

TR-A-0124

# 文字構造抽出の研究

—手書き文字品質の人間の主観評価に準じた  
品質決定要因による客観的定量評価—

加藤 隆仁

1991.10.11

## ATR視聴覚機構研究所

〒619-02 京都府相楽郡精華町乾谷 ☎07749-5-1411

**ATR Auditory and Visual Perception Research Laboratories**

Inuidani, Sanpeidani, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02 Japan

Telephone: +81-7749-5-1411

Facsimile: +81-7749-5-1408

Telex: 5452-516 ATR J

## 内容概要

手書き文字の認識精度はその文字の品質に依存するため、品質の定量化が必要である。手書き文字をきれいきたないの5段階評定する実験より、人間には共通の評定基準が存在することが分った。次に、手書き文字のきれいきたないの評定を行っている時の視線の動きを検出する実験より、人間はストロークの込入った部分、等を注目することが分った。これらの実験より文字品質を定量的に評価できる尺度を提案し、手書き文字品質評価システムを構成した。この品質評価システムで文字品質の客観的、定量評価の可能性を示した。

なお、このテクニカルレポートはFinal Talkで用いたOHPを載せたものである。そのため、説明不足となっている。この研究に興味を持たれた方は、この研究の学会発表リストを載せたので、そちらを参考にして頂ければ幸いです。

# 研究目的

手書き文字 = 様々に変形した文字

認識率  $\propto$  文字品質 (変形度)

手書き文字の品質評価

定量的,客観的な指標

人間の評価感覚に適合した指標

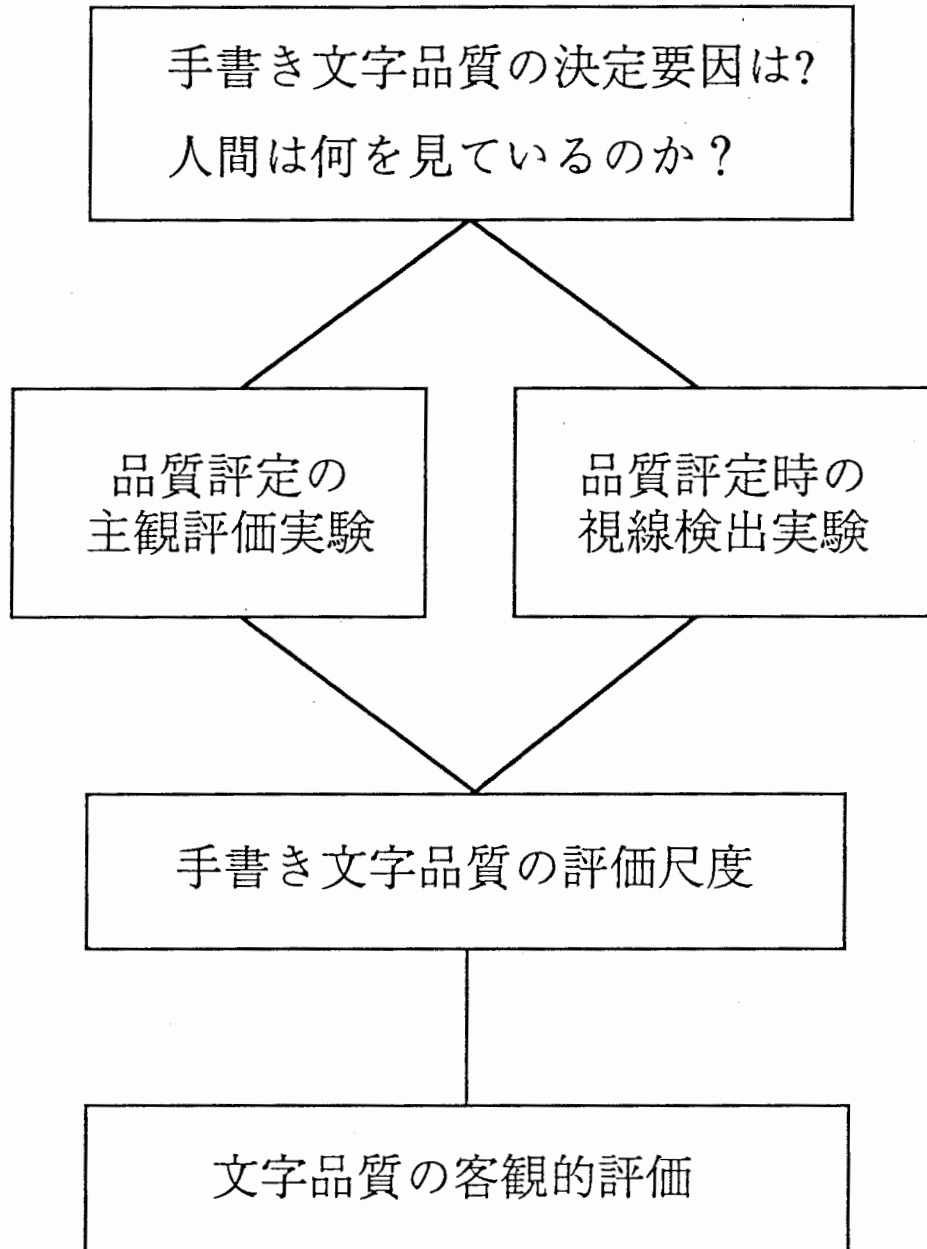


手書き文字認識手法の性能評価

文字品質を基準とした認識率

手書き文字認識手法の安定性評価

# 研究方法



# 文字品質の主観評価実験

## 1. 評定文字

100 字種 2500 パターン

(ETL9 データベース)

一二刃人夕久万小上川三口山切心収火犬牛王  
日以皮必左可史世生出玉古田目次老考成気多  
回両冷応初我希近囲車里述使所非林門東画芽  
派級計品首春胃党夏高教魚転間然衆極減尊順  
無齒葉買童森数感際疑歌関潔質憲興巖謝臨競

## 2. 被験者

10 人の女子学生



# 主観評価実験の表示例

***	***	1	2	3	4	5
所	所	所	所	所	所	所
所	所	所	所	所	所	所
所	所	所	所	所	所	所
所	所	所	所	所	所	所
所	所	所	所	所	所	所
1	2	3	4	5		

評定前

***	***	1	2	3	4	5
		所	所	所	所	所
			所	所	所	所
			所	所	所	所
				所	所	所
					所	所
						所
1	2	3	4	5		

評定中

***	***	1	2	3	4	5
		所	所	所	所	所
			所	所	所	所
			所	所	所	所
				所	所	所
					所	所
						所
1	2	3	4	5		

評定後

## 評定データの分析

### 1. 品質に関する評定特性

⇒ 10被験者の評定データ

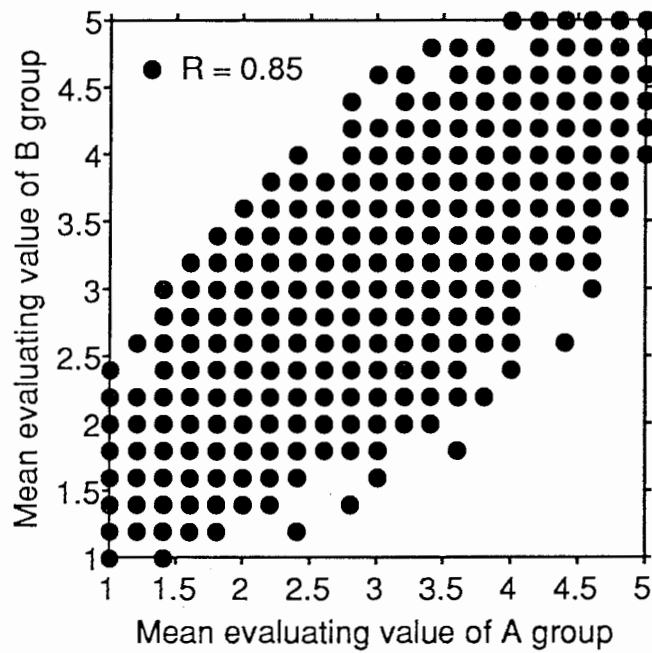
### 2. 字種に関する評定特性

⇒ 2回評定データの相関係数



## 10人の被験者の評価データ

評価の信頼性検定  $\Rightarrow$  A, B (各5人)の平均評価値の相関  
(2500パターン)



相関係数 = 0.85



人間の品質評価の共通基準の存在

# 評定文字の25サンプルとその評定値

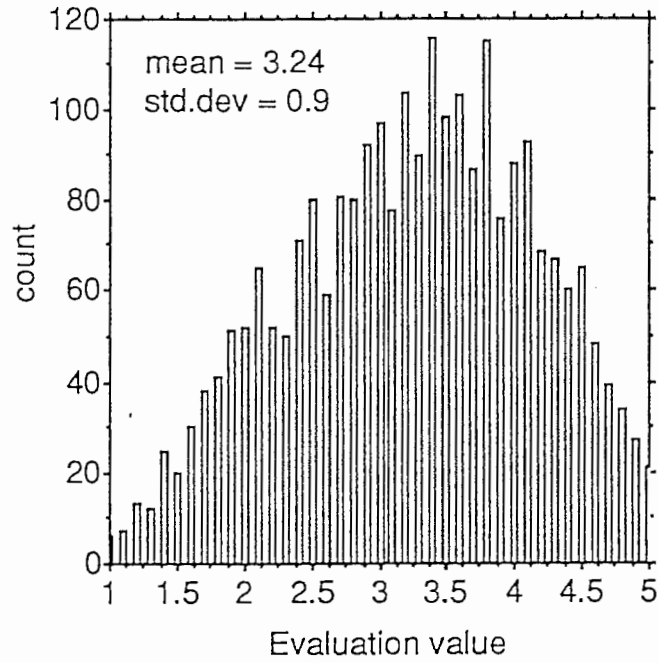
所 1.7	所 1.8	所 1.8	所 2.1	所 2.2
所 2.3	所 2.5	所 2.5	所 2.5	所 2.9
所 2.9	所 3.0	所 3.1	所 3.2	所 3.2
所 3.3	所 3.3	所 3.4	所 3.5	所 3.7
所 3.8	所 4.0	所 4.1	所 4.2	所 4.3

