



# マナビDX Quest

PBL04

製造運輸業の業務最適化  
初学者ガイド (演習04)

# はじめに

## 本ガイドの概要

- 本ガイドは、自力では演習04の課題提出が難しいと感じられた方を対象として、演習03の解答例(次頁に再掲)に示した「解決の方向性」である、「**トラック台数の最適化**」に関する背景知識と簡易的な事前検証の方法について解説します。

## 本ガイドの構成

1. データを活用した予測の方法
  - データを活用して予測を行うための方法と、それぞれの方法のメリット・デメリットについて説明します。
2. Excelによるルールベース予測の方法と費用シミュレーション
  - ルールベースによる予測を行った場合に、どのような費用効果が見込めるのかという点について、Excelで簡易的な検証を行う手順を説明します。
  - 各ページでは、実際のExcel画面のキャプチャ画像を掲載しているので、ぜひお手元でも分析を再現されることをおすすめします。
3. 外部参考教材の紹介
  - 本分析を進める上で参考になるであろう外部の補助教材を紹介します。

# (再掲)演習03 解答例：現状(As-Is), あるべき姿 (To-Be), 打ち手の検討

## 選んだ課題 (演習02 A-1から転記)

- 月ごとのトラック定期契約台数に余剰/不足が発生している
  - 月/日によって、契約済みの定期便トラックが余るケースがある
  - 他方、契約台数が不足している月もあり、その場合、高単価な非定期便を手配する必要

## 解決の方向性 (演習02 B-2から転記)

- 感覚的な台数決定ではなく、過去のデータを用いて必要なトラック台数を定量的に算出・予測できるようにする
- 定期便・非定期便の最適な契約台数を見積もることで月間・年間費用の最小化を目指す

### 解決の方向性に対する As-Is（現状）の整理

#### これまでの取り組み状況

- 過去、担当者のカンと経験で、毎月の定期便トラック数を見積もり、手配していた
- 効果が見えないものへの投資は消極的

#### 分析でわかったこと

- 使用したトラック台数は日毎にバラツキがある
- 20XX年10月の場合、もともと手配していた定期便10台を、実際に必要であった5台に削減したとすると、147万円の費用削減効果が見込める

#### 現状アセット状況

- 生産管理システムが入っており、当該システムに登録されている出荷商品情報をDLし、配車対象情報を整理するマクロツールがある（いつまでに、何をどこに収めるか、まですべて整理できるツール）
- ただし、どのトラックに何を積み、どのような順序で配送していくかはすべて担当者の経験で作成



### 解決の方向性に向けた To-Be（あるべき姿）の具体化

#### To-Be仮説：必要トラック台数の算出・予測

- なるべく少ない投資で実現できること
- 過去データを用いて、実務に耐えうる予測精度を担保できること
- 従来通りの方法で決めた台数と、今回予測する台数はどう異なっているか、またそれによりいくらのコストメリットが発生したかを比較・検証できること
- 2か月前に、前もって確保しておくべき定期便数と、日々の需要量に対応するための非定期便の、適切なバランスが導き出せること
- 仮に、本施策を導入することでコストメリットが得られないとわかった場合は、すぐに取りやめられること
- 出荷予定情報からトラックの積荷の計画を自動算出する仕組みがあるとよい



### 取り得る打ち手の幅出し

#### To-Be仮説に対する打ち手案

- 過去実績等から将来のトラック台数を予測する機能を実装/導入する（SaaS利用、またはExcel構築を想定）
- 従来通りの方法で決めた台数と、今回予測する台数はどう異なっているか、またそれによりいくらのコストメリットが発生したかを比較・検証できるシミュレーション機能を実装する

# 1. データを活用した予測の方法

トラック台数を予測するにあたり、データを活用した予測方法としては以下があります。

- ルールベース
  - 人間が定めたルールに基づいて予測を行う
  - (例) 需要量とトラック台数の関係性を手動でルール化して予測する
- 機械学習モデル
  - 機械がデータからルールを見つけて予測を行う
  - (例) 需要量とトラック台数の関係性を自動的に見つけて予測する
- 時系列モデル
  - 過去の値をもとに、季節性やトレンドを考慮して予測を行う
  - (例) 過去のトラック台数をもとに、未来のトラック台数を予測する

