

# Watching

2022. 3 No. 328

## 特集

パンデミック下の世界保健機関の感染症対策…………… 1

## ハイライト

2021年の米国での新薬の承認状況……………	8
がんの発生・悪性化に関するメカニズムの解明……………	10
「グローバルリスク報告書」トップは気候変動……………	11
IMFの世界経済見通しと2022年の世界経済のリスク……………	12
中国「ゼロコロナ」政策、経済の足かせとなるか……………	13
米国が「強制労働産品」の取引規制を強化……………	14
経済安保を見据えた日米の半導体製造支援策……………	16
欧州委員会が標準化戦略発表、国際競争力強化へ……………	17
東証プライム市場は「プライム」になれるか……………	18
日本は労働生産性を向上させられるか……………	21
店頭で商品を「売らない店」が増えている……………	24
アニマルウェルフェア推進に向けて始動……………	25
欧州は炭素循環戦略で炭素除去の拡大を図る……………	26
英国、2035年までに電源の脱炭素化を行う……………	29
自治体と企業が協働でプラスチック資源循環……………	31
農村問題を解決するスマートビレッジ……………	33
太陽光を有効活用する固体系光変換材料……………	36
化学プラントへのAIの導入が相次ぐ……………	38
ARC活動報告・予定(1月～)……………	40



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 2021年		
	2019年			2020年				2021年					10	11	12
	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
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2月14日時点での入手可能なデータに基づく。

## IMFの世界経済見通し改定見通し（2022年1月）

	2020年	2021年推計	2022年予測		2023年予測	
全世界計	▲3.1%	5.9%	4.4%	(▲0.5%)	3.8%	(0.2%)
先進国・地域	▲4.5%	5.0%	3.9%	(▲0.6%)	2.6%	(0.4%)
米国	▲3.4%	5.6%	4.0%	(▲1.2%)	2.6%	(0.4%)
日本	▲4.5%	1.6%	3.3%	(0.1%)	1.8%	(0.4%)
ユーロ圏	▲6.4%	5.2%	3.9%	(▲0.4%)	2.5%	(0.5%)
英国	▲9.4%	7.2%	4.7%	(▲0.3%)	2.3%	(0.4%)
新興国・地域	▲2.0%	6.5%	4.8%	(▲0.3%)	4.7%	(0.1%)
中国	2.3%	8.1%	4.8%	(▲0.8%)	5.2%	(▲0.1%)
インド	▲7.3%	9.0%	9.0%	(0.5%)	7.1%	(0.5%)
ブラジル	▲3.9%	4.7%	0.3%	(▲1.2%)	1.6%	(▲0.4%)
ロシア	▲2.7%	4.5%	2.8%	(▲0.1%)	2.1%	(0.1%)
ASEAN5（注）	▲3.4%	3.1%	5.6%	(▲0.2%)	6.0%	(0.0%)
メキシコ	▲8.2%	5.3%	2.8%	(▲1.2%)	2.7%	(0.5%)

注：ASEAN5は、インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの5カ国。

2022年、2023年の（ ）内の数字は前回（2021年10月）見通しからの変化幅。

出所：IMF「World Economic Outlook, 2022 JAN」

## パンデミック下の世界保健機関の感染症対策

### ◆テドロス世界保健機関事務局長と感染症対策

2022年1月25日に行われた世界保健機関（WHO）の執行委員会は、現職のテドロス氏を次期事務局長の唯一の候補者として指名した。22年5月に開催される世界保健総会の場で正式に指名されて、次期WHO事務局長に再就任することになる。任期は22年から27年の5年間である。

テドロスWHO事務局長はエチオピアの出身で、17年に、アフリカ出身者として初めてWHO事務局長に就任して以来、世界的な感染症流行の対応に追われることになった。そのなかで、テドロス事務局長が指導力を示した事例として、パンデミックの機会をとらえ、WHO主導で複数の国の施設が参加して実施された医薬品候補化合物の国際共同治験が挙げられる。18年に発生したコンゴ民主共和国のエボラウイルス感染症パンデミックの際に、初めてのWHO主導で国際共同治験が行われた。また、現在も終息していないCOVID-19のパンデミック下でも、最初にSolidarity、それに続いて、Solidarity PLUSと名付けたWHO主導の国際臨床試験が行われている。

### ◆世界的にみた死亡原因と感染症

WHOが発表している19年の世界全体の死亡原因のトップ10は、症例の多い方から、虚血性心疾患、脳卒中、慢性閉塞性肺疾患、下部気道感染症、新生児疾患、気管・気管支・肺がん、アルツハイマー病など認知症、下痢性疾患、糖尿病、腎臓病の順番である。この中で、感染症は、下部気道感染症、新生児疾患、下痢性疾患の3つだけである。

ところが、経済的な状態で国を分類すると、所得の低い国の死亡原因トップ10は、新生児疾患、下部気道感染症、虚血性心疾患、脳卒中、下痢性疾患、マラリア、交通事故、結核、HIV/AIDS、肝硬変の順となり、感染症が6つになる。逆に、所得の高い国の死亡原因トップ10は、虚血性心疾患、アルツハイマー病など認知症、脳卒中、気管・気管支・肺がん、慢性閉塞性肺疾患、下部気道感染症、大腸がん、腎臓病、高血圧性心疾患、糖尿病の順で、感染症は下部気道感染症の

みである。

この解析結果は、死亡原因となる疾患の分布が所得によって異なり、低所得国で感染症がより深刻な死亡原因となっていることを意味している。所得が上がって、生活環境が改善されることによって減少する死亡原因は、本来、防ぐことが可能な疾患よるものと考えられる。特に、マラリア、結核、HIV/AIDSは、それぞれ、特定の病原体によって引き起こされる疾患であり、対策も立てやすいため、WHOは、これらの感染症の撲滅に取り組んでいる。

#### ◆WHOのニュースリリースにみる感染症

現在のCOVID-19の流行下での、COVID-19以外の感染症対策の状況を把握する目的で、21年11月1日から22年1月31日の間のWHOのニュースリリースから、感染症対策に関わるニュースを選別し、対象感染症ごとに集計を行った。集計結果は末尾の別表にまとめた。感染症に関するニュースリリースは、全体の半分ほどを占め、WHOが力を入れていることが分かる。

感染症は、COVID-19、HIV・結核・マラリア、薬剤耐性菌、顧みられない熱帯病 (neglected tropical diseases)、その他に分類した。

最近の3ヵ月の中では、COVID-19関連のニュースが36件と最も多かった。これは、WHOのCOVID-19に関する発信力を象徴している面もあるが、その対応に追われている状況を示しているようにも思える。

低所得国へのワクチンの公平な配分を主張するなど、経済格差がそのまま反映されることなく、医療に関しては全世界の人々が平等にあるべきだとするテドロスWHO事務局長の主張を反映したニュースも見られた。

一番注目すべきニュースは、世界保健総会がパンデミックの防止、準備、対応に関する条約策定会議の設置をWHO憲章19条に従って承認したことである。世界保健総会の承認に基づくWHO憲章の発動は、かつて、05年にWHOたばこ規制枠組条約を作成した際だけで、これが2回目の案件である。これも、パンデミックの機会を捉えたWHOの積極的な動きである。

また、COVID-19の起源をめぐる中国視察が批判されたことに応え、新たな病原体の起源を探る方法に関して提言を行う諮問機関を設置し、その第1回会合が開催されている。COVID-19の際の反省に立って、建設的な提案がなされることを期

待したい。

WHOが撲滅を目指す感染症であるHIV・結核・マラリアに関するニュースも24件と多かった。その中には、HIV感染を長期間予防する注射薬や、世界初のマラリアワクチンなど、技術の進歩に関する話題もある。

COVID-19でウイルスの遺伝子変異が、いかに効果的な医薬品の開発に影響を与えるかを思い知らされたが、HIVや結核の治療薬に対して耐性を示すウイルスや細菌の出現も昔から問題になっている。

しかし、一番の問題は、COVID-19の流行によって、HIV・結核・マラリアの撲滅運動が停滞していることであろう。COVID-19への対応で医療機関がひっ迫するなか、通常の医療活動にも大きな影響を与えていることを考えれば致し方ないところだが、COVID-19の流行が長期化する前提で、何らかの方策を考えて撲滅運動を進める必要がある。

薬剤耐性菌の問題には、長年、WHOが力を入れてきたにも関わらずニュースの数が4件と少ないのは意外だった。薬剤耐性菌の問題を解決するには、まず、正確な情報の収集が必要であり、その検査体制、報告体制を多くの国に広げることがWHOの活動の根幹としていたのだが、COVID-19で医療機関のゆとりがなくなっている状況では、新たな進展は期待できないのかもしれない。

しかし、WHOが積極的に進めている薬剤耐性菌監視体制の構築の成果として、より多くの国から、より詳細なデータを集めて解析を行うことが可能になってきている。22年1月に、米国のワシントン大学などの研究チームは、抗微生物薬耐性の社会的負荷に関する詳細な推計を報告した。

研究チームは、抗微生物薬耐性菌が死亡率などに与える影響を、19年のデータを用いて解析した。データを収集した国は204カ国に及ぶ。対象とした病原体は23種類。それぞれの抗微生物薬が有効な病原体は異なるので、調査対象となった抗微生物薬と病原体の組み合わせは88対である。文献、病院システム、監視システムなどから収集したデータの総数は4.71億件にも及ぶ。19年における抗微生物薬耐性に関連する死者は495万人で、その内、127万人は抗微生物薬耐性菌が直接の原因である死亡者である。地域ごとの比較で、抗微生物薬耐性菌による死亡率が一番高いのは、サハラ以南のアフリカで、10万人当たり27.3人の死亡、一番低いのはオーストラリアとニュージーランドとその付近の島々で、10万人当たり

6.5人の死亡であった。死亡者数が多い微生物は、順に *Escherichia coli*、*Staphylococcus aureus*、*Klebsiella pneumoniae*、*Streptococcus pneumoniae*、*Acinetobacter*、*Baumannii*、*Pseudomonas aeruginosa*である。薬物と病原体との対の中で、一番多くの死者を出しているのは、MRSAとして知られるメチシリンと *Staphylococcus aureus*の組み合わせで、10万人を超える死者を出している。

今回のニュースを収集した期間に、世界「顧みられない熱帯病」の日（World Neglected Tropical Diseases Day、1月30日）があり、顧みられない熱帯病のヒット数は9件と多かった。顧みられない熱帯病には、失明に至るトラコーマ、ハンセン病、アフリカ睡眠病、ギニア虫感染症、リンパ系フィラリア症、シャーガス病、リーシュマニア症、河川盲目症、住血吸虫症、土壌伝播寄生虫症などが含まれている。最近、希少疾患の治療薬の開発も進んでいるが、この期間にも、住血吸虫症の治療薬の効果が報告されていた。

#### ◆パンデミックの機会を捉えたWHOの動き

COVID-19関連のニュースが圧倒的に多いことは、WHOの情報発信力を示しているが、同時に、COVID-19の対応に追われている姿も示している。その結果、COVID-19の流行は他の感染症対策にも影響を与え、HIV・結核・マラリアの撲滅活動などを停滞させている。

テドロス氏は、元々、マラリアの研究者として知られており、WHO事務局長に就任する前には、エチオピア政府で05年から12年にかけて保健大臣を、12年から16年にかけて外務大臣を務めていた。保健大臣としての時代にはグローバルな健康イニシアチブに積極的であり、世界エイズ・結核・マラリア対策基金の議長などを歴任した。重要な課題に対し、包括的な改革アジェンダとより効率的かつ効果的なグローバル基金の開発につながる重要な決定を下すように導く手腕を発揮した。

今回のパンデミックの中でも、その機会を捉えた国際共同治験の実施、新たな病原体の起源に関する諮問委員会、パンデミックの防止、準備、対応に関する条約策定会議の設置など、いかにも、テドロス事務局長らしく、周囲を巻き込んで前進する姿勢を示している。再選が確実になったテドロス事務局長には、次期も引き続き、パンデミックの時代のWHOの存在感を高めてほしい。 【戸潤一孔】

## 別表

発表日	COVID-19関連のWHOニュースのタイトル
22年	
1月31日	New online course: Implementation of SARS-CoV-2 antigen-detection rapid tests
1月31日	New global report on maintaining services for maternal, newborn, child and adolescent health and older people during the COVID-19 pandemic: lessons learned from 19 countries
1月28日	WHO and Viamo provide critical access to COVID-19 information to the next billion digital users via their mobile phones
1月26日	Marking 2 years of pandemic learning response on OpenWHO.org
1月21日	Updated WHO SAGE Roadmap for prioritizing uses of COVID-19 vaccines
1月19日	Statement on the tenth meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the coronavirus disease (COVID-19) pandemic
1月16日	COVAX delivers its 1 billionth COVID-19 vaccine dose
1月14日	WHO recommends two new drugs to treat COVID-19
1月11日	Interim Statement on COVID-19 vaccines in the context of the circulation of the Omicron SARS-CoV-2 Variant from the WHO Technical Advisory Group on COVID-19 Vaccine Composition (TAG-CO-VAC)
21年	
12月23日	Achieving 70% COVID-19 Immunization Coverage by Mid-2022
12月22日	Interim statement on booster doses for COVID-19 vaccination
12月22日	From vaccines to vaccinations: seventh meeting of the Multilateral Leaders Task Force on COVID-19 Vaccines, Therapeutics and Diagnostics
12月21日	WHO lists 10th COVID-19 vaccine for emergency use: Nuvaxovid
12月20日	Novavax Covid-19 vaccine recommendations for use
12月17日	WHO lists 9th COVID-19 vaccine for emergency use with aim to increase access to vaccination in lower-income countries
12月16日	Interim recommendations for heterologous COVID-19 vaccine schedules
12月10日	Two decades dedicated to capacity building for health emergency preparedness and response
12月 9日	Updated interim recommendations for the use of the Janssen Ad26.COV2.S (COVID-19) vaccine
12月 7日	WHO recommends against the use of convalescent plasma to treat COVID-19
12月 3日	#ACTogether campaign to promote access to COVID-19 tools during FIFA Arab Cup™
12月 1日	World Health Assembly agrees to launch process to develop historic global accord on pandemic prevention, preparedness and response
11月30日	WHO Pandemic Ethics & Policy Summit
11月29日	Joint Statement on Dose Donations of COVID-19 Vaccines to African Countries
11月28日	Update on Omicron
11月26日	Classification of Omicron (B.1.1.529): SARS-CoV-2 Variant of Concern
11月24日	Interim statement on COVID-19 vaccination for children and adolescents
11月24日	First meeting of Scientific Advisory Group for the Origins of Novel Pathogens (SAGO)
11月23日	WHO issues guidelines on the treatment of children with multisystem inflammatory syndrome associated with COVID-19
11月23日	WHO and MPP announce the first transparent, global, non-exclusive licence for a COVID-19 technology

