



JWSA

NEWS

vol.2

安心して暮らせるまちを目指して
～下水サーベイランスの活用～

Contents

- 2 地域の暮らしと健康を守る下水サーベイランス
小林 博幸
一般社団法人日本下水サーベイランス協会（JWWSA）副会長
- 3 【特別講演I】 COVID-19 パンデミックから何を学ぶか
～下水サーベイランスの活用を含めて～
館田 一博
一般社団法人日本下水サーベイランス協会（JWWSA）特別会員
東邦大学医学部教授
- 10 【特別講演II】 札幌市保健福祉局における
下水道疫学データの活用とその可能性
山口 亮
札幌市保健所長
- 18 内閣官房実証事業を俯瞰して
田中 宏明
京都大学名誉教授・信州大学特任教授
- 26 札幌市における下水サーベイランスの取組について
渡邊 浩基
札幌市下水道河川局処理担当部長
- 32 安心して暮らせるまちを目指し
～下水道の新たな可能性に期待して～
中野 哲夫
小松市上下水道局上下水道管理課長
- 39 養父市の下水サーベイランスデータの活用
～市民への情報発信～
坂本 龍二
養父市危機管理監
- 43 医療現場における下水サーベイランスの活用例
石黒 信久
北海道大学病院感染制御部 部長・診療教授

JWWSA

地域の暮らしと健康を守る下水サーベイランス



小林 博幸

一般社団法人日本下水サーベイランス協会 (JWWSA) 副会長

日本下水サーベイランス協会の皆様へ、
心よりご挨拶申し上げます。

当協会は、令和4年5月に設立され、下水サーベイランスの社会実装を目指して調査・研究、普及・啓発、国等への要望・具申などを行ってまいりました。参加企業は、製薬会社、理化学機器会社、プラントメーカー、維持管理会社、コンサルタント、化学会社など、幅広い業種から成り立っております。また、学識経験者として大学の先生方にもご参加いただいております。

新型コロナウイルス感染症が令和5年5月より「5類感染症」に移行されましたが、直近の下水サーベイランスを用いた解析データによると定期的な感染者数の増減が示唆される状況が散見されております。さらに、季節性インフルエンザを対象とした下水サーベイランスを実施する自治体事例も増加しており、健康管理だけでなく、国内外の感染症の管理・対策において重要な取り組みとなっていることを実感しております。

そのような環境下で、令和5年8月に札幌で当協会主催の第2回講演会を開催いたしました。約100名の参加

者にお越しいただき、大盛況となりました。専門家の先生方や経験豊富な自治体の方々から、感染症対策の一環として下水サーベイランスのシステムを社会に広く浸透させ、安全で安心な地域づくりを目指し、社会における下水サーベイランスの活用について講演いただき、幅広い視野から有意義な議論が交わされました。また、次期パンデミックに備え、公衆衛生面から次に取組むべき課題の示唆など、新たな気づきや参加者同士の情報共有が行われたことを嬉しく思います。

ここに、当協会主催の第2回講演会の講演集として第2号広報誌を発行いたしました。協会の活動を紹介できることを光栄に思います。

当協会は、地域の暮らしと健康を守る下水サーベイランスの社会実装を推進してまいります。引き続き皆さまのご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

一般社団法人日本下水サーベイランス協会 (JWWSA) 第3回講演会 (予定)

テーマ: ポストコロナ社会における下水サーベイランスの活用と全国展開に向けて

- 下水道展 '24 東京併催企画 -

開催地: TFT(東京ファッションタウン)ビル東館 9階 906 研修室

《住所》 〒135-0063 東京都江東区有明 3-6-11

《アクセス》 ゆりかもめ東京ビッグサイト駅前

開催日: 2023年8月2日(金) 9時30分～12時10分 (9時開場)

COVID-19パンデミックから何を学ぶか ～下水サーベイランスの活用を含めて～

館田 一博

一般社団法人日本サーベイランス協会 (JWWSA) 特別会員 / 東邦大学医学部 教授



ご紹介いただきました東邦大学の館田です。

しばらくぶりに札幌に来る機会を与えていただきました。少しずつ対面で活動できるようになってきた状況かと思えます。それでも予想されていた通り、8月になってさらに新型コロナウイルス感染症の増加が見られるのではないかとありますが、以前と違って医療の現場もそれほど混乱することなく、今までの経験や知識、いろいろなワクチンや治療薬を含めて、乗り越えられる状況になりつつあるのかなと感じています。

そのような中で大事なのは、新型コロナウイルスのパンデミックから何を学び、そしていかに次に備えるのかということだと思います。その中のひとつが、今日のキーワードである「下水サーベイランス」になると思います。

私は下水サーベイランスに関しては素人ですので、今回登壇のお声がけをいただき改めて勉強してみると、非常に大事なサーベイランスシステムのひとつだということに気づかせていただきました。

ただ、残念ながらまだ社会実装や事業化がされておらず、海外に比べたら遅れているという事実も知ったわけですね。私なりに理解した点を、先生方と共有させていただきながら、私なりの視点でお話しさせていただければと思います。

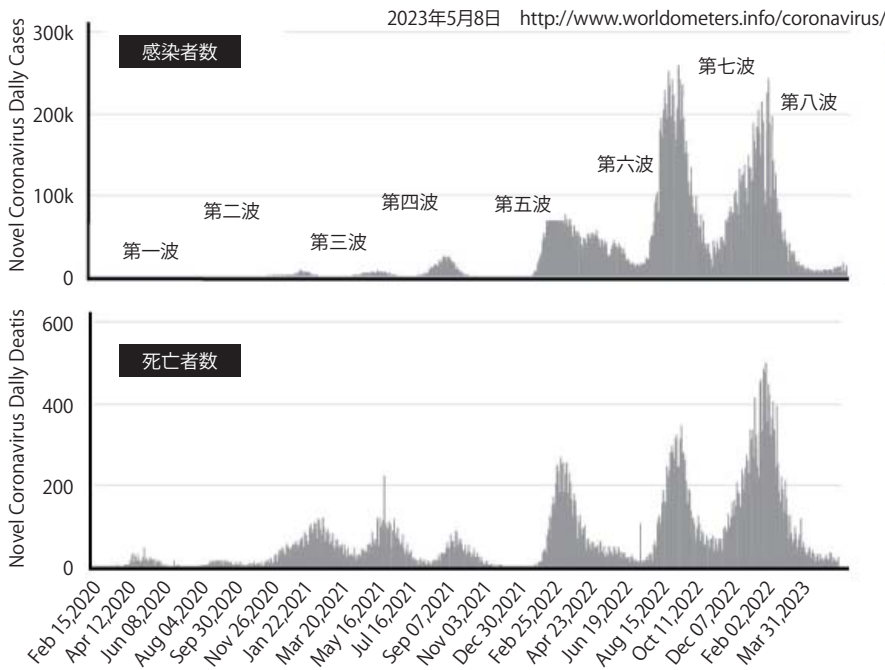


図1 1日当たりの感染者数および死者数の推移 (日本)

COVID-19のはじまり

3年以上前の2020年の1月に、新型コロナウイルスは「謎のウイルス性肺炎」という形で報じられました。私はお正月にニュースで見ましたが、まさかこんなに大きなパンデミックになるとは、残念ながら予想することができませんでした。その時、私は感染症学会の理事長をしていた立場でありながら、危機意識を持てなかったことは次に繋げていかなければいけないと感じています。

2023年5月8日までで、国内で3,300人の感染者が確認され、残念ながら74,000人を超える方がお亡くなりになっている状況です(図1参照)。

私が印象に残っているのは、2020年4月の第1波のときです。国内第1例目が1月16日、2月に入ってダイヤモンド・プリンセス号の集団感染が発生し、その後ヨーロッパからのウイルスの持ち込みによって感染拡大の第1波がありました。第1回目の緊急事態宣言の際、全国の感染者数は400人です。400人でしたが、日本はパニックになっていました。東京の街の中は人が歩いておらず、高速道路にも車が走っていない状況であったことが思い出されます。そのときに、私の中では色々な弱さが見えてきたなと感じました。

PCR検査の導入

先生方をご存知のように検査の導入が遅れ、PCR検査が海外はできているのに日本ではできないのかという話になったわけですね。これは日本の特徴として、インフルエンザ、抗原検査、迅速なイムノクロマト法による検査が普及していたために、他国に比べて遺伝子検査が一般の開業医のレベル等々含めて、普及していなかったことがひとつの大きな理由だったと考えています。

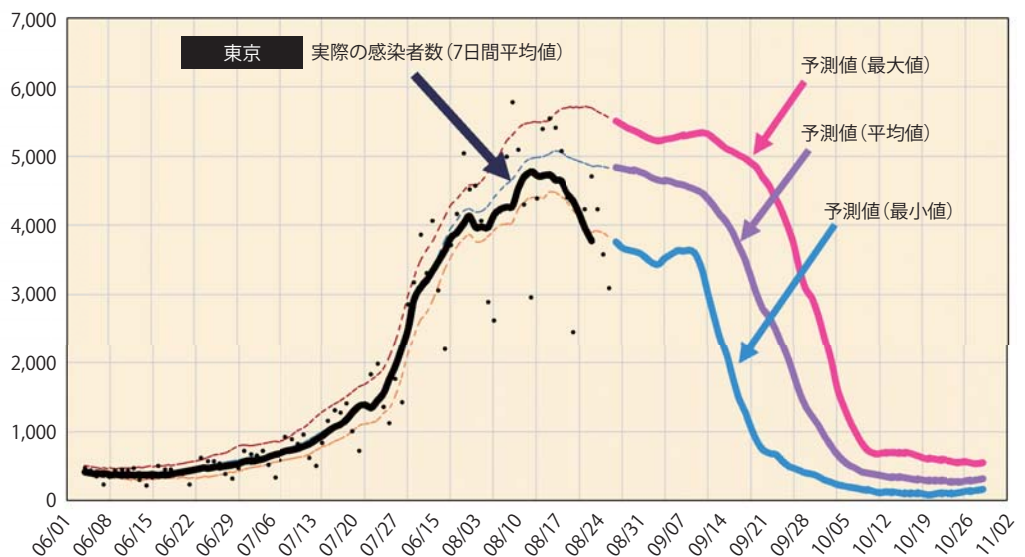
行政検査としてスタートしたのはいいですが、医療機関や民間へ移行する流れがうまく引き継げなかったことは、私なりに反省しているところです。あのときは、欧米における緊急使用許可制度(EUA)というものがありませんでした。今は緊急承認制度ができて、副反応がある程度予想でき、有効性が期待できるのであれば、早く現場でエビデンスを出して、使う、使わないということを決めることができました。が、当時は制度がなかったのが問題でした。危機管理意識の欠如、これは決して行政だけの問題ではなく、産業界も私たちも反省しなければいけない点が多々あったと感じています。

一時的な感染抑制

もうひとつは第5波の波、東京オリンピック・パラリンピックの直前で、

インプット・データ

- ① 気象情報(気温・湿度)
- ② 人流データ
- ③ 平日/休日
- ④ 緊急事態宣言の有無
- ⑤ 変異株の感染力
- ⑥ 現在の新規陽性者数
- ⑦ ワクチン感染予防効果



下水サーベイランス等の応用

平田 晃正先生(名古屋工業大学)のご厚意により

図2 2021年8月:平田晃正先生のAI予測

【特別講演 I】 COVID-19パンデミックから何を学ぶか～下水サーベイランスの活用を含めて～

今のような時期です。

2021年8月になって感染者数が増加し、政府の中でも非常に混乱が生じて、東京オリンピック・パラリンピックを無観客でもやっていたのかという議論がありました。その後、50%の人流抑制が出され、自宅が高齢者がお亡くなりになるような報道がされた後、それでも感染者数は増加するという予測もあつた中で、急激に感染者数が減少しました。

この時なぜこのような現象が見られたのかということについて、様々な議論がありました。人流抑制50%は達成できませんでしたが、自宅で亡くなる方たちというショッキングな報道の効果によって、20〜30%に行動抑制が見られたのではないかと推察できます。また、一時的かもしれないですが、ワクチンと感染者数の増加によって集団免疫が見られたのではないのでしょうか。もしくは気候あるいはウイルスの自壊も考えられます。

Aーによる予測

名古屋工業大学の平田先生のAー予測が非常に急激な減少を予測されていたということで、その後広くAー予測が、内閣官房でも共有されたと伺っています。図2はその時に平田先生にいただいたデータです。急激な増加の中で平田先生はその後、程度の差はありますが、減少していくことを予測され

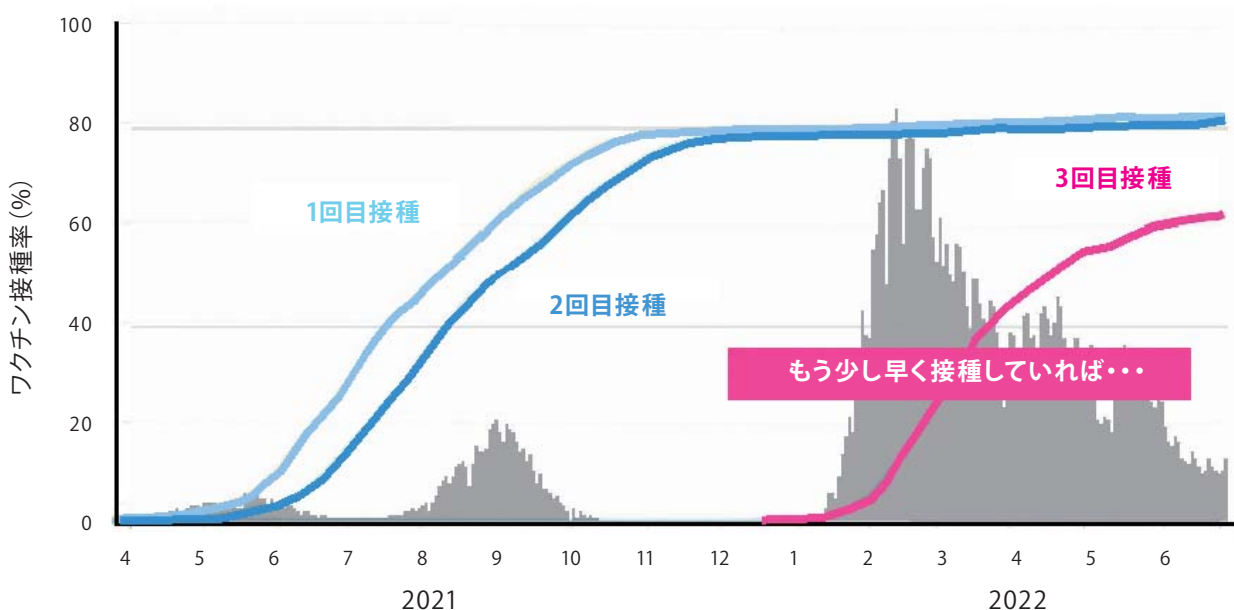
ていました。急激に増加している時に、減少を予測するのは難しいことです。

平田先生は、いくつかの項目をAーでインプットして、次を予測するということをされています。今でも使われていますが、定点報告になってしまい、最近では新規の陽性者数がなかなか見えない状況です。こういう時に、下水サーベイランスが力を発揮できる仕組みを考えていかなければいけないと感じています。

また、2023年4月時点では、5月以降に5類になった後を予想され、5月の中旬あるいは8月の下旬に、XBBのままであるならば、大きな波を作らずに乗り越えていけるのではないかと予測されています。ただ冬に、新しい変異ウイルスが出てきてしまうと分からなくなるといことは、先生方も理解されているかと思えます。

第5波が東京オリンピック・パラリンピックの直前、その後0の状態が数ヶ月続いたときは、1回目と2回目のワクチン接種が行われ、80%の人のワクチン接種が終わって免疫がついていました(図3参照)。

しかし予想通り、年が明けてから第6波やオミクロンによる感染の増加があり、3回目のワクチン接種は原則8ヶ月後とされていますが、アカデミアからは8ヶ月ではなく前倒ししてやるべきではという意見も出ていました。ただ現場が苦しく、それができなかったのはそばで見ているとよくわかり



チャートで見る日本の接種状況 コロナワクチン:日本経済新聞(nikkei.com)

図3 ワクチン接種率と感染者数水位の対比

ました。あの時、もう少し早く接種していれば、波はもう少し小さく、亡くなる人も少なく乗り切ることができたのではないかと思います、私なりの反省です。

ワクチンによる効果とリアルタイムでの情報収集

ワクチン効果に関しては、最初の mRNA ワクチンで、どのくらいの有効性、副反応が出るかがわからず、私は慎重派でした。しかし幸いなことに、初期の段階で2,000人の命、死亡の63%が減少する効果が見られたということは本当に幸運でした。しかし同時に、なぜ日本から mRNA ワクチンが出てこないのかと思いました。昨日(2023年8月1日)、第三共から初めての日本製の mRNA ワクチンが出ましたが、こんなに期間が開いてしまったことは反省しなければいけない点だと感じています。

今のパンデミックでは、ゲノム情報リアルタイムに世界中から集まってくる、利用できるようになりました。オミクロン第6波 BA.1 が流行し、中々下がりなかったのは、BA.2 が被ってきたためです。その後の第7波は BA.5 によるもので、下がってきたと思ったら、第8波、BA、BQ、XBB、そして今はほとんどが XBB になり、リアルタイムでゲノム情報が見えるようになってきました(図4参

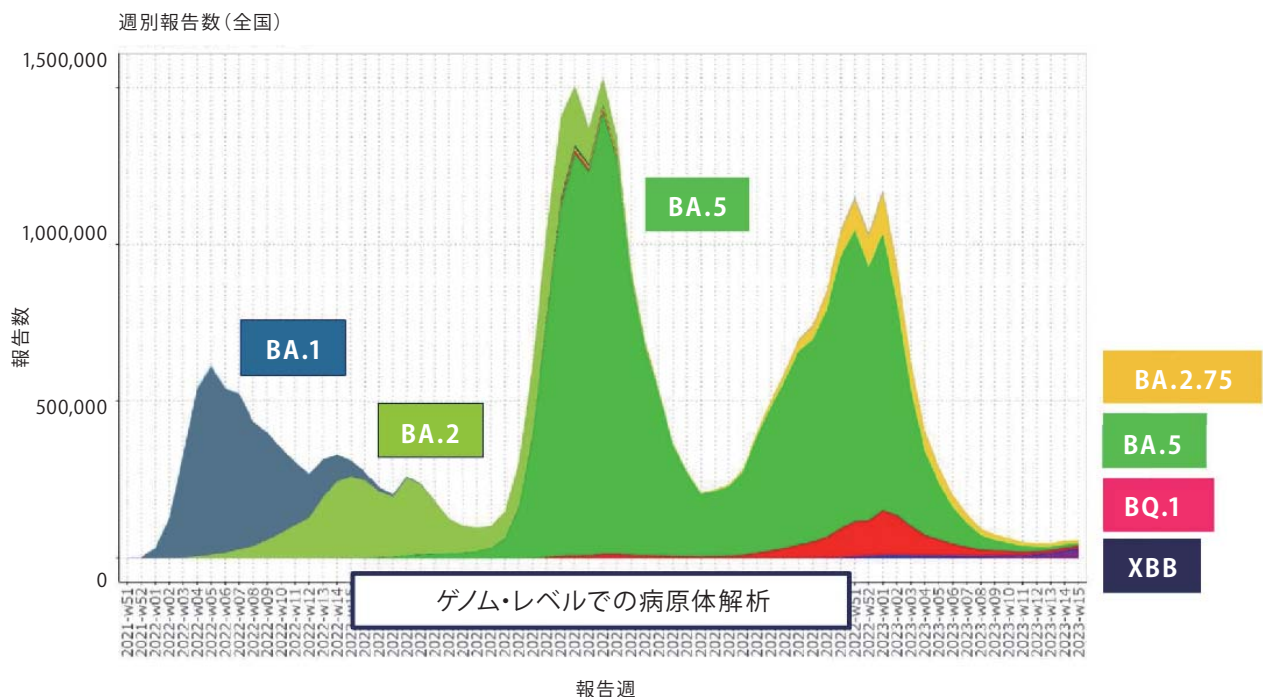
照)。

しかも先生方の領域である下水でも、新しい変異ウイルスをリアルタイムでキャッチできる可能性も出てきていることは、パンデミックからの大きな前進になるかと思っています。ゲノム情報がデルタから、オミクロンになり、オミクロンの亜系がどういったものが出てきて、そして世界中でどうなっているのか、情報が共有されています。ウイルスを使って、Viro、Vivo、Clinical data との突合解析をすることによって、次の変異ウイルスがどのくらいの臨床的インパクトをもたらすのかが分かるようになってきたことは、非常に大きいところだと思います。

新型コロナウイルスの治療薬

治療薬に関しても、スパイクタンパクに対するモノクローナル抗体も変異ウイルスによってということもありましたが、非常に有効性が証明されました。

プロテアーゼ阻害剤としての Paxlovid や Estirevir (ソコバ) が利用できるようになりました。ウイルスの遺伝子複製を抑える Remdesivir や Molnupiravir、あるいはサイトカインストームを抑える意味での、免疫抑制剤がこの感染症の治療に有効であるということが1、2年の間に進んでいったわけです。次のウイルスに対しての治療薬の開発に繋がっていくのか



厚労省アドバイザーボード2023年4月19日

図4 第6波、第7波、第8波における変異ウイルスの推移

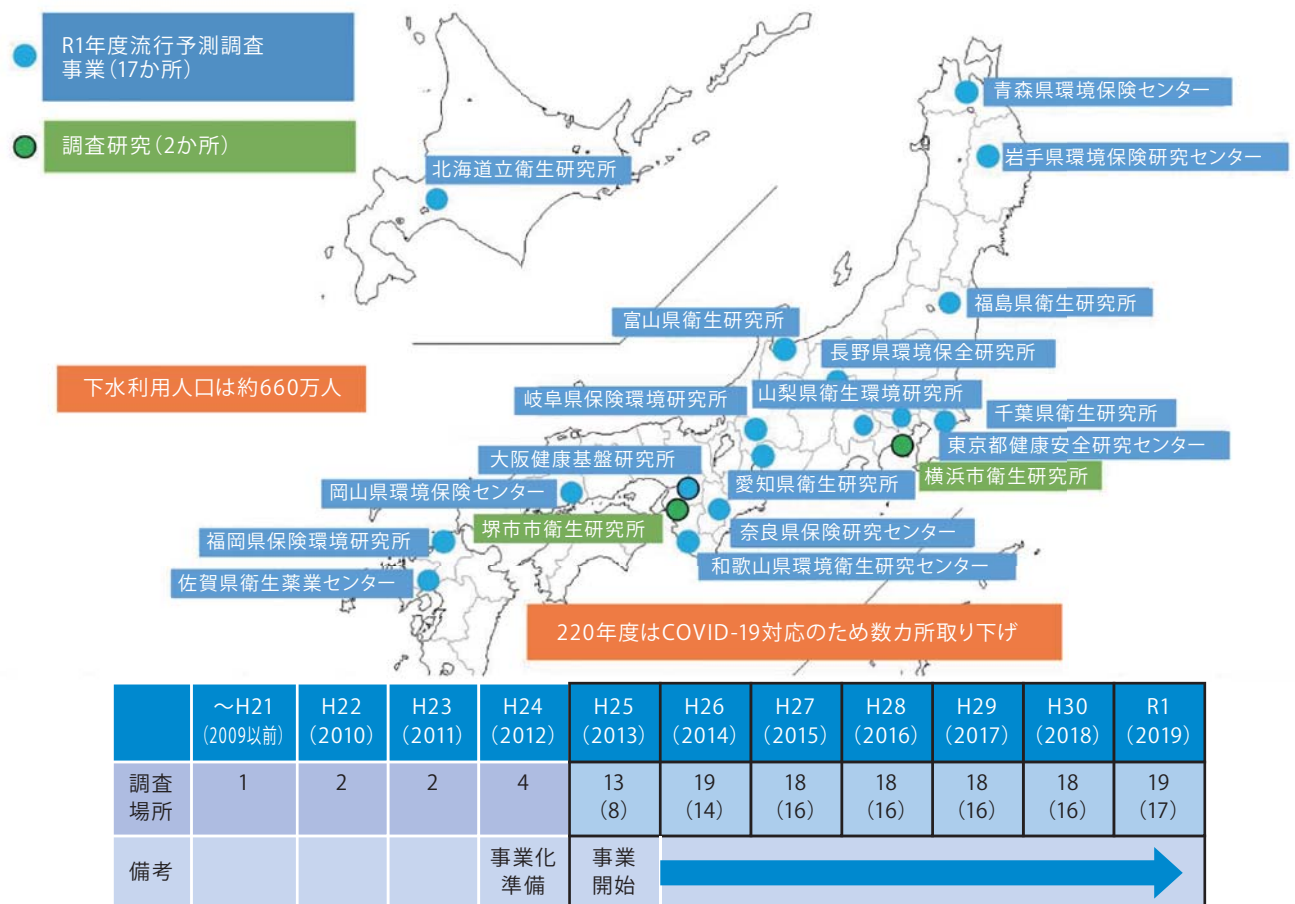
【特別講演 I】 COVID-19パンデミックから何を学ぶか～下水サーベイランスの活用を含めて～

