

太陽系

講演番号 L01a-L09c

◇口頭（10分；a）、および口頭（3分；b）

L01a-L06b	10月5日（木）	9：00—10：00	会場E
L07a		11：00—11：15	会場E

◇ポスター（b, c）

L04b-L06b, L08c-L09c

10月5日（木）	10：00—11：00	会場F
	15：00—16：00	会場F
10月6日（金）	10：00—11：00	会場F

レーダーによる小惑星 1991JX の観測

L01a

小山泰弘, 吉川真, 岩田隆浩, 中島潤一, 関戸衛 (通信総研), 中村昭子, 平林久, 岡田達明, 安部正真 (宇宙研), 西堀俊幸 (都立航空高専), 中村士 (天文台), R. Cormier, R. Winkler, R. Jurgens, J. Giorgini, M. Slade (JPL/Caltech)

小惑星 1991JX が地球に 0.034AU まで接近する機会をとらえて、アメリカ・ロシア・ドイツ・日本の国際協力でレーダーによる試験観測実験が実施された。この観測で、鹿島 34m アンテナの記録データから 1991JX からのレーダー反射波が検出されたので、その結果について報告する。

送信波は、臼田での受信周波数が 8510.0001MHz に固定されるように周波数を制御された CW 信号で JPL の Goldstone 70m アンテナより送信された。鹿島では、1991JX を追尾しながら受信信号を約 10kHz になるよう変換し、低域通過フィルタを通してから 48kHz でサンプリングして DAT レコーダに記録した。臼田と鹿島の局位置の差から、観測時で約 1 Hz/分のドップラーによる周波数シフトが生じるため、このシフトを補正しながらパワースペクトラムの計算を行った。その結果、10 分間の積分により、周波数分解能 0.5 Hz に対してトータルスペクトル密度の S/N 比約 40 でエコーの検出に成功した。

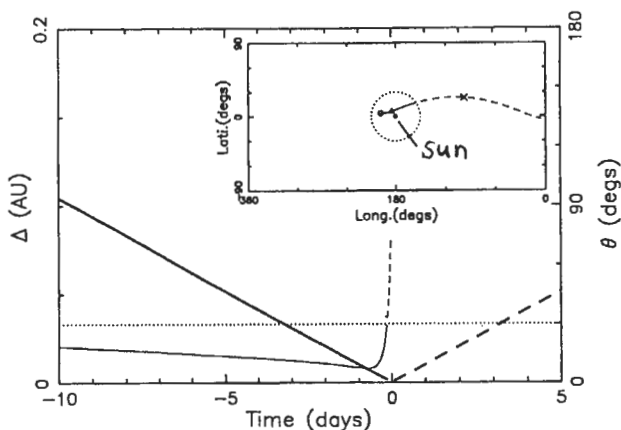
今回の観測は将来の本格的な観測を計画するための試験観測であるが、小惑星のレーダーエコーが日本で捉えられたのはこれが初めてであり、今後の小惑星研究にとっての意義は非常に大きい。

Very Short Warning Time の地球衝突小惑星

L02a

吉川 真 (通信総研鹿島)、磯部 玲三 (国立天文台)

現在では、地球軌道付近まで来るような小惑星が 400 個近く発見されており、この数はますます増大することが見込まれる。ここでは、このような地球近傍小惑星がどのような経路で地球に接近するのかを、実際に観測された小惑星の軌道計算を行うことで解析した。その結果、地上からは観測の難しい太陽方向からの接近がかなりあること、そして、そのような「見えない領域」からの接近の割合はより地球に近づく場合に高くなる傾向があることが分かった。小惑星が太陽方向から地球に向かってくるような衝突軌道にある場合には、衝突が起こる直前まで我々は気がつかないことになる。直径が 1km 程度以上の小惑星が衝突すればグローバル・カタストロフィーが起こると言われているので、この程度以上の大きさの小惑星は事前にすべて発見しておくべきであると言える。



