

第3期中期研究計画

(平成23年度～平成27年度)

平成23年5月

神奈川県温泉地学研究所

1. 経緯

温泉地学研究所は、地域に密着した研究を推進し、地域情報の発信拠点としての役割を果たしていくため、5年間の中期研究計画を策定してその研究の方向性と達成目標を明確化し、効率的に研究を進めてきた。

(第1期中期研究計画)

平成14年1月には第1期中期研究計画を策定し、「①県土の地質構造の解明」、「②地下水総合保全のための地下水流動機構の解明」、「③温泉資源の保護と適正利用のための湧出機構等の解明」、「④地震・火山災害軽減のための地震予知研究と火山活動の予測」の4つの目標課題を掲げ、温泉地学研究所が進める5年間の調査研究の方向性を定めた。

(第2期中期研究計画)

第1期は、当初、平成14年度から18年度までの5か年を予定したが、1年を残した平成18年度に第2期中期研究計画に引き継がれた。これは、第1期の2年目にあたる平成15年4月に温泉地学研究所が環境農政部から防災局（現 安全防災局）に移管され、県の防災行政との連携強化が明確化されたことにより、社会情勢の変化や新たな行政ニーズに適応していく必要があったことによるものであった。

第2期中期研究計画では、地震・火山災害からの「県民の安全・安心の確保」と、温泉、地下水などの「県土の豊かな資源の利用と保護」を2大テーマとして掲げ、平成18年度から22年度までの5年間にわたる研究の方向性を改めて設定した。そして、上記2大テーマの趣旨に則り、この5年間に県西部地震の地震像、箱根火山・群発地震活動のメカニズム、県内温泉の胚胎・湧出機構、地下水の流動系の把握などについて、最新の技術・知見を積極的に取り入れ、数多くの成果を公表してきた。一方、新たな知見は次の課題を生み出すとともに、近年、地震・火山分野における水の重要性が指摘されているように、箱根火山などについての地学的な理解を深めるためには、分野を超えた総合研究がこれまで以上に重要であることが明確となってきた。

(温泉地学研究所をとりまく現在の状況)

温泉地学研究所は、世界的にも稀なプレート衝突域に立地し、地学的に恵

まれた研究フィールド内にあり、地震・火山、温泉、地下水、そして地質等、地学分野の研究を総合的に行える国内でも稀有な存在である。これまでの研究を通して、研究機関としての存在意義、およびその研究能力の高さは学識経験者などからも高く評価されている。

その一方で、県の行政機関の責務として、取り組みの優先度の明確化、研究成果からの具体的アウトプットの提示など、行政・県民ニーズとの強力なつながりを求められており、地震・火山活動の予測的な情報や、資源保護のための科学的裏付けのある対策など、県民の暮らしに直接に関わる情報の提供を目標とした研究がより一層望まれている。第3期中期研究計画では、このような要請に真摯に向き合い、学問研究レベルの向上を常に目指しつつ、行政や県民一般への関わりを明確に意識した研究を、各研究分野間の連携・融合を重視した有機的体制で取り組むこととする。

2. 第3期中期研究計画策定の基本方針

(神奈川県的地学的特殊性と研究の必要性)

神奈川県は、これまでたびたび大規模な地震の被害にみまわれてきた。それは、神奈川県西部がプレートの衝突帯に位置し、県のほぼ全域が関東地震を引き起こす相模トラフの沈み込み帯の直上に存在することに大きく起因する。また、プレート衝突帯にある県西部には、活火山の箱根火山があり、その活動状況の把握は県の防災にとって極めて重要であるとともに、温泉など豊かな恵みをもたらしている県民の大切な財産でもある。

神奈川県は、このように地学的に稀にみる特殊な地域にあり、その地質構造や温泉・地下水の湧出機構は極めて複雑である。したがって、県土の地学的特殊性に起因する災害と、それがもたらす豊かな資源とを科学的に理解していく努力は、県民ひとり一人の安全・安心の向上や県土資源の保全のために恒常的に必要である。

(温泉地学研究所の強みを活かした有機的研究体制の確立)

