

イノベ 見て歩き

連載：第14回

社会実装につながる研究開発現場を紹介する「イノベ見て歩き」。第14回は、ダイヤモンドの物性を生かした超高感度なポータブル型の「電子舌センサー」を開発し、1分1滴で液体の情報を判別できる「AIソムリエ」の実現に取り組む産業技術総合研究所センシングシステム研究センターの大曲新矢主任研究員に話を聞いた。

「AIソムリエ」実現へ電子舌センサー開発 ダイヤモンドの物性を生かし1分1滴で液体を判別

大曲 新矢

Ohmagari Shinya

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター
主任研究員
2022～24年 A-STEP研究責任者

自己溶出しない電極活用 取得した液体情報を指紋化

ごく少量のサンプルで瞬時に、熟練のソムリエのように鋭敏に味を感知できる「AIソムリエ」がいて聞き、佐賀県鳥栖市の産業技術総合研究所(産総研)センシングシステム研究センターを訪ねた。その正体は、手のひらに乗るコンパクトサイズの超高感度「電子舌センサー」だ(図1)。

センサーの電極にはダイヤモンドが用いられており、少量のサンプルにセンサーを浸すと、データの分析結果がモニターに表示される。「1滴のサンプルにセンサーを1分浸すだけで液体の情報が指紋化されます。これは、液体中の特定の成分を測定しているわけではなく、液体の状態

をスペクトル信号として捉える電気化学の測定方法です。先端にあるダイヤモンド電極が、液体に電圧をかけた時に生じる酸化還元電流を感知しています」と、開発者の大曲新矢主任研究員は説明する。

この測定方法は以前からあったが、測定時にセンサー自体が液体中に溶け出し、そのピークも検出されてしまう「自己溶出反応」が問題だった。一般的には安定な物質とされている金やプラチナの電極でも、このピークは出てしまう。「ですが、ダイヤモンドは化学的安定性が非常に高く、絶対に溶け出すことがありません。そのため、ダイヤモンド電極ではノイズとなるバックグラウンドピークが出ないのです」と大曲さんは力を込めて語る。それだけでなく、開発

したセンサーは超高感度で、測定電圧範囲が従来のもよりも大幅に大きいため、複数のセンサーを使わずに液体間の微細な差も検出できる(図2)。

50社以上にヒアリングを実施 機械学習で味覚データと連結へ

ダイヤモンドは、全ての物質の中で最も硬い。さらに、光透過率、熱や電気の伝導率が高く、耐放射線性、化学的安定性などの特性も有する。大曲さんは高校時代からこの優れた物性に強い魅力を感じ、九州大学に進学後はダイヤモンドの結晶成長や半導体材料としての研究を行ってきた。一方で、ダイヤモンドが実用化されているのは工具か宝石のみで、硬さや熱伝導性以外の特徴が十分生かされていないことにもっといなさを感じていたという。

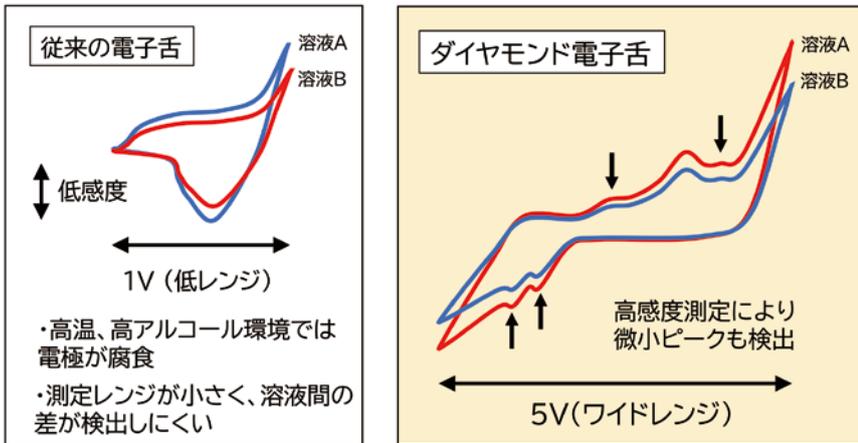
産総研に移ってからも、ダイヤモンドの物性を生かしたパワーデバイスやセンサーの開発を進めてきたが、なかなか実用化には結びつかなかった。転機となったのは2021年。JSTの事業化検証プログラムであるSCOREチーム推進型に採択された。このプログラムで徹底したニーズ検証と50社を超える企業にヒアリングを重ねた。「ヒアリングの中で、ドイツでデータサイエンスを専門とする研

図1 開発した電子舌センサー



少量のサンプルから簡単な操作で、誰でもすぐに液体情報を得られることを目指した。センサーの先端には、5ミリメートル角のダイヤモンドチップ(右)が付いている。

図2 従来型とダイヤモンド電極を用いた電子舌センサーの比較



従来型は、測定レンジが小さく感度も低かったため10~20本の複数種類のセンサーを使ってデータ化する必要がある、洗浄や校正が難しく実用的ではなかった。開発した電子舌センサーは、1本のセンサーのみで液体間の違いを検出することが可能だ。

