

機関報告：東海大学熊本校舎

東海大学 産業工学部

松本 欣也（電子知能システム工学科） ・ 藤下 光身（環境保全学科）

東海大学熊本校舎には VLBI に関連する 2 つの研究室があり、ここに 2011 年 10 月までの活動をそれぞれ報告する。

松本の 2011 年 10 月までの 1 年間の活動報告

本研究室はアンテナ等の大型設備を持たず、工学に基本スタンスを置いて VLBI の将来に役立つ技術の研究と VLBI の学術的な面白さを広める活動を行っている。

1. VLBI 観測装置への GPU コンピューティングの活用

VLBI に用いられる工学技術を観測信号の経路にそって列挙してみると、アンテナやホーンなどの設計に用いる電磁波工学や高周波回路設計、低雑音受信技術や高速デジタイザや高速 A/D 変換に関する電子デバイス工学、そして大量のデジタルデータを処理する高速デジタル信号処理などがある。それ以外にも、アンテナの指向を維持するモータの最適制御技術や温度較正、予測値計算などのソフトウェア技術もあり、多くの技術を結合させて成立している観測装置である。

VLBI 観測装置に限らず現代の複雑な観測装置には 利用されている工学の基礎技術を学ぶうえでの実践例になり学ぶ側に高いモチベーションを提供できる利点、 得意な技術を盛り込んだ独創的な観測手法の提案が可能な利点がある反面、 個々の拡張は互換性のなさを引き起こす欠点、 大型装置を持つ側・持たない側双方のメリットがなければ実現しにくい注意点があると考えている。大型装置を持たない本研究室では、入手可能になった新技術を駆使して VLBI 観測装置へ寄与する可能性を探っている。

本研究室では、VLBI 観測装置のデジタル信号処理系について、GaAs 系半導体を用いた高速 A/D 変換 LSI の開発、および HDL による独自ハードウェアの設計手法に関するノウハウの蓄積を行っていた。その後、天文観測装置を研究する海外の大学等が GPU (Graphics Processing Unit) の勉強会を多く開催していることに注目し、独自に GPU を使った信号処理のノウハウの蓄積をこれまでに行ってきた。VLBI における GPU の利用に関する最近の研究では、NICT の木村氏による研究が著名である。

VLBI 信号処理系への GPU の活用技術として当然考えられるのは FFT や相関処理部の高速化であるが、それ以外の利用法はないのか。この点が気がかりであり、まず市販のコンシューマ向け GPU ボードを導入して利用に関するノウハウを学んでいる。大規模な行列演算、素数計算、N-Queens 問題など並列処理の計算機実験を行い、65,536 粒子の N 体シミュレーションを複数の GPU コンピューティングプラットフォームで動作させるようにして 1PC

(4GPU)あたり8TFLOPS(単精度)の演算処理能力を有することを確認した。N-Queens問題では世界トップの数値との距離感を得た。常に最高の演算性能を出すためのソフトウェア的な技術について研究が必要である。

現在、コンシューマモデルのGPUボードを使ったGPUコンピューティングの環境が急速に整備されてきており、入手性に優れた3種類のGPUコンピューティングプラットフォーム(NVIDIA社のCUDA、クロノスグループのOpenCLおよびマイクロソフト社のDirect Compute)について最高性能を引き出す手順を整理している。特に、1ボードに複数のGPUが搭載されるマルチGPUの構成について電子知能システム工学科の学部学生5名とともに研究を行っている。

2. 大学院授業での取り組み

VLBIのデジタル伝送系に発展できるテーマとしてマイコンによるRTP(Real-time Transfer Protocol)でのデジタル音声のネットワーク伝送を実験する授業を情報工学専攻で実施しており、授業を通じてVLBI観測システムの魅力と国内の研究者の取り組みを紹介している。

藤下の2011年10月までの1年間の活動報告

いずれもVLBI観測ではないが、この1年間では以下の活動を行った。

1. 突発天体のモニター観測

「あそ熊本空港」の近くにある東海大学宇宙情報センターの直径11mと5mの2つのアンテナの使用を、東海大学情報デザイン工学部の横塚英世氏の協力を得て継続的に行っている。どの観測でも機器の全てを使用している訳ではないが、最大限に使用できた場合、

5mアンテナにおいては8152 - 8452MHzの帯域内全電力のサンプリングタイム200msでのモニターと、Agilent Technologies N9320A スペクトラムアナライザを使用した観測帯域2MHzを分解能10kHzでの周期約1秒のスweep観測を併用している。

また11mアンテナにおいては8202 - 8402MHzの帯域内全電力のサンプリングタイム200msでのモニターと、Agilent Technologies ESA-E4407B スペクトラムアナライザを使用した観測帯域2MHzを分解能10kHzでの周期約1秒のスweep観測を併用している。

観測の主目的はSETI(地球外知的生命探査)のターゲットを含む突発天体のモニターで、アンテナなどの調整による比較的長期の欠測があるものの、原則1日3時間前後の観測時間を取って行っている。また、ターゲットとしては、あまり多くの天体を狙わずに少数(HIP106106やWJN J0951+3300など)をじっくり追いかけている。



図1 . 東海大学宇宙情報センター：右下が11mアンテナ、中央部左が5mアンテナ。
(東海大学宇宙情報センターリーフレットより引用)

2. ドロシー計画

従来からSETIにおいては「多周波・多地点・多方式同時観測」が不可欠であると主張してきた(例えばMitsumi Fujishita 他: JBIS, 59, 346-, 2006)が、2009年11月に行われ国内12電波望遠鏡・26光望遠鏡が参加した「さざんか計画(全国同時SETI観測実験)」(例えばShinya Narusawa 他: Communication with Extraterrestrial Intelligence, 109-, 2010)を拡張し、2010年11月(1st run)と2011年3月(2nd run: 東海大学は不参加)・5月(3rd run)に、合計で15ヵ国28機関が参加した「ドロシー計画」を西はりま天文台の鳴沢真也氏を中心に行った(例えば鳴沢真也他、日本天文学会2011年秋季年会Y14a)。なお、この11月(2011年11月)にも4th runが行われる予定である。

3. 大学生の天文基礎知識アンケート調査

縣氏の全国の小学生に対する天文学基礎知識のアンケート調査(例えば縣秀彦: 天文月報, 97, 726-, 2004)から約10年が経過し、その時アンケートに答えた年代の人たちが大学生になっている時期となった。そこで名古屋経済大学短期大学部の水口美知子氏と共同で、彼らのその後の「進化」を調べるべく短期大学生・大学生(5大学・667名)に対してアンケート調査を行った。縣氏の結果と比較できる項目については、彼らが小学生であった時期とほとんど変わらない正解率であった(藤下光身他: 日本天文学会2011年秋季年会Y07a)。なお、アンケート調査には本学産業工学部電子知能システム工学科の松本欣也氏にも協力を頂いた。