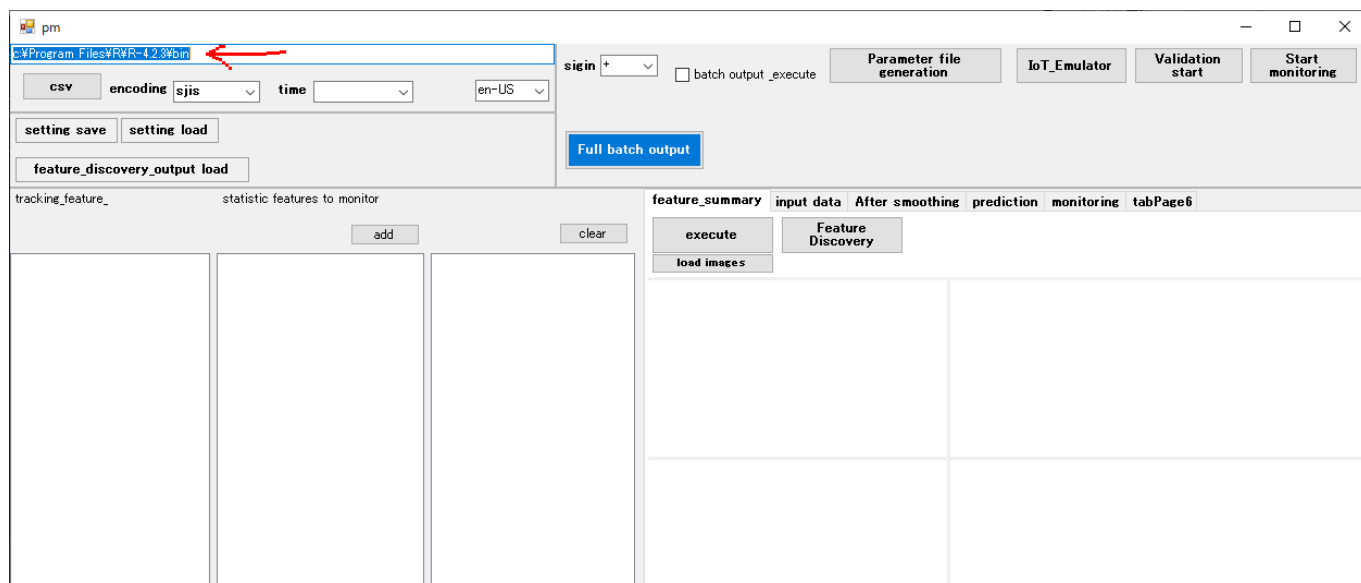


pm.bat

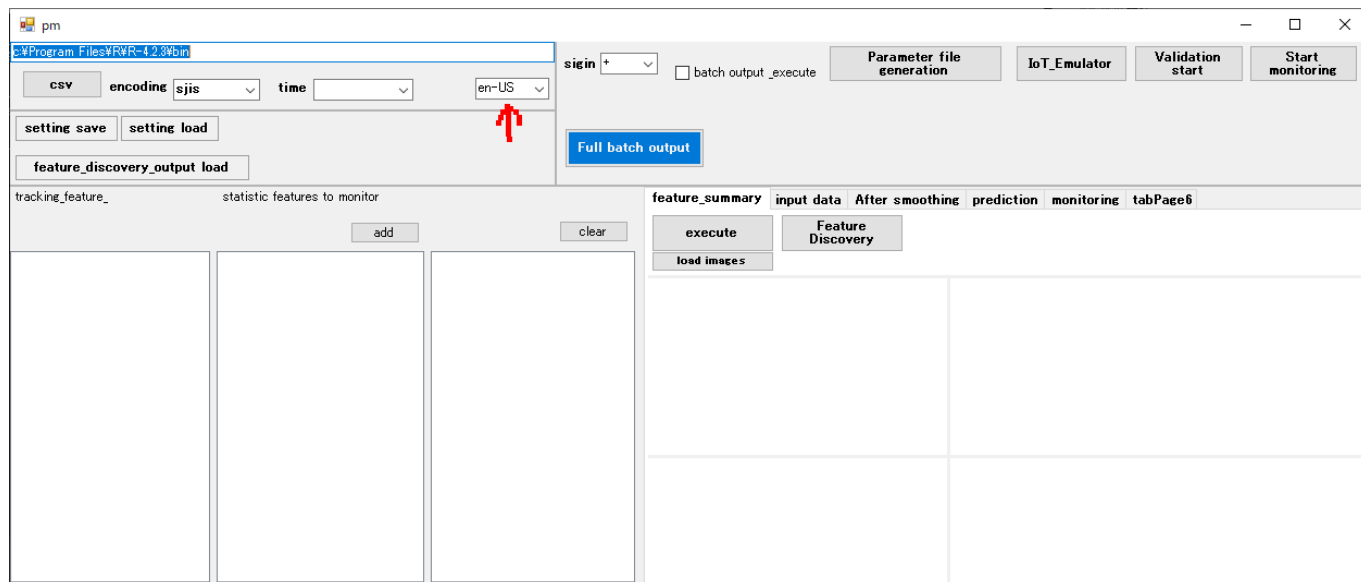
Rのインストール場所を設定



これは最初の1回目だけでよい。

言語設定

日本語か英語が選択できる。設定したら再度起動することで指定した言語になる。



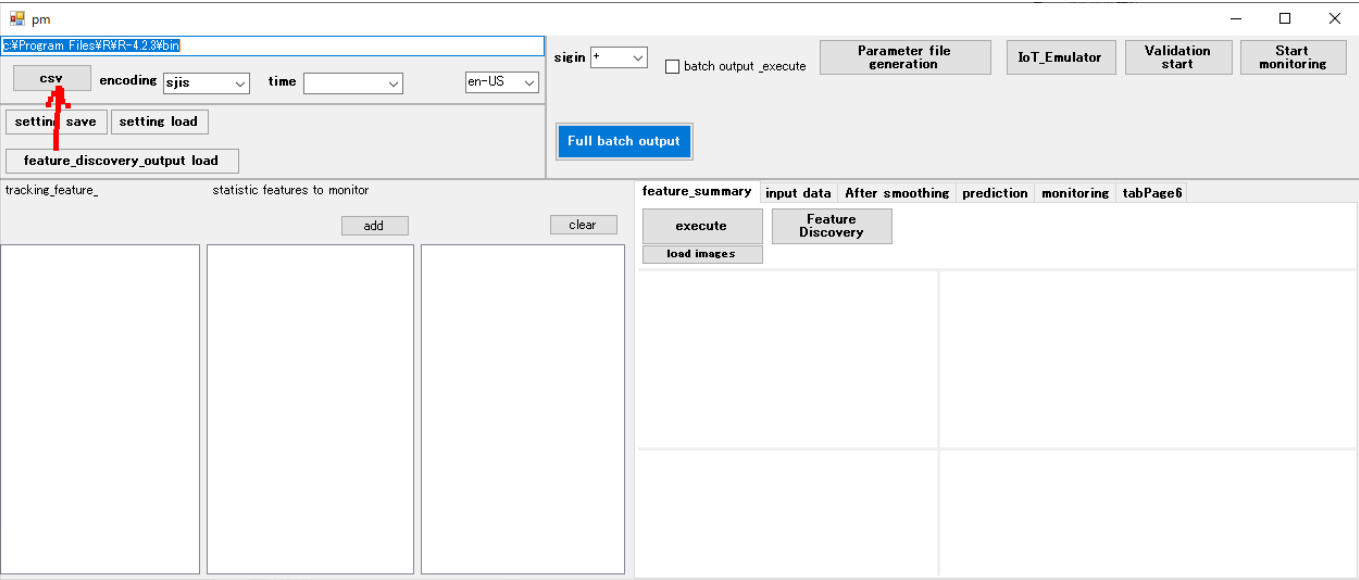
ファイルのエンコーディング設定

現在はUTF-8固定で、入力csvファイルは全て自動的にUTF-8に変換されます。また、出力ファイルは全てUTF-8で出力されます。

csvデータの投入

csvデータは定期保存などで蓄積したデータかそれを一旦まとめたcsvファイルなど複数でも一つでもよい。それらのcsvファイルを適当なフォルダー名配下に置かれているものとする。「csv」ボタンでフォルダーに

