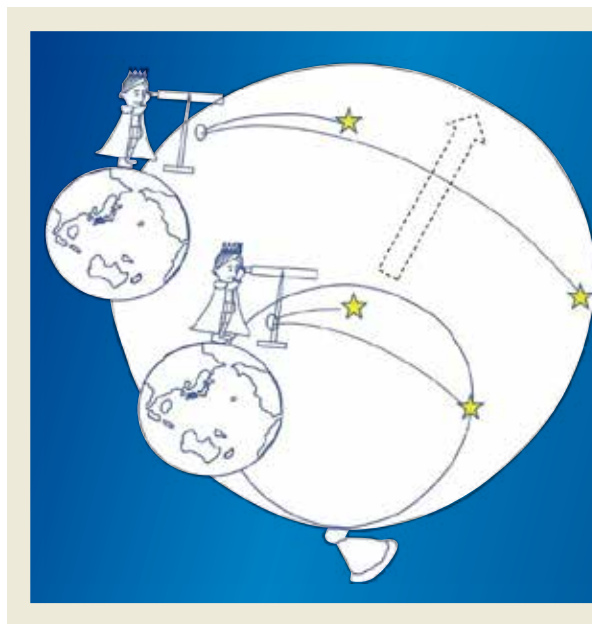


宇宙は膨張している。

風船が膨れると近い星より、遠い星の方がより離れる。



筆者作成

反物質の話

東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏



私たちの身の回りのものをつくっている物質はどうしてできたのだろうかと思議に思ったことはありませんか？ 私たちの周りの物質は永遠の過去から存在していたわけではありません。物質は、宇宙が誕生したときに生成されました。

膨らむ宇宙と年齢

宇宙誕生の発想は宇宙空間が大きさを持つという考えから生まれました。宇宙空間の大きさが有限であることはアルベルト・アインシュタインの一般相対性理論(1916年)により示されています。そして宇宙空間が膨らんでいることを予言したのはロシアの物理学者アレクサンドラ・フリードマン(1922年)。一方、ベルギーの天文学者ジョルジュ・ルメートルが、彼らの研究結果から、宇宙は原始的原子の爆発から誕生し、物質が生成されたと仮説しました(1927年)。宇宙空間が膨張していることを実証したのは米国の天文学者エドウィン・パウエル・ハッブルでした(1929年)。ハッブルは星が離れて行く速

度とその星までの距離とが比例することを発見しました。これは、宇宙を一定の速度で膨れていく風船の表面に例えると、風船の表面の2点の距離が離れる時間は同じ時間であるため、距離が遠いほどその速度は速くなることと同じ原理です【扉図】。

宇宙の誕生と反物質

ルメートルの宇宙誕生の考えをさらに発展させ、宇宙は1点から火の玉状態で誕生し、その痕跡が現在、宇宙全体に電波として広がっているという仮説を立てた(1948年)のがフリードマンの弟子であるロシア生まれの米国の物理学者ジョージ・ガモフでした。この電波を米国ベル電話研究所のアーノ・A・ペンジラスとロバート・W・ウィルソン

がアンテナからの電波信号として観測しました(1964年)。ガモフの火の玉による宇宙の発生はビッグバンと呼ばれるようになりました。ビッグバンは「無から有が生じる」という不思議なできごとです。これを説明できるのが粒子・反粒子の考えです。イギリスの物理学者ポール・ディラックは電子と質量は同じであるがその性質(電荷など)はまったく反対である粒子すなわち反粒子(陽電子)の存在を理論的に導き出しました(1928年)。大気上空で宇宙線によって生成されたと考えられる陽電子が、米国の物理学者カー

ル・デイビッド・アンダーソンによって15000ガウスの磁場をかけられたウィルソンの霧箱の中でその軌跡が発見されました(1932年)。反粒子の存在が実験的に確かめられたのです。粒子と反粒子は空間の1点から生成され、また一緒にないと消滅するという性質を持ちます。「物質」は粒子で構成されます。一方、反粒子から構成されるものが「反物質」と呼ばれます。ビッグバンが起こったとき、膨大な数の一対の様々な粒子・反粒子が発生し、再び結合・消滅して膨大な数の光となったものと思われ【図1】。

力は粒子の生成・消滅を通して粒子交換によって得られる

原子の中心にある原子核を構成している陽子と中性子の間に働く力(核力)はπ中間子を交換することにより生じています【図2】このことを考えていたのは湯川秀樹博士でした(1935年)。

このπ中間子の発生と交換は、粒子・反粒子の生成消滅によって行われています【図3】。陽子と中性子それぞれはクォークという粒子から構成されています。陽子は2個のuクォークと1個のdクォークから、中性子は2個のdクォークと1個のuクォークからできています。陽子と中性子の間に働く力は陽子の中にdクォークと反dクォークが発生し、陽子は中性子になり、uクォークと反dクォークがπ中間子を形成し、それが中性子に吸収されdクォークと反dクォークが消滅することにより、中性子が陽子になる。この過程とその逆の仮定を繰り返すことにより、陽子と中性子を引き付ける力が生じます。同様に、陽子・陽子間、中性子・中性子間の力もクォークと反クォークの発生とそれらが形成するπ中間子を交換することにより力が生じています。電気の力、重力などはゲージ粒子という素粒子を生成消滅させて得ている力なので、私たちの身の回りの物質の中では粒子が生まれたり消えたりして物質の安定が保たれているわけです。

ある原子核を構成している陽子と中性子の間に働く力(核力)はπ中間子を交換することにより生じています【図2】このことを考えていたのは湯川秀樹博士でした(1935年)。

ほとんどが消滅して光となったが、少量の物質が残ったと考えられている。

