

## 熱環境に対する「温度想像力」養成の検証 2020年春季・夏季の被験者実験

正会員 ○中村きらら\*<sup>1</sup> 同 中谷航平\*<sup>2</sup> 同 廣林大河\*<sup>3</sup>  
同 伊澤康一\*<sup>4</sup> 同 辻原万規彦\*<sup>5</sup> 同 斉藤雅也\*<sup>6</sup>

想像温度 住みこなし 温度想像力  
介入実験 自信度 寒暑感

### 1. はじめに

近年、熱中症やヒートショックの発症件数が増加しているが、これらを抑制するには環境調整行動を含めた「住みこなし」が重要である。地域の気候風土を生かす「住みこなし」の実現には、それぞれの地域で身の回りの熱環境を把握し、「今、自身が過ごしている場所が何℃であるか(想像温度<sup>2)</sup>)」を考え、環境調整行動を行なうことが求められる。ヒートショックは冬季に室温温度差・室温移動時の急激な血圧変化をもたらし、住まい手の多くはその温度差を想像できていなかった<sup>1)</sup>。そこで、周囲の温度を想像できる能力(以下、温度想像力)が住まい手に備われば、環境調整行動を適切に選択することが可能になりより快適で健康な暮らしができると考えた。

本研究では、「住みこなし」に至るプロセスの解明への第一段階として想像温度を尺度とし、温度想像力が養成されるかを検証した。実験の対象は、寒冷地の札幌、暑熱地の熊本、両者の中間地点に位置する福山の大学生と大学職員とした。本稿では、2019年夏季～2020年夏季の5回の調査のうち、2020年春季と夏季の結果について述べる。

### 2. 被験者実験

表1に被験者実験の概要を示す。実験は熊本県立大学生命倫理審査委員会の承認を得て実施した。実験期間は、四季の長さのイメージについて、札幌・熊本の大学生に対して2018年に行なったアンケート結果を参考に決定した<sup>3)</sup>。実験期間中は、被験者に自記式の小型の空気温湿度計を終日、携帯してもらい、2分間隔で記録した。また、被験者には、表1のように「温度手帳」と呼ぶ記

録帳に1日3回(最高5回)を目安に、任意の場所・時刻で想像温度・寒暑感・快適感などを「申告」してもらった。その後、実際の気温を記録・確認してもらうことで温度想像力の養成を試みた。ただし、熊本の職員は、実験期間中の休日を除く、勤務時間のみ申告を行い、温湿度計と温度手帳は自宅へは持ち帰らないこととした。

また、実験期間の前後で被験者の普段の生活での冷房使用頻度や環境調整行動について尋ねたアンケートをそれぞれの季節の実験ごとに実施した。

### 3. 実験期間中の外気温と各被験者近傍の空気温度

図1は2020年春季、図2は夏季の実験期間中の札幌・福山・熊本の外気温の推移である(気象庁 AMEDAS)。春季と夏季の各地域の実験期間中の最高気温、最低気温、平均気温を表2に示す。また、図3は春季、図4は夏季の実験期間中の被験者が終日、携帯した温湿度計による近傍の気温である。

春季では、平均外気温は各地域での温度差が大きく、札幌が最も低い。被験者近傍の空気温度は、札幌で約21～24℃、福山で約25～28℃、熊本で約24～27℃であり、被験者は3地域とも冷房・暖房器具を使わない空間での申告が多く、熊本では50%が窓を開放していた。

夏季では、札幌の平均外気温は30℃を超える日がなく、福山・熊本でも2019年夏季より2～3℃低い気温であった。被験者が過ごしていた環境は、札幌では約26～27℃、福山では約26～28℃、熊本では約27～29℃であった。また、2019年夏季と同様に、2020年夏季の福山・熊本では冷房空間での申告が約70～80%、札幌では通風空間での申告が約60%あった<sup>4)</sup>。なお、2020年春季・夏季では、新型コロナウイルスの影響で2019年よりも自宅での温度手帳の回答率が高かった。