が、私たちが進んでいかなければいけない方向性だと感じています。

ただいろいろな問題があります。2023年9月まではいいですが、10月以降は自費で治療費を払わなければいけなくなる可能性があります。レムデシビルは、5日間使うと38万円、モルヌピラビルは9.4万円、パキロピッド・バックは9.9万円、エンシトレルビル（ゾコーバ）は5.2万円です。非常に高価な薬です。しかし、有効性も証明されており、どういう人たちに薬を届けるのかを考えなければいけない時期が9月～10月、あるいは来年になってくると思います。

国内と今後の動きと世界のパンデミックに対する動向

2023年5月8日に5類に変更した後、夏に拡大するか、冬に波が見られるか。2024年4月1日には新たな診療報酬体系が動き出すという厚生労働省の文章があります。おそらく3割か、1割、あるいはもう少し考えたものが動き出すのが議論されているところだと思います。そういう意味で、5類感染症としてどのように受け入れていくのかを考えていかなければいけません。ウイルスは消えませんが、どうやって共存していくのか、日常を取り戻しながら効果的な感染対策を維持しつつ、新しい健康習慣の1つが下水サーベイランスということになって



() H25年度流行予測調査事業開始以降、事業参加衛研数

国立感染研究所ウイルス第二部
主任研究官 吉田 弘

図5 環境水ポリオサーベイランス（2019年度の調査状況）

くるのかもしれませんが。

高齢者や基礎疾患を有する人を守るという視点で、医療機関が感染者を受け入れられるような行政的、財政的なサポートをし、2024年4月の新たな診療報酬体系に向けて、そして差別や偏見ステイグマに強い社会で、このコロナの経験から何を学んで、次に備えられるかが試されているところだと思います。

世界的に見ると、イギリスのG7のときに「100 DAYS MISSION」次のパンデミックが出たら100日以内に診断、治療、そして予防を成し遂げるという方向性が示され、それに向けて世界が動き出しています。その中で、日本がどのように備えていくのかを考えなければなりません。SCARDAという組織が立ち上がって、新しいウイルスが出てきそうなものをピックアップし、\$2-billion(3,000億円)を使って、診断、治療、予防をし、もしかしたら下水サーベイランスのようなものもSCARDAでいくのか、別に用意するのかが議論の中で考えていかなければいけない状況かと思えます。

ポリオの環境水サーベイランス

今回の下水サーベイランスのシンポジウムに向けて、私の視点で振り返っていたところ、国立感染症研究所の吉田先生のホームページを拝見しました。吉田先生のところではポリオの環

境水サーベイランスが動き出しています。そして、ポリオ以外にもいろいろなウイルスを検出できる可能性のひとつとして、新型コロナウイルスが示されています。

ポリオに関しては、2013年から環境水サーベイランスが始まっていて、全国の施設で行われており、国の事業として動き出しています(図5参照)。

全国で19ヶ所ということですが、北海道は衛生研究所が中心となっていることが記載されていました。そして、全世界で見ると、61ヶ国で実施されています。世界がそういう方向で動き出しているというのは大事な事実です。それにより、30人を超えるような感染者が出ていたポリオが3,000人になり、さらに減ってきています。これは、下水サーベイランスをはじめとした仕組みをうまく使い、現場で起きていることを把握して、その情報を使って感染対策に役立てていく方向性が示されているといえます。したがって、この仕組みを使わない手はないというのが、勉強してみても私を感じていることです。

吉田先生はポリオが対象であるのに対し、こちらは新型コロナウイルスなので、検査手法の改良ということになるでしょうし、調査の対象の検討ということにもなるのかもしれませんが。そういうところは、この協会がリーダーシップを発揮しながら進めていかなければ

いけないなと感じています。

その中で、ポリオ、エンテロウイルスの検出や新型コロナウイルスが沈殿した部分に追う様なことが明らかになっているわけです。ただ、下水中のウイルスがどういった動態を示しているのか、分解されたり、吸着されたり、増殖したりいろいろ必要な要因があります。果たしてどれくらい正しく、一般市民の感染状況を反映するのかに関しては、この協会や私たちの責任ということになると思います。吉田先生の報告では沈殿物からということでしたが、より詰めて深めていくことを考えていかなければいけない項目だと感じました。

WHOの提言とサーベイランスの応用

日本だけの話ではなく、WHOが2020年11月の時点で下水サーベイランスへの提言を出しています。CT値に関してや、duplicatesで行う必要性、適切なstandardsを使う、A negative extraction control、1 million reads 少なくとも3つのgenetic markers を使って、viral number of gene copies と、いくつかに注意しなければいけない点がある」と理解した上で、私たちなりのスタンダードコントロールを作っていく必要があると思えました。

WHOの冊子の中で、北島先生が発

表された論文が引用されていました。論文になったのは2020年10月でしたが、2020年3月から5月、コロナが始まった直後のデータを使って、下水サーベイランスの有効性が報告されています。世界に先駆けてやっている事実がWHOに引用されて、それをもとに動いているわけです。そういう意味で、まさにこの協会がリードしていかなければいけないと改めて感じるところです。

その後、沢山の論文が出ています。イタリアでは、感染者数とウイルス量がうまく一致するデータが山ほど出ています。オランダでも下水中の遺伝子と、入院患者数がよく相関するという論文が出ています。

あるいは、その先を考えるような論文も出てきました。

アメリカのミシガンでbeyond COVID-19という形で出ました。いろいろな病原体があり、下水の中から検出されるものはウイルスだけではなく、細菌、耐性菌もあります。

そういうものがあるので、今ひとつだけをやるのは勿体ないです。どういう項目を下水サーベイランスとして取り上げていくのかを考えていかなければなりません。コロナ以外に、インフルエンザ、RSV、様々なウイルスの感染状況を捕まえることができ、最近では、Monkeypox(サル痘)の下水サーベイランスでそれがうまくいっています。サル痘は性感染症、MSM

【特別講演 I】 COVID-19パンデミックから何を学ぶか～下水サーベイランスの活用を含めて～

です。したがって、水面下に潜つたら絶対になくなりません。そしてどのくらい流行してきているのかが、水面下に潜つてしまふのでなかなか見えないうのです。そういうものも含めて、下水サーベイランスで応用することができれば、早め早めの対応がとれるようになるかもしれません。

COVID-19がもたらしたもの

COVID-19の後、それまでに比べてコロナを対象にした下水サーベイランスが急激に増加してきています。

コロナは収束して落ち着いてくるのかもしれませんが、その次をいかに考えていくのかが、この協会の役目になると思います。

Lancetに出ている有名な論文では、グローバルサーベイランスという形で、43の国の結果やオペレーションのどのぐらいをカバーしているか、サーベイランスが行われているのかなど、カナダ、アメリカ、ヨーロッパのいくつかの国が頻度高く報告されています。日本がここに報告されているのは白でした。しっかりやっていると、それとそれを反映していかなくてはならないと感じました。

グローバルな視点で見ると、飛行機で人が動いて、感染が広がります。空港レベルでのハブの空港と下水サーベイランスを行っていく必要性も議論さ

れています。飛行機に乗ってくる人たちが、どんな感染症を持って、次のパンデミックになるか、ならないかを考えていかなければなりません。

そしてFuture research prospectsということになってくると、どこにウイルスが排出されて集まり、サンプルされ、解析し応用されていくのか、ひとつのサイエンスとして進めていかなければいけないと感じました。

まだまだやらなければいけないことがたくさんあると思います。下水管の中でも、排出されたウイルスが遺伝子も含め不活化されるものもあるし、どこかに吸着して増殖することもあります。それらをサンプリングした後に解析するわけですが、そのサンプルの中からのいかに真実を引き出してあげるのかを考えていくことが重要だと思えます。

下水サーベイランスの課題

最後にサーベイランスの課題とこれからの方向性についてです。有事だけでなく、平時を想定した対象の設定として、ウイルス、細菌、耐性因子だけではなく、One Healthの視点で大事な病原体や因子や遺伝子を検出できる仕組みを考えていかなければいけないと思います。検査拠点の選択と戦略的な配置、まさに国との連携の中で、空港、指定都市、地域医療機関等々に関して、戦略的に考えていく必要があります。

ます。検査手法の確立と統一感、感度は、特異度、定量性、利便性、簡便性だけではなく、新しい技術を応用していくのかどうかや、国際基準とハーモナイゼーションも大切です。

ISOで議論されているということも聞きます。そこに日本も入っていないかもしれません。事業化による継続性の確保と財政支援がないと続けられません。コロナのときは危機管理の意識でみんなが持ち出してやっていたのかもしれませんが、続けられないことをどのようにしていくのか、得られたデータをどのように活用・応用するのかが最も大事です。目的を持って事業として進めていくために、この協会の活動がますます重要になってくるということを感じました。以上です。ご清聴ありがとうございました。



札幌市保健福祉局における 下水道疫学データの活用とその可能性

山口 亮

札幌市保健所長



札幌市の保健所長の山口です。どうぞよろしくお願いたします。今日は下水の専門家が多い中で、私は旗色が違う形なので自己紹介から少し触れたいと思います。

医学部を卒業してから保健所に勤務して35年目です。道内の保健所を移動して、現在札幌市の保健所長を務めています。保健所長としては8ヶ所目で、保健所は13ヶ所目だと思えます。その間、感染症研究所のFETPの感染症実地疫学専門家のコースに派遣され、WHO西太平洋事務局でルーモアサーベイランスを少ししていました。旭川市にも派遣され、道内のいくつかの保健所長としての勤務があるという経歴です。

私は感染症実地疫学と結核対策指導者研修を修了したので、そういう仕事をしています。2004年にはスギヒラタケというキノコが腎臓の機能が落ちていく方に対して毒的に作用するかもしれないという研究や、原因不明の急性脳症調査などを担当しました。本日は2つのパートに分けて、前半は札幌市のコロナ対応、後半は下水道疫学の活用についてお話ししたいと思います。

北海道の1例目と第1波

それでは前半は札幌市のコロナ対応についてお話をいたします。

2020年1月に外国からの旅行者

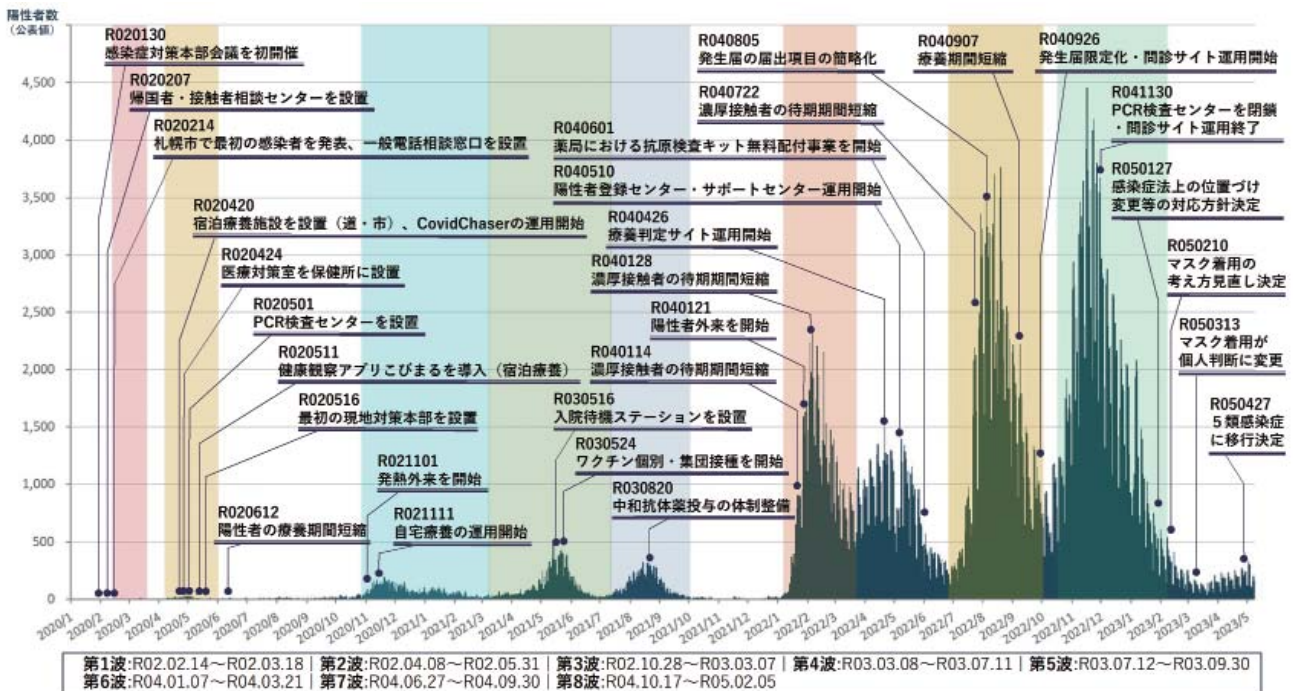


図1 札幌市コロナ感染状況

である中国の方が来道し、発熱したので病院から搬送したいと札幌市に相談がありました。救急車で搬送したいが、おそらく新型コロナウイルスの可能性があるということでした。私は札幌市の行政医で、保健所で臨床しているわけではありません。救急車に乗る仕事は普段はしませんので、どうしたものかと思つたのですが、学生時代に中国で2ヶ月間放浪し少し中国語が話せるということ、相手の方と中国語で話をしながら搬送しました。これが北海道の1例目です。その後、札幌市内での最初の感染者を2月14日に検出し、患者数が増加するたびに第1波、第2波、第3波と勘定して、最後は第8波までという全体像であります（図1参照）。

第1波は、北海道にいらつしやる方は聞いたことがあるかもしれませんが。札幌市の1例目が2020年2月24日にあり、その後ススキノのライブバーで集団感染事例がありました。

第2波、高齢者の集団感染の発生

その後の第2波は、札幌市内の介護老人保健施設で、大規模な集団感染が発生しました。100人ほど入所者がいらつしやつたのですが、十数名の方が急に亡くなりました。施設の従事者も感染し、同じ法人の中でもなかなか手伝いのスタッフが手配できない中

で、患者さんは増え、従事される方がコロナで休むという悪循環になり、お世話する方がいなくて大変な状態になりました。また、カラオケ店でも集団感染が発生しました。昼にカラオケをして食事をするという「昼カラ」という文化が、高齢者の1つの楽しみだったと思いますが、そこでの集団感染が起こつてしまいました。他にもコールセンターでの集団感染事例などがあつたのが第2波のときです。

第3波、アルファ株を検出

続いて第3波です。陽性者数は最大1日197人になり、対応も大変になつてきているところです。また療養期間の変更がありましたし、2021年3月にはアルファ株の検出がありました。関西方面から旅行に来た方が陽性とわかり、その方が人を集めて話をする仕事だったこともあつて、高齢者の方々がここで集団感染しました。当時、関西のある町でアルファ株の検出率が10%ほどあることを我々は分かつていたので、ゲノムスクリーニング検査を実施し、アルファ株の特徴であるN501Y変異が確認され、これが札幌市内第1例目のアルファ株となりました。この検査をすべきかの議論において、私が最初に「検査してみたら」と言つたこともあり、これが本当に札幌市内での1例目かどうかを調べることにになりました。そこで、その年の1

月と2月の札幌市衛生研究所で保管している株の全株60数株をN501Yに変異がないか検査したところ、全部変異がないことがわかりました。札幌市内で新しいアルファ株を検出したことを報道の方々にも発表しました。

しかし実は、後々に1ヶ月前の2020年12月の検体を検査したところ、N501Yの変異株を見つけたことができました。札幌市内では2021年3月ではなく、その前年の2020年12月から検出していたことが、後でわかるということになります。人の検査は行政を中心に行つており、目の前の患者さんの検査を順にしているの、手持ちの株を振り返ることは後でなければできません。それから、「この人が変異株かもしれない」という視点で人に注目していきますので、どうしても見落とすをしていて、きちんと捉えることができないかもしれません。もしこれが下水サーベイランスであれば、町中の一円の方々の変異株を捕まえることができることになりました。12月に変異株が出ていたことは私も後に知つたのですが、新しい変異株のデテクト（検出）という意味において、下水サーベイランスは新たな力を発揮できることを実感しました。

第4波、1,000人体制での対策

第4波です。患者数が1日500人

ぐらいいなつてきました。当初、第1波は札幌市の感染症総合対策係は7人で対応していましたが、それでは全然対応ができませんでした。第3波は300人以上の応援職員でも対応しきれないということで、市の他の部局の協力で800人ほどの応援と人材派遣会社の協力も得て、約1,000人体制で臨みました。全国の保健所でも1,000人体制で対応を組んだところはおそらくほとんどない程、手厚い対応をすることにしました。1,000人体制でも、1日に患者さんが400人も出ますと疫学調査もできなくなり、患者さんの家族の聞き取りも非常に厳しかったというのが現実でした。

第5波、デルタ株の拡大

第5波です。アルファ株より感染力の強いデルタ株による感染が広がつて参りました。この頃から、マスクの着用を反対する方が職場やオフィスにいらつしやつて、私たちはマスクなしでの対応を求められました。対応した職員は非常に気の毒なところもありましたが、マスクなしを求める団体に対応した札幌市職員がデルタ株に感染をしたという事例が札幌市であり、それについてまとめて公表したこともあり、日常生活の回復に向けた考え方が公表され、ワクチン検査、ワクチン検査パツ

ケージの推進などが行われ、また中和抗体薬が承認されることがあったと思えます。

第6波、一般医療の圧迫

第6波です。1日の患者数は最大で2,300人となり、フォローできない状態になってきました。私たちは今までの流行から1日6,000人ぐらいは札幌で起こり得るのではないかと予測もしていましたし、これまでの上昇を考えながらの1日の最大感染者数を予測していました。この頃には入院患者数が1日300人近くなり、一般医療の圧迫もあり、手術の遅れなど大変な時期であったと記憶しています。またこのときは濃厚接触者の待機期間の短縮が行われ、マスク着用の考え方の見直しなどが行われています。

第7波、B.A.5拡大とワクチン接種会場の整備

第7波です。B.A.5による感染拡大、それから濃厚接触者の待機期間の短縮がありました。北海道B.A.5対策強化宣言やWithコロナに向けた政策の考え方の発表などがありました。発生届も全員ではなく、高齢者や妊婦の方など限られた患者のみに見直しが行われました。行政の関与が少なくなつたように思われますが、患者数が増大したことで健康保険の請求

書類が欲しいなど様々なトラブルが発生し、その対応に追われました。

それから、薬局の抗原検査キットの配布事業もあり、検査がPCR検査から抗原定性検査に変わってきました。症状のある方は薬局に行つて、キットをもらつて自分で検査をするという形になり、検査の陽性者の扱いという意味においては、PCR検査から抗原定性検査に変わってきました。

第8波、5類感染症へ移行

第8波です。最も直近の流行になります。インフルエンザも流行したのがこの時期です。マスク着用は個人の判断が基本となるのが2023年3月13日に発表され、5月8日からは感染症法上の位置づけが5類に移行しました。5類移行に伴い、感染者の自宅に食品などを配送することがなくなりました。札幌市の場合は医師会の先生方とお話をして、一部入院調整の機能は残しています。現在はひと月に数例しか入院調整がなく、今はクリニックと病院または病院間で入院調整をしていただいています。また相談機能を健康相談ダイヤルに統合し、医療機関からのご相談などにも対応しているのが、今の札幌市の状況です。

ほかに患者数の把握方法に大きな変更があり、感染症発生動向調査が定点医療機関による報告に移りました。限られた患者の発生届以外に、病院か

らは全患者数の数値を報告いただいていたので、2023年5月7日までは全数把握はできていました。5月8日以降、札幌市の場合は53の定点からの報告をいただいています。53の内の3分の2が小児科の定点ですので、子供の影響が3分の2ぐらいい出て、そして残り3分の1が内科からの届けになります。札幌市の定点報告はそのようになっており、子どもの流行のときには報告が多くなる定点の配置になっています。

札幌市の下水サーベイランスと患者数の傾向

後半からは、札幌市の下水サーベイランスと発生動向調査を並べてみて、お話ししたいと思います。

下水サーベイランスと患者数の傾向一致です(図2参照)。ブルーの折れ線グラフが流入下水中のウイルスRNA濃度です。灰色の棒グラフが、全数報告の患者の推移です。日数を公表日に合わせるなど考え方は様々あると思いますが、感染症疫学週(月曜から日曜まで)1週間の値と、その期間における下水サーベイランスのRNA量を合わせてみたのがこのグラフになります。傾向としては、灰色の棒グラフ(患者数)の増加に伴い、青の折れ線グラフ(RNA量)も上がっているところが見えますので一致しており、同様に下がるときも傾向は一致して見え

ます。

この後、下水道河川局の渡邊部長からもお伝えいただくとありますが、札幌市は3つの河川から5つの場所です週3回採水しています。一方、保健所による患者把握の検査対象は変化していません。最初は具合が悪くなった方や濃厚接触者の方の検査をし、陽性の方を患者としてきました。その後は具合の悪い方と濃厚接触者で症状のある方に検査をしました。最終的には患者さんのみに検査をしてきたので、患者数の取り扱いが変わってきています。また、ウイルスの濃度が増加していくこともあります。

今度は、患者数が減っていくときはどの様に変わっていくのかを考えます。ウイルスの増加が、指数関数的に変わるというところ、患者数はなだらかに変わつたりするので、減少していくときにもかしらズレが生じるかもしれませんと考えました。5類感染症になりますと、具合の悪い方は病院に行つて検査をし、患者数が報告されてくるかもしれませんが、少しだけ具合が悪い場合は、セルフメディケーションで解熱剤を飲んで病院に行かないという選択肢もあります。そうなるので、実際にその方がコロナ陽性だったとしても、発生動向調査では捉えることができません。