11月10日	International organizations, vaccine manufacturers take stock of COVID-19 vaccine roll out, share views for 2022
11月10日	WHO, faith partners and national governments -supporting national responses to COVID-19
11月 5日	WHO runs SARS-CoV-2 External Quality Assessment (EQA) Programme for National and Subnational laboratories
11月 4日	Medical Product Alert N° 7/2021: Falsified COVID-19 Vaccine AstraZeneca
11月 4日	Medical Product Alert N° 6/2021: Falsified Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine
11月 3日	WHO issues emergency use listing for eighth COVID-19 vaccine
11月 3日	Interim guidance for use of the Bharat BBV152 Covaxin vaccine published

発表日	HIV・結核・マラリア関連のWHOニュースのタイトル
22年	
1月28日	Use of alternative interferon-gamma release assays for the diagnosis of TB infection - WHO Policy Statement
1月20日	Planning and budgeting tool for TB and drug-resistant TB testing
1月19日	WHO announces the update of the guidelines on the diagnosis, prevention and management of cryptococcal disease in HIV-infected adults
21年	
12月21日	US FDA approved cabotegravir extended-release - the first long-acting injectable option for HIV pre-exposure prophylaxis
12月15日	Letter to malaria partners
12月 9日	Quality of HIV Care: from guidance to implementation
12月 9日	WHO and Global Fund warn inequalities block progress towards ending AIDS, TB and malaria
12月 9日	WHO continues to support its conditional recommendation for the dapivirine vaginal ring as an additional prevention option for women at substantial risk of HIV
12月 6日	WHO welcomes historic decision by Gavi to fund the first malaria vaccine
12月 6日	More malaria cases and deaths in 2020 linked to COVID-19 disruptions
12月 6日	Global Meeting on strengthening public-private care provider engagement calls for greater accountability and innovation to end TB in the context of the COVID-19 pandemic
12月 2日	Botswana is first country with severe HIV epidemic to reach key milestone in the elimination of mother-to-child HIV transmission
12月 1日	World AIDS Day 2021 - Step up, be bold, end AIDS, end inequalities and end pandemics
12月 1日	It's time for action on inequality to end TB and AIDS
12月 1日	Call to accelerate the study of new drugs for HIV in pregnant and breastfeeding women
11月26日	WHO publishes updated guidance on validation of elimination of mother-to-child transmission of HIV, syphilis and hepatitis B virus
11月24日	What's new in the TB section of the 2021 WHO Model Lists of Essential Medicines
11月24日	WHO releases HIV drug resistance report 2021
11月19日	International Men's Day 2021: Enabling a Gender-sensitive Response to End TB
11月17日	Global individual patient data platform for drug-resistant tuberculosis treatment
11月16日	WHO releases new toolkit to support quality HIV testing services
11月15日	New reduced costs of dual HIV/syphilis rapid tests to accelerate

特 集

11月 9日	progress toward elimination of mother-to-child transmission of HIV and syphilis WHO and the International Organization of La Francophonie sign agreement that outlines common areas of work on universal health coverage, malaria control and the WHO Academy
11月 3日	WHO issues a new compendium of data and evidence-related tools for use in TB planning and programming

発表日	薬剤耐性菌関連のWHOニュースのタイトル
21年	
12月 9日	WHO works to scale-up support to low- and middle-income countries (LMICs) to address antimicrobial resistance (AMR) thanks to support from the Kingdom of Saudi Arabia
12月 8日	New partnership to combat antimicrobial resistance in gonorrhoea
11月22日	Gonorrhoea: latest antimicrobial global surveillance results and guidance for vaccine development published
11月11日	More countries committing to tackling antimicrobial resistance

発表日	顧みられない熱帯病関連のWHOニュースのタイトル
22年	
1月30日	World Neglected Tropical Diseases Day: WHO calls for equitable health services for all
1月30日	On World NTD Day, WHO releases key document to guide a paradigm shift towards One Health
1月26日	Celebrating World NTD Day: make every day a neglected tropical diseases day
1月10日	Message for World Leprosy Day 2022
21年	
12月17日	Launch of UN Group of Friends on Neglected Tropical Diseases and on Support of Water, Sanitation and Hygiene in Healthcare Facilities
12月 9日	Neglected tropical diseases: WHO launches survey to expand its offer of online training courses
12月 3日	Schistosomiasis: large-scale treatment decreases prevalence by 60% among school-aged children
11月26日	Onchocerciasis elimination: achieving NTD road map targets, despite current pandemic challenges
11月15日	WHO and Bayer renew longstanding collaboration to accelerate control and elimination of neglected tropical diseases
11月 3日	Innovative diagnostics are key to achieving the 2030 targets for neglected tropical diseases

発表日	その他の感染症関連のWHOニュースのタイトル
21年	
12月 3日	South-East Asia: Influenza virus sharing in a time of COVID-19
12月 3日	Global and regional support for the 2021-2022 influenza season
11月23日	Statement of the Thirtieth Polio IHR Emergency Committee
11月10日	Global progress against measles threatened amidst COVID-19 pandemic
11月 2日	Urgent need for vaccine to prevent deadly Group B streptococcus

(注：WHOニュースのタイトルは感染症毎に別枠でグループ化した。

本文中で触れたニュースのタイトルを赤字で示した。)

## 2021年の米国での新薬の承認状況

### ◆2021年、米国で50剤の新薬が承認される

2022年1月、FDA（米国食品医薬品局）は、21年に承認した新薬とそのトレンドについてまとめたリポート「New Drug Therapy Approvals 2021」を発表した。FDAは21年に50剤の新薬を承認した（ワクチンを除く）。20年の53剤より減少したが、コロナ禍2年目にも関わらず、高い水準を維持している。50剤の新薬のうち、26剤（52%）が希少疾患治療薬であり、希少疾患治療薬が新薬開発をけん引する流れは継続している（図1）。また、21年を代表する新薬として、心不全治療薬ベリキューボやアルツハイマー病治療薬アデュヘルムがある。

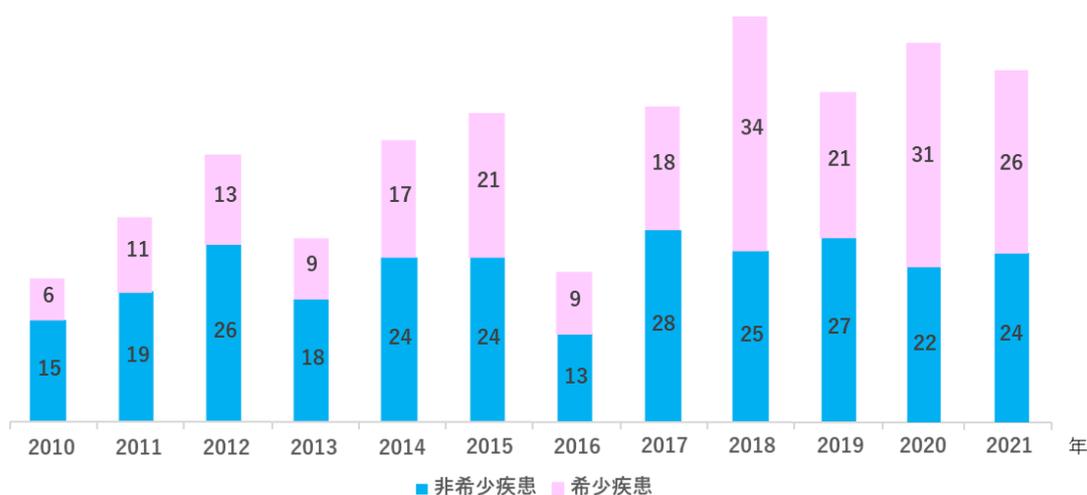


図1 FDAの承認新薬数の推移（FDA発表資料を元にARC作成）

50剤の新薬のうち38剤（76%）で、米国が最初の承認国となっている。前年の75%を上回り、世界の製薬企業の米国志向は続いている。50剤の新薬のうち、34剤が優先審査指定、14剤が画期的治療薬指定、18剤が迅速審査指定という何らかの審査優遇措置を受け、14剤が迅速承認を受けた。

### ◆欧米の中小製薬企業やベンチャーが中心的役割

開発企業の本社所在地では、米国が26剤（52%）と過半を占めた。欧州が19剤（38%）、日本が2剤、カナダ、台湾、豪州が各1剤であった（図2左）。世界の医薬品売上の約7割を占めるメガファーマ（売上高20位以内）の開発品は16剤

## ハイライト

(32%)にすぎず、欧米の中小製薬企業やベンチャーが新薬開発の中心となった。

分子種としては、バイオ・抗体薬が14剤、核酸医薬が2剤と前年と同水準となった一方で、中分子化合物薬が5剤登場した(図2右)。中分子化合物薬とは、分子量500から1万までのペプチド結合を持つ医薬品を指す。核酸医薬と並ぶ、新たな創薬モダリティとしての成長が期待されている。

また、FDAは初めて互換可能なバイオシミラー(バイオ後発医薬品)を2剤承認した。医師の許可がなくても薬局で先発バイオ医薬品からバイオシミラーへの変更が可能で、医療費の削減につながることを期待されている。

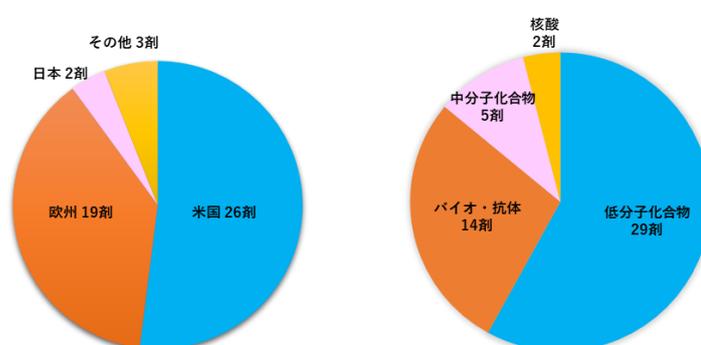


図2 FDA承認新薬の開発国と分子種の分布(FDA発表資料を元にARC作成)

### ◆ COVID-19に対する経口治療薬に緊急時使用許可を供与

21年も、FDAは、COVID-19に対するワクチンや治療薬など8剤に緊急時使用許可(EUA)を与えた(表)。EUAは、国家の非常事態に際し、有効性と安全性に関するデータが不足していても、医薬品の使用を特別に許可する制度である。期間内に十分なデータを取得し、正式な承認を申請する義務が課せられる。

表 FDAがEUAを与えた医薬品

ワクチン	1剤	J&Jのワクチン
治療薬	6剤	抗体医薬品2剤、抗体カクテル2剤、パクスロピド、モルヌピラビル
その他	1剤	人工呼吸用鎮静剤

(FDA発表資料を元にARC作成)

FDAは3つ目のCOVID-19ワクチンとしてJ&Jのワクチンに、治療薬として抗体医薬品2剤、抗体カクテル2剤にEUAを与えた。また、21年12月に3CL阻害剤パクスロピドに、続いてRNA合成阻害薬モルヌピラビルにEUAを与えた。COVID-19の軽症者が対象で、それぞれ重症化を86%と30%抑制する。

【毛利光伸】

## がんの発生・悪性化に関するメカニズムの解明

### ◆がんの発生を抑制するメカニズムの一端が解明された

2022年2月、群馬大学未来先端研究機構の研究グループは、特定のタンパク質が、DNAの切断を正確に修復する新たな仕組みを発見したと発表した。

がんは、タンパク質の設計図に異常が起こることで発生する。放射線などによって、DNAが切断され、タンパク質の設計図であるDNA鎖が壊される。これに対してヒトには、DNAの切断を正確に修復する仕組みが備わっているが、そのメカニズムは明らかになっていなかった。

研究グループは、切断されたDNAとRNAが結合してR-loopと呼ばれる不安定な構造ができ、それが崩壊すると設計図が壊れてしまうことを解明した。また、DNA修復タンパク質であるRAP80が、この不安定な構造を崩壊から守り、正確なDNA切断の修復を誘導することもわかった。さらにRAP80の量が少ない細胞では、タンパク質の設計図の異常が高頻度で見つかることが検証された。

### ◆がんの悪性化の原因は糖鎖合成酵素がタンパク質を選ぶことがわかった

岐阜大学糖鎖生命コア研究所の研究グループは、がんの悪性化に関わる糖鎖合成酵素GnT-Vが、タンパク質を選んで糖鎖を結合させることを発見したと22年1月に発表した。

