

地球の未来を救う！  
日本発祥の有機導電テクノロジーが世界の課題を解決

2020年11月24日

---

## <目次>

はじめに ～有機導電材料とは～

1. 世界の特許情報解析
2. 世界のグラント（公的研究資金）情報解析
3. 世界のベンチャー・スタートアップ企業資金調達情報
4. まとめと展望

（参考文献）

---

はじめに ～有機導電材料とは～

導電材料とは電気を通すことのできる素材を指しますが、今回はその中でも有機化合物を利用したもの、従来の無機導電材料とは特徴の異なるもの、に焦点を当てた有機導電材料（導電性高分子・有機エレクトロニクス）領域を取り上げます。近年テレビやスマートフォン製品で主要な部材となった有機 EL や有機太陽電池も本領域製品の一つです。素材としては、導電性高分子（電気を通す性質を持つ高分子・プラスチック）、導電性低分子、銀などメタルペーストとプラスチックを混ぜた素材、導電カーボンなどが含まれます。

導電性高分子の発祥は日本です。筑波大学名誉教授の白川英樹博士は、通常は電気を通すことのできないプラスチックにある種の不純物を加えること（ドーピング）により、電気を通すようになる性質を発見、「導電性高分子」という新しい化学分野を確立、当時研究段階から実用化が目指され始めた有機 EL、研究が徐々に進展し始めた有機太陽電池など有機エレクトロニクスの基礎に重要な功績を与えたことが認められ、2000年12月にノーベル化学賞を受賞しました<sup>(注)</sup>。

有機導電材料に対して無機導電材料（鉄や金などの金属を指す導体、シリコン半導体や SiC パワー半導体などを指す無機単結晶半導体）があります。無機導電材料は非常に硬い物質であるため、長期間安定的に動作できるといった製品寿命である点、電子移動度が高くデバイスの性能指数が優れている点などが長所にあげられますが、一方で曲げようとすれば簡単に壊れるといった機械強度の低さ、高温での製造が求められるといった製造コストに欠点も持ち合わせています。

それに対して、有機導電材料はその性質から、柔らかく曲げたり、液体に溶かしたりすることが可能です(図 1)。デバイス化する際に塗布や印刷での製造が可能な素材、無機デバイスに比べて安価大量製造が可能な素材、軽量性に優れた素材など様々なものが存在し、その結果、無機導電材料では到底成し得ない製品特長や新しい用途活用が可能な素材です。

有機導電材料はこれからも我々の生活にますます浸透していくでしょう。例えば、軽量化や生体親和性や薄型化が可能な特徴からあらゆるデバイスにウェアラブル/ポータブル性を持たすことができたり、液体に溶かしておいてまるでネイルのように容器からブラシで必要な時、必要な個所に塗って使うような製品が未来で待っているかもしれません。

(注)：白川博士の研究は、チーグラマー・ナッタ触媒により結果的にドーピングされた導電性ポリアセチレンが合成できたことからスタートしたと言われてしています。通常のポリアセチレンを含む高分子（プラスチック）は電気を通さない絶縁体ですが、導電性高分子はドーピング手法を用いることで導電性（半導電性）を持たせています。たとえば PEDOT（ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)）のようなポリチオフェン、ポリアニン、ポリピロール類などで導電性高分子例がみられますが、数ある高分子の種類から見ればごく少数ですし、この中で製品化につながるほどのスペックを持つ高分子はさらに限られます。現在、スマートフ

フォンのタッチパネルやリチウムイオン電池などに利用され、実製品として日常に浸透し始めてきた導電性高分子材料ですが、ここには白川英樹博士から始まる様々な人々の研究の成果が凝縮していると言っていいでしょう。

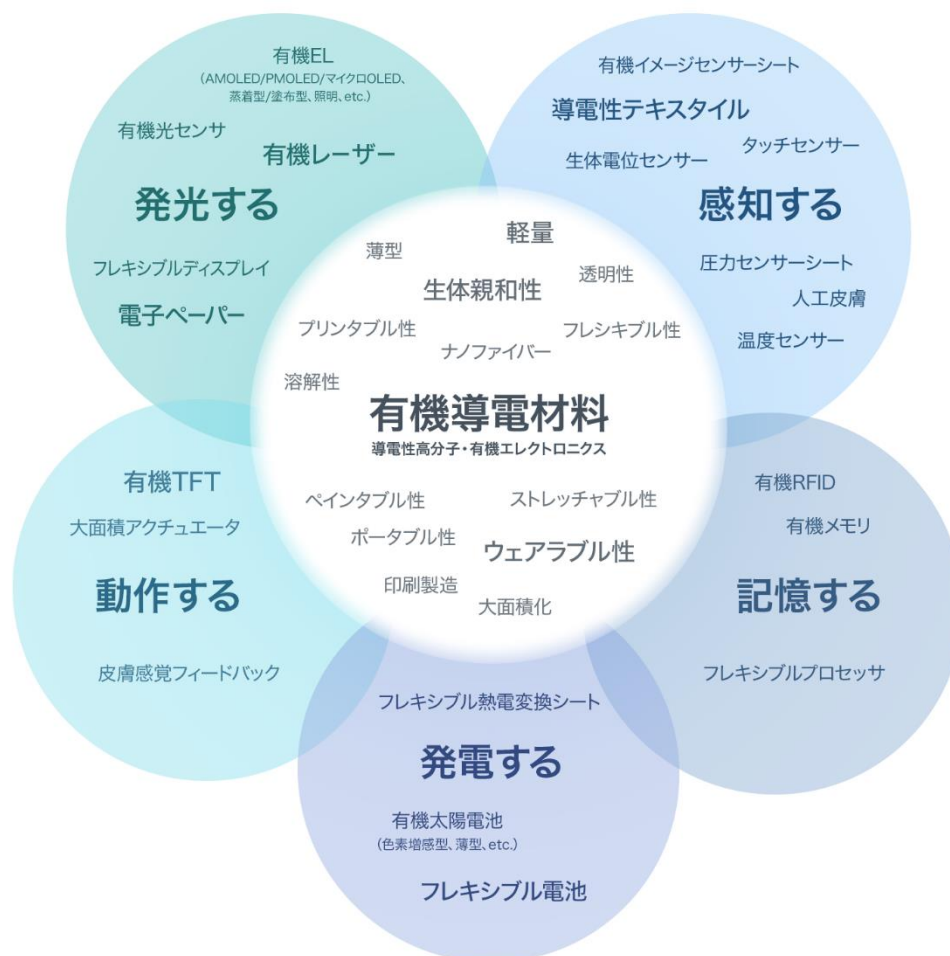


図1 有機導電材料（導電性高分子・有機エレクトロニクス）の特徴と製品例

本レポートでは、2009年以降の直近10年間の世界の特許、グラント（公的研究費）、ベンチャー企業等の公開情報をベースに、近年の有機導電材料の技術研究を紹介します。

今回技術を紹介するにあたり、有機導電材料を用途別に以下の8分野に分けました。

- (1)医療分野素材
- (2)福祉分野素材
- (3)発電・エネルギーハーベスティング材料
- (4)省エネルギー用材料
- (5)ウェアラブル・生体情報センシング材料
- (6)工業用材料の代替
- (7)農業分野材料
- (8)ディスプレイ・照明・透明材料

