

令和元年度特別見学会(地質編)実施報告

徳橋秀一*・会田信行**・岩本広志***・国末彰司***・和気史典****

*産総研地質調査総合センター **東京農業大学 ***関東天然瓦斯開発(株) ****日本天然ガス(株)

はじめに

平成 20 年度に始まり 12 年目を迎えた令和元年度の特別見学会(地質編)は、石油技術協会主催、京葉天然ガス協議会協賛の下、「南関東ガス田の天然ガスとヨウ素の生産施設、天然ガス自然湧出現場、上総層群の貯留層(タービダイト砂層と関連堆積物)および古地磁気逆転地層などの現場見学会」というテーマで、令和元年 11 月 1 日(金)に、曇ひとつない晴天の下で実施され、当日予定していた主要な地点での見学は、最後のチバニアン(千葉時代)の崖の見学は、後で述べるような理由で、養老川沿いの千葉セクションそのものには行けずそのすぐ近くまでしか行けませんでした。この点を除くと当初の予定どおり実施され、ほぼ当初予定した時間に解散することができました。参加者は、学生・院生が 10 名(千葉大学 6 名、新潟大学 2 名、山形大学 1 名、東京工芸大学 1 名)、一般が 23 名(国際石油開発帝石(株) 5 名、住友商事(株) 3 名、伊勢化学工業(株) 2 名、日本天然ガス(株) 2 名、建設技術研究所 2 名、石油資源開発(株) 1 名、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 1 名、出光興産(株) 1 名、三井石油開発(株) 1 名、(公)地球環境産業技術研究機構 1 名、(株)JERA 1 名、(国)産総研 1 名、関東天然瓦斯開発(株) 1 名、日本応用地質学会 1 名)、合計 37 名でした。申込受付終了後、業務上の都合などで参加できなくなった方が 5 名おられました。バスには、この他、案内者 3 人(徳橋、会田、岩本)と事務担当として、石油技術協会事務局から 1 名(宮川)、合計 34 名が乗車しました。この他に地層観察の際のねじりガマや道路横断する際の手旗などの必要な道具を運搬するために、別動車で現地から参加される世話人 2 名(国末、和気)とサポーター 1 名(関東天然瓦斯開発(株)の河野さん)がおられます。

今回の見学会では、南関東ガス田が分布する千葉県房総半島において、天然ガスの自然湧出現場の見学、地下からかん水を揚水して天然ガスとヨウ素を採取する生産施設の見学、それらのかん水を地下で胚胎する上総層群という地層の地表での観察を 3 本柱で実施するという従来の見学内容の他に、“チバニアン(千葉時代)”という名称が、日本発の初の地質時代のある時代(第四紀の更新世中期)の公式名称として世界で正式に採用されるかどうかということで話題になっている市原市田淵の養老川沿いの約 77 万年前の古地磁気逆転を記録する地層がみられる崖、いわゆる“チバニアン(千葉時代)の崖(千葉セクション)”にも、昨年に引き続き今年も行く予定を立てていました。そして、この“チバニアン(千葉時代)の崖”

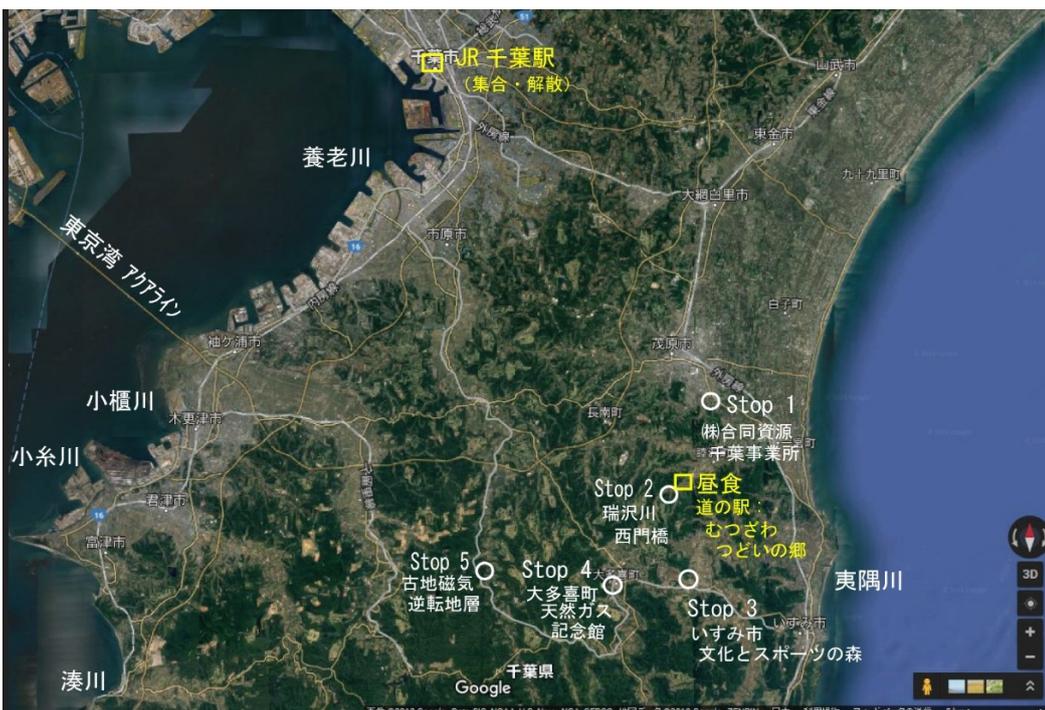


図 1 見学地点等位置図。
Google map 使用。

での古地磁気測定の実績を有する古地磁気専門家 の会田信行さん(東京農業大学非常勤講師)には、ご無理をいって今年も案内人に加わっていただきました。今回の 見学地点等の位置図を図 1 に示します。

当日参加者は、集合場所の JR 千葉駅東口から徒歩約 5 分の NTT 千葉前に集合し、そこで受付の後、テキストなどの配布物を受け取りました。今回の配布物には、A4 サイズのテキスト(137 頁)のほかに、地学団体研究会千葉支部作成の「チバニアン(千葉時代)解説パンフレット 増補改訂版」(A5 サイズ 30 頁)、それに案内人のひとりの岩本作成の本見学会特製の粒度票が今年も配布されました(図 2)。



図 2 配布物3点セット。A. テキスト(A4 サイズ;137p) B. 地学団体研究会千葉支部編チバニアン(千葉時代)解説書(増補改訂版)(B5 サイズ;30p) C. 特製粒度票(10.0cm×6.5cm)。

