

令和3年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
専門学校と高等学校の有機的連携プログラムの開発・実証
工業系分野における高専連携の5年一貫教育プログラム開発・実証

環境分野

≡≡≡ [骨子案] ≡≡≡

はじめに

本事業は、文部科学省から委託された「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の内
のひとつである「専門学校と高等学校、教育委員会等の行政及び企業が協働で、高・専一貫の教
育プログラムを開発するモデルを構築する」事業の成果報告書である。

この事業は、中等教育（高等学校）の段階から、キャリア意識を高め、専門知識を涵養できる
ようなアプローチをすることが、専門学校における学びの質を高めることに繋がるとともに、高校生にとっ
ては職業意識を醸成することによって、将来の就業に適した専門知識や技術を習得する進路を導
き出すことが可能となる。

これは、高卒就職者の約4割が離職するという統計やその後の離転職においてキャリアアップを図
れず、非正規雇用のままが続く、というケースの改善にもつながる。

本校は、1969年開校の自動車整備士養成の工業系の専門学校として、約4万人以上の卒
業生を自動車業界へ輩出している。また、同法人内に「建築」、「インテリア」、「情報・IT・Web」、
「AI・データサイエンス」、「バイオテクノロジー」、「環境」の分野（学科）を有する専門学校 東京テ
クニカルカレッジ（東中野）を設置おり、日本の基幹産業を網羅している。また、114社（2022年
1月現在）の企業が加盟している「後援会」組織が、就職や教育課程編成委員会等の活動で協
力をしてくれている。

今回の事業は、この幅広い職業分野をカバーしている専門学校と高校、さらに企業群と教育連
携することによって、実社会に即した職業教育と高専一貫の教育プログラムを開発することで、高校
生段階から職業観を図れることと高度な専門知識や技術の習得へ繋がり、確かな就職活動、その
後のキャリア形成に役立つものと確信している。

また、Society5.0やSDGs、DX等の社会的インフラ、教育課程においては、GIGAスクール構
想をはじめ学習指導要領の改定等、初等中等教育から高等教育までの教科や学習の仕方が大
きく変わろうとしている。

本事業は、「高専一貫」として、高校の3年間と専門学校の2年から5年間という、長い期間の
教程をカバーするため、刻々と変化する時代のニーズを反映しなければならない。

今回は初年度ということから、高校、専門学校、企業、行政等の各視点から、この事業の必要
性と方向性を各種調査やヒアリング等を行い、その結果を成果報告書として編集している。

最後に、今回の報告書を多くの高校、専門学校、企業がこれからの高校、専門学校のあり方の
道標としていただければ幸いです。

事業責任者

学校法人小山学園 専門学校 東京工科自動車大学校

校長 佐々木 章

目次

第2回環境リテラシー参考箇所	1
第4回環境リテラシー参考箇所	9
第5・6回環境リテラシー参考箇所	17
第10回環境リテラシー参考箇所	29
第11回環境リテラシー参考箇所	37
第12回環境リテラシー参考箇所	45
第13回環境リテラシー参考箇所	59

第2回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「e c o検定」公式テキスト

【第2回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■「環境」とは

人間及び人間社会を取り巻く人間以外の「生物」、「生態系※」、そして「山」、「川」、「海」、「大気」などの自然そのものをいう。

※生態系とは、川、海、草原、森林など、あるまとまりを持った自然環境と、そこに生息するすべての生物で構成される空間をいう。自然生態系ともいう。

出典・引用：環境社会検定試験「eco検定」公式テキスト

環境基本法で「環境」の概念は定義されていない。

環境施策との関係で、環境要素としては、

- ①大気、水、土壌、その他。
- ②生態系の多様性、野生生物の種の保存その他の生物多様性、森林・農地・水辺等の自然環境。
- ③人と自然との豊かな触れ合い、が挙げられている（環境基本法14条）。
環境の中身はその時代の人や社会の認識によって変化すると考えられ、現在ではこれらのほか、日照、景観、歴史的・文化的遺産も含むとされる。

引用：環境展望台https://tenbou.nies.go.jp/policy/description/glossary/0001_glossary.html

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■「環境問題」とは

- ・約250年前の「産業革命」以後、特に20世紀以降の経済規模の拡大（産業革命：1760年 - 1840年）
- ・環境の復元能力を超えた採取による資源の減少
- ・廃棄物や汚染物質の排出に伴う環境汚染、生息生育地の縮小など

人の活動による環境への影響
「地球環境問題」と「地域環境問題」に区分



出典：四国電力



出典：パブリックドメイン

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

<参考>

地球の歴史を1年間に縮めてみると・・・

●地球カレンダー

一 年 間	1月1日 0時	地球誕生	46億年前
	1月24日	陸と海の形成	43~41億年前
	2月17日	海に原始バクテリアの誕生	40~38億年前
	5月31日	藍藻（シアノバクテリア）による光合成が活発となり、酸素供給が増加	27億年前ごろ
	11月14日	オゾン層が形成され、有害な紫外線を吸収	6億年前ごろ
	11月21日	生物が陸上に進出	5~4億年前
	12月26日	恐竜の大絶滅	6.5千万年前
	12月31日 23時48分	現生人類の誕生	10万年前
	12月31日 23時59分58秒	産業革命・・・	250年前

2秒前!?

環境問題は人為的原因によるものである

引用：改訂4版環境社会検定試験「eco検定」公式テキストより

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■環境問題の区分

環境問題の種類別	地球環境問題	地域環境問題
大気系の環境問題	地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、黄砂、越境大気汚染	大気汚染 ヒートアイランド問題
水環境系の環境問題	海洋汚染、淡水資源問題	水質汚濁
地盤/土壌の環境問題	砂漠化	土壌汚染、地盤沈下
生態系にかかわる問題	生物の多様性の減少、野生生物の保護、森林（特に熱帯林の減少）	生物の多様性の減少、自然環境との共生、景観、里地里山・田園地帯の保全
途上地域などに普遍的に顕在化している問題	途上国の環境（公害）問題、有害廃棄物の越境移動	
国際協議の下での取り組みが不可欠な問題	世界遺産、南極の保全	
地域の生活環境保全		廃棄物問題、騒音、振動、悪臭、 光害、電磁波
その他	化学物質問題、放射性物質による環境リスク問題、放射性廃棄物の処理	

 枠内を典型7公害という

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 環境問題への取組の歴史（世界）

◇ 地球環境問題に対する国際的な取組・事件・警鐘

年	主な取組み・事件・警鐘	概要
1952	・ ロンドンスモッグ事件	・石炭の燃焼によって生じる「すす」や「亜硫酸ガス（二酸化硫黄）」等が、ロンドンに特有の冬の気象条件によって地表付近に停滞したことによって発生した。1万人以上が死亡した、史上最悪規模の大気汚染による公害事件。
1962	・「 沈黙の春 」 レイチェル・カーソン 著	・農薬や殺虫剤等の化学物質が大量に使用された時に自然の生態系はどうなるのか、生物そして人間はどうなるのか問いかけた警告の書。
1972	・ 「成長の限界」 ローマクラブ 発表 ・ 国連人間環境会議 開催 ・ 国連環境計画（UNEP※1） 設立 ※1:United Nations Environment Programme	・人口と工業投資がそのまま幾何級数的成長を続けると地球の有限な天然資源は枯渇し、環境汚染は自然が許容しうる範囲を超えて進行し、100年以内に成長は限界点に達すると警鐘。 ・国連人間環境会議で「 人間環境宣言 」採択。
1975	・「 ラムサール条約 」発効 ・「 ワシントン条約 」発効	・水鳥とその生育地である湿地の保護が目的 ・絶滅のおそれのある野生生物の種の保存が目的 希少な野生生物やそのはく製や皮・牙などを加工した製品の国際取引を規制。
1985	・「 オゾン層保護のためのウィーン条約 」採択	・オゾン層破壊の原因となるフロンガス消費規制などを内容とする国際条約。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

年	主な取組み・事件・警鐘	概要
1987	・ 環境と開発に関する世界委員会（WCED※2） ※2:World Commission on Environment and Development ・「 オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書 」	・WCEDが報告書「 我ら共有の未来 」を発表。「 持続可能な開発 」の考え方を提唱した。 ・成層圏オゾン層破壊の原因とされるフロン等の環境中の排出抑制のための削減スケジュールなどの規制措置を規定。 特定フロン（CFC：クロロフルオロカーボン） 、 ハロン 、 四塩化炭素 などが1996年以降全廃となり、その他HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）なども順次、全廃。
1988	・ IPCC※3（気候変動に関する政府間パネル） 設立 ※3:IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change	・温暖化に関する科学的知見の収集・評価・提言を行う政府間機構。
1992	・ 国連環境開発会議（地球サミット） ブラジル、リオデジャネイロで開催 ・有害廃棄物の国境を越える移動及び処分の規制に関する「 バーゼル条約 」発効	・持続可能な開発を実現するための国際会議、「 リオ宣言 」「 アジェンダ21 」など採択、「 気候変動枠組条約 」「 生物多様性条約 」の署名開始、「 森林原則声明 」、「 共通だが差異ある責任 」。 ・有害廃棄物の越境移動に関する国際的な規制。
1996	・ 環境マネジメントシステム国際規格「ISO14001」 発効	・環境リスクの低減・環境への貢献と経営の両立を目指す環境マネジメントシステムの国際規格。
1997	・ 気候変動枠組条約締約国会議（COP3） 京都で開催	・「 京都議定書 」採択、先進国全体で90年度比5%以上の温室効果ガス削減を目指す。日本6%、EU8%、米国7%など。「 京都メカニズム 」を採用。
2002	・ 持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD） 「 リオ+10 」ヨハネスブルグで開催	・地球サミットから10年、アジェンダ21などのフォローアップ、 持続可能な開発のための教育（ESD）

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

年	主な取組み・事件・警鐘	概要
2005	・「京都議定書」発効	・ロシアの批准により発効、米国は見送り（離脱）。
2007	・IPCC「第4次評価報告書」発表	・地球温暖化の原因は人為起源のCO ₂ であることを明言。
2008	・「京都議定書」第一約束期間スタート ・G8北海道・洞爺湖サミット開催	・2008～2012年が第一約束期間 ・「環境」をテーマとした先進国首脳会議
2009	・気候変動枠組条約締約国会議(COP15)コペンハーゲンで開催	・産業革命以前からの気温上昇を「2度以内」に抑えることに合意、首脳級レベルで「ポスト京都議定書」の枠組みをめぐる協議
2010	・生物多様性条約 締約国会議(COP10)名古屋で開催	・「名古屋議定書」「愛知目標」採択
2011	・気候変動枠組条約締約国会議(COP17)ダーバンで開催	・「京都議定書」延長、及び新枠組に向けた工程表「ダーバン・プラットフォーム」採択 ・2020年からの新枠組(COP21で採択の合意)
2012	・国連持続可能な開発会議「リオ+20」リオデジャネイロで開催 ・気候変動枠組条約締約国会議(COP18)ドーハで開催	・地球サミットから20年、アジェンダ21などのフォローアップを実施、グリーン経済の必要性の強調 ・8年間の第2約束期間を設定、新枠組づくりに向けた交渉作業計画「ドーハ合意」を採択
2013	・気候変動枠組条約締約国会議(COP19)ワルシャワで開催	・作業計画決定 ・ワルシャワメカニズムの設立