細胞内のタンパク質には糖鎖が結合しており、さまざまな疾患に応じて形が変化する。GnT-Vは、細胞内で特定のタンパク質上の糖鎖を枝分かれさせる酵素である。そして、GnT-Vが作る糖鎖の枝分かれ構造が、がんの増殖・転移を促進させることがわかってきた。

研究グループは、がんの悪性化に関わるGnT-Vの一部である「Nドメイン」に着目し、通常のGnT-Vと、Nドメインを持たないGnT-Vを細胞に導入し、糖鎖の枝分かれの量を調べた。その結果、Nドメインを持たないものは、通常のものに比べてタンパク質の上に作られる糖鎖の分岐量が少ないことが明らかになった。これより、GnT-VがNドメインを介してタンパク質を直接選んでいると証明された。

がんのメカニズムの研究は、少しずつだが、着実に進んでいる。【松村晴雄】

## 「グローバルリスク報告書」トップは気候変動

### ◆ 今後10年のリスクの上位は、気候変動対策失敗、異常気象、生物多様性喪失

世界経済フォーラムは、2022年1月11日に「[グローバルリスク報告書2022年版](#)」を公表した。毎年1月のダボス会議に併せて発表してきたが、昨年同様コロナの影響で対面での会議が延期となるなかでの発表となった。専門家や政財界のリーダー、市民社会の代表らを対象にした調査に基づく報告書だ。今後の世界の見通しを楽観視する回答者は16%に留まり、解決にはマルチステークホルダーによる協調的対応が不可欠としている。

今後10年間に起こりうるグローバルリスクの深刻度ランキングで今回1位となったのは「気候変動対策の失敗」で、2位が「異常気象」、3位が「生物多様性の喪失」となった。2021年版でも、影響力が大きいリスクで、気候変動は感染症に次ぐ2位となっている。

深刻度からみた今後10年グローバルリスク	
1位	気候変動対策(緩和と適応)の失敗
2位	異常気象
3位	生物多様性の喪失
4位	社会的結束の侵食
5位	生活破綻
6位	感染症
7位	人為的な環境損害
8位	天然資源危機
9位	債務危機
10位	地政学的対立

### ◆ 短期、中期、長期で主要なリスク傾向は異なり、短期では生活破綻が上位に

報告書では、主要なグローバルリスクを短期（0-2年）、中期（2-5年）、長期（5-10年）で調査している。気候変動対策失敗と異常気象は、いずれの期間でも上位3位に入っている。一方で短期的リスクの2位には生活破綻が、6位にはメンタルヘルスの悪化が入るなど、コロナの影響をうかがわせる項目も上位に入る。

中長期になるほど、生物多様性や資源危機など、回復が難しい課題が挙がっている。早期からの国際的な取り組みが求められる。 【赤山英子】

	短期リスク	中期リスク	長期リスク
1位	異常気象	気候変動対策の失敗	気候変動対策の失敗
2位	生活破綻	異常気象	異常気象
3位	気候変動対策の失敗	社会的結束の侵食	生物多様性の喪失
4位	社会的結束の侵食	生活破綻	天然資源危機
5位	感染症	債務危機	人為的な環境損害
6位	メンタルヘルスの悪化	人為的な環境損害	社会的結束の侵食
7位	サイバーセキュリティ対策失敗	地政学的対立	非自発的移住
8位	債務危機	サイバーセキュリティ対策失敗	テクノロジー進歩の悪影響
9位	デジタル格差	生物多様性の喪失	地政学的対立
10位	資産バブル崩壊	資産バブル崩壊	地政学的資源争い

## IMFの世界経済見通しと2022年の世界経済のリスク

### ◆ IMFが世界経済見通しを4.4%に0.5ポイント下方修正

2022年1月に国際通貨基金（IMF）が世界経済見通しを発表し、22年の世界の実質GDP成長率を前回（21年10月）から0.5ポイント低い前年比4.4%とした。大型財政法案の成立が遅れる米国、新型コロナウイルスの感染拡大で行動制限を行う中国やユーロ圏などの見通しを大きく下げた。一方、日本は過去最大規模の補正予算などの財政支援策を評価して3.3%と0.1ポイント上方修正した。

23年は前年比3.8%と0.2ポイント上方修正したが、21年5.9%、22年4.4%からみると減速している。

IMFの世界経済見通し(22年1月) 単位:%

	21年	22年	23年	前回比	
				22年	23年
世界GDP	5.9	4.4	3.8	▲0.5	0.2
先進国	5	3.9	2.6	▲0.6	0.4
米国	5	4	2.6	▲1.2	0.4
ユーロ圏	5.2	3.9	2.5	▲0.4	0.5
日本	1.6	3.3	1.8	0.1	0.4
英国	7.2	4.7	2.3	▲0.3	0.4
新興国	6.5	4.8	4.7	▲0.3	0.1
中国	8.1	4.8	5.2	▲0.8	▲0.1
インド	9	9	7.1	0.5	0.5
ASEAN5	3.1	5.6	6	▲0.2	0
ブラジル	4.7	0.3	1.6	▲1.2	▲0.4
メキシコ	5.3	2.8	2.7	▲1.2	0.5
CPI					
先進国	3.1	3.9	2.1	1.6	0.2
新興国	5.7	5.9	4.7	1	0.4

注: ASEAN5はインドネシア、マレーシア、タイ、フィリピン、ベトナム。

出所: IMFのデータを基に旭リサーチセンター作成。

### ◆ 22年に警戒すべきは新型コロナウイルスの感染再拡大

IMFの経済見通しは22年末までに新型コロナウイルスのワクチン接種率が全世界で向上し、感染の不安が解消して経済活動が回復することを前提としている。ただし、IMFは①新型コロナウイルスの感染再拡大、②FRB（米国連邦準備制度理事会）の政策正常化による金利上昇、③サプライチェーンの混乱、④慢性的な高インフレ、⑤中国不動産市場の混乱を今後の警戒すべき主なリスクとしている。

21年を振り返ると、新型コロナウイルスの感染拡大がサプライチェーンを混乱させ、米国では労働市場のひっ迫から慢性的なインフレが定着するリスクが高まり、FRBは金融正常化に舵を切り始めた。IMFは21年に新型コロナウイルスの感染拡大とサプライチェーンの混乱による供給制約ショックが世界のコアインフレ率を1.0%押し上げ、世界経済を0.5%押し下げたと分析している。この経験を基に考えると、22年も新型コロナウイルスが変異によって感染の再拡大を世界にもたらすと、IMFが警戒すべきとしたリスクのいくつかと複合して経済活動の回復を妨げる。これが当面の22年における警戒すべきリスクの第一であろう。

【藤井和則】

## 中国「ゼロコロナ」政策、経済の足かせとなるか

### ◆2021年のGDPは前年比8.1%の成長となった

中国の国家統計局が発表した2021年の実質GDP成長率は、20年の2.2%から大幅に回復し、8.1%となった。名目GDPは114兆元に達し、一人あたり名目GDPも12,551ドルとなった。ただ、四半期別の成長率を見ると後半に伸びが鈍っており、第4四半期は4.0%にとどまった。



新型コロナウイルス感染症対策で世界をリードしていると自負する中国だが、感染力の強いデルタ株が広がった下半期は、「ゼロコロナ」政策（封鎖、検査、隔離政策）による行動制限が各地で実施されたことが、経済に影響を及ぼしたようだ。

一方、発表会見では、コロナ禍の期間である20年と21年の2年平均でみると、成長率は1stQ:4.9%、2ndQ:5.5%、3rdQ:4.9%、4thQ:5.2%で、2年平均の第4四半期の成長率は伸びており、経済は安定的に推移していると説明している。

### ◆経済の足かせになりかねない「ゼロコロナ」政策

需要項目別の寄与度は、最終消費支出（消費）5.3ポイント、純輸出（外需）1.7ポイント、総固定資本形成（投資）1.1ポイントだ。社会消費品小売総額の21年の伸びは12.5%だが、12月は1.7%にとどまった。GDPへの寄与度の高い消費が下半期は停滞している。特に**飲食関係の11月、12月の伸びは▲2.7%、▲2.2%**とマイナスに陥った。リアル消費だけでなく、プラットフォームへの規制強化の影響で、通年のネットの**物品販売の伸びも12.0%**（前年比▲2.8ポイント）となっている。



秋には習近平政権の行方を占う共産党大会があることや共産党の「無謬性」ゆえ、毒性が弱まっているとされるオミクロン株に対しても、同じゼロコロナ政策を当面継続せざるを得ず、22年の中国経済の足かせになりそうだ。【森山博之】

## 米国が「強制労働産品」の取引規制を強化

### ◆「新疆ウイグル強制労働防止法」が施行へ

2021年12月23日、米国で「[新疆ウイグル強制労働防止法](#)」が成立し、22年6月21日に施行される運びとなった。同法は中国・新疆ウイグル自治区の全ての産品が強制労働によるものと推定し、輸入者から「強制労働産品ではない」旨の明白で説得力のある証拠が示されない限り、CBP（税関国境警備局）が輸入を差し止める立て付けになっている。また、同自治区の強制労働に関与した自治区外の者による産品も対象となるため、産業界に一定の影響を与えるものと予想されている。そのため、同法はDHS（国土安全保障省）にパブリックコメントの募集や公聴会の実施、進捗の議会報告、輸入者向けガイダンスの策定などを義務付けており、綿密な官民連携のもとで施行される予定だ。

労働・人権問題を優先課題に掲げるバイデン政権は、関税法や EAR（輸出管理規則）、各種制裁法などを駆使し、各国の強制労働事案に積極的に対処してきた。

（表）米国連邦政府レベルでの強制労働に対する通商規制

1930年関税法307条	CBP（税関国境警備局）の調査、もしくは第三者からの情報提供などに基づき、CBPが強制労働に依拠した産品と判断すれば、WRO（違反商品保留命令）を発出し、米国内への輸入を差し止める。
輸出管理規則（EAR）	主に安全保障の観点から一定の米国原産品の輸出・再輸出などを規制。BIS（商務省産業安全保障局）が20年10月に人権保護を目的にEARを改正。規制対象に監視システムなどを追加。域外適用される点に留意。
グローバル・マグニツキー人権問責法	深刻な人権侵害に関与した外国人や重大な汚職などに関与した外国政府職員などに対し、米国資産の凍結や入国禁止などの制裁措置を課す権限を大統領に付与。2016年成立。同法を根拠とする大統領令13818はSDNリスト掲載も可能に。
新疆ウイグル強制労働防止法（Uyghur Forced Labor Prevention Act）	「新疆ウイグル自治区で生産、採掘された製品」及び「ウイグルにおいて人権侵害に関与したとされるウイグル域外の者によって生産、採掘された製品」の全てが、強制労働に依拠しているとの推定のもと、CBPが輸入を差し止める。輸入許可を得るには、製品が強制労働に依拠していない明確な証拠などが必要。2022年6月施行予定。

（出典）CBPサイト、JETROビジネス短信、その他資料をもとに筆者作成

例えばCBPは、強制労働によって採鉱、生産、または製造されていることが合理的に疑われる物品（例：綿、太陽光パネル原料）に対し、1930年関税法307条に基づくWRO（違反商品保留命令）を発出して米国への輸入を不許可としてきた。また商務省は、強制労働を幫助し得る企業・個人などをEARの規制リストに掲載して輸出を制限しているほか、財務省は「グローバル・マグニツキー人権問責法」や大統領令13818号などに基づき、人権侵害を行なう企業・個人などへ金融制裁

や取引規制を実施している。これらの措置の発動先の多くも、新疆生産建設兵団（XPCC）などの新疆ウイグル自治区関連企業だ。

### ◆米中対立は新たなフェーズへ

2020年以降、米中対立のスクープは、経済・技術事案から人権・強制労働疑義事案へと拡大している。20年7月、当時のトランプ政権は「新疆ウイグルサプライチェーン勧告」を発表し、同自治区を含むサプライチェーンからの人権侵害行為の排除と、関連する米国法の順守などを強く求めた。21年7月には**バイデン政権が同勧告を更新**し、これまでの制裁一覧やリスクの高い産業分野などの情報を公表・拡充している。

12月には、米豪など4カ国による「**輸出管理・人権イニシアティブ**」の立ち上げが発表され、監視技術などが権威主義国家に利用されないための枠組みなどが提案された。同提案は同月に開催された「**民主主義サミット**」で発表されたものであり、今後は日米豪印の安全保障枠組みである**QUAD**やEUなどとの、幅広い連携も予定されている。これらを踏まえ、USTR（通商代表部）は22年1月25日に「**強制労働と戦うための通商戦略**」の策定を発表し、友好国との連携のもと、「新疆ウイグル強制労働防止法」を含む通商政策を徹底活用していく方針だ。

### ◆USTRは「強制労働撲滅のための通商戦略」を立案する

国際商取引を行なう上で、企業の人権・強制労働問題対応は急務である。21年11月に**経済産業省などが発表した報告書**によれば、間接仕入先まで含めた人権DD（デューディリジェンス）を実施している企業は、回答者のうち僅か25%であった。これでは米国などの法規制はもちろん、「勧告」にも対応できない。

仮に人権DD未対応の場合は、人権意識の高い欧米各国との事業が円滑に進まない可能性が出てくるだろう。また、人権に関する通商ルールに違反した場合は、輸出入取引の停止や社会的信用の失墜、米国法による制裁などを覚悟しなくてはならない。一方で、「米国法に基づく」中国企業との取引の選別は、中国による対抗措置発動の誘因にもなり得る。いずれにせよ、企業は輸出入サプライチェーンの精査を早急に実施し、場合によっては取引形態の見直しを図り、政府や業界団体などとの情報連携をいっそう深めておく必要があるだろう。 【田中雄作】

