

第12回セキュリティフォーラム資料

指紋による認証システムの の歴史と現状

NECソフト(株)

本社技師長

星野幸夫

Biometricsと指紋照合

▲ Biometrics:

- 静的: **指紋**、顔、虹彩など身体情報による
- 動的: サイン、話ぐせ、など動作による

▲ 指紋照合 *Biometricsベンダーの約半分が指紋*

- **一生形が不変**。幼児と青年では相似的に変わるだけ
- 地上のどの人の**どの指も同一ではない**

▲ 捜査用に自動化先行

- 使いやすく、精度がある
 - **個人の認証に発展**
 - 01.9.11以降ますます注目

内容

- ▲ 指紋照合は古来より個人を識別したり確認したりする場合の有力な手段として利用
 - 指紋照合の自動化以前の歴史、
- ▲ IT技術の発展に伴い、自動化が進展
 - 自動識別システム
 - AFIS
 - 入室門管理やInternet上で個人を確認する
 - パーソナルID(PID)システム
- ▲ 国内外の動きを網羅しながら現状を紹介

1. 指紋應用小史

自動化以前

自動化以前の指紋照合 (古代)

- ▲ 西暦前の古代バビロニアのClay Tablet
- ▲ 中国のClay Seal上の拇印

[http://www.bibleweb.org/
ReadBible/Lrbe4.htm](http://www.bibleweb.org/ReadBible/Lrbe4.htm)

自動化以前の指紋照合 (紋様)

▲ 指紋隆線のLoop、渦に着目



Marcello Malpighi
1628 - 1694

[http://www.ridgesandfurrows.homestead.com/
early_pioneers.html](http://www.ridgesandfurrows.homestead.com/early_pioneers.html)

自動化以前の指紋照合 (組織的利用)

- ▲ 植民地時代のインドで、現地人に公式文書には指紋や手形を押させた。

Sir William Herschel (1833-1917)

http://anil299.tripod.com/vol_002_no_001/papers/paper005.html

An Overview of the Science of Fingerprints

自動化以前の指紋照合 (指紋による人物特定)

- ▲ 日本で宣教活動、施療所を開設、
- ▲ 日本土器の指紋、日本古来の拇印
- ▲ 指紋を集めた

指紋から犯人
特定に

“ Nature ”

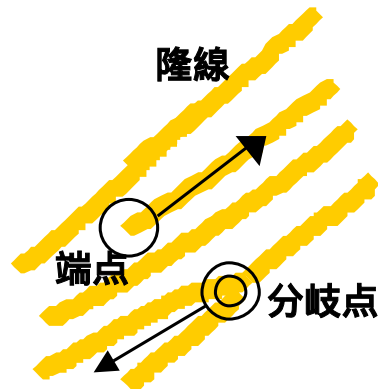


Henry Faulds
(1843-1930)

http://anil299.tripod.com/vol_002_no_001/papers/paper005.html

An Overview of the Science of Fingerprints

自動化以前の指紋照合 (マイニューシャMinutia)



Sir Francis Galton
(1822-1911)

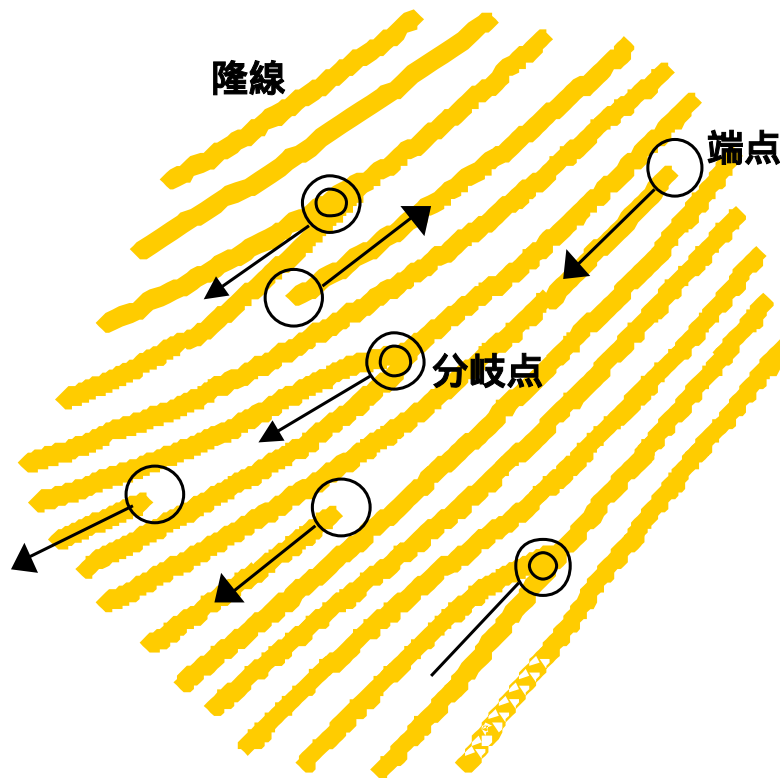
- ▲ 隆線、端点、および、分岐点に注目し、Galton Detailと呼んだ

http://anil299.tripod.com/vol_002_no_001/papers/paper005.html

An Overview of the Science of Fingerprints

自動化以前の指紋照合 (マイニューシャMinutia)

- ▲ 或る人の或る指紋のMinutiaの位置や配列が別の人の或る指紋のそれらと一致する確率を計算し、640億の1であることを証明
- ▲ 実際上は万人不同を証明



指紋の隆線と特徴点

自動化以前の指紋照合 (マイニューシャによる人物特定)

- ▲ 1918年に、二つの指紋の間でMinutiaが12個一致すれば同一人だと見なして良い

Edmond Locard(1877-1966)

<http://www.leineshideaway.com/EvidenceTechnician.html>

自動化以前の指紋照合 (紋様分類)

▲ 19世紀：9種類の紋様に分類

Johannes Purkinje
(1787-1869)

http://anil299.tripod.com/vol_002_no_001/papers/paper005.html

An Overview of the Science of Fingerprints



弓状紋

突起弓状紋

蹄状紋
(左流と右流)

渦状紋

指紋の「種類」

自動化以前の指紋照合 (紋様分類のコード化)

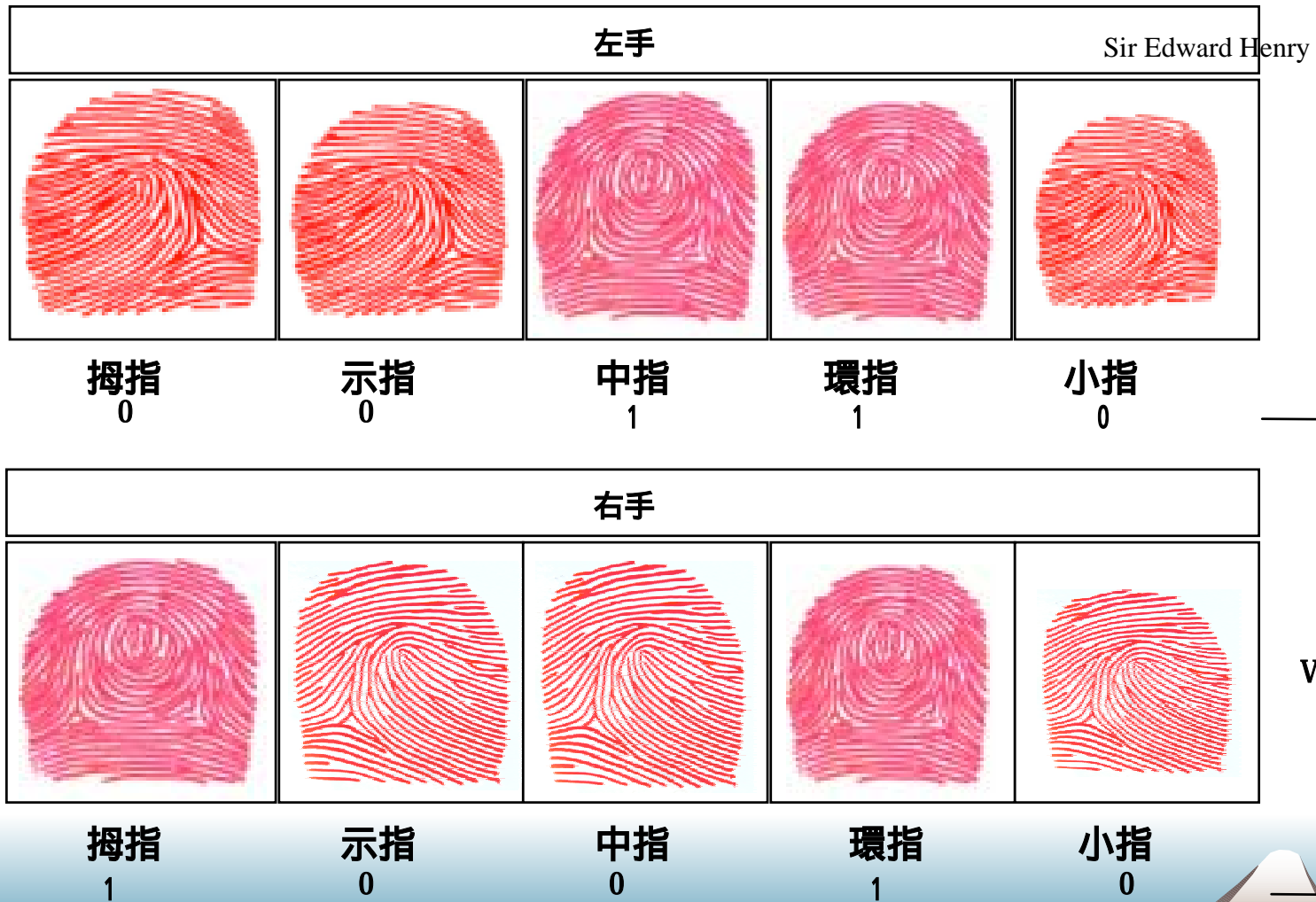
- ▲ インドでの英国からの給料係。
- ▲ 労働者は名前を変えて詐欺。
- ▲ 10本の指に、図3に示すような紋様分類のコードを当てはめて、指紋データの分類索引する方法、すなわちヘンリー方式を開発
- ▲ 指紋データファイルを検索
- ▲ 個人を同定する仕組みを開発

Sir Edward Henry
(1850-1931)

http://anil299.tripod.com/vol_002_no_001/papers/paper005.html

An Overview of the Science of Fingerprints

自動化以前の指紋照合 (紋様分類のコード化の概念)



2 . 指紋照合の 自動化小史

自動化はAFISから始まり
PIDシステムへ進み
そして.....

指紋照合の自動化

自動化はAFISから

- ▲ 1960年代：コンピュータ利用、自動照合の要求。
- ▲ **FBI**はこの頃でも**7200万枚の指紋カード**、
- ▲ 毎日**約22.000枚**の指紋カードとの照合作業
 - 自動化必須
- ▲ **FBI**の呼びかけに応じて**NBS** のJ.H.Wegstienは、Minutiaの**位置と方向**を用いて自動的に指紋識別
- ▲ この照合方式は**10指指紋照会システム**に実用化
- ▲ しかし現場で検出された指紋のように強く歪んで、且つ低品質な指紋の識別に不十分

指紋照合の自動化

自動はAFISから

- ▲ **日本**：現場指紋から犯人を捜す開発要求
- ▲ **NEC**：1971年から研究
- ▲ Minutiaの**位置、方向、更にピッチ、曲率**を利用
- ▲ 鑑識専門家による指紋の見方や、照合の方法を、コンピュータ上で実現できる方策研究
- ▲
- ▲ Minutiaの位置や方向、Minutiaの間に隆線数、を照合に利用する方法をシステム化、
- ▲ 1981年に第1号機納入

