

# Watching

2022. 5 No. 330

## 特集

蓄電池をめぐる日本での議論と中国の動向…………… 1

## ハイライト

2022年中国「政府活動報告」とネットの活用……………	6
対ロシア「最恵国待遇」撤回と企業対応……………	7
ウクライナ軍事侵攻下のロシア事業への対応……………	9
金融引き締めに転じる世界、独自の道を行く日銀……………	11
自動運転「レベル4」の公道走行に向けて前進……………	13
ロボット導入のハードルを下げるRaaS……………	14
EUは化石燃料輸入削減やCBAMなど環境政策加速……………	15
洋上風力発電に急シフトする米国……………	18
次世代水素製造技術として注目が高まるAEM水電解……………	20
プロセスインフォマティクスの動き……………	22
ペレットの使用が可能な3Dプリンター……………	24
COVID-19禍で大きく変化した疫学通説……………	26
体外受精胚の細胞で一般的疾患のリスクを予測……………	28
ARC活動報告・予定(3月～)……………	29



株式会社 旭リサーチセンター

## A R C 作成：主要経済指標の天気マップ

	四半期別推移												月別推移		
	2019年			2020年				2021年					21年	22年	
	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	12	1	2	
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。

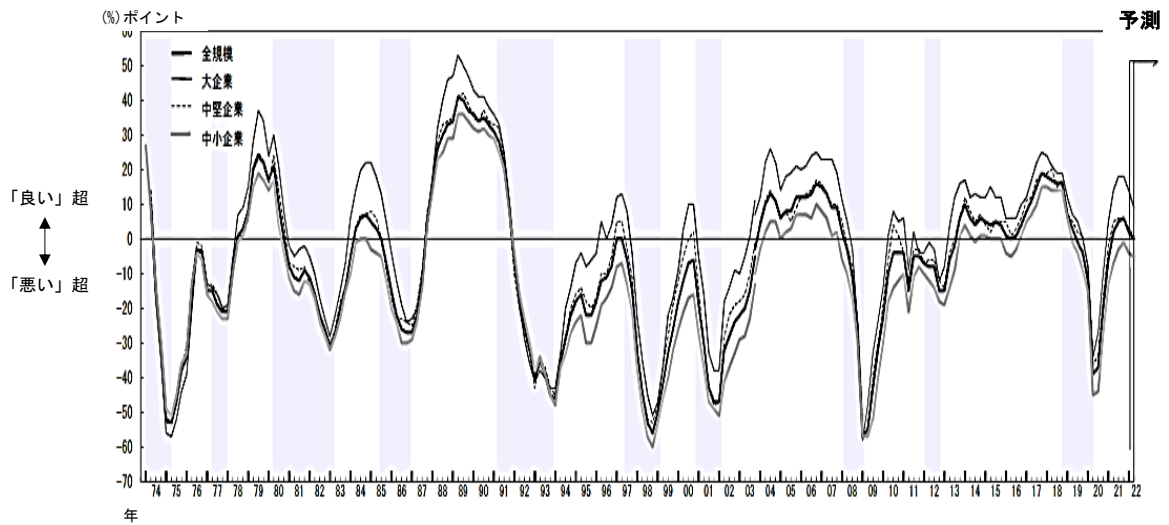
注2：四半期別推移Iは1~3月、IIは4~6月、IIIは7~9月、IVは10~12月。

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2022年4月11日時点での入手可能なデータに基づく。

## 日銀短観（2022年3月調査）業況判断の推移

### 製 造 業



(注) シャドローは景気後退期（内閣府調べ）

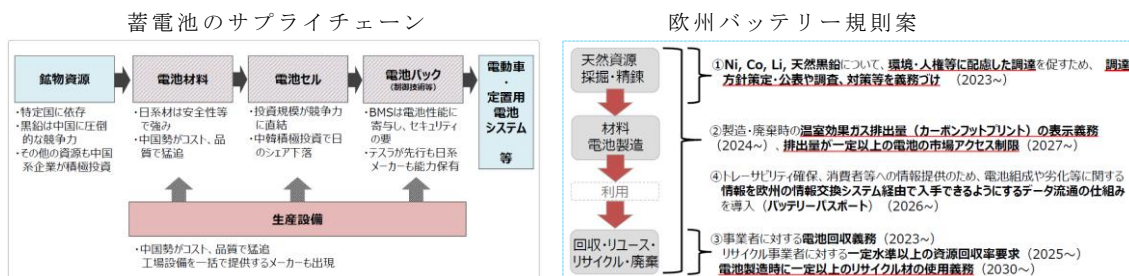
## 蓄電池をめぐる日本での議論と中国の動向

### ◆サステナブルな蓄電池サプライチェーンの構築に向けた研究会

2022年3月、[蓄電池のサステナビリティに関する研究会](#)（第2回）が開催された。研究会では、環境や社会問題への対応などサステナブルな蓄電池サプライチェーン構築に向けて、①ライフサイクルでの温室効果ガス（GHG）排出量の見える化、②人権・環境のデュー・デリジェンス（DD）、③リユース・リサイクルなどの制度整備が検討され、22年半ばには中間とりまとめ、制度の試行が行われる。この研究会は経済産業省（自動車課）が22年1月に立ち上げたもので、[欧州委員会](#)が20年12月に発表した[バッテリー規則案](#)への対応という面もある。

[欧州バッテリー規則案](#)は、電池の製品設計から生産、リユース・リサイクルまでライフサイクル全体を対象としており、例えば、①製造・廃棄時のGHG排出量（カーボンフットプリント：CFP）については、24年から表示が義務付けられ、27年には上限値が設けられる。また、②電池の正極材・負極材の原料であるニッケル（Ni）、コバルト（Co）、リチウム（Li）、天然黒鉛については、その採掘や取引時の人権侵害や環境破壊などのリスクを評価するプロセス（DD）が23年から義務付けられる。さらに、③電池回収が23年から、一定水準以上の資源回収が25年から、電池製造時の再生材使用が30年から、それぞれ義務付けられる。

3月の研究会では、欧州バッテリー規則案を参考に、①CFPは[産業総合研究所 IDEA](#)などのデータベースを活用して算出し、②DDは「[サプライチェーンにおける人権尊重のためのガイドライン](#)」を踏まえて進める方向となっている。③リユース・リサイクルは、廃車となるEVがまだ少なく、実態解明が必要とされた。



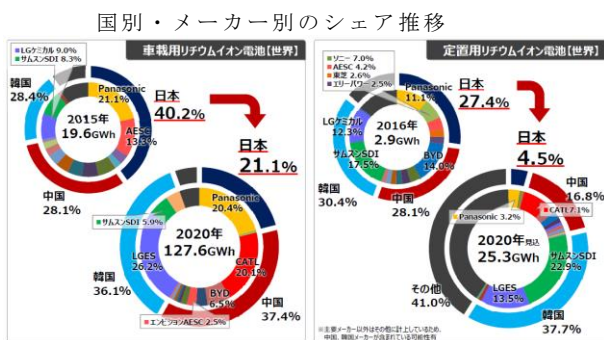
（資料）蓄電池のサステナビリティに関する研究会（第1回）資料

[https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/chikudenchi\\_sustainability/001.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/chikudenchi_sustainability/001.html)

◆蓄電池産業の競争力回復の戦略を検討する官民協議会

21年11月からは蓄電池産業戦略検討官民協議会が、経済産業省商務情報政策局が事務局となって開催されている。こちらは、日本の蓄電池産業の技術的優位や産業競争力に陰りがみられるなか、官民で再興戦略を練るものである。

50年カーボンニュートラルに向けて、自動車の電動化に伴い車載用蓄電池の需要は増加し、出力が変動する再生可能エネルギーの普及も定置用蓄電池の需要増加につながる。富士経済によれば、車載用蓄電池（駆動用）の世界市場は35年には26.4兆円と20年の8.5倍に拡大し、定置用蓄電池は3.4兆円と3.4倍になると見込まれている。一方で、世界市場では、15～20年にかけて中国と韓国がプレゼンスを高め、日本はシェアが低下していること、25年に向けて中国や欧州が生産能力を拡大するが、日本は微増にとどまることなどが、問題視されている。



2021年の世界車載電池メーカー上位

	GWh	%	主な納入先
1 寧徳時代 (CATL)	93.68	32.1	Tesla、小鵬、理想、蔚来NIO
2 LGES	60.25	20.6	Tesla、VW、Renault、Audi
3 Panasonic	46.64	16.0	Tesla、TOYOTA
4 比亞迪 (BYD)	23.95	8.2	BYD
5 SK On	14.36	4.9	起亜、Kona
6 三星 SDI	9.66	3.3	VW、上海VW、Fiat
7 中創新航 (CALB)	8.60	2.9	北汽埃安、長安汽車、上海五菱
8 国軒高科	7.13	2.4	上海五菱、長安、奇瑞、江淮
9 遠景動力	4.13	1.4	NISSAN、广汽三菱
10 孚能科技	2.91	1.0	北汽埃安、北京汽車、第一汽車
11 蜂巢能源 (SVOLT)	2.42	0.8	長城汽車
12 億緯鋳能	2.26	0.8	小鵬

(資料) 左：蓄電池産業戦略検討官民協議会（第1回：2021. 11. 18）資料  
 右：中国・高工研究院：2021全球動力電池裝機量TOP15解析

◆産業競争力の確保には、電池原材料の鉱物資源の確保が不可欠

官民協議会での検討は、上流資源の確保、生産基盤拡大・強化、次世代電池、人材育成・確保、需要拡大、リサイクル・リユース促進など多岐にわたるが、電池原材料である鉱物資源の確保やリサイクルによる資源回収が注目されている。

