

# 最適化問題をモデルとデータで表現し解く2

## ▶ 最適化問題(例6)

$$\max. 3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 4x_5 + 3x_6 + 4x_7 + 4x_8 + 1x_9 + 2x_{10}$$

$$\text{s. t. } 2x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 6x_4 + 3x_5 + 2x_6 + 5x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 3x_{10} \leq 201$$

$$2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 6x_6 + 3x_7 + 7x_8 + 2x_9 + 4x_{10} \leq 241$$

$$3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 1x_4 + 7x_5 + 2x_6 + 2x_7 + 5x_8 + 6x_9 + 3x_{10} \leq 242$$

$$4x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 2x_4 + 5x_5 + 6x_6 + 4x_7 + 6x_8 + 3x_9 + 2x_{10} \leq 279$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10} \geq 0$$

$$\max. \mathbf{c}^T \mathbf{x}$$

$$\text{s. t. } \mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$$

$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$$

$$\max. \sum_{j=1}^{10} c_j x_j$$

$$\text{s. t. } \sum_{j=1}^{10} a_{ij} x_j \leq b_i (i = 1, 2, 3, 4)$$

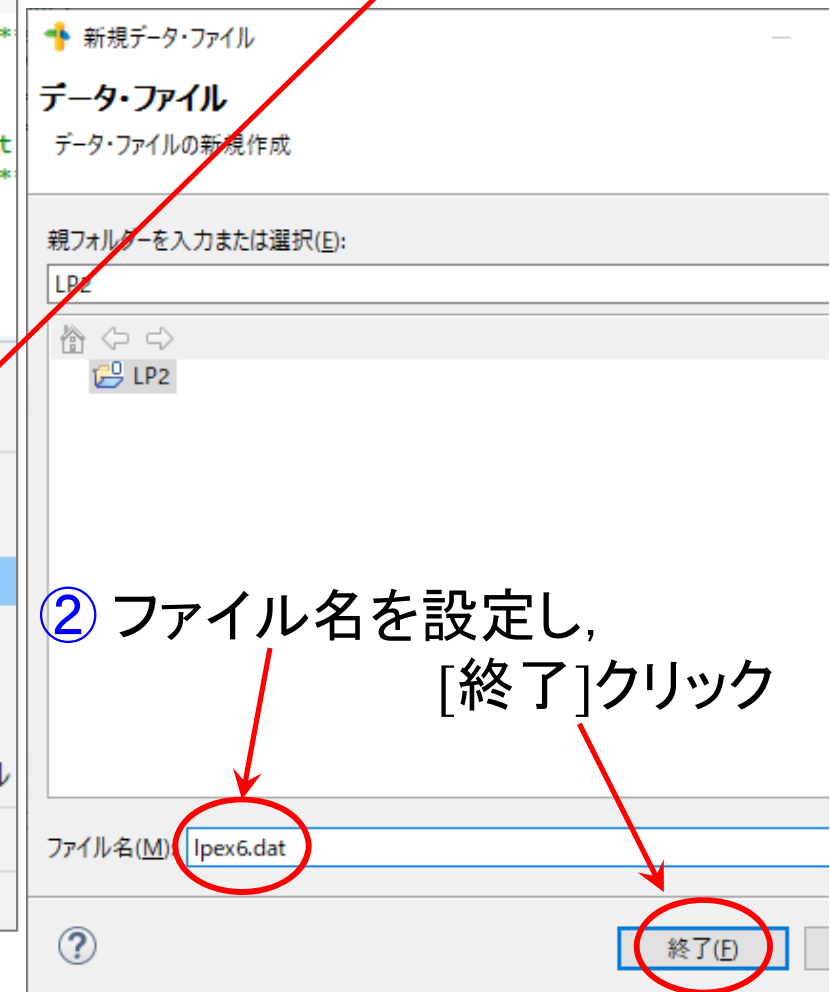
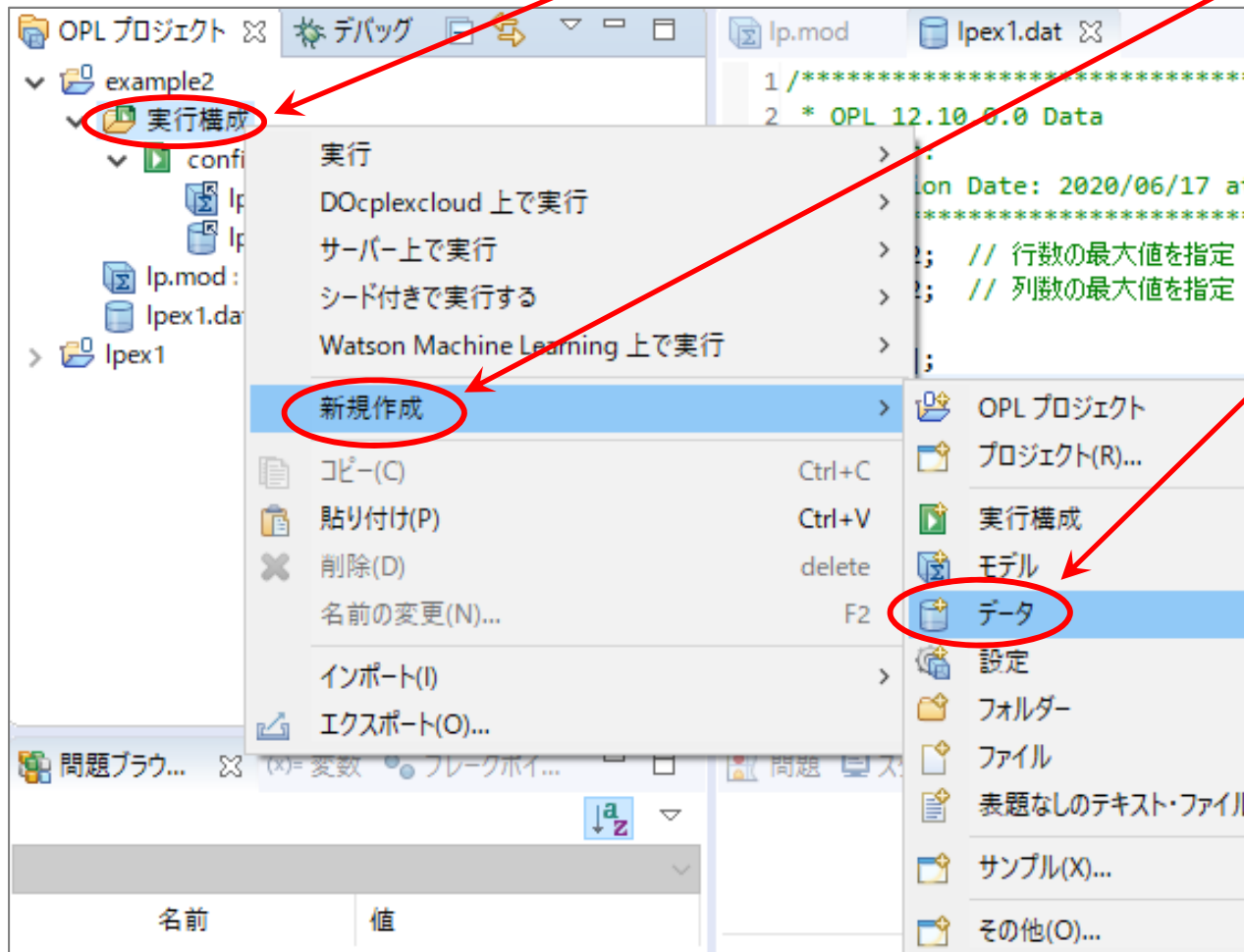
$$x_j \geq 0 (j = 1, \dots, 10)$$

