

I - 1 講演会 疲労計測（ビジネス環境と疲労）

「疲労科学研究から健康関数[®]を開発」

講師：理化学研究所 健康生き生き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム 融合研究推進グループ
健康計測解析チーム/新規計測開発チーム チームリーダー 水野 敬

開催日 : 2020年2月3日

開催場所 : JBMIA 会議室

参加者 : 13名

記 : 山中 大樹*

1. はじめに

近年、医療技術の進歩や衛生環境の改善により、長寿命化など人々の健康水準は日々向上している。その一方で、生活習慣病やうつ病等のメンタルヘルス疾患といった日々の生活や働き方などの日常的な要因が関係する病気が幅広く発生している。さらに、日本では少子高齢化などの環境変化に伴い、医療費の増大が1つの社会問題となっている。厚生労働省では2010年頃より医療費適正化計画として、生活習慣病予防の徹底や、平均在院日数の短縮など様々な取り組みを行ってきた。しかし、それでも医療費は増え続けており、高齢者の医療費自己負担の引き上げなども検討されている。

理化学研究所（以下、理研）では、科学技術振興機構（JST）の新規事業である「世界に誇る地域発研究開発・実証拠点（リサーチコンプレックス）推進プログラム」に中核機関として参画し、兵庫県及び神戸市、大学・研究機関、企業などとともに「健康“生き生き”羅針盤リサーチコンプレックス」を立ち上げ活動している。この活動では「個別健康の最大化」を目標とした融合研究開発、事業化支援、人材育成を推進し、将来にわたり健康で“生き生き”とした人生を送っていく上で

の指針（羅針盤）の実現・普及を目指している。その中で融合研究推進グループでは、疾患発症前の未病という状態も含めた健康度の可視化に取り組んでおり、開発した「健康関数[®]」などの詳細についてご講演いただいた。



Fig. 1 理研 融合連携イノベーション推進棟 (IIB)

2. 講演内容

2.1. 健康の見える化の必要性

2019年に実施した全国14万人の疲労実態調査(Webアンケート)では、47.3%の人が6か月以上続く慢性疲労があると答えた。これは他の先進国では20~30%で

* 技術調査専門委員会委員

あり、非常に高い数値である。さらに小中高生の疲労実態調査では、年齢が上がっていくにつれ疲労している割合が増えていく傾向にある。この疲労という状態は生体の防衛反応で、無視して活動し続けると慢性疲労状態になり、やがては種々の疾病発症に至ることが懸念されている。慢性疲労は疾患発症の前段階に位置し、この状態のことを「未病」と呼び、近年注目が集まっている。この未病の状態が様々な生活習慣病やメンタルヘルス疾患の下地となっており、未病を克服することが先制医療の考え方である。しかし、現在の健康診断では、未病と疾病の際しか見つけられておらず、健康な状態も含めて健康度を可視化することで健康リテラシーを上げ、疾病、未病の発生を早い段階から抑えていくことが重要である。



Fig.2 講演風景 (冒頭)

健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックスでは、個別健康の最大化を目指し、健康の見える化から健康増進までのソリューションを提案していく。例えば、食事のコントロールや運動の推奨、住環境の改善など様々な方法が考えられる。そこには気分や意欲も大事であり、血液検査だけではなく認知機能、自律神経、疲労感、やる気、満足感など様々なものを加えて総合的な健康度を示すマップ作りに取り組んでいる。

2.2. 健康と自律神経機能の関係

健康には、自律神経が重要な役割を果たしており、脈波や心電図を用いて評価することができる。健康診

断では心電図で波形の形状から不整脈の有無を見ているが、波形情報から自律神経の働きの評価も可能である。心電図や脈波のデータから「RR 間隔」と呼ばれる拍動を示す数値を周波数解析することで、低周波成分 (LF) の交感神経活動、高周波成分 (HF) の副交感神経活動を取り出すことができる。そして、この比率 (LF/HF) が相対的な交感神経活動の指標となる。交感神経は覚醒度の高いときに働く神経、副交感神経はリラックスしているときに働く神経である。人間の体は両者のバランスにより、内臓機能や発汗機能などの生体恒常性(ホメオスタシス)をコントロールし、健康状態を維持している。

