



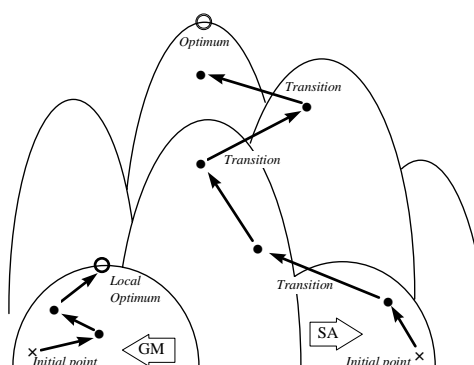
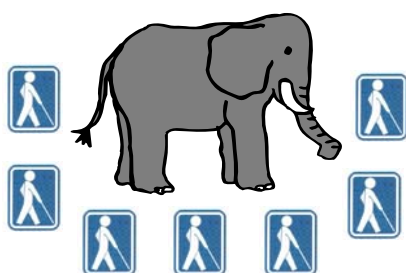
# 設計探索と データマイニング

東北大学流体科学研究所

大林 茂



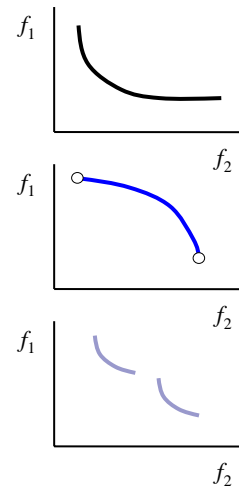
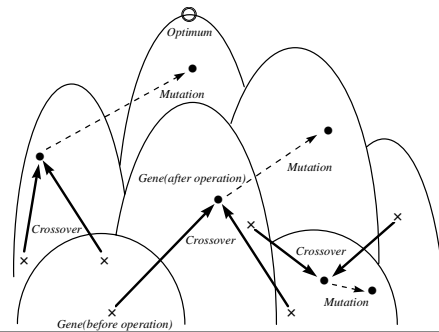
## 最適化、象を撫でる？



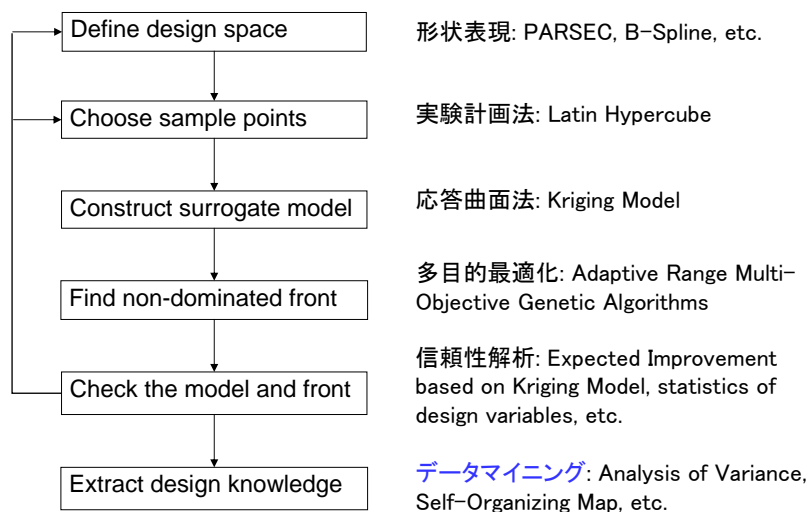
## MODE とは？ —「設計空間の構造化と可視化」

### ■ Multi-Objective Design Exploration (MODE、多目的設計探索)

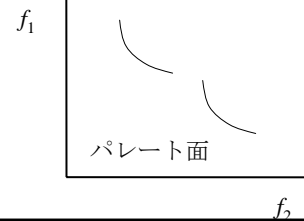
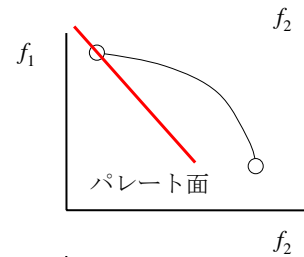
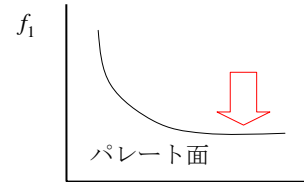
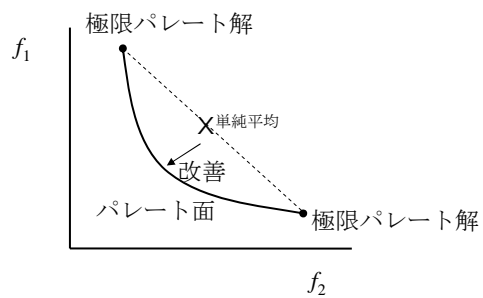
- トレードオフ情報から設計空間の構造を探る
- 高次元設計空間の俯瞰的可視化を行う
- 設計空間のスイートスポットを見いだす



