

# CEATEC2023でみた “やさしい” テクノロジー



調査研究部 総括研究員 倉嶋 英二

## 1 はじめに

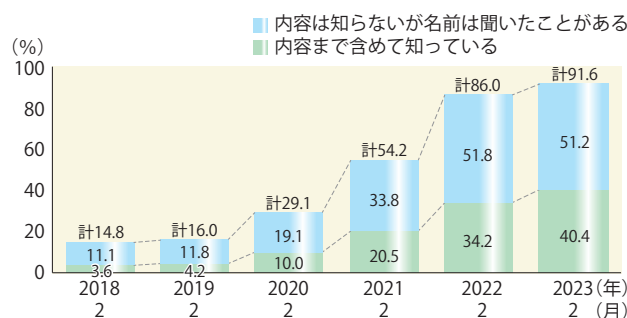
SDGs (Sustainable Development Goals) が社会全体に浸透してきた。SDGsは、日本では「持続可能な開発目標」と訳され、2015年の国連総会で採択された「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」において掲げられた2030年までの行動計画である。そこでは、経済・社会・環境の3つの側面でバランスの取れた「地球上の誰一人も取り残さない」社会を実現するため、地球規模の課題に対する17の目標 (Goals) と各国の実情に応じた169のターゲットが設定されている。

ここで掲げられている目標に到達し、目指すべき社会を実現していくには、政府、民間セクター (企業、団体等)、市民社会、国際機関を含む多様な主体の参加と協力による取り組みが不可欠であ

るが、科学技術もまたそうした社会の実現に対して大きな役割を果たし得ると考えられる。

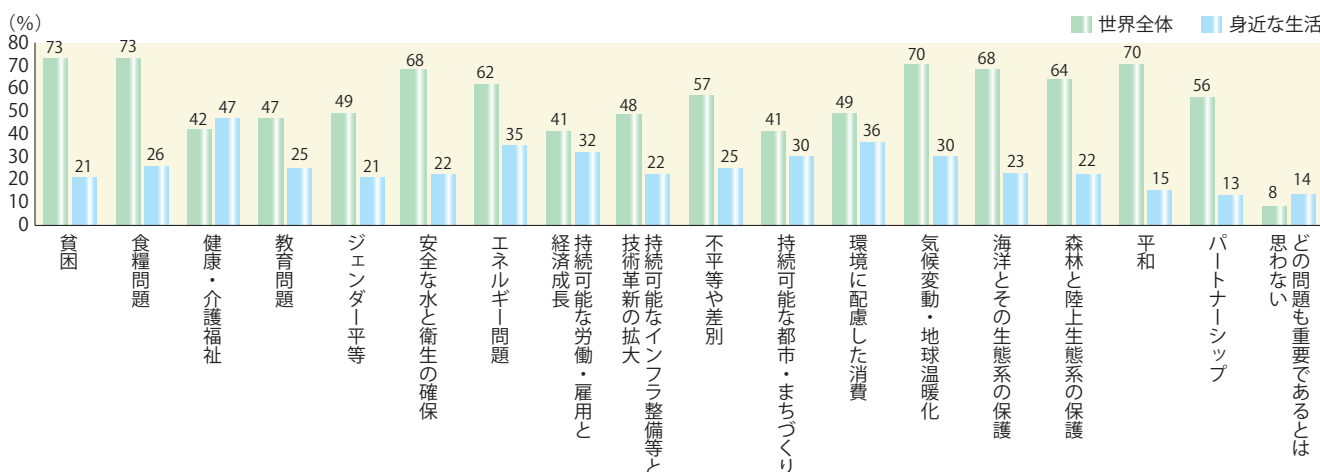
2022年に文部科学省が行った「科学技術に関する意識調査—SDGsについて—」では、貧困、食糧問題、安全な水と衛生の確保、エネルギー問題、気候変動・地球温暖化、海洋とその生態系の保護、森林と陸上生態系の保護、平和といったグローバルな課題だけでなく、健康・介護福祉、

図1 SDGsの認知率



(出典) 株式会社電通「SDGsに関する生活者調査」  
(注) 端数処理の関係で合計が一致しない場合がある

図2 科学技術・イノベーションの貢献が重要であると思うSDGsの課題



(出典) 文部科学省「科学技術に関する国民意識調査 —SDGsについて—」(2022年7月)

持続可能な労働・雇用と経済成長、環境に配慮した消費といった身近な課題解決についても、科学技術に対して大きな期待が寄せられており、これまでもSDGsが目指す社会の実現を支援する多くのテクノロジーについて開発や研究がなされ、実用化されてきた（図2）。

そうした視点から、「人と地球環境に関する課題解決」を中心に、昨年10月に幕張メッセで開催された「CEATEC2023」<sup>(注1)</sup>において展示、紹介されていた新しい研究や技術に注目してみた。

