

Watching

2020. 11 No. 313

特集

腸内細菌と疾患を結び付ける代謝物…………… 1

ハイライト

COVID-19によって生じた医療危機……………	7
米国の対中追加関税に違反判断も、終息には至らず……………	10
中国が米国への対抗措置で通商規制強化……………	12
新型コロナを克服し、回復基調迎える中国経済……………	13
中国と欧州が、水素産業の発展を加速へ……………	14
「欧州原材料アライアンス」発足……………	15
グリーンから広がるクライメート・ファイナンス……………	16
パンデミックで加速するクリーンエネルギー転換……………	18
増えるCCUS政策、日本はCO ₂ 利用の独自路線……………	20
排出ネット・ゼロを先導する英国……………	22
バイオマス由来化学品の開発が続いている……………	24
定置用二次電池の市場動向と新型鉛蓄電池……………	25
ティーチレスが産業用ロボット導入を促す……………	27
IoT技術活用の「次世代住宅支援」始動……………	29
新設されるデジタル庁が最優先で取り組む課題は……………	30
オンライン化して自宅で優良運転者講習を可能に……………	31
ARC活動報告・予定(9月～)……………	32



株式会社 旭リサーチセンター

ARC作成：主要経済指標の天気マップ

	四半期別推移												月別推移		
	2017 年			2018 年			2019 年				2020 年		6	7	8
鉱工業生産															
第3次産業活動															
家計実質消費支出															
乗用車新規販売台数															
機械受注(除:船舶、電力)															
公共工事・受注金額															
新設住宅・着工戸数															
輸出・数量指数															
実質賃金															
新規求人数															

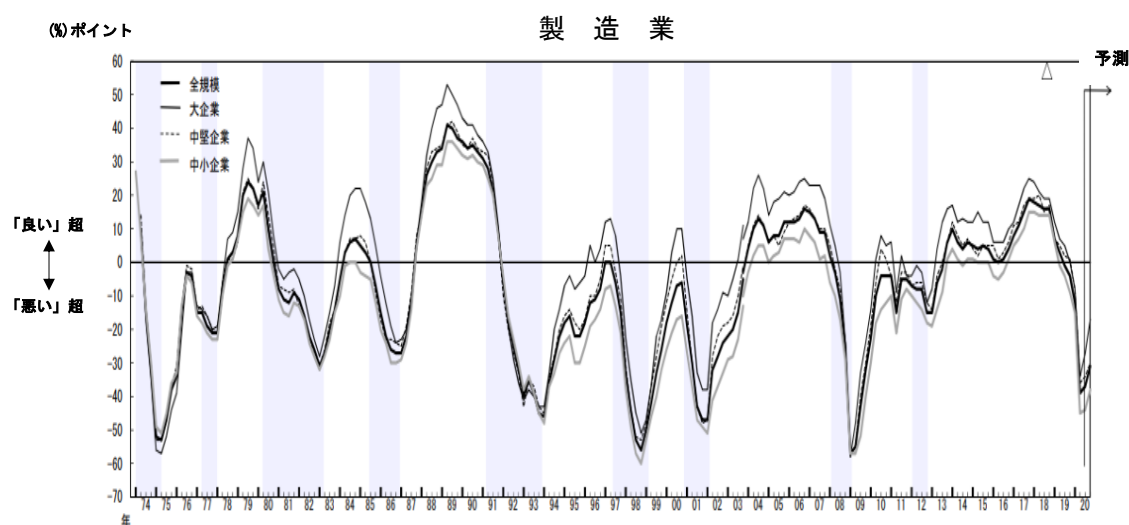
注1：天気マークは前年比 3%以上、は前年比 0%～3%、は前年比▲3%～0%、は前年比▲3%超を基準にしている。

注2：四半期別推移Ⅰは1～3月、Ⅱは4～6月、Ⅲは7～9月、Ⅳは10～12月。

注3：月別推移は異常値補正のため、前月、前々月との3ヵ月平均値を使用している。

注4：各指標の数字は2020年10月12日時点での入手可能なデータに基づく。

日銀短観(9月調査)業況判断の推移



腸内細菌と疾患を結び付ける代謝物

◆ 認知症のリスクと腸内細菌の代謝物との関連

2020年5月、国立長寿医療研究センターの研究者は、認知症のリスクが糞便中に検出される腸内細菌の代謝物と関連していると発表した。25人の認知症患者を含む107人の被験者の糞便中のさまざまな代謝物を解析した結果、表1に示すように、アンモニア濃度が高いほど、また、乳酸濃度が低いほど、認知症のリスクが高いことが判明した。

表1 腸内細菌の代謝物と認知症発症リスクのオッズ比*

代謝物	オッズ比 (95%信頼区間)	代謝物	オッズ比 (95%信頼区間)
アンモニア	1.60(1.04-2.52)	4-エチルフェノール	1.04(0.50-1.74)
パラクレゾール	1.59(1.03-2.50)	コハク酸	0.99(0.39-1.79)
イソ吉草酸	1.52(1.00-2.34)	イソ酪酸	0.89(0.21-1.53)
インドール	1.44(0.93-2.24)	酢酸	0.84(0.40-1.36)
酪酸	1.34(0.85-2.09)	プロピオン酸	0.83(0.27-1.44)
フェノール	1.33(0.85-2.08)	吉草酸	0.67(0.34-1.13)
スカトール	1.13(0.60-1.92)	乳酸	0.28(0.02-0.99)

(*：オッズ比とは、疾患への罹りやすさを示す統計学的尺度。1以上で疾患に罹りやすい。

Scientific Reports, doi.org/10.1038/s41598-020-65196-6 (2020)に基づき、ARCにて作成)

この研究では、個々の被験者に、どのような種類の腸内細菌が生息しているのかに関してエンテロタイプで評価している。エンテロタイプとは、表2に示すように、多種類の腸内細菌を3群に分類したもので、その存在比が腸内細菌の特徴付けに使われている。認知症の患者の腸内細菌には、エンテロタイプⅠが少なく、エンテロタイプⅢが多かった。このエンテロタイプ比でみた傾向と、代謝物濃度でみた傾向には、相関がなく、独立していた。

この結果は、人間の糞便サンプルを用いて、脳神経系の疾患と腸内細菌を関連付けたものとして興味深い。しかし、1,000種を超える腸内細菌を3分類したエンテロタイプや、アンモニアや乳酸といった代謝物全般の解析だけでは、直接、疾患の治療に結び付けることは難しい。

表2 エンテロタイプの代表的な細菌の種類と疾患との関係

エンテロタイプ	代表的な細菌	疾患との関係
エンテロタイプⅠ	バクテロイデス属	肥満の予防
エンテロタイプⅡ	プレボテラ属	冠動脈疾患や脳梗塞の予防
エンテロタイプⅢ	ルミノコッカス属	冠動脈疾患や脳梗塞の発症

(モンメディア, 65(3), 5 (2019)および

<https://unlog.me/topics/17thesis-the-effects-of-fibre>に基づき、ARCにて作成)

◆2つの技術の進歩による腸内細菌研究の大きな発展

人間の腸内には、種類にしておよそ1,000種類、数にして数十兆もの細菌が生息している。これらの腸内細菌の集団を腸内細菌叢（または、腸内フローラ、腸内マイクロビームとも）と呼ぶ。腸内細菌は個々に生命活動を行うだけでなく、細菌の間で、さらには、宿主である人間との間で、いろいろな形で影響を与え合っており、個人に特徴的で、多様な腸内細菌叢を形成している。

腸内細菌叢と人間の健康の関わりは古くから研究されている。個々人をみれば、腸内細菌叢は安定しているが、その腸内細菌叢のバランスを改善することによって宿主の健康に好影響を与える生きた微生物であるプロバイオティクス、消化管上部で分解・吸収されず、腸内に生息する有益な細菌の選択的な栄養源となり、それらの増殖を促進し、腸内細菌叢を健康的な状態に改善し維持する食品成分であるプレバイオティクスは、さまざまな健康食品に応用されている。

そうした腸内細菌叢を現象論的に捉える伝統的な研究から踏み出して、近年、腸内細菌叢の研究は大きな発展を遂げている。その背景には、二つの解析技術の急速な進歩がある。一つは、メタゲノム解析といわれる腸内細菌のゲノム配列の網羅的な解析手段（ゲノミクス）であり、もう一つは、メタボロミクスといわれる腸内細菌の代謝物の網羅的な解析手段である。メタゲノム解析を支えているのは、次世代シーケンサといわれるDNA配列解析装置であり、近年、ゲノム配列解析は高速化し、コストも大幅に下がっている。メタボロミクスを支えているのは、代謝物を分離する液体クロマトグラフィーと、分離された代謝物の構造を決定する質量分析装置の高感度化である。これらの解析コストも年々下がっている。

ゲノミクスとメタボロミクスの発展によって、腸内細菌叢の研究が進む中で、前節で国立長寿医療研究センターの研究成果で示したように、人間のさまざまな

疾患と腸内細菌叢の関連が明らかになってきた。腸内細菌が生息する小腸や大腸の疾患ばかりでなく、肝臓、心臓、血管、気道、脳神経など、その他の臓器の疾患に腸内細菌叢が関与しているという知見が集まっており、日々、そのリストは増している。その代表的なものを表3にまとめた。

表3 腸内細菌叢が関与する各種臓器の疾患

臓器	疾患
脳・神経	自閉症、パーキンソン病、うつ病、多発性硬化症
心・血管	心疾患
肝・胆のう	薬物代謝、非アルコール性脂肪性肝疾患
肺・気管	ぜんそく、アレルギー
小腸	セリアック病
大腸	炎症性腸疾患、大腸がん

(PLoS Pathogens, doi.org/10.1371/journal.ppat.1008370 (2020)に基づき、ARCにて作成)

◆腸内細菌叢のゲノミクス、メタボロミクスと疾患との関係

腸内細菌叢のゲノミクス研究は、腸内に1,000種類ほどの細菌が生息すること、人間の腸内細菌叢を構成する細菌の種類やその数が個々人で大きく異なることを明らかにする画期的なものであった。しかし、腸内細菌叢の本質的な多様性のために、現在まで集積されたデータでは、細菌の種類と疾患との関係を、直接、結び付けることができず、エンテロタイプなどの概要把握にとどまっている。メタボロミクス研究も、多数の代謝物の濃度が多いか少ないかの傾向を議論するだけでは、個々の疾患との関連がみえてこない。