指紋照合の自動化

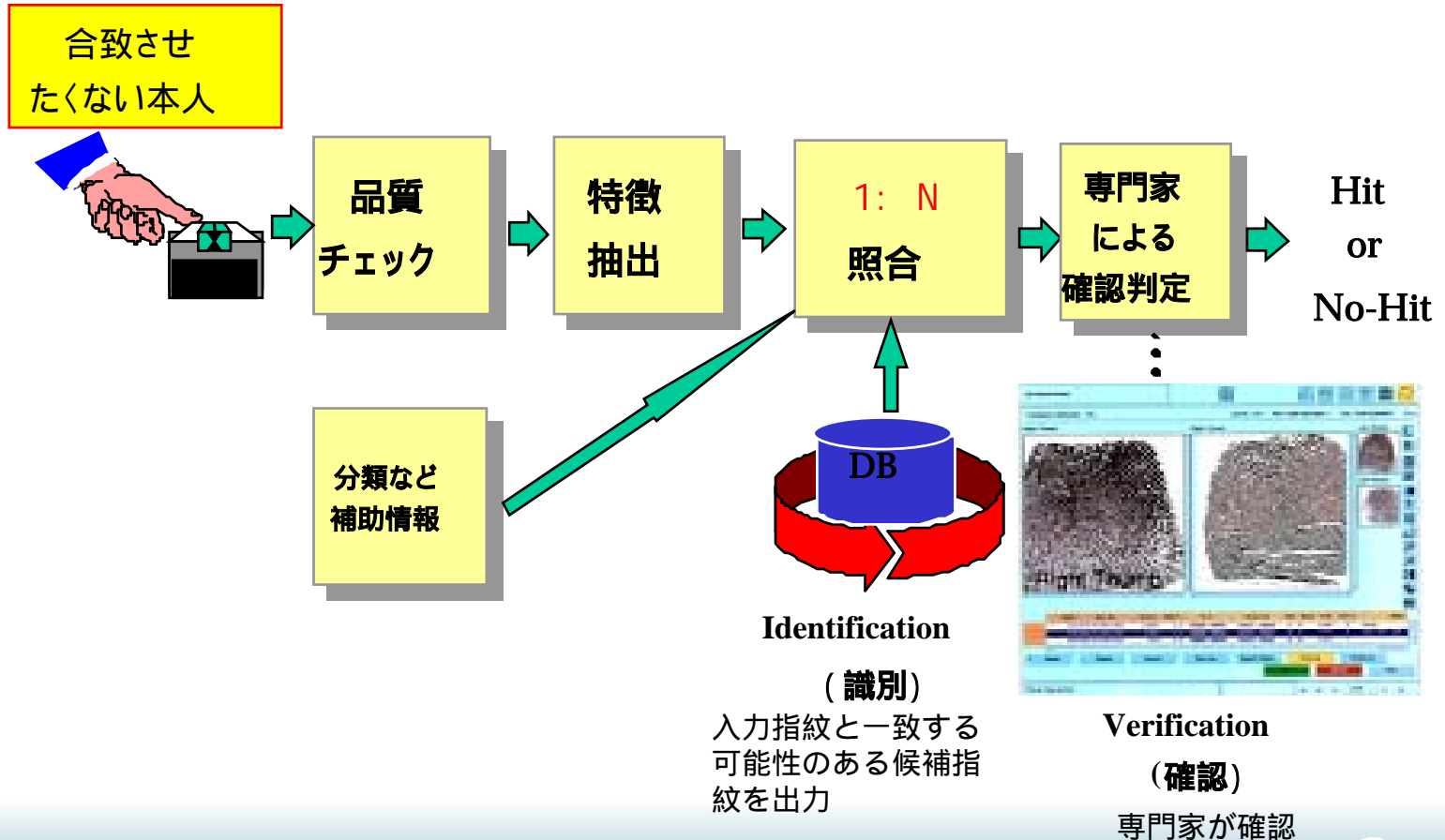
自動化はAFISから

- ▲ 一方1982年頃の**米国**
- ▲ 少数のシステム納入
- ▲ 市場は立ち上がりねていた

- ▲ 1983年度に、サンフランシスコ市警察に納められた**NEC製AFIS**海外向け1号機が顕著な実績
 - サンフランシスコでAFIS導入後に犯罪が急減
 - ロスアンゼルスでNight Stalker
- ▲ 急速に市場が**活発化**

指紋照合の自動化

AFISのコンセプト

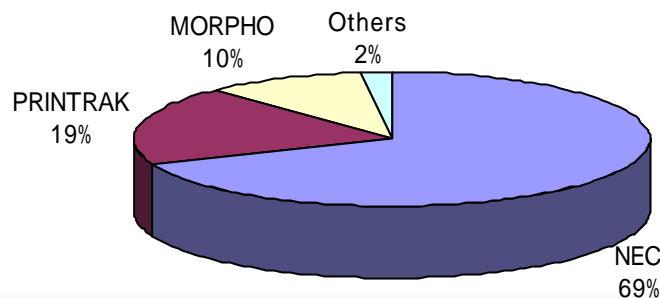


指紋自動識別AFISシステム

NECの取り組み

- ▲ 1971 研究開発を開始
- ▲ AFIS (Automated Fingerprint Identification System)
 - 1982 日本警察庁に最初の実用システム納入
 - 1983 サンフランシスコ市警に納入、優れた成果を挙げ市場が急速に拡大

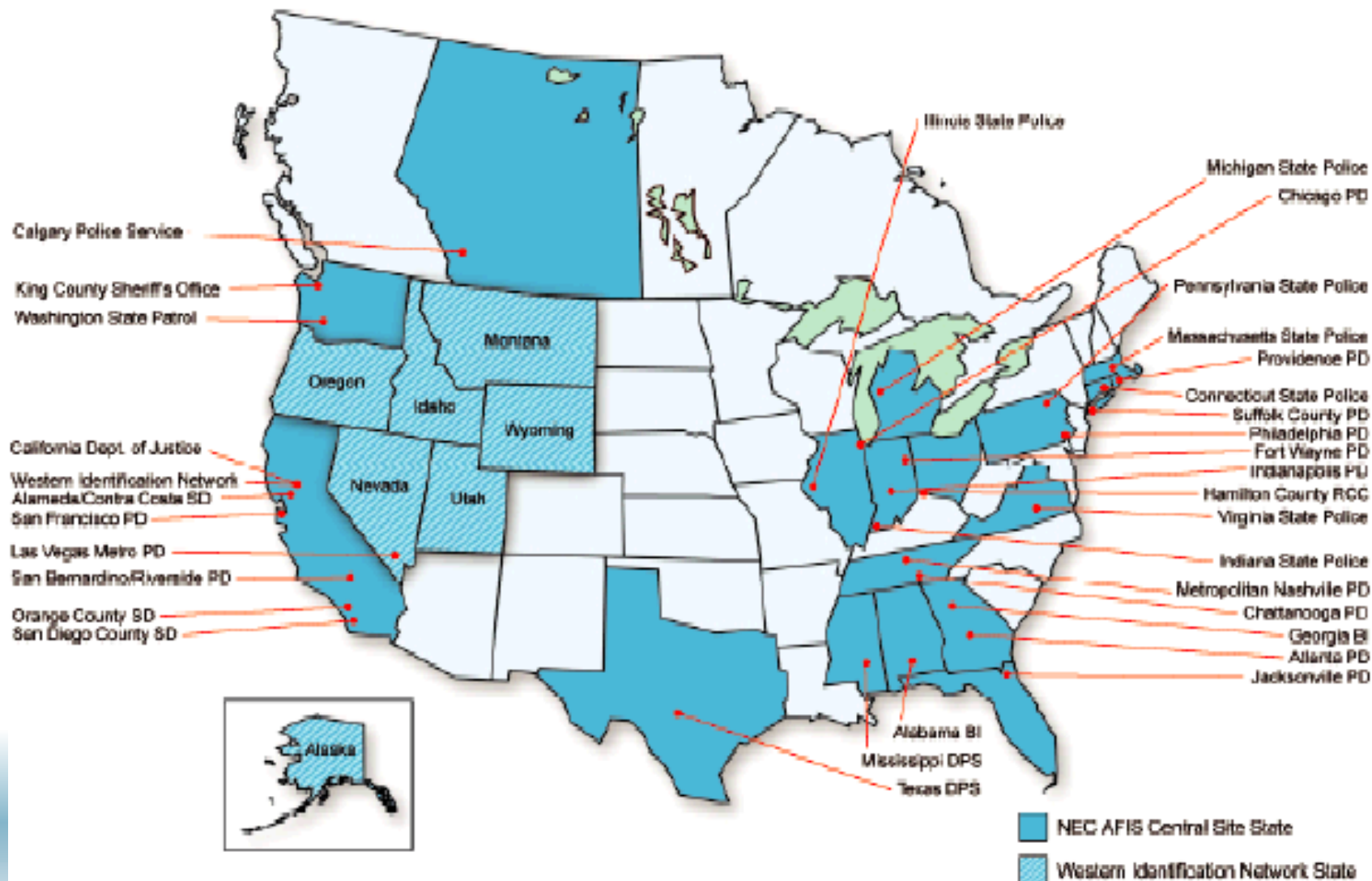
世界の約7割のシェア (登録指紋データ数)
(the International Symposium on Fingerprint Detection and Identification, June 1995)



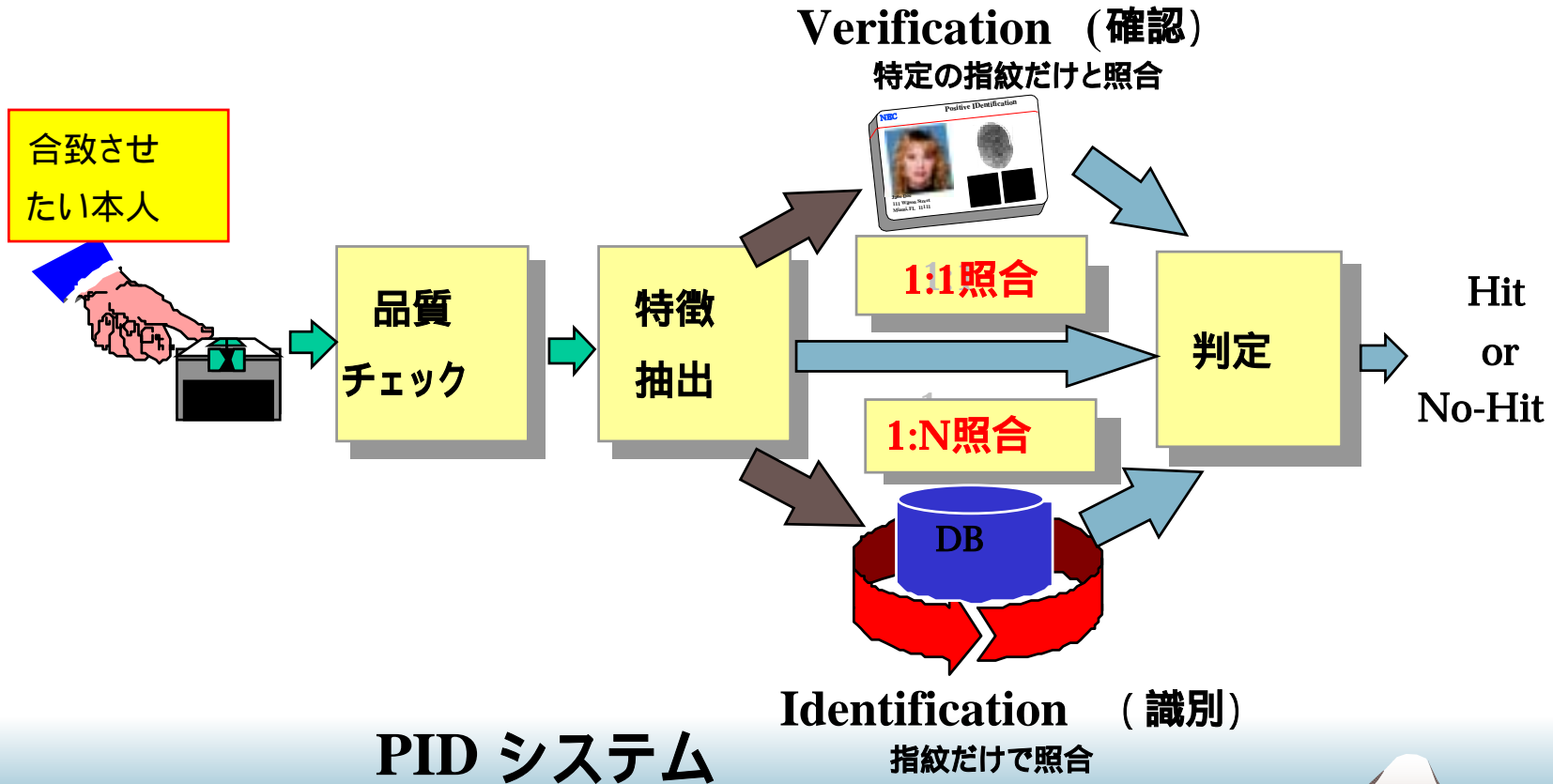
NEC AFIS Network—2002 Central Sites

33 Central Sites Linked to Hundreds of Remote Terminals

NEC



指紋照合の自動化 そしてPIDシステムへ



NECの取り組み

▲ PID (Personal Identification System)

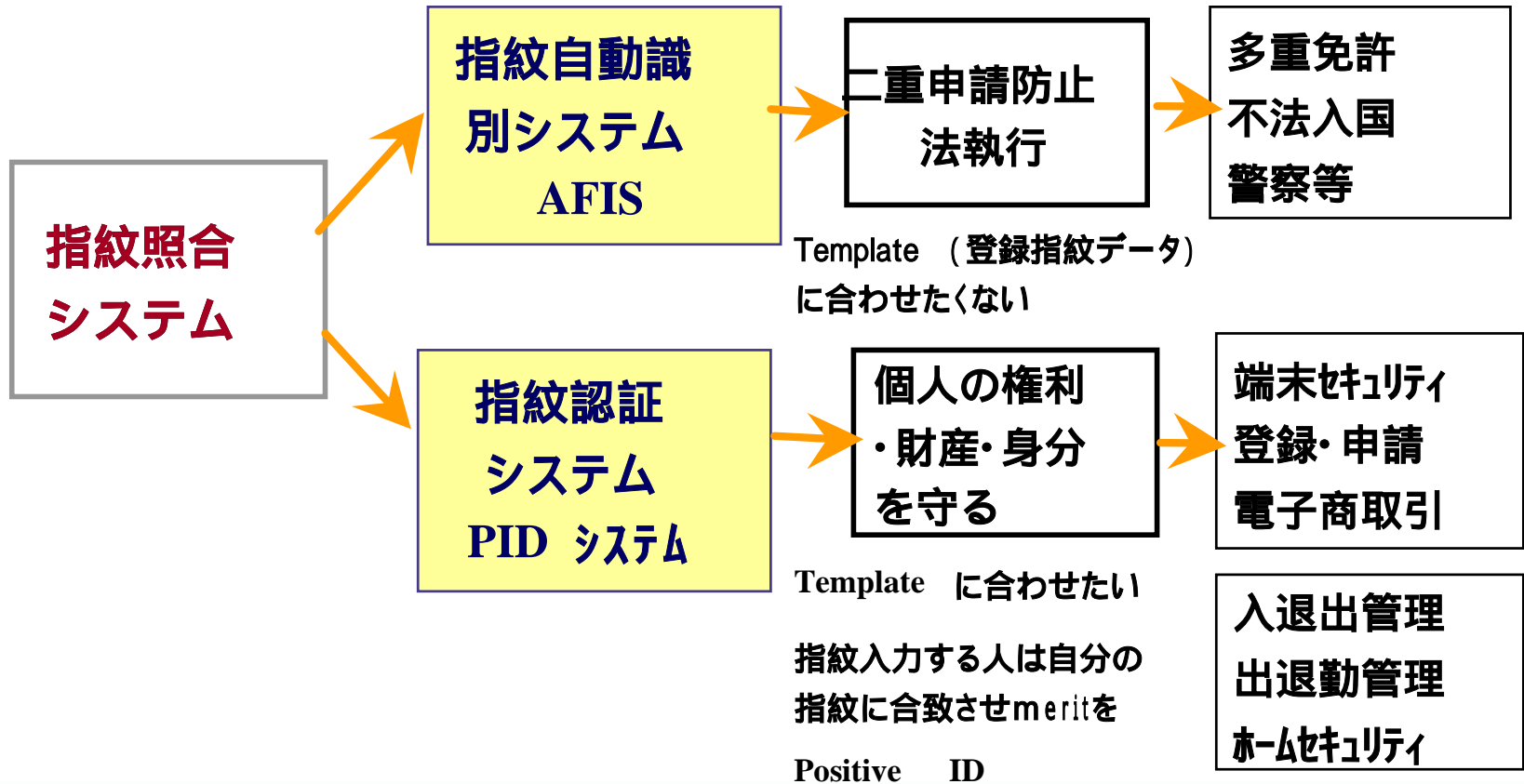
- 1999 PIDシステム営業部設立
- 指紋認証ユニット
- SecureFinger発表
- 指紋ドアコントロールシステム
- FingerThrough発表
- 2000 指紋出退勤システム
- FingerRecorder発表
- 2002 新センサ搭載指紋認証製品発表