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

年	主な取組み・事件・警鐘	概要
2014	・IPCC「第5次評価報告書」発表	・気温上昇2℃未満に抑える道筋があることを強調
2015	・「持続可能な開発のための2030アジェンダ」採択 ・気候変動枠組条約締約国会議COP21（パリ）にて「パリ協定」を採択	・2030年まで実現すべき17目標（SDGs※：持続可能な開発目標）を共有。 ※SDGs：Sustainable Development Goals ・先進国のみならず、途上国も含む温室効果ガスの削減のための2020年以降の国際的取組の枠組み。協定の目的は、世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して「2℃よりも十分に低く」抑え（2℃目標）、さらに「1.5℃に抑えるための努力を追求すること」。
2016	・「パリ協定」発効	・二大排出国の米国と中国の批准により発効
2017	・初の「国連海洋会議」開催	・海洋汚染、沿岸域生態系の管理・保全・再生、持続可能な漁業などについてパートナーシップダイアログを実施
2018	・IPCC「1.5℃特別報告書」	・世界の平均気温が1.5℃上昇した場合の気候システムの変化と、生態系や人間社会へのリスクを警告。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■「持続可能な社会」とは (Sustainable society)

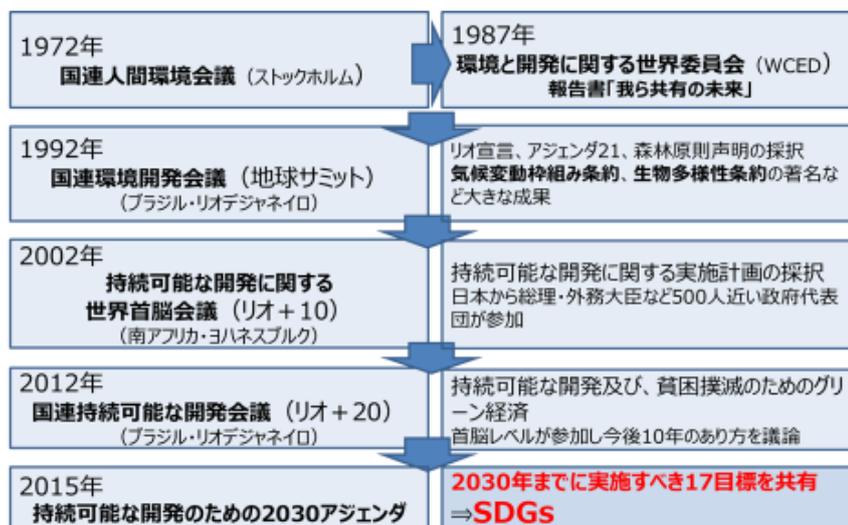
健全で恵み豊かな環境が地球規模から身近な地域までにわたって保全されるとともに、それらを通じて一人ひとりが幸せを実感できる生活を享受でき、**将来世代にも継承することができる社会**のこと。

■「持続可能な開発」とは (Sustainable Development)

現代に生きる地球上のすべての人々や将来世代の人々みんなが安心して暮らすことのできる社会をつくるため、**社会的公正の実現や自然環境との共生を重視した新しい開発**のあり方のこと。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 地球環境問題を巡る国際的議論の流れ



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

SDGs：持続可能な開発目標とは Sustainable Development Goals

- 2015年9月に、国連サミットにおいて、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択。→193カ国の合意
- 17のゴール（目標）とその下位目標である169のターゲットから成る「持続可能な開発目標（：SDGs）」が策定。
- 2000年に国連で策定された「ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals(MDGs))」の後継として策定。
※ MDGsは国連ミレニアム宣言と国際開発目標を統合し、一つの共通の枠組みとしてまとめられたもので、主に途上国が対象となっている。
- SDGs
 - 先進国を含む、2030年までの国際社会全体の開発目標。
 - 17のゴール（目標）は5つのPから成り立っている
 - ① **People** 人間・・・1～6 貧しさを解決し、健康でお互いを大切にしよう
 - ② **Prosperity** 豊かさ・・・7～11 経済的に豊かで、安心して暮らせる世界にしよう
 - ③ **Planet** 地球・・・12～15 自然と共存して、地球の環境を守る
 - ④ **Peace** 平和・・・16 争いのない平和を知ることから実現しよう
 - ⑤ **Partnership** パートナーシップ・・・17 いろいろな形で、みんなが協力し合う大切さ
 - 「誰一人取り残さない」(no one left behind)
 - 「包摂性」：社会の実現を目指し、経済・社会・環境をめぐる広範な課題に統合的に取り組むことを目標。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ SDGs（持続可能な開発目標）



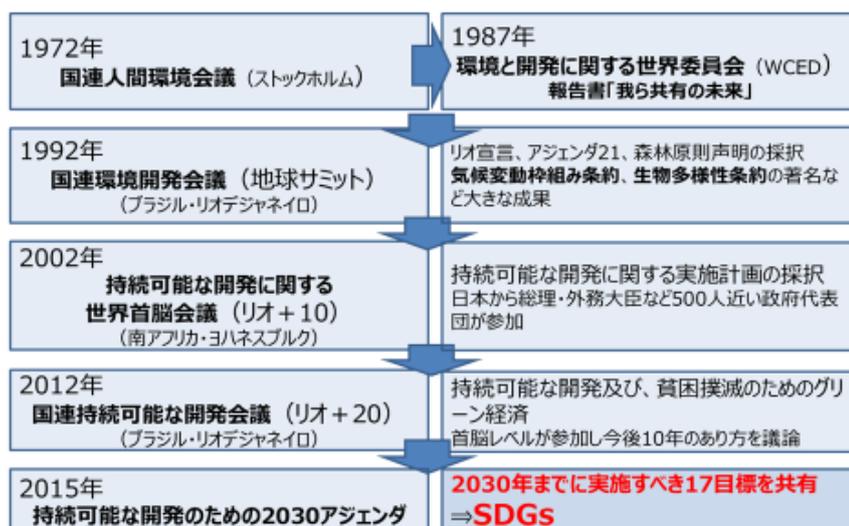
第4回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「e c o検定」公式テキスト

【第4回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 地球環境問題を巡る国際的議論の流れ



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

SDGs：持続可能な開発目標とは Sustainable Development Goals

- 2015年9月に、国連サミットにおいて、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択。→193カ国の合意
 - 17のゴール（目標）とその下位目標である169のターゲットから成る「持続可能な開発目標（：SDGs）」が策定。
 - 2000年に国連で策定された「ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals(MDGs)）」の後継として策定。
 ※MDGsは国連ミレニアム宣言と国際開発目標を統合し、一つの共通の枠組みとしてまとめられたもので、主に途上国が対象となっている。
- SDGs
- 先進国を含む、2030年までの国際社会全体の開発目標。
 - 17のゴール（目標）は5つのPから成り立っている
 - ① **People** 人間・・・1～6 貧しさを解決し、健康でお互いを大切にしよう
 - ② **Prosperity** 豊かさ・・・7～11 経済的に豊かで、安心して暮らせる世界にしよう
 - ③ **Planet** 地球・・・12～15 自然と共存して、地球の環境を守る
 - ④ **Peace** 平和・・・16 争いのない平和を知ることから実現しよう
 - ⑤ **Partnership** パートナーシップ・・・17 いろいろな形で、みんなが協力し合う大切さ
 - 「誰一人取り残さない」(no one left behind)
 - 「包摂性」：社会の実現を目指し、経済・社会・環境をめぐる広範な課題に統合的に取り組むことを目標。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■SDGs（持続可能な開発目標）



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■持続可能な開発目標 17のゴール

- 

目標1. 貧困をなくそう
あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる。
- 

目標2. 飢餓をゼロに
飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する。
- 

目標3. すべての人に健康と福祉を
あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する。
- 

目標4. 質の高い教育をみんなに
すべての人々への包摂的かつ公正な質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



目標5. ジェンダー平等を実現しよう
ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女児の能力強化を行う。



目標6. 衛生 安全な水とトイレを世界中に
すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する。



目標7. エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する。



目標8. 働きがいも経済成長も
包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用(ディセント・ワーク)を促進する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



目標9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る。



目標10. 人や国の不平等をなくそう
各国内及び各国間の不平等を是正する。



目標11. 住み続けられる街づくりを
包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する。



目標12. つくる責任、つかう責任
持続可能な生産消費形態を確保する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



目標13.気候変動に具体的な対策を
気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる。



目標14.海の豊かさを守ろう
持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する。



目標15.陸の豊かさを守ろう
陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する。



目標16.平和と公平をすべての人に
持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



目標17.パートナーシップで目標を達成しよう
持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する。

■ 環境、経済、社会の三層構造で示した木の図



- ・経済：⑧・⑨
- ・社会：①・②・③・④・⑪・⑫
- ・環境：⑥・⑫・⑭・⑮・⑰・⑱
- ・ガバナンス：⑩・⑱・⑲

資料：環境省資源研究総合推進費助成研究プロジェクト「持続可能な開発目標とガバナンスに関する概念的探究」より開発者作成

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■SDGsの評価

評価機関：SDGsインデックス & ダッシュボード（SDG Index and Dashboards Report）

- SDGsの達成状況を分析レポート
- 国連加盟国（193か国）について分析
- 2016年から発行
- 発行はベルテルスマン財団と持続可能な開発ソリューション・ネットワーク（SDSN※）

※SDSN（Sustainable Development Solutions Network）は、持続可能な開発へ向けて、学術機関や企業、市民団体をはじめとするステークホルダーの連携のもとに解決策を導き、持続可能な社会を実現するための最善の方法を明らかにして共有することを目的としているグローバルなネットワークである。

各国のSDGs評価（2020年版による）

順位/国名/ランキングスコア	順位/国名/ランキングスコア	順位/国名/ランキングスコア
1位：スウェーデン (84.7)	11位：ベルギー (80.0)	31位：アメリカ合衆国 (76.4)
2位：デンマーク (84.6)	12位：スロベニア (79.8)	48位：中国 (73.9)
3位：フィンランド (83.8)	13位：イギリス (79.8)	53位：ブラジル (72.7)
4位：フランス (81.1)	14位：アイルランド (79.4)	57位：ロシア (71.9)
5位：ドイツ (80.8)	15位：スイス (79.4)	117位：インド (61.9)
6位：ノルウェー (80.8)	16位：ニュージーランド (79.2)	162位：リベリア (47.1)
7位：オーストリア (80.7)	17位：日本 (79.2)	163位：ソマリア (46.2)
8位：チェコ共和国 (80.6)	18位：ペラルーシ (78.8)	164位：チャド (43.8)
9位：オランダ (80.4)	19位：クロアチア (78.4)	165位：南スーダン (43.7)
10位：エストニア (80.1)	20位：韓国 (78.3)	166位：中央アフリカ共和国 (38.5)

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■日本のSDGs評価（2020年版）

<日本のランキング推移>

2016年：18位（75点）、2017年：11位（80.2点）、2018年：15位（78.5点）、
2019年：15位（78.9点）、2020年：17位（79.1点）

Decreasing：後退・減少 **Stagnating**：停滞 **Moderately Increasing**：緩やかな進歩・増加
On track：このペースであれば達成予定 **Maintaining SDG achievement**：達成状態を維持している



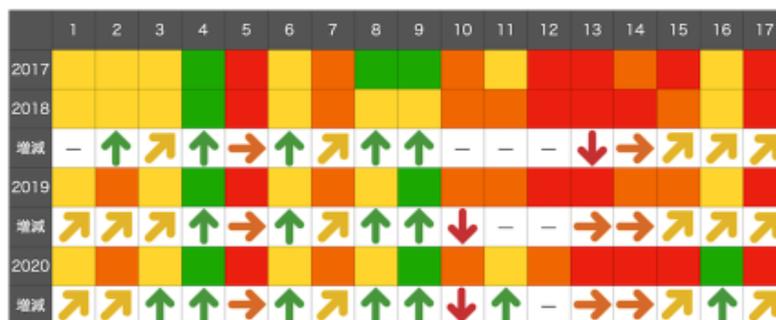
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



Decreasing : 後退・減少 Stagnating : 停滞 Moderately Increasing : 緩やかな進歩・増加
On track : このペースであれば達成予定 Maintaining SDG achievement : 達成状態を維持している

