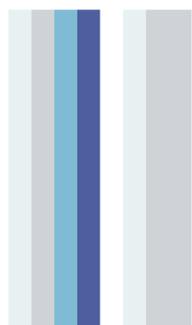

2021年度版
エンジニアのための
環境ガイドブック



一般社団法人コンピュータ教育振興協会

contents

はじめに	3
1 主な地球環境問題の概要	4
1-1-1. 温室効果のメカニズムと温室効果ガス	4
1-1-2. 地球温暖化の状況	5
1-2. 熱帯林の減少	5
1-3. 有害廃棄物の越境移動	6
1-4. オゾン層	6
1-5. 大気汚染	7
1-6. 海洋プラスチックごみ	8
2 環境問題への国際的な取り組みと日本の取り組み	10
2-1. 持続可能な開発のための2030アジェンダ	10
2-2. 気候変動枠組み条約締約国会議	12
2-3. 国連気候行動サミット	13
2-4. 日本の対応	14
3 地球環境問題へのエンジニアの対応	15
3-1. 企業の対応に基づいた所属部門の環境対応	15
3-2. もの作りの視点から環境問題への対応	16
3-3. 環境配慮設計	16
3-4. 3R設計	17
3-5. 解体容易設計	17
3-6. 省エネルギー設計	17
3-7. 製品含有化学物質管理	18

3-8. 環境ラベリング	18
ISO準拠の環境ラベル	18
ISO準拠以外の環境ラベル	20
その他の環境ラベル	20
4 エネルギー問題	24
4-1. 再生可能エネルギー	24
4-1-1. 太陽光発電	24
4-1-2. 風力発電	25
4-2. 省エネルギー技術	25
5 これからの環境対応技術	27
5-1. 電力貯蔵システム(蓄電池)	27
5-2. 水素	27
5-3. シェールガス	28
5-4. メタンハイドレート	29
5-5. 都市鉱山	29
5-6. セルロースナノファイバー(CNF: Cellulose Nano Fiber)	29
6 生物多様性への対応	31
6-1. 生物多様性とは	31
6-2. 事業活動と生物多様性	32
6-3. サプライチェーンの取り組み	33
6-4. 里山や緑地の取り組み	33
6-5. 自然資本	34
6-6. 生物多様性の代表的な認証制度	35

はじめに

現在の私たちの経済・社会・生活は安定で豊かな環境をベースに繁栄してきました。一方、人口増加や技術の発達による人間活動の増大が、地球環境に大きな負荷をかけてきたことにより、様々な環境問題として顕在化し、私たちの経済・社会・生活に影響が生じています。なかでも2019年から世界各地で頻発している気象災害（異常気象）は、気候変動に対する緩和（温室効果ガスの排出削減）や適応（気候変動への対応）を我々に迫っています。

環境問題は気候変動だけではなく、海洋プラスチックごみ問題や生物多様性の損失なども深刻になっています。これらの環境問題は、それぞれの問題が独立して存在するのではなく、相互に深く関連しています。そして今の私たちの経済・社会システムとも密接に関わっています。

気候変動問題（地球温暖化）に関しては2020年にパリ協定の本格的な運用が始まりました。また、海洋プラスチックごみ問題では2019年6月に開催されたG20大阪サミットで各国と世界のビジョンとして共有された「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」を踏まえた施策が本格展開されています。生物多様性についても2021年以降の新しい目標（ポスト2020生物多様性枠組）の検討も開始されています。

2015年に国連総会で採択された「持続可能な開発目標（SDGs）」は、途上国、先進国共通の持続可能な社会づくり、すなわち環境保全、経済活動の発展、社会の向上を統合的に実現するための国際目標です。

一方、日本が直面する課題は、環境問題のほかに少子高齢化・人口減少、そして人口の地域的な偏在の加速化等により地域社会・経済の持続可能性の課題も抱えています。日本全体で持続可能な社会を構築するためには、各々の地域が持続可能である、すなわち個々の地域レベルでのSDGsの達成が必要です。

今を生きる私たちの世代のニーズを満たしつつ、将来の世代が豊かに生きていける社会を実現するためには、従来型の大量生産・大量消費・大量廃棄の社会システムを見直し、環境、経済、社会を統合的に向上する社会変革に政府・企業・市民がそれぞれの立場で取り組み、国内のみならず国際社会の変革をも支え、リードしていくことが不可欠です。

もの作りに携わる企業では、エンジニアとして必要な「科学技術と解決プロセス」を理解し、環境問題に対する解決・対応手段を選択し、実行するための知識を身に付けることは必須になっています。また、エンジニアだけではなく、企業の営業や広報など幅広い部門のビジネスパーソン、さらにももの作り企業へ就職を希望している学生にとっても、就業前に現在の環境問題の状況や動向、これからの方針、対応計画に関する環境知識を身に付けることは、重要かつ必要な要素であることは間違いありません。

本書は、「地球環境問題の概要」「環境問題への対応」「エンジニアの環境問題への対応」「エネルギー問題」「将来の環境技術」「生物多様性への対応」「環境関連法令（別冊法令集）」の7つの章に分け、もの作りに関わるエンジニアとして身に付けておくべき必須の知識について、幅広く解説しています。これから環境問題を学ぶ学生や、既にエンジニアとして活躍している社会人にとっても、知識の拡大・拡充に大いに役立つよう編集されていますので、活用いただければ幸いです。

2021年4月

一般社団法人コンピュータ教育振興協会
エンジニアのための環境ガイドブック編集委員会

1

主な地球環境問題の概要

環境省は地球環境問題として①オゾン層の破壊、②地球の温暖化、③酸性雨、④熱帯林の減少、⑤砂漠化、⑥開発途上国の公害問題、⑦生物多様性の減少、⑧海洋汚染、および⑨有害廃棄物の越境移動、の9つを取り上げている。地球温暖化が原因と推測される気象災害は2019年以降、世界各地で記録的な熱波を経験するとともに、日本でも房総半島台風、東日本台風等の甚大な気象災害に見舞われました。温暖化のほかに海洋プラスチックごみ問題や森林火災、生物多様性の損失なども深刻な状況です。そしてこれらの問題は独立して存在するのではなく、相互に深く関連しています。エネルギー使用による二酸化炭素（CO₂）排出の増加、二酸化硫黄（亜硫酸ガス）や窒素酸化物発生が森林破壊、生物多様性への損失につながっています。



1-1-1. 温室効果のメカニズムと温室効果ガス

地球は太陽からの放射エネルギーで暖められ、表面から地球の外に向かって赤外線を放出している。地球を覆う大気には微量ながらCO₂やメタンなどの温室効果ガスと呼ばれる気体が含まれている。温室効果ガスは赤外線を吸収し、再び放出する性質がある。この性質により地球の外に向かう赤外線がCO₂などにより吸収されるが、その一部が再放射され、再び地球の表面に戻ってくる。戻ってきた赤外線が地球の表面をさらに暖める。これを温室効果と呼んでいる。

気象庁によると、温室効果がない場合、地球の表面温度は氷点下19℃と見積もられているが、温室効果によりおよそ14℃を維持している。

温室効果ガス（Greenhouse Gas）とは、地表から放射された赤外線の一部を吸収することで温室効果をもたらす大気中の気体の総称で、GHGと略される。

主なGHGには、CO₂、メタン、一酸化二窒素、フロンガスなどがある。

石炭や石油の消費、セメントの生産、エネルギーの使用などの人間活動でCO₂が大気中に大量に放出されている。一方、大気中のCO₂の吸収源である森林が減少している。これらの結果として大気中のCO₂濃度は年々増加している。

メタンは、湿地や池、水田で枯れた植物が分解する際や動物の腸内発酵で発生する。また、天然ガスを採掘する際にも一緒に噴出する。最近では、温暖化による永久凍土の溶解により発生しているという報告もある。

■ 温室効果の仕組み



出典：気象庁ホームページの図を基に本書で編集



1-1-2. 地球温暖化の状況

近年、大気圏中の温室効果ガスの濃度が上昇し続けており、地表面の温度上昇が進行している。これが地球温暖化である。

2014年に発表された「国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）第5次評価報告書によると、人類の活動により、CO₂濃度が増加して温暖化が進んでいる。地球温暖化が進めば、2100年には世界の平均気温（地球上に分布している観測データを緯度5度×経度5度で格子状にし、さらに面積の重みを付け平均化して算出）は1900年と比較して最大5°C近く上昇すると予測している。

さらに2018年10月に、現在の地球の平均気温が、産業革命前に比べてすでに約1°C上昇していることを確認したという特別報告書が発表された。

- ◆ 地球温暖化を1.5°Cに抑えるためには、世界のCO₂排出量を、2010年比で2030年までに約45%削減し、2050年頃には実質ゼロにすることが必要である。
- ◆ 2050年頃に全発電量に占める再生可能エネルギーの割合を約8割に高め、石炭火力をほぼゼロにすることが必要である。

最近、世界各地で温暖化によると思われる気象現象がたくさん観測されている。

- 2019年、欧州で熱波に襲われる、グレートバリアリーフでサンゴの死滅、ブラジルやオーストラリアで熱帯雨林火災多発。
- モスクワで2020年1月に過去140年間で最高の温度（4.4度）を記録。
- 北欧のスキー場で雪不足により人工雪の助けを借りて営業。
- 日本では蔵王で樹氷の着氷が遅れている、宮城の五色沼が全面凍結しない、長野や福島の湖でわかさぎの穴釣りができない。

このような状況を考えると人類の活動により、CO₂濃度が増加していることは間違いのないと思われる。

一方、国際エネルギー機関（IEA）は2021年3月に公表したリポートで、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行により、一次エネルギーの需要が減少し、2020年の全世界のCO₂排出量が前年比20億トン（約6%）減少したと報告した。これは、第2次世界大戦（World War II）終結後に記録された9億トン減や、世界金融危機さなかの2009年に記録された5億トン減を大きく上回っている。



1-2. 熱帯林の減少

国連食糧農業機関（FAO：Food and Agriculture Organization）の発表資料によると世界の森林面積は約40億6000万haで陸地の31%を占めている（2020年）。

1990年以降の森林面積の減少速度は、年平均784万ha（1990-2000）、517万ha（2000-2010）、474万ha（2010-2020）と、減速している。森林面積の減少速度が鈍化した最大の要因は、植林や森林の自然拡大などにより一部の地域で森林が増加したことによる。

森林の減少により、木材資源の減少、CO₂吸収量も減少する。そしてそこに住む野生動物、鳥類、昆虫の生態系に影響を与えている。

対策として消費する立場から「違法に伐採された木材は使用しない」との考え方で、合法性や持続可能性が確認できる木材・木材製品（森林認証されているもの）の購入を促進していく。これにより、輸出国の持続可能な森林経営への取り組みを支援することができる。

国連は、あらゆるタイプの森林および森林以外の樹木を持続的に管理経営し、森林減少および森林劣化を抑止するための活動に対する地球規模での枠組を示す国際森林計画2017-2030で6つの世界森林目標を公表している。

1. 保護、再生、植林、再造林を含め、持続可能な森林経営を通じて、世界の森林減少を反転させるとともに、森林劣化を防止し、気候変動に対処する世界の取組に貢献するための努力を強化する。
2. 森林に依存する人々の生計向上を含め、森林を基盤とする経済的、社会的、環境的な便益を強化する。
3. 世界全体の保護された森林面積やその他の持続可能な森林経営がなされた森林の面積、持続可能な経営がなされた森林から得られた林産物の比率を顕著に増加させる。
4. 持続可能な森林経営の実施のための、大幅に増加された、新規や追加的な資金をあらゆる財源から動員するとともに、科学技術分野の協力やパートナーシップを強化する。
5. UNFI：国連森林措置（United Nations Forest Instrument）等を通じ持続可能な森林経営を実施するためのガバナンスの枠組を促進するとともに、森林の2030アジェンダへの貢献を強化する。
6. 国連システム内やCPF：「森林に関する協調パートナーシップ」（Collaborative Partnership on Forests）加盟組織間、セクター間、関連のステークホルダー間等、あらゆるレベルにおいて、森林の課題に関し、協力、連携、一貫性及び相乗効果を強化する。



