

# JMP 17の新機能「ナビ付きDOE」で 実験計画法を簡単に！

SAS Institute Japan 株式会社  
JMPジャパン事業部

1

## 目次

- Chapter 1. 「ナビ付きDOE」 とは
- Chapter 2. 基本操作
- Chapter 3. スクリーニング実験と最適化実験  
(応答曲面)での利用
- 参考情報

本テキストで、黄色の枠内  がJMPの操作部分になります。

**注意：**本テキストは、JMP 17.0 で作成しております。今後のバージョンアップにより、操作方法や仕様等  
が変更される可能性があります。



2

## Chapter1：「ナビ付きDOE」について

- ・「ナビ付き」DOEとは
- ・セミナーで用いる実験計画法の用語

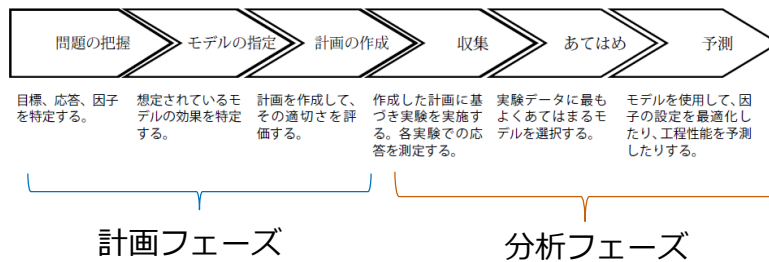
jmp

3

## 「ナビ付きDOE」とは

実験計画法の一連のワークフロー（実施手順）をガイドする機能

図3.2 実験計画のフレームワーク



### 想定する利用場面

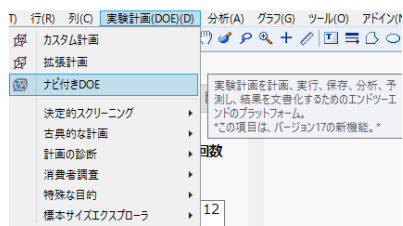
- ・ 実験計画法の初心者が、ナビゲーションを受けながら実験計画法をおこないたいとき
- ・ 組織内で実験計画法を教育される立場の方が、実験計画法の一連の流れを教えるとき
- ・ 最低限の操作で、実験計画法をおこないたいとき
- ・ 実験計画法の一連の流れを一つのファイルとして保存し、他のユーザと共有したいとき

jmp

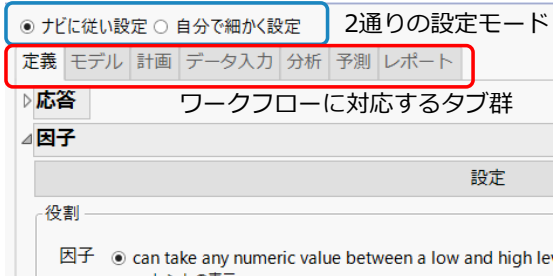
4

# 「ナビ付きDOE」とは

JMP 17「実験計画法」のメニュー群



「ナビ付きDOE」のウィンドウ



## 2通りの設定モード

ナビに従い設定：実験計画法の初心者向け

自分で細かく設定：実験計画法に慣れている方向け

## ワークフローに対応するタブ群

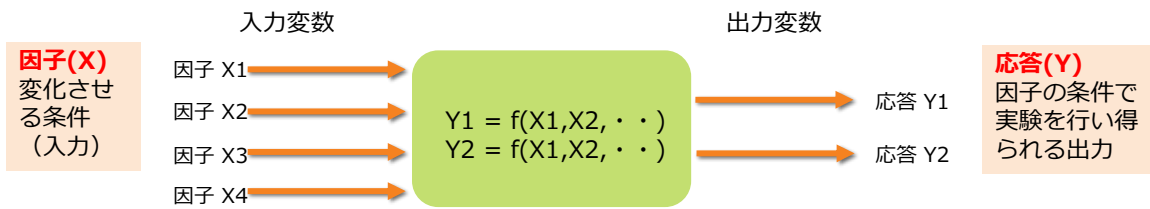
- 実験の計画、データ入力、分析、レポートといった一連の流れをタブを切り替えることにより実施
- これらのワークフローは、一つのファイル(jmpdoe形式)に保存できる



5

# セミナーで用いる実験計画法の用語

## 応答と因子



上記の例では、2つの応答と4つの因子（4因子）がある

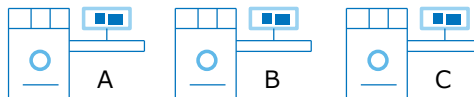
## 因子の役割、因子の水準

### 連続因子



例：溶液の量  
(20ml~40ml)

### カテゴリカル因子



例：製造装置の種類  
製造装置は、3つの値  
(A,B,C)をとる3水準  
の因子



6

# セミナーで用いる実験計画法の用語

## 交互作用

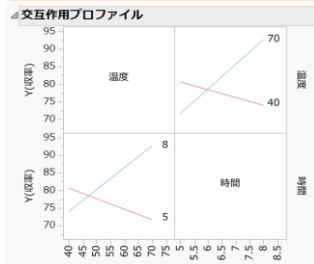
**交互作用効果**：複数の因子の組み合わせ効果

ある因子の効果は、別の因子の水準に依存している状態

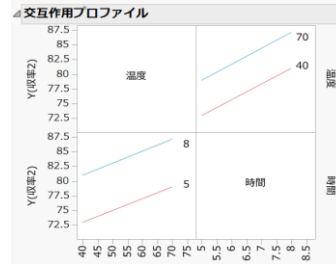
例：“温度”と“時間”の収率（応答）に対する交互作用効果

⇒ 時間と収率の関係は、温度の違い（40℃、70℃）に依存している  
 40℃のとき、時間が長くなるほど、収率は減少する  
 70℃のとき、時間が長くなるほど、収率は増加する