## MODE and Component Algorithms



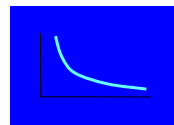
# 多目的最適化



## パレート面を見る

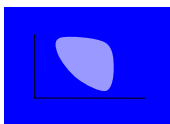
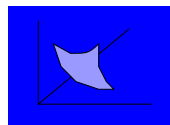
### ■ トレードオフの可視化

2 objectives

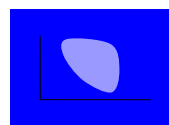
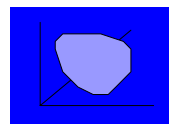


Minimization problems

3 objectives

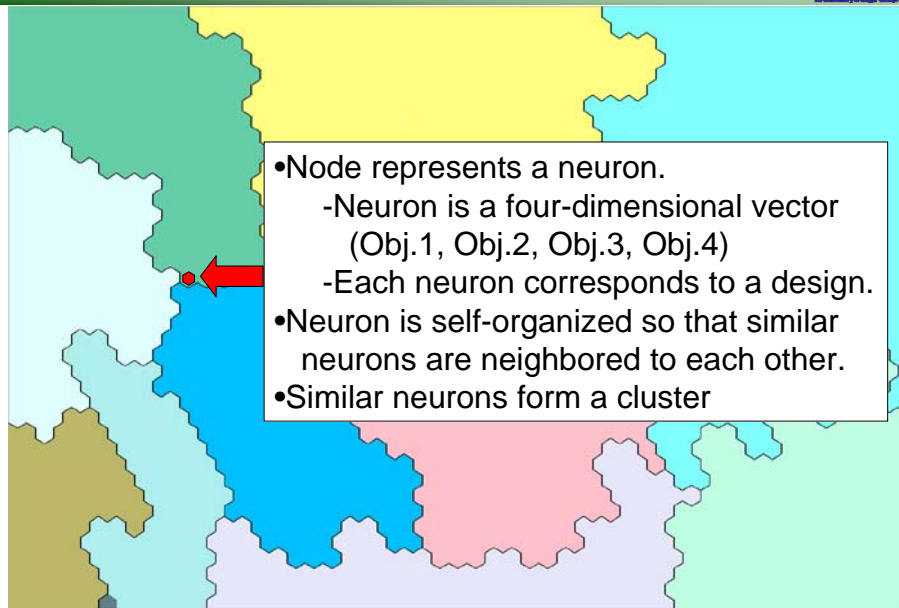


4 objectives



Projection

## データマイニング – 自己組織化マップ –



## ラフ集合 (Rough Set) とは

— Pawlak(1982)

- 情報の粒子化
- 情報の縮約
- 情報のルール化 (知識の獲得)

