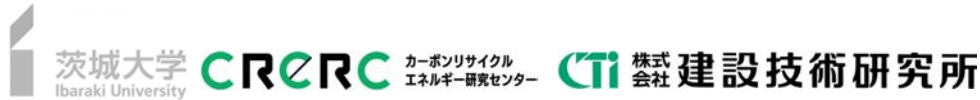


バイオフィリックデザイン空間における疑似自然風の「積極的快適域」と省エネルギー技術に関する研究

吉田友紀子

博士（工学）一級建築士

建設技術研究所 主任
茨城大学カーボンリサイクルエネルギー研究センター 特命研究員



2. 研究目的

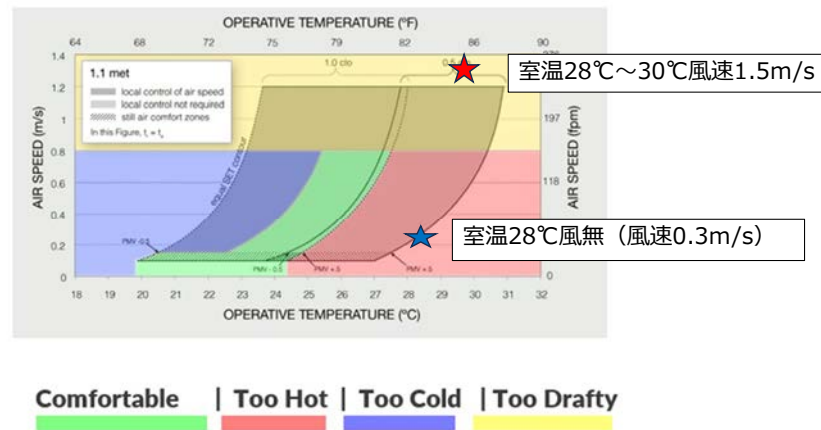


図1 ASHRAE55-2023 快適性範囲

- ★条件1 : 室温28℃以上, 平均風速1.5m/ s (2024年5月27日～6月10日)
- ★条件2 : 室温28℃以上, 風無＊平均風速0.3m/ s (2024年5月27日～6月10日)

1. 序論 研究背景

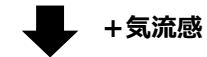
バイオフィリアとは、人間が本能的に自然を好む修正にあるということ

バイオフィリックデザイン (BD) 空間に関する研究 視覚的要素+α (五感)

- 田崎・田辺ら²⁾ : 窓の開閉が視覚的な自然要素および非視覚的な自然要素が心理的なつながりや快適性にどう寄与するかを評価
- 宗・山中ら³⁾ : 休憩中の室内環境（照明，気流，におい）の変化が心理的・生理的なリラックス効果やリフレッシュ効果にどのように影響するかの調査
- 吉田ら^{4・5)} : 「鳥のさえずり」がバイオフィリックデザイン空間における心理的な快適性や積極的快適性に与える影響を評価

