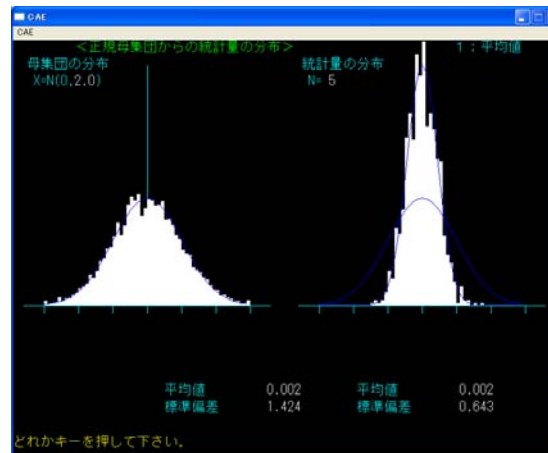


# CAEシミュレーションツール を用いた統計の基礎教育

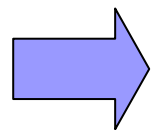


(株)日本科学技術研修所  
数理事業部

# 現在の統計教育の課題

- 2009年から統計教育が中等・高等教育の必須科目となり，大学でも問題解決ができるような人材(学生)を育てたい。
- 大学ではコンピューター(統計ソフトの利用)を重視した教育をより積極的におこなうのと同時に，理論面もきちんと教育すべきである。

(報告『数理科学分野における統計科学教育・研究の今日的役割とその推進の必要性』，2008，日本学術会議数理科学委員会数理統計学分科会より)



CAEシミュレーションツールの活用

# JUSEパッケージ

JUSE-QUEST/V2.0

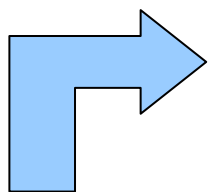
実験計画法ゲーム

すたっと！Navi

問題解決テンプレート

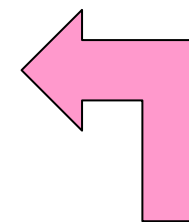
JUSE-StatWorks/V4.0

グラフ化, 検定と推定  
実験計画法, 多変量解析(SEM), 信頼性解析  
QC七つ道具, 新QC七つ道具,



SimpleWord

自由回答文の解析  
形態素解析



CAEシミュレーションツール

統計の基礎理論の視覚化  
分布とパラメータ, 管理図



# CAEシミュレーションツールとは

- 15年前ほどに日科技連が主催する「品質管理セミナーベーシックコース」で講義用のソフトとして開発され、現在も受講生の理解に役立っている。（非売品）
- データを任意に発生させ、分布の形や傾向などをシミュレーションすることによって、統計理論の理解を助ける教育用ツール。



# CAEシミュレーションツールの機能一覧

- 1. 統計的方法の基礎（分布，検定と推定，大数の法則）
- 2. 最適化手法（直接探索，シンプレックス，Box-Wilson）
- 3. 管理図



# 1. 統計的方法の基礎

## ■ 統計的方法の基礎

- ・・・一様分布の和・差,  
大数の法則(一様分布), 大数の法則(二項分布),  
中心極限定理, 正規分布の和・差,  
統計量の分布(正規), F, t,  $\chi^2$ 分布の発生,  
正規性の吟味1, 正規性の吟味2,  $b_1$ ,  $b_2$ の分布

## ■ 検定と推定

- ・・・区間推定, 検出力1, 検出力2, 各種分布

## ■ データのとり方, まとめ方

- ・・・ヒストグラム, 散布図



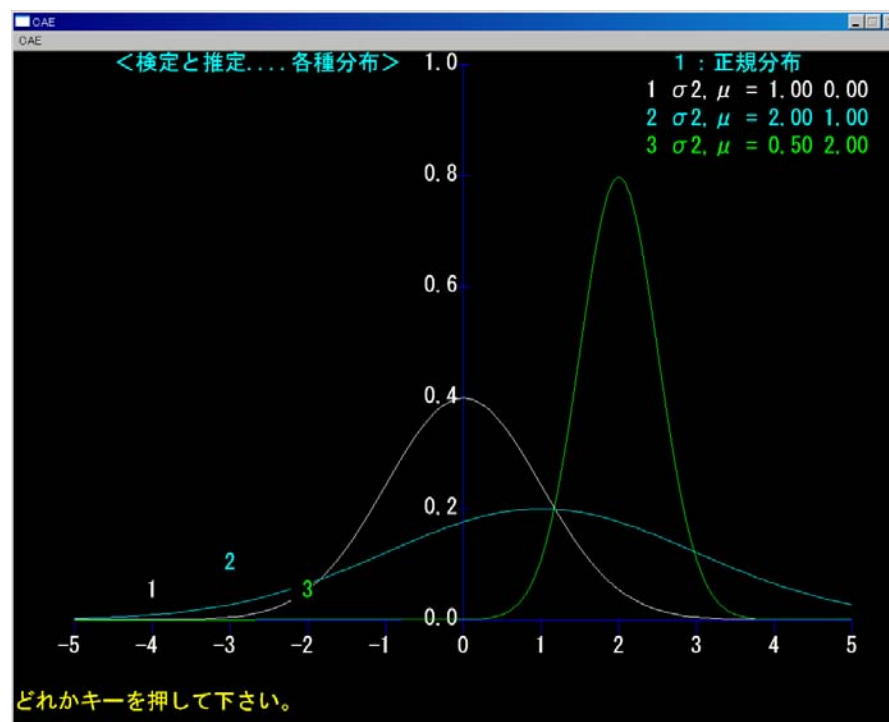
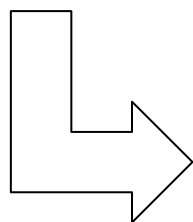
# 1. 統計的方法の基礎

