

V103a スパースモデリングを用いた ALMA3 次元画像再構成ツールの開発

塚越崇 (足利大学), 池田思朗 (統計数理研究所), 中里剛 (NAOJ)

電波干渉計による観測では、天体輝度分布の空間周波数成分の一部のみが取得されるため、得られる画像は天体輝度分布と合成ビームの畳み込みとなる。そのため、観測量であるビジビリティから画像を得るには、デコンボリューション処理が必要となる。従来は CLEAN と呼ばれる画像再構成法が広く用いられてきたが、近年ではスパース性などの制約項を導入し、最適化によって画像を再構成する手法が着目されている。日本グループが開発をしている priism をはじめ、複数の同様の手法が提案されているが、主に空間 2 次元の画像作成が対象となっており、3 次元データへの展開は今後の課題とされていた。

我々は、空間 2 次元・周波数 1 次元の ALMA3 次元データを対象に、スパースモデリングに基づく画像作成ツールの開発を進めてきた。3 次元すべての方向に対し LASSO 型の制約と全変動も導入し、空間およびチャンネル方向のスパース性と滑らかさを、制約項パラメータにより制御可能としている。また、計算コストの削減のため、CASA の msuvbin タスクによるビジビリティのリグリッドを事前に行うことで、データ量を大幅に削減させている。ツールは全て Python で記述しているが、jax パッケージを利用することで、GPU を活用した高速な計算処理も可能としている。ALMA の模擬観測データを用意し、 $256 \times 256 \times 50$ の画像作成を行ったところ、開発環境において数秒程度でチャンネルマップが作成された。さらに、最適な制約項パラメータの探査として、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた方法を取り入れている。観測ビジビリティとの残差に加え、uv 平面に対する画像のパワーの集中度を尤度関数に取り入れることで、画像のオーバーフィッティングを抑えたパラメータ探索が行えることが分かった。