温熱環境に関する研究 BD無

- 山本・伊藤ら⁶⁾ : 室温27℃以上において気流により快適性向上の可能性を示唆
室温29℃では気流により快適性範囲が拡大する傾向を発見



本研究は、
室内緑化の調和感からBD手法
+ 疑似自然通風(一方向からくる人体全面に受ける風，以下，疑似自然風と呼ぶ)
➡積極的快適性向上の可能性の検討

3. 実験概要 長期室内環境計測(実空間)の概要

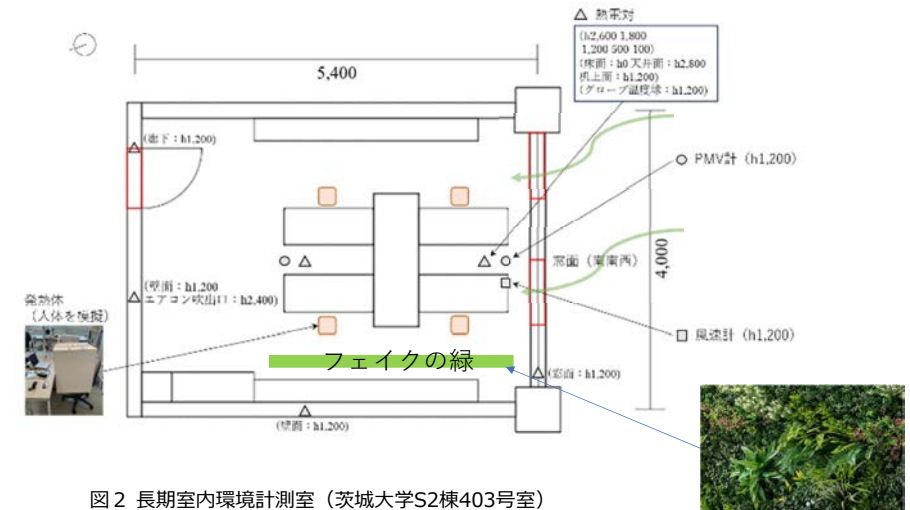


図2 長期室内環境計測室（茨城大学S2棟403号室）

3. HMD型VRを用いた空間心理量評価実験の概要

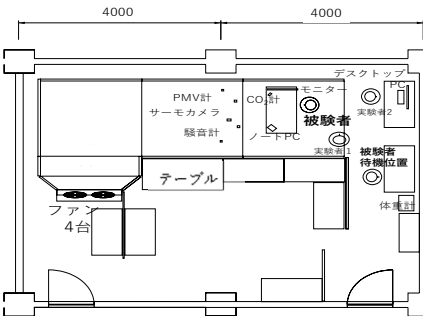


表1 計測項目一覧

計測項目	計測方法	計測機器
室内温度	PMV計	KYOTO ELECTRONICS AM-101
相対湿度	PMV計	KYOTO ELECTRONICS AM-101
風速	PMV計	KYOTO ELECTRONICS AM-101
PMV	PMV計	KYOTO ELECTRONICS AM-101
CO2濃度	NDIR方式	SB環境株式会社 MB-530
机上面照度	照度計	YOKOGAWA 51003 ILLUMINANCE METER
騒音レベル	騒音計	RION SOUND LEVEL METER NL-42
生体波計	イヤホン型脳波計	株式会社CyberneX XHOLOS
皮膚温度	熱電対	Type-T、データロガー
発汗量	精密体重計	腕エアー・アンド・デイ 検定付き電子台 SE-K



図3 VR簡易風洞実験室写真
(左：設営時，中央・右：被験者実験)

室温28℃～30℃，平均風速0.8、1.0m/s (PMV+0.5) ～1.56m/s 温熱快適性上限を検討

3. HMD型VRを用いた空間心理量評価実験の概要

VIVE Pro Eye



Table 2 HMD specifications (HTC社製VIVE Pro eye)

ディスプレイ	解像度	片目あたり1440×1600ピクセル (合計2880×1600ピクセル)
	リフレッシュレート	90Hz
	スクリーン	デュアルOLED 3.5インチ (対角線)
	インターフェース	HTC Sranipal SDK
	視野角	最大110°
	最大輝度	130 cd/m ²
	最小輝度	0.04 cd/m ²
	色空間	Adobe RGB
	センサー	Steam VR Tracking 2.0
	コントラスト比	3250:1
	最大dE	2.3
	最小dE	0.5
PC性能	OS	Windows10
	CPU	Core i9-11900K(3.5GHz)
	メモリ	32GB
	グラフィックボード	GeForce RTX3080

3. HMD型VRを用いた空間心理量評価実験の概要

プラネット株式会社



座席正面手元緑有無+大木
Case②動1-2 緑率20.1%



パーティション有
Case⑤静2-5 緑率3.5%

3. 被験者実験概要

動画は植物が風で揺れ，緑無は静止画

室内緑化に関する視覚情報 緑量が異なる5種類 (図4)



Case①動1-1 緑率30.5%



Case②動1-2 緑率20.1%



Case③動1-3 緑率21%



Case④動1-4 緑率15.5%



Case⑤静2-5 緑率3.5%

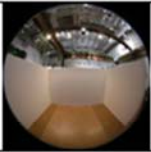
魚眼レンズの等距離射影画像
(FC-8, NIKON製
COOLPIX P5100,
4000×3000pixel,
解像度300dpi, f/4.8,
露出時間1/190秒, ISO-64)
を用いて撮影
※全て机上面照度500lx

図4 評価座席 (緑量の多い順にCase①～Case⑤)

3. 被験者実験概要

動画は植物が風で揺れ、緑無は静止画

表2 被験者実験に用いた評価座席（大空間、小空間）

	Case1-1	Case1-2	Case1-3	Case1-4	Case2-5
大空間 株式会社プラネット （地下空間） 空間構成					
緑率（％）	30.5%	20.1%	21.0%	15.5%	3.9%
小空間 茨城大学工学部 S2棟 403号室 空間構成					
			室内側壁面緑化	室内側緑無	
緑率（％）			19.4%	0%	

