

第2編「平成19年度新マーケット創出・提案型事業」

成果報告書

事業テーマ1 大都市直下の伏在活断層に関する合同研究調査事業

事業テーマ2 共生型地下水技術活用研究事業

事業テーマ3 グラウンドアンカー工のアセットマネジメントに関する事業

はじめに

地質調査業は、長期にわたる公共投資の削減等により市場規模の縮小が続いております。(社)全国地質調査業協会連合会では、需要創出に積極的に取り組む会員企業や企業グループを支援し、会員企業各位の多様なご要望に対応することを目的として平成19年度に「新マーケット創出・提案型事業」を創設いたしました。

本報告書では、平成19年度に事業テーマを募集し、その結果採択された3つの事業の成果をまとめたものです。

今回の報告内容をご覧いただき、それぞれの事業についてご質問等がございましたら、全地連までご連絡下さい。

(社)全国地質調査業協会連合会

「新マーケット創出・提案型事業」の概要

1. 本事業の導入の経緯

(1) 現 状

全地連として、

- ① 会員企業が自由に参加を選択できる事業の提案が無い。
- ② 会員企業の多様な要望に応える手段がない。

(2) 対応策

地域や分野によって、これは仕事につながるのではないかというものがある。ある会社がテーマを提案し、賛同する会社が集まって研究会等を作り、事業化を検討する。1社ではできないことでも何社かが集まって知恵を出す活動を全地連としてバックアップすることとする。

2. 実施要領

(1) 事業テーマの募集について（全地連会員企業より公募する。）

(2) 応募要領

- ① 公募の時期は、1月～3月とする。
- ② 事業の実施期間は、原則単年度とする。
- ③ 全地連で定めた所定の様式に必要事項を記入し応募する。
- ④ 対象とする事業テーマについて
 - ・ 既にコア企業*1により検討が進められている事業
 - ・ これから参加企業（コア企業*1や賛助会員企業）を募り、活動を開始しようとする事業で、将来的に新マーケットの創出の可能性があると思われる事業（テーマ）を対象とする。

*1 コア企業：事業を推進する会員企業あるいは会員企業グループ

(3) 実施する事業テーマの決定について

- ① 募集のあった事業テーマについて全地連で内容を検討し、実施する事業を決定する。決定は、5月末とする。
- ② 事業の実施形態は、事業の提案者と全地連で調整を行う。
勉強会方式、研究会方式、コンソーシアム方式、委員会方式等から扱うテーマと活動方法、規模等によって決定する。

(4) 全地連の協力内容

全地連が協力する内容は、以下のとおりとする。

- ① 関係機関との連携促進
- ② 会議室の提供
- ③ 参加企業募集事務（募集がある事業のみ）
- ④ 全地連のHP等によるPR活動
- ⑤ 報告書等の出版事業

・ 出版時の権利関係および経費負担等については、事業の提案者と全地連で別途協議するものとする。

(5) 権利関係

当該事業において提案されたアイデア等知的財産権は、事業の提案者に属する。

(6) 成果の公表について

事業の成果については、事業終了後に、その概要について全地連会員企業に周知することとする。

事業テーマ1「大都市直下の伏在活断層に関する合同研究調査事業」活動報告

東京都区部山の手台地中央部付近の伏在断層について

1. 事業の目的および活動体制・内容

大都市部における活断層の有無を明らかにすることは、自治体の地震防災計画を策定する際の基礎資料として重要である。また、地盤工学的観点から支持層となる礫層等があるいは遮水層となる泥層の深度分布が突然変化する状況を考えると断層による変位の有無と規模を明らかにすることは事業計画・費用を大きく左右するため重要である。他方、大都市部のある平野台地部や低地部では地層露出が悪い反面これまで多くの都市開発用のボーリングがなされており、またそれらの情報も公開されてきている。しかし、それらの活用はまだ進んでいない。

これらの諸事情を考慮し、今般新マーケット創出提案型事業として「大都市直下の伏在活断層に関する合同研究事業」を応募した。上記7名の技術者でワーキンググループを結成し、既往のボーリング柱状図とその他資料を用いた地質解析により、山の手台地下に活断層が伏在するのかどうか検討する研究調査を実施することとなった。研究手順としては、ボーリング資料解析からまず断層の疑いのある個所を抽出し、さらにそれらが活断層としての性状を示すものなのかどうかを地形・地質学的に検討し、あわせて地質調査業界の技術者の研究である特徴を生かして建設工事に伴う地質資料を参考に、その存否について検討を加えることとした。次に、その結果に基づき今後の地質調査を含めた各種の対策の必要性に関する啓発や提案を行うことを想定している。また、本研究を進めるに当たり、東京大学地震研究所島崎邦彦教授、首都大学東京山崎晴雄教授、および東京都土木技術センター中山俊雄元主任研究員に研究顧問になっていただき、ご指導いただきながら実施している。3名の先生方には、日ごろのご指導に深く感謝申し上げます次第である。

研究調査活動としては、1 から2 か月に1 回程度の勉強会を主として全地連会議室で実施しているが、業務の繁忙期を考慮して実施している。

研究対象範囲として山の手台地中央部の東側の地区（図-1）を選んだ。現在も研究調査を継続中の部分もあるが、地形・地質・構造に関するこれまでに得られた成果の範囲をまとめて報告をする。

2. 事業の成果

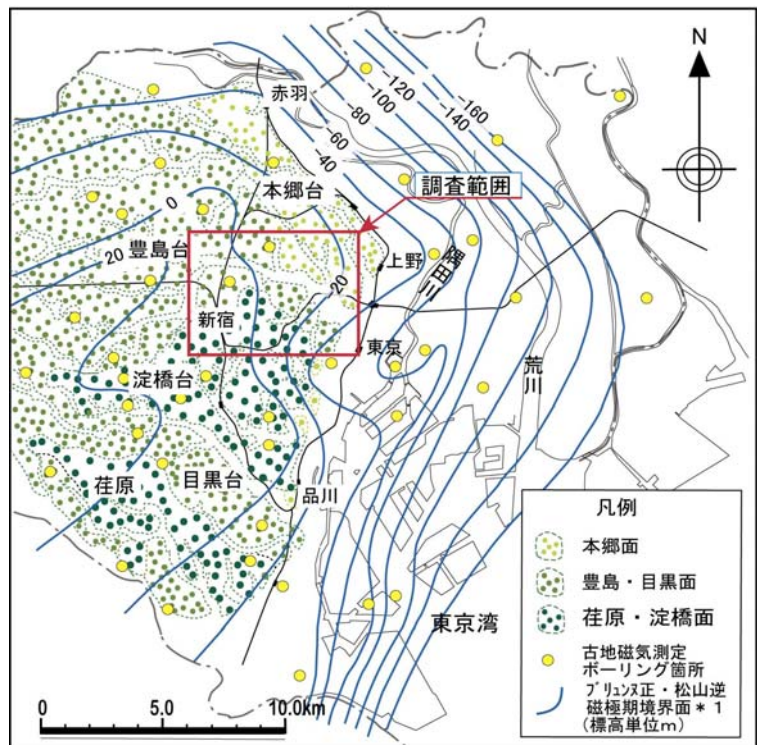
1. 地形・地質概要と既往の研究

東京都区部においては、東京都土木技術研究所が地盤図・地質断面図集の発行に伴い、地質・地質構造解析をしているが、断層は明記されていない(東京都土木技術研究所；以降単に東京都と呼ぶ、1977, 1990, 1996)^{1), 2), 3)}。ただ、東京都³⁾は大深度地盤の地質構造の検討から撓曲構造を記載し第四紀前期の構造運動の存在を示した。しかし、断層に関する議論としては、清水(1986)⁴⁾が臨海副都心部で、また豊蔵ほか(2007)⁵⁾は中央区等の下町低地下で伏在第四紀断層が推定されるとしている程度で、山の手台地における活断層の有無を検討した事例は極めて少ない。その理由としては、明瞭な断層を示唆する地形・地質的証拠がないこと、地形の人工的改変が大きいこと、露頭が少ないことと、さらには地質資料の入手が困難なことがあげられよう。以下に地形、地質および地質構造の概要と既往の研究について述べる。

1.1 地形

東京都の地形は西部から東部へ山地、丘陵地、台地、低地の4つに大区分される。これら各地形の内、都中央部の多摩川の北側に広がる広大な台地は武蔵野台地、東部の隅田川や荒川の流域に広がる沖積低地は下町低地と呼ばれている。

都区部に発達している武蔵野台地の内、東部のものは特に山の手台地と呼ばれ、その地形に関しては多くの研究がある。段丘地形に関しては、神田川の南側ものは淀橋台、北側の西側のものは豊島台、およびその東側の下町低地と接するものは本郷台と呼ばれている(例えば東京都, 1996)³⁾。そして、それらはそれぞれ南関東の下末吉面(S面)、小原台面(M1面)、および三崎面(M2面)に対比されており(例えば町田・鈴木, 2000)⁶⁾、またそれぞれ約12万年前、約10万年前、および8万年前頃に形成されたとされている(町田・鈴木, 2000)⁶⁾。



*1: 東京都土木技術研究所(1996)に基づき作成

図-1 研究範囲ならびに武蔵野台地の地形面区分とブリュンヌ正磁極期と松山逆磁極期境界面(約78万年前)の分布高度(*1: 東京都土木技術研究所(1996)より作成)

1.2 地質

1.2.1 地質・地質層序

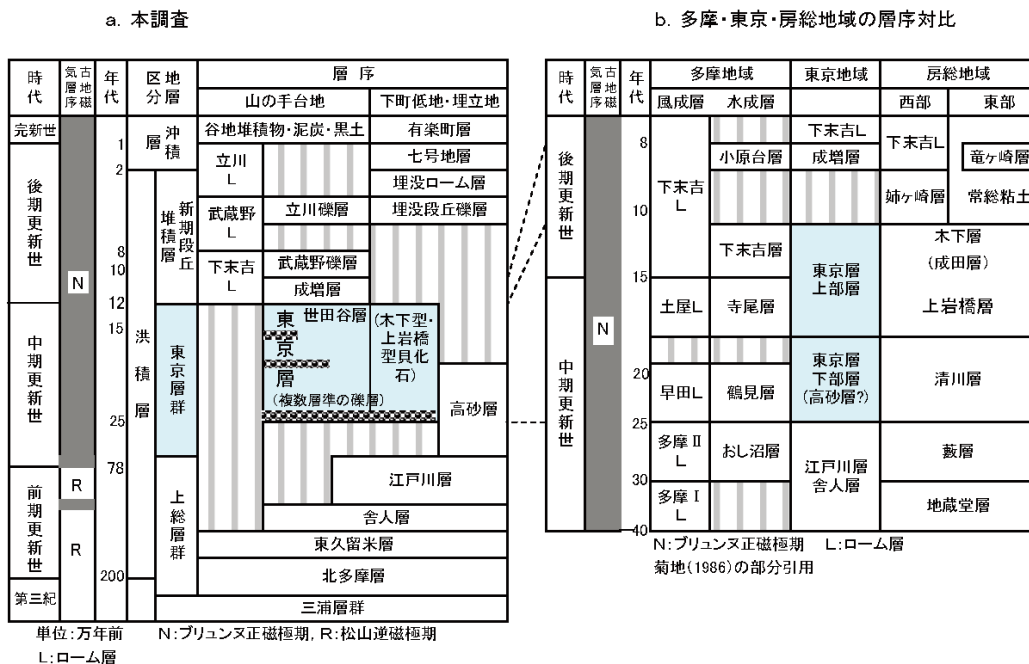
東京都区部の地質・地質層序については、東京都（1977, 1990, 1996）^{1), 2), 3)}, 岡ほか（1984）⁷⁾, 菊地（1986）⁸⁾などをはじめとして多くの報告・研究がある。東京都は地盤図発行に伴い地質断面図集を作成しているが、23区下町地区を対象としたもの¹⁾, 山の手・北多摩地区を対象としたもの²⁾, その他大深度地下地盤を対象としたもの³⁾がある。

本稿では地層区分・編年等についてはこれまでの研究を総合してまとめた豊蔵ほか⁵⁾のものを引用することとした。表-1では、地質区分・地層名については都区部の地質を総合的にまとめている東京都（1996）³⁾に基づき、東京層の層序区分・対比については岡ほか（1984）⁷⁾ および菊地（1986）⁸⁾に基づき、堆積年代に関しては町田・鈴木（2000）⁶⁾に従っている。

