



戦略的イノベーション  
創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic  
Innovation Promotion Program

## アプリケーションノート

# AE センサーを使った 鍛造プレス金型の 欠陥発生予兆検知事例



株式会社デバイス＆システム・プラットフォーム開発センター

2023.1

# 目次

<b>1. 鍛造金型予知保全の基礎知識</b>	1
1.1 予防保全から予知保全へ	1
1.2 鍛造金型の予知保全	2
1.2.1 鍛造加工とは	2
1.2.2 AE 波による鍛造金型の状態検知	3
1.2.3 本事例で得られるデータの説明	4
<b>2. ハード仕様</b>	7
<b>3. 測定の流れ</b>	9
<b>4. センサーデータ収集のための準備</b>	10
4.1 センサー、インターネット、電源の接続	10
4.1.1 センサーの接続	10
4.1.2 インターネット接続	10
4.1.3 MSM-PF の電源接続	11
4.2 MSM-PF クラウドサービスの接続	13
4.3 可視化画面の設定方法	17
4.3.1 設定手順	17
4.3.2 画面および操作解説	19
4.3.3 異常判定が出たときにメールを送る方法	23
4.4 センサー設定ファイルの作成方法	28
4.5 センサー設定ファイルのアップロード	36
<b>5. センサーデータのダウンロードおよび整理</b>	40
5.1 クラウドに蓄積されたセンサーデータのダウンロード	40
5.2 ダウンロードしたセンサーデータの整理	42
<b>6. お問い合わせ</b>	47

## 1. 鍛造金型予知保全の基礎知識

### 1.1 予防保全から予知保全へ<sup>1</sup>

保全は時間基準保全(TBM : Time Based Maintenance)と状態基準保全(CBM : Condition Based Maintenance)の2つに分類されます。TBMは使用状況、稼働状況を問わず一定期間が過ぎたらメンテナンスするという方法に対し、CBMは部品の状態や稼働状況などを把握し劣化状況に応じてメンテナンスする方法です。

時間基準保全 TBM は適切なメンテナンス周期を設定できれば多くの故障や不具合を防ぐことができるメリットがある反面、部品がまだ充分に使える状態でも機械的に修理・交換するためコスト負担が大きくなるデメリットがあります。なお時間基準保全におけるメンテナンス周期の計測方法は2種類あり、前回の修理・交換からの時間で周期設定するやり方を定期保全、設備・部品の累積稼働時間で周期設定するやり方を経時保全と言います。

状態基準保全 CBM は壊れそうな部分だけを見極めて修理するため、時間基準保全と比べてコスト面での負担を抑えることが可能ですが。しかしながら従来のやり方と比べて点検の手間が大きく、「故障しそう」という判断が熟練保全技術者の属人的な勘頼りだったりするなど、部品や稼働状況などの把握や故障箇所の見極めに大きな負担が生じるというデメリットがありました。

#### 予防保全の主な課題

- ・ 設備を定期的に一時停止しなければならない(TBM)
- ・ 故障していない設備にも補修をおこなうため、無駄なコストが発生する(TBM)
- ・ 設備のコンディション(状態)把握に手間がかかる(これまでのCBM)
- ・ 設備コンディションの正確な情報が得られない(これまでのCBM)

#### 予知保全の主なメリット

##### ■ 設備の停止時間を最低限に抑えられるため生産性が向上する

予知保全では、機械や設備の異常を把握した時だけメンテナンスを行います。そのため、設備の停止時間を最低限に抑えることが可能です。工場設備の稼働率を上げるということはそのまま生産性の向上に繋がります。

##### ■ 必要な補修のみ行うためコストを圧縮できる

時間基準保全では、工場設備のコンディションを問わず修理・交換を行うため、メンテナンスコストが高くなりますが、効率的なメンテナンスを行える予知保全ならそうし

---

<sup>1</sup> <https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sp/contents/column/20210910.html>

たコストを圧縮することができます。

#### ■ 保全技術者の負担を圧倒的に少なくできる

状態基準保全は、定期的な工場設備点検が必要になるため、保全技術者の手間が非常に大きくなります。最新の予知保全ではこうした点検作業を、IoT を駆使して行うため保全技術者が工場設備を見て回る必要がありません。人件費の圧縮にも繋がります。

#### ■ 保全技術者の技能差による見落としなどが防げる

最新の予知保全では、機械や設備のコンディションを IoT から取得したデータをもとに AI が判断します。保全技術者の熟練度によって差が出てしまいがちだった従来方式と比べて、安定して精度の高い点検が可能です。また人から人への技術伝承では退職などにより必ずしもうまく継承されるとは限りません。人から AI への継承であれば一度で済むため業務継続という点でも効果があります。

## 1.2 鍛造金型の予知保全

### 1.2.1 鍛造加工とは<sup>2</sup>

金属材料に圧縮応力を作用させて、流動させて必要とする形状に変形させることを鍛造と言います。鍛造には主に冷間鍛造(Cold forging)、温間鍛造(Warm forging)、亜熱間鍛造(Semi hot forging)、熱間鍛造(Hot forging)があり、他にも粉末鍛造(Sinter forging)、溶融鍛造(Casting)、超高温鍛造(Ultra-hot forging)などがあります。本アプリケーションノートでは冷間鍛造の特徴について説明します。

#### 冷間鍛造

材料を加熱しないで室温で行う鍛造を冷間鍛造と呼びます。熱間鍛造に比べ変形抵抗が高く変形能が小さいという悪条件が重なり、型工具の破損や製品の割れの危険があるため一度に与え得る変形量が小さくなりますが、得られる製品の表面はきれいです、形状精度も良く、後仕上げの必要がなく、高精度に適した加工法です。

強さと変形能を兼ね備えた素材や強い型工具の開発により、冷間鍛造の適用が広がっています。成形の際の加工硬度が製品の強化にも役立ちます。

型寿命は、数千から数十万個以上と熱間鍛造より長くなります。鍛造後の熱処理による強化の際ひずみが生じ、折角得られた高い精度が悪化することがあるため、低熱処理ひずみ材や低ひずみ熱処理法の開発が進められています。

---

<sup>2</sup> [http://www.j-fma.or.jp/7joh/data/tanzo\\_1.pdf](http://www.j-fma.or.jp/7joh/data/tanzo_1.pdf)

### 冷間鍛造の特徴

#### 長所

1. 材料歩留りが高い
2. 生産性が高い
3. 機械加工費の低減
4. 強度と韌性を高くすることができる  
⇒ 安価な材料に変更可能
5. 熱処理の省略が可能
6. ネットシェイプ鍛造ができるれば  
生産性、品質、コストの点で極めて有利

#### 短所

1. 材料の流れが悪く変形抵抗が高い
2. 前処理として焼鈍、潤滑処理(ボンデ)が必要
3. 成形できる形状に限界がある
4. 成形荷重が高くなるので高価な大きな設備が必要
5. 豊富な経験と技術が必要

### 1.2.2 AE 波による鍛造金型の状態検知<sup>3</sup>

アコースティック・エミッション(AE)とは材料が変形したり、き裂が発生したりする際に、材料が内部に蓄えていた弾性エネルギーが高い周波数をもつ音響信号”弾性波”として放出される現象です。この”弾性波”を検出し評価する AE 技術によって、材料内の欠陥(クラック)の発生や進行等を非破壊で把握することができます。超音波探傷検査、X 線等の非破壊検査と並び、世界中で利用され、現在までに多くの実績がある技術です。

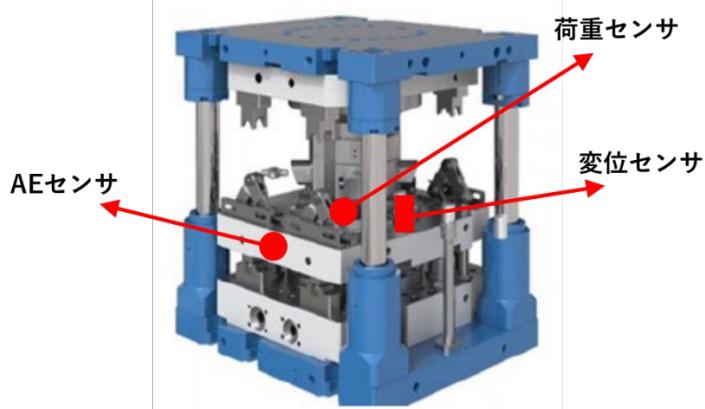
材料中にき裂・摩耗が発生すると、AE センサーで弾性波を捉えて電圧変換します。この大量の信号を AE モニタリングシステムはフィルタリングとともに解析、お客さまが使えるデータとして処理しています。



この性質を利用してことで、金型や製品のき裂や摩耗などの不具合を検知することが可能となります。AE 波は装置や金型、材料の摺動などでも発生するため、鍛造の過程(材料変形)で発生する AE 波のみを捉えて評価する必要があります。そのため、AE センサーと金型の位置情報である変位を計測する変位センサー、金型にかかる荷重を計測する荷重センサー(ロードセル)とを組み合わせて評価するシステムを MSM-PF で構成しました。

<sup>3</sup> <https://first-ae.jp/acoustic-emission/>

### センサの種類と設置位置



### システム構成



#### 1.2.3 本事例で得られるデータの説明<sup>456</sup>

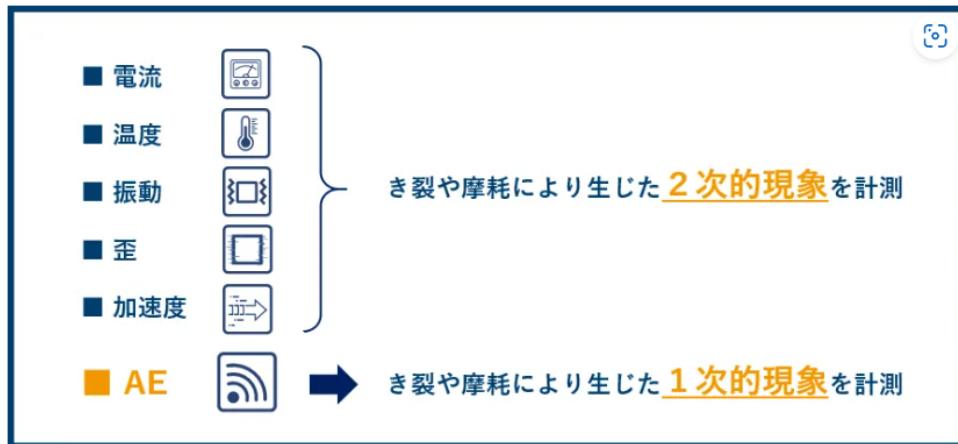
##### AE センサー(弾性波)

AE センサーはき裂や摩耗が発生したときに1次的現象である弾性波を捉えることができます。電流、温度、振動、歪、加速度など AE 以外の多くのセンサーは、き裂や摩耗により生じた温度変化や振動などの 2 次的現象をとらえています。

<sup>4</sup> <https://first-ae.jp/acoustic-emission/>

<sup>5</sup> <https://www.inrevium.com/product/ae-sensor/>

<sup>6</sup> [http://www.pacjapan.com/pacjapan\\_ae%20technique/pacjapan\\_ae%20Analysis.html](http://www.pacjapan.com/pacjapan_ae%20technique/pacjapan_ae%20Analysis.html)



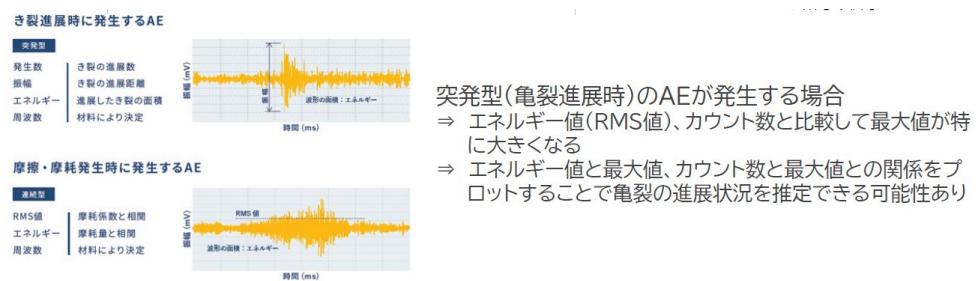
AE センサーで収集するデータは、Amplitude-MAX、Energy、RMS、Counts の 4 項目です。これらの多変量データは CSV ファイルで出力・蓄積します。

Amplitude-MAX(最大振幅) …… AE 波形の最大振幅値(中心から最大変位までの電圧)を dB 換算。亀裂の場合は深さ、進展距離／摩擦の場合は摩耗量と相関関係にあります。

