

巻 頭 言

Preface

経験の転化

Conversion from experiences to general rules

フェロー
技術研究所 所長

後 藤 潔

Kiyoshi GOTO

Fellow
General Manager,
Technical Research Institute



私たちの技術の拠り所である自然科学は、古くは古代ギリシャ時代から現代に至るまで受け継がれつつ、進化を遂げて来た。万物の根源や秩序を探求する、我々の目から見ると哲学にも通じるような問題意識を持って、先人たちは歩みを進めてきた。これが自然科学の発展につながってきた。

一方、より実利的な手段として歩んだものに錬金術がある。より価値のあるものを生み出そうとする人間の欲求が、多くの人々を錬金術に駆り立てた。多くの推論と経験が様々なものを生み出し、自然科学にも多くの影響を及ぼした。

日本語では自然科学は「学」、錬金術は「術」。前者は思想体系、後者は手段の印象があり、どうも前者の方が高尚な印象を受ける。しかしこの二つはお互いに影響を与えながら発展してきたと言えるであろう。近代物理学の礎を築いたニュートンが、錬金術も手掛けていたことから、その関係性が窺い知れる。「禍福はあざなえる縄の如し」は、幸福と不幸はセットであるという古い中国の諺であるが、自然科学も錬金術もあざなえる縄のようにして発展してきたと思う。純粋科学としての自然科学と実学としての錬金術、どちらがなくても現代の科学技術は成立しない。

The natural sciences, the basis of our technology, have evolved over the years from the ancient Greek era to modern times. Our predecessors have moved forward with an awareness of issues that, from our point of view, are in line with philosophy, exploring the root and order of all things. This has led to the development of natural sciences.

On the other hand, there is alchemy as a more practical means. The cravings of humans trying to create more valuable ones have driven many people into alchemy. Many inferences and experiences produced a variety of ideas, and also had many effects on natural science.

In Japanese, natural science is "academic (*gaku*)", and alchemy is "art (*jutsu*)". The former has a system of thought, and the latter has an impression of means, and the former has a higher impression. However, it can be said that the two have developed by affecting each other.

Isaac Newton, who was a founder of modern physics, was also involved in alchemy. This indicates the relationship between natural science and alchemy. "Misfortune and good fortune are like a rope that can be tightened" is an ancient Chinese proverb that says happiness and unhappiness are a set, and I believe that natural sciences and alchemy had also developed like a rope. Modern science and technology cannot exist without either natural science as pure science or alchemy as practical science.

さて、企業における研究開発は、いずれの上になり立っているのだろうか。もちろん学校で教わる純粋科学の成果が基礎となっていることは間違いない。しかし当該分野の先達や自分自身が蓄えた経験も大いに役立っているに違いない。原理原則だけでは開発はできないし、経験則だけではその場をしのぐことはできるかもしれないが、発展が望めるかどうかは疑わしい。

そこで、こんな風に考えてみてはどうだろうか。経験は「こうしたらこうなる」のような一対一の対応関係である場合が多い。それを普遍化できれば原理原則に辿り着く。普遍化への過程として、物事を抽象化して考えてみる。例えば白抜きの星形、六角形、四角形、三角形、丸は、いずれも始点が終点となっている線分からなる閉じた二次元図形である。いろいろな物事をたくさん集め、それらを分類し、共通点を探っていくことは、抽象化の一つの手法である。共通点の探り方次第で異なる軸での抽象化が可能である。耐火物なら解決手段を各種特性を軸に整理しておくとう便利である。

たくさんの抽象化軸で物事を整理しておく、具体的に「このようなものが欲しい」時には、複数の具備特性を軸に取ったマトリックスで考えると、具体的な姿が描きやすくなる。優れた技術者は、無意識のうちにこれを行い、短時間で課題を解決しているのではないだろうか。

これを自由自在に行える達人になるには、まずは数多くの事象に当たり、それらを深く考えて抽象的な知識として消化する必要がある。起きている現象に対して、なぜか、を突き詰め、自分なりに整理しておく。実験やシミュレーション、現場事象の解析、どれも大事な事例である。知見の積み重ねと深い考察、普段からぜひ大切にしたい。

当社は長年にわたり多くの耐火物やセラミックス製品を世に送り出し、また高温設備の建設、保守整備まで幅広く手掛けています。お客様に製品やサービスを提供させて頂くことで多くの経験を蓄積し、考察を深め、またそれを再びお返しすることで、私たちは歩みを進めてきました。その一端を今回も

Now, whichever of the above is the research and development in a company based on? Of course, there is no doubt that it is based on the results of pure science taught in school. However, it should be noted that a person in the field or his or her own experience may be very useful. We cannot develop anything employing just only principles, and may overcome problems with empirical rules, but it is doubtful whether or not further progress can be expected.

So, why don't you think about it this way? Experience is often a one-to-one correspondence. If we can find universal relationship, the principle will be followed. To find universal relationship, think about things by abstracting them. For example, a star, a hexagon, a square, a triangle, and a circle are same in. Namely they are two-dimensional figures each consisting of a line segment whose starting point is the end point. Collecting a lot of different things, classifying them, and searching for commonalities is one method of abstraction. We can abstract things on different axes i.e. points of view. For refractories, arranged techniques based on the characteristics as the axis are useful.

If things are arranged by a number of abstraction axes, it becomes easier to draw a concrete figure, when you need a thing that have special characteristics, by considering a matrix in which the characteristics are taken as axis. Excellent engineers do this unconsciously and will solve the problem in a short time.

To become a person who can do this freely, it is necessary to have a lot of experience and digest them as abstracted knowledge by considering them deeply. Think why the phenomenon is happening and keep it in your own place. Experiments, numerical simulations, and analysis of field events are all important cases. I would like to cherish the accumulation of knowledge and deep consideration on a regular basis.

For many years, we have been delivering many refractory and ceramic products to the world, and we are involved in a wide range of construction and maintenance of high-temperature facilities. By providing our customers with products and services, we have accumulated a lot of experience, considered them deeply, and we have made progress by returning them to our customers. We would like to present some of result in this issue. I hope you will take a look.

この「耐火材料」でご披露します。ご高覧いただければ幸いです。

参考文献

細谷 功：具体と抽象, dZERO (2014).

Reference

I. Hosoya: *Gutai to chuushou* (Concrete and Abstract), dZERO, Chiba, Japan (2014).