

平成29年度  
次世代イノベーション創出プロジェクト  
**2020**  
イノベーションマップ

# 目次

<b>第1章</b>	<b>事業概要と開発支援テーマの設定</b> .....	1
	①次世代イノベーション創出プロジェクト2020について .....	2
	②分野別の個別課題について .....	4
<b>第2章</b>	<b>健康・スポーツ分野</b> .....	7
	①スポーツ都市東京の実現に向けたスポーツ・健康増進に関する 技術・製品の開発 .....	8
	②障害者スポーツに関する技術・製品の開発 .....	16
<b>第3章</b>	<b>医療・福祉分野</b> .....	23
	①子ども・高齢者・障害者等の安全に資する技術・製品の開発 .....	24
	②介護・福祉機器に関する技術・製品の開発 .....	32
	③各種医療機器とその部品・部材に関する技術・製品の開発 .....	42
<b>第4章</b>	<b>環境・エネルギー分野</b> .....	51
	①スマートエネルギーに関する技術・製品の開発 .....	52
	②資源のリサイクルに関する技術・製品の開発 .....	62
	③環境改善に関する技術・製品の開発 .....	70
<b>第5章</b>	<b>危機管理分野</b> .....	79
	①防災・減災に関する技術・製品の開発 .....	80
	②災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発 .....	90
	③インフラメンテナンスに関する技術・製品の開発 .....	98
	④生活の安全・安心に関する技術・製品の開発 .....	108
<b>第6章</b>	<b>実用化に向けた支援策</b> .....	119



# 第1章

## 事業概要と開発支援テーマの設定

## (1) 「次世代イノベーション創出プロジェクト2020」について

東京都では、次代の都内産業の礎となる技術の創出を目指して、健康・医療、環境・エネルギー、危機管理等の、大都市・東京が抱える課題の解決に役立ち、国内外において市場の拡大が期待される産業分野（＝都市課題を解決する産業分野）への都内中小企業の参入を促進する「次世代イノベーション創出プロジェクト2020」事業を平成27年度から実施している。

本事業では、「2020年に向けた実行プラン」で示された都市課題を解決するため、各分野における開発支援テーマと技術・製品開発動向等を示した「イノベーションマップ」を策定するとともに、都内中小企業と大手企業、大学・研究機関等との新たなイノベーション創出の場として「交流会」を開催する。

また、都内中小企業を中心とした連携体が、双方の知見・ノウハウ等を活用しつつ、「イノベーションマップ」に沿って行う技術・製品開発を支援し、新たな技術イノベーションを創出していく。

## (2) 「イノベーションマップ」について

「健康・スポーツ」「医療・福祉」「環境・エネルギー」「危機管理」の産業分野は成長産業分野であることから、国内外での競争が熾烈であり、技術革新のスピードが速い。また、求められる技術・製品の内容が高度で複雑になっている。

今回策定する「イノベーションマップ」は、中小企業がこれらの産業分野に参入を検討する際の指針となるように、分野毎の都市課題と技術・製品開発動向を示すことを目的としている。

策定に当たっては、「2020年に向けた実行プラン」に掲げられている課題を中心に、分野毎の政策課題を抽出するとともに、関連団体へのインタビューや関係各局の意見を参考にし、技術・製品開発動向や技術的課題の調査を行った。

## 「次世代イノベーション創出プロジェクト2020」スキーム図

イノベーション  
マップの策定

成長産業分野において東京が抱える都市課題と、技術・製品開発動向を提示

～成長産業分野～



## 交流会

都内中小企業と大手企業、大学・研究機関等が一堂に会する新たなイノベーション創出の場を提供



## 助成事業

イノベーションマップに沿って、都内中小企業を中心とした連携体が行う技術・製品開発を支援

助成限度額：8,000万円  
(下限額：800万円)

助成率：2/3以内

助成対象期間：4年以内

※他企業・大学・公設試験研究機関等との連携が条件となります。

次世代産業の創出

## 助成事業スケジュール

申請書提出  
希望日申込

9月7日  
締め切り

申請書類の  
提出

10月2日  
～10月10日

事前審査  
(書類審査等)

助成対象者決定・  
支援開始

平成30年  
1月～

## 「都市課題を解決する産業」について

東京都は、「新しい東京」の実現を達成するための基本目標や政策目標を定めた「都民ファーストでつくる『新しい東京』～2020年に向けた実行プラン～」を平成28年12月に策定した。

「2020年に向けた実行プラン」においては、「セーフシティ」「ダイバーシティ」「スマートシティ」の3つのシティの実現に向けた政策を掲げており、そのうち、「スマートシティ」においては以下の8つの政策の柱を掲げている。「政策の柱4」の中で、今後成長が見込まれる、健康・医療、環境・エネルギー、危機管理等を、都市課題を解決する産業分野として位置付けている。

### 「2020年に向けた実行プラン」の「スマートシティ」における8つの政策の柱

政策の柱1	スマートエネルギー都市	政策の柱5	交通・物流ネットワークの形成
政策の柱2	快適な都市環境の創出	政策の柱6	多様な機能を集積したまちづくり
政策の柱3	豊かな自然環境の創出・保全	政策の柱7	世界に開かれた国際・観光都市
政策の柱4	国際金融・経済都市	政策の柱8	芸術文化の振興

#### ※国の政策との関係について

国は、平成28年6月2日に、新たな成長戦略として、「日本再興戦略2016－第4次産業革命に向けて－」を公表した。その中では、新たな有望成長市場の創出として、第4次産業革命の実現～IoT、ビッグデータ、AI、ロボット～や、世界最先端の健康立国、環境エネルギーの制約の克服と投資拡大、スポーツの成長産業化、既存住宅流通・リフォーム市場の活性化が挙げられている。

# 2

## 分野別の個別課題について

### 第1章

「2020年に向けた実行プラン」に掲げられている課題を中心として、関係各局の意見を参考にし、中小企業の技術・製品開発動向を踏まえて抽出した分野別の個別課題は以下のとおりである。

	背景	課題
都市課題を解決する産業分野	<b>スポーツ・健康</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都は、2020年の都民のスポーツ実施率 70%を目標として掲げている</li> <li>・ 東京 2020 大会の開催気運醸成が求められる</li> <li>・ 障害者等がスポーツ活動をする場や、障害者スポーツを支える人材が不足している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世代別アプローチを通じたスポーツの裾野拡大による健康促進</li> <li>・ 日常の中で気軽にスポーツができる環境の整備</li> <li>・ 障害者スポーツの裾野拡大と理解促進</li> </ul>
	<b>医療・福祉</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2030年には都民の4人に1人が高齢者となる見込みである</li> <li>・ 高齢者が住み慣れた地域で日常生活を継続できる地域包括ケアシステムの構築が求められる</li> <li>・ 質の高い医療を受けられ、生涯を通して健康に暮らせる社会の実現が求められる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 子ども、高齢者、障害者等が地域で安心して生活できる環境の整備</li> <li>・ ロボット介護機器・福祉用具の効果的な導入方法の検証・普及</li> <li>・ 急性期・回復期・慢性期など患者の状態に応じた、より質の高い医療の提供</li> </ul>
	<b>環境・エネルギー</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2014年度の都内温室効果ガス排出量は、東日本大震災以降、CO<sub>2</sub>排出量の多い火力発電が中心となっていたことで、2000年度比 8.4%増加している</li> <li>・ 古紙や飲料容器等のリサイクルが進んでいる一方、その他の事業系廃棄物のリサイクルは十分に進んでいない</li> <li>・ 気候変動等による水循環の変化に伴い、水質汚濁等水環境に関わる様々な課題が発生している</li> <li>・ 都内環境中の PM2.5 は濃度の低下が見られる一方、環境基準は未達成の状況である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水素社会の実現に向けた CO<sub>2</sub>フリー水素の活用を含む水素の利活用推進</li> <li>・ 都内における省エネルギー化の更なる推進及び再生可能エネルギーの導入促進</li> <li>・ 持続的発展可能な都市の構築に向け、資源ロスの削減と廃棄物の循環利用の更なる促進</li> <li>・ 健全な水循環、水辺の水質回復に向けた取組</li> <li>・ VOC など大気汚染物質削減による大気環境の改善</li> </ul>
	<b>危機管理</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 近年、時間 50 ミリを超える局地的な集中豪雨が頻発している</li> <li>・ 東京 23 区における無電柱化率は 7%程度にとどまる</li> <li>・ 東京 2020 大会時には、大地震の経験がない外国人を含む多数の観光客が訪れ、発災時の大きな混乱が想定される</li> <li>・ 戦略的な維持管理と計画的な更新により都市インフラをリニューアルし、東京の経済・社会を支えていく良質な社会資本ストックとして次世代に継承していく必要がある</li> <li>・ パリにおける同時多発テロの発生等、今まで以上にテロの脅威が現実のものとなっている</li> <li>・ 急速に拡大しているサイバー空間の脅威に対応していく必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 首都直下地震や異常気象をはじめとする様々な災害リスクに対する耐震化、不燃化、無電柱化等、各取組の推進</li> <li>・ 災害情報のリアルタイムでの共有・情報収集・伝達体制強化</li> <li>・ 外国人への多言語による情報発信</li> <li>・ 都市インフラの維持管理の効率化・高度化・低コスト化の実現</li> <li>・ 劣化が進行する前に計画的に補修補強等を行う予防保全型管理の推進</li> <li>・ 治安に対する不安のない世界一安全な都市の実現</li> <li>・ サイバー攻撃やテロ等への対策強化</li> </ul>

※「技術・製品開発の例示」はあくまで一例を示したものであり、「開発支援テーマ」に即した内容であれば対象となります。各機器・システムの構成部品や部材等の周辺技術・製品の開発も対象になります。

※複数の分野・開発支援テーマにまたがる技術・製品開発も対象になります。

開発支援テーマ

代表的な技術・製品開発の例示※

①スポーツ都市東京の実現に向けたスポーツ・健康増進に関する技術・製品の開発

各種スポーツに関する技術・製品、健康機器、健康管理システム 等

②障害者スポーツに関する技術・製品の開発

障害者スポーツに関する技術・製品、バリアフリー・ユニバーサルデザインに関する技術・製品 等

①子ども・高齢者・障害者等の安全に資する技術・製品の開発

緊急通報システム、各種センシング技術、ネットワークカメラ 等

②介護・福祉機器に関する技術・製品の開発

義肢・装具、パーソナル関連用具、コミュニケーション機器、移乗・移動支援機器 等

③各種医療機器とその部品・部材に関する技術・製品の開発

画像診断システム、生体現象計測・監視システム、医用検体検査装置、処置用機器と生体機能補助・代行機器、各種医療器具 等  
※薬機法に規定する医薬品・医薬部外品及びそれに類するものは原則対象外

①スマートエネルギーに関する技術・製品の開発

エネルギー管理システム・エコハウスに関する技術・製品、水素エネルギーシステム、再生可能エネルギーシステム、コージェネレーションシステム、蓄電池 等

②資源のリサイクルに関する技術・製品の開発

鉱物資源リサイクル技術、廃棄物系バイオマス技術、建設廃棄物リユース・リサイクル技術 等

③環境改善に関する技術・製品の開発

VOC検出・処理に関する技術、代替フロンに関する技術、水質改善技術、光触媒を用いた環境改善製品 等

①防災・減災に関する技術・製品の開発

構造物の耐震化技術、火災・防火対策技術、無電柱化に関する技術・製品、その他技術（避難生活に関する技術・製品）等

②災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発

安否確認システム、災害情報収集・自動処理・配信システム 等

③インフラメンテナンスに関する技術・製品の開発

非破壊検査技術、モニタリング技術、自己修復材料等の新素材、その他補修技術 等

④生活の安全・安心に関する技術・製品の開発

防犯カメラ・画像解析システム、侵入検知・出入管理システム、情報セキュリティ、流通支援システム、自動走行に関する技術・製品 等



## 第2章

### 健康・スポーツ分野

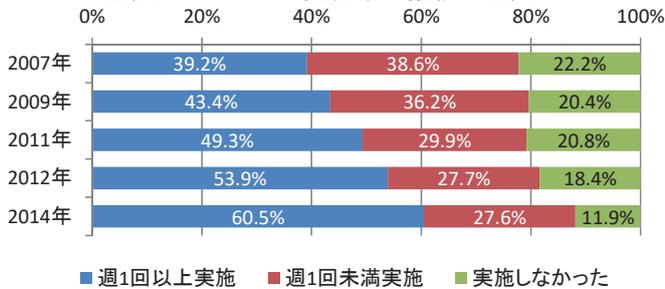
- ①スポーツ都市東京の実現に向けたスポーツ・健康増進に関する技術・製品の開発
- ②障害者スポーツに関する技術・製品の開発

## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～4）

- 国は、文部科学省の外局として2015年10月にスポーツ庁を新設し、スポーツに関する施策を総合的に推進している。また、新たな有望成長市場の創出の一つとして「スポーツの成長産業化」を掲げ、2015年5.5兆円から2025年15兆円へと成長させる目標を設定している。
- 都は、都民一人ひとりの主体的な健康づくりを推進するとともに、東京オリンピック・パラリンピック大会の開催決定を契機に、国際大会で活躍するアスリートを発掘・育成・強化するだけでなく、誰もがスポーツに親しめる環境整備を進めている。
- 都では、スポーツ実施率を高めるため、働き盛り世代、子育て世代、高齢者などそれぞれに対応した事業を展開し、裾野拡大を図ってきた。都民のスポーツ実施率をみると、都の取組と健康に対する都民意識の向上や余暇活動の充実等とが相まって、週1回以上スポーツを実施する人、スポーツを習慣として実施する人が増えていることが分かる。一方で、実施率の低い世代に対しては、各世代の特長を捉え、より効果的にアプローチしていく必要がある。

図表1 スポーツ実施率の推移（出典1）



図表2 世代別スポーツ実施率（出典2）



## 1. 2. テーマ共通の課題

- スポーツ用品や健康機器は、高品質化や高機能化が求められるだけでなく、ファッションの一部という側面もあり、デザイン性や価格も重要な要素となっている。
- 医療機器と同じ原理と構造、機能の装置であっても、医療用以外に使われる場合は医療機器とはならない。スポーツクラブや家庭などで健康維持増進を目的としているものは、健康機器として扱われる。
- 健康機器であっても、医薬品的な効果効能（疾病の治癒、改善、予防または身体の機能に作用すること）を記載するには、医薬品医療機器等法の届出を行うか、認証または承認を受ける必要がある。
- スポーツ用品の高品質化や高機能化に加え、IT・健康・観光・ファッション等との融合、スポーツ施設の整備に関する技術・製品、新たなスポーツの開発等が重要になっている。

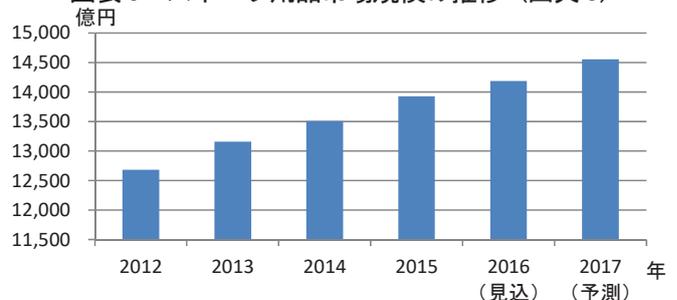
## 2. 市場動向（参考5、6）

## ○ スポーツ用品市場

2016年のスポーツ用品国内市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、1兆4,186億9,000万円の見込みとなっている。

また、2017年（メーカー出荷金額ベース）は、前年比102.6%の1兆4,555億5,000万円と予測され、年々市場拡大となる見通しである。

図表3 スポーツ用品市場規模の推移（出典3）



注：メーカー出荷金額ベース

注：見込値、予測値ともに2017年3月現在

注：ゴルフ、スキー・スノーボード、釣り、アスレチックウエア、アウトドア、スポーツシューズ、テニス、スイム、野球・ソフトボール、サイクルスポーツ、バドミントン、武道、卓球、フィットネス、サッカー・フットサル、バスケットボール、バレーボール、ラグビーの主要18分野の関連用品を対象とした。

○ スポーツアパレル市場  
2016年のスポーツアパレル国内市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、前年を上回り、前年比101.0%の5,255億5,000万円の見込みとなっている。

2017年（メーカー出荷金額ベース）は、前年比102.3%の5,377億9,000万円で推移すると予測され、年々市場拡大となる見通しである。

○ ウェアラブル端末市場

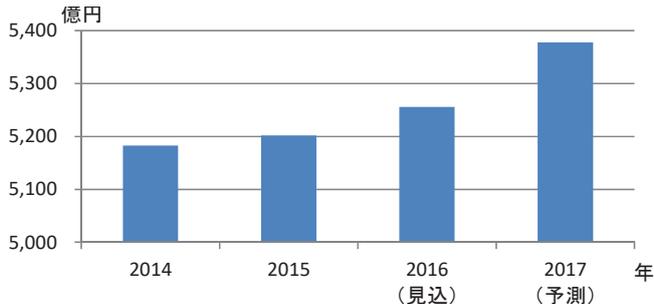
ウェアラブル端末は、2013年では46万台であった市場（国内）が、2014年には119万台、2015年には209万台となり、3年間で約4.5倍に伸びている。2020年には、1,160万台まで拡大する見通しである。

○ 家庭用健康機器市場

2014年の国内における家庭用健康機器の市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、前年比103.2%の2,295億4,000万円と推計される。2015年では、前年比102.0%の2,341億8,000万円と予測される。

また、首相官邸（健康・医療戦略推進本部）において、健康・医療に関する新産業創出及び国際展開の促進等に関する施策として、健康増進・予防、生活支援関連産業の市場規模を現状の4兆円から、2020年に10兆円に拡大するとされている。

図表4 スポーツアパレル市場規模の推移（出典4）

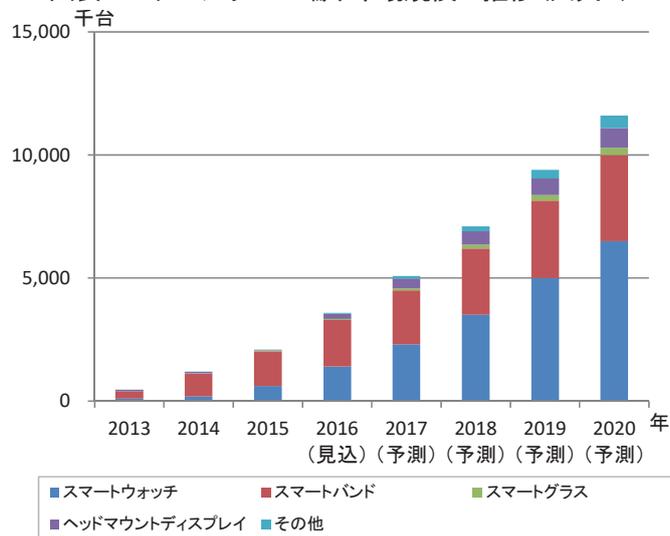


注：メーカー出荷金額ベース

注：見込値、予測値ともに2016年11月現在

注：トレーニングウェア、ゴルフウェア、アウトドアウェア、ライフスタイルウェア、サッカー・フットサルウェア、野球・ソフトボールウェア、テニスウェア、陸上競技・ランニングウェア、スイムウェア、バスケットボールウェア、スキー・スノーボードウェア、フィットネスウェア、その他ウェアの13分野を指す。その他ウェアには、バレーボールウェア、柔道着、空手着、ラグビーウェア、マリンスーツ、卓球ウェア等が含まれる。

図表5 ウェアラブル端末市場規模の推移（出典5）



注：メーカー出荷台数ベース

注：見込値、予測値ともに2016年3月現在

注：スマートバンドは、活動量計や睡眠計等を含むスマートフォンと連携可能な健康器具のみを対象とした。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

各種スポーツに関する技術・製品、健康機器、健康管理システム 等

### 4. 技術・製品開発の動向と課題

#### 4. 1. 各種スポーツに関する技術・製品

##### 1) 概要

各種スポーツに関する技術・製品とは、スポーツ活動の際に直接用いるシューズ、ウェア、グッズ等の用品に加え、スポーツを実施する場所や施設に関する技術・製品のことである。主にスポーツ用品においては、機能的素材の研究・開発が進んでいる。また、ITを活用し自分の動作等を確認するシステム（ソフトウェア）や、日々の運動量を確認するウェアラブル機器等もある。スポーツを安全に楽しむことを目的として実施する一般の競技者から、オリンピック・パラリンピック大会など国際的なスポーツ大会に参加するトップアスリートまで、幅広い競技目的や競技レベルに対応した技術・製品が想定される。

## 2) 代表的な構成

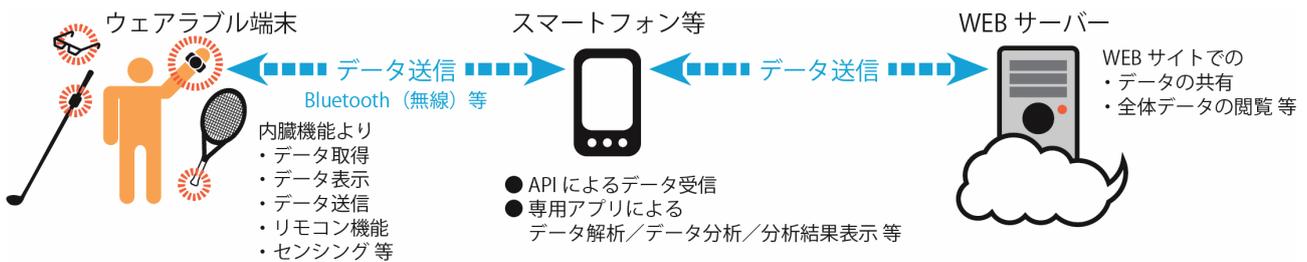
機能的素材としては、発熱性・保温性、太陽光遮断性、吸汗性・速乾性、疲労軽減効果、サポート機能等、様々な機能を単体もしくは複合的に有する技術・製品が開発され、主にウェアに活用されている。

図表6 機能的素材の例

機能名	機能の概要
発熱性・保温性	吸湿発熱素材を用いた発熱現象や、保温素材を用いた保温等。
太陽光遮断性	太陽光の赤外線遮断や日焼けに繋がる紫外線透過の抑制。
吸汗性・速乾性	汗を素早く吸収、拡散し、ウェア等を快適な状態に保つ。
疲労軽減効果	着圧による疲労軽減や、血流促進効果による疲労回復等。
サポート機能	テーピングの原理により、筋肉や膝・関節を保護。

ウェアラブル端末は、データ取得・データ表示・リモコン機能・センシング等の機能を有し、スマートフォン等のメイン端末と Bluetooth（無線）等によるデータ送信が行われ、API（Application Programming Interface）によるデータ受信や専用アプリによるデータ解析・データ分析・分析結果表示等が行われる。さらに、スマートフォン等のメイン端末から WEB サーバーへデータが送信されることで、WEB サイトでのデータ共有や全体データの閲覧等も可能となる。主な形状である時計型（スマートウォッチ）、リストバンド型（スマートバンド）、メガネ型（スマートグラス）のほかにも、スポーツの場面におけるウェアラブル端末活用など多岐にわたる。

図表7 ウェアラブル端末利用の例



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

機能的素材においては、より新しい機能を有する素材を開発するとともに、染色のしにくさなど既存素材の課題を解決した製品開発が期待される。

ウェアラブル端末においては、より装着しやすい端末の製品化が期待されることから、小型化・軽量化・耐久性・動作時間に関わる技術分野に参入可能性があると考えられる。また、センシング技術の向上やデータ表示システム、データ解析システム等 IT の活用分野においても参入可能性があると考えられる。

スポーツ用品メーカーは、スポーツ用品に関する技術に特化しており、それ以外の技術に関して、技術を有する中小企業との連携が期待できる。

新規参入する場合、中小企業が自社ブランドで製品化しても厳しい状況が予想されるため、ナショナルブランドや大手スポーツ用品小売業との連携による手法が考えられる。

## 4. 2. 健康機器

### 1) 概要

健康機器とは、使用することによって健康の増進や体型の維持向上が期待できる機器のことで、健康治療器、健康維持・増進機器、健康・美容機器、健康管理機器等がある。特に、健康管理機器は体重計、体重体組成計、血圧計などがあり、各種センシング技術を活用して自己の健康状態を管理する機器として成長が期待される。

## 2) 代表的な構成

健康機器は多岐にわたる。代表例は以下の通り。

図表 8 健康機器の例

ステッパー (足踏み型器具)	自転車型器具	ルームランナー	EMS 器具
足踏み運動を行うことで、屋内にて有酸素運動を行うことができる機器。歩数、時間、消費カロリー等の運動データを確認できる機能が付加された機器もある。	自転車運動を行うことができる自転車型のフィットネス機器。メーターに速度や距離・心拍数等のデータ表示機能や、負荷増減機能が付加された機器もある。	屋内にて、ジョギング・ランニングと同等の運動ができる機器。メーターに速度や距離・心拍数等のデータ表示機能や、傾斜角度調整による負荷増減機能が付加された機器もある。	微弱な電気を身体に流し、筋肉を刺激することにより、効率的な筋力トレーニングを行うことができる器具。 ※ EMS (Electrical Muscle Stimulation) : 電氣的筋肉刺激

## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

健康機器における参入可能性のある技術分野としては、センシング技術や金属加工・樹脂成型技術、微細・精密加工技術、データ解析技術等が考えられる。コアとなる各種センシング技術や IT によるデータ解析等の技術については、医学的な研究成果等から導き出されたものが多い。したがって、自社で各種センシング技術開発を進めている中小企業は、その技術について大学や研究機関等を通じて、さらなる研究開発を進めていくことが新規参入に有効な手法といえる。

## 4. 3. 健康管理システム

### 1) 概要

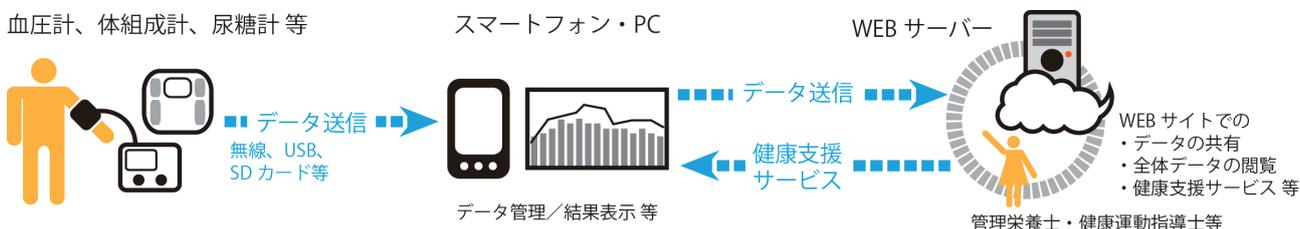
健康管理システムとは、健康管理を目的として健康情報を収集・管理・活用する仕組みのことである。健康機器を通して得られたデータ等を個人で管理するものから、フィットネスやスポーツジムと連携したもの、医療機関や健康診断などから得られたデータや履歴、健康機器から得られたデータなどをシステムで統合し、組織の所属員の健康管理や健康指導のために活用するシステムまで幅広く存在する。

近年、従業員等の健康管理を経営的な視点で考え、戦略的に実践する「健康経営」の考え方が広まっており、企業や団体における従業員の健康管理業務を支援するシステムが注目を集めている。各種データを一体的に扱う機能や利用しやすいインターフェース等の開発とともに、機微情報を扱うシステムであるため、情報セキュリティに関する高度な技術が期待される。

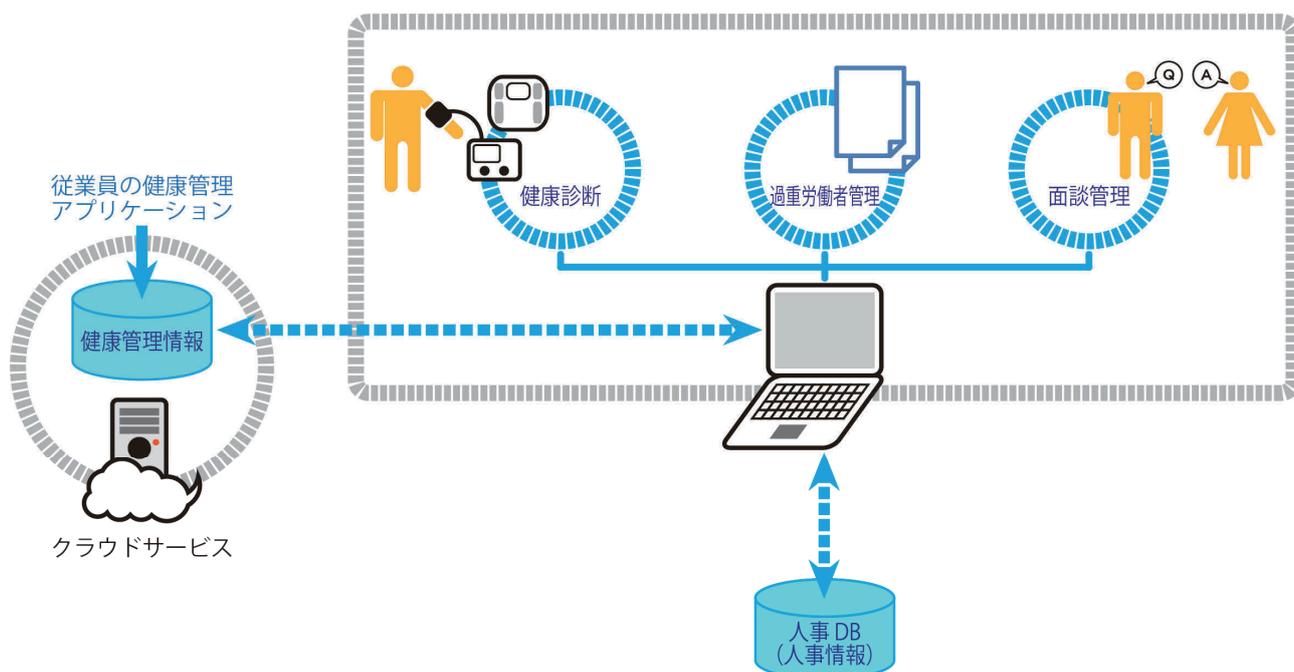
### 2) 代表的な構成

個人を主な対象としたシステムと、企業や団体における従業員の健康管理業務を支援するシステムの2つを例に挙げる。

図表 9 健康管理システムの例 (個人を主な対象としたシステム)



図表 10 健康管理システムの例（企業や団体における従業員の健康管理業務を支援するシステム）



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

健康管理システムにおける参入可能性のある技術分野としては、従業員の健康管理等の目的で、大量の個人情報を継続的に蓄積するシステムのニーズが高まる中、個人情報の漏洩リスクを低減するための管理システムが期待される。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

製造物責任法、電気用品安全法、医薬品医療機器等法 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. 東レ株式会社

1926年にレーヨン糸の開発からスタートし、「Innovation by Chemistry」をスローガンに革新的な新素材・新技術を創出するとともに、繊維、プラスチック・ケミカル、情報通信材料・機器、炭素繊維複合材料、環境・エンジニアリング、ライフサイエンスなど、様々な分野で事業活動を展開している。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 「hitoe®」は、繊維導電化技術を有する日本電信電話（株）と共同開発した機能繊維素材である。心臓の拍動に伴い、心筋細胞が電荷を貯めて放電することで心臓付近に微弱な電気信号が生じる。ポリエステルナノファイバーのニット生地に電気を通す高分子化合物（導電性高分子）を含浸させた高い導電性を有する機能素材「hitoe®」では、この微弱な電位差をセンシングすることで心拍数を計測している。
- 一般的なポリエステル繊維の太さは15μm程度であるのに対し、「hitoe®」の生地に用いられているナノファイバーは700nmと極めて細い。含浸させた導電性高分子が繊維の間に固着されるため、洗濯耐久力が高く、特殊コーティングを施すことにより適度な透湿性と保湿性を持ち合わせている。また、伸縮性や通気性に優れていることから装着時の不快感も少ない。
- 「hitoe®」には金属性物質を用いていないため、金属アレルギーのある人も問題なく利用することができる。また、金属製の繊維を用いていない「hitoe®」は汗などの水分との親和性が高いことから、長時間の着用が可能であり、発汗を伴う運動時にも正しく計測を行うことができる。
- 「hitoe®」はヘルスケア目的としても利用されているスマートウォッチ、スマートグラスなどの「ウェアラブル製品」と同じカテゴリーに位置付けられるものであると認識している。また、「ウェアラブル製品」の中でも衣服（ウェア）にフォーカスした場合、「hitoe®」は「スマートテキスタイル」という分類に区分することができる。

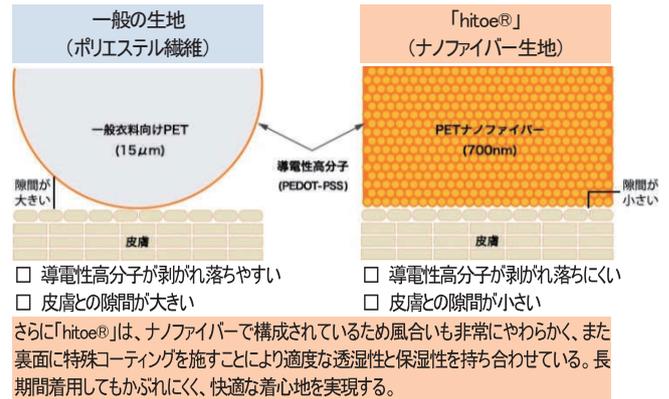
- 現在、「hitoe®」の用途・市場として、①スポーツ、②労務管理、③医療の3分野を想定している。
- スポーツ分野では、既に（株）ゴールドウインのコンプレッションウェアの素材に採用され、2014年に製品化（C3fit IN-pulse）されている。
- 労務管理分野では、「hitoe®」を夏場の屋外作業員などの体調管理を行うツール（「hitoe®」を用いたインナーを着用）として活用することを想定している。近年、社員の労務管理に対する社会的な関心は高まりをみせていることから、同社では「hitoe®」を用いた「作業員見守りサービス」を提案しているところである。その他、長距離運転手の健康管理を実施することによる事故予防への活用などが期待される。
- 医療分野では、在宅での検診診療や術後の経過観察への活用が期待される。

図表 11 生体情報を計測できる機能繊維素材「hitoe®」（イメージ）（出典 6）



※ 画像はイメージです。

図表 12 一般の生地と「hitoe®」の違い（出典 7）



2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- これまでも、大企業・中小企業・ベンチャー企業などから「hitoe®」に関する問い合わせを数多く受けており、一部については具体的な連携に至っている。
- 今後、「hitoe®」を通じて新たな市場を創出していくためには、①大きな推進力を有する主体、②具体的な提案や用途に関するアイデアを有する主体との連携が重要であると考えている。こうした主体との連携については具体的に検討をしていきたい。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 早稲田大学 スポーツ科学学術院 スポーツ科学部（彼末研究室）

- 彼末研究室では、フルボディモーションキャプチャやフォースプレート等を用いた身体的パフォーマンス、バットスイングやボール回転、手指運動や視覚認知運動の精密測定など多様な解析手法から、軌跡の再現性等に着目したスキル評価を行っている。
- この技術を活用して、野球スキル向上のためのコーチングの効率化、野球チームやフィットネスクラブとの連携、身体バランス・体重移動等を考慮したシューズ・スポーツ装具等の評価の他、リハビリや高齢者向けの応用展開も考えられる。

図表 13 バットスイング計測実験の様子（出典 8）



## 8. 参考文献・引用

### ○ 参考文献

- (参考1) スポーツ庁の組織構成と主な業務について (文部科学省、2015年1月)  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afieldfile/2015/01/14/1354480\\_05.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2015/01/14/1354480_05.pdf)
- (参考2) 日本再興戦略2016—第4次産業革命に向けて— (首相官邸、2016年6月)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf)
- (参考3) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～ (東京都、2016年12月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
- (参考4) 東京都スポーツ推進計画 (東京都、2013年3月)  
[https://www.sports-tokyo.info/policyinformation/council/promotion\\_plan/kihonkeikaku\\_honbun.pdf](https://www.sports-tokyo.info/policyinformation/council/promotion_plan/kihonkeikaku_honbun.pdf)
- (参考5) セルフケア健康機器市場に関する調査結果2015 ((株) 矢野経済研究所、2015年10月21日)  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1462.pdf>
- (参考6) 健康・医療戦略 (首相官邸、2014年7月)  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kenkouiryou/suisin/ketteisiryou/dai2/siryou1.pdf>

### ○ 引用

- (出典1、2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～ (東京都、2016年12月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
- (出典3) スポーツ用品市場に関する調査を実施 (2017年) ((株) 矢野経済研究所、2017年6月12日)  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1699.pdf>
- (出典4) スポーツアパレル市場に関する調査を実施 (2016年) ((株) 矢野経済研究所、2017年1月16日)  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1643.pdf>
- (出典5) ウェアラブルデバイス世界市場に関する調査を実施 (2016年) ((株) 矢野経済研究所、2016年5月16日)  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1535.pdf>
- (出典6、7) 東レ (株)
- (出典8) 早稲田大学

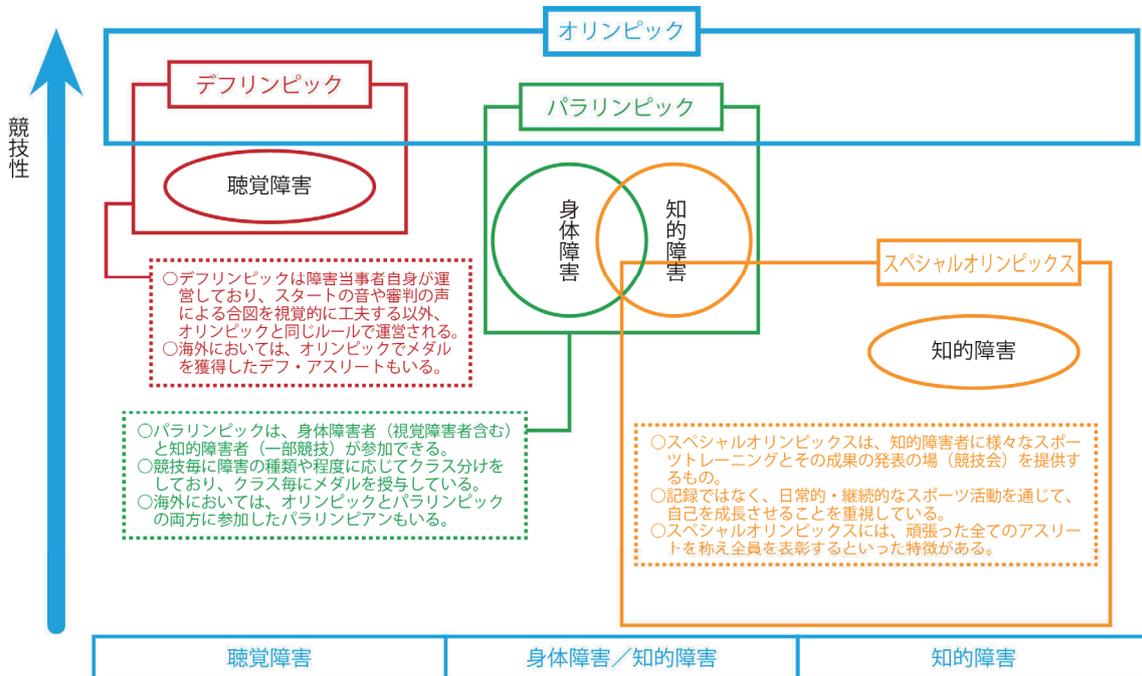


## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状 (参考1～4)

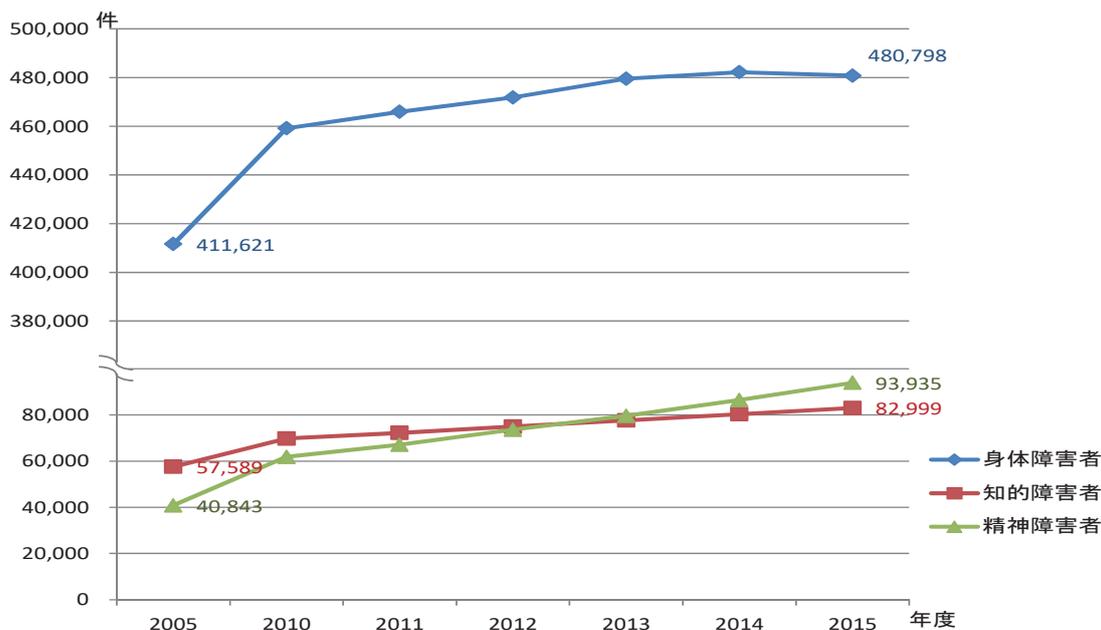
- 障害者スポーツは、当初は医学的なリハビリテーションを目的の一つとして発展してきた。近年では、これに加えてレクリエーションや健康の維持・増進、生きがいづくりなどを目的とした生涯スポーツとしても広く認知されるようになり、さらに、パラリンピック大会などを通じて、競技スポーツとしても脚光を浴びてきている。
- 障害のある人にとってのスポーツ活動は、障害が無い人にとってのスポーツ活動の有益性に加えて、リハビリテーション効果、すなわち、障害の進行の予防や軽減の効果、現存している機能の維持・向上、さらに外出やコミュニケーション機会の増大に結びつくなど、多くの効用がある。
- 障害者スポーツの総合国際競技大会には、「パラリンピック」、「デフリンピック」、「スペシャルオリンピックス」がある。

図表1 障害者スポーツの総合国際競技大会の関係(出典1)



- 「パラリンピック」は、国際パラリンピック委員会 (IPC) 主催で、4年に一度、夏季及び冬季に開催される、オリンピック終了後に同じ開催地で開催される障害者スポーツの最高峰の大会(聴覚障害者を除く)である。
- 「デフリンピック」は、国際ろう者スポーツ委員会 (ICSD) の主催で、4年に一度、夏季及び冬季に開催される、世界的規模で行われる聴覚障害者のための総合スポーツ競技大会で、全てのコミュニケーションが国際手話により行われる。
- 「スペシャルオリンピックス」は、スペシャルオリンピックス (SO) の運営により、4年に一度、夏季及び冬季に開催される、知的発達障害者のスポーツの世界大会で、全てのアスリートを称え、全員を表彰するといった特徴がある。
- 国は、2015年10月に新設されたスポーツ庁へ関連する政策を一元化している。また、地域における障害者スポーツについて、障害者の生きがいや生活の質の向上、地域社会の活性化、健康長寿社会や共生社会の構築にも貢献するとして、障害者スポーツの普及促進を進めている。
- 都は、東京オリンピック・パラリンピック大会の開催決定を契機に、国際大会で活躍するアスリートの発掘・育成・強化を掲げている。また、誰もがスポーツに親しめる社会づくりとして、障害者スポーツの裾野拡大のため、障害者スポーツの理解促進や普及啓発を図るとともに、障害者スポーツを支える人材の育成と資質向上の推進を掲げている。

図表2 障害者手帳交付数の推移（出典2）



- 2015年度末時点の都内の障害者手帳交付数は、身体障害者、知的障害者及び精神障害者を合わせて65万件を超え、この10年間で約15万件増加している。

### 1. 2. テーマ共通の課題

- 障害者における障害者スポーツに関する認知・理解やスポーツ活動の実施率がまだ低く、障害者スポーツに関する技術・製品のニーズが個別的となり、規模が小さくなりがちである。
- 障害者スポーツに関する技術・製品においては、障害の種類や程度に応じた品揃えや調整が必要となり、高い信頼性が求められるとともに、メンテナンスや使用者のアフターフォローのサービス対応が重要となる。

### 2. 市場動向

- 障害者スポーツ用車椅子は、日常生活用車椅子を従来製造している複数の国内メーカーが開発・販売している。障害者スポーツ用義足は、海外メーカー製品を輸入していたが、2009年に国内の義肢義足メーカーが初めて国産製品を開発した。その後、国内大手スポーツ用品メーカーも開発に取り組み始めているものの、参入企業や販売数はまだ少ない状況である。今後、2020年に東京で開催されるパラリンピック大会に向け、国内企業の競技用義足の開発参入も期待される。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

障害者スポーツに関する技術・製品、バリアフリー・ユニバーサルデザインに関する技術・製品 等

### 4. 技術・製品開発の動向と課題

#### 4. 1. 障害者スポーツに関する技術・製品

##### 1) 概要

障害者スポーツに関する技術・製品は、トップアスリートをはじめとする競技用の器具・用具から、障害者の生活をより豊かにする観点やリハビリの一環としての器具・用具まで多岐にわたる。障害の種類やレベル、体格差等の異なる条件に応える技術と一品生産への対応が求められるだけでなく、スポーツ用品の性能としての軽量化・強度・安定性・安全性の向上も求められる。

## 2) 代表的な構成

障害者用スポーツ用品の主な製品分野としては、車椅子（陸上競技用・テニス用・バスケットボール用等）、義肢・義足（陸上競技用・自転車用・卓球用等）、スキー補助器具等がある。

図表3 障害者用スポーツ用品の例示（車椅子）（出典3）



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

障害者用スポーツ用品において、期待される技術分野としては、高性能化や機能付加といった技術分野が考えられる。

高性能化においては、部材の軽量化、構造見直しによる強度向上、部品のシンプル化等が挙げられる。機能付加においては、障害者スポーツ用品にセンシング技術やIT技術を活用した運動データの収集・解析に関する技術等が挙げられる。その他、パラリンピック大会開催に向け、競技を始めるきっかけとなるような安価で軽い車椅子や、車椅子競技で床を傷つけないようにする保護シート等も期待される。

障害者用スポーツ用品においては、製造・販売している企業は、自社で技術革新を進めながら開発を行っているケースが多い。しかし、性能向上や高機能化が打ち出せる技術提案ができれば、十分に共同開発による新規参入の可能性は期待できる。

また、障害者用スポーツ用品の場合、競技種目・プレーヤーの障害の状態や技術レベルによってカスタマイズが必要とされることから、小回りの利く中小企業の参入の可能性は期待できる。

さらに、現在、障害者用スポーツ用品の中には輸入品も多く、それらは価格が高いことから、価格競争力を有した国産品開発といった切り口での中小企業の参入の可能性も期待できる。

## 4. 2. バリアフリー・ユニバーサルデザインに関する技術・製品

### 1) 概要

バリアフリー・ユニバーサルデザインに関する技術・製品とは、障害者がスポーツを実施する場所や環境に関連した幅広い技術・製品のことである。

### 2) 代表的な構成

障害者がスポーツを楽しむための補助器具や、車椅子などを用いた障害者スポーツを実施した際に生じる傷や痕、汚れを修繕・掃除するための技術・製品、またはそれを未然に防ぐ（保護する）ための技術・製品などがある。

図表4 東京都障害者総合スポーツセンターで活用されている主なバリアフリー製品（出典4）

障害者向け掲示板	車椅子洗浄機	卓球場のバリアフリー	出入口のバリアフリー
			
<p>信号機のように赤・黄・緑のランプが点灯する掲示板が設置されている。これは、点灯させる色によって聴覚障害者にファウル、一時中断等の試合状況を伝えるための設備である。</p>	<p>グラウンドから施設内に入る際に車椅子のタイヤについての砂等の汚れを洗浄するための洗浄装置が設置されている。</p>	<p>サウンドテーブルテニス（視覚障害者の方が行う卓球に類似した競技）用の防音部屋が設置されている。</p>	<p>グラウンドへの出入口は自動扉が設置されている。</p>

### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

バリアフリー・ユニバーサルデザインに関する技術・製品においては、障害者がスポーツを実施する場所や環境に関して活用可能なものが既に幅広く存在するが、まだ活用例が少ないのが現状である。今後、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会を契機として障害者スポーツの普及が進む中、関連する技術・製品を有する中小企業の参入が期待される。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

製造物責任法、電気用品安全法、医薬品医療機器等法 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. ミズノ株式会社

