

厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合推進事業）
分担研究報告書

解析用パソコンの設置と研修に関する研究

研究協力者	瀬戸 順次	山形県衛生研究所	研究専門員
	和田 崇之	大阪公立大学大学院生活科学研究科	教授
	野本 竜平	神戸市健康科学研究所	副部長
	坂上亜希恵	宮城県保健環境センター	副主任研究員
	淀谷 雄亮	川崎市健康安全研究所	主任
	安井 善宏	愛知県衛生研究所	生物学部長
	川瀬 遵	島根県保健環境科学研究所	感染症疫学部長
	成田 翼	宮城県衛生環境研究所	主任技師

研究要旨

全国の地方衛生研究所（地衛研）においてコマンドラインを用いたゲノムデータ解析を実施可能な人材を育成することを目的として、拠点の選定とパソコンの設置をおこない、現地研修会を開催した。

拠点は全国 6 か所に置き、配備した高性能なパソコンを用いて、研修会の事前準備にあたった。

研修会は、2025 年 1～12 月に 7 回開催した。全国 86 地衛研のうち 68 施設 171 人が研修会に参加した。研修内容は、基礎編、細菌編、ウイルス編に分け、初学者向けの構成とした。研修会は 2～3 日開催し、大半をパソコンでの実習に割いた。誰一人として取り残さないことを念頭に、質問しやすい雰囲気を作ることを意識した結果、総質問数は 7 会場で 500 回以上となった。参加者の 83%が 20～40 歳台と若く、各会場とも非常に活気のある中で研修会が開催された。研修の総合評価は、91%が最高評価の「非常に良かった」であった。

最終のアンケートでは、参加者のゲノムデータ解析に対する自信度（10 段階評価）の中央値が、研修前の 2 から研修後は 7 へと有意に増加した。研修参加前にコマンドラインを使っていなかったが研修後に使うようになった者が 3 割おり、研修の成果が認められた。今後も同様の研修の機会を望むかの設問では、全員が研修会の継続を希望していた。今後の研修内容としては、初級編の研修会の継続と、細菌・ウイルス特化型の中級編の新規研修という 2 種類が望まれていた。

研修会終了後には、全資料に作業動画を追加しつつ再編成したものを作成したことで、e ラーニングの機会を創出した。

本研究における全国地衛研を対象としたゲノムデータ解析現地研修会の満足度は非常に高く、次年度以降の研修の継続が要望されていた。今回の初級編に加え、今後、中級編・上級編の研修会を進めていくことで、全国地衛研でのゲノムデータ解析に長けた人材の育成が可能になる。

A. 研究目的

地方衛生研究所(以下、「地衛研」という。)に配備されている次世代シーケンサーから得られるゲノムデータは、主に高額な有償ソフトや JIHS 国立感染症研究所のプラットフォームにより解析されている。それらソフトは便利な反面、決められた解析しかできない、有償ソフトの利用更新が止まると解析できなくなる等の問題点がある。そこで、地衛研においてコマンドライン(パソコン上で文字を入力して解析の指示を出す方法)で操作する無償ソフトを用いたゲノムデータ解析が実施可能となることを目標とし、全国 6 地区の拠点にパソコンを配備のうえ、研修会を行うこととした。

B. 研究方法

1. 拠点の選定及びパソコンの設置

各地区における研修会のスムーズな開催及びその後の地区内の主導的立場になることを眼目とし、全国 6 地区に拠点を設置した。併せて、研修会の事前準備や解析の試行用いるためのパソコンを設置した。

2. 研修会の開催

山形県衛生研究所 瀬戸順次、大阪公立大学大学院生活科学研究科 和田崇之、神戸市健康科学研究所 野本竜平(以下、「講師」という。)の 3 人が研修会を開催した。研修会資料は、講師が作成した案を拠点の研究協力者(以下、「拠点担当者」という。)が試行し、改善したものを使用した。各研修会の最後に参加者からアンケート(以下、「研修会アンケート」という。)を取得した。

