

機関番号：32702

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19330163

研究課題名（和文） 局所的情報取得に基づき広域情報知覚を提供する視覚触覚ディスプレイと人間の認知特性

研究課題名（英文） Human brain function that produces illusory wide field via local accumulation, and its application for visual and haptic 's devices

研究代表者

和氣 典二 (WAKE TENJI)

神奈川大学・視科学研究所・客員教授

研究者番号：20125818

研究成果の概要（和文）：1）変化検出課題や二重課題による注意やパタン知覚の研究や触覚と視覚の比較研究を行った。変化検出課題を視野狭窄が生じている緑内障や網膜色素変性の眼球運動は人為的に視野を制限したときの  $4^{\circ}$  から  $8^{\circ}$  の場合と類似していることや変化を検出するときの反応時間は視力に影響されずに加齢や視野の障害の程度に依存することを明らかにした。触覚で変化検出課題を行うと、触覚の反応時間は視覚より顕著に長くなる。この知見から手の触野を視野で表すと、約  $0.5^{\circ}$  に相当する。二重課題では偏心度を変えたときの輝度コントラストと色コントラストを検討し、偏心度が増すと、感度が著しく低下することを示した。また、輝度コントラスト感度に差がなくても、色コントラスト感度では高齢者は顕著に若年者より低下する。パタン知覚の場合、先天盲や先天的ロービジョンは3次元情報を触覚で報告できないが、後天盲ではそれが可能である。2）応用的観点から、地下空間の快適性・安全／安心に大きな影響を与えるものに視認性や視覚的注意があることを指摘し、それを踏まえた空間の評価法を提案した。また、画像処理の応用面として、電子透かし技術の実用化をはかった。

研究成果の概要（英文）：The change detection in flicker paradigm has been examined by glaucoma and pigmentary retinal degeneration with defect of visual field. The target is changed in color and orientation. It was shown that the result of the change detection was influenced by aging and the size of visual field defect. When observers search a changed target, the eye movement differs with limited size of visual field of observers. The eye movement of glaucoma and pigmentary retinal degeneration is similar to visual field of  $4^{\circ}$  to  $8^{\circ}$  in observers without visual field defect. Moreover, the reaction time in visual change detection is shorter than that in tactile change detection. Based on the reaction time in various size of visual field, tactile field was estimated. As the results, the tactile field was approximately  $0.5^{\circ}$ . In the dual task, luminance and color contrast sensitivity was measured under various eccentricity of retina. Luminance and color contrast sensitivity with RSVP were decreased with the increase of eccentricity. Furthermore, older observers show lower contrast sensitivity than younger adult observers in color contrast sensitivity. On the other hand, patterns involving the three dimensional information are presented to congenitally and adventitiously blind persons. It was shown that the congenitally blind persons can not perceive the three dimensional information in haptic mode, but the adventitiously blind persons can perceive in haptic mode. These findings imply that visual experiences play an important role in order to perceive tactile patterns. Furthermore, it was found that visual readability and attention are important in comfort of the underground space. On the other hand, voting system have been developed by using a divided images cryptography technology.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2008年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000

2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
総計	12,000,000	3,600,000	15,600,000

研究分野：人間工学、応用実験心理学  
 科研費の分科・細目：社会科学・実験心理学  
 キーワード：感覚・知覚

### 1. 研究開始当初の背景

視覚では中心視で知覚するため、眼を動かす。同様に触覚でも掌よりはみ出している刺激を知覚するためには手を動かさなくてはならない。刻々と入力されている情報を両感覚ではそれぞれどのように統合されるかが不明であった。これを問題にする場合、(1)視野が制限されると、どのように成績が低下するか。(2)視野障害者の視覚的注意やパターン知覚の特性など解明されていない。(3)触覚では視野に相当する触野がどの程度か不明であった。(4)その上で、視認性や視覚的注意が環境評価にどのような影響をもたらすか不明であった。

### 2. 研究の目的

視覚と触覚において観察者が注意を向けている空間にある像の提示位置と像内容を変えて、ディスプレイ領域よりも広域的な情報を知覚するための基本的な知見を得る。同時に視野狭窄をきたしているロービジョン者にも同じような課題を与え、かれらが実際の視環境をどのように認知するかを探る。そのうえで、視力や視野障害を受けている人が視環境をどのように評価するかを検討する。