PIDとAFISの比較

	PID Personal Identification System	AFIS Automated Fingerprint Identification System
目的	身分を証明し自己の財産を守る	身元の確認等(犯人の割り出し)
システム方式	本人の特定 Positive Identification	疑わしき指紋の候補のリストアップ Negative Identification
照合方式	Galton's Detailを発展させた 「特徴点とリレーション方式」	同左
運用方式	本人の特定は自動的に行う	専門家が候補指紋から本人を特定
入力方式	ライブ指紋	インクのカード ライブ指紋
入力・照合指数	一人2指登録・1指照合	一人10指登録・2指照合
指紋の分類	分類は使用しない	十指分類番号を使用し検索効率を向上

指紋照合の自動化

そしてPIDシステムへ



指紋照合システムの種類

4 . 指紋照合機能 の開発

PIDの円熟した技術になるまで

指紋照合機能の開発

画像入力（機能1）

- ▲ インク押捺された指紋の隆線の幅が0.1mm、ピッチが0.2mmの指紋。
 - 1mmを20画素で走査。 （標準化）ANSI/NIST対応
- ▲ 入力される指紋の大きさは指の太さ、押し方で変動
 - AFISでは約25mmX25mm以上の範囲を入力
 - 1mmあたり20分割して最低限512X512画素
 - 濃淡レベルは256レベルのデジタル画像に変換
- ▲ AFIS開発当初：紙上インク押捺指紋や、写真
 - 最近：指にインクを付けずに画像化する方法加わる

指紋照合機能の開発

特徴抽出（機能2）

▲（開発トピックス）

▲ 1980年代

- 汎用コンピュータ：数十分、
- パイプライン化：約1.5秒

▲ EWS、処理時間は問題

- ImPPで高速化を実現

▲ 次いでPC

- ImPPを付加して1988年にパーソナル化を実現

▲ 現在はEWSまたはPC

- 単独でも1秒未満の処理



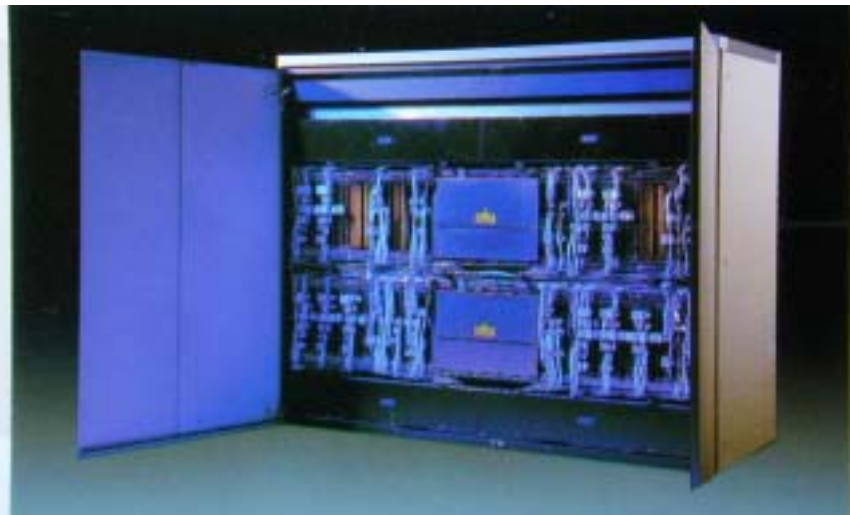
1985年頃の指紋読取特徴抽出装置

指紋照合機能の開発

照合(機能3)

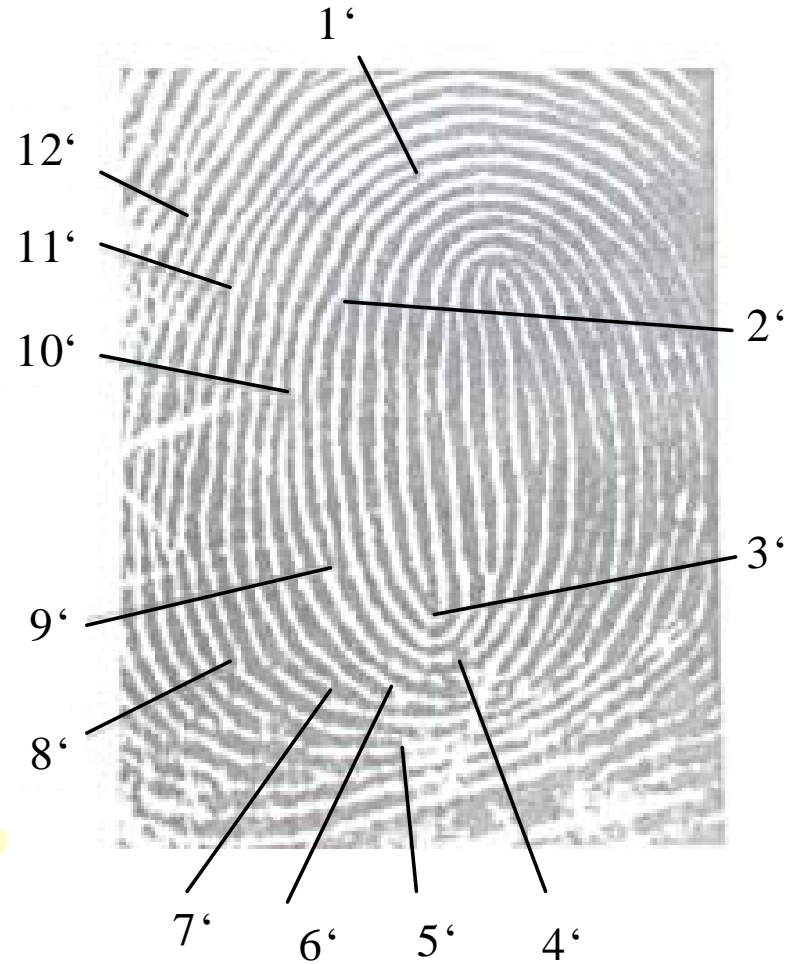
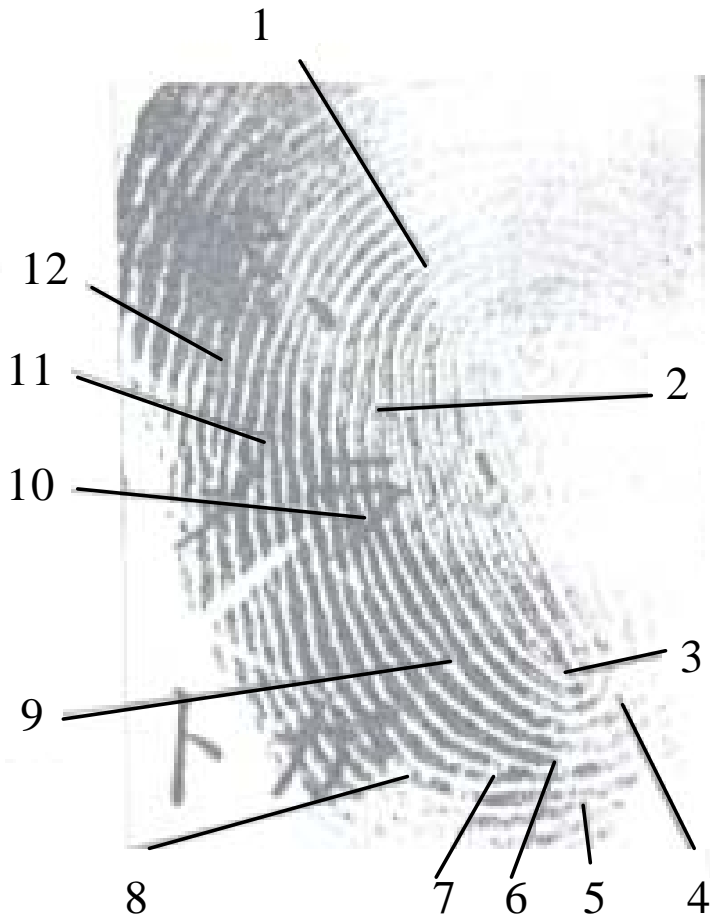
▲ 開発トピックス

- ▲ 大量の登録指紋との高速照合が必要
- ▲ 実際の照合装置は複数個のハードワイアードロジックのパッケージを並列に並べて実現
- ▲ その結果は開発当時は1秒間に700指との照合が可能
- ▲ 複数台を並列に動かせるようにした結果、システム的には1秒間に必要な例えば数十万指との照合可能