## 経済安保を見据えた日米の半導体製造支援策

### ◆半導体不足が長期化するなか、米国で半導体製造支援の動き

2022年1月25日、米国商務省は、半導体サプライチェーン上のリスクに関する調査報告書を発表した。報告書によると、半導体製造企業は90%以上の高稼働率で生産を行っているものの、21年の世界の半導体需要は19年から17%増加しており、需要に供給が追いついていない状況だという。また、この需要と供給の乖離は、少なくともこの先6ヵ月は続く見込みであるとしている。

米国政府は、国内での半導体製造に関する支援策の検討を開始している。連邦議会の上院は、21年6月、半導体産業支援策を含む「米国イノベーション・競争法案（USICA）」を可決した。その後、下院での審議が止まっていたが、2月4日に下院版のUSICAが可決された。両院案とも米国内での半導体の製造支援に520億ドルを拠出する計画となっており、両院で詳細を調整する。

半導体の製造増強の動きも既に始まっている。21年9月、インテルはアリゾナ州で半導体工場の起工式を行った。24年にフル生産を予定しており、政府の支援次第では継続的に投資を行うとしている。11月には、サムスン電子がテキサス州に工場を建設すると発表した。24年の稼働開始を目指し、170億円を投資する。

### ◆日本でも半導体の国内製造に補助金を交付

日本でも半導体製造支援の動きが始まっている。21年度補正予算では、半導体産業基盤緊急強化パッケージとして、先端半導体の製造支援に6,170億円が計上された。その他、安定供給の必要性が高い半導体の製造設備の入替・増設支援として470億円、ポスト5G情報通信システムの研究開発事業に1,100億円が計上されている。また22年の通常国会では、半導体などの国内開発・製造支援を盛り込んだ経済安全保障推進法案が審議される予定である。

半導体製造支援は、半導体不足解消や経済安全保障の面からは重要であるものの、過度な補助金は公平な競争条件を歪めることになる。米国や日本は、WTOルール違反として中国の産業補助金を批判しており、産業政策と通商政策の整合性を問われることになりそうだ。

【今村弘史】

## 欧州委員会が標準化戦略発表、国際競争力強化へ

### ◆EUが国際的規格で主導権を維持するための標準化戦略を発表

2022年2月2日、欧州連合（EU）の欧州委員会は、国際的な競争力強化を目指すため、新たな「[標準化戦略](#)」を発表した。「欧州グリーンディール」や「欧州のデジタル化」というEUの政策に沿い、欧州規格の策定を目指す。

EUはこれまで国際的な規格の策定で主導的な役割を担ってきたが、中国が通信規格の標準化の主導的役割へ意欲を示すなど、EU域外の国やEU域外を本拠地とする大企業の近年の影響力の増大に危機感を示している。同戦略では、EUが気候変動への対応やデジタル化への移行を主導し、急速な発展の続く技術規格に民主的な価値を組み込んでいくためには、より戦略的なアプローチが必要とした。

EUは域内市場で販売される製品について、安全性や互換性で基準を定めているが、今回の戦略では、環境保護や労働基準、データ保護などEUが重視する民主主義的価値観などにも踏み込んだ基準設定システムの確立を目指す。

### ◆欧州委員会発表の2022年の標準化事業計画では、水素技術などが優先分野に

同日発表の2022年[欧州標準化のための事業計画](#)では、優先分野を挙げている。

- ・ COVID-19ワクチン と医薬品の生産
- ・ 電池や電池廃棄物の重要な原材料
- ・ 気候変動に適応したインフラとその資材の低炭素セメント
- ・ 水素技術とコンポーネント
- ・ 水素の輸送と貯蔵
- ・ 半導体の安全性・真正性・信頼性の認証に関する規格
- ・ データスペースにおけるスマートコントラクト<sup>(\*)</sup>

(\*) 契約の条件・執行内容を事前に設定したプログラムによる取引自動化)

欧州グリーンディールと欧州のデジタル化の目標を達成し、EU単一市場の強靭性を支えるため、既存の基準をレビューして、改定や新しい基準の開発の必要性を特定するとしている。日本の企業にも影響がありそうな分野も多く、今後の標準化の動向には注意が必要だ。 【赤山英子】

## 東証プライム市場は「プライム」になれるか

### ◆東証、4月4日に新市場区分へ一斉移行

2022年4月4日より東京証券取引所（東証）の市場区分が、現在の第一部、第二部、マザーズ、JASDAQの4区分から、「プライム」「スタンダード」「グロース」の3区分に再編される。各市場の位置づけやコンセプトを明確化して投資家の利便性を高めるとともに、持続的な企業価値向上の動機付けを高める狙いだ。

プライム市場は、グローバルな投資家との建設的な対話を中心に据えた企業向け市場というコンセプト

で、高い流動性やガバナンスが求められる。大株主や企業持ち合いなど安定株主保有分を除いた流通株式時価総額100億円以上（現行第一部上場廃止基準は5億円）、流通株式比率35%以上（同5%）、平均売買代金0.2億円以上などの上場維持基準が設けられている。

項目	考え方・狙い	概要(注1)		
		項目	新規上場基準	上場維持基準
流動性	多様な機関投資家が安心して投資対象とすることができる潤沢な流動性の基礎を備えた銘柄を選定する。	株主数	800人以上	800人以上
		流通株式数	20,000単位以上	20,000単位以上
		流通株式時価総額	100億円以上	100億円以上
		売買代金	時価総額250億円以上	平均売買代金0.2億円以上
ガバナンス	上場会社と機関投資家との間の建設的な対話の実効性を担保する基盤のある銘柄を選定する。 ※ガバナンス・コード(一段高い水準の内容を含む)全原則の適用	投資家との建設的な対話の促進の観点から、いわゆる安定株主が株主総会における特別決議可決のために必要な水準(3分の2)を占めることのない公開性を求める。		
		項目	新規上場基準	上場維持基準
経営成績 財政状態	安定的かつ優れた収益基盤・財政状態を有する銘柄を選定する。	流通株式比率	35%以上	35%以上
		項目	新規上場基準	上場維持基準
		収益基盤	最近2年間の利益合計が25億円以上 売上高100億円以上かつ時価総額1,000億円以上	-
		財政状態	純資産50億円以上	純資産額が正であること

(注1) 市場コンセプトを反映したこれらの基準のほか、株式の譲渡制限、証券代行機関の選定などの共通の基準を設ける

出所：日本取引所グループ・東京証券取引所

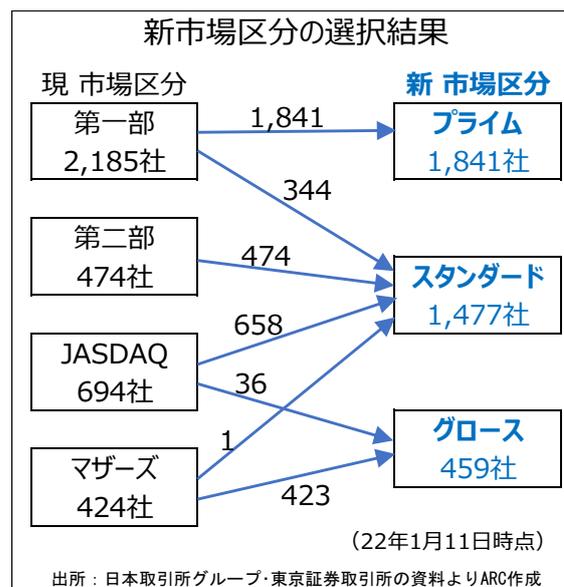
### ◆第一部の84%がプライム市場を選択、296社が基準未達で適合計画を策定

22年1月11日、上場各社の[新市場区分の選択結果が東証より公表](#)された。

第一部の84%にあたる1,841社がプライム市場を選択し、スタンダード市場を選択したのは344社にとどまった。1,841社のうち296社は上場維持基準の未達項目があり、流通株式時価総額20億円以下の企業や、平均売買高が数百万円という企業もあるが、経過措置として緩和された基準が適用され、企業価値向上や流動性改善に向けた「適合計画」を策定・開示している。経過措置期間は示されていないため、適合まで長期間を要する計画も多く、10年がかりという企業もある。

グローバル投資家とは距離がありながら、「一部上場の信用力・ブランド」を捨てきれずにプライム市場を選んだ企業も多かったのではないだろうか。

当初、プライム市場は、流通時価総額1,000億円以上とするなどで数百社に絞る意見もあったようだが、最終的に第一部の84%が残る形となり、内容もスピードも不十分との市場関係者の声が多いという。



◆CGコードと連動し、プライム市場にはさらに高いレベルのガバナンス要求

21年6月に東証と金融庁が「[コーポレートガバナンス \(CG\) ・コード](#)」(企業統治指針)を改訂したが、これは今回の市場区分見直しと連動しており、プライム市場の企業には一段高いレベルのガバナンスを求めている。独立社外取締役の3分の1以上(必要な場合は過半数)の選任、気候変動関連情報などのTCFD(気候関連財務情報開示タスクフォース)または同等の枠組みでの開示、必要とされる情報の英文での開示などである。プライム市場向けの原則は22年4月以降に適用となり、3月期決算企業は22年6月の株主総会後に提出されるCG報告書での開示が求められる。原則に従わない場合は、その理由などの説明が必要になる。

21年7月～8月に三井住友信託銀行が上場企業1,787社に実施した「[ガバナンスサーベイ2021](#)」によれば、独立社外取締役を3分の1以上選任している、または今後選任したいという企業は79%だが、プライム市場志向企業に限れば、ほぼすべての企業が将来の3分の1以上の選任を考えている。また、プライム志向企業のTCFD開示状況は、実施済が16%、開示予定24%、今後検討45%だった。

22年1月26日には、東証が上場企業の21年末時点の[CGコード対応状況集計結果](#)を発表した。各原則への適応率は前年より増加傾向がみられ、コード改訂と市場再編を受けてガバナンス向上のための対応を進めている企業が多いと推測される。

なお今回の市場区分見直しで、従来は流通株式に含まれていた企業持ち合いなどの政策保有株式を流通株式から除外し、かつ流通株式の比率や時価総額に関する上場維持基準を厳しくした。このことは、CGコードが求める政策保有株式の削

減や、親子上場などの親会社のガバナンス体制見直しを加速したと思われる。

#### ◆東証株価指数（TOPIX）は25年1月まで段階的に見直し

東証が公表している株価指数「TOPIX」も見直される。よく知られる「日経平均株価」が代表的な225社の株価の平均から算出されるのに対し、TOPIXは第一部全銘柄の売買可能な「浮動株」の時価総額加重平均に基づく指数で、多くの投資家がベンチマークとしている。TOPIX連動のインデックス運用はTOPIX時価総額の約1割、70兆円規模に拡大している。今回の見直しでは、指数の連続性を保つため、市場区分には直接連動させない。まず22年4月～6月に、流通株式時価総額100億円以上の銘柄の浮動株比率の定義見直し（持ち合い株式などを浮動株から除外）を段階的に行う。また、流通時価総額が100億円未満の銘柄は、25年1月まで2年半かけて段階的にウェイトを下げいき、最終的にはTOPIXから除外される。

この見直しに伴い、インデックス運用の銘柄構成変更のため、ウェイト減少銘柄の売却を中心に数兆円規模の売買が生じるとの金融機関の試算はあるものの、グローバル投資家全体の投資行動に与える影響は限定的であろう。

#### ◆グローバルに魅力ある「プライム」な市場となれるか

米国のNYSE（ニューヨーク証券取引所）や、NASDAQ（ナスダック）最上位のグローバルセレクトは、会社数では東証一部と大きく違わないが、時価総額の単純平均はいずれも東証一部の5倍以上だ。1社で東証一部全体の時価総額の半分近いNASDAQのAppleのような超巨大企業が平均を押し上げているが、中央値で比べてみても、2市場は東証一部のそれぞれ約7倍、約4倍ある。ロンドン証券取引所のプレミアム市場は約500社で、時価総額中央値は東証一部の約4倍だ。東証プライム市場になっても4～7倍の格差が3～5倍に変わる程度で、小粒感は否めない。

これらの海外市場は東証一部より上場基準が厳しく、新陳代謝が活発だ。この点については、新市場区分では経過措置付きとはいえ上場基準は厳しくなる。

今回の市場再編には「代わり映えしない」との批判も多い。だが、プライム市場の評価が本当に問われるのはこれからだ。形式的要件だけでなく、各企業がグローバル視点で資本市場と向き合い、上場企業としての責任と緊張感を持って企業価値向上や高水準のガバナンスを実現していくことこそが重要だ。【本間克治】

## 日本は労働生産性を向上させられるか

### ◆日本は過去20年、平均賃金も労働生産性も低迷

2022年1月、岸田総理の施政方針演説で、3%の賃上げ目標が掲げられた。過去の平均月間給与の推移を見てみると、97年の42万円をピークに微減か横ばい傾向で、3%以上増加している年はない。



出所：厚生労働省「毎月勤労統計調査」統計よりARC作成

20年のOECD加盟国38カ国の平均賃金比較では、日本は22位で、世界第3位のGDP規模の国としてはかなり下位であり、OECD諸国平均49.2千ドルの約8割の水準であった。賃金上昇のためには、労働生産性の向上がカギであるが、OECD諸国の労働生産性（就業者一人当たりの実質GDP）のランキングでは、20年の日本は過去最低の28位とさらに低迷していた。コロナ禍における休業者増加が多少影響していると考えられるが、91年の15位がピークで、98年以降は20位以下に沈んでおり、平均賃金と同様に低迷している。

