

北見工業大学  
機器分析センター年報  
第 14 号 (2015 年度)

Annual Report of Instrumental Analysis Center  
Kitami Institute of Technology  
Vol.14



2016 年 3 月 発行

# 北見工業大学 機器分析センター年報 第14号

(2016年3月)

## 目次

◆ 巻頭言	.....	機器分析センター長 阿部良夫	
◆ 研究紹介			
		「斜面災害の原因を究明する北見工業大学の研究」 —泥質片岩の岩盤すべりをめぐる最近の発見— 社会環境工学科 山崎新太郎	..... 1
◆ 共同利用機器の紹介			
		「今年度新規に導入された機器について」 技術部 松田弘喜	..... 20
◆ 利用実績	.....		22
◆ 設置機器類	.....		40
◆ 編集後記	.....		41

## 機器分析センター年報

機器分析センター長 阿部良夫

### 巻頭言

北見工業大学機器分析センターは、関係各位のご協力により、本年度も無事、業務を遂行することができました。センターの運営にご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。

平成 27 年度は、国立大学法人の第 2 期中期目標期間の最終年となりましたが、予算状況の厳しい中、近赤外蛍光イメージングシステムやレーザーラマン分光分析装置、差動型示差熱天秤などの導入を行うことができました。ご尽力いただいた関係者の皆様にお礼申し上げます。理工系大学での教育・研究を進めるためには、各種分析機器の活用が不可欠となっておりますので、今後とも最新機器の導入や現有機器の更新にご理解とご支援をいただくようお願い申し上げます。

本センターにおいても、機器の効率的な維持管理を図るために、センタースタッフを各種研修会へ派遣して技術力の向上に努めております。また、ソフト面からもユーザーが使い易い運用を図るために、国立大学法人機器・分析センター協議会での情報交換や他大学における共有機器事業の調査を進めております。来年度は、本センターだけではなく、各学科に分散している全学共用機器についての情報も共有できるようなシステム構築を検討しておりますので、関係者の皆様からのご意見を頂戴できれば幸いです。

分析機器を共有・共用し、限られた資源を最大限に活用するための拠点として、機器分析センターの役割は今後ますます大きくなると考えております。ユーザー各位には、今後とも積極的にご利用いただくとともに、安全で丁寧な機器の操作など維持管理にもご協力いただくようお願いいたします。

## 研究紹介

斜面災害の原因を究明する北見工業大学の研究—泥質片岩の岩盤すべりをめぐる最近の発見—

社会環境工学科 山崎 新太郎

### 1. はじめに

斜面災害の一つである、岩盤すべり (rockslide) は、時に厚さ数十メートルにも達する巨大な岩盤が突然、その重力をもって下方に動き始めるという巨大な現象です。多くの場合、現象の変化速度は年間数センチメートルという非常にゆっくりしたものから、1日数メートルであり、すぐに人的被害に繋がることはありません。しかし、動き始めた岩盤をそのままにしておけば、道路や鉄道、高圧電線などを破壊し、我々の生活にとって重要な生命線を失うこととなります。これも、深刻な自然災害の一種なのです。災害大国として知られる我が国には、岩盤すべりも世界有数の高頻度で発生し、すでに運動がすでに停止しているものも含めると数十万箇所以上存在しています。意外なことかもしれませんが、日夜、多くの専門事業者、行政機関、そしてそれを支える技術者が動いている岩盤すべりのもたらす災害の収束に尽力されています。

岩盤すべりが発生する条件について、詳しいことがわかってきたのは実はごく最近のことです。それは地表からは見えない地下で始まり、しかも、突然起きること、そして、発生する条件が非常に複雑であるためです。未だに、いつ、どこで発生するのかということはおおまかにしか分かっていません。しかし、情況証拠に基づく一応の基本的な考えとしては、岩盤すべりという名の通り、硬い岩盤の中に滑りやすい部分や強度の小さな部分が存在し、そこが何かの条件が揃うと、突如すべり始めると考えられています。特に岩盤の中

に空気や水が浸透していけば、岩盤の風化が起きます。この風化が、岩盤中の弱い部分をさらに弱化させることで破壊が起こるとも考えられています。その一例が、岩盤中の粘土層の存在で、特定の粘土は風化の影響によって急激に強度を失ったり、水を含んで滑りやすくなったりすることが分かっています。

ところが、この本文でとりあげる泥質片岩という岩石は、そういった弱い粘土層の存在は知られていないのにも関わらず、岩盤すべりが多発するという悩ましい種類の岩石です。日本では特に九州から関東地方にかけて泥質片岩の分布域は巨大な岩盤すべりの多発地帯になっています。また、ヨーロッパのアルプス山脈や南米のアンデス山脈でも同じく泥質片岩地帯は岩盤すべりの多発地帯となっているために、世界的にもそのメカニズムの解明は必要かつ重要な課題でした。

ここでは、最近、北見工業大学、京都大学、英国 Durham 大学の共同研究により、解明できた泥質片岩の岩盤すべりのメカニズムに関する研究成果の一端をご紹介します。

### 2. 先端的なボーリング技術が解明の糸口を与えた

ところで、岩盤すべりのメカニズムを解明するのは容易ではありません。まず、地表からすべりが発生している領域(「すべり層」と呼ばれています)まで、分析のために一貫して連続した試料を採取することが容易ではありません。すべり層の位置は地下数十メー

ルより下にある場合があり、岩盤すべりが発生中の斜面の表面はボロボロに砕かれています。山を大規模に切り崩すような大工事をしなければ、すべり層がどのような場所にあるのかというのは分からないのです。もちろん岩盤すべりの試料を採取する方法が全く無いわけではありません。すべり層を特定し岩盤すべりを止めるための対策工事を行うために、直径10センチ程度以下のコアと呼ばれる柱状試料を採取することが行われています。よく知られている「ボーリング」と呼ばれる技術です。しかし、泥質片岩の岩盤すべりの場合は、ボーリングを行っても、乱れの少ない連続的な試料を採取することが極めて困難なのです。ボーリングによる掘削技術では岩石と掘削用円筒形ドリルの焼き付きを防止するために冷却水を注入しながら行われます。硬い岩石を繰り抜いた後に水圧をかけると、特に泥質片岩では試料の流失が大きくなるのです。このボーリング技術の限界が泥質片岩の岩盤すべりのメカニズムの理解を妨げてきた理由でもあるでしょう。

近年、日本では世界に先駆けて掘削技術の革新が起きました。冷却水の代わりに発泡した高分子化合物を用いることで、流失を防ぎながらドリルを冷却する技術が開発されました。これにより、泥質片岩でも大深度まで連続的なコア（不攪乱コア）の採取に成功したのです。地表から深部までを貫く連続的なコアの採取により、地表面から深部にかけて雨水がどのように浸透して、どのような化学反応を起こしているのか？どのような場所にすべり層が形成されているのか？という分析が可能になったのです。私たちは、岩盤すべりが発生している泥質片岩の分布地の不攪乱試料を探索の結果、幸運にも入手することが

でき、早速このような解析を行いました。このような不攪乱試料は、まだ非常に少なく私たちは貴重な機会に恵まれました。

### 3. 岩盤すべりをそのままくりぬいた世界最高水準の試料

私たちが入手出来たボーリングコアは2003年に徳島県の倉羅地すべりで採取された長さ25mまたは30mのコアと、2005年に同じく徳島県の善徳地すべりで採取された長さ55mのコアでした。京都大学防災研究所の千木良雅弘先生と、同じく末峯章先生が私の研究のために探して下さったものでした。いずれのコアも従来技術を大幅に上回る高品質なもので、すっぽり岩盤が繰り抜かれていました。驚くべきことにコアの表面は硬い岩盤であるにも関わらず鏡のような表面をしていたのです。私たちは、このコアに岩盤すべりが発生するごく最初の状況も保存されていると確信しました。

ところで、岩盤すべりのことを学界では「(狭義の)地すべり」と呼ぶ場合もあります。対立する、「(広義の)地すべり」とは、岩盤すべりだけでなく、ごく表面が崩れる急速な運動を伴う斜面崩壊（表層崩壊）や岩盤深部からの急速な崩壊（深層崩壊）、土石流といった現象までをも含む広い概念です。しかし、斜面災害の文脈の中で通常「地すべり」といった場合は、緩慢で巨大な動きの岩盤すべりを指します。ここで述べた「倉羅地すべり」とか「善徳地すべり」とかいった表現はそのような定義と慣習に沿う一般的な叙述法です。当時、倉羅地すべりは、輪郭は不明確な場合が多いので、大まかな値ではありますが、長さが約200m、幅が約100m程度と推定される岩盤すべりで、集落と重要な国道を破壊

しつつありました。そのために、徳島県を始めとする自治体が先進的な取り組みを先駆けて導入して行った調査でした。もう一つの善徳地すべりは、非常に重要な岩盤すべりで、こちらは国土交通省の直轄管理が行われています。それは、四国で最大の流域面積を誇る吉野川の上流部を、岩盤すべりでまさに堰き止めつつあり、さらに大きな集落を載せたまま動いていました。善徳地すべりは、長さも幅も数十から数百m以上にもなる、非常にたくさんの巨大岩盤すべりが一つの斜面で発生しており、それら一つ一つをブロックに区分するのは困難な場所です。集落を地すべりが載せたまま動く、なんと驚くべき状況に感じられるかもしれませんが、実は四国ではそん

なに珍しい状況ではありません。四国の山間部は平地が少なく、地すべりで形成された山地中腹の緩斜面に古く歴史的な集落が立地しているのです。興味深いことに、これはネパールや中国でも見ることができます(図-1)。

#### 4. 泥質片岩の起源は海底の泥

私たちは、この2箇所のコアを使って、岩盤すべりの発生メカニズムを検討したのです。先にも述べたように、泥質片岩の岩盤にはすべりを発生させる粘土層になりそうなものは見当たりません。

泥質片岩はその名の通り、泥から生まれた岩石です。海底に堆積している泥が、プレートテクトニクスによる沈み込み作用によって



図-1 徳島県三好市西祖谷の善徳地すべり地。複数の岩盤すべりの集合体の外側輪郭を示している。特に活動的であった岩盤すべりブロックの下方に巨大な抑え盛土がある

地下数十 km にまで沈み込んだ時、熱と圧力の両方の影響を受けて、岩石中の鉱物やその他の成分が変化するのです。これを変成作用と言い、泥が起源になって構成鉱物がいろいろと変化していきます。そのプロセスは不明なところも多くありますが、まずは地下の圧力下で泥から固結性をもった泥岩に変化し、その後さらに圧力と熱で、岩石の組織と鉱物組成が変化して、スレート(粘板岩)→千枚岩→泥質片岩などと言うように名前も組成も変化し、密度も大きくなっていきます。泥質片岩の存在している場所は世界でも大山脈のある場所です。日本では西日本から関東にかけての中軸部を成す山脈を構成しており、日本列島の地下には大量に存在しているとされています。ヒマラヤ・アルプス・アンデスといった世界の大山脈も構成しています。これらの山脈は隆起する地殻変動の激しい場所なので地下から高密度の岩石が上昇してくるのです。

## 5. 泥質片岩の化学風化プロセスを分析する

泥質片岩の岩盤すべりを起こす原因として、漠然と大気や水が岩石を脆くする作用である化学風化作用が重要であるとこれまで考えられてきましたが、その詳しいメカニズムは不明なままでした。

私たちは、まずこの風化プロセスの研究に取り組みました。しかし、このためには地表面から地下深部にかけて、鉛直変化が追跡できるように試料を選ばなくてはなりません。実は、先ほど紹介した、倉羅のコアはこの研究にぴったりでした。それは地表の浅部から、深部にかけて徐々に化学風化が進行していることが岩石の色から明らかであったためです。一方で善徳のコアは非常に長いのですが、そ

の中には、亀裂やすべり層が複数発達しており、風化もむしろ深部から浅部にかけて地下水の流動によって起きている場合もあることが確認でき、風化の鉛直変化を知りたいという課題には不向きでした。

風化による鉛直変化のプロセスを知る研究として、一定間隔か、肉眼的な変化がある場所ではその直上と直下でサンプリングを行い、その物性を分析するという手段が頻繁に取られます。我々が行った分析は、そのようにして長さ 10 cm のコアを採取して岩石学的特性、物理特性、化学特性の 3 つに分けられる項目の分析をおこないました。岩石学的特性の分析は、一つは肉眼での構造の観察です。これに、肉眼で分かる巨視的な相違に基づく分帯(ゾーニング)を行います。もう一つは顕微鏡的な分析です。岩石を薄くスライスして、それを偏光顕微鏡と呼ばれる特殊な顕微鏡で観察します。偏光顕微鏡は鉱物の結晶の光学的特性を利用して、薄くなるとほとんど無色になってしまう鉱物の粒子に偏光を透過することで、個々の結晶がカラフルな映像として識別できます。さらにその色の特性を比較することで鉱物の一つ一つが何かを特定できるのです。このような観察を経て、この過程でミクロな岩石の構造の変化や、大まかな鉱物組成の変化を追跡することが可能です。さらに細かい構造の分析には、走査型電子顕微鏡を用いることもあります。

