

# 21世紀の新しい 一般教育の提言

新村秀一

成蹊大学経済学部

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.1 笑うに笑えない現実

- ・ 大学では、今、学校崩壊ならぬ、授業崩壊が進んでいる！
- ・ 私立大学の文科系では、
  - 統計や数学等の理数科系科目を避ける、あるいはとっっても分からない学生の増加
    - ・ 私の提言で、解決策を示す
  - 情報処理の授業で、抽象的な操作をすると、パニックになる学生がいる
    - ・ 単なる予習不足

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.2 その原因は？

- 高校教育の問題
  - ゆとり教育(有馬文部大臣, 曾野綾子, 寺脇)
  - 入試
  - 偏差値
- 学生の意識の問題
  - 社会に出れば, 理系, 文系の区別は無い
  - 問題解決能力のあるなしが重要
- 大学側の問題
  - 専門家教育からユーザー教育へ

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.3 学生の問題

- 典型的な、私立文系の学生
  - 英、国、歴史で受験
  - 早くから、数学や、受験に関係のない科目を完全に捨て、知識に偏っている
    - 石田衣良氏は、なぜ社会に出て評価されたのか？
  - 論理的な思考訓練ができない
- 多様な受験から、能力にばらつきのある、没個性のマニュアル学生

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.4 偏差値の真の問題点

- 日本の大学が、偏差値で、格づけされ、序列化されている
  - 1点の違いが、人生の重大事
- 学生は、均質化されているはず
  - しかし、半年も経たないうち、教室が2分する
    - 偏差値は、英・国・歴史の受験科目の曾野年度の能力しか計っていない

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.5 大学側の問題点

- 入試
  - 受験科目数の見直し
  - 試験がマークシート
- 大学で必要な基礎知識を、学生に情報発信していない
  - その結果、
    - 補講や授業内容のレベルダウンで対応
  - それでよいのか？
    - 理数科目の内容を、文科系用に再編が必要

# 1. 過渡期の大学教育

## 1.6 高校数学の問題点

- Basicは、なぜ必要か？
- 幾何の比重が高くないか？
- 三角関数の公式はたくさん教えて、関数のグラフを描くことが少ない
- 応用例が希薄
  - 数列の和はなぜ教えるか：金利計算
- 制約が多い
  - 文系では、 $x^3$ までの微分しか教えない

## 2. 提言

### 2.1 21世紀の新しい一般教養

- 難しい数学, 統計学, 経営科学 (MS, OR) などの理数系の学問は,
  - 初学者から専門家までが使いやすく, 専門家の必要とする機能を備えた, 世界最先端のソフトを使えば, それらの学問の賢い利用者になれる.
- 各学問とソフト
  - 統計: JMP
  - 数学: Speakeasy
  - 経営科学: LINGO, What'sBest !
- 大学で利用, 自宅でテキストに添付されているデモ版で自宅学習

## 2. 提言

### 2.2 進勉強法

- 優秀なソフトを自分専用の家庭教師にしよう
  - 疑問に思ったことを質問すれば、すぐに正しい答えを教えてくれる.
  - 使い方を知ると知らないでは、知的生産性が異なってくる.
    - 車の運転をブラックボックスとして理解すれば、自分の行動半径が広がる
    - ソフトを使いこなせば、自分の劣った能力を補い、
- 問題解決能力を身に着ける

## 2. 提言

### 2.3 理数科目の授業内容の再編

- 理数科目の教員の多くは、理科系出身で、専門教育を受けている
- その延長線上で、授業を行っていないか？
- 提案
  - 専門家教育に加え、私立文科系では、新しい実践的なユーザー教育の構築が必要
  - しかし、従来の方法では、解決策なし
- どうすればいいの？

## 2. 提言

### 2.4 ユーザー教育

- 少なくとも、統計、数学、ORでは、
  - 社会の中核となる文科系学生に対し
  - 情報処理教育と連携し
  - 優良なソフトウェアを用いて、
    - コンパクトでスリムに授業内容を再編し
    - 本格的な実用教育が行えるのでは？
  - 広範なユーザーが、専門家を支えてくれる  
我々専門家が、野中の一本杉の状態から、  
下草の生い茂った、豊かな森林へと

## 2. 提言

### 2.5 私の対象授業

- ・ 基礎演習（経済学部・2単位）
  - JMPを使用
  - 基礎科目・通年隔週・必修・1年次配当
- ・ 情報科学Ⅱ（経済学部・2単位）
  - JMP
  - 専門科目・半期・選択必修・2年次配当
- ・ マネサイ前期
  - Speakeasyを使用
- ・ マネサイ前期
  - LINGO, What'sBest!を使用