## 2 “人にやさしい”テクノロジー

今回、SDGsの“人”に関連する部分を「尊厳を持って健康的・文化的かつ安全に暮らすことができる社会の実現」と捉え、注目すべき技術を探ってみた。

### (1) 健康で安全に暮らせる環境づくりをアシストする

まず何よりも「健康であること」が豊かな日常生活を送るための土台となる。そのため、これまでに健康管理や健康増進に向けたさまざまな研究や技術開発が進められ、すでに製品として登場しているものも数多く存在する。そうした中で、今回、「見えないものを見える化し、健康管理や健

(注1) 経済発展と社会課題の解決を両立する「Society 5.0」の実現を目指して開催される国内最大級のテクノロジーイベント

康増進、病気・感染症や事故の防止、健康で安全な日常生活環境の維持につながる技術」という視点からCEATEC2023における新しい研究や技術開発の取り組みを紹介してみたい。

### 《カメラを使って簡易に体調管理》

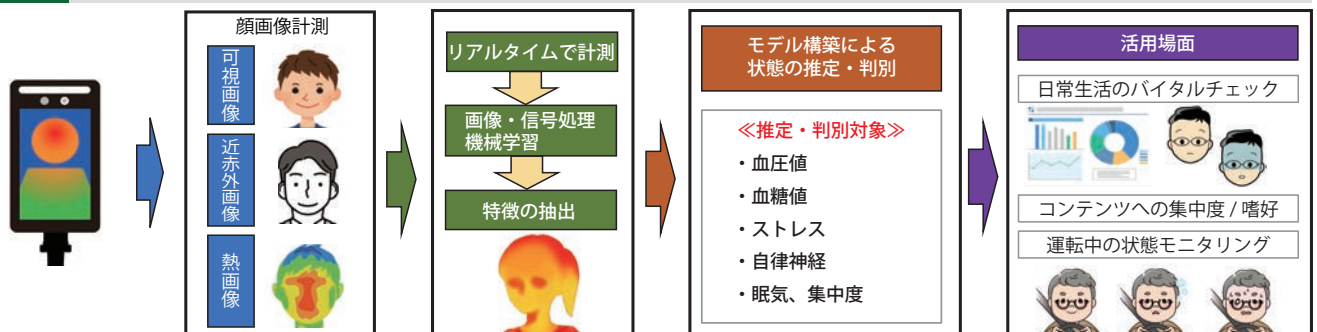
健康管理に関するもので最初に目についたのが、サーモグラフィックカメラの可視画像や近赤外画像、熱画像から、色の分布や外気の影響を受けない深部体温の温度分布などを抽出し、その解析を通じて血圧やストレスの状態、眠気や集中度、血糖値など、その時々での身体の状態を推定するという青山学院大学の研究であった。

身体にセンサーを装着する必要がなく、測定される側の負担が少ないため、日常の簡単な健康管理のほか、建設現場や物流現場で作業員や乗員の健康モニタリングを行い、安全確保に役立てていくことも期待されており、すでに実用化されている部分もあるという（図3）。

### 《“手ざわり感”の見える化で美容・健康と生活習慣の改善》

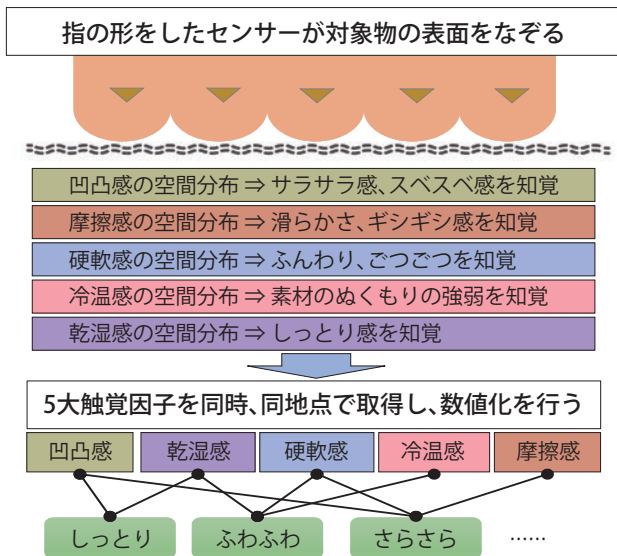
「見えているようで見えていない」というものが、実は少なくない。「ぬくもり」、「ふんわり」、「すべすべ」、「しっとり」…これらは指先の感触としてよく使われる言葉だが、そう感じるレベルは人によって異なっている。香川大学の研究グループが独自に開発した高密度機能集積による「マルチフィジクス・ナノ感触センサー」は、そ

図3 可視画像・近赤外画像・熱画像による体調管理のイメージ



(出典) 青山学院大学・野澤研究室の展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

図4 手ざわり感数値化の構造



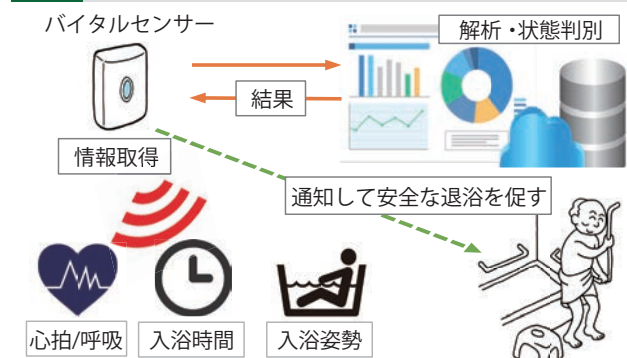
(出典) 香川大学JST-CRESTの展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

