

令和3年度先進的AI・IoT活用ビジネス創出実証事業

成果報告書

AI・IoTを用いた動線改善システム ～物流業界への活用～

ライフラボラトリ(株) 仙台冷蔵倉庫(株)

2022年3月11日

◆物流業界の現状

Eコマースの拡大による配送量の急増に伴い物流センターが次々建設

◆物流業界の課題

— 人手不足

少子高齢化による、労働力・人手不足
物流センターが次々作られ人の奪い合い発生

— 激務化

人手不足に伴い、一人当たりの業務量増加

◆冷蔵倉庫業

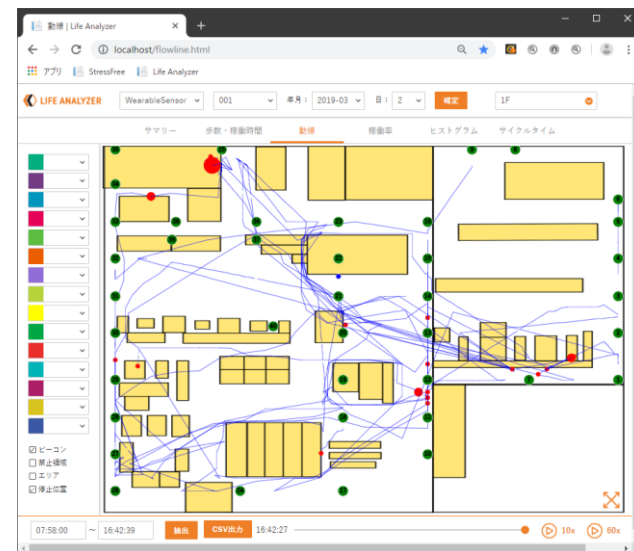
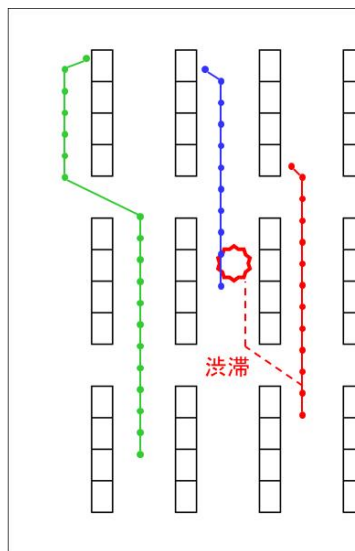
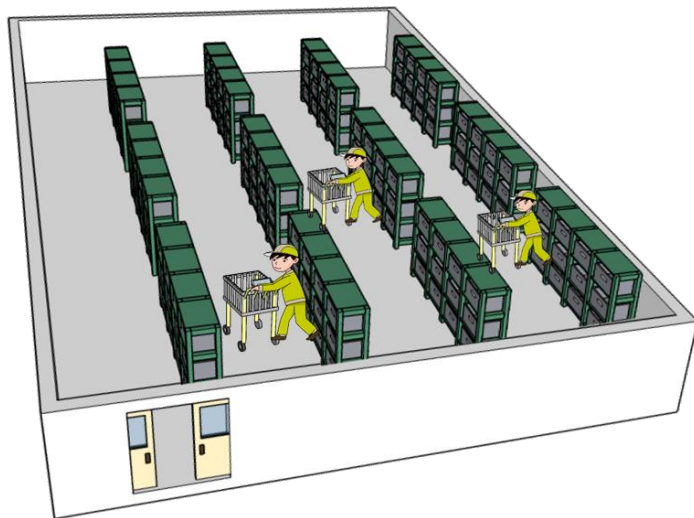
調理の簡易化、備蓄性に優れるため、冷凍食品の消費量が右肩上がり