アクセスして最初のcsvファイルを選択します。

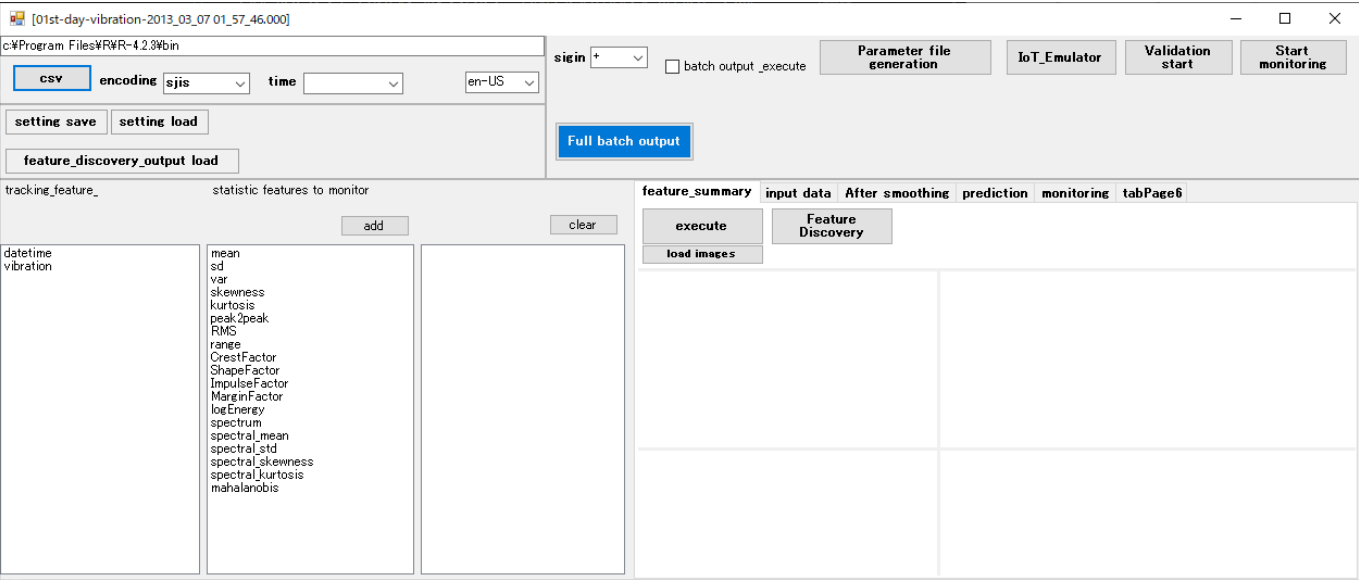


最初のcsvファイルを選択

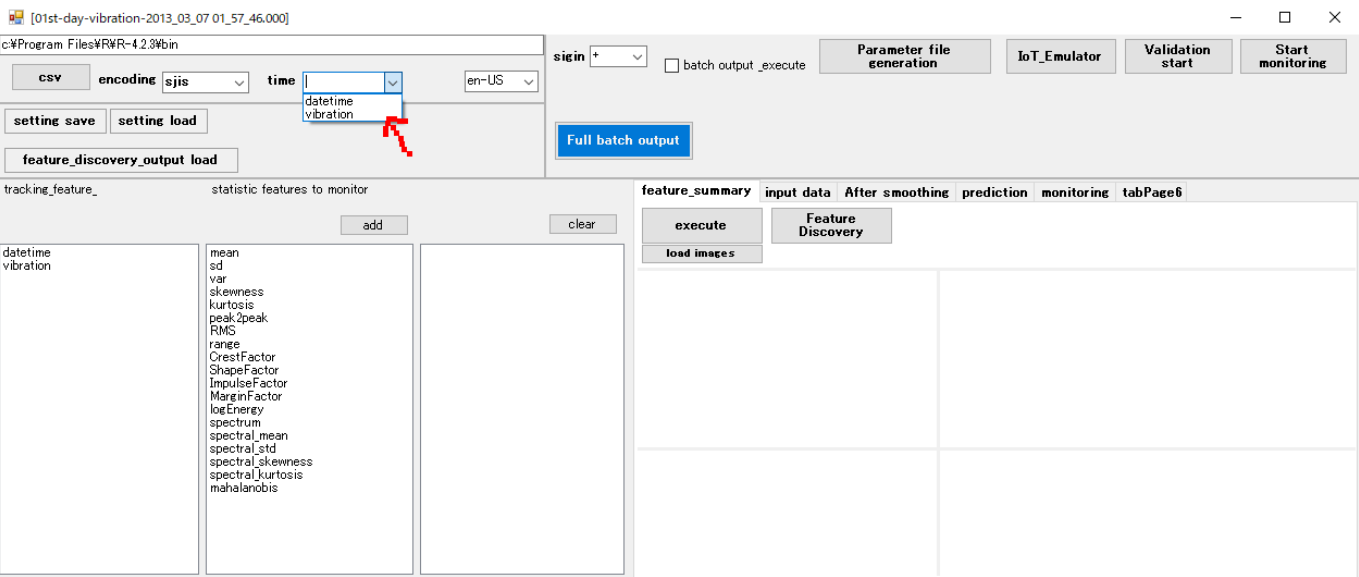
	01st-day-vibration-2013_03_07 01_57_46....	2024/03/28 6:51	Microsoft Excel CS...	20,788 KB
	02nd-day-vibration-2013_03_08 01_57_46....	2024/03/28 6:51	Microsoft Excel CS...	20,795 KB
	03rd-day-vibration-2013_03_09 01_57_46....	2024/03/28 6:51	Microsoft Excel CS...	20,799 KB
	04th-day-vibration-2013_03_10 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,799 KB
	05th-day-vibration-2013_03_11 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,798 KB
	06th-day-vibration-2013_03_12 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,790 KB
	07th-day-vibration-2013_03_13 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,798 KB
	08th-day-vibration-2013_03_14 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,792 KB
	09th-day-vibration-2013_03_15 01_57_46....	2024/03/28 6:52	Microsoft Excel CS...	20,798 KB
	10th-day-vibration-2013_03_16 01_57_46....	2024/03/28 6:53	Microsoft Excel CS...	20,795 KB
	11th-day-vibration-2013_03_17 01_57_46....	2024/03/28 6:53	Microsoft Excel CS...	20,798 KB
	12th-day-vibration-2013_03_18 01_57_46....	2024/03/28 6:53	Microsoft Excel CS...	20,801 KB
	13th-day-vibration-2013_03_19 01_57_46....	2024/03/28 6:53	Microsoft Excel CS...	20,798 KB
	14th-day-vibration-2013_03_20 01_57_46....	2024/03/28 6:53	Microsoft Excel CS...	20,785 KB
	15th-day-vibration-2013_03_21 01_57_46....	2024/03/28 6:54	Microsoft Excel CS...	20,802 KB
	16th-day-vibration-2013_03_22 01_57_46....	2024/03/28 6:54	Microsoft Excel CS...	20,800 KB

タイムスタンプ パラメータ設定

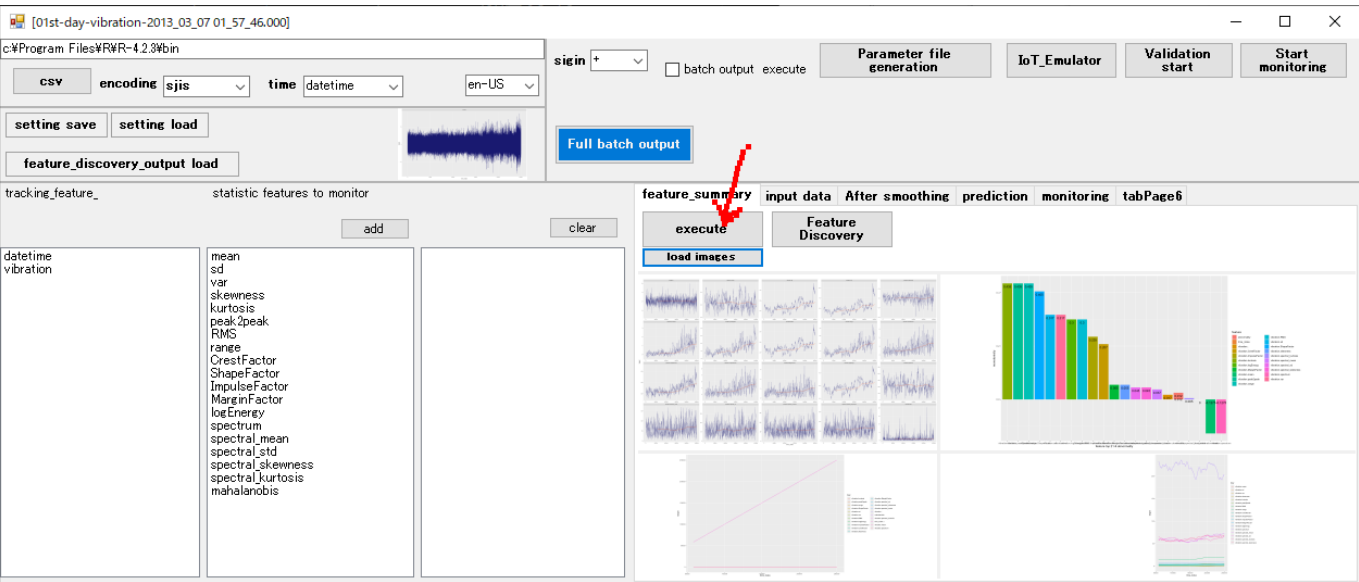
csvを読み込むと各項目と調査可能な特徴量リストが自動的に設定されます。



まず、タイムスタンプを表す項目を選んで指定します。



特徴量のサマリー



xxxx_feature_summary_visualization.bat ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。)

データの各項目ごとの特徴量の概要を可視化のためのバッチを生成します。

batch output & execute チェックボックスがONになっているとバッチ生成とバッチ実行が行われがこの処理はすべての項目に対して行うため時間がかかります。

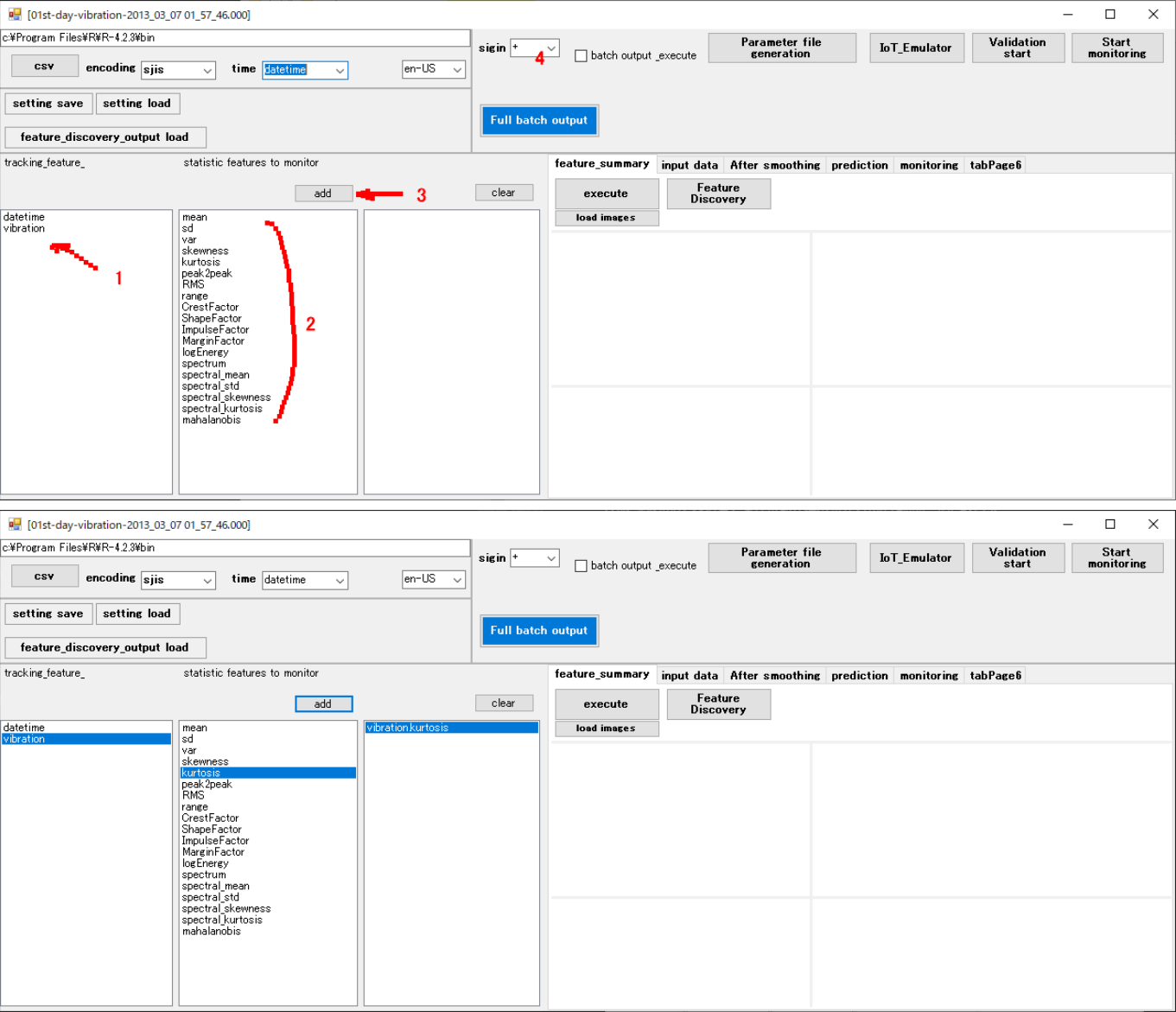
Remaining Useful Life (RUL) を推定するためのパラメータ設定

設定には全て自分で設定する場合と半自動で設定する方法が可能です。半自動で設定してから特定のパラメータだけを自分で設定しなおすことも可能です。

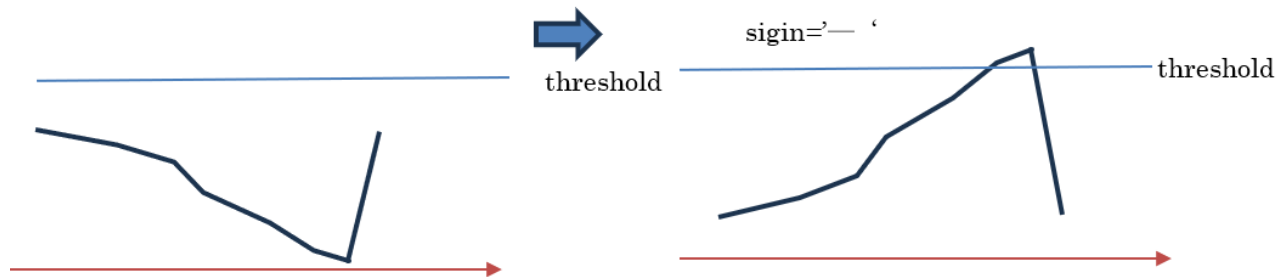
各種設定

特徴量の選択

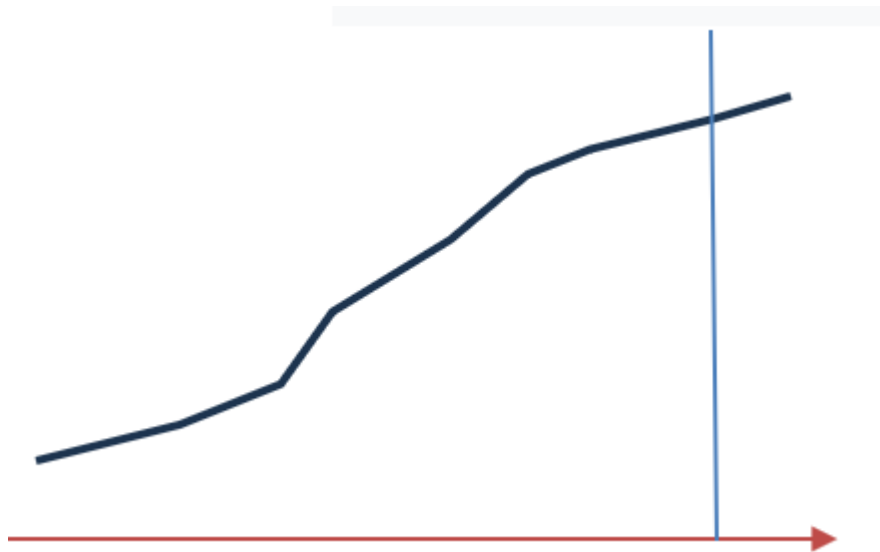
半自動で設定する場合は設定は不要です。RULをトラッキングする項目と特徴量を選択して**add**ボタンを押します。



