

## 特集「衝突現象・衝突地形」

# 「衝突現象・衝突地形」特集企画にあたって

平田 成<sup>1</sup>, 中村 良介<sup>2</sup>, 中村 昭子<sup>1</sup>

## 1. 本特集および「衝突現象・衝突地形小研究会」企画の趣旨

この特集は、2004年2月27日・28日に神戸大学21世紀COEプログラム「惑星系の起源と進化」の主催により開催された「衝突現象・衝突地形小研究会」における講演内容の一部をまとめたものである。この研究会はその名にある通り、天体の衝突現象と、それに伴って形成されるクレーターやボールダー（岩魂）などの衝突地形を主要な議論対象としたものである。太陽系の進化を考える上で、天体の衝突現象はきわめて重要な鍵のひとつである。

我が国においては衝突実験、そして数値シミュレーションが衝突過程の代表的な研究手法として重要な位置を占めてきた。これに加えて近年は、探査機による画像を用いた研究も盛んになっている。衝突地形の画像解析からは天体スケールで実際に起きた衝突現象の情報を得ることができる。この情報は実験やシミュレーションから得られる知見と相補的な関係にあり、最終的にはこれらを対比・統合することで、衝突過程に対するより深い理解に達することが可能であると考えられる。また一方で、例えばクレーター年代学のように惑星科学研究の手段の一つとして衝突現象を利用することも可能である。クレーターの形態など、衝突地形から、衝突現象当時の環境やその後の地質学的な変遷を追うような研究も、これに類するものといえる。

上記のような様々な手法と目的意識をもって衝突現象にアプローチしている研究者が一同に会して議論を行うことで、衝突現象の研究に新たな発展を促すこと

を目的として、本「衝突現象・衝突地形小研究会」は企画された。研究会当日は口頭、ポスター合わせて23件の発表があり、参加者総数は40名ほどであった。表1に示した当日のプログラムを見てもわかる通り、「衝突現象・衝突地形」を大枠としつつ、非常にバラエティに富んだ発表内容となった。これらの発表全てについて本特集内で掲載することは難しいため、以下に研究会全体の内容について簡単にまとめておく。

## 2. 研究会レビュー

### 2.1 クレーターカウンティングと年代学

固体惑星および小惑星の進化を探る上で、表面年代決定は重要であるものの、同位体による精密な測定が行うことができる状況は非常に限定されている。クレーターカウンティングは、その単純な原理（～クレーターの数が多い領域ほど古い）ゆえに、表面の画像データしか得られない天体にも適用できる、非常に有用な年代決定法である。カウンティング年代学の基本となるのは、月面上のクレーター密度とアポロサンプルの絶対年代との対応から得られた関係式である。日心距離・表面重力・大気の影響の補正を施すことで、他の内惑星についても応用することができると考えられている[1]。従来のカウンティング年代学では、ある天体上のクレーター生成率すなわち衝突天体のフラックスは、天体上の場所によらず一定と仮定されてきた。

諸田は、クレメンタイン衛星搭載カメラの画像解析を行い、自転と公転が同期している地球の月では、軌道上での進行方向側のフラックスが反対側よりも大き

1. 神戸大学大学院自然科学研究科

2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部

くなっていることを明らかにした[2]. この異方性の定量的評価は, 従来のクレーター密度 = 絶対年代の関係式を補正するだけでなく, ここ40億年ほどの間に月のクレーターを生成してきた主な衝突天体は, 彗星ではなく小惑星であったことを示している[3].

カウンティング年代学を適用するには, 観測している領域に統計的に有意な数のクレーターが存在してはならない. よく知られているように, クレーターは小さいものほど数が多く, そのサイズ分布は累積密度の両対数プロット上で直線となる冪分布によって表すことができる. はやぶさや SELENE といった今後の探査によって, 従来よりもはるかに高い空間分解能の画像が得られれば, いままでは十分な数のクレーターが見えなかった, 非常に狭い(あるいは若い)領域の年代を決定できる可能性がある[4]. しかし, サブ km サイズの小クレーターの数が, そのまま年代を表しているかどうかは明らかでない[5]. 月の海では, クレーター直径 0.3 から 4 km の領域では, 前後のサイズ領域に比べて, サイズ分布が急になっていることが知られている. この冪の変化の原因については過去に様々な議論があったものの, 結論が出ていなかった. もしクレーターの数が単純に衝突天体の数に比例しているわけではないとすれば, 年代決定に用いることはできなくなってしまう.