## 2. 提言

### 2.6 ソフトの問題点

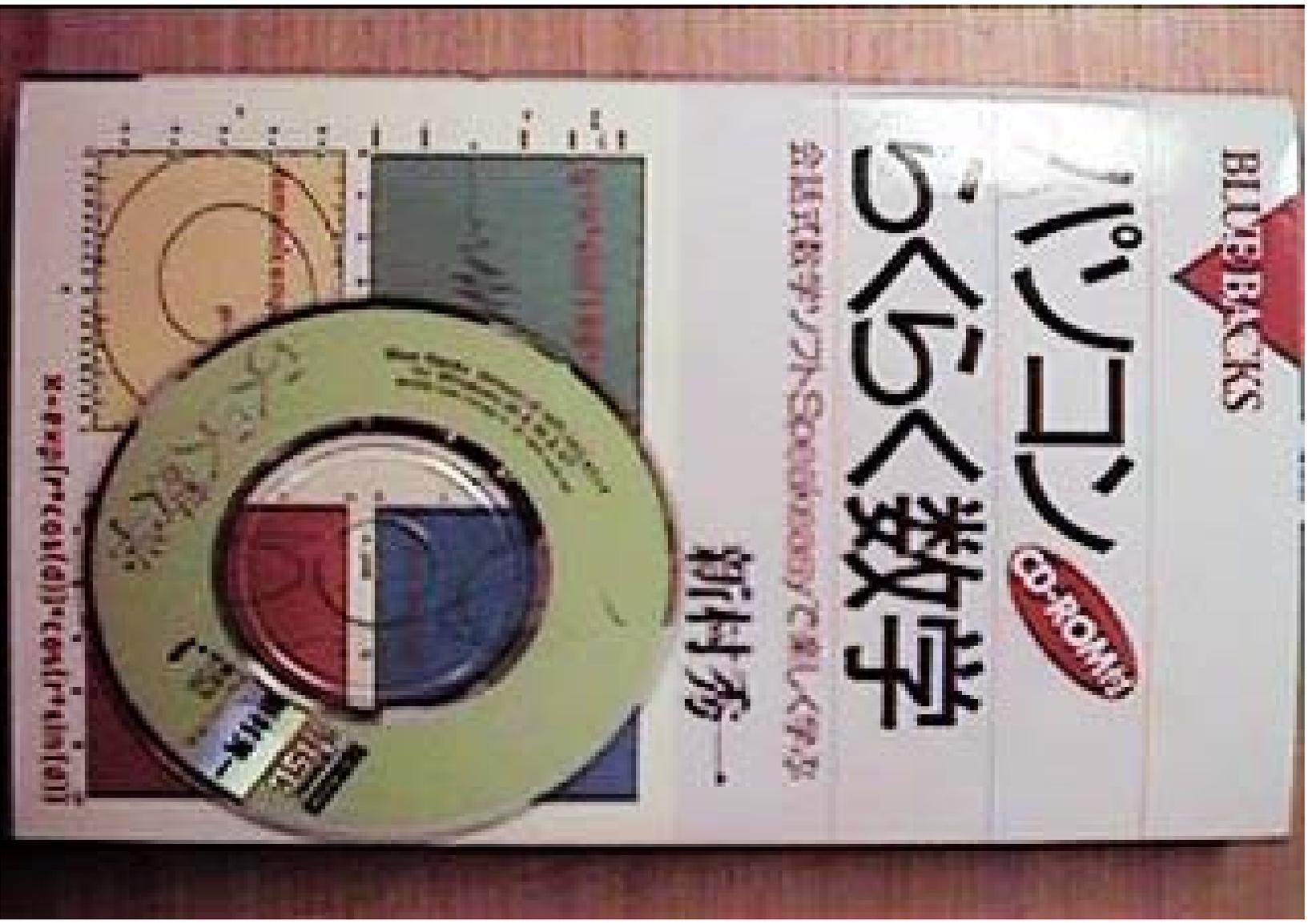
- 一流のソフトを用いるべき
- しかし、値段が高い
  - 統計・OR・数学(数値計算)のような、汎用的な技術分野では、自作ソフトは意味がない
  - むしろ、教材開発に努力すべき
  - 良い教育用ソフトは、社会に出ても有用であるべき
- 価格の障害をどう乗り越えるか？

## 2. 提言

### 2.7 ウルトラCの解決策

- 一流の商用ソフトの機能限定版を、本にバンドル
  - パソコン楽々統計学 (Statistica)
  - パソコンらくらく数学 (Speakeasy)
- 無制限サイトライセンス
  - 教員は、自宅でも利用可能
  - バージョンアップに対応
- 私情協で、運動を促

