



地殻ダイナミクス

— 東北沖地震後の内陸変動の統一的理解 —

# Crustal Dynamics Newsletter



地殻ダイナミクス全体集会  
(米子コンベンションセンター)  
2017.9.24-9.27

## Index

全体集会報告	02
計画研究(構造・変形実験班)の紹介:これまでの成果	05
国際活動支援班報告	09
活動報告	10
公募研究課題	11
若手研究者紹介	12



# MEETING

## 地殻ダイナミクス 鳥取集会

9月24日～9月26日

2017年9月24日～26日に、鳥取県米子市で本領域の全体集会在開かれました。会場となった米子コンベンションセンターはJR米子駅の近くに位置し、宿泊施設や飲食店も近隣に固まっているため、とても便利でした。参加者は107名(学生・院生42名を含む)で、49件の口頭発表と50件のポスター発表が行われ、盛大な研究集会となりました。

初日に行われたA01班(応力班)のセッションでは、応力インバージョンの結果について最新の報告がなされ、本領域研究の進捗を実感しました。続くA02班(変形班)のセッションではフィッシュトラック解析など、地質学的手法による成果が発表されたことが印象的でした。2日目のB01班(構造班)のセッションでは、断層の発達過程や下部地殻における変形に加えて、鳥取県西部で展開した超高密度地震計アレイによる予備的な成果が発表されました。B02班(変形実験班)からは、新しい摩擦試験機の開発状況や岩石の変形機構についての成果が発表されました。3日目のB03班(流体班)のセッションでは、弾性波物性に基づく脱水流体分布の推定や電磁気探査を用いた地殻内流体の検出についての発表がありました。最後にC01班(モデル班)のセッションがあり、測地学的成果と数値シミュレーションの融合研究が特に進んでいる印象を受けました。今年度からスタートした公募研究からも多くの発表があり、新規性のある各計画内容に皆が聞き入っていました。

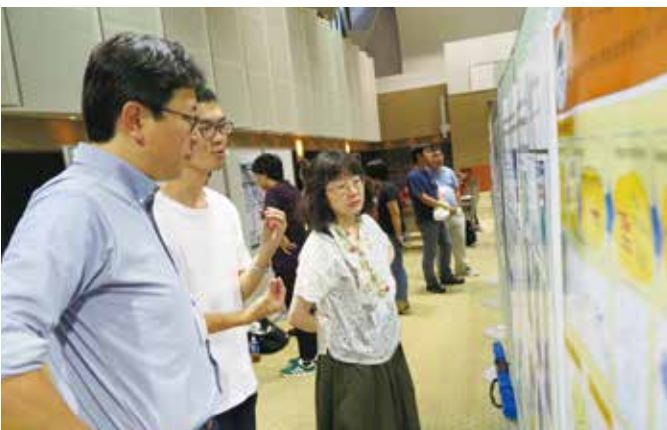
2日目と3日目に設けられた若手研究者主体のポスターコアタイムでも活発な議論がなされました。また、学生や若手研究者のための夜間集会や熊本地震の融合研究集会在開催されました。若手研究者のための夜間集会では、本領域のメインテーマの一つである地殻応力と媒質の応答を理解するため、松浦充宏先生から「地殻の変形と応力:基礎の基礎」、武藤潤氏(B02)から「岩石のレオロジー:基礎の基礎」と題する講義がありました。

総括班評価者の先生方からは、今年も期待のこもったコメントを戴きました。深尾良夫先生からは、下部地殻について昔と違って観測量に基づいた議論ができるようになったことが嬉しい、というお言葉を戴きました。高橋栄一先生からは、異分野の研究者が交流してそれまでに無い物を作って欲しいとの激励を戴きました。松浦先生は、当初の予想と違う結果が得られたが、むしろより大きな進展と言える、と背中を押して下さいました。

翌9月27日には本領域の調査観測地域である2000年鳥取県西部地震の震源域の巡検が行われました。本領域で設置している地震計や断層露頭を見学したあと、大山の麓でおいしいソフトクリームを食べました。

本領域研究も4年目になったためか、多量の研究成果の解釈について真剣に議論した濃密な4日間でした。

(高田陽一郎)







### 参加学生の感想

伊東 優治(京都大学 博士1年)

地殻ダイナミクスの全体集会には修士1年の頃から参加しています。毎年参加してきたことで多くの先生方や学生・PDと顔馴染みになり、ポスター発表や巡検のときに以前よりも気軽に質問や議論ができたことが非常によかったです。例えば地質学的な知識の少ない私は実際の露頭を見たときにどの部分に着目したらよいか全くわかりませんでした。巡検の際に気軽に質問できたことで、実際の断層がどのようなものかなど、地球の複雑さを少しは理解できたように思います。一方で、自らの専門分野についても講演や夜間集会などで理解が改まることがありました。集会に参加したことで各研究者の視点を知ることができ、自らの研究が独りよがりなものにならないようにする必要があったと感じました。

### 夜間集会の感想

荒井 駿(東北大学 博士1年)

夜間集会では、松浦先生と武藤先生に連続体力学・レオロジーの基礎についてご教授いただきました。松浦先生のお話では、連続体力学の基礎である応力と歪の関係について理解が深まり、後日の地球物理学的な研究発表がより分かりやすくなりました。武藤先生には“地殻の強度モデルを描く”というテーマのもと、イメージし辛いミクロスケールの変形挙動を簡単な例や映像を用いて分かりやすく説明していただきました。両日とも物理的な話がメインだったので、変形実験を用いた力学的な研究を始めたばかりの私にとって、とても勉強になりました。また、講義中に飛び交う研究者と学生との質問や議論も興味深く、自分の研究内容について考え直す良い機会となりました。

稲松 知美(北海道大学 修士1年)

