

国立大学

気候変動対策 ―地球とわれわれの未来のために―

LEADER'S MESSAGE

広島大学長 越智 光夫

広島大学大学院
先進理工系科学研究科
准教授

金田一 清香

OPINION

公益財団法人地球環境産業技術研究機構
理事長

山地 憲治

国大協
TOPICS

JACUIE、フランス・ユニヴェルシテ、
フランス技師学校長会議の間で「履修、学位及び
単位の相互認証に関する協定」の調印式を挙



JACUIE、フランス・ユニヴェルシテ、CDEFI 関係者による調印式の様子
(左から3番目：牛木辰男 JACUIE 座長、国大協副会長、国際交流委員長(新潟大学長) /
右から2番目：永田恭介国大協会長(筑波大学長))

牛木国立大学協会副会長・国際交流委員長が座長を務める国公立大学団体国際交流担当委員長協議会(JACUIE)は、7月27日、フランス・パリの高等教育・研究省で開催された第10回日仏科学技術協力合同委員会において、フランス・ユニヴェルシテ(France Universités)、フランス技師学校長会議(CDEFI: Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs)との間で、「日本国とフランス共和国の高等教育機関における履修継続のための履修、学位及び単位の相互認証に関する協定」の調印式を挙行し、日本から牛木JACUIE座長に加え、永田国立大学協会会長、位田専務理事及び小林群馬県立女子大学長(公立大学協会所属)らの代表団が出席しました。

本協定は、2013年6月の日仏共同声明をきっかけとしたもので、今回両国の大臣間で同時に締結された合意宣言の傘下に位置づけられます。主な内容は、両国の学士課程・修士課程・博士課程それぞれの入学・編入の基礎資格と単位の相互認証であり、日本側の締結主体をこれまでの国立大学協会単独からJACUIEとして、新たに締結しました。

JACUIEとして海外の大学団体等と協定・覚書を締結するのは、台湾高等教育国際合作基金に次ぐ2例目となります。

さらに同日には大学団体間の意見交換会も行われ、今後の交流事業の方向性など、具体的な連携について議論が交わされました。

国立大学協会としても、フランスの大学団体等との協力関係をより一層強化し、両国間の更なる交流拡大に向けた取組を推進していきます。

上記の内容については
国大協ホームページ
(<https://www.janu.jp/>)からも
ご覧いただけます。



国立大学協会
The Japan Association of National Universities

<https://www.janu.jp/>

国立大学 vol.65 September 2022

編集・発行 / 一般社団法人 国立大学協会 〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2 TEL : 03-4212-3505

国立大学協会

The Japan Association of National Universities



C O N T E N T S

【特集】 気候変動対策 —地球とわれわれの未来のために—

OPINION
公益財団法人
地球環境産業技術研究機構
理事長 **山地 憲治** 02

気候変動という総合的な課題に
大学はどのように向き合うべきか

LEADER'S MESSAGE
広島大学長 **越智 光夫**
広島大学大学院
先進理工系科学研究科
准教授 **金田一 清香** 06

広島発 産学官連携で
カーボンニュートラルの実現を

Challenge! 国立大学
01 岩手大学 10
岩手大学環境マネジメント学生委員会
「緑のカーテンづくり」による気候変動対策

02 東京工業大学 10
グリーン・トランスフォーメーション・
イニシアティブ (Tokyo Tech GXI)

03 茨城大学 11
国内随一のカーボンリサイクル実験環境
脱炭素「日立」モデルを産学官で追究

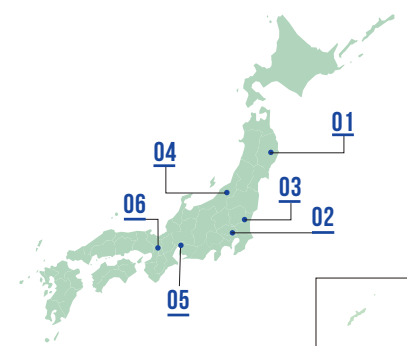
04 新潟大学 11
太陽熱水素製造技術、および太陽熱・
太陽電池・水電解の融合技術の開発

05 名古屋工業大学 12
CO₂ 排出を削減! カーボンニュートラル時代を
支える低温及び無焼成でつくるセラミックス

**06 総合地球環境学研究所
(人間文化研究機構)** 12
「カーボンニュートラル達成に貢献する
大学等コアリション」事務局運営

『大学が取り組む気候変動対策』
..... 13

各国立大学の環境報告書 14



特集に寄せて

気候変動対策 —地球規模の課題解決に向けて—

近年、夏の猛暑、記録的豪雨や河川の氾濫、大型台風の発生など、気候変動はおろか気候危機の時代になってしまったとさえ感じるこの頃である。この地球規模の課題を解決する社会改革には、人の知恵や行動の結集が必要となる。

気候変動対策として、2050年のカーボンニュートラル(CN)社会の実現を世界が目指している。これには、多方面・多分野にわたる取り組みやイノベーティブな技術開発、この問題への理解と実践できる環境人材の育成が必要不可欠となる。

本号でも紹介されている「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」にも示される様に、国立大学をはじめとする高等教育機関は、キャンパスおよび地域ゼロカーボン、産学官民連携によるイノベーション、人材育成、国際連携・協力や情報発信など、教育・研究・社会貢献活動を通して、CN社会実現に向けた社会的責任(USR; University Social Responsibility)を果たすことが求められている。

今回は、各大学のCNの取り組みについて紹介させて頂いた。国立大学は知の拠点として、様々な機関と協力しながらCN社会形成に伴う社会共通価値の創造(CSV; Creating Shared Value)を先導するトップランナーとしての役割が期待されている。



三重大学長 **伊藤 正明**

【特集】気候変動対策 —地球とわれわれの未来のために—

OPINION

気候変動という総合的な課題に 大学はどのように向き合うべきか

2050年までに温室効果ガスの排出をゼロにする、いわゆる「2050年カーボンニュートラル」が、菅義偉首相(当時)によって宣言されるなど、国内でも気候変動対策への機運が急速に高まる中、2021年7月には「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」が立ち上がるなど、大学も積極的な取り組みを迫られている。気候変動対策について考えるときに必要な視点とは? またそのために国立大学には何ができるのか? エネルギーシステム研究の第一人者である山地憲治氏にお聞きした。

公益財団法人地球環境産業技術研究機構
理事長

山地 憲治

※写真撮影時のみ、マスクを外しています。

手持ちのカードを総動員しなければ 気候変動対策で効果は上げられない

気候変動問題は、今や待ったなしの社会課題として多くの人に注目されている。しかし、新たな用語や目標数値の意味に戸惑うことも多い。まずはここに至るまでの経緯について、山地憲治氏の解説のもとで振り返っておこう。

「研究者の間で気候変動対策への関心が高まってきたのは1980年代後半です。地球の温度上昇についてはそれまでも指摘されていましたが、さまざまな要因が考えられる中、どうやら温室効果ガスのせいだということが顕在化したのがこのタイミングでした」