# Easy math. Using Speakeasy(1999)



# Speakeasyによる数学教育への提言

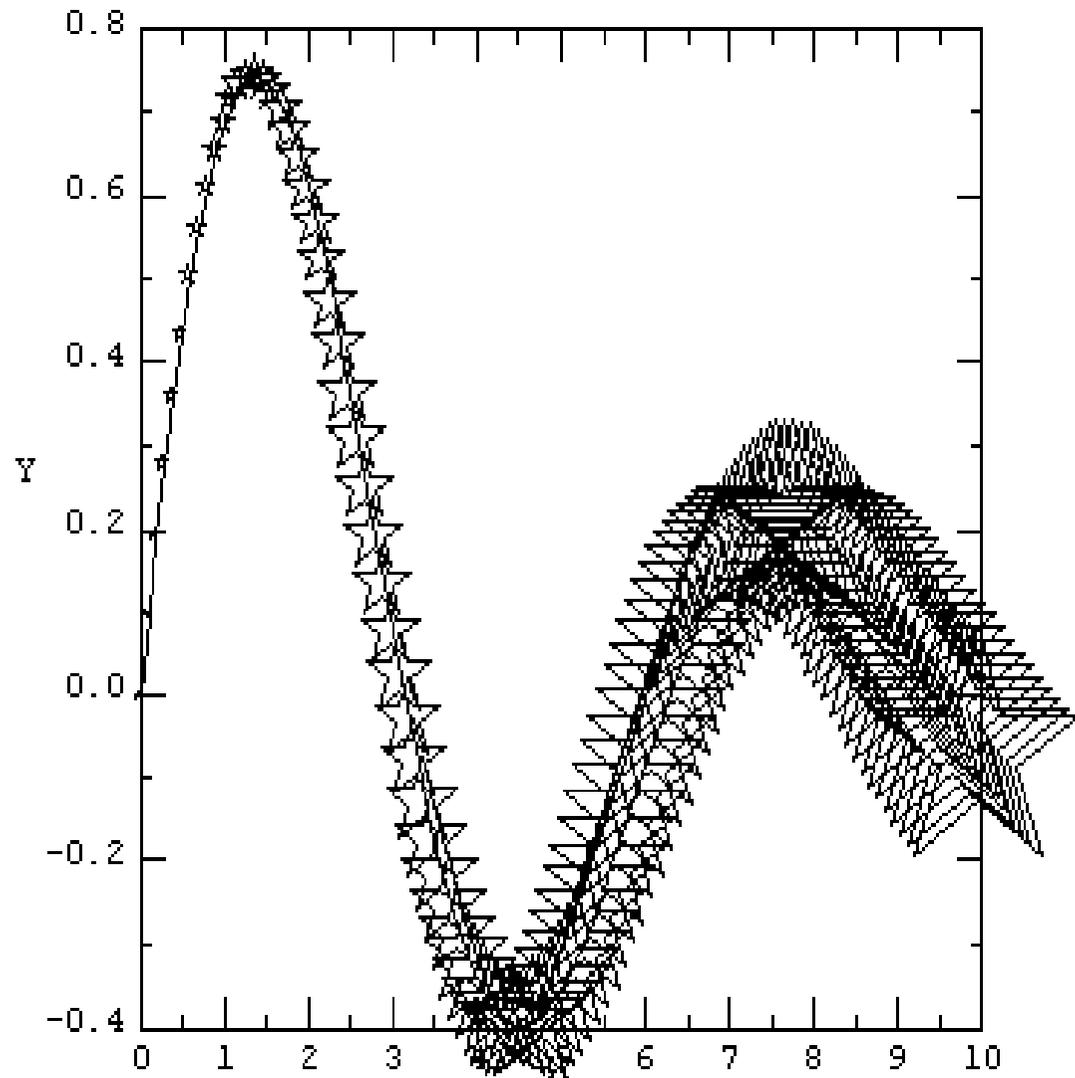
## 数学教育へ利用することの利点

- ・ 知的生産性を限りなく拡大
- ・ 自然な表現で利用できる
- ・ グラフで理解
- ・ 独学の楽しみ
- ・ 制約を乗り越えて
- ・ 馬鹿馬鹿しさを乗り越えて
- ・ 手作りの楽しみ
- ・ 名人でなくても道具を選ぼう