- 以下の項目について, CAEシミュレーションを使って教えた場合;
  - ①確率密度関数
  - ②中心極限定理
  - ③大数の法則
  - ④統計量の分布
  - ⑤相関係数

# ① 確率密度関数

- パラメータ(平均  $\mu$ , 分散  $\sigma^2$ )の正規分布の確率密度曲線

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

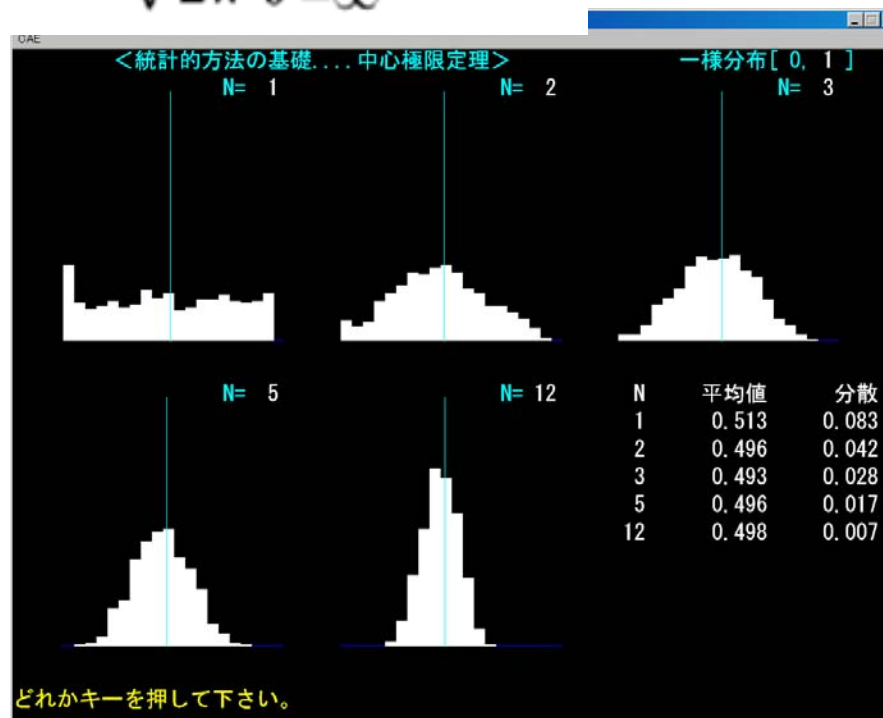
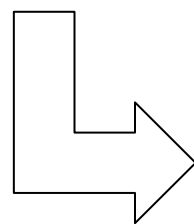