— 勘と経験により作業手順、収容位置が決められている

— 低温環境での作業が多く、低温下での作業を減らす事が必要

製造業では動線分析が広く行われている
「一歩一秒一円」と呼ばれ改善の原点

動線分析

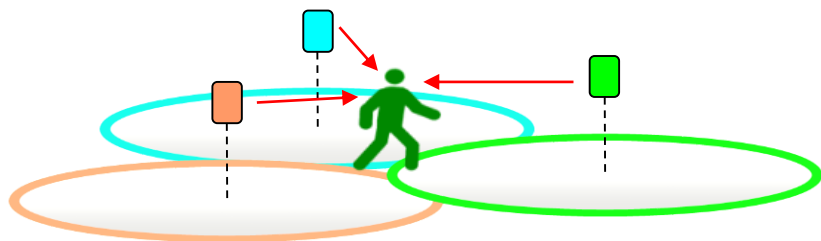


移動距離削減・渋滞防止

製造業で培った分析手法を物流業へ展開！

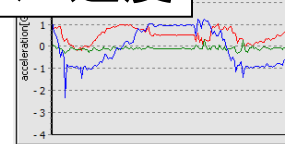
ビーコン電波(BLE)で位置測位 加速度・ジャイロ・気圧センサーで状態推定

位置測位

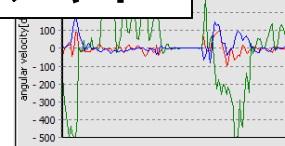


状態推定

加速度



ジャイロ



気圧



状態推定

- 立つ 
- 座る 
- 歩く 
- 走る 
- 踞む 
- 転倒 

三辺測位

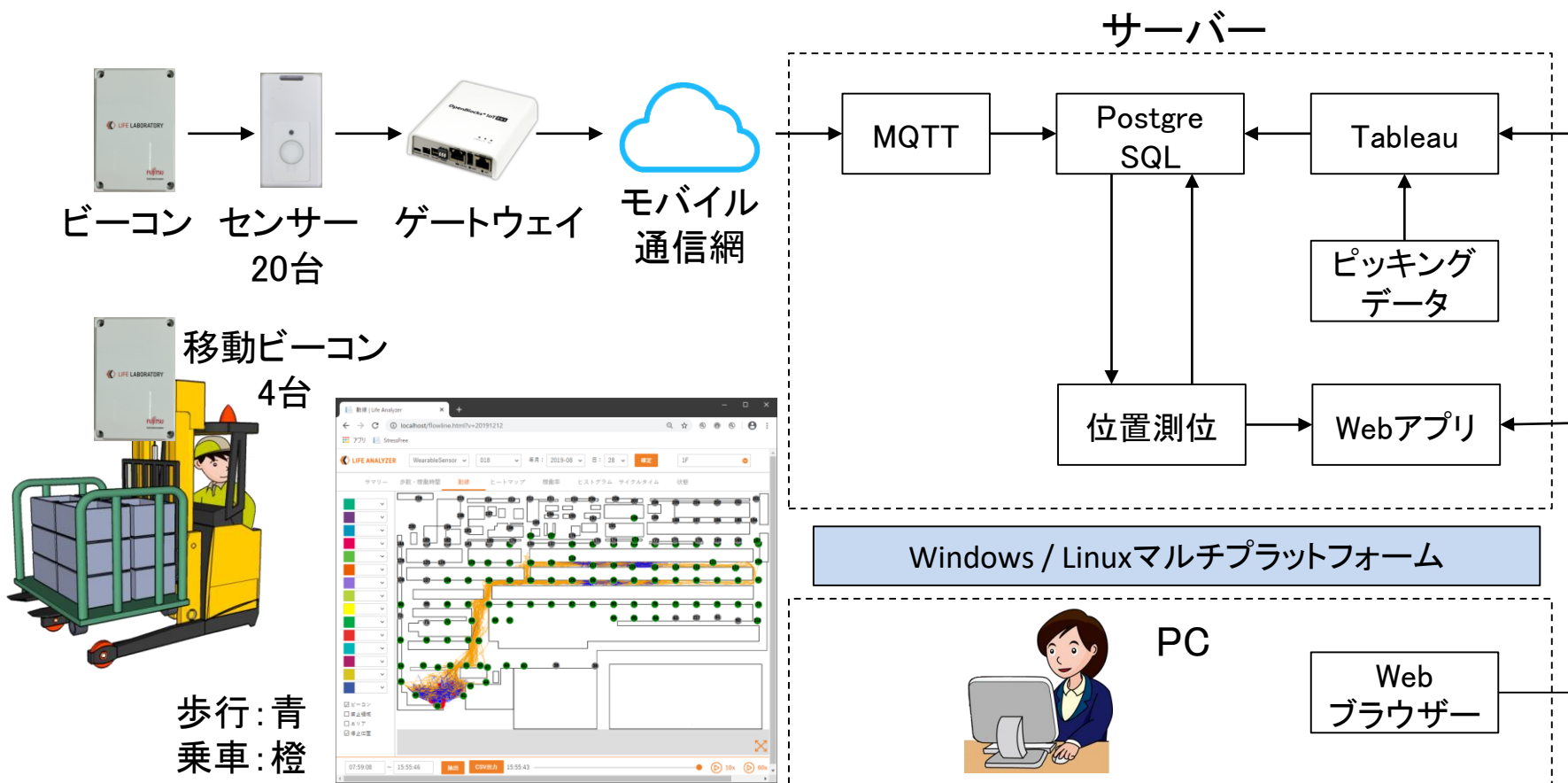
(人体影響で誤差大)