漢字 '所'

葉 1.3	葉 1.3	葉 1.6	葉 2.0	葉 2.3
葉 2.4	葉 2.5	葉 2.7	葉 2.9	葉 2.9
葉 3.0	葉 3.0	葉 3.0	葉 3.1	葉 3.3
葉 3.4	葉 3.5	葉 3.6	葉 3.7	葉 3.8
葉 4.0	葉 4.1	葉 4.2	葉 4.6	葉 4.8

漢字 '葉'

## 2500パターンの評定値の分布



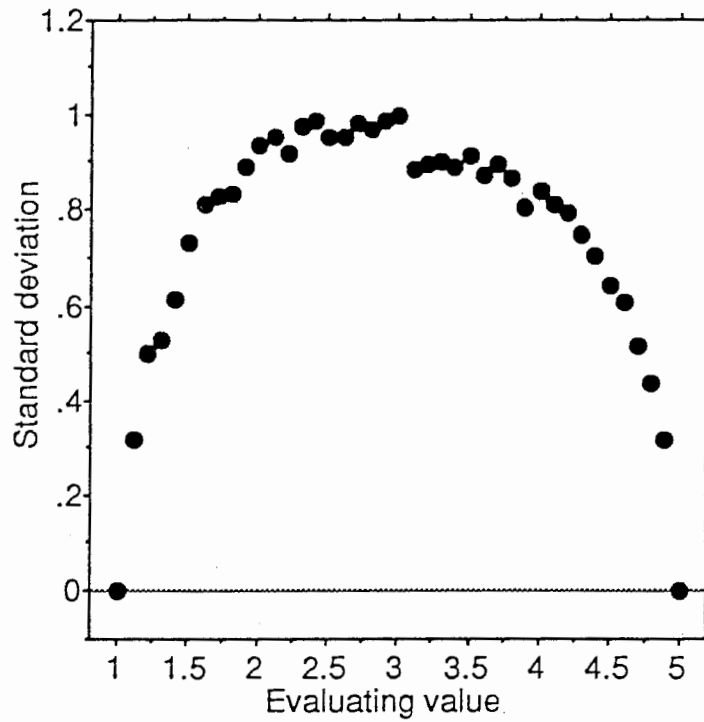
平均 = 3.24

標準偏差 = 0.9



きれいに対して厳しい評定

## 2500パターンの評定値の平均標準偏差

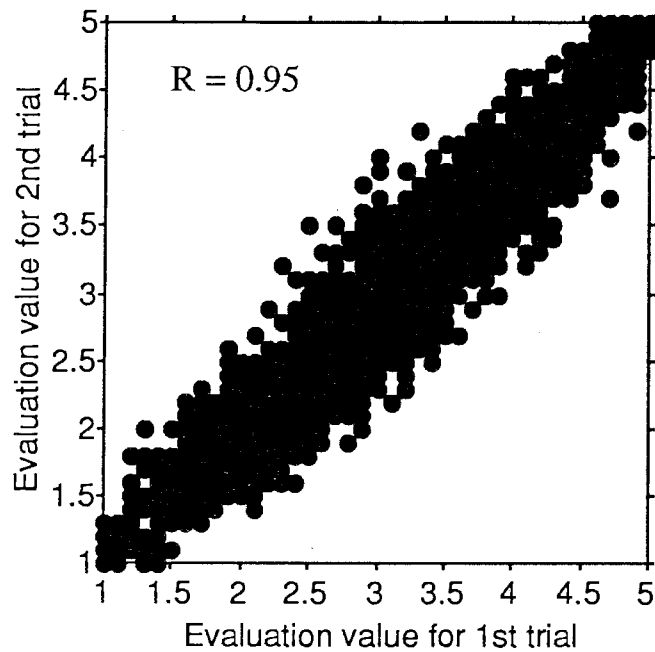


きれい、きたない ⇒ 安定した評定

普通 ⇒ 不安定

## 2回評価データ

評価の再現性検定 = 10被験者の1回目と2回目の  
平均評価値の相関  
(2500パターン)



相関係数 = 0.95



人間の品質評価の再現性は高い



## 相関係数

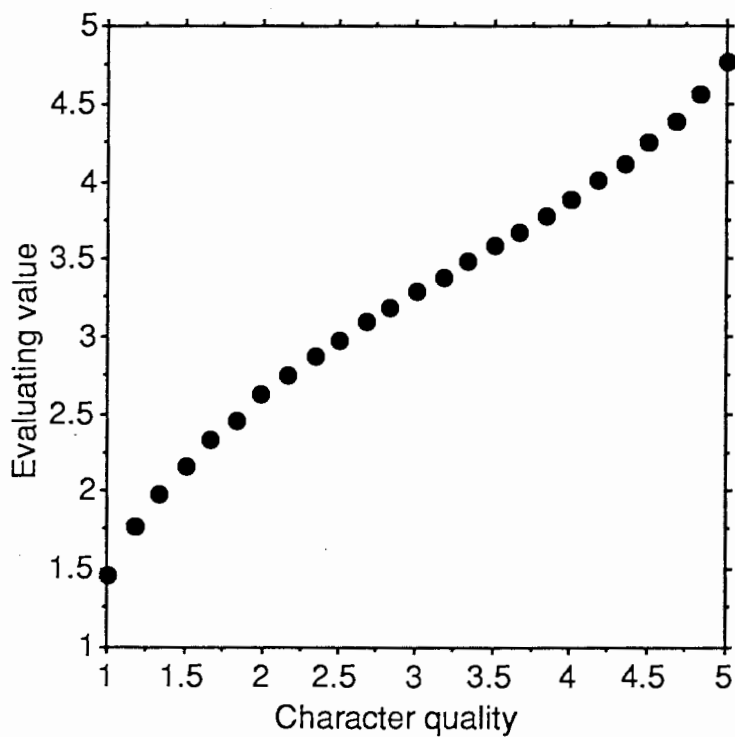
- .84 胃  
.83 次  
.82  
.81 魚小里  
.80 際我二  
.79 古数使  
.78 可両田応  
.77 芽三春齒心川高王皮  
.76 順人成老夏困感近計冷問  
.75 多口疑派初切関史刀氣  
.74 回品極質謝車世興無競憲然牛  
.73 森童万夕門買党首  
.72 述収日左減  
.71 上考玉林転火  
.70 画臨葉一衆山東  
.69 級必久非所尊目  
.68 歌  
.67 希教巖似  
.66  
.65 潔犬  
.64 生  
.63 出

## 考察 (1)

### 品質に対する評価特性

- 1 人間には共通の評定特性
- 2 きれいに対して厳しい評定
- 3 きれい、きたないは安定した評定

25パターンの評定値を100字種で平均する  
⇒ S字曲線





## 考察 (2)

### 字種に対する評価特性

- 1 評定の再現性は高い
- 2 字種に対し評価特性が異なる
- 3 字種との関係は不明

文字の概形特徴(筑波大、海保)との相関  
無相関 (  $< 0.3$  )