## ②中心極限定理

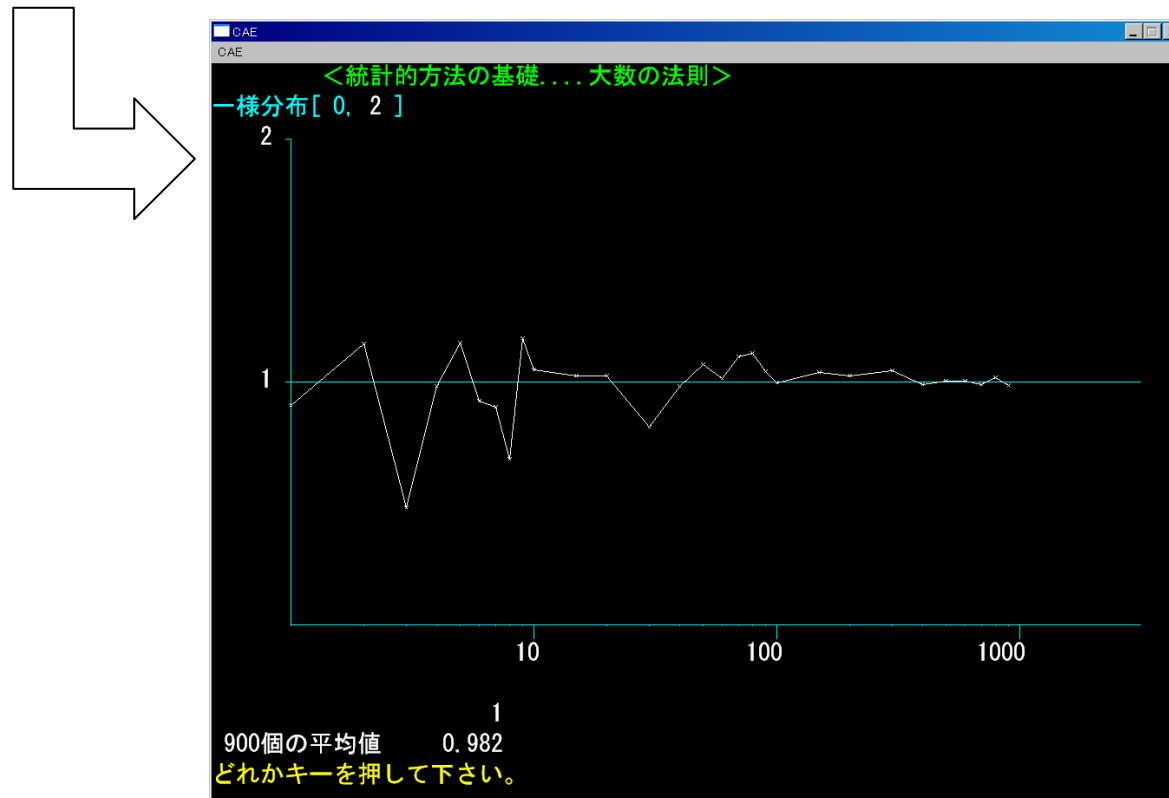
- 十分大きいnについて、確率変数Xの和(平均)は正規分布に近づく

$$P\left(\frac{S_n - n\mu}{\sqrt{n}\sigma} \leq \alpha\right) \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\alpha} e^{-\frac{x^2}{2}} dx, \quad S_n := \sum_{k=1}^n X_k$$



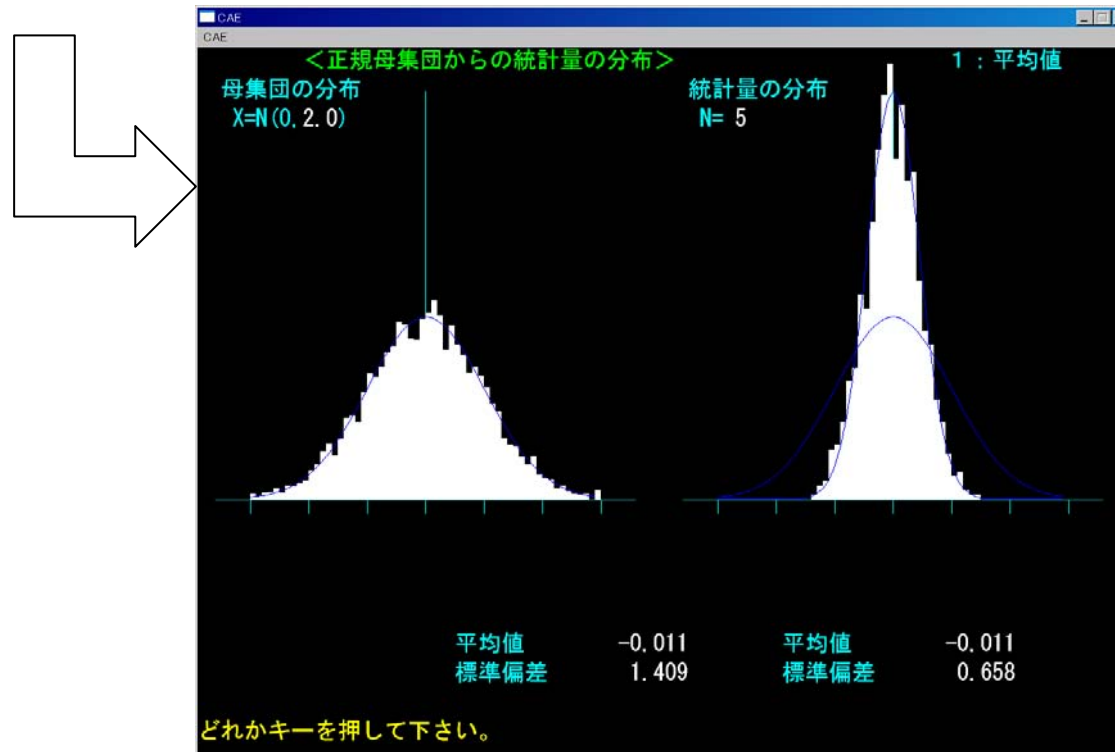
## ③大数の法則

- 「nを限りなく大きくすると、 $\bar{X}$  の値が限りなく $\mu$ に近づく」



## ④統計量の分布(正規分布)

- 確率変数  $X_1, X_2, X_3$  が互いに独立に  $N(\mu, \sigma^2)$  に従うとき,  $\bar{X}$  は  $N(\mu, \sigma^2/n)$  に従う