3. ソフトインストール環境の整備

研修会アンケートで要望の多かった解析手法について、講師がまとめたソフトインストール方法を拠点担当者がパソコンで試行し、改善しながら資料を整備した。

4. 最終アンケートの取得

研修の成果及び今後の研修に対する要望を把握することを目的として、2026 年 1 月に研修参加者を対象としたアンケート(以下、「最終アンケート」という。)を実施した。

5. 研修会アーカイブ資料の作成

全研修会終了後に、e ラーニングを可能とするためのアーカイブ資料を作成した。
(倫理面への配慮)

本研究では病原体ゲノムデータのみを用いており、患者情報は利用していない。

C. 研究結果

1. 拠点の選定及びパソコンの設置

拠点には以下の地衛研が選定された：

北海道・東北・新潟地区

宮城県保健環境センター

関東・甲・信・静地区

川崎市健康安全研究所

東海・北陸地区

愛知県衛生研究所

近畿地区

神戸市健康科学研究所

中国・四国地区

島根県保健環境科学研究所

九州地区

宮城県衛生環境研究所

2025 年 8 月までに 6 拠点の他、山形県衛生研究所及び大阪公立大学大学院生活科学研究科にデスクトップパソコンが配備された。性能は、Windows 11 Pro 64 bit、メモリ 32~64 ギガバイト、CPU スレッド数 20 個、記憶媒体量 10 テラバイト、GPU (画像処理装置) 搭載とした。

2. 研修会の開催

2025 年 1~12 月に全国 6 地区で 7 回の現地研修会を開催した(表 1)。関東・甲・信・静地区は対象となる地衛研が 29 か所と多かったため、2 回に分けた。近畿地区及び中国・四国地区は、交通アクセスを考慮して開催地を拠点から変更した。全国 86 施設の地衛研のうちの 68 施設 171 人が研修会に参加した。研修会には、事前配布したインストール資料(作業動画付き)を基にゲノムデータ解析を実施可能な環境を整備したパソコンを持参することを原則とした。また、基礎編資料(作業動画付き)を基に、基本的なコマンドライン操作は予習することを必須とした。

研修内容は、基礎編、細菌編、ウイルス編に分け、初学者向けの構成とした(表 2)。研修会は 2~3 日開催し、概ね 8 割をパソコンでの実習に割いた。講師は、専門用語を極力使わずに平易な表現で操作方法を説明するように努めた。また、エラーが起きた際に直ぐに対応できるように質問を促す声掛け

を徹底した。結果、講師が参加者から受けた質問は7会場で500回を優に超えた。

研修会アンケートは171人中159人(93%)から回答を得た。若い参加者が多く、20～40歳台が83%を占めた。研修の総合評価は、

「非常に良かった」145人(91%)

「良かった」14人(9%)

「どちらでもない」、「やや悪かった」、「非常に悪かった」各0人、であった。研修理解度は、

「とてもよく理解できた」47人(30%)

「概ね理解できた」99人(62%)

「どちらとも言えない」12人(8%)

「あまり理解できなかった」1人(1%)

「殆ど理解できなかった」0人、であった。

研修全般の感想(自記式)では批判的・建設的意見を募るような聞き方とし、研修内容を随時改善していった。例えば、復習の機会が欲しいとの要望を受け、5回目の九州地区以降では、研修会後に参加者に復習用課題を提供し、後日回答を配布した。

今後実践したい具体的な解析の設問(自記式)には141人が回答した。このうち3つ以上回答があった項目を図1に示す。最も要望が多かったのが不明病原体網羅解析であり、細菌ゲノム比較、薬剤耐性菌、結核菌と続いた。全般的には、細菌担当者は個別の病原体の解析に、ウイルス担当者は個別の病原体よりも網羅解析に興味を持っている傾向にあった。

3. ソフトインストール環境の整備

研修会アンケートで最も要望が多かった不明病原体網羅解析について、インターネット非接続状態で解析可能な無償ソフトであるPATHDETのインストール資料を作成した。同時に、希望者に配布可能な網羅解析用シミュレーションデータを作成した。

4. 最終アンケートの取得

研修参加者171人に最終アンケートを依頼し、136人(80%)から回答を得た。研修前後のゲノムデータ解析に対する自信度の中央値は、研修前の2から研修後には7へと有意に増加した(図2; ウィルコクソンの符号順位検定 $p < 0.0001$)。個別の自信度の変化を見ると、自信度が変わらなかった者