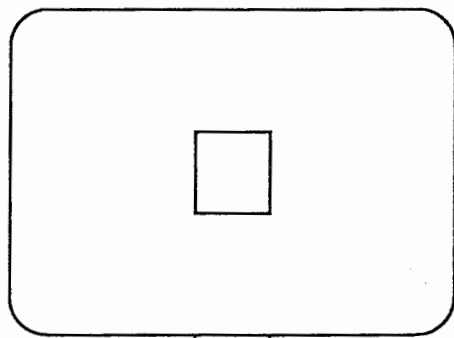
# 視線検出実験

## 目的

きれい・きたない評定時の眼球運動より  
文字のどの部分を見るかを探索する

## 提示方法

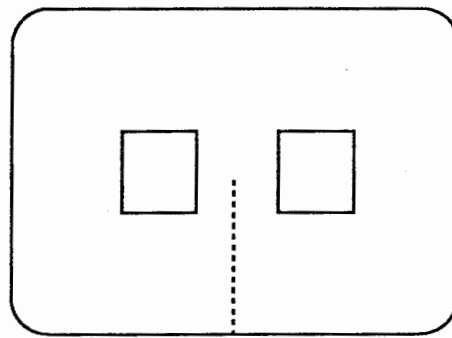
### 1文字提示



視角10°

きれい・きたない

### 2文字提示



視角10°

視角10°

きれい・きたないの比較

## 被験者

7人

## 評定文字

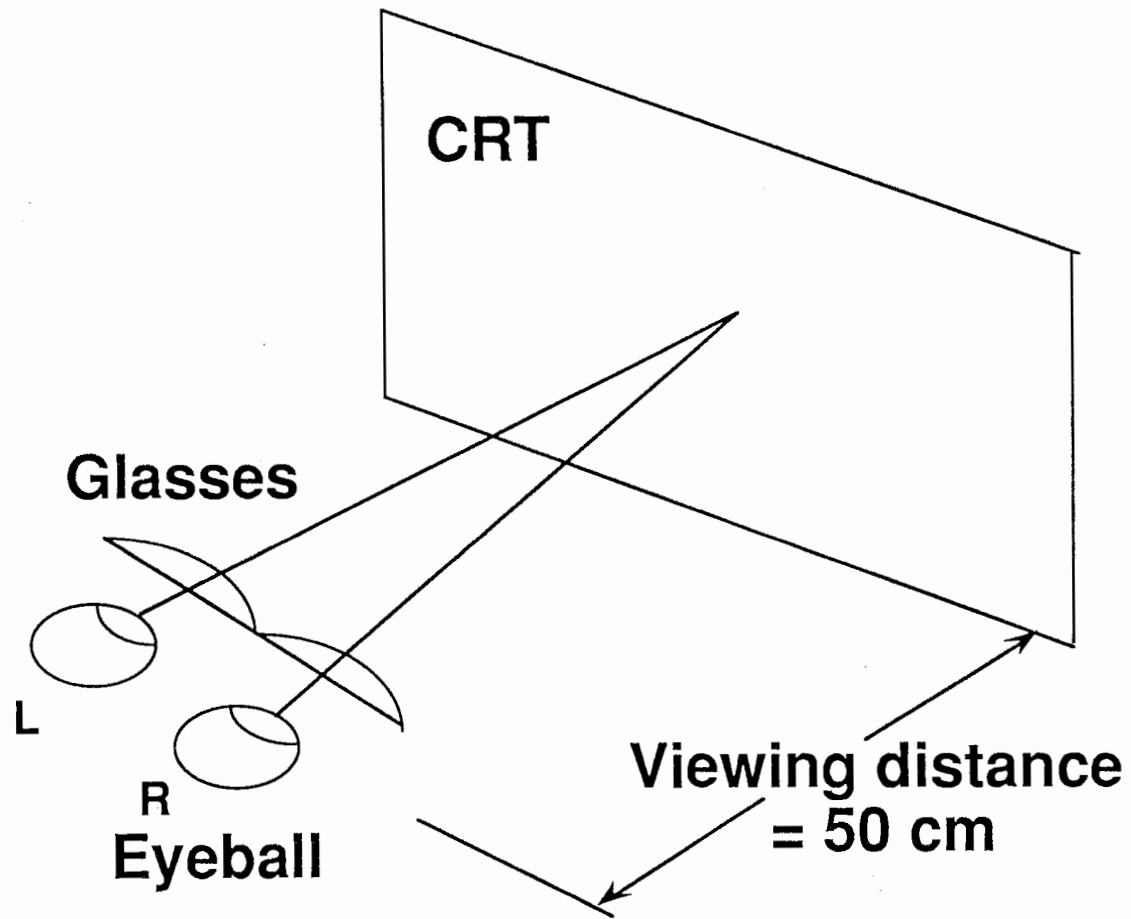
25字種 [主観評価実験の評定文字より選択]