ウイルスの増加の仕組みを踏まえ、左側の流入下水中のウイルスRN

【特別講演Ⅱ】 札幌市保健福祉局における下水道疫学データの活用とその可能性

下水RNA濃度と患者数(全数報告)の推移比較

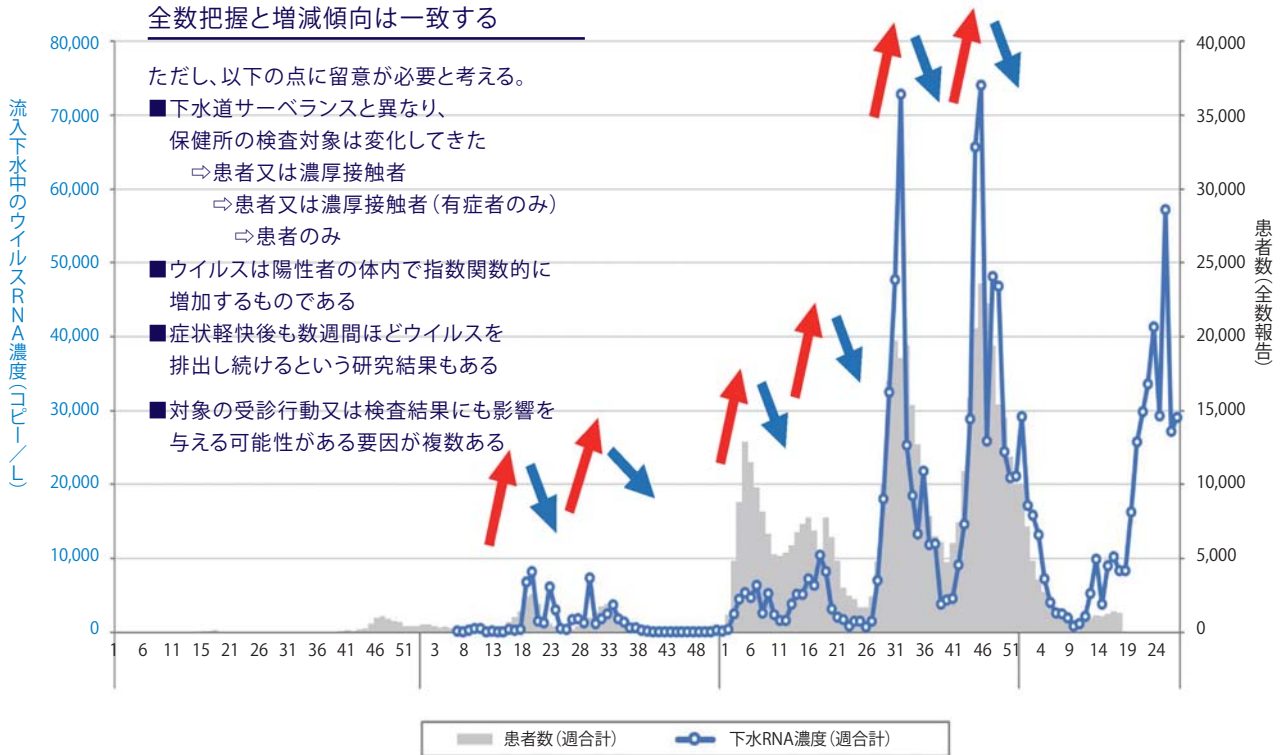


図2 下水サーベイと患者数の傾向一致(全数把握との比較1)

下水RNA濃度と患者数(全数報告)の推移比較: Logスケール

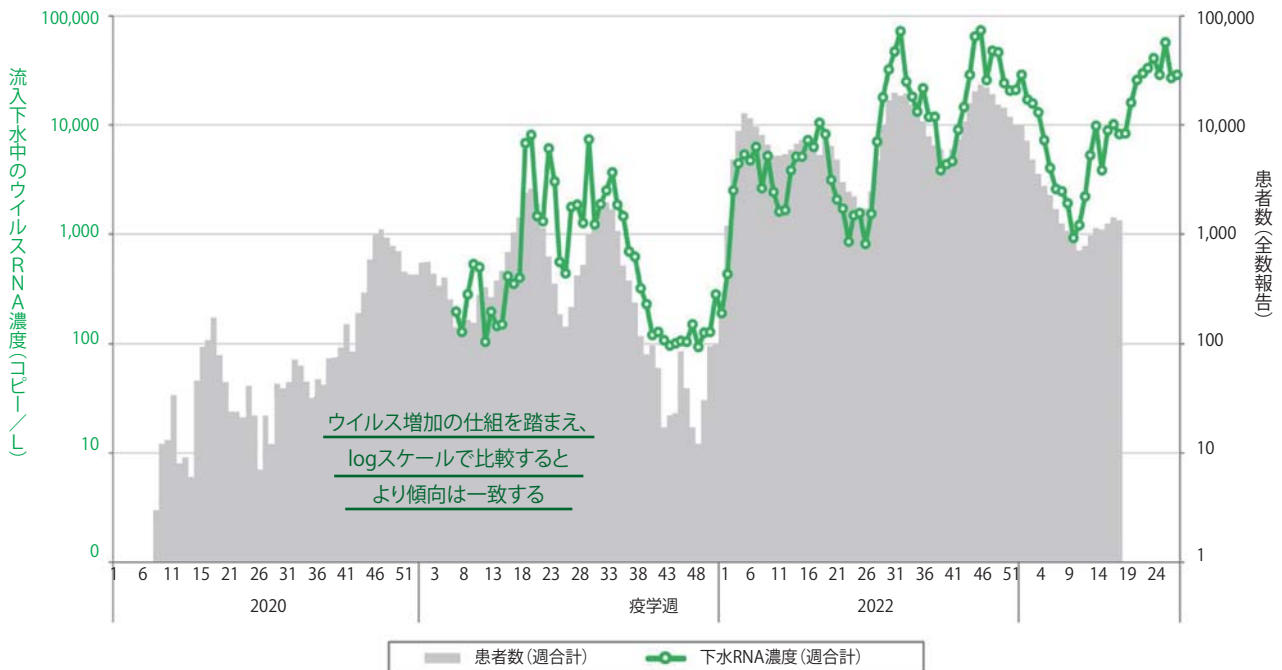


図3 下水サーベイと患者数の傾向一致(全数把握との比較2)

A濃度のコピーをLogスケールにし、患者数もLogスケールにしてみました(図3参照)。Logスケールにすると、傾向についてはより一致したように見えます。最近のところを見ますと、下水道中のRNA濃度と患者数が少し乖離している様に見えるところがあります。それは先ほど申し上げた、もしかしたら患者として病院に行くことを控えているセルフメディケーションの方がいることが影響しているのかもしれないと考えています。

アルファ株、デルタ株、オミクロン株の特徴

ウイルスのアルファ株、デルタ株、オミクロン株の特徴について我々の経験則から整理してみました。アルファ株は従来株よりもうつりやすく、2次感染もあるのではないかと考えていました。デルタ株はさらにうつりやすいことが示唆されており、入院リスクの上昇と関連していることも考えていました。オミクロン株は、重症度の上昇はあまりなく比較的軽症だが、デルタ株と比べてさらにうつりやすいということを感じていました。中和抗体からの逃避する可能性についても、デルタ株よりもさらに高いことを考えていました。

それで札幌市衛生研究所で検出したその株について、アルファ株、デルタ株、オミクロン株でウイルス変異の

遺伝子のマップを作ってみました(図4参照)。色のついているところは、札幌市衛生研究所で検出したものです。色が抜けて、周囲が点になっているところは、札幌市の衛生研究所で把握できなかったものになります。上の赤はアルファ株で、黄色のデルタ株については、株の組み換え体の方へ変異していますし、オミクロン株については緑の方に広がったりしています。XBBが流行していたり、時々FL4が出たり、変異株を見ながら今後どのようになるのかを考えながら、ウイルスマップを眺めたりしています。

札幌市のワクチン接種

ワクチン接種についてです。札幌市ではワクチン接種についてご案内をしています。当初はワクチンが十分に供給されないこともあって、非常に人気がありました。ワクチン接種をしたいというご希望に対し、集団接種会場を設けて多くの方に受けていただけました。しかし最近では、集団接種会場を設けても、あまり人がいらっしやらないという状況であり、限定的に集団接種会場を設ける形にしています。新型コロナウイルスのワクチン接種は、重症化を予防するだけでなく、広がり方についても影響を与えます。また、ワクチンを打っていることよって、感染を防ぐというよりは、重症化予防になるとも言われています。

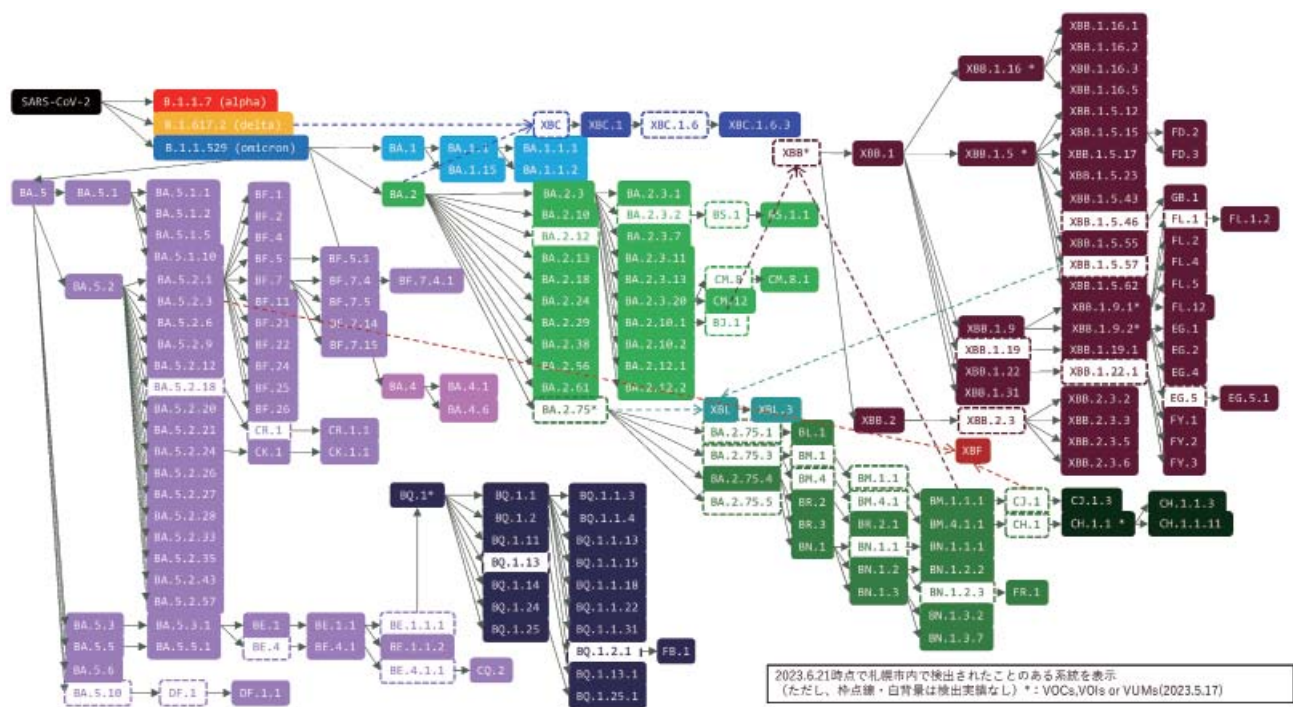


図4 ウイルス変異(遺伝子マップ)

【特別講演Ⅱ】 札幌市保健福祉局における下水道疫学データの活用とその可能性

ワクチンの接種についての評価をどのようにするかは、色々な考えがあると思います。ひとつの仕切りとして、札幌市では3回以上ワクチンを接種している方の比率を整理しましたところ、80歳以上の方については9割以上の接種率です。これは高齢者を優先して接種してきた経緯もありますし、新型コロナウイルスは、高齢者や基礎疾患のある方に悪さをすることがある程度分かっていることも踏まえて、高齢者の接種率が非常に高い状態です。70代、60代、50代、40代、30代とその年代に応じて接種率が低くなってきています。20歳未満の方は接種率20%を下回っており、現在もそのような状態となっています。今回の2023年秋接種については、多くの方が接種対象になりますので、私たちも接種についてご案内をしていきたいと思っています。

検査方法の変化

検査方法は、当初PCR検査を実施していました。しかし、札幌市衛生研究所では1日60件ほどしかできないということもあり、当時は非常に検査に苦勞しました。その後、民間の方が対応してくださることになり、多くの方が検査を受けることができるようになりましたが、それでも検査対象を絞らざるを得ない状況もありました。それに対して抗原定性検査は、検査時間

が30分ほどで、検査機器が不要ということもあり、多くの方に受けていただくことができるようになりました。この検査方法の変化によって、多くの患者さんを捉えることができるようになり、容易に検査をすることができるようにもなりました。ただ、無症状の方もPCR検査では対象となり得ますが、検査の性質の問題もあり、抗原定性検査は無症状の方には推奨されません。またディテクトできないことも繋がると思いますが、PCR検査よりも精度が劣るという特徴があり、札幌市の検査がどのように推移してきたかを次の図5でご覧ください。

ブルー系統のところは、PCR検査です。暖色系のオレンジと黄色のところは抗原定性検査になります。2020年の初期、令和2年はPCR検査です。保健所のPCR検査は濃いブルーで示されており、終盤の方まで続いています。薄いブルーは、札幌市に設けられたPCR検査センターのもので、臨時PCRセンターをススキノにつくって医療従事者を中心に検査を行い、その後中央区の方に来ていた形でやりました。第1PCRセンター、第2PCRセンター、第3PCRセンターまで作りしました。PCRの検体を取るところを作って、検査を進めてきたのが前半部分です。患者数が大きく増えてきた後半、保健所が配布した抗原定性検査によるものがグラフ黄色の部分です。最も多

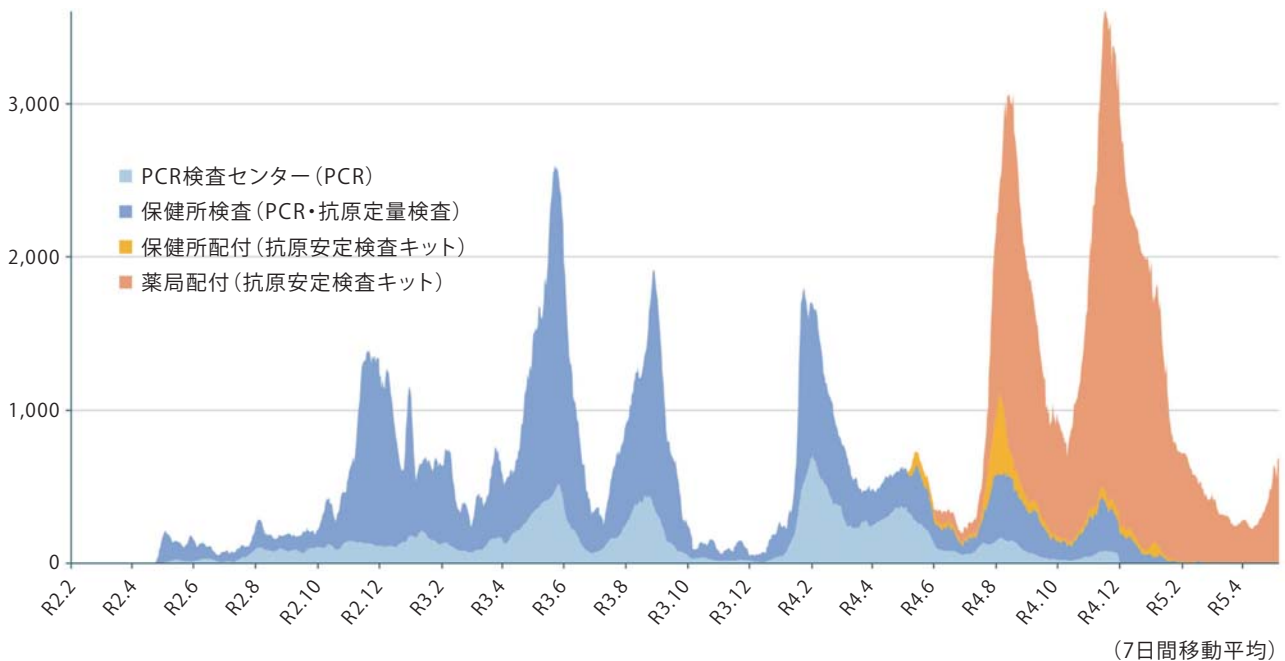


図5 検査方法と制度（札幌市保健所による検査方法の推移）

いのは薬局で、調子の悪い方のご家族や知人が薬局で検査キットをもらって検査をするという流れです。後半はほとんどが抗原定性検査キットによる陽性の方になります。抗原定性検査は、PCR検査とは若干精度が違っていて、無症状の方については捉えられないということもありますが、もしPCR検査だったら、第8波の対応は非常に厳しかったと思います。

下水サーベイランスの検証

定点把握後の下水サーベイランスの検証についてです(図6参照)。グリーンの縦線より左が全数把握、右が5月8日以降の定点把握に変わったタイミングになります。7日以前と比べて、ブルーの折れ線グラフの流入下水中のウイルスRNA濃度のコピー数はそのままに、患者数は、全数届けの部分で定点の数に変換しました。5月7日以前は一致したように見えますが、5月8日以降は少し乖離しているようにも見えます。今、RNAウイルス濃度は比較的高い値ですが、患者数は緩やかに増加という形になっていて、少し動きが乖離しているように見える状況です。ただ傾向としては、折れ線グラフは上がっていて、グリーンの棒グラフの傾きが違うことについては、患者などの行動制限が終了したり、体調不良の方の受診が自己判断なったりしたので、家で療養されている方もいると思

います。また検査等の外来医療費の発生による負担増もあり、軽症の方は病院に行かないことが要因になっている可能性があります。

Logスケール

Logスケールに直して検討してみました(図7参照)。ピンク色は流入下水中のウイルスRNA濃度をLogスケールにしました。グリーンは、患者数をLogスケールに並べてみたところ、傾きが緩やかになったこともあり、傾向としては、上昇ということで見れば一致しているようにも見えます。

下水サーベイランスの今後の可能性

下水サーベイランスの今後の可能性についてです。感染拡大傾向を把握するための補足的な指標や、いくつかの指標の中の一つとして、検査をして公表するまでタイムラグが出てくることとなります。患者数の動きよりも先に下水サーベイランスが上昇傾向を捉えて公表・把握できるようになるかもしれません。そうすれば、感染拡大傾向を把握するための補足的な指標になれると思います。札幌市の下水サーベイランスの人口カバー率は50%ほどです。市内の5割ぐらいの方のウイルスの状態を把握でき、そこでセレク

下水RNA濃度と患者数(定点あたり報告数)の推移比較

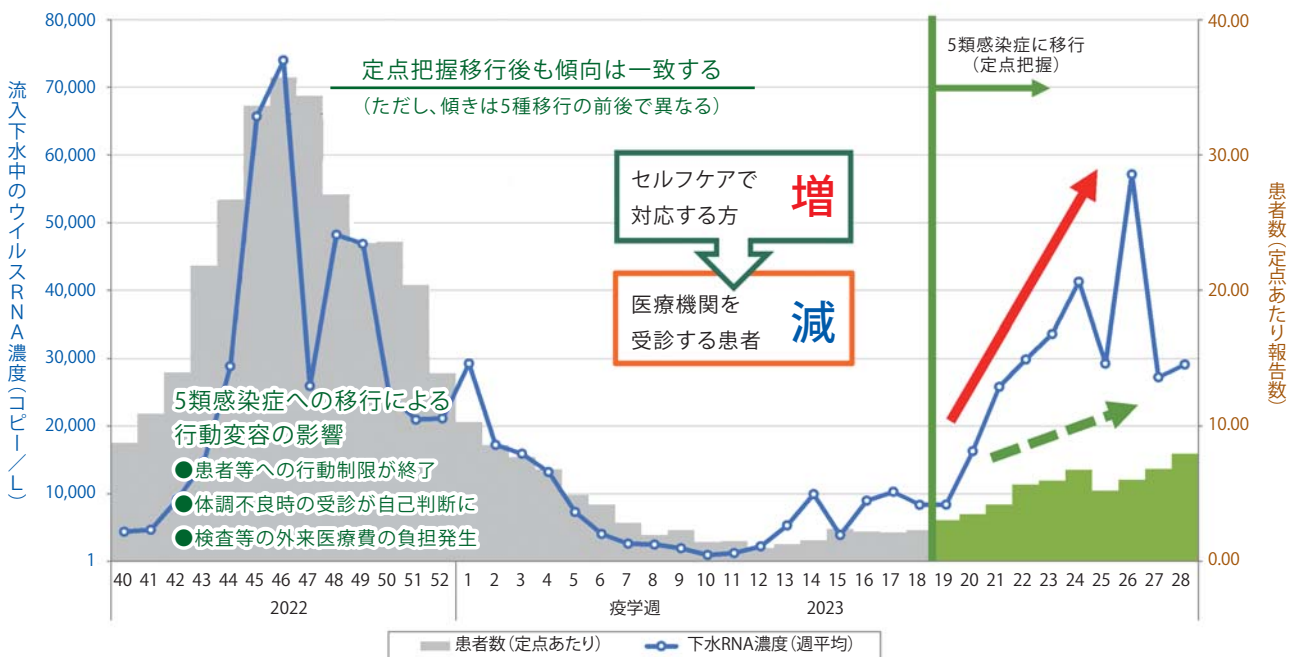


図6 定点把握推移後の下水サーベイの検証(定点把握との比較1)

【特別講演Ⅱ】 札幌市保健福祉局における下水道疫学データの活用とその可能性



シオンなしに、変異株のデテクトができる可能性ががあります。行政内部の体制・施策で特に苦勞したのが入院調整です。下水サーベイランスは入院調整のベッドの増減において、将来的には判断材料のひとつとなり得ます。「これから流行する可能性があるので注意してください」もしくは「患者数が減少していくことが予想されます」という外部への広報にも有用だと思います。

今回、患者数の増減と下水サーベイランスの動きを合わせて検討しましたが、政策部局、下水道部局また保健衛生部局による認識の共有や連携がその活用の前提になっていくと思います。感染症危機発生時は、衛生研究所におけるキャパシティは患者の方に優先する傾向がありますので、行政単独での下水サーベイランスには限界があります。検査するに当たりましては、企業や大学の協力が不可欠であると考えています。