東京都区部の第四系は、東京都（1977, 1990）^{1), 2)}によると下位から上位に向けて、下部更新統の上総層群、中部更新統の東京層群、上部更新統の新时期段丘堆積層および沖積層に区分される。東京層群の内、東京層は本研究範囲を含む山の手台地域一帯および下町低地の西側で広く分布している。新时期段丘堆積層は、武蔵野礫層などの段丘礫層と関東ローム層からなり、山の手台地の表層部に分布している。なお、従来東京層群に含まれていた江戸川層は古地磁気測定の結果に基づいてその上部付近にブリュンヌ正磁極期・松山逆磁極期境界（約78万年前）があることが判明したとし、編年が見直され^{とおり}舎人層と共に上総層群に含まれている。

東京層の層位については、表-1に示すように多摩地域の鶴見層から、寺尾層、下末吉層まで、また房総地域の清川層から、上岩橋層、木下層までまたがるとした（岡ほか, 1984; 菊地; 1986）^{7), 8)}。

表-1 東京都区部の地質層序表と対比表



東京都土木技術研究所(1977)と東京都土木技術研究所(1996)にもとづき編集。東京層の年代については一部変更。また世田谷層(下末吉層相当層)は踏襲、晴海層は東京層に含めた。年代は、町田・鈴木(2000)による。

1.2.2 東京礫層

山の手台地では台地地表面下ほぼ 20m~40m付近に砂礫層が分布しており、また東部の下町低地においても沖積面下ほぼ 20m~60m付近に砂礫層が分布している。これらの砂礫層は同一層準の地層として扱われて“東京礫層”と呼ばれ(東京地盤調査会, 1959)⁹⁾、区部における建築物の最も信頼のおける支持地盤層とされている。その後、従来の東京礫層は複数の砂礫層を同一層として呼称していたとして、渋谷区代々木公園の深さ 9m~26m間に分布する地層の基底部に発達する厚さ約 5mの砂礫層を東京礫層として再定義し、この砂礫層を基底として、上位へシルト層、細粒から中粒砂層の順に成層している地層全体を東京層とした(東京都, 1996)³⁾。この定義による東京礫層は、山の手台地東縁部の渋谷区、新宿区付近一帯から千代田区付近などの地下 20m~40m付近に 5m~10mの層厚で分布している。

1.3 地質構造

図-1 のブリュンヌ正磁極期・松山逆磁極期境界(約 73 万年前)面等高線図によれば、世田谷区から中野区にかけての地区を頂部とする半ドーム状の構造が認められる。その標高は頂部で 20mであるのに対し、北東方の葛飾区付近および東京湾内側では-160mを示し、この間で-180mの分布高度差がある。この高度差は、江戸川層堆積以降の構造運動量を反映したものと見なすことができる(東京都, 1996)³⁾。

山の手台地では、豊蔵ほか(2007)⁵⁾が調査地の南方の港区麻布と赤坂における掘削工事に伴っていわゆる“東京礫層”を切るほぼN-S走向で高角度の断層を上総層群中に見つけていることを報告している。また、ボーリング資料に基づく地質解析では、江東区臨海副都心部で“東京礫層”を切るNW-SE走向を示す推定断層を清水(1984)⁴⁾が、さらに中央区下町低地下でNNE-SSW走向を示す1本の断層と4本の推定四紀断層を豊蔵ほか(2007)⁵⁾が報告している。

2. 調査の進め方と調査資料

調査研究は、①既往の地形・地質文献および地質ボーリング柱状図の収集、②地形解析・面区分検討、③ボーリング断面図作成、④地質層序・年代解析、⑤高度不連続箇所抽出・断層の可能性の検討、⑥調査結果のまとめ、⑦調査結果の公表・調査の提案の順で実施している。

ボーリング柱状図として、既刊の地盤図^{1), 2), 3)}、東京の地盤(Web版)¹⁰⁾、独立行政法人土木研究所によって公開されているKunijiban¹¹⁾、その他の地質資料を用いた。地質・高度不連続解析用のボーリング断面図作成に当たり、東西・南北測線については500m間隔、高度不連続のみられる一部の東西測線の範囲では250mとしている(図-2)。各測線上にボーリング孔があるとは限らないため、片幅100m以内のボーリングを測線に直角に投影してボーリング断面図を作成した。投影することについては、東京層の全体的な地層の傾斜が東方向へ2m/100m以内の緩傾斜であるため、断層の有無はその点を念頭に置いて解析を進めている。

ボーリング柱状図の中のごく一部には、周囲の地質構成と良く似ているが、その箇所だけ地層分布を上方または下方に平行移動したようなねりが出る孔が認められた。それらについては孔口標高を移動するだけで、両隣の地層分布と全深度においてよく合っているため、地表面を越えない範囲で変更した。

3. 地形面区分

研究範囲の地形面について、既往の研究を参照にしながら詳細地形図上で段丘頂面の連続性と高度分布を手がかりに区分すると、高田馬場北方付近から皇居北側へと向かって東流する神田川の沖積低地を境として、その北西側には池袋付近から目白台にかけて広がる標高 35m～25m の豊島面 (M1 面) とその東側で標高 25m～15m を示す本郷面 (M2 面) が区分でき、また神田川の南側には西新宿から麴町周辺にかけて広がる標高 45m～35m の淀橋台 (S 面) とその北側で豊島台とほぼ同一レベルの標高 35m～20m の段丘面 (M1 面) が区分できる。

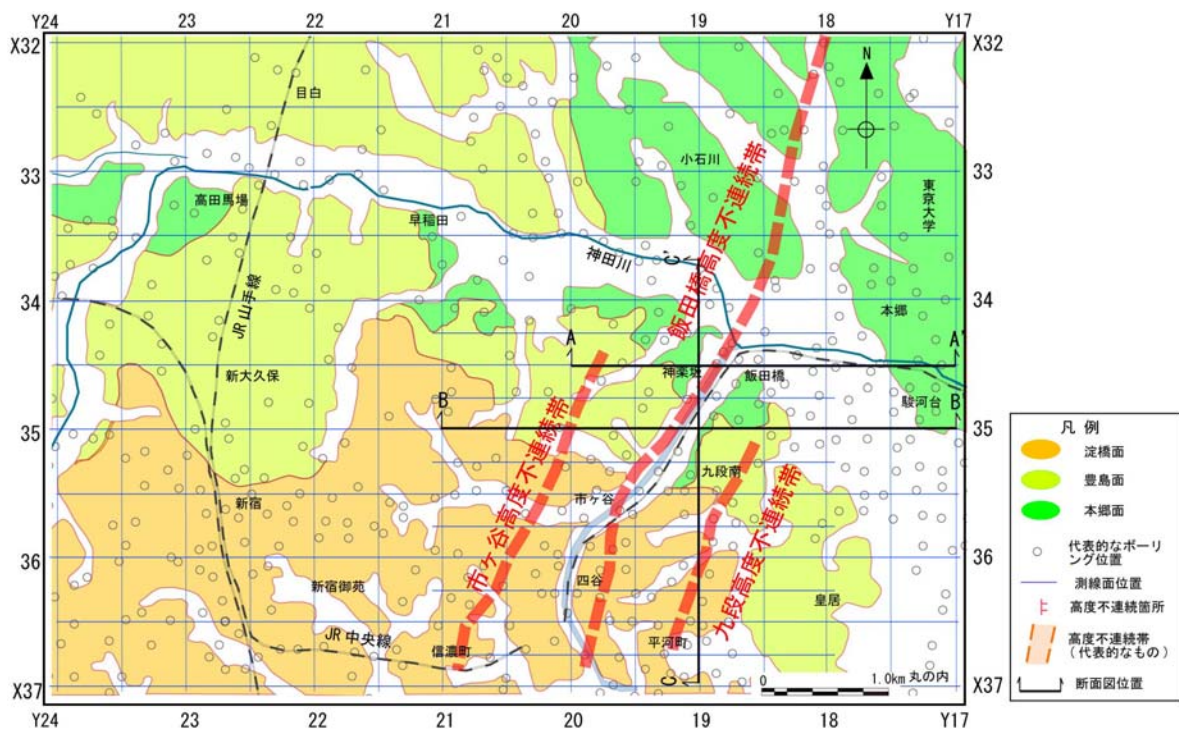


図-2 地形面区分と高度不連続帯分布図

山の手台地におけるS面, M1面およびM2面の3段丘面と神田川などの谷底低地の沖積段丘面をあわせて4面に区分される。今回の研究では、ボーリングデータから武蔵野・本郷段丘堆積層（特に基底礫層）の分布域を明らかにし、各段丘面の分布を検討した。

判明した地形面と段丘堆積層の特徴をまとめて表-2に示し、また作成した地形面区分を図-2に示す。その結果、従来区分に関し議論のある数箇所、面区分を確定できたと考えられる。それらは以下のとおりである。

- ①西新宿～北新宿付近の一部で豊島面（M1）^{1), 12)}を淀橋面（S）に
- ②早稲田～飯田橋北方付近の一部で豊島面（M1）^{1), 12)}を本郷面（M2）に
- ③市ヶ谷～皇居付近の一部で淀橋面（S）^{1), 12)}を豊島面（M1）に区分した。

すなわち、これら各面の詳細な分布境界については文献^{1), 12), 13)}によって異なり、帰属に議論のあるところである。これは東京都区内の地形が古くからの人工改変により、本来の段丘面や段丘崖が不明瞭となっていること、段丘礫層の分布の範囲が不明瞭な箇所があること、および地形面の形成がもともと明瞭な崖地形が伴っていなかったことなどが要因と考えられる。

4. 地質

研究範囲のほぼ中央付近の淀橋台から本郷台にかけてのほぼ東西方向の模式地質断面を図-3に示す。

淀橋台および豊島台では、上総層群が西側では標高15m前後、また東側では-10m前後以深では分布し、その上位にはこれを不整合で覆って東京層が分布する。豊島台・その相当面および本郷台では東京層を削剥してそれぞれ武蔵野段丘および本郷段丘礫層が厚さ数メートルで分布し、その上には火山灰質粘土層と関東ローム層が両者あわせて約10m以下の層厚で分布する。

東京層は、最下部に礫層（いわゆる“東京礫層”）が、その直上に泥層が、さらにその上位に厚い比較的良く締まった砂質卓越層が重なる構成となっている。その層厚は15～30m程度で、西側で薄く東側で厚い傾向があり、全体として東方向に緩く傾斜している。なお、新宿付近の淀橋台下には、図-3に示されているように最下部礫層の上位の標高20m～25m

表-2 地形面と段丘堆積層の特徴

面区分		地域		地形面高度 (m)	堆積面高度 (m)	礫層分布高度 (m)	礫層厚 (m)
記号	名称	地名	Y軸				
S	淀橋面	新宿	22.5	40～35	30～25	16～20?	0～4
		信濃町	21.0	35～32	25～20	なし	-
		麴町	19.0	30～28	20～17	なし	-
M1	豊島面	落合	23.0	33～30	25～20	23～18	0～5
		新大久保	22.5	33～28	25～20	22～19	2～3
		喜久井町	21.0	28～24	20～15	20～17	1～3
		皇居	18.0	25～20	18～10	12～10	1
M2	本郷面	本郷	17.5	25～20	16～12	12～6	1～3
		高田馬場	23.0	25～20	20～15	18～15	1～3
		早稲田	21.0	20～15	15～10	11～9	1

地形面高度:ローム層と火山灰質粘土を除いていない高度(m).
淀橋面を構成する東京層の礫層は、いわゆる“東京礫層”と呼んでいた礫層(基底部の礫層)より上位の礫層をさす。

付近に層厚約 5m以内の砂礫層がその上位に泥層・砂層を伴って局部的に分布している。淀橋面を構成する地層としては、この砂礫層から始まり泥層を経て砂層に至る堆積シーケンスを示す地層が該当するように見える。また、この他駿河台では本郷礫層下にN値が5以下の最大厚さ約 20mの軟弱な泥層が埋没谷を満たして、またその基底の標高約-10mには層厚2m以下の基底砂礫層が分布する。ここでも一つのシーケンス層序が認められる。このようなシーケンス層序は低海水準期から高海水準期を経て停滞期に至る温暖化の際に形成されることが知られていることから、東京層は複数の海水準変動に対応したシーケンス層序で区分される可能性が高い。前者は淀橋面を構成する東京層上部層のシーケンスで、後者は極めて軟弱な堆積物であるが、本郷礫層に不整合で覆われていることから、山の手山の手台地の南部に埋積谷堆積物として発達する世田谷層に対比される可能性が高い。両層の分布高度は大きく異なるが、共に層序的な位置関係からすると下末吉期の堆積シーケンスに相当する可能性があるが、岡ほか(1984)⁷⁾によると寺尾層に相当するシーケンスもあることが指摘されていることから、詳しくは火山灰層序学的手法で対比する必要がある。

