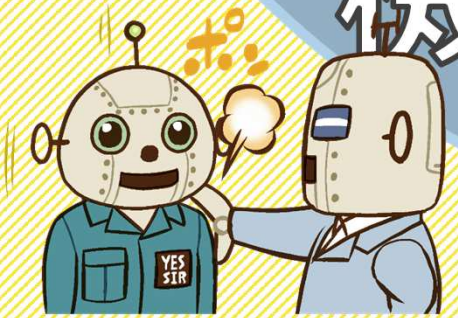
FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能 入門ガイド



目次

FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能について

- FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能とは …… 3
- AutoCalibratorの概要 …… 4

事前準備

- 入門ガイド用データの確認 …… 5

体験 – 前半

- 学習テーブルと学習モデル …… 6
- 学習データ「製造時間」を定義しよう …… 7
- 学習テーブル「製造時間」を作成しよう …… 11
- 学習データに対する操作 …… 12
- 学習モデルを訓練しよう …… 13
- 学習モデルを検証しよう …… 14
- 資源表設定を変更しよう …… 15
- 結果確認しよう …… 16

体験 – 後半

- 学習データ「段取り時間」を定義しよう …… 17
- 学習テーブル「段取り時間」を作成しよう …… 19
- 訓練用パラメタについて …… 20
- 訓練用パラメタを調整しよう …… 21
- 学習モデルを検証しよう …… 22
- 資源表設定を変更しよう …… 23
- 結果確認しよう …… 24

補足

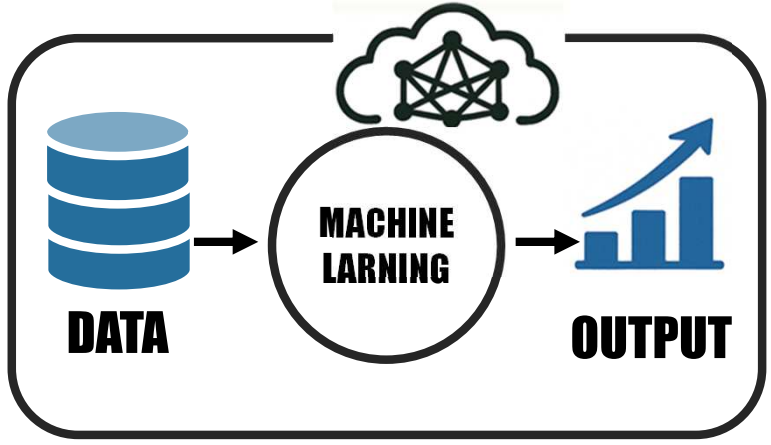
- おわりに …… 25

FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能 とは

マスタ化が難しい作業時間を推計する仕組み

FLEXSCHEで計画を立案するために必要なマスタデータの1つに、
各工程における作業時間定義があります。

機械学習機能は、ユーザーが作業時間を
整備しなくても、これまでの作業実績情報を
学習して、自動的に作業時間を推計します。



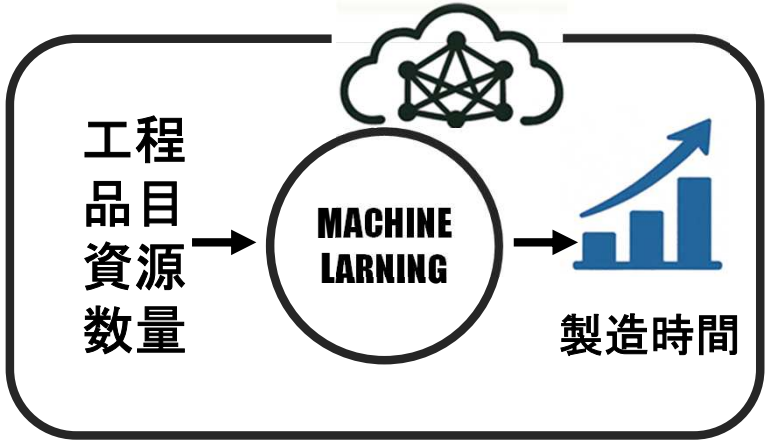
AutoCalibrator 機械学習機能の概要

特徴量

作業時間に影響する要因には何があるでしょうか？
例えば以下のようなものが考えられます。

- 工程（作業の種類）
- 品目（何を作るための作業か？）
- 資源（機械、人の性能）
- リンク数量（作業量）

こういった要因のことを特徴量と呼びます。



AutoCalibratorは、
1．作業実績から特徴量と作業時間の関係を学習し、
2．新たな作業の特徴量から作業時間を導き出します。

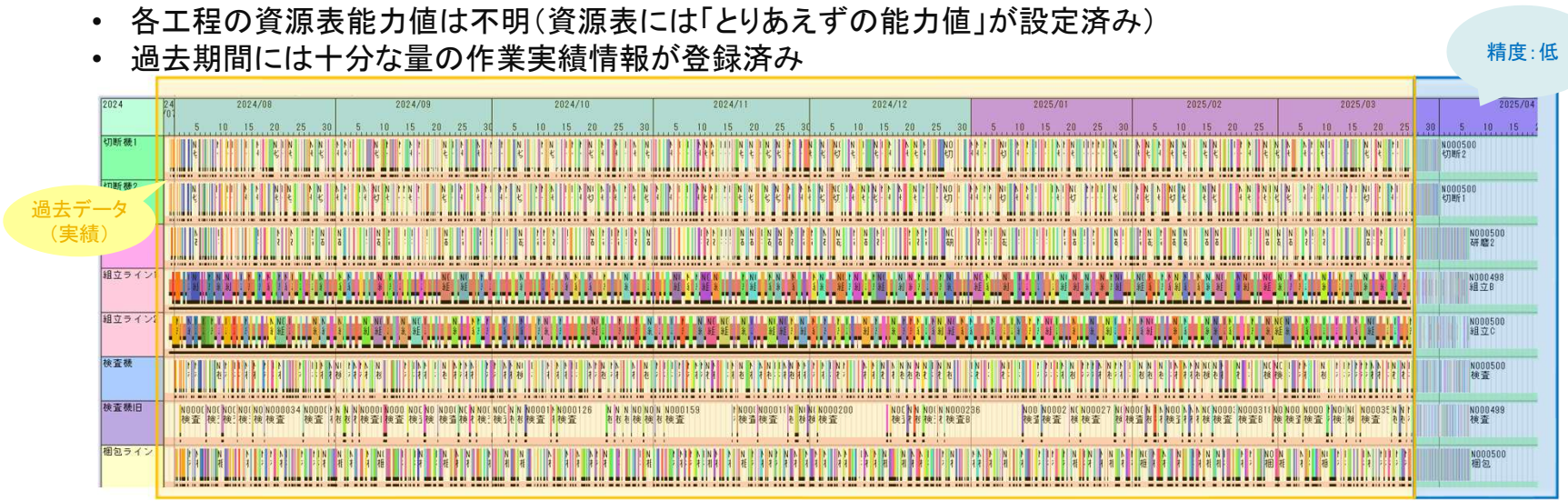
早速体験してみましょう。

入門ガイド用データの確認

> **Note**
> このプロジェクトデータはライセンス有無にかかわらず
> 評価版の制限を超えたデータを扱える特別仕様です。
> ただし保存することはできません。レコードの追加もできません。