このような背景は、第2期中期研究が終わってもなお変わることはなく、第3期中期研究計画に発展的に引き継ぐべきと考える。さらに、第3期では箱根火山、温泉、地下水、県西部地震、活断層など、研究対象それぞれの科学的理解を深めるだけでなく、県民の安全や資源の保全のための将来予測に向けて、確実に歩を進めなくてはならない。そのためには、あらゆる科学的側面からの総合的アプローチが肝要であり、研究対象相互の関係性を分野横

断的な取り組みを通して詳細に解明していくことが重要となる。このため、第3期は各分野の研究を個別に行う形ではなく、共通の研究対象に対して各分野が有機的な融合をはかりつつ研究に取り組むこととする。

(取り組みの優先度の明示)

一方、研究と行政の係わりに関しても、第3期中期研究計画は、より明確な意思表示を行う。すなわち、我々は何を優先的に解明していくべきなのか、また、どのようなアウトプットを実現していくのかを具体的に提示することにより、県民や行政などを通して地域で果たすべき責務を明確にすることに重きを置く。

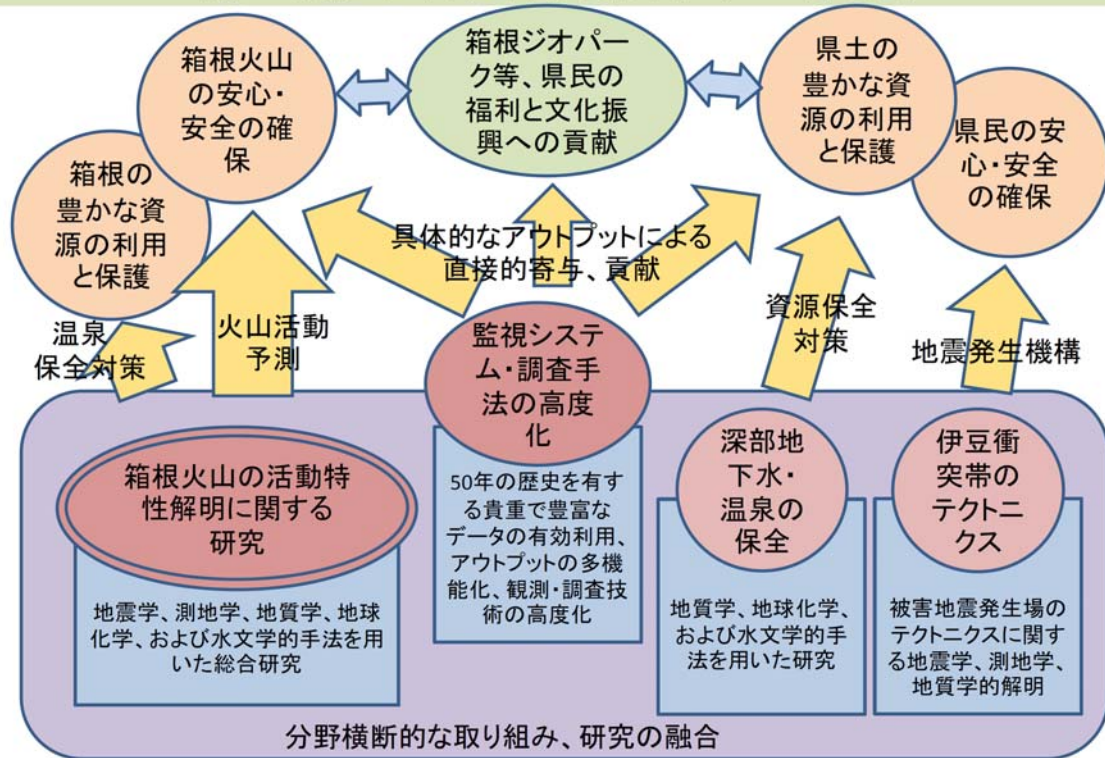
以上の観点から、第3期中期研究計画は、第2期中期研究の基本方針を堅持しつつ、プレート衝突帯としての神奈川県土の総理解をより強力に推し進める端緒としたいと考える。なかでも「箱根火山」を研究所一丸となつてとりくむ優先的な研究対象として明確化し、その活動特性や、温泉湧出機構の解明による総合的理解を目指すことで、温泉地学研究所の新たな研究姿勢を確立したい。また、地震・火山、地質、温泉、地下水の各専門分野を横断した総合研究が可能な温泉地学研究所特有の強みを活かし、研究を通じて行政や県民への直接的貢献をより明確に目指すものとする。