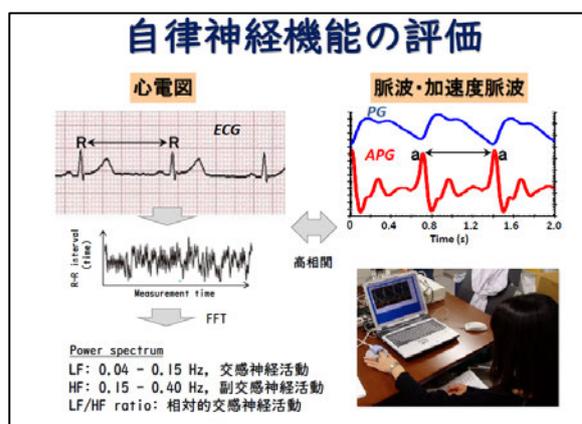


Fig.3 心電図や脈波からの自律神経機能の評価

疲労度と自律神経の活動の関係を調べるため、被験者に8時間、パソコン上で精神疲労負荷(視覚探索課題の ATMT など)をかけた場合とリラックスして過ごした場合の比較を行った。結果、リラックスした場合には自律神経の活動状態に変化はなかったが、負荷後には主観的な疲労感と交感神経活動が高い数値になっており、両者に相関があることが分かった。過活動になった交感神経は、自宅に帰りリラックスして睡眠をきちんととり、睡眠中に副交感神経の活動が活性化することで解消される。しかし、忙しい状態が続き疲労をリセットできない状態になると急性疲労となり、それがさらに継続すると慢性疲労となる。健常者と慢性疲労者の副交感神経の活動を調べた結果では、健常者は睡眠時に副交感神経が活性化し疲労を回復できているが、慢性疲労者は睡眠時の副交感神経活動が日中の

覚醒時と変わらないレベルとなっており、適切に疲労を回復できていないことも分かってきた。

残業時間が多い勤務者の追跡研究にて、健康がどのように損なわれていくかの調査を行った。すると、まず自律神経機能の低下が起これ、それが続くと睡眠の質が下がり、疲労の蓄積が発生していた。それらが進行すると、疲労だけでなく意欲低下や抑うつ傾向などのネガティブな情動の状態に移っていき、さらにはアレルギー応答などの免疫系不調や月経不全などの内分泌系異常、消化器症状など様々な愁訴につながっていた。

2.3. 自律神経機能の測定

これらの自律神経の動きを高精度かつ簡便に測定するため、様々な方法を開発してきた。健康診断で行われるような胸部につける心電図は最も精度が高いが、服を脱いで計測器をつけるなど測定が手軽ではないという課題がある。そこで、指先により心電波と脈波を同時に計測する技術を開発した。心電波だけの計測では乾燥肌の人には両指の電位差が生まれずとりにくい、脈波だけでも毛細血管に狭窄がある人だとうまくとれない。心電波と脈波を同時に計測し、各々の計測の短所を補完し合うことで、安定した測定が可能となる。



Fig. 4 指先での自律神経系計測装置

他にも様々な種類の計測技術を開発している。リコーとの共同開発では、ノート PC やスマホの RGB カメラを用いて、非接触で自律神経活動を測定する技術を

開発した。これにより、オフィスでの業務中に測定を行い、自律神経活動に基づく疲労度判定によりアラートを出すなどのソリューションが提供可能となった。また、リコー以外の企業とも協業して、小型化による小児にも適した測定装置や、長期間充電が不要な腕時計型の活動量計も開発した。

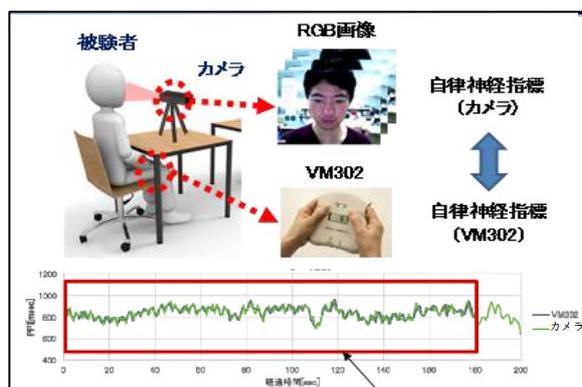


Fig. 5 リコーと開発したカメラでの計測システム

2.4. 「健康関数[®]」の開発

これらの装置による自律神経機能の測定を含め、従来の健康診断ではほとんど計測されていない総合的な健康度の指標となりうる計測項目を決め、約 1,000 人の計測を行い、「健康関数[®]」を開発した。

計測したデータをもとに様々な解析手法を試み、76 個のパラメーターを選定し、各パラメーターを重みづけして計算される「健康関数 X」と「健康関数 Y」を設定した。その関数をもとに健康度を表す二次元の健康度ポジショニングマップを作った (Fig. 6)。