蓄電池産業戦略検討官民協議会（第1回：2021. 11. 18）における業界団体の提言

電池サプライチェーン協議会 (BASC)	電池工業会 (BAJ)
<b>バッテリーメタル権益/天然黒鉛ソース多角化</b> ① Li、Ni、Co 権益のマジョリティ確保 ② バッテリーメタルのグリーンプロセスに対する研究開発費補助 ③ 負極材生産拠点創出に向けた支援	<b>技術開発強化</b> ① 既存電池の性能向上とコストダウンへの技術開発費支援
<b>Battery to Battery リサイクルスキーム構築</b> ④ リサイクルしやすい電池の基準作り ⑤ 海外スクラップ材輸入促進等 ⑥ B2B リサイクルに向けたインセンティブ付与と研究開発支援	<b>生産・運用強化</b> ② 用途・企業規模・設備内容・国など、特定用途に限定しない設備投資補助金や支援 ③ 生産・物流・設置等の保管費用アップとなる電解液総量の規制緩和
<b>クリーン化</b> ⑧ 電池サプライチェーンでの CFP 算定方法統一 ⑨ DD 海外規制対応に関する支援	<b>販売強化</b> ④ 関税不均衡による不利益発生の解消 ⑤ EV普及の中期ロードマップ策定と市場創出 ⑥ 再エネ普及のロードマップ策定と推進
<b>⑩ 電池サプライチェーン生産能力増強投資支援</b>	<b>リサイクル</b> ⑦ 資源確保～リサイクルの国内循環型社会形成

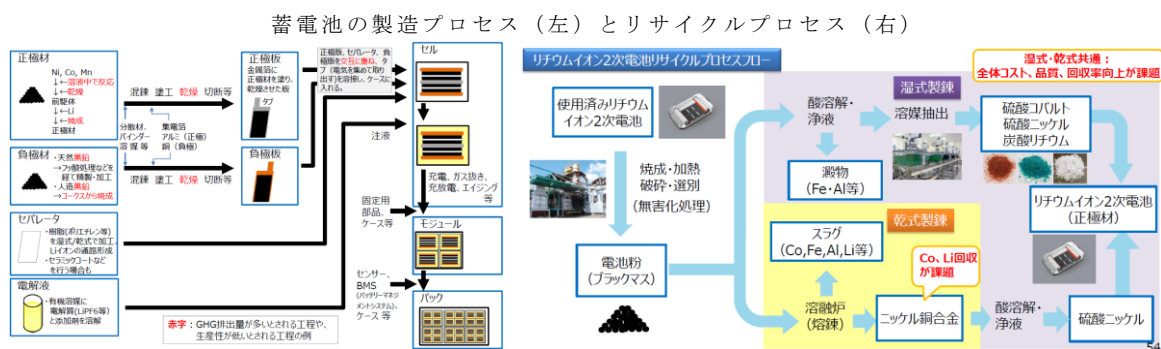
電池の正極材・負極材の原料である鉱物資源（Ni、Co、Li、天然黒鉛）については、欧州バッテリー規則案が言及する人権や環境面でのリスクに加えて、資源調達における特定国への依存が懸念されている。Li、Co、Niのいずれも製錬工程は中国のシェアが高く、黒鉛も生産や輸入は中国に大きく依存している。IEAによると40年の需要は20年比でLiは約13倍、NiやCoは約6倍になる見込みである。



(資料) 蓄電池産業戦略検討官民協議会 (第1回: 2021.11.18) 資料

米国では経済安全保障の観点から、EV用などの大容量バッテリーやレアアースなど重要鉱物は、半導体や医薬品とともに、サプライチェーン強化を図るべき4分野とされる。21年6月には「[リチウム電池のための国家の青写真](#)」が発表され、30年までの目標として、原材料鉱物のCoやNiを代替品に置き換えることや、リサイクル率90%を達成することなどが挙げられている。

日本の協議会は5月頃までの開催とされ、中間とりまとめが予定されている。石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）を通じた鉱物資源確保策や、リサイクルによる資源回収が戦略に盛り込まれてきそうだ。



(資料) 蓄電池のサステナビリティに関する研究会 (第1回、第2回) 資料

◆ 中国では電池サプライチェーン上下流が協働して回収・リサイクルが拡大

世界最大のEV大国であり、世界最大の電池生産国である中国に目を転じると、電池リサイクルへの企業参加が拡大している。日本では廃車になるEVが少ないが、中国では、廃棄される車載電池が25年には100万個、80万トンに達し、電池



回収・リサイクル市場は30年までに1,000～2,000億元（約2～4兆円）規模になると見込まれている。

21年7月に発表された[循環経済発展に関する第14次5ヵ年計画](#)では、電池のリサイクルは重点テーマの一つに挙げられた。NEVメーカーと電池のリユース・リサイクル企業の連携を促進し、車載用電池のトレーサビリティ管理システムを構築する方向性が示されている。22年1月には[工業資源の総合利用推進策](#)が政府8部門共同で出され、電池サプライチェーンの上流から下流まで協働して回収・リサイクルに取り組むこと、三大地域（北京・天津・河北、上海・江蘇・浙江、広東・香港・マカオ）を中心に実証プロジェクトを展開すること、電池の測定や解体、金属回収などの国家基準を制定することなどが盛り込まれている。

使用済み電池のリユース・リサイクルで技術や経営が一定水準の企業はリストで公表されており、18年9月公表の[第1陣5社](#)はリーディング企業と目されている。21年には1月に[第2陣22社](#)、12月には[第3陣20社](#)が公表された。第1陣で選ばれたリサイクル大手・格林美（GEM）はNEVメーカー大手の比亞迪（BYD）と提携しているほか、邦普循環（Brunp Recycling）には電池メーカー最大手・寧徳時代（CATL）が出資、豪鵬科技（Highpower Technology）には厦門タングステン（厦門鎢業）が出資するなど、サプライチェーンを横断して協業が広がっている。

使用済みNEV車載電池のリユース・リサイクル総合利用企業リスト

	第1陣 (2018.09.03) 5社	第2陣 (2021.01.20) 22社	第3陣 (2021.12.16) 20社
北部		藍谷智慧、天津銀隆、天津賽德美	河北中化鋰電
東部	華友鈷業/Huayou Cobalt	華友資源再生、上海BYD、浙江天能	蜂巢能源/SVOLT、江蘇欧力特、南通北新、浙江天能、杭州安影、浙江新時代
南部	光華科技/Sci-Tech	珠海中力、深圳深汕乾泰、惠州恒創、江門恒創、広東佳納、厦門鎢業、格林美（無錫）	福建常青、江門市朗達鋰電池、広東迪度
中部	豪鵬科技/Highpower 格林美/GEM 邦普循環科技/Brunp	贛州市豪鵬、格林美（武漢）、安徽綠沃、中天鴻鋰清源、江西贛鋒、河南利威、湖南金源	安徽巡鷹、合肥國軒高科動力、池州西恩、江西天奇金泰、江西睿達、長沙砭冶研究院、湖南凱地、金馳、湖南金凱
西部		四川長虹潤天、貴州中緯	派尔森

（注）鈷業・化学系／電池・自動車メーカー系／リサイクル業系。

#### ◆民間主導のNEV電池交換モデルを、政府も後押し

さらに、最近の動向で注目されるのが、電池交換式モデルの勃興である。EV車載電池の課題は、充電時間が数時間に及ぶこと、電池のコストが高く、EVの車両価格の3～4割を占めることが指摘されている。電池交換であれば、満充電された電池の交換時間は数分で済み、電池をリース価格で利用することで車両価格の低

減が図れる。さらに、電池交換ステーションを運営することで、電池の品質やトレーサビリティなど、リユース・リサイクルの管理がしやすくなる。

CATLは22年1月、EVの[電池交換サービス事業「EVOGO」](#)を発表した。「チョコレート（チョコレート）換電塊」と呼ばれる電池を車両に搭載し、交換ステーションでの電池交換は1分で済み、200km走行できる。トラックやタクシーなど商用車の車両運営事業者と提携して、電池リース形式での事業展開を目論んでいる。

電池交換ステーションの展開では蔚来汽車（NIO）や奥動新能源（Aulton）が先行している。交換ステーションは21年10月、中国全国で1,000カ所超あり、NIOは12月に目標の700カ所を達成している。NIOは送配電大手・国電網やShellなどと提携し、25年の目標を中国国内外で4,000カ所と掲げているほか、電池リース事業でCATLとも協業している。ソフトバンクグループも出資するAultonは中国石化（Sinopec）や上海汽車、第一汽車と提携し、25年1万カ所を計画している。

中国政府も21年10月に[NEV電池交換の試行プロジェクト](#)を発表し、後押ししている。NEVや電池の有力メーカー、リサイクル業者が拠点とする北京や江蘇・南京、湖北・武漢、吉林・長春、安徽・合肥など11都市をモデル都市に選定し、電池交換に対応した車両の開発や電池交換ステーションの整備を図る。21年11月には[EV電池交換安全基準](#)が施行されるなど、技術標準類も整備されつつある。

EV・電池大国の中国で、リユース・リサイクルを視野に入れた電池交換式のビジネスモデルが標準化されていくのか、注目される。

#### ◆中国と欧州は電池の2大生産地域となり、企業間連携も盛んに

25年の世界の蓄電池生産能力は中国が754GWh、欧州が726GWhと2大エリアとなり、日本は39GWh、米国は205GWhと見込まれている。CATLや孚能科技、蜂巢能源（SVOLT）、国軒高科など中国の電池メーカーは、ドイツ自動車メーカーとも連携しながら欧州で電池工場を建設し、VWやBMWも中国でEVや電池生産を拡大している。また、BASFは電池材料やリサイクルで、[CATL](#)や[SVOLT](#)との戦略的提携を発表している。ShellとBYDは、中国と欧州で相互の充電ネットワークを活用する。日本では、パナソニックが中国で電池リサイクルは広東光華科技と、電池交換ではAultonと提携すると報道された（[日本経済新聞：22年3月15日](#)）。