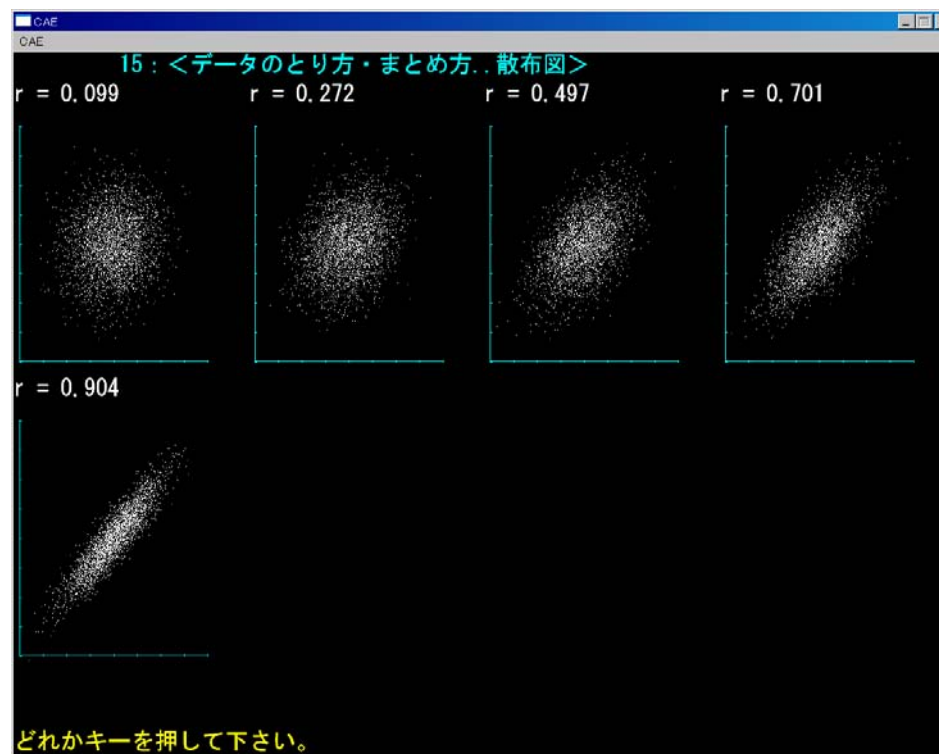
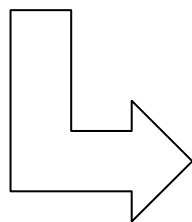


## ⑤相関係数

### ■ 2組の数値からなるデータ列

$(x, y) = \{(x_i, y_i)\} (i = 1, 2, \dots, n)$  が与えられたとき、  
相関係数は以下のように計算される

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$





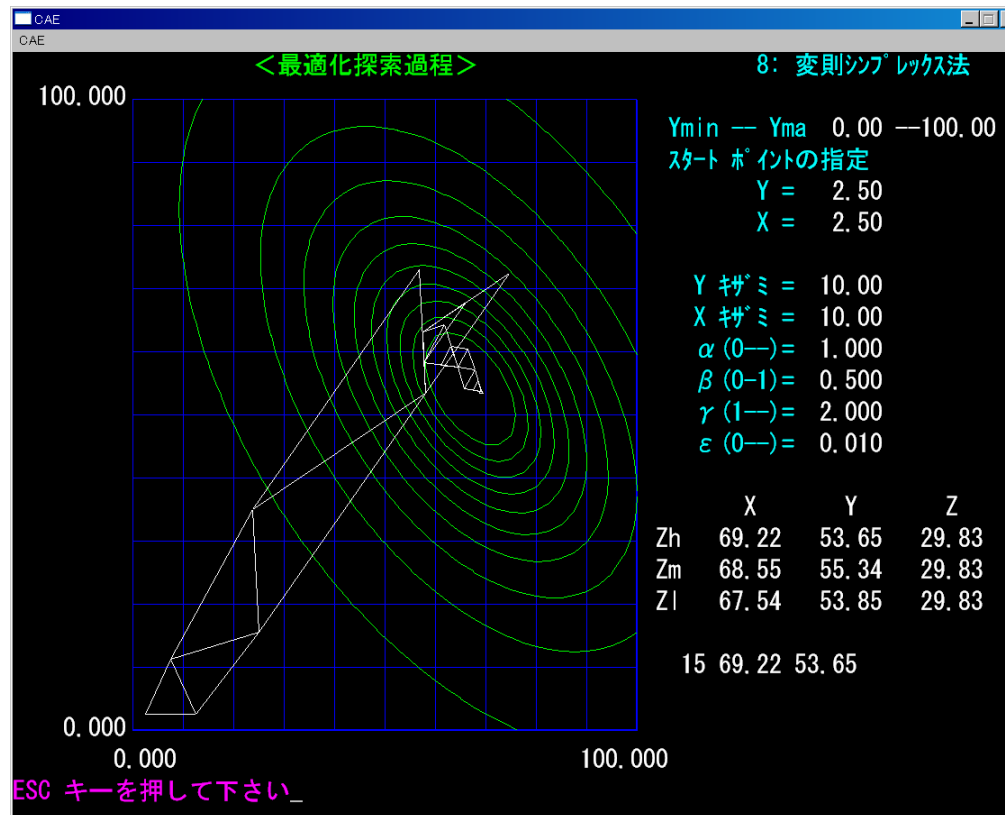
## 2. 最適化手法

モデルに対して各方法による最適ポイントに到達するまでの経過が確認できる

- 1因子直接探索法
  - 等間隔法, 黄金分割法
- 2因子直接探索法
  - Hooke-Jeeves法, Rosenbrock法
- レスポンス法
  - 山登り法, PARTAN法
- シンプレックス法
  - 正規シンプレックス法, 変則シンプレックス法
- その他
  - Box-Wilson法, EVOP法