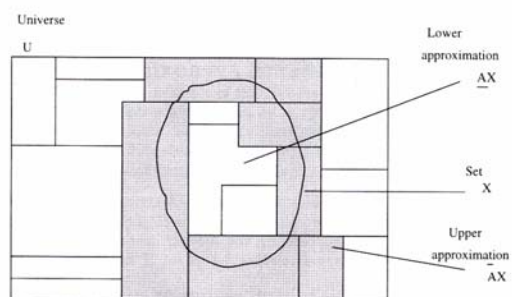


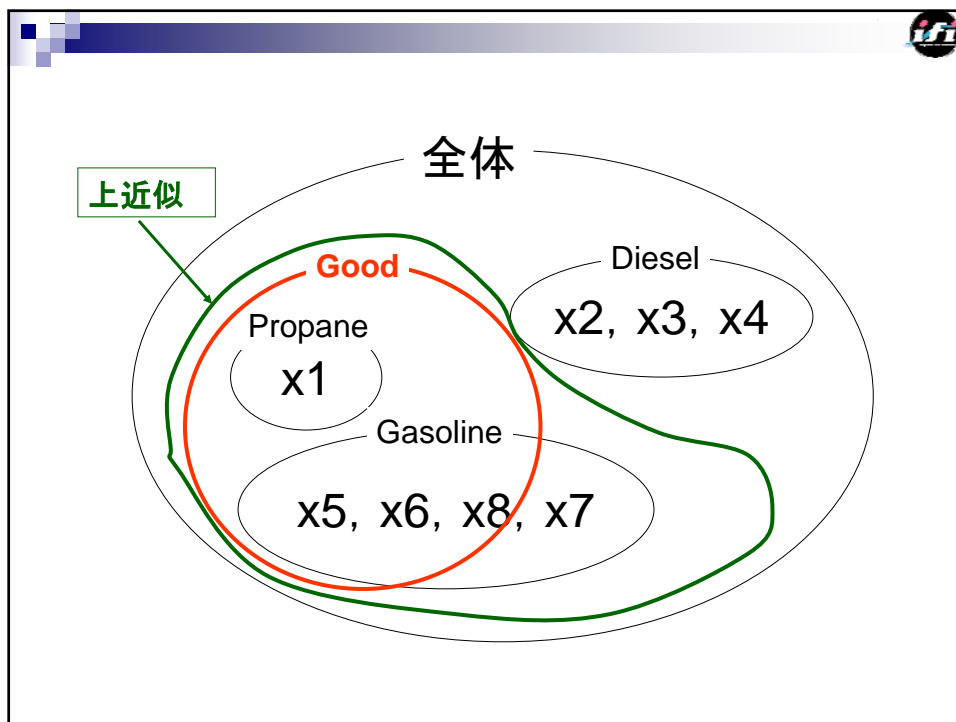
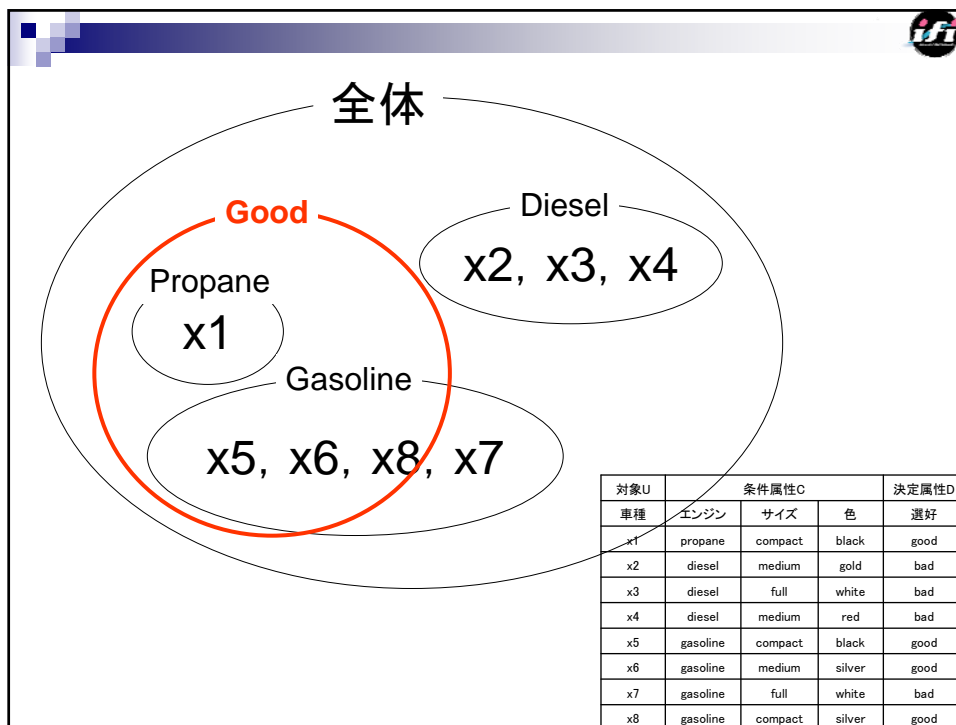
Figure 1. A rough set: A set approximation.