電池関連ビジネスは、欧州と中国の動向から目が離せない。 【長谷川雅史】

## 2022年中国「政府活動報告」とネットの活用

### ◆第13期全国人民代表大会第5回会議「政府活動報告」

中国の全国人民代表大会（全人代）が開催（3月5日～11日）され、5日に李克強國務院総理（首相）が2021年の活動の回顧と22年の経済・社会発展の全般的要請と政策の方向性、政府活動の任務に関する**政府活動報告**を行った。

活動報告のなかでこの1年の成果を肯定する報告を行うとともに、22年の主要目標としてGDPの成長目標5.5%前後、都市部の新規雇用者数1,100万人以上、消費者物価上昇率3%前後などの主要目標が発表された。感染症対策にも触れており、「海外からの輸入感染防止と国内再発防止を堅持するとともに、局地的な流行に科学的かつ的確に対処し、これまでの生産・生活秩序を保つ」としており、「ゼロコロナ」政策は当面維持されそうだ。また、政府活動に関しては「安定性」を最優先としている。

この政府活動報告であるが、原文の中国語は**全国人民代表大会のウェブサイト**でも公開（新華社は**各国語の特別サイト**も設置）されている。また、**英語版**はもとよりロシア語、フランス語、スペイン語、日本語、ドイツ語、アラビア語に中国政府が翻訳して、海外メディアに配布している。自国の情報を海外に「正しく理解」させるICTを活用したメディア戦略として参考になる点もありそうだ。

### ◆後任人事に注目が集まる李克強首相の記者会見もネットで公開

李克強首相が3月11日、全人代閉幕を受けて任期中最後の**記者会見**を行った。記者サイドと李克強首相はそれぞれ別室という、ゼロコロナ政策に基づいたリモート形式の記者会見（画像参照）だ。



李克強總理記者會見 出所：中国政府のサイト  
[http://www.gov.cn/premier/2022-03/11/content\\_5678618.htm#allContent](http://www.gov.cn/premier/2022-03/11/content_5678618.htm#allContent)

会見の際の質疑応答の内容は、すべて**文字起こしされてネットで公開**されている。資料なしで13の質問によどみなく答えた様子も分かる。5年前の会見の際には、日本人記者に中国語がうまいねと雑談する余裕があったが、今回は最後に英語で挨拶する程度で、イレギュラーなやり取りのない会見だった。【森山博之】



## 対ロシア「最恵国待遇」撤回と企業対応

### ◆ロシアを国際通商システムから排除する動きが広がっている

ロシアによるウクライナへの侵略をめぐり、日米EUなどの民主主義国家・地域がロシアに対する金融・経済制裁などを発動している。例えばロシアの特定個人・企業の海外資産凍結、ロシア向け輸出管理強化、ロシア主要銀行のSWIFT（国際銀行間通信協会）決済ネットワークからの排除などである。これらの措置によってロシアの海外取引は著しく制限されつつある。

並行して、G7諸国・EUを中心に、WTOが規律する国際通商システムからロシアを排除する動きも広がっている。2022年3月11日、米国バイデン大統領はロシアに対する通商上の最恵国待遇（MFN）の撤回方針を[発表](#)し、4月8日にMFN撤回のための法案が成立した。EU理事会も3月15日にロシア向けのMFNを一時停止することで[合意](#)し、日本も3月16日に岸田総理がロシア向けのMFN撤回の方針を[発表](#)した。

MFNは、関税率引き下げ、数量制限禁止と並ぶ、WTO協定の重要基本原則の1つである。MFNを規定する[GATT第1条](#)によれば、WTO加盟国は輸出入に関する最も良い待遇をほかの全加盟国に与えることとされ、自由貿易協定（FTA）による特惠関税を除き、最も低い関税率を等しく適用しなくてはならない。すなわち、WTO加盟国であるロシアから輸入する財に対しては、ほかの加盟国から輸入する同種の財と同率の、最低関税率を適用する必要がある。従って、各国が進めるロシア向けのMFNの撤回とは、差別的な関税率を適用することになるため、理論上はWTO協定／GATT1条（MFN）に整合せず、違反行為となる。

### ◆各国はWTO協定の「安全保障例外」を根拠にMFN撤回に動く

ロシアを国際通商システムから完全に排除するには、WTOから脱退させることが近道だが、そのハードルは高い。WTO協定には、脱退する規定（[マラケシュ協定](#)第15条）はあるものの、「脱退させる規定」がないためだ。現在の法体系で脱退させるには、マラケシュ協定第10条に則って煩雑な作業を進めることになる。まず、加盟国の3分の2以上の議決で脱退させる規定を新設する。ロシアが新規定を受諾しない場合は、加盟国の4分の3以上の議決で、ロシアの取り扱いにつき判

断することになる。これらの作業は合意形成や最終決定までの時間もかかることから、現時点で脱退させる規定の新設に向けた動きはなく、MFN撤回の動きが主流となっている。

ただしMFN撤回は、前述の通りWTO協定違反となるため、その正当性を担保する必要がある。多くの有識者が指摘するのは、[GATT第21条](#)の安全保障例外の援用である。GATT第21条は、WTO加盟国が安全保障上の理由で数量制限や関税率引き上げを実施することを、例外措置として容認している。しかもそれを「締約国の判断」で実施できると規定しているため、仮に21条をめぐる係争が起きても、WTOはその妥当性を審議できない可能性が高い。そのため、21条は各国の輸出管理法や経済制裁法などの実施根拠規定になっており、ロシア向けのMFN撤回も同様になると思われる。

貿易実務の観点からは、各国で法改正などの国内手続きを進める必要がある。米国では、関税に関する権限は議会にあるため、議会にてロシアとの恒久的正常貿易関係（PNTR）を取り消すための法案審議を進めている。PNTRが撤回されれば、バイデン大統領の署名でMFNを撤回することになる。日本でもMFN撤回のため、関税暫定措置法の[改正案](#)を今国会にて審議予定である。

### ◆通商環境が大きく変化する時代の企業対応とは

以上の通り、G7諸国やEU、韓国などはロシア向けのMFNを撤回し、一方のロシアもこれらの国々を「非友好国」と称して対抗措置を打ち出している。その結果、ロシアは国際通商システムから徐々に切り離され、貿易手続き上の混乱は各国にも波及するだろう。MFNは関税のみならず、サービス貿易や付帯する知的財産権などの幅広い領域が適用対象となるため、輸出管理や経済制裁などの「対象指定型」の取引規制と違い、その撤回の影響は非常に大きいといえる。

米中対立やFTAの興隆、地政学的リスクの顕在化など、通商環境は日々激変している。20年11月に当時の梶山経済産業大臣は、米中対立下の企業行動として、自社サプライチェーンの把握、過度に萎縮しないオペレーション、官民連携強化の重要性を[指摘した](#)が、このような対応がますます重要になっていくと思われる。さらにその前提として、広く通商動向をモニターし、自社への影響を分析する「インテリジェンス機能」も重要になっていくであろう。 【田中雄作】

## ウクライナ軍事侵攻下のロシア事業への対応

### ◆欧米企業の撤退理由はロシアへの抗議、日本企業はロシア非難を避ける傾向

2022年2月24日、ロシアのウクライナへの軍事侵攻が始まった。世界各国からロシア非難が高まり、対ロシア金融制裁、経済制裁などが次々と発表された。これと並行して、ロシアで事業を展開するグローバル企業においても、国際社会の一員としてロシアの非人道的な行動に抗議し、ロシア事業の撤退や活動停止を発表する企業が相次いだ。28日にシェル、3月1日にフォードモーター、フォルクスワーゲン、BMW、メルセデスベンツ、2日にエクソンモービル、H&M、3日にナイキ、イケア、4日にマイクロソフト、5日にVISA、マスターカード、インディテックス（ZARA）と続いた。

日本勢は、3日にトヨタ自動車が生産停止を発表、8日にJCB、10日に三菱電機が事業停止を発表、日立製作所が市民生活に必要な電力設備を除く製造拠点の稼働停止を発表、14日にブリヂストンが生産停止を発表した。これらの日本企業は金融、物流やサプライチェーンの混乱を理由としており、ウクライナへの憂慮は表明しつつも、ロシア非難はしていない。トヨタ自動車や日立製作所はニュースリリースにおいても「最も優先していることは従業員とその家族を含む関係者の安心と安全」と強調しており、欧米のロシア制裁への国際協調とはスタンスを異にしている。

### ◆ロシア市民の人権尊重と事業継続への批判に悩む生活必需品産業

飲食、日用品関連の企業は侵攻初期段階ではロシア事業継続の意向であったが、SNS上での不買運動の呼びかけや投資家からの批判を受けて、8日にコカ・コーラ、マクドナルド、スターバックスが相次いでロシア事業停止を発表した。

日本企業では、ファーストリテイリング（ユニクロ）が、競合のH&MやZARAが撤退を表明するなか、7日時点では「衣料品は生活必需品」との立場で営業継続を表明していたが、批判の高まりに、3日後の10日には営業停止を発表した。