1906年創業。「より良いスポーツ用品とスポーツの振興を通じて社会に貢献する。」という経営理念の下、1世紀以上にわたり、日本のスポーツ用品産業をリードし、世界でも屈指の総合スポーツ用品メーカーとして国内外から高い評価を受けている。スポーツ用品の製造・卸売・販売及び各種スクール事業等を展開するなど複合的なスポーツ産業体として幅広く企業活動を展開している。2016年には、国内メーカーでは初めて国産競技用義足の製作を正式に発表した。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 2013年秋、2020年オリンピック・パラリンピック大会の東京招致が決定し、開催に向けて同社としての取組方針について社内検討を進めることとした。その中で、障害者スポーツ向けの製品開発がテーマとして挙げられた。これまでグループ会社で部品供給等は行ってきたが、直接的な取組（最終製品の開発）は無かったため、具体的な製品開発分野も含めた調査を開始した。
- 開発テーマを陸上競技用義足に絞ったきっかけは、陸上競技用義足のスパイク部分に装着するフットカバー製作に関する（株）今仙技術研究所からの働きかけだった。先方からの同社グループのホームページを通じた問い合わせを受ける形で連携が始まった。この連携により、容易に着脱可能で、より快適な装着感も持ち合わせながらウォームアップもすることができるスパイク&フットカバーを開発することに成功した。
- 2014年夏頃より、（株）今仙技術研究所とともに陸上競技用義足の板バネの共同開発も本格的にスタートした。（株）今仙技術研究所は基本のコンセプト設計を担当し、同社はカーボン板バネの詳細な積層設計と成形、それに係る性能評価として反発特性や動作解析などでの実験、検証を担当している。

- 陸上競技用のカーボン板バネは、かつてシンプルな「J型」の形状がスタンダードだったが、近年様々な形状が海外メーカーから生み出されてきた。同社と（株）今仙技術研究所は、「日本人選手」を対象として、全体形状やそれによる反発性など何度もテストを繰り返し、「日本人選手」が使用した時により反発力を高められる形状を開発した。開発には、これまでスポーツ用品メーカーとして培ってきたバイオメカニクス技術（生体力学に関する技術）と、ゴルフクラブやテニスラケットをはじめとするカーボン加工技術が活かされた。

図表5 陸上競技用義足とフットカバー（出典5）



（ミズノ（株）・（株）今仙技術研究所 共同開発）

- 開発を通じて様々な課題も見つかった。その一つが、競技用義足のフィッティング（調整）である。これまでは、選手とメカニック（義肢装具士）の感覚に頼ってソケットと板バネを結合するピラミッド・アダプタの調整を行っていた。数値化されているものではなかったため、一度、ソケットと板バネを外してしまうと再現することが非常に困難で、テストを行う際にも時間を要していた。
- 2016年度、東京都の次世代イノベーション創出プロジェクト2020の交流会に参加した。そこで出会った（株）ケイズデザインラボと連携し、「競技用義足への3D人体計測応用技術の開発」をテーマとして同プロジェクト助成事業に応募申請を行い、現在支援を受けながら進めている（株）ケイズデザインラボ・（株）今仙技術研究所・同社の3社連携。これにより、フィッティングを数値化することに成功し、様々なケースの実証実験に活用することで、さらなる製品開発に役立てようと考えているところである。
- 2020年に東京で開催されるパラリンピック大会において、日本人選手の活躍をサポートするための製品開発を行うことが当面のテーマとなるが、さらなる展開も見据えている。それは、今後も進展すると想定される高齢化社会において、加齢等による身体的不安を抱えた人達が、より活動的に暮らすためのサポート器具への展開である。高齢者だけに限らず、非日常を体感できる器具の開発も将来的なテーマ領域として検討を進めている。同社では、「POWERED LIFE」をキャッチフレーズに一体的なテーマとして捉えた展開を目指している。

## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 義足において、ソケットと板バネの接合部・ピラミッド・アダプタは強度を必要とするため、現在のところ金属素材を用いている。そのため、どうしても質量が重くなってしまう。求められる強度を確保しつつ軽量化を実現するための素材の選定や加工技術の活用が必要になると想定される。
- 競技者の身体と義足は、一体でなければ十分なパフォーマンスを発揮できない。そのため、ソケットの懸垂は重要となる。競技者は、いくつかの懸垂法を複合的に組み合わせて、ソケットを一度装着したら簡単には脱げないようにしている。一方で、1つの競技で脱着が必要とされるトライアスロンの場合には、義足の脱着時間の長さがタイムロスに繋がってしまう。人体とソケットをピッタリと密着させつつも、脱着も簡易な構造の開発も一つのテーマとして挙げられるかもしれない。
- 東京都の次世代イノベーション創出プロジェクト2020では、交流会に参加したことで、新たな連携先発掘に役立った。また、同プロジェクトの助成事業を活用できたことで、開発スピードが上がったことも、大きな効果を発揮した。
- 同社は、積極的に連携先を探していきながら、研究開発を進めている。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 上智大学 理工学部 情報理工学科 (矢入研究室)

- 矢入研究室では、未踏の少子高齢化社会に向け、情報通信技術で優しい社会づくりのための研究を行っている。
- 具体的には、加速度センサーによる車椅子走行センシングデータからの機械学習による歩道バリア可視化システムを開発した。
- 今後、東京でのパラリンピック大会開催に向けて事業を考える際に、「視覚障害者、車椅子利用者等の使いやすさ検証」や「企業保有技術のバリアフリー化活用方策」などの相談に対して、学術的な知見から提案も行っていく予定である。

図表6 歩道バリア可視化システム (出典6)



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考1) 東京都スポーツ推進計画 (東京都、2013年3月)  
[https://www.sports-tokyo.info/policyinformation/council/promotion\\_plan/kihonkeikaku\\_honbun.pdf](https://www.sports-tokyo.info/policyinformation/council/promotion_plan/kihonkeikaku_honbun.pdf)
  - (参考2) スポーツ庁の組織構成と主な業務について (文部科学省、2015年1月)  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afieldfile/2015/01/14/1354480\\_05.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2015/01/14/1354480_05.pdf)
  - (参考3) 地域における障害者スポーツの普及促進について (スポーツ庁、2016年3月)  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/shingi/002\\_index/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/03/31/1369121\\_01\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/shingi/002_index/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/03/31/1369121_01_1.pdf)
  - (参考4) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～ (東京都、2016年12月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
- 引用
  - (出典1) 地域における障害者スポーツの普及促進について (スポーツ庁、2016年3月)  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/shingi/002\\_index/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/03/31/1369121\\_01\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/shingi/002_index/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/03/31/1369121_01_1.pdf)
  - (出典2) 福祉・衛生 統計年報 (平成27年度) (東京都、2015年)  
[http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/chosa\\_tokei/nenpou/2015.html](http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/chosa_tokei/nenpou/2015.html)
  - (出典3) (株) オーエックスエンジニアリング
  - (出典4) 北区内スポーツ施設等のバリアフリー化の推進について～障害のある人もない人も、ともにスポーツに親しむために～ (東京都北区内スポーツ施設等バリアフリー化検討会、2015年9月)  
<https://www.city.kita.tokyo.jp/sports/documents/saisyumatome.pdf>
  - (出典5) ミズノ (株)
  - (出典6) 上智大学



# 第3章

## 医療・福祉分野

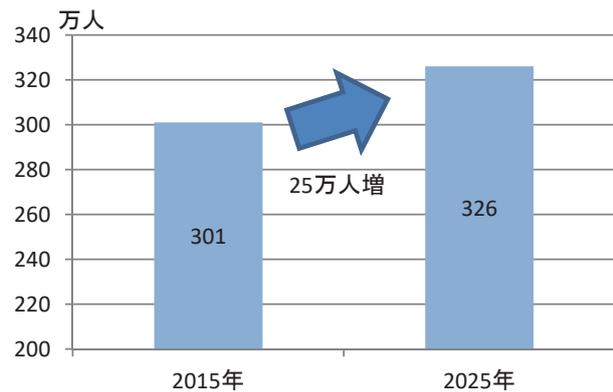
- ① 子ども・高齢者・障害者等の安全に資する技術・製品の開発
- ② 介護・福祉機器に関する技術・製品の開発
- ③ 各種医療機器とその部品・部材に関する技術・製品の開発

## 1. 現状と技術的課題

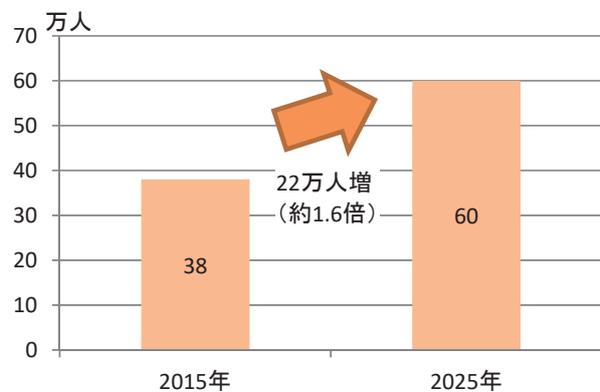
## 1. 1. 現状（参考1～3）

- 国は、「日本再興戦略2016」において、世界最先端の健康立国を目指し、ロボットやセンサー、ICT等、介護現場を支える技術進歩にこれまで以上に取り組んでいく必要性を明記している。また、鍵となる施策の一つとして「ロボット・センサー等の技術を活用した介護の質・生産性向上」を掲げている。
- 都は、「2020年に向けた実行プラン」において、政策の柱として「子供を安心して産み育てられるまち」、「高齢者が安心して暮らせる社会」、「障害者がいきいきと暮らせる社会」を掲げている。
- 都の高齢者人口は、2015年の301万人から2025年には326万人になると推計される。都では地域包括ケアシステムの構築に向けた機能強化や在宅生活を支えるサービスの整備、区市町村における介護予防機能の強化等に取り組んできたが、今後の高齢者の増加を見据え、在宅生活を支える様々な取組をさらに充実していく必要がある。
- 認知症高齢者も2015年の約38万人から2025年には約60万人に増加するなど、要介護高齢者や低所得高齢者等も含めて、支援を必要とする高齢者、障害者の増加が見込まれる。都では認知症の疑いのある高齢者の早期発見・診断・対応、地域の支援体制の構築、都民への普及啓発等に取り組んできたが、今後、増加が見込まれる認知症患者とその家族が地域で安心して生活できるよう、状態に応じて適切な医療・介護・生活支援等を行う総合的な認知症対策をさらに推進する必要がある。
- 2016年4月現在の保育サービス利用児童数は14,192人分増加し、261,705人となったが、就学前児童人口や共働き世帯の増加等による保育ニーズの増大により、待機児童数は前年から652人増の8,466人となっている。家庭における子育てにおいて、ITを活用し、離れたところから子どもの様子を見守る機器やサービスに対する関心が高まっている。

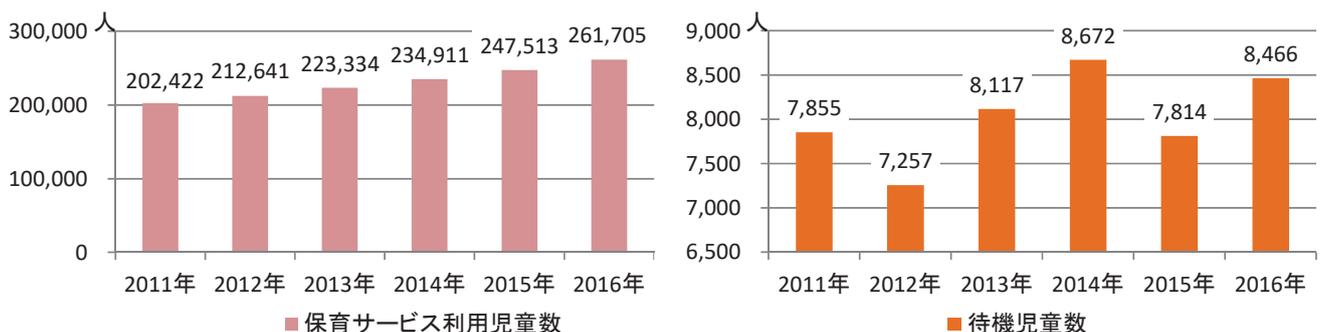
図表1 高齢者人口の推計（出典1）



図表2 認知症高齢者の推計（出典2）



図表3 保育サービス利用児童数と待機児童数の推移（出典3）



※ 各年4月1日現在

- 介護施設における見守り支援機器は、経済産業省と厚生労働省において重点的に開発支援する分野として、重点分野「見守り支援機器（介護施設）」と位置付けられ、介護施設において使用する、センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を用いた機器のプラットフォームと定義されている。
- 介護施設における見守り支援機器を適切に利用することにより、「介護者の負担軽減」のみならず「高齢者の自立支援」に向けて、下表のような効果が期待できる。また、見守り支援機器は、単に高齢者の状態を常時把握し、アラームの発生の都度対応するためのものではなく、アラームの発生時の状況を分析し、蓄積されたデータを活用することで現状のケアのプロセスや内容を見直す一助となり得る。すなわち、利用者の QOL の向上に向け、見守り支援機器を上手に活用する視点も重要となる。

図表4 介護施設における見守り支援機器に期待される効果（出典4）

状況判断	→ 高齢者の状況を把握し、安心・安全な生活を支援する。
事故予防	→ 転倒・転落等によるケガや事故を予防できる。
対応判断	→ 対応の優先順位や緊急度が判断できる。
	→ ケアのタイミングを図ることができる。
介護負担の軽減	→ 過剰な訪室を減らし、ケアにかかる時間を軽減できる。
ケア内容の検討	→ データの履歴を活用することにより、転倒の原因把握や防止策の立案に繋げることができる。
情報共有化	→ 映像を記録する機能を有する機器では、映像を見ることで視覚化され、利用者・家族・職員間で客観的に情報を共有化できる。

### 1. 2. テーマ共通の課題

- 高齢者が主体的に使いこなせるよう、身体的・認知的特性を踏まえたユーザビリティが必須となる。加えて、携帯型の機器においては、利用者に負担をかけない形状やサイズが求められる。
- 自立志向の強い高齢者には、機器を介して見張られているという意識がストレスとなるため、取得したプライバシー情報の取扱いに配慮する必要がある。また、利便性の見える化、リテラシーの向上等、機器の利活用を誘引するための動機付けも重要となる。
- 外出による不在時やペット等の誤検知など、機器の誤報・誤用を極力減らすことが求められる。

### 2. 市場動向（参考4）

- 2014年の見守り・緊急通報サービスの市場規模は142億円とされており、総医療負担減や高齢者のQOL向上に貢献する社会インフラとして、サービスの認知度は年々高まっている。今後も後期高齢者や認知症高齢者、独居世帯等の増大に伴い、さらなる需要の顕在化が見込まれ、さらには地方創生・街づくり予算の投下、地域包括ケア体制との連携、生活支援・健康支援サービスとの融合も進むと見られることから、2025年には227億円規模まで成長すると予測される。これに伴い、見守り機器の需要も拡大するものと考えられる。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

緊急通報システム、各種センシング技術、ネットワークカメラ 等

### 4. 技術・製品開発の動向と課題

#### 4. 1. 緊急通報システム

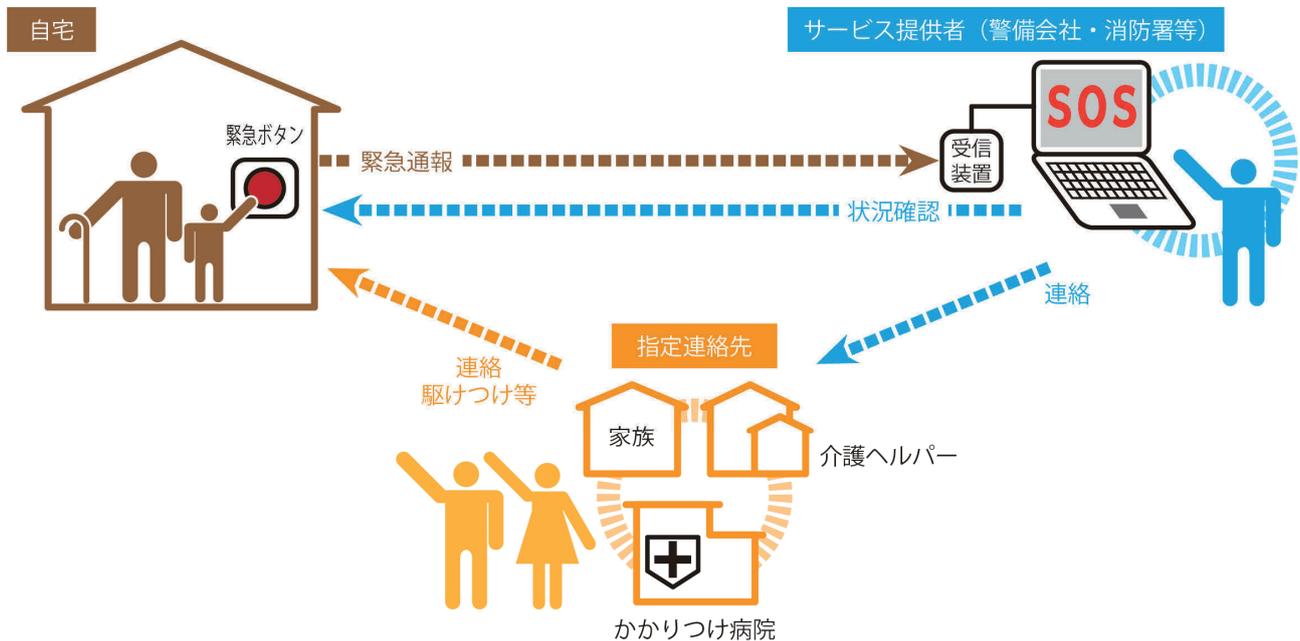
##### 1) 概要

緊急通報システムとは、見守られる側の高齢者や子ども等が自ら緊急ボタンを押すと、予め登録された通知先に通報される機器・システムのことである。多くは、緊急時駆け付けサービスとの組み合わせを前提としており、中には安否確認や健康・生活相談等のサポート機能を有する機器もある。なお、緊急ボタンは据置型と携帯用のペンダント型が中心である。

## 2) 代表的な構成

高齢者や子育て世帯等の自宅に設置、または携帯した緊急ボタン及び送信装置、サービス提供者（見守り）側の受信装置で構成される。

図表5 緊急通報システムの構成例



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

既存技術の応用で対応可能であり、例として次のような取組が期待される。

- ① 使いやすいシンプルな操作性とユニバーサルデザインの導入
- ② 機器の自動故障診断、省電力化、無停電電源装置（UPS）等によるバックアップ機能の付加
- ③ ペンダント型の緊急ボタンと送信装置（本機）との通信距離の延伸
- ④ 屋外向けの移動体通信網を利用した機器の開発
- ⑤ 緊急ボタンが押された場合の人的対応に、SNS等のWebを活用するシステムの構築
- ⑥ 既存インフラの活用によるコストの低減

見守り機器の多くは、駆け付けサービスとの組み合わせを前提としており、同サービスを大規模に運営する大手警備会社等と提携できれば新規参入は容易となるが、提携先のニーズに応じた機器の開発が求められる。

## 4. 2. 各種センシング技術

### 1) 概要

各種センシング技術とは、センサーにより高齢者や子ども等の安否や行動を把握し、異常を検知した場合、予め登録された通知先にメール等を自動送信する機器・システムのことである。

住居設置型には、人感センサー・照度センサー等で居住者の行動を検知する方式、あるいはガス流量センサー・電流センサー等でライフラインの使用状況を監視する方式があり、個々の高齢者や子ども等の生活特性に応じて選択される。見守られる側の高齢者や子ども等にとっては、センサーや機器の存在を意識せずに、普段通りの生活を続けることができ、プライバシーも保たれるため、導入への抵抗感が薄いという利点がある。

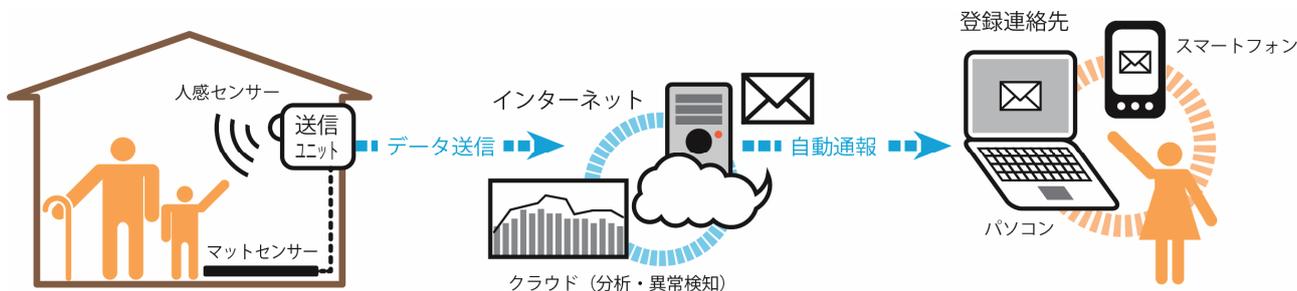
一方、携帯型は、ICタグや専用の携帯端末に内蔵した加速度・ジャイロ・地磁気等の各種センサーやGPSによりクラウドにデータを蓄積し、異常行動や転倒を検知した場合、予め登録した通知先にメール等を送信するものである。用途が位置情報の把握に限定される場合は、スマートフォンのGPS機能と専用アプリのみでも対応可能である。

近年は超音波・電波・輝度分布・音声等の非接触型センサーを用いて、対象者の動作・行動を三次元的に検知するシステムの開発も進んでいる。

## 2) 代表的な構成

各種センシング技術を活用した見守り支援システムの例としては、「クラウドを利用してセンサー情報を分析・異常判断するシステム」や「ペンダント型携帯端末による行動・転倒検知システム」等が挙げられる、下図に示すとおりである。

図表6 クラウドを利用してセンサー情報を分析・異常判断するシステムの例



図表7 ペンダント型携帯端末による行動・転倒検知システムの例



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

センシング技術の高度化に伴い、さらなる発展が見込まれる中、今後は次の取組が期待される。

- ① センシングした情報をクラウドに蓄積し、平常時のデータと比較分析することで、個々人に応じた異常の判断や、異常の兆候を検出できる高度なソフトウェアの開発・導入
- ② 異常時の自動通知だけでなく、見守られる側への積極的な声かけなど、双方向のコミュニケーション機能を備えた機器の開発
- ③ スマートフォンのほか、コンピュータやWebを組み合わせた管理・解析技術の開発
- ④ 近距離無線通信 (Bluetooth 等) の利用による機器の省電力化

## 4. 3. ネットワークカメラ

### 1) 概要

ネットワークカメラとは、高齢者の自宅や、子育て世帯の一室等にカメラを設置して見守りを行うシステムのことである。住宅内の状況をTVやタブレット、スマートフォン等のビューワーで常時視認できるほか、カメラの方向操作や暗視、双方向通信といった拡張機能を備えたモデルや、複数台の接続・連携が可能なモデルも既に製品化されている。

現時点での主な課題としては次のようなものがある。

- ① カメラで常時見張られることに抵抗を感じる高齢者もあり、取得したプライバシー情報の取扱いのほか、見守り側の認証を厳格にするなどの配慮が求められる。
- ② 双方向の通信機能が無い場合、異常発生時に見守られる側からの通報ができない。
- ③ 暗視機能が無い場合、夜間の見守りが困難である。

## 2) 代表的な構成

ネットワークカメラは、有線もしくは無線の LAN 機能を持つ遠隔操作可能なカメラであり、Web カメラの一つとして位置づけられる。

ネットワークカメラやセンサーによる見守りシステムの例としては、下図に示すとおりである。自宅に設置した送信ユニットから映像・画像データを送信することができ、それを見守る側は、別室もしくは外出先等において、パソコンやスマートフォン等によりインターネットを介して閲覧することができるものである。また、人感センサーにより異常等を検知した場合には、自動で映像・画像を受信することも可能となる。

外部から通信（遠隔操作等）をするには、専用のアプリケーションソフトウェアによって通信するタイプや、Web ブラウザを使用するタイプなどがある。

図表 8 ネットワークカメラ/センサーによる見守りシステムの例



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

システム全体としての開発のほか、以下の取組が期待される。

- ① 画質・視野角・動体検知精度といった基本性能の向上
- ② 顔認証技術に基づく個体識別を活用した、多人数向けの見守りシステムの開発
- ③ 画像から異常を自動検知し、登録先に通知する技術の開発
- ④ ドアホンとの連動など、ホームセキュリティ機能との融合による高付加価値化

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

製造物責任法 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. 西川リビング株式会社

1566年（永禄9年）の創業以来、「誠実・親切・共栄」を社是に掲げ、450年にわたり商いを続けている。寝具業界において、合織わたの開発や、寝具のファッション化の先駆的提案、健康機能寝具・機器の開発等を進め、常に先進的な事業戦略を展開している。また、同社はベビー寝具の国内トップシェアであり、ジュニア・ベビーの分野でKIDS DESIGN AWARD（キッズデザイン賞）を2年連続で受賞している。

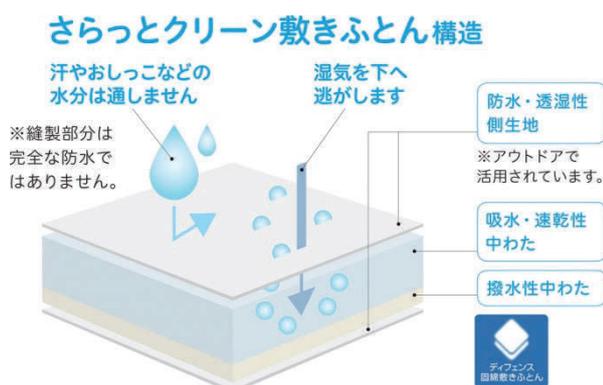
#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 社内研究機関として設立された「睡眠環境科学研究所」では、人間工学や睡眠科学の考え方を取り入れ、各種実験、データの収集・分析を行い、機能性豊かな商品開発のサポートを行っている。また、快適な睡眠環境の実現を目指し、大学等と積極的に共同研究を行っている。
- 京都市立芸術大学、(独)宇宙航空研究開発機構（JAXA）、宇宙環境利用センターとの共同開発事業として、国際宇宙ステーションにて使われる「SPACE FUTON（スペースふとん）」の開発に取り組んだ。この研究開発で得た成果は地上での寝具開発にも応用されている。
- 快適な眠りのために一人ひとりの体型に合わせたオーダーメイドまくら・マットレスを提供できる受注生産システム「FIT LABO」を確立。その製品の効果について、大阪市立大学・(株)総合医科学研究所と共同で検証した。同社が開発した立位姿勢測定システムで、体型を側面と背面の二方向から測定し、身体の部位毎に3種類の立体ウレタンキューブを10cm単位で配列することで、体圧が分散されるように組み合わせ、身体への負担を減らしたオリジナルのマットレスを提供する。この製品を使った睡眠は、溜まった疲れを取るだ

けでなく、日中の疲労をも軽減できることが分かった。

- 現在、日本の子どもの睡眠時間は、先進国の中ではワーストクラスの短さである。そこで、同社睡眠環境科学研究所監修のもと、全国各地で「手作りキッズまくらワークショップ」を実施している。子ども達と保護者に「眠育」（商標登録済み）の重要性を訴えているところである。
- 同社は、ベビー寝具国内トップシェアであることから、乳幼児寝具の開発を一つの研究開発テーマとして掲げている。テーマは、ベビー寝具の快適性向上、特に乳幼児・子どもの健やかな成長を促進するための寝具開発である。
- 現在、防水シート不要で蒸れを抑えた敷布団「さらっと Clean」や、子育てがもっと楽しくなる赤ちゃんとのコミュニケーションツール「ふれあいベビークッション」等、より良い乳幼児の快適な生育環境と子育て環境の提案に関する製品の開発を進めている。

図表9 乳幼児寝具「さらっと Clean」（出典5）



図表10 「SPACE FUTON（スペースふとん）」（出典6）



- 今後、各種センシング技術を活用しながら、乳幼児の寝具開発に活用していきたいと考えている。既に製品化されている、画像検知による動作センシングや表情センシングなども活用して、乳幼児の快適度を計測し、エビデンスも獲得しながら寝具開発を進めていきたいと考えている。
- また、各種センシング技術を活かした製品開発の方向性として、乳幼児の状態を確認し、うつ伏せの状態が続く場合、窒息させないための寝具開発（事故を未然に防ぐための寝具開発）も考えられる。例えば、保護者が近くにいなくても寝返りを促せる（仰向けの状態に戻す）機能を備えた寝具開発や、通気性を確保することでうつ伏せ状態でも窒息しない寝具開発等も考えられる。

## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

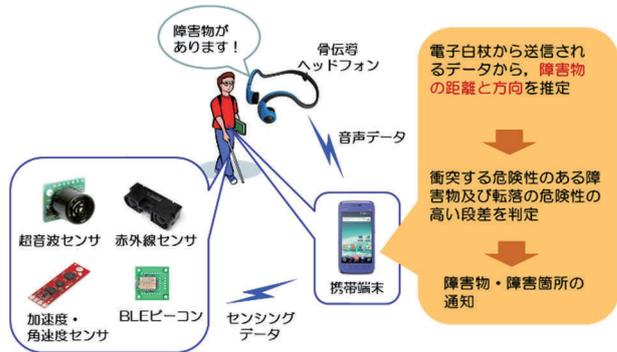
- 乳幼児の感じる「眠りの快適性」について、数値化・評価する研究はまだ十分に開発されていないのが現状である。例えば、脳波についてみても、成人の場合と違い、乳幼児の脳の働きについては解明されていない部分も多くある。
- マッチング機会を常に求めている。センシング技術等を有する企業と、大学や研究機関とも連携しながら研究開発を進めていきたいと考えている。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 芝浦工業大学 システム理工学部 電子情報システム学科 (新津研究室)

- 新津研究室では、インターネット、センサーネットワーク、IoT、ネットワークアプリケーションを専門的分野としている。主な研究テーマには、電子白杖を用いた視覚障害者歩行支援、加速度センサー、地磁気センサー等を用いたコンテキスト推定、MANET (Mobile Ad-hoc NETwork)、移動型センサーネットワーク構成法、脳波、脈波センサーを用いた興味度・ストレス度推定、DTN 制御法等がある。
- 研究シーズの一つに「電子白杖を用いた障害物検知・通知」がある。白杖に各種センサーを取り付け、白杖の操作だけでは認識が困難な、上方の障害物や凹み段差などの検知・通知を行い、混雑している場所や下り階段、プラットフォーム近く等の危険な場所を、できるだけ安全に歩行できるようにすることを目指している。

図表 11 電子白杖を用いた障害物検知・通知 (出典 7)



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考 1) 日本再興戦略 2016—第 4 次産業革命に向けて— (首相官邸、2016 年 6 月)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf)
  - (参考 2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020 年に向けた実行プラン～ (東京都、2016 年 12 月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
  - (参考 3) 平成 27 年度 福祉用具・介護ロボット実用化支援事業 介護ロボット重点分野別講師養成テキスト 移動支援機器 (屋外) / 見守り支援機器 (介護施設) (厚生労働省、2016 年 3 月)  
[http://www.mhlw.go.jp/sinsei/chotatu/chotatu/wto-kobetu/2017/02/d1/wt0227-04\\_08.pdf](http://www.mhlw.go.jp/sinsei/chotatu/chotatu/wto-kobetu/2017/02/d1/wt0227-04_08.pdf)
  - (参考 4) 2015 年版 高齢者見守り・緊急通報サービスの市場動向とニーズ調査 (株) シード・プランニング、2015 年 3 月)
- 引用
  - (出典 1～3) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020 年に向けた実行プラン～ (東京都、2016 年 12 月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
  - (出典 4) 平成 27 年度 福祉用具・介護ロボット実用化支援事業 介護ロボット重点分野別講師養成テキスト 移動支援機器 (屋外) / 見守り支援機器 (介護施設) (厚生労働省、2016 年 3 月)  
[http://www.mhlw.go.jp/sinsei/chotatu/chotatu/wto-kobetu/2017/02/d1/wt0227-04\\_08.pdf](http://www.mhlw.go.jp/sinsei/chotatu/chotatu/wto-kobetu/2017/02/d1/wt0227-04_08.pdf)
  - (出典 5、6) 西川リビング (株)
  - (出典 7) 芝浦工業大学

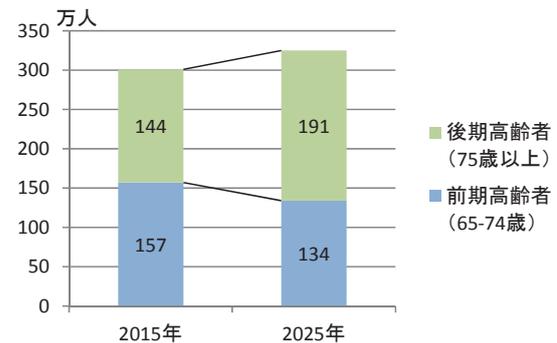


## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～3）

- 国は、「日本再興戦略 2016」において、ロボットやセンサー等、技術の活用により介護現場の負担を軽減し、高齢者の自立支援につながる質の高い介護を実現すると明記している。
- 都は、「2020年に向けた実行プラン」において、政策の柱の一つに「高齢者が安心して暮らせる社会」を掲げ、2020年とその先の未来に向けて、高齢者ができる限り住み慣れた地域で日常生活を継続できるよう、適切な医療・介護・介護予防・すまい・生活支援が一体的に提供される地域包括ケアシステムの構築を目指している。
- 都の2015年の前期高齢者は157万人、後期高齢者は144万人となっている。今後、後期高齢者が大幅に増加し、2025年に191万人に達する見込みである。
- 都内の要介護認定者数も年々増加しており、2013年の約52万人から、2020年に約70万人、2025年には約77万人に達する見込みである。認定度別の内訳では、要介護度の低い層（要支援1～要介護1）が増加しており、こうした高齢者をできる限り低い要介護度に留めることが重要視されている。

図表1 前期・後期高齢者人口の推計（出典1）



- ※ 本項における介護・福祉機器は、福祉用具法に定められた「心身の機能が低下し日常生活を営むのに支障のある老人又は心身障害者の日常生活上の便宜を図るための用具及びこれらの者の機能訓練のための用具並びに補装具」のほか、「身体的な特性や障害に関わりなく、より多くの人々がともに利用しやすい製品・施設・サービス」と定義された共用品と呼ばれる製品群を含むものとする。

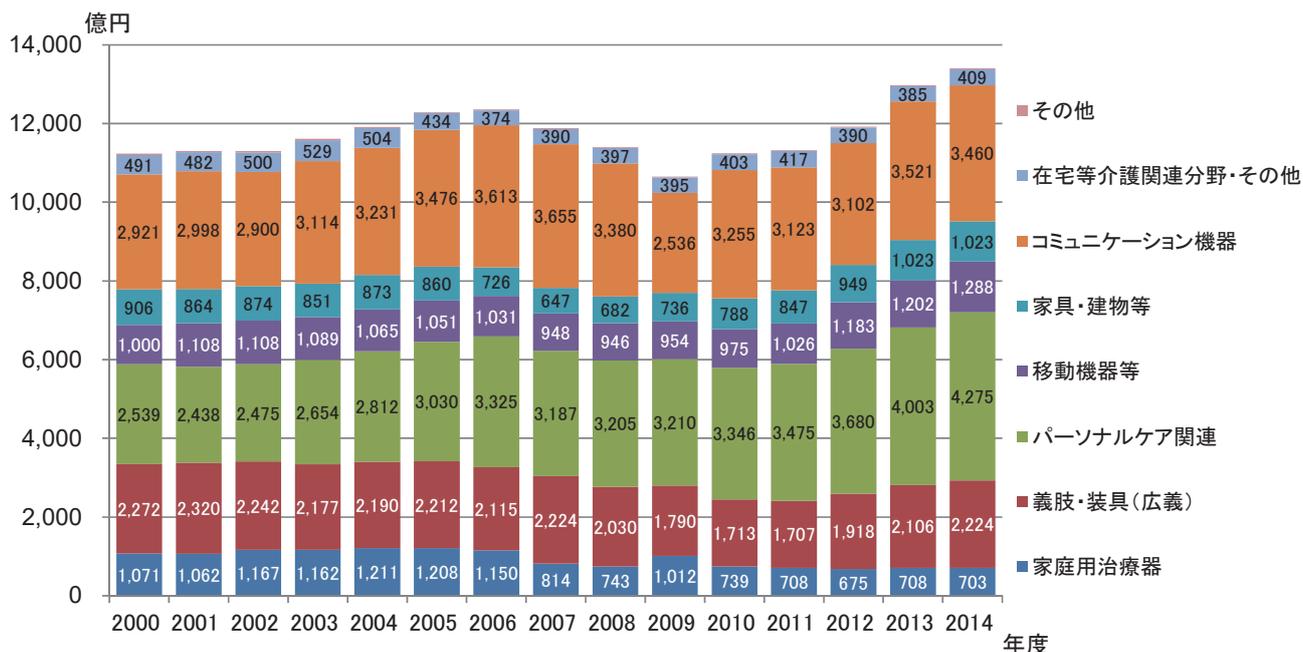
## 1. 2. テーマ共通の課題（参考4）

- 介護・福祉機器には、現場のニーズに基づく機能や性能が求められるが、サイズ・重量・操作性等について実用性を伴わない技術先行型の製品も多く、ニーズとのミスマッチが見られる。
- 利用者の体型や障害度が個々に異なるため、機器の多くは多品種・小ロットとなり、1点あたりの価格が高い。
- 介護保険法による介護用品、または障害者総合支援法による補装具としての公的給付の適用に市場性が左右される。
- 介護・福祉機器の品質確保のためには、評価基準や認証制度が必要であるが、一部（義肢装具等のパーツの認証）に留まっている。また、認証制度を設けることで安全が担保できる反面、テストをクリアするためのコストがかかるという課題も抱えている。

## 2. 市場動向

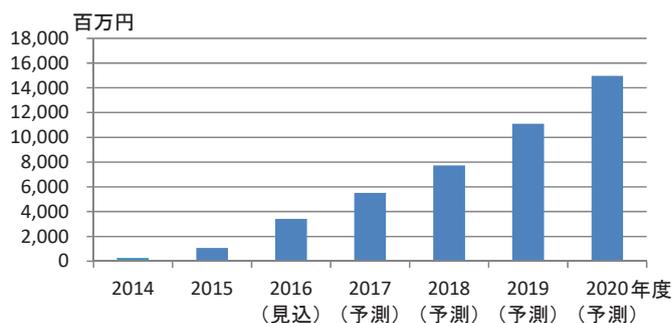
- 2014年度の福祉用具（狭義）の国内市場規模は1兆3,995億円（対前年比3.8%増）と推計される。品目別内訳では、「パーソナルケア関連用具」が4,275億円（同6.8%増）で最も多く、次いで「コミュニケーション機器」が3,460億円（同1.7%減）、「義肢・装具（広義）」が2,224億円（同5.6%増）、「移動機器等」が1,288億円（同7.2%増）と続く。
- 今後の高齢者人口の増加に伴い、在宅での生活を希望する高齢者も増えることから、在宅生活をサポートするパーソナル関連用具、コミュニケーション機器等の需要も堅調に伸びるものと予想される。加えて、前述の通り、介護・福祉用具の市場性は公的給付の適用による影響が大きいと、国の介護保険関連予算の抑制方針を受けて、適用外・給付外の領域においても需要の拡大が見込まれる。

図表2 福祉用具産業の市場動向（出典2）



○ 国内介護ロボットの2015年度の市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、前年度比549.0%の10億7,600万円と大きく伸長している。さらに、2016年度は34億800万円（見込値）で前年度比316.7%と伸びている。今後の介護ロボットの市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、2020年度には149億5,000万円まで拡大するものと予測される。

図表3 国内介護ロボット市場規模の推移（出典3）



注：メーカー出荷金額ベース

注：見込値、予測値ともに2016年6月現在

注：介護作業（行為）を支援するサービスロボットを指し、介護用との区別が難しい場合もあるが、医療用やリハビリテーション用、自立支援用、コミュニケーションを目的とするロボットは含まない。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

義肢・装具、パーソナル関連用具、コミュニケーション機器、移乗・移動支援機器 等

### 4. 技術・製品開発の動向と課題

#### 4. 1. 義肢・装具

##### 1) 概要

「義肢」とは、義肢装具士法によると、上肢又は下肢の全部又は一部に欠損のある者に装着して、その欠損を補てんし、又はその欠損により失われた機能を代替するための器具器械をいう（同法第2条第1項）。また、「装具」とは、上肢若しくは下肢の全部若しくは一部又は体幹の機能に障害のある者に装着して、当該機能を回復させ、若しくはその低下を抑制し、又は当該機能を補完するための器具器械をいう（同法第2条第2項）。義肢には「義手」「義足」等があり、装具には「上肢装具」や「下肢装具」「体幹装具」等がある。

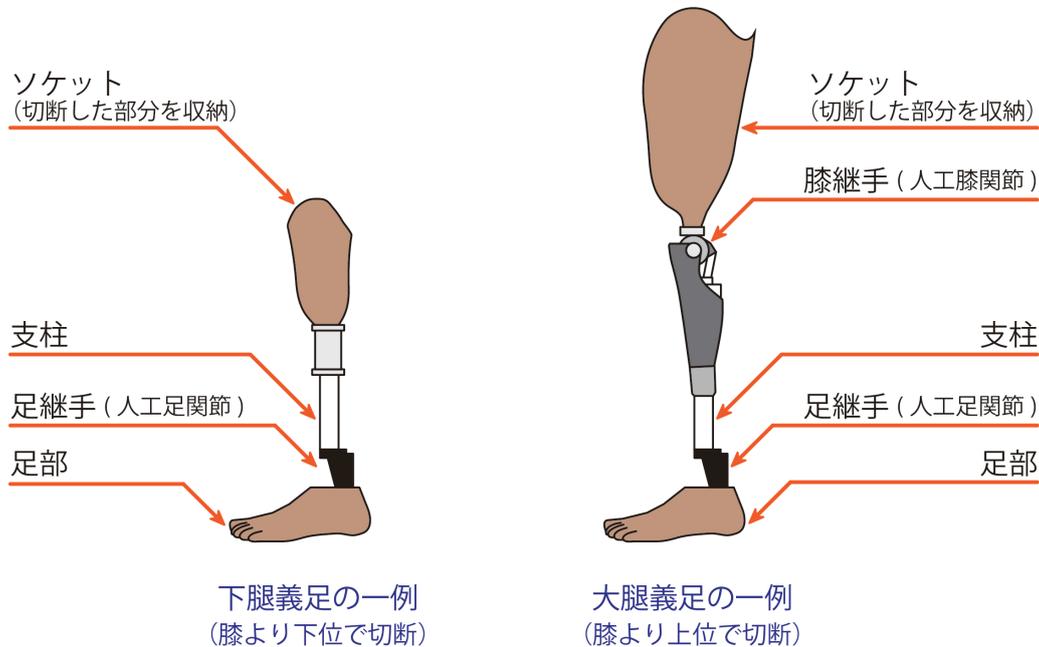
義肢・装具においても先端技術の導入が進んでおり、腕の断端に残った筋肉を動かす際に発生する筋電位信号に基づいて動作を識別し、「つかむ」「はなす」といった動きに変換する「筋電義手」が実用化されているほか、将来的には、筋電義手から送られる触覚等の信号を脳神経にフィードバックする双方向型の導入も実現する見込みである。

現時点での主な課題としては以下のようなものがある。

- ・ 機能性だけでなく、利用者の精神的なケアも重視されるため、義肢と身体の調和に向けた工夫が必要である。
- ・ 義肢装具士との連携のもと、義肢・装具の使用方法を分かりやすく説明するマニュアルの作成や、リハビリテーションを均質化するための環境整備、利用者間の情報交換の場づくりが必要である。

## 2) 代表的な構成

図表 4 義足の製品例（イメージ）と一般的な構造



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

義肢・装具の製作は基本的に手作業であり、熟練したノウハウと長い製作時間が必要とされることから、元々中小企業中心の製品分野であった。さらに近年は、3Dプリンティング技術の進化により、低コストでありながら、精密かつカスタマイズしやすい義肢・装具の製作環境が整ってきており、軽量かつ耐久性の高い機能性材料を供給できる企業や、アクチュエータ、センサー等に関する独自技術を有する企業の参入が期待される。

義肢・装具のいずれも、利用者の状態によって求められる機能や装着部の形状が異なるため、採寸や採型、義肢・装具の仮合わせ、適合度等、微細な調整が求められる。しかしながら、義肢装具士法において、こうした調整が認められているのは義肢装具士のみである。義肢装具士の業務形態は、義肢・装具の製作企業に所属し、契約先の病院等に出向くのが一般的であることから、新規参入を図る際は、あらかじめ義肢装具士と製作技術部門の役割分担を図り、利用者のニーズを反映できる体制を整えておく必要がある。

## 4. 2. パーソナル関連用具（参考5）

### 1) 概要

パーソナル関連用具とは、医療機器を除く、衣類・靴、衣服の着脱用器具、トイレ用具（便器、便座、手すり等）、集尿器・採尿器、おむつ用品、入浴用品のほか、マニキュア・ペディキュア用具、ヘアケア用具、顔・歯・口の手入れ用具、体温計・体重計等の広範囲な日常生活用品のことである。

今後は在宅介護へのシフトが進むことから、食事、排泄、睡眠、入浴といった生活シーンに関係する製品の需要が高まるものと予想されており、具体的には、食事シーンにおける介護食や口腔ケア等の消耗品、排泄シーンにおける比較的介護度が低い人向けの昇降機能付きトイレや軽失禁ライナー・パッド、睡眠シーンにおける褥瘡予防のための床ずれ防止マット、体位変換・保持クッション、入浴シーンにおける浴室や浴槽内での移動サポート、浴室内での怪我防止用品等の需要増が見込まれる。

## 2) 代表的な構成

パーソナルケア関連用具は、福祉用具分類コードによって、以下の図表に示すとおり、17に分類されている。

図表5 パーソナルケア関連用具一覧（出典4）

衣類・靴	衣類（寝間着類等）、靴（リハビリシューズ等）	おむつ用品	おむつ、おむつカバー等
保護用具	頭部保護帽等	入浴用品	入浴用チェア、滑り止め用品等
更衣用具	衣類の着脱が困難な人が使う衣類着脱器等	マニキュア・ペディキュア用具	爪用ブラシ、爪用やすり等
トイレ用具	ポータブルトイレ、温水洗浄便座等	ヘアケア用具	シャンプー用品、くし・ヘアブラシ等
気管切開者用具	気管カニューレ（気管切開チューブ）等	歯・口の手入れ用具	歯ブラシ、口腔洗浄器等
ストーマ用品	人工肛門患者の排便を管理するための用具	顔の手入れ用具	カミソリ・シェーバ、鏡等
皮膚保護・清拭用具	洗浄剤、消毒剤等	体温・体重測定用具	体温計、体重計
採尿器	泌尿器から尿を取り出すための器具	時計	腕時計、懐中時計、置時計（触覚式・音声式・振動式・閃光式を含む）
集尿器	取り出された尿を集めて貯えるための用具		

## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

パーソナル関連用具は、利用者の衣食住に直結し、QOLに及ぼす影響も大きいため、体型や性別、加齢や障害に伴う心身機能の違い、個々の生活シーン等に応じて様々な製品が展開されている。このため、ニッチな製品ニーズも今後増加すると考えられる。中小企業特有のフットワークの軽さを活かした製品開発が期待される。なお、手入れ用具については、機械加工技術を有する企業の場合、用具加工の取組から製造に参入するケースも想定される。

パーソナル関連用具は様々な製品が普及していることから、従来品との差別化が新規参入の鍵となる。製品開発にあたっては、新たなニーズの萌芽を見逃さぬよう、介護に携わる現場スタッフをはじめ、ケアマネージャー、ホームヘルパー、販売会社等との意見交換の機会を積極的に設け、課題解決型の視点からアイデアを具現化していくことが重要である。

また、中小企業においては、個々の利用者の状態に応じたオーダーメイド型の製品開発も有効である。丁寧な作り込みが評価されれば、利用者間の口コミを介して評判が広がり、新たな受注に繋がることも期待される。

## 4. 3. コミュニケーション機器（参考6）

### 1) 概要

障害によって妨げられた情報のやり取りを復活、あるいは手助けするための道具や機器のことをコミュニケーション支援用具（コミュニケーション機器）と呼ぶ。コミュニケーションにおける障害には、主に視覚障害、聴覚障害、肢体不自由、認知障害などの種類がある。障害の特徴に合わせてさまざまな用具を使い分けることで、コミュニケーションの幅が広がり、障害者だけでなく、家族や介護者など周りの負担も軽減する。

### 2) 代表的な構成

具体的な製品としては、コミュニケーションエイド、パソコンアクセシビリティ機器（入出力補助ソフトウェア、拡大反転ソフトウェア、点字ディスプレイ等）、補聴器、聴覚障害者・視覚障害者用情報機器、描画・書字用具、警報装置等があり、障害の特徴に応じて使い分けることで、コミュニケーションの幅を広げることができる。かつてのコミュニケーションとは、相対する者が音声で会話する形が一般的であったが、インターネットの普及により、文字や映像等のコンテンツの伝達もコミュニケーションの一部として認められるようになった。こうしたコミュニケーションの概念の拡大に伴い、意思や情報の伝達を補助する機器の重要性は徐々に高まってきている。

図表6 対象別コミュニケーション支援用具の例示 (出典5)

対象	用具例
視覚障害者	ルーペ、拡大読書機、音声出力商品、触覚・点字、コンピュータ読書機、画面拡大・読み上げソフトウェア、音声メモ、音声情報案内システム等
聴覚障害者	補聴器、耳あて式助聴器、筆談のための道具、電話の着信や来客など周りの特定の音を知らせる道具(屋内信号装置)、様々な電話機の工夫、字幕放送・文字放送用受信機等
肢体不自由者	書見台・ページめくり機、持ちやすい筆記用具、パソコンの利用、使いやすい電話、呼びベル、文字盤、携帯用会話補助装置、スイッチ(身体機能に合わせたスイッチ)等

図表7 対象別コミュニケーション支援用具の例示イメージ (出典6)

