

機械システム調査開発
25-D-1

ストレス計測技術の検証に関する調査開発 報告書

平成26年3月

一般財団法人 機械システム振興協会
委託先 株式会社 ユー・スタッフ

序

我が国経済は、世界経済の減速、長期のデフレ、エネルギー供給制約のなか、消費と投資の低迷、労働生産性の伸び悩みという厳しい環境にあり、震災地域の復旧・復興の対応も引き続き求められています。加えて、新興諸国の進出や海外市場におけるグローバルな競争の激化により、海外需要獲得の道のりも平坦ではない状況です。こうした中、現在、成長戦略に沿ってデフレ経済から成長経済への移行を目指す様々な試みがされていますが、この動きをより確実なものにするには、社会変革を実現する新たな機械システムの実現が重要な鍵となっています。

一般財団法人機械システム振興協会では、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、長年培ってきた多様な技術革新の芽を育てるための経験を生かし、新たな技術・システムの社会への導入を図るための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。また、当協会に機械システム開発委員会（委員長：政策研究大学院大学名誉教授 藤正 巖氏）を設置し、同委員会のご指導・ご助言のもと、これらを効果的に推進しています。

この「ストレス計測技術の検証に関する調査開発」は、上記事業の一環として、株式会社ユー・スタッフに委託して実施した成果であり、関係諸分野における機械システム振興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26年3月

一般財団法人機械システム振興協会

はじめに

本報告書は、平成 24 年度に機械システム振興協会が実施した「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」を踏まえて、平成 25 年度に（株）ユー・スタッフが受託し、医学系・工学系の大学研究者等の協力のもとに行った「ストレス計測技術の検証に関する調査開発」の成果報告書であります。すなわち、従来からストレス状態を推定する心理学的検査が開発され、活用されていますが、意識に上らず、自覚されることのない身体状況については、心理学的検査のみでは評価が困難であり、これと併用し、時間的にきめ細かく客観的な指標を得る計測システムが必要なことが昨年度の調査開発により示されました。これを受けて、従来から当該領域で研究成果をあげてきた研究者が、（株）ユー・スタッフのもとに結集し、従来の研究を踏まえながら、ストレス状態を推定するシステムの改良と検証に向けて調査開発を行いました。敢えて、結果を先に述べるならば、本年度の調査開発により、映像刺激を負荷とし、生体恒常性変化を反映する自律神経活動に注目したストレス負荷計測システムについて、客観的なストレス状態推定のための指標が得られることの有用性が示され、その開発方向の目途が立ったと考えられます。強いストレス状態やうつ病に陥った人々であっても、早期に発見し、適切な早期治療を施せば、職場復帰/社会復帰が可能なことは既に知られていますが、これらの客観的指標は、ストレス状態を緩和して心身の健康状態を維持するための種々な対処に重要な役割を果たすことが期待されます。この点については第 5 章で専門的見地から概観します。

本年度の調査開発は、ストレス状態の根底に生体恒常性の変化があるという考え方を踏まえ、第一に、最新の技術を用いて自律神経系を中心として生体状態を計測すること、第二に、負荷刺激を加えて安静時には検出できない状態の変化を検知することを 2 つの柱としています。ちなみに、負荷刺激としては、定量性及び操作性に優れた映像刺激を用います。本年度の調査研究では特に、映像負荷刺激の開発とその妥当性の検証、ストレス状態を推定するために用いてきた従来のモデルの改良、全体としてのシステムの有用性の検証に重点を置いて進めてきました。負荷刺激については第 2 章、システムとその検証については第 3、4 章に詳しく述べます。

さらに、このようなシステムについての市場調査も重要な課題ですので、いくつかの企業にご参加をいただき、市場ニーズについて直接に実情を伺うとともに、事務局でも市場調査を行いました。これら諸点については第 6 章に述べます。

一連の成果は、昨今急増するストレスによって引き起こされるさまざまな精神的疾患に関わる未病対策として、ストレスを上手にコントロールし、健全な社会の基盤作りの一助として活用していただければ幸いです。

平成 26 年 3 月

ストレス計測技術の検証に関する調査開発委員会

委員長 板東 武彦

目 次

序

はじめに

1. 調査開発の目的	1
2. 実施上の条件	2
3. 調査開発の内容	5

【本 編】

4. 調査開発の成果	9
第1章 本調査開発におけるストレスの考え方	9
1-1 なぜストレスを計測するのか	9
1-2 生物の恒常性とストレス	9
1-3 負荷ストレッサー	10
1-4 計測パラメータ	10
1-5 計測結果とストレスの真値	10
第2章 負荷ストレッサーに関する妥当性の検証	11
2-1 嫌悪画像を含む負荷ストレッサー映像	11
2-1-1 負荷ストレッサーとしての嫌悪画像	11
2-1-2 負荷ストレッサー用画像のレイティング	11
2-1-3 選択画像の最適化	11
2-1-4 プロトコル構成	12