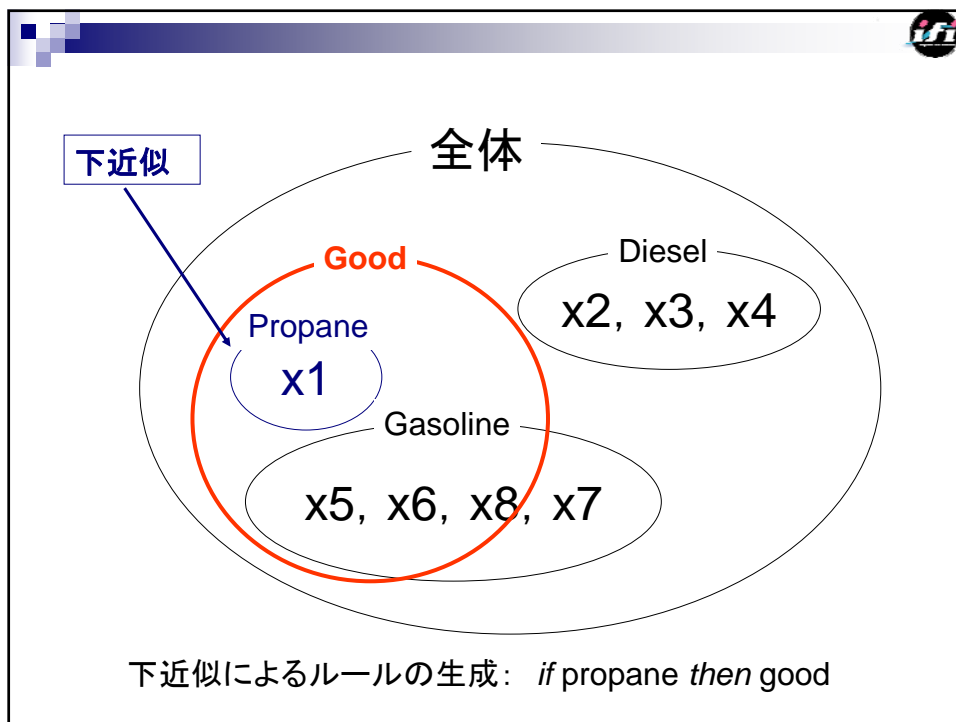
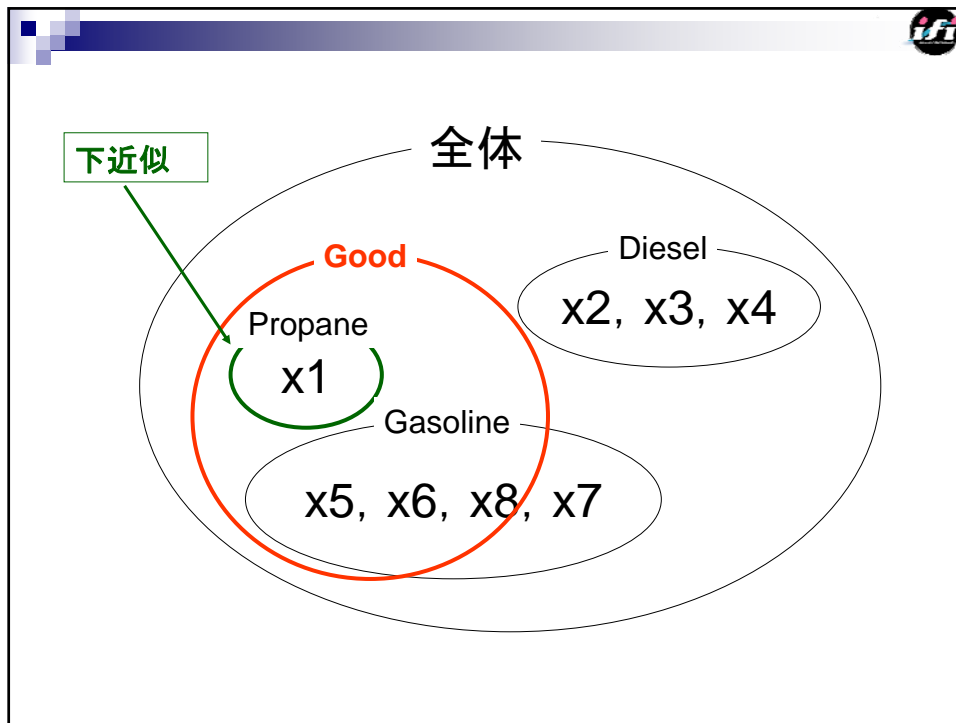
## 集合と分類

