

**Profile**

情報アーキテクチャ分野

教授 **亀岡 遵**  
博士 (Cornell大学)

## 研究分野

・バイオセンサー  
・IOMT  
・ウェアラブルセンサーWeb <https://www.waseda.jp/fsci/gips/other/2022/09/01/23461/>

IPS 教員インタビュー

**体内の変化が“見える化”できれば、医療を取り巻く環境が劇変する**

超高齢社会に突入し、さらに20年後あたりまで、高齢人口の増加が続く見通しの日本。高齢者が増える分、国や自治体が負担すべき医療費が上昇するのは火を見るより明らかで、今後、高齢者に多く見られる疾患をいかに抑制するかが、医療経済の存続を左右する大きな課題となる。そうした中で、大学院情報生産システム研究科の亀岡遵教授は、バイオセンシング技術を中心とした「IOMT (Internet of Medical Things) プラットフォーム」の構築を通じて、高齢者や慢性疾患を持つ患者に対する医療のあり方を、大幅に変革させる研究を推進中だ。

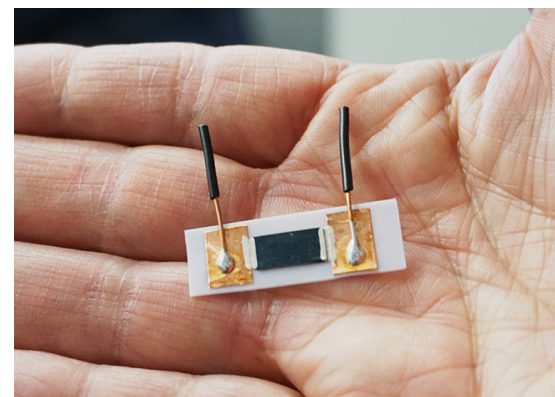
**身体状況の変化の様子を「継続的な生理学的データ」として収集**

高齢者に多い疾患として挙げられるのは、脳梗塞や脳内出血などの脳血管疾患、心筋梗塞や狭心症などによる心不全、そして糖尿病が主因であるCKD (慢性腎臓病) など。脳血管疾患の後遺症や心不全に伴う運動機能の大幅な低下は、要介護状態に移行する原因としても上位を占めているので、これらの抑制が、高齢者医療費や保健・福祉費の削減に繋がることは、以前から判っていた。ただ、それらの疾患は高血圧などの生活習慣病が複雑に絡み合っており、年に1回程度の特健診や職域健康診断だけで、悪化の要因や推移を“追跡”するのは困難だ。近年、血圧や心拍数などを常時計測できるスマートウォッチが登場し、人々の健康管理に一役買っているが、「疾患を抑制するためには、現状のデータだけでは不十分。もっと踏み込んだ、血中のグルコースやグリコアルブミン (糖化アルブミン)、コレステロール、尿酸などのデータを、既存のウェアラブルデバイスのような気軽さで継続的に収集することが、最初の課題になります」と語る亀岡教授。

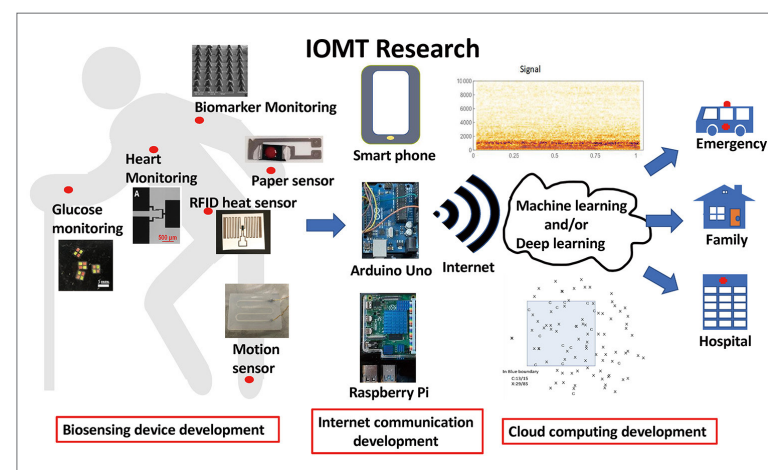
教授が「継続的に収集すること」にこだわるのは、患者の身体状況は常に変化し続けているからだ。例えば糖尿病の場合、HbA1c (ヘモグロビンエーワンシー) の数値が主な診断基準になっているが、この数値は過去1~2ヵ月間の「平均」血糖値であり、患者の実際の血糖値は、1日の中で何度も乱高下している。その点、血糖値データを「継続的に」収集することができれば、血糖値が上がりやすいのは何を食べた後なのか、食後どの程度の時間で値が上昇し、その何分後に下がるのか…といった詳細な情報を得ることができる。

「すでに現在、微細な針を糖尿病患者さんの腕などに刺しっぱなしにするタイプのバイオセンサーが実用化されているのですが、1ヵ月に3~4回ほど針を交換しなければなりません」「また、血管まで到達する針は、侵襲的で痛みが伴ううえ、高価なため、血糖値の検知をおきらめる患者も多い」。

