

用語（キーワード）解説

硫黄 sulfur

元素記号は S。天然には遊離硫黄または金属の硫化物として広く分布する。硫黄資源としては、遊離硫黄のほか、天然ガスや原油中の硫化水素（ H_2S ）、黄鉄鉱（ FeS ）がある。硫黄の用途で最も多いのは、世界的には硫酸製造用である。日本では二硫化炭素製造用も多い。紙、パルプ用、合成繊維、火薬、マッチ、抜染剤、ゴム加硫剤などのほか、きわめて多くの製造工程で硫黄またはその化合物が使われている。石油類に含まれる硫黄には、遊離硫黄、硫化水素、メルカプタン、二硫化アルキル、各種の環状硫黄化合物などがあり、試料中のこれら硫黄の総量を硫黄分（全硫黄）と呼ぶ。世界の原油は、硫黄分により A～C グループに分類したり、硫黄や硫化水素の含有量が少なく精製コストが比較的安価な原油をスイート原油、硫黄や硫化水素の含有量が多く精製コストがかさむ原油をサワー原油として評価している。比較的軽質で硫黄分を多く含む中東原油を原料に環境に配慮した製品（ガソリン、灯油、軽油、重油など）を製造するためには、高度な二次精製装置が必要となる。硫黄分の多い製品は、灯油では悪臭の原因に、重油では大気汚染の原因となる。国際海事機関（International Maritime Organization: IMO）は船舶用燃料油の硫黄含有量基準を強化し、2020年から 3.5%から 0.5%に引き下げた。原油から硫黄を除去する際に酸性化が起こり、酸性雨もしくは化石燃料燃焼時に粒子状物質が形成されることによって、人間の健康と環境に影響する。

硫黄酸化物 SO_x

大気中に存在する硫黄の酸化物で、通称 SO_x （ソックス）。主として、 SO_2 、 SO_4^{2-} からなる。 SO_2 の発生源はニッケルそのほかの金属の精錬と、化石燃料の燃焼による。特に、後者では石炭及び重油火力発電、家庭での調理・暖房、内燃機関などが主なものである。 SO_2 、 SO_4^{2-} はいずれも数 ppm 以上で人体に影響を及ぼし、せき、呼吸困難、そして 400ppm で生命に危険が及ぶ。

移入種／外来種／侵略的外来種 alien species, invasive alien species: IAS

第6回生物多様性条約締結国会議決議付属書（1992年）の定義によれば、移入種（外来種）とは、過去あるいは現在の自然分布域外に導入された種、亜種、それ以下の分類群であり、生存し、増殖することができるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含む。侵略的移入種（外来種）とは移入種（外来種）のうち、導入または拡散した場合に生物多様性を脅かす種導入のことを意味する。導入とは、直接・間接を問わずに人為的に過去あるいは現在の自然分布域外へ移動させることである。侵略的外来種（IAS）は、農漁業、

人間の健康への影響、開発途上国で人々の生活基盤となる野生生物の多様性などへ影響を及ぼし、貧困を激化させ、持続可能な開発を脅かす。侵略的外来種が引き起こす損害は、気候変動、汚染、生育生息地の減少、そのほかの人為的攪乱（道路、農業など）によっていっそう悪化する可能性がある。

オイルサンド（タールサンド） oil sands, tar sands

流動性のない高粘度のタール状原油を含む砂岩層をオイルサンドといい、その油の性状からタールサンドと呼ばれることもある。採取された原油は粘性に応じてピチューメン、あるいは超重質油と呼ばれる。カナダやベネズエラのオイルサンド鉱床が知られている。母岩が砂岩ではなく頁岩の場合にはオイルシェール（油母頁岩）と呼ばれる。

オイルシェール（油母頁岩） oil shale

岩石学の用語としては、ケロジェンを多量に含む緻密な（硬い）堆積岩の総称である。日本と中国では油母頁岩もしくは油頁岩と呼ばれる。乾留によって液状（シェールオイル）またはガス状（シェールガス）の炭化水素を生じ、頁岩層にあつて薄くはがれやすい性質を持つ層にそれらは存在する。大規模な存在が米国、ロシア、ブラジル、中国、モロッコ、オーストラリアなどの各地で知られている。21世紀になって水平掘削や水圧破碎法などの技術革新によって経済性を維持したエネルギー資源としての開発・生産が可能となり、米国やカナダを中心にエネルギー生産が増加、とくに米国は2018年に45年ぶりに世界一の原油生産国の座を奪還するなど、世界のエネルギー事情が大きく変わったことを指して「シェール革命」と言う。日本には米国、カナダからシェールガスが輸入されている。

オイルショック／石油危機 oil shock, oil crisis

1973年の第4次中東戦争と1979年のイラン・イスラーム革命を機に発生した、原油の供給逼迫及び原油価格高騰と、それによる世界の経済混乱を指す。1973年10月、第4次中東戦争が勃発すると、アラブ石油輸出国機構（OAPEC）は、イスラエル寄りを見なした欧米諸国や日本に対し石油の輸出制限を実施し、これに応じて石油輸出国機構（OPEC）も、原油価格を4倍に引き上げた（第1次石油危機）。日本では当時、石油価格の値上がりで狂乱物価となり、噂に踊らされた消費者がトイレトペーパーの買いだめに殺到するなど、各地でパニックが発生した。一方、第2次石油危機は1979年のイラン・イスラーム革命と翌年のイラン・イラク戦争を契機に発生した。イランとイラクという2つの大産油国だけでなく、戦争によりタンカーのペルシア湾内の航行が阻害されたため、石油価格は1バレル40ドルにまで跳ね上がった。2度にわたる石油危機で日本を含む先進国は石油の輸入元の多角化、省エネ、石油の共同備蓄などさまざまな対策を取るようになり、その後は原油価格の高騰は短期的に抑えられている。他方、産油国側は、石油危機後の石油価格の下落や需要の低下で逆に財政が逼迫、石油収入に依存しないシステムの構築が掲げられるようになった。

温室効果ガス Greenhouse Gas: GHG

熱放射を吸収し、また放出する、自然及び人為起源の大気的气体で、温室効果を引き起こすものを地球温暖化ガスもしくは温室効果ガス（Greenhouse Gas: GHG）と呼ぶ。主要な温室効果ガスは、水蒸気（H₂O）、二酸化炭素（CO₂）、亜酸化窒素（N₂O）、メタン（CH₄）、オゾン（O₃）である。大気中には、ハロゲン化炭素化合物、そのほか塩素や臭素を含む物質など人間によって作られた温室効果ガスも存在する。パリ協定において、各国が温室効果ガス排出削減目標を作成・提出・維持し、当該削減目標の目的を達するための国内対策を定めることが義務化された。

外国人労働者 foreign workers

外国人労働者とは、外国籍を持つ労働者に対する受入国の立場からの呼称。国籍を有しない国で有給の活動に家族とともに暮らしながら従事する移住労働者と、国籍を有しない国で1年以内の有給の活動に単身で従事する季節労働者に分けられることが多いが、中東においては、国籍を有しない国で複数年（通常2年程度）を期限として（もしくはいったん帰国後、再入国・再雇用する形態を繰り返しながら）単身で従事する労働者の割合が高い。また各国では人口における外国人の割合が非常に高い国が多く、サウディ・アラビア 30%以上、オマーン 40%以上、バハレーン 50%以上、クウェイト 60%以上、カタールとアラブ首長国連邦では 80%以上である（IMF による 2013 年のデータ）。外国人労働者の受け入れ数での上位 2 カ国のサウディ・アラビアとアラブ首長国連邦からの海外送金の流れを見ると、サウディ・アラビアからは多い順にインド、そのほか、エジプト、パキスタン、フィリピン、バングラデシュとなり、アラブ首長国連邦からはインド、そのほか、パキスタンとなる（米国による 2012 年のデータ）。自国民の雇用促進・失業対策に取り組む国は多く、例えばサウディ・アラビアでは 1985 年から「サウダイゼーション（業種ごとに一定の自国民雇用比率の達成を義務づけて、満たせば優遇、違反すればペナルティーを課す制度）」に取り組んでいる。2000 年代にはいくつかの国で外国人労働者による暴動・デモが複数回発生した。また新型コロナウイルス禍において雇い止めにあっても自国に帰国できない多数の外国人労働者がでてきた。

化石燃料資源 fossil fuels, fossil fuel resources

石炭、石油、天然ガスなどは、植物やプランクトンなどかつて地球上に生育・生息していた生物の死骸が地中に長い間埋蔵されてできたものであり、その成因から化石燃料と呼ばれ、再生産のできない有限性の燃料資源である。化石燃料資源とは、国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において定義された「物質資源（material resources）」の 1 つに含まれ、ほかには、バイオマス資源、金属資源、非金属鉱物資源があり、4 つをあわせて「物質資源」となる。同書における資源採掘量とは、上記 4 つをあわせた物質資源の採掘量を意味する。化石燃料資源の採掘量は、1970 年には 60 億 t であったのに対し、2017 年には 150 億 t に増加した。