昨年同様今回も、テキストに B 5 サイズの封筒を挟み、このようなパンフレットと粒度票が保管しやすいようにしました。また、参加者相互の交流に役立つように、石油技術協会事務局で作成していただいた名札を配布し見学中に胸などにつけてもらうようにしました。

バスは、例年と同じく八街観光自動車(株)の大型バスですが、運転手さんは、今年 6 月 14 日(金)の石油技術協会春季講演会後の見学会 A コースのときと同じ運転手さんで、道路状況になれておられる方だったので安心しました。

行きのバスのなかで

バスは予定より 5 分ほど遅れて、8 時 45 分頃に NTT 千葉前を出発しました。千葉東金道路の野呂パーキングエリアでトイレ休憩を取ったのち、圏央道経由で、最初の見学地点である長生郡七井土の榎合同資源千葉事業所へと向かいました。ちょうど1週間前の 10 月 25 日(金)に千葉県などを襲った記録的な集中豪雨により、茂原市内などを流れる一宮川とその支流が広域に氾濫したというニュースが流れていましたが、この茂原市内の道路を途中通った際には、道の両側で日干し中のあるいは廃棄物としてまとめられ市の集荷をまつ家財道具や業務用道具が随所にみられ、生々しい災害の傷跡を目の当たりにしました。この一宮川は、最初の見学先の榎合同資源千葉事業所のすぐ裏手にも流れて

いるのですが、幸いにも、1週間前の大雨のときには何とか実質的な浸水の被害を受けずにすんだということで、この日無事見学させていただくことになった次第です。

Stop 1 (株)合同資源 千葉事業所の見学

バスは長生村七井土にある Stop 1 の(株)合同資源千葉事業所に、当初予定の 10 時直前の 9 時 55 分頃に到着しました。この(株)合同資源では、水溶性天然ガスとヨウ素の生産施設を見せてもらいます。(株)合同資源は、特にヨウ素の生産に力を入れ、世界のヨウ素需要の7%を供給している大変重要な会社であるのですが、石油技術協会では、これまで見学会で何度もお世話になっています。参加者は、到着後まず千葉事業所の社屋の前で記念集合写真を撮りました(写真1)。そのあと会議室に案内され、千葉事業所からの歓迎のご挨拶(写真2)、水溶性天然ガスとヨウ素といった会社の



写真1 記念集合写真(株)合同資源千葉事業所前)。(株)合同資源提供。



写真2 会議室での説明風景。



写真3 生産井についての説明風景。

主な事業の概要を紹介するビデオによる説明や幹部の方からの主な製品の紹介などがあった後に、本日の見学の方法について説明がありました。約30分の会議室での説明のあと、参加者は2班に別れて、水溶性天然ガスの生産基地とヨウ素の生産工場を交互に30分ずつ見学することになりました。



写真4 セパレーターで揚がってきたばかりのかん水を味わっているところ。



写真5 かん水の貯留プール前での説明風景。

水溶性天然ガスの生産施設は、千葉事業所前の国道128号線をわたり数分歩いたところにある向島プラントで見学しました。ここではまず生産井を見学してその構造の説明を受け(写真3)、その後、近くのプロダクションから伸ばしてきたパイプを一カ所に集めて、それぞれ地下深部から運んできた流体をパイプごとに天然ガスとかん水に分離するセパレーター(分離棟)を見学しました。ここでは、かん水が集められた貯水槽の上に交互に上り、地下の100万年以上前の地層中から初めて地表にあふれたばかりのかん水(地層水、化石海水)を手にとって口に運び、その塩っぱい味を実際に



写真6 ブローアウト棟群の前を進んでいるところ。

味わうという体験を経験しました(写真4)。このあと向島プラントでは、採取した天然ガスを目的先に送り出す送ガス装置などを見学した後、千葉事業所の敷地にもどり、今度はヨウ素の生産施設を見学させていただきました。まず、各地のセ

パレーターなどから集められたかん水中の細粒の懸濁物質を最終的に沈積させるための、プールのような大きな貯水槽を見学し(写真 5), そのあと、大きなガスホルダーの横を通りながら、かん水中のヨウ素を濃集するブローアウト棟のところに行き、ブローアウト法というヨウ素の濃集方法の説明を聞きました。そして、この大きなブローアウト棟の建物が建ち並ぶ横を通りながら(写真 6), 最後に、ヨウ素を原材料品として出荷用の筒に詰めている工程をみせていただきました。かつては、原材料ヨウ素の出荷の際の形態はフレーク状でしたが、現在は仁丹のような丸い粒に仕上げているということで、出荷用の筒に詰められている粒上のヨウ素を見せていただきました。工場の敷地を歩いていると丸いドラム缶などがおいてあるところもありましたが、中味は国内外から集められたヨウ素の入った廃液だということです。そして、その中のヨウ素を再度濃集しヨウ素原料として再生利用しているという説明がありました。(株)合同資源さんで生産するヨウ素のうち、現在は約 3 割 5 分くらいがこうした廃液起源のヨウ素という説明もあり、資源の再利用の一環として、ヨウ素のリサイクルも着々と進んでいることが実感されました。こうして一通り、この(株)合同資源千葉事業所の見学が終了し、ほぼ当初の予定通り、11 時 35 分頃に事業所の幹部のみなさんの見送りを受けながらバスは出発しました。

Stop 2 瑞沢川西門橋での天然ガス自然湧出現場の見学

陸沢町大上の部田^{へた}にある瑞沢川西門橋には、11 時 50 分頃に到着しました。ここは、通りのすぐ横で天然ガスの自然湧出現象(発泡現象)が瑞沢川の川面に活発にみられることから、特別見学会(地質編)では毎年来てるところです。ここでは、まず橋の上から川面の発泡現象を観察した後に(写真 7), 事前に関係者が掘っておいた堤防上のステップを降りながら川辺に降り(写真 8), 発泡現象が盛んな橋の下近くから、川面の発泡現象を観察しました(写真 9)。川辺



