

3. 2 断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測

c. 地質学的手法に基づく神縄・国府津－松田断層帯北縁部の活断層に関する調査研究

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 地質学的手法に基づく神縄・国府津－松田断層帯北縁部の活断層に関する調査研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
神奈川県温泉地学研究所	研究課長	明田川 保
神奈川県温泉地学研究所	技師	小田原 啓
神奈川県温泉地学研究所	次長	杉原 英和
神奈川県温泉地学研究所	所長	吉田 明夫

(c) 業務の目的

国府津-松田断層帯の西端部は、松田北断層から山北町浅間山及び丸山の南麓を通る日向断層（徐、1995）へ続くと考えられてきた。萬年ほか（2005）は、日向断層による浅間山の平均隆起速度を1.5～1.7m/ky と見積もった。また、神奈川県（2004）は日向断層が御殿場泥流面に変位を与えていないことから、約2600 年前以降活動していないとした。

しかしながら大都市大災害軽減化特別プロジェクト（大大特）等の調査により、浅間山及び丸山の南麓には日向断層は連続せず、かわりに内川断層（Imanaga、1999）と丸山断層の存在が推定された（林ほか、2006；中満ほか、2007）。この考えに基づくと、萬年ほか（2005）が見積もった浅間山の隆起は日向断層によるものではなく、内川断層によるものと推定される。そこで本研究では、ボーリング調査により、この内川断層と丸山断層の正確な位置及びその変位を明らかとすることを目的とする。

(d) 3 ヶ年の年次実施計画

1) 平成 21 年度：

これまで大都市大震災軽減化特別プロジェクト（大大特）として防災科学技術研究所により、丸山において2000m級ボーリングが1本、数十m級ボーリングが2本掘削されている。従って平成21年度は、これら既存のボーリング資料の整理および精査を行い、また現地踏査を行い、次年度以降のボーリング掘削地点の選定を行う。

2) 平成 22 年度：

浅間山南東麓の内川断層を挟んで上盤下盤それぞれ最低 2 本ずつ、丸山断層の下盤で最低 1 本（大大特で既に 3 本掘削済）掘ることによって、内川断層と丸山断層の変位を押さえる。この変位は浅間山と丸山を覆っているテフラ層を鍵層として見積もることが

出来る。テフラ層を鍵層にするため、本地域のテフラ層の標準層序を正確に把握しておく必要がある。従ってテフラ層が最も厚く覆っていると考えられる浅間山山頂において最低 1 本の掘削を行う。これは標準層序を確立するのみならず、浅間山内部を切る推定断層の城山断層（SRF）や浅間山断層（SGF）の存在を明らかにすることにも繋がる。

3) 平成 23 年度：

前年度のボーリング調査の結果をもとに、内川断層と丸山断層の位置をさらに厳しく制約するために、追加ボーリング調査を行い、神縄・国府津-松田断層帯北縁部を構成する活断層群の実体を明らかにする。

(e) 平成 22 年度業務目的

浅間山南東麓の内川断層を挟んで上盤下盤それぞれ最低 2 本ずつ、丸山断層の下盤で最低 1 本（大大特で既に 3 本掘削済）掘ることによって、内川断層と丸山断層の変位を押さえる。この変位は浅間山と丸山を覆っているテフラ層を鍵層として見積もることが出来る。テフラ層を鍵層にするため、本地域のテフラ層の標準層序を正確に把握しておく必要がある。従ってテフラ層が最も厚く覆っていると考えられる浅間山山頂において最低 1 本の掘削を行う。これは標準層序を確立するのみならず、浅間山内部を切る推定断層の城山断層（SRF）や浅間山断層（SGF）の存在を明らかにすることにも繋がる。

(2) 平成 22 年度の成果

(a) 業務の要約

浅間山（22SGB-1）、北足柄中学校跡地（22KAB-1）、南足柄市壺下（22MMB-1）においてボーリング調査を行い、テフラ分析による年代測定を行った。

1) 浅間山（22SGB-1）の結果から、城山と浅間山の間には、活断層等の地質構造の違いが認められる。このことは、中満ほか（2007、図 2）が指摘している城山断層（SRF）や浅間山断層（SGF）の存在が示唆される。