サンプル集より「FLEXSCHE AutoCalibrator 入門ガイド」
を開いてください。まずはプロジェクトデータの現状を確認しましょう。

- サンプル「Data5」ベースの工程モデル
- 組立工程には前段取りあり
- 各工程の資源表能力値は不明（資源表には「とりあえずの能力値」が設定済み）
- 過去期間には十分な量の作業実績情報が登録済み

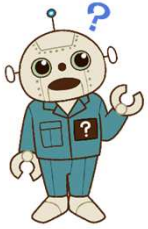


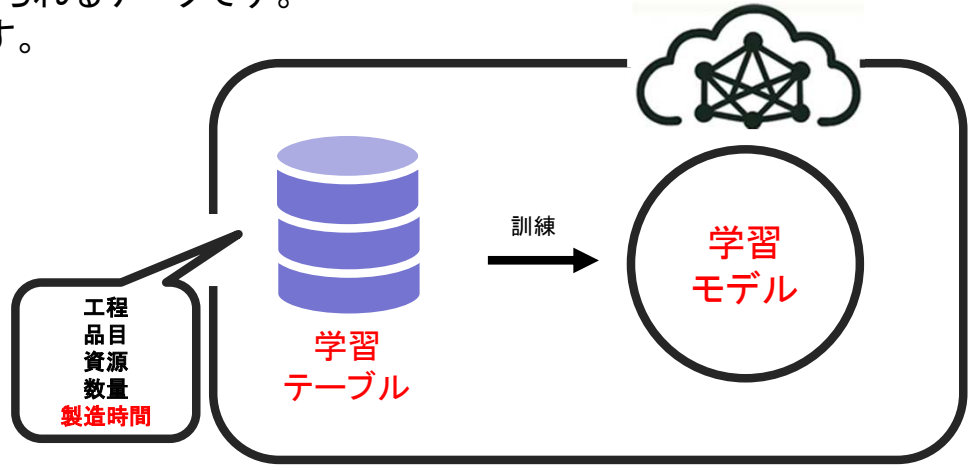
未来のデータは資源表能力値に基づいた作業時間です。能力値が「とりあえず」な精度では計画精度も上がりません。
実績を学習して計画精度を改善してきます。

学習テーブルと学習モデル

機械学習機能による作業時間推計のためには、以下のようなデータが必要になります。

- 学習テーブル
  特徴量と作業時間を集約したデータテーブルです。
- 学習モデル
  学習テーブルを「訓練」することで得られるデータです。
  特徴量と作業時間の関係を表します。

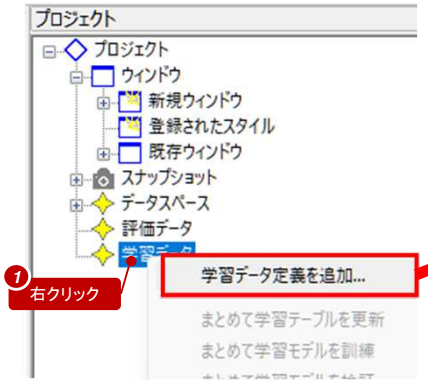




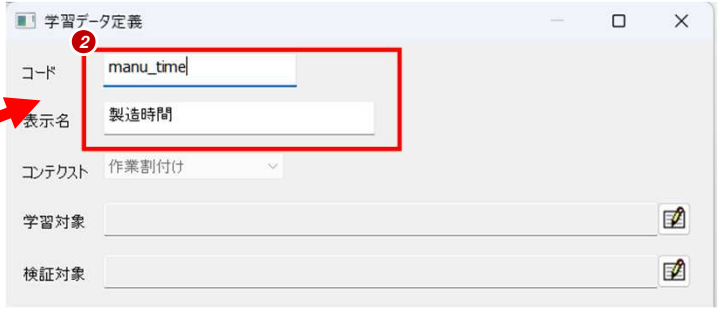
学習データ「製造時間」を定義しよう（コードと表示名）

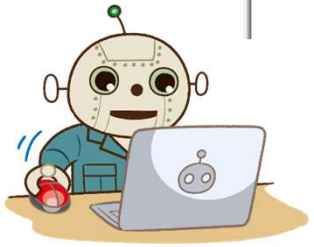
さっそく製造時間についての学習データを作ってみましょう。
まず学習テーブルを生成するための学習データ定義を作成します。

プロジェクトパネルにて学習データ定義を追加し、まずはコード、表示名を設定します。



コード　　：manu_time
表示名　　：製造時間



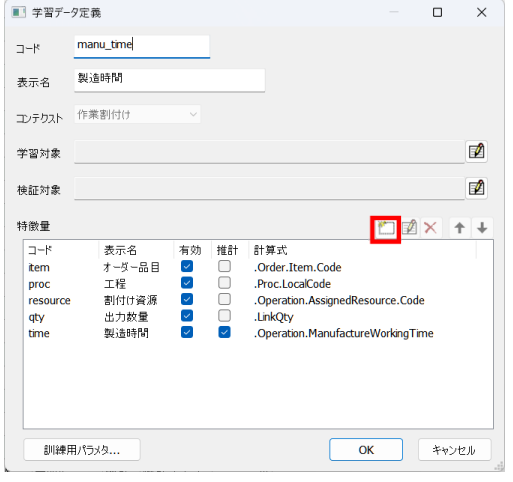


学習データ「製造時間」を定義しよう（特徴量）

次に特徴量を設定します。特徴量とは作業時間に影響しそうな要素のことです。

今回は、オーダー品目、工程、資源、出力数量によって製造時間が変化する
という知見があるものとします。具体的には以下のようにします。

コード	表示名	計算式	推計対象
item	オーダー品目	.Order.Item.Code	
proc	工程	.Proc.LocalCode	
resource	割付け資源	.Operation.AssignedResource.Code	
qty	出力数量	.LinkQty	
time	製造時間	.Operation.ManufactureWorkingTime	✔

