

# 企業の研究，大学の教育

2012. 3. 16

情報科学研究科  
石井 健一郎

# 大學時代

# 大学時代の研究テーマ

卒論

「空間周波数フィルタリング  
による画像の特徴抽出」

修論

「ホログラフィーによる  
振動の解析」

# 電電公社・NTT時代

# 電電公社 入社(1974)

(配属先)

武蔵野電気通信研究所

宅内機器研究部

応答装置研究室



29

9

文字認識/OCR開発  
画像処理

OCR開発/部長補佐  
採用業務(人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学



文字認識/OCR開発

画像処理

OCR開発/部長補佐

採用業務(人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学

29

9

# パターン認識を巡る動向

## － 入社当時 －

- 1968 郵便番号読取装置(東芝)
- 1971 パターン情報処理大型プロジェクト開始(通産省)
- 1974 入社
- 1975 度数計OCR導入(電電公社)
- 1978 4<sup>th</sup> IJCPR パターン認識国際会議(於 京都)

# パターン認識の手法

## (1) Syntactic Pattern Recognition 構文的パターン認識 (K. S. Fu)

- ・ パターンを特徴間の関係として記述

## (2) Statistical Pattern Recognition 統計的パターン認識 (K. Fukunaga)

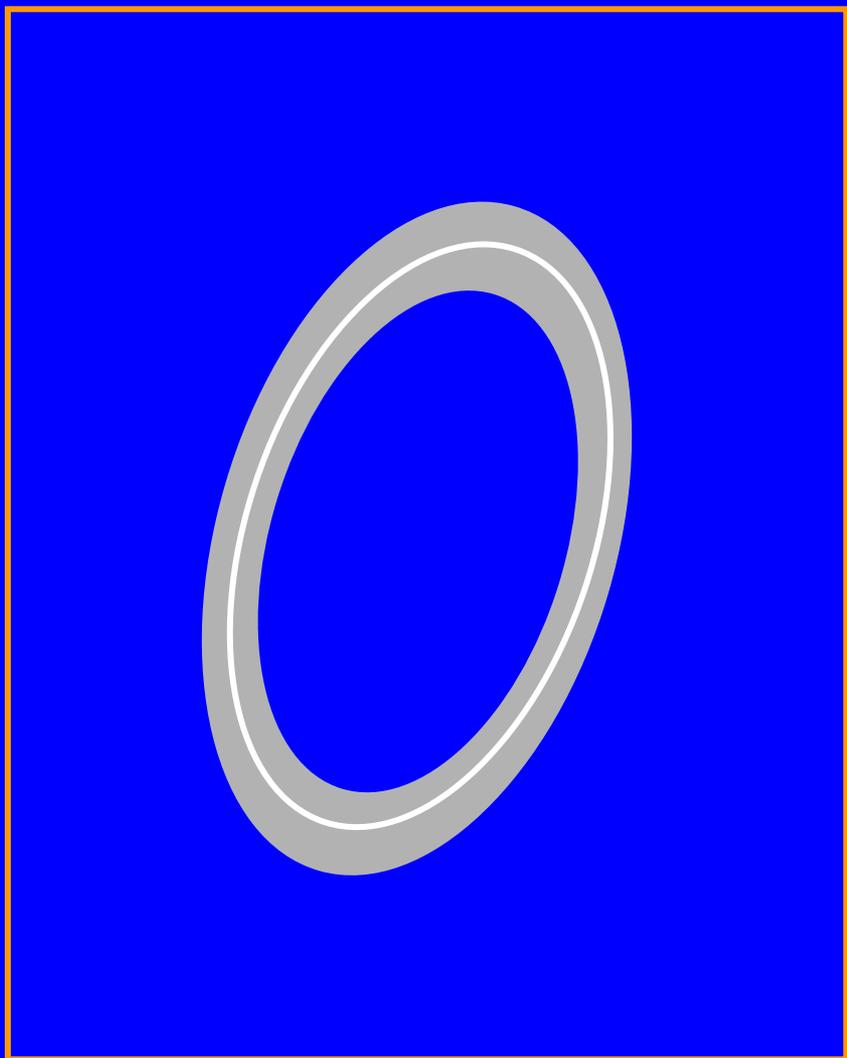
- ・ パターンを特徴ベクトルで記述し、特徴空間で処理

# 手書き文字認識の手法

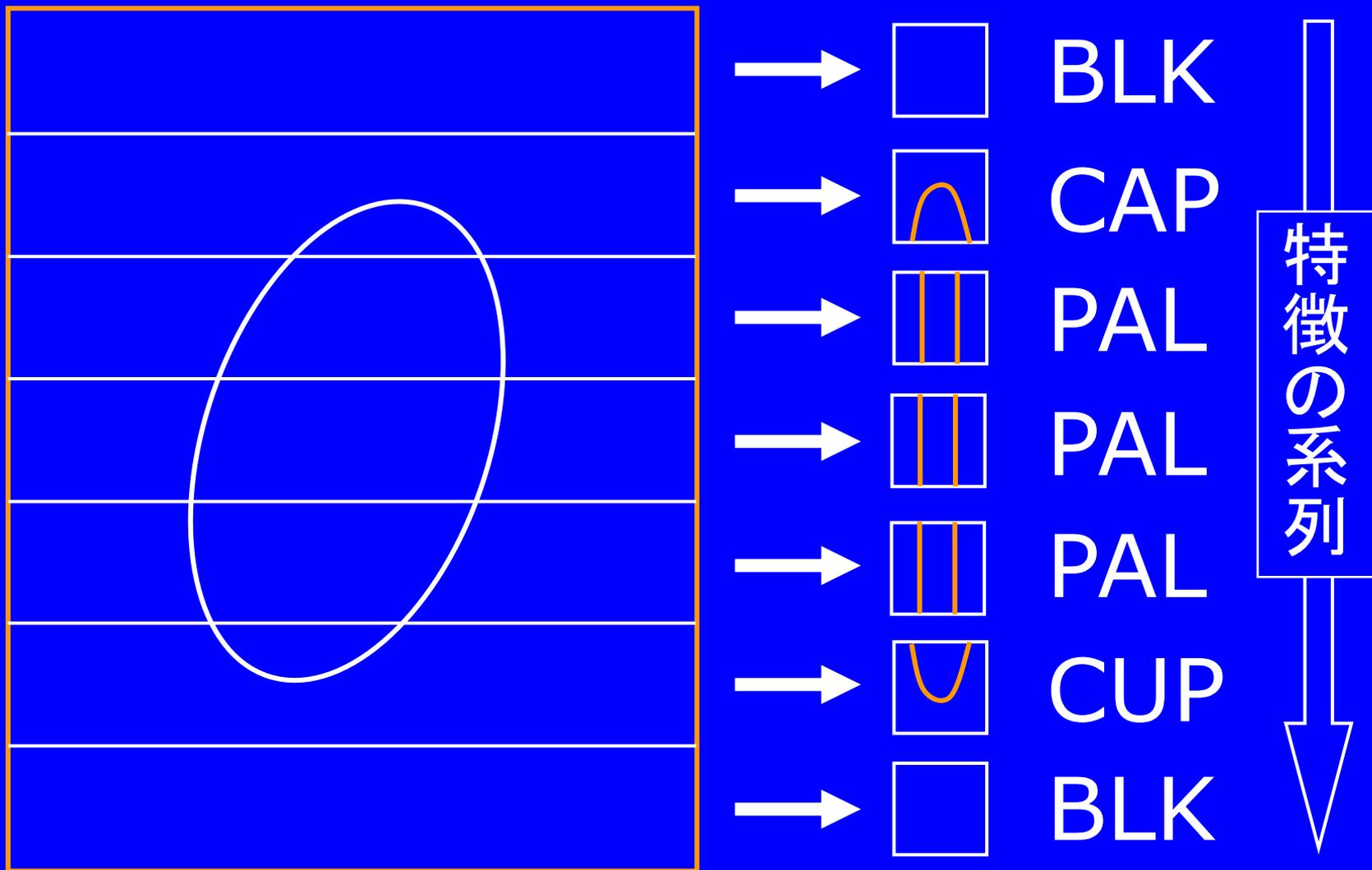
(1) 文字線構造解析

(2) 背景構造解析

# 郵便番号読取方式(文字線構造解析)

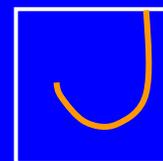
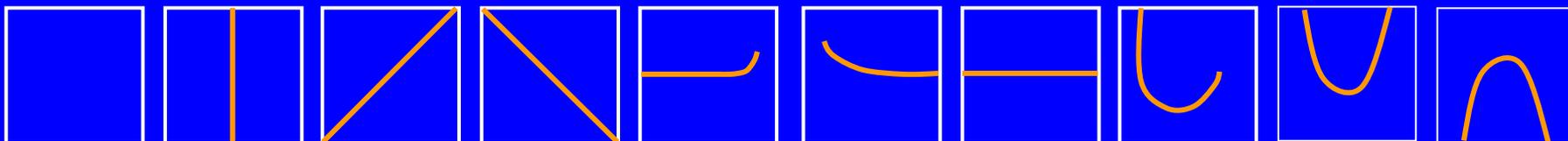


# 郵便番号読取方式(文字線構造解析)

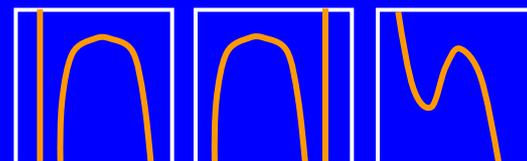
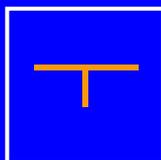
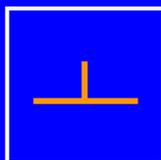
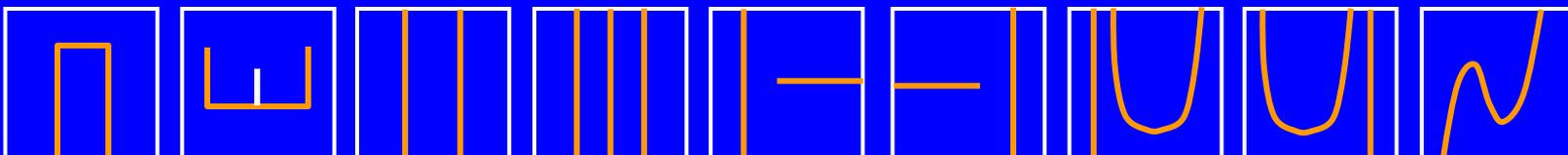


