

第7章 今後の展望

7.1 疲労の研究

休職や過労死などとの関連があるストレス関連疾患は、精神疲労を伴っていることが多い。精神疲労を予防することが重要であるが、疲労のメカニズムの解明については、明らかな発現機序が認められていないため、総合的に検討して疲労の評価を行っている。精神疲労の定量的な評価方法の確立が求められている。本研究では、生体信号データの分散分析、独立成分分析による疲労に関連する信号の抽出、大規模データベースオンラインモデリング (LOM) による「疲労度」の推定、「疲労度ソフトセンサ」の開発を行い、生体信号による急性期の精神疲労の定量的な評価手法を検討した。その結果、主観的な疲労感を数字で示す視覚的アナログ尺度を「疲労度」とし、疲労の情報を含んでいる生体信号より視覚的アナログ尺度の「疲労度」を、自動的定量的に推定する手法を構築した。LOM による「疲労度」の推定手法の適用範囲の拡大と更なる推定精度の向上を行い、「疲労度ソフトセンサ」を実用化できるように発展させることが今後の課題と考える。

7.2 「疲労度ソフトセンサ」の実用化

本研究で開発した「疲労度ソフトセンサ」の今後の課題について述べる。

1) 疲労度の推定精度の向上と適用範囲の拡大

いくつかの間診票により疲労感を把握できる生体データにおいて、LOM による「疲労度」の数値化が可能と思われた。ただし、要求点データに類似した近傍データセットが少ない場合は、「データ距離」が大きく、「推定誤差」も大きかった。「データ距離」を示し「疲労度」の推定精度を把握することが可能であるが、今後、データベースを蓄積し、「疲労度」の推定精度の向上が必要である。

また、第6章「疲労度ソフトセンサの開発」の結果より、20歳代の被験者の「疲労度」の推定は可能であったが、他の年代の被験者にも適用できることが今後の課題である。これらの課題を解決するために、データベースを拡張する必要がある。各年齢層の生体データを抽出し、それらの生体データをグループ化することより、「疲労度」を推定する前に適用年齢を選択し、対象者が属するデータベースから「疲労度」を推定することが必要である。

2) 生体信号項目の簡素化

本研究では、表面皮膚温度、心拍数、皮膚血流量、呼吸数の自律神経に関連する生体信号から疲労度を推定した。実用化するには、生体信号項目を簡素化し、生体信号の測定を簡易にする必要がある。

3) センサの開発

本研究では、生体信号を測定するために、それぞれ専用の測定機器を使用した。身近な機器への実装の場合、小型センサの開発やその無線センサ化が望まれる。

4) 身近な機器への実装

「疲労度ソフトセンサ」で「疲労度」を推定する場合、測定場所を選ばず、どの時間帯でも測定できるためには、使用方法が簡易で機器が小型である方がよい。そのためには身近な機器へ実装する方が便利である。例えば、携帯電話などの通信機器、血圧計などの医療機器、腕時計などの身近な機器に実装すると活用範囲が広がる。

本研究で開発した「疲労度ソフトセンサ」を身近な機器へ実装する例について述べる。

1) 携帯電話への「疲労度ソフトセンサ」の実装

携帯電話に「疲労度ソフトセンサ」を実装し、自動車の運転者に携帯させる。センサとしては無線センサなどを用いる。運転中の「疲労度」を推定して一定の値を超えた場合アラームを鳴らし、休憩の指示や居眠り運転の予防を行う。

2) パソコンへの「疲労度ソフトセンサ」の実装

パソコンに「疲労度ソフトセンサ」を実装し、事務作業中の「疲労度」を推定して記録する。過重労働の医師の面談のときに問診票と合わせて「疲労度」の結果を提出し、過労の予防を行う。センサは、マウスに実装するか無線センサを用いる。

3) 血圧計と携帯電話を用いた「疲労度ソフトセンサ」の実装

血圧計に「疲労度ソフトセンサ」を実装する。普段血圧を測定する時、心拍数や呼吸数などの生体データも測定し、「疲労度」を推定する。「疲労度ソフトセンサ」を実装した携帯電話にデータを送り、疲労の自己管理に使用する。

4) 体温計への「疲労度ソフトセンサ」の実装

体温を測定する時、呼吸数や腋下の動脈から心拍数を測定し、実装した「疲労度ソフトセンサ」で「疲労度」を推定する。感染症にかかった時の「疲労度」を推定し、医療の補助として使用する。

5) 腕時計への「疲労度ソフトセンサ」の実装

運動を行うとき、「疲労度ソフトセンサ」を内蔵した腕時計を装着する。トレーニングの量と「疲労度」を比較し、疲労が蓄積しない程度の運動量を計算し、効率的なトレーニングを行う。