表1 実験の概要

	2019年 夏季	秋季	冬季	春季	2020年 夏季
実験期間	札幌: 8/3～8/9 福山: 7/26～8/4 熊本: 8/3～8/9	札幌: 10/21～10/27 福山: 10/30～11/5 熊本: 10/30～11/5	札幌: 2/8～2/14 福山: 2/5～2/11 熊本: 1/27～2/2	札幌: 5/11～5/17 福山: 5/12～5/18 熊本: 5/11～5/17	札幌: 8/1～8/7 福山: 8/1～8/7 熊本: 8/1～8/7
被験者(人)	札幌: 学生11(女9名/男2)、福山: 学生8(男8) 熊本: 学生8(女4/男4) 職員6(女5/男1)			札幌・福山: 同じ、熊本: 学生同じ、職員3(女3)	札幌: 同じ、福山: 学生7(男7) 熊本: 学生7(女4/男3) 職員同じ
温度手帳の内容	①申告時の服装 ②想像温度 ③屋外の想像温度		④寒暑感(9段階) ⑤快適感(4段階)		
	⑥実際の温度 ⑦申告前の行動 ⑧申告時の室内の状態		⑨時間と場所 ⑩天気予報視聴有無		
	⑪自信度(7段階)		※⑩は各日の1回目のみ申告、⑪は各日の最後に1回目のみ申告、⑧は2019年夏季はなし		

注) 札幌: 札幌市立大学、福山: 福山大学、熊本: 熊本県立大学

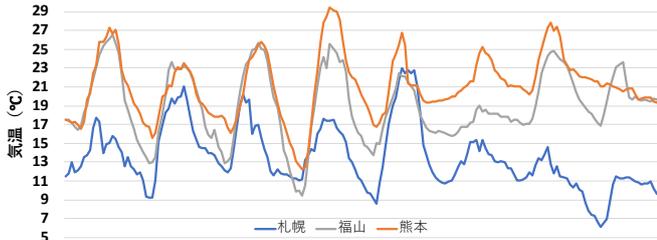


図1 2020年春季 実験期間中の外気温の推移

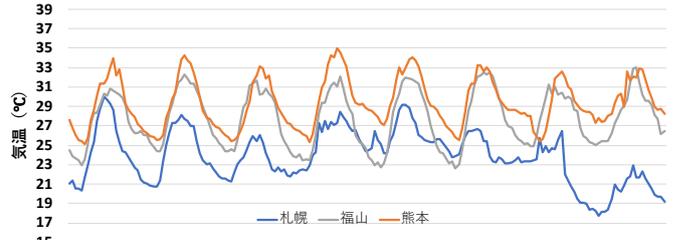


図2 2020年夏季 実験期間中の外気温の推移

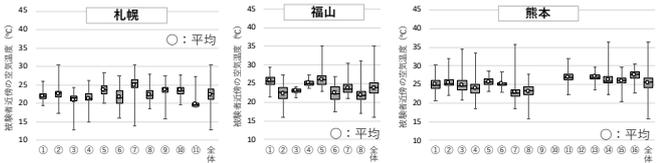


図3 2020年春季 被験者近傍の空気温度

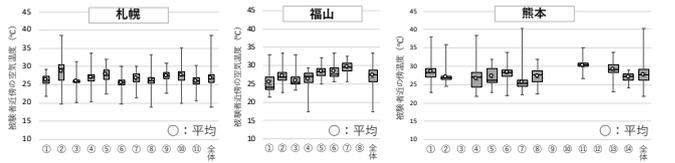


図4 2020年夏季 被験者近傍の空気温度

#### 4. 寒暑感・快適感別の想像温度

図5～8は、2020年春季と夏季の3地域の寒暑感別・快適感別の想像温度である。寒暑感の9段階の申告を「寒い側」、「どちらでもない」、「暑い側」に、快適感の4段階の申告を「快適側」、「どちらでもない」、「不快側」に分類した。

春季では、3地域とも寒暑感・快適感の想像温度の範囲が広い。また、熊本では「不快側」の平均想像温度はその他よりも高いが、札幌・福山では「不快側」と「快適側」の想像温度は概ね同じ範囲である。札幌・福山では、同じ寒暑感の申告でも、快適か不快かの感じ方が被験者によって大きく異なっていると考えられる。

2020年夏季では、2019年夏季と同様に、「暑い側」と「不快側」の想像温度が「寒い側」、「快適側」より高い。寒暑感の「どちらでもない」の平均想像温度は、札幌では約25℃、福山では約26℃、熊本では約27℃で、2019年夏季よりも1℃ほど低くなり、快適感の「不快でない」も福山・熊本は2020年夏季よりも若干低くなった。これは、2020年夏季では2019年夏季よりも自宅での滞在時間が長く、冷房空間で長時間過ごしていた影響と考えられる。

