

WATER+

日本衛生株式会社広報誌

PCR検査法に迫る

～レジオネラ菌検査にPCR法が追加～



NICHIEI

09

2020 Summer

Safety & Amenity

グローバルな視点で環境を捉えた時、はじめて自然の優しさや厳しさが見えてきます。

繊細であり、大胆なこのメカニズムは、私たちに「守るべきもの」の奥深さを教えてくれます。

かけがえのない「自然環境との調和」というテーマを追求した先にあったのは、

相手の立場になって物事を考えるというシンプルな原点でした。

「Safety&Amenity」——それは私たちの永遠のテーマです。



● 飲料水

水道法20条水質検査機関 建築物飲料水水質検査業

水道法で定められている水質基準全項目の検査が可能です。

- 上水道、簡易水道、専用水道の水質検査(水質基準全項目)
- 建築物衛生法に基づく水質検査(飲料水、給湯水、雑用水)
- 簡易専用水道、小規模貯水槽水道、飲用井戸の水質検査

● 温泉・公衆浴場・プール

温泉法分析機関

温泉成分の定期的な(10年以内)再分析が義務づけられています。

- 温泉法、公衆浴場法、遊泳用プール維持管理要綱に基づく水質検査
- 遊泳用プール、学校プールの水質検査
- 公衆浴場法に基づく浴槽、原湯、原水等の水質検査
- 温泉成分分析、可燃性ガス分析、レジオネラ検査

● 土壌調査

土壌汚染対策法指定調査機関 計量証明事業登録

様々な土壌汚染について適切な調査・対策を実施します。

- 土壌汚染対策法に基づく汚染状況調査
- 有害金属含有量の現場測定
- 有害金属の溶出量、含有量分析
- 揮発性有機化合物のガス分析、溶出量分析
- 農薬類の溶出量分析

● 排水・環境水

計量証明事業登録

- 水質汚濁防止法、下水道法に基づく工場、事業所等の排水検査
- 河川水、地下水等の環境水検査、ゴルフ場農業検査
- ダイオキシン類の検査

● 大気・室内環境

計量証明事業登録

- 大気汚染防止法に基づくボイラー等の排ガス測定
- 室内空気中化学物質測定(シックハウス関連項目)
- 作業環境測定(有機溶剤、特定化学物質)

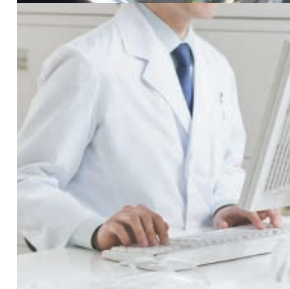
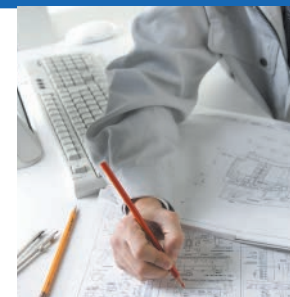
● 食品・製品