カナート qanat, qanāt

カナートの定義、特徴、歴史については、第2章 56～57頁を参照のこと。また、カナートの修復と灌漑システムの改善に取り組んだ国際協力の取り組みについては、第9章 208～209頁を参照のこと。

環境影響 environmental impacts

環境に対する影響は、様々な観点から定義できるが、『地球資源アウトルック 2019』によれば、(1) 気候変動影響（温室効果ガスをはじめとして IPCC 報告書が指摘する気候変動影響やカーボンフットプリント）、(2) 生態毒性影響（生態系への毒性化合物による直接的・間接的影響）、(3) 土地利用に伴う生物多様性の損失（土地利用により引き起こされる生物種の生育生息地の減少や生態系の劣化）、(4) 水ストレス（消費による水資源への影響）の4つのカテゴリー別に測るとされる。一方、環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）もしくは環境・社会影響評価（Environmental and Social Impact Assessment: ESIA）において、環境に著しい影響を及ぼす恐れのある行為、事業、プロジェクトを実施する事業者が、その事業の実施に伴って生ずる環境への負の影響を事前に評価する際に対象となる基本的事項と考える場合もある。基本的事項は、事業の種類や特性、事業が立地する周辺地域の状況により定まる。例えば大気・水・土壌などへの影響、生態系や野生生物への影響など、環境ベースラインデータが収集・整理され、予測シミュレーションモデリング、環境管理計画などと合わせて評価される。

乾燥地研究 arid land studies, arid land research

日本語で乾燥地とされる学術用語は、「arid land」と「drylands」という2つの背景が異なる用語・概念にあてられている。乾燥地（arid land）とは、降水量よりも蒸発によって失われる水量の方が多量な地域を意味しており、砂漠化の認識や砂漠化対処の流れとは直接的には関係はない。その一方、乾燥地（drylands）とは、乾燥指数（長年の平均年降水量（P）と年可能蒸発散量（PET）の比、P/PET）に基づいて、0.65以下の地域のこと、乾燥の度合いにより、さらに極乾燥（<0.05）、乾燥（0.05-0.20）、半乾燥（0.21-0.50）、乾性半湿潤（0.51-0.65）と乾燥の程度を4段階に区分するものが一般的な定義である。この定義は、1977年の国連砂漠化会議そして1996年発効の国連砂漠化対処条約によって示された砂漠化の定義またその対象とする地域や事象と密接な関係を持っている。乾性半湿潤の地域は乾燥地（arid land）には含まれない。他方、砂漠（desert）という用語との関係においては、極乾燥の地域は狭義の砂漠生態系域、乾燥の地域は広義の砂漠生態系域とされ、乾燥地（drylands）の中でも極乾燥と乾燥にあたる地域は、ケッペンの気候区分における砂漠気候区・ステップ気候区と重なりが高い。ただし注意しなければならないのは、砂漠は、気候環境だけでなく、植生、土壌、地表面を構成する物質もしくは地形を対象として定義されるのに対して、乾燥地（arid land, drylands）は蒸発散量に基づき定義されていることである。ただし乾燥地研究は砂漠研究とほとんど同義と考えてよい。また日本には、乾燥帯もしくは砂漠、乾燥地が存在しない。砂漠化も発生しない。したがって、日本語で（多くの場合、

日本人が) 砂漠を扱う際には、砂漠を見る視点、つまり“異文化としての砂漠”を対象としているという根本的な認識像・認識枠組みが深くかかわることを意識しなければならない。

気候緩和／気候変動緩和 climate mitigation, climate change mitigation

地球温暖化防止対策もしくは気候変動対策は、(1) 地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を削減して、大気中の温室効果ガス濃度を安定させる「緩和策 (mitigation)」と、(2) 気候変動やそれに伴う気温・海水面の上昇などに対して社会や経済のシステムを調節することで影響を軽減しようとする「適応策 (adaptation)」とに分類され、互いに補完しあうことで気候変動リスク低減に寄与すると IPCC 報告書は指摘する。緩和策は、時間がかかっても根本的な解決に向けた対策を行うもので、エネルギーの効率的利用、森林からの温室効果ガスの排出削減 (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries: REDD)、植林事業や適切な森林管理による炭素ストックの増加、二酸化炭素を大気放散する前に回収する炭素回収貯留／二酸化炭素回収貯留 (Carbon dioxide Capture and Storage: CCS) などがある。

逆浸透膜／RO 膜 reverse osmosis membrane

脱塩処理 (desalination) の2つの方式のうち、膜によりろ過する (相変化を伴わない) 膜法の1つ逆浸透法 (Reverse Osmosis: RO) に用いられる膜のこと。半透膜で電解質イオンを通さないろ過膜 (水を通すが溶解している塩類は通しにくい性質を有する膜) である。逆浸透法は、このRO (逆浸透) 膜を用いて、海水に圧力をかけて透過させて淡水を得る。原料水の水質及び水質変動の範囲に制限があるが、塩分濃度が低い場合は消費エネルギーを減少できる長所がある。蒸発法のプラントと比較して1基あたりの規模が小さく、モジュールの数で容量を調整することができ、電力のみが必要とされるため、エネルギー消費量が少なくてよい。膜モジュールの汚れによる性能の低下により定期的な交換など整備にコストがかかるため、経済性は劣る。環境負荷の観点からは、海水の塩分濃度3.5%に対しておよそ8.7%の濃縮海水を廃棄する必要があり、さらに温度も海水よりも7度以上高くなるとの予測があり、周辺の海水の塩分濃度や温度の上昇、低酸素化をもたらす。中東における淡水化増水の分野における日本の貢献度は高く、例えば1989年にサウディ・アラビア西部の国際港ジッダに建設された逆浸透膜法による海水淡水化プラントは当時世界最大規模であったが、ほかのプラントで生産された多段蒸発法で生産された水とブレンドして、飲料水としてジッダ市に供給された。2009年に運転が開始された同じくサウディ・アラビア西部紅海沿岸のラービグに建設された大型の逆浸透としては世界初の3段直列逆浸透法による海水淡水化プラントは、発電プラントも併設されており、発電及び造水、水処理設備、排水処理設備、電気集塵機、排煙脱硫設備、灰処理設備といった大型周辺設備と共に建設されたプラントであった。紅海やペルシア湾は海水濃度が高いため、原水の浸透圧に対抗して水を透過させる高圧が必要であるが、高温高圧運転に適した技術開発に成功した。

金属鉱物資源 metallic minerals, metallic mineral resources

金属資源とは、資源の中で金属単体として利用される元素群を指す。鉱物資源にはカオリナイトといった鉱物の状態で利用される非金属資源を含む。金属資源とは、国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において定義された「物質資源 (material resources)」の1つに含まれ、ほかには、バイオマス資源、化石燃料資源、非金属鉱物資源があり、4つをあわせて「物質資源」となる。同書における資源採掘量とは、上記4つをあわせた物質資源の採掘量を意味する。金属鉱物資源の採掘量は、1970年には26億tであったのに対し、2017年には91億tに増加した。

経済成長 economic growth

2015年の国連サミットで採択された『持続可能な開発のための2030アジェンダ』において持続可能な開発のキーワードとして「5つのP」が掲げられており、その1つは繁栄 (prosperity) である。また同じアジェンダで記載された「持続可能な開発目標 (SDGs)」においては、環境、経済、社会の3側面 (environmental, social and economic dimensions) 統合の概念が明確に打ち出されている。2019年の国際資源パネルによる報告書『地球資源アウトルック 2019』においては、経済成長 (economic growth) を犠牲にすることを前提せずに「資源使用 (resource use)」と「経済活動 (economic activity)」と「環境への負荷と影響 (environmental pressure and impacts)」の関係を切り離すこと (デカップリング) が地球社会の政策的課題とされている。

健康影響 health effects, health impacts

健康への影響評価や適応策については、国際的には世界保健機構 (WHO)、世界気象機関 (WMO)、国連環境計画 (UNEP) が共同で研究しており、各国レベルでも関連研究が進められている。環境とのかねあいでは、地球温暖化の進行によって熱波や異常気象、気温や降水量などが変化するため、直接的要因群としては例えば、(1) 気温の変化、(2) 異常気象の増加、(3) 大気汚染の悪化、(4) 動物媒介性伝染病の拡大、(5) 水及び食物由来の伝染病の増加、(6) 食糧や水供給の不足拡大、などが挙げられている。国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』においては、主に大気、土壌、水圏を通じた人間への毒性影響、もしくは粒子状物質による影響とされる。