# 文字線構造(19種の特徴)

BLK VERT INC DEC LIN LEC BAR HUK CUP CAP

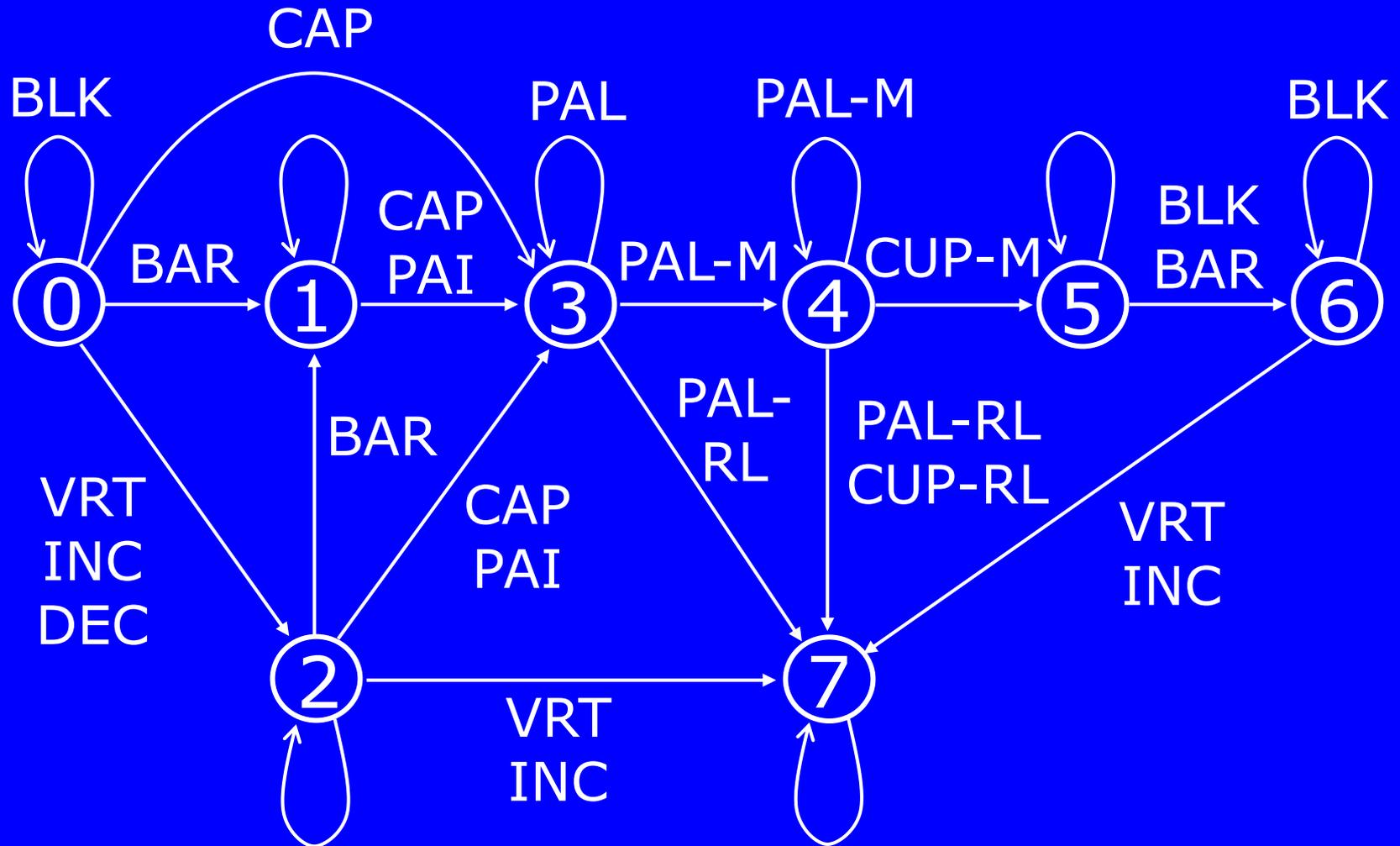


PAI DEE PAL TRI VBA BAV VTC CVT MEW



# 数字 '0' を識別する有限オートマトン

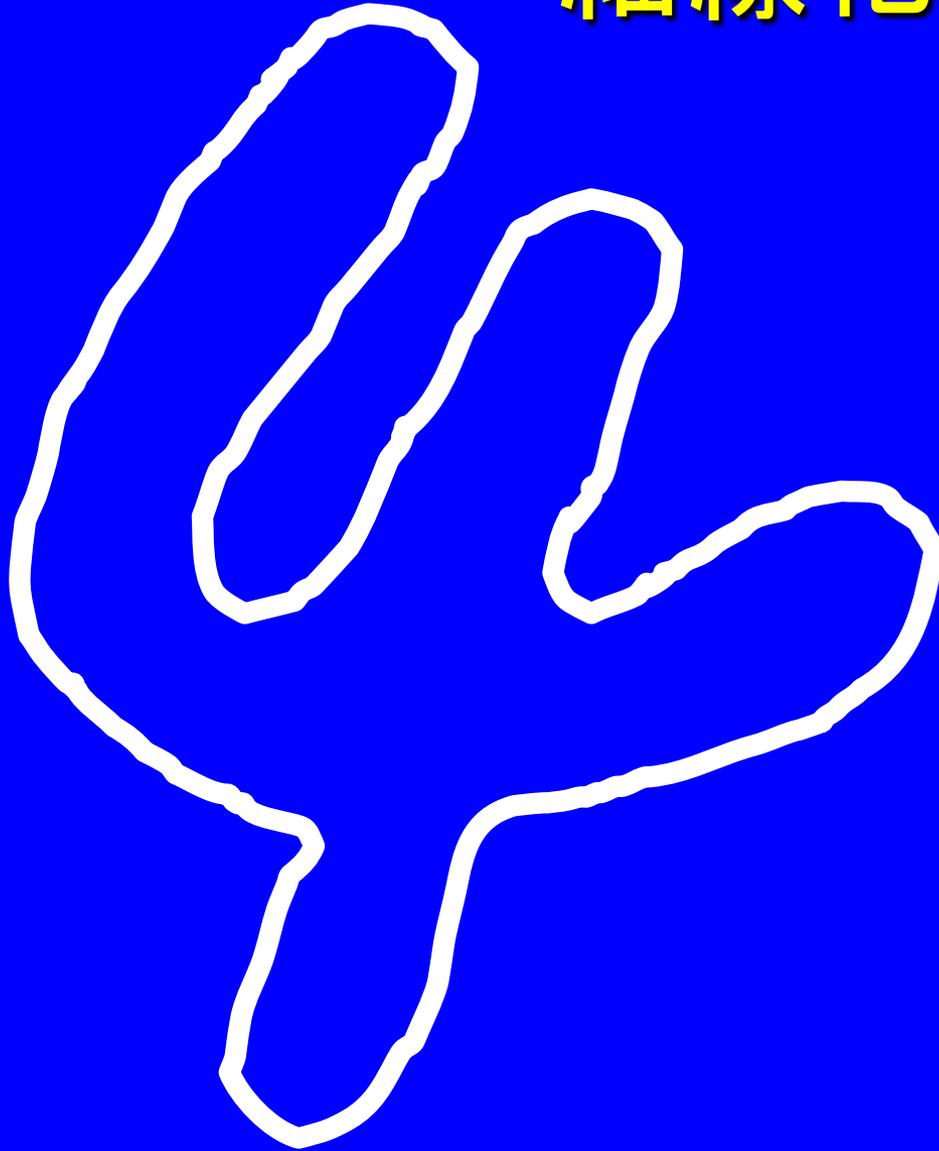
## Syntactic Pattern Recognition



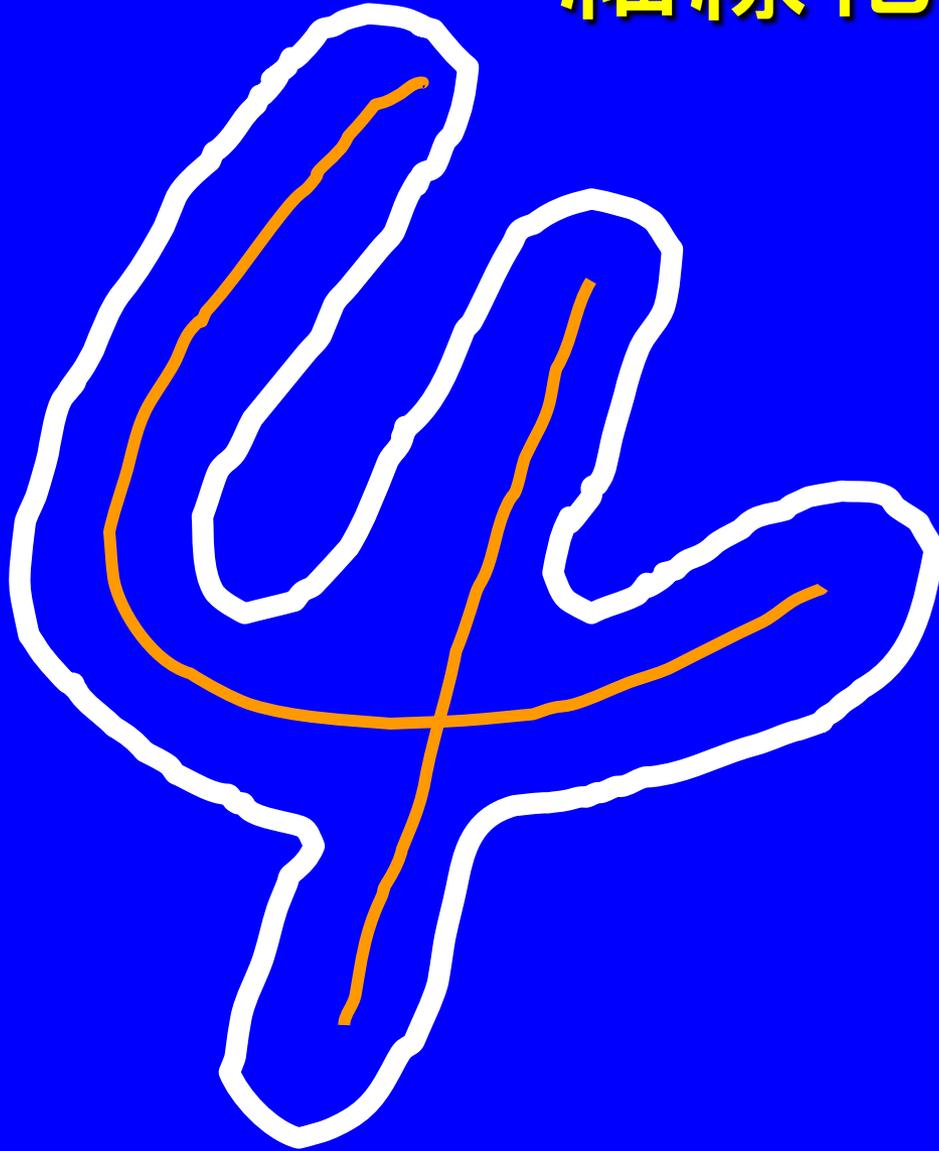
# 文字線構造解析の問題点

- (1) 前処理(細線化)に大きく依存
- (2) 変動に対して脆弱
  - robust(頑健)でない
- (3) 識別ルール作成の労力大

# 細線化の難しさ



# 細線化の難しさ

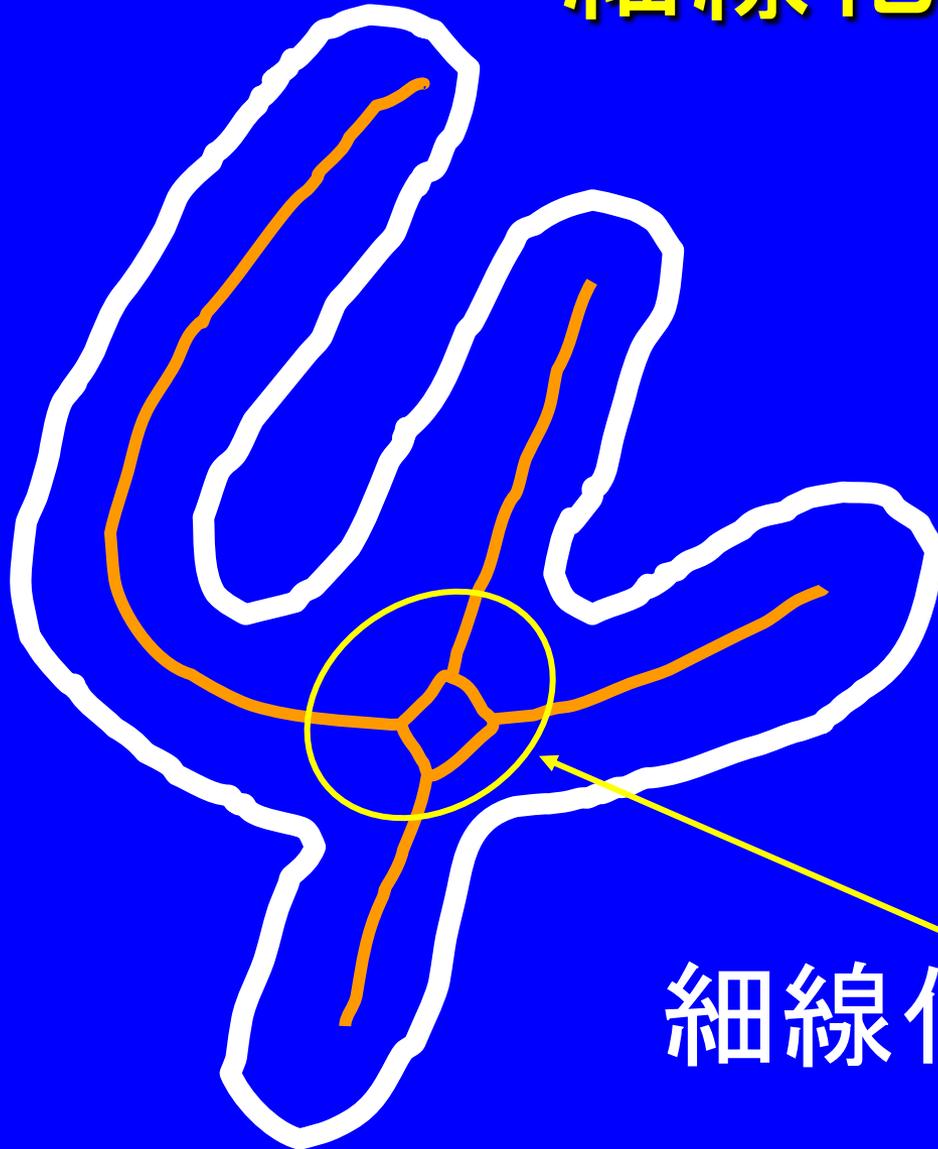


# 細線化の難しさ



細線化の失敗

# 細線化の難しさ



細線化の失敗

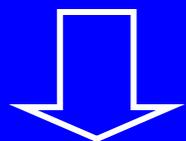
# 筋の良い方法・悪い方法

## 文字線構造解析



文字線へのこだわり

## 文字線の追跡



Robust(頑健)でない = 脆弱

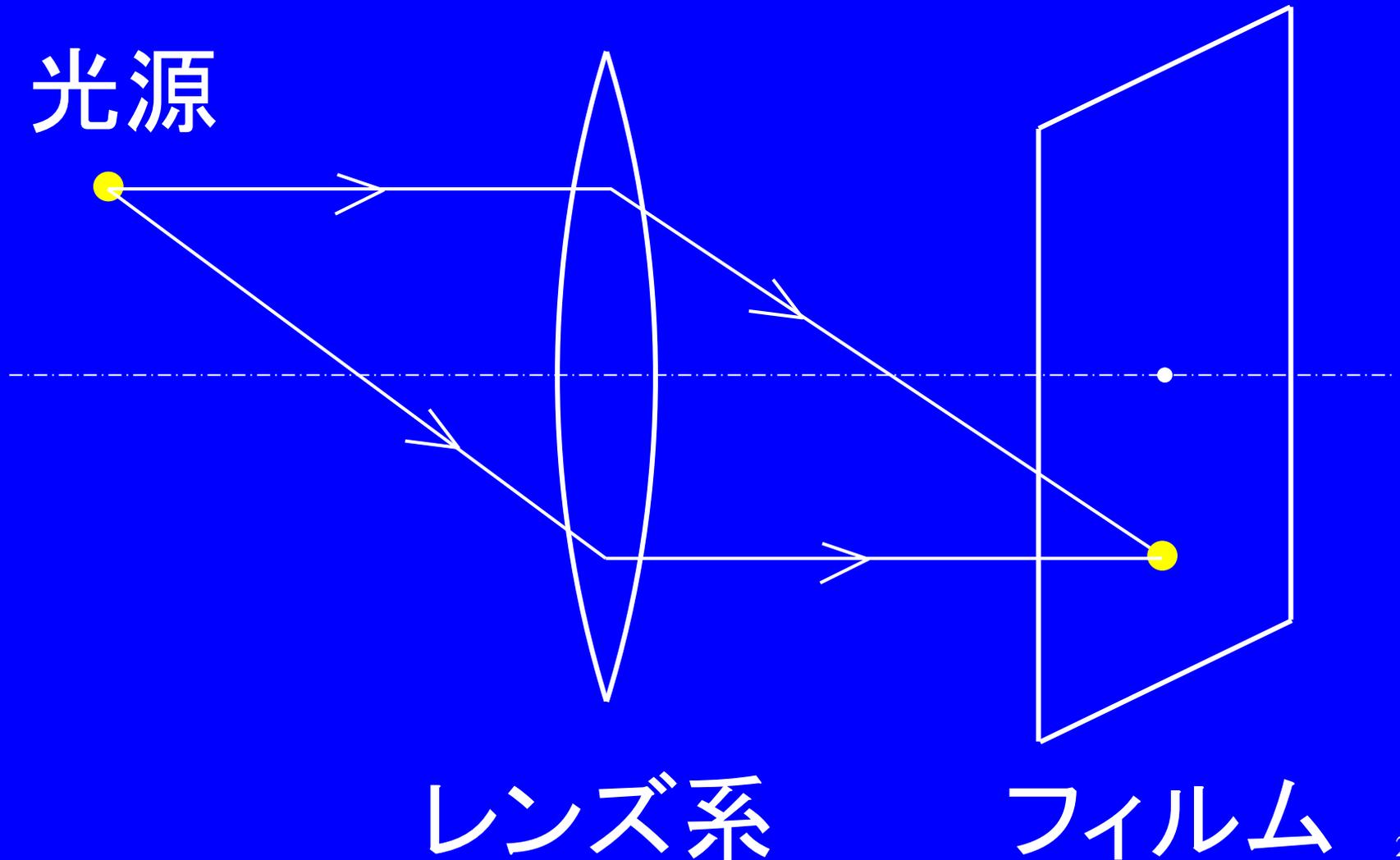


筋が悪い

# 記録方式

(Robustな手法 例1)