## 2. 最適化手法

### ■ 例:[最適化手法]-[正規/変則シンプレックス法]

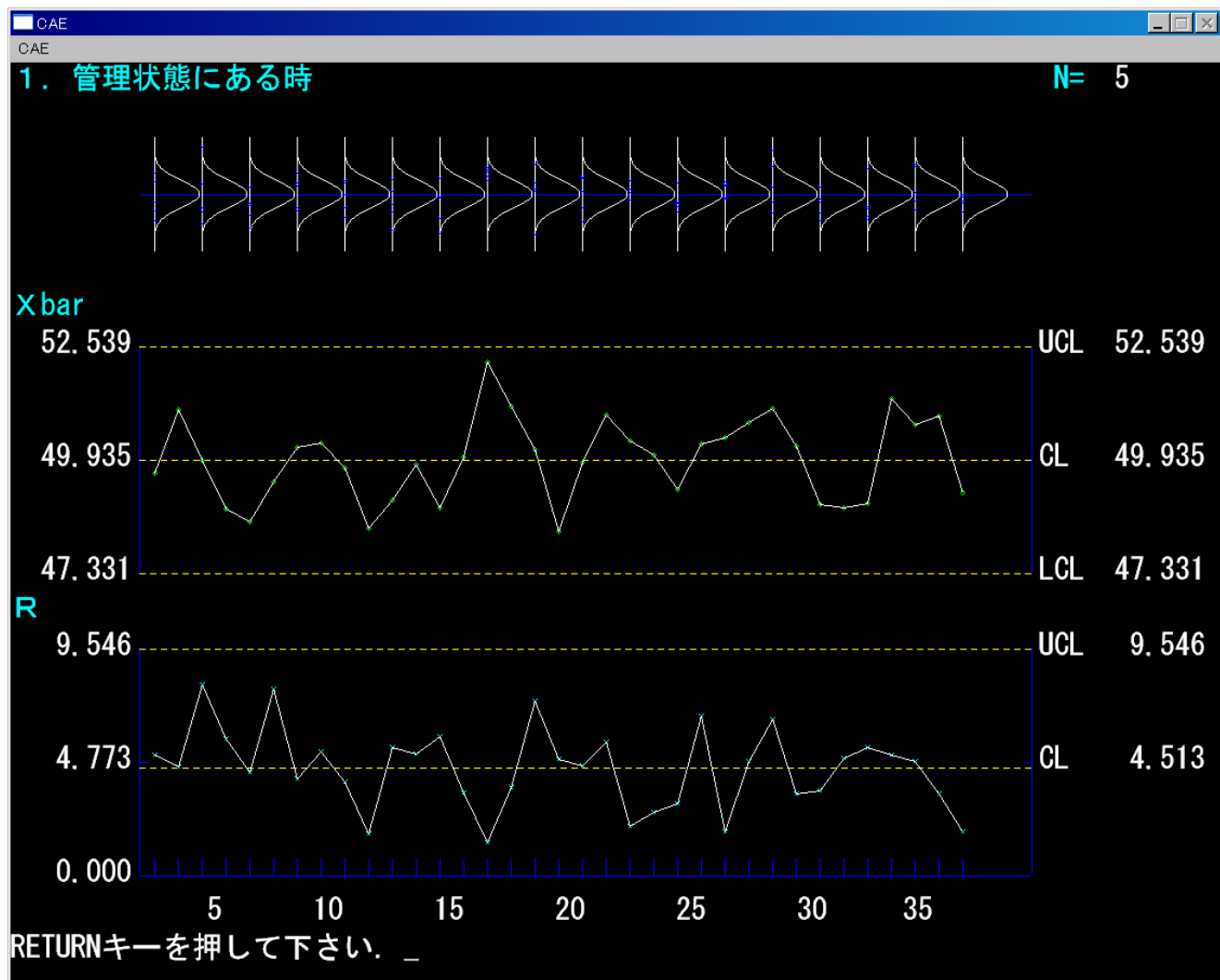




## 3. 