2-1-5	負荷ストレス映像ブロック構成	12
2-1-6	負荷ストレス映像の全体構成	13
2-1-7	負荷ストレス映像制作のまとめ	13
2-2	数独	14
2-2-1	負荷ストレスとしての数独	14
2-2-2	数独の歴史	14
2-2-3	数独のルール	14
2-2-4	ストレス計測技術検証における負荷ストレス用の数独	15
2-2-5	難易度構成	16
2-2-5-1	難易度A	16
2-2-5-2	難易度B	17
2-2-5-3	難易度C	17
2-3	負荷ストレスのレイティング実験	19
2-3-1	嫌悪画像のレイティング	19
2-3-1-1	レイティングの計測実験	20
2-3-1-2	レイティングの計測実験結果	20
2-3-2	生体信号を用いた負荷ストレスの適用性検証	22
2-3-2-1	生体信号を用いた負荷ストレス評価実験	22
2-3-2-2	結果と考察	23
2-3-2-2-1	負荷ストレス映像視聴課題	23
2-3-2-2-2	数独課題	24
2-3-2-2-3	その他の課題	24
2-3-3	複数の生体指標を用いた負荷ストレスの適用性検証	26
2-3-4	結論	26
第3章	ストレス計測における最適パラメータの検証	28
3-1	視覚系	28
3-1-1	瞳孔変化に着目したストレス計測検証実験	28
3-1-1-1	照度計の開発	28

3-1-1-2	照度による瞳孔変化と情動性反応の弁別解析及びストレスと瞳孔径の関係性	29
3-1-1-2-1	瞳孔反応が起こる原因は？	29
3-1-1-2-2	瞳孔反応から分かること	30
3-1-1-2-3	瞳孔変化から感情の評価は可能か？	32
3-1-1-2-4	瞳孔反応からストレス状態は評価できるか？	34
3-1-1-3	まとめ	35
3-1-2	眼科領域における瞳孔からみるストレス状態の推定	36
3-1-2-1	VDT健診における瞳孔振動計測による身体疲労・眠気の評価	36
3-1-2-1-1	結果	37
3-1-2-1-2	考察	39
3-1-2-2	間歇性外斜視に対する斜視手術前後でのストレス評価	39
3-1-2-2-1	トライイリス波計による結果	39
3-2	循環器系	41
3-2-1	予防医学を観点とした負荷ストレス映像視聴時の循環器応答	41
3-2-1-1	日本を取り巻く現状	41
3-2-1-2	ストレスとは	43
3-2-1-3	ストレスに対する生体反応計測	45
3-2-1-4	結果及び考察	47
3-3	ストレスにおける心理（主観）・生理（客観）評価の統合	51
3-3-1	実験プロトコル	51
3-3-2	評価方法	52
3-3-3	心理的・生理的評価指標	53
3-3-4	心理的評価指標と生理的評価指標の統合	53
3-3-5	結果	54
3-3-6	考察	56
3-3-7	今後の展望	56

第4章 統一プロトコルによるストレス計測技術検証実験	58
4-1 提案するストレス状態の推定方法の概要	58
4-2 ストレス主観評価	58
4-2-1 STAI (Form-JYZ)	58
4-3 ストレス計測技術検証実験	59
4-3-1 実験環境	59
4-3-2 計測量	60
4-3-3 実験プロトコル	61
4-4 ストレス推定モデルと説明変数	61
4-4-1 生理データの信号処理とモデルの説明変数	61
4-4-2 ストレスを推定する重回帰モデル	62
4-5 データの集積	63
4-6 ストレス推定結果及びモデルの評価	64
4-7 ストレス計測技術検証実験から	65
第5章 精神神経科領域からみるストレス計測技術の社会的意義と 有用性	67
5-1 今、なぜ、ストレス計測なのか？	67
5-1-1 2011年からうつ病などの精神疾患は『5大疾患』に！	67
5-1-2 どんな精神疾患が増えているのか？	67
5-2 ストレス病としてのうつ病について	69
5-2-1 死因統計から	69
5-2-2 うつ病と自殺の関係	70
5-2-3 うつ病とQOL	70
5-2-4 うつ病と社会損失	71
5-3 ストレス病の対策：では、どうすれば良いのか？	72
5-3-1 企業における一般的なメンタルヘルス対策	72
5-3-2 うつ状態・うつ病で生じる身体症状と自律神経系調節	73
5-4 ストレス計測技術の開発の意義	74

5-4-1	英国における試み：治療から予防へ	74
5-4-2	国民病としての不眠症への応用	74
第6章	ストレス計測技術の展望	76
6-1	ユーザーサイドが求めるストレス計測技術とは	76
6-1-1	ストレッサーの分類	76
6-1-2	企業がメンタルヘルスケア対策に取り組む理由	76
6-1-3	メンタルヘルス不調による企業のコストシミュレーション	78
6-1-4	ストレス計測装置へ求めること	79
6-2	国内におけるメンタルヘルスケア導入事例	80
6-2-1	国が推進するメンタルヘルスケアの具体的な進め方	80
6-2-2	国が支援するメンタルヘルス対策	80
6-2-3	企業におけるメンタルヘルスへの取り組み	81
6-2-4	社外メンタルヘルス専門機関が提供する事例	83
6-2-4-1	W社が提供するメンタルヘルスケア	83
6-2-4-2	T社が提供するメンタルヘルスケア	84
6-2-5	メンタルヘルス対策の現状	84
6-2-6	本調査のまとめ	85
第7章	調査開発の成果	86
5.	調査開発のまとめと今後の展望	92
1-1	プロジェクトの社会的役割	92
1-2	検査項目・検査方法の選択	93
1-3	負荷の定量化	93
1-4	システム構成	94
1-5	市場調査	94
1-6	今後の展開	94
	執筆者リスト	97