交互作用あり：線分が平行でない



交互作用なし：線分が平行



2つの因子の交互作用を、**2因子間交互作用**という



7

# セミナーで用いる実験計画法の用語

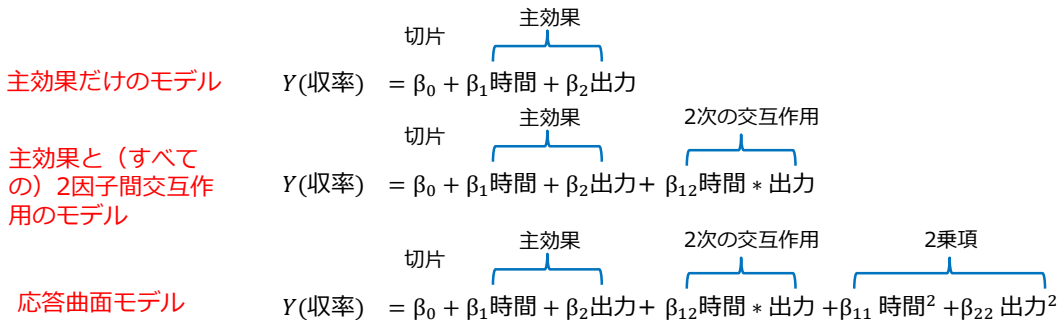
## モデルの種類

**主効果**：因子の直接的効果（1次効果）

**2因子間交互作用**：2つの因子の組み合わせ効果

**2乗項**：因子の2乗効果

例：応答を収率とし、2つの連続因子（時間、出力）を検討したとき



8

## Chapter 2. 基本操作

- 例題
- 「ナビ付きDOE」の起動と「定義」タブ
- 「モデル」、「計画」タブ
- 「データ入力」タブ
- 「分析」タブ
- 「予測」タブ
- 「レポート」タブと保存

jmp

9

### 例題 コーヒーの濃度に関する実験



#### 目的と実験内容

- あるコーヒー焙煎所が、別々の方法でドリップしたコーヒーに対し、濃度に影響している因子を探しだし、それらの因子の最適な設定を探し出す
- 既存の結果から、濃度が1.3のコーヒーが最適であることがわかっており、1.2~1.4を許容範囲とする
- 因子として、3つの連続因子（温度、時間、豆の量）と1つのカテゴリカル因子（挽き）を検討する
- 交互作用は検討せず、主効果のみ検討する

#### 応答

応答名	目標	仕様範囲
濃度	目標値(1.3)に合わせる	1.2 - 1.4

#### 因子

因子名	連続/カテゴリカル	設定の範囲
挽き	カテゴリカル	Medium (中)、Coarse (粗い)
温度	連続	195 - 205 (F)
時間	連続	3- 4 (min)
豆の量	連続	1.6 - 2.4 (g)

jmp



10

# 「ナビ付きDOE」の起動と「定義」タブ

**因子の設定**

名前	役割	変異	値	単位
高さ	カテゴリカル	容易	Medium, Coarse	f
濃度	連続変数	容易	1.95, 2.05	f
時間	連続変数	容易	3, 4	mm
豆の量	連続変数	容易	1.6, 2.4	g

**応答の設定**

応答名	目標	下側限界	上側限界
濃度	目標値に合わせます	2	1.4

- メニューバーの【実験計画(DOE) (D)] > [ナビ付きDOE] を選択します。
- 因子の役割でカテゴリカル (Categorical) を選択し、【因子の追加】ボタンをクリックします。挽きの名前と値 (Medium, Coarse) を指定します。
- 因子の役割で連続 (Continuous) を選択し、因子数を3に変更し【因子の追加】ボタンをクリックします。温度、時間、豆の量について、名前と値 (下限、上限)、単位を指定します。
- 「応答」の左にあるグレーの三角ボタンをクリックし、応答名を「濃度」に、目標を「目標値に合わせる」に、下限と上限を、それぞれ1.2, 1.4と指定します。
- ウィンドウ左下「ナビのコントロール」にある ボタンをクリックします。

問題の把握 → モデルの指定 → 計画の作成 → 収集 → あてはめ → 予測

11

# 「モデル」、「計画」タブ

**モデルと実験回数の設定**

モデルの種類: 主効果だけ (12)

実験回数: 12

**実験計画の提示**

4/0列	因子	濃度 (F)	時間 (min)	豆の量 (g)
1	Medium	205	4	2.4
2	Coarse	195	4	2.4
3	Coarse	205	3	2.4
4	Coarse	205	4	1.6
5	Medium	195	4	2.4
6	Medium	205	3	1.6
7	Coarse	195	4	1.6
8	Coarse	195	3	1.6
9	Coarse	205	3	2.4
10	Medium	195	3	2.4
11	Medium	205	4	1.6
12	Medium	195	3	1.6

- モデルの種類として「主効果だけ」を選択、実験回数を12回 (デフォルト値) に指定し、左下の をクリックします。
- 12回の計画が作成されていることを確認し、左下の をクリックします。

問題の把握 → モデルの指定 → 計画の作成 → 収集 → あてはめ → 予測

12

# 「データ入力」タブ

## 応答の入力

ナビに従い設定  自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

計画

12回	濃度	12回	40回	濃度の値		
1	1.78	1	Medium	205	4	2.4
2	1.63	2	Coarse	195	4	2.4
3	1.51	3	Coarse	205	3	2.4
4	1.26	4	Coarse	205	4	1.6
5	1.63	5	Medium	195	4	2.4
6	1.1	6	Medium	205	3	1.6
7	1.27	7	Coarse	195	4	1.6
8	1.25	8	Coarse	195	3	1.6
9	1.47	9	Coarse	205	3	2.4
10	1.27	10	Medium	195	3	2.4
11	1.2	11	Medium	205	4	1.6
12	1.22	12	Medium	195	3	1.6

濃度をダブルクリックして、値を入力

データの書き出し 応答のロード

因子プロット

濃度

ナビのコントロール

問題の把握 モデルの指定 計画の作成 収集 あてはめ 予測

8. 12回の実験に対応する濃度の値を入力します。入力後、左下の をクリックします。

## 因子プロット

- 入力した応答のデータに対し、因子を横軸、応答を縦軸としたグラフ
- 青色の折れ線は、水準の平均値を結んだもの
- 応答データを入力するとインタラクティブにグラフが作成される