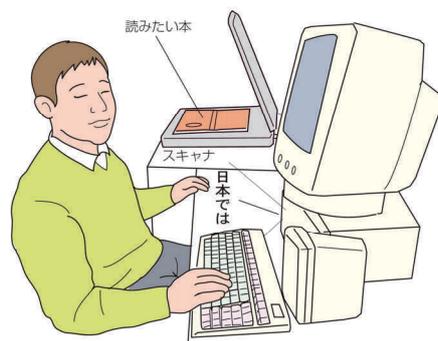
【視覚障害者のための用具例示】



ルーペ



拡大読書機(据え置き型)



コンピュータ読書機

【聴覚障害者のための用具例示】

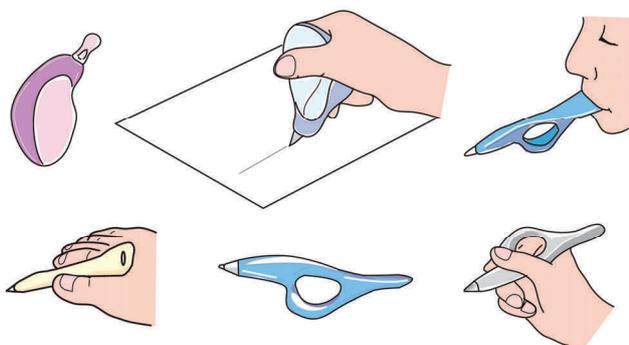


簡易筆談器

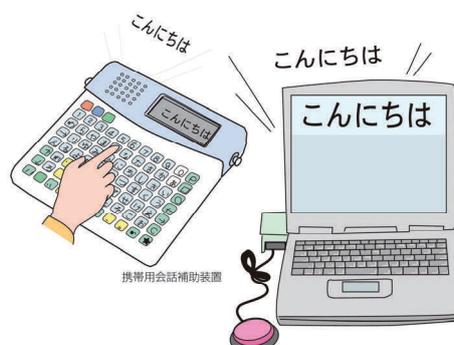


様々な電話機の工夫

【肢体不自由者のための用具例示】



持ちやすい筆記用具



携帯用会話補助装置

### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

コミュニケーション機器の開発においては、広く普及している一般向け製品を高齢者・障害者向けに改良・改善するユニバーサルな視点が不可欠であり、中小企業が有する要素技術や言語処理技術（合成音声、音声認識、音声⇄文字変換）など、幅広い取組が期待される。加えて、プラットフォームの共通化や汎用品の有効活用等により、コスト低減を図ることができれば、個々の利用者の多様なニーズにも最小限の改良・改善で適応可能となる。新規参入の際には、高齢者や障害者のコミュニケーションの取り方や変化等について、どのような障害や困難が生じているのか、つぶさに観察することが製品開発のヒントとなる。

また、既存のコミュニケーション機器の汎用性を高めることで、高齢者や障害者だけでなく、健常者も含めた広範なニーズを捉えていくことも1つの方向性である。実用化に向けて研究が進む外国人との意思疎通・双方向コミュニケーションを可能とするウェアラブル装置や、操作が複雑な家電等を制御・管理する対話型インターフェース等がこうした発想に基づく製品の一例といえる。

## 4. 4. 移乗・移動支援機器

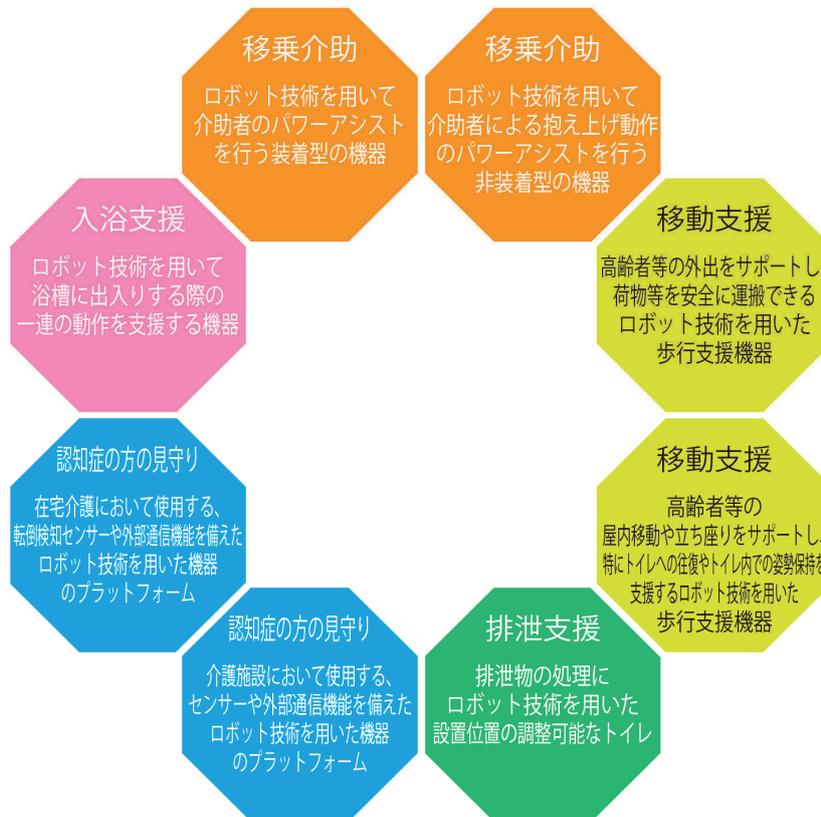
### 1) 概要

移乗・移動支援機器とは、ロボット技術を活用して高齢者などの移乗行為や移動行為を直接的もしくは間接的に支援する機器のことである。移乗・移動支援ロボットの中には、視覚障害者にとっての盲導犬の補充・代替を視野に入れたものもある。

### 2) 代表的な構成

経済産業省と厚生労働省が、ロボット技術による介護現場への貢献や新産業創出のため策定した「ロボット技術の介護利用における重点分野」（2012年11月策定、2014年2月改定）では、移乗介助・移動支援機器の他、5分野8項目が設定されている。

図表8 ロボット技術の介護利用における重点分野（見守り支援機器を除く）（出典7）



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

ロボット介護機器は、高度な技術集積に基づく製品であり、開発にあたっては、センサー（動作認識技術、力覚検出技術、筋電検出技術）、駆動系（電動アクチュエータ、人工筋肉）、知能・制御系（感性制御技術）といっ

た様々な要素技術と、それらを組み合わせる統合力が重要となる。独自技術や素材に関する技術を有する中小企業においては、シンプルな構造による小型化・軽量化、大容量バッテリーによる長時間稼働の実現、着脱の簡便化等が期待される。

2014年2月に、ロボット介護機器を含む生活支援ロボットの国際安全規格（ISO13482）が正式発行され、国際規格に基づく認証の取得が可能になった。今後は、本認証の取得が安全性や有用性を示す根拠となり、利用者側における信頼感の醸成、さらには介護サービス事業者等への普及を後押しすると考えられることから、新規参入する際の足掛かりの一つとなる。

### 5. 関係する主な法令、規制、基準

福祉用具の研究開発及び普及の促進に関する法律、介護保険法、障害者総合支援法、製造物責任法、義肢装具土法 等

### 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

#### 6. 1. パラマウントベッド株式会社

パラマウントベッド株式会社を中心とした同社グループは、1947年に創業。病院用ベッドの専門メーカーとしてスタートし、その後、高齢化の進展を背景として、高齢者施設や在宅介護分野にも事業領域を拡大しながら、様々な製品・サービスを開発している。「as human, for human（人として、人のために）」を企業スローガンに、国内外においてヘルスケア分野を中心とした事業の多角化に取り組んでいる。

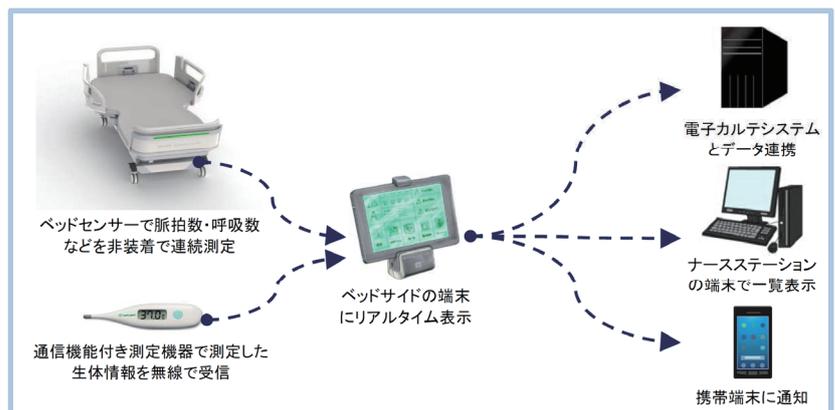
#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 同社は、ベッドサイドでケアをしている医療・介護スタッフなどユーザーの声を直接聞くことで、製品の改良や新たな製品開発を絶えず行ってきた。
- 2001年頃から「睡眠」をテーマとして研究開発を進め、介護現場のニーズに基づき、安心な見守りと、タイムリーかつ一人ひとりに合わせた介護をサポートすることを目的に、睡眠・覚醒と起き上がり・離床を「見える化」した「眠りSCAN」を開発し、2009年から販売を開始した。時代の変化により「見守り」が重視されるようになったこと等から、現在、高齢者施設を中心に全国で約1,000件の施設に導入されている。
- 「眠りSCAN」は、マットレスの下に敷いた睡眠計測器から計測したデータをリアルタイムでモニタリングし、パソコンやタブレットでデータの閲覧・管理を行えることから、入居者の睡眠状況・生活習慣に合わせた行き届いた介護、日中・夜間のケアプラン改善に役立つとともに、入居者の家族への報告日誌としても活用できる。さらに、呼吸数の推移から、体調変化の早期発見・早期対応も可能となっている。
- 介護スタッフにとっては、介護負担の軽減とともに、“効果の見える化”によるモチベーションアップにもつながるとい側面でも効果を発揮している。
- 「眠りSCAN」のさらなる展開として、医療現場におけるベッドサイドケアを支援するシステム「Smart Bed System™」を開発した。これは、各センサーから得られた患者の状態や様々な情報を集約・統合し、ベッドサイドやスタッフステーションの端末に表示させるほか、電子カルテシステムをはじめとする医療情報システムとも連携することができる新しいシステムである。
- 技術開発の今後の方向性としては、「眠りSCAN」及び「Smart Bed System™」にAI（人工知能）を組み込むことで、介護・医療現場の分析や診断の支援を行うことができる機器への展開も想定している。将来的には、医療現場、介護現場、在宅医療・介護を結ぶ地域包括ケアに組み込まれる一つの機器として機能することを期待している。

図表9 睡眠/覚醒、呼吸数、心拍数を見える化できる「眠りSCAN」(出典8)



図表10 各種情報が連携・共有化できる「Smart Bed System™」(出典9)



## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 中小企業や大学・研究機関の技術情報は、展示会や交流会、学会等に参加・出席するなどして、常にウォッチしている。
- 中小企業と連携して共同開発したケースは多々あり、同社は中小企業との共同開発において積極的である。
- 同社の製品開発の方向性からみると、連携意向分野としては、センサーデバイスや駆動系（軽量・高出力モーター）が挙げられる。
- 小回りの利く対応ができる協力先を常に探索しているところである。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

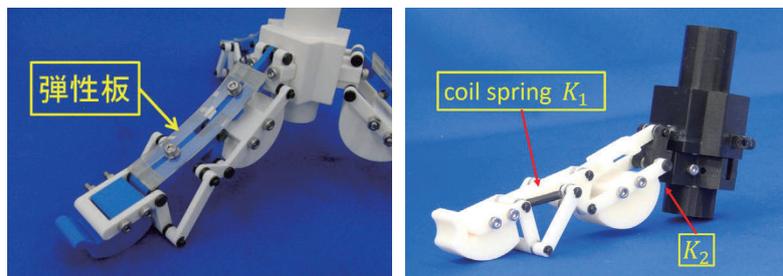
### 7. 1. 首都大学東京 システムデザイン学部 知能機械システムコース（武居研究室）

- 武居研究室では、メカを考え、作り、動かし、評価することで、機構による知的で革新的な機械システムの開発のための知の体系化を目指している。
- 当研究室では、可動する3脚を有する杖を試作開発した。障害物や地面の凹凸になじむリンク機構を利用した、接地安定性に優れた杖である。現在、リハビリ用の杖としての利用を模索しながら研究を進めている。

図表 11 接地安定性に優れた杖（出典 10）



図表 12 杖の脚構造（左：出典 11、右：出典 12）



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考 1) 日本再興戦略 2016—第 4 次産業革命に向けて—（首相官邸、2016 年 6 月）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf)
  - (参考 2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020 年に向けた実行プラン～（東京都、2016 年 12 月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
  - (参考 3) 第 6 期東京都高齢者保健福祉計画（東京都、2015 年 3 月）  
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kourei/shisaku/koureisyakeikaku/06keikaku2729/index.html>
  - (参考 4) 支援機器が拓く新たな可能性～我が国の支援機器の現状と課題～生活支援技術革新ビジョン勉強会報告（厚生労働省、2008 年 3 月）
  - (参考 5) 福祉用具コード表及び身体障害者用物品の製品分類（一社）日本福祉用具・生活支援用具協会
  - (参考 6) 福祉用具シリーズ Vol. 11 コミュニケーション支援用具（(公財) テクノエイド協会）  
<http://www.techno-aids.or.jp/research/vol11.pdf>
- 引用
  - (出典 1) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020 年に向けた実行プラン～（東京都、2016 年 12 月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
  - (出典 2) 2014 年度福祉用具産業の市場規模調査結果の概要（(一社) 日本福祉用具・生活支援用具協会、2016 年 7 月）  
<http://www.jaspa.gr.jp/wp-content/uploads/2014/11/3b97eab4658e4c6b2da33c736673738d.pdf>
  - (出典 3) 介護ロボット市場に関する調査を実施（2016 年）（株）矢野経済研究所、2016 年 6 月 30 日）  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1546.pdf>
  - (出典 4) パーソナルケア関連用具（(公財) テクノエイド協会ホームページ）  
<http://www.techno-aids.or.jp/howto/090000.shtml>
  - (出典 5、6) 福祉用具シリーズ Vol. 11 コミュニケーション支援用具（(公財) テクノエイド協会）  
<http://www.techno-aids.or.jp/research/vol11.pdf>

- (出典7) ロボット技術の介護利用における重点分野の改訂 (経済産業省、2014年2月)  
<http://www.meti.go.jp/press/2013/02/20140203003/20140203003.html>
- (出典8、9) パラマウントベッド (株)
- (出典10～12) 首都大学東京



## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～3）

- 国は、「国民が受ける医療の質の向上のための医療機器の研究開発及び普及の促進に関する基本計画」に基づき取組を進め、2016年5月に、医療機器政策に特化した基本計画を取りまとめた。この中で、中小企業・ベンチャー企業支援も掲げている。
- 都は、「2020年に向けた実行プラン」において、政策の柱の一つに「医療が充実し健康に暮らせるまち」を掲げ、2020年とその先の未来に向け、東京に集積する豊富な医療資源を活かした先進医療の提供や臨床研究を推進するなど、医療水準の向上を図ることとしている。
- 医療機器の多くは、情報処理、精密加工、表面処理、機械制御等、日本の企業が長年培ってきた要素技術の組み合わせで構成されており、1品目あたりの生産額の小さいニッチな市場も多いことから、中小企業も参入可能である。

## 1. 2. テーマ共通の課題（参考4、5）

- リスク分類のうち、「高度管理医療機器」「管理医療機器」該当の高度な品目を製造・販売する場合、第三者登録認証機関の認証や厚生労働大臣の承認が必要となるが、諸外国に比べて審査に時間を要し、デバイスラゲ（審査に係る期間の国内外の差）が開発・製品化の阻害要因となっている。

図表1 医薬品・医療機器等法による規制（出典1）

	一般医療機器	管理医療機器	高度管理医療機器	
クラス	I	II	III	IV
リスクによる分類	人の生命及び健康に影響を与えるおそれがほとんどない	人の生命及び健康に影響を与えるおそれがある	人の生命及び健康に重大な影響を与えるおそれがある	
販売業		届出	高度管理医療機器販売業 許可	
製造販売業 ※1	第三種医療機器製造販売業 許可	第二種医療機器製造販売業 許可	第一種医療機器製造販売業 許可	
製造業 ※2	登録（法改正に伴い、「許可」から簡略化）			
医療機器の手続き	「届出」	「認証」or「承認」 認証基準があるものは、民間の登録認証機関による第三者認証が可能。その他は「承認」。（法改正に伴い、クラスⅢの一部で認証が可能）	「承認」 品目毎に、品質、性能、効能効果、安全性等をPMDA（独立行政法人）が審査	
医療機器の例	・電動式患者台・聴診器 ・血圧計・メス・はさみ	・X線診断装置・MRI・内視鏡 ・造影剤注入装置・電子体温計	・心臓用カテーテル・中心静脈カテーテル ・機械式人工心臓・人工心臓弁・放射線治療装置	

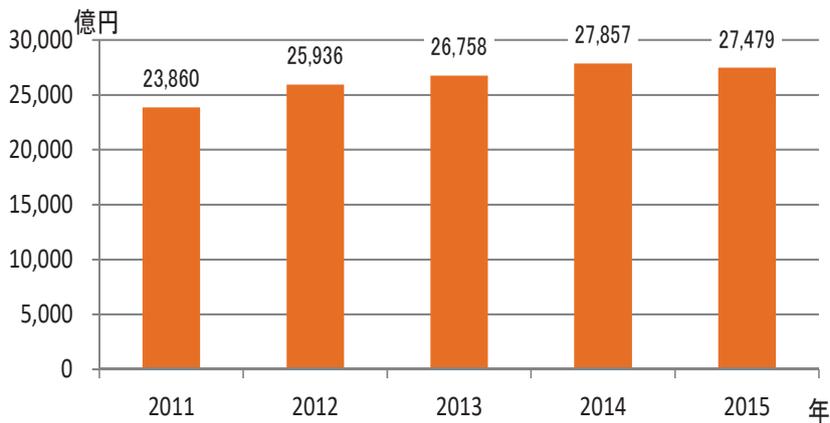
※1：自社製造／委託製造が可能。いずれも「許可」。 ※2：受託製造のみ可能。

- 一般的な工業製品に比べて、エンドユーザー（医療現場）の多くに共通するニーズの把握が難しく、医療保険制度等の政策面による影響も大きいいため、市場性が見通しを立てづらい。
- 新規参入の場合、製品化までのロードマップの策定が難しく、また臨床試験や承認審査に係るノウハウの不足もあり、投資回収までに時間を要する。
- 医療機関への直接販売よりも、専門の卸売業者経由で販売するケースが多く、また卸売業者が複数介在したり、地場の卸売業者と医療機関に密接な関わりがあったりなど、流通経路が多様化している。販路開拓にあたっては、こうした市場特性を熟知する必要がある。
- 法的手続きを見据えた開発計画や臨床試験計画の策定のほか、臨床試験を行う現場の確保、薬事申請書等の作成等には専門性が求められるため、医療分野に精通した人員が必要となる。

**2. 市場動向（参考6）**

- 国内市場規模（国内生産金額＋輸入金額－輸出金額）を見ると、直近の2015年は約2兆7,479億円である。2015年と2011年を比較すると、3,619億円増で約15%伸びており、概ね増加傾向にあることが分かる。引き続き、医療の高度化、医療機器の高額化により、市場拡大は続くと思われる。
- 2015年の国内生産金額は約1兆9,456億円で、市場規模と同様に概ね増加傾向にあるものの、輸出金額が約6,226億円、輸入金額が1兆4,249億円と、8,023億円の輸入超過に陥っており、国内産業としては十分な競争力が発揮されていない。
- なお、国内生産金額について医療機器大分類の内訳を見ると、処置用機器が5,208億円で最も多く、次いで画像診断システム（2,920億円）、生体機能補助・代行機器（2,714億円）、生体現象計測・監視システム（2,054億円）、医用検体検査機器（1,807億円）、歯科材料（1,328億円）と続く。これらが2015年国内生産金額1,000億円を超える医療機器であり、全体の8割超を占めている。

図表2 医療機器国内市場の推移（出典2）



図表3 医療機器大分類別生産金額構成（2015年）（出典3）

	構成比	【億円】
2015年 医療機器生産金額(合計)		
		19,456
処置用機器	26.8%	5,208
画像診断システム	15.0%	2,920
生体機能補助・代行機器	14.0%	2,714
生体現象計測・監視システム	10.6%	2,054
医用検体検査機器	9.3%	1,807
歯科材料	6.8%	1,328
家庭用医療機器	4.8%	942
歯科用機器	2.8%	552
眼科用品及び関連製品	2.6%	500
画像診断用X線関連装置及び用具	2.5%	492
その他	2.0%	382
施設用機器	1.4%	272
鋼製器具	1.1%	206
衛生材料及び衛生用品	0.4%	79

**3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示**

画像診断システム、生体現象計測・監視システム、医用検体検査装置、処置用機器と生体機能補助・代行機器、各種医療器具等

※ 薬機法に規定する医薬品・医薬部外品及びそれに類するものは原則対象外

**4. 技術・製品開発の動向と課題（参考7、8）**

医療機器は、医薬品・医療機器等法において、定義や範囲、機器の一般的名称の詳細等が定められており、用途別に治療系、診断系、その他の3つに分類される。該当する品目はCTやレントゲン装置といった高度な機器から、メスやピンセット、体温計に至るまで多岐にわたり、一般的名称で4,000種類以上、品目数で30万点以上が存在する。また、品目毎に申請区分（3区分）、リスク分類（3分類）、クラス分類（4分類）が設定されており、これらの区分・分類により新規参入の容易さも異なる。

今後成長が見込まれる技術・製品としては以下のような例示が想定される。

図表 4 医療機器の製品分類（大分類）（出典 4）

製品分類	該当する医療機器の一例	
治療系	処置用機器	注射針、チューブ及びカテーテル、縫合糸 等
	生体機能補助・代行機器	ペースメーカー、人工血管、ステント、人工関節、人工呼吸器、麻酔器、酸素供給装置 等
	治療用又は手術用機器	放射線治療装置、赤外線治療装置、超音波治療器、レーザー治療器 等
	鋼製器具	メス、ピンセット、開創器、手術器械 等
診断系	画像診断システム	X 線検査装置、CT、MRI、PET、サーモグラフィ、X 線画像診断装置、超音波画像診断装置 等
	画像診断用 X 線関連装置及び用具	フィルム、造影剤注入装置、蛍光板、防護用品 等
	生体現象計測・監視システム	体温計、血圧計、心拍出計、心電計、筋電計、パルスオキシメーター、内視鏡 等
	医用検体検査機器	血液検査機器、血清検査装置、尿検査装置 等
	施設用機器	吸引器、洗浄器、手術台、照明器、滅菌・消毒器 等
その他	歯科用機器	歯科用診療機器、歯科用回転駆動装置 等
	歯科材料	歯科用金属、歯科用セメント、義歯床用レジン 等
	眼科用品及び関連製品	コンタクトレンズ、検眼用品 等
	衛生材料及び衛生用品	ガーゼ、手術用手袋 等
	家庭用医療機器	家庭用低周波治療器、家庭用赤外線治療器 等

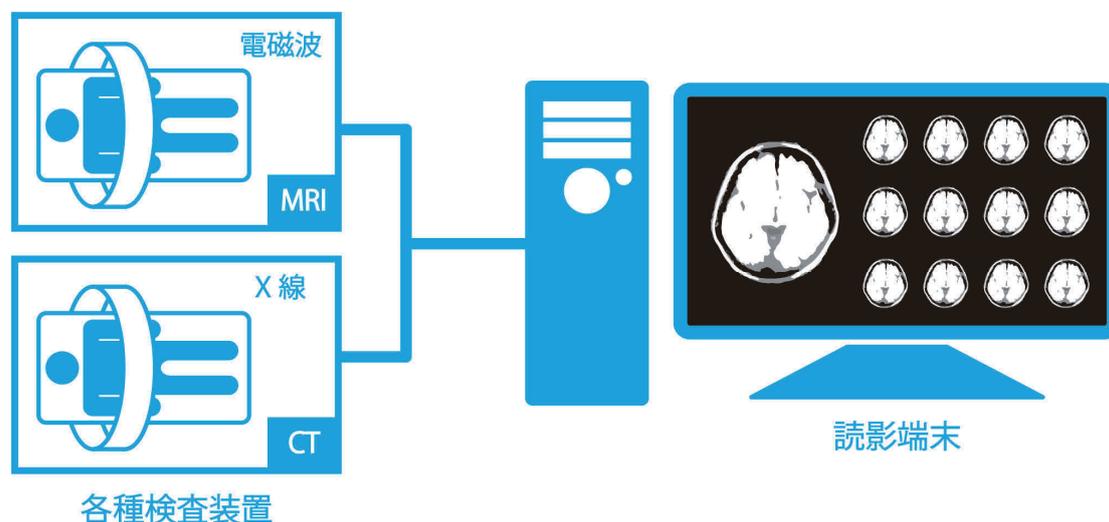
#### 4. 1. 画像診断システム（参考 9）

##### 1) 概要

画像診断システムとは、高度な画像処理技術を活用し、形態上の疾患等を画像化することで医療診断を支援する機器のことである。内視鏡、X 線診断システム、CT、MRI、超音波画像診断装置といった装置・機器及びその周辺機材があり、用途に応じてサイズや機能の異なる様々な装置が製品化されている。このうち CT や超音波画像診断装置は、国内企業が世界シェアの 20~30%を占めており、高い国際競争力を有する。超音波画像診断装置は、全身に使用でき、かつ非侵襲（生体を傷つけない）という特徴を持つことから、市場拡大が顕著である。

##### 2) 代表的な構成

図表 5 画像診断システム（システムイメージ）



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

画像診断システムでは、既存製品の小型化・高画質化・高機能化において独自の技術を有する中小企業が部品・部材供給の形で参入することが考えられる。

また、X 線関連装置や MRI は、生命を左右する環境下で使用されるため、極めて高い安全性、動作の確実性、フェイルセーフ（誤操作等により障害が発生した場合、常に安全側に制御すること）への対応（システム設計）が必須となる。また、X 線を利用する機器においては、被ばく量の低減も課題であり、放射線を使用しない非侵襲の撮影技術の開発も期待される。

## 4. 2. 生体現象計測・監視システム（参考10）

### 1) 概要

生体現象計測・監視システムとは、体温計、血圧計等のヘルスケア機器のほか、心電計等、生体現象を計測・観察する機器類である。

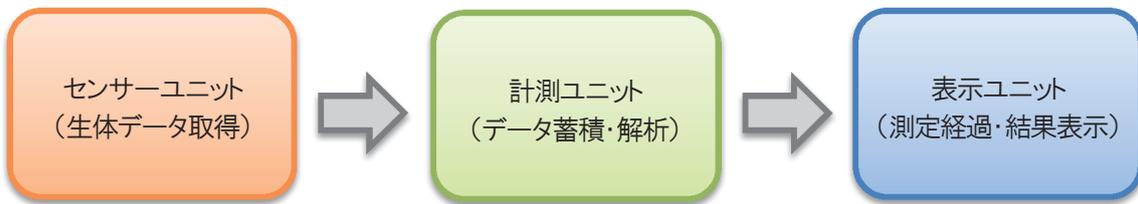
この分野では、内視鏡の市場規模が突出して大きく、一貫して増加傾向にある。身体的負担の少ない内視鏡の対応領域はさらに拡大するものと予想される。

ヘルスケア機器も、高齢者の健康維持やリラクゼーション、入浴、睡眠など、日常生活の様々なシーンにおける生体情報の活用に注目が集まる中、スマートフォンの急速な普及とビッグデータ活用技術の進展も相まって、携帯型・ウェアラブル型・車載型など、新たな市場が立ち上がりつつある。

### 2) 代表的な構成

生体現象計測・監視システムは、主に3つのユニットから構成される。1つ目に生体データを取得するセンサーユニット、2つ目にデータを蓄積・解析する計測ユニット、3つ目に測定経過・結果を表示する表示ユニットである。その例示としては、心電図計等が挙げられる。

図表6 生体現象計測・監視システムの構成ユニット



図表7 心電計



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

内視鏡に対しては、前項のX線関連装置やMRIよりも、一段と高い安全性、動作の確実性が求められるため、人体への影響の少ない物質や表面構造による機能性界面・被覆膜の形成、確実な操作性が求められる。これらの向上に資する技術を持つ中小企業であれば、参入の可能性はある。

ヘルスケア機器においては、携帯化・ウェアラブル化に並行して、スマートフォン等との連携も進んでおり、測定した生体情報をネットワーク経由で収集・蓄積し、統計処理を行うことで、主治医が患者の健康状態を遠隔管理するシステムも実用化されている。よって、各種センシング技術やIT技術を有する中小企業の参入により、新たな計測手法の開発、計測性能の高度化・迅速化、データ解析の高機能化等の進展が期待される。

#### 4. 3. 医用検体検査装置（参考11）

##### 1) 概要

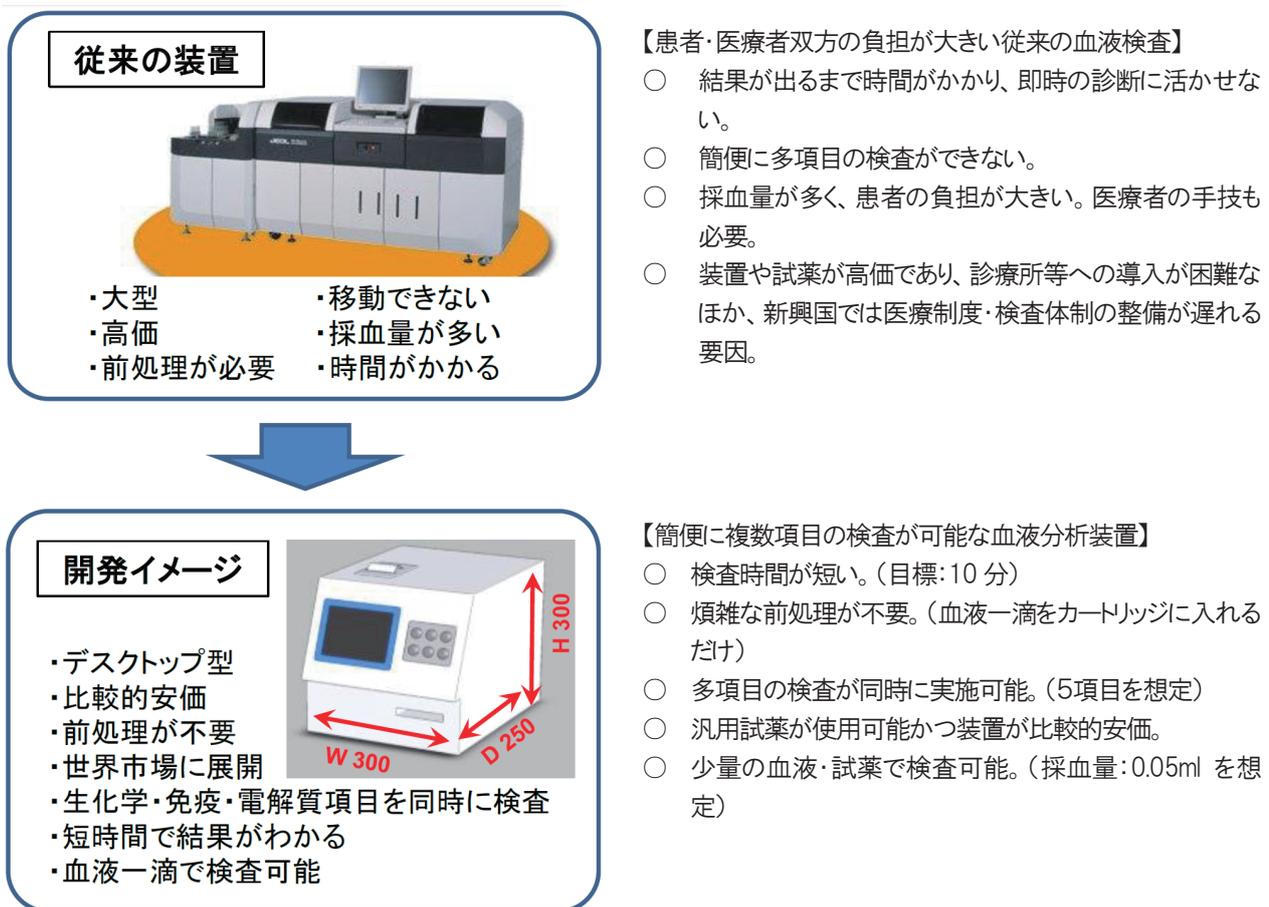
医用検体検査装置とは、人体から採取した血液や尿、細胞等を分析し、病気・疾患の有無や健康状態を調べる機器類で、臨床化学検査機器、血液ガス分析装置等がある（表面から採取する場合もある）。近年は薬理効果や代謝機能の研究のほか、遺伝子関連検査の領域でも利用されている。

がん、心疾患、糖尿病等を対象に、個々の患者に最適な治療方針の策定や、投薬・術式の判断に活用する検査が広く普及する一方、世界規模での予防医療や予後予測の実現を求める声や、新型インフルエンザ等の各種感染症の世界的流行を背景に、検査機器の役割はますます重要となっている。加えて、前述の遺伝子関連検査に代表される、一般消費者向けビジネスへの非医療系企業の参入も相次いでいることから、検査機器の需要は今後も堅調に推移するものと予想される。

##### 2) 代表的な構成

医用検体検査装置の一つである血液検査機器の製品例は下図のとおりである。

図表8 血液検査機器の小型化（出典5）



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

医用検体検査装置においては、機器の小型化・軽量化・操作性の向上の他、細胞成分の分析方法の高性能化によって、検査精度の向上のほか、免疫や細胞分化等の高度な生体反応への理解が深まり、高機能医薬の開発に繋がるものと期待されている。加えて、細胞成分やゲノム・遺伝子情報の解析技術のさらなる高度化、少量サンプルでの多項目解析技術の進展も予想されることから、こうしたバイオ分野での分析・解析手法に知見を有する中小企業の参入が見込まれる。ただし、極めて専門性の高い分野であり、参入障壁の高さは予め認識しておく必要がある。

## 4. 4. 処置用機器と生体機能補助・代行機器

### 1) 概要

処置用機器は、注射器や縫合糸など、医療的処置に用いられる機器・医用材料の分野である。また、生体機能補助・代行機器は、人工関節、人工呼吸器、人工腎臓装置、心臓ペースメーカーといった人体の機能を代替する機器で構成される分野である。

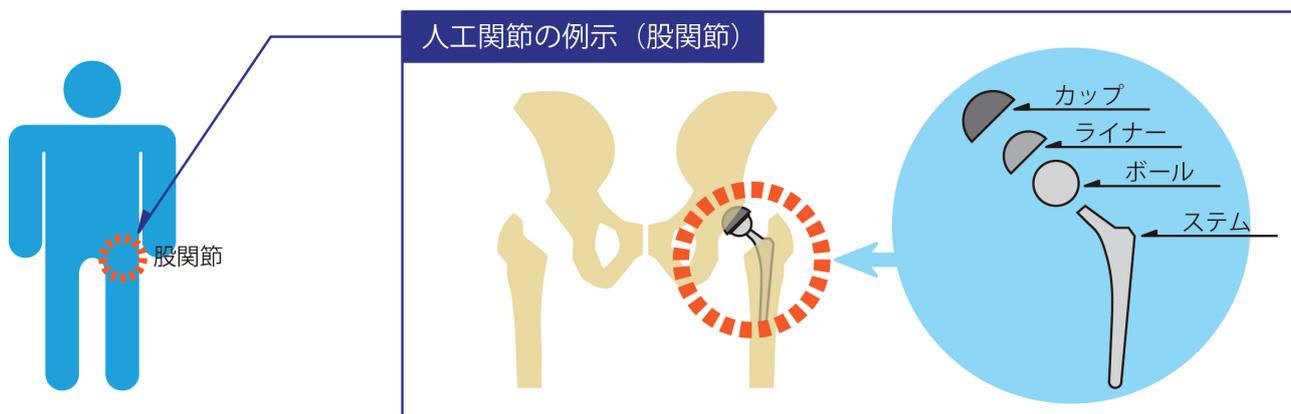
処置用機器の分類の中では、チューブやカテーテルの市場規模が大きく、また近年の拡大が顕著である。また、数百マイクロ程度の超微小針を多数配置したマイクロニードルや、注射針が無く皮膚に貼るだけで薬剤を体内に取り込むマイクロポレーションといった、痛みの少ない注射技術を用いた新製品が、今後徐々に拡大していく見通しである。

また、生体機能補助・代行機器の分類の中では、生体内移植機器の市場規模が突出して大きい。生体内移植機器で代表的なものは人工関節である。人工関節は、人工関節置換術と呼ばれる手術で用いられる。変形性関節症や関節リウマチなどの疾患により悪くなった関節は、人工関節置換術で表面を取り除いて人工関節に置き換えられる。

### 2) 代表的な構成

人工関節の一つに人工股関節がある。人工股関節は主に4つの部品（ステム、ボール、ライナー、ソケット）で構成される。このうち、ステムは股関節にかかる大きな力に耐えてボールを支えるために、土台として大腿骨に埋め込まれる部品である。ステムは金属でできているため、骨とは固さ（正確には弾性率）が異なる。この固さの差が大きいと、骨萎縮や大腿部痛などの症状を手術後に発症する可能性がある。このようなステムの課題を改善する人工股関節が開発されている。

図表9 人工関節の例（人工股関節）



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

近年、外科手術をしなくて済む「カテーテル治療」と呼ばれる分野が大きく発展している。カテーテルの素材はナイロン、シリコン、テフロンなどの高分子化合物が中心で、用途・目的により形状も様々である。血液・体液の採取や排出、さらには検査、治療を行うために、カテーテルは欠かせない道具である。民生品で、医療用チューブやカテーテルと同様の素材を扱う中小企業に参入可能性がある。また、カテーテル治療では、ガイドワイヤと呼ばれる器具が必要となり、工業用のワイヤを製造する技術を保有する中小企業は、ガイドワイヤが参入の足掛かりになると考えられる。さらに、治療に直接関わる器具であることから、医師のニーズをいかに掴むかがより重要である。

人工関節については、手術に使う人工関節器具の国内市場の9割が米国など海外からの輸入品となっている。今後、加工や表面処理技術などに高度な専門性を持つ中小企業が、海外製品の国産化で参入できる可能性がある。また、人工関節器具では、3Dプリンタの導入が進んでいる。人工関節自体ではなく、人工関節の手術をサポートする周辺分野を足掛かりとして医療分野へ参入することも考えられる。さらに、国産化の成否は、「日本人の体質に合ったもの」「正座など日本人の生活様式に合わせたもの」を作れるかが鍵を握る。

## 4. 5. 各種医療器具

### 1) 概要

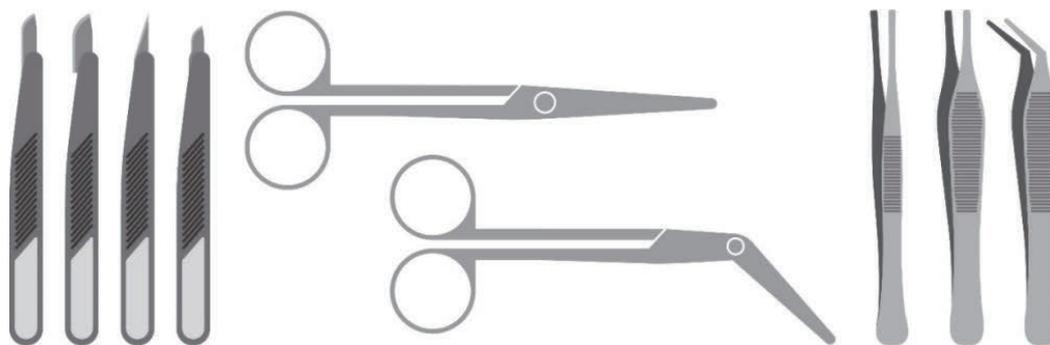
各種医療器具は、施設用機器、鋼製器具に大別される。

施設用機器は、手術台、照明機器、滅菌器等の医療現場を構成する機器類である。平均寿命の延伸に伴い、難易度の高い手術が増加する中、ストレスなく安全・円滑な手術室運用を行うための機能性や、患者をリラックスさせる快適な環境づくりを担うものとして、重要度はより高まっている。

一方、鋼製器具は、メス、剪刀（先端はさみ）、摂子（ピンセット）、開孔器等の手術器具の総称であり、用途や患者の体型、内臓器官や組織の形状に応じて、種類にして30種以上、さらに先端の形状やサイズの違いを含めると何百種ものバリエーションがある。大手メーカーによる既成品と、医師から個別に注文を受けて製作するオーダーメイド品に分けられるが、後者には既成品に無い形状やサイズが求められるため、難易度が高く、熟練した職人技に支えられてきた。しかし、近年、職人の高齢化と後継者不足により、一部の器具で供給が滞るケースもあり、新たな供給ルートとして製造受託企業の登場に期待が集まっている。

### 2) 代表的な構成

図表 10 鋼製器具（メス・剪刀・摂子の例）



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

施設用機器は、医療現場を支える機器類であり、何よりも故障しないことが優先される。次いで、メンテナンスの少なさやレイアウトのしやすさ等が求められる。こうした観点から、従来品に新たな発想を付加できる中小企業の参入が期待される。

一方、鋼製器具は長い年月を掛けて、より安全で確実な手術を行うべく改良・整理・分類され、現在のサイズや形状に規格化されてきた。今後も手技や術式の変化、医療現場からの実用的なアイデアやニーズに応じて、規格品の仕様変更にとどまらない、多品種・小ロット対応による新たな器具が開発されるものとみられる。よって、難加工材の精密加工・塑性変形・研磨・接合等において優れた技術を有する中小企業であれば、参入できる可能性は高い。また、最新の加工技術による従来品の高機能化もニーズとしてあり、これに応じた形での参入も見込まれる。

施設用機器・鋼製器具のいずれも、医薬品・医療機器等法上の規制では最も低いクラスIに該当する製品が多く、他の医療機器に比べて、中小企業が参入しやすい分野といえる。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

医薬品・医療機器等法、製造物責任法、医薬品、医薬部外品、化粧品及び医療機器の品質管理の基準に関する省令、医薬品、医薬部外品、化粧品及び医療機器の製造販売後安全管理の基準に関する省令、医療機器及び体外診断用医薬品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. テルモ株式会社

テルモ株式会社を中心とした同社グループは、1921年に創業。「医療を通じて社会に貢献する」という企業理念のもと、患者と医療現場に高品質な医療機器とサービスを安定的に供給すると同時に、医療を取り巻く様々な課題に取り組んでいる。現在では世界160以上の国と地域に事業を展開しており、“Innovating at the Speed of Life”をグローバルビジョンに掲げ、医療を通じた社会貢献を続けている。

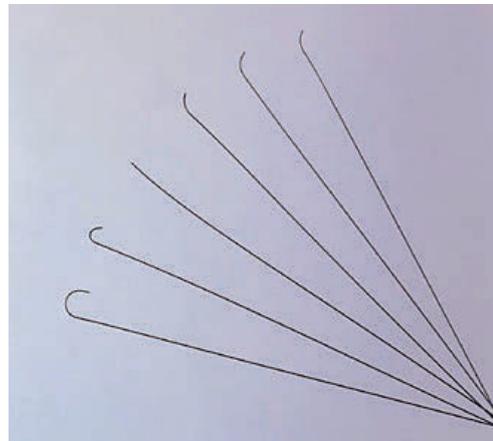
#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 同社の製品開発においては、医療機器以外の他産業の技術を応用して医療分野に活用しているケースが多い。単独の技術で実現できる製品は殆どなく、同社が必要とする技術を持つ外部企業との連携は不可欠である。「世界一細い注射針」の開発では、高い金属プレス加工技術を有する中小企業と共同で製品化することができた。また、カテーテルガイドワイヤ（血管造影用ガイドワイヤ）は、患部にワイヤを入れる際の手元の追従性を実現するために、一部加工について、他の産業に用いられている金属微細加工技術を活用している。

図表 11 世界最細の注射針「ナノパスニードルⅡ」  
（ワクチン注入用針）（出典 6）



図表 12 高い操作性を実現した血管造影用ガイドワイヤ  
「ラジフォーカスガイドワイヤーM」（出典 7）



- 近年、注目している分野は、再生医療、経血管的治療、ヘルスケアへのIoTの応用等がある。
- ヘルスケアへのIoTの応用は、大きな市場となる可能性を秘めている。例えば、医療現場において、院内での各種データ（患者のバイタルデータ等）をデジタル化して、医療従事者の作業効率化、ヒューマンエラー防止にも寄与できる製品等を開発している。また、今後、ビッグデータを活用して病気の予測に役立つような診断補助機能の提供なども期待される。
- その他、遠隔手術のサポートや作業効率化に寄与するロボット技術の応用や技術革新が今後進むと期待される。

#### 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 他産業の優れた技術を医療分野に活用することで、新たな製品開発の可能性が広がると考えている。これからのものづくりにおいては、単品の技術だけでは付加価値の高い製品にはなり得にくく、複数の技術を組み合わせることで成立すると考えている。
- オープンイノベーションを進めるにあたり、最近では、インターネット等を活用することで、技術情報を比較的効率的に検索することができる。また、展示会への出展や出向く機会も多い。その他、オープンイノベーション支援サービス提供事業者もあることから、連携先の探索時間はかなり短縮されたと認識している。
- 他社には真似できない技術を有している企業においては、その差別化ポイントが、その技術を必要とする企業の目に留まるように上手にPRしていく必要がある。最近では、インターネットによる技術検索ができるため、展示会だけでなくホームページ等でも情報発信している場合には、ヒットしやすいと思われる。
- AI技術、ロボット技術等を有する企業その他、加工技術においても、他社には真似できない技術を有している企業との連携は進められるものと思われる。また、短納期でプロトタイプ製造を可能とする、小回りの利く企業は、製品開発においては非常に有り難い存在となる。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 東海大学 情報通信学部 情報メディア学科 (濱本研究室)

- 濱本研究室では、次世代のヒューマンインタフェース技術であるバーチャルリアリティと、その医用工学への応用について研究している。この技術を医用診断に応用し、医師にとっても患者にとっても、操作や理解が容易な診断支援システムを開発することを、主な研究テーマとしている。
- 現在開発を進めているのが、医療技術教育支援のためのバーチャル生体シミュレータである。医療技術を学ぶための生体シミュレータは、高価であり、特定の症例にしか対応していない等の問題がある。本研究では、生体シミュレータをバーチャルリアリティの技術を利用して実現し、データを入れ替えることにより、様々な症例に対応でき、効率的かつ効果的な医療技術教育を実現することを目的としている。現在は、循環器、呼吸器分野の聴診技術を学ぶシミュレータを開発しており、医学部と共同で研究を進めている。今後、様々な部位や症例にも対応したシミュレータを研究予定である。また実用化に向けた共同研究企業を求めているところである。

図表 13 医療技術教育支援のためのバーチャル生体シミュレータ (出典 8)



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考 1) 国民が受ける医療の質の向上のための医療機器の研究開発及び普及の促進に関する基本計画 (厚生労働省、2016 年 5 月)  
<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10807000-Iseikyoku-Keizaika/0000125967.pdf>
  - (参考 2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020 年に向けた実行プラン～ (東京都、2016 年 12 月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/)
  - (参考 3) 医工連携による医療機器事業化ガイドブック (経済産業省、2015 年 3 月)  
<http://www.med-device.jp/pdf/guidebook2015.pdf>
  - (参考 4、7) ヘルスケア業界ミニブック—医療費用の近似動向と医療機器市場の最新動向— (株) 日本政策投資銀行・(株) 日本経済研究所、2015 年 3 月)  
[http://www.dbj.jp/pdf/investigate/etc/pdf/book1503\\_01.pdf](http://www.dbj.jp/pdf/investigate/etc/pdf/book1503_01.pdf)
  - (参考 5) ものづくり中小企業による医療機器実用化時における課題の実態調査報告書 (近畿経済産業局、2014 年 5 月)  
[http://www.kansai.meti.go.jp/2-4bio/ac\\_press/2605report/report2013.pdf](http://www.kansai.meti.go.jp/2-4bio/ac_press/2605report/report2013.pdf)
  - (参考 6) 平成 27 年薬事工業生産動態統計年報 (厚生労働省、2015 年)  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/yakuji/2015/nenpo/>
  - (参考 8) 医療機器の薬事承認等について (厚生労働省)  
<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000-Iyakushokuhinkyoku-Soumuka/zaitaku5.pdf>
  - (参考 9～11) 中小企業の特定期間ものづくり基盤技術の高度化に関する指針 (中小企業庁、2015 年 2 月)  
<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/download/shishin/2015/sall.pdf>
- 引用
  - (出典 1) 経済産業省における医療機器産業政策について (経済産業省、2016 年 8 月)
  - (出典 2～4) 平成 27 年薬事工業生産動態統計年報の概要 (厚生労働省、2015 年)  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/yakuji/2015/nenpo/>
  - (出典 5) 「血液一滴で高度な診断を可能とするポイントオブケアシステムの開発」 (経済産業省、2014 年 2 月)  
[http://www.med-device.jp/pdf/development/vp/H25-038\\_25.pdf](http://www.med-device.jp/pdf/development/vp/H25-038_25.pdf)
  - (出典 6、7) テルモ (株)
  - (出典 8) 東海大学

