


豊橋技術科学大学長 殿

平成 7 年 2 月 27 日

審査委員長

河藤 宏司 

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

|         |                                 |         |            |
|---------|---------------------------------|---------|------------|
| 学位申請者   | 平田 豊                            | 学籍番号    | 第 883325 号 |
| 申請学位    | 博士(工学)                          | 専攻名     | システム情報工学   |
| 論文題目    | 瞳孔の制御機構とその自律神経系活動モニタへの応用に関する研究  |         |            |
| 公開審査会の日 | 平成 7 年 2 月 23 日                 |         |            |
| 論文審査の期間 | 平成 7 年 1 月 26 日～平成 7 年 2 月 27 日 | 論文審査の結果 | 合格         |
| 最終試験の日  | 平成 7 年 2 月 23 日                 | 最終試験の結果 | 合格         |





論文内容の要旨

本論文は、ヒトの瞳孔制御系について、その制御メカニズムの解明と自律神経系活動のモニタへの応用という2つの観点から論じたものである。まず、従来の生理学・解剖学的知見に基づき、その内部構造や筋の特性を忠実に反映した瞳孔筋系の数理モデルを構築し、種々の実験データとの比較により、モデルの妥当性を示した。次に、このモデルの内部特性を解析し、瞳孔の様々な振る舞いが、特性の異なる2種の筋と2種の神経入力の相互作用により大きく特徴づけられていることを明らかにした。そして、こうした筋系の内部メカニズムに着目し、瞳孔のフラッシュ応答を指標とした新たな自律神経系活動のモニタ法を提案した。航空機の弾道飛行中に計測した瞳孔フラッシュ応答にこれを適用した結果、微小重力環境下では副交感神経系の活動が抑制されることが示された。さらに、一般には不良設定問題となる瞳孔筋系の逆問題が、従来の生理学的知見を拘束条件とすることで一意に解けることを示し、瞳孔筋系の逆モデルを導出して、瞳孔径の変化からそれを生成する自律神経系の活動変化を推定する手法を開発した。この手法を実際の瞳孔光反射系のステップ応答に適用し、自律神経入力を推定した結果は、動物実験の結果と定性的に一致し、本手法の有効性が裏付けられた。

審査結果の要旨

生体の制御機構を解明する上で格好の対象として捉えられる瞳孔制御系に対する工学的な研究は、WienerのCybernetics提唱後、比較的早い時期から進められてきたが、瞳孔筋系の内部メカニズムの詳細については殆ど明らかにされていなかった。本論文において、新たなバイオメカニカルモデルによって示されたその内部メカニズムは、筋系内の複雑な相互作用の結果として現れる瞳孔の様々な非線形現象の起源に明快な説明を与えるものであり、高い学術的意義を有するものと評価できる。また、そうした筋系の内部メカニズムに着目して提案された瞳孔のフラッシュ応答に基づく自律神経系活動のモニタ法は、実際に副交感神経活動の抑制された被験者に適用することでその有効性が確認されており、医療等への応用性・実用性の高いものと評価できる。さらに、瞳孔筋系の逆モデルを導くための不良設定問題の解法については、瞳孔筋系と同様に2つの拮抗筋により制御される系の逆問題を解く際にも応用可能であり、一般性・応用性の高いものといえる。また、この逆モデルは観測の容易な瞳孔径の変化から、筋系の非線形な特性を除去した、いわば純粋な自律神経系活動の推定を可能とするものであり、非侵襲的な自律神経系活動の画期的なモニタ法として高く評価することができる。これらの成果は、電子情報通信学会論文誌に2編、Annals of Biomedical Engineeringに1編の学術論文として刊行されている。よって、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員

河藤 宏司  吉田 辰夫  平田 尚宏   
 臼井 支朗  印 印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。