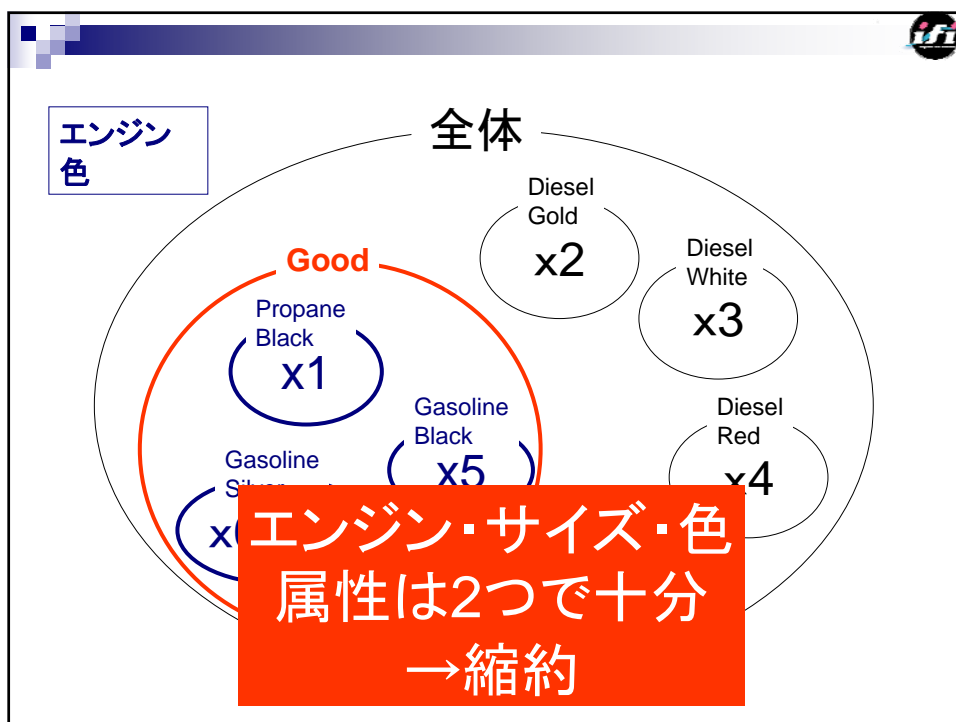
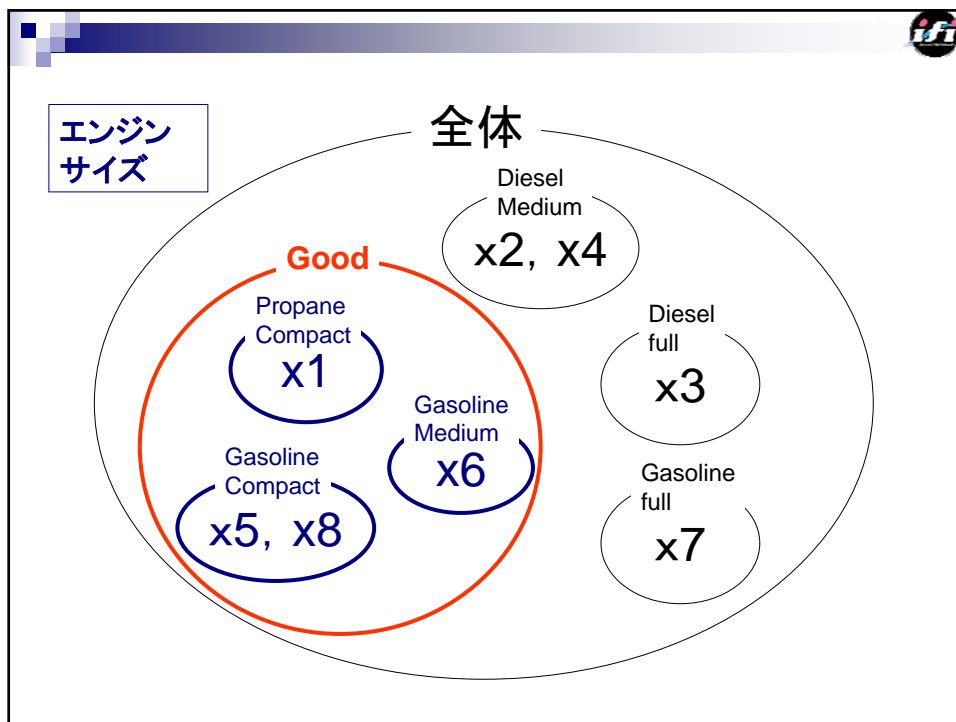
対象U	条件属性C			決定属性D
車種	エンジン	サイズ	色	選好
x1	propane	compact	black	good
x2	diesel	medium	gold	bad
x3	diesel	full	white	bad
x4	diesel	medium	red	bad
x5	gasoline	compact	black	good
x6	gasoline	medium	silver	good
x7	gasoline	full	white	bad
x8	gasoline	compact	silver	good

