

H33c 星表面を通過する相対論的衝撃波の自己相似解

中山 和則 (東大宇宙線研)、 茂山 俊和 (東大理)

重力で束縛された Polytropic gas の表面付近の密度分布 ρ は、表面からの距離 x の関数として $\rho \propto x^\delta$ とべき乗則で表すことができる。このようなガス中を表面に向かって伝播する強い衝撃波を記述する自己相似解が Sakurai (1960) によって見いだされた。この解では相対論的な取り扱いをしていないので衝撃波が表面に到達したときその伝播速度が無限大に発散する。

我々は衝撃波の伝播速度に対応する Lorentz factor Γ が非常に大きく、かつ状態方程式が超相対論的であるという近似のもとに、強い衝撃波が $\rho \propto x^\delta$ の密度分布を持ったガスの表面を通過して真空中に抜ける前後の様子を記述する自己相似解を導いたので報告する。この解では 衝撃波の Lorentz factor が時刻 t に対し $\Gamma \propto |t|^{m/2}$ と仮定する。時刻は衝撃波面が表面に到達したときから測り、 $t < 0$ は衝撃波が表面を通過する前に対応し、 $t > 0$ は通過後に対応する。

衝撃波通過前の解が $x \rightarrow \infty$ まで延びるためには上記の m と δ とには $m = (2\sqrt{3} - 3)\delta$ という関係が成り立つことが要請される。この段階では、流体の方程式は解析的に積分できるので、その表式も報告する。 $t \rightarrow -0$ での漸近解を $t > 0$ の解の初期条件とする。衝撃波通過後の解は $t \rightarrow -0$ での各流体素片の x 座標を Lagrange 座標として用いることで得られる。これは Sakurai (1960) の用いた手法である。この場合、 $t \rightarrow \infty$ での漸近解は解析的に導くことが可能で、その結果、このような衝撃波加速によるエネルギー分布とその爆発規模に対する依存性を得ることができた。非相対論的な取り扱いとの比較もしながら報告する。