うした感触のデジタル化に成功した。指先の指紋のような形をしたセンサーが肌などの対象物を走査して、表面の凹凸、摩擦力、硬さ・柔らかさ、温度、乾湿の状態を同時に取得し、「ぬくもり」、「ふわふわ」、「すべすべ」、「しっとり」といった手ざわり感を数値化する(図4)。この技術を応用することで、例えば髪質や肌荒れといった美容・健康面での改善や、その原因となる生活習慣の改善に結びつけたり、皮膚の硬くなっている部分が「ホクロ」か「異常」かの判定をするといった触診分野での展開、さらには触覚を持った医療器具との組み合わせによる遠隔医療への展開も期待されている。

### 《非接触バイタルセンシング技術で入浴中の事故を防止》

人の入浴中の状態も実は「見えにくい」ものである。厚生労働省の人口動態統計によると、家庭内における不慮の事故のうち3分の1近くが「不慮の溺死および溺水」となっており、特に65歳以上では交通事故死の2倍以上という高さである。この問題を技術の力で解決できないかと考えた株式会社京セラは、浴室というリラックスした状態(身体へのセンサー装着不可)、かつプライ

図5 非接触バイタルセンシングによる事故防止システムのイメージ



(出典) 株式会社京セラの展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

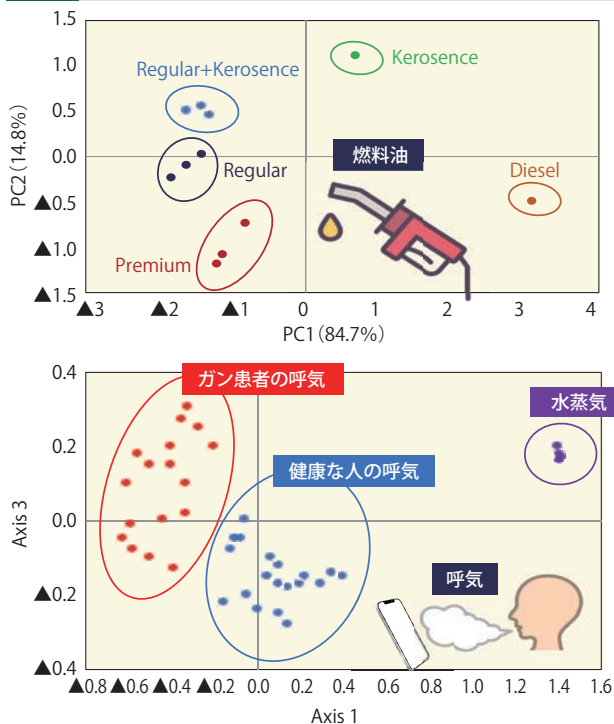
バシーが確保された空間(カメラ設置不可)で、入浴者の体調変化を把握することが可能なミリ波レーダー技術を活用した「バイタルセンサー」を開発した。これは、非接触型のセンサーが心拍や呼吸などの生体振動を取得し、入浴時間を含む過去の情報と比較しながら身体の状態を判別することで、入浴している人の状態が大きく変化する前に、自力での退浴を促して事故発生を未然に防止するものだ。本格展開に向けてクリアすべき課題は残っているとのことであるが、人の暮らしに寄り添った“やさしい”安全技術として早期の実用化が待たれる(図5)。

### 《「におい」の見える化で病気を検知》

「におい」もまた、感覚的に把握可能ではあるが、その正体は何かを計測するのは難しいとされている。CEATEC2023では、この「におい」に関する技術の展示も多く見られた。例えば、「におい」の重さを分子レベルで計測し、得られた「におい」成分のパターンを機械学習によって識別して危険な「臭い」を数値に変換、見える化する技術などが紹介されていた。こうした技術は食品衛生管理や危険物の検知、生活環境の改善など日常生活の安全確保に役立つほか、呼吸や汗など身体から発せられる「におい」の識別を通じて病気判定を行うなど、保健医療分野への展開も期待されるところである(図6)。



図6 「におい」の数値化と「におい」識別による病気判定



(出典) 株式会社Qceptionの展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

### 《安全で快適なオフィス空間を作り出す》

先の「におい」とも関連するが、職場の室内環境における快適性のレベルは、仕事のパフォーマンスや生産性に大きな影響を及ぼすと言われている。

図7 空気の状態を見える化するセンサーと分析の結果



画面には風の方向、角度、風速が表示されている  
(出典) Hort-Plan.LLCの展示を会場で撮影

る。CEATEC2023では、こうしたオフィスにおける「空間全体」の環境改善問題に対応する技術についても多くの展示、紹介がなされていた。

例えば、室内に設置したIoTセンサーが、空気中の温度、湿度、照度、騒音、有害ガス、空気質、におい、粒子状物質などの状態を常時測定し、その測定値に基づいて、①適切な換気の有無、②温度、湿度、音などの快適性、③ウイルス感染リスク、④臭いの不快レベル、⑤有害ガスやシックハウスの原因となる有機物のレベル——を判定し、許容レベルを超えた場合にアラートを発して改善を促し、仕事のパフォーマンス向上から健康被害や感染症の防止に至るまで対応可能なデバイスの展示、紹介などである。