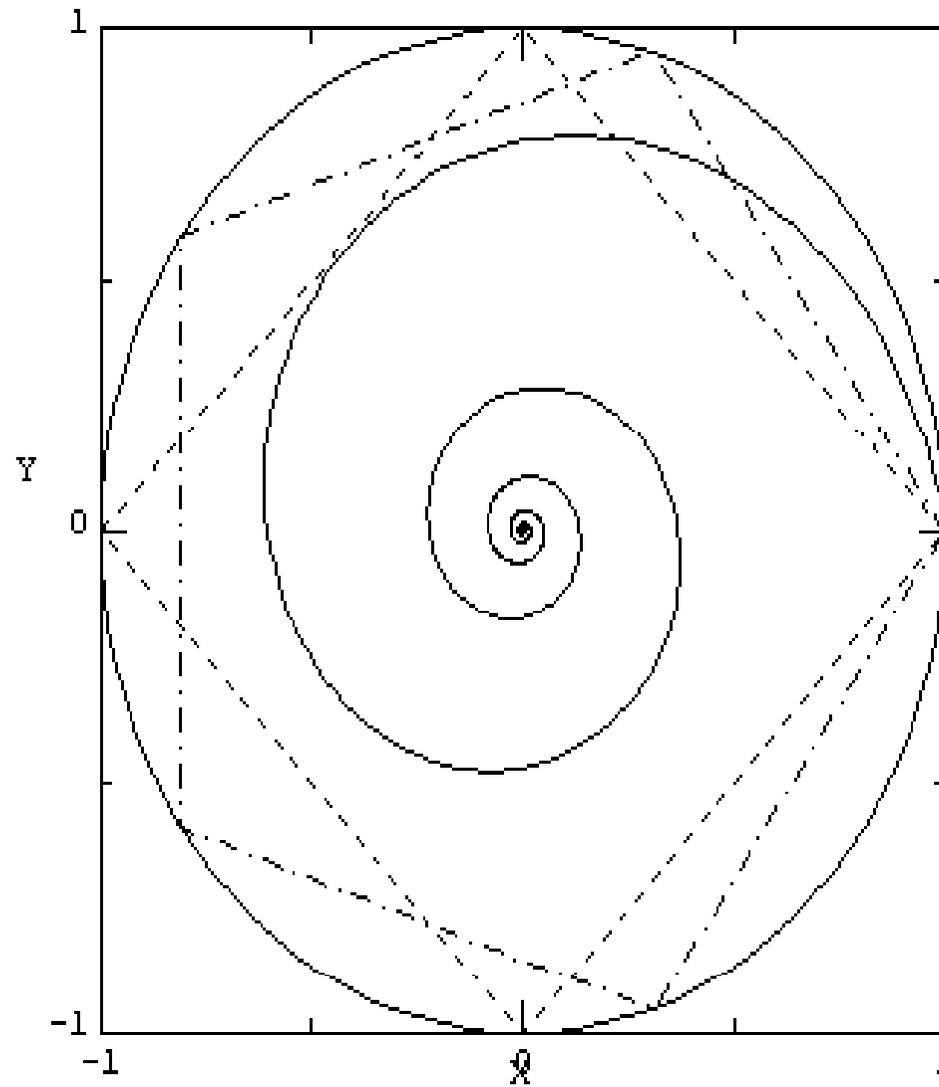
# グラフで理解

- 「百聞は一見にしかず」
  - 分かり易い
  - 楽しい
- 授業に、学生のグラフコンペを取り入れたら、どうか

# 遊び心



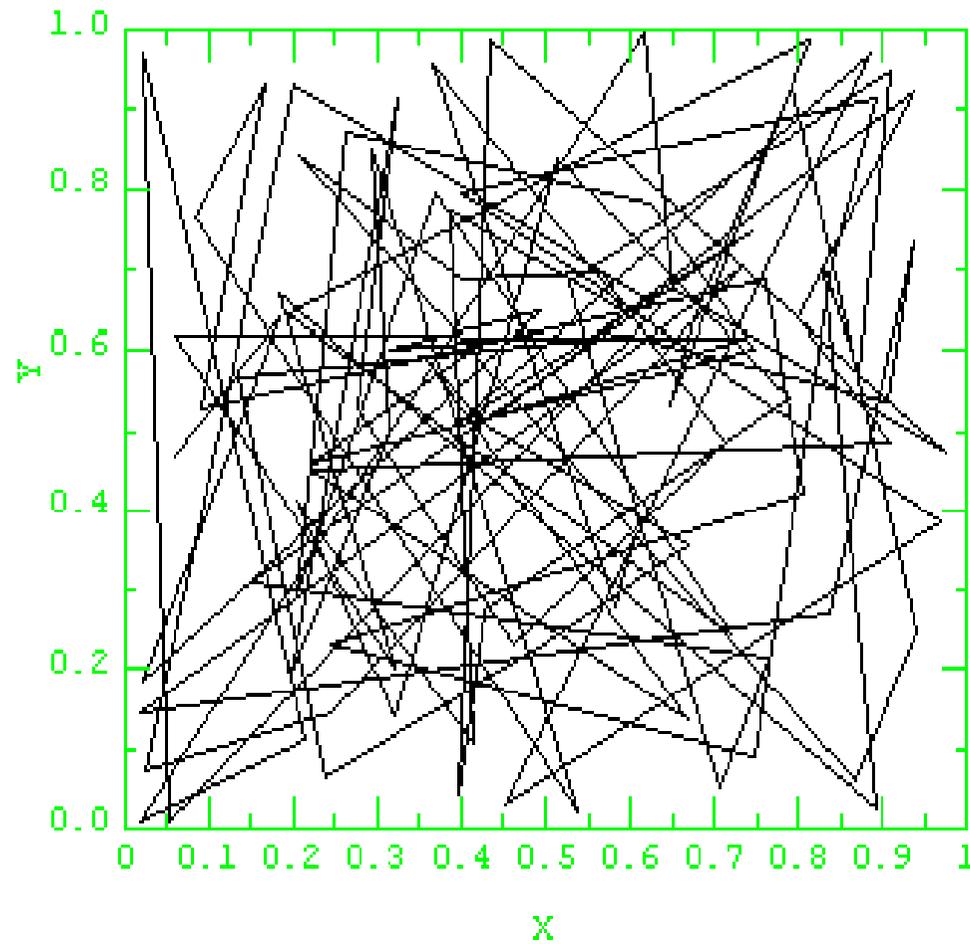
# 複素数の楽しみ



# モンテカルロシミュレーションで $\pi$ を計算

```
:_significance(5)
:_setrandom(111111)
:_x=array(1, 100:)
:_x=random(x)
:_x
:_y=array(1, 100:); y=random(y); y
:_z=array(1, 100:)
:_z=x**2+y**2
:_z ; z.le.1
:_graph(y:x)
```

$X^2 + y^2 \leq 1$  の個数



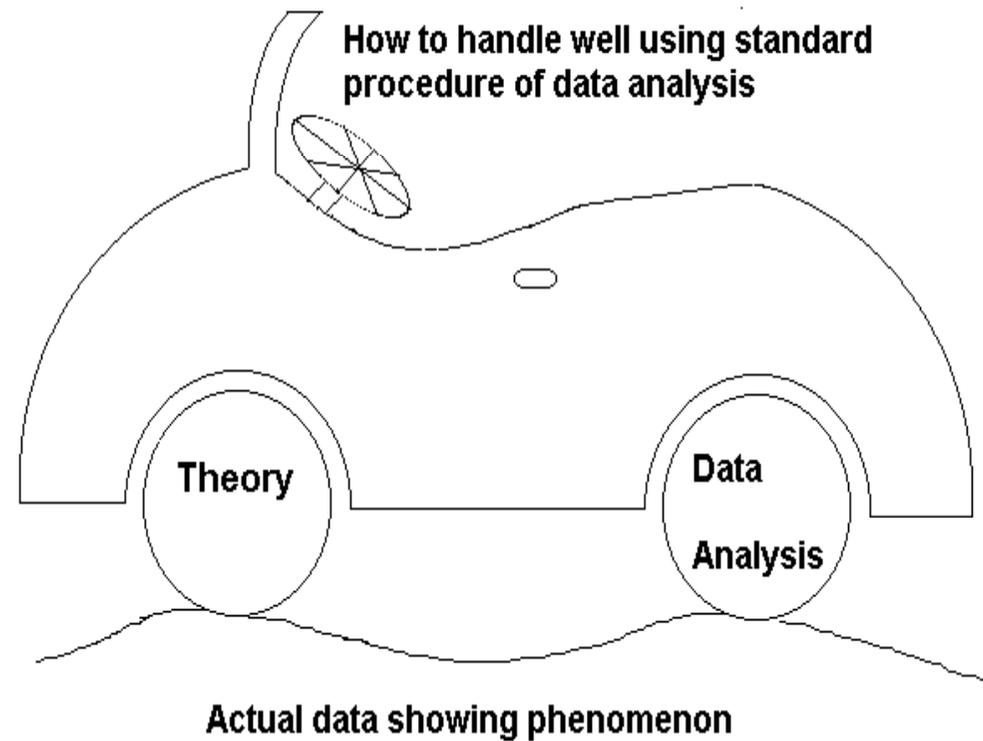
# 提案と実行

- 高校から大学での数学教育
  - 教材をUSEファイルで開発
  - Webなどで、配布
- 統計のアルゴリズム教育
  - 今のところ、Sに分あり
- 研究者の成果発表の、プラットフォームにならないか？

# What is Data Science?

**Fig1**

**What is Data Science?**



# 知的生産性を限りなく拡大

たった3日の努力で、

- ・ Speakeasyの基本的な機能を用いて、電卓で行える計算から、これまで研究者や技術者の世界であった高度な数値計算までを理解できる。
  -
- ・ 少ない努力で最大限報われるということはいいことだ。
  - なぜそれができるのだろうか？
  - 優良なソフトウェアは、使用法が簡単で、私たちの知的生産性を限りなく拡大。
  - これからの生涯教育を考える上で重要。

# 自然な表現で利用できる

- 日本の数学教育は、抽象を尊ぶあまり、応用事例への配慮が足りない。
- 数列の和は、何のために学ぶか?
  - 金利計算
  - ローン :  $p = a * \{1 - (1+i)^{-n}\} / i$ 。

$$\text{ローン} : p = a * \{1 - (1+i)^{-n}\} / i。$$

- $(1+i)^n$ を両辺に掛ければ、
- $(1+i)^n p = a * \{(1+i)^n - 1\} / i$ になる。
  - 左辺は借りたお金を同じ条件で複利で預けて得られる収入sで、
  - 右辺は月額a万円ずつ積み立てた預金総額で、
  - 高校数学の等比数列の応用である。

