

太陽系小天体に関する国際会議

中村 昭子¹

イタリア北部、スイスとの国境に近いマッジョーレ湖畔の町ベルジラーテ (Belgirate) で、第5回 ACM (Asteroids, Comets, Meteors '93, IAU シンポジウム 160) が6月14日から18日の5日間の日程で開催された。その翌週には21日から23日まで、第4回太陽系小天体の破局的破壊 (Catastrophic Disruption of Small Solar System Bodies) ワークショップが、アペニン山脈に抱かれた中部の町グビオ (Gubbio) で開かれた。

1. ACM...ワイン, ワイン, ワイン

ACMは、参加者300~400人の大会議で、著名な研究者がつぎつぎと壇上に登場する一種のショ

ーのようであった。日本からも、秋沢宏樹さん、石元裕史さん、岡本 創さん、清水幹夫さん、高木靖彦さん、中村 士さん、中村良介夫妻、春山純一さん、平山智啓さん、向井 正さん、山本哲生さん、湯浅 学さん、吉川 真さん、渡部潤一さん、と私と、円の強さ (いいえ、この分野への関心の高まり、あるいは研究者人口の増加?) を象徴するかのようによ勢参加した。本誌にカンタベリーからの便りを寄せておられる矢野 創さんも参加者のひとりであった。清水さん、春山さん、向井さん、山本さんは口頭発表を、他の面々は、それぞれポスター発表をおこなった。

午前中は毎日8:30から12:00までで、観測 (計



¹ 宇宙科学研究所惑星研究系

画)、分布、力学、物理的諸観測とモデル、起源と進化など、小惑星、彗星、流星に共通した一般的タイトルでレビューが5～6編ずつ集められていた。午後のセッションに比べれば比較的時間に余裕があったせいもあって、総じて消化しやすく、これだけまとまって話を聞く機会はなかったのがありがたかった。午後は14:00から17:30あるいは18:00までで、木曜を除く4日間、小惑星、彗星、流星、隕石、塵、探査に関する講演がびっしり行われた。パラレルセッションの時間帯も設けられて、講演数はおよそ100件。時間がなくて切られた残りを、他のセッションで話す大先生もおられた。ポスターも200件ほどあり、とても全部は見て回れそうになかった。午後になると集中力の維持が困難になってしまった。

印象に残った話題は、J. X. Luu らによるカイパーベルト天体の発見、R. P. Binzel らによる小惑星ベスタ (Vesta) 族の新しいメンバーの発見であった。ベスタ族は、グビオの会議でも議論の焦点であった。これに関連したE. Zappala の小惑星の族のレビューは、富士山の漫画で始まった。1918年に平山族が日本で発見された当時は、頂上が雲に隠れた富士山の麓にいるがごとく、われわれは小惑星の族の全容を知らなかった。族のメンバーか否かの条件をこれまでのように軌道要素の類似のみに頼ると、条件をどこまで厳しくするかで族の分類が変わるのですっきりしない。が、ベスタ族の新メンバーはそのユニークな表面スペクトルによって同定された。今やわれわれは富士の頂近く雲の上において、小惑星の族の研究の完成が見えてきた、というのである。講演は、小惑星一家 (ファミリー) の衝突 (あるカップルの出会い) による誕生と子供たちの冒険 (危険なレゾナンス帯に迷い込んで地球まで飛ばされてしまう) のユーモラスな漫画で締めくくられ、会場の爆笑を呼んで

いた。

盛り沢山だったのは、お楽しみ企画も同様である。木曜の午後には、ボートツアーがあった。湖に浮かぶ島を訪れ、湖岸や島に建てられたおとぎ話の世界のような城館や教会などを眺める。日暮れは20時を過ぎるのだが、ボートツアーのほかにもウェルカムパーティー、教会の中でのプラスコンサート、ガラディナーが用意されていた。最終日のさよならピクニックは、会場のホテルの庭でワイン、ワイン、ワイン。ハムとチーズとパンに、おしゃべりと音楽とダンスでお祭りの幕が閉じられた。大学院の元気な若者たちは、このあとドイツにて武者修行を続けたようである。