Energy(エネルギー) …… 持続時間内における AE 波形の積分値。亀裂の場合は亀裂の面積／摩擦の場合は摩耗量と相関関係があります。

RMS(実効値) …… 単位時間毎に取得した AE 信号の実効値。摩擦係数と相関関係があります。

Counts(発生数=Hits) …… 1 個の亀裂が進展すると 1 個の AE が発生します。すなわち、AE の発生数は亀裂の進展数と相関があります。



## 変位センサー

鍛造金型の上型と下型の距離を計測するために、上型と下型の間に接触式または非接触式の変位センサーを設置します。鍛造加工の過程(材料変形)は上型と下型の距離がゼロの状態で進行します。したがって、上型と下型の距離がゼロの区間の AE センサーデータのみを解析の対象とするための指標として用います。

### 荷重センサー(ロードセル)

鍛造金型にかかる荷重を計測するために、上型と下型にひずみゲージ式の荷重センサー(ロードセル)を設置します。ロードセルとは、力の大きさを電気信号に変える変換器です。

鍛造プレス機では上型と下型の距離がゼロになってから徐々に荷重が付加され、鍛造加工の過程(材料変形)が終了してから徐々に荷重が除去されます。したがって、荷重がかかっている間に発生した AE センサーデータのみを解析の対象とするための指標として用います。

MSM-PF に変位センサーと荷重センサーのデータを併用して測定することにより、MSM-PF がより正確に鍛造の過程(材料変形)で発生する AE センサーデータのみを捉えて解析／良否判定が可能となるシステムが実現できました。

## 2. ハード仕様

接続するエッジ端末、センサー一式は以下のとおりです。

MSM-PF(松 1)本体:1 台、AC アダプター:1 台

AE センサー(信和産業製 FAEN-S150I:共振周波数 150kHz):1 台

AE センサー用アンプ(信和産業製 EDGE NODE EXPRESS USB-R2):1 台

荷重センサー(共和電業製):1 台、アンプ(TEAC 製:TD-01):1 台

変位センサー(ムラテックメカトロニクス製):1 台、アンプ(ムラテックメカトロ製:MPD200):1 台

※ MSM-PF(松 1)本体には機体番号が付与されています。このアプリケーションノートでは  
機体番号【MSMPF-39】を用いています。

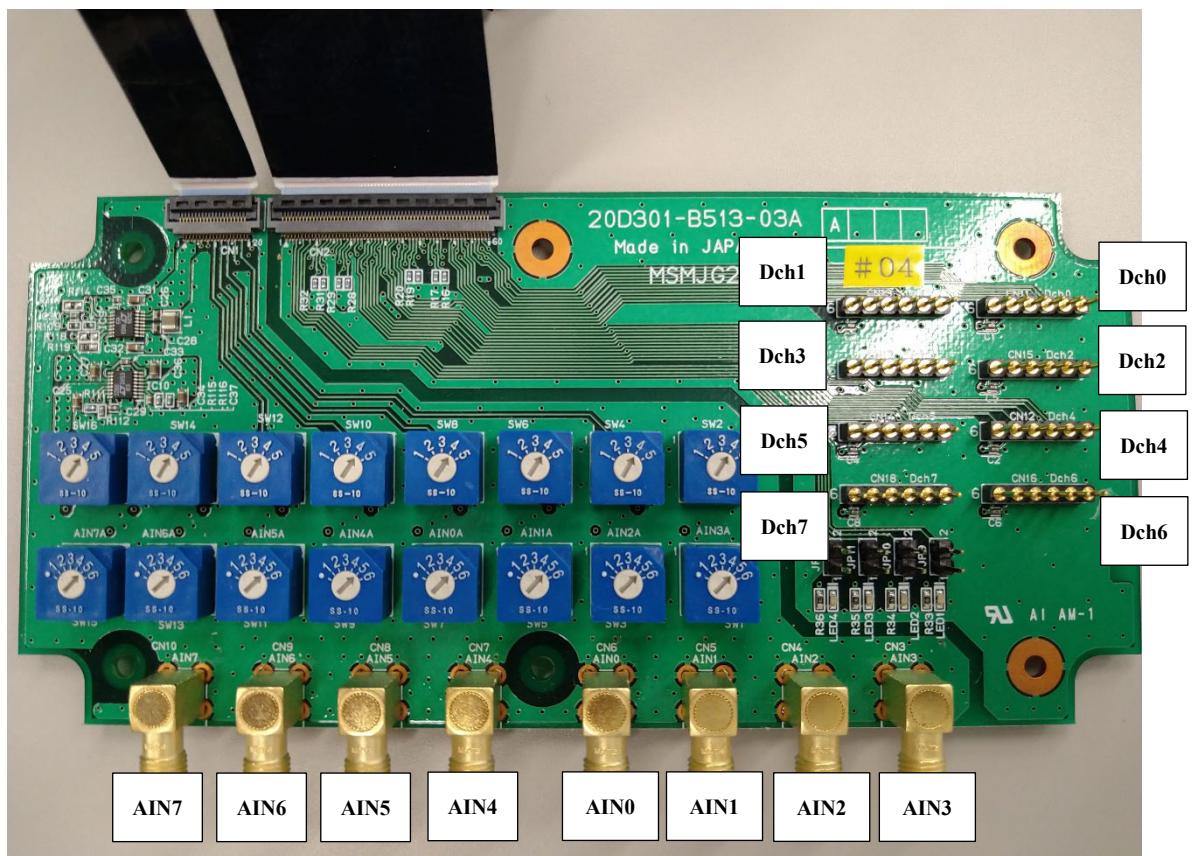
### MSM-PF(松 1)の概略仕様

特徴	高サンプリングレート、高精度同期測定 AI 学習、クラウド直接接続に対応
マイコン	FPGA×1、Cortex®A7×2、Cortex®M4×1
OS	Linux:debian 系 RTOS:Amazon FreeRTOS
接続センササポート	アナログ×8ch、デジタル×8ch
電源	商用電源(USB-C による 5V 供給)
無線通信モジュール対応	Wi-Fi、BLE、Zigbee に対応 ※いずれも USB ポートに接続
クラウド接続	My-IoT エッジ機能内蔵 クラウドへ直接接続可能(LAN、Wi-Fi)

### 治具基板の端子の配置

デジタル 8 チャンネル、アナログ 8 チャンネルの端子は以下の写真のように配置されています。

Di0:デジタルチャンネル 1,	Di1:デジタルチャンネル 2,
Di2:デジタルチャンネル 3,	Di3:デジタルチャンネル 4,
Di4:デジタルチャンネル 5,	Di5:デジタルチャンネル 6,
Di6:デジタルチャンネル 7,	Di7:デジタルチャンネル 8
An0:アナログチャンネル 1,	An1:アナログチャンネル 2,
An2:アナログチャンネル 3,	An3:アナログチャンネル 4,
An4:アナログチャンネル 5,	An5:アナログチャンネル 6,
An6:アナログチャンネル 7,	An7:アナログチャンネル 8



AE センサー(信和産業製 FAEN-S150I)の簡易仕様

	単位	数値
ピーク感度	V/(m/s)	87dB±3
最大出力電圧	Vp-p	1
サンプリング周波数	Hz	10M

荷重センサー(共和電業品)の簡易仕様

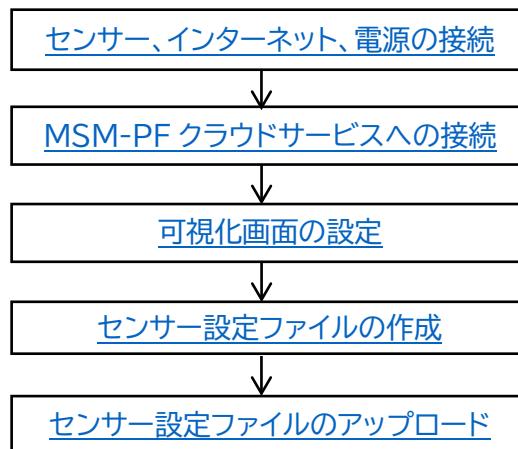
	単位	数値
検出可能範囲	kN	±200
分解能	N	7.016 (24bit)
サンプリング周波数	Hz	1,000

変位センサー(ムラテックメカトロニクス品)の簡易仕様

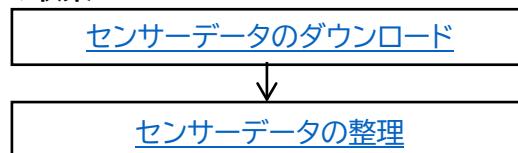
	単位	数値
検出可能範囲	mm	60
分解能	μm	1 (16bit)
サンプリング周波数	Hz	10,000

### 3. 測定の流れ

#### 準備



#### センサーデータの収集

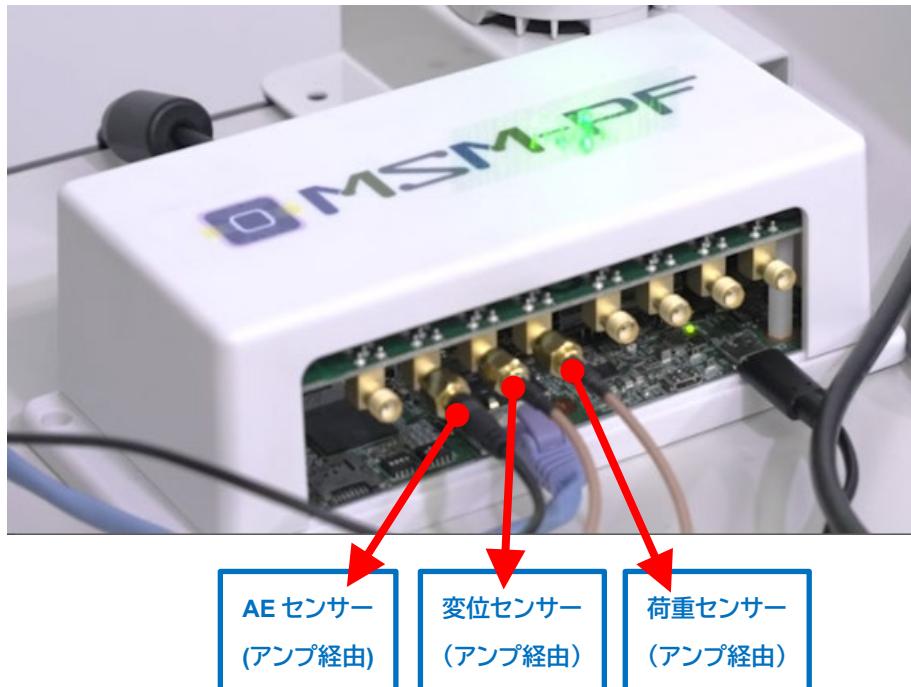


## 4. センサーデータ収集のための準備

### 4.1 センサー、インターネット、電源の接続

#### 4.1.1 センサーの接続

写真のように、荷重センサー(アンプ経由)を AIN0 端子に、変位センサー(アンプ経由)を AIN1 端子に、AE センサー(アンプ経由)を AIN2 端子にそれぞれ接続してください。



#### 4.1.2 インターネット接続

インターネットへの接続方法として以下の 3 方法があります。環境に合わせて選択してください。

- ① イーサネット端子に LAN ケーブル(イーサネットケーブル)を接続する
- ② イーサネット端子に LAN ケーブル(イーサネットケーブル)で LTE ルーターを接続する
- ③ USB 端子に Wi-Fi ドングルを挿入して LTE ルーターと接続する