一方、ペプシ、ネスレ、P&G、ユニリーバなどは商品群を縮小しつつも、乳製品、ベビーフードなどの食品、ヘルスケア、衛生用品などのトイレタリー用品な

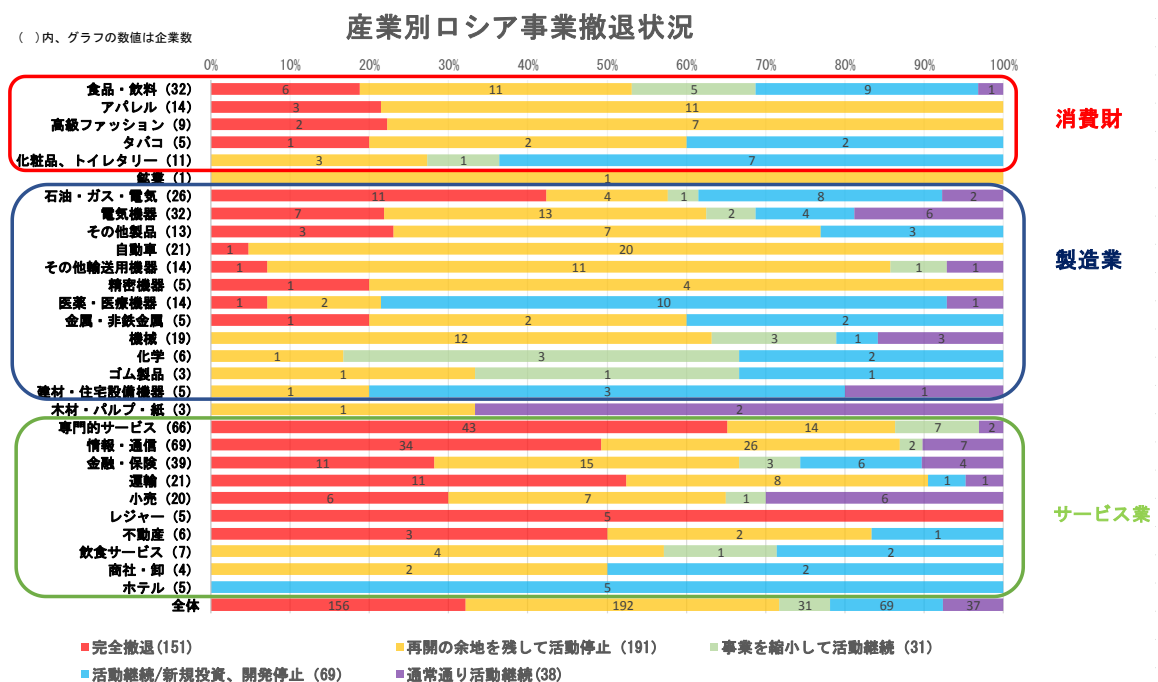
## ハイライト

ど、生活必需品の供給を続けている。これらの企業は、「生活必需品を提供し続けることこそが人道的に忠実で、自社の使命」と、ロシア市民の人権にも配慮し、活動を継続しているが、自国市民やウクライナからの抗議が続いている。事業活動停止を表明した企業のなかでも、ロシアの従業員の生活を守るために、イケア、フォルクスワーゲン、コカ・コーラ、マクドナルド、スターバックス、プリヂストーンなど多くの企業が、事業停止中の雇用と給与支払いの継続を発表している。

### ◆米エール大学が企業のロシア事業撤退状況を公表で圧力をかける

米エール大学経営大学院が、ロシアで事業を継続する企業に圧力をかけることを目的に、ロシア事業からの撤退状況をリスト化して公表している。4月1日公表資料では、スポーツなどの団体を除く485企業のうち、「完全撤退」35%、「事業再開の余地を残しつつ活動停止」38%、「事業を縮小して活動継続」6%、「活動継続/新規投資や開発停止」14%、「通常通り活動継続」7%となっている。

産業別特徴をみるために、リスト企業を産業別に分類し分析した。完全撤退は、サービス業に多い。生産拠点を抱える製造業は一時活動停止が多く、「化粧品・トイレタリー」「医薬品・医療器具」などの必需品は事業継続中の企業が多いなどの傾向が確認できた。今後の動きも注視したい。 【石井由紀】



## 金融引き締めに移る世界、独自の道を行く日銀

### ◆米国・英国は利上げ、EUも金融正常化に舵を切る

2022年3月16日、米国連邦準備理事会（FRB）は公開市場委員会（FOMC）会合で、ゼロ金利（誘導目標0～0.25%）を2年ぶりに解除する0.25%の利上げを決めた。

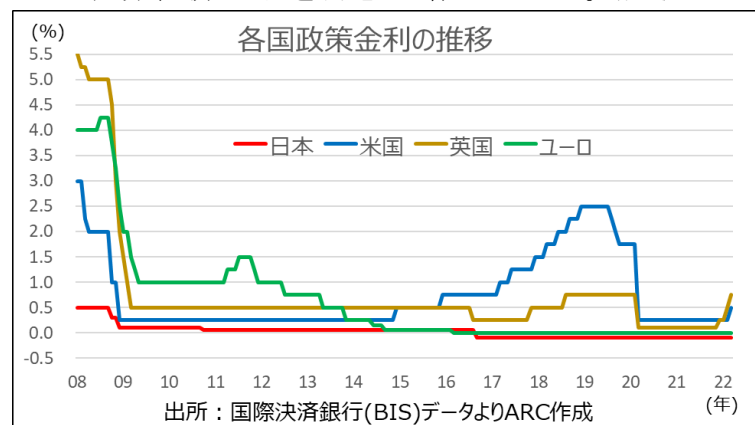
中央銀行の主な役割は、世の中の資金の需給や金利水準を調整し、物価や経済の安定を図ることだ。コロナ禍で各国の中銀は、ゼロ金利誘導と国債などの資産買い入れによる潤沢な資金供給を続けてきたが、欧米ともインフレと労働需給ひっ迫が急拡大し、それを抑え込むための金融引き締めへの転換の動きが顕著だ。

FRBは、21年11月に毎月の資産買い入れ額の減額を開始し、買い入れの終了とともに、今回の金利引き上げを決めた。今後も、年内あと6回のFOMC会合すべてでの利上げ実施や、増加した資産の縮小（売却）への着手が示唆されている。

英国の中央銀行であるイングランド銀行（BOE）は、米国に先んじて21年12月に利上げを実施、さらに22年2月、3月も連続して追加利上げを行った。

金融引き締めに慎重だったEUも、欧州中央銀行（ECB）が22年3月の政策理事会で、資産購入の減額を決定した。22年後半には利上げに踏み切るとの見方が強い。

足元では、ウクライナ危機により世界経済の不透明感が増している。舵取りを誤れば、「スタグフレーション」（景気停滞とインフレの同時進行）に陥ることも懸念される難しい局面だが、今のところ各国中銀はインフレの抑制を優先している。



### ◆わが道を行く日銀、「異次元緩和」で資産膨張

欧米とは対照的に、日本銀行は金融緩和姿勢を崩さず、独自路線を貫いている。

FRBが利上げを決めた2日後の3月18日、日銀は金融政策決定会合で、ウクライナ情勢を踏まえて景気判断を下方修正したものの、金融緩和政策の維持を決めた。

振り返れば日銀は、1999年に金利誘導目標を0%とする「ゼロ金利政策」を開



始して以来、現在に至るまで0%近辺の短期金利を維持している。

2010年の「包括的な金融緩和政策」開始以降は、国債などの資産買い入れと金融機関への貸付による量的緩和を積極化した。この時から、中央銀行としては異例の株式ETF（上場投資信託）の買い入れも始めた。さらに13年の黒田総裁就任後は、2%の「物価安定の目標」を掲げ、いわゆる「異次元緩和」を続けている。

20年にはコロナ禍に対応して「金融緩和の強化」が決定され、長期国債、社債、コマーシャルペーパーなどの購入を拡大するとともに、市中金融機関への貸出を通じてコロナ対応資金を供給する「コロナオペ」を実施した。21年12月からは、企業の気候変動対応を間接的に支援する「グリーンオペ」貸出も開始している。

結果として、この10年間ほぼ一貫して日銀の資産は増加している。21年12月末時点で日本の国債残高は1,088兆円あるが、半分の521兆円を日銀が保有している。ETFは36兆円に、貸付金も145兆円に増えた。コロナ対応の量的緩和で、各国とも中央銀行の資産は膨らんだが、GDPの2倍の国債残高があり、半分を中銀が保有する構造は日本だけだ。

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
国債	114	181	250	325	411	441	468	481	536	521
社債・CP	5	5	5	5	5	5	5	6	11	11
株式ETF	1	3	4	7	11	17	24	28	35	36
貸付金	31	27	32	36	40	49	46	49	112	145
その他	8	8	9	9	9	10	10	8	9	10
資産合計	158	224	300	383	476	521	552	573	703	724

出所：日本銀行・営業毎旬報告よりARC作成

◆企業は金融政策変更の想定が必要

日本だけが緩和姿勢を続けることで、海外との金利差拡大によって円安を進行させ、国際商品の輸入価格をさらに上昇させてインフレを加速するとの懸念も強い。日本の貿易赤字拡大も円安の増幅要因だ（22年1月は過去2番目の赤字幅）。だが3月の会見で黒田総裁は、日本の物価上昇は賃金上昇を伴わないコストプッシュ型で景気下押し要因であるとし、円安については経済にプラスに作用する構図は変わらないとの認識を示し、「強力な金融緩和を粘り強く続ける」とした。

確かに欧米より物価上昇率が低く（22年2月CPI上昇率は米7.9%、日本0.9%）、経済の力強さに欠ける現状では、インフレや円安を持続的なリスクとみるのは早計だろう。ただ、金融緩和を続けるにしても、経済成長が進まず、2%物価安定目標が一向に達成されないことは本質的な課題だ。

企業としては、調達した資金が生み出した成果を検証するとともに、金利変動などが起こった場合に、利払いや資金借り換え、さらには資本コストや投資計画など、経営に与える影響を想定し、感度を高めておく必要がある。【本間克治】

## 自動運転「レベル4」の公道走行に向けて前進

### ◆ 道路交通法の改正が閣議決定、レベル4の自動運転車の公道走行が可能に

自動運転車の実用化に伴い、これまでドライバーが運転することを前提に定められていた道路交通法の改正が必要になる。日本では、レベル3の自動運転車に対応するため、2020年4月に改正道路交通法が施行された。さらに、22年3月4日、レベル4の自動運転車の公道走行を許可する道路交通法の改正案が閣議決定され、早ければ22年度内にも施行される見通しとなった。

