

卷末資料 2

面的な暑熱対策の効果検証調査結果（東京：三の輪商店街）

アーケード商店街を対象とした温熱環境および 人体生理・心理反応調査

暑熱環境緩和効果と市民意識に関する評価

日本工業大学 三坂研究室

●暑熱適応のまちづくり

1

◆暑熱環境への適応を考慮したまちづくりの推進

- 地域の特性や資源に着目
 - ・新たに作るのではなく、すでにあるものを活用
- 効果を定量的に把握し、市民に情報発信
 - ・正しい情報・知識により発想の転換を促進
- 地域特性・資源の再評価
 - ・特性や資源の活用や保存・再生の意識を喚起

⇒まちづくりの一環としての暑さ対策の認知

◆ 地域資源を活用した暑熱適応まちづくり

○ 春日部市ふじ通り



・観光資源・まちおこし

○ 上越市高田雁木通り



・観光資源・生活空間
・高齢化対応

● 研究の背景と目的

地球温暖化やヒートアイランド現象の進行に伴う高温化により、都市部における猛暑日の増加や熱中症患者の増加などの生活への影響が確認されている。

高齢化が進む社会において、夏季の環境においても高齢者が安心して歩けるまちづくりが必要。

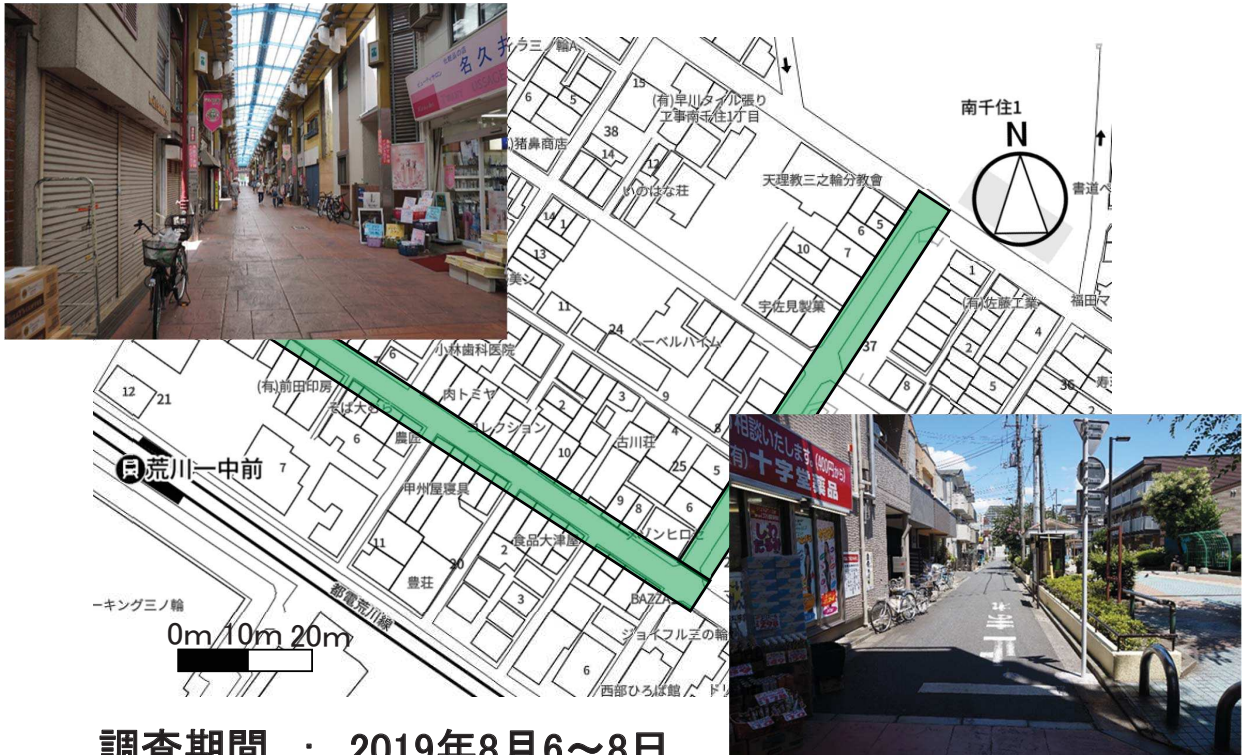


地域にもともとある特徴的な空間に着目
⇒暑さ対策としてアーケードの効果を評価する
温熱環境と人体生理・心理反応および人体熱収支
による評価
人体への熱ストレス抑制効果の評価を目的。