1-3. 有害廃棄物の越境移動

有害な廃棄物を、国境を越えて他国へ捨てる例が1970年代から増え、1980年代には欧州の先進国からの廃棄物がアフリカの発展途上国に放置されて環境汚染が生じるなどの問題が発生した。その際、事前連絡・協議なしに有害廃棄物の国境を越えた移動が行われたため、最終的な責任の所在も不明確であるという問題が起きた。

これを受け、一定の有害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および手続きなどを規定した「バーゼル条約」が1992年に発効した。バーゼル条約は、締約国に有害廃棄物の輸出時に許可を得る制度や事前通告する制度、不適正な輸出や処分行為が行われた場合に再輸入する義務などを課している。

日本でも1992年に「バーゼル法」が施行され、特定有害廃棄物などの輸出、輸入、運搬および処分が規制されている。法律の対象物は、鉛蓄電池やシュレッターダスト、医療廃棄物・医薬品、廃油などの他に、携帯電話やメタルスクラップなどである。対象物の分析の結果、鉛などの有害物質が含まれる場合も規制の対象となる。

2017年末の中国による使用済みプラスチック等の輸入禁止措置を契機に、プラスチックごみが大きな問題となっている。2019年のバーゼル条約COP14で「汚れたプラスチックごみ」を規制の対象とすることが決定された。2021年1月条約改正が発効し、「汚れたプラスチックごみ」の輸出は輸出先国の同意が必要となった。



1-4. オゾン層

太陽からの有害な紫外線は、生物に大きな影響を与える。人間の健康への被害としては、皮膚癌や白内障のほか、免疫低下によりウィルス性の病気にかかりやすくなることが分かっている。オゾン層は、太陽からの有害な紫外線を吸収し、地上の生態系を保護している。

人間が大気中に放出した特定フロンガス（冷媒や溶剤として使用されていたCFCs、HCFCs）などから発生した塩素によって成層圏のオゾン層が破壊され、南極上空のオゾンの総量を示す「オゾン全量」が220ミリアトムセンチメートル（m atm-cm）以下となる領域が発生し穴が開いたような状態になる。これがオゾンホールである。

オゾン層を保護するため、1987年に「モントリオール議定書」が採択され特定フロンガス（CFCs：Chlorofluorocarbons）、ハロン、四塩化炭素などが1996年以降全廃となり、ハイドロクロロフルオロカーボン（HCFCs：Hydrochlorofluorocarbons）などの代替フロンも順次廃止していくこととなった。この効果により、最近ではオゾンホールは回復に向かっている。一方、代替フロンはオゾン層を破壊することはないが、温室効果ガスであるため地球温暖化の対策として、以下の規制がされることになった。日本などの先進国は2019年から減らし始めて、2036年までには温室効果に換算して、85%削減しなければならない（キガリ改正）。

MOP28で合意されたモントリオール議定書改定の内容（キガリ改正）

- 2009年以降、地球温暖化対策の観点から、モントリオール議定書に代替フロンを追加するという議論が行われてきたが、昨年10月にルワンダ・キガリで開催されたMOP28（第28回締約国会合）で、**代替フロンを新たに議定書の規制対象とする改正提案が採択された（キガリ改正）**。
- 合意された削減スケジュールの内容は、以下表のとおり。

	途上国第1グループ※1	途上国第2グループ※2	先進国※3
基準年	2020-2022年	2024-2026年	2011-2013年
基準値 (HFC+HCFC)	各年のHFC生産・消費量の平均 + HCFCの基準値×65%	各年のHFC生産・消費量の平均 + HCFCの基準値×65%	各年のHFC生産・消費量の平均 + HCFCの基準値×15%
凍結年	2024年	2028年※4	なし
削減 スケジュール※5	2029年：▲10% 2035年：▲30% 2040年：▲50% 2045年：▲80%	2032年：▲10% 2037年：▲20% 2042年：▲30% 2047年：▲85%	2019年：▲10% 2024年：▲40% 2029年：▲70% 2034年：▲80% 2036年：▲85%

※1：途上国第1グループ：開発途上国であって、第2グループに属さない国
 ※2：途上国第2グループ：印、パキスタン、イラン、イラク、湾岸諸国
 ※3：先進国に属するベラルーシ、露、カザフスタン、タジキスタン、ウズベキスタンは、規制措置に差異を設ける（基準値について、HCFCの参入量を基準値の25%とし、削減スケジュールについて、第1段階は2020年5%、第2段階は2025年に35%削減とする）。
 ※4：途上国第2グループについて、凍結年（2028年）の4～5年前に技術評価を行い、凍結年を2年間猶予することを検討する。
 ※5：すべての締約国について、2022年、及びその後5年ごとに技術評価を実施する。

出典：モントリオール議定書及びキガリ改正の概要（経済産業省）



1-5. 大気汚染

大気汚染とは、大気中の微粒子や気体成分が増加し、人の健康や環境に悪影響をもたらすことである。

浮遊粒子状物質（SPM：Suspended Particulate Matter）とは、大気中に存在する粒子状物質のうちで、粒子の直径（粒径）が10マイクロメートル（ μm ）以下の非常に細かい粒子を指す。小さく軽いため、すぐには落下せずに大気中に浮遊するため、吸気した場合、気管や肺など人体に害をもたらす。特に呼吸器系の弱い人は死亡原因となる場合もある。

SPMの発生源は多種多様である。自然界に由来する代表的なものとしては、春先に中国大陸から風で運ばれてくる黄砂のような細かい土壌粒子、火山の噴火により上空に吹き上げられた火山灰などがある。人工的なものとしては、工場や自動車、船舶などで使われる燃料などが燃焼する過程で発生する煤(すす)などがある。PM2.5（Particulate Matter 2.5）とは、SPMの中でも粒径が $2.5\mu\text{m}$ 以下の「微小粒子状物質」の略称である。粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下のため、呼吸により気管を通して肺の深部に侵入して沈着しやすく、心肺疾患や癌のリスクが高まることが指摘されている。

健康への影響が大きいPM2.5は、工場や自動車から直接排出される粒子（1次生成）と、アセトンやホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物（VOC：Volatile Organic Compounds）やNOx（Nitrogen Oxide）、SOx（Sulfur Oxide）が化学反応して生成される粒子（2次生成）がある。2次生成では、VOCとNOxが太陽の紫外線を浴びてオゾン（O₃）を作る光化学反応を起こし、この光化学反応を通してPM2.5が作られる。

近年、中国で深刻な大気汚染を引き起こすとともに、日本でも環境基準を超える濃度を各地で観測している。日本では、2013年2月より健康影響に関する注意喚起のための暫定的な指針（日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超）が定められている。

光化学スモッグとは、オゾン（ O_3 ）やアルデヒドなどからなる光化学オキシダント（ Ox ）が大気中で生成され、これと塵や煤などのSPMが混合することで周囲の見通しが低下した状態を指す。気象条件として、日差しが強く、風の弱い、気温が高い日に発生しやすい。

日光に含まれる紫外線によって、工場の煤煙や自動車の排気ガスなどに含まれる NO_x 、炭化水素やVOCが光化学反応を起こし、地表での Ox 濃度が高くなることが原因とされている。大気汚染の一種で、目や喉の痛み、重症の場合には意識障害や嘔吐など、健康に影響を及ぼすことがある。



1-6. 海洋プラスチックごみ

プラスチックは素材としての価値の高さから、日常生活や社会・経済活動の中で様々な用途に使用されている。これまでのプラスチックの生産量は83億トンを超えていて、生産の増大に伴い廃棄量も増えており、63億トンがごみとして廃棄されたと言われている。

今のペースでは、2050年までに250億トンのプラスチック廃棄物が発生し、120億トン以上のプラスチックが埋立・自然投棄されると予測される。

このため資源循環の分野では、不適正な管理等により海洋に流出した海洋プラスチックごみが世界的な課題となっている。

海洋プラスチックごみは生態系を含めた海洋環境の悪化や海岸機能の低下、景観への悪影響、船舶航行の障害、漁業や観光への影響など、様々な問題を引き起こしている。

また、鯨の胃から大量のビニール袋が発見されるケースが報告されており、海洋プラスチックごみによる海洋生態系への影響が懸念されている。

プラスチックごみは大きな形状のまま漂流するものと、細かい粒子として海洋に流れ込むマイクロプラスチックというものがある。

- 一次マイクロプラスチック：スクラブやマイクロビーズなどマイクロサイズで製造されたプラスチックで、排水などを通じて自然環境中に流出したプラスチックごみ。一度流出すると自然環境中での回収はできず、製品化されたあとは対策も難しいと考えられる。
- 二次マイクロプラスチック：ペットボトルやビニール袋など、大きなサイズで製造されたプラスチックが自然環境中で紫外線や衝突などの影響を受け、破砕され細分化されてマイクロサイズになったもの。

これらはこのような状態になる前に、廃棄管理やリサイクルなどを行うことで発生を抑制することや、マイクロ化する前であれば回収も可能なため、ある程度の対策ができると考えられる。

◆プラスチック資源循環に関する国際的な施策の動向

2019年6月、長野県で「G20持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合」が開催され、海洋プラスチックごみ問題の分野では、日本の主導で、各国が自主的な対策を実施し、その取組を継続的に報告・共有する実効性のある新しい枠組みである「G20海洋プラスチックごみ対策実施枠組」に合意した。

さらにG20大阪サミットにおいて2050年までに追加的な汚染をゼロにすることを旨とする「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」がG20首脳間で共有された。そしてG20以外の国にも参加を促し、2020年3月末時点で59か国がビジョンに賛同している。

さらに2020年10月に東京で行われたG20資源効率性対話・G20海洋プラスチックごみ対策フォローアップ会合では、G20等各国が取組む「G20海洋プラスチックごみ対策報告書」と、「G20資源効率性対話ロードマップ」が初めて取りまとめられた。

環境問題への国際的な取り組みと日本の取り組み

国連は1992年に環境と開発をテーマにブラジルのリオデジャネイロで地球サミットを開催し、世界約180カ国とEC（European Communities）が参加した。

地球サミットでは地球温暖化や森林破壊、生物多様性など、多くの環境問題を人類共通の課題として、地球環境保全と開発の両立を目指す持続可能な開発について国際的な合意を得た。

さらに地球温暖化問題に対する国際的な枠組みを定めた「気候変動枠組み条約」と「生物多様性条約」なども採択された。

そして地球サミットから20年後、エネルギーや資源の有限性など「地球の限界」が見え、BRICs（Brazil, Russia, India, China）など新興国が著しい経済成長を遂げた国際社会において、環境保全と経済成長の両立を目指す「グリーン経済」への移行が最大のテーマとしてブラジルのリオデジャネイロで「国連持続可能な開発会議」を開催し約120カ国が参加した。また、「持続可能な開発」のための新たな枠組み作りについても議論された。2015年までに達成すべき8つの目標（貧困や飢餓の撲滅など）を掲げている「ミレニアム開発目標（MDGs：Millennium Development Goals）」の後の行動目標となる「持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）」を策定することでも合意した。そしてミレニアム開発目標後の行動目標である「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が2015年にニューヨークで開催された国連サミットで採択された。