- 1、きれい・きたない組み合わせ
- 2、きれい同士
- 3、きたない同士

75パターン

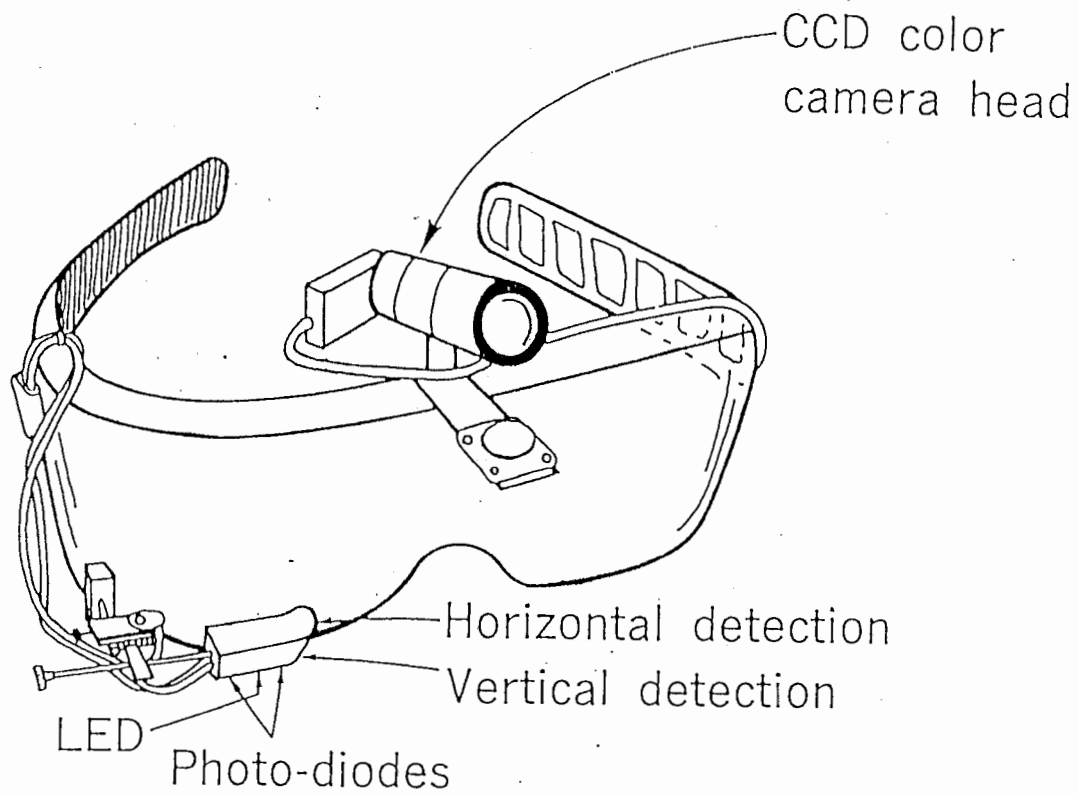
---

## Eye movement experiment

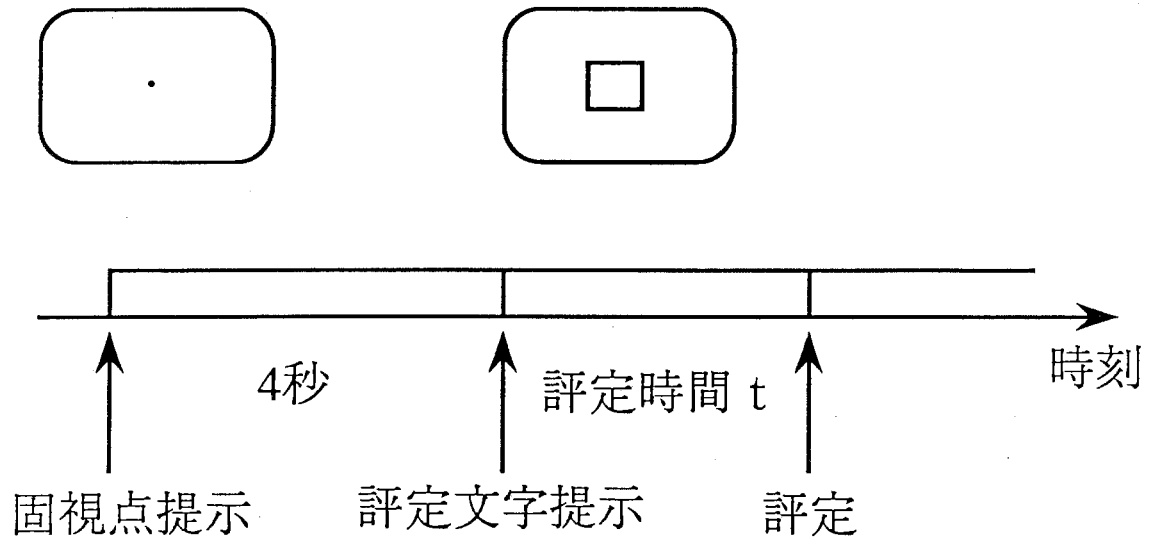


---

# Apparatus



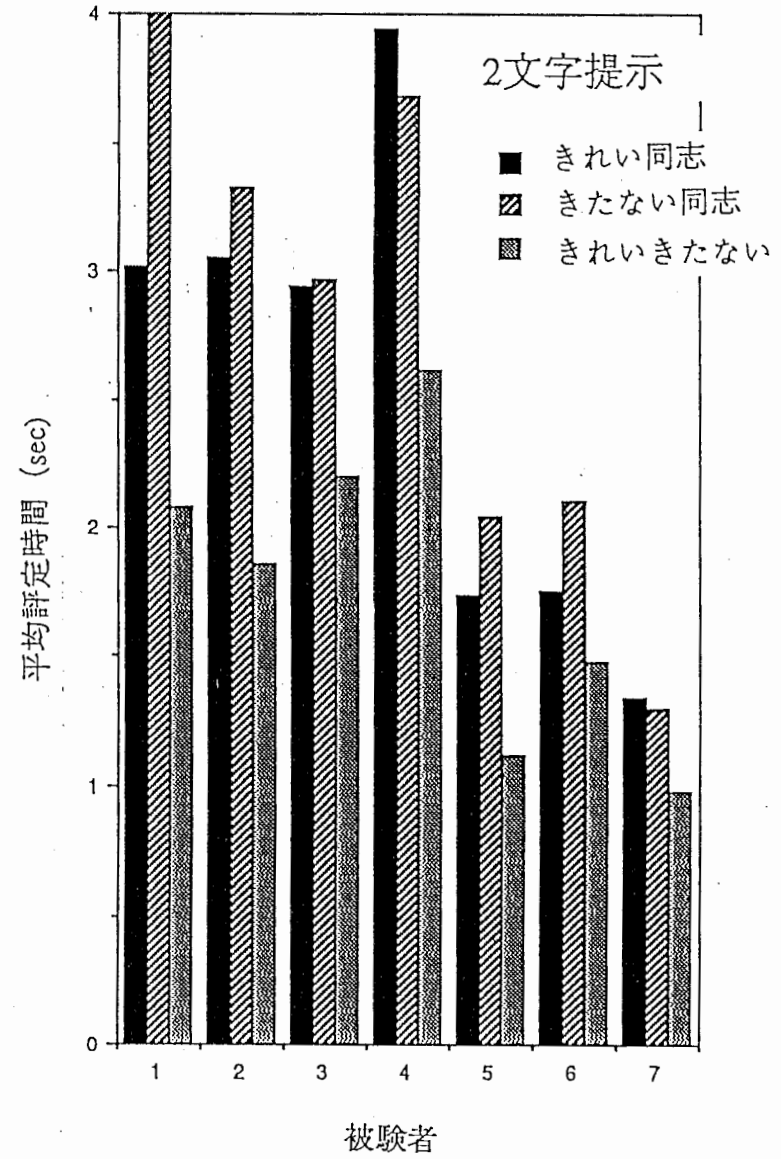
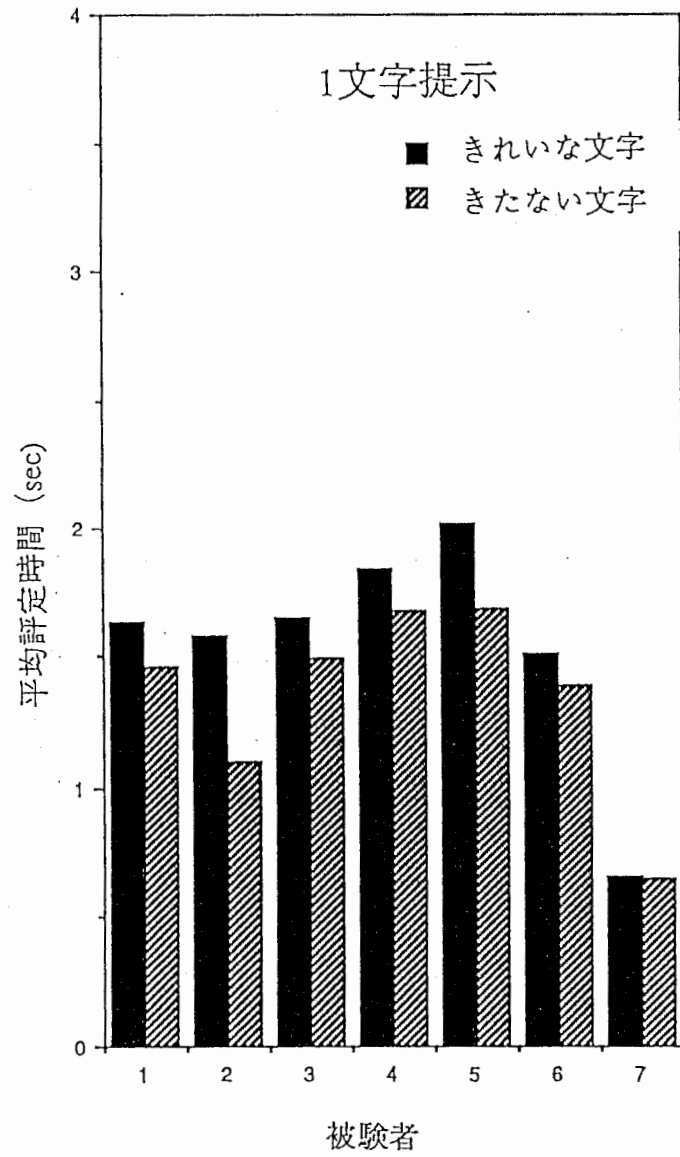
## 実験方法



## 測定項目

- 1、評定時間 = 文字品質の決定要因の見つけやすさ
- 2、視線の軌跡
- 3、注視位置  
注視時間 = 文字品質の決定要因に関する部分

# 評定時間



# 注視位置の計算

各文字の眼球データ  
 $X_i \quad Y_i$

移動量  $\Delta E = \sqrt{(X_i - X_{i-1})^2 + (Y_i - Y_{i-1})^2}$

注視範囲  $D = 5^\circ / \text{Sec} * 33 \text{ msec}$

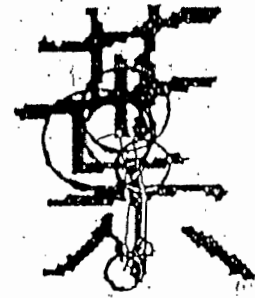
$\Delta E \leq D \Rightarrow$  注視点

注視時間 (評定時間に対する)

視角 $1^\circ$  内の  
注視位置と注視時間

被験者平均の  
注視位置と注視時間

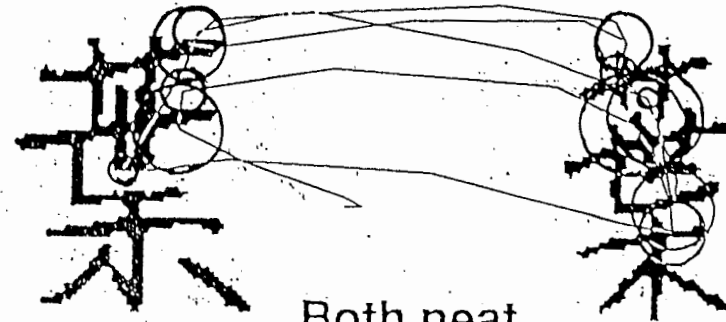
# Fixation points and fixation time



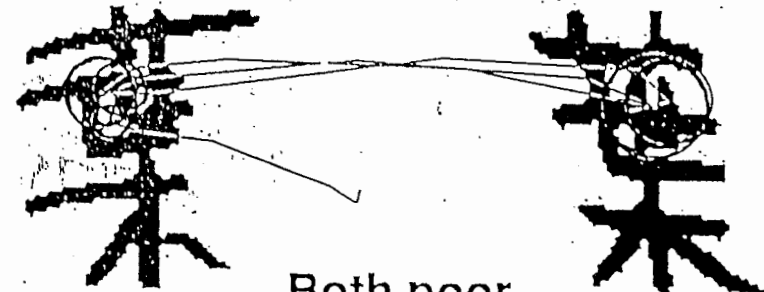
Neat



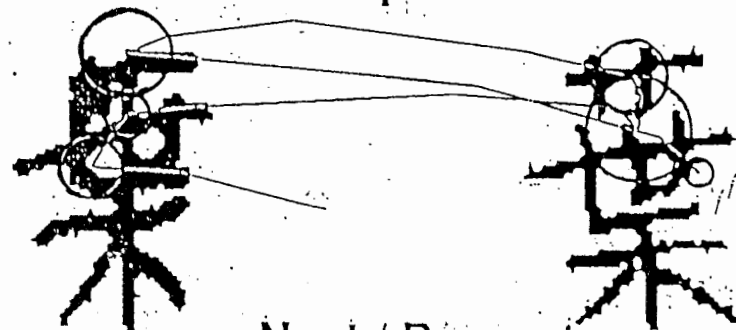
Poor



Both neat



Both poor



Neat / Poor

In evaluating a single example

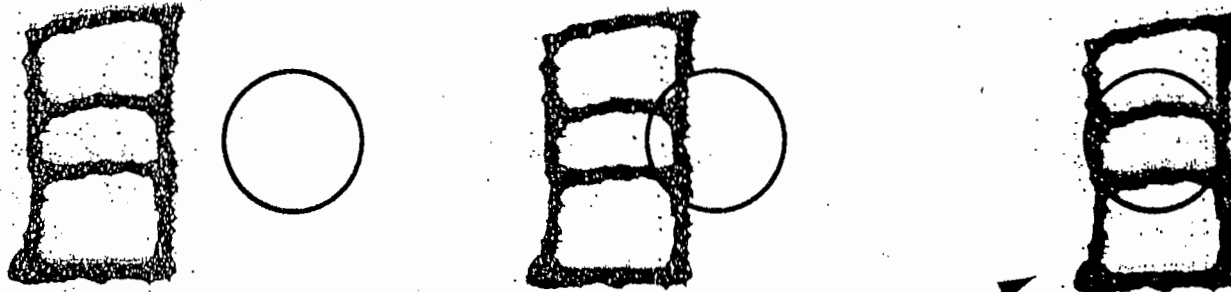
In comparing two examples





---

## Black area in a circle equivalent to the fovea



Circle equivalent to the fovea  
= visual angle of 4 deg.