下水RNA濃度と患者数(定点あたり報告数)の推移比較:Logスケール

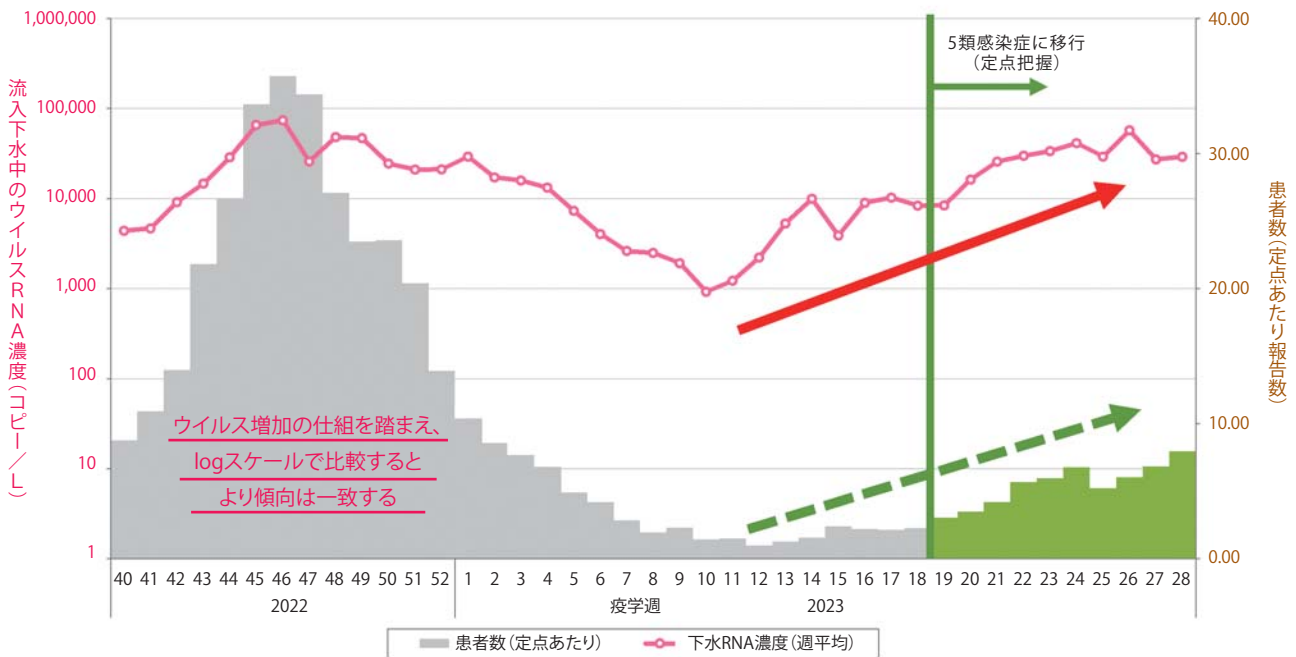


図7 定点把握推移後の下水サーベイの検証(定点把握との比較2)



内閣官房実証事業を俯瞰して

田中 宏明

京都大学名誉教授・信州大学特任教授



皆さんこんにちは。ご紹介いただきました田中です。

この講演会でサーベイランス協会から与えていただいたタイトルが、「内閣官房実証事業を俯瞰して」です。本来であれば、この事業を推進された内閣官房あるいはMRI（三菱総合研究所）の方が適切かと思いますが、専門家会議に関わったこともあり、報告書等に書かれていたことを中心に述べたいと思います。

その話をする前に、2021年のある講演会での内容をお話します。国土交通省でも下水サーベイランスの検討会や様々な調査も始まり、ガイドライン的なものも厚生労働省と一緒に一旦作ったという状況でした。それから先ほど館田先生からお話があった、厚生労働省の動きもあつて厚生労働科学研究を中心に調査も始まり、個別施設の検査法のガイドラインの話も出てきました。これで社会実装されるかという話に一時なったのですが、そんな簡単なものではなく実績を踏まないと駄目だろうという話が出て、それを受けて内閣官房の新型コロナウイルス感染症対策室が下水サーベイランスに関する実証事業の実施の段階になりました。それをもとに、制度化されるかが鍵になる実証事業の話をするという状況です。

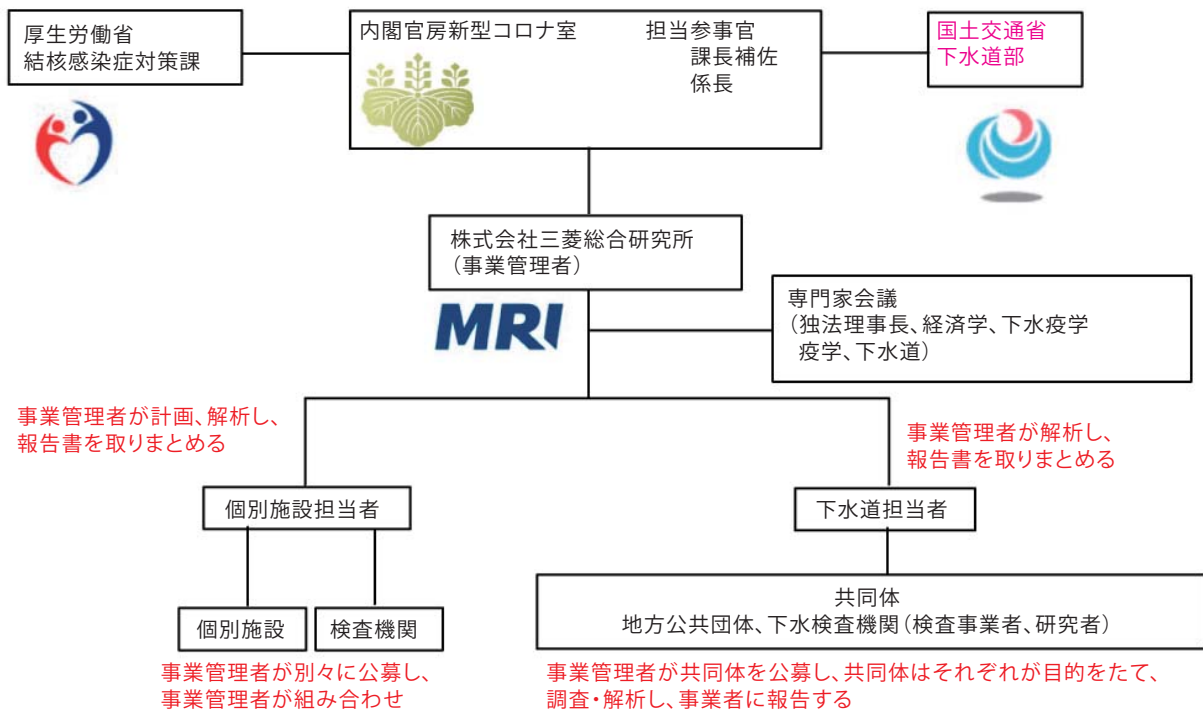


図1 下水サーベイランスの活用に関する実証事業について

下水サーベイランスの
活用に関する実証事業

この事業は、令和3年度の補正予算ですが、令和4年度に行っているものです（図1参照）。内閣官房が行っている実証事業は、地方公共団体あるいは、個別施設における下水サーベイランスの今後の活用を推進することを目的に設定されました。実証事業では、現地調査をするだけでなく、資する研究開発的な要素も若干含めるという形で進みました。

大きくは2つの事業カテゴリーがあります。

1つは下水処理場の実証です。今日お話がすでに出ています。下水処理場において、下水調査にかかる手法を改善し、開発を行って、政策ニーズに沿った活用方法を検証するために、次のような募集が行われました。まず、下水サーベイランス結果を、政策決定・情報提供に活用することが要件です。そして地方公共団体、下水の検査機関が共同で提案をしてください。加えて、地方公共団体に対しては、この調査が1回限りで終わりではなく、継続して事業に取り組めることを前提に実証を行うてください、という募集要件でした。

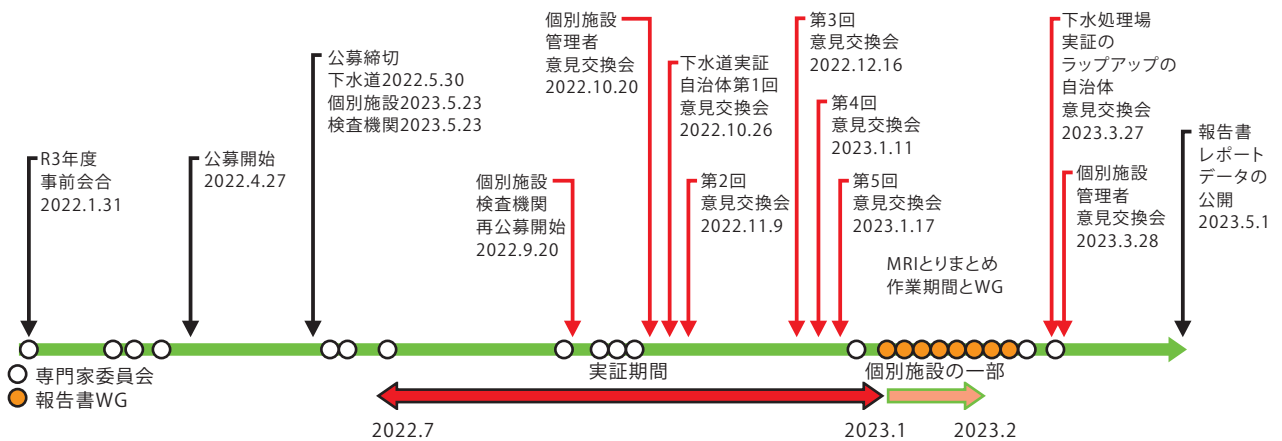
もう一方は、個別施設実証です。個別施設において下水サーベイランスを

活用する上での課題を明らかにし、その解決方法を検討し、最適な検査パッケージを提示することを目的としていて、下水サーベイランスの結果を、個別施設における感染拡大防止に使えるか、希望する施設があれば公募して採択します。できるだけ多くのタイプの施設でやりたいという公募の要件があったわけですが。

実施主体は内閣官房新型コロナナ室ですが、厚生労働省と国土交通省が先行してやっていたので両省が計画作りに協力しました。内閣コロナ室はメンバーが少ないこともあり、事業管理者としてMRIに全面的に委託をしたということです。専門家はアドバイザーをするという立場で参加し、構成員の名前はまだ公開されていませんが、私はその中の下水道という立場で関わらせていただきます。

個別事業では、MRIが事業管理者として個別施設の調査を自ら行うものです。個別施設を公募するだけではなく、検査機関についても公募して、両者の組み合わせを事業管理者が行い、この得られたデータをもとに事業管理者が解析して報告書を取りまとめるという、わかりやすい形です。

一方の下水道実証はややこしい形になっています。地方公共団体とその検査機関は研究者も含まれますが、共



全国の報告新規感染者数



図2 下水サーベイランスの活用に関する実証事業の工程

同体を作って応募をしてもらい、共同体はそれぞれごとに目的を作って、調査解析をして、その結果を報告書として事業管理者に提出します。事業管理者は、その結果を踏まえながら解析して、調査報告を取りまとめるという、個別施設とはスキームが違う形で事業が進められました。

実証事業の工程

概略の日程を簡単にお話ししたいと思います（[図2参照](#)）。補正予算が通った後、2022年1月の終わりに専門家が招集されて、公募内容を議論し、それに基づいて公募が4月の終わりから1ヶ月ぐらいかけて行われました。そして公募締め切りの後、審査をし、2022年の7月に事業が開始。2023年の1月まで基本的には行われ、個別施設の検査期間については途中で1回追加公募があり、また一部期間の延長もありました。興味深いことは、下水道実証では、事業実施者、共同体、専門家間での意見交換あるいは共同体間での情報交換をやった方がよいという専門家からの意見もあり、度々オンラインあるいは対面で意見交換が行われました。2023年1月の終わりに共同体からデータや報告書が出され、MRIがそれを基にとりまとめる

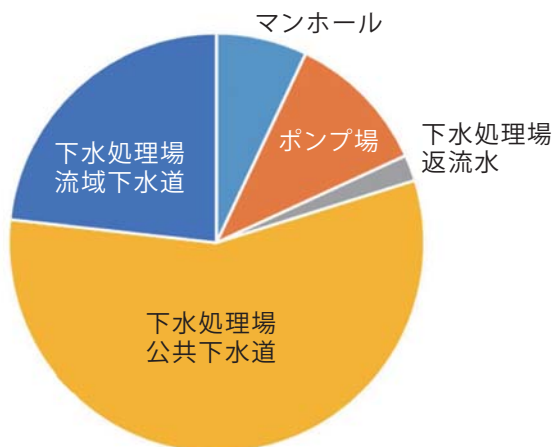
作業に専門家も関わりました。その際にワーキングが下水道実証と個別施設の両方でグループが設けられました。私は下水道実証の方に関わりました。ようやく3月の終わりにまとまり、5月1日に内閣官房からホームページに公開するという形で、資料が出てきました。先ほど札幌市の方もご説明されていましたが、調査期間は第7波と第8波の途中で、感染が下がりきってはいない状況で、この事業が展開されたと考えてください。

公開されている情報は、ホームページを見ていただければわかると思いますが、内閣官房のホームページの中に、結果の概要がそれぞれ1ページだけ載っています。そのページには、それぞれの報告書が数ページのパワーポイントとして出されています。またそれをサポートするそれぞれのレポートが、数十ページから100ページほど載っています。下水道実証は、共同体がまとめた公共団体ごとのレポートがあります。それぞれの共同体から出ている報告書、生のデータもホームページに一斉に出ているという意味では、かなり公開された状態で出てきました。

下水道実証

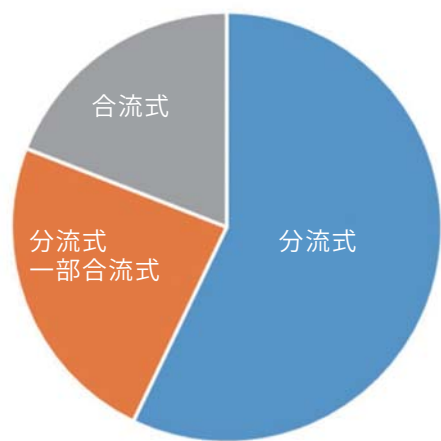
下水道実証について詳しくお話しした

下水道の採水地点



同一施設で複数の採水ポイントがある場合がある

下水処理場の排除方式



「下水サーベイランスの活用に関する実証事業」下水処理場実証プロフィールから作成
<https://corona.go.jp/surveillance/csv/profile.zip>

図3 下水道実証事業での下水道施設

と思います。実施したのは、20件の採択で府県のレベルで入っているものが8、市町レベルが18で合計26の自治体が実施しました。広範囲の地域がカバーされています。公開されている情報を取りまとめますと、自治体26の他に11の分析機関、11の大学、下水道の維持管理会社、施設の維持管理会社、コンサルタント、メーカーと情報処理の会社も関わり、60機関もこの事業に関わっていて、かなり大きなスキームが作られていたわけです。対象になった下水処理場は、小さいところは1,000m³/日、大きいところで1,000,000m³/日で、対象は規模が大きいところを中心になって実施されました。

次に下水道施設内のどういうところで調査したのかという情報です(図3参照)。下水処理場は市町村が管理している公共下水道の処理場が圧倒的に多いですが、流域下水道も約4分の1あります。下水処理場流入水の他に、マンホールで取ったり、ポンプ場で取るケースもあつたり、下水処理場内の汚泥処理系からの返流水という特殊なケースもありました。下水道の場合には合流式、分流式などの排除方式が重要ですが、全国の排除方式は30%ぐらいが合流式になっており、実施した割合も30%近いところを占めていて、残

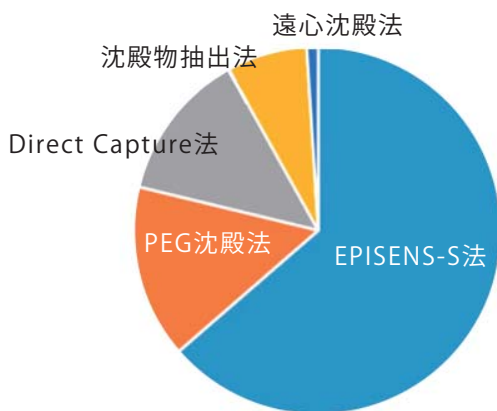
りは分流式あるいは分流式と一部合流式でした。

採水方法では、ポンプ場・マンホールは、グラブサンプル、それを混ぜるタイプのコンポジット、接触材料を使って水中から受動的にウイルスを吸収させることで測るバッシブ型もありました。これら多様な採水方法がありましたが、下水道では想定されたことですが、グラブで取っているものが非常に多く、コンポジットもある程度あります。限られた例ですが、バッシブサンプリャで下水処理場を対応した例も書かれています。

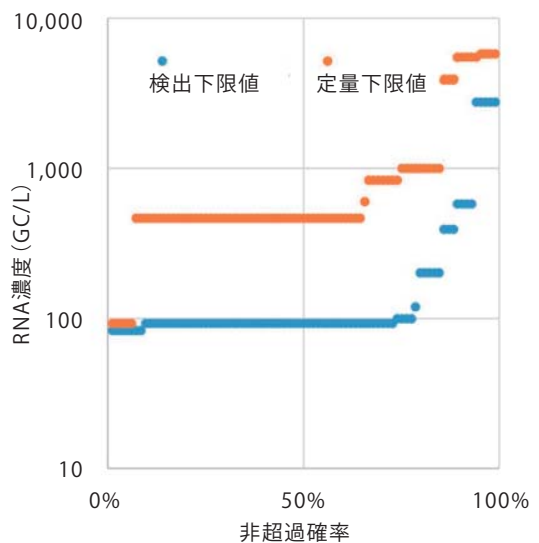
分析方法

分析方法については(図4参照)。様々な事業体、研究共同体が自分たちの得意な分析方法で実施しています。EPISENS-S法のような高感度なもの、あるいは一般的なPEG沈殿法のようなもの、Direct Capture法もある程度高感度かと思えます。それから沈殿物抽出法、遠心沈殿法と様々な方法論が提案され、それぞれの共同体から報告されている検出下限値、定量下限値も2オーダーぐらい違う情報が出てきます。逆に言うと共同体間を横断的に見るには、方法と検出下限が異なっていて大変だということにもなります。

分析法



検出下限・定量下限



「下水サーベイランスま活用に関する実証事業」下水処理場実証プロファイルから作成
<https://corona.go.jp/surveillance/csv/profile.zip>

図4 下水道実証事業での分析法

実証事業の結果

ここからは結果について述べたいと思います。図5はMRIのレポートの目次を示したものです。かなり詳しく書かれています。報告書にあまり触れられていない実証事業の自治体からの詳しい情報は、2章の参考資料の中に載っています。

報告書 (https://www.cas.go.jp/jp/caicm/surveillance/pdf/plants_houkokusho.pdf) の表紙ですが、報告書としてまとめられているものはパワーポイントで8ページだけです。詳細は右記URLよりアクセスし、報告書をご覧ください。

下水から得られる情報と注意点

報告書のページごとに説明しますと、まず1ページ目は何のために下水道の下水サーベイランス調査をしているか、行政側が挿んでいる新規感染者数とどのような視点が違うのかが書かれています。報告されている患者の他、これまで言われているように無症状者や治療者に由来しているウイルスも排水にある程度入っていて、さらに排泄しているウイルス量は個人による差があり、感染してからの経過日数によっても排泄量が変わってくるので注意が必要です。

さらに、排泄した段階から下水処理場に来るまでの間に様々な要素の影響を受ける可能性がある点や、対象としている下水処理場の集水区域と人のサーベイランスで集まっているデータの範囲が違うという注意も必要です。下水処理場の集水区域の中でも人は移動していて、集水区域外に出るケースもありますし、逆に入ってくるケースも踏まえて、このデータを見る必要があるということが最初に述べられています。

共同体の実証と工夫

報告書の2ページ目です。それぞれの公共団体を含む共同体が提出した個別の報告書については、この報告書ではさらっとしか書かれていないですが、下水サーベイランスを感染症対策に活用するための連携体制の構築、実用的なサンプリング、感染トレンドの状況の把握、予測、変異株の経時的な変化の把握を目的とした実証が多かったという事です。その他、実証事業中に様々な工夫がなされています。ひとつは、下水道部局が中心に関わっているケースが多かったのですが、ほぼ全てのところは下水道部局と保健衛生部局による連携会議を定期的に開催し、情報共有をやっていただいている

目次

ウィズコロナ時代の実現に向けた主要技術の実証・導入に向けた調査研究業務
「下水サーベイランスの活用に関する実証事業」
個別施設実証 レポート

本レポートは、「ウィズコロナ時代の実現に向けた主要技術の実証・導入に向けた調査研究業務」において得たデータ・情報に基づき、複数の専門家からの助言を受け、事業管理者である三菱総合研究所が分析した結果をまとめたものである。なお、本レポートは行政機関により内容の正確性や妥当性を精査・確認・保証したものである。

2023年3月

MRI 三菱総合研究所

1. 本実証の目的
2. 施設別分析（本実証の対象としている新型コロナウイルスの特徴、個別分析の考え方）
3. 新規感染者検知の信頼性（新規感染者、有症感染者状況と下水検査の関係、把握対象、ウイルス検出への影響要因、ウイルス検出限界）
4. 信頼性のある下水検査の可能性(施設種別、施設の状況に応じた採水・輸送・検査方法)
5. 対策への活用可能性（感染拡大防止の観点から見た実証結果の整理、事例から得られる示唆）
6. 普及にあたっての課題と対応の可能性（施設の活用ニーズ、費用削減・時間短縮、他の感染症等の同時検査の可能性、施設における下水検査の導入・運用、個別施設への導入拡大と社会全体への普及に向けて

付録 事前調査について

図5 実証事業報告書表紙、目次

ことがわかりました。どういう情報が保健衛生部局で使えるかという議論をしている公共団体もいくつかあります。体制構築、採水、データ分析、ニーズ把握については細かく話しませんが、様々な公共団体が努力して工夫されている状況でした。

事業実施者・管理者の側からの解析

報告書の3ページ目は、実証事業の事業実施者、管理者の側からの解析の話になります。下水道実証では採水・分析方法の違い、データを出す方法が違うこともあって、事業管理者側では横断的な解析のためにある程度割り切りをされ、この実証事業期間だけのデータを扱うということです。地方公共団体の報告書の中には、以前から調査されている情報も含めて解析されたところもありますので、その部分がこの報告書とはかなり違っているということになります。共同体ごとに異なる方法で解析されていますので、横断的に見る必要があります。そのため、共同体が報告した下水中のウイルス濃度と行政機関が把握しているその日の新規感染者数が、どの程度の線形関係があるのかを、処理場ごとに、事業管理者が独自に相関係数を出しました。

横軸に処理人口、縦軸に相関係数をとった図を作成してみると、処理人口の大きい下水道処理場では相関係数が比較的高い値になり、処理人口の小さい処理場は相関係数が高いところもあるが、小さいところもあり、両者の関係があまりはっきり見えないと報告書に書かれています。報告書には、比較的処理人口の大きいところでは相関係数が高いと述べられていますが、小さいところでは必ずしもそうではないところもあるので、使い方については注意が必要で、特に小さい処理場でのばらつきは多いという表現になりました。下水サーベイランスは、アラート、既存のサーベイランスについての補完的な位置づけとしての利用の可能性があり、先ほどの札幌市の方も言われていたようなことには使えるという結論かと思えます。

感染傾向

報告書の4ページ目はトレンド、どういう傾向にあるかについてです。処理場の下水中のRNAウイルスと報告日ベースの新規感染者数の1週間単位、2週間単位の平均が前の週から増えているのか、減っているのかの傾向が下水ウイルス濃度から見た増減と合っているかを調べ、合っている割合を一致率と定義して、調査期間中でのどの程度一