次の物理特性の分析は、かさ密度、真密度、間隙率、色彩値の分析です。岩石は通常空隙を含んでいます。かさ密度は空隙を含めた全部(全岩と呼ばれます)の密度、真密度は空隙を除いて岩石だけの密度です。真密度はガスピクノメータと呼ばれるヘリウムガスを用いた装置で粉末にした試料の体積を測定します。

それを質量で除して求めるのです。間隙率は岩石にしめる空隙の割合（体積比での割合）で、かさ密度と真密度の測定値から計算で求められます。一般にかさ密度が大きければ、強度が大きく、間隙率も小さい傾向にあります。真密度は岩石中の鉱物が水と結びついたり、有機物が含まれていたりすると小さくなりますが、逆に酸化鉄のような密度の大きな鉱物が入っていると大きくなります。間隙率は岩石の中の空間の多少を表しているの、透水性を表しているようにも思いますが、その微細構造によっては間隙率が大きくても透水性は小さいということがありますので難しい数値なのです。実は後にも出てくるのですが、粘土のような細粒分だと、間隙率が大きくても透水性が小さいということが一般的です。色彩値の分析は、これは聞き慣れない分析方法かもしれませんが。色は可視光領域の光の反射によってもたらされるものですが、この色の小さな差異を、測定装置を用いて定量的に分析する技術がコアの分析では頻繁に用いられています。その装置は分光測色計と呼ばれるもので、衣服や食品などの製品が全く同じ色合いであるかどうかなどを検査するのに使われます。分光測色計は非常に性能の良い「眼」のようなもので、僅かな色の差を、数値で表してくれます。特に我々が用いた方法は、真の赤色を+50.00 とし、真の緑色を-50.00 とする a\* (エースター) 値と、真の黄色を+50.00 とし、真の青色を-50.00 とする b\* (ビースター) 値、それに 0.00 から 100.00 までの数値で表される明度を示す L\* (エルスター) 値の三次元座標で色を表現しました。これにより肉眼で見た色の変化を精密に追跡できると共に後述するように、岩石の表面にした鉱物の種類を特定するのにも役立てることができる

のです。

## 6. 岩石試料のための化学分析

さて、この研究紹介の読者の方はあまり馴染みはないと思いますが、岩石の化学特性は、どうやって分析するのでしょうか？これには通常 X 線分析が用いられます。数ある X 線分析の中でも、一つは、X 線回折分析で、これにより結晶組成の分析が可能です。つまり、これで岩石を構成する鉱物種の特定を行うのです。これに関してはお馴染みの方も多いでしょう。しかし、通常の化学の領域で用いられる単結晶・単結晶の分析と異なり、岩石の分析は非常に難しい場合が多いのです。一つは、岩石が多数の鉱物の集合体であるということです。岩石を構成している鉱物は珪酸塩が中心ですが、その種類は非常に多くあります。例えば泥質片岩を構成する鉱物として、石英、白雲母、緑泥石、斜長石といった主要な珪酸塩鉱物に、黄鉄鉱、グラファイトという硫化物や単物質、それに方解石、チタン鉄鉱、電気石、くさび石といったごく少量の炭酸塩、珪酸塩鉱物も含まれています。そして、これが変質を受けたもの（二次鉱物と言われます）となると、その他にスメクタイトやバーミキュライト、針鉄鉱といった珪酸塩および酸化鉱物が含まれていたりします。岩石は複数の鉱物の集合体でなおかつ非常に種類が多いのです。そして、もう一つの困難な問題があります。珪酸塩は多くの場合、固溶体としての性質があり、その成分によってはスペクトルの位置が微妙に異なったりします。さらに、量の少ないものは X 線回折分析で得られるスペクトルが重なって見えない場合があります。スメクタイトやバーミキュライト、カオリナイトといった、粘土鉱物と呼ばれる極



小さな二次鉱物は、スペクトルが重なって特に、見えない場合が多いのです。後程詳しく紹介しますが、鉱物学者は古くから、それぞれの化学反応性や熱に対する反応性を利用して特定してきました。実は他にも問題があり、一つは、X線回折分析で通常用いられるCu管球では天然に頻繁に存在する黄鉄鉱や針鉄鉱といった鉄系鉱物の検出力が低いという問題もあるため、鉄系鉱物の特定には別の手法も組み合わせなくてはなりません。つまり、X線回折分析を用いた岩石試料の組成の決定には、背景を理解するための地質学の知識が絶対に必要になり、目標とする鉱物に合わせた分析法を選択する必要があります。

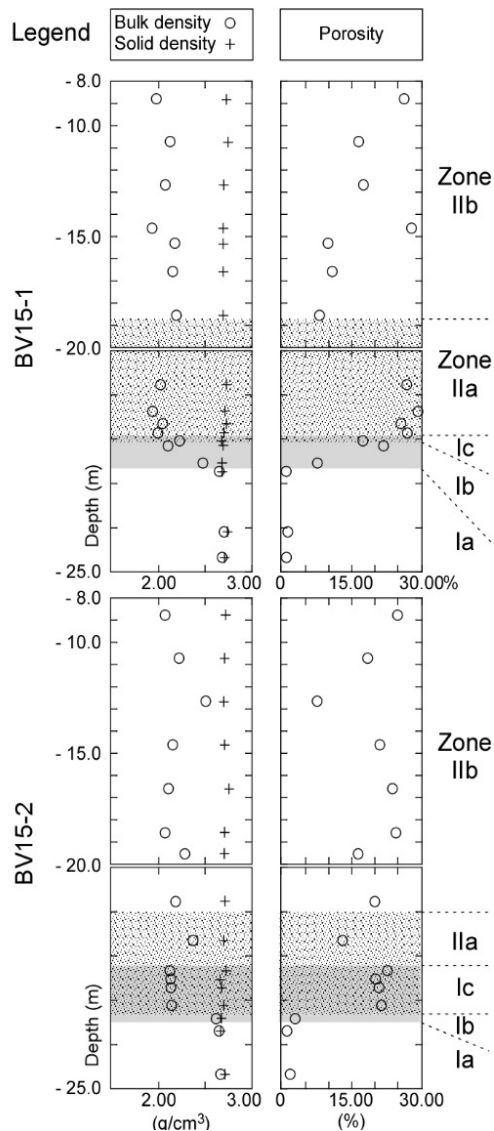
X線分析のもう一つは蛍光X線分析です。これはX線を照射してその構成元素を知るための方法ですが、作成する試料には、岩石を全てすりつぶした粉末（全岩試料）を用います。これにX線を照射してその組成を分析するのですが、この全岩試料の処理方法にはガラスビード法と呼ばれる方法を通常用います。ガラスビード法は岩石の成分を均一に分散させ、500円玉大のガラス円盤（ガラスビード）を作成し、これにX線を照射することで元素同士の相互干渉を防ぎ高精度の分析を実現するのです。しかし、これには欠点があります。ガラスビードの作成時に全岩試料の粉末を千数百度まで加熱します。岩石の中の硫黄や窒素、炭素といった軽元素はこの過程で揮発してしまうのです。従って、このような元素を定量するには別の分析法が必要です。窒素を含む鉱物は自然界には稀で、空気に多分に含まれているばかりですが、硫黄は硫化鉄である黄鉄鉱や、炭素は単体結晶質の炭素であるグラファイトや方解石やドロマイトと言った炭酸塩鉱物を成しています。詳しくは

後述しますが、特に黄鉄鉱やグラファイトは泥質片岩に含まれ、不透明であるためにとても目立つ構成鉱物です。私たちは元素分析装置またはCHNS/O分析計と呼ばれる医薬品の分析でよく使われている装置を用いました。これは高熱で試料を燃焼し、ガス化して、クロマトグラフィー法で分析する方法です。しかし、炭素は単体で存在しているものと炭酸塩鉱物に含まれるものがあるために、炭酸塩鉱物を塩酸で溶かして、炭質物炭素（炭酸塩鉱物中の炭素は含まない）と全炭素（岩石中のすべての炭素）を分けて別々に定量しました。この他にも強熱減量試験と呼ばれる約1000度で熱して岩石中の軽元素を揮発させ、もとの試料からどの程度質量が小さくなったのかという分析も行いました。この分析方法では結晶水、有機物などの揮発性成分の大まかな量を知ることができます。

## 7. 泥質片岩の斜面の鉛直物理構造

ここからは、以上のような多種の方法で、倉羅地すべりの長さ25mの2本のコアを分析してきた結果を紹介していきます。普通ボーリングコアには名前がついています。平成15年に採取された○番目のボーリング孔（Borehole）で鉛直（Vertical）の姿勢という意味で、BV15-1、BV15-2と言うように名前が付いているようです。いずれのコアもまさに移動中の岩盤すべりの中にあり、互いに約50m離れていました。BV15-1のコアの方が約20m標高の低い場所にあります。この他にも最大長さ30mのコアも採取されていますが、詳しく分析を行ったのはこの2つです。

前述したように、私たちはコア表面を肉眼観察によりゾーニングを行いました。岩石の肉眼的な性状の変化は風化や岩盤すべりによ



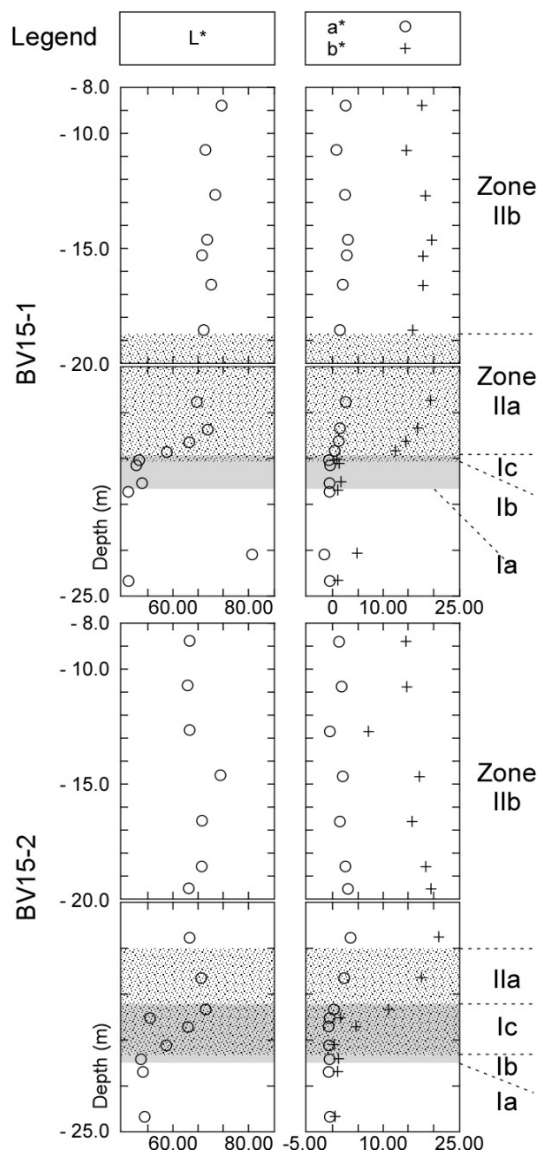
図—2 かさ密度 (Bulk density), 真密度 (Solid density), 間隙率 (Porosity) の鉛直分布

ってもたらされると最初に仮定しておく、後から分析した結果との比較が簡単になります。ここでは、まず色によって黄色味が帯びているものと、灰色から黒味を帯びているものに分けました。これをゾーン II (淡黄灰色帯) とゾーン I (黒—灰色帯) としました。次に、ゾーン II を亀裂が多く剥離性に富むものの岩石組織が残されたままの領域 (ゾーン IIb) と組織の大部分が壊れている領域 (ゾーン IIa)

に分けました。記号 a, b, c の順番は深部から浅部にかけて付けています。また、ゾーン I を下方から新鮮かつ硬い岩石 (ゾーン Ia), 剥離性のある領域 (ゾーン Ib), 組織の大部分が壊れている領域 (ゾーン Ic) に分けました。これから出てくる図は、すべてこれらのゾーンごとに分析結果を示しています。