# フィルムによる記録



# ホログラムによる記録

光源

干渉縞

参照光



ホログラム<sup>23</sup>

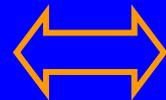
# 筋の良い方法・悪い方法

筋悪

筋良

---

通常の写真

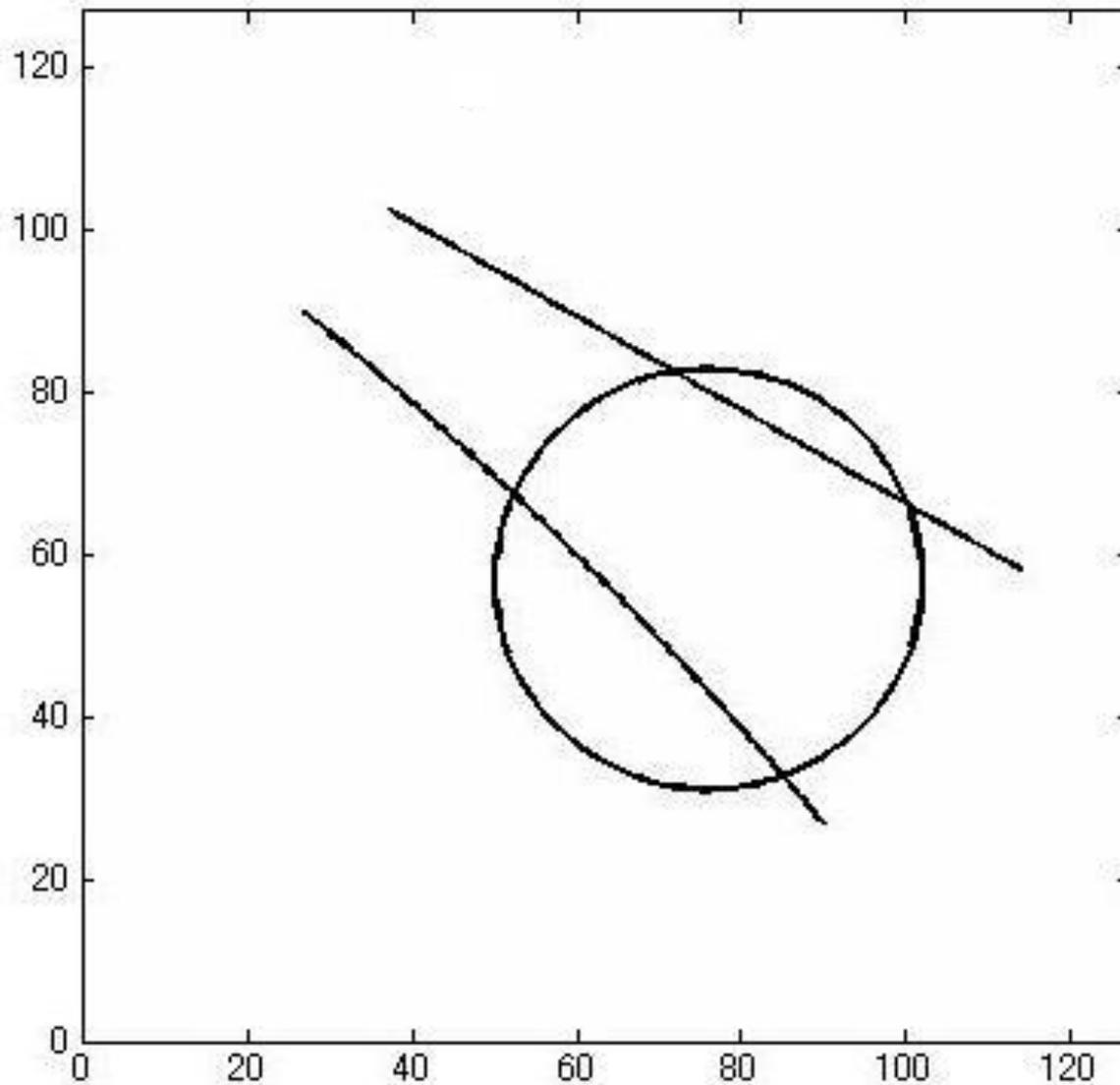


ホログラム

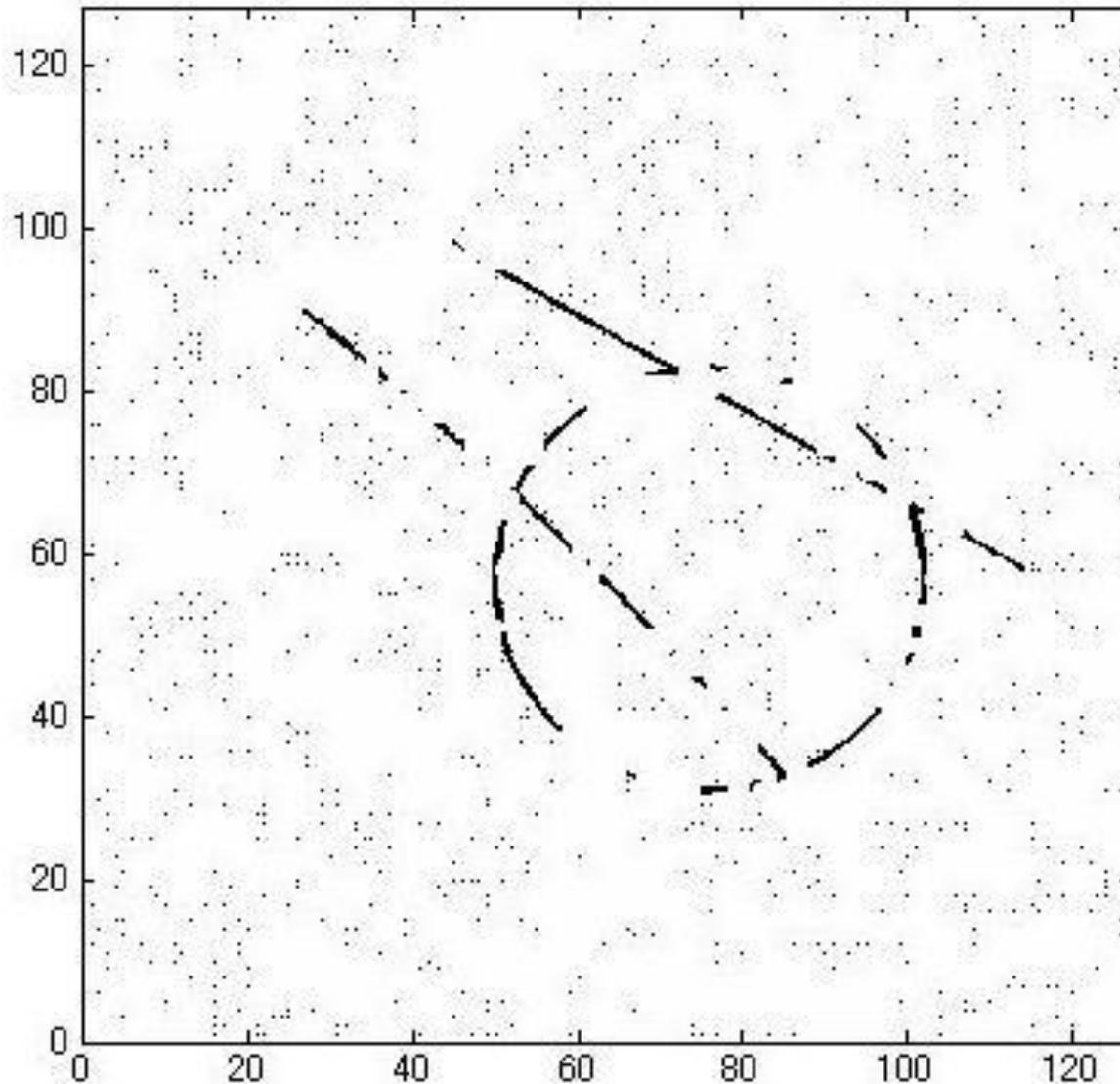
# 図形の抽出

(Robustな手法 例2)

# 直線の抽出

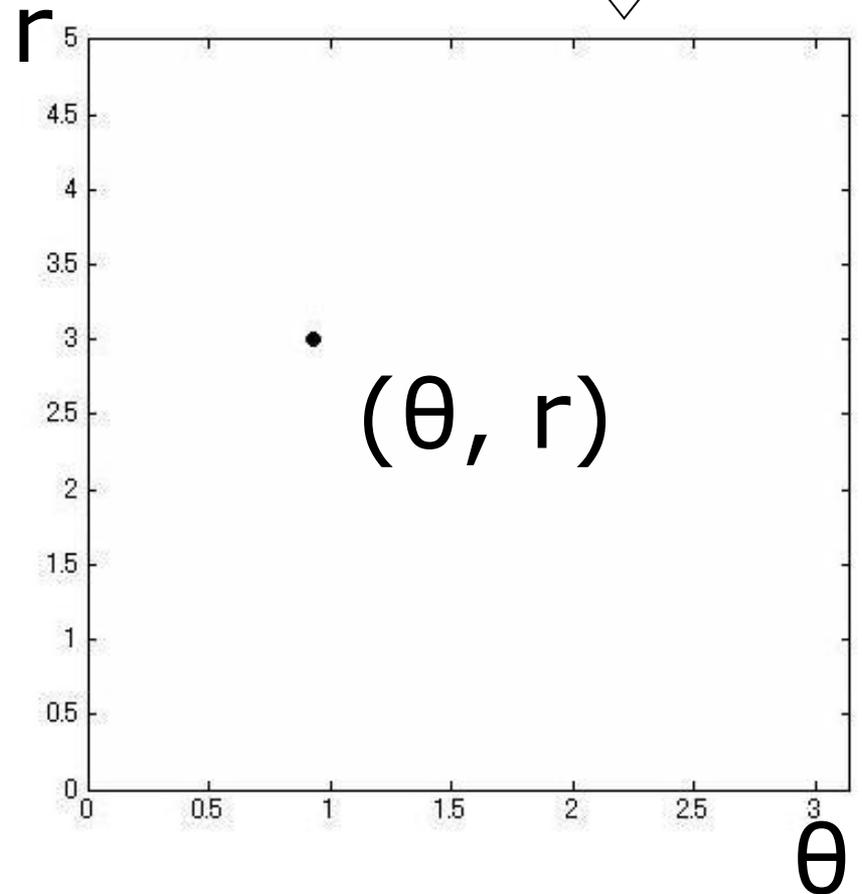
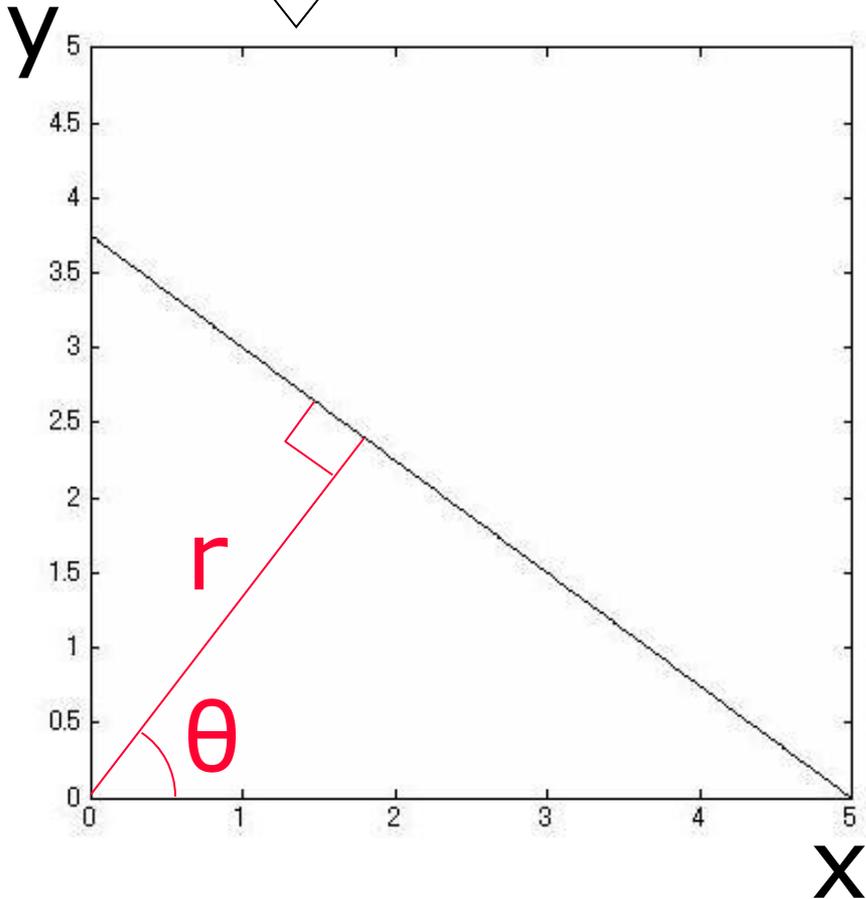


# 汚れと欠けの発生



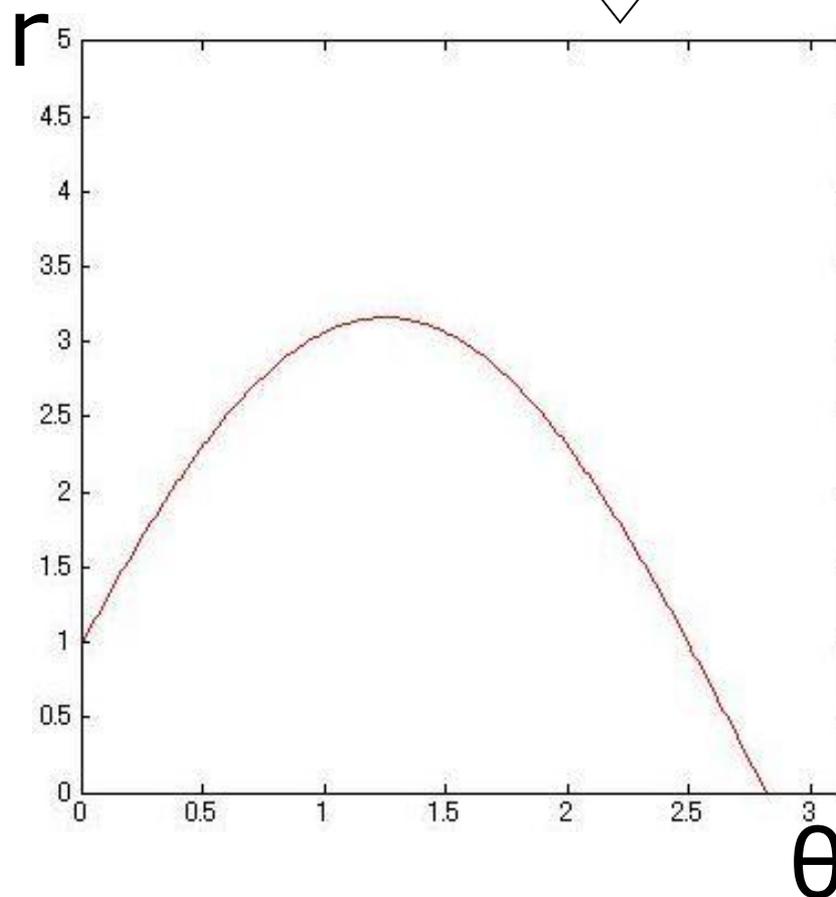
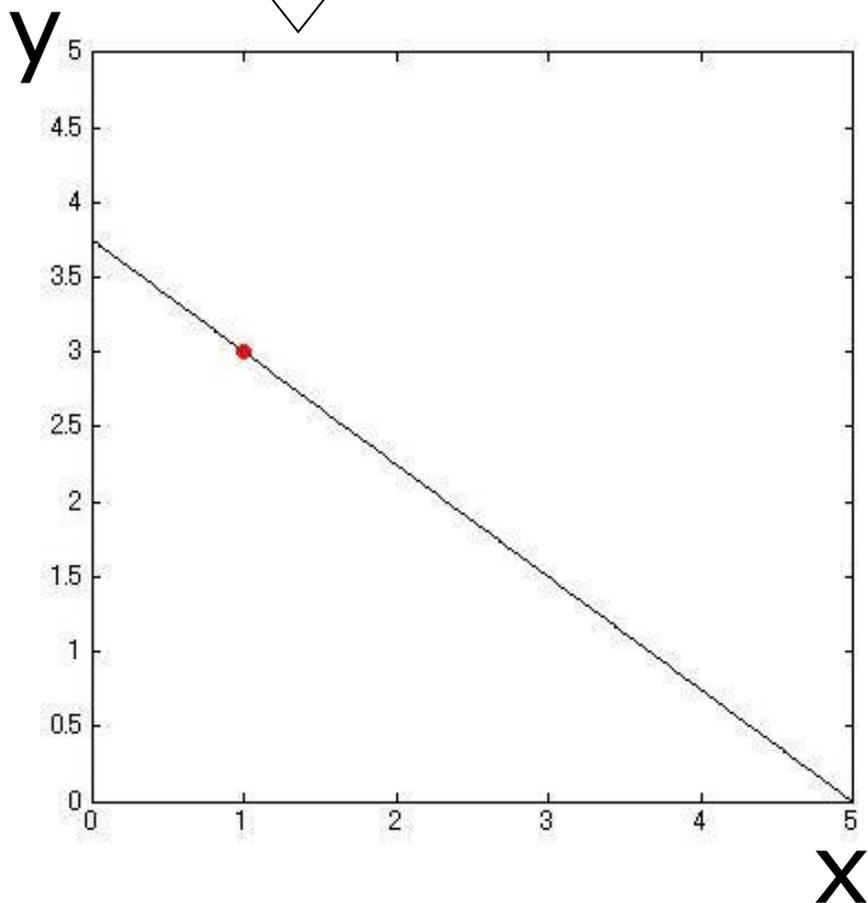
# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