7.3 疲労度ソフトセンサを用いた疲労分析と予防・治療

7.2 で述べた「疲労度ソフトセンサ」の実用化における課題を解決後、「疲労度ソフトセンサ」を応用した場合、次のようなことを展開できると考える。

7.3.1 疲労度ソフトセンサや脳画像を用いた疲労分析

疲労はどの臓器にでも起こりうると考えられるが、脳は疲労を察知し活動の抑制をするなど重要な役割を持っている。よって、疲労の研究は脳の研究分野と密接に関係している。特に慢性疲労症候群の研究[1]においては、すでに血液検査や磁気共鳴画像(MRI)による脳画像の研究結果が報告されており[2]、今後も疲労の研究は、脳の研究などと連携していくと思われる[3]。疲労の評価を MRI、質問調査票および問診票等による主観的評価、生体信号による「疲労度ソフトセンサ」による定量的な評価などから、総合的な疲労の評価を行うことにより疲労のメカニズムの解明に貢献できるのではないかと考える。

例えば、身近な機器へ実装した「疲労度ソフトセンサ」や MRI などによる脳画像や血液検査によって、健全者、慢性疲労症候群患者、スポーツ選手の「疲労度」を比較する。その結果、職種、性格傾向、血液検査、運動強度などを比較することにより、疲労しやすい職種・性格傾向・体質・生活習慣病・スポーツ強度について分析の可能性がある。また、諸外国の人々と日本人の「疲労度」を比べることにより、日本人の疲労の特徴をつかむことができる。

7.3.2 過重労働の職場の抽出とその対策

「疲労度ソフトセンサ」は、いろいろな場所や時間帯で「疲労度」を推定できるため、各作業や対象者の疲労を評価可能である。その結果、日本の過重労働の実態調査、過重労働対策[4]、疲労対策の実施が可能である。

過重労働や疲労症状が多い職場を抽出し、過重労働に陥る問題点を調査・研究し、さらに調査地域を拡大することにより、わが国における過重労働や疲労症状が多い職場の特徴が分かり、重点的に過重労働対策や疲労対策を行うことができる。

具体的には、7.3.1 の結果により、疲労しやすい職種・性格傾向・体質などを総合的に判断し、過重労働対策や疲労対策を実施する。

7.3.3 疲労の治療や薬の開発

疲労の治療や薬の開発を行うとき、「疲労度ソフトセンサ」を使用して、その効果を確認できる。また、疲労を改善させる食品などの研究にも応用できるのではないかと考える。

疲労は、急性疲労から亜急性疲労、そして慢性疲労に陥り、全身倦怠感が長期に続く。慢性疲労は、慢性疲労症候群として一定の診断基準をもって診断され治療が行われている[5]。今後も、慢性疲労の治療方法、疲労を起こしやすい貧血や肝機能障害などの他の病気との関連、薬の開発にも重点を置き研究を行うべきである。

また、疲労を改善させる食品の研究は、疲労と栄養学など、他の専門分野と関連して研究を行う必要がある。

7.3.4 急性疲労の予防とそのための教育

学校や職場で疲労予防教育を行うとき、「疲労度ソフトセンサ」を用いて説明し、「疲労度ソフトセンサ」で測定した年齢別疲労度や業種別疲労度を見せることにより、教育の質も上がるのではないかと考える。

急性疲労は、亜急性疲労や慢性疲労に移行しないように予防が大切である。疲労しやすい職種・性格傾向・体質・生活習慣病・スポーツ強度をもとに学校や職場で疲労の予防教育を行えば急性疲労の予防および慢性疲労の患者の減少につながる。その際、7.3.1 で調べた日本人の性格別疲労度などを示したパンフレットを使うと有効である。

7.3.5 疲労しやすい職種の仕事の改善や快適な街づくり

7.3.2 で立てた過重労働対策や疲労対策に基づき、疲労しやすい職種や作業内容の改善について検討し改善を行う。疲労しやすい職種・性格傾向・体質・生活習慣病・スポーツ強度、学校や職場での疲労の予防教育など疲労に関する知識や技術を快適な街づくり計画に取り入れることにより、快適な環境作りにつながっていくであろう。

以上に述べたように、開発した「疲労度ソフトセンサ」の実用化により疲労分析、実態調査、過重労働対策、疲労の治療や薬の開発、疲労の予防教育、作業内容の改善など疲労による健康問題の解決に有効に活用できると思われる。

第 7 章参考文献

- [1] 佐々木司，“慢性疲労の背景にあるもの”，労働の科学，Vol. 57，No. 5，pp. 5－8，2002.
- [2] 渡辺恭良，“別冊・医学の歩み最新・疲労の科学—日本発：抗疲労・抗過労への提言 ヒト脳疲労”，医歯薬出版株式会社，pp. 33－37，2010.
- [3] 上原康明，田中慶太，内川義則，金鳳洙，“迷路課題遂行中の Fm θ 波の時空間解析”，電気学会論文誌 C，Vol. 129，No. 10，pp. 1778－1783，2009.
- [4] 厚生労働省，“産業医のための過重労働による健康障害防止マニュアル—過労死予防の総合対策”，産業医学振興財団，p. 42，2002.
- [5] 渡辺恭良，“別冊・医学の歩み最新・疲労の科学—日本発：抗疲労・抗過労への提言 慢性疲労症候群の診察の実際”，医歯薬出版株式会社，pp. 83－89，2010.