さらに2019年には、世界各国の首脳が地球温暖化対策を話し合う「第3回国連気候行動サミット」がニューヨークで開催された。

2020年12月には、国連とイギリスの主催で、国連気候サミットが、オンライン形式で開催された。80カ国近い首脳をはじめ、企業のトップや環境活動家らが参加し、脱炭素社会への取り組みを誓いあった。



2-1. 持続可能な開発のための2030アジェンダ

現在、人類は貧困、紛争、テロ、気候変動、資源の枯渇などこれまでになかったような数多くの課題に直面している。このままでは、人類が安定してこの世界で暮らし続けることができなくなってしまうと言われている。そんな危機感から、2001年に策定されたミレニアム開発目標（MDGs）の後継として、2015年9月の国連サミットで、課題を整理し、解決方法を考え、2030年までに達成すべき具体的な目標として採択された国際目標である。最近では、多くの地方自治体、公共団体、教育機関、企業がこのSDGsを目標とした環境行動計画を立てている。

2020年6月に公表されたSDGsの達成度国別ランキング上位3カ国は、スウェーデン・デンマーク・フィンランドで日本のランキングは17位である。

- ・急速な進歩を遂げているSDGs目標

1:貧困をなくそう 9:産業と技術革新の基盤を作ろう 11:住み続けられるまちづくりを

- ・進展が見られていないSDGs目標

2:飢餓をゼロに 15:陸の豊かさを守ろう

2020年は全世界的なコロナウイルスのパンデミックにより、SDGsの達成は遅れてしまったと言われている。しかし、コロナウイルスによる経済停滞の影響により環境負荷が減少した実績もあり、社会・環境問題への意識の高まりからSDGsに触れることも多くなっている。

実際に多くの企業もSDGsの導入を進め、テレビコマーシャルやマスメディアでも多く取り上げられるようになり、一部の放送局では、SDGsを取り上げる番組もある。

持続可能な開発のための2030アジェンダ/SDGs



「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals: SDGs)を中核とする「持続可能な開発のための2030アジェンダ」は、平成27(2015)年9月25日に、ニューヨーク・国連本部で開催された国連サミットで採択されました。

持続可能な開発のための2030アジェンダの特徴

- 平成28(2016)年から平成42(2030)年までの国際社会共通の目標です。
- 序文、政治宣言、持続可能な開発目標 (SDGs: 17ゴール (下記)、169ターゲット)、実施手段、フォローアップ・レビューで構成されています。途上国の開発目標を定めた、ミレニアム開発目標 (Millennium Development Goals: MDGs) とは異なり、先進国を含む全ての国に適用される普遍性が最大の特徴です。
- 採択を受けて、各国・地域・地球規模でアジェンダの実施のための行動を起こす必要があります。それらの行動のフォローアップ及びレビューが必要です。

持続可能な開発目標 (SDGs) 17ゴール ※うち、**赤文字**は少なくとも環境に関連している12のゴール

1. 貧困の撲滅
2. 飢餓撲滅、**食料安全保障**
3. **健康・福祉**
4. 万人への**質の高い教育**、生涯学習
5. ジェンダー平等
6. **水・衛生**の利用可能性
7. **エネルギー**へのアクセス
8. 包摂的で**持続可能な経済成長**、雇用
9. 強靱なインフラ、**工業化・イノベーション**
10. 国内と国家間の不平等の是正
11. 持続可能な**都市**
12. **持続可能な消費と生産**
13. **気候変動**への対処
14. **海洋**と海洋資源の保全・持続可能な利用
15. **陸域生態系、森林管理、砂漠化への対処、生物多様性**
16. 平和で包摂的な社会の促進
17. 実施手段の強化と持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化



出典：持続可能な開発のための2030アジェンダ/SDGs（環境省）



2-2. 気候変動枠組み条約締約国会議

1992年の地球サミットで採択された気候変動枠組み条約は、大気中のGHGの濃度の上昇を抑制することを目標としている。この条約の締約国により、GHG排出防止策などを協議する条約締約国会議（COP：Conference of the Parties）が1995年から毎年開催されている。

1997年に京都で開催されたCOP3での削減目標の次として、2020年からすべての国が参加する新たな削減目標が、2015年パリで開催されたCOP21で採択された（パリ協定）。

2018年のCOP24では、2020年以降の温暖化対策の国際的な枠組み、パリ協定を実施するために必要なルールが全会一致で採択された。

新たに採択されたルールでは、

- ◆ 途上国を含むすべての国が5年ごとに国連に提出するGHGの削減目標は、削減するガスの種類や具体的な計画に加えて、その国の実情に照らして、適正で十分高い目標といえるのか、その根拠なども詳しく示す必要がある。専門家が2年に1度、検証する。
- ◆ そして、これらの情報に基づいて各国がそれぞれの国の状況を定期的に確認して、5年ごとに目標を引き上げて、温暖化対策を段階的に強化する道筋が明確となる。
- ◆ 途上国にどの程度の資金支援を行う予定か、可能な範囲で国連に報告することが先進国に義務づけられた。
- ◆ 途上国では、先進国から受けた支援の内容などを専門家が検証する。ルールとは別に、途上国に対する支援の目標額を、年間1000億ドル以上とするか、2020年から検討を始める。
- ◆ 2031年以降、設定する削減目標の期間を何年に統一するのかなど、一部のルールは引き続き交渉することになった。

COP24に先立って、国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）は、特別報告書において各国が掲げている削減目標では世界の平均気温の上昇を産業革命前に比べ1.5℃に抑えることができず、温暖化の深刻な影響を防げないとして、世界全体で取り組みを加速させることが必要だと指摘していたので、各国に削減目標の引き上げを促すような決定が行われるか、注目されていた。会議では、海面上昇など温暖化の影響を受けやすい島しょ国などは、削減目標の引き上げを義務づけるよう強く求めたが、先進国や一部の途上国は消極的な姿勢を示し、義務づけは見送られた。

2019年のCOP25では、COP24から引き継がれた項目「複数の国が協力して両国の合計の排出量を減らしていく制度」（国家間の排出量取引制度などの市場メカニズム）について議論が白熱したが、自国の2030年排出削減目標をより達成しやすくしようと試みたブラジルやオーストラリア、中国などと、利用を最小限度に抑えるべきとした欧州や島しょ国等との間で歩み寄りが見られず、次回のCOP26に持ち越された。

また、できるだけ多くの国が2030年目標を見直すよう呼びかける案件が議論され、ここでも島しょ国などは、すべての国に対して目標の見直しを強く求める表現を希望したが、今から2030年目標を国内で協議する予定がない国も多く、「チリ・マドリッド行動の時」と題された最終合意文書では、shall（しなければならない）といった強い表現は用いられず、目標見直しを推奨するという表現となった。

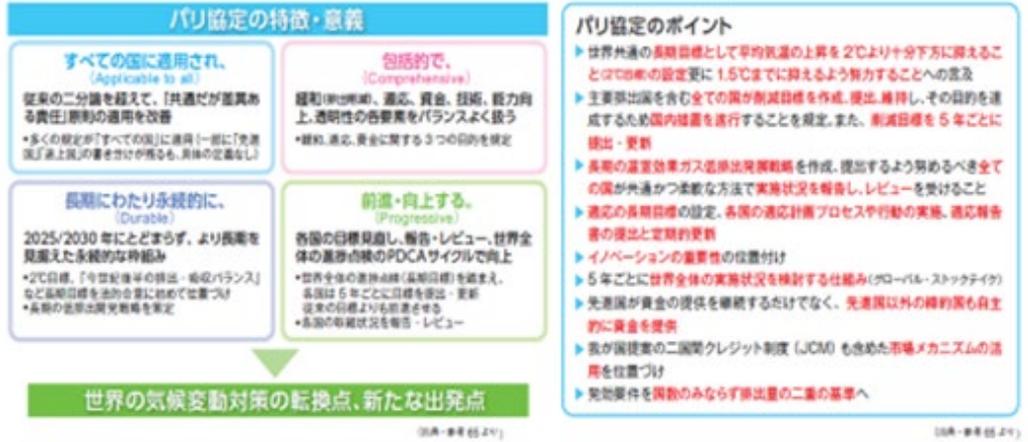
一方、2019年はスウェーデンの16歳少女グレタ・トゥンベリさんの行動をきっかけに気候変動に対する声が高まり、世界各地で若い世代がスクールストライキや気候マーチを実施した。COP25でもグレタさんが登壇し、各国の交渉担当者に対して、対策を前倒しするよう呼びかけた。

パリ協定

2015年11月末から12月にかけてパリにて行われたCOP21では「パリ協定」が合意されました。これは、主要排出国、途上国を含むすべての締約国が温室効果ガスの排出削減目標（貢献）を持つ、初めての法的枠組みとなりました。

パリ協定の特徴および意義は大きく4つあります。それは「すべての国に適用」され、「包括的」で、「長期にわたり永続的に」、「前進・向上する」というものです。これらから、パリ協定は、世界の気候変動対策の転換点・新たな出発点と言えます。パリ協定は、2016年11月4日に発効され、わが国は、2016年11月8日にパリ協定の締結を完了しています。

パリ協定の目的には、平均気温上昇を産業革命前から2℃より十分低く保ち、また、1.5℃以下に抑える努力を追求／適応能力を向上／資金の流れを低排出で気候に強靱な発展に向けた道筋に適合することが掲げられています。



2-3. 国連気候行動サミット

世界各国の首脳が地球温暖化対策について話し合う国際連合の会議。2009年9月、2014年9月と2019年9月の3回、国連本部のあるアメリカのニューヨークで開催された。先進国と新興国の対立で難航する地球温暖化対策の国際交渉を、首脳級会議で一気に妥結に向けて加速させる目的がある。

2009年の第1回会合は、約100か国・地域の首脳級が参加した。GHGの2大排出国であり、それまで温暖化対策に消極的であったアメリカと中国の国家主席が出席し、温暖化対策に積極的にかかわる姿勢を示した。

2014年の第2回会合は、約120か国・地域の首脳級が参加。2020年に約束期間が終了する京都議定書以降の温暖化対策の枠組みについて協議した。

2019年の第3回は、各国の首脳らがパリ協定に基づき地球温暖化対策を加速する方策を提示する目的で開催された。議長グテレス氏は「最大の損失は石炭発電所をつくり続けることだ」と述べ、2020年以降石炭発電から撤退するよう改めて要求。「自分で落とし穴を掘るのをまずやめなければならない」と削減目標の上乗せどころか、逆行する国を暗に批判した。さらに閉会演説で、先進国を中心に77カ国が2050年までの炭素排出実質ゼロを約束したと表明。主要な排出国にもかかわらず温暖化そのものを否定するアメリカ、石炭火力発電所の新設を進める日本に発言の機会とは与えられなかった。

「気候野心サミット」が、2020年12月にオンラインで開催され、政府首脳や関係機関からの自主的なコミットメントの発表が相次いだ。CO₂ネット排出量ゼロ（カーボンニュートラル）を新たに公式宣言した国は24ヶ国となった。この中には、日本、中国、韓国、EU等が含まれる。さらにパリ協定の目標よりも早くカーボンニュートラルを達成する目標を表明した国も、フィンランドが2035年、オーストラリアが2040年、スウェーデンが2045年と複数出てきている。



2-4. 日本の対応

パリ協定を踏まえ、日本の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための「地球温暖化対策計画」が2018年5月に閣議決定されている。

