

「循環」再ハッケン!

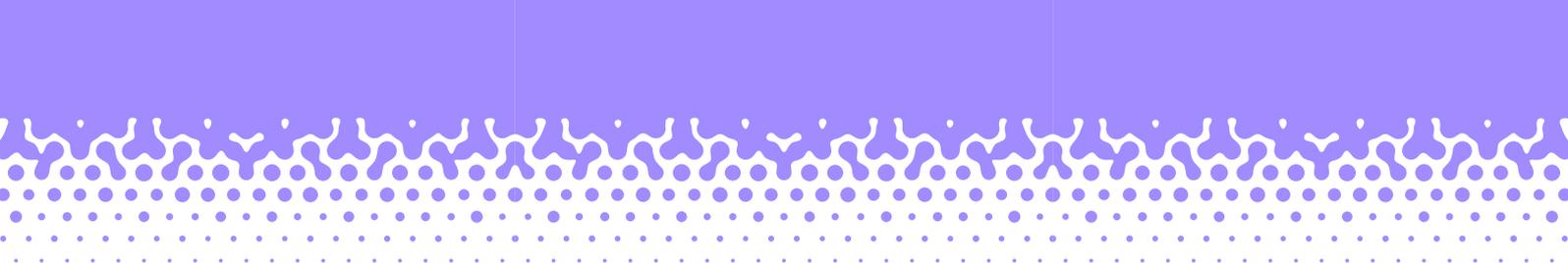
# 月刊日本館

Issue

06

特集 | Feature

藻類が  
地球を  
救う!?



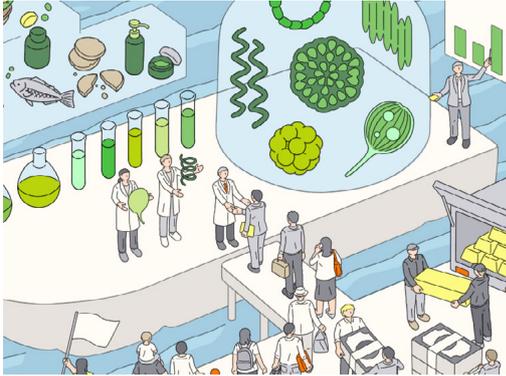
# Once Again, Humanity Awakens to the Incredible Power of Algae.

太古から地球に住み、循環の鍵を握る。  
おいしくて、燃料になって、地球を整える。  
人類は改めて知る、藻類のすごさを。

issue 06

Can Algae Save the Earth!?