1985年頃の照合装置

確認



左:照会指紋、右:登録指紋、Minutia n はMinutia n' に対応することを示す

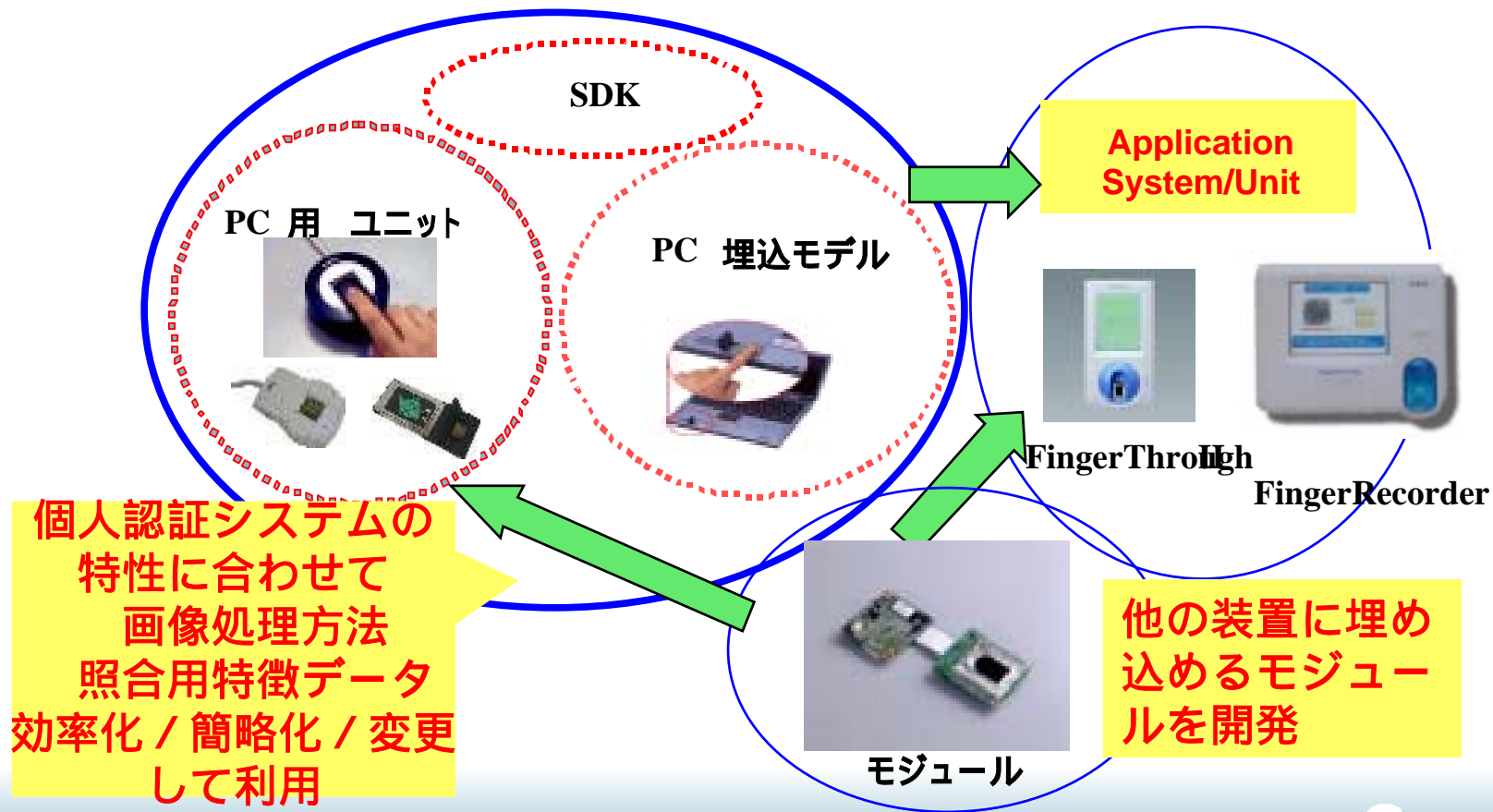
5 . PIDシステム

NEC PIDシステム “SecureFinger”
による指紋認証システム
現状を紹介

ニーズを把握してシーズを活用

広い適用分野を目指して

- ▲ AFISにおいて使われた指紋特徴抽出と比較アルゴリズムを利用



レイヤー

SIサービス

指紋認証を用いたシステム構築



応用製品

モジュールを組み込んだ製品
・入退室ドア
・出退勤管理端末 など



認証ソフト

PC上で認証を行うソフト

PCユニット

PC向け指紋認証装置



モジュール

センサとCPUにより、一連の機能(登録、読取、照合)を実現する
照合結果を上位装置に返却する



アルゴリズム

入力された指紋と、あらかじめ登録された指紋データとの照合を行う
特徴点方式とパターンマッチング方式に大別される

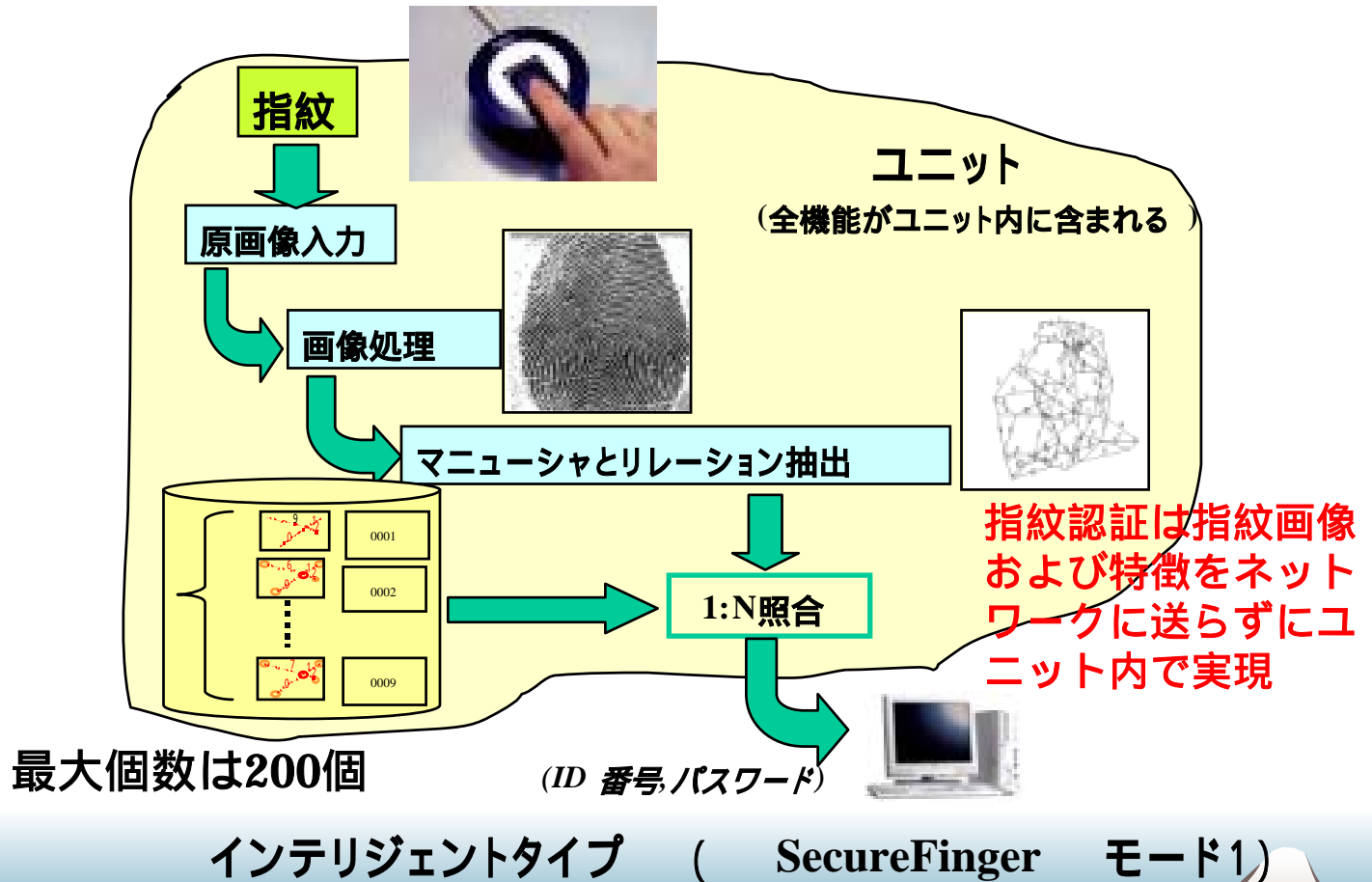


センサ

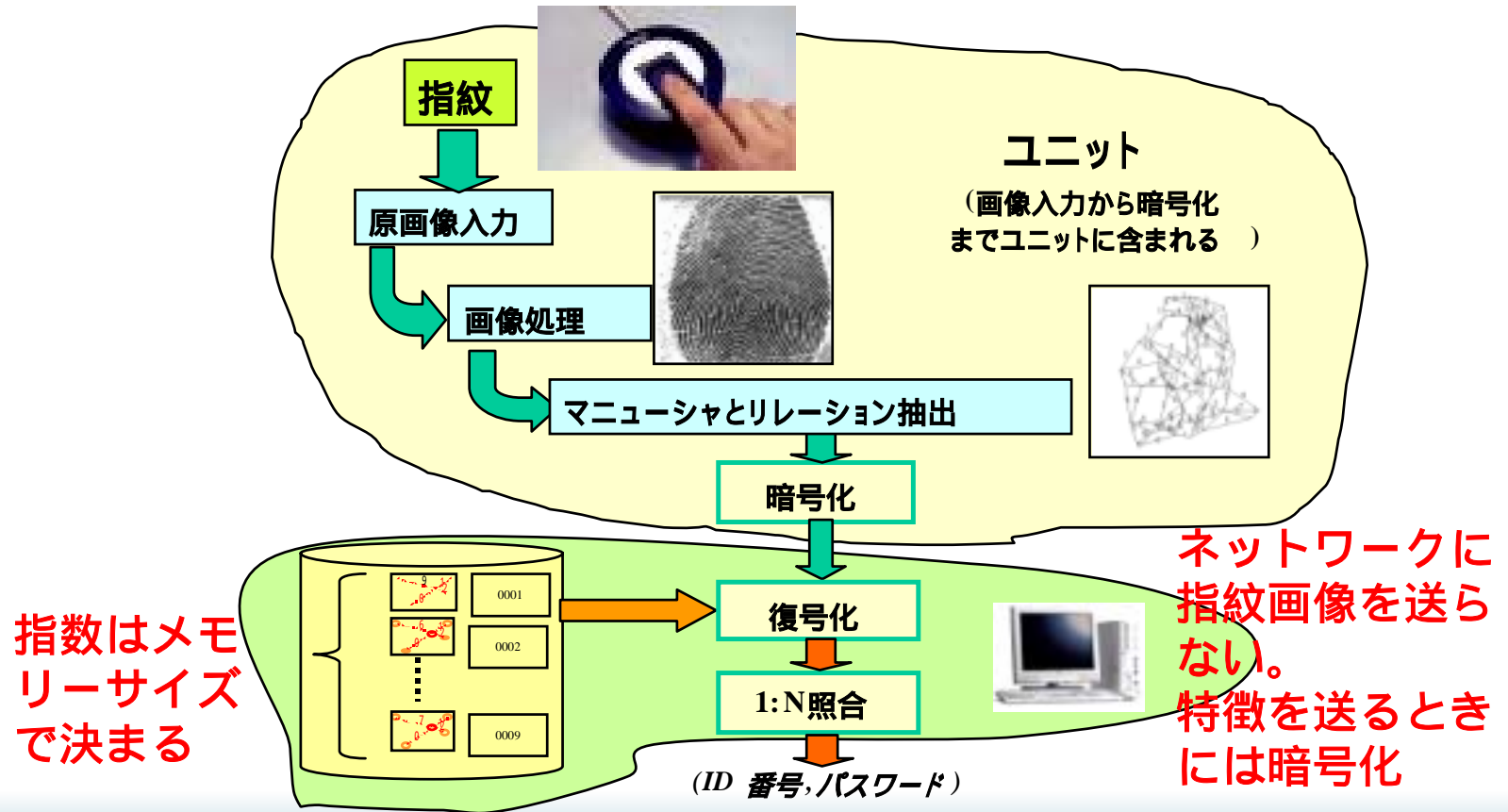
指紋を読み取るセンサ部
半導体センサと光学センサに大別される



セキュアな構成 (1)

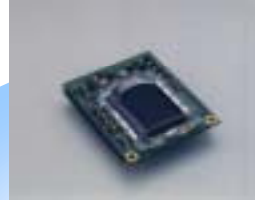


セキュアな構成 (2)



インテリジェント タイプ (SecureFinger モード2)

NEC指紋認証システムのコアテクノロジー



センサ技術

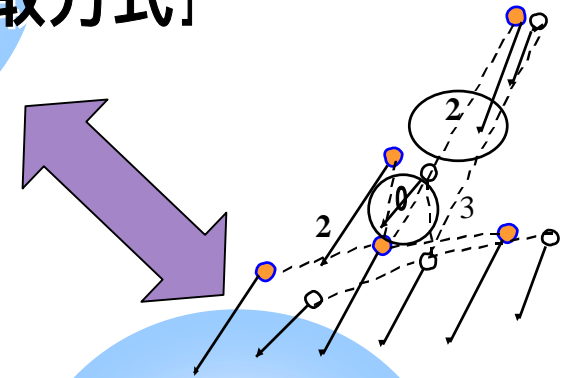
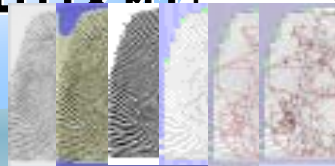
「指内散乱光直接読取方式」



画像処理技術

「最適読込制御」

「隆線抽出技術」

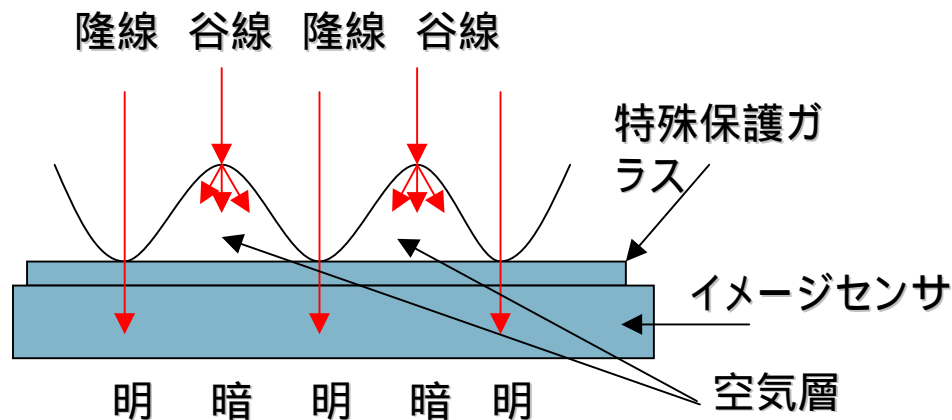
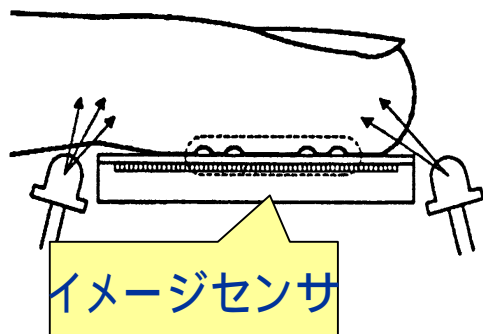


照合技術

**「特徴点とリレーション
照合方式」**

センサー技術： 指内散乱光直接読取方式

- ・ 光学センサの特長と、現在主流である半導体センサの特長(小型、軽量)を併せ持った新方式センサ。
- ・ キヤノン、浜松ホトニクスと共同開発



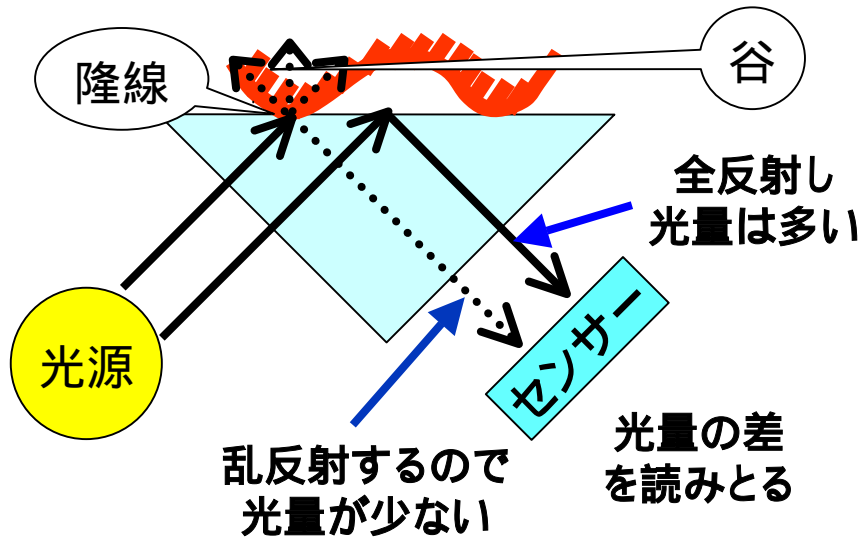
センサエリア: 15 × 18mm
解像度: 800dpi

- ・ 指に光をあて、指の中で散乱させる。
- ・ 隆線部では、センサに直接光が届き明るい
- ・ 谷部では空気層で光が分散するので暗い。

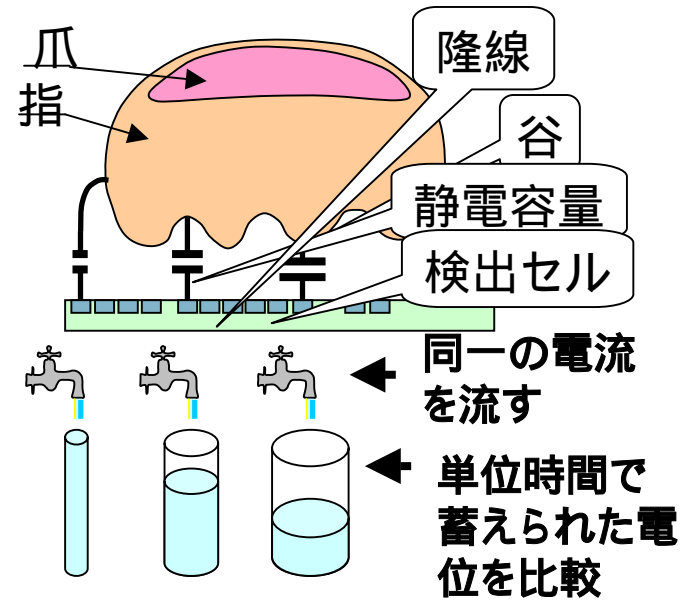
特許 第3150126号

従来方式のセンサ

光学式センサ(反射式)