### 2020年 諸外国の平均賃金・労働生産性比較

		日本	米国	ドイツ	イギリス	フランス	韓国
平均賃金	年間平均賃金 (購買力平価換算)	38.5千ドル	69.4千ドル	53.7千ドル	47.1千ドル	45.6千ドル	42千ドル
	OECD 38カ国内順位	22位	1位	11位	14位	17位	19位
	OECD平均 (49.2千ドル) 比	78%	141%	109%	96%	93%	85%
労働生産性	労働生産性 (就業者一人あたり実質GDP)	78.7千ドル	141.4千ドル	107.9千ドル	94.8千ドル	116.6千ドル	83.4千ドル
	OECD 38カ国内順位	28位	3位	15位	19位	8位	24位
	OECD平均 (100.8千ドル) 比	78%	140%	107%	94%	116%	83%

出所：OECD主要統計よりARC作成

◆情報通信分野の発展の遅れが、主要国との労働生産性の格差拡大の要因

日本生産性本部は、20年に日米と欧州主要国合わせて19カ国の産業別労働生産性水準の比較分析を行っている。97年と17年の2時点で比較しているが、日本は2時点とも、サービス業は15位、製造業は11位であった。しかし、同順位であっても、上位国との労働生産性の格差が拡大していた。例えば、サービス業において、米国は97年2位で、労働生産性の水準は日本の1.4倍であった。17年も2位であるが、日本との格差は約7倍に広がっている。製造業においては、米国と日本の格差は97年、17年ともに約1.4倍と変わらないが、米国は順位を1位から3位に落としている。17年製造業で1位のアイルランドは日本の4倍である。

欧米主要国との産業別労働生産性の比較

【サービス業】

2017年順位	サービス業	卸売・小売	宿泊・飲食サービス	運輸・郵便	情報通信	専門・科学技術、業務支援サービス
1位	ルクセンブルク	オランダ	米国	オランダ	スウェーデン	アイルランド
2位	米国	デンマーク	オーストリア	ルクセンブルク	米国	ルクセンブルク
3位	オランダ	フィンランド	フランス	ポルトガル	英国	米国
4位	アイルランド	ルクセンブルク	スペイン	米国	デンマーク	スウェーデン
5位	ドイツ	ドイツ	ドイツ	デンマーク	ルクセンブルク	ドイツ
6位	デンマーク	米国	デンマーク	フランス	フランス	英国
7位	英国	スウェーデン	ルクセンブルク	フィンランド	アイルランド	イタリア
8位	スウェーデン	フランス	スロベニア	ドイツ	ドイツ	デンマーク
9位	フランス	チェコ	オランダ	スウェーデン	イタリア	日本 ↑
10位	イタリア	アイルランド	イタリア	スペイン	フィンランド	オランダ
11位以下の日本の順位	15位 日本 →	17位 日本 ↓	14位 日本 ↓	14位 日本 ↓	15位 日本 ↓	
1997年順位	15位	15位	13位	8位	12位	15位

【製造業】

2017年順位	製造業	機械・電機・情報通信機	輸送用機械	化学	食品
1位	アイルランド	米国	イタリア	オランダ	オランダ
2位	フィンランド	日本 →	米国	ルクセンブルク	イタリア
3位	米国	フランス	日本 →	フィンランド	デンマーク
4位	スウェーデン	フィンランド	ドイツ	フランス	アイルランド
5位	フランス	スウェーデン	チェコ	デンマーク	ドイツ
6位	オランダ	オランダ	フランス	オーストリア	スウェーデン
7位	ドイツ	チェコ	スペイン	スロベニア	フィンランド
8位	デンマーク	ドイツ	オーストリア	イタリア	フランス
9位	イタリア	英国	スウェーデン	日本 ↓	米国
10位	英国	オーストリア	英国	英国	オーストリア
11位以下の日本の順位	11位 日本 →				15位 日本 ↑
1997年順位	11位	2位	3位	4位	16位

※ 矢印は1997年と比較した日本の順位の変動を示す。↑：上昇、↓：下降、→：同順位

出所：公益財団法人日本生産性本部「産業別労働生産性水準の国際比較～米国及び欧州各国との比較～」2020年5月をもとにARC表作成

同機関は、世界で成長著しい情報通信分野において、日本の順位が97年12位から17年15位に下がっていることについて、日本の同分野における発展と活用の遅れを指摘している。情報通信技術が他産業の生産性向上をもたらすための汎用技術であることを踏まえると、この分野の遅れが他の産業、特にサービス業におよぼす影響は小さくない。日本の産業界においては、コロナ禍によってデジタル化が加速しており、労働生産性の向上が期待される。

◆イノベーションを生み出す研究開発体制と人材活用の見直しが重要

米国ブルッキングス研究所の21年1月のレポートでは、日本で新しい産業や高賃金の雇用を創出するイノベーションが少ない要因は、研究開発のあり方と人材活用にあると分析している。

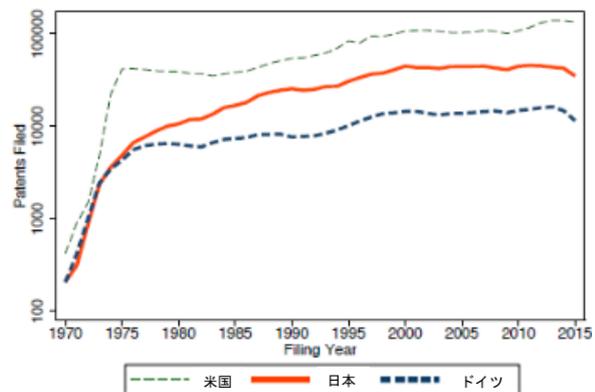
まず、日本の国際共同研究の少なさを指摘している。日本の国内外を合わせた総特許出願数は、微増で推移しているが、近年、産業競争力の源となる「特許の質」の低下が著しい。15年の出願特許のうち、発明者の居住国が2カ国以上の特許の割合をみると、米国は10%、ドイツは25%であるのに対し、日本はわずか3%であった。日本は国際共同研究を増やすために、多国籍企業の研究開発拠点をより誘致すべきだが、誘致体制の改革が必要だと指摘している。日本は全般的な投資家支援や政策助言などに重点を置いている。誘致したい業種を特定して、スペシャリストが対応している他国に比べて戦略性に欠けている。

次に、研究開発を担う人材についても国際性に欠けると指摘している。日本は優秀な外国籍人材の受け入れ優遇措置などがなく、19年の調査ではOECD加盟国内で、高学歴ワーカーが働きたい国の最下位であった。

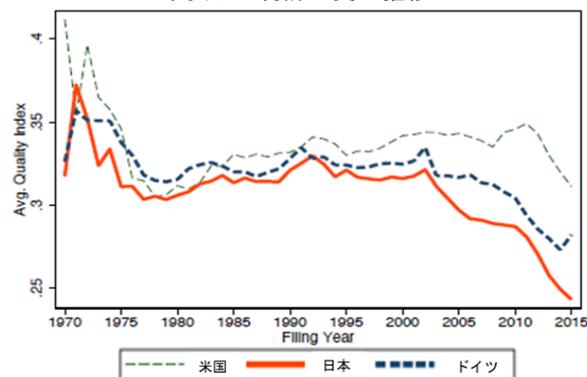
日本国内でもイノベーションの主体となる修士号・博士号取得者の比率が低い。総務省の17年調査では企業研究者に占める博士号取得者の割合は米国では10%を上回るが、日本はその半分以下である。日本は高学歴者に対する給与水準が低く、学歴に投資するインセンティブが弱いのも一因といわれている。国籍問わず、高学歴で優秀な人材の確保が課題である。

【石井由紀】

米独日 特許出願数推移



米独日 特許の質の推移



※特許の質は、前方引用数（公開後最大5年）、パテントファミリーサイズ、訂正請求項、一般性指数、後方引用、グラントラグの6指標から求めた。

出所：Brookings “Innovation quality and global collaborations Insights from Japan” January 2021

## 店頭で商品を「売らない店」が増えている

### ◆商品を体験したり、発見したりすることが主目的の「売らない店」

商品を店頭で売ることが目的としない「売らない店」が増えている。店頭で商品を確認したり、試したりすることはできるが、購入希望者はネット経由で商品を注文する。「売らない店」の代表格は、2020年8月に初出店した米国の「b8ta（ベータ）」である。東京都内に3店舗あり、22年5月には調理体験ができる4店舗目を埼玉県に出店する。家電や化粧品、食品などの幅広い分野の新商品を取り扱っており、新興のベンチャー企業から花王などの大企業まで、これまで約250社が500点以上の商品を出品している。ベータは、出品企業に区画だけではなく店内のAIカメラが判別する来店客の年齢や性別、商品前での滞留時間などのデータを提供する。企業は、データを商品の改良や開発、販売戦略などに活用する。

百貨店業態でも「売らない店」への参入が相次いでいる。J.フロントリテイリング傘下の大丸東京店は、21年10月にネット通販でしか手に入らない化粧品などが体験できるスペースを設置した。22年の夏には、米国で「売らない百貨店」として急成長しているショーフィールズが日本に参入する。同社もネット通販特化型の化粧品や衣料品を取り扱い、店内のAIカメラで来店客の行動などを分析したデータを出店企業に提供する。いずれの百貨店も、新規性の高い商品を取り扱うことで、実店舗を顧客の驚きや発見、体験を提供する場と位置付け、若年層などの新たな顧客層の開拓を目指している。一方、店舗をもたないネット企業は、顧客とのリアルな接点から得られる情報を次の商品開発などに役立てる。

### ◆実店舗のあり方の模索が始まっている

ネット通販の拡大や長期化するコロナ禍の影響などもあり、来店客が減るなか、企業や小売店、顧客である消費者にとっても、実店舗の意味が変化しつつある。

実店舗は企業や小売店にとって、商品を販売する場というより、顧客にリアルな体験を提供し、顧客をより深く理解する場としての重要性が増しそうだ。店頭でのAIなどの先端技術を用いた顧客情報の収集や分析といった取り組みを含め、「売らない店」は実店舗のあり方を探る試金石になる可能性がある。【新井佳美】

## アニマルウェルフェア推進に向けて始動

### ◆アニマルウェルフェアの指針は「5つの自由」

農林水産省は2022年1月末、家畜を快適な環境で飼育する「アニマルウェルフェア（Animal Welfare：動物福祉とも訳される）」の推進に向けた意見交換会の初会合を開いた。日本も加盟する「国際獣疫事務局（OIE）」の勧告では、「アニマルウェルフェアとは、動物の生活とその死に関わる環境と関連する動物の身体的・心的状態をいう」と定義されている。具体的には、①飢えや乾きからの自由、②恐怖や抑圧からの自由、③不快からの自由、④痛み、傷、疾病からの自由、⑤通常行動ができる自由の「5つの自由」が指針となっている。

たとえば採卵鶏をすし詰めにする飼育方法「バタリー

バタリーケージ式の採卵鶏飼育法



出所：農水省畜産振興課資料

### ◆課題は畜産農家の生産コスト上昇と消費者の理解

欧米では、アニマルウェルフェアをESG投資の重要な指標と捉える動きが進んでおり、ユニリーバやネスレなどは、すでに平飼いの卵しか使用しないことを宣言している。国内でも、ニッポンハムグループが21年11月「アニマルウェルフェアポリシー」を制定し、30年度末までに国内の全農場の豚について、妊娠した豚を「妊娠ストール」という檻に拘束する飼育方法の廃止を決定した。妊娠ストールは窮屈でストレスを与えるとして、EUなどでは禁止されている。

課題は、衛生面などで畜産農家の生産コストが上昇し、さらに販売価格が上がる点だ。山梨県では、県内産の畜産品のブランド化を目指し、22年2月、自治体初の独自の認証制度を設け、取り組みに積極的な畜産農家を消費者に示していく。世界的潮流になりつつあるアニマルウェルフェアの推進には、畜産農家への働きかけだけでなく消費者の理解も重要なカギとなる。 【秋元真理子】

## 欧州は炭素循環戦略で炭素除去の拡大を図る

### ◆ 欧州が炭素除去に関する戦略を提案、EUの脱炭素化戦略の3本目の柱に

2021年12月15日、欧州委員会は「持続可能な炭素循環」に関する戦略を発表した。気候変動対策を推進し、将来的には大気中からのCO<sub>2</sub>除去量を拡大してEU域内の排出量をマイナスとする。この方針を、温室効果ガス（GHG）削減策や循環経済策に並ぶ脱炭素戦略の柱とする。

21年に承認された欧州気候法では、50年においても一部の産業や農業から排出されるCO<sub>2</sub>が残存するため、大気中からCO<sub>2</sub>を除去し貯蔵することが不可欠としている。ところが、農業部門を含む生態系で除去される炭素の量は減少傾向にあり、産業部門から排出されるCO<sub>2</sub>の除去はビジネスとして成立していない。

この状況を踏まえ、「持続可能な炭素循環」戦略では、化石炭素への依存を減らすだけでなく、自然界により多くの炭素を貯蔵し、持続的かつ検証可能な方法で炭素の除去とリサイクルを行うソリューションの推進を掲げた。

この炭素循環戦略によって、「炭素除去の取り組みについて、EUは英国や米国と並ぶ、世界のトップランナーとなる」と委員会は述べる。

### ◆ 生態系アプローチと技術的アプローチを併用して炭素除去を目指す

戦略では、目標とする大気中からCO<sub>2</sub>除去を達成するために、生態系を利用する方法と、人為的・技術的な方法の両者を拡大し、「カーボンファーミング」「バイオマス利用」「大気からの直接CO<sub>2</sub>回収(DAC)」「CO<sub>2</sub>の原料利用」が要点とした。