- **sign** 特徴量の符号を反転するかを指定します。

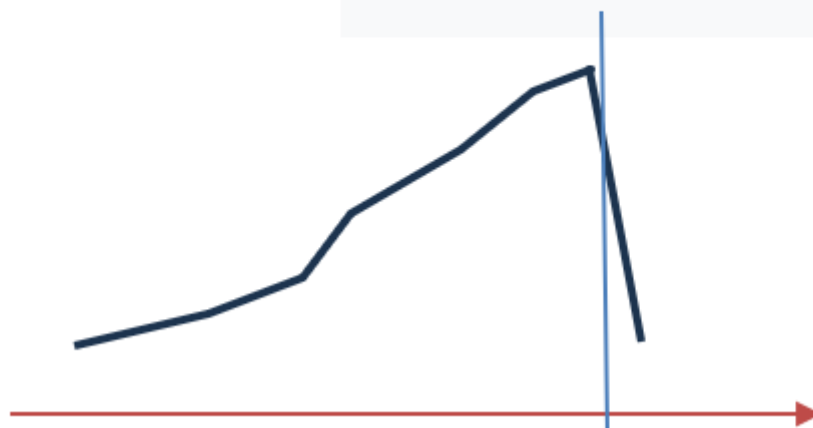


寿命が短くなるにつれて閾値を越えようとするようにするには特徴量が時間とともに上昇していく必要があります。



この特徴量がRULを表すものであればメンテナンス後には急降下する特徴もあるはずで重要な判断にな

maintenance



ります。

RULをトラッキングする項目と特徴量は2個設定が必要です。それ以上設定してもトラッキング対象にはなりません。

The screenshot shows the 'input data' tab of the Predictive Maintenance software. The interface includes a file selection area at the top left, a list of features to monitor in the middle left, and a prediction model configuration section on the right. The 'input data' tab is active, showing settings for 'max_prediction_length' (800), 'forecast_time_unit' (day), and 'prediction model' (use_arma selected). The 'feature_summary' tab is also visible, showing a list of features to monitor.

また、**sign**やその他のパラメータは共通となります。2番目にリストされた特徴量は参考データとしてトラッキングされます。後述の **予測の実施(検証)** では閾値に関しては自動的に調整されます。

入力データ設定

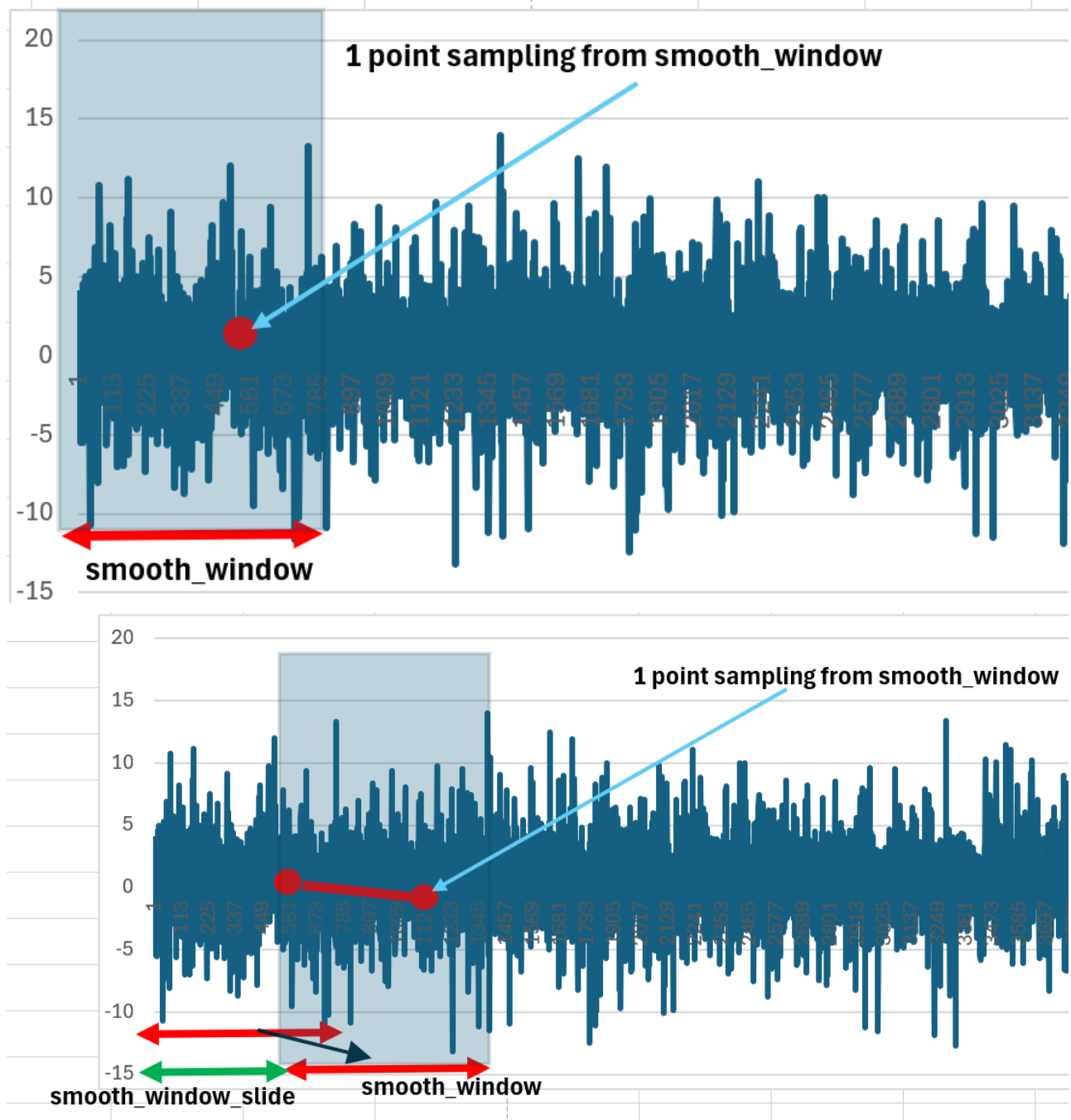
データの時間単位、毎回生成されてくる観測データの大体の量、トレーニングに使われる量、過去のデータを含めて最大どれだけを持続し続けるかを指定します。過去のデータを含めて最大保持量を超えると自動的に一番古い部分から削除していきます。

The screenshot shows the 'input data' tab of the Predictive Maintenance software. The interface includes a file selection area at the top left, a list of features to monitor in the middle left, and a prediction model configuration section on the right. The 'input data' tab is active, showing settings for 'unit_of_time' (sec), 'unit_of_record' ((1/585936)*60*60*24), 'one_input' (24*60*60), 'max_train_span' (11*30*24*60*60), and 'max_retained_length' (3*30*24*60*60). The 'smooth_window' and 'smooth_window_slide' fields are highlighted with a red box.

赤枠の部分は自動設定可能です。このパラメータは通常は0で問題ありません。入力データが巨大ない場合に指定された**smooth_window**と **smooth_window_slide** でサンプリングしたデータを使うようにできます。

- **unit_of_time** データの時間単位
- **unit_of_record** 一行間の時間間隔
- **one_input** 毎回提供されるcsvのデータ量 これは実際に運用時に提供されるcsvの行数です。ここの設定に従ってcsvファイルは自動的に分割されてfilesフォルダーに生成されます。これらのファイルはUntreatedフォルダーにコピーされて1ファイル毎に読み込まれて行きます。運用時はUntreatedフォルダーを監視してファイルが転送されるごとに読み込まれてUntreatedフォルダーから削除されてProcessedフォルダーに移動されます。

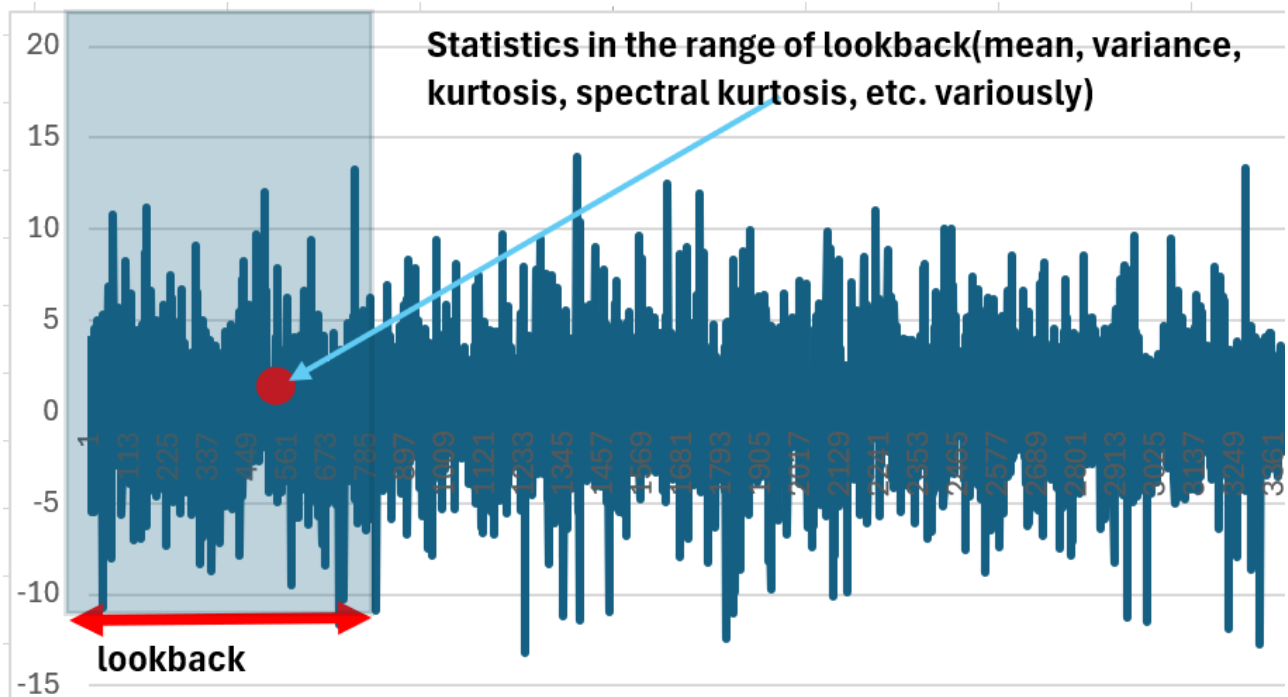
- **max_train_span** トレーニングに使われる量(閾値推定とMahalanobis' distanceの計算で必要になります) 入力データの蓄積がこの量を超えると閾値推定が完了してそれ以降は閾値は更新されません。またMahalanobis' distanceのモデルもこの時点までのデータを作って生成されます。従ってこの設定を十分に取っておかないと閾値の更新は直ぐに停止してしまい入力データが閾値を遥かに超えていく事が起きてしまいます。
- **max_retained_length** 過去のデータを含めて保持し続ける最大量です。max_train_spanよりも十分大きく設定して下さい。
- **smooth_window** 入力データのサンプリングする際のウィンドウサイズを指定する。
- **smooth_window_slide** 入力データのサンプリングする際のウィンドウの移動量を指定する。



