

平成 28 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



東京都産業労働局

目次

第1章 事業概要と開発支援テーマの設定	1
第2章 健康・スポーツ分野	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	18
第3章 医療・福祉分野	23
①子育て、高齢者、障害者、外国人等の見守りに関する技術・製品の開発	24
②介護・福祉機器に関する技術・製品の開発	30
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	38
第4章 環境・エネルギー分野	49
①スマートエネルギーに関する技術・製品の開発	50
②資源のリサイクルに関する技術・製品の開発	64
③環境改善に関する技術・製品の開発	74
第5章 危機管理分野	87
①防災・減災に関する技術・製品の開発	88
②災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発	98
③インフラメンテナンスに関する技術・製品の開発	106
④生活の安全・安心に関する技術・製品の開発	116
第6章 次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 助成事業及び実用化に向けた支援策	127

第 1 章

事業概要と開発支援テーマの設定

次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 について

第1章

(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・スポーツ、医療・福祉、環境・エネルギー、危機管理など、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（大都市の課題を解決する産業）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、各分野における都市課題と技術・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、都内中小企業を中心とした連携体の構築を支援するための「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。

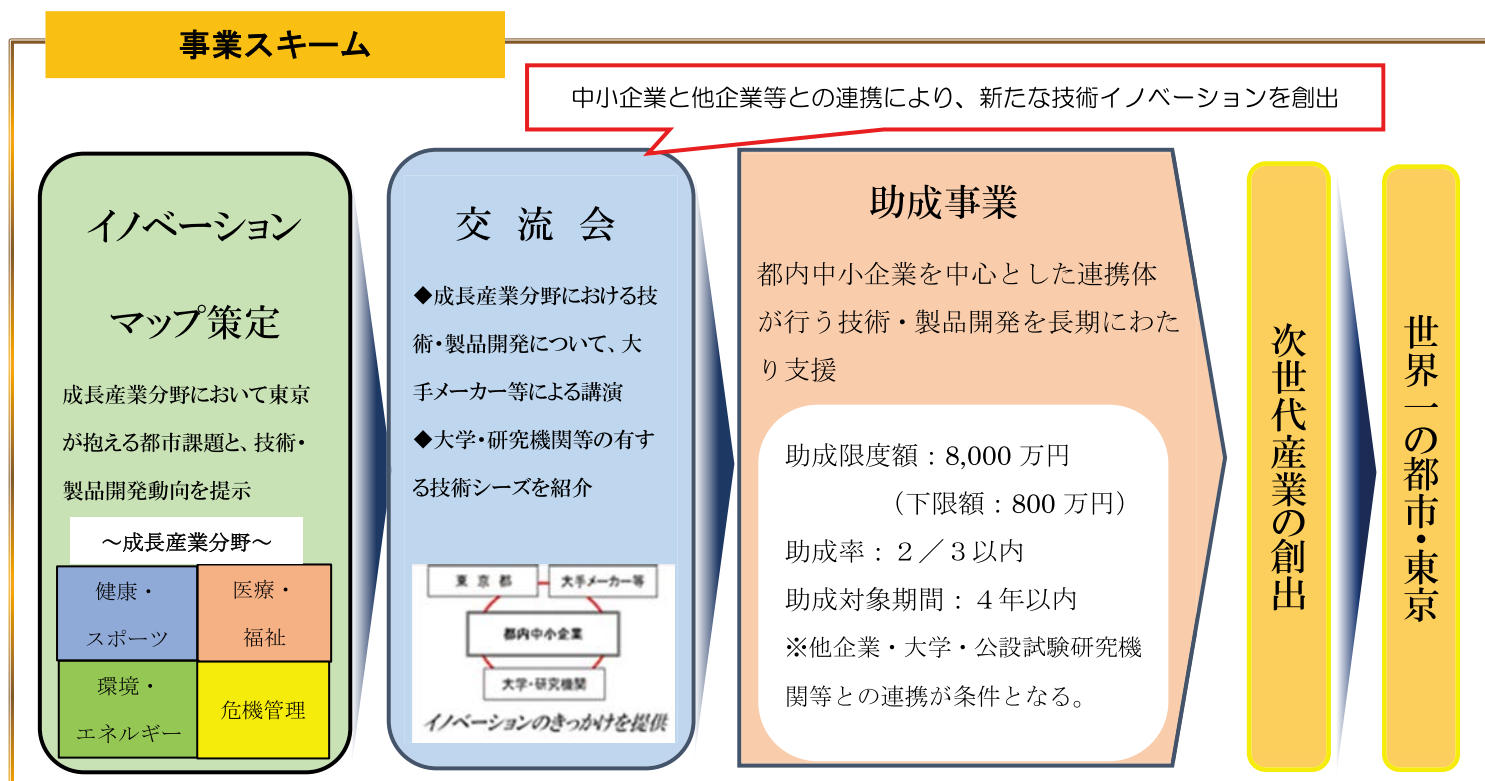
(2) 「イノベーションマップ」について

健康、医療、環境、危機管理の産業分野は、成長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、分野ごとの都市課題と技術・製品開発動向を示すことを目的としている。

策定にあたっては、「東京都長期ビジョン」に掲げられている課題を中心に、関係各局の意見を参考にし、分野ごとの政策課題を抽出するとともに、関連団体へのヒアリングを含めて、技術・製品開発動向や技術的課題の調査を行った。

図表1 次世代イノベーション創出プロジェクト2020スキーム図



「大都市の課題を解決する産業」について

(1) 「東京都長期ビジョン」と「大都市の課題を解決する産業」

都は、「世界一の都市・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「東京都長期ビジョン」を2014年12月に策定した。

「東京都長期ビジョン」においては、以下の8つの都市戦略を掲げている。

「東京都長期ビジョン」における8つの都市戦略

都市戦略1 成熟都市・東京の強みを生かした大会の成功

都市戦略2 高度に発達した利用者本位の都市インフラを備えた都市の実現

都市戦略3 日本人のこころと東京の魅力の発信

都市戦略4 安全・安心な都市の実現

都市戦略5 福祉先進都市の実現

都市戦略6 世界をリードするグローバル都市の実現

都市戦略7 豊かな環境や充実したインフラを次世代に引き継ぐ都市の実現

都市戦略8 多摩・島しょの振興

産業分野に関しては、「都市戦略6」の中で、世界一のビジネス都市として国際競争を勝ち抜き、中小企業がイノベーションを遂げ、新たな投資と雇用を創出し、女性・若者が活躍していることを、2024年頃の東京の姿として挙げており、そのために今後成長が見込まれる、健康・医療、環境・エネルギー、危機管理などを産業分野とする「都市の課題を解決する産業」が位置付けられている。

(2) 国の政策との関係について

国は、2013年6月14日に、新たな成長戦略として、「日本再興戦略」を公表した。その中では、戦略的に育成していくべき成長産業分野として、健康増進・予防や生活支援、医療などに関連する「健康長寿産業」や、「エネルギー産業」「インフラ関連産業」が挙げられている。

分野別の個別課題について

第1章

「東京都長期ビジョン」「2020年に向けた東京都の取組」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
大 都 市 の 課 題 を 解 決 す る 産 業 分 野	健康・スポーツ	・成人のスポーツ実施率及び生活習慣病等の予防や改善につながる適切な身体活動量は5割にとどまっている ・障害者スポーツを支える人材が不足している	・きめ細やかなアプローチによるスポーツの裾野拡大による健康促進 ・都民のスポーツ実施率70%達成に向けた取組 ・障害者スポーツの裾野拡大と理解促進
	医療・福祉	・高齢者人口は、2010年の約264万人から2025年には約327万人になると推計 ・今後の急速な高齢化の進行に対応するため、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が必要である	・子供、高齢者、障害者等が地域で安心して生活できる基盤整備 ・高齢者等が自宅で自立した生活を送るための介護・福祉用具の充実 高齢者人口の増大及び予防の重要性など患者ニーズの多様化に伴う医療の効率化
	環境・エネルギー	・水素エネルギーの普及拡大に向けて、設備導入コストや安価な水素の生産供給体制の整備などの課題がある ・都内消費電力量に占める再生可能エネルギーの利用割合は2012年度末で約6%である 最終処分場で埋められている年間124万トンの廃棄物には、再生利用可能な資源も多く含まれる PM2.5など一部の地域で濃度の低下が見られるが環境基準達成率は依然低い	・水素社会の実現に向けた燃料電池等の普及拡大 ・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拡大 持続的発展可能な都市の構築に向け、廃棄物の発生抑制とリサイクルの推進 水と緑に囲まれ調和した都心の実現のため、一層の大気汚染対策の実施
	危機管理	首都直下地震等では、約517万人の帰宅困難者が想定され、そのうち行き場のない約92万人の受入施設の確保は官民合わせて約19万人にとどまっている 近年は時間50ミリを超える局地的な集中豪雨が頻発しており、更なる対応が求められる 少子高齢化などを背景に行政需要の増大が見込まれる中、維持管理・更新を適切に行うためには、効率的・計画的な取組が求められる ・高齢者を狙った特殊詐欺や女性を狙ったストーカー犯罪の発生などにより、体感治安は十分改善されていない ・サイバー犯罪の手口は、悪質・巧妙化し被害も拡大	・自助・共助の取組を通じた災害時の対応力向上 ・木造住宅密集地域における不燃化の実現 ・住民の警戒・避難体制を支援するソフト対策の推進 ・東京の外国人が安心・快適に生活するための多言語化等のサポート ・都市インフラの更新需要に対応するため、ライフサイクルコストの低減と更新時期の標準化 ・災害に強い都市インフラ整備や環境負荷の少ない都市づくり ・都民・来訪者などの全ての人々が治安の良さや生活の安心を実感できる都市の実現 ・サイバーやテロ等への対策強化

※開発支援テーマに合致していれば、例示したものの以外の技術・製品開発も対象となります。

※各機器やシステムの構成部品や部材等の周辺技術・製品の開発も対象となります。

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子育て、高齢者、障害者、外国人等の見守りに関する技術・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
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、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	建造物の耐震強化技術、落下・転倒防止技術、水害等防止対策技術、火災・防火対策技術、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	コミュニティ無線、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、破壊検査技術、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、異物検出・混入防止システム、流通支援システム 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

分野：健康・スポーツ分野

テーマ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

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1～4）

- 2015 年 10 月スポーツ庁が文部科学省の外局として新設され、スポーツに関する施策が総合的に推進される。施策の柱として「国際競技力向上」、次に「医療費抑制」を掲げ、スポーツを通じた健康増進への期待が込められている。
- 健康長寿社会の実現に向けて、スポーツ、健康管理に対する技術力の重要性が増している。「日本再興戦略 2016」において、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」が掲げられ、2015 年 5.5 兆円から 2025 年 15 兆円へと成長させる目標が設定されている。
- 都では、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、「世界に存在感を示すトップアスリートの育成とスポーツ都市東京の実現」を目指し、大会後のレガシーも見据えた取組を進めている。
- 東京マラソンをはじめとする大規模マラソン大会等が全国で開催され、マラソン・ジョギング人口が安定して増加している。また、高齢者を中心に、グラウンド・ゴルフの競技人口が急増し、ロードランニング経験者を中心に、トレイルランニングの競技人口が急増している。競技人口の増加や新しいスポーツ競技市場の成長に伴い、関連する用品等の開発が期待される。

1. 2. テーマ共通の課題

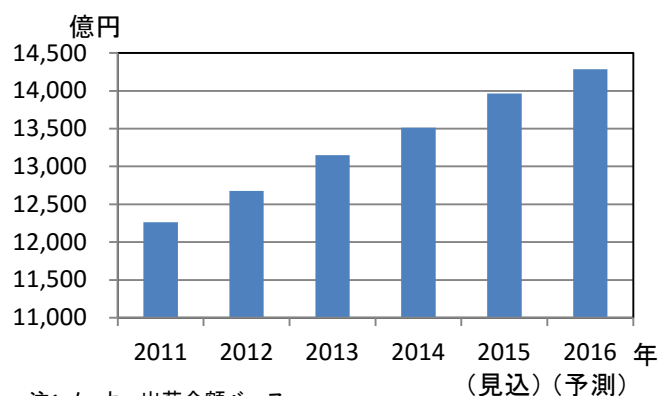
- スポーツ用品や健康機器は、高品質化や高機能化が求められるだけでなく、ファッションの一部という側面もあり、デザイン性や価格も重要な要素となっている。
- 健康機器であっても、医薬品的な効果効能（疾病の治癒、改善、予防または身体の機能に作用すること）を記載するには、医薬品医療機器等法の届出を行うか、認証または承認を受ける必要がある。
- スポーツ用品の高品質化や高機能化に加え、IT・健康・観光・ファッション等との融合、スポーツ施設の整備に関する技術・製品、新たなスポーツの開発等が重要になっている。

2. 市場動向（参考 5、6）

（1）スポーツ用品市場

2015 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 3,964 億 5,000 万円の見込みとなっている。2016 年は、リオデジャネイロオリンピック・パラリンピック大会の開催を控えており、前年比 102.3%の 1 兆 4,286 億 7,000 万円と予測され、2012 年から 5 年連続での市場拡大となる見通しである。

図表 1 スポーツ用品市場規模の推移（出典 1）



注1.メーカー出荷金額ベース

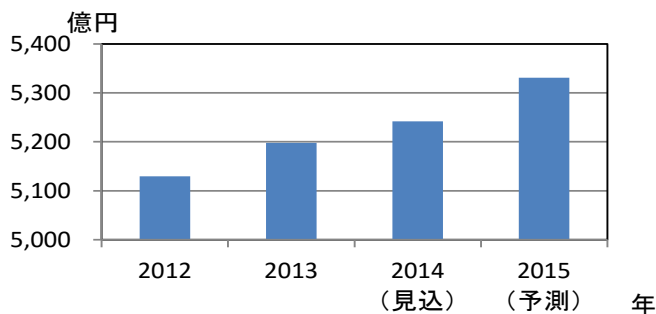
注2.見込値、予測値ともに2016年3月現在

(2) スポーツアパレル市場

2015 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 100.8%の 5,241 億 6,000 万円の見込みである。

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、前年比 101.7%の 5,330 億 8,000 万円で推移すると予測する。

図表2 スポーツアパレル市場規模の推移(出典2)



注1.メーカー出荷金額ベース

注2.見込値、予測値ともに2015年11月現在

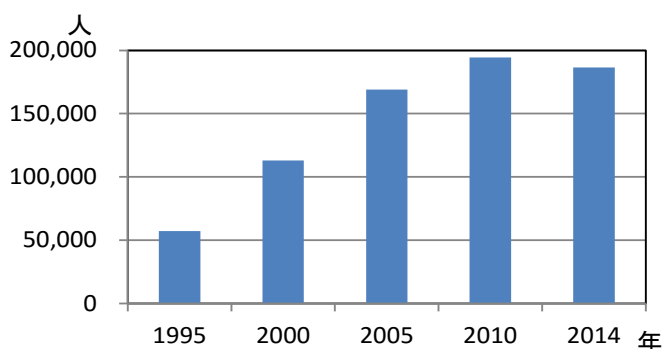
(3) 成長スポーツ分野

競技人口が急増している成長スポーツ分野では、関連用品の開発等が期待される。

高齢者層を中心にグラウンド・ゴルフ人口が増加。(公財) 日本グラウンド・ゴルフ協会の会員数は、1995 年の 57,142 人から 2014 年 186,564 人と、3 倍以上に増加している。また、同協会は、グラウンド・ゴルフの競技人口が 150 万人へと増加したと公表している。

また、ロードランニング経験者を中心に、山中を走るトレイルランニングの競技人口や大会が増加しており、2014 年の競技人口が 20 万人程度と推定されている。

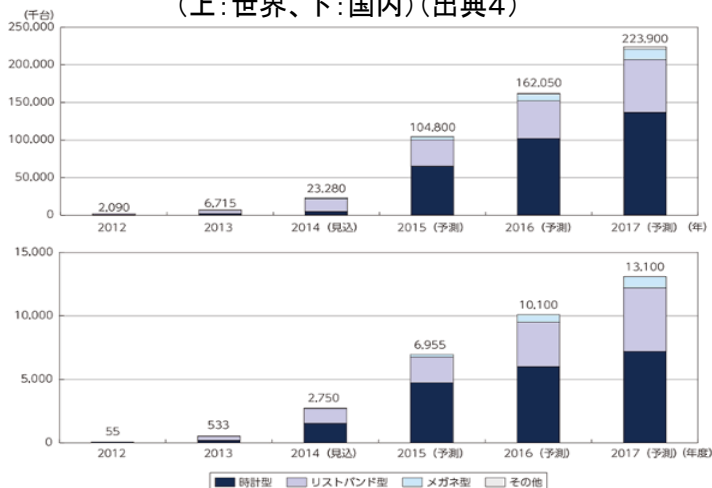
図表3 (公財) 日本グラウンド・ゴルフ協会会員数(出典3)



(4) ウェアラブル端末市場

ウェアラブル端末は、2013 年度に 53 万台であった国内市場が、2014 年度に 275 万台と約 5 倍に、2017 年度には 1,310 万台まで拡大する見込みである。また、2013 年の世界市場は 671 万台であり、2017 年までに 2 億 2,390 万台に急成長すると予測されている。

図表4 ウェアラブル端末市場規模予測
(上:世界、下:国内)(出典4)



(5) 家庭用健康管理機器市場

家庭用健康管理機器で、健康管理サービスと連動する製品の多い製品分野の 2013 年国内市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、電子血圧計が 265 億円、電子体温計が 107 億円、体重体組成計が 233 億円の見込みである。

さらに、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 兆円に拡大するとしている。

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。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の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。

最近では、東京マラソンをはじめ、マラソン・ジョギングが幅広い年代で人気であるとともに、グラウンドゴルフや、トレイルランニングなどの比較的新しいスポーツも登場し、参加人口を増やしている。

既存のスポーツに関して、機能的素材（太陽光遮断性・吸汗性・速乾性等）、ウェアラブル端末等の研究・開発が行われるとともに、グラウンドゴルフやトレイルランニングなど、新しいスポーツに合わせた技術・製品も開発されている。

2) 代表的な構成

機能的素材としては、発熱性、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5 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、リストバンド型、時計型、メガネ型等の形状があり、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 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。

図表6 ウェアラブル端末利用の例(出典5)



写真左から
リストバンド型、
時計型、メガネ型

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の既存の素材の課題を解決した製品の開発が期待される。

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。その他、センシング技術の向上や、データ表示システムや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製品化の手法が考えられる。

4. 2. 健康機器

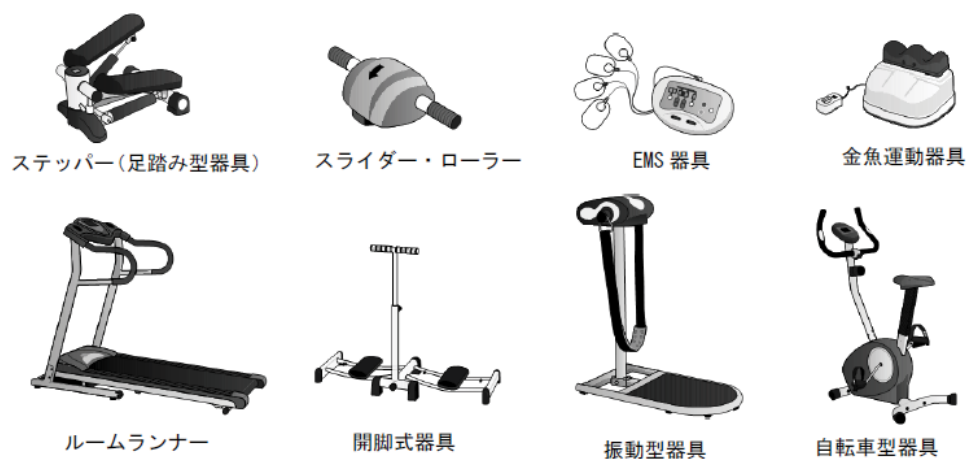
1) 概要

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あり、健康治療器、健康維持・増進機器、健康・美容機器、健康管理機器等である。

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今後も成長が期待される。

2) 代表的な構成

図表7 健康機器の例(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

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

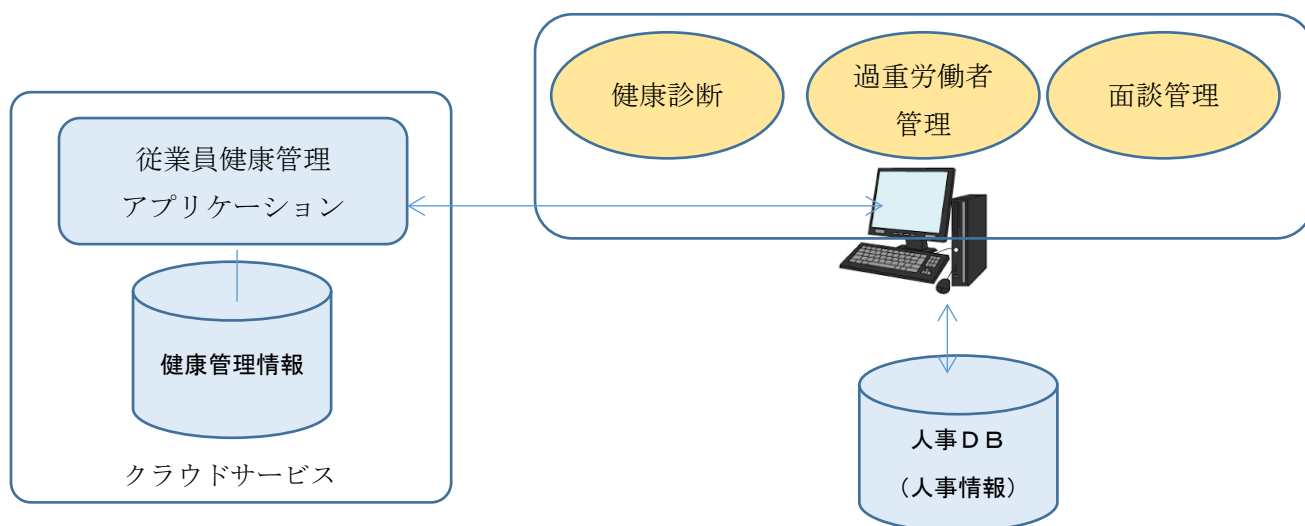
1) 概要

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、医療機関や健康診断などから得られたデータや履歴や、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。様々な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

図表8 健康管理システムの構成例(企業で活用される健康管理システム)



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、企業の従業員の健康管理等の目的で、大量の個人情報を経営的に蓄積するシステムのニーズが高まる中で、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

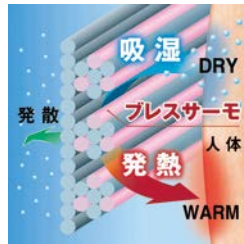
6. 1. ミズノ株式会社

1 世紀近くにわたって日本のスポーツ品産業をリードし、世界でも屈指の総合スポーツ品メーカーとして国内外から高い評価を受けている。生産する品目はほとんどすべての競技種目にわたり、スクール事業も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。また、スポーツ振興に特に力を注ぎ、小さなスポーツ大会から国際大会にいたるまで幅広く協力している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 最近の開発事例では、アパレルウェアとして、発熱素材「ブレスサーモ」、涼感素材「アイスタッチ」、ドライ素材「ドライベクター」などの機能性素材を活用した各種ウェアを開発・販売している。機能性素材は、ユーザーへの性能認知と販売価格が課題となっている。
- ランニングシューズにおいては、足首や膝の傷害を防止するために、着地時に受ける衝撃を緩和するクッション性と、足首のぐらつきを抑える安定性を両立することが求められている。同社では、クッション性と安定性を両立するためにスポンジに波型の板をサンドイッチした「ミズノウェーブ」を搭載した各種ランニングシューズを開発・販売している。

図表9 ミズノ（株）の製品一例（出典7）



発熱素材「ブレスサーモ」



ランニングシューズ「ウェーブライダー」

- 天然素材の人工化等、環境負荷の軽減を目的とした新しい材料・技術情報の収集を行っている。また、複合材料である FRP（Fiber Reinforced Plastics：繊維強化プラスチック）を活用した製品開発をはじめとする、高機能のスポーツ用品を開発・販売していく。
- 次世代の中核商品群として、IoT 技術を活用した製品・サービスの開発が進んでいる。例えば、市民マラソンなどで怪我をせず安全に走りたい、美しい姿勢で走りたいといったニーズに対し、身体への負担やランニング姿勢などをフィードバックするシステム・サービスを開発している。また、野球のバットにセンサーを付け、スイングの特徴に関する数値的なデータを収集・解析し、スイングの改善につなげるシステム・サービスを開発している。
- トップアスリート向けの製品だけではなく、歩行速度の向上を助けるウォーキング用のアイテム（タイツ、ソックス、サポーター）、体を動かす機会が減ってきている子供達を対象とする外遊びや運動を促す器具及びプログラムの開発も行っている。
- 障害者を対象とした車椅子パーツを開発している他、障害者アスリートを対象とした競技用義足パーツなども開発している。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 同社では、例えば、機能性素材である発熱素材「ブレスサーモ」の開発において、外部の素材メーカーとの共同開発や、独自技術を有する中小企業からの技術提供を受けているなど、事業パートナーとして中小企業と連携している場合がある。
- 障害者の義足パーツの開発やセンサーを活用した製品分野など、新しい分野の開発においては、まだパートナー企業が少ないため、新しい企業との連携の可能性がある。
- 同社では、大阪の中小企業支援機関（「大阪産業創造館」など）を通じて中小企業と定期的に交流している。繊維関連であれば北陸地方など、技術を有する中小企業は特定の地域に集中している。東

京近郊ではまだ中小企業との交流機会は少ないため、独自の技術やノウハウを有する中小企業との出会いに期待している。

- 中小企業と連携して技術・製品の開発を進める中で、試作まで進んでも採算の目途が立たずに途中で開発断念するケースも多く、その際、費用負担などをしっかり取り決めておく等、中小企業の負担軽減に配慮することが重要である。

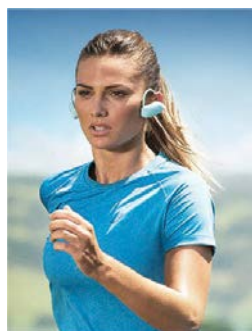
6. 2. 株式会社アシックス

1949 年創業。各種スポーツ用品等の製造および販売を行う国内最大の総合スポーツ用品メーカー。海外売上比率が 8 割近くを占め、売上高でスポーツ用品メーカーの世界 4 位に位置するグローバル企業。ウェアラブル端末事業については、ソニー株式会社の端末におけるトレーニングメニューの連携、株式会社リコーの 360 度カメラによるシステム開発等の様々な先進事例がある。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- ソニー（株）とスマートヘッドホン端末「スマートビートレーナー」を開発した。（株）アシックスのトレーニングプログラムが組み込まれている。
- 東京マラソンでは、コースのロケーション通知（「間もなく雷門」等）を出すスマートウォッチ端末の体験及び実証を行った。神戸マラソンでは一般の方による体験も行った。
- （株）リコーと、360 度カメラ「THETA」のヘッドマウントディスプレイ端末を開発した。東京マラソンで、高齢者、障害者を含めた一般の方によるマラソンの疑似体験及び実証を行った。
- NECソリューションイノベータ（株）と、準天頂衛星システム「みちびき」を活用した GPS 互換の衛星測位サービスを利用し、5 秒単位で高い精度（誤差が 2～3m 程度）でランナーのモニタリングができるシステムを開発した。

図表 10 （株）アシックスのウェアラブル端末や活用技術の例（出典 8）



ウェアラブル端末「スマートビートレーナー」



準天頂衛星システム「みちびき」

- 同社のウェアラブル端末事業では、スポーツ分野の IoT ビジネスを展開しているが、それで収益が確保できるかが壁になる。アメリカではスポーツ産業が 4 大市場の一つとなっているが、日本では、現状、そのような土壌となっていない。
- ウェアラブル端末にアプリを入れるということは、スマートフォンが必要になる。端末間のブルー

トウース機能を利用し、スマートフォンがなくても GPS 機能に相当する機能を果たす端末等も考えられるため、アプリを活用する方向が正しいかどうか、社内で議論している。

- ウェアラブル端末の課題はコストダウン。また、既に広がっている技術を製品化できるアイデアが重要。また、スポーツ関連の業界だけではなく、魅力的なアプリを開発する等、他の業界と連携することが重要。
- 新しい高性能のハードウェアを開発するのではなく、今あるインフラを活用してビジネスを開発していく方向性である。例えば、靴にセンサーを取り入れて高機能のシューズを開発しても、高価格になるようでは売れない。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- スポーツのために開発している企業でなくても、例えば環境関連の製品であっても、低価格で取り込みやすいものであれば、同社がスポーツ向けの活用を考えて、協業できる可能性がある。
- 新しい機器端末を開発した中小企業から製品化のアプローチを頻繁に受けるが、高くても高性能の端末の提案よりも、既存の技術を活用するアイデアを提案してもらったほうが検討しやすい。
- 欲しい技術を持っている上で、協業する相手企業としては、しっかりと品質を担保でき、グローバルでカスタマーサービスを持っていたり、リコール対応できたり、量産体制が整っていること等を希望する。
- ただし、性能は低くても、しっかりとした品質を保ち価格を抑えたデバイスの活用提案であれば、故障した場合に修理ではなく交換する等、カスタマーサービスの対応も負担が減り、製品化を考えやすくなる。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 慶応大学大学院メディアデザイン研究科

- 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科では、人の「生理」に根ざしている現実感に着目することで、より快適で、楽しめるメディアの開発を目指している。
- 同大学院のリアリティメディアプロジェクトレイジスタンスチームにおいて、(株)アシックスが共同で、ウェアラブルデバイスを用いた新たなスポーツ体験のシステムを開発。マラソンランナーに装着した全天球カメラの映像と音声をリアルタイムに伝送し、ヘッドマウントディスプレイを用いてランナーの視点をユーザーが閲覧できるシステムを構築した。

図表 11 ヘッドマウントディスプレイ (出典 9)



7. 2. 順天堂大学医学部整形外科学講座

- 順天堂大学では、医学、スポーツ科学の要素を取り入れたアプリケーションの開発により、「スポーツ・健康」と「セルフケア・医療」の融合による健康維持・増進を図ることで、全ての人々をアクティブな状態へ誘導する「アクティブ・フォー・オール」の実現を目指している。

図表 12 アプリ「ロコモニター」 (出典 10)



- 同大学は、ロコモ（運動器の障害により移動機能が低下した状態）の研究アプリ「ロコモニター」を開発した。このアプリは、アンケート型・センシング型の調査項目を併用し、かつてない規模で人々のロコモ度を調査する。また、利用者の回答データを即座に分析、3段階でロコモ度を判定し、最適なロコモ予防・改善アドバイスを提供する。

7. 3. 東京大学工学系研究科（染谷研究室）

東京大学大学院工学系研究科の染谷教授は、曲げても性質が変化しないフレキシブル圧力センサーの作製に成功した。ウェアラブルエレクトロニクスの装着感を低減するため、生体に密着する柔らかい圧力センサーの開発が重要性を増しているが、柔らかい素材でできた圧力センサーは、曲げたりよじれたりすると、変形に伴うひずみのためにセンサーの性質が大きく変化してしまい、正確に計測できなくなるという問題があった。本研究グループは、ナノファイバーを用いることによって、曲げても正確に測れる圧力センサーの開発に成功した。

今回開発した圧力センサーは、半径80マイクロメートルまで折り曲げても、圧力センサーとしての性質が変化せず、膨らませた風船のように柔らかい曲面上でも圧力の分布を正確に計測することができた。本研究成果を活用し、ゴム手袋など柔らかな曲面上に本センサーを装着して圧力を測定することが可能になり、感覚に頼っていた触診をセンサーで定量化するデジタル触診など、ヘルスケア、医療、福祉など多方面への応用が期待される。

図表 1 3 フレキシブル圧力センサー
(出典 1 1)



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
- (参考 2) 日本再興戦略 2016—第 4 次産業革命に向けて—（日本経済再生本部、2016 年 6 月）
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf
- (参考 3) スポーツ未来開拓会議中間報告（経済産業省、2016 年 6 月）
<http://www.meti.go.jp/press/2016/06/20160614004/20160614004-1.pdf>
- (参考 4) 東京都長期ビジョン（東京都、2014 年 12 月）
http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/vision_index/
- (参考 5) トレイルランニングに関する実態調査（（株）日本能率協会総合研究所、2014 年 9 月）
<https://www.jmar.co.jp/job/sports/data/trailrun-release20140905.pdf>
- (参考 6) 平成 27 年度版 情報通信白書（総務省、2015 年 7 月）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241140.html>

○ 引用

- (出典 1) スポーツ用品市場に関する調査結果 2016（（株）矢野経済研究所、2016 年 5 月）
<https://www.yano.co.jp/press/pdf/1539.pdf>
- (出典 2) スポーツアパレル用品市場に関する調査結果 2015（（株）矢野経済研究所、2016 年 4 月）
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1544.pdf>
- (出典 3) （公財）日本グラウンド・ゴルフ協会HP
<http://www.groundgolf.or.jp/>
- (出典 4) 平成 27 年度版 情報通信白書（総務省、2015 年 7 月）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241140.html>
- (出典 5) 情報通信白書平成 26 年版（総務省、2015 年 7 月）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/>
- (出典 6) 家庭用健康器具による危害等について（（独）国民生活センター、2012 年）
http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20120621_1.pdf
- (出典 7) ミズノ（株）
- (出典 8) （株）アシックス

- (出典 9) 慶應義塾大学大学院
- (出典 1 0) 順天堂大学
- (出典 1 1) 東京大学

分野：健康・スポーツ分野

テーマ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）

- 国では、障害者スポーツの振興について 2015 年 10 月に新設されたスポーツ庁へ関連する政策が一元化され、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向け、障害者スポーツの普及促進が進められている。
- 国では、2015 年から「地域における障害者スポーツ普及促進事業」を実施し、2020 年東京オリンピック・パラリンピック大会を成功に導き、障害の有無に関わらずスポーツを行うことができる社会を実現するため、各地域において障害者スポーツに取組みやすい環境整備を促進している。
- 都では、2012 年に「東京都障害者スポーツ振興計画」を策定し、障害者スポーツの振興を進めている。世界で初めて 2 回目のパラリンピック大会を開催する都市として、競技志向の障害者アスリートの発掘や育成を進めるとともに、大会を契機としたノーマライゼーションの定着を目指している。
- 公益財団法人日本障がい者スポーツ協会では、障害者スポーツの将来像（ビジョン）及びビジョンを実現するための取組に関する「Action Plan」を策定している。

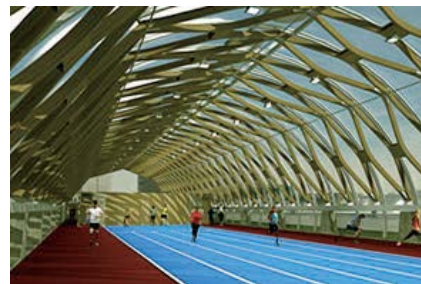
1. 2. テーマ共通の課題

- 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。
- 障害者スポーツ製品では、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、日常生活用の車椅子を従来製作している複数の国内メーカーが開発・販売をしている。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数少ない状況である。
- 2016 年 12 月には障害者スポーツの研究開発を行う企業等が活動拠点とするスポーツ施設が東京都江東区にオープンし、今後の技術・製品の開発の促進が期待される。

図表1 新豊洲 Brillia ランニングスタジアム(出典1)



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・製品とは、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必要とされるだけでなく、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2 障害者スポーツ用品(車椅子)(出典2)



図表3 障害者スポーツ用品
(義肢装具)(出典3)



図表4 障害者スポーツ用品
(スキー補助器具)(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

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

視覚障害者の誘導用ブロック（点字ブロック）の代替製品や、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た傷や痕を修繕・掃除するための技術・製品などがある。

図表5 誘導用ブロックの代替製品(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

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連して活用可能なものが既に幅広く存在すると考えられるが、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で、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. 株式会社ゴールドウイン