「カーボンファーミング」は、土を耕さずに作物の刈り株などの残渣を農地に残して栽培をする不耕起栽培法や、湿地の再利用や土壌の回復などにより、炭素を作物や土壌に貯留し大気中への放出を防ぐ農業である。21年7月の「土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）規則」改正案では、EUの土地部門による3億1千万tのCO<sub>2</sub>除去を目標として掲げており、カーボンファーミングへの注目が高まっている。一方で、炭素除去の管理に必要な資金や、モニタリング、報告、検証（MRV）システムの未整備がカーボンファーミングの導入・拡大における課題であり、欧州委員会は、共通農業政策からの資金供給を促進することで、土地

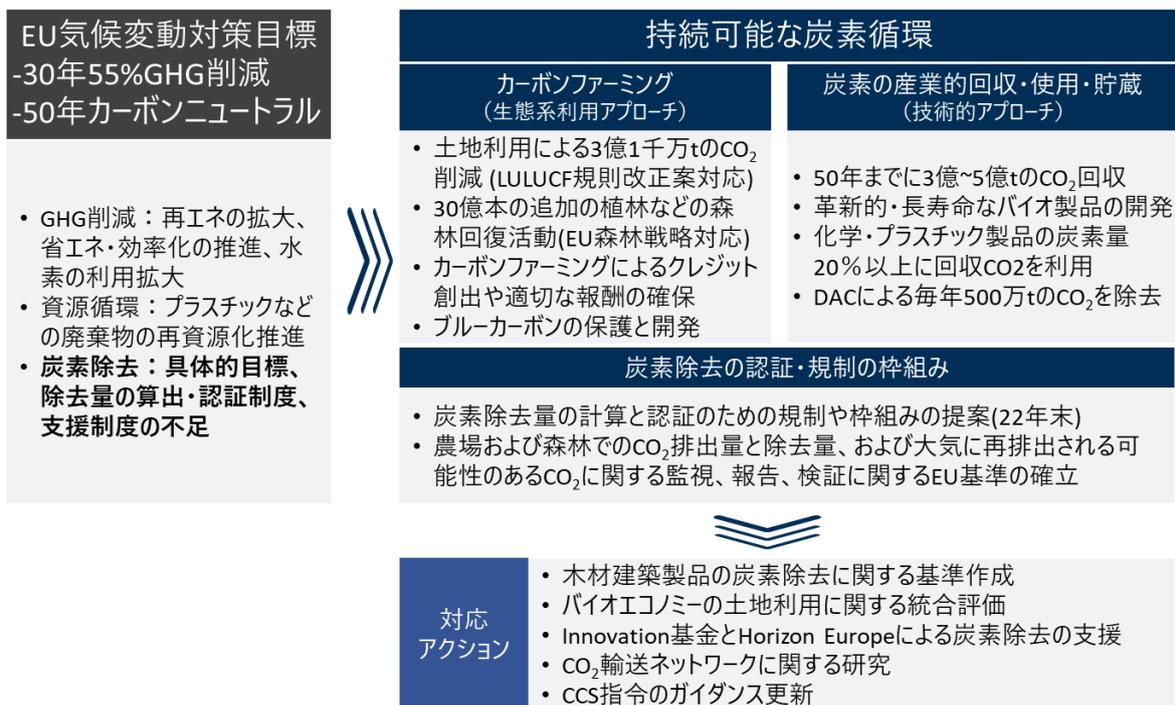
## ハイライト

管理者のリスクを軽減する。また、カーボンファームの収益化についても、ボランタリー市場でのカーボンクレジットの販売や欧州イノベーション基金からの助成金といった複合的アプローチで促進する。

「バイオマス利用」では、バイオマス燃料発電で排出されるCO<sub>2</sub>を回収・貯蔵（BECCS）技術と組み合わせることで、化石燃料を代替しつつ50年までに3～5億tのCO<sub>2</sub>を除去する。建設部門では、木材の使用を推進することで、炭素を大量に発生するコンクリートの代替と炭素の長期貯蔵を両立させる。

しかし、生態系を利用した解決策は無限に拡大することはできない。そこで、「大気直接回収（DAC）」を含む技術的な解決策を活用する。現状のDACは技術的に未成熟で産業としても発展途上にあるが、森林の成長によって炭素を除去する手法と異なり、除去したCO<sub>2</sub>を半永久的に固定できる有望な手法と位置づける。30年までにDACによって年間500万tのCO<sub>2</sub>を回収する。

さらに、「CO<sub>2</sub>の原料化」では、廃棄物などから回収したCO<sub>2</sub>をメタノールなどの基礎化成品に転換することで、非化石由来のプラスチック・冷却材・樹脂を製造する。30年までに化学工業・プラスチック製造業で使用される炭素の最低20%は再生炭素を原料とする。



EU「持続可能な炭素循環」戦略案の概要 出所) 欧州委員会資料をもとにARCまとめ

◆炭素除去枠組みの制定と国際化、ボランタリー市場の取り込みも視野

戦略では、炭素除去量の認証に関する枠組みが提案されており、すべての炭素除去プロセスは、透明性をもって、貯蔵の期間、測定の不確実性、炭素の漏出によるGHG排出量増加のリスクなどを考慮して説明される必要があると述べている。具体的には、22年内の認証システムの法案提出が予定されている。

また、炭素除去により創出されるカーボンクレジットは、ボランタリー市場で取引されているが、既に、需要が供給を上回っていると欧州委員会は指摘する。大規模な産業プラントからの排出を対象とする、欧州域内の排出権取引制度（EU-ETS）と並行して、炭素除去のための規制市場の創設を検討しており、将来的には国際基準への拡大も睨む。

◆炭素除去やバイオマス利用に関する議論は残るも、市場創出の機運は高まる

21年11月23日に米国の「Partnership for Policy Integrity (PFPI)」が発表した研究結果では、50年までにカーボンニュートラルにするとEU目標は、炭素除去に関する「非現実的な仮定」に基づくものだと警告する。30年までに3億1千万tのCO<sub>2</sub>を新たな森林の成長で吸収し、さらに2億5千万tのCO<sub>2</sub>をBECCSで貯留するという構想が承認されれば、燃料用バイオマスの使用が50%増加し、EUはBECCSに依存することになる。試算によると、EU加盟国はバイオマスの燃焼に対して年間100～170億ユーロの補助金を拠出しており、これをバイオマス以外のゼロエミッションエネルギーや、森林の炭素吸収源の回復に振り向けるべきとPFPIは提案する。

また、欧州の化学製品およびプラスチック生産の20%を再生炭素で代替するには、数千万t以上のバイオマスを使用するか、DACを大規模に増強する必要があるとし、化石燃料使用のごく一部を代替するために、非常に高価で資源集約的なアプローチをとることになる、とも批判する。

脱炭素社会に向けては、バイオマス利用やDACなどの炭素除去手法が不可欠とされるが、その持続可能性や基準化を巡る議論は結論に達していない。一方で、欧州における炭素除去の目標と手法が示されたことで、炭素除去に関する新たな市場創出の機運が一段と高まったとも言える。関連する政策やビジネス動向を注視しつつ、自社の脱炭素戦略に反映させる取り組みが必要だ。 【塚原祐介】

# 英国、2035年までに電源の脱炭素化を行う

## ◆英国では電源の脱炭素化を2035年までに行い、その半分を洋上風力が担う

英国は2021年10月、35年までの電源の脱炭素完了を含む国家戦略“Net Zero Strategy: Build Back Greener”を発表した（以下、戦略と記す）。

表1 英国の電源の脱炭素計画を含む国家戦略

<p>電源に関する主な政策ポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1.2億ポンドの原子力発電基金（小型モジュール炉（SMR）の開発含む）</li> <li>・30年までに40GWの洋上風力発電の設置を計画、陸上風力・太陽光・その他の再エネを増設、地域に効率的な電力網を構築</li> <li>・3.8億ポンドの資金で30年までに1GWの浮体式洋上風力発電を開発</li> <li>・電力価格変動に対応するための電力貯蔵システムの導入</li> </ul> <p>電源に関する主な今後の行動計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2022年 大容量エネルギー貯蔵システムの開発、原子力ロードマップの作成</li> <li>2025年 英国開発によるSMR仕様の決定</li> <li>2030年 合計40GWの洋上風力の運用、SMR1号機の運転開始</li> <li>2035年 電源の脱炭素化を完了</li> </ul>
---

（出所：“Net Zero Strategy: Build Back Greener”, 2021.10, 英政府ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)）

英国における国家のエネルギー安全保障を強化し、電力の自立性を高めつつ、EV、原子力、エネルギー貯蔵システムなどの新しい市場で、競争優位を作り、新規雇用を創出することを目的とする。

英国の電源脱炭素化の切り札は洋上風力発電である。再エネ設備容量は、20年時点で47.8GWと国内全電力の47%を占め、このうち51%の24.5GWが風力発電（陸上風力14.1GW、洋上風力10.4GW）である。戦略では、洋上風力をさらに強化し、30年に約4倍の40GW（浮体式洋上風力1GW含む）とする。なお、同国では、これまでの5年間で洋上風力の電力容量を2倍にした実績がある。

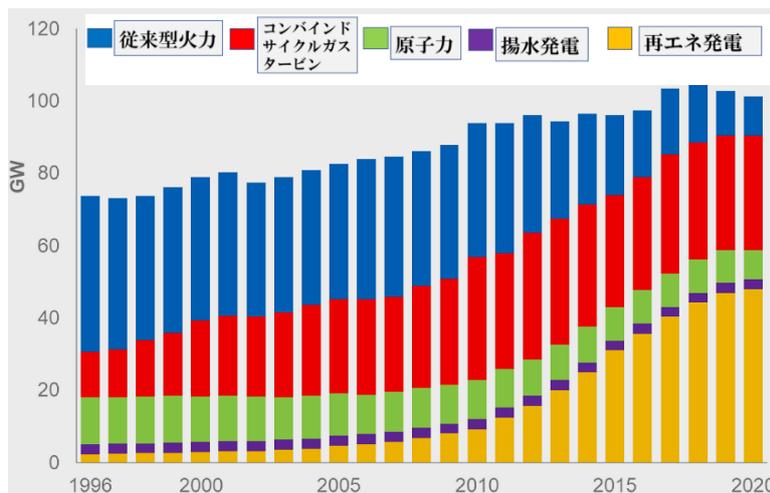


図1 英国の発電容量の推移（1996～2020年）

（出所：“UK Energy in Brief 2021”, 2021.7, 英政府ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)）

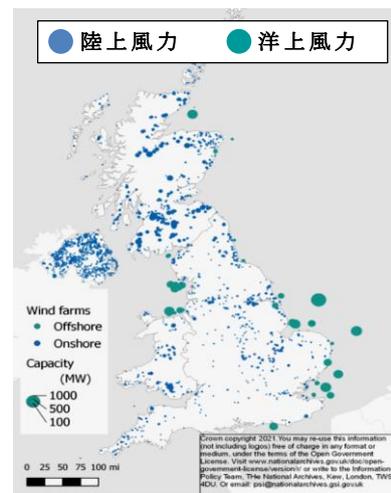


図2 英国の風力発電地図

電力需要は熱源の電力転換、EV、水素製造用により伸長する。35年までの電力需要は約40%増加する見込みだが、供給量の半分を洋上風力が担う計画である。

◆22年、スコットランドで大規模な洋上風力の開発が始まる

こうしたなか、英国スコットランド海域を管理するクラウンエステート・スコットランドは22年1月、洋上風力の入札結果17件を公表した。発電計画容量は計24.8GWあり、これらのすべてが設置されると、英国の洋上風力の容量は現在の約3.2倍となる。うち計10件・約15GWの浮体式も入札された。近隣他国や日本からの資本も受け入れており、SSEリニューアブルズの開発には丸紅も参加する。

表2 スコットランドの主な新洋上風力開発

No.	洋上風力開発名	タイプ	発電容量 (GW)
1	BP オルタナティブエネルギー インベスト	着床	2.9
2	SSE リニューアブルズ	浮体	2.6
4	シェルニューエナジー	浮体	2.0
8	ファルク・リニューアブルズ	浮体	1.0
9	オーシャン・ウィンズ	着床	1.0
11	スコティッシュ・パワー・リニューアブルズ	浮体	3.0
17 件合計の発電容量			24.8GW

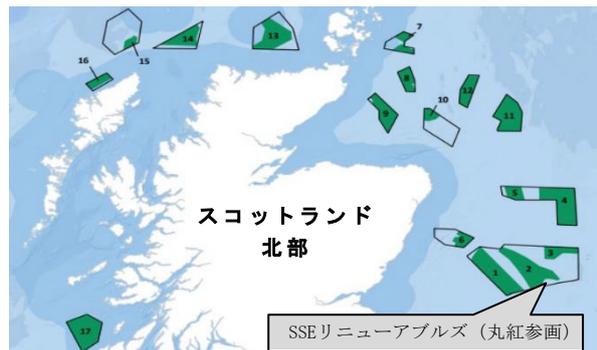


図3 新たな洋上風力の開発場所

(出所：2022.1, クラウンエステート・スコットランド)

◆英国は洋上風力とSMRを主体に35年電源の脱炭素を図る

現在、英国内で建設中および新設予定の大型原発の行方は、中国資本の参加問題のために不透明な情勢であるが、戦略では、風力発電を補う安定的脱炭素電源として原子力を位置付けている。21年11月、英ロールス・ロイスなどが開発する一基0.47GWの小型モジュール炉（SMR）に、約320億円の政府資金の投入が発表された。30年に1号機を運転し、35年までに10基の稼働を目指す。

