

2025大阪・関西万博ミライ人間洗濯機が示した健康社会の未来 — 入浴から始まる生体情報計測と家族の見守り —



万博からの
メッセージ

神吉輝夫*

The Future of a Healthy Society Envisioned by the Mirai Human Washing Machine at Expo 2025
— From Bathing-Based Bio-signal Monitoring to Family Health Support —

Key Words: Mirai Human Washing Machine, Biosignal monitoring, bathing ECG, wellness engineering

はじめに

2025年大阪・関西万博 大阪ヘルスケアパビリオンに展示された「ミライ人間洗濯機」は多くの来場者の関心を集めた。私にとって、このプロジェクトに関わった経験は、実験室の中で積み重ねてきた研究が一般公開され、一般来場者に直接届くという、研究者として非常に貴重な機会であった。

普段、大学で行う研究は、論文、学会発表、共同研究、特許、企業との技術打合せなどを通じて社会につながっていく。しかし、万博という場では、研究成果が専門家だけでなく、子どもから高齢者、国内外の来場者まで幅広い人々の前に置かれ、そこで問われるのは技術の正しさだけでなく、人に驚きを与えるか、喜びを生むか、そして未来の暮らしを想像させるかである。

今回、一般来場者の方々が「ミライ人間洗濯機」を見て、体験し、未来を感じてくださったことは、私にとって大きな喜びであった。特に印象に残っているのは、体験後の来場者の表情である。研究室の中では、信号が取れるか、ノイズが減るか、解析が成立するかといった技術的観点に集中する。しかし、万博の現場では、それらの技術が一つの体験となり、人の表情に変わる。

一般来場者の喜んだ顔を見ることができたことは、本プロジェクトを振り返って最も心に残っている。

1970年の人間洗濯機から2025年のミライ人間洗濯機へ

1970年大阪万博で展示された「人間洗濯機」は、未来の生活を象徴する装置として「ウルトラソニックバス」が披露され、当時の万博のレガシーとして刻まれた。人が装置の中に入り、身体を自動的に洗うという発想は、当時の人々に強い未来感を与えた。

それから半世紀以上が経ち、2025年大阪・関西万博において、その思想を受け継ぐ「ミライ人間洗濯機」が登場した。このミライ人間洗濯機は、単に身体を自動で洗う装置ではない。ファインバブルによって身体をやさしく洗浄するとともに、入浴中の生体情報を計測し、心身の状態に気づくための技術を組み込んでいる。すなわち、「からだを洗う」ことに加えて、「こころに気づく」ことを目指した装置である。

ここで重要なのは、未来の技術が特別な場所だけに存在するものではなく、日常生活の中に入り込むという点である。入浴は、誰にとっても身近な生活行為である。その入浴空間が、身体を清潔にする場であると同時に、自分自身の状態を知る場へと拡張されるならば、健康管理のあり方は大きく変わる可能性がある。

ファインバブル洗浄と生体情報計測の融合

ミライ人間洗濯機の特徴の一つは、ファインバブル洗浄技術と生体情報計測技術を融合した点にある。ファインバブルは、微細な気泡を用いて身体をやさしく洗浄する技術であり、毛穴や皮膚表面の汚れに働きかけることで、快適な入浴体験を実現する。入浴という行為に、リラクゼーションや清潔感を与える重要な要素である。

一方で、私たちが取り組んできたのは、入浴中に心電などの生体情報を取得する技術である。心電信



* Teruo KANKI

1973年12月生まれ
大阪大学大学院 基礎工学研究科
物理系専攻博士後期課程(2004年)
現在、大阪大学 産業科学研究所
准教授(理学博士)
TEL: 06-6879-4688
mail: kanki@sanken.osaka-u.ac.jp