2) 北足柄中学校跡地（22KAB-1）の結果から、北足柄中学校跡地を形成する矢倉沢面の基底礫層は酒匂川由来の内山礫層に対比される可能性が高い。その離水年代を約 50Ka と仮定すると、現在の酒匂川河床に分布する内山礫層との比高が約 100m あることから、両者の間には上下方向に約 2.0m/k. y. の平均変位速度をもつ活断層の存在が示唆される。

3) 南足柄市壺下（22MMB-1）の結果から、深度約 80m（海拔-40m）に Hk-OP が認められることから、少なくとも Hk-OP が堆積後に、足柄平野側が 40m 以上沈降していることが推定される。

(b) 業務の成果

1) 浅間山（22SGB-1）ボーリング調査及びテフラ分析の結果。

神奈川県足柄上郡山北町馬達戸、浅間山西方、標高 227.747m 地点において、深度

42.00m のボーリング掘削を行った(図 1)。掘削地点は浅間山西側の地形面上に位置し、この地形面は、西方の城山(河村城址)から連続する地形面であり、浅間山面(国土地理院、2006)とされているものである。

この城山の地形面上において、万年(2005)は、段丘礫層とその上位の風成堆積物を確認しており、この風成堆積物に箱根東京軽石起源のラハール堆積物の存在を報告している。このことから万年(2005)は、城山及び浅間山の山頂付近を形成する地形面が酒匂川によって形成された段丘面であるとし、その推定される離水年代と現河床との比高から、日向断層の上下方向の平均変位速度を 1.5~1.7m/k. y. と推定した。

今回のボーリング調査で得られたコア試料の岩相記載を以下に示す。

0.00m~1.50m: 黒褐~赤褐色のスコリア。

1.50m~7.28m: ローム層。

7.28m~12.56m: 砂質礫。安山岩の礫を多く含む。

12.56m~17.05m: ローム層。

17.05m~39.03m: 砂質礫。安山岩の礫を多く含む。

39.03m~42.00m: 足柄層群の泥岩、礫岩。礫は安山岩を主とする。

安山岩の亀裂中に沸石脈が認められるなど、上位の安山岩礫と比べて変質が著しい。

また、深度 1.6m から 31.6m までの試料についてテフラ分析を行った。その結果を下記に示す。

2.20m-2.40m: 火山ガラスの形態および主成分化学組成は伊豆半島起源カワゴ平テフラの特徴(杉原, 1984)と一致するので、同層準にはカワゴ平テフラが含まれる。

4.40m-4.60m: 本層準にはバブルウォールタイプ火山ガラスが多量に含まれる。火山ガラスの主成分化学組成は AT の特徴(町田・新井, 2003)と一致するので、同層準には AT が降灰している。

13.0m-13.2m: 本層準には火山フロント起源と見られる K20 含有率の低い対比不明テフラが含まれている。

なお、本ボーリング調査およびテフラ分析からは、箱根東京軽石(TP)起源の堆積物を認めることはできず、万年(2005)に記載された城山(河村城址)の露頭における層序とは明らかに異なり、浅間山面は城山(河村城址)から浅間山へと続かず、両者の間に断層等による地質構造の違いが存在する可能性が示唆される。今後、この地質構造の違いが浅間山内部を切る推定断層の城山断層(SRF)や浅間山断層(SGF)とどのような関係を持つのかを詳細に検討していく。

2) 北足柄中学校跡地(22KAB-1)ボーリング調査及びテフラ分析の結果。

神奈川県南足柄市上ノ山、旧北足柄中学校の校庭、標高 229.10m 地点において、深度 45.00m のボーリング掘削を行った(図 1)。ボーリング地点は、標高約 230m の地形面上に位置し、町田(2001)によると矢倉沢面とされている。

今回のボーリング調査で得られたコア試料の岩相記載を以下に示す。

0.00m~0.40m: 表土

0.40m～33.90m：スコリア質のローム層。

40.95m～45.00m：安山岩、緑色岩、花崗岩の垂円礫からなる礫岩。

また、得られた試料について、テフラ分析を行った。以下にその結果を示す。

3.60m～3.80m：火山ガラスの形態および主成分化学組成は伊豆諸島起源 Iz-Kt テフラの特徴（杉原、1984）と一致するので、同層準には Iz-Kt テフラが含まれる。