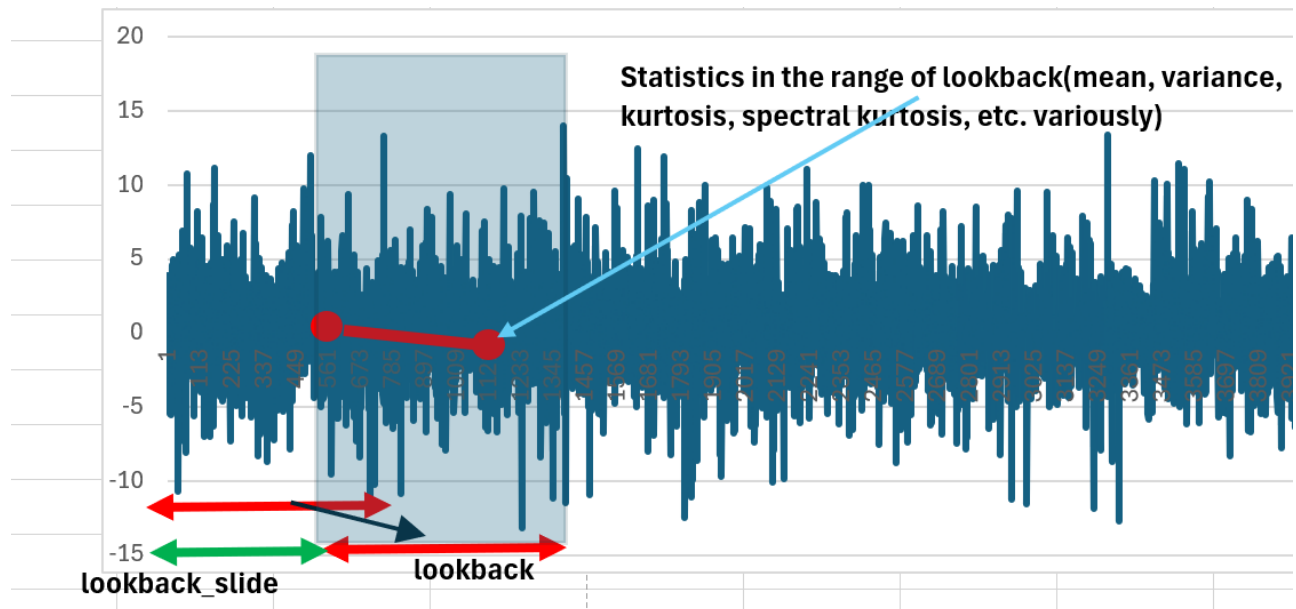
特徴量トラッキング設定

赤枠の部分は自動設定可能です。

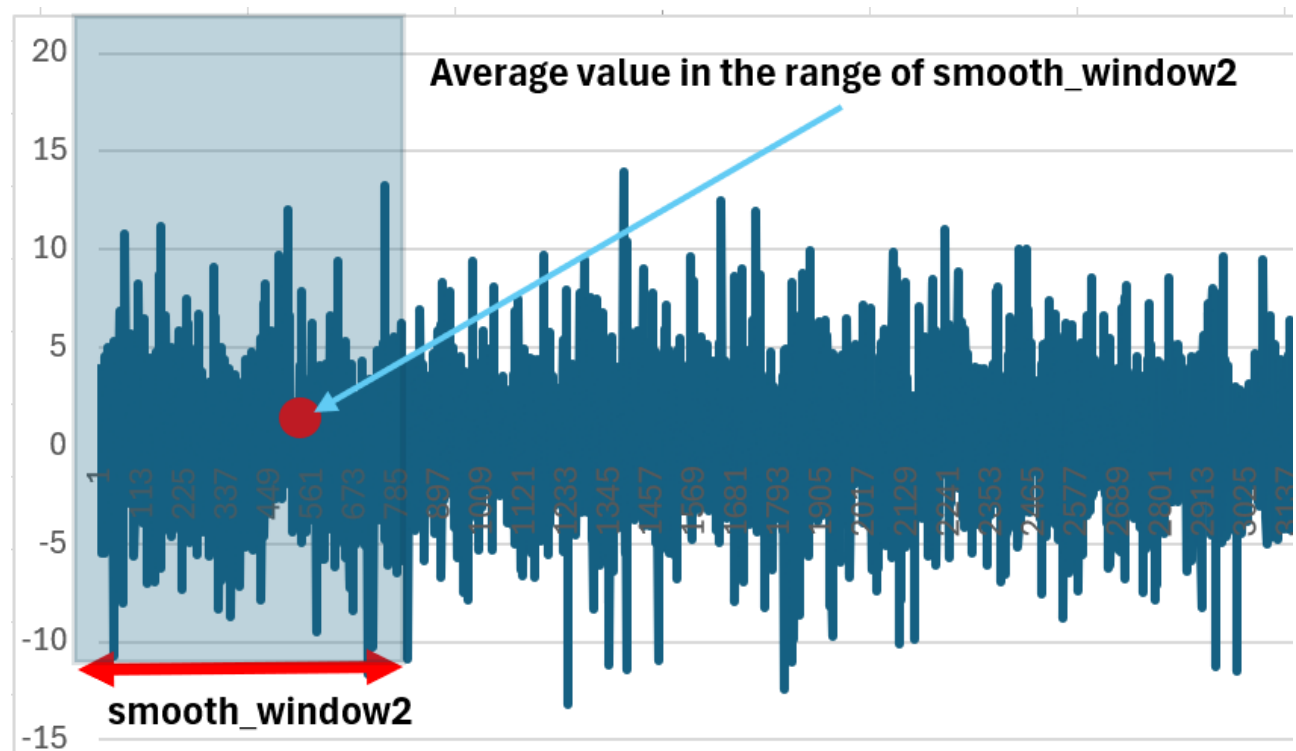
- **sampling_num** 予測線を作成する際に、すべての履歴データを参照せずに、指定された量をサンプリングしてフィットを試みる。
- **lookback** 入力データの基本統計量を特徴量とするデータを作成する際のウィンドウサイズを指定する。



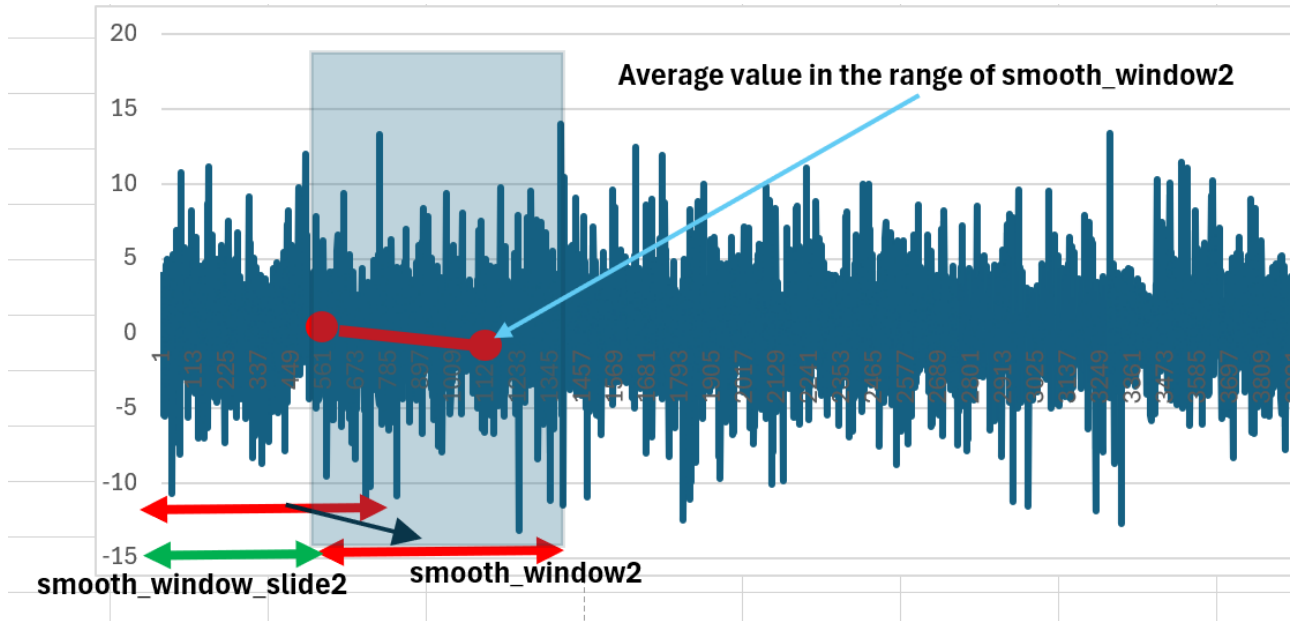
- **lookback_slide** 入力データの基本統計量を特徴量とするデータを作成する際のウィンドウ移動量を指定する。



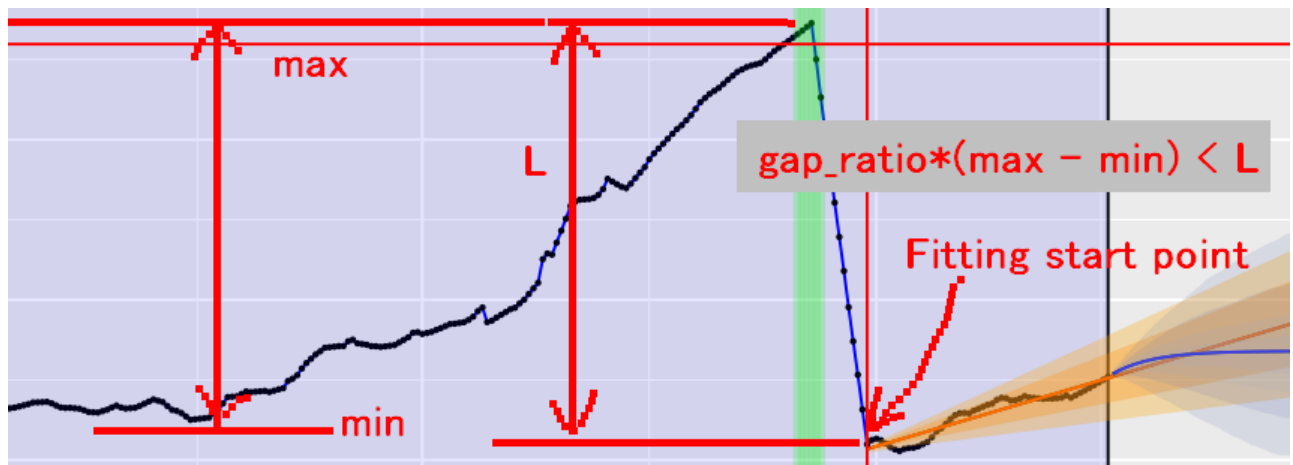
- **smooth_window2** 特徴量を平滑化する際のウィンドウサイズを指定する。