3. 被験者実験の概要

表1 被験者実験概要 実験I～III

被験者実験 名称	室内環境設定	被験者数	評価座席	茨城大学工学 生命倫理委員 会承認
実験Ⅰ ファン1 2023 年 10 月 13 日～24 日 （平均外気温 18.3℃）	室内温度 28℃ 湿度なりゆき 平均風速 1.0m/s 風有・騒音レベル 約 58 dB (L _{eq,1min}), 暗騒音約 45 dB (L _{eq,1min})	19 歳から 24 歳の 実験内容を知ら ない大学生 合計 12 名 男子 6 名, 女子 6 名	大空間 5 Case1-1~2-5	許可番号 23T0900
実験Ⅱ ファン1 2024 年 5 月 27 日～6 月 10 日 （平均外気温 19.6℃）	室内温度 30℃ 湿度なりゆき 平均風速 1.56m/s 風有・騒音レベル 約 58 dB (L _{eq,1min}), 暗騒音約 45 dB (L _{eq,1min})	19 歳から 24 歳の 実験内容を知ら ない大学生 合計 14 名 男子 7 名, 女子 7 名	大空間 3 種 Case1-1,1-2,2-5 小空間 2 種 Case1-3,1-4	許可番号 24T0400
実験Ⅲ ファン2 2024 年 10 月 21 日～24 日 （平均気温 22.5℃）	室内温度 30℃ 湿度なりゆき 平均風速 0.8m/s 風有・騒音レベル 約 55dB (L _{eq,1min}), 暗騒音 45 dB (L _{eq,1min})	19 歳から 22 歳の 実験内容を知ら ない大学生 男子 8 名	大空間 3 種 Case1-1,1-2,2-5 小空間 2 種 Case1-3,1-4	

3. 被験者実験概要

● 被験者

日時：2024年5月27日～6月10日
午前 10：30～12：30
午後1 13：30～15：30
午後2 15：30～17：30
被験者：14人（男性：7名 女性：7名）



着衣量：0.5clo
代謝量：1.0met

写真1 被験者の服装

実験日	スケジュール	被験者	性別
2024/5/27	午後1	a	男
2024/5/28	午後1	b	男
2024/5/29	午後1	c	女
	午後2	d	男
2024/5/30	午後1	e	男
2024/6/3	午後1	f	男
2024/6/4	午後1	g	女
2024/6/5	午後1	h	女
2024/6/6	午後1	i	男
	午後1	j	女
2024/6/7	午後2	k	女
	午前	l	男
2024/6/10	午後1	m	女
	午後2	n	女

140分													
30分	約15分			5分	約10分			5分	約15分			5分	約5分
	1	2	3		4	5			6	7	8		9 10
安静状態 ・実験開始前 温熱感	HMD装着 ・印象評価 ・作業性評価 ・温熱評価			休憩	HMD装着 ・印象評価 ・作業性評価 ・温熱評価			休憩	HMD装着 ・印象評価 ・作業性評価 ・温熱評価			休憩	HMD終了後 温熱感

図3 実験スケジュール
前半疑似自然風（1.56m/s）、後半風無（0.3m/s）

3. 被験者実験概要

■心理アンケート票

1. 室内の雰囲気として最も近いものを3つ記入してください。（必ず記入）

不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐	☐	☐	少し不快
不快を感じない	☐	☐	☐	☐	☐	不快を感じない
不快	☐	☐	☐	☐	☐	不快
不快である	☐	☐	☐	☐	☐	不快である
少し不快	☐	☐	☐ </			

4. 実験結果

1) 実験Ⅰ:「快適」及び「開放的である」の印象評価が有意差に高いCase 1-1では、擬似自然風有の条件が擬似自然風無よりポジティブ側の回答をえている。

「自然を感じる」では擬似自然風有の影響がいずれも見られ、温熱評価における「気流を感じる」は同様の回答であるため、視覚的影響によるものと考えられた。

音環境評価は「静か-うるさい」、「気になる-気にならない」、「煩わしい-煩わしくない」に有意差が認められたものの、ネガティブ側回答となっており、被験者実験は有効と判断した。