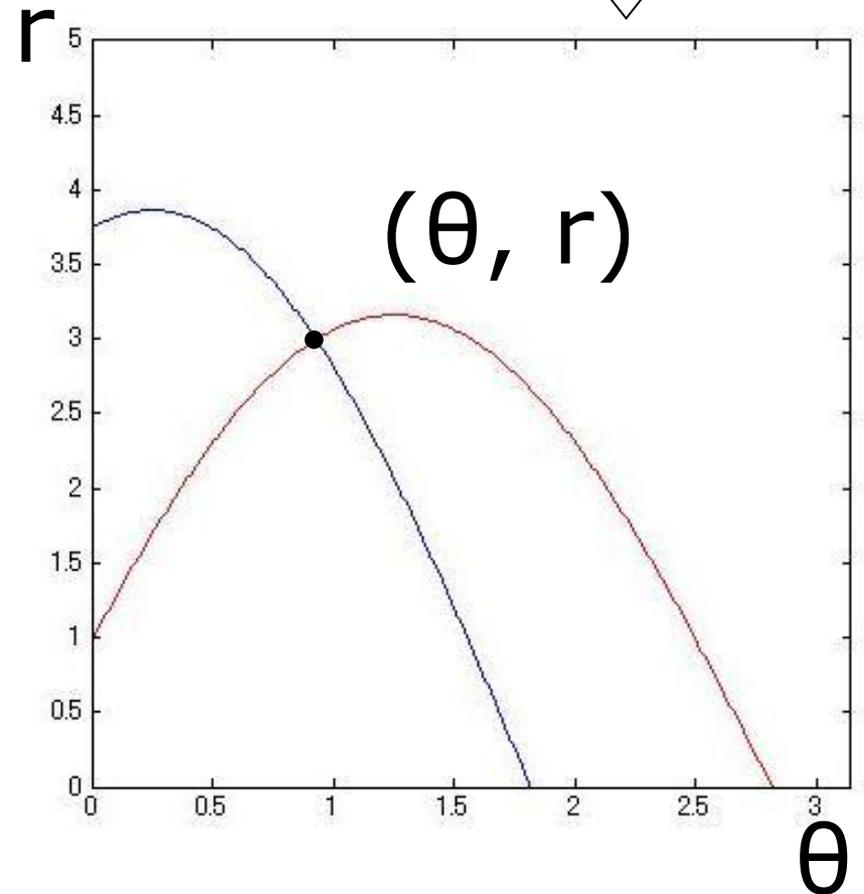
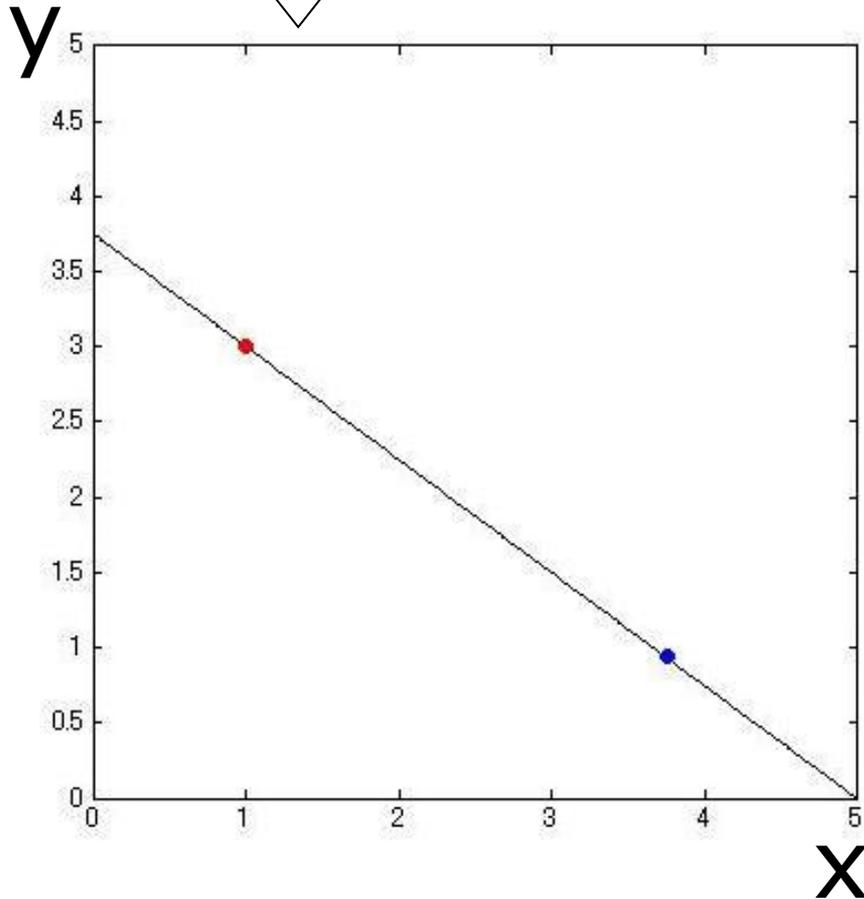
# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



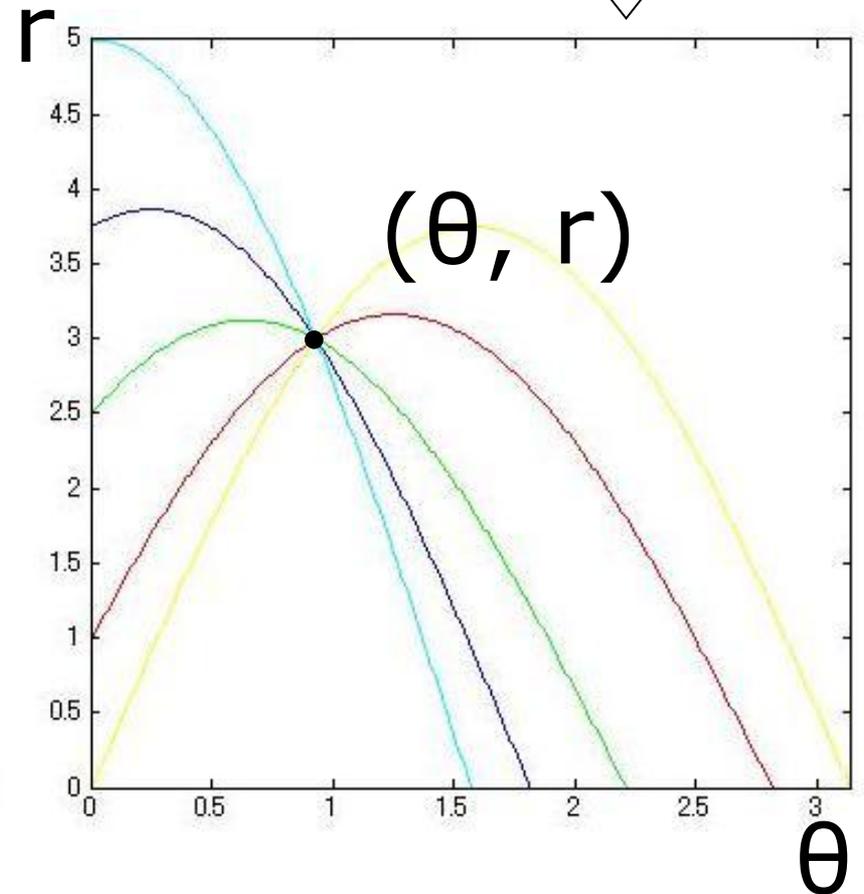
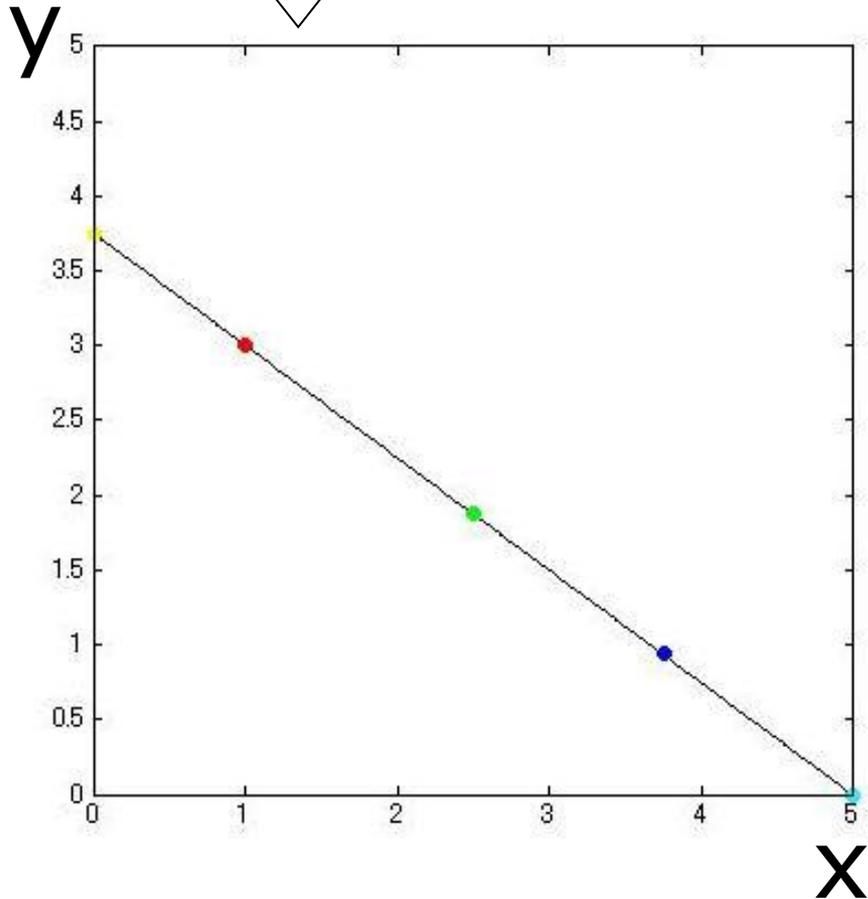
# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



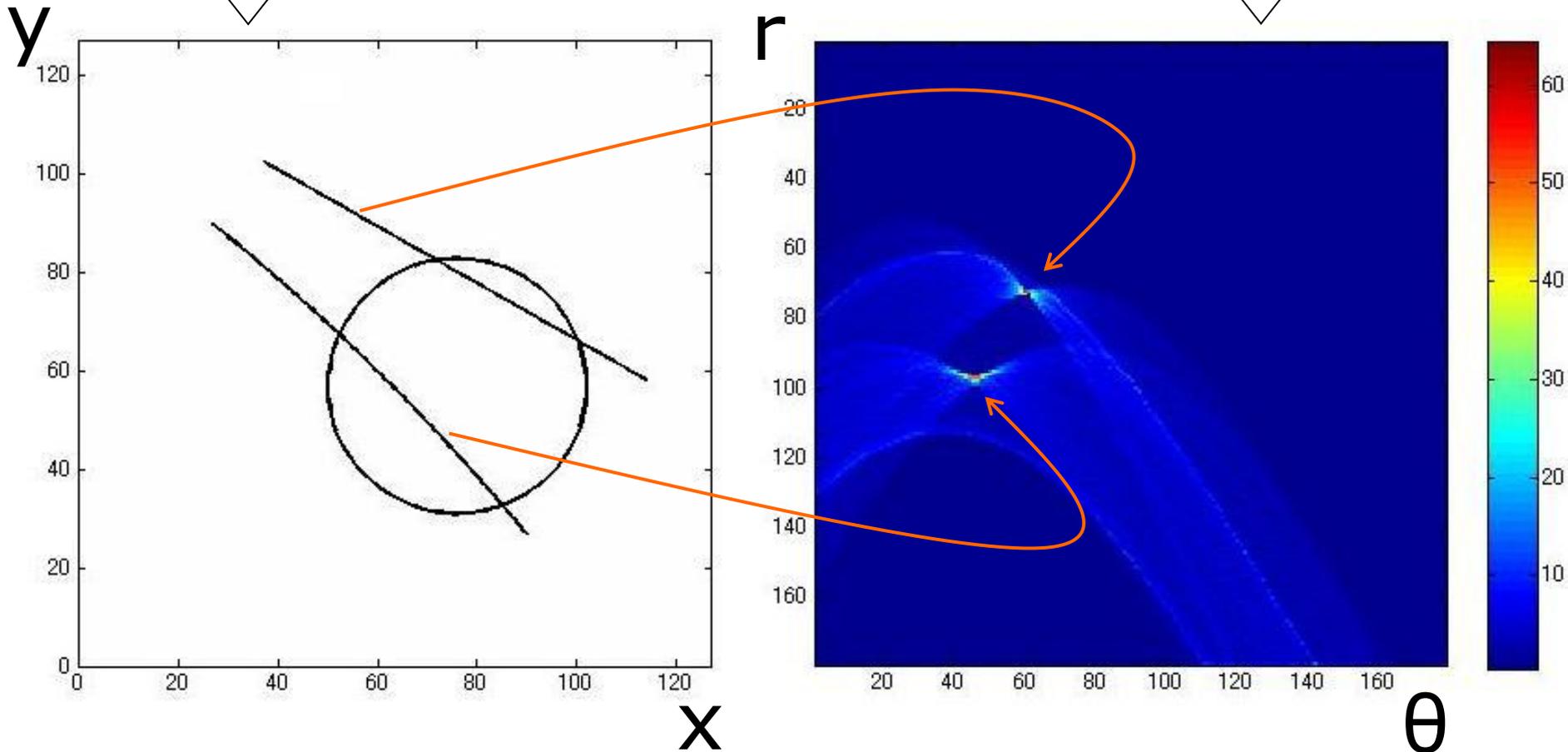
# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



