

イトカワ再探査と宇宙衝突実験

○荒川政彦（神戸大・理学研究科），渡邊誠一郎・古本宗充（名古屋大学・環境学研究科）

再探査の意義：はやぶさ探査機によるイトカワ探査は、我々に 1km 以下の微小天体に関する多くの情報をもたらした。さらに、当初の予定とは違った形ではあるが、イトカワ表面のサンプル回収にも成功し、その結果、イトカワは我々が最も詳しく情報を知る小惑星となっている。日本も含めて諸外国の小惑星探査は、基本的にこの発見を重視した探査である。これは小惑星の数が、探査ターゲットとしては、月・惑星と比べて遙かに多いからであり、始めて観測する小惑星には必ず新たな発見が期待されるからであろう。一方、発見をきっかけとして、その本当の意味を理解し、小惑星の科学を深化して行くには、発見によりもたらされた疑問を解消するための探査が必要である。様々な発見があったこの「はやぶさ」によるイトカワ探査を生かした形で、次の小惑星探査計画を立案するなら、イトカワを代表とする微小天体の科学的価値を「発見」から「理解」へと進めるためのイトカワ再探査という選択がある。

宇宙衝突実験：イトカワは、はやぶさによる探査で詳しい表面地図が作成されている。部分的には-cm サイズの小石を同定できるくらいの分解能で撮像が行われており、着陸などを必要とする観測においては、事前検討及び観測の実施において大変に有理である。この表面状態が既知であるメリットを生かして、様々な観測が立案できると思うが、我々は、その一例として宇宙衝突実験を提案したい。ここであえて探査であるにも関わらず「実験」と称したのは、その探査が地上実験と連続的に繋がっているものであり、室内実験のように物理条件を制御した中での実験を行い、その現象を支配する物理メカニズムを明らかにしようとする提案だからである。

惑星衝突の科学を小惑星上で研究する機会：もしもイトカワ表面で衝突実験を行うことができれば、地球上では難しい（もしくは不可能な）実験成果を期待できる。一つは、小惑星を構成する実際の物質に関して衝突破壊強度を決めることができる（かもしれない）。もう一つは、微惑星のような微小重力下で形成される衝突クレーターの形成効率を知ることができるということである。衝突破壊強度を調べる実験においては、事前にイトカワの画像から抽出したサイズの異なる礫を標的として弾丸を衝突させ、衝突破壊実験をイトカワ表面で実施する。数 m サイズの礫まで衝突破壊させることができれば、衝突破壊強度のサイズ依存性までも明らかにできる可能性がある。また、クレーター形成実験においては、イトカワ上の小石で敷き詰められた平原域で衝突実験を行う。この小石域で、広い速度範囲で衝突実験を行い、クレーターサイズと弾丸運動エネルギーの関係を調べる。微小重力の影響は、クレーター形成時の構成粒子の流動や放出に対して重要であると言われるが、微小天体ではその粒子の空間的配置そのもの（空隙率や配位数）が、微小重力の影響により決まっているので、小惑星表面での実験は極めて重要である。なぜなら、地上では小惑星表面のような微小重力環境下で粒子層を準備することは不可能だからである。粒子層の配置・構造とクレーター形成に対する微小重力の影響をこの宇宙実験で明らかにできる可能性がある。

再探査で行うこと：イトカワを微小天体の典型と見た場合、そのイトカワ上で起こる様々な物理現象は、微惑星でも起きていたと考えられる。特にイトカワで注目された小石や礫のブラジルナッツ効果は、小天体上での衝突振動が小惑星の表層・内部構造に変化を及ぼすという点で大変重要な現象である。これは、衝突実験による天体振動で積極的に再現可能な現象である。また、この小惑星の内部構造に関する情報は、地震の振動を直接観察することにより調べることが可能である。ペネトレーターにより観測装置を小惑星表面に設置し、そこで衝突実験を行うことにより、「衝突の科学」と「衝突による小惑星内部のアクティブ探査」が可能となる。このように、イトカワのような既知天体では地図などの情報があるからこそ、ここで紹介したようなさらに深化した実験・観測が可能となる。

小惑星探査では、再探査というアイデアはこれまでほとんど真面目に議論されることがなかった。イトカワは、（たぶん）微小ラブルパイル天体の典型であり、また地球型惑星を形成したと思われる普通コンドライト隕石で大部分が構成されている。他の様々なタイプの小惑星を次々と調べて行くよりは、この天体を調べ尽くすことが、惑星形成過程の研究において極めて重要であり、今後の小惑星探査の礎になるのではないだろうか。