英国は原子力を新設で維持し、世界一の導入量となった洋上風力の容量を伸ばす。同国の電源の脱炭素化の成功の鍵は浮体式洋上風力、SMRが握っている。

◆日本はグリーン成長をめざし、洋上風力の序章の山場を迎える

日本政府が21年6月に発表したグリーン成長戦略は、洋上風力の導入量目標を30年に10GWとした。しかし、その実情は、22年末に0.2GW程度となる規模に過ぎない。このなか、21年12月、3地域で計1.7GWの洋上風力の入札で蘭Enecoを子会社にした三菱商事が落札し、その売電価格は11～16円/kWhである。しかし、洋上風力の世界平均価格は8～9円/kWhとされ、未だ競争力に乏しい。22年1月、NEDOが洋上風力の低コスト化の開発に着手し、22年後半に3.3GW分の洋上風力の入札が控える。日本の洋上風力の導入計画は大事な局面を迎えている。【新井喜博】

## 自治体と企業が協働でプラスチック資源循環

### ◆2022年4月施行のプラスチック資源循環促進法の施行令などが公布

2022年4月から施行される「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律（プラ循環促進法）」の施行令などが1月に閣議決定、公布された。同法では、①素材がプラスチックであれば容器包装に限らず、生活用品などの製品も回収・再資源化の対象となり、②容器包装リサイクル法による回収・再資源化ルート以外にも、製造・販売事業者などが自主的に回収・再資源化に取り組むことが認められる。施行令などの公布とともに設けられた[特設サイト](#)では、プラスチック使用製品廃棄物の分別収集や自主回収・再資源化事業計画の認定についての「手続き」で、基準や手続きなどが案内されている。

主な項目	対象	対象者
プラスチック使用製品設計指針	プラスチック使用製品	プラスチック使用製品製造事業者等
特定プラスチック使用製品の使用の合理化	特定プラスチック使用製品（12品目）	特定プラスチック使用製品提供事業者（小売・サービス等）
市区町村による分別収集・再商品化	プラスチック使用製品廃棄物	市区町村
製造・販売事業者等による自主回収・再資源化	自らが製造・販売・提供したプラスチック使用製品	プラスチック使用製品の製造・販売・提供事業者
排出事業者による排出の抑制・再資源化等	プラスチック使用製品産業廃棄物等	排出事業者

### ◆地方自治体が事業者と協働で、プラスチック資源を回収・再資源化

地方自治体も製造・販売事業者とともに、プラスチック資源の回収・再資源化に取り組み始めている。

東京都では21年12月、商業施設から発生するプラスチックの回収・リサイクル事業「[POOL PROJECT TOKYO](#)」が始まった。製造・販売事業者のほかデベロッパーや運送事業者などが連携し、廃プラの発生元から輸送・リサイクル・再生に至る工程でトレーサビリティを確保する情報プラットフォームをレコテックが開発している。この取り組みは21年5月に三菱地所やセンコー、花王などが都心（大手町・丸の内・有楽町）で始めたが、参加する事業者やエリアが拡大される。

神戸市では21年10月から、つめかえパックをリサイクル・再生する「[神戸プラスチックネクスト](#)」がスタートした。小売・日用品メーカー・リサイクラー（再

## ハイライト

資源化事業者) 16社と協働し、市内75店舗に回収ボックスを設置、洗剤やシャンプーなど使用済み日用品つめかえパックを分別回収して再び、つめかえパックに戻そうとするものだ。回収量5万トン／年を目標に掲げ、協力者にはパック1枚につき神戸市の公式アプリでポイント（5円相当）が付与される。

東京都 ：廃プラスチックのリサイクルチェーン構築 (事業主体) レコテック、双日、NTTコミュニケーションズ、日商エレクトロニクス (参画企業) センコー商事、丸井グループ、住友化学、花王、凸版印刷、三菱地所など	神戸市 ：神戸プラスチックネクスト (小売) ウエルシア、コープこうべなど (メーカー) アース製薬、花王、コーセー、小林製薬、P&G、ユニリーバ、ライオンなど (リサイクラー) アミタ、大栄環境
---	--

### ◆PETボトル「ボトルtoボトル」で加速する、事業者と地方自治体との協働

PETボトルの「ボトルtoボトル」リサイクルでは21年、サントリーが兵庫県東播磨2市2町、鹿嶋市、稲城市、京都府城南衛生管理組合と連携協定を締結し、伊藤園は地元のリサイクラーと組んで姫路市や仙台市と連携協定を結んだ。

協栄J&T環境が三重県津市に建設したPETボトルリサイクルセンターが21年10月から運転を開始したが、出資するセブン&アイは三重県内のセブン-イレブン店舗でのPETボトル回収に注力、三重県もPETボトル回収状況を調査するモデル事業を展開している。セブン&アイは、21年11月にヴェオリアなどと岡山県津山市にPETボトルリサイクル工場の建設を発表しており、岡山市や倉敷市、広島県などのセブン-イレブン店舗でのPETボトル回収機の新設を発表している。

PETボトルのケミカルリサイクルを事業化している日本環境設計は、21年7月から川崎市やサミット、寺岡精工などとの「[完全循環型ペットボトルリサイクル](#)」の実証実験に取り組んでいる。

### ◆プラスチック資源の市場取引が問う、容器包装リサイクル法との整合性

容器包装リサイクル法（容り法）のもとでは、自治体が回収した廃プラは容り法指定業者へ引き渡されていたが、プラ循環促進法では再資源化に取り組む事業者への引き渡しも可能となる。自治体にとっては容り法指定業者でも事業者でも市場原理のもと、より高価で引き取ってもらえるほうがいい。アルミ缶など既に資源として市場取引されているものは、容り法の対象外となっている。

プラ循環促進法でPETボトルなどプラスチックが資源として市場取引されれば、容り法も見直されるのか。法施行後の動向が注目される。 【長谷川雅史】

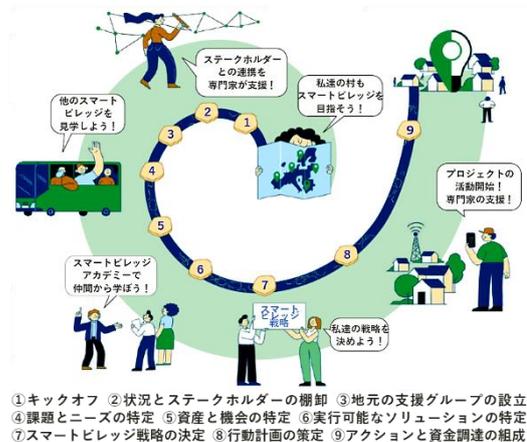
## 農村問題を解決するスマートビレッジ

### ◆「小集団活動」でスマートビレッジのあるべき姿を模索

世界各国で進展するスマートシティ（都市）の社会実装が注目を集めるなか、「スマートビレッジ」（農村）の姿の模索や実証が静かに進められている<sup>1</sup>。

EUでは、スマートビレッジとは「地域の強みや機会を活かし、革新的なソリューションでレジリエンス（回復力）を向上させる農村地域のコミュニティ」であると欧州議会が定義をしている。その上で、従来の農村がスマートビレッジに転換するまでの戦略立案や意思決定について住民が積極的に参加し、他の農村や都市との協力連携から利益を獲得しつつ、経済・社会・環境を改善するまでの道筋が示唆されている。主には、情報通信・ビッグデータ・IoTなどのDX技術でスマートビレッジをより機動性のあるものとし、資源を有効利用しつつ、コミュニティの魅力と生活の品質を向上する活動が中心である。

現時点までに約50件の[スマートビレッジ実現に関する研究・イノベーション](#)のプログラムが欧州委員会によって組成され、成果が公開されている。なかでも、「[21世紀のスマート農村に関する準備行動](#)」（Smart Rural 21）が興味深い。スマートビレッジを目指すEU域内の20の農村が活動目標を設定し、専門家や大学がコーディネーターとして協力し、活動を通じて見出されたノウハウや費用対効果をネット会議やYouTubeでお互いに共有する。政府の補助金は得られるものの、大掛かりなハードウェアありきの投資ではなく、アイデアやソリューションをコミュニティ自身が創出するための仕組みとツールが提供される。22年4月に準備行動の総括会議が開催され、市民団体、企業、研究機関、政府が参集し、今後のスマートビレッジへの政策介入について協議する。正しく、スマートビレッジのあるべき姿を模索するための「小集団活動」だ。



<sup>1</sup> スマートグリッドを農山漁村に構築する農林水産省の政策もスマートビレッジと呼ばれるが、本稿では、さまざまな試みによる「スマートビレッジ」と称する活動を広く紹介する。

## 「21世紀のスマート農村に関する準備行動」の活動例

- 1: 学校が閉鎖された村の子供に500km離れた学校からオンラインで授業を配信
- 2: 相続人不在の農地をコミュニティが取得、農村の子供や移住者に使用权を提供
- 3: 地域内のリモートワークサービス施設を一つのブランドとして提供
- 4: 小規模なバイオガス発酵装置をコミュニティが設置、堆肥由来の再エネを利用
- 5: 村民がブドウ園に出資、出資者にワインを贈呈、コミュニティはワインを販売
- 6: 村ぐるみでライドシェアを提供、交通弱者にもモビリティの自由を提供
- 7: 季節の特産品の詰め合わせを販売、前払いで顧客数・受注数・現金を確保
- 8: 一つのホテルのように村ぐるみで民泊を経営、観光客は好きな民家に宿泊
- 9: コミュニティの共同投資で村全体の民家に太陽光発電を設置、売電で収益
- 10: ブドウ畑の精密農業、IoT・衛星画像・GPS・GIS情報をAI分析
- 11: オリーブの木々の里親制度、里親は管理費を賄い、VRで畑を訪問
- 12: 村の住民の健康状態を遠隔検診システムでモニタリング

(文字色：経済面・社会面・環境面での期待効果)



### ◆オープンイノベーションでスマートビレッジの価値を創造

21年11月10日、米国カリフォルニア大学バークレー校のHaasビジネススクールが主宰するイニシアチブ「[Smart Village Movement](#)」が、限界農村における小規模営農者を支援するためのプロジェクトをインドのメガラヤ州で立ち上げた。IoTとブロックチェーンを組み合わせたシステムによって種蒔きから収穫までを追跡することで作物の真正性を判定し、収穫物が高品質であることを消費者に証明し、生産物を消費者に販売できる。

Smart Village Movementは、オープンイノベーションによって農村の土着的な慣習と先端技術を統合し、住民に持続的な収益をもたらすことで、経済的・社会的・環境的に価値のあるスマートビレッジを創造する活動である。営農に関する助言、事業拡大の機会、資金調達など、農家を支援する「農民開発センター」の導入も進めており、21年12月7日にはインドで4番目となる拠点を開設した。

### ◆農業技術の革新でスマートビレッジの基盤を構築

22年1月20日、農機製造業のクボタが、「日本農業の未来へ」と題するオンラインイベントで「スマートビレッジ構想」を発表した。30年を目標に、自動運転の田植機やトラクターを拡充し、作業員への負担を可能な限り軽減させ、さらに、独自の農業情報プラットフォームによって農機・栽培・営農を支援する各種システムのデータ共有ができる環境を整備する。加えて、水道インフラや下水処理のコア技術を活用し、水田の流量を調整して水害に備える「田んぼダム」、農業残渣や家畜糞尿をメタン発酵して得られる熱や電気の創エネにも取り組む。誰もが高品質で高収量を実現できる農業や、誰もが参入しやすい農業の実現に向けて、

スマートビレッジ構想を実証できる環境も整え、食料・水・環境の3つの事業が一体となって社会課題を解決する。

22年2月4日、ベトナムのハノイ市の農業・農村開発局が、21年度の農業生産量が対前年比で3.5%と急増し、22年も2.5から3%の成長を目指す、と発表した。既にハノイには160件のハイテク農業のモデル事業が運用されており、生産総額の35%を占めている。今後は、デジタル技術とビジネスネットワークの改善（クレジット、貿易、投資）によって、「スマート農村」の創出と都市農業の発展の両立を進める。

21年12月17日、韓国の科学情報省は、農山漁村の生産性、安全性、信頼性、環境保全をDXで改善する、「スマートビレッジプロジェクト」の進捗を発表した。全羅南道の漁村の例であるが、干潟の画像をドローンで撮影し、海洋生物の痕跡をAIで解析することでタコ漁師が好適な漁場を把握できるシステムを開発した。また、干潟の監視カメラの画像からAI分析で漁船を特定し、IoTセンサーで許可漁船の識別を行い、違法漁船を発見する機能も搭載する。「全羅南道の例で天然資源（タコ漁）の収穫量向上を確認できた。他の限界集落にもDX化を促進して、農村や山村でもスマートビレッジプロジェクトを拡大する」と同省は述べる。

### ◆スマートビレッジとスマートシティの連携による社会問題の相互解決

東京大学の谷口信和名誉教授によれば、農村問題とは農村における社会問題の総称であり、都市問題の出現と時を同じくしている。21世紀に入り、日本の農村問題は大きな転換期を迎えている（①農業従事者が引退年齢に入りつつある、②工業化と都市化の一方向的な進行による農地の転用が終焉しつつある、③農村における環境維持機能の後退によって地球温暖化・ヒートアイランド・自然災害の激発が深刻化しつつある）。

個別事情は国や地域で異なり、日本では高齢化が他国よりも先行するが、これらの転換期は世界共通のメガトレンドとして避けることができない。都市問題の本質も農村問題と概ね同様であり、常に、都市と農村は相互依存の関係にある。都市問題（限界都市）に対するスマートシティ構想のみが脚光を浴びるなかで、農村問題（限界集落）に対するスマートビレッジ構想との連携によって相互解決が図れるのではなかろうか。