● 調査の概要

4

調査場所：東京都荒川区 ジョイフル三の輪商店街

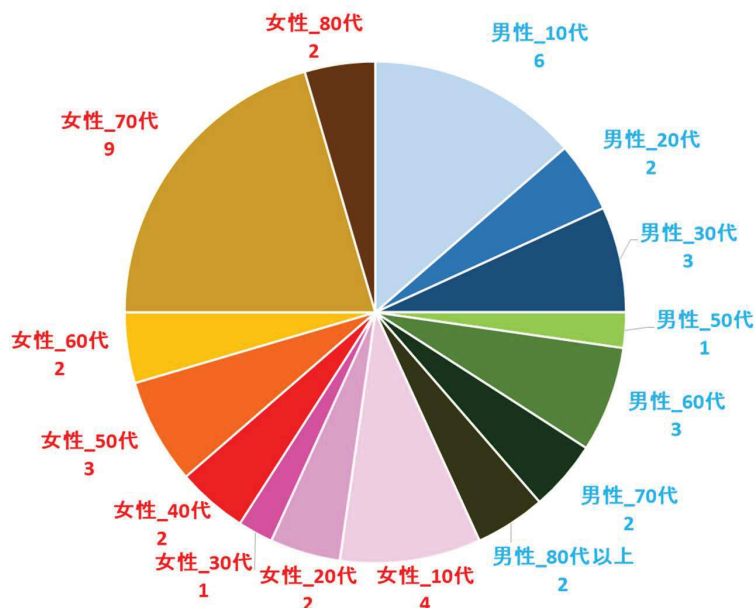


● 調査対象空間の特徴

5

◆アーケード利用者に対するアンケート調査

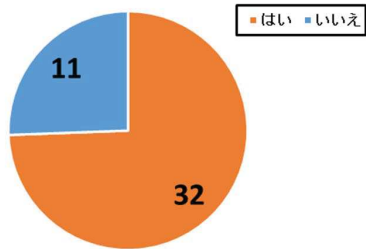
・アーケード利用者の利用状況に関する調査(回答者:42名)



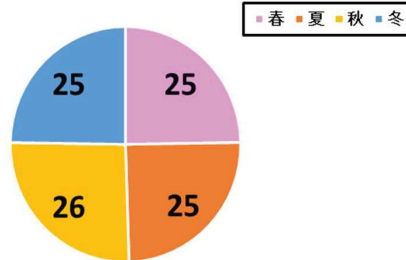
◆アーケード利用者に対するアンケート調査

・アーケード利用者の利用状況に関する調査(回答者:42名)

