

希望の光？

産業・ロジスティクスセクター

中山 隆幸

桜散り敷く 並木道
若葉漏れくる 木漏れ陽の
影に日向に 花揺らす
清し光に 目を細め
見上げた青葉 涼しげに



ショックダイヤモンド ©NASA

暑さが遠のき、ほっとする間もなく冬が近づいています。が、勝手なもので今度は春が待ち遠しく感じます。1年のなかで、新緑のころが最も過ごしやすく、美しく、好きな季節です。一部をご紹介しました上の詩には「光と影の旋律」という題をつけました。今回は、光をテーマに書きつづろうと思います。

何かで見掛けた風刺画に、理系の人が太陽を仰ぎ見る時は、太陽の表面に「 $E = mc^2$ 」という物理法則が浮き出て見えているというのがありました。確かにそういうこともあるのですが、いつもそうとは限らないことをささやかながら主張しておきます。しかし今回は「IHI 技報」に載せる記事なので、理系らしい「 $E = mc^2$ 」に近い話題になりそうです。

最初に光の性質を身をもって実感したのは、学生のころに友人が、ショックダイヤモンドを見ようと提案したことが始まりでした。授業の課題の一つだったような気がします。ショックダイヤモンドというのは、ロケットのノズル出口にできる衝撃波のことで、ジェット流の中にひし形が珠数つなぎになって見えるものです。今度、H-IIA ロケットが打ち上がる際によく見てください。きっと見えるはず。例として掲載した右上の写真は、ジェットエンジンの後流にできたショックダイヤモンドです。

これを実験室で再現するために、ミニチュアのノズルを工作室で手作りし、塗装などに使うコンプレッサーで圧縮空気を送り込みました。教科書どおりに設計しただけで、意外とあっさり超音速の流れを作ることができます。でも、あまりに密度差が小さくて、お目当てのショックダイヤモンドを見ることができません。そこで、口説き落とした教官から空気密度差を目に見えるようにできるシュリーレン写真の撮り方を教わりました。衝撃波の前後で、通過する光の屈折率が急激に変化することを利用すると、衝撃波の影が見えてきます。そこに、高校入学のお祝いに買ってもらった大切な一眼レフカメラを置くと、あら不思議、ファインダー越しに見えるショックダイヤモンドの美しさに見とれました。その夜は遅くまで友人らと実験を続け、閉ざされてしまった門を乗り越えて帰る羽目になろうとは知りもせずに。

その後、宇宙推進の道に進み、光る気体と長いこと付き合い合うこととなります。正しくはプラズマという状態のことで、例えば、水を温め続けると、固体から液体、液体から気体になりますが、さらに温め続けると、ついにはプラズマとなり、光り始めるのです（正確な表現でないところはお許しください）。

右の青と赤に輝く百合の花のような形の写真は、宇宙船の推進機からプラズマが吹き出している様子を撮影したものです。実際には、この写真を見てどのような形状にすれば推進効率が良くなるのかとか、陰極にスポットが形成されているのではないのかとかいう議論をすべきなのですが、それはさておき、幻想的だと思いませんか？

その当時、このように宇宙推進機内部のプラズマの流れを横から観察できる実験装置は珍しかったので、IHIの研究所の方が高速度写真を撮りに見え、「流れに挑む」というタイトルのIHIの広報ビデオに載せて頂きました。この記事を書くのを機会に確認したところ、今もIHIのビデオライブラリーに残っていました。

赤色は水素プラズマで、水素原子の構造が単純なため発する光も単調で、主な光の成分は、波長 656 nm の H_{α} と 486 nm の H_{β} と呼ばれる光です。もう片方の青色がアルゴンプラズマで、全体的に青白く見えますが、プリズムを通して見ると、いろいろな色の光を発しているのが分かります。

子どものころ、虹の色は赤、オレンジ、黄色、緑、水色、青、紫と教わりましたが、大学にいた数年の間、プラズマが発するさまざまな色の光を見て過ごしているうちに、その色の波長をかなりの精度で言い当てるできるようになりました。残念ながら、分光関係の研究から離れるとすぐに、その能力は失われてしまいました。普通の状態に戻ったと言った方が、適切かもしれません。

ご存じのとおり、光は波長に応じたエネルギーをもっていますから、光を見ているといろいろなことが分かります。遠くにあたりして、触ることのできないものの温度や密度が、光の強さから分かります。その当時の光学系計測器は舶来ものが多く、規格が統一されていませんでしたから、いろいろな処理をするのに四つのプログラム言語を覚えて、信号をやり取りする電子回路を作りました。さらに面倒な較正作業が必要ですが、見ていて美しいと感じるものから、流れの状態が見えてくるのはとても神秘的で、ワクワクする作業でした。



プラズマの流れ場

こんな記事を書いていると、下の娘がレイリー散乱の原理をタブレットで調べていました。空はなぜ青いのか、それなのに夕焼けはなぜ赤いのかという、あれです。ある本に、脳が疲労すると情報量を減らすため、脳は自動的に視野を狭めると書かれていましたが、疲れている時こそ光あふれる広い空を感じて、すっきりとした気持ちで仕事に向かいたいものです。