

機械システム調査開発
23-D-1

ストレス測定技術の応用展開と実現への方策策定
に関する調査開発
報告書

平成24年3月

財団法人 機械システム振興協会

委託先 特定非営利活動法人 映像評価機構

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業は、急激な円高、高水準の法人税、経済連携の遅れ、デフレの継続、名目所得の減少による消費と投資の低迷、労働生産性の伸び悩みという厳しい事業環境にあるところ、昨年3月11日の東日本大震災を契機とした電力供給不足も加わり、過酷な状況に置かれています。加えて、新興国の勃興や海外市場における競争の激化により、海外需要獲得の道りも平坦ではなく、いっそうの厳しさを増しています。こうした中、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人機械システム振興協会では、機械システムに関する調査開発事業を実施しております。

これらを効果的に実施するために、当協会に機械システム開発委員会（委員長：東京大学名誉教授 藤正 巖氏）を設置し、同委員会のご指導・ご助言のもとに推進しております。

この「ストレス測定技術の応用展開と実現への方策策定に関する調査開発」は、上記事業の一環として、当協会が特定非営利活動法人映像評価機構に委託して実施した成果であります。関係諸分野に関する施策が展開されていくうえで、本調査開発の成果が一つの礎石として皆様方のお役に立てれば幸いです。

平成24年3月

財団法人機械システム振興協会

はじめに

特定非営利活動法人映像評価機構は、20年余にわたり映像の生体影響を研究してきた医学、工学、心理関係の研究者から構成された団体で、平成18年度～20年度に(財)機械システム振興協会の委託事業として「映像酔いの生体影響計測法」を開発してきました。

この中で映像酔い及び映像刺激を利用した心理的負荷測定システムの開発で、幅広い分野に応用展開可能な多くの基盤技術を生み出し、実際に、3D映像の生体安全性に関する国際標準化にも多大な貢献をしております。

一方、これら一連の研究から映像視聴中の視覚機能、自律神経を計測すれば、身体や精神の健康状態まで推定できる可能性があることがわかってきました。

高度情報化社会、欧米型の競争社会へと急速に変貌しつつあるわが国では、社会生活で被る人々のストレスが増大し、こころの病による長期休職者が増加するなど、深刻な社会問題となっています。ほとんどの企業が精神疾患による労働生産性の低下を深刻に受け止めているものの有効な予防策について解決の見通しはなく、労働生産性の低下を心配しています。

この課題に対する1つの解決策は、日々の心理的負荷の状況を客観的且つ正確に数値的にとらえることができる測定器の開発にあります。心身の健康状態を日常生活の中で簡便に安定して評価する客観的な指標が得られる測定器があれば、心身の疾患予防だけでなく、ストレス状態を緩和して心身の健康状態の維持に向けた対処が可能と考えるからです。測定器開発には、当研究グループが培ってきた手法が応用できると考えました。

開発目標としているシステムは、心理的負荷の状態を数値指標で時系列的に計測可能で、専門的医療の必要な精神疾患に至る前の適切な対処を可能とするもので、家庭にあるデジタルTVを介して視覚刺激を与えたときの生理指標の変化から心理的負荷を推定しようとするものです。

デジタルTVやスマートフォンを利用した新しいメンタルヘルスケアシステムの世界に先駆けた開発、それが我々の目標です。

「ストレス測定技術の応用展開と実現への方策策定に関する調査開発」の実施については、医学系・工学系大学の研究者の方々、関連企業や団体の皆様をはじめ、多くの方々にご協力をいただきました。

ここに謹んで、感謝の意を表すものです。

平成24年3月

特定非営利活動法人 映像評価機構

目 次

序

はじめに

1. 調査開発の目的	1
2. 実施上の条件	1
3. 調査開発の内容	5

【本 編】

4. 調査開発の成果

第1章 ストレス計測装置の調査と課題	9
1-1 既存のストレス計測装置の実態	9
1-1-1 市販されているHRV(心拍変動)分析によるストレス計測装置	9
1-1-1-1 自律神経ストレス計測装置 TAS9(株式会社YKC)	9
1-1-1-2 ボディチェッカー (株式会社 メディコア)	10
1-1-1-3 チェックマイハート (デイリーケアバイオメディカル社)	11
1-1-2 眼球運動によるストレス計測装置	12
1-1-2-1 アイリスメータ(アイリテック社)	12
1-1-3 発汗によるストレス計測装置	13
1-1-3-1 リラックス度チェッカー (ライフケア技研株式会社)	13
1-1-4 唾液によるストレス計測装置	14
1-1-4-1 唾液アミラーゼモニター (ニプロ株式会社)	14
1-1-5 皮膚インピーダンスによる計測装置	14

