

暑熱環境下における農作業の身体負担評価

松岡敏生¹，磯山陽介²，北村八祥²，平生祐一郎³，大西範和³
(¹プロジェクト研究課，²三重県農業研究所，³三重県立看護大学)

太陽光利用型植物工場
(半閉鎖環境，太陽光利用)



植物工場三重実証拠点
(三重県農業研究所)

モデルハウス型植物工場実証・展示・研修事業
(平成21年度農林水産省)

効率的環境制御とICT化



除湿装置



夜間冷房



CO2施用



循環扇

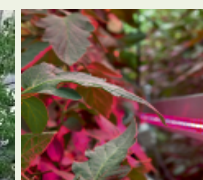
積極的な環境制御を行い、経営コストや生産性を評価



湿度制御



CO2局所施用



樹間補光

収量増加，大規模経営化

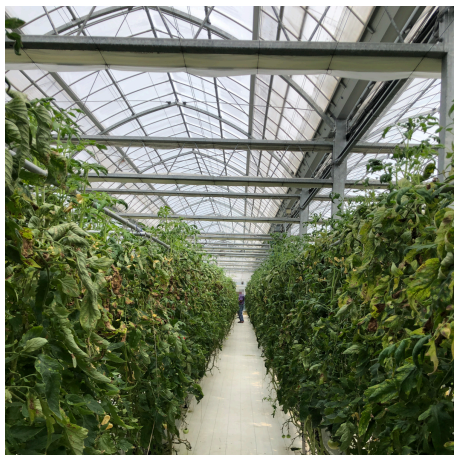
労働者の健康，働き方に配慮した「人（ヒト）中心」の植物工場

夏季温室内は暑熱環境下 ▶ 作業負担が大きい

1st Step

身体負担を定量的に評価

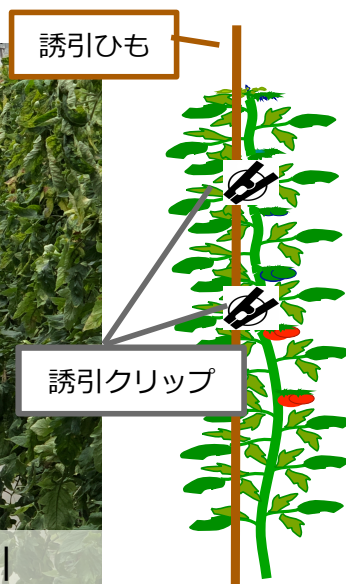
実験方法



トマト低段密植栽培区画
10a(栽植密度5.5株/m²)



作業内容：誘引



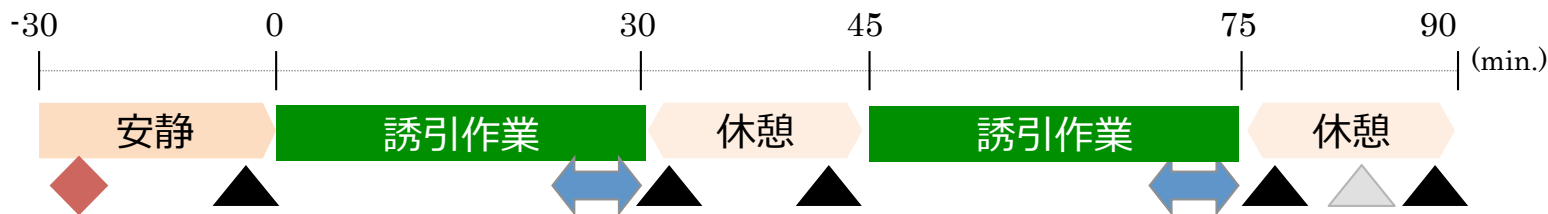
- 2019年8月20日 午前9時から12時
- 植物工場環境制御：Akisai(富士通)
- 工場内の温湿度：気温35℃，湿度78%