# 1. データを活用した予測の方法

- 各手法の比較

手法	メリット	デメリット
a. ルールベース	<ul style="list-style-type: none"><li>データが少なくても予測可能。</li><li>なぜそのような予測をしたのかの解釈が容易</li><li>他の手法と違い機械学習技術を必要としないため、比較的簡単に導入することができる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>人間がルールを決めてあげる必要がある。</li><li>事前に設定したルールのみに従って動くため、変化に弱い。</li></ul>
b. 機械学習モデル	<ul style="list-style-type: none"><li>一般的にはルールベースよりも精度が高い</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>パターンを見つけられるだけの十分な量のデータが必要</li><li>なぜそのような予測をしたのかの解釈が難しい場合がある</li><li>運用コストが比較的高い</li></ul>
c. 時系列モデル	<ul style="list-style-type: none"><li>予測したい項目 (今回の場合トラック台数) のデータだけで予測が可能</li><li>・一般的にはルールベースよりも精度が高い</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>トレンドや季節性が現れる十分な量のデータが必要</li></ul>

今回は、ルールベースによる予測について検証します。

## 2. Excelによるルールベース予測の方法と費用シミュレーション

本セクションでは、ルールベースによる予測の方法と、その際の費用検証をExcelで実践する方法を下記のSTEPで説明します。それぞれのページには、Excel画面を写したキャプチャ画像が貼り付けられているので、是非お手元でもExcelの操作を再現してみましょう。

- STEP1: データの準備
- STEP2: 需要量の算出
- STEP3: 部品情報の結合
- STEP4: ルートの考慮
- STEP5: トラック台数の算出
- STEP6: 関係性の確認
- STEP7: 費用シミュレーション



# STEP1: データの準備

- トラック台数は以下のように算出出来ます。

- 箱数 = 需要量 ÷ 容器入数
- パレット数 = 箱数 ÷ 容器積数
- トラック便数 = パレット数 ÷ パレット積数
- トラック台数 = トラック便数 ÷ 1日最大便数

- トラック台数を算出するには、需要量、容器入数、容器積数、パレット積数を使用します。
- 需要量は「需要量」フォルダ、容器入数は「部品マスタ.xlsx」、容器積数とパレット積数は「容器マスタ.xlsx」に記載されているので、これら3つのファイルを準備しましょう。

## 需要量フォルダ

名前
▼ 需要量
SCE1990301_348_20190404.CSV
SCE1990301_348_20190411.CSV
SCE1990301_348_20190418.CSV
SCE1990301_348_20190425.CSV
SCE1990301_348_20190510.CSV
SCE1990301_348_20190516.CSV
SCE1990301_348_20190523.CSV
SCE1990301_348_20190530.CSV
SCE1990301_348_20190606.CSV
SCE1990301_348_20190613.CSV
SCE1990301_348_20190620.CSV

## 部品マスタ.xlsx

部品マスタ.xlsx							
ホーム 挿入 描画 >> 操作アシスト 共有 コメント							
A1 fx 部品コード							
A	B	C	D	E	F	G	
1	部品コード	単位コード	外注先コード	材料費	加工費	使用容器	容器入数
2	A0000000	6	5999	0	0		0
3	A7200001	6	5999	0	0		0
4	B0000002	6	5525	0	0		0
5	B0000003	6	5525	0	0		0
6	B0000004	6	5525	0	0		0
7	B0000005	6	5525	0	0		0
8	B0000006	6	5525	0	0		0
9	B0000007	6	5525	0	0		0
10	B0000008	6	5525	0	0		0
11	B0000009	6	5525	0	0		0
12	B0000010	6	5525	0	0		0
13	B0000011	6	5525	0	0		0
14	B0000012	6	5525	0	0		0

## 容器マスタ.xlsx

容器マスタ.xlsx				
ホーム 挿入 描画 >> 操作アシスト 共有 コメント				
A1 fx 容器コード				
	A	B	C	D
1	容器コード	使用パレット	容器積数	パレット積数
2	NO.0	1100*1100	42	10
3	NO.1	1350*1100	12	8
4	NO.2	1350*1100	12	8
5	NO.3	1350*1100	20	8
6	NO.4	1950*1500	25	5
7	NO.5	1950*1500	36	5
8	NO.6	1950*1500	25	5
9	NO.7	1100*1100	16	10
10	NO.8	1100*1100	30	10
11	NO.9	1100*1100	21	10
12	NO.10	1100*1100	42	10
13	NO.11	1100*1100	36	10
14	NO.12	1100*1100	30	10
15	NO.13	1350*1100	0	8
16	NO.14	1100*1100	8	10