各種スポーツ用品の製造および販売を行う国内の大手スポーツメーカー。アウトドアスタイル関連、アスレチックスタイル関連等の商品に関し、「ザ・ノース・フェイス」、「スピード」、「カンタベリー」等、多数のブランドを扱っており、ウェアを中心に幅広い商品を扱っている。同社は、障がい者スポーツへの支援活動を積極的に行っており、2015年には、日本障がい者スポーツ協会とオフィシャルパートナー契約を締結している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

同社では、チェアスキー、車椅子マラソン、水泳などの障害者スポーツをウェア提供でサポートしている。また、視覚障害者のクライミングをサポートする NPO 法人「モンキーマジック」を支援する T シャツを販売している。

図表 6 ウィルチェアーラグビーの提供例（出典 6）



図表 7 水泳の提供例（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

同社では、障害者スポーツに関するウェア提供において、障害がある箇所のデザインや、着脱性については特別なカスタマイズをするものの、素材や基本的なデザイン等は障害がない人向けに提供している製品と同じものを採用している。障害の有無に関わらず、広く使える技術・製品を開発・販売することが重要だと考えている。

6. 2. 公益財団法人鉄道弘済会 義肢装具サポートセンター

1969 年発足。民間における国内唯一の、義肢装具の製作から義肢装着訓練に至るまで、一貫した諸サービスを提供する総合的なリハビリテーション施設として運営。所属の義肢装具士が平成 1 年より国内初のスポーツ用義足を研究・開発し、切断患者対象の陸上クラブチームを運営しながら、スポーツ用義肢装具の性能向上に取り組んでいる。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- スポーツ用義足は、福祉機器メーカーの（株）今仙技術研究所と 7 年前（平成 21 年）に、厚生労働省の事業（「平成 21 年度障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト」）を利用し、板バネ等の開発を行った。現在、国内でスポーツ用義足の板バネを製品化できているのは同社が唯一である。
- 従来は、スポーツ用義足の部品については海外製（ドイツやアイスランド）しか選択肢がなかった。
- 国内では、同センターとメーカーによる板バネの共同開発例がある。また、スポーツ用品メーカーが国産初の義足用スパイクを共同開発した例がある。さらに、スポーツ用義足を研究開発するベンチャー企業も登場している。
- スポーツ用義肢装具は高い信頼性が求められる。また、製品を開発・販売するだけでなく、利用者に合わせた調整や、購入後のメンテナンス等のアフターサービスが必要となる。国内のスポーツ用義足利用者は限られるため、事業化のためには海外市場への販路拡大が重要だが、調整やアフターサービス等が必要となるため、遠方の利用者への販売が難しい。
- 日本人と同じような小柄な体型のアジア向けに製品開発を行い、市場開拓を図ることは今後の可能性として考えられる。

図表8 スポーツ用義肢装具の製品例（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

- 板バネの開発において金型を製作する費用が高額となる反面、国内の販売数量に限られることと、海外への販路開拓が困難であることから、国内の中小企業のスポーツ用義肢装具に関する技術・製品開発への参入は困難である。
- 海外メーカーのカーボン製品について、日本のメーカーの素材を利用していることが分かり、国内のカーボン技術は高い評価を受けているので中小企業の参入の可能性はある。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 京都工芸繊維大学（森本研究室）

京都工芸繊維大学先端ファイブ科学部門 森本教授、桑原准教授と、(株) タナベが共同で、光る点字ブロックと光るボラード（車止め）を開発した。弱視者や高齢者が安心して安全に道を歩くことのできる歩行誘導装置のうち、点字ブロックは実用化されてすでに京都府下をはじめ千葉、つくば、北海道などに敷設されている。

図表9 点字ブロック（出典9）



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
- (参考2) 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）
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/suishin/1361888.htm
- (参考3) 東京都障害者スポーツ振興計画（東京都、2012年3月）
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2012/03/70m3s200.htm>
- (参考4) 日本の障がい者スポーツの将来像（ビジョン）～活力ある共生社会へ～（（公財）日本障がい者スポーツ協会、2013年3月）
<http://www.jsad.or.jp/about/vision.html>

○ 引用

- (出典1) 新豊洲 Brillia ランニングスタジアム着工に関するニュースリリース（太陽工業（株）、2016年6月）
https://www.taiyokogyo.co.jp/dcms_media/other/news_160606.pdf
- (出典2) (株) オーエックスエンジニアリング
- (出典3) ミズノ（株）・（株）今仙技術研究所
- (出典4) NPO法人日本障害者スキー連盟HP
<http://www.sajd.com/alpine/alpine-ski/equipment/>
- (出典5) 錦城護謄工業（株）
- (出典6、7) (株) ゴールドウイン
- (出典8) 公益財団法人 鉄道弘済会
- (出典9) 京都工芸繊維大学

第3章

医療・福祉分野

- ①子育て、高齢者、障害者、外国人等の見守りに関する技術・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

分野：医療・福祉分野

テーマ①：子育て、高齢者、障害者、外国人等の見守りに関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1、2）

- 都の高齢者人口は、2010 年の 264 万人から 2025 年には 327 万人になると推計され、総人口に占める高齢者の割合（高齢化率）の上昇が見込まれている。都内の 65 歳以上の夫婦のみ世帯及び単身世帯も、2010 年の 50.3 万世帯（夫婦のみ世帯）・64.7 万世帯（単身世帯）から、2035 年には 67.2 万世帯・104.7 万世帯に達すると見られている。加えて、認知症高齢者も 2013 年の 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。
- こうした現状を踏まえて、都が 2014 年度に策定した「東京都長期ビジョン」では、「高齢者が地域で安心して暮らせる社会の実現」を政策指針の 1 つとし、おおむね 10 年後（2024 年頃）の将来像として、「適切な医療・介護・予防・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」を掲げている。また、「安心して産み育てられ、子供たちが健やかに成長できるまちの実現」を政策指針の 1 つとし、子育てに配慮した優良な住宅の供給促進を図る事業等を進めている。
- 一方、共働き世帯が増加を続けており、家庭における子育てにおいて、IT を使って離れたところから子供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。

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、利用者に負担を掛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 3）

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、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ている。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

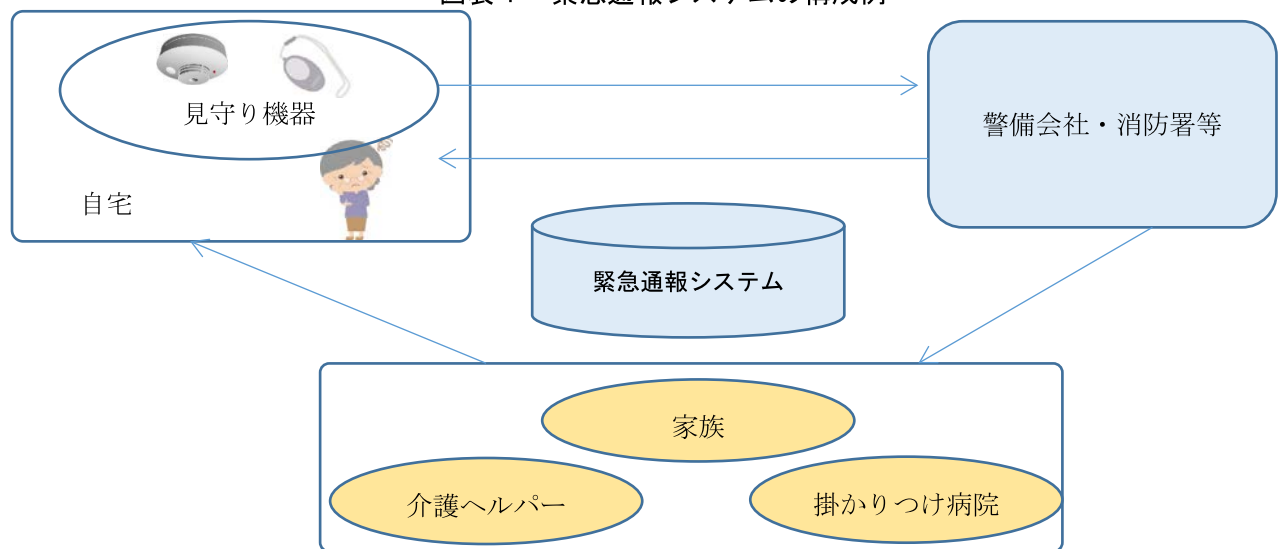
1) 概要

緊急通報システムとは、見守られる側の高齢者等が自ら緊急ボタンを押すと、あらかじ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（見守者）側の受信装置で構成される。

図表 1 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。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の安否や行動を把握し、異常を検知した場合、あらかじ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

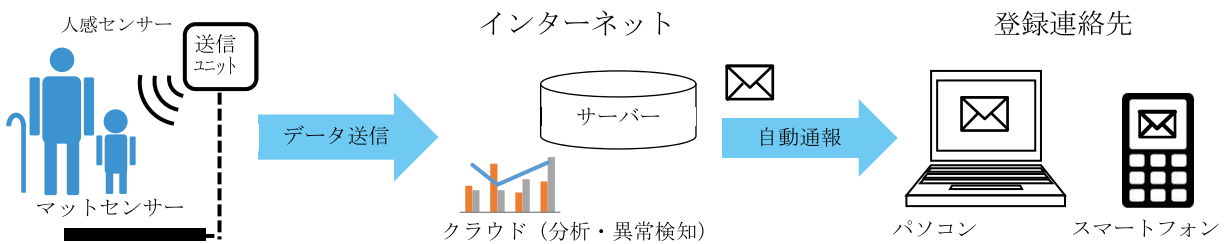
センサー、電流センサー等でライフラインの使用状況を監視する方式があり、個々の高齢者の生活特性に応じて選択される。見守られる側の高齢者にとっては、センサーや機器の存在を意識せずに、普段通りの生活を続けることができ、プライバシーも保たれるため、導入への抵抗感が薄いという利点がある。

一方の携帯型は、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、あらかじ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。

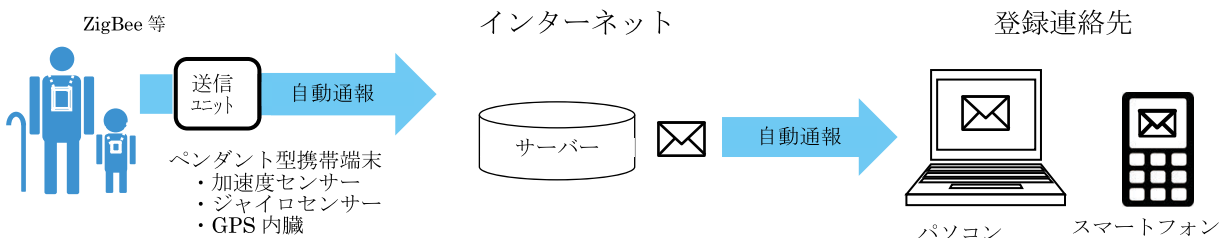
近年は超音波、電波、輝度分布、音声等の非接触型センサーを用いて、対象者の動作・行動を三次元的に検知するシステムの開発も進んでいる。

2) 代表的な構成

図表2 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3 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掛けなど、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

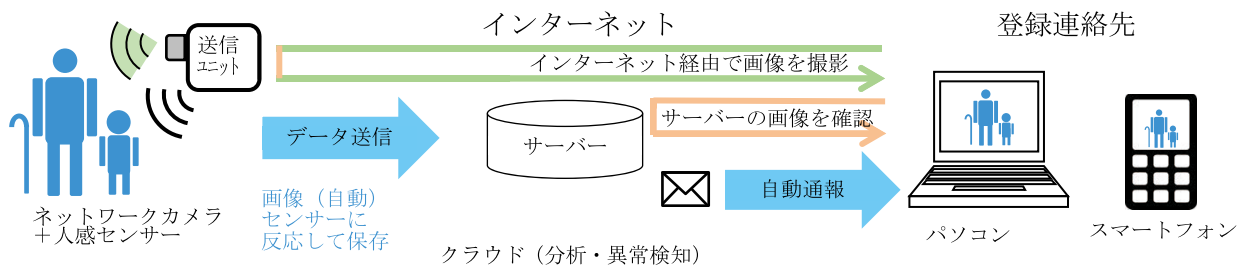
ネットワークカメラとは、高齢者の自宅にネットワークカメラを設置して見守りを行うシステムのことである。住宅内の状況をTVやタブレット、スマートフォン等のビューワーで常時視認できるほか、

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すで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ない場合、異常発生時に見守られる側からの通報ができない。③暗視機能がない場合、夜間の見守りが困難である。

2) 代表的な構成

図表 4 ネットワークカメラ/センサーによる見守りシステム例



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. 株式会社ケアコム

昭和 30 年設立。医療・福祉分野の情報・通信システムの専門メーカーで、医療・福祉の現場で役立つ様々なソリューションシステムを開発し、全国で多くの医療施設や福祉施設等に製品を提供している。ナースコールシステムをはじめとし、全国の独立行政法人国立病院機構病院、国立大学法人大学病院、日赤病院の約 8 割に製品を納品するなど、国内トップシェアを誇る。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

○ 病院、介護施設等でのナースコールや情報通信を中核事業として 60 年間取り組んできており、近年はその機能の拡張を図っている。例えば、ベッドの見守りセンサーにより患者の移動や、医療機器との連動により心拍異常等を把握し、その情報をナースステーションや廊下に設置した機器、職員が持つ PHS やスマートフォン等へ情報伝達する仕組み等である。センサーや電話機能等、他企業が得意とする機器との連動により、協業でソリューション化に取り組んでいる。

- ナースステーションに設置する PC (NICSS) では、患者の入退院やナースコールの記録等を蓄積することができるため、それらのビッグデータを活用した業務改善と患者の安全性の向上の提案等を進めている。介護施設でも同様のサービスを導入し、施設内でのビジネスを展開している。
- ニーズの高まりにより見守り製品市場への参入企業が多くなっている中、自社技術の開発も進めているが、大手企業、中堅企業等さまざまな企業と連携している同社の特徴を活かし、優良技術をつなぐプラットフォームを構築していくこともひとつの社会貢献の機会と捉えている。
- センシング技術は、ここ 5 年程で長足に進歩を遂げており、カメラで呼吸が分かるセンサーも世の中で登場している。マットセンサーは以前よりある製品であり、価格が安いと、広く市場に普及している。最先端のセンシング技術は、使用者側のニーズに対しコストが見合わない等、コストと機能のバランスにおいて課題が残る。
- ビッグデータによる業務改善提案、人工知能による解析と結果の自動フィードバックがこれからの新領域と認識している。その中で同社の特色を生かした製品/サービスの実現が課題である。
- 同社は、関わったユーザーの業務改善事例を学会等で発表するなどしているが、これらは必要なマーケティングコストと認識している。今後はコンサルティング業務としての収益事業化、業務分析を人工知能に置き換えていく等、検討する予定である。

図表 5 (株) ケアコム の製品一例 (出典 1)



病棟業務支援プラットフォーム「NICSS-R8」



マットセンサー (無線・有線)

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 大手・中堅企業からの製品及び製品化前の段階での問い合わせ、展示会の大きく 2 つが企業との連携のきっかけである。
- データ解析分野での研究開発を進めていることから、データサイエンティストのサービス受託を行う企業等と話をする機会があるとよい。
- 各企業が有する要素技術を製品として確立した上で、同社と手を組む場合が多い。
- 同社のシステムは、ハードウェアとソフトウェアの部分に大きく分けられる。ハードウェアは高い信頼性が求められるため、発展途上の要素技術は取り入れていない。一方、ソフトウェアにおいては、先端的なソフト、IT 機器等を取り入れる必要があると考えている。
- ナースコールとスマートフォンの連携など、従来、業務用の専用機器が担ってきた役割の民生品による代替が進んできている状況もある。汎用民生品の IT 機器やソフト等の技術革新を適度に取り入れ、どう活用していくかについても、今後検討が必要である。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東北大学大学院工学研究科（鳥光研究室）

- 東北大学は、大学院工学研究科バイオリボティクス専攻の鳥光教授の研究において、シルクを基材とした肌に優しい電極の開発に成功し、その研究を基にエーアイシルク（株）を設立した。
- シルク電極は、シルク素材と電気を通す導電性高分子を組み合わせることで電気計測を可能とする導電性の素材として作り上げたもので、普段身につけるシルク素材の肌触りと着心地の良さから、着用感を意識せず使用できるバイタルセンシング用電極として、あるいは刺激用電極として衣服に組み込んだ形で使用することを検討している。その活用領域は介護を含むヘルスケア分野からリハビリ、臨床までの幅広い分野に広がり、その活用によるさらなる発展が期待できる。

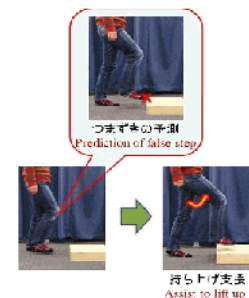
図表6 「シルク電極」製品例（出典2、3）



7. 2. 早稲田大学理工学術院創造理工学部（藤江研究室）

早稲田大学理工学術院創造理工学部総合機械工学科 藤江研究室は、つまずき予測検知システム及びつまずき防止システムを開発し（2014年5月論文掲載）、特許（2016年5月23日公開）を取得した。装着者の下肢関節の運動情報、及び、環境情報のデータベースから、つまずきの発生を確率的に予想検知が可能とした。また、つまづく確率が高い場合に下肢関節の運動を補助する服型ロボットからなるシステムである。

図表7 システム概要（出典4）



8. 参考文献・引用

- 参考文献
 - （参考1） 平成26年 国民生活基礎調査の概況（厚生労働省、2015年7月）
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa14/>
 - （参考2） 東京都長期ビジョン（東京都、2014年12月）
http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/vision_index/
 - （参考3） 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9日）
- 引用
 - （出典1） (株) ケアコム
 - （出典2） 東北大学大学院
 - （出典3） エーアイシルク（株）
 - （出典4） 早稲田大学

分野：医療・福祉分野

テーマ②：介護・福祉機器に関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1、2）

- 都の 2010 年の前期高齢者は約 143 万人、後期高齢者が約 122 万人となっている。今後、後期高齢者が大幅に増加し、2020 年には約 171 万人と前期高齢者を上回り、2025 年に約 198 万人、2035 年に約 203 万人に達する見込みである。加えて、後期高齢者が都の総人口に占める割合も 2010 年の 9.4%から、2025 年には 15.0%、2035 年には 16.0%に上昇すると予測されている。
- 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とどめることが重要視されている。
- こうした高齢化社会の進展を背景に、介護・福祉機器の重要性が徐々に高まっている。機器に求められる役割としては、被介護者の生活動作を増やし、活動範囲を広げ、自立や社会参加に繋げることや、日々の充実感や尊厳の維持等が主なものである。
- ※ 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 3）

- 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。
- 福祉用具 JIS マークが制定されている手動車椅子、電動車椅子、在宅用電動介護用ベッド、入浴用いす以外の一部の品目は、安全性・品質管理に関する実証方法や認証制度が確立されていない。

2. 市場動向

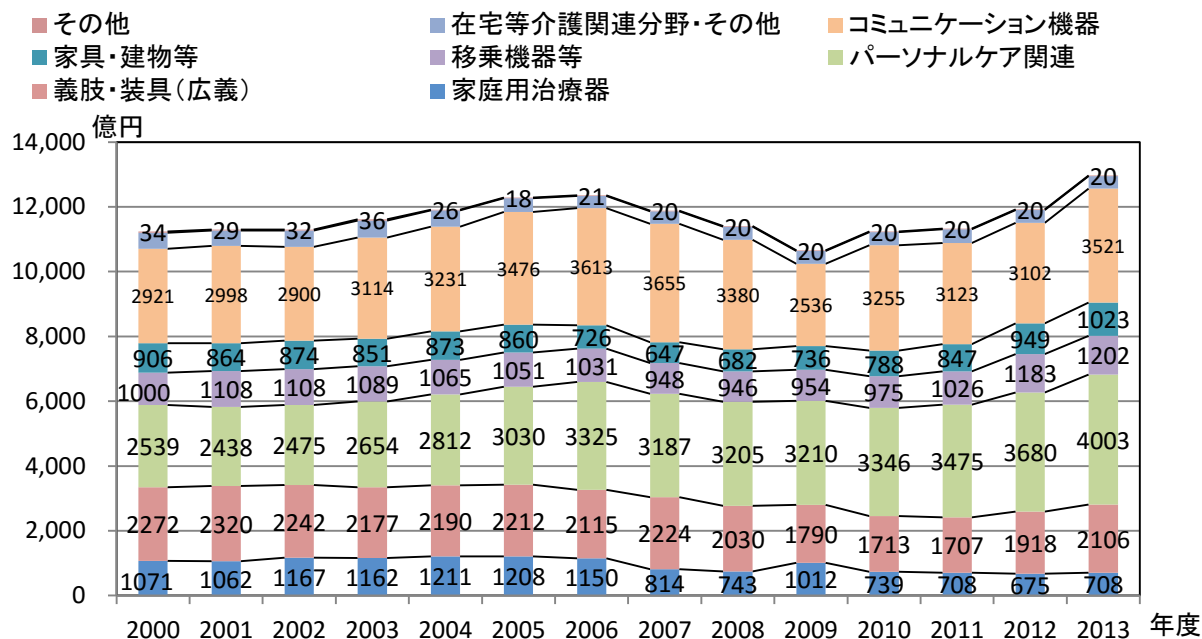
2012 年度の福祉用具(狭義)の国内市場規模は 1 兆 2,346 億円(対前年比 5.2%増)と推計されている。品目別内訳では、「パーソナルケア関連用具」が 3,680 億円(同 5.9%増)で最も多く、次いで「コミュニケーション機器」が 3,102 億円(同 0.7%減)、「義肢・装具」が 1,920 億円(同 12.5%増)、「移動機器等」が 1,183 億円(同 15.3%増)と続く。

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、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。

一方、介護福祉用ロボットの2012年度の市場規模（メーカー出荷金額ベース）は1億7,000万円（前年度比37.1%増）と推計されているが、現状では普及は進んでおらず、市場の不確実性から参入に踏み切れない企業も多い。しかしながら、今後の介護福祉用ロボットの市場規模（メーカー出荷金額ベース）は、2015年度に23億円、2020年度には349億8,000万円と大幅に拡大するものと予測されている。

図表1 福祉用具産業の市場動向（出典1）



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（参考4）

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。

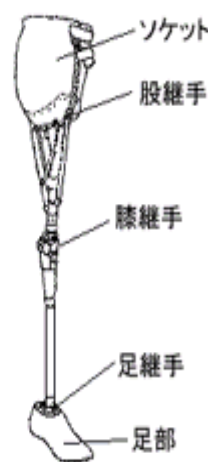
義肢・装具においても先端技術の導入が進んでおり、腕の断端に残った筋肉を動かす際に発生する筋電位信号に基づいて動作を識別し、「つかむ」「はなす」といった動きに変換する「筋電義手」が実用化されているほか、将来的には、筋電義手から送られる触覚等の信号を脳神経にフィードバックする双方向型の導入も実現する見込みである。

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2 義足の製品例（出典2）



- ① ソケット：断端末から骨盤まで、ヒップ全体を包みこむ形をしていて、義足の安定と懸垂を図る。
- ② 股継手：ソケットの前下方に取り付ける、固定式・遊動式のタイプがある。
- ③ 膝継手：基本的に大腿義足と同様のものが使われるが、股義足では安定度の高い膝継手が使われている。
- ④ 足部：高齢者からスポーツ選手まで対応できる様々な足部が開発されている。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

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、軽量で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、入浴シーンでは浴室や浴槽内での移動サポートや浴室内での怪我防止用品等の需要増が見込まれる。

2) 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、利用者間のクチ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

肢体不自由な高齢者や、言語・視覚・聴覚・認知等に障害を持つ人の自己決定や情報伝達をサポートし、コミュニケーションにおける疎外感やストレスを低減するための機器である。

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（文字盤、簡易筆談器、携帯用会話補助装置等）、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

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。

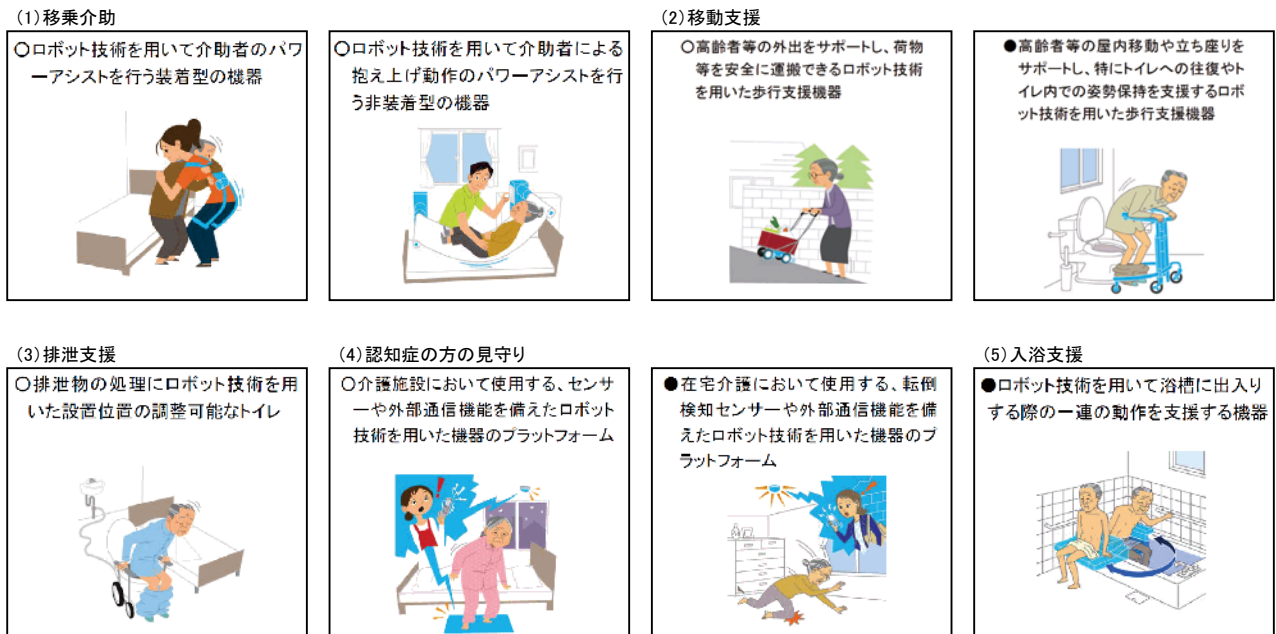
4. 4. 移乗・移動支援機器

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。

2) 代表的な構成

図表3 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

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、義肢装具士法 等

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. パナソニック株式会社

設立 1935 年。部品から家庭用電子機器、電化製品、FA 機器、情報通信機器、および住宅関連機器等に至るまでの生産、販売、サービスを行う総合エレクトロニクスメーカー。特に、介護事業においては、在宅・施設対象の介護サービスやショップを運営するとともに、住宅設備や家電機器の技術を活用した離床アシストベッドや起立歩行アシストロボットなどを開発・販売している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 離床アシストベッド「リショーン」を 2014 年に限定発売し、市場動向を見極めるとともに、使用者の感想や価格面に対する意向を把握した。それを踏まえ、2017 年 1 月に第 2 弾を発売予定である。
- 施設での利用が多くを占めており、業務の改善・効率化が進み、QOL の改善につながっている。
- 購入に当たっては価格がネックとなっているが、第 2 弾の発売に向けてリーズナブルな価格帯の設定に取り組み、実現した。一方で、現在は対象外となっているが、活用できる補助金等の制度が整えば、より一層の普及が進むと考える。
- 2014 年に生活支援ロボットの国際安全規格 (ISO13482) が発行され、メーカーの参入が進んでいる。「移乗」に対するニーズが高く、特に移乗・移動アシストロボットのニーズは非常に高い。利用者の自立を考える場合、移乗・移動が基本であり、リハビリ、身体的サポートのための機器使用（介護人員減少のための機器提供）等、「移動、移乗」を維持・改善するための課題解決をテーマとして掲げている。

図表 4 パナソニック（株）の製品一例（出典 4）



離床アシストロボット「リショーン」



起立歩行アシストロボット（開発中）

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 利用者の様々なニーズに対応するためのソリューションとして、実際に利用する現場と技術のマッチングが重要である。

- 技術のシーズをベースに、パッケージの仮説を立て、検証し、ブラッシュアップしていくにあたり、対応が早くフレキシブルな動きができる中小企業と連携できるとよいと考える。
- 商品と現場を繋ぐ改善の機能を中小企業が担うことを求めている。
- 技術開発におけるさまざまな制約に対し、早急かつ柔軟な対応が可能な企業に魅力を感じる。例えば、優れた技術を持つ中小企業と現場（利用者）、当社及びプロジェクトを主導する役割を担う主体（コンサルタント等）の参加により、商品開発の当初からチームとして機能することができるとよい。当社が技術・企画支援を行い、中小企業が有する技術を駆使して開発に取り組む仕組みとできれば、商品化に向けた動きが円滑になる。
- 見守りシステムに対するニーズは高く、特別養護老人ホームなどあらゆる介護の場で求められている。当社では今春エアコンを活用した見守りシステムを商品化、更にベッドのみまもりシステムを開発中であるが、製品化にあたっては差別化及び価格帯の設定が重要である。一方で、見守りシステムに対するニーズは各施設により違うため、画一的な商品で対応することが難しく、ある一定の基準が業界内においても確立されていない現状にある。見守りシステムに対する期待感を把握し、業界内で共有するとともに、それらに応えるソリューションの構築を各メーカーが検討し、強みを見い出していくことが喫緊の課題である。

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理工学研究科（横井研究室）

- 電気通信大学大学院情報理工学研究科では、筋肉が発する微弱な電気信号（筋電位）を読み取って、自分の意思で手を動かせるようにした電動義手の研究を行っている。
- 電気通信大学、東名ブレース（株）、国立成育医療研究センター、東海大学、横浜国立大学、（株）メルティン MMI の共同研究体制の下で開発された筋電義手は、3D 造形技術を用いて乳幼児から成人までの各種サイズに迅速に対応することが可能。義手の手先具は、2自由度のロボットハンドと、スマートフォンなどのタッチパネルを用いて教示されるワイヤレスの学習制御システムから構成され、数十秒の学習時間で手指の開閉や母指開閉などの動作を、個々人の筋電を使って教えることができる。

図表 5 筋電義手（出典 5）



7. 2. 金沢工業大学（鈴木研究室）

金沢工業大学ロボティクス学科鈴木研究室と KYB（株）が、狭所空間に簡単に設置できる電動式の起立着座支援装置を開発。家庭や施設のトイレ等において、大掛かりな改装を加えることなく簡単に設置することができるため、今後の製品化が期待される。また、在宅や公共施設の椅子などへ拡張することも可能。

図表 6 電動式支援装置（出典 6）



8. 参考文献・引用

- 参考文献
（参考 1） 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/>

- (参考2) 広報誌「厚生労働」2011年6月号((株)中央法規出版、2011年6月)
http://www.mhlw.go.jp/houdou_kouhou/kouhou_shuppan/magazine/2011/06.html
 06keikaku2729/06keikakupdf.files/gaiyo.pdf
- (参考3、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」
 (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」
 ((財)テクノエイド協会)

○ 引用

- (出典1) 2013年度 福祉用具産業の市場規模調査結果の概要(日本福祉用具・生活支援用具協会、2015年7月)
- (出典2) (公財)鉄道弘済会
- (出典3) ロボット技術の介護利用における重点分野の改定(経済産業省、2014年2月)
<http://www.meti.go.jp/press/2013/02/20140203003/20140203003-1.pdf>
- (出典4) パナソニック(株)
- (出典5) 電気通信大学
- (出典6) 金沢工業大学

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1、2）

- 高齢化社会の急速な進展に伴い、健康寿命の延伸が大きな課題とされる中、急性期・回復期・慢性期など患者の状態に応じた病床で、適切かつ質の高い医療が受けられる体制の構築が求められている。この実現に向けては、質の向上に資する医療機器の実用化、医療機器産業の活性化が重要であり、国の成長戦略を筆頭に、あらゆる戦略・施策が推進されている。
- 国は、国民が受ける医療の質向上のため、医療機器の研究開発及び普及促進に関し取組を進め、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。
- 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、素材、部品、装置といった中間財産業や、ものづくり基盤を担う中小企業も参入可能である。

1. 2. テーマ共通の課題（参考 3、4）

- 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、デバイスラグ（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。
- 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ため、市場性の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るなど、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。

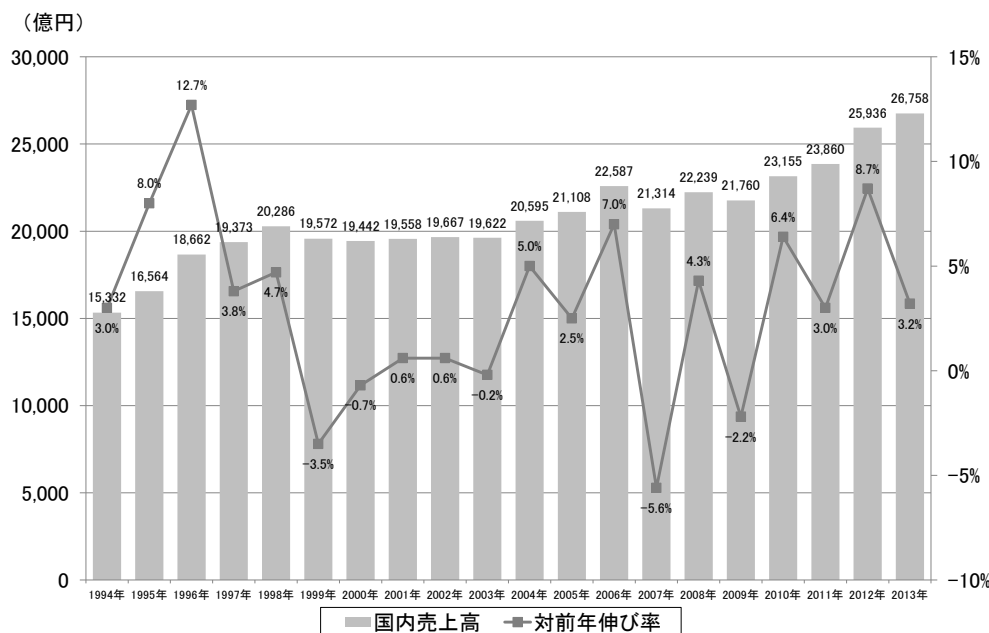
2. 市場動向

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2013年は約2兆6,758億円で、2003年以降は総じて増加傾向にあり、今後も医療の高度化、医療機器の高額化により、市場拡大は続くと思われる。

ただし、2013年の国内生産金額は約1兆9,055億円で、市場規模と同様に増加傾向にあるものの、輸出金額が約5,305億円、輸入金額が1兆3,008億円と、8,000億円近い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。特に治療系の医療機器の輸入金額が大きく、輸入超過の主因となっている。

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4,843億円で最も多く、次いで画像診断システムの2,913億円、生体機能補助・代行機器の2,618億円がトップ3を占める。

図表1 医療機器の国内市場と対前年伸び率の推移（出典1）



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

4. 技術・製品開発の動向と課題（参考5）

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、品目ごとに申請区分（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・製品としては下記のような例示が想定される。

図表2 医療機器の製品分類（大分類）（出典2）

	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6）

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、医療診断を支援する機器のことである。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3 画像診断システムの例（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

