

平成23年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：かに星雲・かにパルサーにおける粒子加速の観測的研究
英文：Observational study of particle acceleration process in Crab nebula/pulsar

研究代表者 寺澤敏夫(宇宙線研)

参加研究者 東京大学 宇宙線研究所M1・武石隆治、三上諒、理学系研究科・教授・牧島一夫、
東京工業大学 理工学研究科・助教・浅野勝晃、特任助教・片岡龍峰、D3・小尾義男、M2・樋口千夏、山越陽介
宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授・高橋忠幸、助教・竹内央、学振特別研究員・田中康之
情報通信研究機構・光時空標準グループ・主任研究員・関戸衛、専攻研究員・岳藤一宏

研究成果概要

かに星雲は有力な宇宙線源であるとともに、電波から超高エネルギーガンマ線まで、「標準光源」の役割を果たしてきた。しかし、最近、年数%にも達するX線強度変動が見出され、大きな話題となっている。その原因究明は、宇宙線加速理論とチベット・CANGAROO/CTAなどのガンマ線観測に共通する緊急の課題である。また、かに星雲へのエネルギー供給源と考えられているかにパルサーについても謎が残っている。特に、1968年の発見以来、成因が不明のままであるのが巨大電波パルス(Great Radio Pulse s=GRP)である。我々は、情報通信研究機構鹿島観測所、宇宙航空研究開発機構臼田観測所のメンバーと協力して数GHz帯(Lバンド: 1.4GHz帯, Sバンド: 2GHz帯)におけるCrabパルサーの試験観測に着手し、GRPの謎に挑戦している。主たるテーマは次の2つである。

- (1) GRPは電波波長域に限られた現象と信じられてきたが、最近(2003)、可視光パルスにGRPと同期した3%の増光が見出された。一方、X線波長域ではパルスごとの強度変動に7%の上限値が得られているだけで、GRPに同期したそれ以下の変動幅の増光の存在は否定されていない。そうした増光の存否を確認することはかにパルサー磁気圏における粒子加速の解明に重要であり、X線天文衛星「すざく」硬X線チームと協力して電波・X線の同時観測を開始した。
- (2) かに星雲内および星間空間内のプラズマ中を伝播する際のパルス幅拡散のため、L, Sバンドの波長域では、GRPの波形はマイクロ秒程度の時間スケールで平滑化を受けていると信じられてきた。一方、我々の試験観測によればGRPの時間波形は数十ナノ秒以下のオーダーで豊富な構造を示し、かに星雲・星間空間プラズマ中の電波パルス伝搬理論の再検討が必要であることが示唆されている。

以上、(1)、(2)とも我々のオリジナルな観点であり、これらの点に関する理解を深めることにより、パルサー磁気圏における電波放射機構・粒子加速機構の解明、かに星雲・星間空間プラズマの乱流構造の解明にも貢献できると期待される。また、最初に述べたかに星雲X線強度変動はかに星雲プラズマの時間的変動によると期待されるから、(2)によるかに星雲内プラズマの乱流構造の解明により何らかの手がかりが得られるかもしれない。

テーマ(1)のためには電波、X線同時観測が不可欠であるが、「すざく」のX線望遠鏡をかに星雲・かにパルサー方向に向けられるのは1年のうち、2月末-4月、9-10月の2シーズンしかない。平成22年度は4月と3月に同時観測を実施したが、X線光子データ数の蓄積がまだ不十分であった。幸い、平成23年度は9月に1回、2-3月に2回の較正観測同時観測を実現し、データ蓄積量を倍増できた。(「すざく」側の都合により、2-3月期には3回の較正観測が実施され、そのうち2回について臼田アンテナのマシントime獲得に成功し、同時観測が実現できた。)それらのデータは現在解析中である。

テーマ(2)のためには鹿島・臼田の電波多地点観測データを取得すればよいので、X線との同時観測に比べればスケジュールの調整は容易である。ただし、震災の影響で平成23年度11月以降は鹿島アンテナが改修作業に入ったため、同時観測が実施できたのは10月17日の1回にとどまった。この観測結果も現在解析中であるが、初期結果の一部を平成23年3月の天文学会において発表した。

研究予算の使途

データ蓄積用ハードディスク(HDD)の購入：これまでのCrabパルサー試験観測ではデータ取得レートを毎秒数百メガサンプルに抑えたが、それでも1時間当たりデータ量は400GB以上で、1日の観測でのデー

タ蓄積は4TBを超えた。最近の宇宙線研計算機システムの増強に伴い、32TBの領域の割り当てを確保したことでこの多量データの保存・解析が可能になっているが、今後のデータ蓄積（1年あたり数十TB）を考えると全てをオンライン状態で置くことは現実的でない。そのため、自前のオフライン・データアーカイブのため、本研究計画経費により2TB HDD 23台を購入した。また、旅費として、共同利用研究G11「宇宙における粒子加速機構の比較研究」と共同で開催した「粒子加速に関する小研究会」に出席した共同研究者の東工大浅野氏の交通費・宿泊費を支出した。

整理番号