$$\mathbf{c} = (3 \quad 4 \quad 3 \quad 3 \quad 4 \quad 3 \quad 4 \quad 4 \quad 1 \quad 2)^T$$
$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 5 & 6 & 3 & 2 & 5 & 1 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 4 & 6 & 3 & 7 & 2 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 1 & 7 & 2 & 2 & 5 & 6 & 3 \\ 4 & 6 & 4 & 2 & 5 & 6 & 4 & 6 & 3 & 2 \end{pmatrix}, \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 201 \\ 241 \\ 242 \\ 279 \end{pmatrix}$$
$$\mathbf{x} = (x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad x_5 \quad x_6 \quad x_7 \quad x_8 \quad x_9 \quad x_{10})^T$$

# How to use CPLEX?

## ➤ データファイル[\*\*\*.dat]を作成する

- ① OPLプロジェクトの[実行構成]上で右クリックし[新規作成]ー[データ]選択
- ② ファイル名を設定し, [終了]クリック

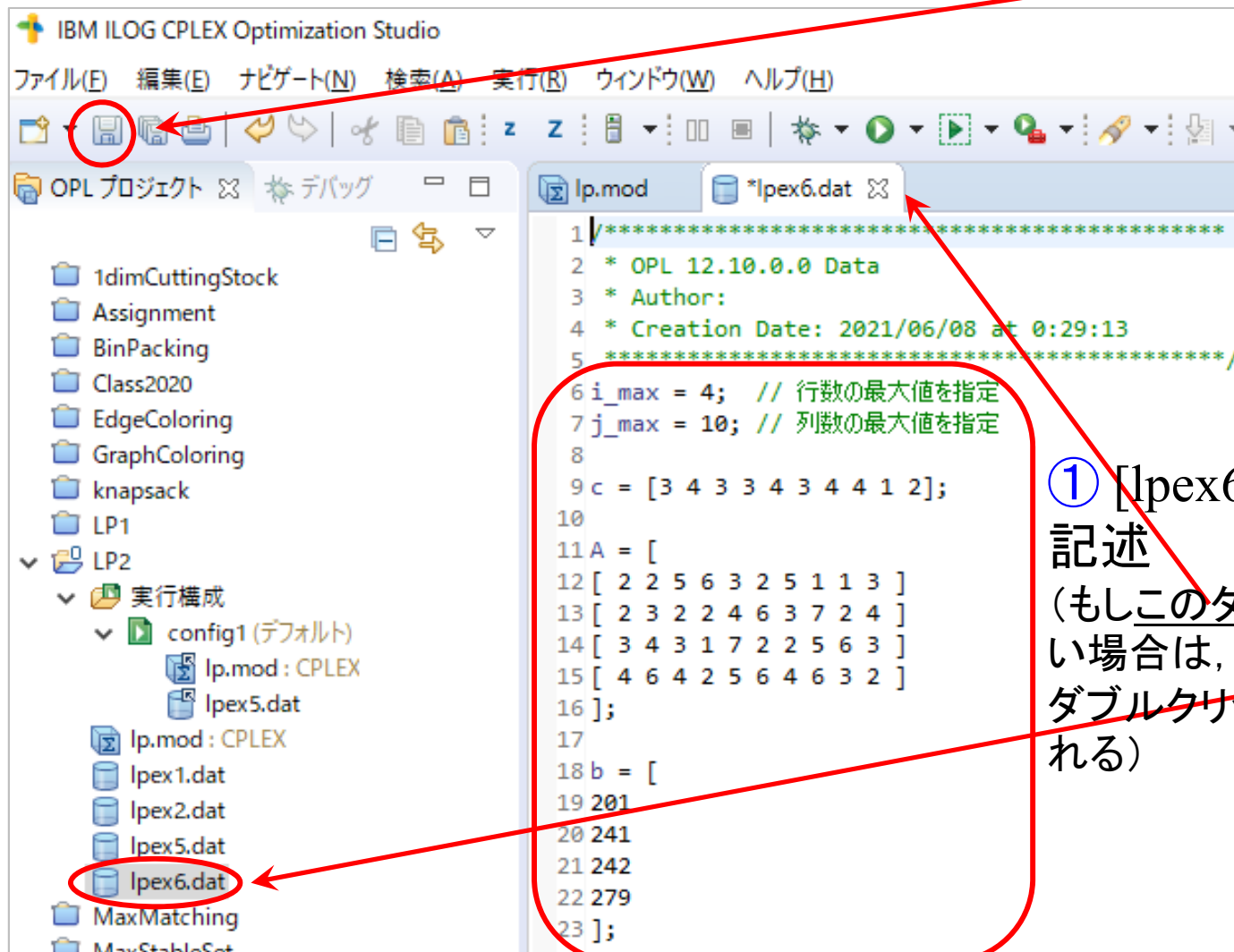


- ③ [実行構成]内に[lpex6.dat]が出来る

# How to use CPLEX?

➤ データファイル[lpex6.dat]を完成させ、保存する

- ① [lpex6.dat]の中身を記述
- ② 書き終わったら保存 ([ctrl]+[s] キーを押すか, [上書き保存]ボタンをクリック)



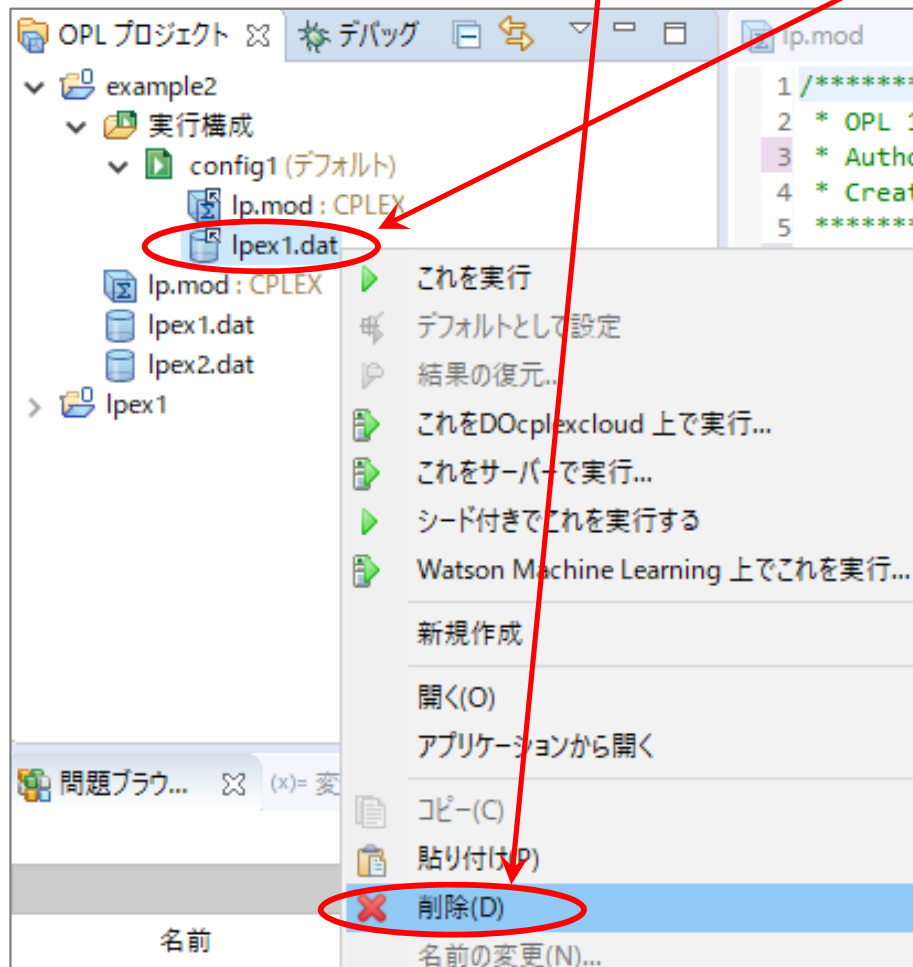
① [lpex6.dat]の中身を記述  
(もしこのタブが表示されていない場合は、左の[lpex6.dat]をダブルクリックすると表示される)