研究者から『ワインの品質検査はニーズがある』というアドバイスをもらったのがきっかけとなり、AIソムリエ構想が生まれました」と大曲さんは語る。

調べると世界のワイン市場は43兆円規模。酸や高アルコールでも変化しないダイヤモンド電極は、酒類の測定にもうってつけだった。そこから大曲さんはAIソムリエの実現に向けて研究を加速。発酵や熟成度、産地、温度などによって変化する酒類の情報を電子舌センサーで測定し、機械学習によって人間の味覚データと連結を図った。検討を進めると、赤ワインのブドウ品種ごとの分類を機械学習させた結果からは、同じ品種だとスペクトルが似た波形をしていることが判明。産地ごとの違いも判別できる可能性があることがわかった。

また、センサーによる識別結果は熟練ソムリエによる味覚の評価とも高いレベルで一致しているという。ワインは非常に種類が多く、1人のソムリエだけでは統計的に分類することは難しいが、AIソムリエを使えば広範囲の品種や産地をマッピングすることも可能だと大曲さんは目を輝かせる。ワインのほかにも、コーヒーや日本酒、焼酎などにも幅広く適用でき

ることから、酒蔵独自の味をアーカイブ化するなど伝統の味を後世へ残すことにも役立つと期待される。

大面積で高品質の合成技術確立 ヘルスケア・防災に用途拡大

大曲さんは、AIソムリエの実装を進めるために、2022年にA-STEP産学共同(育成型)に応募し、採択された。ポータブルで使い勝手の良い装置の開発を目指し、機械学習の専門家である佐賀大学工学部の上田俊准教授と共同で、人間の感性により近づくようなアルゴリズムの開発に取り組んだ。

検討を進める中で、誰でも簡単に

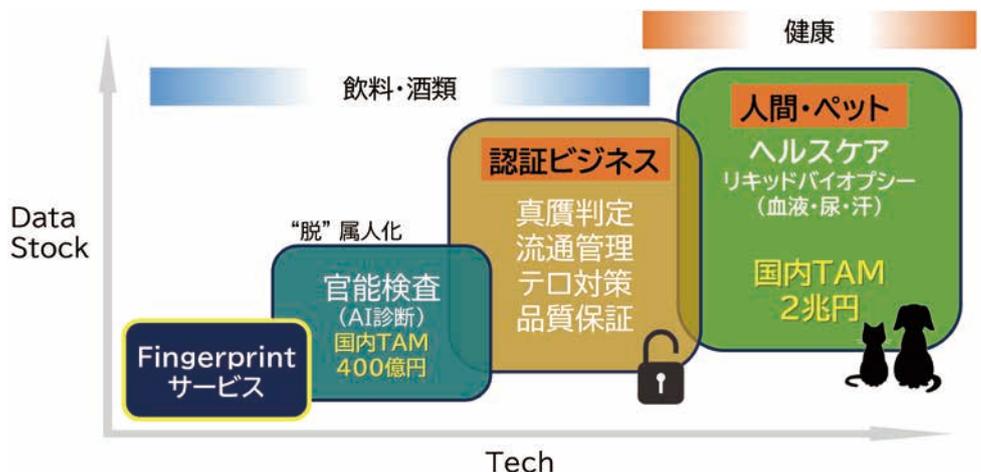
液体のデータが取れるように、センサー部分は洗浄をしなくて済む使い捨てタイプを目指した。そのためには、電極部分の大幅なコストダウンが必要なため、均一で高品質なダイヤモンドチップが大面積で生成できる「熱フィラメントCVD法」を適用。左上の写真で大曲さんが持っているのは、12インチ基板上にダイヤモンド薄膜を形成したものだ。

こうした研究開発と併行して、2022年7月には、産総研ベンチャーの「ExtendJ」を設立。大曲さんは取締役・最高技術責任者に就任した。社名には「ダイヤモンドの可能性を拡張する」という意味を込めたと大曲さんは語る。すでに複数の酒造会社から官能検査を受託しており、大手飲料会社からもセンサーの注文を受けているようだ。

事業の展開先として大曲さんらが見据えるのは酒類の真贋鑑定や品質保証だけではない。センサーが一般に普及すれば、人やペットの血液検査・尿検査といったヘルスケアへの応用も見込まれる。さらに、河川の水質モニタリングに使えば、大雨などで普段の水質から変化した際に警報を発するなど、防災目的としても使用できる可能性がある。これからのように電気舌センサーの可能性が広がっていくか楽しみだ(図3)。

(TEX: 森部信次、PHOTO: 石原秀樹)

図3 期待される応用展開先



電子舌センサーによって、身の回りの液体の情報を簡単にセンシングできる技術の確立が期待される。集めたデータをビッグデータとして活用することで、幅広い分野での応用が可能だ。