国内総生産 Gross Domestic Product: GDP

経済全体の総産出額から、二重計算を避けるために、原材料そのほかの中間投入物の価値額を差し引いたもの。したがって、居住者である生産者すなわち国内に所在する企業、政府及び対家計民間非営利団体の創り出した付加価値の総計である。国民経済生産 (System of National Accounts: SNA) で採用されている集計生産物概念では、生産、支出、分配の3側面から測定可能である。それぞれ国内総生産 (生産側、支出側、分配側) という表記で分けて利用される。そのうち、国内総生産 (支出側) は、国内生産物に対する支出の総額を市場価格によって評価したもので、国内における生産活動の結果生み出された付加価値に見合う支出項目の合計となる。その場合、支出項目は民間最終消費支出、政府最終消費

支出、国内総固定資本形成、在庫品増加、財・サービスの輸出及び輸入（控除）である。

砂漠化対処 to combat desertification, combating desertification

「砂漠化対処条約（United Nations Convention to Combat Desertification: UNCCD）」（国連において1994年6月に採択、1996年12月発効）によると、「砂漠化」（desertification）は「乾燥、半乾燥及び乾燥半湿潤地域における気候変動及び人間活動を含む様々な要因に起因する土地の劣化」と定義される。ここで言う「土地」とは、土壌、植物、水などをさす。「土地の劣化」とは、①風または水による土壌侵食、②土壌の物理的、化学的及び生物学的特質の悪化、③自然植生の長期間にわたる消失である。実際の砂漠化は、砂漠の拡大という砂漠縁辺に限った現象ではなく、砂漠から離れた場所でも、人間活動により局所的に生じることから、条約では「砂漠化」に加えて「土地の劣化」（land degradation）という包括的な語句が併記されている。砂漠化の影響を受けている締約国一般が負う義務として、（1）砂漠化及び干ばつへの対処に当たり、物理的、生物学的、社会経済的側面に対する総合的な取り組みを採用すること、（2）砂漠化の影響を受ける開発途上締約国の経済の状況について注意を払うこと、（3）砂漠化への対処及び干ばつの影響緩和に貧困撲滅のための戦略を組み入れることなどを定めている。より具体的には、砂漠化対処と干ばつの影響緩和のために（1）十分な資源を配分し、（2）持続可能な開発のための計画の中で砂漠化対処の戦略・優先順位を確立し、（3）NGOの支援を得て、地域住民の参加を促進することが義務づけられている。

サンゴ建築 coral buildings

「乾燥熱帯沿岸域」において港市が、東西交易の発展に伴って必要な諸施設を拡張しようとした時、建築活動を進める上で選択したのは造礁サンゴ（サンゴ礁を形成する一群のサンゴ）を建材として利用するという方法であった。建材としてのサンゴの特徴は、多孔質であるが故に、同形同大の石材に比べて軽量で扱いやすく、花崗岩などのように硬くないため、切り出しも仕上げも容易である。ただし脆くて肌理が密ではないために、一般的には精巧な彫刻を施すには不向きな材質でもある。また、生き物としてのサンゴから、古びて硬く締まった材質へと変化する点がサンゴの大きな特徴である。標準的な構法は、不定形のサンゴ材を乱積みとし、間には砂質分の多いモルタルを用いた組積造で、階層が高くなるに従って厚さを減じている。格子窓には木製格子細工（エジプトではマシュラビーヤ、サウディ・アラビアではラウシャンと呼ばれる）をあてて軽量化を図り、複層階の建物と格子窓は光と風を通して室内の温度や湿度を調整し、狭い街路が日陰を生み出すと同時にプライバシーの堅持に適している。

サンゴ礁生態系 coral reef ecosystem

サンゴ礁は地形である。造礁生物の骨格が集積してできたサンゴ礁石灰岩からなる地形である。サンゴは動物である。石灰質または角質の骨格を持つ刺胞動物のことである。ただしサンゴは、体内に褐虫藻と呼ばれる共生藻を持っているという点では植物の、石の骨格

をつくるという点では鉱物の性格も合わせもっている生物である。サンゴ礁の地理的分布は、熱帯・亜熱帯の海面近くの海域（大きく見ると北緯 30 度と南緯 30 度の範囲内にある、深度 100m 以浅）に限定されている。太陽光の届かない深い海底では、サンゴ礁は形成されない。造礁サンゴ及びサンゴ礁の広域的な地理的分布を決める条件は海水温度、特に最寒月の表面海水温度が 18～20 度以上である。サンゴ礁の形成海域は、氷期を通じて礁形成が継続した核心域と、間氷期になってから礁形成が始まった周辺域に分けられ、サンゴ礁の基本的なタイプは、裾礁、壁礁、環礁、エプロン礁、卓礁、離礁の 6 つに分けることが可能であり、核心域では壁礁または離礁、大洋中には環礁が集中し、周辺域では裾礁とその外側にエプロン礁、大洋中には卓礁が集中的に分布している。サンゴ礁は多くの植物・無脊椎動物・魚類に栄養と生息生育場所を与えている。栄養分に乏しい熱帯・亜熱帯の海の中、サンゴ礁は周囲に比べ極端に高い生物生産・現存量（バイオマス）を誇る。人間と家畜を除く野生動物の単位面積あたりのバイオマスの最大値は、サンゴ礁のサンゴ虫・貝類・甲殻類・魚類などの 20g/m²（乾量）、最小値は農耕地と砂漠における 0.4g/m²（乾量）以下である。したがって「乾燥熱帯沿岸域」を野生動物のバイオマスという側面から特徴づけてみると、もっとも高いサンゴ礁の海域ともっとも低い砂漠の陸域が接しているエコトーン（移行帯、推移帯、漸移帯）ということになる。

資源効率性 resource efficiency

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において、「資源効率性」とは、人間の幸福と経済成長を増大させる一方、必要な資源量を減少させ、資源使用に伴う負の環境影響も減少させるというデカップリングの包括的な目標を表している。より専門的な表現をすれば、少ない投入量（インプット）でより大きな生産高（アウトプット）を達成するということとなり、資源生産性という指標で示すことができる。したがって資源効率的な経済を達成するという大望は、資源使用との関係において生産と消費のシステムを最適化するということになる。

資源採掘量 global material extraction

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において、①バイオマス、②化石燃料、③金属、④非金属鉱物の 4 つをあわせた「物質資源」の採掘量を意味する。バイオマス、化石燃料、金属、非金属鉱物の採掘量は、1970 年にはそれぞれ 90、60、26、90 億 t であったのに対し、2017 年には 240、150、91、440 億 t に増加した。過去 50 年間で、私たちの世界の人口は倍増し、資源採掘量は 3 倍に増加した。天然資源の採掘と加工は過去 20 年間でさらに加速し、生物多様性の損失と水ストレスの 90% 以上、さらに気候変動影響の約半分をももたらす原因となっている。さらに、この 50 年間で、世界的な物質需要が長期にわたって安定化したことや減少したことは一度もなかった。

資源の分かち合い sharing natural resources

自然資源全般に対する分かち合いの精神は、中東の砂漠・乾燥地において広く観察することができる。なぜならば、時空間における変動性と偏在性が高い降水という非生物的環境、また水の利用可能性が純一次生産力の第一の制限要因となる低いバイオマス（生物体量）しか存在しない生物的環境に特徴づけられる砂漠・乾燥地への適応・応答・対策として、人間は稀少性の高い資源を分かち合う知恵を磨きあげてきたからである。例えば、干ばつといった予測の難しい危機的な事態に対処するために、生態的、社会的、文化的、宗教的な側面を併せ持った総合的な応答のメカニズムを発達させてきた事例があるが、平常時においては自分たち自身の利益を最大限に追及する主体としての国家や民族といった枠組みをさえ乗り越えて、資源を分かち合い、お互いを助け合う実践の積み重ねが認められる。

「持続可能性志向シナリオ」 *Towards Sustainability scenario*

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において、将来に向けたシナリオとして対比的に示された2つのシナリオの1つで、緊急かつ協調的な行動がなければ、急速な成長と非効率な天然資源の使用は、非持続可能な環境への負荷を生み出し続けてしまうという現状認識から、私たちに何を再考すべきかを問題提起し、根本的な価値観の変化、すなわちパラダイムシフトを迫っている。「歴史的傾向シナリオ」に示された天然資源の使用・管理に関する現状の傾向は非持続可能である一方で、「持続可能性志向シナリオ」においては、国際社会は大幅な資源効率性の向上を達成し、絶対的な影響デカップリングを達成するケースにつなげることができるとされる。