レベル3の自動運転車では、基本的にはシステムが全ての運転操作を実施するが、システムから要求された場合には、ドライバーが運転操作を行う必要がある。一方レベル4では、「高速道路上」や「特定の地域内」などの条件は付くものの、システムが完全に自動運転を行い、ドライバーの搭乗が不要となる。このため、過疎地での無人自動運転サービスなどでの活用が期待されている。

運転主体	自動運転の段階	概要
ドライバー	レベル1	運転支援 (例) 自動ブレーキ
	レベル2	特定条件下での自動運転機能 (例) 高速道路での自動運転モード
システム	レベル3	条件付自動運転 システムが全ての運転操作を実施するが、システムの要求に応じてドライバーの対応が必要
	レベル4	特定条件下での完全自動運転 特定条件下においてシステムが全ての運転操作を実施
	レベル5	完全自動運転 常にシステムが全ての運転操作を実施

(出所) 国土交通省資料などを元にARC作成

日本以外では、ドイツは21年5月に法律を改正し、特定地域内であればレベル4の自動運転車の公道走行が可能となった。米国では道路交通に関する法律の制定は州政府に権限があるが、自動運転の規制緩和に積極的なカリフォルニア州やアリゾナ州などではレベル4の公道走行が許可されている。

### ◆ レベル4の自動運転車の開発には他業種からの参入も

現在、レベル3の技術はホンダの「レジェンド」に実装されている。レベル4については、各社ともに開発・実証実験段階にあるが、既存の自動車メーカーだけでなく、ZMPやDeNAなど他業種からの参入がみられるのが特徴である。限定された条件の下ではあるが、ドライバーが不在となるレベル4が実用化すれば、高齢者の送迎や宅配便の配送などの分野で、自動運転車を活用した新たなサービスが生まれてくるかも知れない。

【今村弘史】

## ロボット導入のハードルを下げるRaaS

### ◆物流倉庫のロボット導入で注目されるサブスクリプション型モデルRaaS

富士経済は2022年4月、ロボティクスを生かした物流合理化やIoTなど次世代物流システム・サービスの国内市場は、26年に約1兆円と20年比で6割伸びるという予想を発表した。とくにRaaS（Robot as a Service）というサブスク型サービスの展開が進んでおり、26年には33億円（20年比16.5倍）に拡大すると予想する。

従来は、物流倉庫でロボットを活用するとなると巨額の初期投資が必要だったが、RaaSであれば、必要な期間、必要な台数だけロボットを利用でき、月額定額制などで利用できるのが導入のハードルが下がる。さらにロボットは最新の製品を利用でき、物量の変動や取扱商品の変更にも柔軟に対応でき、利用データを活用することで、DXを推進し易くなるなどのメリットがある。

一方、ロボットメーカーにとっても、ロボット導入のハードルを下げることでユーザーの裾野を広げることができ、利用状況などのデータ蓄積が可能となり、開発への活用やサービスの利用継続が見込めるなどのメリットがある。

### ◆ロボット導入のシステム構築からメンテナンスまで、一括したサービス提供

三井物産が出資するプラスオートメーションは、RaaSモデルで、物流倉庫にロボットを提供し、荷物の搬送やピッキング、仕分けを自動化するサービスを提供している。荷物に貼られたバーコードを読み取る仕分け用ロボット「t-Sort」、人が棚から取り出した荷物を運ぶ「PA-AMR」、複数の荷物をまとめて搬送する「CarriRo」の3種類のロボットを展開する。サービスには、倉庫内のシステム構築、導入後のコンサルティング、トラブル対応、メンテナンスなどが含まれる。導入コストは個別見積だが、中規模程度の倉庫の場合、月額100万円程度が目安という。同社は、物流会社のほか、洋服などの検品会社にもサービスを拡充し、24年3月期までに4,500台のロボットの提供を目指している。

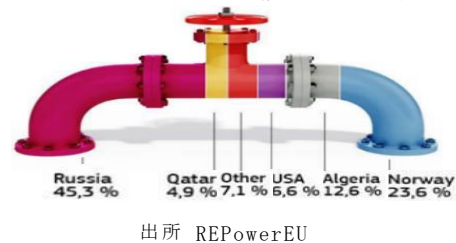
人手不足が深刻な米国では中小企業にもRaaSの導入が加速し、稼働時間に応じてロボットに“賃金”が支払われるケースも登場している。「ロボット従業員」が珍しくなくなる日もそう遠い話ではないかも知れない。 【秋元真理子】

## EUは化石燃料輸入削減やCBAMなど環境政策加速

### ◆ 欧州委、化石燃料輸入削減などをめざす「リパワーEU」計画

欧州連合（EU）の欧州委員会は2022年3月8日、30年までに化石燃料の輸入削減と、安価で持続可能なエネルギーの安定供給を目指す「[REPowerEU](#)」計画の概要を発表した。EUは「[欧州グリーン・ディール](#)」を掲げ、再生可能エネルギーを推進しているが、現状は域外からの化石燃料に依存している。ロシアからの輸入が多く、21年の天然ガスの全輸入量の45.3%を占める。EUの天然ガス輸入元 2021年

2番目に多いノルウェーでも23.6%に留まる。原油もロシア産が全体の27%を占める。今回のロシアによるウクライナへの侵攻により、EU域内でのエネルギー問題が顕在化した形だ。

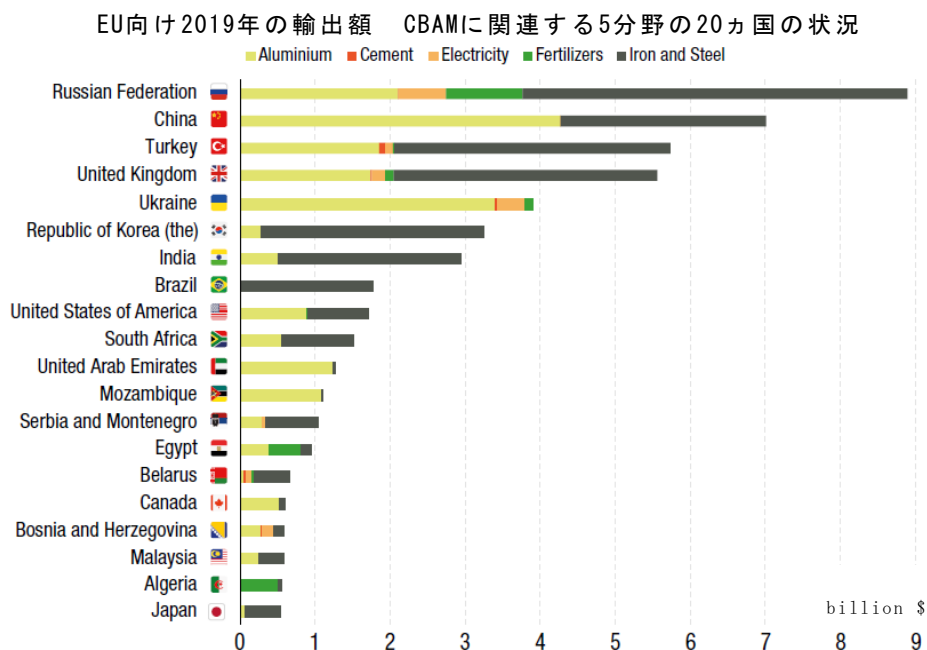


「REPowerEU」では、「天然ガスの供給源の多様化」と「化石燃料依存の解消の加速」を目指す。欧州委はこれらの政策の実施により、22年末にはロシア産天然ガスの需要を3分の2減らすことができると試算している。当面の課題であるガスの輸入に関しては、カタール、米国、エジプト、西アフリカなどからの液化天然ガス（LNG）の輸入、アゼルバイジャン、アルジェリア、ノルウェーなどからのパイプライン経由の天然ガス輸入を増加させる。また、バイオメタンや水素の生産の引き上げを目指す。化石燃料依存の解消に関しては、30年の温室効果ガス削減目標に向けた政策パッケージ「Fit for 55」が完全に実施されれば、30年までに天然ガス消費を30%削減できるため、太陽光、風力、ヒートポンプの推進、工場の電化や再生可能な水素への切り替えを支援する。

こうした方針を受けて、輸入された天然ガスの貯蔵ターミナルの建設の動きも活発化している。たとえば、EUの中でもロシアへの天然ガス依存度が高いドイツでは、Hanseatic Energy Hubによるドイツ北部のシュターデ港でのLNGターミナルの建設計画が進んでいる。4月に認可申請を行い、26年から操業を開始する予定だ。同ターミナルの再ガス化能力は年120億立方メートルにのぼり、これはドイツの需要の約10%に相当するという。また、同ターミナルではバイオLNGと合成天然ガスの取り扱いも予定している。

◆「炭素国境調整措置」導入、年内の法案成立目指す

22年3月15日、EU理事会は、気候変動対策が不十分な国からの輸入品に対し、炭素価格負担の内外差について国境調整を行い、EU域内製品との競争条件を均等化（課税）する「炭素国境調整措置（CBAM）」の導入に関する規則案について[基本合意した](#)ことを発表した。23年から3年間を移行期間とし、26年に完全実施する計画だ。対象は当初は、セメント、アルミニウム、肥料、電力、鉄鋼の5品目だが、将来的には、有機化学、ポリマー、水素を追加することも検討されている。19年の5品目のEUへの輸出をみると、最も取引金額が大きいのが、ロシア、次いで中国、トルコ、英国となっている。日本は、鉄鋼以外の影響は少ない。



Source: UNCTAD based on UN COMTRADE. The list does not include Iceland, Norway and Switzerland because they participate in, or are linked to, the ETS. Therefore, it is likely that these countries are exempt from the mechanism.