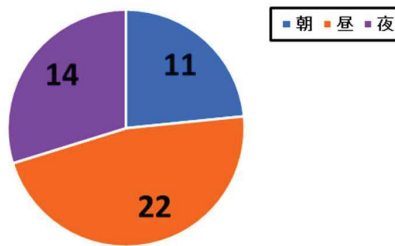
近くにお住まいですか



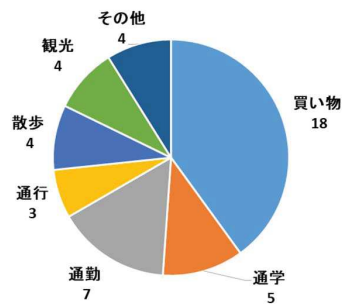
いつ頃訪れますか



いつ頃訪れますか



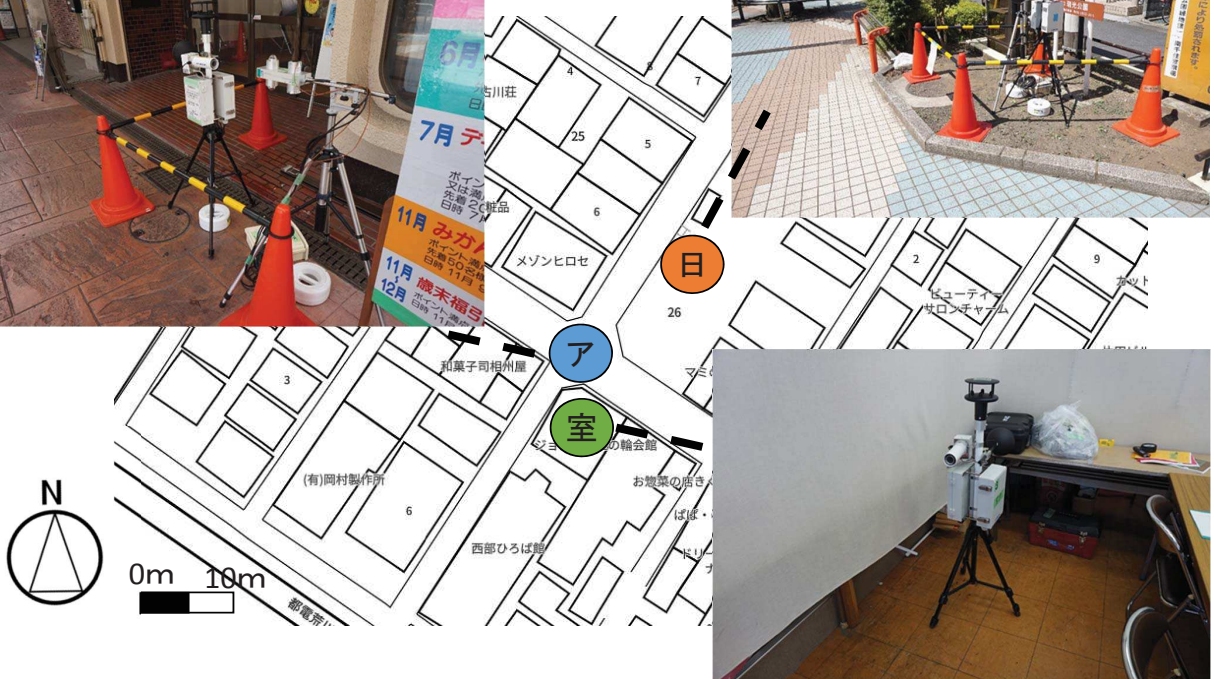
利用する目的



⇒「近所の人が季節に関係なく買い物や通勤・通学で使う空間」

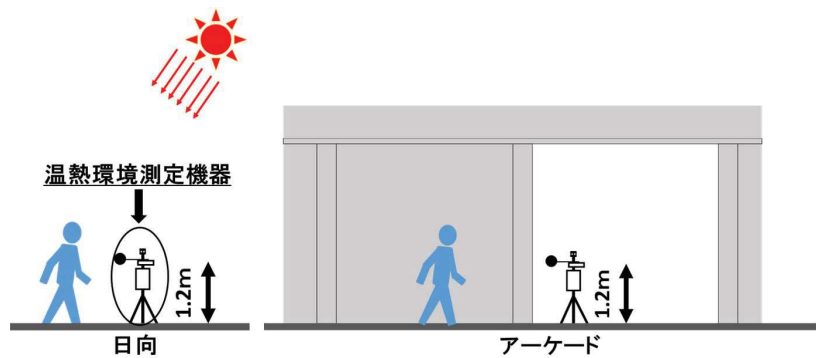
● 温熱環境調査

◆温熱環境測定点



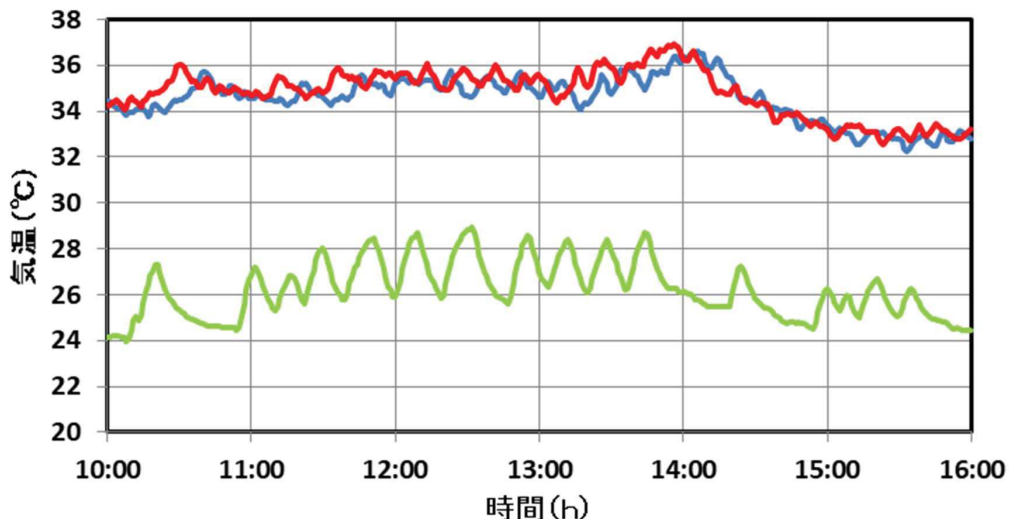
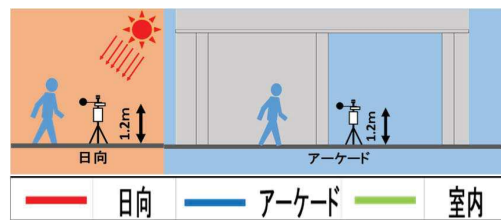
◆ 温熱環境の測定項目・機器

測定項目	方式等	測定機器名	測定間隔
温度・湿度	強制通風式温湿度計	温湿度計 HMP-60	1秒
黒球温度	ベルノン式	グローブ温度計 PGT-01	
風向・風速	2次元超音波風向・風速計	ウィンドソニック PGWS-100	
路面温度	放射温度	K型熱電対 PRIT-100	
日射量	超短波放射量	超短波放射計 MR-50、CNR4	10秒
表面温度	赤外線センサー	FLIR-C2	適宜



◆ 温熱環境の測定結果

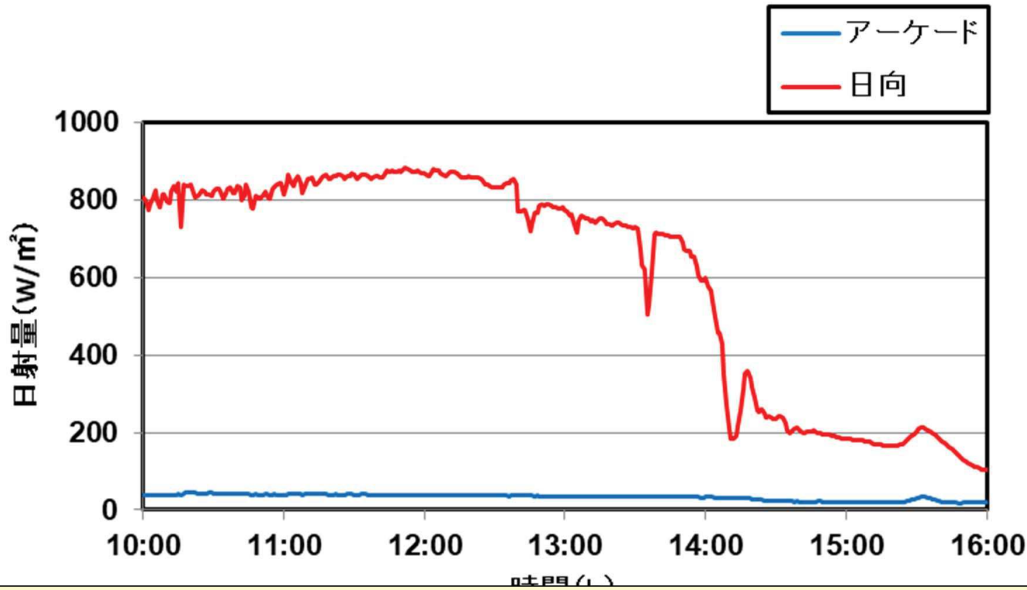
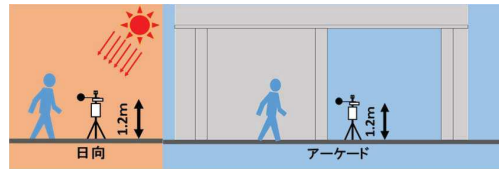
1) 気温の測定結果(8月8日)



