

# 高齢者の視認性と視覚的注意

---

中京大学心理学部

和氣典二

研究協力者

神奈川大学  
ハーバード大学心理学科  
安間眼科  
岡安眼科

和氣洋美  
葎田貴子  
安間哲史  
岡安成尚

中京大学大学院生・研究生、  
東京理科大学大学院生・研究生

---

# 問題の背景

## その1

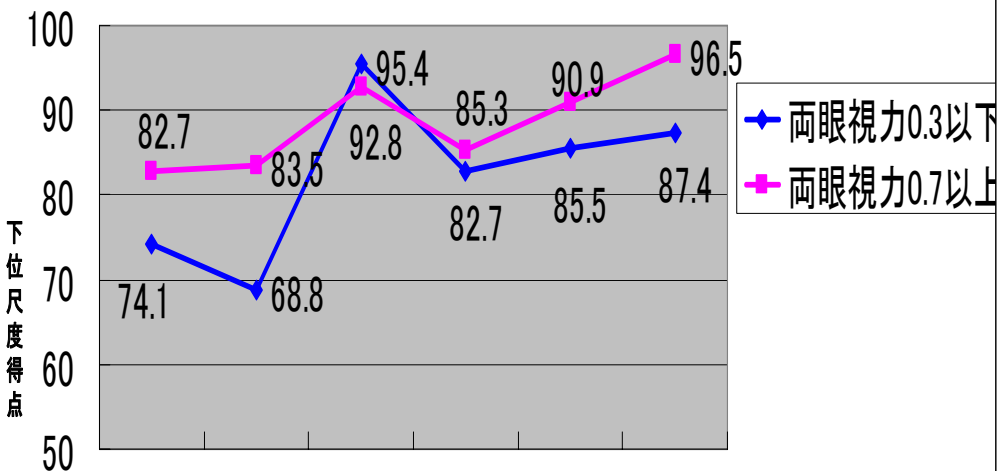
### ■ 高齢者のQOLの研究

## NEI VFQ-25日本語 Ver1.3 (The 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire)

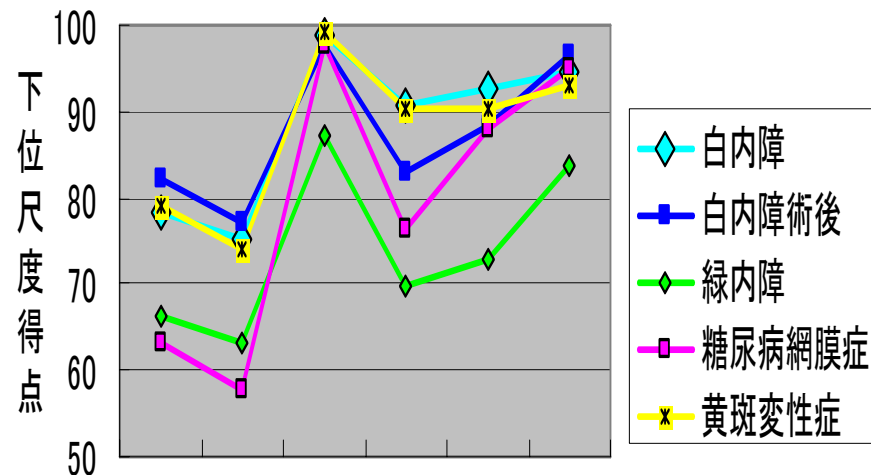
25項目とオプション項目の  
14項目があり、12の領域  
(下位尺度) から構成され  
ている。

下位尺度	項目数	項目内容
全体的健康感	1	全身の健康状態
全体的見え方	1	両眼でのものの見え方
目の痛み	2	痛みや不快感の程度 痛みによる活動の制限
近見視力による行動	3	新聞を読む、近くで見る作業、細 かい文字を読む
遠見視力による行動	3	夜間の段差、テレビを見る、標識 や看板を読む
見え方による社会生活 機能	2	相手の反応把握の困難さ、外出の 困難さ
見え方による心の健康	4	見え方に関する不安、欲求不満、 したいことが出来ない、気まずい 思い
見え方による役割制限	2	作業をやりとげれない、ふだんの 活動の継続
見え方による自立	3	家にいることが多い、他の人の話 に頼る、手助け必要
運転	2	運転の困難さ、夜間運転
色覚	1	服を選ぶことの困難さ
周辺視覚	1	周りのものに気づかない

# VFQ-25の結

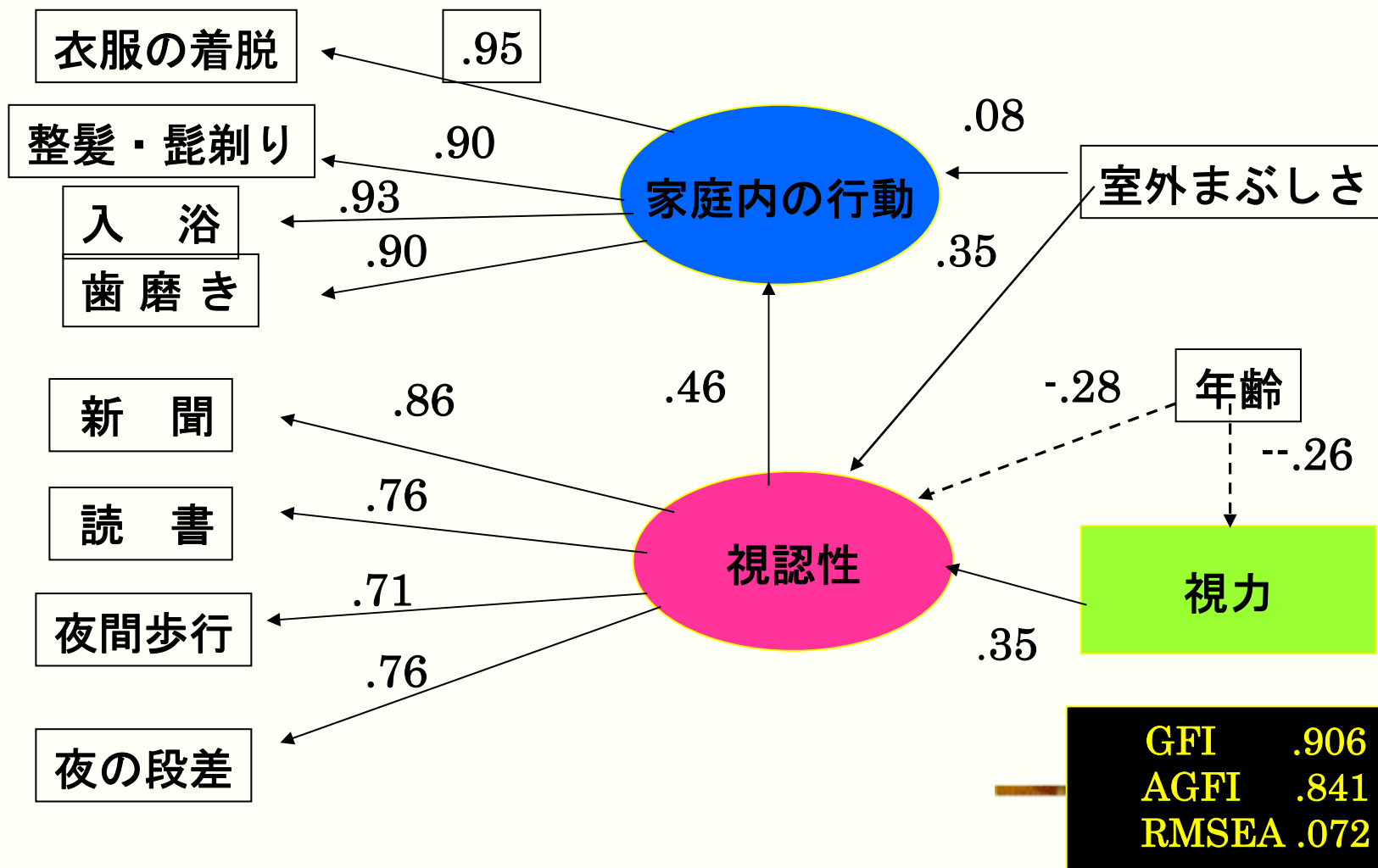


近 遠 見 見 見 見  
 見 見 会え え え え  
 視 視 生方 の方 害方 方  
 行 行 力 活 に 健 に 制 に 立 に  
 動 動 に 機 よ 康 よ 限 よ よ  
 よ よ 能 る る る る  
 る る 社 心 役 自



近 遠 見 見 見 見  
 見 見 会え え え え  
 視 視 生方 の方 害方 方  
 行 行 力 活 に 健 に 制 に 立 に  
 動 動 に 機 よ 康 よ 限 よ よ  
 よ よ 能 る る る る  
 る る 社 心 役 自

# 高齢者における日常生活行動モデル



# Night vision



^

Mercedes' S-Class night-vision drive system uses a near infrared camera to scan and process nighttime images. While its maximum projection distance is only 492 feet, images are crisp and clear. Here, a pedestrian and surrounding landscape are shown in the bottom photo, which would otherwise be shrouded in darkness without the aid of the night-vision system as shown in the top photo.

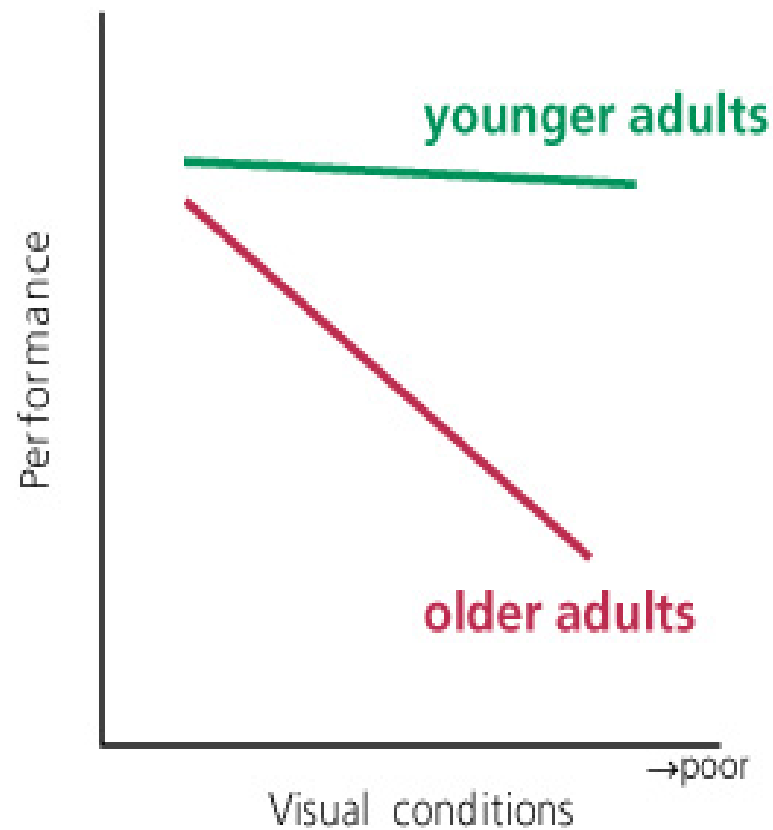
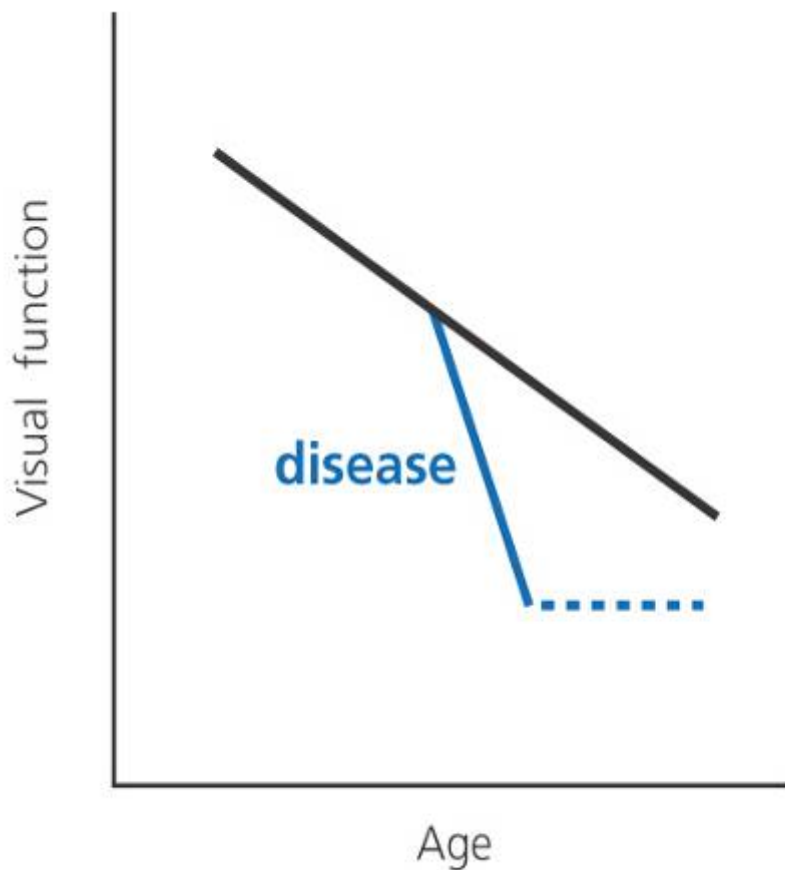


Pedestrian that would otherwise be hidden in the darkness appear very brightly on the BMW 7 Series' screen.



安全装置の一例として紹介されているナイトビジョンシステム。フロントガラスの視野からは前方の人影は分かりにくいですが、ダッシュボードに取り付けられた小画面には、赤外線カメラによって捉えられた歩行者が白い影として映し出されている。

# 加齢による視機能の変化





# 視力の加齢の効果

# 白内障術後 (北原、1999)

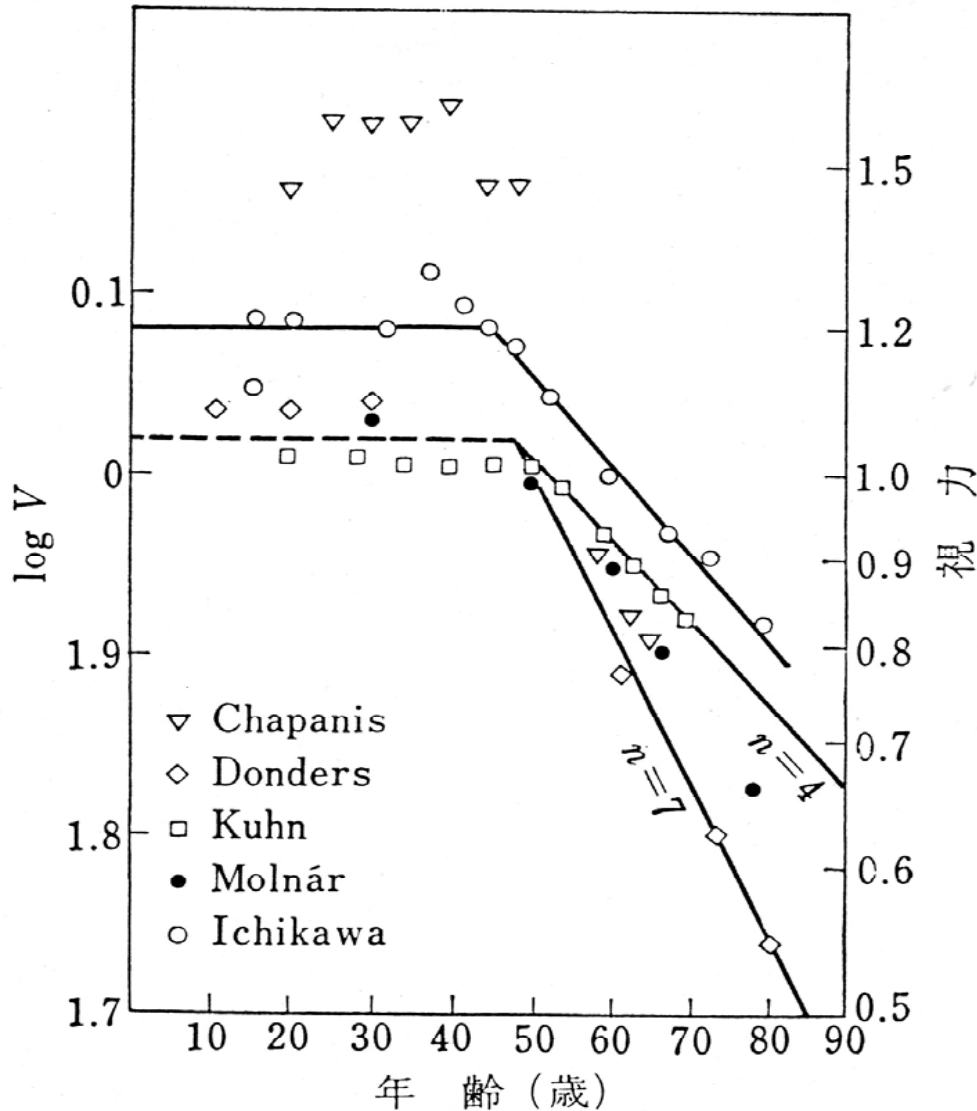


図 7.5 加齢による視力の低下(Weale, 1975; 市川, 1981)

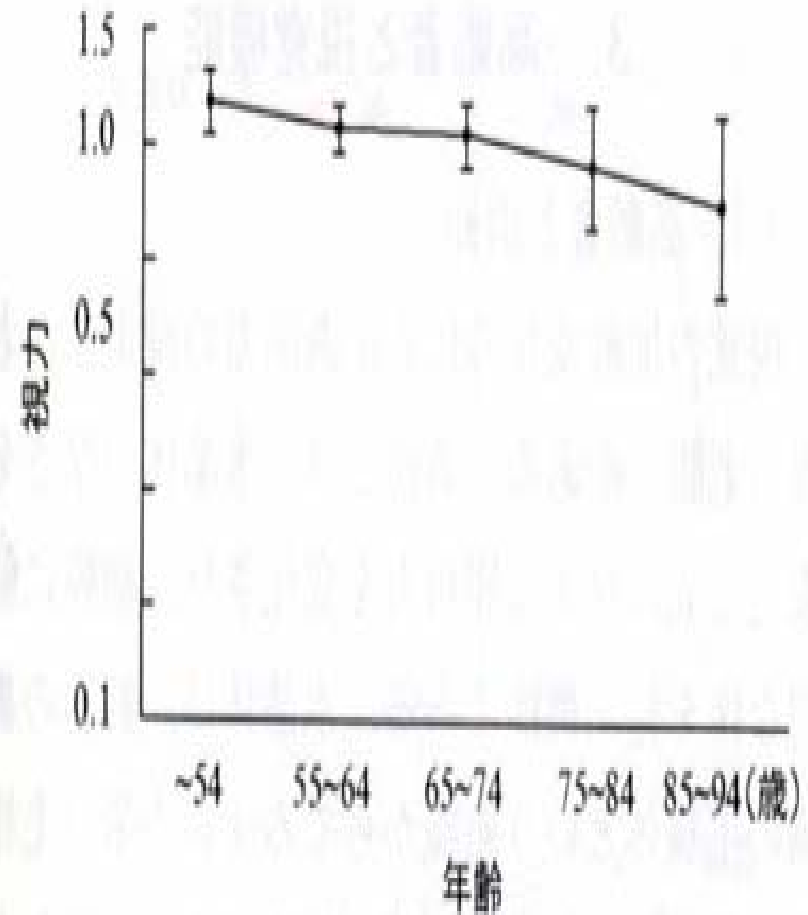


図3 眼内レンズ挿入眼における視力の加齢変化 加齢に伴う視力の低下は、網膜からの視覚伝達路の加齢変化によることが推察される。



# 視認性の簡便測定法

表2 蛍光ランプの種類

本研究における名称	メーカー	商品名	形式名称	色温度	図番号
6700 K	三菱電機オスラム	ルピカラインN 32W	FHF32EX-N	6700 K	図2.1
5000 K	三菱電機オスラム	ルピカラインD 32W	FHF33EX-D	5000 K	図2.2
3000 K	三菱電機オスラム	ルピカラインL 32W	FHF34EX-L	3000 K	図2.3

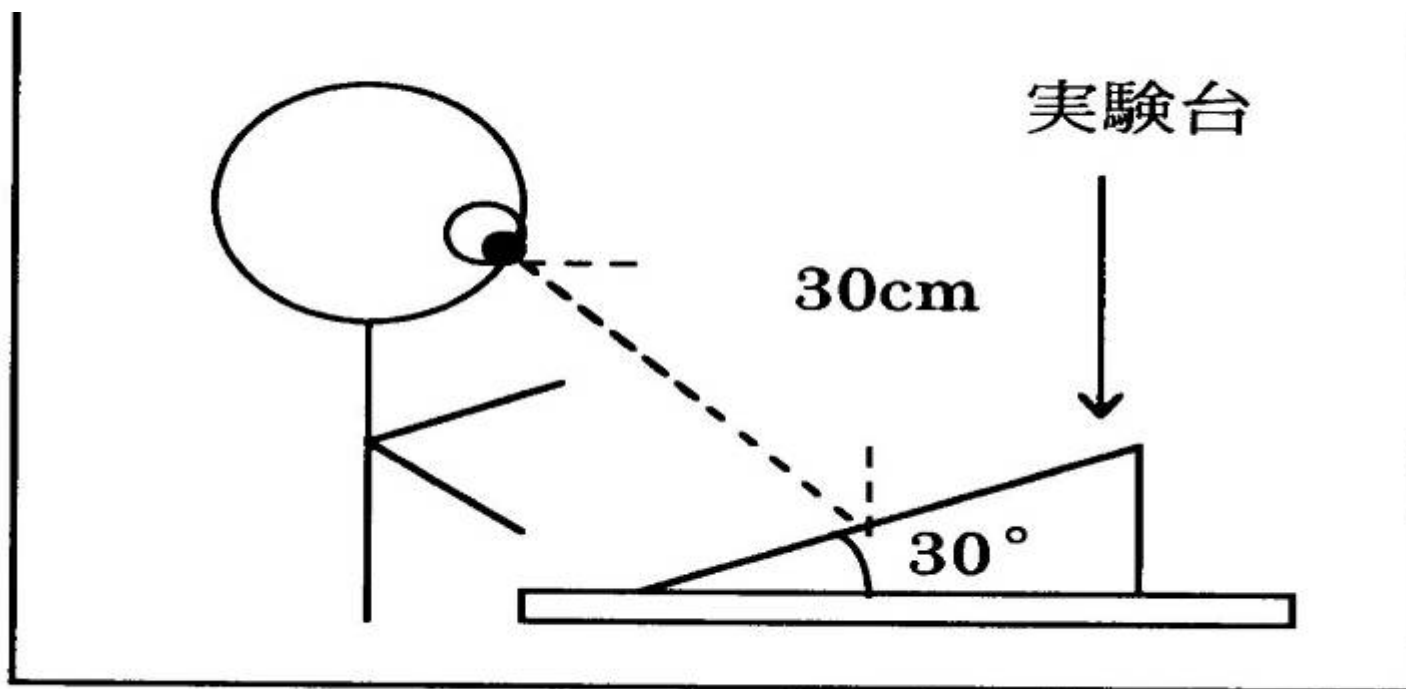


図3 被験者の座る位置姿勢

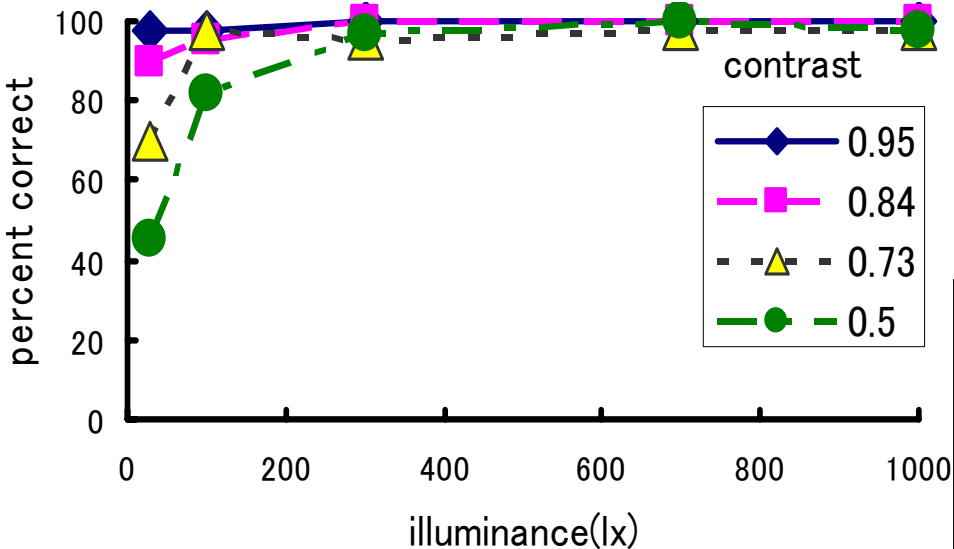
# 使用された文字

表5 2画、3画のひらがなと6画の漢字

い う え こ す ち と ぬ ね み め ゆ よ ら り  
 れ わ あ お か け さ せ に は ま む も や を

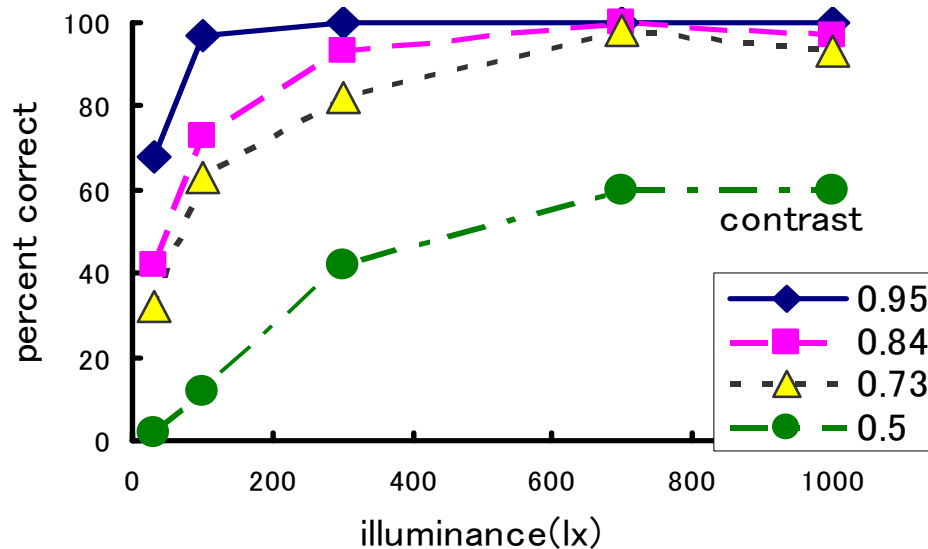
丞	両	争	亘	亦	亥	交	伊	仮	会	企	休	仰	件	伍	全	仲	伝	任
伐	状	光	充	先	兆	共	再	冴	刑	列	劣	匡	匠	卍	印	危	各	吉
吸	叫	向	后	合	吊	吐	同	名	吏	因	回	団	圭	存	地	壮	多	好
如	妃	妄	宇	在	安	字	守	宅	寺	尖	当	尽	州	巡	帆	年	庄	式
式	忙	戒	成	扱	旭	旨	旬	早	曲	有	机	朽	朱	朴	次	此	死	每
気	汚	汗	江	汝	汐	池	灰	灯	牝	牟	瓜	百	竹	米	糸	缶	羊	羽
老	考	耳	肉	肌	自	至	臼	舌	舟	色	芋	芝	虫	血	行	衣	迅	西

0.71° letter size, younger adults, 3000K

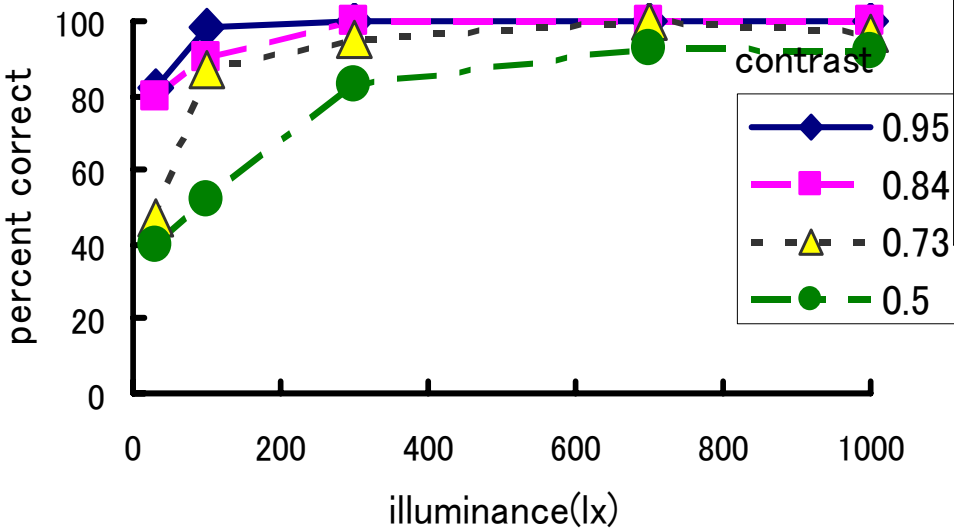


3000K, younger adults (above 1.0VA)

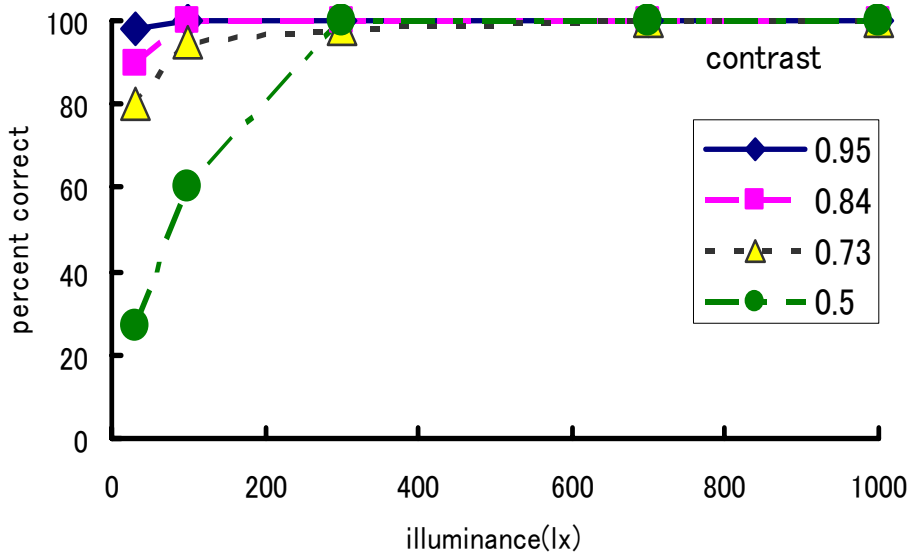
0.38° letter size, younger adults, 3000K



0.52° letter size, younger adults, 3000K

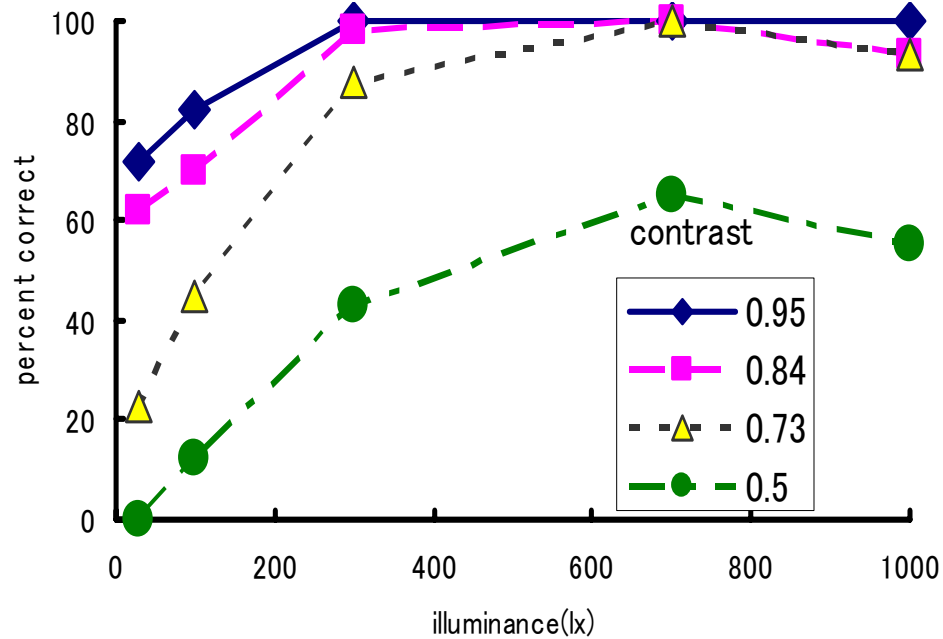


0.71° letter size, older adults above 0.6 VA, 3000K

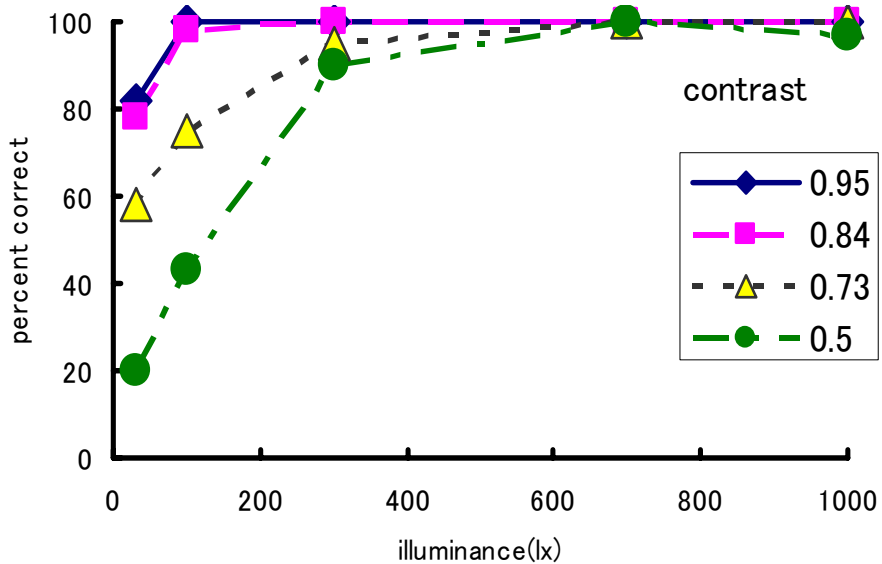


3000K, older adults (above 0.6VA)

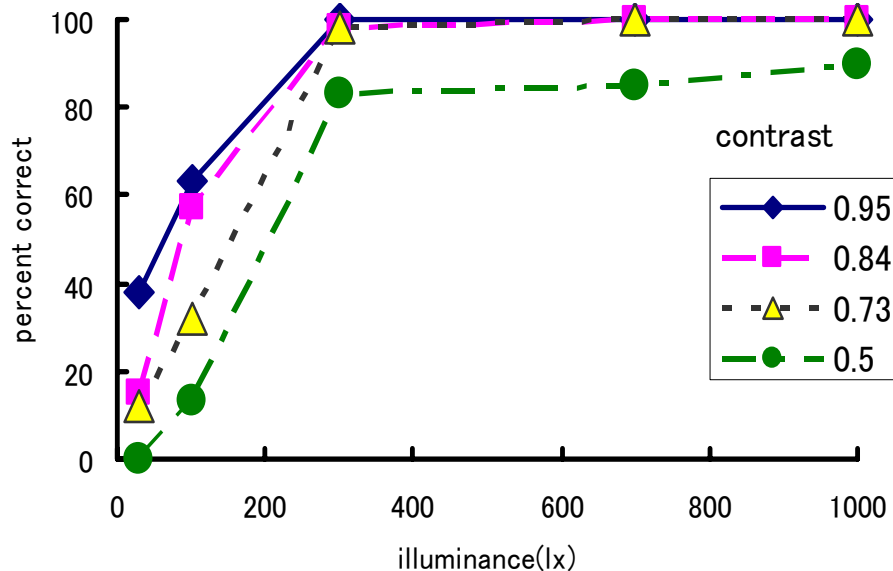
0.38° letter size, older adults above 0.6 VA, 3000K,



0.52° letter size, older adults above 0.6VA, 3000K,

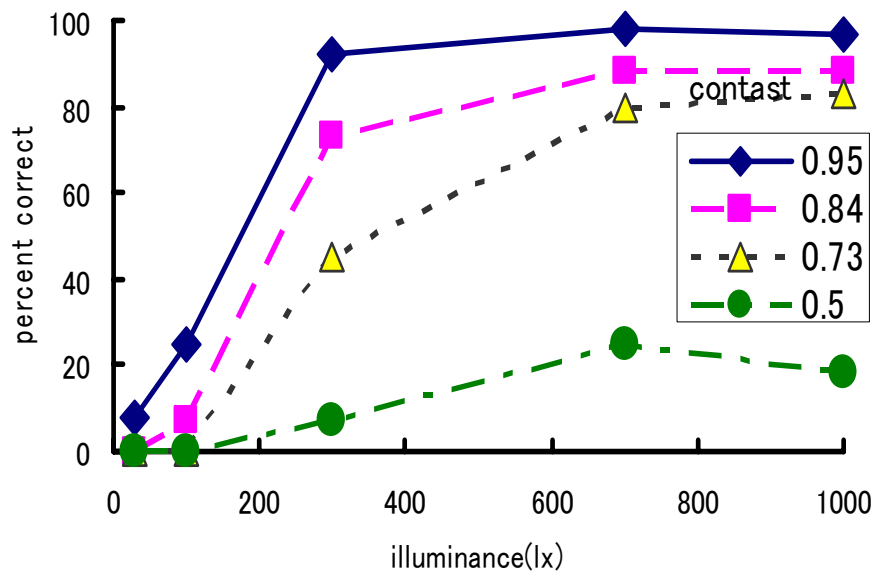


0.71° letter size, older subjects below 0.5 VA, 3000K.