3. 第3期中期研究計画の研究概要

第3期中期研究計画は、前節基本方針に則り、以下の研究項目について、平成23年度から27年度までの5か年で取り組むものとする。前節までに述べたとおり、第3期中期研究計画は第2期中期研究を発展的に継続し、かつ、将来的な予測情報の発信を視野に入れた取り組みとする。研究テーマは、温泉地学研究所の少ないマンパワーを効率よく研究に活かすため、専門分野を横断した取り組みを重視し、例えば、地震災害に対する安全・安心のための研究や温泉資源の保全のための研究のように目的別に細分化しない。対象を明確化した4つのメインテーマを掲げ、温泉地学研究所でこそ可能な分野横断的な総合的研究を通して、安全・安心の向上や県土資源の保全に貢献し、延いては県行政や県民の文化振興などに寄与して行く道筋を明確にする。

第3期中期研究計画の概念を以下に示し、第3期に掲げる4テーマの研究概要とその到達目標を述べる。

第3期中期研究計画の概念



I 箱根火山の活動特性解明に関する研究

箱根火山は、温泉など豊かな自然を求めて年間約 2,000 万人の観光客が訪れる県下最大の観光地である。温泉地学研究所は、県民や観光客を自然災害から守るため、火山活動の監視や研究を行ってきた。また、温泉などの研究を通して、箱根の自然がもたらす資源の有効利用と保全に対する科学的根拠のある提言を行ってきた。近年、箱根火山で発生する微小地震の数の増加や、山体の膨張を示す地殻変動が観測されるなど、火山活動がやや活発な状態にある。

また、箱根を中心に進められている箱根ジオパーク運動には、地学的遺産を地域の教育・振興に役立てるほか、地質災害に関して社会と知識を共有するという趣旨が含まれている。そのため、ジオパークの認定には、箱根火山に対する知識の向上と、安全性の確保が必須命題となる。

以上から、「箱根火山」を研究所全体で取り組むべき、第 3 期中期研究計画の最重要研究対象とする。

箱根火山は伊豆衝突帯という極めて複雑な変動地域に位置する活火山である。箱根火山の活動状況を的確に把握し、群発地震の活発化や噴火の危険性の診断、温泉資源の保全などを行うためには、その活動を決定づけるメカニズムに関する理解が必須であり、科学的根拠のある総合的な物理モデル構築が必要である。

1970 年代はじめに当所がまとめた箱根の熱水活動モデル（いわゆる大木・平野モデル）は、典型的な火山性温泉の成因モデルとしてよく知られている。しかし、第 2 期中期研究の成果などから、このモデルと整合的でない新たな観測事実が得られている。そこで、地震活動、温泉や地下水、噴気活動を含めた箱根火山の新たな統合モデルの構築を目指して、以下の 3 つをサブテーマとして掲げる。

● サブテーマの概要

I-①. 地下構造の解明

第 3 期中期研究計画では、第 2 期中期研究で明らかとなってきた箱根火山の不均質構造や微細な断層構造についての研究を継続するのに加えて、詳細な 3 次元地震波速度構造の解析を行う。また、国や大学などの広域な GPS 観測網と温泉地学研究所の稠密な GPS 観測網を統合し、箱根火山の火山活動の根源となる、深部のマグマだまりの形状・位置を把握することを目指す。

I-②. 熱水・温泉・地下水流動系および水収支の解明

第2期中期研究の成果から、箱根の群発地震活動において流体の存在が重要な役割を果たしていること、大木・平野モデルとは温泉生成機構が整合しない領域があることが明らかになってきている。また、近年、大涌谷北側斜面や湯ノ花沢における噴気域の拡大にみられるように、火山ガスについても注目すべき変化が見られている。