そこで、最近では、腸内細菌叢による代謝の生産物の中から疾患に直接関わっている可能性を持つ化合物をピックアップして、代謝物の構造、それを合成する酵素、その酵素を保有する細菌、動物実験や人間での知見に基づく代謝物の活性などを示した研究が増加している。その代表的なものを表4にまとめた。

特定の代謝物であれば、その存在や濃度を追跡、比較することも容易であり、それを合成する酵素を医薬品開発の標的とすることもできる。また、ゲノミクス研究と合わせて、その代謝物を生産する酵素群や、それらの酵素を産生する一群の細菌を予測することもできる。そうした研究を発展させれば、疾患の診断法の開発、医薬品の開発などに結び付けられる可能性がある。

表4 腸内細菌叢代謝の原料と生成物と疾患との関係

代謝の原料	代謝の生成物	疾患との関係
トリプトファン	インドール代謝関連物質	尿毒症の促進 自己免疫疾患、大腸炎の抑制
一次胆汁酸	二次胆汁酸	肝臓がんの促進 細菌感染の抑制
食物繊維	短鎖脂肪酸	肥満、糖尿病の抑制と促進 自己免疫疾患、細菌感染、 大腸炎の抑制
コリン、カルニチン	トリメチルアミン、トリ メチルアミン <i>N</i> -オキシド	糖尿病、血栓症の促進
フラボノイド	デスアミノチロシン	ウイルス感染の抑制

(生化学, 91(1), 65 (2019)に基づき、ARCにて作成)

◆腸内細菌叢の代謝物と疾患との関りに関する最近の研究

腸内細菌叢の代謝物が疾患に関わっていることを示す最近の研究成果から、共に、20年9月に発表された、米国のハーバード大学などの研究チームによる慢性腎臓病とインドールに関する報告、カナダのカルガリー大学の研究者によるがん免疫療法のチェックポイント阻害剤とイノシンに関する報告を紹介する。腸内細菌叢が関わることを示された臓器と疾患は着実に増えている。

ハーバード大学などの研究チームは、慢性腎臓病のモデルマウスに含硫アミノ酸を多く含む食餌を与えると、腸内細菌のトリプトファン分解酵素の活性が低下して、尿毒素であるインドールやインドリル硫酸の濃度が下がることにより、慢性腎臓病の増悪が抑制されることを示した。表4に示すように、トリプトファンの代謝物が尿毒症に関わることは既に知られていたが、この研究により、慢性腎臓病にも関与することが明らかになった。

この結果は、腸内細菌叢の細菌の種類を直接変化させるのではなく、摂取する食餌によって、慢性腎臓病の進行を遅らせるプレバイオティクスの可能性を示している。また、腸内細菌が発現しているトリプトファン分解酵素を標的とする医薬品開発の可能性を示唆するものでもある。

カルガリー大学の研究者は、3種の腸内細菌 *Bifidobacterium pseudolongum*、*Lactobacillus johnsonii*、*Olsenella*種は、4種のがんモデルマウスにおいて、免疫チェックポイント阻害剤の効果を増強させることを示した。免疫チェックポイント阻害剤は、免疫の仕組みを使ったがん治療薬である。この効果は、腸内細

菌叢が生産する代謝物イノシンによるものである。イノシンは核酸合成の中間体である。イノシン受容体を発現しているがん細胞に対して効果が示された。

この結果から、イノシンを産生する特定の細菌を投与するプロバイオティクスを用いて、免疫チェックポイント阻害剤の効果を増強することが考えられる。また、イノシン受容体を標的とした創薬の可能性も示唆するものである。

現在のところ、どちらの研究も実験動物のマウスをモデルとしており、人間で同じ効果が得られるか否かは今後の検証が必要になる。しかし、代謝物、さらには、それを生産する細菌が明確になれば、上記の通り、さまざまな手段を通して医療応用への道筋もみえてくる。

◆腸内細菌叢を利用した疾患治療の現状

現在、疾患の治療や健康の促進に腸内細菌叢を応用する手法として、プレバイオティクス、プロバイオティクス、糞便移植（FMT）が知られている。

前述のように、プレバイオティクス、プロバイオティクスは古典的な手段であり、現在でも、健康食品としてその位置を占めているが、特定の疾患を標的とするものではない。

FMTも古くから試みられているが、近年、手法が洗練され、盛んに臨床研究が行われるようになってきている。消化器の感染症や炎症性腸疾患などで有効性が示されているが、腸内細菌が生息する臓器の疾患ばかりでなく、表3に示した腸内細菌叢が関わりとされる各種の臓器の疾患にも応用が検討されている。

19年6月に米国でFMTによる多剤耐性菌感染で患者が死亡する事故が発生しており、糞便の投与には十分な注意が必要であるが、経鼻の十二指腸への直接注入、カプセル化などの投与法の発展によりFMTの臨床研究の安全性は増している。

◆適用範囲を広げている糞便移植の最近の研究

最近のFMTの研究例として、20年8月のオランダのアムステルダム大学などの研究グループの造血幹細胞移植による移植片対宿主病への応用、20年3月の米国のハーバード大学などの研究グループの肥満への応用を紹介する。FMTの手法が安全なものになってきたため、生活習慣病などの広範囲な可能性が検討できるようになった。

アムステルダム大学などの研究グループは、FMTにより腸における移植片対宿主病が抑制されるか否かを検討した。他家の造血幹細胞移植は有用な治療手段であるが、移植片対宿主病を引き起こし、腸を含むいろいろな臓器に影響を与えることが知られている。

対象群を設けずに、15人の腸の移植片対宿主病患者に対して、健康な人間の糞便懸濁液を経鼻十二指腸注入したところ、1ヵ月後、その内10人で移植片対宿主病が治り、腸内細菌叢の多様性が回復し、酪酸を産生する細菌が増加した。

ハーバード大学などの研究グループは、マウスのモデル実験では有効性が示されているFMTによる肥満改善という生活習慣病に対する応用を、初めて、人間を対象とした臨床研究として実施した。

健康でやせたドナーの糞便を凍結カプセル化したものを、24人（FMTカプセル投与群12人、プラセボカプセル投与群12人）の肥満患者に対し、6週間、毎週投与して、0、6、12週間後の体重や各種の代謝パラメータの比較を行った。カプセル投与による重篤な有害事象はみられず、少なくとも、12週間、ドナーからの移植によって変化した腸内細菌叢は安定していた。残念ながら、体重の変化に関しては腸内細菌叢投与群とプラセボ投与群との間で有意差はみられなかったが、FMTの可能性を追求する果敢な試みといえる。

FMTでは、ドナーによって腸内細菌叢が異なるため、近年は、純粋培養によって得られる腸内細菌、あるいは、その数種類のカクテルを治療に用いる研究も盛んになっている。これは、プロバイオティクスに通じる考え方である。

◆腸内細菌叢の疾患治療への展開に関する今後の展望

腸内細菌叢が代謝物を通して、さまざまな臓器の疾患に関与することが明らかになってきている。こうした知見は、具体的に、細菌、遺伝子、酵素、化合物を特定するものであり、現在の医薬品開発のプラットフォームの利用を可能にするものである。現在、腸内細菌叢を利用して疾患の治療を行う試みとして、FMTなどがある。そうした成果も取り入れつつ、医薬品開発の標的となる代謝物を確定することで、腸内細菌叢の機能を基盤とした、より一般的な治療法が開発されることを期待したい。

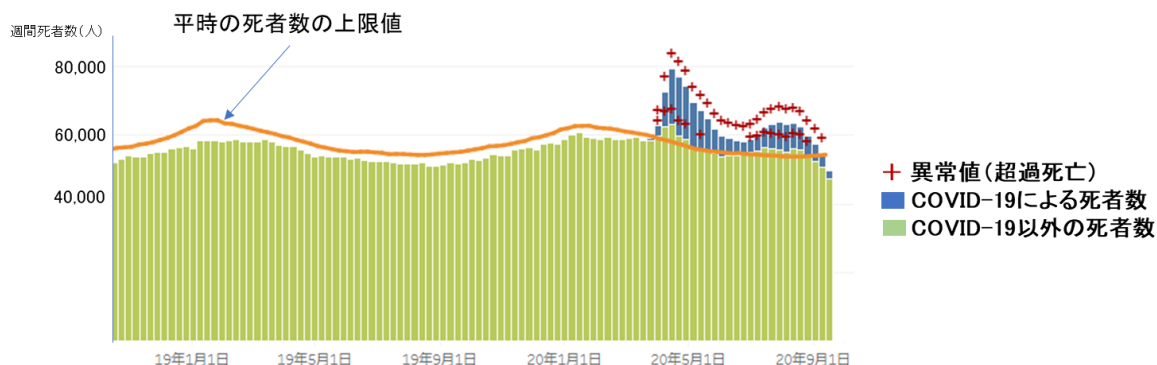
【戸潤一孔】

COVID-19によって生じた医療危機

◆米国でCOVID-19を原因としない死者が増加

2020年春からの欧米を中心としたCOVID-19の爆発的流行により、医療機関へのキャパシティを超える患者が殺到した。医療従事者は治療に忙殺され疲弊し、医療従事者自身もCOVID-19に感染した。その結果、医療機関の能力が著しく低下し、多くのCOVID-19患者が十分な治療を受けられずに亡くなった（医療崩壊）。

また、COVID-19患者は隔離が必要であり、普通の患者に比べて空間と手間を必要とする。重症化すればICU（集中治療室）や人工呼吸器を占有する。そのため、他の疾患の患者に対する手術や治療が遅れ、間接的に死者が増加する。平時における予測上限値を超えて死亡が生じることを超過死亡と呼ぶ。米国では、20年3月末より超過死亡が認められ、その大部分はCOVID-19による死亡（9月末時点の累計で約21万人）である。COVID-19を除いた超過死亡（同約8万人）が、他の疾患の治療の遅れによる死亡と考えられている（図1）。