三辺測位+PDR

(Pedestrian Dead Reckoning): 歩数情報により精度向上

停止位置を正確に推定出来るのはLifeAnalyzerだけ

位置測位 + 状態推定による行動解析



状態推定によりフォークリフト乗車判定

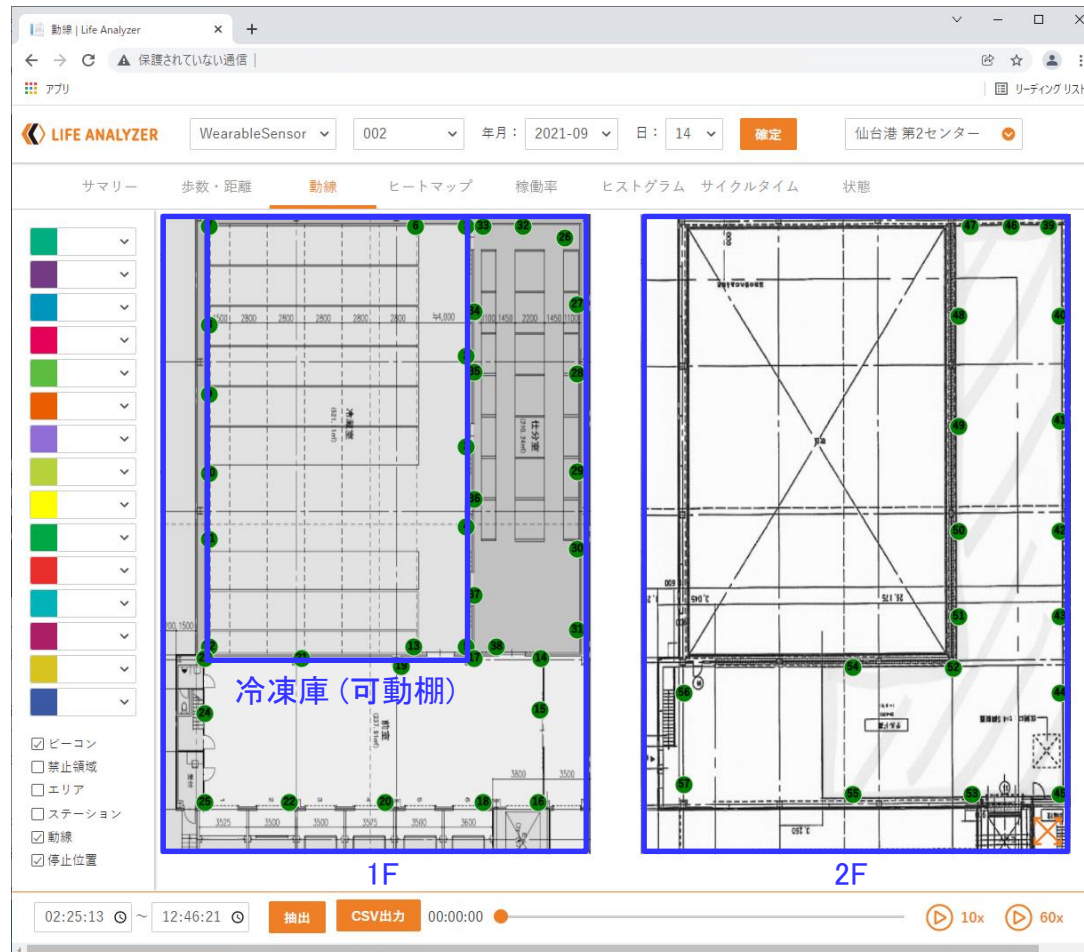
仙台冷蔵倉庫(株) 仙台港第2センター



所在地: 仙台市宮城野区中野5丁目7-16

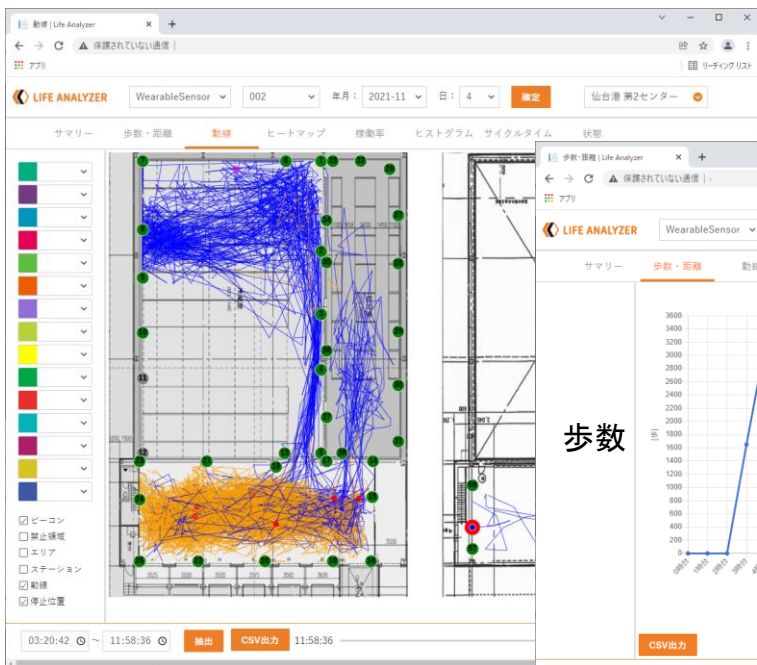
敷地面積	610坪	(2,016m ²)
建築面積	363坪	(1,201m ²)
延床面積	548坪	(1,813m ²)