気温はアーケードと日向で大きな違いは見られない

◆ 温熱環境の測定結果

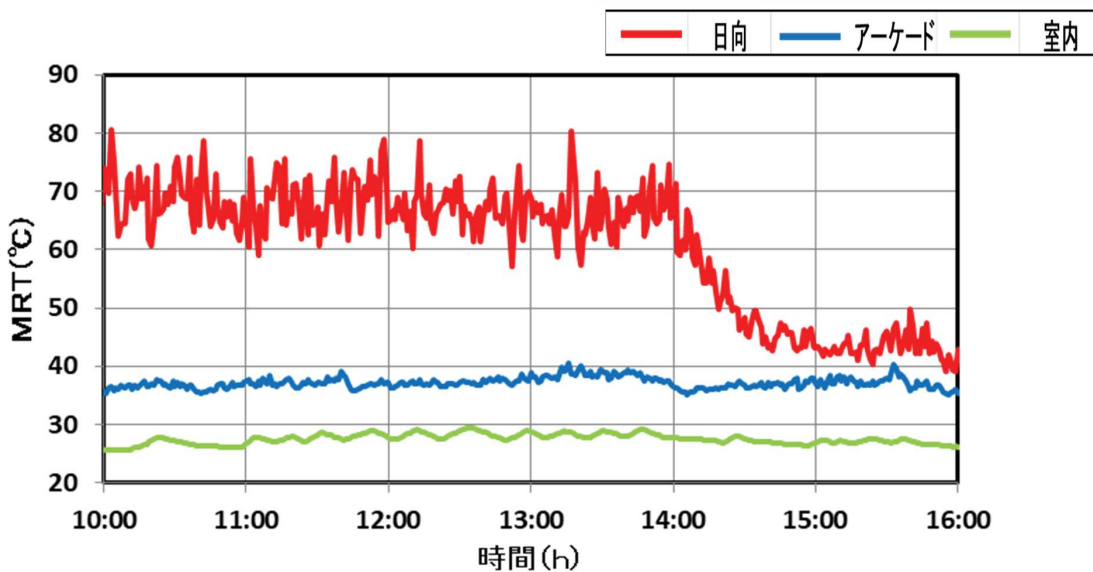
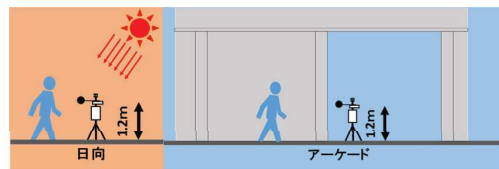
2) 日射量の測定結果(8月8日)



アーケードでは日射量が大きく低減

◆ 温熱環境の測定結果

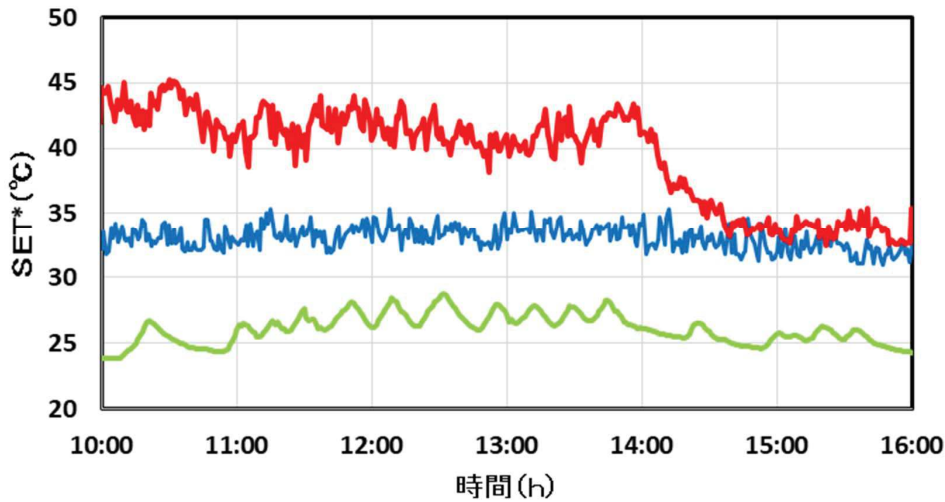
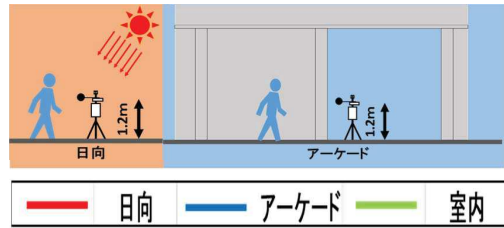
3) MRTの測定結果(8月8日)