## 特集記事



### 緑色のパワーが未来を変える！ 初めてでもわかる、藻類入門

今の生態系を作り上げたともいえる藻類。偉大な存在のメカニズムに迫る。

P.04

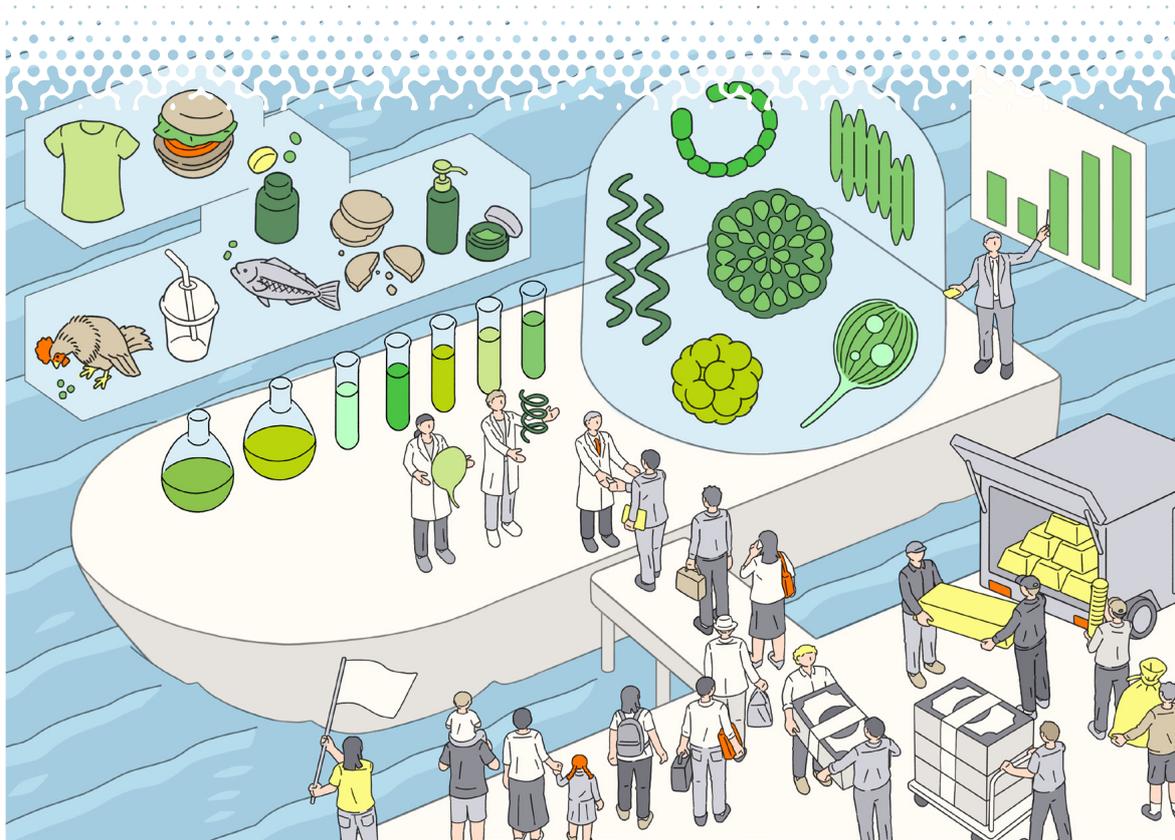


### ハロー！かたちで選ぶ 「藻類×ハローキティ図鑑」

ハローキティが藻類に！星型、クローバー型……実はさまざまなかたちの種がいる藻類。直感に従って、あなたの推しを探してみてください。

P.10

# 緑色のパワーが未来を変える！ 初めてでもわかる、藻類入門



人類が誕生したのは、およそ200万年前と言われています。  
それよりもはるか昔、30億年以上前から存在し、いまの地球環境を作り上げてきた偉大な存在。それが「藻類」です。  
そう聞くと、驚かれる方も多いかもしれません。  
そして、現代。光合成によって二酸化炭素を酸素へ変えるだけでなく、藻類は、私たちの暮らしに欠かせないエネルギーや新たな素材を生み出す、とてつもない力を秘めていることが分かってきました。今号と次号では、そんな藻類のひみつに迫ります。

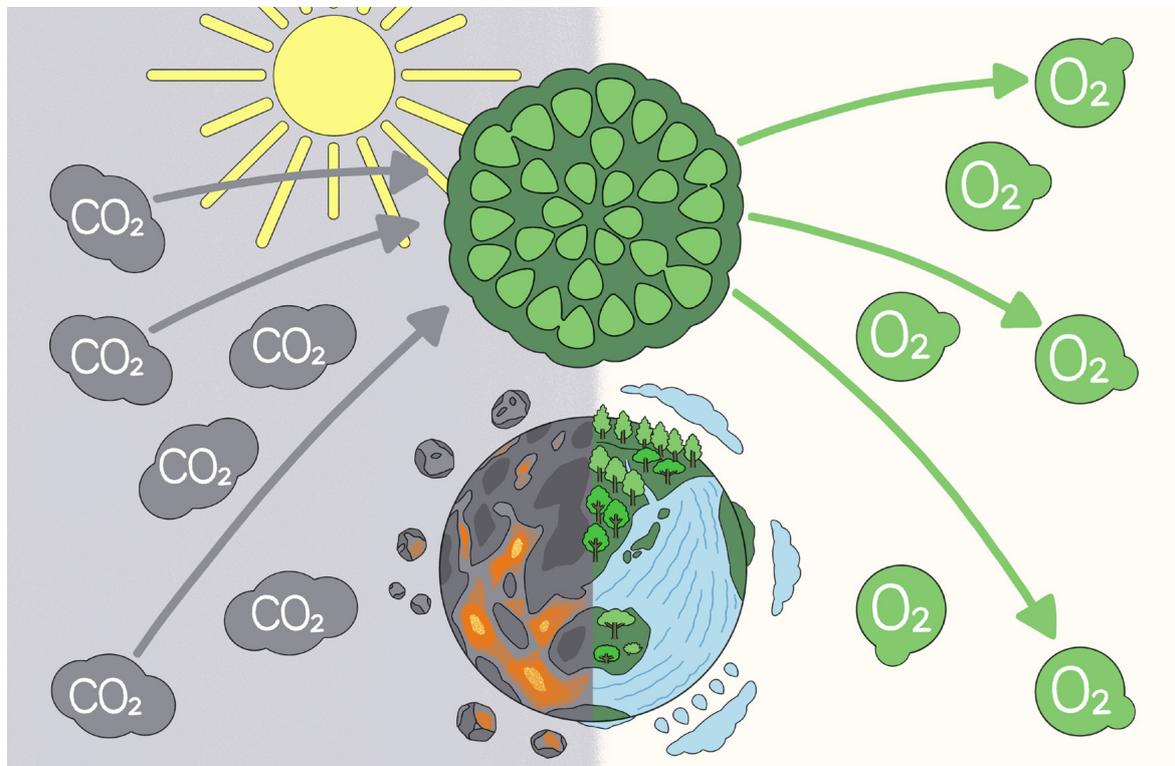
藻類の力を借りて、世界のエネルギー問題の解決に貢献しようとする企業が日本にも現れています。その一つが「ちとせグループ」。代表の藤田朋宏さんに、藻類の魅力と可能性についてお話をうかがいました。緑色の「大先輩」たちが秘めている偉大な力を紐解いていきましょう。

——そもそも「藻類」とは、地球にとってどのような存在なのかを教えてください。

**藤田さん** 「藻類」とは、光合成を行う生物から、陸上植物を除いた生物の総称です。主に水中や湿った場所に生息していて、多様な種類があり、住む環境や大きさ、性質、形態もさまざま。顕微鏡でしか見えない微小なものから、数メートルに達する大型のものまで存在します。身近なものと言えば、わかめや昆布も藻類の一種ですね。そして、藻類は人間が誕生するよりもはるか昔から地球に存在し、生態系を築き上げた。そういっても過言ではありません。