並木はアポロパノラミックカメラ画像の詳細な解析を行い, カウンティング年代と従来の層序などに基づく地質図の相対年代に矛盾があること, アリスタルコスなどいくつかのクレーターについては, そのクレーターからの距離に比例して小クレーターの密度が減少することを見出した. こうした結果から, 彼らは月面上の小クレーターのかなりの部分が二次クレーターであろうと結論している[6].

一方小惑星では, 月と違って表面重力が非常に小さいため, 二次クレーターは存在できないと考えられる. つまり, そのクレーターサイズ分布は(後述の飽和の問題がなければ), 衝突天体のサイズ分布をそのまま反映しており, 年代と直接関連付けられるとしてよい.

ガリレオ探査機が撮像した小惑星ガスプラでは, クレーターサイズ分布は非常に急な冪分布を示し[7], 月の海のクレーターサイズ分布ともよく一致していた[1]. 仮に, 月とガスプラの小クレーターを生成した衝突天体が共通のものであれば, 月の小クレーターも一次クレーターであり, カウンティング年代学に使えるということになる. 前述の諸田の結果は, 月の海にあるクレーターのほとんどが, 小惑星帯から内惑星領域に移動してきた小惑星の衝突によって形成されていることを示している. また, 地球近傍小惑星と月面クレーターは, 絶対数もサイズ分布も非常によく一致していることが明らかになってきた[8]. しかし現時点では, 小惑星帯での数メートルから数百メートルの物体のサイズ分布や, その内惑星領域への輸送メカニズムには未知の部分が多く[9], ガスプラと月の小クレーターが同じサイズ分布を持つ衝突天体によって形成されたことと断言することはできない.

中村(良)は, 日本の小惑星探査機はやぶさによる, 近地球型小惑星イトカワの撮像データが, この問題に新たな知見を加える可能性を示唆した. 前述したように, 小惑星ガスプラについては, クレーターサイズ分布が測定され衝突天体のサイズ分布と関連付けられている. しかし, 探査機で撮像データが得られた他の小惑星については, 同様の試みは成功していない. これはイダの場合のように表面年代が古過ぎてクレーターが飽和していたり, エロスの場合のように表層に厚いレゴリスが堆積して微小なクレーターが埋まっていたりしたためである. はやぶさのターゲットである小惑星イトカワは平均直径が約 360 m と非常に小さいため, レゴリス層は存在したとしても非常に薄いと考えられる[10]. なお, 衝突破壊で決まるイトカワの寿命は, より大きな小惑星に比べると短いとされている. つまり, はやぶさによるイトカワの高解像度 (~ 1 m) マッピングは, 地上からの小惑星 (> 100 m) 観測や, 探査機によるダスト (< mm) その場観測からでは決して得ることができない範囲での, 物体のサイズ分布を導出できる可能性を持っている. さらに, もし地

球に持ち帰られたサンプルから、イトカワを形成した衝突の絶対年代が決定できれば、月以外の天体ではじめてクレーター密度 = 絶対年代の対応が得られることになる。

月面や火星、あるいはガリレオ衛星上の小クレーターが一次クレーターなのか？ 二次クレーターなのか？

という論争は現在も進行中であり[11-13]、未だに決着をみていない。実際にはどちらの寄与も存在し、その割合がサイズによって連続的に変化すると考えるのが自然であろう。なんらかの指標によって、一次/二次クレーターの区別ができれば小クレーターのカウンティングによる年代学はもちろんのこと、二次クレーターの位置や大きさから、イジェクタの速度やサイズ分布に関する情報を得ることで、衝突素過程の研究にも応用することができる。