【酒向謙太郎】

## 太陽光を有効活用する固体系光変換材料

### ◆カーボンニュートラルで太陽光を有効利用する材料開発が活発に

カーボンニュートラルで重要な役割を果たすとみられる人工光合成用光触媒<sup>1</sup>太陽電池などの領域で、太陽光を有効利用するフォトン・アップコンバージョン（以下UC）の材料開発が活発になっている。太陽光にはさまざまな波長の光が含まれているが、エネルギーの小さい長波長光は、広いバンドギャップを持つ半導体材料を励起できない。UCは利用できない長波長の光を利用可能な短波長に変換し、人工光合成などの効率を高める光の変換技術である（図.1）。

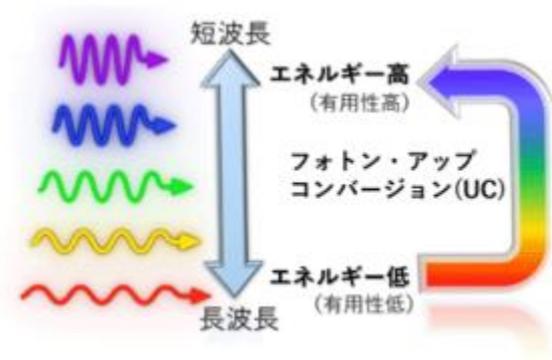


図.1 概念模式図

出典：東京工業大学

光変換にはさまざまな技術が存在するが、近年では弱い光でもUCで発光できる三重項-三重項消滅（TTA-UC、Triplet-Triplet Annihilation Photon Upconversion）が注目されている。効率よく光を吸収し三重項状態へ変換する増感剤と呼ばれる分子と、励起状態からの強い蛍光を発する発光体分子2種類の材料組み合わせにより、長波長の光をエネルギーの高い短波長へと変換させる。UC向けの材料開発の方向性は、UC特性が長期間安定する固体材料に向かっている。

### ◆世界最高性能のUC固体材料を開発

2022年1月11日、東京工業大学の村上陽一准教授らは、日産自動車、出光興産と共同し、世界最高性能を持つUCの固体材料を開発した。熱力学的に安定な固溶体相を用いるコンセプトで、コスト的に有利な炭化水素系の発光分子と、高品質な固溶体結晶の生成条件を発見した。高効率で超低閾値、空気中で安定という前例のない固体UC材料である。増感分子には、緑色光を吸収して励起三重項状態を高効率で生成するポリフィリン系の分子（既知）を選択した。青色発光分子に

<sup>1</sup> 人工光合成用光触媒：「[CO<sub>2</sub> ネットゼロに向けた資源化技術](#)」（w\_319-02）参照

は、実用時にコストの抑制を行える炭化水素分子の広い選択枝から探索と評価を行った。また、結晶生成条件の最適化探索を行って本研究で発見された、アントラセン系炭化水素分子を発光分子に採用した（図.2）。結晶に波長452nmの緑色光を照射すると、波長434nmにピークを持つ青色のUC発光が確認された。量子効率（理論上限は50%）は約16%と非常に高いこと、励起可能な光強度の最低閾値が太陽光の約5分の1と超低強度であり、太陽光の集光を必要としないことを確認した。

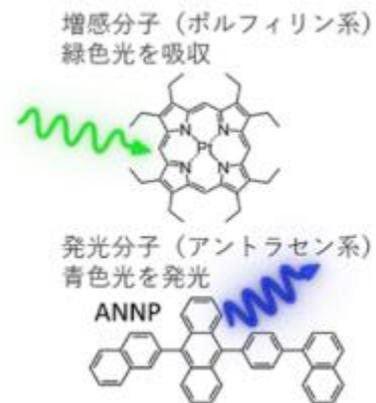


図.2 増感分子と発光分子  
出典：東京工業大学

◆重金属フリーの可視光から紫外光へのUC材料を開発

22年1月12日、九州大学の楊井伸治准教授らは、重金属（イリジウムやカドミウム）を含まない増感分子でUC効率20.3%の特性を持つ新たな分子性UC材料の開発に成功した。20年10月に、増感分子に強い可視吸収と弱いUV吸収特性を持つIr(C<sub>6</sub>)<sub>2</sub>(acac)を、発光分子には励起光の97%を吸収する優れた特性を持つTIPS-ナフタレンを組み合わせたUC材料を開発し、従来の2倍の効率（20.5%）を達成した。これまで、可視光から紫外光へのTTA-UCは、変換効率が最大10.2%と低く、太陽光よりも1,000倍ほど強い可視光を必要としていたが、紫外域のUC発光の消失を抑制した素子特性により、UC効率20.5%を達成した。しかし、材料に重金属を含んでいるため、コストと持続可能性に課題があった。

そこで、強い可視光吸収および高い系間交差（ISC）効率を持つ重金属フリーな増感分子の探索を行い、ケトクマリン誘導体に着目した。TIPS-ナフタレンと組み合わせることで、重金属フリーで、前回開発した材料と同等のUC効率の材料開発に成功した（図.3）。

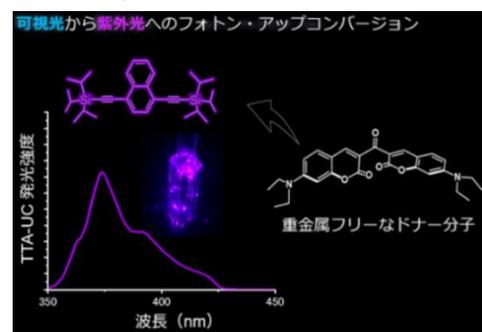


図.3 紫外光変換概念図  
出典：九州大学

太陽光や屋内光に多く含まれる波長400nm以上の可視光を変換した紫外光と光触媒を組み合わせることで、余分なエネルギーを使うことなく、燃料製造や環境浄化といった幅広い応用が可能であり、非常に重要である。

新規材料探索は、マテリアルズ・インフォマティクスで加速したい。【成田誠】

## 化学プラントへのAIの導入が相次ぐ

### ◆国内初、AIを用いて化学プラントの自動運転を実施

2021年12月、ENEOSはPreferred Networks (PFN) と共同で、石油化学プラントを自動運転するAI（人工知能）を開発し（図1）、川崎製油所内のブタジエン抽出装置で2日間の自動運転に成功したことを発表した。本開発は人の経験や技能に依存せずに安定運転と保安力の向上に貢献するものであり、実際のプラントでのAI技術による自動運転は国内初であるとしている。

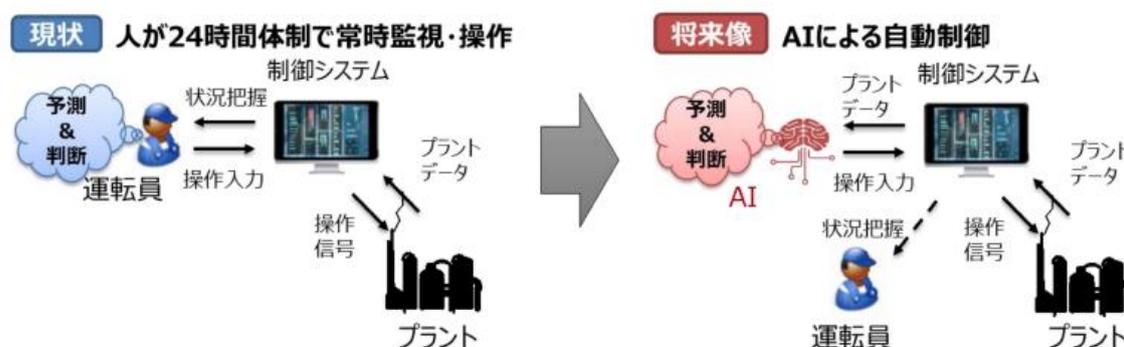


図1 プラント自動運転AIシステムのイメージ 出典：ENEOS

従来の化学プラントの運転は、熟練者の経験や、場合によっては勘に頼るところが大きかった。AIの応用としては将棋が有名である。プロの棋士は経験の中で読まなくてもよい手を瞬時に判断して捨て、読むべき手を絞り込むとされる。一方、AIは何億手も先を読み込んで最善手を探し出すが、当然、人では当然そのような芸当はできない。化学プラント操作の熟練者も、さまざまなデータ、原料の性状、分析値、運転温度や圧力、生産物の性状、場合によっては臭いや音などの全ての五感情報をベースに、可能性のない選択肢を瞬時に排除して最善の運転操作を行う。しかし、近年は運転ノウハウを有する熟練者の高齢化に伴い人材不足が懸念されている。AIを用いた自動運転はそのような事態に対応するものだ。

### ◆過去の運転データの学習による運転状態の予測

今回開発されたAIシステムは、過去の運転データやシミュレーターデータから複数のセンサー値とバルブ操作間の複雑な相関関係を学習することで、長年の経

## ハイライト

験に基づいた運転ノウハウであるセンサー値の予測とバルブ操作判断の自動化を可能にした。

図2の例では、実績値は管理上限よりも十分に低く、安定しているように見えるが、このまま運転を続けると管理値を外れるとAIは判断し、推奨操作を行うことで外れの回避に成功している。

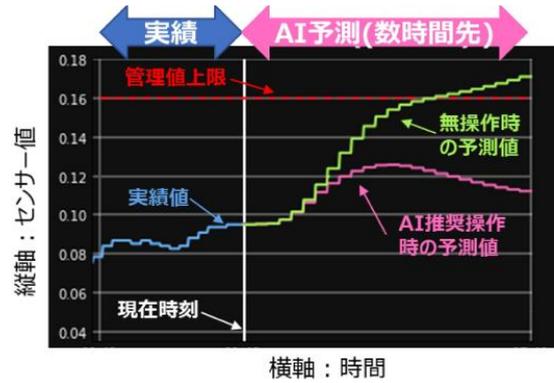


図2 運転重要因子（製品性状のデータ）の経時変化のイメージ  
出典：ENEOS

### ◆デジタルツインによるプラント運転

AIの化学プラントへの応用例は拡大している。21年12月、DICは日立製作所と共同で、IoTデータの利活用とデジタルツイン技術により、樹脂製品の製造におけるバリューチェーン全体の最適化を図るスマートな次世代プラントの実現を目指すことを発表した。24年までの実用化が目標だ。従来の樹脂の製造ではサンプリングした製品を分析して品質を確認しながら、熟練者が操作をしていた。この計画では、運転状況をサイバー空間上でデジタル化し、AIなどを用いた高精度の反応予測モデルで最適運転条件を導き、フィジカル空間にフィードバックする（図3）。品質安定、作業効率、収率の向上により、結果的にはCO<sub>2</sub>排出削減やコストダウンにもつながるとみられる。化学業界は国際的にも厳しい競争環境に置かれているが、競争力アップにもAI導入は欠かせなくなりそうだ。【松田英樹】

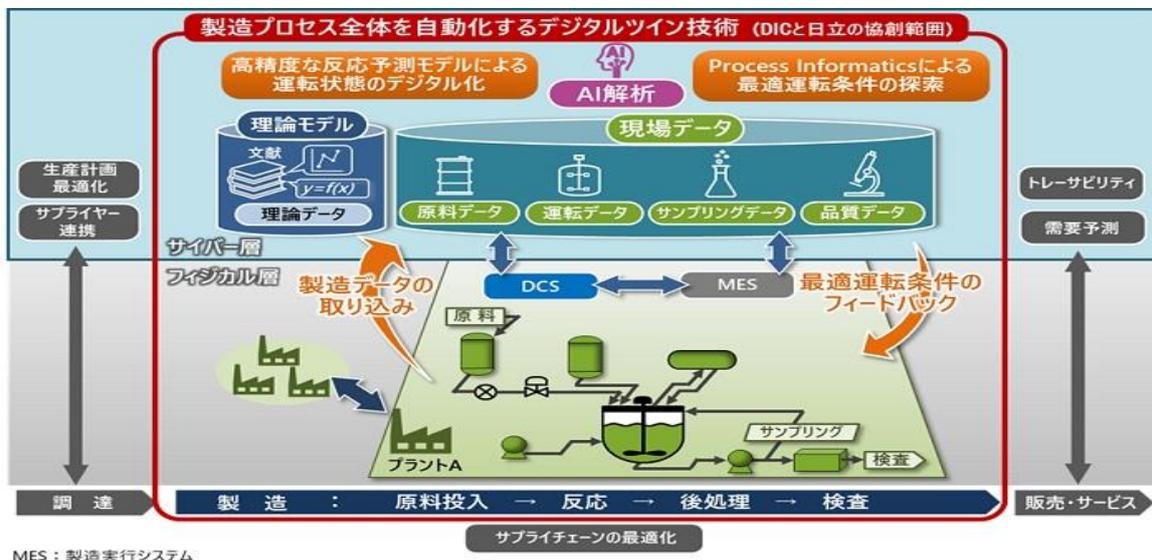


図3 デジタルツインによる次世代プラントのイメージ  
出典：DIC

## ARC活動報告・予定（1月～）

新聞・雑誌等での弊社研究員による意見発表など

◇シニア・フェロー 松村晴雄

2022年1月19日 第14回オートモビルワールド

「自動車の軽量化に対するセルロースナノファイバーの活用」のテーマで講演

◇主席研究員 長谷川雅史

技術情報協会「MATERIAL STAGE」（2022年1月号）に、

「海洋プラスチック問題，最近の動向を概観」を寄稿

◇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

「大きく変化する通商環境への企業の対応」のテーマで講演予定

### ARC リポート

◇シニア・フェロー 松村晴雄

2022年2月発行

「日本発のMOFの実用化は見えてきたか」

Watching No.328

2022年2月21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]