2025 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目：CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies (COMING). IX.
^{12}CO(J = 2–1)/^{12}CO(J = 1–0) line ratio on kiloparsec scales

著 者 名：Yoshiyuki Yajima, Kazuo Sorai, Yusuke Miyamoto,Kazuyuki Muraoka, Nario Kuno, Hiroyuki Kaneko,Tsutomu T. Takeuchi, Atsushi Yasuda, Takahiro Tanaka, Kana Morokuma-Matsui, and Masato I. N. Kobayashi

出版年等：Vol. 73 (2021), No. 2, pp. 257–285

星形成の直接的な材料である水素分子の質量は、恒星系や銀河の進化の解明に非常に重要である。従って、水素分子の精密な定量が本質的に重要となるが、水素分子はその対称性の良さゆえに低温での放射機構を持たない。そこで、特に系外銀河では、一酸化炭素分子の最も低い回転励起準位である ^{12}CO(J= 1–0)輝線の強度から CO-to-H_2 変換係数を介して水素分子ガス質量が推定されている。しかしながらアルマ望遠鏡による系外銀河の分子ガス観測では、感度と角度分解能の優越性から、^{12}CO(J = 1–0)ではなく ^{12}CO(J= 2–1)を用いるケースが非常に多い。この場合、水素分子ガス質量の推定には ^{12}CO(J= 2–1)/^{12}CO(J = 1–0)輝線強度比を仮定する必要があるため、その不定性が常に問題となる。

本論文では、野辺山 45 m 電波望遠鏡のレガシープロジェクトに基づき、世界最大規模となる 24 個の系外銀河サンプルに対して ^{12}CO(J=1–0)および ^{12}CO(J= 2–1)マップのデータセットを構築した。全銀河サンプルの ^{12}CO(J= 2–1)/^{12}CO(J= 1–0)比の平均値は 0.66 で、その標準偏差は 0.19 であった。これにより、分子ガス質量の推定に ^{12}CO(J= 2–1)輝線を用いると、それだけで最大 35%もの不定性が伴うという重要な指摘を与えた。また、CO 輝線比は星形成率面密度や遠赤外線のカラーと正の相関を持つことを明らかにした。つまり、分子ガス質量の正しい評価のためには、分子ガスの物理状態に応じた CO 輝線強度比を適切に仮定しなければならないことを大規模な統計データに基づいて指摘した。

本論文の出版以降、系外銀河における ^{12}CO(J = 1–0)輝線観測および ^{12}CO(J = 2–1)/^{12}CO(J = 1–0)輝線強度比の精査が再認識され、アルマ望遠鏡による観測研究例が増えてきている。ミリ波帯の主役である CO 輝線観測の世界的な趨勢を改める重要なきっかけになったという意味でも、本論文が与えたインパクトはきわめて大きい。なお、2026年1月13日現在の本論文の被引用数は63（NASA/ADS）となっている。

以上の理由により、本論文は2025年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与することとした。