まずは、かさ密度、真密度、間隙率を見ていきましょう (図—2)。かさ密度は今回はゾーン Ib から Ic にかけて途端に下がるようです。しかし、岩石の色が変化してもかさ密度はそれほど下がりにません。真密度に関しては、新鮮岩のゾーン Ia からゾーン II まで一貫してそれほど変化がありません。そうすると、間隙率は当然、同じくゾーン Ib から Ic にかけて上がることになります。これは岩石に沢山の亀裂が入って、さらに組織が崩れていく過程で間隙率が大きく上昇することを示します。さらに色の変化は真密度にはそれほど大きな変化をもたらさないことも実は興味深いところです。これは風化と共に普通は含水鉱物が増えると考えられるためですが、ここで真密度に変化が無いということは何か一般的ではない要因を考えないといけないためです。後ほど述べていくことにしましょう。

次に、色の変化を見ていきましょう (図—3)。時々外れているものも多くあるのですが、まずは L\*値がゾーン Ic からゾーン IIa にかけて増加していることがわかります。これと同じように、a\*値も b\*値も同じように増加しているのがわかります。先に述べたようにこれは岩石の色が、明るく、青から黄色に大きく変化し、緑から赤色にも少しですが変化していることを示しています。この色の変化は、岩石の粉末から得たものですが、肉眼で判定したコア表面岩石の色とだいたい一致し



図—3 色彩値 (L\*a\*b\*表色系) の鉛直分布

ています。しかし、色を測ることでゾーン Ic か IIa において徐々に変化していることが定量的な値として分かるのです。そして、些細な変化は肉眼では全く識別困難です。

### 8. 鉱物組成の分析結果

最初に X 線回折分析法による鉱物分析の結果に関して紹介していきましょう (表—1)。岩石は通常、多数の物質の混合物質ですので、

X 線回折分析で得られるスペクトルは、多数の結晶のスペクトルの重ね合わせになっています。ですので、最初にあたりを付けてスペクトルにそのピークが認められるか? という方法で特定していくのです。特に、偏光顕微鏡観察では、明らかに含まれる鉱物として、石英 (Quartz)、曹長石 (Albite)、くさび石 (Sphene)、白雲母 (Muscovite)、緑泥石 (Chlorite) までは同じく X 線回折分析でもそれらの結晶に顕著なピークが簡単に得られました。またすべての試料ではないですが、方解石 (Calcite) やアクチノ閃石 (Actinolite) も含んでいるようでした。これ以外にもあるはずですが、岩石の粉末に対して単純に X 線回折分析を行っただけではわかりません。それ以外の鉱物は、量が少ないだけでなく、X 線管球の特性や結晶度が小さいために、それに対応するピークが小さすぎるのです。また大きなピークの後ろに隠れているということもあります。

ここまでの鉱物のゾーンごとの傾向を見ていくと、緑泥石が、一部少ない試料もありますが、おおまかにゾーン IIa よりも浅いところで少なくなっているのが分かります。つまり、岩石の色が黒味から黄色味を帯びてくるとともに、緑泥石が減少しているということは明らかに言えそうです。実は緑泥石は風化して、スメクタイトやバーミキュライトと言った粘土鉱物と呼ばれる粒が小さく薄い板状をした鉱物に変化することが知られています。さらに粘土鉱物を疑わしきピークも、ゾーン IIa と IIb の試料でははっきり認められていました。しかし、前述したように、単純に岩石粉末を X 線回折分析にかけるだけではその種類が分からないのです。この他にも方解石は

表-1 X線回折分析により検出できた鉱物

Zone	Depth (m)	Quartz	Albite	Sphene	Muscovite	Chlorite	Calcite	Actinolite	Al-Vermiculite	
BV15-1	IIb	-8.7	+++	+++	+++	+++	+	-	(+)	++
		-10.7	+++	+++	+++	+++	++	-	-	+
		-12.7	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-	(+)
		-14.7	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-	(+)
		-15.4	++	++	+++	+++	+	-	-	+
		-16.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	++
	IIa	-18.7	+++	+++	+++	+++	++	-	-	+
		-20.7	+++	+++	+++	+++	++	-	-	++
		-21.3	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-	+
		-21.6	+++	+++	+++	+++	+	-	-	(+)
		-21.8	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-	+
	Ic	-22.0	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
		-22.1	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
	Ib	-22.5	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
		-22.7	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	-
Ia	-24.1	+++	+++	+++	++	+	+	-	-	
	-24.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-	
	-8.7	+++	+++	+++	++	+	-	-	-	
BV15-2	IIb	-10.7	+++	+++	+++	+++	++	-	-	(+)
		-12.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
		-14.7	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-	+
		-16.7	+++	+++	+++	+++	+	-	-	-
		-18.7	+++	+++	+++	+++	+	-	-	++
		-19.7	+++	+++	+++	+++	+	-	-	+
	IIa	-20.7	+++	+++	+++	+++	++	-	-	++
		-21.6	+++	++	+++	+++	+	-	(+)	+++
		-22.3	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	-
	Ic	-22.5	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	-
		-22.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
		-23.1	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	-
	Ib	-23.4	+++	+++	+++	+++	+++	(+)	-	-
		-23.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-
	Ia	-24.7	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	-

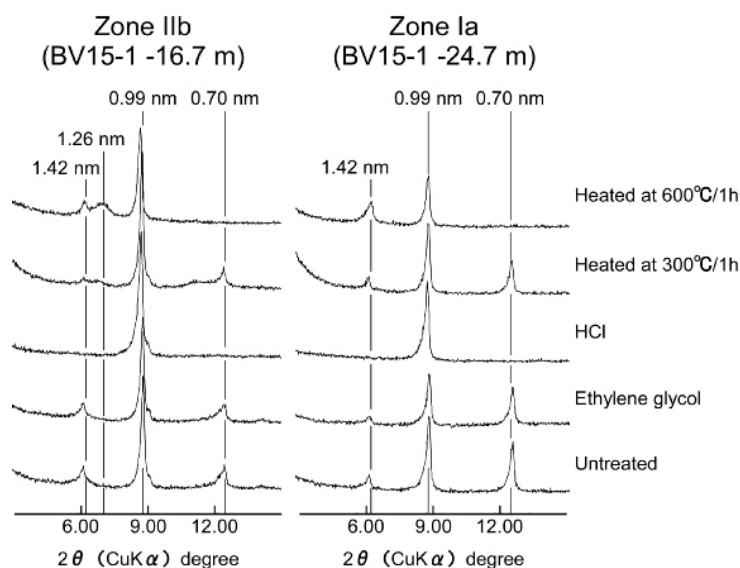
+++: strong reflection; ++: moderate; +: weak; (+): very weak; -: no reflection

すべての試料にあるわけではありませんが、特にゾーン IIa より上には全く検出できませんでした。

このような粘土鉱物が入っていることが疑わしい場合、実は特殊な作業をします。粘土鉱物は小さい粒なので、まず、岩石粉末を小さくすり潰して、水を加え懸濁水にします。その懸濁水をしばらく数時間静置しておき、そして上澄みを採取して、さらに静置するという作業をします。そうすれば、比較的純度の高い粘土鉱物からなる細粒物質が得られます。その物質に熱を加えたり、塩酸で溶解したり、エチレングリコールと言われる粘土鉱物に性状変化を与える物質を添加してそのスペクトルの変化を見るのです。ただし、白雲母や緑泥石もすり潰すとかなり小さくな

り、これらも粘土鉱物の仲間に入れられることがあります。緑泥石は特に他の粘土鉱物と紛らわしいのですが、塩酸で煮詰めると分解するのでを判別できます。

図-4に示すのは、その粘土鉱物分析のための処理を行った後のX線回折スペクトルです。特に注目して欲しいのは、ゾーン IIa と IIb から得られた粘土から特に熱を加えると徐々に1.42 nmにあったピークが1つの分離している様子が観察できました。これは熱によって、結晶が収縮していることを示しています。つまり、水や空気が挟まっている結晶から脱水などが起きて、小さくなっているのです。これは緑泥石や白雲母の特徴にはありません。スメクタイトと呼ばれる鉱物も同じような特徴がありますが、それらの鉱物では



図—4

粘土細粒分を抽出した岩石粉末試料の X 線回折スペクトルと各種処理による変化。ゾーン II b は淡黄灰色風化岩，ゾーン Ia は黒—灰新鮮岩を摩砕して細粒分を抽出したもの

実はエチレングリコールを加えると、鉱物の結晶が逆に膨張するという性質を持っているのです。そういった特徴を考えると、この鉱物はバーミキュライトと呼ばれる鉱物に近そうでした。緑泥石からバーミキュライトが風化分解物として知られていますが、しかし一般的なバーミキュライトよりも熱による応答は小さいため、緑泥石とバーミキュライトの間である Al-バーミキュライトと考えられます。

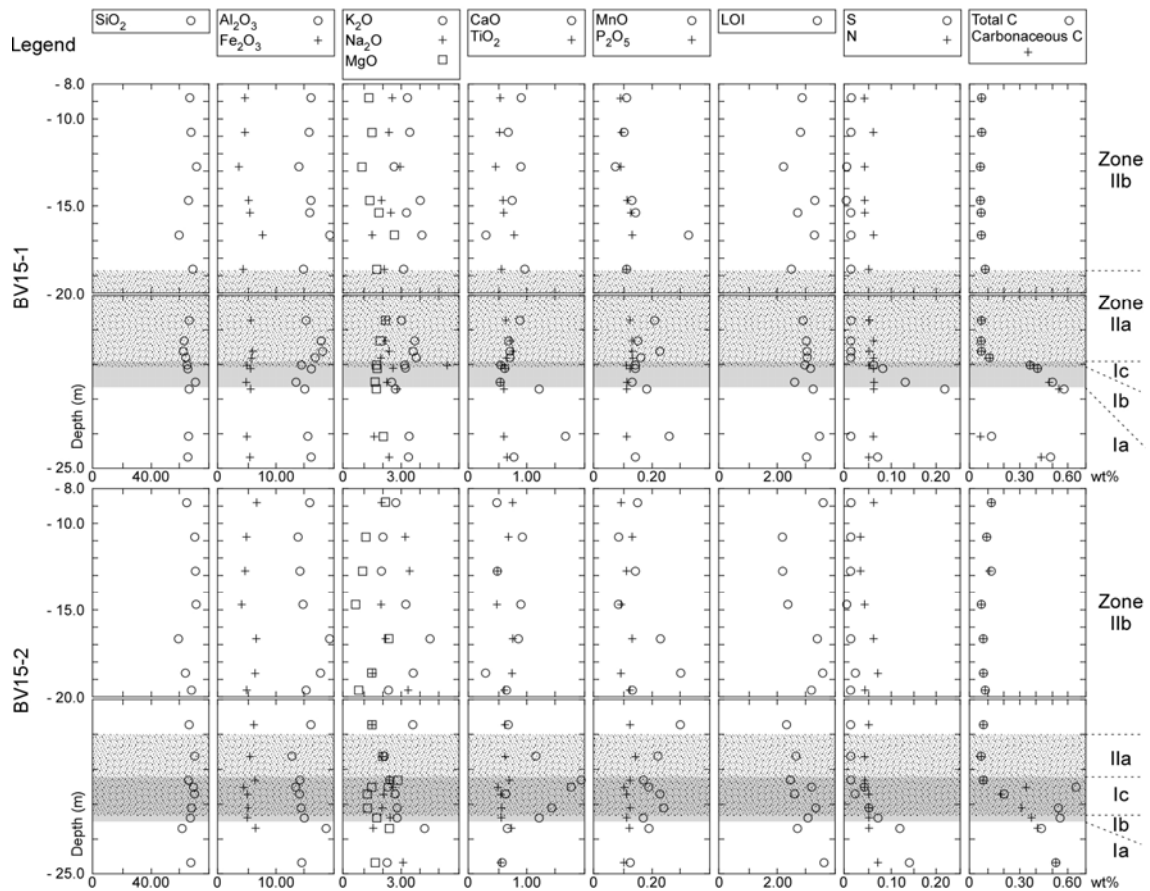
この Al-バーミキュライトがどういうふうな環境でできるのかというと、緑泥石の結晶は薄い珪酸塩からなるシート（構造により四面体シートとか八面体シートという名前がついています）のような結晶でそのシート同士の間を  $\text{Fe}^{3+}$  イオンや Al イオンが繋ぎ止めています。そこに酸などの作用によって、比較的離れやすい  $\text{Fe}^{3+}$  イオンが離れると Al イオンだけが珪酸塩からなるシートを繋ぎ止めるようになるのです。つまり、Al-バーミキュライトは緑泥石から  $\text{Fe}^{3+}$  イオンが溶脱して形成された風化残留物と考えると合理的なのです。ちなみに、この Al イオンも無くなり、板同士をつなぎとめるイオンのかなりの量が水分子