私は今回の全体集会が初めての参加でした。日頃研究室にいただけでは知ることの出来ない様々な分野の方のお話を聞いたり巡検に行ったりと、とても勉強になった濃い4日間でした。特に若手や学生に向けた夜間集会では、日中の発表や議論の理解に繋がるような基礎についてのご講義を聴くことができ、もっと知りたいという気持ちが湧きました。松浦先生のお話の中で、“基礎=易しい”ではなく、正に“物事を考えるための根幹”という意味の基礎だという言葉があり、続きを聞きたくなり勉強したくなるお話でした。武藤先生は普段私には見えていない岩石のミクロな世界のお話で、普段見ているマクロな世界とミクロな世界の繋がりを知ることができ、今まで苦手として避けてきた分野へ興味を持つことが出来ました。自分の視野や好奇心を広げるとても貴重な経験になりました。





# EXCURSION

## 2000年鳥取県西部地震域の 地表地質



地殻ダイナミクス2017年全体集会の最終日に、鳥取県西部を中心とした巡検が開催されました。地質学や地球物理学など多様な専門分野を持つ、総勢75名の参加者が一同に巡検に参加するというのは、この研究領域に参加するまで、私にはあまり経験の無いものでした。そのため、各巡検ポイントにおいて、それぞれの専門性を活かし、相互に説明し合う様子が本研究領域の特徴を良く反映していたと思います。鳥取県西部緑水湖周辺で2000年鳥取県西部地震に関連する地表断層露頭を観察した際には、案内者の向吉秀樹氏(B01)、小林健太氏(B01)、内

田嗣人氏による断層の産状について説明を受けながら、参加者の間でも地質を専門とする研究者を中心に、それぞれの専門的な視点からの踏み込んだ説明や議論が行われました。特に、普段断層岩にふれることの少ない分野の学生から積極的な質問が相次ぎ、露頭での議論がととも盛り上がりました。

本研究プロジェクトにおいて新たに設置された地震計を見学した際には、地震学を専攻する修士の学生さんから、地震計の概要をはじめ、設置の際の苦労話や取得されたデータ解析など多岐に渡る話を、実体験を踏まえ紹介していただきました。学生ながら堂々と説明される様子を見て、本研究領域を通した学生の成長に触れる事ができました。あいにくの雨で、当初予定されていた幾つかの地点での観察はかないませんでした。そのような悪天候の中でも最後には、一瞬の雨間に大山を麓から望む事ができました。かすかに降る小雨を物ともせず、雄大な大山に見入る参加者の様子がとても印象的でした。天候に恵まれない部分もありましたが、露頭における断層岩に触れ、様々な工夫を施された地震計を見学し、そして大山の観察し、地殻ダイナミクスの多様性を肌で感じることのできる巡検でした。

(宮川 歩夢)



松本 聡 九州大学大学院理学研究院

## はじめに

地殻は力学的作用、構造、変形プロセスによってその発達様式が支配されている。断層に着目すると、周囲から働いた力によって定常的にずりずりと滑っている場所と固着している場所では断層面上およびその周辺での応力場が異なる。固着している場所では時間がたてばたつほど、応力が集中し、最終的に地震を発生させる。このように断層の状態は周辺の場を知ることによって把握することが可能であると考えられる。通常、地震観測点網は数 km 間隔以上で100点程度の観測網が展開され、地殻内応力場、構造などは10 km 程度の分解能で得られてきた。被害を及ぼす内陸の地震は断層の長さが数十 km 程度であり、10 km 程度の分解能ではその“端と真中”程度しかわからないことになる。しかし、断層の端では構造がどの程度の波長で変化し、力の場がどういう影響を受けうるのか？これが活動の様式を決めるためには重要である。この限界を、超多点高密度の地震観測で一気に越えて、地殻活動を示すパラメータを km スケールで明らかにし、地殻の発達過程の理解を目指す。ここでは観測の実施状況などについて紹介する。

