

## プラスチック(合成樹脂)について

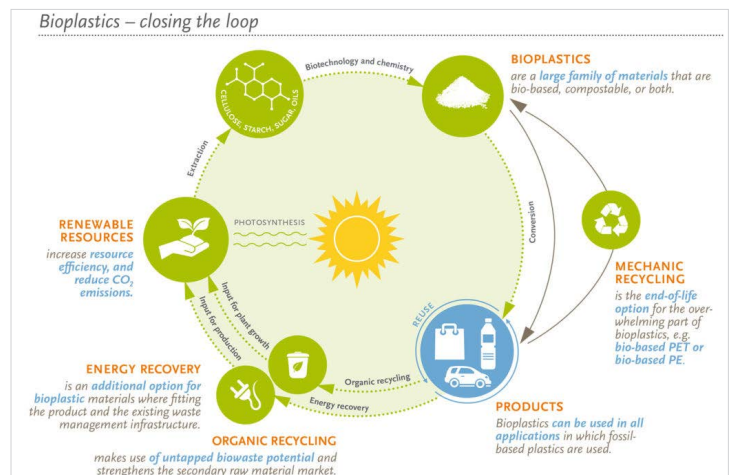
近年、プラスチック素材の回収・リサイクルに加えて、それに代わる素材の開発・活用が世界的な重要課題として取り上げられている。

ヨーロッパ共同体(以下EU)では、2019年5月21日、使い捨てプラスチック[SUP-Single Use Plastics(注)使用期間が1年以内の寿命が短いプロダクト]に関する綱領UE2019/904が決議され、加盟各国が法令を整備する2年間の準備期間を経て2021年より施行される。

プラスチック材はその低コストにより、1950年代以降に急速に活用が拡散し、現在、鉄材、セメントに続き人工物の中で地球上で3番目に多く存在するという。今回執筆するにあたり、日常使用している物に改めて目を向けると、家電製品に始まり、キッチン雑貨、化粧品など、ありとあらゆるものに使用されており、同時に、廃棄方法や今後どのような素材に換えて製造されるか、などがとても気になり始めた。

プラスチック問題の中でも、海洋汚染と海中に放棄されたプラスチックゴミの存在はかなり深刻な状況のようだ。WWFが発表したデータによると、地球上では毎年3億9600万トンのプラスチック原料が製造に使用され、そのうち1億トンのプラスチックゴミが何らかの形で海に放棄され、現在1億5千万トンが海洋に放置されたままだという。

今回EUで決議された綱領は、それ以前に発令されたプラスチック素材に関する法令を総合的にまとめる形で、海洋ゴミを防止しそれへ対抗することに



プロダクトが製造されるまでと廃棄された後を繋ぐサークルのコンセプトを示した図。(画像) www.european-bioplastics.org

に焦点を当て、ヨーロッパの海岸を汚染するプロダクト上位10項目を主な対象としている。それぞれのカテゴリーにより法令の内容は異なるが、例えば、コーヒーカップ、テイクアウト用の食品容器、タバコのフィルター、漁業用網、ウェットティッシュについては、製造メーカーへ使い終わった製品の清掃及び回収に対する経済的な負担責任が課せられる。さらに、2029年までにプラスチックボトルの消費量に対して90%を回収及びリサイクルするメーカーの義務や、2030年までに同じくプラスチックボトルの素材の中に30%以上のリサイクル可能な素材を混合させる、飲み物などのプラスチック製のキャップを容器本体と一体化する、タバコのフィルター、プラスチックカップ、生理用ナプキン、ウェットティッシュを投げ捨てた場合に発生する環境汚染について、そして正しい廃棄方法を消費者へ伝えるラベルを表示するなどがその内容である。そして、これまで混乱を招いてきたプラスチックに代わる生物分解性の新素材を「バイオプラスチック」として明確に定義した。2021年に製造が禁止されるプラスチックを原材料とするプロダクトと梱包材は、綿棒の芯、カラトリー、皿とプラスチックコーティングが施されている紙製皿、ストロー、ドリンク用マドラー、風船用スティック、ファストフードとテイクアウト用のカップ及び容器に使用されるEPS(発泡ポリスチレン)、ドリンク用のEPS製容器、酸化によって素材の細分

化を発生させる付加物が混入しているすべてのプラスチック製の使い捨て品とされ、これらが海岸を汚すワースト10とみなされている。

イタリアは、EU内でトップ、世界で第3位のプラスチック消費大国である。国民一人当たりの消費は5日間に1kgという数字が出ている。昨年、ミラノ市では、ペットボトルを減らす対策の一環として、市長から市内に通う小中学校の生徒たち全員へアルミ製ボトルが贈られた。状況を改善するためにどのような取り組みがなされているのか、イタリアのデザイン分野を中心にその動きをレポートしたい。