静電容量式半導体センサ



高分解能・高対応スキャナー

↓ 乾燥指 ↓ 普通指 ↓ 多汗指 ↓ 参考: 濡れ指

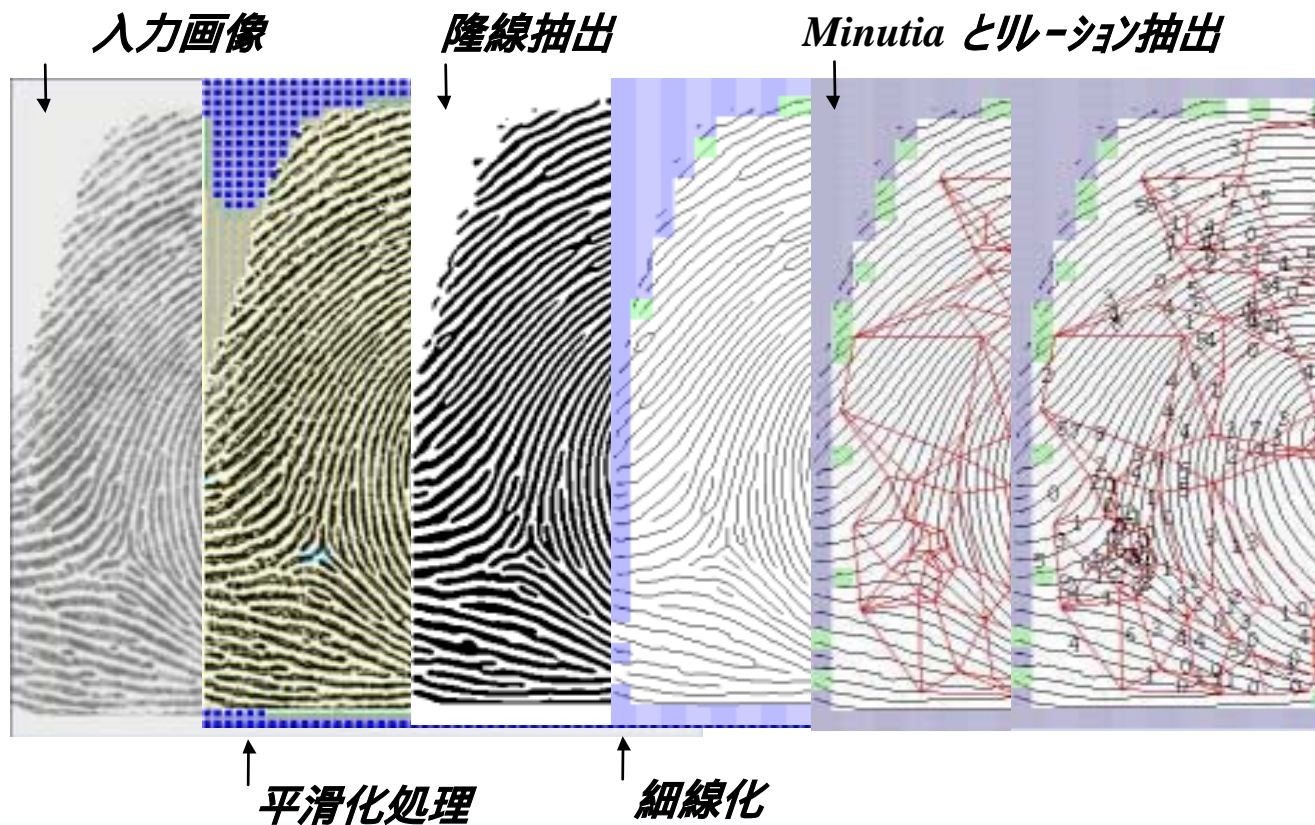
→ 光学系直接読取
→ 光学系プリズム
→ 半導体

乾燥指、多汗指、細ピッチの指紋の入力も可能
高分解能 800DPI
図は 500DPI表示

NECの指紋センサー技術

指紋照合機能の開発

画像処理・特徴抽出



画像処理、Minutia 及びリレーションの抽出

指紋照合機能の開発

画像処理・特徴抽出

隆線 : Ridge Line

指紋の紋様を形成する
皮膚の盛り上がった線

特徴点 : Minutia

端点 :

隆線の端点

分岐点 :

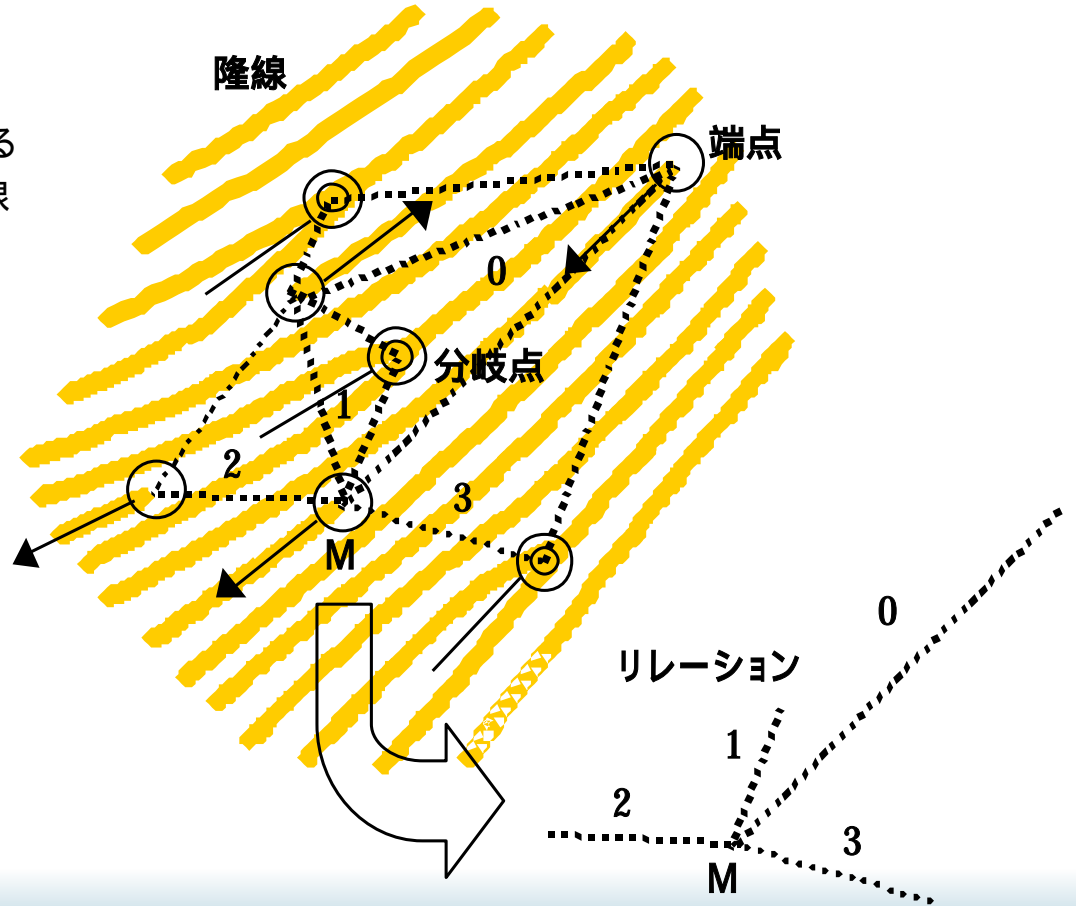
隆線の分岐点

特徴点の情報 :

特徴点の
位置と方向

リレーション

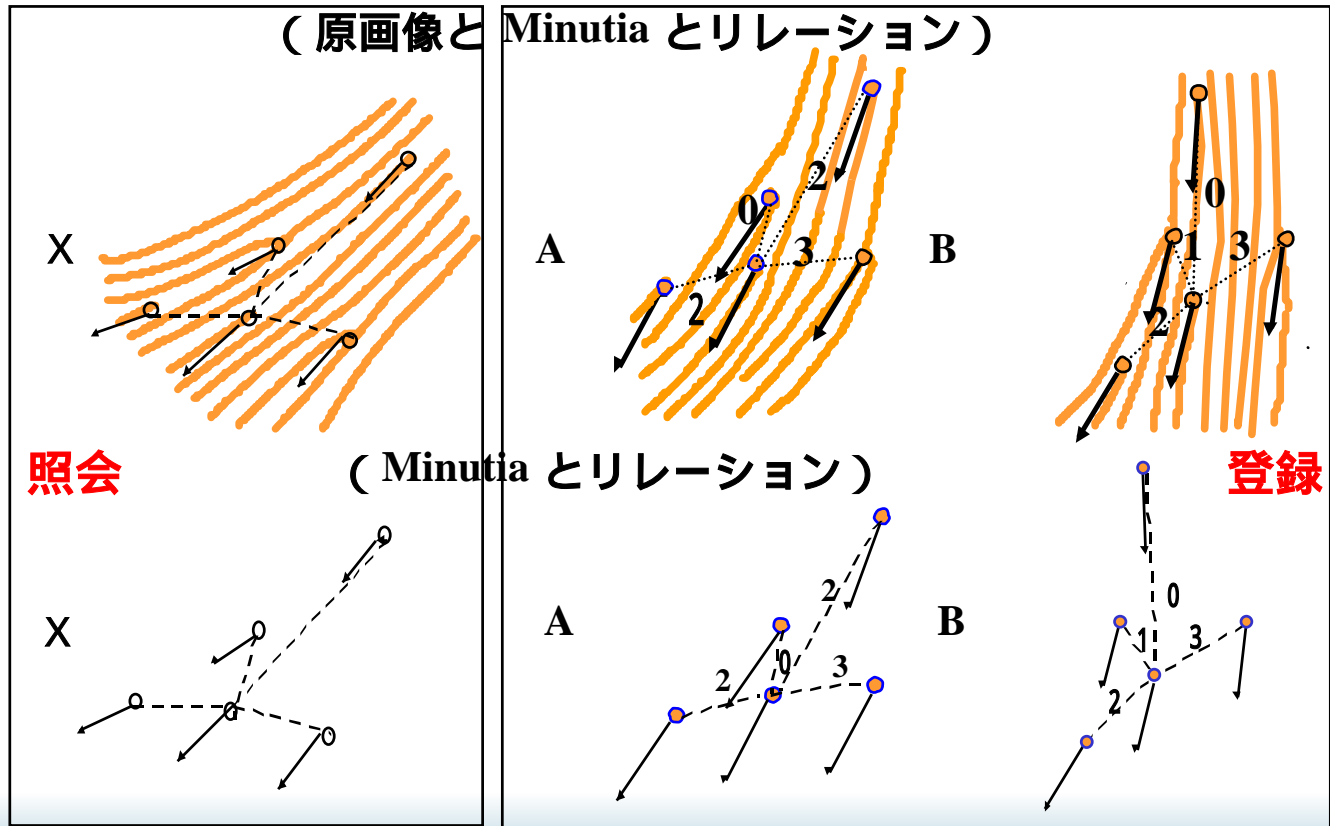
ある特徴点と、その
周囲の特徴点との
間の隆線数



指紋の隆線と特徴点

指紋照合機能の開発

照合

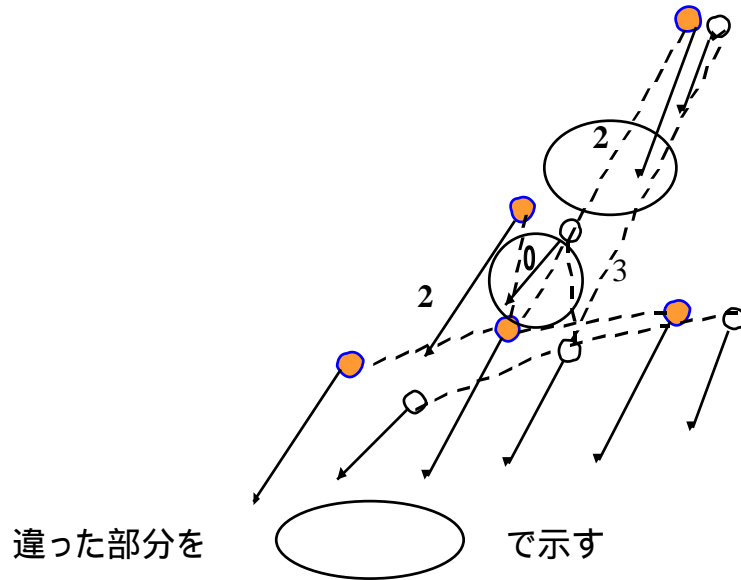


照会指紋 (左) と登録指紋 (右)