——「地球の生態系を築き上げた存在」という部分の詳しいご説明をお願いしますか？

**藤田さん** 地球に海が生まれた頃、大気の90%以上が二酸化炭素だったのですが、海中に発生した藻類が長い時間をかけて光合成を行い、大気中に酸素を増やしていきました。現在の空気はほぼ窒素と酸素。二酸化炭素はわずかです。つまり、人類が生きていけるこの環境は藻類なしにありえなかった、というわけです。



**藤田さん** また、その過程で藻類の死骸が地中に残り、炭素は地中に蓄積され、それらが姿を変えて石油や天然ガスになり、人間はそれをエネルギーとして扱うようになりました。いま呼吸ができるのも、あるいは飛行機で移動できるのも、根本を辿ると藻類のおかげ、ということになるんです。

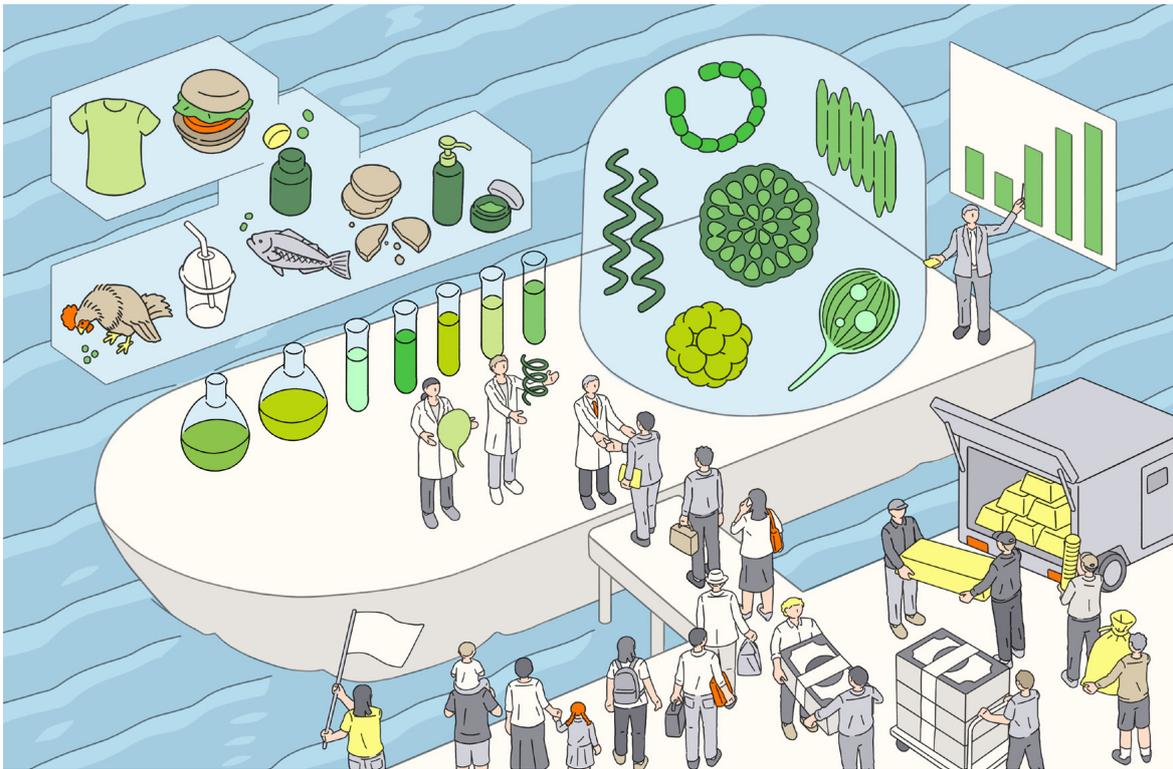
——地球環境の形成段階において、藻類は大きな役割を果たしてきたわけですね。これからの地球において藻類はどんな役目を担っていくのでしょうか？

**藤田さん** 前提として、人類はいま、深刻なエネルギー問題を抱えています。人類は、大量に採掘した化石燃料をもとに、「大規模・安価・均一」なエネルギーと素材を利用してきました。でも、

いまのままの利用をしていけば、化石燃料は近い将来に枯渇してしまうでしょうし、化石燃料の利用はCO2排出に直結するので、それを続けていけば地球環境が保てません。そこで私たち「ちとせグループ」は、太陽のエネルギーを使って二酸化炭素を吸収しながら有機物を生成する藻類の力を借りて、資源を循環させる考え方を提唱しています。

### ——石油などの化石資源から藻類へという流れは、今後、加速していくとお考えですか？

**藤田さん** 2022年に、アメリカ政府の公式文書の中で「(発表の時点から)10年後、『バイオエコノミー』は30兆ドルの産業になりうる」と言及され、実際に支援策も講じられるようになったことから、藻類を使った化石燃料の代替の研究開発とその実用化が注目されるようになりました。