# How to use CPLEX?

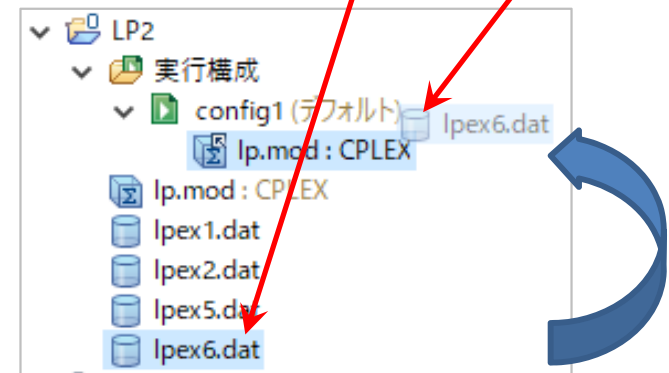
モデルファイル[lp.mod]は前回作成した同じものを流用できる(データファイル[\*\*\*.dat]を入れ替えるだけで良い)

## ➤ 解く

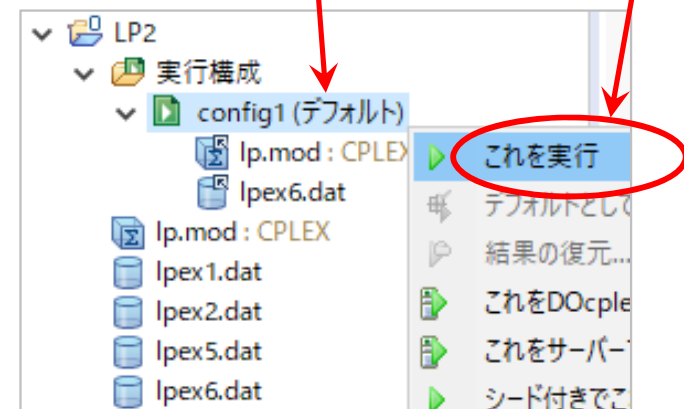
- ① [実行構成] – [config1]内に前の問題用データファイル[\*\*\*.dat]があるなら、右クリックして削除する



- ② 同じ箇所に、今回解きたい問題用データファイル[lpex6.dat]を drag & drop



- ③ [config1]上で右クリックし、[これを実行]で計算(求解)開始



# How to use CPLEX?

## ➤ 結果の確認

### ➤ [統計情報]タブ

統計情報	値
Cplex	solution (optimal) with objective 233.221...
Constraints	4
Variables	10
Other	10
Non-zero coefficients	40
Iterations	5

### ➤ [解]タブ

```
// solution (optimal) with objective 233.221649484536
// Quality There are no bound infeasibilities.
// There are no reduced-cost infeasibilities.
// Maximum Ax-b residual = 3.01981e-14
// Maximum c-B*pi residual = 4.44089e-16
// Maximum |x| = 26.2835
// Maximum |slack| = 0
// Maximum |pi| = 0.561856
// Maximum |red-cost| = 1.25773
// Condition number of unscaled basis = 2.0e+01
//
x = [4.1186
      0 0 0 16.206 0 26.284 12.727 0 0];
```

最適値 optimal value  
(目的関数最大化を達成した値)

最適解 optimal solution

# 最適化問題をモデルとデータで表現し解く3

## ▶ 最適化問題(例8)

$$\begin{aligned} \max. \quad & \mathbf{c}^T \mathbf{x} \\ \text{s. t.} \quad & \mathbf{A} \mathbf{x} \leq \mathbf{b} \\ & \mathbf{x} \geq \mathbf{0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{c} &= (\dots)^T \\ \mathbf{A} &= (\dots), \mathbf{b} = (\dots) \\ \mathbf{x} &= (x_1 \quad \dots \quad x_{50})^T \end{aligned}$$