全体

x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8

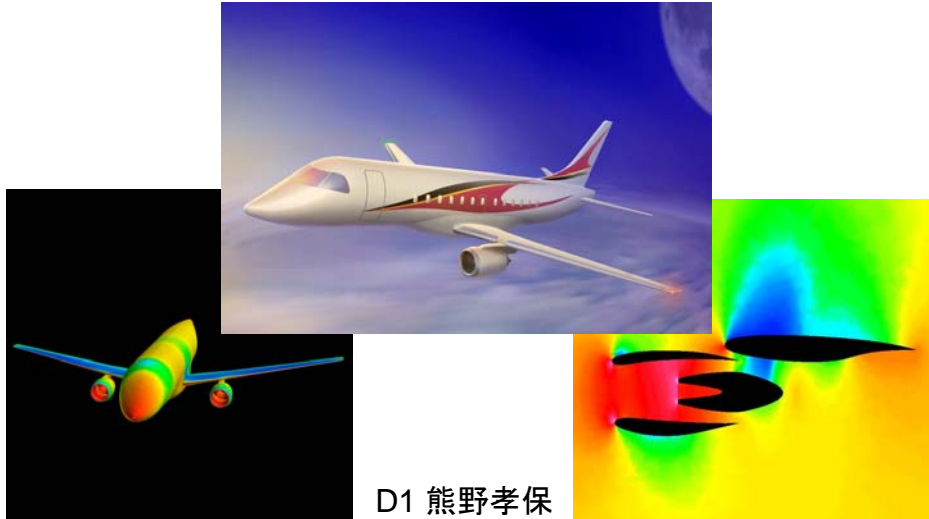








## 推進系統合主翼最適化問題への適用



## 最適化問題定義&解析手法

### 目的関数

#### 最小化

1. 巡航抵抗
2. パイロン取り付け位置での  $-C_{p,max}$
3. 主翼構造重量

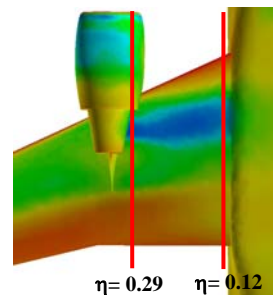
### 設計変数

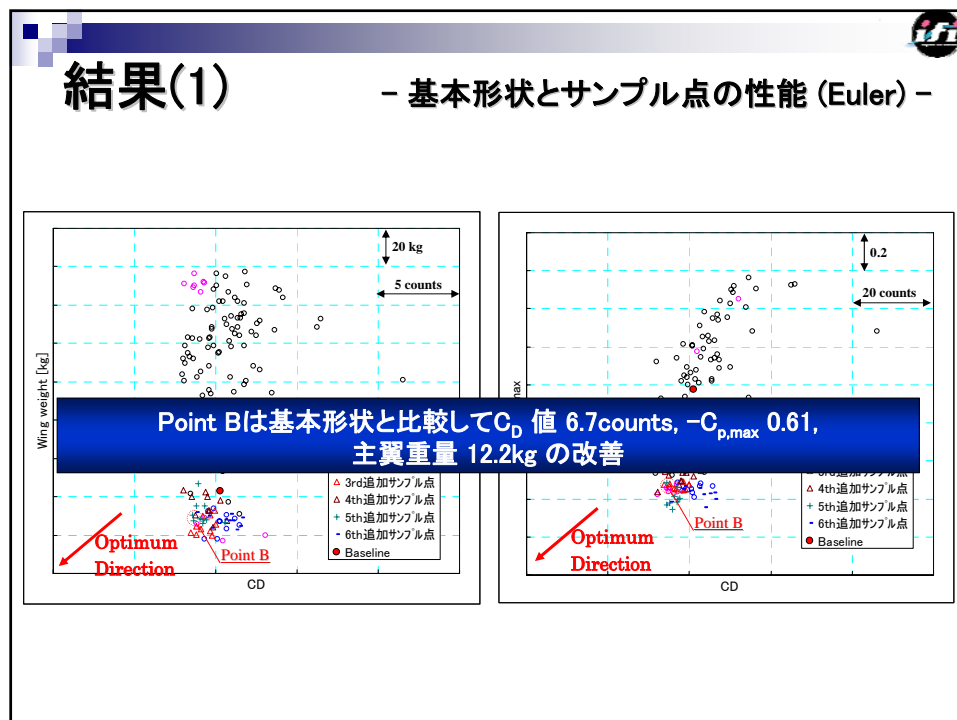
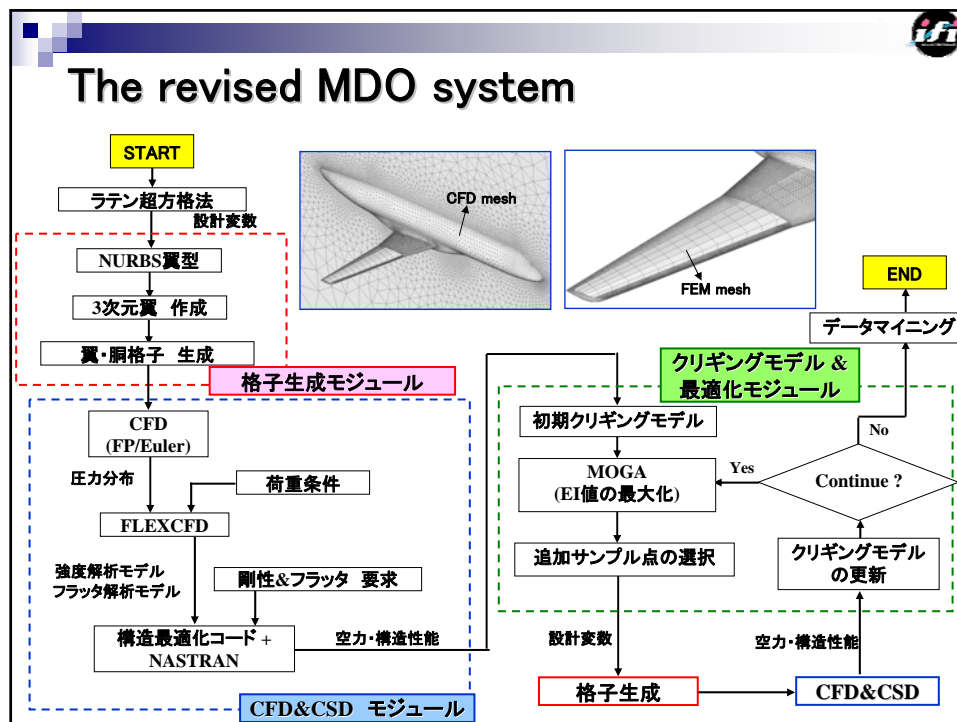
- ・ スパン方向2断面における下面翼型 ( $\eta = 0.12, 0.29$ )  
→ 13 変数 (NURBS)  $\times$  2 断面 = 26
- ・ 翼振り角 4 断面

