

# IoTによる生産性向上の手法 稼働率見える化のためのIoTツール

宇治田稔  
矢野仁士

---

## 中小製造業の現状課題と対応

中小企業の現状課題を見える化する方法を示します。

---

### 1.情報の集約が紙とエクセル

→センサーデータをリアルタイムに収集する

### 2.設備がネットワーク化されていない

→センサーデータをリアルタイムに収集する。  
WiFiとクラウドを活用する。

### 3.IT人材がいない

→ノーコード/ローコードを活用する。



このテーマ「稼働率見える化のためのIoTツール」では、下記2つを説明

1.センサーデータをリアルタイム収集

2.WiFiとクラウドを活用する

見える化を実現し、次に打つ手が分かります。

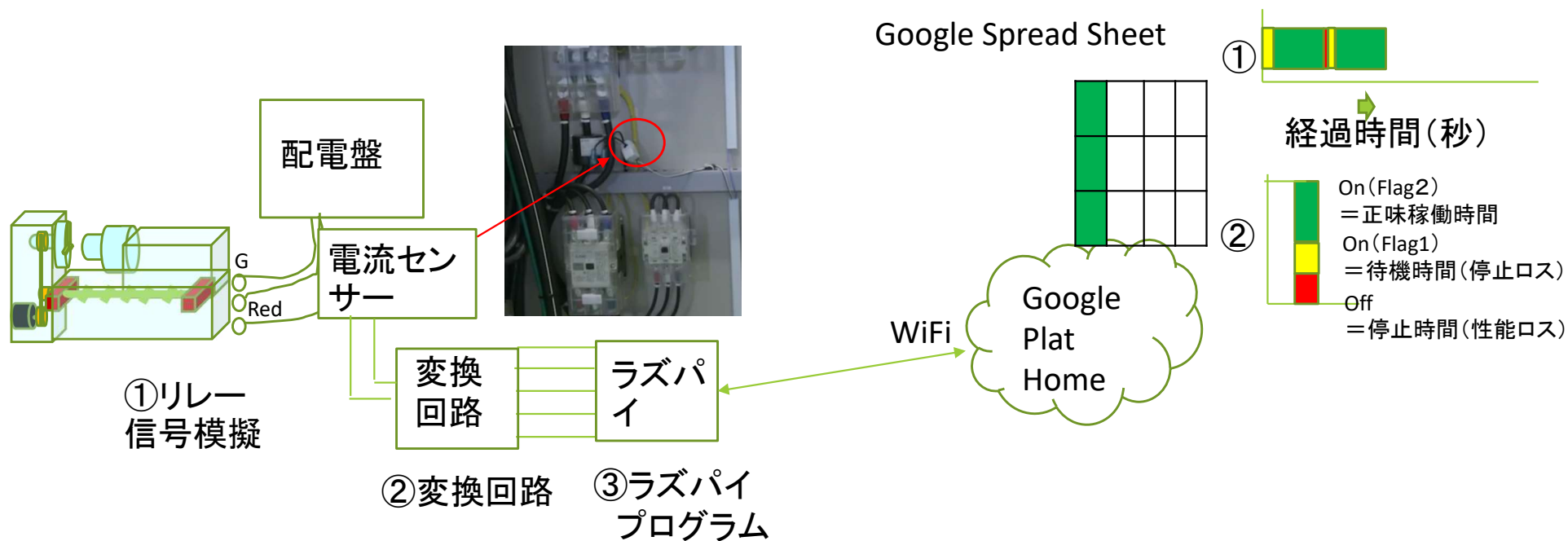
# 「稼働率見える化のためのIoTツール」で実現できる全体図

加工機

工場を実現するシステムの全体図です。

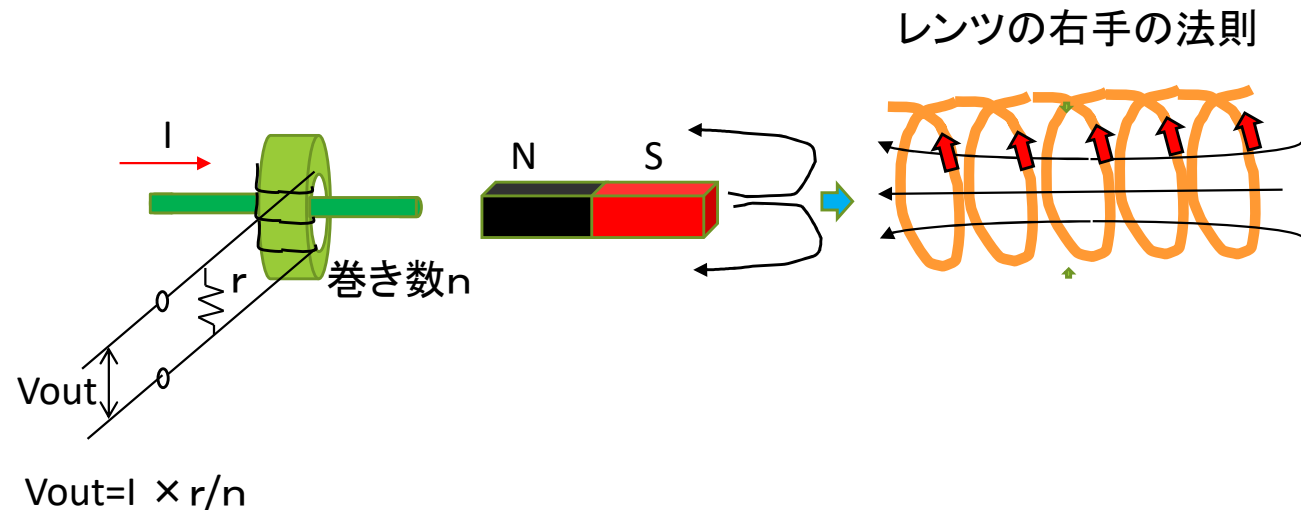