Black area

0 %

10 %

30 %

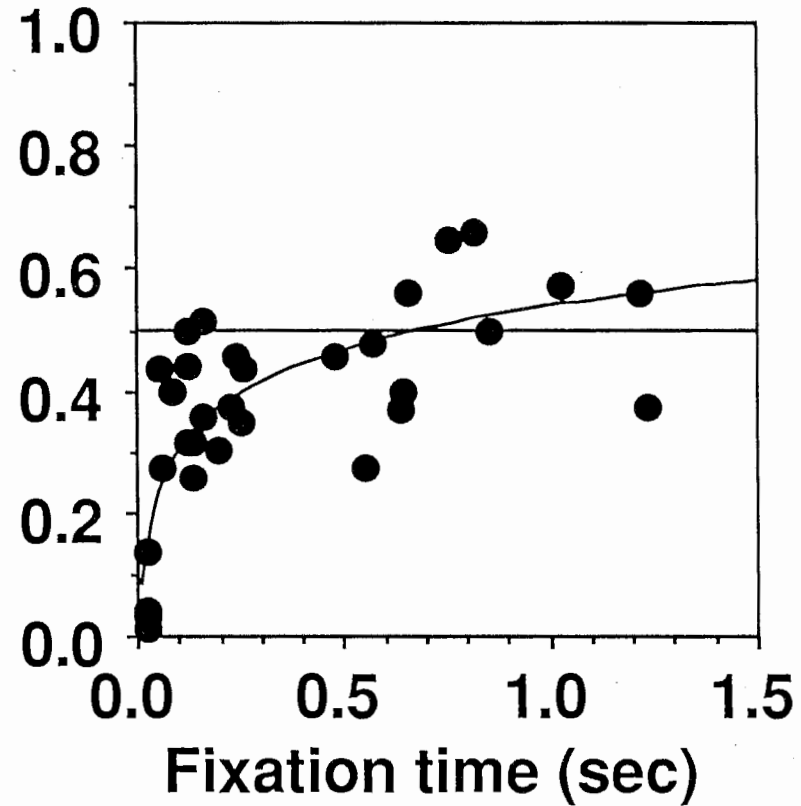
% of area in the circle

---

ATR

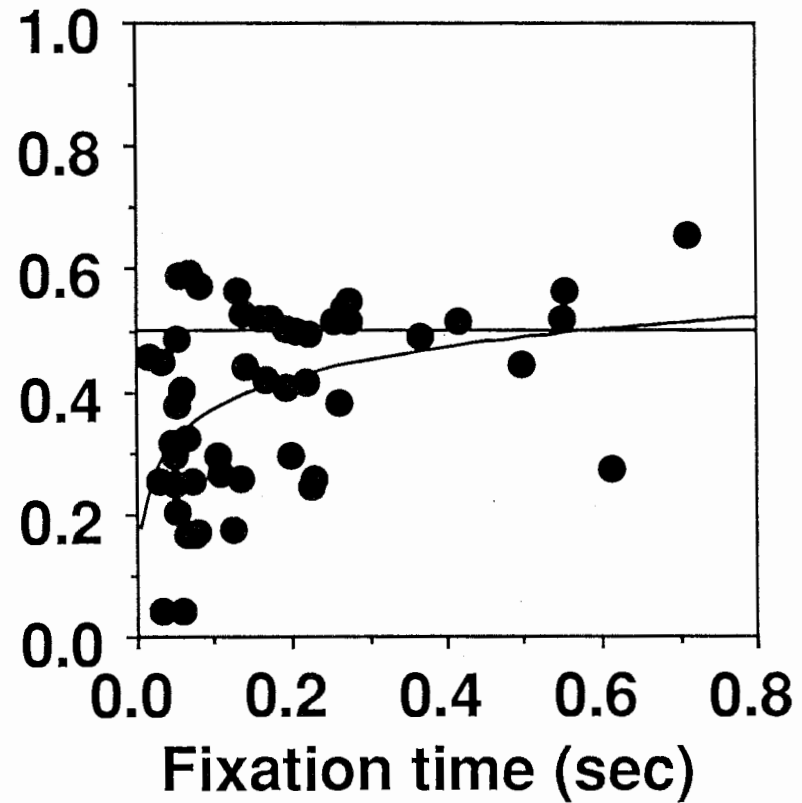
---

## Black area vs fixation time for evaluating a single example



---

## Black area vs fixation time for comparing 2 examples

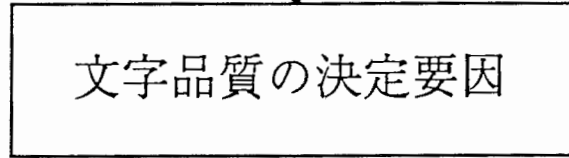


## 注視部の傾向

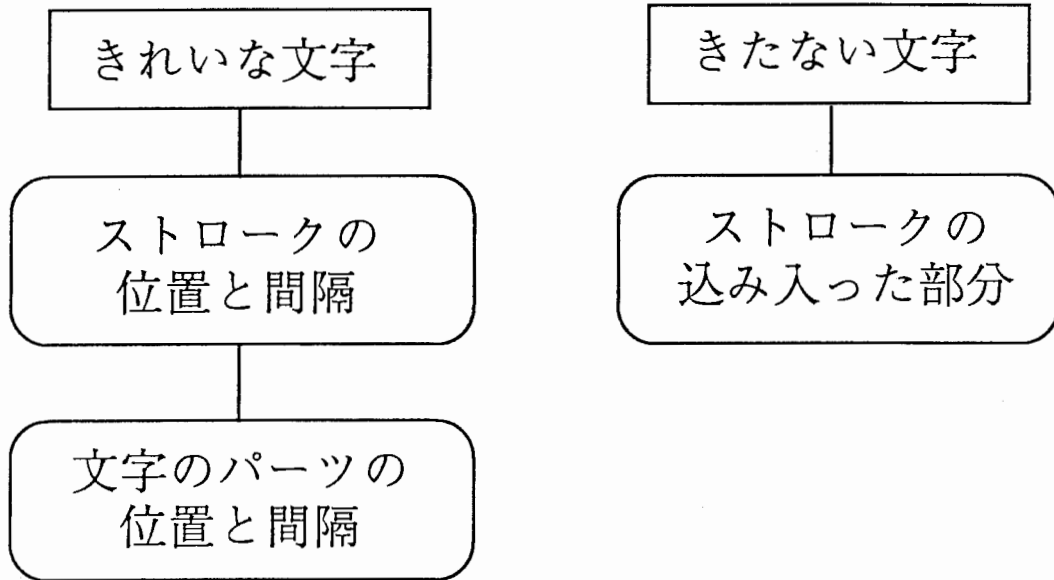
同字種では  
きれいきたないに関わら  
ず同じ部分を注視する。

同部首では  
同じ部分を注視する。

文字品質の決定要因

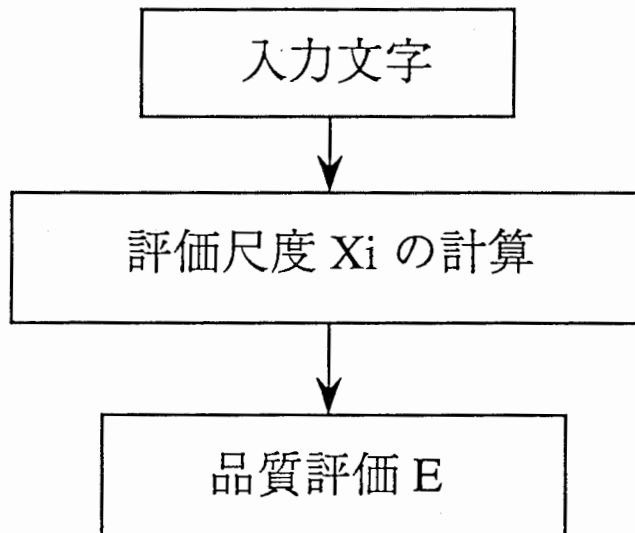
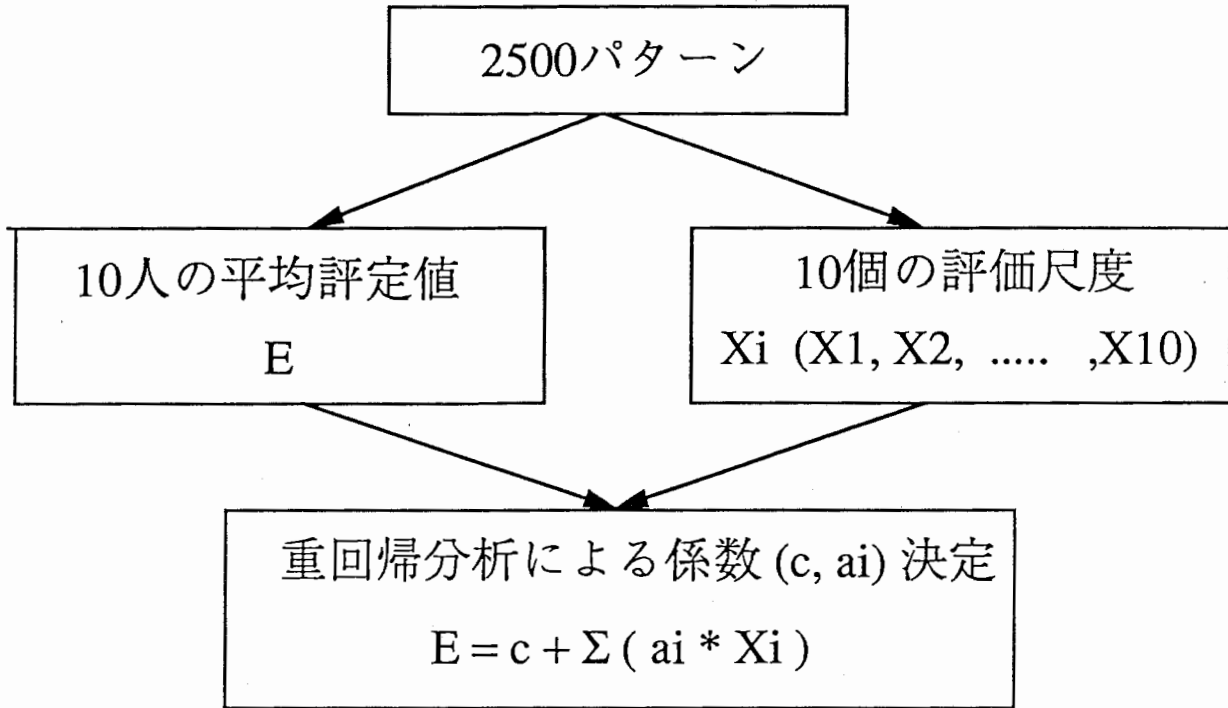