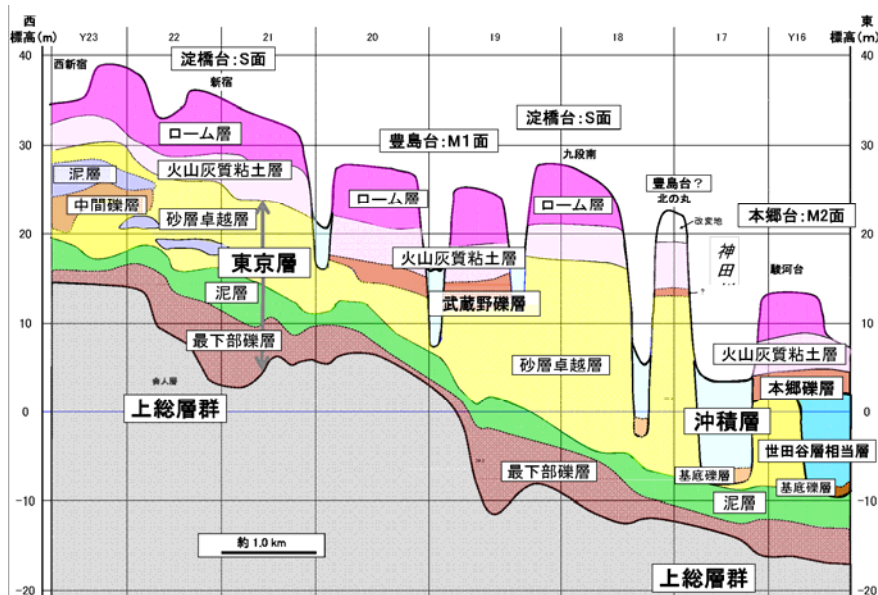


図-3 調査地の東西方向の地質模式断面図

5. 高度不連続解析

本稿におけるボーリング柱状図を用いた高度不連続解析においては、豊蔵ほか(2007)⁵⁾に準拠し、以下の(1)～(3)の条件を満足する箇所を抽出した。

- ①東京層の最下部礫層（いわゆる“東京礫層”）と直上の泥層をセットとした鍵層（ペア層と呼ぶこととする）の上限面および下限面の分布深度が同程度の急変を示していること。なお、最下部礫層直上の砂層は下位の礫層に含めた。
- ②東京層の最下部礫層と異なる堆積サイクルの段丘堆積層が隣り合って分布する場合でも、上記の条件を満たす可能性があるため、急変箇所における両側の層相（構成物、海棲貝化

石・腐植質・軽石の有無，N値)の類似性が高いこと。

③ペア層の深度急変箇所を両側で複数のボーリングまたはある程度の区間で，ペア層がそれぞれ異なるほぼ一定の深度を保ち分布すること。

調査範囲において，上記の条件を満たすペア層の高度不連続箇所を抽出した代表的な地質断面図を図-4(1)～(3)に示している。これらの図中では高度不連続箇所を縦破線で示している。高度不連続箇所は，全体としては東側下がりで，高度差は約3.5m～7.5mを示している。なお，不連続量は最下部礫層と直上の泥層との境界面を基準とした。不連続量は，両側の地層傾斜の設定の仕方で幅がでてくる。ここでは地層境界面の傾斜が全般的に見て緩傾斜の範囲が多いことから，周囲に合わせて緩傾斜に推定しているため，やや大きめの値を示す傾向がある。

高度不連続箇所が平面的にほぼ直線状に連続するものを結んで図-2に示し，これらの連続性の認められるものを高度不連続帯と呼ぶと，東西方向の距離程 Y18.0km～21.0km間に集中し，3本抽出された。ここで不連続帯はボーリングを投影していることもあり幅をもたせて表現している。3つの高度不連続帯を東側から九段，飯田橋，および市ヶ谷高度不連続帯と仮称し，それぞれの高度不連続帯の概要を表-3に示す。これらの高度不連続帯の特徴は，おおよそNNE-SSWの走向を示し，いずれも東側下がりとなっていることであ

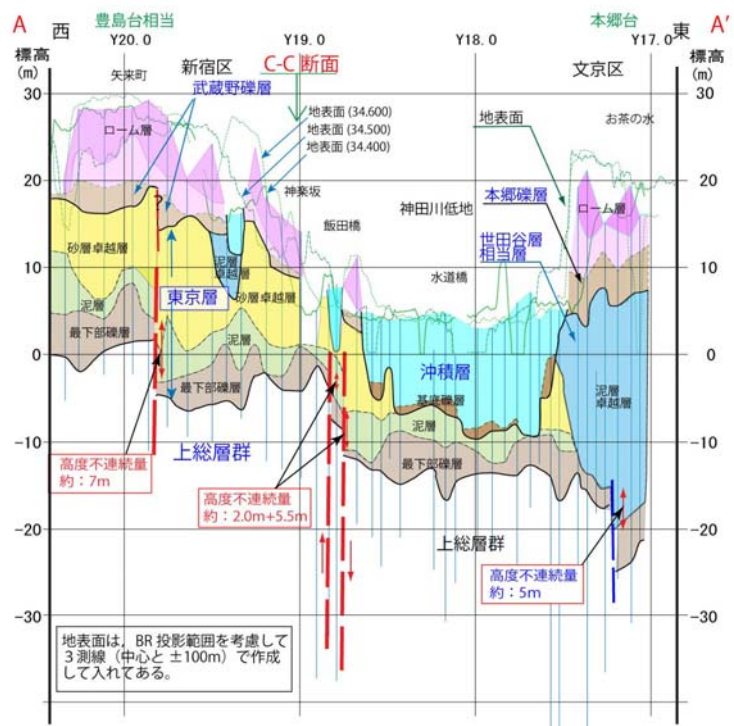


図-4(1) A-A' 地質断面図 (東西方向)

各断面図の縦細線はボーリング柱状図位置を示す。

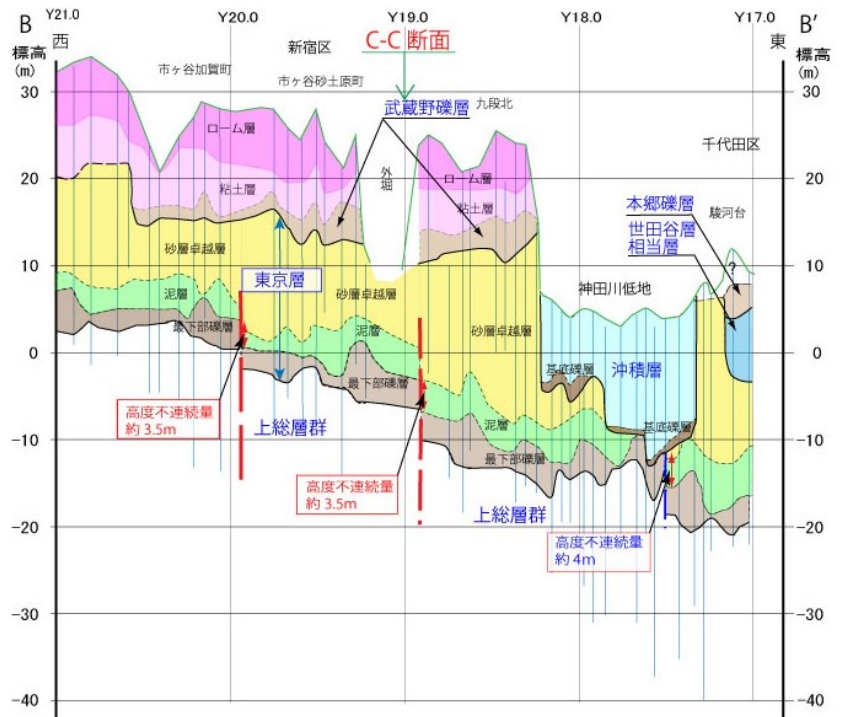


図-4(2) B-B' 地質断面図 (東西方向)

る。また、飯田橋高度不連続帯は、平面的に直線性を有し、飯田橋から四谷に伸びる幅広のお堀として使われている沖積谷の位置に分布している。

高度不連続がどの地層まで達しているのかについては、市ヶ谷高度不連続帯では後期更新世の武蔵野礫層にまで及んでいる可能性があるが、他の3つは中期更新世の東京層にだけ認められ、それより上の層に及んでいないか及んでいたとしても誤差以内の規模（2m：これ以下は読み取れない）の可能性がある。

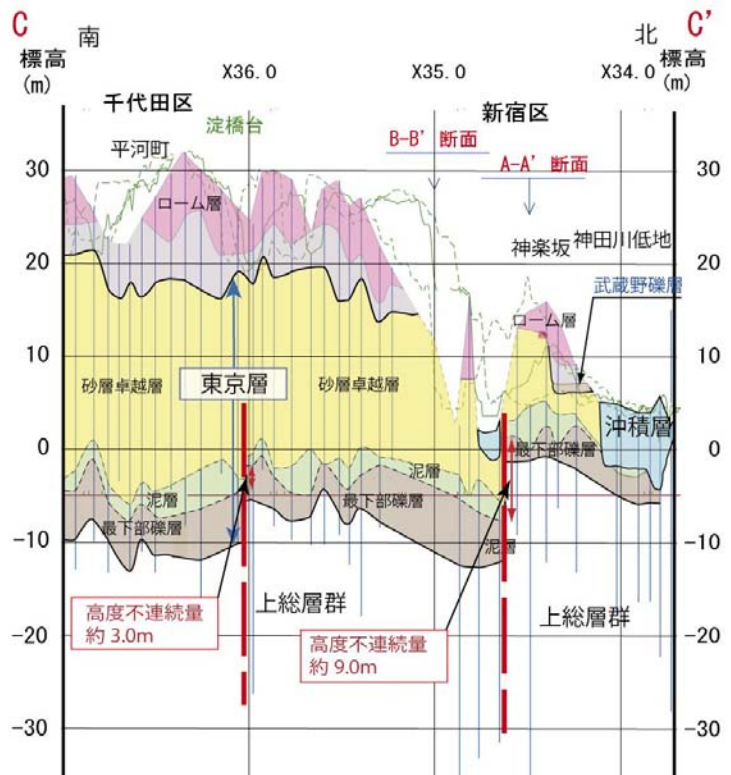


図-4(3) C-C' 地質断面図（南北方向）

表-3 高度不連続帯の分布と性状

名称	分布位置	方向	延長 (km)	不連続量* ¹ 東下がり (m)	不連続の及んでいる地層
九段	千代田区九段北から千代田区平河町まで	N20E ～ N30E	約 1.7	5.7±2.3 最大 8.5	東京層. 地形面には及んでいないかあっても小さい* ² .
飯田橋	文京区白山から飯田橋駅、千代田区五番町を経て千代田区紀尾井町まで	N15E～ N35E	約 5.3 (南北端未確認)	7.1±4.8 最大 17	東京層. 地形面には及んでいないかあっても小さい* ² .
市ヶ谷	世田谷区矢来町から市ヶ谷加賀町を経て信濃町まで	N25E ～ N30E	約 2.7 (南端未確認)	4.3±1.7 最大 7.5	東京層. 一部武蔵野礫層に及ぶ可能性がある.