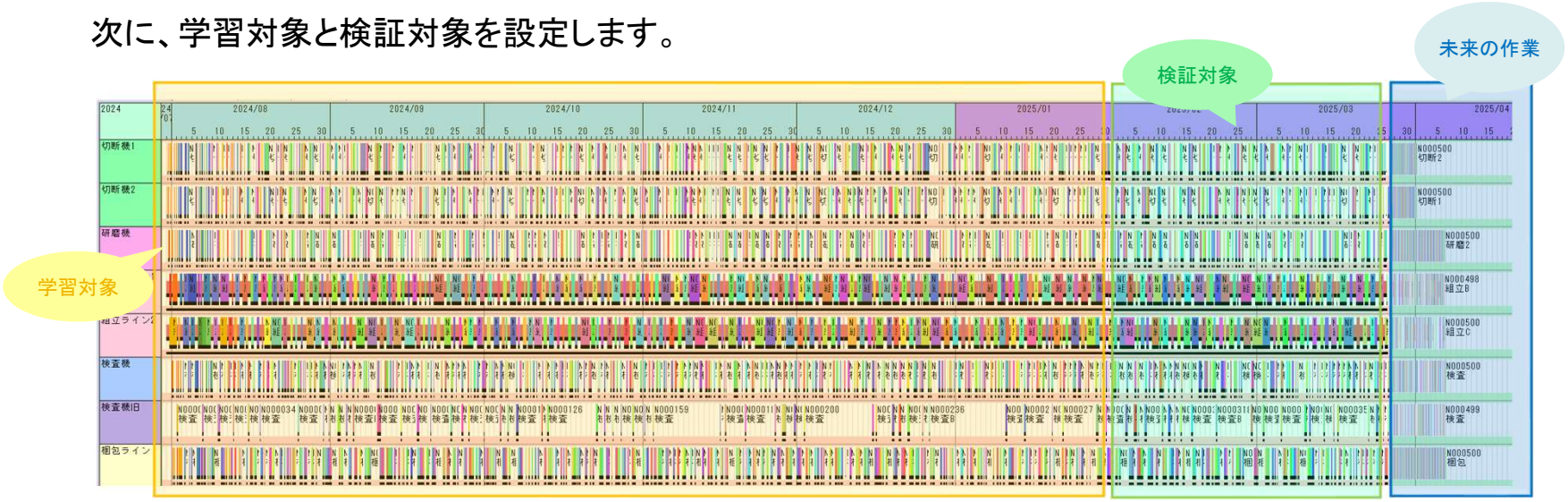


Note

さらに、能力キーのように任意の数値が係数として作用する想定の場合は、
その数値も特徴量に組み込むとよいでしょう。

学習データ「製造時間」を定義しよう（対象確認）

次に、学習対象と検証対象を設定します。



未学習のデータで検証したほうが有意義なので、今回は過去作業のうち一部を学習対象に、残りを検証対象としてみます。具体的には以下の通りです。

- 学習対象は2ヶ月以上前の実績作業
- 検証対象は直近2ヶ月の実績作業

学習データ「製造時間」を定義しよう（対象範囲）

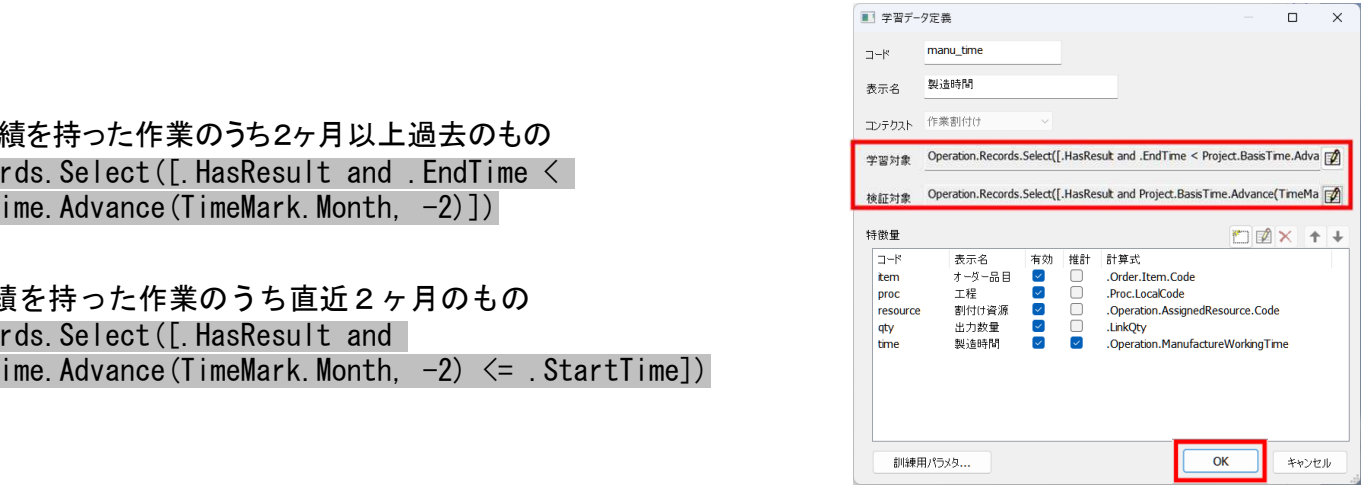
学習対象と検証対象を以下のようにしてください。

学習対象：実績を持った作業のうち2ヶ月以上過去のもの

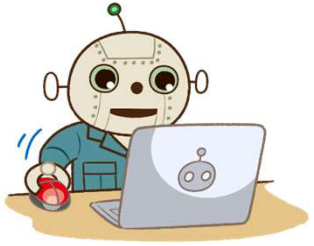
```
Operation.Records.Select([.HasResult and .EndTime <
Project.BasisTime.Advance(TimeMark.Month, -2)])
```

検証対象：実績を持った作業のうち直近２ヶ月のもの

```
Operation.Records.Select([.HasResult and
Project.BasisTime.Advance(TimeMark.Month, -2) <= .StartTime])
```