- 測定項目：
 - ・ 衣服内温湿度：温湿度計
 - ・ 心電図：無線型心電図計測装置
 - ・ 体温：赤外線鼓膜温度計
 - ・ 呼気ガス：呼気代謝測定装置

- 被験者：農作業従事者である成人男性3名

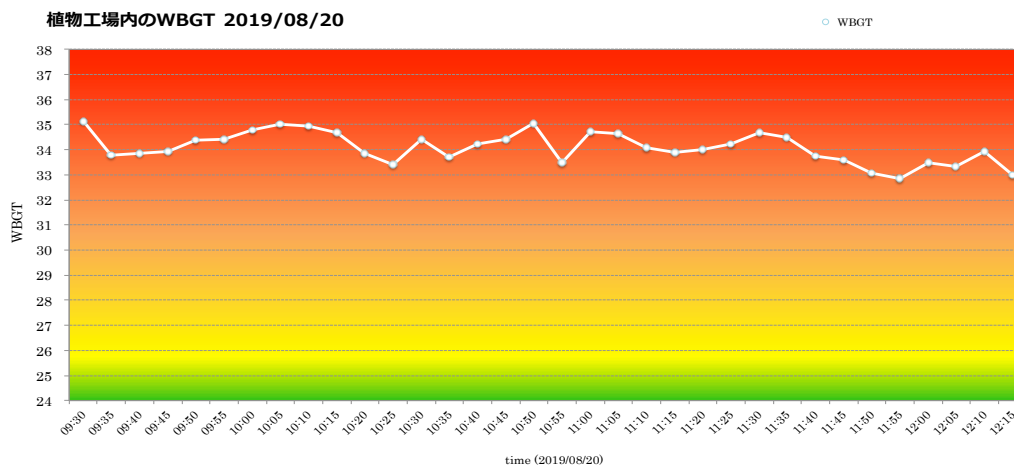
○実験を行うにあたっては、実験内容を十分に説明し、実験参加へのインフォームドコンセントを得た。