# STEP2: 需要量の算出①

ここからは2021年10月のトラック台数予測方法を説明していきます。

まず初めに、需要量フォルダから、10月の台数予測に必要なファイルを選定します。

トラックの手配は2ヶ月までに行う必要があるので、使用できる需要量データも2ヶ月前までのものになります。

需要量のファイル名は取得日時になっているので、2021年10月の2ヶ月前以前で利用できる最も最新のデータは、2021年7月29日に取得したデータです。

また、「需要量の表示内容.xlsx」を見てみると、2021年10月の需要量はC列の年度が22になっている行のF列に記載されていることが分かります。

需要量の表示内容.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
7	不使用	不使用	年度	部品コード	不使用	18/10	18/11	18/12	19/01	19/02
8	H	348	19	J2512218	70	5681	5630	5051	3789	3740
9										
10	不使用	不使用	年度	部品コード	不使用	19/10	19/11	19/12	20/01	20/02
11	H	348	20	J2512218	70	5681	5630	5051	3789	3740
12										
13	不使用	不使用	年度	部品コード	不使用	20/10	20/11	20/12	21/01	21/02
14	H	348	21	J2512218	70	5681	5630	5051	3789	3740
15										
16	不使用	不使用	年度	部品コード	不使用	21/10	21/11	21/12	22/01	22/02
17	H	348	22	J2512218	70	5681	5630	5051	3789	3740

SCE1990301\_348\_20210729.CSV

	B	C	D	E	F	G	H	I
459	348	21	W2519473	21	160	70	70	
460	348	21	W2519479	11	0	0	0	
461	348	21	W2519479	20	27700	28000	20929	197
462	348	21	W2519479	21	260	190	190	5
463	348	21	W2519479	70	1360	1352	1505	11
464	348	22	X00001272	70	187	165	135	1
465	348	22	J0012209	70	1425	970	0	7
466	348	22	J0012212	70	4492	4730	5052	43
467	348	22	J2512218	70	8246	8864	9456	79
468	348	22	J2512225	70	7432	5052	0	43
469	348	22	J2512226	70	1480	960	1040	9



## STEP2: 需要量の算出②

20210729.CSVより、2021年10月の部品コードと需要量を取り出して、新しく「10月台数予測.xlsx」というファイルを作成します。

この時、データの件数は661件なのに対して、部品コードのユニーク数は639件であることから、同一の部品コードが複数行に記載されているケースがあることが分かります。

例えば部品「W2519479」は3行にわたって記載されているので、需要量を合計して1行に集約します。

重複集約後は集約前の部品コードと需要量の列は不要なので、集約後の値だけをコピーして新しいシートを作成します。

(例)

	A	B		F	G
1	部品コード(重複)	需要量		部品コード	需要量
275	W2519479	210		W2519479	13128
276	W2519479	11388			
277	W2519479	1530			

1行に集約

10月台数予測.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G
1	部品コード(重複)	需要量	ユニーク数			部品コード	需要量
2	X00001272	187	639			X00001272	187
3	J0012209	1425				J0012209	1425
4	J0012212	4492				J0012212	4492
5	J2512218	8246				J2512218	8246
6	J2512225	7432				J2512225	7432
7	J2512226	1480				J2512226	1480
8	J2512227	1480				J2512227	1480
9	K0012235	1425				K0012235	1425

複数行登場する部品を1行に集約

## STEP3: 部品情報の結合

次に、トラック台数を算出するために必要な情報 (容器入数、パレット積数など) を需要量データに追加します。

部品コードをキーにして、部品マスタから、外注先コード、使用容器、容器入数、出荷場所区分を、使用容器をキーにして、容器マスタから、容器積数、パレット積数を結合します。

10月台数予測.xlsx

	A	B
1	部品コード	需要量
2	X00001272	187
3	J0012209	1425
4	J0012212	4492
5	J2512218	8246
6	J2512225	7432
7	J2512226	1480
8	J2512227	1480
9	K0012235	1425



部品コードをキーに

部品マスタ.xlsx

	A	B	C	D	E
1	部品コード	外注先コード	使用容器	容器入数	出荷場所区分
63	B0000061	5525	NO.78	16	0
64	B0000062	5525	NO.78	16	0
65	B0000063	5525	NO.78	16	0
66	B0000064	5525	NO.78	16	0
67	B0000065	5525	NO.78	16	0
68	B0000066	5525	NO.78	16	0
69	B0000067	5525	NO.78	16	2