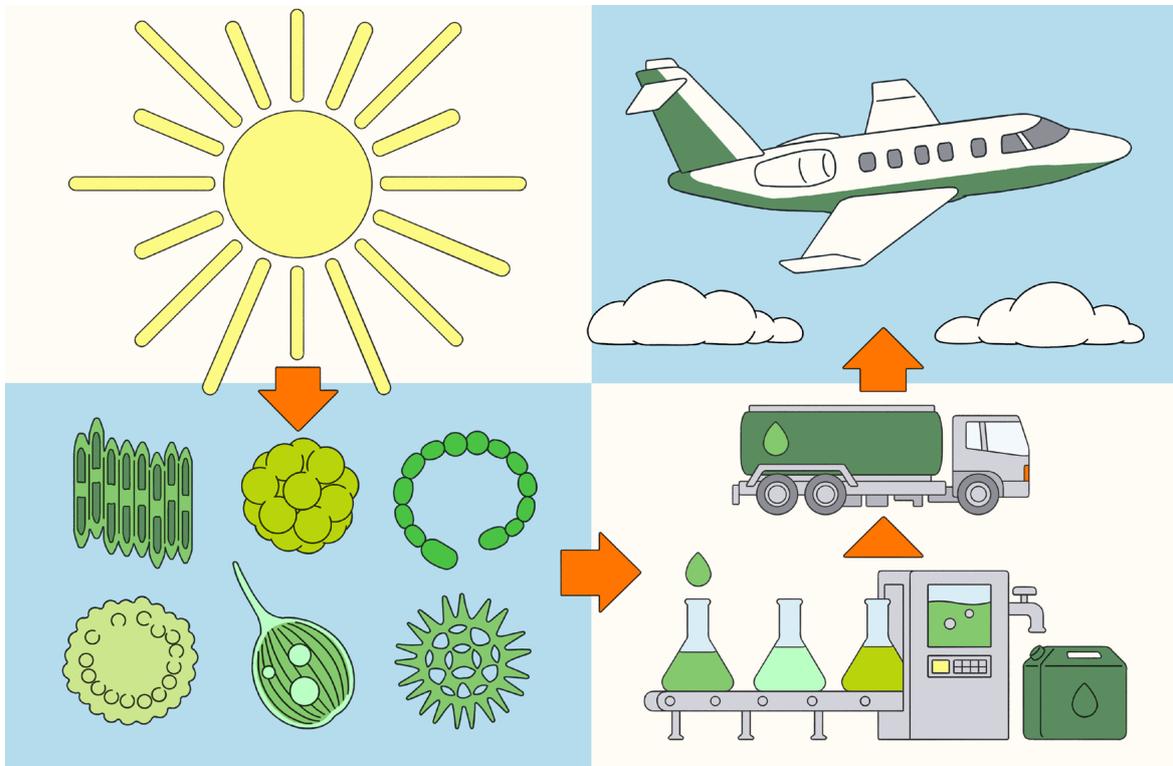
**藤田さん** 資本主義の常として、投資のフロンティアが必要。そこで人類は、石油を使わない地球に投資することに決めたと言えると思います。必然的に藻を活用した分野の産業規模は大きくなります。

地球環境を守りながら人類が発展していくカギを握るのがバイオエコノミー。コストを引き下げて藻類を用いていくことが経済的にも「得」となっていけば、資本主義のメカニズムと環境問題の解決に向けた動きが一致することにもなる。ゆくゆくは、「藻類を用いれば、プラスチックを使えば使うほど二酸化炭素が減っていく世界が実現する」と考えています。

### ——エネルギーを生む手段として藻類にはどんな特徴がありますか？

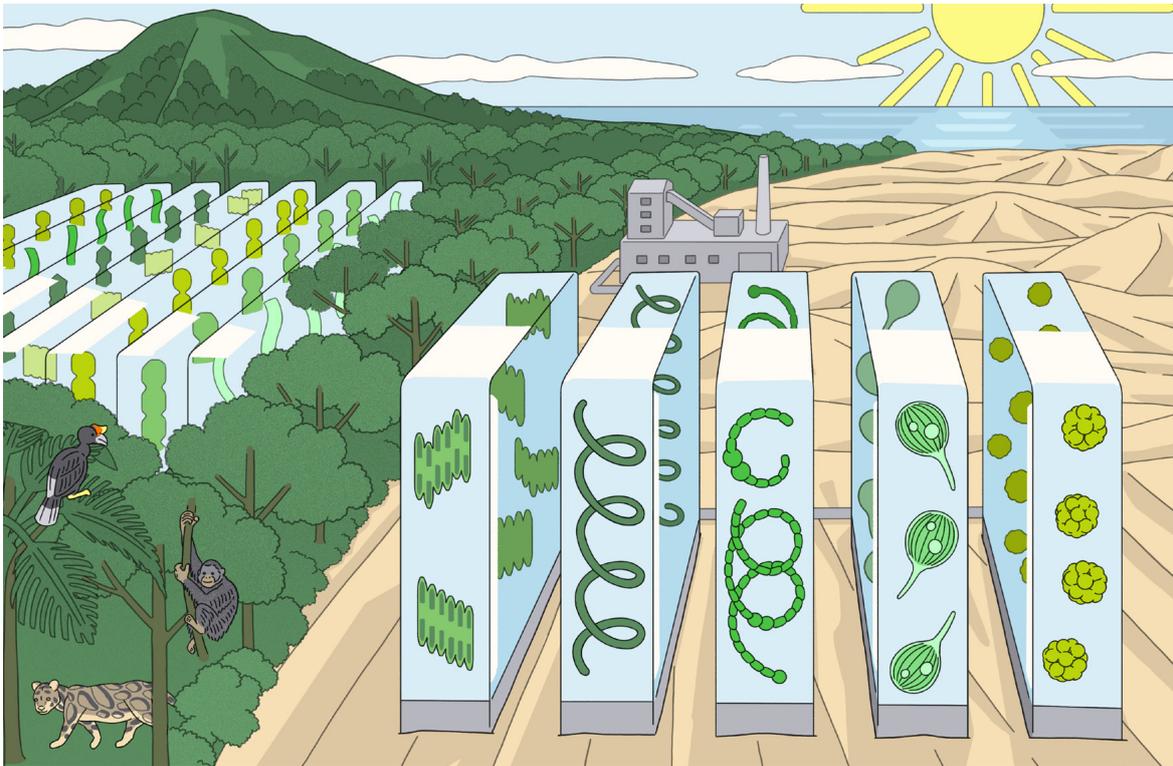
**藤田さん** 化石資源以外でエネルギーを作る手段には、太陽光、風力、核融合などがありますが、これらの手段からは基本的に電気しか作れません。一方で藻類は、太陽光のエネルギーを用いて二酸化炭素を吸収しながらタンパク質・脂質・炭水化物などのさまざまな有機物を生

