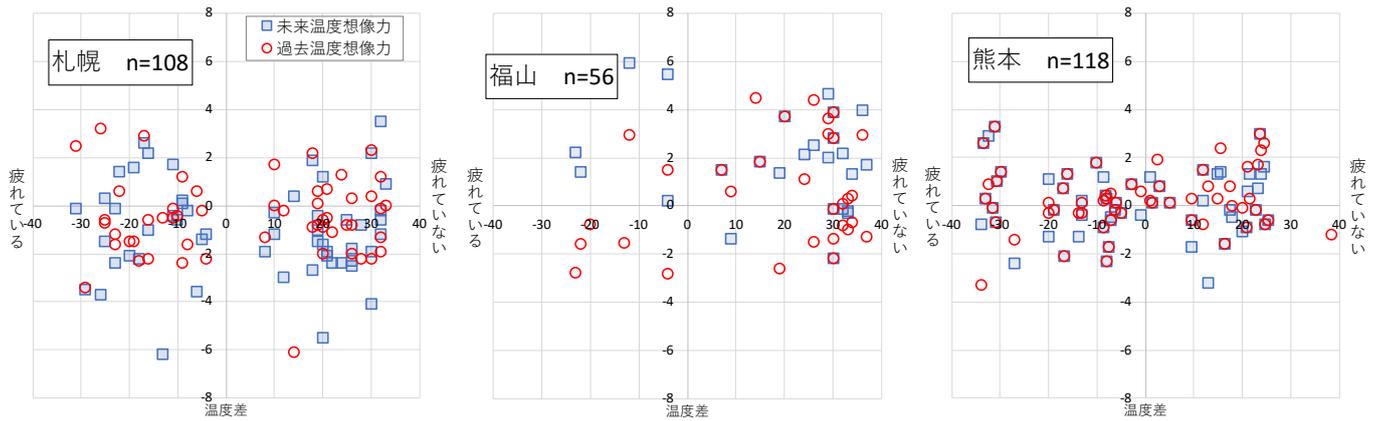


図8 体の疲労度と(想像温度-実際温度)の差

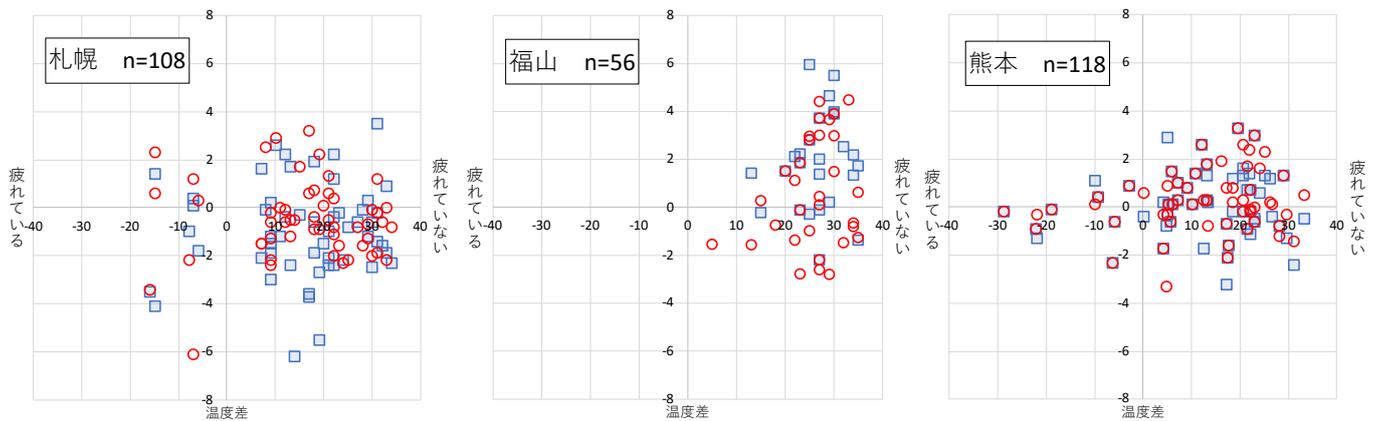


図9 心の疲労度と(想像温度-実際温度)の差

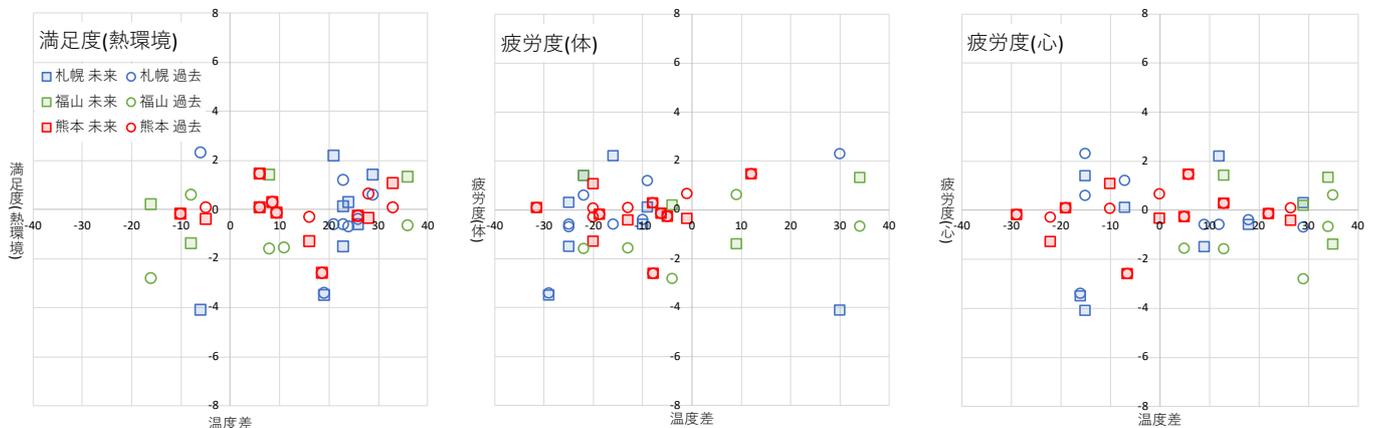


図10 「睡眠不満足」時の熱環境満足度・体/心の疲労度と(想像温度-実際温度)の差

7. まとめ

その2では、夏季夜間における温度想像力に着目し、以下のことが確認できた

- 1) 現在想像温度は過去想像温度・未来想像温度よりも実際温度に近く、過去想像温度は未来想像温度よりも実際温度に近い。
- 2) 熱環境満足度と睡眠満足度は温度想像力との関係が見られなかったが、睡眠が不満足の時、体の疲労度がある。

謝辞：本研究で調査に協力いただいた被験者の皆様に謝意を表す。また本研究は JSPS 科研費 (JP19K04731) の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 齊藤雅也, 辻原万規彦: ヒトの想像温度の形成プロセスに関する考察, 日本建築学会大会梗概集, pp.269-272, 2018.
- 2) 中村きらら, 中谷航平, 廣林大河, 齊藤雅也, 辻原万規彦, 伊澤康一, 岡本孝美: 熱環境に対する「温度想像力」養成に関する研究〜札幌・福山・熊本における2019年夏季と2020年夏季の被験者実験〜, 日本建築学会大会梗概集, pp.245-248, 2021.

*1 熊本県立大学 Prefectural University of Kumamoto
 *3 札幌市立大学 Sapporo City University
 *5 熊本県立大学 助手・修士(工学) Assistant, Prefectural University of Kumamoto, M. Eng.
 *7 札幌市立大学 教授・博士(工学) Prof. Sapporo City University, Dr. Eng.

*2 福山大学 Fukuyama University
 *4 熊本県立大学 教授・博士(工学) Prof. Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.
 *6 福山大学 准教授・博士(工学) Assoc. Prof. Fukuyama University, Dr. Eng.