1F・2Fにビーコン57台設置 冷凍庫温度 -20°C 以下



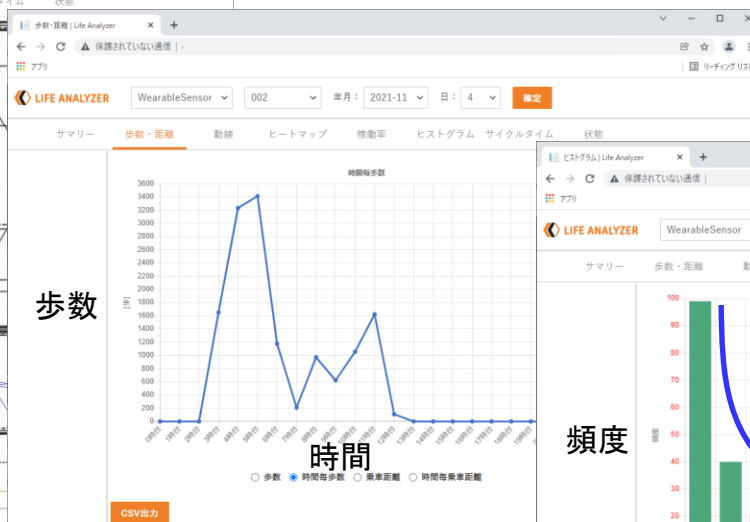
緑丸:ビーコン
壁に磁石で取付

動線・歩数・連続歩行ヒストグラム 近くの移動頻度大、遠くへの移動頻度小



青色:歩行 橙色:フォークリフト乗車

時間毎歩数

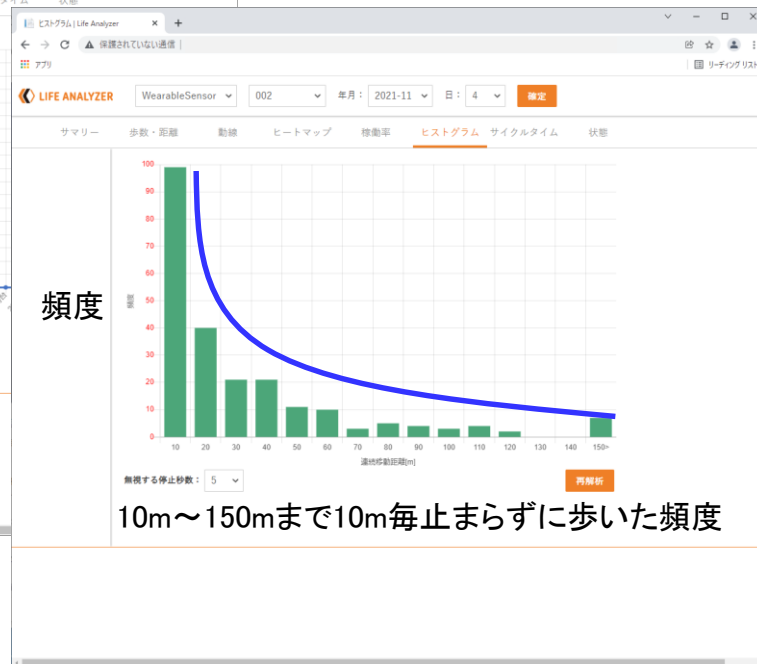


歩数

時間

出庫・入庫作業で歩数変動

連続歩行ヒストグラム



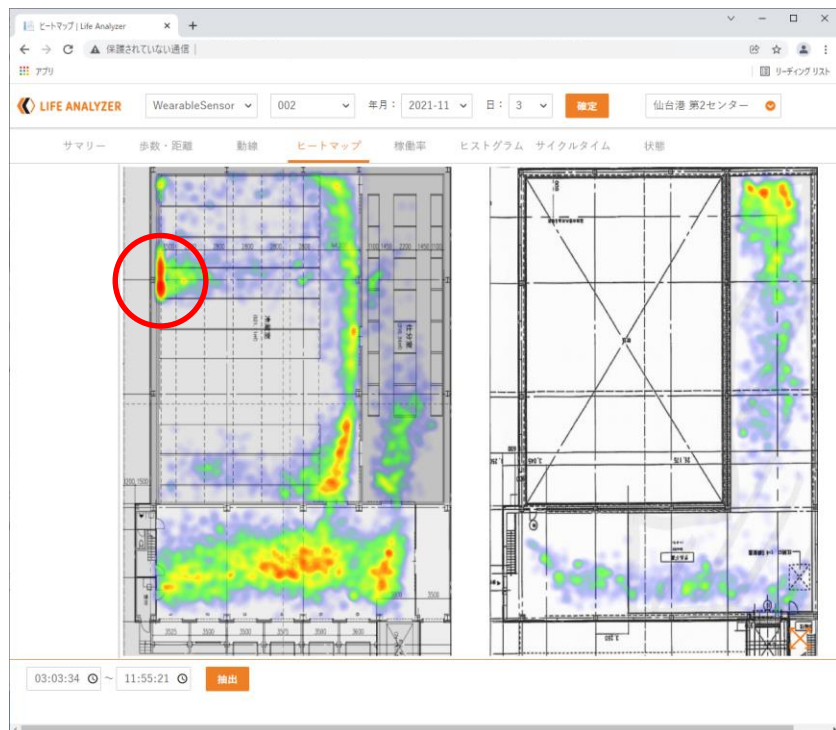
頻度

10m~150mまで10m毎止まらずに歩いた頻度

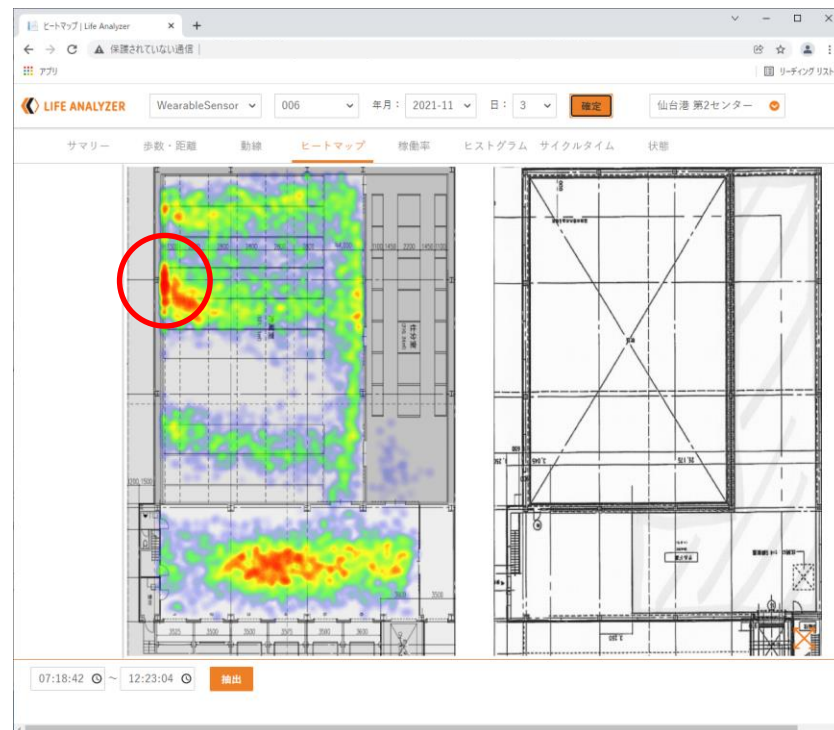
遠くに行くに従い移動頻度減少→問題なし

冷凍庫奥の滞在時間大・他作業者も同じ 何故か？

センサー番号002番

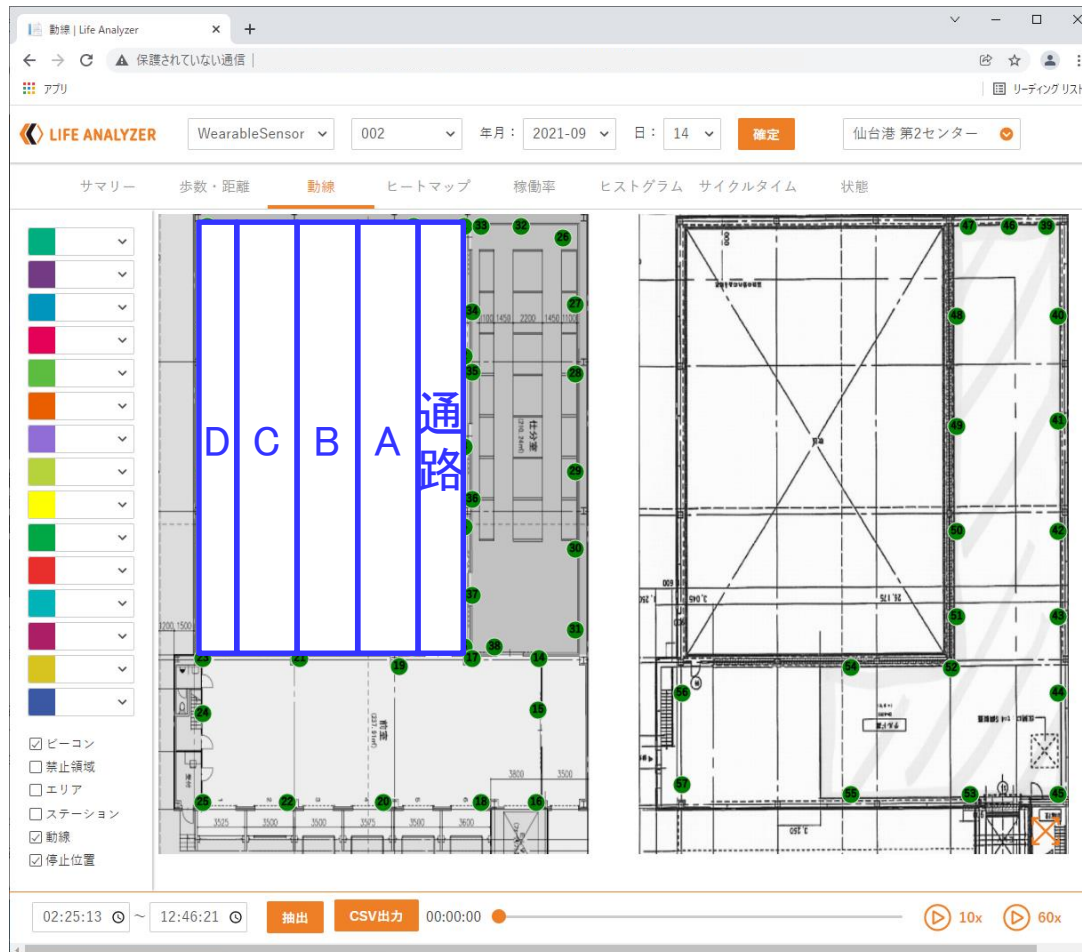


センサー番号006番



ヒートマップ: LifeAnalyzer搭載機能

出荷頻度をABC分類し通路側から収容する
リザーブ在庫はDに収容



実証実験場所も
ABC分析により収容位置
を決めている

出荷頻度低い棚の滞在時間が何故長い？ 探す時間大

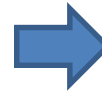


- ①リザーブ在庫置場
移動レーン陰に置いてある
- ②棚札なし
棚札ないため探す時間大
- ③移動レーン開閉位置
開閉位置が悪いと死角になる
- ④整頓されていない
1スパンに多商品収容