また、小型のセンサーが建物内の風量や風向きを3Dで計測することによって、部屋の換気状況をリアルタイムで見える化し、感染症対策や空調効率の改善に役立てるシステムやサービスも生まれている(図7)。

2020年に新型コロナウイルス感染症が拡大したこともあり、こうした分野での技術研究が加速していることを感じさせるものでもあった。

### (2) 肉体的負担を軽減し、動作をアシストする

正しい姿勢や動作を確保することもまた、健康で安全な日常生活を営んでいくうえで重要である。この観点からCEATEC2023の展示や紹介の中で「肉体的負担を軽減し、特に仕事をするうえで安全かつ快適な環境づくりをアシスト」してくれる技術、研究を探してみた。

#### 《医療現場などでの立ち仕事の負担を軽減》

内視鏡外科手術では医師が長時間にわたって立ち姿勢で手術を行わなければならないが、患者の負担は以前よりも小さくなる一方で、医師側の足腰の負担は増大していることが大きな問題となっている。これを解決するために医工連携および産学連携によって開発されたのが、アシスト製品

「archelis（アルケリス）」である。

いわば「立ったまま座る」ような形で立ち姿勢のまま体重を腿と脛に分散して支えることで、立ち仕事による身体の疲労を大幅に軽減す

るとともに、体幹を安定させることによる高いパフォーマンスでの動作を可能にした（図8）。

また、装着したまま歩くことができるため、「歩く」と「立位保存」をくり返し自由に行うことができ、さまざまな状況下での使用が可能になる。そうしたことから、医療現場だけでなく工場での作業や交通誘導、スーパーのレジ担当など立ち仕事が多いさまざまな職場での活用が期待されている。

### 《ウェアラブルなモーションキャプチャ・スーツで動作を見える化し、負担軽減と業務改善へ》

衣服のセンサー化を得意とするXenoma社は、その技術を社会的に実装する取り組みを本格化させる中で高性能の「3Dモーションキャプチャ・スーツ」を開発した。全身に18個のセンサーを搭載したマーカー不要のウェアラブル型とすることで、普段の動作により近い動きを把握でき、カ

図8 手術の現場で使われる「archelis」



(写真提供) アルケリス株式会社

メラでは見えにくい部分の数値をリアルタイムで把握したり、カメラを設置できないような狭い場所での動作の数値情報取得が可能になっている。また、解析ソフトを使い、取得したデータを基に筋肉や骨格をさまざまな角度から分析したり、関節にかかる力の分析、つま先にかかる力や歩幅、歩行速度などの歩行解析も可能にした（図9）。

現在、開発したスーツを使用して介護や工場の現場、スポーツにおける動作解析などが進められている。どのような姿勢や動作によってどの程度の負荷がかかり、ケガや事故の発生につながりやすくなるか、これが明らかになることによって現場における作業手順の見直しや改善が促され、安全性が高まることになる。見える化を通じ、身体の負担軽減と事故防止に対して貢献することが期待される技術の一つと言えるだろう。

### 《“支えられる人”も“支える人”も、ともに支える》

超高齢社会<sup>(注2)</sup>をむかえ、加齢に伴う運動機能の低下によって日常生活に影響を及ぼす場面が増えるなか、歩行解析を通じて正常な歩行へと誘導し、筋力維持や転倒防止を図る機能解剖学に基づく「インソール型歩行支援ロボット」の研究も進められている。

図10 腰痛防止デバイス

腰に装着したスマートデバイスが身体の角度や動きを解析



(出典) 青山学院大学・伊丹研究グループの展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

(注2) WHO(世界保健機関)と国連が定義する「総人口に占める65歳以上人口の割合が21%を超える社会」

図9 3Dモーションキャプチャ・スーツ



カメラやケーブルは不要、着用だけで動きをキャプチャすることができる

(写真左) 株式会社Xenoma提供  
(写真右) 株式会社Xenomaの展示を会場で撮影

また、腰痛が職業病ともいわれる介護職員の腰部の負担を計測し、腰痛を招く危険性のある姿勢など一定の数値に達した時にアラートを発して、腰痛防止を図るデバイスも開発されており、現在全国の病院や介護施設で効果の検証が進められている（図10）。高齢者と高齢社会を支える人を共に支え、健康的な生活の質を高めていく研究活動と言えるだろう。

### (3) 高齢者やハンディキャップを持つ人をアシストする

全ての人々が尊厳を持って健康的・文化的かつ安全に暮らすことができる社会を実現していくため、高齢者やハンディキャップを持つ人々を支援するテクノロジーも極めて重要である。そうした視点からもCEATEC2023で展示、紹介されていた技術や研究を探ってみた。