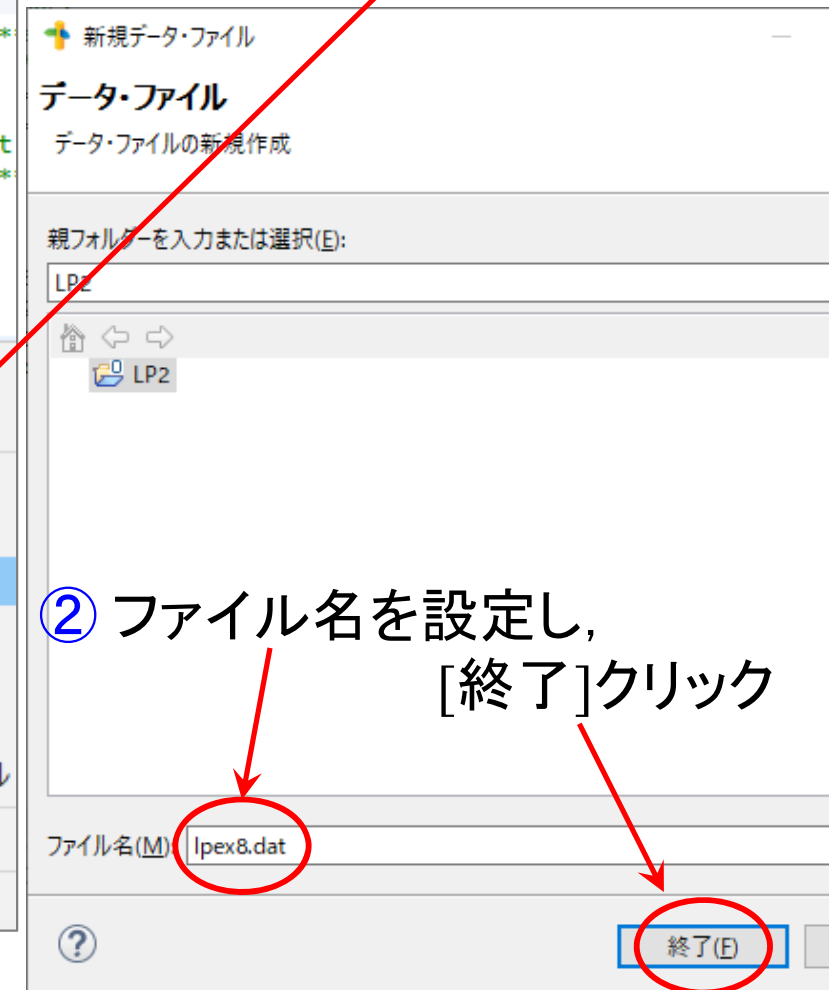
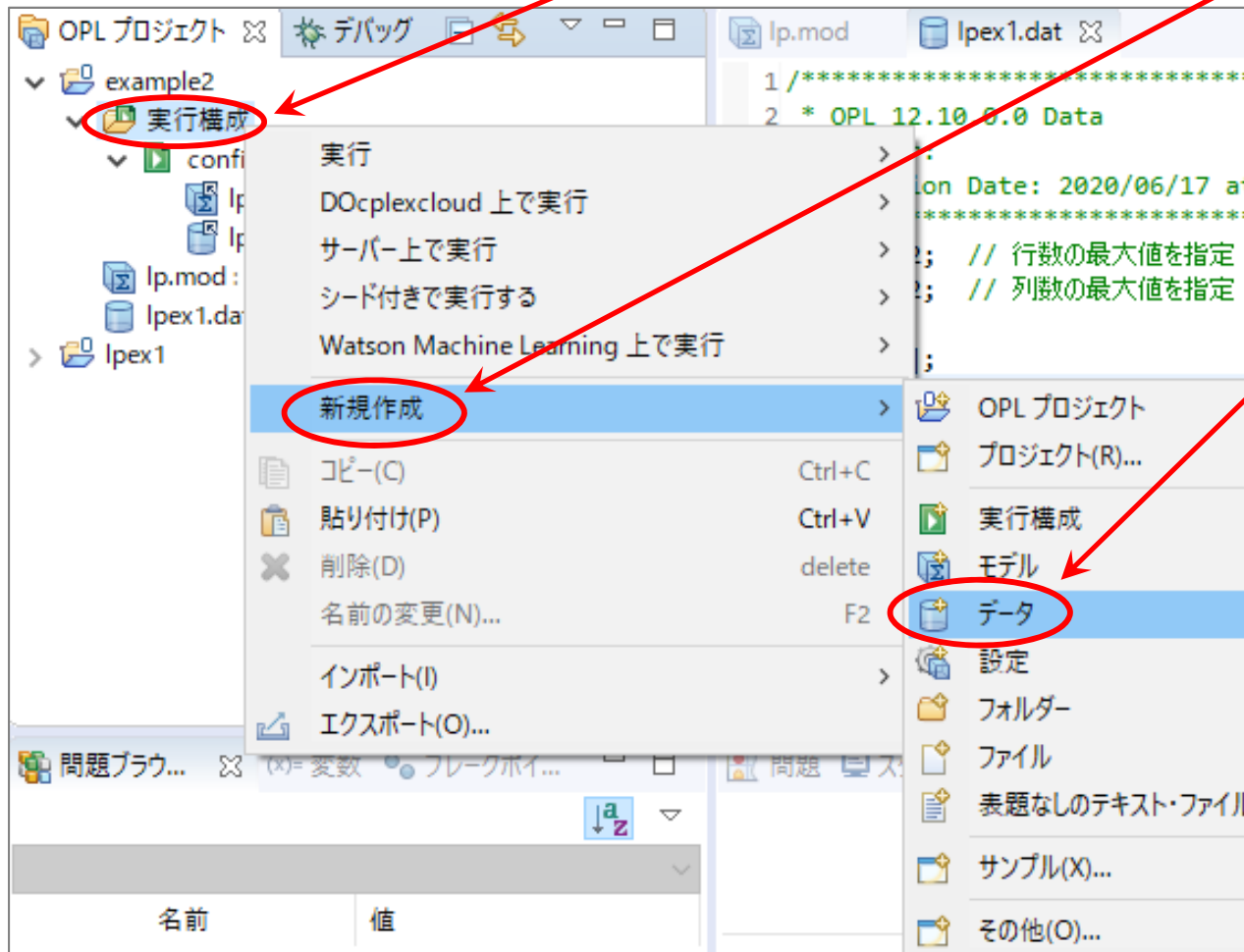
$$\begin{aligned} \max. \quad & \sum_{j=1}^{50} c_j x_j \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^{50} a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, \dots, 70) \\ & x_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, 50) \end{aligned}$$