リザーブ在庫置場 在庫置場明確化



棚札設置



移動レーン開閉位置 移動レーン開く位置決める

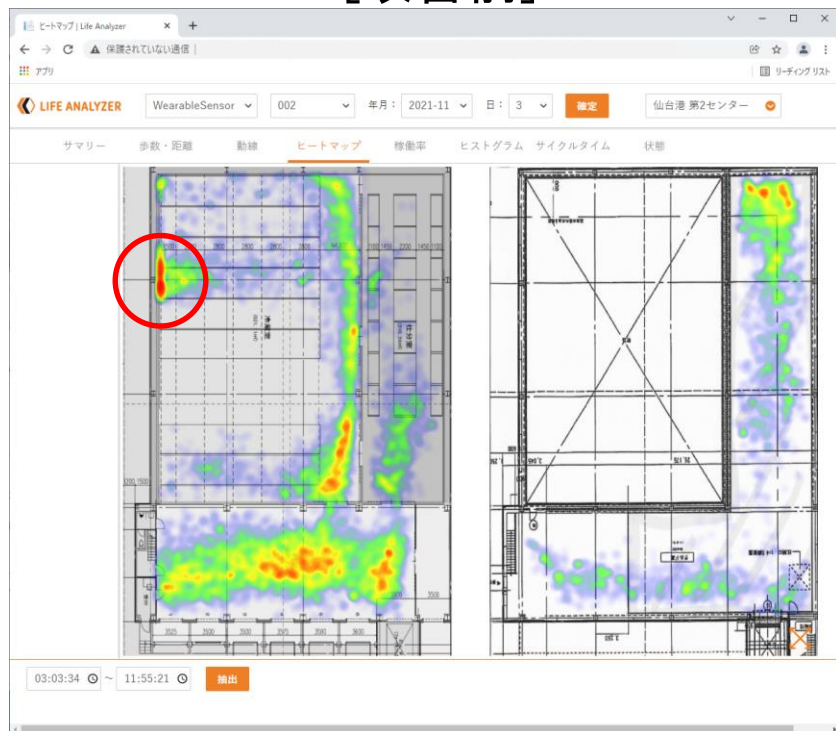


整頓されていない
1スパンに2~3商品収容



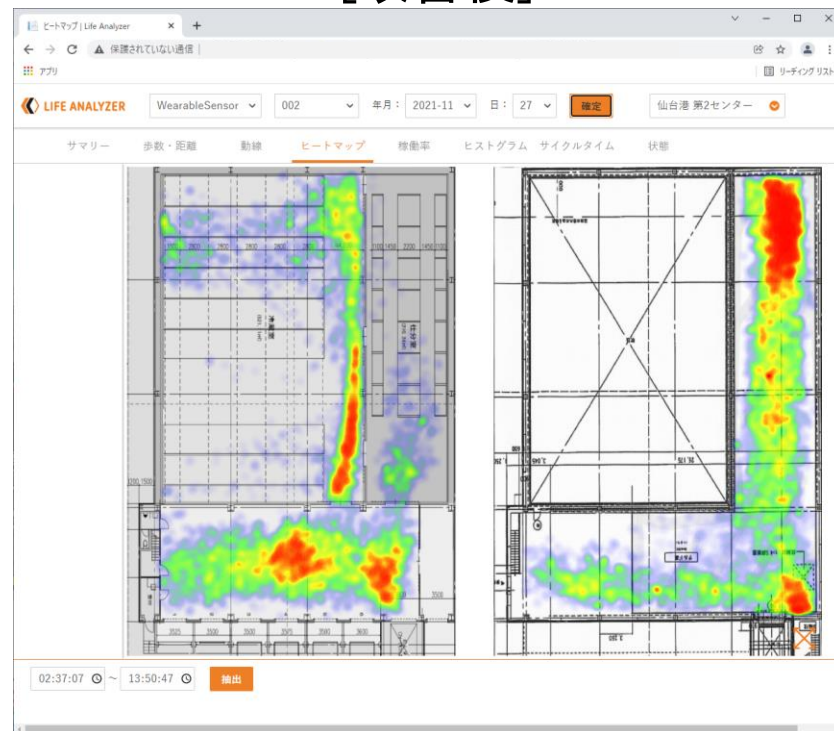
冷凍庫奥滞在時間減少

[改善前]



生産性 1時間当たり378単箱
冷凍庫滞在率 6.9%

[改善後]