#### 《難病患者のコミュニケーションをアシストする》

難病を患った人たちの日常生活を支えるためのさまざまな研究が進められている。名古屋大学大学院の研究チームでは、ALS（筋萎縮性側索硬化症）や筋ジストロフィーといった神経筋疾患によって体を動かさず、声を出すこともできなく

図11 生体信号を文字情報に変換するデバイス



腕に巻いたウェアラブル端末が筋肉のわずかな動きを検出し、文字に変換

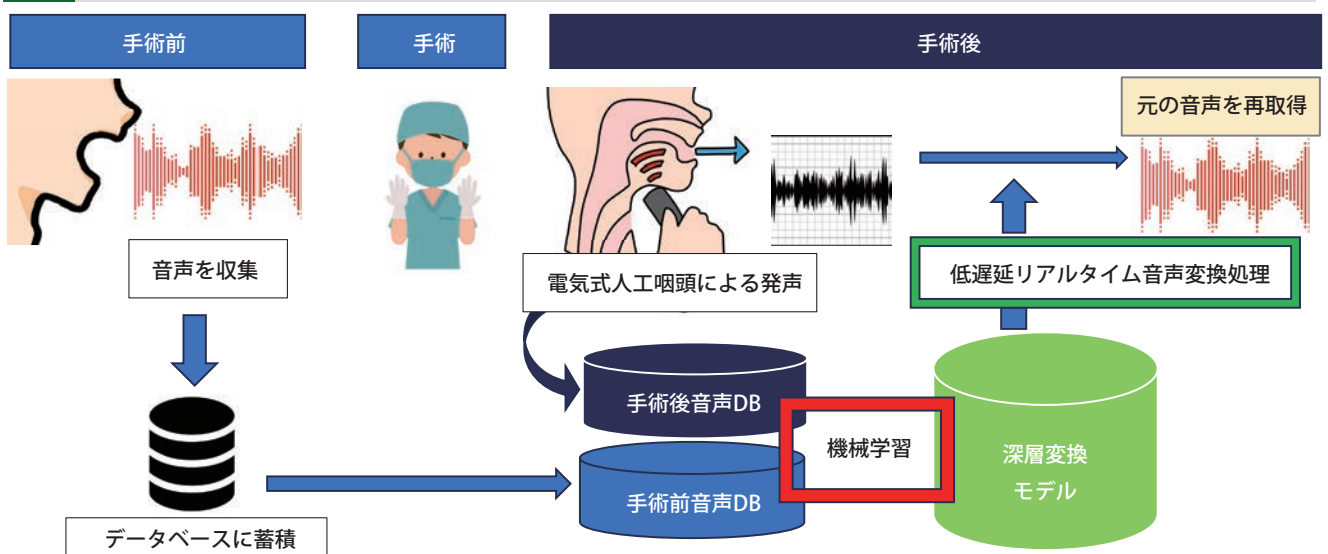
（出典）名古屋大学大学院「未来エレクトロニクス創造加速DII 協働大学院プログラム」の展示を会場にて撮影

なった患者のコミュニケーションをアシストすべく、ウェアラブル端末に組み込んだセンサーで筋電位や振動など生体信号の小さな動きを読み取り、それを文字に変換して意思を伝えることのできるツールの研究開発を進めてきた。多くの実験を重ね、現在はプロトタイプ製作の段階へと至っており、今後のさらなる課題解決と実用化が待たれるところである（図11）。

#### 《失った声を取り戻す》

また、名古屋大学大学院の別の研究チームは、

図12 低遅延リアルタイム音声変換による声の回復



（出典）名古屋大学大学院・戸田研究室の展示、資料をもとに北陸経済研究所作成



人がマイクに向かって発した音声に対して、機械処理に基づく「低遅延リアルタイム音声変換」という技術的処理を施すことで、身体的制約を超えて「自分の出したい声」による発声や歌唱を可能にする「発声拡張基盤技術」の構築に取り組んでいる。さらに、その発展形として発声に障がいを持つ人の発声、歌唱を回復するシステムに関する研究も進めており、こうした研究・技術が実用化されれば、咽喉がんで喉頭を摘出した人が発する音声振動を自然な形の音声へと変換することができるようになり、過去の自分の声を録音した音声データが残っていれば再び自分の声で会話することも可能になる（図12）。

### 《“本物”の義手》

事故などで前腕（肘から下の部分）を失った人が義手を装着する場合、これまでは外観がすぐに義手とわかるものであったり、操作性に難があるものが多く、特に「掴む」、「持つ」という動作はできても、それを保持することが技術的に大きな課題となっていた。

この問題の解決に向け、青山学院大の研究グループでは、握った時に3つの圧力センサーから得られた圧力値を基に中心位置の座標軸を計算するGPP（Grasping Power Position）アルゴリズムによって傾きを検知し、掴んだ物体の状態を把握

して動きを制御することを通じ、義手を含む「両手」を使えるようにする研究開発が進められている。この技術が実用化されれば、「本物」の手のようにスマホを使ったり、食事の動きをしたり、読書をしたりできる「義手」が実現することになる（図13）。