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■日本の目標別達成度（進捗度）の推移と状況



- 2020年までの日本の目標別達成度（進捗度）の特徴
- 緑矢印が続き取り組みが順調に進んでいる目標は、目標4（教育）・目標6（安全な水とトイレ）・目標8（働きがいと経済成長）・目標9（産業・技術革新）
 - 達成度（各年の4色の結果）と進捗度（各年の矢印）が低く取り組みの強化が必要な目標は、目標5（ジェンダー平等）・目標10（不平等をなくす）・目標13（気候変動対策）・目標14（海の豊かさ）
 - 達成度（各年の4色の結果）は低いが進捗度（各年の矢印）が順調な目標は、目標2（飢餓）・目標7（エネルギー）・目標15（陸の豊かさ）・目標17（パートナーシップ）

第5・6回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「eco検定」公式テキスト

【第5回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生命の誕生・生物の環境変化への適応（1）

- 地球の年齢は46億歳？
- 微惑星との衝突を繰り返しながら成長（原始地球）
- 表面はマグマ、上空は厚い雲、高濃度の二酸化炭素、酸素は無。
- 地球表面が冷え始め、雲が雨となって降り低地に溜り海となる。（41億年前に陸と海が形成）
- 薄くなった雲間から太陽光が注ぎ、生命誕生の環境が整う。
- 有害な太陽風や紫外線が常に降り注ぐ。
- 40～38億年前、海中のアミノ酸が化学変化して原始バクテリアが誕生（一説？）。
嫌気性微生物
- 27億年前、磁気圏ができ太陽風の影響がなくなり、太陽光の差し込む海面付近で生きていけるようになり、シアバクテリア（ラン藻）による光合成が活発化し、海中の二酸化炭素が消費され大量の酸素が海水中に供給される。

工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生命の誕生・生物の環境変化への適応（1）

- 酸素は海水中の鉄分と反応し、海底に大量の鉄を沈殿・堆積（鉄鉱床）させた。鉄の沈殿が終わって（20億年前）から大気に酸素が放出。
- 大気中の二酸化炭素は、海中に大量に溶け込み、海水成分との化学反応や生物の遺骸となって海底に沈殿し、大量の石灰岩が形成。大気中の二酸化炭素は減少。
- 大気中の酸素濃度の上昇によりオゾン層が形成（6億年前）。
- オゾン層が生物に有害な紫外線を吸収。生物が陸上進出。
- 5億年前に植物、4億年前に動物の陸上進出、木性シダ類の森林、豊かな陸上生態系の形成。石炭→シダ林が地殻変動等で地中に埋まって化石化したもの。
- 約6千5百年前に恐竜が絶滅、哺乳類の時代へ。
- 「ホモ・サピエンス」が約20万年前に誕生、…他の生物の頂点

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 自然環境の構成



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 地球表面な資源

□化石燃料（石炭、石油、天然ガスなど）、ベースメタル（鉄、アルミニウムなど）、
貴金属（金、銀など）、レアメタル（マンガン、ニッケルなど）

□海底鉱物資源：下表

図表 2-1 現在までに存在が確認されている4つの海底鉱物資源とその特徴

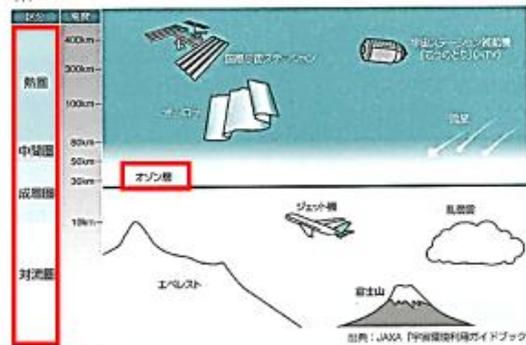
	海底熱水鉱床	マンガンクラスト	マンガン団塊	レアアース泥
産状	熱水から沈殿した金属から成るチムニーとマウンド	基盤岩を皮殻状に覆う厚さ数cm～10数cmのマンガン酸化物	海底堆積物の表面に分布する直径数cm～10数cmの球状の団塊	深海盆に広く分布する海洋性の堆積物
水深	主として1,000～4,000m	主として800～2,500m	4,000～6,500m	4,000～6,000m
含まれる有用金属	銅、鉛、亜鉛、金、銀、ゲルマニウム、ガリウム等のレアメタル	マンガン、銅、ニッケル、コバルト、白金、テルル、モリブデン等	マンガン、銅、ニッケル、コバルト、リチウム、モリブデン等	レアアース、特に中希土類元素～重希土類元素に富む

出典：経済産業省「海洋開発工学概論」

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 大気構成と働き

図表 2-2 大気圏の構成



- 熱圏（約80km～）
生物に有害なX線や紫外線を吸収する。
- 中間圏（約50～80km）
- 成層圏（約10～50km）
生物に有害な紫外線を吸収するオゾン層がある。
- 対流圏（0～約10km）
風雨などすべての気象現象がここで起こる。生物の生存に必要な酸素や二酸化炭素の供給を行う。

■ 大気働き

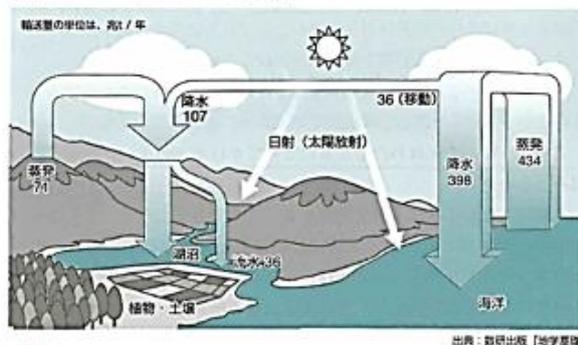
- ① 生物の呼吸に必要な酸素と、光合成に必要な二酸化炭素を供給する。
- ② 温室効果により、地表付近を生物が生活できる適度な気温に保つ。
- ③ オゾン層が、生物に有害な紫外線を吸収し、地表に届かせない。
- ④ 大気循環により、熱や水を地球規模で移動させ、気候をやわらげる。
- ⑤ 宇宙から飛来する隕石を摩擦熱で消滅させ、地表に届かせない。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水の循環

海水⇒蒸発⇒移動⇒降水・降雪⇒（河川・湖沼・地下水など）⇒海水

図表 2-3 地球規模での水の循環



水	割合%
海洋	97.5
氷雪	1.8
地下水	0.7
土壌	0.002
湖沼	0.016
河川	0.0001
水蒸気	0.001

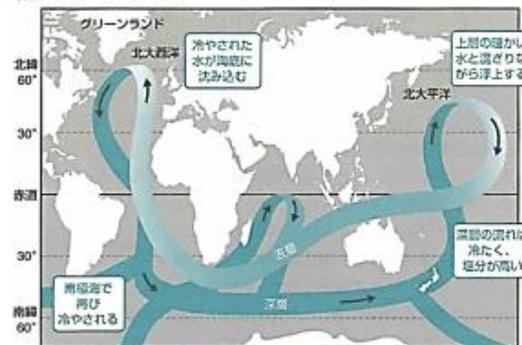
■ 川の働き

- ① 地上を流れ下りながら、土の中に蓄えられた栄養分を海に運ぶ。
- ② 特に植物プランクトンに必要な栄養分である窒素、リン、カリウム（三大肥料）などを豊富に海に運ぶ。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■水の循環と海洋の働き

図表 2-4 深層循環 ■深層循環（熱塩循環）



出典：大森啓民、ボイス・ミラー著『海の生物多様性』築地書館を一部改変

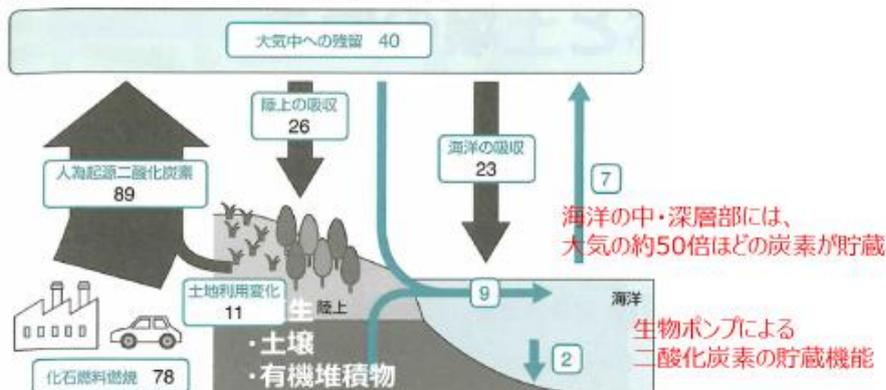
■海洋の働き

- ①地球上に不可欠な淡水の供給源となる。
- ②海洋生物の生存・成長の環境を与え、海洋資源を育成する。
- ③海流などの循環によって、物質を移動させ、気候を安定させる。
- ④二酸化炭素（CO₂）を吸収・貯蔵する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■炭素循環の模式図

図表 2-5 人為的炭素収支の模式図（2000年代）



注) IPCC報告書(2013)を基に作成。各数値は炭素量に換算したもので、緑の矢印及び数値は産業革命前の状態を、黒の矢印及び数値は産業活動に伴い変化した量を表している。2000～2009年の平均値を1年あたりの値で表している。単位は億t炭素。

出典：気象庁

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 森林と土壌の働き

■ 森林の働き

図表 2-6 森林の8つの機能

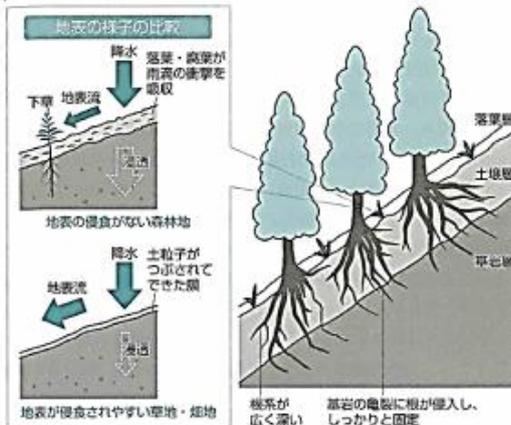
機能分類	要素群
1. 地球環境保全	地球温暖化の緩和（二酸化炭素吸収、化石燃料代替エネルギー）、地球の気候の安定
2. 土砂災害防止/土壌保全	表面侵食防止、表層崩壊防止、その他土砂災害防止、雪崩防止、防風、防雪
3. 水源涵養	洪水緩和、水資源貯留、水量調節、水質浄化
4. 快適環境形成	気候緩和、大気浄化、快適生活環境形成
5. 保健・レクリエーション	療養、保養、行楽、スポーツ
6. 文化	景観・風致、学習・教育、芸術、宗教・祭礼、伝統文化、地域の多様性維持
7. 物質生産	木材、食料、工業原料、工芸材料
8. 生物多様性保全	遺伝子保全、生物種保全、生態系保全

出典：日本学術会議審中「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的機能の評価について」（平成13年）よりとりまとめ

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 森林の土砂災害防止/土壌保全機能

図表 2-7 森林の土砂災害防止/土壌保全機能



出典：一般社団法人全国林業改良普及協会「森林のセミナーNo.2 くらしと森林」

図表 2-8 日本の森林面積の内訳



注：平成29（2017）年5月31日の数値。出典：林野庁「森林資源の概況」

美しい森林づくり推進国民運動の展開

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 熱帯林の重要性



熱帯林多雨林は、
「地球の肺」
「生物資源、遺伝子資源の宝庫」
といわれている



熱帯モンスーン林



熱帯多雨林



マングローブ林



熱帯サバンナ林

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌の役割と土壌生物

■ 土壌の役割

- ① 植物の根を張らせ、食料となる農作物や木材資源となる樹木の生長を支える。
- ② 物質循環の過程で、さまざまな物質を分解し植物に養分（窒素など）として供給する。
- ③ 物質循環の過程で、大気中の二酸化炭素を炭素として貯蔵する。
- ④ 水を浄化し、水を貯える。
- ⑤ 陶磁器や建材などの材料、土木・建築物の土台や基礎材料となる。