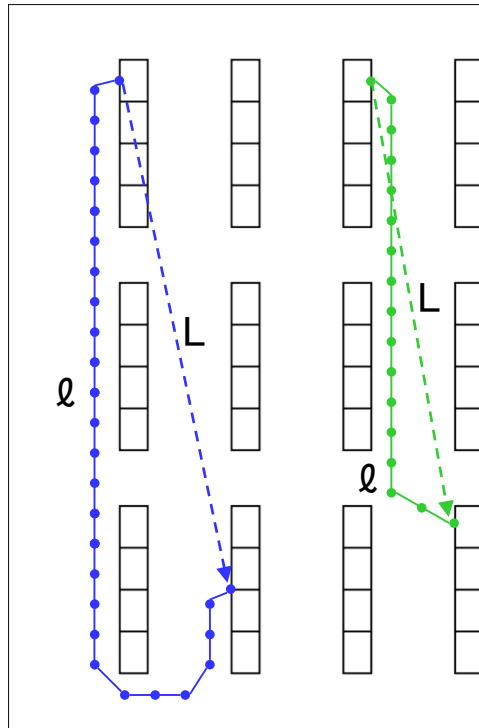
生産性 1時間当たり394単箱
冷凍庫滞在率 5.3%

生産性 約4.4%向上

※冷凍庫滞在率はピッキング内容で変わる

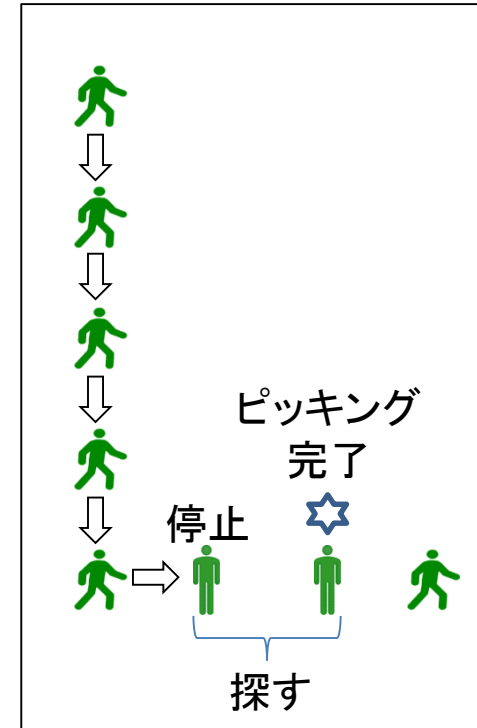
移動・探すを定量化して削減

移動効率



移動効率 = 移動距離 q ÷ 直線距離 L
移動効率: 大(遠回り)、小(最短)

探す時間



探す時間 = 移動停止 ~ ピッキング完了
ピッキングログと合わせて分析

※冷凍庫で端末操作しないため今回は停止=探す

歩き開始～停止を1行で出力する機能開発

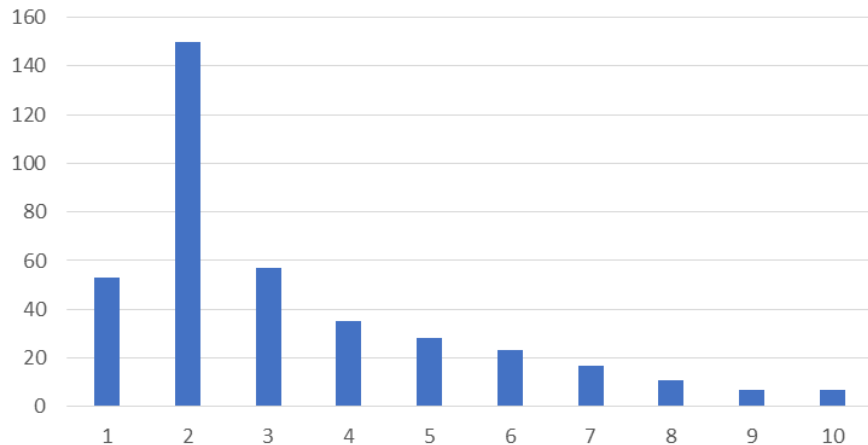
line_begin_time	line_end_time	first_pos_X	first_pos_Y	last_pos_X	last_pos_Y	stop_time	stop_second	steps	distance	distance_st
2021/11/7 2:34	2021/11/7 2:35					2021/11/7 2:35	16	42	0	0
2021/11/7 2:35	2021/11/7 2:35	44563	33136	44593	32537	2021/11/7 2:35	1	11	599.7508	599.7508
2021/11/7 2:35	2021/11/7 2:35	44593	32537	45058	32289	2021/11/7 2:35	5	8	839.2104	527
2021/11/7 2:35	2021/11/7 2:35	45058	32289	66833	34704		0	24	25318.99	21908.51
2021/11/7 2:35	2021/11/7 2:35	66833	34704	64820	35150	2021/11/7 2:35	13	12	2875.967	2061.816
2021/11/7 2:35	2021/11/7 2:36	64820	35150	66367	34112	2021/11/7 2:36	2	22	15942.37	1862.969
2021/11/7 2:36	2021/11/7 2:37	66367	34112	64592	34332	2021/11/7 2:36	69	14	7947.454	1788.582
2021/11/7 2:37	2021/11/7 2:37	64592	34332	49320	34596		0	17	21681.34	15274.28
2021/11/7 2:37	2021/11/7 2:37	49320	34596	48910	34402	2021/11/7 2:37	7	7	2150.448	453.5813
2021/11/7 2:37	2021/11/7 2:37	48910	34402	63178	16595	2021/11/7 2:37	1	30	29790.1	22818.09
2021/11/7 2:37	2021/11/7 2:38	63178	16595	63070	19759	2021/11/7 2:37	11	7	4569.073	3165.843
2021/11/7 2:38	2021/11/7 2:38	63070	19759	61277	13583	2021/11/7 2:38	4	12	18710.7	6431.005
2021/11/7 2:38	2021/11/7 2:38	61148	13327	60995	12942	2021/11/7 2:38	10	0	414.2874	414.2874
2021/11/7 2:38	2021/11/7 2:38	60591	9936	60591	9936	2021/11/7 2:38	5	0	0	0
2021/11/7 2:38	2021/11/7 2:38	60591	9936	62033	13207	2021/11/7 2:38	2	4	3574.746	3574.745
2021/11/7 2:38	2021/11/7 2:39	62033	13207	62522	11184	2021/11/7 2:38	16	8	5562.674	2081.262
2021/11/7 2:39	2021/11/7 2:39	62412	10370	62412	10370	2021/11/7 2:39	2	0	0	0
2021/11/7 2:39	2021/11/7 2:39	62412	10370	62257	6335	2021/11/7 2:39	6	2	4037.977	4037.976
2021/11/7 2:39	2021/11/7 2:39	62257	6335	62257	6335	2021/11/7 2:39	5	6	0	0
2021/11/7 2:39	2021/11/7 2:39	62257	6335	64472	17083	2021/11/7 2:39	11	3	10973.87	10973.87
2021/11/7 2:39	2021/11/7 2:40	65090	4924	63638	3554	2021/11/7 2:39	26	8	5280.948	1996.298
2021/11/7 2:40	2021/11/7 2:40	63638	3554	61054	5376	2021/11/7 2:40	16	7	11596.03	3161.762
2021/11/7 2:40	2021/11/7 2:40	61054	5376	62916	1901	2021/11/7 2:40	12	4	6397.296	3942.419
2021/11/7 2:40	2021/11/7 2:41	62916	1901	61485	1734	2021/11/7 2:40	19	1	2002.797	1440.712