### 《AIカメラで歩行アシスト》

視覚に障がいを持った人の日常生活をアシストするデバイスの開発も進められている。CEATEC2023では、そうした人たちが介助を必要とせずに安全に歩行ができるように開発された「AIを組み込んだ杖」が展示、紹介されていた。

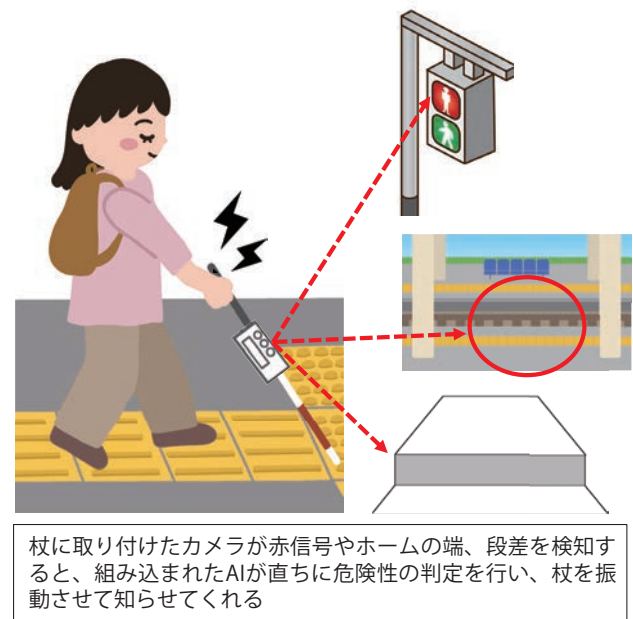
杖に取り付けたカメラとセンサーの情報から、同じく杖の中に組み込まれたAIが直ちに危険を検知し、例えば信号が赤の時は杖を振動させて危険を知らせ、これを回避する。昨年には、実際の信号や横断歩道、段差を検知したり、駅のホームでも実証実験が行われるなど、実用化に向けた準備が進められており、将来的には音声ガイドや動く物体への対応など、さらに高度な機能を追加する研究開発も進められようとしている（図14）。

図13 開発中の能動義手



（出典） 青山学院大学・伊丹研究グループの展示を会場で撮影

図14 AI歩行アシスト杖の活用イメージ



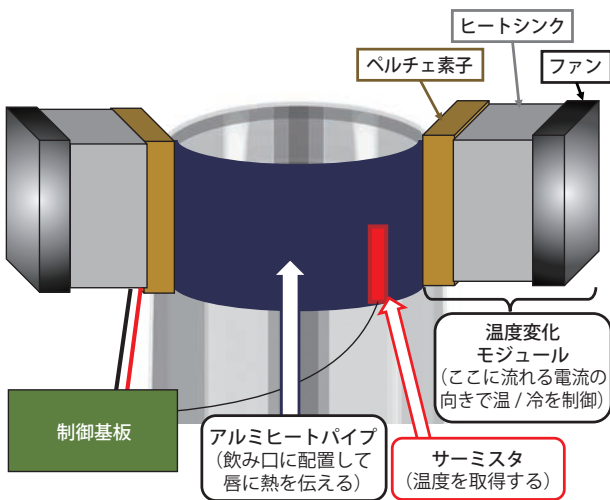
（出典） マリスcreative designの展示をもとに北陸経済研究所作成

### 《避難所の飲み物を“温かく”》

飲料を摂取する際、飲料よりも先に容器の飲み口が唇に触れることになる。この時に飲み口の温度を変化させることで、その飲み物の温度感覚や味覚を変えることができるという。この感覚変化に着目してヒートパイプとペルチェ素子を組み合わせ開発された飲み口の温度制御が可能なタンブラーは、全く同じ飲料でも飲み口の温度によって「温度感」、「のどごし」、「おいしさ」、「心地よ

さ」が変化し、調味料や添加物に頼らなくても飲料が持つ本来の味を強調できることを明らかにした。この技術はレストランなどで飲料の「体感温度」を最適化して提供する使い方が想定されるほか、燃料や電気の使用に制約のある災害避難所などで「温かくておいしい」、「冷たくて心地よい」飲み物の提供を可能にするなど、使い方の可能性は広がっていきそうである。身体的なものではないが、「ハンデのある」人たちにやさしい技術の一つと言えるだろう（図15）。

