【 29 】

氏　名	大　山　　襄（おおやま　のぼる）
学位の種類	理　学　博　士
学位記番号	理　博　第　79　号
学位授与の日付	昭和39年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科原子核理学専攻
学位論文題目	**On the Explosion of Type II Supernova** （II型超新星の爆発について）
論文調査委員	（主　査） 教授 林忠四郎　教授 四手井綱彦　教授 小林　稔　教授 安見真次郎

論　文　内　容　の　要　旨

超新星にはI型とII型の区別があるが，II型は渦状星雲に数百年に一回の割合で出現し，光度が突然太陽の 10^7 倍以上に達するとともに，太陽の数倍の質量が数千 km/sec の速度で放出されることが観測されている。星の進化にともない内部では核反応によって次第に重い元素が形成され，表面から中心に向かって水素・ヘリウム・炭素・酸素，……，鉄の各層からなる殻状構造ができるが，II型超新星はこのような高度に進化した大質量の星の爆発であると考えられている。すなわち，核エネルギーを使いはたした中心領域の陥落に際して，外側の領域が急激に熱せられて爆発的な核反応を起こすものと想像されている。この爆発の機構を明らかにし，観測結果を定量的に説明するような理論をつくることは，星の進化・元素の起源・宇宙線の起源の理論を進めるうえにきわめて重要な課題になっている。

主論文は，II型超新星を説明するために，爆発前の星の構造としては大質量の赤色超巨星の模型を採用して，急激に加熱された酸素・炭素・ヘリウムの各層における核反応の燃焼波の進行とその生ずる衝撃波の伝播を数値的に計算することによって，衝撃波の通過後の物質の温度と膨張速度などを求めて観測と比較したものである。

まず，衝撃波の源として，酸素・炭素・ヘリウムの各層における急速な核反応

$$2O^{16}\rightarrow Si^{28}+He^4,\quad P^{31}+H^1\,;\,2C^{12}\rightarrow Ne^{20}+He^4,\quad Na^{23}+H^1\,;\,3He^4\rightarrow C^{12}$$

の燃焼波の構造と速度を調べている。密度が $10^6 g/cm^3$ 程度であるような酸素および炭素の層では，10^{47} erg/sec の程度のエネルギー発生率と 10^4〜10^5 sec の持続時間をもつ燃焼波が生じ，この燃焼波は物質を外側に押しやるので，燃焼波に先行して星の表面に向かう十分な強さの衝撃波の発生が可能であることを見出している。これに反して，ヘリウム反応では衝撃波の発生は困難である。

ついで，拡がった水素の外層をもつ太陽の15倍の質量の赤色超巨星について，ヘリウム層の底から表面に向かう衝撃波の強さと物質の速度や温度の変化を，不均質な媒質中の衝撃波の伝播について Ôno の導いた式を数値計算することによって求めている。その結果，太陽の10倍近くの質量が放出されること，

また，衝撃波の通過後の外層の温度上昇は水素の核反応が十分進行するほど著しくないことを見出している。

最後に，衝撃波が星の表面に近づいた場合に輻射損失による衝撃波の減衰を考慮に入れて，星の表面温度・最大光度・光度曲線の形などを求めている。この際，簡単のために一次元の取り扱いをして，輻射の拡散速度は衝撃波の速度にくらべて十分大きいという近似を行なっている。結果として，(1) 物質の膨張速度は表面において一定の値 10^3km/sec に近づく，(2) 表面の有効温度は最高 $10^{5\circ}$K に達する，(3) 最大光度は 3×10^{43}erg/sec で，これは絶対眼視等級 −16 に相当する，(4) 光度曲線の最大値近傍の幅は数日の程度であることを見出している。

この論文では，星の中心領域の陥落とこれにともなう外部領域の加熱の機構そのものは取り扱っていないが，酸素または炭素の層における核反応の開始後の現象については，以上のような詳細な計算を行なうことによって，II型超新星の観測値に良く一致した結果を得ている。これはII型超新星が高度に進化した赤色超巨星の爆発であることを明らかにしたものである。

参考論文1，2は，超新星の爆発時に期待されるような高温状態における水素およびヘリウムの核反応の反応率を求めて，きわめて短時間のうちに進行する元素形成の過程を調べたものである。参考論文3は，不均質な媒質中の衝撃波の伝播，とくに近似的な取り扱いとその妥当性を論じたものである。参考論文4は，星の爆発の機構と衝撃波の伝播の基礎理論を総合的に論じたもので，主論文の基礎の一部をなすものである。

論文審査の結果の要旨

超新星II型は高度に進化した大質量の星の爆発であると考えられているが，その原因となるエネルギー，爆発による星の構造の変化，放出物質の化学組成や運動状態など不明な点が多い。主論文は，超巨星の内部の核燃料の急激な加熱によって生ずる燃焼波を調べることによって，これが十分強い衝撃波を発生することを見出すとともに，衝撃波の通過後の物質の温度と膨張速度を求めて，II型超新星の観測値が良く説明できることを示している。この結果は，II型超新星が拡がった水素の外層と酸素，炭素の中間層をもった大質量の超巨星の爆発であることをはじめて明らかにしたものといえる。

とくに，燃焼波の放出エネルギーと進行速度を求めるに際しては，波面を通って出入する輻射の流れを考慮して，炭素または酸素の核反応が十分な強さの衝撃波を生ずることを明らかにし，また表面近くの衝撃波については輻射の損失を考慮して観測と直接比較できる結果を導いていることはきわめて価値ある研究ということができる。さらに，衝撃波の通過後の水素外層の温度が，これまでの予想とちがって，核反応が十分進行するほど高くないことを見出したことは，超新星における元素形成の過程を新しい観点から考え直す必要性を示す重要な結論といえる。

以上のように主論文は超新星の爆発の機構と過程を解明することによって，星の進化と元素の起源の理論の発展に寄与貢献するところが大きい。また，参考論文はいずれも著者が原子核物理学と天体物理学の広い分野にわたって豊富な知識とすぐれた研究能力をもっていることを示している。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。