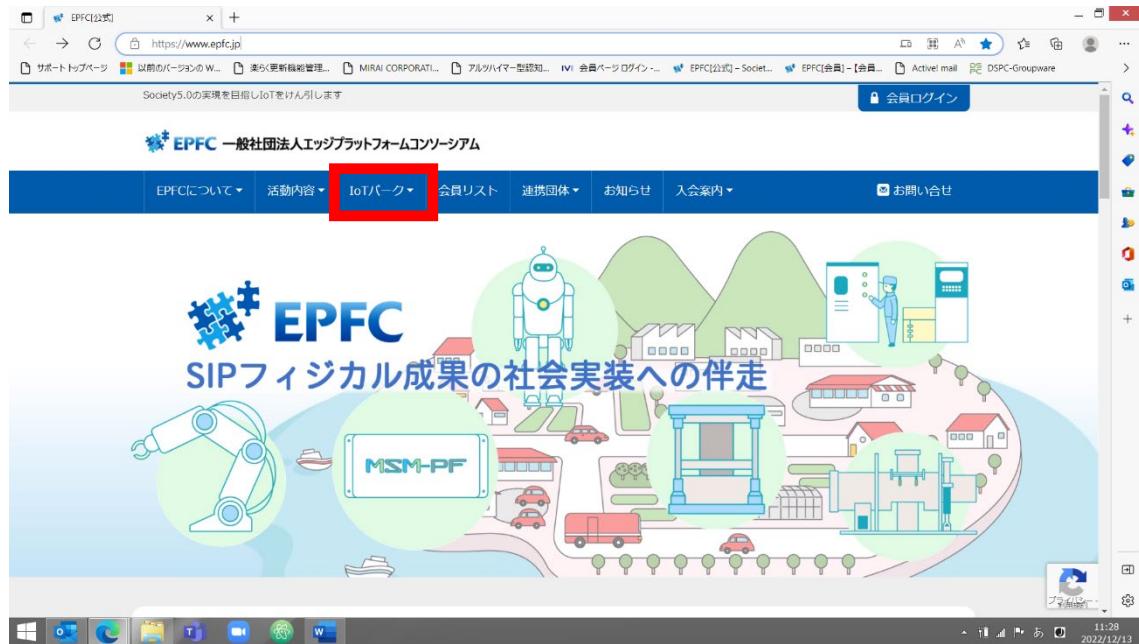
#### 4.1.3 MSM-PF の電源接続

写真のように、USB-C 端子に AC アダプターを接続して中間スイッチを ONにしてください。

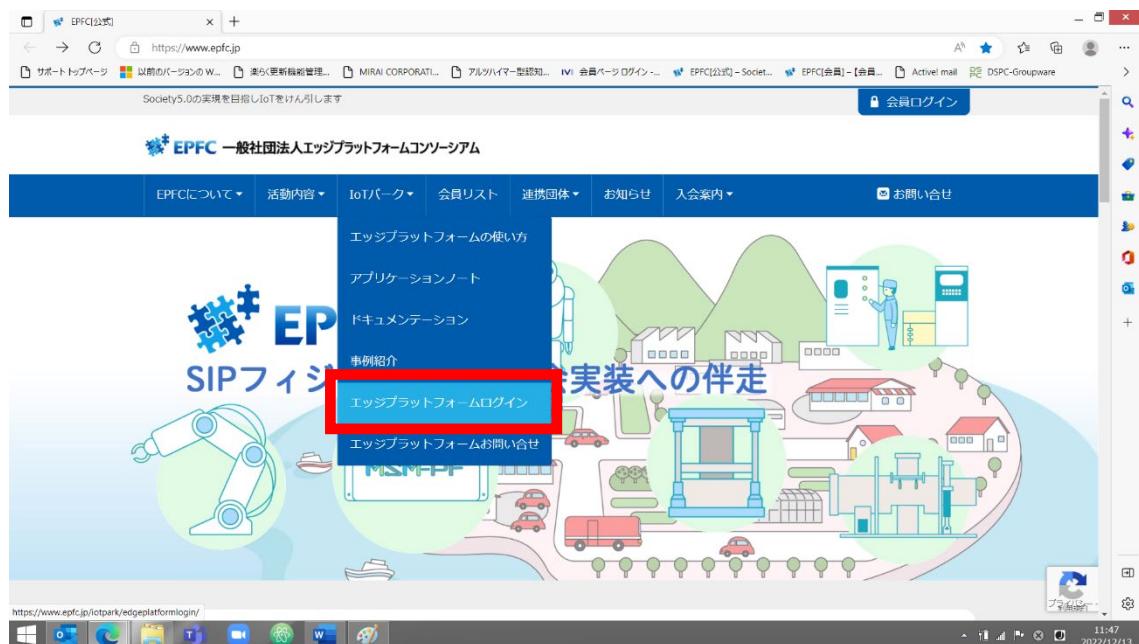


## 4.2 MSM-PF クラウドサービスの接続

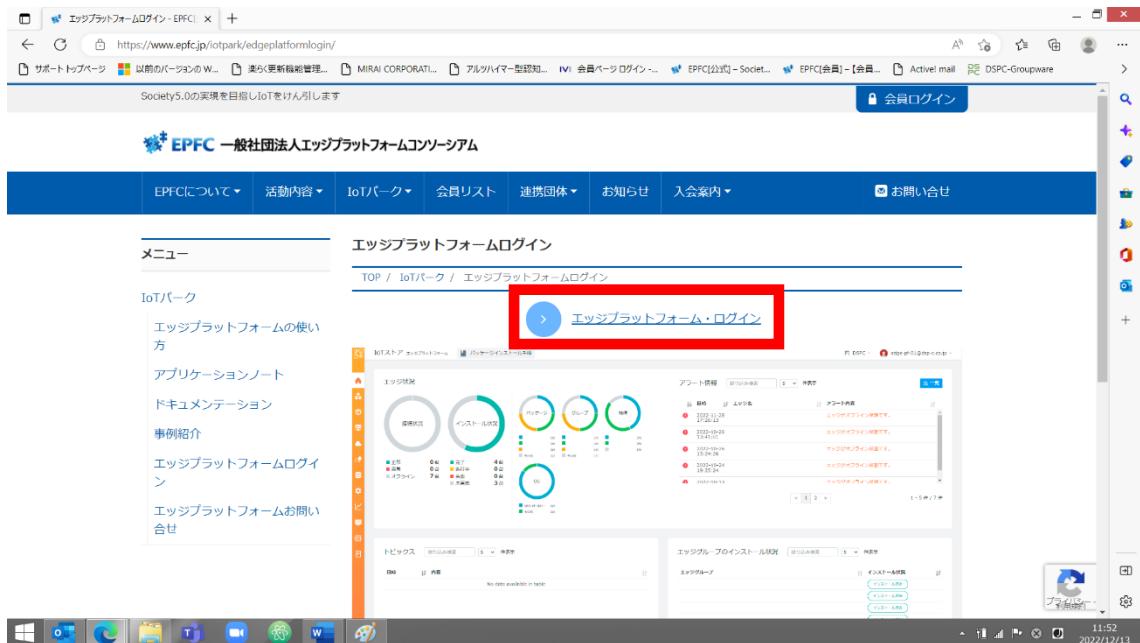
前節の方法により MSM-PF をインターネットに接続し、お手持ちの PC のインターネットブラウザで一般社団法人エッジプラットフォームコンソーシアム <https://www.epfc.jp/> に接続します。



- ① 【IoTパーク】のタグをプルダウンして【エッジプラットフォーム・ログイン】をクリックします。



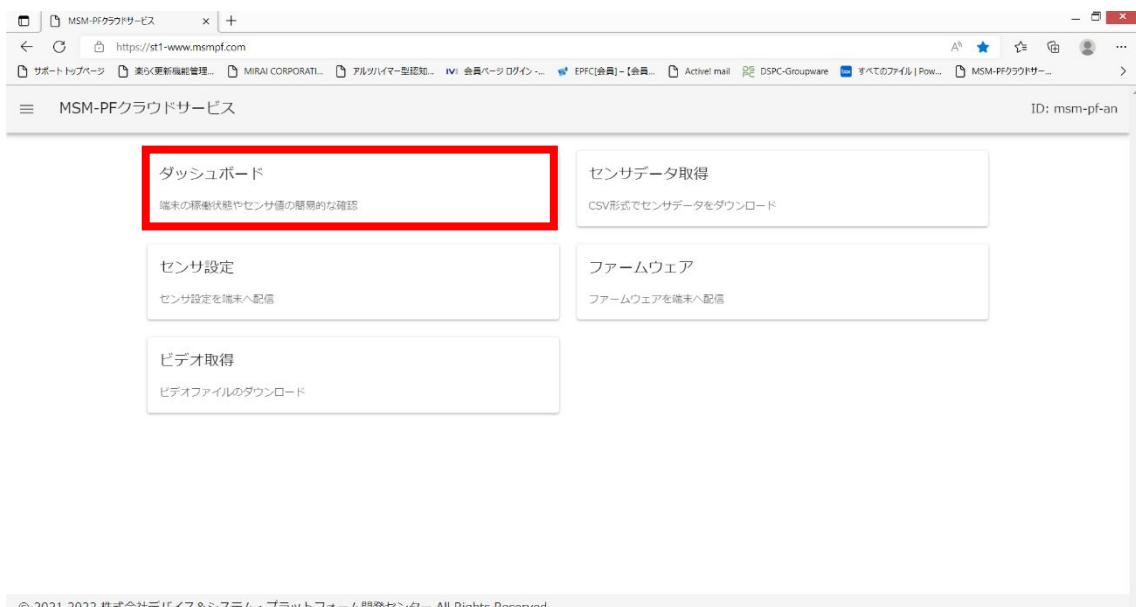
② 以下の画面から【エッジプラットフォーム・ログイン】をクリックしてください。



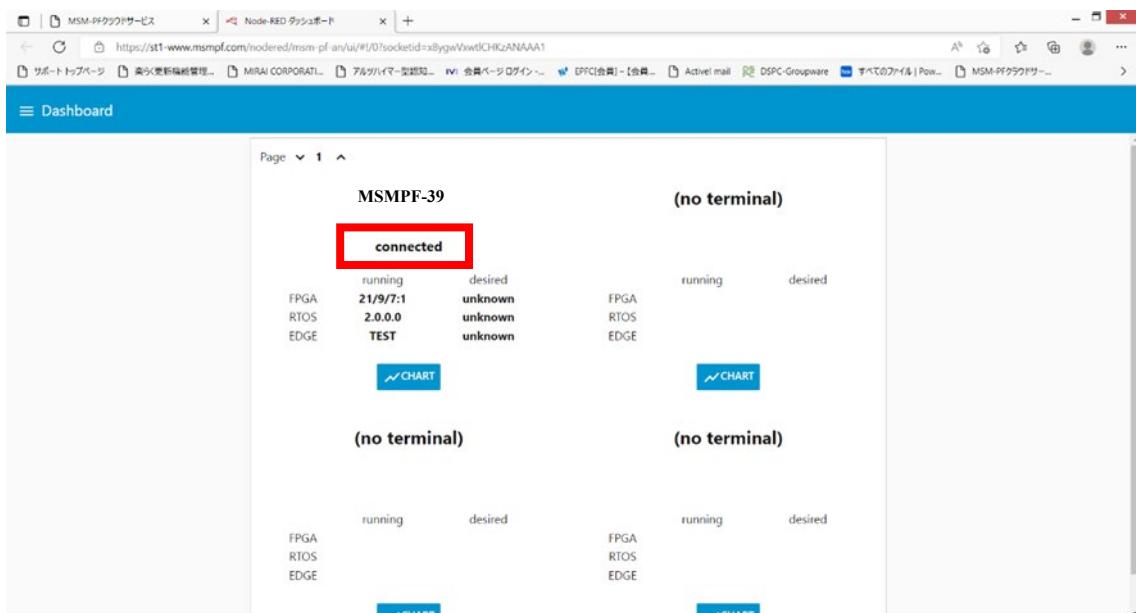
③ EPFC から発行された会員番号を Email に、会員パスワードを Password にそれぞれ入力して【Sign in】タグをクリックしてください。

A screenshot of a login form titled "Sign in with your email and password". It features two input fields: "Email" containing "name@host.com" and "Password" containing "Password". Below the fields is a link "Forgot your password?". At the bottom is a large blue "Sign in" button. Below the button is a link "Need an account? Sign up".

④ 【ダッシュボード】タグをクリックしてください。



⑤ 対象となる MSM-PF 番号(本例では MSMPF-39)が『connected』になっていれば、MSM-PF 端末とクラウドサービスは接続されています。なお接続まで 1 分半程度かかりますのでご注意ください。3 分以上待っても『disconnected』のままの場合は MSM-PF クラウドがファイアウォールにより制限されている可能性がありますので、エッジプラットフォームコンソーシアム問い合わせ窓口までお問い合わせください。



⑥ メイン画面に戻りたい場合には【MSM-PF クラウドサービス】タグをクリックしてください。

The screenshot shows a web browser window with the title 'MSM-PFクラウドサービス' and the sub-page 'Node-RED タッシュボード'. The URL is <https://st1-www.msmpf.com/nodered/msm-pf-an/ui/#/0?socketId=x0ygwWxwtlCHkgANAAA1>. The dashboard displays two system status cards for 'MSMPF-39'.