写真 7 西門橋の上から瑞沢川の川面を眺めているところ。



写真 8 事前に関係者が掘ったステップを通して川辺へ移動。



写真 9 川辺で川面の発泡現象を眺めているところ。マイクで説明しているのは、案内人の岩本。



写真 10 川辺の泥岩層に発達する割れ目(節理)群と川面にみられる発泡現象。

は固結した泥岩層からできていますが、この地層は上総層群梅ヶ瀬層の最上部の地層です。この泥岩層には、橋の方向にほぼ平行する割れ目(節理)が数多く走っていますが、この割れ目の線の延長線上に、並ぶように発泡が起きているところも観察されますので、現場ではそのことも説明して観察してもらいました(写真10)。参加者のみなさんの大半は、このような天然ガスによる活発な発泡現象をみるのは初めてということで、みなさん熱心に写真に撮っておられました。また、春などの田植え時期や稲が若い時期に来ると、周りの田んぼに水を供給するために、下流の堰で川面の水位を高くし、そのため川幅全体に水面が広がっており、その時は、皆さんが立っている泥岩層表面からも活発に天然ガスが湧出しているのが観察できることを説明し、メタンガスから構成される天然ガスは、無味・無臭・無色であるために人間の五感では認知できないこと、またすみやかに空中に発散するため、自然の状態では生物に無害であることを理解してもらいました。この西門橋は12時5分に出発し、すぐ近くの昼食場所へと向かいました。

昼食 新規開店したばかりの 道の駅むつざわつどいの郷

昼食場所である、睦沢町上之郷にある道の駅むつざわつどいの郷には12時10分頃に到着しました。この道の駅は、2か月前の9月1日にソフトオープン、1か月前の10月1日にグランドオープンしたばかりのところで、午前訪問した(株)合同資源が生産したかん水の一部を引いて利用しているという日帰り温泉(むつざわ温泉つどいの湯)も開設しているなど、新しい発想に基づいた何かとユニークな道の駅の様です。ここでは、昼食を食べながら互いに懇談したり(写真11)、物産コーナー(つどいの市場)を見学するなどして過ごし、12時50分頃に出発しました。



写真11 道の駅 むつざわつどいの郷での昼食風景。

Stop 3 いすみ市文化とスポーツの森

いすみ市深谷にあるStop 3のいすみ市文化とスポーツの森には、午後13時5分頃に到着しました。こちらはほぼ隔年で訪問しています。ここでは、高台にある広い駐車場の一角に集まって簡単な説明をした後(写真12)、別動車で運んでもらったねじりガマを各自受け取り、すぐ隣のグラウンドの奥まで行きました。そして、グラウンドの縁の崖沿いにゆる



写真12 いすみ市文化とスポーツの森での説明風景。説明しているのは案内人の徳橋。後方の建物は、夷隅文化会館。



写真13 グラウンド横のタービダイト砂層の表面をねじりガマを使って観察しているところ。灰白色の部分が泥岩層で、一部苔が生えている暗色部がタービダイト砂層。

やかに傾きながら露出している地層について簡単な説明をした後に、横に並んでもらいながら、泥岩層の間に挟まって一様な厚さで伸びる厚さ 50cm 以下のタービダイト砂層の表面をねじりガマで削ってもらいました(写真 13)。上下の泥岩層に比べて砂層は比較的柔らかく、表面を削っていると水のなかを墨が流れたような流理状の模様が浮かんでくることを確認してもらいました。これは、この砂層が、通常細粒の泥粒子のみがゆっくりと沈積しながら堆積し泥層を形成しているところに、数十年から数百年に1度浅い海で発生した混濁流(タービディティー・カーレント)という流れによって深い海に運ばれながら形成されたことを示し、この模様はそのときの流れの痕跡で、流れの化石ともいえるものであることを説明しました。いわば、泥岩層がホスト堆積物であるのに対して、タービダイト砂層はときどき訪れるゲスト堆積物といえるでしょう。あとで出てくる火山灰層やデブライト層、スランプもどき堆積物もゲスト堆積物の仲間です。タービダイト砂層の場合には、流れの模様のみならず、流れてきたときの海底面を形成していた泥の層を浸食したときにできた削り跡や削って取り込んだ泥の破片が砂の層のなかに取り込まれている様子や、流れの後半になるほど流れのエネルギーが減少するために運搬される砂の粒子の大きさも減少し、その結果タービダイト砂層の粒子の大きさが上方にいくほど細粒化する現象(級化構造といいます)など、流れで形成されたという証拠がいろいろとみられるため、楽しみながら表面を削ることができます。一方の泥岩層は、固い上に均質であるために削ってもこれといった模様もなく地味な存在ですが、どのようなゲストも受け入れ、保存していくという歴史記録係としての重要な役割を果たしています。

この後、グラウンドの端を左手方向(地層の下位の方向)に進みながら地層を観察していると、今度は、いろいろな形態をした泥岩の破片(デブリス)の密集部が断面の大部分を占めデブライトとよばれる厚さ 1m 以下の地層が2枚、泥岩層に挟まれて出てきました。このうち厚さ 70cm 余りの下位のデブライト層の場合、その直上 30cm 位の泥岩層のところにクロポーズと名付けた厚さ 1cm 位の黒色のスコリア質の火山灰層(正式には、大田代層の上から 13 番目の火山灰鍵層で O13 と名付けられています)が挟まれ、その直下 30cm 位の泥岩層のところに、ゴマポーズと名づけられた厚さ 1cm 弱のゴマシオ状火山灰層が挟まれていること、すなわち下位のデブライト層はクロポーズとゴマポーズという2枚の異なる火山灰層に挟まれていることを観察するとともに、これらの地層が厚さを変えずに、グラウンドに沿って緩く傾きながら



写真 14 薄い火山灰層クロポーズとゴマポーズの間のデブライト層。大部分は泥岩の破片(デブリス)の集合体から成り、最上部に薄いタービダイト砂層が存在する。

ながら広い範囲に分布していることを歩きながら確かめました(写真 14)。そして、さらにグラウンドの左手端まで進むと、ゴマポーズのすぐ下に、厚さ 2m 前後の少し厚めのデブライト層を観察することができます。デブライト層の断面の大部分は、さまざまな大きさでさまざまに変形した泥岩層の破片(デブリス)の集合体から構成されていますが、どのデブライト層の場合も、最上部は薄い細粒のタービダイト砂層が直下のデブライト集合体上面の凹凸に富むイレギュラーな面を少し削りながらも覆い、その最上面をフラットにするという共通した特徴が観察されます。このデブライト層最上部の断面を削ると、きれいなカーレントクライミングリップルが観察され、流れが左手から右手の