「持続可能な資源管理」 *sustainable resource management*

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において、「持続可能な資源管理」とは「①持続的な供給のレベルを消費が上回らないことを確実にすることと、②地球システムが本来の自然的な機能を担うこと（すなわち温室効果ガスの観点では、地球の気温を「調整する」大気圏の能力に影響を及ぼすような崩壊を防ぐこと）を確実にすること、の両方を意味する。様々なスケールにおいて監視と管理が求められる。持続可能な資源管理の目的とは、社会の物質的基盤を長期的な観点から確実にすることであり、資源の産出・採掘、資源利用、廃棄物の蓄積と排気量が、安全に機能している閾値を超えないようにすることによって達成される」と規定されている。また2015年「持続可能な開発のための2030アジェンダ」の中で「持続可能な開発目標(SDGs)」として掲げられている「天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用」とも密接な関係性を持っている。②の考え方においては、人間の活動が地球システムに及ぼす影響を客観的に評価する方法の一つである「プラネタリーバウンダリー／地球の限界」が示した、①生物圏の一体化(生態系と生物多様性の破壊)、②気候変動、③海洋酸性化、④土地利用変化、⑤持続可能でない淡水利用、⑥生物地球化学的循環の妨げ(窒素とリンの生物圏への流入)、⑦大気エアロゾルの変化、⑧新規化学物質による汚染、⑨成層圏オゾンの破壊、という人間が地球システムの機能に9種類の変化を引き起こしているという考え方を前提として、閾値すなわちプラネタリーバウンダリーを越えないことを目指している。一方、資源産業

もしくは既存の資源学においては「資源マネジメント (resource management)」といった時は、基本的にエネルギー資源・鉱物資源を対象として、上流部門（探鉱・開発・生産分野）から下流部門（精製・輸送・販売分野）までを統合的に経営管理することを意味している場合が多い。その場合、近年ではライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment: LCA) により環境負荷を定量的に把握しつつ行う経営管理が注目されている。

ジュゴン保護管理 conservation and management of dugongs

ジュゴン (*Dugong dugon*) は、熱帯・亜熱帯の浅海域に生息する海棲哺乳類である。食物連鎖の上位に位置し、海洋生態系の重要な構成要素である。一般的な生息条件は年間を通じて 18~32℃の水温範囲で、水深 2~10mの浅海沿岸部の海草藻場で多くの時間を過ごす。ジュゴンの餌はアマモ科、ベニアマモ科、トチカガミ科、ポシドニア科の海草（海中に生育する頭花植物）である。単独もしくは母親と幼獣からなる数頭の群れで行動することが多いが、数百頭に達する大規模な群れを形成することもある。少なくとも 5000 年以上前から人間の狩猟・漁撈の対象であって来た。「乾燥熱帯沿岸域」における利用に限定しても、肉は焼く、煮るなどして食べられ、塩漬けにより保存もされた。抽出された油は、料理やマッサージ、またボートの防水などに用いられた。牙は刀の握りとして加工され、皮はサンダルもしくは兵士のヘルメットや盾の材料にあてられた。「モーセの十戒」が収められていたとされる「失われた聖櫃」はジュゴンの革で覆われていた可能性が高い。海草のみを摂餌するため、その行動範囲が漁業や船舶などの人間活動との重なりが高く、混獲や衝突が発生しやすい。分布の北限となる日本の南西諸島に広く生息していたと考えられるが、乱獲・混獲、ダイナマイト漁、生活排水や除草剤による海洋汚染、農地開発や海岸開発などによる赤土の流入（水質汚濁）と埋め立て、それに伴う餌場の海草藻場の縮小と餌の海草の減少によって、個体数の急激な減少が起こった。2003 年からは鳥獣保護法の改定によって同法の対象として捕獲・殺傷が禁止されるようになったものの、沖縄県のレッドデータ絶滅危惧 IA 類（ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高い種）となり、南西諸島の地域個体群は 2019 年世界自然保護連合 (IUCN) のレッドリストで「深刻な危機 (Critically Endangered: CR)」にあると評価されるに至った。地域生態系の維持・保全及び生物との共存を図るための環境教育やその普及啓蒙にとってフラッグシップ・スピーシーズ（その種の保全が自然環境の保全をアピールすることにつながる象徴種）としての役割も期待されている。

水銀汚染 mercury pollution, mercury contamination

水銀の元素記号は Hg。水銀は常温、常圧で凝固しない唯一の液体金属元素。各種の金属と混和しアマルガム (amalgam) と呼ばれる合金をつくるが、水銀が大半を占める場合には液体、水銀の量が少なければ固体となる。マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、タングステンなどの少数の金属を除き、多くの金属を溶かして合金をつくるが、とくに金、銀、亜鉛、カドミウム、鉛、ナトリウム、カリウムなどとはアマルガムをつくりやすい。水銀化合物としては有機水銀（炭素を含む化合物）、無機水銀（炭素を含まない化合物）があり、

環境中の水銀は金属水銀、有機水銀化合物、無機水銀化合物という3つの化学形態に分けられ、生体への吸収やその毒性が異なる。無機水銀には1価と2価があるが、生体内では1価の無機水銀は容易に2価に酸化され、2価の無機水銀は腎臓に蓄積し、腎障害を起こす。無機水銀は脳への蓄積性は低く、中枢神経障害はほとんどない。一方、有機水銀は無機水銀に比べて毒性が強く、特にアルキル水銀が強い中枢神経障害を引き起こす。アルキル水銀の中でもメチル水銀の毒性が最も強く、その中毒事例として有機水銀農薬製造工場での職業性曝露、工場排水から生じたメチル水銀により発生した水俣病がある。水俣病の原因物質は、窒素工場のアセトアルデヒド酢酸設備内で生成されたメチル水銀化合物が工場排水に含まれて排出され、熊本県水俣湾内の魚介類を汚染し、その体内で濃縮されたメチル水銀化合物を保有する魚介類を長期かつ大量に地域住民が摂取することによって生じた中毒性中枢神経系疾患である。金属水銀は生体への作用はほとんどなく、誤飲しても消化管からはほとんど吸収されずそのまま排泄されることが多いため、あまり重篤な影響は生じないと考えられている。しかし水銀蒸気になると、肺のガス交換機能により高率で吸収され、血流に乗って生体内を循環し、脳内に蓄積されやすく、体内で酸化反応を受ける前に脳に移行した水銀によって中枢神経障害を起こす場合がある。人力小規模金採掘 (Artisanal small-scale gold mining: ASGM) に水銀が使用され、大気中に排出される水銀による労働者 (特に若年層) の健康影響や環境汚染が危惧される。産業による水銀の排出源としては、小規模金採掘、プラスチックの原料として使われるアセトアルデヒドや塩化ビニルモノマーの製造過程、発電・熱供給のための石炭火力発電所や産業用石炭燃焼ボイラーなどの燃焼、非鉄金属精錬施設、産廃物焼却施設、セメント生産施設からの排出が大半を占めるが、水銀は揮発性が高く、様々な排出源から環境に排出されて全世界を循環する。日本が経験した水銀汚染による健康被害と環境破壊が世界の国で繰り返されることのないように「水銀に関する水俣条約 (Minamata Convention on Mercury)」が国連環境計画の主導で2017年に発効し、国際的な水銀の管理強化が進んでいる。

生態系サービスの喪失 decline of ecosystem services

生態系サービスとは、国連の主唱により2001年から2005年にかけて行われた地球規模での生物多様性及び生態系保全と持続可能な利用に関する科学的な総合評価の取り組み『ミレニアム生態系評価』において示された考え方で、生態系によってもたらされる恩恵を意味する。生態系の財及びサービスと呼ばれることもある。(1) 食糧、燃料、木材、水など人間の生活に重要な資源を供給するサービス (供給サービス)、(2) 森林があることによって気候が緩和されたり、洪水が起こりにくくなったり、水が浄化されたりといった、環境を制御・調整するサービス (調整サービス)、(3) 精神的充足、美的な楽しみ、宗教・社会制度の基盤、レクリエーションの機会、文化的な恩恵などをもたらすサービス (文化的サービス)、(4) 光合成による酸素の生成、土壌形成、栄養循環、水循環などを支える基盤となるサービス (基盤サービス) の4つに分けられる。生物多様性は生態系が提供する生態系サービスの基盤であり、生態系サービスの豊かさが人間の福利 (ウェルビーイング) に大きな関係のあることが示されている。また、複数の生態系サービスの間の関係について

は、ある生態系サービスの向上を追求した場合、複数の生態系サービスが正の相乗効果によって向上する場合（シナジー）と、ある生態系サービスは向上するもののほかの生態系サービスは低下する場合（トレードオフ）がある点について考慮している。生態系の分断と劣化によって、生物多様性の損失と生態系サービスの損失が引き起こされる。生物多様性及び生態系サービスの損失を経済学的に評価して受益者負担を求める「生態系サービスに対する支払い（payment for ecosystem service: PES）」や「生態補償（eco-compensation: EC）」などの考え方も出てきている。

政府開発援助 Official Development Assistance: ODA

開発途上国の社会・経済の開発を支援するため、政府をはじめ、国際機関、NGO、民間企業など様々な組織や団体が経済協力・開発協力を行っている。開発協力とは「開発途上地域の開発を主たる目的とする政府及び政府関係機関による国際協力活動」のことで、そのための公的資金を政府開発援助（ODA）と言う。政府または政府の実施機関は ODA によって、平和構築やガバナンス、基本的人権の推進、人道支援などを含む開発途上国の開発のため、開発途上国または国際機関に対し、資金（贈与・貸付など）・技術提供を行う。ODA はその形態から、二国間援助と多国間援助（国際機関への出資・拠出）に分けることが可能であるが、日本においては、国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）が 2008 年以降は、二国間援助の形態である技術協力に加え、有償資金協力（国際協力銀行 JBIC による海外経済協力）、無償資金協力（外交政策上、外務省が直接実施するものを除く）の全てを担うようになっている。