Speakeasyを用いると、実に簡単だ

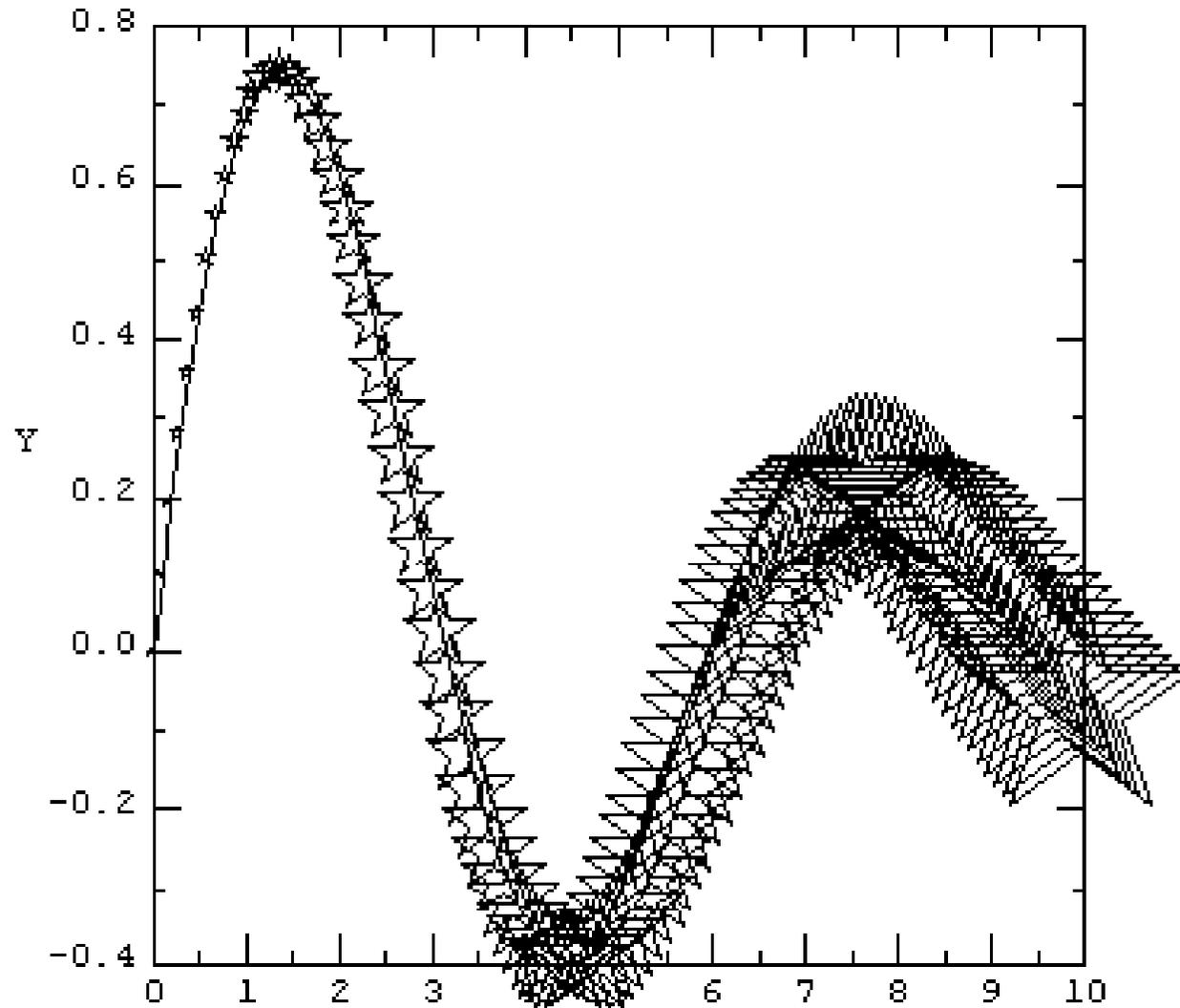
- aを7万円、年金利を3%(公庫)と36%(悪徳金融)の2つで、nを360(30年)とした計算。
  - $a=7; i=(0.03,0.36)/12; n=360$
  - $p=a*(1-1/(1+i)**n)/I; s=p*(1+I)**n$
- この結果、
  - 公庫で借りればpは1660万円でsは4079万円、
  - 悪徳金融のpは233.33万円でsは976億円。

# グラフで理解

「百聞は一見にしかず」とは、すごい言葉だ。

- どんなに分かりやすく言葉で説明されるより、絵やグラフを見るほうが、難かしい理論を理解するうえで重要だ。
- 理解が容易になり、教える内容をコンパクトにできる。
- そして、1のように三角関数を描く各点に星記号をつければ、遊び心も芽生えてくるのでなかろうか。

```
x=grid(0、 10); y=sin(x); graph(y、 x)  
marker(y、 x:type star、 size x/10)
```



# 独学の楽しみ

最近の学生は、質問しないようだ。

- ・ 私は、質問形式で授業しているが、それでもなかなか発言しない。
- ・ 間違ったことを答えるのを恐れたり、目立つことをしたくないという気持ちが働く。
- ・ 人目を気にせず、Speakeasyに簡単な言葉で質問すれば、すぐに答えを返してくれる。もし間違った入力をすれば、間違っている旨を知らせてくれる。他人の目を気にしたり、人前で恥をかくことはないので、どんどんトライできる。

# 制約を乗り越えて

何事につけ、制約や束縛はいやなものだ。

- ・  $X^3$ の微分までしか教えない。
- ・ しかし、テキスト教育では、やむをえない。

一方、Speakeasyを用いれば、

- ・ どんな複雑な方程式であろうが、微分し、積分し、解を求め、グラフにできる。
- ・ 利用者にとって、負担は同じだ。
- ・ Speakeasyを使えば、行列の値の入力に手間がかかるだけで、大きな行列の計算でもすぐに答えが得られる。

より現実に近い問題が扱えるのは楽しいことだ。

- ・ 従来の数学は、手計算か電卓でもって解を得るための手順を教えることに努力。
- ・ いかに数学を現実の問題に適用できるかを教えるべきだ。

# 馬鹿馬鹿しさを乗り越えて

- ・ 確率の問題に、ビュホンの針。
- ・ あるいは、乱数賽やサイコロを用いた乱数実験も数学の本で紹介されている。
  - 正直に言えば、馬鹿馬鹿しくてサイコロを何度も振る気はしない。
  - しかし、Speakeasyに限らずソフトウェアで乱数を発生させれば、モンテカルロシミュレーションは実に楽しいことが実感できる。