アーケードのMRTは日射量遮蔽により大きく低減

◆ 温熱環境の測定結果

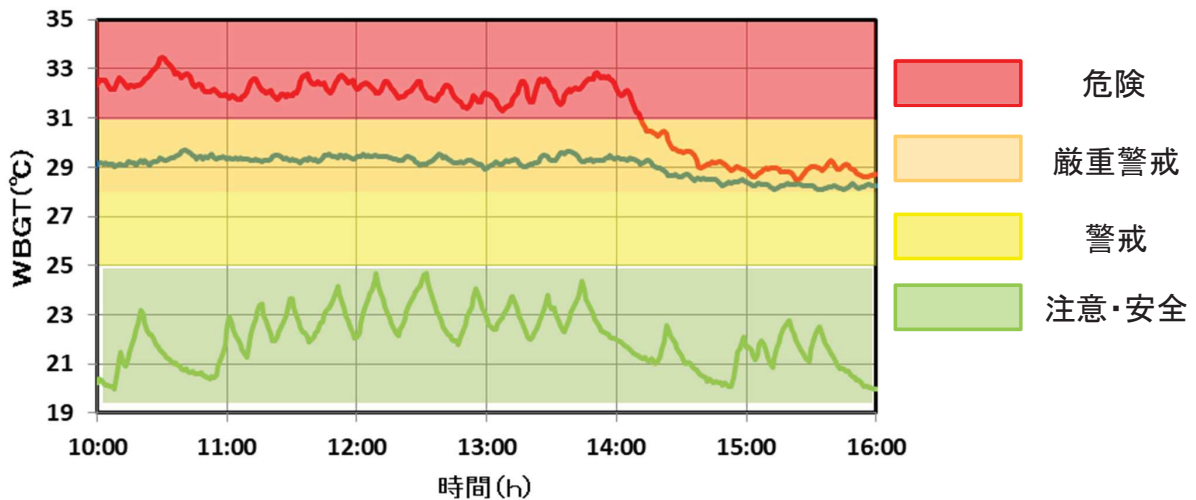
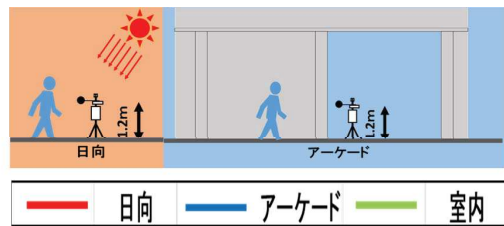
4) SET*の測定結果(8月8日)



アーケードのSET*は日向に比べて6~10°C程度低い

◆ 温熱環境の測定結果

4) WBGTの測定結果(8月8日)



アーケードのWBGTは日向より1ランク低く維持

◆WBGTの空間分布測定

・測定機器：電子式湿球黒球温度指数計（TANITA：TC-300BLE）



測定項目	測定間隔
気温	1分
相対湿度	1分
黒球温度	1分
WBGT	1分

◆WBGTの空間分布測定

・測定点



◆WBGTの空間分布測定

・測定結果(8月8日10時)・・・日向を基準とした差



アーケード内は日向に比べてWBGTが3～5°C程度低い

◆WBGTの空間分布測定

・測定結果(8月8日13時)・・・日向を基準とした差



アーケード内は日向に比べてWBGTが1～3°C程度低い

◆WBGTの空間分布測定

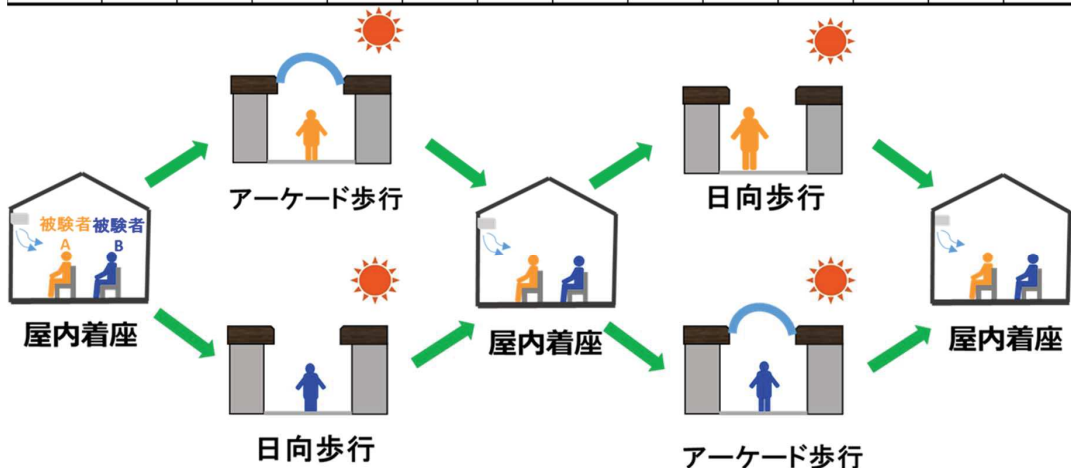
・測定結果(8月8日15時)・・・日向を基準とした差



日向の日射が陰るとWBGTの差が小さいか逆転する

◆被験者実験のタイムテーブル

予定時間	10:15~	11:15	11:30	11:35	11:55	12:00	12:15	12:35	12:50	12:55	13:10	13:15	13:30
時間	60分	15分	5分	20分	5分	15分	20分	15分	5分	20分	5分	15分	終了
内容	準備 説明	室内着座	移動	日向 アーケード	移動	室内着座	休憩	室内着座	移動	アーケード 日向	移動	着座	
●アンケート ★体重・舌下	★	● ●	★	●	★	● ●	★	● ●	★	●	★	● ●	