4. 実験結果

■緑量の多い評価座席Case①動1-1プロフィール図

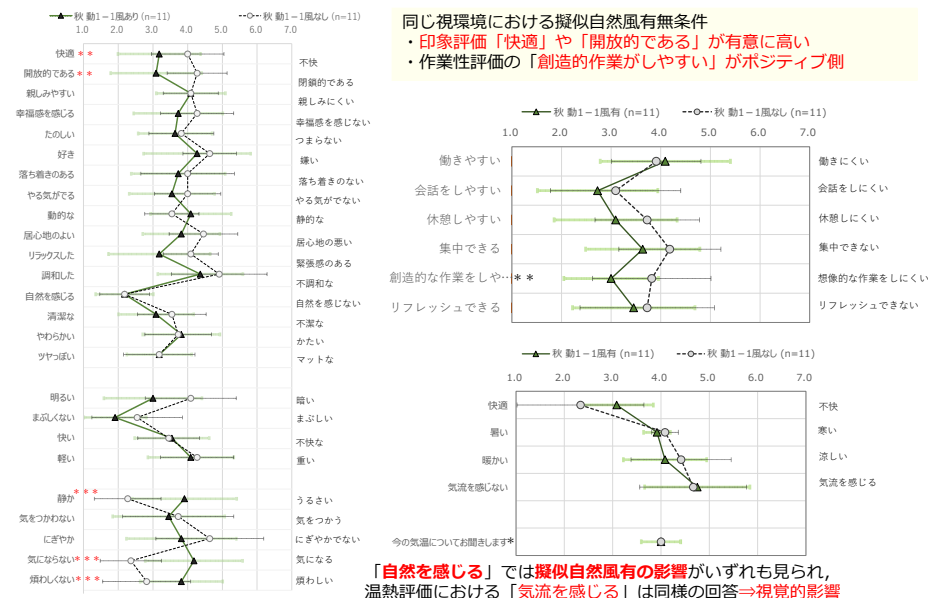


図8 緑量の多い評価座席Case①動1-1プロフィール図 (左: 印象評価, 右上: 作業性評価, 右下: 温熱感)

4. 実験結果

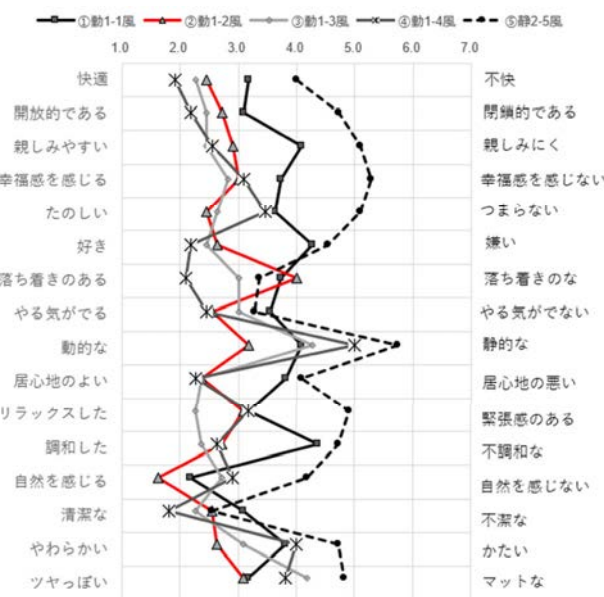


図7 自然通風時における各座席印象評価 平均値

2) 実験Ⅱ:緑量が同等な大空間Case1-2と小空間1-3の比較

「快適」「開放的である」「親しみやすい」「幸福感を感じる」「たのしい」「やる気がでる」「リラックスした」の項目で大空間1-2の評価が有意ポジティブ側を示した。

緑有(緑率:20%)+大空間(178.3㎡)+擬似自然風有(平均風速1.6m/s)条件下にて、積極的快適性が向上する可能性が示された。

4. 実験結果

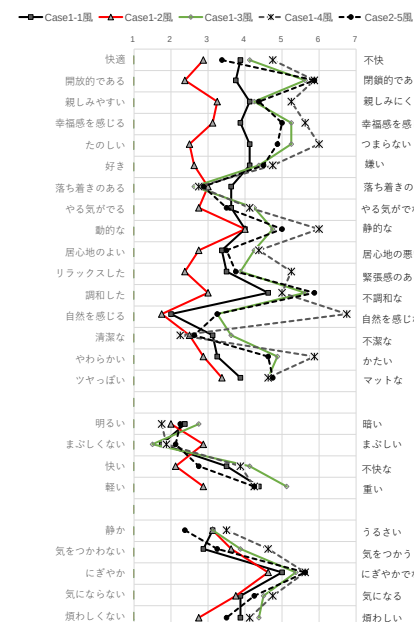


図4 実験Ⅲ疑似自然通風時の各座席印象評価 平均値

3) 実験Ⅲ:

ポジティブ側:最も自然を感じる大空間Case1-2(赤線)