この流れを受け、1988年にIPCC(*1)が設立され、1992年の地球サミット(*2)での気候変動枠組条約採択、1994年の発効へとつながる。初めてのCOP(*3)が開催されたのはその翌年の1995年のことだ。

一つ目の大きな節目となったのは、1997年のCOP3で採択された「京都議定書」。その意義について、「気候変動に関して各国が目標数値を定めて行動すると定めたのは画期的だった」と山地氏は指摘する。次の節目が、2015年のCOP21で採択された「パリ協定」。「ポイントは、初めて『温度抑制』に関する長期目標が明記されたことにあります。途上国も含めた各国が自主的に行動目標を決めて宣言することになったのも特色でした」(山地氏)

2021年開催のCOP26（*4）では、5年ごとに10年先の目標を改定することも決定。現在は2030年時点での目標が設定されている。

日本は、京都議定書での削減目標（1990年比で－6％）については達成したものの、その後、東日本大震災の影響による原発停止、火力発電への切り替えに伴ってCO₂排出量は増加。2013年に排出量のピークを記録している。COP21以降の我が国の削減目標はこの2013年を基準に定められている。

現在の日本の目標は、「2030年に、2013年比で46％CO₂を削減する」という難易度の高いもの。これはIPCCが出した「世界の気温上昇を産業革命前より＋1.5℃に抑えるためには、2050年カーボンニュートラルが必要」という報告を受けたもので、実現には相当な努力を要する。

「日本の場合、CO₂排出源の85％がエネルギー由来なので、気候変動対策といえばエネルギー分野の問題。対策するには手持ちのカードを総動員するのが大前提で、それでも2050年カーボンニュートラルには足りないの、さらなるイノベーションが必要です。たとえば、現在使用している石炭火力発電を、『気候変動対策を施した火力発電』に変えること。排出されるCO₂を地中に埋めるCCS（*5）付き火力発電や、カーボンフリー水素・アンモニアを使うことでCO₂排出をゼロにする火力発電などが期待されています。排出削減だけでなく、NETs（*6）とって、すでに大気中に存在するCO₂を回収することも検討されています。森林が大気中のCO₂を回収するのと同じことを工学的に行うDAC（*7）という技術の開発が進んでいて、回収したCO₂は地中に埋めたり、コンクリート原料としてリサイクルすることも考えられています。また、気候変動対策は工学以外にもさまざまな分野が関わる課題で、その代表的なものが農業です。牛のげつぷには温室効果ガスであるメタンが含まれるという話は有名ですが、それを低減するための飼料を開発したり、同じく栽培過程でメタンを発生する稲の品種や栽培技術の改良、

N₂Oを発生しない窒素肥料の開発なども行われています」

複数分野の知見を駆使して最適化された「システム」を作る

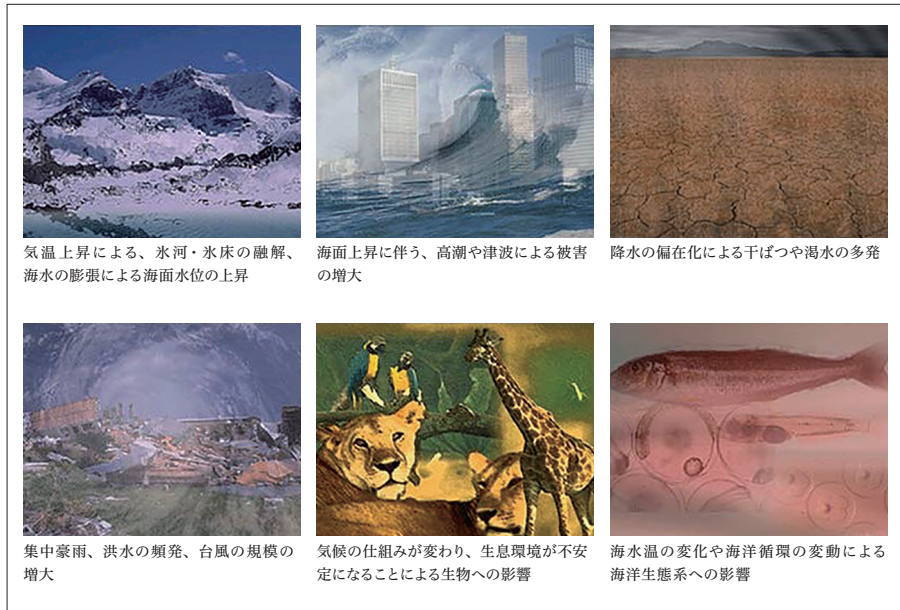
現在は気候変動問題の専門家である山地氏だが、もとは原子力工学から研究の道に入った。

「大学院までは、原子炉設計工学、とくに核燃料サイクルの最適化に取り組んでいました。核燃料には、燃えてエネルギーを発生しながらまた別の燃料になるという性質がありますが、これをどう運用していくのがよいかという、長期核燃料サイクルの研究をしていたのです。しかし、原子力発電がどうあるべきかを考えることは、日本全体の電源構成がどうあるべきかを考えることでもあり、それはつまり、電力以外も含めたエネルギー構成全体がどうあるべきかを考えること、ひいては経済全体がどうなるかを考えることでもある。そこでその後は、電力システム、エネルギーシステムの分析やモデル化、その延長としての気候変動対策に取り組むようになりました」