*¹：不連続量は、最下部礫層と直上の泥層との境界面を基準としている。

*²：小さいとは、2 m以下

6. まとめと今後の進め方

これまでの研究内容の要点をまとめ、今後の進め方について簡単に述べる。

山の手台地東部において既往のボーリング資料等に基づき東西・南北方向の地質断面図を作成し、“東京礫層”と直上の泥層からなるペア層の高度不連続箇所を抽出した。その結果、飯田橋付近を通りほぼ NNE-SSW 方向に伸びる直線状の高度不連続帯が 3 本分布することが見いだされた。この不連続帯の成因としては、一般的に断層によるとする考え方と異なる時期の段丘堆積層が接しているとする考え方、および両方の組み合わせとする考え方がある。両側の地層の類似性の高さや線状分布の両方から、断層の可能性を示唆する可能性が高いと考えられるが、断定するまでには至らない。

今後、これらの問題点と関連する課題を解決すべくさらに検討を進めるが、地下鉄工事等で断層が確認されていなかったかどうかや火山灰層序学的手法で地質層序を明らかにし、伏在断層の存在の有無とその性状・規模・活動性を明らかにし、それらの結果に基づき種々の対応・対策を各方面に提案したいと考えている。

参考文献

- 1) 東京都土木技術研究所編：東京都総合地盤図（Ⅰ），東京都地質図集 3，技報堂出版，1977.
- 2) 東京都土木技術研究所編：東京都総合地盤図（Ⅱ），山の手・北多摩地区，東京都地質図集 4，技報堂出版，1990.
- 3) 東京都土木技術研究所編：東京都（区部）大深度地下地盤図，東京都地質図集 6，技報堂出版，1996.
- 4) 清水恵助：東京港地区における自然地盤ならびに埋め立て地盤の地質工学的研究，東京大学博士論文，p. 240，1984.
- 5) 豊蔵 勇・杉山雄一・清水恵助・中山俊雄：首都直下に見られる伏在第 4 紀断層，地学雑誌，Vol. 116，No.3/4，P. 410-429，2007.
- 6) 町田 洋・鈴木毅彦：1-4 地形地質の編年，貝塚爽平，小池一之，遠藤邦彦，山崎晴雄，鈴木毅彦編，日本の地形 4 関東・伊豆小笠原，東京大学出版会，pp. 22-36，2000.
- 7) 岡 重文・菊池隆男・桂島 茂：東京西南部地域の地質，地域地質研究報告（5 万分の 1 図幅），地質調査所，1984.
- 8) 菊池隆男：関東地方の第四系層序対比表，第 3 章 第四系，日本の地質「関東地方」編集委員会編：関東地方日本の地質 3，共立出版，p. 140，1986.
- 9) 東京地盤調査研究会編：東京地盤図，技報堂，1959.
- 10) 東京の地盤（Web 版），東京都土木技術センター <http://doboku.metro.tokyo.jp/start/3-jyouhou/geo-web/>，2008 年 11 月現在.
- 11) 国土地盤情報検索サイト <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/index.html>，2008 年 11 月現在.
- 12) 国土地理院：2 万 5 千分の 1 土地条件図，「東京西南部」，「東京東南部」，「東京東北部」，「東京西北部」，1981.
- 13) 鈴木毅彦：5-6 関東平野西部(1)，貝塚爽平，小池一之，遠藤邦彦，山崎晴雄，鈴木毅彦編，日本の地形 4 関東・伊豆小笠原，東京大学出版会，pp. 232-239，2000.

(大都市直下の伏在活断層合同研究調査ワーキンググループ)

豊蔵 勇（株）ダイヤコンサルタント） 須藤 宏（応用地質株） 青砥澄夫（川崎地質株）
福井謙三（基礎地盤コンサルタンツ株） 松崎平太郎（株）サンコーコンサルタント）
渡辺達二（大成基礎設計株） 川田明夫（大和探査株）

事業に関する問い合わせ先（連絡先）

株式会社ダイヤコンサルタント 豊蔵 勇

i.toyokura@diaconsult.co.jp

〒456-0002 名古屋市熱田区金山町 1 - 6 - 1 2

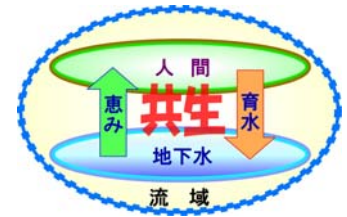
TEL:052-681-7189 FAX:052-681-8175

事業テーマ2「共生型地下水技術活用研究事業」活動報告

共生型地下水技術活用研究会

1. 事業の背景と目的

公共事業が減少し新規事業が少なり、地質調査業として新たな業務開拓が求められている。現有の地質調査技術を活用でき、且つ、これから伸展する可能性を秘めた分野を探してビジネスモデルを試行することが命題となってきた。



そういう分野の一つとして「地下水」をターゲットに新事業開拓を試みた。

地下水を取り上げた背景としては、①地盤沈下防止のため揚水規制が導入された結果、今では地下水位が元のレベルまで回復し、地下構造物の浮き上がりや地下室への漏水など新たな問題が発生してきており、有効な地下水管理が必要になりつつあること。②土壌汚染対策法が施行され、土壌・地下水汚染の調査から浄化までの専門的知見が求められてきたこと。③健康や環境への志向からウォータービジネスが注目され、水の一賦存形態である地下水についても保全／活用のコンサルティングの機会が増える可能性があること。④地震などの災害時における防災用水・飲料用水として安価で身近で良質な地下水の活用が期待されていること。⑤地下水の所有権は民法によるとの考え方もあるが、流動する地下水を有効に管理するには専門的かつ技術的な知見に基づいた解釈や地域での共通認識を育てる必要があること。⑥将来の気候変動に対処するための水資源管理や、生態系や食料供給システムのための地下水資源の流域レベルでの統合管理が求められつつあること。等々が挙げられる。

こうした問題認識に基づいて、地下水に関する情報を収集・発信するとともに、地下水技術や知見をコアにしたビジネスモデルを組み立てることを目的に研究会を発足した。

研究対象は、地下水への潜在的ニーズを見込める都市域に絞り込み、①地下水の多面的機能、②水循環、③地下水の公共的性格などに関する知見の変化に着目して、流域の利用者が地下水を涵養しつつ利用するという「育水」、および、「地下水との共生」という理念に基づいて、持続可能な地下水利用のあり方と管理システムを検討している。

2. 実施体制と活動内容

2.1 実施体制

研究会は、平成18年12月にコア企業7社の経営者と技術者、技術顧問[西垣誠岡山大学教授]、研究会事務局によって活動を開始し、平成19年12月に全地連の新マーケット創出・提案型事業に移行後、コア企業に1社、賛助会員企業に1社が加わり、現在9社で研究会活動を行っている。研究会の企業メンバーは、経営者メンバーと幹事会メンバーとで構成し、通常の研究会やWGは幹事会メンバーで行い、節目の研究会は経営者を交えた拡大研究会として開催している。研究会の実施体制を表-2.1に示す。

表-2.1 研究会構成

技術顧問	西垣 誠[岡山大学大学院教授]	
研究会代表	瀬古一郎[中央開発(株)社長]	
コア企業	(株)エイトコンサルタント, 応用地質(株), 川崎地質(株), 基礎地盤コンサルタント(株), サンコーコンサルタント(株), 大成基礎設計(株), (株)ダイヤコンサルタント, 中央開発(株)	} 各社経営者メンバー 各社幹事会メンバー
賛助会員企業	旭化成ケミカルズ(株)	
事務局	中村裕昭[(株)地域環境研究所]	

2.2 活動の内容

研究会は、「育水」を踏まえた「地下水との共生」を理念に図-2.1 のコンセプトのもとに活動を行っている。研究会発足から現在までの、主な活動内容とトピックを表-2.2 にまとめた。

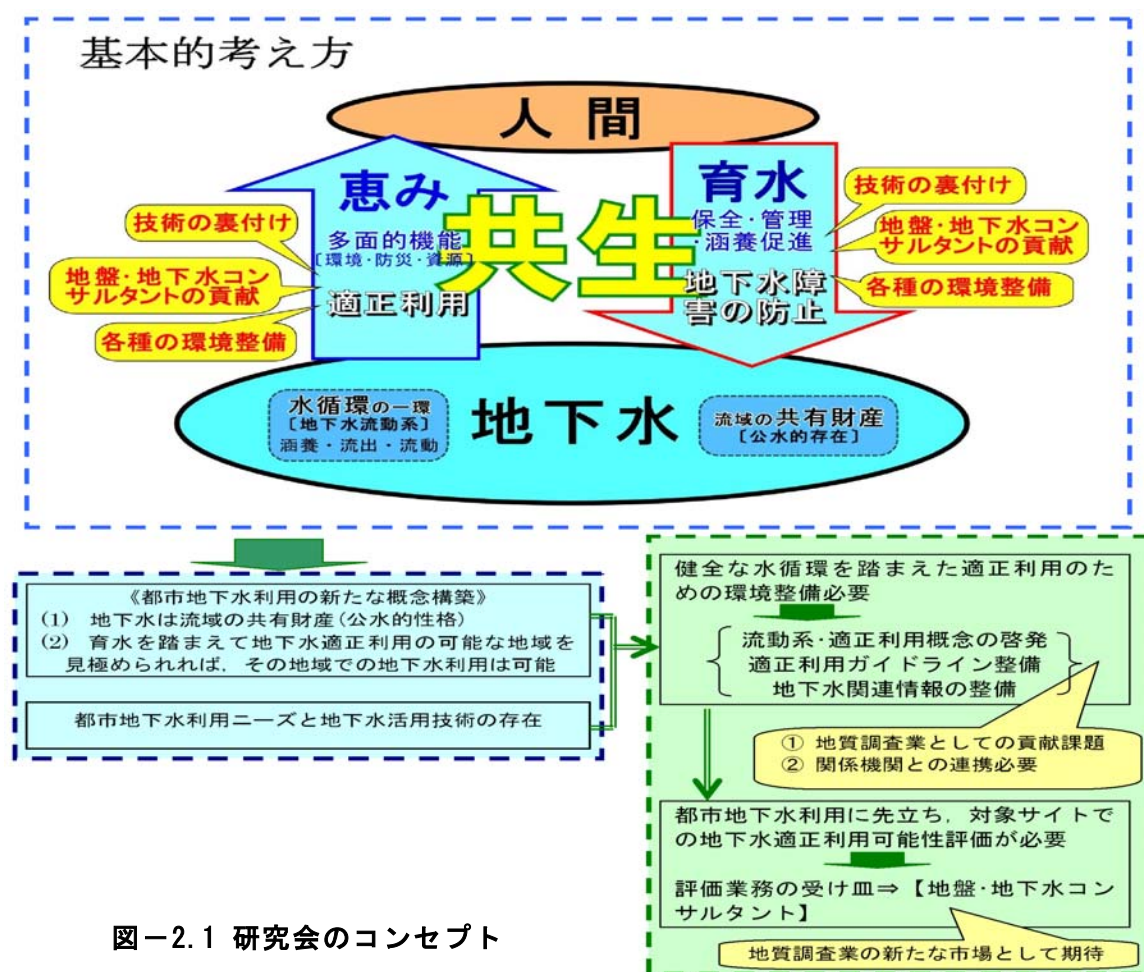


図-2.1 研究会のコンセプト

近年、戦後急速に整備された社会資本の更新期を迎え、かつ今後の少子高齢化を見据え、環境対策、災害対策を踏まえると、従来の集中型施設を中心に据えたネットワーク型システムをそのまま更新することは、必ずしも得策とは言えず、地域の実情に即した分散型のシステム導入を検討することも重要と考えている。人類および生物全般に欠かせない資源であり環境要素である水に着目すると、表流水に依存し、ダムと浄水場、下水処理場、上下水配管等によるシステムは、大規模災害時に弱点があり、かつ、これらのシステムを更新維持し続けることは、大きな負担となってきた。

表-2.2 研究会の主な活動内容とトピック

研究会	月日	主な活動内容とトピック
第1回 拡大研究会	H18.12.6	・7社で研究会発足，運営方針など審議。 ・西垣顧問「都市域での地下水活用技術など」話題提供。
	H18.12.12	・建設通信新聞「地質大手7社 都市地下水活用へ研究会」
	H19.1.12	・日経コンストラクション「都市地下水活用の研究会が発足」
第2回 幹事会	H19.1.30	・地下水活用分野，アウトプットの検討（Web-Site構築，出版物） ・西垣先生，応用地質，大成基礎，中央開発から資料提供。
	H19.1.31	環境省/地下水・地盤環境室に状況を報告。
第3回 幹事会	H19.4.11	・地下水は誰のものか等理念，ビジネス対象分野等の整理結果報告 ・アウトプット検討（提言書，地下水適正利用マップなど）
第4回 幹事会	H19.6.20	・研究会コンセプト，アウトプットの検討，関連情報報告（産総研） ・高嶋洋氏「地下水の法的位置づけについて」について話題提供。
第5回 拡大研究会	H19.8.20	・勉強会；「最近の地下水問題の動向（環境省・藤塚室長）」「地下水に思うことー水育（西垣先生）」「共生型地下水活用について（研究会）」，・アウトプットの合意形成，他。
	H19.9.5	建設通信新聞「研究会 地下水情報共有化へ 成果を中間とりまとめ」
第6回 幹事会	H19.10.25	・丸井先生「利用可能な資源としての地下水の考え方」の話題提供。 ・アウトプットの検討，全地連へ移行後の活動計画。
	H19.11.14	環境省・地盤沈下対策再評価検討会にて活動紹介（研究会代表・瀬古，事務局・中村）
	H19.11.30	第4回ちかすいネットにて活動報告（大成基礎設計・進士）
第7回 拡大研究会	H19.12.6	・成果『小冊子版：都市における地下水利用の基本的考え方(案)』公表 ・全地連への移行。話題提供（国交省/河川情報対策室）を予定。
	H19.12.11	・建設通信新聞「地質調査8社研究会，地下水利用で新ビジネス，都市部対象，技術や課題整理」
	H20.1.16	・地質汚染ー医療地質ー社会地質学会 地下水制度研究会(仮称)で活動紹介(事務局・中村)
第8回 研究会	H20.2.4	・小冊子最終版確認 ・今後の活動方針について審議
	H20.4.4	・西垣顧問「地下水適正利用算定方法に関する研究ーUNSAF-3DC についてー」話題提供 ・今後の活動方針について審議
第10回 研究会	H20.5.21	日刊建設工業新聞「地下水を共有財産に，適正利用量見極め「育水」「共生」，地質調査会社8社の研究会が提言，洞爺湖サミットで環境効果アピールも」
	H20.6.3	・研究会リーフレット英語版の確認 ・今後の活動方法[市場調査班，概要調査班，詳細調査班]について審議
	H20.7.上旬	洞爺湖サミットプレスセンターで英文リーフレット配布
第11回 研究会	H20.7.29	・次回に向けてWG[市場調査班，概要調査班，詳細調査班]間の調整 ・営業資料作成方針について審議
	H20.9.17.	・環境省研修所で研修講師「都市における地下水利用の基本的考え方[地下水と上手につき合うために]」講演(事務局・中村)
第12回 研究会	H20.10.9	・『地下水ビジネスの営業展開』営業社員を交えた勉強会 ・西垣顧問「地下水を活用した営業に向けての基礎知識と可能性」講演
	H20.10.16-17	・全地連フォーラム高知で活動報告[ポスター展示]
	H20.10.23	・土木研究所・全地連 連携技術講習会[於：名古屋]で講演(事務局・中村)
	H20.10.26-11.1	第36回国際水文地質学会(富山市)で小冊子とリーフレット等配布
	H20.11.7	・地下水技術協会平成20年度秋期講習会で講演(西垣顧問)
第13回 研究会	H20.12.10	・機関誌「地質と調査，通巻118号」で活動報告
	H21.1.29.	・西垣顧問「(仮称)地下水涵養における地盤・地下水工学的課題」話題提供予定
	H21.3.6	・全地連活動成果報告会で活動報告予定
第14回 拡大研究会	H21.4.20	・公開セミナー方式で開催予定[於：地盤工学会地階大会議室]