写真 15 火山灰層ゴマポーズ直下の厚さ2m前後のデブライト層。最上部のタービダイト砂層には、カーレント・クライミング・リップルが発達している。



写真 16 写真15のタービダイト砂層部の一部拡大写真。上部にカーレント・クライミング・リップルが発達。リップルを形成した流れの方向は左から右。

方向(ほぼ北東向き)に流れたことを示しています(写真 15, 16)。参加者は、このリップルを観察したのち、グラウンドから駐車場手前の道路の方向に移動しました。



写真 17 道路沿いでの観察風景。



写真 18 火山灰層クロポーズとゴマポーズの間のタービダイト砂層。

次に、グラウンドから道路に出て下方に向かって少し歩き最初の曲がり角のところを曲がると、A断層と名づけた15m前後の落差を有する正断層が道路の両側にみられますが、この断層による変位によって、先ほどグラウンドの奥で観察したクロポーズやゴマポーズといったうすい火山灰層が再びここでも観察できることを確認しました(写真 17)。ただ、グラウンドの奥ではこの2枚の火山灰層の間にはまっていたのは厚さ70cm前後のデブライト層1枚でしたが、ここでは、この2枚の特徴的な火山灰層の間に、それも上下ほぼ同じ位置関係で挟まれているのは、厚さ20cm前後の通常のタービダイト砂層1枚でした(写真 18)。すなわち、カーレントクライミングリップルから求めた流れの方向(北東方向:古流向といえます)にほぼ平行なグラウンドの奥の崖沿いでは、ほぼ安定した厚さを示す1枚のデブライト層が、流れにほぼ直交する南東方向の道路沿いでは、1枚の薄いタービダイト砂層に変化していることが、2枚の火山灰層の追跡・対比によって明らかになりました。また、グラウンド奥で厚さ2m前後だったゴマポーズ直下のデブライト層は、道の反対側のテニスコート横の崖では、直下の特徴的な厚さ15cmほどの凝灰質砂層を間に挟む泥岩層を浸食し、折り畳むように取り込んでいて一見するとスランプ構造のようにみえますが、よくみるとこの折り畳み部分は、大きき数m以上のブロックとして砂



写真 19 火山灰層ゴマボーズ直下のスランプもどき堆積物。

層の中に取り込まれていて、タービダイト砂層のなかの大きなブロックであることがわかります(写真 19)。このように一見スランプ構造のように見えるものにも、混濁流が流れの途中で海底面を構成していた泥質堆積物を面上に広く、もしくは線上に長く浸食し流れに取り組んで形成された「スランプもどき堆積物、あるいは、スランプもどきタービダイト」と名付けられるものがあることを説明するとともに、デブライト層およびスランプもどき堆積物とタービダイト砂層とは相互に変化する同時異相の関係であり、数 10km にわたって広がるタービダイト砂層の一部の姿であることを説明しました。



写真 20 火山灰層シロボーズ(O15)付近の地層の観察風景。



写真 21 火山灰層シロボーズ(O15)上下の地層の特徴。

このあと、断層 A を越えて道路沿いをさらに下っていき、シロボーズと名付けた厚さ 2cm 前後の白色細粒の火山灰層



写真 22 道路沿いでみられる断層Bと火山灰層シマシマゴマボーズ(O16)。

(O15) やその直上のシロボーズを間に挟む泥岩層が破砕、変形されながら取り込まれてできた厚さ 2m 前後のスランプ状デブライト層やシロボーズ直下の厚さ 1m 弱の完全バウマシーケンスが観察できるタービダイト砂層を含む崖を観察しました(写真 20, 21)。また落差 4, 5m 前後の正断層 B やその下盤側にあるシマシマゴマボーズと名付けた火山灰層(O16)を観察した後(写真 22), ここでの観察を終えました。この地点は、タービダイト砂層に、デブライト層、スランプもどきといった専門用語を使った難しい話も出てきますが、一方で、ねじりガマで砂層の表面を削って現れる流れの化石ともいえる堆積構造の観察や薄いながらも火山灰層の観察、それに断層の観察といった基礎的なことも体験・学習できることから、幅広い人がそれぞれのレベルで楽

しめる場所であるといえます。一通り観察終了後、再び高台の駐車場にもどり、ねじりガマを別動車に返して、14 時 50 分頃にこの地点を出発し、次の地点に向かいました。

Stop 4 大多喜町天然ガス記念館



写真 23 大多喜町天然ガス記念館(右側)とその隣の大多喜町観光本陣。

バスは大多喜町に向かって西に向かい、大多喜町では大多喜城を丘の上に眺めながら走ると 14 時 25 分頃にいすみ鉄道大多喜駅近くの町営駐車場(1時間無料)に到着しました。Stop 4 の大多喜町天然ガス記念館は、お隣の大多喜町観光本陣と並んで大多喜駅のすぐ前にあり、ここは毎年訪問しています(写真 23)。この記念館の前を飾る 3 基のレトロなガス灯の横を通って記念館に入ると、いつものように今年もにっこり笑ったレトロなおじさん人形二人が迎えてくれま



写真 24 (左)
大多喜町天然ガス記念館の入口付近。

写真 25 (右)
今年も笑ってお出迎いの受付のおじさん二人。

した(写真 24, 25)。大多喜町は、水溶性天然ガスが日本で初めて発見された地域であり、天然ガス事業発祥の地でもあることから、このことを記念して、この地を事業発祥の地とする関東天然瓦斯開発(株)の創業 80 周年の記念事業の一



写真 26 館内の見学風景。



写真 27 大多喜町観光本陣の入口付近。 写真 28 観光本陣内部の見学風景。



環として企画され、平成 25 年 4 月から開館されたということです。参加者は、記念館内の展示資料や展示物を一通りみてまわりました(写真 26)、その後、すぐ隣にある大多喜町観光本陣にも足を延ばし(写真 27)、無料のコーヒーやお茶をいただきながら、大多喜町のゆかりの展示物やお土産などをみてまわりました(写真 28)。大多喜町は、江戸時代の

街並み保存運動や大多喜城ゆかりの武将、徳川四天王の一人である本田忠勝とその子忠朝の大河ドラマ化運動などの町興しを熱心にしており、そういった雰囲気があちこちで感じられるところです。バスは、14時50分頃にここを出発しました。