図表 2-9 土壌生物

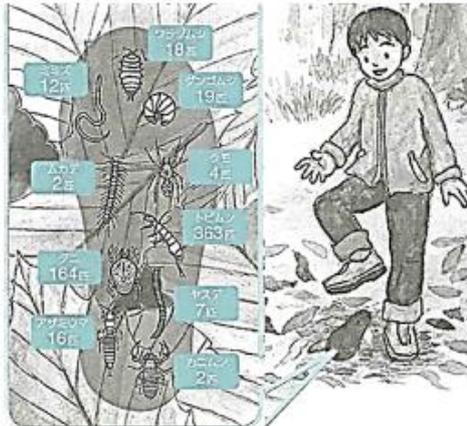
土壌生物	土壌微生物	菌類（カビ・キノコ）
		細菌（バクテリア）
		放線菌
		藻類など
土壌動物	大型土壌動物	腐食：ミミズ・ヤスデ・フラジムシ・シロアリ・ゴキブリ・陸貝など 捕食：ムカデ・ゴミムシ・クモ・ザトウムシ・アリなど
	小型土壌動物	腐食：トビムシ・ササラダニなど 捕食：カニムシ・トビダニ・ケダニなど

出典：サイエンスウィンドウ2014年冬号 国立研究開発法人 科学技術振興機構

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌生物の役割

子どもひと踏みの下にいる土壌動物の数



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構「Science Window」2014年号

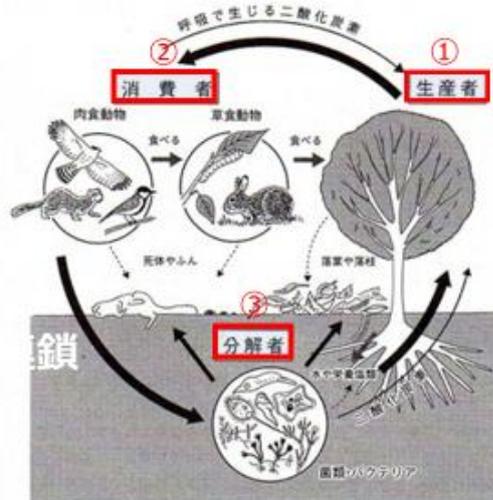
■ 土壌生物の役割

土壌中の枯れ葉や動物の死骸などの有機物を、植物の生長に必要な窒素やリンなどの無機物に分解する。

土壌微生物と土壌動物は共生関係にある場合が多く、ミズなどの消化管内では消化酵素を持つ微生物が取り込まれた有機物の分解を助けている。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生物を育む生態系（食物連鎖）



出典：樋口広芳編「保全生物学」東京大学出版会

生態系の構成者

- ①植物→生産者
- ②動物→消費者
- ③土壌生物→分解者

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

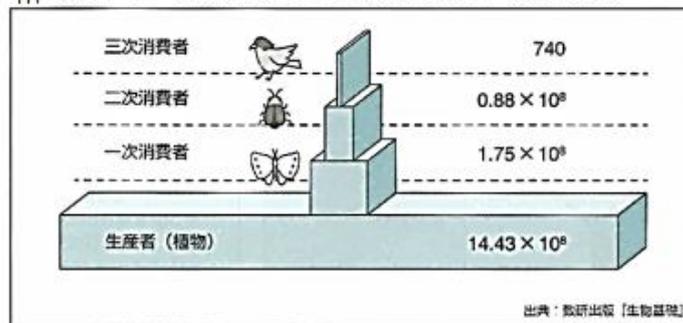
■生態系を維持する生物同士の関係

■生態系ピラミッド

食物連鎖の中では、食べられる生物は食べる生物より数多く生息している。この量的関係を図で示したものをいう。

・個体数ピラミッド ・生物量ピラミッド ・生産力ピラミッドがある

図表 2-11 北米の草原における個体数ピラミッド（個体/km²）



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

※生態系ピラミッド



出典：猛禽類保護センター http://www.sizenken.biodic.go.jp/mokin/center/room04_1.html

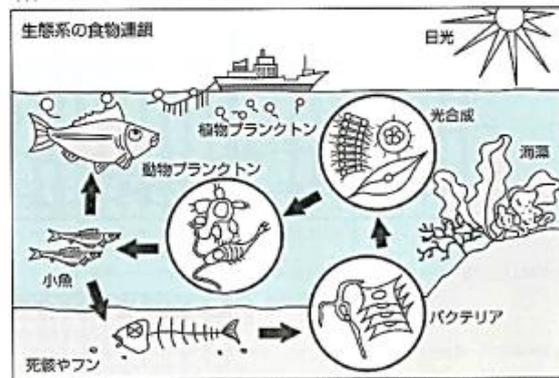
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生物濃縮

■ 生物濃縮

環境中に放出された化学物質は、ごく微量でも食物連鎖の各段階を経るごとに生物の体内で蓄積量が増加する現象のこと。

図表 2-12 海洋の食物連鎖



出典：(公財) 日本海軍広報協会

化学物質
↓
プランクトン
↓
小さな魚
↓
大きな魚
↓
人間が食べる
例) 有機水銀
水俣病

【第6回環境リテラシー参考箇所】

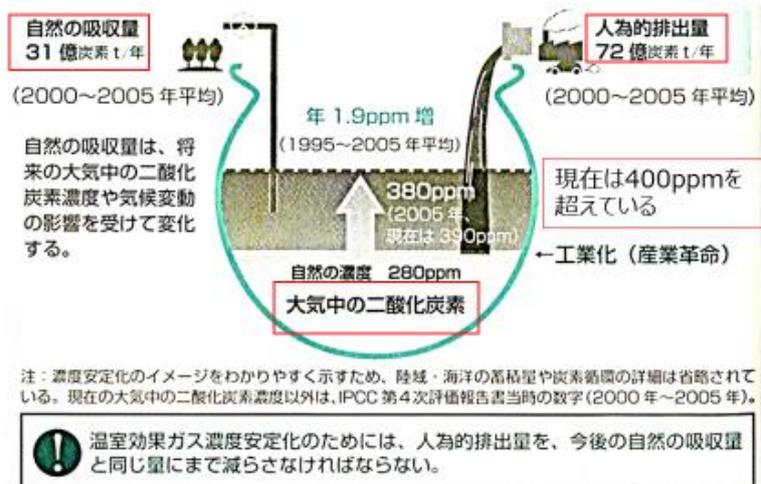
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■地球温暖化



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■自然の吸収量と人為的排出量



第10回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「eco検定」公式テキスト

【第10回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■生物多様性とは



出典：大林組 <http://www.obayashi.co.jp/eco/biodiversity/about/index.html>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■生態系サービスとは



生態系サービスとは、生物・生態系に由来し、人類の利益になる機能（サービス）のこと。「エコロジカルサービス」や「生態系の公益的機能」とも呼ぶ。

出典：大林組 <http://www.obayashi.co.jp/eco/biodiversity/about/index.html>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ バイオミミクリー（生物模倣）



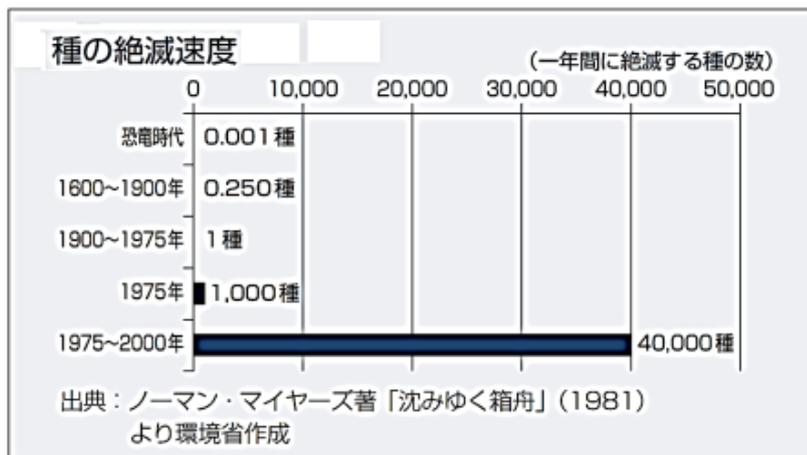
その他の昆虫ミメティクスの事例

- 撥水性の塗料・・・蝶や昆虫の翅、アメンボの殻
- 構造色の繊維や塗装・・・モルフォチョウの翅
- 空気から水を得る集水材料・・・ゴムシダマシの翅
- 高感度赤外線センサー・・・ナガヒラタタムシの熱センサー
- 小型で手軽な風力発電・・・トンボの翅
- 痛くない注射針・・・蚊の口吻
- 病原菌を殺す薬・・・台湾カブトムシの幼虫
- 脂肪を速く燃やす健康飲料・・・スズメバチ

藤崎憲治著「昆虫から学ぶ」(新潮選書)より

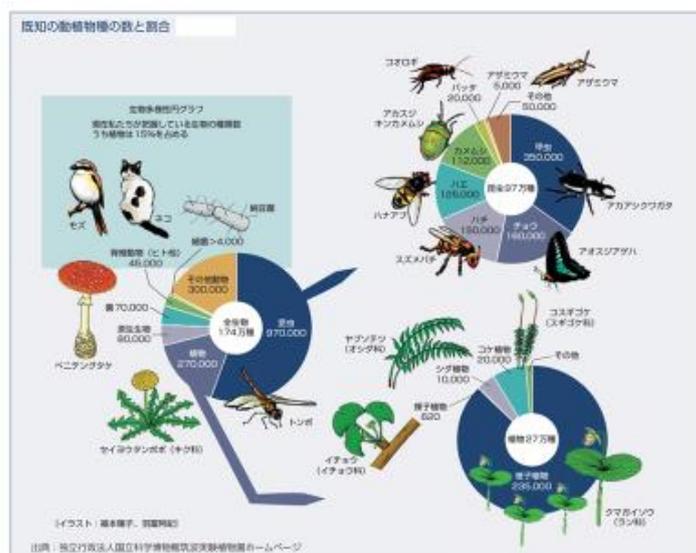
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生物多様性の危機



- 絶滅の危機にさらされている生物は数多くいる。
- そのスピードを緩和させることは困難である。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 野生生物種の減少

■ 野生生物種減少の原因

- ① 開発や森林伐採など生息環境の変化
- ② 魚の乱獲など生物資源の過剰な利用
- ③ 外来種の侵入
- ④ 水質汚濁など過度の栄養塩負荷

■ 絶滅危惧種

⇒ レッドリスト（レッドデータブック）

環境省レッドリスト2020

報道発表資料（令和2(2020)年3月27日）

<http://www.env.go.jp/press/107905.html>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

- 日本の生物多様性の危機の構造
 - 第1の危機：開発など人間活動による危機
 - 第2の危機：自然に対する働きかけの縮小による危機
 - 第3の危機：人間により持ち込まれたものによる危機
 - 第4の危機：地球環境の変化による危機

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

- 生物多様性のモニタリング
 - 緑の国勢調査（自然環境保全基礎調査）
 - モニタリングサイト1000（モニ1000）



生物多様性情報システム（J-IBIS）により公開されている。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 地球温暖化と生物多様性

<サンゴの白化現象>

珊瑚礁のサンゴが白くなる現象。サンゴの中に共生する直径0.01ミリほどの褐虫藻が、海水温があがってサンゴから抜け出してしまうことにより起こる。褐虫藻が戻らないとサンゴは死んでしまう。カリブ海・インド洋・沖縄など世界中の海で発生している。



第11回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「eco検定」公式テキスト

【第11回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

TEEB

(The Economics of Ecosystem and Biodiversity)