合計 30 設計変数

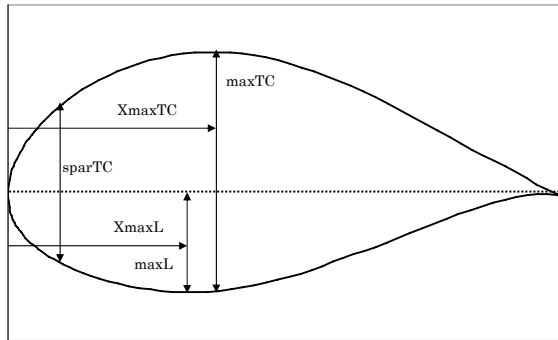
### 解析ツール

- ・ CFD: Euler code (TAS-code)
- ・ CSD/Flutter analysis: MSC.NASTRAN



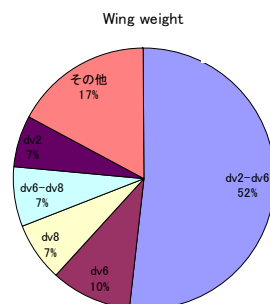
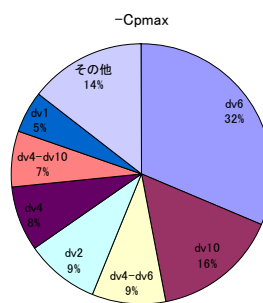
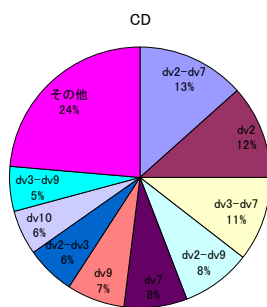


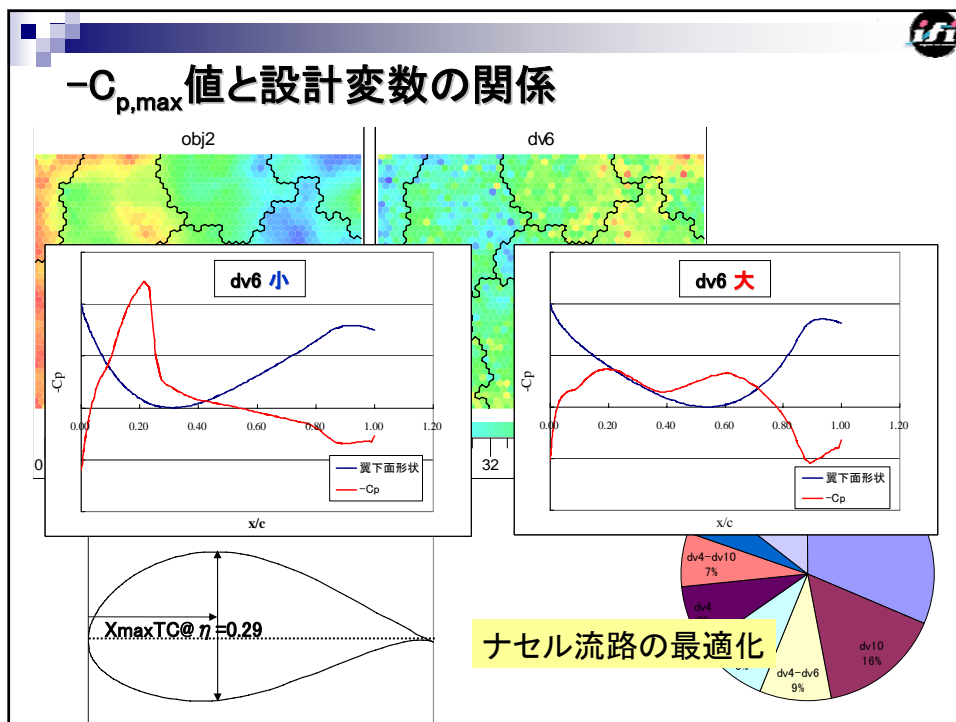
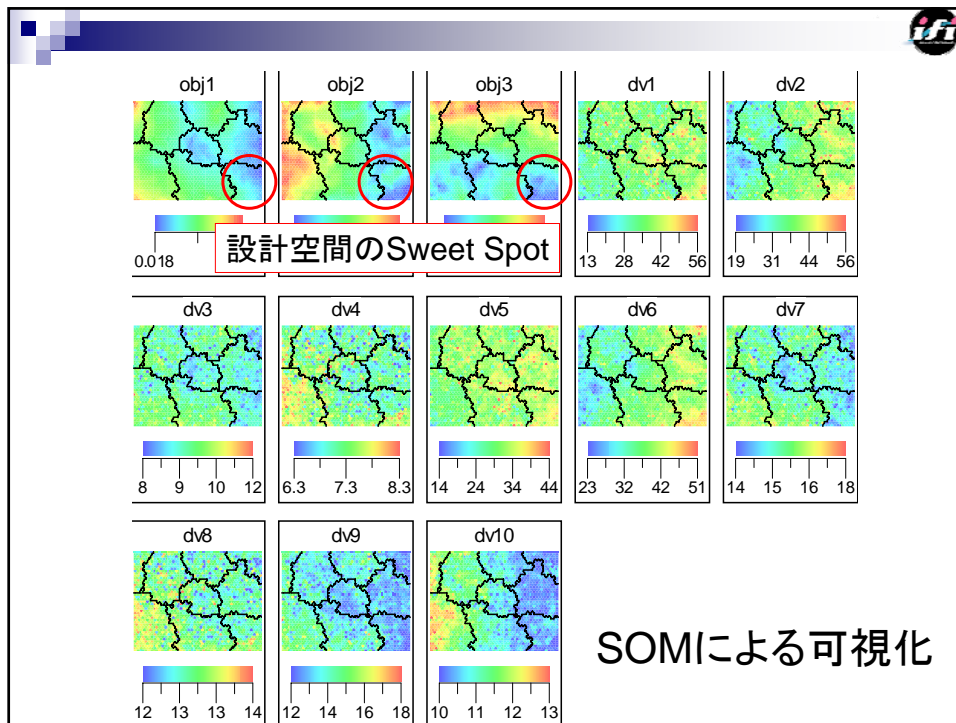
## 空力形状パラメータ



