

衛生環境研究所だより

第24号
令和7年3月

災害時における化学物質の網羅的簡易迅速測定法(P1・2) 新型コロナウイルスの
全ゲノム解析(P2・3) 機器紹介 誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)(P4)

新潟市衛生環境研究所

災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法

近年、地震や豪雨等の自然災害の頻発化、被害の甚大化に伴い、化学物質を取り扱う事業場等で施設の破損や流出等による化学物質の漏えいリスクが高まっています。災害発生時に迅速な環境モニタリングが実施できれば、水質事故の早期発見、また復旧活動時の安全・安心の確保にもつながります。

今回は国立環境研究所及び当所を含む46の地方環境研究所共同で研究を進めている、化学物質の網羅的簡易迅速測定法(AIQS-GC)についてご紹介します。

AIQS-GCとは？

通常、河川水等の環境水中に含まれる物質の濃度を測定するには、測定する物質ごとに標準物質(純度が保証された試薬)を入手して機器(ここではガスクロマトグラフ質量分析計)で測定し、物質の濃度と機器の応答値との関係についてグラフ(検量線)を作成します。その後、濃度を調べたい試料水を機器で測定し、その応答値を検量線に当てはめて物質の濃度を算出します。

しかし、災害発生時には試料水にどんな物質が含まれているか分かりません。考える物質の検量線を何種類も作成するにも相当な時間と費用がかかるため、とても現実的ではありません。

そこで、様々な標準物質の質量スペクトルや相対保持時間(その物質が何であるかを特定するための情報)、検量線の情報があらかじめ収録されているデータベースを使用し、災害発生時に実際に測定した試料水のデータを照合することで、試料水にどんな物質がどのくらいの濃度で含まれているかを迅速に調べる方法がAIQS-GCです。

検量線を何種類も作成する作業が大変…!!

データベース

機器の応答値

検量線

標準物質

試料

物質の濃度

試料の濃度

ガスクロマトグラフ質量分析計

試料水を測定して、データベースと照合するだけだから速くて便利♪

通常

AIQS-GC

次のページ

災害の発生に備えて

AIQS-GC は通常の測定法と比較して値の正確性ではやや劣りますが、膨大な数の物質を一度に測定できる点で災害発生時の環境モニタリングには向いています。AIQS-GC で用いるデータベースには、製造・輸入量や毒性の強さから、災害時のリスクが高いと懸念される物質を中心に約 1000 物質が収録されており(令和 7 年 3 月現在)、今後も随時追加されていく予定です。

また、平時の環境水に含まれる成分をあらかじめ測定しておくことで、災害発生時の環境水の成分と比較することができ、水質事故の早期発見につながります。今後は市内の主な河川水を対象として平時データを収集しながら、災害時に起こりうる様々なリスクに対し、化学的な側面から備えを進めていきます。

新型コロナウイルスの全ゲノム解析

新型コロナウイルス感染症は、2023年5月に感染症法の5類感染症に位置づけられましたが、これ以降も流行が繰り返されています。

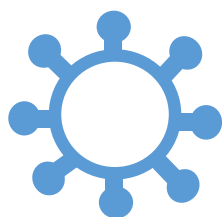
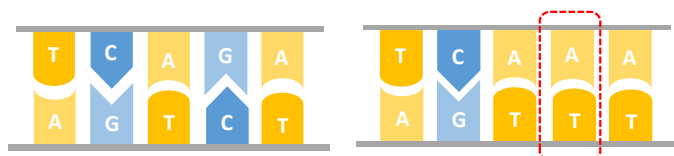
流行が繰り返される要因のひとつに、変異株の出現があります。

今回は、新型コロナウイルスの変異株を見つけるための「全ゲノム解析」について紹介します。

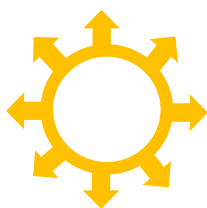
ウイルスの変異とは？

新型コロナウイルスは、ヒトからヒトに感染を広げるなかで、自身の遺伝子である RNA を繰り返し複製するうちにコピーミスを起こし、遺伝子の情報(塩基配列)が変化します。

これを「**変異**」といいます。変異の大半はウイルスの特性にほとんど影響しませんが、一部はタンパク質の形が変わったりすることで、感染力や重症化リスク、ワクチンや治療薬の効果などに影響を及ぼすことがあります。



変異



変異をもつウイルスを変異株といいます

全ゲノム解析とは？

ウイルスの変異株を見つけるために、詳しく調べる方法が「全ゲノム解析」です。

全ゲノムとは、全塩基配列のことをいい、A(アデニン)、T(チミン)、C(シトシン)、G(グアニン)の4種類で構成される塩基の並び順を次世代シーケンサーという装置で読み取ります。