- **smooth_window_slide2** 特徴量を平滑化する際のウィンドウの移動量を指定する。



- **smoother_span** 入力データをフィッティングする前にフィッティングする点列を平滑化する。値が小さいほど元の揺らぎ通りになる。値を大きくすると滑らかになる。
- **gap_ratio** 入力データの傾向が急激に上がるか下がった場合にフィッティングの開始点を急激に変化した位置にリセットする。一般的にはメンテナンスをした直後は急激に変化するためフィッティングはメンテナンス直後からになるためです。



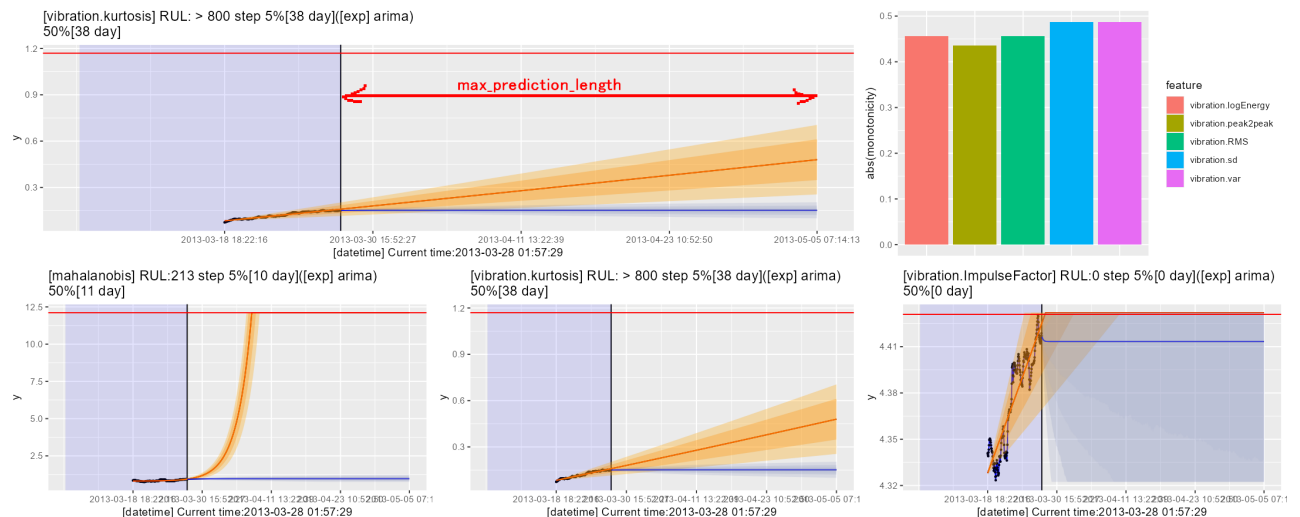
- **train_num** 予測線を作成するために使用する過去のデータ量を指定する。負の値はすべての過去データを使用する。正の値は過去のデータを切り捨て、指定値の点数だけ過去のデータのみを使用して予測線を作成します。負の値、正の値はどちらもその絶対値の点数を最低必要点数として指定する意味で使われる
- **monotonicity_num** 単調性チェックに使用する過去のデータ量を指定する。負の値はすべての過去データを使用する。正の値は過去のデータを切り捨て、予測線を作成するために指定値の点数の過去データのみを使用する。負の値、正の値はどちらもその絶対値の点数を最低必要点数として指定する意味で使われる
- **threshold initial value** 閾値の自動調整開始値、入力データの総量が**max_train_span**を超えるまでは更新し続ける。

- **threshold** 閾値の自動調整は行わずに指定した値を閾値とする場合は値を指定する。これは1番目にリストされた特徴量のみに対して有効になります。

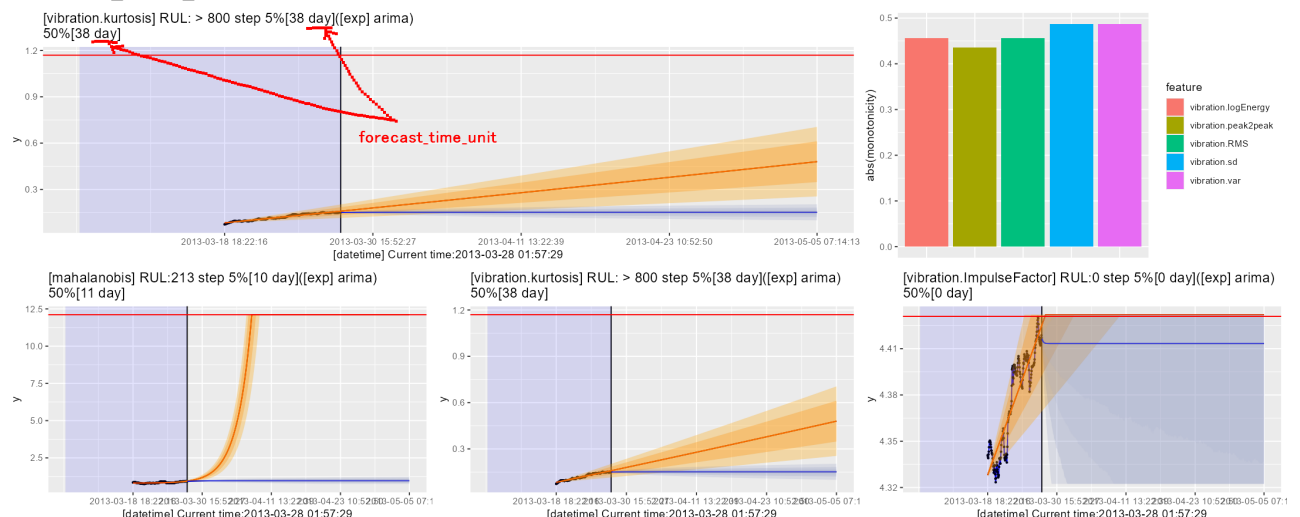
予測条件の設定

The screenshot shows the software interface for predictive maintenance. The top bar includes buttons for 'Parameter file generation', 'IoT_Emulator', 'Validation start', and 'Start monitoring'. Below this, there are input fields for 'csv', 'encoding' (set to 'sjis'), 'time' (set to 'datetime'), and 'en-US'. A 'Full batch output' button is also present. The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'tracking_feature_', lists various statistical features to monitor, including 'datetime', 'mean', 'sd', 'var', 'skewness', 'kurtosis', 'peak2peak', 'RMS', 'range', 'CrestFactor', 'ShapeFactor', 'ImpulseFactor', 'MarginFactor', 'logEnergy', 'spectrum', 'spectral_mean', 'spectral_std', 'spectral_skewness', 'spectral_kurtosis', and 'mahalanobis'. The right panel, titled 'feature_summary', shows the 'max_prediction_length' set to 800 and 'forecast_time_unit' set to 'day'. It also includes a 'prediction model' section with radio buttons for 'use_auto_arma', 'use_arma' (selected), 'use_ets', and 'use_plophet'. A 'failure_time_init' field is set to '1000*max_prediction_length*unit_of_record'.

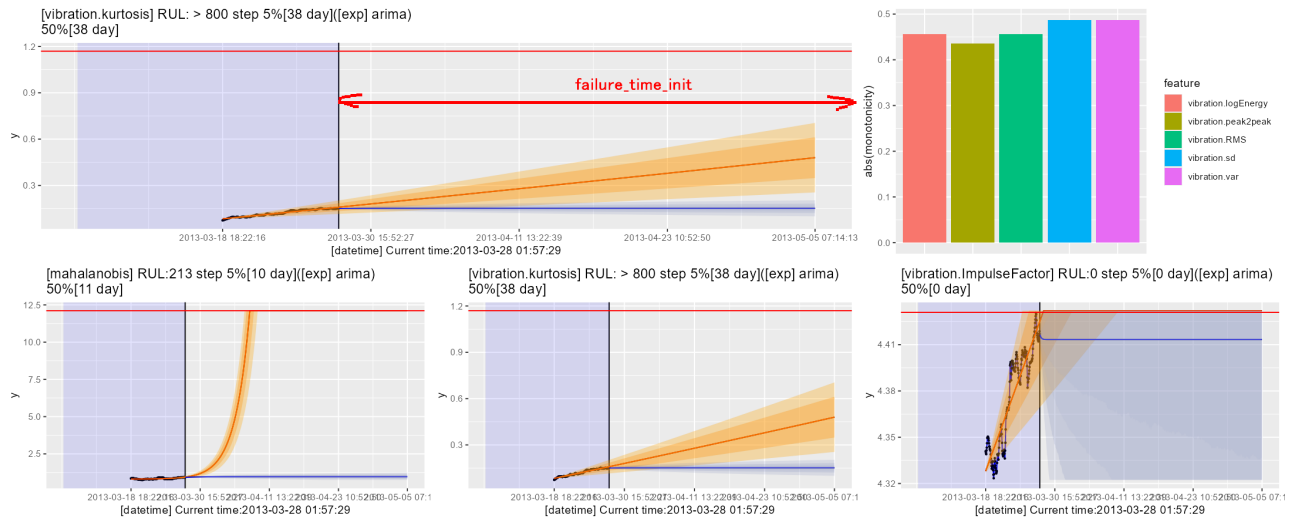
- **max_prediction_length** 最後に観測されたポイントから将来を予測するポイント数を指定します。