一方、身近で安価に良質の水が地下水で得られる地域であっても、地盤沈下懸念や水質悪化から、地下水利用に大きな制約をきたしている。研究会では、地下水を汲み上げて一方的に利用だけするのではなく、きれいな水を地下に涵養し、その地域の中で水収支が釣り合い、健全な水循環が確保できる、すなわち『育水』を踏まえた地下水との『共生』利用を目指している。平成21年度の活動で、具体的メニューを提示する計画である。

3. 事業の成果

3.1 地下水利用現状

日本の60箇所の地下水盆の内、10万 t/day 以上揚水している32箇所を図-3.1に示す。工場分布地域（工業用水として使用）と豪雪地域（融雪に使用）が大半を占めている。また、全国での揚水量は1350万 t/day 以上に及ぶ。つまり、日本は地下水消費国である。

また、60箇所の地下水盆では、90%程度が沈下しており、80%程度が監視や規制が行われている。また、塩水化は10%程度にとどまり、水道水源として利用が50%程度の地下水盆に及んでいる〔図-3.2~3.6 参照〕。

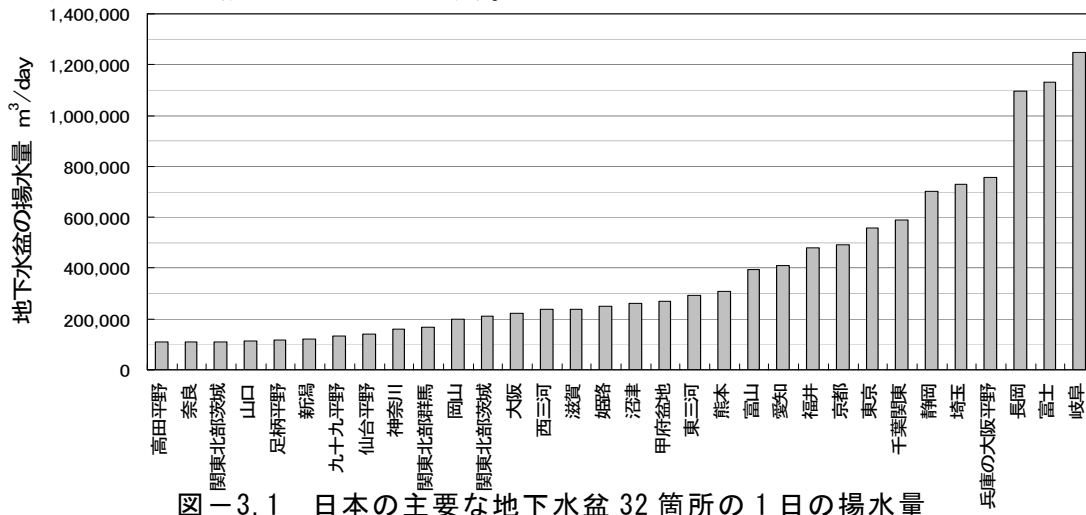


図-3.1 日本の主要な地下水盆32箇所の1日の揚水量

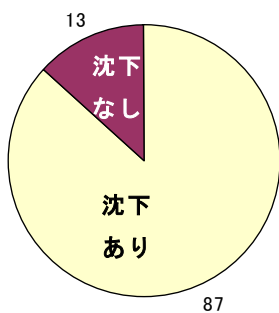


図-3.2 沈下の有無

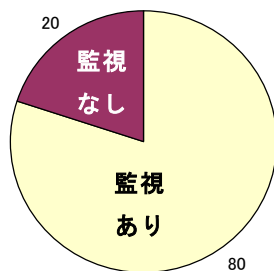


図-3.3 地下水監視の有無

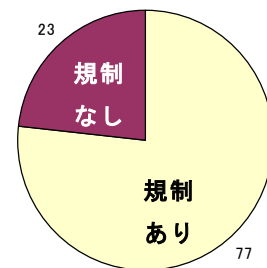


図-3.4 地下水規制の有無

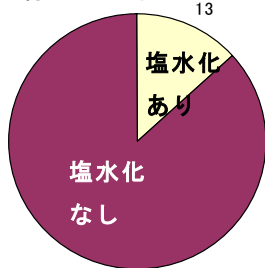


図-3.5 塩水化の有無

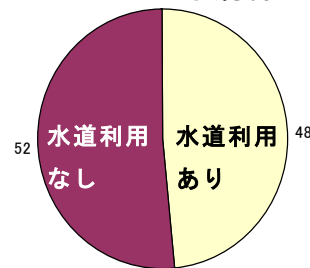


図-3.6 地下水の水道利用の有無

地盤沈下は図-3.7のように高度経済成長の過程で地下水採取量増大に伴い顕在化した
が、工業用水法等の法律や自治体の条例による規制をはじめとする保全対策の結果、どの
地下水盆でも現在は収束傾向にある。

地下水利用は、地下水盆が存在する地域の地形・地質要因や社会経済要因などにより大
きな影響を受ける。たとえば、北海道の帯広地域では図-3.8に示すように水需要の増加
に伴い、地下水を代替水源として利用し始めた平成2年当時は地下水揚水量が著しい増加
を示したが、その後は減少に転じている。また、季節要因として、日本海側の地域では降
雪時に地下水を利用した消雪設備が一斉に稼動するため、図-3.9の富山市の例に示すよ
うに市街地の一部で地下水位低下が見られるため、安全水位などの対策検討が必要課題と
なっている。地下水の特殊利用として、たとえば温泉が挙げられる。図-3.10の帯広地域
の例ではピーク時には年間500万m³に達し、これは同地域の年間地下水揚水量の20%を占
めたが、近年は安定傾向にある。

ただ、最近の温泉ブームにより、将来的に源泉の枯
渇や水位低下が懸念されている温泉地域もあり、都市
部での1500m程度の深掘りによる揚湯の急増と相ま
って適正揚水量の評価が重要となっている。

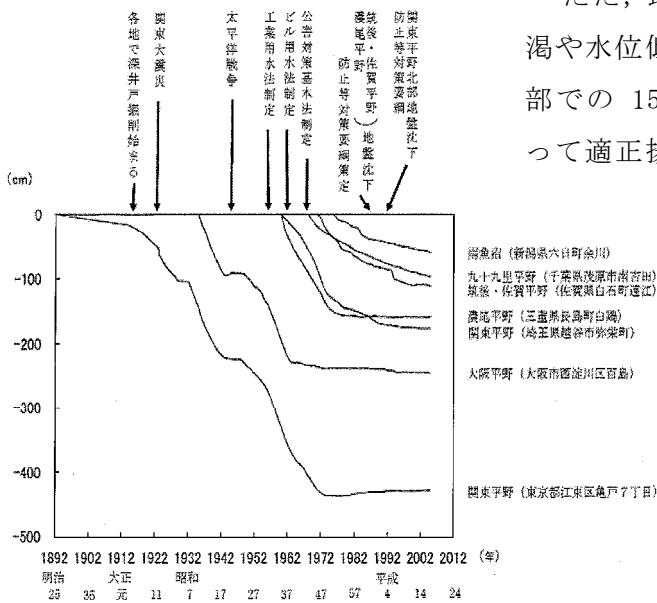


図-3.7 全国地盤沈下地域の現況

環境省「平成17年度全国の地盤沈下地域の概況による。

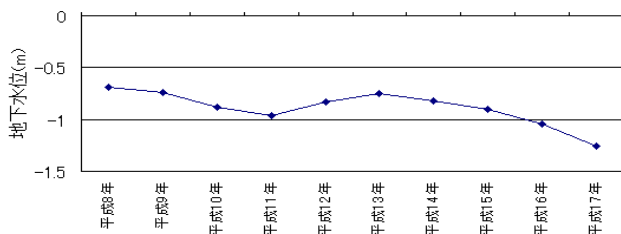


図-3.9 富山市飯野地区の地下水位変動

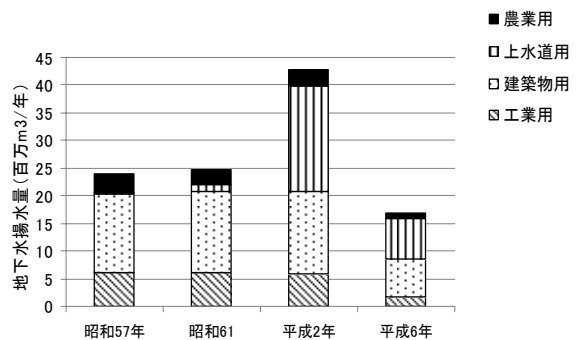


図-3.8 帯広地域の地下水揚水

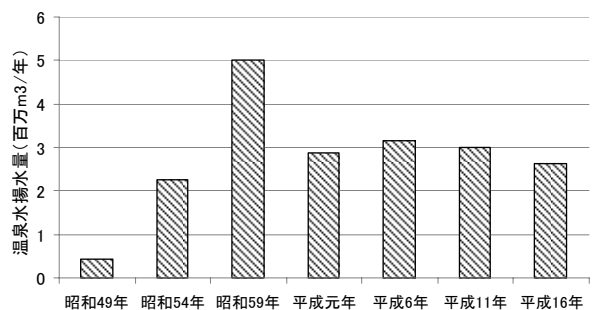


図-3.10 帯広地域の温泉水揚水量

3.2 自治体の地下水利用実態調査

地方自治体が地下水を利用する目的は、上水道事業者として水源を地下水に求めることが多い。その他にも河川・湖沼環境維持用水として地下水を利用したり、環境省選定名水百選の地域では地下水の湧水を観光資源とする地下水の利用がみられる。過去に地盤沈下、地下水の塩水化が発生した地域では、基本的に地下水の利用に対して慎重であり、また、地下水汚染を経験している地域でも地下水利用に対して慎重な立場がみられる。

自治体の地下水実態調査の要旨は次のとおりである。

(1) 調査方法と調査地域

次に示す資料から、北海道、富山県、中国地方・四国地方に位置する自治体の主として地下水の利用状況（一部表流水の情報を含む）を収集した。あわせて、各自治体の該当する河川流域の水文・地質・気象・社会経済情報の概要情報も収集した

情報源：全国地盤環境情報ディレクトリ、国土交通省河川事務所等ホームページ、自治体（県、市等）ホームページ、水道事業者ホームページ

調査地域：北海道一級河川流域3地域、富山県一級河川流域2地域、中国地方5県一級河川流域21地域、四国地方香川県一級河川流域6地域

(2) 調査項目と調査結果

調査項目は次に示すとおりである。①県名および対象河川流域、②情報源、③実態（水利用状況、整備計画等状況、ダム貯水池・用水等施設状況）、④自然特性（降水量、流域面積、地形、地質）、⑤社会的特性（土地利用状況、当該自治体人口、主たる産業）、⑥洪水被害・地下水障害履歴（地盤沈下、塩水化、高潮被害等）、⑦地下水採取・地下水利用に関係する条例（公害防止条例等）、⑧ホームページの洪水情報・渇水情報・洪水ハザードマップ等水関連情報の整備状況、⑨中国地方・四国地方整備局の河川・砂防関係情報、⑩県の河川整備情報、⑪水道水源に関する詳細情報。