まずは有機導電材料の技術革新が進むことでどのような近未来を描けるかを8分野ごとにまとめています。

### 有機導電材料（導電性高分子・有機エレクトロニクス）への期待と近年のニュース

	8分野	有機導電材料（導電性高分子・有機エレクトロニクス）への期待	近年の例
(1)	医療分野材料	今後の、遠隔診療やオーダーメイド医療の拡充に向けた材料として優位性がある。印刷製造による生体センシングデバイスの大量製造や、薄型で生体親和性高さといった長所が活かせる。また、生体グルコース燃料や熱電式でエネルギーを利用しつつ傷治療を行うといった医療の未来素材にも期待。	電気刺激用途のバイオデバイス用導電性ポリマーゲルを開発（マサチューセッツ工科大学（米）・2020年）
(2)	福祉分野材料	高齢者の弱った体力や、体が不自由な方の補助デバイスもより高性能化が見込める。	圧力の違いを感じる義手・義足向け人工皮膚を開発（スタンフォード大学（米）・2015年）
(3)	発電・エネルギーハーベスティング材料	自然エネルギーとともに暮らす社会が実現可能に。さらなる環境調和社会に向け、廃熱の利用、体温やグルコースなど人間自らがエネルギー源になるデバイスも可能。	充電不要の「MATRIX PowerWatch Series 2」発売（MATRIX Industries社（米）・2019年）
(4)	省エネルギー用材料	アクチュエータなどでは、従来のモーターやエンジンを用いるものとは異なり騒音を抑えて省エネルギーで動く材料化が進む。また窓からの特定波長を遮断することでエアコン使用を抑える省エネ技術もある。	温度に応じて太陽光の透過量を自律制御する省エネ窓ガラス開発（産業技術総合研究所・2019年）
(5)	ウェアラブル・生体情報センシング材料	IoT向けのフレキシブルエレクトロニクスとして、服をディスプレイ化した製品はすでに存在。有機半導体で低価格に大量生産が可能といわれている。皮膚などあらゆるところに貼れたり、丸めて携帯できる時代に。	ストレッチャブルな透明人工イオニックスキン「Alskin」開発（トロント大学（加）・2020年）
(6)	工業用材料の代替	貴金属や重金属などの代替として、製品の低コスト化や環境配慮が可能。	ITO(酸化インジウムスズ)代替のPEDOT（ポリエチレンジオキシチオフェン）透明導電センサー開発（日本モレックス合同会社・2017年）
(7)	農業分野材料	いつでも/どこでも/様々なものをセンシングできることから、農業、畜産、漁業など様々な一次産業の生産物に活用。効率的な評価や最適な育成が可能。	スマート農業用の土壌水分センサを大川市で導入促進（株式会社SenSprout・2019年）
(8)	ディスプレイ・照明・透明材料	有機ELディスプレイならではの高画質、色再現性、広い視野角、薄さ、軽さなどのメリットにより、ポスターやPOPなどの領域にも利用は広がる。	JR東日本で印刷方式有機ELデジタルサイネージ活用実験（株式会社JOLED・2020年）

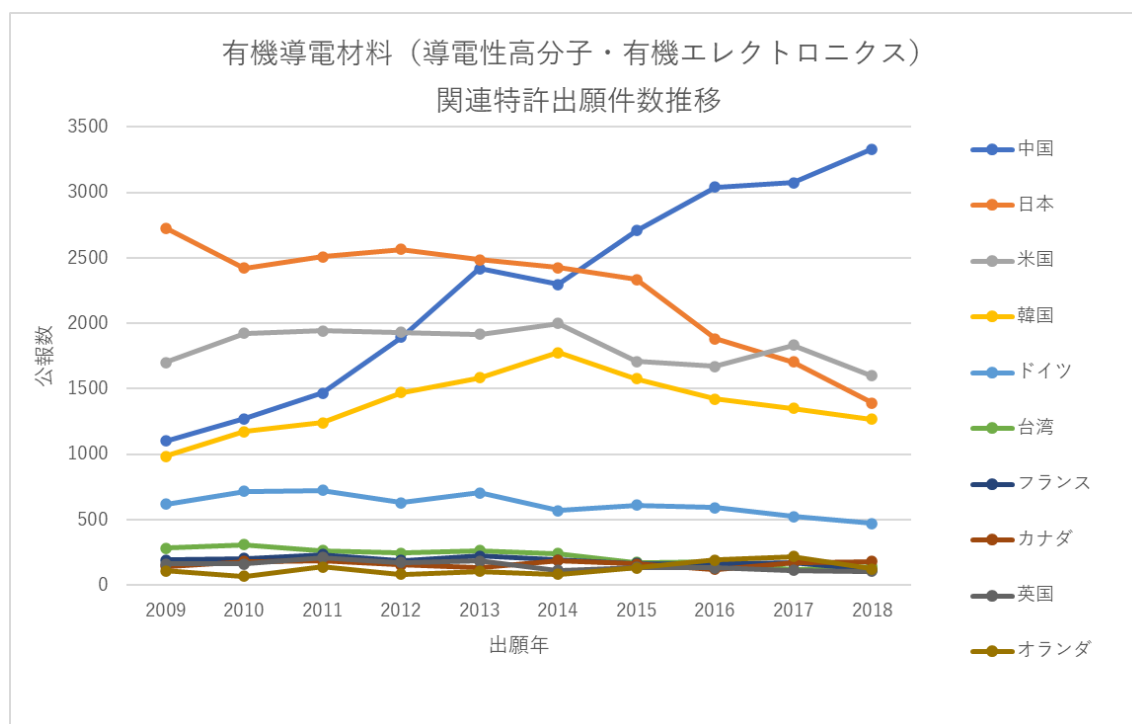
(※参考文献 A,B,C)

続いて、特許、グラント、ベンチャーの順で具体的な情報解析を次項から述べることにします。

## 1. 世界の特許情報解析

まずは世界で出願された特許についてみていきます。2009年からの10年間、世界全体で有機導電材料領域には10万件を超える出願がなされており、中でも件数の多かった国は日本と中国でどちらも約23000件でした。次いで米国19000件程度、韓国14000件程度と続きます。

世界の特許 国別出願推移（上位10か国）



（2009～2020年の全世界出願 109,223件 メイン出願人帰属国単位、ファミリー寄せなし）

特許出願数の推移を見ると、2018年時点でのトップは中国、二番手グループは米国・日本・韓国の3か国となっており、これらの国が本領域における特許出願主要国といえるでしょう。

中国は、2006年に国務院が科学技術・イノベーション政策の長期的な基本方針である「国家中長期科学技術発展規画綱要(2006-2020年)」を発表しており、これまでのマイクロバイオームなどでの解析結果同様に、本領域でもこの10年の出願数の伸びは顕著です。

二番手グループをみると、米国や韓国は毎年安定的な出願数をキープする一方、2009年時点ではトップであった日本の出願数は年々減少しており、数年以内に二番手グループからも脱落する懸念があります。

続いて具体的な特許の内容を検討するため、2009年以降、日本・米国・欧州3極の特許庁並びに世界特許機関(WIPO)に出願された英文表記の有機導電材料関連特許（以下、4極特許）約40000件に絞り、出願数をランキングしました。

2009 年以降 4 極特許（米国特許、欧州特許、日本国特許、国際公開特許）の  
出願人ランキングトップ 20

NO.	出願人	件数
1	LG化学 (韓国)	630
2	サムスン電子 (韓国)	471
3	信越化学工業 (日本)	417
4	Merck (ドイツ)	401
5	Philips (オランダ)	400
6	パナソニック (日本)	396
7	富士フイルム (日本)	377
8	サムスン電機 (韓国)	371
9	京セラ (日本)	344
10	コニカミノルタ (日本)	327
11	サムスンSDI (韓国)	322
12	日東電工 (日本)	310
13	BASF (ドイツ)	303
14	Nanotek Instruments (アメリカ)	294
15	原子力・代替エネルギー庁 (フランス)	292
16	Robert Bosch (ドイツ)	284
17	キヤノン (日本)	273
18	ソニー (日本)	262
19	村田製作所 (日本)	256
20	昭和電工マテリアルズ (旧：日立化成) (日本)	253

20 位までには韓国、日本企業が多く並んでいます。出願件数トップは LG 化学で 630 件ですが、第 2、8、11 位はサムスングループの企業であり、グループ 3 社を合わせれば 1 位を超えた 1000 件以上の特許を出願したことになります。

