

研究課題名 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究  
所属研究機関名 独立行政法人 交通安全環境研究所  
研究者氏名 塚田 由紀

## ・ 研究計画の概要

### 研究の趣旨・目的

明るい戸外からトンネルや映画館などの暗い所へ急に入ったとき、一時的に視界が真っ暗になり、物体認識が困難になることがある。太陽直下を運航中の航空機が突然雲中に入った場合にも、同様の現象が起こる。このとき、計器類や視界の確認を誤り、航空事故を起こした事例が報告されている。通常、人間の視覚系には順応という機能があり、日中の明るい環境から星空のような暗い環境下でも生活ができるよう視覚系が調節される。しかし、ある視環境の明るさに順応した状態から、次の視環境に順応するまでにはある程度の時間が必要となる。この間は視力が低下し、物体認識が困難になる。このように、視環境が急変する場合の一瞬の視認性の低下が大惨事につながる可能性も高いと考えられるが、その解決策に対する回答は未だに提示されていない。

視環境の変化に伴い順応状態が変化する間の視覚特性として、分解能、色覚の低下、視野の減少が考えられる。分解能や色覚の低下は、計器類の誤認、進入用灯火システム等の航空灯火の色を誤認する危険性がある。視野が減少することで、視野周辺の情報が欠如することになる。本研究では、これらの視覚特性を定量的に測定し、順応条件が急変する場合の人間の視覚機能に関する基礎的データを提供することとし、もって、操縦士への教示並びに視覚援助施設の開発、計器類の表示法、表示色の効果の向上など、有効なシステムの開発等に資することを目的とする。

### 研究計画の概要

被験者の順応条件が急激に変化した場合の視覚特性を定量的に測定する。順応条件として、飛行中に想定される照度(太陽光の直射条件)を模擬する。被験者の順応状態を明から暗へと急激に変化させ、このときの

- I. コントラスト感度
- II. 色の見え(色の識別閾)
- III. 有効視野範囲

を測定する。

また順応条件変化直後からのこれらの視覚特性を継時的に測定し、どのような過程で視覚機能が回復し、安定するのかを解明する。

コントラストを検出する輝度メカニズムと色を知覚する色メカニズムは大脳中枢内では異なる経路で処理されていることが分かっている。これら2つの特性を測定することで、順応が2つの経路にどのように影響を与え、視覚情報処理過程のどの段階で順応が行われているのかを推測することにより、順応メカニズムを体系的に把握する。

## . 研究計画の詳細報告

(単位：百万円)

研究項目	所要経費			
	12年度	13年度	14年度	合計
1. 順応条件が急変する時の コントラスト感度の測定	10.0			
(1) 実験装置の作成	7.4			7.4
(2) コントラスト感度の測定	1.8			1.8
(3) 過去の研究調査	0.8			0.8
2. 順応条件が急変する時の 有効視野範囲の測定		10.3		
(1) 実験装置の作成		6.0		6.0
(2) 有効視野範囲の測定		3.3		3.3
(3) 成果の普及		1.0		1.0
3. 順応条件が急変する時の 色の識別閾の測定			4.1	
(1) 色の識別閾の測定			2.1	2.1
(2) 視認性の高い2色の組 み合わせの測定			1.0	1.0
(3) 成果の普及			1.0	1.0
4. 順応条件が急変する時の 見え方の提示			1.0	
(1) 実験データを反映させた 画像処理			1.0	1.0
所要経費(合計) (管理費を含む)	10.0	10.3	5.1	25.4

## 研究成果の概要

### 研究成果の概要

飛行中の視環境に関する情報を基に太陽直下の順応条件を再現し、かつ順応条件を一瞬で暗黒に変えることができる実験装置の設計・製作を行った。これより、順応条件急変時の視覚特性としてコントラスト感度、色の識別閾、有効視野範囲の測定を行った。順応条件が急変するときのコントラスト感度は、明所視条件下で最も感度が良いとされる空間周波数 2～5cpd で感度が最も大きく低下し、背景輝度 30 cd/m<sup>2</sup> では 0.5log 以上、背景輝度が 10 cd/m<sup>2</sup> では 0.8log 以上も低下した。この空間周波数領域は、視覚系が感度を持つ比較的高空間周波数の領域でもあり、日常最も感度を高くして対象物の形状認識に対応していると考えられる領域である。一方、低空間周波数領域の感度低下は比較的小さく押さえられているため、全体がぼやけた見え方となるが、大まかな形状認識を確保していることが推測された。色の識別閾に関しては、有彩色を識別する能力は明所視条件下の 10～30 倍も低下し、白と区別できない(無彩色に見える)色度範囲が広がることが分かった。特に赤方向に対する識別能力の低下が著しく、黄方向への識別能力の低下は小さかった。一方、輝度差に対する識別能力は明所視条件下の 2～3 倍の低下で、暗順応開始後の識別能力の回復も早かった。有効視野範囲は、刺激光点の光度が  $1.6 \times 10^{-5}$  cd 程度の場合、明所視条件下より視野範囲(面積)が 50～25%まで減少することが分かった。特に視野の下側における減少が著しい傾向がみられた。しかし、刺激光点の光度が  $5.2 \times 10^{-5}$  cd まで上昇すると、有効視野範囲の減少は 80%程度であった。これより、視野の中心付近で全視野の 25%の領域に、彩度の高い色で情報を表示することが、順応条件急変時にも視認性に有利であることが分かった。さらに、これまでに測定した視覚特性のデータをまとめ、順応条件急変時の見え方を、画像解析ソフトを用いて具体的に提示できるようにした。