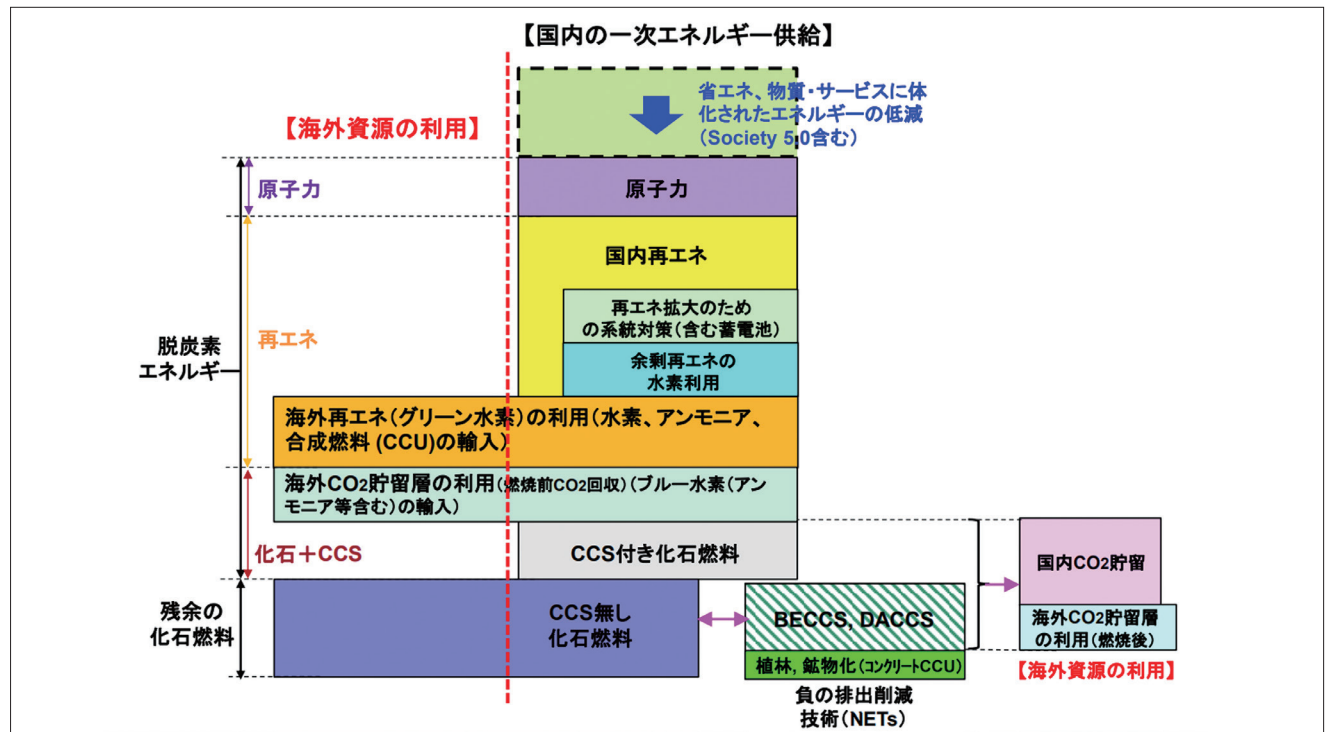
山地氏が工学に関心を抱いた原点は、大学闘争に揺れた学生時代にある。当時「未来のエネルギー」だった原子力に興味を持ち、東京大学に入学した山地氏は、入学の翌年に入学試験が中止になるなど混沌とした教養部キャンパスで過ごし、文理を超えた友人との交流を経て科学と世の中の関係を考えるようになった。「どう活用されるかが見えている工学研究、またその研究で世の中がどう変わるかに興味を持つようになったんです。ある特定の問題を深く掘り下げるサイエンスに対し、工学＝エンジニアリングは目的に向かってさまざまな分野の知識を使っていく総合性の学問。原子力はとくにこの傾向が強く、電気工学、物理、熱工学、材料、機械、制御とさまざまな分野が関わる、まさに総合工学。総合性の高さという意味では気候変動対策とも通じるところがありますね」

核燃料や電源構成の最適化に加え、山地氏が取り組んできたのが、エネルギー需要、デマンドレスポンスに関するモデルの構築だ。

電力供給は需要のピークに合わせる必要があるため、電力システム全体を最適化するには「ピークを減らす」という考え方が求められる。そしてピークを減らすには、需要側、つまり電力を使う側を最適化する必要がある。その一例として



気候変動の影響
出典：公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ HP「温暖化の影響」
<https://www.rite.or.jp/system/about-global-warming/warming-impact/>



一次エネルギー供給で見たカーボンニュートラルのイメージ
出典：公益財団法人地球環境産業技術研究機構 年次報告書 2022 年版第 17 号

山地氏が取り組んだのが製鉄所のエネルギー需要のモデル化だ。製鉄所ではコークス炉や高炉など、さまざまなところから発生するガスを貯蔵しておき、発電・熱風炉などに使用している。このシステムをうまく作することで、電力需要のピークカットも可能になるというわけだ。

「需要の最適化」という視点は、現代のエネルギー政策でも重要なパートを占めている。これまでと違うのは、最適化のために需要を「減らす」だけでなく「増やす」という発想も取り入れられていることだ。

「2022年の改正省エネ法（*8）には、『電力が安い時間帯の需要を増やす』という考え方が盛り込まれています。背景にあるのは太陽光発電の普及です。太陽光発電は日中に発電するので昼間の電力が余る。この時間帯の需要を増やすことが全体としての最適化につながるわけです。たとえば、昼の太陽光電力を使って揚水し、夕方以降に発電を行うこともその一つ。私が電力需要モデルづくりに取り組んでいた1980年代には、デマンドレスポンスといえばピークカットのことでしたが、太陽光発電のように設備さえあれば燃料がいらない発電方法が登場したことでエネルギーシステムにも大きな変化が出ています」

一見遠そうに見える技術であっても明日のエネルギー技術になり得る

エネルギー政策の基本は「S+3E」と言われる。

「Sは安全（Safety）のこと。以前は当たり前だったのでわざわざ言わなかったのですが、東日本大震災以降とくに言及されるようになりました。3Eとは、エネルギー安全保障（Energy Security）、経済合理性（Economic Efficiency）、環境（Environment）。エ

ネルギー安全保障とは、今まさに電力の逼迫が話題になっていますが、そういうことのないよう安定供給を確保することです。他国にエネルギーを依存している日本のリスク回避の手段として、エネルギー源の多様化や、自国権益によるエネルギー資源開発なども考える必要があります。経済合理性は言うまでもなく低コストでのエネルギー供給を実現すること。環境については、昔は大気汚染や水汚染の問題もありましたが、今はほぼ気候変動対策とイコールと言ってよいでしょう」

3Eを実現するには電化を進めるのが合理的であり、だからこそ政策でも電気を作る過程の脱炭素化が重視される。再生可能エネルギーの主力電源化もそうだが、原子力も大切だし、化石燃料を使用しつつCO₂を出さない「ゼロエミッション火力」も手段の一つだ。また、電力ではなく熱として使用されるエネルギーも多いので、燃料そのものの脱炭素も欠かせない。こうしたことが、現在の日本のエネルギー政策にすでに盛り込まれている。

そのうえで、山地氏が新たな視点として注目しているのがエネルギーのDX（*9）だ。

「すでに電力やガスのスマートメーターが導入され、細かい計量を行うことで無駄なエネルギー使用を抑えることに成功していますが、こうした情報技術の活用がエネルギー政策につながる場面はまだあります。シェアリングエコノミーで社会インフラの形を変えることもその一つです。たとえば自家用車の時間稼働率は5％程度と言われています。つまり自家用車の大半は駐

*8 安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律
*9 Digital Transformation, デジタル・トランスフォーメーション

車場に停まっているんですね。一方、タクシーの時間稼働率は50%を超えている。シェアリング技術で全自動車の時間稼働率をタクシー並みに引き上げることができれば、自動車の総数をかなり減らすことができます。数が減るということは、自動車を作る素材やエネルギーが削減でき、生産を介した省エネが可能になるということで、これも立派なエネルギー政策なのです」

こうしたことのモデル化もエネルギーシステム研究の挑戦の一つ。「情報とのリンクは現在、エネルギーシステムにとってとても重要なテーマ。こうして、今はエネルギーの技術ではないと思っているような技術がエネルギーに大きな影響を与えることは、今後も出てくると考えられます」