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7）

1) 概要

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

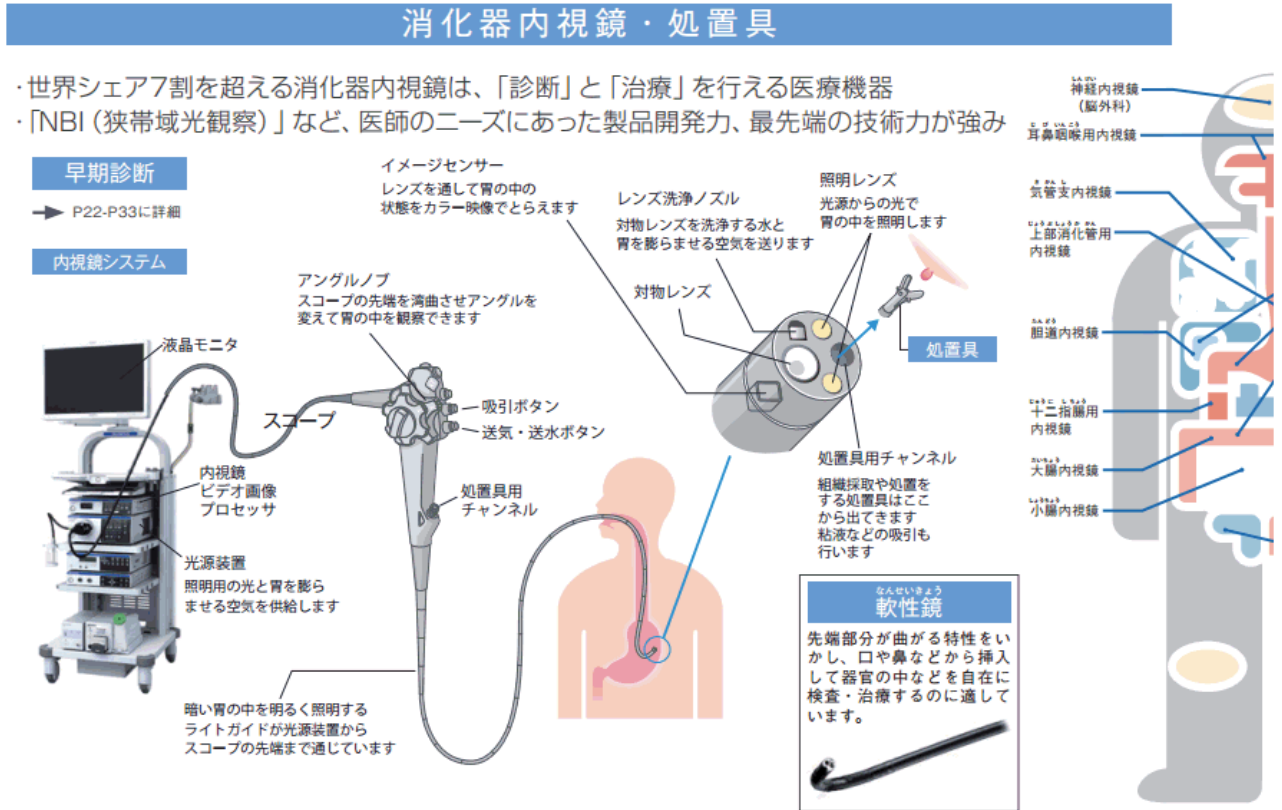
この分野では、内視鏡の市場規模が突出して大きく、一貫して増加傾向にある。身体的負担の少ない内視鏡の対応領域はさらに拡大するものと予想される。

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

内視鏡システムは、ビデオスコープをはじめ、光源装置、撮影装置、画像処理装置、吸引・噴射装置等により構成される。このうちビデオスコープは、操作部、挿入部、先端部、接続部（コネクター部）からなり、接続部がビデオシステム本体に繋がり、モニターに CCD と極細スコープで伝達された画像が映し出される。

図表 4 消化器内視鏡・処置具の例（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

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 8）

1) 概要

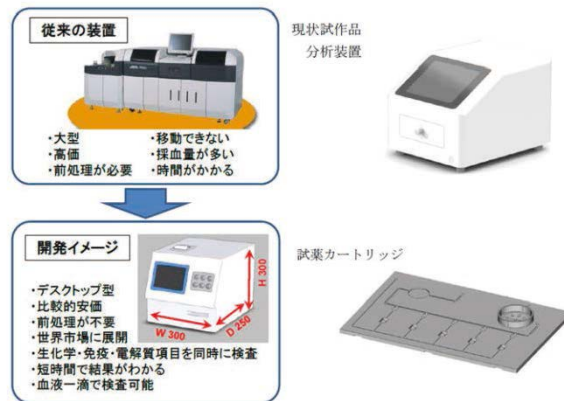
医用検体検査装置とは、体内から採取した血液や尿、細胞等を分析し、病気・疾患の有無や健康状態を調べる機器類で、臨床化学検査機器、血液検査機器等がある。近年は薬理効果や代謝機能の研究のほか、遺伝子関連検査の領域でも利用されている。

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。

図表 5 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、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、参入障壁の高さはあらかじ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比較的小さな機器・医用材料の分類である。こ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、生体機能補助・代行機器は、人工関節、人工呼吸器、ステント（拡張することができる網目状の小さな金属製の筒）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。この分類の中では、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、人工関節置換術とよ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

処置用機器において、カテーテルとは、体内に挿入して、検査や治療などを行うための柔らかい細い管を指す。カテーテルを構成部品とするカテーテルポートシステムは、完全に体内に埋め込まれた状態

で使用される。また、カテーテルポートシステムは、ポートと呼ばれる部分とカテーテルで構成される。ポートには長期間体内に留置しても安全な医療用素材が使用されている。また、中心にセプタムと呼ばれる部分があり、このセプタムに専用の針を刺して薬液の注入を行う。

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場合がある。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6 人工股関節の構成部品（左）と新チタン合金のシステム（右）（出典6、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

処置用機器については、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、太さ1~10mm程度、長さ数cmから2m近くまで、用途、目的によって形状も色々である。血液・体液の採取や排出、更には検査、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の可能性がある。また、近年では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、治療に直接か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、より重要な分野である。

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割は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」を作れるかがカギを握る。

4. 5. 各種医療器具

1) 概要

各種医療器具は、施設用機器、鋼製器具施に大別される。

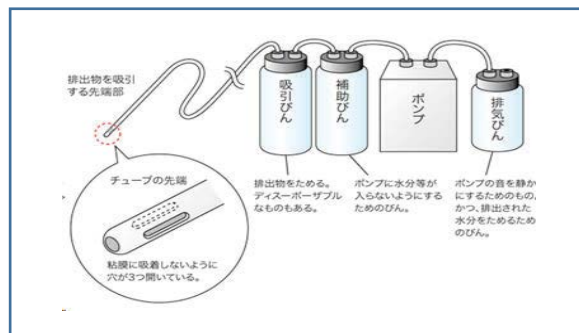
施設用機器は、手術台、照明機器、滅菌器等の医療現場を構成する機器類である。平均寿命の延伸に伴い、難易度の高い手術が増加する中、ストレスなく安全・円滑な手術室運用を行うための機能性や、患者をリラックスさせる快適な環境づくりを担うものとして、重要度はより高まっている。

一方の鋼製器具は、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 種類以上、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、後者には既成品にな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) 代表的な構成例

施設用機器の一つである吸引器の代表的な構成は右図のとおり。

図表 7 吸引器のしくみ（出典 8）



2) 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や、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、新たな器具が開発されるものと見られる。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. GEヘルスケア・ジャパン株式会社

医療用画像診断からヘルスケア IT、ライフサイエンス（生命科学）まで、幅広い分野にわたる専門性を駆使しながら、「人にやさしい、社会にやさしい」医療の実現に取り組むヘルスケアカンパニー。国内で医療用画像診断装置を扱う外資系企業の中で唯一、開発から製造まで一貫して手掛けている。「Silver to Gold」戦略を掲げ、世界に先駆けて日本が迎える少子高齢化社会向けの医療ソリューションを総合的に開発・提供している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 「Silver to Gold」という戦略を掲げ、次の3本柱で高齢化社会の医療ニーズに注力している。
 - ・ 認知症、骨粗鬆症などの早期診断・治療
 - ・ 患者にやさしい医療機器
 - ・ ホームヘルス（高齢化に伴う医療コスト増、ドクターカーなど）
- 日本法人の GE ヘルスケア・ジャパンは、CT、MRI、超音波診断装置用プローブの開発および製造を担当しており、手掛けた製品は日本から世界各地に出荷されている。
- 2015年7月よりは、日野本社で開発したMRの組み立ても開始している。
- 医療機器は、高く売れて儲かるような印象を持たれることが多いが、CTやMRIはコモディティ化し、価格競争が激しくなっている。家電や車ほどではないが、コスト要求は非常に厳しい。飛びぬけた技術で差別化できる時代ではなくなってきている。
- デバイスラグの状況は、医療機器の分野によるが、画像診断機器は、日本の認可は世界一早いかもしれない。画像診断機器は、比較的风险が低い分類であるため、既存機器の改良の場合などは、早いものは何週間というオーダーで許可される。まったく新しい機器は、許可までに数年かかるものもある。
- 大きく2つの分野について技術の発掘を考えている。

図表8 技術の発掘分野（出典9）

分野	技術・製品
既存製品の改良・高付加価値化に資する技術の発掘	小型化、省電力化、静音化、低コスト化につながる技術、CPU/GPUの高速・高機能化、パワーエレクトロニクス、ワイヤレス化技術、3Dプリンタの活用、新素材によるセンサー、遠隔サービス技術の高度化(故障対応→故障予測)
今後新規開拓を検討する領域で使える技術の発掘	在宅医療: ウェアラブル機器、ポータブル診断機器 遠隔医療: ネットワーク、携帯情報 端末、クラウドの活用 介護領域: 見守り、リハビリ補助、ポータブルな診断機器 その他: 医療のコスト/アクセス/クオリティ改善に資する技術

- 同社では、現在インダストリアル・インターネットに注力している。インダストリアル・インターネットは、米国のIoT（Internet of Things）に対する取り組みで、製造業だけをメインにするのではなく、エネルギー、ヘルスケア、製造業、公共、運輸の5つの領域を対象としている。
- 同社では、IoTの活用先として、CTから吸い上げたデータを解析し、サービスの質を向上させるこ

とを考えている。具体的には、CT で使われる X 線管が切れる時期を予測し、切れる前に交換を行うといったことを考えている。

- Brilliant Hospital という構想の元、データを活用し、最終的には病院全体の運営最適化を目指した新たなサービスの展開を始めている。2015 年 6 月より、その第一歩として、機器の稼働率向上のためのサービスのパイロットプロジェクトと伊勢赤十字病院にて実施。具体的な成果を上げている。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 基本的に、装置内で用いられている技術は、医療機器と民生品で変わらない。民生品の技術で医療機器に使えるものは多い。
- 医療機器特有の制約としては、MRI の中では非磁性のものしか使えないといった例がある。また、X 線検出器、超音波のプロブなどは、精度、材質・物性的な部分の要求は厳しい。
- 同社のコア技術に近い部分については、技術のマッチングという意味では難しいかもしれない。ただし、素材などで本当に革新的なものは協業の可能性がある。
- 同社の強みは、収集したデータの解析にあると考えている。このため、データを収集するセンサーや、そのセンサーを使った端末機器、またその端末機器を使ったデータ収集サービスは、外部に依頼することが考えられ、同社がそのデータを解析するといった連携の可能性がある。
- 介護の現場での画像診断のサービスを考えた場合、その介護レベルによって、詳細な画像データが必要な場合もあれば、プライバシーに配慮が必要な場合もあり、対応が難しい。こういった細やかな対応も含めて、現場の情報を収集してもらえらる企業があれば、協業の可能性が考えられる。
- 純粋な加工技術であっても、タイミングが合えば協業の可能性がある。例えば、センサーなどは金属の高い加工精度を必要とするものがあるが、そういった特殊な技術を保有する企業との協業可能性がある。ただし、同社としても過去何十年にもわたり、多くの分野で協業先を既に開拓しているので、今からそこに参入するには、「品質は同じでコストが大幅に安い」といった売りが必要になる。
- 最近では以前に比べると円安になり、中国から国内に製造業が戻ってきている。国内でも、物流コスト、柔軟な対応など、モノの値段以外の差別化ができるものがあれば、協業の可能性がある。
- 日本の同社全体として、技術提案を外部の企業から受け付けるウェブ公募（ジャパン・テクノロジー・イニシアチブ）がある。医療機器関連の技術についても、提案を受け付けている。
- 医療機器での技術協業は、電気二重層コンデンサ（スーパーキャパシタ）の例がある。MRI の電源部分に採用された。
- 完成済みのライフサイエンス系の分析装置を、同社が販売代理店として販売した事例がある。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東京女子医科大学（村垣研究室）

東京女子医科大学では、先端生命医科学研究所の村垣教授を中心に、広島大学などの 5 大学、民間企業 13 社が開発に参加、医療機器連携・接続の実証を進めている。スマート治療室は医療機器の設定ミスによる医療トラブルの防止、術中診断情報や現場外からの助言等による手術の精度・安全性の向上を可能とし、治療を受ける患者の QOL 向上に貢献する。「最終目標モデル（プロト

図表 9 スマート治療室（出典 10）

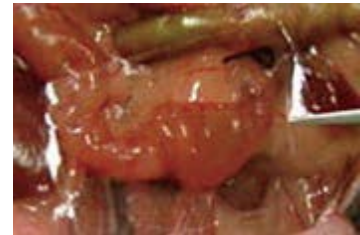


タイプ)」が東京女子医科大学に、「基本仕様モデル」が広島大学（広島大学病院）に完成。東京女子医科大学では各種医療機器の連携・接続の実証、広島大学病院では、実際の患者への適用についての検証を開始する。

7. 2. 防衛医科大学（檜研究室）

- 防衛医科大学校では、早稲田大学、名古屋大学と共同で、細胞膜と同じ位の薄い膜厚のシート等について研究を行っている。
- この共同研究グループでは、2016年3月7日、膜厚80nmの薄膜からなる「ナノばんそうこう」で、腸の癒着を予防できるとの研究結果を発表。さらに、この「ナノばんそうこう」は体に吸収されるポリ乳酸で作られており、感染を増悪させる作用もないため、感染がある腹部の手術にも使える可能性がある。これにより、従来有効な対策がなかった穿孔性腹膜炎時の腸癒着の予防、とくに小児での腸癒着の予防に役立つことが期待される。

図表10 ナノばんそうこう
(出典11)



8. 参考文献・引用

- 参考文献
 - (参考1) 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2) 「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」を閣議決定（厚生労働省、2016年5月）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000125960.html>
 - (参考3、5) ヘルスケア業界ミニブックー医療費用の近時動向と医療機器市場の最新動向ー（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
 - (参考4) ものづくり中小企業による医療機器実用化における課題の実態調査報告書（近畿経済産業局、2015年5月）
http://www.kansai.meti.go.jp/2-4bio/ac_press/2605report/report2013.pdf
 - (参考6～8) 中小企業の特定制ものづくり基盤技術の高度化に関する指針（中小企業庁、2014年2月）
<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/2014/download/shishin/sall.pdf>
- 引用
 - (出典1、2) 平成25年薬事工業生産動態統計年報の概要（厚生労働省、2014年12月）
<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10807000-Iseikyoku-Keizaika/0000069199.pdf>
 - (出典3) GEヘルスケア・ジャパン（株）
 - (出典4) オリンパス（株）
 - (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、平成27年2月）
http://www.med-device.jp/pdf/development/vp/H25-038_26.pdf
 - (出典6) 人工股関節について（人工関節ドットコム運営事務局）
<http://www.jinko-kansetsu.com/hip/replacement.html>
 - (出典7) 「機械的強度と弾性率を部位毎に最適化させた新素材活用による新たな人工股関節システムの開発と事業化」（経済産業省、平成27年2月）
 - (出典8) 新私たちの暮らしと医療機器（日本医療機器産業連合会）
http://www.jfmda.gr.jp/kikaku_2/topix/14/index.html
 - (出典9) GEヘルスケア・ジャパン（株）
 - (出典10) 広島大学
 - (出典11) 防衛医科大学校

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

分野：環境・エネルギー分野

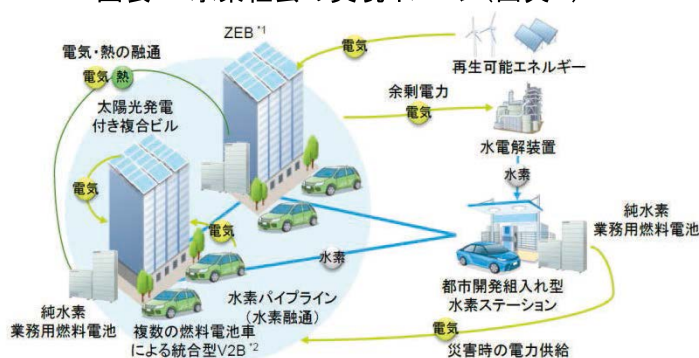
テーマ①：スマートエネルギーに関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1、2）

- G7 エルマウ・サミット（2015 年 6 月）では、「2050 年までに世界全体の温室効果ガスを 2010 年比 40～70%の幅の上方で削減する」ことを含む首脳宣言を採択した。これを実現するためには、都においても、2050 年までに 2010 年比 40～70%を上回る削減を目指すことが必要である。
- 都では、低炭素で高効率な自立・分散型エネルギー社会を目指し、CO₂ を排出せず、再生可能エネルギー電力の貯蔵等も可能な水素エネルギーの普及に向けて、「水素社会の実現に向けた東京戦略会議」を設置するとともに、広く施策を展開している。
- 我が国の最終エネルギー消費は、熱利用を中心とした非電力での用途が過半数を占めていることから、エネルギー利用効率を高めるために、熱をより効率的に利用すること、そのための取組を強化することが求められている。

図表1 水素社会の実現イメージ(出典1)



1. 2. テーマ共通の課題（参考 3、4）

（1）コスト低減、発電効率の向上、ダウンサイジング

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低減、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。

（2）エネルギー管理システムによる総合管理

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）に係る各要素技術・機器のコスト低減、効果の見える化（メリットの明確化）などが必要となっている。

（3）電力システムのサポート

天候に左右されることで出力が不安定な太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーは、大量導入にあたっては、出力変動の予見性の向上、需要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に向けた必要な技術開発が求められている。

（4）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。

（5）国際標準化の推進

水素等の新規性の高い技術の普及には、安全性の要求基準・試験方法の国際標準化や水素関連機器の構造の共通化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・管理を行う EMS においても、標準化は重要な普及要素となる。

2. 市場動向(参考5～10)

(1) エネルギー管理システム

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。

(2) 水素エネルギーシステム

水素は、新たなエネルギー源として利活用の幅を大きく拡大しつつある。発電や熱供給を行う家庭用燃料電池コージェネレーションシステム(エネファーム)が 2009 年に世界に先駆けて市販開始されている。また、水素を燃料として走行し、利用時には CO₂ を排出しない燃料電池自動車も 2015 年に市場投入され、2013 年度からは、燃料電池自動車の市場投入に向けた水素ステーションの先行整備も開始されている。

今後、これらの本格的な普及や、水素を利用した発電の導入により、水素エネルギーの市場は 2030 年に 1 兆円程度、2050 年に 8 兆円程度と、大きく拡大することが期待されている。

(3) 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の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。2022 年には 10 年間の買取期間を終了する太陽光発電設備が生じ始め、今後は太陽光発電設備のリサイクルも必要となる。

(4) コージェネレーションシステム

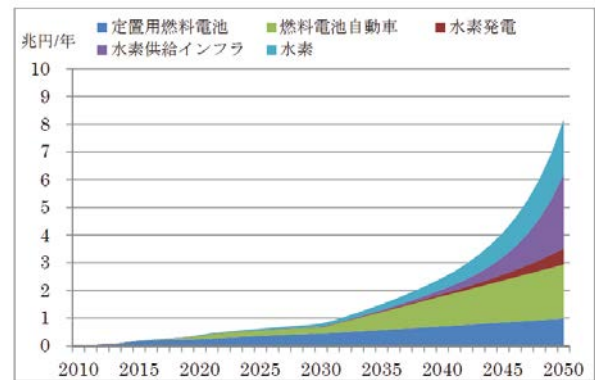
コージェネレーションの導入は近年伸び悩みを見せていたが、電気料金の上昇により、再導入の兆しが見えてきている。建築物や工場、住宅等の単体での利用に加え、周辺を含めた地域単位での利用を推進することで、コージェネレーションの導入拡大を図っていくことが必要とされている。

(5) 蓄電池

蓄電池は、現下の厳しい電力需給状況下での需給両面での負荷平準化やスマート・グリッド社会などの分散電源の促進にとって核となる重要技術である。また、個々の用途を見ても、電力系統用、自動車用、防災用、家庭用をはじめとして大きな市場拡大が想定される成長産業分野である。

経済産業省の定めた蓄電池戦略では、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戦略の目標に掲げている。

図表2 我が国における水素・燃料電池関連の市場規模予測(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、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. 技術・製品開発の動向と課題

4. 1. エネルギー管理システム（参考 1 1、1 2）

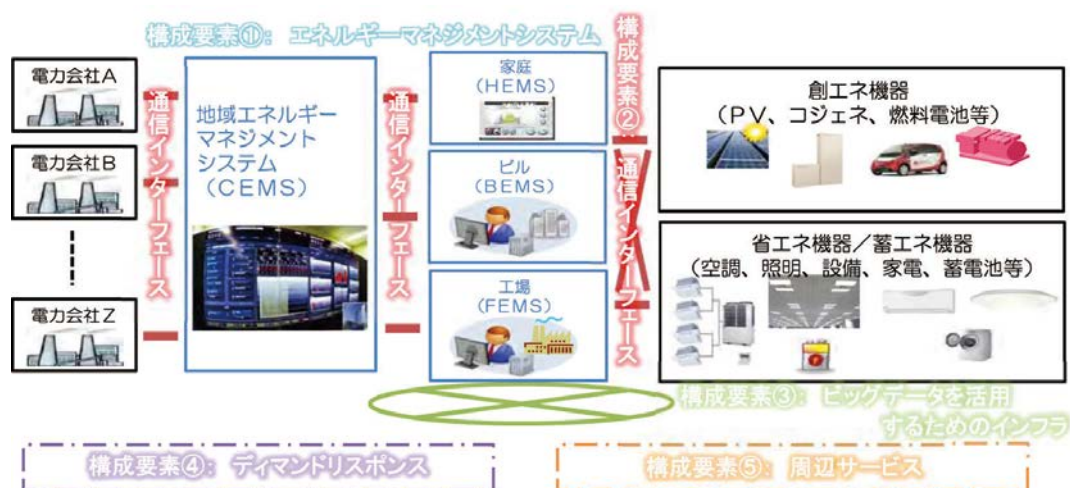
1) 概要

エネルギー管理システム（EMS）は住宅・家庭、オフィスビル、工場、地域等の管理対象ごとにエネルギー需給分析や需要・行動予測等を行う、省エネやピークカットに資する技術である。

エネルギー管理システムでは電力使用量の見える化等のエネルギー管理サービスが行われてきているが、今後消費者がエネルギー需給管理に主体的に参画することで賢い消費を実現することが必要とされる。そのために、エネルギー管理システムを活用した、ディマンドリスポンス（DR^{*}）等の様々なサービスの普及加速が求められている。

※エネルギーの供給状況に応じてスマートに消費パターンを変化させること（＝「ディマンドリスポンス（DR）」）によって効果的にピークカットを行う。需給ひっ迫の解消に寄与するとともに、非効率な火力発電の焼き増し等が不要となり、中長期的には効率的な電力システムの構築につながることを期待されている。

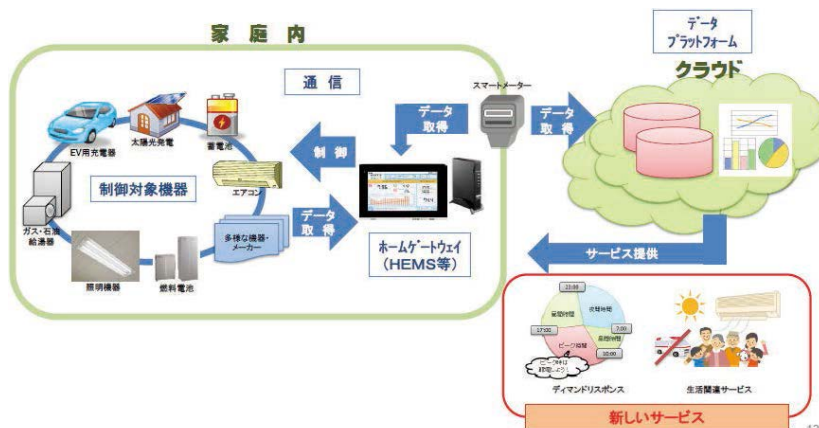
図表3 スマートコミュニティの構成要素(出典3)



2) 代表的な構成

エネルギーマネジメントシステムの構成要素として、エネルギー使用量の計測・監視技術、需要やPV等の発電量の予測技術、各種エネルギー発電・消費機器の自動制御、各種センサーによる行動予測技術、エネルギー使用量の見える化・リコメンド・自動制御・DR等の制御技術等がある。

図表4 電力データを活用した新たなサービスのイメージ（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

EMS そのものに関する開発等は大手企業中心となるが、中小企業にはデータを取得するための各種センサー類の開発、取得されるデータのビッグデータ解析による各種予測（需給バランス、電圧上昇等）技術、データを用いた周辺サービス（見守りサービス等）等で参入の可能性が存在する。また、各種機器をネットワークにより接続するためそのセキュリティ対策にも参入の可能性はある。

EMS の普及には、原材料、副資材、装置、システム周辺機器等の様々なプレイヤーが連携し、家庭やオフィスビルでの EMS 導入促進に向けた低廉で高効率な製品群を開発していくことが求められ、システムそのものをはじめ太陽光等の再生可能エネルギー発電設備、燃料電池等のメーカーや販売会社等との密接な情報交換やコミュニケーションを図っていくことが望まれる。

一方で個別機器の省エネ化についても引き続き重要な視点であり、関連技術の開発には引き続き需要がある。

4. 2. 水素エネルギーシステム（参考 1 3、1 4）

1) 概要

水素エネルギーシステムとは、燃料電池を中心とした水素の利活用技術、多様なエネルギー源からの水素製造技術、圧縮・液化等による輸送・貯蔵技術である。

水素をエネルギーとして利用することによって、高効率の燃料電池の活用による省エネルギー、多様なエネルギー源からの水素製造によるエネルギーセキュリティの向上、利用段階で CO₂ を排出しないこと等による環境負荷低減、といった効果が期待される。

既に実用化段階にある家庭用燃料電池（エネファーム）、燃料電池自動車（FCV）だけではなく、船舶や鉄道等を含む他の輸送分野、水素発電など、エネルギー消費分野の多岐にわたる利活用の可能性がある。また、電気や熱などの二次エネルギーに加えて、新たに水素をエネルギーとして活用しようとする取組が本格化している。

2) 代表的な構成

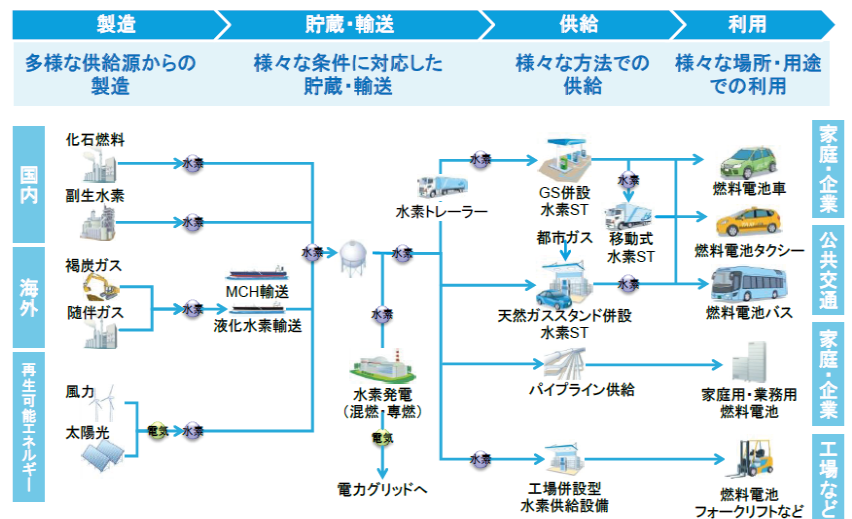
(1) 製造

各種工業プロセスからの副生水素、海外での CCS と組み合わせた化石燃料改質による水素製造、再生可能エネルギー電力による水の電気分解による水素製造等が存在する。

(2) 輸送・貯蔵

現在すでに工業用水素の輸送に用いられている高压カードルによる貯蔵・輸送に加え、冷却による液化、水素吸着合金への吸着、パイプラインによる直接輸送等が検討されている。

図表5 東京における水素利用と供給のイメージ（出典5）



(3) 利用

水素の利活用手段としては、定置型燃料電池による家庭・施設での熱電供給、燃料電池自動車をはじめとした輸送機械での利用等が想定される。また、初期の需要を支える大規模需要の創出の観点から、水素の火力発電所燃料としての投入についても検討が進んでいる。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

水素利活用に当たっては、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°C ）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の可能性がある。

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よる参入可能性がある。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P S A（圧力スイング吸着装置）を中心として高性能化、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ている。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、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ている。

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ある分野である。

4. 3. 再生可能エネルギーシステム（参考 15、16）

1) 概要

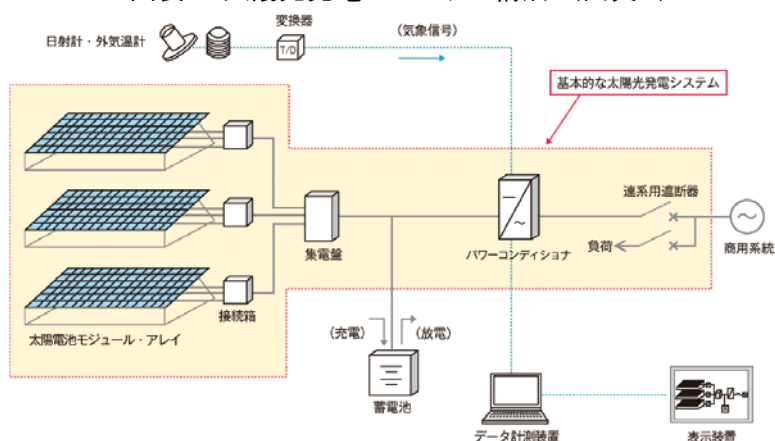
再生可能エネルギーシステムとは、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等の自然由来の再生可能なエネルギーの利活用技術である。

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）など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。以下は、都においてもっと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、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、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 太陽光発電のシステム構成（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期待される。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。

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）などが求められている。

2012年7月にスタートした固定価格買取制度における太陽光は、2032年より発電容量10キロワット以上の設備の買い取り期限を迎えることとなり、大量廃棄が見込まれることから、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。

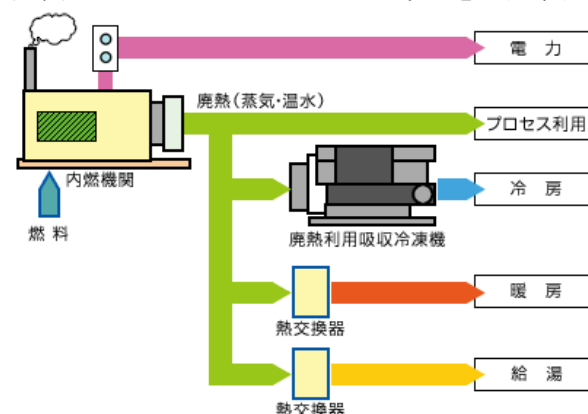
4. 4. コージェネレーションシステム（参考17、18）

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」を作るときに同時に発生する「熱」を、「温水」や「蒸気」として同時に利用するシステムである。従来の発電方式では燃料が燃焼するとき廃棄されていた熱を、高温熱源⇒中温熱源⇒低温熱源⇒温水へと直列的に利用して、その保有するエネルギーを最大限に利用する。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。

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。

図表7 コージェネレーションシステムの基本形態（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って、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て、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）

分類	特徴
ガスタービン (内燃機関)	- 燃料の燃焼により生成した高温・高圧のガスでタービンを回転させ、その動力で発電機を回し発電する方式。 - 熱を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ている。 - 燃料は、液体燃料（重油、軽油等）又は気体燃料（天然ガス、LPガス等）を使用し、幅広く対応できる。

ガスエンジン (内燃機関)	- ピストンで空気と気体燃料の混合気を圧縮し、点火栓により着火する。燃焼により混合気が膨張し、エンジンを回転させ、その動力で発電機を回し発電する方式。 - 発電効率が高く、電気の利用に比較的優れている。廃熱については、蒸気＋温水又は全て温水として回収する。 - 燃料は、気体燃料（天然ガス、LP ガス等）を使用する。
ディーゼルエンジン (内燃機関)	- 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、自着火させる。燃焼により空気が膨張し、エンジンを回転させ、その動力で発電機を回し発電する方式。 - 燃料は、液体燃料（重油、軽油等）を使用する。
燃料電池	- 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）。 - 天然ガス、LP ガス等から改質した水素を燃料とする。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

システムの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や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。

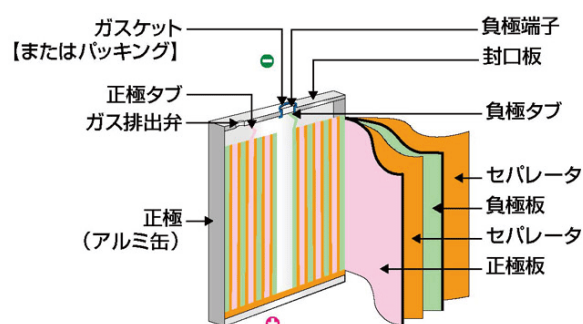
4. 5. 蓄電池（参考19～23）

1) 概要

蓄電池は充電・放電が可能な電池であり、電気自動車の動力源として、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の拡大も期待される。

※ネガワット取引：ディマンドリスポンス（需要反応）の一種であるネガワット取引は、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。

図表9 リチウムイオン二次電池構造図（出典9）



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、コンパクト化面では、リチウムイオン電池に優位性ある。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

経済産業省は、「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判断しており、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 二次電池の課題（出典 10）

二次電池の課題	
電池系の特長と課題	リチウムイオン電池 ※数値は現状値で、システムでの値 200 Wh/L、80 Wh/kg、100 W/kg コスト低減、安全性向上、温度特性改善、過充電耐性付与、リサイクル技術確立
	鉛蓄電池 40 Wh/L、10 Wh/kg、30 W/kg 充放電効率向上、サイクル劣化抑制、低SOC状態での劣化抑制、集電体腐食抑制、メンテナンス性向上
	NiMH 電池 84 Wh/L、20 Wh/kg、100 W/kg コスト低減、充放電効率向上、自己放電抑制、温度特性改善、レアアースレス
	NAS 電池 160 Wh/L 安全性向上、コスト低減、エネルギー効率向上（保温エネルギー低減）、リサイクル技術の確立
	レドックスフロー電池 8.5 Wh/L 環境適合性向上、コスト低減、耐久性向上、エネルギー密度向上、補機用エネルギー低減、資源制約緩和、メンテナンス性向上、エネルギー効率向上
	革新電池 基礎科学の追求（革新電池新概念検討、計算科学及び高度解析技術を活用した劣化メカニズム等現象解析等）、セル、モジュール化技術、セル、モジュール・システムでの安全性確立等 ブレイクスルーが必須 → 安全性向上、レアメタル不使用等
共通課題 PCSコスト低減、長時間バックアップ(24時間以上)、V2H/V2G、二次利用、残存性能把握、リサイクル、標準化、等	

実用化されている電池系の中で、リチウムイオン電池は鉛蓄電池やニッケル水素電池に比べ、高いエネルギー密度を有している。さらに高いエネルギー密度を持つ材料を適用した先進リチウムイオン電池についても研究開発が行われているものの、性能向上に限界があるとされ、既存の電池系を超えるエネルギー密度を有する新たな革新電池の登場が望まれている。革新電池の実現に向けては、基礎研究段階から実用化に至るまでのそれぞれのフェーズにおいて産学官の役割分担と連携とが期待される。

5. 関係する主な法令、規制、基準（参考 24）

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、新エネルギー等の電気利用推進法、電気事業法、地球温暖化対策推進法 等

※水素利活用に関する規制緩和検討の状況（省令改正）

水素の安全性についての検討を行った上で、圧縮水素スタンドと圧縮天然ガススタンドを併設する際の距離規制について緩和を行うための改正が 2014 年 4 月に、水素及び燃料電池の自動車に関する世界技術規則（gtr）を国内に取り込むための改正が同年 5 月に、圧縮水素スタンドにおける液化水素貯槽の設置、付属冷凍設備（プレクール設備）の設置、複合材料を使用した蓄圧器の設置に関する技術基準等についての改正が同年 11 月に実施された。