計画では、2030年度に2013年度比で26%削減するという中期目標について、各主体が取り組むべき対策や国の施策を明らかにし、削減目標達成への道筋を付けている。

2020年12月、菅首相は、2050年「温室効果ガス排出実質ゼロ」を日本の新たな目標として発表した。

経済産業省と環境省は、現在の地球温暖化対策計画の見直しを含めた気候変動対策について検討を開始している。

地球温暖化対策計画で掲げている中期目標「2030年度に2013年度比で26%減」の水準にとどまらない削減努力を追求し、エネルギーミックスと整合的に温室効果ガス全体の削減施策を積み上げ、2050年の「実質ゼロ」につなげる。

我が国の地球温暖化対策の目指す方向

○我が国の地球温暖化対策の目指す方向

地球温暖化対策は、科学的知見に基づき、国際的な協調の下で、我が国として率先的に取り組む。

中期目標（2030年度削減目標）の達成に向けた取組

国内の排出削減・吸収量の確保により、**2030年度において、2013年度比26.0%減（2005年度比25.4%減）**の水準にするとの中期目標の達成に向けて着実に取り組む。

長期的な目標を見据えた戦略的取組

パリ協定を踏まえ、全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある国際枠組みのもと、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、**長期的目標として2050年までに「カーボンニュートラル」を目指す**。このような大幅な排出削減は、従来の取組の延長では実現が困難である。したがって、抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などイノベーションによる解決を最大限に追求するとともに、国内投資を促し、国際競争力を高め、国民に広く知恵を求めつつ、長期的、戦略的な取組の中で大幅な排出削減を目指し、また、世界全体での削減にも貢献していくこととする。

世界の温室効果ガスの削減に向けた取組

地球温暖化対策と経済成長を両立させる鍵は、革新的技術の開発である。また、我が国が有する優れた技術を活かし、世界全体の温室効果ガスの排出削減に最大限貢献する。

○地球温暖化対策の基本的考え方



パリ協定から始めるアクション50-80 ～地球の未来のための11の取組～

- パリ協定の採択（平成27年12月）を受け、その実施に向けて、世界が新たなスタートを切る年。
- 自分たちの子供や孫たちの世代が健やかで豊かな生活を営むことができるよう、我が国としても**2050年80%削減を目指し、今から具体的なアクションを起こす**ことが必要。環境省のイニシアティブで国内外をリードし、**社会構造のイノベーションを実現**。



出典：「パリ協定を踏まえた日本の地球温暖化対策」、環境省 を1部加工

3

地球環境問題へのエンジニアの対応

企業は、事業活動における経済的な利益を追求するだけでなく、持続可能な成長を図るために、企業活動が社会や環境に与える影響に対し責任を果たす必要がある。これは、企業の社会的責任（CSR：Corporate Social Responsibility）と呼ばれ、法令遵守はもとより、消費者保護、環境、労働、人権尊重、地域貢献などの分野への企業の自主的な取り組みを指している。

環境対応については、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、国際的にも、成長のチャンスと捉える時代に突入している。これからは従来の発想を転換し、積極的に環境対応を行うことが求められる。言い換えればこれまでのビジネスモデルや戦略を根本的に変えていく必要がある。

企業は、環境活動の推進体制（環境マネジメントシステム）の構築、調達から製造、使用、廃棄、リサイクルまでのライフサイクル全体での環境への影響の把握、環境関連法への対応、環境への影響低減に向けた計画の立案（Plan）・実行（Do）・実績（Check）・改善（Action）に関する情報の開示、ステークホルダーとのコミュニケーションの推進、などを行うことが求められる。

2000年以降拡大生産者責任（EPR: Extended Producer Responsibility）という考えが各国に浸透し、生産者の責任が製品のライフサイクルにおける廃棄・リサイクルまで拡大したことで、企業は環境に配慮した製品の設計はもちろん、自動車や家電などについては製品のリサイクルを行うことが義務づけられた。さらに近年は、自社のみならず、素材の調達から、製品やサービスの使用、廃棄・リサイクルまでのグローバルサプライチェーン全体で温室効果ガス排出量の削減や生物多様性への配慮などの活動が加わり、取り組むべき範囲が拡大している。

また「持続可能な開発のための2030アジェンダ（SDGs）」や「パリ協定」の発効など国連が主導する持続可能な社会への移行を促進する国際的枠組が確立されて、持続的発展の認知は浸透しSDGsの目標と関連付けて目標を設定する企業が増えている。

持続可能な社会への移行に伴う事業環境の変化で、企業が気候変動、資源制約、人権問題などの重大な環境・社会・ガバナンス（ESG:Environment・Social・Governance）課題にバリューチェーンを含めて直面するようになり、さらに投資の成功を期待する投資家が、事業者のESG報告に著しく関心を持つようになってきている。企業は、ESG報告において、事業活動の環境・社会に対する重大な影響を明らかにし、そのリスクとチャンスの財務的な影響を開示することが求められている。このため企業の売り上げなどの財務情報と、環境や社会への配慮、知的資産から、ガバナンスや中長期的な経営戦略までを含む非財務情報を投資家などに伝える情報をまとめた「統合報告書」を公表する企業が増えてきている。



3-1. 企業の対応に基づいた所属部門の環境対応

企業の対応に基づき、エンジニアは所属する部門の業務に応じた環境対応を実施する。事業部門を横断的に管理する部門、例えば工場を管理する施設部門のエンジニアは、工場全体の操業が環境に与える影響を評価し、工場排水などに関連する最新法規制の把握、省庁、自治体への報告データの管理などを行う必要がある。また、工場全体の電力や水の使用量などを集計、分析し、削減計画を立案、事業部門と協力して実行していくことが重要である。その際には、工場の建屋の建設から運用管理、解体まで含めたライフサイクルでの環境負荷を考慮することが必要となる。このため、電力料金の費用や再生可能エネルギー

一の固定価格買い取り制度なども考慮し、長期的視点での投資計画の立案が重要になってきている。

事業部門で製品やサービスの開発に従事するエンジニアは、開発時に含有化学物質の管理、エネルギー消費の削減、資源の有効利用などを考慮した環境配慮設計を行うことが必要とされる。製品やサービスの設計をライフサイクルでとらえ、素材の調達から製造、輸送、使用、廃棄・リサイクルの各段階での環境影響を評価（製品アセスメント）することが重要である。その際、含有化学物質や省エネルギーなどに関して、販売する地域や国の最新の法規制や環境ラベル、顧客が調達要件としている環境性能などを事前に把握しておく必要がある。さらに、設計者は、製品やサービス単体だけでなく、梱包材や他の製品と組み合わせた場合の全体の省エネルギー性能など、関連する領域を広く捕らえて設計する必要がある。また、原材料や部品を供給する国や企業（サプライヤー）と連携し、例えば軽量化された材料の使用、環境負荷の少ない新素材の採用、油性塗料の代替材料として環境負荷の小さな水性塗料の開発などを行う必要がある。



3-2. もの作りの視点から環境問題への対応

もの作りの視点から環境対応には「環境に良くないものを作らない」、「出来上がったものによる環境への影響をできるだけ少なくする」の2つが考えられる。環境への影響度を考えると環境に良くないものを作らないことが望まれる。

もの作りは、原材料調達から製品の製造、使用、リサイクル、廃棄まで次元の違うさまざまな対応方法があり、これらのどれを組み合わせればベストか、ということを考えることがエンジニアにとって必要である（LCA：Life Cycle Assessment）。選択・組み合わせにより、国や地域によって採用できる対策に制限があること、採用する対策によって費用対効果に大きな差があり、一般的にライフサイクルの後ろになるほど環境負荷が増大する。よって原材料調達などの前工程の対策の方が効果的な場合が多い。このため前工程では環境（Environment）、経済（Economy）、エネルギー（Energy）という3Eの最適化、後行程では、第1に削減（Reduce）、第2に再利用（Reuse）、第3にリサイクル（Recycle）という3Rの優先順位付けが重要となる。



3-3. 環境配慮設計

環境配慮設計（DfE：Design for Environment）とは、すべての製品が、製品ライフサイクルの各段階で、環境に何らかの影響を及ぼし得ることから、ライフサイクル全体の環境負荷を低減させるために、環境に配慮して製品を開発設計することである。製品の外観や機能面での環境配慮だけを求めるものではない。製造の過程で用いる資源やエネルギーなども最小化し、製品の長寿命化、廃棄後の解体、リサイクルのしやすさにも配慮する。

国連環境計画（UNEP：United Nations Environment Programme）は、①新しい製品コンセプトの開発、②環境負荷の少ない材料の選択、③材料使用量の削減、④最適生産技術の適用、⑤流通の効率化、⑥使用時の環境影響の軽減、⑦寿命の延長、⑧使用後の最適処理のシステム化の8項目を環境配慮設計の要素として提示している。

将来のカーボンニュートラルに向けて、資源やエネルギー使用の最小化を配慮する設計が重要となる。

→ 3-4. 3R設計

3R設計とは、リデュース（Reduce：省資源）、リユース（Reuse：再使用）、リサイクル（Recycle：再資源化）に配慮して設計を行うことである。具体的には以下のような内容が挙げられる。

- ① 製品の小型・軽量化
- ② 再生材の使用
- ③ 製品の長寿命化、アップグレード性、修理容易性、モジュール化
- ④ 電池の取り外し容易性
- ⑤ リサイクルの容易性
部品の材料名表示、プラスチックへの塗装やメッキの削減、解体容易性（ネジ削減、部品点数削減、プラスチックへの金属埋め込み削減など）、使用材料種類の削減
- ⑥ 有害物質の削減、排除
- ⑦ 包装材、ドキュメント類の削減、環境負荷の少ない材料の使用

→ 3-5. 解体容易設計

解体容易設計とは、リサイクル容易性の1つである解体のしやすさに配慮した設計方法である。

解体時に手間やコストをかけずに有用な資源を取り出せるよう製品の素材や構造、部品の配置、結合方法などをあらかじめ考慮することで、省資源、有害物質削減など、製品のライフサイクル全体で環境負荷を下げるができる。顧客にとっては、解体しやすい設計であるかどうかは、省エネルギーや小型・軽量化などと比べると直接的なメリットがない。製品が使用済みになってからの評価となるため、市場への直接的な訴求がしにくいという問題点がある。企業は、解体容易設計の採用を自社製品の評価項目にするとともに、その売上拡大を環境活動の目標に設定するなど工夫している。

→ 3-6. 省エネルギー設計

省エネルギー設計とは、機器やサービスのライフサイクルにおける消費エネルギーを考慮し、そのエネルギー効率を向上させる設計を行うことである。例えば、テレビでは回路設計による視聴時の消費電力および待機電力の削減や、不在時に人感センサーで自動的に電源をオフにする機能などが該当する。

国内では、「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネルギー法）」により、自動車や冷蔵庫などの製品については、エネルギー消費効率の改善が義務付けられている。省エネルギー法によるトップランナー制度とは、現状の商品化されている商品のうち、エネルギー消費効率が最も優れているもの（トップランナー）の性能と、将来の技術開発の見通しを考慮して目標年度を定め、一定の基準に到達させる制度である。

省エネルギーラベルとは、2000年にJIS規格として導入された表示制度によるラベルで、エネルギー消費機器の省エネルギー性能を示すものである。メーカーは製品やカタログに、省エネ性マーク（100%以上達成は緑色、100%未満は橙色）、目標年度、製品の省エネルギー性能が目標値に対してどの程度であるかを表す省エネルギー基準達成率、エネルギー消費効率を表示している。対象機器はエアコン、冷蔵庫、テレビ、パソコンなどである。

統一省エネルギーラベルとは、機器単体のエネルギー消費量が多いエアコン、テレビ、電気冷蔵庫、電気便座、蛍光灯器具（家庭用）について定められている省エネルギーラベルおよび年間の目安電気料金に加え、多段階評価制度を組み合わせた表示である。