（米国疾病予防管理センター（CDC）資料をARCが加工、2020.10.2）

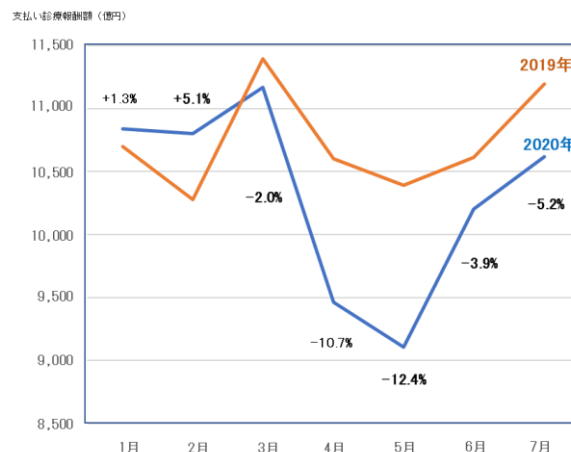
図1 米国における超過死亡の状況

日本に関しては、20年9月、国立感染症研究所がCOVID-19流行期における超過死亡の推計を発表した。その結果、日本全体で見れば、COVID-19による超過死亡は確認されていない。COVID-19による死者数（同約1,500人）の少なさもさることながら、交通事故死などの減少も影響していると考えられる。

◆受診控えにより医療機関の収入が減少、長引けば経営危機に

COVID-19の集団感染が医療機関で多発したことや、公共交通機関での感染を避けるため、多くの人が緊急性の低い受診を控えた。また、マスクや手洗いなどの対策により、風邪などの他の感染症が減少したことも影響している。

社会保険診療報酬支払基金（企業健康保険、協会けんぽなどで構成）の集計によると、保険者が4、5月に支払った診療報酬は、前年同月比でそれぞれ-10.7%、-12.4%と減少した。緊急事態宣言が解除された6月以降も19年を下回っている（図2）。一方、国民健康保険中央会（国民健康保険および後期高齢者医療保険などで構成）の集計によると、保険者が4、5月に支払った診療報酬は、前年同月比でそれぞれ-7.7%、-11.5%と減少した。



（社会保険診療報酬支払基金発表資料を元に ARC 作成 2020.10.2）

図2 企業健保や協会けんぽなどの診療報酬支払いの推移

医療機関は収入のほとんどが診療報酬であり、人件費などの固定費の割合が約8割と高く、診療報酬の減少が経営に与える影響は大きい。日本病院会の発表によると、20年4月の医業収益は対前年同月比で-11.5%と減少した。5月に入ると同-18.6%とさらに落ち込み、6月同-6.6%、7月同-6.3%と回復していない。医業収益から医業費用を引いた医業利益は赤字となった。

政府は、公的支援制度を拡充して民間医療機関の資金繰りを支援しているが、診療報酬減が長引けば、立ち行かない医療機関が出てくる。日本医師会は、政府に対し、診療報酬の引き上げを要望したが、診療報酬の引き上げは国民の窓口負担増につながり、さらなる受診控えが生じるとして現時点では否定的だ。

◆子供へのワクチン接種の減少による将来への懸念

小児科受診によるCOVID-19への感染リスクを避ける行動により、乳幼児へのワクチン接種率が低下している。20年9月の日本小児科医会の緊急提言「いま、全国で起こっている小児科診療所経営の深刻な状況」によると、小児科を受ける患者が、3月-25.7%、4月-38.2%、5月-48.3%と激減し、8月でも元のレベルに戻っていない。また、NPO 法人「VPD（ワクチンで防げる病気）を知って、子どもを守ろうの会」の調査によると、生後最初に受ける小児用肺炎球菌ワクチン接種率が、COVID-19流行前に生まれた子供に比べ約10%低下した。

子供に対するワクチン接種率の低下は世界でも生じている。UNICEF（国連児童基金）とWHO（世界保健機関）の調査によると、子供に対するワクチン接種の指標として用いられる、三種混合ワクチンの接種率がこの28年間で初めて低下した。

◆健診受診率の低下による重病の早期発見の遅れと慢性疾患放置の恐れ

20年9月、日本健診医学会は、COVID-19流行による健診受診者の動向と健診機関への影響の実態調査結果を発表した。20年1～9月期の受診者は1,400万人と19年の同時期から700万人減少した。とりわけ4、5月の受診者は対前年同期比で8割減少した。未受診や受診の遅れは、がんなどの重大な病気の発見や糖尿病や高血圧症などの自覚症状のない疾患の治療の遅れにつながる。

表 今後の受診動向によって生じる影響のまとめ

今後の受診動向		医療機関	ヘルスケア企業	公衆衛生	国民医療費
ケース1	すべて回復	一時的な影響	一時的な影響	一時的な影響	一時的な影響
ケース2	感染症などが減少 慢性疾患は元に戻る	一部の診療科、医療 機関で経営悪化	一部の分野で 市場縮小	一時的な影響	短期的に減少
ケース3	完全には元に戻らない	医療が過剰となり 統廃合が大きく進む	医療市場が縮小し 企業合併が進む	慢性疾患の悪化 ワクチン接種の低下	短期的に減少 長期的に増加？

（各種資料を元にARCまとめ）

COVID-19流行の動向は見通せないが、受診控えが長引き、それが常態化すれば、医療機関の経営悪化が避けられない。また、医療市場の縮小し、製薬企業などのヘルスケア企業の業績への影響も懸念される（表）。そして、なにより国民の長期的な健康がリスクにさらされることは、看過できない。 【毛利光伸】

米国の対中追加関税に違反判断も、終息には至らず

◆WTOが米中貿易紛争に初めて判断を下した

WTO紛争解決機関小委員会（DSBパネル）は2020年9月15日、米国が1974年通商法301条に基づいて中国に賦課する追加関税措置（表1）のうち、中国が先行して協議要請を行った第1弾と第3弾を「WTO協定違反」とする報告書を配布した。報告書では、米国の措置は、特定国の輸入品を差別しないことを定めたGATT1条（一般的最恵国待遇）と、WTO加盟国間で上限関税率を超えないとしたGATT2条（譲許表）に違反しており、追加関税措置の是正を勧告している。米国はこの結果を支持しないと表明しており、パネル勧告で追加関税措置が是正されることはないだろう。さらに、DSBの上級委員会が実質停止状態にあるため、米国が上級委員会へ上訴する可能性もない。米国は上級委員会の活動に異議を唱え、委員の充足を拒否しているため実質的に機能停止に陥っている。よってWTOによる解決の糸口は見えないといえよう。

そもそも本件は、トランプ大統領が米国通商代表部（USTR）に対し、中国の知的財産権侵害などの不公正措置に関する調査指示の覚書を17年8月に発出し、その調査結果を受けて追加関税賦課の覚書を18年3月に発出したことから始まった。USTRは、①強制的な技術移転、②ライセンス契約などにおける特定条項の強制、③組織的な米国企業の買収、④営業秘密の窃取の4点を調査し、いずれも不合理または差別的と判断している。米国は18年7月以降、4回にわたって対中追加関税措置を発動し、同時に中国と貿易協議を続け、20年1月には第1段階の合意に至ったものの、全面解決には程遠い状況だ。

表1：1974年米国通商法301条発動による、米中間の追加関税措置

	発動日	米国				発動日	中国			
		追加関税率	品目数	主要品目	金額 (億ドル)		追加関税率	品目数	主要品目	金額 (億ドル)
第1弾	2018/7/6	25%	818	乗用車、プリンター用部品等	340	2018/7/6	25%	545	大豆、牛肉、自動車等	340
第2弾	2018/8/23	25%	279	プラスチック、半導体等	160	2018/8/23	25%	333	エネルギー、化学製品等	160
第3弾	2018/9/24	10%	5,745	電気機器、家具、寝具等	2,000	2018/9/24	5%~10%	5,207	電気機器、一般機械等	600
	2019/5/10	25%				2019/6/1	5%~25%			
第4弾 a	2019/9/1	15%	3,243	電話機、通信機器、TV等	1,200	2019/9/1	5%~10%	1,717	大豆、大麦、原油等	290
	2020/2/14	7.5%								
第4弾 b	発動せず		555	携帯電話、ノートPC、玩具等	1,600	発動せず		3,572	自動車、レアアース等	867

（資料）ジェット短信などからARC作成

◆米国はWTOではなく、国内法で不公正措置を是正してきた

1974年通商法は米国の国内法である。国内法を国外に適用することを域外適用といい、貿易紛争解決のため、WTO協定ではなく国内法で関税率引き上げなどの貿易措置を発動することを一方的措置という。

表2は、トランプ政権が多用する1974年通商法301条と1962年通商拡大法232条についてまとめたものである。これらの発動は一方的措置かつ域外適用として、従前よりWTO協定との整合性が問われてきた。例えばEUは98年に301条のWTO協定違反の可能性につき協議要請し、パネル判断を仰いだが、米国がWTO協定と整合的に運用することを条件に「違反とはいえない」との結論に至ったため、301条は現在でもよく使われている。また、232条はGATT2条（譲許表）とGATT11条（数量制限禁止）に違反するとの指摘があるが、米国は輸出管理規則と同様に、GATT21条（安全保障例外）を援用している状況だ。

表2：1974年通商法301条、1962年通商拡大法232条

通商法	発動の法的根拠	主な対策	執行権限
1974年通商法 301条 (不正貿易対抗措置)	・通商協定における米国の権利が侵害されている場合、または外国の措置や政策などが通商協定の規定に違反または不整合である場合など (例：知財権保護の否定、外国市場へのアクセス制限、外国政府による反競争的行為の許容、労働者の権利の否定、輸出競争力をつける政府スキーム)	・通商協定上の譲許に関する権益の適用の停止など ・関税賦課または輸入制限（関税措置を優先） ・一般特惠関税制度などの停止 ・当該行為の撤廃や補償的な貿易上の権益などを内容とする拘束力のある合意の締結	米国通商代表部（USTR） ・大統領に報告後、大統領から特段の指示があれば従う
1962年通商拡大法 232条 (国家安全保障措置)	・当該品目の輸入が、その数量または状況からして、米国の国家安全保障へ悪影響を与える恐れがある場合 (考慮すべき要素の例：国防上必要な国内生産量を満たす国内産業の能力、過度な輸入によって国内製品が代替されることから生じる収入減など)	・輸入調整（輸入禁止、関税率引き上げ、輸入数量制限、関税割当など） ・輸入制限の交渉 *原則、全ての国が措置の対象	大統領 ・商務省が調査し大統領に報告後、大統領が対策を決定