Stop 5 市原市田淵

約77万年前の古地磁気逆転を記録した地層として、2018年に国の天然記念物になったチバニアン^{チバニアン}の崖(千葉セクション)がある市原市田淵には、15時30分頃に到着しました。こちらは昨年から見学対象に加え、この千葉セクションの古地磁気測定結果も公表されている古地磁気学の専門家の会田信行さんに特別参加していただいて、現場での説明をお願いしています。ただ今年は、見学会1週間前の10月25日(金)の千葉県豪雨ともよばれている記録的な豪雨による養老川の急激な増水・激流化によって、養老川本流の側壁にある千葉セクションを見学するために河床に降りる最後の数mの階段部分の破損など、養老川の側壁が大きな被害を受けたために、管理している市原市によって、安全確保のために翌日から養老川に降りる最後の通路の入口部分から通行禁止になってしまいました。そのため、本見学会では、養老川直前のこの立入禁止部分まで行き、そこで千葉セクションの様子を以前に撮った写真を拡大プリントしたもので説明し、その雰囲気だけでも味わってもらうことにしました。

県道81号の旧道に停車したバスを降りた後、チバニアンという看板が立っている坂道を登り(写真29)、まず市原市のチバニアン仮設駐車場に向かいました。この駐車場の一角では、12月に開設予定というビジターセンターをつくるためと思われる工事が白い囲いの中で始まっていました(写真30)。ここで会田さんからチバニアンに関するイントロのお



写真29 県道沿いのチバニアン入口付近 (市原市田淵)。



写真30 市原市営のチバニアン駐車場に到着。白い囲いの中で、ビジターセンターの建設工事が始まっていた。



写真31 チバニアンについて概要説明をする古地磁気専門家の会田さん。

話があり(写真31)、そのあと会田さんを先頭に養老川の方に向かって歩きだしました(写真32, 33)。養老川までは、通常ここから歩いて10分弱の距離です。5分ほど歩いたところに、揚水施設のある広場が道沿いにあり、ここで集まって最初の具体的な説明が始まりました(写真34)。ここはかつて、古地磁気研究用のボーリングが行われ、得られた50m余りの連続コアを使って、養老川沿いの千葉セクションで、チバニアン(千葉時代)始まりの目印(マーカー)とされている白尾E火山灰層の約1m上位で古地磁気が逆転していることを明確にした論文が、2016年に公表されたところであるという説明が会田さんによってなされました。

そして、このような地球の地磁気逆転がどのようなメカニズムで起こるかということ、会田さんが教材用として最近自ら考案し製作した地磁気モデルを使って、実演されました(写真35)。この地磁気モデルは、日本を通る子午線を断面にした地球



写真 32 (左) 駐車場から養老川方向に出発

写真 33 (右) 田園地帯の中を前方の養老川に向けて進行。

の周りの地磁気(磁力線)を描いた厚紙に、真中を丸くり抜いたプラスチック板を少し浮かせて固定し、このプラスチック板上に、地球の円周の周りの赤道や磁極にあたる場所に小さな方位磁石を、日本のところに大きな方位磁石を固定しています。そして、くり抜いた真ん中のプラスチック円に両面テープで棒状磁石を固定して元のプラスチック板のくり抜いた部分にもどし、地球磁石の北磁極と南磁極に見立てた棒磁石をゆっくり回転すると円の周りの磁石の針も回転することを示し、地球磁場の逆転を見かけ上再現できるという一種の仮想実験が行われました(写真 36, 37)。会田さんは、中学の先生からの要請を請けて、このような教材を考えたということですが、この仮想実験に参加者の皆さんは大変感銘を受けたようでした。この後は、いよいよ養老川に近づくために、V字状の坂道を降りていきますと小さな広場があります。ここから先には、養老川に降りる最後の細い通路が 20mほどつづき、そこから数mほどの階



写真 34 古地磁気測定用のボーリングが行われた揚水場横の広場での説明風景。



左から右へ 写真 35 地磁気モデルを使って地球磁場逆転を説明する会田さん。写真 36 地磁気モデルの拡大写真。写真 37 磁気モデルの棒磁石を回転しながら説明する会田さん。

段を降りると養老川の河床ですが、上述した理由によりこの細い通路から先が通行禁止になっています(写真 38, 39)。

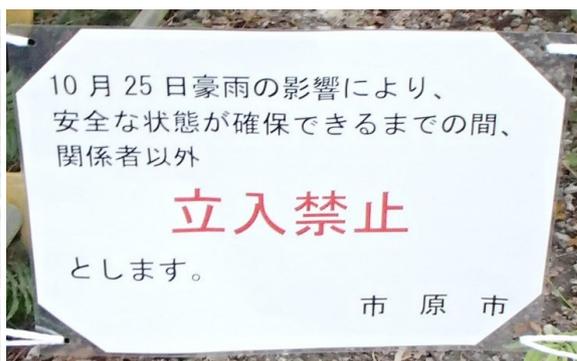


写真 38 1週間前の10月25日の豪雨被災で養老川の直前で立入禁止。

写真 39 立入禁止のプラカード。

参加者にはこの小さな広場に集まってもらって、養老川沿いの千葉セクションで見られる崖の様子や古地磁気逆転し



写真 40 (左) 養老川沿いの千葉セクションの様子を拡大写真で説明する会田さん。

写真 41 (右) 拡大写真を使った説明風景。写真をもっているのは、案内人の岩本(左)とサポーターの河野さん(右)。

ているという白尾E火山灰層前後の地層の様子などを以前に撮影した複数の写真を拡大プリントして段ボールに張り付けたパネルを会田さんの説明を聞きながらみてもらい(写真 40, 41), また養老川の河床を上からながめてもらいながら、千葉セクションとその周辺の雰囲気味わってもらいました。

こうして一通り説明が終わったところで、今度は坂道を上りながら元の道をもどり(写真 42), 市営の駐車場を再度通った後、県道沿いで待つバスにもどり(写真 43), 16 時 40 分ころにここを出発しました。



写真 42 (左) バスに向かって坂道をもどる様子。

写真 43 (右) 県道に到着。バスが迎えにくる様子。

帰りのバスの中で

帰りのバスのなかでは、JR 千葉駅に着くまでに少し時間がありますので、例年にならい、参加者のみなさんひとりずつに、所属・氏名とともに、参加した理由、経緯や参加した上での感想を述べてもらいました。参加した理由や経緯、参加しての感想は、みなさんそれぞれ違うとともに、聞いてみないとわかりせんので大変参考になりますし、参加者のみなさん相互の交流にも役立ちます。一通り、参加者のみなさんの感想が終わったところで、毎年、参加者のみなさんのなかの何人かの人には、石油技術協会の事務局から感想文の執筆依頼をお願いしていますので、もし依頼がきた場合は宝くじにあたったと思ってご協力くださいとお願いしておきました。バスは、圏央道、千葉東金道路を通ってきましたが、行きと同じく千葉東金道路の野呂パーキングエリアでトイレ休憩をとって進んだ結果、18 時 10 分過ぎに千葉駅に到着し、15 分には無事解散となりました。当初の予定では 18 時 10 分頃到着としていましたので、ほぼ予定通りに到着し解散したことになります。