2020年11月に統一省エネルギーラベル表示内容の改正が実施された。（エアコン、テレビを除く）改正内容は、

- ・「★による5段階の評価」から「1.0から5.0までの0.1きざみの評価（41段階）」
- ・機器の区分ごとの省エネ評価による表示から、機器ごとに1つの省エネ評価による表示に改正（冷蔵庫等の同一種の機器について、複数の省エネ基準で評価する方式から一つの省エネ基準で評価する方式に改正）
- ・統一省エネラベルの重複する内容を減らし、シンプルにするとともに、多くの人が視認しやすいような配色のデザインに改正
- ・製品のサイズやネット取引等の限られたスペースでも、省エネ情報の表示を確保できるようにするためミニラベルを新設
（実際のラベルについては23ページを参照）

➔ 3-7. 製品含有化学物質管理

製品含有化学物質管理とは、製品を構成する部品に含まれる化学物質量を把握することである。有害なために禁止されている物質に加え、化学物質がもたらすリスクを最小化するために、化学物質の種類と含有量を把握する。

まず調達した部品の含有化学物質情報の入手が必要である。さらに部品の分析・検査および製品販売部門への情報提供が必要である。また顧客も、購入する製品の含有化学物質情報を必要としている。サプライチェーンの原材料や素材の製造部門から製品の販売部門（いわゆる商品の川上から川下）の製品含有化学物質の情報伝達が一層重要となるため、共通化した書式・ツールを用いて効率的に作成する。

➔ 3-8. 環境ラベリング

ここでは、製品やサービスの環境に関する情報を消費者に伝える手段でもある環境ラベルについて、その種類や代表例を紹介する。

➔ ISO準拠の環境ラベル

環境ラベルとは、製品やサービスの環境配慮を示す文言やシンボルで、製品や包装ラベル、製品説明書、技術報告、広告、広報などに記載して消費者にアピールするものである。ISOでは、環境ラベルを3つのタイプに分けている。

■環境ラベルの種類

ISO における分類	特徴	内容
タイプI (ISO 14024) “ 第三者認証 ”	第三者認証による 環境ラベル	・第三者実施機関によって運営 ・製品分類と判定基準を実施機関が決める ・事業者の申請に応じて審査して、マーク使用を認可する
タイプII (ISO 14021) “ 自己宣言 ”	事業者の自己宣言による 環境主張	・製品における環境改善を市場に対して主張する ・製品やサービスの宣伝広告にも適用される ・第三者による判断は入らない
タイプIII (ISO 14025) “ 環境情報表示 ”	製品の環境負荷の 定量的データの表示	・合格・不合格の判断はしない ・定量的データのみ表示 ・判断は購買者に任される

注) 上記のほか、これらに共通する一般原則を定めた ISO 14020（環境ラベルおよび宣言一般原則）が制定されている。

●エコマーク

エコマークとは、ライフサイクル全体を考慮して環境保全に資する製品を認定し表示する制度である。公益財団法人日本環境協会によって運営されており、ISO 14024に則った第三者認証による「タイプI環境ラベル」に該当する。

幅広い商品やサービスを対象とし、商品の類型ごとに資源採取からリサイクル・廃棄に至るライフサイクル全体における環境負荷項目を全体的に考慮し、認定基準を設定、公表している。

■エコマーク



出典：日本環境協会

●PCグリーンラベル

PCグリーンラベルとは、環境に配慮したパソコンを購入したい購買者の選択の目安となる取り組みを表した環境ラベル制度である。

一般社団法人パソコン3R推進協会により運営され、パソコンの設計、製造からリユース・リサイクルに至るまで、環境に対する包括的な取り組みを表している。「タイプII環境ラベル」に該当し、適合製品は3つ星を最高とする3段階評価の格付けとなっている。

■PCグリーンラベル



出典：パソコン3R推進協会

●エコリーフ

エコリーフとは、一般社団法人産業環境管理協会により運営されているラベル制度である。

製品の環境情報を、「LCA」の手法を用いて定量的に表示し、インターネットなどを通じて公開することにより、購買者がグリーン購入・調達に活用するとともに、メーカーが環境負荷のより少ない製品（エコプロダクト）を開発・製造・販売していくための動機づけとなることを狙いとしている。ISO 14025で定められる「タイプIII環境ラベル」に該当する。

■エコリーフ



出典：産業環境管理協会

▶ ISO準拠以外の環境ラベル

●国際エネルギースタープログラム

国際エネルギースタープログラムとは、パソコンなどのオフィス機器について、製品の稼働時、スリープ、オフ時の消費電力に関する基準を満たす製品に下記ロゴの使用が認められる制度である。

本プログラムは、日本、米国のほか欧州連合（EU：European Union）などが協力して実施している国際的な制度であり、日本では1995年10月から経済産業省により国際エネルギースタープログラムという名称で運営されている。

エネルギースターのロゴは、本プログラムの任意参加事業者が、米国の環境ラベリング制度であるエネルギースターの省エネルギー基準を基に経産省が策定した基準（2018年のVer.7）を満たしていると届け出た製品に対し、エネルギースター適合であることを示すために使用するロゴであり、ISOが定義する環境ラベルの3つのタイプには該当しない。

なお、日本は自己認証制度、米国は第三者認証制度に基づいて運用されている。

■エネルギースター



出典：経済産業省

▶ その他の環境ラベル

●J-Moss

J-Mossとは、電気・電子機器に含有される化学物質の表示に関するJIS規格（JIS C 0950）の通称である。「資源有効利用促進法」によって、J-Mossに基づき有害物質の含有表示が義務づけられており、消費者に対する環境配慮製品の識別情報と、リサイクル業者への含有情報提供を目的としている。パソコンやテレビ、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、電子レンジ、衣類乾燥機が対象である。対象物質はEUの「RoHS指令」と同じ、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、PBB、PBDEの6物質群である。6物質のどれかが基準値を超えて含有される場合は、Webサイト上で「含有マーク」と「含有状況」の表示を行う必要がある。基準値を超えていない場合は、「グリーンマーク」を表示できる。

■ J-Mossグリーンマーク



■ 含有マーク



出典：電子情報技術産業協会

● 低排出ガス車認定制度

低排出ガス車認定制度とは、国土交通省が、2000年4月から「自動車の排出ガス低減性能の評価などに関する規程」に基づき消費者の関心と理解を深め、排出ガス低減性能の高い自動車の普及を促進するため、その評価を実施し公表している制度である。

自動車排出ガスからの有害物質の排出が、最新規制値よりどの程度削減されているかを示している、環境ラベリング制度の1つでもある。

2002年9月から超低PM排出ディーゼル車にかかわる認定制度を導入し、さらに2003年10月からは、2005年排出ガス基準に対応した低排出ガス車にかかわる認定制度（乗用車、軽量車、中量車および軽貨物車に限る）を導入している。

対象車種ごとに、排出ガスに含まれる一酸化炭素（CO）、非メタン炭化水素（NMHC）、NO_x、PM、ホルムアルデヒド（メタノールを燃料とする自動車に限る）の基準が決められている。排出ガス規制のクリア状況に応じ、最高4つ星までの4段階の格付けがある。ステッカーの様式は国土交通省が定めている。

■ 低排出ガス車の認定を受けた自動車に貼付するステッカー

認定レベル	車両貼付ステッカー
平成30年排出ガス規制値に対し75%低減レベルの自動車	
平成30年排出ガス規制値に対し50%低減レベルの自動車	
平成30年排出ガス規制値に対し25%低減レベルの自動車	
平成21年排出ガス規制値に対し10%低減レベルの自動車	
平成17年排出ガス規制値に対し75%低減レベルの自動車	
平成17年排出ガス規制値に対し50%低減レベルの自動車	

出典：国土交通省

● リサイクル識別表示マーク

リサイクル識別表示マークとは、リサイクルの促進を目的として、「資源有効利用促進法」に基づき、消費者が分別廃棄する際に容易に識別できるよう表示されているものである。指定表示製品に指定されているのは、アルミ缶、スチール缶、PETボトル、紙製容器包装、プラスチック製容器包装、小形二次電池、塩化ビニル製建設資材であり、材質や成分その他分別回収に必要な事項を、決められた様式で表示することが義務づけられている。

■リサイクル識別表示マークの例



出典：食品容器環境美化協会



出典：PETボトルリサイクル推進協議会



出典：プラスチック容器包装リサイクル推進協議会

●CEマーク

CE（European Conformityを、仏語表記Conformite Europeenneにしたもの）マークとは、EU加盟国の基準を満たす、家電から医療機器にいたるまでのさまざまな製品に付けられるマークである。事業者がEU域内に製品を輸入、販売する場合などにおいて、CEマーク表示のある製品は自由な販売・流通が保証されている。

指定の全商品はマークを付けなければならない。CEマークを必要とする国は主にEU諸国であるが、スイス、ノルウェー、アイスランド、リヒテンシュタインの欧州自由貿易連合（EFTA：European Free Trade Association）を含む欧州経済体や、EU、EFTAの両方に属さないトルコでも必要である。

2009年に制定された「ErP指令（Energy-related Products、エネルギー関連製品指令）」や2011年に改正された「RoHS指令（Restriction of Hazardous Substances、電子電気機器における特定有害物質の使用制限指令）」の対象製品にはCEマークの貼付が義務づけられている。

●電池リサイクルマーク

電池リサイクルマークとは、小型二次電池の回収・リサイクルを義務づけたマークである。「資源有効利用促進法」により2001年4月から、小形二次電池メーカーと小形二次電池を使用する機器メーカーは、小形二次電池の回収・リサイクルが義務づけられている。

小形二次電池とは充電で繰り返し使える充電式電池のことで、携帯電話やコードレス電話、ノートパソコンなどに使われている。リサイクルの対象となる小形二次電池はニッケル・カドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池、小型シール鉛蓄電池で、下記のリサイクルマークを電池に表示しなければならない。

■電池リサイクルマーク



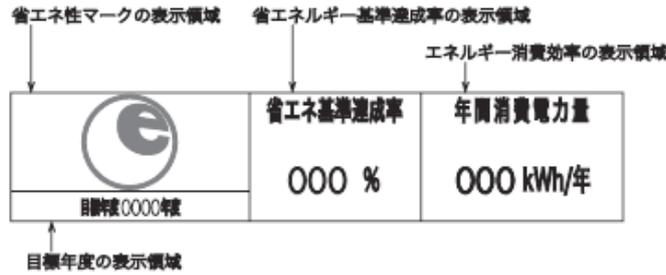
出典：電池工業会

●省エネルギーラベル

省エネルギーラベルとは、2000年にJIS規格として導入された表示制度によるラベルで、エネルギー消費機器の省エネルギー性能を示すものである。メーカー（オレンジ色）、目標年度、製品の省エネルギー性能が目標値に対してどの程度であるかを表す省エネルギー基準達成率、エネルギー消費効率を表示している。

対象機器はエアコン、冷蔵庫、テレビ、パソコンなどである。

■省エネルギーラベル



基準達成率が100%以上の場合

出典：経済産業省

●統一省エネルギーラベル（改定）

統一省エネルギーラベルとは、機器単体のエネルギー消費量が大きいエアコン、テレビ、電気冷蔵庫、電気便座、蛍光灯器具（家庭用）について定められている省エネルギーラベルおよび年間の目安電気料金に加え、多段階評価制度を組み合わせた表示である。