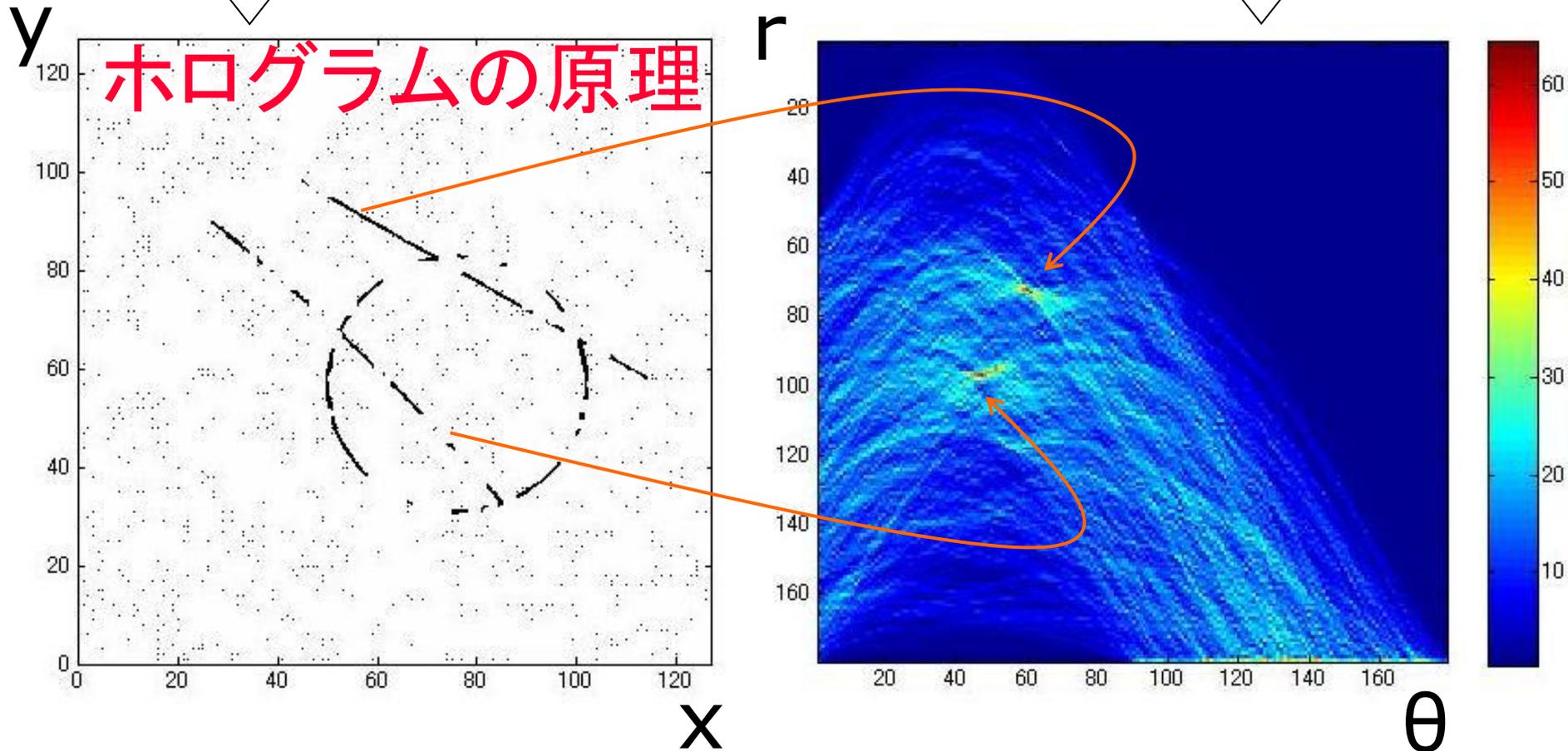
# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



# Hough 変換

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$



# 筋の良い方法・悪い方法

筋悪

筋良

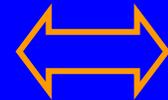
---

通常の写真



ホログラム

追跡法



Hough変換

---

# 企業で学んだ 研究の要諦

- ・ 筋の良い方法の追求 ← 実用化

# 手書き文字認識の手法

~~(1) 文字線構造解析~~

(2) 背景構造解析



# 位相構造化法

Syntactic

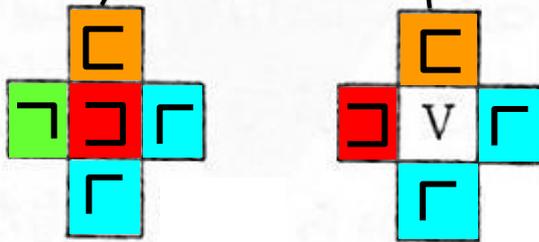
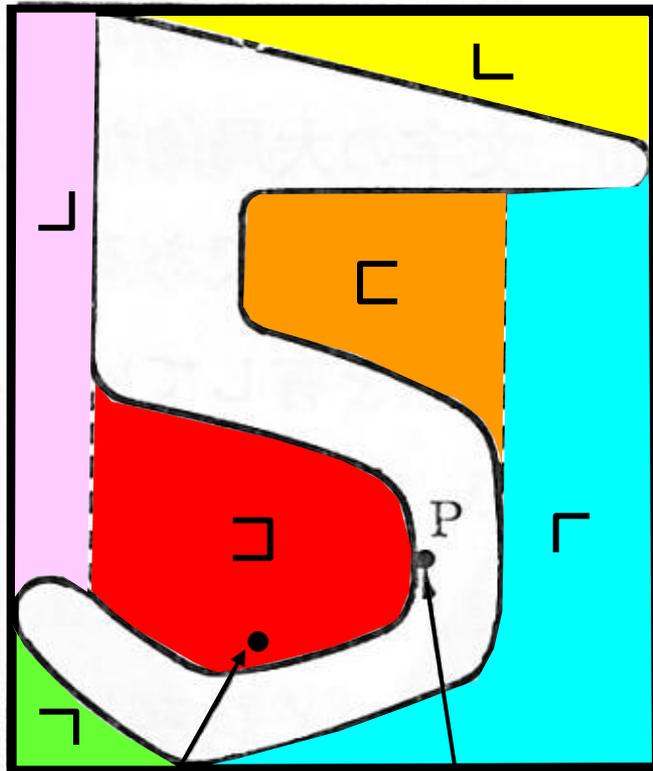
特徴の系列