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. 川崎重工業株式会社

1896 年創業。業界大手の輸送機器事業者。オートバイ・航空機・鉄道車両・船舶などの輸送機器の他、発電設備などエネルギー環境分野にも注力している。

2016 年に CO₂ フリー水素サプライチェーンの構築・商用化に向けて、CO₂ フリー水素サプライチェーン推進機構（HySTRA）を設立。2030 年での水素インフラ商用化に向けた取組を行っている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

水素の安定供給実現には、水素を大量かつ安全に供給することが必要である。当社では海外にて大量かつ低コストで調達した水素を、液化・輸送・利活用するための技術開発を行っている。

(1) 液化水素関連技術（液化・輸送・貯蔵）

水素を効率的に輸送するためには、-253℃という極低温まで冷やし液化する必要がある。

当社では、液化天然ガス（LNG）の運搬・貯蔵等で培った技術とノウハウを活用し、2014 年 11 月に我が国初の産業用水素液化システムを開発した。一方で、液化された水素を輸送・貯蔵する技術も求められており、現在大量輸送するための液化水素運搬船、液体水素を船から液体水素を船から積み降ろすためのローディングシステム、従来の 10 倍規模の容量となる大規模液化水素タンクの開発に取り組んでいる。

(2) ガスタービン

政府は水素・燃料電池戦略ロードマップの中で水素発電の本格導入を目標に掲げており、当社では水素ガスタービンの開発に取り組んでいる。天然ガスと水素の混焼ガスタービンについては既に製品化済みであり、現在、100%水素でのガスタービン発電に向けて明石工場にて実証運転を実施している。

図表 1 1 液化水素運搬船と格納容器（出典 1 1）



液化水素運搬船用貨物格納設備



液化水素運搬船
(貨物総容積: 2,500m³)

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 水素は分子量が小さく漏れやすいガスであるため、水素漏れを防ぐことの可能なバルブやシーリング材、漏れを検知する検知機が必要である。また、極低温である液体水素の輸送・貯蔵技術・製品について、極低温下でも動作可能な部品があればぜひ活用したい。
- 水素防爆の検査機器、測定器は現状安価な国産のものがなくニーズがある。
- その他、実用化に向けて材料の品質試験を行うことがあるが、より簡易かつ安価に実施できる超音波などを使った非破壊試験技術があれば活用したいと考えている。
- 水素インフラ技術で先行するアメリカ、ドイツでは、国内よりも安価な部品が既に開発されており、国内では海外製品の利用によるコスト削減の検討が進んでいる。現在欧米と比較して厳しい我が国のガス保安基準が緩和され、海外製品の利用が促進される可能性がある一方、国内の水素サプライチェーン強靱化のためにも、安価で品質の高い国産の部品が必要であると考えている。

1885 年創業。業界第 1 位（2016 年時点）の大手ガス事業会社。ガスの製造・供給および販売、ガス機器の製作・販売のほか、近年は電力事業やエネルギーサービス事業にも注力している。
2016 年の電力小売自由化を契機として、低圧分野における新電力 No. 1 を目指すとともに、2017 年に予定されているガス小売自由化を前に、新制度に対応した準備を進めている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

(1) 燃料電池

- ・固体高分子形燃料電池（PEFC）と固体酸化物形燃料電池（SOFC）を対象に、発電効率の向上に向けた取組を行っている。また、都市ガスから燃料となる水素へ改質する際に不要な硫黄成分を除去するため、脱硫触媒技術の開発を実施している。
- ・今後の燃料電池自動車（FCV）普及拡大に備え、水素ステーションの建設コスト削減に向けた技術開発を行っている。

(2) スマートエネルギーネットワーク

- ・スマートエネルギーネットワーク構築に向けた取組では、熱と電気を地産地消するコージェネレーションを核としつつ、熱と電気のネットワーク化、再生可能・未利用エネルギーの最大活用、そして ICT によるエネルギーマネジメントを実施することにより、地域単位でのエネルギー利用最適化を行っている。

(3) 高効率酸素製造装置

- ・NEDO からの支援を受け、産業用酸素のコスト低減を目的とした高効率酸素製造装置「HT-PSA（High Temperature - Pressure Swing Adsorption）」の実証開発を実施している。
- ・これまでに、酸素を吸脱着するための吸着材に、高温下で高い吸脱着特性を示すペロブスカイト型酸化物を用いるとともに、吸着材で加温されたガス（酸素と窒素）の熱を蓄熱体で回収する酸素製造技術を開発した。
- ・現在は、スケールアップした高効率実証機の開発や吸着材の高性能化および量産化技術の確立等を実施し、2017 年度からの市場導入を目指している。

(4) その他

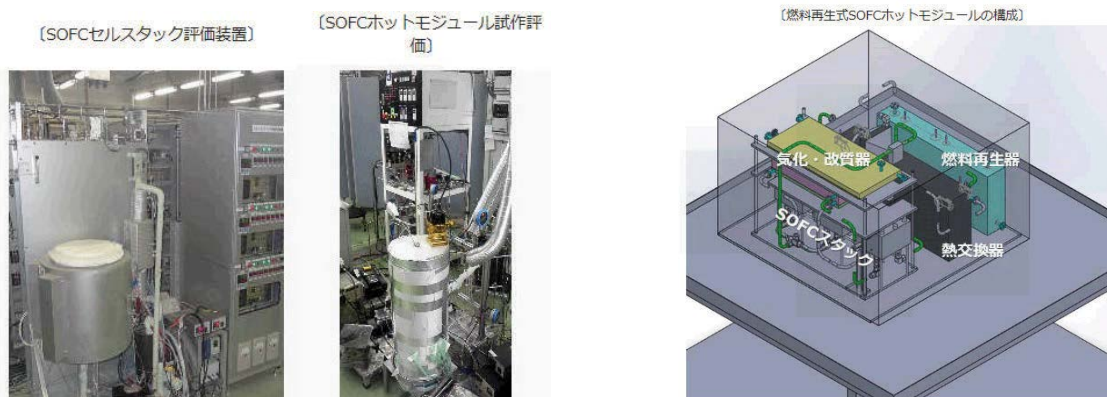
- ・業務・産業用ガスエンジンヒートポンプ、業務用厨房機器等、各種エネルギー機器の高効率化（省エネルギー化）、コンパクト化、利便性向上等に関する研究開発を行っている。
- ・近年は再生可能エネルギーの活用に注力しており、食品残渣や下水汚泥を利用したバイオマス発電に関する取組を行っている。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 自前で研究開発を行う部署を設置しており、当該部署における研究開発を行う中で、試作品を特注したい場合がある。その際に中小企業の技術を活用できる可能性がある。また、メーカーと共同研究を実施しているものについては、有用な技術提供ができれば、量産化された際にも中小企業の技術を活用できる可能性はある。

図表 1 2 SOFC 評価装置（出典 1 2）

図表 1 3 SOFC ホットモジュールの構成（出典 1 3）

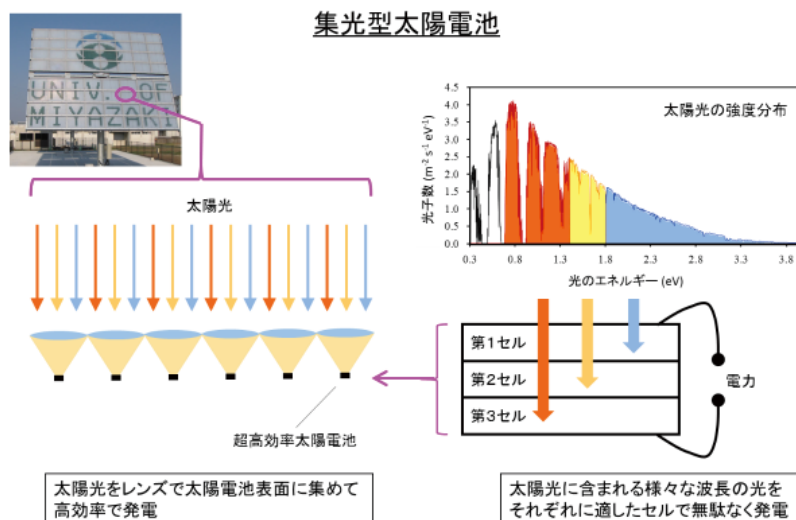


7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東京大学大学院工学系研究科（杉山研究室）（参考 2 5）

- 東京大学の杉山准教授、藤井特任教授、宮崎大学の西岡准教授らの研究グループは、高効率太陽電池の電力で水を電気分解するシステムを構築し、太陽光エネルギーの 24.4%を水素に蓄えることに成功した。

図表14 集光型太陽電池の原理(出典14)

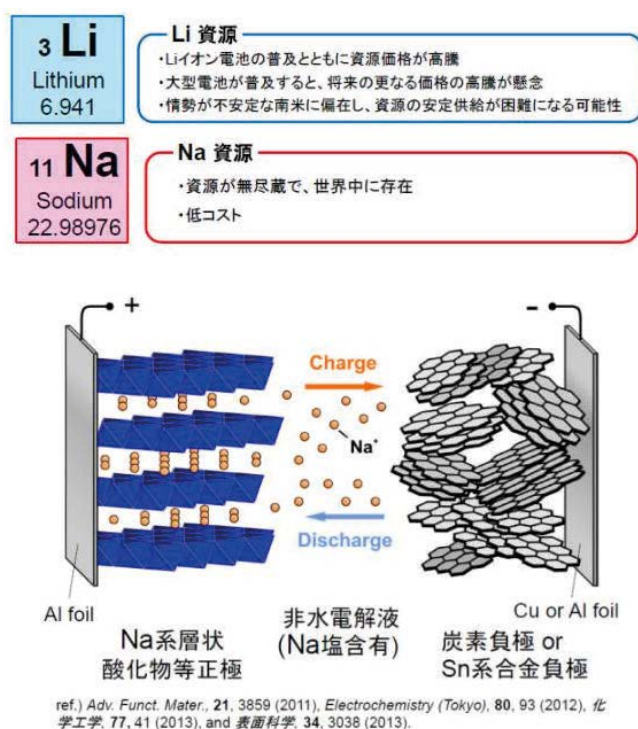


- 水素は自動車などのクリーンな燃料として今後の需要増大が見込まれるが、現在は化石燃料から製造されている。今後、日本の再生可能エネルギー依存度を高めるためには、太陽光から効率よく低コストで水素を生成する技術が求められている。
- これまでの光触媒を用いた太陽光からの水素製造では、太陽光から水素へのエネルギー変換効率は 10%未満であった。杉山准教授らは、レーザーや LED などに用いられる高品質な半導体を、レンズで集めた強い光のもとに置いて発電する集光型太陽電池（発電効率 31%）を用い、水の電気分解装置との電氣的接続法を改良することでエネルギー損失を低減、水素へのエネルギー変換効率 24%以上を実際の太陽光のもとで実現した。

7. 2. 東京理科大学理学部第一部応用化学科（駒場研究室）（参考 2 6）

- 90 年代に実用化された高性能リチウムイオン蓄電池、将来型電池としてナトリウムイオン蓄電池に注目し、その電極物質の合成法と充放電（酸化還元）反応に関する研究を行っている。
- Li 資源は情勢の不安定な南米に偏在しており、安定供給が困難になる可能性などが心配されている。そこで、同じ 1 価の陽イオンであり、資源が無尽蔵に存在する Na に注目し、研究を進めている。

図表 15. 蓄電池（ナトリウムイオン二次電池への挑戦）
研究内容（出典 15）



8. 参考文献・引用

- 参考文献
 - (参考 1) 「環境基本計画 2016」(東京都、2015 年 3 月)
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/basic/plan/master_plan/
 - (参考 2、9、1 5) 「エネルギー基本計画」(資源エネルギー庁、2014 年 4 月)
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf
 - (参考 3) 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版」(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014 年 2 月)
<http://www.nedo.go.jp/content/100544817.pdf>
 - (参考 4) 第 2 回新エネルギー小委員会 配布資料「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
 - (参考 5) 「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」(富士経済、2016 年 7 月)
 - (参考 6、1 3) 「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 月改定)
<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009-c.pdf>
 - (参考 7) 第 16 回調達価格等算定委員会 配布資料「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/chotatsu_kakaku/pdf/016_01_00.pdf
 - (参考 8、1 9) 「環境・循環型社会・生物多様性白書」(環境省、2016 年)
<http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140626003/20140626003.html>
 - (参考 1 0、2 2) 「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
 - (参考 1 1) 第 5 回長期エネルギー需給見通し小委員会 配布資料「デマンドレスポンスについて」(資源エネルギー庁、2015 年 3 月)
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/005/
 - (資料 1 2) 第 11 回省エネルギー小委員会 配布資料「ネガワット取引の普及に向けた取組」(資源エネルギー庁、2015 年 3 月)
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/pdf/011_04_00.pdf
 - (参考 1 4) 第 3 回改革 2020WG 配布資料「2020 年頃に向けた新たなエネルギーシステムの構築」(資源エネルギー庁、2015 年 4 月)
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/wg/kaikaku/dai3/siryou4.pdf>
 - (参考 1 6) 「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

- http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100070.html
 (参考 1 7) 第 6 回長期エネルギー需給見通し小委員会 配布資料「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/
 (参考 1 8) 「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 2 0) 第 28 回基本問題委員会 配布資料「蓄電池・水素について」(資源エネルギー庁、2012 年 7 月)
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_problem_committee/028/pdf/28-5.pdf
 (参考 2 1) 「NEDO 二次電池技術開発ロードマップ 2013」(NEDO、2013 年 5 月)
<http://www.nedo.go.jp/content/100535728.pdf>
 (参考 2 3) 「平成 21 年度関西地域の協働による CO₂ 削減及び資源循環圏の構築に関する調査(関西における省・新エネルギー等導入促進に向けたエネルギー産業振興方策に関する調査)」(近畿経済産業局、2010 年 3 月)
<http://www.mlit.go.jp/common/000130247.pdf>
 (参考 2 4) 「エネルギー白書 2016」(資源エネルギー庁、2016 年 5 月)
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016pdf/>
 (参考 2 5) 東京大学大学院
 (参考 2 6) 東京理科大学
- 引用
 (出典 1、5) 「水素社会の実現に向けた東京都戦略会議(平成 26 年度)まとめ」(東京都、2015 年 2 月)
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/energy/tochi_energy_suishin/attachement/26torimatome.pdf
 (出典 2) 「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(水素・燃料電池戦略協議会、2016 年 3 月改定)
<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009-c.pdf>
 (出典 3) 「次世代エネルギー・社会システム実証事業～進捗状況と成果等～」第 16 回次世代エネルギー・社会システム協議会配布資料(経済産業省、2014 年 4 月)
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/016_01_00.pdf
 (出典 4) 「ディマンドレスポンスについて」第 5 回長期エネルギー需給見通し小委員会資料(資源エネルギー庁、2015 年 3 月)
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/005/pdf/005_09.pdf
 (出典 6) 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版」(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014 年 2 月)
<http://www.nedo.go.jp/content/100544817.pdf>
 (出典 7) 「コージェネの基本形態」(一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター)
http://www.ace.or.jp/web/chp/chp_0010.html
 (出典 8) 「内発協ニュース/2015 年 2 月号」(一般社団法人日本内燃力発電設備協会、2015 年 2 月)
http://www.nega.or.jp/publication/press/2015/pdf/2015_02_16.pdf
 (出典 9) 「電池の構造と反応式(例)」(一般社団法人電池工業会)
<http://www.baj.or.jp/knowledge/structure.html>
 (出典 1 0) 「NEDO 二次電池技術開発ロードマップ 2013(Battery RM2013)」(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2013 年 8 月)
<http://www.nedo.go.jp/content/100535728.pdf>
 (出典 1 1) 川崎重工業(株)
 (出典 1 2、1 3) 東京ガス(株)
 (出典 1 4) 東京大学大学院
 (出典 1 5) 東京理科大学

分野：環境・エネルギー分野

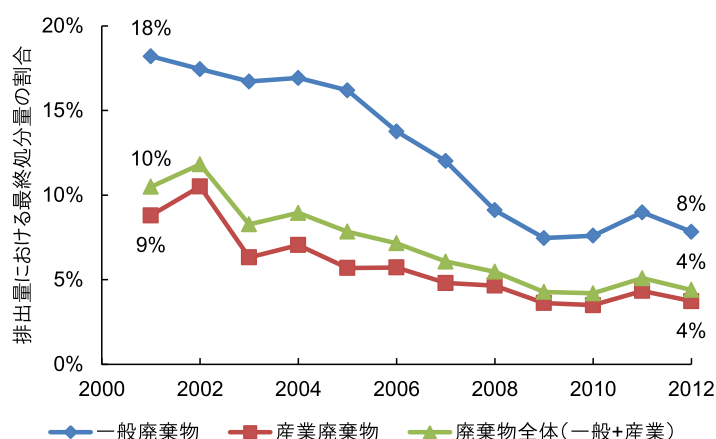
テーマ②：資源のリサイクルに関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1～6）

- 国では、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た現在は、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。
- 都においても、2001 年より一般・産業廃棄物の処理計画を独自に策定し、資源の 3R を推進してきた。結果として、処理計画策定以後の 10 年間で廃棄物排出量における最終処分量は全体で 6 ポイント減少し、最終処分量が占める割合は一般廃棄物で 8%、産業廃棄物で 4%にまで減少している。
- 鉱物資源のなかでもレアメタルは一般的に希少性・偏在性が高く、安定的な資源確保が求められている。経済産業省は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、その中のひとつとしてリサイクルが推進されてきた。
- 2013 年度の食品産業全体における食品廃棄物等の年間発生量は 1,927 万 t で、食品製造業が 83%を占めている。また、食品循環資源の再生利用等の実施率は 85%で食品製造業が 95%、食品卸売業が 58%、食品小売業が 45%、外食産業が 25%となっている。
- 建設リサイクル法の施行によって、公共工事以外の民間工事でも特定建設資材廃棄物についてのリサイクルが促進され、建設廃棄物全体の再資源化・縮減率は 2005 年度には 92%、2012 度には 96%まで向上した。

図表 1 東京都の廃棄物における最終処分量割合の推移（出典 1）



1. 2. テーマ共通の課題（参考 7）

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。

2. 市場動向(参考8～10)

- 環境省では、2015年のリユース・リサイクル市場規模は12.0兆円、2020年には12.7兆円となる見込んでおり、今後も堅調な伸びが期待されている。
- 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の需要拡大が見込まれている。
- 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年の252万kWから2030年に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のエネルギー活用の推進が見込まれる。
- 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年の東京オリンピック・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の増加が予想される。

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11～13)

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・破碎・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、ネオジウム、ジスプロシウムの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。

図表2 主な製品に含まれるレアメタル (出典2)

製品	主な鉱種
次世代自動車 (EV・PHV・HV) 	ネオジウム、ジスプロシウム(駆動用モーターの磁石) リチウム、コバルト、ニッケル(バッテリーの正極材)
家電4品目 (エアコン、テレビ、 冷蔵庫、洗濯機) 	ネオジウム、ジスプロシウム(エアコンのコンプレッサーやドラム式洗濯機のモーター内の磁石)
PC 	ネオジウム、ジスプロシウム(HDDの磁石)
電気・電子機器全般 	タンタル(基板のタンタルコンデンサ)
超硬工具 	タングステン(超硬工具、刃先交換工具)

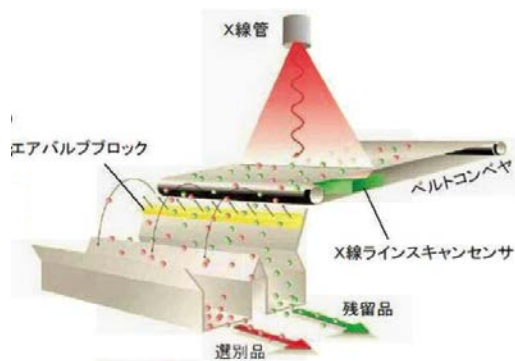
2) 代表的な構成

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亘り、小型家電を対象とした技術だけでも下表のように整理できる。

図表3 小型家電を対象とした選別技術の類型（出典3）

技術名称	概要
ふるい分け・分級	粒子の慣性力などを利用し分離する技術
比重分離	物質の比重の違いを利用して分離する技術
磁選	磁石への吸引力の差異を利用して分離する技術
電氣的選別	物質の電気伝導性を利用して分離する技術
ソーター選別	搬送コンベア上を移動する物体に対して、各種センサーで検知した情報をコンピュータで解析することによって識別し、結果に基づき圧縮空気の噴射やバドルにより分離する技術
形状選別	粒子のすべり・転がり速度の差を利用し分離する技術
物理選別	密度や磁性を利用して分離する技術

図表4 透過X線ソーター（出典4）



図表5 乾式ドラム型磁選機（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

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ている。

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という事例がある。

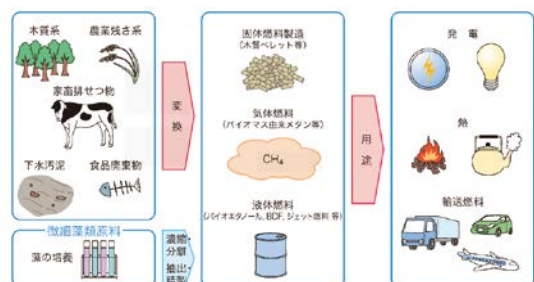
4. 2. 廃棄物系バイオマス技術（参考14、15）

1) 概要

廃棄物系バイオマス技術とは、生ゴミや木くず、家畜排せつ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のことである。

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ため、エネルギー利用を中心とした技術開発が必要である。

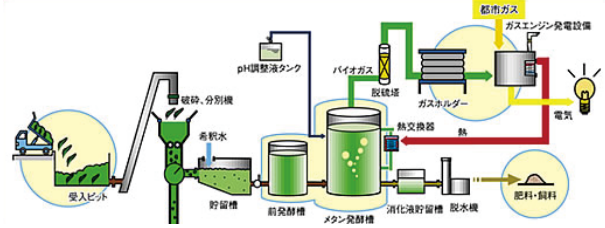
図表6 バイオマスのエネルギー活用フロー（出典6）



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7 メタン発酵による
バイオガス化システム (出典7)



図表8 バイオマスエネルギー変換技術の類型 (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、バイオソリッド等		液体燃料製造	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			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

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と、高度な選別技術の開発が求められている。

また、バイオマス発電設備について、ボイラ、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ある。

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16、17)

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ある。

2) 代表的な構成

建設廃棄物の主なリユース・リサイクル技術は下記のように分類できる。

(1) 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砕技術である。破砕されてできた再生砕石や破砕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。

(2) 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砕技術の他に、破砕物を骨材とモルタルに分離するための分離技術がある。分離されたものの内、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。

(3) 建設発生木材のリサイクル技術

破砕・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、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。

(4) 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。

図表9 コンクリート塊のリサイクルイメージ（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

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ある。

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ある。

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ている。

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、使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律、建設リサイクル法 等

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. 三菱マテリアル株式会社

1950 年創業。三菱グループに属する大手非鉄金属メーカーであり、銅製錬、セメント製造、金属加工等の事業を展開している。

近年では、家電リサイクルで培った技術をベースに自動車リサイクルを推進するとともに、食品廃棄物のエネルギー化にも取り組んでいる。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

(1) E-scrap のリサイクル技術

・各種電子機器類の廃基板は、金・銀・銅・白金・パラジウムなどの有価金属を高濃度に含有する金銀滓（E-scrap）と呼ばれ、貴重な製錬原料の新たな供給元として近年注目されている。当社グループでは、世界最大規模 14 万トン/年の受入・処理量を有し、直島製錬所・小名浜製錬（株）にて E-scrap のリサイクル事業を行っている。各リサイクラーでは、アルミ、鉄やその部材を選別除去する技術開発を行っており、当社は低品位品から前述のような処理を経た高品位品まで幅広い調達に取り組んでいる。

(2) 食品廃棄物のバイオガス化技術

・食品廃棄物を原料としたバイオガス発電の事業化に向けて、平成 27 年度に埼玉県が管理する下水処理施設内で食品廃棄物などのバイオガス化実証試験を実施した。

・廃棄物をメタン発酵しバイオガス化する際に副産物として発生する発酵液は、肥料化して利用することができるものの、都市部ではニーズが少なく焼却している場合も多い。当社では、発酵液からの残さをセメントとしてリサイクルすることも視野に、技術開発および事業化検討を行っている。

図表 10 バイオガス化実証試験施設
(出典 10)



(3) 建設廃棄物リサイクル技術

・建設発生土、廃プラスチック、木屑などをセメント原料及び熱エネルギー代替としてリサイクルする事業を行っており、これまで各廃棄物を安全かつ効率的に処理する技術開発を行ってきた。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- ・廃棄物の中から効率的にリサイクル資源を回収するための選別技術については開発の余地が残されており、有効な技術があれば導入を検討する可能性はある。
- ・近年は、建設混合廃棄物の選別処理過程において発生する残さで、概ね 10mm 未満の土砂混じりのものであるふり下残さの処理が課題とされており、受入品質に適合するような処理技術（分級や調合による成分調整等）を求める事業者もあるのではないか。

6. 2. リコーテクノロジーズ株式会社

1936 年創業、複合機やプリンターなどの情報機器を中心に製品の開発・生産・販売・サービス・リサイクルの事業を展開する大手メーカーリコーのグループ会社。グループ内では主に設計関連の分野を担っている。近年は、省資源化に向けた材料開発に取り組んでいる。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

低炭素/循環型社会でのものづくりを見据えた代替材料の開発の一環として、バイオマスプラスチックを利用した画像機器部品の開発に取り組んでいる。バイオマスプラスチックは再生可能な生物由来のバイオマス資源を利用したプラスチックである。バイオマスプラスチックはカーボンニュートラルであるため、温暖化を促進させない環境負荷の少ない材料として注目されている。当社では現在、複合機の内装部品であるマニュアルポケットやエンブレム、外装部品である操作パネルカバーの材料として採用しており、部品に含まれるバイオマスプラスチックの割合（バイオマス度）を70%にまで高めている。今後もバイオマス度を高めるとともに、使用可能量の拡大に向けた取り組みを進めていきたいと考えている。

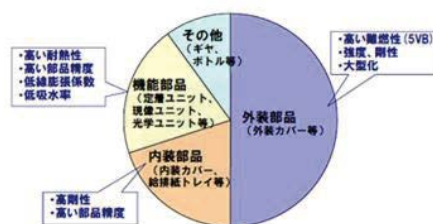
図表 1 1 今後のバイオマスプラスチックの開発イメージ（出典 1 1）



2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

バイオマスプラスチックの普及に向けた課題は大きく性能面とコスト面の2つに大別される。性能的な面では、当社が画像機器の素材として採用しているポリ乳酸は、植物を原料とする結晶性ポリエステルであるが、バイオマス度を高める際に、難燃性、耐熱性、耐衝撃性を確保することが重要となる。また、今後実用化を目指す機能部品等には従来の製品より高い性能が要求される。したがって、よりバイオマス度を向上させた上でより高性能な製品開発に資する改質、成形・加工技術が求められている。

図表 1 2 複合機に採用される用途割合と要求性能（出典 1 2）



また、コスト面についても、現在バイオマスプラスチックの価格は石油由来のものに比べ2～3倍程度割高である。ポリ乳酸からバイオマスプラスチックに改質する際には数十に及ぶ添加剤を用いるが、より安価な添加剤の開発等によるコスト削減が期待される。

上記の課題解決に資する技術があるのであればすぐにでも導入したいと考えている。

さらに、バイオマスプラスチックに限らず、複写機・複合機プリンターに代表される事務機器の課題として、化学物質管理の要求が高まっている。RoHS 指令に始まり、EU-REACH 規制や SVHC 管理やドイツブルーエンジェルの VOC 規格など、プラスチック部品に含有する化学物質情報について、材料レベルでの評価・把握なども期待されるので、プラスチックの評価・計測技術についても導入したいと考えている。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東北大学多元物質科学研究所（参考 1 8）

- 廃棄物からの物理的な分離・選別技術、新しい希少元素の抽出・分離技術および反応解析を含む応用技術に関する研究に取り組んでいる。

図表 1 3 リサイクル対象のネオジム磁石（出典 1 3）



- 近年では、今後自動車のモーター材料として必要性が増大するネオジム・ジスプロシウムの高効率的分離・回収に関する基礎研究を行っており、実用化に必要な詳細な要素技術の検討を行っている。また、新たなレアアース回収技術開発のため、希土類鉱石から希土類元素を高効率よく抽出分離し、かつ随伴する放射性廃棄物を分離・回収する手法の開発についても取り組んでいる。
- JOGMECをはじめとして、多くの業界団体や企業との共同研究を行っている。

7. 2. 九州大学水素エネルギー国際研究センター（参考19）

- 水素エネルギー社会構築のために必要となる水素製造技術のうち、特に将来の実用化が期待されている再生可能エネルギー、あるいは都市ガス等低炭化水素系原料からの水素製造基礎技術に関する研究を行っている。加えて、水素社会構築システムを含む水素製造技術全般に関する研究を、機械工学部門の他講座及び水素エネルギー国際研究センターと連携して実施している。
- バイオマスからの水素製造技術の中で、特に下水汚泥に着目した研究を行っている。国土交通省のプロジェクトを通じて、下水バイオガス前処理技術・水素製造技術・水素供給技術を組み合わせ、下水バイオガスから水素を高効率に製造するシステムを構築し、実証事業を実施した。

図表 14 下水汚泥を活用した
水素ステーションモデル（出典 14）



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」（経済産業省、2016 年 2 月）
http://www.eu-japan.eu/sites/default/files/presentations/docs/umeda_hideyuki.pdf
 - (参考 2) 平成 28 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書 第 2 部 第 3 章 循環型社会の形成に向けて（環境省、2016 年 5 月）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/html/hj16020301.html>
 - (参考 3) 「東京都資源循環・廃棄物処理計画～Sustainable Design Tokyo～」(東京都、2016 年 3 月)
<https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/resource/attachement/28plan1.pdf>
 - (参考 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>
 - (参考 5) 「平成 25 年度 食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率について」（農林水産省、2015 年 3 月）
<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/kankyoi/150330.html>
 - (参考 6、10) 「建設リサイクル推進計画 2014」（国土交通省、2014 年 9 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001052952.pdf>
 - (参考 7) 「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 8) 「環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書」（環境省、2015 年 7 月）
http://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/B_industry/b.houkoku3.pdf
 - (参考 9) 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
 - (参考 11) 「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/committee/sankoushin/sangyougijutsu/haiki_recycle/pdf/026_04_00.pdf
 - (参考 12) 「平成 24 年度関東圏域における地域循環圏の構築に向けた調査検討業務報告書」（環境省、2013 年 2 月）
http://kanto.env.go.jp/recycle/mat/data/m_1_1/m_1_1_1.pdf
 - (参考 13) 「平成 27 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備委託費（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）」（経済産業省、2016 年 2 月）
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2016fy/000403.pdf
 - (参考 14、15) 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版 第 4 章 バイオマスエネルギー」（NEDO、2014 年 2 月）

<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>

(参考 1 6) 「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>

(参考 1 7) 「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

(参考 1 8) 東北大学

(参考 1 9) 九州大学

○ 引用

(出典 1) 「東京都資源循環・廃棄物処理計画～Sustainable Design Tokyo～」(東京都、2016 年 3 月)

<https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/resource/attachement/28plan1.pdf>

(出典 2) 「レアメタルリサイクルについて」(経済産業省、2011 年 9 月)

http://www.meti.go.jp/committee/summary/0003198/pdf/report01_01_00.pdf

(出典 3) 「平成 24 年度関東圏域における地域循環圏の構築に向けた調査検討業務報告書」(環境省、2013 年 2 月)

http://kanto.env.go.jp/recycle/mat/data/m_1_1/m_1_1_1.pdf

(出典 4) 「省 CO2 型リサイクル高度化設備導入促進事業 概算要求」(環境省)

<https://www.env.go.jp/guide/budget/h28/h28-gaiyo/069.pdf>

(出典 5、1 3) 東北大学

(出典 6、8) 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版 第 4 章 バイオマスエネルギー」(NEDO、2014 年 2 月)

<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>

(出典 7) 一般社団法人日本ガス協会 HP http://www.gas.or.jp/bio/contents/bio_gas.html

(出典 9) 「国土交通白書 2014」(国土交通省、2014 年 7 月)

<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/hakusho/h26/pdf/np208000.pdf>

(出典 1 0) 三菱マテリアル(株)

(出典 1 1、1 2) リコー(株)

(出典 1 4) 国土交通省下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) 水素リーダー都市プロジェクト～下水バイオガス原料による水素創エネ技術の実証～(国土交通省)

http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/pamphlet/h26_mitsubishi.pdf

分野：環境・エネルギー分野

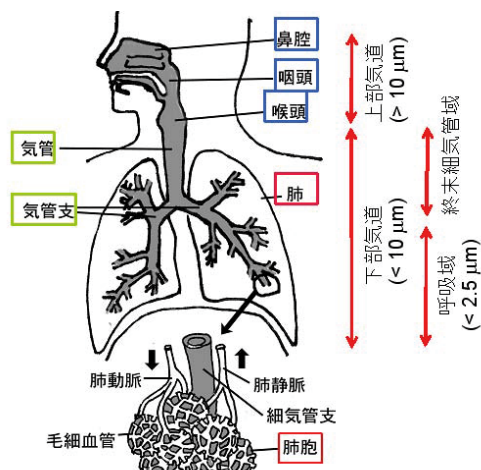
テーマ③：環境改善に関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

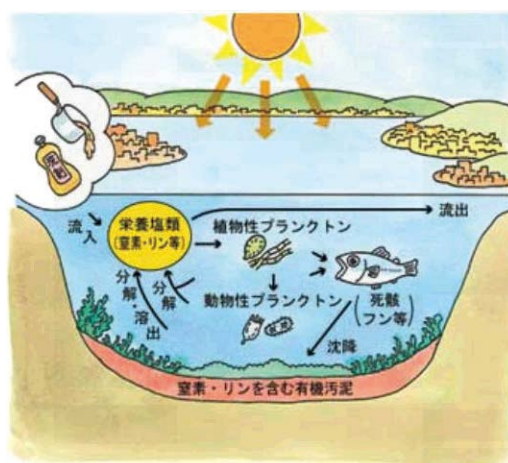
1. 1. 現状（参考 1～4）

- 国は 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 2020 年までに「光化学スモッグ注意報発令日をゼロ」、「PM2.5 の環境基準達成率を 100%に向上」という政策目標を立てているが、2015 年度の光化学スモッグ注意報発令日は 14 日、2014 年度の PM2.5 の環境基準達成率は 8.7%であり、光化学オキシダントや微小粒子状物質（PM2.5）などの環境問題、地球温暖化などは、引き続き対応が求められている。
- 代替フロンはオゾン層破壊効果は無いものの高い温室効果を有し、フロン排出抑制法により、大気中へ放出させないことが求められてきた。加えて、先日の 2016 年 5 月の G7 環境相会合で段階的な生産規制の実施が共同宣言内に盛り込まれ、対応が求められている。
- 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など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 人の呼吸器と粒子の付着領域（出典 1）



図表 2 閉鎖性水域の富栄養化（出典 2）



1. 2. テーマ共通の課題（参考 5～7）

- PM2.5 の原因物質の一つである揮発性有機化合物（VOC）の都内の排出量は、塗装、印刷、クリーニングなど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 の一種である車両の給油時・走行時・駐車時におけ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、処理の効

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重要になると考えられている。

- 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、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、低温温室効果の冷媒の開発が求められている。
- 2020年の東京オリンピック・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、開催前の各競技会場等の建設工事に伴う適切な排水処理対応、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、水循環にかかる法律面での整備は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の課題も残っている。

2. 市場動向(参考8～11)