◆人体生理反応の測定項目・機器

測定項目	測定機材	型番	測定感覚
心拍計	R腕時計型心拍系	POLAR-A360	1秒
皮膚温(7点)	携帯型精密温度計	LT-8A、LT-ST08-12	
深部温度	耳内温度計	LT-8A、LT-ST08-13	
深部温度	舌下温度計	MC-6830L	着座前後
発汗量	精密体重計	A&D GP-100-K	



◆心理申告の質問項目・段階

夏の暑さに関するアンケート調査(三の輪) 室内

日付 (2019年 月 日) 時間 (:) 天気 (晴れ・曇・雨)

以下に該当するもの1つに○をつけてください

■ご回答者様について

性別: 男性/女性

年齢: 10代/20代/30代/40代/50代/60代/70代/80代以上

職業: 会社員/主婦/学生/その他

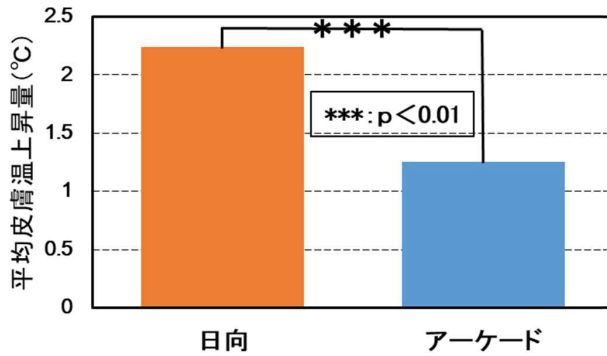
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6
不快に高い 高い やや高い 普通 やや低い 不快に低い	不快に不快 不快 普通 快適 非常に快適	不快に不快 不快 普通 快適 非常に快適
温冷感		
1 2 3 4	1 2 3 4 5 6 7	
感じない 普通 非常に暑い	非常に暑い 暑い 普通 やや暑い 非常に暑い	
日射		乾湿感
1. 室内はアークードと比べて涼しく感じますか?		1. 非常に乾いた ⇔ 7. 非常に湿った
1. 大変涼しい	2. 涼しい	3. 外と同じくらい
2. あなたは、この温熱環境を受け入れますか?		4. わからない
1. 許容できない	2. やや許容できる	3. 許容できる
3. あなたは、この温熱環境に満足ですか?		
1. 不満足	2. やや不満足	3. 満足
4. アークードの下は同じくらいに感じますか?		5. 体調はどうですか?
() °C	1. 良好	2. 具合が悪い()
フリカ欄		

※ご協力ありがとうございました

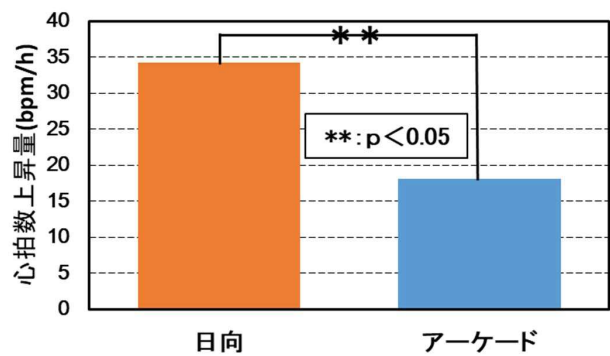
心理申告	評価段階
体感温度	主観申告温度として記述
温冷感	9段階: 1. 非常に寒い ⇔ 9. 非常に暑い
快適感	7段階: 1. 非常に不快 ⇔ 7. 非常に快適
日射	4段階: 1. 感じない ⇔ 4. 非常に感じる
発汗度	5段階: 1. 汗をかいていない ⇔ 5. 流れるほど汗をかいている
気流感	6段階: 1. 感じない ⇔ 6. 非常に感じる
乾湿感	7段階: 1. 非常に乾いた ⇔ 7. 非常に湿った
許容度	4段階: 1. 許容できない ⇔ 4. 許容できる
満足度	4段階: 1. 不満足 ⇔ 4. 満足

◆人体生理反応の測定結果

・平均皮膚温上昇量(20分歩行時)



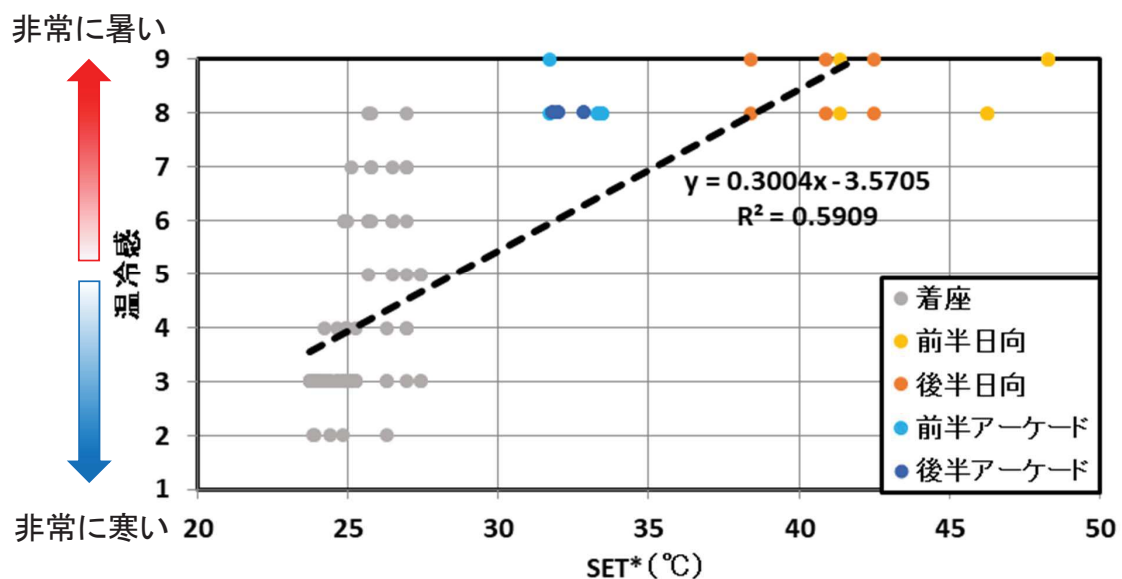
・心拍数上昇量(20分歩行時)



