

声でストレスを数値化 スマホが「心の血圧計」に



スマートフォンで話すだけで、心の健康状態を計測できるアプリ「MIMOSYS（ミモシス）」が東京大学 COI 拠点から生まれた。声の調子と体調の変化との関係に着目し、東京大学の徳野慎一特任准教授と光吉俊二特任准教授らが開発した技術だ。自覚しにくいストレスやうつ病など心の不調に気づききっかけになると、国内外から大きな期待がかかる。



とくの しんいち
徳野 慎一

東京大学 大学院医学系研究科
特任准教授

1988年 防衛医科大学卒業。医学博士。自衛隊中央病院、陸上自衛隊師団医務官、防衛医科大学校准教授、陸上自衛隊衛生学校主任教官などを経て、14年より現職。

みつよし しゅんじ
光吉 俊二

東京大学 大学院工学系研究科
特任准教授

2006年 徳島大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。慶應義塾大学主席研究員、東京大学大学院医学系研究科特任講師などを経て、17年より現職。

日常の音声の変化から 不調の予兆を捉える

現代社会では、ストレスから来るうつ病の発症などメンタルヘルス問題が深刻化し、休職や離職による経済的損失を生み出している。本人に自覚がないことも多いが、悩みを抱えていても隠して、周囲に気付かれないまま症状が悪化することもある。

およそ10年前、当時、防衛医科大学校で自衛隊員のストレスを研究していた東京大学の徳野慎一特任准教授は、ストレスや抑うつ状態を計測する

ための客観的な指標を探していた。

「ストレスチェックは自己記入式アンケートが一般的ですが、実態と異なる回答や過小評価といった『報告バイアス』がかり、答える側が操作できます。間違いなくストレスを抱えているのに、救えないのです」。医師である徳野さんは血液検査も検討したが、試薬などのコストがかり、日々の変化をモニタリングできないために、断念した。

そのような時、ある懇親会でたまたま隣り合わせたのが、東京大学の光吉俊二特任准教授だった。当時、人間の喜怒哀楽に伴って変化する声の周波

数で、コンピューターに感情を認識させることに成功していた。このプログラム開発の過程で、ストレスが蓄積して抑うつ状態になると感情表現が少なくなることに気づき、声でストレス状態やうつ病も判別できないかと考えていた。「血圧計やレントゲンのように心の健康を測定できる装置があれば、うつ病になる前に適切な治療を受けられるはず。それを実現するには医学的な知識が不可欠でした」。

偶然的な出会いから始まった2人の共同研究は、音声からストレス状態などを可視化する音声病態分析として、東京



■図1 元気圧は「LOW(低い)」「NORMAL(普通)」「HIGH(高い)」の3段階で表示され、自分の心の状態が一目でわかる。重要なのは心の元気さの推移を見ることである。活量値が上下せず、一定の値を保った状態が望ましい。

大学COI拠点で発展を遂げた。そして誕生したのが、声だけで心の健康状態を知ることができるソフトウェア「MIMOSYS」だ(図1)。

手軽な計測アプリ iPhone版も公開予定

家族や友人と話している時に、声の調子から「元気がない」と感じることもある。「『あれ?』と思う何かを数値化したかった」と徳野さん。そこで注目したのが、「声帯」だ。

脳が受けたストレスは、副交感神経を通して声帯に伝えられる(図2)。声色は随意に変えられるが、強い不安を感じて声が震えたり声が上がったりするのは、自分の意志ではコントロールできない「不随意反応」だ。つまり、声帯は「嘘」がつけない。MIMOSYSは、声帯の不随意反応による声の周波数の変動パターンから、声に含まれる「喜び」「悲しみ」「怒り」「平穏」の4つの感情と「興奮」の度合いを数値化するので、本人の自覚や建前に関係なく、心の状態を計測できる。

アンドロイド版アプリとして公開され、精度検証の研究にデータを提供することを条件に、誰でも無料で使える。データは東京大学のサーバーで完全に匿名化されるので、個人は特定されない。公開から2年間で、約4500人が