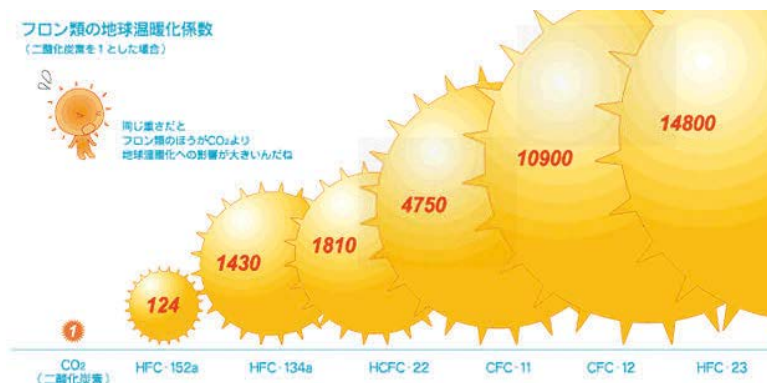
(1) 大気汚染改善

- ・事業所周辺環境への厳しい制限等の社会的要請を考慮すると、VOC 処理技術、VOC 再資源化技術などに関する市場は増加傾向を示すと思われる。また、測定技術の市場については、VOC の発生源として排水・汚水中に含まれる揮発性有機化合物にも広がりを見せている。さらに身近な影響としてシックハウス、シックカーなどが指摘され、これらの測定等は新たな市場になると見込まれる。
- ・大気汚染改善の効果がある光触媒を用いた大気汚染防止用装置・施設の市場規模は、2015年度1,000億円とされる。新しい光触媒も登場しており、更なる用途拡大が期待されている。

(2) フロン類

- ・これまでオゾン層保護法により特定フロンガス(CFC、HCFC)の廃止および削減が進められ、冷却機器に用いられる冷媒は代替フロン(HFC、PFC、SF₆)への転換が行われてきた。一方で、代替フロンは温室効果が高く、2015年4月にフロン排出抑制法(フロン回収・破壊法の改正)が施行され、フロン類三種(CFC、HCFC、HFC)について製造から廃棄に至るまでの管理が義務付けられることとなった。これにより、新たな投資機会の拡大や研究開発、設備・製品等の導入、点検サービス等の新たな市場が創出されていく可能性がある。
- ・代替フロンであるHFC(ハイドロフルオロカーボン)は2016年5月のG7環境相会合で、その生産量を段階的に減らすことが合意された。HFCは2013年時点で国内で年間31.7百万トンの排出量があるが、G7は2030年代で半ばまでに世界全体で大気中に排出される量を現在の8割以上の削減を目指している。代替フロンにはいくつかの種類があり、温暖化への影響が大きいものから生産が規制されるものとみられている。

図表3 フロン類の地球温暖化係数(出典3)



(3) 水質改善

- ・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。
- ・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、付帯する設備、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 億円と推定されている。

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 12～14）

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 NO_x・低 CO₂ 小規模燃焼認定制度や PM_{2.5}・VOC・ダイオキシン類、大気への有害化学物質の排出防止の対策を実施している。

PM_{2.5}、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っている VOC 排出者は、排出基準の遵守と年2回以上の VOC 排出濃度の測定等が義務付けられており、この測定には、環境省告示による公定法の使用が求められる。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、排出状況を把握する場合がある。これらの場合では、簡易測定法を用いることができる。

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。

① 公定法について

- ・ 環境省が定める VOC 濃度の測定法(公定法)は、排出される VOC の種類が多種に及ぶことから個別の物質ごとに測るのではなく、炭素数として包括的に測定するよう定められている。

図表 4 VOC センサー/モニタ (出典 4)



- ・ 公定法に対応する測定方法は、水素炎イオン化検出分析計(FID)法と、触媒酸化—非分散赤外線吸収分析計(NDIR)法の2種類である。
- ・ これらの原理を用いた VOC 測定器は、各メーカーから販売されているが、一般的に価格が百数十万円以上と高額である。また、通常、サンプルをバッグで捕集した後、運搬して分析計にかけるため、オンサイトで結果を知ることはできず、その分時間がかかる。

(i) 水素炎イオン化検出分析計(FID:Flame Ionization Detector)法

- VOC を水素炎中で燃焼させ二酸化炭素に変換した後イオン化させ、その電流値から VOC 濃度を測定する方法。

(ii) 触媒酸化—非分散赤外線吸収分析計(NDIR)法

- VOC を触媒により酸化させて二酸化炭素にし、非分散型赤外線検出器 NDIR (Non Dispersive Infra Red)で計測する方法。

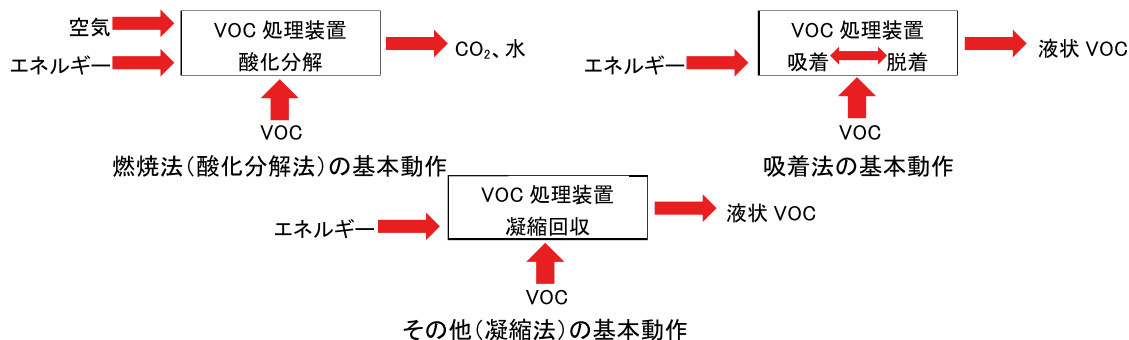
②簡易測定技術について

- ・ 公定法で定められた測定方法は、規制のための測定方法であり、コストが高く手間もかかる。そのため、規制対象外の中小事業所が行う自主的取組においては、より低価格で簡易な測定機器が求められる。
- ・ 公定法以外の VOC 測定方法は、大きく以下の3つに分類される。いずれの測定方法も、公定法と比較して安価で測定方法も簡易であるが、VOC の成分により感度に差があるなどの課題もある。
 - 光イオン化検出器(PID)を用いる方法
 - 半導体、高分子膜等のセンサーを用いる方法
 - 検知管を用いる方法
- ・ 市販されている VOC 簡易測定器の多くは、VOC を包括的に測定している機器でも、公定法での測定単位である ppmC(炭素換算の ppm 値)で測定している機器は少なく、測定結果を管理レベルとして使用する場合は問題ないが、排出規制値と比較するなどの場合は定期的に公定法の測定器による測定結果と比較(クロスチェック)する必要がある。

(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、VOC 中の炭素を CO₂ にまで酸化させ分解、処理を行う。工場の排ガス処理などに多く利用される方法であり、燃焼の方法により、直接燃焼法、蓄熱燃焼法、触媒燃焼法に分類される。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、吸着材として、活性炭、ゼオライト、シリカ、高分子吸着剤などが使用される。通常は VOC の吸着と脱着を繰り返し、吸着材を再生しながら使用する。ジクロロメタンなどの有機塩素系 VOC には吸着法を用いる場合が多い。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。

図表5 VOC処理技術の種類と概要



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

(1) VOC 測定技術（簡易法）

簡易測定技術は、操作・管理が容易であったり、迅速に定量が可能だったりする特徴があるため、VOC 等取扱い事業所における工程管理、機器管理等、VOC 等排出削減の自主的取組に有用な技術であり、今後の 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の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。

(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の可能性がある。

(4) 環境改善技術

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

(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て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なども含まれる。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。

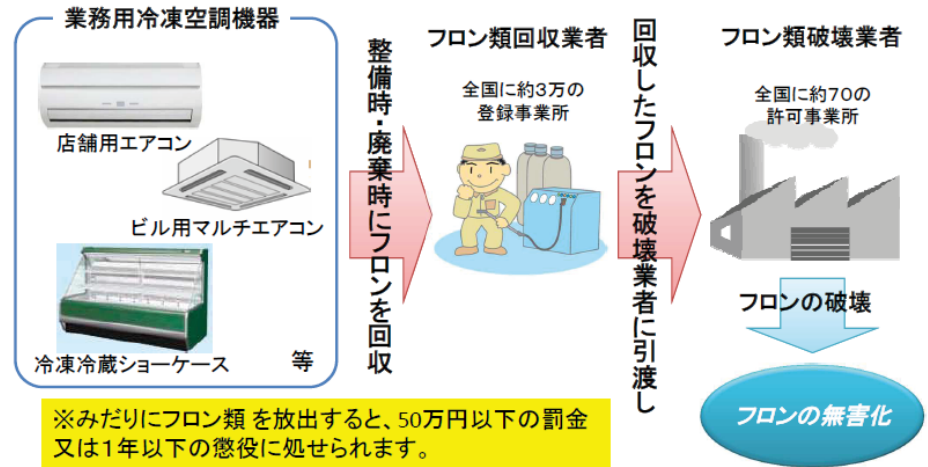
法定の VOC 測定技術では高価な機器分析装置を必要とする。そのため多くの事業者、事業所で安価で簡易な測定技術が求められている。環境省の Web サイト「環境実証事業」では、中小企業から提案された実証済み VOC 簡易測定技術が公開されている。

4. 2. 代替フロンに関する技術（参考15、16）

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に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。

図表6 フロンの回収と破壊（出典5）



フロン類の確実な回収

や処理を目的として、フロン排出抑制法が平成27年4月に施行され、業務用の冷凍冷蔵機器や空調機器を所有（管理）している事業者は、定期点検、フロン類漏洩箇所の修繕、算定漏洩量の報告、製品廃棄時のフロン類の適切な回収を経済産業省・環境省の定められた手順にて実施することが求められており、着実にこれらを実施する技術が必要となっている。フロン類をみだりに大気放出させることは法律で禁じられている。

代替フロンは特定フロンに替わって冷媒として世界で広く使われているが、地球温暖化への影響が大きく、二酸化炭素（CO₂）の数百倍から数千倍とされている。主要7カ国（G7）は平成28年5月の環境相会合で、代替フロンの段階的な生産規制を合意しており、代替フロンに替わる冷媒を導入する技術が必要となっている。代替フロンに替わる冷媒としては、HFOや自然冷媒（アンモニア、二酸化炭素、空気等）等の低温室効果の冷媒がある。

2) 代表的な構成

現在利用されている冷凍冷蔵庫、空調機器等に関しては、廃棄の際にはフロン類を大気中に漏らさずに適切に回収する技術、回収したフロン類を破壊する際には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ている。また、代替フロンに替わる冷媒として、低温室効果冷媒を用いた冷凍冷蔵倉庫、空調機器等の普及が進んでいくものと考えられる。

図表7 自然冷媒ショーケース（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

フロン類の回収・破壊にあたって、回収効率や破壊装置の性能が向上することや、操作が簡便化されることが期待される。

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（冷凍冷蔵庫、食品製造工場、食品小売店舗、化学製品製造工業、アイスクリームトリンク）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 17～20）

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。

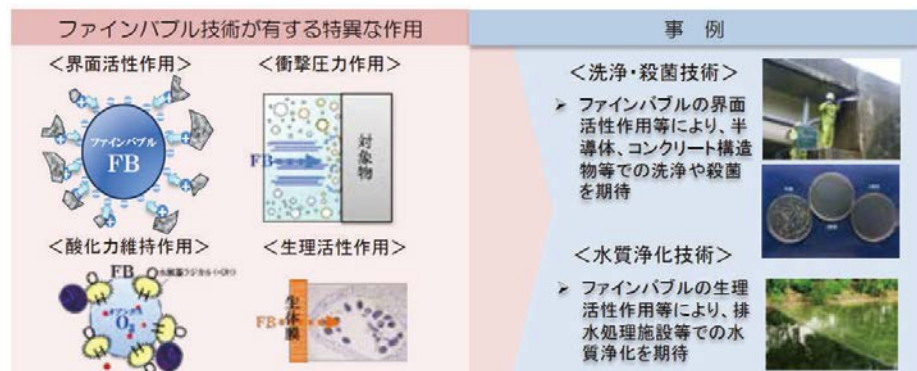
水質改善技術として、「水処理機器」や水処理用途における素材の「膜」、ファインバブル等がある。水質改善に向けた浄化対策技術は、河川や湖沼、流域などの自然・汚濁特性に応じて直接浄化、低泥対策、酸素供給、希釈、植生利用、負荷対策など幅広い方策を組み合わせることで実施することが求められ、それぞれに合った処理技術の導入が必要となる。また、特に閉鎖系水域や中小河川での水質改善に向けては、有機性排水を適正に処理する排水処理技術の向上と導入とが重要となっている。

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

図表 8 ファインバブル技術の作用と事例（出典 7）



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。この広範囲で活用できる微細気泡（ファインバブル）の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。

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て、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たり助成を受けたりす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は多岐にわたり、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、食品等々の多くの産業分野、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）などへの応用がなされていることから、自ら保有する技術を活用できる分野を見極めて参入を図り、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って様々な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 1、2 2）

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ている。

図表 9 元住吉駅での光触媒テント（出典 8）



2）代表的な構成

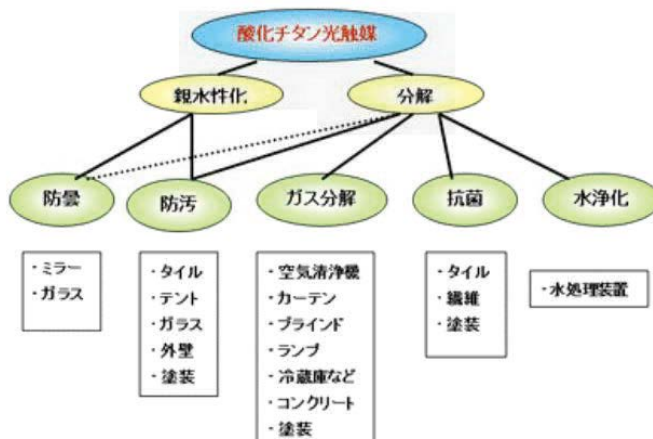
光触媒は紫外線等の光を照射することにより、「分解力」と「親水性」の作用を発揮する。「分解力」によって様々な有機物を分解できることから、汚れや臭いの除去や抗菌作用が得られる。「親水性」によって表面が水に濡れやすくなり、雨水がかかると汚れの下に入り込み、浮き上ることによって汚れが流れ落ちる。また、曇り止め効果も得られる。

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、光触媒を活用した塗料などが考えられる。VOC 除去可能な空気清浄器は中に光触媒を組み込む必要があるが、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状況とみられる。

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 9）



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. 信越化学工業株式会社

1926 年創業。化学メーカー大手。塩化ビニル樹脂、半導体デバイス、シリコン、レアアース・マグネットを主力製品とした製造、販売を国内外で展開。光触媒コーティング剤の研究開発を手掛けている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 光触媒では、可視光波長領域で活性があり、塗布作業に適している光触媒を開発した。新築建造物等に光触媒を使った部材が標準的に用いられるようになると、期待できる市場であると考えている。
- 現業の隣接領域に新製品の可能性がないか、注意している。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 当社ニーズとマッチする技術であれば、企業の大小や産学に関わらず、共同開発などを進めている。研究開発用途設備等の導入事例はある。
- 地方自治体がアンテナショップを東京に持つように、自社の材料・製品・サービスを他社・研究機関などのビジネスパートナーに示し、新しいアイデアを発見するオープンハブの場を開設している企業もある。

- 光触媒材料は、当社も含め各種展示会等に出展されている。そのような展示会は、商談が目的であるため、起点となりえる。
- 企業の問い合わせ先は、WEB サイト(HP)等でも開示されている。

6. 2. 日揮株式会社

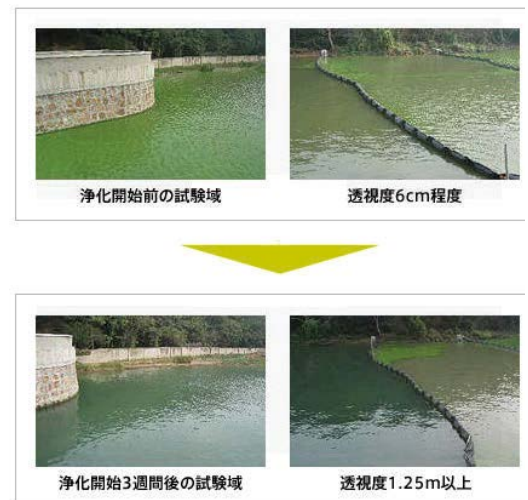
1928 年に日本初のエンジニアリングコントラクターとして創業。石油・ガス・資源開発、石油精製、LNG、ガス処理、石油化学などのエネルギー・化学分野から、医薬、医療、環境、原子力、非鉄金属などに至る幅広い分野において、国内外の数多くのプラント、施設の設計、機材調達、建設工事業（EPC 事業）を遂行している。

同社は環境保全に関するプロジェクトとして、水質浄化、污泥燃料化、污泥溶解、CDM（クリーン開発メカニズム）、CCS（CO₂の回収・貯蔵）などを手掛けている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 日揮では、顧客要求あるいは社会課題（ニーズ）に応えるため、国内外の技術（シーズ）を取りまとめ EPC を遂行している。また、現状技術がそのまま適用できないときの改良やカスタマイズのため、あるいは、将来のニーズに対応する技術構築のために技術開発も行っている。
- 水質浄化技術では、汚染湖沼（中国）の水質浄化実証において、飲料水源として利用可能なレベルにまで回復させた実績がある。
- 地球温暖化ガスである CO₂ の放出量抑制の観点から、CO₂ マネジメント（CO₂の回収・輸送・貯蔵・有効利用・再生）に関する技術は重要である。CO₂の回収について、日揮は合成ガスや天然ガスに含まれる CO₂を吸収分離し、高圧で回収する高圧再生型 CO₂ 回収プロセス（HiPACT®）を有している。CO₂の有効利用について、日揮は CCS-EOR（石油増進回収）の可能性に関して産油国との共同スタディも進めている。また、そもそもの CO₂排出を抑制する取組として、バイオマスやソーラーエネルギーといった再生可能エネルギー事業も重要であると考え、発電事業や関連技術開発を行っている。

図表 1-1 水質浄化実証プロジェクトの実績（出典 10）



2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 上述の通り日揮はニーズとシーズをつなげて社会課題を解決している。このため、国内外や官民を問わず連携・交流は図っている。
- ベンチャーが有していたオゾンによる水質浄化技術について、その技術の有用性を日揮が客観的に証明し、浄化設備を実際の湖沼向けに大規模化させた事例もある。
- 地方自治体の研究機関が開発したマイクロバブル技術と民間企業の攪拌技術を結び付けた事例もある。

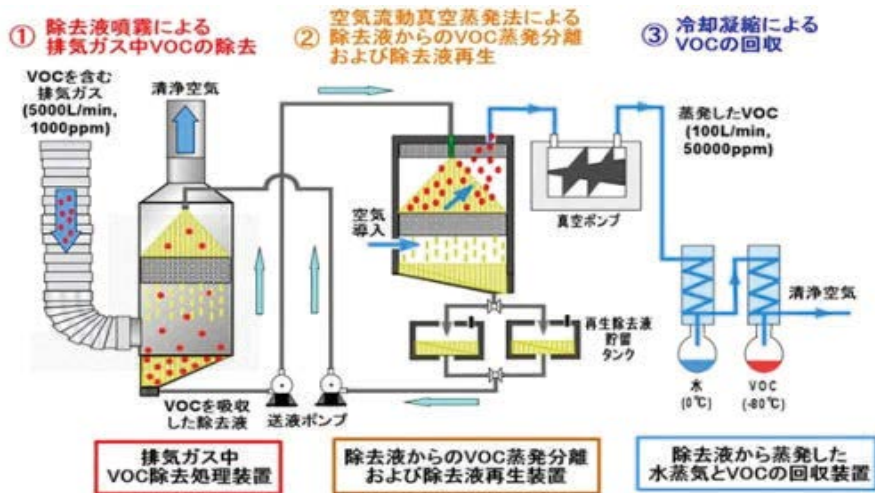
- 地方の企業が有していたフロン分解技術を海外で事業化したこともある。
- 以上のようにニーズに応える技術であれば、日揮は技術立証、商用化してきた事例がある。社会課題の解決に向けて、ラボスケールの技術であっても導入を検討する可能性がある。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 慶應義塾大学（環境化学研究室）（参考 2 3）

排気ガス中の VOC を吸収する効果的な方法である除去液を噴射する技術について、同研究室ではその廃容剤である VOC を吸収した除去液の効率的な再生技術を開発している。

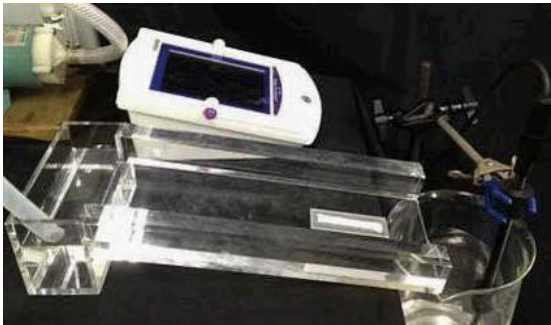
図表 1 2 VOC の循環効率的な除去技術（出典 1 1）



7. 2. 慶應義塾大学（化学工学研究室）（参考 2 4）

同研究室では、排気ガス中の VOC を吸収する効果的な方法である除去液を噴射する技術と VOC を吸収した除去液（廃溶剤）の効率的な再生技術を開発している。

図表 1 3 ウルトラファインバブル水による
壁洗浄（出典 1 2）



図表 1 4 マイクロバブルを利用した酸化鉄
微粒子除去プロセス（出典 1 3）



7. 3. 東京理科大学光触媒国際研究センター（参考25）

東京理科大学は光触媒及び関連分野の競争力強化のために同センターを設立。産学官の協同による実証研究によって光触媒を総合システムとしての開発を進めている。光触媒市場の裾野を拡大させるオリジナルかつ最先端の成果を出し、世界規模での拠点となることを目指している。

図表 15 光触媒が活躍する未来社会像（出典 14）



8. 参考文献・引用

○ 参考文献

- (参考 1) 平成 28 年度 環境白書（環境省）
http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/html/hj16030401.html#n3_4_1_1
- (参考 2) 「塗装からの揮発性有機化合物（VOC）排出量削減に向けた東京都の取組」（東京都）
<http://www.jasp.or.jp/pdf/18-1.pdf>
- (参考 3、15) 「フロン排出抑制法の概要～フロンに関するライフサイクル全体の取組～」（環境省・経済産業省）
<http://www.env.go.jp/earth/%E3%83%95%E3%83%AD%E3%83%B3%E6%8E%92%E5%87%BA%E6%8A%91%E5%88%B6%E6%B3%95%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81150108.pdf>
- (参考 4) 平成 26 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）
[https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/attachement/26%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%B0%B4%E8%B3%AA%E6%B8%AC%E5%AE%9A%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E7%B5%90%E6%9E%9C%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81%E6%9C%80%E7%B5%82%E7%89%88\).pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/attachement/26%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%B0%B4%E8%B3%AA%E6%B8%AC%E5%AE%9A%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E7%B5%90%E6%9E%9C%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81%E6%9C%80%E7%B5%82%E7%89%88).pdf)
- (参考 5) 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「循環・廃棄物の基礎講座 2013 年 10 月号・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、2013 年）
<http://www-cycle.nies.go.jp/magazine/kisokouza/201310.html>
- (参考 6、16) 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
- (参考 7) 「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/press/press.php?serial=18532>
- (参考 8、21) 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
- (参考 9) 「フロン等 3 ガスの排出抑制の課題と対策の方向性（中間論点整理）」（産業構造審議会化学・バイオ部会、地球温暖化防止対策小委員会、2011 年 2 月）
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0002410/025_s03_00.pdf
- (参考 10) 「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（フロン排出抑制法）―充填回収業者等に関する運用の手引き―」（環境省、経済産業省、初版、2015 年 3 月）
http://www.env.go.jp/earth/ozone/cfc/law/kaisei_h27/%E5%85%85%E5%A1%A1%E5%9B%9E%E5%8F%8E%E6%89%8B%E5%BC%95%E3%81%8Dv1%E5%BC%88%E2%97%8B%E5%85%A8%E4%BD%93%E5%BC%89.pdf
- (参考 11) 1995 年～2013 年における HFC 等の推計排出量（経済産業省）
http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/kagaku/freon_wg2/pdf/007_01_02.pdf
- (参考 12) VOC 排出抑制技術に関する資料 VOC 用測定機（公定法、簡易測定法）（環境省）
<http://www.env.go.jp/air/osenvoc/materials/instrument.pdf>
- (参考 13) VOC 等簡易測定技術分野（環境省、2013 年 9 月）
<http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f07/index.html>
- (参考 14) 「VOC 排出対策ガイド」（地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター）
<http://create.iri-tokyo.jp/results/vocguide/index.html>

- (参考 17) 湖沼水質改善に向けた取組と技術開発の進展 産業技術総合研究所
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=102>
- (参考 18) 「ナノ・マイクロバブル技術に関する国際標準化報告書」(一般社団法人微細気泡産業会、2013 年)
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003666.pdf
- (参考 19) 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 20) 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 22) 光触媒入門(光触媒工業会) <http://www.piaj.gr.jp/roller/contents/entry/200706118>
- (参考 23、24) 慶応義塾大学
- (参考 25) 東京理科大学

○ 引用

- (出典 1) 微小粒子状物質健康影響評価検討会について(環境省)
<https://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-23/mat10.pdf>
- (出典 2) 水質用語集(国土交通省)
<http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/study/woodbook/woodbook/word03/fueiyoka.htm>
- (出典 3) オゾン層の状況や取組の状況(環境省)
<http://www.env.go.jp/earth/ozone/month/>
- (出典 4) 「VOC 等簡易測定技術分野」(環境省) <http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f07/index.html>
- (出典 5) フロン排出抑制法の概要～改正法に基づき必要な取組～(環境省・経済産業省)
<http://www.env.go.jp/earth/gaiyou.pdf>
- (出典 6) 省エネ型自然冷媒機器普及促進プロジェクト 事業者のみなさまへ(環境省)
http://www.env.go.jp/earth/ozone/hiyasu-waza/biz/cs_cola.html
- (出典 7) 平成 26 年度の平成 26 年度産業技術関係予算の概要(経済産業省)
http://www.meti.go.jp/main/yosan2014/131224_sangi1.pdf
- (出典 8) 光資源を活用し、創造する科学技術の振興—持続可能な「光の世紀」に向けて(文部科学省)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/attach/1333536.htm
- (出典 9) 光触媒入門(光触媒工業会)
<http://www.piaj.gr.jp/roller/contents/entry/200706118>
- (出典 10) 日揮(株)
- (出典 11～13) 慶応義塾大学
- (出典 14) 東京理科大学

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

分野：危機管理分野

テーマ①：防災・減災に関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

1. 1. 現状（参考 1、2）

- 国は、2020 年までに住宅や建築物の耐震化率を 95%とする目標を定め、不特定多数の人が利用する大規模建築物等に対する耐震診断結果の報告の義務付け、建築物の耐震性に係る表示制度の創設等により耐震化の促進を図っている。
- 建物家屋や家具等の倒壊に加え、液状化、出火による延焼等の二次災害も想定されており、政府は電気火災を防ぐため感震ブレーカーの普及に取り組んでいる。
- 都では、「東京の防災プラン」（2014 年 12 月策定）の中で、首都直下地震の防災・減災にかかる 2020 年（一部 2015 年）までの取組目標として以下を挙げている。

図表 1 「東京の防災プラン」における主な数値目標（出典 1）

区分	項目	数値目標
建物の耐震化	防災上重要な公共建築物等の耐震化	100%
	住宅の耐震化	95%
	都営住宅の耐震化	100%
家具等の転倒・落下防止	家具類等の転倒等防止対策実施率（2015 年度まで）	60%
	都立学校体育館の天井材、照明器具等の落下防止対策	100%
火災対策	整備地域内の不燃化、延焼による焼失ゼロ	—
水害対策	河川の時間 50mm 対応の治水安全度達成率	82%
避難生活	家庭や事業所での備蓄	100%

1. 2. テーマ共通の課題（参考 3～5）

- 2015 年の建物の耐震化率は 8 割強（住宅 82%、その他建築物 85%）にとどまっている。
- 感震ブレーカーはユーザーが個別に設置する必要があること等から、2013 年時点で普及率は 6.6%と極めて低い水準にとどまっている。
- 都が実施したアンケート調査（2011 年度）によると、分譲マンションの耐震診断実施率は約 17%、耐震改修実施率は約 6%にとどまる等、「東京の防災プラン」で掲げられた目標の達成にはさらなる取組が必要である。
- 2011 年の東日本大震災では最大 40 万人以上が避難所での生活を余儀なくされ、震災関連死の約 5 割を「避難所生活等での肉体的・精神的疲労」が占めるなど、避難生活の負担を軽減するニーズが高まっている。

2. 市場動向（参考 6～8）

- （財）建設経済研究所によると、新耐震基準施行前の建物ストック（平成 20 年時点で 1,200 万棟・23 億㎡）のうち、耐震性が確保されていない建物は 540 万棟超、延床面積で 10 億㎡超に及ぶと推計されている。このうち、当面の耐震工事需要の対象となる建物ストックは、200 万棟、5 億㎡程度、耐震工事需要額で約 5.0 兆円と想定され、着実な市場の伸びが期待される。

- 内閣府が推計した国土強靱化に関する民間の市場規模（2020 年時点）では、「非耐震建築物戸建ての建て替え（解体＋建設）」が 1.0 兆円、「企業における設備の耐震化（滑動・転倒防止等）」が 8,919 億円とされている。

図表 2 国土強靱化(うち防災・減災)に関する民間の市場規模予測(出典 2)

市場	市場規模(億円)		市場	市場規模(億円)	
	2013 年	2020 年		2013 年	2013 年
超高層建築等の長周期地震動対策	0	4,448	家具等の耐震対策（耐震化器具等の市場）	267	342
	0	2,224	防火・耐震設備（感電ブレーカー）	98	141
非耐震建築物戸建ての耐震改修	502	1,918	鉄道施設（橋梁、トンネル、高架等、建築物を除く）の災害対策（耐震化、洪水対策、長寿命化）	8,141	8,763
	502	1,130	民間道路施設（橋梁、トンネル、高架等、建築物を除く）の災害対策（耐震化、洪水対策、長寿命化）	2,133	5,467
非住宅・非耐震建築物の耐震改修	2,602	3,252	備蓄品（保存水、非常食、簡易トイレ、マスク）	288	702
	2,602	2,708	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）	6,861	8,919
非耐震建築物戸建ての建替え（解体＋建設）	71	86			
非住宅・非耐震建築物の建替え（解体＋建設）	4,518	5,648			
	4,518	4,702			
建築物（住宅除く）の耐震診断	116	209			
住宅地の液状化対策	1,220	1,996			
	1,220	1,597			

- 都は 2013 年に「東京都帰宅困難者対策条例」を策定し、大規模災害が発生した際には職場等に一時待機するよう都民に呼びかけるとともに、従業員一人当たり 3 日分の備蓄（水 9 リットル分、主食 9 食分、毛布 1 枚）をすべての事業者者に義務付けた。これにより、企業のみならず自治体や学校においても備蓄拡充の動きが広まっている。

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、落下・転倒防止技術、水害等防止対策技術、火災・防火対策技術、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

1) 概要

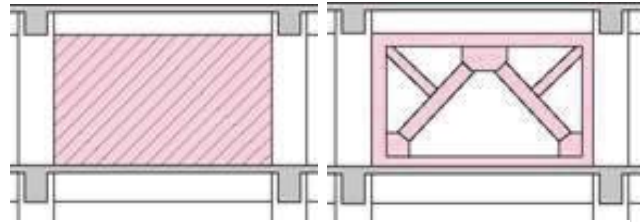
構造物の耐震化技術には、建物の壁や柱、梁などの強度を上げて、地震エネルギーへの耐性を強化する「耐震技術」、建物と基礎との間に免震装置を設置して地盤と切り離し、建物に地震エネルギーを直接伝えない「免震技術」、建物の構造の一部に制震装置を組み込み、地震エネルギーを吸収・減衰させる「制震技術」がある。

既存の建物の条件や顧客のニーズは様々であるため、耐震改修にあたっては、建築士等の専門家が図面や建物に埋め込まれたセンサー等を基に耐震診断やリスク評価を行い、最適な工法が決められる。

2) 代表的な構成

広く普及しているのが耐震技術による壁・柱の補強である。構造用合板や筋交いなど壁面の補強や鉄鋼材等による筋交いなどの補強がある。一般的に免震技術や制震技術と比べると安価である。住宅の状態によっては、パネル等を使って、天井や床を壊さず耐震補強工事を行うことが可能であり、工期短縮にも資する。

図表3 耐震技術による壁・柱の補強の例(出典3)



(左)鉄筋コンクリート壁による補強

(右)鉄骨ブレースによる補強

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

免震・制震の各工法に用いられるゴムやダンパー等の部材について、中小企業の参入可能性がある。耐震技術については大手ゼネコンのシェアが大きいものの、木造住宅の耐震化には中小企業の技術やノウハウを生かせる可能性がある。建物の素材やニーズに合わせて、費用を抑えることができる素材や、防火性能などを含めるなど新たな素材を使った技術・製品の開発が期待される。また、顧客の日常に支障なるべく出ない工法(短い工期、低音、低振動、工事の局所化など)の開発が期待される。

耐震技術は生命や生活に直結するため、いずれの工法においても耐震の性能や効果が客観的に保証されていることが極めて重要である。また、耐震化技術が必要となる建築物は防災上重要とされる避難所機能や医療機能の役割を果たす病院、学校等の公共建築物のほか、家屋・マンション等であるため、参入にあたってはゼネコン・ハウスメーカー等との連携が有用である。

4. 2. 落下・転倒防止技術(参考9)

1) 概要

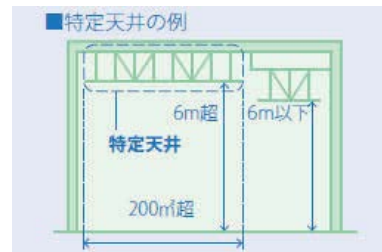
家具の転倒・移動や天井・照明の落下等による被害を防ぐための技術である。

特に、天井等の非構造材の落下は大規模災害時に大きな被害に繋がる可能性があるとして、対策の必要性が高まっている。2014年には国土交通省により「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」(告示第771号)が施行され、該当する天井については技術基準に従って脱落防止対策を講ずることが義務付けられた。

図表4 「特定天井」の定義(出典4)

人が日常立ち入る場所に設置されている吊り天井で、以下の3つの条件に該当するもの

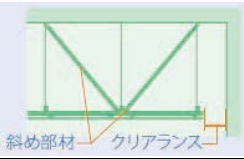
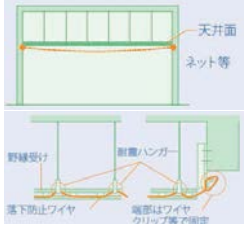
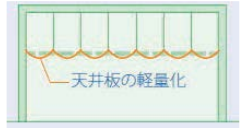
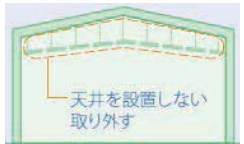
- ①天井の高さが 6m超
- ②平投影面積が 200㎡超
- ③単位面積質量が 2kg/㎡超



2) 代表的な構成

主な天井落下防止対策として、下表に示す4種類が挙げられる。既存建築物の落下防止措置としては、ワイヤーやネット等を活用した技術・製品が開発されている。近年では、落下しても被害が出にくい軽量な天井材や、天井そのものを設置しない工法なども注目されつつある。

図表 5 主な天井落下防止技術(出典 5)

対策の種類	対策の概要	技術のイメージ
技術基準に基づく特定天井の設置	○ 地震時に天井材に加わる水平力を斜め部材で負担して、天井の動きを抑制するとともに壁等と適切なクリアランス（隙間）を設けて破損を防止する	
既存建築物の落下防止措置	○ 吊りボルトや留め金具（クリップ等）が外れて天井が崩落しても、下にいる人や機器等にぶつからない高さで受け止める ○ 天井面の下部にネットを設置する方法と、天井面の上部にワイヤ等を設置する方法がある	
落下しても安全な設計	○ 天井版の軽量化を図るなど、たとえ天井が崩落して人にぶつかっても大きなケガをしないようにする	
天井の撤去	○ 天井そのものを設置しない（取り外してしまう）ことで、天井脱落の危険をなくす ○ 音響や空調、排煙、照明、意匠性等の面で留意が必要	

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

内装・屋内設置物等の落下・転倒防止製品については、すでに多くの製品が実用化されているが、例えばワンタッチで設置可能な製品や家具・壁等に傷が付きにくい製品、デザイン性の高い製品等について改良の余地が残されている。