今までの省エネ性能を5段階で示している方法は、評価水準の境界に機器が集積する傾向があり、省エネ性能の向上を抑制する可能性がある。

また、省エネ基準達成率による5段階評価とエネルギー消費効率の評価は逆転することもある。

このため2020年11月に次のように改定された。

表示する情報は①多段階評価点 ②省エネルギーラベル（省エネルギー基準達成率、省エネ性マーク、エネルギー消費効率） ③1年間の電気代の目安である。

エアコン、テレビについては、改定案を検討中のため以前のラベルを使用する。

■統一省エネルギーラベル（冷蔵庫の例）

統一省エネラベルのイメージ（冷蔵庫）

①多段階評価点
市場における製品の省エネ性能の高い順に5.0～1.0までの41段階で表示（多段階評価点）。★（星マーク）は多段階評価点に応じて表しています。

星と多段階評価点の対応表	
★★★★★ 5.0	★★★☆☆ 2.5～2.9
★★★★☆ 4.5～4.9	★★☆☆☆ 2.0～2.4
★★★☆☆ 4.0～4.4	★☆☆☆☆ 1.5～1.9
★★☆☆☆ 3.5～3.9	☆☆☆☆☆ 1.0～1.4
★☆☆☆☆ 3.0～3.4	

②省エネルギーラベル
省エネ性マーク、省エネ基準達成率、エネルギー消費効率、目標年度を表示。（詳細は06ページ参照）

③年間の目安電気料金
エネルギー消費効率（年間消費電力量等）をわかりやすく表示するために年間の目安電気料金で表示。

電気料金は、公益社団法人 全国家庭電気製品公正取引協議会「新電気料金目安単価」から1kWhあたり27円(税込)として算出。

■ミリラベル

ミリラベルのイメージ



4

エネルギー問題

化石燃料に大きく依存している日本のエネルギー構造は、環境問題にも密接に関連している。

日本は、エネルギー資源の多くを輸入しており、膨大なエネルギーコストを抑制し、エネルギーの海外依存を減らすというエネルギー自立は不変の目標である。

一方で、日本の温室効果ガス排出量の9割を占めるエネルギー起源による二酸化炭素の排出量削減のために2030年までの約20年間でエネルギー消費効率を35%改善することとしており、これは、オイルショック後の20年間と同程度の改善率である。すでに省エネがかなり進展している現状では、達成のハードルは高く、今まで以上に工夫された省エネの取り組みが求められている。このため第5次エネルギー基本計画では、2030年の「長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）」において、安全性、安定供給、コスト、環境適合を前提として火力発電の高率化、省エネと再生可能エネルギーの拡大導入などが盛り込まれている。

2020年の「2050年カーボンニュートラル宣言」により第5次エネルギー基本計画の見直しがスタートしている。見直しのポイントは、

1. エネルギー自給率の向上、資源の安定的かつ低廉な調達、サプライチェーンの再構築により、いかなる状況下でもエネルギーの安定供給を確保する。
2. 世界的にカーボンニュートラルを目指す動きが高まるなか、資源の乏しい日本は、安定供給を確保しながら、どのように脱炭素化を目指すべきかを検討する。
3. デジタル技術の進化、データ駆動型社会の進展により、グローバルに様々な技術革新（新素材の開発）・サービスの開発が進み、エネルギーの分野でも電力需給・ネットワーク技術をコアにしたサービスをはじめ、新たなプレーヤー・サービスが登場する可能性が高まると予測される。日本は技術開発を先導するだけでなく、実装に向けても世界の先端技術・市場を遅れることなく取り込み、需要サイドからの取組を含め、国内の安定供給・脱炭素化の動きにつなげていく必要がある。

→ 4-1. 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーとは「エネルギー源として永続的に利用することができる」と認められるもの」として、太陽光、太陽熱、風力、水力、地熱、大気中の熱その他の自然界に存在する熱、バイオマスが規定されている。資源が枯渇せず繰り返し使え、発電時や熱利用時に地球温暖化の原因となるCO₂をほとんど排出しないエネルギーである。

2019年の電源構成に占める再生可能エネルギーの比率は18%であり、2030年の目標22%~24%に向けて主力電源化を目指さなければならない。そのためには、発電コストの削減、安定化、電源接続のための系統制約解消の課題解決が必要である。

→ 4-1-1. 太陽光発電

太陽光発電とは、太陽電池を使って太陽光エネルギーを電気に変える発電であり、エネルギー当たりの温室効果ガスの排出量が少なく、CO₂もほとんど排出しない。導入については、日照時間や自然状況に大きく左右されるほか、火力発電などの既存の発電方法と比較した場合に、発電コストが高いなどの課題がある。

太陽光発電の導入を促進するための支援施策として、日本は2012年7月から固定価格買い取り制度（FIT：Feed-in Tariff）を開始した。近年、発電出力が1MW（1,000kW）台を超える大規模太陽光発電所「メガソーラー」が各地に建設されている。2016年には電力小売りの完全自由化が実施され、電力会社以外の企業も参入している。

2019年3月時点で、FIT認定容量のうち制度開始後に新たに運転を開始した太陽光発電は約80%となっている。

今後は、変換効率を上げるために超高効率の太陽電池を開発することが、将来の基幹電源を目指す上では欠かせない取組である。

また、高い意匠性と開口部から採光が確保できる壁面型や加熱に対応、高温多湿の環境で作動する薄型有機太陽電池の開発も期待される。



4-1-2. 風力発電

風力発電とは、風の力で風車を回し、回転の運動エネルギーを発電機で電気エネルギーに変換して利用するものである。風の運動エネルギーの20%～30%を電気エネルギーに変換するため再生可能エネルギーの中で最も変換効率がよく、大型化すれば発電コスト低減も期待できる。

資源エネルギー庁のデータによると、2018年の日本の電源構成における風力発電の割合は0.8%である。

風車の設置に適している場所でも季節によっては風が吹かないなど、正確な風を把握するには年間を通して綿密な計測が必要である。

海洋上や港湾上で風力発電を行うことを「洋上風力発電」という。洋上では陸上より強くて安定的な風が吹くため、発電量が多くなり、騒音の影響も少ない。海外では海底の土台に風車を設置する「着床式」が、日本では海上に風車を浮かべる「浮体式」の開発が進んでいる。

2019年4月「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（再エネ海域利用法）」が施行され、長期的・安定的・効率的な事業実施の観点から最も優れた事業者を選定し、責任ある長期安定的な電源かつコスト競争力のある電源として洋上風力発電の導入の促進が期待されている。



4-2. 省エネルギー技術

家庭内エネルギー管理システム（HEMS：Home Energy Management System）とは、センサーやITの技術を活用して住宅のエネルギー管理、省エネルギーを行うシステムで、節電やCO₂削減を行いながら、居住快適性を実現するための技術である。現在普及しているHEMSは、家電の消費電力を可視化する機能が主体で、一部に制御機能を有している。

スマートハウスとは、情報通信技術（ICT：Information and Communication Technology）を活用してエネルギーの利用を高度に管理・制御し、最適化する機能を備えた住宅を指すことが多い。一般に、太陽光発電や燃料電池などの自家発電設備、余剰電力や夜間電力などを蓄電する蓄電池や電気自動車（EV：Electric Vehicle）、見える化しながら需給を最適に制御するHEMSなどを備える。

クリーンコールテクノロジー（CCT：Clean Coal Technology）とは、石炭を燃やしたときに発生するCO₂やSO_x、NO_xなどの有害物質を減少させるとともに高効率で燃焼させるための技術である。日本のCCTは世界でも最高水準で期待は高い。

CCTは、「高効率発電技術」、「低品位炭利用技術」、「CO₂回収・貯留（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）技術」の3つに大別できる。「高効率発電技術」には石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）などがある。

CO₂回収・貯留（CCS）とは、火力発電所や製鉄所などの大規模排出源からCO₂を分離して回収し、地中や海中に貯留する技術である。

地中に貯留する場合は、CO₂を地中深くの不透水層（キャップロック）の下にある帯水層に圧力をかけて注入して貯留する方法が有力視されている。海洋隔離する場合は、CO₂をパイプラインや船を使って直接海洋に注入して急速に海水に溶解させる、または深海底に貯留して隔離する。CO₂の隔離が「単なる処分目的以外」の場合は、国際的な条約などにより、海洋投棄とみなされない。

CO₂の分離・回収の主な方法としては、アミン溶液を利用した化学反応で分離・回収する方法があり、多くの国で工業的に確立された技術として広く利用されている。日本でも国産天然ガスの生産工程で利用されている。

経済産業省では、課題であるCO₂の分離・回収コストを1000円程度に下げることを目指して技術開発を進めている。

CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storageとは、分離・貯留したCO₂を利用しようというものである。たとえば、CO₂を古い油田に注入することで、油田に残った原油を圧力で押し出しながら、CO₂を地中に貯留するということがアメリカで行われている。トータルとしてCO₂削減が実現でき、石油の増産にもつながるビジネスになっている。その他に化学原料の生産に使われることが考えられているほか、ユニークなところでは、太陽光エネルギーを使ってCO₂を燃料に変換する藻を育て、バイオ燃料として利用しようという研究も行われている。

5

これからの環境対応技術

これからの環境対応技術は、持続可能な開発や温暖化対策のためにエネルギーおよび環境分野は新たなイノベーションと戦略転換が必須である。

地球温暖化関連の技術として、異常気象災害の発生機構解明（ゲリラ豪雨予測など）、地球温暖化の定量的モデル、GHG排出削減対策と選択手法、化石燃料を使わない船舶・飛行機の開発、気候変動による食糧生産の予測（品種改良、生産地変更なども含む）などが考えられる。

資源関連技術として、海洋鉱物資源の採鉱（深海底金属資源の経済的採取技術）、都市鉱山からのレアメタル採掘、メタンハイドレート採掘技術、環境汚染の少ないシェールガス採掘技術などが考えられる。エネルギー変換・貯蔵関連技術として、水素関連の技術、一次エネルギー源の変化に対応して有効に活用する技術の追求などが考えられる。

エネルギー変換や貯蔵に関連するデバイスやシステム、高性能で低消費電力型の情報処理に関連するデバイスやシステムなどの研究開発は、持続可能社会や高度情報社会に対応する技術開発として重要度が高く、これからも重点化を継続していくべきである。同時にこれらの研究開発はナノテクノロジーを駆使した材料、デバイス開発をベースにしており、日本の国際競争力強化の点からも重要である。

→ 5-1. 電力貯蔵システム(蓄電池)

電力貯蔵システム（蓄電池）とは、電力エネルギーを化学エネルギーに変換して貯蔵するシステム。電力負荷の小さい時期に電力を貯蔵し、電力負荷の大きい時期にこれを放出する。電力負荷は昼夜間や季節間で大きく異なり、これを平準化することが電力設備の効率的利用のために必要である。

代表的なシステムとしては、深夜・休日などに余剰電力を利用して水を上流の貯水池に揚水し、電力ピーク時にこれを発電に利用する揚水式発電がある。急速な進化を遂げる電池などの技術に基づく電力貯蔵は、システムの柔軟性を増大させるとともに脱炭素化を進化させる上で、大きな可能性をもっている。

日本は、燃料電池自動車（FCV :Fuel Cell Vehicle）や家庭向け定置用燃料電池（エネファーム）の世界初の市場投入や、水素ステーションの整備など、水素・燃料電池技術の社会実装で世界をリードしている。

現在はリチウム電池がメインであるが、将来は現在のリチウムイオン電池を凌ぐ高容量・高出力の革新的蓄電池として、次世代リチウムイオン電池、金属イオン電池、金属空気電池が研究されているが、技術的なブレークスルーが必要と考えられる。