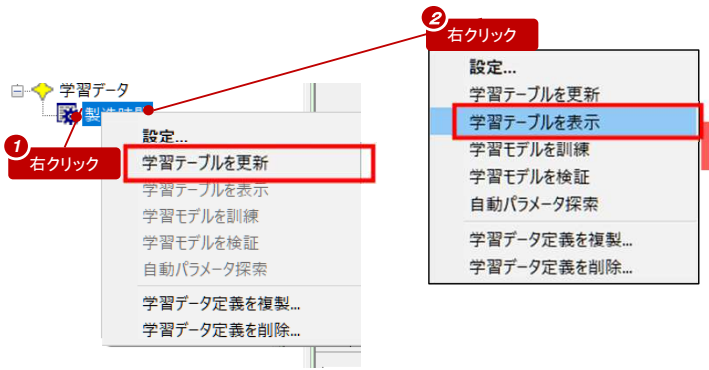
完了したら「OK」してください。



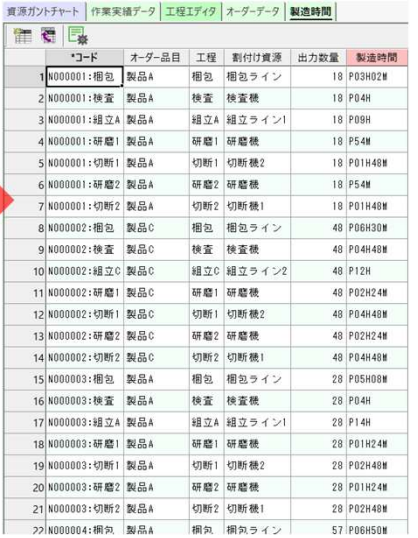
これで学習テーブルを作成するための定義ができました。

学習テーブル「製造時間」を作成しよう

続けて学習データ定義に基づいて学習テーブルを作成し、内容を確認してみましょう。



プロジェクトパネル「学習データ」-「製造時間」の
メニュー「学習テーブルを更新」し、
さらに「学習テーブルを表示」してください。



	*コード	オーダー品目	工程	割付け資源	出力数量	製造時間
1	N000001:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	18	P03H02M
2	N000001:検査	製品A	検査	検査機	18	P04H
3	N000001:組立A	製品A	組立A	組立ライン1	18	P09H
4	N000001:研磨1	製品A	研磨1	研磨機	18	P54M
5	N000001:切断1	製品A	切断1	切断機2	18	P01H40M
6	N000001:研磨2	製品A	研磨2	研磨機	18	P54M
7	N000001:切断2	製品A	切断2	切断機1	18	P01H40M
8	N000002:梱包	製品C	梱包	梱包ライン	48	P06H30M
9	N000002:検査	製品C	検査	検査機	48	P04H40M
10	N000002:組立C	製品C	組立C	組立ライン2	48	P12H
11	N000002:研磨1	製品C	研磨1	研磨機	48	P02H24M
12	N000002:切断1	製品C	切断1	切断機2	48	P04H40M
13	N000002:研磨2	製品C	研磨2	研磨機	48	P02H24M
14	N000002:切断2	製品C	切断2	切断機1	48	P04H40M
15	N000003:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	28	P05H08M
16	N000003:検査	製品A	検査	検査機	28	P04H
17	N000003:組立A	製品A	組立A	組立ライン1	28	P14H
18	N000003:研磨1	製品A	研磨1	研磨機	28	P01H24M
19	N000003:切断1	製品A	切断1	切断機2	28	P02H48M
20	N000003:研磨2	製品A	研磨2	研磨機	28	P01H24M
21	N000003:切断2	製品A	切断2	切断機1	28	P02H48M
22	N000004:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	57	P06H50M

学習テーブル「製造時間」が表示されます。
製造時間を決定する要因となる（と思われる）項目が
整理されています。

学習データに対する操作

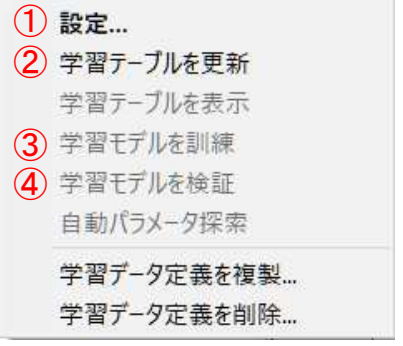
ここで学習データ対して行う基本的な操作・処理の流れを確認しましょう。

1. 設定
   学習データ定義を編集します。
   具体的には前述の学習対象、検証対象、推計対象、特徴量を設定します。

2. 学習テーブルを更新
   学習データ定義に基づいて学習テーブルを作成・更新します。

3. 学習モデルを訓練
   機械学習により学習モデルを作成・更新します。

4. 学習モデルを検証
   検証対象に対し、学習モデルの妥当性を検証します。

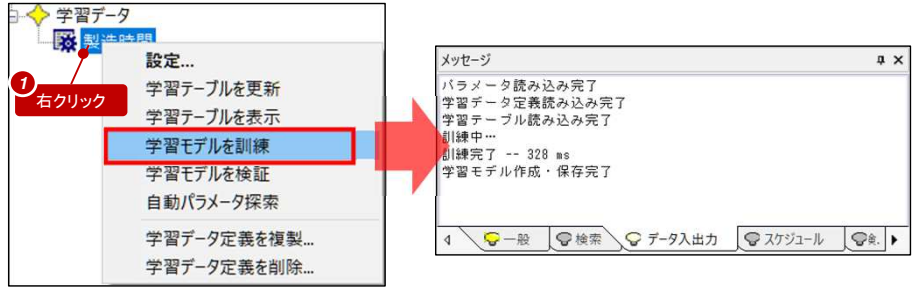


Note
本書のシナリオ上はすでに2. まで実施済みです。次ページより3. の操作に続きます。

学習モデルを訓練しよう

では、次に学習モデルを訓練します。

プロジェクトパネル
「学習データ」-「製造時間」から、
メニュー「学習モデルを訓練」します。



メッセージパネルに処理結果が報告されます。
これで学習モデルが完成しました。

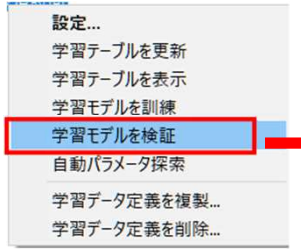
- 学習テーブル更新ではモデルの更新（訓練）までは行われません。
  （明確に分ける必要がないなら「更新」と「訓練」を常にセットで行ってOK）
- モデルの実体は¥LearningData¥*.onnx

Note

onnxファイル
Open Neural Network eXchange　の略。
機械学習モデルを表現するために使用されるオープンソースフォーマット

学習モデルを検証しよう

学習モデルは、資源表の能力値の代わりとして参照させることができますが、
その前に訓練結果の妥当性も確認しましょう。
学習モデルを検証することで、実績製造時間とAutoCalibratorによる推計時間を比較できます。



プロジェクトパネル
「学習データ」-「製造時間」
-「学習モデルを検証」

資源ガントチャート | 作業実績データ | 工程エディタ | オーダーデータ | 製造時間 | 段取り時間(検証) | 製造時間(検証)