図15 飲み口の温度を制御するタンブラーのしくみ



(出典) 青山学院大学・伊藤研究室の展示、資料をもとに北陸経済研究所作成

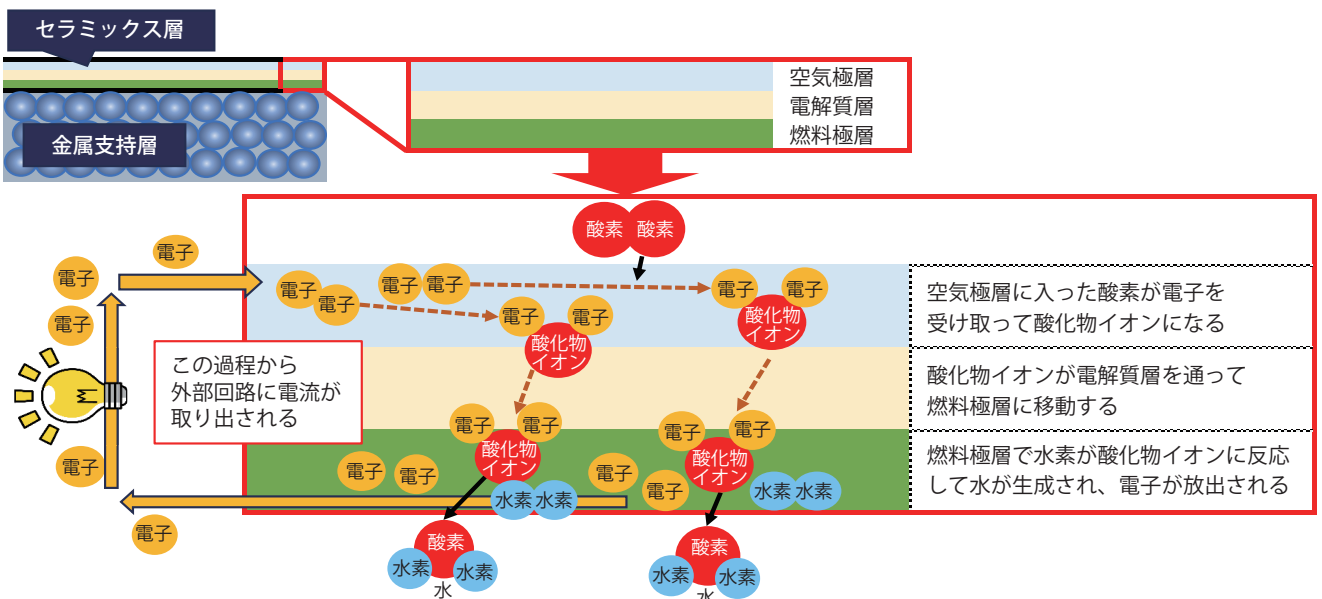
## 3 “地球にやさしい”テクノロジー

CEATEC2023では「人」だけでなく「地球環境」にやさしい技術、製品、サービスも数多く展示、紹介がなされていた。その中で、今後の展開が楽しみと思われる新しい技術、研究をいくつかピックアップしてみた。

### 《丈夫で、高温になりにくい新しい電池》

今後の循環型社会実現に向けた再生可能エネルギーの利用・普及拡大には蓄電池の開発が重要なポイントとなる中で、新たな電池の開発も進めら

図16 固体酸化燃料電池のしくみ



(出典) 太陽誘電株式会社の展示、資料をもとに北陸経済研究所作成



れている。

例えば太陽誘電株式会社では、同社が持つ薄層化技術、積層化技術、異種材料接合技術の融合により、セラミックスと金属の一体焼成で作製した新しい「固体酸化燃料電池」の開発が進められている。電池の小型化が可能になったことに加え、丈夫で割れにくい特性を持つこと、さらにリチウムイオン電池と異なり固体であるため高温になりにくいことなどのメリットを有している。現在、電圧レベル向上などの課題解決に向けた取り組みが進められており、遠くない未来の電池として大きな期待が寄せられている（図16）。

### 《時間や天候に左右されない太陽光発電》

再生可能エネルギーの代表格とも言える太陽光発電であるが、夜間には発電ができないことや、発電量が天候による影響を受けてしまうといった難点がある。この問題に対応するために蓄電池の開発が進められているところであるが、実験が進められているもう一つの構想、仕組みが宇宙太陽光発電システムである（図17）。

宇宙太陽光発電衛星を打ち上げ、宇宙空間に並べた太陽光パネルで発電した電気をマイクロ波に変換して地上に送る。地上にはアンテナを並べて変換されたマイクロ波を受信し、これを一般に利

用可能な電気に再変換するというもので、宇宙空間で発電するため天候による影響を受けないほか、日本は夜になる位置に到達しても、太陽光が得られる方向に衛星の太陽電池セルを配置することで夜間の発電も可能となる。

現在、発電機一体型のパネルを試作し、地上で発電—マイクロ波の生成—発信—受信—電気へと変換する実験や、ドローンやビジネスジェットを使ったマイクロ波無線の送電実験を通じて課題の抽出と整理が進められている。地上実験で抽出された課題がクリアになった段階で、人工衛星を使った宇宙実験へとフェーズが移行することになるため、実用化にはかなりの時間がかかると考えられるが、地球温暖化防止に向けた壮大な取り組みとして今後の行方に注目していきたい。