に置換されたりしたものがバーミキュライトやスメクタイトです。

## 9. 化学組成の分析結果

では次に蛍光 X 線分析と元素分析、強熱減量分析の結果を見ていきましょう（図—5）。蛍光 X 線で得られた物質の量は、酸化物の形にして合計質量 100% として表現するので、 $\text{SiO}_2$  など酸化物になっているものはすべて蛍光 X 線分析で得られたデータです。しかし、これらには、実は特段、蛍光 X 線分析でゾーンの変化に影響をもたらすような大きな変化を検出することはできませんでした。

前章で緑泥石の分解に伴って  $\text{Fe}^{3+}$  イオンが溶脱したと書きましたが、全鉄である  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  には深部から浅部にかけてゾーンが変わっても変化がありません。さらに強熱減量（Loss of ignition: LOI）はどうでしょうか？こちらでも深部から浅部にかけてゾーンと対応する変化は無さそうです。これも興味深いことです。なぜなら、普通風化に伴って、水が結晶水として付加されることが知られているためです。Al-バーミキュライトは結晶水を含んでいる粘土鉱物であることは既に述べました。次に



図—5 蛍光 X 線分析, 強熱減量試験, 元素分析の結果

元素分析の結果はどうでしょうか？窒素はほとんど変化が無いようですが、硫黄と炭質物炭素、全炭素には興味深い傾向が認められました。ところどころ一貫していないところもありますが、ゾーン Ib から Ic にかけて硫黄も炭質物炭素も全炭素も減少する方向に変化し、ゾーン IIa と IIb ではほぼ完全に無くなっていたのです。

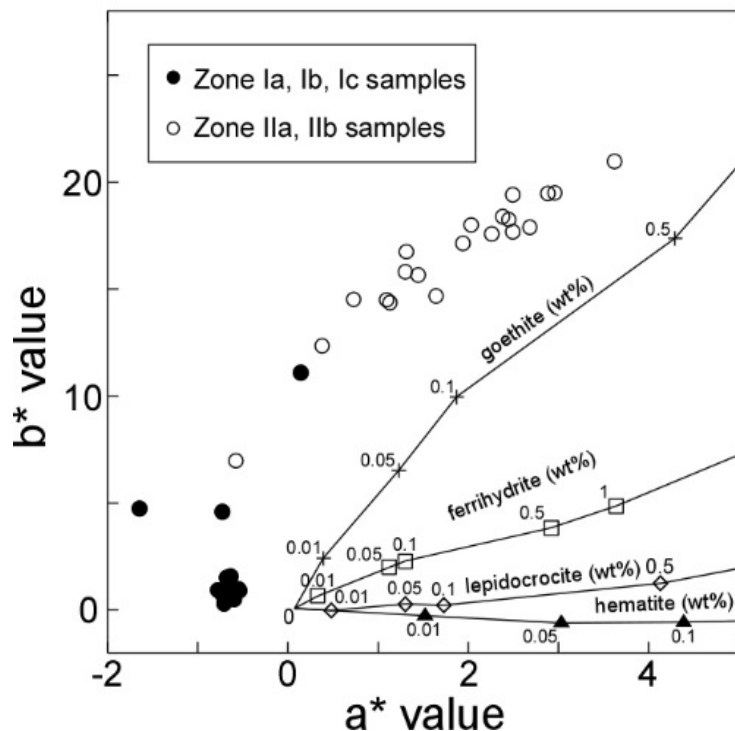
#### 10. 風化による緑泥石の溶解と針鉄鉱の沈殿

以上にお話してきたように、色の変化するゾーン I とゾーン II の間では、色の変化とともに、緑泥石が Al-バーミキュライトに変化する。さらにゾーン Ib から Ic にかけて、硫黄や炭素が減り始め、ゾーン II になるとほぼ無

くなるというように解釈できます。このような風化はどのような化学反応によってもたらされているのでしょうか？

先に述べたように、地質学の分野では岩石を薄くして観察するということが行われています。私たちは、破碎されていないゾーン Ia と IIb の試料を薄片に出来ました。それを透過光で観察すると、実はゾーン Ia の試料とゾーン IIb の試料では全く異なっていました。ゾーン Ia の試料では不透明鉱物の筋が多数見えていたのですが、ゾーン IIb の試料にはそれが全く無く、かわりにゾーン IIb の試料には黄褐色の粒状沈殿物が無数に鉱物層の間に沈殿していたのです。この沈殿物が岩石を黄色くさせていた正体でした。

これは、色から言って鉄さびのように見え



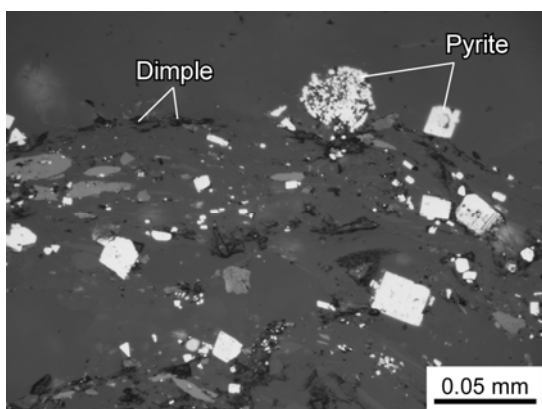
図—6  
水酸化鉄および酸化鉄  
鉱物の各種鉱物種濃度  
と色彩値の関係

ます。実は先ほどご紹介した分光測色計で測った色の数値で興味深いことがわかります。これによって、鉄さびの種類（鉄さびも鉱物ですので鉱物種）がわかるのです。これまでに述べてきたそれぞれの試料の  $a^*$  値と  $b^*$  値を、二次元座標にプロットしてみます。さらに、無色の石英粉末に水酸化鉄・酸化鉄の試薬を混ぜた試料の色と比較します。そうすると、鉄鉱物の種類が特定できるのです。その結果、図—6 で示されるように、コアを黄色に染めていた沈殿物は針鉄鉱 (Goethite) であることが分かったのです。これは、 $\text{FeOOH}$  の化学式で表せる水酸化物の一つで、 $\text{Fe}^{3+}$  イオンに水が付加することにより形成されます。 $\text{Fe}^{3+}$  イオンは前章でも出てきた緑泥石を構成するイオンです。つまり、緑泥石の分解と同時に、流れ出た  $\text{Fe}^{3+}$  イオンに水が付加されて岩石中の空間に沈殿するようになります。しかし、このような針鉄鉱の沈殿ができるためには、酸性環境であり十分岩石に酸素と水が浸透できる空間がある必要があります。雨水の

pH は 5 前後と酸性ですが、通常、雨水は岩石との反応で陽イオンを取り込み、アルカリ側に中和されてしまうので、地下 2.0 m まで酸素が多量に供給されなかつ酸性が維持されているは普通ではありません。多量の針鉄鉱が形成されるには、酸素も深部まで供給され、なかつ酸性環境も維持されるという特殊な環境が実現されている必要があるのです。ではなぜそのような環境が実現しているのでしょうか？ 次の章で述べたいと思います。

### 11. 黄鉄鉱と炭質物の風化による消失

9 章で示した化学分析の結果では、硫黄と炭質物炭素、全炭素がゾーン Ib あたりから減り始めゾーン IIa ではほぼ完全に無くなっていました。これは、何を意味しているのでしょうか？ 先ほど述べたように、透過光で観察した岩石薄片では、新鮮な岩石であるゾーン Ia の岩石では不透明鉱物が多く見えていました。一方でゾーン IIb の試料ではそれが無くなっていました。この現象と一致しているよ

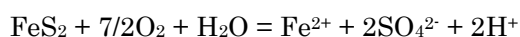


図—7 反射下で観察した泥質片岩研磨片に認められる低硬度鉱物由来の窪み (Dimple) と黄鉄鉱 (pyrite)

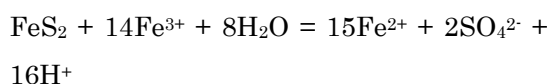
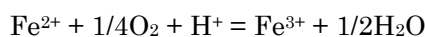
うにも思えます。今度は透過光ではなく反射光でこの不透明鉱物の研磨片を見てみると、黄金色に輝く、立方体の結晶とその周辺の窪みのようなものが見えていました (図—7)。このような黄金色に輝く立方体の結晶は地質学者には馴染みの深いもので、 $\text{FeS}_2$  で表される黄鉄鉱 (Pyrite) です。黄鉄鉱は、木苺状黄鉄鉱 (Framboidal pyrite) と呼ばれる微結晶の集合体として産することもあります。一方で研磨片に認められる小さな窪みは研磨で失われた軟らかい部分を表しており、これは炭質物の存在していた場所ということが明らかなのです。ここまでの観察とデータの検討で、私たちは、つまりこのような状況証拠の積み重ねによって、黄鉄鉱と炭質物の消失が風化の最初にあり、そこにできた空隙に針鉄鉱が沈殿したと考えました。では、この黄鉄鉱と炭質物の消失は何を意味するのでしょうか？

実は黄鉄鉱は酸素と水と反応することで、急速に酸化するという性質があります。炭質物も酸素の多い環境ですとゆるやかな酸化によって二酸化炭素に変化し岩石から大気に消失するのです。ここでの酸素も水も基本的に

は、雨水によって大気からもたらされるものです。この時、黄鉄鉱からは次の反応によって硫酸を形成するとされています。

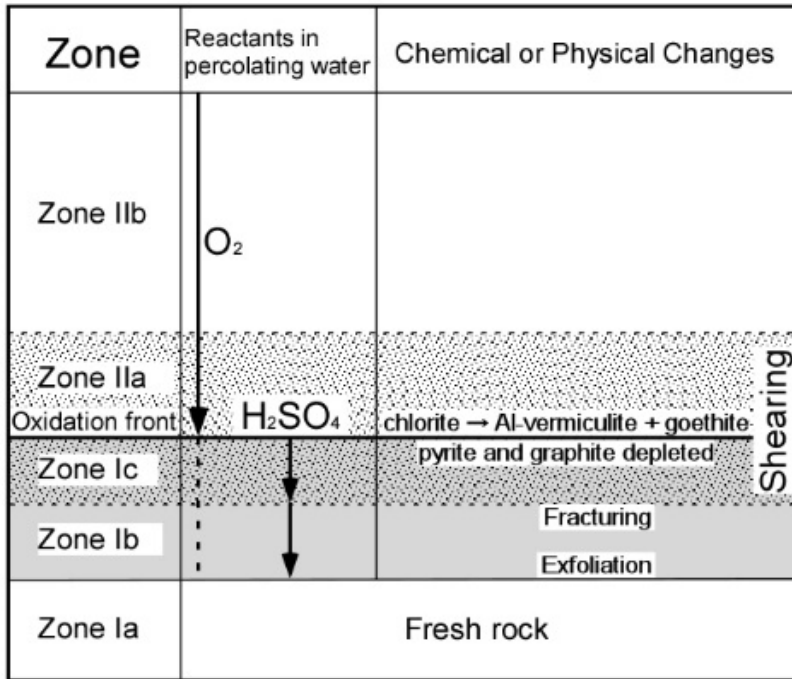


この硫酸は、地下水を酸性化させ、岩石を次々溶解していきます。特に亀裂の形成には大きな影響を与えます。硫酸の浸透したゾーンでおそらく、ゾーン Ib のような亀裂の多い領域が形成されたのでしょう。化学式を見ての通り、 $\text{Fe}^{2+}$  イオンがこの反応によって形成されます。そして、これは酸素がある環境では  $\text{Fe}^{3+}$  イオンに変化し、実は  $\text{Fe}^{3+}$  イオンは黄鉄鉱と再度反応するという性質があるようです。



ご覧のとおり、この反応では大量の水素イオンを放出していることがわかります。このようにして黄鉄鉱が枯渇するまで、硫酸を出し続けます。しかも、黄鉄鉱が存在しているうちは、還元的環境が維持されて針鉄鉱の沈殿はおきませんが、黄鉄鉱が消失してしまうと、針鉄鉱の沈殿が起きるのです。このような反応系が見事にゾーン Ib からゾーン IIa にかけての変化を説明してくれます。ゾーン Ib や Ic では有意なピークの強度の差として緑泥石の現象を検出できていませんが、おそらく、緑泥石の溶解もおそらく硫酸が関与していると思われます。また、真密度と強熱減量が風化によって減少しなかった理由は、深部では炭質物炭素や硫黄といった揮発性成分を持って