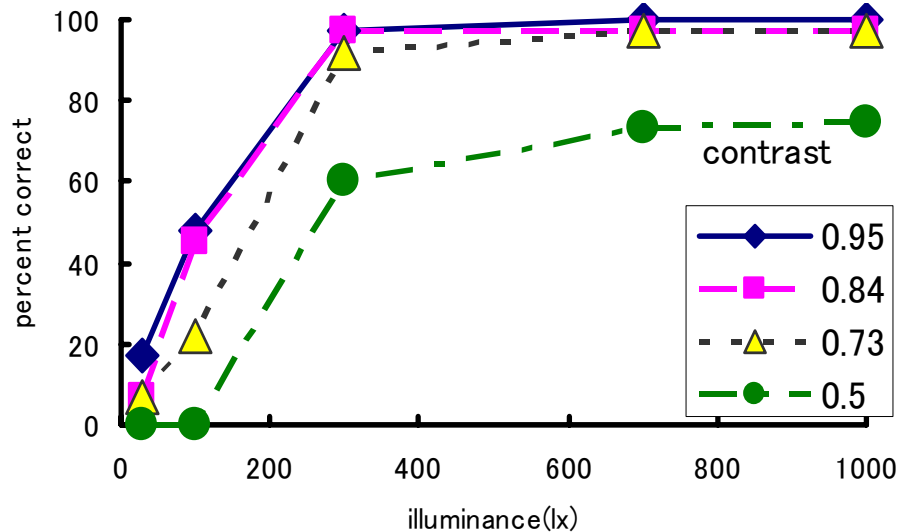


3000K, older adults (below 0.5VA)

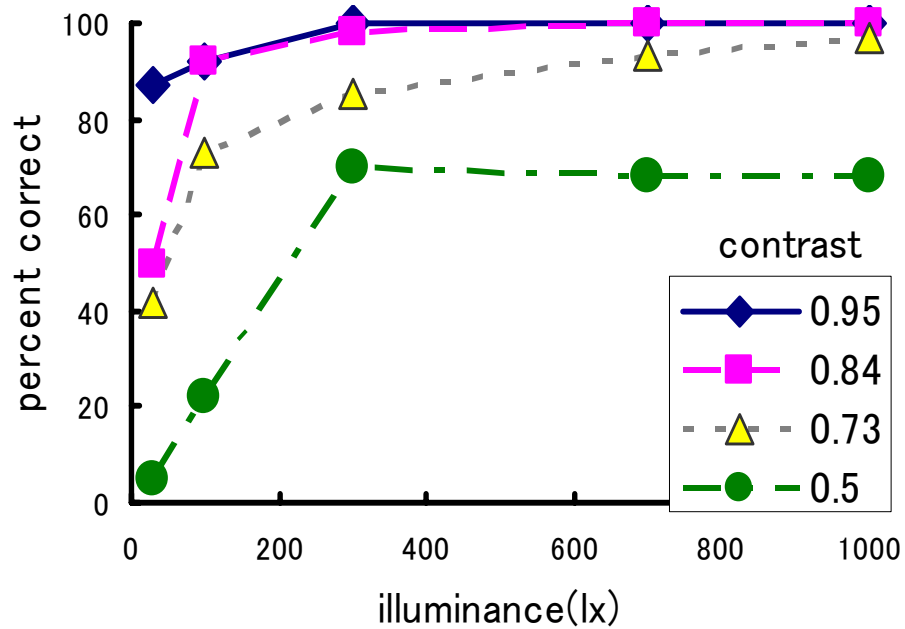
0.38° letter size, older adults below 0.5 VA, 3000K



0.52° letter size, older adults below 0.5 VA, 3000K

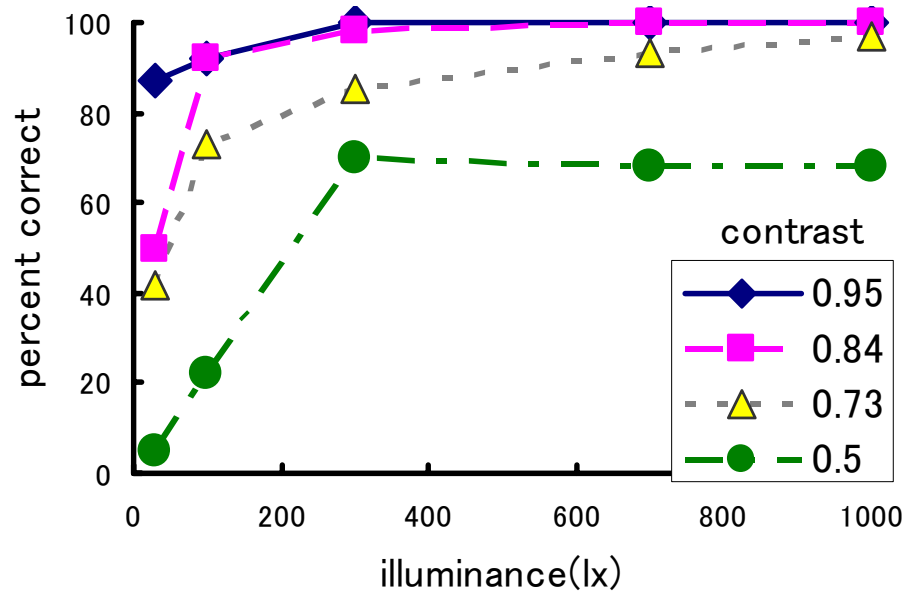


0.38° letter size, younger adults, 6700K

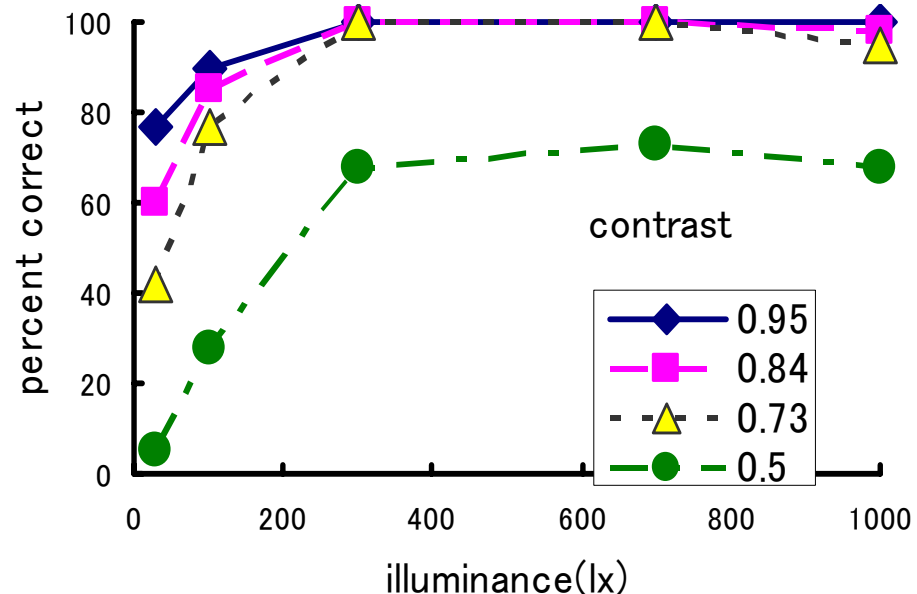


# 照明光の色温度 の効果

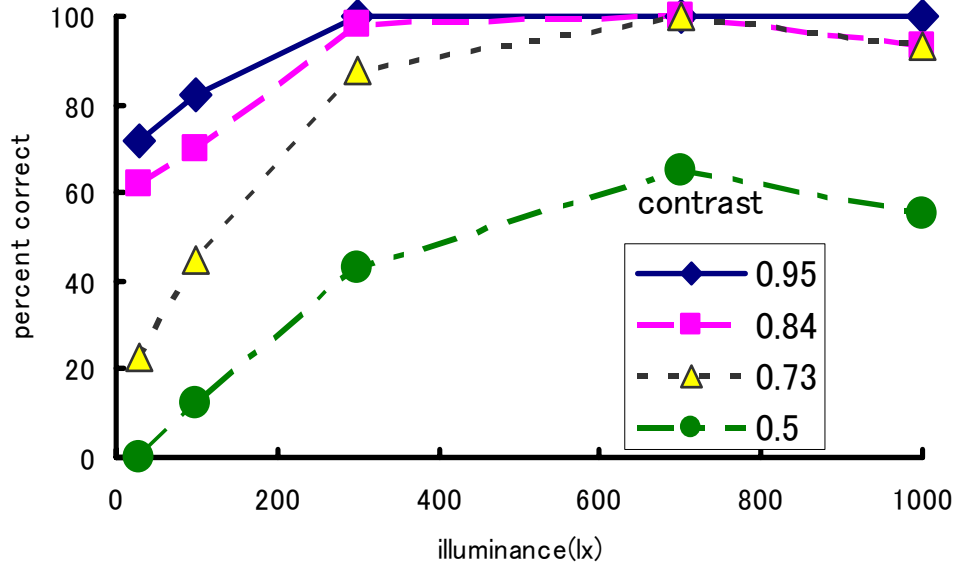
0.38° letter size, younger adults, 6700K



0.38° letter size, younger adults, 5000K

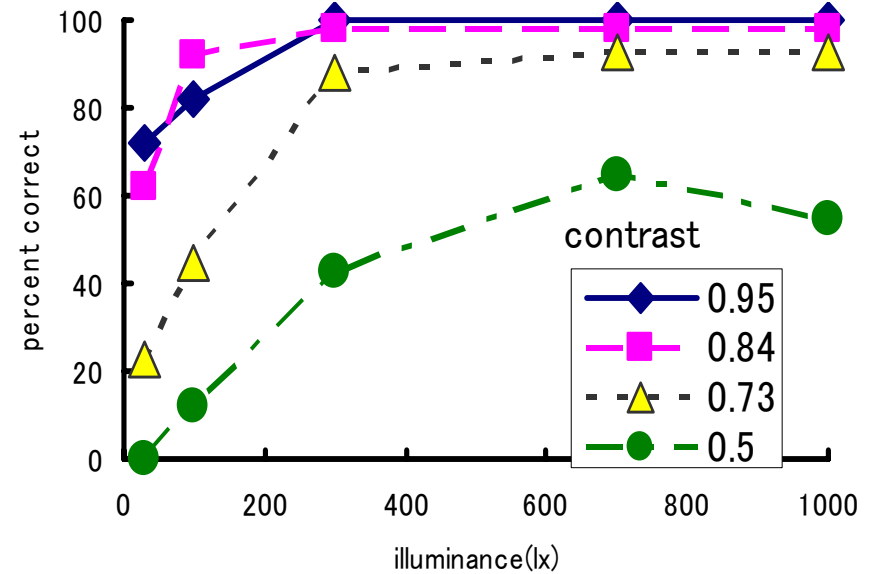


0.38° letter size, older adults above 0.6 VA, 3000K,

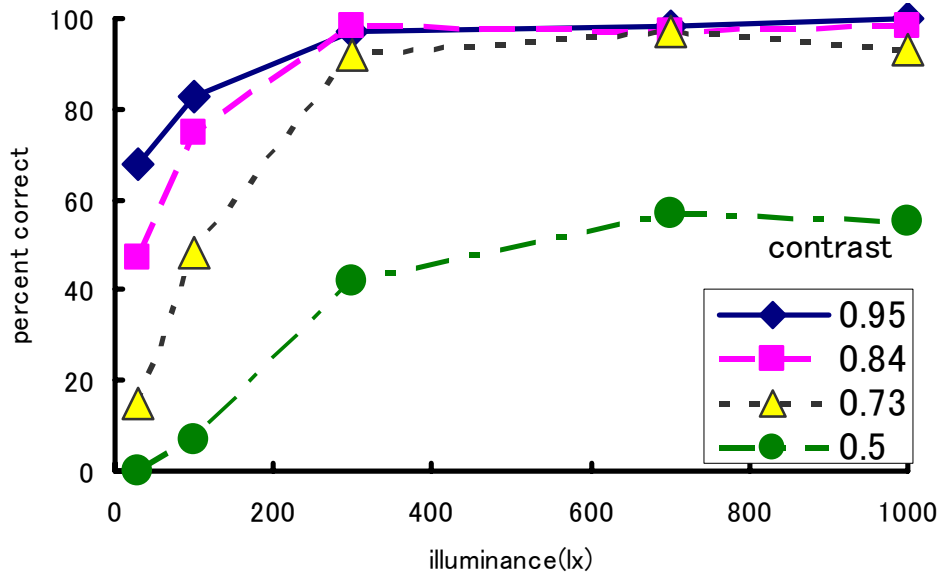


# 高齢者の色温度 の効果

0.38° letter size, older adults above 0.6 VA, 6700K

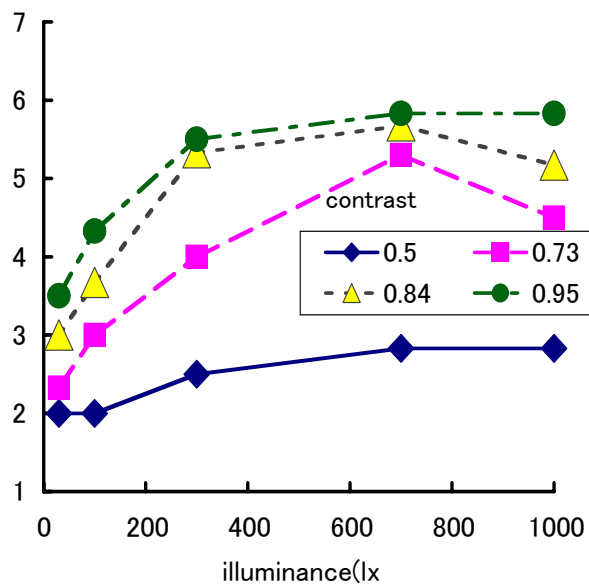


0.38° letter size, older adults above 0.6 VA, 5000K

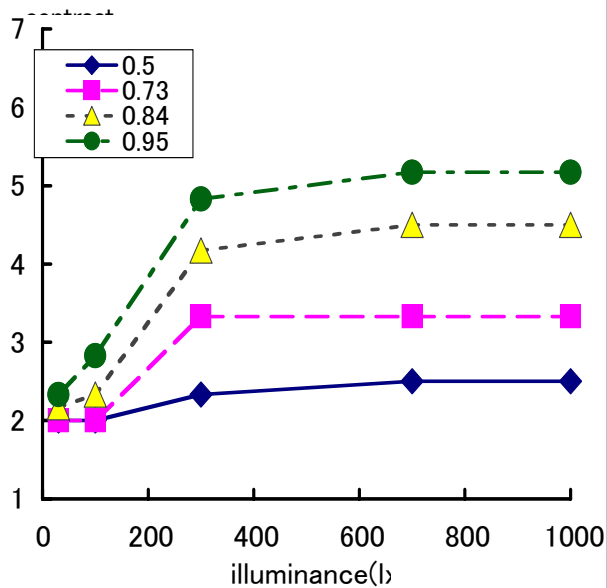




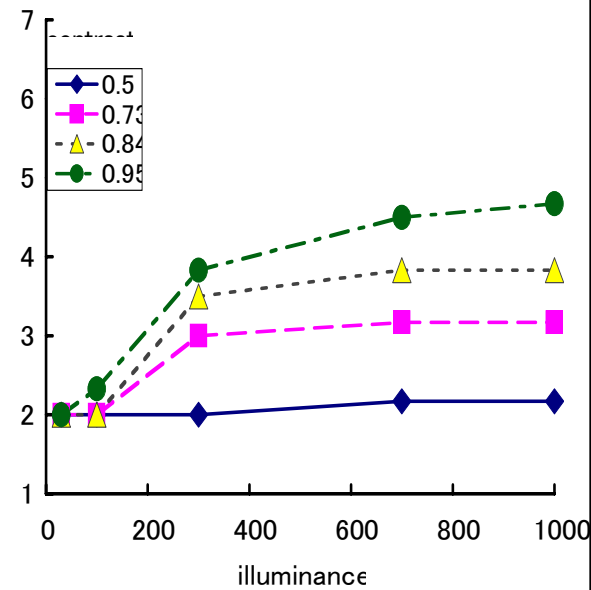
0.38° letter size, younger adult  
3000K



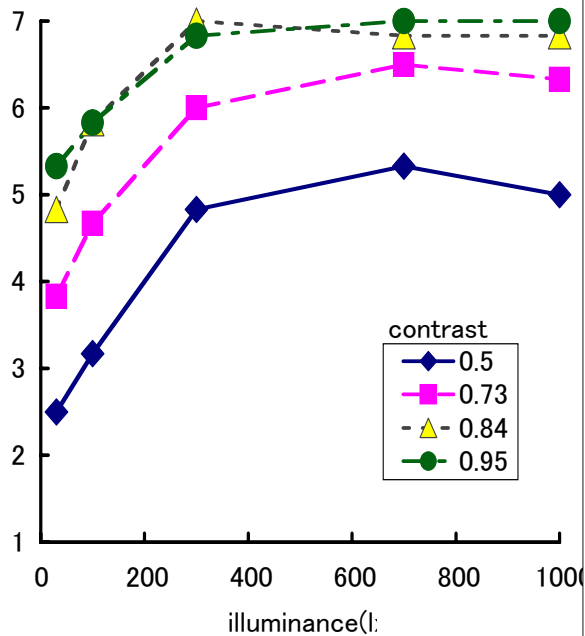
0.38° letter size, older adults above 0.6 VA, ;



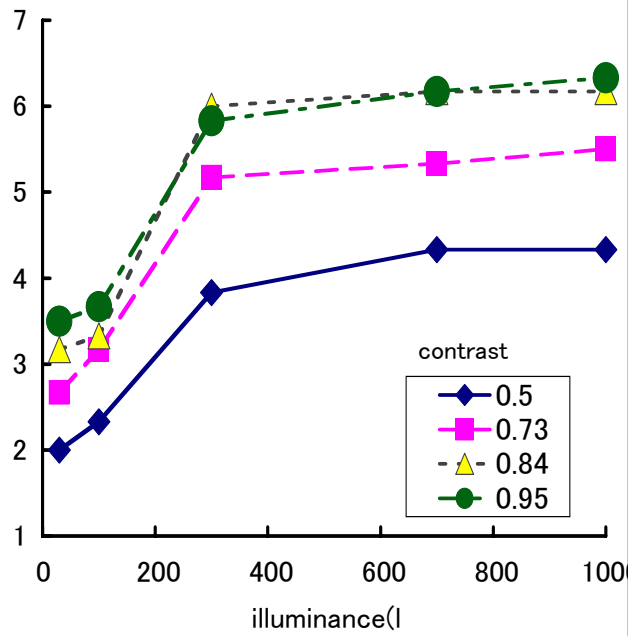
0.39° letter size, older adults below 0



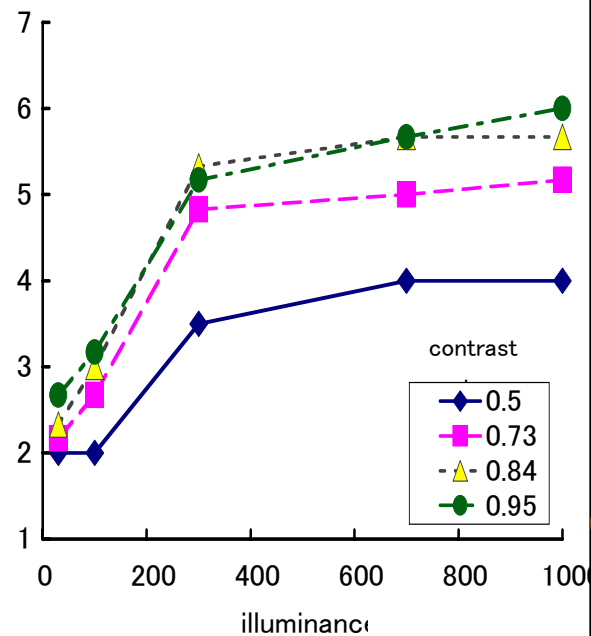
0.71° letter size, younger adults, 3



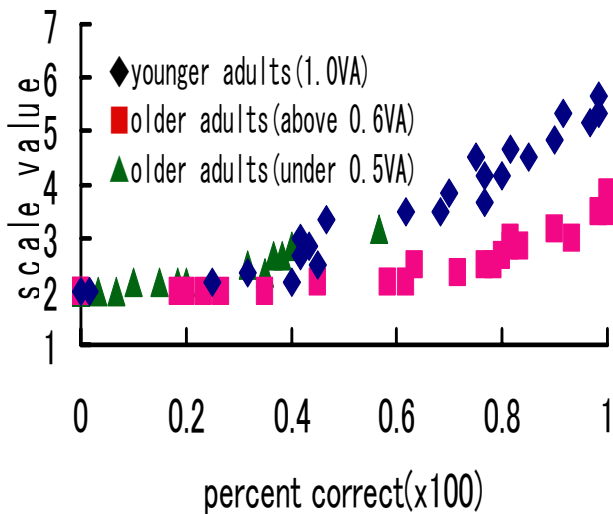
0.71° letter size, older adults above 0.6 VA



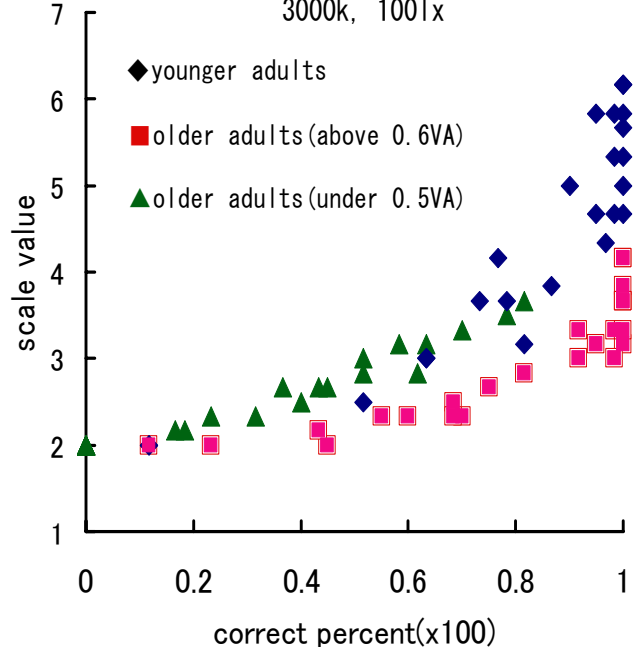
0.71° letter size, older adults below 0.6 VA