実験プロトコル



- ◆ 心電計，温湿度センサー装着
- ▲ 鼓膜温測定
- ▲ 疲労感測定
- ↔ 呼気ガス測定

実験時のWBGT測定結果

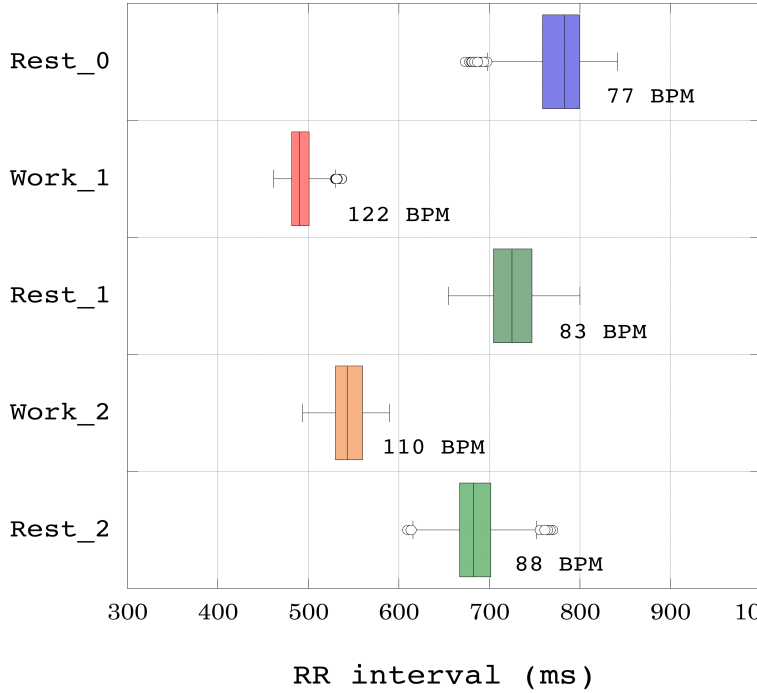


WBGT値
31℃
(危険値) < **34.3±0.5℃**
Min. 33.4℃

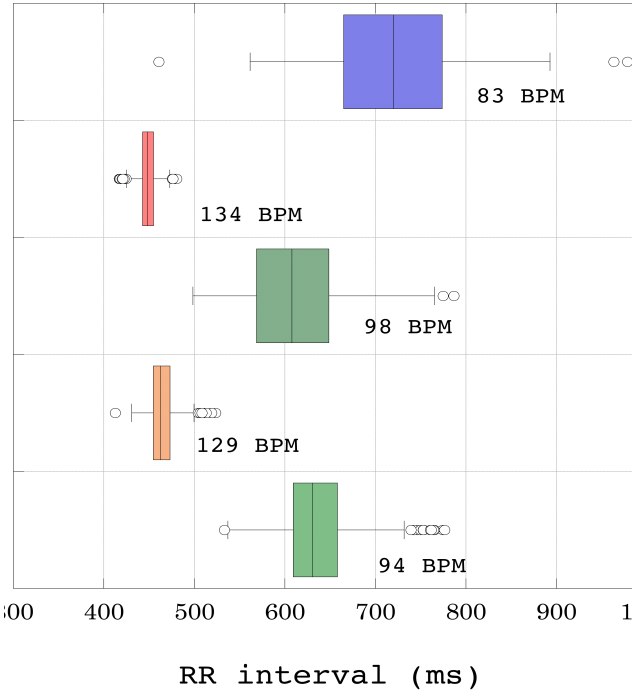
作業環境管理として対策が必要

作業者の心電図測定結果

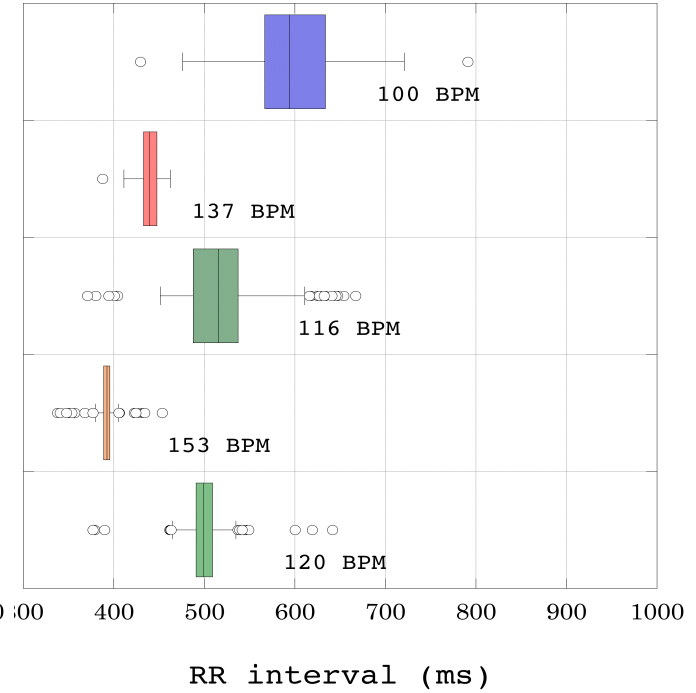
BOX Plot of RR interval for ID01



BOX Plot of RR interval for ID02



BOX Plot of RR interval for ID03



$$\text{心拍増加率} = (\text{作業時心拍数} - \text{安静時心拍数}) \div (\text{安静時心拍数}) \times 100$$

心拍数増加率(%)	ID01	ID02	ID03
作業1	57.3 ± 5.1	60.4 ± 3.5	37.1 ± 3.1
作業2	42.7 ± 5.0	54.9 ± 4.7	53.6 ± 2.8
作業平均	50.0 ± 5.1	57.6 ± 4.1	45.4 ± 3.0