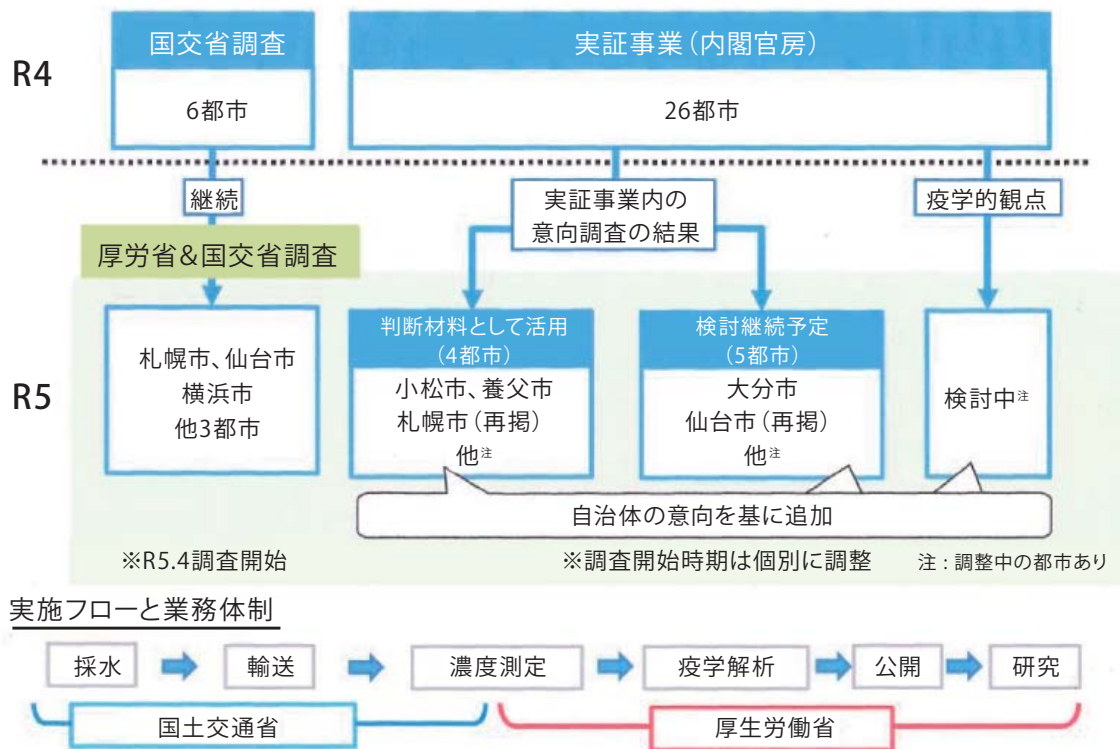


図6 令和5年度下水サーベイランス調査(厚労省・国交省連携)について

致していたのが出されました。報告書3ページと同じように、処理場ごとに一致率がバラバラになりますが、人口が多いところと少ないところで、傾向の違いがみえます。例えば、人口10万以上50万未満の処理場では、1週間平均で59%ぐらい増減が一致し、2週間平均では、66%は増減が一致し、人口がもっと大きい100万人の処理場では1週間平均で68%が一致し、2週間平均では、84%は増減が一致するなど、処理場人口が大きい場合には下水濃度でかなり傾向を把握できる可能性があると書かれています。しかし、処理人口が小さいところでも、かなりばらつきはありますが一致性が高いところもあり、実際に利用されているケースもあるのです、小さいところが使えないというわけではなく、定性的な感染者の有無の判断には可能ということが書かれています。

将来の感染予測

報告書5ページ目です。感染の予測をされた共同体もいくつかあります。共同体ごとに様々な方法論が使われているので、事業管理者側では、結果的に出てきている予測の数字のうち、1週間後の予測の新規感染者数と、実際の1週間後の感染者数（正解値）を比

較して、どれほど違いがあるかを、平均誤差（予測値と正解値の差を正解値で割った値の絶対値の平均値）という形で出しました。予測方法は共同体ごとに違っているのですが、平均誤差は、比較的小さいところ（44%）から大きいところ（392%）まであるということが述べられています。予測の傾向についても評価されており、1週間後の新規感染者数の予測値の増と減、実数値の増と減の一致率を出していくと、予測を行った共同体全ての平均値が72%ぐらいなので、比較的傾向を把握できることが述べられています。

変異株の検知と検出精度

報告書6ページは変異株についてです。変異株の検知データが、全てのところではないですが、数ヶ所の共同体から出されています。結果的にこの報告書に書かれているのは、変異株の検知や存在の把握を試みた共同体は、検体の結果や流行株の状況が概ね一致することが確認できました。ただし、事業管理者が検査事業者にヒアリングした結果、日数が結構かかると言われています。変異株の存在の検知には数日かかり、存在割合では3週間かかります。またこの研究で出てきたわけではなく、先行研究で言われている注意

点が書かれています。下水中のウイルスRNAを用いた変異株解析はヒト検体の解析と比較すると精度が低いという文献情報があることを元に、分析にかかる時間や精度の課題、今後とも迅速化、精度の向上の研究が必要ということが、事業管理者の方でまとめた結論として出されています。

次に検出精度についてです。共同体ごとに手法論が違っていて、それぞれ共同体が言われている精度の確認は行われませんでした。どういう方法で比較すればいいかという標準的な方法が現在ないため、言い訳になってしまいますが、精度の比較はこれからのペンディングになっています。精度は、手法の問題もありますが、下水の性状にも影響を受けると思われます。検出精度にはばらつきがあつて、感染者が少ないケースについては、検知の可能性についての注意が必要だというコメントが書かれています。

実証後の自治体での用途

報告書7ページ目の自治体での用途についてです。この実証事業を始める前から住民への公表による注意喚起を行っていた3ヶ所の共同体があります。ここへ実証期間の中に2つ加わり、さらに近々公表するところが3つあるの

で、合わせて8つが公開を考えているという回答がありました。その例として、仙台市、神奈川県、札幌市、小松市、養父市が既にこの事業で全面的に公開しています。公開に至っていない場合でも、使い道がなかったのかというアンケートもされました。その回答として、下水サーベイランス情報は役所の中での体制の拡充等の判断をする活用がありえ、すでに4ヶ所はもう実際に活用していました。先ほどの札幌市さんはその例だと思えます。今後は活用が期待できると言っているところも5ヶ所あります。残り11共同体も、利用用途はまだはっきりはしないが、情報については組織の関連部署にはすでに共有されているとのことでした。結果的には全ての公共団体の中で、下水道以外の保健部局と危機管理部局の間で情報共有がされており、利用法がはつきりわかったところ、そうでないところがあるので、すでに使い始めている共同体の事例やノウハウを自治体で共有することによって利用が広がると、事業管理者側のレポートには書かれています。

活用・普及にあたっての課題と対応の方向性

報告書の最後の8ページに、課題も

まとめられています。目的意識の共有と基礎知識の不足があり、それを埋める努力していかないといけないということです。特に自治体の外部の専門家によるサポートは、結構意味があるということが書かれています。同じ組織の中でも、連携がこれまで不足していたので、ここから強める必要があります。首長のリーダーシップが取れているところは、非常に上手くいっていて、役割分担をはっきりした方がいいということが書かれています。それから、下水から得られるデータは大きなばらつきが見られ、その結果からどう判断したらいいかわからないという改善点があります。実際には公共団体ごとに様々な工夫をされ始めているところがあります。改善の重要性が述べられています。

普及についての技術的な課題についても書かれています。疫学情報の不足は、定点の観測によるものによってきており、これまでの情報が単純に使えないので、もう一度組み直していく必要があります。手法の選択は、分析だけの話ではなく、採水方法については実証事業の中で比較できないこともあり、踏み込めませんでしたので、もう少しやっていく必要があるだろうということです。分析や検査の体制の充実、今後やっていく必要があります。

す。今日の会議に出席されているような公衆衛生の専門家との連携を含めて、ノウハウの蓄積が必要だということなど様々なことが書かれています。

要点としては、先ほどからお話したようにある程度は使える、特に大きい処理場では感染傾向についての情報は結構使えるということがわかりました。予測については、もう少し検討が必要かなということが結論かと思えます。

私の個人的な感想としては、この事業をやることによって、これまで関係が比較的弱かった自治体、検査機関、研究者の間の連携が全国的に展開できたのは素晴らしいことです。さらにはほとんどの自治体の中で下水道部局と保健部局等の連携がようやく進み出したので、これからが重要になるかと思えます。それから、それぞれの共同体がまとめた報告書では、下水濃度と新規感染者数の関係は結構ありますという報告が出ています。自治体ごとに方法が違うわけですが、下水サーベイランスで感染情報に比べた先行性が見られたところが多く、特に先行してこれまでやってきた共同体については両者により明確な関係が見られました。しかしこの報告書の中では限られた期間だけのデータを、事業管理者側の方でまとめたものなので、意見の違いがあるのかなと思います。

令和5年度下水サーベイランス調査

国土交通省からいただいた2023年の調査情報です(図6参照)。国土交通省側で調査していた6都市については、厚生労働省も含めて継続していきます。この実証事業の中で判断材料として活用したいという4都市、検討の継続を予定している5都市、さらに自治体の意向をもとに追加をして、継続していきます。その際に、国土交通省は測定までのサポートをしっかりとし、先の利用は厚生労働省を中心にやっていくということになります。

内閣官房実証事業の下水処理実証

内閣官房実証事業の個別施設について簡単に話しますと、同様に報告書がパワーポイントで作られています。またレポートについても出ています。概要 (https://www.cas.go.jp/jp/cas-icm/surveillance/pdf/summary_of_results.pdf)

4ページに出ているように、実際に調査されたのは22の個別施設であり、そのほとんどは高齢者の入られている社会福祉施設です。その他に教育機関、病院などが若干あります。

概要3ページに示すように、結論は、施設で発生した新規感染者の検知につ

いての信頼性はある程度高く、高い率で検知できます。もし、陽性が判定された場合、さらに施設にいる人の検出まで何らかの形でできるのであれば、陽性者の特定までできるというようになことが書かれています。

採水方法については、施設のパターン、特性を見ながら決めてもらう必要があります。どのタイミングで取るかが重要な問題であり、費用の低減、時間の短縮はこれからの課題です。

普及にあたっての課題と対応の方向性は、下水道で話したようにわかりやすく、施設管理者側に説明が必要です。

最後に、本日は提出されたレポートについてお話しし、出されたデータを個人的に解析して補足しました。これ以外の部分については、個人的見解で、内閣官房やMRの意見を反映したものではありません。日本で初めての素晴らしいデータが出てきましたので、今後もうまく使っていたらいいなと思います。どうも雑駁な話で申し訳ありません。以上、ご報告です。よろしくお願います。

札幌市における 下水サーベイランスの取組について

渡邊 浩基

札幌市下水道河川局処理担当部長



はじめに

札幌市下水道河川局の渡邊でございます。

本日は、本市の取り組みを紹介する貴重な機会をいただき、日本下水サーベイランス協会様に厚くお礼申し上げます。それでは私から「札幌市における下水サーベイランスの取組について」ご説明いたします。

これまでの経緯

はじめに、これまでの取り組みの経緯です。新型コロナウイルス流行初期の2020年5月に本日司会をお務めの北海道大学の北島准教授から調査協力依頼があり、下水道部局としてこの新しい感染症の対策に貢献できればとの思いで、下水検体の提供を開始しました。しかし、当時の検出手法は感度に課題があり、感染状況とウイルス濃度に相関性が確認できない状況でした。その後、2021年初頭に北大と塩野義製薬が高感度検出手法を共同開発したことを受け、同年2月から札幌市主体での調査を開始しております。

高感度手法により、ウイルス濃度と感染者数の変動傾向がよく一致したため、2021年11月から毎週の調査結果を経営層を含めた市内部で共有し、感染状況を把握するための補助的な指標として活用してきました。その



調査概要

SAPP_RO

対象施設（3施設5系統）

- ・創成川水再生プラザ
 - ・豊平川水再生プラザ（2系統）
 - ・新川水再生プラザ（2系統）
- 合流式

札幌市人口全体の52%をカバー

調査方法

週3回、流入下水中のウイルスRNA濃度を測定

24hコンポジットサンプル
(2hr毎の等量混合)

EPISENS-S法
(高感度検出手法)

週1回



図1 調査概要

札幌市における下水サーベイランスの取組について

後、2022年8月から市民への情報提供と注意喚起を目的に、ホームページで調査結果の公表を開始しました。また、2022年の冬は新型コロナウイルスとインフルエンザの同時流行が懸念されたことから、10月からインフルエンザの調査も開始しております。

調査概要

次に、調査の概要です(図1参照)。札幌市には全部で10ヶ所の下水処理場(水再生プラザ)がありますが、そのうち都心部に近く大規模な3施設5系統で調査を実施しており、札幌市人口全体の52%をカバーしています。調査は、週3回、札幌市が流入下水を採水し、当日中に北大へ運搬しています。北大が、EPISENS-S法で分析し、その結果を札幌市が公表するという体制となっております。

調査結果

次に、これまでの調査結果です(図2参照)。グラフ上の赤い線が「下水からの検出率」、青い線が「ウイルス濃度」、黒い線が新規陽性者数を示しています。赤い線の「検出率」とは、1週間に測定した全15検体のうちウイルスが検出された割合を示しており、第5波の収束後から第6波の始まりにかけては、陽性者数の増加を先取りして行っていました。

青い線の「ウイルス濃度」は、黒い線の陽性者数の増減とよく相関しているほか、第7波や第8波の感染拡大期には陽性者数よりも1週間程度早く増加しました。また、流行ピーク時には検査数の限界等により陽性者数が頭打ちとなった可能性があります。が、下水からは無症状者を含めた感染の全体像を把握できていたと考えております。

活用方法

次に、活用方法です。札幌市では「検出率」と「ウイルス濃度」を指標としていますが、感染者が少ないときは「検出率」に着目することで市中の感染の面的な広がりを把握することができました。また、感染者が多いときは「ウイルス濃度」に着目することで、感染の規模や増減傾向を把握することができました。このように、下水サーベイランスは感染者の受診行動や検査体制等の影響を受けることなく、感染状況を客観的に把握するツールのひとつとして有用であると考えております。

データ解析の工夫(1)

次からは、調査結果の公表にあたり、データ解析で工夫した点について、2点ご説明いたします。ひとつ目は、幾何平均でのトレンド

調査結果

※2022.7~2023.1の調査は、内閣官房実証事業において実施

SAPPORO

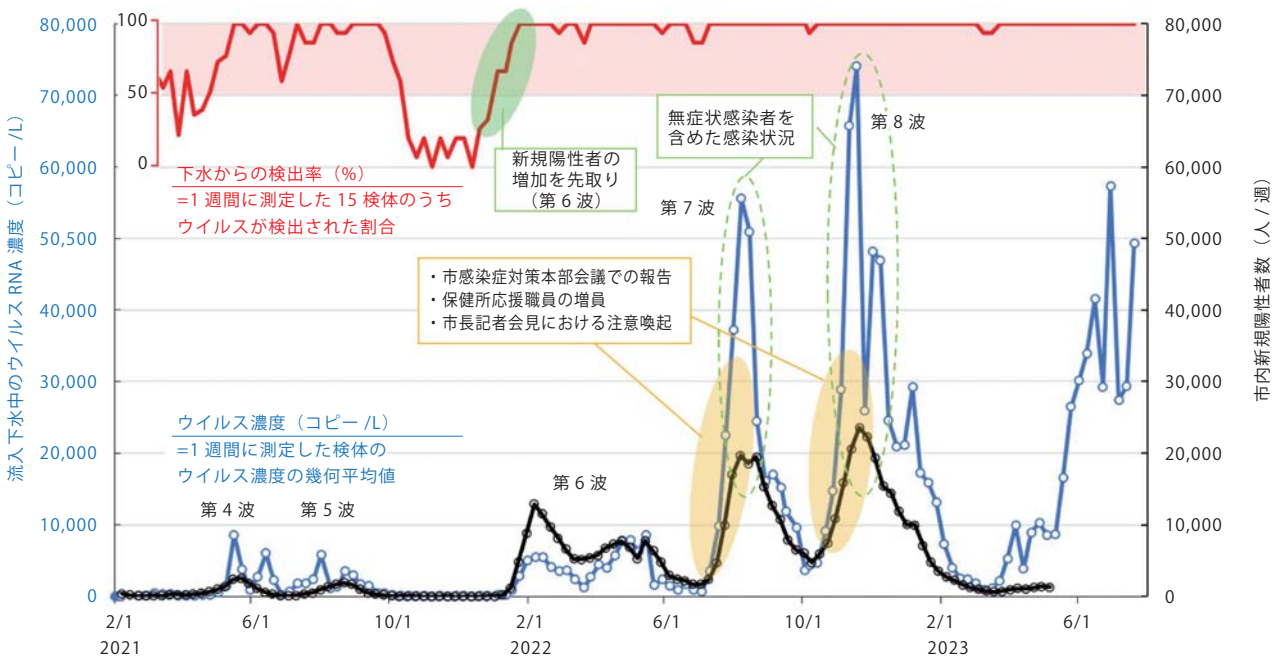


図2 調査結果

把握です（図3参照）。

下水は、水量や水質が常に変動するほか、処理区毎に家庭排水、工場排水、地下水などの割合も異なる、という特性を持っているため、グラフの青い点が表示するように、個々の測定値にはかなりのばらつきが生じます。そこで、1週間に測定した全検体の幾何平均を算出することで、青い折れ線グラフが示すように、陽性者数の増減傾向を捉えることが可能となります。

データ解析の工夫（2）

ふたつ目は、雨天時等の濃度補正です（図4参照）。

本市の調査対象は、すべて合流式の処理場であるため、雨水や融雪水の影響を受けます。左のグラフの青色の線は、例として創成川水再生プラザにおける年間の流入水量の変化を示しています。オレンジ色の線が晴天時の平均的な水量ですが、春先の雪解け時期や大雨の際には、晴天時の数倍から最大約10倍まで水量が増加することがあり、この分、ウイルス濃度が薄まってしまうため、右下に示す式を用いて、濃度を雨水の影響がない値に補正し、公表値として用いています。

市民への公表

（札幌市ホームページ）

図5は、公表しているホームページ

の内容になります。

公表にあたっては、市民に情報をわかりやすく伝えることを重視しています。下水データと患者数のデータをグラフと表を用いて見える化するとともに、データの解釈について簡潔なコメントを記載することで、市民理解が進むよう工夫しています。

市民の関心の高まり

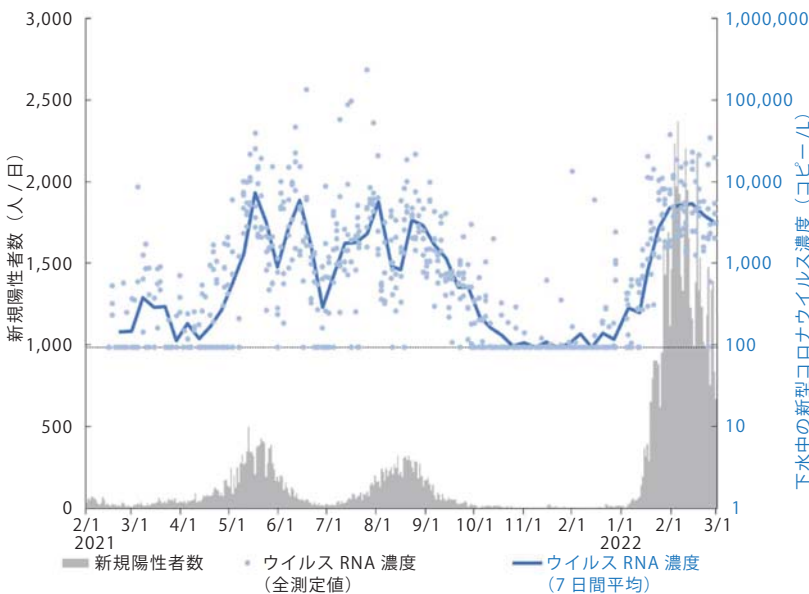
ホームページで公表を開始した2022年8月以降、新聞やテレビ等の報道機関にも多く取り上げていただき、特に下水濃度が過去最大を記録した11月中旬からアクセス数が急増しました。しかし、2023年1月27日に政府が5類への移行決定を発表したとたんにアクセス数が大きく減少しましたが、5月8日の5類移行後、アクセス数が回復しており、下水データが再び市民等の注目を集めていることが伺えます。

下水サーベイランスの今後への期待

今後への期待ということで、2点お話しさせていただきます。ひとつ目は、5類移行後の活用についてです。

下水サーベイランスは、引き続き同じ尺度で地域全体の感染実態を見える化できるため、定点把握を補完でき

■データ解析の工夫① 幾何平均でトレンド把握



SAPPORO

■下水の特性①
 ・水量や水質が常に変動
 ・処理区による違い
 （家庭排水、工場排水、地下水等の割合）

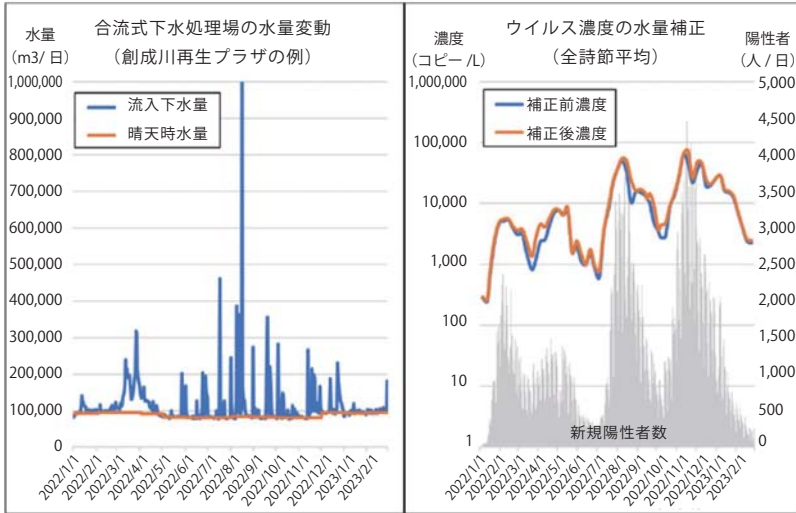
ウイルス濃度が不均一
 ⇨データにばらつき

全測定結果の幾何平均で
 市中全域のトレンド把握

図3 データ解析の工夫（1）

札幌市における下水サーベイランスの取組について

■データ解析の工夫② 雨天時等の濃度希釈を補正



SAPPORO

■下水の特性②
・雨水や融雪水による希釈

雨天時や融雪期は、
ウイルス濃度が希釈される

↓

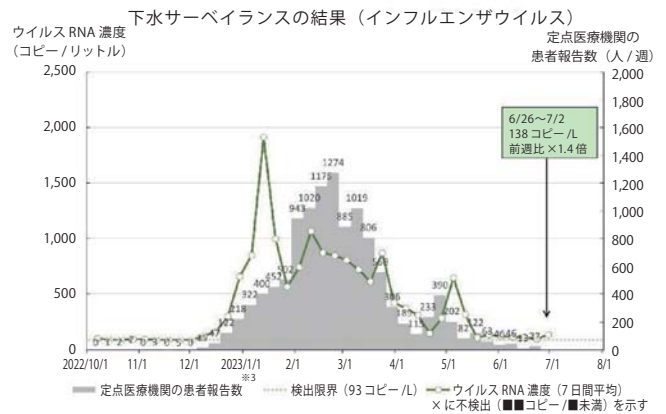
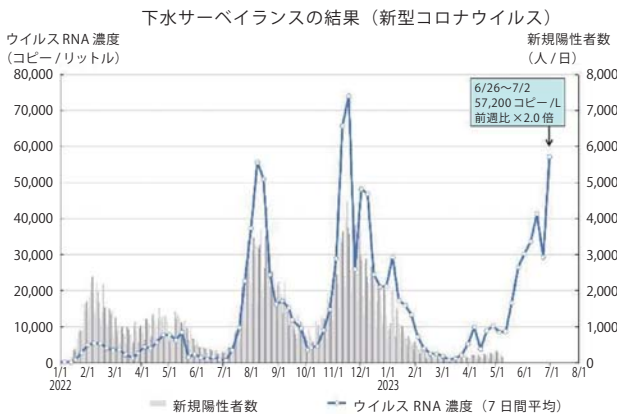
**水量データを用いて
雨天時等の希釈を補正**