日本のエネルギー政策の課題と その解決のために大学ができること

「日本では、『2050年カーボンニュートラル』というキーワードの登場以来、3Eのうちでも『環境』ばかりが強調されてきた」と山地氏は指摘する。現在、ウクライナ危機で天然ガスが高騰している状況は、決して望ましいことではないが、エネルギー安全保障に目が向くようになったという意味ではバランスを回復したとも言える。

「気候変動問題は非常に難しい問題なので、解決するには使えるカードはできるだけ多く持っておく必要があります。せっかく持っているカードを嫌だからと捨ててしまうのは、自ら立場を悪くすることになってしまう。たとえば、現在日本で原発が使いにくい状況はエネルギー安全保障の面から見ても問題です。とはいえこれは技術や経済の面から解決できることではなく、政治の問題であり、どうしていくかは難しいところです」

そしてこういう難問への挑戦こそ、山地氏が大学に期待する部分でもある。

「政治の問題として議論していくには、一人ひとりが事実への理解を深める必要があります。社会構成員の知識のレベルを上げるという役割は、まさに大学が担える部分ではないでしょうか。個人的には、いわゆる社会思想のようなものも重要なのではないかと考えています。最近はまだ社会思想が重視されない傾向にありますが、多くの人が共感できる何かで社会をまとめあげるためにも、このことを今一度考えてみることも重要ではないかと思うのです」

そういう観点からも、大学には「専門に偏り過ぎてほしくない」という。

「大学は、世の中に出てから自分で学んでいけるような、自分で考えられる基礎を作る場であってほしい。気候変動問題にしても、世の中で『カーボンニュートラル』と言われているから取り組むというのではなく、事実は何かを自分で判断でき、どうすればよいのかを考えられる人を育ててほしいですね。そのためには、『社会に出て稼いでいくための特技』以外の分野についてもわかっていないといけな。その意味でも、リベラルアーツはとても重要だと思います」

「カーボンニュートラル」は目立つ話題ではあるが、たとえばSDGsの第7項には「エネルギーアクセスの向上」として「全ての人々に、手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」という目標が掲げられている。地域

によっては、今もエネルギー源に薪や動物の排泄物が使われているが、これらは決して安全で健康的なエネルギーとはいえないので、電気やガスへの置き換えを目指す必要があるということで、世界的にはとても大きな問題だ。「同じエネルギーというテーマの中にも、こうした別の大きな問題がある中で、『カーボンニュートラル』だけを重要視するのはいかにもバランスが悪い」と山地氏は説く。

「ものごとを総合的に、バランスよく考えるには経験が必要。各分野の基礎をしっかりと学んだ上で、その力をまとめて発揮できる場があるといのですが、世の中に出ればそのような機会はあると思うのです。私について言えば、原子力も気候変動もまさに総合力を求められる課題であり、取り組む中で総合力を身につけることができました」

山地氏の話の中にたびたび現れる「バランス」という言葉。それは、山地氏の専門である「システム」がまさにバランスの上に成り立つものであり、それを欠く危うさをよく知っているからなのだろう。たとえば、エネルギーの供給モデルは技術で決まるが、需要モデルはもともとなるニーズによってさまざまに異なる。「鉄を圧延して鉄板を作りたい」というニーズがあったとして、それを実現するためには非常に繊細なエネルギー出力のコントロールが必要なため、単純な省エネモデルではそもそもニーズが満たされない。そういうことに思いを巡らせることのできる総合力が必要なのだ。こうした問題全般に関するインパクトとして、国立大学の存在は大きいと山地氏は語る。

「そもそも気候変動は、人類共通の、解決に時間のかかる、総合知を要する課題であり、まさに大学で取り上げるべきテーマと言えます。『2050年カーボンニュートラルこそが全て』というのではなく、ぜひ現状をしっかりと見据えて議論を進めて頂きたいと思います。大学が時代の求めることに取り組むのは当然ですし、必要なことでもあります。大学は本来『不易流行』の『不易』の場。流されないものを大切に、今必要なこととのバランスを取ってほしいと感じます。また、本来教育は公共性の高いものですが、国立大学はその公共性をより担える存在であるはず。ぜひその特性をうまく発揮していただきたいですね」



山地 憲治（やまじ けんじ）

1950年生まれ。香川県出身。1977年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1977年～1994年一般財団法人電力中央研究所。1994年8月～2010年東京大学教授（大学院工学系研究科電気工学専攻）。2010年財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）理事・研究所長、副理事長を経て現在に至る。主な審議会委員として、総合資源エネルギー調査会委員、産業構造審議会委員、科学技術・学術審議会、中央環境審議会、原子力委員会等の部会などの委員を歴任。工学博士。

【特集】気候変動対策 一地球とわれわれの未来のためにー

LEADER'S MESSAGE

広島発 産学官連携で カーボンニュートラルの実現を

近年、地球温暖化が進み世界中で異常気象や気象災害が頻発している。

その原因となっているのが人為的な活動によって大量に排出されている温室効果ガスだ。

日本では2050年までに温室効果ガスの排出量を実質的に0にするカーボンニュートラルを目指すと言。

そのような中で、広島大学は「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」を行い、

2030年までにキャンパス内のカーボンニュートラル実現を目指して、

地域や企業との連携もあわせて、進み始めている。

広島大学の越智光夫学長と同大学大学院先進理工系科学研究科の金田一清香准教授に

その取り組みについて語ってもらった。

広島大学長

越智 光夫

広島大学大学院

先進理工系科学研究科

准教授

金田一 清香

※写真撮影時のみ、マスクを外しています。



越智 光夫（おち みつお）
1952 年生まれ。愛媛県今治市出身。広島大学長。
広島大学医学部卒業後、整形外科に入局。
1995 年鳥根医科大学教授。
2002 年広島大学大学院医歯薬学総合研究科教授
に就任。広島大学病院長を経て、2015 年から現職。
2015 年に紫綬褒章を受章。

この数十年で変貌した日本の気候

ー 近年、日本では豪雨災害が多くなりましたが、先生方の実感はいかがでしょう。

越智：私が広島に来たのは18歳のときで、以来、ずっと広島で過ごしています。広島は温暖な気候で、台風がときどきやってくるものの大きな地震や災害などはありませんでした。それが最近豪雨などで大きな被害が発生するようになりました。

金田一：私は広島に来て10年ほどになりますが、ここ数年は梅雨の終わり頃に毎年、どこかで水害が起こりますよね。気候変動が進んでいることを肌で感じています。

越智：平成26年8月豪雨では広島市八木地区を中心に広島県内で74名の死者が出ました。さらに、平成30年7月豪雨では広島市と呉市をつなぐ道路が寸断され、医師が広島市から呉市まで行くのに船を使うもありました。この豪雨では広島県内で120名の方が亡くなっています。

豪雨災害は広島県だけの問題ではありません。今年も日本全国で様々な被害が出ていることからわかるように、日本全体の問題になっています。しかも、近年は、土石流や山腹崩壊などによる土砂災害と、洪水などが複合的に発生して大きな被害をもたらす「相乗型豪雨災害」が多発し、これまでの災害対策では追いつかなくなっています。

