

K13a カイラル電磁流体中でのダイナモとその重力崩壊型超新星爆発への影響

政田洋平（愛教大），滝脇知也（国立天文台），固武慶（福岡大），山本直希（慶應大）

電子やニュートリノ等のフェルミオンは“カイラリティ”と呼ばれる性質を持ち、左巻きと右巻きが明確に区別される。左右の対称性が保たれている限り、カイラリティは巨視的なプラズマダイナミクスに影響を及ぼすことは無いが、対称性の破れをともなうプラズマでは、『カイラル磁気効果 (Chiral Magnetic Effect)』（磁場をかけるとその方向に電流が流れる効果）と呼ばれる量子効果が、そのダイナミクスを劇的に変化させると考えられている (e.g., Vilenkin 1980)。電子捕獲反応によって左巻きニュートリノと右巻き電子が大量に生成される重力崩壊型超新星は、宇宙で最も『パリティの破れ』が生じうる場所であり、その爆発ダイナミクスにとってカイラル対称性の破れが本質的に重要な役割を果たす可能性がある (c.f., Kharzeev 2014; Yamamoto 2016)。

現在我々は、超新星爆発に対するカイラル対称性の破れの影響を定量的に理解するために、カイラル電磁流体の非線形発展を3次元シミュレーションで詳しく調べている。これまでの研究で、(1) カイラルプラズマ不安定性に起因したダイナモ効果で、磁場の指数関数的増幅が生じること、(2) 磁場と速度場のインバースカスケードで、巨視的な磁場・流場構造が生じること、(3) 飽和状態における磁場のスペクトルは k^{-2} に比例する一方、速度場のスペクトルは $k^{-5/3}$ に比例すること、などを明らかにした。本講演では、バリオン込みのカイラル電磁流体の定式化やカイラルプラズマ不安定性、及びその乱流 α 効果とのアナロジーについて解説するとともに、カイラル磁気効果が駆動するダイナモが重力崩壊型超新星爆発に及ぼす影響について定量的に議論する予定である。