特徴ベクトル

$x(x_1, x_2, \dots, x_d)$

特徴の個数

Statistical



特徴

# 筋の良い方法・悪い方法

筋悪

筋良

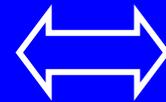
---

通常の写真



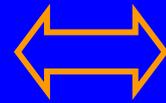
ホログラム

追跡法



Hough変換

文字線構造解析



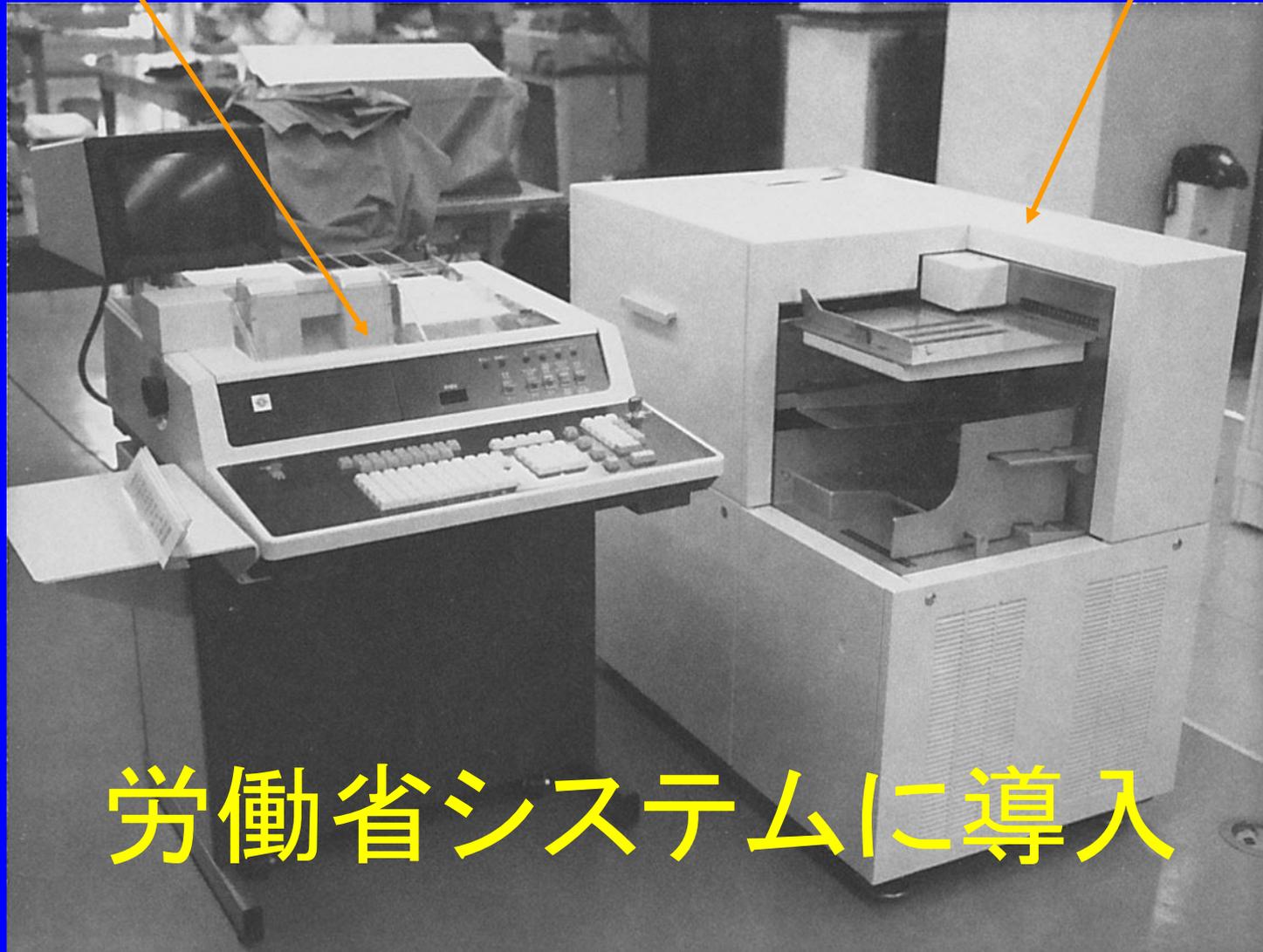
背景構造解析

---

# 開発したOCR

操作部

読取部

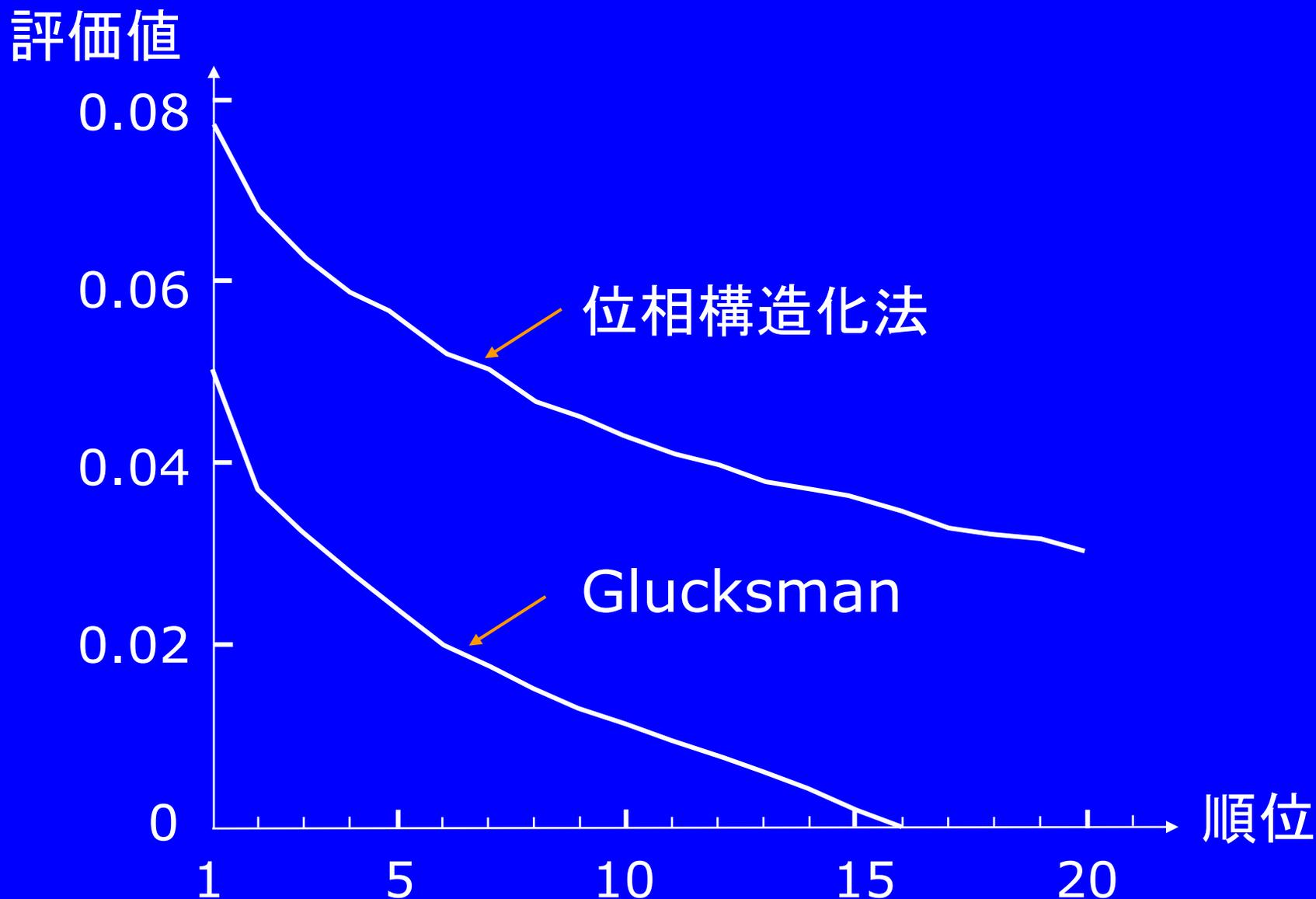


労働省システムに導入

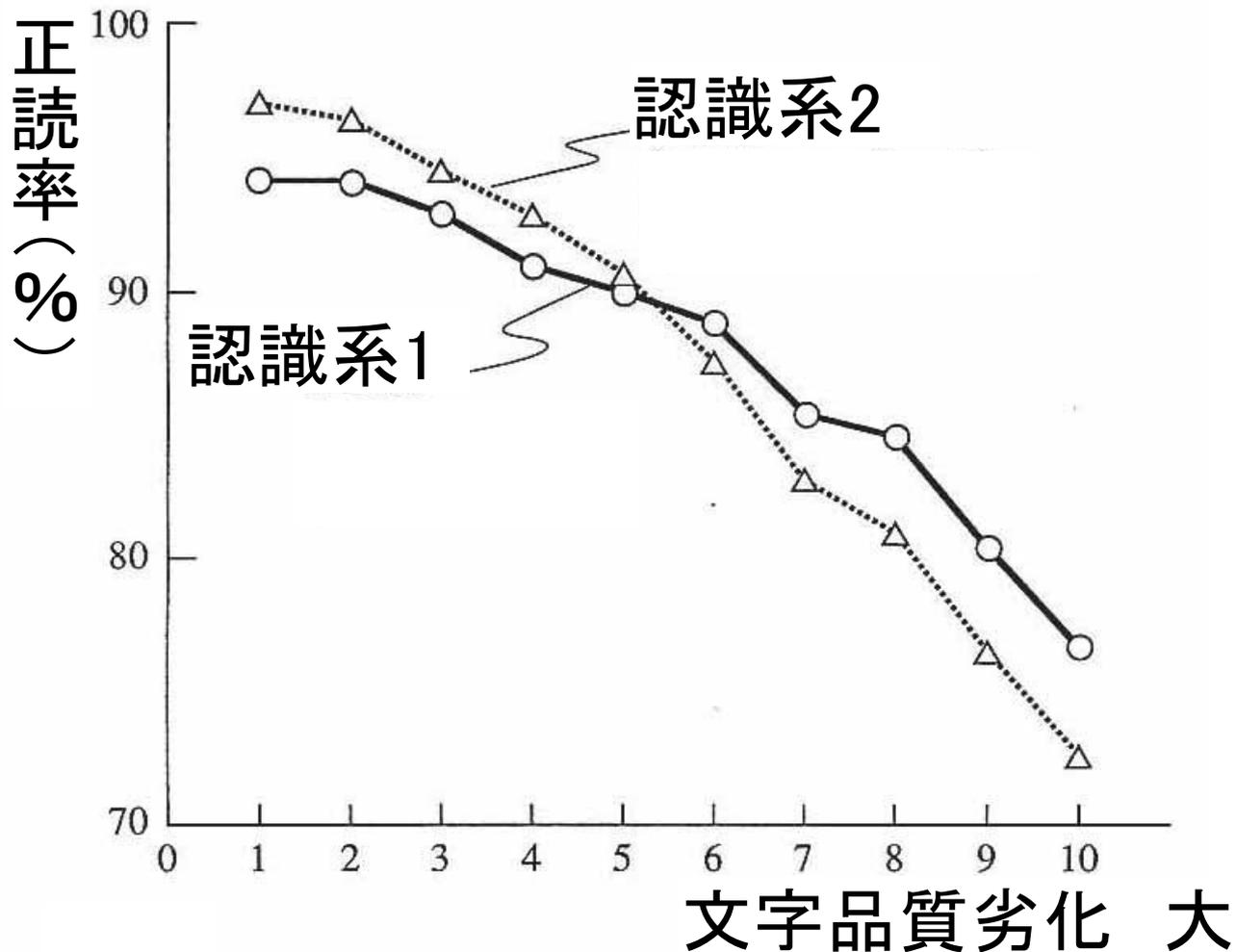
# 企業で学んだ 研究の要諦

- 筋の良い方法の追求 ← 実用化
- 定量的評価法の導入 ← 論文化

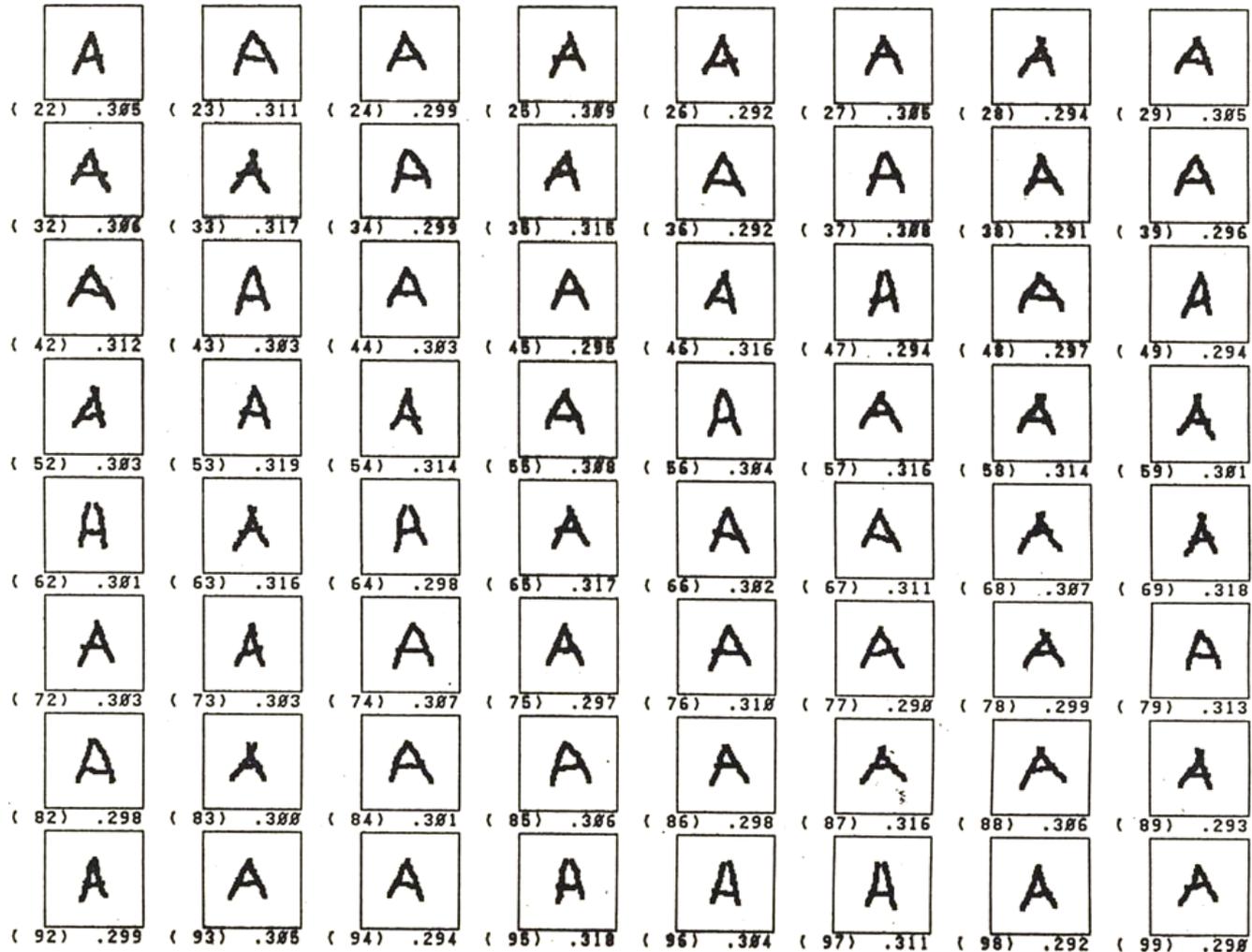
# 位相構造化法の特徴評価



# 2つの文字認識系の評価



# 人工的な変形文字パターン例



# 漢字の変形文字パターン例



# 海外研修 (米国Purdue大)



文字認識/OCR開発  
**画像処理**

OCR開発/部長補佐  
 採用業務(人事)

Computer Vision  
 監視システム

コミュニケーション科学  
 (研究管理)

コミュニケーション科学

29

9

# Purdue University

- 1869 創立の州立大学
- Indiana州 West Lafayette
- N. A. Armstrong (1969 月面着陸)
- H. C. Brown (1979 ノーベル化学賞)
- 根岸 英一 (2010 ノーベル化学賞)
- 鈴木 章 (2010 ノーベル化学賞)

# West Lafayette市の閑静な佇まい



# アパート前 にて



# キャンパス正面



# 広々としたキャンパス



# 実験室にて



# 物理学の基本公式

特殊相対性理論 (アインシュタイン)

$$E = mc^2$$

不確定性原理 (ハイゼンベルグ)

$$\Delta q \Delta p \geq h/4\pi$$

小澤の不等式 (小澤正直)

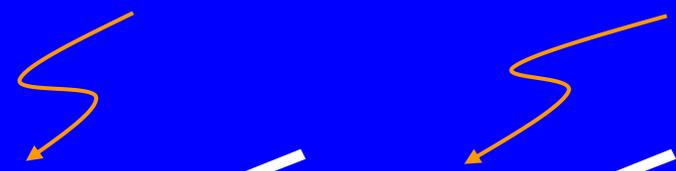
$$\Delta q \Delta p + \sigma_q \Delta p + \sigma_p \Delta q \geq h/4\pi$$

# パターン認識の基本公式

Nearest Neighbor 法

Bayes error

の error

$$e_B \leq e \leq 2e_B$$


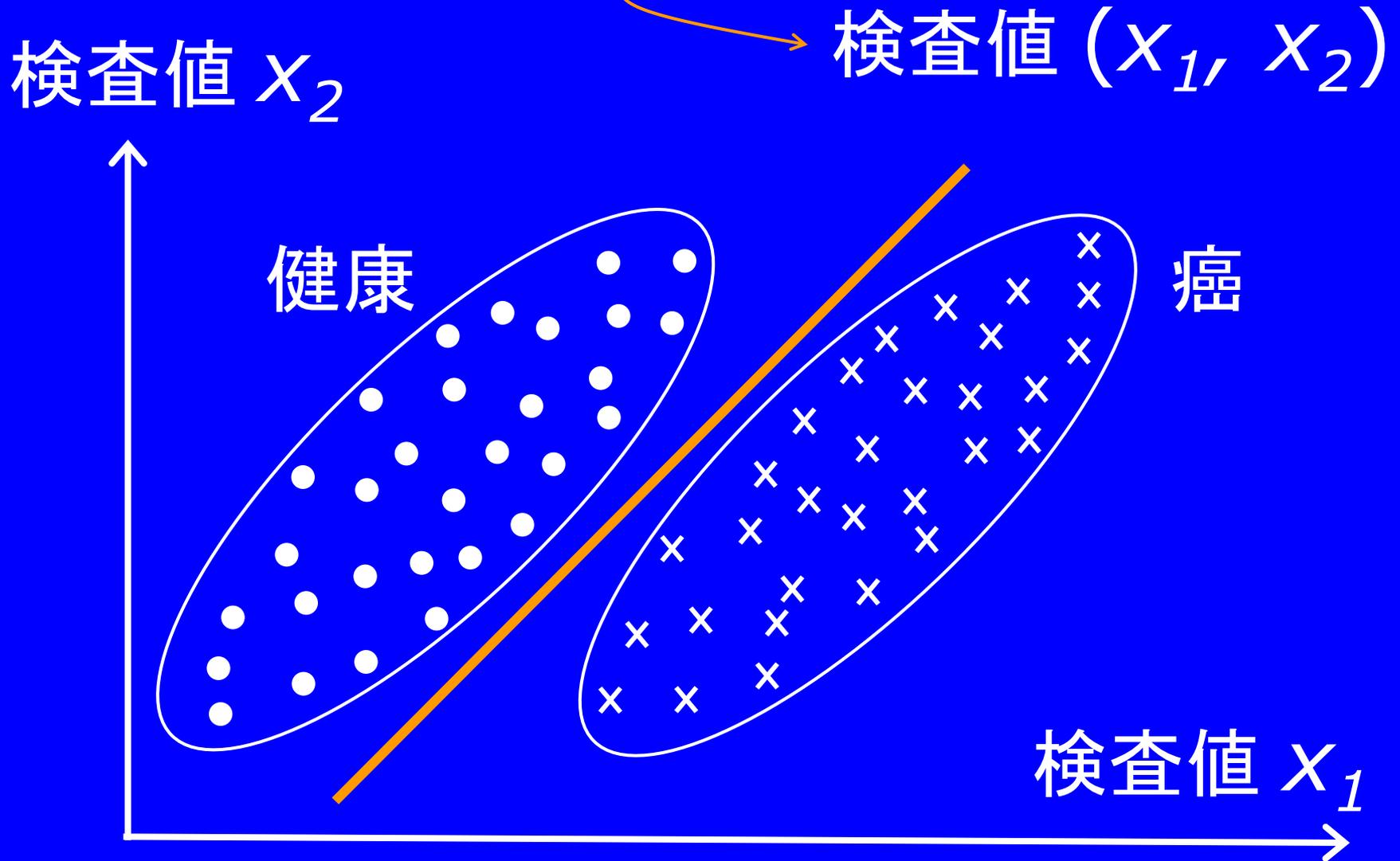
# Cover & Hart の論文

T. M. Cover, P. E. Hart:

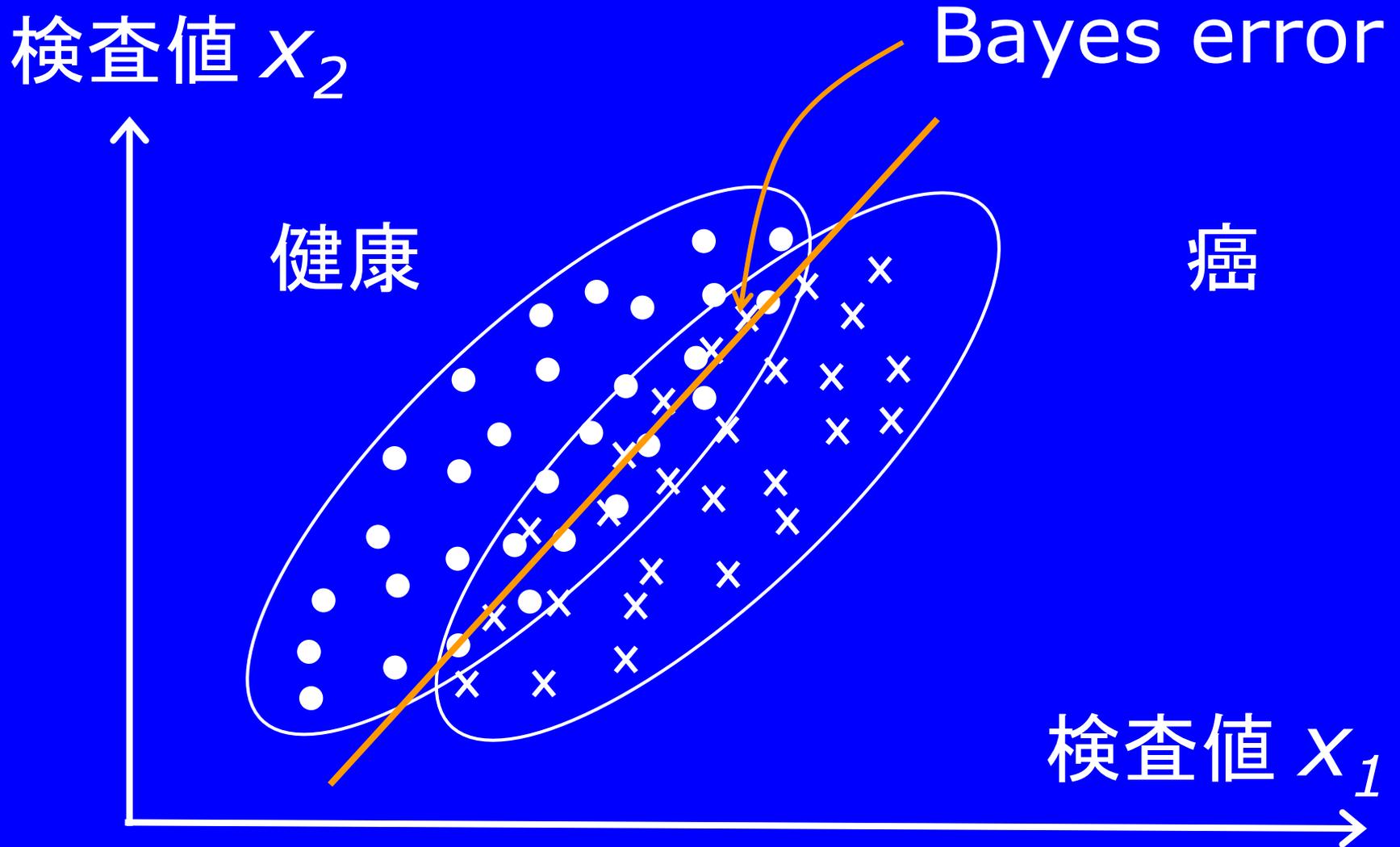
## Nearest Neighbor Pattern Classification

IEEE Trans. Inf. Theory (1967)