出典 “A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries”  
United Nations Conference on Trade and Development

今後、EU加盟国の代表で構成する作業部会が技術的な詳細を詰め、欧州議会との交渉を経て、年内の法案成立を目指す。ただし、貿易相手国との交渉・調整、仕組みの実現性、WTOルールとの適合性などで課題も多く、難航が予想される。

◆欧州委、エコデザインなど循環経済型のビジネスモデルを促進

欧州委員会は3月30日、欧州グリーン・ディールに関する一連の[提案](#)を行った。EUは「[循環経済行動計画](#)」で示した通り、EU市場に流通するほぼ全ての物品



が、設計段階から使用、再利用、廃棄まで、製品寿命全体でより環境を重視した、循環的でエネルギー効率の高いものにする方針を示していたが、今回「[サステナブルな製品のためのエコデザイン規則](#)」案を公表し、既存のエコデザイン規則を厳格化し適用対象を拡大する。さらに適用対象製品には、修理やリサイクルを促すため「デジタル製品パスポート」の添付を義務付ける。

なかでも、繊維製品と建設資材については、特に具体的な方針を掲げる。

[繊維製品](#)は、廃棄物と売れ残り製品の処分の問題など、環境への悪影響が大きい。このため、より耐久性のある、修復・再利用・リサイクル可能なものにする。特にファストファッション業界に対しては、年間のコレクションの発表回数削減を求める。また、衣料品からのマイクロプラスチックの放出防止を求める。

[建設資材](#)については、域内市場を活性化させ、11年導入の規制を見直し、持続可能性や気候に関する目標の達成に見合うよう、耐久性や修理・リサイクル・再加工の容易性の向上を目指す。

### ◆企業は「グリーンウォッシュ」対策、消費者も意識改革

今回の提案には、消費者が製品の環境持続可能性に関する情報をより多く入手でき、見かけだけ環境によい「グリーンウォッシュ」から保護されるよう、グリーン移行における[消費者の力を高めるためのルール](#)も含まれている。企業は環境保護に対する優れた効果を証明できない場合に「エコ」、「グリーン」など漠然とした表現を使用することが禁止される。現行の「消費者権利指令」を改正し、製品の耐久期間や修理可能性スコア、交換部品の入手可能性、ソフト更新などについて消費者に情報を提供することをメーカーに義務付ける。

欧州委は、21年に消費者が既存のエコデザインに関する規則により、1,200億ユーロを節約、対象製品の年間エネルギー消費量が10%削減できたと試算している。今回の諸提案で30年までに最大1億3,200万石油換算トンの一次エネルギー使用量の削減になると推定され、これは約1,500億立方メートルの天然ガスに相当し、EUのロシア産天然ガス輸入量とほぼ同じという。

EU内では、ウクライナ支援のため、一般市民が自ら省エネを進めるという事例もみられる。ロシアの戦費につながるロシア産化石燃料削減になるからという理由だ。今回の事態は、市民の行動へも影響を及ぼしている。 【赤山英子】

## 洋上風力発電に急シフトする米国

### ◆米ニューヨーク沖の洋上風力開発の入札は米国の洋上風力への序章

米国海洋エネルギー管理局（BOEM）は2022年2月、ニューヨーク州とニュージャージー州の沖合、水深50mの大陸棚における洋上風力6件のリース権について入札を行い、総額43.7億ドルという高額で決定したことを発表した。

本案件は6エリアで総面積約2,000km<sup>2</sup>（大阪府と同程度）、想定発電規模は合計で5.6GW（原発約6基分）と大きい。200万世帯（ニュージャージー州の半数程度の世帯）の電力が賄える量となる。落札したのは、5件が欧米系企業を母体とし、1件が米国の新興企業であった。

表1 米東海岸の洋上風力6件のリース権への入札

エリアNo.	BOEMによる推定発電容量	落札額：億\$	落札事業者
0537	0.87GW	7.65	スペインEDP & 仏ENGIE
0538	0.96GW	7.95	仏Total
0539	1.39GW	11.00	独RWE & 英National Grid ※RWEは米初参入、3GW可能と表明
0541	0.92GW	7.80	英Shell & 仏EDF
0542	0.93GW	6.45	米Invenergy(01年創立、本社シカゴ) & 米energyRe(米独立系エネルギー会社)
0544	0.52GW	2.85	Copenhagen Infrastructure Partners Fund (デンマークの風力発電投資会社)

(出所：米国内務省海洋エネルギー管理局（BOEM）、2022.2)

バイデン政権は、新分野での雇用創出とクリーンエネルギーの推進の両立を目指すため、米国ではほぼ未開発であった洋上風力に重点をあて開発する計画を21年3月に発表した。今回その実現に向けての大きな一歩となった。

州政府の意向も大きい。ニューヨーク州政府は州法で、電力会社に対し30年までに電力の70%を再エネで供給することを義務付け、ニューヨーク州、ニュージャージー州政府は35年に風力発電をそれぞれ9GW、7.5GWにする目標がある。これら地域は気候変動への意識が高く、港湾開発を含む洋上風力に期待している。

### ◆洋上風力の大規模な開発計画が25年までの3年間で7件続く

バイデン政権による計画は、30年までに30GWの洋上風力を備え、1,000万世帯（全米の1割弱の世帯）の電力を賄い、7,800万CO<sub>2</sub>t（全米GHG総排出量の1.5%）を削減することであり、今回はその第一弾となった。このほか、米海洋エネルギー

ギー管理局は、東海岸中心にメキシコ湾や西海岸の6地域の25年までの入札計画を21年10月に公表した。合計7地域の開発で計20GW以上の洋上風力が見込まれ、進行中の既存計画を含め、30年に30GW以上の洋上風力を実現する目標である。



図1 米国の洋上風力開発 2021～2025

(出所：米国内務省海洋エネルギー管理局 (BOEM) , 2021. 10)

◆日米欧は50年ネットゼロに向けて、洋上風力に力を入れる目標へ

世界の洋上風力は21年末、合計で57.2GWになったが、導入を増やしている国は中国、英国、ドイツ、デンマークなどに偏っていた。米国はほとんど陸上風力であり、陸上風力では中国に次ぐ2位につけている（世界風力会議GWEC集計）。

21年からバイデン政権の気候変動政策で、米国で未開拓の洋上風力に力を入れることになった。洋上風力の現況から見て、米国および日本は急な拡大になるが、日米欧は50年のネットゼロに向けて、洋上風力は百GW程度かそれ以上の導入へ向かうことになった。日米欧の洋上風力の現況と目標を表に整理した。

表2 日米欧の洋上風力（累積設備容量）の現況と国、地域の目標

国、地域	現況 (21年末)	30年 目標	より長期の目標	備考、注釈など
E U	15GW	60GW	50年 300GW	独、蘭、ベルギー、デンマークが牽引 推進団体 (WindEurope) は50年450GWの目標
英国	13GW	40GW	50年 125GW	35年『電源脱炭素宣言』(全電源の1/2を洋上風力へ)
米国	0.04GW	30GW	50年 110GW	バイデン政権政策+各州法・計画が後押し
日本	0.05GW	10GW	40年 30～45GW	19年再エネ海域利用法、20年洋上風力産業ビジョン、 21年グリーン成長戦略 推進団体(日本風力発電協会)は50年90GWの目標

※中国の洋上風力の21年導入実績は28GW (世界風力会議GWECや各国政府目標などよりARCまとめ)

世界のエネルギー情勢はロシアのウクライナ侵略により不安定、不透明だが、洋上風力市場が今後、拡大していくことに間違いはない。洋上風力は、陸上より大規模化でき、米国で人口の多い沿岸部へ供給しやすく、環境への影響が他の再エネより少ない、港湾開発など経済波及効果で、米国も利点を見出している。

なお、米国の洋上風力の進展は、ハリケーンなどの異常気象対策などで日本の良い参考になることも考えられる。 【新井喜博】

## 次世代水素製造技術として注目が高まるAEM水電解

### ◆Enapterは小型・大型のAEM型水電解槽を市場投入し、販売体制を強化

2022年3月1日、AEM（アニオン交換膜）水電解槽を開発するEnapterは、小型のAEM水電解槽「AEM Electrolyser EL 4.0」を発売した。水素生産能力は日量1kgに留まるが、複数のモジュールを連結することで生産能力の拡張が可能である。また、従来よりも小型軽量化と低コスト化を実現し、設置・導入が容易なことを特徴としており、既に400件以上の引き合いがある。イタリアのピサにある同社工場にて量産製造し、顧客への納品は22年夏頃を見込む。さらに23年以降は、ドイツのザーベックに建設中の工場で、生産能力を拡大する。

先行する水電解技術のうち、アルカリ水電解技術は大型化に優れる。PEM（プロトン交換膜）水電解技術はコンパクト性や運用柔軟性に優れるが、触媒などに貴金属材料を使用するため高コストとされる。Enapterは小型かつ低コストな水電解槽をAEMで実現し、グリーン水素市場への参入・拡大を目指す。

Enapterはまた、3月23日、ドイツのエンジニアリング会社VINCI Energiesと、水電解槽の販売に関する業務締結を発表した。Enapterが日量450kgの水素を生産する1MWサイズのAEM水電解槽「AEM Multicore」を供給し、VINCIが水電解槽をインフラや附属機器とともに顧客敷地に設置する。さらに、VINCIグループ内においても、AEM Multicoreによる水素生産と利用を計画している。



小型AEM水電解槽「AEM Electrolyser EL 4.0」

Enapter社のAEM水電解槽 出所) Enapterウェブサイト



大型AEM水電解槽「AEM Multicore」

### ◆Honeywellは水電解用CCMを開発し、25%コスト削減

22年3月2日、Honeywellはグリーン水素製造用の触媒コーティング膜（CCM）技術を開発したと発表した。同社は、PEMおよびAEM水電解用のCCMとして、独自の

