

《^{そらと}天空翔ぶ天文台 (8)》ガンマ線バースト観測衛星
HETE

HETE (High Energy Transient Explorer) は、ガンマ線バースト観測を主目的とする小型衛星で、日米仏の国際協力によって製作され、2000年1月に打ち上げが予定されている。HETEの最大の特徴は、ガンマ線バーストの位置を機上で決めて、発生から約十秒で地上に伝達することである。バーストの位置情報は、インターネットを通じて全世界に通報され、地上からのガンマ線バーストの即時追観測に役立てられる。

1. ガンマ線バースト

ガンマ線バーストは、天空の一点から数秒~数十秒にわたってガンマ線が爆発的に降り注いでくる現象である。1960年代末から1970年代初頭にかけて、核実験監視衛星 Vela によって発見されたが、その起源はおろか、バースト源の距離も太陽系近傍なのか銀河系内なのかそれともはるか遠方なのか長らく謎であった。近年、Compton ガンマ線天文台衛星は、ほぼ毎日1個の割合でガンマ線バーストを検出し、バースト源の位置は全天に一樣に分布していることを明らかにした。また、ガンマ線バーストの数と強度の関係 (いわゆる $\log N - \log S$) は、一様なユークリッド空間内の均一な光度分布から予想されるものからは明らかにずれており、宇宙論的な空間の歪みが問題になるような宇宙の果ての遠方起源説が近年は有力になってきていた。

2. HETE 衛星の構想、開発と打ち上げ失敗

ガンマ線バーストの謎を解く決定的な方法は、対応天体を迷わずに同定できるだけの精度でバースト源の位置を決定することである。このことを目的として、HETE 衛星は日米仏の国際協力で計画され、理研はガンマ線バーストの位置決定を担う広視野X線モニターの開発を担当した。ガンマ線は可視光な

どと異なり、結像光学系が使えないために到来方向を正確に決定することはできない。HETE は、X線符号化マスクを用いることによって、広い視野を監視しながら一旦バーストが起こればその位置をリアルタイムに正確に決め、即座に地上に通報するように設計された。HETE 衛星は1996年11月に打ち上げられたが、ロケットの不具合のため、観測を行なうことはできなかった。

3. ガンマ線バーストの残光の発見

HETE 衛星の目標の一部は皮肉なことに別の衛星によって、HETE 打ち上げ失敗の数か月後にもたらされた。イタリアとオランダのX線衛星 BeppoSAX は、ガンマ線バーストが、発生後も数日にわたって減衰していく弱いX線残光を伴うことを1997年に発見した。この残光の位置に対して、ハッブル宇宙望遠鏡 (HST)、ハワイ山頂の Keck 望遠鏡など世界の最先端の代表的な天文台で多数の観測が行なわれ、その位置に暗い遠方銀河が見つかったり、スペクトルに大きな赤方偏移が見られる等、ガンマ線バーストが宇宙論的遠方の現象であることが確立した。そうすると、典型的なガンマ線バーストのエネルギーは超新星爆発を桁違いに上回る巨大なものとなる。このような巨大なエネルギーを解放する機構として有力視されているシナリオは(1)連星中性子星、もしくは中性子星・ブラックホール連星の合体と、(2)巨大質量星の重力崩壊に伴う超新星を越えたエネルギー放出の二つである。

1997年からの2年半に、約20個のガンマ線バーストからX線残光が検出され、その半数から可視光残光が発見され、そのほとんどに対して残光もしくは母銀河の赤方偏移から距離が求められている。

さらに、本年(1999年)になって、Compton ガンマ線衛星からの位置速報にもとづき、16度という大きな視野をもつカメラ(ロスアラモスに設置された ROTSE)によって、ガンマ線バーストと同時の可視光フラッシュが初めて検出された。この可視光フラッシュは9等級という、双眼鏡でも見えるほどの明るいものだった。現状では、ガンマ線バーストが極めて多様であるのに対

して、今のところ観測例数があまりに少ない。

ガンマ線バーストは、銀河形成、星形成が活発に行なわれている太古の宇宙を探る貴重な現象であり、多数の例を詳しく観測することが強く求められている。また、バースト発生直後の精密観測は、バーストの物理機構を研究する上で非常に重要である。しかし、現状では精密観測が可能なバースト位置が得られるまでに発生後数時間がかかってしまう。

4. HETE-2 と即応追観測の必要性

この現状を打ち破る次の突破口をつくるのが HETE-2 の役割である。

HETE-2 は、基本的には HETE 1 号機の設計を踏襲して緊急に製作された。観測器として、ガンマ線バーストに対して最も高感度なガンマ線分光器 (CESR: 仏宇宙線研究所担当)、10 分角程度のバースト位置決定能力をもつ広視野 X 線モニター (検出器を理研、符号化マスクを米ロスアラモス研究所が担当)、および HETE-2 で新たに加わった高密度の符号化マスクを備えた軟 X 線カメラ (米 MIT 担当) を搭載する。軟 X 線カメラは、明るいバーストに対して広視野モニターの得た位置の精度をさらに数秒角まで改善する。衛星の機上ソフトウェアは HETE-1 から大幅に改善され、バーストの位置決定精度と決定速度が向上した。さらに、HETE-1 と異なり、放射線帯の影響が最小の赤道軌道に打ち上げられるため、観測効率も向上した。HETE-2 は、バースト発生後 10 秒で位置を決定し、即座にその位置を地上に向けて放送する。地上には赤道に沿ってほぼ等間隔に 11 個の副地上局を配置し、HETE から放送される位置情報を必ず受信して即座にインターネットであらかじめ登録してある観測所等に配信する (図参照)。HETE-2 は、年間 50 個程度のガンマ線バーストの位置を 10 分角程度の誤差で決定し、さらにそのうち 16 個ほどに対しては数秒角の精度で位置を決定できると試算されている。この正確な位置速報によって、初めてリアルタイムのガンマ線バースト精密観測が可能になる。HETE-2 は 2000 年 1 月 23 日に NASA によって

太平洋上マーシャル群島から飛び立つ飛行機から打ち上げられる予定である。

一方、HETE-2 の速報に対

応するための準備も各国で進んでいる。バーストとほぼ同時の可視光フラッシュについていえば、ヨーロッパと米国では、速報に対応して自動的に即応観測を行なう望遠鏡を建造中である。一方、アジアはまだほとんど空白地帯である。日本は、天候などの関係で、欧米の望遠鏡と比較して決して観測条件はよくないが、上に述べたとおり、9 等の可視光フラッシュが検出された例もある。HETE-2 の速報に即時対応できる準備をしていれば、国内の公共天文台、学校やアマチュアの中小望遠鏡でも、バースト全体の 1/3 程度に関しては天気次第で西半球に先駆けて発見できるはずである。

また、機動性をもつ MAGNUM 望遠鏡、オーストラリアに建設された超高エネルギーガンマ線望遠鏡 CAN-GAROO II など、ガンマ線バースト観測に威力を発揮できそうな観測装置がちょうど HETE-2 の打ち上げと期を同じくして稼働し始める。特に、すばるは、今まで Keck と HST の独占だった残光と母銀河の精密観測をさらに大きく前進させる可能性をもつので、大いに期待している。

HETE の位置速報は、望む人すべてに無条件で配信される。それによって新発見しても HETE チームを共著に加える必要はない。しかし、HETE-2 の位置決定の中心的な役割を果たす観測装置を提供した身として、我が国の天文学者がその成果を生かすことを願っている。

河合誠之 (理化学研究所)