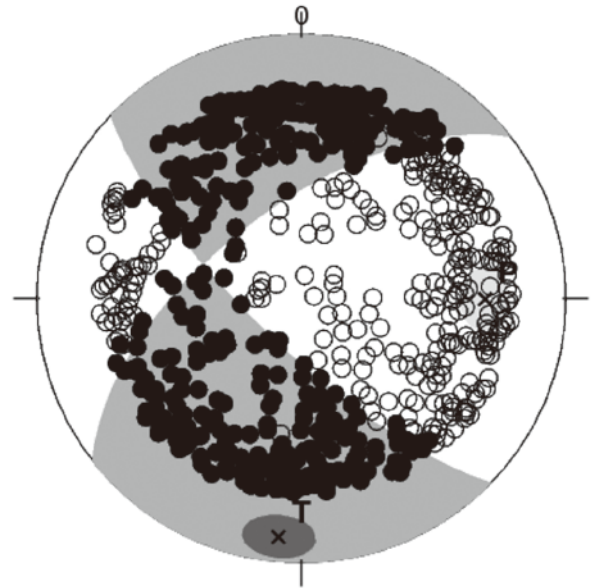


図2 2017年8月16日に発生したM2クラスの地震のメカニズム解。●・○はP波初動の押し・引きを示す。メカニズムはほぼ横ずれ断層地震であることを示している。

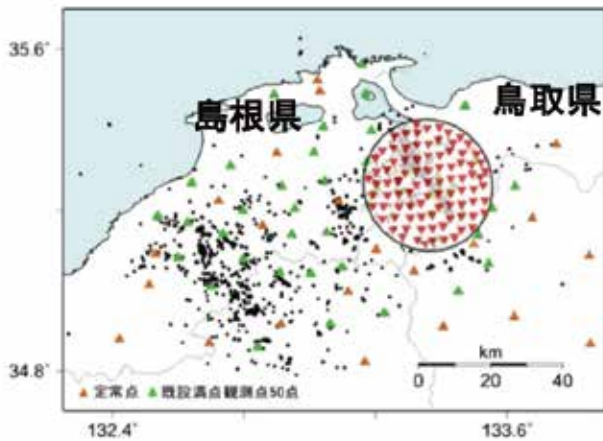


図1 0.1 満点観測の地震計位置図。上図はこの地域の地震の震源(●)と既存の地震観測点(△)を示している。下図のマーカーがそれぞれの位置を示す。

## 観測概要

この観測(0.1 満点観測と呼ぶ)は2000年鳥取県西部地震(マグニチュード7.3)の震源域で実施している。この領域では本震に続く余震活動が現在もなお続いていて、活動域は鳥取県一鳥根県一岡山県にまたがる直径約35 kmの範囲におよんでいる。この活動域をカバーするように約1000箇所に地震計を設置した。観測点密度はおよそ1 km<sup>-1</sup>である。観測点には地震計とデータロガーを設置した。地震計は固有周波数2もしくは4.5 Hzを用いた。図1に観測点が展開されている位置図と配置を記す。図では既設の観測点とこの地域周辺で発生している地震の震源を記している。データロガーはセンサーからの信号をAD変換し、ロガー内に記録する。1000点の観測点のうち、800点はデータロガー基板上に実装されているFOMAモジュールにより、携帯電話網を通じてクラウドサーバにデータ伝送される。各点に設置されているデータロガーは単1乾電池48本によって通信も含め、1年間駆動できる低消費電力のものを開発して用いた。

## 地震活動、発震機構

鳥取県西部地震の余震は現在も継続している。オンラインで収録したデータは、東京大学地震研究所にある処理システムにクラウドサーバからダウンロードされる。これらは自動処理によって地震の検出が行われている。現在、マグニチュード-1以上の地震が検出されており、検出イベントは1年で5000個以上と見込まれている。小さな断層では余震も発生しているが、その方向を精度よく決定することは、大きい地震によって乱された地殻中の応力場がどうなっているかを知る手がかりとなる。図2に観測期間中に発生したマグニチュード2クラスの地震の発震機構(メカニ



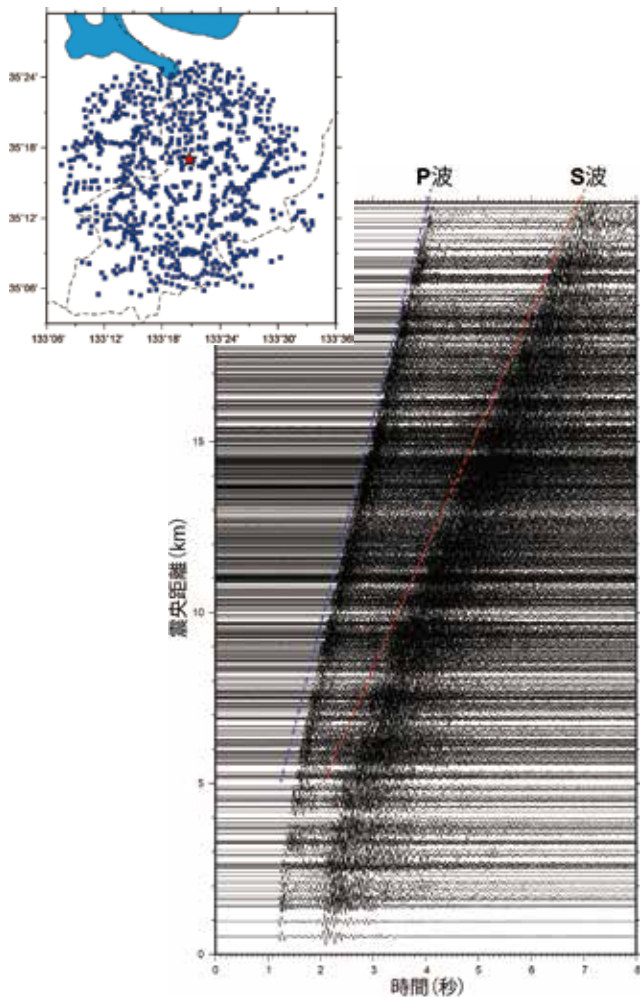


図3 観測網の中心で発生した地震の波形記録。左上図は地震を収録したオンライン観測点(青)と震源(赤)。下図は震源距離順に並べた波形記録を示す。参考のためP波(青線)、S波(赤線)速度6, 3.5 km/sの直線を初動付近に示している。

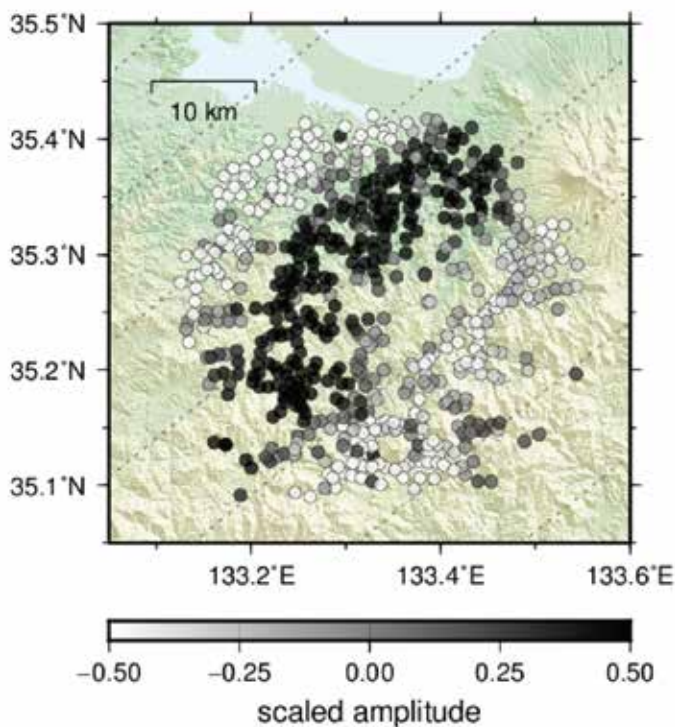


図4 2017年5月9日にバヌアツ付近(南緯14.59°、東経163.38°、深さ169 km)で発生したM6.8の地震による波動場。グレースケールは振幅をあらわす。