図1 2025年大阪・関西万博における「ミライ人間洗濯機」の展示風景 ファインバブル洗浄と入浴中の生体情報計測を融合し、未来のウェルネス体験を提示した。

号は数mV程度の微弱な電気信号であり、通常は皮膚に電極を貼り付けて測定する。しかし、入浴中に身体へ電極を貼り付けることは、快適性や実用性の面で望ましくない。そこで、浴槽内の水を介して、できるだけ自然な状態で心電信号を取得する非接触型に近い計測技術の開発を進めてきた。

この技術が目指すものは、単なる数値の取得ではない。入浴中に心拍や自律神経の状態を可視化することで、自分でも気づきにくい疲労、緊張、リラックス状態に気づききっかけをつくることである。健康を評価し、管理するためだけの技術ではなく、自分自身をいたわるための技術である。その先にあるのは、健康寿命を延ばし、誰もが楽しく幸せに生きることのできる健康社会である。

入浴中の心電計測を支えたノイズ除去技術

ファインバブル洗浄と心電計測の融合は、概念としては魅力的である。しかし、実際の開発は容易ではなかった。特に大きな課題となったのが、ファインバブル発生に伴うノイズである。

ファインバブルを発生させるモーター類、さらに負に帯電したファインバブルそのものは、心電データにとって大きなノイズ源となる。心電信号は非常に微弱であるため、浴槽内の水流、気泡、電極界面の状態変化、身体の動き、筋電など、さまざまな要因の影響を受ける。洗浄にとって有用なファインバブルが、計測にとってはノイズ源になる。この矛盾を乗り越えることが、開発における最大の課題であった。

私たちは、ノイズの発生源を一つ一つ切り分けながら、回路、電極配置、配線、基準電位の取り方、信号処理を見直していった。特に、浴槽水そのもの

が電氣的に揺らぐ環境であることを前提に、環境を排除するのではなく、環境と同期しながら安定した基準をつくるという考え方が重要であった。通常の実験室環境では、ノイズをできるだけ取り除いた条件で測定することが多い。しかし、生活環境では、ノイズのない理想的な条件は存在しない。むしろ、ノイズを含む環境の中で、どのように信頼できる信号を取り出すかが問われる。

このノイズ除去技術を磨き上げたことは、入浴中の心電計測にとどまらない意義を持っている。日常生活の中で取得される心電データには、筋電や体動などのノイズが常に含まれる。万博に向けた開発を通じて、生活環境下で生体情報を安定して取得するための基盤技術が大きく前進したと感じている。

1200人以上の体験と半年間連続稼働が示した社会実装性

万博での実証を通じて強く感じたのは、技術の確かさだけでは社会実装には十分ではないということである。研究室では、原理が正しいか、信号が取得できるか、解析が成立するかが重要になる。しかし、一般来場者が体験する場では、それに加えて、装置が長期間安定して動き続けること、安全に運用できること、誰が使用しても一定の信頼性を保てることが求められる。

今回のミライ人間洗濯機は、万博会期中に1200人を超える来場者に体験され、半年間にわたって連続的に稼働した。これは、私にとって非常に大きな意味を持っている。実験室で数回、あるいは数十回動作することと、実際の展示環境で多くの人に繰り返し使用されることはまったく異なる。社会実装においては、耐久性、信頼性が不可欠である。この点は、研究者が実験室の中だけで検証している段階では見えにくい。

万博は、単なる展示の場ではなく、技術が社会実装システムとして鍛えられる場であった。来場者の期待、運用者の負担、装置の連続稼働、メディアを通じた社会的注目。そのすべてが、研究開発を一段階引き上げる圧力となった。そこで得られた経験は、今後、家庭用入浴心電計や生活空間における生体情報計測技術を社会に展開していく上で、非常に重要な財産になると考えている。

入浴から始まる生体情報計測と家族の見守り

ミライ人間洗濯機や家庭用入浴心電計が社会実装されると、日常生活の中で継続的に生体情報を取得できる可能性が開かれる。これは、個人の健康状態を可視化するだけでなく、長期的なデータ蓄積を通じて、学術的にも大きな価値を持つ。