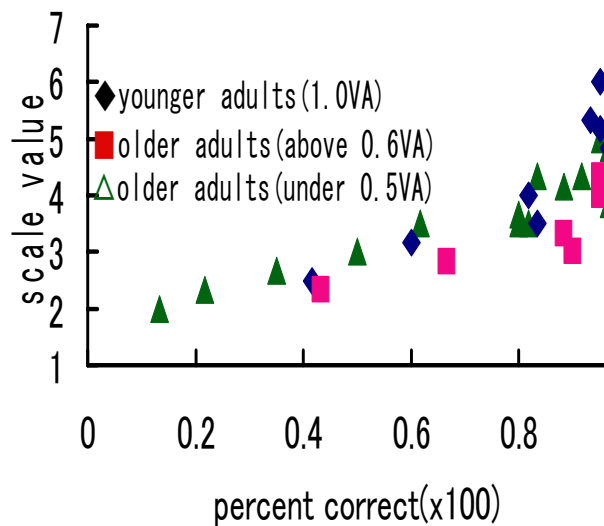
3000k, 30lx



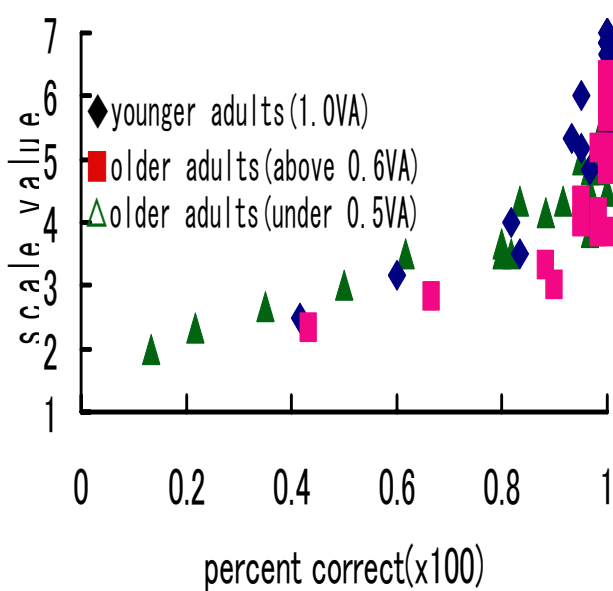
3000k, 100lx



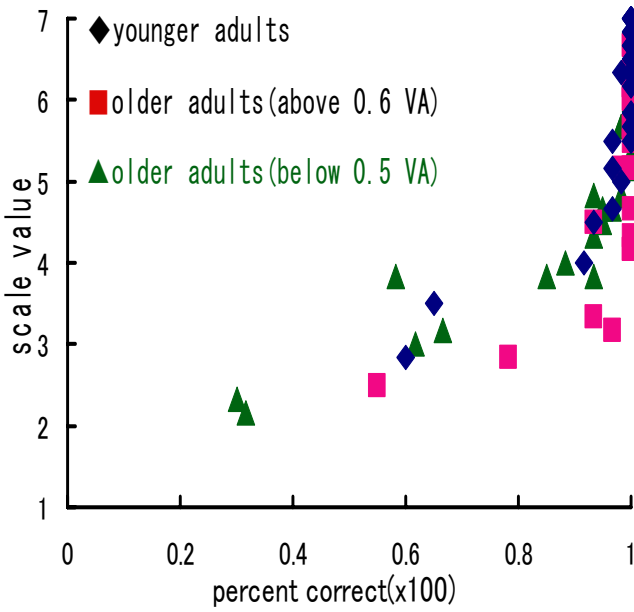
3000k, 300lx



3000k, 300lx

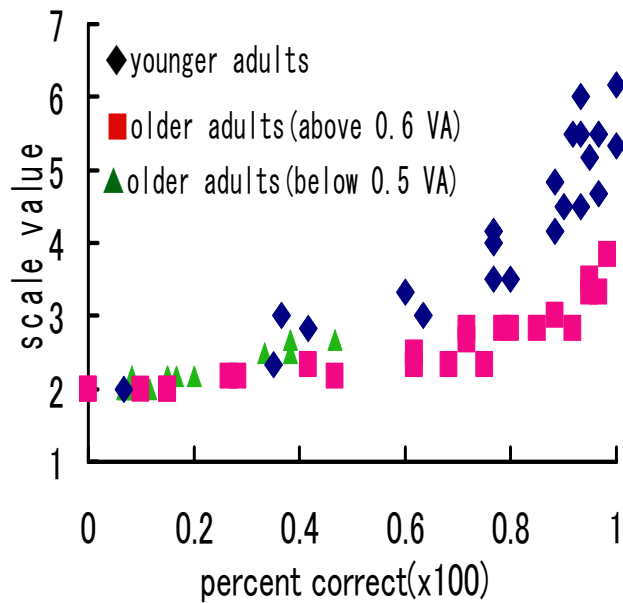


3000k, 1000lx

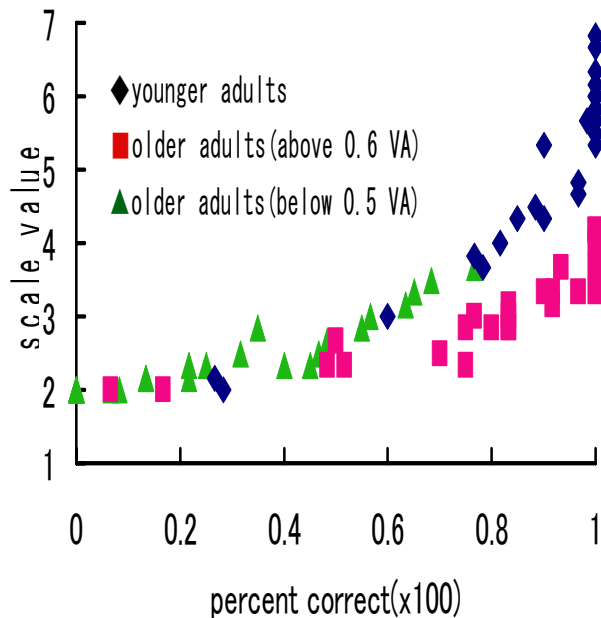


正答率と読みやすさ、3000K

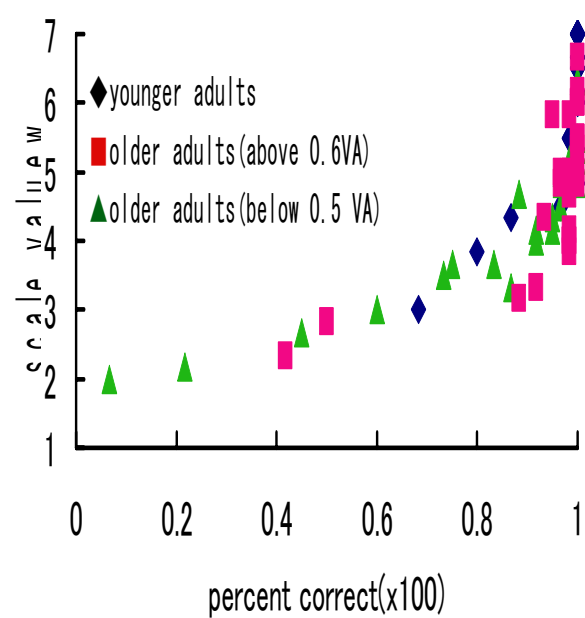
5000k, 30lx



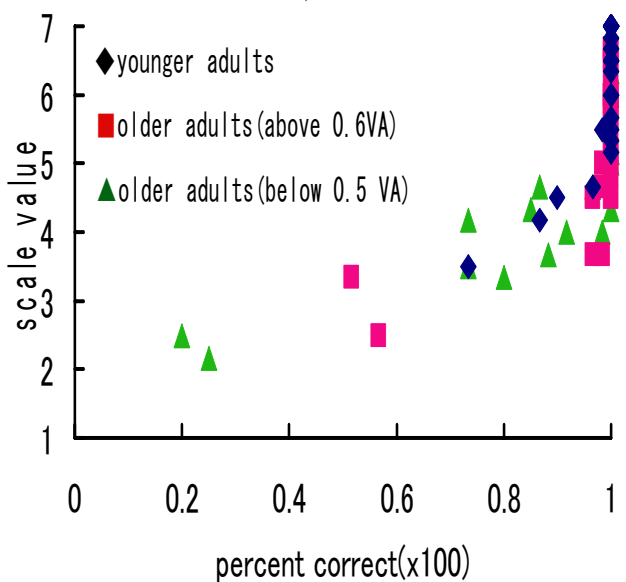
5000k, 100lx



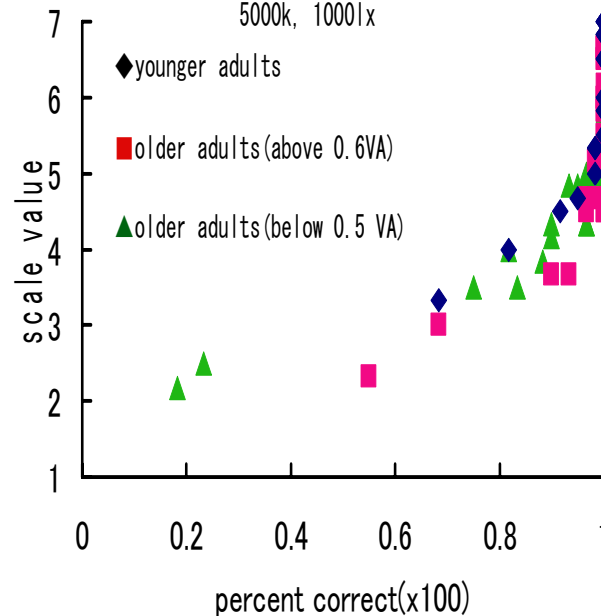
5000k, 300lx



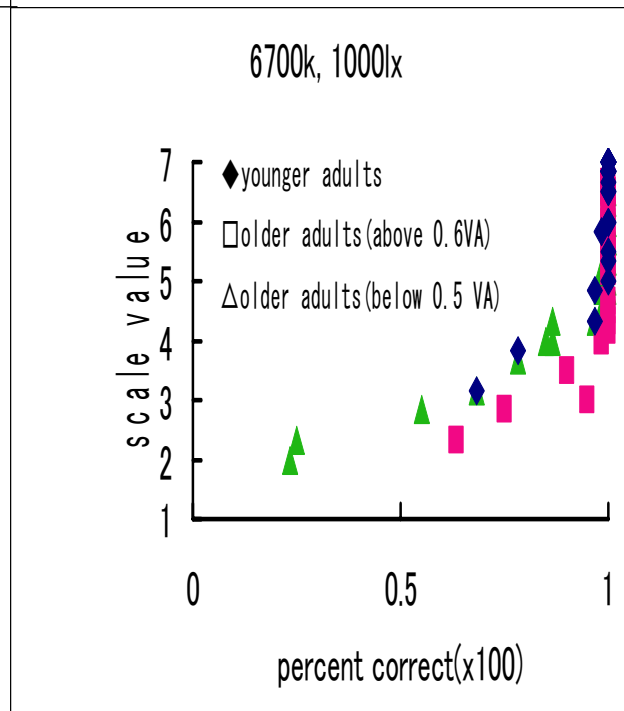
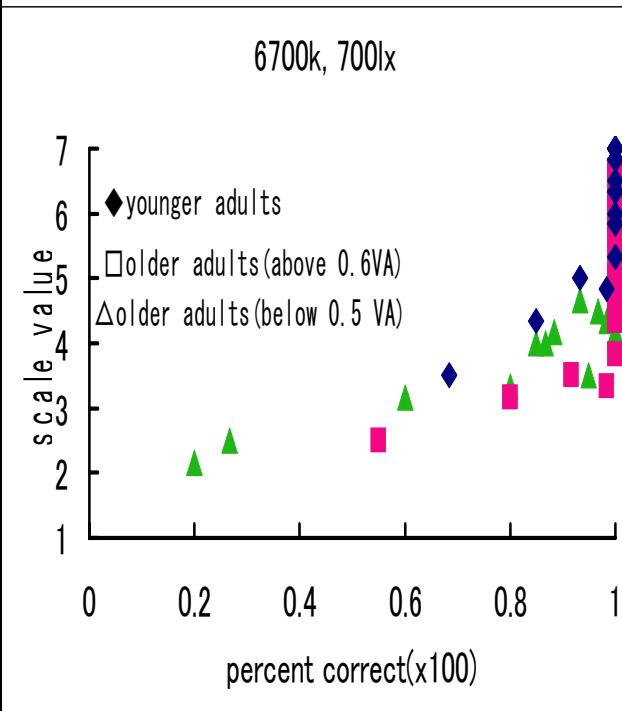
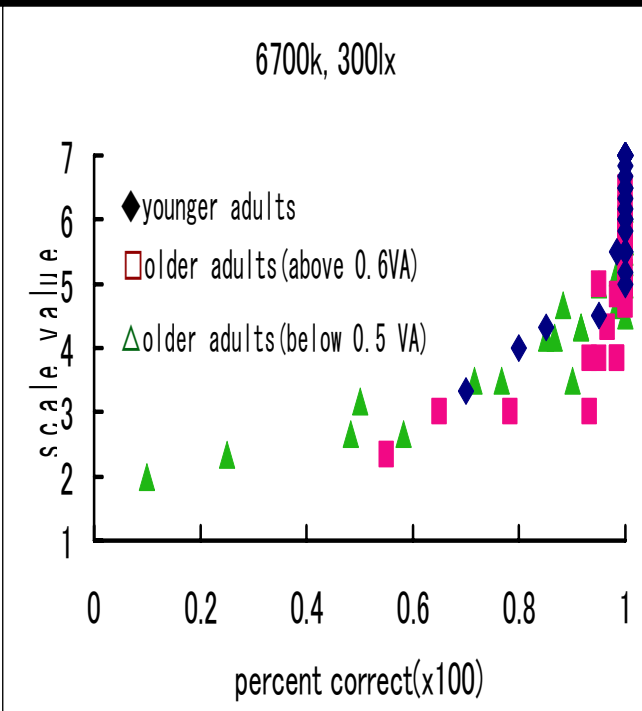
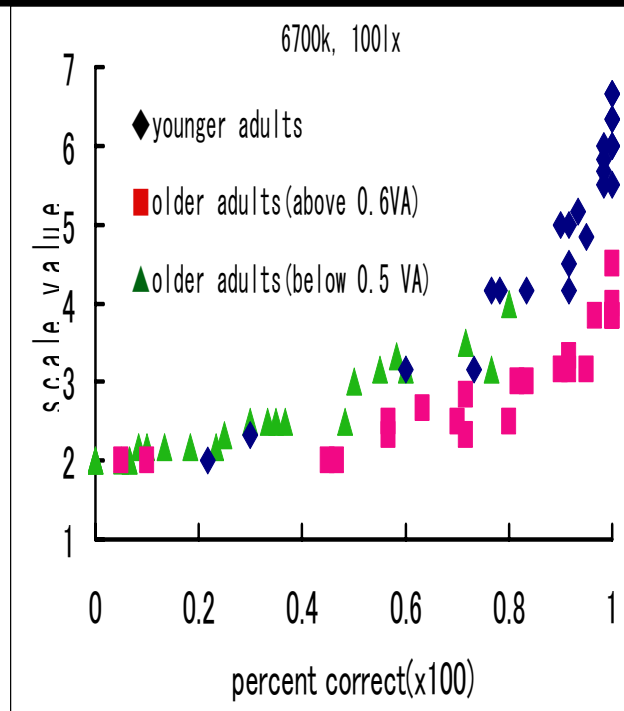
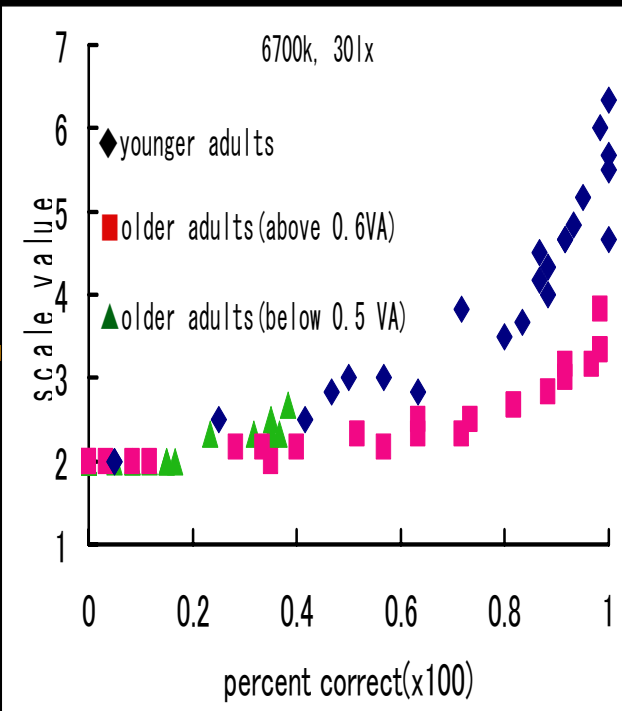
5000k, 700lx



5000k, 1000lx



5000K



6700K

# まとめ

- 若年者、高齢者の差が顕著に認められる。
- 高齢者のなかでも30cm視力の程度にも依存する。
- 文字の大きさやコントラストの効果は顕著である。特に、それは高齢者に著しい。
- 色温度の効果は顕著ではない。
- 高齢者は、正答率が高くても読みにくいと反応している。
- この簡便法はかなり有効な情報をわれわれに提供する。

# 視覚探索における色差の効果

## 手続き

## 刺激画面提示

← 10.54° →

兎赤走車臣走車乱形臣  
乱谷兎乱形走言乱車臣  
赤兎谷形兎赤走車臣走  
車乱形臣車谷形兎赤走  
乱谷兎乱臣走車乱形臣  
形走言乱車言乱車赤臣  
赤兎谷形兎赤走車臣走  
走車乱形臣谷豆兎乱臣  
車臣走車乱形臣谷兎乱  
乱谷兎乱形走言乱車臣

10.54°

< 提示画面例 >

### ターゲットの発見

ここでボタン押し反応  
時間の測定(RT)

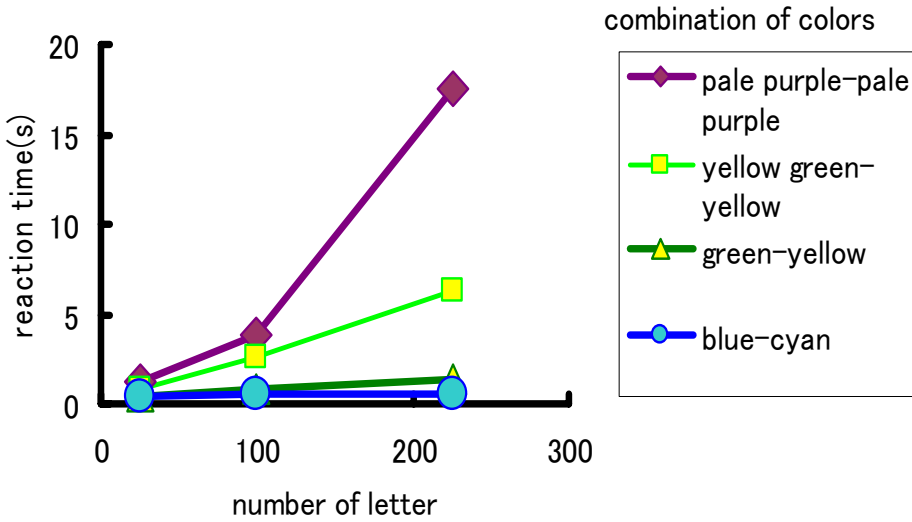
### カーソルの移動

マウス操作

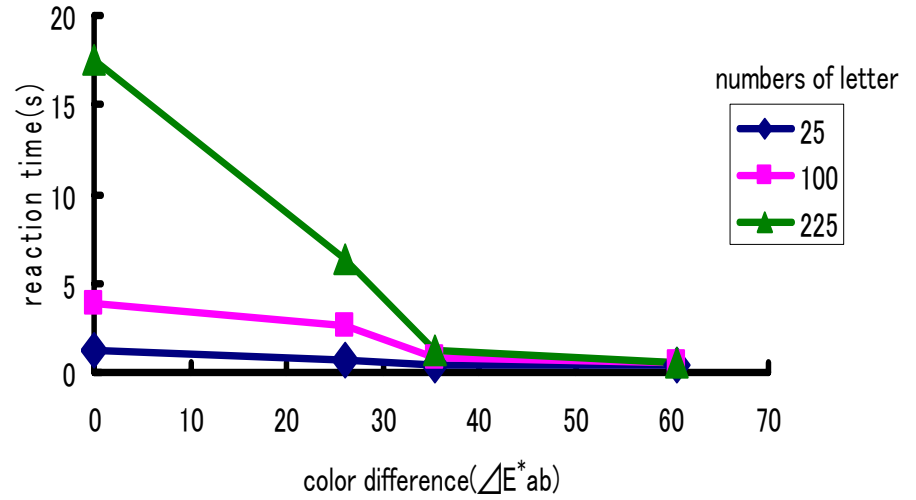
### ターゲット位置の確認

画面上でボタン押し  
確認時間の測定(CT)

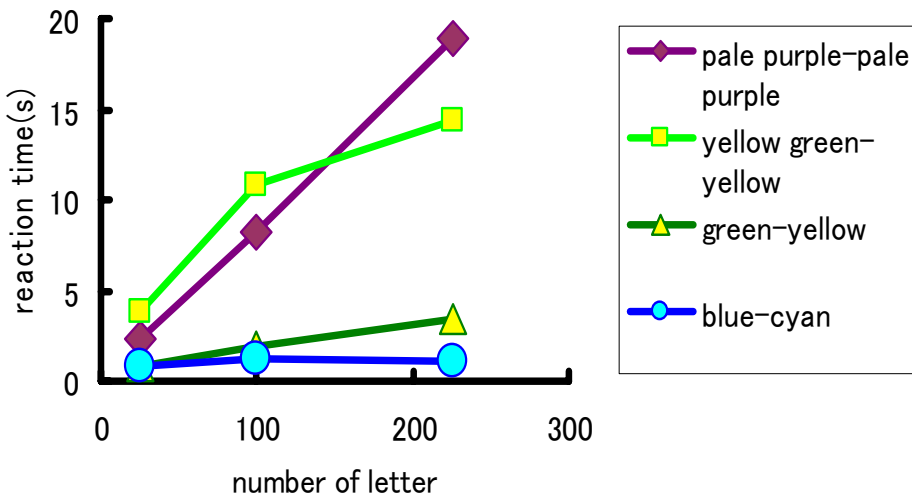
younger adult



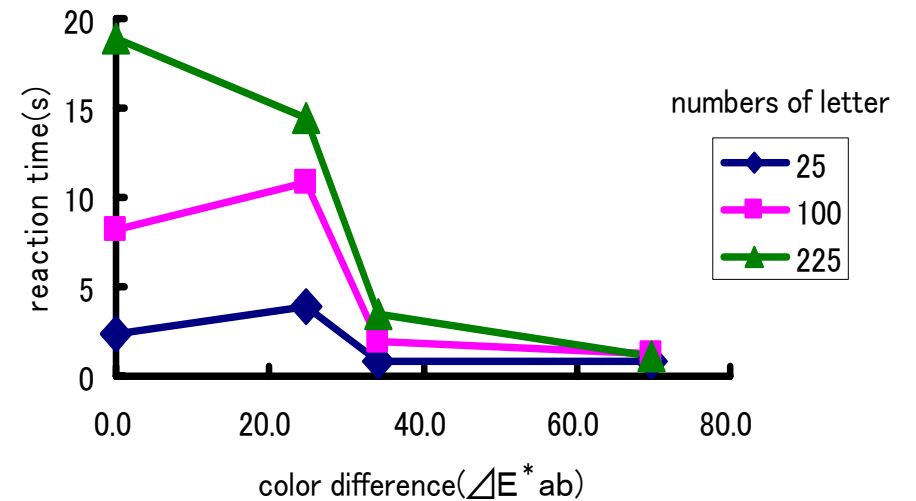
younger adult, color difference and numbers of letter



older adult combination of colors

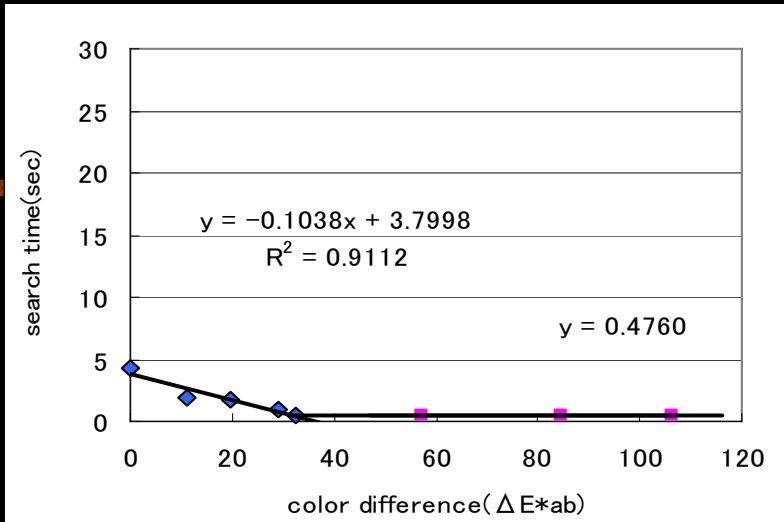


older adult, color difference and numbers of letter

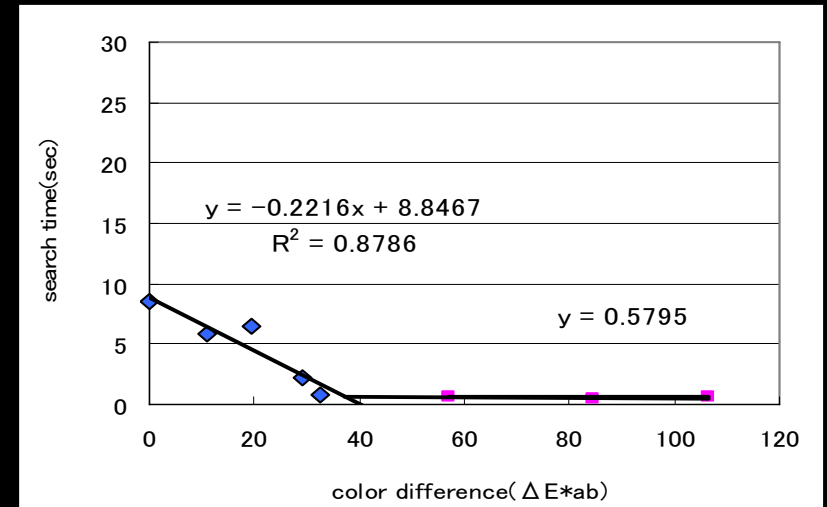




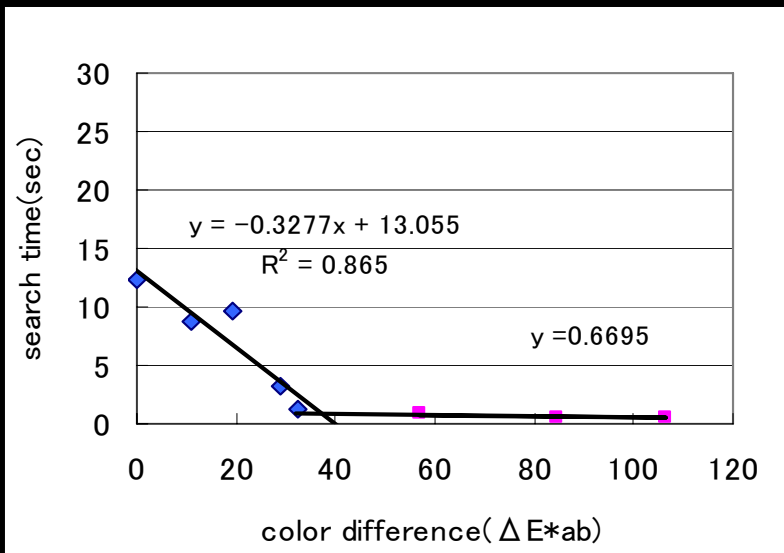
# 若年者の視力の効果



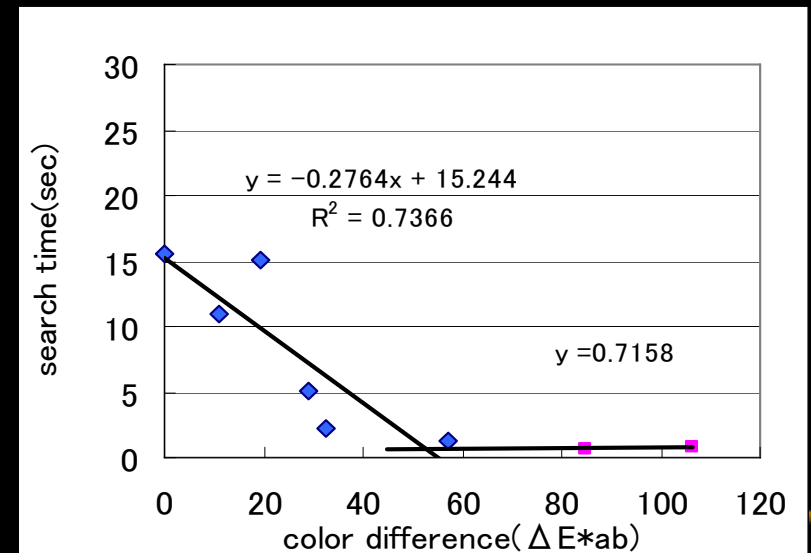
**1.0 条件;  $\Delta E^*ab = 31.98$**



**0.3 条件;  $\Delta E^*ab = 37.31$**



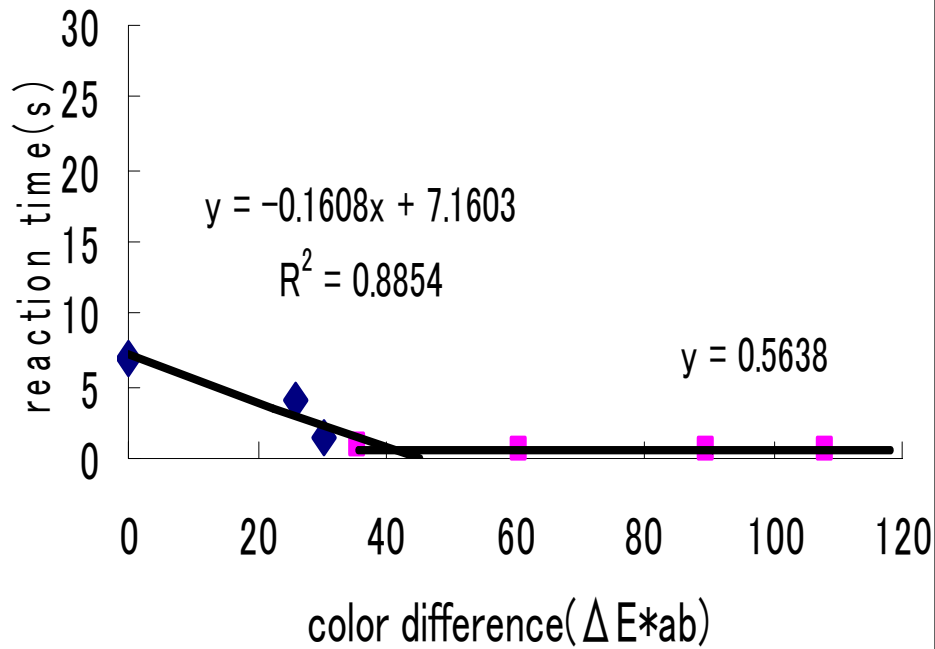
**0.1 条件;  $\Delta E^*ab = 37.80$**



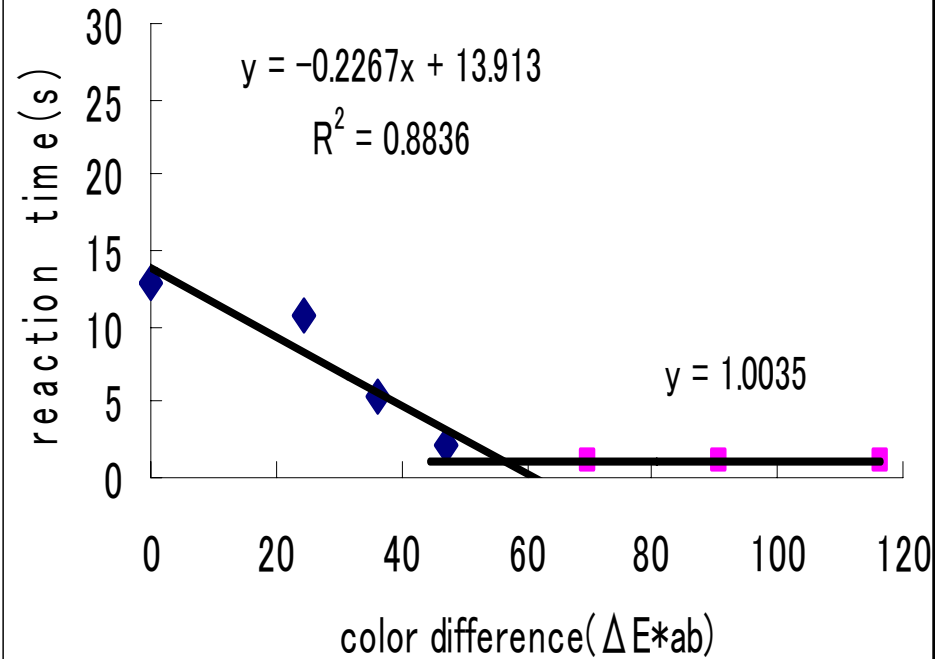
**0.05 条件;  $\Delta E^*ab = 52.64$**

# 若年者と高齢者の比較

younger adults



older adults



# 高齢者が罹りやすい眼疾病と見え方

## 眼疾患による見え方の一例

### 1. 視力が低下している場合

視力が低下すると、新聞を読んだり文字を書くことに不便を感じるようになります。



白内障

水晶体が濁るため、くもりガラスを通してのようにかすんで見えたり、まぶしく感じる場合があります。



糖尿病網膜症

糖尿病が長引くと視力の低下が引き起こされ、網膜上に白斑が現れ、見えにくくなります。



黄斑部変性症

網膜の中心部が変性し、見えにくくなります。60歳以上の高齢者に多く、顔の識別や文字を読むのが困難です。

### 2. 視野が欠損して見える場合

視野とは、眼を動かさずに同時に見ることができる範囲をいい、角度で表します。視野が欠ける(狭くなる)と、歩行などの行動に不便を感じるようになります。



網膜色素変性症

視野が極端に狭くなり、細い管から外を見ているような感じになります。

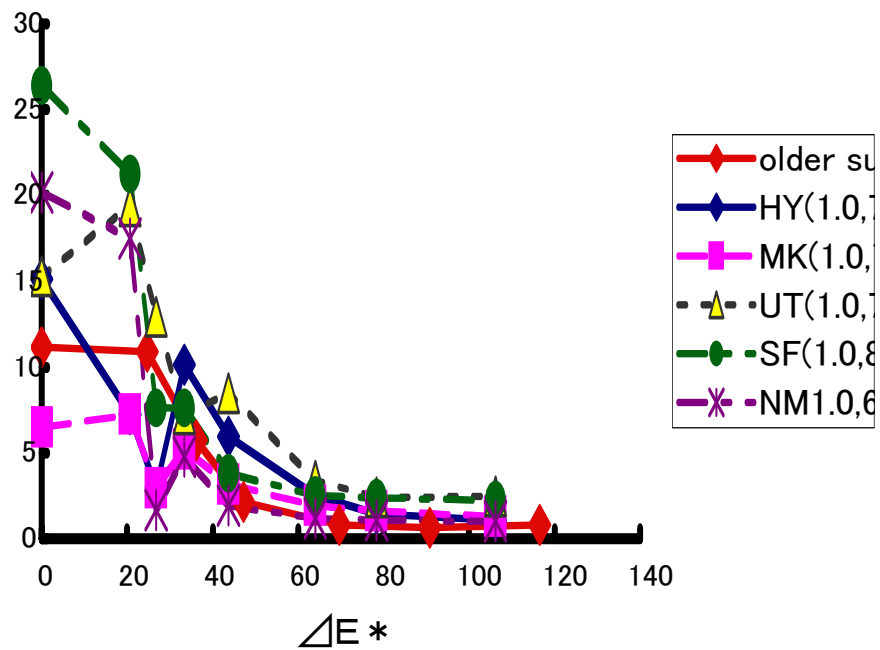


緑内障

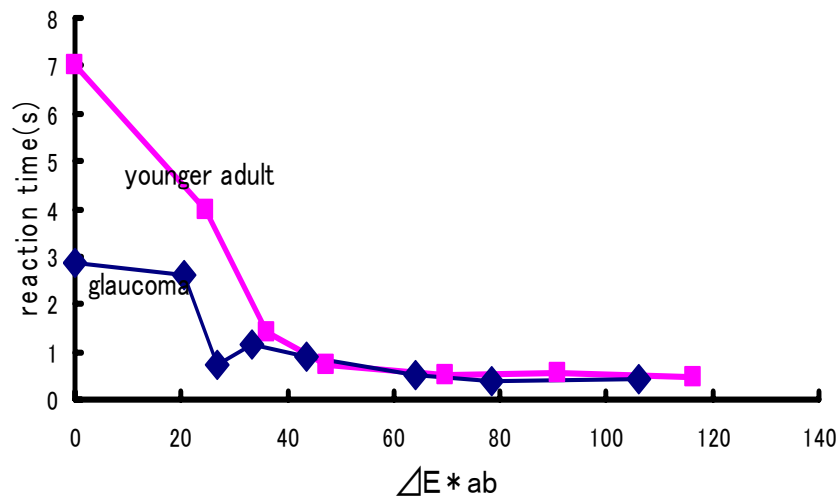
眼圧が上昇し、周辺の視野が徐々に失われてきます。

# 緑内障

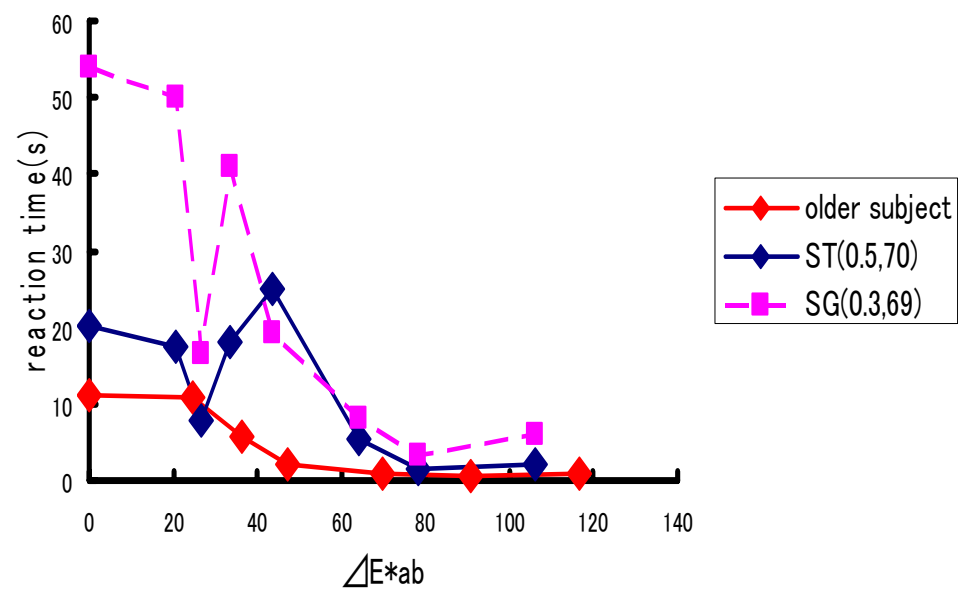
glaucoma(1.0 v)



glaucoma, IE(17 years, 1.2 visual acuity)

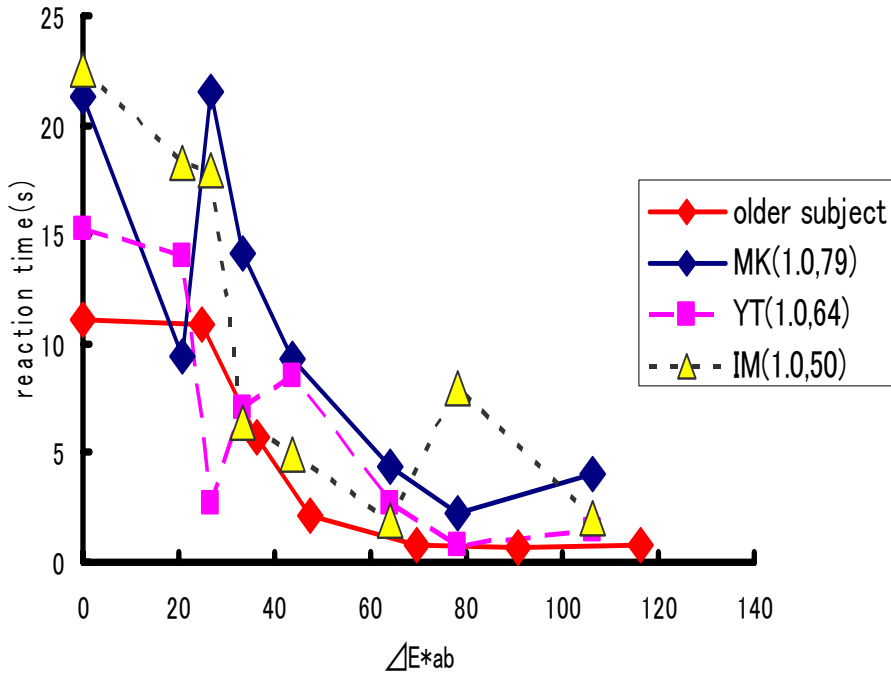


glaucoma(0.5, 0.3)

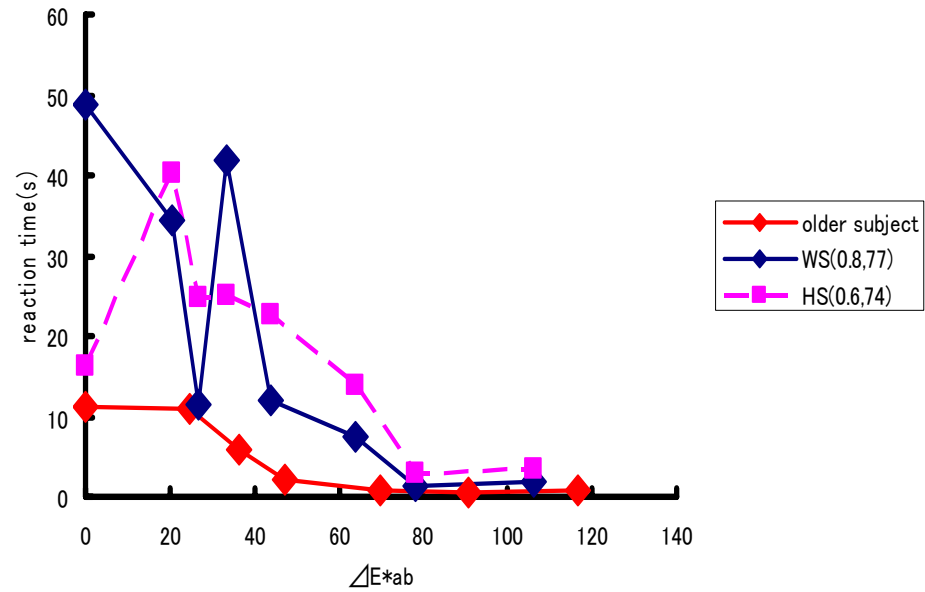


# 糖尿病網膜症

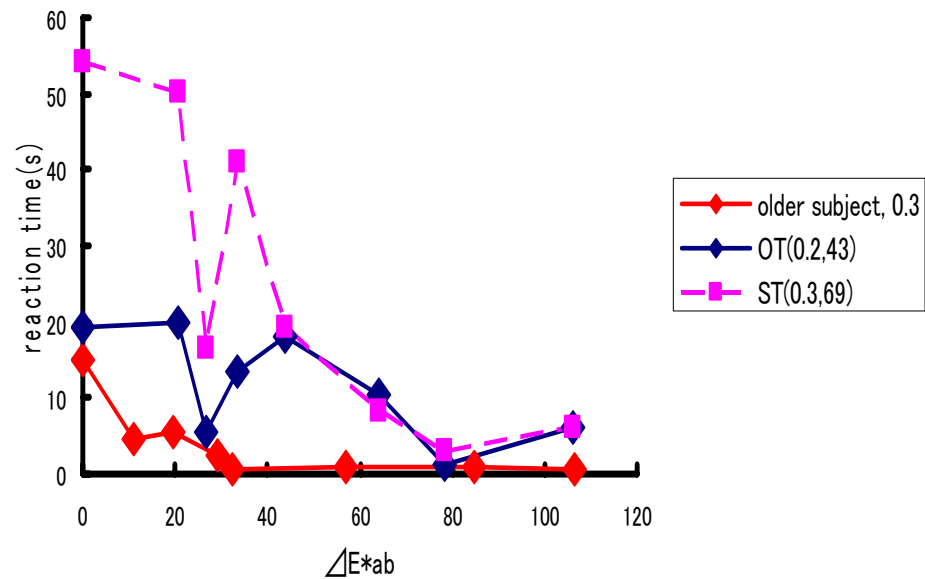
diabetic retinopathy(1.0 visual acuity)