13

# 「分析」タブ

## モデルのあてはめ結果

ナビに従い設定  自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

項 追加 削除

有意 非有意

データの書き出し

効果果のモデル 最も良いモデル

【モデル】タブにて指定されたすべての項（緑色となっている項）がモデルに含まれています。

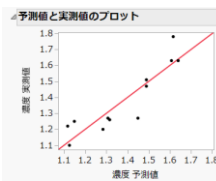
項	推定値	下側95%	上側95%
換き[Medium]	-0.015833	-0.094679	0.0630121
温度(195,205)	0.0041667	-0.074679	0.0830121
時間(3,4)	0.0791667	0.0003212	0.1580121
豆の量(1.6,2.4)	0.1658333	0.0869879	0.2446788

スチューデント化残差

残差の標準偏差(RMSE) 0.115506

各点は、外部スチューデント化残差。赤色の線は、Bonferroni調整をした95%同時信頼区間。緑色の線は、各点ごとの95%信頼区間。

問題の把握 モデルの指定 計画の作成 収集 あてはめ 予測



## 予測値と実測値のプロット

- 実測値（応答の値）を縦軸に、あてはめたモデルによる予測値を横軸にプロット
- プロット点が赤い線（ $Y=X$ ）に近くに位置していると、モデルによる予測が妥当であることを示唆する

## パラメータ推定値と95%信頼区間

- 推定値と95%信頼限界を图示
  - 信頼区間が0をまたがない場合、その項は（有意水準5%で）有意である（推定値が0ではなく効果がある）
- ⇒ この例では「時間」と「豆の量」が有意である

## スチューデント化残差

- 各実験（横軸）に対するスチューデント化残差（縦軸）をプロット
- プロット点が赤色の線の外側にある点は、外れ値である可能性が高いとみなす

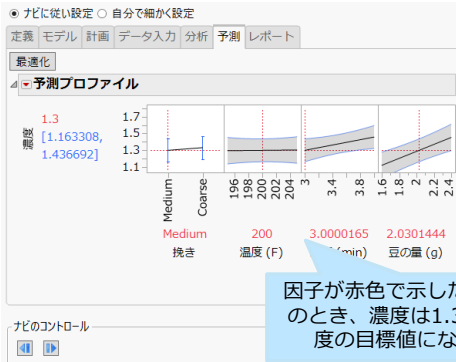
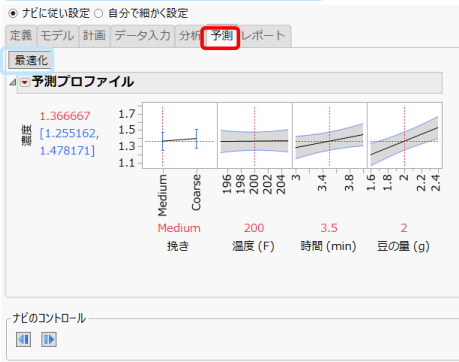
9. 分析レポートを確認し、左下の をクリックします。



14

# 「予測」タブ

## 予測プロファイルと最適化



因子が赤色で示した値（水準）のとき、濃度は1.3となり、濃度の目標値になっている

### 予測プロファイル

- モデルを作成したときのX(因子)とY(応答)との関係を視覚化
- 他の因子を固定させ、ある因子の水準値が変化するとき、応答の値がどのように変化するかをインタラクティブに表示することができる

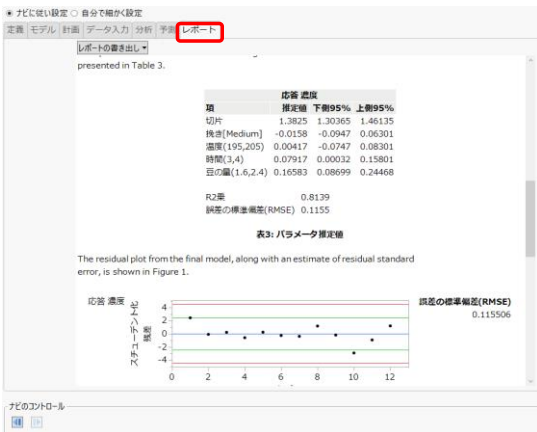
10. 予測プロファイルの上側にある【最適化】ボタンをクリックします。

注意：上記の最適化による因子の値は、あくまで最適となる一例であり、他にも最適な因子の値は存在する



# 「レポート」タブと保存

## レポート



## \*.jmpdoe 形式での保存

ファイル名(N): Coffee.jmpdoe  
ファイルの種類(T): ナビ付きDOEファイル (\*.jmpdoe)

- 「ナビ付きDOE」のメニューバーから【ファイル】>【名前を付けて保存】を選択し、ファイルの種類を「ナビ付きDOEファイル (\*.jmpdoe)」形式で保存する

⇒ jmpdoe ファイルに一連の実験計画、分析の内容が保存される

- 実験計画や分析結果を一つのレポートとして出力
- 左上にある「レポートの書き出し」ボタンをから、PDFファイルやRTFファイル（Wordで読み込める形式）で保存できる





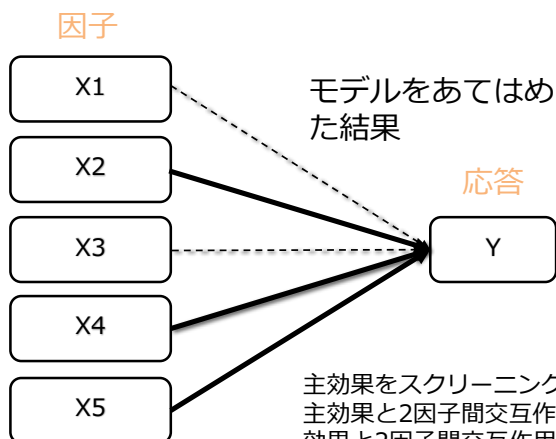
## Chapter 3. スクリーニング実験と最適化実験 (応答曲面) での利用