#### 5. 想像温度と実際温度の差

図9は、2020年春季の札幌・福山・熊本の想像温度と被験者近傍の気温（以下、実際温度）の差の絶対値の推移である。図10は、2020年夏季の図である。各地域の全被験者の申告回数ごとの平均を示している。表3は、申告数を実験期間中の前半・後半に分けて、差の絶対値の平均と標準偏差を示した。

春季でも、他の季節に見られるように、申告回数が増えるごとに想像温度と実際温度の差が顕著に小さくなる傾向がある。さらに、春季は3地域とも想像温度と実際温度の差の変動が、これまでの2019年夏季・秋季・冬季の調査よりも小さい。

2020年夏季においても札幌・熊本で同様の傾向が見られ、福山の被験者は前半・後半ともに0.6℃前後と温

表2 2020年春季・夏季の実験期間中の外気温

	2020年春季外気温(℃)			2020年夏季外気温(℃)		
	最高	最低	平均	最高	最低	最高
札幌	23.0	8.6	14.1	30.0	19.0	24.5
福山	25.7	9.4	18.8	32.5	22.6	27.7
熊本	29.4	12.2	21.2	35.0	25.1	29.3

度想像力が高い。また、3地域の被験者全員が、2020年夏季では2019年夏季より、想像温度と実際温度との差の平均と標準偏差が両方小さくなっている。これは、2019年夏季より5回の実験を経験して、被験者の温度想像力が徐々に養成された結果が現れていると考えられる。

#### 6. 被験者の想像温度に対する自信度の評価

図11～16は、「自信度」別の実際温度・想像温度を実験期間の前半3日・後半4日に分けて示したものである。自信度は、1日の最後に訊いているため、その日の全ての想像温度の回答に対する日別の自信度としてまとめた。

春季は、札幌では「自信がついた」の申告割合と相関係数はともに前半の方が高かった。熊本では、前半の方が申告割合は高いが、相関係数は後半の方が高かった。福山では、「自信がついた」の申告割合と相関係数は後半の方がともに高かった。

2020年夏季は、札幌では「自信がついた」の申告割合が後半に2倍以上に増加し、福山・熊本でも増加した。また3地域とも相関係数は後半の方が高く、福山では0.96とこれまでの調査で最も高かった。

#### 7. 調査による被験者の暮らし方の変化

図17は、各実験後に尋ねたアンケートの被験者の温度に対する意識変化、図18は、被験者の環境調整行動の変化を示したものである。

札幌では、春季は約半数を「意識していなかったが意識するようになった」の回答が占めている。2020年夏季には64%と被験者がより温度に対しての意識が向上していることが確認できる。また、環境調整行動については、「特に変わらない」、「まあまあするようになった」の2つの回答が同程度で半数を占めている。