## ハイライト

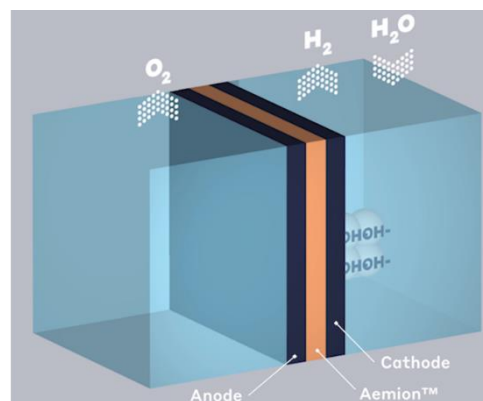
高イオン伝導膜と高活性触媒により、高い電解効率と電流密度を実現し、水電解槽のスタックコストを25%削減した。今後は、水電解メーカーと共同で、さらなる技術開発と実証を重ね、開発したCCMの市場投入を図る。

### ◆DOE、AEM水電解用のPtフリー電極開発に資金提供

2月1日、米国エネルギー省（DOE）は、エネルギー高等研究計画局（ARPA-E）の「Supporting Entrepreneurial Energy Discoveries (SEED) Exploratory Topic」におけるテーマの一つとして、「Origen Hydrogen」プロジェクトによる、AEM水電解用の白金フリー電極の開発に50万ドルの資金提供を決定した。ARPA-Eは既に、関連プログラムにおいて導電性と耐久性に優れたAEMを開発し、商業化に至っている。Origen Hydrogenでは、開発済みのAEM膜を用いた水電解システムにおいて、劣化耐性の向上、低コスト化、高電解効率化といった課題をクリアし、大量生産が可能な電極の開発を試みる。

### ◆交換膜技術ベンチャーIonomrに、オイルメジャー系CVCなどが出資

イオン交換膜のベンチャー企業Ionomr Innovationsは、炭化水素系のポリマーを用いたPEMおよびAEM技術用の交換膜を開発し、燃料電池や水電解で使用されているフッ素含有ポリマーの代替を目指している。同社が開発中の交換膜は、従来の水電解やCO<sub>2</sub>電解技術に用いられる貴金属触媒が不要であり、かつ高温耐性を有するため高温で作動する燃料電池にも適用できるという。



IonomrのAEM「Aemion™」を用いた水電解システム  
出所) Ionomrウェブサイト

22年1月30日、Ionomrは、Shell Venturesや、Chevron Technology Ventures、投資会社Finindusらが参加した、1,500万ドルのシリーズA資金調達契約を締結した。「従来、懸念されてきたAEMの耐久性を克服し、燃料電池と水電解の両者で使用できる、低コストなAEMの大量生産を可能にする」とFinindusは評価する。

水素市場への期待が日々拡大する中、次世代水電解技術に向けた開発と投資も着実に進行している。

【塚原祐介】



## プロセスインフォマティクスの動き

### ◆新型コロナの影響で急激な需給変動への対応ができるプロセスが必要に

新型コロナの影響でグローバルサプライチェーンが混乱し、半導体材料の一部が調達しにくくなり、半導体製品が計画的に生産できなくなるなど、急激な需給変化に短時間で対応できる柔軟な生産システムが求められるようになった。

化学品においては、現在主流である「バッチ合成法」から、高速・高効率かつ低環境負荷の生産が可能な「精密フロー合成法」への移行を加速させることである。これまで、製造プロセスの検討や原料の特定を含む合成経路探索は研究者のスキルに頼ってきた。プロセスインフォマティクス<sup>1</sup>を活用したDXによって、製造プロセスの全体最適化の開発を加速することが課題となっている。

すなわち、AI活用による反応進行可能性のデジタル予測や高速実験検証、プロセスシミュレーション結果活用することで、精密プロセスフロー合成法での製造プロセスを短期間に最適化することが求められている。

2022年1月に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から発刊されたTSC Foresightのレポート「[電子部品用セラミックス分野の技術戦略策定に向けて](#)」に、セラミック電子部品製造のコア技術である積層同時焼成技術についての例が示されている。セラミック電子部品では、超小型化と高信頼化の両立のため、微細かつ精密にプロセスを作りこむことが必須となる。多段階の工程からなる製造プロセスでは、上流工程の因子が下流工程に、直接あるいは間の工程をまたいで、横断的に影響することもあり、最適な製造条件の設定は極めて難易度が高い（図.1）。



図.1 ファインセラミックス製造での工程間の影響イメージ

出典：TSC Foresightレポート

<sup>1</sup> プロセスインフォマティクス：「従来からの実験科学、理論科学、計算科学と、近年進展の著しいデータ科学を、統合的・融合的に活用することにより、目的材料の合成プロセスを効率的かつ統合的に探索する方法」JSTのCDRS提言より

## ハイライト

工程を個別に最適化するような手法では、全体最適化に膨大な工数を要する。さらなる微細化、精密化を大量生産レベルで早期に実現するためには、連続する全工程を一貫して設計して最適化するプロセスインフォマティクスを活用した開発手法が必須である。

### ◆産総研が全国3カ所の地域センターでプロセスインフォマティクス支援を開始

22年4月15日、産業技術総合研究所（産総研）は、企業の製造プロセスの高度化を可能とする拠点として、マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム（MPIプラットフォーム）の運営を開始した（図.2）。

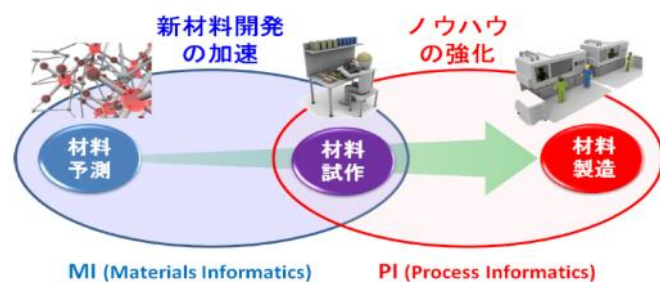


図.2 MIとPIの関係図 出典：産総研

全国3カ所の産総研地域センター（つくば：先進触媒拠点、中部：セラミックス・合金拠点、中国：有機・バイオ材料拠点）に最先端の製造プロセス装置群や評価・分析装置群を配備し、摺り合わせ型製造プロセスに取り組む企業の製造プロセス高度化を支援する。特徴は、①中小企業や、ベンチャーも活用できるデータ駆動型製造プロセスの開発プラットフォームで、②機能性化学品などの重点領域について、原料から部素材に至るまでのプロセス全体を一気通貫で、開発、分析・評価、設備が連動したプロセスデータの収集が可能であり、③企業などが抱える製造プロセスの課題を解決し専門人材を育成することである。さらに物質・材料研究機構（NIMS）や他研究機関、大学などのマテリアルデータの相互利用に向けた連携の検討をする予定である。

### ◆MPIプラットフォームの社会実装のカギは「協調」と「競争」

産総研のMPIプラットフォーム成功のカギは、「協調」と「競争」の役割分担になる。国家プロジェクトはプロセスシミュレーションや合成経路探索の開発など「協調」部分を担当し、関連企業全体の競争力底上げと強靱化を図る。実際の「競争」力につなげられるかは、各企業がMPIプラットフォーム上に独自の個別製品製造プロセス開発環境を実現できるかがポイントになる。

今後のプロセスインフォマティクスの動きに注目したい。

【成田誠】

## ペレットの使用が可能な3Dプリンター

### ◆エプソンが3Dプリンター事業に参入、フィラメントの代わりにペレット使用

2022年3月7日、セイコーエプソンが、独自技術により汎用樹脂材料が使用できる新しい産業用3Dプリンターを開発したこと発表した（図）。

3Dプリンティングの方式としては熱溶融積層（FDM）、インクジェット、UV硬化、レーザー方式などがあるが、この装置は最も一般的なFDM方式による。FDMでは通常、樹脂をフィラメントに加工したものをを用いており、積層ピッチや微細加工性はその直径に依存する。細いフィラメントを使用すればピッチが小さくなり、最終製品に使用可能な高精度を実現できる。エプソンの開発した装置では、フィラメントの代わりに押し出し成形などに用いるペレット材を用いる。入手が容易にでき、材料費は10分の1程度になっている。23年にも販売を開始して自動車業界などでの採用を目指し、価格は1台2～3千万円を想定している。



図 エプソン開の3Dプリンター試作機  
出典；国際ロボット展22で筆者撮影

### ◆大手プリンターメーカーが新規事業として3Dプリンター事業に参入

産業用3Dプリンターは各社さまざまな形式のものが開発され市場投入がされてきた。キヤノンやリコーのインクジェットなどのプリンターメーカーはすでに事業を展開しているが、欧米製の装置の販売と技術サポートが中心だ（表1）。

表1 大手プリンターメーカーの3Dプリンターへの取り組み 出典；各種資料を元にARC

装置製造元	方式	リコー	キヤノン	エプソン
HP	Multi Jet Fusion	○	○	
Markfold	FDM	○		
Stratasys	FDM	○	○	
	Polyjet	○	○	
3D System	UV硬化型インクジェット	○		
Formlabs	光造形（SLA）など		○	
INTAMYSYS	FDM		○	
フュージョンテクノロジー	FDM		○	
自社技術	ペレット材料押し出し			○

従来の産業用3Dプリンターは専用のフィラメントや感光性樹脂など専用の造形材料が必要で、ランニングコスト高になり普及は高価格分野など限定的だった。これらの大手プリンターメーカーの中でエプソンは他社の装置の販売を行うのではなく、自社技術による方式で参入するという戦略を選んだといえそうだ。

◆独自の材料押し出し方式を開発し、強度と精度の両立を実現

エプソンの3Dプリンターの仕様を示す（表2）。造形ヘッド数は2基ありそれぞれ別の材料を使用することができる。例えば成型部品本体はPEEKなど高融点で高価な樹脂を使用する場合でも、サポート材など後で切り落とす部分は安価な汎用材料を使用するなどだ。高融点材料を使用できるのはヘッド部分の温度を400℃程度まで上昇でき、そのため