## 活用への期待が高まるバイオプラスチック

イタリアのデザイン業界では、人と環境に優しい素材をブランドマーケティングの主軸に据える企業が年々増えている。2020/21年秋冬メンズファッションショーの速報記事を読み、有機栽培による天然繊維やリサイクルプラスチックを前面に打ち出した製品など、新しいデザインのあり方として大きく報道されてることを確認した。消費者層の意識が高まっている証拠である。これらの結果を支えているのは、新素材の地道な研究・開発であるが、ここでもメイド・イン・イタリーは、大きな力を発揮しているようだ。

今年のミラノ・サローネ記者発表の場で、会長を務めるClaudio Lutiは、「サステナビリティを考えることは、倫理である」とし、デザインの基本要素に欠かせない共通課題だと語った。その彼が率いるKartell社は、1946年の創業以来、ポリカーボネート、カーボンファイバー、ポリウレタンなど、常に新素材を

追求し斬新なプロダクトの傑作を輩出してきたが、2年前に数年かけて開発が進められたブランド初のサステナブルな製品、Antonio CitterioデザインのBio Chairを発表した。製品に起用された素材PHAsは、ポーニャを本拠地とするBIO-ON社が開発、持続可能な植物性廃棄物へ微生物を加え、従来のプラスチック素材と同様に熱可塑性を持つ、天然素材100%のバイオプラスチックである。

Kartell社と同様に、イタリアンデザインを代表する照明器具メーカーFLOS社もABS樹脂に代わる素材を模索する中、原料の製造に多大なエネルギーも必要としないBIO-ON社の素材に納得し、フィリップ・スタルクデザインの卓上照明Miss Sissiのリニューアルに着手した。'91年にデビューして以来世界的な傑作と評されるこの製品のデザインを一切変更しない条件の元で開発に着手し、これまでと同じ製造工程と機械で製造することに成功。

BIO-ON社のストーリーは、2008年にそれまでマイクロチップの製造を行っていた2人のイタリア人企業家が、彼らのクライアントが製造していたスキーパスに着目し、雪の中で分解されるスキーパスの素材を発明したいと夢を抱き、バイオケミカルの分野に着手した時から始まった。フランス人科学者が1900年代の初めに作り出した素材PHAを元に、2009年にポリエステルポリマーから構成される新素材PHAsの研究を始め、植物性の原料をもとにバクテリアの発酵から生まれる素材が誕生した。この素材が無数の可能性を秘めている理由は、強度と耐



今年2月に開催された、ストックホルム家具&ライト展示会でのKartell社のブース。工業用木材を再利用し成形された新作チェアシリーズ「A.I.」。



Antonio CitterioデザインのBio Chair。



フィリップ・スタルクデザインの卓上ランプMiss Sissiに使われているバイオプラスチック。



熱性にすぐれ、ラップのような薄い形状からおもちゃや家具のような立体形に至るまでとても幅広い領域で活用できることである。

BIO-ON社のビデオ(イタリア語)は、こちらからご覧ください。

<https://youtu.be/JAWX6F5Cu70>

ウンブリア州を本拠地とするNovamont社が、1990年から研究開発を行っているバイオプラスチックMater-Biは汎用性が高く、様々なカテゴリーの食品の包装から、使い捨ても含めた食器類、レジ袋など年々応用範囲が広がっている。遺伝子組み換えを行っていないヨーロッパ産のトウモロコシの澱粉とオイルで構成されており、使い終わった素材は二酸化炭素、メタンガス、水分に分解される。特に農業分野では、ビニールハウス栽培に必要なシートの素材として重宝されている。

昨年には、モッツアレラチーズの原産地、カンパーニャ州の生産者と共同で、食品衛生面の問題や、水分を漏らさない為のフィルムの熱加工技術などを解決して、生ごみとして処分できるチーズを包む透明な袋を開発した。