今回の見学会を振り返って:特に度重なる天候被害の影響について

今回は 12 年目(12 回目)の特別見学会(地質編)でしたが、今回ほど、事前の天候被害による見学先の安全確認のために労力や緊張を強いられた見学会はありませんでした。千葉県は、台風 15 号(9 月 9 日(月)早朝関東地方上陸・通過)と台風 19 号(10 月 12 日(土)夕方に伊豆半島上陸、夜半に関東地方を縦断)によって被災を受けたために、その

都度、見学会関係者は見学先の安全性を現地で確認しました。その後、見学会 1 週間前の 10 月 25 日(金)に千葉県などを襲った記録的な豪雨(半日で 10 月の平均降水量を越える降雨量があり、千葉県豪雨などもよばれた)によって、茂原中心部を流れる一宮川とその支流の流域が広く浸水する被害が発生しました。このような状況を受けて、10 月 28 日(月)に、関係者が見学先の現地下見や関係機関への問い合わせなどによる情報収集を行いました。その結果、幸い、工場敷地が一宮川に接している見学先の(株)合同資源千葉事業所は実質的な被害は受けていないことがわかったとともに、他の見学先も現地下見により特に問題ないことがわかりました、また、見学先間の道路も問題なく通行できる状況にあることがわかりました。

ただ、養老川本流の側壁の一角を占める市原市田淵のチバニアン(千葉セクション)周辺は、2 度の台風の際は特に問題なかったのですが、10 月 25 日の記録的な集中豪雨による本流の急速な増水と激流化の影響で、河床に降りる最後の階段部分が破損するなどの被害があり、管理する市原市によって本流に降りる最後の通路部分から先が通行禁止になったことがマスコミのニュースや関係者の現地確認で明らかになりました。

これらの情報や週の後半(水曜日～週末)にかけては、安定した晴天が見込まれるという天気予報を基に、10 月 28 日(月)夕方には、11 月 1 日(金)の特別見学会(地質編)を予定通り行うことを世話人・案内人で確認し、石油技術協会事務局からバス会社と参加者に連絡してもらいました。また、最後の見学地点であるチバニアン(千葉セクション)の見学については、養老川に降りる直前の通行禁止のところまで行き、そこで千葉セクションの露頭の各部の様子を拡大プリントした写真を使いながら、千葉セクションでの古地磁気測定の実績も有する古地磁気専門家で、昨年度から特別参加していただいている会田信行さんに説明していただき、現地の雰囲気味わってもらうことにし、その通りに実施しました。また、そこに行く途中には、50m以上の連続コアを使って、約 77 万年前の古地磁気逆転のクリアなデータを得たボーリング掘削地点もあり、ここでは、その研究の成果や意義についても会田さんに紹介していただきました。さらに、この古地磁気逆転がどうしておきるのか、会田さんが教材用に自ら考案し制作した地磁気モデルを使ってデモンストレーションしていただいた結果、参加者の皆さんは大変感銘された様子でした。

このように今回の見学会は、千葉県における 2 回の台風襲来のあと、1 週間前の記録的な大雨により、直前になって実施するかどうかの判断が求められましたが、情報収集の結果予定通り実行することにし、結果的に、当日は雲一つない晴天の下で、ほぼ予定通りのスケジュールで無事終了することができ、関係者一同本当にほっとしました。

お礼

参加された皆様、大変ごろうさまでした。特に、山形や新潟、奈良などの遠路から参加された皆様は、本当にご苦労様でした。厚くお礼を申し上げます。参加された皆様に配布しましたテキストなどの資料(3 点セット)、今後もときどき手にして活用して下さることを切に願っています。

今回の見学会では、これまでと同じく、水溶性天然ガスとヨウ素の生産施設の見学で会社をあげて歓迎していただいた(株)合同資源千葉事業所の皆様、ほぼ隔年でいすみ市文化とスポーツの森周辺の地層を見せていただいている夷隅文化会館の皆様、別動車の用意とともに必要な道具類の準備・運搬等で毎年お世話になっている関東天然瓦斯開発(株)の皆様にお礼を申し上げます。そして、サポーターとして参加・ご協力いただいた関東天然瓦斯開発(株)の河野憲二郎氏には今年も大変お世話になり、感謝いたします。協賛いただいた京葉天然ガス協議会の関係者の皆様にもお礼を申し上げます。また、終始お世話になっている石油技術協会事務局の宮川様、篠澤様にも、この機会に改めてお礼を申し上げます。最後に、本見学会の周囲への周知と広報、参加者募集にご協力いただいた皆様にお礼を申し上げます。

世話人・案内人の一人として、昨年より特別参加いただいている東京農業大学非常勤講師で古地磁気学が専門の会田信行氏には、チバニアン(千葉セクション)周辺での古地磁気測定研究のこれまでの経緯を、ご自身の参加経験を踏まえたわかりやすい資料を使って具体的に説明していただくとともに、今回は、ご自分で考案・制作された教材用地

磁気モデルを使って、古地磁気逆転の原理・メカニズムを現場でデモンストレーションしていただき、参加者の皆さんに大変大きな感銘を与えました。厚くお礼を申し上げます。

このあと、参加者の皆さんの感想文を掲載します。お忙しいなか感想文を書いていただいた皆様に厚くお礼を申し上げます。なお、所属等は見学会当時のものです。

＜参加者からの感想文＞

OR1 特別見学会(地質編)に参加して

新潟大学理学部理学科 1年 男性

今回の特別見学会への参加を決めたのは、普段大学の講義で学んでいることを企業ではどのように活かされているのか知ることができ、様々な露頭を実際に野外で観察することができるということで、地質科学を専攻したいと思っている私にとってプラスな要素しかなかったためです。

実際に見学会に参加してみて、(株)合同資源千葉事業所の見学で、かん水を蓄えている貯留層を見つける際に、大学で学んでいる岩石の性質が利用されていることが意外でした。しかし、一番印象に残ったのは大田代層でみたタービダイト層で、一目見ただけでタービダイトだとわかるほど砂層の級化層理がきれいでした。地層は大昔のイベントを記録していて、地層を読み解くということは大昔の環境を推測する上でとても重要だと教授から教わっておりましたが、実際に大田代層を生で観察したことで改めてフィールドワークの重要性和地質学の奥深さを理解することができました。今回学んだことはこれからの研究活動にも活用できるように忘れないようにしたいと思います。