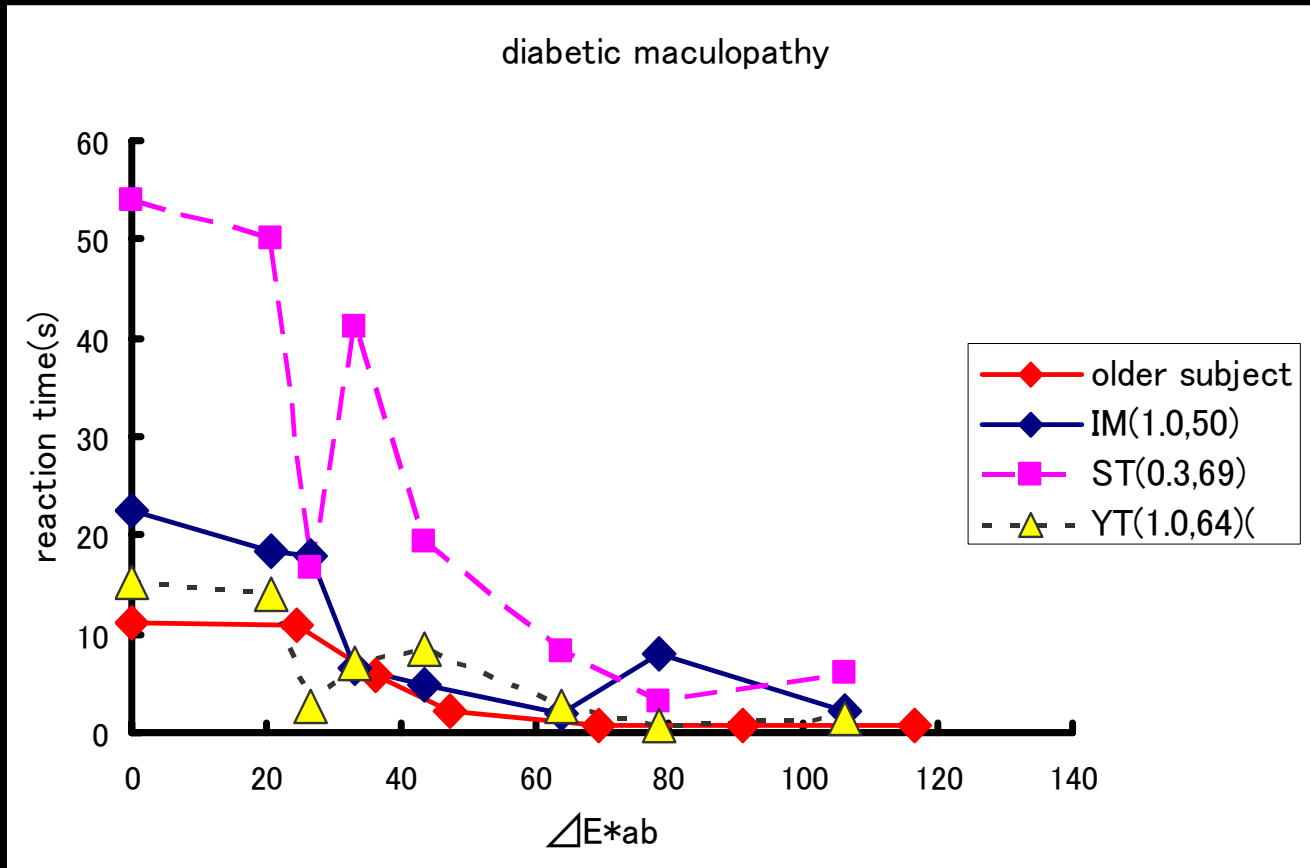
diabetic retinopathy(0.8 and 0.6 visual acuity)



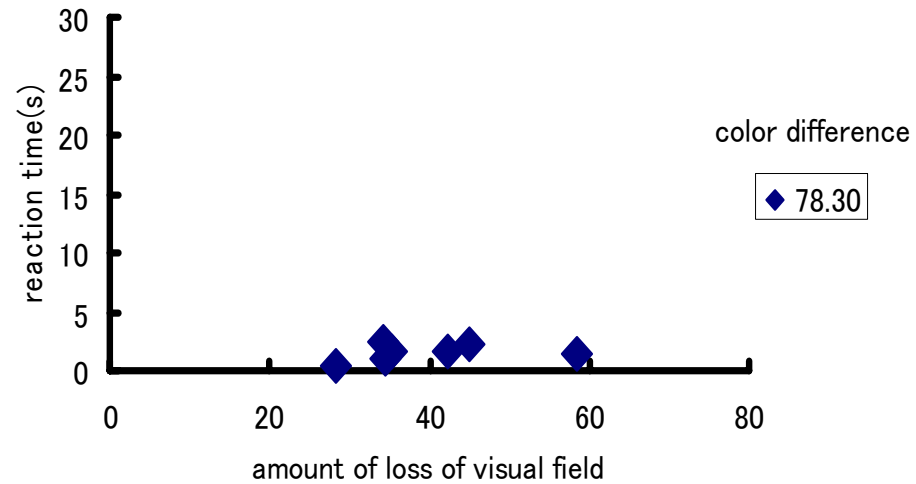
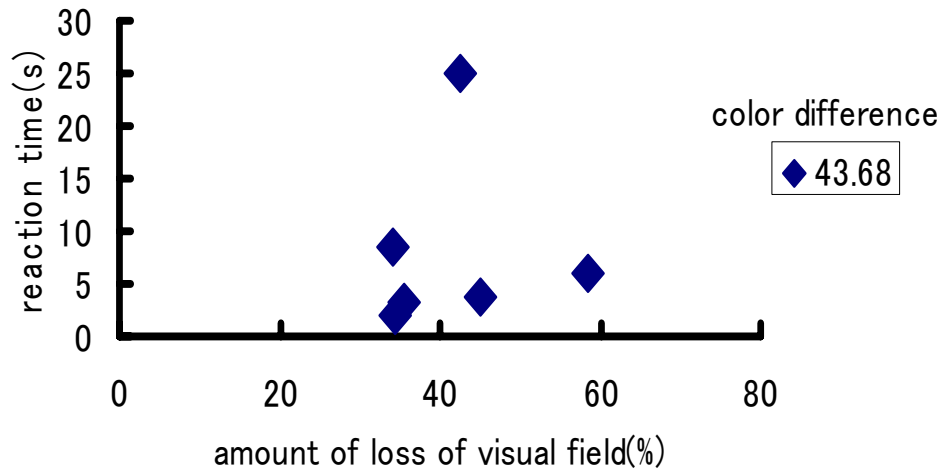
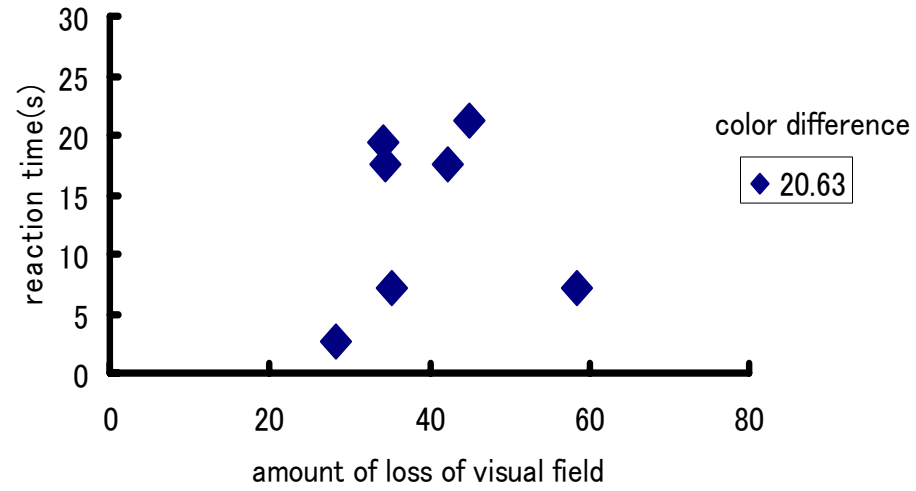
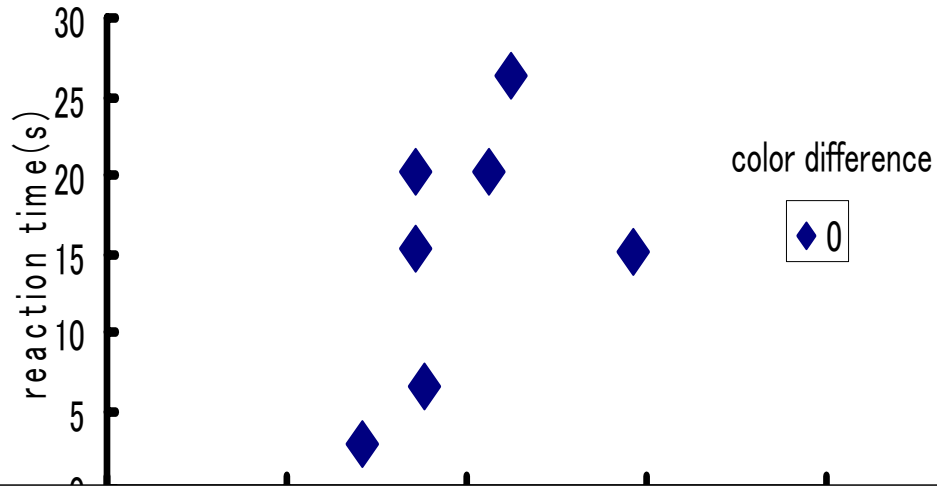
diabetic retinopathy(0.3 and 0.2 visual acuity)



# 糖尿病性黄斑病变



# 視野欠損率と色差





## まとめ

1. 色差が小さいときには、逐次処理がなされる。
2. 高齢者は若年者より反応時間、確認時間が長い。
3. 臨界色差は視力に依存する。
4. 高齢者の臨界色差は若年者のものより長い。
5. 眼疾病者でも、視力が1.0以上を保っていると、健常者と似た成績を示すが、視力がそれより下回ると、成績はかなり低下する。
6. 視野欠損率の効果は色差の程度にかかわらずあらわれる。

# 探索を認めた視認性の検討

- 固視点の周囲に視標を提示し、固視点を見ながら視標の色と形の報告を求める。
- 白色背景 ( $58 \text{ cd/m}^2$ ) の上に視標が提示される。その範囲を変える。
- 視標は25あるいは  $58 \text{ cd/m}^2$ , その色は赤、黄、緑、青である若年者と高齢者 視力1.0と0.3

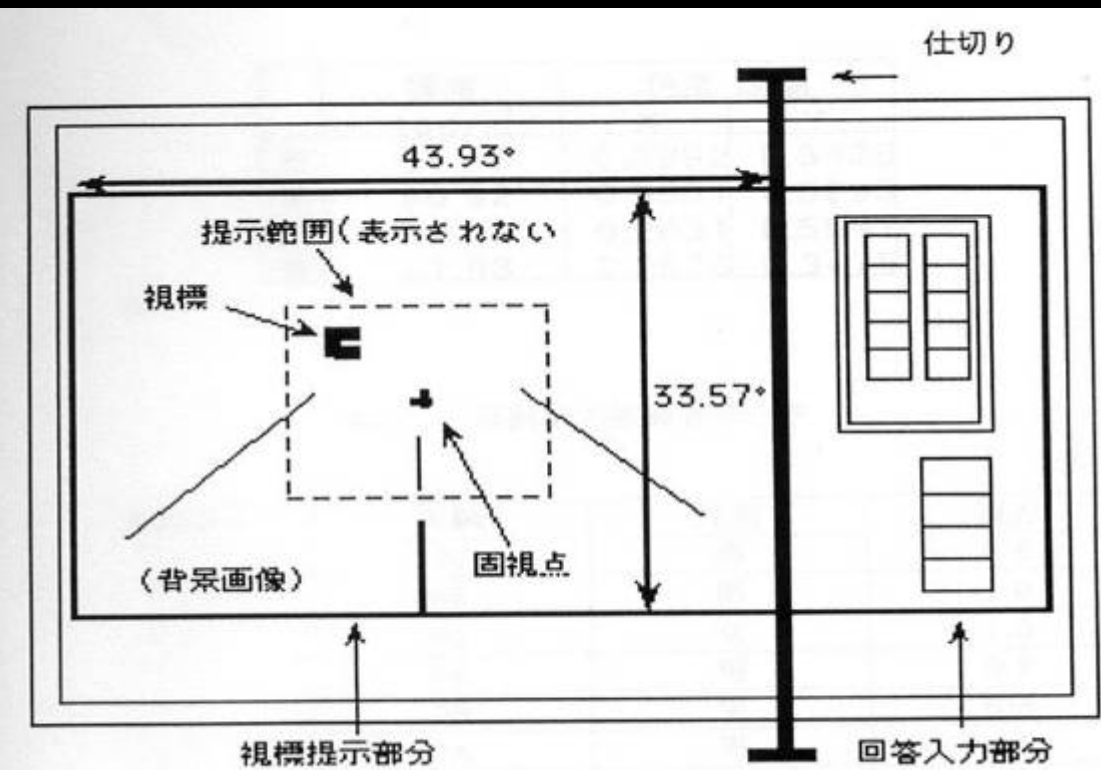


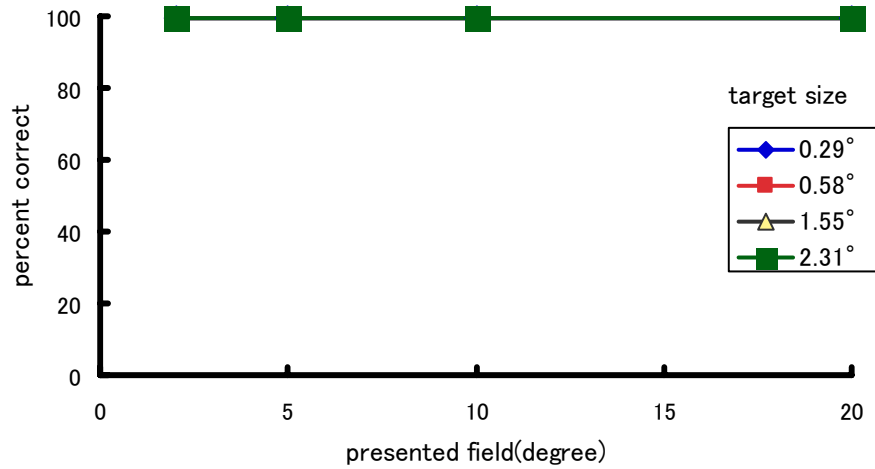
図1 CRTディスプレイの概要



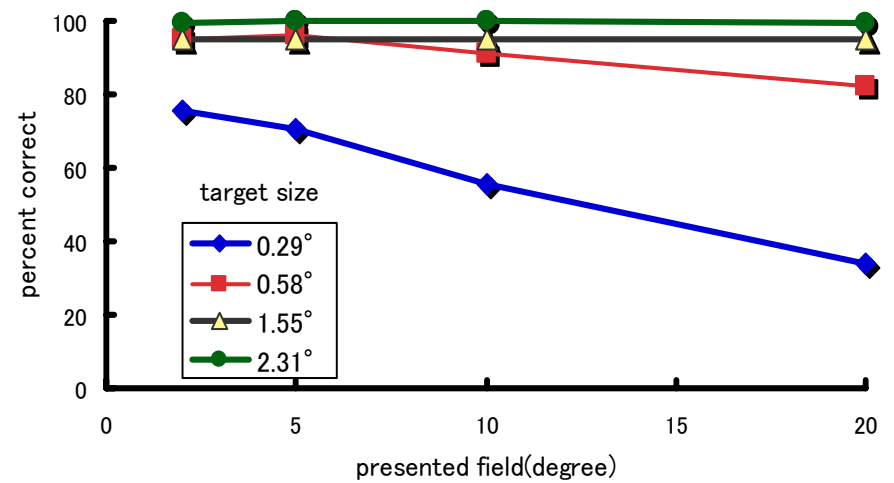
若年者：6名、高齢者一  
白内障術後2週～1年：  
6名

# 若年者の色と形ー視力1.0と0.7

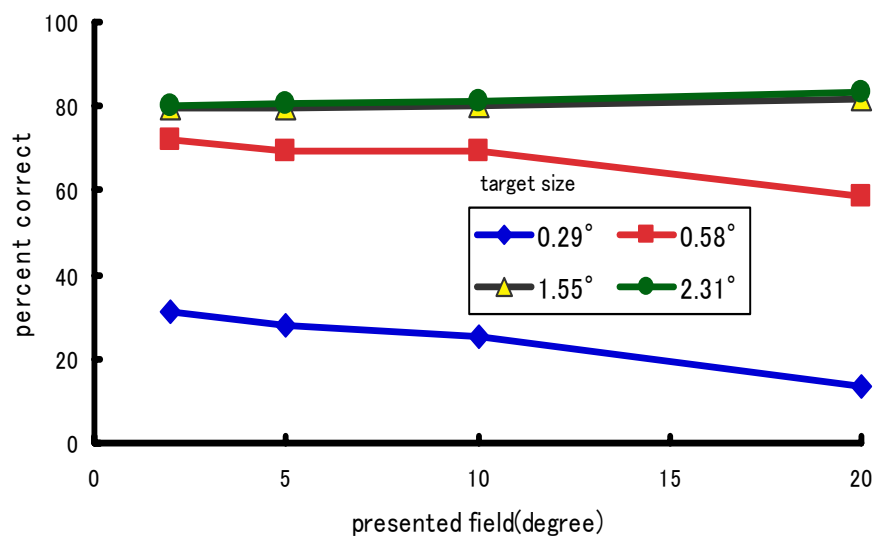
1.0 visual acuity, color naming for younger adults



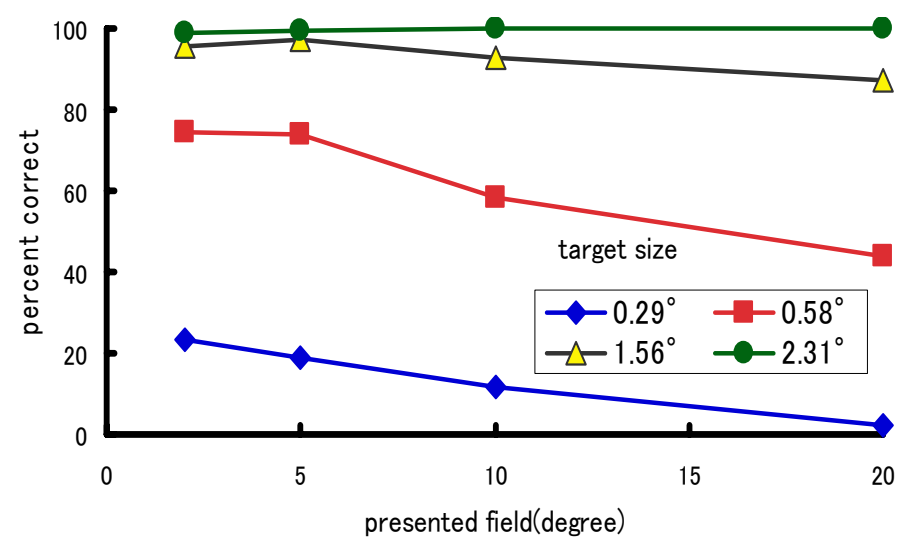
1.0 visual acuity, shape naming for younger adults



0.7 visual acuity, color naming for younger adults

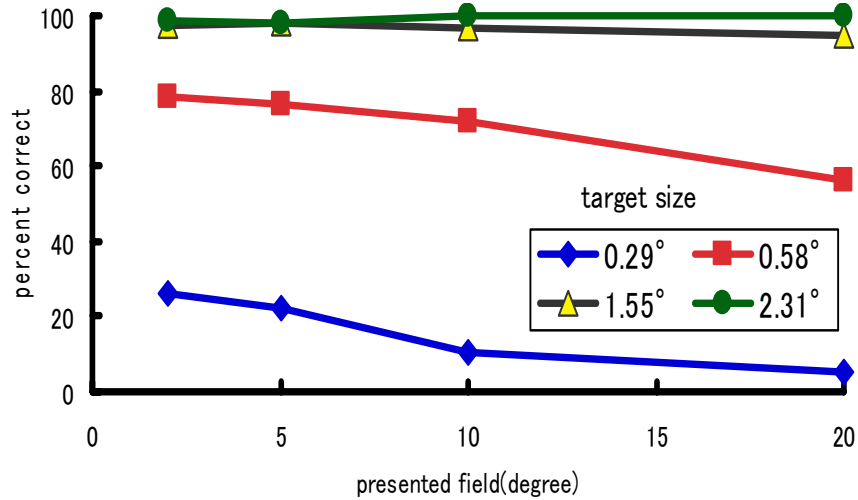


0.7 visual acuity, shape naming for younger adults

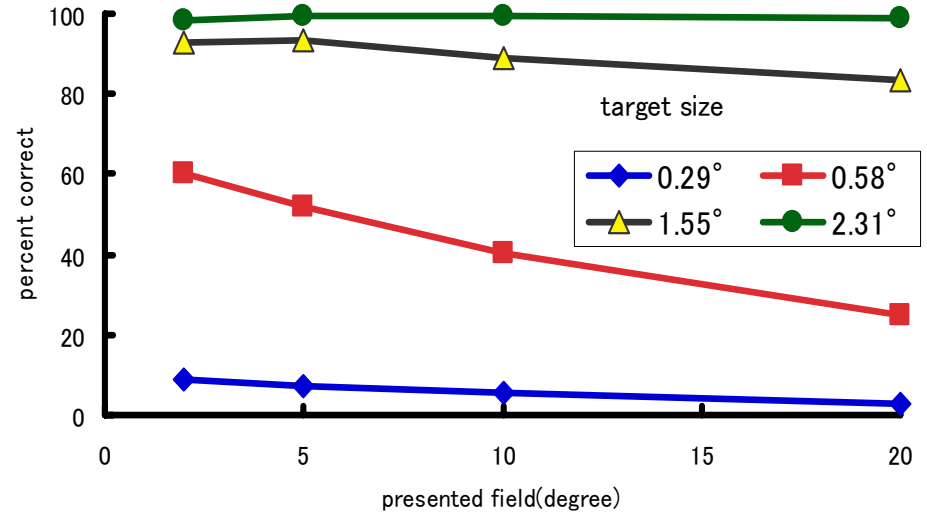


# 若年者の色と形の視認性—視力0.3と0.1

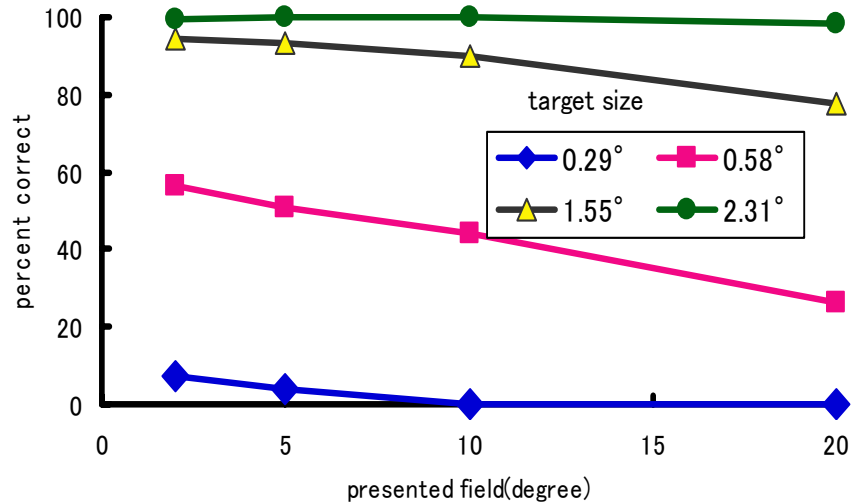
0.3 visual acuity, color naming for younger adults



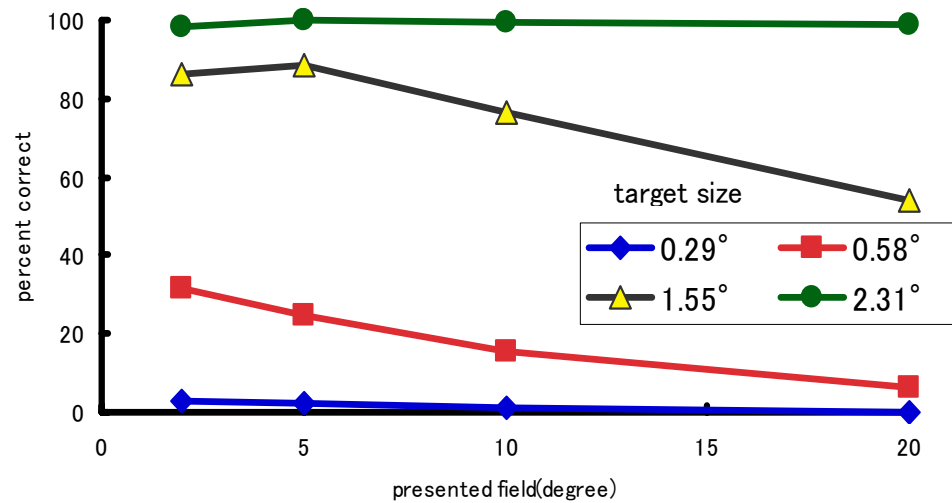
0.3 visual acuity, shape naming for younger adults