使用容器をキーに

容器マスタ.xlsx

	A	C	D
1	容器コード	容器積数	パレット積数
2	NO.0	42	10
3	NO.1	12	8
4	NO.2	12	8
5	NO.3	20	8
6	NO.4	25	5
7	NO.5	36	5
8	NO.6	25	5
9	NO.7	16	10

# STEP4: ルートの考慮①

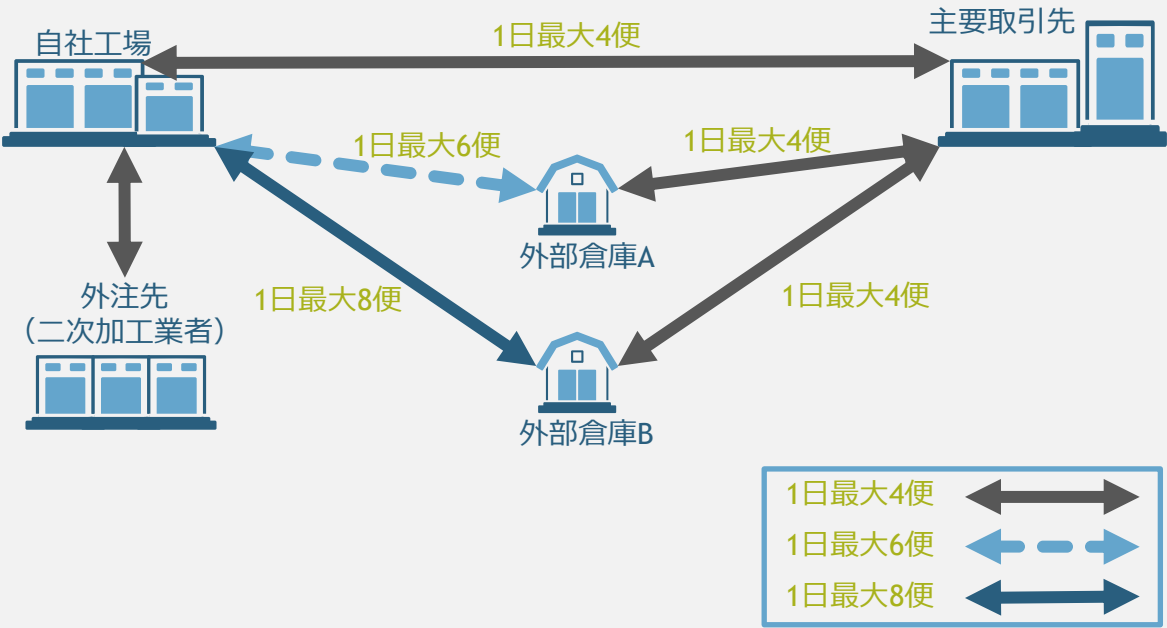
トラックの配送ルートとしては主に、自社工場から取引先に直接送るルートと、一度倉庫に送ってから送るルートがあります。

どのルートを通るかによって、1日に配送できる最大便数が異なるため、出荷場所区分の値を元に、「1日最大便数」列を以下のように作成します。

※外注先コードが5999以外、出荷場所区分が0,2,5以外のデータは今回は無視します。

外注先コード	出荷場所区分	1日最大便数
5999	0	4
5999	2	6
5999	5	8

※「部品マスタ.xlsx」より、「0...自社工場より出荷、2...倉庫Aへ横持、5...倉庫Bへ横持」



# STEP4: ルートの考慮②

また、倉庫経由で送る場合、自社工場から倉庫までのルートと、倉庫から取引先までのルートが存在するため、必要トラックは約2倍になります。  
そのため、出荷場所区分が2と5の部品に関しては、複製して新しく行を追加します。1日最大便数は4とします。