箱根温泉の枯渇問題が表面化して以降、様々な保護対策が講じられてきたが、一部地域で枯渇化のスピードがゆるんできているものの、引き続き枯渇化が進行している地域も多く、一向に温泉資源の回復は認められない。今後も温泉資源を有効に利用していくためには、従来の箱根全山を画一的に規制する保護対策からさらに進んで、成因論に基づいたより詳細な地域での規制が必要となる。サブテーマ②では、熱水・火山ガス・地下水の流動系および供給源を明らかにし、箱根火山における温泉の成因モデルの構築を目指す。

I-③. 火山活動諸現象に関する時空間変化の解明

火山活動の予測においては、火山活動とそれに伴う諸現象の相互関係（例えば群発地震活動に伴う温泉温度の変化や新たな噴気域の出現など）が非常に重要である。サブテーマ③では、それらの関係性から経験的に得られる定性的な活動予測指標を定量的なものにまで発展させるために、サブテーマ①、②において構築されるそれぞれの物理モデルに基づいて、温泉温度・噴気の成分変化や群発地震活動などの相互関係を定量的に把握することを目指す。

I 箱根火山の活動特性解明に関する研究

	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
サブテーマ①	地下構造の解明				
サブテーマ②	熱水・温泉・地下水流動系および水収支の解明				
サブテーマ③	火山活動諸現象に関する時空間変化の解明				
総合	各研究の融合、箱根火山活動予測モデル、箱根温泉成因モデルの構築				

◎研究内容、手法等

稠密地震観測、強震動観測、速度トモグラフィー、アレイ解析、S波スプリッティング解析、地震活動等の高精度時空間解析、地震波干渉法

火山活動時の力源モデル構築、測地データと火山現象との関係性の解明

箱根火山形成プロセスの地質学的解明

火山ガス、温泉水、地下水の組成解析・同位体比測定

温泉・地下水の流動解析

◎成果目標

- ・ 詳細な低周波地震の震源・マグマの存在位置なども含めた地下構造、およびその形成過程の解明
- ・ 温泉・地下水の生成機構・流動機構の解明
- ・ 温泉・地下水などを含めた箱根火山の熱水活動モデルの構築
- ・ 以上を統合した新たな箱根火山の統合モデルの構築

◎行政への貢献

- ・ 箱根火山における諸現象の相互関係の理解や、箱根火山の活動モデルの構築により、群発地震発生等、火山活動状況のきめ細かい情報の提供や、それらに対する予測情報の提供が可能となる。

- ・ 温泉の形成機構、流動系を明らかにすることで、さらに詳細な温泉成因モデルが構築され、箱根の温泉資源に対するより具体的な利用への提言が可能となり、地域の実情に即した保護対策を策定できる。

◎ジオパーク等、県民の文化・福利への貢献

- ・ 箱根火山のホームドクター的存在として、県民のみならず観光客等、箱根を訪れる人々の安全・安心を確保する大きな後ろ盾として貢献できる。

- ・ 箱根火山に関する研究成果に基づく科学的な知識の普及により、住民等に対して箱根火山への正しい知識を与え、適切な防災活動への理解を促すとともに、神奈川県重要な観光資源である箱根の自然や温泉に対する理解を深め、その保護意識を高める。

II 県西部地震等、伊豆衝突帯のテクトニクスに関する研究

神奈川県は、西部がプレートの衝突帯に位置し、県のほぼ全域が関東地震を引き起こす相模トラフの沈み込み帯の直上にあるため、これまでたびたび大規模な地震の被害にみまわれてきた。それは、今後も繰り返し、避けることのできない事実である。例えば、1923年の関東地震のようなM8級のプレート境界型の地震は200～400年間隔で繰り返すとされている。また、1633年の寛永小田原地震、1782年の天明小田原地震、1853年の嘉永小田原地震など、いわゆるM7級の被害地震も数多く知られている。