# 文字の注視される部分



字種毎に注視する部分が異なる

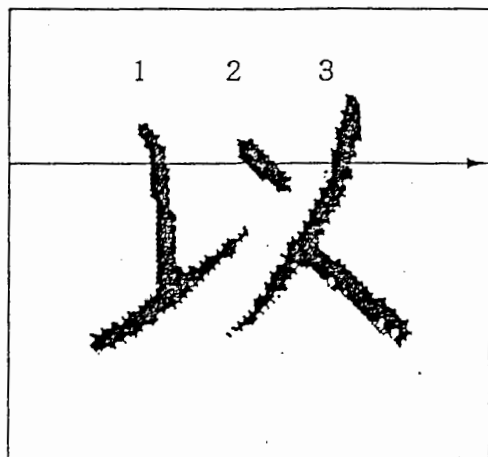
# 文字品質の客観的評価



# 文字品質の要因

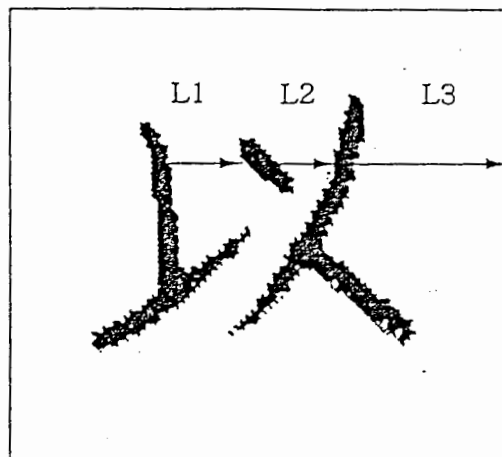
1. ストロークの分布
2. 黒画素の分布
3. 線の太さ
4. 縦横比
5. バランス

## 1. ストロークの分布



ストローク密度分布

$$X1 = \Sigma (n)$$



ストローク間隔分布

$$X2 = \Sigma (Ln)$$

## 2. 黒画素の分布

情報量

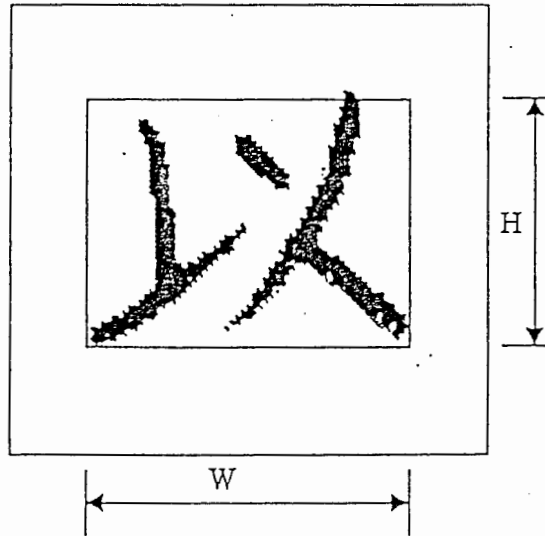
$$X3 = \Sigma \log_2 (\text{黒画素の存在確率})$$

拡がり率

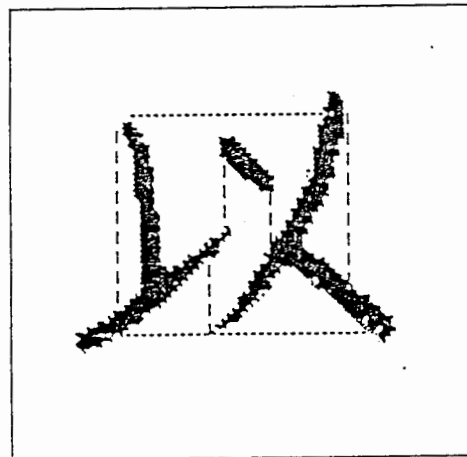
$$X4 = \frac{\Sigma (\text{重心からの距離})^2}{\text{黒画素数}}$$



### 3. 線の太さ



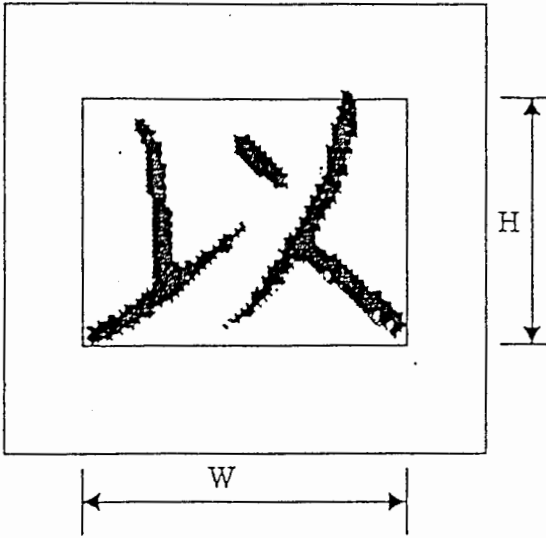
黒画素率  $X5 = \frac{\text{黒画素数}}{\text{外接枠の面積}}$



白画素率

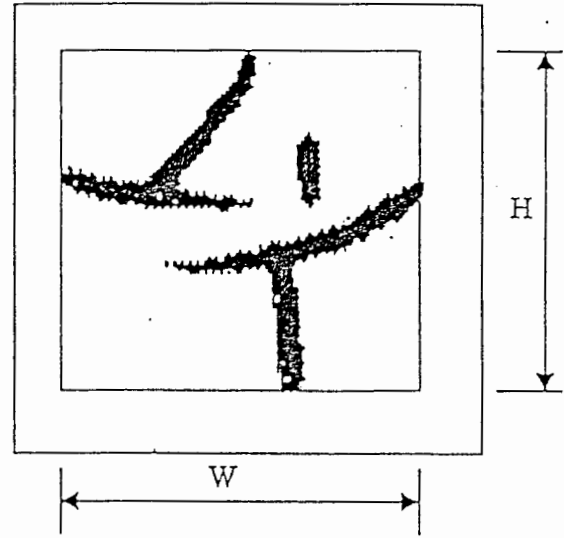
白画素数  
 $X6 = \frac{\text{白画素数}}{\text{左右上下から隠れる領域のOR部分の面積}}$