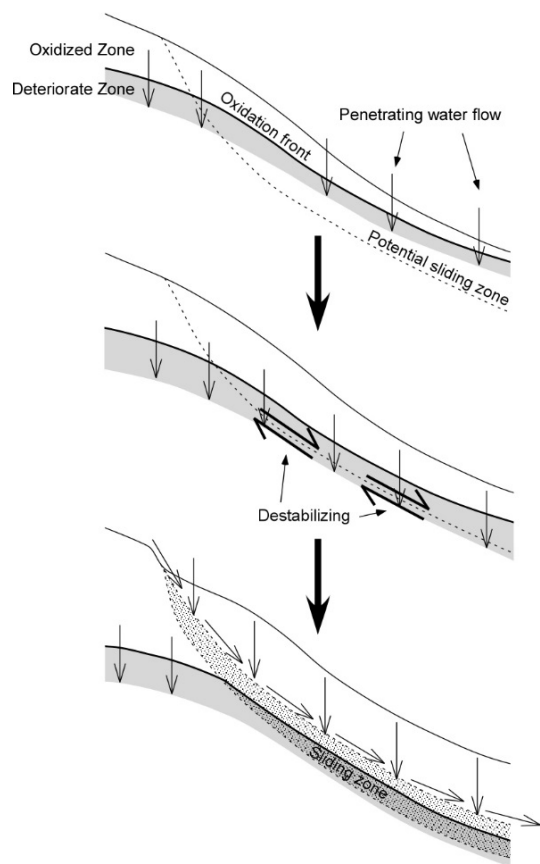
図—8  
泥質片岩の風化プロセスを示す模式図

おり、浅部ではそれらが失われた後で、まるで隙間を埋めるように酸素や水の付加がおきているためと解釈できるでしょうつまり、硫黄と炭素の減少量と、水と酸素の付加量がほぼ同程度であることを示していることとなります。このようなプロセスをまとめると図—8のようになります。

## 12. 風化と岩盤すべりの関係

さて、これまで様々なことを述べてきましたが、ところで、ゾーン Ic とゾーン IIa は破碎が進んでいる領域でした。このゾーン IIa の上に破碎の進んでいないゾーン IIb が存在しているということは何を意味しているのでしょうか？これらのゾーンでは、破碎が進んでいる、そして岩盤すべりの中であるということを考えてみると、ゾーン Ic や IIa はすべり層と考えて間違え無さそうです。しかし、風化が進んでいるゾーン IIb にはすべり層は無くゾーン Ic とゾーン IIa の両方にすべり層が跨っているというのは何を意味しているのでしょうか？どうやら、風化プロセスの浅部から深

部にかけての進行とは無関係に、最初からこのすべり層が存在する位置は決まっていたのかもしれませんが、そうでなければ、風化したところが、強度を失い、次々と表面から地すべりによって剥がれていくはずですが。風化は最後のひと押しをしたと考えると合理的なようです。たぶん、すべり層の位置は最初から決まっていて、そこに硫酸が形成されるようになり亀裂が多く形成された。そこに岩盤すべりとすべり層が形成された。そしてその後で、上方から色の境界がすべり層の中まで達したと考えると合理的でしょう。多量の粘土を含んだすべり層は水を通しにくいのでここに地表の酸素と水と岩石の反応のフロントである色の境界が形成されたのかもしれませんが(図—9)。風化と岩盤すべりとの関係についてこのようなことが明確にできたのは非常に意外なことでした。漠然と風化が岩盤すべりに効いているということ、初めて、詳細に理論立てて説明できたのです。



図—9 風化の進行と地すべりの関係

### 1 3. 岩盤すべりの極初期の構造

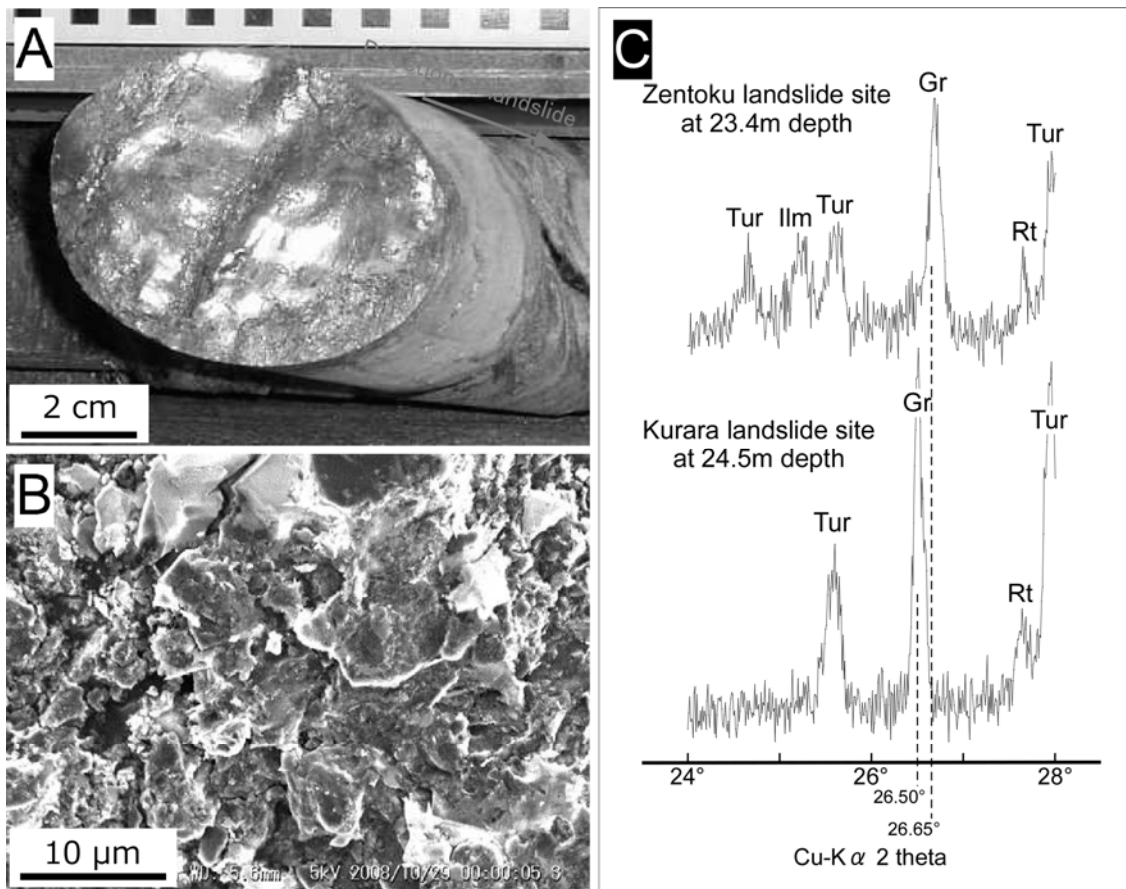
では、すべり層の存在している位置が予め決まっていたのなら、どのような場所にそれが形成されていたのでしょうか？これまでの話からわかるように岩石の風化は岩盤すべりが発生するきっかけになったに過ぎないようです。もちろん、岩盤中に大きな亀裂が存在しており、そこに沿っても風化が進むため、表面から深部に風化が進む状況もいつもある訳ではありません。しかし、岩盤中にはいつも大きな亀裂が入っている訳ではありません。それでもなお、泥質片岩地域にはほぼ全てとっていいほど岩盤すべりで覆い尽くされている状況があるのは非常に不思議な事です。泥質片岩地域では特に厚く巨大な岩盤すべりは岩石の中の構造に沿って発生していることが明らかでしたので、多くの研究者も

技術者もなんとなく、そのような岩石の構造に沿った面にそって地すべりが発生していると考えていました。しかし、それならば、先に述べたように斜面上では風化が進むと共に、表面付近から次々岩石が剥がれるように地すべりを繰り返すはずで、一体、大規模な岩盤すべりが発生する理由は何なのでしょう

か？  
 実は倉羅地すべり地のコアのゾーン Ia や Ib の領域には非常に興味深いものがありました。新鮮な岩石の中に突然非常に剥がれやすい場所があり、そこを割ってみると、綺麗に磨かれた黒光りをする不透明な鉱物があったのです。この鉱物は泥質片岩の不透明な鉱物の層であり、炭質物と考えられるので、炭質物の性質を調べるべく表面を剥いで、一つは走査型電子顕微鏡で観察し、もう一つは、X線回折分析を行ったのです。岩石中の炭質物のX線回折分析は簡単ではありません。比較的大きなピークが検出できるのですが、岩石に大量に含まれる石英のピークと重なってしまって非常に判別しづらいのです。従って、フッ化水素酸で何度も溶解を繰り返します。この作業には慎重さが要求されます。そしてできた上澄みをさらに硝酸で溶解して、鉄鉱物を取り去り、ようやく炭質物と極僅かな耐酸性鉱物に分離できるのです。その結果、泥質片岩に含まれている炭質物は、倉羅地すべり地でも善徳地すべり地でも結晶性の良いグラファイトであることが判明したのです(図—10)。

### 1 4. グラファイトが発生させる岩盤すべりの初期ステージ

実は倉羅地すべり地のボーリングコアでは風化している部分がほとんどで、分かりづら



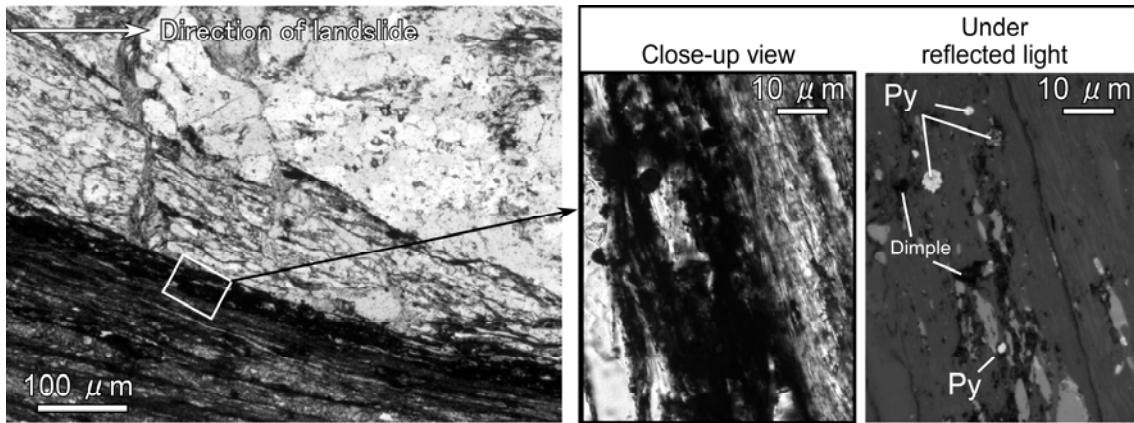
図—10 泥質片岩中の微小すべり面の表面 (A), その表面のグラファイト結晶の走査型電子顕微鏡写真 (B), HF-HNO3 法で抽出したグラファイトのピーク (Gr)

かったのですが、善徳地すべり地のコアには岩石中の黒い層が破壊されていたり、そこで滑ったりすると思われる亀裂が多数ありました。岩石顕微鏡で観察してもやはり、黒色不透明な鉱物層の直上で、すべりが発生していたのです (図—11)。この黒色不透明な層の中では軟らかいため窪みとして検出できる炭質物、つまり前述したようにグラファイトですが、それと僅かに黄鉄鉱が含まれていたのです。このようなグラファイト層上のすべりは新鮮な全く風化を受けていない深部の岩盤にありましたので、岩盤すべりの極初期のステージであることは間違え無さそうです。

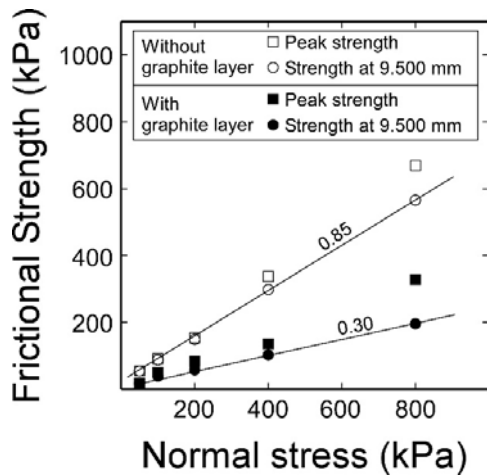
ところで、これはテクトニックな、つまり地震を発生させるような巨大な地殻変動で、

深部で形成されたのでは？という疑問を持つ読者もいらっしゃるかもしれませんが、亀裂の多くは開口しており、最近、それも浅い環境で形成されたのだと思われます。つまり、このような変形をもたらすのは岩盤すべりしか要因はありません。

私たちは、模擬的に作成した人工岩石に、泥質片岩の中のものと同様のグラファイトシートを挟んでせん断実験を行いました。それにより岩石とグラファイトの間の摩擦強度は岩石同士の場合の35%程度にまで低下しました (図—12)。さらに人工岩石中にグラファイト層を平行に配置してその面に平行に強制的にせん断を行うと、せん断面にグラファイト層が面積比50%占めるまでは、強度