→ 5-2. 水素

水素は、電気を使って水から取り出すことができるのはもちろん、石油や天然ガスなどの化石燃料、メタノールやエタノール、下水汚泥、廃プラスチックなど、さまざまな資源からつくることができる。また、製鉄所や化学工場などでも、プロセスの中で副次的に水素が発生する。

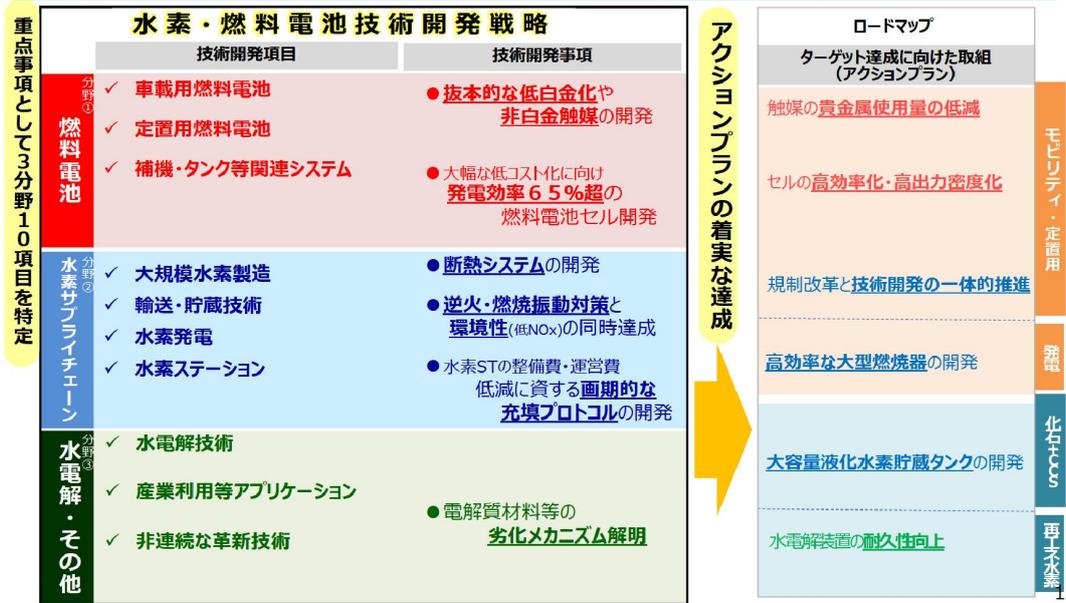
水素は、酸素と結びつけることで発電したり、燃焼させて熱エネルギーとして利用することができ、その際、CO₂を排出しない。

次世代のエネルギーとして、水素は世界中で注目を集めており、日本は2017年に世界で初めて水素の国家戦略として「水素基本戦略」を定めている。

経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、2019年に水素・燃料電池分野の重点的に取り組むべき技術開発事項を定めた「水素・燃料電池技術開発戦略」を策定しており、その概要は以下のとおりである。

水素・燃料電池技術開発戦略の概要

- 評価・課題共有ウィークを踏まえ、**ロードマップで掲げるターゲットの着実な達成に向け、重点的に取り組むべき技術開発3分野10項目を特定**し、我が国の技術開発戦略として公表。



出典：水素・燃料電池協議会、経済産業省

5-3. シェールガス

シェールガスとは、堆積岩の一種であるシェール（頁岩）層に貯留されている天然ガスのことである。北米大陸の埋蔵量が豊富なことで知られている。米国エネルギー情報局が2013年に公表した試算では、全世界の埋蔵量は約206兆m³であり、シェールガスを含む天然ガスの埋蔵量は約1.5倍に増加するとしている。

近年、非多孔性の頁岩からガスを取り出すため、シェール層領域を広げる水平採掘とシェール層に人工的ひび割れを生じさせる水圧破碎を併用する技術が開発されたことで、価格が高騰している天然ガスの代わりに、割安なシェールガスが注目されている。また、シェールガスは、水素の原料であるメタノールを豊富に含んでおり、シェールガスから水素を作り、燃料電池を大量に生産できるようになる可能性もある。

日本は2018年にUSAから230万トンの輸入が始まっており、2019年から追加するものを含めると年間約1,000万トンになると予測されている。

一方、USAではシェールガスの採掘に伴う環境汚染や、他のガス田と比較して産出量が早期に落ち込むなど、特有の問題も顕在化してきている。

米国のシェールガス生産量は過去最高を更新し、シェールガスを原料とした天然ガス輸出能力も、2020年には年間6,800万トンが見込まれていたが、コロナウイルスの影響で大口需要家の中国、インドが天然ガス輸入を一時停止したため、需給が一挙に緩和し価格下落が起きている。

→ 5-4. メタンハイドレート

メタンハイドレートとは、水分子がつながったカゴ状の構造の中にメタン分子が閉じ込められた氷状の結晶のことで、それ自身の体積の170倍ものガスを含んでいる燃料である。メタンガスを燃やしたときに出るCO₂は、石炭・石油の約半分でエネルギー量は2倍以上である。

日本には、主として日本海側に存在する「表層型」と太平洋側に存在する「砂層型」があり、埋蔵量は、南海トラフおよび北海道周辺海域に、6兆m³といわれている。

2018年に閣議決定された「海洋基本計画」によると2023年から2027年ころに商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、商業生産を可能とするための技術開発を進めるとなっている。

→ 5-5. 都市鉱山

携帯電話やパソコンなどの小型家電には、金や白金、コバルト、タンタルなど、さまざまな金属が使われている。金属は元素そのものに価値があるため、製品に使用しても、量が減ったり、違う元素に変化したりすることはなく、その元素の価値が失われることはない。廃製品の中に存在する有用な金属を、新たな製品の原料として再利用できれば、廃製品は有望な金属資源となる。このような廃製品中の有用金属資源を鉱山に見立て「都市鉱山」と呼んでいる。天然金属資源の乏しい日本は、金属資源のほとんどを輸入しており、数年前に起きた、レアアースを中心とした金属の価格高騰や、産出国の輸出制限などをきっかけに、天然金属資源（特にレアメタル）の供給に対する不安が高まり、自国資源である「都市鉱山」の開発に力が注がれるようになった。

廃製品に含まれる金属のうち、貴金属（金、銀、白金、パラジウムなど）や一部のベースメタル（鉄、アルミ、銅など）については組織的に回収され、元の金属としてリサイクルされている。しかし、多くのレアメタルについては、ほとんど回収されていない。レアメタルの再利用を実現させるため政府は、2013年に小型家電リサイクル法を施行し、自治体での廃小型家電の回収が経済的かつ安定的に行われるようになった。また、AI・ロボット技術を活用した自動選別システム、高効率な金属製錬技術などのリサイクル技術を開発し、都市鉱山からの金属リサイクルシステムの高度化を進めている。その成果の1つとして、東京オリンピック・パラリンピック入賞メダルを都市鉱山から製作した。

電気自動車へのシフトが加速し始めており、今後レアメタルのひっ迫が予想され、政府は都市鉱山からのレアメタルリサイクル拠点を国内に整備する方針を決定した。

→ 5-6. セルローズナノファイバー（CNF: Cellulose Nano Fiber）

CNFは、直径が3～50nmでアスペクト比（繊維長／繊維幅）が100以上の、極細の繊維状物質である。このCNFは、木材や竹などに由来する植物繊維を解きほぐす（解繊することにより得られる。CNFの特徴は全般に共通するものとして、①軽い（比重1.3～1.5g/cm³、鋼の1/5程度）、②強い（強度3GPa、鋼の約5倍）、③比表面積が大きく（250m²/g以上）、吸着特性が高い、④硬い（引張弾性率140GPa程度、アラミド繊維相当）、⑤熱による伸び縮みが小さい（線熱膨張係数0.1～0.2ppm/k、ガラスの1/50程度）、⑥ガラス並みに熱を伝えやすい、⑦生体適合性に優れている、などが挙げられる。

近年、食物繊維を解きほぐす方法の開発が進み、軽く、強度の高いCNF強化ポリプロピレンや、軽く、耐熱性の高いナイロン系のCNFができるようになった。

2016年、環境省はこのCNF強化樹脂を利用して、実際に自動車を作るという「ナノセルロースビークル（NCV）プロジェクト」を始めている。2019年には、CNFを10%含むポリプロピレンや、CNFを15%含むナイロンなどを利用した自動車部品をもとにデザインも専用に検討した試作車を作成した。ガラス繊維強化樹脂より軽量であるという利点がある一方、耐衝撃性が低いという欠点があり、今後の課題である。

生物多様性への対応

→ 6-1. 生物多様性とは

現在、地球上には私たち人間も含めて3,000万種ともいわれる多様な生きものが暮らしている。これらの生物はそれぞれに違いがあり、直接的、間接的に支えあって生きている。このように、相互にネットワークを築きながら多様な生物が存在している状態を生物多様性という。

「生物多様性条約」では下記の3つのレベルの多様性があるとされている。

- ① 種間の多様性
ツキノワグマなどさまざまな種が存在すること。
- ② 種内（遺伝子）の多様性
同じ種でも異なる遺伝子を持つことにより、形や模様などに多様な個性がある。例えば同じアサリでも貝殻の模様が個体ごとに異なるのは遺伝子の違いによるものである。
- ③ 生態系の多様性
森林や海など生き物が暮らすさまざまな環境が存在すること。

人間はこの生物多様性からさまざまな恩恵を受けている。これを生態系サービスという。

人間による土地改変、化学物質などによる水や大気汚染、密猟や乱獲、外来種の持ち込み、温室効果ガスの排出量の増加による地球温暖化の加速などで、生物多様性には危機が訪れている。その結果、地球上に生息・生育する野生動植物種の絶滅を招き、絶滅危惧種の増加につながっている。

1993年に発効した「生物多様性条約」により、生物多様性の保全、持続可能な利用、遺伝資源へのアクセスと公正な利益配分が国際社会で進められている。

生態系サービス

国際連合（UN：United Nation、国連）の主導で行われた「ミレニアム生態系評価（Millennium Ecosystem Assessment）」では、生態系サービスを下記の4つに分類している。

- ① 供給サービス
魚・肉などの食料、飲用・灌漑用などの水、木材・飼料・燃料などの原材料の供給
- ② 調整サービス
気候調整、洪水の制御、水質浄化などの調整
- ③ 文化的サービス
自然景観、レクリエーションや観光の場と機会など文化面の提供
- ④ 基盤サービス
光合成による食糧、養分循環や土壌の肥沃土の維持などの提供

2021年に中国で開催される国連生物多様性会議のテーマは「生態文明：地球上のすべての生命のために共通の未来をつくる」。自然は地球上の生命を維持する基本的インフラであることを認識し、人間と自然との新たな関係の構築により、生物多様性に関する2050年ビジョン「自然と共生する世界」の実現を目指している。テーマの実現には、生態系をベースにした社会経済システムへと発展の道筋を変える根底的な変革が必要で、すべての部門

における生物多様性の主流化と生物多様性の喪失の危機への取組みが急務である。その指針となる「ポスト2020生物多様性世界枠組」が作業部会で作成過程にあり、生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）において採択される予定である。

6-2. 事業活動と生物多様性

2010年、愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）において、生物多様性の保全と持続可能な利用のために世界が2020年までに取り組むべき「愛知目標」が採択されたことが、日本企業の間で生物多様性の取組が広まるきっかけとなった。

さらに2015年の国連持続可能な開発サミットで採択されたSDGs（持続可能な開発目標）の社会課題を多くの企業がビジネスチャンスと捉え、経営戦略に取り込もうとする動きが始まっている。

投資家側にも変化が生じ、財務諸表には現れない環境・社会・ガバナンスの情報を投資判断に活かすESG（Environment・Social・Governance）投資が拡大しており、企業の投資価値を計る新たな評価基準として注目を集めている。