0.1 visual acuity, color naming for younger adults

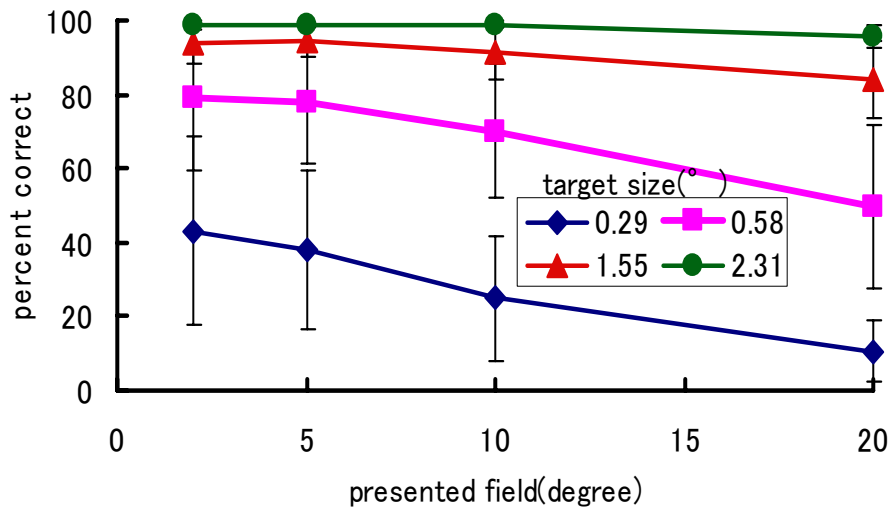


0.1 visual acuity, shape naming for younger adults

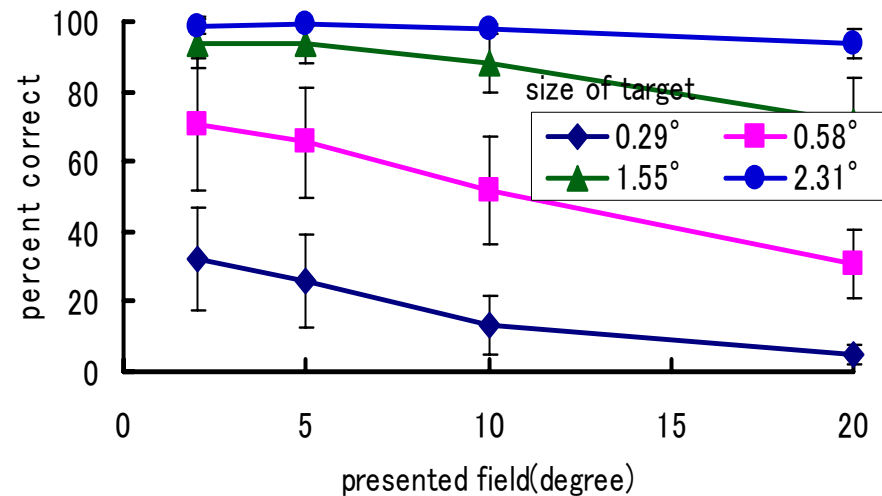


# 高齢者と若年者の比較、視力1.0以上

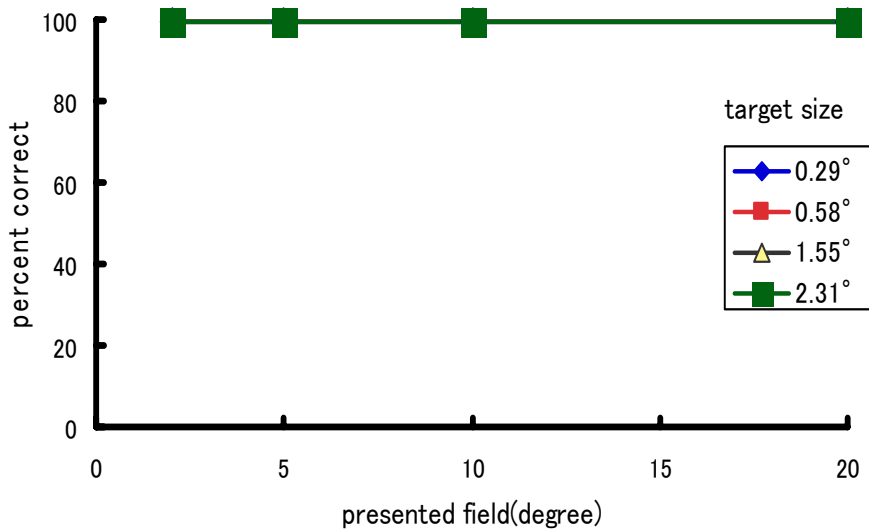
color naming, older adults



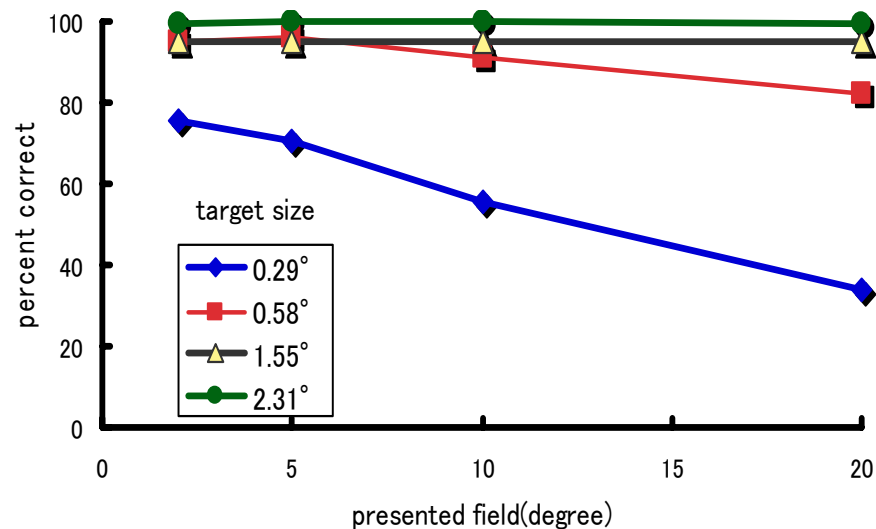
older adults, shape naming



1.0 visual acuity, color naming for younger adults

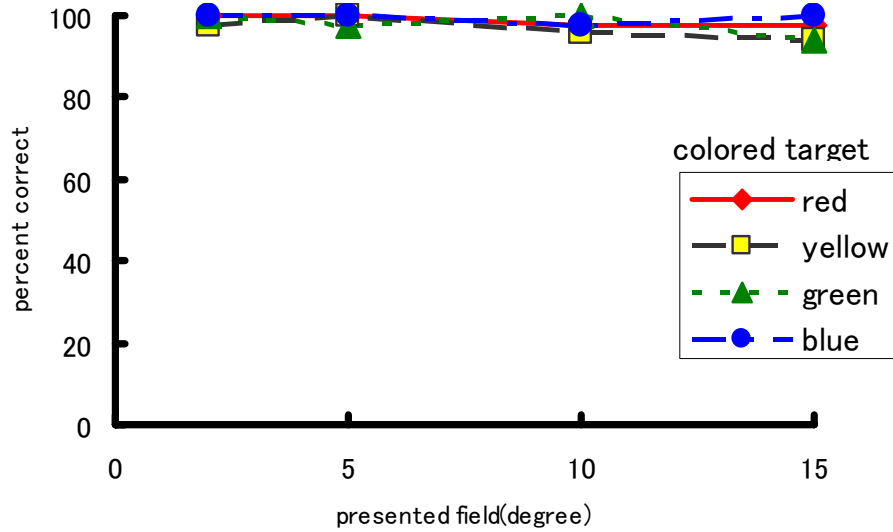


1.0 visual acuity, shape naming for younger adults

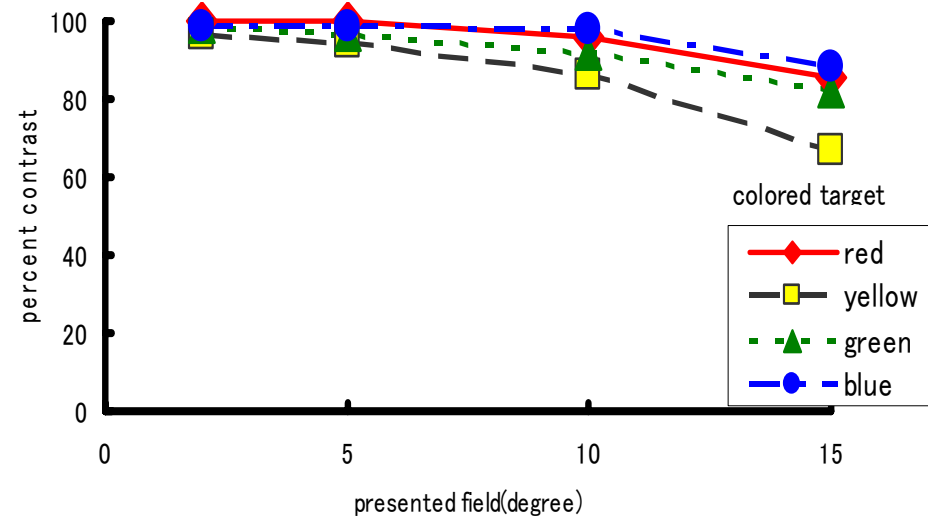


# 高齢者と若年者の比較一色名報告

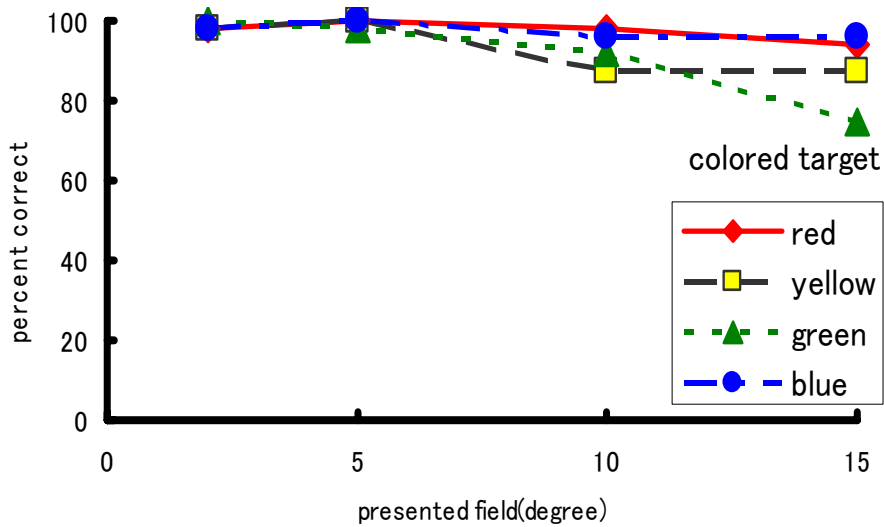
younger adult, 1.0 visual acuity, color



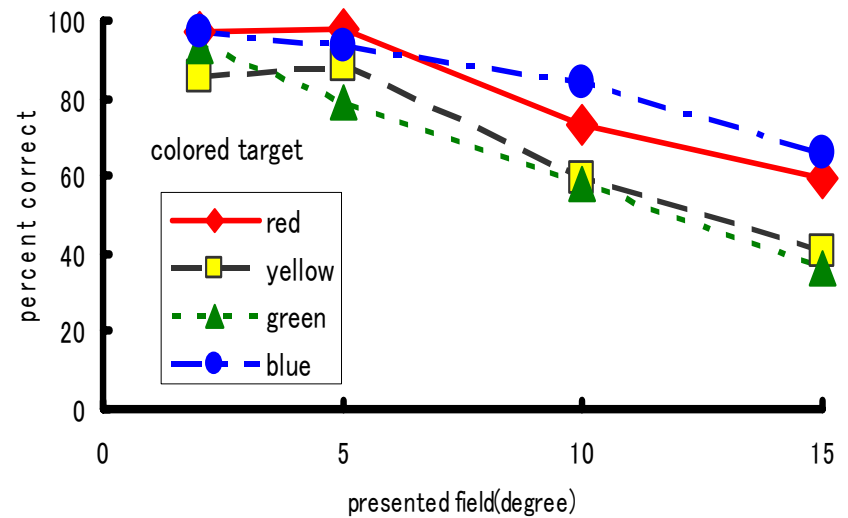
older adults, 1.0 visual acuity, color



color naming, 0.3 visual acuity, color

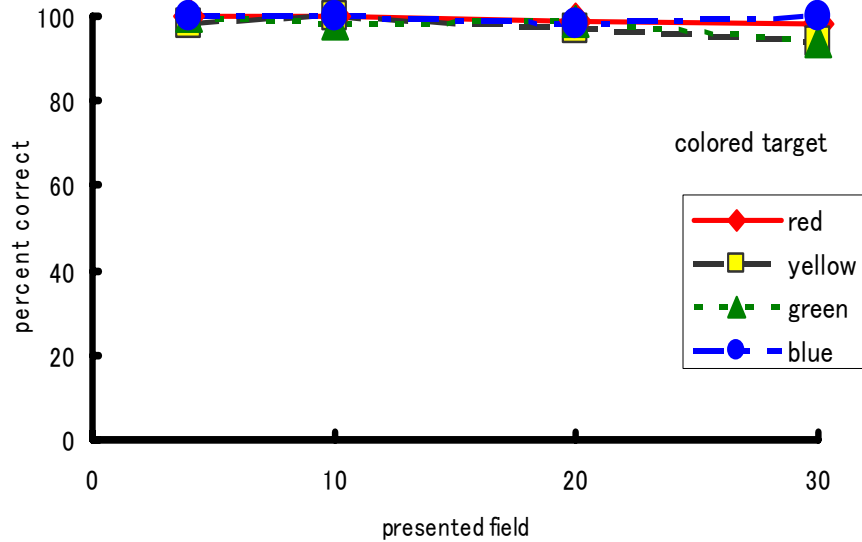


older adults, 0.3 visual acuity, color

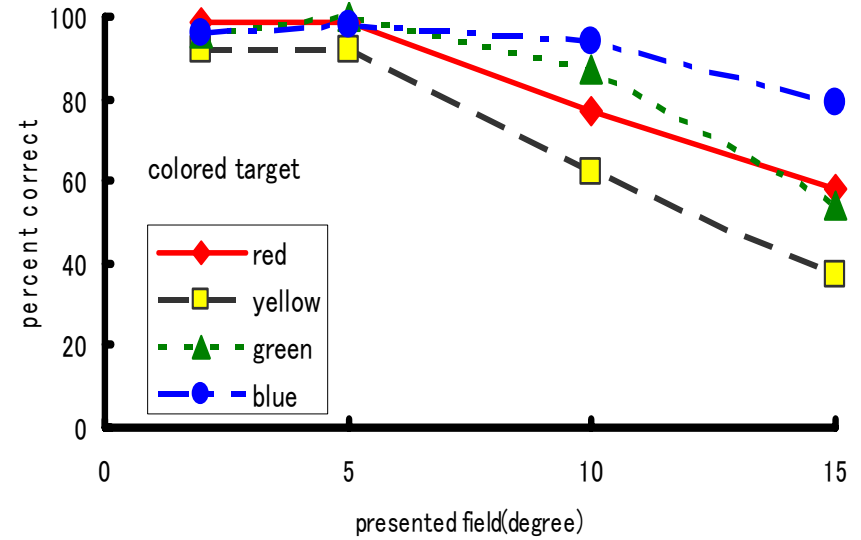


# 高齢者と若年者の比較—形状報告

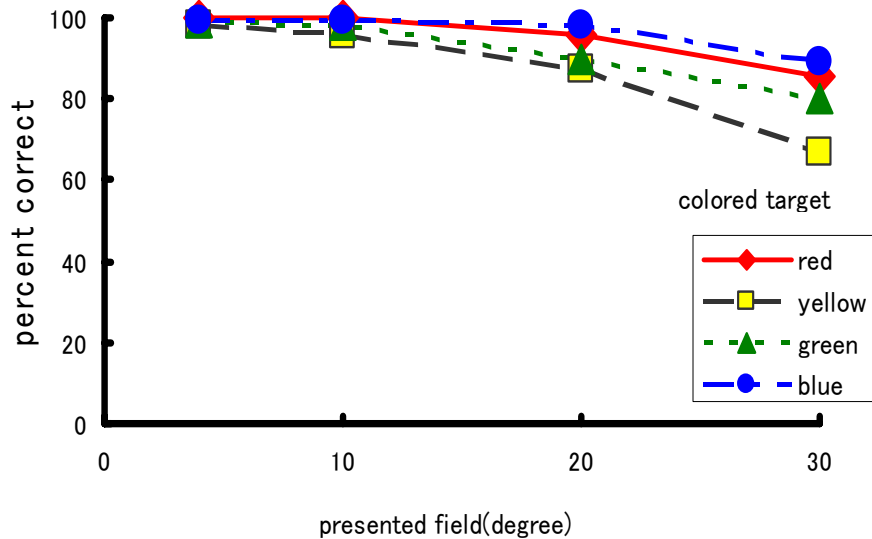
younger adults, 1.0 visual acuity, shape



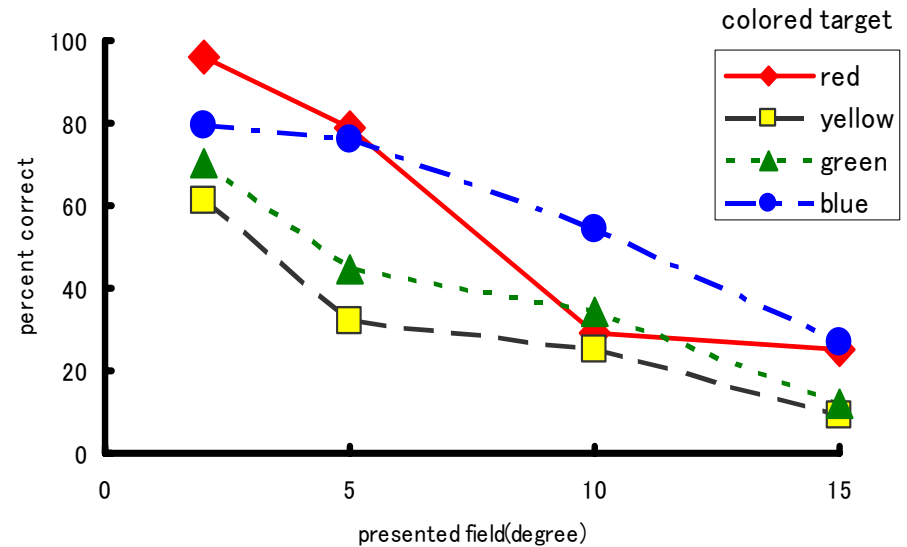
older adults, 1.0 visual acuity, shape



younger adults, 0.3 visual acuity, shape



older adults, 0.3 visual acuity, shape





# 視標の色の効果は色差で説明できるか。

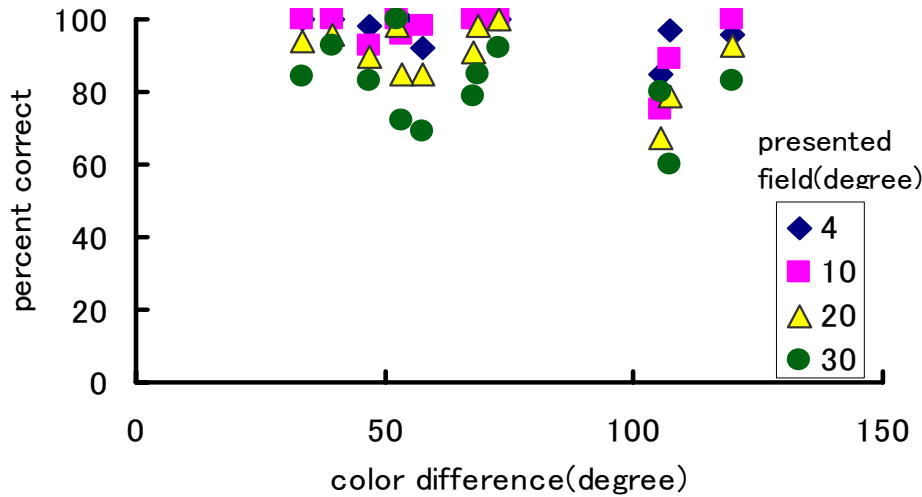
- 背景色： マゼンタ、シアン、キイロ
- 視標の色： 赤、黄、緑、青、但し、黄背景のときにのみ黄の視標の代わりに白視標を用いた。
- 背景と視標の輝度：  $58 \text{ cd/m}^2$
- 被験者： 若年者（22～24歳）5名  
高齡者（68～82歳）5名

# 色名報告と形状報告における色差の効果

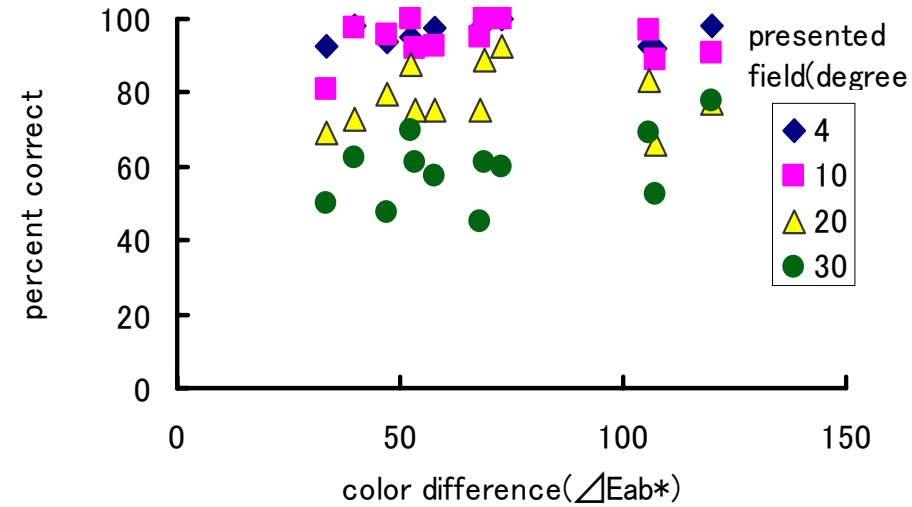
## 若年者

## 高齢者

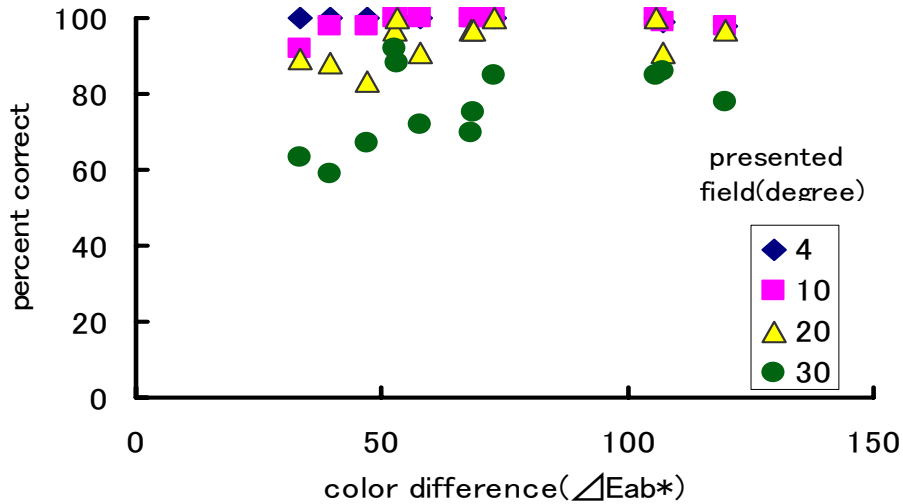
color naming for younger adult



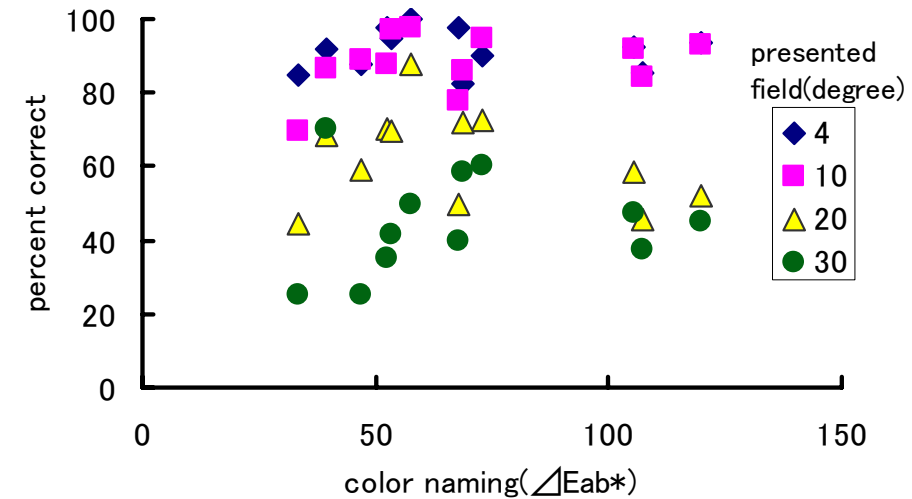
color naming for older adult



shape naming for younger adult



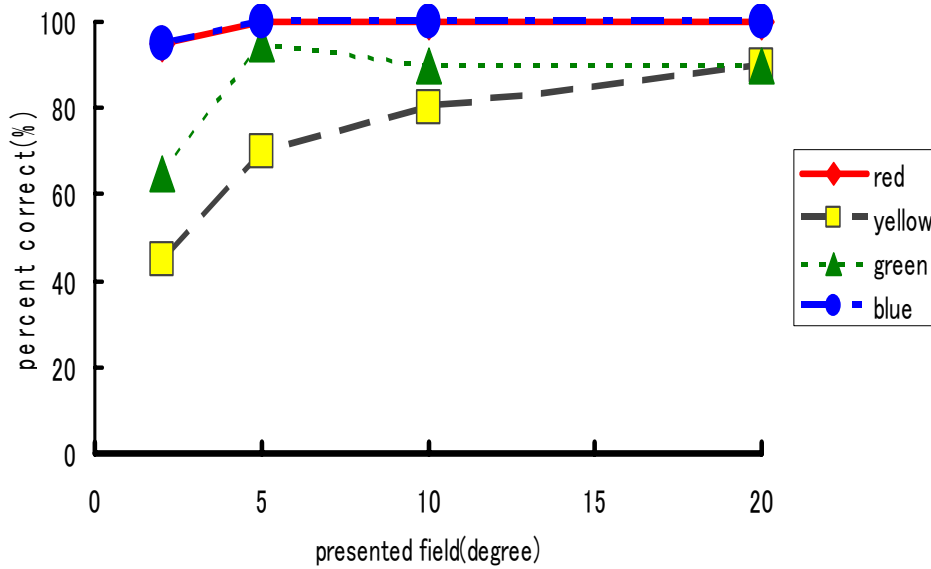
shape naming for older adult presented field (degree)



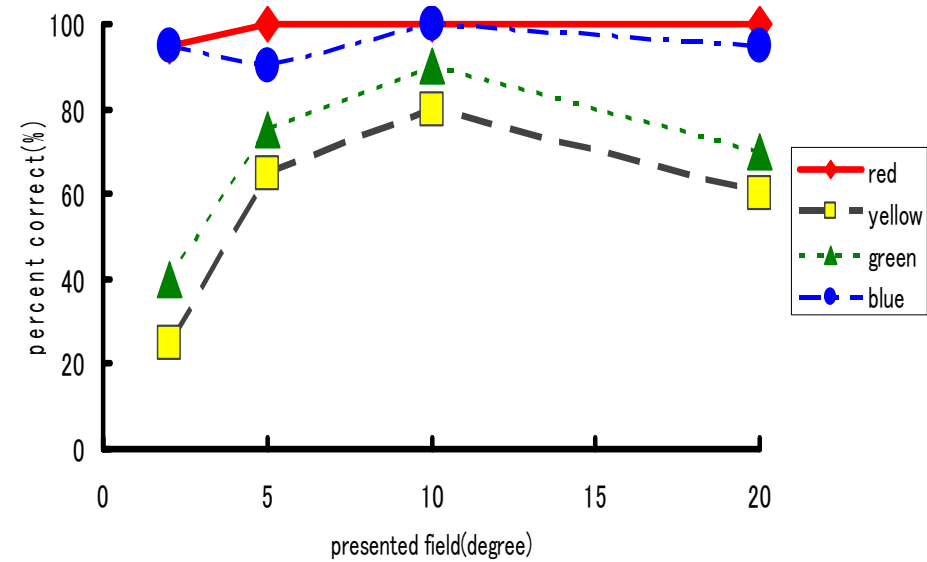
# ロービジョン者

- 黄斑変性 IN (0.8) , US (0.6) , 視野欠損  
IS (0.3RA) , 片眼、OH (0.5)
- 糖尿病網膜症 YO (0.5) , MA (0.8) , 黄斑病変  
AR (0.6) , KW (0.8) , HO (0.7) ,
- 糖尿病黄斑病変 MA (0.8) ,

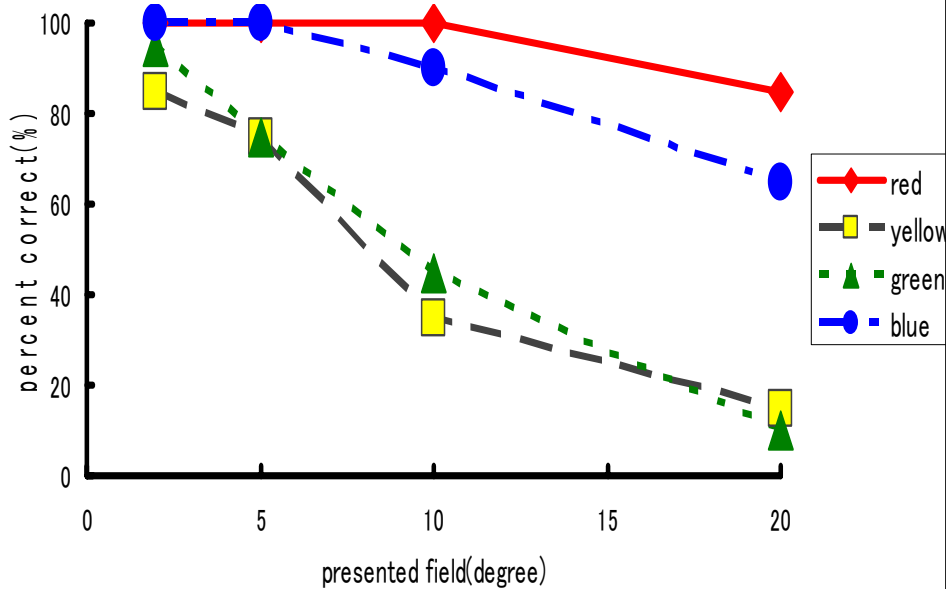
IS(macular degeneration), 43 years, 0.3, color naming



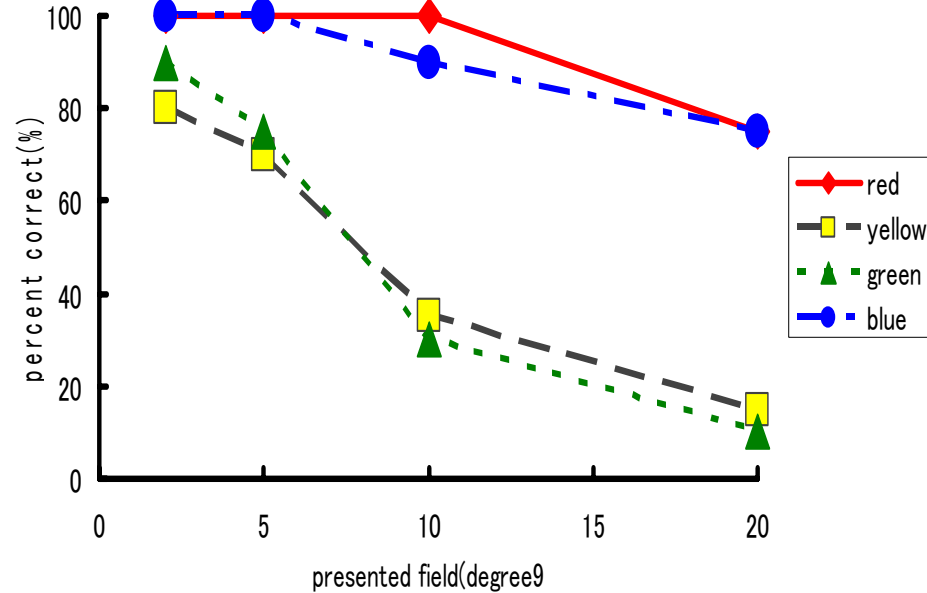
IS(macular degeneration), 43 years, 0.3, shape naming



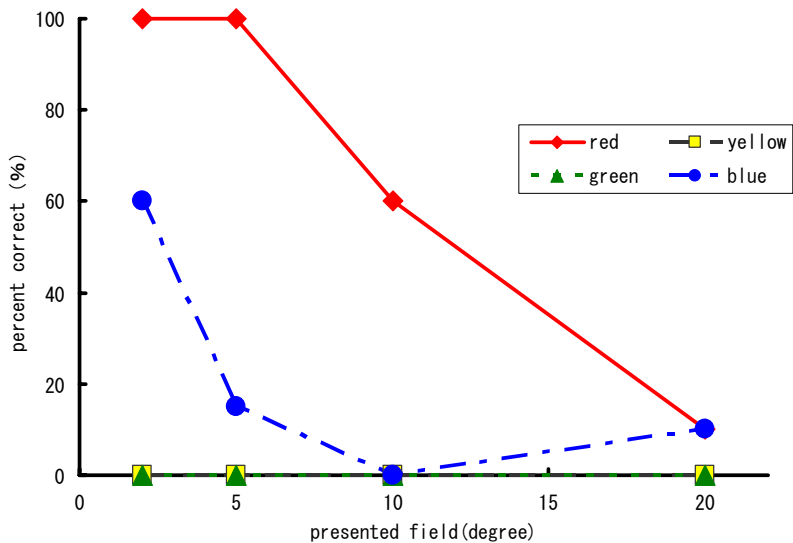
US(macular degeneration), 73 years, 0.6, color naming



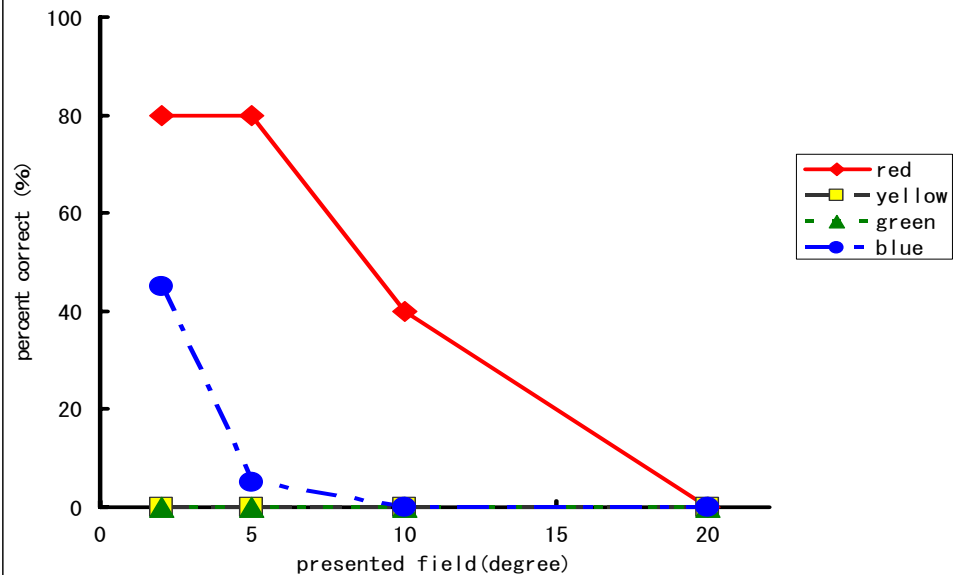
US(macular degeneration), 73 years, 0.6, shape naming



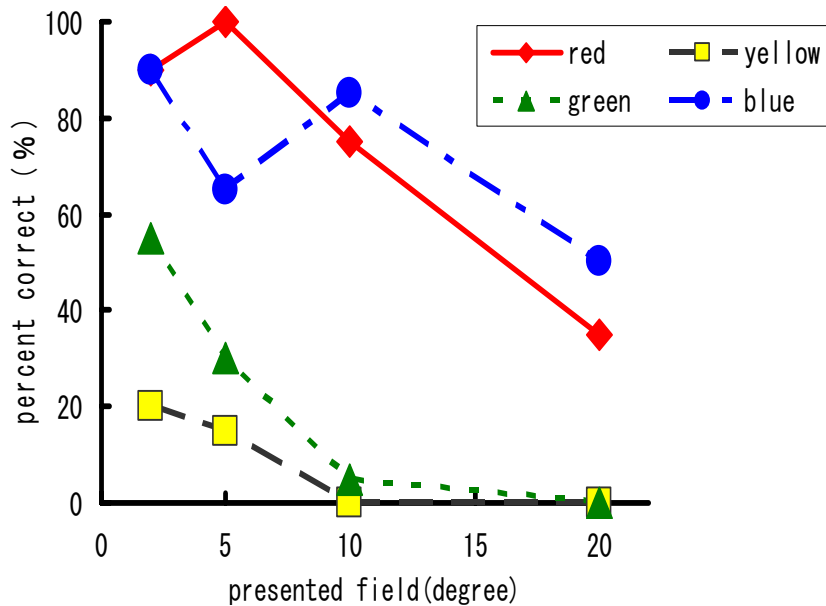
Y0(diabetic retinopathy), 69 years, 0.5, color naming



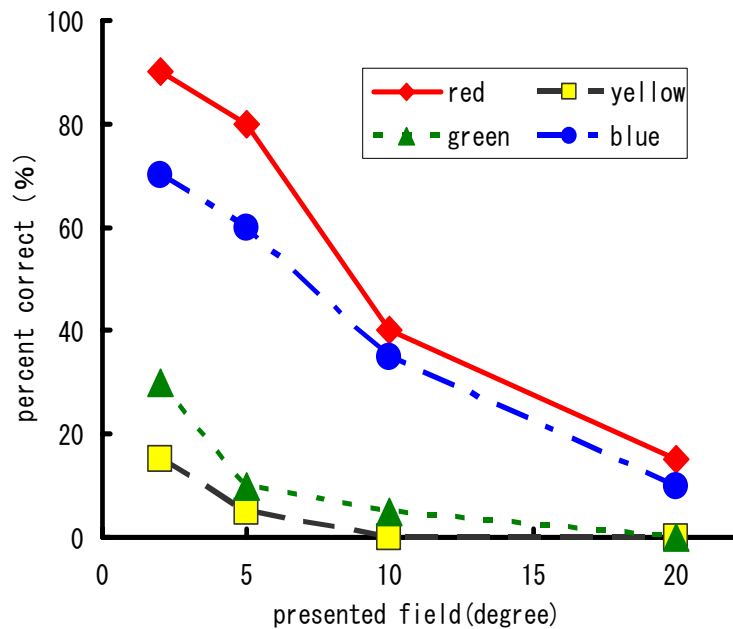
Y0(diabetic retinopathy), 69 years, 0.6, shape naming



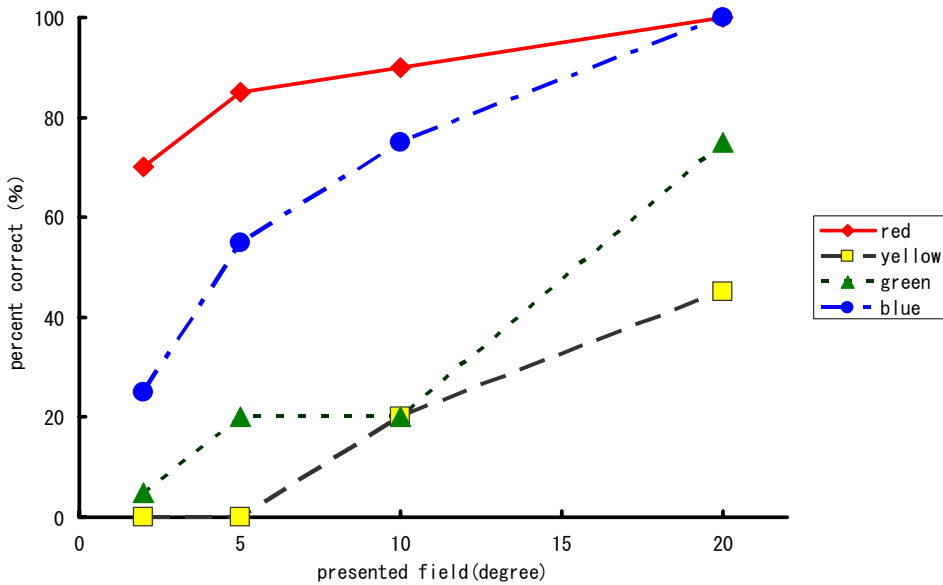
KW(diabetic retinopathy), 78 years, 0.8, color naming



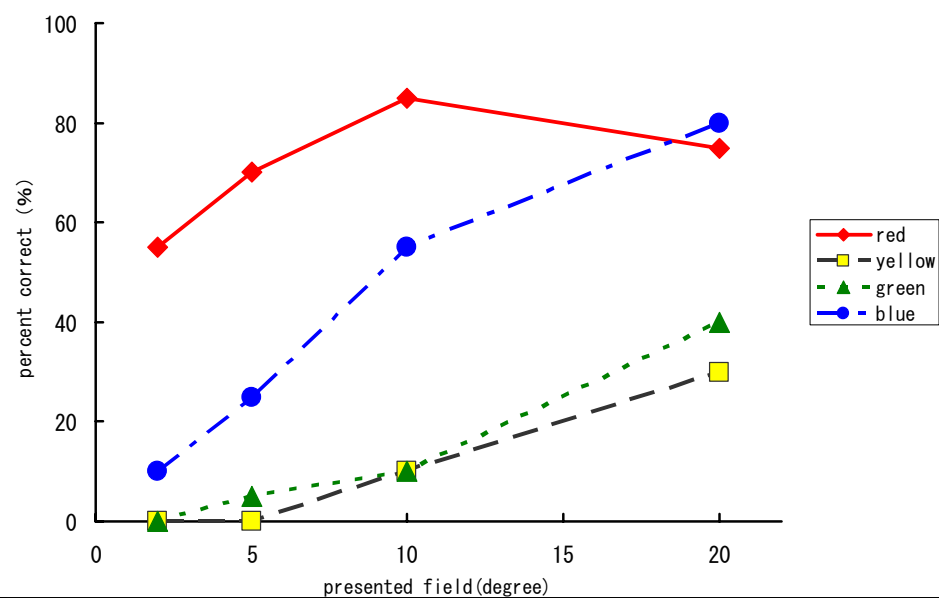
KW(diabetic retinopathy), 78 years, 0.8, shape naming