が2人、上昇した者が134人であり、上昇した自信度の中央値(四分位範囲)は4(2-5)であった(図3)。

研修後に自施設でコマンドラインの復習をしたものは113人(83%)に及んだ。さらに、研修参加前にコマンドラインを使っていなかった107人中32人(30%)が研修後にコマンドラインを検査や研究に使うようになっていた。実際、自由記載欄において「コマンドラインを全く使っていなかった状態から学会発表用のデータを作成できるようになった」という回答が含まれていた。また、今後も同様の研修の機会を望むかについて聞いたところ、136人全員が研修会の継続を希望していた。

今後受講したい研修内容に関する設問(最大3項目まで選択可)の結果は、

細菌・ウイルスそれぞれの特化型研修	95
今回同様の基礎的な研修	75
中級編の研修	65
系統樹解析に関する研修	48
不明病原体網羅解析に関する研修	43
ロングリードのデータ解析研修	32
細菌ゲノムツール SNPcaster の研修	27
異動したため回答対象外	5
その他	1

となっていた。大別すると、初級編の研修会の継続と、細菌・ウイルス特化型の中級編の新規研修という2種類が望まれていた。

5. 研修会アーカイブ資料の作成

全7回の研修会を終えた後に、資料をインストール編・基礎編・細菌編・ウイルス編の4種類に再編成した。その際、細菌編、ウイルス編についても作業動画を追加した。総動画数は、64本となった。これらeラーニング教材及び不明病原体網羅解析ソフトのインストール資料は、2026年3月に地方衛生研究所全国協議会ホームページに掲載された。

D. 考察

本研究では、全く白紙の状態から拠点の設置とパソコンの配備をおこない、全国での研修会を完遂した。全国地衛研の要望に応えながらの研修会の開催は難航を極めたが、参加者の91%が最も高い満足度を得て

いた。その点を踏まえると、この度の初級編の現地研修会は成功したものと考えられた。

研修会成功の要因として、各地区で連携の土台があった点が考えられた。従前より、同一地区の地衛研職員は顔を合わせる機会が多く、地域内流行への対応等で連携体制を培ってきた経緯があった。そのこともあり、研修会開催決定後の拠点担当者や参加者の意思疎通はスムーズであった。そして何より、どの会場においても研修会の雰囲気非常に和やかだったのは、顔の見える関係の研究者が集ったことによるものと感じられた。今回のゲノムデータ解析研修にとらわれず、全国地衛研における人材育成は、各地区において拠点を中心として進めていくことが有効と考えられた。

ゲノムデータ解析という特殊技術の研修会は、現地開催が望ましい。実際、参加者が行き詰った際に直ちに支援することで、研修から脱落する者を最小化することができた。研究班立ち上げ当初はウェブでの研修も検討されていたが、現地研修にしなければ、今回ほどの成果は得られなかったであろうことは容易に想像できる。

研修会アーカイブ資料の整備により、参加者に復習の機会を与えられるとともに、研修に参加できなかった者がゲノムデータ解析に触れる機会を作ることができると考えられる。研修会資料のeラーニング化を進めていくことで、時間や場所に制約されることなく、誰もが何度でも自由に学習できる環境が整備される。さらに、本研究においては、資料に多数の動画を追加したため、eラーニング受講者の理解度のさらなる向上が期待される。

研修会の開催により、講師も育成されることが実感された。具体的には、①講師3人で日々、解析技術の協議・共有をしたことで、解析の実力が向上した、②難解な解析技術を分かりやすく噛み砕いて説明する力が向上した、そして、③参加者の成長を間近で感じることが、以降の研修会運営の大いなるモチベーションとなることを知った。誰かに何かを理解してもらい喜びを感じることは人と人が接して初めて達成されることが考えられる。研修会、特に対面型の研修会は、参