食品衛生法に基づく水質検査

- 工場用水水質検査
- ミネラルウォーター原水検査
- 食品細菌検査
- 食品日持ち検査
- 食品成分分析

確かな技術とライセンスで安全・快適な環境づくり

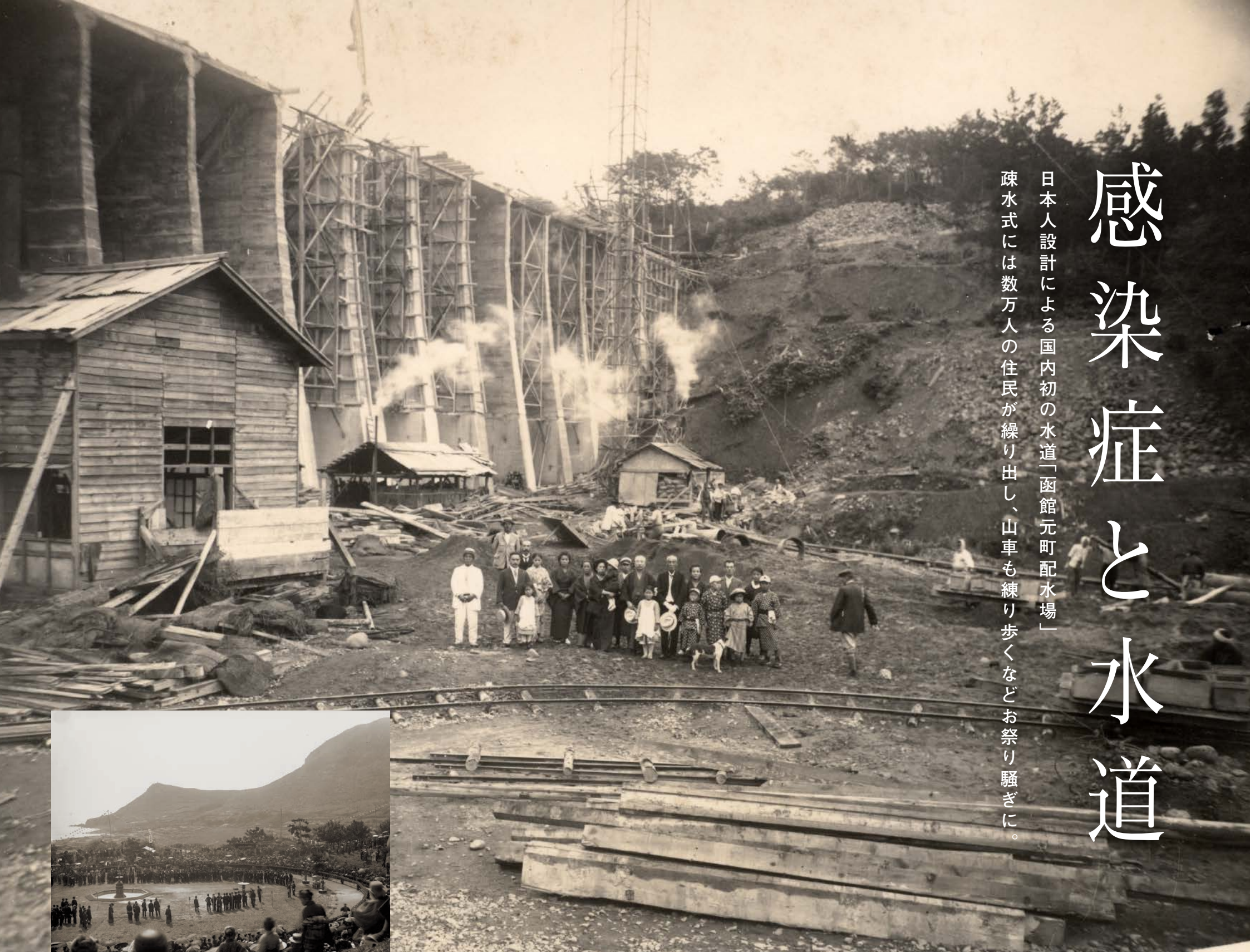
事業登録	登録番号
水道法第20条水質検査機関	厚生労働大臣登録第165号
温泉法分析機関	北海道第11号
土壌汚染対策法指定調査機関	環境大臣指定 環2011-010000-1001
計量証明事業	北海道知事登録第615号
建築物飲料水水質検査業	北海道61水第2号
水道GLP認定水質検査機関	JWWA-GLP106



感染症と水道

日本人設計による国内初の水道「函館元町配水場」

疎水式には数万人の住民が繰り出し、山車も練り歩くなどお祭り騒ぎに。



▲ 函館水道第2期拡張工事の様子(大正6年～12年／笹流貯水池堰堤工事 大正13年竣工)
写真資料提供：函館市中央図書館



▲ 疎水式の様子

北海道は日本の中でも早期に水道整備が始まった地域です。明治中期に函館で整備された水道は以後、岩見沢、小樽、旭川などに普及して行きました。健康に深く関わる水道の道内の歴史を振り返ってみます。

17世紀のロンドンでコレラが大流行した例を持ち出すまでもなく、疫病は汚染された水の摂取により引き起こされることが多く、水の安全性を確保することは昔から重要な政策として、世界各国で取り組まれてきました。

日本においては幕末期、西洋文明が流入するのに伴い感染症が持ち込まれ、多数の患者が発生して社会問題となりました。この対策に外国人技術者が呼ばれ、そのアドバイスによって濾過した水を鉄管などで配水する、近代的な「水道」が敷設されるようになりました。日本初の水道は横浜、次いで函館で整備されました。