• 生態系と生物多様性の経済学

生物多様性と生態系サービスの価値を経済的価値に変換し、その損失が経済に与えられる影響などを定量的に研究している。

生態系サービスの貨幣価値の評価事例

→P101図表3-29

ビジネスと生物多様性

- 日本経団連生物多様性宣言
- 生物多様性民間参画ガイドライン

工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ ポリネーター

ポリネーター (pollinator) = 花粉媒介者 (かぶんばいかいしや)

送粉者の中で、植物の花粉を運んで受粉させ（送粉）、花粉の雄性配偶子と花の胚珠を受精させる動物のこと。



ミツバチとナタネ

国立研究開発法人
農業環境技術研究所による評価

花粉を運ぶ昆虫などが農業にもたらす経済価値の総額は約4,700億円（日本農業の算出額約5兆7,000億円の8.3%に相当）と推計されるなど、経済的価値は大きなものがある。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生物多様性の保全

- 生物多様性条約（1992年発効）
- 生物多様性国家戦略→生物多様性地域戦略

■ 自然環境保全地域

- 自然環境保全法
- 自然公園法
- 文化財保護法

→図3-30 保護・保全地域の状況

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 種の保存法

（絶滅のおそれのある野生動植物種の保存に関する法律）

- 国内希少野生動植物種を指定

→2018年2月現在：259種

■ 外来生物法

•外来生物：もともとその地域にいなかった生物で人間によってほかの地域から入ってきた生物。（約2,000種超え）

•特定外来生物：外来生物によって、生態系、人の生命・身体、農林水産業に悪影響を与えるおそれのあるものとして指定された外来生物。



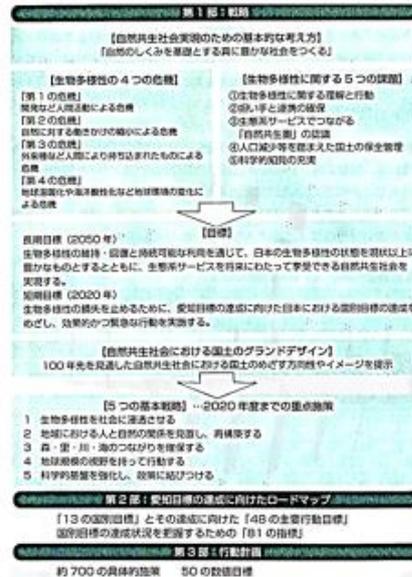
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

生物多様性国家戦略 2012-2020

(2012年9月閣議決定)

【戦略】

- 自然共生社会実現
- 生物多様性の4つの危機
- 生物多様性に関する5つの課題
- 長期目標（2050年）
- 短期目標（2020年）
- 自然共生社会における国土の
グランドデザイン
- 5つの基本戦略

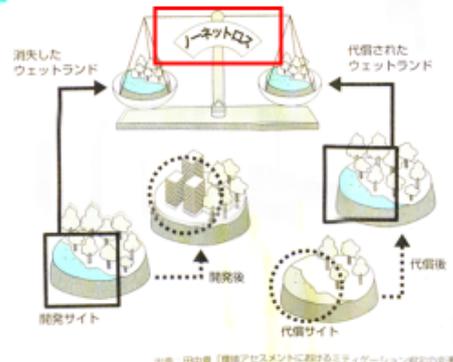


工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 生物多様性オフセット

「事業者が開発などを行う際に、事業を回避することや、事業による生態系への影響を最小化することを検討してもなお悪影響を及ぼす可能性がある場合、汚染者負担原則（PPP）に基づいて別の生態系を復元または創造することで、生態系の影響を代償（オフセット）しようとする仕組み」

図表 ノーネットロスの概念図



ネットゲインを目指す！
(同等以上に)

環境影響評価制度

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ビオトープ

森林、湖沼、草地、河川、湿地、岩場、砂地など生態系が保たれている生息空間のこと。



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■自然共生社会に向けた取組み

国土のグランドデザイン

○エコロジカル・ネットワークが形成されるエリア（緑で塗られたエリア）



生態系（エコロジカル）ネットワーク

野生生物の生息地を森林や緑地、開水面などで連絡することで、生物の生息空間を広げ、多様性の保全を図る。緑の回廊

地域循環共生圏

森・里・川・海のつながり
里地里山
里海

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■エコツーリズムと自然環境の保全（1）

■ エコツーリズム

「自然環境や歴史文化を対象とし、それらを体験し、学ぶとともに、対象となる地域の自然環境や歴史文化の保全に責任をもつ観光のあり方」

■ グリーンツーリズム

「農山漁村地域において自然、文化、人々との交流を楽しむ滞在型の余暇活動」

■ ブルーツーリズム

「漁村での体験活動や自然の中での遊びを通じて、水産業及び漁村に対する理解を深める余暇活動」

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■エコツーリズムと自然環境の保全（2）

■ 世界遺産→文化遺産、自然遺産、複合遺産

■ 生物圏保存地域（日本国内→ユネスコエコパーク）

生態系の保全と持続可能な利活用の調和を目的
→志賀高原、白山、大台ヶ原・大峰山、屋久島、綾

※世界自然遺産

顕著な普遍的価値を有する自然地域を保護・保全するのが目的。

■ 人間と生物圏（MAB）計画

生物多様性の保護を目的に、自然及び天然資源の持続可能な利用と保護に関する科学的
研究を行うユネスコの政府間事業。

■ ユネスコ世界ジオパーク

国際的重要性をもつ地質学的遺産を有し、これらの遺産を地域社会の持続可能な発展に活
用している地域。

■ 世界農業遺産

地域環境を活かした伝統的農法や、生物多様性
が守られた土地利用のシステムを保全し次世代に
継承するのが目的。



第12回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「eco検定」公式テキスト

【第12回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ オゾン層の破壊とは

■ オゾン層とは

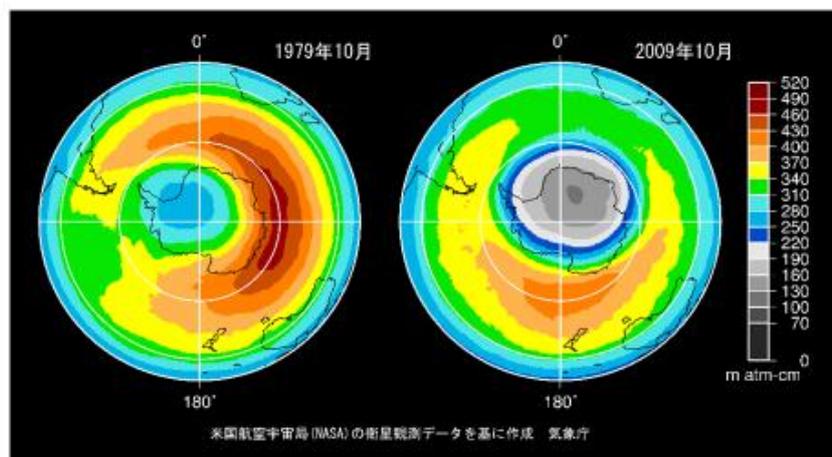
地上から高さ約10～50 kmまでの成層圏に存在し、太陽光線に含まれる有害な紫外線（特にUV-B）を吸収する重要な役割があり、生物の生活が守れている。

■ オゾンホールの発見とオゾンホールの拡大

- ・1970年代の終わりごろから、南極上空で南半球の春期にオゾンホールが観測。
- ・1987年以降、毎年、南極大陸を覆うようなオゾンホールが観測。
- ・1998年には、過去最大規模（南極大陸の2倍の面積）のオゾンホールが出現。
- ・2011年、北極圏で観測史上最大規模のオゾン層破壊が発見。
- ・南極上空・北極圏だけでなく、日本も含む世界各地でオゾン層が薄くなっているとの報告。
- ・オゾン層が破壊されると、地表に届く紫外線が増加し、私たち人間や地上生物にさまざまな影響を与える。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 南極のオゾン層の濃度



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ オゾン層破壊の原因物質

- ・**特定フロン**
 - CFC（クロロフルオロカーボン）
 - HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）
- ・**ハロン**

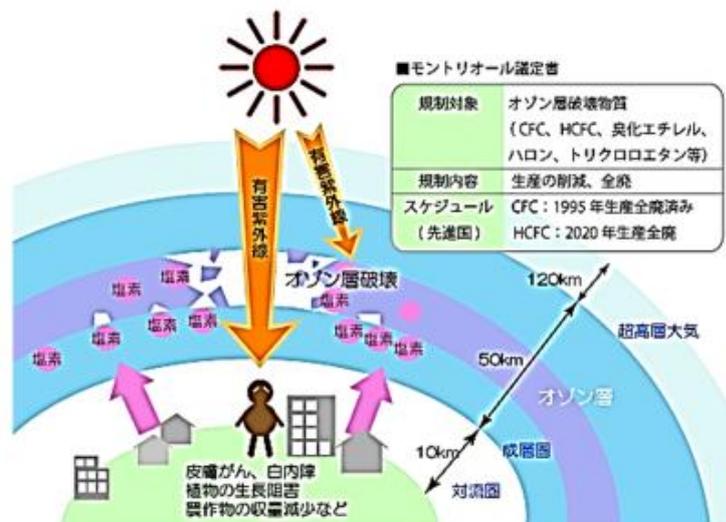
特定フロンやハロンは、化学的に安定で、対流圏ではほとんど分解されずに成層圏に到達して強い紫外線によって分解され、**塩素原子**、**臭素原子**を放出する。これらの原子により、大量のオゾン層が連鎖的に分解される反応が起こる。



- ・**代替フロン** HFC（ハイドロフルオロカーボン）
- ・**ノンフロン**

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ オゾン層破壊のメカニズム



出典 http://www.maroon.dti.ne.jp/wato/annex/ac/earth_freon1.html

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

オゾン層の破壊による影響



生物に有害な紫外線が地上に届く

■ 影響

- ① 皮膚がんや白内障の増加。
- ② 感染症に対する免疫作用が抑制され、疾病にかかり易くなる。
- ③ 動植物の育成を阻害して生態系へ悪影響し農作物の収穫減少する。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ オゾン層破壊の影響（例）



紫外線の影響を受けたキュウリの葉

写真提供：中島信美氏（国立環境研究所）



皮膚がん

写真提供：香川江美氏（サンクア一級建築士）



白内障

写真提供：松本孝一氏（金沢医科大学）

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ オゾン層保護への取組み

■ 国際的取組み

■ ウィーン条約（1985年）

オゾン層の保護のためのウィーン条約

■ モントリオール議定書（1987年）

オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書

特定フロン（CFC）全廃

HCFは先進国で2020年、途上国で2030年に全廃

■ 国内での取組み

オゾン層保護法（1988年）

フロン回収・破壊法（2001年）→フロン排出抑制法（2013年）

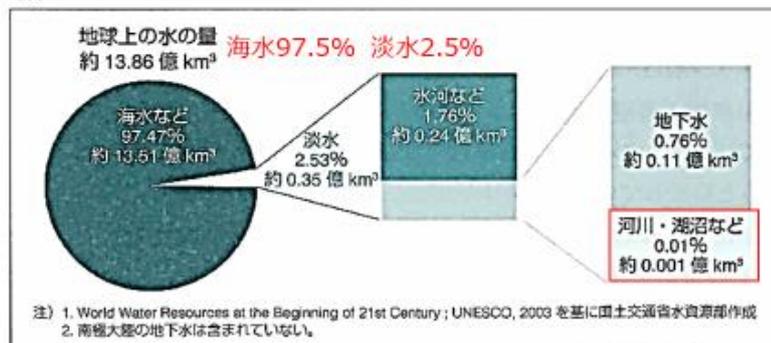
家電リサイクル法、自動車リサイクル法

- ・ 上記対策などにより、地球環境問題の中で最も効果をあげている。
- ・ HFCについても2016年にモントリオール議定書を改訂し規制の導入が合意された。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水資源の現状

図表 3-37 地球上の水の量



水資源賦存量 = 0.001%

水資源として循環、再生する利用可能な水の量のこと。[降水量] - [蒸発散]

