

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	ノイズ効果低減と適応的キャリブレーションで明朗な視界を構築する視覚系の機能の解明
研究機関・部局・職名	東京大学・大学院人文社会系研究科・准教授
氏名	村上 郁也

【研究目的】

本研究では、視覚系の外生・内生ノイズを様々な次元において心理物理学的に実測し、それらのノイズが視覚課題にどのような悪影響を与えているかをまず調べ、その悪影響を低減させるためにはどのような操作を外的に加えればよいかを、知覚実験によって明らかにする。そして、その結果として視覚系内部に実現されているであろう適応的キャリブレーションの様子を計算論モデルにて推定するとともに、その神経基盤としてのネットワークのありかたを心理物理学的に推定する。そのためには、ノイズ効果の低減とキャリブレーションの現象学的側面を網羅的に知覚心理学的に解明するという外堀の攻略とともに、神経基盤の実体を非侵襲的な機能的脳イメージングの手法で神経生理学的にデータ化するという内堀の攻略も進めることが必要である。

より具体的には、まず、最小運動の検出という課題事態において重要な内生ノイズを措定し、ノイズに埋もれた信号をマスクするデフォルト視になる過程をデータ化し、ノイズから信号成分を脱出させるために運動順応が効果的であるか否かを調べ、その効果の程度を順応速度の関数として測定する。次に、適応的キャリブレーションが脳内の階層的情報処理過程のどの段階において処理され、可塑性がどこで生じるのかを検討するために、方位刺激への順応後に主観的垂直性が一過性に変容する様子を知覚実験にて調べる。この実験パラダイム自体は古典的な傾き残効と形式的には同質であるが、より機構論と機能論を見据えて、情報処理過程の初期段階の神経細胞にとっては不可視であるような二次統計量によって構成される方位刺激を用いて順応させる実験を行う。さらに、検出感度およびノイズが課題遂行中の観察者の構えや、眼球運動の実行ないし準備や、腕運動の実行ないし準備によって様々に影響される可能性を、生体工学的計測手段と知覚心理学的実験の組み合わせで同時計測することにより、実証的に検討する。

これらの仮説検証型アプローチで視覚系のノイズとノイズ効果低減の機能および神経基盤を科学的に解明すると並行して、ノイズ効果低減のための純粋基礎技術の発明を検討し、健常成人にとってはスーパー感度実現、視覚弱者にとってはハンディキャップ克服となるような技術を開発することを目指す。新聞紙の文字を虫眼鏡ごしに覗いて一字一字苦勞して読むようなことをせずに、自然なサポートにより明朗な視認ができるような基盤技術の提供を将来的にできることが、本研究の技術開発の側面が遠目に目指す道筋である。また、錯視図形を案内表示に利用して歩行者の自然な動

線を促すという、申請者自身の過去に権利化した特許のように（特許公開 2006-2431）、適応的キャリブレーションの結果として明朗に視認される場所となるデザインを公共の場での自然な案内表示に利用できる基盤技術も具体化することを目指す。

【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】

① 総合所見

本研究課題では、視覚系のノイズの分析とその低減についての基礎研究の遂行が目的とされている。そのための実測・実験・推定などの実施方法も明確である。また並行して、ノイズ効果低減のための純粋基礎技術の発明を検討し、明朗な視界を得るための基盤技術を開発することも目指された。

基礎研究面では、低次視覚過程において、ノイズ低減効果が自動的に適応的キャリブレーションを生じさせることを、心理物理的に、また脳過程についても解明した点、外界の不明瞭な動きに対する中心野の感度の上昇を運動透明視において発見した点など、学術的意義のある新しい知見が出された。研究は、行動実験だけでなく、脳科学の研究も含めて精力的に展開され、国際的な業績も多く生産されている。また視界明朗化技術への応用可能性も窺える。ただ、次の段階の研究では、分析を立体視や時間的相互作用にまで広げ、さらに、個々の実験から得られる知見を統合したシステム・理論を構築する方向が必要である。

純粋基礎技術の発明については、眼球運動異常、ノイズ効果低減に関する計測手法、適応的キャリブレーションなどの側面で成果が出された。

応用面については、具体的な基盤技術の提供は「将来的に」とされており、必ずしも本補助事業期間中の実現は想定されていないようである。技術開発については、次の段階での関連企業などとの連携を期待したい。

国民との科学技術対話では一定の効果があった。

② 目的の達成状況

・所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

本研究課題の目的は、視覚系のノイズを実測し、その悪影響を低減させる知覚実験を行い、視覚系内部の適応的キャリブレーションとその神経基盤としてのネットワー

クのあり方を推定することとされる。またそれと並行して、「ノイズ効果低減のための純粋基礎技術の発明を検討し、健常成人にとってはスーパー感度実現、視覚弱者にとってはハンディキャップ克服となるような技術を開発することを目指す。新聞紙の文字を虫眼鏡ごしに覗いて一字一字苦勞して読むようなことをせずに、自然なサポートにより明朗な視認ができるような基盤技術の提供を将来的にできることが、本研究課題の技術開発の側面が遠目に目指す道筋である。」とされている。