	*コード	オーダー品目	工程	割付け資源	出力数量	製造時間	製造時間(検証)	製造時間(差)	製造時間(相対誤差)
1	N000280:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	62	P05H24M	P07H26M27S	P02H02M27S	0.3779321
2	N000282:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	83	P08H10M	P08H42M55S	P32M55S	0.06717687
3	N000282:検査	製品A	検査	検査機	83	P08H18M	P08H11M03S	P-06M51S	0.01375502
4	N000283:梱包	製品C	梱包	梱包ライン	89	P10H02M	P09H22M24S	P-39M38S	0.06578073
5	N000283:検査	製品C	検査	検査機[日	89	P11H07M36	P10H58M19S	P-09M11S	0.0137578
6	N000283:研磨1	製品C	研磨1	研磨機	89	P04H27M	P04H24M01S	P-02M59S	0.01117353
7	N000283:研磨2	製品C	研磨2	研磨機	89	P04H27M	P04H24M01S	P-02M59S	0.01117353
8	N000284:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	42	P04H18M	P05H10M20S	P52M20S	0.20284238
9	N000284:検査	製品A	検査	検査機	42	P04H12M	P04H23M40S	P11M40S	0.04629629
10	N000284:組立A	製品A	組立A	組立ライン2	42	P21H	P21H04M21S	P04M21S	0.00345238
11	N000284:研磨1	製品A	研磨1	研磨機	42	P02H06M	P02H04M24S	P-01M38S	0.01268841
12	N000284:切断1	製品A	切断1	切断機2	42	P04H12M	P04H02M55S	P-09M05S	0.03604497
13	N000284:研磨2	製品A	研磨2	研磨機	42	P02H06M	P02H04M24S	P-01M38S	0.01268841
14	N000284:切断2	製品A	切断2	切断機1	42	P04H12M	P04H03M19S	P-08M41S	0.03445767
15	N000285:梱包	製品A	梱包	梱包ライン	90	P08H16M	P08H53M07S	P43M07S	0.08692876
16	N000285:検査	製品A	検査	検査機	90	P09H	P09H47S	P47S	0.00145062
17	N000285:組立A	製品A	組立A	組立ライン1	90	P1DT21H	P1DT20H23M05S	P-38M55S	0.01367284
18	N000285:研磨1	製品A	研磨1	研磨機	90	P04H30M	P04H25M56S	P-04M04S	0.01506173
19	N000285:切断1	製品A	切断1	切断機2	90	P09H	P08H55M31S	P-04M29S	0.00830247

各フィールド値の意味

●製造時間（検証）
学習モデルによって推計された製造時間

●製造時間（差）
推計値と実績値との差（絶対量）

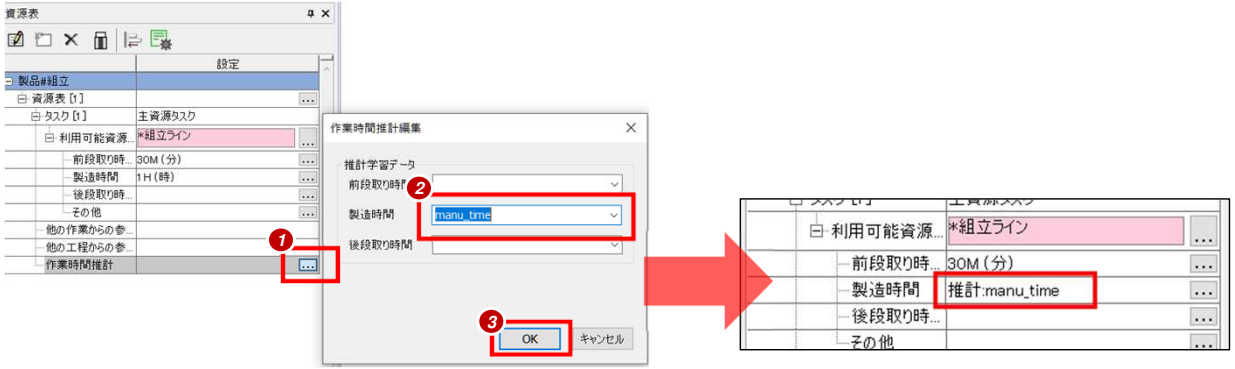
●製造時間（相対誤差）
推計値と実績値のズレ率

Note
検証対象は直近2ヶ月の実績作業です。

「学習モデルを検証」すると、訓練結果のテーブルが表示されますので、これを見ながら精度を判断します。
学習テーブルをベースに、推計対象である「製造時間」の
推計値、差、相対誤差の列（黄色背景）が加わっていることが分かります。
今回はこの結果を採用することとします。

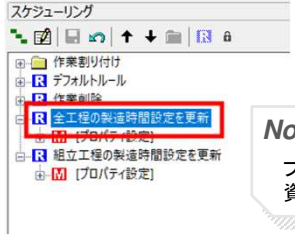
資源表設定を変更しよう

それでは作成した学習モデルをスケジュールに組み込みましょう。
そのためには各工程の資源表の製造時間定義を、学習モデルを参照するように変更します。



各工程の資源表を上図のように編集します。

すべての工程に同様の変更を行う必要があるので少々煩雑です。
ご面倒なときは
スケジューリングルール 「全工程の製造時間設定を更新」
で一括変更できます。

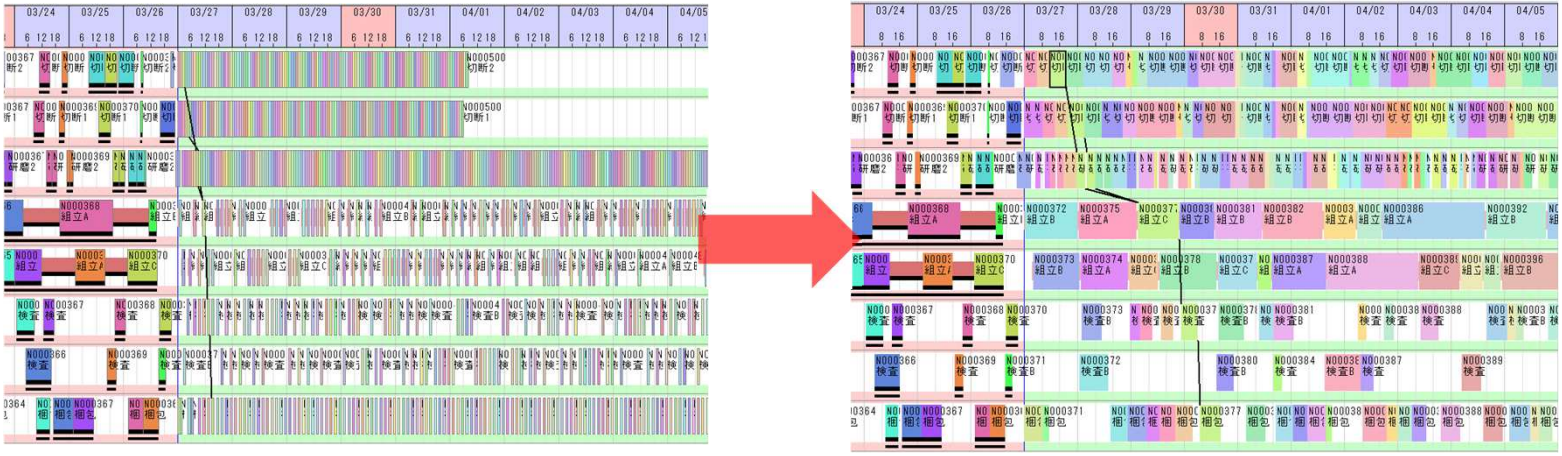


Note

プロパティ設定メソッドにて計算式によって
資源表設定を書き換えます。

結果確認しよう

これで学習モデルに基づいた製造時間が算出されます。
早速 リスケジュール してみてください。



製造時間が変化したことが分かります。
作成した学習モデルと各作業の特徴量から、自動的に製造時間が決められています。

学習データ「段取り時間」を定義しよう（対象範囲）

製造時間に続き、今度は組立工程の前段取り時間用の学習データを作ってみましょう。
今回は既存の学習データ定義「製造時間」から複製して作成してみます。
対象条件には組立作業であることを加えてください。