生物多様性の損失 biodiversity loss

生物多様性の損失は、文化的多様性の損失とも密接な関係がある。生態系の分断と劣化によって、生物多様性の損失と生態系サービスの損失が引き起こされる。生物多様性及び生態系サービスの損失を経済学的に評価して受益者負担を求める「生態系サービスに対する支払い（payment for ecosystem service: PES）」や「生態補償（eco-compensation: EC）」などの考え方も出てきている。

生物多様性保護 protection of biodiversity

生物多様性条約（1993 年発効）は、(1) 生物多様性の保全、(2) 生物多様性の構成要素の持続可能な利用、(3) 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分、を目的としている。生物多様性とは、あらゆる生物種の多さとつながり（種多様性）、またそれらによって成り立っている生態系の豊かさやバランスが保たれている状態（生態系の多様性）を言い、さらに生物が過去から未来へと伝える遺伝子の多様さ（遺伝的多様性）までを含めた幅広い概念である。それぞれに保全が必要とされ、種内の多様性（遺伝子の多様性）は環境適応や種の分化など生物進化の基であり、低下すれば種の遺伝的劣化が進んで絶滅の危険性が高まる。一方、生態系の多様性は多様な種が棲み分けることで様々な自然条件に適応した結果であり、低下すれば環境変化などによる種の絶滅リスクが高まる。種間の多

様性はこれら双方の基となり、生物多様性の要といえる。生物多様性は生命の豊かさを包括的に表した広い概念で、その保全は、食糧や薬品などの生物資源のみならず、人間が生存していく上での不可欠の生存基盤（ライフサポートシステム）としても重要である。生物多様性は生態系が提供する生態系サービス（ecosystem goods and services）の基盤であり、生態系サービスの豊かさが人間の福利（ウェルビーイング）に大きな関係のあることが『ミレニアム生態系評価』（国連の主唱により 2001 年から 2005 年にかけて行われた地球規模での生物多様性及び生態系保全と持続可能な利用に関する科学的な総合評価の取り組み）において示されている。他方、自然と文化は別々に存在するのではなく、つながりあって存在している場合が多いことから両者を一体的に捉えることで、より実効的な保全を可能にするためとして「生物文化多様性（biocultural diversity）」という考え方も生まれてきている。

大気汚染 air pollution, atmospheric pollution

大気中の微量成分によって人間の健康や動植物の生活環境などに好ましくない影響を与える大気汚染物質による大気の汚染のことを言う。大気汚染物質の発生形態としては、火山爆発、砂嵐・砂塵嵐、山火事などの自然現象に伴って排出される自然由来物質と、化石燃料の燃焼、金属冶金、化学工業品製造工程など人間による社会・経済活動から排出される人為汚染物質によるものがある。また大気中での化学変化の有無という観点からは一次汚染物質と二次汚染物質、物理的性状では粒子状物質（particulate matter: PM）とガス状物質（gaseous air pollutant）とに分類できる。室内における空気（大気）の汚染は別に扱われることが多い。1960 年代に酸性雨（化石燃料などの燃焼で生じる硫黄酸化物（SOx）や窒素酸化物（NOx）などが大気中で反応して生じる硫酸や硝酸などを取りこんで生じる pH の低い雨・霧・雪などの湿性沈着及びガスやエアロゾルの形態で沈着する乾性沈着の総称）による生物、土壌、鉄筋構造物、文化財への影響が深刻化したヨーロッパを中心として越境汚染への関心が高まり、1983 年には国連欧州経済委員会による「長距離越境大気汚染条約（Convention on Long-range Trans-boundary Air Pollution: LRTAP）」が発効した。発生源から排出された窒素酸化物、炭化水素が強い日差しのもとでオゾンそのほかの酸化性物質（光化学オキシダント）を増加させる事象は、光化学大気汚染いわゆる光化学スモッグと呼ばれる。日本では、大気環境を保全するため 1968 年「大気汚染防止法」が制定され、大気汚染に関して国民の健康を保護するとともに生活環境を保全することが目的とされている。環境基本法において定められた環境基準を達成することを目標に大気汚染防止法に基づいて規制が実施される。固定発生源（工場や事業場）から排出または飛散する大気汚染物質について、物質の種類ごと、施設の種類・規模ごとに排出基準などが定められている。ばい煙（soot and smoke）とは、物の燃焼などに伴い発生する硫黄酸化物、ばいじん（いわゆるスス）、有害物質（カドミウム及びその化合物、塩素及び塩化水素、フッ素、フッ化水素及びフッ化ケイ素、鉛及びその化合物、窒素酸化物）をいうが、大気汚染防止法では 33 の項目に分けて、一定規模以上の施設が「ばい煙発生施設」として定められている。揮発性有機化合物（volatile organic compound: VOC）とは、大気に排出され、または飛散した時

に気体である有機化合物を言う。大気汚染防止法では9の項目に分けて、一定規模以上の施設が「揮発性有機化合物発生施設」として定められている。粉じん（dust）とは、物の破砕や堆積などにより発生し、または飛散する物質を言う。このうち、大気汚染防止法では健康に被害を生じるおそれのある物質を特定粉じん、それ以外を一般粉じんとして定めている。また低濃度であっても長期的な摂取により健康影響が生じるおそれのある物質のことを有害大気汚染物質といい、科学的知見の充実の下に、将来にわたって人間の健康に係る被害が未然に防止されるよう施策を講じることとされている。

窒素酸化物 NO_x

大気中に存在する窒素の酸化物で、通称 NO_x（ノックス）。N₂O、NO、N₂O₃、NO₂、N₂O₄、N₂O₅などがあげられるが、NO 及び NO₂ を NO_x と言う。発生源は火力発電所、自動車、暖房などによる石炭、石油、天然ガスの燃焼と高温による空気中の窒素と酸素の反応が主要なものである。前者を燃焼による NO_x、後者を熱による NO_x とよんでいる。NO₂ はそれ自身有害であるほか、光化学大気汚染（発生源から排出された窒素酸化物、炭化水素が強い日差しのもとでオゾンその他の酸化性物質（光化学オキシダント）を増加させる事象、いわゆる光化学スモッグ）の重要な原因物質である。NO、NO₂ はいずれも人体に対して影響し、呼吸器疾患罹患率を増加させる。

デカップリング decoupling

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック2019』において提起されたたキー概念。「デカップリング（Decoupling）」とは、切り離すこと、分断を意味する用語・概念で、その到達点は、資源使用（resource use）と環境への負荷と影響（environmental pressures & impacts）を経済活動（economic activity）から切り離すことである。「資源のデカップリング（resource decoupling）」とは、資源使用を経済活動から切り離すことで、「影響のデカップリング（impact decoupling）」とは、環境負荷を経済活動から切り離すことである。人間の幸福と経済成長を増大させる一方、必要な資源量を減少させ、資源使用に伴う負の環境影響も減少させる「資源効率性（resource efficiency）」を追求することが、デカップリングの包括的な目標となる。

伝統的知識 traditional knowledge: TK

2010年に愛知で開催された第10回生物多様性条約締約国会議（COP10）で合意された5つの戦略目標と20の個別目標（愛知目標）のうち、戦略目標E「参加型計画立案、知識管理と能力開発を通じて実施を強化する」に入る個別目標18は「伝統的知識の尊重・主流化」に関するもので「2020年までに生物多様性とその慣習的かつ持続可能な利用に関連して、原住民と地域社会の伝統的知識、工夫及び慣行が、国内法と関連する国際的義務に従って尊重され、生物多様性条約とその作業計画及び横断的事項の実施において、原住民と地域社会の完全かつ効果的な参加のもとにあらゆるレベルで完全に認識され、主流化される」ことがうたわれた。2020年までの伝統的知識の尊重・主流化に関する取り組みには一定の

進展があったと評価された。生物多様性条約において「伝統的知識」とは「生物の多様性の保全及び持続可能な利用に関連する伝統的な生活様式を有する原住民の社会及び地域社会の知識、工夫及び慣行」と定義されている。伝統的知識と重なりが高い学術用語としてはほかに、在来知 (indigenous knowledge)、伝統的な生態学的知識 (traditional ecological knowledge: TEK) などがある。