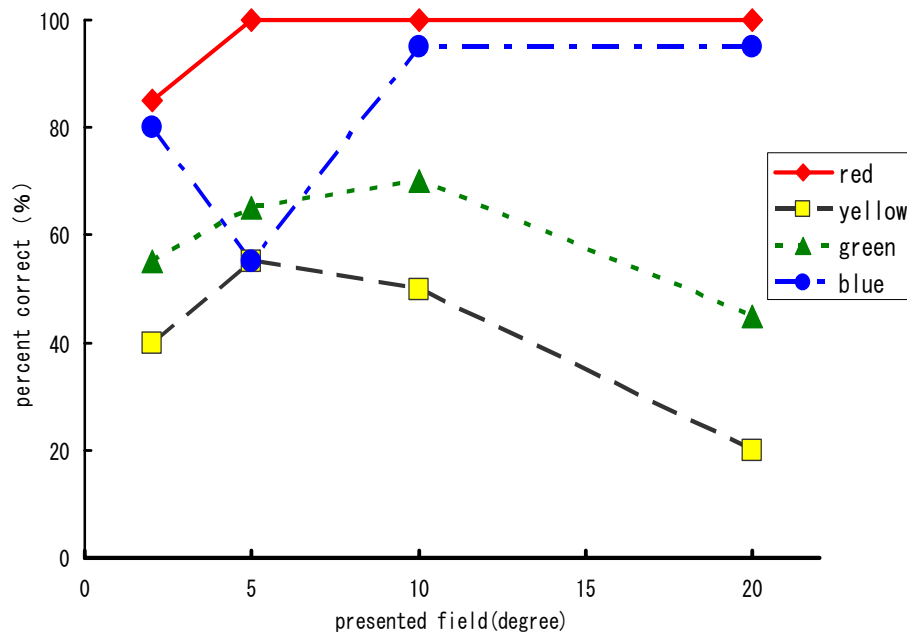
MA(diabetic retinopathy), 70 years, 0.8, color naming



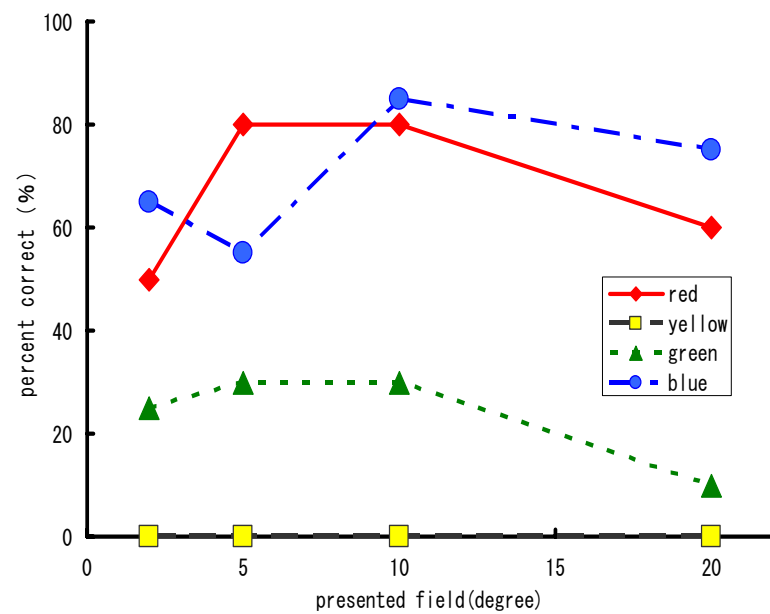
MA(diabetic retinopathy), 70 years, 0.8, shape naming



AR(diabetic retinopathy), 57 years, 0.6, color naming



AR(diabetic retinopathy), 57 years, 0.6, shape naming



# 結果とまとめ

- 高齢者の視機能の低下は徐々に現れるが、若年者と同じような成績を示す人がある。だが、高齢者は条件が悪くなると、成績は低下しやすい。
- 黄斑変性3名のうち1名は黄斑部位での成績が悪くなっている。
- 糖尿病網膜症でも似た傾向を示す人がある。
- 視認性は視力、提示視野の大きさ、視標の大きさ、コントラストに依存する。
- この測定法は日常場面と近い条件で視認性を測定で黄、周辺あるいは注意の外側の情報を測定できる。

# Double task

## 実験状況

提示時間300msec

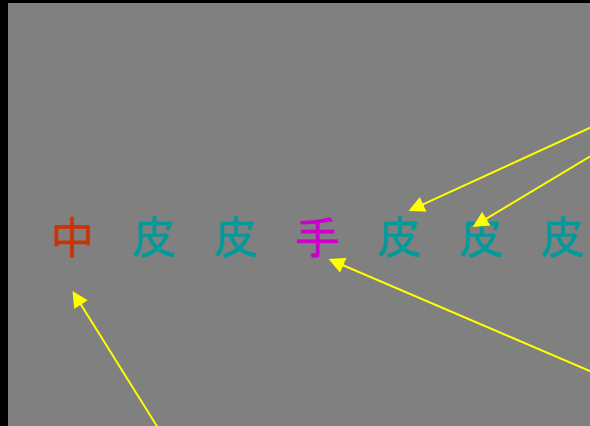
妨害刺激

中 皮 皮 手 皮 皮 皮

周辺課題

中心文字課題

※

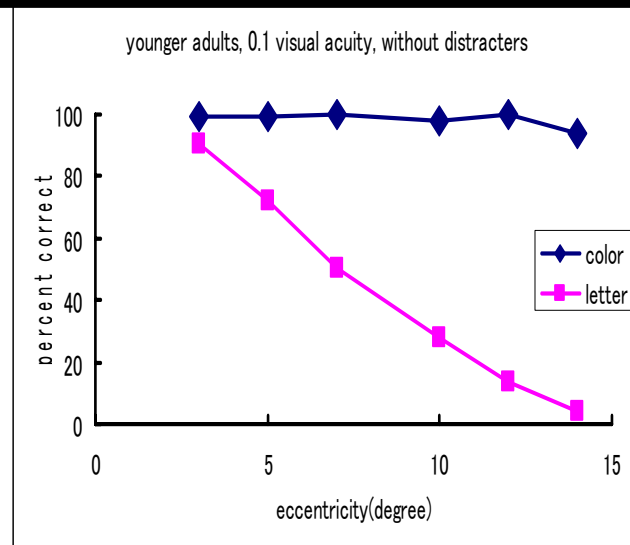
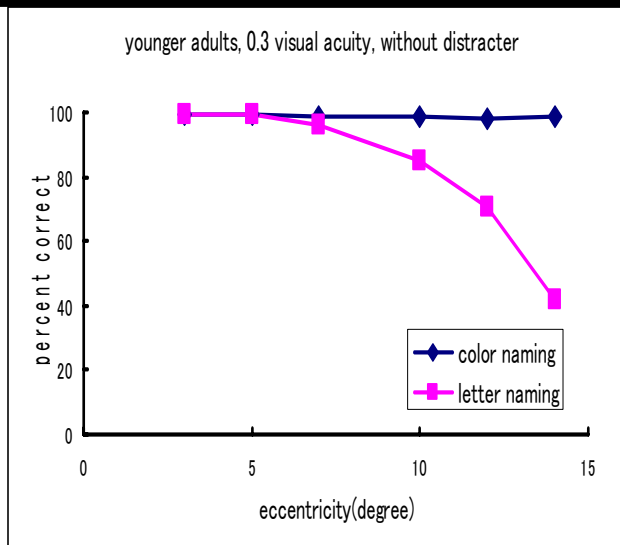
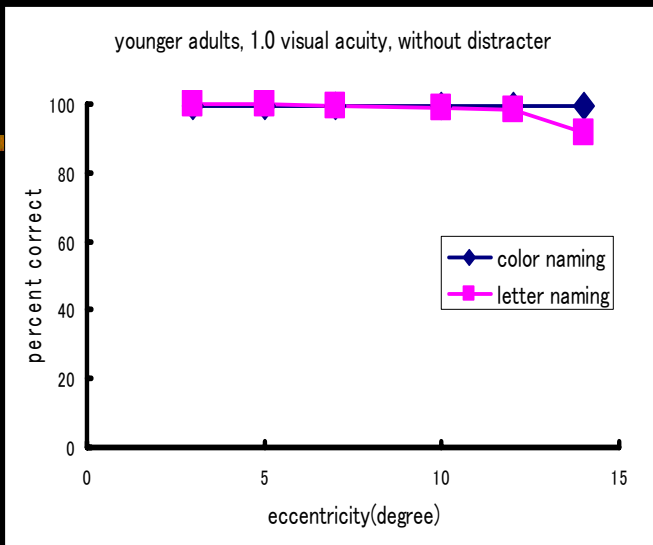




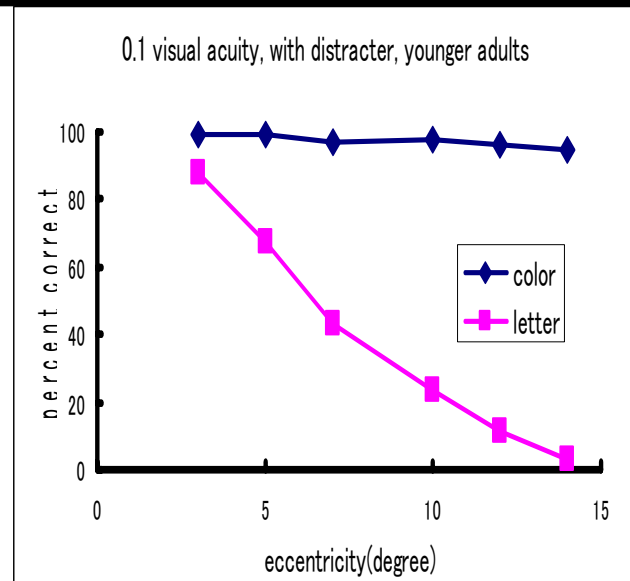
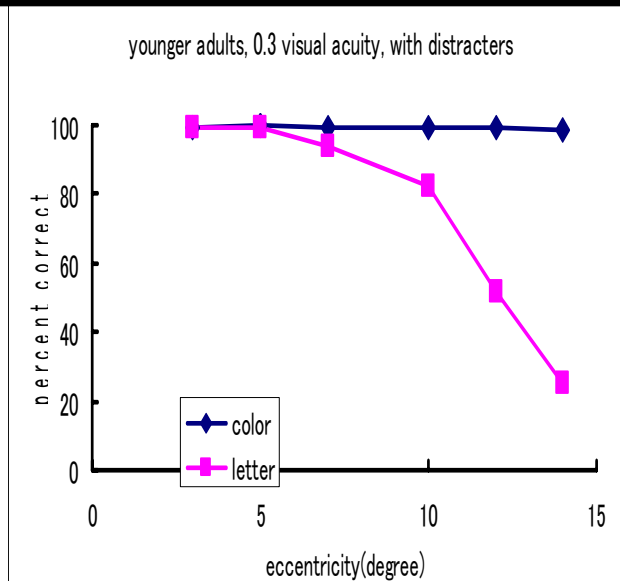
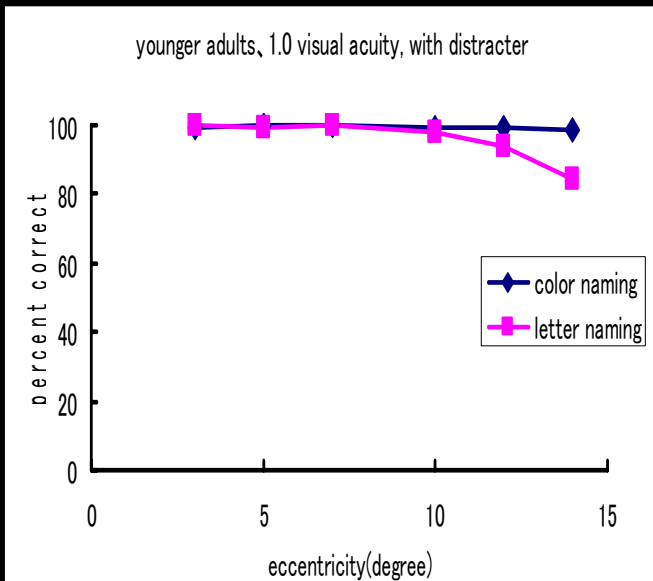
# 若年者、1.0 妨害刺激なし

0.3

0.1



# 妨害刺激あり

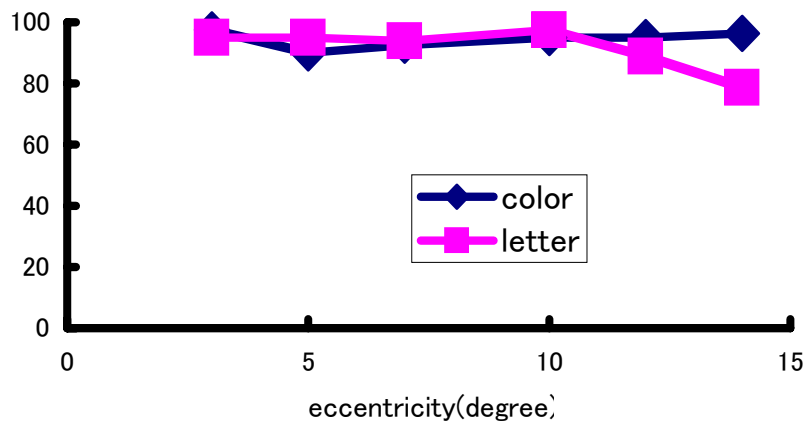


# 視力1.0と0.3、色名報告と文字読み

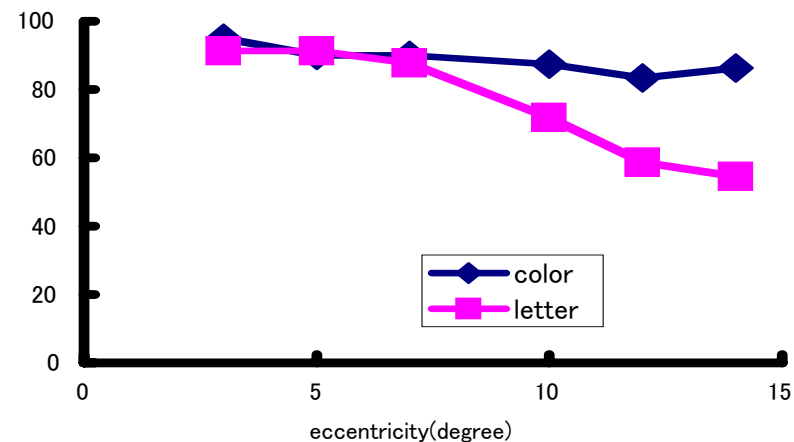
## 高齢者、without distracters

## with distracter

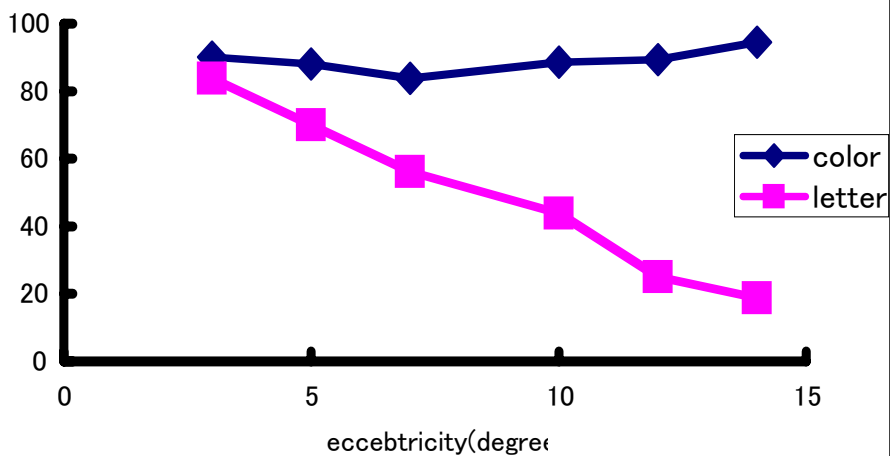
color naming and letter reading without distracter  
1.0 visual acuity



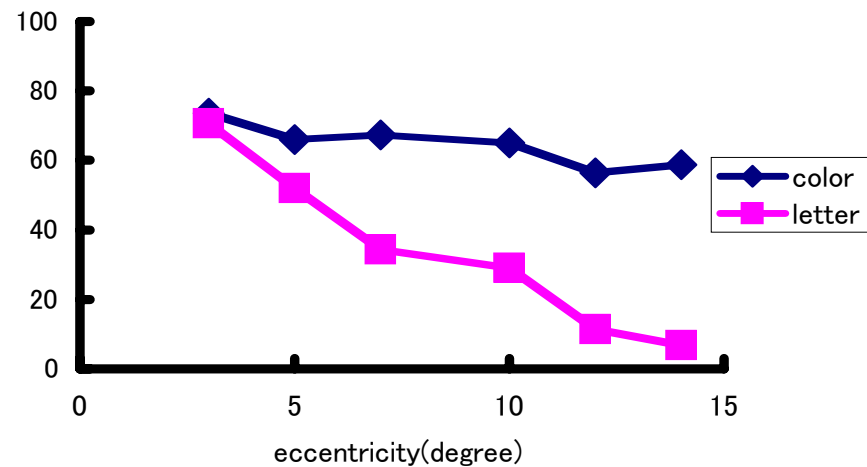
color naming and letter reading, with distracters,  
1.0 visual acuity, older adults



color naming and letter reading, 0.3 visual ac  
without distracter, older adults



color naming and letter reading, 0.3 visual acuity, older  
adult, with distracters

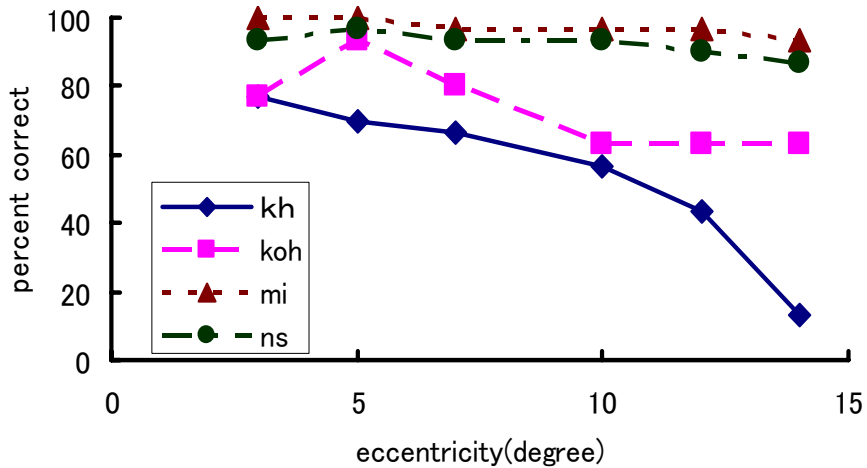


# 糖尿病

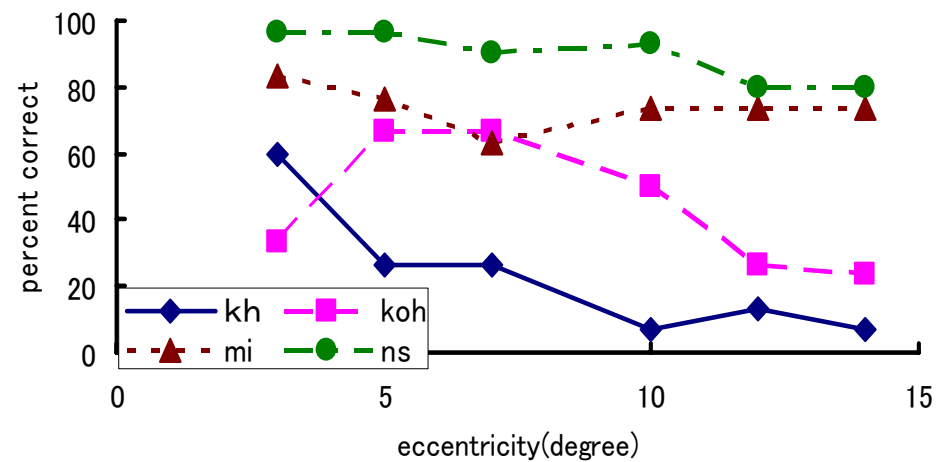
## 妨害刺激なし

## 妨害刺激あり

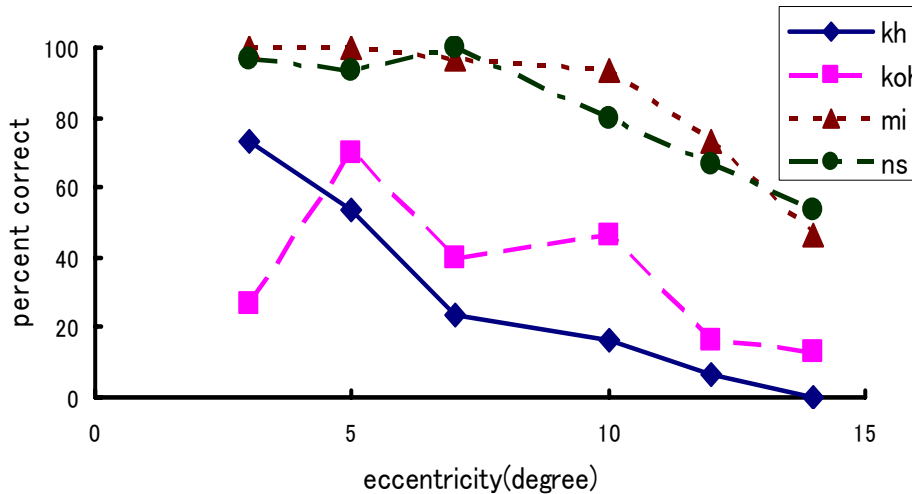
diabetic retinopathy, color naming, without distracter



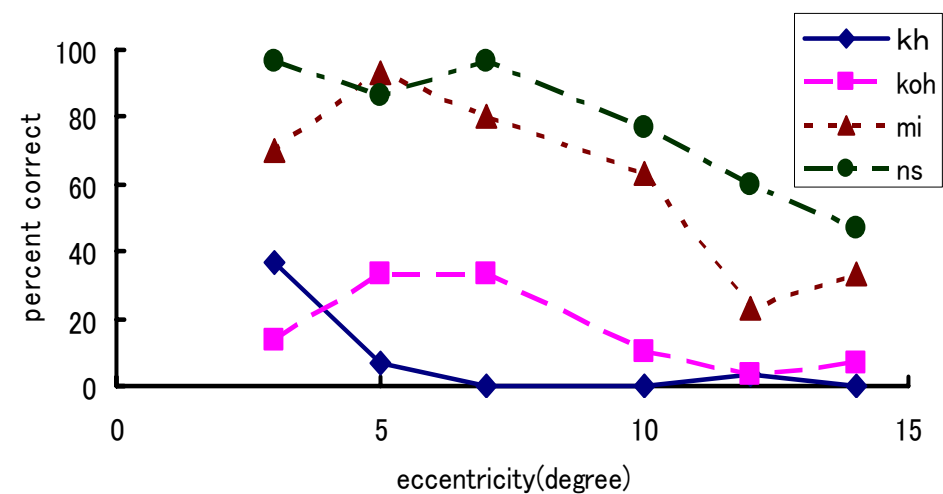
diabetic retinopathy, color naming, with distracter



diabetic retinopathy, letter naming, without distracter



diabetic retinopathy, letter naming, with distracter

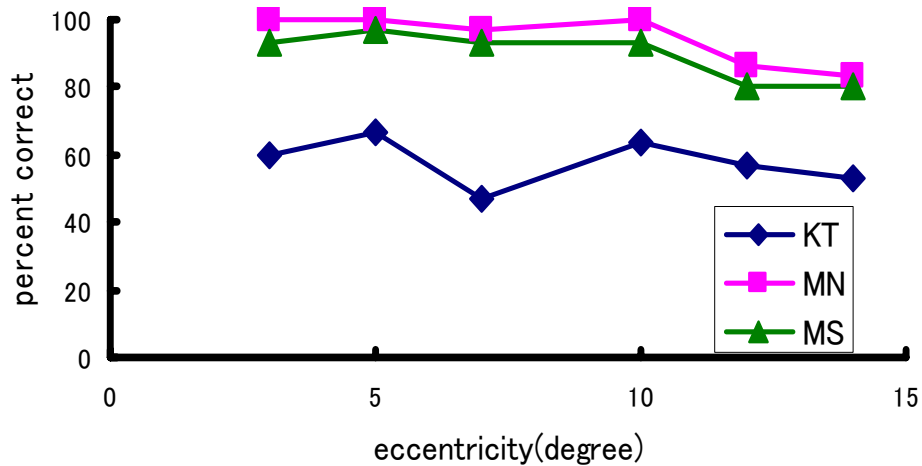


# 黄斑変性

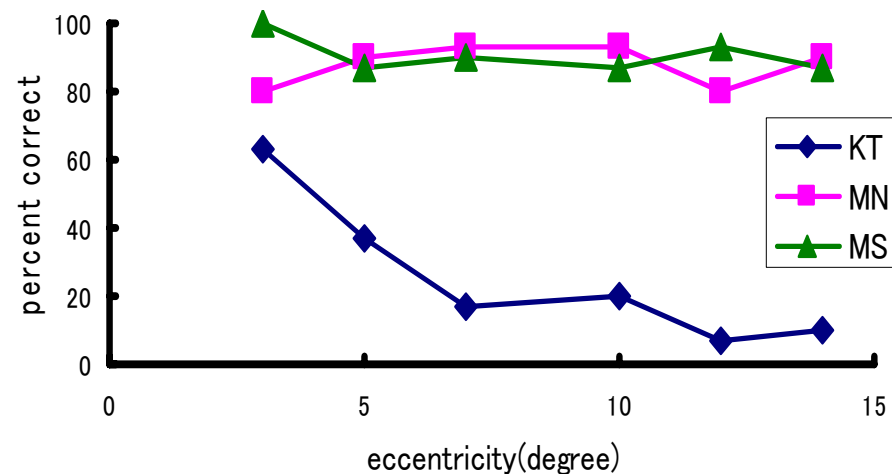
## 妨害刺激なし

## 妨害刺激あり

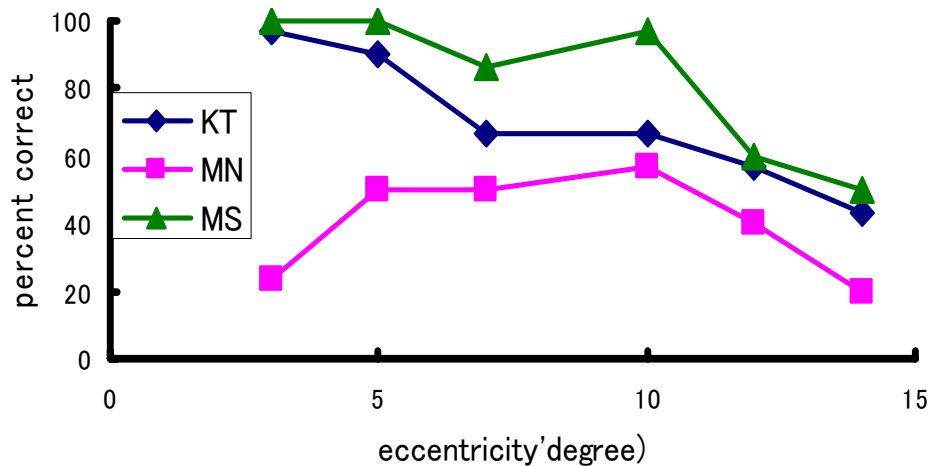
macular degeneration, color, without distracters



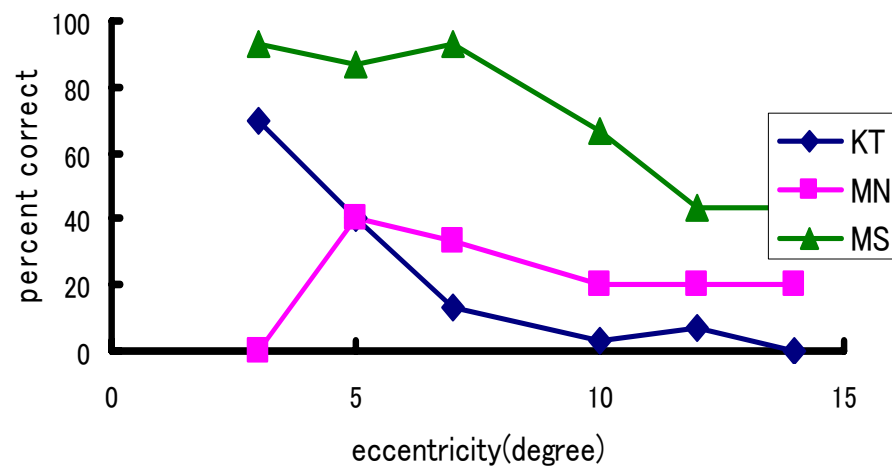
macular degeneration, color naming, with distracters



macular degeneration, letter naming, without distracters



macular degeneration, letter naming, with distracters



# まとめ

---

- 中心課題を約80%以上の成績を示すとき、周辺課題の成績は周辺にゆくほど低下する。
  - ただし、黄斑変性や糖尿病黄斑病変者には、中心より周辺によった部位の方が良い成績を示す。
  - 妨害刺激の効果が顕著に認められる。
  - 高齢者の成績は若年者よりかなり悪い。
-