新型コロナウイルスの場合は、約3万塩基の長さがあり、このすべての配列を読み取ることになります。



次世代シーケンサー
iSeq100(イルミナ社製)



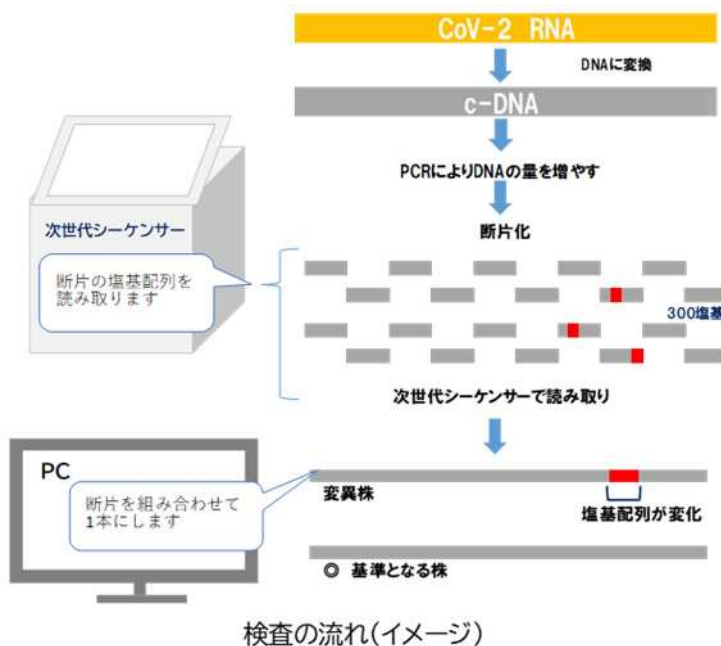
検査の流れ ～ ウイルス抽出から解読・解析まで ～

はじめに、患者の唾液などから新型コロナウイルスの RNA を抽出します。このウイルス RNA を DNA に変換させた後、それを鋳型にして PCR により DNA の量を増やします。

次に、1つの断片が約300塩基になるように細かくし、測定に必要な試薬類を入れた後、次世代シーケンサーで塩基配列を読み取ります。

その後、読み取りデータを、国立感染症研究所のシステムを使用し各断片をつなぎあわせて3万塩基の1本の塩基配列にします。この全塩基配列を、基準となる配列と比較することにより、いくつものタイプに分類され、変異株を見つけ出すことができます。

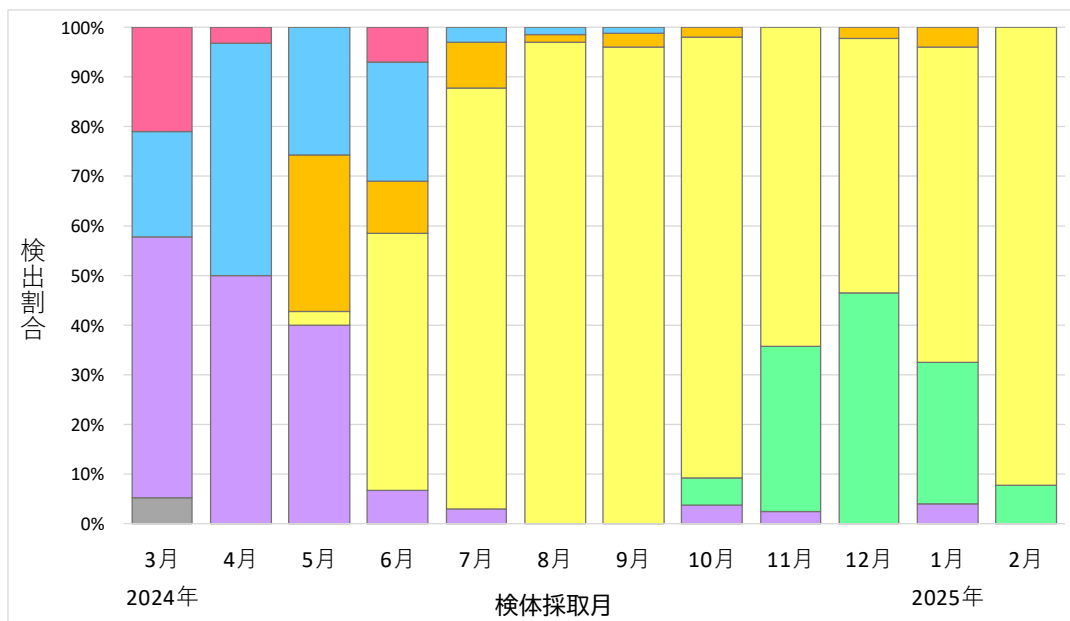
検査は2～3日かかりますが、約40件分の塩基配列をまとめて実施することができます。