衝突天体の入射が斜めであると、きれいな円形でない(すなわち、楕円度が1以上の)クレーターが形成される。惑星間空間からの10 km/sを超えるような高速度衝突では、天体表面から~10度未満の斜めに入射しないと楕円クレーターはできないとされているが、二次クレーターが形成される条件のように衝突速度が小さい(< 脱出速度、月の場合は2.4 km/s)場合には、楕円クレーターが形成される角度条件が緩くなることが示されている(Bottke et al. [14])。中村(昭)は、Bottkeらが角度条件の経験式を作るにあたって引用した以外の室内実験のデータも、Bottkeらの条件式を支持することを紹介し、月面で楕円クレーターとなる条件を具体的に示した。実際に、二次クレーターは、一次クレーターの周囲に存在する楕円度の大きなクレーターとして認識されることが多い。また、月面でサイズが小さくなるにつれて、楕円クレーター割合が増えるのは、二次クレーターの寄与が相対的に多いためだと考えられる。まもなく打ち上げられる日本の月探査機 SELENE には、クレメンタイン衛星の10倍以上の空間分解能(~10m)を持ち、地形の判別しやすい低太陽高度での画像を全球にわたって取得できる地形カメラ(TC)が搭載されている。このデータに、楕

円度による一次/二次クレーターの分別を適用することで、長年の論争に決着がつけられるかもしれない。

また、二次クレーターの深さ/直径比は一次クレーターに比べて小さくなるのが経験的に知られている[15]。SELENE 搭載の地形カメラは、ステレオ画像から三次元数値地図の作成も行う。このデータに含まれる深さ/直径比情報も、一次/二次クレーターの分別に利用できるであろう。火星については、すでに同様の試みが進められている[16]。後述するような画像を源泉とした地形の自動認識処理の進歩は、このような作業をより多いサンプルについて実施することを可能とする。数値地形地図は、カウンティング以外の方法による年代決定にも用いることができる。形成されたばかりの新鮮なクレーターは、明確なリムとほぼ一定の深さ/直径比を持つが、その後、より小さな衝突天体によってリムが削られたり、周辺で形成されたクレーターからのイジェクタが底に堆積したりするため、徐々に形態が変化してゆく。春山は、月面上でのクレーター形態時間変化のモデルを紹介し、数値地形地図中のクレーターの侵蝕度を定量化することで、その年代を決定する手法について論じた。

佐々木は、多色撮像や連続分光観測による宇宙風化度測定から、表面年代を評価する可能性を示した。最近の宇宙風化模擬実験から、微小隕石の衝突によって生成されるナノメートルサイズの微小鉄粒子が、表面スペクトルの赤化/暗化を引き起こすことがわかってきている。

クレーター形態や宇宙風化による年代学は、衝突天体のサイズが違うものの、いずれも表面の衝突履歴を見ているのである。こうした複数の手法を併用/比較することで、それぞれの誤差や有効性がより明確になるであろう。また、将来的には衝突天体サイズ分布やフラックスの時間変化を捉えることも期待される。

## 2.2 衝突現象の素過程

衝突現象の素過程に関連する発表では、特にイジェクタの放出過程に着目したものが目立った。このトピック

クスに関しては過去の研究において、主に実験的な手法によって得られた知見が比較的豊富に存在する。各発表ではそれらの知見を踏まえて、新しい実験、シミュレーション手法によってより詳しい素過程の観察を目指した研究、あるいはターゲットを多孔質物質や岩石混じりの氷とした場合や、微小重力環境下での衝突など、惑星科学的により現実に即した、あるいはより興味深い環境下における衝突現象についての研究などへの発展がみられた。

和田は、衝突クレータリング、特に掘削流・イジェクタ放出などの素過程を解明するための数値シミュレーション手法として、連続体近似に比べてイジェクタの追跡と粉体挙動の扱いに向けた Distinct Element Method (DEM: 離散要素法) を用いた結果を紹介した。シミュレーションで再現されるクレーター形成中の掘削流は、古典的な Z モデルで予言されるそれとよく一致している。また、形成されたクレーターのサイズやイジェクタの放出速度、放出位置、量も次元解析からの予想や、実験とも調和的であり、コードの有用性が示された。

山本は、ガラスビーズを用いた粉体ターゲットに対するクレーター形成実験におけるスケーリング則のターゲット物性依存性に着目し、一時クレーターの形成過程と崩壊直前の形状を直接計測する実験を行った。その結果、掘削段階の初期においては粒子の動圧が大きいため、物性の影響は少ないが、最終段階では特にクレーターの半径方向への成長で物性（この実験の場合は粉体の粒径）依存性が強くなることを示した。