補正濃度 =
測定濃度 × 流入水量
÷ 晴天時水量

図 4 データ解析の工夫 (2)

■市民への公表 (札幌市ホームページ)

SAPPORO



新型コロナウイルス	6月26日～7月2日	前週比
下水中のウイルス RNA 濃度※1	57,200 コピー/リットル	×2.0 倍
下水からの検出率※2	100% (15 検体/15 検体)	±0 ポイント

データ

- ・グラフによる見える化
- ・下水データと臨床データの比較

・ウイルス濃度は再び高い値まで上昇しており、引き続き警戒が必要です。

解釈

完結なコメントで
わかりやすく注意喚起



図 5 市民への公表 (札幌市ホームページ)

ます。また、定点医療機関の報告よりも早く感染の傾向がわかるため、早期指標としての活用も期待されます。

ふたつ目は、下水インフラの新たな役割として「感染症対策」を担っていくことへの期待です。新型コロナウイルスで培った知見や技術をレガシーとして、今後、万が一新たな感染症が流行しても、下水サーベイランスを迅速に感染症対策へ活用することで、下水が感染症に強い社会の構築へ貢献できることが期待されます。

下水サーベイランスの特徴

ここから先は私自身の見解も含めて、もう少しお話しさせていただきます。

私は長年、下水処理場の水質管理に携わっていましたが、その立場から見た下水サーベイランスの特徴についてです。

通常の水質試験は、BOD、SS、窒素、リンなど下水処理の対象となる物質について測定し、その目的は悪質下水や処理状況の把握であり、すなわち異常の有無を探知しています。市民生活や企業活動は概ねパターン化されているため、濃度は毎日ほぼ規則的に変動し、データはそれほどばらつきません。もし、ばらつきが大きければ、何らかの異常を疑うこととなります。

一方、下水サーベイランスは、ウイルスRNAが対象であり、感染の流行・

収束状況という、いわば変化する異常をモニタリングするという点で、大きくアプローチが異なります。感染症はいつ、どれくらい流行するかわかりませんが、感染後の日数でウイルス排出量も変化するため、恐らく下水中のウイルス濃度は株価のように常に乱高下している状態と思われるます。

よって、これを正しくモニタリングすることは非常に難しく、データのばらつきが大きくなるのは当然の結果だと思われます。このため、ある程度の数値のばらつきは許容したうえで、1回の測定結果では判断が難しいため、複数の測定結果からトレンドとして把握するというのが、下水サーベイランスの正しい使い方だと考えております。

社会実装の促進に向けて(1)

続いて、社会実装の促進に向けてです。

図6は、私が下水サーベイランスがこんな風に普及していったらよいな、と考えているイメージです。

現在、下水サーベイランスを知ってはいてもなかなか取り組めず、社会実装している自治体はごく一部に過ぎません。まずは近い将来これを逆転させ、最終的にはより多くの自治体で実装することが、日本下水サーベイランス協会が目指す「感染症リスクに対してレジリエントな社会の構築」に繋が

ます。また、定点医療機関の報告よりも早く感染の傾向がわかるため、早期指標としての活用も期待されます。

ふたつ目は、下水インフラの新たな役割として「感染症対策」を担っていくことへの期待です。新型コロナウイルスで培った知見や技術をレガシーとして、今後、万が一新たな感染症が流行しても、下水サーベイランスを迅速に感染症対策へ活用することで、下水が感染症に強い社会の構築へ貢献できることが期待されます。

下水サーベイランスの特徴

ここから先は私自身の見解も含めて、もう少しお話しさせていただきます。

私は長年、下水処理場の水質管理に携わっていましたが、その立場から見た下水サーベイランスの特徴についてです。

通常の水質試験は、BOD、SS、窒素、リンなど下水処理の対象となる物質について測定し、その目的は悪質下水や処理状況の把握であり、すなわち異常の有無を探知しています。市民生活や企業活動は概ねパターン化されているため、濃度は毎日ほぼ規則的に変動し、データはそれほどばらつきません。もし、ばらつきが大きければ、何らかの異常を疑うこととなります。

一方、下水サーベイランスは、ウイルスRNAが対象であり、感染の流行・

収束状況という、いわば変化する異常をモニタリングするという点で、大きくアプローチが異なります。感染症はいつ、どれくらい流行するかわかりませんが、感染後の日数でウイルス排出量も変化するため、恐らく下水中のウイルス濃度は株価のように常に乱高下している状態と思われるます。

よって、これを正しくモニタリングすることは非常に難しく、データのばらつきが大きくなるのは当然の結果だと思われます。このため、ある程度の数値のばらつきは許容したうえで、1回の測定結果では判断が難しいため、複数の測定結果からトレンドとして把握するというのが、下水サーベイランスの正しい使い方だと考えております。

社会実装の促進に向けて(1)

続いて、社会実装の促進に向けてです。

図6は、私が下水サーベイランスがこんな風に普及していったらよいな、と考えているイメージです。

現在、下水サーベイランスを知ってはいてもなかなか取り組めず、社会実装している自治体はごく一部に過ぎません。まずは近い将来これを逆転させ、最終的にはより多くの自治体で実装することが、日本下水サーベイランス協会が目指す「感染症リスクに対してレジリエントな社会の構築」に繋が

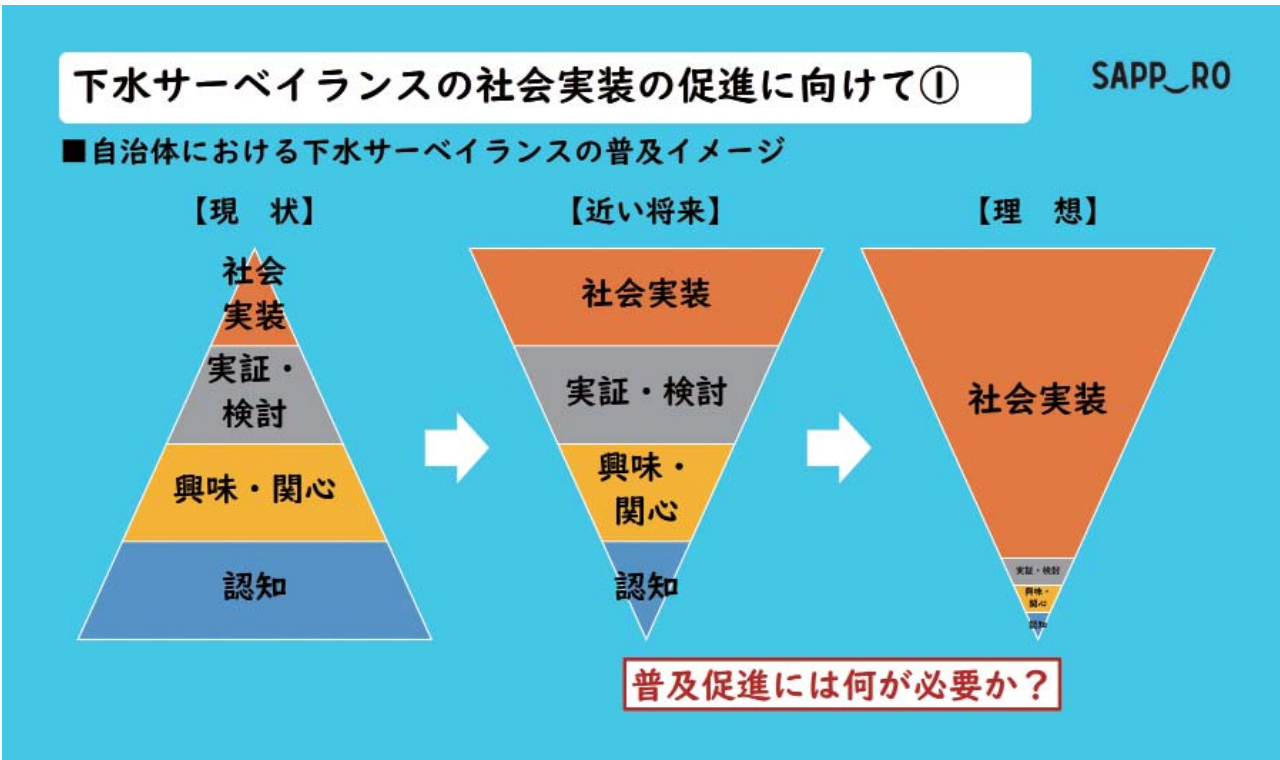


図6 下水サーベイランスの社会実装の促進に向けて(1)

札幌市における下水サーベイランスの取組について

るのではないのでしょうか。
 ーでは最後に、普及促進には何が必要かという話をさせていただきます。

社会実装の促進に向けて(2)

図7に示したBANT(バント)とは、法人営業で成約するために重要な4つの条件(Budget(予算)、Authority(決定権)、Needs(ニーズ)、Timeframe(導入時期))とされるものです。

仮に、社会全体を下水サーベイランスの大きな営業先と考えてみますと、このうちNのニーズとTの導入時期のふたつは、すでに条件が整っていると評価しています。市民だけでなく、医療機関、学校等にも一定のニーズがありますし、技術的には実用段階に達しており、導入して使い続けることでさらなる技術開発や発展も期待できます。

一方、Bの予算は2022年度の内閣官房実証事業で一部補填はありますが、現在は各自治体の持ち出しですし、Aの決定権は各首長の判断に委ねられているのが現状です。このため、下水サーベイランスの社会実装を促進するためには、これを国の感染症対策のひとつとして位置付け、国として予算の確保や体制を整備していただくことが望まれます。もちろん私たち自治体も引き続き鋭意努力していく必要がありますが、国の後押しがあれば大

変心強いと考えております。
 以上で私の発表を終わります。ご清聴ありがとうございました。

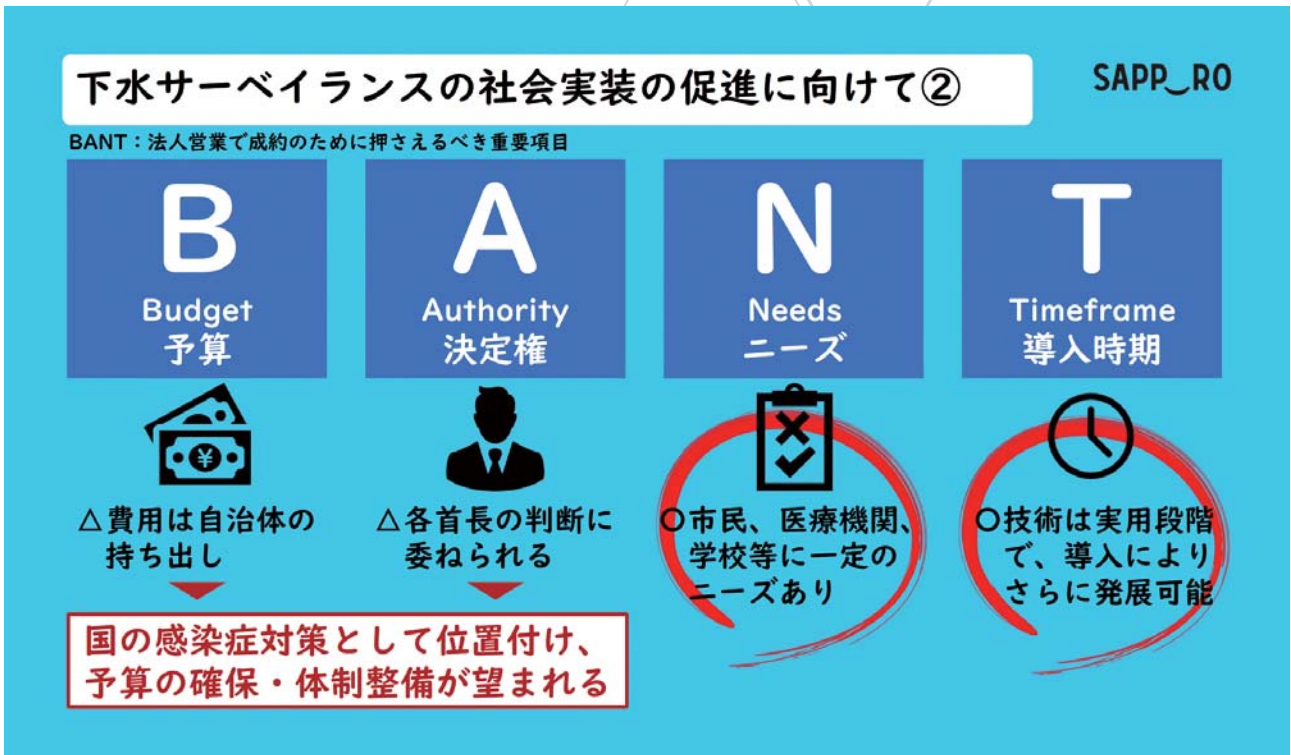


図7 下水サーベイランスの社会実装の促進に向けて(2)

安心して暮らせるまちを目指し ～下水道の新たな可能性に期待して～

中野 哲夫

小松市上下水道局上下水道管理課長



はじめに

小松市上下水道局上下水道管理課の中野と申します。どうぞよろしくお願いたします。はじめに、少しでも小松市の紹介をさせて頂きたいと思っております。

小松市のご紹介

小松市は、人口規模約10万7千人、石川県西南部に広がる豊かな加賀平野の中央に位置し、伝統文化と産業都市として発展している南加賀の中核都市です。江戸時代から受け継がれてきた伝統芸能「曳山子供歌舞伎」。そして、歌舞伎『勸進帳』の舞台となった「安宅の関」。これらの歴史と文化を、市民と一体となり、「歌舞伎のまちこまつ」として、未来に守り伝えていきます。また、江戸時代から、前田利常公の殖産興業政策によって小松城下に職人たちが集まり、「ものづくり」をなりわいとしてきた歴史があり、現在では、世界的な建設メーカーと、その協力企業によって機械産業が形成された「ものづくりのまち」でもあります。

2024年3月には長年の悲願であった北陸新幹線小松駅が開業を控え、北陸の国際空港である小松空港と併せ、企業・オフィス誘致などのほか、日本遺産に認定されている「石の文化」や「那谷寺」などの景勝地、北陸最古の「栗津温泉」など観光の魅力についても全

小松市における感染症の拡大未然防止と地域社会・地域経済の維持

中央浄化センター（下水処理場）

新型コロナウイルスの下水疫学調査

市内の一般家庭や学校、事業所等から排出される下水中に含まれる新型コロナウイルスの濃度を定期的に検査・監視

得られた情報を基に、大学・研究機関・企業等が分析

- ▶無症状の増加により確認が難しいとされる市中のまん延状況の把握
- ▶今起きている感染者の傾向をいち早く捉える（数日程度先の陽性者の状況）

下水モニタリング情報を共有

小松市新型コロナウイルス対策本部

分析結果による
小松市独自のアラートを設定
結果を踏まえ、対策本部で対応を決定

感染拡大を未然に防ぐため対策の検討及び情報発信

- ▶感染拡大の未然防止に向けた庁内体制への移行（警戒体制）
- ▶状況により感染拡大未然防止対策の具体的な対策指示
- ▶市民や関係各所等に対し迅速に周知

小松市情報発信ツール

「LINEで防災」「市ホームページ」「お茶の間ガイド」等を活用し下水中の新型コロナウイルス濃度と増減傾向を情報伝達。感染防止対策の徹底、注意喚起を促す。

将来的な活用策の展開

下水サーベイランスの検査の拡大

- ・ポンプ場の管轄エリア内の感染状況の把握
- ・施設への下水サーベイランスシステムの実装



図1 活用スキーム

安心して暮らせるまちを目指し～下水道の新たな可能性に期待して～

国に向けPRしているところです。それでは、本題に移りたいと思います。

今回は、これまでの取り組みから今後の課題までの主に8項目に整理して発表させていただきます。

これまでの取り組み

当時、第1波から第2波の流行期、外国ではすでに下水からコロナウイルスを検出し流行予測などの研究が先行して行われている中、国内では2020年5月に日本水環境学会COVID-19タスクフォースが立ち上げられ、金沢大学本多教授がメンバーに入られて研究を行ってありました。国内でも先進的な取り組みであり、研究を行う地元石川県の大学での研究に感銘を受け、連絡を取らせていただいたことが取り組みの始まりです。

下水でコロナウイルスが検出できることを2020年7月、市長以下部長出席の横断的な会議体である経営会議にて共有するとともに、各種Web会議、シンポジウムへのご案内を受け、下水サーベイランスについて理解を深めました。

2021年9月、金沢大学と(株)ポタにより研究を行う「下水疫学調査による感染症流行早期検知の実用化に向けた調査研究」に関して小松市への協力依頼があり、参加を表明して、10月より採水を開始しました。ここからの

データが後々生きてくることになりました。11月には同研究に伴う実証研究に関する協定書を締結いたしました。

2022年4月末、内閣官房より(株)三菱総合研究所が受託する「ウイズコロナ時代に向けた主要技術の実証・導入に係る事業企画 下水サーベイランスの活用に関する実証事業 下水処理場実証」の募集があり、5月末に(株)ポタ・金沢大学・富山県立大学・小松市の連携にて実証提案書を提出し応募、7月1日正式に採択を受け実証事業を開始いたしました。9月26日から新型コロナウイルス陽性者の全数把握が見直された中、これまでの約1年間の取り組みを活かし、その活用に至る検討と関係内外との調整、市議会での報告や市民へ向けた記者発表等を実施し、11月25日、小松市独自のSNS情報発信ツールである「LINEで防災」や市ホームページ等を活用した情報発信を開始しました。以降、次年度継続へ向けた予算案の調整、国への事例報告等を行うとともに、実証事業の終了後も共同体である(株)ポタのご協力をいただきながら年度内の継続を実施いたしました。また、利用者アンケートによる市民ニーズの把握、情報の見直し等を行い、2023年度「小松市下水モニタリング研究活用業務」として継続実施し、現在に至っております。

活用スキーム

情報をどう活用し、どうしたいのか？

小松市では、感染拡大の未然防止と地域社会・経済の維持を目標に、下水サーベイランス情報を小松市新型コロナウイルス対策本部において横断的に共有し対策につなげています。積極的に市民に向けて発信するには、すでに防災情報を発信しているSNS「LINEで防災」を活用することが直接情報が手に届き効果的だと判断しました(図1参照)。

そのため、小松市独自のコロナアラート等市民に分かりやすい情報発信について大学、関係部署を交え検討いたしました。なお、「LINEで防災」は2020年6月より市の防災情報発信ツールとして市消防本部が中心となって構築したもので、大雨等の気象情報、火災、熱中症の注意喚起、熊の出没情報等市民の安全にかかわる情報を発信しておりました。現在は防災情報だけでなくイベント情報や各種申請サービス等にもアクセス可能な「小松市公式LINEアカウント」として機能を進化させ活用中です。

活用の検討

モニタリングデータには大きくふたつのデータが含まれており、現在どれくらい感染が広がっているかを示す「流行規模」と、流行は拡大傾向か収束傾向を示す「流行トレンド(傾向)」です。検討の結果、約1年間のデータにより

コロナウイルス濃度とその変化に関し、下水中のウイルス濃度レベルを「流行規模」として、「不検出」「低」「中」「高」で整理しました。また、ウイルス濃度の前週との変化率を算出した「流行トレンド」は「減少」「横ばい」「増加」の増減傾向で整理することが分かりやすいのではとの判断に至りました(図2参照)。

実際に新規陽性者数と濃度グラフで検討したものが図3です。ウイルス濃度が4万コピーを超える1日の新規陽性者が100人以上に相当した一方で、2万コピー未満であれば1日の新規陽性者が50人未満に相当しました。分かりやすさの観点から、濃度ゼロを不検出とし、2万コピー、4万コピーをひとつのベースとして4段階の流行規模としたことに加え、濃度を前週と比較してレベル分けした3段階の流行トレンドとして発信内容を検討しました。

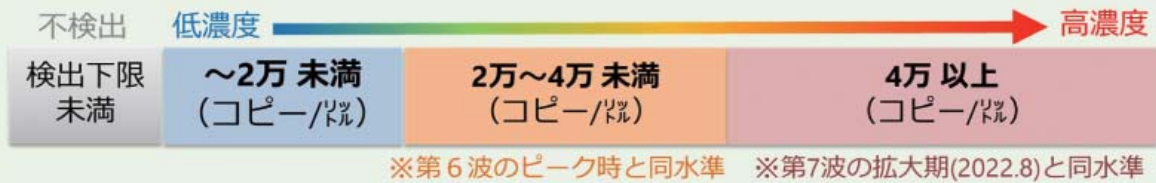
SNSを活用した情報発信

2022年11月25日より情報発信を開始しました。「LINEで防災」にはリッチテキストを送信し、テキストをタップすることで市ホームページの下水モニタリング情報に繋がります。詳細情報の閲覧が可能です。

ウイルス不検出の場合には「検出はありませんでした」、ウイルス濃度が2万コピー未満の場合は「低水準注意

▼流行規模 = 現在どれくらい感染が広がっているか

※下水中のウイルス濃度レベルは、
現在発生している感染者（未診断・未報告を含む）の多さを反映している。



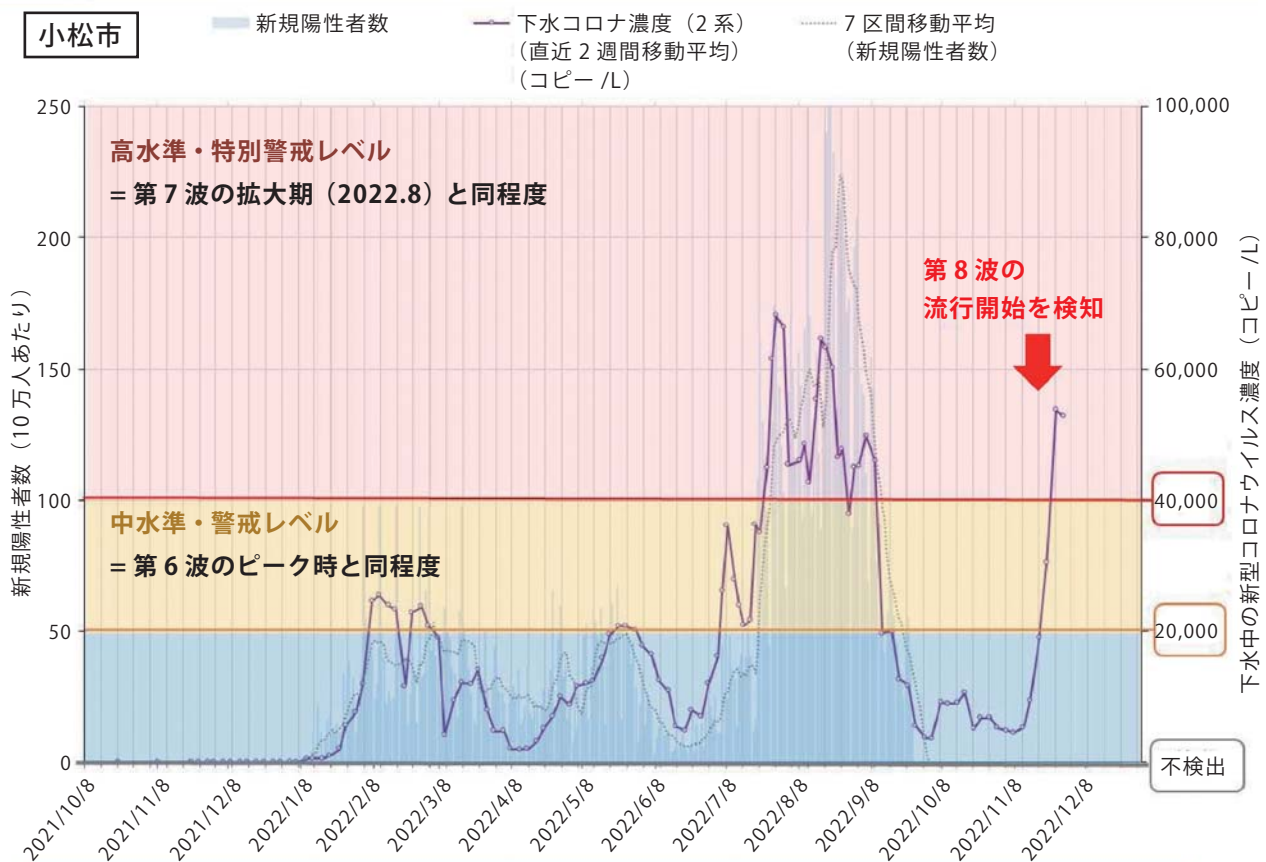
▼流行トレンド = 流行は拡大傾向か/収束傾向か

※下水中のウイルス濃度の変化率は、
感染者が増加傾向にあるか減少傾向にあるかを反映している。



図2 活用の検討(1)