成します。それらは、化石資源を代替・補完し、燃料やプラスチック、食品、化粧品などの原料となります。例えば、飛行機は必要なエネルギー量がとても大きく、大型旅客機を電気で賄える技術開発の目処がまだたっていないことから、当面燃料が必要と言われていますが、これを藻類で賄うことも可能になるかもしれません。



——藻類を培養する際の特徴についても教えてください。

**藤田さん** 藻類を培養することは、非常に環境負荷が低いといえるでしょう。まず、水をほとんど使いません。例えば、牛から1 kilogramのたんぱく質を得るためには飼育過程などで105トンの水が必要とされますが、藻類は培養時に水を循環させるので、ごく少量で済みます。また、土も不要なので、カサカサの砂漠や粘土質の熱帯でも培養が可能。日本にいと実感しづらいかもかもしれませんが、世界的に淡水は枯渇しており、表土もものすごいスピードで減少しています。土地の有効利用ができるという点でも藻類は優れているのです。



——藻類は植物と同じように、光合成で増えるのでしょうか？

**藤田さん** そうですね。藻類にエネルギー源として糖を与えて増やすこともできるのですが、さとうきびから生産した糖を輸入し、藻に糖を食べさせて増やしてもその過程でエネルギーを使いますし、二酸化炭素を多く排出します。この方法で藻を増やしても、むしろ環境に負荷をかけてしまう。そこで、ちとせグループでは光合成、つまり太陽光を唯一のエネルギー源とすることにこだわり、二酸化炭素を減らし、環境に負荷をかけない方法で藻類を培養しています。もし世界中に現存するとうもろこし畑と同じ面積の藻類畑を作り、光合成によって培養し続ければ、人類が必要とするたんぱく質の40倍、カロリーの2倍、油の0.5倍の量を全て同時にまかなうことができると言われています。これに風力や太陽光などの代替エネルギーを組み合わせれば、持続可能な世界が実現することができます。

——お話をうかがっていると、藻類は人類の未来を拓く大きな可能性を持つ技術だと思ってきましたが、逆に藻類が石油に変わる基礎原料になるには、現時点でどんな障壁があるのでしょうか？

**藤田さん** 藻類の培養は、大規模に行う方がメリットが大きい。最新の当社の試算では、2000ヘクタール規模以上の藻類生産プラントでないと、経済的にも合理性がないと判明しました。また、先ほども申し上げたとおり、藻類は光合成だけで増やさなければ、全体のエネルギーコストも高くなってしまいます。

現在、私たちが採用している方法は、平らなバッグを縦型に並べるというもので、いろいろと試した結果、これが最も安く大量に培養できる方法でした。ちとせグループでは、2050年までに藻類生産プラントを1000万ヘクタールに広げることを目指しています。

こうした藻類生産プラントを作るには、多くの関係者を巻き込んだ壮大な事業計画が必要です。私たちだけで実現できることは限られているので、世界中のみなさんとともに、千年先も人類が暮らせる持続可能な環境を残すために、未来の原料開発において藻類が中心となる未来の実現に向けた挑戦を継続していきたいと思えます。



## ちとせグループ

ちとせグループは、千年先まで人類が豊かに暮らせる地球環境を残すために、微生物や藻、動物細胞などの生き物の力を借りて光合成を基点とした産業の構築を目指す企業群。創業以来、日本と東南アジアを中心に国や多くの企業と連携し、実用性の高い技術の開発・蓄積を通じて、世界のバイオエコノミーの発展をリードしている。

---



# ハロー！かたちで選ぶ 「藻類×ハローキティ図鑑」



## Index

- ・気になるかたちを選んでみよう .....11

人類よりもずっと昔から地球上に存在している「藻類」。普段は目立つ存在ではありませんが、人類共通の課題を解決し得る切り札として注目されています。光合成を通じて水を酸素と糖に換えるだけでなく、栄養価の高い食料になったり、石油に代わる燃料を生み出したり、化粧品などの原料を作り出したり。その潜在的なチカラを引き出す新たな技術開発が進められています。