jmp

17

### スクリーニング実験

目的：応答に影響を及ぼすと考えられる多数の因子から、効果のある因子を抽出する



- 応答との関係が強い3つの因子 (X2、X4、X5) を抽出
- 交互作用 (X1\*X2 など) もスクリーニングの対象として考えられる

主効果のみをスクリーニングの対象としたときは主効果だけのモデルを、主効果と2因子間交互作用をスクリーニングの対象としたときは、主効果と2因子間交互作用のモデルをあてはめる

jmp

18

# 例題：スクリーニング実験 バクテリアセルロースの生産量増加を目的とした実験

## 目的と実験内容

- バクテリアセルロース (BC)の生産において、**生産量 (BCの乾燥重量(mg) / 培養液の量(ml))**を増加させたい
- 生産量を**増加**させるためのカーボンの種類、リアクターの最適条件を調べる
- 因子として、**カーボンの種類 (2種類)**と**リアクターの条件 (濃度、直径、高さ)**の4つを検討する
- 主効果と2次の交互作用をスクリーニングの対象とする
- 中心点での実験を4回実施する

## 応答

応答名	目標	仕様範囲
Y:生産量	最大化	単位 (mg/ml)

## 因子

因子名	連続/カテゴリカル	設定の範囲
カーボンの種類	カテゴリカル	Glucose、Sucrose
濃度	連続	2 - 8 (%)
直径	連続	35 - 135 (mm)
高さ	連続	5 - 10 (mm)



jmp

参考論文：

Basu, A.; Vadanam, S.V.; Lim, S. Rational design of a scalable bioprocess platform for bacterial cellulose production. Carbohydr. Polym. 2019, 207, 684–693 bacterial cellulose production.

19

## 応答と因子の設定

\* ナビに従い設定 ◯ 自分で細かく設定

定義 | モデル | 計画 | データ入力 | 分析 | 予測 | レポート

### 応答の入力

応答に関する設定

応答の追加 応答数 1 選択項目の削除

応答名	目標	下側限界	上側限界	重要度	単位
Y: 生産量	最大化	.	.	.	mg/ml

### 「定義」タブで応答と因子の設定

左図のように応答と因子を設定する

\* ナビに従い設定 ◯ 自分で細かく設定

定義 | モデル | 計画 | データ入力 | 分析 | 予測 | レポート

### 因子の入力

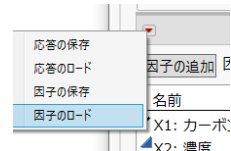
因子に関する設定

因子の追加 因子数 1 選択項目の削除

名前	役割	変更	値	単位
X1: カーボンの種類	カテゴリカル	容易	Glucose, Sucrose	
X2: 濃度	連続変数	容易	2, 8	%
X3: 直径	連続変数	容易	35, 135	mm
X4: 高さ	連続変数	容易	5, 10	mm

### Tips :

- 応答に関する設定、因子に関する設定の左側にある赤い三角ボタンをクリックすることにより、設定した応答や因子の設定をデータテーブルに保存できる（[応答の保存]、[因子の保存]）
- 保存したデータテーブルをアクティブにした状態で、上記で保存した設定をロードできる（[応答のロード]、[因子のロード]）



jmp

20

# モデルの設定と計画

## モデルと実験回数の設定

○ ナビに従い設定 \* 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

因子  
X4: 高さ 選択変数 容易 5 110

モデル  
主効果 [交互作用] 交差 べき乗 項目の削除

名前 推定

X3: 直径 必須  
X4: 高さ 必須  
X1: カーボンの種類\*X2: 濃度 必須  
X1: カーボンの種類\*X3: 直径 必須  
X1: カーボンの種類\*X4: 高さ 必須  
X2: 濃度\*X3: 直径 必須  
X2: 濃度\*X4: 高さ 必須  
X3: 直径\*X4: 高さ 必須

交絡項

計画の生成  
 ブロックごとに実験を実施: ブロックサイズ 2

中心点の数: 4

反復する行数: 0

実験の回数:  
 最小値 15  
 デフォルト値 20  
 ユーザー定義 20

ナビのコントロール

### 中心点を含む計画の設定

- 「自分で細かく設定」のボタンをクリックする
- 「モデル」の欄で、[交互作用] > [2次] を選択する
- 中心点の数を「4」に指定する

⇒ 実験の回数は20に指定される  
(主効果+交互作用のモデル: 16回  
中心点の数: 4回)



## 実験計画の提示

ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

4/0列	X1: カーボンの種類 (%)	X2: 濃度 (mm)	X3: 直径 (mm)	X4: 高さ (mm)
1	Sucrose	2	135	10
2	Sucrose	5	85	7.5
3	Glucose	5	85	7.5
4	Glucose	2	135	5
5	Sucrose	2	135	5
6	Sucrose	2	35	10
7	Glucose	8	135	10
8	Glucose	8	35	10
9	Glucose	2	35	5
10	Glucose	8	135	5
11	Glucose	8	35	5
12	Sucrose	5	85	7.5
13	Glucose	2	35	10
14	Sucrose	2	35	5
15	Glucose	5	85	7.5
16	Glucose	2	135	10
17	Sucrose	8	135	10
18	Sucrose	8	35	5
19	Sucrose	8	35	10
20	Sucrose	8	135	5

データの書き出し

ナビのコントロール



21

# 実験データの入力

## 応答の入力

ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

計画

4/0列

20/0行

Y: 生産量

4/0列	X1: カーボンの種類 (%)	X2: 濃度 (mm)	X3: 直径 (mm)	X4: 高さ (mm)
1	Sucrose	2	135	10
2	Sucrose	5	85	7.5
3	Glucose	5	85	7.5
4	Glucose	2	135	5
5	Sucrose	2	135	5
6	Sucrose	2	35	10
7	Glucose	8	135	10
8	Glucose	8	35	10
9	Glucose	2	35	5
10	Glucose	8	135	5
11	Glucose	8	35	5
12	Sucrose	5	85	7.5
13	Glucose	2	35	10