小惑星 1991BA の接近。右上の図が地球から見た小惑星の天球上の動きである。×印が最接近 (16 万 km) で△印と○印が最接近の 1 日前と 10 日前の位置を示す。また、下の図は、太線が地球からの距離 (Δ) の変化、細線が太陽からの角度 (θ) の変化を示す。時刻の 0 が最接近の時刻である。

小惑星の CCD 変光観測—測光精度向上の試み—

L03a

中村 士，佐々木五郎（国立天文台），布施哲治（日大，理工）

小惑星の変光測光で残された最大のテーマは，衝突で励起された非主軸自転成分（オイラー運動）の検出であると考えられる．この成分の減衰時間スケールは小惑星半径の 2 乗に逆比例するので，小さい小惑星ほど検出が容易な筈であるが，S/N 比が低い，空の影響を受けやすい，などの理由で質の良いデータは実際には得難い．ここでは， $D = 20 \sim 40 \text{ km}$ 程度の小惑星を，木曾観測所 1 m シュミット + CCD で高精度に測光することでオイラー運動を検出する試みを始めたので，その中間結果を報告する．測光誤差を減少させるポイントは，（1）複数の背景基準星から合成基準星を作り，これに相対的に測光する，（2）フレーム・レートを上げて Running Mean (RM) で平滑化する，等である．（1）によって，例えば， $m_v = 15 \sim 16$ （180 秒積分）の背景星 7 個から作った合成星の等級揺らぎは 0.0015 等程度に抑えられた．（2）については，特に暗い小惑星で Running Mean の効果が著しい例を紹介する．講演では，現在まで観測されていない小惑星，(322)Paeo: 1993-Nov-9, (466)Tisiphone: 1994-Jan-31, (253)Mathilde: 1995-Mar-6 で得られた結果に関しても述べる．

Hale-Bopp 彗星 (1995 o 1) の観測意義

L04b

鈴木文二（三郷工業技術高校），渡部潤一（国立天文台・三鷹）

IAUC によると，1995 年 7 月 23 日に発見された新彗星 Hale-Bopp (1995 o 1) は，発見時に 11 等という明るさであった．その後の観測から暫定軌道が求められ，Anglo-Australian Observatory の U.K. Schmidt R survey plate に，1993 年 4 月 27 日 18 等程度の明るさでわずかにコマを持ったイメージが撮られていることがわかった．しかし，同じ survey の 1991 年 9 月 1 日の plate では確認されていない．

IAUC No. 6198 で報告されている軌道から，発見時の日心距離は約 7 AU と見積もられる．近日点距離は 0.91 AU (1997 年 4 月)，周期は約 3000 年である．今まで，このような距離で 11 等の明るさを持った彗星が発見されたことは例がない．この明るさが定常活動のものであれば，大きな核を持った彗星であると解釈することができる．すでに Marsden は，comet C/1811 F1 に類似した彗星ではないかと指摘している．一方，発見時に数等以上の突発的な光度上昇（バースト）が起こったと考えることもできる．このようなケースは，P/Schwassmann-Wachmann 1 (SW1) でよく知られている．Cochran (1991) は，SW1 ではじめて CO+, CN の輝線を検出しているが，Hale-Bopp 彗星も同様なメカニズムでのバーストが想像される．ただし，発見から 2 週間以上にわたって，光度の大きな変化がないため，連続的なバーストが起こっていると考えなくてはならない．

SW1 は円軌道に近く，常に 5.8 - 6.3 AU という距離にあるが，今回の場合，地球軌道の内側まで入り込むため，水より揮発性の高い成分がどの程度放出されるのか，水の氷の蒸発が盛んになる 2.0 AU より内側でダストマンツルの形成がどのように起こるか，さらにはラジカルジェットが検出できるかなど，日心距離に依存する多くのパラメータを長期間の観測から決定できるものと期待される．加えて，Levy 彗星で唯一観測された自転周期の変化もテーマとして上げられる．今回は，以上のような彗星の物理的な諸問題を考慮し，観測計画を提案する．