# EyeLinkシステム

時間解像度: 250Hz

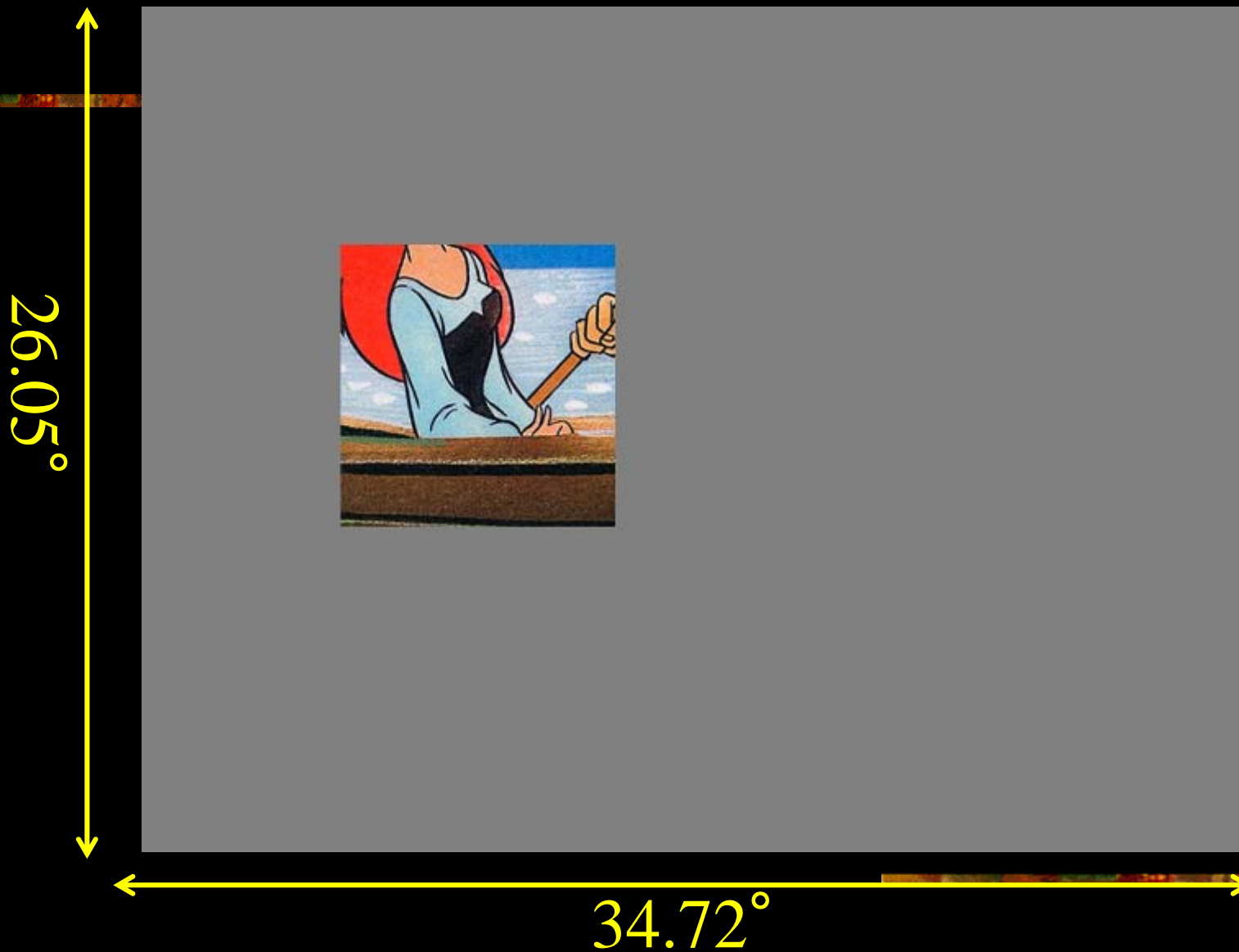
空間解像度:  $0.01^\circ$  以上

注視点誤差:  $0.5^\circ$  以下



注視点やサックードはリアルタイムで検出され、イーサネットリンクにより被験者側のディスプレイに反映される

# 実験画面例 (8°)

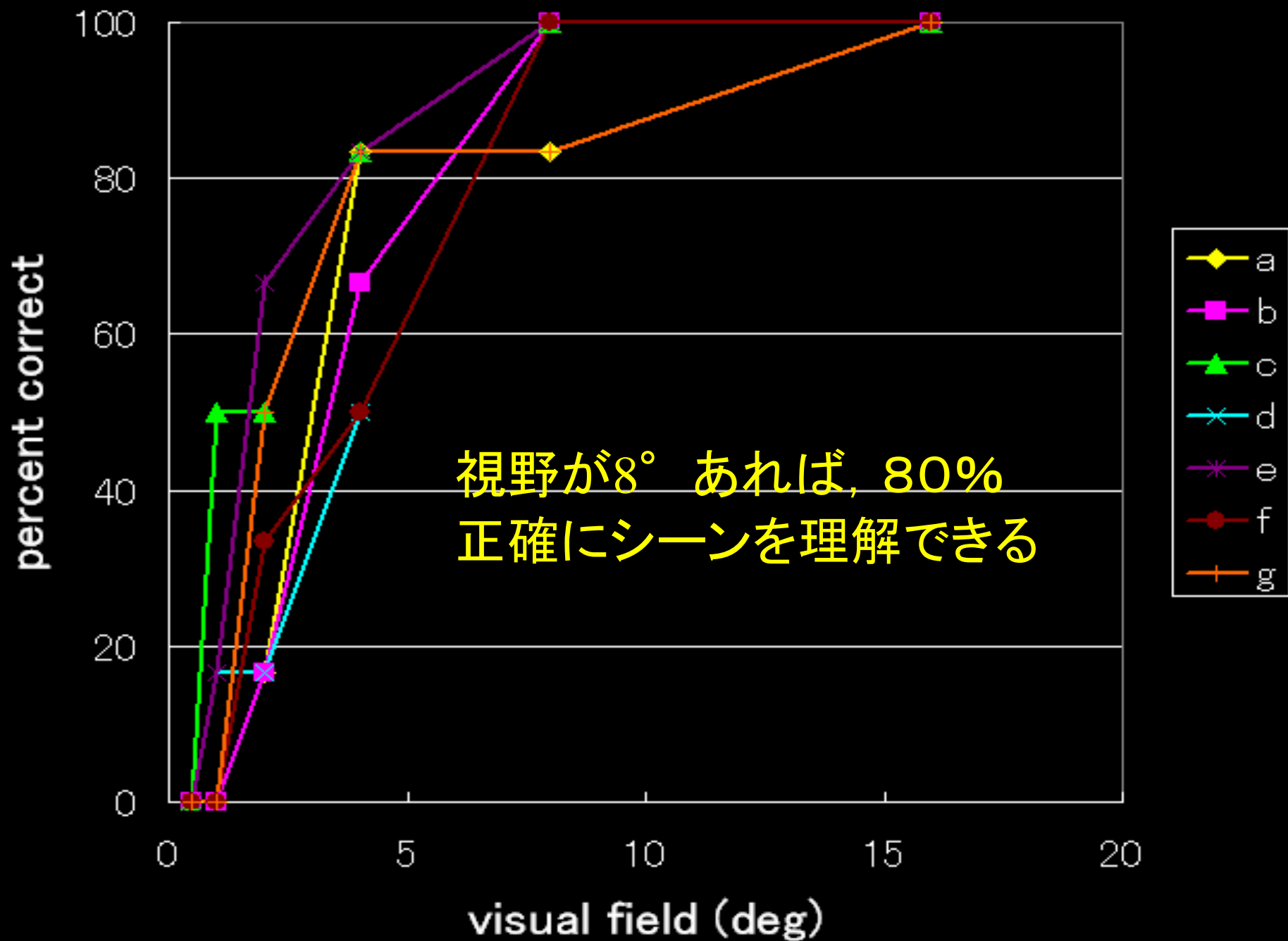


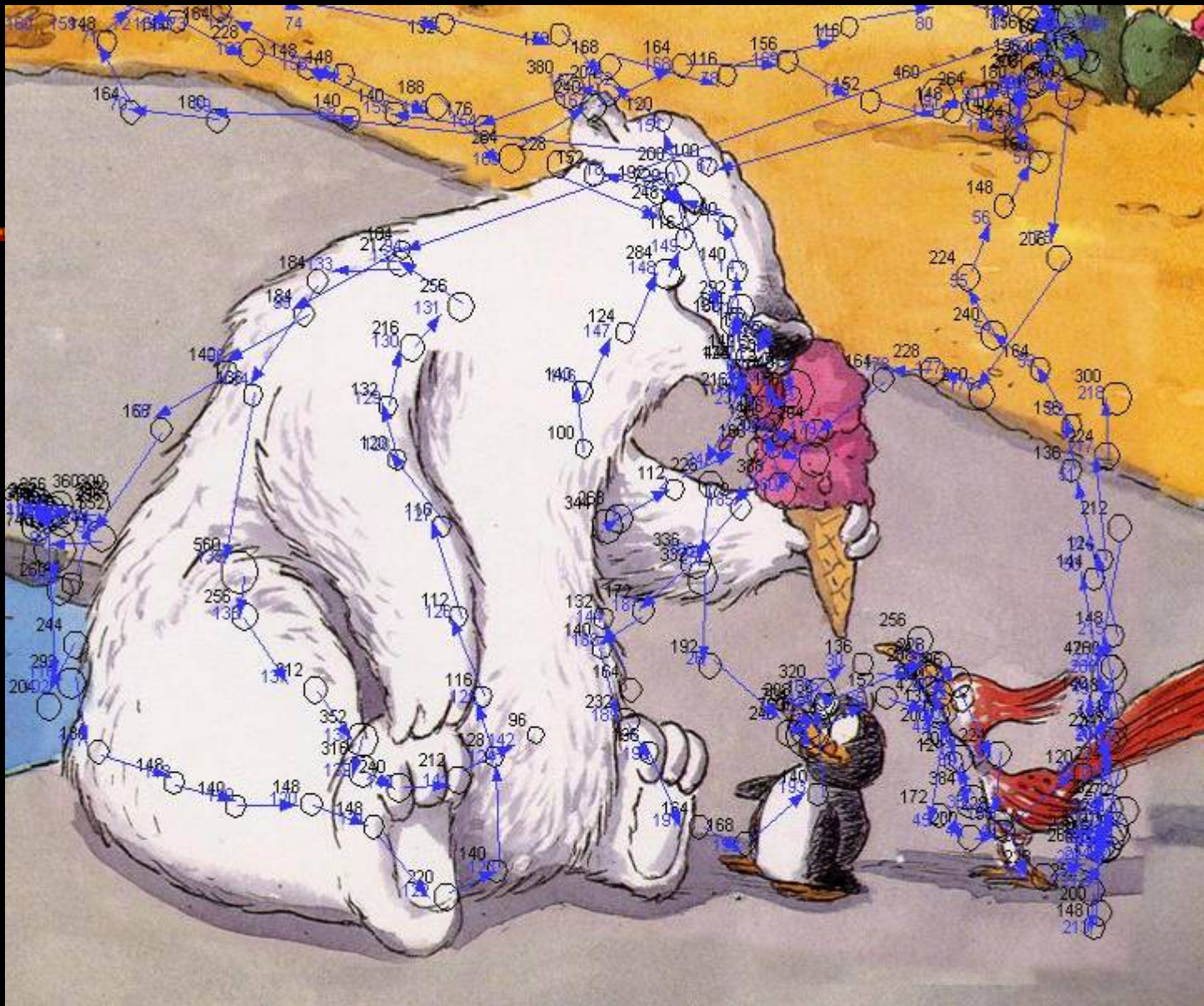
# 刺激画像



刺激ごとにいくつかの基準点を  
設け、それらをクリアすればそ  
れを正答とした。







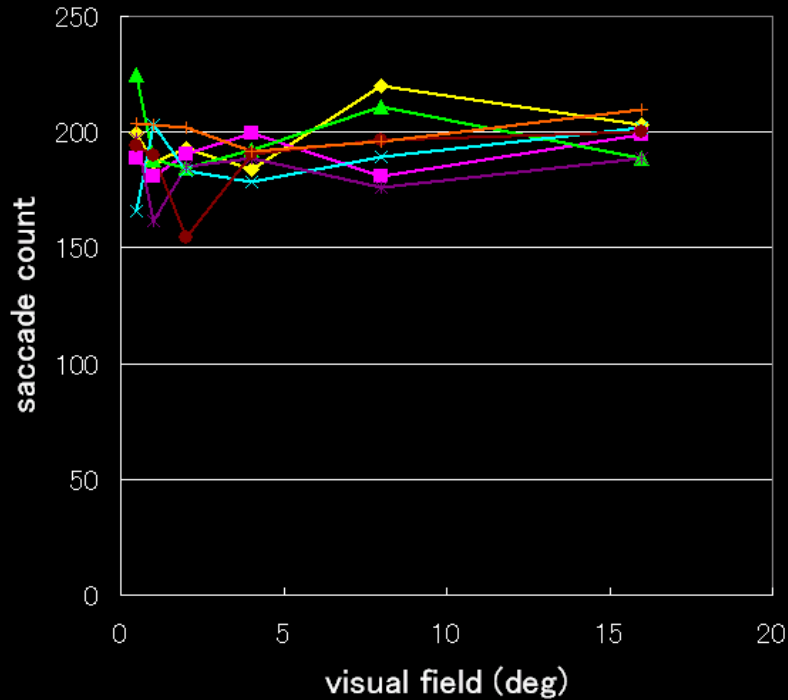
眼球運動の軌跡例(正答, 4°)



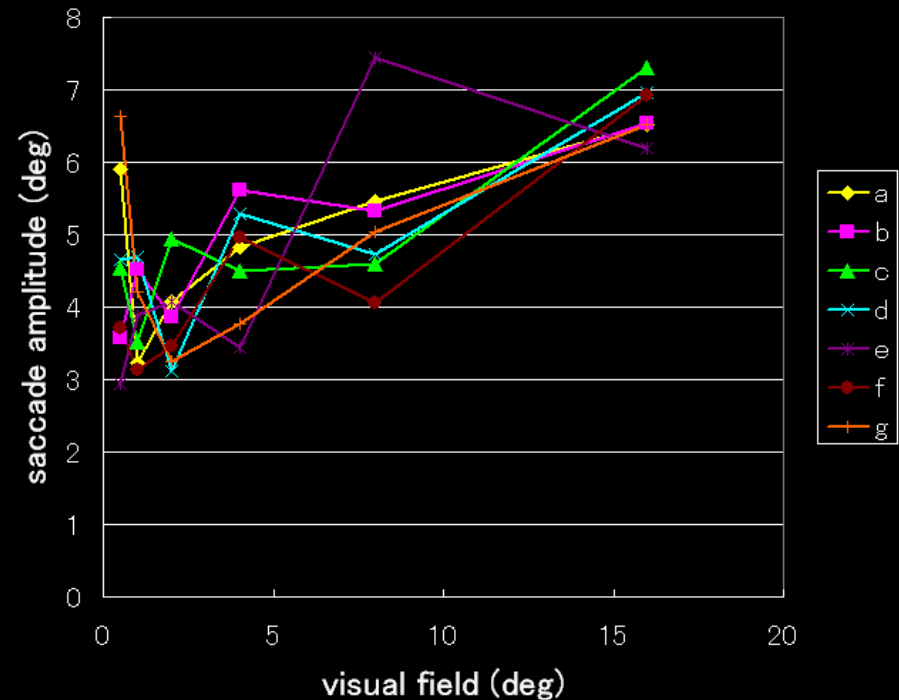


眼球運動の軌跡例(誤答,  $4^\circ$ )

# サックード



サックード回数



サックード振幅

視野が狭くなるとサックード回数は変わらないが、サックード振幅は短くなる傾向を示した

# まとめ

- 視野を制限すると、極端に成績が悪くなる。
- 制限視野では、サッケード振幅が小さくなる。
- さらに、視力が低下すると、成績も低下する。
- 最後に、高齢になると、視認性は低下するが、視覚的注意も低下する。これが日常生活とどのようにかかわりあうのか。
- 交通問題の研究は主として視認性の面から検討されてきたが、それでは不十分である。そこで、現在、変化の見落としの研究を行っている。

# Change blindness







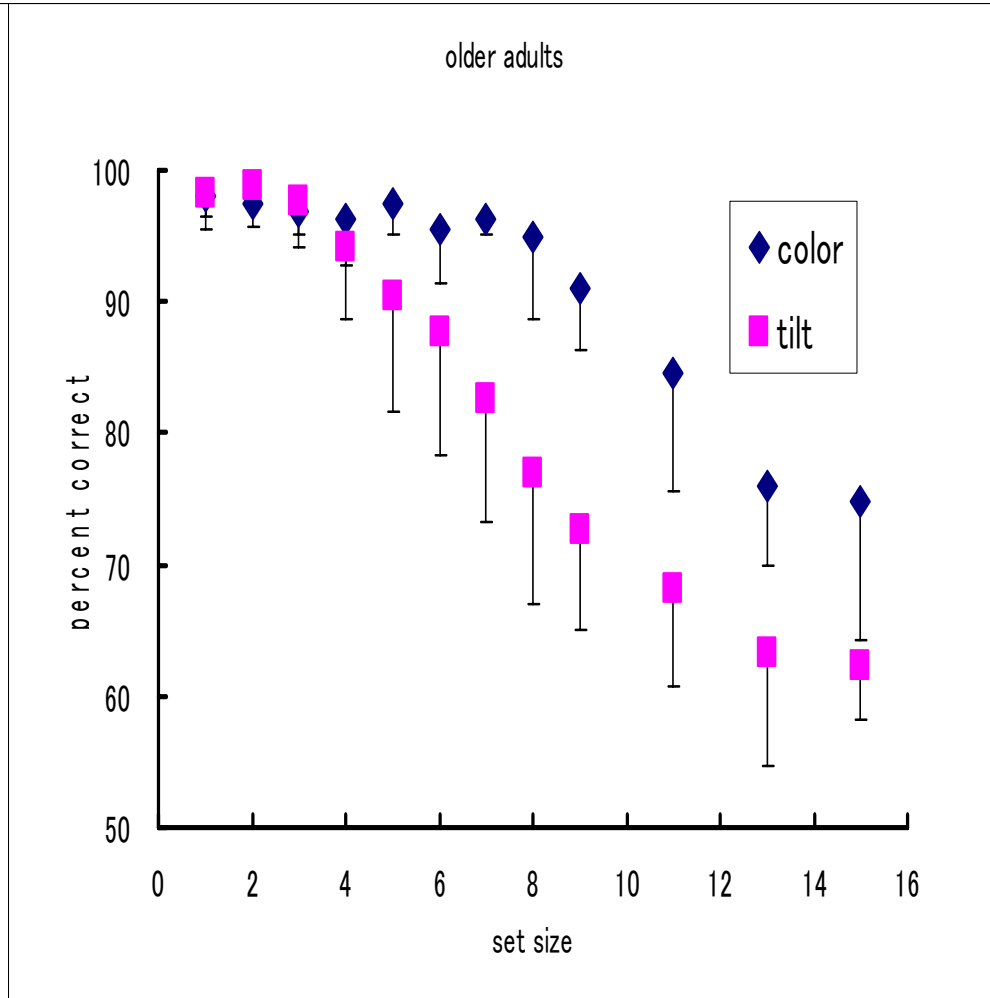
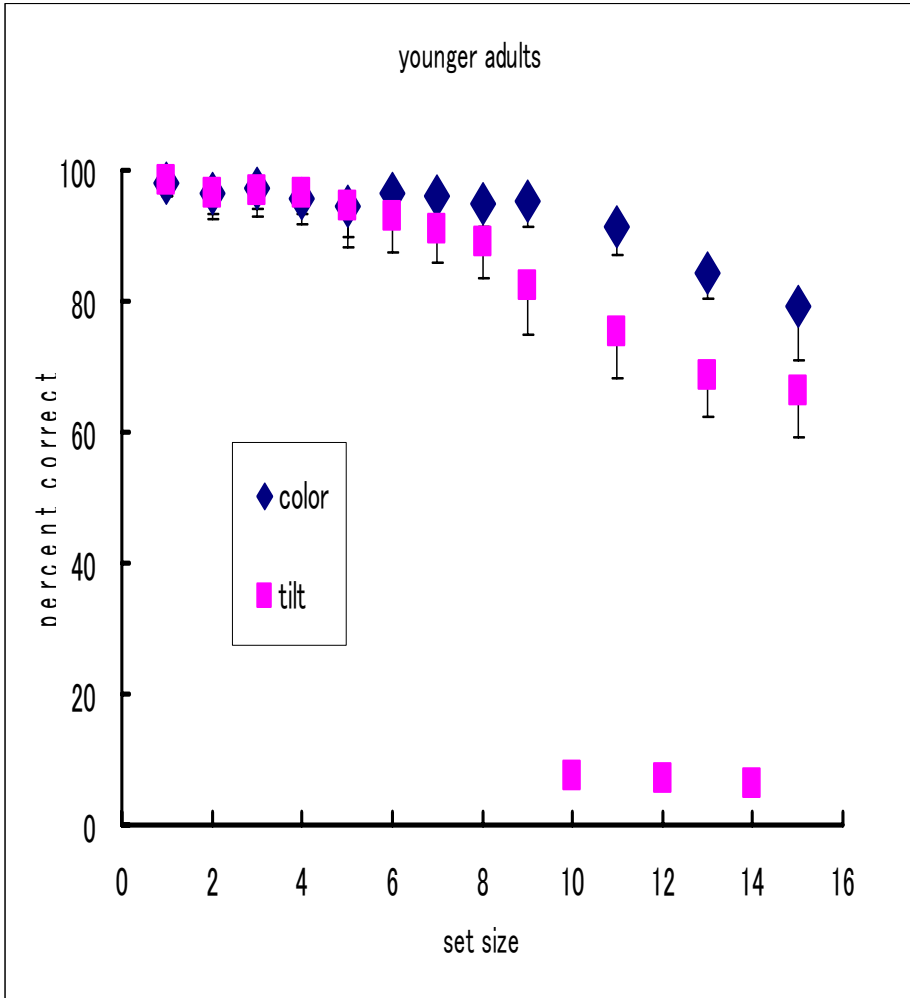




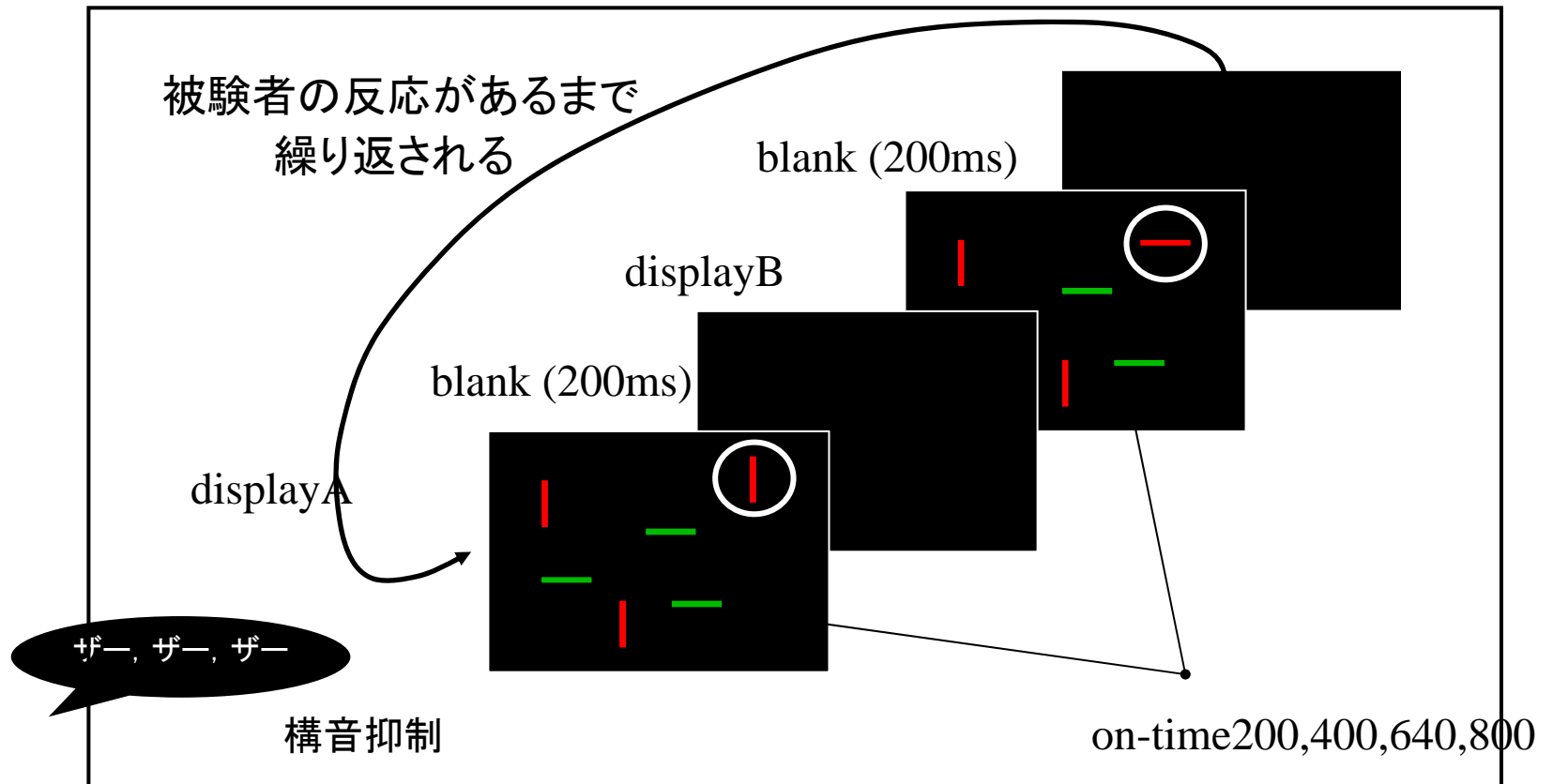
# One shot実験

若年者

高齢者

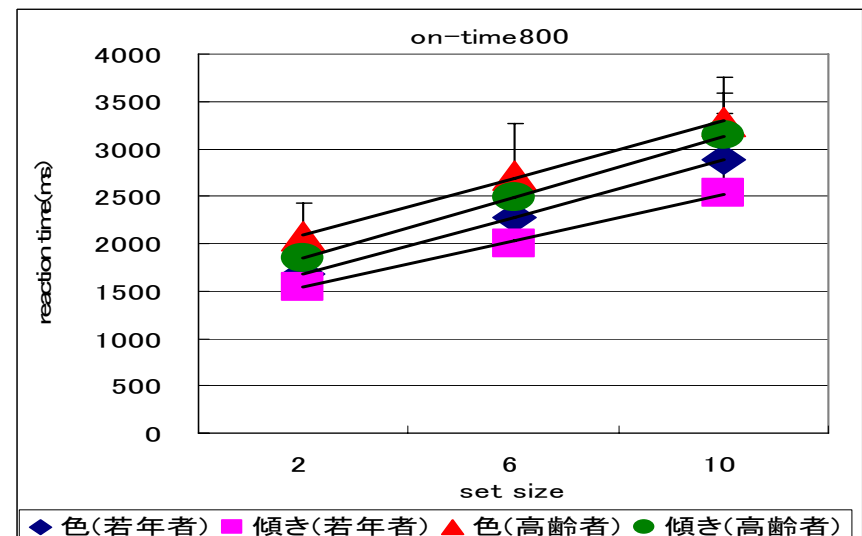
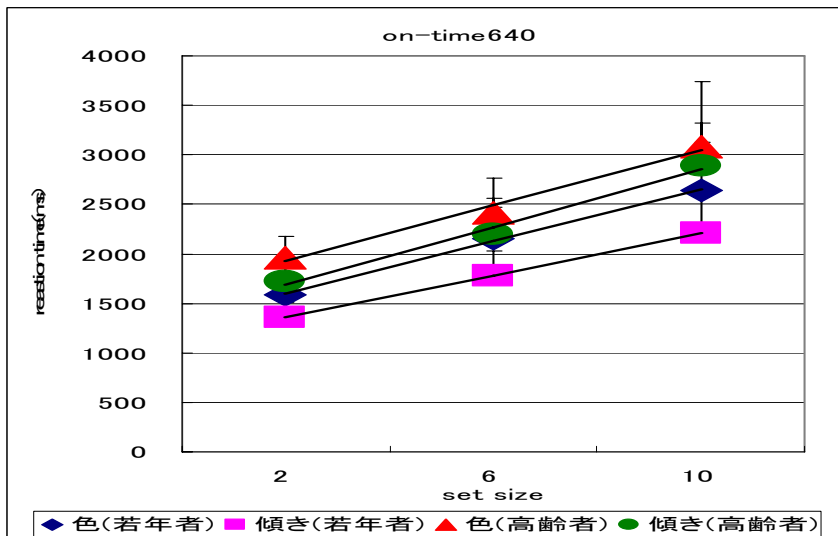
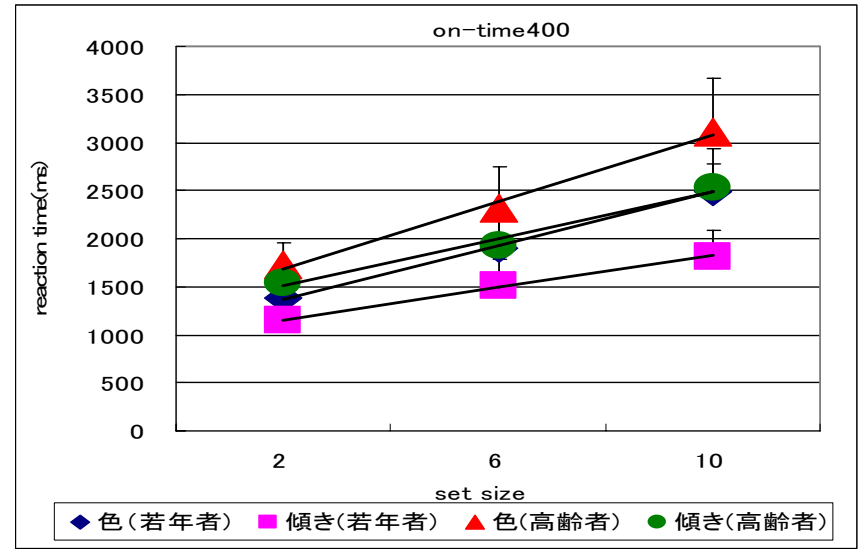
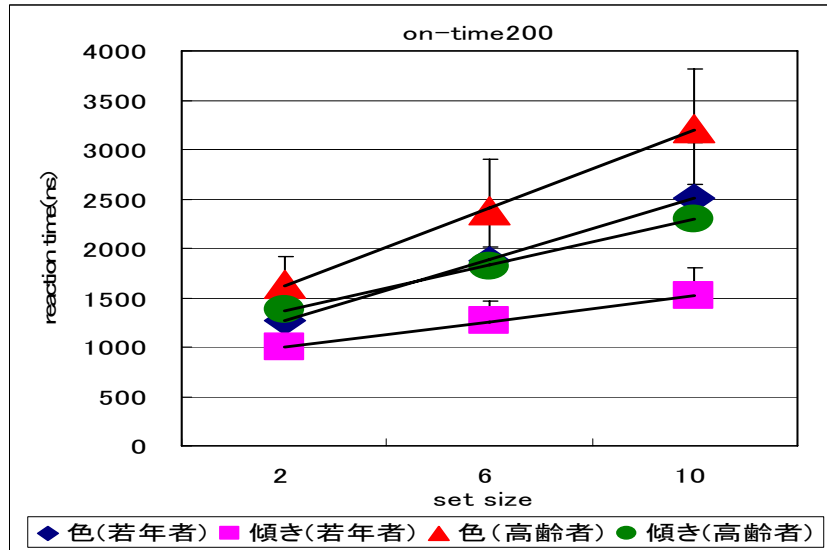