天然資源 natural resources

天然資源の定義については、第1章2～6頁を参照のこと。日本語において、「natural resources」は「天然資源」と訳される場合と「自然資源」と訳される場合が混在していることに留意すること。国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック』においては、バイオマス (木材、作物、食用・エネルギー用・餌用・植物由来物質を含む)、化石燃料 (石炭、天然ガス、石油)、金属 (鉄、アルミニウム、銅など)、非金属鉱物 (砂礫、石灰岩など)、水、土地を意味し、我々の社会経済システムを形づくる製品・サービス・インフラの基盤を提供する、と定義されている。

毒性化合物 toxic compound

化学物質が生体に有害な反応をひき起こす能力を持つ場合、その能力を毒性 (toxicity) と言う。一方、毒性を持つ物質によって生体が障害を受けることを中毒 (poisoning) と呼ぶ。対象となる化学物質は、無機化合物 (水銀、カドミウム、銅、鉛、ヒ素などの一部の炭素化合物を除いて炭素以外の元素で構成される化合物) と有機化合物 (医薬品、農薬、消毒剤・防腐剤、食品添加物などの炭素を含む化合物の大部分) に区別できる。化学物質の健康リスクとしては、直接的な人間に対するリスク (生体毒性) と生態系へのリスク (環境毒性) を考慮しなければならない。生体毒性を評価する場合は化学物質の体内動態を、また環境毒性に関しては環境内動態が重要となる。環境に放出された化学物質は、一般的には物性に応じて大気、水、土壌の環境3圏に分配され、圏内及び圏間の移送により各圏に分布する。そして主に微生物により分解・代謝される。この反応は通常、無機化の方向で毒性が消失するが、例外的に水銀のメチル化のように有毒化もある。また場合によっては生態系の生物体への蓄積が観察される。化石燃料の採掘に伴う環境影響には、水銀以外の毒性化合物が掘削液などを通じて大気、土壌、水圏に放出されることや、地震探査や海底パイプラインの様なインフラ構築の際に発生することも含まれる。

二酸化炭素 carbon dioxide

元素記号は CO_2 。大気中に含まれているほか、天然ガスや鉱泉水中にも含有され、地表における炭素の輪廻をつかさどっている化合物である。活火山や化石燃料の燃焼によってたえず地表上に供給されており、海水中にも大量に溶存し、炭素塩鉱物中に固定されている量も多い。また植物の光合成による二酸化炭素の消費も、炭素の輪廻の一貫である。水蒸気 (H_2O)、亜酸化窒素 (N_2O)、メタン (CH_4)、オゾン (O_3) と並んで、温室効果を引き起こす地球温暖化ガスもしくは温室効果ガス (Greenhouse Gas: GHG) の1つであるが、最

も濃度が高い。2015 年第 21 回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において採択された気候変動に関する協定（パリ協定）では、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃より十分低く保つとともに 1.5℃に抑える努力を追及することがうたわれ、また各国が温室効果ガス排出削減目標を作成・提出・維持し、当該削減目標の目的を達するための国内対策が定められたが、その中でも温暖化に対して最大の寄与を示す二酸化炭素の排出量を削減することが、優先課題と考えられている。

二酸化炭素除去／炭素隔離 carbon sequestration, carbon removal, carbon dioxide removal

炭素隔離（carbon sequestration）とは、主要な温室効果ガスである二酸化炭素の大気中への排出を抑制する手段のことで、生物学的な方法と地質学的な方法がある。生物学的隔離は、植物が光合成により二酸化炭素を吸収し、木質もしくはほかの植物素材としてセルロースやリグニンの形で炭素を貯める結果として達成される。そのため、森林の減少・劣化を防止することによる森林からの温室効果ガスの排出削減（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries: REDD）に、植林事業や適切な森林管理による炭素ストックの積極的な増加を加えた拡張概念（Conservation of Forest Carbon Stocks, Sustainable Management of Forest, Enhancement of Forest Carbon Stocks in Developing Countries: REDD plus）がある。一方、地質学的な隔離は、二酸化炭素を大気放散する前に回収する技術のことで、一般には現在、炭素回収貯留／二酸化炭素回収貯留（Carbon dioxide Capture and Storage: CCS）のことを指す。発電所や製鉄所、セメント工場などにおいて化石燃料の燃焼により排出される二酸化炭素（CO₂）を分離・回収、輸送して、地中深くにもともと化石燃料が存在していた地質学的構造（油井など）に貯蔵・隔離することにある。

西アジア West Asia

西アジアの定義については、第 1 章 22～29 頁を参照のこと。また、国連環境計画（UNEP）における西アジアの地理的な範囲については、第 8 章 167～168 頁を参照のこと。

人間の幸福／ウェルビーイング human well-being: HWB

国連レポートにおける「human well-being」は「人間の幸福」とすることが定訳となっているものの（人間のよき生、福利、豊かな暮らしといった訳もある）、英語のウェルビーイングと日本語の幸福という言葉の含意のあいだの重なりが必ずしも大きくないことに注意しなければならない。1948 年の世界保健機構（WHO）憲章では「健康とは、身体面、精神面、社会面における、すべてのウェルビーイング（良好性）の状況を指し、単に病気・病弱でないことを意味しない」とされた。「human well-being」の内容については様々な定義が存在し議論が続いているが、英語の「happiness」「welfare」「quality of life: QoL」といった言葉との違い、重なりにも留意が必要である。

バイオマス資源 biomass, biomass resources

『地球環境アウトルック』によれば、地上と地下ならびに水中の生きている有機物と死ん

でいる有機物の両方で、樹木や作物や草及び樹木の落葉落枝や根など。生態学における定義とバイオマス資源の定義については、第1章の8～9頁を参照のこと。バイオマス資源とは、国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック2019』において定義された「物質資源 (material resources)」の1つに含まれ、ほかには、化石燃料資源、金属鉱物資源、非金属鉱物資源があり、4つをあわせて「物質資源」となる。同書における資源採掘量とは、上記4つをあわせた物質資源の採掘量を意味する。バイオマス資源の採掘量は、1970年には90億tであったのに対し、2017年には240億tに増加した。

廃棄物 waste

排出物 (discharge) とは、産業活動により液体や気体として排出される物質の総称であるのに対して、廃棄物 (waste) とは、不要になり廃棄の対象となった物質または物体であり、一般的に液体や固体で気体は含まれない。日本においては1970年「廃棄物処理法」において廃棄物は「ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体そのほかの汚泥又は不要物であって、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによって汚染されたものを除く。）」と定義された。1977年には「廃棄物とは、占有者が自ら利用し、又は他人に有償で売却することができないために不要になった物をいい、これらに該当するか否かは、占有者の意思、その性状等を総合的に勘案すべきものであって、排出された時点で客観的に廃棄物と観念できるものではないこと。」として、「総合判断説」としての解釈が加わった。物の性状、排出の状況、通常取り扱い形態、取引価値の有無、占有者の意思を総合判断することが求められている。また、廃棄物の国境を越える移動などの規制について国際的な枠組み及び手続などを規定した（1992年発効）バーゼル条約（Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal）を実施するため「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律」及び関連する法律として「廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部を改正する法律」が1993年に制定され、廃棄物の定義は変更せず、同条約を担保するため別に「特定有害廃棄物等」が法律で定められた。2000年「循環型社会形成推進基本法」が制定され「廃棄物等」及び「循環資源」が法律で定義され、「廃棄物等」は有価か無価かを問わないことが明記された。「廃棄物処理法」では売れないものと定義された廃棄物であったが、「循環型社会形成推進基本法」では、廃棄物や生産活動で排出される不要物のうち、売れるか売れないか関わらず、再び利用できるものは「循環資源」として扱われるようになった。また廃棄物は「産業廃棄物」と「一般廃棄物」の2種類に分けられ、「産業廃棄物」とは事業活動に伴って生じる廃棄物のうち、廃棄物処理法で規定された20種類の廃棄物のことで、中でも爆発性や毒性があり人々の生活に危険を及ぼすものは「特別管理産業廃棄物」とされる。「一般廃棄物」とは、産業廃棄物以外の廃棄物のことで、事業活動によって生じる「事業系一般廃棄物」、一般家庭の日常生活から生じる「家庭系一般廃棄物」、爆発性や毒性を持った「特別管理一般廃棄物」の3種類に細分化される。

排出物 discharge

排出物 (discharge) とは、産業活動により液体や気体として排出される物質の総称であるのに対して、廃棄物 (waste) とは、不要になり廃棄の対象となった物質または物体であり、一般的に液体や固体で気体は含まれない。排出物と廃棄物の関係 (差異) は、水を例とすれば、排水と廃水の違いとなる。排水 (draining, drainage) とは、不要な水を外に出すこと、もしくはそのようにされた水であるのに対して、廃水 (waste water) とは、不純物や有害物質などで汚れたために捨てられる水のことである。工業、農業などの産業や下水などの人間の生活により排出された廃水 (産業排水・生活排水) は、水の効率的利用・再利用や環境汚染の防止などを目的として、廃水処理プラント (waste water treatment plant) や下水処理場 (sewage treatment plant) を通じて処理される。工場排水・廃水、下水・汚水などが対象となり、排水・廃水の種類によって、重金属除去、有機物除去、脱窒、リン除去など様々な種類の物質の除去・処理が必要となる。