昨年9月、ロンバルディア州主催のSmart Fashion and Designコンペで入賞した、PHA-STARプロジェクトのプロトタイプが発表された。国際デザイン都市のイメージが定着しているミラノだが、2015年に開催されたミラノエキスポでもアピールしていたように、実はミラノ近郊では今でも農業と酪農業が盛んに行われている。このプロジェクトは、この産業から生まれる廃棄物を原料として再利用し、デザインと酪農を結ぶリングとして機能させようというものである。循環経済への一つの取り組みとして、原料から製品を作り、使い終わった製品は回収されて再び原料として再利用される構図を目標としている。ミラノ市から南西に向かって約80km、田園風景が広がるValle Lomellina市に所在する酪農企業が発案し、乳製品を作る過程で排出される乳精にバクテリアを混ぜたバイオプラスチックを、ミラノ国立大学などと共同研究によって作り出した。このPHA素材を使い、「グリーン」をテーマにガーデニング・キットや、素材の無害性をアピールするために乳幼児のカラトリーなどがデザインされた。

もう一つの将来有望なイタリア産バイオプラスチックは、2018年に誕生したEarthBi。個人や若者たちが実現を目指すプロジェクトを投資家が直接審査するコンペティションDigithON2019で、昨年グリーン賞を受賞し、すでに、梱包、繊維、自動車、化粧品、医薬品などの分野から900万トンを超える受注を記録している。最短90日間で生物分解される新素材EarthBiは、生ゴミのバイオマスから取り出した乳酸を基本にするPLA樹脂に、柔軟性や加工性を高めた発展形といえる。多くの利点を持つが、例えば、従来の製造工程を変えないで使えること、廃棄にあたってはどのような条件でも生物分解されること、メーカーへ返却されたEarthBiは原料として再利用できる点などである。EarthBiの製造プロセスは企業秘密として明かされていないが、一般的にPLA樹脂はサトウキビから乳酸を発生させた素材で、従来の機械を継続して使え、匂いがなく毒性も低いという。この素材が脚光を浴びている領域は、ここ数年で定着した3Dプリンターである。同じ素材を何度も繰り返して使える点は、実験的にプリンターを使うユーザーに特に適しており、また、従来のプラスチックコードに比べて、尖った角やエッジの完成度が高く、表面も光沢がありなめらかに仕上がる。完璧に見える素材だが、形成する温度が低いため冷めるのが早く、固まるまでの時間が短いため作業時間も短い事、そして水に接触すると劣化する



画像) www.materbi.com

Mater-Biから作られているモッツアレラチーズのパッケージ。



画像) www.materbi.com

従来の紙製のパッケージの表面へ、Mater-Biがコーティングされている使い捨て容器。



画像) www.greenplanner.it

PHA-STARプロジェクトの一つ、乳児用のカラトリー。

ことが欠点といえる。

EarthBiのプロモーションビデオはこちらからご覧ください。

<https://youtu.be/rZWAGfAZzvY>

## ストローとラップの新しい可能性

ストローはプラスチックが引き起こす弊害の中で一番厄介な問題とされているようだ。小さなパックのジュースに付属する短いストローなどは、夏のビーチに捨てられたままになることも多い。それらは波にさらわれて海中に出た後に細分化されマイクロプラスチックになり、そうなると回収は不可能となる。ストローの素材ポリプロピレンは、一瞬使うだけでもかかわらず分解されるまでに500年かかるという。プラスチック問題に取り組む上で世界共通の基本認識に、「3R」、つまりリデュース（減らす）リユース（繰り返し使う）リサイクル（材料として再活用する）があるが、残念ながらプラスチック製ストローはリサイクルできないようだ。となると、減らすあるいは繰り返し使うしかない。ストローを必要としないドリンクの飲み方を考えるのも一つのデザインだと思うが、素材を変える、あるいは耐久性のあるデザインを考えればこれまでの利便性を維持できる。紙、ガラス、ステンレス、シリコン、パスタ、竹など既存の素材を使った製品はすでに色々なバリエーションが販売されているが、口当たりが今一つだったり手入れに手間取るなどユーザーの評判は様々だ。多くの海水浴場が点在し、漁業が盛んなシチリア島に住むMarcello Cataniaはストロー問題をなんとか解決したいと長年取り組み、島内に自然に育つオート麦の管状の茎を使ったストローに行き着いた。ストローの語源である「麦藁」と似た発想だが、管の寸法が揃っており、シチリアの暖かな気候では年に2回収穫が可能のため生産効率も良く、1ヘクタールの土地から約10万本のストローを作ることができる。継続的な生産で利益を生むためには、管をカットするデリケートな工程の効率化が必要であったが、専門家の助けを得て、節目を見分けてその部分を排除する機械の制作に成功した。天然素材という性質上、衛生面に関しての微生物分析も行い、その結果安心して使用できるだけでなく、機能性にも長け完全に土に戻る素材からできているパーフェクトなストローとの評価を受けている。従来のストローの5倍近い価格にもかかわらず、カクテル用としてトレンドなバーやレストランから多くの注文があるという。