(資料) "Overview and compilation of U.S. trade statute 2005"などからARC作成

◆バイデン政権なら貿易紛争終息の可能性が出てくる

WTOが上級委員会から勧告を出せない以上、米中貿易紛争が終息するためには、米中協議の最終合意とバイデン政権の誕生が必要になるだろう。米中協議は、中国による米国産品購入が進んでいないこともあって停滞しているが、米中間で最終合意に至れば、米国が追加関税措置を継続する理由はなくなる。バイデン政権はトランプ政権と違って関税紛争に否定的であるため、最終合意をもって貿易紛争は終息し、新たな対立事案が出てきた場合には、WTOによる紛争解決を志向する可能性が高い。ただし米中協議は補助金問題などの重要テーマも控えており、貿易紛争終息にはもうしばらく時間を要すると考えるべきである。

【田中雄作】

中国が米国への対抗措置で通商規制強化

◆中国が「信頼できない企業リスト」制度を発表

2020年9月19日、中国は、「信頼できない企業リスト（中国名：不可靠実体清單）」制度を発表し、即日施行した。リストに掲載された海外企業は、中国との輸出入や対中投資の制限・禁止、社員の中国への入国禁止や在留許可の取り消し、罰金などの処置が課されることになる。

10月8日時点で具体的な企業名は公表されてはいないが、リストに掲載される例として、中国商務省は、①中国の国家主権などに危害を及ぼす企業、②正常な市場取引原則に反し、中国企業との取引を停止したり、差別的措置を講じたり、合法的権益に損害を与えたりする企業、を挙げている。

通常、米国や日本などの経済制裁対象リストには、テロ、人権侵害、腐敗行為などに加担した企業が掲載される。これに対し、中国の「信頼できない企業リスト」では、海外の法律順守を理由にして中国企業との取引を停止した企業も掲載されるとみられている。類似の法律は米国、カナダ、EUにもあるが、米国との対立が激化している中国は、米国法を順守しようとする企業に積極的に適用する可能性があり、中国企業との取引停止の際は慎重に対応することが求められる。

◆中国は輸出管理法も整備、再輸出規制を導入

2020年7月3日、中国は輸出管理法（中国名：出口管制法）の第三次草案を発表した。中国では、これまで核兵器の輸出を禁じる法律などはあったが、体系的に輸出を管理・規制する法律はなかった。8月16日に草案に対する意見募集を締め切っており、近いうちに正式に制定されるとみられている。草案では、再輸出規制が導入されており、例えば日系企業が中国の輸出規制品目を組み込んだ製品を第三国に輸出する場合、中国政府の再輸出許可が必要になる。

これまでは、ファーウェイとの取引規制、ウイグルの人権侵害を理由にした中国企業への経済制裁など、米国による対中通商規制の強化が進んできた。ここに来て、中国も次々と対抗措置を講じてきており、日系企業としては米国だけでなく中国の通商規制の強化にも対応せざるを得なくなっている。 【今村弘史】

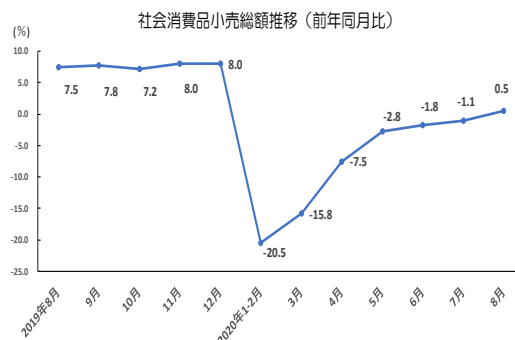
新型コロナを克服し、回復基調辿る中国経済

◆世界銀行が2020年の中国の成長見通しを2.0%に上方修正

世界銀行は9月29日に、世界経済見通しにおける東アジア・太平洋地域の新興国の2020年の経済成長率を0.9%へと、4月時点の2.1%から下方修正する一方で、中国に関しては1.6%から2.0%へと上方修正した。いち早く新型コロナウイルス感染症を抑え込み、経済活動の回復を反映したものだ。

◆競争激化でECが活性化、8月の社会消費品小売総額もプラス0.5%に転換

中国の8月の鉱工業生産額は前年比5.6%増加（1～8月累計は前年同期比0.4%増）し、5ヵ月連続のプラス成長となった。1～8月の固定資産投資（農村を除く）は0.3%減の37兆8,834億元。民間投資が2.8%減だが、国有企業による投資は3.2%増だった。



1～8月の不動産開発投資は4.6%増の8兆8,454億元で、うち住宅投資は5.3%増の6兆5,454億元だ。輸出入の合計も8月は前年比11.6%の増加となった。また8月の社会消費品小売総額は上記グラフのように19年12月以来の増加に転じた。ただ補助金効果で堅調な自動車販売を除くと-0.6%にとどまるが、1～8月のネット販売は同9.5%増となり、なかでも実物商品のネット販売は15.8%と大幅増加となっている。

ネット販売そのもののあり方にも変化が生じている。これまでタオバオなどのECマーケットプレースを提供するアリババと直販型ECの京東の2社が双璧だったが、SNSとECを融合させた拼多多（ピン・ドゥオドゥオ）の登場と急成長に伴い、業界地図に変化が生じている。テンセントが出資する拼多多は、チャットアプリの微信に組み込まれたミニプログラムとしてすぐに利用可能な上に、仲間と同時に買えば安くなる「共同購入」の仕組みを導入し、15年設立から利用者はすでに6.8億人となり、アリババの7.2億人に迫る。

中国の消費市場は単に回復しているだけでなく、SNSと共同購入を組み合わせるなど新たな仕組みを導入しながら変化しているようだ。

【森山博之】

中国と欧州が、水素産業の発展を加速へ

◆中国政府は「燃料電池自動車モデル都市」で地方を競わす

中国政府は2020年9月、「燃料電池自動車（FCV）モデル都市」の目標を発表した。モデル都市は4年以内にFCVを1,000台超の規模で普及させ、水素ステーションを15ヵ所以上運営することなどが目標で、進捗に応じて奨励金が支給される。

中国の水素戦略は、FCV購入への補助から、サプライチェーンを構築するモデル都市の奨励へと移行している。モデル都市は北京や上海・長江デルタ、広東・珠江デルタなどが有力視されている。候補の一つ、四川省は9月、水素エネルギー産業発展計画で25年までにFCV普及台数を6,000台とし、水素ステーションを60ヵ所設置する目標を掲げた。上海では、上海汽車と宝武鋼鉄が25年までに水素ステーションを10～20ヵ所建設する予定で、上海汽車は9月、25年までにFCVを10モデル投入し、FCVの生産・販売を1万台にする戦略を発表した。

このほか、大連市でも日本の岩谷産業が協力して、バスやトラックなどのFC商用車の導入が進められている。22年の冬季五輪の競技地である河北省張家口市は1月に水素エネルギー産業基地が稼働している。中国流の、地方各地を競わせて産業の発展を図る成長戦略が功を奏するか、注目される。

◆欧州委員会、ドイツやフランス、さらには州政府レベルでも水素戦略を策定

欧州では20年6月にドイツ、7月には欧州委員会、9月にはフランスが水素戦略を発表した。

いずれの戦略でも製造業で消費される水素を、天然ガス改質などの「グレー水素」から、再エネで水電解した「グリーン水素」に置き換えることが最優先とされている。また、FC商用車やFC列車など、交通分野への水素エネルギー利用拡大も図られる。EU全体では、30年に1,000万トンの水素生産が目標とされ、日本が掲げる「30年に30万トンの水素調達」とは規模感が異なっている。

さらにドイツでは、北部5州が19年11月に「北ドイツ水素戦略」を発表、南部バイエルン州も20年5月に水素戦略を発表している。欧州各国、各州レベルでの水素産業発展に向けた取り組み、競争が広がっている。

【長谷川雅史】

「欧州原材料アライアンス」発足

◆EUが、需要増加が見込まれる重要な原材料の確保のためアライアンスを発足

欧州委員会は2020年9月29日、重要な原材料の戦略的な確保を目指す官民協働モデル「欧州原材料アライアンス（ERMA:European Raw Materials Alliance）」を発足させた。

背景には、欧州連合（EU）が推進している50年までの「気候中立」（温室効果ガスの排出と吸収量の差をゼロにする）によるエネルギー転換や、「デジタル化」による電子機器の増加などのために、特定の原材料の需要予想の高まりがある。

EUは9月9日にはEU初となる「戦略的将来予測報告書」を発表しており、社会経済、地政学、グリーン、デジタルの4つの側面におけるEUのレジリエンスを検討し、今後の課題、能力、脆弱性、機会を特定していた。

EU域外の特定の国への重要な原材料の過度の依存は、地政学的な安全保障上のリスクがある。そこで、欧州委員会は重要な原材料を選定し、持続可能かつ安定的な確保に向けた行動計画を策定した。これに基づき、先行事例の「欧州バッテリー同盟」をモデルにERMAを発足させた。既に、企業、業界団体、自治体、欧州投資銀行、投資家、NGOなど多方面からERMAへの参画が表明されている。

◆中国依存の原材料輸入から、EU域内での循環性向上へ

EUが特に重視する原材料として、たとえばリチウムとコバルトがある。化石燃料からの脱却、再生可能エネルギーへの転換や環境政策を進める上で重要で、電気自動車とエネルギー貯蔵に用いられる。50年までにリチウムの需要は60倍、コバルトは15倍以上と試算する。また、風力発電機などに必要な永久磁石の主要材料であるレアアースも10倍まで増えるを見込まれているが、現在は中国からの輸入に依存している。EU域内にもレアアースは埋蔵されており、採掘も検討する。また、電子廃棄物のリサイクルでは、EUは毎年約990万トンの電気・電子機器の約30%が収集・リサイクルされているが、この電子廃棄物からの重要な原材料の回収率は1%未満に留まる。域内での循環性を向上させることで、EUはレアアースに関する戦略的な自立性を包括的に高めていくことを目指す。 【赤山英子】