貴重な体験ができました。今回の特別見学会を運営してくださり、本当にありがとうございました。ご指導して下さった講師の皆様と関係者の皆様にはこの場をお借りして心より御礼申し上げます。

○特別見学会(地質編)に参加して

新潟大理学部理学科地質科学プログラム 2年 女性

学部で地学を学んでおり、特に堆積岩に興味があります。今回の見学会の、第四紀の堆積岩を見るという巡検内容、とくにタービダイトという言葉にひかれて参加いたしました。いすみ市の露頭観察では、混濁流による堆積物の変形が、偽スランプ構造と呼ばれることと知り、大変勉強になりました。カレント・リップルという堆積構造について、座学で学ぶよりもより強く印象に残すことができました。また、天然ガスが貯留岩(地層)から湧きだしているところを見たのちに、工業的な工程を経て、製品として出荷されている場面を見て、生活と地学は密接にかかわっているということが実感いたしました。

今回の見学会にて学んだことを、大学での学び、に役立てて行きたいと思います。

最後に、講師の皆様、並びに関係者の皆様、このような貴重な体験をさせていただき、誠にありがとうございました。

○石油技術協会令和元年度特別見学会(地質編)に参加して

千葉大学理学部地球科学科 3年 男性

私は地球科学科に所属しており、学科からのメールでこのような見学会があると知り、地層を見るのが好きだったことと、費用が良心的であったため今回参加しました。

今回の見学会では、台風の影響でチバニアンを見に行けなかったのが残念でしたが、タービダイトを観察できたので楽しむことができました。露頭に向かうバスで資料をもらい説明していただいたため、地層のどの辺をみればよいか分かりやすく、初心者でも級化層理やカレント・リップルなどの構造を発見できました。スランプもどきやデブライトなど、難しい構造については詳しく解説していただけたため少しは理解することができました。

私は、授業以外で個人的に巡検に行ったことがあるのですが、1人だけだと地層をみても構造など全くわからないのですが、この見学会はしっかりと解説があったおかげでものすごく勉強になりましたし、地層を見る目が養われたと思います。

す。改めてフィールドワークの楽しさを実感しました。このたびは大変貴重な機会をくださりありがとうございました。

○令和元年度特別見学会(地質編)に参加して

千葉大学大学院融合理工学府環境科学専攻地球科学コース 博士前期課程1年 女性

大学の研究で地下水の動きを知るトレーサーとして放射性ヨウ素同位体年代法を用いています。以前から地下水中のヨウ素がどのように利用されているのかについて興味があり、本見学会はヨウ素の工業的な面を知る良い機会と思い参加しました。天然ガス・ヨウ素の生産施設を周りながらの解説は理解しやすく、生産から供給・製造の一連の流れについて知見を深めることができました。ニーズに合わせた多様なヨウ素製品を見せていただき、医薬品や工業、農業のようにヨウ素製品が利用されている分野の広さを実感しました。また、ヨウ素リサイクル事業について初めて知り、ヨウ素は天然ガスと同様に大切な資源であると新たに認識できました。

天然ガス・ヨウ素の工業的な面を知ったことで、天然ガスの湧出現象や貯留層であるタービダイトの露頭観察など、地質とのつながりを意識でき、さらに楽しむことができました。今回、チバニアンを崖を見学することはできませんでしたが、先生方の丁寧な解説に加え、充実した資料があり、理解が深まりました。チバニアンが正式にGSSP認定され、ゴールドスパイクが打たれる日を楽しみに待ちたいと思います。最後に、特別見学会を企画・案内してくださった関係者の皆様、ありがとうございました。

○令和元年度特別見学会(地質編)をふりかえって

山形大学大学院理工学研究科1年 男性

今回の巡検で強く印象に残ったのは、日本の天然ガスの現場を見られたこと、連続したタービダイト層を観察できたこと、千葉セクションの現場を訪れることができたことです。

天然ガスに関しては生産施設で人工的に天然ガスを汲み出している様子と天然で自然に天然ガスが湧出している様子を対比して観察でき、興味深く感じました。また、今回千葉県に大規模な天然ガス田が存在していることを初めて知ったのですが、それが100年以上も前から地元の方たちに利用されていたことに驚きました。午後に訪れたいすみ市文化とスポーツの森ではタービダイト砂層を観察しました。私の研究フィールドではたびたびタービダイトが見られますが部分的にしか観察できず、タービダイトの構造をなかなか想像できずにいました。本巡検ではそのタービダイトを連続して観察でき、地層の層厚の変化、凝灰岩を利用した地層の追跡、リップル構造の見方など非常に勉強になりました。最後に見学した千葉セクションでは研究に携わった会田先生から地磁気や地磁気の研究手法、研究史などのお話をいただき、千葉セクションに対する理解を深めることができ、またとない機会となりました。

今回は山形大学の本山先生に「地質を勉強するいい機会です」と勧められての参加でした。実際に非常に勉強になり、また多くの大学・企業から学生の方や社会人の方が地質を学びに参加されていたことが、私自身もさらに学ぼうという意欲の刺激になりました。

最後になりましたが、この度巡検を企画してくださった石油技術協会の皆様に深く感謝申し上げます。

○石油技術協会、特別見学会(地質編)に参加して

国際石油開発帝石株式会社経営企画部 女性

異業種から今年弊社に転職してきたため、かねてから現場の様子を少しでも肌で感じたいと思っており、所属先の上司から当見学会の紹介を受けてすぐに参加申し込みをしました。個人的には、(株)合同資源千葉事業所様の見学が非常に面白かったです。天然ガスとかん水のセパレーターなどの生産装置を実際に見ながら、さらには、かん水の味見までさせていただきながら、ご丁寧に天然ガスとヨウ素の生産プロセスを説明していただきました。事務系ということもあり、こういった学びの機会は「百聞は一見に如かず」で、机上で専門書を読むよりも何倍も効率よく、楽しく勉強することができました。

いすみ市文化とスポーツの森の地層に関しては、正直見学会参加までよく理解していなかったのですが、何よりも案内人の方々が各々の地層に個人的にニックネーム(黒坊主、ごま塩坊主など)をつけるなどして、熱のこもったご説明をされるお姿が非常に印象的でした。自然の中で実物の地層を前にして色々学ぶことができたので、地層形成プロセスの時間や空間のスケールの大きさをより一層目の当たりにできた気がします。