#### 4. 縦横比



外接枠の縦横比

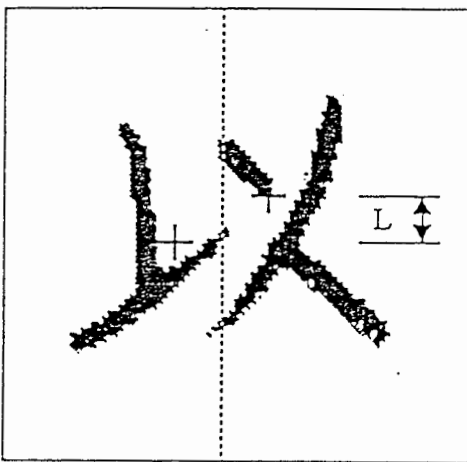
$$X7 = H / W$$



45° 外接枠の縦横比

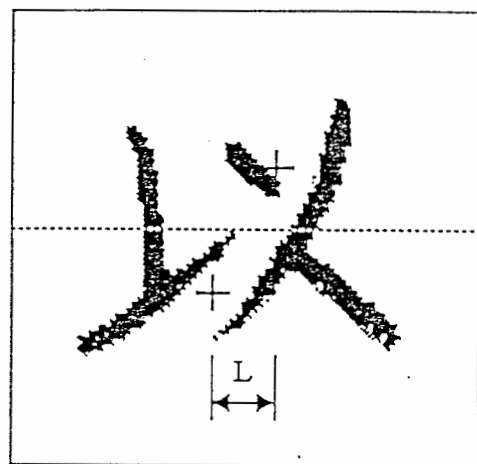
$$X8 = H / W$$

#### 5. バランス



左右のバランス

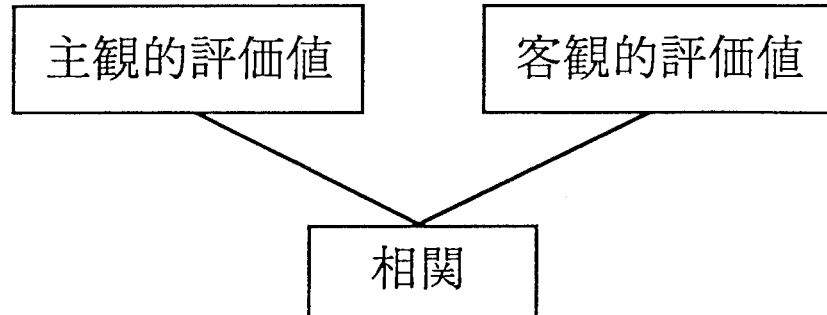
$$X9 = L$$



上下のバランス

$$X10 = L$$

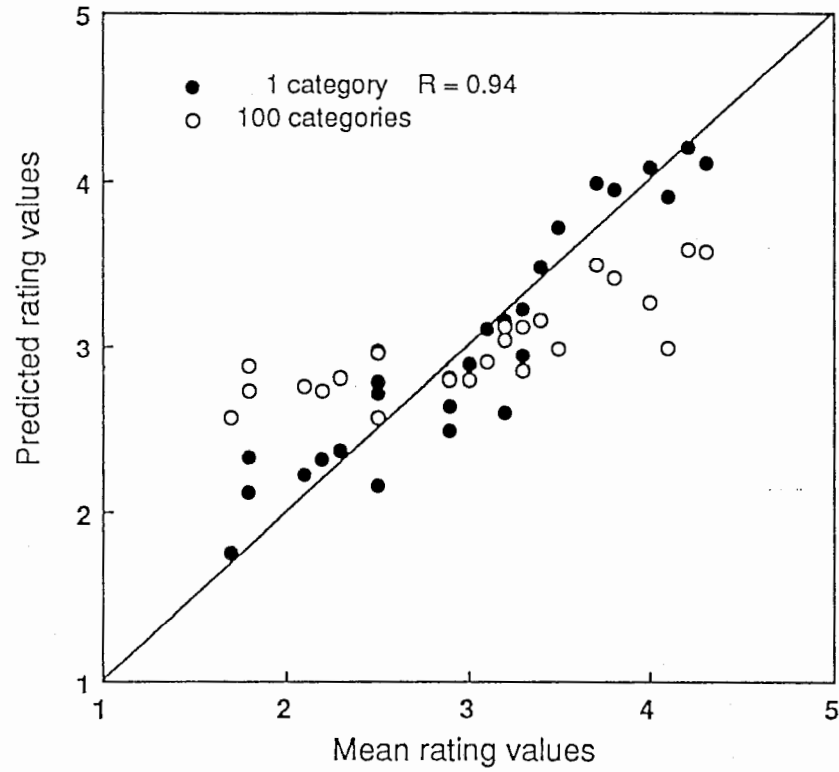
# 客観的評価の検定



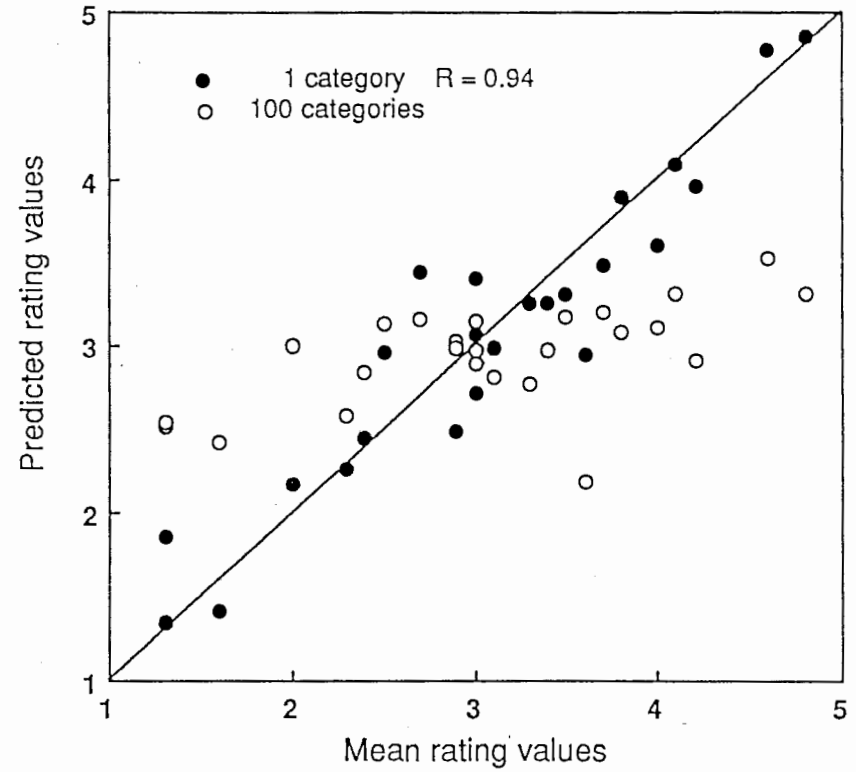
## 相関係数

100字種1回帰式	1字種ごと1回帰式		
	最小	最大	平均
0.43	0.52	0.94	0.79

# 客観的評価の一例

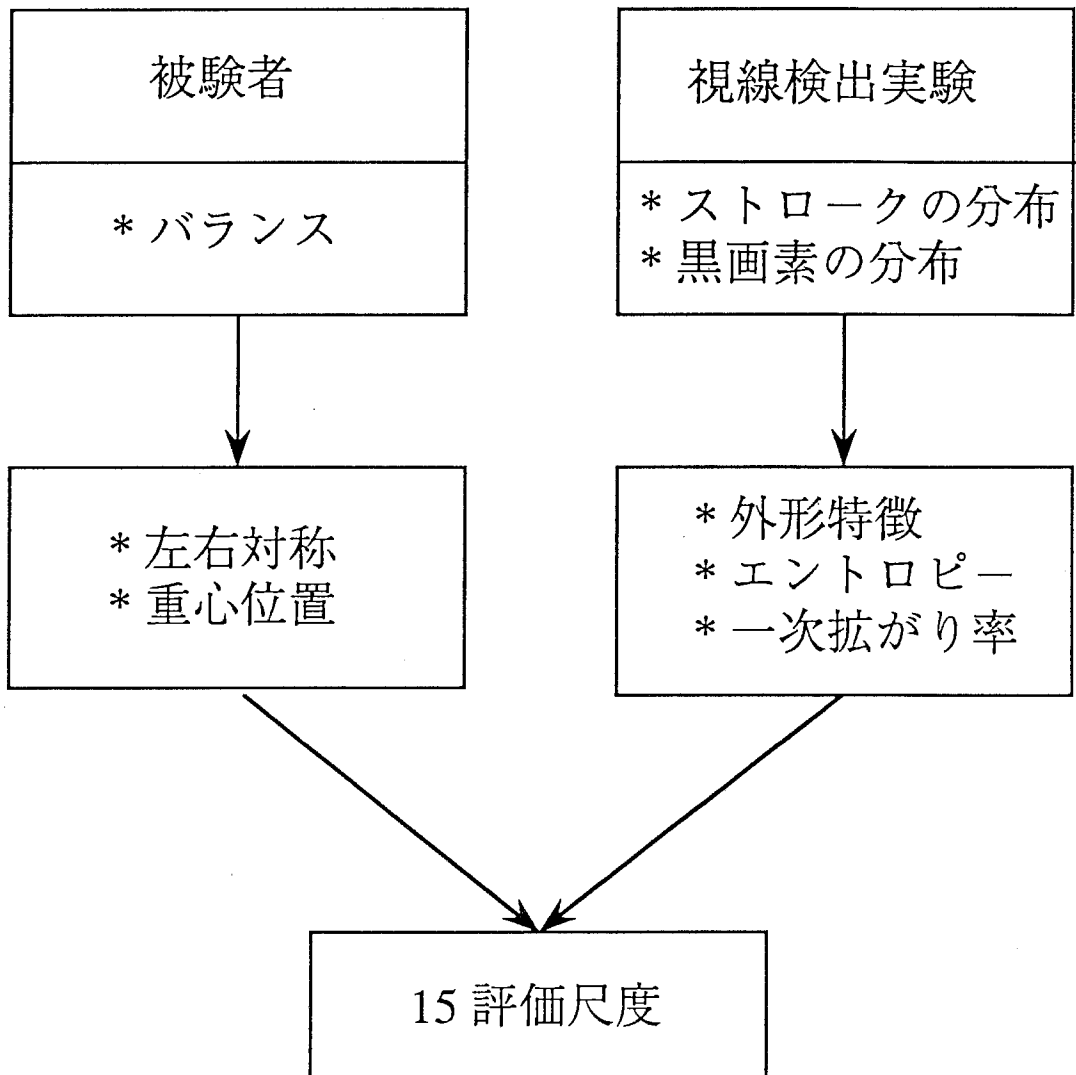


漢字 '所'



漢字 '葉'