1-1-5-1 GSR2 (ソートテクノロジー社)	14
1-2 課題の抽出と分析.....	16
1-2-1 ストレスの定義.....	16
1-2-2 計測の精度.....	16
1-2-3 計測の再現性.....	17
1-2-4 非侵襲と非接触	18
1-2-5 計測時間と個人差	19
1-2-5-1 個人差の制御	19
1-2-5-1-1 タスク負荷の条件.....	19
1-2-5-1-2 タスク負荷の種類.....	20
1-2-6 HRVによるストレス評価.....	21
1-2-7 眼球運動計測の課題.....	21
1-2-8 価格帯と簡便性.....	22
第2章 ストレス計測用新両眼瞳孔計の開発.....	23
2-1 接触型多目的新瞳孔計.....	23
2-1-1 瞳孔反応と神経系	23
2-1-2 視覚計測.....	24
2-1-3 撮像系の工夫	25
2-1-4 計測の実施例	26
2-1-5 望ましい瞳孔計とは.....	26
2-1-6 まとめ	27
2-2 非接触型瞳孔計	28
2-2-1 理想とするシステム.....	28
2-2-2 理想とするシステムの可能性.....	28
2-2-3 現状開発するシステムの可能性.....	29
2-2-4 開発システムのさらなる可能性.....	31
第3章 ストレス計測のための新循環器系計測装置の提案	32

3-1 循環器系パラメータの選定	32
3-1-1 循環器系指標の分類.....	32
3-1-2 指標の正確性と再現性	33
3-1-3 方法	34
3-1-3-1 計測量と被験者.....	34
3-1-3-2 解析対象とした指標.....	35
3-1-4 結果及び考察.....	36
3-2 接触型血管抵抗測定装置.....	37
3-2-1 末梢血管の電気回路モデル.....	37
3-2-2 寒冷昇圧試験	38
3-2-3 上腕圧迫時の変化と物理モデルによる説明.....	39
3-2-4 まとめ	41
3-3 非接触型循環器系計測装置.....	42
3-3-1 レーザスペckル法による複数点の脈波計測.....	43
3-3-2 まとめ	45
第4章 ストレス計測装置のための視覚探査課題の提案	46
4-1 課題の抽出と分析・ストレス測定のための視覚課題の提案	46
4-2 これまで検討してきた視覚作業負荷の結果	46
4-3 主な課題と研究開発の進め方	47
4-3-1 個人差による影響の違いを正規化可能な視覚課題の開発(step1).....	47
4-3-1-1 複合課題の検討.....	47
4-3-1-1-1 感覚融合認知課題についての検討	47
4-3-1-1-2 ギャンプリング課題についての検討	48
4-3-1-2 視覚作業課題の正規化及び個人最適化.....	48
4-3-2 評価指標の経時的な変化と適正化(step2)	48

4-3-2-1	日内変動による測定及び視覚負荷の適正化.....	49
4-3-2-2	長期的な変動による評価方法の確立.....	49
4-3-3	視覚課題に対する生体指標を用いた測定法の明確化(step3).....	49
4-3-3-1	視覚課題の測定における利用法の検討.....	49
4-3-3-2	複合的な生体信号を統合的に評価する方法の確立.....	49
第5章	ストレス測定装置の応用.....	51
5-1	視覚系.....	51
5-1-1	瞳孔反応測定の目的.....	51
5-1-2	瞳孔の生理的反応.....	51
5-1-3	瞳孔反応測定の問題点.....	54
5-2	循環器系.....	56
5-2-1	循環器領域でのストレス負荷計測の臨床.....	56
5-2-1-1	緒言.....	56
5-2-1-2	震災被災地ストレス負荷測定装置としての電子診療靴.....	57
5-2-1-3	静脈血栓計測によるストレス定量診断.....	57
5-3	ストレス系.....	60
5-4	医工学系.....	62
5-4-1	非接触による脈波計測の応用.....	63
5-4-1-1	健康管理としてのストレス計測.....	63
5-4-1-2	臨床や介護現場でのストレス計測.....	64
5-4-1-3	ユーザテストとしてのストレス計測.....	64
5-4-1-4	まとめ.....	65
5-4-2	東日本大震災後の情報通信技術(ICT)による健康管理.....	65

5-4-2-1 被災地における遠隔医療と電子診療靴の開発.....	65
5-4-2-2 被災地における電子診療靴の応用とストレス計測装置の要件.....	66
第6章 調査開発の成果(まとめ).....	68
5. 調査開発の課題と今後の展開.....	74
1-1 プロジェクトの社会的役割.....	74
1-2 ヘルスケアに焦点を絞った測定機器.....	74
1-3 検査項目・検査値の選択.....	75
1-4 負荷検査の必要性.....	76
1-5 今後の課題.....	76
執筆者リスト.....	79