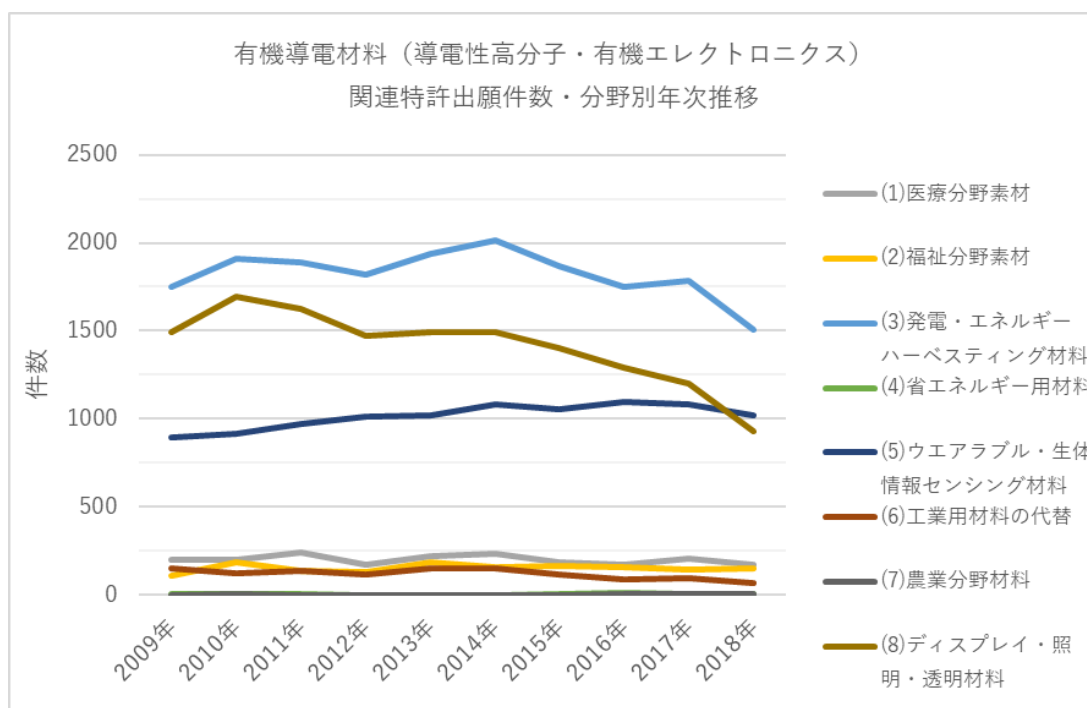
日本は 20 位までに 10 社ランクインしており、この領域の特許を多く出願する企業、つまり比較的有機導電材料分野に力を入れている企業が多い国といいでしょう。しかし先ほど述べたように、日本全体の出願件数は右肩下がりですので数年後には日本の企業がほとんどランクインされない状況になるかもしれません。

概ね誰もが知る企業が表に並ぶ中、14 位には Nanotek Instruments 社がランクインしています。この企業は 1997 年に創立したスーパーキャパシタ、燃料電池、次世代バッテリーなどのエネルギー貯蔵デバイスメーカーですが、有機導電材料であるグラフェンの製造に関する最初の特許を取得した企業でもあります。グラフェンは 2010 年にノーベル物理学賞を受賞した素材で有名ですが、電気をよく通し、丈夫で熱にも強いなど、これまでの素材にはない優れた性質を持つことから、電子デバイス、自動車や航空宇宙用材料分野で研究開発されている素材です。またその透明性を利用し、折り曲げられるディスプレイとしての用途もあります。

●分野別特許件数年次推移

次に、この特許出願件数を 8 つの分野別に年次推移を示します。

有機導電性材料 8 分野別の特許出願件数（年次推移）



「発電・エネルギーハーベスティング材料」、「ディスプレイ・照明・透明材料」、「ウェアラブル・生体情報センシング材料」の3つは、他分野に比べ特許出願件数が一桁大きいことがわかります。またこの中の「ディスプレイ・照明・透明材料」分野の特許出願数は多いながらも近年やや減少傾向にあり、これは研究がかなり成熟している証と言えるでしょう。例えばサムスンでは2020年現在、スマホ向け主力ディスプレイパネルのうち有機ELディスプレイが約30%にまでに高まっています。加えてLG Electronics社やシャープ社がプロジェクタスクリーンのようなローラブルテレビを開発したり、サムスン社やRoyole社が折り畳みスマートフォンを開発したりと、有機導電材料の特徴を活かした具体的な製品化が活発になっていることから成熟度の高さがうかがえます。

「ウェアラブル・生体情報センシング材料」に関する特許は緩やかながら増加傾向であることがわかります。IoT×衣服、IoT×電子皮膚など、柔らかな素材ゆえに、人の動きにも柔軟に形状を変えることのできる素材がこれからのセンシング材料のトレンドになると期待されています。

## ●最近の興味深い特許事例

### 1. 医療分野素材、ウェアラブル・生体情報センシング材料の例

タイトル:	生体電極及び生体電極の製造方法		
公報番号:	WO2020080395	出願番号:	WO2019JP40640
		出願日:	2019/10/16
出願人・譲受人:	NOK株式会社		
概要:	脳波等の生体信号を検出する生体電極及び生体電極。銀粒子/カーボンブラック/カーボンナノチューブ等を用いた導電性シリコンゴムで、身体への密着性を高め、やわらかい肌触り特徴とすることで長時間密着させていても不快感を生じさせにくくできる。		

### 2. 発電・エネルギーハーベスティング材料の例

タイトル:	The electrolyte solution for non-aqueous electrolytic batteries, and a non-aqueous electrolytic battery using the same(非水電解液電池用電解液、及びこれを用いた非水電解液電池)		
公報番号:	JP2020113539	出願番号:	JP202026063
		出願日:	2020/2/19
出願人・譲受人:	セントラル硝子株式会社		
概要:	リチウムイオン電池など非水電解液電池の高温特性、及び繰り返し充放電時のサイクル特性改善。-30°C以下で平均放電電圧が高く、かつ50°C以上の高温で優れたサイクル特性や貯蔵特性を發揮する電池 負極材料として導電性ポリマーなどが検討されている。		

### 3. 発電・エネルギーハーベスティング材料の例

タイトル:	Particulate active material power storage device positive electrode power storage device and production method for particulate active material (活物質粒子、蓄電デバイス用正極、蓄電デバイスおよび活物質粒子の製造方法)		
公報番号:	US20200274153	出願番号:	US16871591
		出願日:	2020/5/11
出願人・譲受人:	日東電工株式会社		
概要:	導電性ポリアニリンの粒子表面に導電助剤コーティングした、高エネルギー密度な蓄電デバイス正極。リチウム含有遷移金属酸化物を用いたリチウム二次電池に比べ課題となっている、容量密度やエネルギー密度の向上に寄与することで二次電池性能を高める。		

### 4. ウェアラブル・生体情報センシング材料の例

タイトル:	Sensor Device and Methods(センサ装置及び方法)		
公報番号:	US20190346401	出願番号:	US16471552
		出願日:	2019/6/19
出願人・譲受人:	New Zealand Insitiute for Plant and Food Research Ltd (乳)		
概要:	昆虫嗅覚受容体(OrX: insect odorant receptor)と導電性ポリマーなどで構築されたセンサデバイス。OrXがヘテロマーリガンド依存性カチオンチャネルとして機能し、揮発性有機化合物(VOC)などの化学物質を区別することで、VOCや可溶性有機化学物質などの分析対象物のリアルタイム検出、健康・環境の監視、食品・水質の安全性をチェックする。		

### 5. ウェアラブル・生体情報センシング材料の例

タイトル:	Pair of spectacles with bio-sensors (バイオセンサー型眼鏡)		
公報番号:	US20200285080	出願番号:	US16763626
		出願日:	2020/5/13
出願人・譲受人:	Società Azionaria Fabbrica Italiana Lavorazione Occhiali (伊)		
概要:	仕事/スポーツ/レクリエーション活動中などでのストレス/倦怠感監視機能付き眼鏡。鼻支持部分にバイオセンサ用の導電性ゴムを備え、また脳波の変化(心電図)、目の位置(心電図)を検出可能なメガネに関する。		

### 6. 工業用材料の代替の例

タイトル:	PROCESS FOR GRAPHENE-MEDIATED METALLIZATION OF POLYMER ARTICLE (ポリマータイプのグラフェンを用いた金属化プロセス)		
公報番号:	US20190143369	出願番号:	US15943087
		出願日:	2018/4/2
出願人・譲受人:	Global Graphene Group, Inc. (米)		
概要:	有害なエッチング液を用いる無電解メッキ代替の、グラフェンと導電性フィラーを用いた表面光沢方法。プラスチック表面に豪華なクロム様外観を作製。耐摩耗性/バリア特性/放熱反射特性/耐食性/強度/硬度に優れ、水回りの装飾/車両/電化製品/建材/家具などに利用可能。		

### 7. 工業用材料の代替の例

タイトル:	Support mounted electrically interconnected die assembly (電気的相互接続されたダイアセンブリのサポート)		
公報番号:	US20160218088	出願番号:	US15086693
		出願日:	2016/3/31
出願人・譲受人:	Invensas Corporation (米) など		
概要:	はんだ/ワイヤ/ソケットなどのコネクタ不要な、導電性エポキシインクを用いたシリコンダイ接続。高温で使用するのはんだを利用した半導体ボンディングプロセスでは難しい様々な材料選択ができ、また歩留まりなども改善が期待できる。RFパフォーマンスの向上/薄さ/低コスト化も可能。		