ズム) 解を示す。これは、地震波の最初の立ち上がり極性(P波初動極性)を読み取って表示したものである。極性は4象限型の分布が見られ、横ずれ断層すべりを起こした地震であることを示している。図からわかるように、節面の推定精度は数度以下であり、多数の地震観測点によって、きわめて精度よく小さい地震の断層の方向が決定できることがわかる。このような解析を多数の地震データに対して行うことで、断層周辺の応力場を詳細に把握できると期待される。

### 地殻の不均質構造

地殻の不均質構造は震源領域に働く力に対する地殻の応答を考える手がかりとなる。近年では地震波速度構造をトモグラフィ的方法で推定することが主流となっている。図3に観測網の中心付近で起こった地震の地震計記録を震央距離順に並べたものを示す。記録中には明瞭にP波とS波の到達が見取れる。図中の点線は伝播速度が一定と仮定した場合に期待される波の到達時刻を表している。図からわかるように、波形ごとに微妙に予想到達時刻より早く到達したり遅くなったりしていることがわかる。これは、3次的に不均質な速度構造を持っていることを意味する。多くの地震に対してこのような解析を行うことで、詳細な3次元速度構造を得ることが可能となる。

0.1満点地震観測では観測地域に伝播する波を波動場として取り扱うことも進めている。波動を場として捉えるには現在の観測点間隔(約1 km)が大きいため、当初は難しいと考えられた。一方で設置した地震計は、小さい地震を観測するために開発された高感度地震計なので、波動場を検出できる可能性がある。このため、遠地で規模の大きい地震の波形を見ていることにする。2017年5月9日にバヌアツ付近(南緯14.59°、東経163.38°、深さ169 km)でM6.8の地震が発生した。距離は6400 km以上離れている。収録された波形に0.1 Hzのローパスフィルターをかけ、その振幅を観測点位置にプロットすると、明瞭な記録が見られた。地震計の固有周波数よりかなり低いフィルターでも十分よいS/N比の信号記録を得ることができた。この波動は観測網を横切っていく様子が明瞭に見取れる(図4)。震源から直接到達するP波だけでなく、ランダムな方向に観測網内を伝播する波やある場所に停留する波の様子も確認できた。これは、地震の震源域とその周辺の構造を反映するものであり、震源域を丸ごと含む領域の波動伝播の様子をこのスケールで把握し、可視化した例は世界でもまれである。以上のように、0.1満点地震観測網により地殻活動に関する多くの情報が得られ始めている。さらにも貴重なデータが蓄積されつつあり、今後期待される。

最後に、観測を遂行するに当たり、関係自治体、機関および住民のボランティアの方々の多大なるご協力をいただいた。記して感謝の意を表します。

## はじめに

内陸地殻の断層帯や沈み込みプレート境界衝上断層の強度は地殻応力を規定すると考えられる。そこでB02班では様々な変形・摩擦試験機を用いて間震期の低速変形や地震発生時の高速摩擦すべりを室内で再現する実験を行っている。断層物質の摩擦特性は温度や圧力の上昇によって変化し、地殻深部では延性変形の卓越する剪断帯に移り変わる。そこで断層形成場の温度圧力条件に対応した実験を行い、浅部から深部にいたる力学特性のプロファイルを構築することを試みている。特に注目するのは断層帯を満たすH<sub>2</sub>O流体の影響であり、間隙圧による物理的効果とともに、含水鉱物の生成、圧力溶解-沈殿反応や応力腐食、塑性変形の促進といったゆっくりとした化学的変化の影響が温度圧力の増加とともに顕著になることが予測される。しかし、これまで岩石鉱物の摩擦実験の多くは大気圧から200 MPaまでの低圧条件と300°C以下の低温条件で行われてきたため、深さ10 km以深(圧力250 MPa以上)の地殻中部の脆性-延性遷移領域や沈み込み帯深部で、断層物質がどのような強度や摩擦特性を持つのかはまだ未解明の問題として残されている。B02班ではこの問題に実証的にアプローチするため、新しい摩擦試験機的设计開発している。

## 熱水式回転摩擦試験機

岩石や断層ガウジの摩擦試験には様々な実験装置が用いられてきたが、上述のような断層帯の物理化学素過程を知るためには高温高圧下で間隙圧を制御しつつ実験を行うことが必要となる。そこで用いられてきたのがガス圧式や油圧式の三軸変形試験機であるが、円柱形試料に斜めにプレカット面をいれた模擬断層では、わずかな変位量しか稼げないという問題



図2 回転摩擦試験機の本体プレスフレーム。現在は東京大学地震研究所の地下に設置されている。



図1 熱水式回転摩擦試験機の試料部の実物大模型。下側の固定ピストン(左)の赤く着色した部分に粉末またはリング状試料を置き上側の回転ピストン(右)の着色部を嵌め合わせる。

があった。一方、回転式のリング剪断摩擦試験機では変位量に制限がないという利点があるが、試料をジャケットで覆い高い間隙圧を保持することに困難があった。そこでユトレヒト大学の C. J. Spiers教授のグループは、回転ピストンを圧力容器で覆うとともに、間隙水そのものを圧媒体とする内熱式摩擦試験機を開発した。この試験機では最高圧力(法線応力および間隙水圧)300 MPa、試料温度700°Cにおよぶ大変位での摩擦実験が実現され、熱水条件下の断層摩擦挙動についての新しい知見がもたらされてきている。B02班では、この実験装置を使ってユトレヒト大学と共同研究を進めつつ、さらに高圧で、より精密な力学データを取得することをめざして、国内で新しい熱水式回転摩擦試験機を1から設計した(図1)。

本体プレスフレーム(図2)には高剛性の4本のロッドを用いており、下部ピストンには下から軸圧(法線応力)を与える。上部の回転ピストンはサーボモーター制御により、滑り速度10 nm/秒の超低速から10 mm/秒の中速領域までを連続的にカバーしている。また速度制御だけでなく、断層面の剪断応力を制御する実験も行えるようにした。設計においては性能だけでなく、試料の出し入れなどにおける操作性にも配慮した。