大阪・関西万博「日本館」では、そんな藻類たちの可能性を拓く日本の技術開発について紹介する展示を実施。その一つとして、世界中で愛されるキャラクター・ハローキティが藻類の姿に扮して登場します。自然界に存在する藻類はさまざまな説がありますが30万種類以上と言われ、肉眼では見えないほど小さなものから50mに達するものまで、大きさやかたちもさまざま。そのうち32種類が“藻類×ハローキティ”として、1mを超える立体物になって日本館に登場します。



## 気になるかたちを選んでみよう

この記事では、2025年4月の万博開催に先がけて、「藻類×ハローキティ図鑑」を公開。藻類は個性豊かな特徴を持ち、それぞれのかたちもユニーク。藻類が持つチカラとその可能性に思いを巡らせながら、32種類の藻類との予期せぬ出会いのなかで、あなたの「推し」を探してみませんか？

※「藻類×ハローキティ」は、実際の藻類をモチーフに考案されました。藻類の魅力を分かりやすく伝えるため、それぞれの種の外形的な形状の特徴に着目してデザイン化しています。このため、実際の藻類とは、大きさ、色・形状などで厳密には異なる点もございます。

※Webサイト上では32種類の藻類の姿に扮したハローキティのシルエットが表示されており、それをクリックするとカードが表示される仕組みでした。また、カードをひっくり返すとモデルになった藻類の写真が表示されました。PDFアーカイブにあたっては、技術的な制限により上述の2つの演出は省略いたしました。

大型藻類監修：北山太樹（きたやま たいじゅ）

国立科学博物館植物研究部 菌類・藻類研究グループ 研究主幹。理学博士。海藻の分類、海藻相、海藻学史を専門とし、近年は川に生育する淡水藻も調査している。目下、皇居周辺の藻類を研究中。当館地球館の常設展では「系統広場」などを担当し、それを解説したミュージアムグッズ『かはくトランプ』を企画している。

微細藻類監修：仲田崇志（なかだ たかし）

北海道大学 講師。東京大学理学部・同大学院理学系研究科博士課程修了。慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科特任講師などを経て現職。専門は微細緑藻類の分類。生物の学名・和名などにも興味が広がり、日に日に増えている蔵書が自慢。

ハプト藻

*Braarudosphaera bigelowii*  
**ブラールドスフェラ**



大きさ：細胞直径 0.01-0.02 mm  
生息環境：海水

炭酸カルシウムでできた正五角形のうろこ（円石）を持ち、正十二面体を形成している。およそ1億年前、恐竜の住んでいた時代である白亜紀後期から姿を変えていない。

黄金色藻

*Mallomonas*  
**ミノヒゲムシ**



大きさ：細胞長 0.01-0.06 mm  
生息環境：淡水

表面がトゲトゲのうろこで覆われていて、黄褐色の外見。冬の池にあらわれる。水質浄化に貢献するが、増えすぎると生臭い。顕微鏡で眺めるとゆっくり泳いでいるのがよく見える。

アオサ藻

*Ulva intestinalis*  
**ボウアオノリ**



大きさ：-1 m  
生息環境：海水

棒状で細長く、芝生のように海辺の岩場に生える。成長すると体長1m超になることも。食用になる。味噌汁（みそ汁）に入れるのが定番だが、特定の地域以外ではあまり流通していない。

ユーグレナ藻

*Phacus helikoides*  
**ウチワヒゲムシ属 ヘリコイデス種**



大きさ：細胞長 0.07-0.12 mm  
生息環境：淡水

ねじれていてチョココロネのような形。ウチワヒゲムシの仲間は平たく、うちわ形のものが多いが、ヘリコイデス種はなぜかこの形。池などに生息し、ドリルが回転するような動きで水中を泳ぐ。

珪藻

*Stephanopyxis*  
**クシダンゴケイソウ**

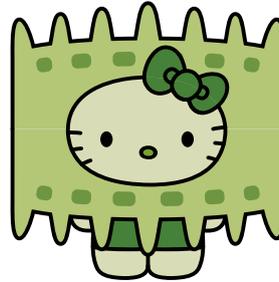


大きさ：細胞直径 0.03-0.15 mm  
生息環境：海水

カプセルのような殻をもつ。突起を介して他の個体と連結し、一直線の集合体になる。その姿はまさに串団子のような。暖かい海に生息している。

珪藻

*Neofragilaria*  
**ネオフラギラリア**

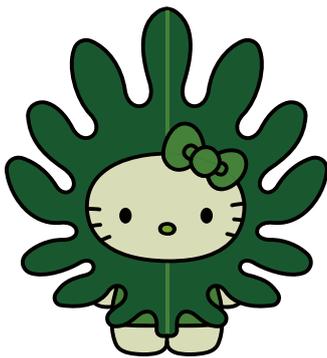


大きさ：細胞直径 0.02-0.04 mm  
生息環境：海水

上下に突起がある。突起からネバネバの粘液を出して、他の個体とジグザグに繋(つな)がったり、石や大型水生植物の表面などにくっついたりする。海岸近くの海に住んでいる。

褐藻

*Undaria pinnatifida*  
**ワカメ**



大きさ：1-2 m  
生息環境：海水

根・茎・葉を持ち、陸上の植物に似た姿。体長は1~2m。海中で生きているときは茶色(茹(ゆ)でた後に初めて緑色に)。茎にできる生殖器官の「メカブ」は栄養価が高く、古代から食べられている。