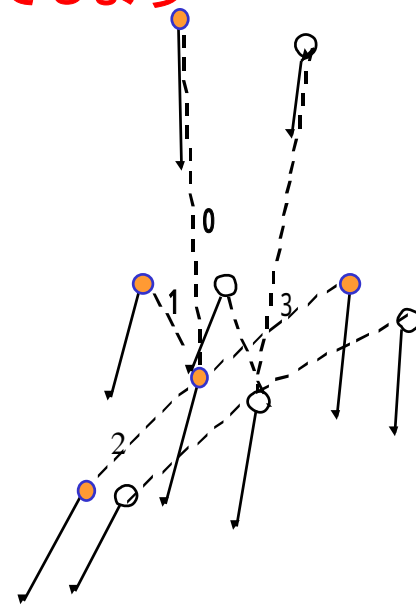
指紋照合機能の開発

照合

Minutiaの位置と方向はAにもBにも合ってしまう



XとAの スコア = $10 - 3 = 7$



XとBの スコア = $10 - 0 = 10$

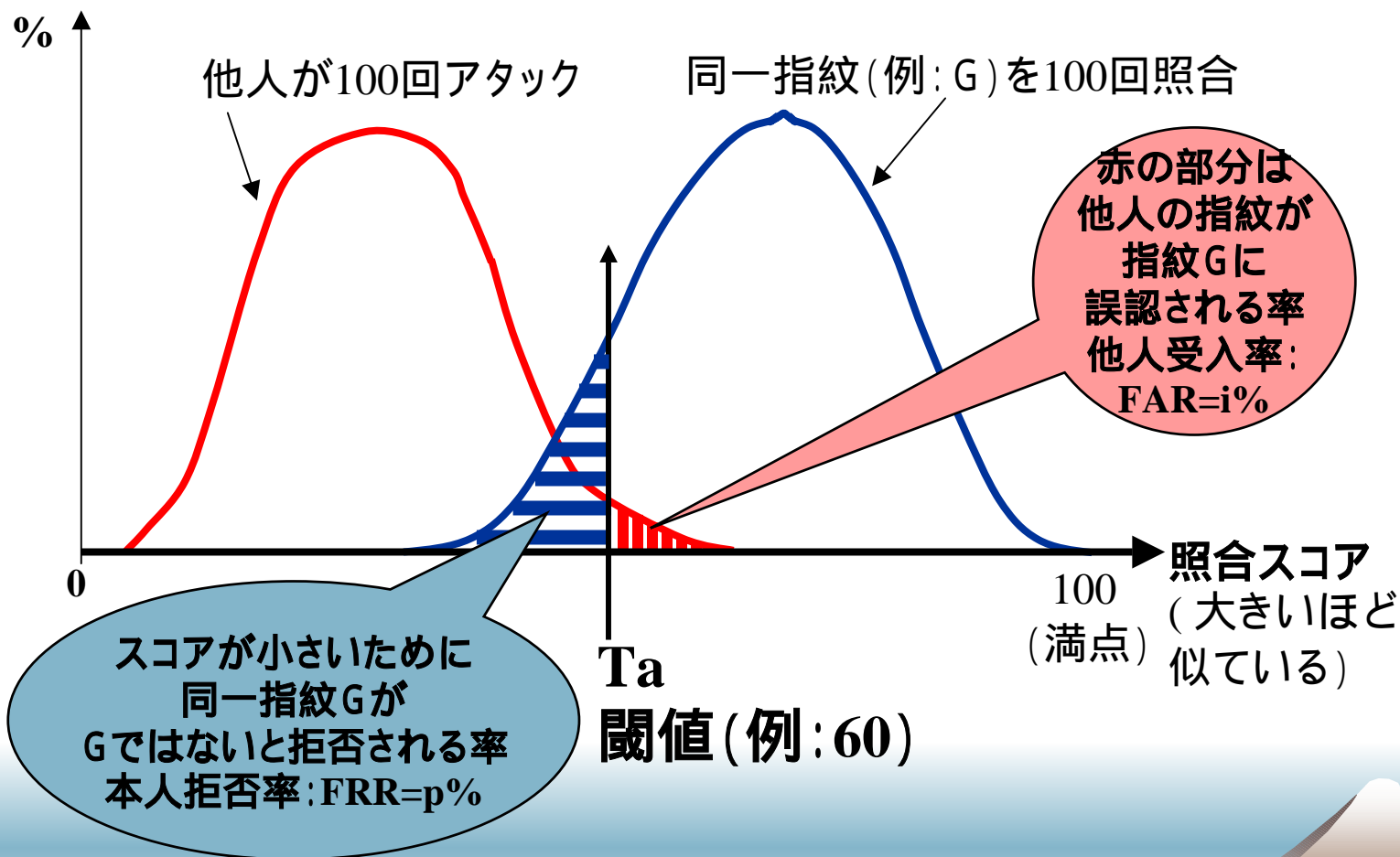
レ-ジョンの違いでAとBのとスコアに違いが出る

高い対応率と照合精度

- ▲ ユーザ照合で受け入れられない場合は実害
 - 困るので照合意図で指紋入力すること前提で精度を測定
- ▲ 精度評価では慣れたオペレータが
 - 被験者に慣れて貰い、照合されなかったら置き直し
- ▲ 登録指紋は1000指を各指毎に1個or複数個を登録
- ▲ 1000指の指紋を2回程度の置き直しを許して照合するテストを2回実施（約100万回の照合を2巡）
- ▲ 本人拒否率FRR: False Rejection Rateは0.05%、
- ▲ 他人受入率FAR: False Acceptance Rate: 他人が本人として誤認される率: 0.0002%

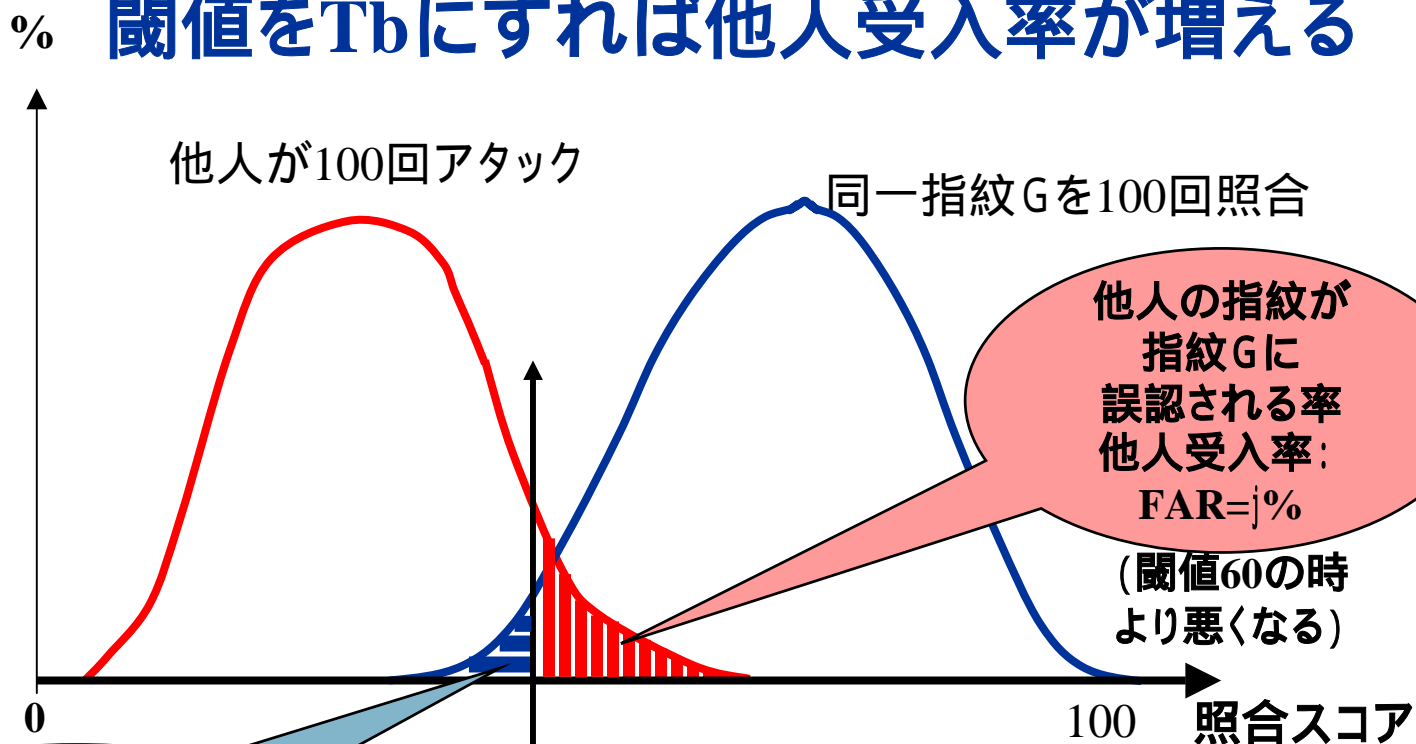
高い対応率と照合精度

精度が悪い個人認証システムの場合



高い対応率と照合精度

前図よりも本人拒否率を小さくなるように
閾値を T_b にすれば他人受入率が増える



同一指紋GがGではないと拒否される率
本人拒否率: $FRR=q\%$

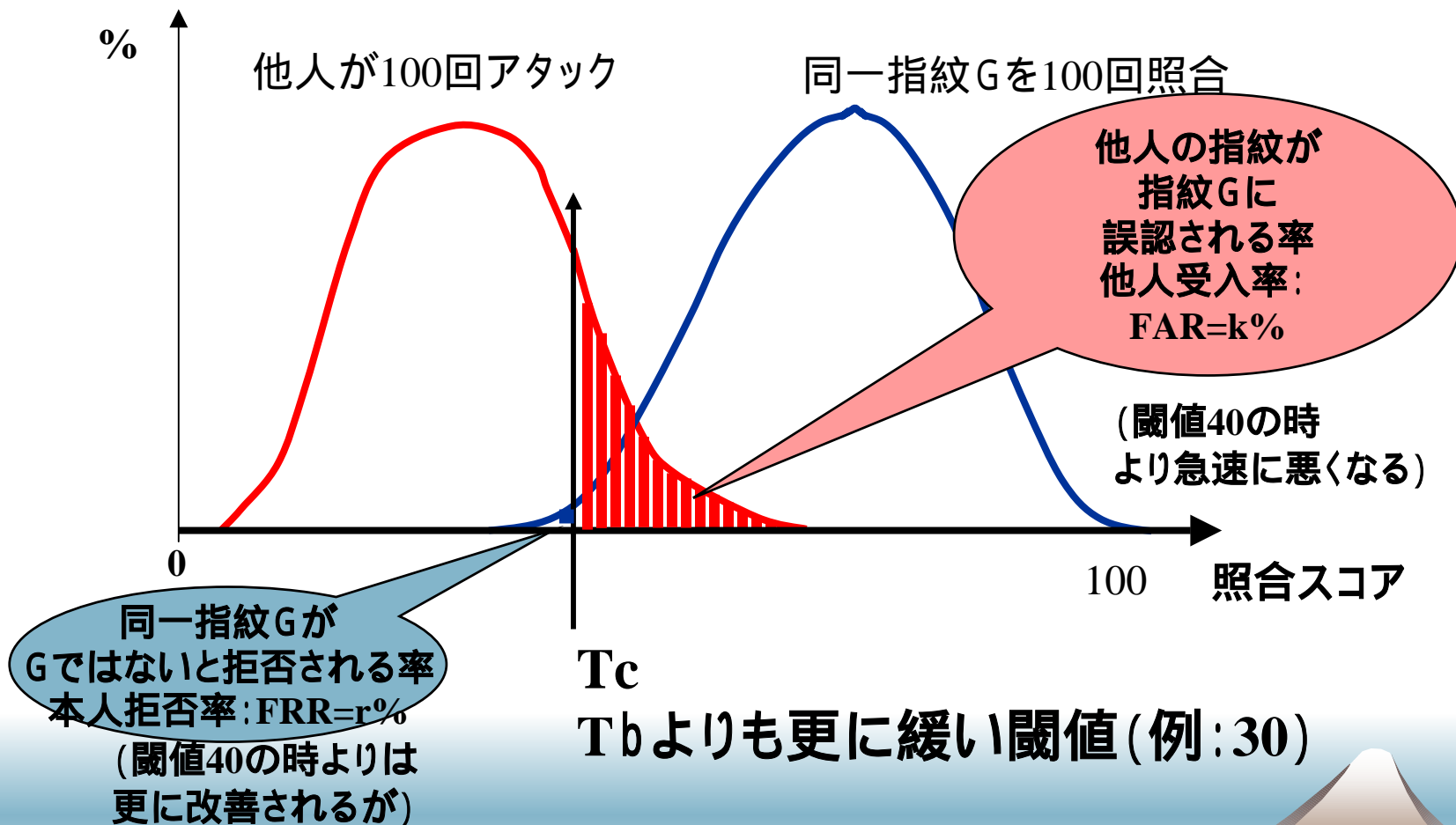
(閾値60の時よりは改善されるが)

T_b

T_a よりも 緩い閾値 (例:40)