天井落下防止対策は 2000 年代に入ってから認知され始め、スーパーゼネコンも技術開発中の新しい分野であり、技術の改良や市場拡大の余地は大きい。参入にあたってはこれら大手メーカーや構造設計の専門知識を有する専門家等との連携が必要である。

4. 3. 水害等防止対策技術

1) 概要

洪水被害や、集中豪雨による地下空間、オフィスビル、公共施設、民間マンション、一般家屋等への浸水等の被害を防ぐ技術・製品である。

2) 代表的な構成

最も簡易的に浸水被害を食い止める製品として、止水板・土のう・水のうが用いられる。

止水板にはアルミ・ステンレス等の金属や耐性ゴム等様々な素材が使われ、仕様についても起上式、脱着式、スライド式、スイング式等がある。

土のう・水のうは、浸水に対するバリケードや雨水の誘導のために使われる。近年では、洪水時に土のうを積む従来の伝統的な水防技術に代わるものとして、三角形の断面を有する膜材に水をいれ、一時的な堤防の機能を果たす「三角水のう工」が、機動的で安全かつ省力化が図れる新工法として注目されている。

図表 6 可搬式堤防(左)と「ブランチブロック工法」により復旧された擁壁(右)(出典 6、7)



また、河川構造物に対する水害対策技術として、護岸・堤防建設技術が求められている。例えば、日本の伝統技術である石積みを基にした「ブランチブロック」工法は、大型重機やミキサーが不要であるため従来のコンクリート打ち工法より施工スピードが極めて速く、災害復旧時に有効な技術とされる。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

軽量化・コンパクト化や設置のしやすさ・扱いやすさが求められており、中小企業の強みを生かしやすい分野である。ただし、すでに中小企業が開発した技術・製品が多くみられるため、新規参入にあたっては既存技術・製品に対する自社の優位性を明確にする必要がある。

4. 4. 火災・防火対策技術（参考10）

1) 概要

災害に伴う火災を抑えて、火災による直接的な被害や二次被害を防ぐための技術である。内閣府中央防災会議が2014年3月に策定した「大規模地震防災・減災対策大綱」では、火災に関わる重点対策として「出火防止対策」、「初期消火対策」、「木造住宅密集市街地等における延焼被害軽減対策」、「避難体制の整備」の4点が挙げられている。

2) 代表的な構成

出火防止対策としては感震ブレーカー、延焼被害軽減対策としては防災カーテンをはじめとする不燃化・防災化技術がそれぞれ代表的である。

(1) 感震ブレーカー

感震ブレーカーとは、地震の揺れを感知した際に電力供給を遮断して電気火災を防ぐための機器である。電気工事が不要で比較的低コストで設置が可能な簡易タイプから、電気工事が必要で高価格だが切断までに一定の時間的猶予があったり回線毎に遮断したりできる分電盤タイプまで様々な種類があり、建物の構造や用途に応じて使い分けられている。

図表7 感震ブレーカー等のタイプ別機能と特徴(出典8)

項 目	分電盤タイプ	感震ブレータイプ	コンセントタイプ	簡易タイプ	(参考) スマートメーカー
価格	約5～8万円	約2～4万円	約5,000～2万円 (複数が必要)	約3,000～4,000円	約1万円
電気工事	要	要	要／不要いずれの場合もあり	不要	要
切断までの時間的猶予	あり	あり	なし	なし	あり
回線毎の遮断	技術的には可能	不可	可	不可	不可
ユーザーによる復電	可	可	可	可	不可
普及の確実性	ユーザー個人が設置				電気事業者が設置
維持管理	ユーザーによる定期的な動作確認や耐用年数に応じたメンテナンスが必要				10年に1度交換

（２）不燃化・防災化技術

木材や繊維製品等の可燃物に耐火や防火の機能を持たせることで、火災の発生や広がりを抑えるための技術である。

不燃化対策としては、建築基準法の耐火・準耐火基準を満たした木材等が開発されている。防災化対策としては、石油製品等の可燃物を薬剤で処理したり素材そのものに防災機能を持たせたりした防災品の利用が促進されている。高層ビル等で使用されるカーテンや絨毯については、防災性能基準を満たす製品を使用することが消防法で義務付けられている。また、一般家庭で使用される寝具類や TENT 類、衣類等（計 25 種類）については、法律上の規定は定められていないものの（公財）日本防災協会が防災性能基準を設けており、基準を満たす製品を「防災製品」として認定している。

図表 8 防災品（物品・製品）の概要と具体例（出典 9、出典 10）

項目	防災物品	防災製品
概 要	○ 不特定多数が出入りする施設・建築物（高層ビル、地下街、劇場、ホテル、病院等）で使用する防災品 ○ 消防法が規定する防災性能基準を満たすものを使用することが義務付けられている	○ 一般家庭やその他で使用する防災品 ○ 消防法に基づく規制の対象外で、（公財）日本防災協会が定めた防災性能基準により認定される
具体例	○ カーテン ○ 布製ブラインド ○ じゅうたん等 ○ 展示用合板、暗幕・緞帳	○ 寝具類 ○ TENT 類、シート類 ○ 衣服類、作業服 ○ 木製等ブラインド

図表 9 防災木製ブラインド（左）と防災寝具（右）（出典 11）



３）中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

生活スタイルの変化や防災意識の高まりをうけて、防災製品の種類は増加し続けており、中小企業の技術力やアイデアを生かした製品開発が期待される。すでに多くの製品が開発されているものの、タワーマンション等高層ビルの需要と連動して一定のニーズが続くと考えられる。多様化するユーザーのニーズを汲み取るため、ゼネコンや住宅メーカー等の施工者との連携が有効である。

感震ブレーカーについては、現行の製品にはそれぞれ一長一短があるため、技術的な改良の余地は大きいと考えられる。専門性の高い技術・製品であるため、関連技術・製品の実績や専門的なノウハウを有する住宅メーカー等との連携が必要となる。また、政府による第三者性能認証制度の構築やモデル調査の実施、各地方自治体による導入補助金の創設など普及に向けた様々な取組が進められており、参入にあたってはこれらの政策動向も十分に踏まえることが重要である。

4. 5. その他技術（避難生活に関する技術・製品）（参考 1 1）

1) 概要

衛生面（簡易トイレ等）や食生活（保存食、浄水器等）において、避難生活の負担を軽減するための技術・製品である。内閣府中央防災会議幹事会が 2015 年 3 月に策定した「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」では、南海トラフ地震発生時に政府が被災県に供給する物資として、食料、毛布、育児用調製粉乳（粉ミルク）、乳児・小児用オムツ、大人用オムツ、携帯トイレ・簡易トイレの 6 品目が想定されている。

2) 代表的な構成

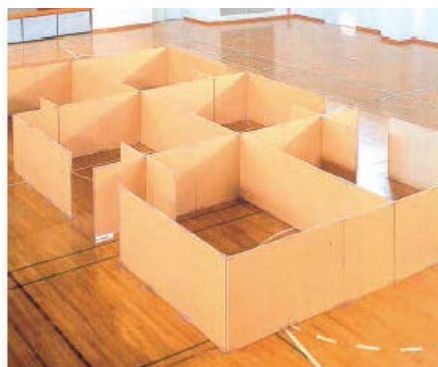
避難生活に必要な技術・製品は衣食住の多岐にわたるが、最も需要が多いものとして災害用トイレが挙げられる。最も簡易的な携帯トイレ（既設トイレの便座等に吸水シートが付いた袋を設置するもの）から、小型で持ち運びができる箱型トイレ、個室を備えた仮設トイレ・マンホールトイレまで、使用場所に応じて様々な形態がある。

その他にも、電源確保に資するもの（非常用蓄電池、発電機、懐中電灯）、飲料確保に資するもの（保存水、簡易浄水器、雨水ろ過装置）、避難所での住空間の改善に資するもの（簡易間仕切り、テント、防寒具）等様々な技術・製品が開発されている。例えば、軽量で組み立て・組立が容易な両面防災加工の段ボールなどが間仕切りとして用いられている。

図表 10 災害用トイレの主な形態(出典 12)



図表 11 防災災害用間仕切り(出典 13)



3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

自然災害の多い日本では、中小企業によって安価で利便性の高い製品が多数開発されている。特に介護用品（紙オムツやポータブルトイレ等）や保存食（燻製や缶詰等）を製造してきた中小企業にとっては、自社の既存技術を活用して新たな商品を開発できる可能性が高い。

参入にあたっては、技術力のみならず、避難生活者のニーズを汲み取って製品化していくアイデアや企画力、マーケティング力、デザイン力等が求められる。大規模災害の発生時に避難所等で実際に使用されたことがきっかけでメディアに取り上げた製品も多く、知名度向上のためのプロモーションも重要である。販路については、避難生活に必要な備蓄を大量に確保したい自治体や大手企業が考えられる。また、災害時に国内で必要となる製品の多くは、生活インフラが整備されていない途上国では日常的なニーズが見込めることから、国内で蓄積された技術やノウハウを生かした海外展開の機運も高まっている。

5. 関係する主な法令、規制、基準

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」、一般社団法人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」消防法、公益財団法人日本防災協会「防災製品性能試験基準」等

6. 大手メーカーへのヒアリング結果

6. 1. 清水建設株式会社

1804 年創業。国内大手建設業者（スーパーゼネコン）の一角で、特に民間建築に強みを持つ。企業理念は「論語と算盤」であり、堅実な会社経営が特徴。

2015 年には、自社技術研究所内に「先端地震防災研究棟」が完成。同研究棟は様々な地震の揺れを再現できる業界最高性能の大型振動台等を備え、ハード・ソフト両面における防災技術の研究開発拠点であると同時に、顧客の防災意識を高めるための地震プログラムを提供する場としても活用されている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

○ 地震防災技術にはソフトとハードの両方があり、ゼネコン各社が技術開発に注力している。地震防災技術の中で中小企業と関連がある技術の例としては、以下が挙げられる。

- ・ ソフト技術では、防災診断（人間でいうところの人間ドック）・リスク評価などが挙げられる。防災診断には、建物の中に設置したセンサーで耐震性や構造健全性の程度を調べることも含まれており、その際に用いるセンサーは外部のメーカーと連携して開発している。リスク評価では、評価システムを組み上げていく過程で外部と協働することがある。
- ・ ハード技術としては、「耐震」「制震」「免震」の各工法があり、顧客のニーズ、建物や立地の条件等に応じて使い分けられる。
- ・ 建物の構造的な被害を回避するだけでなく、天井の落下や家具・什器等の転倒を防止することも重要であり、そのための装置や治具等は中小企業から調達している。
- ・ 建物内の一部（例えば、病院の手術室等）を部分的に免震化する工法もある。この工法では、施設条件等に応じたカスタマイズが必要となり、バネや治具などの製作を中小企業にお願いしている。

図表 12 耐震強化に使われるゴム(左)とダンパー(右)(出典 14)



○ 建設業界における防災技術以外のトレンドとしては、以下が挙げられる。

(1) 建物内設備の省エネルギー技術

空調、照明等の省エネルギーを向上させる各種の技術、機器。

(2) インフラメンテナンス

インフラストックの劣化状況をいかに評価するかは喫緊の課題。

ドローン技術やモニタリング技術などで中小企業の参入余地はあるのではないか。

(3) 災害復旧技術

インフラ被害では、大規模な土砂災害などにより人間がアクセスできない場合もある。早期復旧のためにはロボット、IT等の技術の活用が重要。

(4) 工事現場の自動化・省力化技術

人口減少や職人の高齢化を背景に、建築、土木を問わず、工事現場の自動化・省力化、作業環境の改善のための技術（ロボット、IT等）が重要になる。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

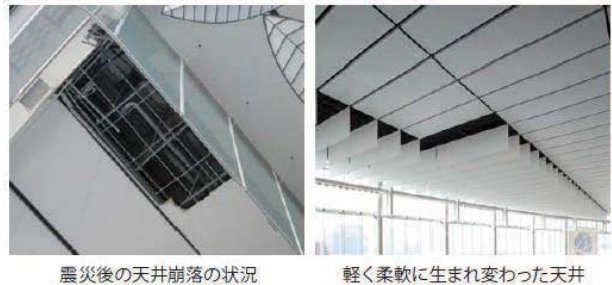
- 上記のとおり、ロボット分野やIT分野は建設業界との繋がりがこれまで以上に強くなり、中小企業やベンチャーとの協業、共同開発が増えるであろう。
- ただし、建設業界は一品生産、カスタムメイドが基本なので、必ずしも量産化の需要が大きいというわけではない。
- 「技術力」以外で外部のパートナーに求めることは「継続力」。新しい技術の開発から事業への展開は、一筋縄ではいかない場合も多く、その後の維持管理も考えると、長期間の取組みができる体制が必要になる。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東京大学生産技術研究所（川口研究室）（参考 1 2）

- 専門分野は空間構造工学。軽量空間構造の開発、大規模集客施設の安全性に関する研究等に取り組んでいる。川口教授は、阪神大震災による被害の調査を基に天井等非構造材のリスクを 1990 年代から指摘した、当該分野の第一人者。
- 「絶対に落ちない天井」ではなく、「落ちたとしても大事に至らない天井」を目指し、グラスファイバーの織布を樹脂コーティングした「膜天井」を開発。従来の石膏ボードが $15\text{kg}/\text{m}^2$ だったのに対して「膜天井」は $380\text{g}/\text{m}^2$ と大幅な軽量化を実現した。すでに東京都江東区の日本未来館等で導入されている。

図表 13 従来の天井と「膜天井」(出典 15)



7. 2. 名古屋大学環境学研究科（古川研究室）

- 専門分野は建築構造・材料。既存木造住宅の耐震化を促進するため、外付け耐震補強工法の開発や経済的な既存構造物の耐震補強を行うための耐震診断ツールの開発等に取り組んでいる。
- 2008 年に地元企業と共同開発した「ウッドピタ工法」は、建物の外壁部から柱や梁に特殊なアンカーを打ち込んでブレースやフレームを設置する「外付け耐震補強」工法の代表例として知られる。

図表 14 「ウッドピタ工法」による耐震化事例（出典 16）



8. 参考文献・引用

○ 参考文献

- (参考1) 住宅・建築物の耐震化について（国土交通省）
http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_fr_000043.html
- (参考2) 東京の防災プラン（東京都、2014年12月）
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2014/12/DATA/70ocp401.pdf>
- (参考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4) マンション実態調査結果について（東京都、2013年3月）
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2013/03/60n34100.htm>
- (参考5) 東日本大震災における震災関連死に関する報告（復興庁、2014年8月）
http://www.reconstruction.go.jp/topics/240821_higashinihondaishinsainiokerushinsaikanrenshinikansuruhoukoku.pdf
- (参考6) 建設経済レポート「日本経済と公共投資」No.54（（一財）建築経済研究所、2010年5月）
http://www.rice.or.jp/regular_report/pdf/construction_economic_report/54gaiyou.pdf
- (参考7) 国土強靱化に関する民間市場の規模の推計（国土交通省、2016年2月）
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku_siryou2.pdf
- (参考8) 東京都帰宅困難者対策条例の概要（東京都、2013年4月）
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/000/536/jyour_eirihu.pdf
- (参考9、12) 安全・安心な天井のすすめ（東京都、2015年4月）
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/kenchiku/chousa-houkoku/150401_tenjyou.pdf
- (参考10) 大規模地震防災・減災対策大綱の概要（内閣府、2014年3月）
http://www.bousai.go.jp/jishin/pdf/daikibo_gaiyou.pdf
- (参考11) 南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画（内閣府、2015年3月）
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankai_oukyu_keikaku02.pdf

○ 引用

- (出典1) 東京の防災プラン（東京都、2014年12月）
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2014/12/DATA/70ocp401.pdf>
- (出典2) 国土強靱化に関する民間市場の規模の推計（国土交通省、2016年2月）
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku_siryou2.pdf
- (出典3) 地方公共団体担当者のための防災拠点の耐震化促進資料（消防庁、2007年12月改訂）
<http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/taishin/index-j.html>
- (出典4、5、15) 安全・安心な天井のすすめ（東京都、2014年）
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/kenchiku/chousa-houkoku/150401_tenjyou.pdf
- (出典6) リバーテクノ協会パンフレット（一般社団法人リバーテクノ研究会）
http://www.rirt.or.jp/upload/report/rirt_pamphlet.pdf
- (出典7) ブランチブロック工法協会
<http://www.jbb.jp/>
- (出典8) 感震ブレーカー等の種類、特徴等について（内閣府、2014年9月）
<http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/denkikasaitaisaku/1/pdf/4.pdf>
- (出典9) 防災物品の種類と防災規制の対象となる防火対象物（（公財）日本防災協会）
http://www.jfra.or.jp/member/b02_01.html
- (出典10、11、13) 防災製品いろいろ（（公財）日本防災協会）
http://www.jfra.or.jp/member/pdf/seihin_pamphlet_etc.pdf
- (出典12) 携帯トイレ・簡易トイレを備蓄しましょう！（経済産業省、2015年8月）
<http://www.meti.go.jp/press/2015/08/20150827002/20150827002.html>
- (出典14) 清水建設(株)
- (出典16) ウッドピタ工法協会 <http://woodpita.jp/>

分野：危機管理分野

テーマ②：災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

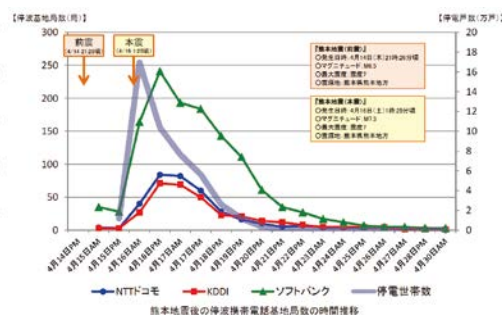
1. 1. 現状（参考 1～3）

- 2016 年 4 月に発生した熊本地震では、避難所および避難者数が最大 855 箇所 183,882 名に上り、車中避難の避難者も多数存在したため非常な混乱をきたした。首都直下地震等においても、約 517 万人の帰宅困難者の発生や避難所の乱立により、災害直後から相当な混乱が想定される。
- 近年、地震のみならず、時間 50 ミリを超える局地的な集中豪雨も頻発している。
- 国は、「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」を設置し、災害医療・救護活動に不可欠な非常用通信手段の在り方について検討等を行っている。
- 都は、「東京の防災プラン」において、ICT の活用による災害情報の収集力強化、災害情報共有システム（L アラート）や SNS を活用した情報発信手段の多様化、外国人等への情報提供手段の強化を図るとともに、都民に対しても多様な情報収集手段を整えるよう呼びかけている。
- 東京オリンピック・パラリンピック大会の開催に向けて、外国人の安心・安全確保の重要性も高まっている。多言語で「災害情報等の複数の異なるシステムへの一斉配信」や「個人属性に応じた情報提供」を実現するため、平成 28 年 4 月に「デジタルサイネージ標準システム相互運用ガイドライン(1.0 版)」が策定された。また、訪日外国人からは無料公衆無線 LAN の環境整備の要望も高く、主要な観光・防災拠点について、整備計画に基づく支援等を通じた整備が進められている。

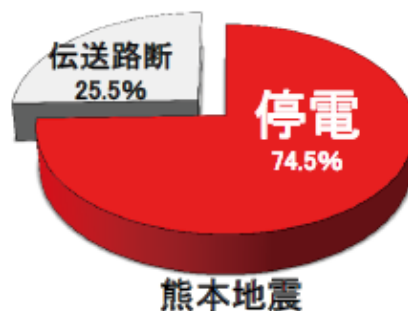
1. 2. テーマ共通の課題（参考 4）

- 災害発生時には、被害状況や避難所の情報等を速やかに収集し、政府や自治体の災害対策本部等に共有して対策を講ずる必要がある。通信障害や停電等は災害発生直後に最も多く発生するため、様々な通信手段を組み合わせた「災害時でも『繋がる』『壊れない』ネットワーク」の構築および当該ネットワーク上で災害情報収集・自動処理・配信するための基盤の構築が求められている。
- また、生存者の救出の目途とされる発災後 72 時間の超急性期に被災地入りする災害医療・救護チームである DMAT・JMAT・日本赤十字や現地の災害拠点病院等の医療機関、医療関係団体との情報共有は最重要となる。このため、当該情報の運用（災害情報収集項目や情報共有体制等）に係る標準化も喫緊の課題である。
- さらに、熊本地震の場合は、通信被害の原因の約 75 % が商用電源の停電によるものだったことから、電源の確保も重要となる。

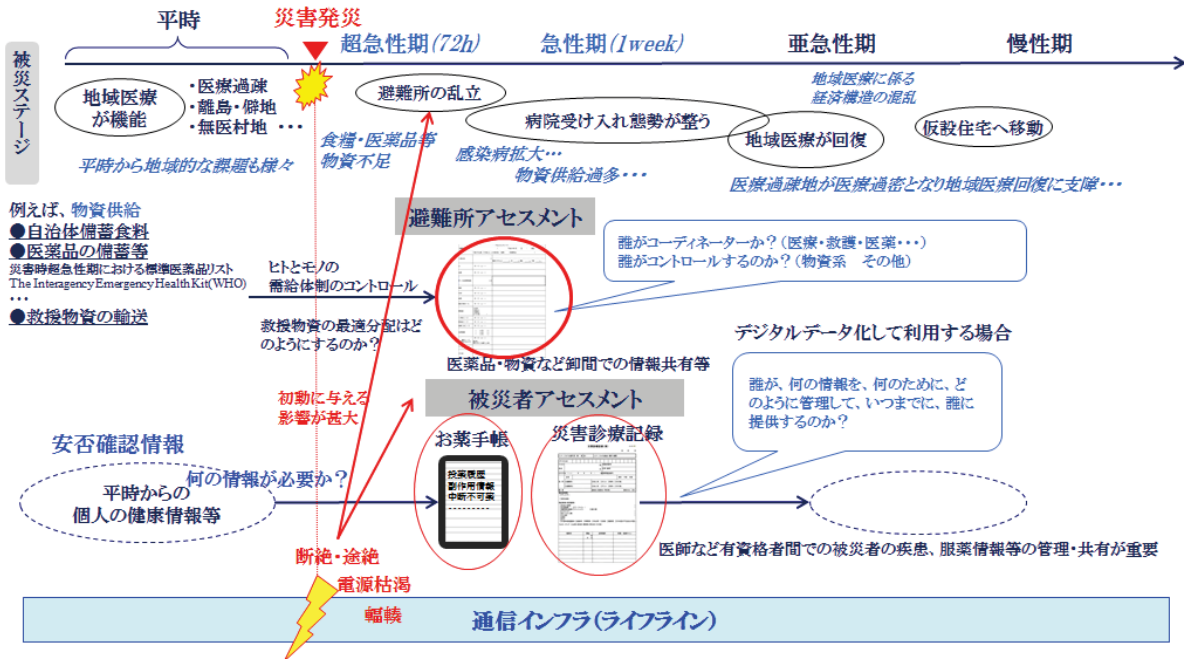
図表 1 熊本地震後の停波携帯電話基地局数の時間推移(出典 1)



図表 2 熊本地震での通信被害の原因(出典 2)



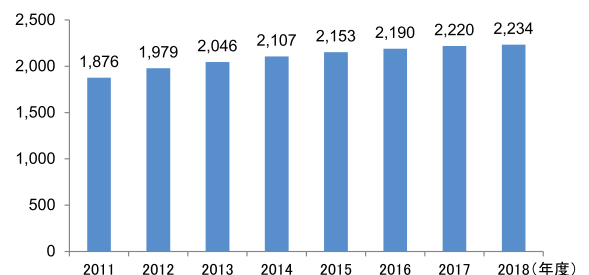
図表 3 超急性期(災害発生後 72 時間以内)に必要なとなる情報の例



2. 市場動向 (参考 5 ~ 7)

- 事業継続・防災ソリューションの市場規模 (事業者売上高ベース) は、2011 年度から 2018 年度まで年平均成長率 (CAGR) 2.5% で推移し、2018 年度には 2,234 億円に達すると予測されている。
- 内閣府の試算によれば、関連する民間の市場規模 (2020 年) は、情報通信網の耐災害確保 (通信網の多重化、耐災害性確保) が 3,884 億円、自家発電装置が 2,244 億円となっている。
- G 空間関連情報の市場規模は、2012 年度時点で 19.8 兆円であり、2020 年度には少なくとも 32.3 兆円～最大 62.2 兆円に達すると推計されている。
- デジタルサイネージの市場規模は、2018 年に 7,920 億円に達すると推計されている。

図表 4 事業継続・防災ソリューションの市場規模予測 (出典 3)



事業継続ソリューション:

BCP コンサルティング、DR ソリューション

防災ソリューション:

防災行政無線システム、消防指令システム、災害情報管理・緊急速報システム、安否確認サービス
事業者売上高ベースにより算出

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、コミュニティ無線、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 8)

1) 概要

災害発生時に家族や従業員等の安否を確認するシステムである。東日本大震災では、輻輳による通話

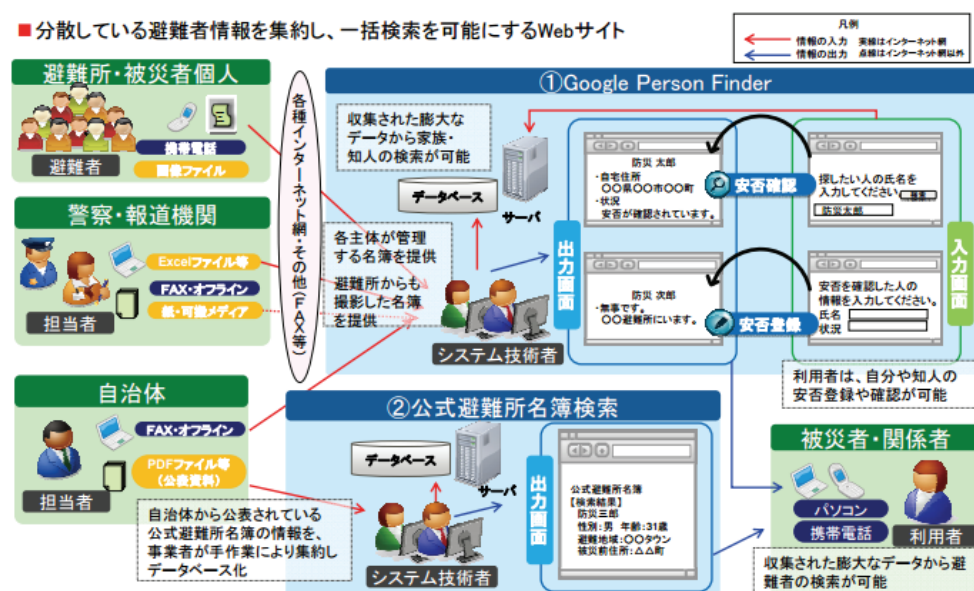
規制、人員不足による行政の安否確認対応の限界等により電話回線による安否確認は困難であったが、パケット通信については比較的安定して利用することができた。この経験から、ポータルサイト等を介した安否確認・情報提供の Web サービスが有効と考えられている。

2) 代表的な構成

東日本大震災の時には、インターネットを活用した安否確認サービスが民間事業者から複数提供された。震災発生 2 時間後から提供された「Google Person Finder」は、個人の氏名・年齢・連絡先等を Web サイトに登録しておく、安否を確認したい相手がそれを基に個人を検索し、コメントを残すことができるシステムである。

一方、ヤフー（株）が提供した「公式避難所名簿検索」サービスは、自治体や避難所ごとに公表されている公式の名簿情報を集約してデータベース化したものである。

図表 5 「Google Person Finder」と「公式避難所名簿検索」の概要(出典 4)



ただし、これらのシステムでは「早期に立ち上げられたものの情報の精度は低い」「情報の信頼性は高いが立ち上げまでに時間がかかった」といった課題もみられたため、今後は名簿ファイル等のフォーマット共通化が進む見通しである。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

すでに多くの企業が安否確認システムを提供しており、フォーマットの共通化についても中小企業の優位性が発揮しにくい課題である。一方、個別の企業・団体等小規模なグループ向けに同様のシステムを構築する BtoB 向けのソリューション開発については、中小企業の柔軟性やカスタマイズ力が活かせる可能性がある。参入にあたっては、中小企業の強みを生かせる市場や顧客を見つけられるかがポイントとなる。

4. 2. コミュニティ無線（参考9）

1) 概要

災害の発生により基地局が停波した際に、コミュニティ内で情報を共有するための非常用通信手段である。首都直下地震では、最低でも数日は基地局が停波し、固定電話・携帯電話共に大規模な輻輳が起きることが予想される。

衛星携帯電話、防災行政無線、MCA 無線等多様な情報手段があるが、近年では公衆無線 LAN の無料開放や衛星回線を利用した ICT ユニットの活用など、新たな情報共有手段が出てきている。

2) 代表的な構成

コミュニティ無線システムとしては、右図に示す従来型の MCA 無線システムがある。親局で発信された情報が、MCA 制御局を通して子局や移動用無線機に伝えられ、子局からスピーカーによる音声情報や、戸別に設置した受信機への情報として伝達されるものである。

東日本大震災以降は、多様な情報手段の確保のために、被災地へ搬入して迅速に通信ネットワークを応急復旧させられる通信設備（「ICT ユニット」）が総務省で平成 26 年に実用化され、自治体等からの要請に応じて貸し出されている。ユニットと衛星回線・インターネット等とを接続することで、通常のスマートフォンやタブレットを活用した遠隔地との音声通話・データ通信がユニット設置場所の直径約 100m 内で可能となる。

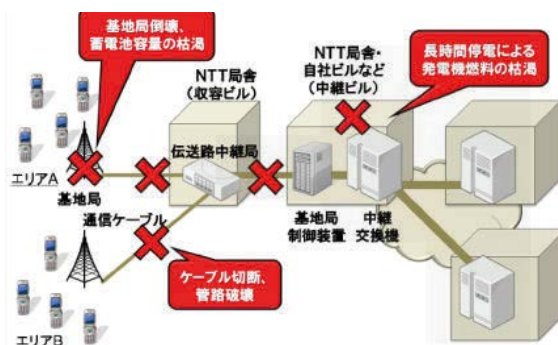
また熊本地震では、無線 LAN ビジネス推進連絡会により、災害用統一 SSID「00000JAPAN」の運用による公衆無線 LAN の無料開放などの取組が行われている。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

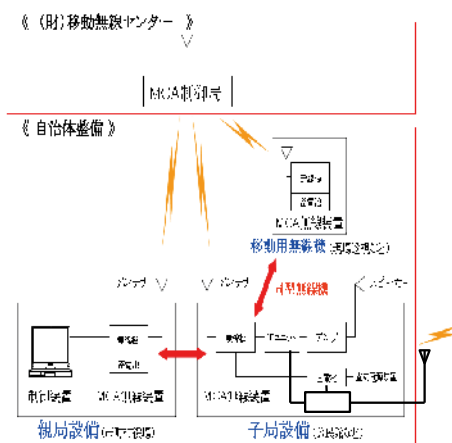
コミュニティ無線には、簡単に持ち運びできる指令局用装置や拡声子局装置、停電対策装置、戸別配布用の低価格受信機、文字ディスプレイ装置、雨量測定装置など多数の設備が必要となる。また、導入単位も市町村、自治会、マンション等の小規模コミュニティなど幅広く、様々な活用が考えられるため、中小企業の参入可能性は高いと考えられる。ICT ユニットにおいては、今後さらなる小型化や低コスト化のための製品開発や様々な当該ユニットを活用した ICT サービス開発の可能性も見込まれる。さらには、当該機器を利用する際のサービスアプリケーションの開発なども見込まれる。

主な導入ターゲットは比較的小規模な地域、団体や外部から被災地支援に入る災害医療・救護チーム

図表 6 携帯電話ネットワークの被災箇所(出典 5)



図表 7 コミュニティ無線システム
(出典 6 一部追記)



図表 8 ICT ユニットの概要(出典 7)



等となるため、利用者ごとのニーズを掘り起こし、一足先駆けて使い勝手の良い、利用者にマッチした製品を開発することが重要である。

4. 3. 災害情報収集・自動処理・配信システム（参考 10）

1) 概要

災害情報をリアルタイムで収集・処理し、警察や消防等の防災機関、各自治体、災害派遣医療チーム（DMAT・JMAT）等の関係機関で共有するためのシステムである。

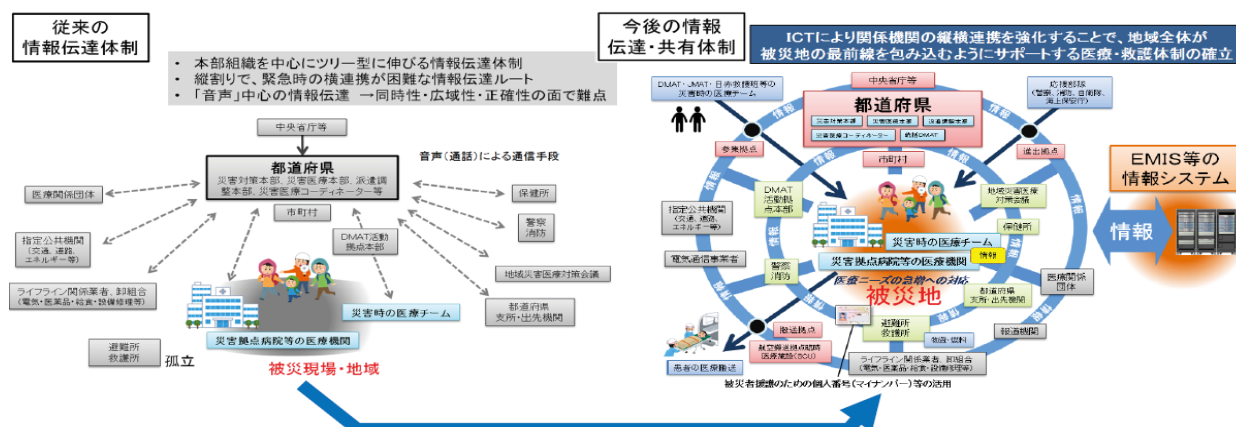
また、住民等への情報配信システムとして、国や地方自治体が整備する災害情報基盤（「J-ALERT」「公共情報コモンズ（L-ALERT）」）を活用して様々なメディアに災害情報を配信し、効果的な避難を促すことが目指されている。

2) 代表的な構成

（1）関係機関間の情報収集システム

関係機関間の情報共有については、これまで各都道府県庁を中心に「ツリー型・ピラミッド型」のシステムが整備されてきた。これに対して、2016 年 6 月に発表された総務省「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」報告書では、従来型の情報システムに対して、今後は地域の関係機関の縦横連携を強化した新たな情報伝達・共有体制を構築し、地域全体が被災地の最前線を包み込むようにサポートすることが提言されている。関係機関の連携には個人番号（マイナンバー）やマイキーを活用するほか、外国人との意思疎通のため多言語音声翻訳アプリ（VoiceTra）の活用等が想定されている。

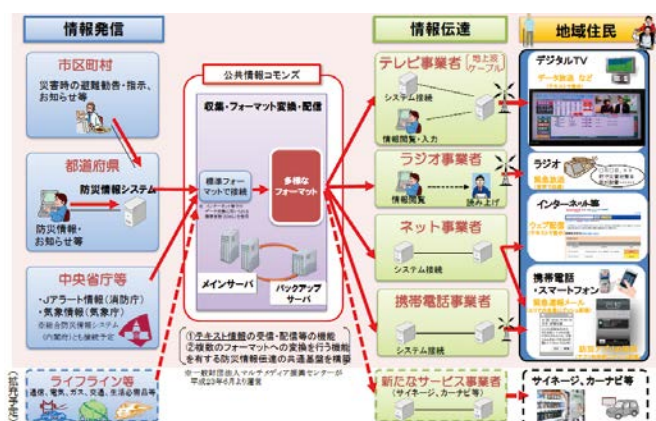
図表 9 関係機関における従来の情報伝達体制と今後のあるべき情報伝達体制（出典 8）



（2）住民等への情報配信システム

住民等への情報配信システムとして、総務省により「公共情報コモンズ」（2014 年以降は「L-ALERT」に名称変更）が整備されている。「L-ALERT」は ICT を活用して災害時の避難勧告などの情報配信を一元化し、携帯電話・スマートフォン、デジタルサイネージ、カーナビ等多様なメディアを通じて地域住民に迅速かつ効率的に提供する情報基盤である。現在 40 都道府県に導入済みであり、様々な事業者を活用されている。