調査結果は、一覧表に取りまとめた。調査結果から、自治体には、公共水道水源としての地下水利用があり、これに対応する地質調査の地下水関連商品は、専門的技術力による、流動系・適正利用概念の啓発や、適正利用ガイドラインの整備、地下水関連情報の整備などの事業での貢献と考えられる。次に埼玉県北部での水道事業での地下水利用実態事例を示す。

(3) 水道事業における地下水利用実態事例

埼玉県北部の熊谷市、深谷市、本庄市は利根川や荒川によって形成された第四紀完新世の堆積物を主体とする妻沼低地や、第四期更新世の神流川の扇状地からなる本庄台地や荒川扇状地からなる櫛引台地など、良好な帯水層となりうる礫質の堆積物が厚く堆積していることから、水道水源井戸が多く設置されている。図3-2-1はこの3市の水道配水量に占める水源の内訳であるが、3市とも上水道水源に占める地下水の割合は66～85%と多い。

水道事業は基本的に独立採算制であることから、水道料金も水道事業者によって異なっており、埼玉県では家庭用10m³/月使用時（口径13mm）の水道料金（平成19年4月1日

現在)は、本庄市(本庄地区)の577円を最低に、最高は深谷市(川本地区・花園地区)の1575円と地域格差を3倍近い。また、上記3市では市町村合併後も旧市町村水道事業の料金体系が継続していることから、同一市町村内でも水道料金に差異が生じている実態があり、料金体系も含めた水道事業の再編は喫緊の課題となっている。

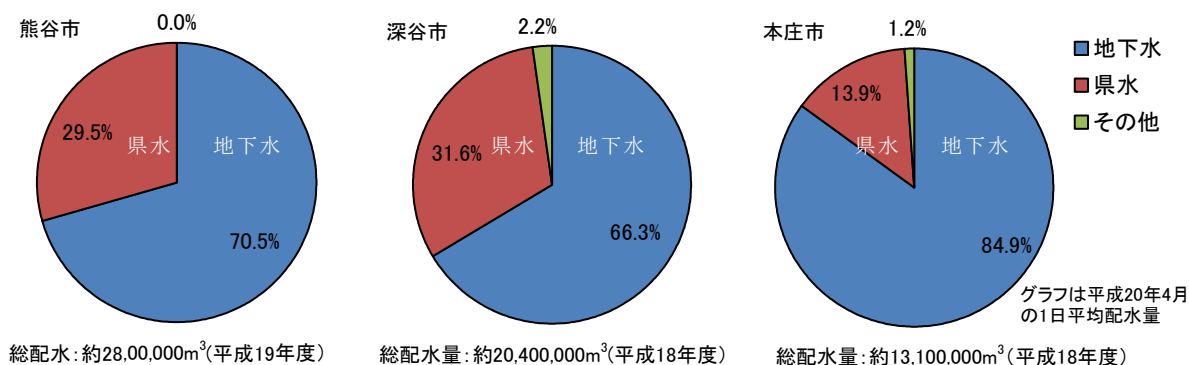


図-3.11 水道配水量に占める水源の内訳(熊谷市・深谷市・本庄市水道部HPより)

この3市の平成18年度の水道給水原価を見ると、熊谷市が148円/m³、深谷市が144円/m³、本庄市が123円/m³であり、県水の受水率30%前後の熊谷市と深谷市はほぼ同額、最も少ない本庄市の給水原価が最も安い。このことは水道事業者のヒアリングでも確認しており、コスト面において地下水利用の優位性が明らかである。

しかしながら、市町村水道事業者は県水の受水を削減することは、県水事業の維持の面から非常に困難であり、年間ほぼ一定量の県水を購入しなければならないという現実の問題もある。さらに、我が国の少子高齢化が加速する中で、今後は水道配水量が減少すると予測されていることから、新たな地下水開発の可能性の問題も考えられる。これらを踏まえて水道事業者にはヒアリングを行ったところ、以下の課題があることが分かった。

- ① 取水施設の老朽化や経年変化に伴う井戸性能が劣化して取水量の減少しており、計画的な維持管理(管理基準や点検計画の策定)が必要である
- ② 井戸洗浄を実施しても取水量回復が好転しない場合がある。特に劣化が著しい場合は、井戸改修によって二重管構造とすることで井戸径が小さくなり取水量が減少してしまう
- ③ そのため、取水可能な水源井では許可水量を超えて揚水をせざるを得ない場合がある(本来は施設の変更は労働厚生大臣等の認可が必要)
- ④ 浅井戸の一部では、水質の悪化が認められる場合がある

以上より、現在地下水を多く利用している自治体においても、地盤・地下水コンサルタントの市場開拓の余地は十分にあると考えられる。特に今後はアセットマネジメントを中心とした市場開拓が重要となり、その中で新たな水源開発に対するコンサルティングを実施することになるものと推察され、後述するフェーズ0調査による分析は市場開拓において重要であると考えられる。

3.3 地下水適正利用のための調査解析の考え方

(1) 既存資料調査（フェーズ0）の概要

平成19年度に作成した「小冊子」をもとに営業展開をしていく上で、具体的な提案内容まとめた営業ツールが必要となる。さらに、顧客からの要望に答えていく上で研究会メンバーが最低限の技術レベル（品質）を維持するための調査指針が必要となる。そのための「地下水適正利用ガイドライン」について検討を行った。

当初、「ガイドライン」は、概略調査（フェーズ1）と詳細調査（フェーズ2）の2段階を考えていた。概略調査では、地方自治体を対象として、既存資料をもとに低価格で地下水盆の「地下水力」を評価・ランク分けして、1) 地方自治体が抱えている課題や問題点を明らかにし解決するお手伝いをする、2) 地下水の有効利用や水道事業などのコスト削減を提案し詳細調査につなげることを目標とした。しかし、現段階で、「地下水力」の評価は、ランクの優劣を評価する基準値がないことなど評価方法が難しいことから、今後の課題として先送りし、今年度はフェーズ1の前の段階に当たる既存資料調査「フェーズ0」の検討を行った。フェーズ0は、地下水に関わる事象を7項目に類型化し、既往資料を中心にそれぞれについて調査項目・まとめ方の考え方・データの入手先を整理した。

- 1) 各用水における地下水依存度・依存量を把握
- 2) 産業区分・社会特性から見た当該地域の地下水の必要性を検討
- 3) 水収支を評価する資料（データ）の有無とその量と質（レベル）
- 4) 帯水層の状況
- 5) 地下水障害
- 6) 地下水親水
- 7) 規制や保護活動

フェーズ0調査の結果から、3)と4)の例を図-3.12に示す。

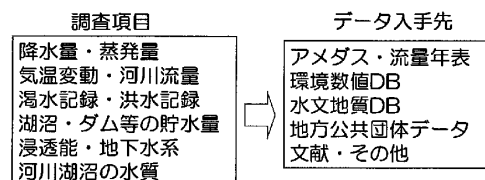
フェーズ0調査では、データの有無およびその質と量を把握することが必要となる。調査の予算は50~100万円程度とする。ただし、顧客によっては先行投資的に実施する。同一の基準でフェーズ0調査を実施すれば、同様の課題を抱えている顧客先にピンポイントの提案ができる可能性がある。

(2) 詳細調査（フェーズ2）の概要

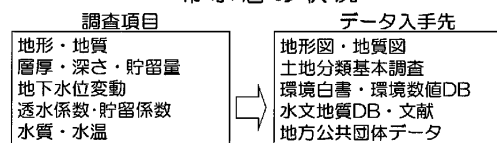
地下水を適正利用するためには、地下水現状把握のための「調査」、適正利用量を評価するための「解析」、管理のための「モニタリング」などの技術的背景が必要となる。

このため、共生型地下水利用の理念に則り、ガイドラインとすべく、技術的に必要な事項を取りまとめた詳細調査のための「手引き」を現在検討中である。

水収支を評価するデータの有無とその量と質



帯水層の状況



地下水障害

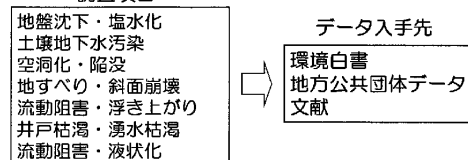


図-3.12 調査項目とデータ入手先の例

目次案として、以下の項目を検討している。

- ・手引き（ガイドライン）の理念と考え方
- ・地域・社会特性調査
- ・水文調査（許容地下水変動量）
- ・地下水流動シミュレーション
- ・適正利用量の評価
- ・モニタリングと継続評価（適正用水量，管理値の考え方の見直し）

上記の項目については、我々地質調査業界が得意とする分野であり、業界が責任を持って地下水の適正利用をサポートする必要があると考えられる。手引きのオーソライズの課題はあるが、規制側，利用側どちらにも適用できる手引きを検討中である。

3.4 市場開拓に向けて

前述したように平成 19 年度に研究会の基本スタンスともいえる「都市における地下水利用の基本的考え方（地下水と上手につき合うために）」を小冊子にまとめた。平成 20 年度はその基本スタンスを踏まえ、地下水関連の市場開拓に向けた様々な活動を行った（表－3.2 参照）。その中でも 3 つの代表的な活動について報告する。

(1) 小冊子を利用した P R 活動

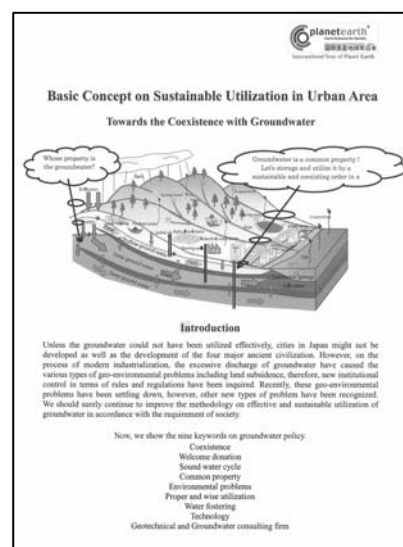
研究会では、地下水利用のあり方についての研究会としての考え方を広く周知することを目的に、小冊子を利用した P R 活動を行った。具体的な活動は、次のとおりである。

- ・ コア企業 8 社経由での国の機関，地方自治体，民間企業，同業他社への小冊子配布，P R 活動
- ・ 環境省（地下水地盤環境室）の協力の下で，全国都道府県地下水担当部局職員研修会での小冊子内容の講演および配布
- ・ 環境省の協力の下で，洞爺湖サミットでの英語版リーフレット（小冊子概要版，図－3.12 参照）の配布
- ・ 地下水関連学会，協会，委員会での講演・P R 活動

小冊子は、関係者には“地下水の有効利用を理解する上で簡潔でわかりやすい読み物”と概ね好評だった。地球環境保全が社会的に注目される昨今，地下水を有効利用することの意義や大切さを，上記 P R 活動を通して国内外の関係者に知ってもらうことができたと思う。

(2) 営業職員を交えた研究報告会

研究会活動を踏まえた地下水ビジネスの営業展開において，営業職員の協力が不可欠である。このような観点から，会員各社の営業担当者 14 名の参加を得て「地下水ビジネスの営業展開」と題した研究会を，平成 20 年 10 月 9 日に東京で開催した。下表はその内容である。フロアディスカッションにおいては，各社の地下水に関わる営業の現状を紹介して頂くと共に，今後の市場開拓の可能性や研究会活動への提言などが活発に議論された。こ



図－3.12 洞爺湖サミット用英語版リーフレット表紙

の議論を踏まえて、パンフレット「地下水を適正に利用するために」が新たに作成された。さらに、参加した営業職員を対象にアンケート調査を実施し、顧客の立場に立った疑問点などを集約した。この結果は、今後Q/Aなどの形式で整理する予定である。

表-3.2 営業職員を交えた研究報告会の概要

プログラム	内 容 (発表者)	
挨拶 (瀬古研究会代表)	研究会の活動経過, マーケットイメージ, 問題認識・提起	
特別講演 (西垣顧問; 岡山大学教授)	地下水を活用した営業に向けての基礎知識と可能性	
研究会報告 (委員)	① 地下水市場の実態調査 ② Phase0 調査～詳細調査の受注へ向けて ③ 地下水調査解析 (Phase II) -ガイドラインと手引き-	
地下水ビジネス営業展開へ向けて (委員)	① 地質調査業のウォータービジネス参入の可能性について ② 地下水ビジネス展開における営業手法	
パネルディスカッション 「ウォータービジネスへの期待」	口火のための話題提供 (委員)	① 私が従事した建設工事に伴う地下水調査 ② 湧水利用とビジネス, ビジネスにつながった事例・つながりそうな事例 ③ 地下水の機能と特徴, 利用状況, 新しいビジネスの展望と課題
	地下水ビジネスへの提案 (各社営業職員)	① 営業の現状 ② 市場開拓の可能性 ③ 必要な営業ツール (研究会への提言)