データの書き出し 応答の0-1

因子プロット

Y: 生産量

X1: カーボンの種類 X2: 濃度 X3: 直径 X4: 高さ

ナビのコントロール

「BCスクリーニング.jmpdoe」の計画に対する応答（生産量）の入力

因子プロットにより、応答(Y)と因子(X)の関係を把握



22

# モデルのあてはめ 「最良のモデル」をあてはめ

ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

項 追加 削除

有意 緑色の線は、該当の項が現在のモデルに追加されているか(緑色)、モデルから除去されているか(赤色)を示しています。美濃は、 $\alpha=0.05$ でその項が有意であることを示しています(美濃=有意、白線=非有意)。プロットの信頼区間をクリックすると、その項を追加および除去でき、モデルの変数選択を行います。

データの書き出し

応答 Y: 生産量

全効果のモデル 最良のモデル

ナビ付きDOEによって最良のモデルが選択され、いくつかの項(赤色となっている項)がモデルから削除されています。

項	-10	-5	0	5	10	推定値	下側95%	上側95%
X1: カーボンの種類(Glucose)						-3.66	-5.30087	-2.01913
X2: 濃度(2,8)						5.3875	3.5529515	7.220485
X3: 直径(35,135)						0	-1.947049	1.9470492
X4: 高さ(5,10)						-2.1	-3.934549	-0.265451
X1: カーボンの種類(Glucose)*X2: 濃度						-5.1625	-6.997049	-3.327951
X1: カーボンの種類(Glucose)*X3: 直径						0	-1.947049	1.9470492
X1: カーボンの種類(Glucose)*X4: 高さ						0	-1.947049	1.9470492
X2: 濃度*X3: 直径						0	-1.947049	1.9470492
X2: 濃度*X4: 高さ						0	-1.947049	1.9470492
X3: 直径*X4: 高さ						0	-1.947049	1.9470492

## 最良のモデルをあてはめ

- 「最良のモデル」ボタンをクリックする

いくつかの項がモデルから削除(赤色の点線)され、最良のモデルが構成される

- 削除された項の推定値は"0"と表示される
- 赤色の項が削除されたとき、残った項に対する推定値とその95%信頼区間が計算され、緑色で表される

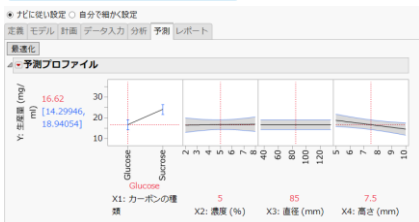
参考: 最良のモデルは、BIC基準(BICを最小とする項の構成)により決定される  
⇒ JMPのステップワイズ法のデフォルト基準と同様



23

# あてはめ結果の確認 予測プロファイルとレポート

## 予測プロファイル



- 最良モデルに対する予測プロファイルを表示
- このモデルに対する応答と因子の関係を把握

## レポート

ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

レポートの書き出し

表2: 計画

Final parameter estimates for the remaining terms after model selection are presented in Table 3.

項	推定値	下側95%	上側95%
切片	20.28	18.6391	21.9209
X1: カーボンの種類(Glucose)	-3.66	-5.30087	-2.01913
X2: 濃度(2,8)	5.3875	3.55295	7.22055
X4: 高さ(5,10)	-2.1	-3.9345	-0.2655
X1: カーボンの種類(Glucose)*X2: 濃度	-5.1625	-6.997	-3.328

R2乗: 0.8736  
調整の標準偏差(RMSE): 3.4428

表3: パラメータ推定値

- 最良モデルに対する、パラメータ推定値、R2乗、RMSE、学生化残差、予測値と実測値のプロット等を出力

## 最良モデルの式

$$y = 20.28 - 3.66x_1 + 5.3875x_2 - 2.1x_4 - 5.1625x_1x_2$$

$x_1$ : Sucroseのとき値1を、Glucoseのとき値-1をとる

$x_2, x_4$ は尺度化した変数(平均を0、範囲を2とし、因子の取り得る値の範囲を-1~1したもの)



24

## 最適化実験（応答曲面）

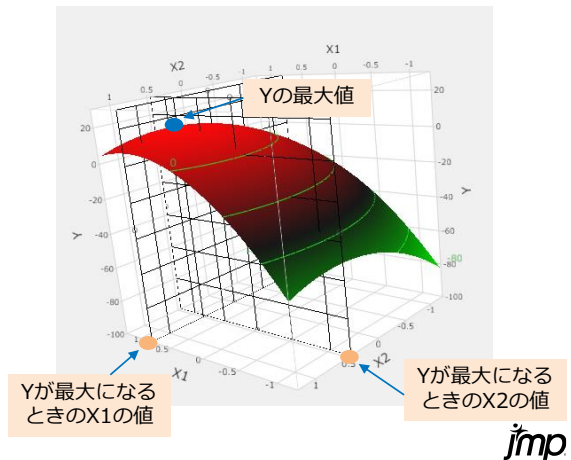
目的：応答の目標を満足する、因子の設定値を求める

- 応答には、最大化、最小化、目標値に合わせるといった目標を設定できる
- 応答は複数あるケースもある
- 応答の目標を満たす因子の設定値を求める

実験データに**応答曲面モデル**をあてはめ、応答の目標を満足する連続因子の設定値を求める



満足度関数を用い、満足度が最も高くなる因子の設定値を求める（**満足度の最大化**）



jmp

25

## 例題：最適化実験（応答曲面） バクテリアセルロースの生産量増加を目的とした実験

### 目的と実験内容

- スクリーニング実験で、生産量に対し効果があると見なせた因子を用い応答曲面モデルをあてはめる
- 同時に、応答として「乾燥重量」、「乾燥重量 / カーボン量」（培養液に含めたカーボンの量に対する乾燥重量の割合）を挙げ、因子との関係を検討する
- 生産量を最大化する因子の水準値を調べる（最適化）

### 応答

応答名	目標	仕様範囲
生産量	最大化	単位(mg/ml)
乾燥重量		単位(mg)
乾燥重量 / カーボン重量		単位(%)