# 手作りの楽しさ

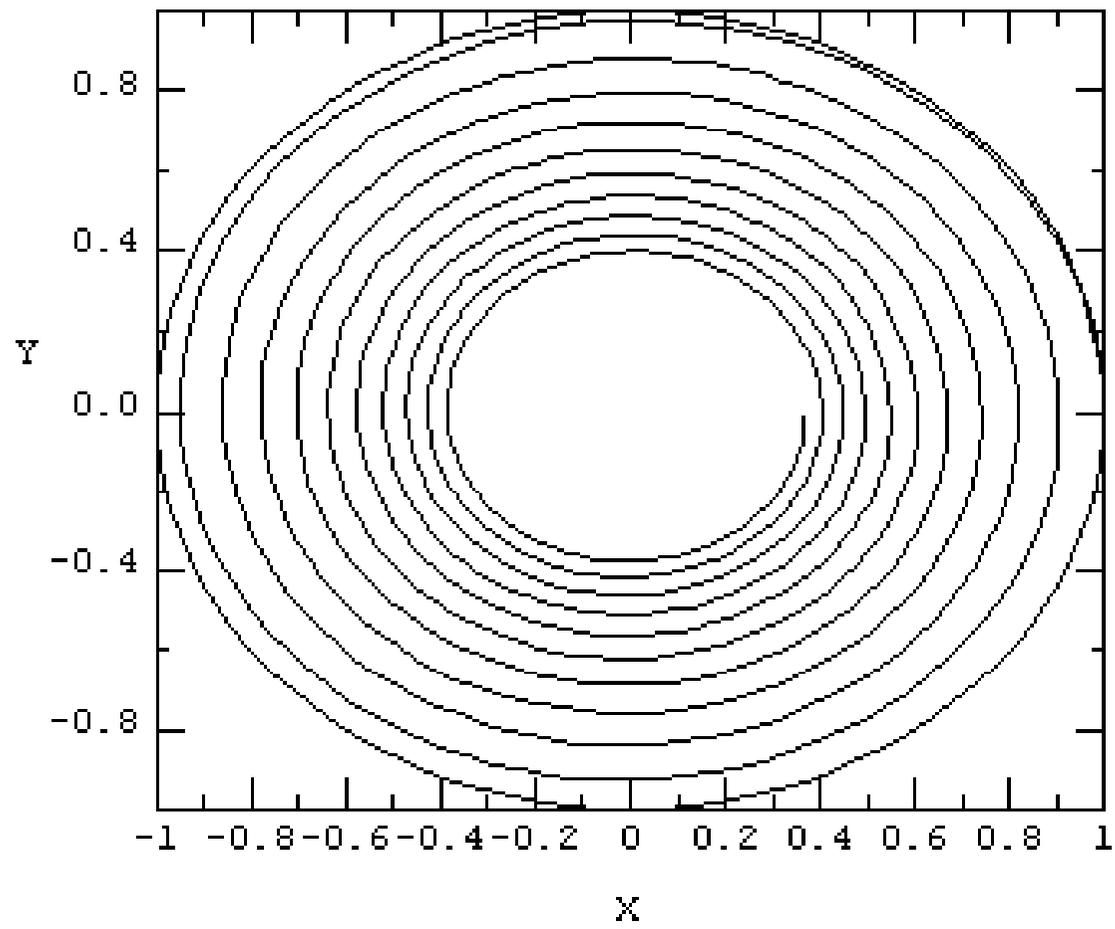
数学の本には、

- ・ 三角関数に始まって、指数関数や正規分布関数などのいろいろな数値表が掲載されている。
- ・ これらを受け身で眺めているのではなく、自分で試行錯誤して手作りしてみれば、理解も深まり意外と楽しめる。
- ・ 完成されたものばかりでなく、試行錯誤し自分で発見する喜びを身につけるべきだ。