(3) Webサイトに関する検討

研究会では、地下水の有効利用の大切さを広く一般社会に訴えかけ、その中から地下水に関わるビジネスチャンスを見出すことを目的に、研究会専用Webサイトを構築する計画である。今年度はホスティングサーバーの比較検討およびコンテンツの検討を行い、来年度はサイト構築、運用開始を予定している。サイト内容は基本的には小冊子を踏襲するが、地下水の各種有効利用方法に関する平易な解説や、地下水の有効利用方法や地下水に関するQ&Aのサイト内の重要キーワードから、会員各社が提案する関連技術情報にリンクするなど、“こんな地下水利用はできないか”という顧客の気軽な検索が我々地質調査業の地下水ビジネスに結びつくようにしたいと考える。

トップページ	研究会の主旨, 案内
	新着情報
	都市における地下水利用の基本的考え方 ※小冊子の内容踏襲
	地下水の有効利用方法
	地下水利用に関するQ&A
	ニーズ別専門企業・技術紹介
	会員企業紹介
	(社) 全国地質調査業協会連合会
	関連リンク

図-3.13 研究会 Webサイトのサイトマップイメージ

事業に関する問い合わせ先 (連絡先)

『共生型地下水技術活用研究会』事務局：中村 裕昭〔株地域環境研究所〕

〒332-0035 埼玉県川口市西青木 3-4-2, Tel : 048-259-0645, Fax : 048-250-1410

事業テーマ3「グラウンドアンカー工のアセットマネジメント に関する事業」活動報告

1. 事業の目的

全地連では、①会員企業が自由に参加を選択できる事業の提案がない、②会員企業の多様な要望に応える手段がない、ことに対する解決策として、平成19年度よりある企業がテーマを提案し、賛同する企業が集まって研究会等を立ち上げ事業化を検討する活動の支援「新マーケット創出・提案型事業」を実施している。

本事業は、この事業を活用し、㈱相愛と三重大学大学院酒井教授が産学共同で開発した新技術「SAAMシステム：Sustainable Asset Anchor Maintenance system」（NETIS登録番号：SK-070009）を技術シーズとして、今後の戦略形成、技術の共有化を図り、業界としての新規事業の立上げを行なうことを目的に行ったものである。

2. SAAM システム

2.1 概要

SAAM システムとは、新規に開発した小型軽量の SAAM ジャッキを用いてリフトオフ試験（写真-2.1）を実施し、のり面の健全性評価に必要な残存引張り力の面的分布を求めることで、グラウンドアンカー工を持続可能な資産として、安全かつ経済的で効率的にのり面を維持管理する手法を提案するシステムである。

従来、アンカーの残存引張り力を調査する場合、施工時の緊張・定着に用いるセンターホール型ジャッキが用いられるが、大きくて重いためクレーンによる機器の搬入撤去、単管パイプ等の足場用資材による足場の仮設など作業が大掛かりとなり、場合によっては道路の通行規制が必要となる。これに対して、SAAM ジャッキは小型軽量であり、人力による機器の搬入撤去が可能で、単管パイプ等による足場仮設の必要もなく、迅速に試験を行なうことが可能であるため、これまでののり面全体の5～10%程度しか行なわれてこなかった施工後のリフトオフ試験を、数多く面的に調査することが可能となった。



写真-2.1 SAAM ジャッキによるリフトオフ試験状況

2.2 SAAM ジャッキ

写真-2.2 にSAAMジャッキとアンカーへの装着状態を示す。



写真-2.2 SAAMジャッキとアンカーへの装着状態

表-2.1 に引張り能力 600kN におけるSAAM ジャッキと従来のセンターホール型ジャッキとの規格の比較を示す。従来のセンターホール型ジャッキは、重量が約 560N であるのに対し、本機は、237N のシリンダー部と 61N のラムチェアー部を分離することができ、

トータルでも約 300N と軽量・小型となっている。

表-2.1 SAAMジャッキと従来ジャッキの比較(600kN用)

種 類	SAAM ジャッキ	従来ジャッキ
最大使用荷重(kN)	618	590
最大ストローク(mm)	10	200
重量(N)	298	560
構成	シリンダー(237N)と ラムチェアー(61N)は分離	シリンダーとラムチェアーは 一体

写真-2.3 は、SAAM ジャッキN タイプのアンカーへの装着手順を示したものである。装着は、まず①アタッチメントをテンドン余長と螺合した後、②ラムチェアーを装着し、③シリンダーを装着した後、④最後にナットで螺合するのみである。また、本機はアタッチメントを変更することで、ナット定着方式のアンカーだけでなく、クサビ定着方式のアンカーなど、様々なタイプのアンカーに対し試験を実施できるようになっている。



①アタッチメント装置 ②ラムチェアー装置 ③シリンダー装置 ④設置完了

写真-2.3 SAAM ジャッキ(Nタイプ)のアンカーへの装着手順

写真-2.4 は、SAAM ジャッキおよび従来のセンターホール型ジャッキによるリフトオフ試験の状況を示したものである。SAAM ジャッキは、小型・軽量であるため、リフトオフ試験を実施する場合、基本的に人力のみでの搬入・撤去、および設置・移設が可能で、従来のセンターホール型ジャッキのようにクレーン等での搬入や、単管パイプ等による試験用足場の仮設、通行規制の必要がなく、簡便かつ迅速に多くのアンカーに対してリフトオフ試験を実施することができる。



(a) センターホール型ジャッキ

(b) SAAMジャッキ

写真-2.4 リフトオフ試験状況

2.3 面的調査例

2.3.1 A 地点

本地点は、平成3年から4年にかけて施工されたアンカー(受圧板:吹付砕工)で、のり面を構成する地質は砂礫岩、自由長は4.0~20.5m、定着長は5.5mである(写真-2.5)。のり面に146本のSEEEアンカー(F50TA)が施工されており、設計アンカー力は、国道側のり面で260kN、町道側のり面で243kNとなっている。なお、施工時の定着時緊張力は不明である。試験状況を写真-2.6に示す。本地点は勾配が1:1.3と比較的緩やかなのり面にアンカーが設置されているものの、高所に設置されているものが多く、従来のセンターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験では、足場の仮設、クレーンによる試験機器の搬入・撤去、およびこれに伴う通行規制が必要になると考えられる地点である。これに対し、SAAMジャッキを使用した試験では、人力での搬入・撤去が可能であるため、通行規制を伴わず、迅速に試験を行うことが可能である。

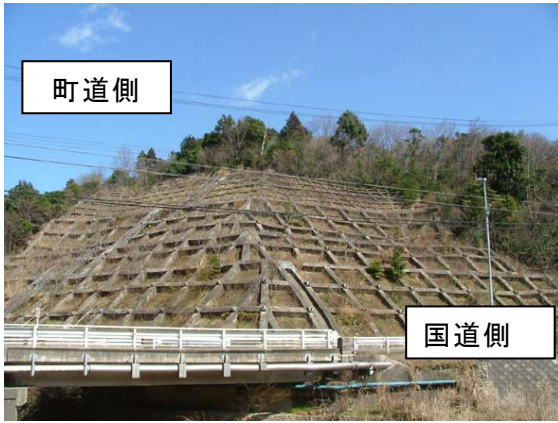


写真-2.5 A 地点全景



写真-2.6 リフトオフ試験状況

本地点では146本中62本のアンカーについてリフトオフ試験を実施し、この結果を基にのり面の引張り力残存率の面的分布状態を求めた。結果を図-2.1に示す。

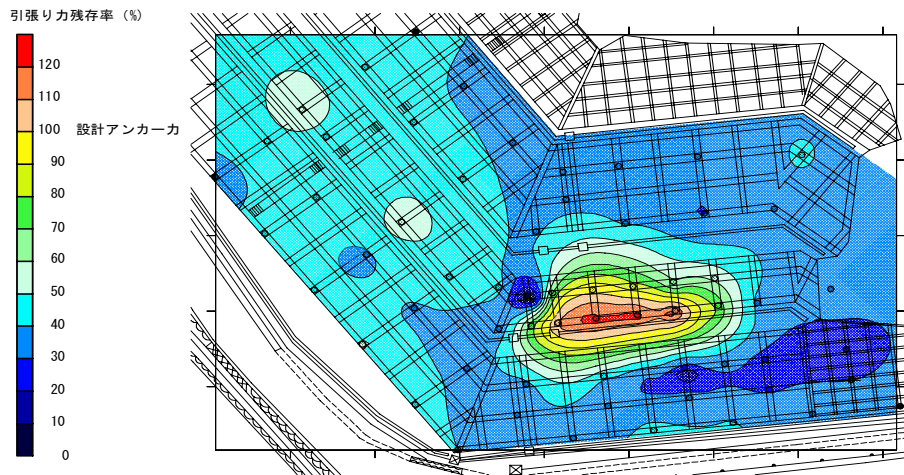


図-2.1 のり面の引張り力残存率分布状態

設置されたアンカーの施工時の定着時緊張力は不明であるが、設計アンカー力に対する引張力残存率((残存引張り力/設計アンカー力)×100%)を求めてみると、30～50%程度を示すものが多く、一部は30%未満まで低下しているものが存在している。また、設計アンカー力に対し120%以上の過緊張状態となっているアンカーも存在し、緊張力低下および過緊張が混在し、残存引張り力は一様な分布を示さないことが分かる。図-2.2は既存資料と引張力残存率の面的分布状態を対比したものであるが、当該のり面のアンカー施工前の崩壊部分と過緊張部分が一致しており、過緊張の原因を検討する上で有力な情報となりえる。

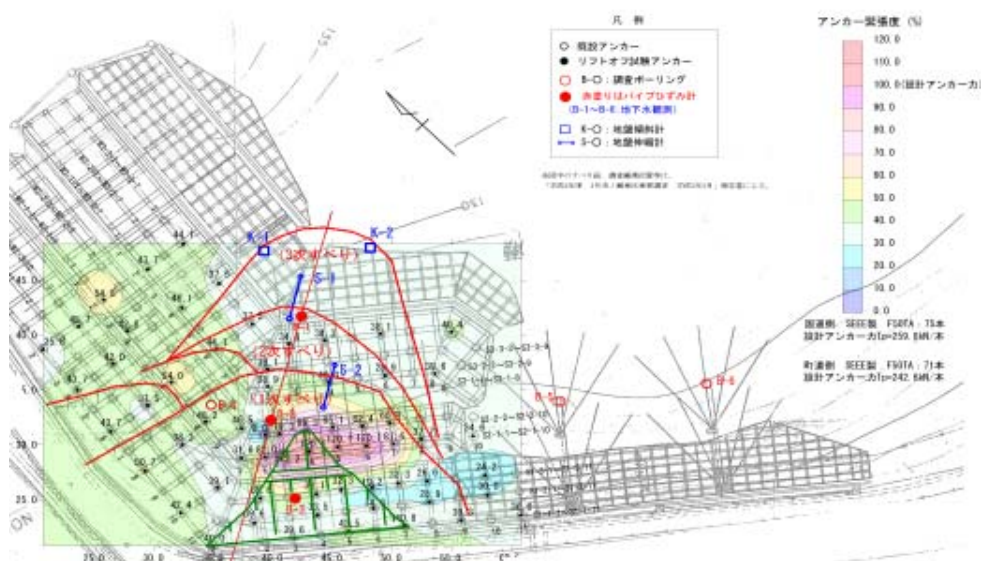


図-2.2 既存資料との対比

2.3.2 B地点

本地点は、勾配が1:1.0～1.2のり面に27本のスパーフローテックアンカー(SFL-3)、受圧板は現場打ちのり枠工が施工されている。のり面を構成する地質は、三波川結晶変岩類に属する泥質～砂質片岩である。のり面に表出する岩質は図-2.3に示すように、切土のり面の中央付近では硬質かつ新鮮な岩が露頭しているものの、切土のり面左側では、強風化し土砂状あるいは礫状を呈する状況である。また、この両者の境界に含水が高く指圧で容易に変形する厚さ5cm程度の粘土が存在し、これがすべり面となっている。SAAMジャッキを用いたリフトオフ試験により求めたのり面の引張力残存率の面的分布状態を図-2.4に示す。本地点での残存引張り力分布は、のり面中央部付近のアンカーは、ほぼ設計アンカー力に近い80%以上の残存引張り力を示しているが、のり面中央部から左側に行くに従い、設計アンカー力に対する残存引張り力は漸次低下する傾向が見られる。