# 刺激提示方法

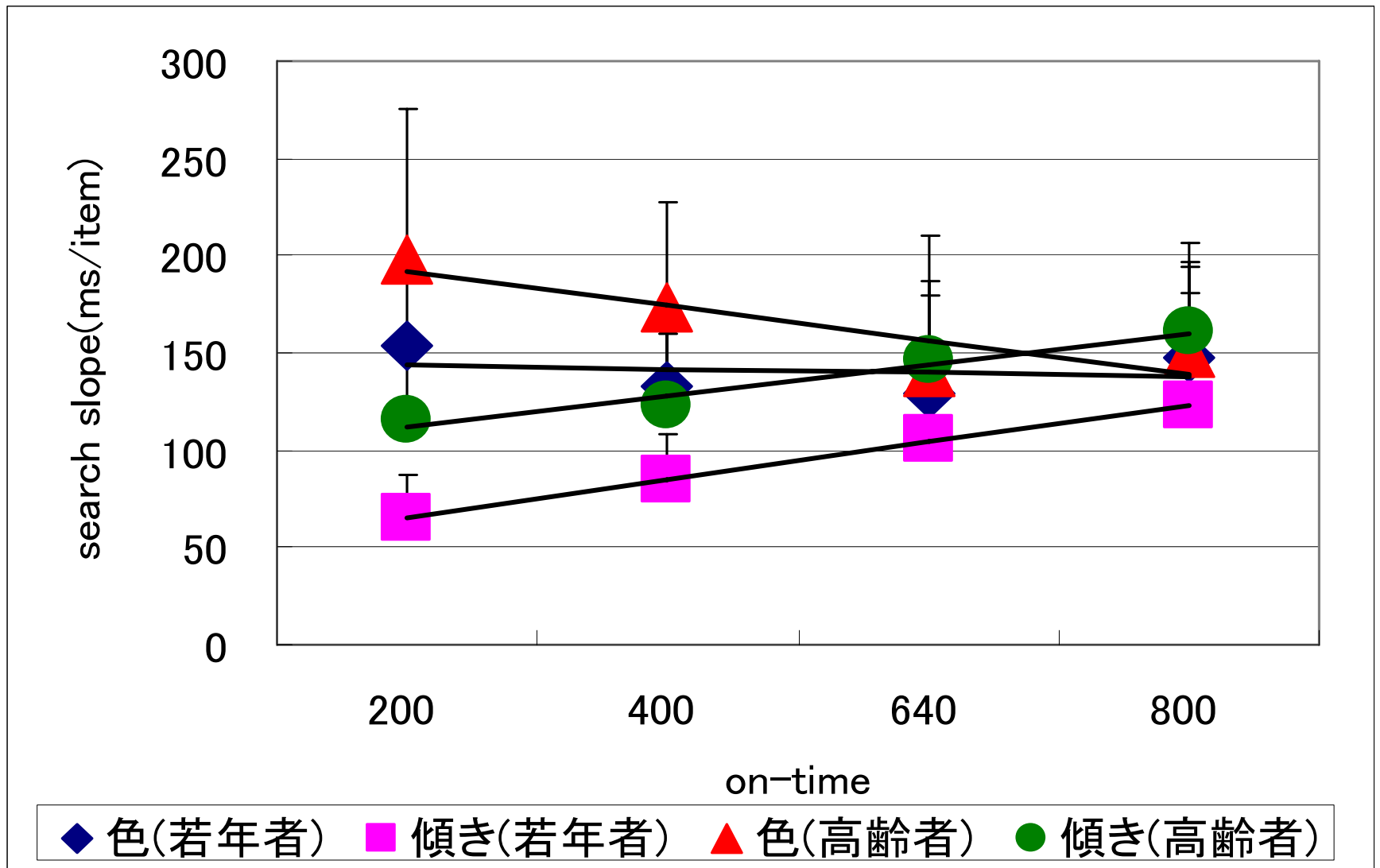


- set size 2, 6, 10
  - 試行数 各条件30試行
- set size 3 × on-time 4 = 12条件を1セット 計3セット

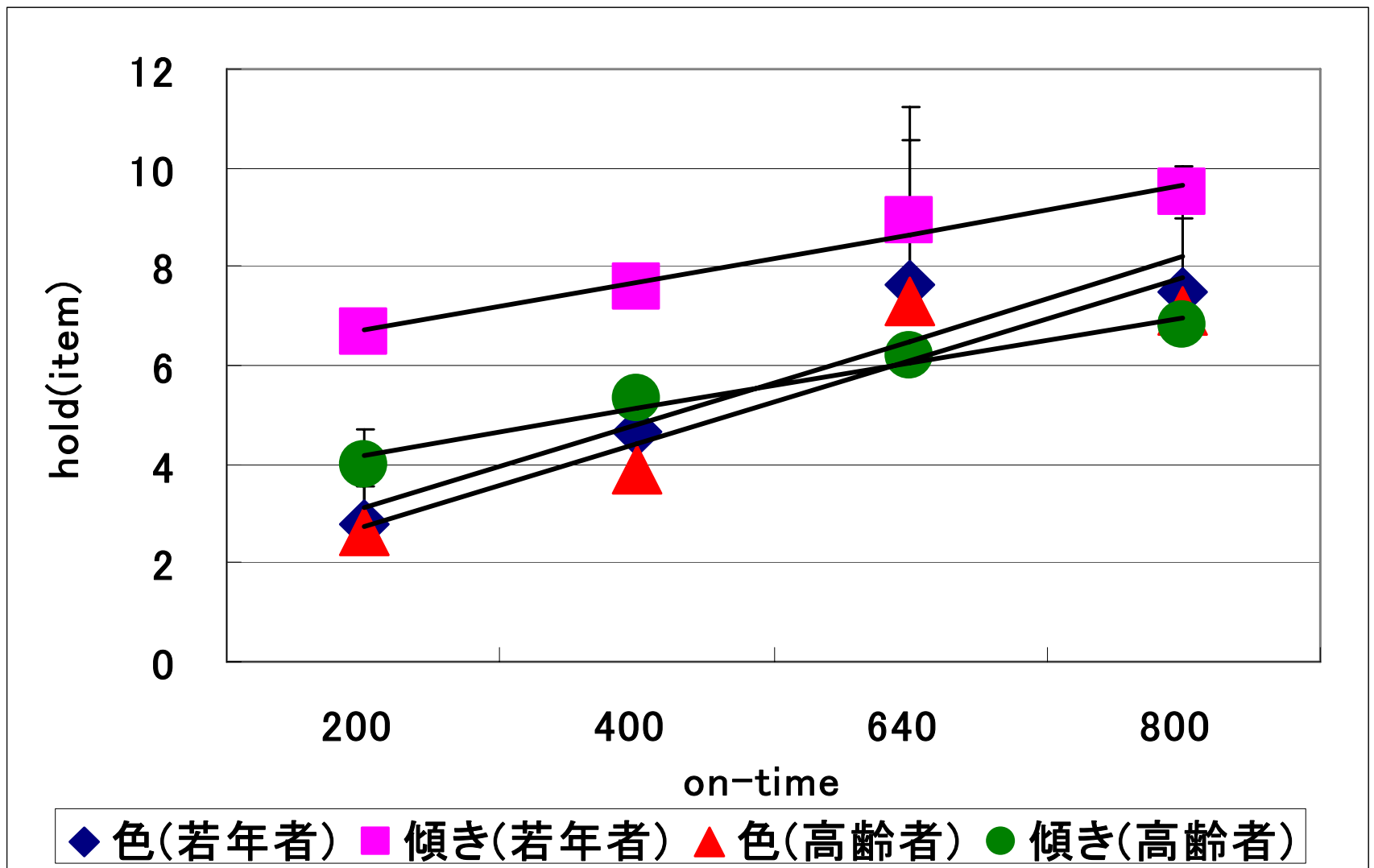
# 平均反応時間



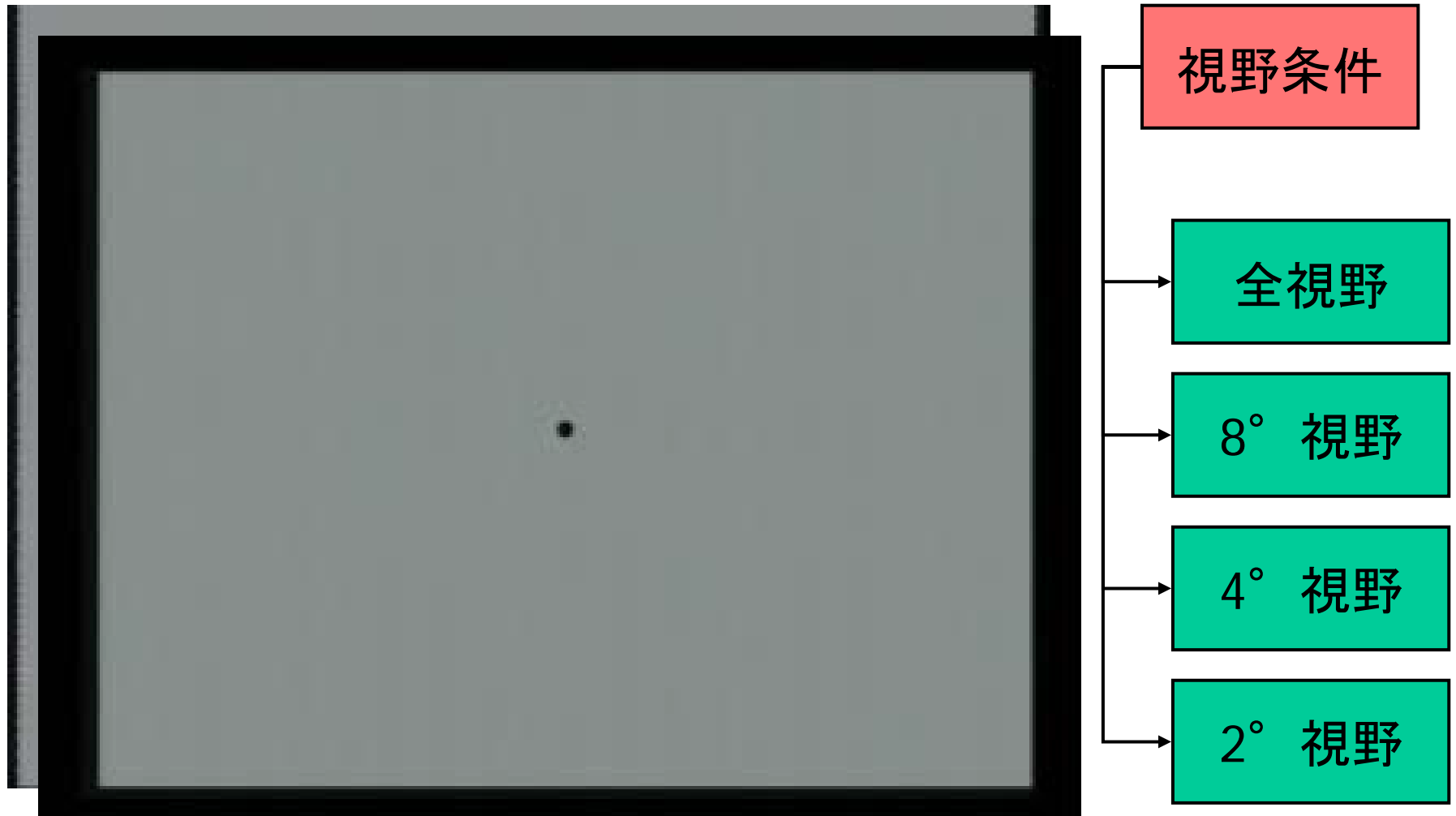
# search slope



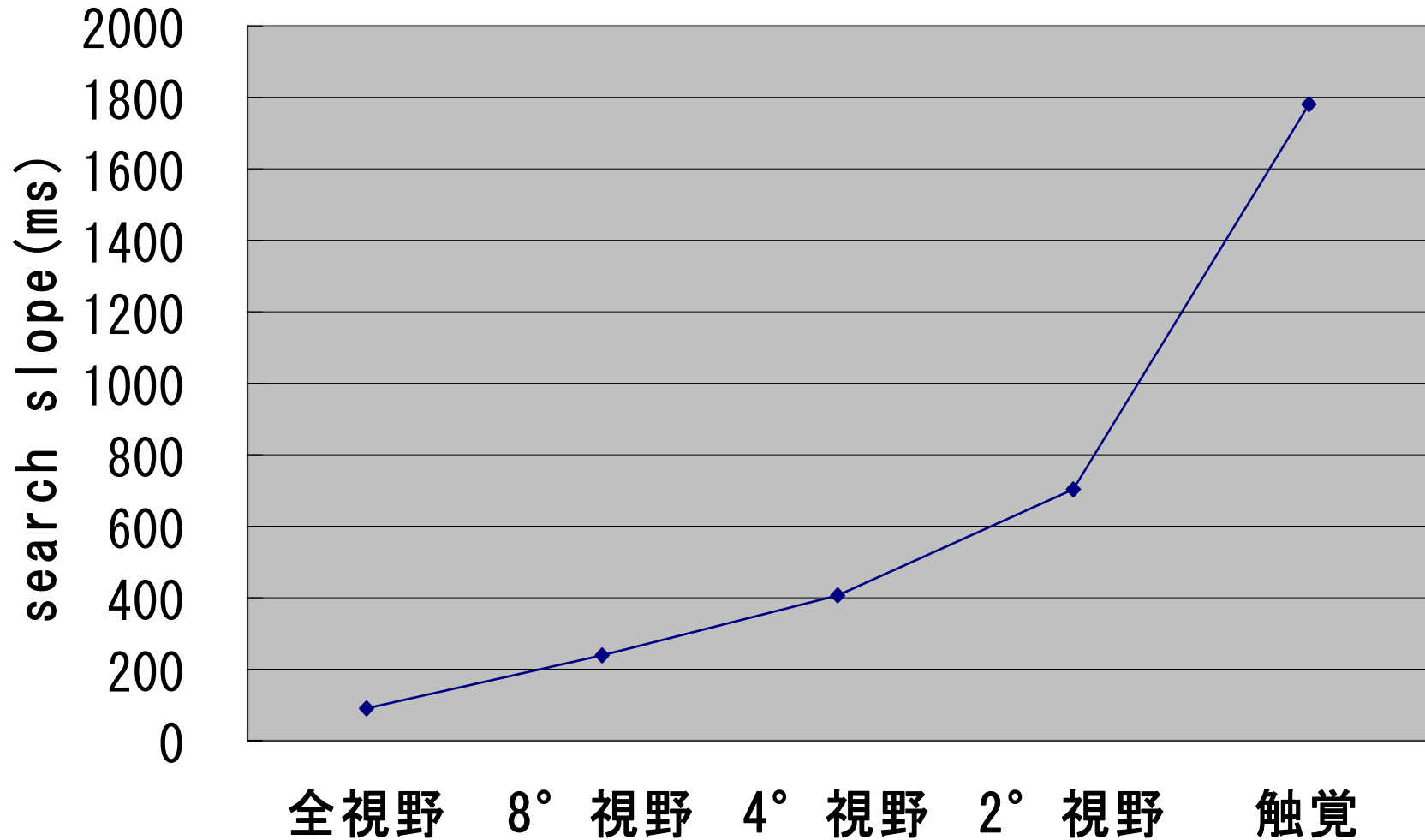
# hold



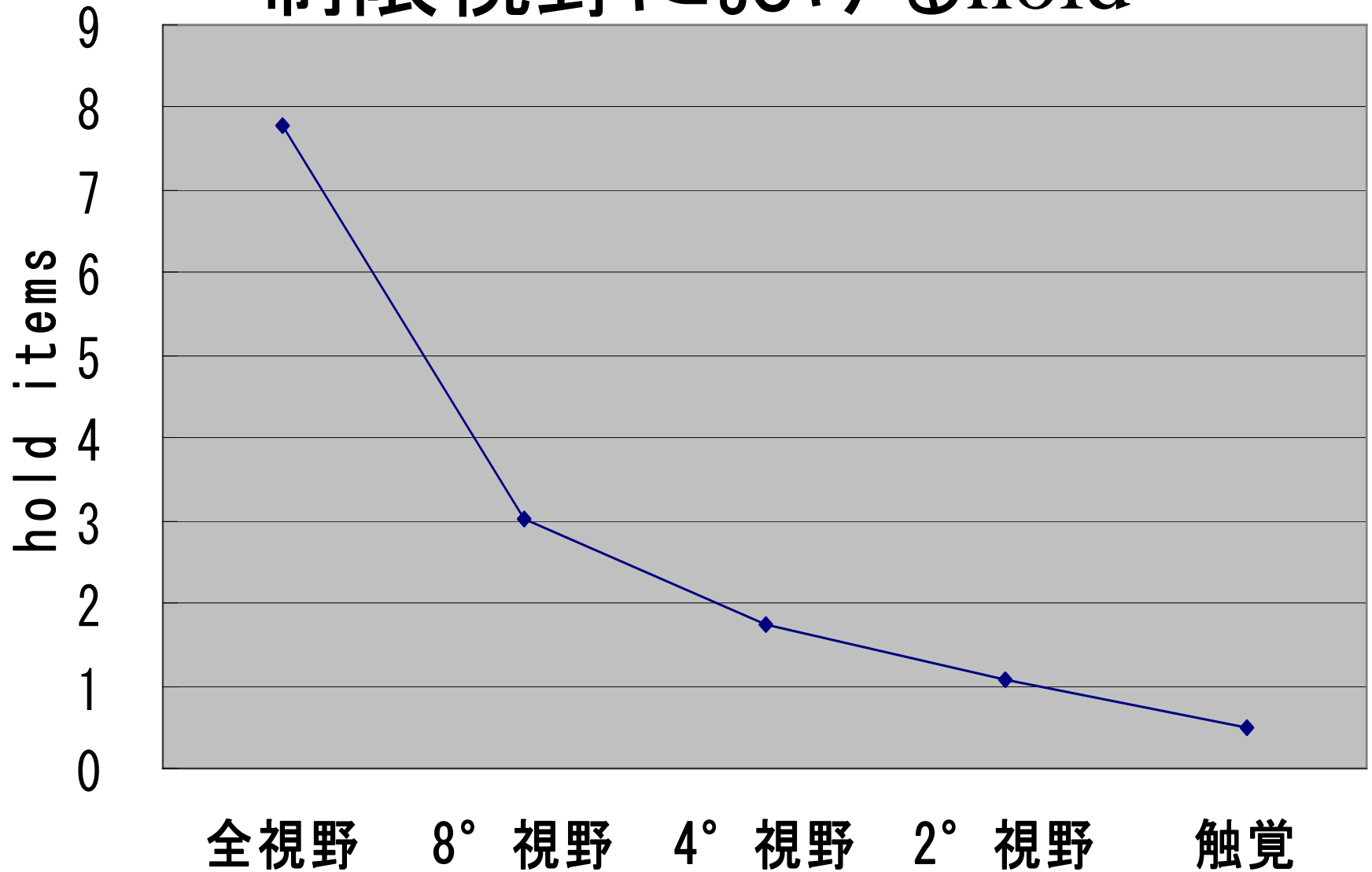
# 方法 – 変化検出課題の視覚探索条件に 移動窓法



# Search slope



# 制限視野におけるhold





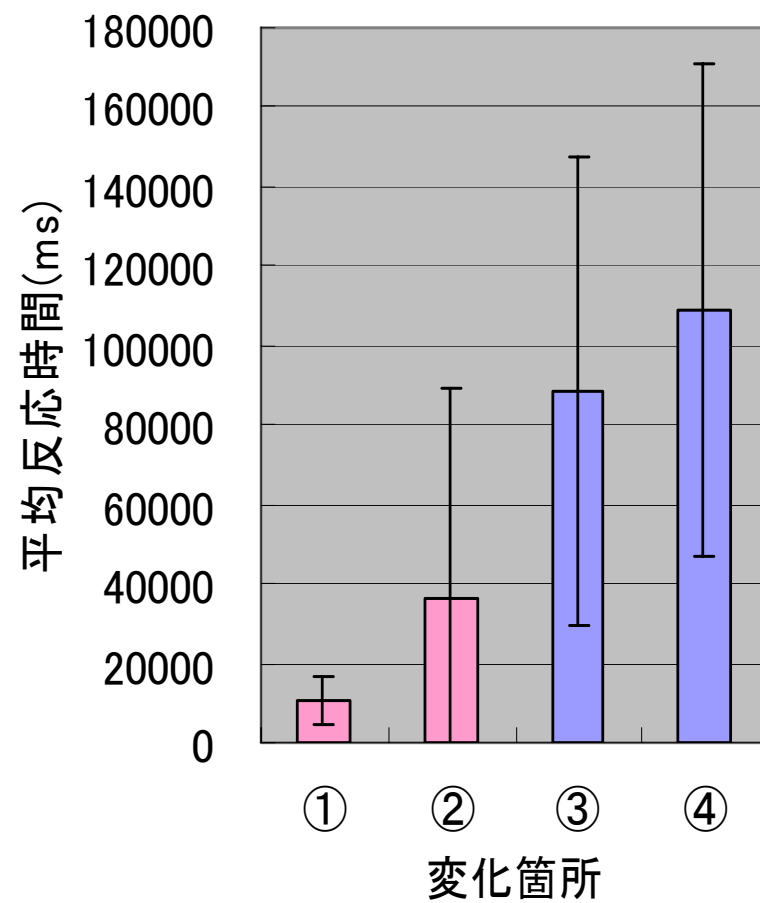


図4: 昼雨条件・写真刺激d

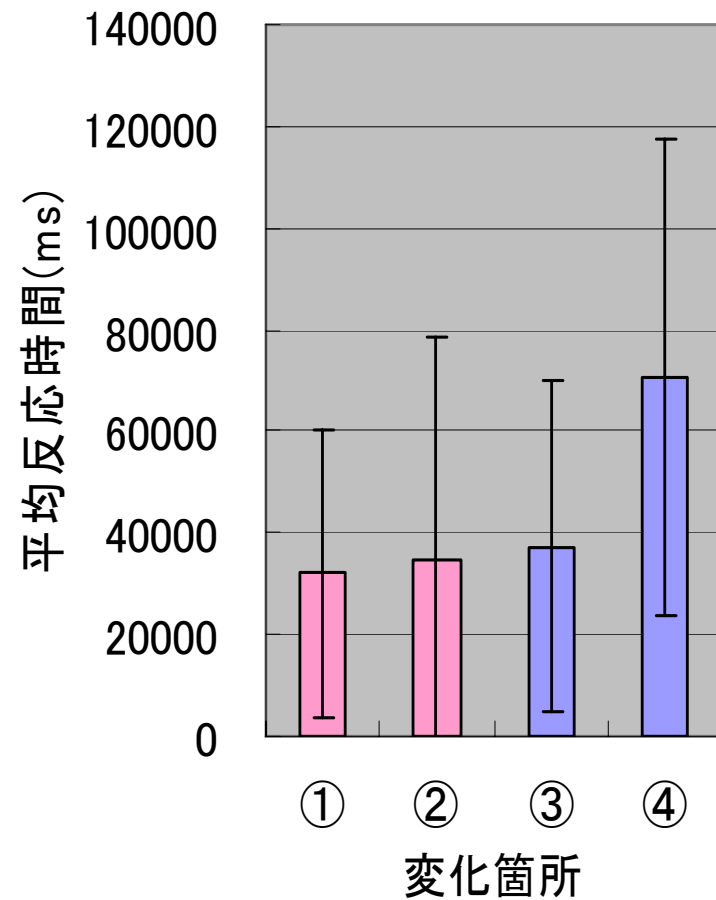


図6: 昼晴条件・写真刺激e

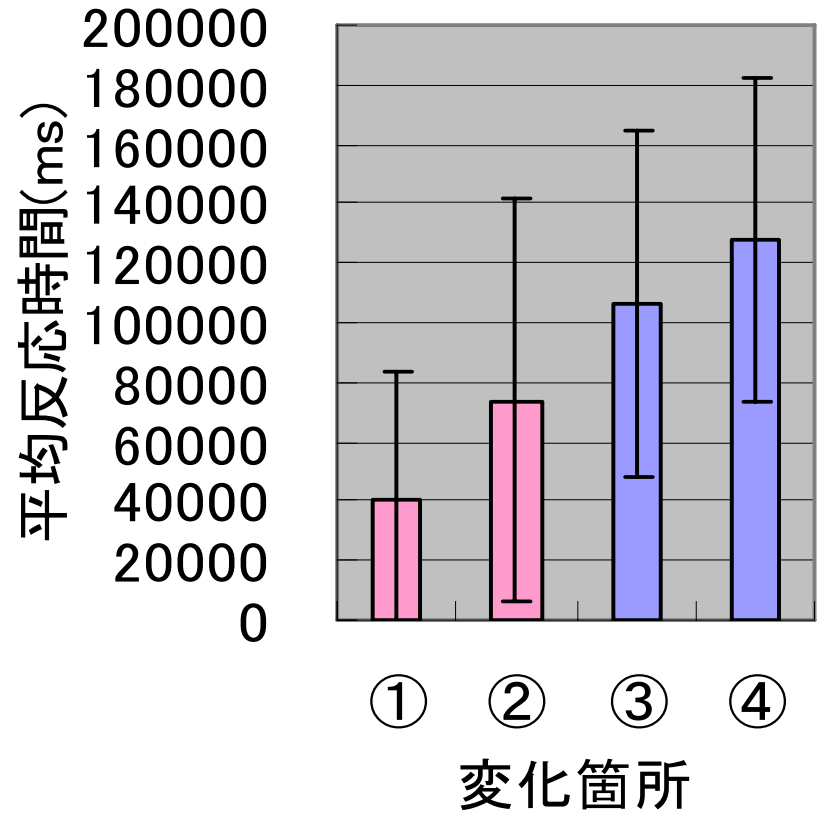
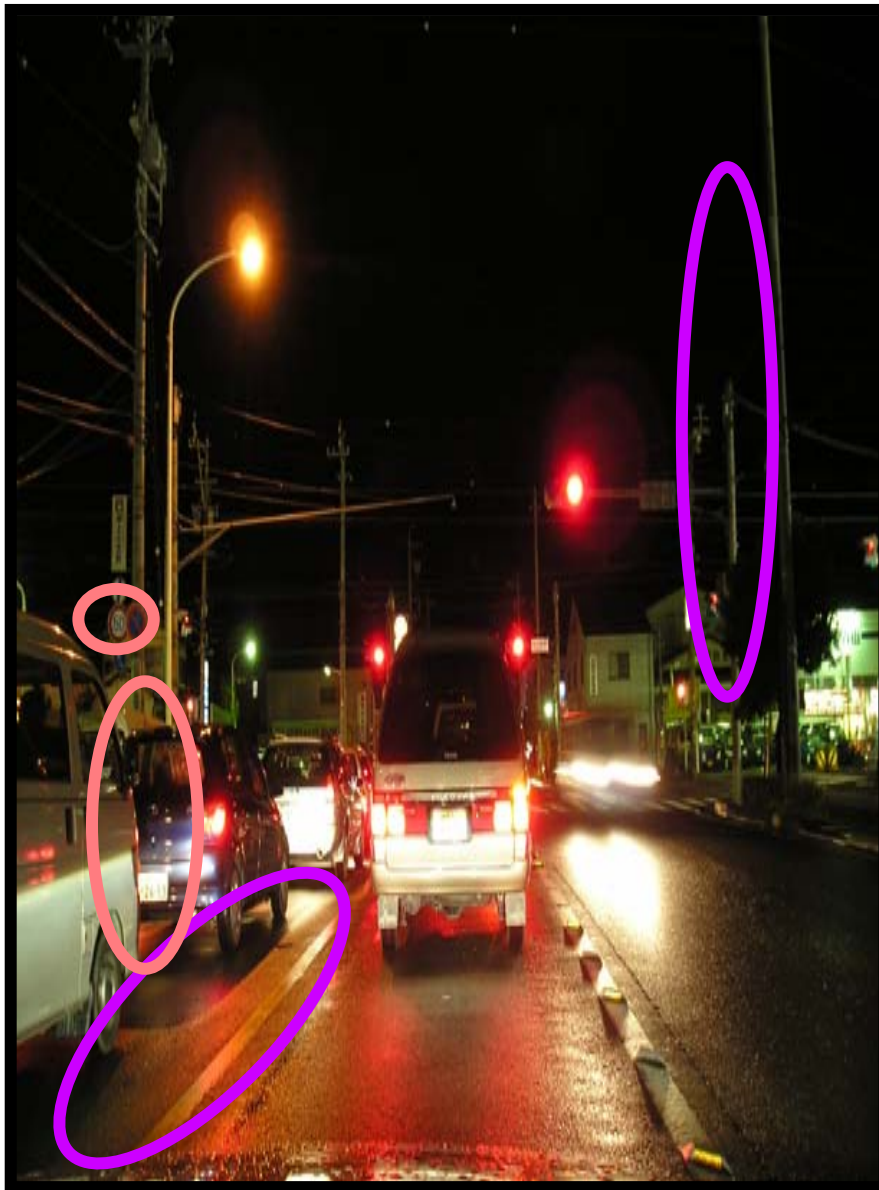


図8: 夜条件・写真刺激b

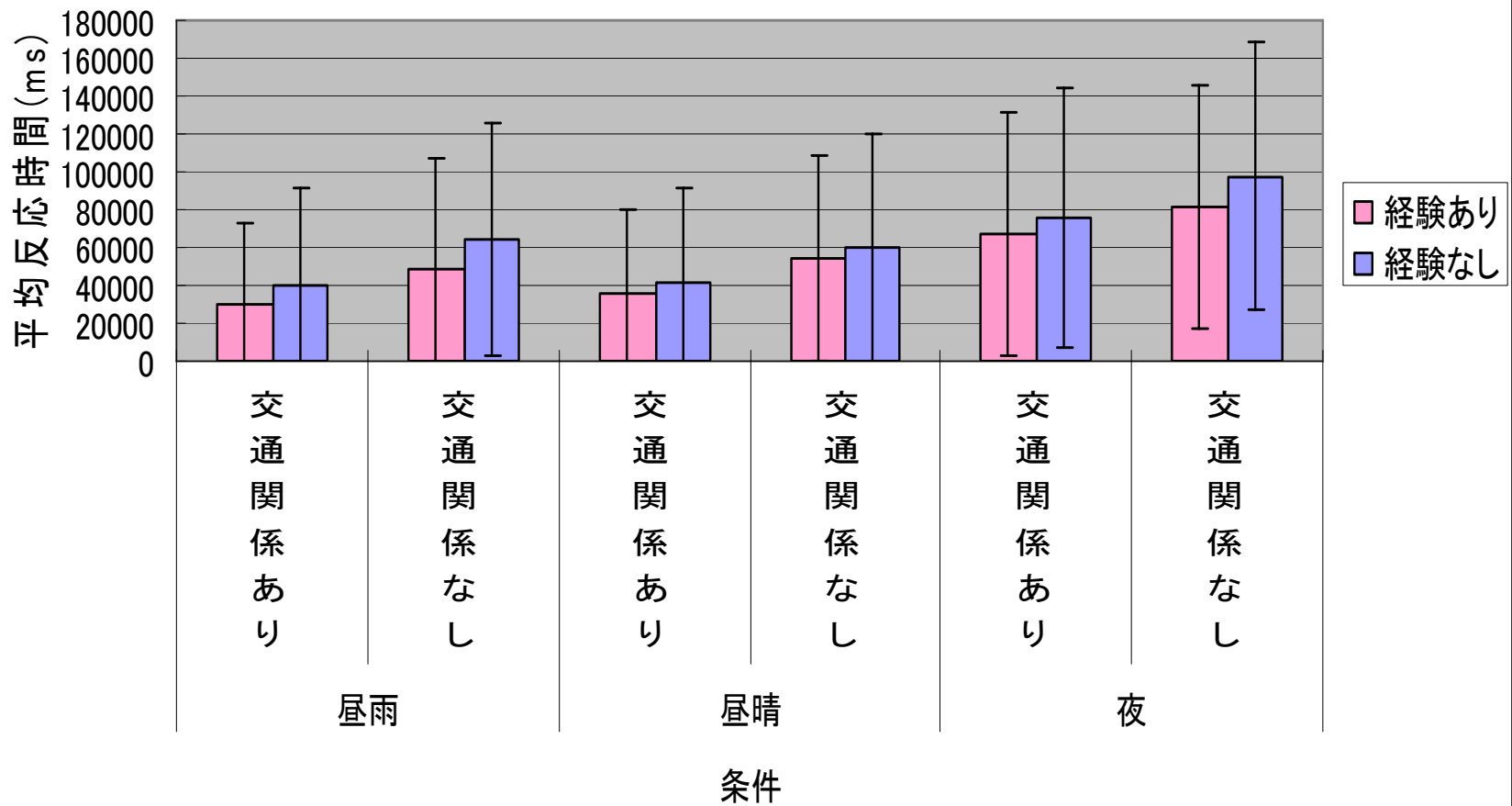


図10: 経験別の各条件による平均反応時間

- いずれの条件でも経験あり群の方が反応時間が短い。

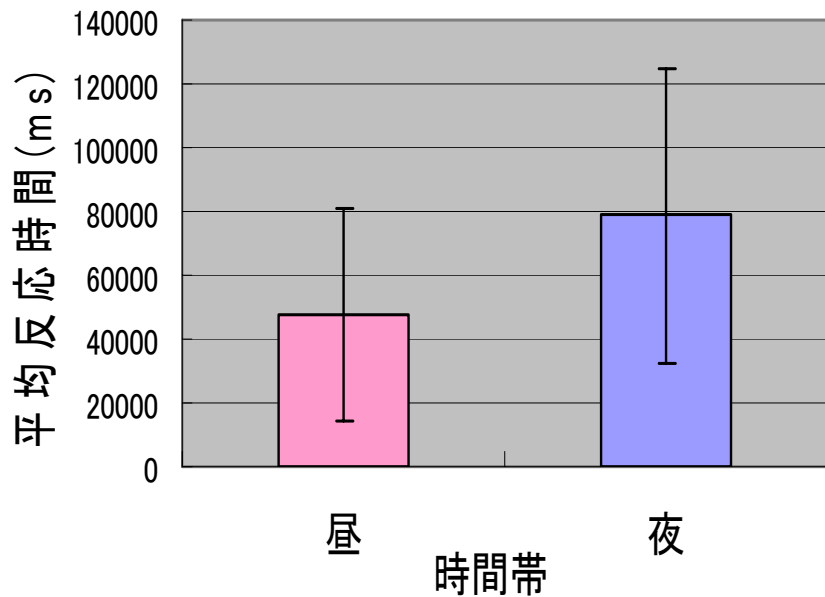


図9: 昼と夜の平均反応時間

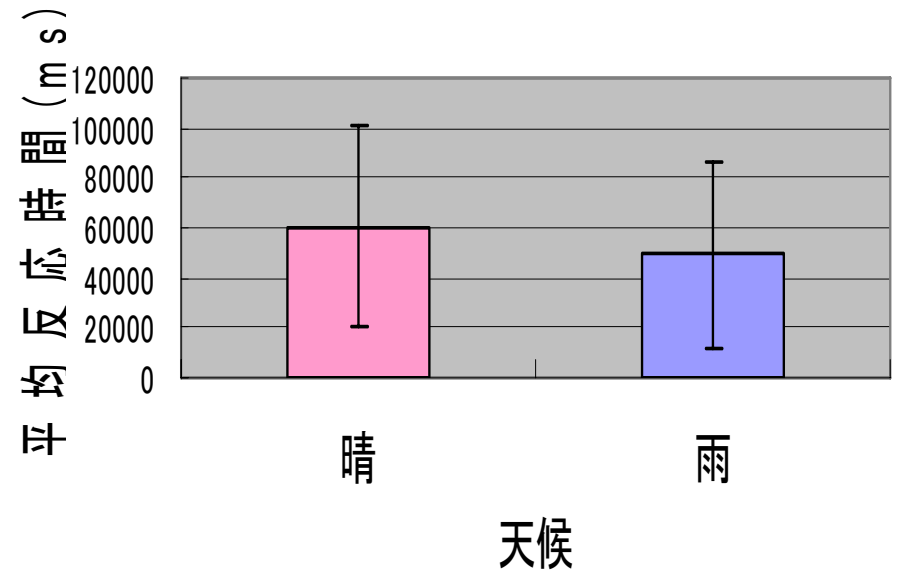
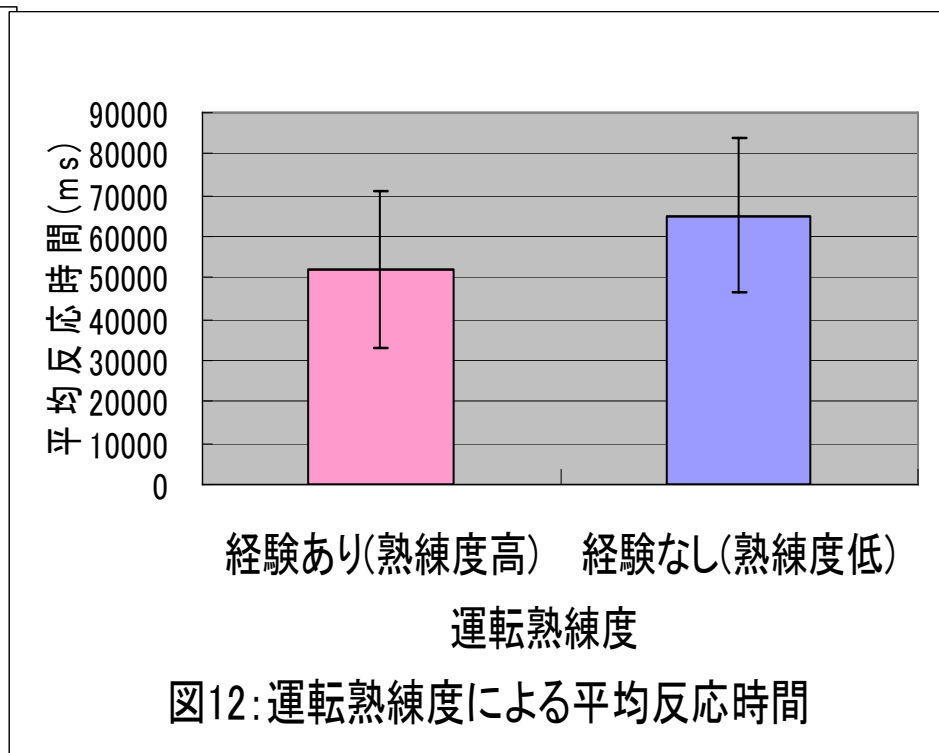
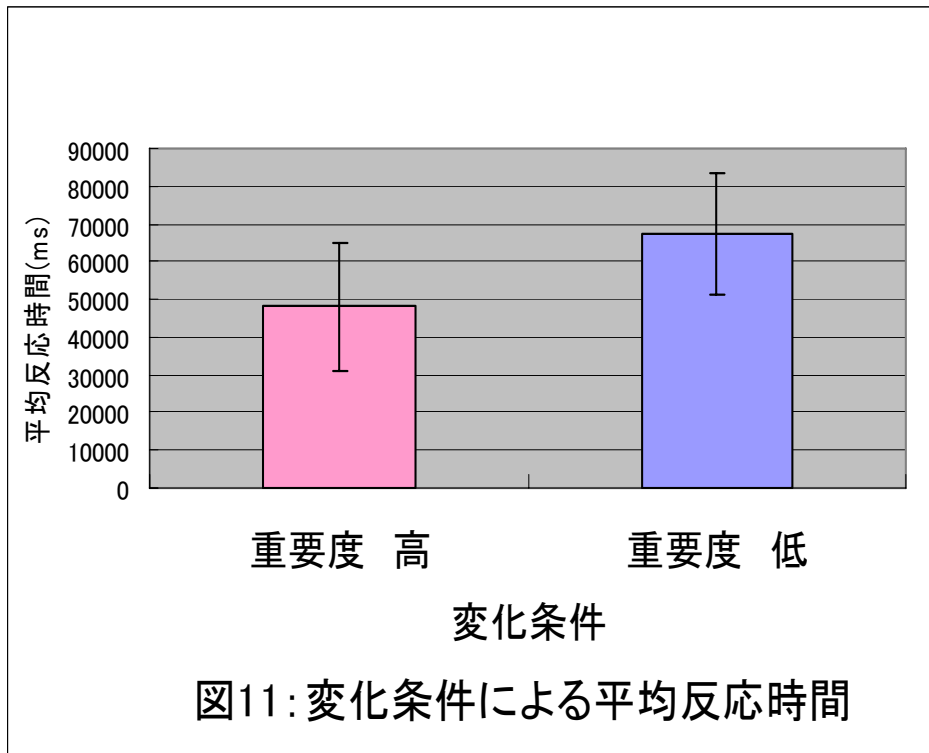


図10: 天候による平均反応時間

- 雨と晴では違いが見られない。
- 画像条件において、昼より夜条件の方が反応時間が長い。



- 重要度の高い箇所の変化の方が、低い箇所の変化よりも反応時間が短い。
- 運転熟練度では、経験あり群の方がなし群より反応時間が短い。

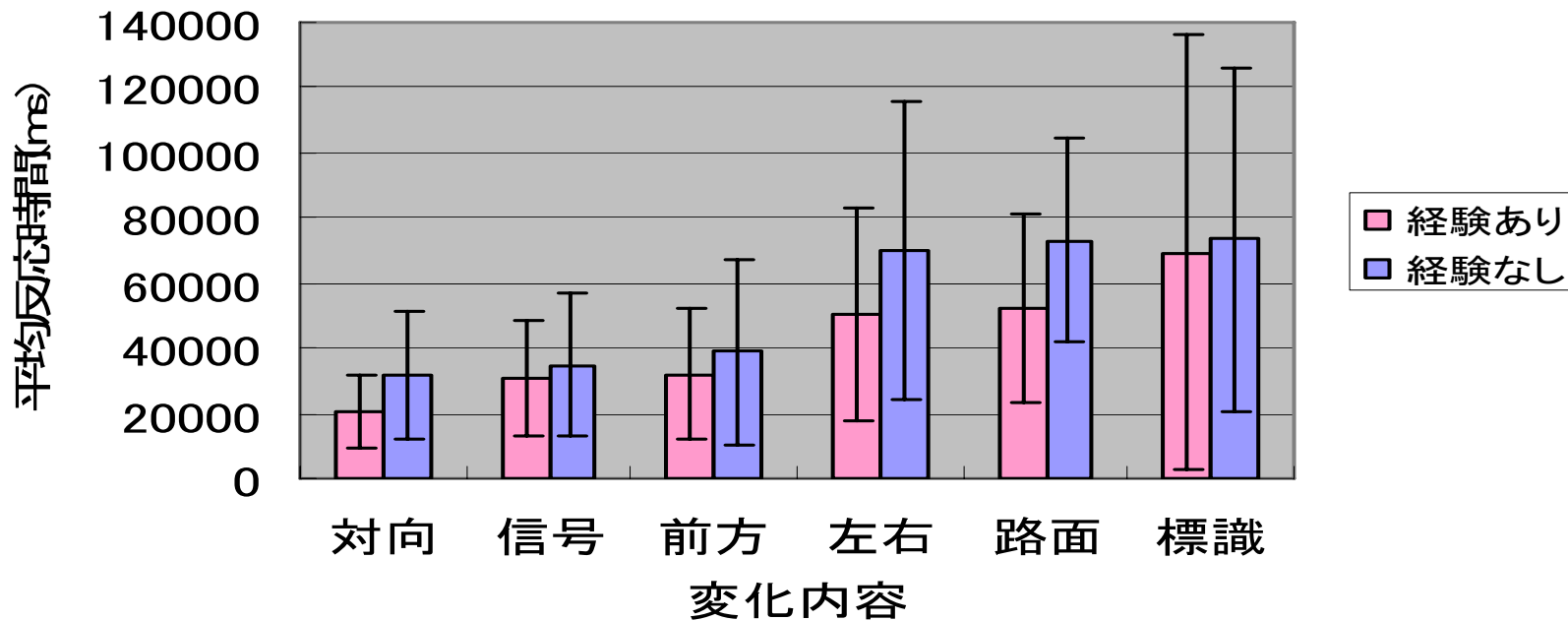


図13: 変化内容による平均反応時間

- 変化内容では**対向・信号・前方**で反応時間が短く、**左右・路面・標識**で反応時間が長い。

# まとめ

- 変化検出には、輝度や画像全体の明暗の差の影響も示唆。
- 運転熟練者は、そうでない者よりも注意が向く。
- 重要度の高い情報の方が、低い情報よりも注意が向く。
- 変化検出には面積・位置・複雑度は影響せず、情報の重要度が最も影響を与えている。
- 運転時に必要な情報の変化の中でも、より必要な情報に先に注意を向ける。