その他、瑞沢川川面のあちこちでみられるメタンガスの発泡現象にも興奮し、写真をたくさん撮りましたが、帰宅後家族にその興奮が伝わりにくかったので、次回行かれる方は、写真ではなく、是非動画で記録することをお勧めします！

○特別見学会地質編に参加して

住友商事(株)リスクマネジメント第四部 女性

日常の業務ではデスクワーク中心で、現場に赴く機会はなかなかないが、今回、実際に地層や天然ガス湧出現象、水溶性天然ガス生産施設など実物を見ることでより天然ガスの理解が深まった。また普段は開発案件の投資意思決定のサポートなどを担当しており、実際に水溶性天然ガス開発施設を見学し、技術者の方と話す機会を頂けたのは案件の理解という意味でも非常に有意義であった。資源は日本にも存在し、規模は小さいが実際に一般需要者向けに販売や河川に自然に天然ガスが発生していることが分かり、天然ガスの存在をより身近に感じられた。さらに背景にある産業構造、マーケット構造、商品の需給について理解することが重要であると再認識したので、今後も機会があれば積極的に現場に足を運び、知見を深めていきたい。

○令和元年度特別見学会(地質編)に参加して

三井石油開発株式会社 事業開発部 男性

はじめに、先般の台風 19 号などで被災に遭われた方々にお悔やみ申し上げます。今回の見学会中、台風の爪痕が残っている場所をいくつか目撃し、その被害の大きさに衝撃を受けました。修復に向け少しでも貢献できるよう行動して参る所存です。

さて、本見学会への参加を決めた理由は、①露頭調査を通して堆積構造を生で観察したい、②千葉県民たるものチバニアンを見ないでどうする！ の 2 点です。露頭調査では、タービダイト砂岩など聞き馴染みのあるものからクロポーズ・シロポーズなどのユニークな火山灰層まで、様々な堆積構造の顔を覗くことができました。チバニアンについては、残念ながら目視することは叶いませんでしたが、講師の方の丁寧な説明を聞き、古地磁気逆転の原理等理解することができました。それ以外にも、天然ガスの自然湧出現場や天然ガス生産現場の見学など盛りだくさんの内容で、全体を通して非常に満足できた見学会でした。

最後になりましたが、熱心なご指導をいただきました徳橋秀一先生はじめ、関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

○特別見学会(地質編)に参加させて頂いて

伊勢化学工業(株) 男性

今回、同業他社である(株)合同資源のプラントを見学させて頂けること、貯留層として有名である大田代層を案内して頂けることに魅力を感じ、参加を決意した。

同業他社のプラントにはほとんど行ったことがなかったので、向島プラントの生産設備や送ガス機の状況など大変新鮮に感じた。特にほとんどの送ガス機がスクリー式であること、騒音の問題から小型コンプレッサー(井戸元吹込み用)を水冷式に移行している話が印象的であった。

続いて睦沢町にある天然ガス湧出地点に案内して頂いた。天然ガス湧出は川沿いだけでなく、道路や田畑にも湧出し、時に農作物への悪影響もあるので、この見学を通して自社の鉱区内の地質構造を調べ、上ガスの湧出傾向がないかどうか調べたいという興味が沸いた。断層を通じてガスが湧出していないかなど。

最後に更新統国本層の地磁気逆転境界の層準の説明を頂いた。今回は、千葉県の大雨の影響で養老川が増水して

いた為、露頭を観察することはできなかったが、大変分かりやすい説明で地磁気逆転のメカニズムについてもご説明頂いた。

本見学を主催して頂いた石油技術協会の方々並びに生産設備を案内して頂いた(株)合同資源の方々、地質に関して丁寧な説明を頂いた地質学者の方々には心から感謝申し上げます。

○特別見学会に参加して

出光興産株式会社 資源部 男性

私はいま千葉県に住んでいます。その足元に、なんと世界に誇れる数々のモノがあることを改めて実感しました。ヨウ素を含む水溶性ガス、タービダイト露頭、そしてチバニアン！

水溶性ガスの生産坑井がこんなにも多く掘られ、坑井の寿命がこんなに長く、ヨウ素の純度を高めるためにこんな設備が動き、ガス需要に応じて生産量が季節的にこんなに変化して、かん水がこんなにしょっぱいことを知りました。

タービダイトが連続的に露出する露頭を削って新鮮な面を出しながら、過去の深海で堆積物がたまっていく様子や変形する様子を楽しく想像できました。最近では地熱探査の仕事で火成岩を見ることが多いので堆積岩は懐かしく…。1年に1mmもの速さで流れ積もった岩石がいとおしくなりました。

地磁気の逆転を記録した地層については、地球の中で起きた(起きている)磁石の回転モデルで判りやすく説明してもらいました。学生の頃の実習で、岩石を山で採取して室内で古地磁気を測定したことも懐かしく…。測定の際の試料処理のしかたで結果が変化することは、どんな分野でもデータの見方には注意が必要だなと再認識しました。

案内者や関係者の皆さんのおかげで、現場を歩いて話を聞いてモノを見て考えて楽しく過ごせました。若くもなく非地質系でもない者にも興味深い一日でした。ありがとうございました。

○内容盛りだくさんの見学会—ありがとうございました

日本応用地質学会 教育普及委員会・幹事 男性

今回の見学会には、標記の所属学会で新たな現地研修会が開催できないか？との動機から、参加させて頂きました。日帰り短時間でありましたが、上総層群の砂や泥および同混合層の堆積岩の見方から、水溶性ガス・ヨウ素の製品化、チバニアンの研究史から要点まで盛りだくさんの内容で、有意義な研修でした。応用地質学会においても、今回と同様な地質踏査ほかを主体とした研修会の企画や開催の参考になりました。

図面や写真・論文を編集されたテキスト、また話題のチバニアンに関する詳細な追加資料を頂き、今後も手元において有用かつ貴重なデータとなります。

最近開催される研修は、室内で講義や計算、モデルなどを利用したものが多いかと思います。一方で、今回のように現地の地表露頭、あるいは工場において生産井戸から集水し、処理や製品化までの工程を実際に観察し、触れて、説明を受けるという経験は、我々が保有する技術が社会と密接に繋がっていることを強く感じました。

当日のご説明の他、資料作成、現地下見には相当な時間や労力が費やされていると存じます。徳橋さんや会田さん、岩本さんほか皆さまのご尽力熱意に感謝します。大変ありがとうございました。

(以上)