4.80m～5.20m：火山ガラスの形態および主成分化学組成は伊豆半島起源カワゴ平テフラの特徴（杉原、1984）と一致するので、同層準にはカワゴ平テフラが含まれる。

6.20m～6.40m：本層準にはバブルウォールタイプ火山ガラスが上下層準に比べ明らかに多く含まれる。火山ガラスの主成分化学組成は K-Ah の特徴（町田・新井，2003）と一致するので、同層準には K-Ah が降灰していると考えられる。

18.60m～18.80m：本層準にはバブルウォールタイプ火山ガラスが多量に含まれる。火山ガラスの主成分化学組成は AT の特徴（町田・新井，2003）と一致するので、同層準には AT が降灰している。

33.40m～33.60m：本層準にはパミスタイプ火山ガラスが緑色普通角閃石を伴いやや多く含まれる。また、極々微量であるが風化した黒雲母片も含まれる。これらの特徴は三瓶池田に対比されている含雲母グリース状テフラの特徴（町田・新井，2003）と一致する。また火山ガラスの主成分化学組成も三瓶池田テフラの特徴（長橋ほか，2004）と一致するので、同層準には含雲母グリース状テフラが降灰していると考えられる。

孔底付近の礫岩には、安山岩礫の他に、丹沢層群由来と考えられる花崗岩や緑色岩の礫が含まれる。丹沢山地由来の礫は、狩川からは供給されないため、この礫は酒匂川河床礫であることが推定される。なお岩相のみの判断では、内山礫層に類似する。足柄北中学校跡から北小田原病院の方へ下る道路沿い（図1のA地点）には、矢倉沢礫層およびその下位に足柄層群の泥岩層の露頭が存在する。矢倉沢礫層には丹沢山地由来の花崗岩や緑色岩の礫を一切含まれない。これまで矢倉沢面は、新期富士テフラ、古期富士テフラの下位に矢倉沢礫層が存在するとされてきたが（町田，2001）、今回のボーリング調査により、矢倉沢面の基底礫層は矢倉沢礫層ではなく内山礫層である可能性が高い。

テフラ分析によって得られた結果では、基底礫層直上に三瓶池田テフラに対比される含雲母グリース状テフラが認められた。その年代が約 50Ka であることから、本ボーリングの基底礫層（内山礫層）の離水年代もおおよそ約 50Ka であると推定することが出来る。

一方、山北町日向の酒匂川右岸の露頭（図1）では、河床に内山礫層が認められ、その上位に箱根東京軽石（Hk-TP）が認められる（鈴木，1963；町田，2001）。本ボ

ーリング試料の基底礫層が内山礫層であるとする、本ボーリング地点との間に矢倉沢面を形成した活断層の存在が推定される。現在の酒匂川の河床面（標高約 90m）と、ボーリング試料に見られる基底礫層の上面（標高約 188m）との比高 98m、および基底礫層の離水年代を約 50Ka と仮定すると、矢倉沢面を形成した活断層の平均変位速度は約 2.0m/k. y. と推定される。

今後は、今回推定された活断層の詳細な位置の把握に努め、本調査地域の詳細な運動像について明らかにしていく。

3) 南足柄市壺下怒田特定土地区画整理事務所（22MMB-1）ボーリング調査及びテフラ分析の結果。

神奈川県南足柄市壺下、壺下怒田特定土地区画整理組合敷地内、標高 49.217m 地点において、深度 90.00m のボーリング掘削を行った（図 1）。以下に岩相を記載する。