### 3. 研究の方法

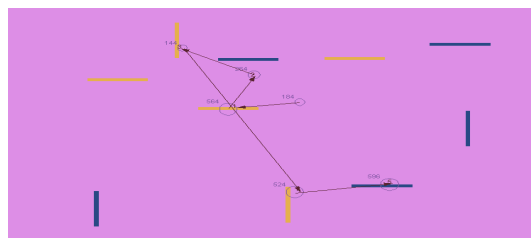
(1) 変化検出課題を視覚と触覚に課した。その上で、視覚の場合、人為的に視野を制限したときの眼球運動を測定し、視野狭窄を有している網膜色素変性症や緑内障の眼球運動と比較した。一方で、かれらの反応時間を求めた。さらに、(2) 大型スクリーンに中心視で一連の文字を高速で提示するが、そのうちの1文字だけ色が異なるというRSVPパラダイムを適用した。色の異なる文字を読みながら、周辺に提示されたガボールのコントラスト感度を求めた。コントロール条件として、固視点を見ながら同一条件でコントラスト感度を求めた。輝度ガボールと色ガボール(赤と緑、青と黄)を用いた。

(3) 触運動知覚の研究では、複合図形や重なり図形などを先天盲、後天盲、先天的ロービジョン、後天的ロービジョン者、健常若年者に探らせた。そのとき、健常者のみにモーション・キャプチャーで指の動きをモニターした。(4) 周辺視においても明るさの恒常性が成立するかをマグニチュード推定法にて測定した。(5) 視力や視野に障害を受けている人が地下空間をどのように評価するかの評価法を確立するため、

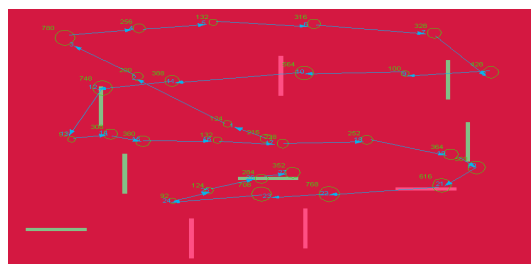
東京メトロや名古屋市営地下鉄駅構内をロービジョン者や高齢者が歩き、われわれの作成した質問紙に回答を求めた。また、画像処理技術を用いて、電子透かし技術を発展させた。

### 4. 研究成果

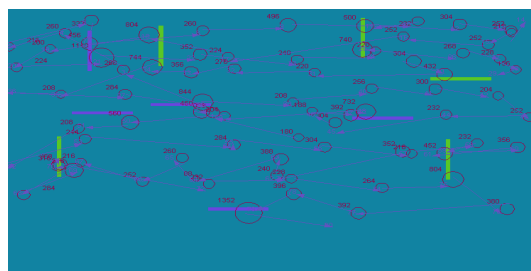
(1) 変化検出課題では、フリッカー・パラダイムを用いて、第1画面と第2画面のターゲット



全視野



4° 視野



2° 視野

図1 視野の大きさごとのターゲット検出時の眼球運動

ト色あるいは方向を変えて、変化しているターゲットを健常者と緑内障に探索させた。図1は健常者の視野の大きさごとの眼球運動の例である。これによると、視野の大きさによって、眼球運動は大きく影響される。つまり、視野が狭くなると、サッケード運動の回数が増え、振幅は小さくなる。また、停留時間は短くなる。視

視野狭窄をもつ網膜色素変性症の場合には、 $4^\circ$  視野 $\sim 8^\circ$  視野の範囲内の眼球の動きを示している(図2)。また、反応時間では視力の効果が観察されずに加齢の効果が顕著に示されている。