広島大学でも、多発している相乗型豪雨災害に対応するために、2018年9月に防災・減災研究センターを立ち上げました。近年の気候変動には地球温暖化が大きく影響しています。IPCCの第6次評価報告書では、今世紀半ばには世界の平均気

温が産業革命前と比べて、5割の確率で1.5℃上昇すると評価されました。このまま何もしないと、世界中で大規模な災害が発生するばかりです。

国内では、2020年10月26日に当時の菅義偉首相が「2050年カーボンニュートラル宣言」をしました。この目標はとてもハードルの高いものです。何もせずに一気に達成できるものではありません。様々な組織が小さな取り組みをコツコツと積み上げていくことで、やっと2050年に達成できるようになるでしょう。

日本は二酸化炭素排出量が世界で5番目に高い国です。カーボンニュートラル達成の機運を高めていくためにも、全国で86校ある国立大学の担う役割は大きいと思います。大学としてもこの問題に積極的に関与していく必要があります。その第一歩として、2021年1月26日に「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」を行いました。

行政と大学が手を取り 地方からイノベーションを起こす

ー「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」について、詳しく教えてください。

越智：この宣言では2030年までに実現を目指す目標が2つあります。1つ目は、通勤・通学を含め、広島大学のキャンパスで使うエネルギーのカーボンニュートラル。2つ目は、次世代通信規格である第5世代移動通信システム(5G)のネットワーク網の整備などによる、スマートキャンパスの実現です。

カーボンニュートラルに関しては、国の「2050年カーボンニュートラル宣言」を先取りする形で、2030年に達成することを目標としています。これはとても高いハードルですが、高いハードルを課して行動しない限り、国全体で2050年にカーボンニュートラルは達成できないと思います。国立大学の役割として、積極的にメッセージを発信し、社会を引っ張っていく意味合いをこめて、2030年を目標に定めています。

金田一：確かに、待っていたのではカーボンニュートラルは実現しません。学長のリーダーシップで取り組みを進めていけるのはすごいなと感じています。カーボンニュートラルとスマートキャンパスを組み合わせる宣言は、他の大学ではやられていませんが、このような発想はどうして生まれたのですか。

越智：今、社会ではICT（情報通信技術）が飛躍的に発展しています。コンピュータやセンサーの発達によって、今後、街とデジタルが融合するスマート化が進んでいくでしょう。大学はスマートシティ実現のための技術を提供するなど、支援する立場にあります。カーボンニュートラルと同じように、社会にメッセージを発する意味合いをこめて、まずは学内でスマートキャンパスの実現も宣言しました。

ただ、スマートシティやカーボンニュートラルは大学だけが推進しても実現するのは難しいものです。今回の「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」では、東広島市、住友商事株式会社と包括連携協定を結び、産学官連携の新たな地方創生モデルの創出を目指します。東広島市は、広島大学の東広

島キャンパスが立地する自治体です。大学と大学が立地する地域の自治体が目標を共有し、行政資源と大学の研究・教育資源を融合させながら、持続的な地域の発展と大学の進化を共に目指す協力体制は日本ではあまり例がありません。私たちは、このような協力体制の構築を「Town & Gown*構想」と名づけ、地方創生の新しい枠組みとして根づかせていきたいと考えています。

「Town & Gown構想」の参考にしたのは、アメリカのアリゾナ州立大学です。アリゾナ州立大学は、アメリカの中でも有数の規模を誇る大学で、アメリカのMost Innovative Schools（最も革新的な学校）に2015年から7年連続で選出されて、新しい試みを次々を行っています。アリゾナ州立大学で様々な試みができるのは、大学本部のある自治体のテンピ市との関係がとていいからです。「Town & Gown構想」では、広島大学と東広島市が同じような関係を構築し、イノベーションを起こしやすい環境をつくっていくという狙いがあります。

既存技術と組み合わせる 二酸化炭素排出量の削減を

金田一：「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」は、それぞれの研究者の進めている研究の社会実装を後押ししてくれます。若手研究者にもチャンスを与え、開かれた大学だと思っています。

越智：宣言の実現に向けて、広島大学では7つの挑戦を続けています。具体的な取り組みは、先進理工系科学研究科の先生の研究を中心に様々なシーズがあります。例えば、市川貴之先生の再生可能エネルギー由来の電力や熱で水素を製造し、水素エネルギー利用システムの構築を目指す取り組み、松村幸彦先生の高温高压の水を用いたバイオマス資源の有効活用などがありますし、尾坂格先生の塗布型有機薄膜太陽電池も有望です。もちろん、金田一先生の取り組む地中熱利用による建物の省エネにも期待しています。

ー 地中熱利用とは、どのような技術なのでしょう。

金田一：地中熱利用は、日本では発展途上にある建物の新しい空調技術で、簡単にいうと、エアコンの代わりになるものです。屋外に穴を掘ることで、エアコンの室外機の機能を土の中の熱で代替する仕組みです。エネルギー効率はとても良く、最新型のエアコンよりも30%ほど省エネできるほどの潜在力があると考えています。

この技術は寒冷地で生まれ、日本では北海道を中心に導入されています。本州の温暖な地域でも、

* ガウン（Gown）は欧米文化圏の学校で着用されてきた伝統的な衣装。現在でも学位授与式などで着用されることから、大学を象徴する言葉として使われている。



金田一 清香（きんだいち きやか）
1976 年、北海道生まれ。
広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授。
北海道大学工学部卒業、同大学院工学研究科都市環境工学専攻博士課程修了。北海道大学大学院工学研究科特任助教、東京大学大学院工学系研究科特任助教などを経て現職。

東広島市をはじめ、冬の冷え込みが厳しく、夏の冷房と冬の暖房で同じくらいの電力を消費するような地域では活用しやすい技術だと思います。

しかし、設置コストがエアコンの10倍ほどかかるという難点もあります。このような状況で、今回の宣言を受けた挑戦の中に、地中熱利用を盛りこんで頂いたことはとてもすごいことだと受け止めています。

地中熱利用の実験設備（広島大学提供）





大学校舎屋上に設置された太陽光パネル（広島大学提供）

現在、東広島キャンパスだけで、3万3000トン（2013年実績値）ほどの二酸化炭素を排出しており、空調からの排出量は全体の3割弱だと思います。私の試算では、2030年までに更新する空調機器の中で、1割ほどを地中熱にすることで、東広島キャンパスの二酸化炭素排出量は1割削減できるとみています。

広島大学では、5メガワットの大規模太陽光発電の導入など、広大な敷地を活かした様々なプロジェクトも進められています。最新のエアコンと地中熱利用、その他の再生可能エネルギーに関する取り組みをうまく組み合わせ、二酸化炭素排出量を削減していくのが最適解であると思います。