## 2. 世界のグラント（公的研究資金）情報解析

次に、世界のグラント情報を見ていきます。弊社保有のグラント情報から 2009 年以降に開始された有機導電材料に関する研究テーマは約 5500 件あり、そのテーマ数や配賦額を下記に示しました。

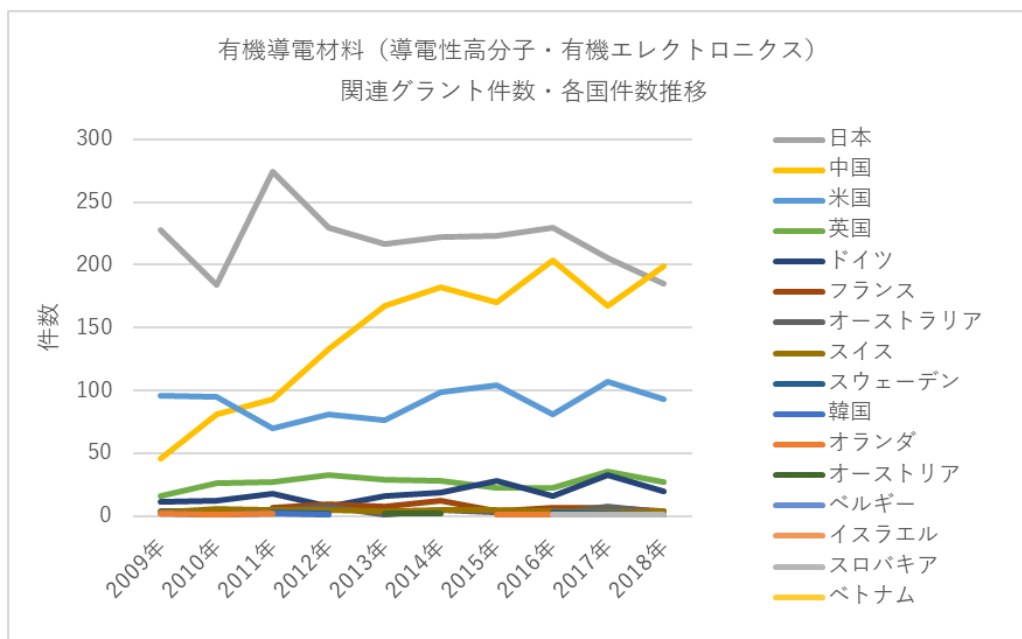
2009 年以降の各国グラントテーマ件数と総配賦額（米ドル換算）

国名	グラント種別	採択テーマ数	総配賦額（百万米ドル）
日本	KAKEN, MHLW等	2365	236
中国	Sciencenet	1524	143
米国	NIH, DOE等	1010	548
英国	UKRI	310	262
ドイツ	DFG	203	非開示
フランス	ANR	65	30
オーストラリア	ARC	46	17
スイス	SNF	44	11
スウェーデン	SSF, VINNOVA	15	31
韓国	KR-NRF	7	非開示
オランダ	NOW	7	非開示
オーストリア	FWF	6	4
ベルギー	FWO	3	2
イスラエル	ISF	3	非開示
スロバキア	SAV	3	非開示
ベトナム	VAST	2	非開示

2009 年以降の大学・研究機関別グラント採択ランキングトップ 20

NO.	大学・研究機関	件数
1	中国科学院 (中国)	220
2	東京大学 (日本)	165
3	東北大学 (日本)	148
4	大阪大学 (日本)	138
5	京都大学 (日本)	126
6	東京工業大学 (日本)	115
7	九州大学 (日本)	81
8	名古屋大学 (日本)	77
9	山形大学 (日本)	69
10	物質・材料研究機構 (日本)	68
11	鄭州大学 (中国)	65
11	産業技術総合研究所 (日本)	65
13	筑波大学 (日本)	48
14	華南理工大学 (中国)	44
15	吉林大学 (中国)	42
16	理化学研究所 (日本)	41
17	ケンブリッジ大学 (イギリス)	40
18	早稲田大学 (日本)	38
18	大阪府立大学 (日本)	38
20	北海道大学 (日本)	36
20	千葉大学 (日本)	36

## 国別のグラント件数（年次推移）



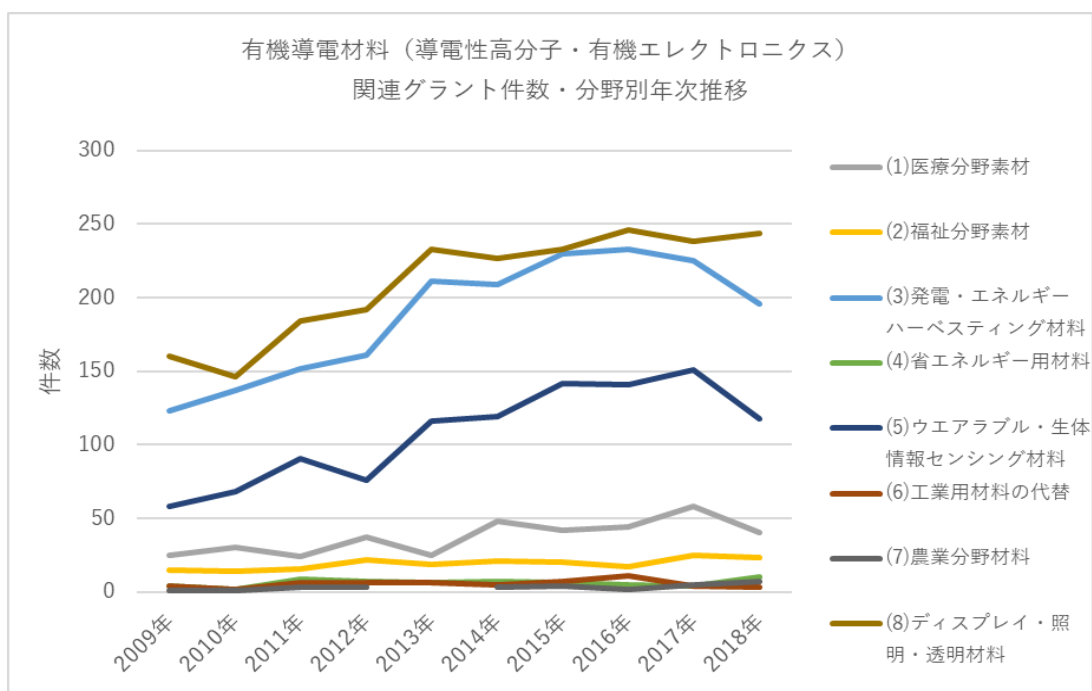
全体の4割に当たる2300件ほどを日本が占めることや、大学・研究機関別トップ20中16の日本の大学や研究機関であることから、世界の中でも日本はトップクラスで有機導電材料研究が盛んな国と言えるでしょう。

ただ、グラントでも中国が年々件数を増やしており、中国の躍進が見られます。表3のランキングトップである中国科学院は国直属の研究施設であり、自然科学など様々なテクノロジーに関する複数の研究所などを有しています。世界最大規模の科学研究機関と言われ、著名な科学雑誌にトップクラスで掲載されており、今後も有機導電材料の分野のみならず様々な分野での躍進を続けていくでしょう。

### ●分野別グラント件数年次推移

8つの分野別での年次推移を以下に示しています。比較的多くの用途で件数が増加傾向にあるのがわかります。

## 分野別のグラント件数（年次推移）



最も件数が多い「ディスプレイ・照明・透明材料」分野には有機 EL ディスプレイに関する研究に加え、近年はそれ以外のプラズモン共鳴や 3 次元トポロジカル超伝導体を用いた新しい発光デバイス・レーザーデバイスにつながるような素材の開発研究が顕著です。

次に、最近の興味深いグラント事例を示します。グラントでは 8 つの分野だけでなく新しい有機導電材料の合成に成功したなど次世代有機導電材料につながると期待されるその他の例も紹介します。