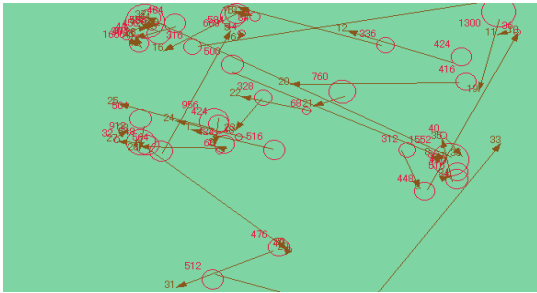


図2 網膜色素変性の眼球運動の軌跡のサンプル

これは加齢性疾患を有する人が観察者として参加しているからである。

同様な課題を触覚で行なわせると、触運動知覚モードでは反応時間は視覚より顕著に長い。視覚と比較すると、視野に相当する触野はほぼ $0.5^\circ$ である。つまり、ごく小さく制限された視野と等価になる。触覚の研究では健常者を観察者にする場合が多いが、先天盲を被験者とするとき反応時間は短縮するようである。目下、先天盲のデータを増やしている。さらにこのときに働く短期記憶が先天盲で優れるかも同時に調べている。

(2) 二重課題の研究では、輝度コントラストと色コントラスト感を偏心度を変えて検討した。図3は固視点でなくRSVPを適用したときの輝度コントラスト感度の結果である。固視点を用いたときには低空間周波数のところでのピークが観察されにくかったが、RSVPを用いると、ピークが現れる。これはRSVPが注意を強くすると言えるかもしれない。いずれにせよ、偏心度が大きくなると、感度は全般的に低下する。RSVPを適用した青と黄の組み合わせによる色コントラスト感度曲線の結果は図4に示されている。この場合には低空間周波数のところで感度が低下することはないと指摘されているがそれを支持する結果が得られた。また、その図では偏心度が増すにつれてコントラ

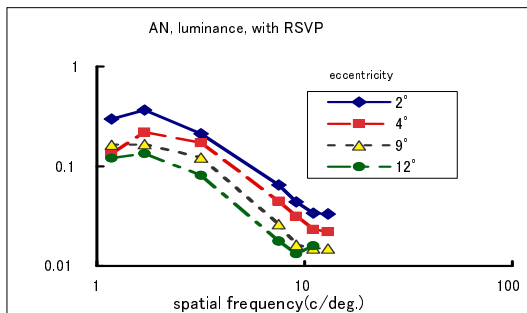


図3 中心視でRSVP課題を遂行したときの空

間周波数に対してプロットされた輝度コントラスト感度

感度が全体的に低下しているが、カーブの型は変化していない。この限りでは、輝度コントラストと色コントラストでは差は認められていない。

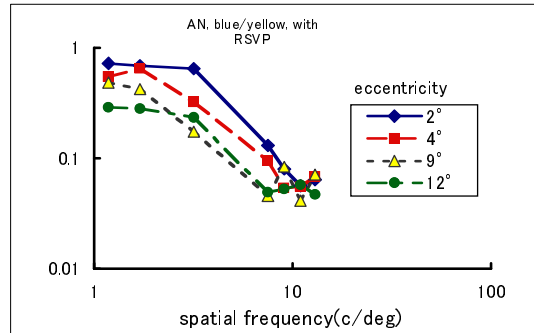


図4 RSVPの指定された文字を読みながら周辺に提示された偏心度ごとの青と黄の色コントラスト感度

図5は輝度コントラスト感度で差の認められない高齢者(74歳)と若年者でも、青と黄のガボールのコントラスト感度を中心視で求めた結果である。明らかに若年者より感度の低下が顕著である。

(3) 明るさの恒常性が周辺視でも成り立つか

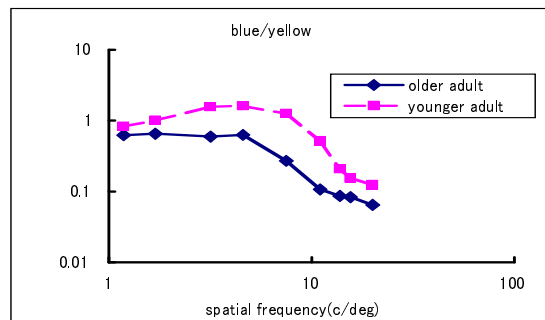


図5 青と黄のコントラスト感度における高齢者と若年者の比較

を検討した。固視点の代わりにRSVPを課すと、中心視より周辺視の方が明るく感じる。これは表面色モードのときに顕著である。一般に、恒常性は表面色モードで現われ、高輝度になると、白さが増すが、面色モードでは明るさが増すと言われてきた。だが、この研究では固視点の代わりにRSVPを課すと、両モードでは明るさも白さも輝度の上昇とともに上昇する。だが、低輝度のところで、中心視と周辺視とで顕著な差