# 第4章

## 環境・エネルギー分野

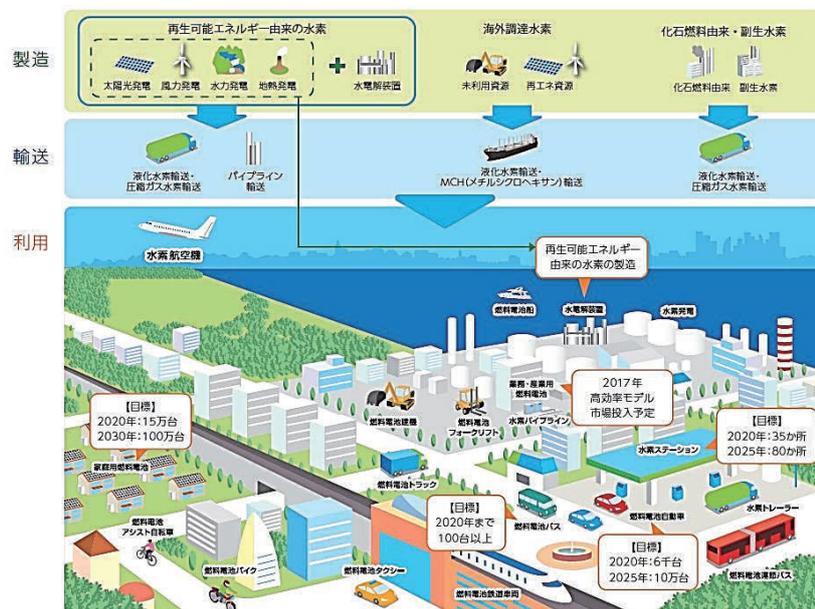
- ①スマートエネルギーに関する技術・製品の開発
- ②資源のリサイクルに関する技術・製品の開発
- ③環境改善に関する技術・製品の開発

## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～4）

- 国は、パリ協定（2015年12月採択、2016年11月発効）を踏まえ、長期的な目標として2050年までに2010年比で80%の温室効果ガス削減を掲げている。この目標実現に向け、CO<sub>2</sub>の抜本的な排出削減を可能とする革新的な技術の開発・普及などイノベーションによる解決を最大限に追求し、地球温暖化対策と経済成長の両立を目指している。
- 都は、2030年までに2000年比で30%の温室効果ガス削減の目標を掲げている。また、「スマートエネルギー都市」を目指し、水素エネルギーの普及をはじめ、省エネルギー対策の推進や再生可能エネルギーの導入促進に向けた施策を広く展開している。省エネルギー及びエネルギーマネジメントの推進により、エネルギー利用の高効率化・最適化が進展し、エネルギー消費量の削減と経済成長が両立した持続可能な都市の実現を目指している。水素エネルギーの普及を通じ、実現が期待される水素社会のイメージを下図に示す。

図表1 未来の水素社会のイメージ（出典1）



- CO<sub>2</sub>排出量の削減が進まない家庭部門と業務その他部門（商業・サービス・事業所等）における省エネルギー対策の1つとして、エコハウス（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス：ZEH）やゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）の普及が期待される。

※ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス：住宅の高断熱化と高効率設備により、快適な室内環境と大幅な省エネルギーを同時に実現した上で、太陽光発電等によってエネルギーを創り、年間に消費する正味（ネット）のエネルギー量が概ねゼロ以下となる住宅のこと。

## 1. 2. テーマ共通の課題（参考5～7）

- コスト削減、発電効率の向上、ダウンサイジング  
再生可能エネルギーをはじめとした次世代エネルギーの導入・普及には、技術開発によるコスト削減、発電効率の向上や出力安定化、設置場所に応じた小型化等が必要である。
- エネルギー管理システムによる総合管理の促進  
高効率なエネルギー活用に向け、特に需要家側の取組を促すためには、分散型再生可能エネルギーシステムやエネルギー管理システム（EMS：Energy Management System）に係る各要素技術・機器の開発やコスト低減、収集データの有効活用等を通じて、導入効果の可視化（メリットの明確化）を進めることが必要である。

### ○ 電力システムのサポート

太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーは、天候により出力が不安定となる。大量導入にあたっては、出力変動の予見性の向上、需給調整のための蓄電池の設置やバックアップ電源の確保、ネットワーク設備の形成等が必要であり、これらに係る技術開発が求められる。

### ○ 安全性、環境性の向上

分散型電源の増大等に伴い各形態の単独運転での利用が想定されることから、安全技術の更なる向上が求められる。また、住居近接地域等での稼働にあたっては、騒音・振動・臭気対策等の技術開発も求められる。

### ○ 国際標準化の推進

水素エネルギーや燃料電池等、新規性の高い技術の普及には、安全性の要求基準及び試験方法の国際標準化や水素関連機器（燃料電池自動車の給ガス口の形状等）の構造・規格等の国際標準化が求められる。また、複数の事業者が個別に販売する機器を連携させ、統合的に利用・管理するEMSの普及に向けた標準化も重要である。

## 2. 市場動向（参考8～13）

### ○ エネルギー管理システム・エコハウス

2015年におけるEMS関連市場は、機器・デバイス市場が1,438億円、システムが603億円、サービスが99億円とされ、特に機器市場は、2020年には1.5倍の2,178億円まで拡大することが見込まれる。今後は、国によるZEH普及に向けた支援制度の創設が、エコハウスへのHEMS導入を後押しすると期待される。

### ○ 水素エネルギーシステム

水素エネルギーの利活用では、2009年に市販開始された、発電と熱供給を行う家庭用燃料電池（エネファーム）が普及しつつある。2014年には燃料電池自動車が市場投入され、水素ステーションの整備に伴い、徐々に普及していくものとみられる。「水素・燃料電池戦略ロードマップ」によると、水素エネルギーの市場は2030年に1兆円程度、2050年に8兆円程度まで拡大すると見込まれる。

### ○ 再生可能エネルギーシステム

再生エネルギーの中で、太陽光発電は固定価格買取制度開始後の導入量・認定量が、ともに9割以上を占めている。太陽光発電設備の導入量は、2012年の再生可能エネルギー固定価格買取制度開始後から大きく増加しており、以降も高い水準で増加している。発電容量10kw未満の発電設備における10年間の再生エネルギー固定価格買取期間が終了する2022年以降は、既設の発電設備のリサイクル・リユース市場の創出が期待される。

### ○ コージェネレーションシステム

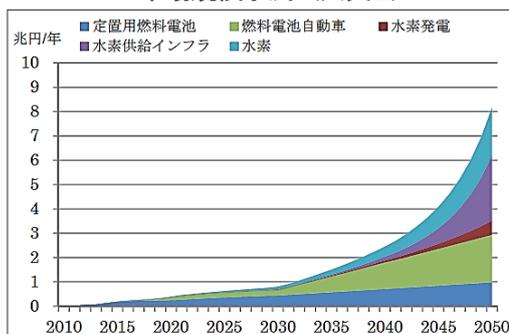
コージェネレーションシステムの導入はリーマンショック後伸び悩んだが、東日本大震災震災以降、需要家の災害対応への意識の高まり等により、再度導入が進みつつある。資源エネルギー庁によると、従来の導入ペースに基づく2030年の発電能力は1250万kw、年間の発電量は700億kwhに達すると見込まれる。

### ○ 蓄電池

蓄電池（二次電池）は、再生可能エネルギーの有効活用や系統連携における負荷平準化において重要な役割を果たしている。自動車・鉄道車両用、防災用、家庭用、携帯機器用をはじめとした分散型電源として、今後とも大きな市場拡大が期待される。

経済産業省が策定した蓄電池戦略では、2020年に世界全体の蓄電池市場規模（20兆円）の5割のシェア（足下は18%のシェア）を我が国関連企業が獲得することを目標に掲げている。

図表2 我が国における水素・燃料電池市場の市場規模予測（出典2）



## 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

エネルギー管理システム・エコハウスに関する技術・製品、水素エネルギーシステム、再生可能エネルギーシステム、コージェネレーションシステム、蓄電池 等



## 4. 2. 水素エネルギーシステム（参考16～19）

### 1) 概要

水素エネルギーシステムは、水素の製造、貯蔵・輸送、供給、利用の一連のプロセスから構成される。

水素エネルギーの利活用は、大幅な省エネルギー化や多様な製造源によるエネルギーセキュリティの向上、利用段階でCO<sub>2</sub>を排出しない等、環境負荷低減の効果が期待される。

水素エネルギーの普及に向け、既に実用化段階にある家庭用燃料電池（エネファーム）の更なる普及の他、燃料電池自動車（FCV）の普及に向けた構成部品の技術開発及びコスト低減化と水素ステーションの整備、水素製造コスト低減化と製造プロセスでのCO<sub>2</sub>削減、ガス化・液化以外の貯蔵・輸送技術の開発等が求められる。

図表5 水素利活用技術の適用可能性(出典5)



### 2) 代表的な構成

#### (1) 製造

既存技術として、製鉄所・化学工業等からの副産物である複製ガスの精製、石油・天然ガス等の化石燃料、アンモニアを触媒等で改質するプロセスがある。また、実用化・研究開発途上のCO<sub>2</sub>フリーの製造技術として、再生可能エネルギーで発電した電気による水の電気分解、バイオガスの触媒等による改質、光触媒による水素製造プロセスがある。

#### (2) 貯蔵・輸送

既存技術として、高圧ガスによる貯蔵・輸送、液体水素による貯蔵・輸送、パイプライン輸送がある。また、実用化段階の技術として有機ハイドライドによる貯蔵・輸送、将来的な技術として、アンモニア、水素吸蔵合金、メタン、無機系水素貯蔵材料による貯蔵・輸送がある。

#### (3) 供給

燃料電池自動車（FCV）に対する供給インフラとして、定置型・移動型水素ステーションの開発・普及が進みつつある。

#### (4) 利用

定置型燃料電池による家庭・事業所等での熱電供給や、燃料電池自動車、燃料電池バスをはじめとした輸送機械の動力源としての利用が進みつつある。将来的には、火力発電所の大型ガスタービン燃料としての利用技術開発が検討されている。

### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

水素利活用にあたっては、分子サイズの小さな水素に対応した各種シール材、パッキン、弁等の部材、水素液化時の極低温（-253℃）に対応した部材が求められており、関連する分野の技術を持つ中小企業に参入可能性がある。

家庭用燃料電池部品は既存技術で対応可能な部分（製品パネル、フレーム、ポンプ、熱交換機器等）について、コストダウンや製品の安定供給に寄与する技術に参入可能性がある。燃料電池自動車については、自動車用燃料電池スタックの集電板や、自動車用燃料電池の冷却システムのブロワ、ポンプ等において、関連技術を有する中小企業の参入が考えられる。

水素ステーション関連では、水素製造装置の主要機器である改質器と PSA（圧カスイング吸着装置）を中心に高性能化、小型化、低コスト化のニーズがある。また水素圧縮機は、インバータによる容量調整や熱交換のコンパクト化による小型化等が求められる。蓄圧器は水素輸送・貯蔵用に新たな技術開発が行われており、一層のコストダウンが進むと期待され、プレクーラーは熱交換器のコンパクト化や水素ガス温度の更なる低温化等、コストダウンにつながる技術が求められる。

現時点では本格的な普及前の分野であるため、大手企業の研究開発段階から協業を進めることで、競争優位性を得られる可能性が高い。

#### 4. 3. 再生可能エネルギーシステム（参考 20、21）

##### 1) 概要

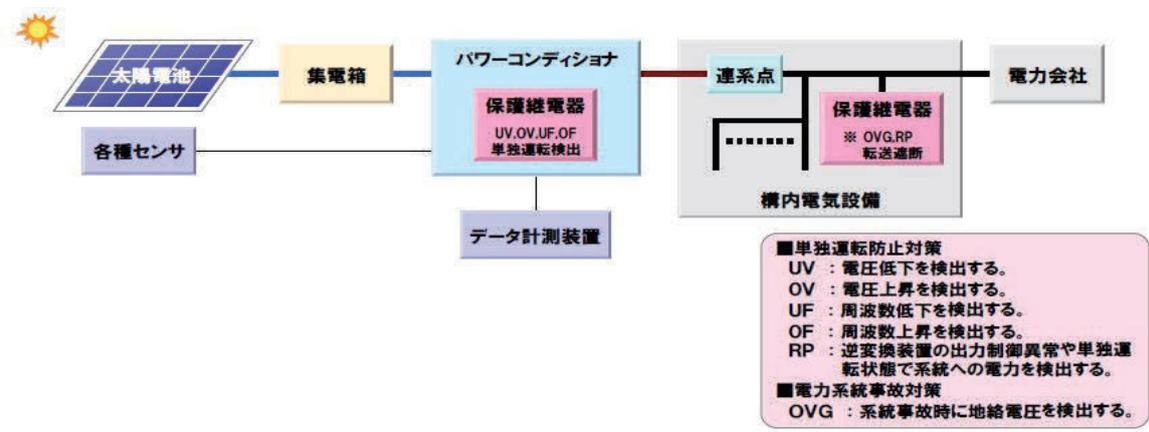
再生可能エネルギーシステムとは、自然由来の再生可能なエネルギーを活用した発電システム、熱利用システムである。エネルギー源として、太陽光、太陽熱、風力、水力、地熱・地中熱、雪氷熱、バイオマス、波力、潮流・潮汐力・海流等がある。

自立・分散型エネルギーの普及に向けては、自然エネルギーや廃熱・未利用熱利用（ヒートポンプの活用）等を効率的に組み合わせ、エネルギーの有効活用を図ることが求められる。ここでは、都において最も導入が進む太陽光発電に関する技術について示す。

##### 2) 代表的な構成

太陽光発電システムは、太陽電池モジュール・アレイのほか、接続箱や集電盤、蓄電池、発電した電力を交流に変換して系統と連系運転を行うための装置であるパワーコンディショナー、日射量や外気温等を計測する各種センサー、装置の運転データを集積するデータ計測装置、作動状況を可視化する表示装置等から構成される。

図表 6 太陽光発電システムの構成(出典 6)



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

太陽電池関連については、低反射ガラスの採用などによる発電効率の向上はもちろん、薄膜型太陽電池加工用レーザーなど、セルの薄膜化やセルをスライスするための加工技術が求められる。製造装置の部材加工、ユニット組み立て、検査装置や搬送系は、主に中小企業が担っている。半導体製造装置の部品生産と同じ技術で対応可能であり、技術開発が期待される。また、既設太陽光発電設備のメンテナンスに係る技術・サービスの開発・提供にも参入機会があるものと期待される。

周辺機器関連については、インバータ等の高効率・低コスト・高付加価値化に資する技術、パネル取り付けの短工程化や低コスト化を可能とする施工技術、太陽電池とその他併用装置等とのユニット化に資する技術開発が期待される。また、立地上の制約のある土地（水面や崖地等の地形、軟弱地盤、塩害を受ける可能性のある沿岸部など）に設置可能なもの、自動車など移動体への設置、農地における農業と発電を両立できる技術（ソーラーシェアリング）などが求められる。

太陽光発電パネルの耐用年数について、国税庁が定める法定年数は17年であるが、発電容量10キロワット未満の設備では2022年度以降、10キロワット以上の設備については2032年以降に固定価格買取制度の期限（10年、20年）を迎えることもあり、大量廃棄の発生が見込まれる。これを見据え、低コストで適切に処分できる再

利用システムの構築を目指した技術開発の動きが活発化している。中小企業においては、リユース・リサイクルに係る技術・サービスの開発・提供にも参入機会があるものと期待される。

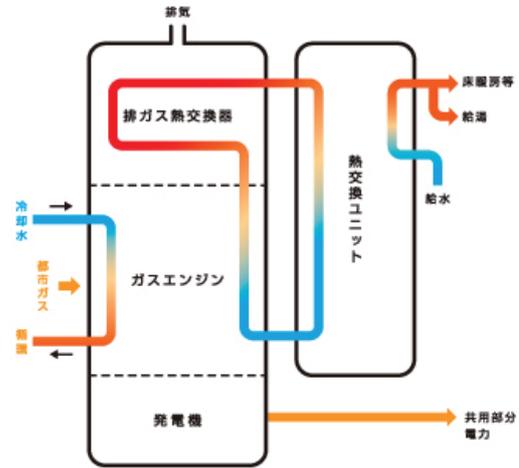
**4. 4. コージェネレーションシステム（参考22、23）**

**1) 概要**

コージェネレーションシステムとは、発電機等で「電気」を作る際に発生する「熱」を、「温水」や「蒸気」として同時に利用するシステムである。ガス、ディーゼルといった内燃機関を活用したものと、燃料電池を活用したものがある。

従来の発電方式で燃料が燃焼する際に廃棄していた熱を、高温熱源⇒中温熱源⇒低温熱源⇒温水へと直列的に利用することで、その保有するエネルギーを最大限に活用する。温度別の利用形態としては、高温領域のエンジン（1500℃）・ガスタービン（1100℃）は電気に利用され、中温領域の熱源で蒸気タービン（700℃）は電気または動力として利用される。低温領域の熱源では高温水（100℃）は熱利用され、中温水（80℃）は給湯に利用され、低温水（50℃）は暖房に利用されている。

図表7 ガスコージェネレーションシステムの概要（出典7）



**2) 代表的な構成**

コージェネレーションシステムには、発電方式の違いにより、以下のような特徴があり、需要家の電気や熱のニーズに合わせ、様々な容量や組み合わせで導入されている。

図表8 コージェネレーションシステムの発電方式（出典8）

発電方式	概要
ガスタービン	<ul style="list-style-type: none"> <li>○元々航空機エンジンとして用いられている、燃料の燃焼により生成した高温の気体燃料でタービンを回しその力で発電機を回すことで発電する方式。</li> <li>○熱を、価値の高い高温の蒸気として回収できるため、廃熱の利用に比較的優れる。</li> <li>○燃料は、天然ガスやLPガス等の気体燃料や液体燃料を使用。その切替も可能で幅広く対応できる。</li> </ul>
ガスエンジン	<ul style="list-style-type: none"> <li>○気体燃料の燃焼により、ピストンエンジンを動かすことで発電する方式。</li> <li>○発電効率が高く、電気の利用に比較的優れる。廃熱については、蒸気＋温水又は全て温水として回収する。</li> <li>○燃料は、天然ガス・LPガス等が使用可能。</li> </ul>
ディーゼルエンジン	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ピストンで空気を圧縮し、高温高圧となった空気に軽油等の液体燃料を噴射し、自然着火させて膨張させることにより、エンジンを動かすことで発電する方式。</li> <li>○燃料は、重油等、液体燃料のみ。</li> </ul>
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>○内燃機関とは異なり、水素と空気中の酸素との化学反応により、直接電力に変換する方式(水の電気分解の逆反応)。</li> <li>○天然ガス・LPガス等から水素を生成し、燃料とする。</li> </ul>

**3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント**

システム製造は大手メーカー中心であるが、多数の機器の組み合わせが必要であり、機器部品、各種センサー類、系統電源との連携システム等で中小企業の技術を活用できる可能性は高い。

また、自立・分散型のエネルギー源として居住区域やオフィス、ショッピングモールなど生活に近い環境にエンジンやガスタービンなどの装置が隣接することから、常時稼働する際に発生する低周波騒音などに対する騒音や振動の対策が必要で、中小企業の取組が期待される。低周波騒音、振動の対策を行う技術の例として、低周波音・振動計測技術、装置対策技術（回転軸受構造、周辺構造など構造による対策技術）、設備と躯体間に設置する振動対策（防振ゴム、アクティブ振動制御）、吸音・遮音パネル、施工技術などがある。

都心部などの高密度な市街地では、コージェネレーションシステムなどの熱源機器等から供給されるエネルギーの面的利用による効率性の向上が求められ、さらに未利用エネルギーの循環利用も重要となっている。「大丸有地区」では排熱など、「東京スカイツリー周辺地区」では国内初の地中熱など、未利用エネルギーを熱源とした地

域冷暖房システム等の導入が進められている。今後も都市づくりや機能更新の機会を活かした熱供給事業の面的展開は進むと考えられ、その普及に向けて、設備導入コストの軽減化、認知度の向上等の課題への対応が求められる。

#### 4. 5. 蓄電池（参考24～26）

##### 1) 概要

蓄電池（二次電池）は充電・放電が可能な電池であり、電気自動車の動力源として需要の拡大が期待されるほか、再生可能エネルギーの導入に伴う系統安定化ニーズの高まりにより需要が増加している。また、現下の電力需給逼迫を受けた需要側対策（ピークカット、停電時バックアップ対策）用として定置用リチウムイオン蓄電池への注目が集まっている。蓄電池の持つ電力を貯蔵し、出力するタイミングをコントロールする機能により、電力システム改革に伴うネガワット取引／電力融通等の新たなサービス拡大が期待される。

※ネガワット取引：ディマンドリスポンス（需要反応）の一種で、電力事業者と需要家との事前契約に基づき、事業者からの要請に応じて、需要家が需要を抑制し、その抑制量に応じた対価を事業者が支払うもの。

##### 2) 代表的な構成

現在、実用化されている蓄電池としては、NaS 電池、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池等がある。また、実証中のものとして、レドックスフロー電池がある。

コスト面では、NaS 電池、鉛蓄電池に優位性があるが、コンパクト性やエネルギー密度では、リチウムイオン電池に優位性がある。

図表 9 自動車用リチウムイオン二次電池セルと製品モジュールの例(出典 9)



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

国は、「蓄電池戦略」において、2020年に世界全体の蓄電池市場（20兆円）のうち、我が国関連企業が5割のシェア（10兆円）を獲得するとの目標を掲げている。本戦略では、変電所等に導入する電力系統用の大型蓄電池としてNaS電池、レドックスフロー電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等、定置用蓄電池としてリチウムイオン電池、鉛蓄電池等、車載用蓄電池としてリチウムイオン電池、ニッケル水素電池等を有望としている。それぞれの二次電池の課題を踏まえ、コスト低減化や性能の向上（エネルギー密度の向上、長寿命化、安全性の向上等）、リチウム資源の長期的な確保や脱レアメタル等の推進に資する技術開発が期待される。

大量生産される蓄電池製品そのものへの参入は困難であるが、中小企業においては、ガasket等の周辺部材や蓄電池を活用した電動製品等の開発、印刷技術を用いた電極膜の形成などにおいて、技術力を展開できる可能性がある。

図表 10 実用化されている二次電池の課題（出典 10）

種類	課題
鉛蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低い充電状態では、電極の劣化により充電容量が低下。</li> <li>・誤差の小さい充電状態の管理手法が確立されていない。</li> <li>・充電状態管理のために監視状態のリセット頻度を減らす技術が必要。</li> <li>・充放電のエネルギー効率が、他の電池よりも低い。</li> </ul>
NaS 電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連続充電・放電時の発熱で温度保持されるよう設計されている。</li> <li>・温度保持のためヒーター電力が必要。</li> </ul>
ニッケル水素電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自己放電が比較的大きい。</li> <li>・充電状態管理のために監視状態をリセットすることが必要。</li> <li>・満充電時に大きな発熱を伴うため、電池の温度管理が重要。</li> <li>・密閉形ニッケル水素電池では、大容量化の障害(100Ah 級が限界)</li> <li>・水素吸蔵合金が鉛よりも高い。</li> </ul>
リチウムイオン電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機電解液を用いる電池のため、高い安全性確保策が必要。</li> <li>・過充電・過放電に弱く、単電池毎の電圧管理が必要。</li> <li>・高いSOCや高温での保存は、電池の劣化を加速するため、管理が必要。</li> <li>・低コスト材料の開発による電池の低コスト化が重要。</li> </ul>

5. 関係する主な法令、規制、基準

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法、電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法、電気事業法、熱供給事業法、高圧ガス保安法、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律、地球温暖化対策防止法 等

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. TOTO株式会社

1917年設立。祖業である国産初の陶製腰掛水洗便器をはじめ、水栓金具、浴室、洗面化粧台、給湯器、システムキッチン、内装タイルなど、トイレ空間から水回りの住宅設備機器全般へと事業を拡大している。1980年に発売した温水洗浄便座「ウォシュレット®」は国内のみならず海外へも普及が進みつつある。（「ウォシュレット®」はTOTO株式会社の登録商標）

創立100周年を迎える2017年に向けて開発に着手し、2014年10月に発売した電池レスリモコン「エコリモコン」は、省施工性と省管理性（電源工事と電池交換が不要）、操作性とユニバーサルデザインが高く評価されており、パブリック向け「ウォシュレット®」一体型便器などへの採用が進んでいる。

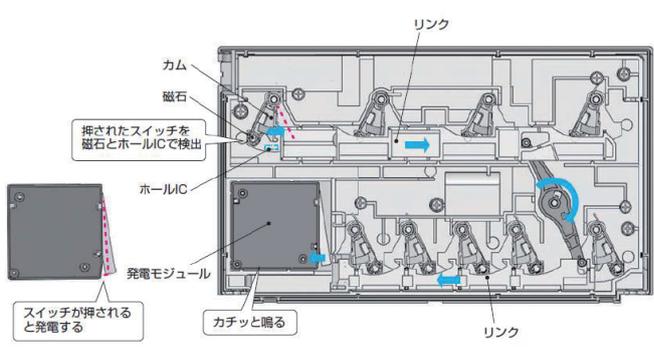
1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 「ウォシュレット®」一体型便器の操作用リモコンは、利用者の押しやすさを考慮して、便座本体から離して壁側に設置されている。高速道路のSA、PAや駅舎、ホテル、デパートなどのパブリックトイレには、一ヶ所に多数の便器とリモコンが設置されているが、工事施工者や管理者からは、電源工事やリモコンの電池交換の手間がかかることから、「電池以外で動くリモコンが欲しい」との要望が強かった。
- TOTOでは、「電池・電源不要のリモコンが実現できれば、パブリック向けの課題を解決できる」と考えた。環境発電（エナジーハーベスティング）技術の発展により、発電量と駆動対象の消費量の収支バランスが2010年頃に均衡するとの見通しが立ったことから、2011年夏頃に電池レスリモコンの開発に着手した。
- 電池レス実現のカギは、通信手段に電波を用いて省電力を実現し（赤外線通信の1/100）、電源モジュールには、ある電源機器メーカーが新規開発した電磁誘導方式のバッテリーレス電源スイッチを採用できたことにある。
- 不特定多数の人々が利用するパブリックトイレでは、押す力の弱い人でも確実に押せる操作性と耐久性を実現すること、利用者のニーズを満たす操作ボタン数（9個）を公共トイレ操作系JISに対応した所定のサイズに収めることが求められた。「エコリモコン」では、「ウォシュレット®」でノウハウのある、磁石とホールICを用いて押されたボタンを非接触で検知する仕組みと、押されたボタンの力が発電モジュールに伝達される連結機構を工夫するとともに、ボタンの下側に厚く膨らみをもたせた「ピアノキースイッチ」にすることで、ボタンを押す力が小さくて済み、耐久性の高いリモコンを実現した。
- 「エコリモコン」は、パブリックトイレの課題である「節水」と、女性から要望の多かった「連続洗浄」を実現する機構の開発や、「ノズルきれい」（除菌）機構の「ウォシュレット®」への実装のタイミングと合わせて発売することができた。
- 「エコリモコン」は、パブリックトイレ以外にも、家庭内の水回り空間（キッチン、バス、ランドリー・ドレッサー（洗面化粧台）や、世の中のあらゆる操作系リモコンへ展開できる可能性を持っている。

図表 11 「エコリモコン」の外観（出典 11）



図表 12 「エコリモコン」動作の仕組み（出典 12）



## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

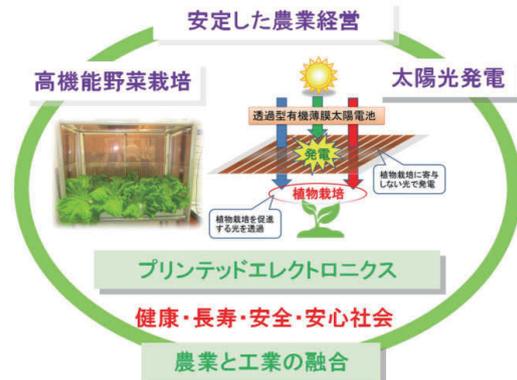
- リモコンの動作電池をなくしたい、あるいは動作の電源工事をなくしたいという要望があれば、相談に応じることはできる。「エコリモコン」を見てもらい、「ぜひ使いたい」という申し出があれば、対応・検討の余地はある。電池レス動作を実現するバッテリーレス無線スイッチの紹介も可能である。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 諏訪東京理科大学 工学部 電気電子工学科 (渡邊研究室)

- 東京理科大学では、食糧問題の解決に向けて、光合成促進機能（野菜等の成長促進機能）に太陽光発電機能を搭載した“光合成促進有機系太陽電池（光合成促進 OPV）”を世界に先駆けて開発し、農作物栽培の実証研究に取り組んでいる。
- シースルー有機薄膜太陽電池を農作物の上に設置して、農作物と太陽電池で太陽光を互いに影響のない波長領域で共存させる「ソーラーマッチング」を考案し、通常のハウス栽培や太陽光利用型植物工場と同様の植物の収穫量や野菜の味覚が得られることを実証してきた。更に、諏訪東京理科大学で開発された光合成促進シートの技術と上記の技術を組み合わせた「光合成促進機能を搭載した発電するビニールハウス」を開発し、高付加価値・高機能作物栽培の実証研究を行う予定である。

図表 13 光合成促進機能を搭載した発電するビニールハウス(出典 13)



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
- (参考1) 地球温暖化対策計画（環境省、2016年5月）  
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/102816.pdf>
- (参考2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～（東京都、2016年12月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
- (参考3) 東京都環境基本計画2016（東京都、2016年3月）  
[http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/basic/2016keikaku\\_zenbun.pdf](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/basic/2016keikaku_zenbun.pdf)
- (参考4) 2015年度（平成27年度）の温室効果ガス排出量（速報値）について（環境省、2016年12月）  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2015sokuho.pdf>
- (参考5) 平成24年度第2回HEMS利用の価値向上のための調査事業検討会資料2-1 HEMSサービスの調査結果の中間報告について（環境省、2012年11月）  
[https://www.env.go.jp/earth/house/conf/hems\\_02/mat02\\_1.pdf](https://www.env.go.jp/earth/house/conf/hems_02/mat02_1.pdf)
- (参考6) 第2回新エネルギー小委員会資料4 再生可能エネルギー導入拡大に伴う技術的課題と対応策について（電気事業連合会、2014年8月）  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene\\_shinene/shin\\_ene/pdf/002\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/shin_ene/pdf/002_04_00.pdf)
- (参考7、10、16) 水素・燃料電池戦略ロードマップ（水素・燃料電池戦略協議会、2016年3月改訂）  
<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009-c.pdf>
- (参考8) 2016 エネルギーマネジメントシステム関連市場実態総調査（(株)富士経済、2016年7月）
- (参考9) ZEH普及に向けて～これからの施策展開～（資源エネルギー庁、2015年12月）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saving/zeh\\_report/pdf/report\\_160212\\_ja.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/zeh_report/pdf/report_160212_ja.pdf)
- (参考11) 第16回調達価格等算定委員会 資料1 最近の再生可能エネルギー市場の動向について（資源エネルギー庁、2015年1月）  
[http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu\\_kakaku/pdf/016\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/016_01_00.pdf)
- (参考12、22) 第6回長期エネルギー需給見通し小委員会 資料2 コージェネレーションシステムについて（資源エネルギー庁、2015年4月）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/006/pdf/006\\_06.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/006/pdf/006_06.pdf)
- (参考13、26) 蓄電池戦略（経済産業省、2012年7月）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_problem\\_committee/028/pdf/28sankou2-2.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_problem_committee/028/pdf/28sankou2-2.pdf)
- (参考14) EMSとエネルギーマネジメント（(一社)ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会、2016年5月）  
[http://www.jaesco.or.jp/pdf/energy\\_management.pdf](http://www.jaesco.or.jp/pdf/energy_management.pdf)

- (参考15) ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)に関する情報公開について(資源エネルギー庁)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saving/zeh/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/zeh/)
- (参考17) 水素社会の実現に向けた取組について(資源エネルギー庁、2015年2月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/nenryodenchi\\_fukyu/pdf/001\\_04\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/nenryodenchi_fukyu/pdf/001_04_01.pdf)
- (参考18) 水素の製造・輸送・貯蔵について(経済産業省、2014年4月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/suiso\\_nenryodenchi/suiso\\_nenryodenchi\\_wg/pdf/005\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/suiso_nenryodenchi/suiso_nenryodenchi_wg/pdf/005_02_00.pdf)
- (参考19) 次世代火力発電の早期実現に向けた協議会(第6回会合)資料3 大型の水素タービン技術の可能性(資源エネルギー庁、2016年5月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy\\_environment/jisedai\\_karyoku/pdf/006\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/jisedai_karyoku/pdf/006_03_00.pdf)
- (参考20) NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014年2月)  
[http://www.nedo.go.jp/library/ne\\_hakusyo\\_index.html](http://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html)
- (参考21) 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構)  
[http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100070.html](http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100070.html)
- (参考23) 低炭素まちづくり実践ハンドブック(国土交通省、2013年12月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001023244.pdf>
- (参考24) デiamondリスポンス(ネガワット取引)ハンドブック(経済産業省、2016年12月)  
<http://www.meti.go.jp/press/2016/12/20161228004/20161228004-1.pdf>
- (参考25) 蓄電池技術の現状と取組について(資源エネルギー庁、2009年2月)  
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90225a05j.pdf>

## ○ 引用

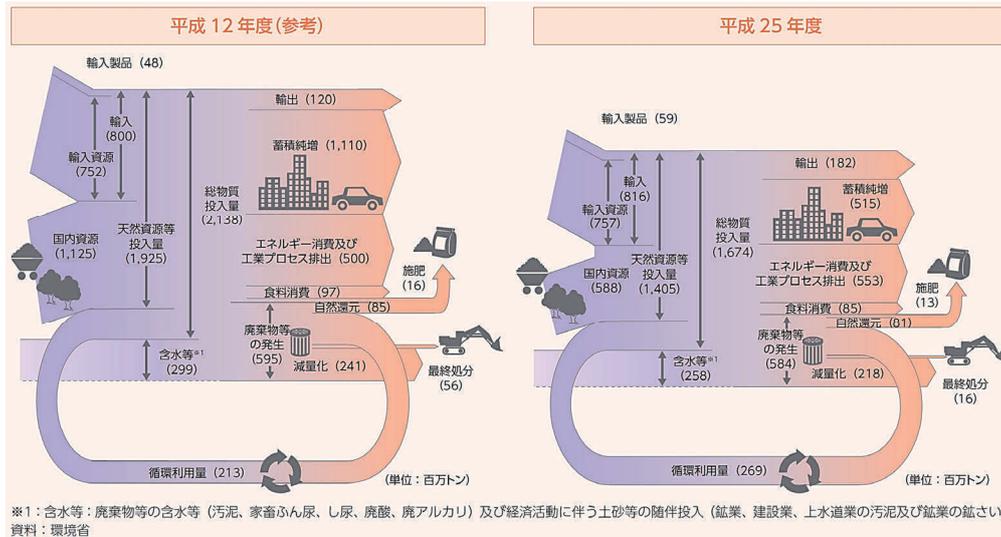
- (出典1) 平成28年度第1回羽田空港での水素利活用に向けた検討会資料 水素社会の実現に向けた東京都の取組(東京都、2016年7月)  
<https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/energy/hydrogen/files/%E2%96%A100%E3%80%80tokyoto.pdf>
- (出典2) 水素・燃料電池戦略ロードマップ(水素・燃料電池戦略研究会、2016年3月改訂)  
<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009-c.pdf>
- (出典3) スマートコミュニティのイメージ(経済産業省)  
[http://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/smart\\_community/doc/smartcommu.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/smart_community/doc/smartcommu.pdf)
- (出典4) ZEH普及に向けて～これからの施策展開～(資源エネルギー庁、2015年12月)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saving/zeh\\_report/pdf/report\\_160212\\_ja.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/zeh_report/pdf/report_160212_ja.pdf)
- (出典5) NEDO水素エネルギー白書2015((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、2015年3月)  
<http://www.nedo.go.jp/content/100567362.pdf>
- (出典6) 大規模太陽光発電システム導入の手引書((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、2011年3月)  
<http://www.nedo.go.jp/content/100162609.pdf>
- (出典7) 技術ポータルサイト コージェネレーションシステム((独法)都市再生機構)  
[http://www.ur-net.go.jp/architec/energy/energy\\_e01.html](http://www.ur-net.go.jp/architec/energy/energy_e01.html)
- (出典8) 熱電併給(コジェネ)推進室資料集(資源エネルギー庁、2012年9月)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/other/cogeneration/pdf/1-1.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/other/cogeneration/pdf/1-1.pdf)
- (出典9) 世界初、ハイブリッド自動車用リチウムイオン2次電池を量産化((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、2010年3月)  
<http://www.nedo.go.jp/hyoukaku/articles/200905hitachi/index.html>
- (出典10) 蓄電池技術の現状と取組について(資源エネルギー庁、2009年2月)  
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90225a05j.pdf>
- (出典11、12) TOTO(株)
- (出典13) 東京理科大学

#### 1. 現状と技術的課題

##### 1. 1. 現状 (参考1～4)

- 国は、2001年から循環型社会形成推進基本法の制定、廃棄物ごとの各種リサイクル法の整備を行い、資源の3R（リデュース・リユース・リサイクル）を推進してきた。取組の成果により「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から概ね脱却し、現在は、世界的な潮流であるRE（資源効率性）の向上に資する取組を行っている。これまでの取組を通じ、総物質投入量は減少傾向に、廃棄物等の循環利用量は増加傾向にある。

図表1 我が国における物質フロー(2013年度)(出典1)



- また、国は、鉱物資源のなかでも希少性・偏在性が高く、液晶テレビや携帯電話、自動車をはじめとする高付加価値製品の製造に必須の素材であるレアメタルの安定的な確保に向けた取組を継続して行っており、レアメタルが多く含まれる自動車や電子機器等のリサイクルを推進してきた。2013年4月には小型家電リサイクル法に基づき使用済小型電子機器等の再資源化を促進する仕組みを整備している。
- 都は、2020年度における一般廃棄物の再生利用率を27%まで高めるとともに、廃棄物の最終処分量を2012年比で14%削減するほか、2030年度までに食品ロス半減を達成すべく「食品ロス削減・東京方式」の確立を目指し、施策を展開している。

図表2 都における廃棄物削減に向けた取組と目標 (出典2)

取組(政策目標)	目標年次	目標値	
一般廃棄物の再生利用率	2020年度	27%	
	2030年度	37%	
都内で発生する廃棄物の最終処分量	2020年度	107万トン (2012年度比14%削減)	
	2030年度	93万トン (2012年度比25%削減)	
海上公園での資源循環の推進	資源循環型施設の設置	2020年度	1か所
2030年度までに食品ロス半減を達成するための「食品ロス削減・東京方式」の確立		2020年度	「食品ロス削減・東京方式」の確立
レジ袋削減		2020年度	レジ袋無償配布ゼロ

- 東京都建設リサイクル推進計画や建設リサイクルガイドラインに基づき、コンクリート塊等建設副産物の再利用を促進し、再生資材の建設資源としての積極的活用を進めていくことが求められる。

### 1. 2. テーマ共通の課題（参考5、6）

最終処分量を削減するだけでなく、温室効果ガスの削減、天然資源の消費量の削減につながる廃棄物の循環利用を更に進めていく必要がある。その際、循環利用の優先順位としてリユース、リサイクルの順番で考えるべきである。

製品の製造時や使用時には、低炭素・自然共生・循環型（リサイクルされた又はリサイクルされやすい）の建築資材や物品等を選択して利用することが必要である。

資源リサイクルに関するビジネスは、再生資源の売却が主な収入源となることから、資源価格の動向に左右されやすいという特徴がある。特に近年は金属資源価格が下落傾向にあり、リサイクルシステムのさらなる効率化が求められる。また、小型家電リサイクル制度においては市町村の取組状況に差があることや、制度に対する一般消費者の認知度向上といった課題が存在する。

### 2. 市場動向（参考7～9）

- 環境省の推計によると、2015年のリユース・リサイクル市場規模（将来推計分類の「廃棄物処理、リサイクル設備・サービス」「リサイクル素材」の合計）は12.5兆円、2020年には13.8兆円と見込まれており、今後も堅調な伸びが期待される。
- 様々な産業分野で利用されているレアメタルは、今後も再生可能エネルギーや次世代自動車、ロボット、ライフサイエンスなどの成長産業分野で需要拡大が見込まれる。
- 廃棄物系バイオマスについては、固定価格買取制度の影響により、発電を中心に利用が拡大している。2015年7月に発表された長期エネルギー需給見通しによると、廃棄物などを原料とするバイオマス発電の容量は2013年度の252万kWから2030年度に602～728万kWにまで拡大する見通しであり、廃棄物を原料とするバイオマスエネルギー活用の推進が見込まれる。また、発電用途以外に航空用バイオジェット燃料としての活用も期待される。
- 建設廃棄物全体のリユース・リサイクル率は高い水準に到達しているものの、今後、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会関連工事等の本格化や社会資本の維持管理・更新時代の到来により、建設廃棄物の発生量増加が予想される。

図表3 2030年度のバイオマス発電導入見込量(出典3)

	既導入量	導入見通し
未利用間伐材等	3万kW	24万kW
建設資材廃棄物	33万kW	37万kW
一般木材・農作物残さ	10万kW	274万kW～400万kW
バイオガス	2万kW	16万kW
一般廃棄物等	78万kW	124万kW
RPS	127万kW	127万kW
合計	252万kW (177億kWh)	602万kW～728万kW (394億kWh～490億kWh)

※今回試算の発電量(kWh)については、調達価格等算定委員会における設備利用率等を用いて機械的に試算した。  
※RPS: RPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)の制度下における導入量のうち、FITに移行していないもの。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

鉱物資源リサイクル技術、廃棄物系バイオマス技術、建設廃棄物リユース・リサイクル技術 等

### 4. 技術・製品開発の動向と課題

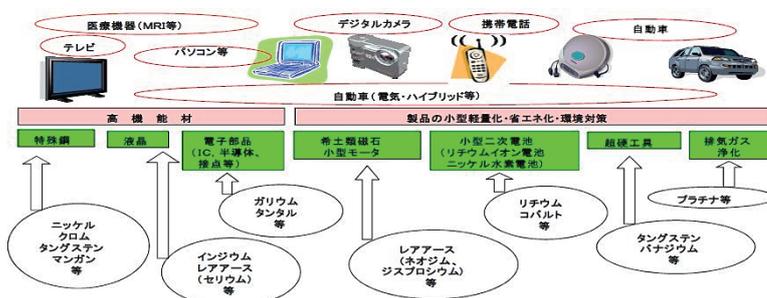
#### 4. 1. 鉱物資源リサイクル技術（参考10、11）

##### 1) 概要

鉱物資源リサイクル技術とは、廃棄物の中から解体・破砕・選別・精錬を通じて鉱物資源を回収し、再資源化するための技術である。

リサイクルの対象となる自動車、家電には、銅、鉛、亜鉛、アルミニウム等といったベースメタルの他、希少金属（レアメタ

図表4 レアメタルの主な用途例(出典4)



ル)といわれる有用金属が含有されている。なかでも、タングステン、コバルト、タンタル、ネオジム、ジスプロシウム等の5鉱種については、今後の需要や供給リスク及び使用済製品の回収量確保の見込みから、「リサイクルを重点的に行うべき鉱種」として政府に指定されている。

## 2) 代表的な構成

回収対象となる廃棄物によっても異なるが、鉱物資源のリサイクルを行う工程は、主に回収・解体・破碎・選別・精錬に分かれている。なかでも、回収後、精錬前の選別技術は多岐にわたっている。一例として、プリント基板の破碎・選別によるタンタルコンデンサの回収プロセスを示す。

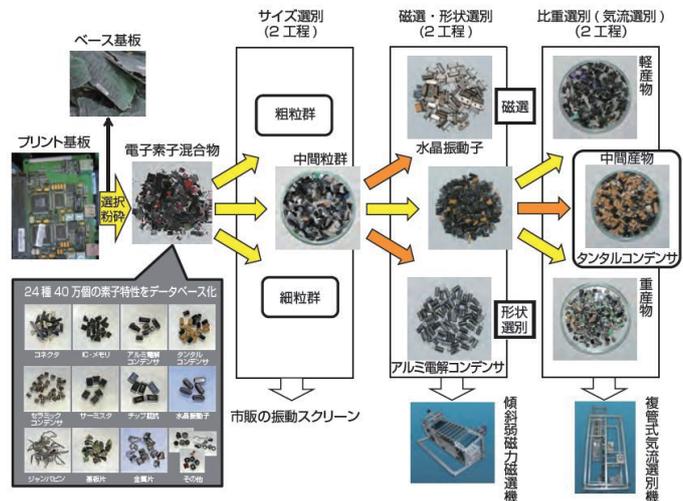
## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

鉱物資源の中でもレアメタルのリサイクルについては経済合理性の確保が長年の課題となっている。レアメタルは廃棄物単位あたりの含有量が少なく、分離回収にコストがかかることから、コスト削減に資する選別技術の高度化が期待される。

また、経済産業省は、IoT を活用したリサイクル技術の開発を提唱している。海外では、メーカーが製造時に製品特性を記録した RFID タグ (ID 情報を埋め込んだタグ) を埋め込み、リサイクル時にタグの情報を読み取ることで自動的に適切な破碎・選別プロセスを選択・実施し、リサイクルコストを低減させた事例が存在する。

鉱物資源リサイクルの中心的な役割を担うのは、回収、選別、精錬の一連のシステムを構築している専門企業であるが、これら企業のリサイクル事業を高度化・効率化する選別技術・機器等の開発や、IoT 等を活用した機器・システム開発において、中小企業の参入機会が期待される。

図表 5 データベースに基づく計算で抽出されたタンタルコンデンサ回収プロセス (出典 5)



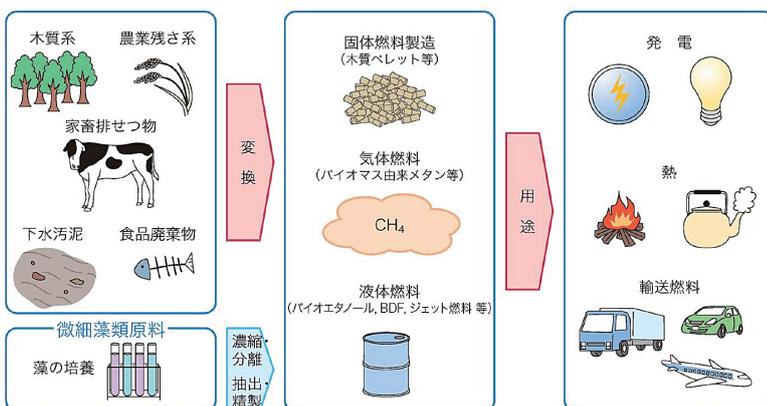
## 4. 2. 廃棄物系バイオマス技術 (参考 1 2)

### 1) 概要

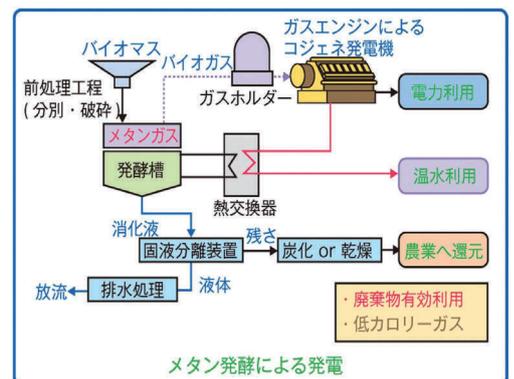
廃棄物系バイオマス技術とは、生ゴミや木くず、家畜排泄物などの動植物から生まれた再生可能な有機性資源を、熱・ガス・燃料・化学品等に変換し、利用する技術である。

大都市など都市部においては、廃棄物系バイオマスを相当程度の規模で収集可能であるものの、飼料・肥料の需要が少ないと考えられる。一方で、東京では、大量に発生する生活ごみ (可燃ごみ) の発酵・ガス化や、下水汚泥から発生するメタンガス活用によるバイオガス発電が行われている。今後は、バイオガスの他、バイオエタノール等の液化燃料利用に向けた技術開発が期待される。

図表 6 バイオマスのエネルギー活用フロー (出典 6)



図表 7 メタン発酵によるエネルギー活用フロー (出典 7)



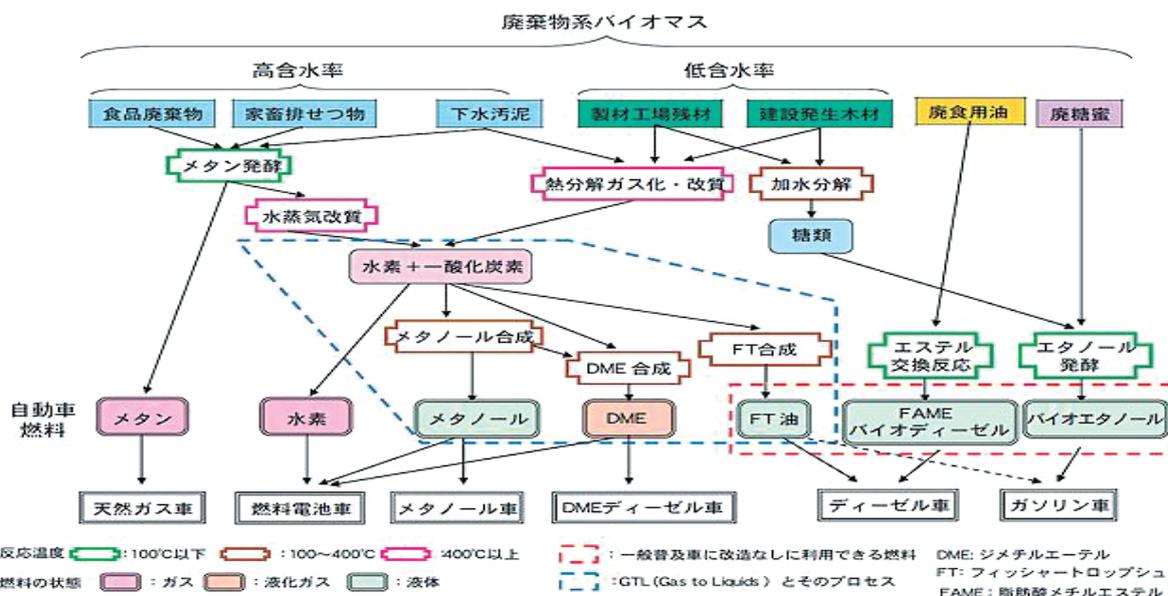
## 2) 代表的な構成

バイオマスのエネルギー変換技術は、物理変換、生物化学変換、熱化学変換の3つに分類できる。物理変換とは、バイオマスを発電・熱利用用途の燃料となる薪、木質チップ、木質ペレットなどへ変換することである。廃棄物系バイオマスの場合、有機性汚泥が該当し、固体化することによって運搬効率や燃焼効率を向上させる。生物化学変換や熱化学変換には、気体燃料製造、液体燃料製造、固体バイオマス燃料製造などの多様な方法があり、バイオディーゼル燃料化、メタン発酵によるバイオガス化、バイオ水素化技術などが挙げられる。