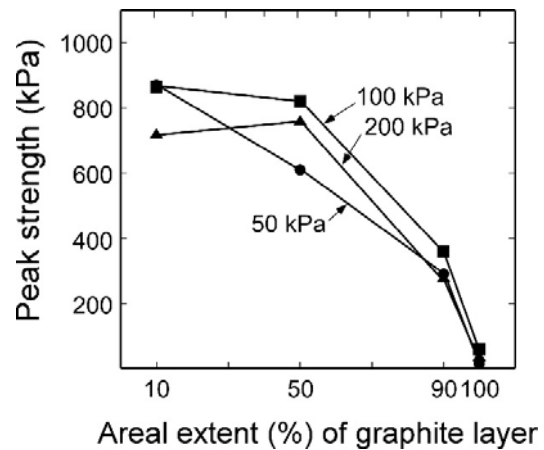


図—1 1 泥質片岩中の開口微小すべりを鉛直方向から観察した偏光顕微鏡写真. 黒色不透明な領域の真上ですべりが発生しており, 反射光下で観察するとそこには炭質物を作る低硬度鉱物による窪み (Dimple) と共に黄鉄鉱 (Py.) が共生している



図—1 2 人工岩石とグラファイトシート間の摩擦試験結果, ピーク強度と定常摩擦状態となるせん断距離 9.500 mm 点を示している

はもとの岩石とほとんど変化しませんでした, 90%を占めるようになると劇的に強度が小さくなりました (図—1 3). この意味は, 連続性の良いグラファイト層が存在していると, そこが重力による変形を受け, 岩盤すべりすべりのすべり層になることを示しており, 逆に連続性の良いグラファイト層が岩盤すべりの発生に不可欠であることを示しているのです. ご存知のように, グラファイトは鉛筆



図—1 3 グラファイトシートを内在する人工岩石のせん断試験結果. 強制的に与えたせん断面上のグラファイト占有面積とピーク強度の関係

の芯にも含まれていますが, グリースにも使われる固体潤滑剤です. このグラファイトは水や空気の存在する環境では, 非常に優れた潤滑性を示します. 泥質片岩ではそれを構成する鉱物層同士の隙間にグリースがまさに入っているようなものなのです.

15. 太古の微生物が岩盤すべりを起こす?  
泥質片岩においては, すべり層になる部分

は連続性の良いグラファイト層が存在している場所である。という推察をこれまでに述べてきました。ではどのような場所が岩盤すべりのきっかけとなるせん断されやすい連続的なグラファイト層を形成しているのでしょうか？

図-14は善徳の最深部のコアをエコーチップ硬度測定計と呼ばれる装置で鉛直方向に1cm毎に反発速度を測定したものと、これまでに述べてきたように分光測色計で明度L\*値を測定した値を並べています。反発速度値はそのまま岩石の硬さ(L値と呼ばれます)に変換できます。グラファイトを含む部分はL\*値が低下し、それと硬さ値(L)の低下も応じて低下しています。それだけではありません。L値もL\*値も低い場所がところどころに数十cmの厚さをもって存在しているのです。

これが意味することは、泥質片岩の起源に迫ることで理解できます。泥質片岩の起源ははじめの章で述べたように海底の泥です。この泥には大量の嫌気性細菌が含まれています。特に、硫黄還元細菌と呼ばれるものは、硫黄

をエネルギーとし、硫化鉄を形成することでも知られています。硫化鉄と出てきましたが、この硫化鉄の一種が、風化にも重大な影響をもたらすことで既に述べた黄鉄鉱なのです。

もう一度、倉羅地すべり地の化学組成の鉛直変化(図-5)を見て下さい、泥質片岩の場合、硫黄と炭素は一緒に含まれていることが多く、これは起源が近いことを示しています。おそらく倉羅や善徳の泥質片岩の元となる、今から約5千万年以上前の泥は、時々細菌の繁茂する時代と少ない時代を経験して、それに応じて有機物の多い層と少ない層を繰り返していたのでしょう。または、有機物の多い粘土が海底に供給された時代とそうでない時代があったのかもしれません。それらがやがて、地殻変動で地下深部にもたらされて熱と圧力を受けて、炭質物はグラファイトに変化しましたが、他の珪酸塩と結びつくことはできないので、顕微鏡的な薄い層に閉じ込められて存在していたと思われます。しかし、数十cm幅を持つ昔の有機物に富んだ層の名残は泥質片岩の中に、そのようなグラファイト薄層の

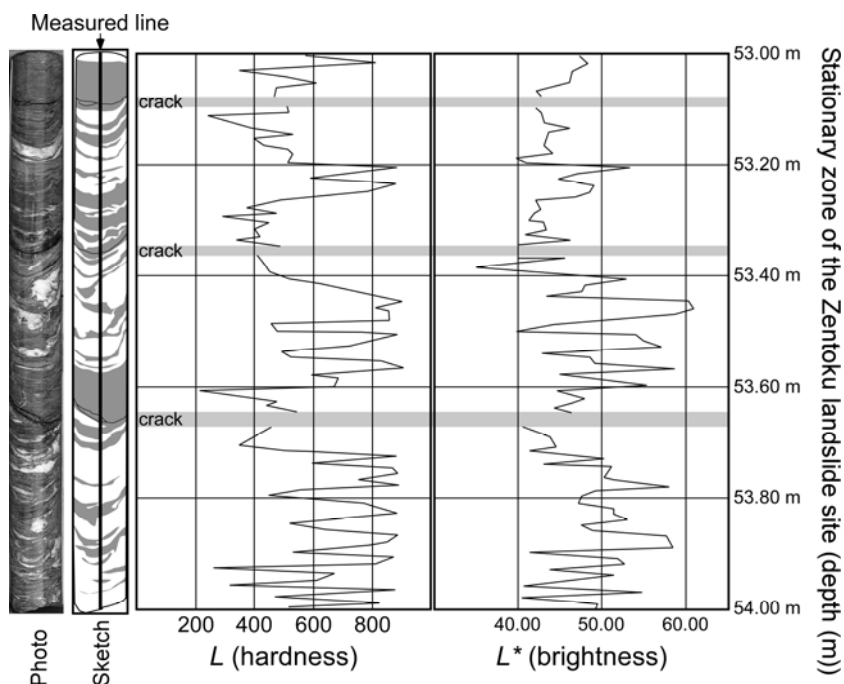


図-14 善徳コア最深部不動岩盤領域の1cm間隔のエコーチップ硬度L値とL\*値の分布

集中した領域として今も保存されたままだと考えられるのです。このような断裂が発生しやすい連続的なグラファイト層となる確率の高い層が山を横断するようになると、そこが岩盤すべりのすべり層になると考えられます。これは、これまでの地すべり研究には無かった新しい視点でした。

岩石を地中奥深くで変化させる変成作用は、泥中に拡散していた有機物を集めて強度の小さな薄い層を作り、さらにそれを結晶化させて見事な固体潤滑剤であるグラファイトを産んだのです。三段論法ではありますが、太古の微生物が岩盤すべりを起こしたということになりますね。

## 16. おわりに

この研究紹介は、機器分析センターの大津直史先生から依頼を受け、執筆したものです。北見工業大学の所有する分析装置が、意外な発見を我々にもたらしてくれていることがご理解いただけますと幸いです。平易のために、引用を大幅に省略しました。また、かなりのアイディアの核心部分は共著者の京都大学防災研究所、千木良雅弘先生により頂いたものであり、加えてこの研究は英国イースト・アングリア大学の David Petley 先生の指導を受けて完成させたものです。以上の研究や使用手法の詳細は下記の科学雑誌に収録されていますので、ご興味のある方はご覧頂きたいと思えます。

Yamasaki, S., Chigira, M., 2011. Weathering mechanisms and their effects on landsliding in pelitic schist. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36, 481-494.

Yamasaki, S., Chigira, M., Petley, D. The role of graphite layers in gravitational deformation of pelitic schist. *Engineering Geology*. (in press)

## 共同利用機器の紹介

### 「今年度新規に導入された機器について」

技術部 松田 弘喜

2015年度の年度末に機器分析センターの共同利用機器が複数台導入されましたので、これらの装置について簡単にではありますが、紹介いたします。

#### 1. 差動型示差熱天秤 Rigaku Thermoplus EVOII TG8121

このモデルは高温型の TG, DTA 同時測定装置であり、測定温度範囲は室温～1500℃、昇温速度は最大 100℃/min まで可能です。重量変化速度により温度制御を行うダイナミック TG を標準搭載し、高分解能 TG 測定が可能です。制御モードは、SIA、DRC、CRC の中から選択できます。不活性ガス等の雰囲気下での測定や、発生ガス分析などの拡張性も十分に配慮した設計になっています。



#### 2. 近赤外蛍光イメージングシステム LI-COR ODYSSEY CLx

蛍光の持続性に優れた Infrared 色素をアッセイに用い、Infrared 色素そのものの蛍光を ODYSSEY で検出しますので、フィルム・暗室での作業・発色基質が不要になります。また、生物由来の夾雑物やゲル、ガラスプレートは赤外蛍光を発しないため、低バックグラウンドでの高感度検出が実現します。さらに独立した 2 チャンネルの光学系を搭載しており、同時に 2 波長のシグナルを検出可能です。



#### 3. デジタルマイクロスコープ KEYENCE VHX-5000

デジタルマイクロスコープは、大気雰囲気中高倍率の形状イメージを測定し、さらに、形状の 3D イメージを簡単に作成できる装置です。高真空を必要とする真空への減圧が不要のため、走査電子顕微鏡では困難な水分を含む生物試料、材料系、コンクリート系、食品系など走査電子顕微鏡では不可能なものも含めて幅広い試料が撮像可能であり、学内の多くの研究者および学生が利用可能です。



#### 4. 蛍光顕微鏡 KEYENCE BZ-X710

蛍光顕微鏡は化学物質、細胞、バクテリア等からの蛍光・燐光現象を観察することによって、対象を観察する顕微鏡です。本装置はオールインワンタイプであり、マルチウェルプレートやフラスコをそのまま置ける大型の電動 XY ステージを搭載し、観察をスムーズに進めることができます。また、高速オートフォーカス機能により瞬時にピントを合わせることができるという特徴を持っています。



#### 5. レーザーラマン分光光度計 JASCO NRS-4100

レーザーラマンは、物質に光を照射するとき生じる散乱現象を利用して、分子レベルの構造解析や化学状態解析ができる汎用的な分析装置です。NRS-4100は省スペースを実現し、アライメント調整やレーザー光源、リジェクションフィルタなどの切替を自動化しています。また、測定操作や解析作業をアシストするソフトウェアが充実しています。



各装置の装置管理者、装置担当者、設置場所は以下の通りとなっております。皆様、どうぞご利用ください。

装置名	装置管理者(所属)	装置担当者(所属)	設置場所
差動型示差熱天秤	大津 直史 (機器分析センター)	白川 和哉(技術部)	共用実験室 2(4F)
近赤外蛍光イメージングシステム	新井 博文 (バイオ環境化学)	白川 和哉(技術部)	共用実験室 2(4F)
デジタルマイクロスコープ	大津 直史 (機器分析センター)	徳田 奨(技術部)	走査電子顕微鏡室 1(3F)
蛍光顕微鏡	新井 博文 (バイオ環境化学)	徳田 奨(技術部)	共用実験室 2(4F)
レーザーラマン分光光度計	岡崎 文保 (バイオ環境化学)	橋本 晴美(技術部)	共用実験室 2(4F)



## 平成 27 年度 X 線回折装置および蛍光 X 線分析装置を用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

T. Arai, T. Ohno, T. Matsuda, N. Sakamoto, N. Wakiya and H. Suzuki

Effects of synthesis conditions on electrical properties of chemical solution deposition-derived  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  thin films

Thin Solid Films, 585, 86-90, 2015

T. Ohno, H. Yanagida, K. Maekawa, T. Arai, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, S. Satoh and T. Matsuda

Stress engineering for the design of morphotropic phase boundary in piezoelectric material

Thin Solid Films, 585, 91-94, 2015

S. Hiromoto, M. Inoue, T. Taguchi, M. Yamane, N. Ohtsu

In vitro and in vivo biocompatibility and corrosion behaviour of a bioabsorbable magnesium alloy coated with octacalcium phosphate and hydroxyapatite

Acta Biomaterialia, 11, 520, 2015

N. Ohtsu, K. Yokoi, A. Saito

Fabrication of a visible-light-responsive photocatalytic antibacterial coating on titanium through anodic oxidation in a nitrate/ethylene glycol electrolyte