ネガティブ側:最も自然を感じない小空間Case1-4

緑量が同等である
大空間1-2印象評価大>小空間1-3
⇒実験Ⅱと同様の傾向を示し、
BD空間特有の「開放感」の定義△

主観的快適性を向上させ、
吉田が提唱した総合的快適性モデル(吉田, 2025年2月日本建築学会環境系論文集)を裏付ける結果を示した。

4. 実験結果

◆疑似自然風有り

Case1-1弱風 Case1-2弱風 Case1-3弱風 Case1-4弱風 Case2-5弱風

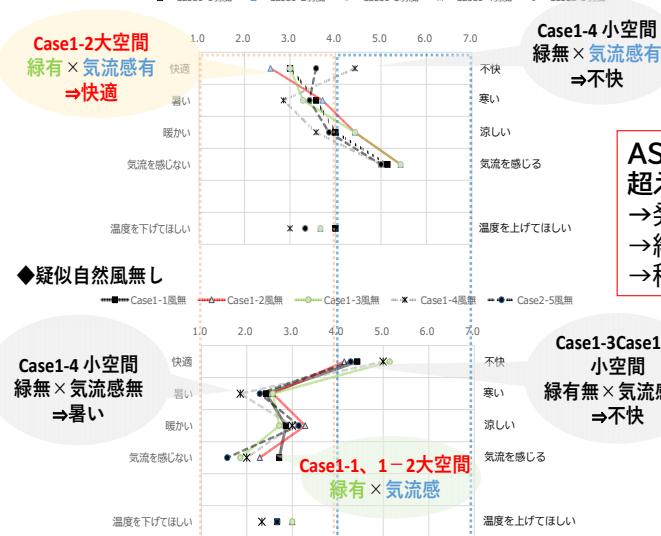


図5 実験III 疑似自然通風時の各座席温熱感 平均値

建設技術研究所×茨城大学カーボンリサイクルエネルギー研究センター

17

4. 実験結果 t検定：緑率比較

緑率比較

表4 評価座席における心理量のt検定結果

評価項目	疑似自然風有り		疑似自然風無し		緑有り		緑無し		緑有り		緑無し	
	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無
緑	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無	有/無
空間	大空間				小空間							
座席評価	Case1-1				Case1-2				Case1-3			
やる気がでるーやる気がでない	1.000	0.141	0.721	0.824	0.876	0.631	0.471	0.027	0.100	0.002	0.002	0.342
開放的であるー閉鎖的である		0.002		0.002		0.000		0.000		0.000		0.003
幸福を感じるー幸福を感じない		0.023		0.005		0.006		0.000		0.007		0.003
たのしいーつまらない		0.020		0.008		0.007		0.000		0.020		0.008
自然を感じるー自然を感じない		0.008		0.000		0.016		0.000		0.000		0.000
やわらかいーかたい		0.003		0.024		0.001		0.000		0.017		0.012
リフレッシュできるーリフレッシュしにくい		0.047		0.030		0.017		0.000		0.010		0.016
多いー少ない		0.003		0.000		0.001		0.000		0.000		0.000
多すぎるー少なすぎる		0.011		0.000		0.040		0.001		0.000		0.000

茨城大学工学部都市システム工学科建築環境デザイン研究室吉田ゼミ Yoshida Lab.

12

4. 実験結果 プロフィール図：空間大小比較・印象（緑有風有）

大空間－小空間比較



大空間
Case1-2(遠景緑)
室容積：178.3m³
緑率：20.1%



小空間
Case1-3(室内側壁面緑化)
室容積：51.8m³
緑率19.4%

大空間で有意にポジティブ側評価となった項目

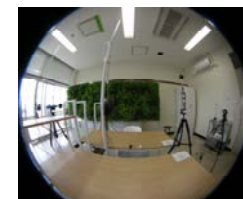
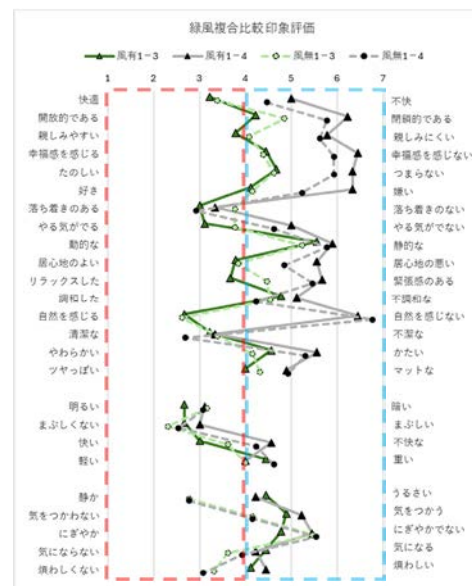
「快適」「開放的である」「親しみやすい」
「幸福を感じる」「たのしい」
「やる気が出る」「リラックスした」
⇒視覚的・心理的な「開放感」
⇒積極的快適性の向上

図 大空間－小空間比較 印象評価（緑有＋疑似自然風有）

茨城大学工学部都市システム工学科建築環境デザイン研究室吉田ゼミ Yoshida Lab.