図表8 バイオマスエネルギー変換技術の種類(出典8)

物理変換	固体燃料製造	薪・チップ	熱化学 変換	気体燃料製造	熱分解ガス化
		ペレット・ブリケット			水熱ガス化
		RDF、バイオソルト等			BTL(ガス化-触媒反応)
生物化学 変換	気体燃料製造	メタン発酵		液体燃料製造	バイオディーゼル燃料製造
		バイオ水素製造			急速熱分解
	液体燃料製造	エタノール発酵			水熱液化
		ブタノール発酵	藻類由来のバイオ燃料製造		
			固体燃料製造	炭化・半炭化	

図表9 廃棄物系バイオマスを自動車燃料にする技術(出典9)



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

バイオマス変換技術は多岐にわたるため、原料の特性（含水率等）や収集できる量に応じて適切な技術を選択することが重要である。バイオガス化技術においては、エネルギー効率を高めるため、燃料化の前処理の段階で不純物を除去する必要がある、高度な選別技術の開発が求められる。

また、バイオマス発電設備について、ボイラー、蒸気タービン、発電機などの基本技術は概ね成熟しているものの、設備全体の小型化については採算性の問題から商品化が進んでいないのが実態であり、小型発電の商品化に必要なコストダウンがニーズとして存在する。

バイオジェット燃料の大規模な生産技術の開発は、大手企業を中心となるが、微細藻類からのバイオ燃料製造における探索・育種、高効率培養技術の開発や、BTL（バイオマス由来の液体燃料）によるバイオ燃料製造におけるバイオマスガス化技術等の要素技術の開発において中小企業参入の余地が考えられる。

さらに、将来の水素社会の実現に向けて、バイオガスの水素化技術が求められており、エネルギー効率の向上、コスト削減に資する技術開発が期待される。

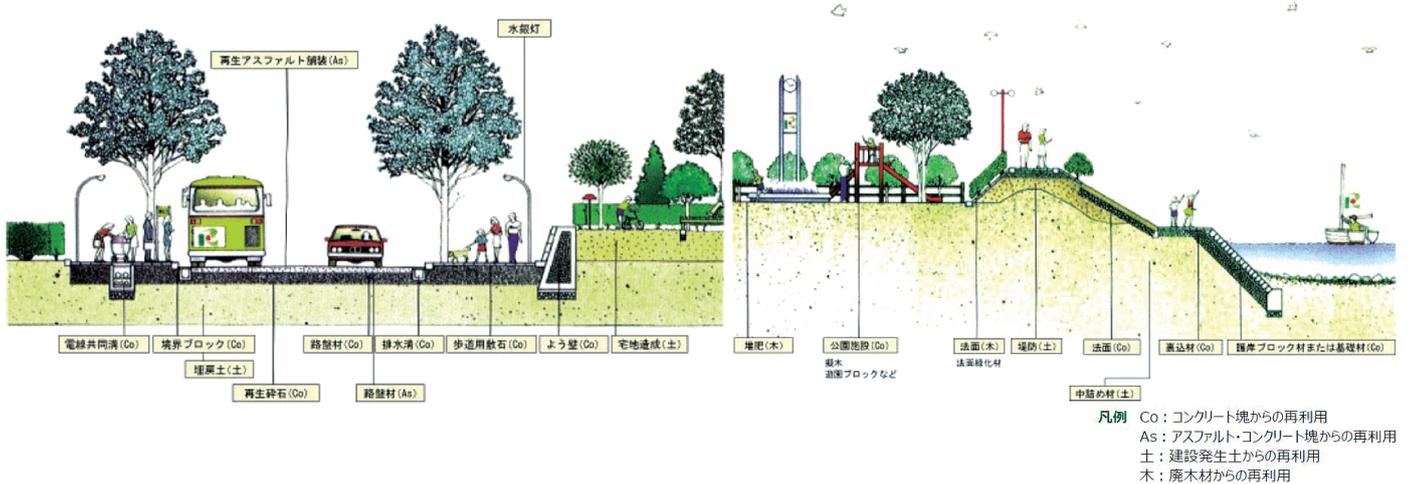
#### 4. 3. 建設廃棄物リユース・リサイクル技術（参考13、14）

##### 1) 概要

建設廃棄物のリユース・リサイクル技術とは、建設工事時に発生するアスファルト塊、コンクリート塊、建設発生木材、建設汚泥などの副産物を再資源化する技術である。

アスファルト塊、コンクリート塊など、リサイクル率が高い水準に到達した廃棄物がある一方、建設汚泥のようにリサイクルがなかなか進展しないものも存在する。

図表 10 建設副産物のリサイクル例(出典 10)



##### 2) 代表的な構成

建設廃棄物の主なリユース・リサイクル技術は以下の通り分類できる。

- アスファルト塊のリユース・リサイクル技術  
アスファルト塊のリサイクルに必要な主な技術は破碎技術である。破碎されてできた再生砕石や破碎されたアスファルト塊を原料として製造された再生合材は道路の路盤材に用いられる。
- コンクリート塊のリユース・リサイクル技術  
コンクリート塊を対象としたリサイクル技術は破碎技術の他に、破碎物を骨材とモルタルに分離するための分離技術がある。分離されたもののうち、粗骨材・細骨材は再生コンクリート骨材として、細粒分はセメント原料として利用される。
- 建設発生木材のリサイクル技術  
破碎・分別・異物除去技術の他に、加工しやすくなった木質チップをダンボール等の製紙や家具材料となるパーティクルボードに加工するための技術として、樹脂分解・洗浄・脱水・漂白などが挙げられる。
- 建設汚泥のリユース・リサイクル技術  
盛土・土地造成、河川築堤の材料土への利用を目的として、固化剤の付加混合、攪拌を通じて品質改良するための技術である。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

建設廃棄物全体のリユース・リサイクル率は高い水準にあるものの、建設汚泥をはじめとして再資源化が進展しないものも存在する。

建設汚泥については、材料土への改良技術の開発が期待されている。また、建設発生木材の再資源化技術、分別困難物や再資源化困難物の取扱いなどについても一定のニーズが存在する。

さらに、再資源化の高いコンクリートについても、今後、路盤材などへの利用が飽和状態になる恐れもあることから、再生砕石の利用用途の拡大を図る必要がある。例えば、アスファルト・コンクリートは、低騒音舗装、透水性舗装などの舗装技術が開発されており、これらの各種アスファルト混合物の再資源化技術の開発が求められる。

5. 関係する主な法令、規制、基準

循環型社会形成推進基本法、資源の有効な利用の促進に関する法律、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、特定家庭用機器再商品化法、使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律、使用済自動車の再資源化等に関する法律、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 等

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. DOWAエコシステム株式会社

1884年創業のDOWAホールディングス株式会社は40年にわたり環境・リサイクル事業を行っており、DOWAエコシステム株式会社はDOWAグループの環境・リサイクル事業会社として2006年設立。廃棄物処理・土壌浄化・リサイクルを主業とし、使用済み電子基板等からの貴金属回収、シュレッダーダストや焼却灰・飛灰のリサイクル、廃油再生等を行っている。長年培ってきた製錬技術・ノウハウ・設備を活かしてレアメタルを含む多種多様な有価金属を回収するとともに、アジア5か国においても廃棄物処理・リサイクルに注力しアジア諸国の環境問題の解決に貢献している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

(1) 主要な技術の現状

① 貴金属のリサイクル技術

秋田、埼玉、岡山の事業拠点において、国内のみならず海外（アメリカ、東南アジア、ヨーロッパ等）から受け入れる金付スクラップや使用済み電子基板から金等を回収している。また、自動車の排ガス処理に使われているハニカム触媒等からプラチナ等を回収しており、DOWAグループではレアメタル12元素を含む20種類以上の有価金属を回収・再生している。

② シュレッダーダストのリサイクル技術

破碎・選別された廃車から鉄や非鉄金属等が回収された後のシュレッダーダスト等を焼却している。金属を回収するとともに、焼却熱を回収し蒸気や発電のエネルギー源としてDOWAグループの工場で活用している。

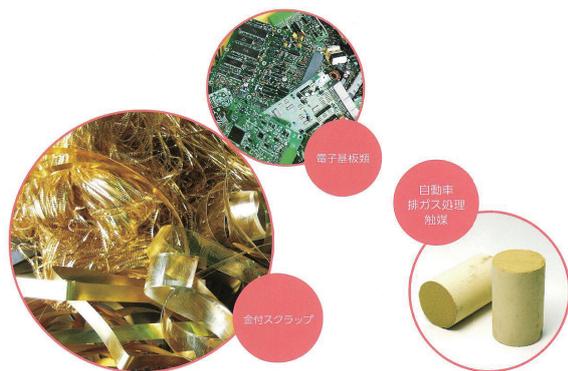
③ 焼却灰・飛灰のリサイクル技術

自治体のごみ処理工場から焼却灰・飛灰を受け入れ熔融している。金属を回収するとともに、焼却灰・飛灰を人工骨材に再生し路盤材として販売している。

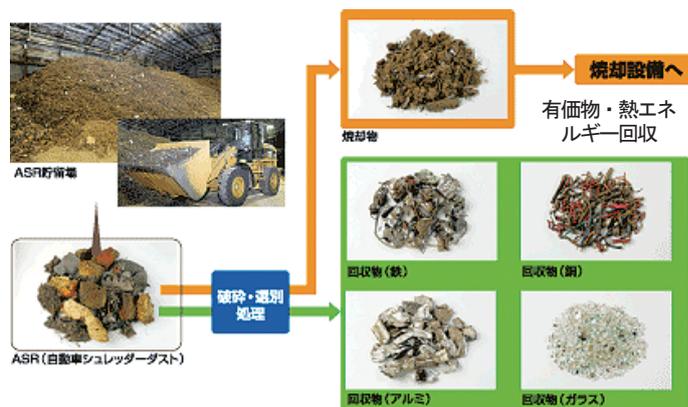
④ 廃油の再生技術

岡山市において天ぷら油を回収してバイオディーゼル燃料に再生しており、岡山市のごみ収集車の燃料として使われている。また、エンジンオイルや切削油等の廃油を燃料油として再生・販売している。

図表 11 貴金属リサイクル原料となる金付スクラップ、使用済み電子基板等（出典 11）



図表 12 自動車シュレッダーダストからの有価物・熱エネルギー回収（出典 12）



(2) 今後の発展の方向性

- 電気自動車等のリチウムイオンバッテリーや家庭用バッテリー(家庭用燃料電池組み込みバッテリー等)、太陽光発電パネル等は、今後耐用年数を迎え大量廃棄が予想される。それらの効率的な破碎・選別技術やリサイクルプロセスの開発には課題があり、技術開発を進めている。

- 廃棄物には様々な金属が混じっているため、焼却後、アルミ、銅等の金属くずが細かく混じったり絡まりあったりしていることがあり、選別が難しい状態となっている。予め混在しているものをそれぞれの金属として選別できれば、再生原料としての価値が高まる。既存の破碎・選別技術を組み合わせて、効率的で採算性の合う仕組みを作っていくことが必要である。

## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

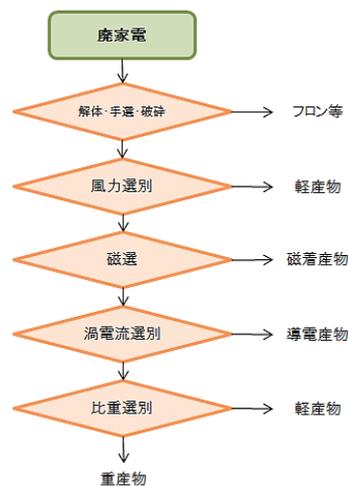
- 同社は廃棄物の集荷、中間処理・最終処分、リサイクル・金属回収等を担っている。廃棄物の集荷・粗破碎・選別については中小企業が担っていることが多く、鉄、プラスチック、シュレッダーダストについては、それぞれの専門企業が担っている。
- リサイクル率を上げるには、破碎・選別が重要であり、今後も技術改善・改良の余地がある。外部企業からの打診・提案は、同社 Web サイト (<https://www.dowa-eco.co.jp/refer/contact.php>) で常時受け付けている。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 (所研究室)

- 近年の金属価格の高騰や資源セキュリティの観点から、固体廃棄物からの有価物リサイクリングに対するニーズが高まっている。所研究室では、環境低負荷型の有価物リサイクリングプロセスの研究に取り組んでいる。
- 前処理としての各種粉碎の後、比重、電気的特性、磁気的特性、ぬれ特性、形状、色彩、X線特性等、粉碎した対象物の持つ物理的および物理化学的特性を利用した分離法の組み合わせにより、適切な有価物リサイクリングプロセスの提案ができる。また、固体特性を生かした分離法の選択により、乾式、薬剤無添加等の特殊な有価物リサイクリングプロセスの提案も可能である。
- さらに、化学的特性を利用した分離技術を加えることにより、廃水中からの有価物リサイクリングプロセスの提案も可能である。

図表 13 有価物分離プロセスの概要 (出典 13)



## 8. 参考文献・引用

### ○ 参考文献

- (参考1) 日本における RE/CE 政策の取組及び今後の対応、日欧における資源効率/循環型経済政策の動向と相互協力の可能性 (経済産業省、2016年2月)  
[http://www.eu-japan.eu/sites/default/files/presentations/docs/umeda\\_hideyuki.pdf](http://www.eu-japan.eu/sites/default/files/presentations/docs/umeda_hideyuki.pdf)
- (参考2) レアメタル確保戦略 (経済産業省、2009年7月)  
<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0002319/g90728e01j.pdf>
- (参考3) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～ (東京都、2016年12月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
- (参考4、14) 東京都建設リサイクル推進計画 (東京都、2016年4月)  
[http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/recy/recy\\_00.pdf](http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/recy/recy_00.pdf)
- (参考5) 東京都「持続可能な資源利用」に向けた取組方針 (東京都、2015年3月)  
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2015/03/DATA/70p3v601.pdf>
- (参考6) 第2回産業構造審議会 産業技術環境分科会 廃棄物・リサイクル小委員会 小型家電リサイクルワーキンググループ資料 小型家電リサイクルの回収目標について (経済産業省、2016年12月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi\\_jutsu/haiki\\_recycle/kogata\\_kaden/pdf/002\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi_jutsu/haiki_recycle/kogata_kaden/pdf/002_03_00.pdf)
- (参考7) 環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書 (環境省、2016年3月)  
[https://www.env.go.jp/policy/keizai\\_portal/B\\_industry/b\\_houkoku3.pdf](https://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/B_industry/b_houkoku3.pdf)
- (参考8) 総合資源エネルギー調査会エネルギー需給見通し小委員会 (第11回会合) 資料3 長期エネルギー需給見通し関連資料 (資源エネルギー庁、2015年7月)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011\\_07.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011_07.pdf)
- (参考9) バイオジェット燃料の一貫製造プロセスの技術開発に着手 ((国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、2017年4月21日)

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100759.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100759.html)

- (参考10) レアメタル・レアアース（リサイクル優先5鉱種）の現状（経済産業省、2014年5月）  
[http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin\\_info/committee/o/26/hairi26\\_04.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/committee/o/26/hairi26_04.pdf)
- (参考11) 非鉄金属産業の省エネルギー促進等による競争力向上に関する調査報告書（経済産業省、2016年2月）  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2016fy/000403.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2016fy/000403.pdf)
- (参考12) NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版（(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014年2月）  
[http://www.nedo.go.jp/library/ne\\_hakusyo\\_index.html](http://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html)
- (参考13) 建設リサイクルの現状と更なる推進に向けて（国土交通省、2014年2月）  
<http://www.3r-suishinkyogikai.jp/event/data/H25R22.pdf>

○ 引用

- (出典1) 平成28年版 環境・循環型社会・生物多様性白書（環境省）  
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/pdf.html>
- (出典2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～（東京都、2016年12月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
- (出典3) 総合資源エネルギー調査会エネルギー需給見通し小委員会（第11回会合）資料3 長期エネルギー需給見通し関連資料（資源エネルギー庁、2015年7月）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011\\_07.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011_07.pdf)
- (出典4) レアメタル確保戦略（経済産業省、2009年7月）  
<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0002319/g90728e01j.pdf>
- (出典5) Synthesiology Vol.6 No.4 「都市鉱山の戦略的な開発を支える物理選別技術」（(国研) 産業技術総合研究所）  
[http://www.aist.go.jp/pdf/aist\\_j/synthesiology/vol06\\_04/vol06\\_04\\_p238\\_p245.pdf](http://www.aist.go.jp/pdf/aist_j/synthesiology/vol06_04/vol06_04_p238_p245.pdf)
- (出典6～8) NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版（(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014年2月）  
[http://www.nedo.go.jp/library/ne\\_hakusyo\\_index.html](http://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html)
- (出典9) 廃棄物系バイオマスを自動車燃料にする技術（(国研) 国立環境研究所）  
<https://www.nies.go.jp/kanko/news/25/25-4/25-4-04.html>
- (出典10) 建設副産物の現状：リサイクル事例（国土交通省）  
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/fukusanbutsu/genjo/zirei.htm>
- (出典11、12) DOWA エコシステム(株)
- (出典13) 早稲田大学

## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状 (参考1~4)

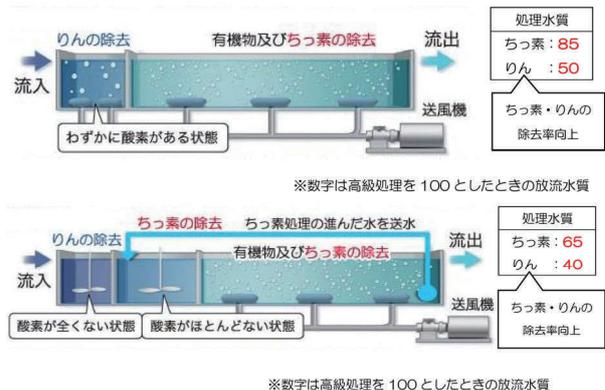
- 国はPM2.5の成分分析を含む常時監視体制の整備を推進するとともに、シミュレーションモデルの高度化、発生源情報源の整備、二次生成機構の解明等に取り組んでおり、PM2.5濃度の予測精度の向上、現象解明や効果的な対策の検討を進めている。
- 都は、大気環境が大幅に改善されている中で、環境基準未達成であるPM2.5と光化学オキシダントの削減に向けて、窒素酸化物(NOx)及び揮発性有機化合物(VOC)の排出抑制対策を進めている。
- 高い温室効果を有する代替フロンについて、国はフロン排出抑制法により、製造から廃棄までのライフサイクル全体にわたる包括的な対策を講じている。加えて、2016年10月のモンリオール議定書第28回締約国会議で決議された、2036年を目標とするハイドロフルオロカーボン(HFC)に関する国際的な段階的削減スケジュールに基づく対応も求められる。
- 都内の河川では、下水道の整備拡大や川底に溜まった汚泥の除去等の取組を進めており、全56水域中、全水域でBOD(生物化学的酸素要求量)の環境基準を達成するなど水質が大幅に改善したが、下水処理場における高度処理ニーズや閉鎖性水域・海域における水質浄化対策が、引き続き課題となっている。

図表1 PM2.5の大きさの比較(概念図)(出典1)



出典：米国EPA

図表2 下水の準高度処理(上)、高度処理(下)の効果(出典2)



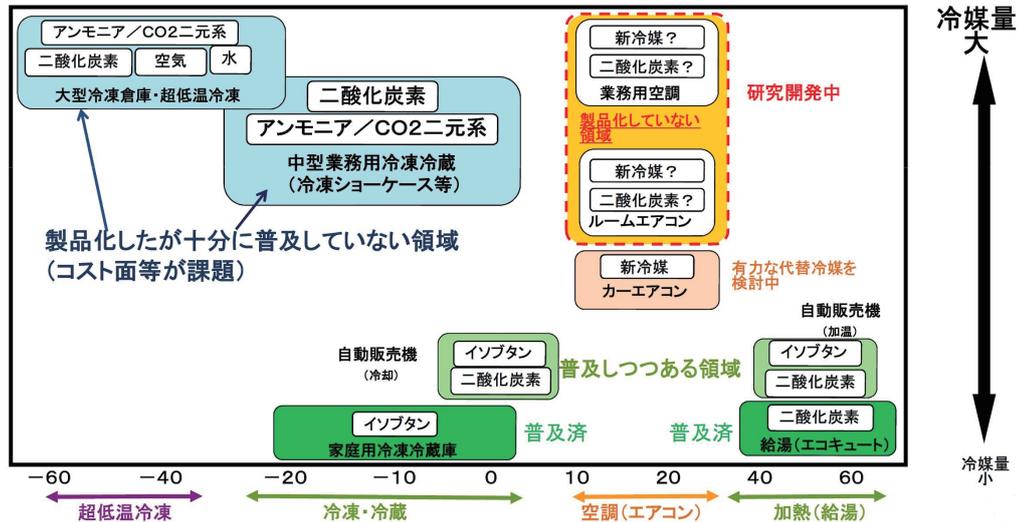
## 1. 2. テーマ共通の課題 (参考5~8)

- PM2.5の原因物質の一つであるVOCの都内排出量は、塗装、印刷、クリーニング等の蒸発系固定発生源が排出総量の約6割を占め、その多くが中小規模の事業者である。都では、VOC排出削減に向けた事業者の自主的取組への技術支援として、VOCの一種で、車両の給油時・走行時・駐車時に発生するガソリンベーパー(ガソリンが蒸発して気化した蒸気)の発生抑制をはじめ、使用量の削減、使用済VOCの無害化・リサイクル等の取組を行っている。
- 日本で生まれた光触媒技術は、窒素酸化物やアセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、VOC等の除去効果があるとされ、光触媒を用いた様々な大気環境改善製品が市場に出ている。しかし、処理効率や処理量の面で他の処理技術に及ばない部分があり、処理条件を最適化するための技術開発等が求められる。
- 代替フロンを含むフロン類は高い温室効果を有するため、これらを冷媒として用いる業務用冷凍空調機器の整備や廃棄を行う際に、フロン類の回収と破壊を適切に行う技術が求められる。また、代替フロンの生産規制に伴い、代替フロンに替わる冷媒として、低温室効果の冷媒の開発が求められる。
- 2020年東京オリンピック・パラリンピック大会は、東京湾に面した「東京ベイゾーン」における競技が多く、各競技会場等の建設工事に伴う適切な排水処理対応や、水中で競技を実施する会場の状態改善・維持を目的とした東京都内湾全体に係る水質改善などの対策が求められる。
- 水循環基本法や雨水の利用の促進に関する法律の成立など、水循環について法律面での整備が進められているものの、降雨時に下水の一部が河川や地下に流入し、東京湾をはじめとした水辺の水質を悪化させるなど課題も残っている。

## 2. 市場動向 (参考9～14)

- 環境省の推計によると、大気汚染の改善・防止に係る装置・サービス関連の市場規模（将来推計分類の「大気汚染防止」）は2015年には7,838億円に、2020年には8,825億円になると見込まれており、今後も堅調な伸びが期待される。
- 地球温暖化防止に向けて進められる国際的な代替フロン規制に伴い、フロン類使用製品のノンフロン・低GWP化が進むと見込まれることから、代替フロン（HFC、PFC、SF6、NF3）に替わる新冷媒（ノンフロン冷媒や発泡剤、自然冷媒）を用いた冷凍・冷蔵機器、空調機器等の市場形成が期待される。

図表3 新冷媒の普及状況(出典3)



- 水質浄化をはじめとした様々な効果があるファインバブルは、環境、農業、医療・薬品等の分野で研究・開発・応用化が進展し、適用可能性市場が急速に拡大する趨勢にある。中でも、殺菌技術や脱臭技術などの産業利用技術分野では、既に実用化技術として導入が進みつつあり、防腐剤無添加の蒲鉾やカキの殺菌、カット野菜の洗浄、農薬無添加食品の栽培などで実用化している。
- ファインバブル関連コア製品の国内潜在需要規模は約6兆1,000億円弱、付帯設備、関連装置を含めたシステム、管理・運営サービスまで拡大したトータルビジネスは、国内は2020年に4,300億円、2030年に8,500億円と予測される。
- 光触媒を活用した技術は環境・エネルギー分野をはじめ、様々な分野での開発が見込まれ、環境改善に寄与していくと期待される。

## 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

VOC 検出・処理に関する技術、代替フロンに関する技術、水質改善技術、光触媒を用いた環境改善製品 等

## 4. 技術・製品開発の動向と課題

### 4. 1. VOC 検出・処理に関する技術 (参考15～17)

#### 1) 概要

VOC 検出に関する技術とは、排ガス中や室内等に含まれる VOC の量を測定する技術であり、VOC の処理に関する技術とは、VOC を取り扱う工場等において排出口や工程から大気中に放出・漏洩する VOC を捕捉・除去する技術である。

国の大気汚染防止法では、煤煙、VOC、粉塵、有害大気汚染物質、自動車排出ガスの5種類を規制している。また、都では大気汚染対策として、低NOx・低CO<sub>2</sub>小規模燃焼認定制度やPM2.5やVOC、ダイオキシン類等、大気への有害化学物質の排出防止対策を実施している。

PM2.5、VOCは大気汚染物質の中でも近年注目されることが多くなっており、その量の把握と適切な処理は重要である。

## 2) 代表的な構成

### (1) VOC および関連項目の測定方法

VOC の測定方法には環境省が告示している測定方法（公定法）と、公定法以外の簡易測定法がある。

大気汚染防止法による法規制の対象となる VOC 排出者は、環境省告示による公定法が適用される。一方、これらの排出者が自主的に測定する場合や、法規制の対象とならない事業者が自主的に VOC 排出抑制対策を講じるために排出状況を把握する場合は、簡易測定法を用いることができる。

簡易測定法の測定原理には、光イオン化検出法（PID）、水素炎イオン化検出法（FID）、赤外線分光式吸収法、高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法（IER 法）、触媒酸化とCO<sub>2</sub> センサーを組合せたもの、半導体ガスセンサー、ガスクロマトグラフ法（半導体センサー）等がある。

なお、VOC 濃度測定技術は多くの機器分析装置を活用するが、これらの設備は高価であるため、設備投資費用が課題となる。

図表4 ポータブル VOC モニタのイメージ（出典4）



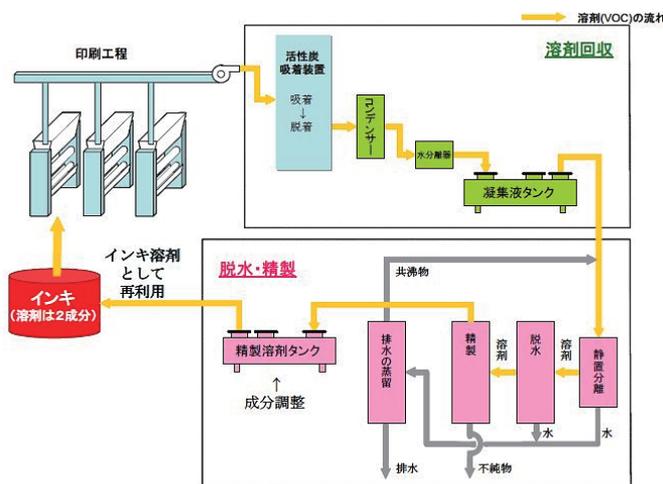
### (2) VOC 処理技術

VOC 処理技術には(i)燃焼法、(ii)吸着法、(iii)その他の方法がある。燃焼法は、工場の排ガス処理などに多く利用される方法であり、トルエン、キシレン、酢酸エチルなど有機塩素系以外の VOC に対して用いられる。吸着法は、VOC を物理的に吸着し捕集する方法で、ジクロロメタンなどの有機塩素系 VOC に多く用いられる。その他の方法として、光触媒、放電プラズマ、オゾン酸化、生物処理、薬液処理などがある。

VOC 処理技術を用いた処理装置は開発・実用化が進み、特に中小規模の工場・事業場においても導入することが可能な小型処理装置の商品化も進みつつある。更なる低価格化と小型化、操作の簡易化等が期待されている。

また、VOC 排出を抑制するために、低 VOC 製品の開発、VOC を含んだ材料を扱う施設の構造改善や、VOC をきめ細かく管理できるシステムが求められる。

図表5 吸着法によるインキ溶剤(VOC)回収フロー（出典5）



## 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

### (1) VOC 測定技術（簡易法）

簡易測定技術による VOC 管理の向上のためには、触媒等についてのノウハウや各種センシング技術等の固有技術を活用した、より低価格、高感度、超寿命な測定技術の開発が期待される。

法定の VOC 測定技術では高価な機器分析装置を必要とするため、多くの事業者や事業所で、安価で簡易な測定技術が求められる。環境省の Web サイト「環境実証事業」では、中小企業から提案された実証済み VOC 簡易測定技術が公開されている。

### (2) VOC 処理装置

VOC 処理技術は、これまでに多くの技術が実用化されているが、低価格化、小型化、操作の簡易化等の点で課題が残されている。吸着材や触媒等に独自技術を持つ中小企業による小型で安価な機器開発への取組が期待される。

### (3) 回収・再利用技術

回収された VOC を再資源化することにより、製品生産に関するコスト負担を低減する取組などが求められる。気体状の VOC を凝縮して回収する技術の開発などが期待される。

### (4) 環境改善技術

VOC などによる悪臭を防止する機能等、既存とは異なる観点からの開発が求められる。

(5) 類似市場の可能性

VOC には有機溶剤として使用され大気中に放出されるもの以外に、内装品や材料中から揮発し、シックハウスやシックカーの原因として指摘されるホルムアルデヒドやアセトアルデヒド等も含まれる。これらを検出する簡易な測定機器や消耗品等についての取組も期待される。

4. 2. 代替フロンに関する技術 (参考 18、19)

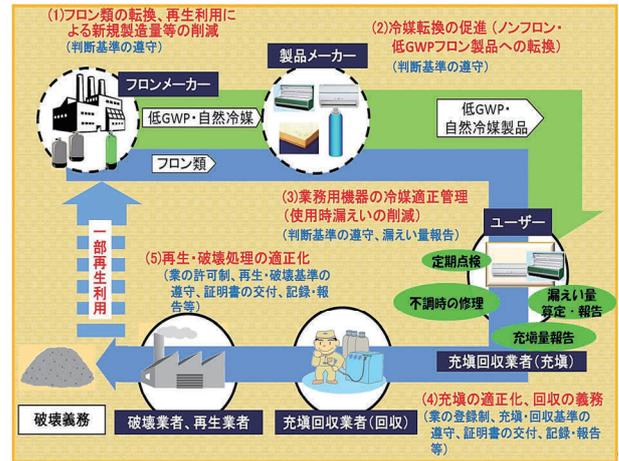
1) 概要

フロン類の回収に関する技術とは、フロン類 (特定フロン、代替フロン) を有する機器を廃棄する際に大気中に漏らさず適切に回収する技術であり、代替フロンに替わる冷媒の導入技術とは、低温室効果の冷媒を空調機器・冷凍冷蔵機器に用いる技術である。

オゾン層破壊効果を有する特定フロンの排出削減に伴い、冷凍空調機器分野において代替フロン (HFC) への代替が進んだ結果、温室効果ガスの市中ストックが増加傾向にある。国では、温室効果の大きい代替フロンを既存の機器から適切に回収・処理するため、フロン排出抑制法を 2015 年に施行した。また、低 GWP・自然冷媒への転換を促進するため、新冷媒に関する基盤技術開発を推進・支援している。

代替フロンに替わる新冷媒としては、HF0 や自然冷媒 (アンモニア、二酸化炭素等) 等の低温室効果の冷媒がある。

図表 6 フロン類のライフサイクル (出典 6)



2) 代表的な構成

(1) 代替フロンの回収・破壊処理技術

現在利用されている冷凍冷蔵庫、空調機器等に関しては、廃棄の際、フロン類を大気中に漏らさず適切に回収する技術や、回収したフロン類を破壊する際、有害物質を放出せずに適切に無害化する技術、フロン類を冷媒その他製品の原材料として再生させる技術が求められる。

(2) 新冷媒に関する技術

現在は代替フロンを使用している用途においても、用途ごとに求められる性能を考慮して、今後開発が進む低温室効果冷媒を用いた冷凍・冷蔵倉庫、冷蔵・冷凍機器、空調機器等の普及が進んでいくものと期待される。

図表 7 自然冷媒を用いた冷凍倉庫 (出典 7)

省エネ自然冷媒冷凍等装置導入事例 (超低温冷蔵保管庫)




外観

空気冷凍システム

≪省エネルギー効果≫  
エネルギー削減量年間: 1,115,063 kWh/年  
(従来比34%削減)

≪温室効果ガス削減効果≫  
559 t-CO2/年  
(内訳)  
・エネルギー起源CO2削減量: 380 t/年  
\*電気0.341 kg-CO2 /kWh  
・冷媒漏洩CO2削減量: 179 t/年

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

フロン類回収・破壊時の、回収効率や破壊装置の性能向上や、操作の簡便化が求められる。加えて、フロン排出抑制法では、フロン類の漏えい防止のために機器の点検や漏えい発見時の防止措置が求められることから、点検業務の効率化のための技術も期待される。

また、代替フロンに替わる冷媒として、自然冷媒 (炭酸ガス、アンモニア、空気) を用いた冷凍冷蔵庫、空調機器等 (冷凍冷蔵倉庫、食品製造工場、食品小売店舗、化学製品製造工業、アイススケートリンク) の導入が進

むことや、高効率かつ低温室効果の新冷媒の開発、低温室効果冷媒で高効率化を達成する主要機器の開発が期待される。新規冷媒を利用する場合、機器開発において、配管の径・材質、潤滑油と冷媒の相性等の要素技術開発が求められる。

新規参入にあたっては、高効率低温室効果冷媒を使用した中小型空調機器技術の開発が、新エネルギー・産業技術総合開発機構の主導で進められており、同機構への接触を通じて技術開発の各種情報、ビジネスパートナー等の獲得などにつなげていくことが考えられる。

4. 3. 水質改善技術 (参考20~23)

1) 概要

水質改善技術とは、汚水を浄化や汚染物質の分解等により改善し、河川や湖沼、流域等の環境悪化を防ぐ技術である。

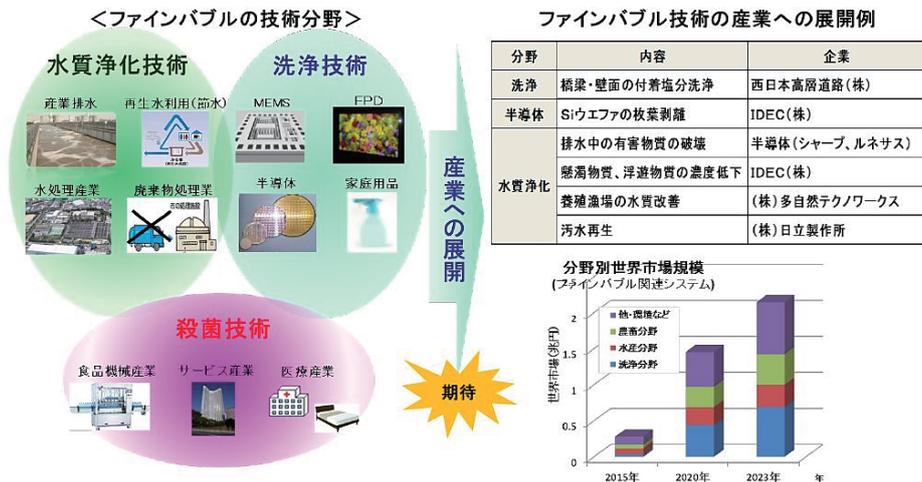
水質改善技術として、水処理機器や水処理用途における素材の膜、ファインバブル等がある。水質改善に向けた浄化対策技術は、河川や湖沼、流域などの自然・汚濁特性に応じて直接浄化、底泥対策、酸素供給、希釈、植生利用、負荷対策など幅広い方策を組み合わせることで実施することが求められ、それぞれに合った処理技術の導入が必要となる。また、特に閉鎖系水域や中小河川での水質改善に向けては、有機性排水を適正に処理する排水処理技術の向上と導入が重要となってくる。

これら水質改善技術の中から、次節では日本発の技術であり、広範な応用可能性を有する技術であるファインバブルについて取り上げる。

2) 代表的な構成

ファインバブルに係る技術は、日本発の革新的技術であり、洗浄分野、医療・薬品分野、食品・飲料分野、農業分野、インフラ分野等、非常に広範な応用可能性を有する裾野の広い技術である。しかしながら、計測・評価・認証技術が確立していないことが進展を阻害しているとして、経済産業省が事務局となり、国際標準を主導的に策定していくため、ISO(国際標準化機構)に新たな専門委員会が設立されている。広範囲で活用できる微細気泡(ファインバブル)は、応用開発が進んでおり、その様々な機能・効果を水質浄化に適用して、下水処理や東京湾の環境改善などに活用することが期待される。

図表8 ファインバブルの技術分野と展開例(出典8)



3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

基盤技術を担う中小企業の研究開発、人材育成等の支援を目的として、中小企業庁の経営サポート「ものづくり中小企業支援」がある。また、国土交通省では、公共工事等の新技術の活用のため、新技術に関わる情報の共有及び提供を目的とし、新技術情報提供システム(NETIS: New Technology Information System)を整備している。水質改善に係る直接浄化装置や組紐技術は、これらのサイトにも掲載されており、有望な技術は同様の方法で広く情報発信されており、また、助成を受けることも可能である。

また、ファインバブルについては、応用技術実用化の試みが多岐にわたり、様々な生産・加工過程や環境対策、省エネルギー技術、家電製品、食品等、多くの産業分野や、農業・水産への応用、医療(癌治療、血管新生治療)・

医療診断技術（超音波造影剤）等への応用がなされることから、自ら保有する技術を活用できる分野を見極め、参入を図り、知見や蓄積を得ながら、環境改善分野へと展開していくことも考えられる。

数十ナノメートルから数十マイクロメートル程度の微細気泡及び微細液滴（ファインバブル）技術に関する調査、研究、開発、標準化、認証等を産学官が連携して行う業界団体も設立されており、新規参入にあたってはこのような団体へのアプローチにより、情報入手等を行いやすくなる可能性がある。

#### 4. 4. 光触媒を用いた環境改善製品（参考 2 4、2 5）

##### 1) 概要

光触媒を用いた環境改善製品とは、光触媒の特性を用いて防汚、防曇、抗菌、空気浄化、水浄化などの効果を得られる製品である。

大気汚染改善、水質汚染改善につながる技術のひとつとして、光触媒技術がある。光触媒とは、光が当たると触媒作用（化学反応の速度を変えること）を発揮する材料である。

光触媒は太陽光や人工光をエネルギー源として、様々な環境汚染物質を分解・除去できる特徴を活かして多方面での開発・実用化が進められており、防汚、防曇、抗菌、空気浄化、水浄化、VOC の除去効果などの用途で商品化され普及している。光触媒の材料としては、酸化チタンが最も優れているとされる。

##### 2) 代表的な構成

光触媒は紫外線等の光を照射することにより、「分解力」と「親水性」の作用を発揮する。「分解力」によって様々な有機物を分解でき、汚れや臭いの除去や抗菌作用が得られる。「親水性」によって表面が水に濡れやすくなる。雨水がかかり、汚れの下に入り込み、浮き上がることによって、汚れが流れ落ちる。また、曇り止め効果も得られる。

図表 9 光触媒コーティングの例（防音壁）  
（出典 9）

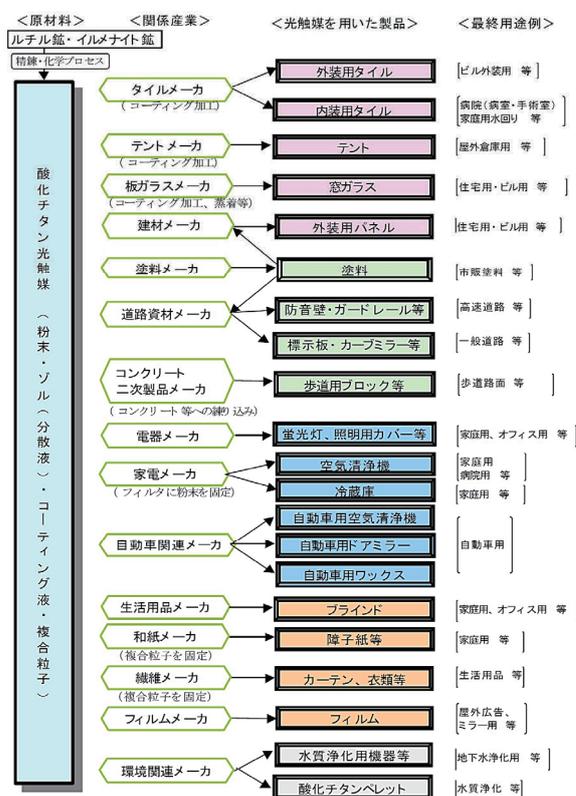


##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

光触媒利用分野の中で市場特性などを勘案すると、中小企業の参入可能性がある製品分野としては、VOC 除去機能を有する空気清浄機、光触媒を活用したコンクリート製品、塗料などが考えられる。VOC 除去可能な空気清浄器メーカーに中小企業が参入している例もある。大気汚染対策として光触媒による NOx 除去機能コンクリート製品を製造できる企業であればアプローチの可能性も考えられる。塗料メーカーには中小・ベンチャー企業も多く、比較的参入しやすい傾向にある。

光触媒工業会では、光触媒性能を測る物差しとして JIS 試験方法を採用し、多角的な実証、考察を加え一定の性能基準を設けており、その性能、利用方法等が適切であることを認めた光触媒製品に認証マークを与えている。新規参入にあたっては、同会への接触を通じて、認証マーク（一定の信用・信頼）や各種情報、ビジネスパートナーの獲得などに向けて行動していくことが考えられる。

図表 10 酸化チタン光触媒の用途（出典 10）



## 5. 関係する主な法令、規制、基準

大気汚染防止法、東京都環境確保条例、悪臭防止法、労働安全衛生法、フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. ユニチカ株式会社

1889年創業のユニチカは、祖業である繊維事業を核として事業分野を拡大してきている。現在は、フィルム・樹脂・不織布などの高分子材料や、ガラス繊維・活性炭繊維などの機能性材料、ポリエステル繊維、プラント・技術輸出を事業の柱として、国内外で広く事業活動を展開している。

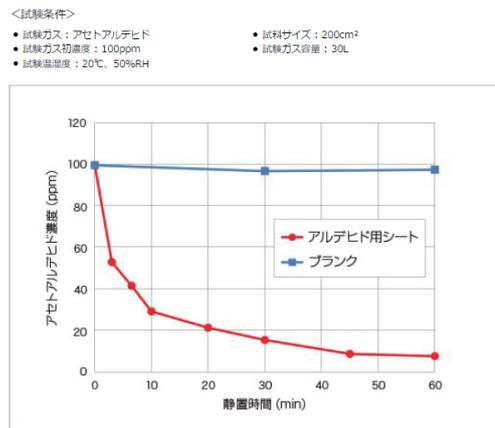
#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 活性炭繊維（ACF:Activated Carbon Fiber）シートは、ユニチカの関連会社（京都府宇治市）で製造している活性炭繊維を、加工協力会社によってシート加工したものであり、シート状のまま、あるいはシート状や立体形状のフィルターとして、水処理やガスの処理に使われている。
- 最も大きな用途は浄水器用フィルターであるが、もう一つの用途が、空気中の環境改善に役立つ「気相用フィルター」である。脱臭マスク、脱臭シート（屋内、自動車内）、ゴミ箱内の脱臭などに使われている。中でも、ホルムアルデヒドをはじめとする人体に有害な揮発性化合物（VOC）を吸着除去するVOC除去シートは、屋内や車室内などの閉鎖空間、半閉鎖空間の浄化用途で広く使われている。また、シート以外の形状にも加工することができるので、プリーツ加工やハニカム加工を施して高密度化して、エアコンや工業用のフィルター等にも使われている。更に、活性炭自身に他の素材を組み合わせる加工も行っており、例えば活性炭に薬剤を担持することで、一般の活性炭にはない不純物吸着性能を発現させることもできる。
- 活性炭繊維の特徴は、糸の表面に不純物を吸着する微細な穴を多数有することで、単位重量当たりの表面積がとても大きいため、粒状炭材料に比べて吸着速度が速く、フィルターに用いたときには高速処理ができることである。
- 活性炭繊維とバインダー繊維を混合して不織布（シート状）に仕立てることで、加工が容易で、風通しがよく通気抵抗が小さい、発塵が少ないというメリットがある。
- 引き合いは年々増えているが、さらに、高い加工特性を活かして、屋内・車内向け以外の分野への新規用途開拓も進めている。

図表 11 活性炭繊維シート（出典 11）



図表 12 アルデヒドシートのアセトアルデヒド吸着性能（出典 12）



#### 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 繊維の特性や用途に応じた複合加工を行うことができる企業との連携を希望している。
- 「微量だが悪影響を与える物質を除去したい」という用途については、同社でも把握しきれていないものもあるので、微量有害物質の除去に課題を抱えている業界と、課題解決に向けて連携を模索したい。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター

- 従来型の光イオン化検出器は、VOC 等の有機ガス検知器として広く普及している。イオンを検出する電極は、紫外線 (UV) 照射領域内に設置されている。
- 東京都立産業技術研究センターが開発した光イオン化検出器では、電極間の一部分のみを UV 照射し、イオンが非照射領域を飛行する構造とすることで、イオン化した有機ガスの正負イオンの検知電流値から有機ガスの拡散係数が得られる。さらに、飛行イオンの検出室内壁への蓄積を防止するため、電極を内包する検出室に金属を採用し、これに電圧を印加することで、安定した計測ができる。
- 構造が簡易である上、従来の PTFE 製検出室に比べてガス種の判別が容易になっていることから、有機ガスの簡易検知機器、大気・室内等の環境モニタ機器への応用が可能である。

図表 13 新開発光イオン化検出器の構造と出力比較(出典 13)

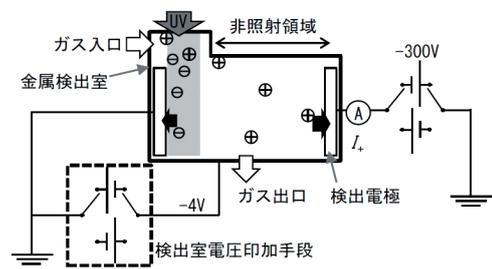
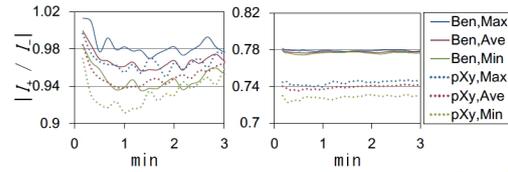