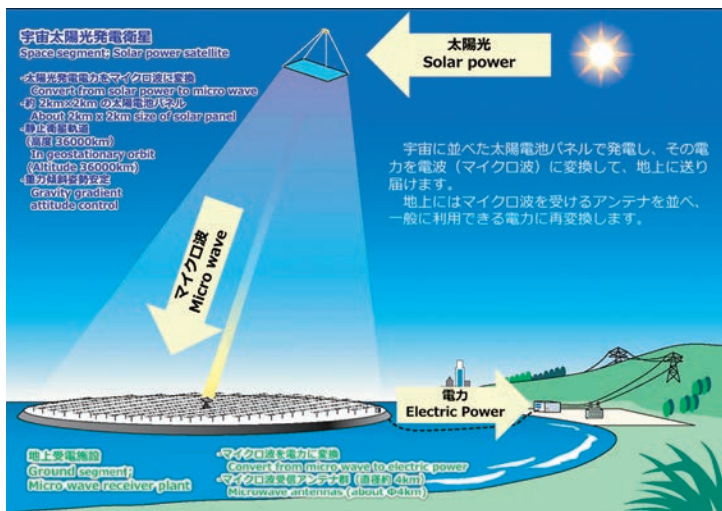
### 《積雪発電で雪を資源に》

再生可能エネルギーに対する取り組みはそれだけではない。日本有数の雪国である青森県では、年間の除雪費用が300億円近くに達することもあるという。この雪をただ捨ててしまうのはもったいないという発想から開発されたのが、雪が持つ冷熱に着目し、これを温度差発電に活用した再生可能エネルギー「積雪発電」である（図18）。

雪をためたプールの中に不凍液が通る管を埋め、10℃ほどに冷やされた不凍液が発電機に送られる。発電機の上部では太陽の光がレンズで集められ、これが140～220℃ほどに熱せられることで発電機内のピストンが降下する。降下したピストンは、今度は不凍液で冷やされて上昇し、これが繰り返されることによってエネルギーが生み出される。

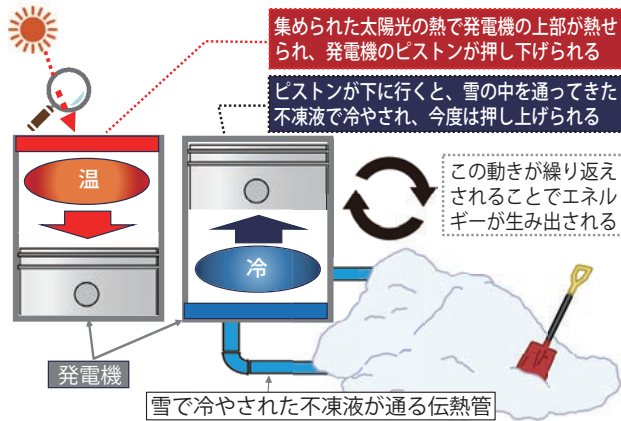
昨シーズンの実証実験では、生み出されたエネルギーのうち80%が熱に、16%が電気に変換され、熱の方はロードヒーティングに活用したという。今後は融雪をしながら発電していく方法も研究し、将来的には雪国の各家庭に向けたクリーンエネルギーの供給が目標として掲げられている。

図17 宇宙太陽光発電のしくみ



(出典) 一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構提供資料

図18 積雪発電のしくみ



(出典) 株式会社FORTEの会場での説明をもとに北陸経済研究所作成

### 《真空技術で温暖化とフードロス問題に貢献》

「捨てない社会」の実現を通じて、地球環境問題の解決に貢献する技術もある。株式会社インターホールディングスが開発した「真空保存パッカー」は、一見すると何の変哲もない容器のようだが、NASAでロケットのバルブにも使われている

図19 真空保存パッカー



機械不要で、何度も使える

(出典) 株式会社インターホールディングスの展示を会場で撮影

るといふ逆支弁技術を応用し、真空率99.5%を実現するという高度技術が詰まっている(図19)。例えば、白米の場合であればコクゾウムシの発生を抑えて6か月間新米の状態での保全が可能で、オリーブオイルの場合は10か月間にわたって酸化を防ぎ、牛乳は30日間賞味期限を延長できることが確認されている。容器自体リユース可能であるため環境負荷が小さく、小型・軽量の形状から輸送にかかる環境負荷とコストの低減にもつながるため、フードロス、温室効果ガス、各種コストの同時削減に対する貢献が期待されている。このほか災害対応の場面でも大きな役割を發揮しような技術でもあり、環境にも人にも“やさしい”技術と言えるだろう。

## 4 振り返ってみて

このほか、聴覚に障がいを持った人が喧騒の中でも特定の音を聞き取り、コミュニケーションが取れるデバイスや、目に見えない「感触」をデータ化するICチップを開発し、危険を伴う作業を離れた場所から安全に行えるようにするための研究などの「人にやさしい」技術、また「地球環境にやさしい」技術の分野では、実用化が目前に迫る「ペロブスカイト太陽光パネル」など、本レポートで紹介した以外に数多くの「やさしい」技術がCEATEC2023で紹介されていた。

それらの新技術は、すでに実用化の段階にあるものから近未来の可能性を示唆するものまで、現時点におけるポジションはさまざまである。さらには今後の社会の変化に応じて発生するであろう課題に対応する新たな研究やイノベーションもまた、地球規模のものから日常生活に近いところまでのさまざまなレベル感で生まれてくるだろう。今後取り組まれる研究も含め、CEATEC2023で展示、紹介されていたような新しい研究や技術の動き、およびそれらのその時々における現在地について楽しみながら見続けていきたいと思う。