## 圧力容器の耐圧設計

圧力容器は内側に高温下での強度と耐水性・耐腐食性に優れるニッケル合金(インコネル)、外側に耐水性と破壊靱性に優れる高強度ステンレス材を配する二重円筒構造とし、さらに外側を水冷ジャケットで覆う構造とした。図3に圧力容器と回転ピストンの基本構造を示す。このような二重(あるいは多重)円筒容器は高い内圧を保持できるため、固体圧式ピストンシリンダーのような高圧発生装置で用いられてきたが、製造認可の厳しい流体圧式の試験機に用いられるのは国内でこれが初めてのケースになる。この設計は内側容器の内面から亀裂が進展しても全面崩壊に至る前に漏洩を検知しやすく安全性に優れた構造といえる。

熱水を有する圧力容器は日本ボイラ協会の構造基準を満たす必要があり、特に今回目標とするような高圧条件に対しては数値解析法による詳細な熱応力解析と、疲労解析や亀裂進展解析による検討が求められる。今回は、2次元軸対称モデルとして有限要素法によって解析した(図4)。室温下では圧力容器の内壁において周方向の引張応力が最大となるが、材料の降伏強度に比して十分小さく抑えられている。内部が高温になると容器部材の強度が低下するが、熱応力により容器内側は周方向が圧縮に転じるため、理論計算上は圧力(水圧)が500 MPaでも十分安全に実験を行えることが示された。

## 今後に向けて

新規開発した試験機は圧力容器の認可取得後も、高温高圧下の運用にしばらくの試行錯誤が必要であり、最初には研究成果には結びつかないかもしれない。しかし、実験装置の構造や可能性と制約、実験データの精度を理解するためのよい機会であり、そのあとには多様な研究テーマが広がっているので、若い世代の積極的な参加を期待したい。本試験機は「地殻ダイナミクス」プロジェクト終了後も基盤実験設備として、断層レオロジー研究のさらなる発展に役立てていきたいと考えている。

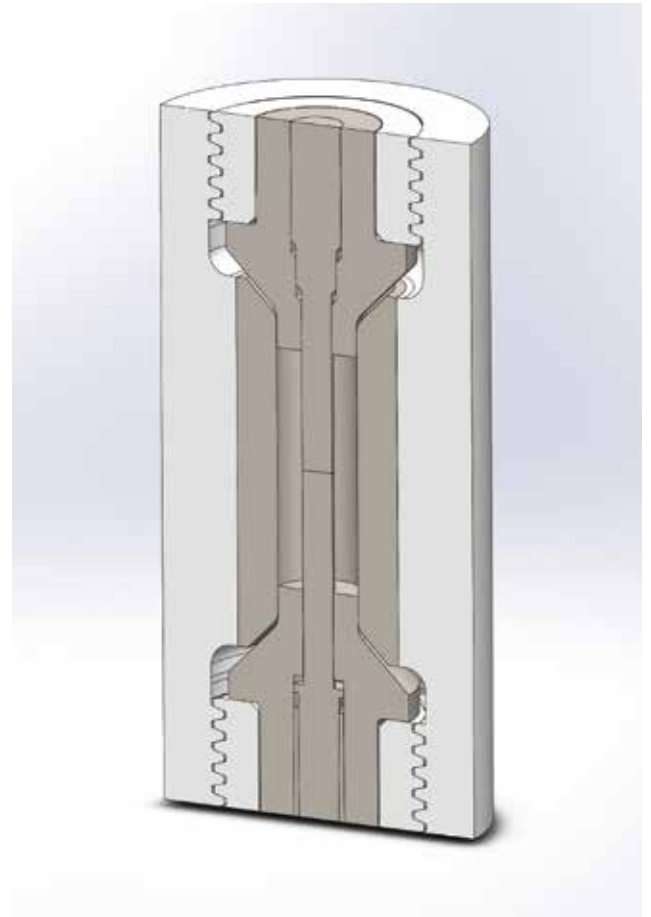


図3 圧力容器の基本設計図。容器の外径は310 mm であり、さらに水冷ジャケットで覆う。ピストンと容器の間にはヒーターと断熱材を入れるが、図では省略されている。