図1. イオン安定飛行方式の構造及び構成



a PTFE製検出室 b Al製検出室 検出室印加電圧: ±4V  
図2. 従来技術 (a) と本開発品 (b) の出力比較

## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考1) 平成 28 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書 (環境省)  
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/pdf/full.pdf>
  - (参考2) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～ (東京都、2016年12月)  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
  - (参考3) 先進国は代替フロン85%削減で合意 温室効果ガス対策でモントリオール議定書会議 (JST サイエンスポータルニュース、2016年10月17日)  
[https://scienceportal.jst.go.jp/news/newsflash\\_review/newsflash/2016/10/20161017\\_02.html](https://scienceportal.jst.go.jp/news/newsflash_review/newsflash/2016/10/20161017_02.html)
  - (参考4) 平成 27 年度河川、東京都内湾湖沼及び地下水の水質測定結果について (東京都、2016年9月)  
<https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/27年度水質測定結果の概要2.pdf>
  - (参考5) 平成 24 年度 VOC 対策セミナー資料 都内における VOC の現状と東京都の VOC 対策 (東京都)  
[https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/attachement/講演1\\_東京都環境局\(第1回\)HP用.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/attachement/講演1_東京都環境局(第1回)HP用.pdf)
  - (参考6) 広がる光触媒の応用 - 有害物質の分解と課題 - (国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センターオンラインマガジン環境、2013年10月)  
<http://www-cycle.nies.go.jp/magazine/kisokouza/201310.html>
  - (参考7、19) 高効率低GWP冷媒を使用した中小型空調機器技術の開発 (経済産業省)  
[http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2016/pr/e/e\\_sangi\\_taka\\_16.pdf](http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2016/pr/e/e_sangi_taka_16.pdf)
  - (参考8) 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会を契機とした環境配慮の推進について (環境省、2014年8月)  
<http://www.env.go.jp/policy/olypara/kankyohairyo/2020olyparatokyo.pdf>
  - (参考9) 環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書 (環境省、2016年3月)  
[https://www.env.go.jp/policy/keizai\\_portal/B\\_industry/b\\_houkoku3.pdf](https://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/B_industry/b_houkoku3.pdf)
  - (参考10、18) 産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会 約束草案検討ワーキンググループ中央環境審議会 地球環境部会 2020年以降の地球温暖化対策検討小委員会合同会合 (第2回) 資料4 代替フロン等4ガスの削減対策 (環境省・経済産業省、2014年11月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi\\_jutsu/chikyuu\\_kankyo/yakusoku\\_souan\\_wg/pdf/002\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi_jutsu/chikyuu_kankyo/yakusoku_souan_wg/pdf/002_04_00.pdf)
  - (参考11) 冷媒フロンの現状と今後の課題について (経済産業省、2012年2月)  
[http://www.jreco.or.jp/furontaisaku\\_pdf/materials-1.pdf](http://www.jreco.or.jp/furontaisaku_pdf/materials-1.pdf)
  - (参考12) 産業分野における応用について ((国研) 産業技術総合研究所)  
<https://staff.aist.go.jp/m.taka/Research.html>
  - (参考13、21) ナノ・マイクロバブル技術に関する国際標準化報告書 ((一社) 微細気泡産業会、2013年3月)  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2013fy/E003666.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003666.pdf)
  - (参考14、24) 平成 27 年度 文部科学白書 (文部科学省)  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afieldfile/2015/06/11/1358751\\_004.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2015/06/11/1358751_004.pdf)
  - (参考15) 環境技術解説「VOC処理技術」(国立環境研究所)  
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=37>
  - (参考16) VOC排出抑制技術に関する資料 (環境省)

- <http://www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/instrument.pdf>
- (参考17) VOC排出対策ガイド(地独)東京都立産業技術研究センター  
[http://create.iri-tokyo.jp/results/vocguide/1\\_2\\_1.html](http://create.iri-tokyo.jp/results/vocguide/1_2_1.html)
- (参考20) 環境技術解説「湖沼等の水質浄化技術」(国立環境研究所)  
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=102>
- (参考22) 経営サポート「ものづくり(サービス含む)中小企業支援」(中小企業庁)  
<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/index.html>
- (参考23) 新技術情報提供システム(国土交通省)  
<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Application/mainapplication.asp?TabType=4>
- (参考25) 光触媒入門(光触媒工業会HP)  
<http://www.piaj.gr.jp/roller/contents/entry/200706118>

○ 引用

- (出典1) 微小粒子状物質「PM2.5」とは(政府広報オンライン)  
<http://www.gov-online.go.jp/useful/article/201303/5.html>
- (出典2) 下水処理の解説(東京都)  
<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/business/technology-statistics/fukyu/kaisetsu/>
- (出典3) 冷媒フロン の現状と今後の課題について(経済産業省、2012年2月)  
[http://www.jreco.or.jp/furontaisaku\\_pdf/materials-1.pdf](http://www.jreco.or.jp/furontaisaku_pdf/materials-1.pdf)
- (出典4) 現在市販されているVOC測定機について(環境省)  
<https://www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/instrument.pdf>
- (出典5) 揮発性有機化合物(VOC)の排出抑制対策に関する調査報告書(経済産業省、2007年3月)  
[http://www.meti.go.jp/policy/voc/downloads/voc\\_taisakujirei.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/voc/downloads/voc_taisakujirei.pdf)
- (出典6) 産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会 約束草案検討ワーキンググループ中央環境審議会地球環境部会 2020年以降の地球温暖化対策検討小委員会合同会合(第2回)資料4 代替フロン等4ガスの削減対策(環境省・経済産業省、2014年11月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi\\_jutsu/chikyū\\_kankyo/yakusoku\\_souan\\_wg/pdf/002\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi_jutsu/chikyū_kankyo/yakusoku_souan_wg/pdf/002_04_00.pdf)
- (出典7) 先進技術を利用した省エネ型自然冷媒機器普及促進事業について(環境省)  
<http://www.env.go.jp/earth/ozone/hojokin/attach/setumei.pdf>
- (出典8) ファインバブル基盤技術研究開発事業事後評価の概要(経済産業省、2016年1月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi\\_jutsu/kenkyū\\_hyoka/hyoka\\_wg/pdf/028\\_s02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougi_jutsu/kenkyū_hyoka/hyoka_wg/pdf/028_s02_00.pdf)
- (出典9、10) 技術調査レポート(技術動向編)第2号 酸化チタン光触媒に関する産業の現状と課題(経済産業省、2002年5月)  
[http://www.meti.go.jp/policy/tech\\_research/report/vol2-color.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/tech_research/report/vol2-color.pdf)
- (出典11、12) ユニチカ(株)
- (出典13) (地独) 東京都立産業技術研究センター

# 第5章

## 危機管理分野

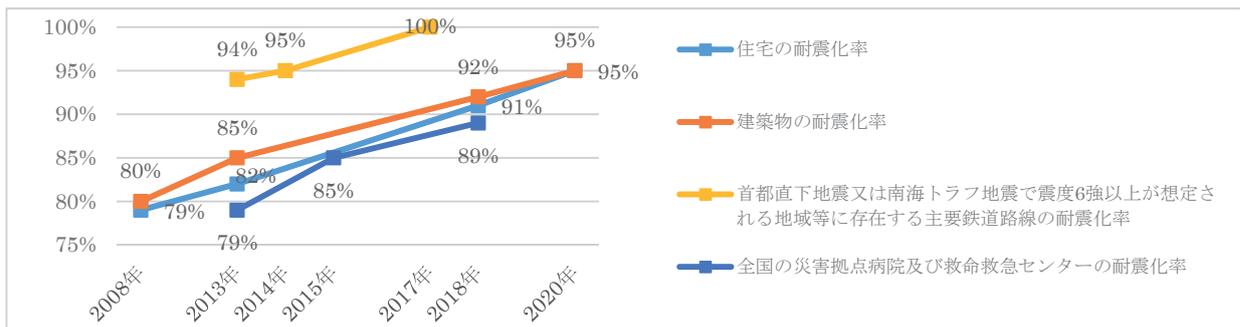
- ①防災・減災に関する技術・製品の開発
- ②災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発
- ③インフラメンテナンスに関する技術・製品の開発
- ④生活の安全・安心に関する技術・製品の開発

## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～9）

- 国は、東日本大震災の教訓をふまえ、特に南海トラフ地震や首都直下地震を念頭に置きつつ、地震・火災・津波・浸水・噴火等の災害に対する防災対策を進めてきた。「国土強靱化基本計画」では45の「起きてはならない最悪の事態」を回避するための施策群を「プログラム」として設定し、定期的に達成度や進捗を把握し、プログラムの脆弱性を分析・評価している。主な防災対策の進捗は以下の通り。

図表1 「国土強靱化アクションプラン2016」における各種建設物の耐震化の進捗



- 都は、2015年から2020年までの6年間で備えるべき防災の取組プランとして「東京の防災プラン」を策定し、以下の取組目標（一部）を掲げ、さらに「東京の防災プラン 進捗レポート2017」では以下の進捗と取組予定を報告している。

図表2 「東京の防災プラン」における主な目標および現状

区分	2020年までの目標	2016年度までの主な進捗	2017年度の主な取組予定
建物の耐震化	防災上重要な公共建築物等の耐震化完了	公立小中学校の耐震化がほぼ完了	防災上重要な公共建築物の耐震化率の促進
	住宅の耐震化 95%	マンションの耐震化・建替えの推進	「マンション再生まちづくり制度」の運用開始
	都営住宅の耐震化 100%	耐震改修・建替えの実施	年間、約2,000戸の耐震改修と約3,800戸の建替えの推進
出火・延焼の抑制	深井戸11基、親子蓋付防火水槽757基の整備	深井戸8基、親子蓋付防火水槽70基整備	深井戸1基、親子蓋付防火水槽70基整備
	整備地域内の不燃化、延焼による焼失ゼロ	木密地域における防災生活道路の整備	防災生活道路の拡幅整備、不燃化建替え支援
安全で迅速な避難の実現	センター・コア・エリア内の計画幅員で完成した都道の無電柱化100%	無電柱化の推進	都道における地中化率42%
避難生活に必要な飲料水や備蓄品の確保	都と区市町村が連携して3日分の食料・生活必需品を備蓄	食料備蓄の拡充、紙おむつ・生理用品の購入	取組の継続実施
	家庭や事業所での備蓄 100%	普及啓発活動の実施。3日以上の飲料の備蓄率44.7%、食料の備蓄率62.0%	普及啓発イベントの実施

- 各都道府県が2006年度から2007年度に掲げた、2015年度に向けた住宅耐震化率目標に対し、41都道府県が達成は困難だったとしている。また、2015年度末時点で政府が目標とする耐震化率9割を満たすのは神奈川県のみだった。耐震化率には地域差があり、マンションの建設が多い大都市圏は高く、老朽化した家屋が多

い過疎地域では低かった。

- 内閣府による防災意識等調査では、大災害が発生する可能性があると考えている者は63%だったが、防災の備えに取り組んでいる者は37%にとどまり、若年層ほど取り組んでいない傾向があった。

### 1. 2. テーマ共通の課題（参考10、11）

- 住宅・建築物の耐震化促進の阻害要因としては、耐震化の費用の高さ、耐震化への意識の低さ、業者選定や工法・費用・効果等が適切であるかの判断が難しいこと、工事中の使用が制限されること、等が指摘されている。
- 防災意識等意識調査における、防災の備えに取り組んでいない理由としては、時間がない、コストがかかる、機会がない、情報がない、といった理由が多くを占めていた。
- 都内には、地形や建物の構造等により震災被害が特に大きくなりうる地域が存在する。都が2013年に設定した5段階の地域危険度においては、古い木造建築物が密集している隅田川沿いの下町地域等が、建物倒壊・火災の危険度がともに高く、総合危険度も高く設定された。

### 2. 市場動向（参考12）

- 内閣官房国土強靱化推進室によると、国土強靱化民間市場は公的支出と同程度の規模を有するとされている。2013年から2020年までの間で、特に市場の伸びが大きい個別市場として、「超高層建築等の長周期地震動対策市場」「CLT 建築市場」「災害支援ロボット市場」等が挙げられている。このほか、防災・減災に関する個別市場推計結果は以下の通り。

図表3 国土強靱化（うち防災・減災）に関する民間の市場規模推計

市場	市場規模(億円)		市場	市場規模(億円)	
	2013年	2020年		2013年	2020年
超高層建築等の長周期地震動対策	上値	0	災害支援ロボット		
	下値	4,448		0	1,639
非耐震建築物戸建ての耐震改修	上値	502	備蓄品（保存水、非常食、簡易トイレ、マスク）		
	下値	1,918		288	702
非耐震建築物戸建ての建替え（解体+建設）	上値	502	建築物（住宅除）の耐震診断		
	下値	1,130		116	209
非耐震建築物共同住宅の耐震改修	上値	2,697	防火・耐震設備（感震ブレーカー）		
	下値	10,307		98	141
非耐震建築物共同住宅の建替え（解体+建設）	上値	2,697	住宅の液状化対策	上値	1,220
	下値	6,069		下値	1,220
非住宅 非耐震建築物の耐震改修	上値	55	CLT（直交集成板）建築物	上値	5,448
	下値	67		下値	1,870
非住宅 非耐震建築物の建替え（解体+建設）	上値	71	民間企業等における設備等の耐震化市場（滑動・転倒防止等）		
	下値	86		6,861	8,919
非住宅 非耐震建築物の耐震改修	上値	2,602	家具等の耐震対策（耐震化器具等の市場）		
	下値	3,252		267	342
非住宅 非耐震建築物の建替え（解体+建設）	上値	2,602			
	下値	2,708			
非住宅 非耐震建築物の建替え（解体+建設）	上値	4,518			
	下値	5,648			
非住宅 非耐震建築物の建替え（解体+建設）	上値	4,518			
	下値	4,702			

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

構造物の耐震化技術、火災・防火対策技術、無電柱化に関する技術・製品、その他技術（避難生活に関する技術・製品）等

## 4. 技術・製品開発の動向と課題

### 4. 1. 構造物の耐震化技術（参考13～15）

#### 1) 概要

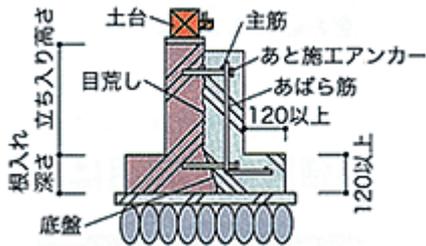
地震による建物の倒壊や家具の滑動から、人命や建物を守るため、地震の揺れに耐える等の方法で被害を軽減する技術である。建物の強度を上げて揺れに耐える「耐震」、建物内部に錘やダンパー等を組み込んで揺れを吸収する「制震」、建物と地盤を切り離して揺れを直接伝えなくする「免震」がある。

現在の耐震基準（1981年導入）に則った建物とそれ以前の建物とでは地震被害の程度に大きな差が出るとされている。しかし、耐震性が不足している建物であっても、耐震改修を行なうことで現在の耐震基準と同等の耐震性を確保できる。耐震改修のためには、まず耐震診断を実施し、耐震性の確認と補強設計を行なった後に改修工事を行なう。

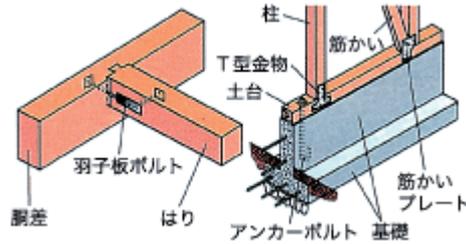
#### 2) 代表的な構成

木造住宅の耐震化では、鉄筋コンクリート造の布基礎で基礎を補強し、梁・土台・柱・筋交い等はアンカーボルトや羽子板ボルト等の金物でそれぞれの部材が一体となるよう連結し、筋交いの入った壁や構造用合板による壁を増やし、屋根を軽量化するといった工法がある。鉄筋コンクリート造等の建物の耐震化としては、鉄骨ブレースやバットレスの増設、柱に繊維シートや鋼板を巻きつけることによる補強、耐震スリットの設置等がある。

図表4 建物基礎の耐震補強（出典1）



図表5 梁や柱等の耐震補強（出典2）



#### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

国が推進する「国土強靱化」において、耐震関連の民間市場は戸建てや非住宅の建物を中心に非常に大きいといえる。さらに近年は、震源から数百 km 離れた遠方での大きな揺れである長周期地震動が注目されており、これに伴い超高層建築等の長周期地震動対策市場も大きく成長する見込みである。

耐震化を阻害する要因として、費用の高さや、工事中に使用が制限されることが指摘されているため、コスト削減や工期短縮を実現する、壁や接合部を耐震補強する部材や制震ダンパー等の技術・製品が求められる。参入に際しては、耐震改修・耐震新築いずれも想定される。耐震改修の場合、地方公共団体の助成金を活用することが多いため、その助成金の条件に適したものが有効である。耐震化率が上昇するにつれ、耐震改修より耐震新築の需要が伸びるが、その際は特にゼネコンやハウスメーカーとの連携が肝要となる。

新しい素材の例として、板を繊維方向が直交するように積層接着した CLT (Cross Laminated Timber) が挙げられ、高い耐震性・断熱性・防火性等に特徴がある。2016年に CLT を用いた設計法等に関する告示が公布・施行して利用が始まったばかりであるが、今後は木造建築物の人気の高まりもあり広く利用される見込みである。また、炭素繊維は軽量・高強度・高弾性率といった特徴を持つことから、耐震補強のための炭素繊維ストランドや炭素繊維シートの開発にも注目が集まっている。こうした新素材の研究・加工・検査・活用に関する高い技術へのニーズは高いと考えられる。

図表6 CLT 実大震動台実験の様子（出典3）



## 4. 2. 火災・防火対策技術（参考16～28）

### 1) 概要

火災・防火対策技術とは、火災時における火熱により建築物や家具等が燃えにくいよう材料・構造に用いられる技術や、火災を発生・拡大させないための技術である。地震により発生した火災が延焼すると広い地域が被害を受け、都区部の環状7号線沿いに分布する木造住宅密集地域は特に危険性が高いと想定される。

### 2) 代表的な構成

#### (1) 耐火等技術

燃焼しても重大な損傷が起きない・燃えにくい・燃え広がらない構造物や壁、家具等が多岐にわたり存在する。ここでは、都が2012年から推進している「木密集地域不燃化10年プロジェクト」において耐火建築物等への建替えを助成していることから、耐火建築物を例示する。耐火建築物とは、主要構造部が耐火構造であるもの、あるいは耐火性能検証法等により火災が終了するまで耐えられることが確認されたもので、外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に防火設備を有する建築物のことをいう。耐火建築物としては、鉄筋コンクリート造等が一般的であるが、近年はメムレン型耐火構造や木質ハイブリッド部材等、木造の耐火建築物にも注目が集まるほか、耐震性・断熱性に優れるCLTの活用も期待される。

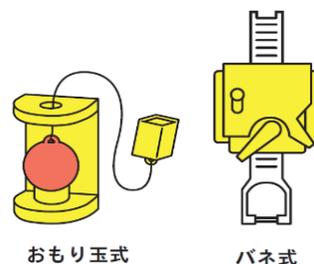
#### (2) 消火技術

水や消化剤等の冷却効果・窒息効果により火を消す技術である。「東京の防災プラン」で整備が進められるとともに東京消防庁が木造住宅密集地域の火災対策として挙げている消防水利を例示する。消防水利は、防火水槽・消火栓・河川等の水供給源と、消防車・消防ポンプ等を利用して消火する施設である。近年は、木造住宅密集地域の狭隘用地に施行面積縮小工法により防火水槽を設置したり、小規模水利と軽可搬ポンプを多数設置して地域住民が消火活動に参加しやすくしたりする取組が期待される。

#### (3) 感震ブレーカー

感震ブレーカーは地震の揺れを感知し、建物内への通電を遮断することで、電気起因する出火を抑制する装置である。地震に伴う火災の出火原因のうち電気起因する件数は、兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震では過半数に上る。感震ブレーカーには分電盤タイプ・コンセントタイプ等、多種存在するが、ここでは導入のしやすさから簡易タイプを例示する。簡易タイプは地震の揺れにより重りが落下したりバネが作動したりして、ブレーカーのノブを操作して電力供給の遮断を補助する器具である。ホームセンター等で2,000円から4,000円程で購入でき、工事不要のため導入は容易であるが、揺れの感知と同時に遮断することが障害となるケースもある。

図表7 簡易タイプ感震ブレーカー（出典4）



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

火災対策に関する言葉として、防火・防災・不燃・準不燃・難燃・耐火・出火防止、防災物品・防災製品等、意味が異なる用語が存在し、それらを規定する法や基準も異なるため、注意を要する。防火等を目的とした建築物の改修・建替え時の導入を見込む場合、ゼネコンやハウスメーカーとの連携が有効である。新素材・新技術の動向や消費者ニーズにあわせた、燃えにくい繊維・ボード・被覆材等の素材の開発が求められる。消防庁は、地震に伴う火事には、家具類が転倒・落下し、火気器具と可燃物が接触して出火することが多いとしており、これに関連する技術・製品も木造住宅密集地域における火災防止の観点からは重要である。

消防水利は公的機関のみならず、補助金を活用した民間需要も見込み、かつ防火水槽・消火器具・車両等の技術的な改善余地（機動性・環境適応性・扱いやすさ等）はあるものの、市場が成熟しておりゼロからの参入は難しい。しかし、地域住民による活用を促すための関連製品については、参入余地がある。

国土強靱化に関する民間市場のうち感震ブレーカー市場は2020年には141億円に成長する見込みである。地方公共団体等による助成があるものの、感震ブレーカーの普及・認知はまだ途上にあるため、伸びは大きいと考えられる。近年は、漏電ブレーカーがない分電盤に対応したもの、作動震度レベルや作動時間を設定できるもの等、具体的なニーズに応える製品が出ている。

#### 4. 3. 無電柱化に関する技術・製品（参考29～35）

##### 1) 概要

無電柱化とは、電線・通信線等を地中に埋設する等の方法で道路上から電線・通信線等と電柱を撤去し、さらに道路上への設置を抑制する取組である。良好な景観の形成、通行空間の安全性・快適性の確保、災害時の電柱等の倒壊による道路の寸断防止が目的とされる。

阪神淡路大震災では約8,100基、東日本大震災では約56,000基の電柱・電線が道路の通行・啓開作業を阻害した。両震災では架空線に比べ地中線の被害率が低く、被害を受けにくい点でも災害に強いといえる。しかし事故点を目視確認する手間等から、供給支障が発生した際には地中線は復旧に時間がかかる。

国においては市街地等の幹線道路の無電柱化率を2020年に20%（2013年時点で16%）とする推進計画があるほか、2016年12月に「無電柱化の推進に関する法律」が施行された。

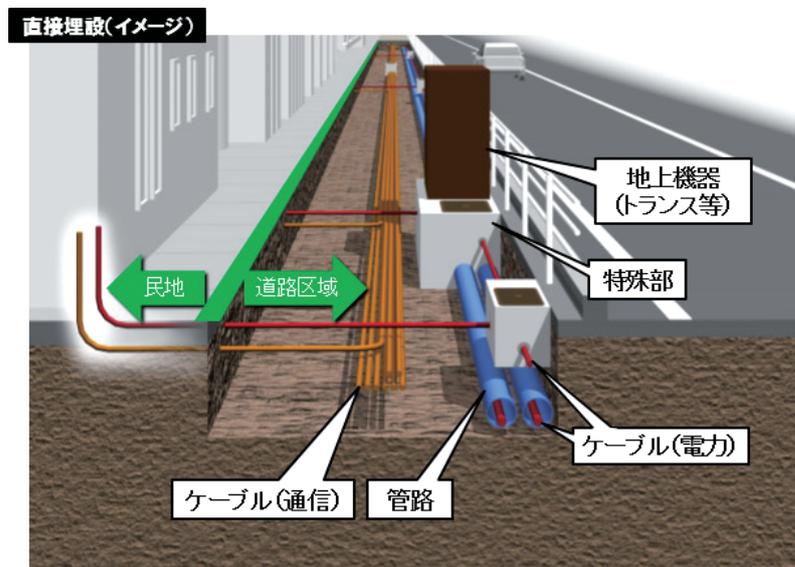
都では2020年までにセンター・コア・エリア内の計画幅員で完成した都道の無電柱化を100%とする（2016年時点で40%）計画があるほか、2017年9月から施行される「東京都無電柱化推進条例」に則り計画的に推進される見通しである。

##### 2) 代表的な構成

無電柱化は基本的に地中化方式が採られている（他に軒下配線方式、裏配線方式がある）。地中化方式の中では、道路の地下空間を活用して電力線・通信線等をまとめて収容する電線共同溝方式が一般的である。しかし、1kmあたり、電線共同溝の工事に約3.5億円、加えて電気設備工事に約1.8億円という工事費の高さ（電柱を使う場合1,000～2,000万円）が課題となっており、道路管理者・電線管理者の負担となるだけでなく、電気料金に転嫁される可能性もあるため、低コスト化が求められる。

低コスト化に資する技術的な手法としては、管路を用いず電線等を直接埋設する「直接埋設」、電線等を収容した小型ボックスを埋設する「小型ボックス活用埋設」、従来よりも浅い位置に管路を埋設する「浅層埋設」、電線共同溝と収容するケーブル等のコンパクト化がある。

図表8 直接埋設のイメージ図（出典5）



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

無電柱化推進のカギは低コスト化であり、導入コストだけでなく保守運用まで含めたトータルコストが最小となる手法に資する構造・素材の開発が求められる。例えば敷設コスト削減に寄与するケーブルや配線クロージャのコンパクト化・高密度化に関する技術・製品や、電線を収容するパイプを衝撃や圧力に強く軽量の素材とする技術、水道管等既存埋設物にできるだけ干渉せずに設置できる工法が運搬・敷設・メンテナンスのコスト削減に繋がる。

地下工事の安全対策や、点検・修復の効率化のためには、掘削を要しない電磁波等を用いた地下埋設物調査が効果的である。埋設物探査機器の精度の向上や、狭隘道路でも用いることができるような機器のコンパクト化が求められる。

無電柱化には、地形・歴史・文化・経済・住民の意向等、地域の実情に合わせ、「ソフト地中化」等の手法を柔軟に採用するほか、歴史的街並み等、景観保全の観点から、トランス等地上設置物のサイズやデザイン、設置場所等について配慮が求められる。

#### 4. 4. その他技術（避難生活に関する技術・製品）（参考36～44）

##### 1) 概要

避難生活に関する技術・製品とは、地震等広域災害発生時における、避難所・在宅・車中泊等の避難生活をできる限り安全・快適にする技術・製品である。広域災害発生時には飲食物をはじめとする生活必需品の不足が想定される。避難生活では行政による支援物資の備蓄の有用性が大きい、あわせて企業や各家庭等における備蓄で自活できることが望ましい。「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）」では企業や各家庭等の備蓄量の目安は「最低3日分、推奨1週間」分とされている。在宅避難ができない場合、避難所に避難することになるが、過去の震災では避難所に避難した多くの人が数週間滞在し、避難所の閉鎖に数カ月を要した。避難生活に必要な物資は量的に不足するだけでなく、避難生活が長期化するに伴い変化する。さらに避難所での生活には、電源、寝具、プライバシーの確保等、備蓄品以外も含めた生活環境全般にわたる技術・製品が必要となる。なお、2017年3月31日時点での東日本大震災の震災関連死者数は3,591人であり高齢者の割合が圧倒的に多く、原因は避難生活や避難所への移動に伴う肉体的・精神的疲労が大きいとされる。

##### 2) 代表的な構成

避難生活における課題は、風呂、トイレ環境、プライバシーの確保、睡眠、音、明るさ等多岐にわたるため様々な製品が開発されている。以下に一部を例示する。

図表9 避難生活に関する技術・製品の一例

課題分野	製品の動向
飲食物	長期保存ができ、運搬が容易で、ごみが少ないこと等が求められる。近年は避難生活でのストレス緩和の観点から美味しさも追求されており、従来より緩い基準の「災害食」やローリングストック法による備蓄も注目されている。
トイレ	水道の供給停止により水が流れない、避難所のトイレが利用しづらい等の課題に対応し、防臭・除菌効果や排泄物凝固作用を持ち、便器に取り付けられ、水が流れなくても使えるもの、簡易な便器とセットになっているもの、携帯型のもの等がある。
睡眠	避難所では音・光・寝具・室温度等が睡眠妨害の原因となる。耳栓、空気枕、簡易ベッド等がある。車中泊が多かった熊本地震ではエコノミー症候群対策製品も有用であった。
プライバシー	家族の会話、授乳、着替え等、避難所ではプライバシーを確保したシチュエーションが多くあり、ストレスの大きな原因ともなっている。段ボールやプラスチックを利用したパーティションによりプライベートな空間を確保するのが一般的である。
照明	車中泊が多かった熊本地震では、夜間照明が被災者の安心感に大きく寄与した。電池内蔵型や調光機能付の照明も需要が大きい。

図表10 災害用トイレ  
(出典6)



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

家庭での備蓄品に関しては東日本大震災以降の防災意識の高まりに伴い備蓄する人が増えているが、いまだ十分とは言えない（非常食・飲料両方の備蓄がある人は全国で47%（2016年時点）。都内では飲料水の備蓄がある家庭は65.2%、食料は49.5%と全国を上回るが、簡易トイレの備蓄は17.6%（2014年度時点）程度である。）。さらに国土強靱化に関する備蓄品の民間市場は2020年には702億円に成長すると見込まれる等、現在大きく成長している分野である。

近年は、実際の避難生活の意見から開発された製品や、様々な利用者の環境（避難場所・家族構成等）に合わせた製品、避難生活において応用が利き処分しやすい素材（ダンボール等）を用いた製品等が特に注目されている。製品開発にあたっては、高齢者・子ども・女性といった避難生活で不便を感じやすい人への配慮、避難生活でのストレス緩和、日常生活でも利用できる、といった視点が重要となる。

今後さらに備蓄を進めるには、導入費用が安く日常生活への転用も可能である等の導入のしやすさや、賞味期限等の管理のしやすさに配慮した製品が求められる。照明・電源に関する製品、水道・浄水に関する製品、簡易ベッド、パーティション、仮設トイレ等、家庭での備蓄が行き届かない製品は自治体や企業からの需要があり、運搬・組み立て・設置後の維持管理が容易であることが求められる。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

消防法、建築物の耐震改修の促進に関する法律、建築基準法、建築基準法施行令国土交通省「建築基準法施行令の一部を改正する政令について」、(一社)建築性能基準推進協会「建築物の天井脱落対策に係る技術基準の解説」、(公財)日本防災協会「防災製品性能試験基準」

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. 東京電力パワーグリッド株式会社

首都圏を中心に事業展開する一般送配電事業会社。日本全国の電力供給の3分の1を担い、世界トップクラスの供給安定性を誇る。1986年度から30年間超で約9,500kmにおよぶ全国の無電柱化整備実績のうち約半分を東京電力パワーグリッドのエリアで整備するなど、無電柱化に対して積極的に協力している。なお、23区内の配電線地中化率は2016年度末時点で47.1%となっている。現在、配電地上機器をサービスエリアに約5万基有しており、今後無電柱化によりさらに地上機器が増加する見通しであることから、地上機器設置箇所の道路空間利活用を検討している。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 無電柱化をしても電柱上部に設置されていた変圧器や開閉器などの代替機器を歩道等に設置する必要があり、設置場所の調整に苦慮している。
- 地上機器はかつてに比べ、かなりコンパクト化されたが、それでも通行上・景観上の障害であるという意見はある。この課題への取組のひとつとして、地上機器設置箇所の道路空間利活用を目的としたデジタルサイネージの設置を考えている。この関連として、2017年6月から上野公園敷地内で、地上機器にデジタルサイネージを搭載した「うへのビジョン」の実証実験を行なっている。
- このように、地上機器の活用はまだ試行段階のものが多。

#### 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- サイネージに限らず地上機器設置箇所の道路空間利活用については、様々なアイデアを求めており多様な知恵を有する中小企業との連携が重要である。

図表 11 地上機器を活用したデジタルサイネージ「うへのビジョン」(出典 7)



### 6. 2. ユニチカ株式会社

1889年創業のユニチカは、祖業である繊維事業を核として事業分野を拡大してきている。現在は、フィルム・樹脂・不織布などの高分子材料や、ガラス繊維・活性炭繊維などの機能性材料、ポリエステル繊維、プラント・技術輸出を事業の柱として、国内外で広く事業活動を展開している。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 「U-CLEAR SHEET®」は、2011年より開発・販売を行っている、極細ガラス繊維を織物にした極薄ガラスクロスに特殊樹脂を含浸させた不燃透明シートである。国土交通省の不燃認定を取得しており、板ガラスや塩ビシートを代替するシートとして、建材等の用途に展開している。現在の用途の中で最も使われているのが「防煙垂壁(たれかべ)」である。「防煙垂壁」とは、天井に設置される構造物で、火災が発生した際に煙を遮って、スムーズな避難誘導を助ける役割を果たす。
- ユニチカは樹脂加工したシートを生産・販売している。シートの販売先である全国各地の施工会社やその協力企業が強度を保つフレームを取り付けて防煙垂壁に仕立てて、屋内への設置工事を行っている。
- 商業施設や公共施設等の天井に設置されている「防煙垂壁」の多くは板ガラス製で、2011年の東日本大震災では、破損・落下・飛散による被害が相次いだ。同社では、これを機に、「軽量で割れない」防煙垂壁向け透明不燃シートとして「U-CLEAR SHEET®」の拡販を行った。

- 「U-CLEAR SHEET®」製防煙垂壁は、同じ大きさの板ガラス製に比べて1/10以下と軽量であるのが特徴である。シートをフレームで囲んだパネルタイプのほか、フレームを上部や側面のみとして、板ガラスでは達成できない意匠性に配慮した取り付けも可能である。
- 2016年の熊本地震では、「U-CLEAR SHEET®」を用いた防煙垂壁を設置した店舗において、震度6弱の揺れにもかかわらず、破損・落下・飛散による被害を逃れることができた。これにより早期の営業再開の実現に寄与した。
- 熊本地震以降更に採用が増えている。最近では、店舗数が数店舗～10数店舗の地場スーパーからの引き合いも増えているほか、燃えても穴が開かない特性を活かして、防煙垂壁以外に工場の間仕切りとして使われるようになっている。新築の建物への採用が進むと、今後も市場拡大が見込まれると期待している。

図表 12 フレーム付き「U-CLEAR SHEET®」(出典 8)



図表 13 防煙垂壁の施工事例(出典 9)



## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 国立研究開発法人 建築研究所 材料研究グループ

- (国研) 建築研究所材料研究グループは、建築材料、部材の基礎物性に係る評価・研究の他、建築物の維持保全・改修、新素材・複合材料等に関する研究を行なっている。時代のニーズに対応して、基礎的な研究、境界領域の研究、並びに将来の社会ニーズに対応する高品質・高機能化や新材料の開発などの先駆的な研究開発に取り組んでいる。
- CLT パネル工法による実験棟や、枠組壁工法による実験棟を建築し施工性の検証を、それぞれ(一社)日本CLT協会、(一社)日本ツーバイフォー建築協会と共同で行っている。CLT パネル工法については、床パネルの設置に壁パネルより多くの時間を要すること、パネルの大小と施工時間にはほとんど関係がないこと等が明らかになった。枠組壁工法については、低層建築と異なり中層建築では施工精度を確保するための作業を要することや、石こうボード工事に多くの時間を要することがわかった。
- 今後は、CLT パネル工法建築物および枠組壁工法等の木造中層建築物の発展及び普及に資する技術データを確実かつ効率的に収集していく見通しである。

図表 14 CLT パネル工法による実験棟(出典 10)



## 8. 参考文献・引用

### ○ 参考文献

- (参考1) 大規模地震防災・減災対策大綱 (内閣府、2014年3月)  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/pdf/daikibo.pdf>
- (参考2) 防災対策推進検討会議 最終報告 ～ゆるぎない日本の再構築を目指して～ (内閣府、2012年7月)  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h24/tsunami\\_hinan/02/sanko\\_05.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h24/tsunami_hinan/02/sanko_05.pdf)
- (参考3) 国土強靱化基本計画について (内閣官房、2014年6月)  
[http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo\\_kyoujinka/pdf/kk-honbun-h240603.pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kk-honbun-h240603.pdf)
- (参考4、33) 国土強靱化アクションプラン2016 (内閣官房、2016年5月)  
[http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo\\_kyoujinka/pdf/ap2016.pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/ap2016.pdf)
- (参考5、22、34) 東京の防災プラン ～世界一安全・安心な都市を目指して～ (東京都、2014年12月)  
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2014/12/DATA/70ocp401.pdf>
- (参考6、23、35) 東京の防災プラン 進捗レポート2017 (東京都、2017年3月)  
[http://www.bousai.metro.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page/\\_001/003/730/2017.pdf](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/003/730/2017.pdf)
- (参考7) 進まぬ住宅耐震化 期限で達成、41都道府県が「困難」(朝日新聞デジタル、2017年1月16日)  
<http://www.asahi.com/articles/ASKID7QSK1DPIHBO4C.html>
- (参考8) 進まぬ住宅耐震化「9割達成」神奈川のみ(日本経済新聞、2016年3月11日)  
[http://www.nikkei.com/article/DGXKASFB10H6H\\_R10C16A3MM0000/](http://www.nikkei.com/article/DGXKASFB10H6H_R10C16A3MM0000/)
- (参考9) 平成28年版 防災白書 特集 第1章 第2節 2-3 防災に対する意識と行動 (内閣府)  
[http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h28/honbun/0b\\_1s\\_02\\_03.html](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h28/honbun/0b_1s_02_03.html)
- (参考10) 社会資本整備審議会建築分科会第2回建築基準制度部会資料3 住宅・建築物の耐震化の現状と課題について (国土交通省、2012年12月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/000233510.pdf>
- (参考11、16) あなたのまちの地域危険度 (東京都、2013年9月)  
[http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa\\_6/download/kikendo.pdf](http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/download/kikendo.pdf)
- (参考12) 国土強靱化に資する民間の取組の促進について附属資料2 国土強靱化に関する民間市場の規模の推計 (内閣官房、2016年2月)  
[http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku\\_siryu2.pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku_siryu2.pdf)
- (参考13) 住宅・建築物の耐震化について (国土交通省)  
[http://www.mlit.go.jp/jutakuentiku/house/jutakuentiku\\_house\\_fr\\_000043.html](http://www.mlit.go.jp/jutakuentiku/house/jutakuentiku_house_fr_000043.html)
- (参考14) 東京都耐震ポータルサイト 3. 耐震改修が命を救う (東京都)  
[http://www.taishin.metro.tokyo.jp/ploof/seismic\\_retrofitting.html](http://www.taishin.metro.tokyo.jp/ploof/seismic_retrofitting.html)
- (参考15) CLTを用いた建築物の一般的な設計法等の策定について (国土交通省、2016年3月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001125537.pdf>
- (参考17) 「木密地域不燃化10年プロジェクト」実施方針 (東京都、2012年1月)  
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2012/01/DATA/70mk100.pdf>
- (参考18) e-Gov 建築基準法 (総務省、最終改正：2016年6月7日法律第72号)  
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25H0201.html>
- (参考19) 耐火構造の構造方法を定める件 (国土交通省、最終改正 2005年6月1日)  
[http://www.clion.co.jp/support/pdf/notification/H12\\_1399.pdf](http://www.clion.co.jp/support/pdf/notification/H12_1399.pdf)
- (参考20) 木造建築のすすめ ((一社)木を活かす建築推進協議会、2009年11月)  
<https://www.mlit.go.jp/common/000128056.pdf>
- (参考21) CLTとは (CLT建築推進協議会)  
<http://www.clt-kenchiku.org/wdoc/?q=grp01>
- (参考24) 火災予防審議会地震対策部会答申書 (第19期) 減災目標を達成するため木造住宅密集地域において緊急に実施すべき震災対策 (東京消防庁、2011年3月)  
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kabousin/19k/jishintaisaku.html>
- (参考25) 感震ブレーカー等の性能評価 ガイドライン (内閣府、2015年2月)  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/pdf/kanden\\_guideline.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/pdf/kanden_guideline.pdf)
- (参考26) 地震の時、自動で電気を遮断できる感震ブレーカーをつけましょう (経済産業省)  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2015/10/270105-1.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2015/10/270105-1.pdf)
- (参考27) 感震ブレーカーの普及に向けた取組状況 (内閣府、2016年3月)  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/pdf/torikumi\\_201603.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/pdf/torikumi_201603.pdf)
- (参考28) 大規模地震時の電気火災の発生抑制に関する検討会 (第1回) 資料3 感震ブレーカー等の普及が進まなかった理由について (想定) (内閣府、2014年9月)  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/1/pdf/3.pdf>

- (参考29) 調査と情報—ISSUE BRIEF— No. 921 無電柱化をめぐる近年の動向—課題と推進策— (国立国会図書館、2016年9月)  
[http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_10198917\\_po\\_0921.pdf?contentNo=1](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10198917_po_0921.pdf?contentNo=1)
- (参考30) e-Gov 無電柱化の推進に関する法律 (総務省、2016年12月16日法律第112号)  
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H28/H28H0112.html>
- (参考31) 無電柱化の推進 (国土交通省)  
<http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/index.html>
- (参考32) [理想と現実 無電柱化の現在] (5) 電力会社、負担増大に懸念 (電気新聞、2014年9月11日)
- (参考36) 首都直下地震の被害想定と対策について (最終報告) (内閣府、2013年12月)  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku\\_wg/pdf/syuto\\_wg\\_report.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_report.pdf)
- (参考37) 東日本大震災における震災関連死の死者数 (2017年3月31日現在調査結果) (復興庁、2017年6月)  
[http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-6/20170630\\_kanrenshi.pdf](http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-6/20170630_kanrenshi.pdf)
- (参考38) 東日本大震災における震災関連死に関する報告 (復興庁、2012年8月)  
[http://www.reconstruction.go.jp/topics/240821\\_higashinihondaishinsainiokerushinsaikanrenshinikansuruhokoku.pdf](http://www.reconstruction.go.jp/topics/240821_higashinihondaishinsainiokerushinsaikanrenshinikansuruhokoku.pdf)
- (参考39) 日本災害食 認証基準 (日本災害食学会、2017年1月)  
<http://www.mmjp.or.jp/TELEPAC/d-food/Certificationstandards2017.pdf>
- (参考40) できることから始めよう! 防災対策 第3回 - 内閣府防災情報のページ (内閣府)  
<http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h25/73/bousaitaisaku.html>
- (参考41) 地震などによる避難所での照明の役割 ((一社) 日本照明工業会)  
[http://www.jlma.or.jp/shisetsu\\_renew/anzen/anzen10.html](http://www.jlma.or.jp/shisetsu_renew/anzen/anzen10.html)
- (参考42) 平成25年版 防災白書 第1部 特集 3 (1) 住民の取組 (内閣府)  
[http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/honbun/1b\\_0s\\_03\\_01.htm](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/honbun/1b_0s_03_01.htm)
- (参考43) ウェザーニューズ、全国2.4万人と『減災調査2016』を実施 震災から5年、被災地とその他地域で“現地の今”の認識にズレ (株) ウェザーニューズ、2016年3月10日  
<https://jp.weathernews.com/news/3513/>
- (参考44) 都民の備蓄 及び管理・消費の促進について 報告書 (東京都、2015年2月)  
[http://www.bousai.metro.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_project\\_/aa.pdf](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_project_/aa.pdf)

○ 引用

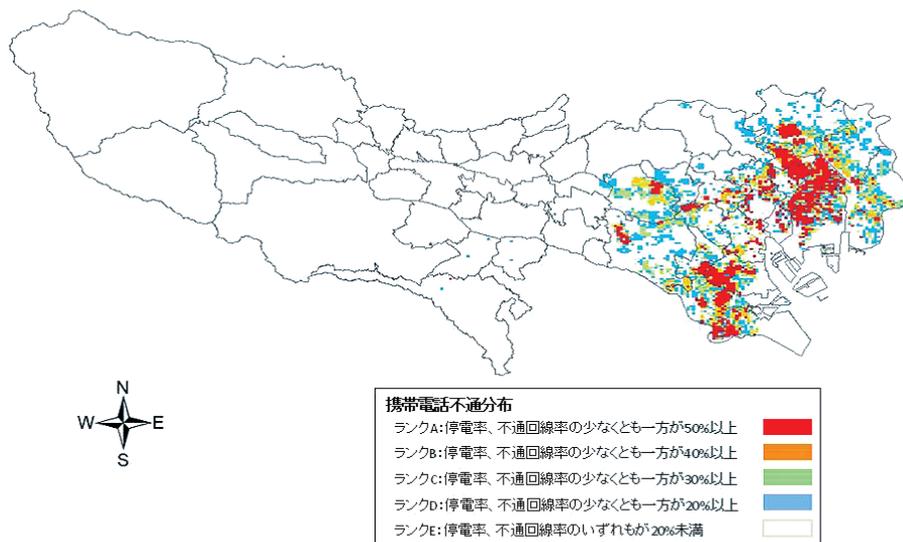
- (出典1、2) 東京都耐震ポータルサイト 3. 耐震改修が命を救う (東京都)  
[http://www.taishin.metro.tokyo.jp/ploof/seismic\\_retrofitting.html](http://www.taishin.metro.tokyo.jp/ploof/seismic_retrofitting.html)
- (出典3) CLTを用いた建築物の一般的な設計法等の策定について (国土交通省、2016年3月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001125537.pdf>
- (出典4) 地震の時、自動で電気を遮断できる感震ブレーカーをつけましょう (経済産業省)  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2015/10/270105-1.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2015/10/270105-1.pdf)
- (出典5) 無電柱化の推進 (国土交通省)  
[http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/chi\\_11.html](http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/chi_11.html)
- (出典6) 平成28年版 防災白書 災害時のトイレの図表 (内閣府)  
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h28/photo/ph025.html>
- (出典7) 東京電力パワーグリッド (株)
- (出典8、9) ユニチカ (株)
- (出典10) (国研) 建築研究所

## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～8）

- 国は、「災害時等の情報伝達の共通基盤の在り方に関する研究会〈報告書概要〉」において東日本大震災の経験から行政による住民への災害情報の提供の不十分さを教訓とし、防災行政無線に加え、テレビ・ラジオ・携帯電話・インターネット等複数の情報伝達手段を多重的に活用し、確実かつ迅速に住民に情報が届くことが重要としている。
- 弾道ミサイル情報や津波警報、緊急地震速報等、対処に時間的余裕がない事態に関する情報を国から住民へ瞬時に伝達するJアラート（全国瞬時警報システム）については、現在、受信機と自動起動装置の全市町村への整備が完了している。安全・安心に関わる公的情報を住民に伝えるため、自治体・ライフライン事業者（情報発信者）と、放送・通信事業者（情報伝達者）が共通に利用する基盤であるLアラート（災害情報共有システム）は2017年6月1日現在44都道府県が導入しており、残る3県も準備中である。
- 「日本再興戦略2016」では、防災・災害対応に係るIoT・ビッグデータ・人工知能・ロボット等の活用について、技術開発・実証及び導入・普及等を積極的に進めるとしている。
- 「戦略的イノベーション創造プログラム（レジリエントな防災・減災機能の強化）」では、ICTを用いたリアルタイムな災害情報の共有と利活用を目指し、災害の「予測」（災害の把握と被害推定）「予防」（都市・インフラの整備）「対応」（被害の最小化）に関する研究を進めている。
- 都は、「東京の防災プラン」において、発災時に必要な情報を的確かつ迅速に発信できる体制を2020年までに整えるとしている。
  - ・ 正確な被災状況等の情報収集力の強化  
GIS機能やビッグデータ等の活用、災害情報システムの基盤整備、レスキューナビゲーションの活用 等
  - ・ 発災時の情報不足による混乱防止  
ウェブサイト・SNS・デジタルサイネージ等の情報発信手段の整備、ITSの活用 等
  - ・ 外国人等への情報提供手段の強化  
災害情報の多言語化、公共空間でのWi-Fiスポット設置 等
- 首都直下地震等における通信被害について、被害が最大となる東京湾北部地震（冬18時、風速8m/s）では、都内全体の固定電話の不通率は7.6%、区部では10.0%と想定される。なお、同条件における携帯電話の不通分布は以下の通りである。

図表1 東京湾北部地震における携帯電話不通分布想定（出典1）



## 1. 2. テーマ共通の課題（参考9、10）

- （公財）日本公衆電話会による2016年のアンケート調査では、安否確認等の代表的な手段である「災害用伝言ダイヤル」を知らない人は22.1%、使ったこと（練習含む）がない人は85.9%だった。発災時には、個人が複数の情報発信・収集媒体を利用できることが望ましいという観点から、練習したことがなくても、高齢者・子ども・外国人等、誰でも使い方がわかるような仕組みづくりが重要である。
- IoT、ビッグデータ、人工知能、ドローン、ITS等、新規技術を災害時の情報提供・収集に活用することが期待されているが、現在、その有効な活用方策については、技術面・法律面・セキュリティ面等においてまだ検討すべき点が多く、今後の研究や製品開発が期待される。
- できるだけ多くの被災者を救うには、医療・救護活動現場における大規模災害時の非常用通信手段の確保が不可欠である。総務省の「大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会」は、東日本大震災では被災地の73%の機関において非常用通信手段の利用に何らかの問題があったことや、全国29道府県において医療機関が確保すべき非常用通信手段の具体化が不十分であることを指摘している。さらに非常用通信手段に係る重点的な研究開発課題として以下の項目を挙げている。

図表2 非常用通信手段に係る重点的な研究開発課題（出典2）

研究開発課題	具体例
利用者の利便性向上に資する技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 通信端末を使いやすくするユーザーインターフェース技術（ユーザーフレンドリーなデザイン実現）</li> <li>■ 実践的訓練を可能とする訓練シミュレーター技術</li> <li>■ インターネット上の災害情報をリアルタイムに解析し、分かりやすく整理して利用者に提供する技術</li> <li>■ さまざまな機関が保有する災害予測情報・被害推定情報・被害情報等をリアルタイムで共有する技術</li> <li>■ 異なる機関相互の情報伝達・共有が円滑に行なわれるようにするためのマルチバンド（複数の周波数）技術やマルチモード技術（複数の通信方式）</li> <li>■ 音声翻訳・対話システムの高度化技術 等</li> </ul>
災害を早期に予測・観測する技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ゲリラ豪雨・竜巻を早期に探知するセンシング技術</li> <li>■ 地震・火山噴火・津波の発生状況を航空機から観測するレーダー技術 等</li> </ul>
非常用通信手段のための衛星通信技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 衛星通信ネットワークの高速化を実現する技術（衛星、地球局）</li> <li>■ 通信コスト低減に向けた大容量化技術</li> <li>■ 被災地に対して重点的に衛星ビームを動的に振り向ける技術 等</li> </ul>
通信インフラの耐災害性を高める技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 被災地に臨時に通信インフラを設置するためのワイヤレス技術</li> <li>■ 災害に強い光通信ネットワーク技術 等</li> </ul>
防災分野のICT関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 公共ブロードバンド移動通信の高度化技術</li> <li>■ 多様な情報伝達手段を活用して災害情報を配信する技術</li> <li>■ 5G、IoT、AI（人工知能）のような、技術革新や社会実装が期待される研究分野における防災応用のための技術 等</li> </ul>