19

4. 実験結果 プロフィール図：緑風複合比較（小空間）



Case1-3(室内側壁面緑化)
緑率19.4%



Case1-4(室内側壁面緑化)
緑率19.4%

緑有＋風有＞緑有＋風無＞緑無＋風無＞緑無＋風有

緑有＋疑似自然風有
⇒BD効果＋温熱環境の不快感の軽減
＝心理的快適性

緑無＋疑似自然風有
⇒BD効果＋物理的刺激＝不快感，閉塞感

図8 1-3緑風複合比較プロフィール図

茨城大学工学部都市システム工学科建築環境デザイン研究室吉田ゼミ Yoshida Lab.

13

4. 実験結果 t検定

表8 実験III 評価座席における心理量の検定結果

評価項目		有/無											
		有			有			有			有		
		有	無	有/無	有	無	有/無	有	無	有/無	有	無	有/無
座席評価	緑量	有			有			有			有		
	空間	大空間(室容積178.3m³)			小空間(室容積51.8m³)			大空間(室容積178.3m³)			小空間(室容積51.8m³)		
	座席評価	Case 1-1 手元緑+壁面緑化			Case 1-2 造景緑			Case 1-3 室内側壁面緑化			Case 1-4 緑無		
印象評価	快適-不快	0.689	0.658	0.569	1.000	0.267	0.139	0.788	0.062	0.139	0.281	0.493	0.457
	開放的である-閉鎖的である	0.413	0.013	0.003	0.231	0.000	0.000	1.000	0.573	0.000	0.604	0.000	0.457
	親しみやすい-親みにくい	0.631	0.466	0.283	0.604	0.072	0.091	0.818	0.015	0.091	0.356	0.703	0.182
印象評価	幸福を感じる-幸福を感じない	0.766	0.005	0.411	0.078	0.009	0.004	0.736	0.407	0.004	0.829	0.182	0.289
	たのしい-つまらない	0.047	0.018	0.049	0.604	0.000	0.018	0.736	0.172	0.018	0.457	0.289	0.111
	好き-嫌い	0.172	0.439	0.478	0.604	0.089	0.106	0.172	0.200	0.106	1.000	0.111	0.407
印象評価	落ち着きのある-落ち着きのない	0.078	0.253	0.022	1.000	1.000	0.589	0.111	0.604	0.589	0.280	0.407	0.654
	やる気がある-やる気がない	0.200	1.000	0.356	0.788	0.197	0.535	0.094	0.569	0.535	0.604	0.654	0.172
	動的な-静的な	0.253	0.370	0.001	0.308	0.325	0.003	0.078	0.049	0.003	1.000	0.172	0.407
印象評価	居心地のよい-居心地の悪い	0.289	0.510	0.629	0.654	0.334	0.188	0.689	0.736	0.188	1.000	1.000	0.407
	リラックスした-緊張感がある	0.555	0.569	0.386	0.715	0.148	0.025	0.788	0.025	0.025	0.356	0.407	0.103
	調和した-不調和な	0.736	0.081	0.772	0.283	0.002	0.162	0.289	0.172	0.162	0.818	0.103	0.413
印象評価	自然を感じる-自然を感じない	0.231	0.139	0.005	0.200	0.135	0.010	0.457	0.001	0.010	0.356	0.413	0.788
	清潔な-不潔な	0.631	0.457	0.234	0.604	0.829	0.689	0.736	0.103	0.689	0.111	0.788	0.172
	やわらかい-かたい	0.448	0.111	0.022	0.200	0.039	0.007	0.172	0.004	0.007	0.289	1.000	0.172
印象評価	ツヤツヤ-マットな	0.143	0.078	0.016	1.000	0.070	0.084	0.604	0.689	0.084	0.689	0.172	0.407