ただし日本人設計による水道水、という括りでは函館が日本初となります。海外への留学経験があり、鉄道工事で手腕を発揮した日本人技師・平井晴二郎がこの重責を担い、水源地の赤川と本町配水場の高低差を利用して地域住民に給水する水道整備事業を実施。工事は1889(明治22)年、無事完了しました。

函館市民はこれを世紀の大事業と呼び、竣工に先立って行われた疎水(飲料や発電などの用途で整備した水路)式には来賓500人、会場周辺には数万人もの住民が繰り出し、各町の山車が練り歩き、夜が更けると家々にロウソクが灯され不夜城のようになった、と記録されています。清潔な水道水を切望していた市民がいかに多かったかが分かるエピソードです。

この元町配水場(正規名称・函館中区配水池)は1985(昭和60)年、近代水道百選の一つに選定され、その4年後に水道創設100周年を記念して市民や観光客に開放され現在、人気の観光スポットになっていきます。場内には記念碑や噴水池などの施設のほか、市街地を一望できる展望広場や散策路が設けられています。春になると樹齢100年を越すソメイヨシノが満開になり、訪れる人々を楽しませます。

道内の水道は以後、空知の石炭鉄道輸送の集積地として活気のあつた岩見沢、北のウォール街として繁栄を極めた小樽、旧陸軍の大規模部隊が駐屯する「軍都」と呼ばれた旭川、そしてクロミン法という消毒方法を国内で初めて採用した札幌の藻岩第一浄水場が整備されるなど、道内各地に普及していきます。

現在、日本の上水道普及率は97%に達しています。衛生的な水の確保は十分になされていると感じられる数字ですが、水道水に混入したウイルスや細菌、物質などによる感染症や健康障害の発生などは、現在でも各地で散発しておりニュースになっています。水質検査の重要性は少しも低下していません。



元町配水場 函館市元町1-4

【交通】市電「十字街」下車徒歩6分、函館バス「ロープウェイ前」下車徒歩1分



▲ 赤レンガ倉庫が立ち並ぶウォーターフロントから、函館山へ導いてくれる「八幡坂(はちまんざか)」

新型コロナウイルスで注目の PCR検査法に迫る

厚労省の通知により昨年から可能になったPCR法によるレジオネラ菌検査。
これに対応し当センターでは2020年4月から同法による検査を開始しています。
この機会にPCRの原理や検査の流れなどをご紹介します。

ノーベル賞受賞の

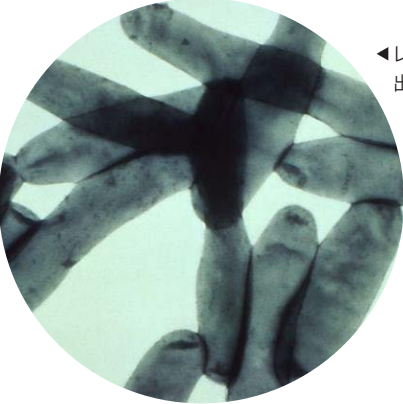
DNA検索法

PCRはポリメラーゼ・チェーン・リアクションの略。
ポリメラーゼはDNA（遺伝子）を複製する酵素。
直訳するとポリメラーゼによる複製連鎖反応となります。
まず、新型コロナウイルスの検査法の一つとして広く
知られるようになりました。

正確には、生命体に特有のDNA配列を見つけ出す
検索方法。原型となるアイデアは1983年、米国の
大学研究員キャリー・マリスが、真夜中のドライブ
中に考えた、と伝えられます。10年後、ノーベル化学
賞を受賞した独創的なアイデアの原理は次のよう
なものです。

遺伝子はラセン状に絡んだ2本の長い鎖状（2本
鎖）の物質で、4種類（A、T、G、C）のヌクレオチド
（リン酸など数種の物質から成る化合物）から構成さ
れています。ヌクレオチドは文字機能を担い、その配列
によって遺伝情報を記述します。

ちなみにヒトのDNA文字は約30億個と言われ、そ
の中にヒト特有の配列（ターゲット配列）が含まれてい
ます。これを採取して、目に見えるようにすれば、指紋
と同様、ヒトという生命体の確かな証明になります。
他の生命体も同様の方法で種類や個体を特定できます。
マリスはこれを可能にする方法を考えつきました。



◀レジオネラ属菌
出典：CDC Public Health Image Library.