緑藻

*Coelastrum*  
**コエラストルム**



大きさ：群体直径 0.02-0.10 mm  
生息環境：淡水

球状の細胞が互いに接着して、より大きな球をつくる。細胞の数は4・8・16・32あるいは64個と、規則正しい。油分をストックしておくのが得意。池の水などに浮かんでいる。

珪藻

*Trigonium*  
**ミスミケイソウ**



大きさ：50 cm-1 m  
生息環境：海水

ほとんど同じサイズの2つの正三角形の殻が、お弁当箱のように上下にピッタリと合わさっている形。正方形や星型のバージョンもある。重金属を吸着して環境を浄化する、といった特技もある。

緑藻

*Chlamydomonas reinhardtii*  
**コナミドリムシ (クラミドモナス)**



大きさ：細胞長 0.006-0.011 mm  
生息環境：淡水

楕円形(だえんけい)に触角のような2本の鞭毛(べんもう)。掛け合わせが簡単で、世界中で遺伝学の研究に利用される人気者。この仲間が進化して4細胞のシアワセモや、数百~数千細胞のボルボックスが生まれたと言われる。

褐藻

*Sargassum fusiforme*  
**ヒジキ**



大きさ：1-2 m  
生息環境：海水

円柱状の茎から棒状の葉が伸びている。潮間帯で磯(いそ)を覆うように生える。海中では黄色だが、鉄分が多いため、乾燥すると黒くなる。健康食として親しまれている。

ユーグレナ藻

*Phacus gigas*  
**ウチワヒゲムシ属 ギガス種**

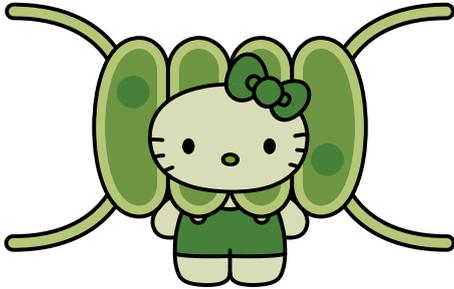


大きさ：細胞長 0.10-0.12 mm  
生息環境：淡水

うちわのような平たい形をしており、前に向かって長い鞭毛(べんもう)が伸びる。赤い眼(眼点)で光の方向を知ることができる。田んぼや池で回転するように泳いでいる。

緑藻

*Desmodesmus*  
**トゲイカダモ**



大きさ：細胞長 0.010–0.035 mm  
生息環境：淡水

主に楕円形(だえんけい)の4つの細胞が連なり一体になっており、両端の細胞には太いトゲがある。水田や池に生息し、ゆらゆらと漂っている。観察の際にカバーガラスをかけても簡単に割れないくらいには固い。

緑藻

*Chlorella*  
**クロレラ**

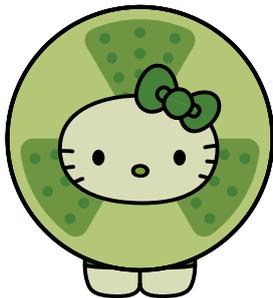


大きさ：細胞直径 0.002–0.010 mm  
生息環境：淡水

とても小さく、丸い形をしている。土の中や池に生息し、光合成が大得意。体の半分がタンパク質でできているため、栄養食品としてずっと注目されてきた。形がそっくりな仲間がたくさんいる。

珪藻

*Actinocyclus senarius*  
**カザグルマケイソウ**



大きさ：細胞直径 0.03–0.20 mm  
生息環境：海水

その名の通り、風車のような外見。円盤状の殻の表面に6つの扇形の区画があり、3つの凸部、3つの凹部が交互に並んでいる。浅い海に住んでいる。ときどき隣の個体とつながる。

珪藻

*Rhaphoneis*  
**オカメケイソウ**



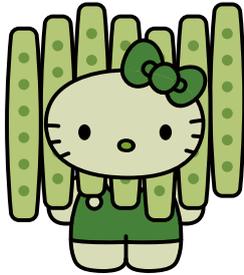
大きさ：細胞直径 0.03–0.10 mm  
生息環境：海水

レモン型のガラス質の殻を持つ珪藻(けいそう)。海の浅い場所において、海の砂にびっしりとくっつく。強度と耐熱性に優れた素材の原料として期待されている。

珪藻

*Bacillaria paxillifer*

## イカダケイソウ (クサリケイソウ)



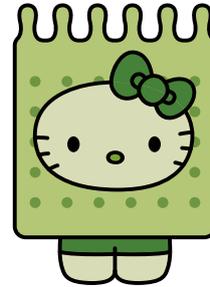
大きさ：細胞直径 0.06–0.15 mm  
生息環境：海水

細長いガラス質の殻が平面上に並ぶ珪藻(けいそう)。隣同士でスライドでき、一直線に伸びたり、再び縮んでイカダのようになったりを繰り返しながら、ダイナミックに動き回る。

珪藻

*Aulacoseira*

## スジタルケイソウ



大きさ：細胞直径 0.03–0.30 mm  
生息環境：淡水

細長い樽(たる)型の細胞を持つ珪藻(けいそう)。細胞が一行に連なって、糸状の集合体をつくる。らせん状に巻く種類もある。濁った水やアルカリ性の水に強く、池や湖にいる。窒素やリンを吸収して水質保全に貢献。