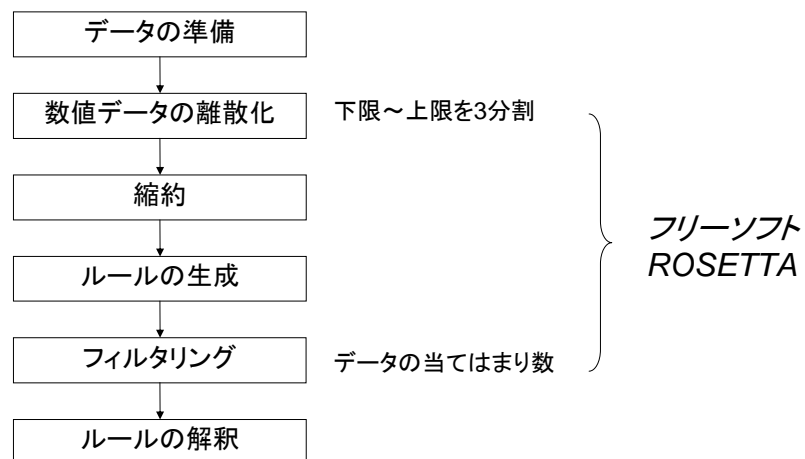
Number	Airfoil parameters
dv1	XmaxL @ $\eta = 0.12$
dv2	XmaxL @ $\eta = 0.29$
dv3	maxL @ $\eta = 0.12$
dv4	maxL @ $\eta = 0.29$
dv5	XmaxTC @ $\eta = 0.12$
dv6	XmaxTC @ $\eta = 0.29$
dv7	maxTC @ $\eta = 0.12$
dv8	maxTC @ $\eta = 0.29$
dv9	sparTC @ $\eta = 0.12$
dv10	sparTC @ $\eta = 0.29$

## ANOVA





## ラフ集合によるマイニングの流れ

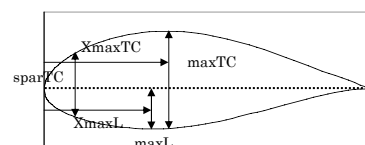




## ラフ集合により生成されたルールの傾向

	Sweet	Cd	Cp	WW
dv1	11	1	1	5
dv2	9	2	6	3
dv3	8	5	6	4
dv4	10	3	5	11
dv5	13	8	1	7
dv6	7	6	3	3
dv7	9	5	6	5
dv8	2	4	3	2
dv9	9	2	2	3
dv10	14	9	8	8

大  
小  
dv10大は×

Number	Airfoil parameters
dv1	XmaxL @ $\eta = 0.12$
dv2	XmaxL @ $\eta = 0.29$
dv3	maxL @ $\eta = 0.12$
dv4	maxL @ $\eta = 0.29$
dv5	XmaxTC @ $\eta = 0.12$
dv6	XmaxTC @ $\eta = 0.29$
dv7	maxTC @ $\eta = 0.12$
dv8	maxTC @ $\eta = 0.29$
dv9	sparTC @ $\eta = 0.12$
dv10	sparTC @ $\eta = 0.29$





## まとめ

- 多目的設計探査
- 設計空間のデータマイニング
  - 可視化
    - 自己組織化マップ
  - ルール生成
    - ラフ集合
      - 情報の粒子化
      - 情報の縮約
      - 情報のルール化
- ルールの傾向を分析
  - 翼型パラメータの傾向を把握