非金属鉱物資源 non-metallic minerals, non-metallic mineral resources

金属資源とは、資源の中で金属単体として利用される元素群を指す。鉱物資源にはカオリナイトといった鉱物の状態で利用される非金属資源を含む。非金属鉱物資源とは、国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において定義された「物質資源 (material resources)」の 1 つに含まれ、ほかには、バイオマス資源、化石燃料資源、金属資源があり、4 つをあわせて「物質資源」となる。同書における資源採掘量とは、上記 4 つをあわせた物質資源の採掘量を意味する。非金属鉱物資源の採掘量は、1970 年には 90 億 t であったのに対し、2017 年には 440 億 t に増加した。

物理的貿易収支 Physical Trade Balance: PTB

物質の国際貿易は、生産者の天然資源の入手可能性に関する地域差を補完し、グローバルな生産・消費システムを支えている。資源の移動は原産国における価値を創出する一方で、資源使用の便益と比べた場合に、国家間及び国内における環境・社会影響の不均衡な分配を生じさせている。物理的貿易収支は、一国または地域が原材料の純輸入国であるか純輸出国であることを示しており、グローバルサプライチェーンにおける国の位置付けと役割がわかる。

プラネタリーバウンダリー／地球の限界 the Planetary Boundaries: PB

「プラネタリーバウンダリー／地球の限界」は、人間の活動が地球システムに及ぼす影響を客観的に評価する方法の一つである。人間が地球システムの機能に 9 種類の変化を引き起こしているという考え方に基づいている。この 9 種類の変化とは、①生物圏の一体化 (生態系と生物多様性の破壊)、②気候変動、③海洋酸性化、④土地利用変化、⑤持続可能でない淡水利用、⑥生物地球化学的循環の妨げ (窒素とリンの生物圏への流入)、⑦大気エアロゾルの変化、⑧新規化学物質による汚染、⑨成層圏オゾンの破壊である。これらの項目について、人間が安全に活動できる範囲内にとどまれば、人間社会は発展し、繁栄できるが、境界を越えることがあれば、人間が依存する天然資源に対して回復不可能な変化、すなわ

ち「不可逆的かつ急激な環境変化」が引き起こされると警告する。生物地球化学的循環、生物圏の一体性、土地利用変化、気候変動については、人間が地球に与えている影響とそれに伴うリスクが既に顕在化しており、人間が安全に活動できる範囲を越えるレベルにすでに達していると分析されている。地球環境問題解決を目指した国際的な取り組みにおいて、例えば、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°Cより十分低く保つとともに 1.5°Cに抑えるために各国が温室効果ガス排出削減目標を作成・提出・維持する（パリ協定）といった、気候変動対策としての具体的な数値目標のみに焦点をあてがちであるが、国際社会が取り組むべき優先課題として地球システムの包括的な理解が欠かせないことを示している。また、2019年の国際資源パネルによる報告書『地球資源アウトLOOK 2019』においては、資源効率性、気候緩和、炭素除去、並びに生物多様性保護の政策を組み合わせることにより、経済を成長させ、人間の幸福度を増やしつつ、プラネタリーバウンダリー内にとどまることができる可能性を示せるとしている。

フレアリング／ガスフレアリング flaring, gas flare

フレアリング／ガスフレアリングとは、集油所、原油生産施設、ガス処理施設、天然ガス液化・貯蔵基地、製油所などで、石油製品として出荷するか自家燃料として使用する以外の余剰ガス（オフ・ガス）を燃焼処理することである。余剰ガスを焼却するための塔は、フレアスタック（flare stack）と呼ばれる。原油、ガスの生産操業で発生した余剰ガスまたは廃ガスは、そのまま大気中に拡散すると揮発性成分に富むことから爆発事故の危険性があり、特に硫化水素（ H_2S ）のような有毒ガスを含むことがあるので、生産・処理施設から十分安全な距離に設置したフレアスタックに導き、焼却処理する必要がある。燃焼ガスが大気中に十分拡散するように、塔は高くする必要があり、ガス量の多少にかかわらず、常時燃焼させ中断しないようにしている。一方、余剰ガスの焼却処理が、二酸化炭素（ CO_2 ）また亜酸化窒素（ N_2O ）やメタン（ CH_4 ）など温室効果ガスの主要な排出源の一つと認識されるようになるにつれ、フレアリング削減対策がとられるようになった。回収用のパイプラインや回収施設を建設したり、回収したガスを地下の油層に圧入するなどの方法により、ガスフレアリングのゼロ化が目標とされるようになってきている。

放散 diffusion, gas diffusion

天然ガスもしくはシェールガスの拡散・放散のこと。天然ガスはメタンを主成分とした可燃性ガスで、比重は 0.65 と空気より軽く、大気中に拡散しやすい。そのため、液体燃料のように地上に滞留せず、上方に拡散し、燃焼下限界が約 4.5%とほかの燃料に比較して高く、自然発火温度も高いことからガス事故の防止や軽減につながっている。その一方、主成分であるメタンは、水蒸気（ H_2O ）、二酸化炭素（ CO_2 ）、亜酸化窒素（ N_2O ）、オゾン（ O_3 ）と並んで、温室効果を引き起こす地球温暖化ガスもしくは温室効果ガス（Greenhouse Gas: GHG）の 1 つである。ガスの単位量あたりのメタンの温室効果は二酸化炭素のおよそ 10 倍であるが、対流圏の光化学反応で分解するので、大気中では平均寿命約 12 年で消滅するものの、二酸化炭素に次いで地球温暖化に及ぼす影響が大きい。

マテリアルフットプリント material footprint

マテリアルフットプリントは、世界で使用されるすべての資源を最終消費者に帰属させる指標である。「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）」とりわけ資源効率性に関する「ゴール 8（雇用）」の「8.4 2030 年までに、世界の消費と生産における資源効率を漸進的に改善させ、先進国主導の下、持続可能な消費と生産に関する 10 年計画枠組みに従い、経済成長と環境悪化の分断（デカップリング）を図る。」に関連する進捗を把握するためのもう一つのマテリアル・フロー指標として設定された。

マングローブ植林 mangrove reforestation

マングローブとは、熱帯・亜熱帯の海水と淡水がまじりあう汽水域の海岸（潮間帯）に成立する森林を構成する樹木の総称である。潮間帯とは、高潮線（満潮時に水が到達する線）と低潮線（干潮時に陸が露出する線）の間にあり、潮の干満により露出と水没を繰り返す場所である。潮間帯は高さによって海水に浸る時間が異なるため、乾燥、温度、塩分などの非生物的環境に明確な違いがみられる。多くの場合、この違いによって各生物種の分布の上限が決まる。また下限は種間競争などの生物的環境によって決まることが多い。このため、各生物種の分布範囲は狭い帯状になり、複数種が共存することになる。マングローブ生態系においては、海の生態系、陸の生態系につぐ第 3 の生態系とよばれるほど、多様な生物の食物連鎖が繰り返されている。マングローブ植林によって、温室効果ガスの二酸化炭素の吸収・固定、生物多様性・干潟の保全、「緑の防波堤」として災害による被害の軽減、地域経済・社会への貢献、環境啓発・人材育成といった効果があり、国際 NGO の協力の下、植林活動に取り組む企業も多い。乾燥地におけるマングローブ植林は、日本人によるパイオニアワークであった。詳細は第 9 章 214～215 頁を参照のこと。

マングローブ生態系 mangrove ecosystem

マングローブとは、熱帯・亜熱帯の海水と淡水がまじりあう汽水域の海岸（潮間帯）に成立する森林を構成する樹木の総称である。潮間帯とは、高潮線（満潮時に水が到達する線）と低潮線（干潮時に陸が露出する線）の間にあり、潮の干満により露出と水没を繰り返す場所である。潮間帯は高さによって海水に浸る時間が異なるため、乾燥、温度、塩分などの非生物的環境に明確な違いがみられる。多くの場合、この違いによって各生物種の分布の上限が決まる。また下限は種間競争などの生物的環境によって決まることが多い。このため、各生物種の分布範囲は狭い帯状になり、複数種が共存することになる。マングローブ生態系においては、海の生態系、陸の生態系につぐ第 3 の生態系とよばれるほど、多様な生物の食物連鎖が繰り返されている。「熱帯・亜熱帯の乾燥地の沿岸域」すなわち「乾燥熱帯沿岸域」では、マングローブの 1 種ヒルギダマシ (*Avicennia marina*) を優占種とするマングローブ林と裾礁を中心としたサンゴ礁が共存し、「陸の土砂をマングローブがトラップすることで透明な海に生息するサンゴ礁の環境が保証され、その一方でサンゴ礁が外洋の波浪をさえぎることで波静かな浅海ができ、マングローブの成立が可能になるという