グリーンから広がるクライメート・ファイナンス

◆パリ協定実現のために重要なファイナンス3分野

2020年9月、経済産業省下の環境イノベーション・ファイナンス研究会による「クライメート・イノベーション・ファイナンス戦略2020」の中間とりまとめ報告が公表された。この報告では、パリ協定がめざす今世紀後半の脱炭素社会にできるだけ早期に到達するためには、①脱炭素、低炭素を実現する経済活動を対象とした「グリーン・ファイナンス」、②省エネ技術や低炭素への移行（トランジション）に向けた活動を対象とした「トランジション・ファイナンス」、③GHG排出量が多いエネルギー産業の低炭素化技術開発や社会実装を対象とした「イノベーション・ファイナンス」の3分野を同時進行させることが重要と述べられている。

3つの重要分野	対象となる経済活動	例示
グリーン・ファイナンス	脱炭素活動・低炭素活動	・ 洋上風力発電の導入 ・ 低コストな水素サプライチェーン構築
トランジション・ファイナンス	低炭素への移行活動	・ 石炭からガスへの燃料変換 ・ 省エネ技術導入
イノベーション・ファイナンス	（エネルギー産業の研究開発を想定）GHG排出抑制、貯蔵、再利用にかかる革新的イノベーションの開発・社会実装	

（出典：経済産業省 各種資料よりARCまとめ）

◆EUを中心に先行するグリーン・ファイナンス

20年からパリ協定の運用が開始されている。IEA（国際エネルギー機関）の19年の試算によると、パリ協定の目標達成のためには、世界全体で40年までに6000兆円以上の資金が必要であり、世界中でGHG排出量削減技術開発およびその社会実装への資金供給の仕組み作りの議論が活発化している。

現状の気候変動対策に関するファイナンスは、グリーン・ファイナンスが主流で、EUが先進的に推進している。EUは、すでに18年にEUサステナブルファイナンスのアクションプランを発表し、投資対象のグリーンな経済活動分類である「EUタクソノミー」の策定についても、20年末には「気候変動の緩和」や「気候変動への適応」に該当する分類の技術的スクリーニング基準が決定される。EUタクソノミーは、再生可能エネルギー、排気ゼロの車など、パリ協定の「2℃より十分低い上昇目標」の達成水準に見合う脱炭素、低炭素活動の分類である。

EUは国際的にもEUタクソノミーに定めるような厳しい定義でのグリーンな経済活動の振興を世界的に主導する姿勢を示しており、19年10月にはサステナブルファイナンスの国際プラットフォームを立ち上げた。現在はEUのほか、カナダ、中国、インドなどを加えた12カ国が参加している。

◆日本は、低炭素経済への移行（トランジション）も重視する姿勢

日本は、グリーン・ファイナンスのみでは、GHG排出量が多い新興国や化石燃料依存度の高いエネルギー産業などの低炭素化への資金供給が不十分になると懸念している。世界のGHG排出量の6割を占めるのは、中国、インド、インドネシアなどアジアを中心とした新興国であるが、EUなどの先進国に比べて製造業の割合が高く、グリーン化と経済成長の両立は容易ではない。日本は、こうしたアジアの国々が低炭素経済に移行するための資金導入を促進し、日本の省エネ技術やエネルギー転換技術によって貢献したい考えだ。また、エネルギー産業はGHG排出量削減のインパクトが大きいにもかかわらず、概して利益率が低く巨額の設備投資が必要な産業で、開発投資を増やす余力がない。よって、エネルギー分野のイノベーションには、外部から資金を積極的に導入する仕組みが必要である。

◆国際的にもトランジション・ファイナンスが活発化

19年以降、低炭素化への移行活動への投資を推進する動きが活発化している。19年10月、EBRD（欧州復興開発銀行）は、化学、鉄鋼、輸送などの化石燃料依存度の高い分野の低炭素化、資源効率化プロジェクトを対象としたトランジションボンドを発行した。また、先進的にESG関連のインデックスを提供してきたFTSE Russel は、20年1月にクライメート・トランジション・インデックスの提供を開始した。①経営品質（トランジションの機会やリスクを経営戦略にどう反映しているか）、②カーボンパフォーマンス（企業のGHG排出量目標と2℃目標、国の削減目標などとの比較）の2つの基準での企業評価を考慮した内容になっている。また、国際的ガイドライン策定の動きとしては、グリーンボンド原則を策定したICMA（国際資本市場委員会）が、現在トランジションボンド原則の策定に取り組んでいる。ICMAに対しては日本も意見発信を行っている。クライメート・ファイナンスが活発化し、地球温暖化対策が加速することを期待したい。 【石井由紀】

パンデミックで加速するクリーンエネルギー転換

◆パンデミック復興でクリーンエネルギー転換を求める国際機関

2020年7月9日、国際エネルギー機関による「クリーンエネルギー転換サミット」が開催された。40数カ国のエネルギー政策の閣僚による、エネルギー基盤のクリーン化に計3兆ドルを供する経済復興計画についての討論会である。冒頭に、国連事務局長が脱石炭発電への期待を述べ、次に、各国の中期政策が報告された。

中国では、上半期の経済失速にも関わらず、20年中に85GWの風力発電を追加し、さらに21年からの5カ年計画において水力・風力・太陽光が統合された再生エネルギー発電（再エネ）の基盤構築と低炭素転換を行う。EUと英国では、パンデミックで露呈した化石発電の不安定性を教訓とし、レジリエンス性（回復力）の高い再エネやエネルギー貯蔵を主力化して将来のエネルギー保障を確保する。インドは、ロックダウンの最中、5.6GWの再エネの入札を決めた。世界最大の再エネ市場を目指し、その割合を30年に60%とする。また、電力供給安定化のために蓄電池システムの敷設を戦略的に進める。米国は、化石、再エネ、原子力のいずれの可能性も排除せず、市場競争によるアプローチを目指す。19年の風力発電量は水力を上回り、再エネは歴史上初めて石炭火力発電の消費量を上回った。日本は、オフショア風力発電を電力網に組み込む。また、CO₂の回収・利用・貯留や炭素リサイクルの開発に取り組み、クリーン水素技術を世界に展開する。

◆地の利を生かして再エネ拡大を進める中国

9月22日、習近平国家主席が「2030年までのCO₂排出量のピークアウトと2060年までの炭素中立の達成」を国連総会で発表した。その具体策が、国家能源局の安豊全副局長による7月22日付のIEAの論説に提案されている。

論説によれば、中国には、今こそ再エネを拡大すべき地の利があるという。東北部などの大都市近隣の広大な敷地に太陽電池を設置できるため、屋上設置型を主流とする欧米とは異なり、COVID-19による工事作業の遅延を受けにくい。この利点を生かして投資を拡大し、中国の再エネの優位性をさらに強化させる。

他方、COVID-19の影響で公共交通機関への敬遠が続くと、自家用車の急激な増

加が懸念される。もしも中国の全ての都市通勤者が自家用車で通勤すれば、石油の輸入量は現在の2倍となってしまう。その対策として、中国政府は、原油の低価格が続いてもガソリン市価を高値に維持するものと思われる。電動車両の購入や高性能電池の開発を効果的に加速するためである。

◆「緑の復興計画」でクリーンエネルギー転換を加速する欧州連合

7月21日、欧州議会が「緑の復興計画」に合意した。欧州理事会と欧州議会が予算を立法化すれば、21から27年まで、最大で計2,600億ユーロが、パリ協定目標とSDGs達成の直接経費としてEU市場に投入される。加えて、加盟国のCO₂排出目標と実情の差分を勘案し、域内全体で公正に脱炭素を推進させる基金として100億ユーロが配布される。他方、これらの財源とするために、環境規制の緩い国からの輸入品に対する関税（国境炭素税）が21年に提案される。

◆着実にクリーンエネルギー政策を進める米国

米国でも、安定なエネルギー資源の拡充のために、クリーンエネルギー関連の投資が相次いでいる。6月23日、米国エネルギー省が、水電解によるグリーン水素製造とピックアップトラック用の燃料電池の開発に1億ドルを投入する意向を発表した。7月22日、環境保護庁が、航空機由来のCO₂排出規制を発表した。米国初の法案であり、パブリックコメントを経て21年内に施行される。さらに、8月10日、エネルギー系の研究所であるEPRIとGTIが、水素社会実証の協業活動（Low Carbon Initiative）を発表した。その予算額目標は1億ドルを上回る。また、9月1日には、大手建設会社のMcCarthy Building Companiesが、1GWh級の蓄電池システムの建設を発表した。Teslaが進める0.73GW級の建設と併せて、21年内に、世界最大級の2つの蓄電システムがカリフォルニア州に誕生する。

◆ゼロカーボン社会への岐路に立たされる人類

21年に開催されるCOP26では、上述のサミットの討論が反映され、レジリエントなゼロカーボン社会への道筋が議論される。市民団体や非国家主体だけでなく、若い世代が政策決定者と対話する場も設けられる。人類にとって、ゼロカーボン社会への岐路に立たされる一年となるだろう。

【酒向謙太郎】

増えるCCUS政策、日本はCO₂利用の独自路線

◆ IEAは今後10年間で20倍のCO₂回収を提言

2020年9月、国際エネルギー機関（IEA）はCCUS（二酸化炭素の回収・利用・貯留）に関する報告書を発表した。報告書では、パリ協定が目指す今世紀後半のCO₂排出量実質ゼロを達成するために、年間のCO₂回収量を、現在の約4,000万トンから、30年には8億トンに増加させることを提言している。

IEAは09年にもCCUSに関する報告書を発表しており、20年までに大規模なCCUS設備を100ヵ所建設し、年間3億トンのCO₂を貯蔵することを求めていた。しかし、稼働した商業プロジェクトは20ヵ所にすぎず、投資額はクリーンエネルギー・効率化技術全体の0.5%に満たない。また商業プロジェクトはいずれも貯留設備か石油増進回収（EOR）設備であり、CO₂は資源として再利用されていない。

CCUSの課題は、ほとんどの技術が高コストで実用化に至っていないこと、また化石資源由来の製品や化石資源を利用したプロセスとの差別化が困難なことである。近年IEAが発表してきた報告書でも、将来のCO₂削減効果に占めるCCUSの割合は減少傾向にあり、再エネ電力、省エネ化の割合が相対的に増加している。しかし上記報告書ではCCUSの利点と重要性を示し、社会実装の推進を求めている。