ダウンロードした。うち約1000人は継続的な利用者だという。2019年にはiPhone版も公開予定で、より多くの人が使える環境を整えていく。

元気圧の高低を記録 ストレスを自己管理

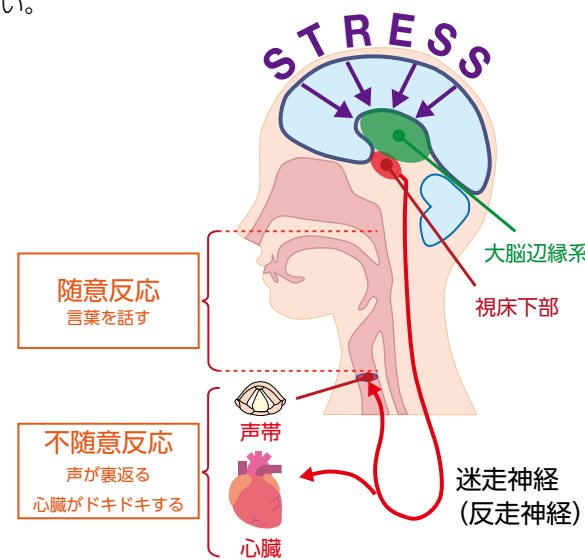
使い方は簡単だ。アプリをダウンロードしたスマートフォンで通話したり、自分の声を録音したりするだけで、心の状態が「元気圧」と「心の活量値」で表示される。分析には6発話以上(約20秒程度)が必要で、自然発話や定型文の読み上げなど、その内容は問わない。

「元気圧」は、計測時点の心の元気さを推定したもので、光吉さんが血圧を真似て名付けた。一方、「活量値」は長期的な心の元気さを数値化したものだ。「活量値」は「元気圧」の2週間の平均とばらつきから計算される。元気な時は元気圧が高かったり低かったりするが、抑うつ状態が進むに従って元気圧は低くなっていく。そのため時系列で見ても下降傾向であれば、心の元気が失われつつある状態とわかる。深刻化すると感情表現が乏しくなり、元気圧が上下することも

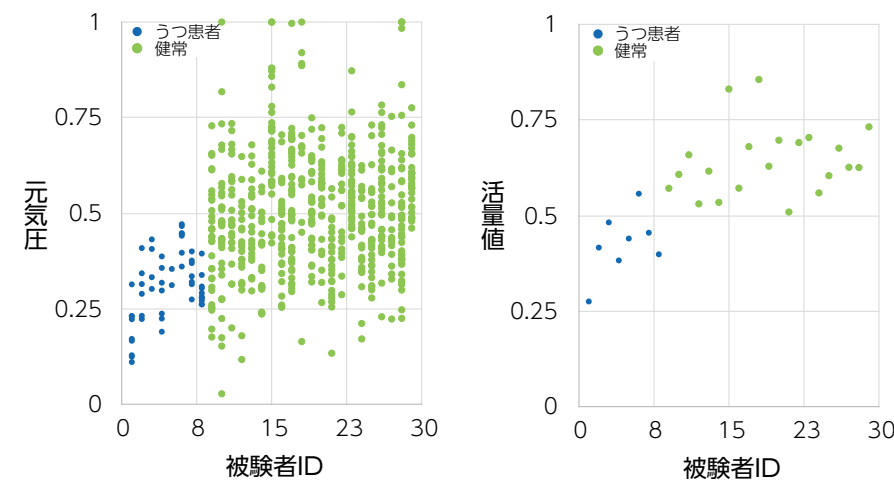
少なくなる(図3)。通常の数値と比較することで、体調変化の兆候を逃さずに捉える仕組みだ。

元気圧は一日の時間帯、話す相手や内容によっても変わる。「元気圧の高い低いに一喜一憂せず、自身の傾向を把握することが大切」と徳野さんは説明する。「普段から体重計に乗っていると体重の増減を意識するように、日頃から心の健康状態を把握していれば、不調に早めに気付いて悪化を防げます」と光吉さんは言う。「家庭で記録したMIMOSYSの解析データを医師の診断や治療に役立て、入通院の減少に貢献できないか」と期待も寄せている。

MIMOSYSの開発段階で、東日本大震災の被災地に派遣された自衛官の声で検証を行った。アンケートでは「ストレスをあまり感じていない」と回答した被験者の中から、実際は強い抑うつ状態である者を音声解析によって検出でき、「報告バイアス」を克服する可能性が示唆された。この結果は医師の診断とも一致した。また、MIMOSYS完成後の精度検証のため、自衛隊のレンジャー訓練でストレスを測定したところ、訓練前より訓練中にストレスが上がって、訓練後は下がり、従来の測定手法である自記式アンケートおよび血液バイオマーカーと同じ結果が得られた(図4)。



■図2 人間の喜怒哀楽の感情は、大脳から副交感神経系を経て、心臓や声帯につながって生じる。自分ではコントロールできない不随意反応として声帯が変化する。脳がストレスや緊張を感じると、声帯は固くなり、周波数が高くなる。リラックスした状態では声帯は緩み、周波数は低くなる。



■図3 MIMOSYSの精度を検証したところ、活量値は、うつ病で通院している患者で低く、病院にかからず日常生活を送っている健常者で高くなった。

メンタルヘルス対策に 日本発の「破壊的技術」

2015年の改正労働安全衛生法の施行に伴い、従業員数50人以上の企業は年1回、従業員にストレスチェックを実施することが義務付けられた。メンタルヘルス対策として企業への導入を想定して、日立システムズはMIMOSYSの技術を使ったクラウドサービス「音声こころ分析サービス」の提供を開始している。