が現われる。しかも、表面色モードだけでなく面色モードでも明るさの恒常性は観察された。

(4) 2個の図形からなる複合図形や重なり図形あるいは透視図形や立体図形などを全盲やロービジョンに触運動知覚させた。その結果、複合図形では「正方形と楕円」や「2個の円」は健常者が視覚的に知覚するようなまとまり方を触覚でもする。だが、図形によっては視覚的にまとまるより、2個の図形が交差した結果できる図形を知覚する。全体的に見ると、後天盲の方が先天盲より視覚的なまとまりを示す人が多い。ロービジョン者はどの図形であっても視覚的なまとまりを示す。

重なり図形では、それらが2個の図形から構成されており、その一部が重なっているため、3次元的な知覚をする。「2個の正方形」は視覚でも、触覚でも3次元情報を報告し、2個の図形の形を報告するが、「2個の円」や「2個の三角形」では、重なりや形を報告できる人は少ない。この場合にも、ロービジョン者は保有する視覚で3次元情報を得ている人が多い。反転図形になると、先天盲は触覚で3次元的なまとまりを示さないが、後天盲には3次元的なまとまりを示す人がわずかながらいる。ロービジョン者は視覚でかなりの人が3次元的なまとまりをする。ロービジョン者が保有視覚で立体を報告する人が多いが、先天盲や後天盲の触覚では立体を報告できる人が少ない。特に、三角錐は触覚では知覚しにくいようである。これらは健常者の視覚的な体制化が触覚とは異なるし、視覚でも視野が制限されると、触覚的な体制化をするようになる。触覚的な体制化をするということは、後天盲が視覚化をはかることを意味する。

(5) 本研究の応用として、地下空間の評価法を検討した研究では、東京メトロ8駅をわれわれが提案している評価法で検討した。健常者では、快適性・利便性、不安感、視認性・気づきやすさ、まぶしさ・歩行のしにくさの4因子が抽出されたが、ロービジョン者では、快適感・利便性、案内表示やエレベータの設置位置、が評価の因子として抽出された。いずれにせよ、心理評価から環境設計の資料を得るという方向で検討しているが、視認性や視覚的注意の特性にかなう表示場所の位置や表示文字や図柄が快適性に重要な位置を示している。他方、画像を分割して、画像の内容に依存し、使い捨ての暗号化ブックを作って、秘密情報を画像の中に隠すようなアルゴリズムを開発し、そのアル

ゴリズムを使って、電子投票の装置や仕組みを考案した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 28 件)

(1) 吉本直美、和氣典二、三田武、和氣洋美：東京メトロにおける地下空間の心理的評価法の検討。地下空間シンポジウム論文・報告集、査読有、土木学会、16巻、2011、175-182、

(2) 中島勇佑、和氣洋美、斎田真也、和氣典二：触覚によるパターン知覚における動きモニタリングの効果、第36回感覚代行シンポジウム講演論文集、査読なし、2010、9-12、

(3) 山本真筈子、綾部早穂、川端秀仁、平川和夫、和氣洋美、和氣典二：振動刺激に対する掌の触覚記憶特性—探索方略の観点からの先天/後天盲と暗眼者の比較—。第36回感覚代行シンポジウム講演論文集、査読なし、2010、75-78、

(4) Shanjun Zhang, Kazuyoshi Yoshino, Hongbin Zhu: Issue of Authorized Electronic Seals Based on Content of Documents. International Journal of Intelligent Engineering and Systems, 査読有、3巻、2010、18-24、

(5) 吉本直美、和氣典二、三田武、和氣洋美：QOLによる地下空間の評価法の研究—主として東京メトロにおける高齢者の評価—。地下空間シンポジウム論文・報告集、査読有、土木学会、15巻、2010、19-28、