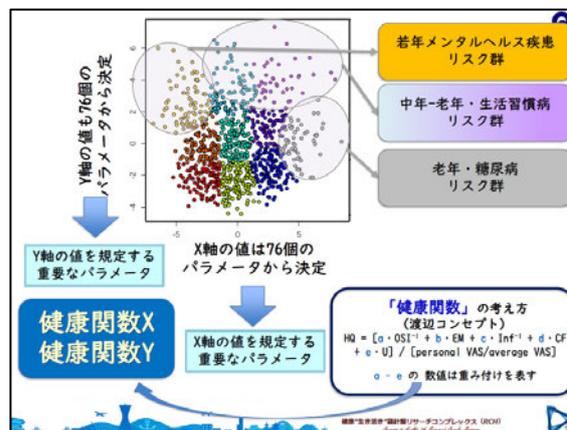


Fig. 6 「健康関数[®]」による健康度ポジショニングマップ

さらにクラスター分析などの手法で分析すると、「健康関数 X」の値が高いほど糖尿病のリスクが高まっており、「健康関数 Y」の値が高いほどメンタルヘルスや生活習慣病のリスクが高い層となることが分かった。

ここから、各層の方々に共通する労働環境や生活習慣などを調べていったことで、健康の改善のためにどのような介入が必要か分かってきた。例えば、若年メンタルヘルス疾患のリスク群は、労働時間が長く慢性疲労となっていることなどの傾向があった。これは自律神経機能の低下が及ぼす慢性疲労が様々な病気の原因となることを裏付けるデータでもある。ここから加齢が進むと生活習慣病リスク群に突入してしまうため、健康度改善の必要があることが分かる。このように健康を見える化することで、健康に対する自身の目標設定が可能となった。

上記の計測では一人当たり約 4 時間かかっていたが、さらなるデータ収集と実用化に向けて、短時間化・低コスト化が必要であった。そこで、機械学習などの手法も用いて計測項目の大幅な絞り込みに成功した。ただし、これには血液検査などの医療機関でしか計測できないものも含まれており、より簡易な計測のため、オフィスやカフェなどの日常でも計測できるような血液成分以外の項目での計測による「健康関数[®]」も開発した。2018 年 9 月から実施した計測では、一人当たり約 4 時間かかっていた計測時間を約 1 時間に短縮した。これにより、約 1,000 人から約数千人とサンプル数を大幅に増やすことができ、男女別や年代別などさらなる分析が可能となった。

2.5. 健康度の活用と今後の展開

現在不足しているのは高齢者のデータである。加齢による自律神経や認知機能の低下には相関があり、高齢者データをより集めていくことで、これらを健康度ポジショニングマップに載せていくことができる。また、健康度と実際の疾患発症や治療後の経過を観察していくことで、実際の疾患発症リスクの度合いが明確になってくるため、追跡調査も始めている。

さらに個別健康最大化のために、各種企業と疲労を

緩和、回復する商材の科学的評価研究を進めている。例えば、香川県との地方創生事業では、1 ヶ月間オリーブオイルを摂取した場合の血液中の生活習慣病に関連するマーカーの値が著しく低下する結果が得られた。他にも、飲料と血中の抗酸化作用への影響や、運動介入・空調調節による抗未病効果などの様々な研究を行い、新規ソリューション事業創出が進められている。また、美容系に特化した「健康関数[®]」など、企業ニーズに合わせた様々な展開を考えている。

健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラムとしては 2019 年度で終了するが、神戸リサーチコンプレックス協議会として継続していく。他にも一般社団法人プレジジョンヘルスケア研究機構を設立し、常設の健康計測拠点を設けるなど様々な施策を行い、健康計測事業の発展を目指していく。健康関数共創コンソーシアムでは、1 社あたり 500 人のデータ採取を行い、参加企業間でデータ共有することを予定している。多くの企業が参画するほどデータ数が増えて精度が上がっていくため、参画企業を募集している（講演会開催時）。

3. おわりに

疲労と自律神経の関係と、健康計測のお話を分かりやすく講演していただいた。この「健康関数[®]」によりオフィスでの疲労状態が分かると、メンタルヘルスなどの問題の対策で掲げられている働き方改革の一助になると考えられる。我々ビジネス機器メーカーとしてもこの働き方の変化に伴い、製品やソリューションの変化が求められていくのではないかと感じた。

講演会には会員各社の方が多数参加されており、講演終了後も多くの質疑応答があり、講演内容への参加者の関心の高さが伺えた。

最後に、水野様にはお忙しい中、時間を割いていただき、また非常に分かりやすい講演を行っていただいた。この場を借りて御礼申し上げます。

禁 無 断 転 載

2019 年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」 “I - 1” 部

発行 2020 年 6 月

一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査専門委員会

〒108-0073 東京都港区三田三丁目 4 番 10 号 リーラヒジリザカ 7 階

電話 03-6809-5010 (代表) / FAX 03-3451-1770