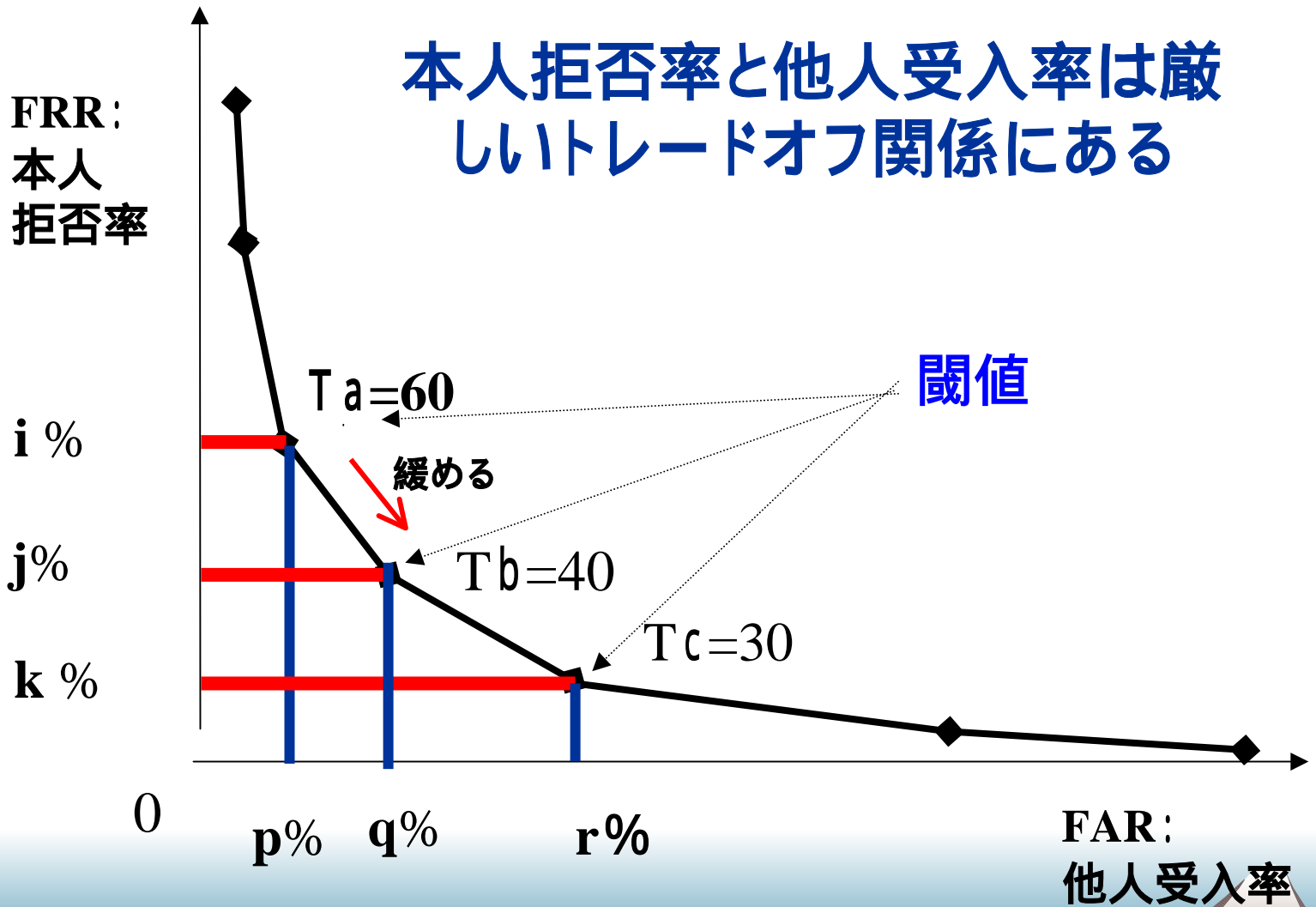
高い対応率と照合精度

本人拒否率が更に小さくなるように閾値を T_c のようになれば他人受入率が飛躍的に増える



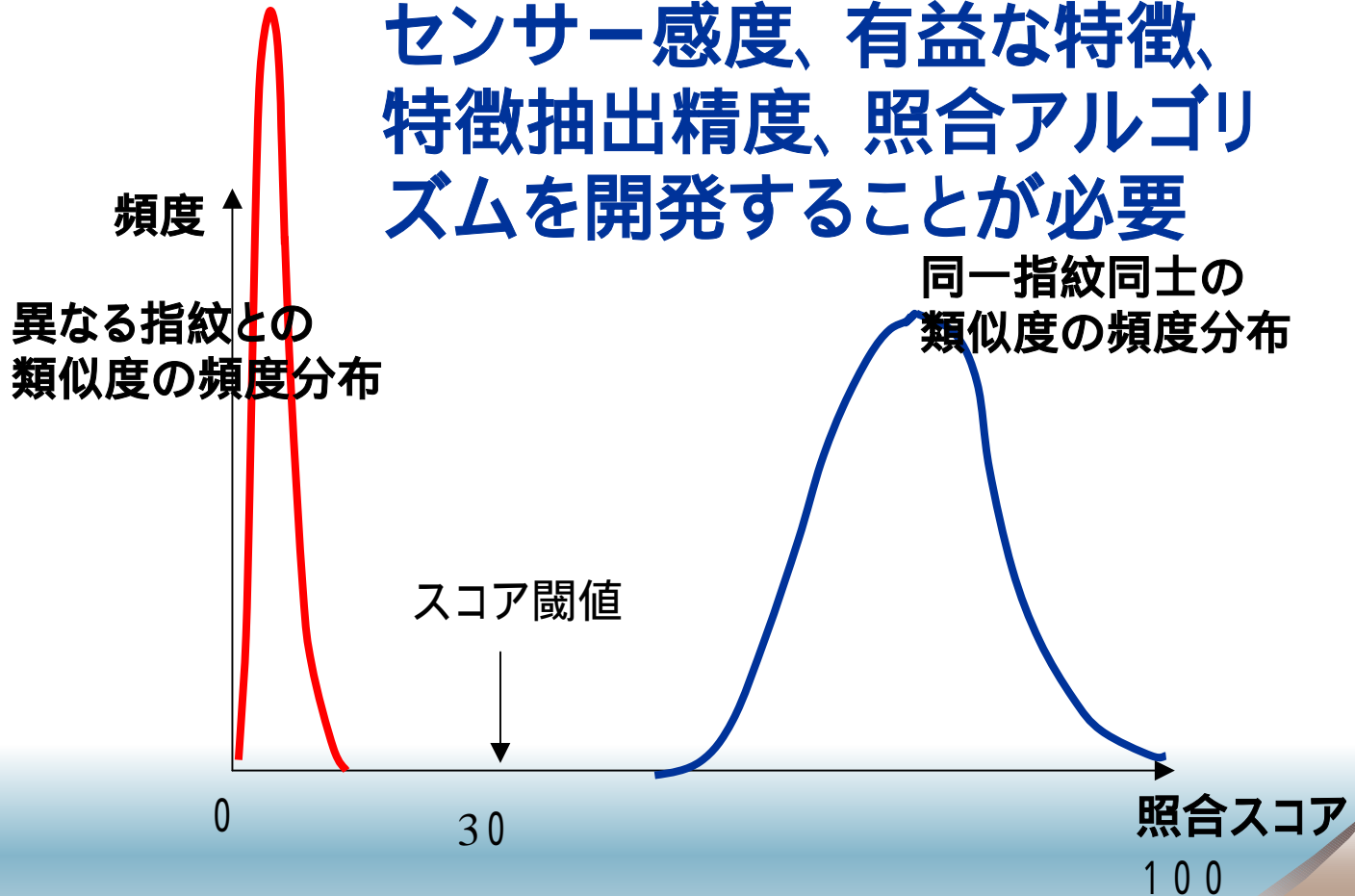
高い対応率と照合精度

本人拒否率と他人受入率は厳しいトレードオフ関係にある



高い対応率と照合精度

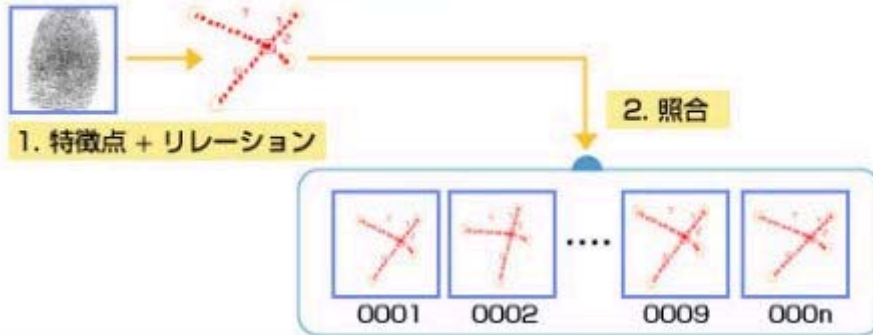
照合精度を上げるには二つの山に重なりが少なくなるようなセンサー感度、有益な特徴、特徴抽出精度、照合アルゴリズムを開発することが必要



「1:N照合」の実現

1:N照合

指紋だけで個人を特定する

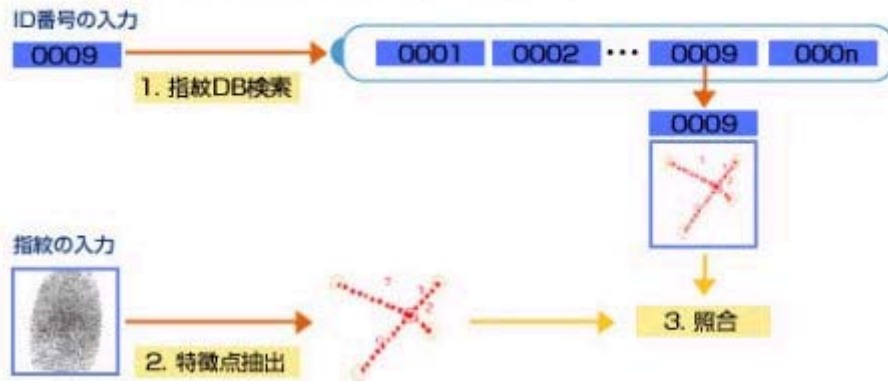


「1:N照合」

入力された指紋と、既に登録されている指紋のデータベースを総当たりして、その中から1つの指紋を抽出する方式。

1:1照合

指紋とID番号との両方を入力する



「1:1照合」

入力されたID番号に対応する指紋データをデータベースから引き出し、入力された指紋と照合する方式

「指紋認証ユニット(USB)」

- 指内散乱光直接読取方式を採用
- 800dpiという高解像度なため、細い指でも読取可能
- 特殊保護ガラスを採用、衝撃や静電気、外乱光に強い耐性
- CPUを搭載したインテリジェントタイプ。指紋画像をパソコンに送信しないため、きわめて高いセキュリティを実現
- 2002年5月20日より出荷開始(標準価格39,800円)

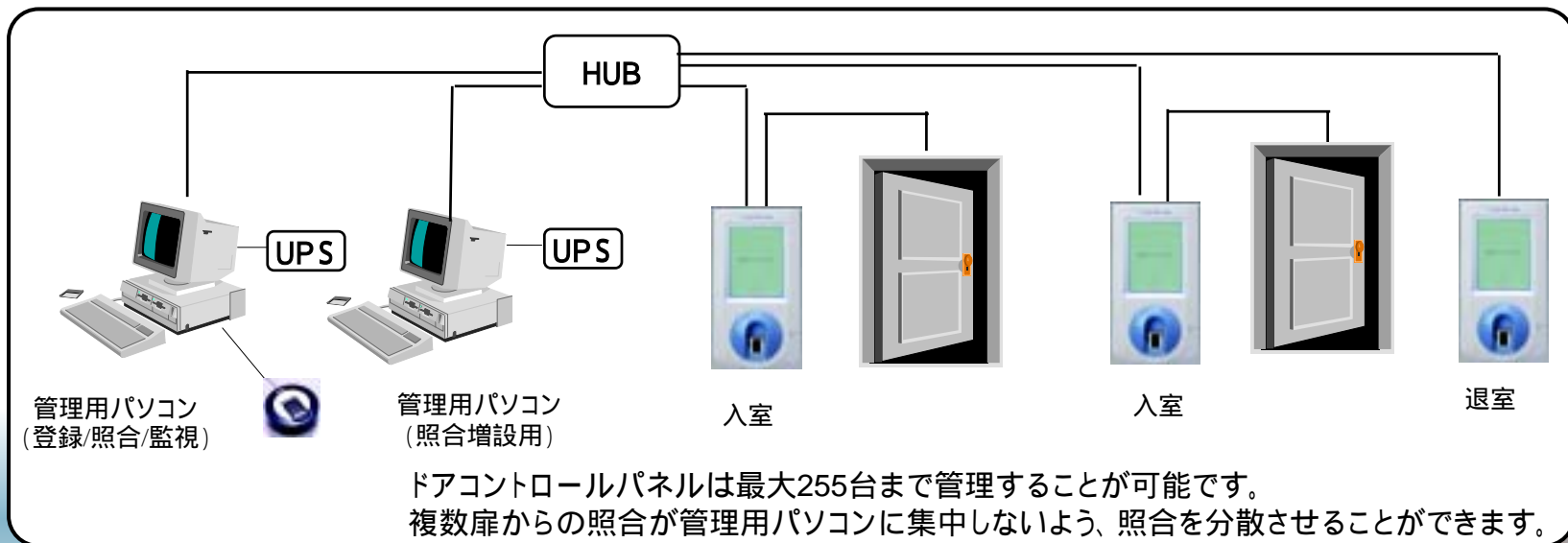


照合精度	他人許容率:0.0002%以下
	本人拒否率:0.05%以下
指紋センサ	指内散乱光直接読取センサ
センサエリア	18×15mm
密度	800dpi
インタフェイス	USB
電源	USBより供給

指紋ドアコントロールシステム 「FingerThrough」

特長:

指を置くだけの簡単操作で扉の解錠が可能。
電気錠を直接接続できるオールインワンタイプ。
利用者の登録・変更・削除機能、履歴情報管理機能、
監視機能を有します。
扉の両面(入側・出側)に本機を設置することで、
入退室の管理を実現します。
別売のソフトウェアとPCを利用することにより、
複数扉の管理を実現できます

