
科学読み物「燃えるもの燃えないもの」解説

城 雄二

◆引力だけで化学変化を見る

科学読み物〔化学変化入門〕シリーズの第1は、「原子とイオン」でした。それは、物質は「原子」と「イオン」という2種類の構成単位でできている、しかも、その変化は電気的な引力で起きるという考えを立てて、いろいろな物質の化学変化を調べていこうというものです。

このシリーズの第2がこれからご紹介する、「燃えるもの燃えないもの」です。

さまざまな物質の化学変化の中で、もっともありふれたものは、ものが<燃える>ということで、それを取り上げました。

太古の昔、人が他の動物たちと違って、新しい文化を築けたのは、一つには人類が「火」を使うようになったからだといわれています。ものを燃やした熱で食べものを調理して、豊かな食生活ができるようになっただけでなく、熱で鉱石を加工して、金属製の農機具や生活用品を作れるようになり、人類の文明を生み出してきました。

<燃える>ことは、現代社会でもなお、私たちの生活や産業の根本を支えています。自動車が人やものをたくさん運べるのは、ガソリンが燃えているからですし、電気がふんだんに使えるのも、石油を燃やしている火力発電所があるからで

す。もしも、〈燃やす〉ことをやめたら、現代の活動のほとんどがストップすることでしょう。

それだけではありません。このお話にもでてきますが、生物が生きるということは、基本的には、からだの中で「食べもの」を〈燃やし〉ていて、そのエネルギーで活動し子孫を残しているのです。

このように、〈燃える〉ということは、生活上とても大事です。しかし実は、〈燃える〉というテーマを選んだわけはそれだけでなく、科学的にもっとも重要な現象の一つであると、わたしが考えているからです。

というのは、〈燃える〉という現象が、「宇宙自然界の変化の2大原理」の一方を学ぶのに適しているからです。2大原理というのは、一つは「宇宙自然界は引力の大きいほうに状態を変える」という原理（エンタルピー原理、引力原理）で、もう一つは「宇宙自然界は動力が大きくなるほど、ばらばらの状態に変わる」という原理（エントロピー原理、動力原理）です。

〈燃える〉という化学変化を、このお話では、「原子間」の、あるいは「原子核と電子間」の電気〈引力〉の相対的大きさのみに視点を限定して、どこまでも究めようとしています。〈燃える〉ことも宇宙自然界の現象の一つですから、2大原理に縛られているのです。したがって、細かくいうと、「動力の原理」も持ち込まないとその変化を原理的に説明できないといった場合もなくはないのです。

しかし、燃えるときの引力の変化が非常に大きいので、主に、「引力の原理」だけがきいていると考えても、大まかにいって間違いありません。それで、〈燃える〉ことを「引力の原理」のみで究めていくことにしたのです。

電子求引度（電気陰性度）が違う2種の原子が接近すると、互いに引力が働き、よりエネルギーの低い状態へと、互いに結び付く。そのとき、要らなくなったエネルギーを放出したものが、燃焼の際出る「熱、光、音」であるというものです。

いいかえると、この科学読み物は電子求引度（電気陰性度）を唯一の道具にを使って、〈燃える〉という化学の世界を探って行こうという試みなのです。

その結果、〈燃える〉という現象が、原理的にすっきりと見通せるようになっただけでなく、この原理の化学変化全体への応用の基礎が築かれたのではないかと、わたしは思っています。

この「燃えるもの燃えないもの」は、〈燃える〉といった日常的にありふれた現象を、単純な一つの原理で大まかに概観できるようになるというねらいでつくられています。個々の化学変化を論じるよりも、この方が多くの人には意味があると考えたからです。

そのことが、ホントはどうか、読んで、実験して、確かめていただければと思います。できれば、1人だけでそうしないで、2人以上の人と一緒に考えたり実験すれば、何倍も楽しく学び究めることができますからお薦めします。

◆酸化とイオン結合性・共有結合性

ところで、この「燃えるもの燃えないもの」は、[陽性原子と陰性原子の反応]の第1部です。これには、続きの第2部「酸素がなくても燃える」があります。

第2部「酸素がなくても燃える」は、広い意味の燃焼を扱います。

例えば、「二酸化炭素や水蒸気の中で、マグネシウムリボンが燃えるか」とか、「塩素の中で金属が燃えるか」といった問題です。このような一見難しそうで予想がつかないように見える問題でも、それを「電氣的な引力」のみをツエに考えていけば、とても簡単に現象を説明でき、理解できることを学んでいきます。