図表 10 災害時等の情報伝達の共通基盤の概要（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

関係機関間の情報収集・住民等への情報配信ともに、災害・緊急時のみならず、平時利用も想定した参入機会は拡大すると考えられる。例えば下表のような技術・製品について、中小企業の知恵と柔軟性を活用することが期待されている。

図表 11 災害情報収集・自動処理・配信システムにおいて期待される新たな技術・製品(例)

- いち早く被災地入りする DMAT 等の災害医療・救護チームが避難所のアセスメントを実施するにあたって、アセスメント項目を標準化したり効率よくアセスメントを実施したりするアプリケーションの開発
- 孤立した避難所等の情報を収集したり、避難所へ食糧・医薬品等の救援物資を配達したりするため、ロボットやラジコンヘリ（ドローン）等を活用する技術や、災害時等の負傷者の位置情報を把握できる携帯型探知システム
- 災害時に大規模な広域医療搬送や物資・燃料の調達・輸送・供給等が想定されている首都圏等の地域において、想定されているオペレーションの規模・内容に沿ったコミュニティ単位でのサービス
- 非常時に大規模オペレーションを実現するため、人手（マンパワー）に頼る情報伝達・共有や情報処理だけでなく、クラウドや AI（人工知能）を活用した製品・サービス
- 外国人対応としてデジタルサイネージの設置や、非常時等誘導の際に同時翻訳出来るハンドフリー型拡声器
- 各種ソフトウェアのさらなる省電力化や端末のバッテリー機能向上に資する技術

5. 関係する主な法令、規制、基準

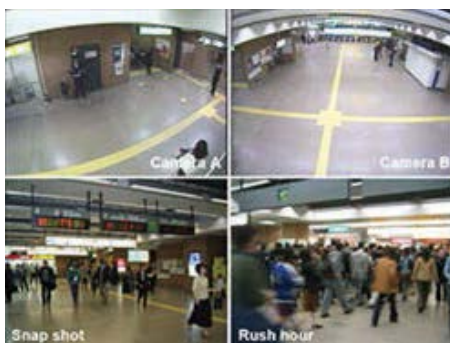
災害対策基本法、国民保護法、防災基本計画、災害救助法、東京の防災プラン、東京都地域防災計画 地理空間情報活用推進基本法 等

6. 関連する大学・研究機関のシーズ

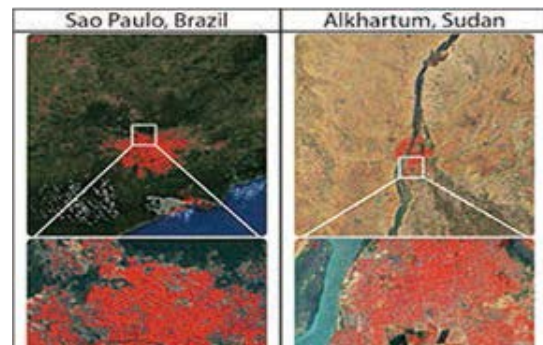
6. 1. 東京大学空間情報科学研究センター（柴崎・関本研究室）（参考 11）

- 専門分野は空間情報科学。地理情報システム（GIS）の構築や活用に関する研究活動を行っている。
- 都市の中を移動する人や車をリアルタイムでマッピングして都市の動態を「見える化」する技術や、衛星・航空機・車輛等が取得した画像を用いて都市空間を 3 次元でマッピングするプラットフォーム等を開発。

図表 12 ヒト・モノの移動データとシミュレーションモデルの同化技術(出典 10)



図表 13 衛星画像を用いた全体マッピングの例(出典 11)



- 近年は、「行政だけで頑張りすぎない災害情報システム」として、民間等が運用する情報システムとの連携や災害時の官民による情報共有・管理協定等の仕組みづくりにも取り組んでいる。

- 柴崎教授は、地理空間情報活用推進基本法の策定に関わる等わが国の地理情報システム（GIS）研究で中心的役割を果たしている。総務省「G 空間×ICT 推進会議」座長。

6. 2. (独) 情報通信研究機構耐災害 ICT 研究センター

- 2012 年 4 月、情報通信研究機構（NICT）が東北大学内に設置した耐災害 ICT の研究拠点。東日本大震災の教訓を基に、「災害時でも『繋がる』『壊れない』ネットワーク」の構築を目指す。
- 2015 年 11 月には、電気や通信等が途絶した状況下で利用できる耐災害情報通信技術の実証実験に成功。移動式 ICT ユニットである「ICT カー」を中心に、可搬型の無線通信システムとメッシュネットワークで東北大学内の 2 つのキャンパス間に通信回線を確立し、スマートフォンでの通話、Web 会議、Web カメラによる監視等を行った。

図表 14 耐災害情報通信技術の実証実験概要(出典 12)



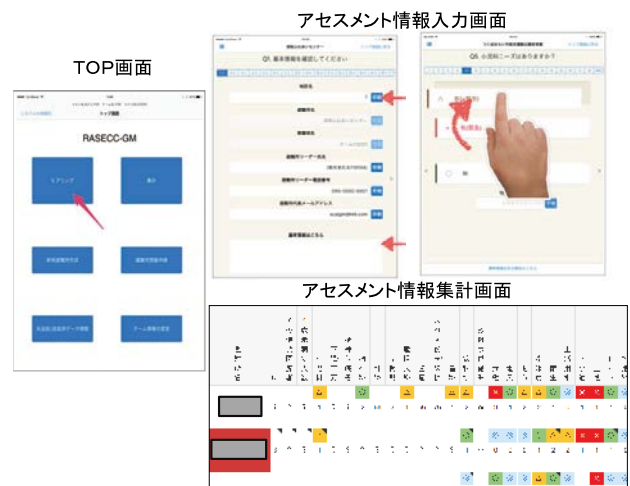
6. 3. 東北大学病院総合地域医療教育支援部

- 専門分野は地域医療、災害医療・救護。同部の石井教授は、東日本大震災で最大の被害者を出した石巻市に災害医療コーディネーターとして着任し、震災直後から 22 万人・300 カ所に及ぶ救護活動の総指揮をとる。その経験を基に、災害医療・救護関連団体と連携した避難所のアセスメント項目の標準化と情報共有基盤構築の研究に取り組む。
- 平成 24 年度国第一次補正予算に伴う第三期宮城県地域医療再生計画「災害医療体制の強化（平成 25 年度～平成 27 年度）」において、東北大学病院を中心とする宮城災害医療・救護情報化委員会がモバイル・アセスメント・システム RASECC-GM(Rapid Assessment System of Evacuation Centers' Condition feat. Gonryo and Miyagi)を開発。
- 現在、RASECC-GM を用いた避難所のアセスメント研修を特定非営利活動法人 災害医療 ACT 研究所と共に実施してきており、熊本地震においても一部運用が行われた。

図表 15 避難所のモバイルアセスメント研修の様子(出典 13)



図表 16 RASECC-GM の概要 (出典 14)



7. 参考文献・引用

○ 参考文献

- (参考 1) 平成 28 年 (2016 年) 熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について (非常災害対策本部、2016 年 5 月)
http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_26.pdf
- (参考 2) 東京の防災プラン (東京都、2014 年)
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/KEIKAKU/2014/12/DATA/70ocp401.pdf>
- (参考 3、4、9) 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 (総務省、2016 年 6 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000422662.pdf
- (参考 5) 国土強靱化に関する民間市場の規模の推計 (内閣府、2016 年 2 月)
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/etc/huzoku_siryou2.pdf
- (参考 6) G 空間×ICT 推進会議報告書 (総務省、2013 年 5 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000235205.pdf
- (参考 7) デジタルサイネージの市場動向と可能性 (総務省、2014 年 12 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000329524.pdf
- (参考 8) 大規模災害時におけるインターネットの有効活用事例解説集 (平成 23 年度版) (総務省)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000173746.pdf
- (参考 10) 「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 (総務省、2016 年 6 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000427273.pdf
- (参考 11) 行政だけで頑張りすぎない災害情報システム (内閣府、2012 年 6 月)
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kenkyu/bousaizyouhou_project/240618/pdf/2.pdf

○ 引用

- (出典 1、2、5、7) 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 (総務省、2016 年 6 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000422662.pdf
- (出典 3) 事業継続/防災ソリューション市場に関する調査結果 2014 ((株) 矢野経済研究所)
<https://www.yanoict.com/report/5690.html>
- (出典 4) 大規模災害時におけるインターネットの有効活用事例解説集 (平成 23 年度版) (総務省)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000173746.pdf
- (出典 6) ふくおかコミュニティ無線 (福岡県)
<http://www.bousai.pref.fukuoka.jp/communityradio/>
- (出典 8) 「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 (総務省、2016 年 6 月)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000427273.pdf
- (出典 9) 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
- (出典 10、11) 東京大学
- (出典 12) (独) 情報通信研究機構
<http://www.nict.go.jp/reict/4otfsk000029wo28-att/4otfsk000029wo47.pdf>
- (出典 13、14) 宮城災害医療・救護情報化委員会

分野：危機管理分野

テーマ③：インフラメンテナンスに関する技術・製品の開発

1. 現状と技術的課題

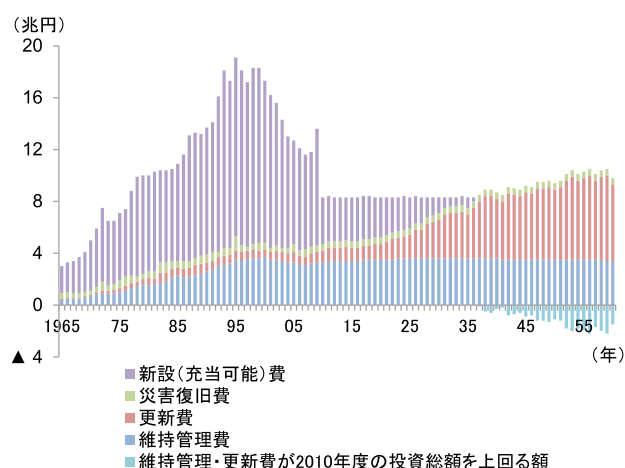
1. 1. 現状（参考1、2）

- わが国では、高度経済成長期に整備された多くの都市インフラが今後一斉に更新時期を迎える。
- 国は、「新たな成長戦略 戦略市場創造プラン」の中で「安全・便利で経済的な次世代インフラの構築」を掲げ、最先端の技術を活かしてインテリジェント・インフラの実現を目指すとしている。
- 都も、先端技術を活用したインフラメンテナンスの予防保全型管理を目指している。2014年に策定した「東京都長期ビジョン」において、2024年度までに160橋の長寿命化対策に着手することや、2029年度までに都心4処理区の下水道管再構築を完了させること等が定められている。

1. 2. テーマ共通の課題（参考3）

- インフラ関連費用の増大と深刻な人手不足が懸念されている。国土交通省の試算によれば、従来どおりの投資を継続した場合、2037年度には維持管理・更新費が投資総額を上回り、今後50年間に必要な更新費（約190兆円）の約16%（約30兆円）が不足すると推計されている。

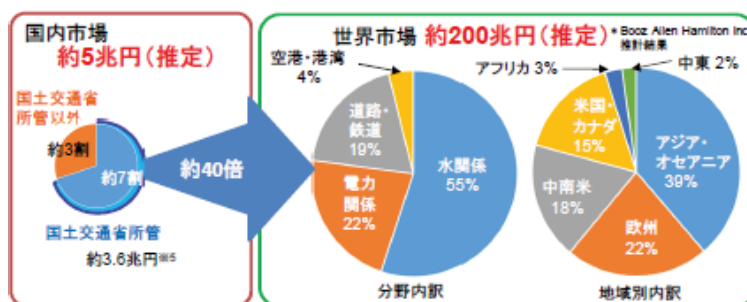
図表1 インフラ関連費用の将来推計(出典1)



2. 市場動向（参考4～6）

- インフラメンテナンスの世界市場は、約200兆円で、自動車の世界市場規模（約175兆円）をも上回っている。
- 国内のインフラメンテナンス産業の育成・活性化を図り、世界市場でわが国のプレゼンスを確立する機運が高まっており、2016年度中に産学官連携のプラットフォーム「インフラメンテナンス国民会議」が設立される見込みである。
- インフラメンテナンスに係る個別技術の市場も、今後急速に拡大する見通しである。2030年の世界市場は、インフラ点検・診断に関わるモニタリングが20兆円、センサーが10兆円、自己修復材料等の新素材が30兆円と推計されている。

図表2 インフラメンテナンスの世界市場規模(出典2)



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、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 7、8）

1) 概要

ビルや橋梁などの構造物を壊さずに表面や内部の傷あるいは劣化の状況を調べる検査技術である。目視検査をはじめ様々な手法があり、CCD カメラ、センサー、赤外線、音波・電磁波等が用いられる。従来の検査手法は概ね確立されている一方、ロボットやラジコンヘリの活用による作業負荷の省力化や収集データ解析の自動化・高精度化等が期待されている。

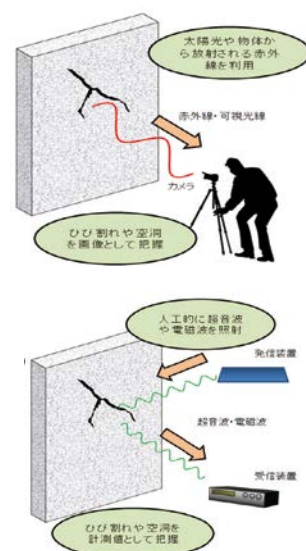
2) 代表的な構成

従来から用いられる検査手法としては、放射線透過検査、超音波探傷検査、磁気探傷検査、浸透探傷検査、渦流探傷検査、ひずみ測定等がある。

図表 3 主な補修・補強工法の分類(出典 3)

検査方法	概要
目視	直視するほか、拡大鏡や CCD カメラ等を用いて傷や歪みを判別
放射線透過	放射線（X 線）の照射により、物体の内部構造を検査し、内部の異常を検出
超音波探傷	人間の聴覚では聞こえない音（超音波）を用いて、物体の内部構造を検出
磁気探傷	電磁石と磁粉と呼ばれる粉を用いて、物体表面の傷を検出
浸透探傷	浸透剤と現象剤と呼ばれる 2 種類の液体を用いて、物体表面の傷を検出
渦流探傷	電磁誘導により発生する渦電流を用いて、物体表面の傷を検出
ひずみ測定	ひずみゲージと呼ばれる電気抵抗センサーを物体に貼り付け、荷重によって生じる電圧の変化量を測定

図表 4 非破壊検査の構成例



近年では、これまで人間が行っていた検査を省力化・自動化するため、マルチコプター（ドローン）やロボット、アーム、レーザー計測車両等の開発が進められている。いずれも打診装置やデジタルカメラやレーザー・超音波受信機等を搭載し、人の目や手が届きにくい構造物の検査・分析を効率的に実施できる新技術である。

しかしながら、国土交通省と経済産業省による「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業」では、2016 年度末までに現場実証を行った橋梁・トンネル・水中維持管理用のロボット技術（計 47 技術）はいずれも操作の安定性や精度向上にまだ課題があり、即時の現場導入は難しいと評価されている。本格的な導入までにはさらなる技術の開発・実証が望まれる。

図表 5 非破壊検査への活用が期待される新技術(例)(出典 4)



マルチコプター(ドローン)



レーザー計測車両



移動型ロボット



橋梁点検用アーム

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

非破壊検査での活用が期待される新技術の精度は、いずれもまだ熟練技術者による診断には至らない段階であり、技術開発の余地は大きい。ロボット等の機器、機器の搭載されるカメラや受信機等の要素技術、収集したデータ・画像の解析アルゴリズム等、幅広い技術・製品・サービスにおいて中小企業の参入が期待される。

参入にあたっては、インフラ施工技術、ロボット等のハードウェア技術、ハードウェアの制御・操作技術、データ収集・解析のためのソフトウェア技術等、幅広い分野にまたがる技術とノウハウが必要となるため、これらの分野に知見を有する企業との連携が不可欠である。国土交通省と経済産業省によって「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業」が行われており、こうした事業への参画を通じて資金のみならず外部の連携先を確保することも効果的と考えられる。

また、近年注目が高いドローンについては、技術的な動向に加えて法規制を巡る動きも活発化しているため、注意深く情報収集を行う必要がある。

4. 2. 破壊検査技術

1) 概要

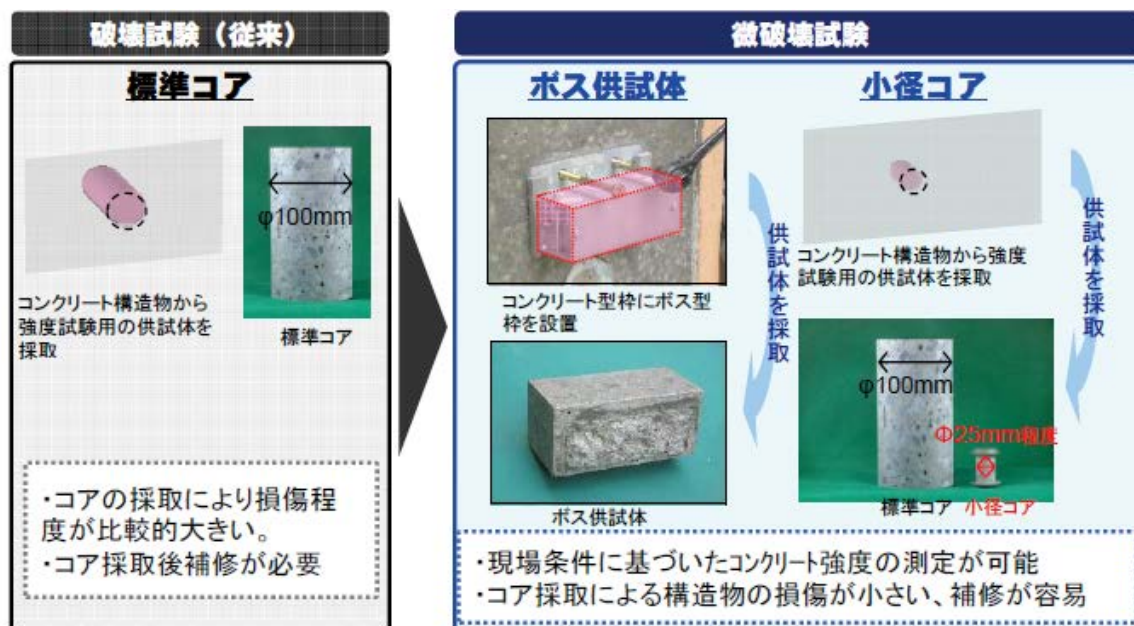
構造物からサンプルを採取し、劣化状況を把握する検査技術である。今後はハードウェア等による高精度化、操作性の向上、低コスト化に資する技術・製品の開発が期待される。

2) 代表的な構成

従来の破壊検査では、コンクリート構造物から「標準コア」と呼ばれる強度試験用の供試体を採取して行われていたが、コアの採取により損傷が大きく、採取後の補修が必要となる等の課題があった。

このため、近年の破壊検査では、コンクリート構造物と一体的に成形された供試体を採取する「ボス(外部) 供試体」を用いる手法や、直径 25mm 程度のごく小さな供試体を採取する「小径コア法(ソフトコアリング)」が一般的である。

図表 6 破壊検査技術の変遷と構成例(出典 5)

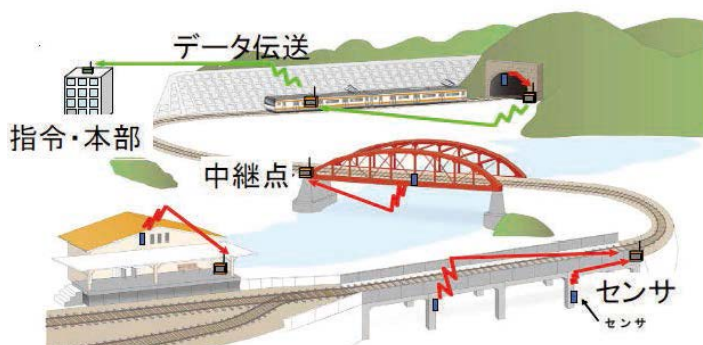


3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

検査方法そのものは標準化されているが、試験機器、コア抜きドリルなどの精度向上、コストダウンといった市場のニーズに応じて、中小企業が保有する技術を応用した技術・製品の開発余地があるものと考えられる。

2009年に施行された「微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領」において、コンクリート構造物の強度測定を行うにあたって施工者の施工管理（品質管理）および発注者の管理・検査における試験法や実施内容が定められている。また、ボス供試体やソフトコアリングについてもそれぞれ規格や認証制度（技術審査証明）が定められている。新規参入する場合は、これら要領や規格の内容や更新の動向を把握しておく必要がある。

図表 7 構造物の常時監視システムのイメージ(出典 6)



4. 3. モニタリング技術（参考 9、10）

1) 概要

橋や道路等に取り付けた各種センサーやレーザーによって構造物の振動・伸縮・傾き等を分析・評価する技術である。センサーの長寿命化や導入・維持コストの低減に加え、計測されたデータの精度向上や解析・処理技術が求められている。

今後は、ドローン（無人航空機）やロボットによる遠隔モニタリングシステムの普及も見込まれる。

2) 代表的な構成

モニタリング技術の活用に向けた取組として国土交通省が収集した事例のうち、現状ではセンサーや

カメラ等を構造物に常時設置し、センサー等の測定結果から構造物自体の変異や異常を監視するものが8割以上を占めている。

しかしながら近年では、常時監視が困難な構造物に対して、ロボットやドローンを活用しようとする動きも始まっている。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

センサー技術は元々日本企業に強みがあり、世界シェアの約4割を占めている。ただし、現状ではセンサー自体が大型・高価である、電源が有線・電池であるため設置・交換に手間がかかる、設置場所が限定される等の課題も多い。また、インフラ管理は数十年の長期間にわたるため、センサーの耐久性向上や交換コストの低減も重要である。新規参入を図る中小企業には、これら既存センサーの課題を解決する発想力・技術力が求められる。

マルチコプターやドローンを活用した遠隔モニタリングシステムについては、これまでロボットやラジコンヘリ等で技術・ノウハウを蓄積してきた中小企業を中心に参入の可能性がある。すでに大手自動車部品メーカーや電機メーカー等と連携して参入を果たした中小企業も見られる。

参入にあたっては、インフラの施工・管理側の企業との連携が不可欠である。まだ実用化された事例が少ない分野であるため、要素技術をどのようにシステム全体として組み上げるか、収集したデータをどのようなアルゴリズムで分析するかについて、施工・管理側の企業と確認しながら開発・実証を進めていくことが重要である。

4. 4. 自己修復材料等の新素材（参考11）

1) 概要

自己修復や自己クリーニングの機能を埋め込まれた鉄鋼やコンクリート等の材料である。すでに自己修復機能を持つ高分子を含んだ塗料やフィルムが開発されているが、今後は素材自体に自己修復機能を持たせる技術開発が進むと考えられる。

2) 代表的な構成

自己修復材料の実用化では、自動車のコーディング塗料が先行している。軟質樹脂を配合した特殊なクリアコートを車体の表面に塗ることで傷をつきにくくし、日常の使用で発生した引っ掻き傷や凹凸程度であれば時間の経過と共に自己修復できる塗料が商品化されている。

図表 8 自己修復材料による自動車のコーディング塗料(出典 7)



自己修復化の技術はまだ確立されておらず、素材の中にパイプや合金を埋め込む方法から、バクテリアを利用する方法など、様々な方法が研究されている。

図表 9 コンクリートにおける自己修復の方法(例)(出典 8)

【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ることで、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み込み、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

材料に自己修復機能を持たせる様々な方法が研究されている段階であり、市場もまだ立ち上がっていないため既存の大手企業も存在しない。このため、特許技術を持つ研究開発型の中小企業にとっては参入の可能性が高いと期待される。

専門性の高い技術分野であるため、自社の技術とのマッチングが高い研究機関（大学等）の知見を得ながら技術開発に取り組むことが効果的である。市場は今後急速に拡大していくと予想されるため、開発のスピードを高める工夫も求められる。

4. 5. その他補修技術（参考 1 2、1 3）

1) 概要

鋼材の錆対策やコンクリートのひび割れ防止策等、構造物の補修・修復により対象の劣化進行を抑制し、構造物の長寿命化、ライフサイクルコスト低減に資する技術である。

主な補修技術としては塗替え塗装・溶接・当て板補修等、ひび割れ補修・表面被覆工法、断面修復・剥落防止工法、ポインティング等様々な方法があり、構造物の種類や目的に応じて使い分けられる。

図表 10 主な補修・補強工法の分類(出典 9)

構造物の種類	目的	工法名
コンクリート構造物	劣化因子の遮断	ひび割れ被覆工法、ひび割れ注入工法、充填工法、表面被覆工法
	劣化因子の除去	断面修復工法、脱塩工法
	劣化速度の抑制	電気防食工法、再アルカリ化工法
	第三者影響の防止	剥離防止工法
鋼構造物	腐食防止	塗替え塗装工法
	亀裂補修	溶接補修工法
	亀裂・腐食補修	部材の全体交換、当て板補修工法

2) 代表的な構成

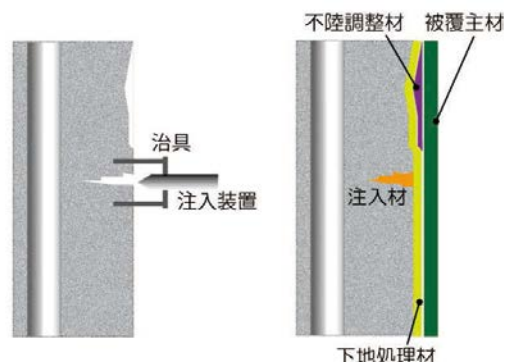
主にコンクリート構造物の補修に用いられるひび割れ被覆工法は、ひび割れの表面にポリマーセメントモルタル系の塗膜を塗ることで劣化因子を遮断し、防水性や耐水性を高める方法である。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

多くの中小企業が参入している技術分野である。例えば、レンガ造りの歴史的建造物等のひび割れに高粘度接着剤を注入する注入機製造で国内シェア 70%を占める中小企業等が活躍している。

劣化・損傷した構造物を補修する技術は多くあるが、既存の技術では補修後の比較的早い段階で再劣化が生じたり逆に劣化を促進してしまったりするといった課題が残されている。このため、一層の耐久性向上とライフサイクルコストの低減を実現する新技術が望まれている。

図表 11 被覆工法の模式図



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. 株式会社日立製作所

1910 年創業。創業以来 100 年以上にわたり、社会インフラづくりに携わる。インフラ技術と高度な IT を組み合わせた事業を「社会イノベーション事業」と位置づけ、課題解決のソリューションを提供している。大きな価値を生み出すソリューションを得るうえでオープンイノベーションを欠かせないアプローチと位置づけ、「社会イノベーション事業で世界に応える日立へ」を推進している。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

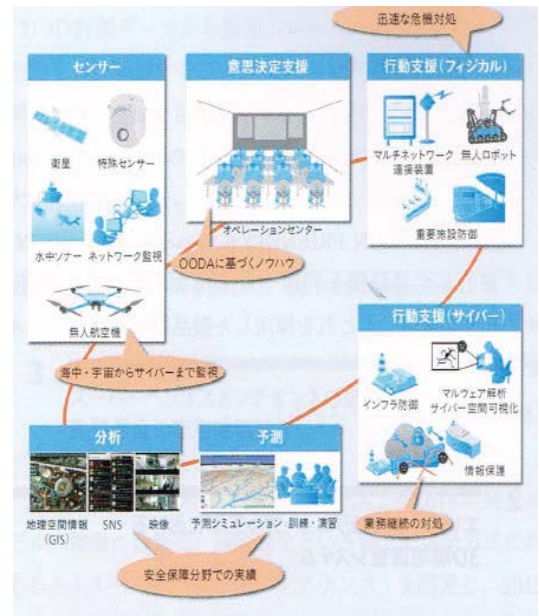
- オリンピックイヤーである2020年に向けて、多方面に向けた技術・製品開発に取り組んでいる。重点分野は、コミュニケーション、モビリティ、ビッグデータ活用、セキュリティ、エネルギーの5分野であり、インフラとITを融合した社会イノベーションの提供を通じて、快適で暮らしやすい生活環境実現に貢献していく。
- 社会インフラメンテナンスは大きな課題と認識しており、橋梁や鉄筋コンクリート構造物、道路等のセンサーやレーザーによる調査・劣化診断・モニタリング等に研究開発に取り組んでいる。また、検査ロボットについては、原子力発電所の事故調査ロボット等の開発に取り組んでいる。

図表 12 ポリエチレングス管同径活管分岐継手(出典 10)



- 高機能材料の開発については、グループ会社での取組があり、電子ビーム積層造形法による高強度・耐食合金部材や、ポリエチレングラス管同径活管分岐継手などの実績がある。
- インフラ情報のデータベース化と活用については、民間の工場設備の維持管理・予防保全のパッケージサービスを商品として持ち、グループ会社と共に取り組んでいる。単体の設備で言えばエレベーターの遠隔監視やデータ管理・分析が技術・製品として確立しているが、それらに付帯してビル全体をリモート管理するサービスも揃えている。
- インフラのモニタリングはこれからの技術である。破損に至るメカニズムや劣化状況の判断手法については明確に捉え切れていないため、閾値の設定が課題のひとつとして挙げられる。これら診断に係わる部分は知見を積み重ねて、評価技術を高めていくことが重要である。

図表 13 社会インフラ全般にわたるセキュリティソリューション(出典 11)



2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

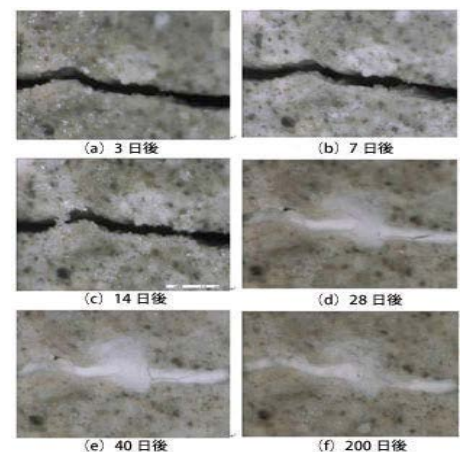
- 社会インフラメンテナンスの技術・製品開発に中小企業に関わる可能性は大いにあると考えている。特にセンサー等については可能性が高いと考える。
- ホームページのQ&Aでアプローチのある中小企業もあるが、大学等との連携のチャンネルを活用してアプローチしてくる中小企業もある。
- 自社の技術・製品を的確にアピールするためには、どのチャンネルを利用するかも重要なポイントのひとつであり、行政が企画するマッチングのための交流会などを上手に活用することも重要と考える。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 東京大学生産技術研究所（岸研究室）（参考 14）

- 1990年代から「ひび割れ自己治癒（自己修復）コンクリート技術」の開発に取り組む。造粒化（準カプセル化）の研究に着手し、2013年に実用化の目処がついた。
- 通常のカプセル化技術は、液体状の補修剤を入れたカプセルをコンクリートに配合し、ひび割れが起こるとカプセルが割れて補修剤が出て来る技術だが、カプセル化技術そのものが高コストであるため、建設材料として大量に使用することはできなかった。
- これに対して「準カプセル化技術」は、砂と同じ粒度の造粒物を砂と置き換えてコンクリート生成する技術である。セメ

図表 14 「準カプセル化」技術によるコンクリートの事故修復(出典 12)



ントではなく砂と置き換えることで、セメントによる量的制約を伴わず、低コストで高い自己修復効果をもたらすことができる。

7. 2. 東京大学大学院工学系研究科（鈴木・土屋研究室）（参考 15）

- 2016 年 3 月、(株) リコーおよびドローン・インテグレーターであるブルーイノベーション(株)とともに、非 GPS 環境下でもドローンが飛行できるシステムの開発に成功。ドローンに超広角ステレオカメラと IMU センサーを搭載し、センサーから得られるドローンの位置・姿勢情報を GPS から得た情報で補正する技術を応用し、安定的な飛行を実現した。
- この技術により、施設・倉庫内や橋梁の下、トンネル内など GPS の受信ができない環境下でもドローンによる検査が可能になることが期待される。

図表 15 ドローンの室内飛行実験の様子
(出典 13)



8. 参考文献・引用

- 参考文献
- (参考 1) 新たな成長戦略～「日本再考戦略-JAPAN is BACK-」～戦略市場創造プラン（首相官邸）
http://www.kantei.go.jp/jp/headline/seicho_senryaku2013_plan2.html
- (参考 2) 東京都長期ビジョン（東京都、2014 年 12 月）
http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/vision_index/pdf/gaiyou3_7.pdf
- (参考 3) 国土交通白書 2012（国土交通省）
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h23/hakusho/h24/html/n1216000.html>
- (参考 4) インフラメンテナンスを取り巻く状況（国土交通省、2016 年 4 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001124697.pdf>
- (参考 5) 「インフラメンテナンス国民会議」（仮称）の設立に向けた意見交換会（第 2 回）を開催します（国土交通省、2016 年 4 月） http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo03_hh_000115.html
- (参考 6) 戦略市場創造プラン（ロードマップ）（首相官邸、2013 年）
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf
- (参考 7) 道路構造物のためのストックマネジメントのための技術動向（科学技術・学術政策研究所、2007 年 5 月）
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1835/1/NISTEP-STT074-20.pdf>
- (参考 8) 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
- (参考 9) モニタリング技術の現状と課題（国土交通省、2013 年 12 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001016261.pdf>
- (参考 10) センサ技術の現状と課題（国土交通省、2013 年 12 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001023294.pdf>
- (参考 11) 平成 25 年度知財ビジネスマッチングマート事業開放特許シーズ集（近畿経済産業局、2015 年）
http://www.kansai.meti.go.jp/2tokkyo/02shiensaku/maching/maching_seeds/pdf/nissan_3.pdf
- (参考 12) 平成 25 年度特許出願技術動向調査報告書（概要） 社会インフラメンテナンス技術（特許庁、2014 年） https://www.jpo.go.jp/shiryou/pdf/gidou-houkoku/25_maintenance.pdf
- (参考 13) 元気なモノ作り中小企業 300 社（中小企業庁、2007 年度版）
http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/monozukuri300sha/download/3kantou/3kantou_19.pdf
- (参考 14) 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>

- (参考 1 5) 非 GPS 環境下でも小型無人航空機（ドローン）の安定した自動飛行が可能に
-リコー、ブルーイノベーション、東京大学が共同開発-（ブルーイノベーション(株)、2016 年
3 月） <http://blue-i.co.jp/release/drone20160316.pdf>

○ 引用

- (出典 1) 国土交通白書 2012（国土交通省）
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h23/hakusho/h24/html/n1216000.html>
- (出典 2) インフラメンテナンスを取り巻く状況（国土交通省、2016 年 4 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001124697.pdf>
- (出典 3) 道路構造物のためのストックマネジメントのための技術動向（科学技術・学術政策研究所、2007 年 5 月）
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1835/1/NISTEP-STT074-20.pdf>
- (出典 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
- (出典 5) 検査の効率化の取り組み（非破壊試験・情報化施工技術の推進）（国土交通省）
<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/hinkaku/kondankai21-2/sankou.pdf>
- (出典 6) モニタリング技術の現状と課題（国土交通省、2013 年 12 月）
<http://www.mlit.go.jp/common/001016261.pdf>
- (出典 7) 平成 25 年度知財ビジネスマッチングマート事業開放特許シーズ集（近畿経済産業局、2015 年）
http://www.kansai.meti.go.jp/2tokkyo/02shiensaku/maching/maching_seeds/pdf/nissan_3.pdf
- (出典 8) 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
- (出典 9) 道路構造物のためのストックマネジメントのための技術動向（科学技術・学術政策研究所、2007 年 5 月）
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1835/1/NISTEP-STT074-20.pdf>
- (出典 1 0、1 1) (株)日立製作所
- (出典 1 2) 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 1 3) 非 GPS 環境下でも小型無人航空機（ドローン）の安定した自動飛行が可能に
-リコー、ブルーイノベーション、東京大学が共同開発-（ブルーイノベーション(株)、2016 年 3 月） <http://blue-i.co.jp/release/drone20160316.pdf>