## 2. 市場動向（参考11～15）

- 国土強靱化に関する2020年の民間市場規模推計は、システムのセキュリティ強靱化（サーバーの多重化、耐災害性の確保）が1,514億円（年伸び率3.7%）、情報通信網の耐災害確保（通信網の多重化、ネットワーク化）が3,884億円（年伸び率2.1%）となっている。
- 総務省消防庁は2017年度予算において消防学校へのドローン無償配備を計上した。また、災害情報収集を目的としてドローン導入を開始する地方公共団体も増えている（概ね1～数台、本体・バッテリー・講習費等で数十万～数百万円）。
- 世界の衛星電話市場は2021年までに55億米ドルを超えると予測される。日本でも大手携帯電話事業者から廉価で軽量の衛星携帯電話が発売されたこともあり、非常時の通信手段として衛星携帯電話が注目されている。ただし、東日本大震災では主要な衛星携帯電話サービスの輻輳は発生しなかったが、契約者が増加しているため、将来の大規模災害時には輻輳が発生する可能性も指摘されている。

## 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

安否確認システム、災害情報収集・自動処理・配信システム 等

## 4. 技術・製品開発の動向と課題

### 4. 1. 安否確認システム（参考16～18）

#### 1) 概要

災害発生時、電話網の輻輳等による通信規制環境下でも家族や従業員等の安否を確認できるシステムである。地震等の大規模災害発生時には、被災地への電話が殺到し、音声通信回線が混雑して繋がりにくくなる（東日本大震災時は最大で平常時の約50～60倍）ため、被災地以外の通信局やインターネット回線を利用する。電気通信事業者やインターネット関連サービス事業者が提供する、安否情報登録・確認の個人向けサービスに加え、2013年には「東京都帰宅困難者対策条例」において従業員との連絡手段の確保を事業者の努力義務としたこともあり、従業員の安否確認のための法人向けサービスも多数展開されている。

#### 2) 代表的な構成

個人向けの安否確認システムには、災害用伝言ダイヤルや災害用伝言掲示板等がある。電話やインターネットを利用し、自身の安否に関する情報を音声やテキストで伝言として保存し、安否を確認したい人が保存した伝言を再生・閲覧できる仕組みである。災害用伝言ダイヤルは全国に分散されたシステムで運用されており、電話が混み合っている地域（被災地）以外で伝言を預かるようになっており、繋がりがやすくなっている。また、災害用伝言掲示板等も、通信が混み合いやすい電話（音声通信）ではなく、インターネット等（データ通信）で伝言の登録・確認を行っているため、繋がりがやすくなっている。

法人向けの安否確認システムでは、災害発生時、安否確認システム提供者が災害情報を収集し、サービス利用者に向け、メール等を通じ、速やかに災害発生の通知及び安否確認の一斉送信を行なう。安否確認を受け取った利用者が自身の安否等を報告すると、報告が集計され管理者は従業員等の安否を把握することができる。なお、スマートフォンアプリへの対応や利用者の位置表示機能の搭載等、確実性・利便性向上を図ったサービスも展開されている。

#### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

電気通信事業者やセキュリティ事業者等が提供するサービスが既に広く知られており、かつそれら事業者が有する拠点（サーバー容量・システム管理者の配置・建物の耐震性等）や通信網と同程度に高度な災害・セキュリティ対策を構築し、さらに災害に対する強固さや知名度に基づく利用者の信頼が必要となることから、中小企業によるゼロからの事業展開は難しい。

しかしながら、既存の安否確認サービス提供事業者と連携した、個人情報保護の安全性確保やシステムの耐災害性の向上に資する要素技術の開発推進には参入可能性がある。さらに、管理者の負担軽減の仕組みづくり、スマートフォン等を持っていない子どもや高齢者にも対応できる機能、安否確認システムの導入を検討する企業や団体の規模・状況に合わせた仕様の調整等、サービス内容の充実の方向性にも既存事業者と連携した参入可能性がある。参入にあたっては、平時での利用も可能である等、非常時の利用をスムーズにする仕組みづくりや、インターネットを普段用いない人や外国人等、多様な利用者のケースを想定した開発がポイントとなる。

図表3 センターにおける災害時対応の様子（出典3）



## 4. 2. 災害情報収集・自動処理・配信システム（参考19～23）

### 1) 概要

災害情報を収集・自動処理・配信し、被災地住民の避難誘導、行方不明者の捜索、人命救助、復興計画の立案等に貢献するシステムを指す。代表的なものに、津波警報や緊急地震速報等、対処に時間的余裕が無い事態に関する情報を国から住民へ瞬時に伝達するJアラートや、安全・安心に関わる公的情報を住民に伝えるため、自治体・ライフライン事業者（情報発信者）と、放送・通信事業者（情報伝達者）が共通に利用する基盤であるJアラートがある。近年は、より詳細な被災状況把握のためにドローン・ビッグデータ・衛星撮影画像等を用いた情報収集がみられる。配信システムについては、防災行政無線だけでなく、モバイル回線やV-Low マルチメディア放送等の汎用技術を活用して伝達手段の多重化を図るとともに、テレビ・スマートフォン・タブレット等汎用端末への対応が進んでいる。

### 2) 代表的な構成

#### (1) 撮影画像を活用した災害情報システム

ドローンや人工衛星から撮影した画像を分析し、災害状況を把握するシステムである。ドローンによる撮影の主な特徴として、設定したコースの自動飛行・自動撮影が可能であること、航空機等と比べ撮影高度が低く、詳細な画像撮影が可能であること、有人飛行と比べ危険性が少ないことが挙げられる。人工衛星による撮影の主な特徴は、継続的な広域の災害状況の把握が可能であること、衛星は災害の影響を受けないため、安定した観測・通信が可能であることが挙げられる。

図表4 ドローンによる災害情報収集の様子（出典4）



#### (2) ビッグデータを活用した災害情報システム

2017年5月から運用が開始された「災害通行実績データシステム」はETC2.0の通行実績データと乗用車・タクシー等の民間通行実績データを集約し、これに被災状況データを加えることで「通れるマップ」を作成する。マップは人命救助・緊急物資輸送・一般車両通行のために共有され、災害時における交通の円滑化を促す。

#### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

被災状況をより詳細に把握するため、人工衛星の高分解能化やドローンに搭載するカメラの高解像度化が求められる。ドローンに搭載するカメラは軽量であることも求められ、さらにドローン本体には飛行時間・操作性・安定性の向上等が期待される。被災状況把握や避難・救助等に関する意思決定の迅速化のために、たとえば、画像データやビッグデータを処理し地図上に反映する際、通信・処理の高速化やユーザーインターフェースの操作性向上等が求められる。配信に際しては、外国人・高齢者・聴覚障害者・観光客等にも確実に災害情報・避難情報が届くことが重要である。外国語対応やユニバーサルデザインに配慮しつつ、防災行政無線・モバイル回線通信・デジタルサイネージ等の情報伝達手段を多重的に整備することが肝要である。また、通信回線や情報受信端末等はできるだけ汎用性が高く平時における利用も可能なものとすることで広い普及が見込まれる。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

災害対策基本法、国民保護法、防災基本計画、災害救助法、東京の防災プラン、東京都地域防災計画、地理空間情報活用推進基本法 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. セコム株式会社

1962年設立。セコムグループは「安全・安心」で、「快適・便利」なシステムやサービスを創造し、それらを統合・融合させ、社会に提供することを目指し、セキュリティ事業を中心に、防災事業、メディカル事業、保険事業、地理情報サービス事業、情報通信事業、不動産事業を手掛けている。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 災害に向け「事前準備」、「発災」、「初動」、「復旧」の各段階に合わせたソリューションを展開しBCPをトータルで支援している。なかでも「セコム安否確認サービス」は6,300社、570万人が利用登録（2017年3月時点）している。
- 近年は、発災以降の復旧要員を確保するとして、それぞれの団体や企業において、該当する適任者を検索し、呼集指示ができる「セコム非常呼集サービス」が好評である。
- 災害情報に関しては、「リアルタイム災害情報サービス」において、収集・解析・提供している。情報の収集源は、気象庁、通信社、地方公共団体、電力会社、SNS、各家庭に設置されている弊社のセンサー（例えば火災センサー）等である。センサーは、被害が小規模なうちに検知できることが強みであり、それらの性能向上等、災害情報収集に関する分野については、展開の余地が十分にあると考えている。あわせて、インターネットで集められた情報についても、情報源の確認等を独自のシステムで解析する技術を有しているが、信頼性の確度を更に向上させるため、専門的な技術・知識を持つ企業との連携は、今後も十分にありうると考えている。
- 災害からの復旧に関しては、「セコム災害ポータルサービス」において、ビデオ・メッセージ会議による現場からの「報告」、定点カメラや官公庁等からの「情報」を災害対策本部に集約し、迅速な「状況把握」と適切な「判断」、「指示」を繰り返し円滑に行なえるシステムを提供している。事業復旧に必要な機能を統括するポータル機能を基本としており、インターネット回線とモバイル端末を用いたビデオ会議で被災地の映像を共有しながら会議ができるほか、弊社が独自に収集・解析した災害情報の提供、利用団体・企業内での掲示板機能やドキュメント共有機能等がある。なお、同サービスにおけるビデオ会議・地図情報については、それぞれを専門とする企業の技術・製品を活用したものであり、このように専門的な技術・知識を持つ企業と連携した開発は今後も十分にありうると考えている。
- 2016年から、広域災害の長期支援と平時からの地域防災力向上を目指す「セコム災害支援プロジェクト」を始動しており、このなかに「セコム飛行船」、「セコム気球」、「セコムドローン」、ウェアラブルカメラで撮影した動画や、飛行機や人工衛星で撮影した画像を活用した被災地の見守り支援が含まれている。元々は警備用だったこれらの製品を災害支援に応用して使用する。ドローンと飛行船は自社開発しており、グループ企業である（株）パスコでは、飛行機・人工衛星からの撮影画像の解析関連を担当している。

図表5 災害情報の収集・精査の様子（出典5）



## 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 弊社においては、社会のニーズにより多くより早く応えるため、2016年からオープンイノベーションを展開している。弊社の「安全・安心」、「快適・便利」のビジョンを発信し、弊社のみでは実現が困難な部分や時間がかかる部分を他社と連携している。活動の一つである「セコムオープンラボ」はビジョンに共感する大学・企業・研究機関等と知識・技術を持ち寄ってテーマディスカッションの場を設け、今後の社会に求められるサービス創造を展望するワークショップである。これまでに200社程が参加した実績もあり、これからも社会課題に資する技術・製品を有する企業の参画を期待している。
- 技術・製品開発にあたっては、目的に応じた開発が必要である。
  - ・ 警備におけるウェアラブルカメラの活用は、不審者への威嚇と不審者の撮影の二つの目的があるが、威嚇を目的とするとカメラは視認可能な大きさとなるが、気づかれずに撮影したい場合には小型化が求められる。
  - ・ 電話回線の輻輳・不通が予想される災害時の通信手段としてMCA無線が挙げられるが、携帯型MCA端末であっても持ち歩かない人はいるため、小型化・軽量化等、携帯に適した改良等も考えられる。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 電気通信大学大学院 情報システム学研究科 (山本研究室)

- 情報共有化、地域活動や観光回遊行動の支援を目的とし、GISやソーシャルメディア、推薦システムなどの多様な情報システムを組み合わせ、ソーシャルメディアGIS、ソーシャルリコメンドGISの開発に取り組んでいる。減災・防災対策を目的としたソーシャルメディアGISを開発し、東京都三鷹市との連携により実証実験をおこない、現在は実運用に近い形式で運用している。
- 異なる地域間の情報交流にWeb-GIS(ウェブブラウザとGISを組み合わせた環境)を活用することで、平常時は通常の情報交換に利用しつつ、災害時は被災地域の復興・復旧を支援する情報交換の場に行うことができる。平常時から利用に慣れることで、災害時にもスムーズに利用することが期待される。
- 減災・防災だけではなく、近年ではスマートグラスを利用した観光支援ツールや、現在と過去の地図を重ねて視覚的に表示した「バーチャル時空間情報支援システム」などの試作も行っており、平常時から災害時まで幅広く活用してもらえる情報システムのあり方を研究している。

図表6 三鷹市で運用している  
災害情報システム(出典6)



図表7 スマートグラスを利用した  
観光支援ツール(出典7)



## 8. 参考文献・引用

### ○ 参考文献

- (参考1) 災害時等の情報伝達の共通基盤の在り方に関する研究会報告書概要 (総務省、2014年8月)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000306590.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000306590.pdf)
- (参考2、19) Jアラートの概要 (消防庁)  
[http://www.fdma.go.jp/html/intro/form/pdf/kokuminhogo\\_unyou/kokuminhogo\\_unyou\\_main/J-ALERT\\_gaiyou\\_h28.pdf](http://www.fdma.go.jp/html/intro/form/pdf/kokuminhogo_unyou/kokuminhogo_unyou_main/J-ALERT_gaiyou_h28.pdf)
- (参考3、20) 「Lアラート (災害情報共有システム)」の普及促進 (総務省)  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ictseisaku/ictriyoyou/02ryutsu06\\_03000032.html](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyoyou/02ryutsu06_03000032.html)
- (参考4) Lアラートの普及状況 (2017年6月1日時点) (総務省)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000434900.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000434900.pdf)
- (参考5) 日本再興戦略 2016 ー第4次産業革命に向けてー (首相官邸、2016年6月)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf)
- (参考6) 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) レジリエントな防災・減災機能の強化(リアルタイムな災害情報の共有と利活用)研究開発計画 (内閣府、2017年4月)  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/8\\_bousai.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/8_bousai.pdf)
- (参考7) 東京の防災プラン ～世界一安全・安心な都市を目指して～ (東京都、2014年12月)  
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2014/12/DATA/70ocp401.pdf>
- (参考8) 首都直下地震等による東京の被害想定 ー概要版ー (東京都、2012年)  
[http://www.bousai.metro.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/000/401/assumption\\_h24outline.pdf](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/000/401/assumption_h24outline.pdf)
- (参考9) 「災害用伝言ダイヤル(171)」の認知度アンケート調査結果 ((公財)日本公衆電話会)  
<http://www.pcom.or.jp/wp-content/uploads/H28-171ankeito.pdf>
- (参考10、15) 大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会 報告書～ICTによる災害医療・救護活動の強化に向けた提言～ (総務省、2016年6月)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000427271.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000427271.pdf)
- (参考11) 国土強靱化に資する民間の取組の促進について附属資料2 国土強靱化に関する民間市場の規模の推計 (内閣官房、2016年2月)  
[http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku\\_siryoyou2.pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku_siryoyou2.pdf)
- (参考12) 平成29年度消防庁予算～国民の生命・生活を守る～消防防災行政の推進 (消防庁、2017年3月)  
[http://www.fdma.go.jp/other/seisaku\\_yosan/pdf/h29\\_yosanan\\_gaiyo.pdf](http://www.fdma.go.jp/other/seisaku_yosan/pdf/h29_yosanan_gaiyo.pdf)
- (参考13) 世界の衛星電話市場：競合予測と機会 ((株)グローバルインフォメーション、2017年3月)  
<https://www.gii.co.jp/report/tsci473305-global-satellite-telephones-market-by-satellite.html>
- (参考14) 【Monday i.】衛星携帯電話、争い激化 自治体など入札増 (FujiSankei Business i.、2013年2月11日)
- (参考16) 災害用伝言サービス (総務省)  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ictseisaku/net\\_anzen/hi\\_jyo/dengon.html](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/net_anzen/hi_jyo/dengon.html)
- (参考17) 東京都広報 (東京都、2012年3月)  
[http://www.bousai.metro.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/000/536/kouhou.pdf](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/000/536/kouhou.pdf)
- (参考18) セコム安否確認サービス (セコム (株))  
<https://www.secom.co.jp/business/saigai/anpi/anpi.html>
- (参考21) REPORT-「災害情報伝達手段高度化事業」、地域BWA/携帯やV-Low、TVの活用も (日経ニューメディア、2017年2月27日)
- (参考22) 無人航空機(UAV)を活用した国土地理院の災害対応 (国土地理院、2017年1月)  
<http://www.gsi.go.jp/common/000150883.pdf>
- (参考23) 官民ビッグデータによる災害通行実績データシステムの運用を開始～ETC2.0と民間通行実績データを活用して災害対応を強化～ (国土交通省、2017年5月)  
<https://www.mlit.go.jp/common/001186832.pdf>

### ○ 引用

- (出典1) 首都直下地震等による東京の被害想定 ー概要版ー (東京都、2012年)  
[http://www.bousai.metro.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/000/401/assumption\\_h24outline.pdf](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/000/401/assumption_h24outline.pdf)
- (出典2) 大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会 ～ICTによる災害医療・救護活動の強化に向けて～ 報告書の概要 (総務省、2016年6月)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000427273.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000427273.pdf)
- (出典3、5) セコム(株)
- (出典4) 無人航空機(UAV)を活用した国土地理院の災害対応 (国土地理院、2017年1月)  
<http://www.gsi.go.jp/common/000150883.pdf>
- (出典6、7) 電気通信大学大学院



## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状（参考1～6）

- インフラの老朽化に伴う危険性については、2012年の笹子トンネル天井板落下事故以降、特に注目が集まっている。インフラの老朽化に関する国内における近年の主な事故は以下のものが挙げられる。

図表1 インフラ老朽化に関する近年の主な事故

発生年	事故名	概要
2007年	木曾川大橋斜材破断事故	点検中に破断を発見。けが人はなし。同時期にミネソタ州の落橋事故があったため注目を浴びた。原因は経年に伴う腐食であり、維持管理のための塗替え塗装の手法を見直す契機となった。
2012年	笹子トンネル天井板落下事故	トンネルの天井が130mにわたり落下し、多数の車両が下敷きになり、9名が死亡。主な原因として天井板を支えるボルトの強度に問題があったことや接着剤の経年劣化があったこと、点検が不十分であったこと等が指摘されている。
2014年	JR 武蔵野線高架橋コンクリート片落下事故	老朽化により、最も大きいもので700gのコンクリート片が高架橋から落下。けが人や運行への影響なし。
2015年	長崎県三和町水道管破裂事故	老朽化により水道管が破裂。約1,500世帯が断水したほか、道路陥没による渋滞が発生。

- 我が国では、高度経済成長期に整備された多くのインフラが今後一斉に高齢化する。こうした事態を受け、インフラ長寿命化に資する技術の開発・導入を国として戦略的に進め、将来予期される大地震に備え、インフラメンテナンス産業の国際競争力をこれまで以上に高めるべく、国は2013年にインフラ長寿命化基本計画を策定した。具体的な目標としては、老朽化に起因する重要インフラの重大事故をゼロにすること、適切な点検・修繕等により行動計画で対象とした全ての施設の健全性を確保すること、点検・補修等のセンサー・ロボット等の世界市場3割獲得等が挙げられている。
- 国は、革新的技術の発掘と社会実装、企業等の連携促進、地方自治体への支援、インフラメンテナンスの理念の普及、インフラメンテナンスへの市民参画推進を目的として、企業・研究機関・施設管理者・市民団体等が連携するプラットフォームとして、2016年11月に「インフラメンテナンス国民会議」を設立した。今後はインフラメンテナンス産業の創生や海外市場への参入に国が積極的な支援を行なうことが期待される。
- 内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（インフラ維持管理・更新・マネジメント技術）では、点検・モニタリング・診断技術、構造材料・劣化機構・補修・補強技術、情報・通信技術、ロボット技術、アセットマネジメント技術に関する研究開発が行われている。
- 都は、「2020年に向けた実行プラン」において、都市インフラを良質な社会資本ストックとして次世代に継承すべく、予防保全型管理や計画的な更新を進め、都が有する技術や民間ノウハウを活用し、コストを抑えつつ維持管理の効率化・高度化を図るとしている。
- インフラの維持管理・更新に関して、国が行なった意識調査（2014年2月）によると、インフラ更新と費用の考え方として、優先順位を付けつつ全ての施設を更新すべきだと考える人が最も多い（48.5%）一方、負担が増えるなら全ての施設を更新する必要はないと考える人も次いで多かった（31.3%）。また、インフラの維持管理・更新について重要だと思う取組としては、多い順に「インフラの実態の把握」（44.6%）、「地域ニーズにあわせた、撤退等も含む、社会インフラの集約・統廃合」（38.8%）、「予防的措置による長寿命化」（37.5%）となった。これらは、人口減少と財政逼迫を背景に、費用に見合う維持管理・更新を求める意見の表れだとされる。
- インフラの長寿命化の効果（ストックの減失量）を国が試算したところ、長寿命化を行った場合、インフラ

の減失が抑制され、2009年の水準に比して、2010年からの50年間に除却されるインフラ量は、長寿命化を行わない場合に比べ、12.4%少ないとされる。

### 1. 2. テーマ共通の課題（参考7、8）

- 今後、建設後50年を経過する社会資本の割合は急増し、それに伴い将来の維持管理・更新費も大きく増加すると推計される。そのため、維持管理・更新の費用低減を図るとともに、これまで以上に効率を向上させる必要がある。

図表2 建設後50年を経過する社会資本の割合

	2013年	2023年	2033年
道路橋	約18%	約43%	約67%
トンネル	約20%	約34%	約50%
河川管理施設（水門等）	約25%	約43%	約64%
下水道管きよ	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁	約8%	約32%	約58%

図表3 将来の維持管理・更新費の推計

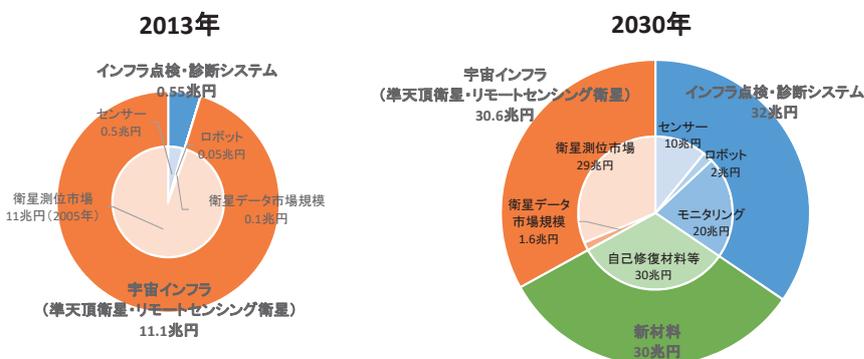
年度	推計結果
2013年度	約3.6兆円
2023年度	約4.3～5.1兆円
2033年度	約4.6～5.5兆円

- 各分野のインフラの管理者としては、地方公共団体、なかでも特に区市町村の割合が大きいですが、市町村の土木部門の職員数は20年前と比べ約30%減少しており、政令市以外の区市町村では人材育成や推進体制の整備に向けた取組を行っていない自治体が半数以上となっている。政令市以外の区市町村の今後の懸念事項としては、予算不足によりサービス水準が低下し安全性に支障が出ることが最も多く、次いで職員数の不足や、新規投資ができなくなることが挙げられる。こうした人材と予算の課題に対しては、ICT等の活用により作業の効率化を図ることが期待される。

### 2. 市場動向（参考9～12）

- 国は、日本のインフラメンテナンス技術分野での生産性革命を起こし、約200兆円に及ぶ海外市場（国内は約5兆円）への挑戦を目指している。現に、SPR工法については44カ国でビジネスを展開しており（2014年時点）、シンガポールではシェア1位を獲得した。

図表4 インフラメンテナンス分野の世界市場規模推計（出典1）



- 「戦略市場創造プラン」では、インフラメンテナンス分野における2030年の世界市場規模が推計されており、センサーは10兆円、ロボットは2兆円、モニタリングは20兆円、自己修復材料等は30兆円となっている。
- 笹子トンネル事故以降、インフラメンテナンスには、ゼネコン、コンサル、IT・通信、NPO等、幅広い業種が関心を持って取り組んでいることを踏まえ、国は、インフラメンテナンス国民会議を活用したビジネスチャンスの創出やオープンイノベーションの促進に取り組む見通しである。
- 建設現場の労働力の減少に対し、国は、調査・測量から設計・施工・維持管理までのあらゆるプロセスでICT等を活用し、建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」を推進している。これに関連して、ドローン、レーザースキャナー、3次元データ処理等に関する技術の進展が求められる。

### 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

非破壊検査技術、モニタリング技術、自己修復材料等の新素材、その他補修技術等

## 4. 技術・製品開発の動向と課題

### 4. 1. 非破壊検査技術（参考13、14）

#### 1) 概要

トンネルや橋梁などの構造物を壊さずに表面や内部のキズあるいは劣化の状況を調べる検査技術である。目視（カメラ含む）・打音検査に加え、放射線・超音波・レーザー・赤外線等を用いた検査等様々な手法がある。さらに検査の効率化や人の立ち入りが困難な場所での検査のため、ロボットの活用も期待されている。

#### 2) 代表的な構成

非破壊検査手法は多岐にわたる。代表的な手法は以下の通り。

図表5 代表的な非破壊検査手法

検査方法	概要	特徴
目視試験	最も基本的な試験方法。近接目視に加え、CCDカメラ等を用いた間接目視がある。	表面のキズ等を素早く把握できる。内部のキズ等は把握できず、技術者の熟練度に影響されやすい。
放射線透過試験	X線やガンマ線を利用して構造物内部のキズ等を検査する。	放射線の進行方向に奥行きがあるキズを検知しやすいが放射線に対する安全管理が必要。
超音波探傷試験	構造物の表面から内部に超音波を伝搬させ、反射された超音波からキズ等を検査する。	超音波の進行方向に垂直な面上キズを検知しやすいが球状キズは検知しにくく、検査対象の素材に制限がある。
磁粉探傷試験	キズから漏えいする磁束を散布した磁粉によりキズ等を可視化する。	強磁性材料のみに適用できる。表面だけでなく表面直下磁粉散布の下処理、磁粉の除去、防錆処理等が必要な場合がある。
浸透探傷試験	構造物表面に浸透液を塗布し、毛管現象や知覚現象によって可視化される指示模様からキズ等を発見する。	手軽に試験でき、幅広い素材に用いることができるが、多孔質の素材や表面が開口していないキズに向かない。
ひずみゲージ検査	センサーを構造物に接着させ、外圧を加えて生じる抵抗値の増減からひずみを測定する。	構造が単純で軽量である。多点の同時測定や遠隔測定ができ、応力の急激な変化にも追従できる。

ロボットには、橋梁点検・トンネル点検・水中（ダム・河川等）点検等の種類があり、検査技術に加え、それぞれの環境に適した移動機構を持つことが多い。例えば、光学カメラを搭載した水中ロボットには、水中を自由に移動し、かつ水流のなかでも姿勢を制御してブレずに写真を撮る仕組みを搭載しているものがある。

図表6 壁面検査ロボット（出典2）



#### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

インフラメンテナンス産業が抱える課題である、老朽インフラの増大、検査作業員の不足に対処するため、検査の省力化や効率化に資する技術が求められる。例えばひずみゲージ検査では、光ファイバー式のもの敷設コストが高く、有線ひずみセンサーでは多数のセンサーを貼りつけるため施工性や取り回しに難点があり、安価で敷設を容易にする技術が求められる。このように非破壊検査技術の発展の余地は大きく、要素技術だけでも検査の省力化・効率化に大きく資する可能性がある。

2015年度の次世代社会インフラ用ロボット現場検証・評価においては、橋梁・トンネル・水中の維持管理に係るロボットが検証・評価されたが、最も評価の高いものでも「試行的導入を推薦する」あるいは「試行的導入に向けた検証を推奨する」という評価であり、性能面・コスト面から見てロボットの導入には課題と発展の余地が大きい。例えば橋梁用ロボットは飛行型・懸架型等の移動機構、カメラ・赤外線等のセンシング機能、損傷の自動解析やオルソ化等のデータ処理等、それぞれの改良が求められる。水中ロボットは、優れた運動性能・姿勢制御性能を有し、撮影画像を自動で鮮明にしたり、音響センサー・水中3Dスキャナー等を搭載したりして、濁水環境下でも構造物の形状を把握できる技術が必要であり、今後はこれら技術のさらなる進展が期待される。

## 4. 2. モニタリング技術（参考15～17）

### 1) 概要

インフラ構造物の振動・ひずみ・傾き・変位等を継続的に計測し、構造物に生じた異常を検知する技術である。インフラ老朽化に対する十分な資金と高度な維持管理の専門知識を有する人材の不足が大きな社会課題となっている昨今では、既存インフラの状態に応じた効果的かつ効率的な維持管理・更新等が求められる。効率的なモニタリングによる異常検知と、それら定量データの蓄積に基づく劣化予測により効率的かつ省人的なメンテナンスの実施を可能にすることで、インフラのトータルコスト低減につながる。

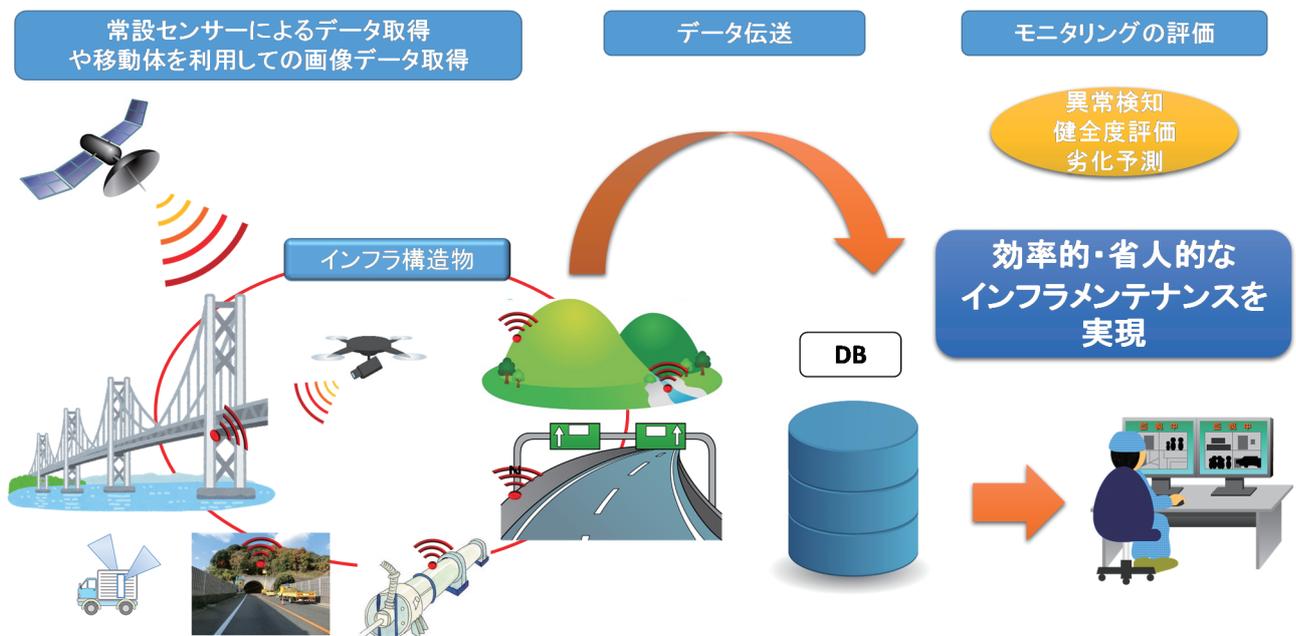
### 2) 代表的な構成

モニタリング技術の構成は広範にわたるため、簡略化した概念図を示す。

インフラ構造物に設置された各種センサーや、移動体による撮影等で取得したデータをデータベースに伝送し、蓄積された情報から、構造物の管理者が必要な情報を取得し、評価する。

インフラ情報や交通データ等の情報を地理空間情報（G 空間情報）として統合的に運用することや、人工衛星に搭載した合成開口レーダーを用いて、沈下等の経年変化をエリア全体の傾向として捉える広域モニタリングなども検討されている。

図表7 インフラのモニタリングシステムのイメージ図



### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

モニタリングに用いるセンサーシステムの導入によるトータルコストの縮減が着目され、自己電源機能をもつセンサーが屋外で長期間稼働する際のセンシング技術（測定精度や安定性等）の向上や、狭隘部など人によるモニタリングが困難な場所に設置できるよう小型化が求められる。また、劣化状況を画像等でモニタリングした際に、状況を把握できるイメージング技術も必要とされる。その他水中・高所や広域の把握など人の手によるモニタリングが困難な場合には飛行ロボット等の活用や衛星撮影画像の活用が考えられる。

データの伝送コストを低減する等データの共有化やネットワーク化に資する技術、モニタリングによる定期点検の簡素化・効率化に資する技術も求められる。特に、人工衛星に搭載した合成開口レーダーを用いて、沈下等の経年変化をエリア全体の傾向として捉える広域調査では、特定の周波数に対応した人工衛星に関する技術が必要となる。

#### 4. 3. 自己修復材料等の新素材（参考18～21）

##### 1) 概要

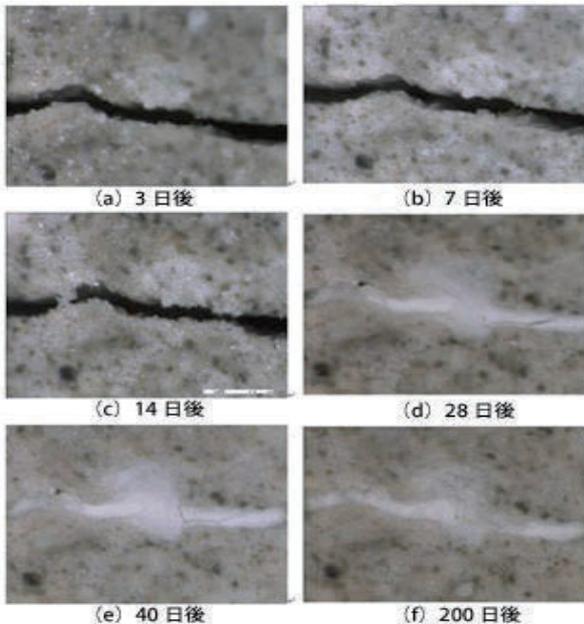
作業員による修復を必要としない自己修復材料をはじめとするインフラ構造物の構造素材を指す。インフラの維持管理・更新等に係る費用の低減を図りつつ、目視等これまでの手法では確認困難であった損傷箇所等も的確に点検・診断・対処することが重要であり、そのためには、技術開発や新技術の導入を積極的に推進することが求められる。

自己修復機能を備えたコンクリートや塗料や、センシング機能を備え、損傷発生個所を検知するコンクリート、その他繊維系強化材料（FRP）、溶接性の優れた高強度鋼材、厳しい腐食環境に適用できる耐食鋼材などが挙げられる。

##### 2) 代表的な構成

コンクリートの自己修復機能自体は古くから知られた現象である。主な自己修復機能として、水分等が存在する環境下で適切な混和材を使用する等、材料設計を行い、ひび割れの閉塞を促進させるものや、自動的な補修作業を行うカプセル等のデバイス類をあらかじめ埋設し、ひび割れの閉塞を促すものが挙げられる。

図表8 ひび割れを自己修復する  
コンクリートの修復経過（出典3）



図表9 自己治癒および自動修復  
コンクリートの研究・開発事例（出典4）

- 【事例①】セメントの水和ポテンシャルを利用した自己治癒**  
セメントの水和活性をあえて抑えた材料を主材とすることで、意図的に未反応セメントを残存させ、これと水が再水和することによりひび割れを閉塞する。
- 【事例②】膨張材・防水材・再結晶材の複合作用による自己治癒**  
膨張材・防水材・再結晶材を混合したセメント組成物を用い、これと水が再水和することによりひび割れを閉塞する。
- 【事例③】バクテリアを利用した自己治癒**  
不活性化したバクテリアを化学的な餌とともにコンクリートに組込み、ひび割れからの酸素と水の供給により活性化したバクテリアが餌を炭酸カルシウムに変化させ、ひび割れを閉塞する。
- 【事例④】ネットワーク中空路を用いた自動修復**  
コンクリート中に中空路を設置しておき、ひび割れ発生後に中空路から補修剤を供給することにより、ひび割れを閉塞する。本機構には、中空路に事前に補修剤を充填しておく「貯蔵型」と、ひび割れ発生後に中空路に補修剤を充填する「注入型」が提案されている。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

特にコンクリート構造物は、劣化のほとんどがひび割れから始まるため、インフラのトータルコスト削減の観点からコンクリートや塗料の自己修復機能の需要は高い。しかしながら、まだ実用化に至っておらず研究開発の余地は大きい。軽微な損傷の自己修復、安全性向上、長寿命化を通じて効率的なインフラの維持管理によりトータルコスト削減に資する機能が求められ、修復機能の継続性向上や修復までの期間短縮、低コスト化、インフラの供用環境への適応に資する技術が求められる。

#### 4. 4. その他補修技術（参考22～25）

##### 1) 概要

インフラ構造物の補修は対象の劣化要因の除去や劣化進行の抑制を行い、第三者への影響を除去、あるいは、対象構造物の機能を回復・向上させることで、インフラの長寿命化・ライフサイクルコスト低減に資する技術である。

現状実施されている主な劣化要因ごとの補修内容は以下の通りである。

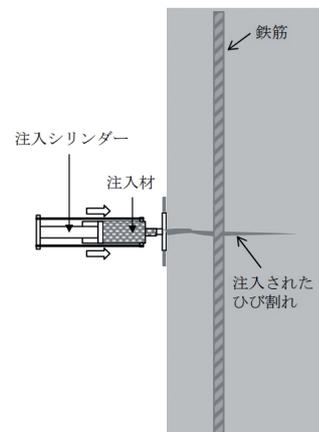
図表10 インフラの材質と主要な劣化要因ごとの補修対策（出典5）

	劣化要因	対策
鋼構造系インフラ (橋梁等)	腐食	再塗装、減肉部は当て板
	疲労	ボルトオンによる当て板、ストップホール加工
コンクリート系インフラ (橋梁、トンネル等)	中性化	表面処理・塗装(潜伏期・進展期)、再アルカリ化(加速期)、断面修復(劣化期)
	塩害	表面処理・含浸材塗布(潜伏期・進展期)、脱塩工法・電気防食・塗装(加速期)、断面修復(劣化期)
	繰返し負荷による疲労(床版)	ひび割れ補修・断面修復(潜伏期・進展期)、防水施工(加速期)、炭素繊維シート接着
土系インフラ (法面、堤防等)	強度不足	矢板工、地盤改良、杭打設、法枠、グラウンドアンカー
	液状化	地盤改良、砕石・砂杭

##### 2) 代表的な構成

コンクリートのひび割れ補修対策の1つであるひび割れ注入工法は、コンクリートに生じた幅0.2mm以上のひび割れに、注入材を充填させることで水や塩分等の劣化因子の侵入を防止し、構造物の耐久性向上に資する工法である。ひび割れに注入する材料としては、エポキシ樹脂系注入材やアクリル系樹脂注入材やポリマーセメント等がある。

図表11 ひび割れ注入工法の様子(出典6)



##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

インフラの高齢化に伴い、補修の増加が予想される中、自治体などのインフラ構造物管理者には、低コストな補修方法の模索が急務である。現在の補修には大がかりな足場の設置や、工期長大化によるコストの発生、また、道路をはじめとするインフラ構造物が、補修作業中に通行止めとなる等、機能の供用を一時的に停止しなければならない場合がある。作業の簡便化や工期短縮、補修用素材の持ち運びやすさを改善する技術、補修の頻度を減らす技術等が求められる。

その他に、作業や施工機械が入ることができない狭隘空間や高所など、制約の大きい環境下においても補修等ができるよう、飛行ロボットや水中ロボットに搭載可能な工法や技術が求められる。

#### 5. 関係する主な法令、規制、基準

災害対策基本法、国民保護法、東京の防災プラン、東京都地域防災計画 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. 株式会社大林組

1892年の創業以来、国内外の建設工事、地域開発・都市開発などを手掛けてきた国内大手建設会社。「建築」「土木」「開発」「新領域」の4つの事業を柱に、歴史と伝統に裏付けされた技術力と高品質の建設サービスを提供する企業。

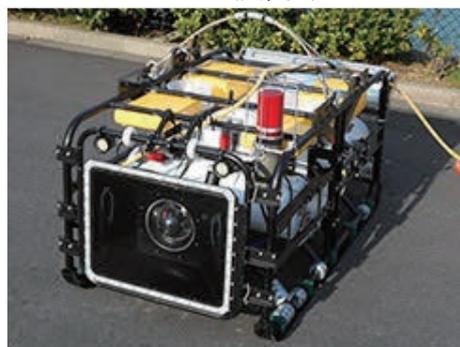
#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- インフラメンテナンスビジネスは実際に民間企業が事業として携わるスキームが十分に整備されていないため、今すぐに、ビジネスとして立ち上げることは難しいが、現在、インフラのモニタリングに関する技術開発は各所で進められている。
- インフラのモニタリングを目的としたセンサー等の設置については、センサー自身の耐久性や電源寿命が課題であり、不特定多数の構造物等に固定するものは不向きであるため、劣化した構造物のスクリーニングには、センサー等を利用しない技術を中心に開発を進めている。
- インフラのモニタリングにおいて、長期的な視点でみると、特に人が目視しスケッチしていた現場情報の収集に関する業務を、画像撮影やレーザースキャナー等を用いることで代替していく等、人が担ってきた検査業務をロボット等に代替させられる可能性が高い。今後、人が容易に近寄れない危険箇所や長時間の作業が難しい水中等にある構造物等については①ドローン等のロボットを使用して撮影する技術、②精確な画像を撮影する技術、③撮影した画像を合成、圧縮し、より長期保存できる技術が不可欠である。
- 例えば、水中での長時間のインフラ点検を可能にするため、水中インフラ点検ロボットがある。水中インフラ点検ロボット「ディアグ」には、水流の揺れに影響されずに撮影をする技術「アクアジャスター®」や、水中の浮遊物等を画像解析により自動で除去する技術、ひび割れ幅を測定する技術等が搭載されている。

図表 12 合成開口レーダを用いた経年変位マップ (出典 7)



図表 13 水中インフラ点検ロボット「ディアグ」 (出典 8)



- 耐久性が低下したインフラは取り壊し、新たに高耐久なインフラを構築する対応も図っている。
  - ・ インフラを解体する際には、効率的に、低騒音・低振動で周囲に影響がないような解体技術が重要となる。既存の技術を組み合わせ、プロジェクトに合わせた機器をつくる必要があるかつ効率的であり、このために、様々な企業と連携した技術開発を行っている。
  - ・ 新たにインフラを部分的・全体的に構築する際には、できる限り現状のインフラの供用を阻害しない工法が有用である。長期間封鎖することが難しい道路工事等では、あらかじめ工場でコンクリート部材を生産し現場では接合のみを行う「プレキャスト工法」や「ハーフプレキャスト工法」を用いて作業時間の短縮を図っている。例えば、橋の高欄やトンネルの補修等に用いられる「スムーズボード工法」では、高耐久高じん性な材料であり、人力で持ち運べることから交通規制等を最小化できるメリットがある。

#### 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 高度な個々の要素技術が必要であるため、それらの技術を得意とする企業との連携が不可欠である。
- 産学連携でインフラのモニタリング技術をテーマに共同研究を行なう場合、お互いにコンクリートの素材特性や現場の環境を理解・共有した上で進められると良い。

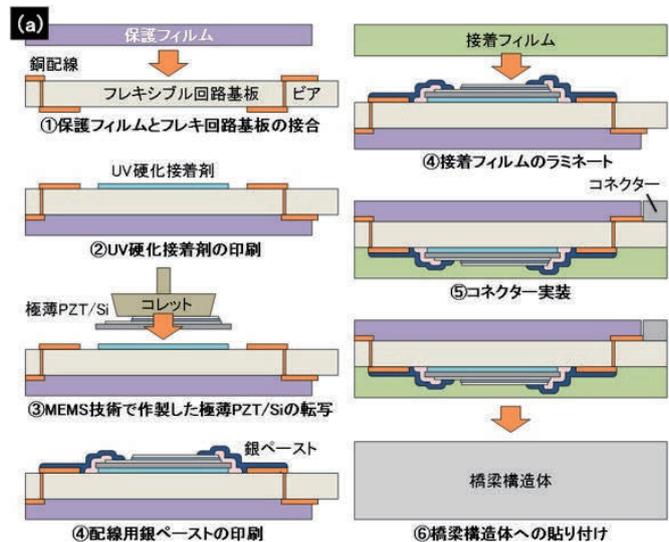
- 一般市民も参加するようなモニタリングシステム構築（スマホやカーナビを利用したビッグデータ集積・解析技術等）は有効だと思われる。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 集積マイクロシステム研究センター

- 集積マイクロシステム研究センターは、多様な機能を有するマイクロデバイスの開発を目指している。さらに、これらデバイスの開発を通じて犯罪や事故を未然に防ぐ安全安心のためのセンシング、高齢化社会の生活の利便性の確保への支援、クリーンルームやデータセンターでの省エネルギーマネジメント、安全性の高い先端医療機器の開発といった国民のニーズに応えることを目的としている。
- 一般的に、橋梁の劣化状態を把握するためには、センサーでひずみ分布をモニタリングする方法があるが、敷設コストの高さ、消費電力の大きさ、屋外耐久性、煩雑な施工方法等の課題がある。そこでマイクロ電子機械システム（MEMS）技術で作製した極薄のひずみセンサーをフレキシブル基板上に配置して、保護フィルム、接着フィルムと一体化したフレキシブル面パターンセンサーを作製した。これにより、貼るだけで橋梁の劣化状態を把握できるようになり、インフラメンテナンスが抱える老朽インフラの増大と専門作業員の減少という課題解決の実現を図っている。
- 今後は、高速道路橋にフレキシブル面パターンセンサーを貼り付け、ひずみ分布測定と屋外耐久性評価を行うとともに、補修・補強した橋梁の経過観察の実証試験を行う予定である。
- さらに、今回開発した極薄シリコン・フレキシブル基板実装技術を、アンプやマイコンなどの回路チップにも適用し、信号処理・通信モジュールをフレキシブル基板上に集積化するハイブリッドエレクトロニクス技術の開発を推進する他、大判の基板を用いることによる低コスト化についても検討を進める見通しである。

図表 14 フレキシブル面パターンセンサーの作製プロセス（出典 9）



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考1、18) インフラ長寿命化基本計画（国土交通省、2013年11月）  
<http://www.mlit.go.jp/common/001040309.pdf>
  - (参考2) インフラメンテナンス国民会議（国土交通省）  
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/im/>
  - (参考3、7、9) インフラメンテナンスの最近の話題（国土交通省、2016年6月）  
[http://www.eitac.jp/H280614\\_kouen.pdf](http://www.eitac.jp/H280614_kouen.pdf)
  - (参考4) 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 研究開発計画（内閣府、2017年4月）  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/7\\_infura.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/7_infura.pdf)
  - (参考5) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～（東京都、2016年12月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
  - (参考6) 平成25年度 国土交通省白書（国土交通省、2014年7月1日）  
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/index.html>
  - (参考8、17) 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会（第1回）資料2 社会インフラの維持管理の現状と課題（国土交通省、2013年10月）  
<http://www.mlit.go.jp/common/001016260.pdf>
  - (参考10) 戦略市場創造プラン（ロードマップ）（首相官邸）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm\\_jpn.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf)

- (参考1 1) 平成27年度 国土交通省白書 (国土交通省、2016年7月)  
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h27/index.html>
- (参考1 2) i-Constructionで建設現場が変わります! 新たに導入する15の基準及び積算基準について (国土交通省、2016年3月)  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15\\_hh\\_000150.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000150.html)
- (参考1 3) 橋梁のひずみ分布をモニタリングできるセンサーシートを開発 (産業技術総合研究所、2017年4月)  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2017/pr20170411/pr20170411.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170411/pr20170411.html)
- (参考1 4) 平成27年度次世代社会インフラ用ロボット現場検証・評価結果の公表について (国土交通省、2016年3月)  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15\\_hh\\_000149.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000149.html)
- (参考1 5) インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト (経済産業省)  
[http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2017/pr/ippan/i\\_sangi\\_a\\_07.pdf](http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/pr/ippan/i_sangi_a_07.pdf)
- (参考1 6) 国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画) (国土交通省、2014年10月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001059871.pdf>
- (参考1 9) セメント系材料の自己修復性とその利用方法研究専門委員会報告書 ((公社) 日本コンクリート工学会)  
[http://www.jci-net.or.jp/j/jci/study/oldlist/committee/tc075b/STARReport\\_JCITC075B.pdf](http://www.jci-net.or.jp/j/jci/study/oldlist/committee/tc075b/STARReport_JCITC075B.pdf)
- (参考2 0) コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル (案) ((国研) 土木研究所、2016年8月)  
<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/tech-info/tech4343.pdf>
- (参考2 1) 次世代インフラの構築に向けて (総合科学技術会議、2013年3月)  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai6/siryuu03.pdf>
- (参考2 2) P C橋の補修・補強技術 ((一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会、平成26年1月)  
[http://www.pref.shimane.lg.jp/infra/kouji/kouji\\_info/johobox/index.data/02260110H25PChosyuuhokyou.pdf](http://www.pref.shimane.lg.jp/infra/kouji/kouji_info/johobox/index.data/02260110H25PChosyuuhokyou.pdf)
- (参考2 3) コンクリート橋の補修・補強～補修・補強技術とその事例～ ((一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会、2016年1月)  
[http://www.cbr.mlit.go.jp/gifu/cooperation/data/2016kyoryohoshu\\_4.pdf](http://www.cbr.mlit.go.jp/gifu/cooperation/data/2016kyoryohoshu_4.pdf)
- (参考2 4) 「コンクリートのひび割れ対策の体系化」 事後補修WG (土木学会)  
<http://committees.jsce.or.jp/sekou05/system/files/%E3%81%B2%E3%81%B3%E5%89%B2%E3%82%8C%E3%81%AE%E8%A3%9C%E4%BF%AE%E6%8A%80%E8%A1%93%EF%BC%88140129%E6%9B%B4%E6%96%B0%EF%BC%89.pdf>
- (参考2 5) 【インフラ長寿命化技術】 (産業競争力懇談会、2014年3月)  
<http://www.cocn.jp/thema59-L.pdf>