### 因子

因子名	連続/カテゴリカル	設定の範囲
カーボンの種類	カテゴリカル	Glucose、Sucrose
濃度	連続	2 - 8 (%)
高さ	連続	5 - 10 (mm)

jmp

26

# 応答と因子、モデルの種類の設定

※ナビに従い設定 ○自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

### 応答の入力

応答に関する設定

応答の追加 応答数 1 選択項目の削除

応答名	目標	下側限界	上側限界	重要度	単位
生産量	最大化	.	.	.	mg/ml
乾燥重量	なし	非該当	非該当	非該当	mg
乾燥重量/カーボンの量	なし	非該当	非該当	非該当	%

※ナビに従い設定 ○自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

### モデルと実験回数の設定

モデルの種類

- 主効果だけ  
▶ ヒントの表示
- 主効果だけ (2因子間交互作用と独立)  
▶ ヒントの表示
- 主効果とすべての2因子間交互作用  
▶ ヒントの表示
- 応答曲面計画  
▼ 応答変数への効果が2次式であるモデル、主効果と2因子間交互作用のほかに、2乗効果もモデルに含める。

実験回数

8  
12  
12  
15

ナビのコントロール

因子の入力

いくつの水準を設定しますか? 2  
▶ ヒントの表示

consists of a specified number of categories, groups, or kinds. (Categorical)  
いくつの水準を設定しますか? 2  
▶ ヒントの表示

因子に関する設定

因子の追加 因子数 1 選択項目の削除

名前	役割	変更	値	単位
カーボンの種類	カテゴリーカル	容易	Glucose Sucrose	
濃度	連続変数	容易	2 8	%
高さ	連続変数	容易	5 10	mm

**応答曲面計画の設定**  
モデルの種類として「応答曲面計画」を選択し、実験回数をデフォルトの15(回)とする



27

# 実験データの入力

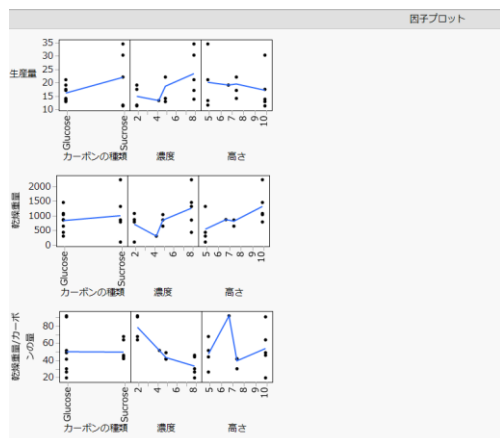
※ナビに従い設定 ○自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

### 応答の入力

3/0月	15/0月	3/0月	15/0月				
生産量	乾燥重量	乾燥重量/カーボンの量	カーボンの種類				
1	21.1	430.5	26.3	1	Glucose	8	5
2	14.1	642.7	41.3	2	Glucose	5	7.5
3	13.8	1452.5	19.5	3	Glucose	8	10
4	11.6	99.3	67.8	4	Sucrose	2	5
5	22.1	856.3	41.9	5	Sucrose	5	7.5
6	19.1	866.1	92	6	Glucose	2	6.8
7	22.1	856.3	41.9	7	Sucrose	5	7.5
8	12.9	1037.3	48.9	8	Glucose	5	10
9	30.3	2229.5	45.9	9	Sucrose	8	10
10	17.1	851.5	30.1	10	Glucose	8	7.5
11	22.1	856.3	41.9	11	Sucrose	5	7.5
12	13.3	301.5	51.5	12	Glucose	4.31	5
13	34.5	1316.9	44	13	Sucrose	8	5

「BC最適化.jmpdoe」の計画に対する  
応答(生産量)の入力



因子プロットにより、応答(Y)と因子(X)の  
関係を把握



28

# モデルのあてはめ

● ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

項 追加 削除  
 有意 緑線 赤線  
 非有意 点線 点線

▼ 緑の色は、該当の項が現在のモデルに追加されているか(緑色)、モデルから除去されているか(赤色)を示しています。黄線は、 $\alpha=0.05$ でその項が有意であることを示しています(黄線=有意、点線=非有意)。プロットの信頼区間をクリックすると、その項を追加および除去でき、モデルの回数選択を行います。

データの書き出し

**最良のモデルをあてはめ**  
 ・すべての応答に対し、[最良のモデル] ボタンをクリックする

応答 生産量

全効果のモデル 最良のモデル  
 ナビ付きDOEによって最良のモデルが選択され、いくつかの項(赤色となっている項)がモデルから削除されています。

項	-5	0	5	推定値	下側95%	上側95%
カーボンの種類[Glucose]				-2.961269	-3.830033	-2.092504
濃度(2,8)				5.1703625	4.0425226	6.2982024
高さ(5,10)				-1.127242	-2.252043	-0.002442
カーボンの種類[Glucose]*濃度				-5.304637	-6.432477	-4.176798
濃度*濃度				2.9922537	0.9729953	5.0115122
カーボンの種類[Glucose]*高さ				0	-1.168256	1.1682564
濃度*高さ				-1.570946	-2.844768	-0.297123
高さ*高さ				-2.002362	-4.025962	0.0212384

応答 乾燥重量

全効果のモデル 最良のモデル  
 ナビ付きDOEによって最良のモデルが選択され、いくつかの項(赤色となっている項)がモデルから削除されています。

項	-400	-200	0	200	400	推定値	下側95%	上側95%
カーボンの種類[Glucose]						-106.7244	-141.9303	-71.5185
濃度(2,8)						343.25452	297.526	388.98304
高さ(5,10)						386.04965	340.63508	431.46422
カーボンの種類[Glucose]*濃度						-321.9955	-367.724	-276.267
濃度*濃度						245.2474	172.41818	318.07661
カーボンの種類[Glucose]*高さ						0	-48.57216	48.57216
濃度*高さ						97.172068	45.638262	148.70587
高さ*高さ						0	-87.36893	87.368928

応答 乾燥重量/カーボンの量

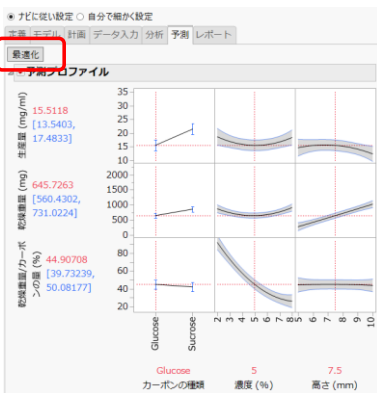
全効果のモデル 最良のモデル  
 ナビ付きDOEによって最良のモデルが選択され、いくつかの項(赤色となっている項)がモデルから削除されています。