高木らは、同じくスケーリング則の重力依存性を明らかにするために自由落下施設を利用して、山本と同じ粉体ターゲットにおける微小重力下でのクレーター形成という実験を行った。結果的にはクレーターの大きさは同じ衝突条件での 1 G 下での実験とほとんど同じという報告となったが、これは逆に実験室スケールではクレーター形成過程が粒子間摩擦などのターゲット物性に支配されていることを示唆するものであり、先の山本による実験の結果と併せて考えると興味深い。

小野瀬は、多孔質の石膏ターゲットに対する衝突実験を行い、放出される破片のサイズ、速度を計測した結果を示した。初期にはスポール破壊でできた比較的大きな破片が速い速度で放出された後、細かな破片がゆっくりと放出される様子が観察されている。放出速度の低い破片は母天体へ再集積しやすく、小天体におけるレゴリス層の形成を考える上で重要となる。

城野は、ダストの集合体であるダストアグリゲイトのような高い空隙率を持つターゲットへの衝突を Smoothed Particle Hydrodynamic (SPH) コードによるシミュレーションで再現した。衝突によって生じるイジェクタの速度、放出角度がターゲットの強度に応じて変化することを示し、イジェクタ放出パターンからターゲットの強度、弾性率を推定できる可能性を示唆した。

平岡らは、火星の凍土層や氷衛星などでのクレーター形成を模擬した氷と岩石粉の混合物についての衝突実験を行い、形成されたクレーターのサイズ、イジェクタのサイズ、放出速度の計測結果から、混合物の岩石含有率とクレーター生成の効率や破壊強度の関係を検討した。岩石含有率とクレーターの体積との逆相関は過去の結果と一致している一方、強度は大きく異なる結果が得られた。平岡らは強度に関する結果の矛盾は、強度を見積もる際に用いた衝撃圧力の減衰率が、岩石について経験的に得られたものであったことが原因である、と指摘している。

上に挙げた実験、シミュレーションの成果は実際の天体表面に見られるクレーターの観察と比較すればより興味深い。中村(昭)らは、比較的小さな火星クレーターの周囲に分布する二次クレーターのサイズ、親クレーターからの距離を元に、親クレーターから放出されるイジェクタのサイズ、放出速度を計測した。イジェクタのサイズと速度の関係について、過去の研究では室内実験によるデータや、比較的大きなクレーターについて、二次クレーター計測を行った結果などが得られているが、今回の計測はこれらのデータで残されていた放出速度 100 m/s 近辺のギャップを埋めるもの

である。

衝突現象の大部分を占める斜め衝突におけるクレーター形成過程の定量的な理解はまだ端緒についたばかりの状態である。平田らは月のティコクレーターのイジェクタ分布の解析を通して、この問題に観測の立場からアプローチを試みている。ティコ周囲のイジェクタユニット分類の結果、斜め衝突でのイジェクタ放出過程が、放出速度、放出量、放出物質種など様々な面で強い非対称性を持つことが示された。

石丸らは、衝突に伴う極限状態での化学反応に着目している。彼らは彗星衝突が原始大気の進化や生命の起源に大きく関与する可能性を踏まえ、彗星衝突によって形成される蒸気雲中での非平衡な化学反応を模擬する計算コードを新たに開発し、彗星のサイズ、組成、衝突速度がそれぞれどのような影響を与えるかを見積もった。その結果、彗星のサイズは衝突蒸気雲中の化学反応に大きく影響しない一方で、酸素/炭素比が生成ガスの酸化還元状態に非常に大きな影響を与えること、そして衝突速度が小さいほど  $\text{CH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{HCN}$ 、 $\text{CH}_2\text{O}$ 、 $\text{HNCO}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$  などの高圧安定成分が多く生成されることを示した。

### 2.3 衝突地形の形状認識と画像処理

今後の探査では数十テラバイト単位の膨大な画像データが取得されることになる。熟練した研究者が画像を吟味するという従来の解析方法を、全データに適用することは現実的ではない。ここでは画像データからいかに正確な、また効率的に衝突地形に関する情報を引き出すか、という試みについて紹介する。

秋山は、SELENE 画像データを利用したアウトリーチ活動のひとつとして、WEB ブラウザ上で手軽に実行できるクレーターカウンティングソフト SELENE@home を紹介した[17]。このソフトの主目的は、学生や一般の人々に、実際の画像をつかったクレーターカウンティングの体験を通じて、SELENE ミッションや月という天体に親しんでもらうことである。さらに、数多くの体験者のなかから、専門家に準ずる