最後に、東京大学地震研究所技術部の竹内昭洋氏には新規試験機の設計から、搬入、調整に至るすべての段階で御尽力いただいた。ここに記して謝意を表したい。

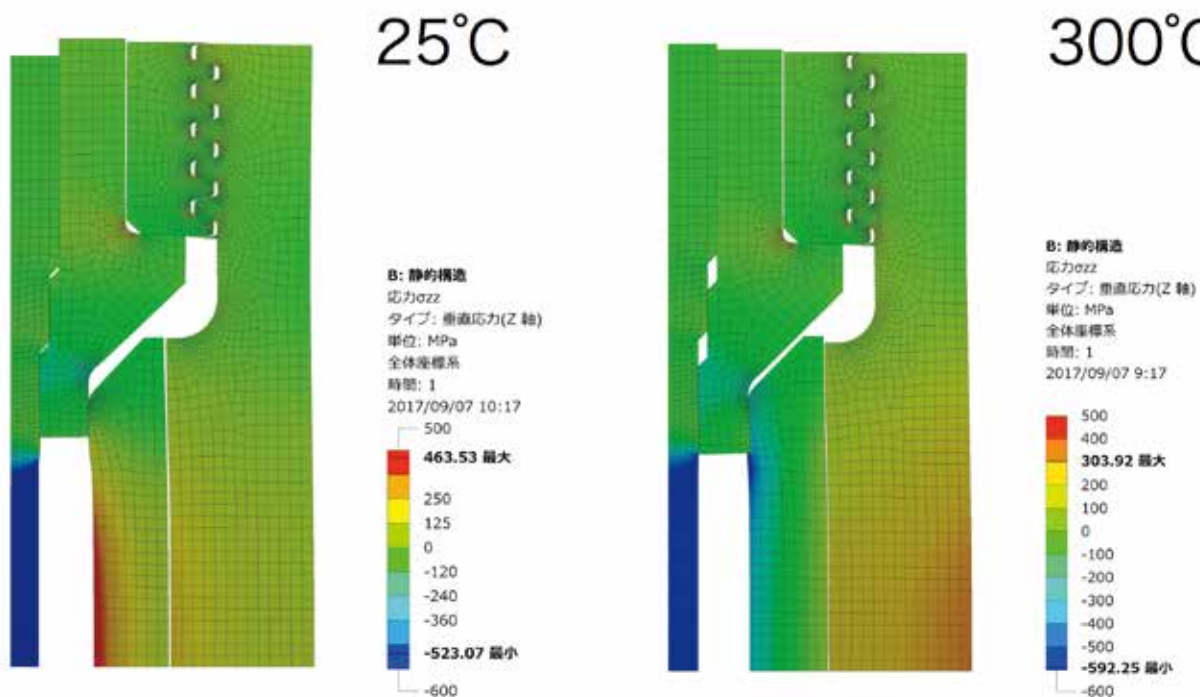


図4 圧力容器内圧が500 MPaのときの熱応力解析。容器の断面の右上1/4における、周囲方向の引張応力を示す。室温下(左)では容器内壁の引張応力が高いのに対し、高温(右)では材料の熱膨張により、容器外壁の引張応力が高くなる。



### 短期招聘と派遣

平成29年度は5月に日米の共催で開催された地球惑星科学連合大会 (JpGU-AGU Joint Meeting 2017) に合わせ、Jeanne Hardebeck 博士 (USGS)、Robert Holdsworth 教授 (ダーラム大学)、Stephen Cox 教授 (オーストラリア国立大学)、Bruce Hobbs 教授 (西オーストラリア大学)、Tim Wright 教授 (リーズ大学)、Guillaume Richard 博士 (オルレアン大学)、James Moore 博士 (南洋理工大学)、Fred Pollitz 博士 (USGS) を招聘し、地殻ダイナミクスに関する連携や共同研究に関して議論を行いました。このうち Richard 博士は、B03班メンバーと2相系の数値シミュレーションに基づく岩石変形の変位集中・歪局在化に関する共同研究の打ち合わせを行いました。Hardebeck 博士には東北大学で講演していただき、応力の向きと断層強度との関係について、議論を交わしました。Hobbs 教授とWright 教授には、京都大学防災研究所で講演をしていただきました。B02班メンバーは Moore 博士との共同研究で温度構造を含んだ東北日本弧のレオロジーモデルを作成し、東北沖地震後の測地データを説明する余効変動モデルを構築しました。Pollitz 博士と C01班メンバーは、粘弾性構造を考慮した地殻変動モデル並びに熊本地震の余効変動モデルに関する共同の研究打ち合わせを行いました。

神戸で開催された国際測地学協会及び国際地震学・地球内部物理学協会合同学術総会 IAG-IASPEI 2017の際には Kuo-Fong Ma 教授 (台湾国立中央大学) をコンビーナーおよび座長として招聘し、特別セッション“Crustal Dynamics: Multidisciplinary approach to seismogenesis”を開催しました。同時に招聘した



南洋理工大学の Sylvain Barbot 博士と Moore 博士および B01・C01メンバーは、会議に先立ち熊本地震の被害や地表断層をめぐる巡検を行い (写真右上)、その後の余効変動のモデル化にむけた研究打ち合わせを行いました。

B03メンバーは、7月下旬にロシア科学アカデミー極東地質研究所 (写真下) を訪問し、日本とロシア極東域に分布する深部流体に関するデータ交換を行ない、特にスラブ由来流体がどのように分布するかについて議論しました。また、質量分析計などの装置を見学し、今後の共同研究プランを協議しました。

B01班は、ポスドク研究員の曾田祐介をノルウェーに派遣し、現在遂行中の研究テーマ「下部地殻の剪断帯発達過程の解明」をさらに発展させるため、はんれい岩類の地質調査並びに試料採取を行いました。



## 中・長期招聘と派遣

B01班ではオタゴ大学の Thomas Czertowicz 博士(写真右)をポストドク研究員として北海道大学に9月まで招聘し、三重県西部に分布する中央構造線断層帯の発展過程とそれに伴う軟化過程に関する研究を行いました(囲み記事参照)。

B02班では、前年度に引き続きオルレアン大学の Holger Stünitz 教授のもとへポストドク研究員(福田惇一)を派遣し、地殻の主要構成鉱物である石英の再結晶の素過程について実験的に調べました。さらに2月から7月末までユトレヒト大学

の Christopher J. Spiers 教授のもとへポストドク研究員(岡本あゆみ)を派遣し、緑泥石粉末および単結晶の摩擦実験を高温高圧下で行なうとともに、B01班によって採取された中央構造線近傍のカタクレーサイト・マイロナイトをもちいた摩擦実験を実施しました。

国際活動支援班で招聘した研究者によるセミナー情報は随時、地殻ダイナミクスのホームページ上に掲載しているのでご覧下さい。欧文ホームページ (<http://cd.dpri.kyoto-u.ac.jp/en/events/>)には要旨も掲載されています。

# ACTIVITY | 昨年度の主な活動

- 2017年5月23日～24日 JpGU-AGU Joint Meeting 2017にて「S-CG62 変動帯ダイナミクス」のセッション開催(千葉市幕張メッセ国際会議場)
- 2017年7月9日～10日 融合研究集会「地殻流体と応力・変形場」開催(東京大学地震研究所)
- 2017年7月30日～8月4日 IAG-IASPEI 2017(国際測地学協会および国際地震学・地球内部物理学協会の2017年合同総会)にて特別セッション“Crustal Dynamics: Multidisciplinary approach to seismogenesis”開催(神戸コンベンションセンター)
- 2017年9月16日 地質学会で「熊本地震融合研究の小会合」開催(愛媛大学城北キャンパス)
- 2017年9月18日 地質学会2017松山大会ランチョン「地殻ダイナミクス」開催(愛媛大学)
- 2017年9月23日 鳥取県中部地震1年 地震防災講演会「山陰地方の地震活動と0.1満点観測で見えるもの」(一般向け講演会)開催(米子コンベンションセンター・ビッグシップ国際会議室)
- 2017年9月24日～27日 2017年度全体集会開催(米子コンベンションセンター・ビッグシップ 国際会議場)
- 2018年1月5日～6日 「日本列島の地殻変形に関する研究集会(A02班)」開催(名古屋大学滅災館)
- 2018年1月11日～12日 「B01班を中心とする融合研究集会」開催(東京大学地震研究所)
- 2018年3月28日 「C01班会議」開催(東京大学)