項	-30	-20	-10	0	10	20	推定値	下側95%	上側95%
カーボンの種類[Glucose]							1.3930135	-0.432394	3.2184215
濃度(2,8)							-21.70893	-24.0734	-19.34446
高さ(5,10)							0	-2.615723	2.6157229
カーボンの種類[Glucose]*濃度							-11.25893	-13.6234	-8.89458
濃度*濃度							13.67215	9.9063095	17.43799
カーボンの種類[Glucose]*高さ							0	-2.615723	2.6157229
濃度*高さ							0	-2.967354	2.9673543
高さ*高さ							0	-4.705018	4.7050183

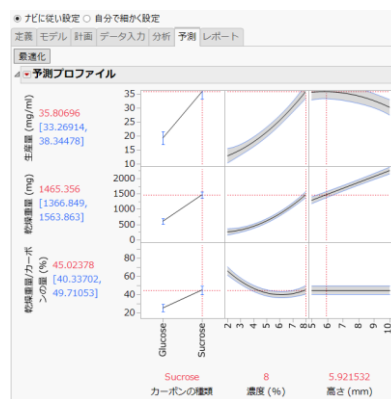


29

# 予測プロファイルによる最適化



**最適化**  
 ・[最適化] ボタンをクリックする



生産量が最大となる因子の水準が求められる

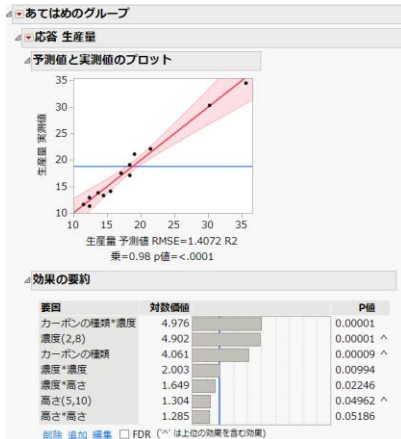
注意：上記の最適化による因子の値は、あくまで最適となる一例であり、他にも最適な因子の値は存在する



30

## 参考：「モデルのあてはめ」のレポート

- 「分析」タブに戻り、[データの書き出し] ボタンをクリック
- データテーブルのスクリプト「Easy DOE Analyze」を実行



項	推定値	標準誤差	t値	p値(Prob> t )
切片	18.473079	0.643645	28.70	<.0001*
カーボンの種類[Glucose]	-2.961269	0.367401	-8.06	<.0001*
濃度(2,8)	5.1703625	0.476964	10.84	<.0001*
高さ(5,10)	-1.127242	0.475679	-2.37	0.0496*
カーボンの種類[Glucose]*濃度	-5.304637	0.476964	-11.12	<.0001*
濃度*濃度	2.9922537	0.853945	3.50	0.0099*
濃度*高さ	-1.570946	0.5387	-2.92	0.0225*
高さ*高さ	-2.002362	0.855781	-2.34	0.0519

最良のモデルに対する、詳細なあてはめレポートを表示

- 予測値と実測値のプロット
- 効果の要約
- パラメータ推定値 (t値、p値など)

jmp

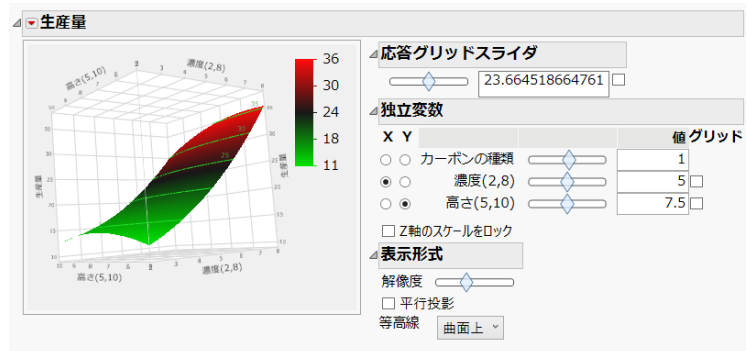
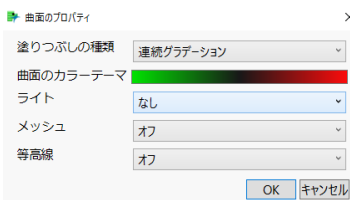
31