- **forecast_time_unit** 予測された結果の表示をどの時間単位で表示するかを指定する。



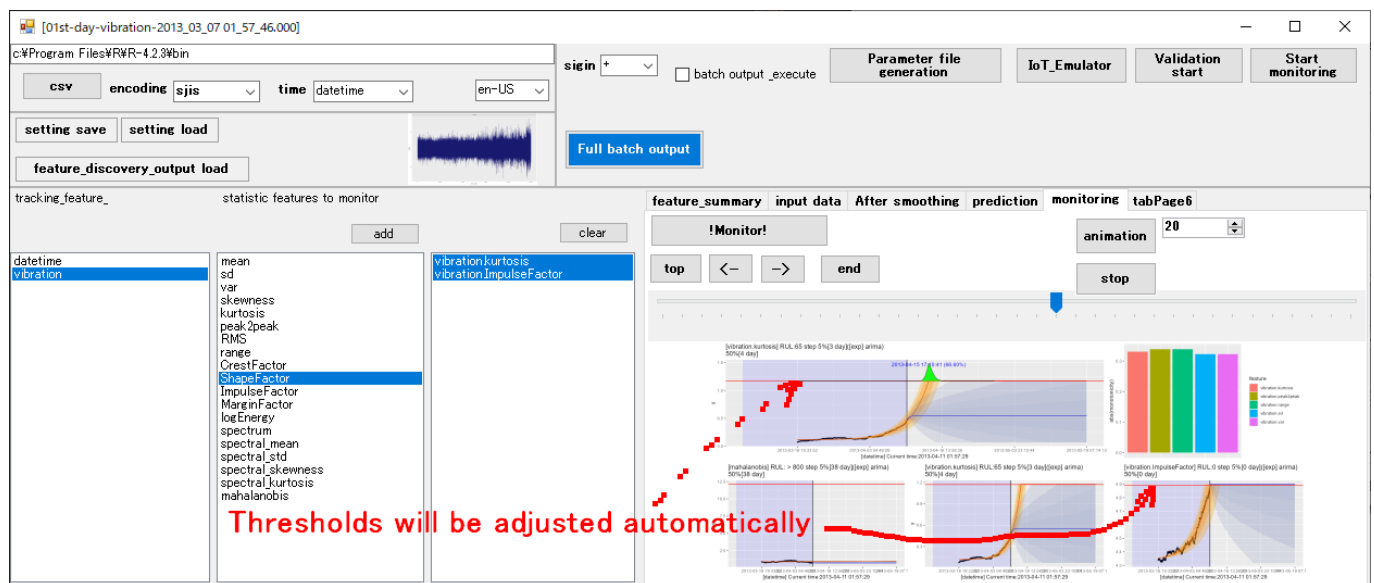
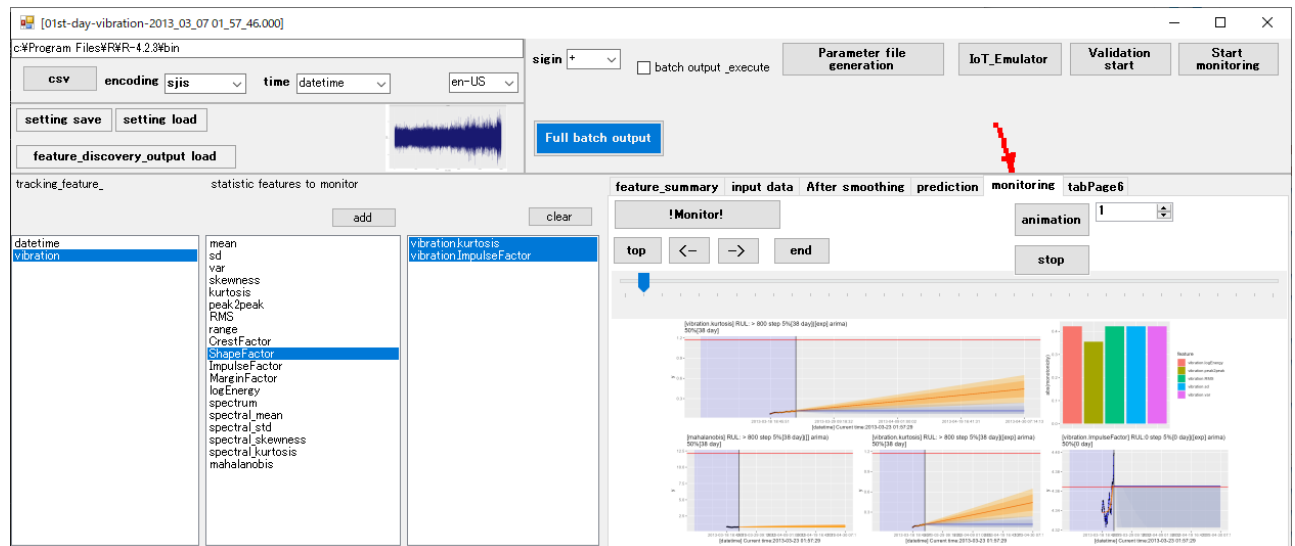
- **failure_time_init** 閾値を予測線が超えるまでの最大予測点数でこれを超える場合は閾値を無限時間後でも越えないと判断する。



バッチ生成

The screenshot shows the Predictive Maintenance software interface. The top bar includes a file path and several buttons: 'Parameter file generation' (1), 'IoT_Emulator' (2), 'Validation start' (3), and 'Start monitoring' (4). The main window is divided into several sections. On the left, there are tabs for 'tracking_feature_' and 'statistic features to monitor'. The 'tracking_feature_' tab is active, showing a list of features including 'datetime', 'vibration', 'mean', 'sd', 'var', 'skewness', 'kurtosis', 'peak2peak', 'RMS', 'range', 'crestFactor', 'ShapeFactor', 'ImpulseFactor', 'MarginFactor', 'logEnergy', 'spectrum', 'spectral_mean', 'spectral_std', 'spectral_skewness', 'spectral_kurtosis', and 'mahalanobis'. The 'statistic features to monitor' tab is also visible, showing a list of features including 'vibration.kurtosis' and 'vibration.ImpulseFactor'. On the right, there is a 'feature_summary' section with a 'max_prediction_length' of 800 and a 'forecast_time_unit' of 'day'. Below this, there is a 'prediction model' section with radio buttons for 'use_auto_arima', 'use_arima' (selected), 'use_ets', and 'use_plophet'. At the bottom, there is a 'failure_time_init' field with a value of '1000*max_prediction_length*unit_of_record'.

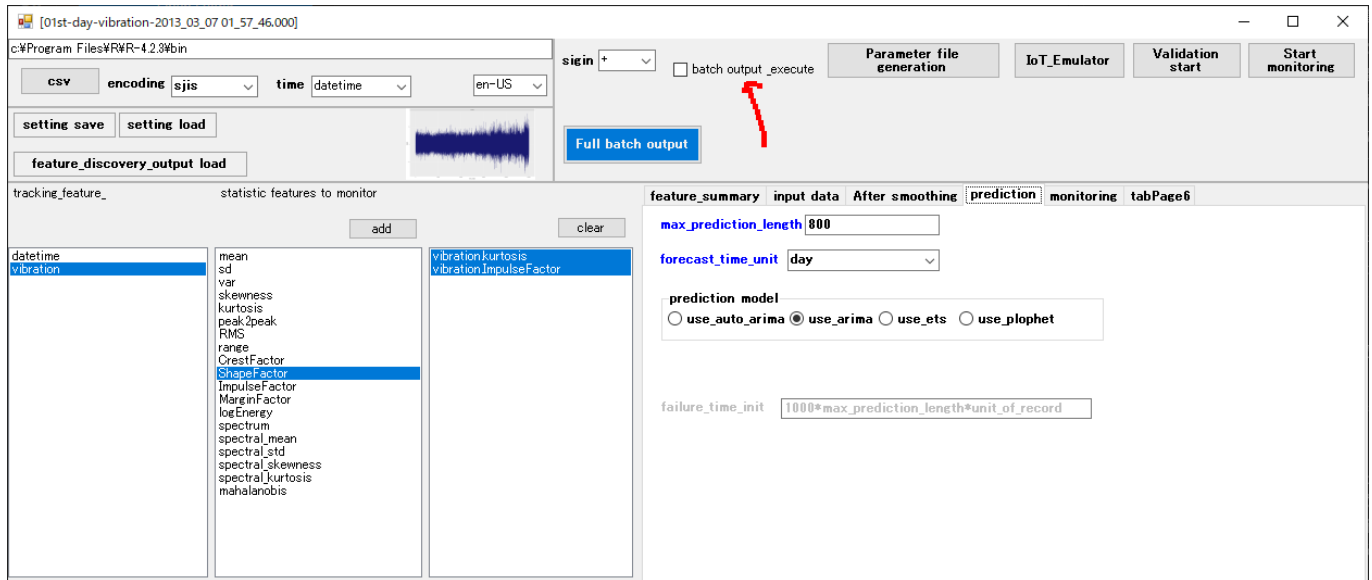
- [1] パラメータファイルの生成 xxxx_parameters.r ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。)
- [2] データ生成エミュレートバッチの生成 xxxxIoT_Emulator.bat ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。) csvファイル进行处理するためのフォルダー (**work\Untreated**) への転送をエミュレートします。
- [3] 予測の実施(検証) xxxx_test.bat ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。) バッチを実行して**monitoring**タブを開くと設定に従った予測のシミュレーションが可視化されます。



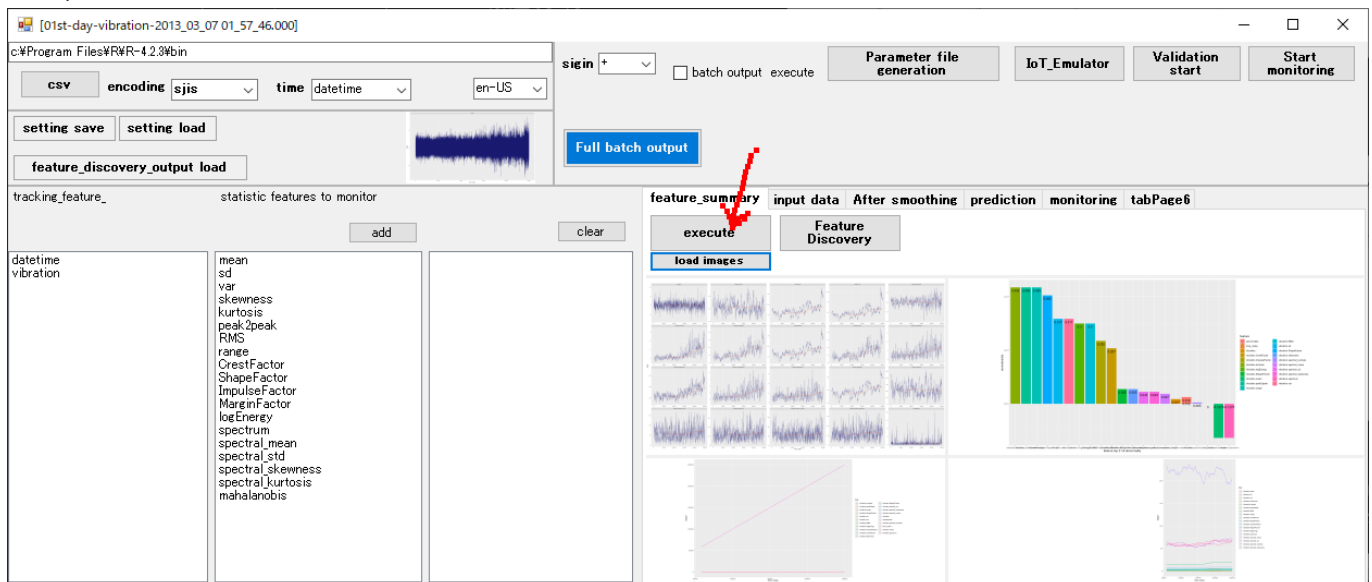
この実施で適切な閾値が設定されます。バッチは1, 2, 3の順で実行する必要があります。この検証の実施で適切なパラメータが調整されて **"work/xxxx_feature_param.csv"** というファイルが生成されて記録されます。"xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。

- [4] 運用の実施 xxxx_execute.bat ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。) 実際に運用するためのバッチを生成します。運用が開始されるとcsvファイル进行处理するためのフォルダー (**work\Untreated**) に定期アクセスしてファイルがあれば処理します。ファイルは**one_input**設定に従って切断して**one_input**毎に投入されたように処理していきます。 **Full batch output** ボタンで全ファイルを一気に出力することが可能ですが**batch output & execute** チェックボックスがONになっていてもバッチが実行されることはありません。

バッチ実行

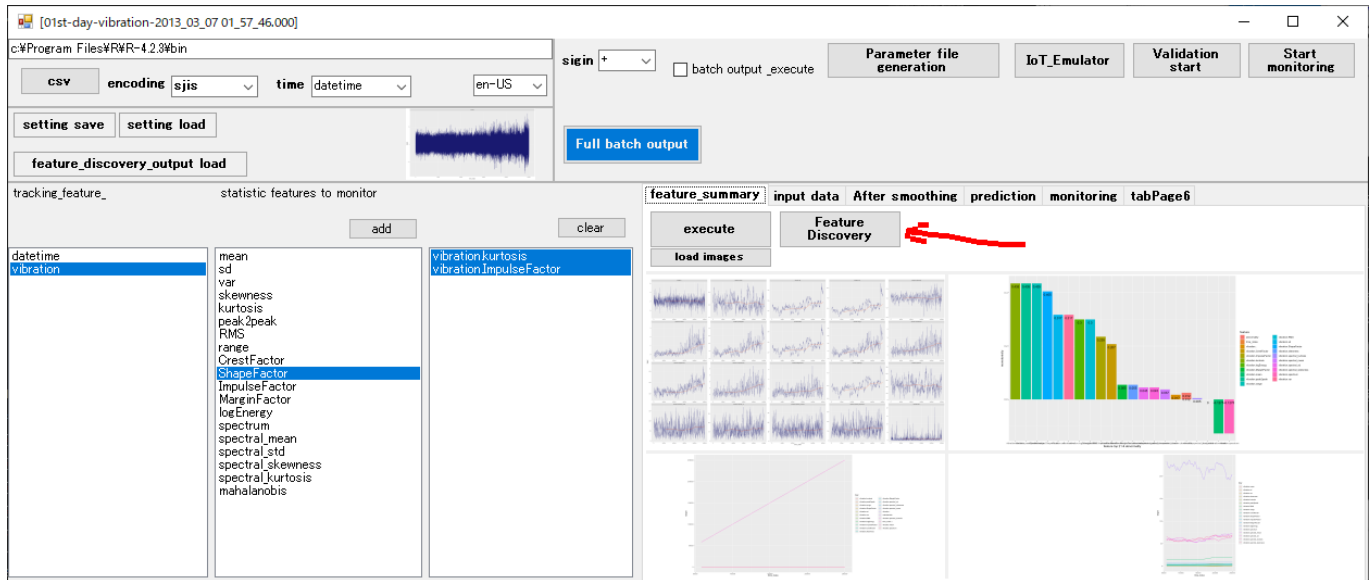


batch output & execute チェックボックスがONになっているとバッチ生成とバッチ実行が行われます。バッチ生成の後は個別にバッチをコマンドプロンプトから実行することも可能です。それにはバッチファイルは出力されているのでそのバッチファイルをコマンドプロンプトから実行します。どの方法でも**バッチ生成**の1, 2は必ず事前実行しておく必要があります。また**特徴量のサマリー**