PCRは2019年の厚労省の通知により、レジオネラ菌の検査でも使用できるようになりました。当センターはこれに対応し、2020年4月からPCRの検査業務を開始しています。

レジオネラ菌は、レジオネラ肺炎やポンティアック熱など、多くの病気を引き起こすことで知られる細菌です。レジオネラ肺炎は重症化し、死亡することもあります。子供や高齢者、持病を持ち免疫力が低下した人は、特に注意が必要です。

公衆浴場、介護施設、宿泊施設などの浴槽のほか、ビルやオフィスの貯水槽、空調設備の

レジオネラ菌検査に

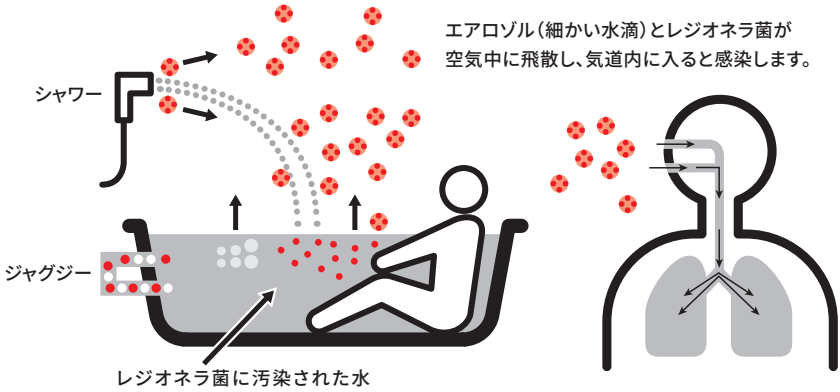
PCR法が追加

DNAの2本鎖がほじけると、ポリメラーゼが反応してヌクレオチドを生成します。このヌクレオチドは分離した鎖に取り付き、元の文字配列と同じDNAを複製します。これを繰り返してDNAは倍々(指数関数的)に増えます。30回も繰り返すとその数は10億を超え、目視できるようになります。PCRはこれを箱形の装置の中で行います。

具体的には、対象となるDNAと共に、そのターゲット配列の両端に取り付くように設計した、プライマーと呼ばれる短い1本鎖の人工DNAを添加し、加熱します。2本鎖がほじけ、プライマーは分離した鎖の中に存在するターゲット配列を見つけ取り付きます。ポリメラーゼが反応してヌクレオチドを生成、プライマーの隣りから順々に取り付き、複製していきます。

異なったDNAが何種類混入していても、プライマーが取り付く対象はターゲット配列のみなので、PCRは正確に目的のDNAを増幅します。これがPCRの原理です。

一部である冷却塔など、水温20度以上の人工環境水で増殖し、菌を含んだ水やお湯が細かい水滴(エアロゾル)となつて空気中を舞い、これを吸い込むことにより感染します。シャワーや洗車などでも感染したケースが報告されています。



レジオネラ菌の繁殖が広く知られるようになったのは1990年代。家庭用の24時間風呂に繁殖することがわかり、国が業界に改善を求めたことがきっかけです。20°以上の温水、特に35°前後が繁殖に適温と言われ、異常繁殖します。レジオネラ菌を含んだ直径5μm以下のエアロゾルを吸入し、感染します。感染者数は増加傾向にあります。レジオネラ菌が増殖しやすい環境を未然に無くすることが感染予防につながります。

検査結果の期間も

従来法に比べ大幅短縮

レジオネラ菌の感染を防ぐため、公衆浴場は1年1回以上、その他の浴槽などでも水質検査の定期的な実施が法律で定められています。しかし、従来の検査法は結果が判明するまで2週間程度かかり、検査結果の迅速化が求められていました。PCRはその期間を3日間に大幅短縮するメリットを持っています。