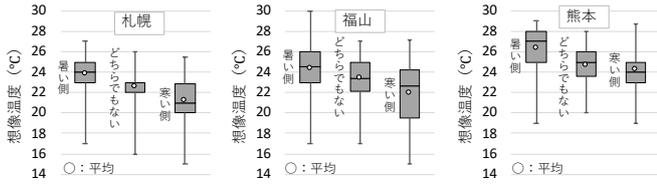


図5 2020年春季における寒暑感別の想像温度

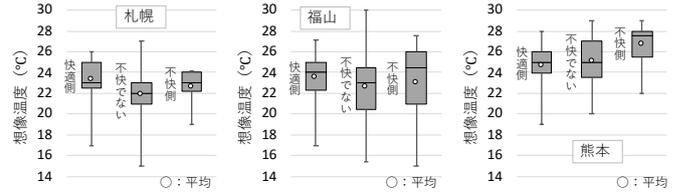


図7 2020年春季における快適感別の想像温度

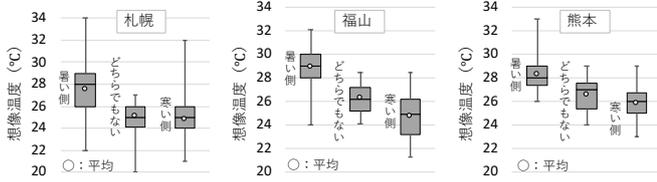


図6 2020年夏季における寒暑感別の想像温度

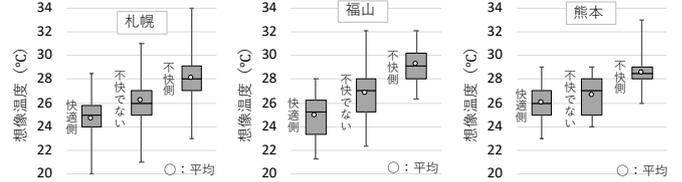


図8 2020年夏季における快適感別の想像温度

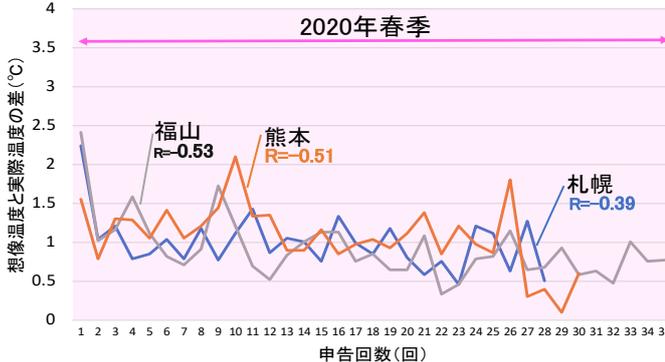


図9 2020年春季 想像温度と実際温度の差と申告回数

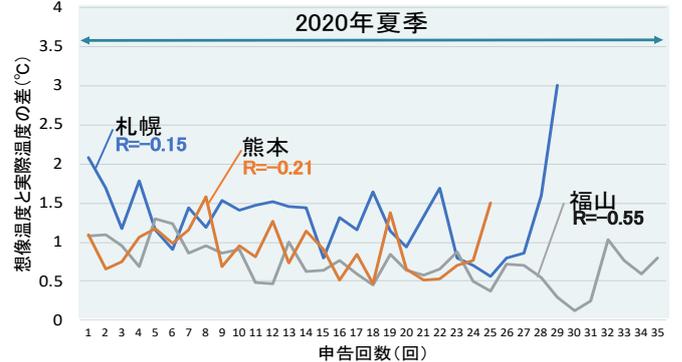


図10 2020年夏季 想像温度と実際温度の差と申告回数

福山では、「意識はしているが特に変化はなし」の回答が多いことから、現段階で十分に意識できるようになったと考えられる。環境調整行動の変化は、「特に変わらない」の回答が多く、2020年夏季では86%と非常に高い。

熊本では、「意識していたがさらに意識するようになった」の割合が大きく、2020年夏季では半数を占める。熊本では、調査を通して温度に対する意識が徐々に高くなっているが、「温度に対する意識は前も今もない」の回答が少数見られる。環境調整行動の変化は、「頻繁にするようになった」の回答が多くなっている。

以上より、調査の初めでは被験者は温度への意識がなかった状態だったが、調査を重ねるごとに温度に対する意識が徐々に高くなっていくことが確認できた。被験者によっては現段階の温度への意識の程度に満足し、その状態を継続しているといった傾向も見られる。また、温度に対する意識も、想像温度と実際温度の差の推移と同様に、調査が終了してしまうと薄れ、次の調査で再び意識が高くなるという繰り返しにより、温度に対する意識が徐々に向上すると考えられる。

## 8. まとめ

任意の空間の温度を想像し、実際温度を確認する機会をつくることで、「温度想像力」を養成することはできる。想像温度の申告回数が増えるにつれて、想像温度と実際温度の差は小さくなる傾向があり、実験を通して想像温度が実際温度に近いという「自信がついた」人は、

表3 想像温度と実際温度の差の平均と標準偏差

			札幌		福山		熊本	
2020年 春季	申告 数	前半	12.1	23.5	15.1	29.1	11.4	22.2
		後半	11.4		14.0		10.8	
	平均	前半	1.1	1.1	1.1	1.0	1.3	1.2
		後半	1.1		0.8		1.1	
	標準 偏差	前半	0.9	1.2	0.9	0.8	1.0	0.9
		後半	1.1		0.6		0.7	
2020年 夏季	申告 数	前半	12.0	23.1	14.7	28.4	10.8	21.0
		後半	11.1		13.7		10.2	
	平均	前半	1.6	1.5	0.9	0.8	1.0	0.9
		後半	1.4		0.6		0.8	
	標準 偏差	前半	1.4	1.4	0.7	0.6	0.7	0.7
		後半	1.3		0.4		0.6	