設備の電源に電流センサーをつけて、設備の動作状況に応じた電流を測定します。

その結果をGoogle Spread Sheetに送って、正味稼働時間、待機時間、停止時間を求めます。



# 電流センサー（クランプセンサー）

電流センサーは、クランプセンサーと呼ばれる配線を外部から挟み込むタイプを使います。設備の配電盤に取り付けて、電流の流れている導体を変流器の鉄心に挟み込みことで電流を測定します。原理は、電流に回りに発生する磁力線を変流器の鉄心で集め、その鉄心に巻いてあるコイルに発生する電流を測定します。



# ラズベリーパイ

---

クランプセンサーで測定した電流値をWiFiでGoogle Cloudに送るのは、ラズベリーパイのWiFi機能を使います。



ラズベリーパイ3B+

ラズベリーパイはシングルボードコンピュータ

ラズパイでできる事  
プログラミング  
入出力制御  
WiFi通信

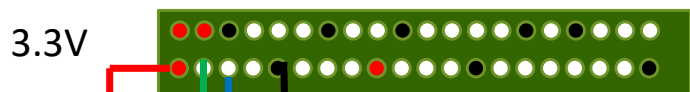
電流センサー(AC)から変換器を通してDC電流にして  
その信号をGoogleCloudにWiFiでリアルタイム送信します。