・20分歩行時において、アーケード内は日向に比べて平均皮膚温度や心拍数の上昇を抑制する効果

◆心理申告の測定結果

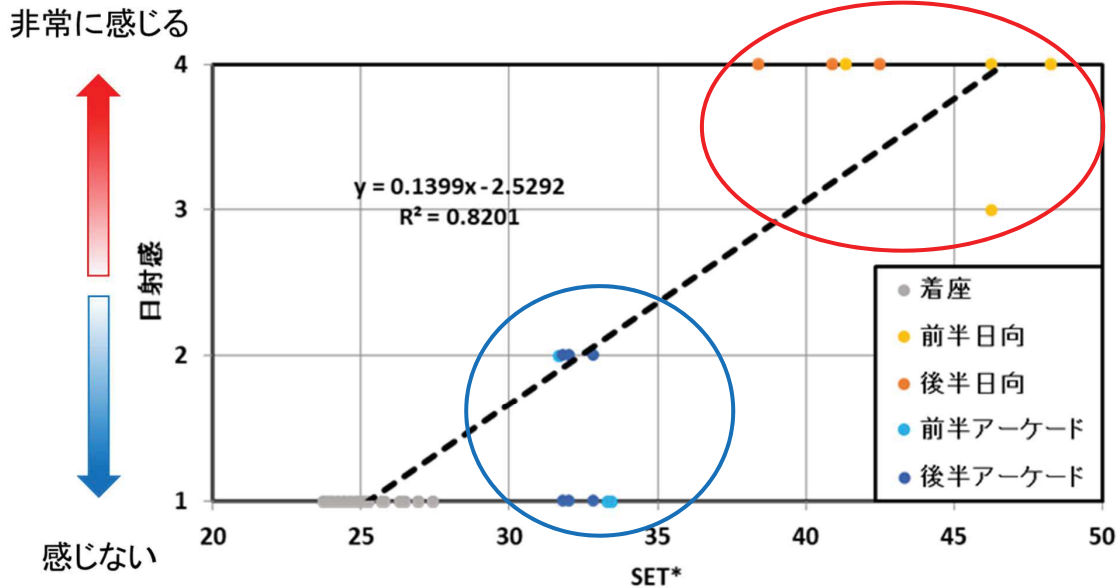
・SET*と温冷感



アーケード内はSET*が低くても暑い空間と評価された

◆心理申告の測定結果

・SET*と日射感



アーケード内は日向に比べて日射感は無い

◆人体熱収支の解析方法

人体熱収支式①から蓄熱量Sを導く

$$S = M - (C + R + E) \quad \text{---①}$$

代謝量M:
 着座時(1.0Met) 58.2[W/m²]
 歩行時(2.6Met) 151.3[W/m²]

②~④式より放熱量C・R・Eを算出する

$$C = hc (tsk - ta) \quad \text{---②}$$

$$R = hr (tsk - MRT) \quad \text{---③}$$

$$E = \frac{s \times hL}{3600} \quad \text{---④}$$

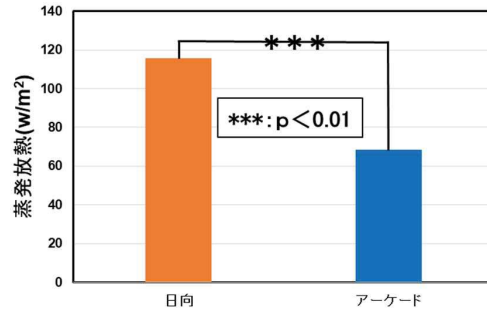
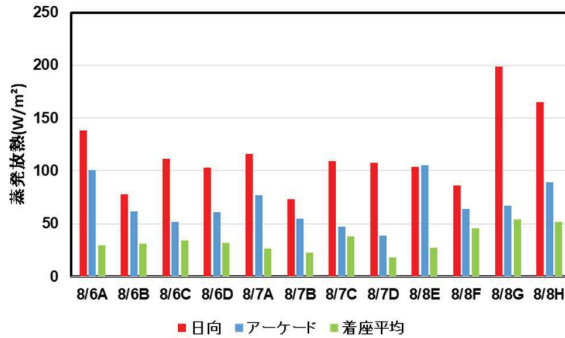
S: 蓄熱量[W/m²]
 M: 代謝量[W/m²]
 C: 対流放熱[W/m²]
 R: 放射放熱[W/m²]
 E: 蒸発放熱[W/m²]

ta: 気温[°C]
 hc: 対流熱伝達率[W/(m²・K)]
 tsk: 平均皮膚温[°C]
 hL: 水の潜熱(皮膚温35[°C]として2416[J/g])
 s: 発汗量[g/(m²・h)]