## 参考：曲面プロファイル

レポート「あてはめのグループ」の左にある赤い三角ボタンから、[曲面プロファイル]を選択

グラフ部分を右クリックし、右クリックメニューから次の設定を行える

- [曲面のプロパティ]: 曲面にカラーテーマを設定 (応答の予測値の大きさでグラデーションをつける)
- [凡例の表示]: グラフ右上に凡例を表示



底面に軸(X,Y)を指定。この場合は、カーボンの種類が1 (= "Sucrose") のときの曲面プロットになる

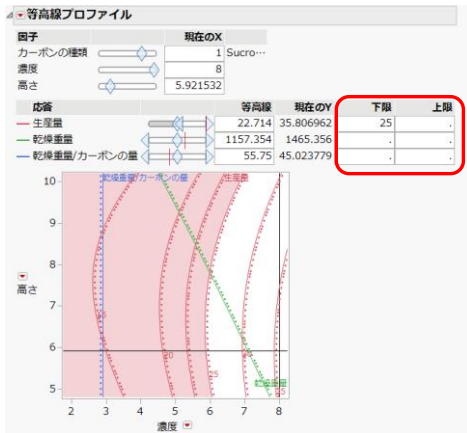
jmp

32



## 参考：等高線プロファイル

レポート「あてはめのグループ」の左にある赤い三角ボタンから、[等高線プロファイル]を選択



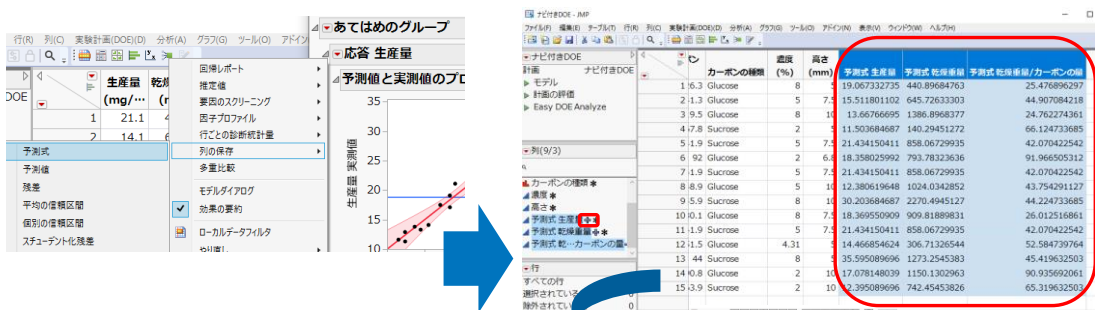
- カーボンの種類を1 (=Sucrose)とし、水平軸を濃度、垂直軸を高さとしたときの、各応答変数に対する等高線の描画
- 陰影がついていない領域 (白色で表示) が応答の仕様 (下限、上限) を満たす領域となる

レポート「等高線プロファイル」の左にある赤い三角ボタンから [等高線グリッド] を選択すると、各応答変数に関するグリッド (等高線の最小値、最大値、幅) を指定できる



33

## 参考：予測式の保存



レポート「あてはめのグループ」の左にある赤い三角ボタンから [列の保存] > [予測式] を選択すると、データテーブルの新しい列に予測式が保存される

列名の右側にある「+」のアイコンをクリックすると予測式を確認できる



34

## 参考情報

- 計画選択のルール
- 「自分で細かく設定」モードにおける分析結果
- 応答のシミュレート



35

## 計画選択のルール

「ナビ付きDOE」では、「モデル」タブで選択したモデルの種類に対し、次のルールで計画が選ばれる

● ナビに従い設定 ○ 自分で細かく設定

定義 モデル 計画 データ入力 分析 予測 レポート

モデルの種類	実験回数
<input checked="" type="radio"/> 主効果だけ ▶ ヒントの表示	12
<input type="radio"/> 主効果だけ (2因子間交相互作用と独立) ▶ ヒントの表示	17
<input type="radio"/> 主効果とすべての2因子間交相互作用 ▶ ヒントの表示	20
<input type="radio"/> 応答曲面計画 ▶ ヒントの表示	27

モデル	選ばれる計画
主効果だけ	カスタム計画(D-最適)
主効果だけ(2因子間交相互作用と独立)	決定的スクリーニング計画 または カスタム計画(交絡最適)
主効果とすべての2因子間交相互作用	カスタム計画(D-最適)
応答曲面計画	カスタム計画(I-最適)

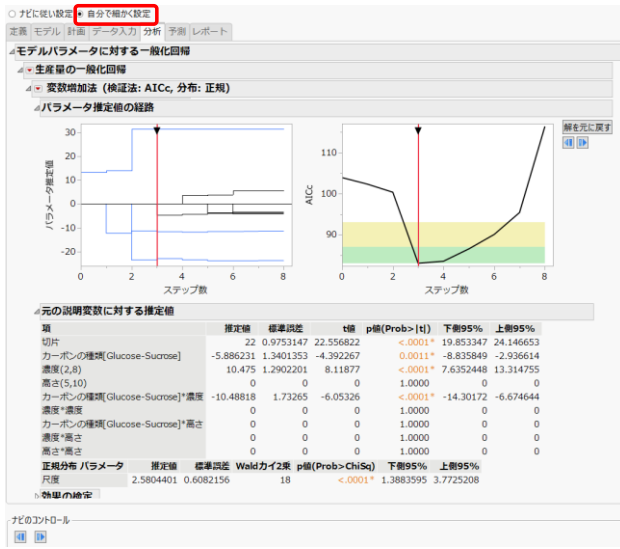
決定的スクリーニング計画が選ばれる条件は、JMPのマニュアルを参照（英語）

[Statistical Details for the Easy DOE Platform \(jmp.com\)](https://www.jmp.com/Statistical/Details-for-the-Easy-DOE-Platform)



36

# 「自分で細かく設定」モードにおける分析結果 一般化（正則化）回帰による変数選択



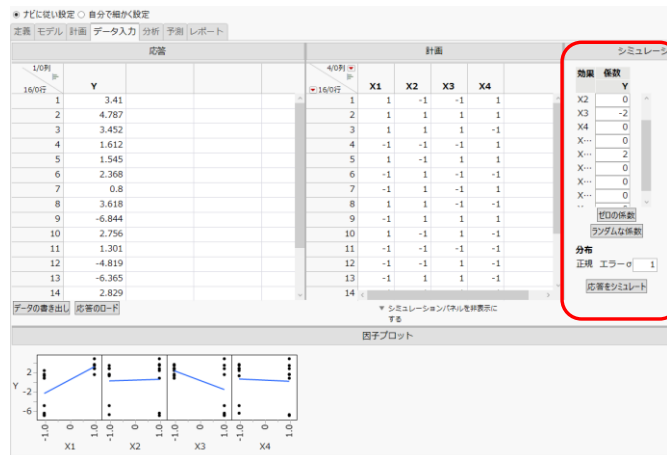
「自分で細かく設定」モードにおける分析レポート  
「一般化回帰」を用いた分析レポートを表示

因子に困難や非常に困難（分割実験用の設定）を指定していないとき、  
JMP: 検証法をAICcとした変数増加法の結果  
JMP Pro: 検証法をAICcとした総あたり法の結果



37

# 応答のシミュレート YとXとの関係を示すシミュレーション式を作成



## 応答のシミュレート

「データ入力」タブで、応答データを入力せず、シミュレーションにより応答(Y)の値を入力することができる

シミュレーションパネルを開き、効果にかかる係数やエラーσ（誤差の標準偏差）を入力し、[応答のシミュレート]ボタンをクリックする



38