相補う関係」がより成立しやすくなっているため、マングローブ生態系とサンゴ礁生態系が相互に関係し合う特有の沿岸生態系を発達させている。

水ストレス water stress

国連環境計画による『地球環境アウトルック』によれば、水の供給が少ないことによって、食糧生産や経済発展が制限を受けたり、人間の健康に影響をきたす場合に、水ストレスがあるとみなす。年間の水の供給量が1人あたり1,700m³以下に減少している場合、その区域(エリア)は水ストレスの状態にあるとされる。同じく国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック2019』においては、(1)気候変動影響、(2)生態毒性影響、(3)土地利用に伴う生物多様性の損失と並び、環境影響を測る4つのカテゴリーの1つに数えられている。

無排水化 Zero Liquid Discharge: ZLD

海水淡水化プラント (desalination plant) は、大量の海水を取り込み、濃縮した排海水を周辺の環境水中へ放流しているため、周辺の海水の塩分濃度や温度の上昇、低酸素化をもたらす。また使用する水の清浄処理や施設の維持管理などに使用する種々の有機・無機性懸濁物質、前処理剤やメンテナンス用薬剤、重金属類や可塑剤などの流出、さらにはプラントの稼働に伴って放出される窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、二酸化炭素 (CO₂) 排出による環境影響にも懸念の声がある。特に逆浸透法 (Reverse Osmosis: RO) では海水の塩分濃度 3.5% に対しておよそ 8.7% の濃縮海水を廃棄する必要があり、さらに温度も海水よりも 7 度以上高くなるとの予測がある。また多段蒸発 (フラッシュ) 法 (Multi Stage Flash: MSF) では生産水の数倍もの温排水を排出する。そこで、排水処理を無排水化 (Zero Liquid Discharge: ZLD) し、濃縮海水による環境への影響を大幅に改善した低環境負荷型淡水化プラントが開発された。日中に蓄えた太陽エネルギーの夜間稼働により、再生可能エネルギーを活用することも可能となり、海水淡水化処理水を用いてグリーン水素を製造し世界に供給する事業への発展も計画されている。

メタン methane

元素記号は CH₄。地中から産出する天然ガスの 1 種である乾性天然ガスの主成分である。工業的には、乾性ガスそのままを、または石油分解ガスやコークス炉ガスからの分離メタンを原料とする。無色、無臭、無毒の可燃性気体。メタンが主成分の乾性天然ガスは、海上輸送と貯蔵の便のためにマイナス 160℃ 以下に深冷液化して液化天然ガス (liquefied natural gas: LNG) とされ、都市ガス、発電、鉄鋼生産などの燃料として用いられる。また有機化学工業の原料として広く用いられる。水蒸気 (H₂O)、二酸化炭素 (CO₂)、亜酸化窒素 (N₂O)、オゾン (O₃) と並んで、温室効果を引き起こす地球温暖化ガスもしくは温室効果ガス (Greenhouse Gas: GHG) の 1 つである。ガスの単位量あたりのメタンの温室効果は二酸化炭素のおよそ 10 倍であるが、対流圏の光化学反応で分解するので、大気中では平均寿命約 12 年で消滅するものの、二酸化炭素に次いで地球温暖化に及ぼす影響が大きい。メ

タンの発生源は、自然発生源として湿地やシロアリなど、人為発生源として反すう家畜（ウシ、ヒツジなど）、水田、石炭・石油・天然ガス採掘、埋め立て、廃棄物・排水処理などがある。消滅源は大部分が対流圏大気化学反応である。人体への影響としては、メタン自体は無害であるが空気中の酸素濃度を低下させ酸素欠乏をおこす。

粒子状物質 particulate matter: PM

マイクロメートル（ μm : $1\mu\text{m}$ は 1mm の 1000 分の 1 ）の大きさの固体や液体の微粒子のことをいい、これらを大気汚染原因物質として扱うときに用いる。粒子状物質は人間の呼吸器系に沈着して健康に影響を及ぼすが、その粒子の大きさによって体内での挙動や健康影響が異なってくるため、その影響度を推し量る測定基準として、浮遊粒子状物質と微小粒子状物質が定まっている。浮遊粒子状物質（suspended particulate matter, PM_{10} ）とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって粒径がおおむね $10\mu\text{m}$ 以下のものを指すが、より小さな粒径がおおむね $2.5\mu\text{m}$ 以下の超微粒子すなわち微小粒子状物質（fine particulate matter, $\text{PM}_{2.5}$ ）は、粒径が小さい分、気管を通過しやすく肺胞など気道より奥に付着するため人体への影響が大きく、呼吸器のみならず循環器への影響が指摘されるようになった。発生源としては、土壌や海洋、火山などから発生する自然起源のものもあるが、人為起源のものが多い。 $\text{PM}_{2.5}$ の発生メカニズムは、物の燃焼（微粉碎した石炭をボイラーで燃焼させる時に発生する石炭灰フライアッシュなど）や物の粉碎（鉱山からの鉱石の採取や鉱石の加工の際に飛散する粉じんなど）などによって直接排出される場合（1次生成粒子）と、窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）、揮発性有機化合物（ VOC ）などのガス状大気汚染物質が大気中での化学反応などによって粒子化する場合（2次生成粒子）の2通りがある。主な発生源には、ボイラー、焼却炉などのばい煙を発生する施設、コークス炉、鉱物の堆積場などの粉じんを発生する施設、石油製品を燃料とする自動車、船舶、飛行機などがある。

「歴史的傾向シナリオ」 *Historical Trends scenario*

国連環境計画の国際資源パネルによりまとめられた報告書『地球資源アウトルック 2019』において、将来に向けたシナリオとして対比的に示された2つのシナリオの1つで、緊急かつ協調的な行動がなければ、急速な成長と非効率な天然資源の使用は、非持続可能な環境への負荷を生み出し続けてしまうという現状認識から、私たちに何を再考すべきかを問題提起し、根本的な価値観の変化、すなわちパラダイムシフトを迫っている。「歴史的傾向シナリオ」に示された天然資源の使用・管理に関する現状の傾向は非持続可能である一方で、「持続可能性志向シナリオ」においては、国際社会は大幅な資源効率性の向上を達成し、絶対的な影響デカップリングを達成するケースにつなげることができるとされる。

漏出 leakage, oil leakage

油の漏出（oil leakage）は、例えばポンプやコンプレッサーなどの回転機器の動力源として石油製品を用いる際に広く観察されるが、大規模で環境影響が最も大きいのは、石油流出と呼ばれる原油もしくは石油製品の海洋への流出である。専門的には油濁（oil spill, oil

pollution) と呼ばれ、特に海洋において船舶や海洋施設あるいは陸上施設などから排出、または災害などによって流出された油によって生じた汚染である。石油流出／油濁が海洋環境に及ぼす影響は計り知れないものがあり、油の除去・回収法をはじめ、その対策はまだ確立をみていない。大規模な油濁事故としては、1991年の湾岸戦争時のペルシア湾イラク・クウェイト沖、2010年の米国メキシコ湾原油流出事故などがある。そして2020年のインド洋モーリシャス沖での日本企業が船主・傭船会社である貨物船の座礁事故による重油流出が記憶に新しい。ラムサール条約に登録された貴重な湿地、豊かなマングローブ生態系やサンゴ礁生態系への環境影響さらには観光業や水産業への影響を重く受け止め、国際協力機構（JICA）は迅速に国際緊急援助隊を派遣すると共に、その後も調査団が環境・社会影響を調査している。

ローカルエネルギー local energy

本文においては、化石燃料の一つ石炭に限られた地方・地域（ローカル）で家庭の暖房や中小産業のエネルギー源となっている事象を指していると考えられるが、通常は、ある特定の地方・地域（ローカル）内で、調達、加工、供給が行われる、その地域の自然特性を活かした規模の小さなエネルギー源のことを意味し、風力、水力、太陽光、バイオマス、地熱などの再生可能エネルギーである。地産地消型エネルギーと呼ばれることもある。ICT（情報通信技術）を融合して電力の流れを供給側・需要側の両方から制御して最適化できる送電網「スマートグリッド（smart grid）」の導入により再生可能エネルギーの安定的な導入を図る試み、さらにはスマートグリッド技術を活用し、再生可能エネルギーに交通システムを組み合わせ、蓄電池、電気自動車、家電製品などを接続して地域内で統合的にエネルギーを管理する「スマートコミュニティ（smart community）」もしくは「スマートシティ（smart city）」、「スマートシステム（smart system）」の実現を目指している。ただし英語では「local renewable energy（ローカルな再生可能エネルギー）」と再生可能エネルギーであることを明確にした用法、もしくは「local energy production（ローカルなエネルギー生産）」、「local energy supply（ローカルなエネルギー供給）」、「local energy governance（ローカルなエネルギーのガバナンス）」など、ローカルエネルギーの後に単語がないと意味をなさない。

（2021年3月1日脱稿）