# AC/DC変換ボード

ブレッドボード上に、回路を形成します。

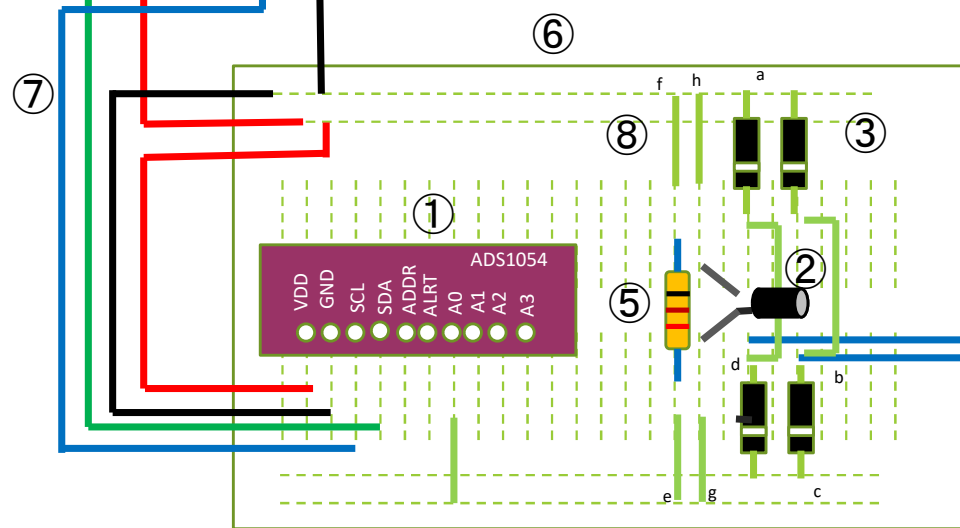
ラズベリーパイGPIO配置

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40

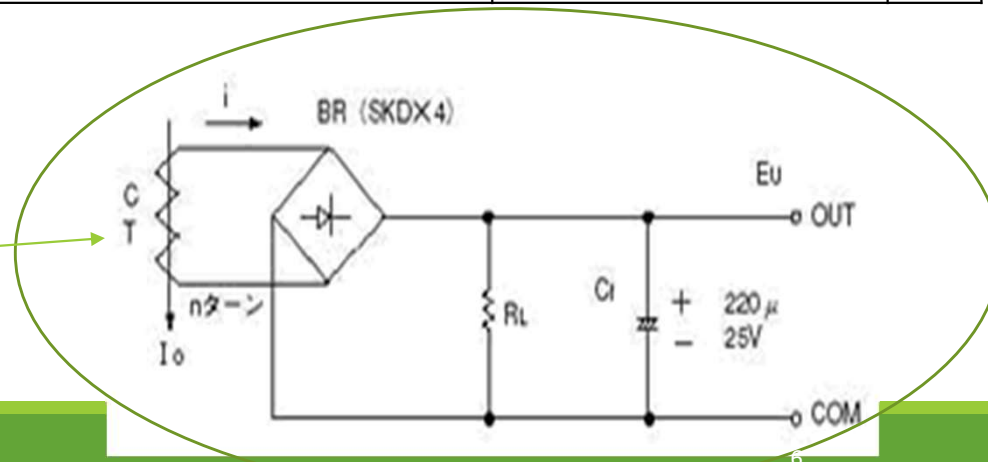
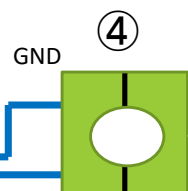


3.3V

Ground



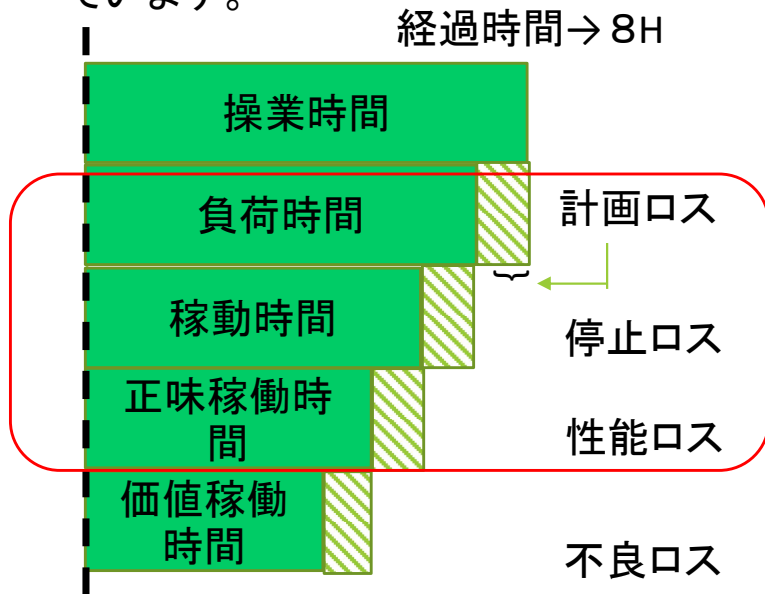
No	名前	型番	個数
1	ADコンバータ	ADS1054 12Bit 4入力	1
2	アルミ電解コンデンサー	25V 220 $\mu$ F	1
3	整流ダイオード	DO-41 1 A 50V	4
4	超小型クランプ形式交流電流センサ	CTL-6-S32-8F-CL	1
5	金属皮膜抵抗 アキシャルリード	100オーム	1
6	BreaBoard		1
7	ジャンパーワイヤ	オスメス	4
8	ジャンパーワイヤ	オスオス	9