**MSMPF-39 (no terminal)**

**connected**

	running	desired		running	desired
FPGA	running	unknown		FPGA	
RTOS	2.0.0.0	unknown		RTOS	
EDGE	TEST	unknown		EDGE	

**(no terminal)**

**(no terminal)**

**connected**

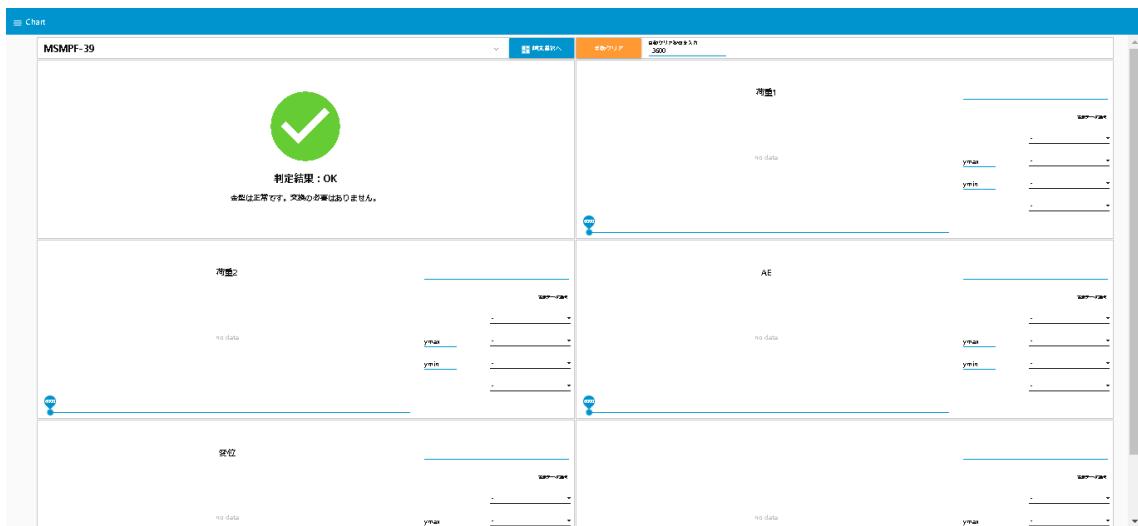
	running	desired		running	desired
FPGA	running			FPGA	
RTOS				RTOS	
EDGE				EDGE	

Each card includes a 'CHART' button at the bottom.

## 4.3 可視化画面の設定方法

### 4.3.1 設定手順

以下に完了イメージを示します。



#### ① Node-RED フローのバックアップ

可視化画面マニュアル

[https://www.epfc.jp/msm-documents/man\\_node-red/pages/takeBackup/takeBackup.html](https://www.epfc.jp/msm-documents/man_node-red/pages/takeBackup/takeBackup.html)

に従って変更前の Node-RED フローのバックアップを取得します。

#### ② Node-RED フローの読み込み

可視化画面マニュアル

[https://www.epfc.jp/msm-documents/man\\_node-red/pages/restoreBackup/restoreBackup.html](https://www.epfc.jp/msm-documents/man_node-red/pages/restoreBackup/restoreBackup.html)

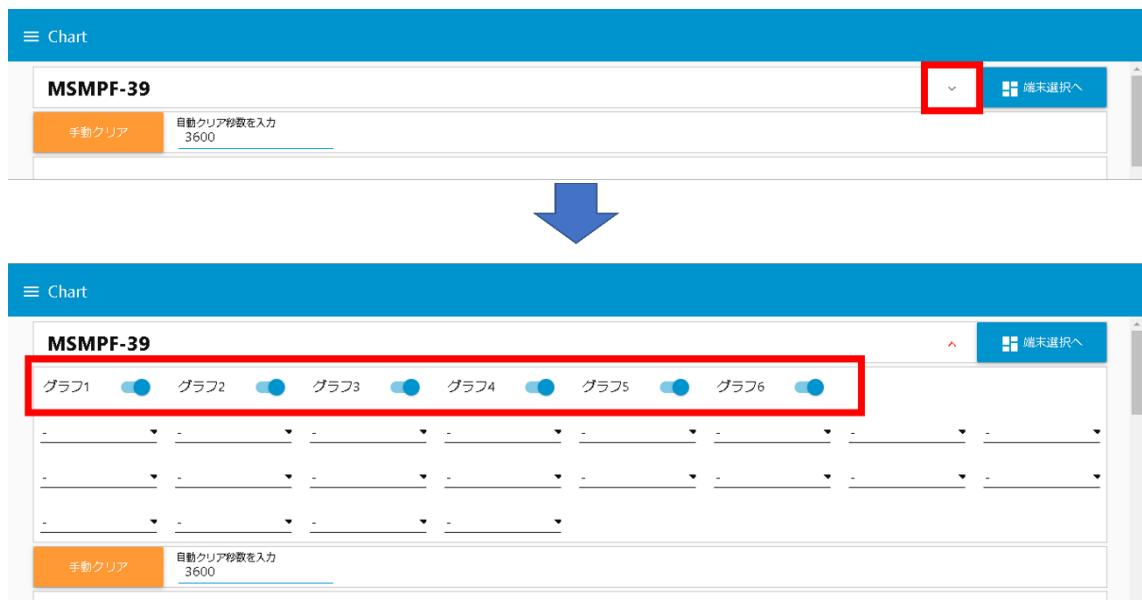
に従って Node-RED フロー( 可視化画面 Node-RED フロー\_nichidai.json )を Node-RED に読み込みます。なおマニュアルのタイトルが「フローのバックアップを復元したい」となっていますが添付のフローの読み込みも可能です。

添付ファイル 可視化画面 Node-RED フロー\_nichidai.json



#### ③ グラフ表示スイッチをすべて ON にする

【端末選択へ】の左隣のアイコンをクリックし、グラフ 1 からグラフ 6 のスイッチを ON(下図の状態)にします。

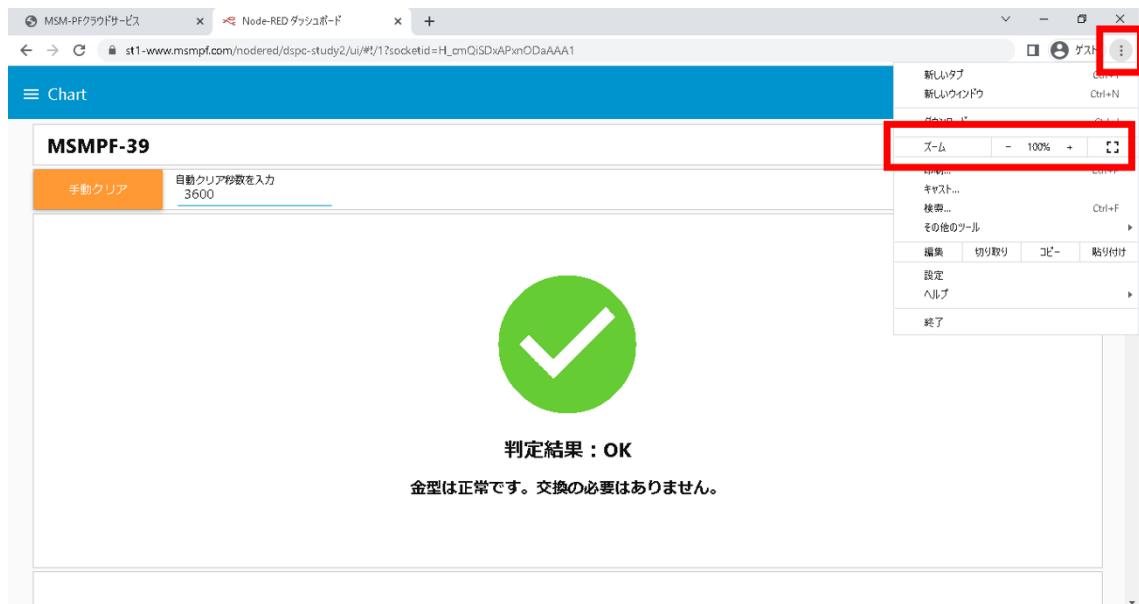


※ 不要な画面パートをここに隠しています。グラフ 1 から 6 のスイッチを ON にしたら、「端末選択へ」の左隣のアイコンを再度クリックし、折りたたんで見えないようにしてください。



#### ④ ブラウザの拡大率を縮小する

ブラウザの拡大率を下げるとき、グラフ同士を比較しやすくなります。Google Chrome の場合、ブラウザ右上のアイコンをクリックし「ズーム」で拡大率を縮小します。縮小すると使いにくい場合は設定不要です。



#### 4.3.2 画面および操作解説

##### 描画のクリア

プレスを行う前に、可視化状態をクリアしてください。【手動クリア】ボタンをクリックすると、即時クリアできます。



また一定間隔で自動クリアする場合は、【自動クリア秒数を入力】に間隔(秒)を入力してください。初期値は 3600 秒(=1 時間)です。入力し Enter キーを押すと、設定が反映されます。



クリアされるのは以下のデータです。異常度判定など 1 プレス毎に更新される値はクリアしません。

- ・ 荷重
- ・ 変位
- ・ AE\_Amp
- ・ AE\_RMS
- ・ AE\_Energy
- ・ AE\_Counts

### 異常度表示画面

異常度(D21)が 0 と 1 の時は正常表示、2 の時は異常表示します。非表示にしたいときは、グラフ 6 のスイッチを OFFにしてください。異常発生時にメールを送信したい場合は Node-RED フローの修正を行ってください。

### 正常時の表示



### 異常時の表示



## グラフタイトル

デフォルトでグラフタイトルを表示しています。タイトル非表示のグラフも 1 つあります。グラフタイトルを変更、または非表示にしたい場合は、可視化画面マニュアルの

[https://www.epfc.jp/msm-documents/man\\_node-red/pages/graphTitle/graphTitle.html](https://www.epfc.jp/msm-documents/man_node-red/pages/graphTitle/graphTitle.html) を参照してください。



## 表示データの選択

【表示データ選択】のプルダウンを展開し、表示データを選択してください。



### 縦軸の表示範囲

縦軸の表示範囲を変更することができます。初期状態は下図の表示になっており、表示範囲を自動調整します。ymaxには縦軸の上限値、yminには縦軸の下限値を入力し、Enterキーを押すと反映されます(スケールが反映されない時は値を再入力し何度かEnterキーを押してください)。