次移動先まで効率的に歩行出来たかの分析 移動効率出力したがまだ調整必要

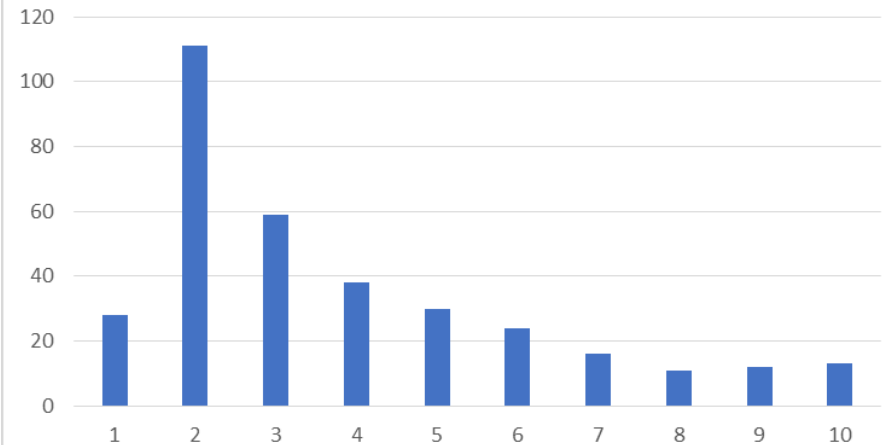
[改善前]

[改善後]

WearableSensor 002 11/3

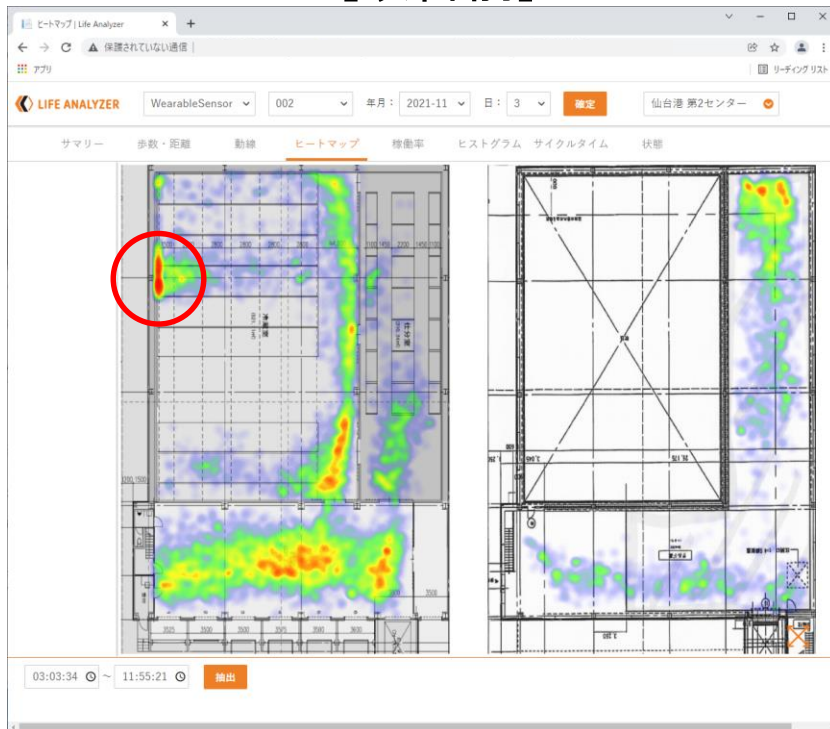


WearableSensor 002 11/27

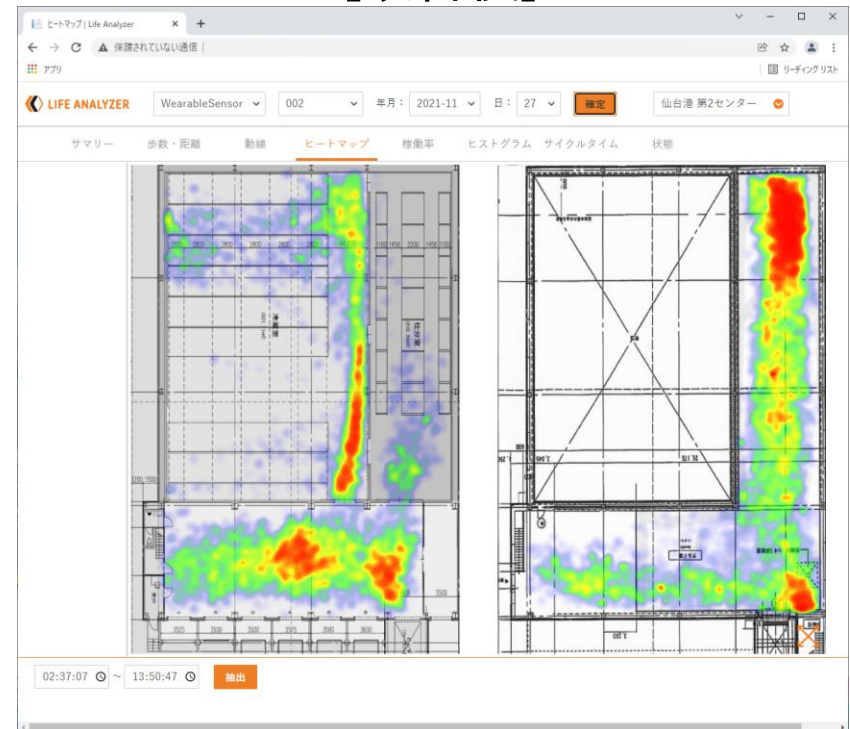


ヒートマップは滞在頻度で停止を分析出来ない
目視の確認必要

[改善前]