においても**batch output & execute** チェックボックスがONになっているとバッチ生成とバッチ実行が行われます。

パラメータ自動探索（半自動でパラメータ設定）

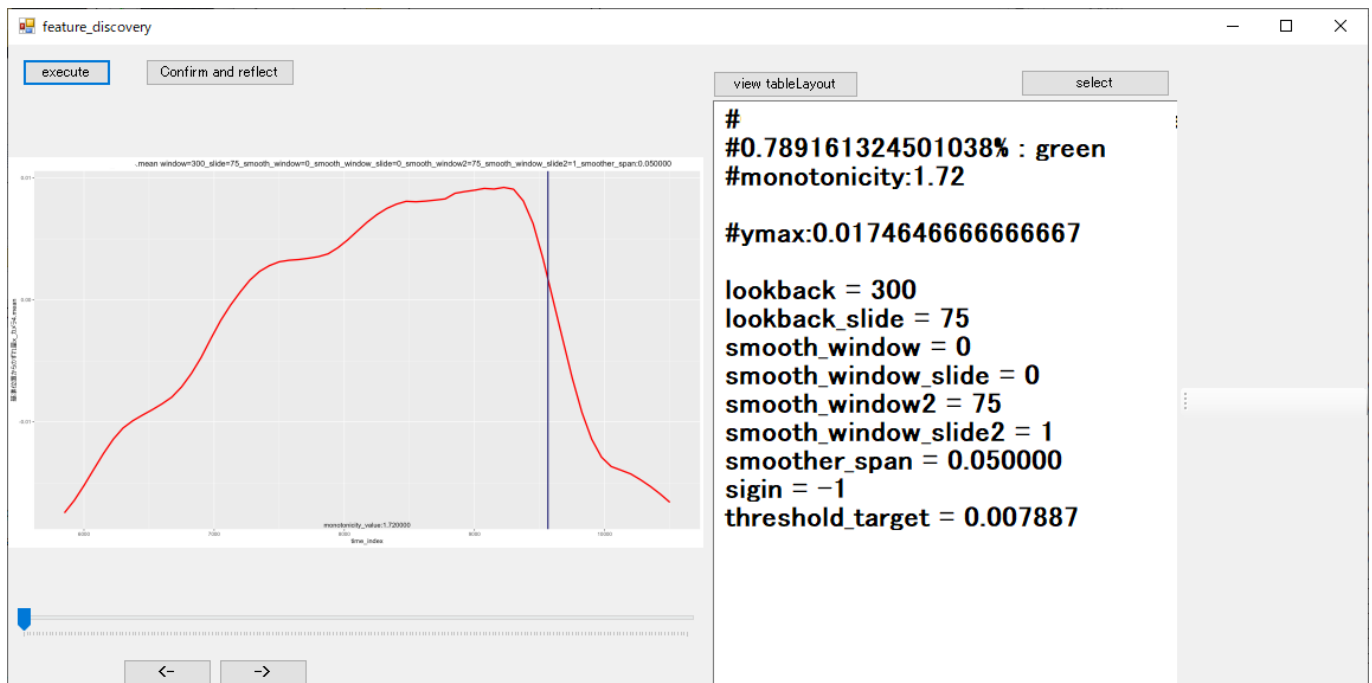


xxxx_feature_discovery.bat ("xxxx"は投入されたcsvファイル名から決められます。) パラメータ自動探索を行うバッチを生成します。 **batch output & execute** チェックボックスがONになっているとバッチ生成とバッチ実行が行われます。 このバッチを実行するとパラメータ自動探索が開始されます。 事前に **タイムスタンプパラメータ設定** は必須です。

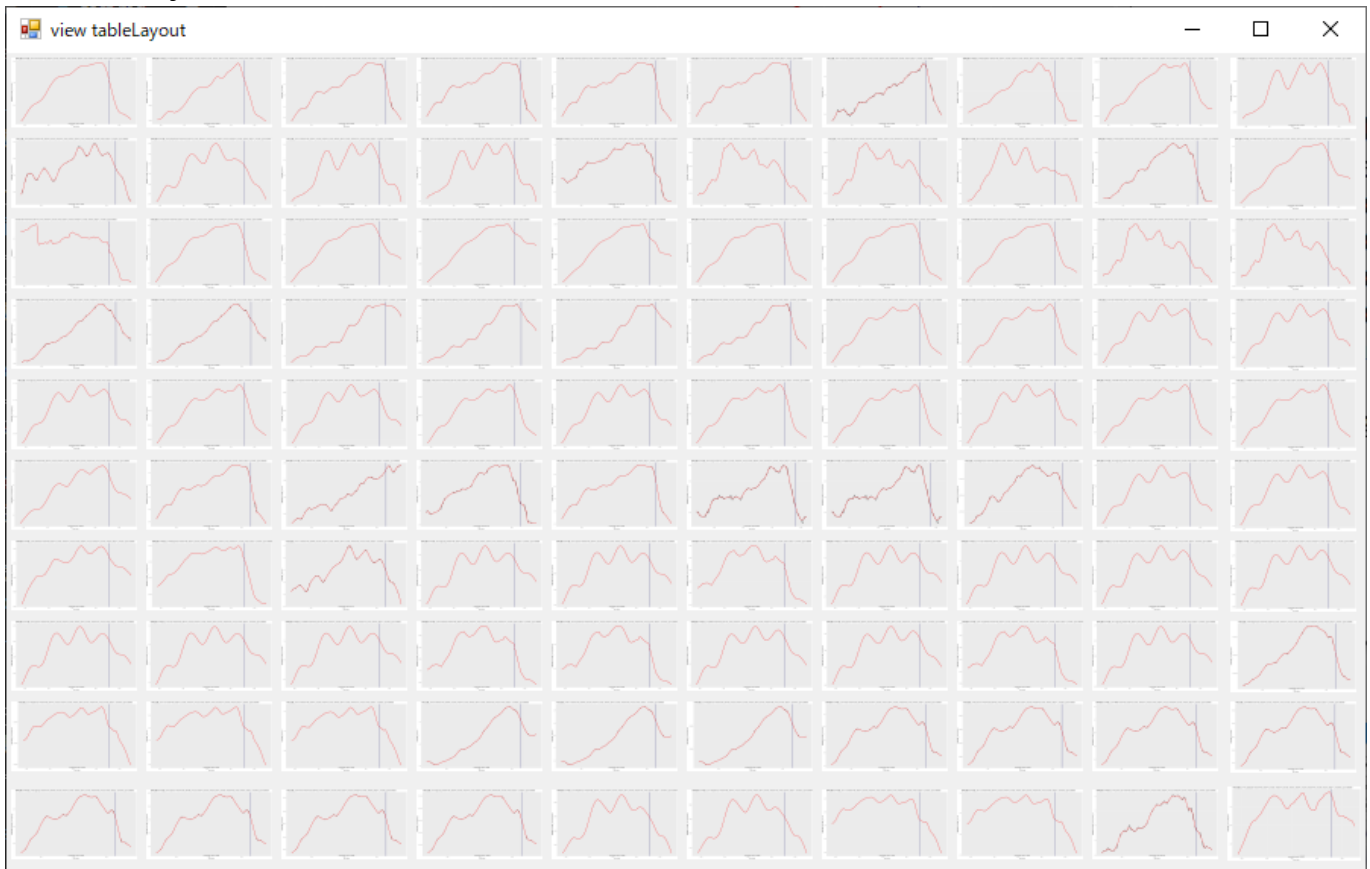
探索されるのはsmooth_window, smooth_window_slide、lookback, lookback_slide,smooth_window2,smooth_window_slide2,threshold,sign です。

この探索ではcsvデータの投入で指定したファイルの存在するフォルダーにあるすべてファイルを結合して観測済の全期間を探索対象にします。

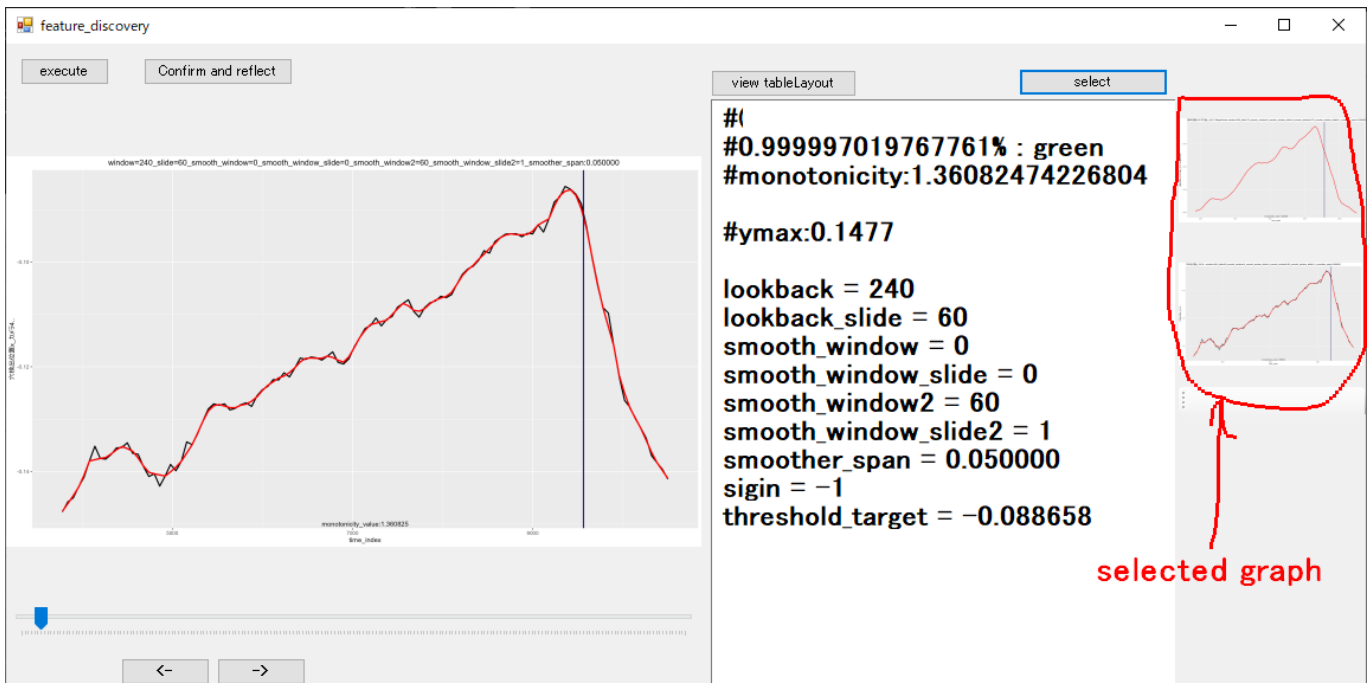
バッチ実行が終わるともっとも適切と思われるパラメータ設定と特徴量グラフが表示されます。