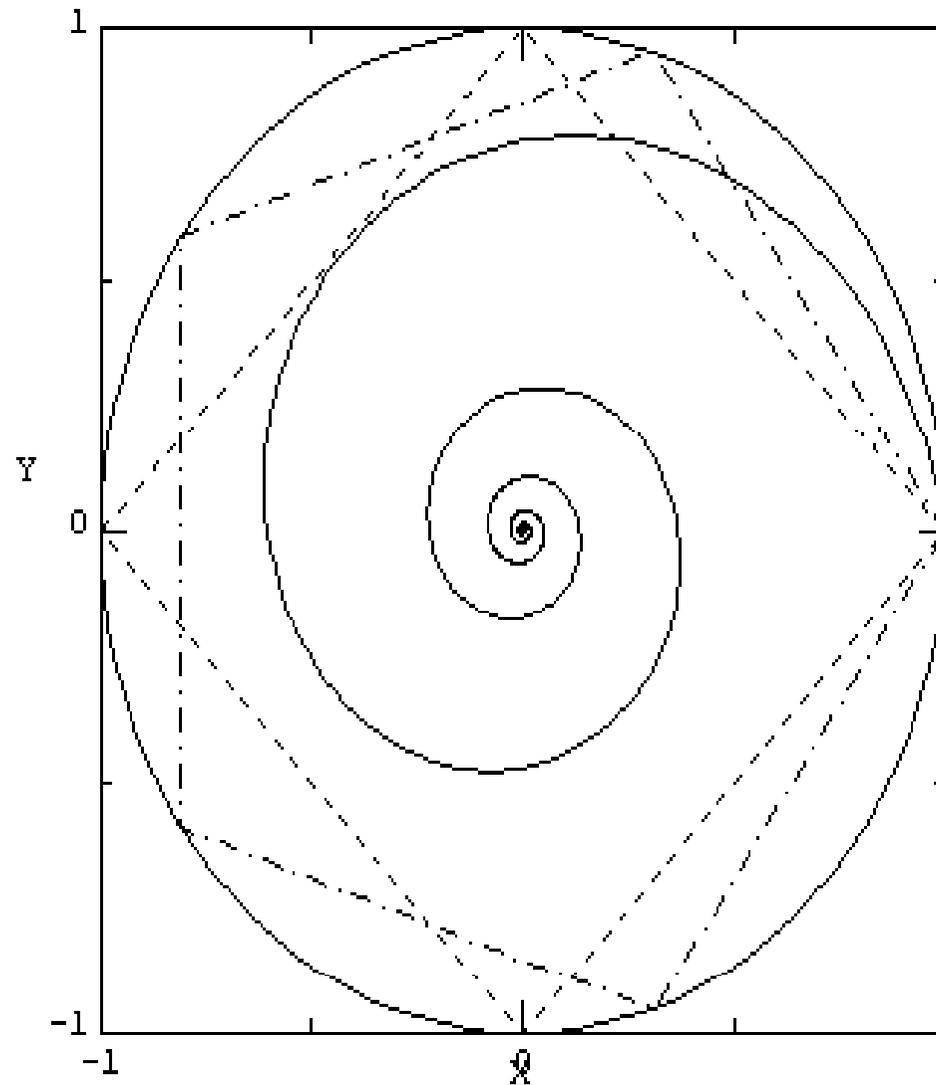
# 名人でなくとも道具を選ぼう

- ・ 大工道具の場合、素人がいい道具を持っていても、宝の持ち腐れということもある。
- ・ しかし、ソフトウェアの場合は、世界中で一番いいものを利用すべきだ。
- ・ 良いソフトウェアとは、
  - 習熟に時間がかからず、
  - 勉強に使え、
  - 現実の仕事にも利用でき、
  - 自分自身の知的財産や生産性を増やしていける。

```
echo
greset
domain(complex)
pi=2*acos(0)
r=GRID(0,2*pi)
x=cos(r)
y=sin(r)
color(0,1)
graph(y:x)
r=GRID(0,20*pi,pi/50)
n=GRID(0,1000,1)
z1=(0.999**n)*(COS(r)+SIN(r)*1i)
x1=REALPART(z1)
y1=IMAGPART(z1)
ADDGRAPH(y1:x1)
noecho
```



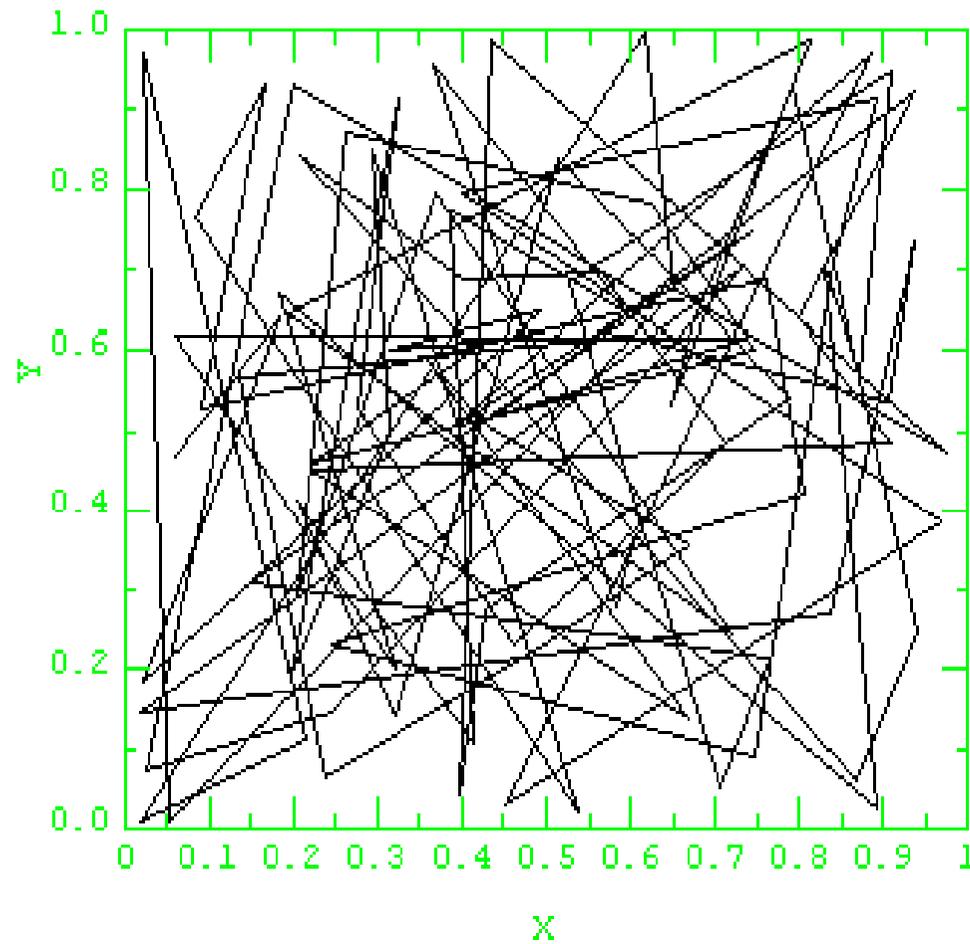
# 複素数の楽しみ



# モンテカルロシミュレーションで $\pi$ を計算

```
:_significance(5)
:_setrandom(111111)
:_x=array(1, 100:)
:_x=random(x)
:_x
:_y=array(1, 100:); y=random(y); y
:_z=array(1, 100:)
:_z=x**2+y**2
:_z; z.le.1
:_graph(y:x)
```