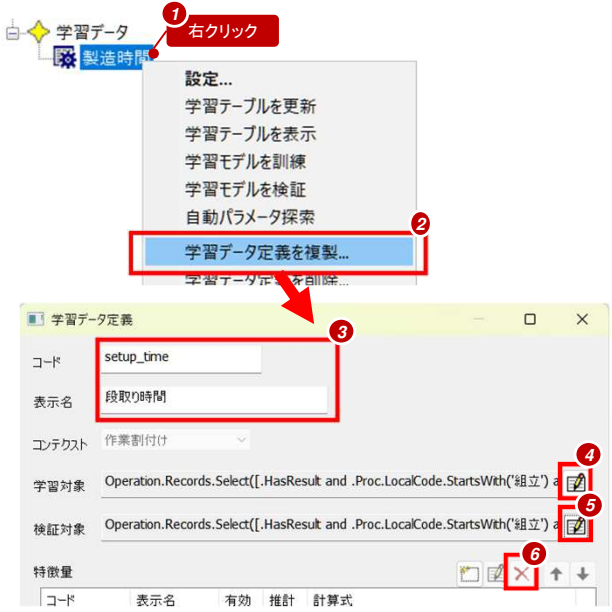
コード　：setup_time
表示名　：段取り時間

学習対象：実績を持った組立作業のうち2ヶ月以上過去のもの

```
Operation.Records.Select([.HasResult and
.Proc.LocalCode.StartsWith('組立') and .EndTime <
Project.BasisTime.Advance(TimeMark.Month, -2)])
```

検証対象：実績を持った組立作業のうち直近２ヶ月のもの

```
Operation.Records.Select([.HasResult and
.Proc.LocalCode.StartsWith('組立') and
Project.BasisTime.Advance(TimeMark.Month, -2) <= .StartTime])
```

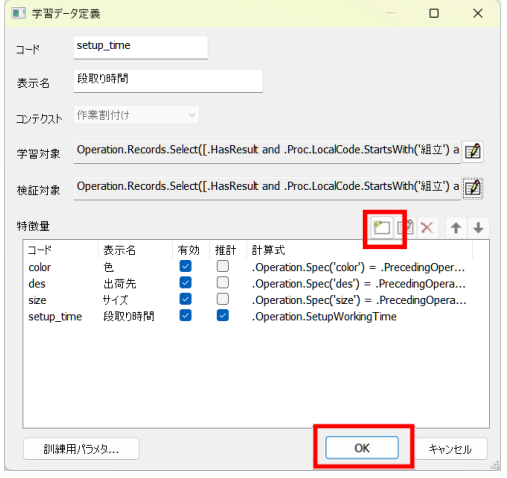


特徴量は定義しなおすので一旦「X」ボタンですべてクリアしてください。

学習データ「段取り時間」を定義しよう（特徴量）

次に、段取り時間を求めるにあたっての特徴量について考えます。
各作業はcolor,des,sizeという3つの仕様情報が付随しています。
先行作業との間におけるこれらの仕様の違いが段取りに影響していると見立てました。
このようなときは、特徴量としてこの3つの仕様の合致性を組み込めばよいです。
以下のように適宜特徴量を設定してください。

コード	表示名	計算式	推計対象
color	色	.Operation.Spec('color') = .PrecedingOperation.Spec('color')	
des	出荷先	.Operation.Spec('des') = .PrecedingOperation.Spec('des')	
size	サイズ	.Operation.Spec('size') = .PrecedingOperation.Spec('size')	
setup_time	段取り時間	.Operation.SetupWorkingTime	✔



完了したら「OK」してください。

Note
段取りを考慮する際の要素としては他にも
・オーダー品目　・工程　・リンク数量
なども特徴量となりやすい項目でしょう。

学習テーブル「段取り時間」を作成しよう

学習データ定義に基づいてデータを更新、内容を確認してみましょう。

プロジェクトパネル「学習データ」-「段取り時間」にて
メニュー「学習テーブルを更新」し、
さらに「学習テーブルを表示」してください。

	*コード	色	出荷先	サイズ	段取り時間
1	N000001:組立A	No	No	No	P16H
2	N000002:組立C	No	No	No	P16H
3	N000003:組立A	Yes	No	No	P06H
4	N000004:組立A	No	No	No	P16H
5	N000005:組立B	No	No	Yes	P11H
6	N000006:組立A	Yes	Yes	No	P05H
7	N000007:組立B	Yes	Yes	Yes	P0S
8	N000008:組立A	Yes	Yes	Yes	P0S
9	N000009:組立C	Yes	Yes	No	P05H
10	N000010:組立A	No	No	No	P16H
11	N000011:組立B	Yes	No	Yes	P01H
12	N000012:組立B	Yes	Yes	No	P05H
13	N000013:組立A	Yes	No	Yes	P01H
14	N000014:組立C	Yes	No	No	P06H
15	N000015:組立B	Yes	No	Yes	P01H
16	N000016:組立A	Yes	No	No	P06H
17	N000017:組立A	Yes	Yes	No	P05H
18	N000018:組立C	Yes	Yes	Yes	P0S
19	N000019:組立A	Yes	No	Yes	P01H
20	N000020:組立B	No	No	Yes	P11H
21	N000021:組立A	No	No	Yes	P11H
22	N000022:組立B	Yes	No	No	P06H