そうでない人より想像温度と実際温度との間に高い相関が見られた。また、1年を通じ5回の実験を行なったことにより被験者の過ごしている空間に対する温度への意識は少しずつ向上した。

本調査では、想像温度を申告した後に、実際温度を確認する作業を繰り返し行なっているため、示度としての言語情報の蓄積による記憶・経験が「温度想像力」の養成につながったと考えられる。また、「温度想像力」が備わったことにより、被験者の環境調整行動の意識も高くなり、自身が過ごしている空間を快適にしようとする意識が見られた。これは、環境調整行動を適切に選択することが可能になり、より快適で健康な暮らしを住み手自らで作り出す「住みこなし」を実現できることを示唆している。

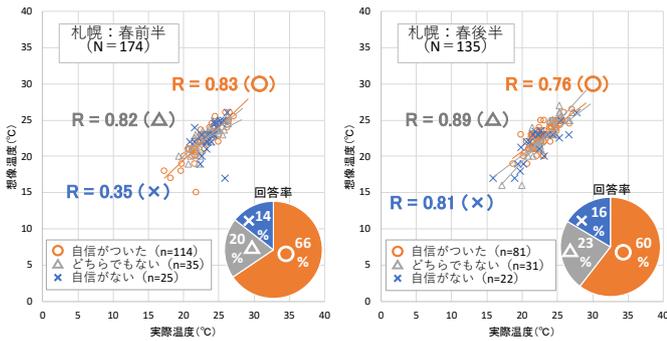


図 11 2020 年春季 札幌 想像温度の自信度

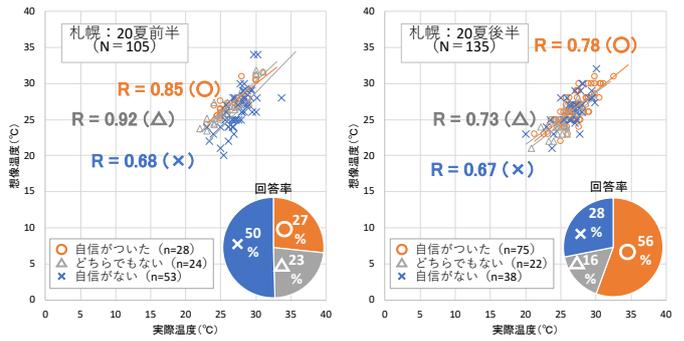


図 14 2020 年夏季 札幌 想像温度の自信度

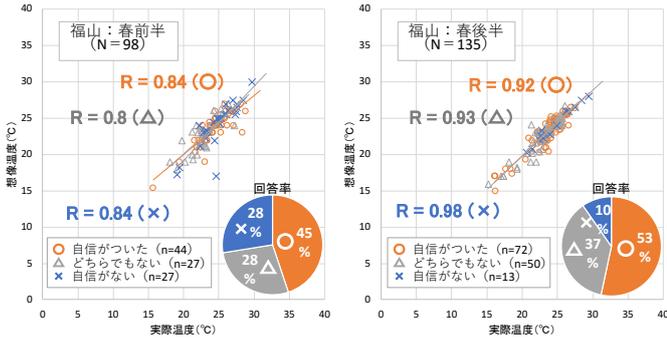


図 12 2020 年春季 福山 想像温度の自信度

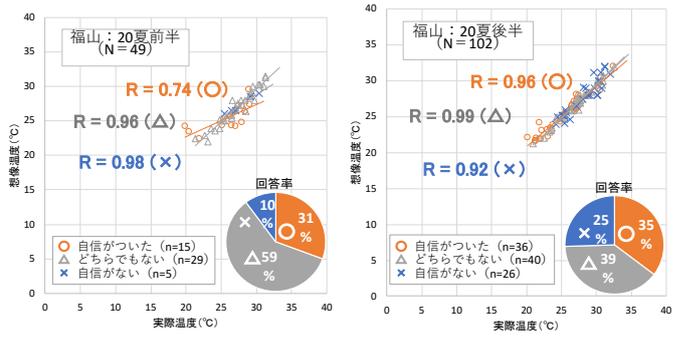


図 15 2020 年夏季 福山 想像温度の自信度

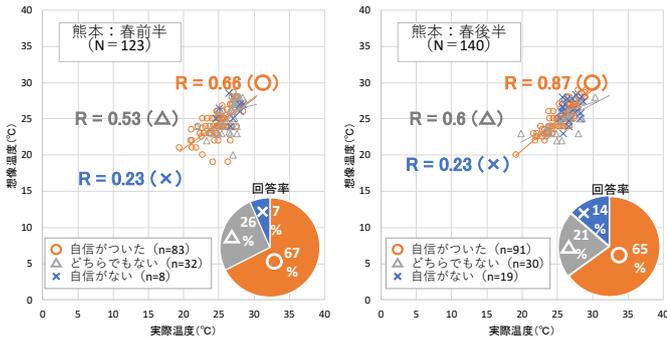


図 13 2020 年春季 熊本 想像温度の自信度

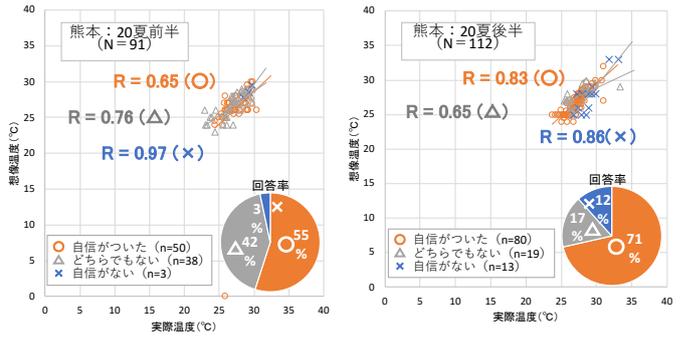


図 16 2020 年夏季 熊本 想像温度の自信度

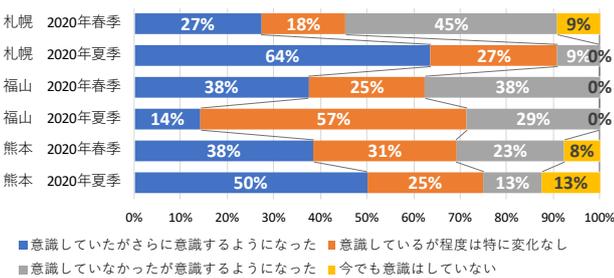


図 17 被験者の温度に対する意識変化

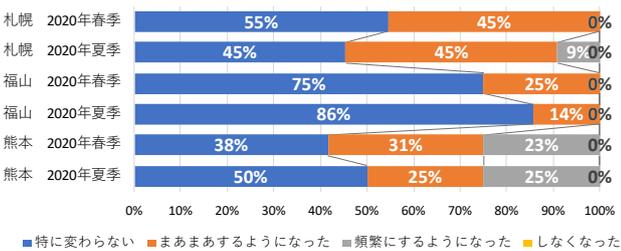


図 18 被験者の環境調整行動の変化

表 4 自信度申告の分類表

		分類