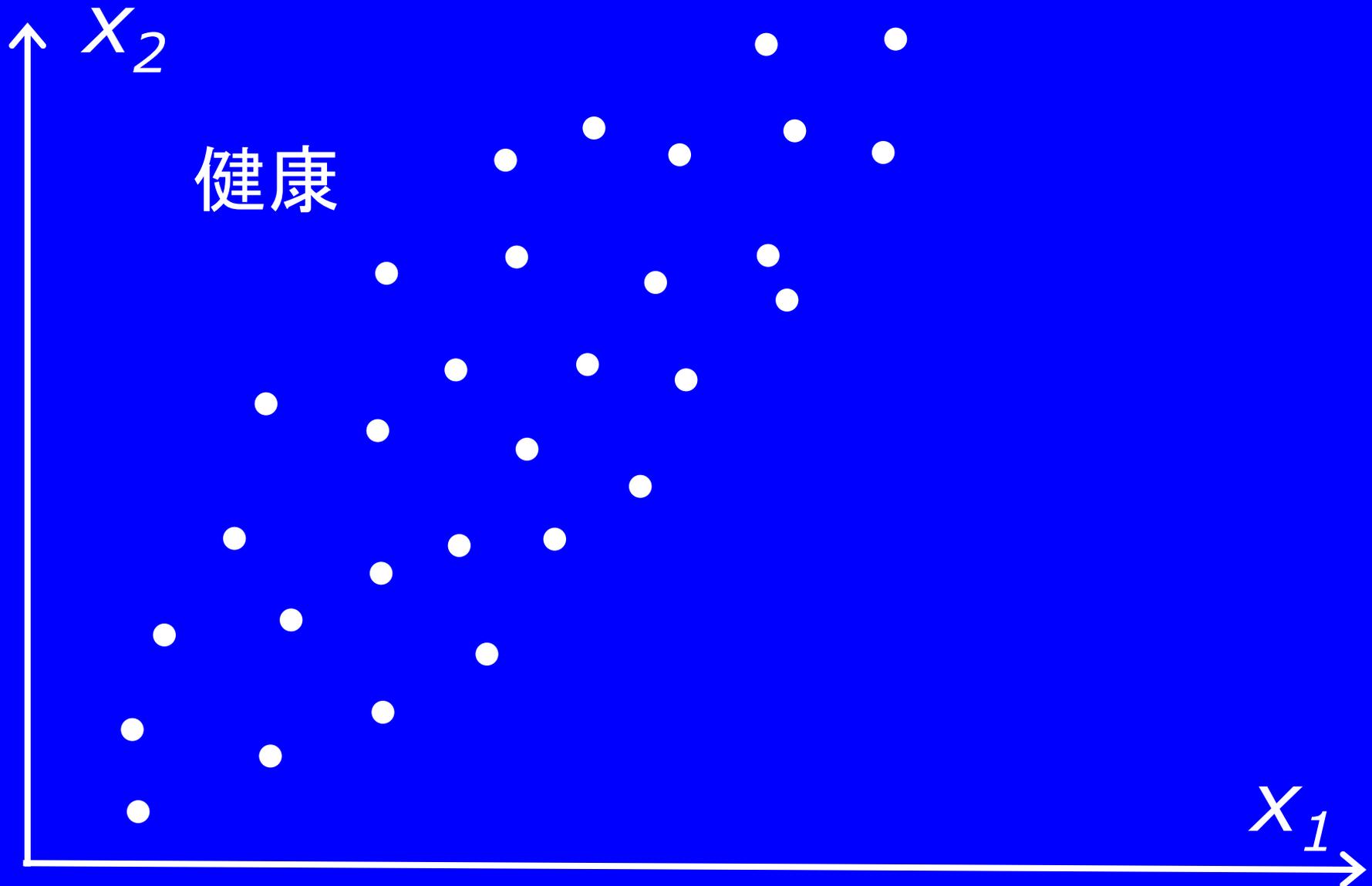
# 理想的な特徴を用いた場合



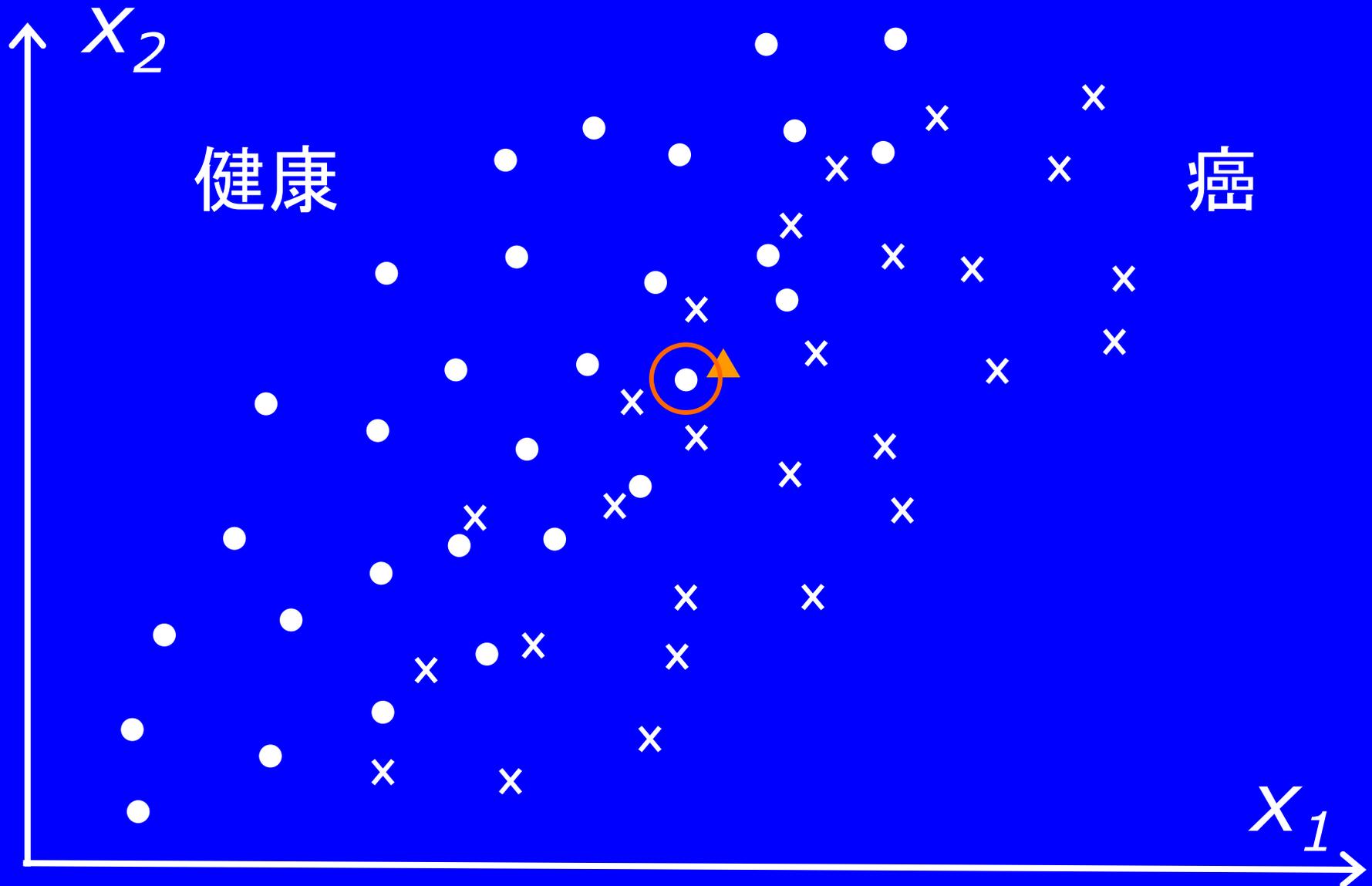
# 通常の特徴を用いた場合



# Nearest Neighbor 法



# Nearest Neighbor 法

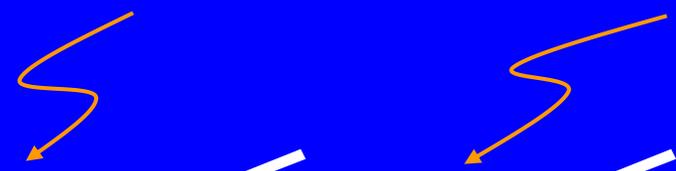


# パターン認識の基本公式

Nearest Neighbor 法

Bayes error

の error

$$e_B \leq e \leq 2e_B$$


用例ベース法への期待

↑  
ルールベース法

# 筋の良い方法・悪い方法

筋悪

筋良

---

通常の写真	↔	ホログラム
追跡法	↔	Hough変換
文字線構造解析	↔	背景構造解析
ルールベース	↔	NN法, 用例ベース

---



29

9

文字認識/OCR開発  
画像処理

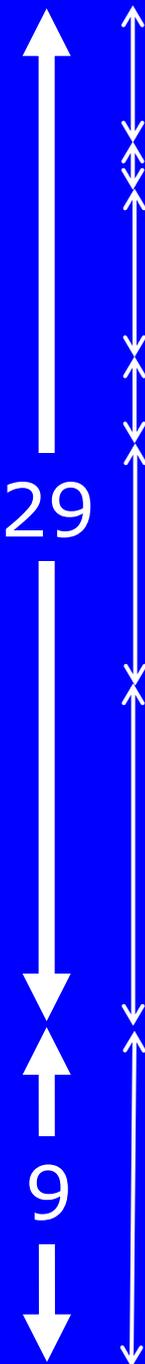
OCR開発/部長補佐

採用業務(人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学



文字認識／OCR開発  
画像処理

OCR開発／部長補佐  
**採用業務(人事)**

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学



29

9

文字認識／OCR開発  
画像処理

OCR開発／部長補佐  
採用業務(人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学



29

9

文字認識/OCR開発  
画像処理

OCR開発/部長補佐  
採用業務(人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学

# 研究管理上の重点課題

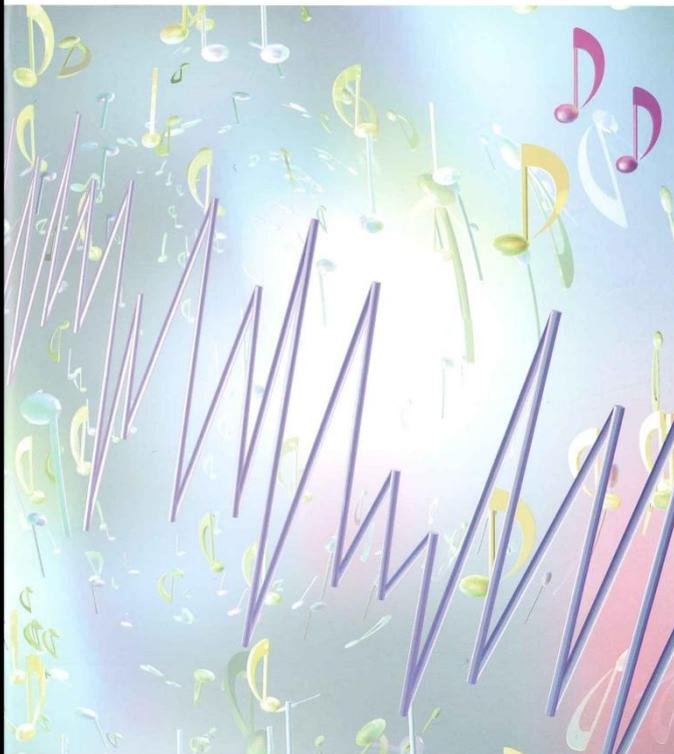
- 積極的情報発信
- 非専門家へのPR

# 各種イベントの開催

- 1997.11 コンピュータ音楽 シンポジウム
- 2001. 1 MITとの共同研究 成果発表会
- 4 NTT-London大学 人間情報処理WS
- 6 オープンハウス 2001
- 2002. 1 MITとの共同研究 成果報告会
- 9 Stanford大との共同研究 成果報告会

# NTTコンピュータ音楽シンポジウム

NTTコンピュータ音楽シンポジウム  
—音響・計算機・アートの間から



1997年11月13日(木)  
メルパルク東京/abc会館ホール

NTT基礎研究所

1997. 11. 13  
メルパルク東京  
abc会館ホール

ビデオデータ  
NTT CS研のご厚意による



# オープンハウス 2001



NTT CS研  
10周年記念  
2001. 6. 7 - 6. 8

ビデオデータ  
NTT CS研のご厚意による



監修 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

編著 石井健一郎

著 天野成昭

柏野牧夫

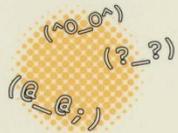
小暮潔

白柳潔

管村昇

平田圭二

前田英作



チューリングテストを超えて

Beyond the Turing Test  
Communication Science

コミュニケーションを科学する

# コミュニケーション を科学する

## チューリングテスト を超えて

2002. 3

NTT出版 ¥2,200



29

9

文字認識 / OCR開発  
画像処理

OCR開発 / 部長補佐  
採用業務 (人事)

Computer Vision  
監視システム

コミュニケーション科学  
(研究管理)

コミュニケーション科学

# 名古屋大学時代

# 研究について

# コミュニケーションの研究

(1) 個人間コミュニケーション  
対話エージェント

(2) 社会におけるコミュニケーション  
マルチエージェント  
→ 鳥海 助教

監修 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

編著 石井健一郎

著 天野成昭

柏野牧夫

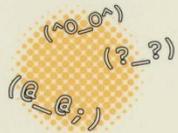
小暮潔

白柳潔

管村昇

平田圭二

前田英作



チューリングテストを超えて

Beyond the Turing Test  
Communication Science

コミュニケーションを科学する

# コミュニケーション を科学する

チューリングテスト  
を超えて

2002. 3

NTT出版 ¥2,200

# ELIZAとの対話

人 → 人間

E → ELIZA

人：私の彼氏が誰か他の女性と出て行ったわ。

E：なぜ彼氏が女性と出ていったなんて言うの？

人：友達が二人を見たって言うの。

E：続けてちょうだい。

(..... 略 .....)