2. GUBBIO...再会

週があけてグビオ。こちらは、参加者は50人の予定だったはずだが、同伴者のいる人も前回の'90年京都より多く、人気のK-T Boundary 見学ツアーには、70人ぐらい参加した。準備に忙しかった



イタリアの研究者以外は、高木さんと私も含めてほとんどがACMからの連続参加であった。グビオは、ローマから北東方向に電車で2時間半前後とバスで30分余りの城壁に囲まれた古い町である。私が泊まっていた城壁の外のモダンなホテルには、観光バスが毎日やってきていた。1世紀に完成された野外劇場など、史跡がたくさんあるらしい。会議の会場も古色蒼然たるほの暗い石造りの建物で、教会の鐘の音がきこえてくる。そんな雰囲気の中で太陽系の天体について議論していると、時が止まっているような感じにおそわれる。

この会議は、名前の通り、小惑星や衛星などの衝突による破壊をテーマにしている。大きな天体への衝突現象はクレーターの形成過程として研究が進んでいるが、同じ規模の天体による衝突でも、相手が小天体になるとその天体の全体的な破壊へと及んでしまう。小惑星の族の成因はまさにこうした衝突であると考えられている。

初日には、招待講演者らによる、実験、関連分野、隕石、リング、スケーリング則、破壊のシミュレーションのレビュー講演が行われた。イタリア人にしてサセックス大学で仕事をしているG. Martelliは、今年70歳。この研究会も彼に献じられている。Martelliの話は、アリゾナ大のシリーズ本のひとつ「Asteroid II」以後の衝突破壊実験の紹介で、彼らの実験手法の説明に重きを置いていた。クレーターの研究には、衝突クレーターだけでなく爆破クレーターのデータも用いられている。有限サイズの標的の破壊を研究するこの分野でも、実験室での研究では各種パラメータの中でも特にサイズに関してきびしい制限がある。Martelliらは、「標的」を爆破するという大がかりな実験で破



片の速度場などを調べ始めており、そろそろデータが出てきている。実験はイタリアのトスカナ地方の採石場でおこなっており、ここではtravertineという白い石—イタリアで最もポピュラーな建材の一つ—が採れるらしい。

C. R. Chapmanは、小天体の衝突破壊の周辺の話題をレビューした。小惑星の起源と進化から他の惑星系での衝突過程まで、この研究会がカバーする／あるいは発展しうる惑星科学の諸分野を列挙してみせた。ハワイ大学からやってきたK. Keilは、Hコンドライトの起源を話した。コロラド大のJ. Colwellは、きれいなリングの写真をいろいろ見せ、外惑星の小さな月の衝突破壊とリングの関係について述べていたようだ。

シアトルのK. Holsappleの話は、小天体の破壊強度（論文ではQ値あるいは、 Q^* 値と書かれる）について最近の3つの研究を取り上げていた。破壊強度は、質量比が非常に大きな2天体が衝突するときには、大きいほうの天体の最大破片をもとの半分の質量にするのに必要な、単位質量あたりの衝突のエネルギーで定義されている。ひとつめは、彼らの実験的研究で、ガスで外圧を加えた状

態で"標的"を爆破して、自己重力がある場合の破壊強度を類推したものである。ふたつめは、E. V. Ryanが今年のヒューストンの月惑星会議で発表した2次元ハイドロコードによるシミュレーションの結果で、10kmサイズの天体が実験室サイズのものより2, 3桁強度が小さいというもの。ハイドロコードというのは、衝撃波の解析に用いられているコードを称していうらしく、まぎらわしい名前だが、構成方程式に基づいており固体の挙動も追えるらしい。みつめは、S. K. Croftが昨年 *Icarus* 誌に発表した小衛星の最大クレーターにもとづくもの。Holsappleは、"おほこ"としているクレーターのスケーリング則をつかって衝突天体のエネルギーを見積り、これら衛星のこわれにくさの下限値を導き出した。ここで、破壊強度の定義に関してちょっとした混乱が起こった。標的を不連続な破片にわけると fragmentation と、その破片を自己重力圏外にばらまく disruption は違う。Ryan や D. Davis らは、disruption の観点からすれば 10km サイズのものも壊れやすいわけではないことに、注意を促していた。W. Benz の講演は、E. Asphaug と一緒に進めている新しい3次元数値シミュレーションの紹介で、今回のハイライトのひとつであった。彼らの言葉を正確には覚えていないのだが、「かつてない究極のハイドロコード」と自信たっぷり。大きなクラックの成長を陽に追って、実験室でみられるギザギザの破片を再現していた。