0.00m～1.00m：表土

1.00m～2.98m：礫混じり粗粒砂。暗灰色の玄武岩質スコリアを主とする。富士宝永スコリアの二次堆積物であると考えられる。

2.98m～3.70m：フラッドローム。

3.70m～5.47m：旧河床堆積物。

5.47m～12.63m：御殿場泥流堆積物。

12.63m～18.75m：風成堆積物。

18.75m～44.23m：箱根東京軽石流堆積物。

44.23m～44.47m：箱根東京軽石（Hk-TP）。径 1～2cm の降下軽石。

44.47m～49.26m：フラッドローム。45.15m～45.71m に箱根三浦軽石（Hk-MP）が認められる。

49.26m～71.85m：段丘堆積物。

71.85m～82.42m：箱根小原台軽石流堆積物。

82.42m～83.28m：箱根小原台軽石（Hk-OP）。径 2～12cm の降下軽石。

83.28m～90.00m：風成堆積物。

得られた試料のテフラ分析により、Hk-TP、Hk-MP、Hk-OP の存在を確認した。深度約 80m（海拔-40m）に Hk-OP が認められることから（図 3）、少なくとも Hk-OP が堆積後に、足柄平野側が 40m 以上沈降していることが推定される。今後、足柄平野および周辺のボーリングデータの収集および地表踏査を行い、テフラ層序の対比を行い、国府津－松田断層帯北西縁部の運動像の解明に努める。