既存データ

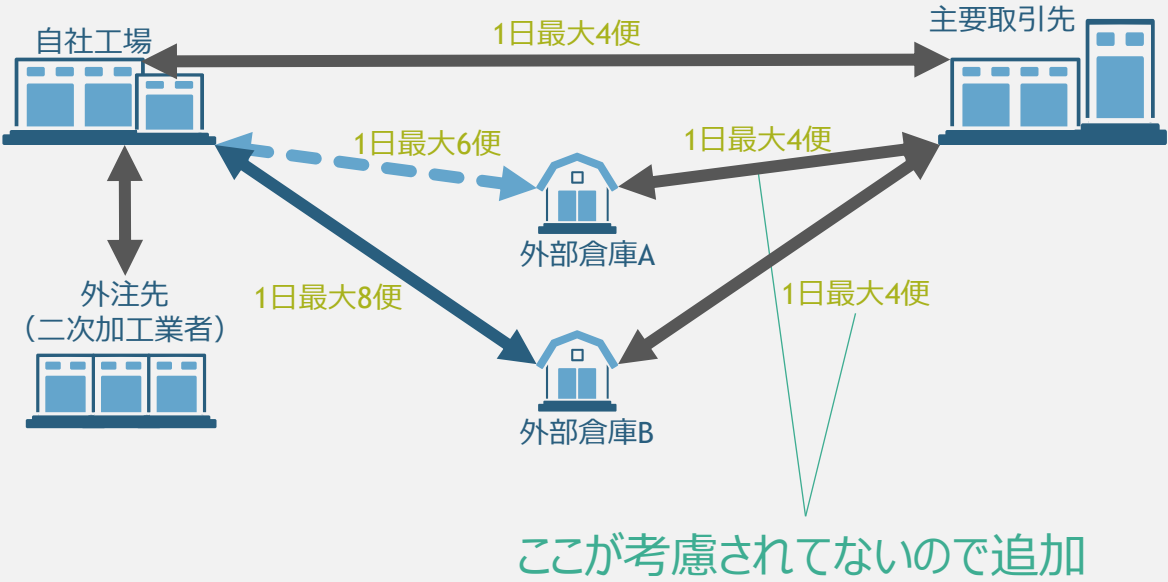
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	部品コード	需要量	外注先コード	使用容器	容器入数	出荷場所区分	容器積数	パレット積数	1日最大便
631	E2509873	5845	5999	NO.29	27	2	30	8	6
632	F0010209	10	5525	NO.19	8	2	15	8	#N/A
633	F0010211	1670	5525	NO.19	8	2	15	8	#N/A
634	F0010212	6584	5525	NO.19	12	2	15	8	#N/A
635	F0010213	1514	5525	NO.19	8	2	15	8	#N/A
636	F0010214	935	5525	NO.19	12	2	15	8	#N/A
637	F0010245	1480	5525	NO.19	14	2	15	8	#N/A
638	F0010273	10559	5525	NO.69	8	2	24	10	#N/A
639	F0010274	2360	5525	NO.69	8	2	24	10	#N/A
640	F0010286	3080	5525	NO.69	8	2	24	10	#N/A



複製データ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	部品コード	需要量	外注先コード	使用容器	容器入数	出荷場所区分	容器積数	パレット積数	1日最大便
641	J2512218	8246	5999	NO.15	500	2	30	8	4
642	J2512225	7432	5999	NO.15	500	2	30	8	4
643	K0012235	1425	5999	NO.15	1000	2	30	8	4
644	K0012236	1425	5999	NO.28	280	2	30	8	4
645	K0012248	2175	5999	NO.41	25	2	8	8	4
646	K2512277	1425	5999	NO.16	18	2	15	8	4
647	K2512278	1425	5999	NO.16	18	2	15	8	4
648	K2512281	2230	5999	NO.41	25	2	8	8	4
649	K2512282	1425	5999	NO.18	225	2	20	8	4
650	K2512284	1425	5999	NO.15	1000	2	30	8	4

最大便数は4に



## STEP5: トラック台数の算出①

- トラック台数を算出するために必要な部品毎の需要量、容器入数、容器積数、パレット積数、1日最大便数が算出できたので、下記の算出方法にてトラック台数を計算します。

1. 箱数 = 需要量 ÷ 容器入数
2. パレット数 = 箱数 ÷ 容器積数
3. トラック便数 = パレット数 ÷ パレット積数
4. トラック台数 = トラック便数 ÷ 1日最大便数