○ 引用

- (出典1) 戦略市場創造プラン (ロードマップ) (首相官邸)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm\\_jpn.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf)
- (出典2) 社会資本のストックマネジメントの推進に向けて (国土交通省)  
[http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kouenkai/kouenkai2012/pdf/121204\\_9.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kouenkai/kouenkai2012/pdf/121204_9.pdf)
- (出典3) ものづくりの森 日本の競争力の原風景を訪ねて ((独) 中小企業基盤整備機構)  
<http://j-net21.smrj.go.jp/develop/forest/entry/2013103002.html>
- (出典4) 自己治癒コンクリート ((一社) 電力土木技術協会)  
[http://www.jepoc.or.jp/tecinfo/library.php?\\_w=Library&\\_x=detail&library\\_id=289](http://www.jepoc.or.jp/tecinfo/library.php?_w=Library&_x=detail&library_id=289)
- (出典5) 【インフラ長寿命化技術】 (産業競争力懇談会、2014年3月)  
<http://www.cocn.jp/thema59-L.pdf>
- (出典6) コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル (案) ((国研) 土木研究所、2016年8月)  
<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/tech-info/tech4343.pdf>
- (出典7、8) (株)大林組
- (出典9) (国研) 産業技術総合研究所

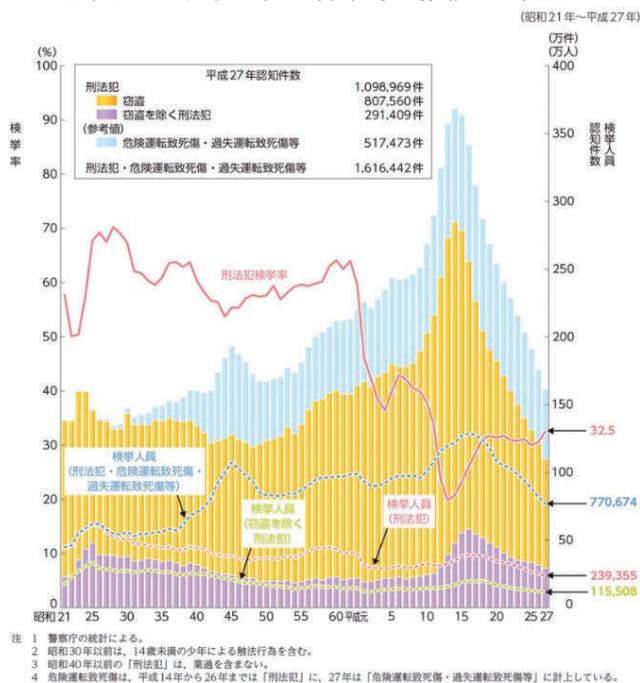


## 1. 現状と技術的課題

## 1. 1. 現状 (参考1～10)

- 国は、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会を視野に入れ、地域の絆や連帯の再生・強化を図るとともに、良好な治安を確保し、国民や来日者が安全・安心に暮らせる国を目指し、2013年に「世界一安全な日本」創造戦略を策定した。戦略の分野として、サイバー攻撃やテロ対策、犯罪の防止、不法滞在対策等が挙げられており、2016年度にはG7伊勢志摩サミット等を通じ、国際協力・信頼が醸成され、「2020年東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会に向けたセキュリティ基本戦略」の決定等があった。
- 都は、「2020年に向けた実行プラン」において、治安に対する不安のない世界一安全な都市とすべく、テロの未然防止や発生時の官民協働対応体制の整備、犯罪リスクの低減と体感治安向上等に取り組むとしている。
- 全国における刑法犯の認知件数は2002年をピークに減少傾向にあり、2015年は戦後最少の1,098,969件となった。直近約10年の罪名別犯罪認知件数でみると、殺人、詐欺、住居侵入、窃盗をはじめとして概ね減少傾向にあるが、暴行と脅迫は増加傾向であった。
- 2011年には刑法に不正指令電磁的記録作成等の罪が追加され、2012年には不正アクセス禁止法が改正された。不正アクセスの年間認知件数は直近10年をみると約1,000～3,500件の間で大きく増減を繰り返しており、2015年は2,051件(前年度3,545件)となった。不正アクセスの被害者は「一般企業」が1,998件と圧倒的に多く、次ぐ「行政機関」は14件であった。不正アクセス後の行為で最も多かったのは「インターネットバンキングでの不正送金」の1,531件であり、次いで「インターネットショッピングでの不正購入」が167件であった。
- 全国の交通事故発生件数は2002年以降減少しており、2016年は2002年の約半数となった。一方、高齢者人口の増加に伴い、事故総件数に対する高齢者関与事故の割合は増えており、警視庁等で高齢者関与事故減少に向けた取組が行われている。
- 国が2012年に実施した「治安に関する特別世論調査」では、日本は安全・安心な国だと思う人が59.7%(2006年は46.1%)、思わない人が39.4%(2006年は52.5%)であった。また、最近の治安を良くなったと思う人は15.8%(2006年は11.3%)、悪くなったと思う人は81.1%(2006年は84.3%)となった。
- 国が2015年に実施した「インターネット上の安全・安心に関する世論調査」では、インターネットを利用することに不安があると答えた者は56.4%であった。インターネット利用で不安に思う事柄については、「コンピュータウイルス感染による個人情報の流出」が77.3%と最も多く、次いで「パスワードなどが無断で他の人に利用される不正アクセス」(61.4%)、「ホームページを閲覧するだけで料金を請求されるなどの架空・不当請求」(49.5%)が挙げられた。
- 内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保)では、重要インフラ等におけるサイバーセキュリティを確保するため、制御・通信機器と制御ネットワークのセキュリティ対策技術の研究開発、セキュリティ人材の育成に関する研究開発や検討が行われている。さらに、同プログラムの自動走行システム分野では、事故・渋滞を減らし、移動の利便性を向上させるため、自動走行システムの開発・実証、交通事故死者数低減・渋滞低減のための基盤技術の整備等に関する研究開発や検討が行われている。

図表1 刑法犯の認知件数等の推移(出典1)



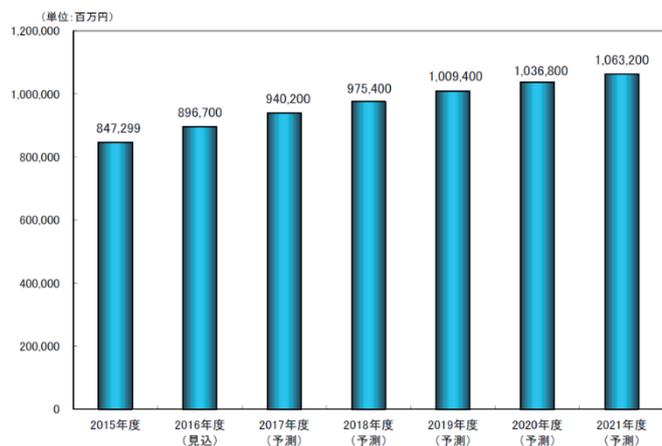
## 1. 2. テーマ共通の課題（参考11）

- 2020年東京オリンピック・パラリンピック大会における、大会組織委員会、競技会場をはじめとする大会関係施設、重要サービス等に対するサイバー攻撃等が懸念されている。
- ドローン、IoT、自動走行等、新規の技術・製品に関しては、利便性・安全性向上に資する新規技術に期待が集まる一方、事故等の危険性も指摘されている。例えばドローンについては、イベント等不特定多数が集まる場所への落下や飛行機との衝突事故が発生した事例がある。IoTへのサイバー攻撃の危険性を示すものとして、車へのハッキングにより、遠隔から操舵や制動をコントロールする実験が成功している。自動走行技術については、カメラを介した周辺認識技術への過信により衝突事故が発生した。このような危険への対処として、法整備や取り締まりの強化に加え、安全性確保のための技術が求められる。

## 2. 市場動向（参考12～15）

- 2016年度の国内の危機管理ソリューション市場規模（事業者売上高ベース）は前年度比105.8%の8,967億円の見込みとなった。要因としては、熊本地震の影響で過去に設定したBCPを見直す企業が増加したこと、DRソリューションにおいてクラウド型サービス利用が拡大したこと、日本年金機構の情報漏えい事件を受けサイバーテロ攻撃への情報セキュリティ対策を強化する機運が高まったことが挙げられる。
- 大規模災害から時間が経ち警戒が薄れつつあること、多くの企業が対策を完了しつつあること、クラウド型サービスの登場により単価が下がることから、全体としての市場の伸び率は鈍化する見通しであるが、オリンピック・パラリンピック大会へ向けて情報セキュリティ対策は強化されると推測される。2021年までの危機管理ソリューション市場規模（事業者売上高ベース）は年平均成長率3.9%で推移し、2021年度に1兆632億円に達すると予測される。
- 「戦略市場創造プラン」によると、2030年には、安全運転支援装置・システムの世界市場は20兆円、渋滞情報提供・予測システムは30兆円にまで大きく成長する見通しである。また、2020年頃の間段階において達成しておくべき社会像として「安全運転支援装置・システムは国内車両では20%搭載。世界市場の3割獲得」「渋滞や交通事故の抑制に有効な官民の様々な情報が統合利用され始めている」こと等が挙げられる。
- 国内情報セキュリティ市場規模は2010年以降穏やかに拡大しており、2017年度の売上高見込推計値は9,795億円（前年度比成長率5.0%）とみられる（うち、情報セキュリティツール市場は4,697億円）。ウイルス・不正プログラム対策ソフトウェア等のコンテンツセキュリティ対策製品は、更新等で需要が安定し、今後も伸びが続くとみられる。
- 2015年度の防犯設備市場規模は前年度比1.6%増の1兆2153億円と推計される。業態別では、防犯設備機器製造業が1.0%減の5471億円となる一方、機械警備業が4.5%増の5914億円となった。防犯設備機器製造業が全体としてやや減少したとはいえ、監視装置は7.6%増、侵入検知機器は11.6%増、出入管理装置は9.4%増と大きく成長している。

図表2 危機管理ソリューション市場規模の推移（出典2）



## 3. 今後成長が見込まれる技術・製品の例示

防犯カメラ・画像解析システム、侵入検知・出入管理システム、情報セキュリティ、流通支援システム、自動走行に関する技術・製品等

## 4. 技術・製品開発の動向と課題

### 4. 1. 防犯カメラ・画像解析システム（参考16～19）

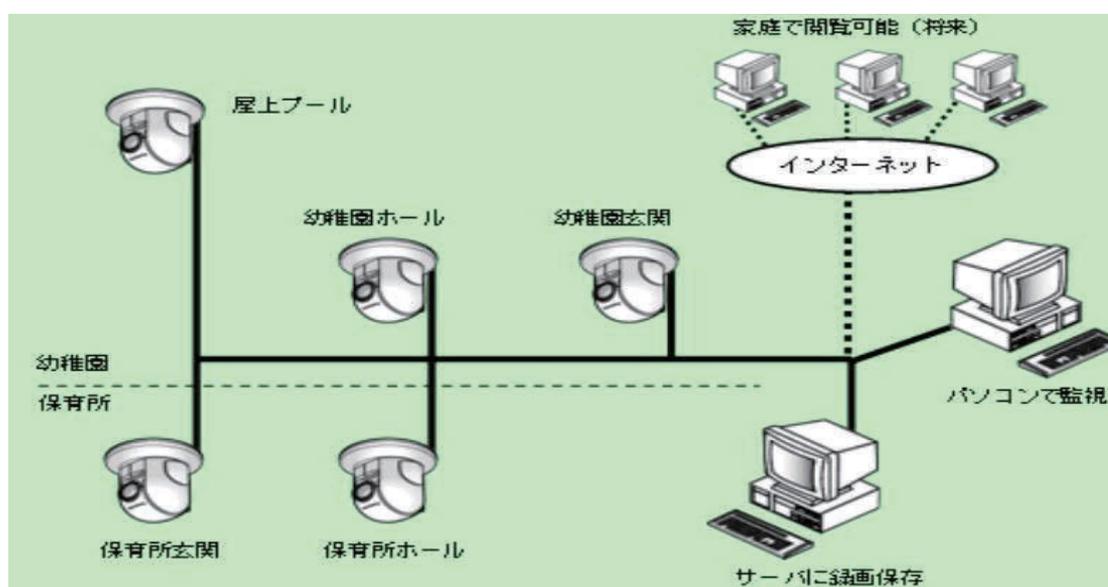
#### 1) 概要

防犯を目的として画像を撮影・記録し、侵入者の早期発見、要注意人物の監視、犯罪行為の証拠収集等を行ない、犯罪抑止・犯罪解決に資する技術である。撮影した画像が防犯目的に、より効果的に資するために、画像の鮮明化や人物認証等の解析等が行なわれる場合もある。箱形カメラ、ドーム型カメラ、パンチルトカメラ、赤外線カメラ等、形状や機能に多くのバリエーションがあり、用途や環境に合わせて使い分けられる。昨今は、東京オリンピック・パラリンピック大会開催を見据えた安全な都市の実現に向け、カメラの設置が検討されているほか、防犯のみならず、防災やマーケティング等、多目的に利用することにも期待が集まっている。

#### 2) 代表的な構成

設置場所付近における構造物の配置や明るさ、用途に応じた機能（撮影範囲・解像度等）を持つカメラで撮影する。撮影した画像はネットワークを介してリアルタイムで監視するか、内蔵した記録媒体に保存し、適宜取り出して確認する。画像には対応するアプリケーション等で鮮明化、人物認証、行動検知等の分析がなされ、顔や車のナンバープレート等犯罪解決に資する情報となる。

図表3 幼稚園・保育所におけるネットワークカメラの構成図（出典3）



#### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

防犯カメラ・画像解析システムの基本的な構成は確立しているが、カメラの高性能化に資する技術、実際の運用上のニーズに応える技術、人物等の特定に繋がる画像解析技術、プライバシー保護に資する技術は進展の余地が大きく、要素技術の開発や運用に資するアプリケーションやサービス開発が求められる。

近年、カメラには4K、AHD、HD-SDI等の高解像度化、旋回型や全方位カメラ等の広撮影範囲化が求められている。カメラの高解像度化に伴い、保存媒体の大容量化や大容量通信の高速化が求められる。

運用面では、各店舗の安全管理を本社で一括して行なう取組のニーズを受け、クラウド上で防犯カメラ映像の収集・管理を行なうサービス事業者が増えている。さらに、スマートフォン等を用い、ウェブ上で映像を監視したいといったニーズや、異常への即時対応の観点からネットワークカメラを利用したシステムの開発が進んでいる。また、GPSから正確な時刻を取得したり、SDカードを複数搭載し、盗難や破損に備えたりする等、より実際のニーズに応えることも課題となっている。あわせて、ウェアラブルカメラ技術の進展に伴い、警備員のウェアラブルカメラの装着も検討されているため、重さ・大きさの改良のほか、装着性やブレ補正等、従来の防犯カメラが必要としなかった技術・製品も求められる。

画像解析ではノイズリダクション機能や悪環境撮影の補正技術、顔認識技術の進展が、より高度な防犯システムに繋がると考えられる。さらに、移動体を自動的に追跡監視する技術、時間経過に伴う変化点を検出する技術

に加え、防犯カメラによる肖像権やプライバシーの侵害に関する問題に対しては、管理者が画像を取り扱う前に自動的に必要な情報以外を見られないようにするか、記号や単純な情報に置き換える等、プライバシーを守るための技術が求められる。マスク等、顔が撮影できない場合に備え、歩幅、姿勢、腕の振り方等の動作から人物を特定する歩容認証技術のさらなる発展にも期待される。

#### 4. 2. 侵入検知・出入管理システム (参考20～23)

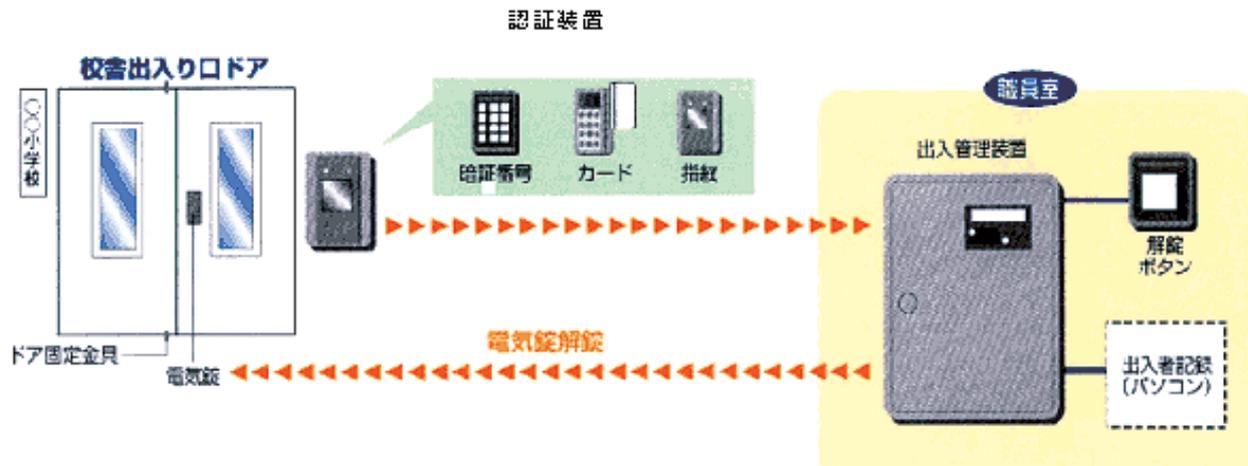
##### 1) 概要

敷地・建物・部屋等への人の出入を制限・記録し、許可なく侵入する者を検知するシステムである。住居侵入の認知件数は近年減少しており、2015年においては1万7,112件(前年比785件(4.4%)減)であったが、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会に向け、セキュリティシステムの需要は高まりつつある。侵入検知システムには主にセンサーが用いられ、屋外・屋内、窓、フェンス等の設置場所に応じて適切なセンサーを用いる必要がある。出入管理システムは非接触ICカードを用いたものが一般的であるが、より安全性の高い生体認証システムにも注目が集まっている。

##### 2) 代表的な構成

侵入検知システムには、侵入者による赤外光線の遮断から侵入を検知する赤外線センサー、窓やドアの開閉を検知するマグネットスイッチ、体温から侵入を検知するパッシブセンサー、柵に取り付けたワイヤーの振動を検知するトラップセンサー等が存在する。敷地内への侵入を検知するセンサーは屋外仕様のものとする必要があり、高いフェンスが設置できない箇所には、赤外線センサーが有効であり2段ビーム以上が望ましい。侵入検知センサーの代表的な構成は以下の通りである。侵入を検知したこれらのセンサーや、敷地内からの押しボタン式・ペダント式等の通報スイッチからの通報を管理者が受けることで、警察等外部へ通報することができる。

図表4 小学校における出入管理装置と電気錠の構成図 (出典4)



出入管理システムには、主にテンキーを用いた暗証番号を入力するパスワード入力方式、ICカードをリーダーに読ませる非接触ICカード方式、指紋、静脈、顔、虹彩等の個々人に固有の生体情報への適合を確認させる生体認証方式等が存在する。それぞれに安全性や利便性の特徴があり、利用人数、設置場所、予算等に応じて適切なものを選ぶ必要がある。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

侵入検知システムに用いるセンサーの高精度化や安定性向上に資する技術が期待される。屋外で用いるセンサーについては、投光量の自動調節や多段ビーム化等、風雨や電波の影響下でも安定して作動し、かつ鳥や動物の検知による誤報を防ぐ技術が求められる。また、近年は侵入者検知のための自走巡回ロボットの開発もみられ、ロボットの駆動制御、通信、電源等は、発展の可能性が大きい。出入管理システムは近年、企業や港湾等のICカード方式の導入が多い。眼・指・手のひら等を用いた生体認証にも注目が集まっており、さらなる認証精度の向上や認証時間の短縮が期待される。コア技術の蓄積がある企業が多く存在するため、中小企業のゼロからの参入は難しいが、要素技術開発、アプリケーション開発、既存技術を応用したサービス提案等でセキュリティ機器

メーカーとの連携可能性が高い。

2015年度の侵入検知機器の国内市場規模は前年比11.6%増の144億円、出入管理装置は9.4%増の684億円となっており、国内では東京オリンピック・パラリンピック大会に向けた需要もあり、市場拡大が期待される。しかし海外市場では、価格面で中国企業の製品が優位となっており、市場への展開に活路を見出すには、高い技術力を活かした高付加価値製品の提供が期待される。

#### 4. 3. 情報セキュリティ（参考24～27）

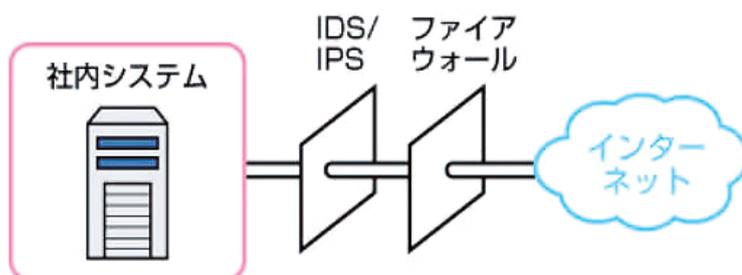
##### 1) 概要

情報の機密性（許可された者だけが情報にアクセスできること）、完全性（保有する情報が正確かつ完全であること）、可用性（許可された者が必要なときにいつでも情報にアクセスできること）を確保するための技術である。具体的な脅威として近年は、インターネットバンキングやクレジットカード情報の不正利用、標的型攻撃による情報流出、ランサムウェアによる被害、スマートフォンやスマートフォンアプリを狙った攻撃が注目されている。さらに、2016年にはIoT機器を踏み台にしたDDoS攻撃が発生し、IoTセキュリティ対策も急務となっている。こうした脅威に対し、マルウェア対策やファイアウォール等の機能を持つセキュリティソフトが開発されている。

##### 2) 代表的な構成

セキュリティソフトの機能は、マルウェア対策、ファイアウォール、迷惑メール対策、フィッシング対策、ウェブサイトの安全確認、ペアレンタルコントロール等多岐にわたるため、その一例を示す。マルウェア対策は、パソコンに侵入したウイルスやワーム等のマルウェアを検知して削除、あるいは機能を解除するプログラムである。ファイアウォールはパソコンとネットワーク

図表5 ファイアウォールのイメージ図（出典5）



の通信について、安全なやりとりのみを許可する機能であり、外部からの侵入を阻止するとともに、マルウェア感染後の情報漏えいを防ぐ機能を有する。マルウェアの感染経路として、メールが大きな位置を占め、フィッシング詐欺等にも繋がるという観点から、迷惑メールを自動的に検出し、ブロック・分類する迷惑メール対策機能も重要である。ペアレンタルコントロールはURLや検索語句から子どもに有害なウェブサイトであるかを判断し、子どもの閲覧を制限する機能である。一般的に、セキュリティソフトはこれらの機能を複数有し、どの機能を重視しているかに違いがある。セキュリティソフトをインストールした際の動作の軽さも利便性の観点からは重要である。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

情報セキュリティツール市場の2017年度の売上高見込推計値は4,697億円となっており、ウイルス・不正プログラム対策ソフトウェア等のコンテンツセキュリティ対策製品は、更新等で需要が安定し、今後も伸びが続くとみられる。2020年東京オリンピック・パラリンピック大会に向け、多くの企業や団体がセキュリティ対策強化を図っており、より確実に安全性を保持することが求められる。

セキュリティソフト開発にあたっては、引き続きマルウェアや危険なウェブサイト等の検出率向上や、マルウェアの駆除機能強化等が求められる。また、インターネットの利用動向やサイバー攻撃等の動向に注視し、ニーズに即した開発を行っていく必要がある。例えば、SNSやウェブメールを利用する人が増えたことで、かつてに比べ、迷惑メール対策機能の重要性は相対的に低下しているが、一方で、スマートフォンを介した情報漏えいやワンクリック詐欺等の被害が出ており、スマートフォン用セキュリティソフトの開発が求められる。さらに、自動車や医療機器、ATM等への攻撃は致命的な事故や損失につながることで、2016年にMiraiに感染したIoT機器群を介して大規模DDoS攻撃が仕掛けられたことから、IoTにおけるセキュリティ脅威にも注目が集まっている。IoT機器の普及を受け、2016年に国は「IoTセキュリティガイドライン」を公表し、IoT機器やシステム、サービスの供給者や利用者によるセキュリティ確保促進を図っている。IoT機器の急速な浸透とともに、情報セキュリティを必要とする機器は種類・数ともに大きく増加する見通しであり、中小機器メーカー、中小セキュリティシステム開発企

業の両方に参入可能性がある。参入にあたっては、セキュリティシステムは定期的に更新される必要があるため、導入後のメンテナンスやアフターサービスまで視野に入れる必要がある。

#### 4. 4. 流通支援システム（参考28～32）

##### 1) 概要

交通における渋滞緩和や物流の最適化・効率化等により、「人・モノの移動」における安全・安心を実現する技術である。特に、道路交通の安全性、輸送効率、快適性の向上等を目的に、最先端の情報通信技術等を用い、人・道路・車両を一体のシステムとして構築するシステムの総称は、高度道路交通システム（ITS）と呼ばれる。国は、「世界一のITSを構築・維持し、日本・世界に貢献する」ことを目指しており、「官民ITS構想・ロードマップ」策定等によりITSに関連する府庁や民間企業等の方向性等の共有を図った。これを受け、関係府庁の具体的な連携が進展するとともに、民間企業間の競争・協調の動きもみられ、今後のイノベーション促進に期待が高まっている。

##### 2) 代表的な構成

ETC2.0は、自動料金収受、渋滞回避支援、安全運転支援等、ドライバーに有益な情報を提供するサービスである。高速道路上、サービスエリア、道の駅に設置されているITSスポットと、ETC2.0に対応する車載器、カーナビ、スマートフォンとの双方向通信でサービス情報が提供される。今後は、道路交通情報、走行履歴・経路情報、急ブレーキ・急ハンドルのビッグデータを活用し、物流会社の運行・配送管理の支援や、交通の誘導による道路ネットワーク全体の有効活用等が図られる予定である。さらに民間企業によるETC2.0の活用事例として、フェリー乗船の簡素化、車両の出入管理、民間駐車場の決済等があるほか、今後の展開としてドライブスルーやガソリンスタンドの自動決済、観光情報の提供等も検討される。

図表6 ETC2.0による事故・渋滞時の経路誘導（出典6）



我が国の物流業界における、経営効率の改善やドライバー不足への対応、安全性向上等の観点から、高速道路におけるトラックの後続無人隊列走行をはじめとする自動走行技術への期待は高く、国は2018年度までに電子牽引の要件等の検討を行なうとしている。隊列走行には、車車間通信や周辺状況の検知を通じた車間距離保持、障害物回避、前車追従を実現するための技術的課題に加え、制度面や交通環境面での課題も残されているが、車間距離を短くして空気抵抗を減らし、かつ交通容量を増大させることから、交通の円滑化効果が期待される。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

ETC2.0が目指す道路交通における安全性保持や交通円滑化を実現するためには、ETC2.0のサービス内容の充実を図る等、ETC2.0対応車の普及促進につなげることが肝要である。こうした観点からは、ETC2.0導入コストの削減、配信情報の拡充やユーザーインターフェースの性能向上、渋滞情報等のビッグデータ解析、最適なルート誘導、事故防止の注意喚起等といった、既存サービスの充実に資する技術に加え、ドライブスルーやガソリンスタンドの決済等、民間事業での新たな活用が期待される。そのため、上述のサービス展開における、ビッグデータ解析、通信の高速化・大容量化、多数の端末の位置情報活用等の技術を有する中小企業の参入可能性は高い。

我が国の物流に大きな発展をもたらすと見込まれるトラックの隊列走行については、様々な悪天候等でも安全が確保できるよう通信を維持する技術、通信速度を確保し車両の挙動を安全に保つ技術、故障等の際に安全に停止する等の措置を講じる技術が求められる。

流通全体の観点からは、複数の交通機関の連携を通じ、乗り継ぎや積み替えの円滑化を図るマルチモーダル交通体系の実現に資するアプリケーションの開発や通信技術のほか、信号のネットワーク制御や車両と連携した制

御とそのデータの解析技術、異常事象・工事・路上駐車管理等の渋滞原因検出技術や影響評価技術が期待される。社会システムとしての性質が強い分野であるため、参入にあたっては関係省庁や大学・研究機関、大手企業といった関連主体と連携し、施策・技術・市場の動向を十分に踏まえる必要がある。

#### 4. 5. 自動走行に関する技術・製品（参考33～36）

##### 1) 概要

システムが運転を支援、あるいは運転の一部か全体を担う技術・製品である。自動走行技術の発展を推進する「官民 ITS 構想・ロードマップ 2017」や「戦略的イノベーション創造プログラム」では SAE J3016 の定義を採用しており、システムによる運転への関与度に応じ、レベル分けしている。

自動走行等は、認知・判断・操作の高速化やヒューマンエラーの排除による交通事故の減少、交通の円滑化といったメリットがあるが、システムの過信による事故も起きており、技術的な課題は多い。さらに、自動走行技術は交通ネットワーク全体と自動車の連動にも利点がある。自動車の走行データ等のビッグデータ解析やダイナミックマップの構築といった、災害や事故時の対応や円滑な交通を図る技術にも視野を広げる必要がある。

このほか、モビリティの自動制御という観点からドローンの自動飛行技術も注目されている。

##### 2) 代表的な構成

車載カメラ撮影画像の解析、センサー、車車間・路車間通信による周辺状況の把握と、渋滞・事故情報等の取得による広域情報の把握に基づき、最適な走行環境や経路を選択して加減速、操舵、目的地への到達等を行なう。

トラックの後続無人隊列走行は、車車間通信の制御システムにより後車を牽引するとともに、前車との車間距離の把握と前車の加減速情報の共有を行なう CACC（協調型車間距離維持支援システム）を活用し、適切な車間距離を維持し、白線認識カメラや先行車両トラッキングセンサーを用いて走行位置の保持を行なう。

国は、2020 年までに世界一安全な道路交通社会及び世界最先端の ITS を構築する観点から、安全運転システムの普及施策に取り組むことが重要であるとし、高齢運転者の交通事故防止対策として安全運転サポート車（サポカーS）の定義を公表した。サポカーSは、対歩行者・対自動車の自動ブレーキ、ペダル踏み間違い時加速抑制装置、車線逸脱警報等を搭載している。

図表 7 自律型モビリティシステムの成果展開のイメージ（出典 7）



さらに、各車両から収集されたプローブデータや走行データは交通渋滞の把握等に役立つほか、ダイナミックマップに代表される通り、自動運転システムの基盤としても重要なものとなる。

ドローンは事前プログラムに従って自動飛行を行なう。安全性確保の観点からは、落下・衝突事故や撮影に関する悪用の防止が求められている。

##### 3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

自動車については、周囲の明るさや天候に影響されずに通行帯や車間距離を把握する技術、運転者の認知や操作をサポートする技術、車車間・路車間の通信に資する技術等が求められる。ダイナミックマップをはじめとし

て、交通データ等の活用も今後進展する見通しであり、ビッグデータ解析や画像処理技術が期待される。さらに、自動車制御システムの電子化が進むとともに、セキュリティのリスクが上がり、サイバー攻撃等による道路交通社会への影響も大きくなると見込まれるため、セキュリティ技術を有する中小企業に参入可能性がある。

ドローンについては指定区域内の飛行を制御する技術、落下・衝突事故防止に資する技術等が求められる。

## 5. 関係する主な法令、規制、基準

災害対策基本法、国民保護法、東京の防災プラン、東京都地域防災計画、サイバーセキュリティ基本法 等

## 6. 大手メーカーへのヒアリング結果

### 6. 1. 富士通株式会社

1935年設立。情報通信分野における各種サービスと、それを支える最先端、高性能かつ高品質のプロダクトおよび電子デバイスの開発・製造・販売・保守運用までを総合的に提供するトータルソリューションビジネスを行っている。特にビジネス分野においては、テクノロジーの力で実現される、より安全で、豊かな、持続可能な社会を意味する「ヒューマンセントリック・インテリジェントソサエティ」の実現につながる、社会イノベーションの創出を目指している。

#### 1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 生体認証の国内市場規模は、2013年に約28万台（実績）であり、2018年に45万台まで伸びる見込みとなっている。2011年以降、静脈認証の法人向け市場規模が指紋認証を抜いて第1位となり、拡大中である。
- ログイン用静脈認証製品は、手のひら静脈認証方式と指静脈認証方式に大別される。同社は、手のひら静脈認証を採用しており、PC等端末や業務アプリケーションのログイン、入退室管理、勤怠管理等のソフトウェア開発等に活用されている。
- 手のひら静脈認証の特長は、安全性、認証精度、受容性の3点である。また、手のひらは静脈の本数が多いため、登録対応率・エラー率・照合時間の点で他方式に比べて優れている。
  - 安全性：静脈は体内情報なので盗まれず、指紋のように残留することがない。また偽造も困難である。
  - 認証精度：手のひらは静脈本数が多く、複雑に交差しているため、認証精度が高い。
  - 受容性：指紋は無い人、薄い人もいるが、静脈のない人はいない。また、非接触なので衛生的である。
- 手のひら静脈認証の動作原理は、手のひら静脈認証センサーに手（素手）をかざすと、近赤外線が照射され、手のひらの静脈を画像として撮像、特徴点を抽出の上、数値情報へ変換しテンプレートとする。事前に登録したテンプレートを照合して、個人認証を行うものである。現在のところ、センサーについては「小型化」、「撮影・認証時間の短縮」、「連続撮影機能搭載」、認証ボードについては「OSに依存しない仕組み」、「複数機器の認証の一元化」といった改良を行っており、これらの技術を軸に発展を考えている。
- 手のひら静脈認証を使用し、中小企業がソフトウェアの開発を担い展開した事例として、徘徊する認知症患者の身元を手のひら静脈認証を用いて特定するサービス開発・提供が挙げられる。これは、群馬県の中小企業が前橋市に導入した例であり、市役所が、徘徊の恐れがある者に対して同意を取得の上、静脈情報とユニークな番号を事前に登録しておき、万一徘徊して保護された際に、手のひら静脈認証を行うことで個人を特定して家族に連絡することができるというものである。

図表8 手のひら静脈認証「Palm Secure」  
(出典8)



#### 2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 生体認証装置及び認証アルゴリズムを、中小企業がゼロから新たに開発するのは難しいと考える。他方で、同社は手のひら静脈認証技術を自社開発のソフトウェアに組み込むための開発キットの提供を行っており、中小企業とも連携する余地があると考えている。

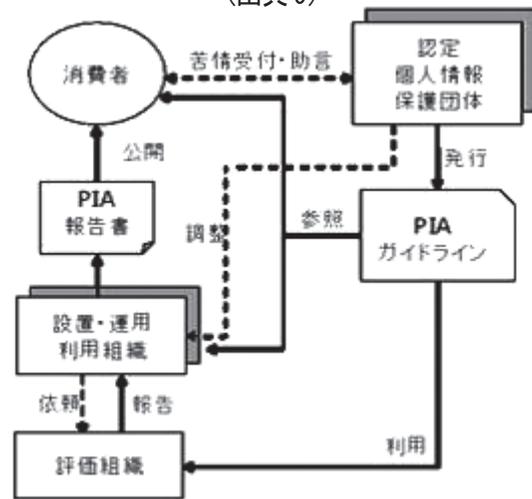
- 前述した前橋市の事例のように、ソフトウェア開発において中小企業と連携して新サービスを開発できると考えている。特に中小企業は、同社が普段接していない潜在顧客と接しているため、顧客視点で新たなサービス（新たな静脈認証利用シーン）を開拓する可能性があると考えている。

## 7. 関連する大学・研究機関のシーズ

### 7. 1. 産業技術大学院大学 情報アーキテクチャ専攻（瀬戸研究室）

- コンピュータ、ネットワーク等から構成される情報システムの開発の現場で活躍できる「情報アーキテクト」の専門職人材育成を目的とする大学であり、瀬戸研究室は情報セキュリティ技術、プライバシー保護技術、リスクマネジメント、個人認証を専門としている。
- 現状の防犯カメラは固定で、単一目的で利用されるため、プライバシー等の対応は限られた範囲の条例やガイドラインで対応できたが、次世代ネットワーク型多目的カメラシステムは目的や関係者が多岐にわたるため、より一層、情報を適正に取り扱わなければならない、カメラの設置・運用時に参照するガイドラインや事前リスク評価のためのプライバシー影響評価マニュアルが必要となる。そのため、プライバシーデザインをベースとする多目的利用のネットワークカメラのプライバシー影響評価技法の提案を検討している。
- なお、プライバシー影響評価（PIA）の実施体制については次の通りである。
  - ・ 複数の設置・運用・利用組織が個別にシステム構築あるいは改修時にPIAを実施し、消費者に対して、扱うシステムの安全性に対し説明責任を果たす。
  - ・ PIAは、専門的、中立的な評価組織が実施する。実施にあたっては、認定個人情報保護団体等が発行するPIAガイドラインに従い実施する。
  - ・ 実施したPIA報告書は、認定個人情報保護団体の助言等を受け、消費者に公開する。

図表9 プライバシー影響評価の実施体制  
(出典9)



## 8. 参考文献・引用

- 参考文献
  - (参考1) 「世界一安全な日本」創造戦略について（首相官邸、2013年12月）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/kakugikettei/2013/\\_icsFiles/afieldfile/2013/12/09/h251210\\_1.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/kakugikettei/2013/_icsFiles/afieldfile/2013/12/09/h251210_1.pdf)
  - (参考2) 犯罪対策関係会議（第27回）資料12「世界一安全な日本」創造戦略（2013年12月10日決定）主要な取組（概要）（首相官邸、2017年4月）  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hanzai/dai27/siryou12.pdf>
  - (参考3) 都民ファーストでつくる「新しい東京」～2020年に向けた実行プラン～（東京都、2016年12月）  
[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan\\_for\\_2020/honbun/honbun\\_zentai.pdf](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/actionplan_for_2020/honbun/honbun_zentai.pdf)
  - (参考4、20) 平成28年版 犯罪白書（法務省、2016年11月）  
<http://hakusyol.moj.go.jp/jp/63/nfm/mokuji.html>
  - (参考5) 平成28年における交通事故の発生状況（警視庁、2017年3月）  
[https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/H28\\_zennjiko.pdf](https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/H28_zennjiko.pdf)
  - (参考6) 防ごう！高齢者の交通事故！（警視庁、2017年5月）  
<http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotsu/jikoboshi/koreisha/koreijiko.html>
  - (参考7) 「治安に関する特別世論調査」の概要（内閣府、2012年8月）  
<http://survey.gov-online.go.jp/tokubetu/h24/h24-chian.pdf>
  - (参考8) （平成27年度版）インターネット上の安全・安心に関する世論調査（内閣府、2015年8月）  
<http://survey.gov-online.go.jp/h27/h27-net/index.html>
  - (参考9) 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 研究開発計画（内閣府、2017年4月）  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/11\\_cyber.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/11_cyber.pdf)
  - (参考10、34) 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 自動走行システム 研究開発計画（内閣府、2017年4月）  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6\\_jidousoukou.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf)

- (参考1 1) 2020年東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会に向けたセキュリティ基本戦略(Ver.1)  
(首相官邸、2017年3月)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tokyo2020\\_suishin\\_honbu/kaigi/dai7/sankoul.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tokyo2020_suishin_honbu/kaigi/dai7/sankoul.pdf)
- (参考1 2) 危機管理(事業継続/防災/情報セキュリティ)ソリューション市場に関する調査を実施(2017年)((株)矢野経済研究所、2017年4月18日)  
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1680.pdf>
- (参考1 3) 戦略市場創造プラン(ロードマップ)(首相官邸)  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm\\_jpn.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf)
- (参考1 4、2 6) 2016年度国内情報セキュリティ市場調査速報(2017年1月23日時点)((特非)日本ネットワークセキュリティ協会)  
[http://www.jnsa.org/result/2017/surv\\_mrk/data/2016\\_mrk-report\\_sokuhou.pdf](http://www.jnsa.org/result/2017/surv_mrk/data/2016_mrk-report_sokuhou.pdf)
- (参考1 5、2 3) 防犯設備市場規模1兆2153億円 防犯製造業は前年度比減少、機械警備業は拡大(セキュリティ産業新聞、2017年3月25日)
- (参考1 6) 次世代ネットワーク型多目的カメラシステムのプライバシー保護 産業技術大学院大学紀要(10)(産業技術大学院大学、2016年)  
[http://aiit.ac.jp/about/pdf/resource/2016\\_bulletin.pdf](http://aiit.ac.jp/about/pdf/resource/2016_bulletin.pdf)
- (参考1 7) 平成28年版 情報通信白書(総務省、2016年7月29日)  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc133410.html>
- (参考1 8) 防犯カメラの規制(国立国会図書館、2010年7月)  
<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/refer/pdf/071401.pdf>
- (参考1 9) 平成26年版 警察白書(警視庁、2014年8月)  
<http://www.npa.go.jp/hakusyo/h26/>
- (参考2 1) 国内市場の拡大に期待 海外は中国企業の台頭で価格競争が激化(セキュリティ産業新聞、2017年1月10日)
- (参考2 2) 学校施設の防犯対策に関する調査研究報告書(文部科学省、2002年9月)  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/shuppan/04091401/020.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/shuppan/04091401/020.htm)
- (参考2 4) 国民のための情報セキュリティサイト(総務省)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/security/intro/security/index.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/intro/security/index.html)
- (参考2 5) 情報セキュリティ10大脅威2017(独法)情報処理推進機構セキュリティセンター、2017年5月)  
<http://www.ipa.go.jp/files/000058504.pdf>
- (参考2 7) IoTセキュリティガイドライン ver.1.0(総務省・経済産業省、2016年7月)  
<http://www.meti.go.jp/press/2016/07/20160705002/20160705002-1.pdf>
- (参考2 8、3 3) 官民ITS構想・ロードマップ2017～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～(首相官邸、2017年5月)  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>
- (参考2 9) ETC2.0の新サービス((一財)ITSサービス高度化機構)  
<https://www.go-etc.jp/etc2/etc2/service.html>
- (参考3 0) ETC2.0(国土交通省)  
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/katuyou.html>
- (参考3 1) 大型トラックの自動運転・隊列走行実験に成功—エネルギーITSプロジェクトの事業成果を公開—((国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、2013年2月)  
[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100178.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100178.html)
- (参考3 2) 「高度交通システム」分野の”今後さらに取り組むべき課題”(内閣府、2014年2月)  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/infra\\_fukkou/4kai/siry005.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/infra_fukkou/4kai/siry005.pdf)
- (参考3 5) IEICE Fundamentals Review Vol.10 No.2 自動運転の課題(津川定之、2016年10月1日)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/essfr/10/2/10\\_93/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/essfr/10/2/10_93/_pdf)
- (参考3 6) 自動運転戦略本部 第二回会合 配布資料3 トラックの隊列走行について(国土交通省、2017年3月)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001178890.pdf>

○ 引用

- (出典1) 平成28年版 犯罪白書(法務省)  
[http://hakusyo1.moj.go.jp/jp/63/nfm/n63\\_2\\_1\\_1\\_1\\_0.html](http://hakusyo1.moj.go.jp/jp/63/nfm/n63_2_1_1_1_0.html)
- (出典2) 危機管理(事業継続/防災/情報セキュリティ)ソリューション市場に関する調査を実施(2017年)((株)矢野経済研究所、2017年4月18日)  
<https://www.yano.co.jp/press/pdf/1680.pdf>
- (出典3) 防犯カメラをネットワークで結び、幼稚園・保育園複合施設の監視性を高める(文部科学省)  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/shuppan/06030611/004/001.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/shuppan/06030611/004/001.htm)
- (出典4) 学校施設の防犯対策に関する調査研究報告書(文部科学省、2004年9月)  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/shuppan/04091401/019.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/shuppan/04091401/019.htm)
- (出典5) ネットワークの防御(総務省)

- (出典6) [http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/security/business/admin/03.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/business/admin/03.html)  
ETC2.0 (国土交通省)
- (出典7) <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/keiro.html>  
平成28年版 情報通信白書 (総務省)
- (出典8) <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/n6700000.pdf>  
富士通(株)
- (出典9) 産業技術大学院大学

# 第6章

## 実用化に向けた支援策

## 実用化に向けた支援策の紹介

各プロジェクトの取組を効果的かつ的確に支援するため、開発に係る経費の一部を助成するという資金的な支援とともに、プロジェクトの実用化に向けたハンズオン支援を行う。

### 連携コーディネータによる支援

各プロジェクト毎に「連携コーディネータ」を配置。

支援プロジェクトの内容・進捗状況に合ったアドバイス等を行い実用化を支援する。

- 連携コーディネータは、月1回程度、支援対象企業を訪問し、支援プロジェクトの計画内容・開発工程等を定めた「実行計画書・進捗報告書」をもとに、各取組の進捗確認を行う。
- 連携コーディネータは、支援対象企業の意向を十分に配慮して、関係機関と連携を図りながら、プロジェクトの開発段階に応じた（公財）東京都中小企業振興公社の既存事業や、（地独）東京都立産業技術研究センターをはじめとする中小企業支援機関の支援メニューの活用についてのコーディネート等を行う。

### 既存施策の活用による支援

以下の既存施策等を活用しながら、支援を行う。

### 開発過程における支援

#### ① 専門家によるアドバイス（公社専門家派遣事業との連携）

中小企業診断士、弁理士、社会保険労務士、税理士、ITコーディネーターなどの経験豊富な民間の専門家が現地を訪問し、必要なアドバイスを行う。

#### ② 知的財産面の支援（東京都知的財産総合センターとの連携）

専門スタッフによる、中小企業の優れた発明、製造ノウハウ、意匠、ブランド、著作権等、知的財産に関する各種相談に応じている。

※専門スタッフ：大手メーカー知的財産部門経験者等

#### ③ 資金調達（東京都制度融資）

事業資金調達を円滑にするため、東京都、東京信用保証協会、制度融資取扱指定金融機関の三者が協調して実施する東京都制度融資（運転資金及び設備資金）の活用が可能。

### 試作品のブラッシュアップ

#### デザイン面からの支援（公社デザイン支援事業との連携）

中小企業との共同研究に意欲のあるデザイナーの情報、デザイナーと商品開発を行うにあたって必要な基礎知識等の情報提供を行う。

ワンストップ総合相談窓口／デザイン相談や東京デザイナー情報検索、デザイン活用ガイドなど各種支援メニューが用意されている。



（「東京デザイナー情報」サイトの利用イメージ）

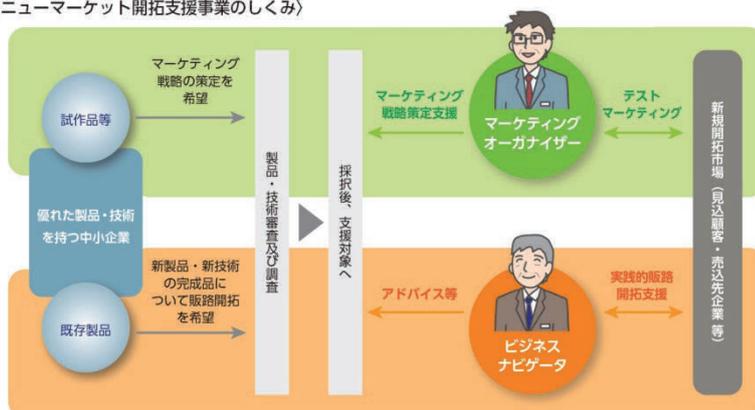
## 普及に向けて

### ① 公社の実施する販路開拓支援 (ニューマーケット開拓支援事業)

事業戦略策定等の経験を有する民間 OB 等の「マーケティングオーガナイザー」が支援企業とともに、売れる製品・技術にするため改良のアドバイスや販売計画の策定を行う。

中小企業の開発製品や技術を「売れる製品・技術」として育てていくため、大企業 OB 等で構成する「ビジネスナビゲータ」が豊富な企業ネットワークや市場情報を活用し、商社やメーカー等へ積極的に紹介する。

(ニューマーケット開拓支援事業のしくみ)



#### (市場開拓助成事業)

東京都及び公社による一定の評価又は支援を受けて開発した製品等の販路開拓を、国内外の展示会の出展に付随する経費等を助成することにより支援する。

#### (成長産業分野の海外展開支援事業)

成長産業分野における優れた技術・製品等を有する都内中小企業者等の海外展示会等の出展に要する経費の一部を助成する。

### ② 東京都トライアル発注認定制度

中小企業の新規性の高い優れた新製品の普及を応援するため、東京都が新商品を認定してPR等を行うとともに、試験的に購入し評価する。

### ③ 産業交流展によるPR

産業交流展ほか様々な媒体を活用し、開発製品の普及に向けた効果的なPR活動を支援する。

平成29年度次世代イノベーション創出プロジェクト2020  
イノベーションマップ

平成29年8月発行

登録番号 (29) 11

編集・発行 東京都産業労働局商工部創業支援課  
〒163-8001 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号  
電話 03(5320)4745 (直通)

印刷 シンソー印刷株式会社  
〒161-0032 東京都新宿区中落合1丁目6番8号  
電話 03(3950)7221