view tabellayout ボタンを押すと適切と思われる特徴量グラフの候補がすべて表示されます。



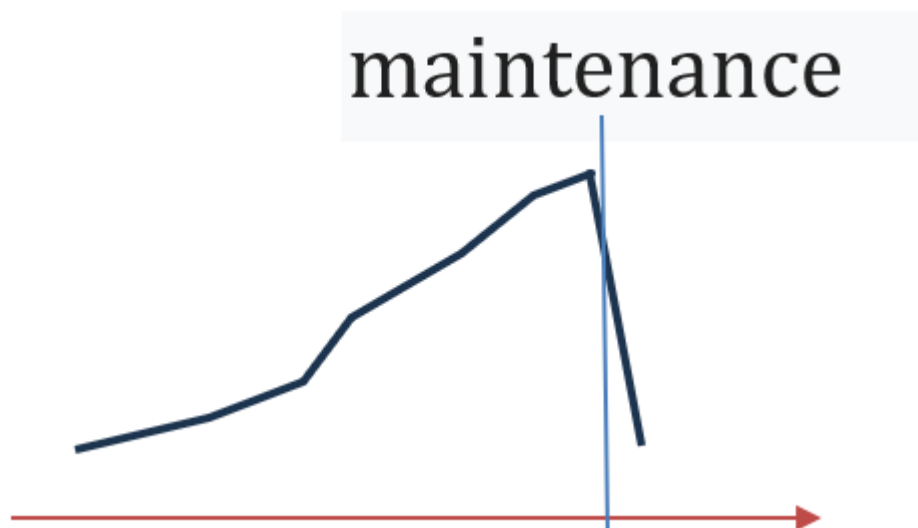
適切と思われる特徴量グラフをこの一覧から選択するかtrackbarを移動させて適切と思われる特徴量グラフを表示させて**select**ボタンで選択確定することができます。選択できるの2個までです。



selected graphをダブルクリックすることで選択から外すことができます。RULをトラッキングする特徴量としてselected graphの一番上のものが選ばれますが2番目のものは補助的にRULをトラッキングします。かならず、2個を選択してください。

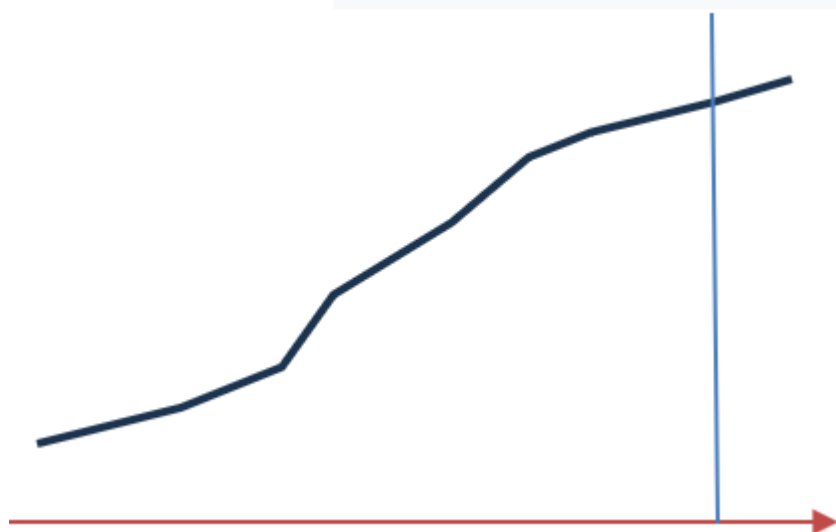
選択すべき特徴量とcsvのデータ項目に関して

RULをトラッキングする特徴量は必ず右肩上がりでメンテナンス後に急速に下がる性質があるはずです。

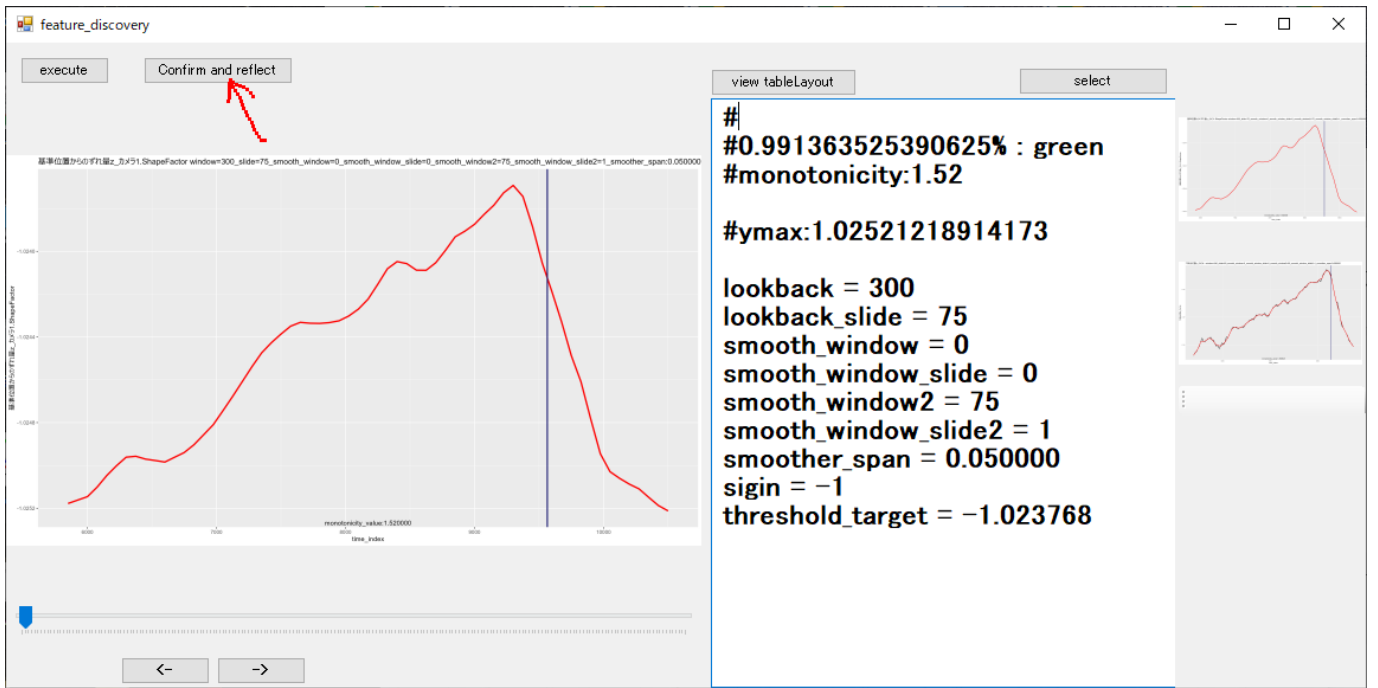


観測済の全期間を探索対象にしますがデータ項目に**maintenance**（メンテナンスした時期だけ1がセットされている）という列がある場合はデータ先頭から次のメンテナンスをした位置からさらに次のメンテナンスをした位置を切り出してRULをトラッキングする特徴量に当てはまる傾向を示しているかを検査します。

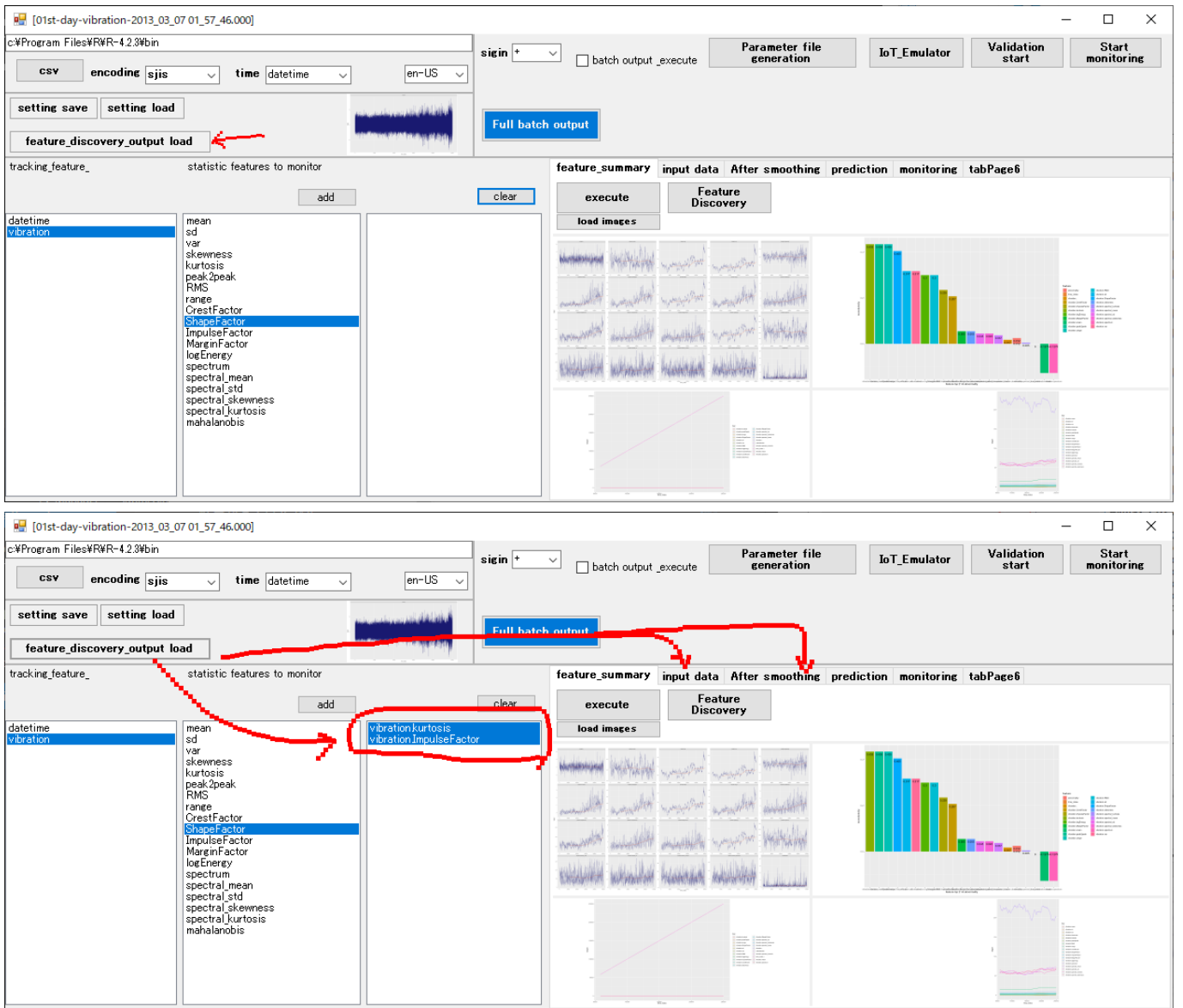
maintenance項目が無い場合はデータの先頭から終端として終端の少し手前でメンテナンスしたものとしてRULをトラッキングする特徴量に当てはまる傾向を示しているかを検査します。



confirm and reflectボタンで確定します。



続いてfeature_discovery_output load ボタンを押すと探索・選択した特徴量とパラメータが全て設定されます。



運用の実施

予測の実施(検証) で生成されたパラメータ設定 "**work/xxxx_feature_param.csv**" と各パラメータ設定 (**パラメータファイルの生成**)を使ってRULをトラッキングしていきます。運用が開始されるとcsvファイルを処理するためのフォルダー (**work\Untreated**) に定期アクセスしてファイルがあれば処理します。