

ヒトや鳥・獣のウイルスを電気的な信号変化をとらえて 即座に、高感度に検知するまったく新しい測定原理のバイオセンサ 迅速・高感度なインフルエンザウイルス検出システムの構築

新型インフルエンザの出現が確実視され、ヒトと動物に感染するウイルスのグローバルな監視が喫緊の課題となっている。ナノテクとウイルス学、異分野の研究者が共同開発したカーボンナノチューブ（CNT）利用のバイオセンサは、その課題へ高次元に応え、感染したウイルスのスピーディかつ高感度な検出を実現する。

- 全く新しい測定原理を利用したバイオセンサで、インフルエンザウイルス等の病原体を即座に検知し、予防医療や養鶏の産業等ウイルス対策に大きく貢献します。
- 様々な特異的抗体を固定したチップを用意することで、ウイルスだけでなく広範な抗原を検出することができる、小型・低コストのセンサです。

競合技術への強み

	検査時間	感度	コスト	結果共有の即時性
(1)ウイルス分離法	△ (数日)	◎	△ (1検査あたり約1000円)	△
(2)イムノクロマト法	○ (15~30分)	△	○ (1検査あたり約1000円)	△
(3)本センサ(試作システム)	◎ (20分以内)	◎ (2)の10~100倍程度	◎ (1検査あたり2~300円にしたい)	◎

▲既存システムと試作システムの比較表

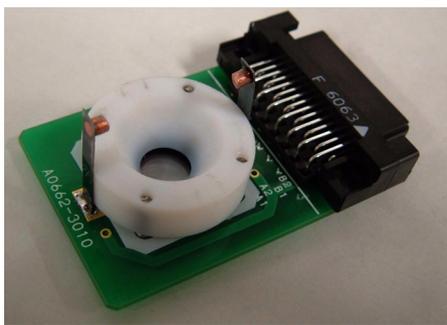
- ① **高感度・高速**：従来の検出方法では感度に問題があったため、ウイルス感染初期の摘発が困難でした。本研究で開発したセンサにより、すばやく高感度な摘発・診断が可能になります。
- ② **小型化**：携帯電話サイズまで小型化できます。
- ③ **低コスト**：デバイスが安価で構造が複雑でないため、大量生産すれば安価に供給することができます。
- ④ **結果は自動的に集積・共有可能**：検出結果は電気信号として取り出されるため、人の手を介さずデータが集積され、ネットワークと組み合わせることで広範囲での情報の共有が可能になります。

※従来から行われてきたウイルス分離法は、家畜が感染したという報告を受けると、獣医がサンプルを採取し、ウイルスを分離・増殖して型を同定していた。時間も手間もかかるこの方法を簡便化するイムノクロマト法（特異的な抗体が固定されている濾紙にウイルス液を滴下すると濾紙に染みこみ、反応が起こると発色する）は、感度に問題がある。また、人の眼で確認して結果を入力するので結果の記録・集積に手間がかかる。

ここがポイント

本研究で開発したセンサチップは、CNT（カーボンナノチューブ）を2つの電極間に渡したCNT-FET（注）素子を用いています。特定のウイルスのタンパク質に特異的に結合する抗体をチップ裏面のディテクター部に固定し、抗原（ウイルス）を含む液を滴下すると抗体が抗原と結合し、そのときCNTを流れる電流に変化が起きます。その電気的な変化を拾うことで、ウイルスの型を高感度かつ、迅速に検出します。

インフルエンザのような人獣共通感染症の制圧には、ワクチンや抗ウイルス薬の開発、医療機関の整備に加え、野生生物や家畜・ニワトリなどの家禽さらにはヒトも含めて、寄生する病原体の全世界規模の監視体制（グローバルサーベイランス）が不可欠です。本研究で開発したセンサシステムは、迅速・高感度にウイルスの検出を行うことが



▲バイオセンサ試作機

でき、量産の道が開ければセンサ本体を携帯電話サイズまで小型化し安価に提供できるので、高いレベルのグローバルサーベイランスを実現することができます。

(注) FET：電界効果トランジスタ（Field effect transistor）

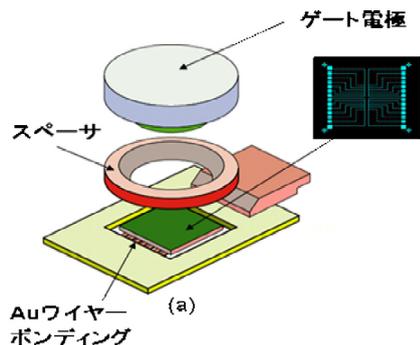
ブレイクスルーへの道のり

～2004年：末岡がカーボンナノチューブ（CNT）を用いた特性試験中、電極間に渡したCNTが環境の変化により電気特性に変化を示すことを見出し、尾崎と共同でバイオセンサへの応用を探り始める。

2004年：日本での鳥インフルエンザ発生に伴い、迅速・高感度なウイルス検査法のニーズが高まる。CNTを用いたウイルス検出システムによりそれに応えられると考え、開発に着手した。バイオ（獣医）系とナノ（物理）系という異分野の共同研究のため、最初は相互理解やコミュニケーションに苦労があった。平成16年度第1回産業技術研究助成に提案したが、開発領域を獣医領域に限定したため不採択。

2005年：その後もセンサ基盤の開発は継続しつつ、前年度の不採択コメントを踏まえ、より広範囲に適用できるシステムの構築を練り、平成17年度第1回産業技術研究助成に応募し採択された。7月より本格的な研究を開始。

2006年：実験を積み重ね、センサ基盤を一定の個数、持続的に生産する技術に目処がつき、研究室内でミニラインを構築。企業、共同研究先も精力的に募ったところ多数のサンプル提供依頼が寄せられ、BSE検出、残留農薬検出、環境ホルモン検出など、あらゆる分野での応用が可能であることが明らかとなる。本流のインフルエンザウイルス検出システムもバイオ系・ナノ系双方から意見を出し合い、試作キット作出へ向かう。大学内で手工業的にCNTを組み込んだチップを製作するため、作れる量に限りがあるうえ全く製作できない期間もあり、研究が思う



▲バイオセンサのしくみ

ように進まないという困難と戦い続ける。
2007年：試作したセンサキットを用いて繰り返し検出試験を行い、システムの煮詰めを実施する。

■サクセス・キー

バイオ系とナノ系という専門の異なる集団からなるチームだったので、分担を細かく設定し情報共有を徹底しました。また、専門外の学会等にも参加し、異なる分野のトピックスを身につけるようにしました。これらにより、最初は難しかったコミュニケーションもスムーズになり、各セクションが有機的に結びついた研究態勢を構築することができました。

■ネクスト・ストーリー

北海道大学内の設備ではチップをたくさん作ることが難しいので、現時点では実験データが十分とはいえません。共同研究先企業の協力を得てチップを大量生産し、実験を重ねて実用化を達成するシステム構築を進めていきます。これまでは病原性のない安全な抗原を実験に使用してきましたが、今後は安全性を確立した上で、実際の動物から採取した体液をサンプルに用いて応用試験を展開する予定です。このシステムにおけるCNTが示す現象の原理はよく分かっていません。その物理的、電気的な原理を解明するための研究も進めていきます。



プロジェクトID・研究テーマ名・年度
05A34014a 「迅速・高感度なインフルエンザウイルス検出システムの構築」（平成17年度第1回公募）
代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名
尾崎 弘一 鳥取大学農学部獣医学科 助教