小松市



- ▶ 濃度レベル（流行規模）4段階 = 過去の流行波と比較してレベル分け
- ▶ 濃度トレンド（増減傾向）3段階 = 前週と比較してレベル分け

図3 活用の検討(2)

安心して暮らせるまちを目指し～下水道の新たな可能性に期待して～

レベル」、2万コピー以上4万コピー未満は「中水準警戒レベル」、4万コピー以上は「高水準特別警戒レベル」と設定しました。それぞれのレベルの中でも、「増加傾向」「ほぼ横ばい」「減少傾向」といった変動も、市民の皆さまに分かりやすいよう色分けしたデザインといたしました。

図4は実際の情報を受信したスマホ画面と、リッチテキストをクリックした市ホームページのイメージです。このように配信しています。実際に詳細な情報を見ることで流行開始時や収束時等がつぶさに分かり、市民への注意喚起に寄与しているものと考えています。なお、ホームページの内容は、当時先駆的に公表されていた札幌市を参考にさせていただきました。

医療関係者の意見

「LINEで防災」に対する医療関係者からのご意見を伺いますと、
 ・感染者の発生状況は患者数の減少、増加等の状況とよく合致している印象がある。

・医療現場の状況からは、現場の逼迫状況とよく合致している。

といったご意見がありました。また市民への情報提供の視点からは、
 ・市内の流行情報を知りたいことから、研究の結果を元に市民に啓発するのは効果がある。

とのご意見をいただいております、下水

サーベイランスの活用について前向きに評価されていることが分かりました。

市民の反応

「LINEで防災」の登録者は発信日時約2万7千人ですが、情報発信日には約83%の2万2千5百人の市民が既読、ホームページのアクセスについても2022年12月のアクセスランキングの2位となるなど、市民の関心度が高い結果となりました（2023年7月末 約3万1千人の登録で約4千人増加）。

また関心度の高さを裏づけるように利用者アンケートの結果にも反映されており、市では、「下水モニタリング情報の発信」の評価のひとつとして2023年1月27日から2月5日までの間利用者アンケートを実施しました。回答者の属性をみると31.5%が会社員で、医療関係者から8.1%、学生から7.1%の回答をいただいております。年代は40代・50代の働き盛りが約半分を占める49.1%でした。次に活用状況等についてです。

ご自身の感染予防や行動の指標に関する質問では、「参考となっている・まあまあなっている」を含めると回答者の83%が「参考となっている」との回答でした（図5参照）。活用ニーズについては「基本的な感染対策を「一層心がけ」の次に「小松市の感染情報が知りたい」が多く、全数把握がなくなった今、

*小松市情報発信ツール「LINEで防災」による市民へ情報発信



テキスト
クリックで
ウェブサイトへ



図4 SNS を利用した情報発信

住んでいるところがどのような状況か知りたいと伺える結果になっています。

発信回数や欲しい情報では、現在のまま週1回が72.9%であるほか、約4割の方が新型コロナウイルス以外の病原性ウイルスの情報やエリア別の情報も発信して欲しいとの回答でした。

ご意見・ご感想・今後期待することの自由記載の部では、回答者の約6分の1が回答されており、「より一層対策ができるようになった。大変だと思いが家族等大切な人を守る行動がしたい。続けてほしい」との意見のほか、「下水を調べられるのは気持ちのよいものではない」という反対意見もありましたが、ほぼ前向きなご意見をいただいています。

発信情報の見直し

第8波の状況がこれまでと違い著しい「高い濃度で推移した」こと、「極端な増減傾向を示した」こと等を踏まえ、第8波が収束したと思われるタイミングの2023年3月16日に「小松市下水モニタリング情報発信レベル検討会議」を開催し、今後の情報発信レベルや内容等の見直しについて検討いたしました。

- ・「不検出」は無くす。
- ・濃度を「レベル1」から「レベル4」と短く分かりやすく見直し。
- ・各水準によって濃度の増加、急増、

横ばい、減少といった状況がある。濃度情報も大事だが、もっと「傾向」「トレンド」情報を分かりやすく発信し、これから増減していくことの「始まり」や「きつかけ」を注意喚起していく方がさらに大事なのではないかと。傾向を重視した発信内容に見直ししよう。

との協議結果に至りました。
 検討会議の協議結果を踏まえ「Eリッチメッセージを更新し、「傾向」を重視した新しいメッセージとしました。ひと目でわかるようなデザインで説明文は極力なくしました。濃度レベル4段階、増減傾向4段階の全部で6のメッセージです(図6参照)。

図7が見直し後のグラフです。
 ちなみに、直近の2023年7月28日の状況で、レベル4最高水準で先々週より急増しており、現在ほぼ横ばいで推移しております。

今後の課題

これまで継続してきて思うことですが、個人的には大きく3つの課題があると考えています。ひとつは「情報発信の省力化・効率化」、もうひとつは「リアルタイム・リードタイム」、最後に「継続に向けて」です。

(1) 情報発信の省力化・効率化

まず情報発信の省力化・効率化ですが、発信するにも細かく工程があり、それらすべてが人による発信作業と

参考度・活用状況

■ 下水モニタリング情報は、ご自身の感染予防や行動（仕事や学業、イベントなど）の参考となっているでしょうか。



■ 下水モニタリング情報の活用について教えてください。

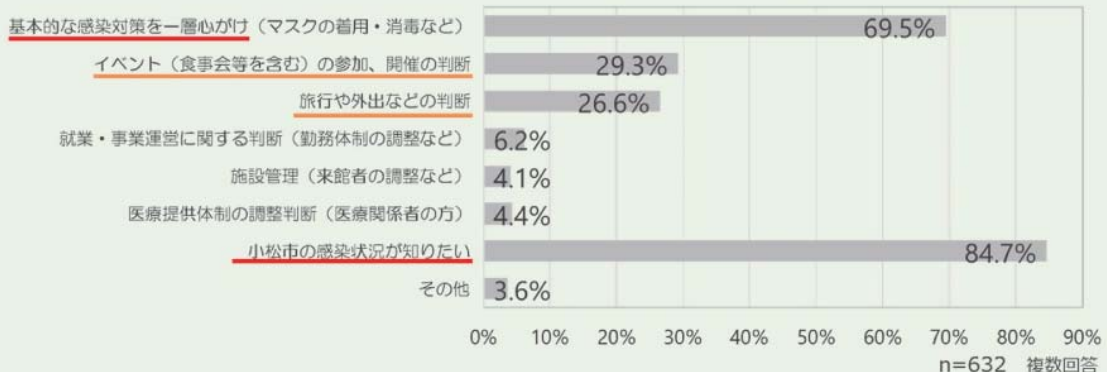


図5 市民の反応（参考度・活用状況）

安心して暮らせるまちを目指し～下水道の新たな可能性に期待して～

なっていました。当初より、人的ミスを警戒し極力間違いをなくすため「下水モニタリング情報発信フロー」を整備し正確な情報発信に努めていたことが、先日、決まった時間（金曜午後2時）に情報が発信されないというヒューマンエラーが発生しました。

このことがあり、当市スマートシティ推進課と協同しRPAを活用した情報発信ができなにか検討しました。その結果、承認作業を除きほぼ自動化できることとなり、2023年6月23日より活用しています。現在はここまでが限界ですが、これが完成形ではないと思っており、今後システム等が進化していくことでまだまだ効率化は可能だと考えています。

(2) リアルタイム・リードタイム

次に、リアルタイム・リードタイムです。下水サーベイランス情報をいかにフレッシュな情報として市民にお届けできるかが大切だと考えています。下水サーベイランスは、今起こっていることが情報として検出されます。処理場で採水し分析したデータを、できるだけ期間を空けずにお届けできれば、それだけ流行前の対策に向けた時間稼ぎができます。つまり下水の採水、輸送、分析、情報発信に至る時間をより短くし、リアルタイムに近い状況での素早い結果整理と分かりやすい情報発信、あるいは今後どのように感染者が増減するのかといった予測などが大切

です。予測については現在研究が進められており、実際にある自治体において実証していると伺っています。時短については現実的な問題、例えば、隣に分析機関がないこと、高額な分析費用、人手間などがあります。また先日、運送会社の都合で分析機関への資料の到着が遅延するといったことがあり、発信データに反映できないという事象もありました。今後、分析機関が増加し、新たな分析・整理手法が開発されるとともに、様々な情報発信システムの開発やニーズに応じた発信方法等が望まれます。そしてますます下水サーベイランス市場が活性化され、好循環のもと状況の変化をもたらすことに期待するものです。また、課題解決には現場のニーズや状況を把握し、国や大学、他関係機関などと議論や情報共有し、反映させていくことが非常に大切だと思います。

なお、将来に向けて採水・情報発信の一連の作業が可能で下水サーベイランスシステムの開発と実装や、新たに処理場を建設、改築更新する場合には設計指針・基準等において同システムの標準化を盛り込むなど、今から検討していくことも必要ではないでしょうか。

(3) 継続に向けて

今後の継続に向けてですが、継続するにも3点の項目があると思っています、ひとつ目は市民ニーズです。新型コロナ



小松市下水道モニタリング情報発信レベル検討会議 R5.3.16

LINEリッチメッセージを見直し

<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から減少</p> <p>濃度はレベル1「低水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から減少</p> <p>濃度はレベル2「中水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から減少</p> <p>濃度はレベル3「高水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から減少</p> <p>濃度はレベル4「最高水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>
<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から横ばい</p> <p>濃度はレベル1「低水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>注意</p> <p>前週から横ばい</p> <p>濃度はレベル2「中水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>注意</p> <p>前週から横ばい</p> <p>濃度はレベル3「高水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>注意</p> <p>前週から横ばい</p> <p>濃度はレベル4「最高水準」です。引き続き感染防止対策を継続しましょう。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>
<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から増加</p> <p>濃度はレベル1「低水準」です。感染防止対策の見直し、徹底をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から増加</p> <p>濃度はレベル2「中水準」です。感染防止対策の見直し、徹底をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から増加</p> <p>濃度はレベル3「高水準」です。一部、感染防止対策の強化をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から増加</p> <p>濃度はレベル4「最高水準」です。一部、感染防止対策の強化をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>
<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から急増</p> <p>濃度はレベル1「低水準」です。感染防止対策の見直し、徹底をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から急増</p> <p>濃度はレベル2「中水準」です。感染防止対策の見直し、徹底をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から急増</p> <p>濃度はレベル3「高水準」です。一部、感染防止対策の強化をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>	<p>小松市下水道モニタリングによる新型コロナウイルス濃度状況</p> <p>前週から急増</p> <p>濃度はレベル4「最高水準」です。一部、感染防止対策の強化をお願いします。詳しくはこの画面をタッチしてください</p>

図6 LINEリッチメッセージの見直し

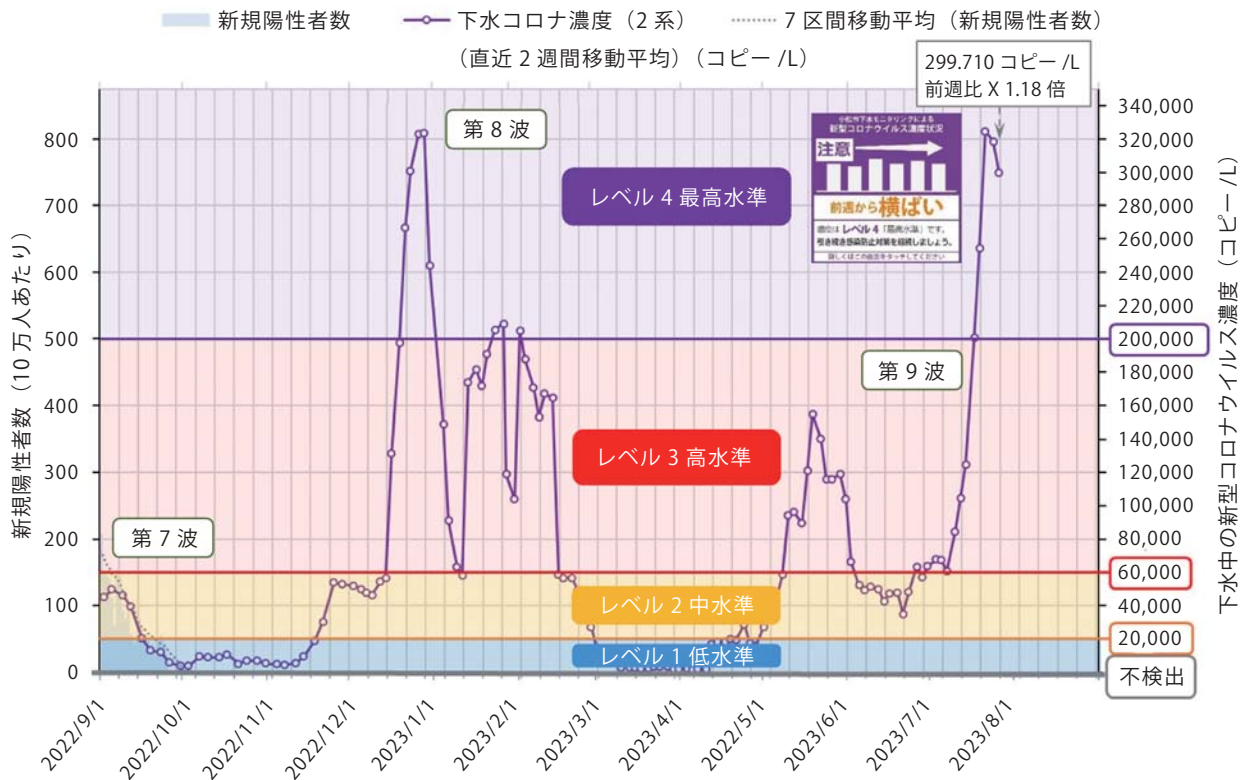
新型コロナウイルスの感染症法上の位置付けが2類から5類に移行し約3ヶ月が経とうとしています。肌感覚ですが先般の流行期と比べても新型コロナウイルスに対する市民の意識が低下しているように感じます。反面、コロナ前に戻りたいとの意識の表れなのでしょうが、実際、下水モニタリングによるコロナ濃度は急増しているものの、軽症で済むためか7月末の市内病院の入院患者数は今のところ低い傾向にあります。

下水サーベイランスは、陽性者の把握ができない中、客観的かつリアルに感染状況を把握できる唯一と言っている素晴らしい方法だと思います。ただ、市民のニーズが自治体の施策として実施する重要な根拠となることから、新たな感染症が発症し流行する前に市民にこの価値や重要性をさらに伝えていくような取り組みが、市民のニーズが低下しない今のうちに必要だと思えます。また、再度アンケート調査を行うとともに、医療関係者との意見交換も含め市民が望む下水サーベイランスを把握し、情報共有していきたいと思っています。

ふたつ目は、国の事業化と分析コストです。下水サーベイランスの社会における重要性を国が鑑み、早急に事業化を行うことを望みます。地方や国自体の健康情報の収集・整理・情報発信が可能であり、国が自治体の積極的な取り組みを促すことで徐々に分析、研究機関が増えてくるのではないのでしょうか。そうすることで下水サーベイランス市場は活性化し、低コスト化が実現できます。そして社会実装が加速していくと思います。

三つ目は、誰もが安心して暮らし続けられるまちを目指す首長以下のリーダーシップであり、明確な目的意識です。私たちは残念ではありますが以前と違い気候変動に伴う自然災害や世界情勢の変動に伴う様々なリスクにさらされ生きていかなければなりません。そんな中、市民の方々が少しでも安心して暮らせるために、下水サーベイランスにより新たな感染症等のリスクを減らしていくことは極めて有効な方法のひとつであり、継続するコアな部分だと思っています。

最後に、下水サーベイランスにより、下水道は社会基盤インフラ、ライフラインとしての重要性に加え、住んでいる地域の健康状況が分かる有益な情報源として、住民へ注意を促すことや、事象が発生する前の危機管理ツールとして新たな可能性を広げたことに今後も期待します。安心・安全で誰もが暮らし続けられるまちを目指す大事な政策として下水サーベイランスを推進していくことが重要であり、是非、我々の事例を参考に全国の自治体に広がることを望んでいます。ご清聴ありがとうございました。



R5.7.28 現在

図7 情報発信レベル見直し後の感染状況評価

養父市の下水サーベイランスデータの活用 —市民への情報発信—

坂本 龍二

養父市危機管理監



皆様こんにちは。兵庫県の養父市から参りました危機管理監を務める坂本です。このような場で発表の機会をいただきまして、大変感謝申し上げます。不慣れた役目でございますので、お聞き苦しい点があるかと思いますが、よろしくお願いたします。

本日の私からの発表テーマは、「下水サーベイランスの活用、市民への情報発信」としてあります。限られた時間ですので、当市の特徴、事業の手法などについて触れさせていただいて、本日の発表は、当市が市民にどのような情報を発信し、どのような効果が得られたかを中心に進めさせていただきます。

兵庫県養父市の紹介

養父市を紹介させていただきます。

当市は、兵庫県の北部に位置します。人口が22,000人、422km²と広大な面積に、高齢化が進んだ小規模な集落が点在する典型的な過疎中山間地です。内閣官房が行いました2022年度の下水サーベイランス実証事業には全国20の地域が参加したと承知していますが、その中で人口規模はダントツに小規模な自治体です。市の面積は神奈川県横浜市と大体同じです。神奈川県の横浜市が380万人の人口で、当市が22,000人ですので、いかに過疎化が進んだところかがお分かりいただけるかと思えます。

そのような田舎の小さな町で、

2022年7月20日から2023年1月末まで、市内27ヶ所の浄化センターのうち5ヶ所で、週3回の採水・解析というシフトで事業に取り組みしました。全国の自治体の約7割が、当市のような小規模な基礎自治体であることを考えると、養父市で下水サーベイランス事業が叶わなければ、日本全体に普及することはできないであろうというある種プレッシャーを感じながらのスタートでした。

実証事業で分かったこと

実証事業に取り組み中で分かってきたことについてご報告いたします。

まず、特定環境保全公共下水道、農業集落排水など、都市部と異なる小規模でローカルな排水システムにおいても、ウイルスの検出率は90%を超え、定量率は65%と高い割合でした。ウイルスの検出および定量分析を行うことが、我々のようなローカルなシステムでも可能であることが示されたと考えています。しかし、小規模であるがゆえの困りごとがありました。

ひとつは、処理人口が少ない浄化センターで得られる解析結果は、少数の感染者が発生しただけで、ウイルスの濃度が急上昇しやすいです。同時に、その感染者が治癒していくことで、濃度が急降下するというデータの振幅が大きくなる傾向が明らかになりました。これにつきましては、札幌市、小

松市で発表されましたように、統計的な補正を加えて平準化がある程度できました。

逆に小規模がゆえに利点となる可能性があることもありました。それは、コロナの感染による児童生徒の欠席が増え、複数の学級、学年で登校停止の対応を取った学校が所在する地区を処理範囲とする浄化センターで、当該時期のウイルス濃度が、学校の状況とほぼ同じ時期に上昇が検出できました。その学校の感染状況が落ち着くと、ウイルス濃度の低下も合致しました。処理範囲内の感染者数や感染者の発生状況と下水データに、おおむね一定の相関関係が認められるという手応えを感じることができました。このことは、広大な市内のどの感染が活発で、どのエリアは落ち着いているかがある程度ピンポイントな情報として把握できるのではないかと考えました。

一方、当市のような小さなデータでは、感染状況の今後の大きなトレンド変化を予測することは難しいという結論も見えてきました。

市民への情報発信・公開

それでは発表の主題です。

下水サーベイランス情報の市民への発信、公開についてです。市民へ情報発信することについて、一番判断を難しくしていた要素が、この事業が実証検証中であることです。確かなエビデ

ンスが確立されたとは言えない段階で、行政がオフィシャルな情報として発信できるのかという躊躇がありました。また、解析結果、生データを公表すると、いたずらに地域に混乱を招くことも懸念されました。

そのような中、2022年11月中旬に当市のコロナ対策の意思決定機関である市長以下全部局長をメンバーとする対策本部会議で、懸念される要素やここまでのサーベイランス事業の展開・状況を報告し、市民への情報公開について検討しました。その結果、2022年9月の全数把握の見直しにより、市民の身近な市内の感染情報を失った状況の中で、実証事業で得られる情報を市民に発信、提供することは有益であるとの結論に至り、ご紹介する手法と内容により、市民に情報発信することを決定しました。

情報発信で狙った効果

情報発信では、主に3つの効果を狙いました。

ひとつ目は、市民一人ひとりの感染予防意識を喚起することです。養父市は単独で保健所を持たない普通市です。全数把握による市、町ごとの感染者数の発表がなくなり、市民は身近な地域の感染状況がつかめていませんでした。それにより、市民の危機意識が低下しがちになることが予想できました。感染者数という確定数値は示せませんが、

市内の大きな感染の動向を市民にお知らせすることで、市民一人ひとりのマインドに訴えかけようというものです。

ふたつ目の狙いは、行政を含め、地域や自治組織など市内の各種団体が実施しようとする会議・集会・行事・イベントなどの開催の可否や、規模・内容等の判断材料として活用いただけるのではないかと、いうものです。

3つ目は、メリハリのある情報発信によって、安心情報の間は長引くコロナ禍で希薄になっていた地域のコミュニティや行事の取り組みの復活等に積極的に取り組んでいただけるのではないか、機運をアシストできるのではないかと、いうものです。

情報発信の手法

情報をどのような手法で発信したかについてご紹介いたします。

図1は市のホームページの画像です。解析によって得られるデータをグラフ化したものに加えて、あえて複雑な情報を盛り込まずに子どもからお年寄りまで全ての市民に分かりやすいよう、赤が拡大期、黄色が警戒期、青が収束期と信号機を模した情報にしました。2022年11月25日からホームページにアップを開始しました。この情報は週1回の更新として、以降、現在も継続しています。折れ線グラフの左側の小さな山が第7波、中央の高い山が第8波です。