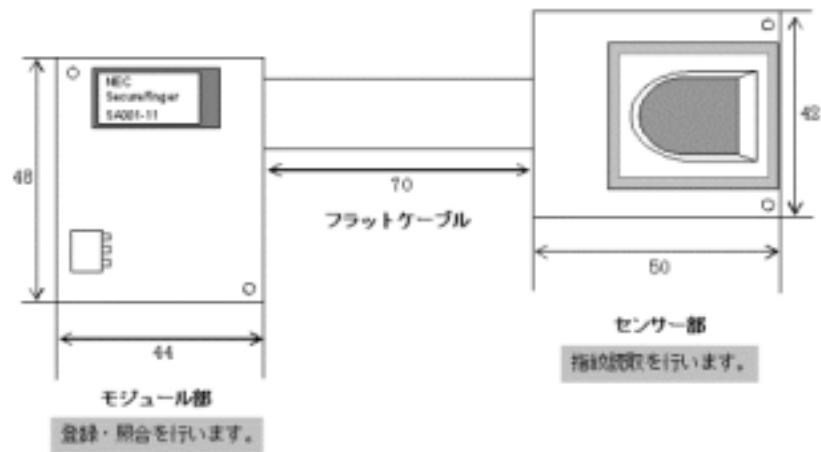


ドアコントロールパネルは最大255台まで管理することが可能です。
複数扉からの照合が管理用パソコンに集中しないよう、照合を分散させることができます。

指紋認証モジュール「SA301」

特長:

お客様が開発する装置やシステムに組み込むための指紋認証モジュール
指紋の登録と照合を行うインテリジェントタイプ
RS-232Cインターフェースにより、上位コントローラに接続され、上位コントローラからの指示により、指紋の登録・照合を実現



仕様:

- ・CPU・・・専用内蔵CPU
- ・登録可能指数・・・最大200指
- ・照合精度・・・他人許容率0.0002%以下
- ・重量・・・50g以下
- ・外部インターフェース・・・RS-232C
- ・外形寸法・・・44 × 48 × 11.5mm (認証部)
42 × 50 × 11.5mm (センサ部)

納入実績

主な業種

- ・銀行、証券、生保
- ・電機、自動車
- ・通信、電力、鉄道
- ・警備会社
- ・人材派遣
- ・大学、病院
- ・官庁、地方自治体
- ・Sier

累計出荷台数 ('02.11現在)

- ・指紋認証ユニット・・・40,000台
- ・ソフトウェア・・・20,000本
- ・ドアコントロール・・・900台
- ・出退勤・・・300台
- ・モジュール・・・400台

6 . 終わりに際して

今後の取り組み

▲ コアテクノロジーの追求 (100%への挑戦)

- さらなる照合精度の向上
- 指紋センサの改善/強化
- 画像処理技術の向上

だれでも

▲ 公的標準化対応 (国内・国際)

▲ 耐環境性

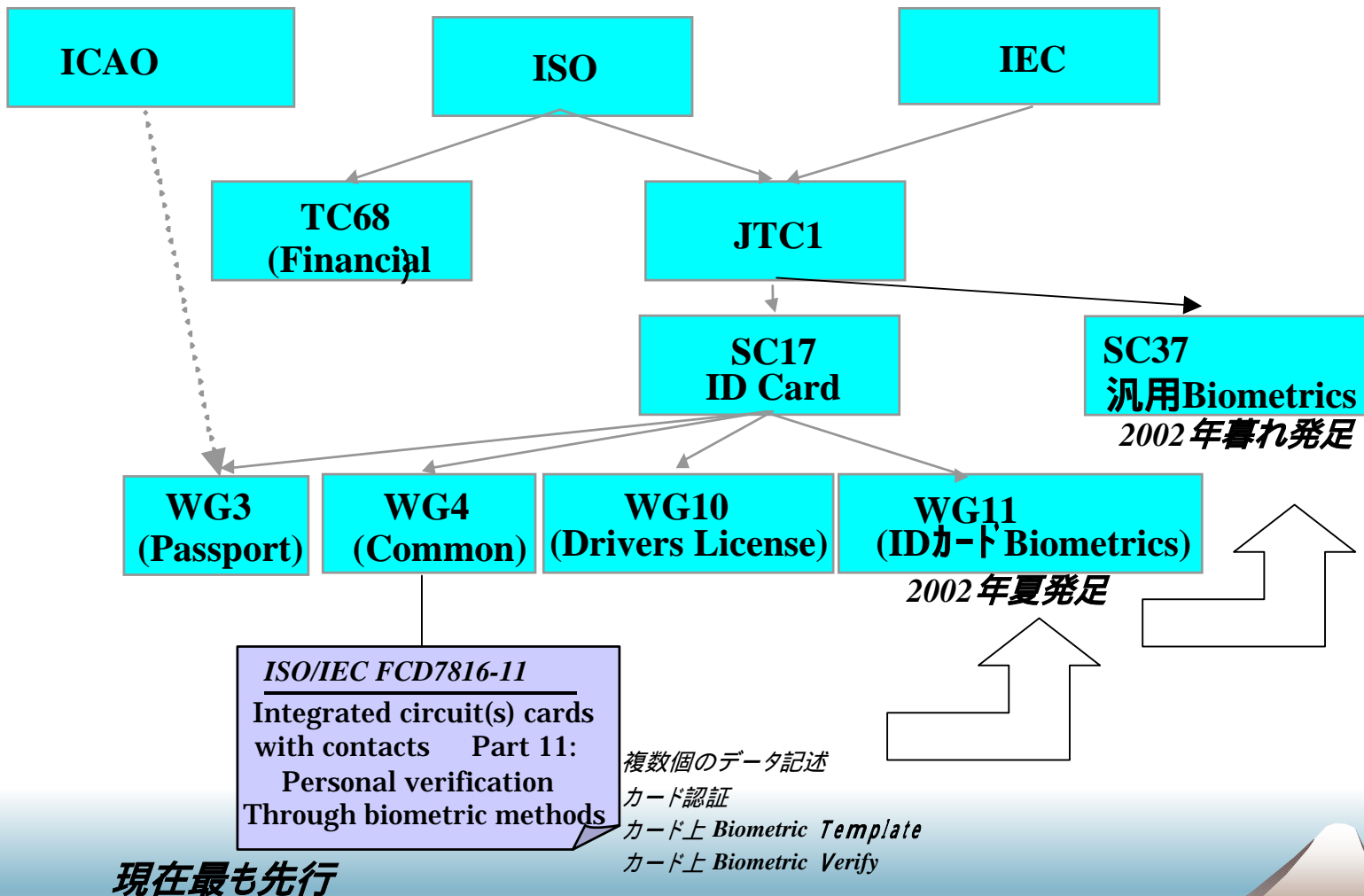
どこでも

▲ 小型化、省電力化、高速化

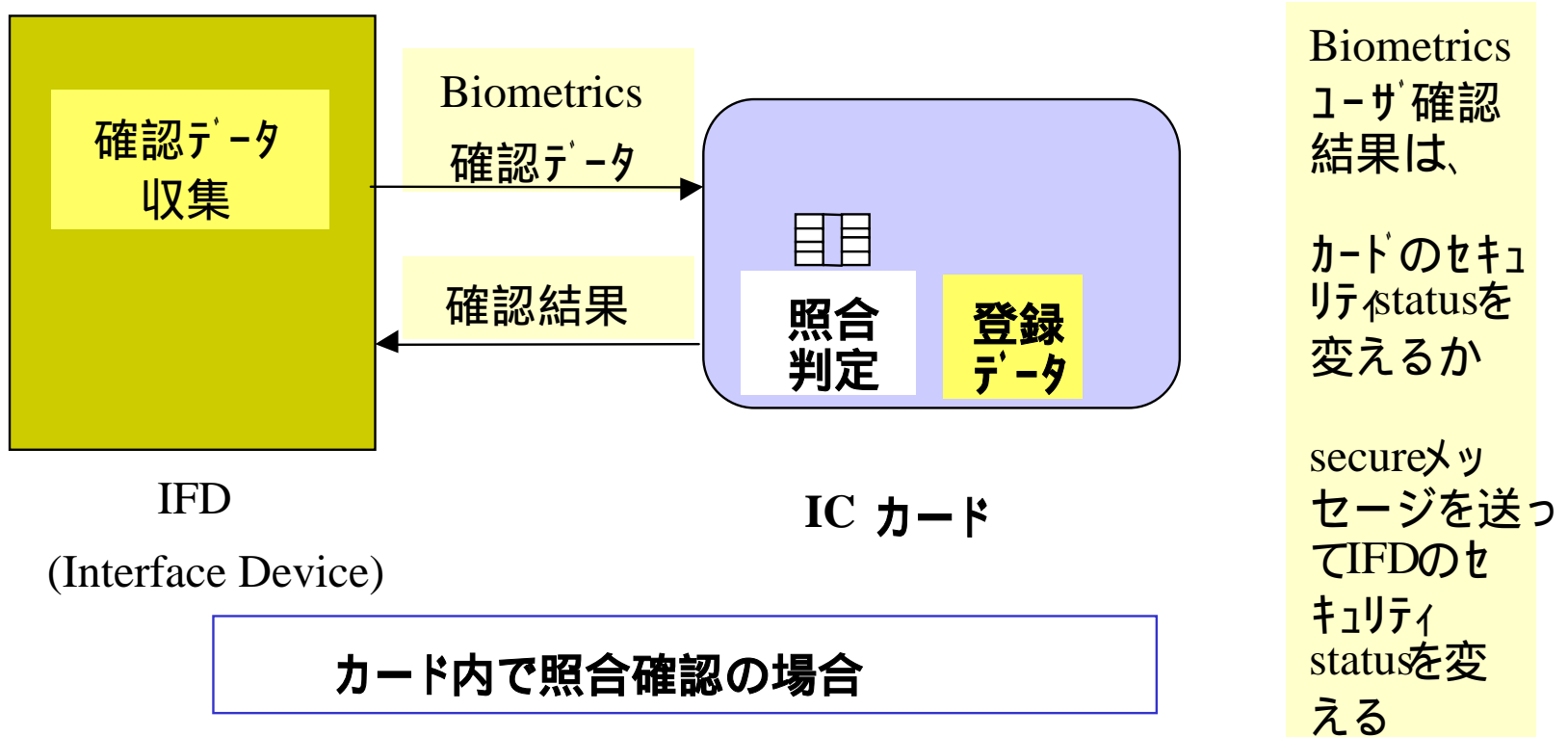
▲ ローコスト化

リーズナブルに

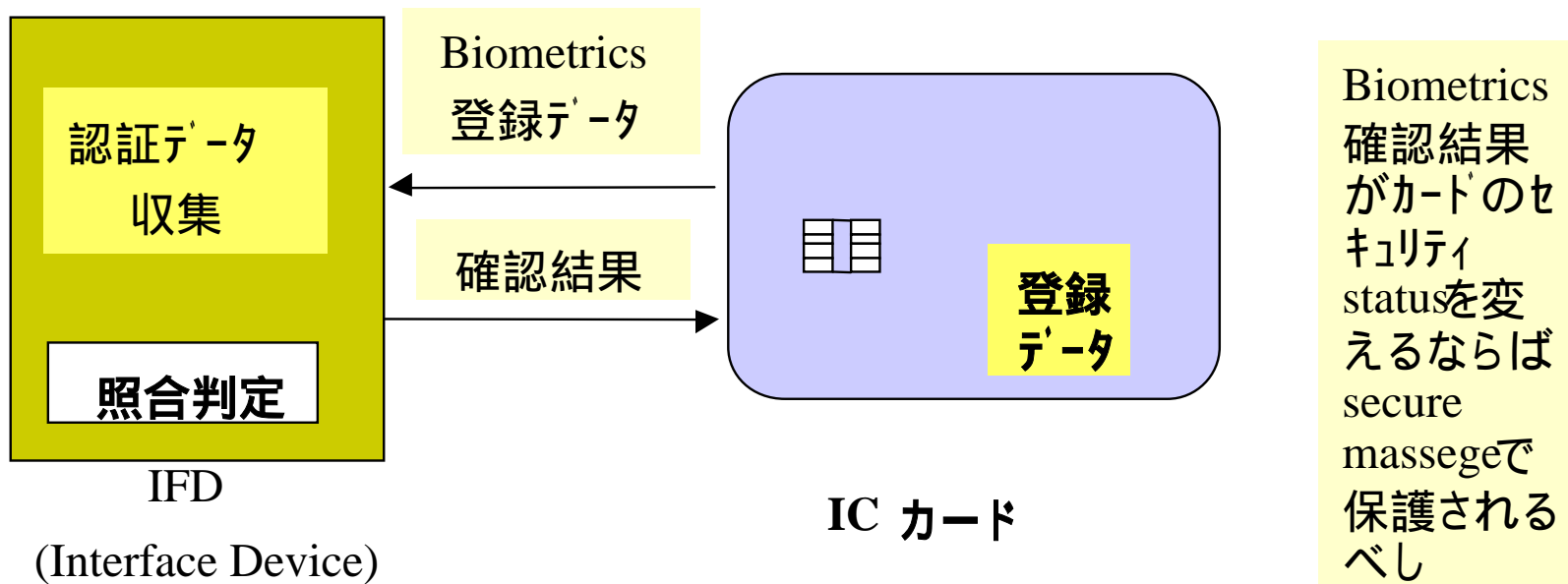
今後の取り組みの例：公的標準化(国際)



現在最先行のISO/IEC FCD7816-11 の活動に参加



現在最先行のISO/IEC FCD7816-11 の活動に参加



カード外で照合確認する場合

相手の顔が見えないネット社会、不安全な社会で 強固な本人認証技術が求められている



流通市場

- ・POSレジ
- ・バーコード
- ・キオスク端末

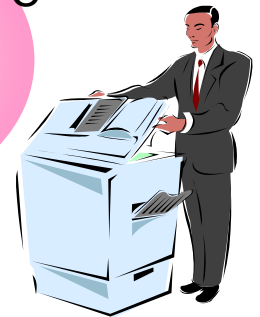
自動車市場

- ・自動車ドア



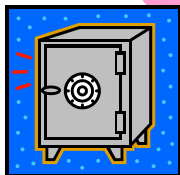
IT市場

- ・パーソナルPC
- ・PDA
- ・プリンタ
- ・FAX



セキュリティ

- ・ドア
- ・金庫
- ・ロッカー



通信市場

- ・携帯電話



金融市場

- ・ATM/CAT端末
- ・キャッシュカード
- ・クレジットカード



NEC/NECSOftは指紋センサからシステムまで