毎日、キッチンだけでどれくらいの量のプラスチックを消費しているのかが気になるが、その中でも使う度に気が重くなるのが食品保存ラップ。できる限りガラス製の密閉保存容器を使うようにしているが、酸化させないために野菜の切り口には仕方なくラップを使い、使い終わった後はリサイクルゴミにできないので不分別ゴミとして捨てる。多くの人が直面している課題だと思うが、プラスチック汚染問題の解決への貢献、ミツバチの保護、身障者の支援を3つの柱に、使い捨てラップに代わる食品保存シートApepakを考案したイタリア人カップルがいる。このプロジェクトには、年々ミツバチが減ってきていることに対して、余剰分の蜜蝋の買取りによって養蜂家の活動を経済的に支え、彼らが環境のモニタリングを続けていくことで絶滅を阻止しようという試みも含まれている。シートの芯はGOTS認定のオーガニックコットンを使用し、その表面を有機蜜蝋、松の樹脂、ホホバオイルを混ぜ合わせた液体でコーティングする。この工程は、身障者が手



Apepakの使用例。

画像) www.cuoreinfascia.com



Apepakの製品紹介。

画像) www.apepak.it



作業で行う。シートを手で温めると柔らかくなり、ちょうど風呂敷のように中に入れるものの形に合わせて包むことができる。表面素材の配合が菌を寄せ付けず、野菜、果物、チーズ、パンの保存や、サンドイッチやおやつを包んだり、あるいは残り物のお皿のカバーとしてアイデア次第で多様な使い方ができる。唯一保存できない食品は肉類。また、40度以上の環境では蜜蝋が溶け性能が劣化する可能性があるため、電子レンジでは使えないが、こうしたマイナス点を軽く超えるだけの魅力溢れるデザインだ。

使い方のアイデアはこちらからご覧ください。

<https://www.apepak.it/pages/come-si-usa>

## 将来の有望株カンナビス

万能なエコ植物カンナビス(大麻)については、前々から取り上げたいテーマとして構想を練っていた。戦後に化学製品が登場するまでの時代には、温暖な土地であれば3ヶ月ほどで育ち、汚染された土壌も肥沃にする廃棄率がゼロのカンナビスは生活のあらゆるところで活用され、かつてイタリア国内では北から南まで盛んに栽培が行われていた。現在、医療分野での合法化についての議論をきっかけに、食品、衣料品、化粧品、建築分野へ積極的に用いられるようになった。カンナビスの種は、それに含まれるバランスの良いオメガ3・6脂肪酸が注目され、オイル、パン、パスタ、クッキーなどに使われ、繊維はその稀に見る強度から衣類と、断熱防音効果も併せて期待されるバイオ建材への応用へ発展している。元々栽培が盛んであった土地柄、2016年に品種改良されたカンナビスの栽培が解禁され、雌株の葉と花に含まれる有効成分THC(テトラヒドロカンナビノール)0.6%以下を含むマリファナの販売が許可されたこともあり、イタリア国内各地で若者を中心に栽培・製品化の動きが復活した。

今でこそ規制されている植物だが、実は古代中国ではカンナビスの繊維から紙が作られていた。ヨーロッパでは8世紀にカール大帝が栽培を推奨し、15世紀には修道士たちがカンナビスの紙を使って聖書を書き写していた。帆船の帆へもカンナビスが使われ、それはやがて初期のジーンズ生地として再利用されていった。このように活用されてきたのは、素材が持つ驚異的な強度によるもので、1941年にはHenry Fordがボディをヘンププラスチックで覆った自動車のプロトタイプを試作している。戦争が始まったためにプロジェクトは頓挫し、その後開発は進まなかった。カンナビスの歴史やそれを取り巻く状況については、映画監督Massimo Mazzuccoが、2011年「マリファナの真のストーリー」と題したドキュメンタリービデオを発表している。

ドキュメンタリービデオ(イタリア語)はこちらからご覧ください。

[https://youtu.be/\\_U9t7pXZMg](https://youtu.be/_U9t7pXZMg)

この素材は、食品の梱包材や日用品へはもちろんのこと、電化・電気製品への応用も大いに期待されている。こうしたカンナビス復活の流れの中で、シチリア島のラグーザでヘンプバイオプラスチックHBP® Kanèsisが誕生した。農業と工業を結び、地元の経済を循環させ雇用を増やしたいという思いから、2人の若者が発案し、カターニャ大学、食関連の技術者、デザイナー、情報エンジニア、化学者、生物学者と共に開発した素材である。現在普及が進んでいるトウモロコシの澱粉やサトウキビから作られるPLA樹脂とカンナビスの茎の内側部分を構成する木質材を混ぜて作られた素材は、PLAに比べて30%ほど強度が増す。