管理図

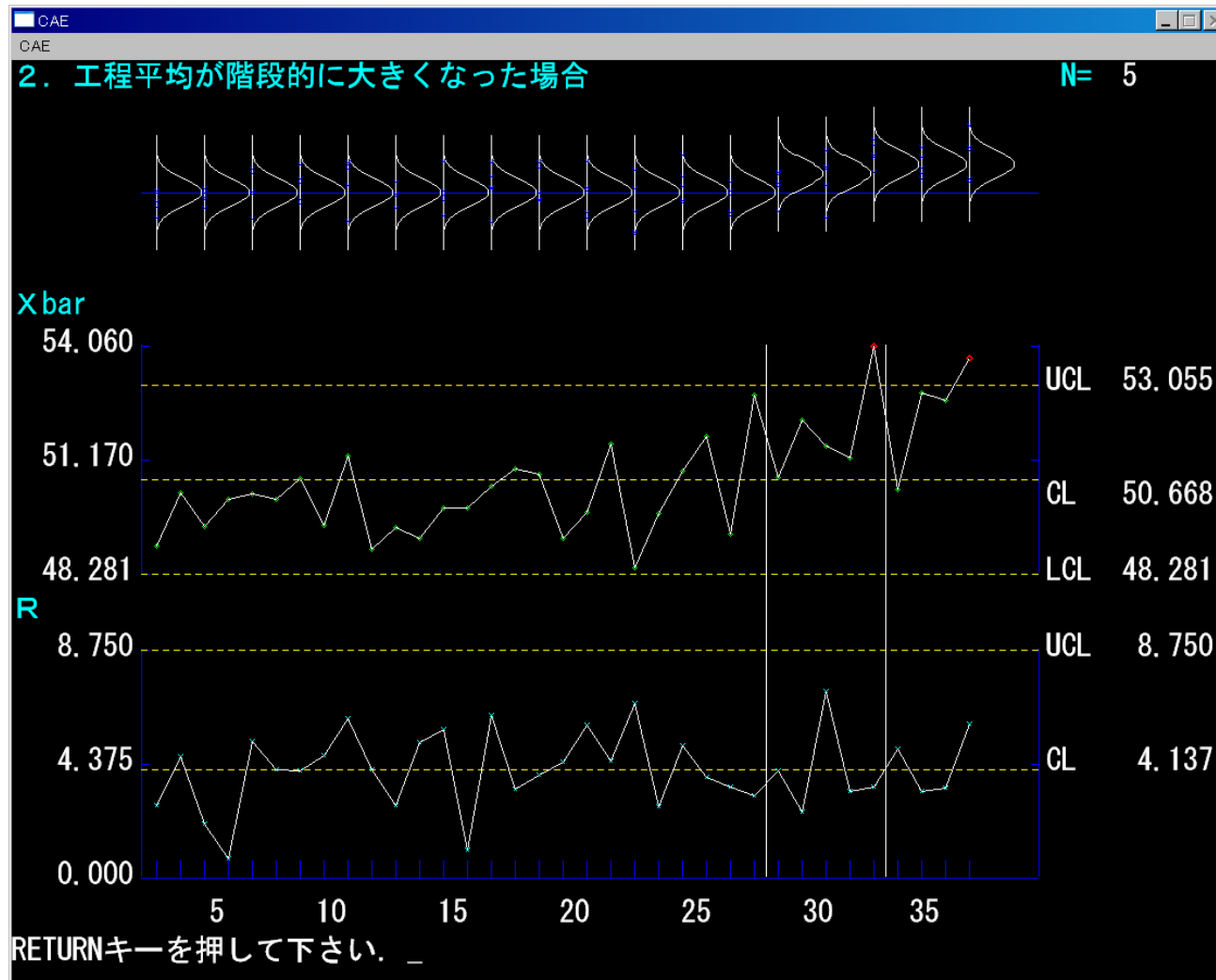
- 統計的方法の基礎管理状態にある時
- 工程平均が段階的に大きくなった場合
- 工程平均が大きくランダムに変化する場合
- 工程内のばらつきが大きくなった場合