人：彼と知り合ってたの？

E：続けてちょうだい。

人：光陰矢の如し。

E：続けてちょうだい。

人：あなた「続けてちょうだい」ばかりね。

E：そうなの「続けてちょうだい」ばかりなの。

人工無能・人工無脳

# タスク指向から非タスク指向へ

何時までに掃除を  
しておきましょうか？



**作業の効率化**

**タスク指向型**

チケット予約, 道案内

最近、長い髪が  
よく落ちてますね。



**親しみ**

**楽しさ**

**非タスク指向型**

福祉, エンターテイメント

# タスク指向から非タスク指向へ

何時までに掃除を  
しておきましょうか？



作業の効率化

タスク指向型

チケット予約, 道案内

最近、長い髪が  
よく落ちてますね。



親しみ

楽しさ

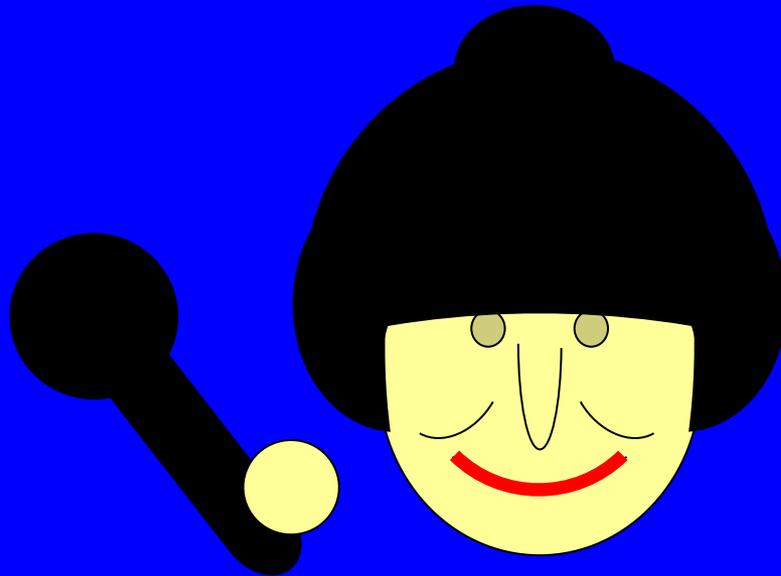
非タスク指向型

福祉, エンターテイメント



# 対話の名手を目指す

- 対話の名手＝上手な聞き役  
「徹子の部屋」 黒柳徹子



# 対話の名手の振る舞い

- 徹底した事前調査

質問≠思いつくもの

質問＝練り上げるもの

- 当意即妙の発話

大量の質問集から最適な一言を

# 対話エージェント KELDIC の設計

## Ken's Laboratory Dialogue Computer

- ・ 対話の名手
- ・ テキスト対話
- ・ 質の高い大量の質問
- ・ 最適発話の自動選択



# 解決すべき課題

- (1) 質の高い質問を大量に用意  
→ 用例ベース
- (2) 最適発話の自動選択  
→ Nearest Neighbor 法  
→ ランキング学習
- (3) 対話の定量的評価  
→ HMMと語彙的結束性

# KELDICとの対話(成功例)

K → KELDIC  
人 → 人間

K: お酒を飲むことも楽しいですが、他の人たちと話すことも楽しいですね。

人: そうですね。でも大人数の飲み会は人が多すぎたりしてあまり好きではないです。

K: ところで、お酒の席が楽しくて、つい飲みすぎたことがありますか？

人: それはあります。

K: 「酒は飲んでも飲まれるな」の気持ちが必要ですね。

人: そうですね。二日酔いは苦しいです。

K: 一気飲みは危険なので、絶対やめましょう。

# KELDICとの対話(失敗例)

K → KELDIC  
人 → 人間

K: 結婚式を挙げるとしたら、あなたは神前か教会のどちらに憧れますか？

人: 彼女が教会がいいと言っていたので、そうするつもりです。

K: 人をたくさん呼んで、結婚式を盛大にしたいですか？

人: 本当に親しい人だけを呼んでこぢんまりとしたいです。

K: 結婚したい人が早く見つかるの良いですよ。

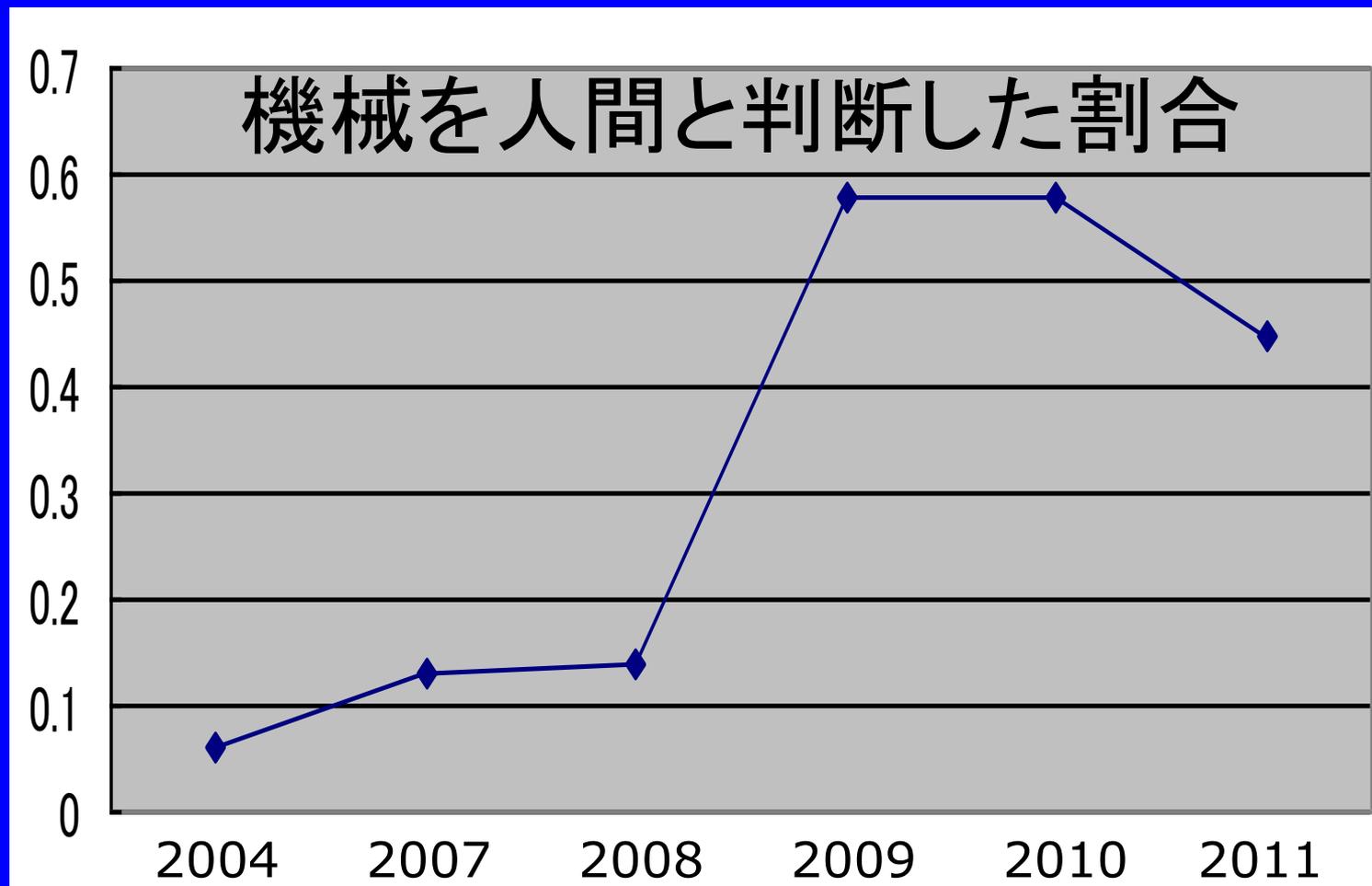


# 対話実験風景 (チューリングテスト)



# 進化するKELDIC

— チューリングテストの成績 —



年度

# 教育について

# 大学で学んだ 教育の要諦

- ・ 教える適齢と教える順序の重視

# 小平邦彦： 怠け数学者の記（岩波書店）



# 小平邦彦氏の主張

(1) どの教科にも教える適齢がある

{ 若くないと手遅れ → 国語・算数  
後からでも習得可 → 理科・社会

(2) ものを教えるには教える順序がある  
歴史的発展の順序に従うべき

# 「集合論」の初等教育への導入

## — 失敗から学ぶ —

1968(昭43) 小学校に集合論導入

導入理由: 集合論は数学の基礎だから



小平 邦彦 氏

初等数学は紀元前の学問

集合論は19世紀末の学問



ものを教えるには教える順序がある

難易の順序  $\neq$  論理的順序(大人の理屈)  
 $=$  歴史的順序

# 教える適齢について

伝達する  
~~感動を与える~~

高校までに → 文章力(日本語)

教科「情報」

大学で → プレゼン能力

# プレゼン訓練の効果 定量的評価

## — 中間審査会における石井研 受賞者 —

- 2007年 岡田 譲二 最優秀発表賞
- 2008年 磯村 直樹 最優秀発表賞
- 2009年 磯村 直樹 最優秀発表賞
- 2010年 西岡 寛兼 学生が選ぶポスター賞
- 2011年 王 域 最優秀発表賞
- 2011年 平井 直樹 最優秀発表賞
- 2011年 太田 健文 学生が選ぶポスター賞

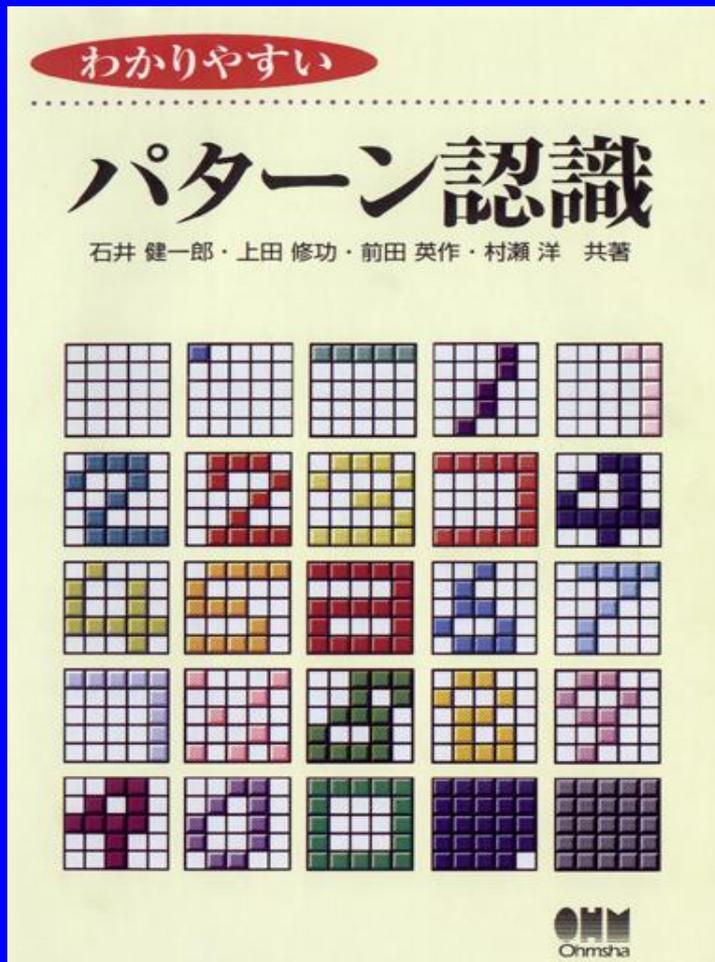
# 受賞者表彰状



# 大学で学んだ 教育の要諦

- 教える適齢と教える順序の重視
- 良い教科書の提供

# 「わかりやすいパターン認識」



石井 健一郎  
上田 修功  
前田 英作  
村瀬 洋

共著

オーム社 ¥2,800

ベイズ誤り確率を  
ご存知ですか？

主  
要  
目  
次

1. パターン認識とは
2. 学習と識別関数
3. 誤差評価に基づく学習
4. 識別部の設計
5. 特徴の評価とベイズ誤り確率
6. 特徴空間の変換
7. 部分空間法
8. 学習アルゴリズムの一般化
9. 学習アルゴリズムとベイズ決定則

基本が学べる

ベイズ誤り確率をご存知ですか？

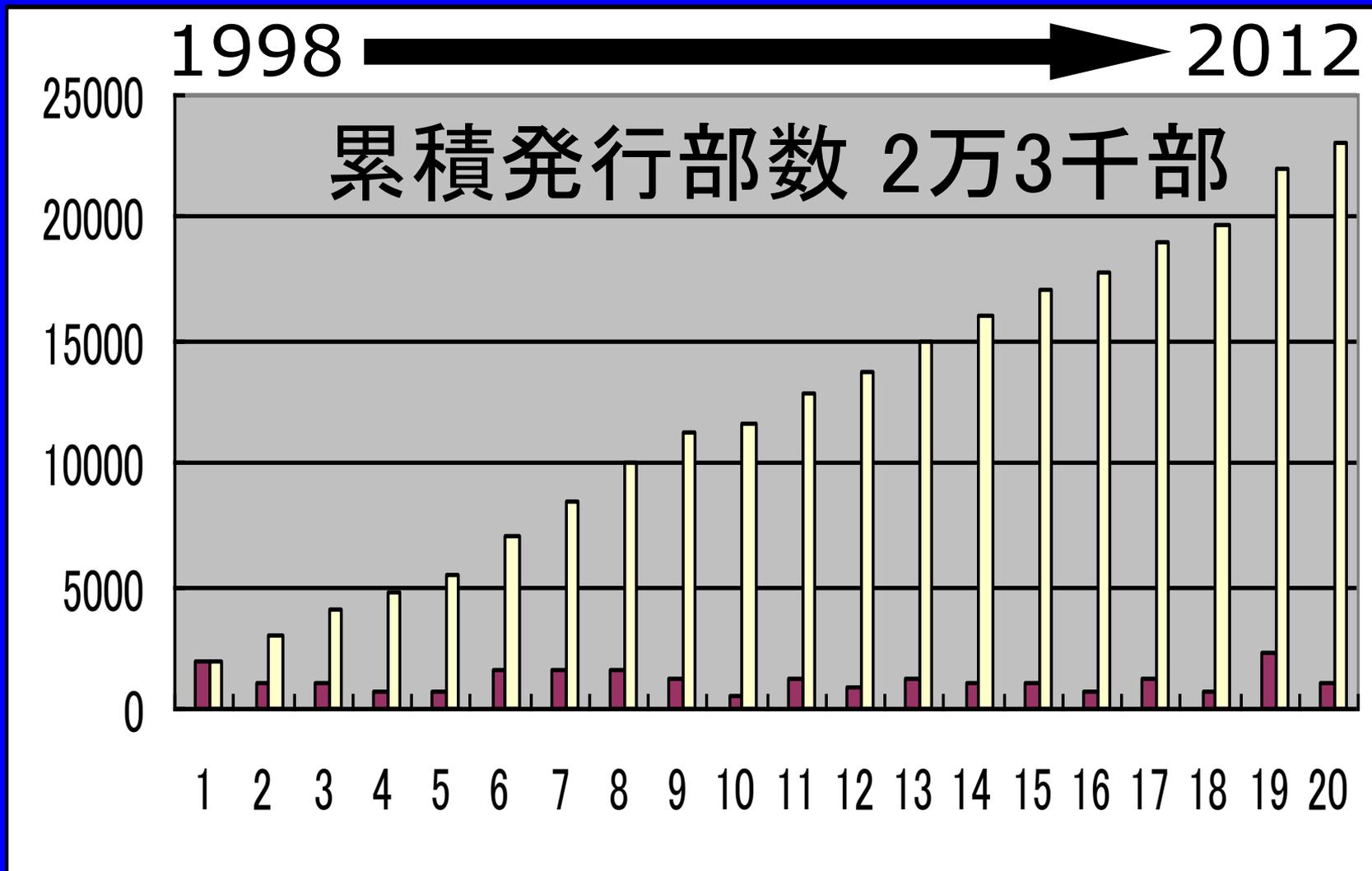
認識と学習の基本的な考え方を  
わかりやすく解説！

Ohmsha

# 「わかりやすいパターン認識」

— 定量的評価 —

部



刷

# 「情報」を学び直す



2007. 4. 25 発行

NTT出版 ¥1,600

「情報」を正しく認識  
してもらうために

# 大学で学んだ 教育の要諦

- 教える適齢と教える順序の重視
- 良い教科書の提供
- 査読システムの活用

# 査読システムの活用

(査読システム)

研究 → 査読 → 質の高い論文

教育 → 授業評価 → 質の高い授業

→ 個人レッスン →



不採録



条件付き採録

# 学生の意見・感想

— 授業評価より —

- 2クラス問題より多クラス問題を先に  
→ 教える順序(小平氏)
- 白板の中央を使用してほしい
- 演習をもっと増やしてほしい
- 先生が私の爺に似ている
- 黒髪にしてはどうでしょうか

## 企業で学んだ**研究の要諦**

- 筋の良い方法の追求
- 定量的評価法の導入

## 大学で学んだ**教育の要諦**

- 教える適齢と教える順序の重視
- 良い教科書の提供
- 査読システムの活用

これまでの御支援、御指導に  
心より感謝いたします。  
ありがとうございました。