・世界の年間水使用量の急増化（農業用水・産業用水・生活用水）

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水資源の問題と取組み

- **ウォーターフットプリント**
製品などの原材料の栽培、生産、製造・加工、輸送・流通、消費までのライフサイクルで直接的・間接的に消費・汚染された水の量を表す指標。
- **バーチャルウォーター**
食料などの生産に水を必要とする物質を輸入している国（消費国）において、仮にその物質を生産するとしたら、どの程度の水が必要かを推定した水の量のこと。
- **水と衛生に関するミレニアム開発目標（MDGs）**
Millennium Development Goals
2015年までに、安全な水と基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する。
- 衛生的なトイレを利用できる割合64%→目標75%（2015年）
- **持続可能な開発目標（SDGs） ゴール6**
「2030年までに全ての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する。」

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水資源の問題と取組み

- **SDGsの達成へ向けて**
 - ・国連水と衛生に関する諮問委員会(UNSGAB)、世界水フォーラム（2018年）、国連水に関するハイレベルパネル（2018年）→水インフラへの投資
- **日本の取組み**
 - ・水と衛生に関する拡大パートナーシップ・イニシアティブ（WASABI）
 - ・水循環基本法（2014年）
- **水ビジネスの展開**
 - ・日本の高い技術→セラミック膜による水処理技術、海水の淡水化利用、水の再処理、省エネ化
- **海洋の汚染と対策**
 - ・油汚染、富栄養化による赤潮発生、漂流ごみ・マイクロプラスチックによる汚染、バラスト水による水生生物の越境移動、海水の酸性化など
 - ・海洋法に関する国際連合条約→海洋汚染防止
 - ・ロンドン条約→廃棄物の投棄による海洋汚染防止
 - ・ヘルシンキ条約→有害物質のバルト海への排出規制
 - ・北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）漂流・漂着ごみ対策

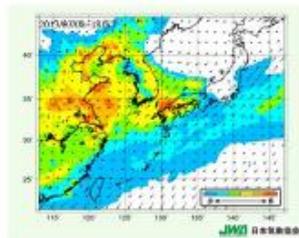
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

酸性雨などの長距離越境移動
大気汚染問題

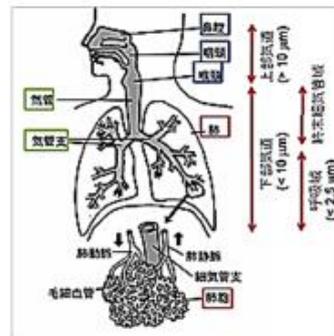
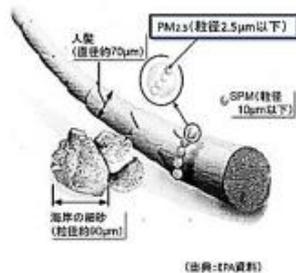


工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ PM2.5



PMは、Particulate Matter 粒子状物質のことで、
PM2.5は、粒径が $2.5\mu m$ 以下で微小粒子状物
質という。



PM2.5分布予測 http://guide.tenki.jp/guide/particulate_matter/

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 酸性雨の影響

- ①森林の衰退する。
- ②木々への直接影響だけでなく、**土壌が酸性化**して土の中の栄養分が溶け出したり、植物に有害なアルミニウムが溶け出して木々が枯れたりする。
- ③湖沼に住む魚類の減少・死滅
- ④**建造物や金属性構造物、文化財などの溶解被害**

■ 黄砂の影響

- ①浮遊粒子状物質による大気汚染
- ②**視程障害**による交通への影響
- ③洗濯物、車両の汚れ
- ④**有害大気汚染物質**の吸着

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 長距離越境移動大気汚染に対する取組み

■ 国際的な取組み

- 1979年「**長距離越境大気汚染条約**」
- 1985年「**ヘルシンキ議定書**」 硫黄酸化物の排出削減
- 1988年「**ソフィア議定書**」 窒素酸化物の排出削減
- 1999年「**グーテンベルグ議定書**」 富栄養化、オゾンも対象

■ 東アジア

- 2001年から稼働「**東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）**」

■ 日本

- 大気汚染防止法
- 自動車NO_x・PM法
- 法規制とともに省エネや汚染物質除去などの技術開発

■ ライダーシステム

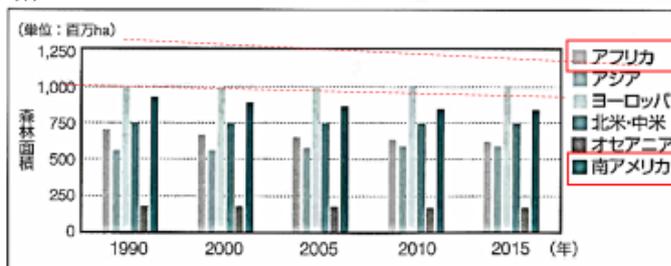
レーザー光線を上空に発射し、浮遊する粒子状物質から反射してくる光を測定・解析する。通過する黄砂を地上で計測するリモートセンシングシステム

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■急速に進む森林破壊

- 地球上の森林が減少している
 - ・地球の陸地面積の約30%が森林面積（FAO調査による）
 - ・**熱帯林の減少**（四国1.8個分/5年）
 - ・アフリカ、南米の森林面積が減少
 - ・ヨーロッパやアジアの森林面積はわずかに拡大
- 日本は国土の約67%が森林

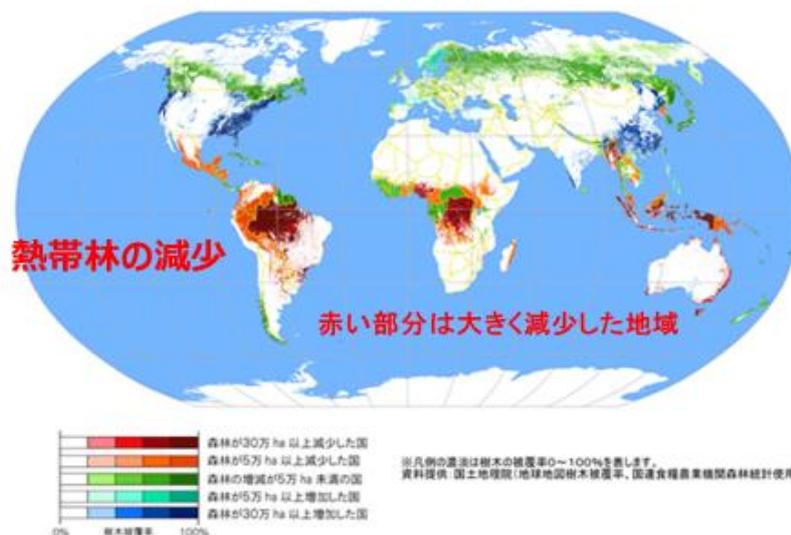
図表 3-40 世界の森林面積の推移（1990年～2015年）



出典：FAO『世界森林資源評価 2015』 参考 <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/explore-data/flude/en/>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

世界の森林面積の年当たり国別純変化量（2000～2010）



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 森林破壊の原因

- 非伝統的な焼畑耕作
- 薪炭材の過剰伐採
- 農地への転用
- 過剰放牧
- 不適切な商業的伐採
- 森林火災
- 酸性雨の影響
- その他



※森林破壊の背景には、**開発途上国の貧困や急激な人口増加という問題**がある。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 森林破壊の影響

- ①木材資源、食糧・農産物の減少
- ②土壌の流出、洪水、土砂災害などの発生
- ③熱帯林などにおける野生生物種の絶滅による生物多様性の減少
- ④地球温暖化などの気候変動の促進

※熱帯林は、いったん伐採されると、再生は非常に困難である。肥沃な土が森林を育て、森林が生物の生存と食物連鎖の要である土を育てる。森林が破壊されてしまうと、栄養分を含んだ土の表面が流出したり、直射日光による乾燥や、野生生物の生息環境が失われることで、土が荒廃してしまう。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 森林破壊に対する取り組み

■ 国際的取り組み

- 地球サミット（1992年）・・・持続可能な森林経営の理念を示した「**森林原則**」声明の採択
- 国連森林フォーラム・・・全世界の森林面積を2030年までに3%増加→「国連森林戦略計画2017-2030」が採択
- SDGs（ゴール15）・・・2030年までに森林などの陸域生態系とそのサービスの保全・回復と持続可能な利用を確保する
- 気候変動対策と森林・・・**REDD+（レッドプラス）**
開発途上国が森林を保護し、二酸化炭素の排出を防止する取り組みに経済的な支援を国際社会が行う仕組み

■ 日本の取り組み

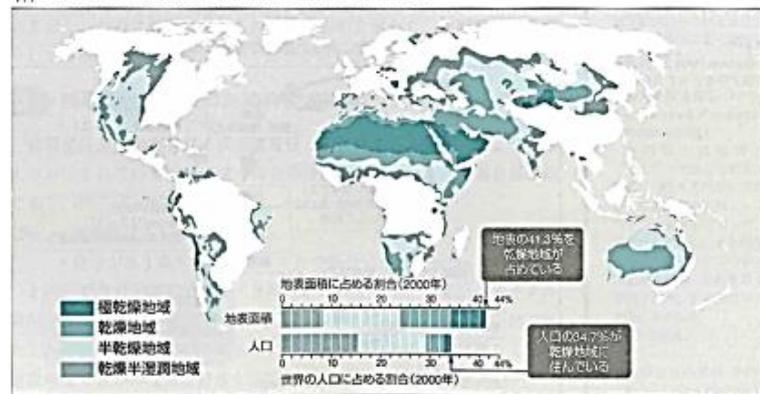
- 森林管理協議会（FSC）**による緑の循環認証会議（SGEC）による認証
- クリーンウッド法、グリーン購入・・・合法に伐採された木材の使用

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌・土地の劣化、砂漠化とその対策

砂漠化・・・乾燥、半乾燥、乾燥半湿潤地域におけるさまざまな要素に起因する土地荒廃をいう。（国連砂漠化対処条約による定義）

図表 3-41 砂漠化の影響を受けやすい乾燥地域の分布



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌劣化と砂漠化の影響

- ①土壌の団粒構造の破壊と浸食の増加
- ②土壌や地下水・表流水の化学物質による汚染
- ③GHG（温室効果ガス）の排出
- ④生物の生息域の破壊

乾燥地域では、食料確保のために過剰な耕作や放牧、生産が行われ、砂漠化を進行させている。砂漠化が進行することで農地が減少し食料不足を招くという悪循環が生じている。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 砂漠化に対する取り組み

- 1977年「**国連砂漠化防止会議（UNCD）**」開催
⇒1960～1970年代にアフリカで起こったサヘルの干ばつの惨状をきっかけに開催された。
- 1994年「**国連砂漠化対処条約（UNCCD）**」採択
⇒アフリカなど砂漠化や干ばつの被害を受けている地域の持続可能な開発を支援することが目的で、砂漠化防止、干ばつ被害緩和のために、国際社会が解決に向けて協力体制を強化することを基本原則としている。
- 2006年「砂漠と砂漠化に関する国際年」と定められ、記念国際シンポジウム開催
- 2007年締約国会議「10年戦略計画」を定める
- SDGs**・・・2030年までに飢餓を撲滅するとともに、生態系を維持し、気候変動を維持し、気候変動や干ばつに対する適応能力があり、徐々に土地と土壌の質を改善させるような**持続可能な農業を実践**する。