### ●最近の興味深いグラント事例

#### 1. 医療分野素材の例

採択テーマ：	A distributed network of bioelectronic devices for closed-loop control of physiological processes (生理学的プロセスのクローズドループ制御用バイオエレクトロニクスデバイス分散型ネットワーク)		
研究機関：	ノースウェスタン大学 (米)	配賦期間：	2020-09-01 ~ 2024-08-31
		総配賦額：	1,300,000 USD
概要：	神経損傷修復用の分散型ネットワーク材料に関する研究。 導電性生体材料を利用した分散型バイオエレクトロニクスネットワーク (BioNet) から成る末梢神経の修復を行う小型自立型デバイス開発を目指す。		

#### 2. 医療分野素材の例

採択テーマ：	イオン導電性アクチュエータ駆動型調節可能眼内レンズの開発		
研究機関：	産業技術総合研究所	配賦期間：	2018-04-01 ~ 2021-03-31
		総配賦額：	27,819 USD
概要：	0.1mmのイオン導電性高分子アクチュエータを用いた眼内で自立駆動する調節可能眼内レンズの開発。 すでに眼内埋め込み可能なサイズのアクチュエータ・及び人工ゲルレンズを作成し、オートフォーカスシステムや患者が直感的に眼内レンズを操作できる特許出願済。		

#### 3. 福祉分野素材の例

採択テーマ：	Adjustable Prosthetic Liner Using Contractile Electroactive Polymers (収縮性電気活性ポリマーを用いた調節可能な人工装具ライナー)		
研究機関：	Ras Labs, LLC (米)	配賦期間：	2017-07-01 ~ 2018-06-30
		総配賦額：	225,000 USD
概要：	硬い材料では不可能な、日々の体のサイズに自動で調節する義肢/義足ライナー(パット)の開発。 電気活性ポリマー (EAP: Electro Active Polymer) を用い、義肢や義足に圧迫される四肢の痛み、ケガ、感染症リスクを低減させ、一日中適切なソケットフィットが保証される製品を目指す。		

#### 4. 福祉分野素材の例

採択テーマ：	Large-area Printing and Integration of Metal Nanowires and Organic Semiconductors for Stretchable Electronics and Sensors (金属ナノワイヤーと有機半導体の大面積印刷・集積化による伸縮性のある電子・センサーへの応用)				
研究機関：	ノースカロライナ州立大学 (米)	配賦期間：	2017-07-01 ~ 2021-06-30	総配賦額：	1,296,937 USD
概要：	生物と同等の感覚知覚を可能とする、大面積・高解像度かつ伸縮性を有するセンサアレイの開発。 金属ナノワイヤーと有機半導体を混合集積することで伸縮性の優れた高性能な電子皮膚を開発し、自律型ロボット、医療診断、義肢装具などへの用途を目指す。				

#### 5. 発電・エネルギーハーベスティング材料の例

採択テーマ：	Harvesting body heat using polymer aerogels thermoelectric generators to power wearable devices – BODYTEG(ウェアラブルデバイスに電力を供給する、体温ハーベスティング用ポリマーエアロゲル熱発電電 – BODYTEG)				
研究機関：	ストラスブール大学 (仏)	配賦期間：	2019-12-01 ~ 2023-06-01	総配賦額：	294,781 USD
概要：	ウェアラブル機器/医療モニター/腕時計などに電力供給可能な体温発電用デバイスの開発。 ポリマーネットワークを利用した、p/n型の両方の性質を兼ね備える導電性ポリマーエアロゲル (CPA:Conductive Polymer Aerogels) を開発することで、現在の1桁以上の発電性能向上を目指す。				

#### 6. 発電・エネルギーハーベスティング材料の例

採択テーマ：	3D-Localisation - Three Dimensionally Defined Non-Fullerene Acceptors (三次元的に定義された非フラレン受容体)				
研究機関：	ラフバラー大学 (英)	配賦期間：	2020-08-01 ~ 2022-07-31	総配賦額：	341,897 USD
概要：	現在、フラレンに依存している有機太陽電池用電子受容体の代替材料の探索。 三次元電子非局在化を可能とする分子構造で、かつ複素環を持つ側鎖を結合させた有機電子受容体を開発することで、太陽光吸収効率向上を目指す。				

#### 7. 発電・エネルギーハーベスティング材料、省エネルギー用材料、ディスプレイ・照明・透明材料の例

採択テーマ：	Electroactive Subunits in Insulating Polymer Heterostructures: Self-Assembly, Charge Injection, Electronic Polarization Energy, and Charge Transport Promotion for Energy-efficient Electronics Technologies (エネルギー効率の高いエレクトロニクス技術の実現)				
研究機関：	ジョンズ・ホプキンス大学 (米)	配賦期間：	2016-05-15 ~ 2019-05-14	総配賦額：	3,151,020 USD
概要：	エネルギー関連エレクトロニクス応用のためのプラスチック複合材料の設計。 異なる絶縁プラスチックを積層して静電気を帯電、電荷を分離させ、照明やディスプレイのエネルギー効率の向上を目指す。再生エネルギーの取り込み、貯蔵、変換・回収などにも期待できる材料。				

#### 8. 省エネルギー用材料の例

採択テーマ：	導電性セルロースナノファイバーを遮熱中間膜に用いた遮光硝子の設計と省エネルギー化				
研究機関：	熊本県産業技術センター	配賦期間：	2019-04-01 ~ 2022-03-31	総配賦額：	37,677 USD
概要：	建物や自動車のような透明性が要求される窓材用の遮熱中間膜の開発。 透明性と赤外線吸収特性を兼ね備える導電性セルロースナノファイバーを樹脂に混ぜ合わせて太陽光の赤外線 (熱線) を高効率に遮断する中間膜とし、合わせガラス化することで空間の省エネ化を目指す。				

#### 9. 工業用材料の代替の例

採択テーマ：	Polyaniline Epoxy Primer with Related Topcoat: the Anticorrosion Coating System of a Barrier to Cations with a Barrier to Anions (防食コーティングシステム)				
研究機関：	AnCatt Co. (米)	配賦期間：	2016-04-15 ~ 2018-03-31	総配賦額：	704,730 USD
概要：	エポキシベースの導電性ポリマーによる重金属防食塗料に代わる防錆塗料の開発。 環境や人体に懸念のある亜鉛リッチプライマーの代わりとなる道路/海洋/エネルギーインフラ用塗料を目指す。さらに電磁波シールド、耐静電気ファイバー、導電性インク、接着剤などの用途も想定。				

#### 10. 農業分野材料の例

採択テーマ：	Phytoelectronic Soil Sensing (植物・土壌センシング)				
研究機関：	コロラド大学 (米)	配賦期間：	2020-01-15 ~ 2022-12-31	総配賦額：	799,354 USD
概要：	有機電気化学トランジスタ (OECT) による畑の土壌状態モニタリングシステムの構築。 スクリーン印刷対応の超小型/低コスト/低電力マルチ解析センサを作製し、植物の茎に埋め込むことで土壌状態を遠隔で取得。またセンサ周辺の木部組織の再生を促す薬物放出も可能とする。				

### 1 1. ディスプレイ・照明・透明材料の例

採択テーマ：	Printed Anodes and Internal Light Extraction Layers on Flexible Glass to Create Cost Effective High Efficacy Bendable OLED Lighting Panels(費用対効果に優れたフレキシブルガラスによるOLED照明パネル)				
研究機関：	OLEDWorks LLC (米)	配賦期間：	2019-08-19 ~ 2021-08-18	総配賦額：	1,198,355 USD
概要：	薄膜ガラスをベースとした費用対効果とフレキシブル性を高めた白色OLED照明の開発。 銀ナノワイヤによる透明陰極、印刷可能な光取り出し層、透明陽極、OLED層の最適化や、曲げられるガラス基板の改良を行うことで、光効率100 lm/W以上、10万時間以上の寿命実現を目指す。				

### 1 2. その他の例

採択テーマ：	FUNCTION THROUGH CHIRALITY IN ORGANIC ELECTRONIC MATERIALS AND DEVICES (有機電子材料・デバイスのキラリティによる機能性)				
研究機関：	インペリアルカレッジロンドン(英)	配賦期間：	2018-03-01 ~ 2023-02-28	総配賦額：	2,040,075 USD
概要：	有機エレクトロデバイスにおける、さらなるイノベーションのためのキラル材料に関する研究。 これまで、不整合性触媒や医薬品として利用されているキラル分子（特に共役系キラル分子）の構造を利用することで、ナノデバイスの開発と新しいパラダイムを目指す。				