## 中央構造線断層帯の発展過程とそれに伴う軟化過程

Thomas Czertowicz 博士は、2016年にオタゴ大学の Virginia Toy 博士のもとで学位を取得した後、同年10月よりB01の中央構造線研究グループとの共同研究のために来日しました。共同研究では三重県の中央構造線(図1)で2週間の野外地質調査を2回実施し、岩石試料を採取して室内で石英の微細構造の解析を行いました。この断層帯では、現在、厚さ100 m未達の白亜紀領家花崗岩類起源の脆性剪断帯(カタクレーサイト帯)が形成されていますが、それ以前は幅の広い数条の延性剪断帯(マイロナイト帯)から構成されていたことが野外地質調査から明らかになりました(図2)。マイロナイトの石英組織は殆どすべての試料が中温(400-500°C)で形成されたことを示す一方、中央構造線沿いのウルトラマイロナイトのみは低温条件(300-400°C)で形成されたことが新たにわかりました。数条の延性剪断帯は、より北に分布するものほど早期に変形を停止し、中央構造線沿いに変形が局所化してウルトラマイロナイトが形成され、さらにこれがカタクレーサイトによって上書きされると推察されます。変形の局所化の理由としては、延性剪断帯への流体の流入による岩石の軟化が考えられます。一連の研究は、中央構造線断層帯の発達過程について新たなモデルを提示するものです。



図1 三重県の中央構造線(MTL)露頭。白亜紀の領家花崗岩類起源のカタクレーサイト(上盤)と三波川変成岩(下盤)が正断層で接する。

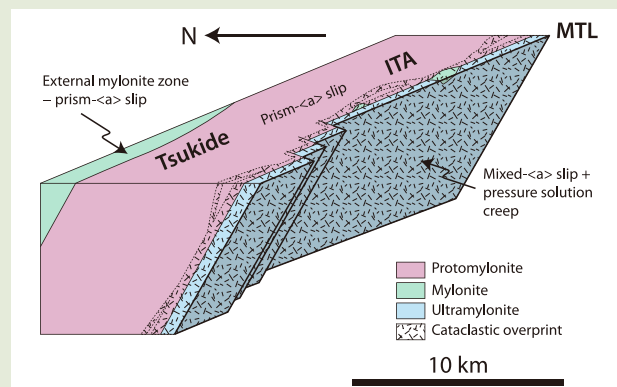


図2 中央構造線上盤の領家花崗岩類起源の断層帯のアーキテクチャー。



# SESSION

## 日本地球惑星科学連合大会

5月20日～5月25日

### 「S-CG62 Dynamics in mobile belts (変動帯ダイナミクス)」セッション

日本地球惑星科学連合大会が5月20日～25日の6日間にわたって幕張(千葉)で開催され、新学術領域研究「地殻ダイナミクス」が中心となって提案したセッション「Dynamics in mobile belts (変動帯ダイナミクス)」も23、24日の両日にわたって開かれました。今年はアメリカ地球惑星科学連合(AGU)との共催であったことから、Robert Holdsworth 教授(ダーラム大学)と Jeanne Hardebeck 博士(米国地質調査所)を共同コンピーナーとして迎え、国際セッションとして開催しました。また、PEPS Special Session に採択され、海外から Bruce Hobbs 教授(西オーストラリア大学、写真右)、Tim Wright 教授(リーズ大)、Stephen Cox 教授(オーストラリア国立大学)をお招きすることができ、流体が断層のレオロジーに及ぼす影響や詳細な測地データから得られる意外な帰結など最先端の研究に触れることができました。発表数は合計62件(口頭27件、ポスター35件)でそのうち海外からの講演者数は8件、口頭発表は5コマ(1日半)でした。口頭発表の会場は、連合大会で最も広いコンベンションホール B で来場者も多く、質疑も活発になされ、刺激的なセッションとなりました。

23日のセッション終了後には、懇親会が東京ベイ幕張49階、ラ・ジュエ・ド・シエル幕張で開催されました。今回は外国人研究者も含めて66名(うち学生24名)の参加があり、お互いの交流を深めました。24日には夜間小集会が開催され、飯尾能久領域代表が中間評価の資料を英語で紹介したほか、Holdsworth 教授と Cox 教授からは天然岩石中の流体移動を示す構造についての話題提供がありました。さらに、松本 聡(B01)および

清水 以知子(B02)が計画研究の進捗状況を報告した後、Hobbs 教授に講評をいただきました。

2018年の日本地球惑星科学連合大会で「変動帯ダイナミクス」セッション(S-CG57)が5月22日と23日に開催されます。当日の積極的な議論への参加をお願いします。

(代表コンピーナー 深畑 幸俊)



# PUBLIC OFFERING

## 公募研究課題

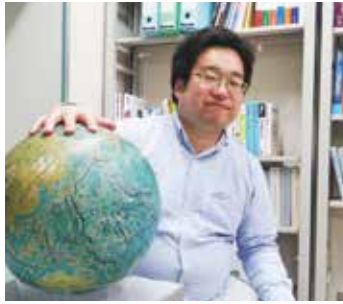
平成29～30年度

平成29年4月に以下の11件の公募研究が採択されました。本領域の研究をさらに発展させ専門分野の枠にとらわれず自由な発想に基づき研究を推進することを期待しています。