もちろん、生理データを扱う上では、倫理面と情報セキュリティの強化が不可欠である。個人情報の保護、同意取得、データ管理、利用目的の明確化を十分に整えなければならない。そのうえで、心拍データや自律神経データを日常生活の中で蓄積できれば、個人ごとの健康状態の変化を長期的に理解できる可能性がある。

さらに重要なのは、個人の健康だけでなく、家族の健康状態の見守りへと展開できる点である。家族が日常の中で自然に変化に気づくための仕組みとして設計されるべきである。たとえば、高齢者の体調変化を早めに察知し、本人や家族が無理なく対応できるようにする。そのような「監視ではない見守り」こそ、日常生活に溶け込むウェルネス技術の理想的な姿である。

入浴は、毎日の生活の中にある。特別な検査の時間ではなく、自然な生活行為の中で生体情報が取得される。そのため、家庭用入浴心電計は、医療機関での一時的な測定とは異なる価値を持つ。生活の時間軸の中で、心身の変化を見守ることができるからである。

非線形物理解析とマルチモーダル解析が拓く未来

現在、私は共同研究の中で、新たな自律神経解析方法を非線形物理学の視点から研究している。心拍や自律神経のデータは、単純な平均値や一時点の数値だけでは捉えきれない。人の心身状態は時間とともに揺らぎ、環境や行動、人間関係の影響を受けながら変化している。そのため、時系列データとしての構造、リズム、ゆらぎ、同期性を解析することが重要になる。

今後は、心拍データを含む生理データのマルチモーダル解析や、新規の非線形物理解析によって、これまで見えにくかった心身状態をより深く理解できる未来が来ると考えている。心電、脈波、体動、睡眠、行動、環境情報などを組み合わせることで、単一の指標では分からなかった状態変化を捉えること

が可能になる。

また、共同研究を通じて私が特に重要視しているのは、個人の健康指標だけでなく、親子や家族の身体リズムの関係性である。親と子、あるいは家族の身体リズムが、日常生活の中でどのように同期し、どのようにずれていくのかを理解することで、家族全体の心身状態をより自然に捉えられる可能性がある。

ここで関係する考え方の一つが「アロスタシス」である。アロスタシスとは、簡単に言えば「変化しながら安定を保つ力」である。人の心身は、仕事、育児、睡眠、食事、人間関係、季節の変化など、日々さまざまな刺激を受けている。その中で、体は自律神経やホルモン、行動の変化を通じて、その時々環境に適応しようとする。健康とは、いつも同じ状態に固定されているのではなく、変化する環境の中でバランスを保ち続ける動的な営みである。

この視点に立つと、健康は一人の体の中だけで完結するものではない。家族や生活環境との関係の中で形づくられるものである。親子の身体リズムの同期性や、家族内の心身状態の相関性を解析することは、これからの健康科学において重要なテーマになると考えている。

おわりに

ミライ人間洗濯機は、万博の場で未来の入浴体験を示した装置である。しかし、その本質は、単に新しい入浴装置をつくることにとどまらない。入浴という日常行為を起点に、生体情報計測、心身状態の理解、家族の見守り、そして健康社会の実現へとつなげていくことにある。

万博で示された未来は、特別な展示空間の中だけにあるものではない。これからは、その未来を家庭や地域社会の中で育てていく段階である。心拍データを含む生理データのマルチモーダル解析や、非線形物理解析の発展によって、心身状態をより深く理解できる時代が来るだろう。そして、個人のデータだけでなく、家族のつながりを含むデータ解析によって、家庭や地域コミュニティがより生き生きとする未来を育んでいきたい。

今回の万博で、実験室の中で生まれた研究が一般来場者に届き、驚きと喜びを与える場面に立ち会うことができた。その経験は、私にとって大きな励み

である。技術は、人に届いて初めて社会の中で意味を持つ。ミライ人間洗濯機が示したのは、からだを洗う技術の未来であると同時に、人が自分自身や家

族の状態にやさしく気づき、楽しく幸せに生きるための健康社会の未来であった。

