

## [色]のSOUP

いろいろな物理と物理のいろ



### 花火や 宝石の色変化。 隠し味は「不純物」

夏の夜空を彩る花火。あんなふうに色を操れたら楽しそうだね。でも、スープが吹きこぼれたとき、ガスの炎が青から黄色に変わったのに気づいたことはない? 実は、これも花火と同じ**物理の仕組み**。炎の熱でスープの塩が分解されると、ナトリウムの電子がいったん高いエネルギーを持ち、元に戻るときに黄色い光を放つ。銅なら青や緑。それなら、焚火でも炎の色を変えられそう!

花火が元素の「個性」なら、宝石の輝きは「不完全」な美しさ。宝石の色を決めるのは、偶然混ざった不純物や結晶のわずかなゆがみ。ルビーもサファイアも、もとは酸素とアルミニウムでできた鉱物。でも、わずかにクロムが混じればルビーの赤、チタンや鉄が入るとサファイアの青になる。そして、ルビーの赤い輝きも、花火と同じように電子が生み出している。花火も宝石も、不純物が混じるからこそ美しく光る。そんな自然のきらめきを解き明かすのも、**物理学の楽しさ**のひとつだ。

Illustration: getaland

### 素材の鮮度が演出する星色の味

夜空を見上げたときに、星の色の違いに気づいたことある? たとえば、青色巨星。表面温度は2万度以上に



ハッブル宇宙望遠鏡がカラフルに映し出す、球状星団「オメガ・ケンタウリ」中心部の星々。NASA, ESA, and the Hubble SM4 ERO Team

もなり、高温だから青く輝く。冬の夜空でひととき青いオリオン座のリゲルは、その代表。赤色超巨星は年老いた星。温度は青色巨星よりずっと低くて、やがて燃料を使い果たすと超新星爆発を迎える。ベテルギウスやアンタレス。夜空に赤く輝く大きな星があったら、それは一生の終わりに近づいた赤色超巨星かもしれない。そして、白色矮星。寿命を迎えた星がぎゅっと縮み、高密度になった姿だ。最初は青白く輝いて、時間とともに冷えて赤みを帯びていく。

青は誕生したばかりの熱い輝き、赤は静かに終わりへ向かう光、白は最後のぬくもり。**物理学が解き明かす**星の一生を、色が私たちに伝えてくれているようだね。

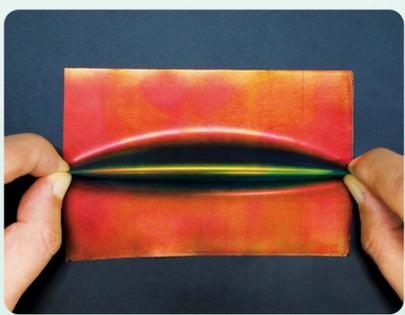
### 離れられない 魅力は 3つの色が 演出してる

離したくても、離せない! 好きな人や強力な磁石、あるいは間違っただけで付けた強力接着剤を思い浮かべたかもしれない。確かに、どれも一度くっつくとなかなか離せないよね。じゃあ、**物理学**で一番離せないものってなんだろう。実は私たちが作っている原子の中の陽子や中性子は、クォークという素粒子が3つくっついてできていて、これがもうどうしてもバラバラにできないんだ。その仕組みを教えてくれるのが量子力学。量子力学に、色って不思議な名前だよ。

**物理学者**は、クォークに「色」を持たせることにしたんだ。本当に素粒子に色をつけたいじゃないよ。実は光の三原色の仕組みをマネしただけ。クォークに赤、緑、青の「色」を持たせ、この3つの色がそろって白、つまり陽子や中性子になるようにした。つまり、重い星の中の物質やビッグバン直後の宇宙がどうなっていたのかなど、宇宙の謎を解き明かす研究が量子力学を使って進められているんだ。

### 光によって変幻自在な構造色レシピ

青や緑のメタリックな輝きが美しい蝶。なかでも有名なモルフォ蝶。その美しさから「生きた宝石」とも呼ばれている。でも、その色は普通の色素によるものではない。蝶の翅そのものに青い色がついているわけじゃないんだ。翅の鱗粉にある細かな筋が光を反射するときに干渉を起こし、あの鮮やかな色を生み出している。これが「構造色」。



フォトニックラバーを構造物に貼るだけで、変形やひび割れなどの異変を視覚的に発見することができる。

この構造色の仕組みを応用すれば、人間も不思議な色を作りだせる。たとえば、細かい凹凸などの構造を持ったゴム——フォトニックラバーなんてものがある。これを伸ばしたり縮めたりすると、光の反射が変わって色が変わる。つまり、普通なら気が付かないほど小さな歪みも、色の変化として「見える」ようにできるってわけだ。**物理学**が、動きに色をつける。あなたの動きに色がついたら、どんなふうに輝くんだろう?

### 透明と暗黒 意味が変われば味わいも変わる

物が見えるってどういうことだろう? 物が見えるのは、物から出た光や跳ね返った光を目がキャッチしているから。もし裏から入った光が中で曲がって表に出てきたら? それは透明に見えちゃう。まるでドラえもん。透明マント。実は、これに近い技術はすでに研究されていて、「メタマテリアル」という特殊な素材のなかで、光を意図的に曲げて物体をよけるように進ませたりするんだ。では、「暗黒エネルギー」って聞いたことある? 実はこれ、「宇宙の正体不明のエネルギー」って意味で、決して「真っ黒なエネルギー」のことじゃないんだよ。宇宙物理学では、まだよく分かっていないものや見えないものに「暗黒」って名前をつけることがあるんだ。科学が進めば「透明と暗黒」もその意味が変わっていく。未来では、**物理の進歩**で「見える」と「見えない」の意味が変わってくるかもしれない。

### 物理学者アマカルト

有名になってさわがたかくないの? ノーベル賞は辞退するつもりなんだ〜

え? でもそのほうが有名になってさわがたかると? じゃあ、さわがたかると? 有名になってさわがたかると? 有名になってさわがたかると?

天才物理学者ポール・ディラックは、その華々しい業績とは裏腹に、とにかく「目立ちたくない人」でした。1933年にノーベル物理学賞授賞が決まったとき、目立ちたくないで辞退しようとしたが、先輩物理学者のアーネスト・ラザフォードに「辞退するほうが目立つよ」と言われて決意を撤回したというエピソードが残っています。

ディラック ラザフォード

Illustration: JUNKO SATO

### 物理 GROOVY BOOK GUIDE

『ご冗談でしょう、ファインマンさん』

ファインマンさんことリチャード・ファインマンは1965年、量子電気力学の発展への貢献により、朝永振一郎、ジュリアン・シュウィンガーと共にノーベル賞を受賞。なのに、そんな物理学の巨人であるファインマンさんは実は大のいたずら好き! 彼の元学生でもある研究者ヒップス氏の言葉を借りれば「謎といえは是非でも解かずにいられない、ほとんどどうにもならない執念、人をあつと言わせるような茶目っ気、見せかけや偽善に対する憤慨、彼の先を越そうとするものを逆さまにまんまと抜き返す才能」に溢れてるんです。そんな彼に引き寄せられるかのように集まるおかしな出来事がこれでもかと記されている本書を読めば、あなたも物理学者の奇想天外な魅力にはまってしまうかも。

「ご冗談でしょう、ファインマンさん」(岩波現代文庫)