広島大学の挑戦に地中熱利用が選ばれたことで、東広島キャンパス内に地中熱を活用した新しい建物が建設されることになりました。この事例を成功させて、地中熱利用の省エネ特性を多くの人に知ってもらい、この技術を広めるきっかけにしたいです。

日本のカーボンニュートラル達成に貢献したい

越智：カーボンニュートラルの達成には、教員、学生など、一人ひとりの意識の変化も大切です。スマートフォンのアプリなども活用して、省エネの見える化などにも取り組み、一人ひとりが省エネを意識して、行動できる仕組みも用意していきたいです。

金田一：アプリは、カーボンニュートラルや省エネと絡めた情報を発信して、個人の行動変容を促せるかが大きな課題になると思います。東広島キャンパスだけでも200以上の建物があります。これからエネルギー効率が高く、魅力的な建物を整備していったり、そのような情報をアプリで提供したりすることで個人の行動変容を促せるのではないのでしょうか。

越智：私たちは住みやすい地球を維持するために投資する必要があります。地球の限られた資源をうまく利用して、次の世代に良い環境のまま渡していけるかどうか、今、問われている

と感じています。

金田一：私は建築学の研究者なので、子どもたちには少しでも良い空間で過ごしてほしいと思っています。人は幼少期の体験をよく覚えています。現代人は建物の中にいる時間がとても長く、1日の8～9割を占めています。学校も含めて、良い空間で育った経験を幼少期からたくさんしていくことで、次の世代にも伝えていけると感じています。

越智：2030年までにキャンパス内でカーボンニュートラルを達成することは、本当に高い目標です。挑戦には、「達成できないかもしれない」というリスクが常について回ります。何もやらなければリスクはないですが、チャレンジすることが大切です。広島大学の取り組んでいる「カーボンニュートラル×スマートキャンパス5.0宣言」の大きな狙いの一つは広島大学が2030年に先行してカーボンニュートラルを達成することで、日本全体でカーボンニュートラルを達成する機運を醸成していくことです。自治体や企業と協力することで、様々な技術が社会に広がっていくことでしょう。

自治体と大学が協力する「Town & Gown構想」が他の地域や大学にも広がり、たくさんの地域や大学でカーボンニュートラルへの取り組みが広がっていけばいいなと思います。実際、興味を示す自治体や大学はいくつもあります。一緒に取り組むメンバーを増やしていくことで、日本国内でカーボンニュートラルに対する具体的な取り組みが広がっていくでしょう。2050年に日本のカーボンニュートラルを達成できるように広島大学は貢献していきたいものです。

大学では具体的な技術だけでなく、新たなシーズを生むような自由な基礎研究も積極的に進めています。研究者の好奇心から思いもよらない技術が生まれてくるはずなので、今後、広島大学から社会が驚くような新技術が登場するかもしれません。ご期待頂ければと思います。

01 岩手大学

岩手大学環境マネジメント学生委員会「緑のカーテンづくり」による気候変動対策

岩手大学環境マネジメント学生委員会（EMSC）は2008年10月に設立。岩手大学の環境マネジメントシステム（EMS）運営において、学生の立場から参画している公式の組織・構成員と位置づけられている（岩手大学「環境配慮への取組」：<https://www.iwate-u.ac.jp/about/management/environment.html>）。

EMSCはチームごとに環境教育・省エネ省資源・廃棄物削減など様々な環境配慮活動を展開している（EMSC WEBサイト：<https://emsc.jimdofree.com/>）。特徴的



緑のカーテンづくり

な活動が岩手大学図書館西側壁面での「緑のカーテンづくり」である。2009年度から開始。学生団体を支援する競争的資金を3年間獲得した後、岩手大学のEMS運営組織である環境マネジメント推進室予算から費用を支出して活動を続けている。推進室や技術部職員の支援を受け、西洋アサガオの種まきから始め、プランターへの植え替え、屋上からのネット設置と撤収までEMSC内「グリーンキャンパスチーム」学生委員が行っている。学生主導の教職員との協働による気候変動対策で、岩手大学のEMS運営・環境配慮活動における象徴的な活動である。

特に夏には西日で暑さが厳しくなる図書館西側に緑のカーテンを設置することで、壁面の温度低下がはかれる。計測では約10度の温度低下があった。室内の冷房使用抑制や電気・化石燃料使用削減による二酸化炭素排出量削減の気候変動対策にもなる。

また、緑のカーテンは岩手大学内外の人々の目を引いている。緑のカーテンを見た盛岡市内の幼稚園長からEMSCメンバーが声をかけられ、園児への環境教育を始めるきっかけにもなった。緑のカーテンは環境教育の場としても活用されている。

02 東京工業大学

グリーン・トランスフォーメーション・イニシアティブ（Tokyo Tech GXI）

カーボンニュートラルを目指しての取り組み

東京工業大学は、ゼロカーボンエネルギーを用いたカーボンニュートラル（CN）技術開発による社会貢献を目指し、2021年6月にゼロカーボンエネルギー研究所（ZC研）を開設した。政府方針である2050年カーボンニュートラル（CN）実現のためにはグリーン・トランスフォーメーション（GX、緑転、CN化に応じた産業及び社会の構造の変化）が必須と考え、GX社会を先導する研究活動の推進とスタートアップの強化、産業や社会連携への実質化を進めるためにグリーン・トランスフォーメーション・イニシアティブ（Tokyo Tech GXI）事業を開始した。

Tokyo Tech GXI の特色

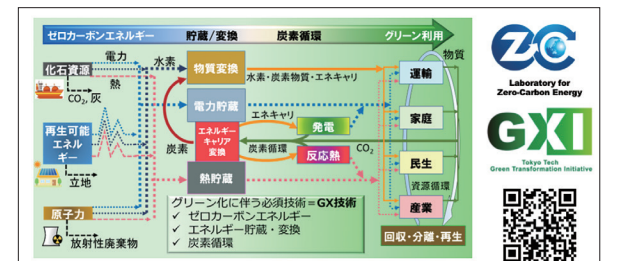
1. 同大学の約400名のエネルギー関連研究者と約40社のエネルギー関連企業プラットホームとが連携した産学連携委員会（企業コンソーシアム）を組織し、オープンイノベーションによる課題解決のためのGX研究の推進・加速を行う。
2. GXのための炭素循環グリーン産業システムなどの実証研究、産学官・地域社会・市民と連携したエネルギー

ソリューション研究、社会経済学に基づくGX化促進研究を展開する。

3. 産業や社会のCN化に向けたGX研究の知の拠点化及び新たな学術の創成を目指す。

期待できる成果・評価

1. 産学官連携によるCN研究のオープンイノベーション国際拠点化。
2. GX研究・実証プロジェクトを創生・推進し、気候変動対策へ貢献。
3. CN社会に向けたグランドデザインの明確化とその実現に向けた道筋・政策提言。