このような被害地震を歴史的に数多く経験している県土における地震発生場のテクトニクスの理解、発生する地震像の特定、およびその発生機構の解明が、防災面に与える効果は計り知れないものがある。そして、被害地震の発生を予知することが困難であるとしても、地震発生機構への理解を深め、予測的情報発信の可能性を目指した取り組みを続け、確実に歩を進めることが県の防災研究機関としての責務である。よって、県西部地震を代表とする、伊豆衝突帯の被害地震発生場のテクトニクスに関して地震学、測地学、地質学的解明を目指し、大地震災害からの安全・安心を追及する確固たる目的意識を明示する。

II 県西部地震等、伊豆衝突帯のテクトニクスに関する研究

	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
伊豆衝突帯のテクトニクスに関する研究	■				

◎研究内容、手法等

速度トモグラフィー、アレイ解析、S波スプリッティング解析、プレート境界の解明、県西部地震震源域の特定

県西部および伊豆半島東部のテクトニクス解明

神縄・国府津－松田断層帯等、伊豆衝突帯の変動地形に関する地質学的研究

◎成果目標

- ・ 県西部地震の推定震源域をターゲットとした高精度速度構造の推定、および地殻構造の不均質の検出
- ・ 県西部におけるプレート境界の決定
- ・ 足柄平野周辺のブロックの運動と、浮揚性沈み込みの実態の解明
- ・ 神縄・国府津－松田断層帯など、伊豆衝突帯における活断層の分布の詳細、地質構造、活動履歴、平均変位速度の把握
- ・ 各研究の融合による伊豆衝突帯のテクトニクスの一貫した理解の推進

◎行政への貢献

- ・ 県西部地震の想定震源域周辺における広域の地殻変動のメカニズムを明らかにすることにより、県西部地域の地震発生場の予測が可能となる。
- ・ 県西部地震の発生メカニズムの理解を増進し、防災対策等の政策立案のより具体的な根拠の提供が可能となる。

◎ジオパーク等、県民の文化・福利への貢献

- ・ フィリピン海プレート北端部の衝突域（丹沢山地）や沈み込みに伴う変動（足柄平野や国府津－松田断層帯など）等、世界でも稀有な自然環境の理解を促進する。
- ・ 県西部地域特有の地震発生メカニズムに関する情報の発信等により、県民の防災意識の向上や災害に強い街づくりへの機運を高める。

Ⅲ 深部地下水・温泉の保全に関する研究

神奈川県内では、特に平成に入って以降、深度 1000m 以上の大深度温泉開発が盛んになり、「科学的根拠に基づく保護対策」の必要性が指摘されてきた。当所では、これを受けて、深層熱水循環調査（平成 3～7 年度）や関連する経常研究を実施した。その成果は、県が神奈川県温泉保護対策要綱にプラスして定めている大深度温泉に係る指導基準(1000mの距離規制と適正量算定のための段階揚湯試験の実施、任意による地質試料の提供)として、大深度温泉の保護対策に活用されている。

第 2 期中期研究における取り組みは、こうした県の温泉保護対策により得られた資・試料に基づいて進められた。その結果、県内の大深度温泉の成因が地域によって異なり 3 つのグループに分類されること、特に、県東部における主要な深部帯水層が上総層群の基底礫岩層であることなどが明らかとなった。一方、平成 19 年に東京都渋谷区において温泉附随ガスによる爆発事故が発生し、それを受けて県内の温泉附随可燃性天然ガスの実態解明調査が実施され、特に大深度温泉で高濃度のメタンガスが湧出していること、その原因が温泉の成因や、温泉取水層の地質と深く関わっていることが指摘されている。

第 3 期中期研究計画における調査研究の実践においても、これまでどおり新たな開発（掘削・揚湯）に伴う資料・試料に拠るところが大きいのが、特に、深部温泉資源に関する将来予測をキーワードとして、調査研究を進めることとする。具体的には、第 2 期中期研究により把握された大深度温泉の成因像の精度を高めるとともに、温泉附随ガスの実態や起源、それを包含する温泉帯水層の形成過程など、大深度温泉の成因に密接に関わっている諸現象を包括して、総合的な説明が可能な大深度温泉成因モデルの構築に取り組む。また、現時点では顕在化していないが、深部温泉の過剰揚湯による地盤への影響等について注意を払い、情報収集に努めることとする。