# データの分析方法

データ分析の考え方を示します。

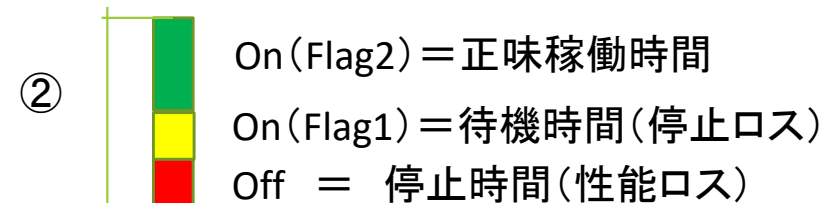
正味稼働時間は、負荷時間(作業できる時間)から待機時間と停止時間を差し引いたものとして求めています。



$$\text{正味稼働率} = (\text{正味稼働時間} \div \text{負荷時間}) \times 100$$

ON: 待機時間 → Flag : 1 ・黄色  
電流スレッシホールド: 0.008A  
ON: 稼働時間 → Flag : 2 ・緑  
電流スレッシホールド: 0.018A

正味稼働時間 =  
負荷時間 - 停止ロス(待機時間) - 性能ロス(停止時間)



# データのグラフ化

Google Spread Sheetに表示されるデータです。Google App Scriptを使いグラフ化します。

ラズパイ番号 日時 電流値 温度 湿度 Flag

	A	B	C	D	E	F	G
1	Machine	Time	Electric_C	Temperature	Humidity	Electric_C_Flag	
34	1001	2022-09-22 11:12:32	0.013	22.7	51.5	1	

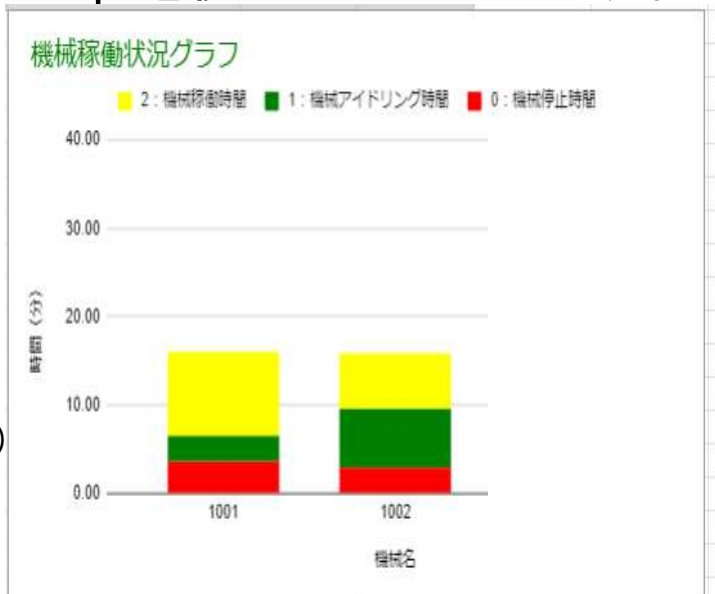
Google App Sheet

機械番号1

	A	B	C	D	E	F
1	Machine	Time	Electric_C	Temperature	Humidity	Electric_C_Flag
2	1001	2022-08-29 00:38:57	0.001	28.1	61.8	0
3	1001	2022-08-29 00:39:05	0.001	28	61.9	0
4	1001	2022-08-29 00:39:19	0.001	28.1	61.8	0
5	1001	2022-08-29 00:39:29	0.01	28	61.8	1
6	1001	2022-08-29 00:39:37	0.01	28.1	61.8	1
7	1001	2022-08-29 00:40:01	0.01	28	61.8	1
8	1001	2022-08-29 00:40:09	0.01	28	61.8	1
9	1001	2022-08-29 00:40:17	0.01	28	61.8	1
10	1001	2022-08-29 00:40:26	0.01	28	61.8	1
11	1001	2022-08-29 00:40:41	0.01	28.1	61.8	1
12	1001	2022-08-29 00:40:49	0.01	28.1	61.8	1
13	1001	2022-08-29 00:41:03	0.03	28	61.8	2
14	1001	2022-08-29 00:41:17	0.029	28.1	61.7	2
15	1001	2022-08-29 00:41:26	0.029	28	61.8	2
16	1001	2022-08-29 00:41:35	0.029	28	61.7	2
17	1001	2022-08-29 00:41:43	0.029	28	61.7	2
18	1001	2022-08-29 00:41:52	0.029	28	61.7	2
19	1001	2022-08-29 00:42:00	0.029	28	61.7	2
20	1001	2022-08-29 00:42:14	0.029	28	61.8	2