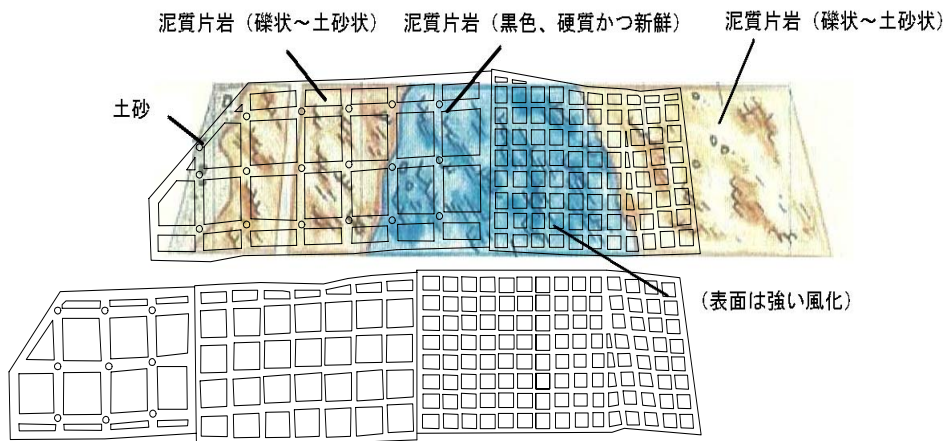


図-2.3 のり面のスケッチ

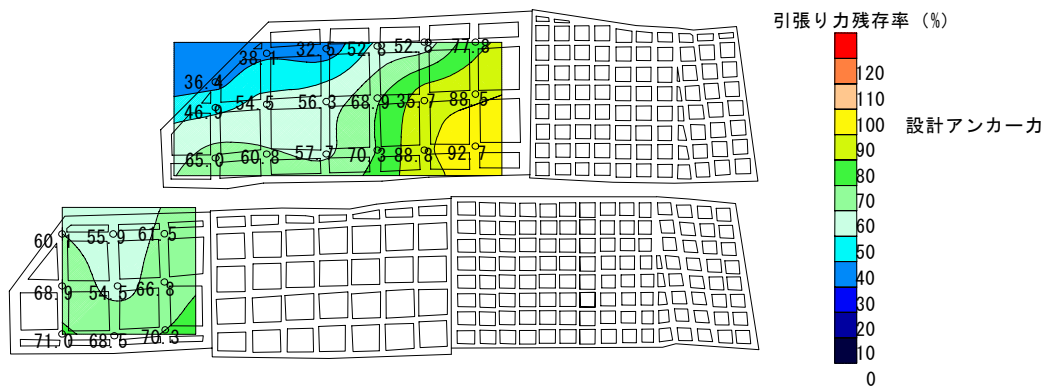


図-2.4 のり面の引張り力残存率分布状態

また、本結果と図-2.3 に示すアンカー施工時の地盤状況との比較から、のり面中央付近の硬質かつ新鮮な岩が露頭している箇所では、残存引張り力の顕著な低下は見られないものの、のり面左側の強風化で土砂状あるいは礫状を呈する箇所では、残存引張り力が大きく低下し、また、設計アンカー力に対し80%程度以上の残存引張り力を示す境界と、すべり面位置と考えられている新鮮岩と強風化層との境界がほぼ一致するなど、SAAMジャッキによるアンカー残存引張り力の面的調査の実施により、地質状況と緊張力との関係を明らかにでき、今後この調査方法を基に、既設アンカーのり面の健全性評価を行う可能性も考えられる。

3. 実施した活動内容

3.1 企業の募集と実施体制

本事業は、上記で紹介した新技術「SAAMシステム」を技術シーズに、いくつかの企業が集まって議論を深める中で、より良い技術に育てるとともに、今後の戦略形成、技術の共

有化等について検討を行い、業界としての新規事業の立上げを行うものである。参加企業の募集は、(株)相愛を幹事企業として平成19年9月26日～10月15日にかけて全地連が行なった。募集予定数はコア企業5社程度、賛助会員5社程度であった。このうち、コア企業は本事業終了後に立上げを予定している新しい組織の設立及び運営の中心となる企業であり、賛助会員は本事業に関心を持ち、将来何らかの関与が期待される企業である。拠出金は、コア企業140万円/社、賛助会員1万円/社(資料作成費等実費)とし、本準備会への賛助会員の関与は①準備会へのオブザーバー参加、②事業報告・報告書等の提供を受けること、③準備会議事録の共有等とした。

表-3.1 に本事業に参加したコア企業と賛助会員を、図-3.1 に準備会とその活動の骨子を示す。なお、本準備会は、三重大学と共同研究契約を結び、産学共同で実施した。

表-3.1 コア企業と賛助会員

区分	企業名
コア企業	(株)相愛：幹事企業
	北海道士質コンサルタント(株)
	川崎地質(株)
	日本地研(株)
賛助会員	基礎地盤コンサルタンツ(株)
	大成基礎設計(株)
	(株)地研
	東邦地下工機(株)
	ハイテック(株)
	藤永地建(株)

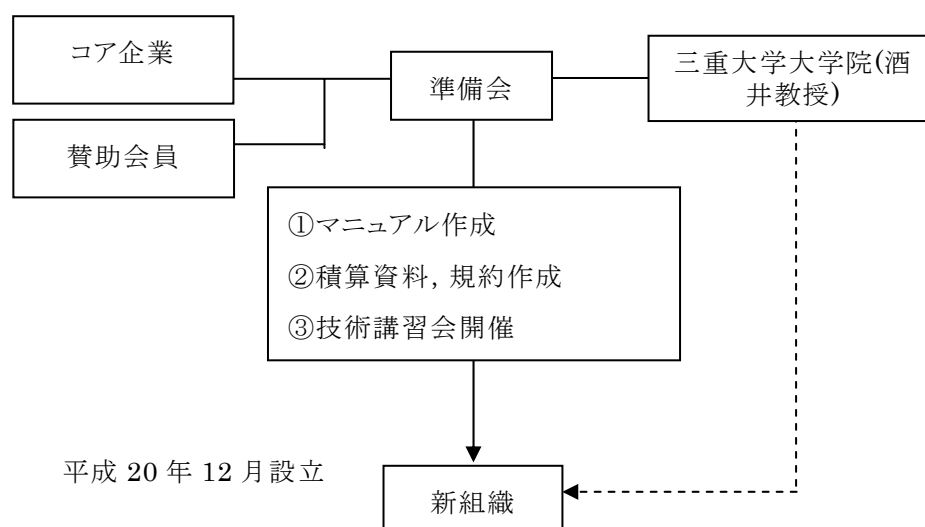


図-3.1 準備会と活動の骨子

3.2 活動の内容

表-3.2 に活動実績を示す。

表-3.2 活動実績一覧

区 分	実施日	場 所
準備会	第1回	11/6 三重大学 会議室
	第2回	11/27 全地連 会議室
	第3回	12/17 都内会議室
	第4回	1/21 全地連 会議室
	第5回	2/22 都内会議室
	第6回	3/13 松山市内会議室
技術普及講習会	4/17-18	愛媛県内の現場にて

3.3 マニュアル

編集委員長を、三重大学大学院酒井教授，編集委員を，高知工科大学永野教授(全地連理事)，およびコア企業のメンバー12人とし，平成20年7月に全地連より，三重大学大学院酒井俊典編「グラウンドアンカー工保全のためのSAAMジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案)」として出版した。今回作成したマニュアルの特徴は，はじめて明らかにできるアンカーが施工されたのり面の緊張力の面的分布についての整理方法を示していることにある(表-3.3)。

表-3.3 緊張力の面的分布の整理方法

名 称	概 要
リフトオフ試験結果一覧表	リフトオフ試験結果，既存資料を基に，残存引張り力，引張り力残存率を算出し，一覧表として整理する。
残存引張り力分布図	現況の残存引張り力分布状態とアンカー材及び斜面の安全性等の評価資料として残存引張り力の分布状態を取りまとめる。
引張り力残存率分布図	設計に対するアンカー材および斜面の安全性等の評価資料として，設計アンカー力(定着時緊張力)に対する引張り力残存率の分布状態を取りまとめる。

3.4 技術普及講習会

SAAMジャッキを用いたリフトオフ試験技術の普及，技術水準の統一化を図る目的で，準備会にて作成したマニュアルをもとに，現場作業を行う調査技術者を対象とした，技術普及講習会を開催している。講習内容は，①ポンプ操作方法，②アンカー頭部点検，③SAAMジャッキの装着，④リフトオフ試験，⑤ロッククライミング技術を利用したロープ操作である。講習会の様子を写真-3.1に示す。



写真-3.1 技術普及講習会実施状況

4. 事業の成果

4.1 事業化について

コア企業 4 社と三重大学大学院酒井教授は、平成 20 年 12 月に大学発ベンチャー企業を設立した。ベンチャー企業の組織形態は、有限責任事業組合 (LLP) であり、事務所は三重大学キャンパス・インキュベータ内(写真-4.1)へ設置した。



写真-4.1 三重大学キャンパス・インキュベータ

4.2 研究について

酒井教授とコア企業の研究者及び川畑氏((独)産業技術総合研究所)は、酒井教授を研究代表者として国土交通省「平成 20 年度建設技術研究開発助成制度、政策課題解決型技術開発公募」に対して、研究開発課題名「SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保

全手法の開発」で応募し、採択された。本研究開発では、①設計・施工時の資料及び周辺地質が判明しているのり面におけるアンカー緊張力の面的調査、②施工時の緊張力が変化する原因の特定、③アンカーのり面の効果的な保全手法の提案、④SAAM ジャッキを用いたアンカーのり面保全マニュアルの作成(図-4.1)に取り組み、重要な社会資本であるアンカーのストックを有効かつ長く利用し続けるための技術開発を通じて、国民の安全で安心な社会・経済活動の維持に貢献していくこととしている。なお、SAAM ジャッキを用いた面的調査マニュアルは、全地連からの発行を予定している。

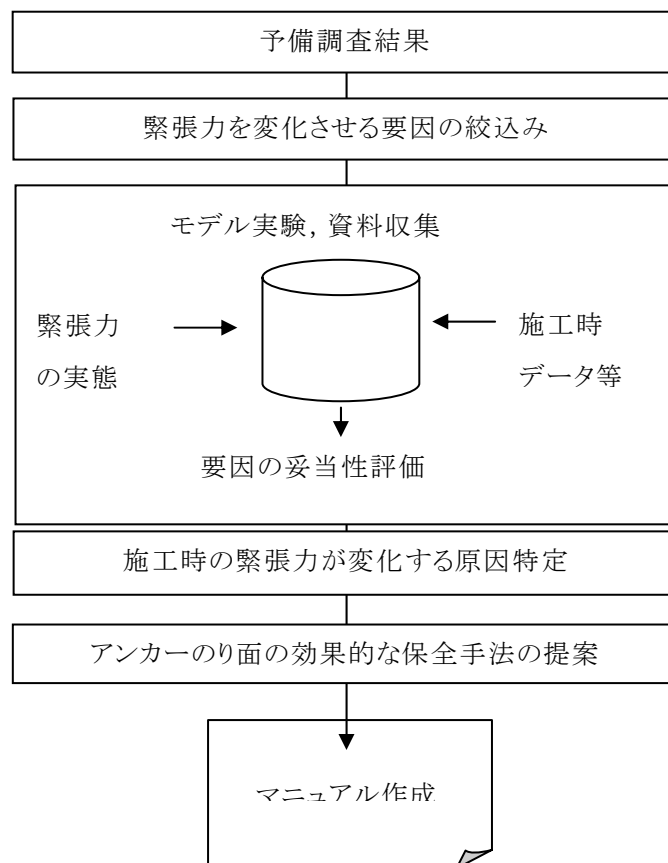


図-4.1 研究開発概要図

参考文献:1) 酒井俊典・福田雄治・中村和弘・竹家宏治：小型・軽量新型アンカーメンテナンスジャッキの開発，土と基礎，Vol.55，No.4，pp.39～41，2007.

参考文献:2) 酒井俊典編：グラウンドアンカー工保全のための SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案)，(社)全国地質調査業協会連合会，2008.

事業に関する問い合わせ先(連絡先)

株式会社 相愛

〒780-0002 高知県高知市重倉 266-2

TEL:088-846-6700 FAX:088-846-6711 E-mail:head-office@soai-net.co.jp