心拍数：50%-60%増加

%HRR：40%-50%

暑熱環境下の植物工場での誘引は、中～強・重労働

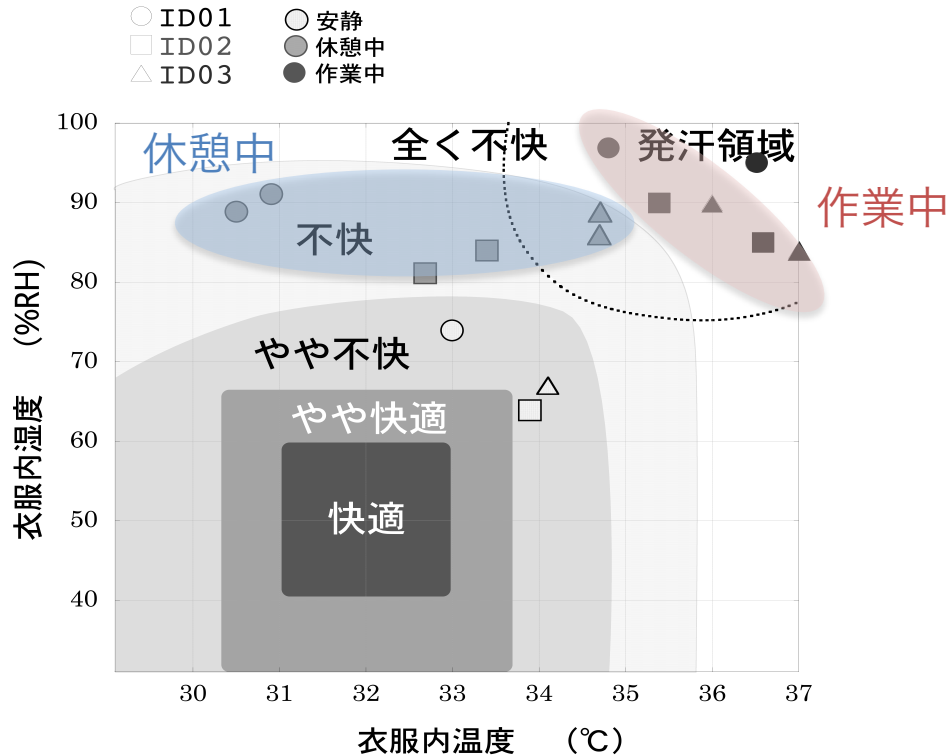
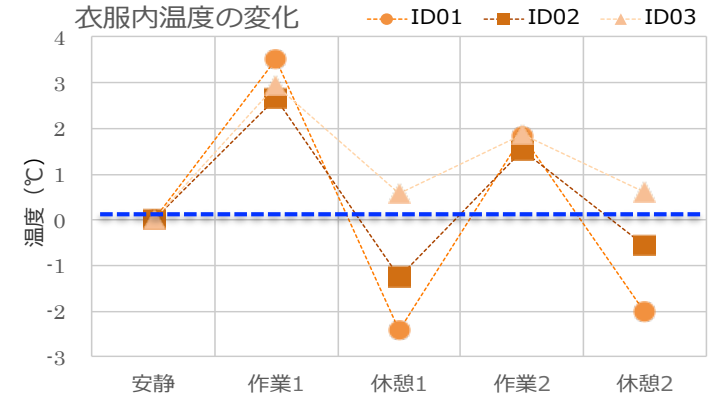
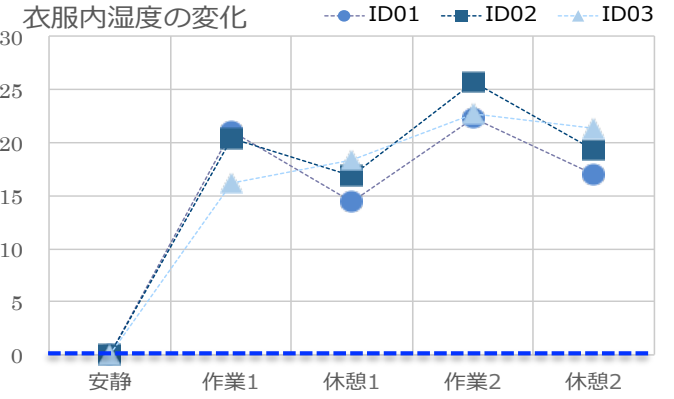
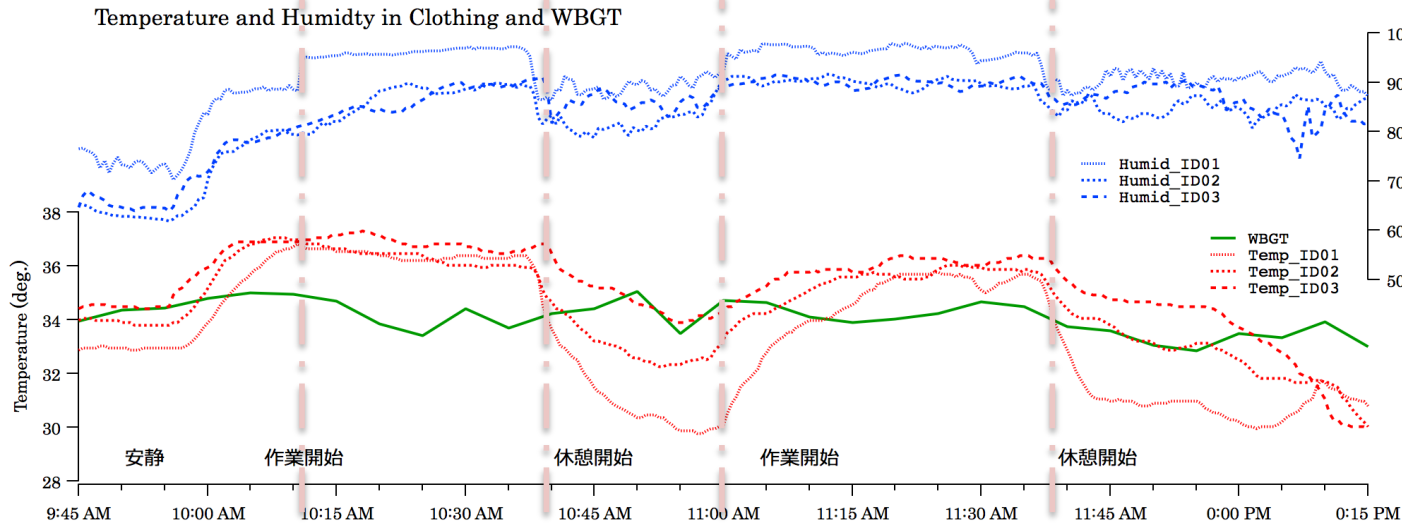
既往研究における心拍数増加率からみた作業強度分類