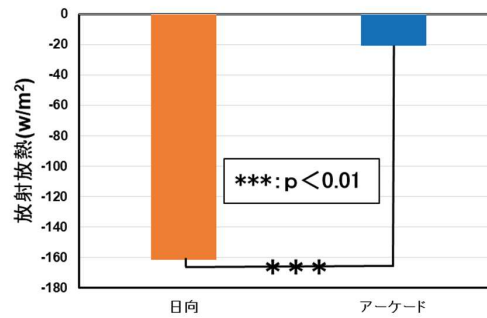
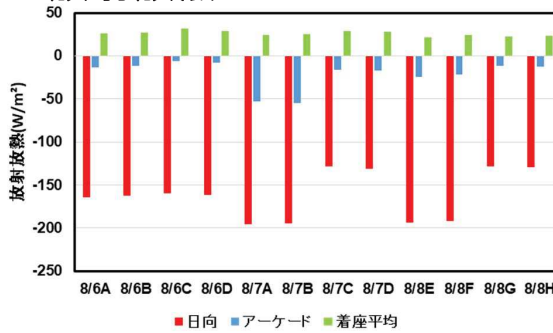
MRT: 平均放射温度[°C]
 Tg: グローブ温度[°C]
 hr: 放射熱伝達率[W/m²・K]

◆ 人体熱収支の解析結果

・ 蒸発放熱(主に発汗)

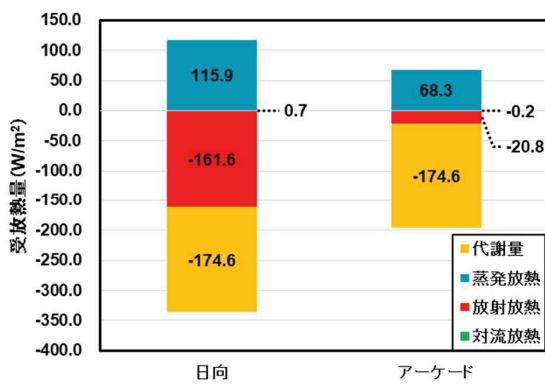


・ 放射放熱

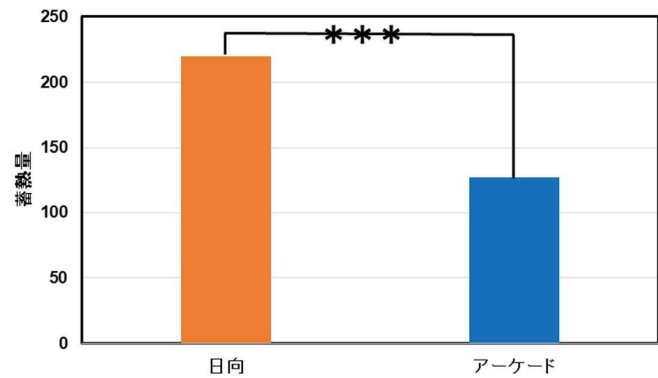


◆ 人体熱収支の解析結果

・ 各熱収支項



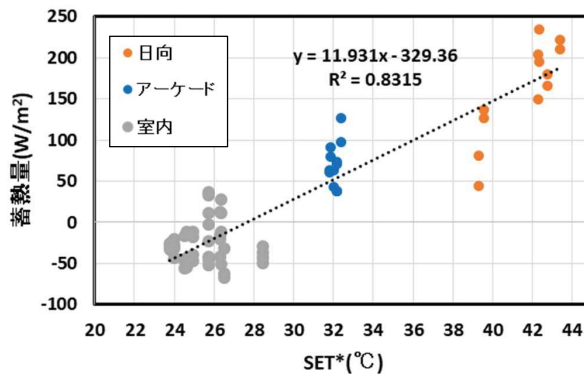
・ 蓄熱量



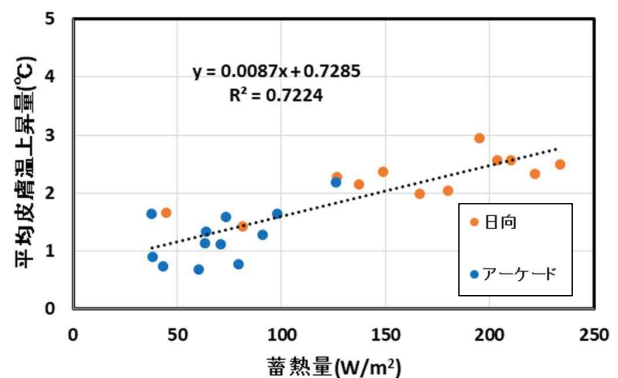
アーケード内は日向に比べて蓄熱量を低減
⇒ 熱ストレス低減の効果を確認

◆人体熱収支の解析結果

・蓄熱量とSET*の関係



・蓄熱量と皮膚温上昇の関係



- ・蓄熱量は、SET*が上昇するにつれて大きくなる。
- ・蓄熱量が増加すると皮膚温度が上昇する傾向を確認

●まとめと今後の課題

◆まとめ

- ・アーケード内は、日向に比べると日射遮蔽の効果により、暑熱環境が緩和されている。
- ・20分歩行時において、皮膚温度や心拍数の上昇を抑制しており、人体熱収支解析においても蓄熱量が低減されており、熱ストレス低減効果を確認できた。

◆今後の課題

- ・アーケードに対する、利用者の評価をより詳しく調査する必要がある。
⇒ 空間利用の促進や、熱中症予防の意識向上に繋げていく。