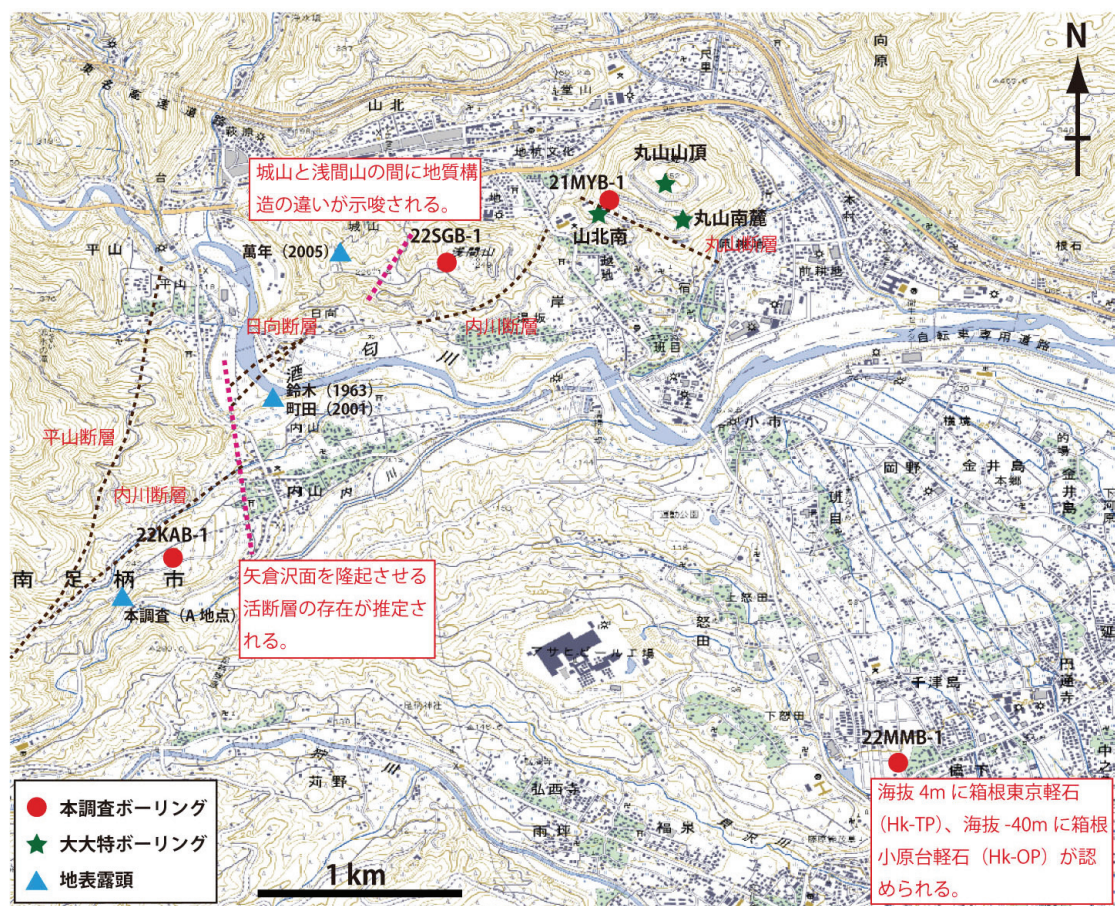


図1 本調査ボーリング掘削地点図。

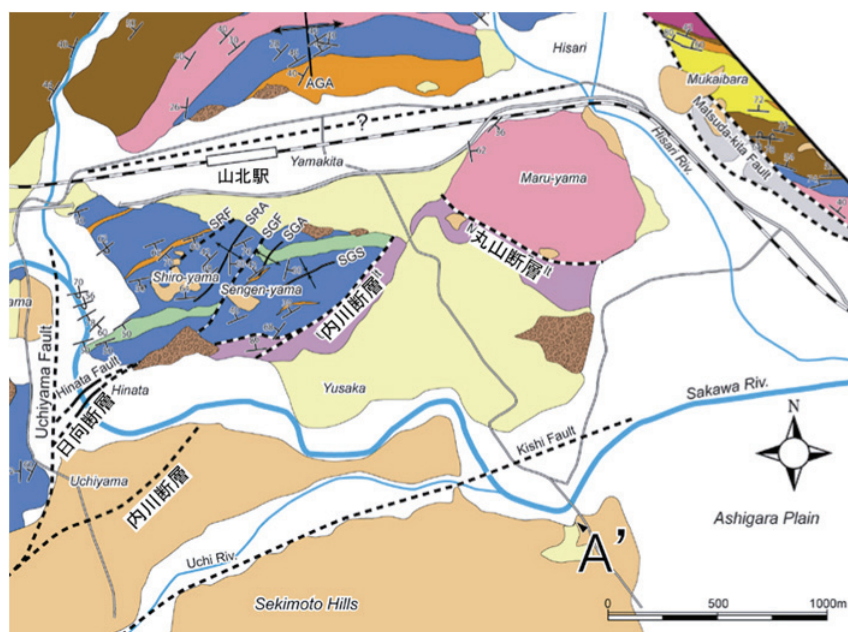


図2 山北町浅間山、丸山周辺の地質図（中満ほか、2007）。

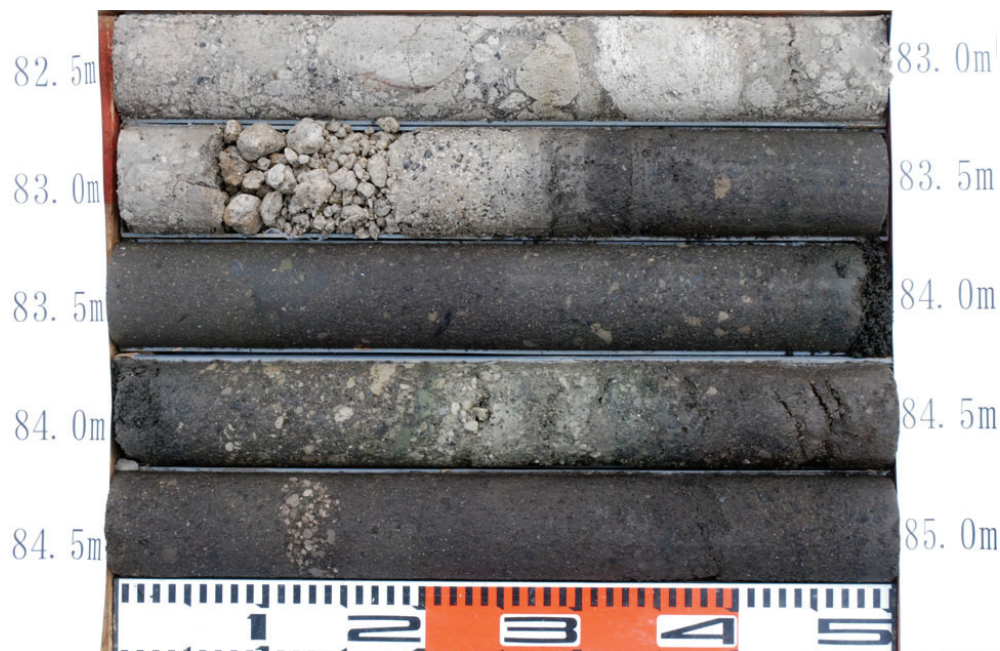


図3 南足柄市壺下地区における活断層調査ボーリングの深度83.3m（海拔約-40m）に見られる箱根小原台軽石（Hk-OP）。足柄平野が沈降したことを示唆する。

(c) 結論ならびに今後の課題

浅間山におけるボーリング調査（22SGB-1）の結果では、浅間山面は城山（河村城址）から浅間山へと続かず、両者の間に断層等による地質構造の違いが存在する可能性が示唆される。今後、この地質構造の違いが浅間山内部を切る推定断層の城山断層（SRF）や浅間山断層（SGF）とどのような関係を持つのかを詳細に検討していく。