<燃える>というと、普通は、酸素とものが反応して熱や光を発生し、新しい化合物を作るとをいいます。しかし、その原理を考えていけば、<燃焼>とは「電子を引き付ける力の強い原子と弱い原子」が会って、互いに引き合い、より強い結びつきを作る現象のことです。だから、燃焼は別に酸素中でなくてもよいということになります。

フッ素は電子求引度（電気陰性度）が酸素より大きいので、電子求引度の差が酸素のときより大きくなり、この中ではものは酸素中よりもっと激しく燃えます。また、塩素中でも電子求引度の差はかなり大きいのでものは燃えますし、二酸化炭素の中でも、水蒸気の中でも、金属は燃えます。

科学者は、そのような<燃える>反応を<酸化>と呼んでいます。したがって、科学者が<酸化>という場合には、酸素との反応ばかりではなく、電子求引度の違いによって、電子が一方の原子から他方の原子に移動するような反応すべてを指しています。

第2部はそのような広い意味での<酸化>反応を、引力の原理で考えていこうというお話と実験です。

このような酸化反応によってできる化合物は、電子求引度の大きい原子が-の電気を、また、電子求引度の小さい原子が+の電気を持つようになります。その+と-の電気量（電荷）の大きさは、両原子の電子求引度の差に比例します。

両原子の電子求引度に大きな違いがある場合、例えば、「OとNa」や「ClとNa」のような場合、できる化合物はそれぞれの原子の電気量（電荷）が大きなもの、すなわちイオン性の大きなものになります。一方、両原子の電子求引度にあまり差がない場合には、イオン性のほとんどない化合物になります。その場合は、「イオン（結合）性」化合物ではなく、「共有結合性」の化合物になります。

ただ、このお話では、+と-の原子間引力という、いわばクーロン引力のみを考えていますから、電子の交換によるエネルギーの安定化で結合する共有結合は考えていません。したがって、<燃えて>できる反応生成物は、すべて「イオン（結合）性」化合物であるかのように取り扱っています。共有結合でできる化合物については、別のお話で取り扱ったほうがよいと思うからです。

その段階で、ほとんどの化合物はイオン結合性と共有結合性の両方を持っていること、たとえば、NaとOの化合物（ Na_2O ）や、NaとClの化合物（ NaCl ）といった水溶性のイオン性化合物といわれているものも、結晶状態（固体）ではイオン性は8～9割、共有結合性は2～1割ということをおぼえてください。水に難溶性のFeとOとの化合物のようなものになると、イオン性と共有結合性の割合は、水溶性のものとはちょうど逆になります。

なお、このように考えていくと、あるいは、陽原子同士であっても電子求引度の差が大きければ<燃える>のではないかという考えも出てくるかもしれません。実際には、陽原子同士では、電子求引度の差が小さいためか、合金しかできませんが、陰原子のなかでもっとも陽性の大きな水素原子Hと陽原子とは、化合物を作りますから（ CaH_2 、 LiH 等）

その考えは間違いではないといえるでしょう。

そのほか、今まで述べたことよりももっと大事で、この科学読み物を読む人に参考になると思われることは、参考資料として、読み物の後に付けました。その中には、通常の化学の教科書には書いていないこともいくつかあるでしょう。

例えば、参考資料1の「原理を表わす非現実的な化学反応式」と、「現実を表わす非原理的な化学反応式」です。どちらにもよい点があるのですが、その違いを理解すれば、両方の式で表わすともっと分り易いと思って、解説をつけました。

また、参考資料2には、酸素と燃料のどちらが<燃える>主役かということ、科学の立場から書いてみました。陽原子と陰原子のどちらが主役かということでもあって、私には興味がある問題です。

もちろん、そんなことに興味がないときは、これらの参考資料は読んでもらわなくて結構です。その人の興味関心の程度に応じて、無視してもらったり、あるいは、質問があったり、付け加えるともっとわかるかなと思われたら、補足説明のつもりで読んでいただければいいかと思います。ほとんどの人が関心はなくても、興味ありそうな人が何人かでもあれば、その人だけに参考資料を配ってくださってもいいと思います。

この科学読み物シリーズを授業等で使ってくださいだった場合には、ご面倒でも感想などをお知らせいただければうれしいです。

(1993.5.20)