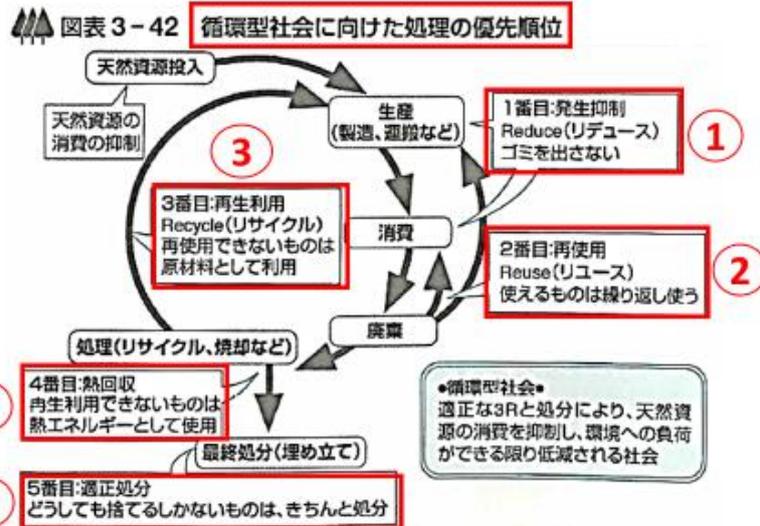
第13回環境リテラシー参考箇所

参考図書：改訂8版 環境社会検定試験
「eco検定」公式テキスト

【第13回環境リテラシー参考箇所】

工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■循環型社会を目指して



工業系分野における高専連携の
5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■循環型社会基本法の基本理念

汚染者負担原則（PPP：Polluter-Pays Principle）



汚染の防止と除去の費用は汚染者が負担するべきであるという費用負担に関する原則

■排出者責任

廃棄物を出す人が、廃棄物の処分やリサイクルに責任をもつ。

→廃棄物はきちんと分別する。

→事業者は、自分が出す廃棄物のリサイクルや処分を自ら行う。

■拡大生産者責任

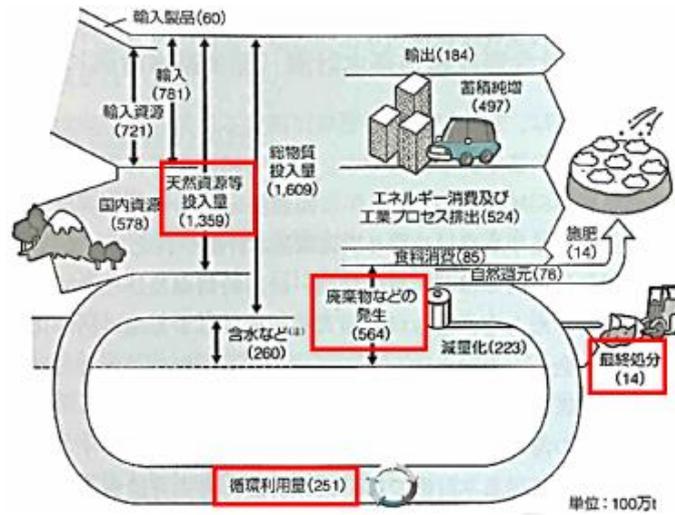
製品の生産者が、その製品が使用され廃棄された後にも、循環的利用や処分について一定の責任をもつ。

→リサイクルや処分がしやすいように、製品の設計や材質を工夫したり、製品に材質名などを表示する。

→製品が廃棄物になった後、生産者が引き取りやすいリサイクルを実施する。

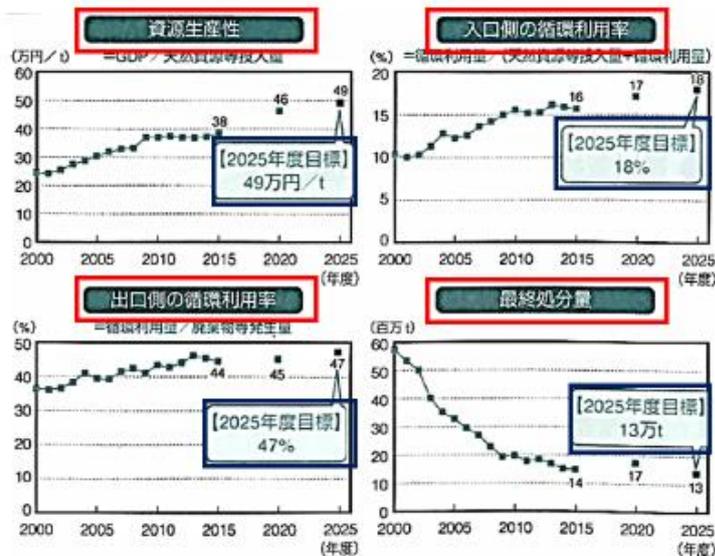
工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 日本における物質フロー



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 物質フロー指標の進捗状況



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 循環型社会形成推進基本計画

■ 第4次循環基本計画（2018年）

- ①地域循環共生圏形成による地域活性化
- ②ライフサイクル全体での徹底的な循環資源
- ③適正処理の更なる推進と環境再生
- ④災害廃棄物処理体制の構築
- ⑤適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開など

■ 地域循環共生圏

■ 循環基本計画における2025年までの目標

- ・資源生産性 = GDP/天然資源等投入量
- ・循環利用率（入口側） = 循環利用量 / (天然資源等投入量 + 循環利用量)
- （出口側） = 循環利用量 / 廃棄物等発生量

・最終処分量

■ 3Rの国際協力

3Rイニシアティブ（2004年）、アジア3R推進フォーラム（2009年）

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 廃棄物処理にまつわる国際的な問題

- 有害な廃棄物の越境移動：**バーゼル条約**
有害廃棄物の輸出時には事前に相手国に通告し同意を得ることや、不適正な輸出や処分行為が行われた場合の再輸入の義務などを規定している。
- **E-waste問題**
捨てられた家電や電子機器が途上国に輸出され、リサイクルの過程で不適切に処理された結果、廃棄物に含まれる有害物質による環境汚染が起きている。



インベントリ作成：どれだけ排出され、輸出されているのが整理

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 廃棄物とは

廃棄物とは、ごみ、粗大ごみ、燃えがら、汚泥、ふん尿、廃酸、廃油、廃アルカリ、動物の死体などで、廃棄物処理法により、大きく**産業廃棄物**と**一般廃棄物**に分類される。

■ **産業廃棄物**：企業などの**事業活動**にともなって生じた廃棄物のうち、法律で定められた**20種類**のものをいう。

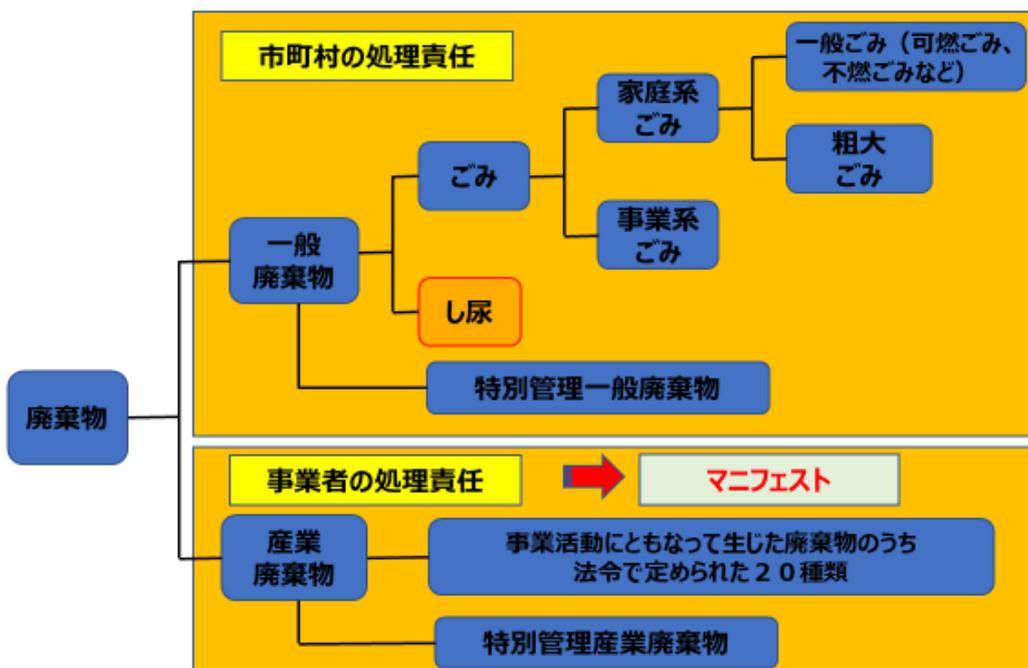
例) 排ガス・排水を除いた固形状または液状の燃え殻、汚泥、廃油、廃プラスチック、ゴムくず、金属くずなど

■ **一般廃棄物**：産業廃棄物以外の廃棄物をいい、主に家庭から発生する家庭系ごみとオフィスや飲食店から発生する事業系ごみに分類される。

■ **特別管理廃棄物**：爆発性、毒性、感染性、その他、人の健康に係る被害を生じるおそれのある廃棄物。

例) 医療機関から排出される使用済み注射針、血液の付着したガーゼなど

廃棄物の区分



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■産業廃棄物の例

■法で定められた20種類の産業廃棄物

(1) 燃え殻 (2) 汚泥 (3) 廃油 (4) 廃酸 (5) 廃アルカリ (6) 廃プラスチック類 (7) ゴムくず (8) 金属くず (9) ガラス・コンクリート・陶磁器くず (10) 鋳さい (11) がれき類 (12) ばいじん (13) 紙くず (14) 木くず (15) 繊維くず (16) 動物系固形不要物 (17) 動植物性残さ (18) 動物のふん尿 (19) 動物の死体 (20) 汚泥のコンクリート固形化物など



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ゴミの排出量

環境省の資料によると、2016年度における一般廃棄物、つまり、ごみの総排出量は4,317万トン

1人1日あたりのごみの排出量は約925g

(このうち生活系ごみが約7割)

■マニフェスト（産業廃棄物管理票）

産業廃棄物を排出する場合は、自らマニフェストを処理業者に交付し、確実に最終処分されることを確認する。

つまり、産業廃棄物が適正に運搬、処理、処分されていることを確認するシステムである。

⇒不法投棄をなくさせる効果

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 処理が困難な廃棄物や不法投棄の問題

■ PCB（ポリ塩化ビフェニル）

- ・電気の絶縁材→トランス、コンデンサー等（1972年以前に製造）
- ・カネミ油症事件
- ・使用禁止→**処理困難**→長期保管、不適正保管
- ・2001年「PCB特措法」後、処理が進行。
- ・全国に5か所処理場、**2022年まで処理事業完了予定**

■ ダイオキシン類問題

ごみ焼却施設→近年は解決されてきている。

■ 廃棄物の不法投棄問題

絶えない大規模不法投棄、**現状復帰**の措置が取られていないものも多い。7割以上が建設系廃棄物

- ・産廃特措法
- ・産業廃棄物適正処理推進基金による支援

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 個別物品の特性に応じた規制

■ 容器包装リサイクル法

（容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律）

- ・対象：びん、缶、ペットボトル、プラスチック製容器包装、紙製容器包装など

家電リサイクル法

（正式名称：特定家庭用機器再商品化法）

- ・対象：テレビ、冷蔵庫、冷凍庫、洗濯機、エアコン

小型家電リサイクル法

（正式名称：使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律）

- ・対象：パソコン本体・パソコン周辺機器、携帯電話・通信機器、カメラ、ゲーム機、映像機器、カーナビ・オーディオ機器、キッチン家電など

建設リサイクル法

（建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律）

- ・対象：解体建築物から発生するコンクリート、木材、アスファルト

食品リサイクル法

（食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律）

- ・対象：食品の製造、加工、販売業者などから排出される食品廃棄物

■自動車リサイクル法

（使用済自動車の再資源化等に関する法律）

- ・対象：シュレッダーダスト、フロン類、エアバッグ類

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 大気汚染

① ばい煙

硫酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x)、ばい塵……
※ $\text{SO}_x \rightarrow$ ソックスという。 $\text{NO}_x \rightarrow$ ノックスという。