### 最新の何点かを表示する

スライダーを動かしてタイムスタンプが新しいデータを拡大できます。



### テキストボックス

文字列を入力できるスペースです。



### 4.3.3 異常判定が出たときにメールを送る方法

Node-RED フローに外部メールサーバの ID, パスワードを入力しますので取り扱いにご注意ください。個人のメールアカウントは使用しないようにしてください。

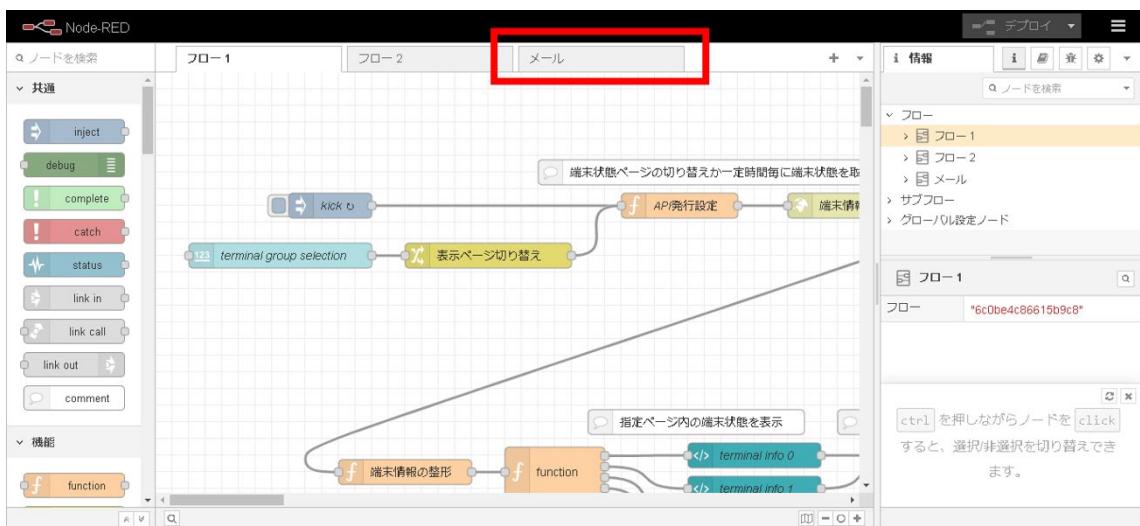
- ① MSM クラウドのトップページのメニューバーをクリック



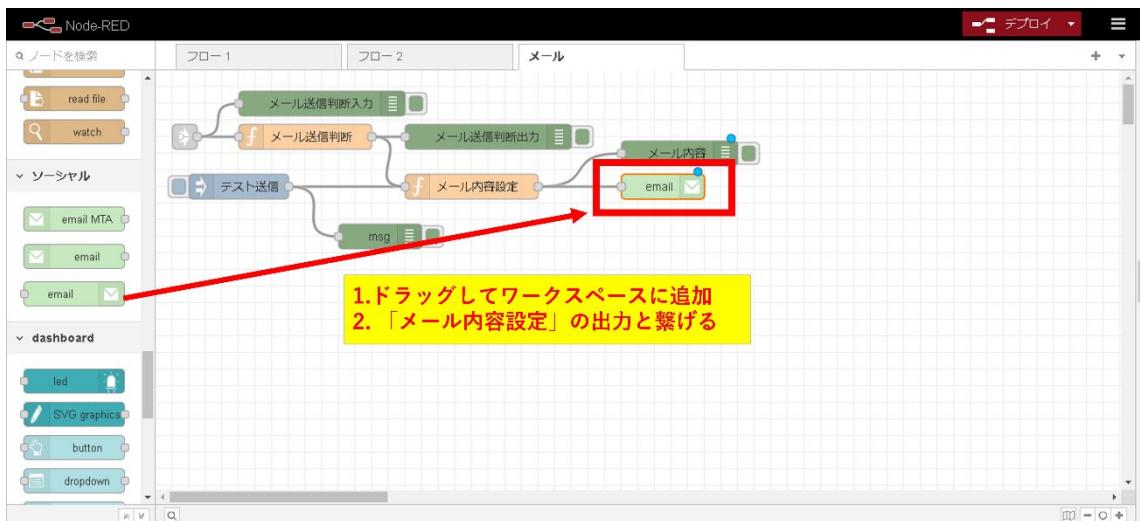
② 【Flow Editor】をクリック



③ 【メール】タブをクリック



④ email ノードを【メール内容設定】ノードの出力に繋げる



※ email ノードがパレットに無い場合は、Node-RED 公式ドキュメント

(<https://nodered.jp/docs/user-guide/runtime/adding-nodes>)を参考にライブラリ node-red-node-email をインストールしてください。

⑤ 【メール内容設定】ノードをダブルクリックし、差出人メールアドレスと宛先メールアドレスを入力する

※ 差出人メールアドレスは送信専用のものを使用するのが望ましいです。

※ 宛先メールアドレスの誤記入にご注意ください。

The screenshot shows the Node-RED interface with a 'function' node selected. The code within the node is as follows:

```

1 //差出人メールアドレス
2 msg.from = "xxx@xxx";
3
4 //宛先メールアドレス
5 msg.to = "yyyy@yyyy";
6
7 //件名
8 msg.topic = "異常検知アラート (Node-RED)";
9
10
11
12 const youbi = ["Sun", "Mon", "Tue", "Wed", "Thu", "Fri", "Sat"];
13 const date1 = new Date(Date.now() + ((new Date()).getTimezoneOffset() * 60000));
14 const date2 = date1.getFullYear() + "/" +
15 ("0"+(date1.getMonth() + 1)).slice(-2) + "/" +

```

The first five lines of code, which define the 'from' and 'to' fields of the message object, are highlighted with a red box.

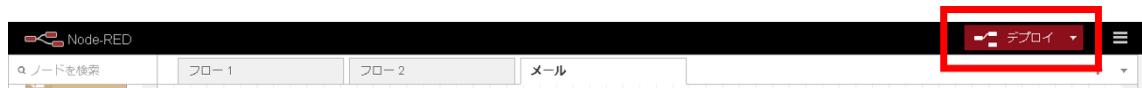
#### ⑥ email ノードを開き、メールサーバの ID、パスワード等を入力する

**外部のメールサーバの ID、パスワードを入力します。** サーバアドレスは([Outlook](#), [Gmail](#))を参照してください。ポート番号が 587 の時は、「安全な接続を使用」のチェックを外してください。

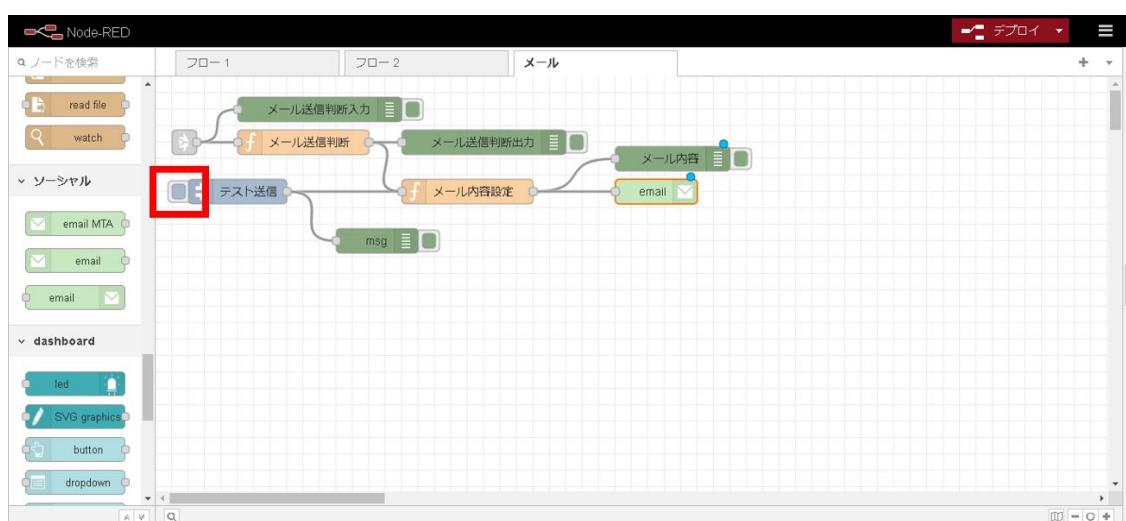
ユーザーID、パスワードにメールサーバの ID、パスワードを入力します。通常 Outlook であれば Office アカウントの ID、パスワード、Gmail であれば Google アカウントの ID、パスワードとなります。



⑦ 【デプロイ】をクリック



⑧ 【テスト送信】ノードをクリックし、手順 5 で設定した宛先へメールが届くことを確認する



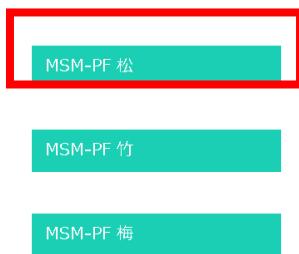
#### 4.4 センサー設定ファイルの作成方法

MSM-PF 設定データ自動生成ツール <https://www.epfc.jp/bukai/settingtool/> にアクセスします。以下の認証画面が表示された場合は、EPFC から発行された会員番号をユーザー名に、会員パスワードをパスワードにそれぞれ入力し、ログインしてください。



以下の画面が表示されたらログイン成功です。【MSM-PF 松】をクリックして、松用の設定画面に移動します。

MSM-PF設定データ自動生成ツール



この画面で松の設定を入力します。

## MSM-PF 松 設定画面



今回はセンサー設定ファイルを新規に作成する必要が無いため、本アプリケーションノートでは既存設定を変更する場合について説明します。

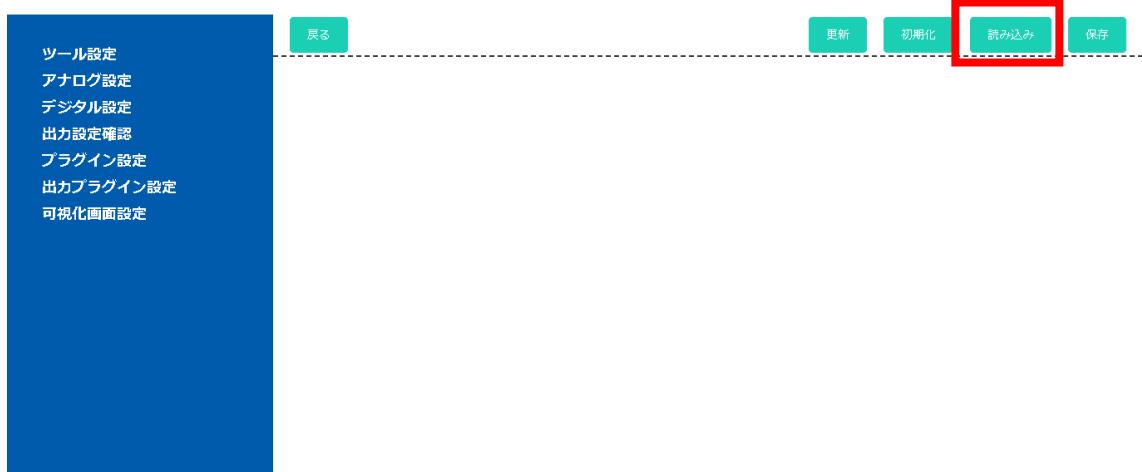
まずデフォルト設定ファイル( output406\_test\_ae\_demo\_ht2\_20221007.json )を PC 上の適当な場所に保存してください。

添付ファイル output406\_test\_ae\_demo\_ht2\_20221007.json

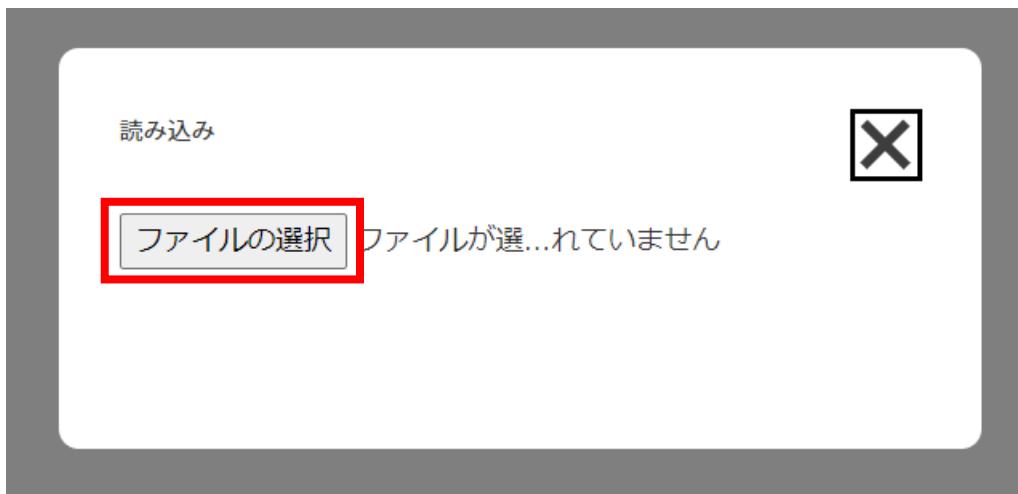


次に【読み込み】をクリックします。

## MSM-PF 松 設定画面



“【ファイルの選択】ファイルが選…れていません”と表示された場合は、【ファイルの選択】をクリックするとファイルフォルダが立ち上がりりますので、デフォルトのセンサー設定ファイルを読み込んでください。誤って【初期化】をクリックしてしまった場合も同様の操作をしてください。



デフォルトのセンサー設定ファイルが読み込まれると元の画面に戻ります。

続いてセンサーの設定条件の変更方法を説明します。ただし【デジタル設定】と【可視化画面設定】は変更しません。本事例ではデジタルセンサーが接続されておらず、また可視化画面設定は Node-RED フローに埋め込まれているためです。

## アナログ設定

荷重センサーと変位センサーの設定です。本事例では設定変更しないでください。

MSM-PF 松 設定画面

## プラグイン設定

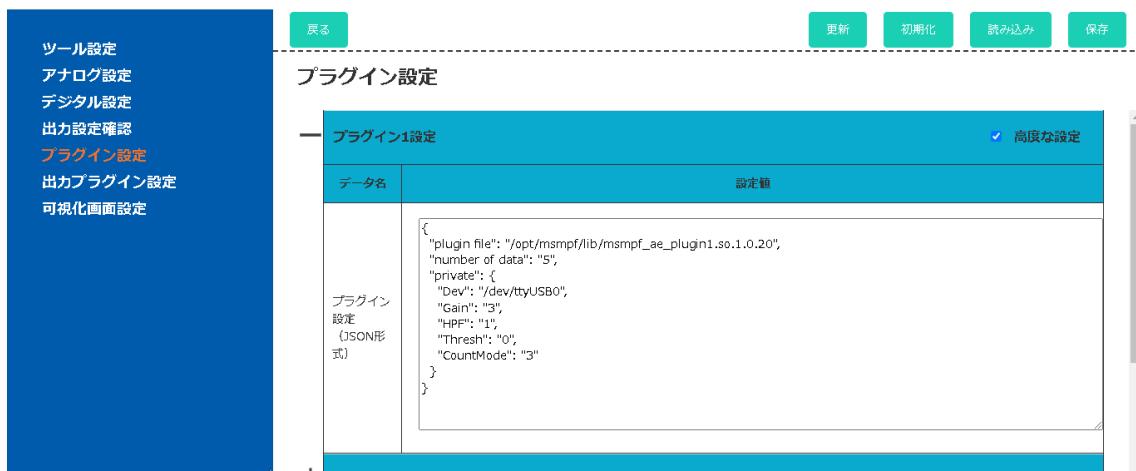
AE センサーの設定などが記述されています。プラグイン設定をクリックすると下記の画面が表示されます。