「海外でも高い評価を受けています」と光吉さんは自負する。脳の信号に基づく声の周波数を分析するため、声の高低や性別、年齢といった個人差の影響は受けず、言語にも依存しないで病態を把握できるからだ。2018年5月の世界保健機関(WHO)総会では、世界

の代表団を前にデモンストレーションを実施し、好感触を得た。また、2018年、米国電気電子学会(IEEE)は、公式ブログでMIMOSYSを「(常識を覆す)破壊的技術」と評した。海外での展開をにらみ、英語、ドイツ語、ルーマニア語、ハンガリー語、スペイン語、ロシア語での検証を進めている。

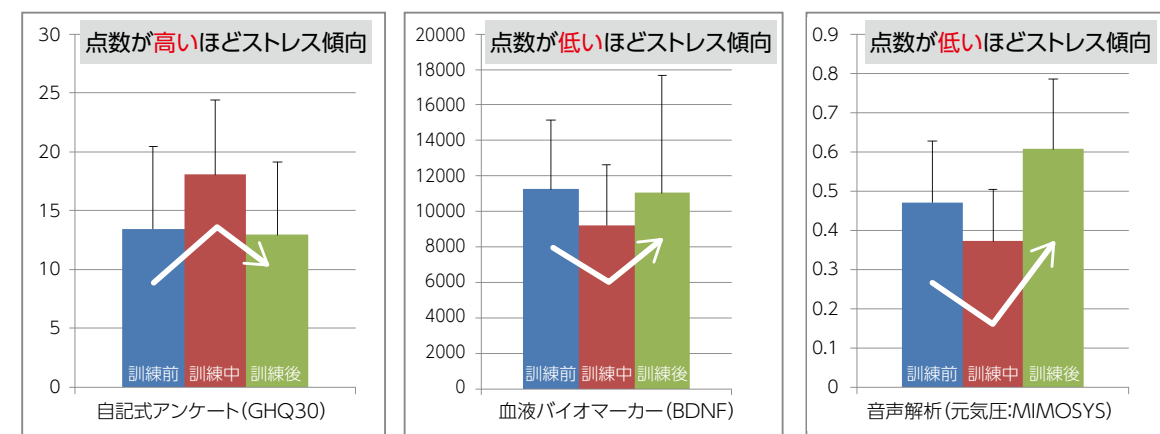
医療分野への応用に期待 健康社会実現の切り札に

「MIMOSYSは疾患の兆候も検出しているようです」と徳野さん。さまざまな疾患の判別に応用することを目指している。きっかけは、アプリ利用者からのフィードバックだった。「急に元気圧が下がったと思ったら、翌日に40度の熱が出た」、「心の活量値が下がってしば

らくして、脳梗塞で入院した」——。「交感神経と副交感神経のバランスが崩れる疾患に応用できる可能性があります。感情を介さずとも、声から疾患を直接判断できる仕組みを開発中です」。

最も期待が高いのが、大うつ病性障害と双極性障害の判別である。大うつ病性障害はうつ状態だけが続き、双極性障害はそう状態とうつ状態を繰り返す。うつ状態がある点は共通しているが、治療薬が全く異なる。初期症状が似ている高齢者うつ病、パーキンソン病、認知症の判別にも取り組んでいる。パーキンソン病は吃音や声の震えに特徴があることから、特徴を抽出してプログラム化すれば診断に応用できるかもしれない。光吉さんは「声帯は脳や心臓と神経で直結しているため、心疾患や認知症の兆候も顕著に現れるのではないか」と見込んでおり、「医師の診断支援ツールを開発して実用化したい」と意気込む。

音声によるストレス状態や病態の判別は、「あらゆるモノがインターネットを通じてつながるIoT時代にふさわしいセルフヘルスケアの手段」と徳野さんは期待する。AIスピーカーやスマート家電など音声入力システムが当たり前の社会になれば、より自然な状態で音声データを取得できるからだ。MIMOSYSの音声認識技術が、誰もが手軽に自分の健康を管理できる「健康社会」の実現に向けた切り札の1つとなりそうだ。



ESMSJ(Econophysics, Sociophysics & other Multidisciplinary Sciences Journal) 7 (1), 7-12: 2017に基づき作成

■図4 自衛隊のレンジャー訓練で、「訓練前」「訓練中」「訓練後」において、「自記式アンケート」「血液バイオマーカー」「音声解析(MIMOSYS)」でストレスを測定し、比較した。それぞれ訓練前より訓練中にストレスが上がリ、訓練後は下がった。全ての手法で同じ傾向が見られた。