ハプト藻

*Calcidiscus leptoporus*

## カルシディスクス



大きさ：細胞直径 0.02–0.03 mm  
生息環境：海水

炭酸カルシウム(石灰の主成分でチョークもこれから作られる)でできた丸いうろこ(円石)で覆われている。うろこは2枚の円盤が重なってできている。小さいので沈みにくい。世界中の海にいる。

アオサ藻

*Acetabularia ryukyuensis*

## カサノリ



大きさ：10 cm  
生息環境：海水

長さ10cmほどの柄に1cm大の円盤状のかさをつける。単細胞の海藻。かさの柄は白く石灰質なので、食べても美味しくない。東アジア特産で、国内では南西諸島に分布する。かさは冬に大きくなる。

シアノバクテリア

*Spirulina*  
**スピルリナ**



大きさ：細胞直径 0.001-0.003 mm  
生息環境：淡水

らせん状の形状（「スピルリナ」はラテン語で「らせん」の意味）。池の底をぐるぐると回っている。健康食品として知られているのは、実は「アルトロスピラ」という別のシアノバクテリア。

アオサ藻

*Caulerpa lentillifera*  
**クビレツタ**



大きさ：10-20 cm  
生息環境：海水

枝の先が球状の小枝で覆われている。「海ぶどう」の名で親しまれている海藻だが、本名は「クビレツタ」。沖縄をはじめ、南西諸島や東南アジアなどに分布する。

褐藻

*Colpomenia sinuosa*  
**フクロノリ**



大きさ：20 cm  
生息環境：海水

茶色のシュークリームのような、不定形の球状になる海藻。風船のように中が空っぽで、乾くと潰れてしまう。日本各地の波打ち際にいる。バイオ燃料やプラスチック原料に使う研究が進んでいる。

緑藻

*Volvox*  
**オオヒゲマワリ（ボルボックス）**



大きさ：群体直径 0.03-1 mm  
生息環境：淡水

数百から数千もの緑色の細胞がつながり、透明のゼラチン質とともに一つの体を作る。転がるように泳ぐ。中に数個ある大きな緑の玉は子どもたちで、「子ボル」と呼ぶ学者もいる。

緑藻

*Lemmermannia tetrapedia*  
**レンマーマンニア**



大きさ：群体直径 0.010-0.015 mm  
生息環境：淡水

三角形の細胞が4つ集まって四角形のユニットを、さらに4つのユニットが集まり倍のサイズの四角形を作っている。イカダモやコエラストルムの仲間。池や沼に浮いている。

接合藻

*Closterium*  
**ミカツキモ**



大きさ：細胞長 0.03-1.00 mm  
生息環境：淡水

細長く湾曲した三日月のような形。増えるときは、真ん中で折れて2本に分かれる。折れた半分はまた生えてくる。2匹がくっついて「子ども」を作ることもある。田んぼや沼の底にいる。

アオサ藻

*Aegagropila brownii*  
**マリモ**



大きさ：2-30 cm  
生息環境：淡水

本来は岩に付着して生える糸状の形をしているが、その断片が湖底で転がりながら成長した結果、鞠(まり)のように球状になる。主な生息地である阿寒湖(あかんこ)は特殊な環境で、そこに吹く風によって転がるらしい。

褐藻

*Saccharina japonica*  
**マコンブ**



大きさ：1.5-7 m  
生息環境：海水

茶色の帯状の形で、体長はときに7mにも達する。20種類ほど存在するコンブの中でも高級食材として有名。分厚いのでそのままでは食べられないが、美味しいダシが取れる。

緑藻

*Botryococcus braunii*

## ボツリオコッカス



大きさ：細胞長 0.005-0.010 mm  
生息環境：淡水

卵形の細胞が密集した形状。軽油に似た炭化水素を生産するため、地球環境問題の解決に資するバイオ燃料を生み出す点で注目されている。池の水に浮かんでいる。

珪藻

*Hydrosera*

## サンカクガサネケイソウ



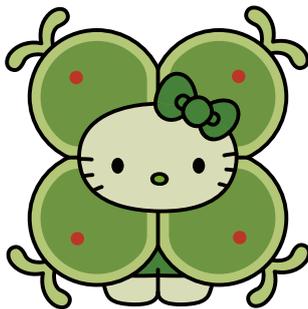
大きさ：細胞直径 0.08-0.12 mm  
生息環境：海水・淡水

その名の通り、2つの三角形を互い違いに重ねたような形をした珪藻(けいそう)。正三角形のミスミケイソウの仲間。海でも川でも生きていける。水質変化に敏感で環境モニタリングにも活用される。

緑藻

*Tetraabaena socialis*

## シアワセモ



大きさ：群体直径 0.02-0.05 mm  
生息環境：淡水

四葉のクローバーのような形態。見つけたら幸運!?!と思いきや、世界各地にいる。4個体が繋(つな)がっただけなのか、4細胞で1つの個体なのかかつて論争があったが、日本の研究で後者が正しいとされた。

褐藻

*Nemacystus decipiens*

## モズク



大きさ：30-40 cm  
生息環境：海水

細長い円柱状の茎が不規則に分岐する形状。別の大きな海藻にくっついて育つことで太陽の光を浴び、光合成をしやすい環境に身を置く戦略家。繊維がぬめりに覆われており、食べると滑らかな口当たり。