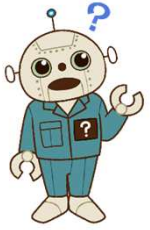
学習テーブル「段取り時間」が表示されます。

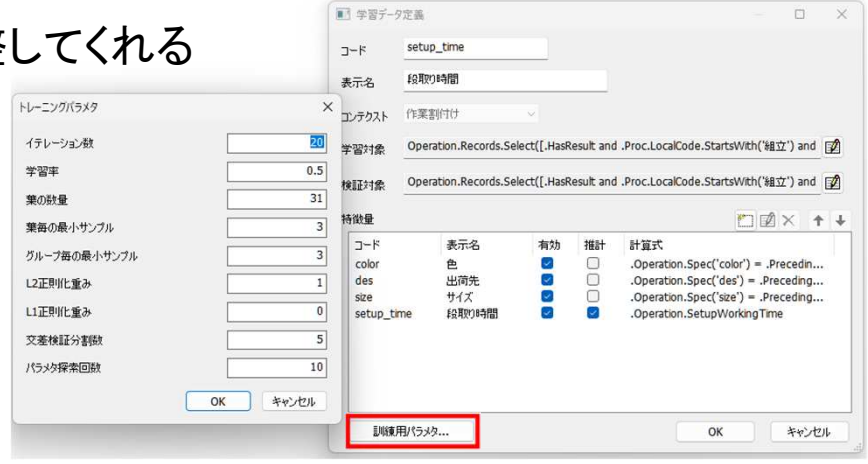
訓練用パラメタについて

実は学習データ定義には訓練用パラメタという設定項目があり、
これらに適切な値を設定すると推計精度や訓練効率を向上させることができます。

とはいえ機械学習に詳しくない多くのユーザーにとって、
これらの変更はハードルが高いでしょう。

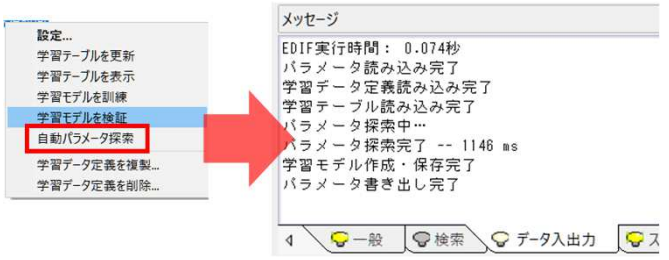
そのようなときにはパラメタを自動的に調整してくれる
「自動パラメータ探索」が便利です。

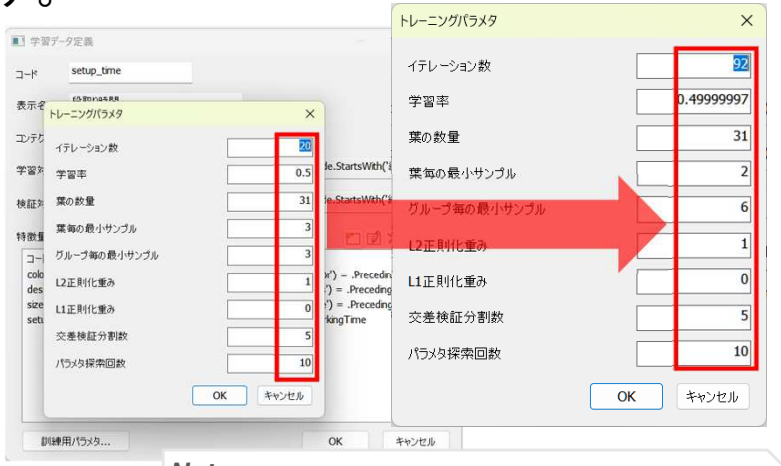




訓練用パラメタを調整しよう

プロジェクトパネル上のメニューから「自動パラメータ探索」を実行してください。
メッセージパネルに探索を実施した旨が報告されます。
訓練用パラメタの値も変化したことが分かります。





- 自動的に訓練（モデルの更新）も行われます
- 特徴量の定義項目が増減したときなどに効果的

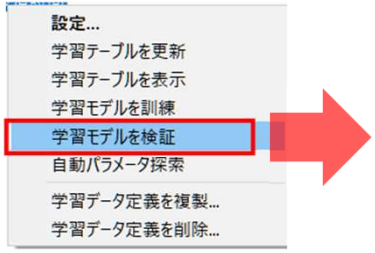
Note

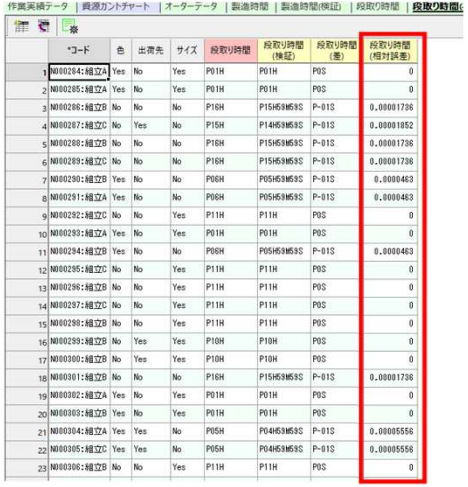
上図とお手元のパラメタ値が合致しないことがあります。

学習データ「製造時間」もパラメタを調整すれば先程の結果よりも多少精度が向上するかもしれません。ご興味ある方はお試しください。

学習モデルを検証しよう

パラメタ調整によって訓練まで終了していますので、検証もしておきます。





作業実績データ | 資源ガントチャート | オーダーデータ | 製造時間 | 製造時間(検証) | 段取り時間 | 段取り時間(差)

	*コード	色	出荷先	サイズ	段取り時間	段取り時間(検証)	段取り時間(差)	段取り時間(相対誤差)
1	N000284:組立A	Yes	No	Yes	P01H	P01H	P0S	0
2	N000285:組立A	Yes	No	Yes	P01H	P01H	P0S	0
3	N000286:組立B	No	No	No	P16H	P15H59M59S	P-01S	0.00001736
4	N000287:組立C	No	Yes	No	P15H	P14H59M59S	P-01S	0.00001852
5	N000288:組立B	No	No	No	P16H	P15H59M59S	P-01S	0.00001736
6	N000289:組立C	No	No	No	P16H	P15H59M59S	P-01S	0.00001736
7	N000290:組立B	Yes	No	No	P06H	P05H59M59S	P-01S	0.0000463
8	N000291:組立A	Yes	No	No	P06H	P05H59M59S	P-01S	0.0000463
9	N000292:組立C	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0
10	N000293:組立A	Yes	No	Yes	P01H	P01H	P0S	0
11	N000294:組立B	Yes	No	No	P06H	P05H59M59S	P-01S	0.0000463
12	N000295:組立C	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0
13	N000296:組立B	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0
14	N000297:組立C	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0
15	N000298:組立B	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0
16	N000299:組立B	No	Yes	Yes	P10H	P10H	P0S	0
17	N000300:組立B	No	Yes	Yes	P10H	P10H	P0S	0
18	N000301:組立B	No	No	No	P16H	P15H59M59S	P-01S	0.00001736
19	N000302:組立A	Yes	No	Yes	P01H	P01H	P0S	0
20	N000303:組立B	Yes	No	Yes	P01H	P01H	P0S	0
21	N000304:組立A	Yes	Yes	No	P05H	P04H59M59S	P-01S	0.00005556
22	N000305:組立C	Yes	Yes	No	P05H	P04H59M59S	P-01S	0.00005556
23	N000306:組立B	No	No	Yes	P11H	P11H	P0S	0