## MSM-PF 松 設定画面



プラグイン1設定左側の十字(+)マークをクリックし、高度な設定にチェックを入れるとプラグイン設定を見ることができます。設定を変更するときは、このテキストボックス内を直接編集します。

## MSM-PF 松 設定画面



各設定について、以下の表に示します。

項目	説明	初期値
plugin file	プラグインファイルパス(固定)	"/opt/msmpf/lib/msmpf_ae_plugin1.so.1.0.20"
number of data	データ列数(固定)	"5"
Dev	USB デバイスファイルパス(固定)	"/dev/ttyUSB0"
Gain	ゲイン設定("0":0dB, "1":10dB, "2":20dB, "3":30dB, "4":40dB, "5":50dB)	"3"
HPF	ハイパスフィルター設定("0":THRU,	"1"

	"1":30kHz, "2":50kHz, "3":100kHz, "4":150kHz)	
Thresh	閾値設定("0"~"127" 設定値+128)	"0"
CountMode	カウント設定("1":0V 交点数モード, "3": 閾値交点数モード)	"3"

### 【出力プラグイン設定】

プレス判定の閾値や AI 設定などが記述されています。出力プラグイン設定をクリックし、画面右上の高度な設定にチェックを入れると以下の画面が現れます。設定を変更するときは、このテキストボックス内を直接編集します。

MSM-PF 松 設定画面

各設定について、以下の表に示します。

項目	説明	初期値
plugin file	プラグインファイルパス(固定)	"/opt/msmpf/lib/msmpf_output_plugin.so.4.0.6"
output interval	クラウドへの送信間隔(固定)	"3000"
output max records	最大データ蓄積数(固定)	"24000"
waiting time	データ蓄積時間(固定)	"1000"
hostname	ホスト名(固定)	"edgepf-demo1-mqtt.msmpf.com"
hostname_epfc	未使用	"edgepf-demo1-mqtt.msmpf.com"
hostname_st	未使用	"st1-mqtt.msmpf.com"
port	ポート(固定)	"8883"
client key	クライアントキー(固定)	"/opt/msmpf/etc/cert/client/client.key"
client cert	クライアント証明書(固定)	"/opt/msmpf/etc/cert/client/client.crt"
ca cert	CA(固定)	"/opt/msmpf/etc/cert/msmpf_private_CA.crt"
mqtt command	MQTT コマンドタイムアウト(固定)	"20000"

timeout		
tls handshake timeout	TLS ハンドシェイクタイムアウト(固定)	"5000"
plugin flags	プラグインフラグ(固定)	"0x00000004"
module name	プラグインモジュール名(固定)	"ae demo"
flags	プラグインモジュールフラグ(固定)	"0x00000000"
thresh col	プレス判定のデータ列番号	"1"
upthresh	プレス判定上側閾値	"7330000"
downthresh	プレス判定下側閾値	"7300000"
down flag	下回り/上回り	"true"
rshift	異常度判定送信列(固定)	"21"
ae ai		
sum trigger col	異常度計算開始判定のデータ列番号	"0"
sum trigger thresh	異常度計算開始判定の閾値	"-10000"
sum trigger down flag	下回り/上回り	"true"
sum cols	積算するデータ列番号	"0x1e0000"
sum m	積算開始データ数	"1"
sum n	積算数	"2800"
calc mode	計算モード(固定)	"0x1"
ht2 m	異常度計算 m	"2"
ht2 n	異常度計算 n	"5"
vae param file	未使用	"/home/ubuntu/vae_params.bin"
vae cols	未使用	"0x3"
anom mode	異常度判定モード(固定)	"1"
anom col	異常度判定データ列	"17"
anom warn	異常度判定 注意	"0.3"
anom danger	異常度判定 危険	"0.5"
rshift	異常度計算結果送信列(固定)	"22"

"thresh col"

  プレス判定に使用するデータ列番号

  0 -> CSV の 3 列目(エクセルで C 列、可視化画面で D0)

  1 -> CSV の 4 列目(エクセルで D 列、可視化画面で D1)

  ...

"upthresh" "downthresh" "down flag"

  "down flag"が"true"の場合:"downthresh"以下になったときプレス判定 ON, その後

  "upthresh"以上になったときプレス判定 OFF

  それ以外の場合:"upthresh"以上になったときプレス判定 ON, その後"downthresh"以下にな  
  ったときプレス判定 OFF

"sum trigger col"

異常度計算開始判定に使用するデータ列

"sum trigger thresh" "sum trigger down flag"

"sum trigger down flag"が"true"の場合：プレス判定 ON かつ差が"sum trigger thresh"以下になったとき異常度計算開始

それ以外の場合：プレス判定 ON かつ差が"sum trigger thresh"以上になったとき異常度計算開始

"sum cols"

異常度を計算するデータ列番号(複数選択可、対応するビットを 1 にする)

"sum m"

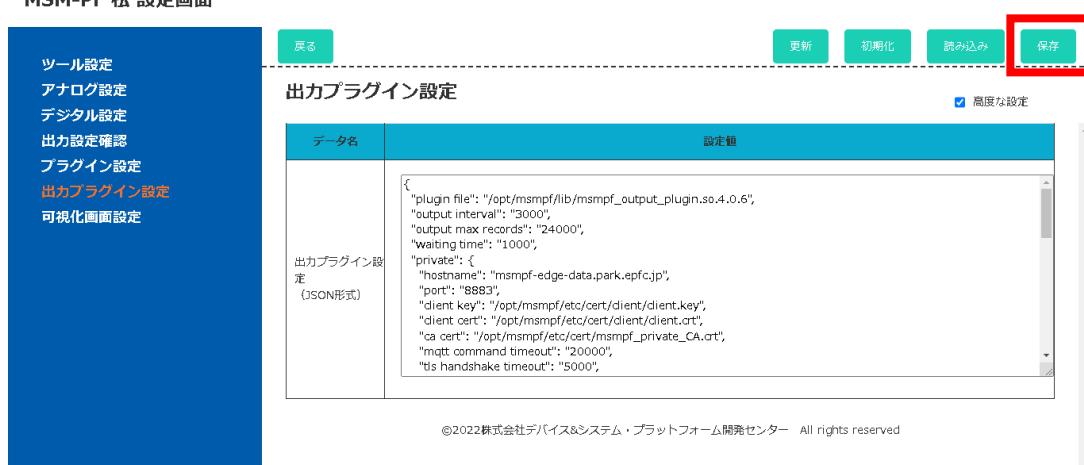
積算開始までにスキップするデータの個数

"sum n"

積算するデータ数

設定が終わったら【保存】をクリックしてください。

MSM-PF 松 設定画面



『保存します。実行しますか。』と表示されます。【保存】をクリックすると、ダウンロードフォルダに新しいセンサー設定ファイルが『MATSU\_setting.json』というファイル名で保存されます。



ファイル名を変更したい場合は【キャンセル】をクリックして、【ツール設定】をクリックします。設定ファイル名にファイル名を記入して【保存】をクリックし、もう一度【保存】をクリックしてください。ダウンロードフォルダに新しいセンサー設定ファイルが変更したファイル名で保存されます。



## 4.5 センサー設定ファイルのアップロード

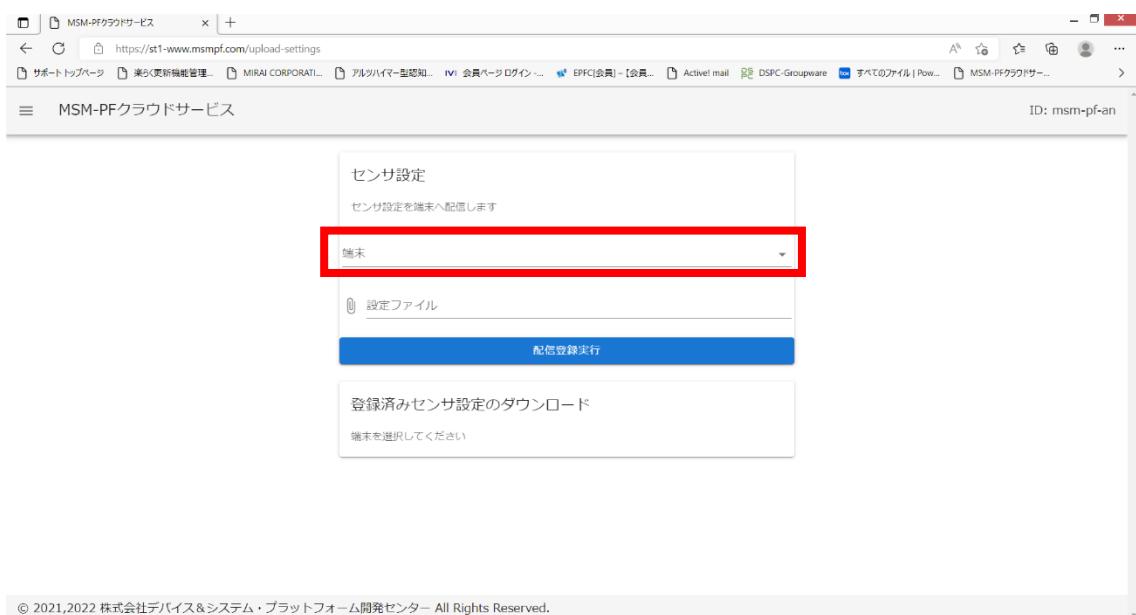
- ① MSM-PF(松 1)の AC アダプターの中間スイッチをまず OFFにしてください。
- ② PC 上の適当な場所にセンサー設定ファイルを置いてください。デフォルトのセンサー設定ファイルは output406\_test\_ae\_demo\_ht2\_20221007.json となっています。変更したい場合は前章の説明に従って再作成してください。

添付ファイル output406\_test\_ae\_demo\_ht2\_20221007.json 

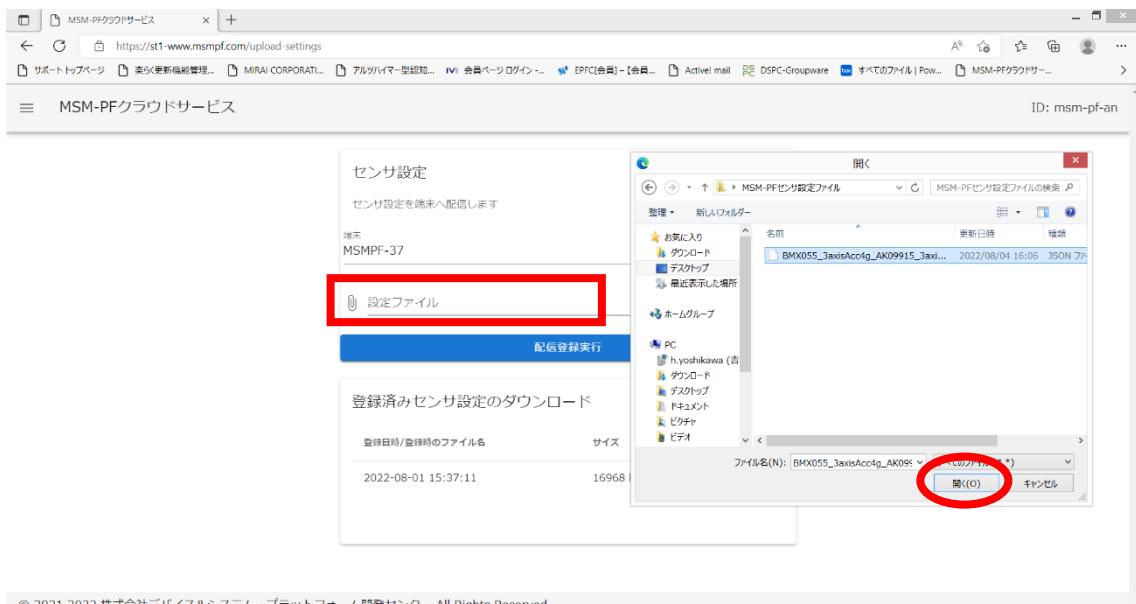
- ③ エッジプラットフォームコンソーシアム <https://www.epfc.jp/> に接続して、MSM-PF クラウドサービスに Sign in してください。
- ④ 以下の画面で【センサー設定】タグをクリックしてください。