### 3. 世界のベンチャー・スタートアップ企業資金調達情報

つづいて、2000年以降に設立した企業の中で、有機導電材料を利用した製品やサービスを行っているベンチャー・スタートアップについて、特徴や調達金額の状況などを紹介します。

#### ●ベンチャー・スタートアップ事例

##### 1. 医療分野素材、省エネルギー用材料、ウェアラブル・生体情報センシング材料、ディスプレイ・照明透明用材料の例

社名:	Plastic Logic Germany (独)		
URL:	<a href="http://www.plasticlogic.com">http://www.plasticlogic.com</a>	総調達額: 7.9百万米ドル	創立年: 2000年
概要:	電気泳動ディスプレイ (EPD) やガラスフリーのLectum®ディスプレイの開発、製造。 Lectumは超薄型(厚み475μm)、軽量、柔軟な、プラスチックの電子ペーパー。スマートジュエリーやモバイルヘルスマonitoring用デバイスなど、さまざまなウェアラブル製品への統合に最適。		

##### 2. 福祉分野素材、工業用材料の代替、農業分野材料の例

社名:	Ras Labs (米)		
URL:	<a href="http://www.raslabs.com">http://www.raslabs.com</a>	総調達額: 1.1百万米ドル	創立年: 2003年
概要:	アクチュエーターSyntheticMuscle™の開発、製造。 低電圧筋肉のように収縮・膨張制御する電気活性高分子(EAP)をベースにしており、繊細なタッチが必要な農業分野ロボット、義肢、スポーツ用シューズ、自動車内装などに用いる空気圧グリッパー用の駆動材料に用いる。		

##### 3. 省エネルギー用材料、ディスプレイ・照明・透明材料の例

社名:	Solchroma Technologies (米)		
URL:	<a href="https://solchroma.com/">https://solchroma.com/</a>	総調達額: 1.1百万米ドル	創立年: 2015年
概要:	未来のスマートシティ向けにフルカラーの反射型デジタルディスプレイの開発、製造。 油圧ポンプとして構成された電気活性高分子アクチュエータを利用。内部光源を必要としないため既存のLEDベースのデジタルサイネージに比べエネルギー利用1%に収まり、しかも鮮やかでダイナミックな色彩が可能。		

##### 4. ウェアラブル・生体情報センシング材料の例

社名:	Xenoma (日)		
URL:	<a href="https://xenoma.com/">https://xenoma.com/</a>	総調達額: 2.6百万米ドル	創立年: 2015年
概要:	次世代スマートアパレルe-skinを製造。東京大学からのスピンオフとして2015年11月に設立。 スポーツ、ゲーム、介護、従業員管理を目的にした心電計測衣服。配線の絶縁性と伸縮耐久性を兼ね備えた独自のセンサーを複数搭載。着心地良くかつ洗濯可能になっている。		

##### 5. ウェアラブル・生体情報センシング材料の例

社名:	Pi-Crystal (日)		
URL:	<a href="http://pi-crystal.com/">http://pi-crystal.com/</a>	総調達額: 1.1百万米ドル	創立年: 2013年
概要:	フィルム状でフレキシブルかつ薄型の有機半導体デバイス(集積回路、センサ)を開発・製造。 有機半導体で世界トップレベルの性能(10cm <sup>2</sup> /Vs以上の電子移動度)を実現。有機半導体を用いたCMOS回路として、高い集積度と実用レベルの機能を世界で初めて可能とした。2020年に株式会社ダイセルの子会社化。		

##### 6. 工業用材料の代替の例

社名:	NanoPure Technology (波)		
URL:	<a href="https://www.nanopure.pl/en/">https://www.nanopure.pl/en/</a>	総調達額: 1.1百万米ドル	創立年: 2014年
概要:	ポリアニリンのハイブリッド化合物から成る特許取得済みの技術で活性防食顔料を製造。 リン酸亜鉛などの一般的な防錆添加剤に比較し、環境面や保護性が向上している。		

##### 7. ディスプレイ・照明透明用材料の例

社名:	Nuovo Film (中)		
URL:	<a href="http://www.nuovofilm.com/">http://www.nuovofilm.com/</a>	総調達額: 13.9百万米ドル	創立年: 2012年
概要:	透明電極ITO代替の有機導電性フィルムの製造。特許取得済みの銀ナノワイヤー(AgNW)材料を用いている。 ITOの材料(インジウム)が高価、脆弱で曲げ耐性がない、という課題の克服ができ、低抵抗、高い透明性、折り畳み性が強い、ダウンストリーム処理性の高さにメリットを持つ。		

#### 4. まとめと展望

現在の世界を見渡すと、先進国では軒並み高齢化し、SDGs(持続可能な開発目標:Sustainable Development Goals) への取り組みの重要性が日に日に大きくなり、さらには世界中で猛威を振るう新型コロナウイルスによる Covid-19 問題も起きています。このような状況にある今、市場/産業/消費者行動は大きく変容することが求められ始めています。おそらくこの変容は、従来あるものを使うだけでは解決できないことがあるでしょう。その点も踏まえて表1を改めて見てみると、有機導電材料の発展が我々の未来に対して大きな手助けをする可能性が見えてくるのではないのでしょうか。自分の周辺のウイルス検出にウェアラブルウイルスセンサを搭載したり、地球環境にやさしくない材料の代わりとなる有機導電材料の開発が多くの人々の生活環境を助けたり、加齢に伴うあらゆる機能低下の補助が期待できるなど、有機導電材料は生活空間の隅々まで広がってゆくことでしょう。

(アスタミューゼ株式会社テクノロジーインテリジェンス部 川口伸明、\*武藤奈央、井津健太郎)

#### 参考文献：

- A. Akihisa Inoue, Hyunwoo Yuk, Baoyang Lu, Xuanhe Zhao, *Sci., Adv.* 2020;6: eaay5394
- B. Benjamin C., Alex Chortos, Andre Berndt, Amanda Kim Nguyen, Ariane Tom, Allister McGuire, Ziliang Carter Lin, Kevin Tien, Won-Gyu Bae, Huiliang Wang, Ping Mei, Ho-Hsiu Chou, Bianxiao Cui, Karl Deisseroth, Tse Nga Ng, Zhenan Bao, *Science.*, 2015;350: 313-316
- C. Binbin Ying, Qiyang Wu, Jianyu Li, Xinyu Liu, *Mater. Horiz.*, 2020;7: 477-488



## アスタミュージーゼのご紹介

asta  muse  
c o m p a n y



## 会社概要

---

社名	アスタミューゼ株式会社（英名：astamuse company,Ltd.）
設立	2005年9月2日
資本金	95,000,000円（2020年3月末時点）
代表者	代表取締役社長 永井 歩
所在地	東京本社：東京都千代田区神田小川町3丁目9番2号 BIZCORE 神保町 4F
許認可	厚生労働大臣有料職業紹介事業許可番号：13-ユ-303819
取引銀行	りそな銀行 みずほ銀行

---

## 事業概要

世界の新事業、新製品/サービス、新技術/研究の情報を併せて80か国の特許情報などを、独自に定義した176の“成長領域”とSDGsに対応した今後人類が解決すべき105の“社会課題”に分類・分析。約2億件の世界最大級のイノベーションキャピタル（イノベーションの源泉となる資産）データベースを構築、活用し、未来創造、社会課題解決のための新規事業提案やM&Aのコンサルティング、投資情報の提供、先端企業や技術、専門人材のマッチングを行う。その情報を元にし、オープンイノベーションを支援するWebメディア『astamuse.com』、未来の成長領域/未来を創造する企業を紹介するWebメディア『astavision.com』を運営。また、新規事業創出支援ツール「ICP(Innovation Capital Pathfinder)」、人材マッチングサービス「SCOPE」など、SaaS (Software as a Service) としても情報をご提供し、より多くのイノベーション創出を目指している。