# 3. 管理図

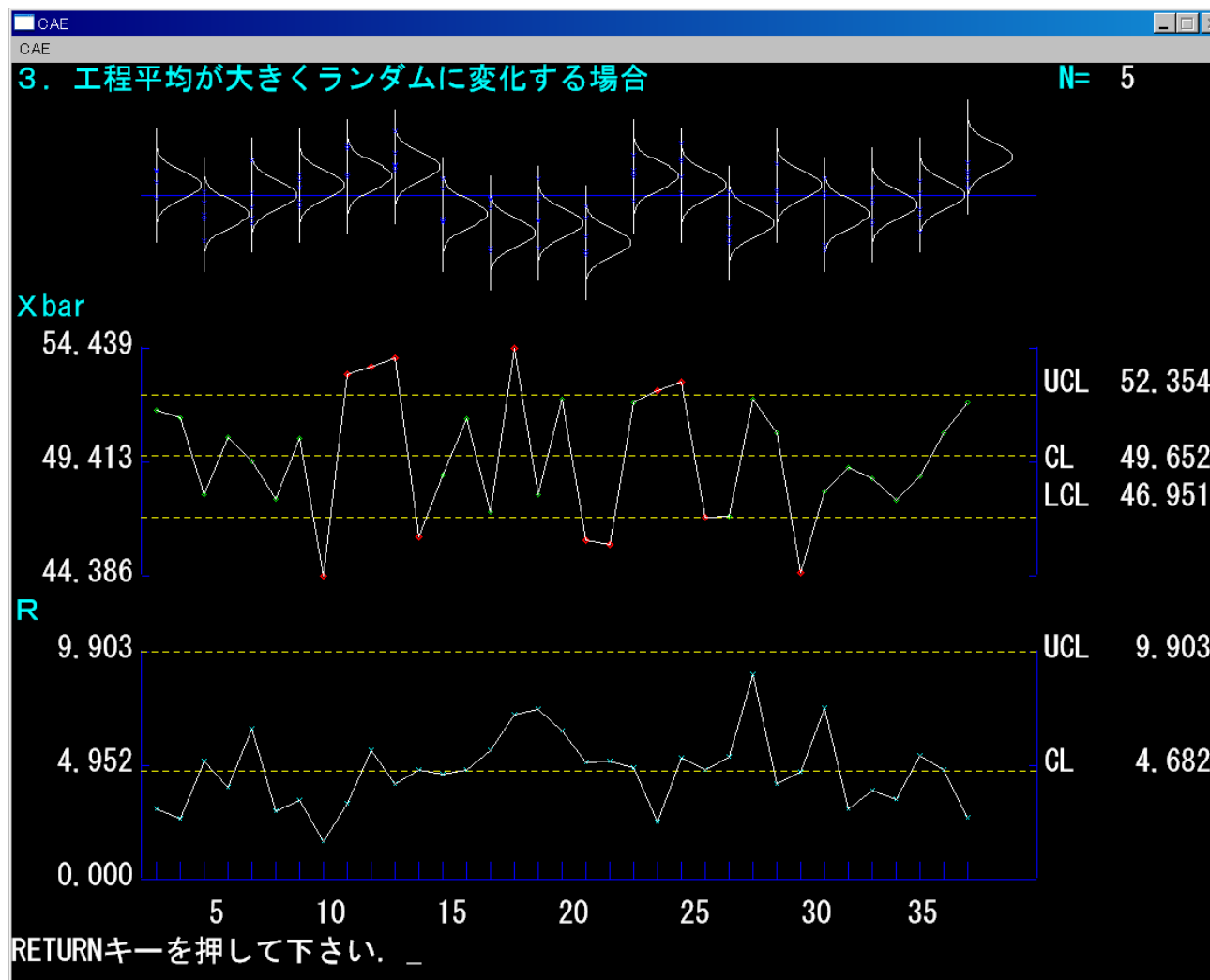




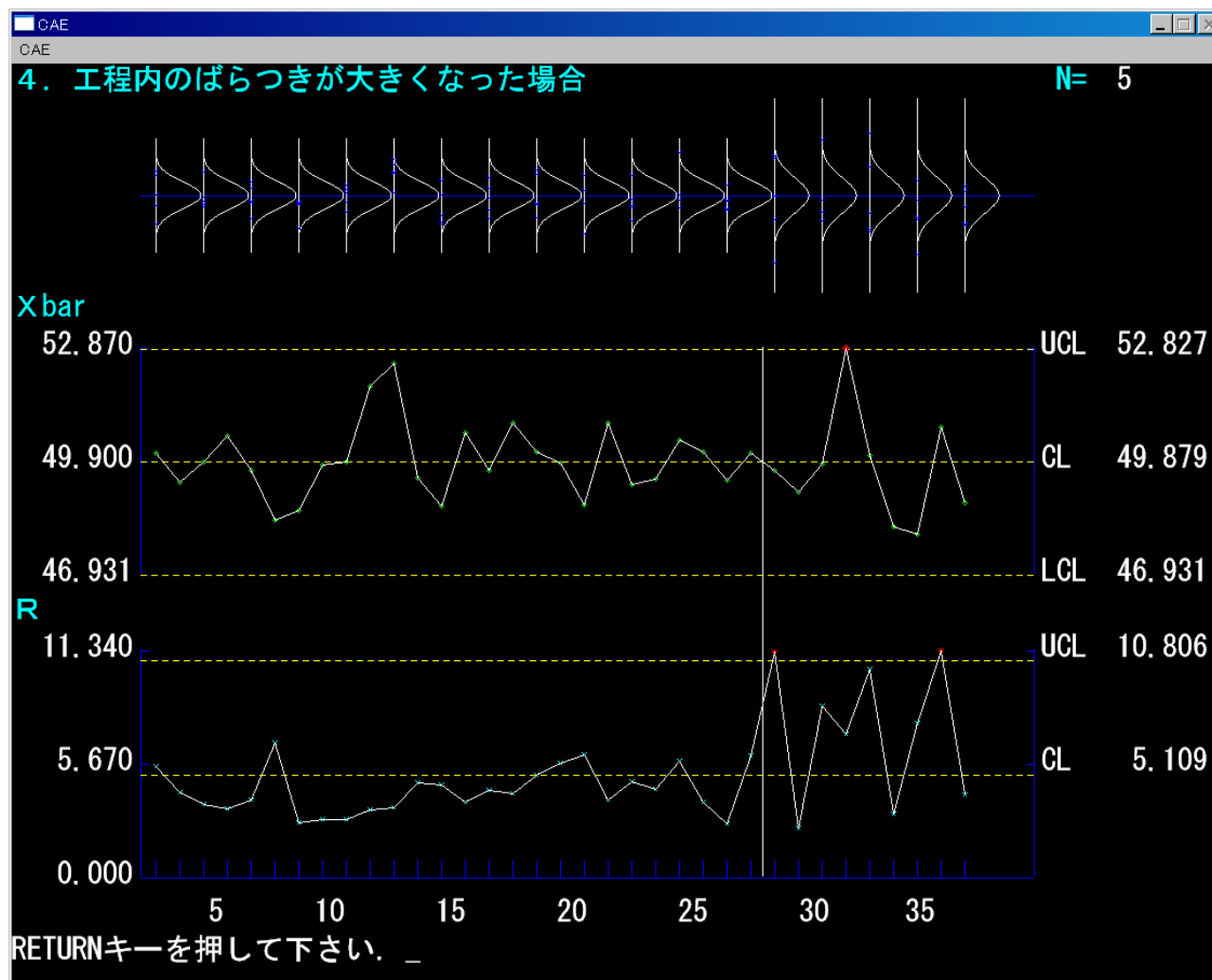
# 3. 管理図



# 3. 管理図



# 3. 管理図





# 操作方法(起動と終了)

- 1) 圧縮ファイルを解凍してcaeフォルダを作成する.
- 2) caeフォルダ内にあるcae.exeをダブルクリックして実行し, 開始する.
- 3) 終了するには, メインメニュー画面で, キーボードから「4(終了)」を入力し, エンターキーを押す. もしくはEscキーを押す.

# 操作方法(正規確率密度曲線)

- 1)メインメニュー画面で「1」(統計的方法の基礎)を入力し「エンターキー」を押す.
- 2)メニューの選択画面で「14」(各種分布)→エンター→「1」(正規分布)→エンターと進む.
- 3)正規分布のパラメータを設定する.

例えば, (平均, 分散※)の組み合わせが(0, 1), (1, 2), (3, 1.5)の3パターンを確認したい場合は「1」→「空白キー」→「2」→「空白キー」→「1.5」→「エンターキー」→「0」→「空白キー」→「1」→「空白キー」→「3」→「エンターキー」と押す.

- 4)1つ前の画面に戻りたい時は「Escキー」を押す.

※パラメータの設定画面では「標準偏差」の表記だが, 正しくは標準偏差<sup>2</sup>=分散の意味

# 操作方法(相関係数)

- 1) メインメニュー画面で「1」(統計的方法の基礎)を入力し「エンターキー」を押す.
- 2) メニューの選択画面で「16」(散布図)を入力し「エンターキー」を押す.
- 3) 確認したい相関係数を入力する.

例えば, 相関係数を0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9とし, 発生データ数を3000と設定したい場合は「0.1」→「空白キー」→「0.3」→「空白キー」→「0.5」→「空白キー」→「0.7」→「空白キー」→「0.9」→「エンターキー」→「3000」→「エンターキー」と押す.

- 4) 1つ前の画面に戻りたい時はEscキーを押す.