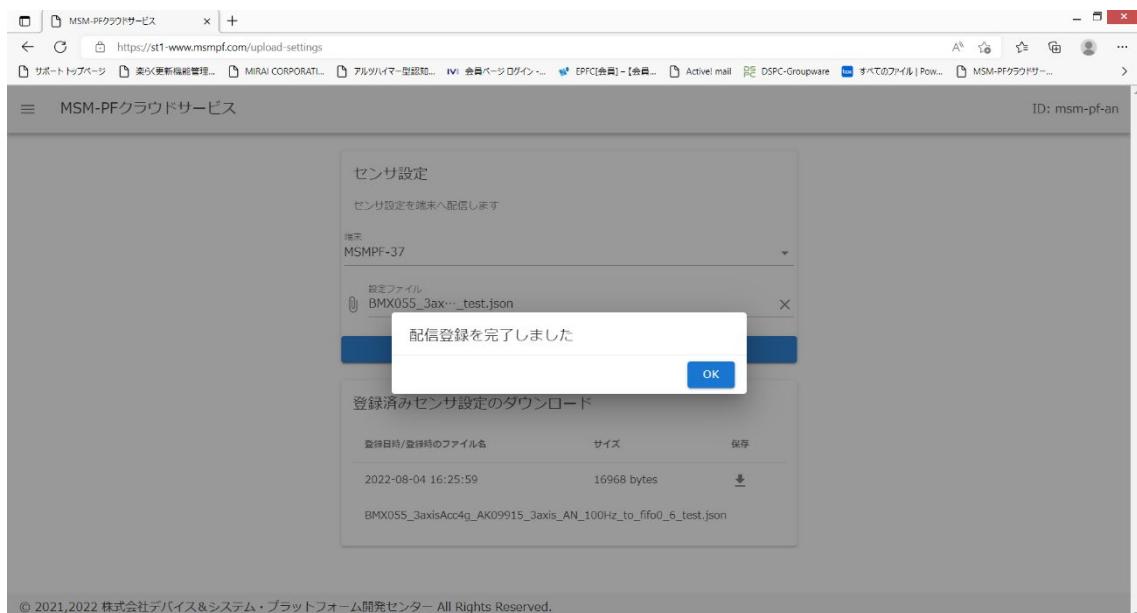
- ⑤ 以下のような画面が立ち上がりますので【端末】のプルダウンメニューで該当する端末名（本アプリケーションノートでは MSMPF-39）を選択してください。



- ⑥ 【設定ファイル】にカーソルを置くとファイルフォルダが立ち上がりりますので、②でセンサー設定ファイルを置いた場所からセンサー設定ファイルを選択し【開く(O)】をクリックしてください。その後【配信登録実行】タグをクリックすると登録が開始されます。

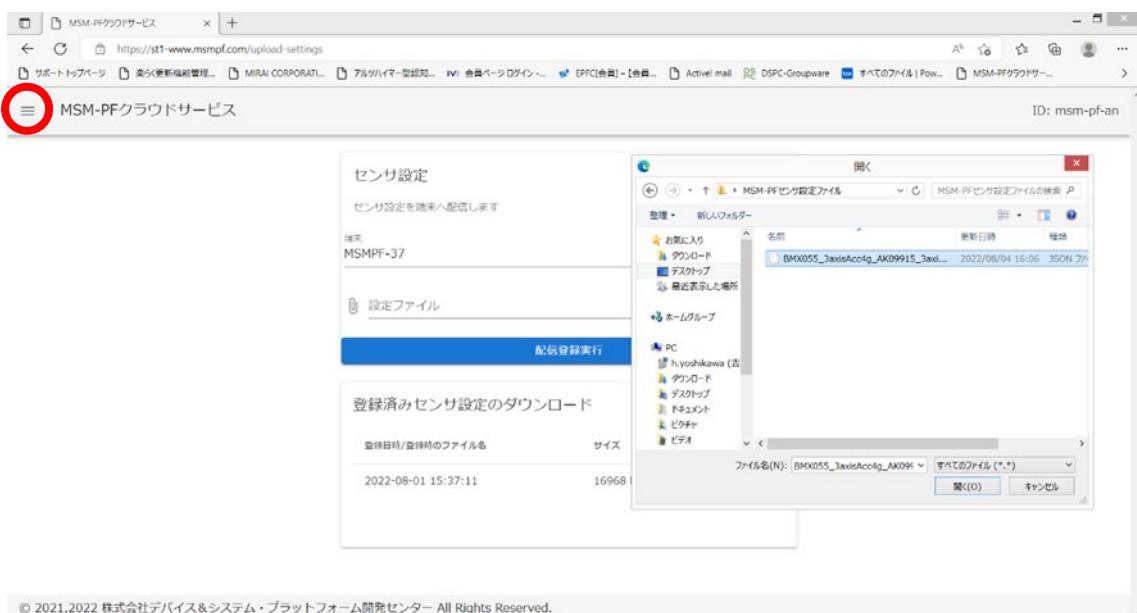


- ⑦ 『配信登録を完了しました』と表示されますので【OK】をクリックしてください。

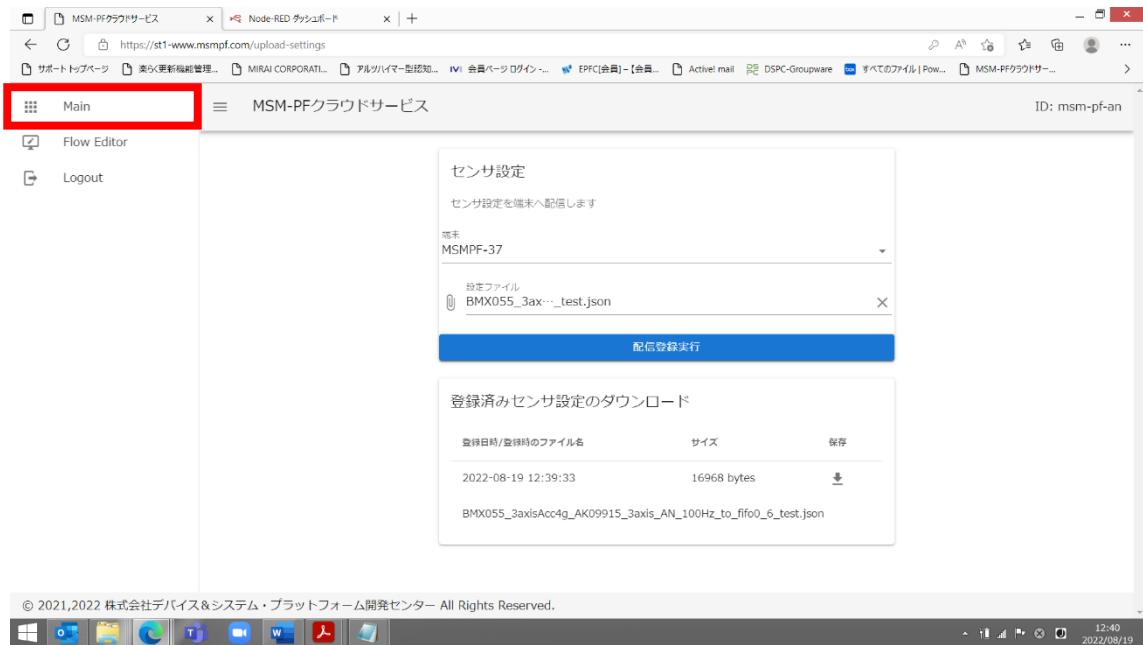


- ⑧ AC アダプターの中間スイッチを ON にすると、MSM-PF(松 1)本体にセンサー設定ファイルが読み込まれます。①でスイッチを OFF にしていないと読み込まれませんので、ご注意ください。
- ⑨ MSM-PF クラウドサービスのメイン画面で【ダッシュボード】タグをクリックして、配信した端末が connected になっているのを確認してください。中間スイッチを ON にしてから connected になるまでに 1 分半ほど時間がかかります。
- ⑩ **以上の操作で MSM-PF によるセンサーデータの収集が開始されます。**

メイン画面に戻りたい場合には、以下の赤丸の部分をクリックしてください。



以下のように画面左側にメニューが表示されますので【Main】をクリックするとメイン画面に戻ります。



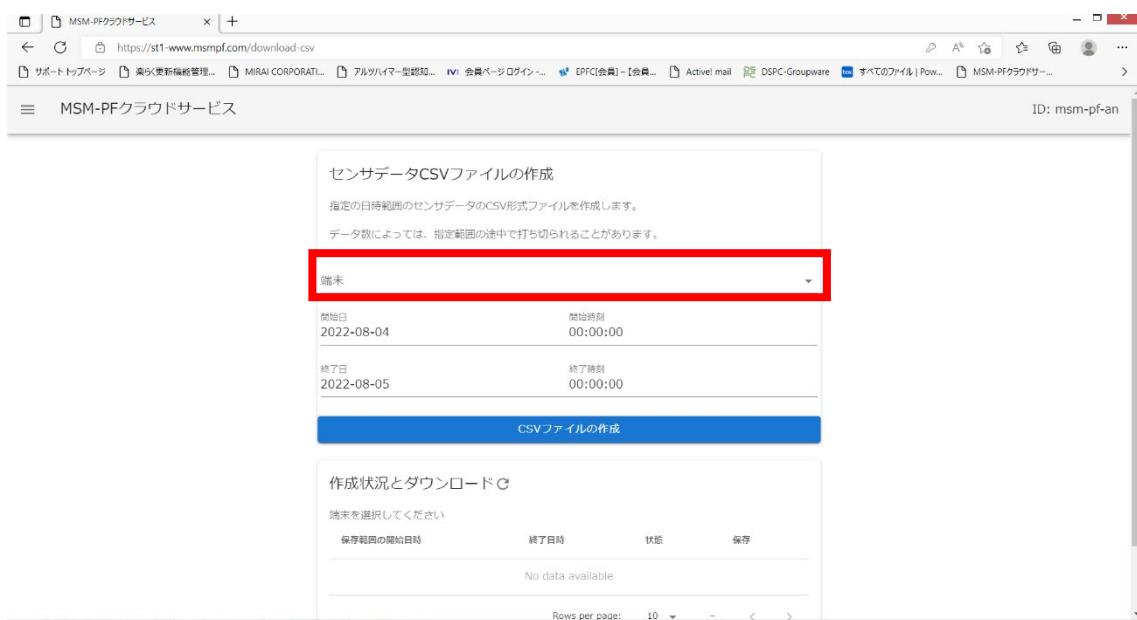
## 5. センサーデータのダウンロードおよび整理

### 5.1 クラウドに蓄積されたセンサーデータのダウンロード

- ① MSM-PF クラウドサービスのメイン画面で【センサーデータ取得】タグをクリックしてください。



- ② 以下のような画面が立ち上がりますので、端末のプルダウンメニューで MSMPF-39 を選択した後に、保存したいデータの開始時刻と終了時刻を設定してください。



開始日にカーソルを置くと以下のようない日付設定画面が立ち上がります。開始時刻にカーソルを置くと時刻設定画面が立ち上がります。終了日、終了時刻についても同様に設定します。

## 日付設定画面

センサデータCSVファイルの作成

指定の日時範囲のセンサデータのCSV形式ファイルを作成します。

データ数によっては、指定範囲の途中で打ち切られることがあります。

端末  
MSMPF-37

2022  
Fri, Aug 19

August 2022

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31					

開始時刻  
00:00:00

終了時刻  
00:00:00

CSVファイルの作成

作成状況とダウンロード

端末を選択してください

保存範囲の開始日時  
終了日時

No data

CANCEL OK

Rows per page: 10 ▾

## 時刻設定画面

センサデータCSVファイルの作成

指定の日時範囲のセンサデータのCSV形式ファイルを作成します。

データ数によっては、指定範囲の途中で打ち切られることがあります。

端末  
MSMPF-37

00:00:00

開始日  
2022-08-19

終了日  
2022-08-20

CSVファイルの作成

作成状況とダウンロード

端末を選択してください

保存範囲の開始日時  
終了日時

No data

CANCEL OK

Rows per page: 10 ▾

- ③ 【CSV ファイルの作成】タグをクリックすると CSV ファイルの作成が開始されます。”CSV ファイルの作成を開始しました。”と表示されますので【OK】をクリックしてください。