Surface and Coatings Technology, 262, 97, 2015

Tatsuya Sasaki, Midori Kawamura, Yoshio Abe, Kyung Ho Kim

Suppression of property changes in Ag thin films by introducing organic monolayers

Vacuum, 121, 317-319, 2015

Toru Kanno and Jun-ichi Horiuchi

Simultaneous Removal Behavior of Phosphate and Fluoride Ions in the Presence of Scallop Shell

Journal of Chemical Engineering of Japan, 2015

横井健人

Fabrication of visible light responsive N-doped  $\text{TiO}_2$  coating through anodic oxidation process

THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

平賀啓二郎、古瀬裕章、(NIMS) 森田孝治、金炳男、吉田英弘、目義雄

酸化物基セラミックスにおける低温・高速超塑性の可能性

日本セラミックス協会北海道地区セミナー, 2015

Kazuyuki Hattori and Arisa Arai  
Preparation and Hydrolysis of Water-Stable Amorphous Cellulose  
ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 2016

**【学会発表】**

Kazuyuki Hattori and Arisa Arai  
Preparation and Hydrolysis of Water-Stable Amorphous Cellulose  
Proceedings of the 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2015), 2015

角地優子

Antibacterial behaviors of Ag-contained apatite coating on titanium substrate fabricated using calcium-phosphate slurry  
THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

角地優子

Ag 含有アパタイト被膜の生体模擬環境下における抗菌性能評価  
九州分析化学若手の会 夏季セミナー, 2015

角地優子

スラリー埋没加熱処理を用いた Ag 含有アパタイト被膜の抗菌性能変化  
金属鉄鋼両支部合同サマーセッション, 2015

横井健人

有機溶媒硝酸電解浴陽極酸化  $\text{TiO}_2$  の皮膜特性および光触媒特性に及ぼす通電時間の影響  
金属鉄鋼両支部合同サマーセッション, 2015

角地優子

Ag 含有アパタイト被膜の生体模擬環境下における抗菌持続性評価  
北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

横井健人

有機溶媒硝酸塩浴陽極酸化で作製した  $\text{TiO}_2$  皮膜の表面解析  
北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

角地優子

スラリー埋没加熱処理で形成した Ag 含有アパタイト酸化被膜の異なる菌種に対する抗菌持続性  
日本金属学会 2015 年秋季大会, 2015

佐々木達也、川村みどり、工藤千佳、阿部良夫、木場隆之、金敬鎬  
異なる有機分子膜による Ag 薄膜の特性変化の抑制  
第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 2015

平賀啓二郎・古瀬裕章、(物材機構) 金炳男・森田孝治・吉田英弘・目義雄  
第 2 相分散型超塑性セラミックの高ひずみ速度引張破断  
日本セラミックス協会 第 28 回秋季シンポジウム, 2015

平賀啓二郎、NIMS : 森田孝治、金炳男、吉田英弘、目義雄  
分散複合型正方晶 ZrO<sub>2</sub> の高速超塑性における破断延性  
日本金属学会・高温強度と組織形成の材料科学研究会, 2015

Keijiro Hiraga, Koji Morita, Kim Byung-Nam, Hidehiro Yoshida and Yoshio Sakka  
High-Strain-Rate Superplasticity in Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia (Y-TZP) with and  
without Cation Doping  
Proc. 12th Int. Conf. Superplasticity on Adv. Mater., 2016

矢ノ目和樹、木場隆之、川村みどり、阿部良夫、金敬鎬、高山純一、村山明宏  
Ag 薄膜を用いた表面プラズモン効果による IZO の発光増幅  
第 51 回応用物理学会北海道支部学術講演会, 2016

平賀啓二郎  
金属および酸化物材料の組織組成制御による機能性構造材料の創成に関する研究  
日本金属学会 2016 年春期講演大会, 2016

### 【博士前期課程論文】

竹浪諒  
特性 X 線侵入深さを利用した表層応力分布評価法の開発  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

馬越智之  
アルミニウムをドーピングした酸化亜鉛ナノ構造の特性評価  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

佐々木達也  
種々の有機分子膜の導入による Ag 薄膜の環境試験前後の特性変化の抑制  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

清水直樹

Si 添加ジルコニア基微細粒材料における超塑性変形と破断  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

高井拓

ジルコニア分散型 3 相複合材料の合成と超塑性特性評価  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

伊藤敏

O<sub>2</sub> 及び H<sub>2</sub>O 雰囲気中での反応性スパッタリングにより作製した酸化イリジウム薄膜のエレクトロ  
クロミック特性の評価  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

齋藤憂太、菅野亨

金表面上 HAp の結晶性を考慮した QCM 法によるタンパク質吸脱着挙動の解析  
北見工業大学博士前期課程論文, 2016

### 【卒業論文】

長根裕哉

金属アルミニウム層上に作製した酸化亜鉛ナノロッドの特性評価  
北見工業大学卒業論文, 2016

吉原祐哉

アンドープとニッケルドープ酸化亜鉛ナノロッドの構造的特性の比較  
北見工業大学卒業論文, 2016

佐藤直利

Nb 超電導薄膜の作製および極低温下集光システムの開発  
北見工業大学卒業論文, 2016

澁谷純基

NbTi 超電導薄膜の作製および電気伝導特性測定系の開発  
北見工業大学卒業論文, 2016

深尾健太郎

NbN 超電導薄膜の作製およびナノポジショナーを用いた検出効率向上  
北見工業大学卒業論文, 2016

切金公人

NbTiN 超電導薄膜の作製および超電導単一光子検出器の特性評価

北見工業大学卒業論文, 2016

竹原 章悟

MoO<sub>3</sub> 膜厚を変化させた MoO<sub>3</sub>/Ag/MoO<sub>3</sub> 及び MoO<sub>3</sub>/Ag/IZO 積層膜の電氣的・光学的特性

北見工業大学卒業論文, 2016

渡辺 紘平

PEN 基板上 Ag 薄膜への有機単分子膜導入のための基礎的検討

北見工業大学卒業論文, 2016

矢ノ目和樹

Ag ナノ構造によるプラズモン効果を利用した発光増幅

北見工業大学卒業論文, 2016

山田 渉

正方晶ジルコニアを含む酸化物系 3 相複合材料の高速超塑性特性

北見工業大学卒業論文, 2016

深川 大夢

反応性スパッタ法による酸化セリウム薄膜の作製とその光学および電気化学特性の評価

北見工業大学卒業論文, 2016

菊地公平

特性 X 線複数波長利用による表層応力分布評価法の開発

北見工業大学卒業論文, 2016

元木隆人

二次元検出を用いた残留応力測定

北見工業大学卒業論文, 2016

熊谷孝之、菅野亨

ホタテ貝殻およびホタテ貝殻複合材料を用いたリンとフッ素の同時回収・除去

北見工業大学卒業論文, 2016

荒谷陵人、菅野亨

無機層状化合物におけるタンパク質の吸脱着挙動の制御

北見工業大学卒業論文, 2016

金田拓也、菅野亨

無機層状化合物における 5-FU とピリドキシンの吸脱着特性の比較

北見工業大学卒業論文, 2016

美崎亮、菅野亨

ホタテ貝殻-アパタイト複合材料のキャラクタリゼーションと環境浄化特性

北見工業大学卒業論文, 2016

**【特許】**

服部和幸

無定形セルロースの製造方法

特許公開 2015-93906, 2015

## 平成 27 年度 ガスクロマトグラフ質量分析装置を用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

Takada, K.; Hanataka, T.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.

Ruthenium-Catalyzed Dehydrogenative Aromatic C-H Silylation of Benzamides with Hydrosilanes

Advanced Synthesis & Catalysis, 357, 2229-2232, 2015

Okada, S.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.

Ruthenium-Catalyzed Ortho-Selective Aromatic C-H Borylation of 2-Arylpyridines with Pinacolborane

ChemCatChem, 7, 1531-1534, 2015

### 【学会発表】

杉沢啓介, 小針良仁, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹

オスミウム/DABCO 触媒による アルキンの Z 選択的ヒドロホウ素化

万有札幌シンポジウム, 2015

今利真, 小針良仁, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹

Ru 触媒による窒素官能基近傍の C(sp<sup>3</sup>)-H 結合シリル化

日本化学会北海道支部夏季研究発表会, 2015

### 【博士前期課程論文】

瀧澤美穂

白金触媒を用いた分子内脱水素環化反応によるジベンゾシロールの合成

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

### 【卒業論文】

佐藤優

Ru 触媒を用いたアリールオキサゾリン類の Csp<sup>2</sup>-H 結合ホウ素化反応

北見工業大学卒業論文, 2016

今利真

Ru 触媒を用いた窒素官能基近傍 Csp<sup>3</sup>-H 結合シリル化反応

北見工業大学卒業論文, 2016

高橋翔太

アリールボロネートの簡易精製法の開発

北見工業大学卒業論文, 2016

## 【共同研究】

村田美樹

美幌町における下水汚泥・放流水中の微量成分の長期モニタリングに関する研究  
美幌町, 2015

南尚嗣

網走市能取污水处理施設における放流水中成分の長期モニタリング研究  
網走市, 2015

南尚嗣

紋別市における下水汚泥・放流水中の有害微量成分の定量に関する長期的研究  
紋別市, 2015

南尚嗣

網走市における下水汚泥および放流水中成分の長期モニタリング研究  
網走市, 2015

南尚嗣

北見市における下水汚泥及び放流水のモニタリング調査研究  
北見市上下水道局, 2015

坂上寛敏

斜里町における環境試料（下水汚泥・放流水）中の微量環境有害成分の定量に関する長期的研究  
斜里町, 2015



## 平成 27 年度 核磁気共鳴分光分析装置を用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

Y. Iwami, T. Yokozawa, H. Yamamoto, Y. Kanekiyo

Boronic acid-based thin films that show saccharide-responsive multicolor changes  
Journal of Applied Polymer Science, 132 (43), 42679, 2015

Takada, K.; Hanataka, T.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.

Ruthenium-Catalyzed Dehydrogenative Aromatic C-H Silylation of Benzamides with Hydrosilanes  
Advanced Synthesis & Catalysis, 357, 2229-2232, 2015

Okada, S.; Namikoshi, T.; Watanabe, S.; Murata, M.

Ruthenium-Catalyzed Ortho-Selective Aromatic C-H Borylation of 2-Arylpyridines with Pinacolborane  
ChemCatChem, 7, 1531-1534, 2015

T. Denda, R. Mizutani, M. Iijima, H. Nakahashi, H. Yamamoto, Y. Kanekiyo

Thin films exhibiting multicolor changes induced by formaldehyde-responsive release of anionic dyes  
Talanta, 144, 816, 2015

Kazuyuki Hattori and Arisa Arai

Preparation and Hydrolysis of Water-Stable Amorphous Cellulose  
ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 2016

### 【学会発表】

Kazuyuki Hattori and Arisa Arai

Preparation and Hydrolysis of Water-Stable Amorphous Cellulose  
Proceedings of the 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2015), 2015

杉沢啓介, 小針良仁, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹

オスミウム/DABCO 触媒による アルキンの Z 選択的ヒドロホウ素化  
万有札幌シンポジウム, 2015

今利真, 小針良仁, 浪越毅, 渡邊眞次, 村田美樹

Ru 触媒による窒素官能基近傍の C(sp<sup>3</sup>)-H 結合シリル化  
日本化学会北海道支部夏季研究発表会, 2015

服部和幸、荒井亜梨沙

拡散 NMR を用いたセルロースの分子量測定

日本化学会北海道支部夏季研究発表会要旨集, 117, 2015

### 【博士前期課程論文】

瀧澤美穂

白金触媒を用いた分子内脱水素環化反応によるジベンゾシロールの合成

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

### 【卒業論文】

佐藤優

Ru 触媒を用いたアリールオキサゾリン類の Csp<sup>2</sup>-H 結合ホウ素化反応

北見工業大学卒業論文, 2016

相木彩奈

光学活性チオアミド化合物の合成と抗菌活性評価

北見工業大学卒業論文, 2016

今利真

Ru 触媒を用いた窒素官能基近傍 Csp<sup>3</sup>-H 結合シリル化反応

北見工業大学卒業論文, 2016

高橋翔太

アリールボロネートの簡易精製法の開発

北見工業大学卒業論文, 2016

### 【特許】

服部和幸

無定形セルロースの製造方法

特許公開 2015-93906, 2015

### 【その他】

Kazuyuki Hattori

Recycling of Expanded Polystyrene Using Natural Solvents

Recycling Materials Based on Environmentally Friendly Techniques, 1-15, 2015

## 平成 27 年度 走査型電子顕微鏡および透過型電子顕微鏡を用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

Toru Kanno and Jun-ichi Horiuchi

Simultaneous Removal Behavior of Phosphate and Fluoride Ions in the Presence of Scallop Shell