この研究課題では、これまで十分解明されていなかった、視覚系機能の初期過程を最新の技術によりミクロなレベルで捉えることに成功するとともに、初期視覚系での特徴を利用して、視覚刺激提示の改善という応用的分野に適用する展望を開いた。また、従来基礎研究の枠を出ていなかった視覚心理学研究を、より応用的な視野をもって広げている。

本課題は他の事業への移行により完了前に廃止となったが、基礎的研究開発としての所期の目的はほぼ達成されたと判断される。次の段階の研究では、立体視や時間的相互作用の面の研究の充実、さらに、基礎的な実験課題群から得られた知見を統合した全体的なシステムの構築やノイズ効果低減と適応的キャリブレーションに関する計算理論的アプローチの本格的定式化なども期待したい。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

フラッシュ・ドラッグ効果が前注意的処理段階で生じることを示した点は新しい。誘導運動と実際運動の相互作用によって、運動面の分離知覚が向上することを見出した点は、応用可能性がある。

静止している図形に動きが知覚されることは周知のことであったが、その脳内基盤が背側経路視覚領野にあることを確認した点は学術的意義が大きい。

明るさや色対比効果が周辺領域をフラッシュ提示することによって増強することを見出した点は、学術的意義ともに、視界明朗化技術に応用可能性がある。

全体的に本研究課題は、これまで測定困難とされた視覚系のミクロな機能の特性を捉えることを可能にした点で、先進性と優位性がある。

このように、先進性と優位性をもち、また応用可能性がある知見がいくつも出されているが、それらを統合したシステム・理論はみえず、(可能性は認められるものの)全体としてはブレークスルーとは呼びにくい。

当初の目的の他に特記すべき研究成果としては、まだ論文化はされていないのかもしれないが、「主観的には見えないフランカーによる Collinear facilitation 効果」などは、視界鋭敏化技術などへの応用可能性がありそうである。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(■見込まれる ・ □見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(■見込まれる ・ □見込まれない)

本研究課題は空間的相互作用に焦点を当てているが、その研究パラダイムを工夫し、刺激提示の時間的相互作用についても検討することは可能で、視覚心理学にとどまらず認知神経科学への研究展開も十分考えられる。成果には、運動面の弁別感度の上昇や明るさ・色同時対比効果の増強など、視覚科学的には重要なものが多数あり、関連する研究分野の進展への寄与がなされ、今後の展開も見込まれる。

本研究課題の中心は基礎研究であるが、他の研究領域などへの広がりももち、応用・技術開発も目指されている。特に、明瞭な視界構築のための画像提示技術などは、眼球運動障害患者、視覚・知覚弱者の視認精度や生活の質向上のためのユニバーサル・デザイン構築につながる可能性がある。ただ、現段階では、応用技術への展開に関する取り組みは手薄である。そこに至るためには、基礎研究だけではなく企業の手も必要であろう。この分野の研究・技術開発の進展は早く、国際的競争にも対応できるよう、次の段階の研究での努力に期待したい。本研究課題の社会的、経済的課題の解決への貢献は長いスパンでみる必要がある。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (■行われた ・ □行われなかった)

多くの実験を目的に従って構成し、また適切な改善を加えつつ研究計画は適切に実行された。また実施体制は、研究者の研究科配転などもあり、必ずしも十分な研究環境になかったにもかかわらず、効率的に組織され、研究参加者の実験実施も順調になされ、成果が挙げられた。研究実施マネジメントは適切で、助成金は多くの実験課題の遂行にあたって有効に利活用されたと判断される。

研究成果の発信については、インパクトファクターの高い専門誌に数多くの論文が採択され、国内外の学会での積極的な発表もなされ、高い評価を得ている。また、初期の指摘事項に対応して、研究プロジェクト専用の Web を開設して、研究成果を掲載し、研究の周知を図った点、さらに、既に取得している眼球運動自覚的測定法の特許権により、その周辺特許の取得に向けて、眼球運動障害患者の視認能力向上に向けた臨床応用の実証データをデータベース化したことなどは評価に値する。

国民との科学技術対話の実施に関しては、模擬授業や高校への映像配信、遠隔地からの質疑応答という形で、国民との対話を双方向的コミュニケーション的に図るなどの努力がなされ一定の効果があった。ただ、本研究課題の性格もあり、Web には一般の理解の観点からは難しい面もあった。なお、将来的には関連企業に対して理解を得る方向も望まれる。