作業強度	心拍数増加率(%)	
	A Muller. E.A(1962)	B 小林(2004)
軽労働	<25	<33
中労働	<25	34~67
強労働	25~49	68~100
重労働	50~99	101~133
激労働	>100	>134

E. A. MULLER: "Occupational work capacity", Ergonomics, Vol.5, Issue 3, 445-452 (1962)

小林恭: "作業快適化のための農作業負担計測と評価", 平成 16年度革新的農業技術習得研修委託事業「高度先進技術」資料, 1-5(2004)

作業者の衣服内気候測定結果



- 作業により、衣服内温湿度は上昇。
- 休憩により、衣服内温湿度は低下。
- 作業中は、全く不快な「発汗領域」
- 休憩により、衣服内温度は大きく低下。湿度は低下するが安静時の湿度までは回復しない。
(汗の拭取り、着替えが効果的)

量的な検証はできていないが、発汗は増大しており、水分補給の必要性が確認できた。

暑熱環境下における太陽光利用型植物工場での作業負担について

(1)作業環境におけるWBGT測定結果

夏期の植物工場内のWBGTは、 $34.3\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であり、作業にとっては危険な状況であることがわかった。作業環境管理として、対策が必要である。

(2)作業者の心電図測定結果

心拍数は、作業開始から上昇を続け、30分後には50%–60%増加した。%HRRでは40%–50%増加した。誘引作業は立位の単純な作業であるが、植物工場内では中程度の強度と同等の作業負担であった。

(3)作業者の衣服内気候測定結果

作業中の衣服内気候は、常に発汗を伴う不快な状態であることがわかった。量的な検証はできていないが、屋外に比べ、発汗が増大するため、水分補給が重要である。

本報告は、産業保健人間工学会第24回大会（千葉工業大学）、日本人間工学会東海支部2019年研究大会（名古屋工業大学）で発表した内容を含みます。

現在、被服環境（空調服、冷却ベスト等）と作業負担の関係について、実験を行っている。

作業環境の改善、作業用衣服、冷却服の開発等で、情報提供、共同研究等が可能。
ヒトの生体信号（心電図、筋電図、皮膚血流など）、動作などの計測で共同研究が可能。