Journal of Chemical Engineering of Japan, 2015

Kyung Ho Kim, Zhuguang Jin, Yoshio Abe, Midori Kawamura

A comparative study on the structural properties of ZnO and Ni-doped ZnO nanostructures

Materials Letters, 149, 2015

Kyung Ho Kim, Tomoyuki Umakoshi, Yoshio Abe, Midori Kawamura, Takayuki Kiba

Growth behavior of Al-doped zinc oxide microrods with times

Superlattices and Microstructures, 85, 743-746, 2015

Kyung Ho Kim, Tomoyuki Umakoshi, Yoshio Abe, Midori Kawamura, Takayuki Kiba

Determination of effective growth time for zinc oxide nanorods using chemical solution deposition

Superlattices and Microstructures, 88, 150-153, 2015

T. Ohno, H. Yanagida, K. Maekawa, T. Arai, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, S. Satoh and T. Matsuda

Stress engineering for the design of morphotropic phase boundary in piezoelectric material

Thin Solid Films, 585, 91-94, 2015

横井健人

Fabrication of visible light responsive N-doped TiO<sub>2</sub> coating through anodic oxidation process

THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

Masaaki Kimura, Akiyoshi Fuji, Ph.D; Shintaro Shibata

Joint properties of friction welded joint between pure magnesium and pure aluminium with post-weld heat treatment

Materials and Design, 85, 169-179, 2015

M. Kimura and A. Fuji

Characteristics of pure-titanium and low carbon steel friction-welded joint with post-weld heat-treatment

Materials Science and Technology, 2016

### 【学会発表】

Kyung Ho Kim, Zhuguang Jin, Yoshio Abe, Midori Kawamura

Effect of dopants on structural and optical properties of zinc oxide nanostructures

The 15th International Meeting on Information Display, 2015

Tomoyuki Umakoshi, Kyung Ho Kim, Yoshio Abe, Midori Kawamura, Takayuki Kiba

Structural properties of Al doped zinc oxide nano/microstructures prepared under various pH conditions

The 22nd International Display Workshops, 2015

川合僚, 小原伸哉, 石川恭介, 高嶋正光

実験計画法を用いた CO<sub>2</sub> ハイドレート生成用カーボクロス担持触媒の作製に関する調査  
平成 27 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2015

平賀啓二郎

金属および酸化物材料の組織組成制御による機能性構造材料の創成に関する研究  
日本金属学会 2016 年春期講演大会, 2016

矢ノ目和樹、木場隆之、川村みどり、阿部良夫、金敬鎬、高山純一、村山明宏

Ag 薄膜を用いた表面プラズモン効果による IZO の発光増幅

第 51 回応用物理学会北海道支部学術講演会, 2016

### 【博士前期課程論文】

伊藤敏

O<sub>2</sub> 及び H<sub>2</sub>O 雰囲気中での反応性スパッタリングにより作製した酸化イリジウム薄膜のエレクトロクロミック特性の評価

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

馬越智之

アルミニウムをドーブした酸化亜鉛ナノ構造の特性評価

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

清水直樹

Si 添加ジルコニア基微細粒材料における超塑性変形と破断

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

高井拓

ジルコニア分散型 3 相複合材料の合成と超塑性特性評価

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

宇佐美翔也

回折 X 線プロファイル解析による転位密度評価の検証

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

齋藤憂太、菅野亨

金表面上 HAp の結晶性を考慮した QCM 法によるタンパク質吸脱着挙動の解析

北見工業大学博士前期課程論文, 2016

### 【卒業論文】

吉原祐哉

アンドープとニッケルドープ酸化亜鉛ナノロッドの構造的特性の比較

北見工業大学卒業論文, 2016

山田渉

正方晶ジルコニアを含む酸化物系 3 相複合材料の高速超塑性特性

北見工業大学卒業論文, 2016

中沢俊介

放電プラズマ焼結法を用いた YAG セラミック蛍光体の合成

北見工業大学卒業論文, 2016

増田直人

ウニ棘の微細構造解析と力学的特性評価

北見工業大学卒業論文, 2016

矢ノ目和樹

Ag ナノ構造によるプラズモン効果を利用した発光増幅

北見工業大学卒業論文, 2016

長根裕哉

金属アルミニウム層上に作製した酸化亜鉛ナノロッドの特性評価

北見工業大学卒業論文, 2016

熊谷孝之、菅野亨

ホタテ貝殻およびホタテ貝殻複合材料を用いたリンとフッ素の同時回収・除去

北見工業大学卒業論文, 2016

美崎亮、菅野亨

ホタテ貝殻-アパタイト複合材料のキャラクタリゼーションと環境浄化特性

北見工業大学卒業論文, 2016

## 平成 27 年度 機能表面ナノ解析装置を用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

S. Hiromoto, M. Inoue, T. Taguchi, M. Yamane, N. Ohtsu

In vitro and in vivo biocompatibility and corrosion behaviour of a bioabsorbable magnesium alloy coated with octacalcium phosphate and hydroxyapatite

Acta Biomaterialia ,11, 520, 2015

横井健人

Fabrication of visible light responsive N-doped TiO<sub>2</sub> coating through anodic oxidation process

THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

M. Hirano, M. Yamane, N. Ohtsu

Surface characteristics and cell-adhesion performance of titanium treated with direct-current gas plasma comprising nitrogen and oxyge

Applied Surface Science, 354, 161, 2015

N. Ohtsu, T. Kozuka, M. Hirano, H. Arai

Electrolyte effects on the surface chemistry and cellular response of anodized titanium

Applied Surface Science, 349, 911, 2015

N. Ohtsu, K. Yokoi, A. Saito

Fabrication of a visible-light-responsive photocatalytic antibacterial coating on titanium through anodic oxidation in a nitrate/ethylene glycol electrolyte

Surface and Coatings Technology, 262, 97, 2015

N. Ohtsu, K. Ishikawa, Y. Kohori

Hydrogen permeability degradation of Pd-coated Nb-TiNi alloy caused by its interfacial diffusion

Applied Surface Science, 360, 566, 2016

### 【学会発表】

N. Ohtsu

Nickel behavior in NiTi surface during thermal oxidation

16th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis (ECASIA'15), 2015

小塚太朗

Improvement of cellular compatibility on titanium surface through a low power laser irradiation in air

THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

角地優子

Antibacterial behaviors of Ag-contained apatite coating on titanium substrate fabricated using calcium-phosphate slurry

THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF PACIFIC BASIN SOCIETIES 2015, 2015

角地優子

Ag 含有アパタイト被膜の生体模擬環境下における抗菌持続性評価  
北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

平野雄馬

熱酸化による NiTi 合金表面の XPS 分析

北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

沢口肇

レーザー照射したチタン材料の表面特性

北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

横井健人

有機溶媒硝酸塩浴陽極酸化で作製した TiO<sub>2</sub> 皮膜の表面解析

北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

小塚太朗

窒素/酸素混合プラズマ処理チタン表面の XPS 分析

北海道分析化学会緑陰セミナー, 2015

平野雄馬

熱処理による NiTi 合金表面の濃化 Ni 層形成メカニズム

金属鉄鋼両支部合同サマーセッション, 2015

横井健人

有機溶媒硝酸電解浴陽極酸化 TiO<sub>2</sub> の皮膜特性および光触媒特性に及ぼす通電時間の影響

金属鉄鋼両支部合同サマーセッション, 2015

沢口肇

大気雰囲気下レーザー照射を利用してチタン材料の生体親和性向上  
金属鉄鋼両支部合同サマーセッション, 2015



## 平成 27 年度 イオンクロマトグラフを用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

Toru Kanno and Jun-ichi Horiuchi

Simultaneous Removal Behavior of Phosphate and Fluoride Ions in the Presence of Scallop Shell

Journal of Chemical Engineering of Japan, 2015

### 【卒業論文】

美崎亮、菅野亨

ホタテ貝殻-アパタイト複合材料のキャラクタリゼーションと環境浄化特性

北見工業大学卒業論文, 2016

熊谷孝之、菅野亨

ホタテ貝殻およびホタテ貝殻複合材料を用いたリンとフッ素の同時回収・除去

北見工業大学卒業論文, 2016

## 平成 27 年度 ゼータ電位粒径測定システムを用いて得られた研究成果一覧

### 【研究論文】

T, Masuda, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, T. Matsuda and T. Ohno  
Catalytic activities of Alkoxide-derived LaAlO<sub>3</sub> for ethanol steam reforming processing  
Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., 40, 51-54, 2015

### 【卒業論文】

中沢俊介

放電プラズマ焼結法を用いた YAG セラミック蛍光体の合成  
北見工業大学卒業論文, 2016

金田拓也、菅野亨

無機層状化合物における 5-FU とピリドキシンの吸脱着特性の比較  
北見工業大学卒業論文, 2016

荒谷陵人、菅野亨

無機層状化合物におけるタンパク質の吸脱着挙動の制御  
北見工業大学卒業論文, 2016

齋藤滉季、菅野亨

タンパク質の修飾と物理化学的特性の変化  
北見工業大学卒業論文, 2016

## 主要設置機器名及び管理責任者一覧

機器名	設置室名	装置管理責任者
透過型電子顕微鏡 ・ H-9000NAR	透過型電子顕微鏡室	野矢 厚 (電気電子工学科)
核磁気共鳴分光分析装置 ・ ECX-400, ECA-600	核磁気共鳴装置室	村田 美樹 (マテリアル工学科) 服部 和幸 (バイオ環境化学科)
蛍光X線分析装置 ・ S8 TIGER	X線回折装置室	大津 直史 (機器分析センター)
X線回折装置 ・ RINT 2000, Ultima IV, D8 ADVANCE	"	" "
マトリックス支援レーザー脱離イオン化 飛行型質量分析装置 (MALDI-TOF-MS) ・ ultraflex TOF/TOF	大型質量分析装置室	小西 正朗 (バイオ環境化学科)
ガスクロマトグラフ質量分析装置 ・ GCMS-QP5000	"	村田 美樹 (マテリアル工学科)
機能表面ナノ解析装置 ・ PHI 5000 VersaProbe	表面解析装置室 1	大津 直史 (機器分析センター)
走査型電子顕微鏡 ・ JSM-6510A, JSM-6701F	走査型電子顕微鏡室	" "
X線光電子分光分析装置	表面解析装置室 2	岡崎 文保 (バイオ環境化学科)
誘導結合プラズマ発光分析装置 ・ SPS3100HV UV	微量元素分析装置室	南 尚嗣 (マテリアル工学科)
原子吸光分析装置 ・ Z-8230, Z-8270	"	" "
イオンクロマトグラフ	"	岡崎 文保 (バイオ環境化学科)
紫外可視吸光光度分析装置 ・ UV-3100PC	"	" "
ゼータ電位粒径測定システム ・ ELSZ-1000	共用実験室 2	大野 智也 (マテリアル工学科)

## 編 集 後 記

本年度も無事、機器分析センター年報を刊行することができました。お忙しい中、原稿の執筆や各装置に関する成果報告を頂きました皆様に、改めてお礼申し上げます。記載内容などについてのご質問、ご意見、センターへのご要望などがございましたら、センターまでお寄せ下さい。今後のセンター運営に反映させていきたいと思っております。

今年度は、国立大学法人機器・分析センター協議会に初めて参加させて頂きました。全国のセンタースタッフと意見交換を行うことができ、装置管理や運用方法について学ぶべきことが多くあると考えさせられました。今後も、利用者各位の研究・教育に貢献できるよう、センターの運営および装置管理を怠ることなく進めてまいります。今後とも当センターの積極的なご利用をよろしくお願い致します。

(技術部 徳田 奨)

## センター職員

センター長：阿部 良夫（併任）、0157-26-9435、abeys@mail.kitami-it.ac.jp  
専任教員：大津 直史、0157-26-9563、nohtsu@mail.kitami-it.ac.jp  
技術員：松田 弘喜（常駐）、0157-26-9566、hmatsuda@mail.kitami-it.ac.jp  
技術員：山根美佐雄（常駐）、0157-26-9566、yamanems@mail.kitami-it.ac.jp  
技術員：橋本 晴美（常駐）、0157-26-9566、hashihr@mail.kitami-it.ac.jp  
技術員：徳田 奨（常駐）、0157-26-9566、tokudasu@mail.kitami-it.ac.jp  
FAX：0157-26-9563（専任教員）

### 北見工業大学機器分析センター年報 第14号

平成28年3月31日

北見工業大学機器分析センター

発行者 阿部 良夫（センター長）

編集者 大津 直史（専任教員）

〒090-8507 北見市公園町165番地

Tel：0157-26-9563

Fax：0157-26-9563

<http://www.iac.kitami-it.ac.jp/>