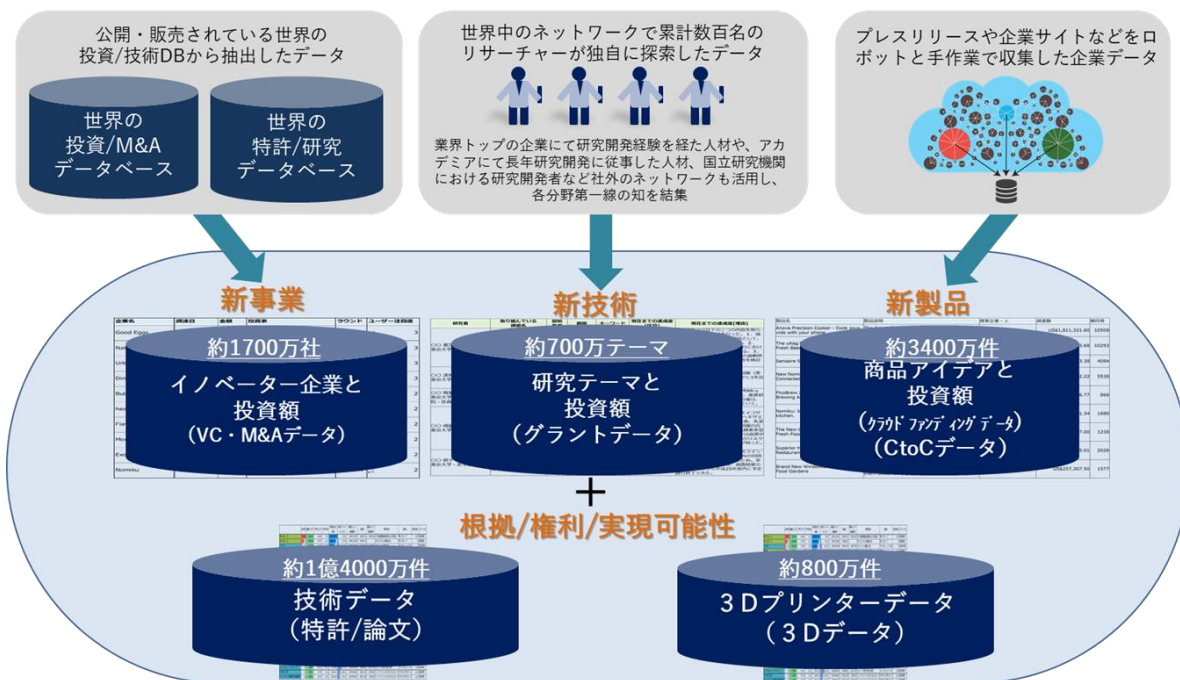
<コーポレートサイト> <https://www.astamuse.co.jp/>

<お問い合わせ先> [inquiry@astamuse.co.jp](mailto:inquiry@astamuse.co.jp)

# 1、アスタミューゼの特徴

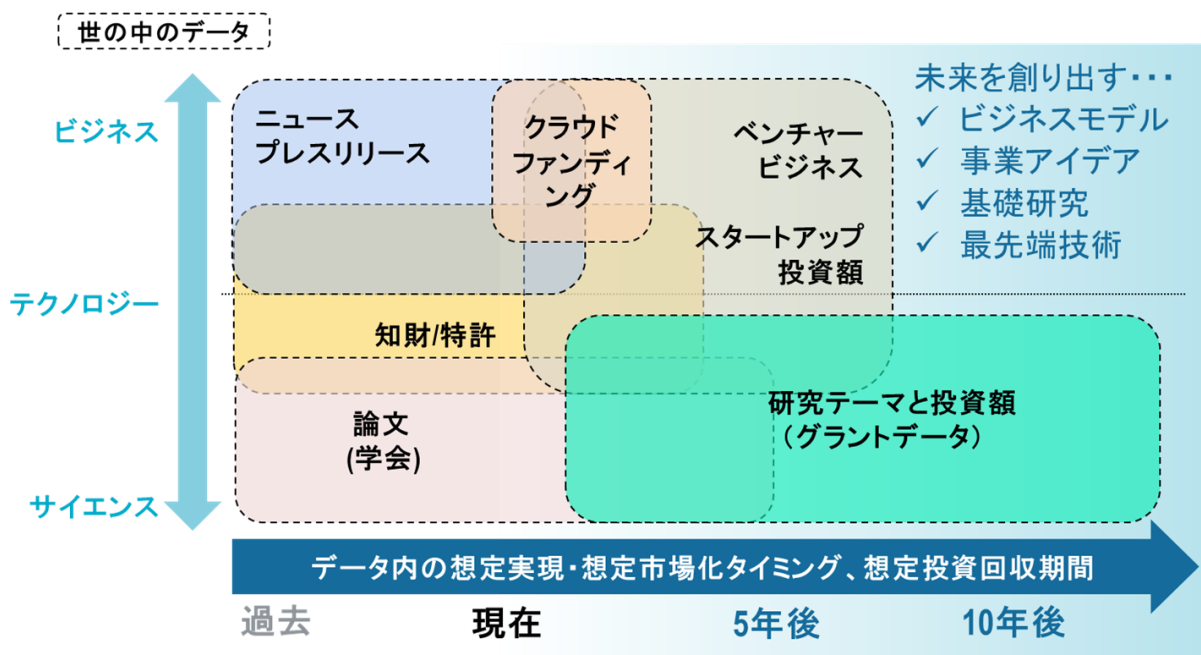
## ① 世界最大のイノベーションデータベースを保有

世界80ヶ国の新事業/新技術/新製品と投資情報の2億件を超えるデータベースを保有



## ② DBを活用し定量的・客観的に未来予測・将来把握

…研究段階からビジネス活用段階まで、全てのイノベーションには投資した人がおり、その期待回収時期から「来るべき未来」が可視化できる



### ③ DB を活用し定量的・客観的に未来予測・将来把握

…データを活用した統計分析・AI と PhD アナリスト分析で独自に定義:「未来を創る 2025 年の成長領域」と「未来に向けて解決すべき社会課題」

未来を創る2025年の成長領域136と技術領域40



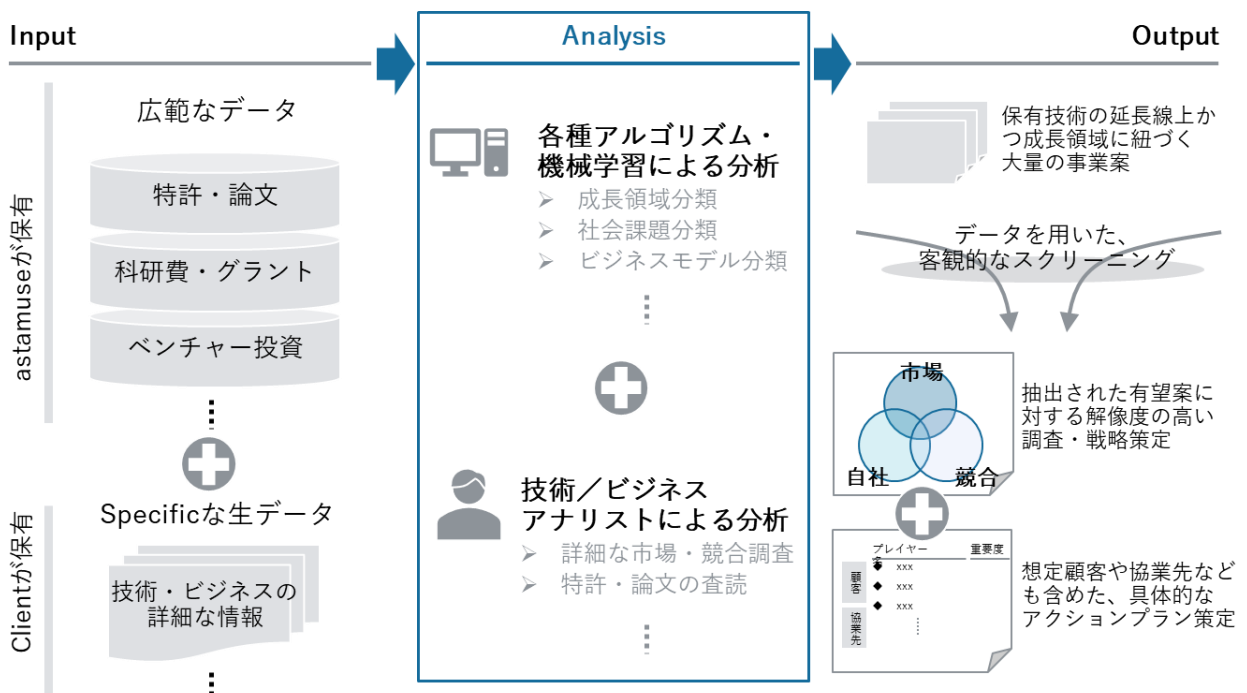
未来に向けて解決すべき社会課題105

1. 「都市化」に関する社会課題の解決 (18)
2. 「資源の枯渇」に関する社会課題の解決 (14)
3. 「少子高齢化・人口増加」に関する社会課題の解決 (19)
4. 「地球温暖化・環境汚染」に関する社会課題の解決 (18)
5. 「科学技術の飛躍的進歩」に関する社会課題の解決 (25)
6. 「社会の多様化・先進化による人権保護」に関する社会課題の解決 (11)