FM電波 流星観測に現れる地震前兆現象

L05b

串田 亮 明 (ハツ岳南電天文台) 再保 仁 志 (ハツ岳南電天文台)

流星が作る電離柱によってFM電波の反射を利用したFM流星観測に地震の前兆現象が観測されることを発見した。我々が行っている観測は遠方のFM局を利用したセンターチューニング法である。本現象は電波反射エコーとしてではなく、利用局のFM電波の周波数変調や異常伝播として観測される。本現象は地震発生の2～5日程度前に現れ、放送局の方向と放送電波出力の関係より、地震発生震央地域の大体の限定ができる他、波形分析によって、発生する地震の規模等が推定できる。

1994年の観測データから、同周波数の直接波と見通し距離外波のセンターチューニングメータの基線電圧値差の年間変化が、電離層F2層の臨界周波数の年間変化と一致していることから、MUレーダー等の自己発射型観測とは異なる見通し距離外の遠方局を利用したFROが電離層の状態をモニターしていることが明らかになった。地震前兆現象として観測される基線異常は、地殻内応力によって発生する電荷が地表に現れ、電離層のプラズマ密度分布の異常を引き起こし、FM電波の伝播異常や周波数変調として観測されるコンデンサモデルを我々は考えている。観測される独特の形をした地震前兆波形は地殻内応力によって破壊面をマイクロクラックが進みながら進行する力学的現象が非常に良く現れている。

衝突痕跡の幾何学モデルの構築

L06b

渡部 潤一 (国立天文台)、長谷川 均 (アステック)、竹内 覚 (九大理/国立天文台)

シューメーカー・レビー第9彗星の衝突によって生じた痕跡の主要部分(三日月型の部分)は、衝突爆発により吹き上がったきのご雲が冷却し、生成された塵が落下してきたものである。この痕跡の形成メカニズムは、岡山などの地上の近赤外線観測で捉えられた明るい発光と密接に関連しているといわれている。

われわれは、この関連を探る第一歩として、痕跡の幾何学形状を、放出物質の異方性および塵の弾道飛行、コリオリ力という組合せによって説明を試みた。その結果、ある種のパラメーターを採用すると三日月模様がよく再現されることがわかった(右図)。

ただ、実際の三日月模様の異方性は彗星核の突入方向とも、われわれのパラメーターともずれている。観測された異方性を説明するには、痕跡の塵が最終的には弾道軌道でない運動(例えば、大気と共に横滑り、リバウンド等)をした可能性が示唆される。

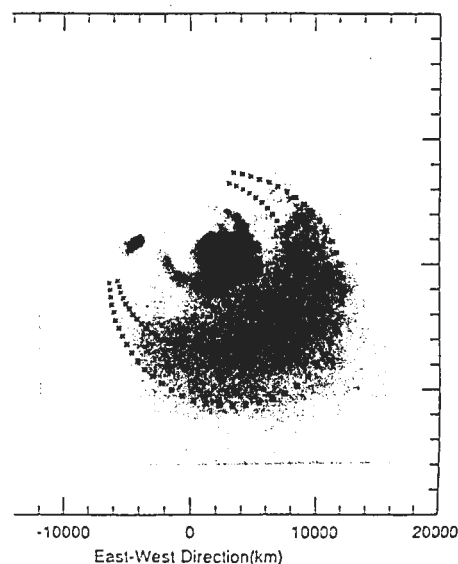


図: HSTの撮影したG核の衝突痕跡と、幾何学モデルによる三日月部の再現(点線部)

微惑星集積による地球 - 月系の角運動量

L07a

大槻圭史 (山形大・理)、井田茂 (東工大・理 / UCSC)

太陽系に存在する惑星は微惑星と呼ばれる小天体が衝突合体して形成されたと考えられている。惑星および微惑星は太陽重力の影響を受けて運動しているため順行方向の自転を与えるように衝突する微惑星と逆行方向に衝突する微惑星の数が等しくなく、差し引きとしての自転を惑星は持つ。