夕方は、皆さんお待ちかねの(私には小判の) K-T boundary 見学バスツアー。W. Alvarez と A. Montanari の案内である。ひと通りの説明のあと、Binzel を筆頭にアメリカ人研究者たちがハンマーをふるい、我も我もとお土産採りに熱中していた。その熱中ぶりは、夏の恐竜映画を見ていくぶん納得できた。付近一帯にこの特徴的地層が広がっているらしく、研究者たちの破壊的行為を見とがめ

る人はいないようだ。採石トラックもひっきりなしに通っている。私も誰かのつくった小さなかけらを頂戴して帰ることにした。その後、バスは、丘の上のレストランに到着。おなかをいっぱいにするディナーが待っていた。

2日めは、観測、モデルいろいろあったが、中心はベスタ族とサイズ依存性の破壊強度であった。直径 500km 余りのベスタからどうやって数キロメートルサイズの破片が脱出し得たかは謎である。母天体が複数あるかもしれないという疑問は、それならもっと観測されるはずだと退けられていた。というのは、ベスタ族に見られるスペクトルが示唆する火成作用は、ある程度大きな母天体を必要とするからである。P. Farinella は、ベスタ族のメンバーが単一の破片でなく複数個の集合体である可能性を、Martelli らの実験結果をもとに述べていた。サイズ依存性の破壊強度については、Colwell が「リングの小さな月がすぐ壊れてしまう」と嘆じ、小惑星帯の質量分布の進化を数値計算で追っている D. D. Durda は、「サイズ依存性がほとんどない方が現実に合う」という発表をし、Chapman からは、強度と自転速度の関係についての指摘があった。強度は、遠心力による分裂を免れる程度には必要である。この他、E. M. Shoemaker は、小惑星帯を閉じた系と考えることに警鐘をならし、彗星の寄与を無視できないと主張していた。

3日めは、衝突破壊の結果を定式化しているイタリアのグループの講演ではじまり、実験の講演が続いた。Ryan はレビュートーク的な講演をした。彼女らは、衝突破片を接着したものや、小石を接着したものを破壊して、破壊強度や破片速度をしらべている。破片速度の解析には、アルバイトを雇っているそうなのだが、それでも時間はかかるらしい。高木さんは、名古屋と北海道のグループの氷の実験の話をされ、私は 1mm より小さな破片

の速度分布について発表した。Martelliの共同研究者で、本(副?)業=株価のカオスマデルのI. Giblinと、Holzappleもそれぞれの実験結果を紹介した。

おわりにこの会議の常連であるDavisが、2枚のカラフルな絵を使ってにこやかに会議全体を概観した(そのうちの1枚は、彼と作者の好意でここに掲載を許された)。ACMの会期中に「来週は対決が待っている。」と

DavisはAsphaugにジャブをうっていた。それゆえ、前回の京都で見られた早口英語の議論の応酬が今回も展開されるのか、と半ば期待していたのだけれど、もりあがった議論は多々あっても湯気のたつ論争はなかった。次回は、シアトル、でなければ、ハワイで'96年に行われるらしい。

3年前のこの会議で、同年配のRyanとAsphaugに会い、たいそう刺激を受けた。彼らと再会し、互いに近況報告するのは感慨深かった。このたび、また、新しい顔ぶれと出会った。いつか再会する時は、感じる事が多いに違いない。

ACMの招待講演を集めてKluwerから本が出版される予定である。また、ACMの他の講演と破壊の研究会での講演は、Planetary and Space Scienceの特集号にまとめられることが予定されている。また、航技研が配布している「あすてろいど」NO.93-03に、K-T Boundaryと吉川さんによるACMの紹介記事が掲載されているのでご覧ください。

CATASTROPHIC DISRUPTION GUBBIO '93