- 東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動の推移に関する研究(代表:内田直希)
- 海山アスペリティ/海山クリープ仮説の地質学的検証(代表:山口飛鳥)
- 浅層反射法地震探査を用いた2014年神城断層地震時のネットでの変位量分布(代表:松多信尚)
- 巨大地震の後に山体下のマグマ溜まりが上昇も下降もすることを説明する実験(代表:並木敦子)
- 圧力溶解変形への予測に向けた粒間水の性質の解明(代表:西山直毅)
- 岩石-流体反応の力学応答と流路発展から探る沈み込み帯の透水性と流路連結度(代表:宇野正起)
- 中速度領域における摩擦への温度効果と地震発生直前のプロセス解明(代表:澤井みち代)
- 断層進化過程の解明に向けた階層型デジタル岩石物理化学モデルの開発(代表:辻 健)
- 真実接触面における雲母・粘土鉱物の摩擦の物理(代表:佐久間 博)
- 沈み込み帯マントルウェッジ捕獲岩中の塩水包有物に溶存するイオンの定量分析(代表:川本竜彦)
- 海溝型巨大地震の最大規模推定に資する地質構造の強度推定(代表:宮川歩夢)

## 若手研究員紹介

本新学術領域研究に加わっている若手研究者を毎回紹介します。

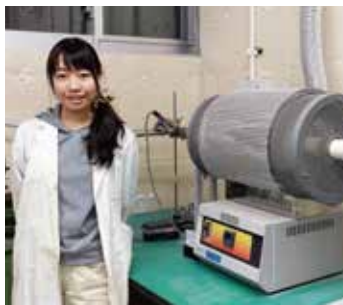


### 菊地 和平さん 京都大学防災研究所

京都大学防災研究所でポスドクをしております菊地和平です。学部・大学院では東北大学理学研究科の長濱裕幸先生と武藤 潤先生(B02班)の研究室に所属し、自己相似性を用いた研究を行ってきました。この自己相似性との出会いは、私の学部時代にあります。元々は工学部の所属で、絵画の美しさを数値化するために自己相似性を用いた解析を試みたのが始まりです。大学3年生の春休みに東北沖地震を経験して、それがきっかけで地球科学を志し、修士から理学研究科で地殻構造に関する研究を行ってきました。地形や褶曲には自己相似性が存在することが指摘されてきましたが、形成されるプロセスによって、方向による違いが生じます。そこで自己相似性のなかでも方向による違いが存在する自己

アフィンについての研究を行い、褶曲地域で起こりうる地震の傾向を、地震の観測データを使わずに、褶曲の自己アフィン解析のみから評価できる可能性を指摘しました。博士課程ではさらにリソスフェアの球殻座屈の研究を行い、相似性を用いた次元解析から、沈み込み帯の形成過程を議論しました。

現在は、深畑幸俊先生(A02班)の元で、沈み込み帯の座屈変形についての研究をさらに進めています。アイソスタシーからのずれに相当する長波長のフリーエア重力異常を荷重として与えることにより、どのように海洋プレートの変形が生じ、スラブの形状が決まるのかを考えるのが当面の課題です。今後はこれらの研究を通じ、微力ながら新学術領域地殻ダイナミクスに貢献したいと思います。



### 坪川 祐美子さん 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

私は横浜国立大学で石川 正弘先生(B03班)のご指導のもと研究を行ってきました。岩石物性実験での基礎となる試料を得るため、修士課程から下部地殻・マントル鉱物(輝石・かんらん石)の単結晶のナノ粉碎と、得られたナノ粉末を用いた細粒緻密な鉱物多結晶体の焼結に取り組んできました。また博士課程からは、得られた鉱物多結晶体を実験試料とした粒成長実験や弾性波速度測定実験を行うことで、多結晶体試料の粒径・組織の変化や物性についての理解を進めてきました。このような多結晶体試料の作製とその物性の検討が、本領域で行われている地殻内流体やクラックの存在・役割の解明への貢献に将来的に繋がれば幸いです。

本領域は、現在日本列島で生起している諸現象について、異分野の研究者の方々による様々な視点・スケールからの共同研究によって統一的理解を行うという、非常に大きな試みのもとに行われているプロジェクトであると理解しています。今回のプロジェクトが始まったのは私が修士2年生の時、それ以来毎年、全体集会や国際シンポジウムに参加する機会を頂きました。このような大型プロジェクトを通じて、最先端を担う研究者の方々による融合研究を間近で感じることができ、また同世代間における活発な交流をつくる機会を得ることができたことを非常に嬉しく思っています。

この4月からは生まれ育った横浜を離れ、日本学術振興会の特別研究員として、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センターの入船徹男先生のもとで研究に取り組む予定です。これまでの研究から、特にミクロン・サブミクロンレベルの微細粒子とその物性に大きな興味を持っていますが、今後は自身の研究領域を高圧変形・破壊実験の分野へと広げたいと考えています。今後とも、どうぞよろしくお願い致します。

## 国際シンポジウム Crustal Dynamics 2019 の開催

以下の通り「地殻ダイナミクス」の国際シンポジウム The Second International Symposium on Crustal Dynamics (ISCD-2): Toward integrated view of island arc seismogenesis を開催します。会議は国内外の研究者や学生にオープンです。多くの皆様の発表や参加をお待ちしています。

会議の詳細は、<http://cd.dpri.kyoto-u.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2014/12/ISCD2r.pdf> を御覧ください。

日程 2019年3月1日(金)～3日(日) 場所 京都大学宇治おうばくプラザ(京都府宇治市)

## 地殻ダイナミクス Newsletter Vol.4

領域代表：飯尾能久 企画：高田陽一郎、芝崎文一郎、武藤 潤 構成：清水以知子(広報総括)

発行元：新学術領域『地殻ダイナミクス』事務局

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 地震予知研究センター内

Email : contact@cd.dpri.kyoto-u.ac.jp TEL : 0774-38-4200 FAX : 0774-38-4239

デザイン：(株)四季デザイン  
www.shiki-design.com

2018年4月1日発行