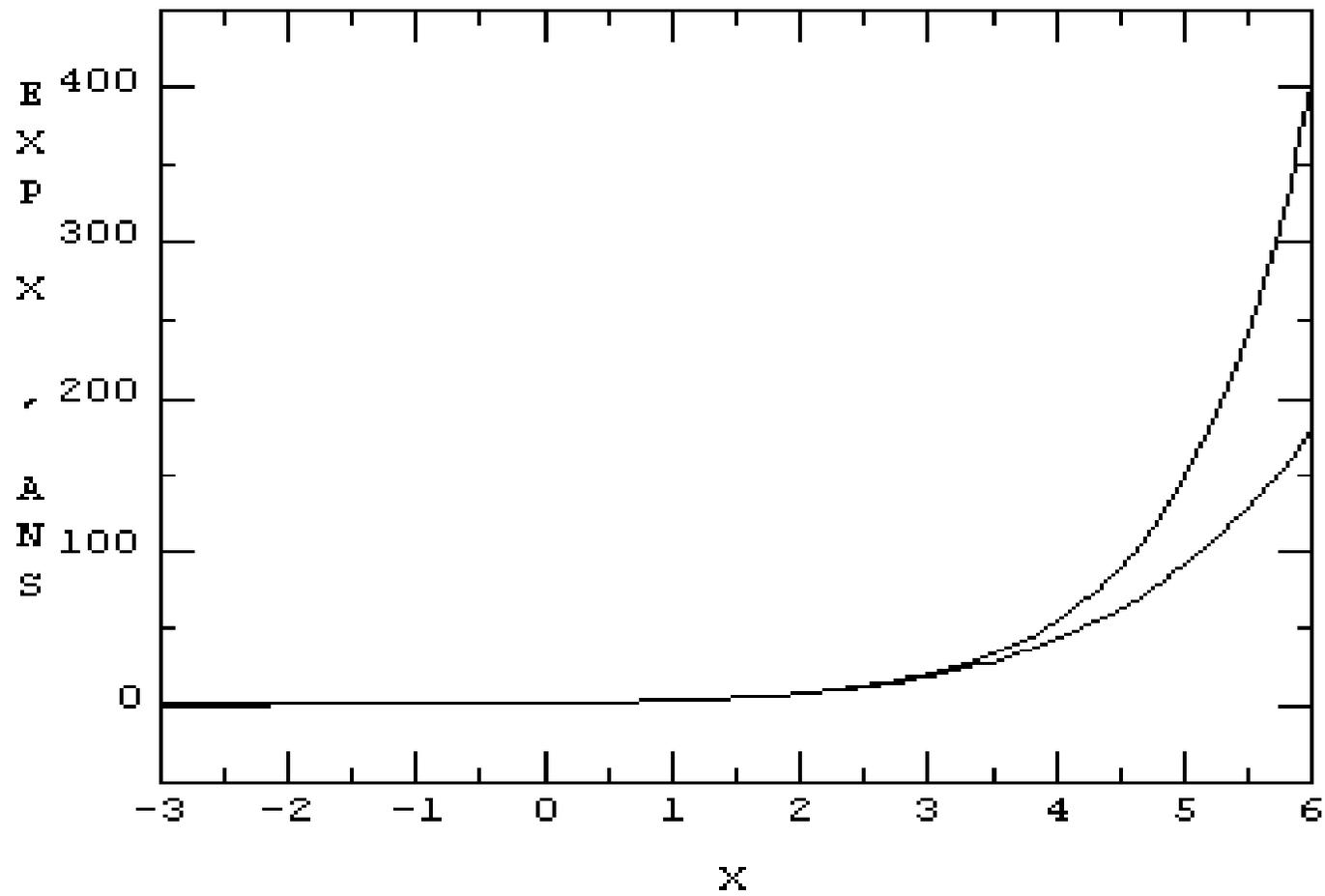
# $X^2 + y^2 \leq 1$ の個数



# 指数関数の近似

```
function estiexpf(n)
  x=grid(-3,6)
  ans=1
  for i=1,n
    ans=ans+x**i/i!
  next i
  graph(exp(x),ans:x)
  return ans
end
```

# Estiexpf(5)



# Speakeasyのプロセジャー

手続き型のコマンドも使える。

- PROGRAM
  - PROGRAMで始まり、ENDで終わる。
- SUBROUTINE
  - SUBROUTINEで始まり、ENDで終わる。
- FUNCTION
  - FUNCTIONで始まり、ENDで終わる。
  - $X = \exp(5)$
- USEファイルで作成

# 提案と実行

- 高校から大学での数学教育
  - 教材をUSEファイルで開発
  - Webなどで、配布
- 統計のアルゴリズム教育
  - 今のところ、Sに分あり
- 研究者の成果発表の、プラットフォームにならないか？

# ソフトの問題点

- 一流のソフトを用いるべき
  - 統計・OR・数学(数値計算)のような、汎用的な技術分野では、自作ソフトは意味がない
  - むしろ、教材開発に努力すべき
  - 良い教育用ソフトは、社会に出ても有用であるべき
- しかし、値段が高い
- 価格の障害をどう乗り越えるか？

# ウルトラCの解決策

- 一流の商用ソフトの機能限定版を、本にバンドル
  - 統計: パソコン楽々統計学 (Statistica)
    - 学部予算で、100冊分をセンターにインストール
  - 数学: パソコンらくらく数学 (Speakeasy)
    - 教室で使用
  - 数理計画法: ...? (LINDO)
- メリット
  - 低価格で、ソフトと解説書を配布可能
  - 社会人になっても、知識が生きる

# ライセンスはどうあるべきか？

- 従来は、大学向け価格やサイトライセンス
- 無制限・年間・サイトライセンス
  - Speakeasy: 大学50万円/年, 高校15万円/年
  - 教員は、自宅でも利用可能
  - 学生は、制限版で自宅で学習
  - バージョンアップに対応
- 私情協で、運動を促進

# 補足

- 汎用的で使いやすいソフトがない分野では、やはり教育用ソフトの作成は必要である。
- しかし、それをどう普及するかが問題?
  - 7月12日(月)文部省統計数理研究所で
  - 1時から5時まで
  - 本テーマに関する研究集会
  - 参加申し込み
    - [shinmura@econ.seikei.ac.jp](mailto:shinmura@econ.seikei.ac.jp)
- 日本計算機統計学会
  - オンラインパネルディスカッション
  - <http://www.jscs.or.jp>

# 実施報告

- 基礎演習(昨年度より実施)
  - かなり質の高いレポート
  - 学生による、相互評価データを集め、最終日に、私がその解析結果を報告
- 統計とデータプロセスⅡ(4年目)
  - 一昨年は質が高かったが、昨年は低い
- 経済学Ⅱ(昨年度のみ)
  - 生鮮食品売り場の分析
- 数理学(今年度より)
  - 前期は統計、後期はSpeakeasyによる数学