参考URL

〔1〕ゼロカーボンエネルギー研究所
<http://www.zc.iir.titech.ac.jp/>

〔2〕Tokyo Tech GXI
<http://www.zc.iir.titech.ac.jp/jp/GXI/>

03 茨城大学

国内随一のカーボンリサイクル実験環境 脱炭素「日立」モデルを産学官で追究

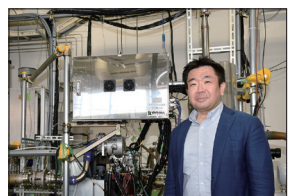
茨城大学は2006年に地球変動適応科学研究機関(ICAS)を設立し、気候変動適応科学、サステナビリティ学の組織的な研究・教育にいち早く取り組んできた。ICASを改組して2020年に開設した地球・地域環境共創機構(GLEC)は、気候変動や水圏環境に関する長年の活動の実績が認められ、気候変動アクション環境大臣表彰も受賞している。

GLECなどが行った地球レベルの海面上昇リスクと適応策の評価研究の成果は、IPCCの報告書でも多数引

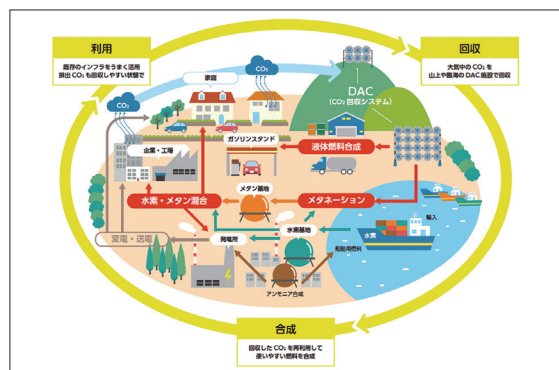
用。あわせて GLEC 内に設置している茨城県地域気候変動適応センターを中心に、地域レベルでの細かな適応計画策定支援・現地調査も進めているところだ。

また、近年は緩和策である脱炭素の技術・インフラ開発のための体制も強化している。理工学研究科(工学野)では、大気中のCO₂の「回収」、新たなカーボンニュートラル燃料の「合成」、それらの高効率な「利用」というカーボンリサイクルの実証実験を学内で実施できる国内随一の環境の整備を進めている。国内外の研究者や日立製作所等の企業、茨城県や日立市などの自治体と連携し、メタン・水素の混焼、液体燃料合成などの成果を生み出し、「日立」からの脱炭素地域モデルの発信を目指す。

適応策・緩和策の両面の強みを活かし、地域での調査・実験を積み重ねながら、今後も気候変動対策をリードする大学でありたい。



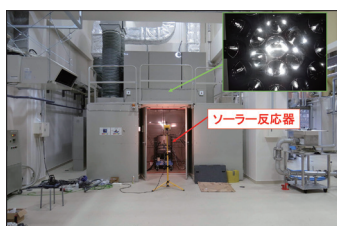
理工学研究科(工学野)の田中光太郎教授。背景に写るガス混焼の実験機器は国内に4台しかない。



カーボンリサイクルの実験環境を学内に整備

04 新潟大学

太陽熱水素製造技術、および太陽熱・太陽電池・水電解の融合技術の開発



人工光源による30kWth太陽集光シミュレータ

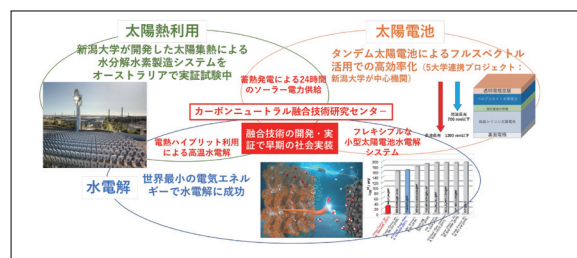
新潟大学における太陽熱利用分野では、熱により水を分解する触媒とソーラー反応器を開発し、現在、豪州のサンペルト(太陽日射の強い地域)において、豪国研CSIROと連携して500kWthの実証試験を行っており、当該分野において世界を牽引している。新潟大学では人工光源による世界最大級の30kWth太陽集光シミュレータを設置しており、上記はそれを活用して開発された。また、太陽電池開発についても、タンデム太陽電池の高効率化に関する5大学連携プロジェクトを牽引し、さらに、水電解による水素製造については、世界最小のエネルギーで水を電解することに成功、太陽電池と組み合わせ

て世界最高水準の太陽光・水素変換効率(14%)で安定に水素を製造できることを実証している。このような背景から、「カーボンニュートラル融合技術研究センター」を組織し、太陽熱水素製造のみならず、太陽熱・太陽電池・

水電解を融合した新しい技術開発にも取り組んでいる。

期待できる成果

例えば、海外サンペルトの太陽熱発電プラント用として開発している高効率蓄熱システムを太陽電池と融合させれば、太陽電池からの電力を電気炉で一旦、熱に変えて蓄熱し、夜間にこの熱を取り出して従来の方法で熱発電できる(蓄熱発電)。蓄熱システムは安価であり、高価なバッテリーを使うことなく24時間、ソーラー電力が使えるようになる。このように技術を融合させることによって、国内・海外、大型・小型、昼間・夜間などの様々な場面に適合した新技術を生み出し、技術の社会実装を早期に実現することが期待される。



カーボンニュートラル融合技術研究センター組織図

05 名古屋工業大学

CO₂ 排出を削減! カーボンニュートラル時代を支える 低温及び無焼成でつくるセラミックス

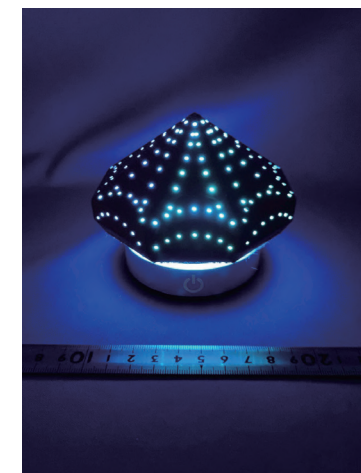
セラミックスは高温で焼いて作るのが常識である。焼けば当然エネルギーを消費し、CO₂が発生する。セラミックス製造で排出されるCO₂の約6割が焼成工程で生じる。2050年カーボンニュートラル社会達成に逆行した製法である。知識の活用で常識を打ち破ることをモットーとしている名古屋工業大学先進セラミックス研究センターでは、セラミックスを低温でつくる、さらに高次目標としては焼かずにセラミックスを得る方法を研究している。

焼かないからできることも沢山ある。焼かないメリットはCO₂の排出量削減、省エネ、低コストだけではない。例えば、これまで不可能だった素材(プラスチック、木、金属など)との複合化が可能となる。写真は樹脂製光ファイバーを無焼成セラミックスに包埋した光のオブジェである。これは単なる飾りだが、素材の組み合わせで新たな機能を得る可能性が見える。例えば、電子回路を組み込むなど色々な可能性がある。将来は3Dプリンターと組み合わせ、宇宙で建物をつくるができるようになるかも知れない。