- 主要セクターのCO₂排出量を直接削減できる。発電所やプラントなど既存設備を改修することで、年間12億トン規模のCO₂削減が可能である。
- セメント生産などCO₂排出量が多く、代替生産手段がない産業において、大幅な排出量削減ができる、唯一の現実的な解決策である。
- 直接回収や削減が困難な排出源に対しては、BECCS（バイオマスエネルギー利用CO₂回収法）やDAC（大気中CO₂直接回収法）が炭素除去を実現しネガティブエミッションを達成する技術となりうる。

◆ 景気後退が悪材料となるも、政策支援や個別プロジェクトは堅調

20年5月、テキサス州の火力発電所を運営するリライアント・エナジーは、発電所のCO₂回収運転を停止した。回収したCO₂はパイプラインで130km先の油田に輸送し、EORに利用されているが、石油価格の下落によって経済性が失われた。

CO₂回収設備を運転してEORに利用するためには、約60ドル/バレルを超える原油価格が必要だが、4月には当該地域の原油価格は17ドル/バレルまで下落した。

一方で、経済復興政策の一環としてクリーンエネルギー技術を支援し、経済回復と脱炭素化を同時に進める動きも増えている。20年9月、ノルウェー政府はCCSプロジェクトに対して18億ドルを投資し、セメント工場や製鉄所など、欧州で9つの回収施設を開発することを発表した。イギリス政府は7月に重工業からの排出量削減のためのCCUSに、1億7,800万ドルの投資を発表した。米国は4月に4,600万ドル、9月に5,100万ドルをCCUSに投資することを発表した。米国が化石燃料を利用し続けられるようにすることが目的と説明しており、石炭や天然ガス火力発電所からのCO₂回収に取り組む。但し、CO₂資源化に関する開発はない。

研究開発としてはDACへの投資が増加している。9月、DACのトップ企業であるスイスのクライムワークスは、同業種への民間投資として最大規模の1億1,000万ドルを調達した。同じく9月には、年間4,000トンのDAC商業施設をアイスランドに建設すると発表した。回収したCO₂は利活用せず地下に注入し炭酸塩として固定化する。米国は8月、DAC研究プロジェクトに対して1,350万ドルを投資し、CO₂回収方法や劣化プロセスについて研究開発を行うと発表した。イギリス政府は6月にDACの研究開発予算として1億2,800万ドルを割り当てた。

◆国内はカーボンリサイクル事業が相次いで研究テーマを発表

20年6月以降、NEDOはカーボンリサイクル関連の研究開発として、CO₂を原料としたパラキシレン製造など5件のテーマを決定した。経産省が9月に発表した21年度概算要求では、CCUS関連予算が530億円と前年比で20%以上増加した。CO₂吸収型コンクリート製造技術やバイオジェット燃料の商用化に向けた開発に取り組む。日本は、CO₂利用技術で競争力を確立する戦略だ。

一方、IEAはカーボンリサイクルの便益について、代替製品、CO₂の固定期間、変換に必要なエネルギー量などを考慮する必要があると指摘している。建材やEORを除き、CO₂を原料とした化学製品では恒久的な炭素固定にならず、最終的に大気中に放出されるためである。IEAはCCUSの主眼を高濃度排出源からのCO₂回収・貯留やネガティブエミッション技術とし、一方でCO₂利用に関しては合成燃料などを有望視する程度にとどめ、日本ほど積極的な姿勢ではない。

【塚原祐介】

排出ネット・ゼロを先導する英国

◆国連と英国が2020年12月、世界気候サミットを主催へ

20年9月、国連（UN）と英国は世界気候サミットの開催を国連総会で発表した。20年はパリ協定による温暖化問題の取り組みが始まる年であり、英国は21年11月のグラスゴーでのCOP26に向けて世界の温暖化対策活動を推進していく。COP26はコロナからの温暖化に配慮した経済復興を目指し、「各国の2030年温室効果ガス（GHG）削減目標引き上げ」や「市場メカニズムの策定」を主なテーマとする。なお、グラスゴーのあるスコットランドはGHG排出を一切出さない「ネット・ゼロ」を45年までに実現することを宣言し、削減策において先行している。

◆世界をリードする英国の気候変動対策

英国は近年、気候変動対策の実績において世界をリードしている（図1）。また、英国はクリーン成長戦略と呼ばれる、経済成長とGHG排出削減を両立させることに成功しつつある（図2）。

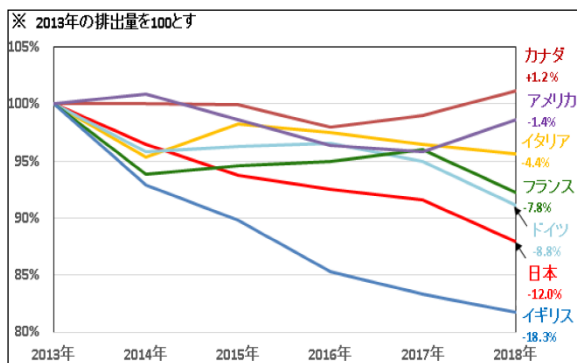


図1 G7 各国の GHG 排出量年次推移

出所：経済産業省、2020.9

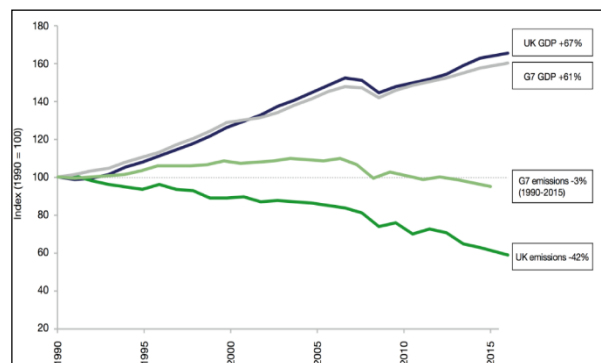


図2 G7 と英国の GDP、GHG の年次変化

出所：英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省

その背景には、気候変動法（Climate Change Act）、および、洋上風力発電などへの再生可能エネルギー（再エネ）に関する積極的な投融資がある。

例えば、気候変動法が策定された08年当初には、50年までにGHG排出量を80%削減する目標を設定したが、その後、18年のIPCCの1.5℃特別報告を受けて、ネット・ゼロ目標に変更、強化した。これを受けて、英国の再エネ発電量は19年に既に全体の36.9%に達しているが、30年には、さらに約52%に拡大する。

英国は気候変動対策における「実績」と「シナリオ」の両方で世界の先を行く。

英国の分野別の年次GHG排出量によれば（図3）、08年の気候変動法の制定後、発電や産業の分野でGHG排出削減を強力に行った。特に発電分野での再エネ拡大効果が顕著である。また、50年排出ネット・ゼロの分野別、GHGガス別の目標によれば（図4）、今後は輸送、建築物、農業からもGHGガス排出を削減していく計画である。30年頃の時点で残存する排出量は、BECCS（バイオ発電+CCS）などのネガティブエミッションで、マイナスを目指す。それでも合計でプラスになる量は、排出権取引を活用してゼロにする、という具体的な目標を描いている。

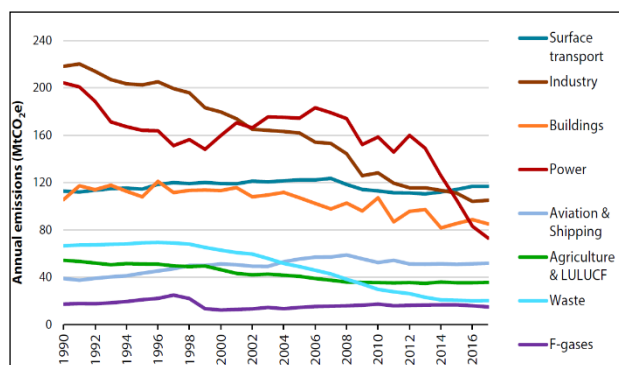


図3 英国分野別年次GHG排出量

出所：英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省

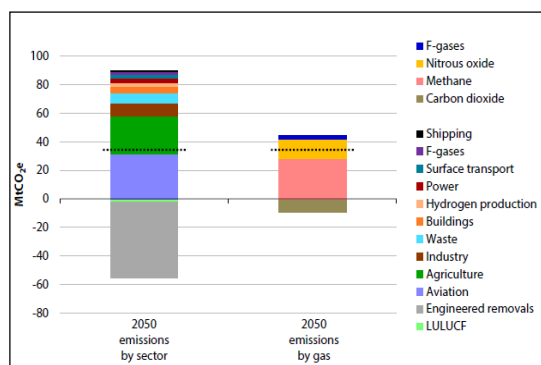


図4 分野別、ガス別2050年排出目標

※図の点線はマイナス排出量相殺後の排出量
出所：英国気候変動委員会 (CCC), 2019. 5

◆英国は排出ネット・ゼロにブレることのない、いくつもの理由を持つ

コロナ禍からの経済復興やEU離脱協定など課題が多いが、英国での気候変動対策推進の流れは強固である。

それには、同国の気候変動への取り組みに関するチェック機能を持つ独立機関「気候変動委員会（CCC）」の存在がある。CCCは気候変動法制定の際に組織化され、英国政府及び地方政府に排出削減目標に関する提言を行うと共に、英国議会に気候変動対策に関する毎年の進捗状況を報告し、勧告を行っている。

また、国民の気候変動問題への関心が高い。若い世代を中心に、気候変動対策に関する活動が活発であり、多くの大学や自治体が気候緊急事態を宣言している。

20年6月、英国LGA（地方自治体協会）は「ローカル・グリーン・ジョブ」として地域で環境関連の雇用を増やす重要性を報告した。低炭素関連の労働者は18年に18.5万人だったが、再エネ事業が増え地域労働者の訓練で30年に69万人、その後、低炭素関連サービス事業も増え50年に118万人以上の低炭素関連の雇用を生むとした。これには気候緊急事態宣言自治体も協力する。この他、英国産業連盟（CBI）、英国商工会議所（BCC）も企業支援を前提に気候変動政策を支持している。 【新井喜博】