正味稼働時間2(緑)  
待機時間1(黄色)  
停止時間0(赤)

Google App Script



設備名	1001	1002	総計
0: 機械停止時間	3.63	2.97	6.60
1: 機械アイドル時間	2.82	6.70	9.52
2: 機械稼働時間	9.53	6.18	15.72
稼働時間	15.98	15.85	31.83



# 電流測定で何ができるか

## 1. 機械の状態表示



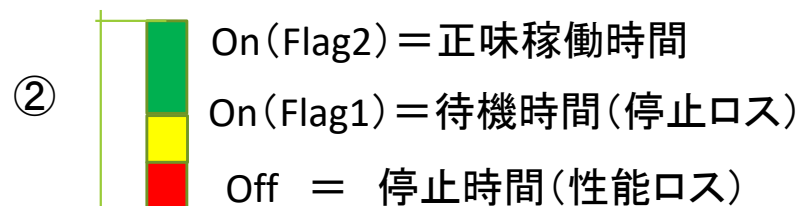
機械の1日の稼働状態を5秒ごとに表示できます。

緑: 稼働時間  
黄色: 待ち時間  
赤: 停止時間



機械の稼働状態の特徴をつかみ  
生産計画と比べてムダな時間がないかを分析します。

## 2. 機械の正味稼働率(可働率)の数値化



機械の1日の正味稼働率を計算できます。

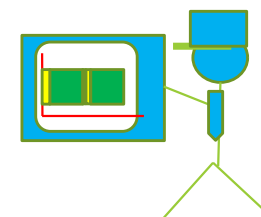
緑: 正味稼働時間  
黄: 待機時間(停止ロス)  
赤: 停止時間(性能ロス)



機械の正味稼働率を数字で把握し、改善する対策を考える時、対策の効果を見えるかできます。

## 3. 機械のリモート監視

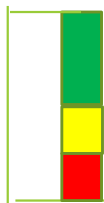
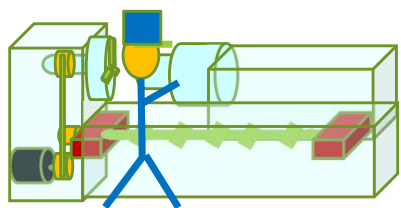
外出先等で機械の稼働状況を確認



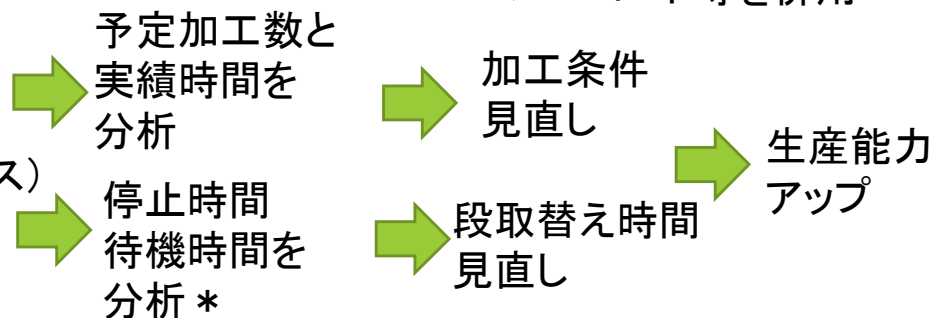
# 電流測定により装置の稼働率可視化

## 1. 多品種少量汎用加工機

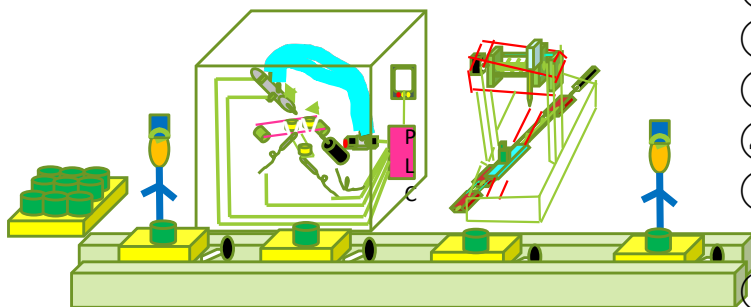
① 現状の作業時間を数値化して把握



On (Flag2) = 正味稼働時間  
 On (Flag1) = 待機時間(停止ロス)  
 Off = 停止時間(性能ロス)