### ④ 機械と人のハイブリッド分析

…機械(アルゴリズム)と人(アナリスト)が並行して分析することで、広範なデータに対し高解像度な分析が可能。結果、ニッチな事業シーズも発掘



### ⑤ イノベーション支援を上流から下流まで

…イノベーションの上流の戦略から下流の実行まで(探す/創る/動かす)一貫して提供する事で、単なる情報提供・分析ではなく実現・成功に拘る

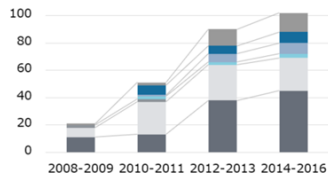


### ⑥ DBを活用した様々なトレンド分析

…DBを統計解析して短期・中長期と市場トレンド・技術ロードマップを定量的に整理可能。様々な業界で未来予測・把握プロジェクト実績多数

未来予測・把握についてのアウトプットイメージと実績

市場トレンドのアウトプットイメージ  
(自動車関連シェアリング企業新規設立数)



技術ロードマップのアウトプットイメージ  
(自動運転の研究グラントの推移)

目的・用途	1996-2016	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2016	1996-2016 件数推移
衝突・追突 事故防止	75	15	13	19	28	
衝突警報	125	23	28	30	44	
死角検出	194	70	55	29	40	
居眠り運転検知	30	8	5	4	13	

各業界での実績

#### 国内大手自動車メーカー

> 『自動運転』を見据えたロードマップ作成とビジネスモデル構築

#### 国内大手機械メーカー

> 『電気自動車業界の新たなビジネス価値』を2030年まで予測して、新規事業を創造

#### 国内大手化学メーカー

> 『IoT領域×材料』の拡大に伴う材料業界の未来を把握

#### 国内大手食品メーカー

> 2030年における『食品を通じた顧客との新たなコミュニケーション手段』の創造

⑦ 定量(データ)x 定性(アナリスト)による分析・評価可能

…データを活用した統計分析と各分野技術アナリストによる目利きを組み合わせたシーズ・技術評価は客観性と高い納得感を実現

技術評価・用途展開開発に関する多数の実績

自社技術の用途展開開発

(例：VR/AR・動画配信・パーソナルロボット領域における新規事業仮説)

シーズ・イノベーター評価・目利き

(例：有機ELディスプレイでの技術・知財デューデリジェンスと補完技術探索)

主な実績

**Panasonic**

**TOKAI RIKI**

**TOYODA GOSHI**

**三菱ケミカルホールディングス**

主な実績

**OMRON**

**YAMAHA**

**JXTGホールディングス**

**SMBC日興証券**

2、弊社プロジェクト実績

① 未来予想・将来把握に関するプロジェクト

…未来把握・投資戦略/新規事業開発戦略・R&D 戦略構築の支援プロジェクトを数多く実施

業界	クライアント	プロジェクトテーマ	プロジェクト概要
食品	国内大手食品メーカー	・ 業界内の将来予測	・ 2030年における顧客との新たなコミュニケーション手段の創造
化学	国内大手化学メーカー	・ 成長領域における未来把握	・ IoT領域の拡大に伴う材料業界の未来を把握
機械	国内大手機械メーカー	・ 長期ビジョンの策定	・ 自動車業界のビジネス展開を2030年まで予測し、新たな価値提供を創造
自動車	国内大手自動車メーカー	・ 将来ビジョンと戦略の構築	・ 自動運転を見据えたロードマップ作成
	国内自動車部品メーカー	・ 人工知能が交通に及ぼす影響を把握	・ AIによって新たに創造・縮小される交通領域を予測

## ② 投資戦略/新規事業開発戦略に関するプロジェクト

…未来把握・投資戦略/新規事業開発戦略・R&D 戦略構築の支援プロジェクトを数多く実施

業界	クライアント	プロジェクトテーマ	プロジェクト概要
食品	国内大手食品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発領域の整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コアブランド製品（機能的食品）の価値強化戦略策定</li> </ul>
	国内大手食品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業統合によるシナジー創出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>統合による注力領域の可視化と、新たな価値創出の可能性を探索</li> </ul>
機械	国内大手機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規事業立ち上げ支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>医療関連装置に関する新規事業立案のため事業プロセスを構築</li> </ul>
商社	国内大手商社	<ul style="list-style-type: none"> <li>投資戦略の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業×ITにおける投資領域の定義と投資先の企業選定</li> </ul>
小売	国内アパレルメーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>競合ブランドの将来成長性の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>先進国を中心とした未来予測に基づく、特定ブランドの影響力を分析</li> </ul>

## ③ R&D 戦略構築に関するプロジェクト

…未来把握・投資戦略/新規事業開発戦略・R&D 戦略構築の支援プロジェクトを数多く実施

業界	クライアント	プロジェクトテーマ	プロジェクト概要
食品	国内大手食品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存研究領域の研究方針の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康食品産業に向けた研究開発の強化</li> </ul>
	国内大手食品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規事業に結びつく研究領域の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康・栄養産業で活用できる自社保有技術の洗い出し</li> </ul>
化学	国内大手化学メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規事業立ち上げ支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>QOLに関する製品・サービスを創出</li> <li>新たな成長基盤を確立する</li> </ul>
	国内大手化学メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存事業におけるR&amp;Dからの成長戦略策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モビリティ領域における自社技術活用範囲の策定</li> </ul>
自動車	国内自動車部品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規事業立ち上げ支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HV/EVに対応したモジュールの開発に伴うR&amp;D体制の構築</li> </ul>

#### ④ 様々なメディアにデータやコンテンツを提供

##### 雑誌企画

➢ データを活用した企業ランキングロジックの構築とデータ提供

『Forbes JAPAN』 2020年2月号 (2019年12月25日発売)

特別編集企画「GREAT COMPANY 2020」

イノベティブな日本企業を選出するためのランキングロジックを構築し、「イノベーション効率ランキング」「オープンイノベーションランキング」「イノベーター集積度ランキング」の3つの指標で、各TOP30として誌面発表。「ランキングの舞台裏」と題し、代表永井のインタビュー記事も掲載。



##### 新聞連載

➢ 特許の分析データを提供

日本経済新聞社 (2019年11月12日~2020年2月17日)

連載『特許ウォーズ』全6回

AIやブロックチェーン、再生医療など、成長技術分野における世界の特許出願を国別に分析。そのデータと知見を提供。



##### 出版

➢ データを活用した未来予測のコンテンツ化

『2060 未来創造の白地図~人類史上最高にエキサイティングな冒険が始まる』アスタミューゼ株式会社 川口伸明 著

(2020年3月11日発売: 技術評論社)

全世界80ヶ国・約2億件のイノベーションデータから、生活・文化、食と農、都市と交通、知覚と身体性、医療・ヘルスケア、宇宙・地球・環境、知の未来・知の進化などあらゆる領域について近未来のライブシーンを描く。



コンサルティングのご要望、レポートの詳細などについては

お気軽に下記にお問い合わせください。

<アスタミューゼお問い合わせ窓口> [inquiry@astamuse.co.jp](mailto:inquiry@astamuse.co.jp)

【ご注意】本資料は、アスタミューゼ株式会社（以下「アスタミューゼ」）が、世界各国の特許庁・および企業情報プロバイダーより提供されるデータによって編集したものです。本資料は、投資活動を勧誘又は誘引するものではなく、有価証券の「買い」または「売り」のオファーとして使用されてはならず、税金、投資又はその他のいかなる助言も提供するものではありません。本資料の情報は、一般的な信頼性があるものとされる情報源から得られた情報ですが、アスタミューゼもその情報提供者ならびに本資料を読者に提供する如何なる当事者も、本資料の正確性又は完全性について保証するものではなく、また、情報提供中のエラー・欠損又は通信の中断・遅延及び本資料の使用から生じる一切の結果について、なんらの表明や保証を行うものでもありません。