ような経験を積んだ人が出現すれば、人海戦術による画像解析を行うことができるようになる可能性もある。

沢辺らは、目視によるクレーター抽出結果の個人差を定量的に評価し、人間によるクレーターの「認識」過程から、完全に主観を取り除くことは困難であることを示した。非専門家による解析結果を実際に利用しようと思えば、その解析結果の質と客観性をなんらかの形（再現性のチェック、専門家による抽出結果との一致度判定など）で保証することが必須となるだろう。また彼らは画像をベースとするクレーターの自動抽出アルゴリズムを開発し、人間によるクレーター抽出結果との比較から、その性能/特性を調べた[18]。

松本は、三次元数値地形データを源泉とした、クレーター自動抽出アルゴリズムの実行結果について報告した。こちらは、単なるクレーターの抽出のみならずクレーターの深さ/直径比やリム高といった、三次元形状をあらゆるパラメータの自動導出も可能である。現段階では、自動抽出アルゴリズムの、画像中の微妙な構造をクレーターとして抽出（認識）する能力は、熟練した人間には及ばないかもしれない。しかし、今後の研究の進展に伴い、その性能は改善されていくだろう。一方で、その「客観性」は疑うべくもなく、データ処理速度は人間とは比較にならないほど高速である。大量の画像データを処理する必要性が増大していく今後、自動画像処理の果たす役割はますます大きくなることが予測される。

また、小林は、はやぶさが取得するイトカワの画像から三次元形状モデルを導出するアルゴリズムの詳細と、その実験画像への適用結果を報告した[19]。三次元形状モデルの詳細な解析からは、母天体の大きさやその破壊過程を復元できる可能性がある。

### 2.4 衝突地形の特徴

クレーター、あるいはその他の衝突地形は、年代学以外にもその天体の地質に関する重要な情報を持っている。道上は室内実験による衝突の破片速度分布の測定結果を元に、小惑星イトカワのレゴリスの厚さと岩

塊の分布を推定した。2.1節で触れたように、イトカワは非常に小さいため、表面にレゴリス層が存在するかが議論となっているが、小惑星の構成物質の強度とレゴリス層の厚さの関係をモデル化して、イトカワ表面には数 cm 程度のごく薄いレゴリス層が存在する可能性を示している[10]。

一方秋山は、そのようなレゴリス層がごく薄いか、あるいはほとんどレゴリスがないような天体表面のマルチバンド画像観測を想定した、画像分光測定とその結果のモデル化を試みている。レゴリス層の光学的厚さが1以下のロックコーディングと呼ばれる状態や、ベッドロックがむき出しになった状態では、ハブケ則のような従来のレゴリス層を対象としたモデルとは異なる反射特性の取り扱いが必要かもしれない。また、レゴリス層についても顕微スケールで見えた場合は粒子表面の鏡面反射成分の寄与が大きいことも併せて示唆されている。

最後に、衝突地形の形態に着目した研究を二例紹介する。いずれも最近次々に新しいデータが発表される火星を取り上げたものである。小西らは、マーズグローバルサーベイヤー (MGS) 搭載のカメラ (MOC) とレーザー高度計 (MOLA) のデータを用いて、クレーター形状の解析を行い、火星の単純クレーターの深さ/直径比の再評価と、その地域性について検討を行い、火星の単純クレーターの深さ/直径比が1:5よりも系統的に小さいこと、また、地域的な標高の高低に対応した比の変化があることを示した。Rodriguezらは同じくMOLAのデータから、火星で特徴的なカオス地形の地下水流出による形成プロセスを提案している。ここではクレーターが地質活動の中で保存されるかどうか、カオス地形形成の過程を地形データの解釈によって導き出す際に重要な役割を果たしている。