バイオマス由来化学品の開発が続いている

◆スキンケア用化学品が酵母を用いて開発された

2020年9月、米国のAmyrisは、バイオマス由来の糖を原料として、cannabigerol (CBG) を酵母によって発酵生産する設備のスケールアップを行ったと発表した。CBGは欧米では不安を鎮める効果があると考えられ、スキンケアや化粧品に使用される。CBGは大麻に微量に含まれる成分だが、CBGを大麻から抽出するのはコストがかかるため、発酵法のほうが有利であるとしている。Amyrisは20年中の販売を計画している。

Amyrisは、03年に設立された企業で、当初は米国政府の資金援助を受けて、ジェット燃料などの開発を行っていた。さらに、当時のグリーンケミストリーの潮流に乗って汎用化学品の開発を目指していた。しかし、バイオマス由来製品の生産コストの壁に阻まれ、甘味料などの高付加価値化学品の製造に転換していた。今回のCBGもその一つであり、市場規模は小さいが、利益が期待できる。

◆バイオマスからアミンを直接合成できる触媒が開発された

東京工業大学の研究グループは、バイオマス由来のアルコールから、ポリマーや医薬の中間体であるアミンを直接合成する触媒を開発したと、20年9月に発表した。

従来は、アルコールからアミンを生産するには高い反応温度や水素の添加が必要であるといった課題があった。今回開発されたルテニウム触媒は、さまざまなアルコールから水素の添加を必要とせずに低い温度でアミンを生産できる。さらにこの触媒は有機化合物から水素を取り出したり、戻したりすることができるため、水素のキャリアーの処理にも使用でき、水素社会の実現にも貢献できると考えられている。

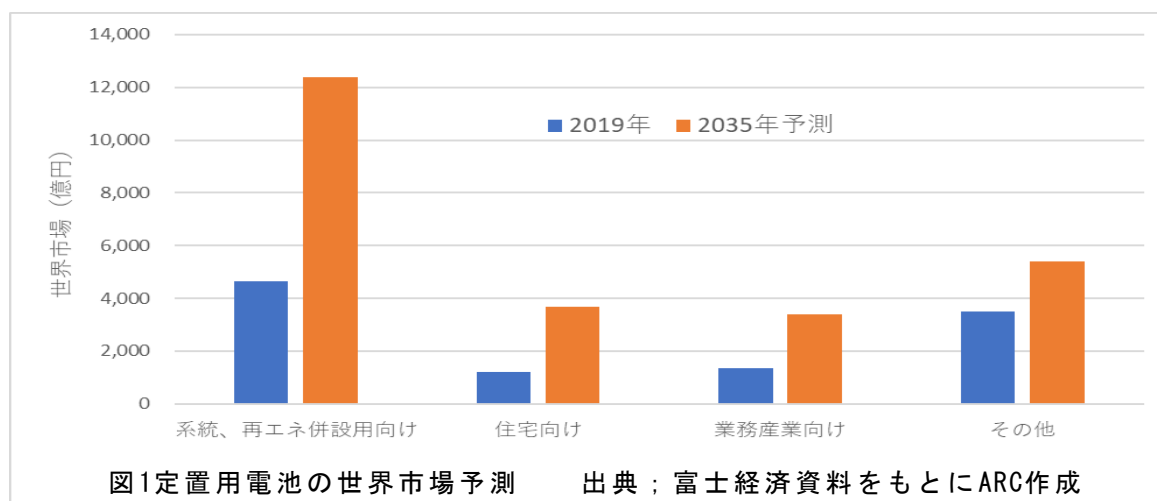
近年、バイオマスからの化学品生産は、バイオコハク酸の生産を行っていたカナダのBioAmberが倒産するといった逆風が吹いていた。しかし、企業による高付加価値品の製品開発と、研究機関の汎用化学品の基礎研究の継続によって、脱石油を目指した研究開発が継続されていく。

【松村晴雄】

定置用二次電池の市場動向と新型鉛蓄電池

◆電力貯蔵、定置用蓄電池市場は35年には19年比2.3倍に拡大

2020年7月、富士経済は電力貯蔵システム（ESS）および定置用蓄電池システムの35年の世界市場予測を発表した（図1）。調査の対象は住宅用、業務産業用、系統、再エネ併設用などで、鉛蓄電池（Pb）やリチウムイオン電池（LiB）、ニッケル水素電池（NiMH）、NaS電池などが含まれる。発表では同市場が19年比2.3倍の2兆5千億円規模に拡大するとしている。特に系統、再エネ併設用の金額は1兆2千億円を超える。蓄電池の単価が下がれば、容量はこれ以上に拡大する。



◆30年のエネルギーミックスの実現は困難であり再エネの拡大が必要

日本政府のエネルギーミックスの計画によれば、30年の原子力発電を20～22%とする目標だが、すでに24基の廃炉が決定し、再稼働炉もテロ対策などのため再び停止する模様だ。また非効率な石炭火力を廃止する方針も決めた。一方、IEAの集計によれば、日本の再エネ割合は20年上半期において30年目標の23.1%を達成しているが、さらなる引き上げを求める声が強まる可能性がある。そのため周波数や需要平準化などのための定置型蓄電池の需要が拡大しそうだ。

◆企業などでの定置用蓄電池の設置が広がってきた

企業や公共事業体では再エネを蓄電することも広がってきた。東京都北区の浮間水再生センターでは、敷地内や処理施設の屋上に太陽光パネルを設置して汚水

処理装置の運転などに使用している。しかし汚水処理量は夕方から夜の時間帯に一般家庭からの量が増え、処理に使う電気使用量が大きくなり、太陽光の発電時間とはマッチしない。そこで、同センターでは昼間の発電電力を蓄電するためNaS電池を設置して、電気使用量の平準化を図っている（図2）。このようなローカルな場所でも再エネと蓄電池の組み合わせが使われ始めたように、予測通り蓄電池市場は拡大するだろうが、電池のコストがいかに下がるかがポイントだ。



図2 浮間水再生センターの太陽光パネルとNaS電池 出典：筆者撮影

◆古河電工などがバイポーラ型鉛蓄電池開発に成功、リチウム電池を超えるか？

鉛蓄電池は低コストだがエネルギー密度の低さが課題だった。20年6月、古河電工と古河電池は、次世代型蓄電池「バイポーラ型蓄電池」を開発したと発表した。正極と負極を貼り合わせた電極基板を積層化することで（図3）、設計自由度の高い電池構成を可能とした。電極には鉛を用いる鉛蓄電池で、電極基板には樹脂を用いている。従来は鉛箔と樹脂基板という異種材料の接合などに技術課題があり、実用化には至っていなかったが、「独自のメタルとポリマーの素材力を活用」することで解決した。容量は50Ah、定格電圧は48V、寿命は4500サイクルの性能を有する。まずは電力系統向けの定置用蓄電池として21年にサンプル出荷し、22年に製品出荷の計画だ。従来の鉛蓄電池に比較して重量エネルギー密度では2倍で、

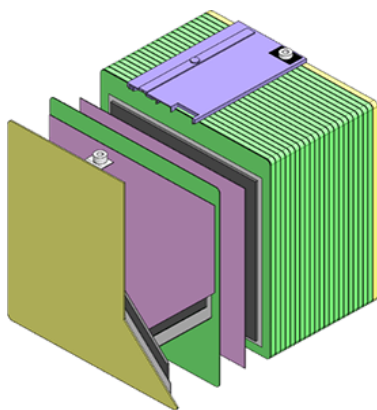


図3 バイポーラ型電池の構造 出典：古河電工

現在主流の定置用LiBと比較してもトータルコストは半分以下が可能だ。またLiBやNaSより安全性にも優れる。電力貯蔵、定置用蓄電池の新たな選択肢として今後が注目される。

【松田英樹】

ティーチレスが産業用ロボット導入を促す

◆日本政府が産業用ロボットのインテリジェンス化技術を海外に発信

2020年9月28日、日本政府が海外へ技術力をアピールするウェブページ（JapanGov Moving Forward: Japan Innovating the Future）に「生産性を向上させるために産業用ロボットをインテリジェントにする」というタイトルで、MUJINコントローラが紹介された。従来、産業用ロボットを動かすには、「ティーチング」と呼ばれるプログラミングが必須だった。ティーチングを行う技能者のことをティーチングマンといい、労働安全衛生法により特別な教育を受けることが義務付けられている。ティーチングには膨大なプログラミングが必要で、時間とコストがかかる作業であった。特に、物流業界では、多種多様なアイテムを取り扱うため、ティーチングを行うことは事実上不可能だった。

その課題を解決したのが、MUJINのモーションプランニングAIという技術である。物を運ぶ先のゴールを設定しておく、カメラの画像から状況を把握し、ロボットの動線上にある干渉回避まで考慮して、最適な軌道を導き出す（図. 1）。

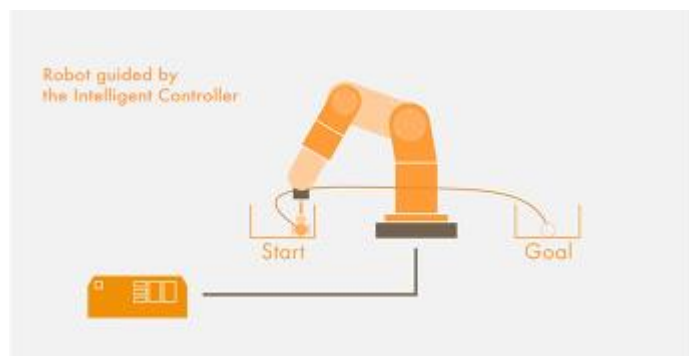


図. 1 MUJINは干渉を考慮し最適な軌道を導き出す

出典：<https://www.japan.go.jp/technology/innovation/industrialrobots.html>

すなわち、ロボットは障害物を考慮して自律的に動作する。このシステムは、今まで不可能と考えられていた物流ネットワーク内のさまざまなアイテムのピッキングプロセスを自動化できる。

◆2020年度の日本ロジスティクス大賞もティーチレスロボット

日本ロジスティクスシステム協会は9月1日、2020年度のロジスティクス大賞をKyoto Robotics（キョウトロボティクス）とPALTAC（パルタック）による知能ピッキングロボット活用事例に決定した。両社は、「日用品卸センターの省人