Ⅲ 深部地下水・温泉の保全に関する研究

	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
深部地下水・温泉に関する研究	■				

◎研究内容、手法等

温泉水・可燃性ガス等の成分分析、同位体分析

地層の水理特性解析、流動解析、水収支解析

帯水層の地質構造の解明

環境影響についての情報収集、将来予測のためのモデル構築

◎成果目標

- ・大深度温泉の成因解明と、それにもとづく将来予測
- ・大深度温泉の帯水層・泉質等に関するデータのDB登録
- ・枯渇化や地盤沈下等、過剰揚湯による環境への影響についての知見の集積
- ・温泉保護のために必要な対策についての提言

◎行政への貢献

- ・事務手続きに関わる貴重な資・試料を散逸させず、データベース化し、研究データとしてだけでなく様々な温泉保護施策に活用可能にする。
- ・温泉の成因解明を進め、その成果に基づいた将来予測により、現状の温泉保護対策の妥当性について評価し、必要な見直しを支援する。
- ・現時点では顕在化していないが、枯渇化を含めた地盤・環境等への影響についての情報収集を進め、県内でそれらの問題が発生した場合に、素早い原因究明・対策に貢献する。

◎県民の文化・福利への貢献

- ・箱根の火山性温泉の成因解明と共に、県内温泉に関する科学的知見の普及を進めることにより、温泉利用の適正をはかるための県の取り組みへの県民の理解を深める。

IV 監視・モニタリングシステム並びに調査手法の高度化

温泉地学研究所では、1961年の創立以来、長期にわたって地震・地殻変動、温泉・地下水位等の観測を継続してきたほか、水試料や地質試料の採取・収集、及び分析等を行い、研究活動を継続してきた。

その間、科学技術やデータ通信環境の発展、観測項目の変更や機器の老朽化等により、地震・地殻変動観測・監視システムや温泉・地下水位観測機器等の更新を行うほか、それらの観測データについても、適切な保存や統合化に向けた取り組みなどを行ってきた。

現在の地震観測網は、設置しているセンサーの特性や解析システムの仕様によって、他機関では捉えられる現象を温泉地学研究所で見落とすことがまれにある。県土のホームドクターであることを目指してきた当研究所にとって、重要な現象を見落とすことはあってはならないことである。よって、サブテーマ①として、火山活動の予測手法の確立と、観測システムの強化を掲げる。

一方、温泉や地下水に関する調査研究においては、現地(井戸)において、水温や水位などを測定する他に、温泉水や地下水などの水試料を採取し、目的に応じた分析を行っている。これまで、研究や測定の必要性や分析技術の発展、分析機器の普及等に伴い、主要溶存成分から微量成分・安定同位体・溶存ガス等に分析項目を拡大してきたほか、分析方法もより高精度・自動処理化等の対応を行ってきた。

また、水位の測定・モニタリング手法については、水位(水圧)センサーの小型化や電子化、データ保存・転送速度の飛躍的な増大による、より高頻度・長期的な観測が可能になってきた。

しかし、これらの測定や採水は井戸のスクリーン深度や区間、ポンプの種類など、井戸構造自体に強く規制されるため、必ずしも地下にある温泉水や地下水そのものが測定できているかどうかについては、多大な費用がかかることから、検討があまり行われてこなかった。

そこで、サブテーマ②として、温泉井・地下水井における採水・測定方法に焦点を当て、井戸構造の影響を排除し、より詳細かつ高精度に温泉・地下水を採取・測定方法を開発することで、温泉・地下水調査技術のブレイクスルーを目指す。