② 粉じん

一般粉じん、特定粉じん（アスベスト：石綿）

③ 自動車排ガス

一酸化炭素、炭化水素 (HC)、鉛化合物、 NO_x 、**粒子状物質** \rightarrow PM (Particulate Matter)、**浮遊粒子状物質** \rightarrow SPM (Suspended Particulate Matter)、**微小粒子状物質** \rightarrow PM2.5

④ 有害大気汚染物質

ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン

⑤ 揮発性有機化合物 (VOCs)

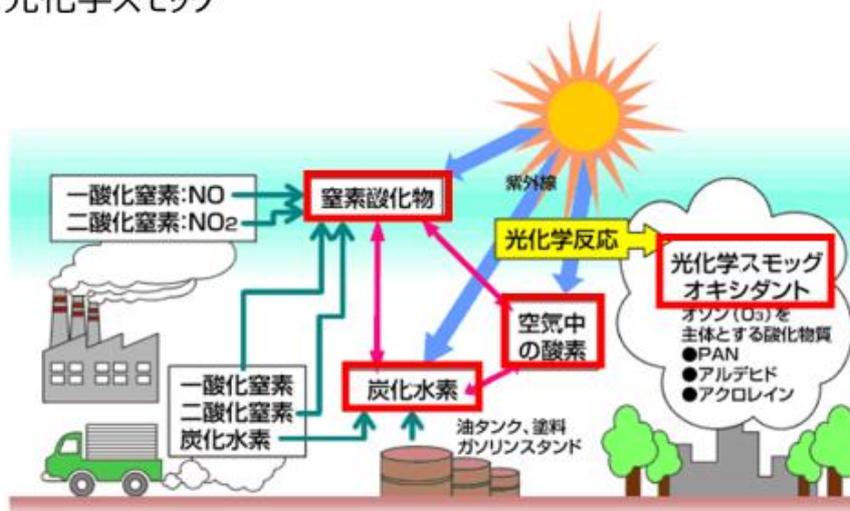
※ VOC (Volatile Organic Compounds)

● **光化学オキシダント (光化学スモッグ)** ……VOC + 紫外線 + NO_x など



工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 光化学スモッグ



出典：三重の環境 Webページ： <http://www.eco.pref.mie.lg.jp/earth/100100/taiki/pcsmog.htm>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 大気環境の保全の施策

■ 大気汚染防止法

・排出基準

・総量規制

■ 自動車→自動車NOx・PM法、自動車制限

■ 大気汚染物質の大気環境基準と達成状況

・一般環境大気測定局（一般局）

・自動車排出ガス測定局（自排局）

■ 工場・事業場対策

・重油の脱硫、排煙脱硫、低NOx燃焼技術など

■ 自動車対策

・交通量の適正化、エコドライブ、モーダルシフト、低公害車の普及など

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水質汚濁の原因とメカニズム

■ 有害物質によるもの

鉱山や工場・事業場からの排出に含まれる**カドミウム、有機水銀、鉛、六価クロム等の重金属**、産業廃棄物から浸透する有害物質などがある。



■ 有機物によるもの

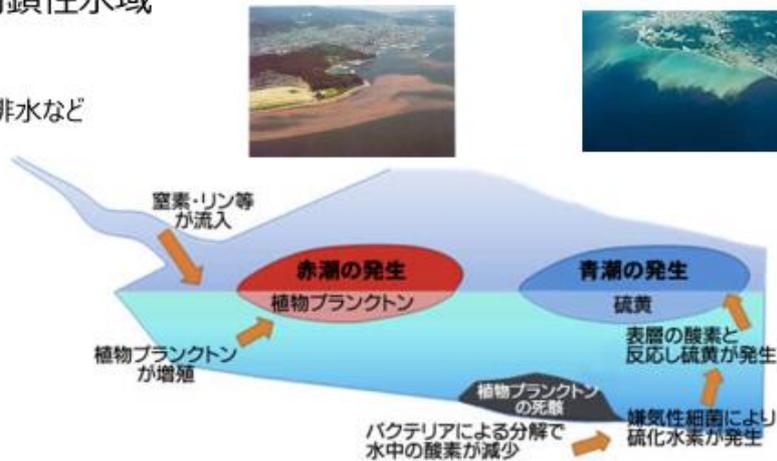
生活排水、農業、畜産、食品関連事業場から排出される**有機物**や**栄養塩類**※の増加により**富栄養化**し、プランクトンや藻類が大発生し、赤潮やアオコの原因となる。

※ 栄養塩類とは、窒素（硝酸塩）、リン（リン酸塩）などをいう。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 閉鎖性水域

生活排水など



閉鎖性水域とは、湖沼・内湾・内海などで、水の出入りが少ない水域のこと。水質汚濁が進行しやすいため、赤潮などが発生しやすい。

出典：豊中市上下水道局Webページ

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水質の汚濁の現状

● 公共用水域の環境基準

- ① 人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）
- ② 生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目）

■ BOD (Biochemical Oxygen Demand)

→ 生物化学的酸素要求量のこと

水中の汚物を分解するために、微生物が必要とする酸素の量。

- …値が大きいほど水質汚濁は著しい
- …河川の汚染指標

■ COD (Chemical Oxygen Demand)

→ 化学的酸素要求量のこと

水中の汚物を化学的に酸化し、安定させるのに必要な酸素の量。

- …値が大きいほど水質汚濁は著しい。
- …海域や湖沼の汚染指標

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 水環境保全に関する施策

■ 水質汚濁対策の制度

- 水質汚濁防止法
- 湖沼水質保全特別処置法
- 瀬戸内海環境保全特別措置法

■ 水質汚濁対策の技術

• 物理化学的方法

- ① 沈殿分離法 ② 凝集沈殿法 ③ 凝集加圧浮上法 ④ 清澄ろ過法
- ⑤ pH ⑥ 吸着処理法 ⑦ イオン交換法

• 生物化学的方法

- ① 活性汚泥法 ② 生物膜法 ③ 窒素、リンの除去技術

■ 下水道：合流式 < 分流式

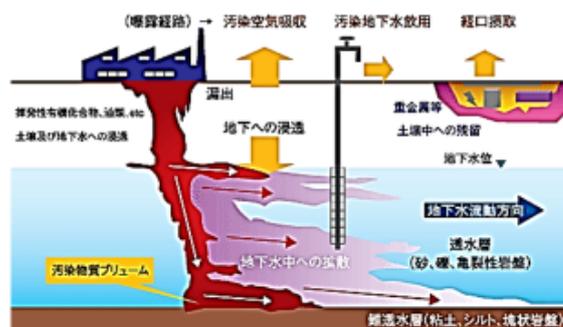
■ 浄化槽：単独処理浄化槽 → 合併処理浄化槽

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌環境

■ 土壌汚染の特徴

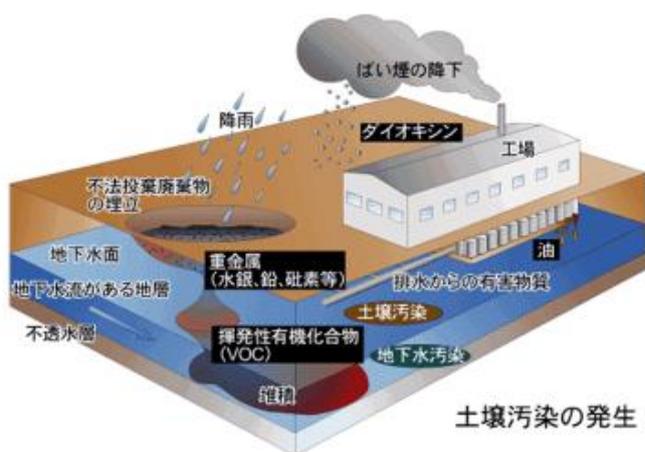
- 移動性が低く、拡散、希釈されにくい
- 長期にわたり汚染が継続する
- 土壌汚染は局所的だが → 地下水の汚染 → 飲料 → 人体への影響



(興亜開発Webページより引用)

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌汚染の発生



金属の脱脂洗浄：トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン
溶剤：VOCなど

出典：<http://blogs.yahoo.co.jp/atcazia/423483.html>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■ 土壌汚染対策と措置

■ 土壌汚染対策法

- 有害物質使用施設や一定面積以上の土地の形質変更→**土壌汚染調査の義務**
- 特定有害物質の検出→**要措置区域、形質変更時要届出区域**の指定・公示

■ 土壌汚染の措置

- 舗装や盛土による対策
- 遮断工事による封じ込めや不溶化など
- 掘削除去
- **原位置浄化**
- **バイオレメディエーション**

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■地盤沈下について

■地盤沈下の現状

- 高度成長期→地下水採取量の急激増加→地盤沈下の増加
- 2011年度→震災の影響により、地盤沈下の件数が増加

■地下水採取規制

- 工場用水法
- 建築物用地下水の採取の規則に関する法律
- 条例に基づく規制等

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■騒音・振動・悪臭

■近年の苦情件数

- 騒音→①建設作業、②工場事業場
- 振動→①建設作業、②工場事業場
- 悪臭→①野焼き、②サービス業・その他

■規制と対策

- 騒音規制法、航空機騒音、新幹線騒音
- 振動規制法
- 悪臭防止法

臭気指数による判別→臭気判定士

- 騒音振動対策：低騒音・低振動が他の建設機械の導入など
- 悪臭対策：脱臭防止装置など

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■都市化と環境問題

■人口の**一極集中**は地域環境の悪化の原因

自然には**再生能力（自浄能力）**があり、大気に有害な物質を排出したり、土壌が汚染されたとしても、再生能力の範囲内であれば、自然の生態系の働きにより修復し、環境が悪化することはない。

しかし、**再生能力を超える量の有害物質や人間活動が行われた場合は、自然の力ではもう再生することはできない。**

■現在の人口の都市集中は、地域の自然環境の再生能力を超えている。

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■現代の都市の環境問題

- ①廃棄物の処理（ゴミ問題）
- ②自動車の増加・交通渋滞による大気汚染
- ③**ヒートアイランド現象**
- ④**光害**
- ⑤都市景観の悪化
- ⑥**都市型洪水**
- ⑦**感覚公害（騒音、振動、悪臭）**

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■都市型洪水

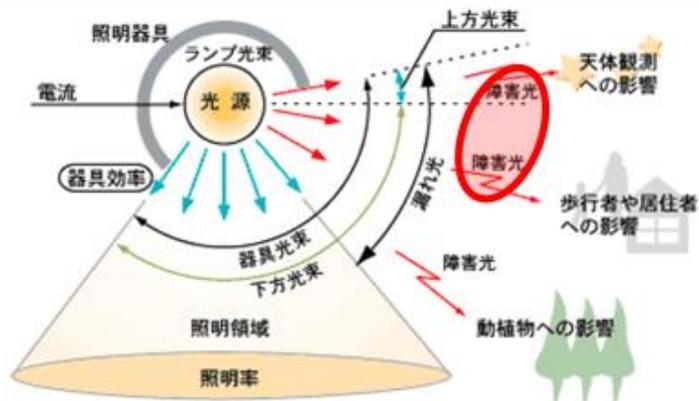


出典：日経BP Webページ <http://www.nikkeibp.co.jp/sj/2/special/10/>

工業系分野における高専連携の 5年一貫教育プログラム開発・実証（環境分野）

■光（ひかり）害

良好な照明環境の形成が、**漏れ光**によって阻害されている状況又はそれによる悪影響のこと。



出典：（社）照明学会Webページ

本「環境分野骨子案」は、文部科学省の教育政策推進事業委託費による委託事業として、《学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校》が実施した令和3年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果をとりまとめたものです。

令和3年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
専門学校と高等学校の有機的連携プログラムの開発・実証

工業系分野における高専連携の5年一貫教育プログラム開発・実証 環境分野骨子案

令和4年3月発行

発行所・連絡先

学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校
〒164-0001 東京都中野区中野 6-21-16
TEL 03-3360-8824 FAX 03-3360-8805
<https://car.ttc.ac.jp/>

本書の内容を無断で転記、転載することを禁じます。