	明るい-暗い	0.356	0.788	1.000	0.788	0.604	1.000	1.000	0.270	1.000	1.000	1.000	0.047
	まぶしくない-まぶしい	0.200	0.200	0.025	0.744	0.454	0.482	0.457	0.231	0.482	0.877	0.047	0.407
印象評価	快い-不快な	0.448	0.078	0.555	0.106	0.078	0.884	0.231	0.788	0.884	0.094	0.407	0.200
	軽い-重い	0.818	0.829	0.482	0.065	0.070	0.182	0.407	0.225	0.182	0.604	0.200	0.526
	静か-うるさい	0.689	0.308	0.788	1.000	0.325	0.604	0.673	0.321	0.604	1.000	0.526	0.296
印象評価	気をつかわない-気をつかう	0.086	0.604	0.689	0.448	0.407	0.309	0.489	0.143	0.309	0.407	0.296	0.231
	にぎやか-にぎやかでない	0.216	0.310	0.203	0.673	0.188	0.760	0.654	0.457	0.760	0.172	0.231	0.994
	気にならぬ-気になる	0.476	0.569	0.673	0.441	0.593	1.000	0.441	0.356	1.000	0.589	0.994	0.094
印象評価	暖かい-冷たい	0.846	0.726	0.217	0.436	0.296	0.457	0.334	0.853	0.457	0.736	0.094	0.895
	動きやすい-動きにくい	0.066	0.654	0.211	0.689	0.752	0.788	0.015	0.589	0.788	0.407	0.895	0.094
	会話をしやすい-会話をしにくい	0.649	0.000	0.020	0.654	0.000	0.002	0.289	0.038	0.002	0.407	0.094	0.103
印象評価	休憩しやすい-休憩しにくい	0.604	0.482	0.682	1.000	0.589	0.526	0.203	0.407	0.526	0.200	0.103	1.000
	集中できる-集中できない	0.172	0.175	0.019	0.386	0.052	0.216	0.736	0.441	0.216	0.150	1.000	0.015
	創造的な作業をしやすい-創造的な作業をしにくい	0.573	0.078	0.853	1.000	0.027	0.134	1.000	0.231	0.134	0.805	0.015	0.604
印象評価	リフレッシュできる-リフレッシュしにくい	0.631	0.045	0.049	0.766	0.034	0.023	0.555	0.025	0.023	0.356	0.604	0.094
	多い-少ない	0.356	0.001	0.000	0.289	0.006	0.005	0.289	0.000	0.005	1.000	0.094	0.172
	多すぎる-少なすぎる	0.689	0.001	0.004	0.140	0.023	0.012	0.407	0.001	0.012	0.356	0.172	0.356
温熱環境	快適-不快	0.118	0.321	0.869	0.017	0.111	0.829	0.002	0.035	0.829	0.413	0.356	0.015
	暑い-寒い	0.015	0.604	0.604	0.047	0.356	0.457	0.140	0.289	0.457	0.062	0.182	0.015
	暖かい-涼しい	0.203	0.788	0.356	0.121	0.321	0.689	0.007	0.045	0.689	0.436	0.182	0.009
温熱環境	気流を感じる-気流を感じない	0.136	0.766	0.084	0.033	0.078	0.140	0.005	0.407	0.140	0.056	0.009	0.172
	今の気温についてお聞きします (設定温度変更必要有無)	0.030	0.172	1.000	0.172	0.356	0.356	0.172	0.172	0.356	0.172	0.172	0.172