## 謝辞

本研究会の開催は神戸大学21世紀 COE プログラム「惑星系の起源と進化」に依りました。また、「遊・星・人」での特集企画についてご尽力いただいた編集長、編集幹事他の皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Ivanov, B.A. et al., 2002, in Asteroids III, 89
- [2] Morota, T. and M. Furumoto, 2003, Earth Planet. Sci. Lett. 206, 315.
- [3] 諸田智克, 2004, 遊星人, 本号収録.
- [4] Hiesinger, H. et al., 2003, JGR, 108, 1
- [5] Shoemaker, E.M., 1963, JPL CalTech Report, 32-700
- [6] Namiki, N. and Honda, C., 2003, Earth Planets Space, 55, 39
- [7] Chapman, C.R. et al., 1996, Icarus, 120, 231
- [8] Werner, S.C., et al., 2002, Icarus, 156, 287
- [9] Morbidelli, A. and Vokrouhlick, D., 2003, Icarus, 163, 120
- [10] 道上達広, 2004, 遊星人, 本号収録.
- [11] Bierhaus, E.B. et al., 2004, LPS XXXV, 1963
- [12] McEwen, A.S., 2004, LPS XXXV, 1756
- [13] Wagner, R. et al., 2004, LPS XXXV, 1964
- [14] Bottke, H.F. et al., 2000, Icarus, 145, 108.
- [15] Pike, R.J. and Wilhelms, D.E., 1978, LPS IX, 907
- [16] Hurst, M. et al., 2004, LPS XXXV, 2068
- [17] <http://www.cirklo.com/space/seleneathome.html>
- [18] 沢辺頼子ほか, 2004, 遊星人, 本号収録.
- [19] 小林慎悟ほか, 2004, 遊星人, 本号収録.

表1 衝突現象・衝突地形小研究会プログラム

2月27日(金)	
セッション1・カウンティングと年代学(パートI) 座長: 秋山演亮	
13:35-14:05	月の2次クレーター分布(九大・並木則行)
14:05-14:35	月のクレーター生成率の不均質(金沢大・諸田智克)
14:35-15:05	小惑星/月面上の小クレーターのサイズ分布(JAXA・中村良介)
15:35-15:50	2次クレーターの形状についてのショートコメント(神戸大・中村昭子)
セッション2・ポスターの口頭説明 座長: 和田浩二	
15:50-15:55	Moated craters on Mars: Basal tectonic implications(東大・Jose Alexis Palmero Rodriguez)
15:55-16:00	火星のクレーター形状の解析(神戸大・小西梯之)
16:00-16:05	重複クレーターの自動検出アルゴリズム(会津大・松本直也)
16:05-16:10	AMICAによる小惑星形状モデリング(会津大・小林慎吾)
セッション3・カウンティングと年代学(パートII) 座長: 道上達広	
16:10-16:40	クレータのデグラデーションと年代学(JAXA・春山純一)
16:40-17:10	クレーター年代学vs宇宙風化年代学(東大・佐々木晶)
2月28日(土)	
セッション4・素過程(パートI) 座長: 諸田智克	
09:15-09:35	二次クレーター分布(月・火星)(神戸大・中村昭子)
09:35-10:05	DEMによる衝突(イジェクタ放出・掘削流)のシミュレーション(東大・和田浩二)
10:05-10:35	衝突クレータのスケーリング則(東大・山本聡)
10:35-11:05	Tychoクレーターのejecta分布と斜め衝突(神戸大・平田成)
セッション5・形状認識と画像処理 座長: 山本聡	
11:20-11:50	クレータ自動抽出と属性付加手法の提案(東大・沢辺頼子, 環境研・松永恒雄)
11:50-11:55	クレータカウンティングソフトSELENE@homeの使い方(秋田大・秋山演亮)
セッション6・素過程(パートII) 座長: 本田親寿	
13:30-14:00	衝突蒸気雲中で進行する化学反応のシミュレーション(東大・石丸亮, JAMSTEC・千秋博紀)
14:00-14:30	グレイニアグリゲイトの衝突シミュレーション: イジェクタ放出パターン(名大・城野信一)
14:30-15:00	凍土層のクレーター実験(神戸大・平岡賢介)
セッション7・素過程(パートIII) 座長: 千秋博紀	
15:20-15:50	鏡面反射/拡散反射が粉体の反射測光観測に与える影響(秋田大・秋山演亮)
15:50-16:20	微小重力環境下におけるクレーター形成実験(東邦学園大・高木靖彦 他)
16:20-16:50	多孔質ターゲットに対する衝突(JAXA・小野瀬直美)
16:50-17:20	小惑星25143イトカワのレゴリスの厚さと岩塊の分布(福島高専・道上達広)