### 波及効果、発展方向、改善点等

本研究は、当初の計画通りに実施することができ、目的もほぼ達成することができた。順応条件急変時における視覚機能を定量的に測定し、それらを基に画像処理を行って、実際の見え方を画像として提示したことは、視覚援助施設の開発、計器類の表示法、表示色の改善や操縦士への教示に貢献できると考えている。状況に合った入力画像を選択することで、更に活用範囲が拡大できるだろう。しかし、本研究では太陽直下から暗黒へと順応条件が変化する条件しか実験を行っていないため、様々な明るさの変化に対応した見え方を予測することはできない。走行中の車がトンネルに入った時、映画館や劇場に入った時など、具体的な環境の明るさを調査し、これらの条件に合った実験データを蓄積する必要がある。様々な状況に対応できるよう、実験データと画像処理プログラムを発展させることが、次の課題と考えている。

また、実験結果から、色情報処理経路のバランスが変化することや、色情報より輝度情報を優先的に処理することが明らかとなり、視覚情報処理の観点からも新たなデータを提供することができた。生理学的な面からも、視覚の順応メカニズムの解明につながると考えている。

## . 研究成果公表等の状況

## (1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国 内	0 件	3 件	6 件	9 件
国 際	0 件	0 件	2 件	2 件
合 計	0 件	3 件	8 件	11 件

## (2) 特許等出願件数

合計 0 件 (うち国内 0 件、国外 0 件)

## (3) 受賞等

0 件 (うち国内 0 件、国外 0 件)

## (4) 主な原著論文による発表の内訳

\* 発表者氏名,「発表題目」,文献名,巻(号),頁,(掲載年)の順

国内誌(国内英文誌を含む)

なし

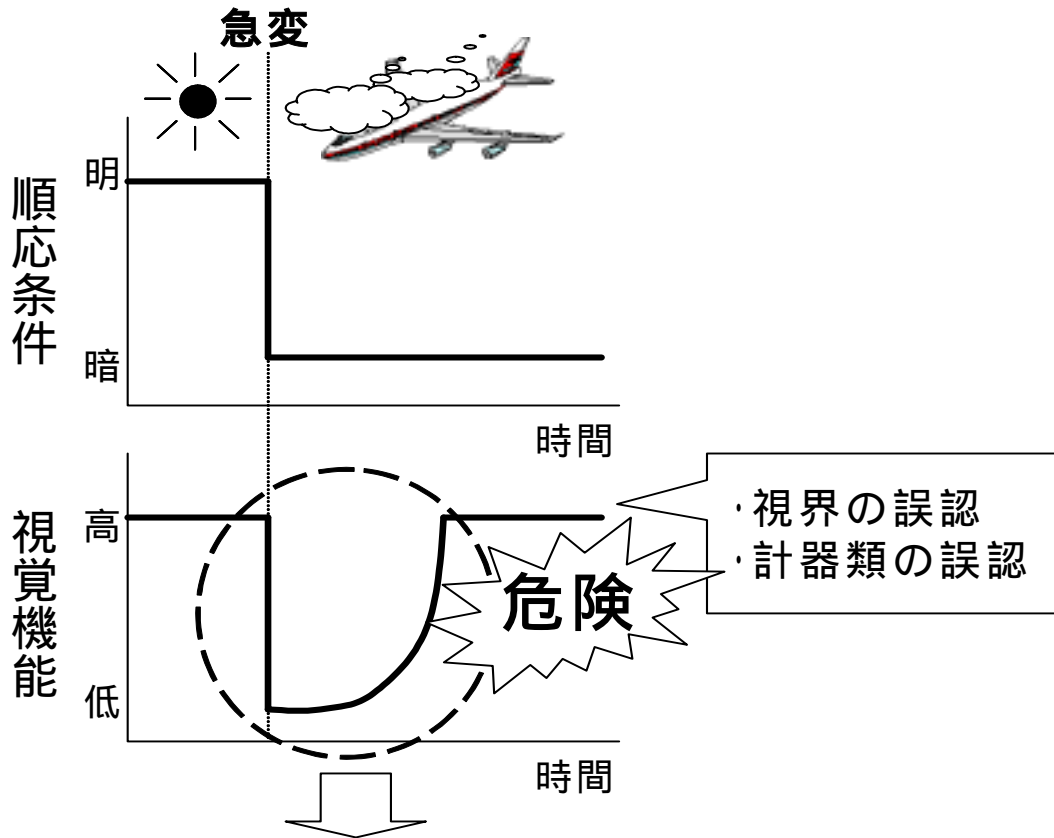
国外誌

なし

## (5) 主要雑誌への研究成果発表

Journal	Impact Factor

飛行中に視環境が急変することがある。



### この時の視覚特性を測定

視覚援助施設の性能検討の基礎資料  
操縦士への教育 / 照明等の提案

安全確保