(6) 和氣典二、川島健一、和氣洋美、葭田貴子：制限視野を利用した移動窓法による画像のシーンの理解。中京大学心理学研究科・心理学部紀要、査読なし、9巻、2010、1-8、

(7) 張善俊：画像処理と電子透かし。Science Journal of Kanagawa University, 査読なし、20巻、2009、121-124、

(8) 和氣典二、吉本直美、和氣洋美、北原健二、安間哲史：高齢者の生活の質と色の視認性。眼鏡学ジャーナル、査読有、12-2巻、2009、2-5、

(9) 吉武直洋、横井健司、斎田真也、和氣典二、和氣洋美：大きさと振動周波数による視触覚探索の線形分離性。VISION、査読有、21巻、2009、55-58、

(10) 和氣典二、葭田貴子、和氣洋美：高齢者の視認性と視覚的注意、視覚の科学、査読有、28巻、2007、146-155、

[学会発表] (計 18 件)

(1) 河本健一郎、大森馨子、園島成美、和氣典二、和氣洋美：二重課題法を用いた中心視と周辺視の明るさ判断の検討。日本視覚学会2011年冬季大会、2011年1月19日、工学院大学アーバンテックホール

(2) 大森馨子、和氣洋美、河本健一郎、和氣典二：周辺視野における明るさの恒常性—中心視野との比較検討—。日本基礎心理学会第29回大会、2010年11月27日、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス

(3) 宮崎由樹、市原茂、和氣洋美、和氣典二：こちらを見つめる視線は心的心構えを被らない？日本心理学会第74回大会、2010年9月22日、大阪大学豊中キャンパス

(4) Shanjun Zhang : Gaze assistant by eye tracking and image wrapping . The 5<sup>th</sup> International Conference on Frontier of Computer Science and Technology、2010年8月, Changehun, China, (FCST 2010, pp.631-635)

(5) 葭田貴子、宮崎由樹、和氣典二：鏡に映った手位置が視覚的捕捉により錯覚される現象が消失条件について—実験の手の位置と錯覚される手の位置の距離の関係から—：日本視覚学会2010冬季大会、2010年1月21日、工学院大学アーバンテックホール

〔図書〕(計3件)

(1) 和氣典二：東大出版会、Stiles-Crawford effect(色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック 第3版)、2011、6、360-362.

(2) 和氣典二・和氣洋美、(菊地正編)：朝倉書店、感覚知覚心理学10章 触覚、2008、185-204.

(3) 大山正、今井省吾、和氣典二、菊地正(編著)：誠信書房 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック Part 2、2007、総ページ数566.

〔産業財産権〕

○出願状況(計4件)

名称：電子黒板

発明者：張善俊

権利者：神奈川大学

種類：特許

番号：特願第2010-154038号

出願年月日：2010年7月6日

国内外の別：国内

○取得状況(計1件)

名称：手書きデータ処理装置

発明者：張善俊

権利者：張善俊

種類：特許

番号：特許第4571230号

取得年月日：2010年8月20日

国内外の別：国内

〔その他〕

土木学会地下空間研究会優秀講演論文賞受賞  
題目：東京メトロにおける地下空間の心理的評価法の検討、2011年1月18日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

和氣 典二 (WAKE TENJI)

神奈川大学・視科学研究所・客員教授

研究者番号：20125818

(2) 研究分担者

河本 健一郎 (KAWAMOTO KENICHIROU)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・准教授

研究者番号：80367656

和氣 洋美 (WAKE HIROMI)

神奈川大学・人間科学部・教授

研究者番号：80122951

張 善俊 (ZHAG SHANJUN)

神奈川大学・理学部・准教授

研究者番号：70261386

斎田 真也 (SAIDA SHINYA)

神奈川大学・人間科学部・教授

研究者番号：90357054

(3) 連携研究者

葭田 貴子 (YOSHIDA TAKAKO)

オックスフォード大学・実験心理学研究室・

特別研究員、東京工芸大学・工学部・客員研究員

研究者番号：80454148

大森 馨子 (OMORI KEIKO)

神奈川大学・経営学部・非常勤講師

研究者番号：30533038

宮崎 由樹 (MIYAZAKI YUKI)

神奈川大学・人間科学部・非常勤講師

研究者番号：70600873