# 操作方法(中心極限定理)

- 1) メインメニュー画面で「1」(統計的方法の基礎)を入力し「エンターキー」を押す.
- 2) メニューの選択画面で「4」(中心極限定理)を入力し「エンターキー」を押す.
- 3) 中心極限定理で使う分布を設定する. 例えば一様分布であれば, 「1」(一様分布)を入力し「エンターキー」を押す.
- 4) 一様分布の上限と発生最大データ数, 計算に用いるn数を設定し, 「エンターキー」を押す.
- 5) 1つ前の画面に戻りたい時は「Escキー」を押す.



## 操作方法(大数の法則(一様分布))

- 1) メインメニュー画面で「1」(統計的方法の基礎)を入力し「エンターキー」を押す.
- 2) メニューの選択画面で「2」(大数の法則(一様分布))を入力し「エンターキー」を押す.
- 3) 一様分布の上限と発生最大データ数, シミュレーションを行う回数を設定し, 「エンターキー」を押す.
- 4) 1つ前の画面に戻りたい時は「Escキー」を押す.





## 操作方法（統計量の分布（正規分布））

- 1) メインメニュー画面で「1」（統計的方法の基礎）を入力し「エンターキー」を押す.
  - 2) メニューの選択画面で「6」（統計量の分布（正規））を入力し「エンターキー」を押す.
  - 3) 正規分布の分散と計算に用いる $n$ 数, 乱数発生回数, 低速表示回数※を設定し, 「エンターキー」を押す.
  - 4) 1つ前の画面に戻りたい時は「Escキー」を押す.
- ※低速表示回数とは, 最初に1点ずつ発生データを  
確認する時の回数.

掲載されている著作物の著作権については、制作した当事者に帰属します。

著作者の許可なく営利・非営利・イントラネットを問わず、本著作物の複製・転用・販売等を禁止します。

所属および役職等は、公開当時のものです。

■公開資料ページ

弊社ウェブページで各種資料をご覧ください <http://www.i-juse.co.jp/statistics/jirei/>

■お問い合わせ先

(株)日科技研 数理事業部 パッケージサポート係 <http://www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html>