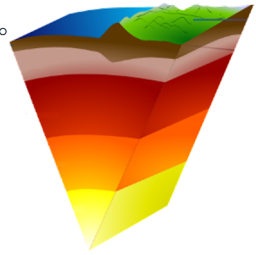


宇宙における元素合成：鉄

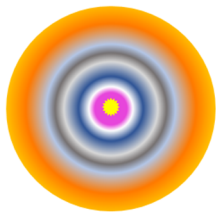
1. はじめに

宇宙から見ると地球は海に覆われた青く輝く水の星であることがわかります。原初の生命も海が無ければ生れなかったのかもしれませんが。一方で、元素という観点で地球をみてみると様相は変わってきます。地球を特徴づける水の量は地球全体のわずか 0.02% にすぎません。地球の構造は地殻・マントル・核（外核・内核）という構造になっており、核の大部分は鉄でできていると考えられます。重さで言うと鉄は地球全体の 1/3 を占めていますので、地球は鉄の惑星と言うこともできるでしょう。



2. 鉄はどこで作られるのか？

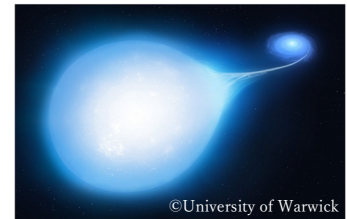
2-1. 短くて派手な人生の終わり



「炭素」の会で話をしたように、星の中心部では核融合反応によってエネルギーが生成され、その結果として新たな元素が合成されます。合成される元素が重くなればなるほど、核融合反応に必要な温度が高くなります。例えば水素が核融合してヘリウムが出来る反応の場合は 1500 万度程の温度が必要ですが、炭素の核融合反応には 7 億度、鉄ができる核融合反応に至っては 40 億度！程の温度が必要と考えられており、このような状況は非常に重たい星 ($M > 10M_{\text{sun}}$) の内部でのみ可能と考えられます。このような重たい星は非常に明るく輝きますが寿命が短いという特徴があります。

2-2. 仲間と一緒に

鉄の作り方としてはもう 1 つ連星系での生成が考えられています。連星とは 2 つ以上の星が互いに回りあっている系を言います。2 つの星の 1 つが白色矮星という連星もあるのですが（例えばシリウス系）、もう片方の星が進化して巨星になり大きく膨らむと、その外層が白色矮星に引っ張られて白色矮星に取り込まれるということが起きます。その結果、白色矮星の重さが重くなり、自身の重さを支えられなくなって爆発すると考えられています。この爆発を Ia 型超新星と呼んでいます。この爆発でも鉄ができると考えられています。



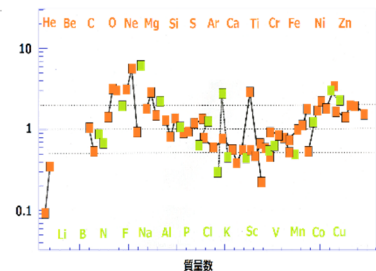
2-3. できた鉄をどう広めるか



星の内部でできた鉄、白色矮星内部でできた鉄は、爆発現象（超新星爆発）で宇宙に広がっていきます。ただ、詳しく調べていくと爆発のプロセスの一部を理論的に上手く再現できないことが問題となっていました。近年、スーパーコンピューターが使えるようになり、膨大な計算が可能になったおかげで、爆発の様子を 3 次元シミュレーションできるようになりました。コンピュータの進歩が天文学にも大きく貢献しています。

2-4. 結局何ができるのか

地球は鉄の惑星だと述べました。では地球にある鉄は重たい星の内部と白色矮星のどちらでできたのでしょうか？ 答えを出すのは容易ではありません。また鉄だけに注目していてもなかなか解決の糸口は見つかりませんが、鉄以外の元素との割合に注目すると、太陽の元素組成は重たい星で合成された元素組成に類似している様にみえます。より詳細な研究が期待されます。



3. まとめ

前回と同様、鉄も星の内部で合成されますが、その合成には 40 億度というとてつもない温度が必要で、長い長い星の寿命の最期の一瞬で合成されることが分かってきました。宇宙の時間はゆっくり流れるように思われがちですが、我々の周りにある物質の起源を考えようと思うと、星の最期の 1 秒あるいは 0.1 秒に何が起こったのかを考えていく必要があります。悠久と瞬間という両方の時間スケールが絡み合うのも宇宙の面白さの 1 つと言えるでしょう。