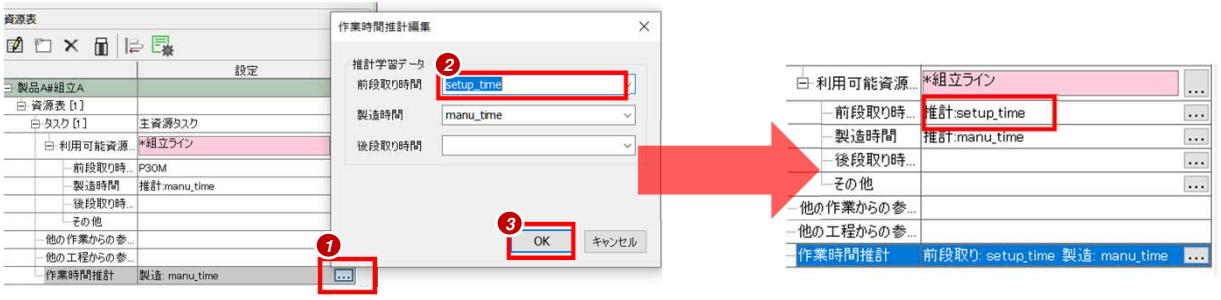
相対誤差が少ない=良好な結果が
得られました。

- 特徴量定義が適切であること
- 学習対象に特徴量パターンが網羅的に含まれていること
- 特徴量パターンが重複しているとき、推計対象値に揺らぎがないこと

このような学習データからは良好な結果が
期待できます。

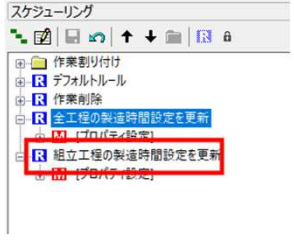
資源表設定を変更しよう

それでは作成した学習モデルをスケジュールに組み込みましょう。
組立工程の資源表の前段取り時間定義を、学習モデルを参照するように変更します。



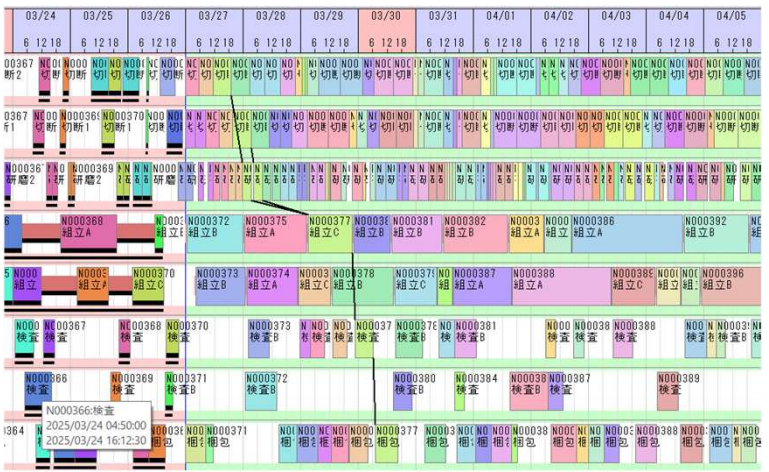
各組立工程の資源表を上図のように編集します。

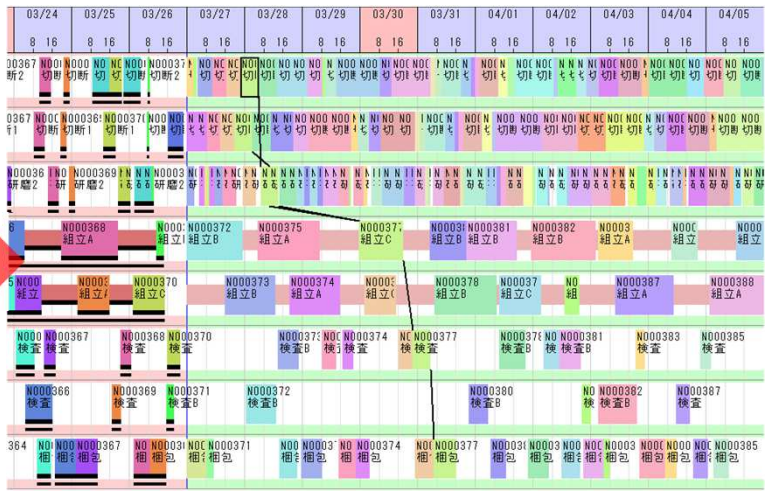
組立工程すべてに同様の変更を行う必要があるので少々煩雑です。
ご面倒なときは
スケジューリングルール 「組立工程の前段取り時間設定を更新」
で一括変更できます。



結果確認しよう

これで学習モデルに基づいた段取り時間が算出されます。
早速 リスケジュール してみてください。





製造時間が変化したことが分かります。
作成した学習モデルと各作業の特徴量から、自動的に段取り時間が決められています。
組立作業の並びを変更すると、段取り時間が変化します。

おわりに

おつかれさまでした。

操作いただいたプロジェクトデータは評価版の制限を超えたデータを扱える特別仕様です。
保存等の操作が制限されているため、ご自身の手で作成いただいた設定等についても
残念ながら残すことはできません。

代わりに入門ガイド実施後の状態のデータ
「 FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能　入門ガイド（実施後）」
が収録されていますので、必要に応じてご活用ください。

以上、「FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能」の基本的な機能を体験してみました。いかがでしたか？
感想や質問等をinfo@flexsche.com までお寄せいただければ幸いです。

FLEXSCHE AutoCalibratorは今後お客様からの要望に応じてより充実したサービスへと発展していきます。
また、FLEXSCHE AutoCalibratorを有効にご活用いただくために、フォロー・サポート体制もございます。
サービスの機能や使い方についてご不明な点がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

Note

メーリングリスト、OpenDay など。
詳しくは以下Webページをご覧ください。
https://www.flexsche.com/support/

FLEXSCHE AutoCalibrator 機械学習機能 入門ガイド

2025年 11月発行
株式会社フレクシェ
〒140-0001 東京都品川区北品川1-19-5 コーストライン品川ビル2F
TEL: 03-6712-9549
FAX: 03-6712-9539
E-Mail: info@flexsche.com
URL: https://www.flexsche.com/

本マニュアルの著作権は、株式会社フレクシェにあります。株式会社フレクシェの文書による承諾を得ずに、電子的、機械的、光学的またはその他のいかなる形や手段によっても、本書の一部または全部を無断で複製、翻訳、伝送、写本することはできません。

本書の内容は、予告なく変更されることがあります。