自信度	自信がなかった	・かなり自信がなかった ・自信がなかった ・やや自信がなかった
	どちらでもない	・どちらでもない ・やや自信がない
	自信があった	・やや自信がある ・自信がある ・全く自信がある

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K04731 の助成を受けている。

参考文献

- 1) 齊藤雅也・羽山広文：札幌・福山における冬季入浴時の室温変化に伴う高齢者の血圧変化の実態調査、日本建築学会技術報告集 第17号 第36号、pp. 569-572、2011. 6
- 2) 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. 9
- 3) 齊藤雅也・辻原万規彦：ヒトの想像温度と季節感の特性 その1. 想像温度と季節感、日本建築学会大会梗概集、pp. 225-226、2019. 9
- 4) 中村きらら・中谷航平・原大介・廣林大河・伊澤康一・辻原万規彦・齊藤雅也：住まい手の「温度想像力」養成に関する研究 その2 夏季・秋季・冬季の想像温度に関する自信度、日本建築学会大会梗概集、pp. 1147-1150、2020. 9

\* 1 株式会社丹青社 修士 (環境共生学)  
\* 2 清水建設株式会社 修士 (デザイン学)  
\* 3 札幌市立大学大学院 デザイン研究科

TANSEISYA.Co., Ltd., M. ESS  
SHIMIZU CORPORATION., M. Dsign  
Sapporo City University

\* 4 福山大学 准教授・博士 (工学) Assoc.Prof., Fukuyama University, Dr.Eng.  
\* 5 熊本県立大学 教授・博士 (工学) Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr.Eng.  
\* 6 札幌市立大学 教授・博士 (工学) Prof., Sapporo City University, Dr.Eng.