建設技術研究所×茨城大学カーボンリサイクルエネルギー研究センター

4. 実験結果

主成分分析結果(AIJ2024大会)

SPSSv29

バイオフィリックデザイン
空間特有の因子

評価項目	成分行列 ^a		
	1	2	3
親しみにくい-親しみやすい	0.973	-0.035	0.146
幸福を感じない-幸福を感じる	0.969	0.172	0.091
不調和な-調和した	0.958	-0.167	-0.010
リフレッシュできない-リフレッシュできる	0.954	0.283	0.078
居心地の悪い-居心地のよい	0.933	-0.291	-0.119
閉鎖的である-開放的である	0.925	-0.026	0.062
嫌い-好き	0.915	-0.360	-0.005
創造的な作業をしにくい-創造的な作業をしやすい	0.908	0.170	0.053
緊張感のある-リラックスした	0.900	0.323	-0.001
つまらない-たのしい	0.887	0.425	0.067
視覚的不快-視覚的快適	0.881	-0.369	-0.043
会話しにくい-会話をしやすい	0.804	0.490	0.149
不快な-快い	0.789	-0.431	-0.215
重い-軽い	0.778	-0.396	-0.033
休憩しにくい-休憩しやすい	0.751	0.244	-0.340
かたい-やわらかい	0.739	0.621	-0.012
温熱寒い-暑い	0.732	-0.574	0.007
やる気がでない-やる気がある	0.697	-0.491	-0.298
温熱涼しい-暖かい	0.623	-0.117	0.212
暗い-明るい	0.583	-0.412	-0.480
まぶしい-まぶしくない	-0.398	-0.287	-0.077
温熱不快-快適	-0.159	-0.153	0.041
緑量が少ない-多い	0.168	0.960	0.198
緑量が少なすぎる-多すぎる	-0.010	0.930	0.308
落ち着きのない-落ち着きのある	0.104	-0.919	0.046
集中できない-集中できる	0.097	-0.894	-0.268
不潔な-清潔な	0.317	-0.846	-0.330
動きにくい-動きやすい	0.495	-0.831	0.106
マットな-ツヤツヤしい	0.429	0.828	0.162
静的な-動的な	0.519	0.805	0.198
自然を感じない-自然を感じる	0.553	0.787	0.160
にぎやかでない-にぎやか	0.482	0.675	-0.484
今の気温操作下げてほしい-上げてほしい	-0.541	0.630	-0.359
気をつかう-気をつかわない	0.202	0.600	-0.561
うるさい-静か	-0.120	-0.193	0.950
気になる-気にならない	-0.070	-0.322	0.857
暖かい-暖かしくない	0.264	-0.288	0.796
気流を感じる-感じない	0.382	-0.368	0.675
抽出後の負荷量平方和の分散割合	43.007	29.096	11.696
因子抽出法: 主成分分析			
a. 3 個の成分が抽出されました			

バイオフィリックデザイン空間特有の因子項目
→「自然らしさ」→視環境の影響大→音・温熱環境の影響低下

共通性:主因子法 因子分析
SPSS v29

視環境	視覚的不快-視覚的快適	0.992
	緑量が少ない-多い	0.991
	落ち着きのない-落ち着きのある	0.990
	不潔な-清潔な	0.980
音環境	静的な-動的な	0.979
	自然を感じない-自然を感じる	0.993
	にぎやかでない-にぎやか	0.950
	気をつかう-気をつかわない	0.943
温熱環境	今の気温操作下げてほしい-上げてほしい	0.891

建設技術研究所×茨城大学カーボンリサイクルエネルギー研究センター

5. まとめ

バイオフィリックデザイン空間における
疑似自然通風利用効果に関するVR技術を活用した空間評価

◎緑率比較 (緑率)

大空間 Case1-2 (20.1%) > Case1-1 (30.5%) > Case2-5 (緑無 * 3.9%)

小空間 Case1-3 (19.4%) > Case1-4 (緑無)

➡緑有が有意にポジティブ評価

◎大空間—小空間比較

大空間 (室容積: 178.3m³) > 小空間 (室容積: 51.8m³)

➡大空間による視覚的・心理的「開放感」が積極的快適性の向上に寄与した可能性

◎緑風複合比較

緑有 + 疑似自然風有 > 緑有 + 疑似自然風無 > 緑無 + 疑似自然風無 > 緑無 + 疑似自然風有

➡緑有 + 疑似自然風有: 緑があることで風が自然現象として肯定的

緑無 + 疑似自然風有: 風が人工的な刺激として, 不快感や違和感

緑有 (緑率: 20%) + 大空間 (178.3m³) + 疑似自然風有 (平均風速15.6m/s)
条件下において, 積極的快適性が向上する可能性が示された.

建設技術研究所×茨城大学カーボンリサイクルエネルギー研究センター

5. まとめ

- **緑率約20%のBD空間**において、ASHRAE55快適域上限を超えてもなお「快適」の申告が確認され、**発汗による気流感が、緑量の視覚刺激に伴い積極的快適性を向上させる。**

- **作業性：擬似自然風ありの方が擬似自然風なしより、全体的にポジティブ側**

- **バイオフィリックデザイン空間特有の共通性「自然らしさ」：視環境の影響大**

「視覚的快適」「緑量が多い」「落ち着きのない」「不潔な」「動的な」 ⇨ 「自然を感じる」

次いで、音環境、温熱環境が影響することがわかった。

⇒屋外にいるかのような「開放感」を開発することで、
自然通風利用促進による「積極的快適域」が創出される。

⇒建築家や意匠デザイナーが感覚的・主観的にデザインしてきた光、熱、風を用いた心地よい空間を、緑化率や快適性指標などの定量的な空間づくりによりよい客観的空間を構築する目安として開発を進めることで、**Well-beingでスマートな社会構築に向けた貢献が期待できる。**