北足柄中跡地におけるボーリング調査（22KAB-1）の結果では、矢倉沢面の基底礫層は矢倉沢礫層ではなく内山礫層である可能性が高く、その離水年代は約50kaであると推定される。今後は、今回推定された活断層の詳細な位置の把握に努め、本調査地域の詳細な運動像について明らかにしていく。

南足柄市壺下におけるボーリング調査（22MMB-1）の結果では、Hk-TP、Hk-MP、Hk-OPの各テフラ層の存在を確認し、少なくともHk-OPが堆積後に、足柄平野側が40m以上沈降していることが推定される。今後、足柄平野および周辺のボーリングデータの収集および地表踏査を行い、テフラ層序の対比を行い、国府津－松田断層帯北西縁部の運動像の解明に努める。

(d) 引用文献

1) 林 広樹・伊藤谷生・上杉 陽・小山田浩子・笠原敬司・関口渉次・高橋雅紀・田中裕一郎・津久井雅志・松井智之・松本拓己・山崎 優・山田隆二・山水史生・柳沢幸夫・渡辺真人（2006）神奈川県西部山北南高感度地震観測井の掘削および孔内検層。

防災科学技術研究所研究資料，第 298 号，1-32.

2) Imanaga, I., 1999, Stratigraphy and tectonics of the Ashigara Group in the Izu collision zone, central Japan. *Bull. Kanagawa Pref. Mus. Nat. Sci.*, **28**, 73-106.

3) 神奈川県 (2004) : 平成 15 年度地震関係基礎調査交付金事業，神縄・国府津－松田断層帯に関する調査成果報告書，65p.

4) 国土地理院 (2006) 1:25,000 土地条件図「小田原」.

5) 町田 洋 (2001) 山北町の地形地質の特徴と生い立ち. 山北町教育委員会編，山北町の自然，山北町史別編，296-315.

6) 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会，336p.

7) 萬年一剛・小林 淳・山下浩之・古澤 明 (2005) : 神奈川県山北町・浅間山の隆起開始年代－伊豆弧北東端のアクティブテクトニクスに対するひとつの制約，地質雑，111, 111-114.

8) 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・井内美郎 (2004) 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年－EDS 分析による火山ガラス片の主要成分化学組成－. 第四紀研究，43, 15-35.

9) 中満隆博・林 広樹・小田原啓・上杉陽・佐藤比呂志・伊藤谷生・関口渉次・笠原敬司、(2007) 神奈川県山北町南部の地質：特に活断層について. 地球惑星科学連合 2007 年大会 (千葉市幕張メッセ，2007 年 5 月).

10) 徐 垣 (1995) 足柄層群南縁の衝上断層(日向断層)とその地震テクトニクス上の意義，地質学雑誌，101(4)，295-303.

11) 杉原重夫 (1984) 丹那断層名賀地区トレンチにおける示標テフラの岩石記載的特性と噴出年代. 地球，海洋出版，6，171-177.

12) 鈴木隆介 (1963) 箱根火山北東部における軽石流の堆積とそれに伴った地形変化について，地理学評論，36, 24-41.

13) 津久井雅志・山崎 優・松井智之・小山田浩子・上杉 陽・林 広樹・柳沢幸夫・笠原敬司 (2006) 伊豆弧北端の火山岩類と地殻構造－山北南大深度観測井の箱根火山，先箱根火山岩類から－. 地質調査研究報告，第 7/8 号，197-215.

(3) 平成 23 年度業務計画案

平成 21 年度、22 年度に実施したボーリング調査の結果をもとにして、追加ボーリング調査を実施する。これらのボーリングデータおよび地表地質調査の結果等をもとにして、各段丘面を形成した活断層の位置や平均変位速度など、本調査地域の運動像を明らかにすることを目的とする。

謝辞

島根大学総合理工学部の林広樹准教授には、調査全般にわたって様々なご協力をいただいた。ボーリング調査では、南足柄市役所および山北町役場に様々な便宜を図っていただいた。記して御礼申し上げる。