データがこのページにおさまらない  
程 大きなサイズの問題を解く

# How to use CPLEX?

## ➤ データファイル[\*\*\*.dat]を作成する

- ① OPLプロジェクトの[実行構成]上で右クリックし[新規作成]ー[データ]選択
- ② ファイル名を設定し, [終了]クリック



- ③ [実行構成]内に[lpex8.dat]が出来る

# How to use CPLEX?

## ▶ データファイル[lpex8.dat]を完成させ、保存する

- ① [lpex8.dat]記述 [lpex6.dat] とほぼ同じだが、制約条件数 ( $i\_max = 70;$ ) と変数数 ( $j\_max = 50;$ ) 以外の係数行列・ベクトルは空欄で括弧 ( $[ ];$ ) のみ
- ② データをExcelファイルから copy&paste する

```
1 |*****  
2 * OPL 12.10.0.0 Data  
3 * Author:  
4 * Creation Date: 2021/06/14 at 23:19:11  
5 |*****/  
6 i_max = 70; // 行数の最大値を指定  
7 j_max = 50; // 列数の最大値を指定  
8  
9 c = [ ];  
10  
11 A = [  
12 ];  
13  
14 b = [  
15 ];
```

それぞれ、  
データを  
Excelファイルから  
copy & paste する

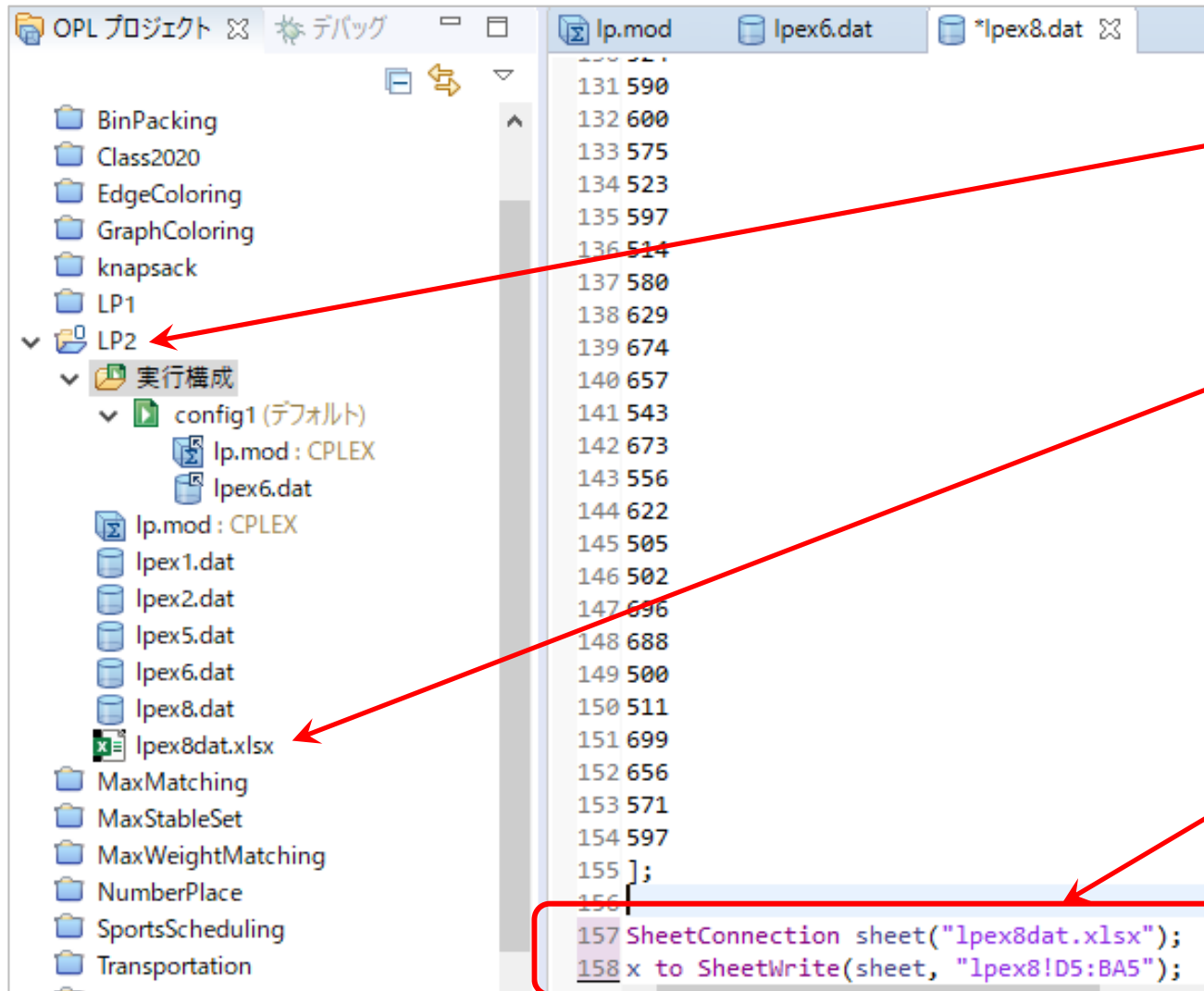
- ③ 全て書き終えたら保存



# How to use CPLEX?

## ➤ 結果出力ファイルの準備と[lpex8.dat]へ記述

- ① データ用のExcelファイル[lpex8dat.xlsx]を CPLEX のプロジェクトファイル名 ([LP2]) のところへ drag & drop する



The screenshot shows the CPLEX IDE interface. On the left, a project tree is visible with the following structure:

- OPL プロジェクト
- BinPacking
- Class2020
- EdgeColoring
- GraphColoring
- knapsack
- LP1
- LP2 (selected)
- 実行構成
  - config1 (デフォルト)
    - lp.mod : CPLEX
    - lpex6.dat
  - lp.mod : CPLEX
  - lpex1.dat
  - lpex2.dat
  - lpex5.dat
  - lpex6.dat
  - lpex8.dat
  - lpex8dat.xlsx (added)
- MaxMatching
- MaxStableSet
- MaxWeightMatching
- NumberPlace
- SportsScheduling
- Transportation

The main editor displays a list of numbers from 131 590 to 156. At the bottom, two lines of code are highlighted in a red box:

```
157 SheetConnection sheet("lpex8dat.xlsx");  
158 x to SheetWrite(sheet, "lpex8!D5:BA5");
```

①  
ここ (project file名) へ  
Excelファイル[lpex8dat.xlsx]  
を drag & drop する  
すると  
Excelファイルが追加される