表2 エプソンプリンターの仕様  
出典；エプソンの技術資料を元にARC作成

造形方式	ペレット材料押し出し法	
造形ヘッド数	2基	
ノズル径	0.2～1.0mm	
対応材料	熱可塑性樹脂	汎用プラスチック（ABSなど）
		エンブラ、スーパーエンブラ（PEEK）
		繊維強化樹脂（CF、GF、CNFなど）
		リサイクル、バイオ、生分解樹脂
	金属	MIN材

PEEKも溶解することができるからだ。また、炭素繊維による繊維強化樹脂の使用で高強度化が可能で、金属代替用途品も成形できる。従来のFDM

方式では積層方向の強度に難点があったが、小型射出成形機搭載の技術をベースにして独自の材料押し出し方式を開発し、造形品の強度と精度を両立した。金属粉末と樹脂、バインダーなどを混合してペレットにした材料（MIN材）を使用すれば金属部品の成形が可能だが、後で脱脂や焼結が必要なので若干収縮する。

◆エス.ラボは大きな部品の量産に有利な装置を開発

ペレットが使用可能な装置は他社でも開発が進んでいる。エス.ラボは独自開発の超小型押出成型機を3Dプリンターに搭載し、樹脂ペレットから直接造形が可能とした装置を紹介している。エス.ラボには豊田合成とリコーが出資をしている。熔融温度は300℃までなのでPEEKなどのスーパーエンブラは使用できない。ノズル径は最小で0.5mmであり、エプソンの0.2mmよりは大きい。技術資料ではバンパーなどが成形例にあげられ、大きな部品の量産には有利と思われる。3Dプリンターにはさまざまな方式があるが、新しい方式の装置の誕生で選択肢が増え、今後さらに積層造形法が産業用に拡大することが期待される。 【松田英樹】

## COVID-19禍で大きく変化した疫学通説

### ◆インフルエンザが2シーズン続けて流行せず

インフルエンザは寒くなるにつれ流行が広がり、毎年多くの患者が発生していた。しかし、COVID-19が日本で流行した20年4月以降の20-21年、21-22年冬シーズンと2期続けてインフルエンザ患者の発生がほとんど見られなかった（下図）。当初、インフルエンザワクチンの接種率の低下により、COVID-19とのダブルパンデミックも危惧されたが杞憂に終わった形だ。COVID-19対策としてのマスクの着用や手指消毒の励行、発症者の早期の自宅療養、集会やイベントの中止、多人数での飲食の自粛などの感染症対策が影響したと考えられている。

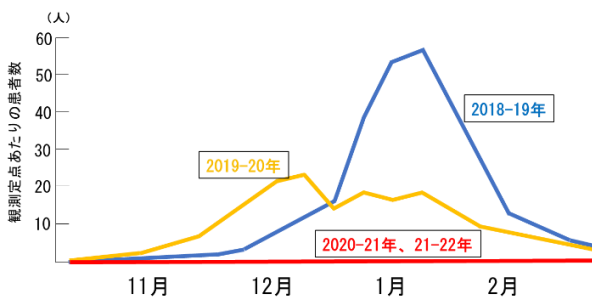


図 観測定点あたりのインフルエンザ患者数の推移  
(国立感染症研究所発表資料などを元に ARC 作成 2022.3.28)

### ◆多くの他の感染症の患者数も減少

COVID-19対策が影響したのはインフルエンザだけではない。ノロウイルスなどを原因とする感染性胃腸炎や麻疹や水痘などのウイルス感染症、細菌感染症も減少した。これらの感染症は飛沫や接触により感染する。また、マラリアやデング熱などの輸入感染症も海外旅行の減少で激減した。一方、性感染症やダニ媒介感染症に対する影響はほとんど認められなかった（下表）。

表 COVID-19流行前後における主な感染症の患者数変化

感染者数が減少した感染症	感染者数が減少しなかった感染症
感染性胃腸炎、手足口病、ヘルパンギーナ、インフルエンザ、 A群溶血性レンサ球菌咽頭炎、RSウイルス感染症、水痘、 手足口病、伝染性紅斑、咽頭結膜熱、突発性発しん、デング熱、 ヘルパンギーナ、流行性耳下腺炎、流行性角結膜炎、 マイコプラズマ肺炎、クラミジア肺炎、麻疹、風疹、マラリア、食中毒	髄膜炎、淋病、クラミジア、梅毒、HIV感染症、 ダニ媒介感染症(日本紅斑熱、ツツガムシ病など)

(国立感染症研究所発表資料などを元に ARC 作成 2022.3.28)

ところで、RSウイルス感染症は20年に減少したが21年夏に大流行した。これは、

通常であればRSウイルスに感染して免疫を獲得していた子供が免疫を獲得できなかった結果、翌年の流行につながったと考えられている。

将来、COVID-19禍が終息し、感染症予防対策が緩むにつれ、減少していた感染症が再び大流行する可能性が否定できない。

#### ◆川崎病の原因が感染症である可能性強まる

一方、多くの感染症が減少したことで、難病の発症に感染症が関わっていることが明らかとなった例もある。川崎病は主に乳幼児が罹患する、心筋梗塞など突然死の原因になることもある炎症性疾患だ。20年に山梨県で川崎病と診断された患者数がCOVID-19の流行する以前に比べ半減した。何らかの感染症が川崎病の発症に関わっている可能性が指摘されている。

多発性硬化症やアルツハイマー病など、感染症の関与が疑われる疾患は多い。今後の調査により、これらの疾患の原因が解明されることを期待したい。

#### ◆COVID-19流行期における検査や治療の遅れががんや心疾患に影響

COVID-19は、前述の感染症以外の疾患にも大きな影響を及ぼした。20年に日本で新規にがんと診断された患者が19年に比べて5.9%減少した。07年の集計開始以来初めての減少だ。国立がんセンターは、COVID-19流行期におけるがん検診の減少が影響した可能性を指摘しており、今後、発見が遅れ病状が進行したがん患者の増加を危惧、検診を呼びかけている。

オーストリアでは、急性冠動脈疾患での入院患者がCOVID-19流行期以前に比べ約40%減少した一方で、死者が増加した。さらに、ニューヨークでも、20年の虚血性心疾患による死者が前年に比べ倍増した。またWHOは、20年の世界の結核による死者が、16年ぶりに増加したと発表した。いずれも、COVID-19流行期における受診控えや治療の遅れが原因と考えられている。

インフルエンザのように患者数が大きく減少した疾患がある一方で、心疾患のように死者が増加した疾患もある。また、難病への感染症の関わりも明らかにされつつある。一方、感染症対策として、手洗いやマスクなどの基本的な対策が有効であることが明らかとなった。早期の検診や受診の重要性も再認識されるなど、COVID-19禍により多くの疫学通説が一新される状況となった。 【毛利光伸】



## 体外受精胚の細胞で一般的疾患のリスクを予測

### ◆子宮移植前の体外受精胚の細胞で、がんや心血管疾患などのリスクを予測

2022年3月、米国のゲノム解析企業MyOmeなどの研究グループは、子宮への移植前の体外受精胚の1から数個の細胞を用いて、これまでより広範囲の疾患リスクの予測が可能になったと発表した。これまでも、体外受精時の遺伝子診断は親から受け継がれる疾患のリスクを減らす目的で用いられてきたが、さまざまな変異を組み合わせることにより、広範な疾患リスクの予測が可能になった。

110個の胚を対象に、ゲノム配列の解析と統計学的手法を組み合わせることにより、がん、心血管疾患、自己免疫疾患など、複数の遺伝子変異を原因とする12の疾患に罹患するリスクの解析を行った。受精後5日目の胚から採取した細胞を用いて、両親のゲノム配列を参照することにより、99%を超える精度で、疾患リスクを予測することが可能であった。この精度は、同一の両親から得られた複数の胚を区別することを可能にしている。体外受精胚の細胞を用いる疾患リスク予測は、子宮に移植する胚の選択に有用な情報を提供すると考えられる。

### ◆米国国立衛生研究所が多様性に富んだ100,000人の全ゲノム配列データを公開

MyOmeなどのゲノム情報による疾患リスク予測手法の弱点の一つは、根拠とするデータの偏りで、予測対象が欧州に起源を持つ人々に限られることである。

22年3月、米国の国立衛生研究所は、100,000人分の多様性に富んだ全ゲノム配列データをAll of Us Research Workbench (AoURW) を通じて公開した。このデータの50%は、これまで十分に解析されていなかった人種や民族の人々の全ゲノム配列である。これまでに公開された全ゲノム配列の90%以上は欧州に起源を持つ人々のものであった。AoURWは、全ゲノム配列の外に165,000人分のジェノタイプアレイの解析結果も含まれている。また、個々人の健康の電子記録、Fitbitの計測、アンケート調査への回答も含まれ、健康情報の取得が可能であり、米国国勢調査局のデータにもリンクされ、各個人の所属する地域の情報も取得できる。

AoURWを用いることにより、多様な人々に対して、ゲノム情報に基づく疾患リスク予測解析が進み、MyOmeの適用対象も広がると考えられる。 【戸潤一孔】

## ARC活動報告・予定（3月～）

新聞・雑誌等での弊社研究員による意見発表など

◇主席研究員 リードエキスパート 田中雄作

2022年3月15日 一般財団法人 国際貿易投資研究所 セミナー

「米中摩擦に対する企業の対応」のテーマで講演

◇主席研究員 酒向謙太郎

2022年3月18日 第13回 二次電池展

「サステナビリティ目線での電池産業の環境変化」のテーマで講演

Watching No.330

2022年4月18日発行

発行所 株式会社 旭リサーチセンター

編集人 今村 弘史

〒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]