当該テーマは、研究テーマⅠ～Ⅲに対する従属的性質が強いが、第3期中期研究計画における県行政や県民への直接的な寄与を明確化するために掲げるものである。

● サブテーマの概要

IV-①. 地震・火山・地殻変動活動予測手法の確立と火山活動の観測強化

過去の観測データやボーリングコア試料などを研究テーマ I および II における最新のデータと比較検討が可能となるようデータベース化を行い、共通フォーマットで長期的な観測データを利用できる体制を整備する。このデータベースを利用することで、観測対象の長期間の変動や相互関係性の有無を把握し、過去の地震・火山活動の活動度について経験的指標を抽出する。最終的には、温泉温度・噴気の成分変化や群発地震活動などから経験的に得られる定性的な関係性を、定量的な火山活動予測指標にまで発展させるために、研究テーマ 1 の成果による物理モデルに基づいた火山活動の予測手法を、総合的に検討する。

また、箱根火山においては、低周波地震など、現在の温泉地学研究所の観測体制では捉えられない現象が起こっている。広帯域地震計などハードの増強を目指すとともに、波形にフィルターをほどこしエンベロープを監視するシステムを構築するなどソフト的に対処することで、火山活動の監視を強化する。また、観測結果を迅速に確認できるよう、例えば web ベースのソフトウェアを開発し、アウトプット機能の多機能化・高機能化を行う。

IV-②. 温泉・地下水における調査・モニタリング手法の高度化に関する研究

従来の温泉・地下水調査研究において、あまり考慮されることが無かった採水方法に焦点を当て、より詳細かつ高精度に温泉を採取・測定することで、これまで解明できなかった三次元的な分布や水質形成機構の解明を試みる。

また、採取した温泉・地下水を、地下水の流動経路と関係づけて解析を行うことで、涵養域における地表面からの影響や土壌水と地下水の相互関係、地下水流動経路における地質との関係や地下深部からの熱・物質等の影響の評価、流出域や井戸近傍における水質形成機構の解明等を行う。

IV 監視・モニタリングシステム並びに調査手法の高度化

	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
サブテーマ①	火山活動予測手法の確立と火山活動の観測強化				
サブテーマ②	温泉・地下水における調査・モニタリング手法の高度化に関する研究				
総合	テーマⅠ～Ⅲの研究への還元				

◎研究内容、手法等

過去資料のデータベース化、火山活動予測手法の検討と関連ソフト開発、高精度な震源・メカニズム、低周波地震等の観測処理技術の確立と監視システムの構築、ハード強化

地質試料のデータベース化

深度別孔内水採水方法の開発。地下水流動経路の三次元的把握、地下水の水質、水頭の三次元的測定

◎成果目標

- ・データの再整備による長期変動調査、比較調査などへの研究利用の促進
- ・高精度震源決定およびメカニズム解決定、低周波地震の自動検知等、箱根火山のリアルタイムモニタリングルーチンの開発
- ・上記を実現するための観測網の強化
- ・研究テーマⅠの成果を受けた新たな火山活動予測手法に基づく情報提供
- ・地下水涵養地点、流動経路ごとの調査手法の開発
- ・地下水の流動に伴う水質の変化とその変化要因の解明

◎行政への貢献

- ・ 監視機能の高度化によって、低周波地震情報など新たな防災情報機能が加わり、県民の安全・安心に寄与できる。
- ・ 監視機能の高度化により、より高精度の情報を迅速に提供できる。
- ・ 土壌・地下水汚染源の解明や、汚染範囲の特定等の調査手法を確立することで、必要に応じて、原因究明調査を実施したり、指導・支援を行う。
- ・ 地下水流動に関する情報を整備することで、地下水汚染や地下水資源行政に必要な地下水情報を効果的に発信(情報提供)したり支援することができる。

◎ジオパーク等、県民の文化・福利への貢献

- ・ 過去のデータの Web などを通じての提供が可能となる。
- ・ ホームページに新たな観測項目が追加された高精度の情報を迅速に掲載することが可能となり、県民の防災意識の向上や災害に強い街づくりへの機運を高める。
- ・ 監視機能および情報提供の高度化、迅速化により、活きた箱根火山を安全性の裏付けをもって体感できるゆとりが生まれる。