当社のPCR検査がどのような手順で行われるか、検査技士の高津由が説明します。

「浴場、浴槽、貯水槽など検査対象の水を必要量採取し、遠心分離機で濃縮。これを酸処理液で処理し、レジオネラ菌を数時間にわたり

液体培養。その後、死んだレジオネラ菌のDNAを増殖させないEMA処理を施します」

ここまですが検水の前処理段階。次からPCRによるDNA増幅が始まります。

「処理を終えた検水をマイクロピペットでチューブに分注し、DNAを抽出するためのプライマーなどを含む試薬を加えた後、PCR装置にセットします。

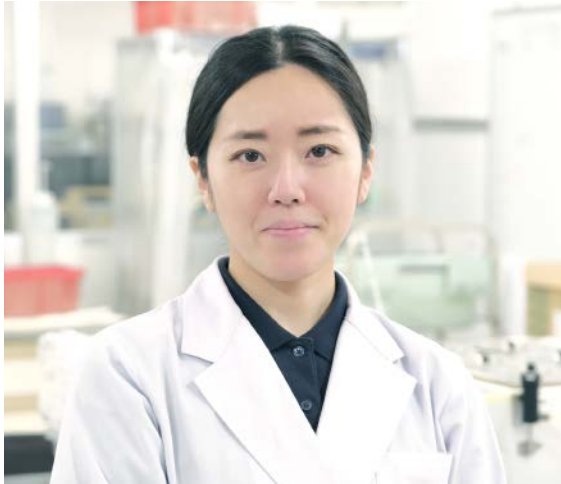
まず摂氏100度近くの高温で加熱して2本鎖をほじきます。次に50度前後まで温度を下げ、プライマーのターゲット配列への結合を促進します。その後、70度前後まで温度を上昇させ、ターゲット配列を増幅します。これを数十回繰り返します。

当センターでは厚労省の通知に従い、PCRの増幅量をリアルタイムでモニターし、解析できる、迅速性と定量性に優れるリアルタイムPCR法を採用し、生菌のターゲット配列のみを増幅させています」

検水には他の細菌など雑多な物質も含まれていますが、既に述べたとおりPCRはターゲット配列だけを正確に増幅します。

「データはパソコンで速やかに解析し、検査結果を迅速にお客様にご報告いたします。

PCR検査法の概要をはじめ、公衆浴場の法定検査、循環式浴槽などの水質検査に関わるご質問、お問い合わせをお待ちしております」と高津は呼びかけます。



高津 由 Yuu Takatsu

日本衛生株式会社 環境分析センター検査技師

2018年入社。細菌検査を担当。
「当センターの生き物係です」と自己紹介。



PCR検査の流れ

検水の濃縮

採取した水を遠心分離器などで濃縮

液体培養

レジオネラ菌を数時間にわたり培地で培養

EMA処理

死菌のDNAを増幅させないように試薬処理

PCR装置によるDNA増幅

プライマーなどを添加した試薬を使用してDNAを増幅する

データ解析

PCRデータをパソコンで解析してグラフ化

PCR法Q&A

Q なぜDNAは正しく2本鎖を複製することができるのですか。

A 4種類のヌクレオチドが持つ相補性にあります。具体的にはAはTと、GはCと必ず結合するというルールがあり、常にペア構造がとれるようになっているからです。

Q プライマーが必要な理由は。

A ポリメラーゼだけでは鎖の合成を開始できません。開始するためには短いDNA断片が必要です。その役割をプライマーが担っています。

Q ターゲット配列が判明している生物の種類や数は。

A ゲノムという言葉を目や耳にすることが多いと思います。ゲノムはDNAの「全ての遺伝情報」を意味するドイツ語。その全ゲノム配列が判明している生物種数は10年前の時点で、すでに1000種類を超えています。現在はさらに多くの生物種的全ゲノム配列が判明しています。



日本衛生 株式会社

本 社／札幌市清田区平岡1条1丁目1番40号
TEL 011・888・0122 FAX 011・888・0414

道東支店 釧路営業所／釧路市海運1丁目1-9 埠頭ビル

道東支店 帯広営業所／帯広市東7条南5丁目28番地

道北支店 旭川営業所／旭川市永山2条16丁目6番17号

函 館 連 絡 所／函館市千代台町 28-3

分 析 セ ン タ ー／札幌市清田区平岡1条1丁目1番40号



JWWA-GLP106
水道GLP認定