そこで、亀岡研究室では現在、血管まで針を通すのではなく、皮膚表面の少し下までしか達しないマイクロニードルで間質性皮膚液 (血液の滲出液) のデータを取るタイプと、血漿の成分を多く含む汗からデータを取るタイプの、2種類のバイオセンサーを研究中だ。「どちらが良いかは、今後様々な実験を繰り返さなければ結論が出せません。いずれにせよ、身体状況の変化をバイオセンサーで追跡できるようになれば、疾患の発症と悪化を抑制するための取り組みが大きく前進するはずだ」。



亀岡教授が過去に試作した、バイオセンサーの1つ。感染すると人体に重大な影響を与える危険性がある、レンチウイルス属を検知するためのセンサーだ。

**センサーとクラウドサーバ上の AI が、患者を見守る時代へ**

亀岡研究室が取り組んでいる「IOMTプラットフォーム」は、(1)身体状況の変化を検知するためのバイオセンシングデバイス、(2)ArduinoボードやRaspberry Piなどを用いたセンサーの状態検知とデータ通信、(3)クラウドサーバ上のデータ処理・解析という、3つの技術分野で構成される。バイオセンサーによって継続的かつ詳細なデータを取得し、スマホなど患者が携帯しやすい情報通信端末にデータを飛ばし、そのデータをクラウド上に蓄積・解析することにより、患者の状況を遠隔観察しようという医療支援基盤だ。

「例えば、がんの部位別死亡数で男女とも上位を占めている『膵臓がん』は、早期発見が難しいことで知られています。しかし、バイオセンサーでグルコースの値

を継続的にチェックし、自動的にデータ解析できるようになれば、がん発症による膵臓の機能低下を、より早く察知できるようになるわけです」。

サーバ上に蓄積されたビッグデータは、医学の基礎研究や新薬開発などの分野において、非常に高い価値を持つことにもなる。ビッグデータの解析手法をAI活用によって高度化すれば、早期発見よりもさらに進んだ、「がん発症予知」が可能になるかもしれない。

「開業医の先生方には叱られるかもしれませんが、このIOMTプラットフォームが実用化できれば、診療所レベルの医療機関は不要になり、社会保障費や高齢者医療費などによる国の負担も、かなり圧縮できるようになるでしょうね。高齢者や慢性疾患を抱えている患者たちは、ウェアラブルのバイオセンサーを身につけておくだけ。医療機関を受診すべき体調の変化が発生した場合には、クラウド上の特化型AIがそれを自動的に検知し、患者と地域の基幹病院とに通知メール等を送信する。受診後、服用すべき薬の処方箋が出たら、調剤薬局がドローンで薬を配達し、服薬状況と薬の効果、副作用の有無などのデータもバイオセンサーが取得してクラウドサーバに送る…。そんな医療体制の実現に向け、亀岡研究室は前述の(1)(2)(3)それぞれの技術研究に力を注いでいる」。

**生体医学と情報工学の統合が、新たなシナジーを生む**

厚生労働省は現在、全国の自治体に向けて、2025年を目途にした「地域包括ケアシステム」の構築を要請している。『住み慣れた地域で、自分らしい暮らしを人生の最期まで続けられるよう、住まい・医療・介護・予防・生活支援を一体的に提供する』というのが、この取り組みの骨子だが、亀岡研究室が研究を進めるIOMTプラットフォームは、「医療と予防」分野を強力に支援するものになるだろう。

そもそも亀岡教授は本学着任前まで、アメリカの大学でバイオマーカー (疾患の有無や病状の変化の指標となる生体内の物質) の検知や、がん細胞が人体の免疫機能を“すり抜ける”ために使っている免疫チェックポイント分子について生体医学分野の研究をしていたそう。2022年6月に帰国後、本学が取り組む情報工学系の研究に着目し、『情報工学と工医学の統合』という観点から、IOMTプラットフォームの構築に研究の軸足を置くようになった。

「うちの研究員にも言っているのですが、私のバックグラウンドはコンピュータサイエンス系では無いので、情報工学の専門知識はあまりありません。しかし、私の生体医学に関する知見と、情報工学の知見とが一体となることによって、新たなシナジーが得られると考えたのです」「研究室内でも、GoogleやMetaなど情報システム系企業に行きたがっている院生がいる一方で、医療データの処理・解析分野や、バイオセンシング分野を目指している院生もいて、多彩な意見が活発に出されています」。

専門知識や志望する方向性が異なるメンバーが集まっていることで、医療分野とは全く異なる方向に、研究成果を活かそうとチャレンジする研究員もいる。間違いなく訪れるであろう世界的気候変動による食糧危機の時代に向け、センシング技術をフードテックに活用する研究だという。「農産物の葉にセンサーを取り付ける方法と、葉そのものをセンサー化する方法の2種類で、植物の生育状態や病気の発生を遠隔監視する方法を検討しました」。研究内容は現在、論文として取りまとめている最中とのことだが、「センシングとデータ通信、データ解析というプロセスは、さらに多くの分野に応用可能だと考えています」。

研究成果を、より多くの分野に応用するためにも、亀岡教授は研究室を訪れる学生に対して、情報工学系のバックグラウンドは特に求めているという。「何か面白いコトを研究したい」と考えている学生は、亀岡研究室のドアを叩いていただきたい。