MSM-PFクラウドサービス

https://st1-www.msmpf.com/download-csv

サポートトップページ 楽らく更新履歴管理.. MIRAI CORPORATE.. アルカリマーク認知.. EPFC(会員).. 会員ページログイン.. Active mail DSPC-Groupware すべてのファイル Power... MSM-PFクラウドサービス.. ID: msm-pf-an

センサデータCSVファイルの作成

指定の日時範囲のセンサデータのCSV形式ファイルを作成します。

データ数によっては、指定範囲の途中で打ち切られることがあります。

端末  
MSMPF-37

開始日  
2022-08-04

終了日  
2022-08-05

開始時刻  
17:10:00

終了時刻  
17:15:00

CSVファイルの作成

作成状況とダウンロード

端末を選択してください

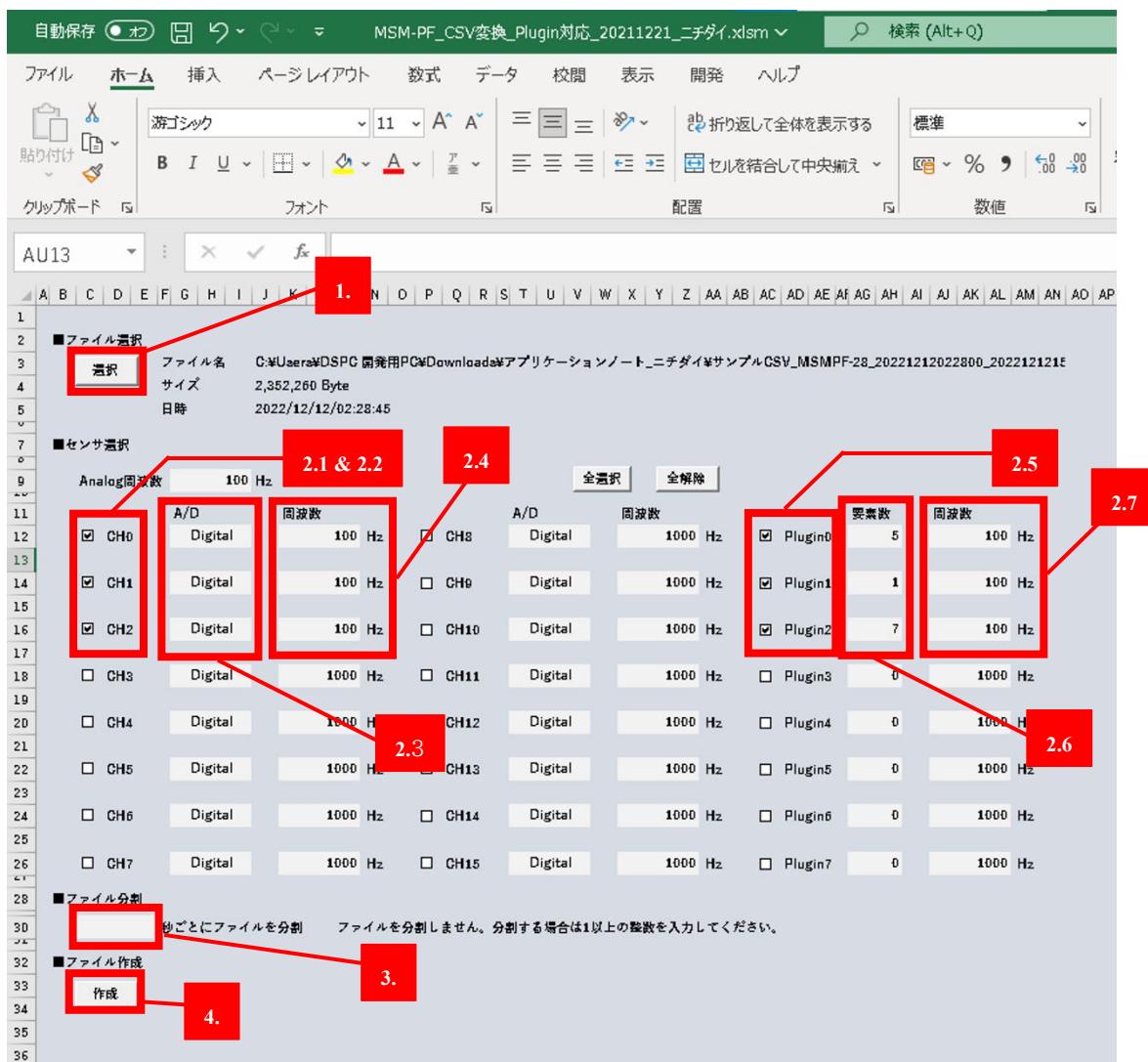
保存範囲の開始日時	終了日時	状態	操作
2022-08-04 17:10:00	2022-08-05 17:15:00	in progress	
2022-08-04 17:00:00	2022-08-04 17:05:00	created	

作成状況とダウンロードの右側にある更新ボタンをクリックして状態が in progress から created になるのを確認してください。

- ④ 状態が created になると【保存】の↓がクリック可能となりますので、クリックしてデータをダウンロードしてください。

## 5.2 ダウンロードしたセンサーデータの整理

同梱のセンサーデータ整理マクロ(Microsoft EXCEL)を立ち上げてください。



## 準備

前説に従い MSM-PF クラウドサービスから CSV ファイルをダウンロードします。

CSV ファイルのサンプル ↓

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
23066	1670812259	778028																54550	44.55566	2677629	16.85578	88						
23067	1670812259	784970	7367343	7362606	12990985													54551	46.99707	2657011	16.73458	116						
23068	1670812259	788032																54552	42.11426	2645686	16.6774	88						
23069	1670812259	794970	7367340	7362604	12990988												54553	46.99707	2635350	16.609	118							
23070	1670812259	798019															54554	45.16602	2644907	16.66445	96							
23071	1670812259	804971	7367327	7362607	12990984																	0 2.06E+10	0 2.06E+10					
23072	1670812259	808026															54555	45.16602	2662066	16.75393	118							
23073	1670812259	814971	7367327	7362590	12991010												54556	45.77637	2672718	16.83041	90							
23074	1670812259	818025															54557	45.77637	2663555	16.79284	120							
23075	1670812259	824971	7367329	7362598	12990907												54558	50.04883	2666389	16.80505	102							
23076	1670812259	828028																										
23077	1670812259	834971	7367331	7362598	12991031																							
23078	1670812259	837901																										
23079	1670812259	844970	7367332	7362596	12990927																							
23080	1670812259	847892																										
23081	1670812259	854971	7367330	7362583	12991040																							
23082	1670812259	857905																										
23083	1670812259																											

## 0. ファイル選択

【選択】ボタンをクリックするとファイルフォルダが立ち上がりますので、ダウンロードした CSV ファイルを選択します。

## 1. データ選択

CSV ファイルの列番号とデータの対応 ↓

CSV (Excel)	可視化画面 (デフォルト)	データ名	データ間隔 (デフォルト)
A	-	タイムスタンプ	
B	-	マイクロ秒	
C	D0	荷重 1	100Hz
D	D1	荷重 2	100Hz
E	D2	変位	100Hz
F	D3	データなし	
G	D4	データなし	
H	D5	データなし	
I	D6	データなし	
J	D7	データなし	
K	D8	データなし	
L	D9	データなし	
M	D10	データなし	
N	D11	データなし	
O	D12	データなし	
P	D13	データなし	
Q	D14	データなし	
R	D15	データなし	
S	D16	AE_No	100Hz
T	D17	AE_Amp	100Hz
U	D18	AE_Energy	100Hz
V	D19	AE_RMS	100Hz
W	D20	AE_Counts	100Hz
X	D21	異常度判定	1 プレス毎
Y	D22	異常度判定 (エッジ計算 1 回あたり)	1 プレス毎
Z	D23	AE_Amp 積算値	1 プレス毎
AA	D24	AE_Amp 異常度スコア	1 プレス毎
AB	D25	AE_Energy 積算値	1 プレス毎
AC	D26	AE_Energy 異常度スコア	1 プレス毎
AD	D27	AE_RMS 積算値	1 プレス毎
AE	D28	AE_RMS 異常度スコア	1 プレス毎

1.1 値を切り出したい CH にチェックを入れます。

上の表に示したように、CSV ファイルの列番号に対してデータは

C 列 --> CH0 (D0)  
D 列 --> CH1 (D1)  
...  
J 列 --> CH8 (D8)  
K 列 --> CH9 (D9)  
...

という対応になっています。

- 1.2 荷重センサー1はCH0(D0)、荷重センサー2はCH1(D1)を選択します。変位センサーはCH2(D2)を選択します。
- 1.3 荷重センサー、変位センサーのA/DはDigitalを選択します。
- 1.4 荷重センサー、変位センサーの周波数は100Hzを入力します(※ MSM-PF(松1)の設定ファイルでサンプリング周波数を変えた場合は適宜変更)。
- 1.5 AEセンサーのデータ(CH16(D16)以降)はPluginで切り出されますので、Pluginにチェックを入れます。  
同一タイムスタンプとなるデータの組が「AE\_No～AE\_Counts」、「異常度判定」、「異常度判定(エッジ計算1回あたり)～AE\_RMS 異常度スコア」の3つあるので、Plugin0～2にチェックを入れます。
- 1.6 CSVファイル上で同一タイムスタンプになっている列数を記入します。  
つまり、「AE\_No～AE\_Counts」は5列なので5を入力します。同様に、「異常度判定」は1を、「異常度判定(エッジ計算1回あたり)～AE\_RMS 異常度スコア」は7を入力します。
- 1.7 同一タイムスタンプとなるデータの組のデータ間隔を入力します。  
「AE\_No～AE\_Counts」は100Hzです(※ MSM-PF(松1)の設定ファイルでサンプリング周波数を変えた場合は適宜変更)。「異常度判定」と「異常度判定(エッジ計算1回あたり)～AE\_RMS 異常度スコア」は1プレス毎に出力されますので、1/周波数 < プレス間隔(秒)となるように入力します。

## 2. ファイル分割

MSM-PF(松1)のCSVファイルは行数が多いので、ファイルを分割します。  
何秒毎にファイルを分割するかを入力します。

## 3. 作成ボタンクリック

CHごと、PluginごとにCSVファイルが生成されます。  
切り出し後のCSVファイル(CHごと、Pluginごと)のサンプル ↓

自動保存 (オフ) Digital\_CH0\_3600sec\_220819055546.xlsx • 保存しました ✓ 検索 (Alt+Q)

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 ヘルプ

元に戻す 貼り付け クリップボード フォント 配置 数値

A1 :  unixtime

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	unixtime	exceltime	us	CH0				間隔[us]( <input checked="" type="checkbox"/> 間隔状態)( <input type="checkbox"/> 行番号(入力))					
2	22/08/19/	44792.25	509090	65136				0 [0]	2				
3	22/08/19/	44792.25	519090	65136				10000 [0]	9				
4	22/08/19/	44792.25	529090	65136				10000 [0]	13				
5	22/08/19/	44792.25	539091	65136				10001 [0]	20				
6	22/08/19/	44792.25	549091	65104				10000 [0]	26				
7	22/08/19/	44792.25	559090	65120				9999 [0]	31				
8	22/08/19/	44792.25	569090	65120				10000 [0]	38				
9	22/08/19/	44792.25	579090	65104				10000 [0]	42				
10	22/08/19/	44792.25	589090	65120				10000 [0]	49				
11	22/08/19/	44792.25	599091	65136				10001 [0]	56				
12	22/08/19/	44792.25	609091	65136				10000 [0]	60				
13	22/08/19/	44792.25	619090	65104				9999 [0]	67				
14	22/08/19/	44792.25	629090	65104				10000 [0]	73				
15	22/08/19/	44792.25	639090	65104				10000 [0]	78				
16	22/08/19/	44792.25	649090	65120				10000 [0]	85				
17	22/08/19/	44792.25	659091	65104				10001 [0]	89				
18	22/08/19/	44792.25	669091	65104				10000 [0]	96				
19	22/08/19/	44792.25	679090	65104				9999 [0]	103				
20	22/08/19/	44792.25	689090	65120				10000 [0]	107				
21	22/08/19/	44792.25	699090	65152				10000 [0]	114				
22	22/08/19/	44792.25	709090	65136				10000 [0]	119				

Digital\_CH0\_3600sec\_220819055546

## 6. お問い合わせ

操作方法などお困りの場合には下記よりお問い合わせください。

一般社団法人エッジプラットフォームコンソーシアム

<https://www.epfc.jp/contact/>