加者だけでなく、講師も育成するものであると強く実感された。

初級編、中級編、上級編を組み合わせた研修会の継続により、参加者の人材育成のみならず、講師の人材育成も達成できると考えられる。最終アンケート結果では、参加者全員が研修の継続を望んでおり、中級の研修を求める声が多かった。ただし、この度の講師3人のみで今後の全ての研修会を運営することは事実上困難である。その点については、研修参加者の中から意欲のある者を募り、次回以降の講師となってもらうことで解決可能である(図4)。各地衛研においてゲノムデータ解析技術を高めていくためには、学ぶ者以外に教える者も必要となってくる。現地研修の継続により参加者に加えて講師の人材も育成することは、将来的な各地区及び各地衛研の解析技術の向上に大きく寄与するものと期待される。

E. 結論

全国地衛研を対象としたゲノムデータ解析現地研修会の満足度は非常に高く、次年度以降の研修の継続が要望されていた。今回の初級編に加え、今後、中級編・上級編の研修会を進めていくことで、全国地衛研でのゲノムデータ解析に長けた人材の育成が可能となる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

Seto J, Inoue S, Abe S, Terashita K, Endo Y, Fujii S, et al. A case of endogenous and collateral reactivation caused by two *Mycobacterium tuberculosis* subclones. *J Infect Chemother*. 2025;31:102795.

Komabayashi K, Chikaoka S, Awano H, Abe A, Sendo D, Furuyama M, et al. Parechovirus A3 infections, including myalgia, in Yamagata, Japan between 2022 and 2023 and their next-generation sequencing analyses. *Jpn J Infect Dis*. 2026;79:76-90.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 ゲノムデータ解析研修会概要

日時	日数	地区	場所	参加者数	開催地枠参加者数	研修補助者数	研修時間（時間）	インターネット環境
2025.1.30-31	2	近畿	大阪健康安全基盤研究所	15	25	6	12	有
2025.2.17-18	2	関東・甲・信・静	川崎市健康安全研究所	15	4	2	11.5	有
2025.2.20-21	2	東海・北陸	愛知県衛生研究所	14	9	3	10.5	なし
2025.5.26-27	2	関東・甲・信・静	川崎市健康安全研究所	17	2	2	11.5	有
2025.9.8-9	2	九州	宮崎県衛生環境研究所	15	7	1	12	有
2025.12.1-3	3	中国・四国	広島県立総合技術研究所 保健環境センター	18	1	2	12.5	有
2025.12.15-16	2	北海道・東北・新潟	宮城県保健環境センター	16	13	0	12	有

表2 研修会の内容

分類	内容	コマンド/ソフト
基礎編	1. 場所の移動 2. よく使う記号 3. 実験室内作業の概要 4. よく使うコマンド 担当：瀬戸	cd, ls, pwd, mkdir *, > zcat mv, cp, cat
細菌編 (腸管出血性大腸菌)	1. ショートリードの質評価 2. トリミング 3. アセンブリ 4. アセンブリ結果の評価 5. 病原因子検索 6. 外部ツール紹介 担当：和田	SeqKit fastp SKESA QUAST ABRicate CGE, DFAST (web)
ウイルス編 (アデノウイルス)	1. 細菌編1～4 2. 一括処理方法 3. ウイルス配列の検出 4. アライメント（配列の整列） 5. 系統樹作成 担当：野本	bash Blast (web) MAFFT (web) iTOL (web)