このような研究活動を通して、物だけでなく人づくりも行っている。学生からはこの技術を使って環境保護に役立つ材料のアイデアを提案してもらい、良い提案は本格研究のス

テージに進む。個々が問題を整理し主体的に研究することで、将来自らが新しい価値を創造し開拓して行ける研究者・技術者となるような教育体制になっている。また、同センターは日本一の陶磁器産地の中心(多治見市)にある。地元企業の技術とセンター教員の知識で産学連携も進んでいる。学生にとっては居ながらにしてインターンシップ、企業技術者にとってはリカレント教育にも繋がっている。

研究成果、関連行事や年報等は同センターのWEBサイトで公開しているので、ぜひご覧いただきたい。



先進セラミックス研究センター WEB サイト:
<http://www.crl.nitech.ac.jp/>

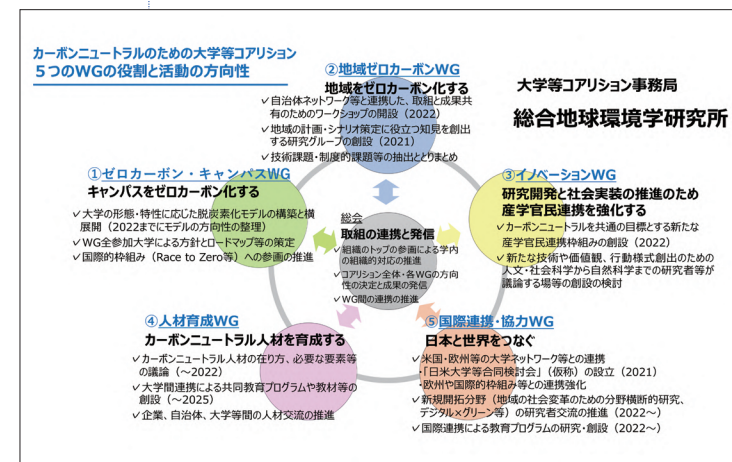
06 総合地球環境学研究所 (人間文化研究機構)

「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」事務局運営

総合地球環境学研究所が主体となり、カーボンニュートラル達成に向けた大学の貢献を一層推進するため、多様な研究や取り組みの成果を共有する場として「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」(以下「大学等コアリション」)を立ち上げた(図、国内192の大学等が参加(2022.4.1現在))。各ワーキンググループ(以下「WG」)の活動の方向性及びロードマップに沿って、総会、シンポジウム、運営委員会、各WG等において議論を進めるとともに、ホームページ(<https://uccn2050.jp/>)を開設し、成果を発信中である。

大学等コアリションの活動を展開するうえで、活動の根幹となる大学等コアリションの5つのWGにそれぞれ幹事機関とWGの運営を担う担当委員会を配置するとともに、全参加大学の学長等が参加する大学等コアリションの決議機関である総会を2021年7月29日に開催した。また、全体の意思決定とWGにおける実践とを円滑に機能させるため、大学等コアリションの運営委員会を設置

している。組織運営体制の整備にあわせ、各WGにおいて、以降の活動計画に関する検討を行い、ネットワーキングの強化や積極的な広報活動の展開を視野に、ロードマップとして5ヶ年計画を策定した。対外発信として、「大学等コアリション全体シンポジウム」を2022年3月11日に開催し、自治体や企業の大学等コアリションへの参加の準備を行っている。



各WGの役割と活動の方向性



北海道大学
気候変動に関する国際ネットワークでの貢献

東北大学
「東北大学グリーンゴールズ宣言」における目標達成に向けた新たな環境目標の設定について

電気通信大学
UECビジョンのもと全学で取り組むカーボンニュートラル、SDGsの戦略的な推進

筑波大学
気候変動対策に資する木質バイオマス資源化植物デザイン研究

宇都宮大学
大学とNPO、市民のパートナーシップを通じた、ローカルSDGsの実践と可視化

山梨大学
燃料電池やアルカリ膜型水電解システムの研究に取り組んでいます。

東海国立大学機構名古屋大学
名古屋大学の脱炭素社会構築への多様な取り組み

大阪大学
カーボンニュートラルに向けて、持続可能な手法でキャンパスをZEB化する

神戸大学
淡水域における温室効果ガスの吸収・放出機構解明による淡水ブルーカーボンの推進

鳥取大学
『鳥取大学カーボンニュートラル宣言』の発出

徳島大学
CO₂コントローラーによる換気制御で省エネ対応と新型コロナウイルス感染症対策

愛媛大学
カーボンニュートラル先進県えひめ・応援プロジェクト

高知大学
地方発！気候変動から身近な生活・社会を守る研究の取組紹介

九州大学
気候変動と生物多様性の危機対策意思決定に科学的根拠を

熊本大学
再生可能エネルギーでCO₂削減！EVバスの社会実装研究

琉球大学
沖縄から展開する亜熱帯気候にあったZEH・ZEBの学部横断研究開発プロジェクト

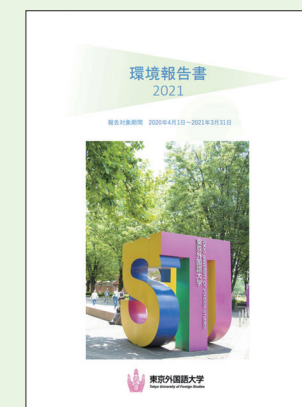
各 国 立 大 学 の 環 境 報 告 書

各国立大学法人は、改正地球温暖化対策推進法や環境配慮促進法に基づき、事業者の責務として、温室効果ガスの排出の量の削減等のための措置を講ずるよう努めること等が求められている。

環境配慮促進法において、特定事業者として定められている国立大学法人は、毎事業年度、環境報告書※の作成・公表が義務づけられており、その他の国立大学法人については、事業者の責務として、事業活動に関し、環境情報の提供を行うこと等が努力義務として求められている。

同法で特定事業者と定められていない法人を含め、全ての国立大学法人においては、環境報告書を作成しており、各法人のホームページにて公表している。

国立大学協会のホームページにおいては、各国立大学法人及び大学共同利用機関法人の環境報告書へのリンクを下記に掲載しておりますので、ご参照ください。



環境報告書（東京外国語大学）

国立大学協会は、カーボンニュートラルの推進をはじめとする地球規模の課題を解決するとともに、高度にレジリエントで持続可能な社会の構築にこれまで以上に貢献していくため、引き続き努力していく。

※ 環境報告書：環境配慮促進法においては、「いかなる名称であるかを問わず、（中略）その事業活動に係る環境配慮等の状況*（その事業活動に伴う環境への負荷の程度を示す数値を含む。）を記載した文書」とされる。

*環境配慮等の状況とは：環境配慮促進法では、「環境への負荷（環境基本法（平成五年法律第九十一号）第二条第一項に規定する環境への負荷をいう。以下同じ。）を低減することその他の環境の保全に関する活動及び環境への負荷を生じさせ、又は生じさせる原因となる活動の状況をいう。」とされる。