従来の研究によると、惑星のまわりに空間的に一様分布した微惑星が持ち込む角運動量の平均値は小さすぎて地球 - 月系の角運動量を説明できず、従って地球 - 月系の角運動量は火星サイズの天体衝突によって与えられたのだと結論づけられてきた (例えば Dones and Tremaine 1993, *Icarus* 103, 67-92)。

ところが最近、N 体シミュレーション等により、原始惑星が暴走成長するとその重力作用により近傍の微惑星を跳ね飛ばし空間的に非一様な分布をつくることが明らかになってきた。この場合、特定の領域にある微惑星しか惑星に集積できないが、これらの微惑星の中には特に大きな正の角運動量を惑星に持ち込むものがあることが指摘されている (Ida and Nakazawa 1990, *Icarus* 86, 561-573, Lissauer and Kary 1991, *Icarus* 94, 126-159)。

本研究では、このような微惑星の空間的非一様分布が形成されたとき惑星が獲得し得る自転角運動量を、従来の研究よりはるかに精度の高い三体問題軌道計算により調べた。その結果、これまでに以下のことが明らかになった。

- (1) 非一様分布が形成された状況下では一様な場合に比べて約 10 倍の角運動量を獲得できる場合がある。
- (2) しかしこの値でも、地球からの分裂により月を形成するのは不可能である。

地球クレーター形成率と海洋生物絶滅との時系列相関

L08c

松本真希、窪谷浩人 (お茶の水大理)

古生物学の研究から、地球の歴史の中で、生物の進化は、単調なものではなく、全世界的に時刻を同じくする種の絶滅があったことが知られている。(例えば、Cretaceous-Tertiary 層 (K/T Boundary) における恐竜の絶滅は、有名。) さらに、20 年ほど前から、この絶滅は、 26×10^6 年 (=Myr) を周期とするリズムを持っていることが指摘されている。

このリズムを作り出す原因として、宇宙に目を向け隕石・彗星の突発的な大量飛来 (コメット・シャワー) を考え、地球上のクレーターの年代の周期性が解析されてきた。

従来の研究では、それぞれ、周期は 26 Myr (最後は 11 Myr 前)、30 Myr (最後は 3 Myr 前) などとされており、その周期の違いは、一様周期性が正しいにしても、そもそも両者に因果関係が存在しうるとすることに疑問を生じさせる。

そこで、われわれは、大量絶滅のリズムとコメット・シャワーのリズムとが直接どの程度相関を持っているかを時系列データのモンテカルロ・シミュレーションによって定量化した。その結果を本年会では報告したい。

木星と接近して一時的に捕獲された串田・村松彗星（P／1993 X1）

L09c

村松 修（五島プラネトリウム）、中野主一（ダイニック・アストロパーク天究館客員）

1995年6月24日、Kitt Peak, Steward Observatory からこの彗星の位置観測（全光度 21.2等級）が報告された。現時点での最終観測であるこの観測を含め、約1年7ヶ月にわたる204個の位置観測から、改良軌道を計算（中野）した。この改良軌道要素を初期値として、n体積分により過去の軌道の計算（村松）を試みた。数値積分の途中、この彗星が1952年6月に木星と0.0084 AUまで最接近し、一時期木星に捕獲されていたことが判明した。初期値の改良軌道には、非重力効果の影響は現れていないため、軌道要素の精度から見込まれる1952年の木星最接近距離の誤差は、 ± 0.001 AU程度である。さらに計算を続けると、1917年にも木星と0.007 AUまで最接近するが、これはまだ不確実である。

1970年には、82 P／Gehrels 3彗星が木星に0.0014 AUまで、1976年にも、111 P／Helin-Roman-Crockett彗星が木星に0.0140 AUまで最接近して、一時的に捕獲されていたことがすでに知られている。これらの彗星は、遠木点付近での太陽による擾動力が大きく働いて、木星引力圏から離脱している。