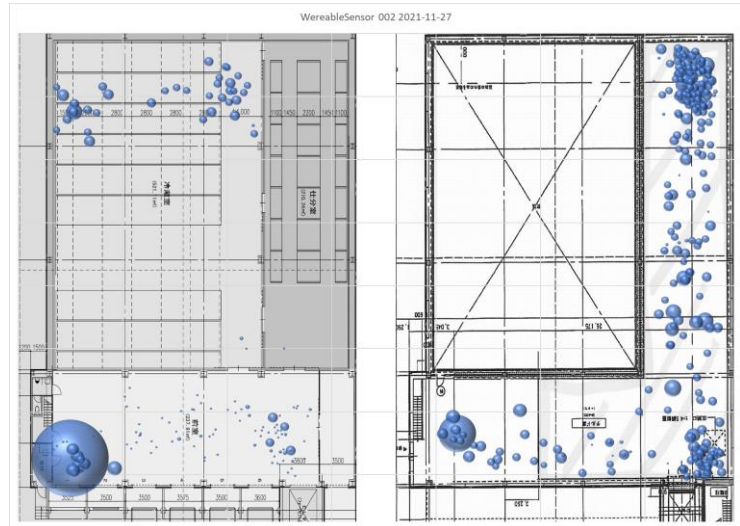
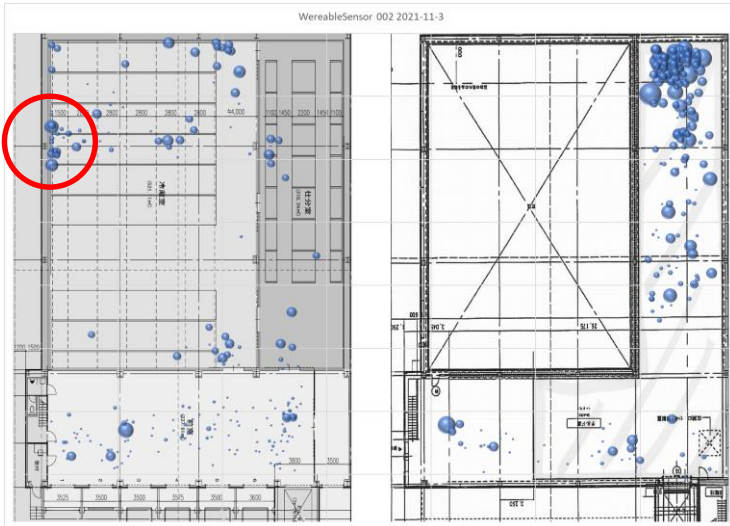
[改善後]



停止時間=探す時間をバブルチャート出力
停止位置明確化・AI分析に展開予定

[改善前]

[改善後]



Webアプリに追加中

製造業へ売切りで販売していた 2021年7月よりレンタル提供開始

(単位:円)

	売切り		レンタル	
ビーコン	50台	463,000	1ヶ月	80,000
ウェアラブルセンサー	20台	348,560	1ヶ月	64,000
ゲートウェイ		98,460	1ヶ月	23,530
ソフトウェア		1,516,030	1ヶ月	90,000
設置調整費		529,160		150,000
合計		2,955,210		407,530

- ・ビーコン50台、ウェアラブルセンサー20台、ゲートウェイ1台の価格
- ・売切り設置調整費にセットアップ、サーバーインストール、教育を含む
レンタルの場合セットアップ、教育なし、クラウドのためインストールは
コマンド一つで完了
- ・レンタルゲートウェイ費用に回線使用料を含む
- ・レンタルソフトウェア費用にクラウド使用料を含む
- ・設置調整費は初期費用

レンタルソフトウェア原価低減のためLinux化実施

Windows・Linuxを.NETプラットフォームで共通化 オンプレミスユーザーはWindows希望のため

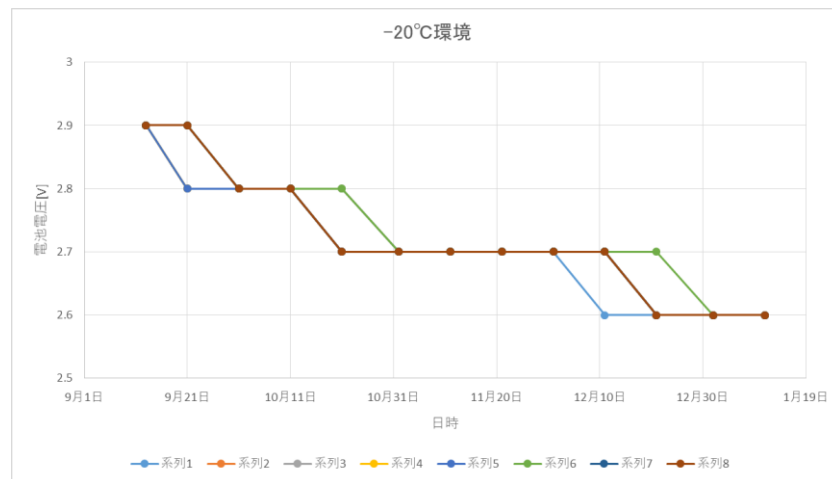
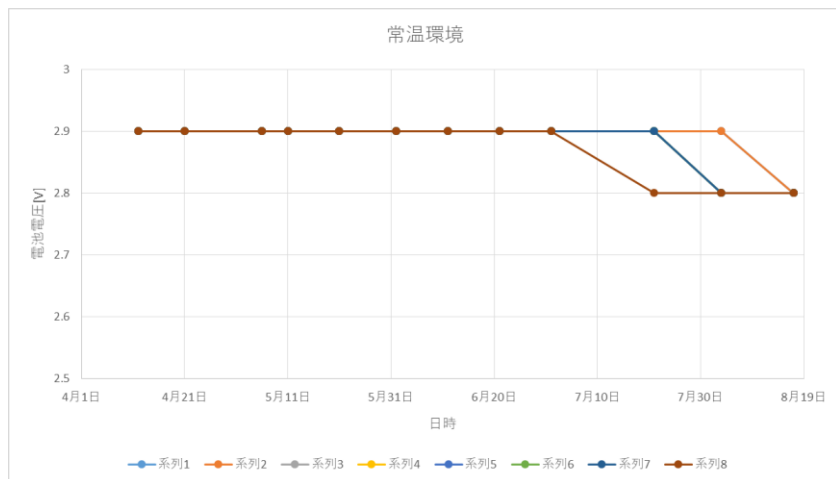
(単位:円)

	Azure Windows Server			AWS Linux		
	単価	時間	使用料	単価	時間	使用料
CPU	7.0	730	5,102	5.7	730	4,149
Disk	2,539.0	1Month	2,539	1,781.8	1Month	1,782
Network	0.4	730	294	-	-	0
合計			7,935			5,931

- ・CPU種類 Azure Windows B2s(2コア/4GBメモリ)
AWS Linux t3a medium(2コア/4GBメモリ)
- ・Disk種類 128GB SSD

Linux化により原価7,935円→5,931円 (25%低減)

アルカリ電池-20°C動作保証なし 実証実験期間の電圧値計測



常温18ヶ月動作→-20°C 11ヶ月程度動作と予測

◆ 成果

— 生産性4.4%向上

1時間当たり378単箱→1時間当たり394単箱

— 運用費用25%削減

Linux化により運用原価7,935円→5,931円

◆取組案

—WMS連携

WMS(Warehouse Management System)との接続

—AIによる分析

人手で問題個所を見付けているがAIにより問題個所抽出