このように、SDGsの達成が求められ、ESG投資を呼び込むことが企業の大きな関心事となっており、生物多様性の問題を切り離して事業活動を行うことはできない状況となっている。

下図が2009年以降の生物多様性と事業者を取り巻く環境の変化である。

環境省は、企業における生物多様性の取組の裾野の拡大に主眼を置き、より効果的に取組を進めたい企業、これから生物多様性に取り組もうとする企業をメインターゲットにして、2017年に事業者のために「生物多様性民間参画ガイドライン」第2版を作成している。

2009年以降の事業者を取り巻く状況の変化



出典：生物多様性民間参画ガイドライン第2版（要約）（環境省）

6-3. サプライチェーンの取り組み

原材料を調達・使用する事業者では、グローバルな調達の増加、サプライチェーンの複雑さにより、産地などの把握が常に困難な場合もある。このため資源の調達により、その産地の生物多様性に大きな影響を与えている場合があることの把握ができないこともある。

「使用量の削減」、「認証商品の取扱いの推進」、「原材料調達ガイドラインによる調達基準への生物多様性の配慮」、「取引先へのアンケートやチェックリストの活用」などを進めることにより、サプライチェーンの各段階において生物多様性に配慮された原材料が使われるような取り組みが重要である。

また原材料を調達する取引先との連携も非常に重要で、生物多様性に配慮された原材料の取扱量が国全体で増えることが望ましく、同業種内で横断的に連携した取組を推進することも有効と考えられる。

なお、このような原材料調達に対する取組は、必要に応じて取引先にも配慮を求めていくこととなり、独占禁止法上の「優越的地位の濫用」にならないようにする注意も必要である。

6-4. 里山や緑地の取り組み

農地、森林地などに工場や事業場などを建設する用地の変化や、用地の転換によるプランテーションの拡大、植林地の造成、養殖場の設置などは、従来の自然生体生態系などの変化を生じさせ、生物の生息・生育環境の減少や、分断、変化などをもたらす可能性がある。またこのような改変は用地以外にも、土壌の流出や排出、構造物の設置などを通じて、河川生態系や海域の生物多様性にも影響を与える可能性もある。鉱物・エネルギー資源の開発においても、同様の問題が生じる可能性がある。

このような生物多様性への影響は、生物資源に基づき根付いていた地域の伝統文化を衰退させることもあり、影響規模が大きく、広範囲にわたる影響が生じた場合には、社会的にも大きなインパクトとなる。

対策としては、生物多様性への影響を事前に評価（環境影響評価）し、影響を回避・低減することが基本である。また、地域住民などの外部ステークホルダーと協働して計画作りや管理、モニタリングを行うことにより、土地利用・開発事業の現場における保全活動が継続していく仕組みを作ることが望まれる。

同様に、海外の大規模事業においても、当該国政府や国際NGOなどと連携しながら、当該国や地域の関係法令などを遵守して生物多様性の保全と持続可能な利用に取り組むことが重要である。

一方、事業者が保有する土地の管理や跡地利用などにおいても、外来種の導入などにより、生物多様性に影響を与える場合がある。そこで、周辺の生物多様性の状況を勘案し、適切な管理を行うことで生態系ネットワークを形成し、当該地域の生態系の質を向上させることも可能である。そして、このような生物多様性への配慮は、不動産の価値を高める可能性がある。

現在、多くの事業者が保有地における生物多様性の保全に取り組んでいるが、周辺との綿密な繋がりまでは取れていない状況もよくある。このため、引き続きこれら取組を推進するとともに、周辺との生態系ネットワークの構築、さらには生物多様性地域戦略に繋げていくことが重要である。

なお、劣化した生態系を回復させる場合は、自然の摂理に則った、かつ自然に学ぶ低負荷な環境技術に基づくことが重要である。植樹する場合の樹種選定にあたっては、周辺の

植生に熟知した専門家の意見も聞き慎重に行うことが必要である。また、緑地などを評価するシステムや認証制度を活用し、保有地管理や運営について外部からの評価を受けることもいい施策である。

2020年の環境白書によると、私たちの暮らしを支えている自然の恵み（生態系サービス）が、行き過ぎた開発や利用・管理の不足、更には気候変動や人口減少・高齢化といった問題も相まって、森里川海とそのつながりの荒廃に拍車がかかり、私たちの暮らしに影響が現れ始めている。

こうした背景を踏まえ、環境省ウェブサイトにおいて地域や活動団体の参考となる里地里山の特徴的な取組事例や重要里地里山500「生物多様性保全上重要な里地里山」について情報を発信し、他の地域への取組の波及を図っている。

また、貴重な国民的財産である棚田を保全し、棚田地域が持っている多面にわたる機能の維持増進を図るため、棚田地域振興法が2019年に施行された。

文化財保護法では、棚田や里山といった「地域における人々の生活又は生業及び当該地域の風土により形成された景観地で我が国民の生活又は生業の理解のため欠くことのできないもの」を文化的景観と定義し、文化的景観のうち、地方公共団体が保存の措置を講じ、特に重要であるものを重要文化的景観に選定している。

6-5. 自然資本

自然資本とは、「生態系、生物種、淡水、土地、鉱物、空気、海洋及び自然のプロセスと機能を含む、直接的・間接的に人間への価値や便益を生み出す自然の要素」や、「我々に森林、太陽光、化石燃料や鉱物などを提供する地球上に存在する生態系や非生物的な資産からなるもの」と定義づけられ、下図のように人的資本や社会資本の基盤となっているという考え方である。

■自然資本の位置づけ



出典) (株)レスポンスアビリティ資料に一部加筆

自然は素材を提供すると同時にいろいろな付加価値を生み出している。森や里山の荒廃は、林業や農業の問題であり、生活文化の喪失でもある。企業による天然資源確保の投資がその土地の文化破壊になれば、批判を受けることは間違いない。天然資源の便益を多面的に捉え、そのストックをどう豊かにするのか企業は責任を問われる時代になっている。

今後、気候変動の多発、天然資源の危機が深刻化していく中で、近い将来、「自然資本」に対する企業姿勢が厳しく問われる時代になると予想される。



6-6. 生物多様性の代表的な認証制度

生物多様性に関するエコラベルには森林認証や漁業認証、農園の認証などがある。企業がこれらの認証を取得した原材料を調達する、あるいは認証自体を取得することにより、生物多様性への負荷を低減することにつながる。

① 森林認証

国際NGOである森林管理協議会（FSC®：Forest Stewardship Council®）により運営・管理されているのがFSC認証である。持続可能な森林の利用と保護を図る最も厳しい森林認証制度で、適切な森林管理が行われていることを認証する「森林管理の認証（FM認証：Forest Management）」と、認証を受けた木材・木材製品であることを流通・加工過程で非認証木材と分別管理できることを保証する「加工・流通過程の管理の認証（CoC認証：Chain of Custody）」の2種類がある。

この他、世界の森林認証を相互に認証するPEFC森林認証プログラム（Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes）などがある。

② 漁業認証

国際的な非営利団体である海洋管理協議会（MSC：Marine Stewardship Council）により運営・管理されているのがMSC認証である。持続可能で適切に管理されている漁業であることを認証する「漁業認証」と、流通・加工過程で、認証水産物と非認証水産物を分別管理できることを保証するCoC認証の2種類がある。責任ある養殖業に認証を与える水産養殖管理協議会（ASC：Aquaculture Stewardship Council）の認証制度も始まっている。

③ 農園の認証

熱帯雨林で生産されるコーヒーやカカオ、バナナなどの農作物を対象に生物多様性保全などの基準を設けたレインフォレスト・アライアンス認証や、パーム農園の生物多様性保全などの基準を盛り込んだ「持続可能なパーム油に関する円卓会議（RSPO：Roundtable on Sustainable Palm Oil）認証」などがある。

第三者認証ではないが、生物多様性に配慮した農法で生産した農作物を販売する例も増えている。兵庫県豊岡市のコウノトリ米「コウノトリ育むお米」、新潟県佐渡市のトキ米「朱鷺と暮らす郷」などがある。

認証名	認証団体名およびその概要	概要・特徴
FSC®認証 (森林認証制度) 	Forest Stewardship Council®: 森林管理協議会 (環境団体、林業者、木材取引企業、先住民団体、地域林業組合等の代表者から構成される NPO。適切な森林管理の推進が目的。)	適切な森林管理が行われていることを認証する「森林管理の認証 (FM 認証)」と森林管理の認証を受けた森林からの木材・木材製品であることを認証する「加工・流通過程の管理の認証 (CoC 認証)」の 2 種類の認証制度です。 NPO である FSC (Forest Stewardship Council®: 森林管理協議会) が運営する国際的な制度です。
PEFC 森林認証プログラム (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) 	PEFC (各国で地元の関係者によって独立に設立運営されている森林認証制度を国際的に共通するものとして承認するための国際的 NGO)	持続可能な森林管理のために策定された国際基準 (政府間プロセス基準) に則って林業が実施されていることを第三者認証する「森林管理認証」、および、紙製品や木材製品等林産品に関して、森林管理認証を受けた森林から生産された木材やリサイクル材を原材料として一定の割合以上使用していることを第三者認証する CoC 認証があります。
SGEC 認証 	一般社団法人 緑の循環認証会議	SGEC 森林認証においては、モントリオール・プロセスを基本に自然的、社会的立地に即し、森林の生物多様性、生産性、再生能力・活力及び生態学的、経済的、社会的な機能を現在および将来にわたって果たす潜在能力を維持することができる持続可能な森林管理の実現を目指すものです。なお、本認証は前述の PEFC との相互認証を果たしています。
MSC 認証 	Marine Stewardship Council: 海洋管理協議会 (持続可能な漁業・水産物の普及を目指す国際的な非営利団体)	持続可能で適切に管理されている漁業を認証する「漁業認証」と、認証された水産物が流通・加工過程で、非認証水産物と混ざることがを防ぐ CoC (Chain of Custody) 認証の 2 種類があります。国際的な NPO である MSC (Marine Stewardship Council) により管理・促進されており、国際食糧農業機関(FAO)の水産物エコラベルのガイドラインに準拠しています。
ASC 認証 	Aquaculture Stewardship Council: 水産養殖管理協議会	環境と社会に配慮し適切に管理された養殖業を認証し、認証された水産物が流通・加工過程で非認証水産物と混ざることなく消費者の方に届けるトレーサビリティを持つ国際認証です。
マリン・エコラベル・ジャパン (MEL) 	一般社団法人 マリン・エコラベル・ジャパン協議会	水産資源管理や生態系の保全に適切に取り組んでいる漁業を認証する「漁業認証」と、認証された水産物が流通・加工過程で非認証水産物と混ざることがを防ぐ CoC (Chain of Custody) 認証の 2 種類があります。水産資源管理と生態系の保全に取り組んでいる認証された漁業による水産物製品にラベルをつけるものです。

※一部は環境省ホームページより転載 (<https://www.env.go.jp/policy/hozen/green/ecolabel/touroku.html>)

その他の認証マーク等については上記 Web ページをご参照ください。
 注 1) 認証は各事業者の特性や規模に応じて適切に活用してください。
 注 2) 上記に示す認証は必ずしも取得を義務付けるものではありません。

エンジニアのための環境ガイドブック

2021年4月1日 第1版

ACSP 一般社団法人 コンピュータ教育振興協会
Association for Computer Skills Promotion

著作・発行者

一般社団法人コンピュータ教育振興協会

住所 東京都港区赤坂2-8-14 丸玉第3ビル8階

連絡先 acspinfo@acsp.jp