## グローバルな動き

イタリア国外でも、興味深い動きが見られる。おもちゃメーカーLEGO社は、2030年までにすべて



カンナビスから生まれたプロダクト。

画像) [www.kickstarter.com](http://www.kickstarter.com)

の製品からABS樹脂を排除し、バイオプラスチックに換えるため、まず第一弾としてサトウキビ由来の素材から作られた新シリーズを発表した。今後どのような素材へ変更されるかはまだ決まっていないが、カンナビスが有力候補に上がっている。

家具メーカーIKEAは、2020年末までにショップ内から使い捨てのカップ、トレイ、ストローなどを徐々に排除し、2030年までにプラスチック製品の素材をすべて再生プラスチックか持続可能な素材へ換えていくことを決めた。先頃発売された新製品は、PLA樹脂からできているトレイとカップ。スイス圏では、ジッパー付き食品保存パックの素材へサトウキビ由来の素材85%を使用した、初めてのバイオプラスチックパックが発売された。年間で14億枚を販売するヒット商品の素材変更により、7万5千バレルの石油を節約できるという。

サンフランシスコでは、Philip Rossとエンジニア、科学者、デザイナーたちが共同で開発した素材Mycoworksが注目を浴びている。通常廃棄されるキノコの菌糸体を硬化し、培養方法を変えることで様々な模様や色を作ることができるエコレザー。もう一つのエコレザーは、Ananas Anam社が開発した素材Piñatex、フィリピンで廃棄されるパイナップルの葉を活用している。

紹介ビデオはこちらからご覧ください。

<https://youtu.be/gCNuFqH4VCc>

ベルリンのデザインストウーディオCrafting plasticsとスロバキア技術大学のコラボレーションによって開発された新素材NUATAN®は、トウモロコシの澱粉、砂糖、オイルの混合素材へPLAとPHBを混ぜ合わせた100%再生可能な生物分解性のあるバイオプラスチック。従来のプラスチックと同じ特性を持ち、主に食品パッケージへの活用が期待されている。

海藻も注目を浴びている新素材の一つ。数年前にレクサス賞を受賞した、日本のデザイングループAMAMによるAgar Plasticityプロジェクトが記憶に新しいが、2人のドイツ人デザイナーも海藻の澱粉質を利用して新しい素材づくりに励んでいる。彼らは、海藻分子がシャンプーの容器やテーブルウェア、日常雑貨などこれまで石油系分子から作られていたものすべてに応用できると確信している。

Treeplast®は、オランダ、オーストリア、ドイツの木材共同事業体が開発した、生物分解性のある再生利用可能な素材。おが屑50-60%、トウモロコシ30%、天然樹脂10%から構成されている。

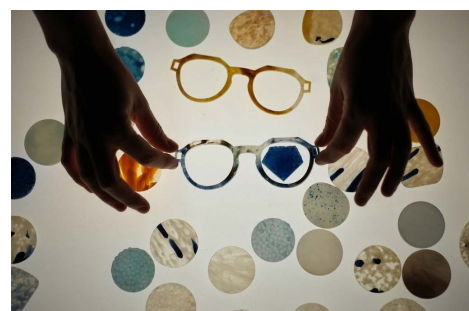
世界の各地で次々と誕生する新素材が、これから幅広く活用されていくのを楽しみにしていきたい。



画像) www.italiandesigninstitute.com  
バイオプラスチックで作られたLEGOの製品。



画像) www.startingfinance.com  
エコレザーMycoworkのバリエーション。



画像) lifegate.it  
NUATANを使った眼鏡のフレーム。



画像) www.dezeen.com  
海藻から作られたコード素材を使って、3Dプリンターで製作したデザインシリーズ。



画像) materialdistrict.com  
Treeplastを使った家具のパーツ。

執筆者 略歴

**池田美雪** インテリアデザイナー

武蔵野美術大学基礎デザイン学科卒

Istituto Europeo di Design 建築インテリア科卒

1994年よりミラノ在住

個人邸の改築、パブリックスペースの設計に携わったのち

2005年より

クリエイティブ・コンサルティング会社（デジタルゲーム、ウェブサイト、グラフィックデザイン）  
の共同経営者として活動

デザイン・アートに関するコーディネイト、翻訳および通訳

mikeda.it