全ゲノム解析結果 ～ 新潟市衛生環境研究所 検査分 ～

当研究所では、2024年3月から全ゲノム解析を開始しました。

2024年3月～5月、JN系統やXDQなどの組み換え体が主流でしたが、同年7月以降はKP.3系統に置き換わりが進み、11月以降はXECが検出されています。このように、主流株が移り変わっていることがわかります。



BA.2.86.1
JN系統
XDQなどの組み換え体 (XEC除く)
KP.1, KP.2, KP.4
KP.3系統
XEC
その他

全ゲノム解析は、流行株の把握や変異株の早期探知を目的に、国立感染症研究所が主体となり、現在多くの地方衛生研究所において実施されています。

また今回紹介した次世代シーケンサーは新型コロナウイルスの解析だけでなく、細菌のゲノム解析や食品・環境 DNA など幅広い分野で利用されています。

機器紹介 誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）

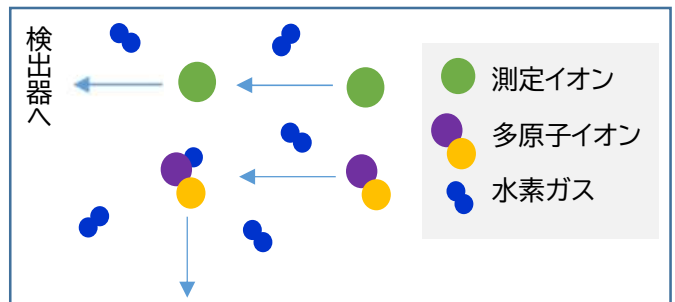
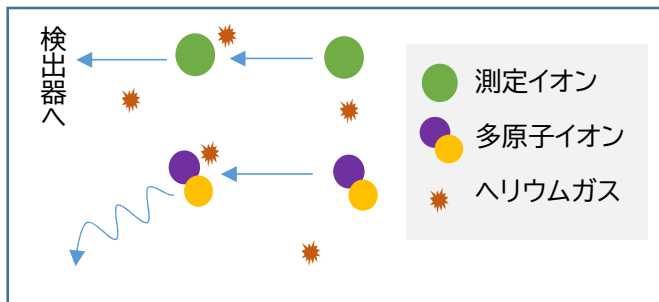
誘導結合プラズマ質量分析装置（以下ICP-MS）は、高感度な元素分析装置です。ICP-MSでは、高温のアルゴンプラズマに試料を導入し、試料中の元素をイオン化させ、四重極質量分析計にて質量別に振り分け、検出します。元素は固有の質量を持っているため、どのような元素が含まれているのか（定性）を知ることができ、その個数からどれだけの量が含まれているのか（定量）を知ることができます。

ICP-MSは液体中の元素分析装置の中で最も高感度な分析法であり、多元素を同時に高速分析できる特徴を持っています。しかし、アルゴンプラズマ中で試料をイオン化することから、試料に含まれる元素とアルゴンが組み合わさり多原子イオンが生成され、目的とする元素と質量数が等しくなってしまう、見かけ上測定値が増加してしまうことがあります。これを干渉といいます。

当所の ICP-MS は、この干渉を除去するため、ヘリウムガスを用いて多原子イオンの運動エネルギーを減少させ、検出器に到達させない方法や、水素ガスを用いて多原子イオンと反応させ、目的元素と異なる質量数に変化させる方法を使用することができ、状況に応じ適切な方法を選択することにより、より精度の高い測定が可能となっています。



誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）



どんな調査に使っているの？

当所では、海水や河川水などの環境水、大気中の浮遊粒子、食品、工場や事業場の排水及び廃棄物などに含まれる金属元素の調査に ICP-MS を使用しています。

特に海水は様々な元素が含まれていることから、干渉が起こりやすく分析の難しい試料ですが、環境基本法において、人の健康が損なわれないよう基準が設定されています。市では、新潟海域において海水中のカドミウム、鉛、ヒ素及びセレンなどの金属元素の調査を行っていますが、いずれの地点においても環境基準を満たしていることを確認しています。

編集・発行 新潟市衛生環境研究所

〒950-2023 新潟市西区小新 2151 番地 1 TEL:025-231-1231 FAX:025-230-5818

E-mail:eisei.rc@city.niigata.lg.jp