# 新評価尺度

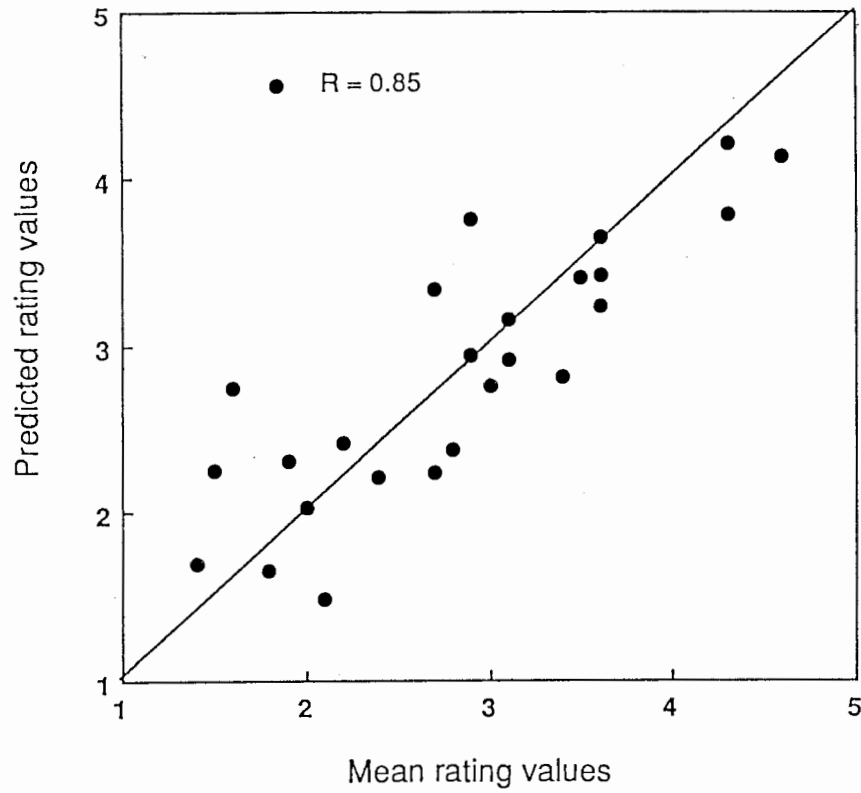


## 相関係数

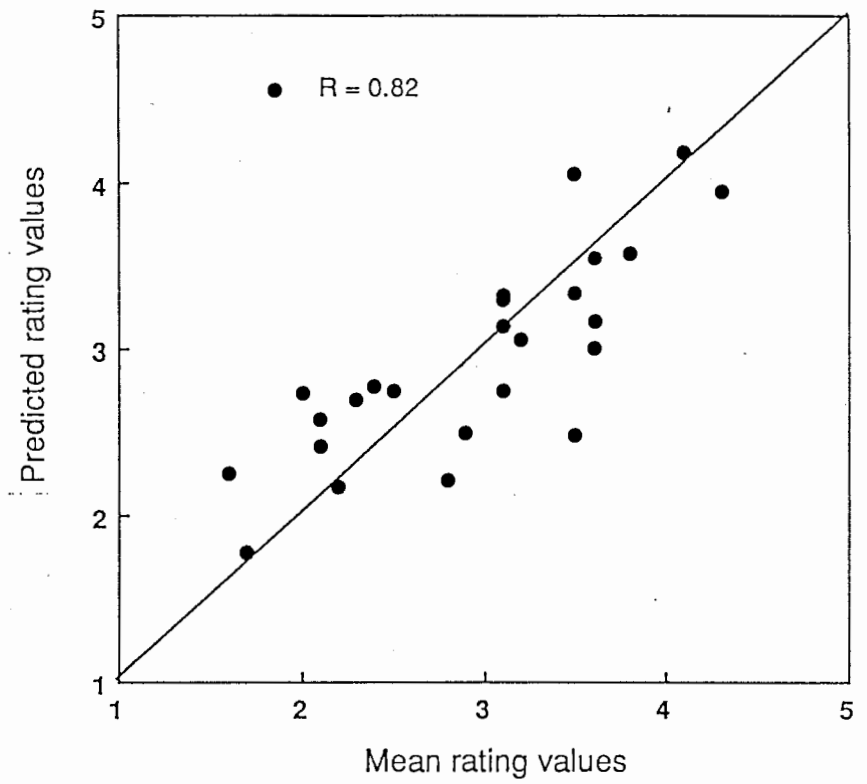
評価尺度	10/10	15/15	10/15
最小値	0.52	0.70	0.61
最大値	0.94	0.96	0.95
平均値	0.79	0.88	0.86

(1字種ごと1回帰式)

# 客観的評価の一例

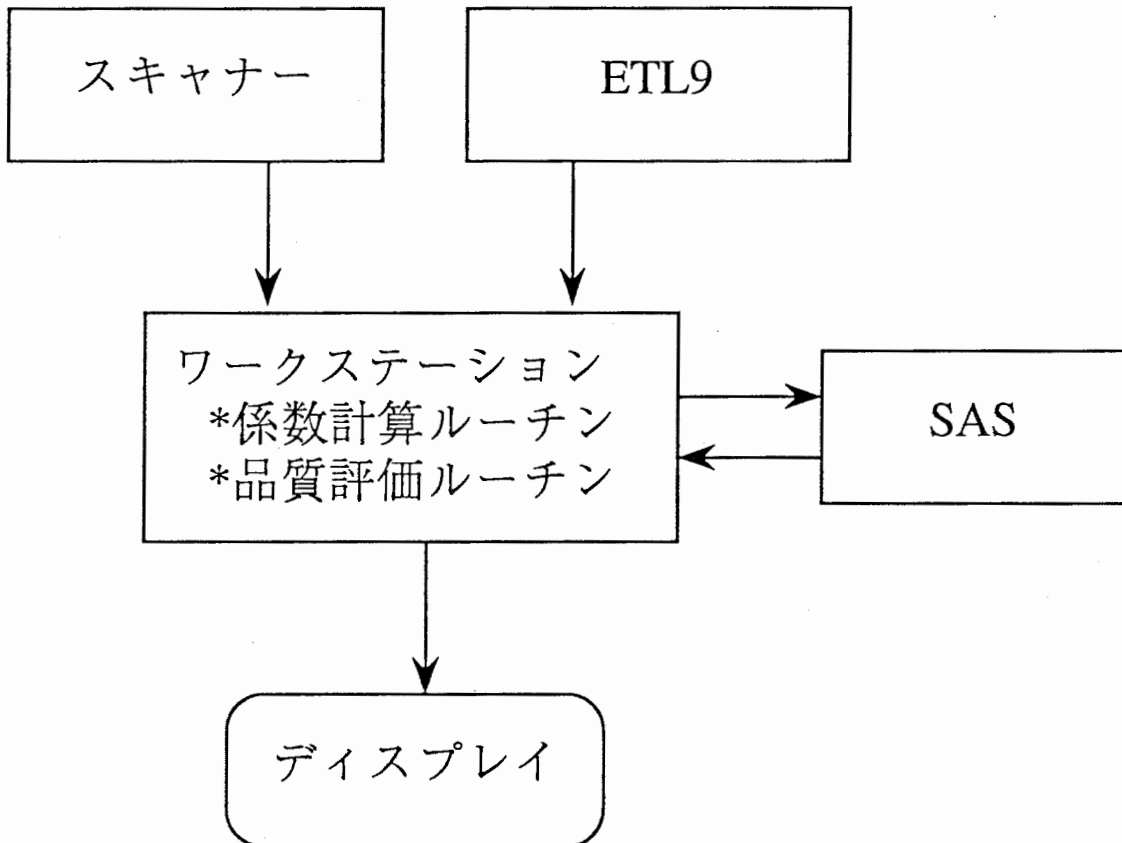


漢字 '数'



漢字 '計'

# 手書き文字品質評価システム



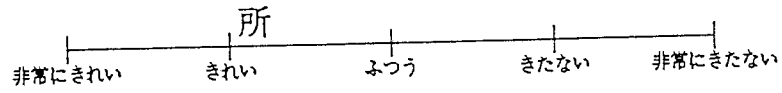


# 評価結果の表示例

\*\*\*評価文字\*\*\*

所

\*\*\*文字の評価\*\*\*



# まとめ

## 1. 手書き文字品質評定の心理実験

人間 --- 共通の評定基準

## 2. 視線検出実験

\* 評定時間 --- きたない文字の方が速い

\* 注視時間 --- ストロークの位置と間隔

## 3. 文字品質の客観的評価

評価尺度により人間の評価基準に準じた  
客観的評価可能

## 4. 手書き文字品質評価システム

様々な手書き文字の評価

## 研究発表リスト

### (1) 国際会議

1. 「Quality factors of hand-written characters based on human visual perception」: Takahito KATO, Mitsuho YAMADA  
1991 SPIE/SPSE symposium on electronic imaging science & technology, vol.1453-04, (1991.2)
2. 「Factors determining the quality of hand-written characters analyzed by the difference of the scan paths」:  
Takahito KATO, Mitsuho YAMADA  
6th European conference on eye movements, (1991.9)
3. 「Evaluation system for Hand-Written Characters」: Takahito KATO  
SPIE/IS&T SYMPOSIUM ON ELECTRONIC IMAGING: SCIENCE & TECHNOLOGY '92 (1992.2) 投稿中

### (2) 全国大会、研究会

1. 「手書き文字品質の評価」: 加藤隆仁、森吉弘、横澤一彦  
1990年電子情報通信学会春季全国大会、D-488、(1990)
2. 「手書き文字形状品質の決定要因」: 横澤一彦、加藤隆仁  
日本基礎心理学会第9回大会、F-5、(1990)
3. 「視線検出による手書き文字品質の決定要因の分析」:  
加藤隆仁、山田光穂  
1990年電子情報通信学会秋季全国大会、D-356、(1990)
4. 「手書き文字の品質分析と客観的評価」: 加藤隆仁、山田光穂  
電子情報通信学会画像工学研究会、IE90-78、(1991)
5. 「手書き文字品質評価システム」: 加藤隆仁  
1991年電子情報通信学会春季全国大会、D-546、(1991.3)
6. 「手書き文字品質の主観的評価」: 加藤隆仁  
1991年テレビジョン学会年次大会、10-8、(1991.7)

(3) ATR 関連

1. 「手書き文字品質の評価」：加藤隆仁、森吉弘、横澤一彦

ATR テクニカルレポート、TR-A-0074、(1990)