## 2. 繰り返し専用生産機



- ① サイクルタイム 1分
- ② 負荷時間 7.5時間
- ③ 正味稼働時間 5.5時間
- ④ 正味稼働率 73%
- ⑤ 生産数 330個/日 (不良含む)
- ⑥ 月稼働日 21日
- ⑦ 月間生産数 6930個

数値化分析 ↓



仮定:  
 正味稼働率  
 15%アップ

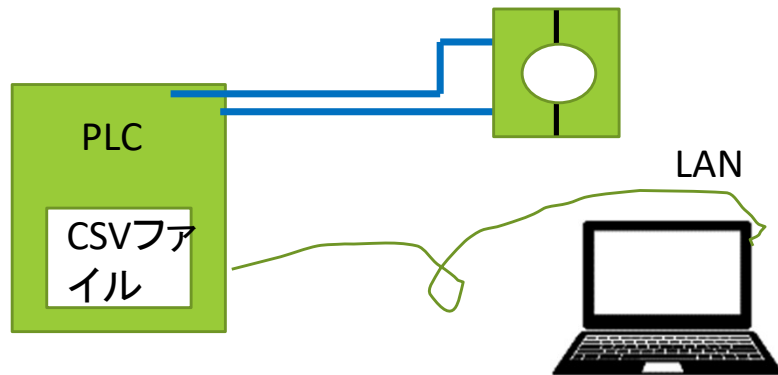
- ① サイクルタイム 1分
- ② 負荷時間 7.5時間
- ③ 正味稼働時間 6.6時間
- ④ 正味稼働率 88%
- ⑤ 生産数 396個/日 (不良含む)
- ⑥ 月稼働日 21日
- ⑦ 月間生産数 8316個

月間生産数  
 1386個増加  
 $1386/330 =$   
**4.2日分増加**

# PLCを使う方法

ラズパイがなくても設備PLCを使って電流値を測定する方法

設備のPLCにセンサーデータをCSVに記録機能があるものを使う方法があります。



設備に付属しているPLCに電流センサーをつなぎます。電流センサーのデータをPLC内部でCSVファイルに記録することができます。

そのCSVファイルをパソコンから見に行ってCSVファイルから読み取ることもできます。

注。PLCでデータをCSVに記録できるかどうかは、PLCの機種によります。

# 通信機能を持った電流センサーを使う方法

ラズパイがなくても通信機能付き電流センサーを使って電流値を測定する方法

通信機能を持った電流センサーがあります。

パソコンでデータを集約できるソフトもあるため、電流計測に特化する場合、簡単に始められます。



LR8513



出展: 日置電機

# 方法の比較

	メリット	デメリット	測定価格/1台	内訳
ラズパイ+ GoogleSpreadSheet	* 他のIoT用途への転用可	* プログラムの取得	約30,000円	ラズパイ、センサー、ADコンバータ、ダイオード、抵抗、電界コンデンサー、ブレッドボード、マイクロSD
PLC+リモートデスクトップ方式	* センサー周りのみ購入	* PLCを備えた設備のみ * PLCを扱える人材要 * PLCでCSV対応機種限定 * 分析にExcel等プログラム要	約7,000円	センサー、ADコンバータ、ダイオード、抵抗、電界コンデンサー、ブレッドボード
通信機能付き電流センサー	* 専用ソフトウェア付属でプログラム不要 * 内蔵メモリ搭載で通信できない場合も可 * Bluetooth 100台まで	* 距離30m。	約52,000円	クランプロガーBlueTooth付

# 結果まとめ

---

1. 正味稼働率が見える化することが現状改善につながります。
2. デジタルデータで見える化によって働き方改革おこなっても利益の出る体質になります。

事前確認で、机上でできるスマートファクトリの一步 データの収集とデータの通信、見える化をおこないました。

実際の工場で貴社の設備稼働状況を試してみたい方いらっしゃいませんか。我々が、ボランティアで支援いたします。