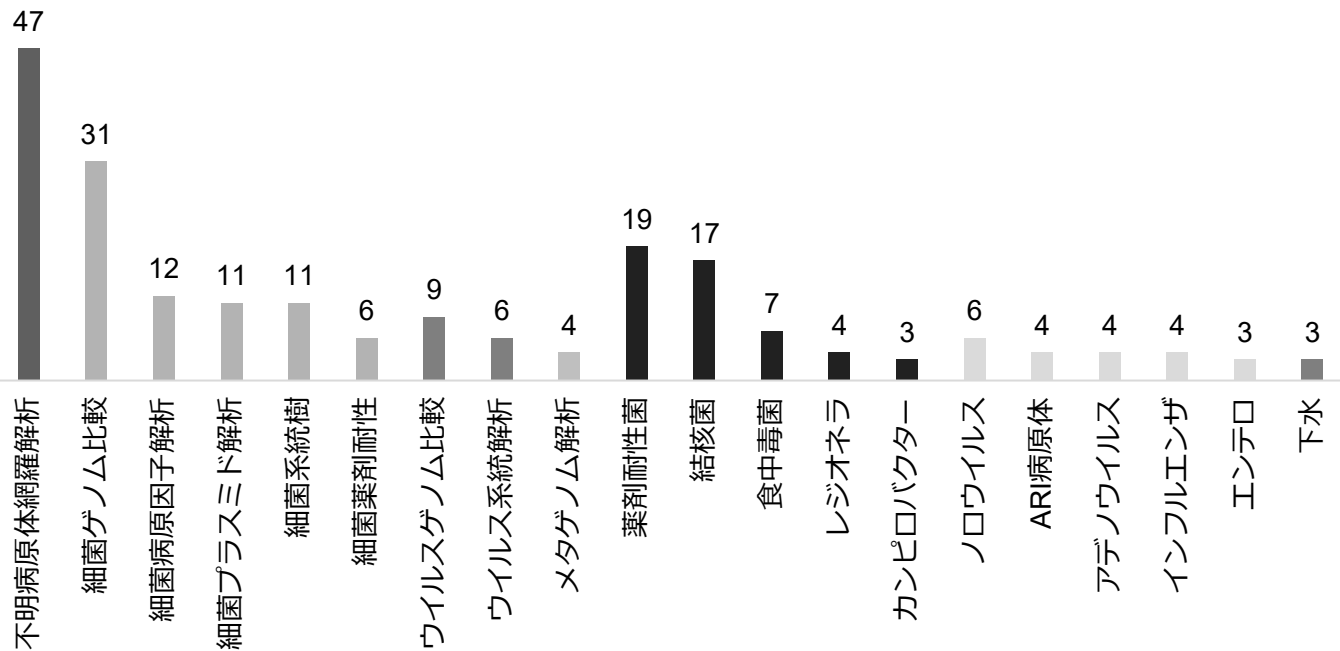


図1 今後実践したいゲノムデータ解析の内容・対象病原体

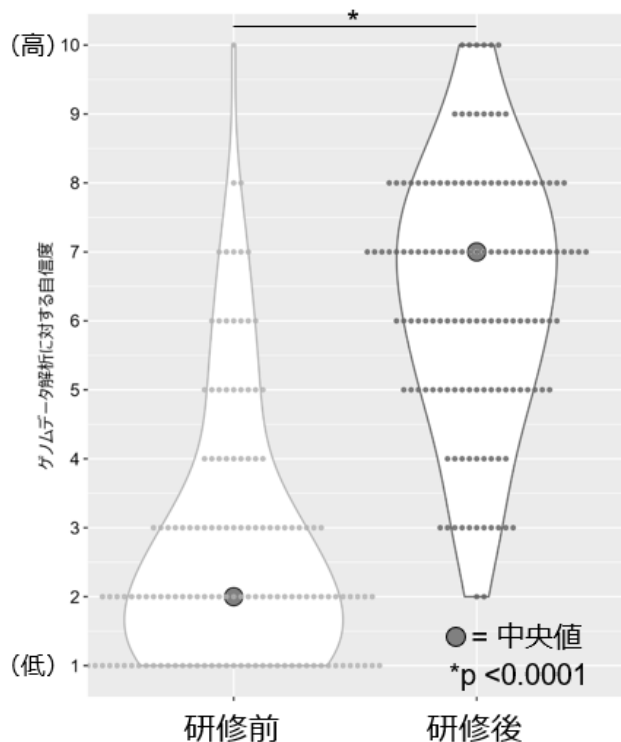


図2 研修前後の自信度の変化

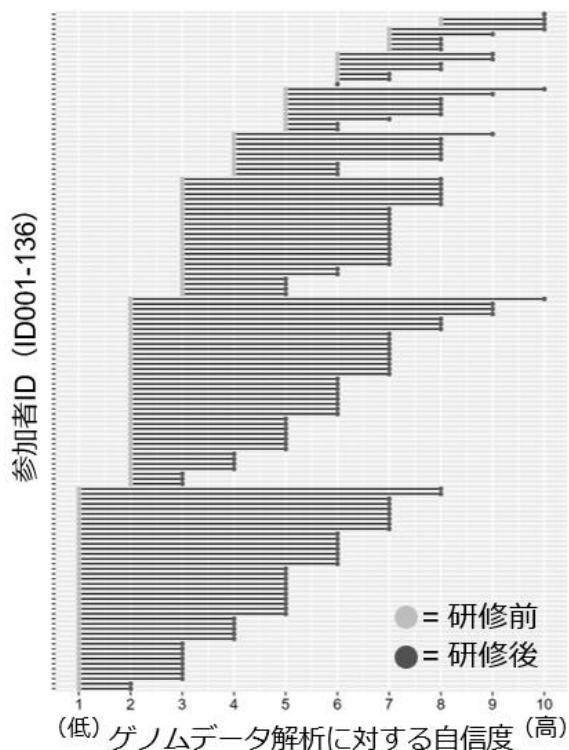


図3 研修前後の自信度の変化（個別回答）

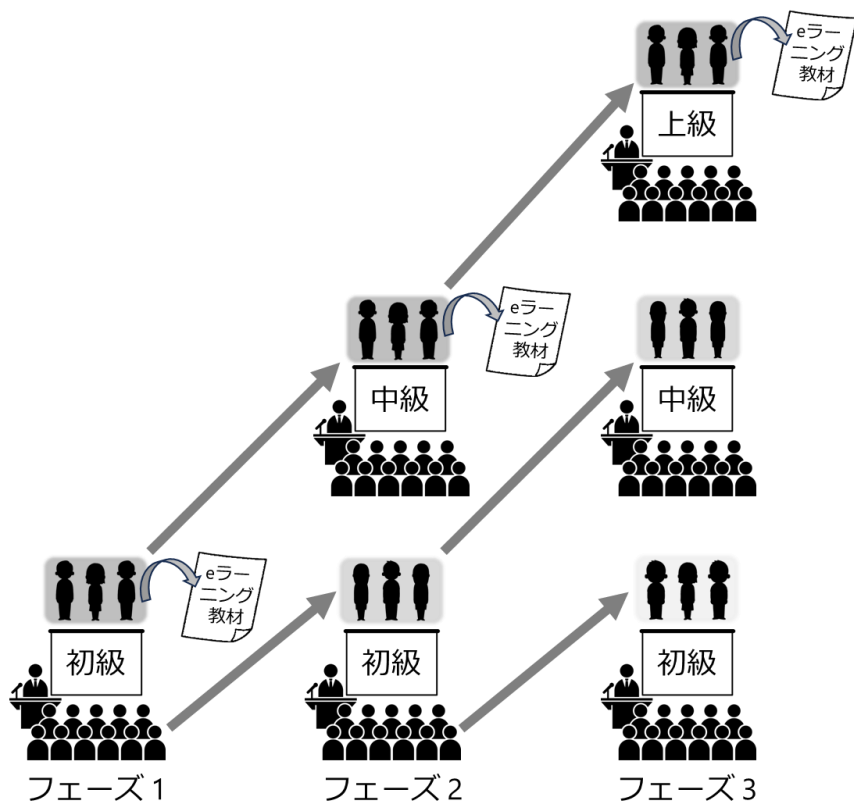


図4 ゲノムデータ解析に係る人材育成の成功循環モデル

フェーズ1 講師が初級編の研修会を企画・運営し、人材を育成する。研修後にeラーニング教材を作成する。

フェーズ2 講師は中級編の研修会を企画・運営し、eラーニング教材を作成する。初級編の講師はフェーズ1で教育を受けた人材の中から選出し、研修会の運営及びeラーニング教材の改善をおこなう。初級編の参加者はeラーニング教材で予習のうえ、研修に参加する。

フェーズ3 講師は上級編、フェーズ2の初級編の講師は中級編の講師をそれぞれ担う。初級編はフェーズ2で初級編を受講した者が講師を務める。各講師が各研修会の運営及びeラーニング教材の作成・改善をおこなう。各参加者は、それぞれの研修会のeラーニング教材で予習のうえ、研修に参加する。

以上により、全国の地方衛生研究所におけるゲノムデータ解析技術に長けた人材の育成が可能となる。併せて、講師の人材育成も可能となる。