分野：危機管理分野

テーマ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

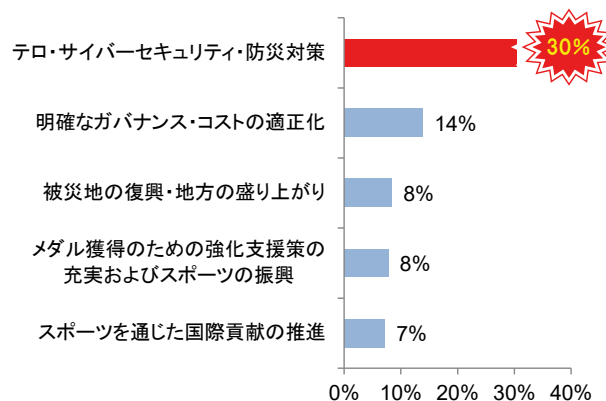
1. 1. 現状（参考 1、2）

- 国は、2013 年 12 月に閣議決定された「『世界一安全な日本』創造戦略」において、「世界最高水準安全なサイバー空間の構築」「G8 サミット、オリンピック等を見据えたテロ対策・カウンターインテリジェンス」「活力ある社会を支える安心・安全の確保」等により、「世界一安全な国・日本」を実現するとしている。
- 都は、2014 年に策定した「東京都長期ビジョン」において、安全・安心な都市の実現に向けて、2016 年度までに全公立小学校の通学路に防犯カメラを整備する等の対策に取り組んでいる。

1. 2. テーマ共通の課題（参考 3）

- 刑法犯認知件数は着実に減少しているものの、高齢者を狙った特殊詐欺や女性を狙ったストーカー犯罪が発生するなど、体感治安は十分に改善されていない。
- インターネットが普及する一方、サイバー犯罪の手口は悪質・巧妙化しており、社会全体のサイバー犯罪対処能力の強化とサイバー空間の安全・安心の確保が求められている。
- 2020 年の東京オリンピック・パラリンピック大会開催により交流人口の増加が予想される一方、交通や物流の混乱が懸念されている。国が 2015 年 10 月に行ったネット意識調査においても、東京オリンピック・パラリンピック大会の開催にあたって最も政府に期待することとして、「テロ・サイバーセキュリティ・防災対策」との回答が約 3 割を占めている。

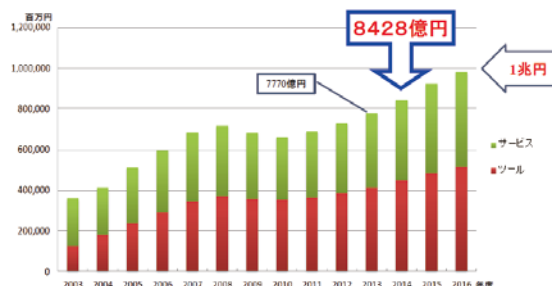
図表 1 東京オリンピック・パラリンピック大会で政府に期待すること(出典 1)



2. 市場動向（参考 4～6）

- 防犯設備の市場規模は 2008～2014 年度まで 1 兆円前後でほぼ横ばいに推移しており、安定的な需要が見込める市場である。
- 2014 年度の情報セキュリティ市場は 8,428 億円で、2016 年度には 9,803 億円に達する見込みである。
- 安全運転支援装置・システムと渋滞情報提供・予測システム（カーナビ等）の世界市場規模は、2030 年に 20 兆円、30 兆円まで急成長する見込みである。

図表 2 情報セキュリティ市場規模の推移（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、異物検出・混入防止システム、流通支援システム 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

1) 概要

店舗・学校・病院などの各種施設内や敷地内、街頭・駅・空港等の公的空間、一般住宅等の画像をカメラで撮影・記録・解析するシステムである。近年は詳細な画像認識が可能なメガピクセル以上の高画素化・大容量化が進んでいる。

今後は、人工知能（AI）やロボットと組み合わせることで、不審者の表情や行動等から異常を予測する高度な解析技術・製品や、高画素数の画像を送受信できるネットワークが求められる。

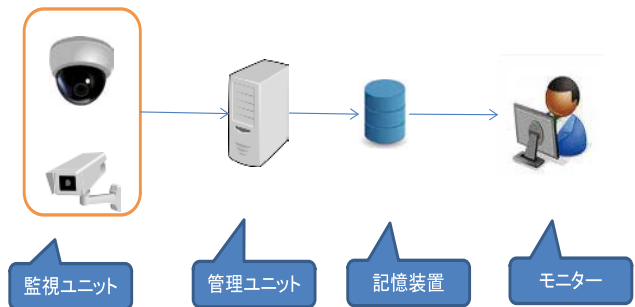
2) 代表的な構成

カメラ等の監視ユニットからの画像を記憶装置に伝送してモニターに映すシステムが一般的だが、記憶装置からネットワークを通じて画像情報を遠方に送ることもできる。

画像解析では、カメラに組み込まれた画像解析ボックスが画像全体から顔を検出し、検出された顔の画像から個人の特徴を抽出することで、特定の個人が照合される。

近年はカメラや画像解析技術が高度化し、これまで解析が困難だった不鮮明な画像を鮮明化したり、リアルタイムで大量の画像を解析したりすることが可能となっている。今後は、マルチカメラを連動させることで人混みの中で特定の人物を自動検出・追跡する技術や、ウェアラブル端末と組み合わせて警備員にリアルタイムで不審者の居場所を伝達する技術、さらには人工知能やロボットと組み合わせることで、不審者の表情や体温、行動等から異常を検知・予測する技術等、様々な新技術の開発が進められている。

図表 3 防犯カメラシステムの構成例



3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

基本的なシステム構成はすでに確立されているが、画像解析の精度向上・高速化が求められている。ネットワークやウェアラブル端末、デジタルサイネージ等多様な技術や製品が関わっており、参入の裾野が広い分野といえる。

研究機関や大手企業により様々なコア技術の開発が進んでいる分野であり、中小企業にはこれらのコア技術をプラットフォームとして活用し、新たなアプリケーションやサービスを開発・提供することが期待されている。

4. 2. 侵入検知・出入管理システム

1) 概要

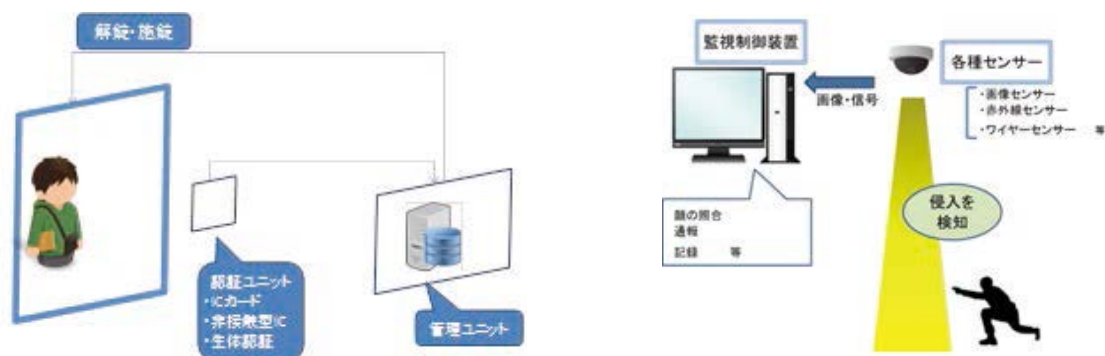
対象エリアへの人の出入を管理し、不審者の侵入を検知・防止するためのシステムである。従来のパスワード認証や IC カード認証に代わって、より正確で利便性の高い認証技術が開発されている。今後は認証技術やセンサーの精度向上により、出入管理のハンズフリー化や無人化が進むと期待される。

2) 代表的な構成

一般的な出入管理システムでは、認証ユニットで入室資格者を確認し、管理ユニットに情報が送られる。管理ユニットではその情報と扉の解錠・施錠を連動させて扉の開閉を行う。認証には挿入式の IC カードや非接触型 IC カードが用いられる。

対象エリア内への人や車などの侵入検知には、各種センサー（画像センサー、レーザーセンサー、振動センサー等）が用いられる。

図表 4 出入管理システム(左)と侵入検知システム(右)の構成例



近年では、さらなるセキュリティ強化や出入管理の効率化を図るため、個人の顔・虹彩・静脈・指紋・音声等に基づく生体認証（バイオメトリクス）や NFC（近距離無線通信）や人体通信等の通信と融合させた認証技術など、様々な新技術が開発されている。今後は、ロボットや GPS 等の位置情報と連動させることで、出入管理のハンズフリー化・無人化が進むと考えられる。

3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

新技術へのニーズが高い分野であり、センサー技術や信号処理・アルゴリズム開発等のソフトウェア技術に強みがある中小企業の参入可能性は高い。

既存の建物や住宅に導入されることが多いため、警備サービス・建設業界、住宅メーカー、防犯機器メーカー等との連携が不可欠である。

また、ユーザーや顧客にとって「究極のセキュリティレベル」は必ずしも必要がなく、認証の簡便性や使い勝手、センター側での管理のしやすさ、コストとの見合い等も重要な導入基準であることに留意が必要である。

4. 3. 情報セキュリティ（参考7）

1) 概要

商取引や一般生活において、コンピューターへの不正侵入、データの改ざんや破壊、情報漏えい、ウイルスの感染などを防ぎ、コンピューターやネットワークの安全を確保するための技術である。

個人や企業の求めるセキュリティレベルに応じて、ソフトやサービスをカスタマイズする技術が期待される。

2) 代表的な構成

情報セキュリティ対策に使われる代表的な技術として、ファイアウォール、暗号化、SSL がある。

図表 5 主な情報セキュリティ対策技術（出典 3）

セキュリティ対策	概要	イメージ
ファイアウォール	- 外部ネットワークと内部ネットワークとを結ぶ箇所（企業等のネットワークでは、社内 LAN とインターネットの間に導入し、外部からの不正な侵入を防ぐシステム。 - 外部からの不正なパケットを遮断したり許可されたパケットだけを通過させたりする機能を持つ	
暗号化	- パスワード等のデータをまったく別のデータとして保存し、データの内容を他人には分からないようにする技術 - 暗号技術を応用した仕組みとして、電子署名や電子証明書がある	
Secure Socket Layer (SSL)	- Web サーバと Web ブラウザとの通信においてやり取りされるデータを暗号化する技術 - データの暗号化に加えて電子証明書により、通信相手の本人性を証明し、なりすましを防止することができる	

近年では、コンピューター等の情報通信機器に限らず様々なデバイスに通信機能を持たせてインターネットに接続する「IoT（Internet of Things）」の動きが進展しており、2020 年には 500 億個以上の機器がネットワークに接続される見込みである。こうした動きに伴い、接続する機器数の爆発的な増加や機器の長寿命化、人による監視の行き届きにくさといった IoT システムの特徴に応じたセキュリティ対策へのニーズが高まっている。

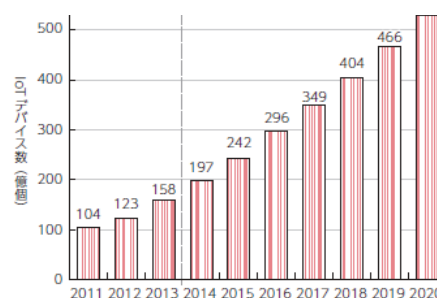
3) 中小企業の技術的参入可能性と新規参入のポイント

ファイアウォールや暗号化等既存技術によるセキュリティ対策サービスはすでに多く提供されているが、今後の IoT の進展により新たなセキュリティ対策へのニーズが高まって来ると考えられる。

ソフトの製造・販売にとどまらず、非常時の対応やメンテナンス等きめ細かいアフターサービスを提供することで、他社との差別化が図れる可能性がある。

IoTに係るセキュリティ対策については、2016年5月に総務省が「IoTセキュリティガイドライン（案）」をとりまとめる等制度設計が進められている段階であり、今後の政策の動向を注視する必要がある。

図表 6 IoT デバイス数の将来予測（出典 4）



4. 4. 異物検出・混入防止システム

1) 概要

食品等の生産ラインにおいて異物を検出すること等により、異物の混入を防止する装置・システムである。食品に混入する異物としては、金属、ガラス・セラミックス、人体由来（髪の毛、爪など）、虫・有機物等があり、異物に応じて適切な検出技術を使い分けられている。

2) 代表的な構成

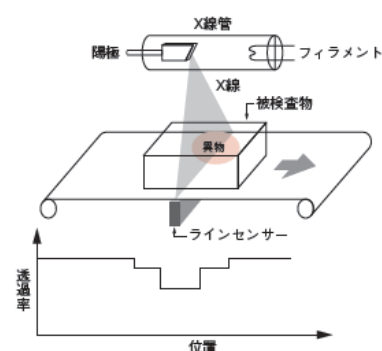
磁気またはX線を用いた検出機が普及している。磁気検出機は、磁界の変化を測定することで周囲にある導体を検出するもので、金属の検出に用いられる。一方X線は、物質に照射したX線の透過度を測定することで異物を検出するもので、金属のほか硬質プラスチックや硬骨・貝殻等も検出できる。

近年では、テラヘルツ波（T線）を用いることで樹脂や繊維を検出できる検出機も開発されている。

図表 7 主な異物検出の方法(出典 5)

検出方法	概要	検出可能な物質
磁気	センサーに組み込まれたコイルから磁気を発生させて磁界の変化を測定することで、周囲にある導体（金属）を検出する	金属
X線	X線を物質に照射し、物質によって異なる透過度を検出器で測定することで、異物を検出する	金属 硬質プラスチック 硬骨、貝殻

図表 8 X線の検出原理(出典 6)



また、検出機のみならず、カメラセンサー、ソフトウェア、解析システム等を組み合わせることで、異物を混入させない生産現場全体の管理システムを組み上げる技術も重要である。

図表 9 異物検出・混入防止システムの構成例(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

技術的には確立した分野であるが、異物混入検査を商品のブランド化や生産性向上のための「攻めの検査」ととらえている食品・医薬品メーカー等では、通常の磁気やX線では検出できない非金属異物（髪の毛・爪、虫など）の検出機に対するニーズがあると考えられる。

検出機のみにとどまらず、生産現場全体の管理システムを俯瞰した技術・製品開発が求められる。

4. 5. 流通支援システム（参考 8、9）

1) 概要

混雑による群衆事故の発生、交通における渋滞緩和、物流の最適化・効率化等により、人やモノの移動における安全・安心を実現する技術・システムである。

2) 代表的な構成

(1) 渋滞緩和・物流効率化システム

国土交通省が導入を進める「ETC2.0」は、全国的高速道路網に設置された 1,600 カ所の通信スポットと走行車両とが双方向通信を行う交通情報プラットフォームで、すでに渋滞回避支援や災害時の情報提供等のサービスが開始されている。

今後は、渋滞情報や料金に基づく最適なルート選択サービスやトラック等大型車を対象にした運行誘導サービスの導入、多様な民間サービスと連携した新たなサービス展開等が検討されている。

図表 10 「ETC2.0」によるサービスの概要(出典 8)

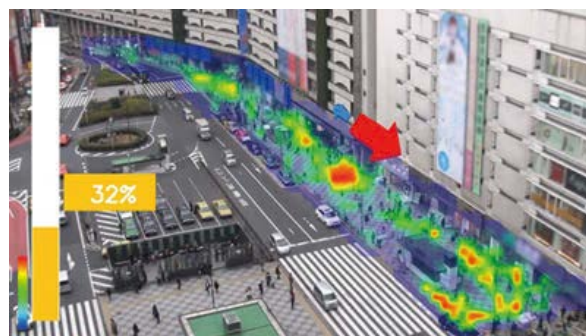
サービスの提供主体	現在提供されているサービス	今後導入予定のサービス
国土交通省	○ 渋滞回避支援サービス ○ 安全運転支援サービス ○ 自動料金収受（ETC）サービス 	○ 渋滞迂回経路を走行したドライバーの高速道路料金割引サービス ○ 大型車向け運行誘導サービス 
民間事業者	○ フェリー乗船の簡素化 ○ 公共駐車場決済サービス ○ 店舗での顧客管理の高度化 ○ 客待ちタクシー待機列解消対策 	○ ドライブスルー/ガソリンスタンドでの自動決済サービス 

(2) 交通誘導システム

実用化されている事例はまだ少ないものの、例えば防犯カメラからの映像を基に人混みの混雑レベルや群衆全体の動きの変化をリアルタイムで解析することで、大規模災害やイベントの際の群衆事故を防ぐ技術等が開発されている。

将来的には、スマートフォン等でユーザー側に混雑状況を配信したり街頭のデジタルサイネージにアラートを表示したりすることも考えられる。

図表 11 「群衆行動解析システム」のサンプル(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

国や大手企業によるプラットフォームや ETC2.0 対応車載機（カーナビ）の開発が進んでいる。これらのプラットフォームや機器を活用したアプリケーションやサービスの開発が期待されており、ビッグデータ解析やセンシング、画像解析等の技術を持つ中小企業には参入の可能性が広がっている。（スマートフォンの位置情報を活用し、地図上の駅や会場等の人の混雑状況の把握や、災害時等に人の流れをリアルタイムに把握するシステム等）

2016 年 2 月から開始された国土交通省「ETC2.0 車両運行管理支援サービスに関する社会実験」には、中小企業を含む民間の物流業者およびサービス提供事業者 17 社が採択されている。

社会システムとしての性質が強い分野であるため、参入にあたっては国土交通省や大学・研究機関、大手企業といった関連主体と連携することで、技術や市場の動向を十分に踏まえる必要がある。

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. 日本電気株式会社（NEC）

1899 年創業。大手総合電機メーカー 8 社の一角。わが国におけるコンピューティングデバイスのパイオニアであり、近年はソリューション／サービス分野にも注力している。

2015 年に発表したパブリック事業の成長戦略では、事業の柱のひとつとして「セーフティ事業」を掲げ、バイオメトリクス認証技術、映像監視ソリューション、入退管理システム等、同社の先端技術を活用した新たなソリューション開発に取り組んでいる。

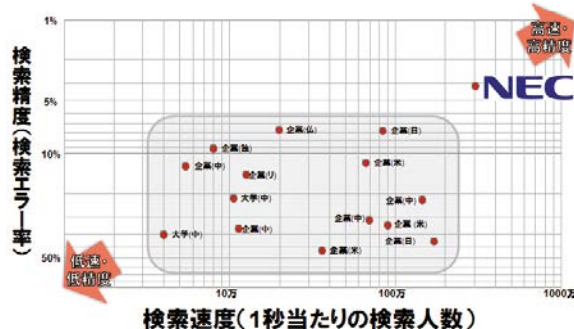
1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

(1) 認証技術

○ 物体指紋技術

- 物体ごとの微細な表面紋様のバラつきをカメラで認識することで、ICタグやバーコードを使わずに個々の物体を特定する技術である。
- 従来の模造品対策は、服飾メーカー等が自社のブランドを守るためといった意味合いが大きかったが、医薬品や抱っこ紐等が偽造されるようになると身体の安全にも関わってくる。TPPやオリンピックによって大量の海外製品が流入する可能性が高く、市場拡大の余地は大きい。
- 模造品対策のほか、工場で生産される部品のトレーサビリティにも活用できる。部品がど

図表 12 NEC の顔認識・照合技術と他社技術との比較結果（出典 10）



の金型から作られているかもトレースできるようになるため、不具合が出た部品の基となった金型を特定し、その金型から作られた部品をすべて回収するといった管理も容易である。

- ・ 工場のラインで流れてくる大量の部品を高速かつ安価に撮影できるカメラ技術等と組み合わせ、「ものづくり見える化ソリューション」のメニューのひとつとして2016年10月から市場に投入予定。

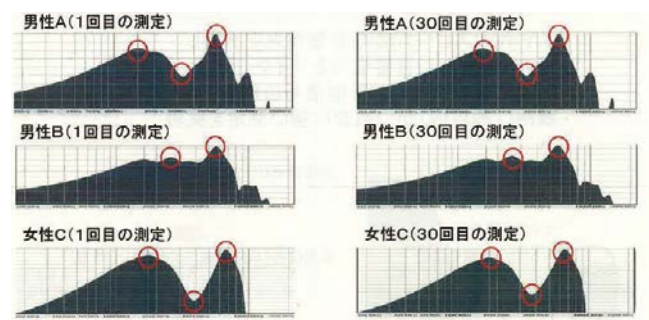
○ 顔認識・顔照合技術

- ・ 当社が長年取り組んでおり、精度・速度ともに世界最高水準の技術である。
- ・ 画像全体を解析するのではなく特定の画素を抽出することで、3秒で1億人分の画像を処理可能。マイナンバーの交付やコンサートの入場等の場面で活用されている。

○ 音声認識・解析技術

- ・ 「音」は、安心・安全分野において重要な要素。音から分かることは非常に多い。
- ・ 「耳の音響特性を用いた生体認証技術」は、耳の形状に個人差が大きいことに着目した技術である。

図表 13 個人ごとの音声信号の違い(出典 11)



- マイク一体型イヤホンに音響信号を送信し、耳から跳ね返ってきた音響信号の波形の違いを基に、個人の特性を抽出する。

- 他の生体認証技術がワンタイム（初回）認証であるのに対して、本技術では音響信号を送信することで何度でも認証が可能。他技術と比較して認証の精度が非常に高いことも検証されている。

- ・ 「話者照合技術」は、話者の声の周波数を解析し、個人を特定する技術。ディープラーニング技術と組み合わせることで雑音の除去にも成功している。

(2) その他画像／映像解析技術

○ 群衆行動解析技術

- ・ 防犯カメラ等で撮影された映像を解析して混雑状況を把握し、異変を検知する技術である。
- ・ 従来の映像解析技術は「人の重なり」に弱く、混雑した状況を解析することは難しかった。これに対して本技術は、一人ひとりを数えたり特定したりするのではなく、一定範囲内の「密度」を測定することで、混雑の度合いや人の流れの方向を捕捉するイメージである。
- ・ この解析技術とAIシミュレーション技術とを組み合わせ、群衆の動きがどのように変化するかを予測することで、適切な交通整理・交通誘導を行い、災害時や混雑時の群衆事故を回避することが可能になる。ユーザー側に映像を配信したりデジタルサイネージに表示したりすることも、技術的には可能と考えられる。

2) 中小企業による参入可能性と新規参入のポイント

- 上記の技術シーズは、いずれも技術的にはほぼ確立されつつあるが、事業化に至っているものはまだ少ない。大企業では、事業化後すぐに数十～数百億円単位の収益を求められるが、各々の技術だ

けでは大規模なビジネスになりにくいためである。

- 中小企業が当社の技術をプラットフォームとして活用し、新たなアプリケーションやサービスを開発してもらう連携ができると面白いのではないか。例えば以下のような応用が考えられる。
 - ・ 「顔認識・顔照合技術」は、ウェアラブル端末と組み合わせることで、ブラックリストに載っている人物が目の前を通ると警備員が身につけた端末が振動し、本人が目の前にいることを知らせてくれる、といった応用が考えられる。
 - ・ 「耳の音響特性を用いた生体認証技術」は、デバイスに依存しない技術であるため、警備や医療、工場作業など幅広い場面で活用されることを想定している。例えば、自動翻訳技術と組み合わせ、外国人だと判別された個人にはイヤホンから多言語音声でアナウンスを配信する等の応用が考えられる。
 - ・ 「話者照合技術」は、オレオレ詐欺やテレホンバンキング等の本人確認への活用を想定。

6. 2. セントラル警備保障株式会社

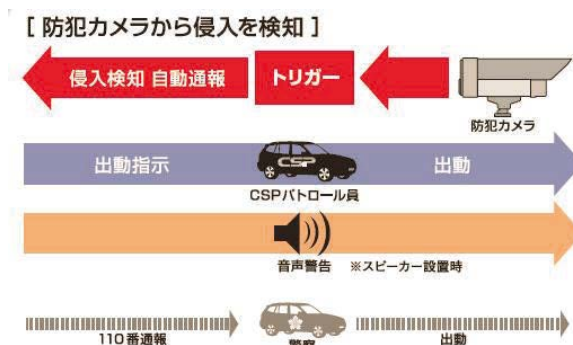
1966 年創業。業界第 3 位（2016 年時点）の大手警備サービス会社。監視カメラシステムや入退室管理システムの販売も手がける。

1997 年に JR 東日本（株）と業務提携し、駅構内やショッピングモールの警備を開始。2015 年からはソフトバンク（株）と連携し、みまもりサービスの駆けつけを提供。その他、パーソナルロボ「Pepper」を活用したサービスの開発に取り組む等、常に新たなサービスを提供し続けている。

1) 技術・製品開発動向と発展の方向性

- 現状では「画像認識・解析」技術に注力している。通常の侵入検知システムは、センサーがトリガーになってセンターに信号が送られて来るが、当社ではセンサーの代わりに画像解析をトリガーにしたシステムを提供している。
- 顧客にとって「究極のセキュリティレベル」は必ずしも必要がなく、管理のしやすさやコストとの見合い等も重要な要素。
- 東京オリンピックでは駅等の混雑が予想されており、テロ対策へのニーズはある。

図表 14 セントラル警備保障による画像をトリガーにした防犯システム（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

- 当社は自社内に研究開発の部隊があるわけではないので、新技術の導入にあたっては他社との連携が前提となる。ただし、「すでにある技術・製品をカスタマイズする」というスタンスであり、一から共同開発することは想定していない。
- 連携するパートナーの企業規模にはこだわっておらず、技術やプログラムの部分で複数の中小企業と連携している。カスタマイズ等の際に小回りが効くことは中小企業の強みと言える。

- ただし、要素技術を持っているだけでは取引先として考えにくく、システム全体を組み上げる力が求められる。また、調達リスクを考えると企業の経営基盤が安定していることも重要である。
- 連携先の候補となる企業は、主に展示会や人の紹介、インターネットで探している。
- 警備業界は最新技術がなくても成り立つ業界だったが、最近の技術進歩は警備サービスに大きく関係する。今後、最新技術の採否によってその会社の生き残りが左右されることも考えられる。

7. 関連する大学・研究機関のシーズ

7. 1. 中部大学工学部（藤吉弘亘研究室）（参考10）

- 専門分野は画像処理工学、空間センシング、コンピュータビジョン。近年は、映像からのシーン理解や移動ロボットの視覚に関する研究に注力。
- 画像認識・処理技術を活用した企業との産学連携・オープンイノベーションにも積極的に取り組み、これまでに眼球回旋計測装置、人検出モジュール、講義映像の自動編集ソフトウェア等のユニークな製品を企業と共同開発している。
- 2014年3月には、物理セキュリティシステムの技術開発型ベンチャーと、高精度人数計測機能を搭載した画像解析型映像監視システムを開発。中部大学で研究されている「距離画像センサーカメラ」を監視カメラシステムに組み入れることで、従来は困難だった映像内の正確な人数計測を可能にした。
- 今後は、人数計測や動線調査等のマーケティング調査への応用が期待されている。

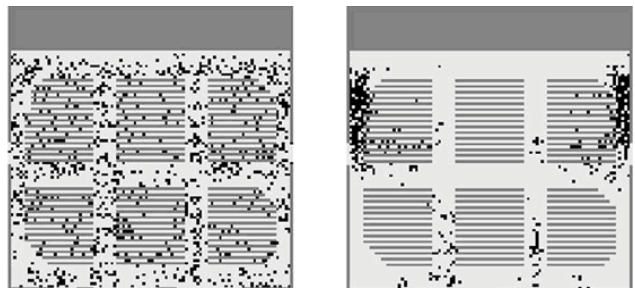
図表 15 人数計測機能を搭載した映像監視システム(出典 13)



7. 2. 東京大学先端科学技術研究センター（西成研究室）（参考11）

- 専門分野は数理創発システム、非線形動力学。特に、様々な場所に現れる「渋滞」現象のメカニズムを物理的な視点から研究している。研究対象は車だけに限らず、アリ、人間の群集、物流、インターネット通信、工場の生産ライン等多岐にわたる。
- 多くの企業や団体、政府機関と様々な「渋滞」解消のための研究に取り組む。主な実績として、サウジアラビアにおけるメッカ巡礼の混乱解消の実験、成田・羽田空港の入国審査を効率化するシミュレーションモデルの開発、車間距離が40m以下につまると警告するカーナビシステムの開発等がある。

図表 16 避難シミュレーション(出典 14)



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（閣議決定、2013年12月）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hanzai/kettei/131210/kakugi.pdf>

- (参考 2) 東京都長期ビジョン（東京都、2014 年 12 月）
http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/vision_index/pdf/gaiyou3_4.pdf
- (参考 3) Yahoo!ニュースとの連携による意識調査（首相官邸、2015 年 10 月）
<http://polls.dailynews.yahoo.co.jp/domestic/19504/result>
- (参考 4) 防犯設備推定市場の推移（（公社）日本防犯設備協会）
https://www.ssaj.or.jp/hanzai_t/gr03.html
- (参考 5) 2015 年度情報セキュリティ市場調査報告書（速報版）（NPO 日本ネットワークセキュリティ協会、2016 年 3 月）
http://www.jnsa.org/result/2016/surv_mrk/data/2015_mrk-report_sokuhou.pdf
- (参考 6) 戦略市場創造プラン（ロードマップ）
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf
- (参考 7) 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/basic/structure/
- (参考 8) ETC2.0（国土交通省）
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/index.html>
- (参考 9) 「ETC2.0 車両運行管理支援サービス」に関する社会実験の開始について（国土交通省、2016 年 2 月）
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000618.html
- (参考 10) 中部大学
- (参考 11) 東京大学

○ 引用

- (出典 1) Yahoo!ニュースとの連携による意識調査（首相官邸、2015 年 10 月）
<http://polls.dailynews.yahoo.co.jp/domestic/19504/result>
- (出典 2) 2015 年度情報セキュリティ市場調査報告書（速報版）（NPO 日本ネットワークセキュリティ協会、2016 年 3 月）
http://www.jnsa.org/result/2016/surv_mrk/data/2015_mrk-report_sokuhou.pdf
- (出典 3) 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/basic/structure/index.html
- (出典 4) 平成 27 年版情報通信白書
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/n5400000.pdf>
- (出典 5、6、7) HACCP 基盤強化のための衛生・品質管理実践マニュアル（2014 年版）（（一財）食品産業センター、2014 年 3 月）
<https://haccp.shokusan.or.jp/basis/general/mn1/>
- (出典 8) ETC2.0（国土交通省）
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/index.html>
- (出典 9、10、11) 日本電気(株)
- (出典 12) セントラル警備保障(株)
- (出典 13) 物理セキュリティシステムの技術開発企業「セキュア」、距離画像センサーカメラによる高精度人数計測機能を搭載した画像解析型映像監視システム「セキュアアナリティクス」を発表（（株）セキュア、2014 年 3 月）
<http://www.secureinc.co.jp/news/2014/20140303.html>
- (出典 14) 平成 21 年版科学技術白書（文部科学省）
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200901/detail/1283298.htm

第6章

次世代イノベーション創出プロジェクト 2020助成事業及び 実用化に向けた支援策

次世代イノベーション創出プロジェクト2020助成事業

前述までの検討により、健康・スポーツ、医療・福祉、環境・エネルギー、危機管理分野における開発支援テーマを以下のとおり決定した。これらのテーマに基づく中小企業の製品・技術開発を支援するため、開発に係る経費の一部を助成する「次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 助成事業」を実施する。

次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 助成事業

開発支援テーマと技術・製品開発の例示

分野	開発支援テーマ	技術・製品開発の例示※
健康・スポーツ	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
	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
医療・福祉	子育て、高齢者、障害者、外国人等の見守りに関する技術・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
	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
	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
環境・エネルギー	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、○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
	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
	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
危機管理	防災・減災に関する技術・製品の開発	○構造物の耐震化技術、○落下・転倒防止技術、○水害等防止対策技術、○火災・防火対策技術、○その他技術（避難生活に関する技術・製品） 等
	災害時の情報提供・収集に関する技術・製品の開発	○コミュニティ無線、○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
	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、○破壊検査技術、○自己修復材料等の新素材、○その他補修技術 等
	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、○異物検出・混入防止システム、○流通支援システム 等

※開発支援テーマに合致していれば、例示したものの以外の技術・製品開発も対象となります。

※各機器やシステムの構成部品や部材等の周辺技術・製品の開発も対象となります。

【次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 助成事業のしくみ】

事業スキーム

中小企業と他企業等との連携により、新たな技術イノベーションを創出

イノベーション

マップ策定

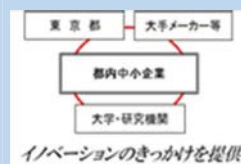
成長産業分野において
東京が抱える都市課題と、
技術・製品開発動向を提示

～成長産業分野～



交流会

- ◆成長産業分野における技術・製品開発について、大手メーカー等による講演
- ◆大学・研究機関等の有する技術シーズを紹介



助成事業

都内中小企業を中心とした連携体が行う技術・製品開発を長期にわたり支援

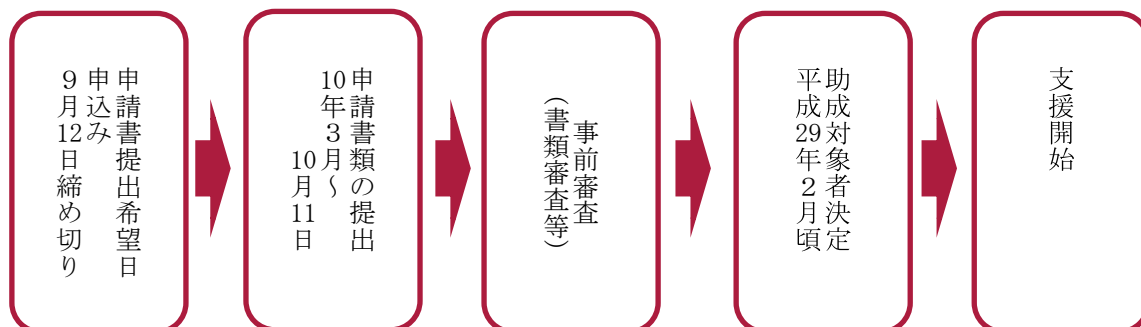
助成限度額：8,000 万円
(下限額：800 万円)
助成率：2／3 以内
助成対象期間：4 年以内
※他企業・大学・公設試験研究機関等との連携が条件となる。

次世代産業の創出

世界一の都市・東京

事業名	次世代イノベーション創出プロジェクト 2020 助成事業
事業概要	都内中小企業の成長産業分野への参入を促進するために、中小企業が他企業・大学・公設研究試験機関等と連携して行う技術・製品開発に係る経費の一部を助成すると共に、開発から実用化までの一貫した継続的支援を行う。
実施主体	(公財) 東京都中小企業振興公社
支援内容	① 助成金の交付 助成額：1件あたり8,000万円以内(下限額：800万円) 助成率：2/3以内 助成期間：4年以内 ② 連携コーディネータ等による実用化に向けた支援
対象者	東京都内に主たる事業所又は研究開発場所を有する中小企業者等

【助成事業のスケジュール】



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。

1. 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。

2. 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）

中小企業との協業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やマッチングを行う。

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

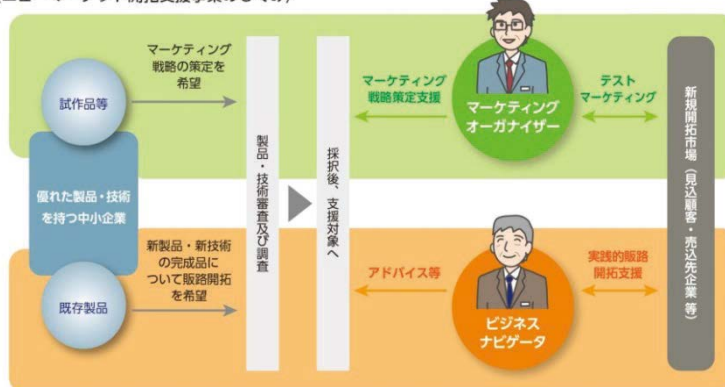
① 公社の実施する販路開拓支援

（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活動を展開する。

平成28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28年8月発行

登録番号 (28) 20

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 昭和商事株式会社
〒170-0002 東京都豊島区巣鴨3丁目24番11号
電話 03(3910)5921