養父市ホームページ

公表開始:2022年11月25日 更新頻度:週1回

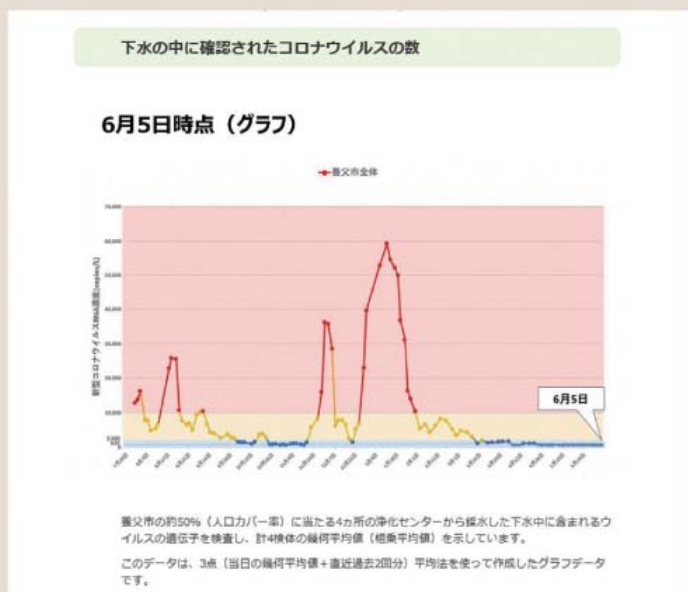


図1 情報発信の手法



図2 3段階アラート（信号モデル）



図3 市役所本庁舎ライトアップ

3段階アラートの信号モデルと市役所本庁舎ライトアップ

子どもからお年寄りまで、今の市内の状況がひと目で分かるということ、情報が少ないように見えますが、この信号機で情報を発信いたしました。信号機の赤、青、黄色の定義です（図2参照）。時間がありませんので割愛させていただきますが、第8波のときの市内の感染者数の状況、それに基づく医療機関の整備の状況、社会的な要因の変化を勘案して、2023年の4月1日に見直しをしてこのような数値で運用をしています。

ふたつ目はライトアップです。

図3の画像は養父市の市役所本庁舎の映像です。視認できる市民は庁舎近くということで限定的ではありますが、赤・黄・青の3色の信号情報を夜間、市役所本庁舎の外壁にライトアップをして、市民の視覚にも訴えています。庁舎のライトアップは、ホームページの掲載から少し遅れてスタートしました。ライトアップの様子が地元新聞のカラーページで報道され、市民の関心を引くことになりました。市民からの問い合わせや、報道機関から取材を受けるなど関心を高める効果があったと思っています。その後、市内の各種団体、

それから自治組織が行おうとする集いや行事の開催の規模、実施内容などの計画に際して身近な感染動向として参考にしていただき、市役所に相談が寄せられるなどの効果を確認しています。

LINEアンケート調査

実証事業終了前に、我々が発信した情報が市民にどのように伝わり、受け止められているのかの効果を測定するためにLINEアンケート調査を実施しました。全回答者の約40%が感染状況のアラートにより、自身の生活で変化したこと、気づけたことがあったと

いう回答が寄せられました。このことについて、先ほどご紹介したホームページの情報、ライトアップ発信について知っているかと答えられた回答者に絞って着目しますと、その割合が約60%に増加することがわかりました。

どのような変化が生じたかという問いには、いつも以上に感染対策、手洗い、うがい、換気などに気をつけたという方が56%、感染拡大期（赤）の時には、不要な外出を控えたという方が31%でした。ワクチン接種、抗原検査を受ける動機になったという回答等も寄せられました。

今後の情報発信についての問いには、意見をいただいた回答者のうちの72%から感染動向に関する情報発信の継続についてポジティブな意見が寄せられました（図4参照）。

これらの結果から私たちは、下水サーベイランス事業で得られる情報をもとにした市が発信した情報が、市民の感染予防意識を高め、市民の自主的な行動変容に繋がる効果があったと考えました。この成果は小さくないと確信をいたしました。

実証事業終了後の取り組み

実証事業終了後の取り組みです。国の実証事業は2023年1月末をもって終了いたしました。当市は2022年度末までの2ヶ月間、2月・3月は単独事業として取り組みました。

現在2023年度も取り組みを継続しています。

市役所には専門知識を持った職員はいません。下水疫学としての深掘りもできません。何より私自身が、下水については全くの素人です。しかし、現在取り組んでいる下水サーベイランス事業と市民への情報発信は、市民の自発的な気づき、行動の変容に結びつく効果的な政策であると養父市は考えています。

特に新型コロナウイルスの位置づけが5類となって以降は、基本的な感染対策は個人や事業所の自主的な判断に委ねられました。市民一人ひとり、事業所や各種団体が自分たちの日常の行動を判断するための情報のひとつとして、今後も養父市から市民に分かりやすい情報発信を継続していきたいと考えています。

今後の課題

最後に今後の課題です。情報発信だけでなく、発信内容に伴う具体的な行動指針を示すべきという市の考えや思い、また市民へのヒアリングでもそのようなご意見がありました。

しかし、2022年夏の第7波以降、政府、兵庫県はそれまでのような個別具体的な行動制限を課すことを止めました。その中で、市独自で何らかの具体的な行動制限を求めることは難

しかったのが実情です。

また、第8波の収束が見られた2023年の春からは、それまで長きに渡ったコロナ禍によって、多くの様々な制限や自粛を余儀なくされてきた生活から、社会経済活動の再開、地域の賑わいやコミュニティの復活に大きく舵を切るという流れが主流になっています。その中で、コロナに関する警鐘やアラートを発信し続けることのバランスに苦慮しているのも、正直なところです。

下水疫学調査は、ノロウイルス等や、将来発生するであろう未知の新型インフルエンザ感染症等の調査、多岐にわたる公衆衛生、健康調査の基礎データの収集への応用等、国民市民の安全な暮らし、実現への有用な手段として期待されています。

多くの課題があることは承知するところですが、下水サーベイランスの社会実装の実現、普及に向け、国主導による一層の力強い事業展開、また財政措置を含めた地方への支援が不可欠であると考えています。

養父市は国、県への要望活動にも力を入れているところです。

以上、駆け足になりましたが、私らの発表とさせていただきます。お聞きくださりありがとうございました。

Q 今後も養父市でこのような感染症の流行状況に関する情報を発信していくことについて、あなたのご意見をお聞かせください。

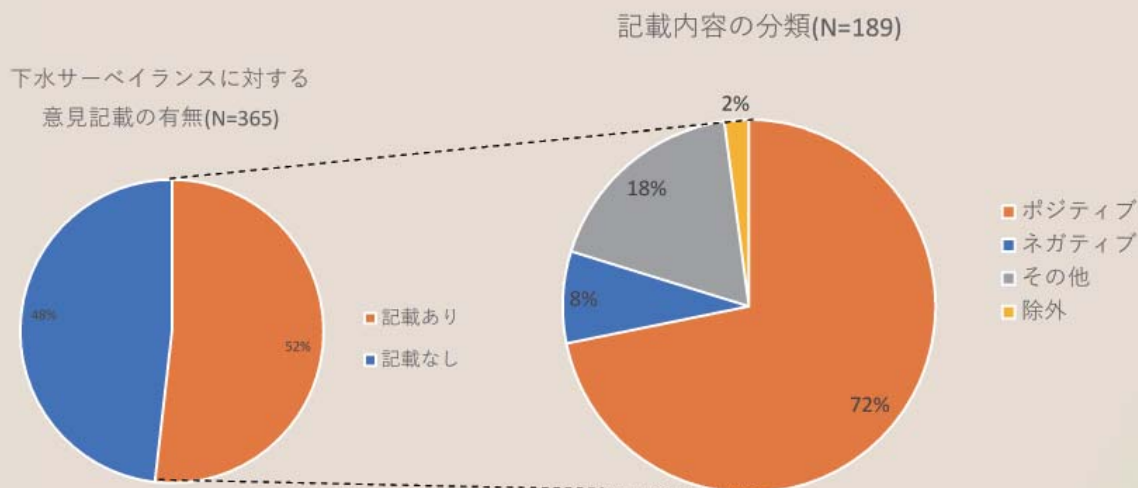


図4 LINEアンケート

医療現場における 下水サーベイランスの活用例

石黒 信久

北海道大学病院感染制御部 部長・診療教授



北大病院の感染制御部の石黒と申します。
今日はこの様な会に出席させていただき、発表の機会をいただきまして大変ありがとうございます。
なぜ私が今日、発表させていただいたかですが、自己紹介も兼ねてイントロをさせていただきたいと思います。私は北海道大学病院で院内感染の仕事をしています。

全数把握から定点把握へ

新型コロナウイルスの全数把握のときは、院内で何が起きているかを毎週把握していました(図1参照)。その数字は札幌市保健所が毎日のように数を公開していて、トレンドと非常によく一致していました。毎週月曜日に札幌市保健所のこのページの数字を見ると、大体1週間の予想がわかりました。

全数把握から定点把握になり、どうなるかなと思いました。例えばインフルエンザのサーベイランスも定点把握で、定点当たり1になると流行期入りと言っているわけです。しかし実際、職員の子供がインフルエンザになった、通っている保育所が休園になったと聞いてもなかなか1にはなりません。そういうしているうちに少しずつ上がってくるのが定点把握と違って、なので、新型コロナウイルスの場合は一体どうなるのかなと思っていました。

北海道大学病院における新型コロナウイルス感染者数と札幌市の下水中新型コロナウイルス濃度の推移
(2021年2月15日～2023年2月26日)



Science of The Total Environment(in press)

図1 北海道大学病院のコロナウイルス感染者数と下水中ウイルス濃度の推移

北大病院の感染者数と下水中ウイルス濃度の推移と相関

札幌市のホームページの中心に下水サーベイランスがあり、最初はよくわからず、全数把握と同じようなものを2つ出しているのかと思っていました。片方は下水サーベイランスとのことと札幌市下水道局の渡邊部長からお話がありまして、下水道局の方をお願いをして、北島先生と札幌市と私の3者で感染者数と下水サーベイランスの結果を検証したということです。

図1の赤い部分が札幌市の下水サーベイランスの点です。そして棒グラフが私たちの病院の中の把握している患者の数です。ただし、例えば保健所からの依頼で入院してくる患者さんは入っていません。地域の実態とは異なるかもしれませんが、私たちの病院の入院患者さんは入院中の患者さん、職員、そして外来に来てPCR検査で陽性だった人を全部合わせたものがこの数字です。

図2左側を見ると、どちらも対数にすると非常に一致しています。ただし、週によって患者さんがいない場合などは誤差になるので除いてあります。それ以外をみると、非常に一致します。図2右側は、下水サーベイランスを固定し、患者を前後3週間振ってみたものです。下水サーベイランスとずれが0、つまり同じ週が1番よく相関しています。下水サーベイランスよ

りも患者がいて下水サーベイランスだと一致するが、外れると相関が減ってくるということです。

今、私たちがこれらをどのように使っているかですが、外来患者、入院患者、職員および学生の3つに分けています。

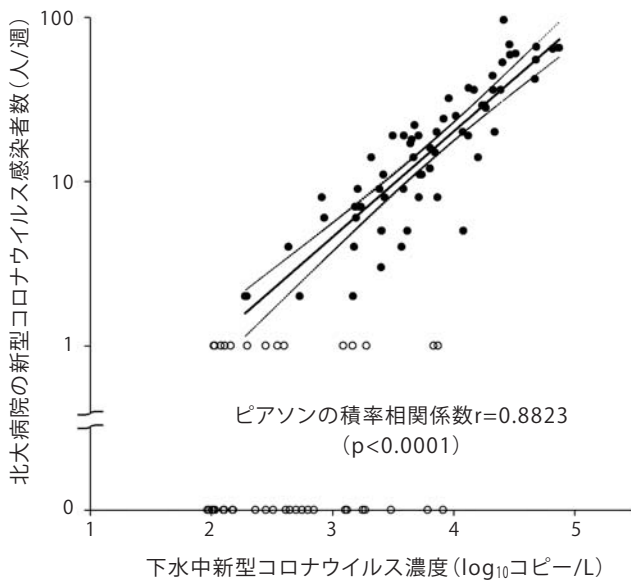
図3は外来患者のデータで、この週は下水サーベイランスが29,000コピーです。おそらく振り幅は大分ありますが、4名の患者さんが外来に来られるはずでしたが、実際2名ぐらいで少し見逃しているかもしれないけどそんなものかなと思います。

図4は職員、学生のデータです。本来は30ほどいるはずですが、先ほど山口先生の話もありましたとおり、軽い症状のものはわかりません。実際は隠れコロナが随分いるはずで、休んでいなければよいのですが、もしかしたらマスクをつけて働いている方もいるかもしれない現状があります。

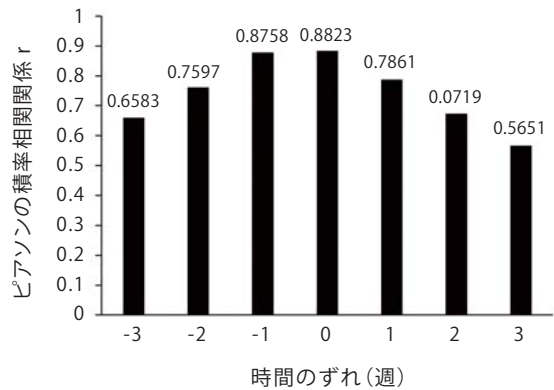
図5は入院患者についてのデータです。この市では10名いて29,000人だとすると、大体これぐらいの数とすることで把握していると思います。

この3つのグラフを1週間に一度、院内に流し、注意喚起を促しています。実際の報告数はなかなか見えてこないですが、自分たちの施設のコピー数と下水のコピー数、実際の患者の数、外来入院、職員に分けて見ると、大体何が起きているのかが院内ではよくわかってきます。

北大病院における新型コロナウイルス感染者数と同じ週の下水中新型コロナウイルス濃度の相関



北大病院における新型コロナウイルス感染者数と前後の週の下水中新型コロナウイルス濃度の相関



Science of The Total Environment(in press)

図2 北大病院のコロナウイルス感染者数と下水中ウイルス濃度の相関

医療現場における下水サーベイランスの活用例

私たちが取り巻く問題はいろいろあります。ウイルスは変異を繰り返しながらしばらく続きます。ワクチンも、重症化を防ぐことができて再感染は起こりませんが、免疫抑制患者さんも入院していらっしゃるの悪くなることもあります。コロナは1回ひと区切りがつかしましたが、アウトブレイクを起こしてはいけないと考え、今5類のため10名で届け出ということです。また、医療保険側の制約について、今はある程度サポートしていただけていますが、今後どうなるかはわかりません。

新たな3本柱

私たちは新たな3本柱ということで対応しております。

1つは、前は入院患者さんには皆PCR検査をしていましたが、それはやめ、症状があれば検査するというようにしています。コピー数の比較を見ると、大体捕まえられるかと思いません。以前は、濃厚接触者も入っていたため、症状がある人と無症状の人を合わせて集計していました。今は症状がある人だけなので、入院患者さんの陽性と言っても捉えているものが少し違うところはあるかと思えます。

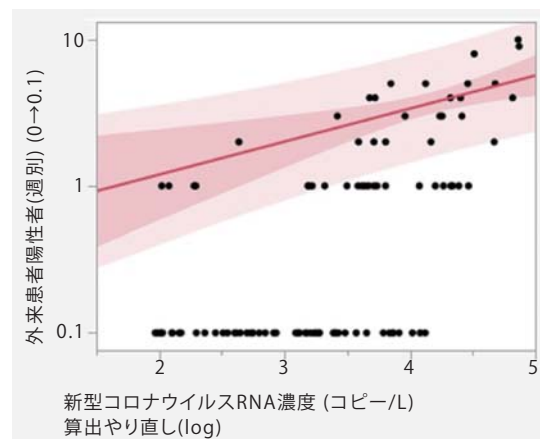
2つ目、職員には体調不良があれば休みなさいと伝えていきます。言っているのはそこまで、検査はしていません。検査をしている方もいて、陽性だったら報告いただくこともありませんが、

とにかく休みなさいということです。

3つ目は、職員が具体的なルールをマスターすることです。前は、感染制御部側に全ての情報をいただいで、私たちが逐一指示を出していました。

今はそうではなく、基本的にやり方を全部公開し、報告をして貰っています。それぞれ自分で対応ができるようにすることは、自分でよく気をつけるということになるので、今のところはこれで回っているようです。これで5類になってから院内で大きな問題は起きていません。

医療機関にとって、5類になってからどのように院内伝播を防ぐかということについては、確定したものがなくどこも手探り状態だと思えます。今のところ、当院ではこれどうまくいっているところではあります。以上です。



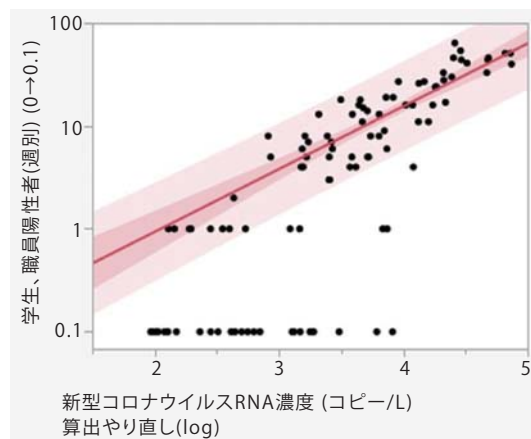
Spearmanの順位相関係数(ρ) 0.6255

7/10(月)~7/16(日)
下水サーベイランス:29,100コピー/L
COVID罹患外来患者:2名

下水RNA濃度 (コピー/L)	陽性者数(95%信頼区間) (人/週)
500	1.72 (0.65-4.53)
1000	2.01 (0.79-5.07)
2000	2.35 (0.96-5.73)
4000	2.75 (1.15-6.54)
6000	3.01 (1.28-7.09)
8000	3.21 (1.37-7.53)
10000	3.38 (1.44-7.9)
20000	3.95 (1.69-9.24)
40000	4.62 (1.95-10.92)
60000	5.06 (2.12-12.1)
80000	5.4 (2.24-13.04)

図3 外来患者コロナウイルス陽性者 (2023年7月10日~2023年7月16日)

下水RNA濃度 (コピー/L)	陽性者数(95%信頼区間) (人/週)
500	2.5 (0.88-7.06)
1000	3.81 (1.37-10.6)
2000	5.83 (2.12-15.98)
4000	8.89 (3.27-24.23)
6000	11.39 (4.19-30.98)
8000	13.58 (5-36.92)
10000	15.56 (5.72-42.33)
20000	23.77 (8.69-64.96)
40000	36.29 (13.14-100.23)
60000	46.48 (16.69-129.48)
80000	55.41 (19.75-155.43)

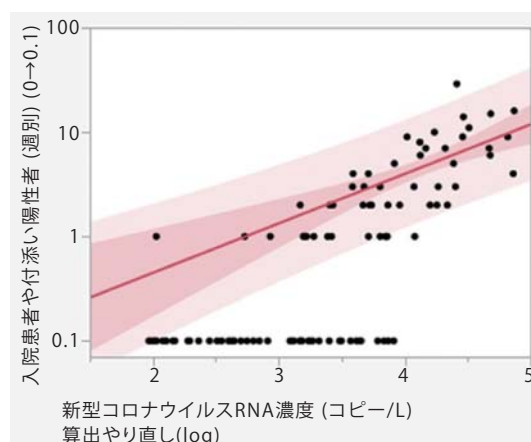


Spearmanの順位相関係数(p) 0.8343

7/10(月)~7/16(日)
下水サーベイランス: 29,100 コピー/L
COVID罹患職員&学生:13名

図4 職員及び学生コロナウイルス陽性者 (2023年7月10日~2023年7月16日)

下水RNA濃度 (コピー/L)	陽性者数(95%信頼区間) (人/週)
500	0.96 (0.25-3.7)
1000	1.34 (0.37-4.85)
2000	1.85 (0.54-6.43)
4000	2.58 (0.77-8.63)
6000	3.12 (0.94-10.33)
8000	3.58 (1.09-11.77)
10000	3.98 (1.21-13.04)
20000	5.52 (1.68-18.14)
40000	7.67 (2.3-25.59)
60000	9.29 (2.74-31.52)
80000	10.65 (3.1-36.65)



Spearmanの順位相関係数(p) 0.7871

7/10(月)~7/16(日)
下水サーベイランス: 29,100 コピー/L
COVID罹患入院患者:10名

図5 入院患者及び付添いコロナウイルス陽性者 (2023年7月10日~2023年7月16日)

協会概要

JWWSA

一般社団法人
日本下水サーベイランス協会
Japan WasteWater Surveillance Association

一般社団法人日本下水サーベイランス協会
105-0023 東京都港区芝浦 1-1-1 浜松町ビルディング (株式会社 NJS 内) 14 階
Tel : 03-6373-6847 Fax : 03-6373-6848
URL : <https://www.jwwsa.or.jp>
E-mail : association-info@jwwsa.or.jp

正会員 (22 社)

(50 音順)

株式会社 AdvanSentinel	株式会社水道アセットサービス
ヴェオリア・ジェネッツ株式会社	中外テクノス株式会社
株式会社 NJS	株式会社東京設計事務所
一般財団法人沖縄県環境科学センター	東芝インフラシステムズ株式会社
管清工業株式会社	東洋テックビルサービス株式会社
株式会社クボタ	株式会社日水コン
株式会社建設技術研究所	株式会社日吉
JNC 株式会社	株式会社 FINDi
塩野義製薬株式会社	株式会社フソウ
株式会社島津製作所	株式会社三井開発
株式会社島津テクノロジー	横河電機株式会社

2024 年 3 月 1 日現在

特別会員 (5 名)

(50 音順)

井原 賢 高知大学	農林海洋科学部 農林資源環境科学科 生産環境管理学領域 水環境工学研究室 准教授
北島 正章 東京大学	大学院工学系研究科附属 水環境工学研究センター 特任教授
館田 一博 東邦大学	医学部 医学科 微生物・感染症学講座 教授
原本 英司 山梨大学	大学院総合研究部附属 国際流域環境研究センター 教授
本多 了 金沢大学	地球社会基盤学系 教授

2024 年 3 月 1 日現在

特別顧問

山本 有二 衆議院議員 自由民主党政務調査会
下水道・浄化槽対策特別委員会 委員長

2024 年 3 月 1 日現在

理事 及び監事

会長 村上 雅亮	副会長 谷戸 善彦	理事 古賀 正敏	理事 本多 了
副会長 小林 博幸	理事 伊藤 万葉	理事 那須 基	監事 川崎 達
副会長 的場 俊英	理事 大塚 信之	理事 服部 博光	
副会長 八十島 誠	理事 大月 伸浩	理事 北島 正章	

設立経緯

下水サーベイランスとは、下水など環境水の測定により感染症などの流行状況を把握し、市民の感染対策や医療機関の対策に活用することにより暮らしや健康を守っていく取り組みです。日本下水サーベイランス協会は、下水サーベイランスの社会実装を目的として 2022 年 5 月に設立されました。

事業内容

- 下水サーベイランスの社会実装に関する調査・研究・支援
- 下水サーベイランスの社会実装に資する指針の策定、基準の策定、資格の制定等
- 下水サーベイランスの全国的展開の体制整備と普及推進方策の確立・実施
- 下水サーベイランスに関し、関係官公庁の施策等に対する協力、要望提出、意見具申等
- 下水サーベイランスに関する国内外の情報の収集と会員への提供、機関誌の発行等
- 下水サーベイランスに関する研究発表会、講習会等の開催
- 前各号に掲げる事業に付帯又は関連する事業