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
需要量	外注先コード	使用容器	容器入数	出荷場所区分	容器積数	パレット積数	1日最大便数	箱数	パレット数	トラック便数	トラック台数
8246	5999	NO.15	500	2	30	8	6	16.492	0.549733333	0.068716667	0.011452778
7432	5999	NO.15	500	2	30	8	6	14.864	0.495466667	0.061933333	0.010322222
1480	5999	NO.15	500	0	30	8	4	2.96	0.098666667	0.012333333	0.003083333
1480	5999	NO.15	500	0	30	8	4	2.96	0.098666667	0.012333333	0.003083333
1425	5999	NO.15	1000	2	30	8	6	1.425	0.0475	0.0059375	0.000989583
1425	5999	NO.28	280	2	30	8	6	5.089285714	0.169642857	0.021205357	0.003534226

# STEP5: トラック台数の算出②

部品毎の必要トラック台数が算出出来たので、これらを合算して稼働日数で割ることで、月の平均トラック使用台数を算出します。  
10月の稼働日数は「トラック使用実績.xlsx」より、23日であることが分かります。

トラック台数合算時に、使用容器情報等が欠損していたり、ルートコードが対象外な部品のトラック台数は#N/Aになっているため、「IFERROR」関数を使いエラーを0とみなして計算します。

稼働日数の算出

	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
21	10/25	10/26	10/27	10/28	10/29	10/30	10/31	計	
22	月	火	水	木	金	土	日		
23	8.0	8.0	8.0	9.0	8.0			164.5	
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			1.0	
25	8.0	8.0	8.0	9.0	8.0	0.0	0.0	165.5	23.0

=31 - COUNTIF(B25:AF25,0)

平均トラック使用台数の算出

		M	N
1	ク便数	トラック台数	
2	/A	#N/A	4.101792078
3	/A	#N/A	=SUM(IFERROR(M2:M785,0))/23
4	88889	#N/A	
5	16667	0.011452778	
6	33333	0.010322222	
7	33333	0.003083333	



## STEP6: 関係性の確認

同様に他の月も算出すると以下の表の1列目のようになります。

これに対して実際に使用した平均台数を算出すると、需要量から算出された台数と実際に使用した台数には平均的に1.87倍の関係があることが分かります。

※実際の平均台数は「トラック使用実績.xlsx」の月の合計台数を稼働日数で割れば算出出来ます。

需要量から算出された台数は、すべての部品を無駄なく梱包・配送できた場合の台数なので、実際に必要な台数はそれよりも多くなっています。

実際に使用した台数の算出

	F	AG	AH	AI
20				
21	31	計		
22				
23		164.5		
24		1.0	稼働日数	平均台数
25	.0	165.5	23.0	7.2

月	需要量から 算出された台数	実際に使用した 台数	倍率
7月	5.18	9.4	1.81
8月	4.78	9.4	1.97
9月	4.62	8.9	1.93
10月	4.1	7.2	1.76
11月	4.05	7.7	1.90

## STEP7: 費用シミュレーション

最後に最終的な予測値を算出しましょう。需要量から算出された台数に1.87倍をかけて、小数点は繰上げにします。  
予測値の台数だけ定期便を借り、残りを非定期便にする方針で費用をシミュレーションすると下記の表のようになります。

※ 費用の算出方法は「演習02\_初学者ガイド」を参照

月	需要量から 算出された台数	予測値	現在の費用	予測値に基づいた費用	差額
7月	5.18	10	18,567,000	18,567,000	0
8月	4.78	9	12,051,000	12,038,700	-12,300
9月	4.62	9	16,161,000	16,065,300	-95,700
10月	4.1	8	16,077,000	13,869,600	-2,207,400
11月	4.05	8	16,077,000	13,911,600	-2,165,400

### 3. 外部参考教材

マナビDX Quest参加者の皆さまは、AI・データサイエンスのための学習プラットフォーム「SIGNATE Cloud」を無料で受講することができます。以下に、演習04を進める上で参考となるであろう講座をまとめましたので、必要に応じて受講してください。

#### モデリングについてより深く学びたい方へ

- 「Excel データ分析入門」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10085>
- 「Excel 食品ロスの削減」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10086>
- 「評価関数」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10057>

#### 基本的なデータ処理の方法を学びたい方へ

- 「Excel 入門」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10084>
- 「Excel データ集計」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10101>
- 「Excel データ抽出」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10102>
- 「Excel データ構造の操作」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10103>
- 「Excel データ加工 (数値型)」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10105>
- 「Excel データ加工 (日付・文字列型)」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10107>

#### データをわかりやすく可視化する方法を学びたい方へ

- 「Excel データ可視化道場」: 近日講座リリース予定
- 「誤解グラフ」: <https://biz.quest.signate.jp/quests/10108>