化・自動化での智能ピッキングロボットの活用」をテーマに、パルタックの物流ノウハウを利用し、キョウトロボティクス独自のビジョンセンサとAIを活用したマスタレス・ティーチレスのケースピッキングロボットを開発した。これにより、従来必須であった煩雑な事前のマスタ登録や動作プログラミングを不要とする出庫作業の自動化を実現した。一旦、ロボットで計測したケースサイズや重量などのデータを倉庫管理システムに取り込み、2次利用することで、新商品の登録作業やリニューアルによる再登録作業を不要にした。さらに、そのデータを出荷作業に活用し、物流センター全体の省人化に貢献したことが評価された。

◆ロボットのティーチング作業自体を自動化するAI技術も開発されている

20年7月27日、NECはロボットのティーチング作業自体を自動化するAI技術「目標指向タスクプランニング」を発表した。作業目標を指示するだけで、目標達成動作のプログラミングが可能になる。例えば、「複数の部品を棚上のトレイに仕分ける」という作業目標を指示した場合、適切なピックアップの順序を予測し、棚にぶつからずにトレイへ運ぶ手順とロボットの動かし方を自動で最適化する（図.2）。

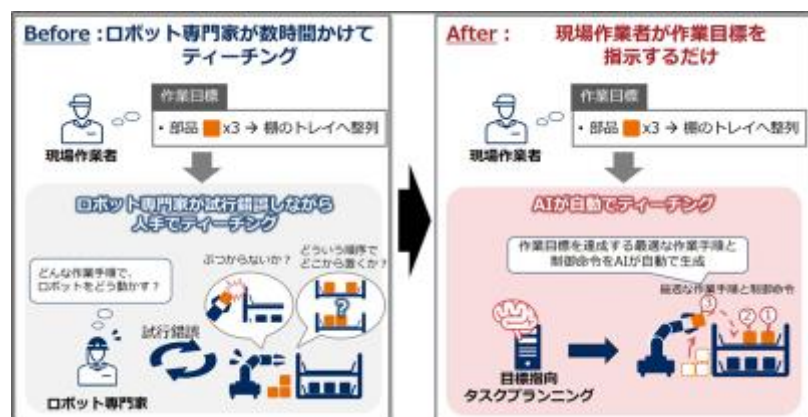


図.2 ロボット導入におけるティーチレスの効果

出典：https://jpn.nec.com/press/202007/20200727_03.html

今までのティーチングでは専門家が数時間を要して、例外的な事象が発生した時の作業手順を事前に設定しておく必要があった。本技術は、この設定作業を数分程度に短縮し、例外的な事象は自動的に作業目標を再設定する。

すなわち、ティーチレス技術は、専門家ではなく、現場担当者が指示を変更するだけでよいことになる。さらに、作業の内容や環境の変化が頻発しやすい、組立業や倉庫業、食品業などの現場でもロボットの導入・活用を容易にする。

ウィズコロナで重要な自動化技術のひとつとして注目したい。 【成田誠】

IoT技術活用の「次世代住宅支援」始動

◆国交省の次世代住宅支援、三菱地所ホームら3件を採択

国土交通省は、2020年9月、「次世代住宅プロジェクト2020」の第1回採択事業者として、7件の応募の中から、三菱地所ホーム、日興タカラコーポレーション、良品計画の3者を選んだ。住宅において、IoT技術等を活用して、住生活の質の向上につながる先導的なプロジェクトに対し、対象費用の2分の1を最大5億円まで補助する。公募の取組テーマは、①高齢者・障がい者等の自立支援、②健康管理の支援、③防犯対策の充実、④家事負担の軽減・時間短縮、⑤コミュニティの維持・形成、⑥物流効率化への貢献、⑦その他として省エネ化・省資源化、働き方改革（在宅勤務）等、の7項目とした。

日興タカラコーポレーションは、コミュニケーションロボットや人感センサを活用した家事負担の軽減に取り組む。良品計画も家事負担の軽減をテーマに、AIで制御する自律移動可能なロボットによる家具の運搬、家電の操作等を提案した。また三菱地所ホームは、健康管理への支援や防犯対策の充実などをテーマに、「全館空調付IoT住宅」のモデルケースを提案した。

◆年代があがるほど高くなる「セキュリティ」分野へのIoT技術活用の期待

一方、生活者は、どのような住生活分野でIoT技術の活用を期待しているのだろうか。全国宅地建物取引業協会連合会が行った「住まい方の意識トレンド調査」（全国20歳以上の男女2,400名、インターネット調査、調査時期：19年1月）で、IoT住宅について、どのような仕組みやジャンルに魅力を感じるか（複数選択可）を尋ねている。最も多かったのが「防犯カメラやインターフォンなどのセキュリティ」（54.3%）で、次いで「太陽光発電や蓄電池などのエネルギーの制御やコントロール」（36.5%）、「玄関ドアや窓、シャッターの遠隔操作」（33.8%）と続く。

年代別では、「防犯カメラやインターフォンなどのセキュリティ」は20代を除いて年代があがるにつれ高くなり、「スマートフォンやスマートスピーカーによる室内設備や家電の遠隔操作」は若い世代ほど高くなっている。今回採択された3件の事業により住宅のIoT実装に拍車をかけることが期待される。 【秋元真理子】

新設されるデジタル庁が最優先で取り組む課題は

◆行政の縦割りを打破してデジタル改革を推進するデジタル庁

2020年9月末に21年中に新設するデジタル庁の準備室が発足した。菅新政権はデジタル改革を最重要政策の一つと位置付けており、準備室は20年末までに基本方針を定め、21年1月に必要となる関連法案を国会に提出するとしている。準備室には総務省、経産省などの中央省庁から約50名、民間から約10名が加わる。デジタル庁のトップには、民間人を起用する意向を示している。

10月に出揃った各省庁の21年度概算要求ではデジタル関連項目の増額が目立つ。総務省、経産省、国交省などは、20年度当初予算の約2～5倍の増額を要求している。デジタル庁は、各省庁で分散して進められているデジタル政策を集約し、予算要求や配分、実施権限についても司令塔としての役割を担いたいとして各省庁と調整を進める方針である。

◆最優先で取り組む課題はマイナンバーカードの普及

準備室の開設に先立ち開催されたデジタル改革関係閣僚会議では、マイナンバーカードの普及、給付金などの行政デジタル手続きの実現、オンライン診療やテレワークの定着、国と自治体のシステムの標準化や共有化の4つを喫緊の課題として挙げている。なかでも、22年末までに全国民へ交付を目指しているマイナンバーカードの普及は、デジタル行政の基盤として不可欠である。

国連が7月に発表した世界電子政府ランキングでは、日本は順位を4つ下げて14位だった。ランキングは、オンラインサービスの内容や提供状況、人的資本、ICTインフラの3分野の指標で決定する。日本はサービス以外、前回より値が改善したが、他国が指標値を大きく伸ばし、相対的に日本の順位が低下した。

政府は20年前からe-Japan戦略などで電子政府の実現を目指してきたが、ランキングが示すようにICTインフラなどでは進展したが、国と自治体のシステムが未統合であったり、サービス自体の認知や理解が不十分で活用が進んでいない。デジタル改革の要となるマイナンバーカードの普及には、国と自治体の緊密な連携と市民レベルでのサービスへの認知や理解が重要になるだろう。【新井佳美】

オンライン化して自宅で優良運転者講習を可能に

◆オンライン講習を22年度中まで試行し、その後の全国導入を目指す

2020年9月、警察庁が優良運転者の免許証更新時に受講する講習をオンライン化すると報道された。21年度予算に関連経費を盛り込み、講習プログラムを開発して全国の都道府県から1ヵ所、モデル地域を選定して試行する。22年度中まで試行を行い、その後全国に導入する。

現在、無事故無違反などの条件を満たす優良運転者には、試験場などで30分程度のビデオ教材による講習を実施し、更新後の免許証を交付している。オンライン化では、更新期に運転者に送付するはがきにQRコードや固有の識別番号を記載し、パソコンやスマホで講習を受けてもらう。動画は早送りできないようにし、修了画面を印刷するか、スマホなどに保存して窓口に提出する。なお、視力などの適性検査や免許更新手数料の納付などの手続きは従来通り試験場などで行う。

◆行政のデジタル化は身近な課題から始めて、さらに効果の拡大を

優良運転者講習のオンライン化は行政のデジタル化や新型コロナウイルスの感染防止対策の一環として行うものである。現在、運転免許の更新手続きは各地の試験場や警察署などで行っているが、更新希望者が集中する場合があります。新型コロナ対策として密にならない更新手続きが課題となっている。警察庁の運転免許統計では19年の免許更新時の講習受講者約1,580万人のうち、約761万人が優良運転者講習を受けている。この講習をオンライン化するだけでも更新希望者が試験場などに滞在する時間の総和は大幅に削減されるので、混雑緩和には一定の効果がある。早い段階で取り組むテーマとして反対は少ないだろう。

ただし、講習オンライン化を契機に、さらに取り組みを進めてほしい。たとえば、時間別受講者数をネットで公開して、試験場などが混んでいない時間をわかりやすくする。適性検査はどの警察署でも可能にする。さらに更新に必要な手数料の支払いもオンライン化して、優良運転者なら試験場などに行かなくても免許証の更新ができるようにする。こうしたことを実現する手段として行政デジタル化に取り組めば、その効果も大きくなり、賛成も増えるだろう。 【藤井和則】

ARC活動報告・予定(9月～)

1. 当期間発行の『ARCレポート』

10月発行（予定）

：「欧州の目指す循環型経済とは」

（研究員 赤山英子）

2. 新聞・雑誌等での弊社研究員による意見発表など

◇上級研究員 森山博之

・フジサンケイビジネスアイ 高論卓説

10月2日「中国アプリの不公平な利用実態 名を変え世界展開、他国製は国内制限」

<https://www.sankeibiz.jp/macro/news/201002/mcb2010020500012-n1.htm>

◇主席研究員 田中雄作

・「BtoB コミュニケーション」（一般社団法人 日本 BtoB 広告協会）

10月号：「米大統領選で通商施策はどうなるのか」

・「国際商事法務」（一般社団法人 国際商事法研究所）

10月号：「With コロナ時代に、企業がとるべき通商戦略とは」

Watching No.313

2020年10月19日発行

発行所 株式会社 旭リサーチセンター

編集人 長谷川 雅史

〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-1-2 日比谷三井タワー

Tel. 03-6699-3095(代表) Fax. 03-6699-3096 [禁無断転載複製]