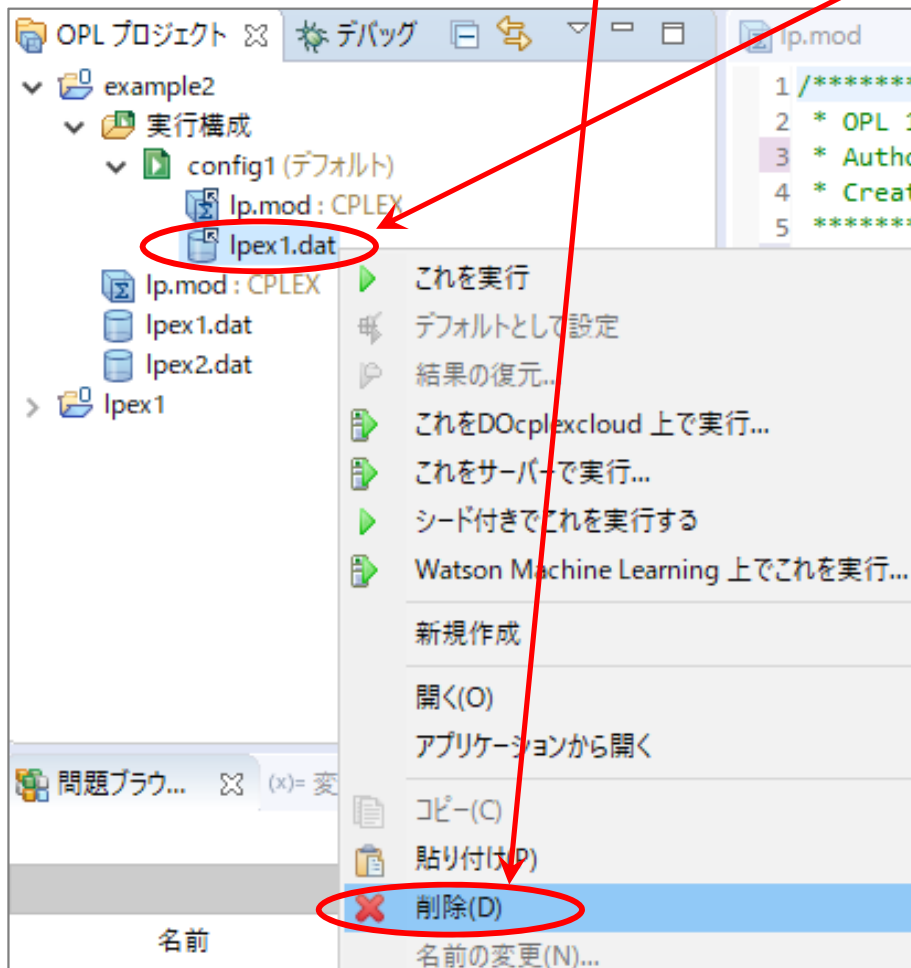
データファイル[lpex8.dat]の  
最後に2行この通り記述

# How to use CPLEX?

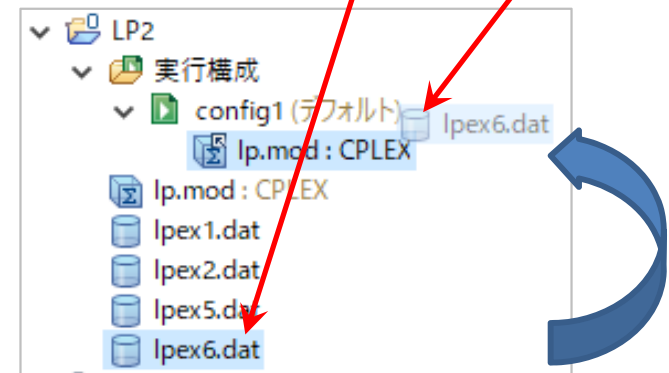
モデルファイル[lp.mod]は前回作成した同じものを流用できる(データファイル[\*\*\*.dat]を入れ替えるだけで良い)

## ➤ 解く

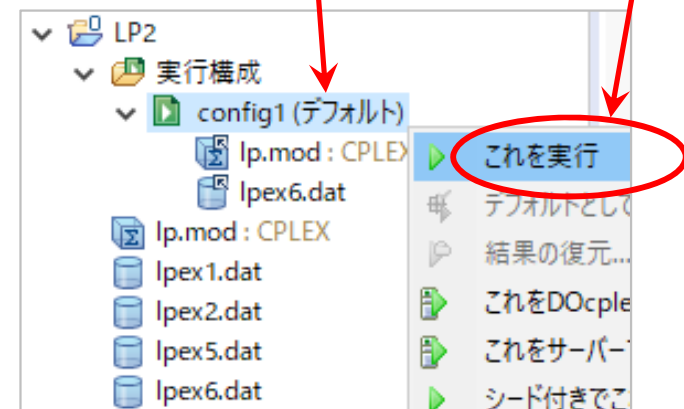
- ① [実行構成]ー[config1]内に前の問題用データファイル[\*\*\*.dat]があるなら、右クリックして削除する



- ② 同じ箇所にも、今回解きたい問題用データファイル[lpex8.dat]を **drag & drop**



- ③ [config1]上で右クリックし、[これを実行]で計算(求解)開始



# How to use CPLEX?

## 結果の確認

➤ [統計情報]タブ(省略. 各自で確認)

➤ [解]タブ →

➤ [Excel]確認

最適値 optimal value  
(目的関数最大化を達成した値)

```
// solution (optimal) with objective 594.590087759013
// Quality There are no bound infeasibilities.
// There are no reduced-cost infeasibilities.
// Maximum Ax-b residual           = 2.36255e-13
// Maximum c-B'pi residual         = 1.11022e-15
// Maximum |x|                     = 23.245
// Maximum |slack|                 = 360.384
// Maximum |pi|                    = 0.224212
// Maximum |red-cost|              = 4.36895
// Condition number of unscaled basis = 4.1e+02
//
```

最適解  
optimal solution

```
x = [0.6181
      0 0 9.9426 0 0 0 0 0 0 0 0 6.0995 0 0 0 0 0 0 0 0 23.245 6.4566
      0.39457 6.0208 0 0 10.025 0 0 0 0 0 0 13.207 10.521 0 1.2247 7.7431
      22.745 0 6.504 0 0 2.4235];
```

The screenshot shows the CPLEX software interface. On the left, a file explorer displays a folder named 'TSP' containing files like 'Iplex8.dat' and 'Iplex8dat.xlsx'. A context menu is open over the 'Iplex8dat.xlsx' file, listing options such as '新規作成', '開く(O)', 'アプリケーションから開く', 'コピー-(C)', '貼り付け(P)', '削除(D)', '名前の変更(N)...', 'インポート(I)', 'エクスポート(O)...', '更新(F)', '実行(R)', 'デバッグ(D)', 'チーム(E)', '比較(A)', '置換(L)', and 'プロパティ(R)'. The 'プロパティ(R)' option is highlighted with a red box and the keyboard shortcut 'Alt+Enter'. Below the file explorer, a table shows the solution results for the 'TSP' problem. The table has columns for '名前' (Name) and '値' (Value). The values are: A (0.6181), b (0.39457), c (6.0208), I (10.025), i\_max (0), J (13.207), j\_max (10.521), and 決定変数 (1) (1.2247).