



国立大学法人

電気通信大学

The University of Electro-Communications

2022年6月

# カーボンニュートラル推進計画



# 目次

<b>第1章. カーボンニュートラル宣言・取組体制等</b>	
1. カーボンニュートラル宣言	1
2. 取組体制	2
3. ロードマップ	3
4. CAPDのサイクルによる進捗管理・検証・ フォローアップ	4
<b>第2章. カーボンニュートラルに向けた教育・人材育成</b>	
1. これまでの取組と課題点・留意点	5
2. アクションプラン	6
-TOPIC- コラム	7
<b>第3章. カーボンニュートラルに向けた研究・社会実装</b>	
1. これまでの取組と課題点・留意点	9
2. アクションプラン	10
<b>第4章. カーボンニュートラルに向けた大学運営</b>	
1. これまでの取組	13
2. 実績	15
3. 課題点・留意点	17
4. アクションプラン	18
<b>第5章. 予算計画</b>	
中長期的な予算計画・自己財源等の投入計画	23
<b>第6章. 社会への貢献等</b>	24
<b>参考資料</b>	25

# 第1章

## カーボンニュートラル宣言・取組体制等

### 1. カーボンニュートラル宣言

我が国は、2050年までに温室効果ガス（以下「CO<sub>2</sub>」）の排出量を実質ゼロにするという高い目標を示しています。この目標は、本学の取組む持続可能な開発目標（以下「SDGs」）<sup>（※1）</sup>にも深く関連しており、その達成に向けて創り出すエネルギーを質・量・タイミングに応じて共有し、発展と成長の成果を享受する社会システムを構築する必要があります。

これに向けて本学は、人間知・機械知・自然知の融合により新たな価値（進化知）を創造し、自律的に課題を解決しながら発展し続ける「共創進化スマート社会（Society5.0）」を実現するというビジョンの下に、その叡智を結集し、情報通信技術を用いたインターネット型のエネルギープラットフォームに必要となる重要な要素技術の開発を推進します。また、カーボンニュートラルを実現するエネルギーインフラパラダイムと、そのシステム技術等の開拓に向けて、以下の取組を強力に推進します。

- 情報通信技術とエネルギー技術の融合による革新的な相乗作用により、環境と経済を両立し、セキュアかつレジリエントな社会基盤を目指す最先端の研究開発を推進します。バックキャスト思考により技術的課題を明らかにし、そのソリューション研究を通じて情報・エネルギー総合学理・技術を創成します。
- 全ての教育・研究において、その活動と成果のカーボンフットプリントを意識し、カーボンニュートラルへの貢献を感じることができる教育体制を構築します。また、様々な分野において次世代の研究・開発の主役となる学生が、人類全体の発展に寄与する意識を持ち、具体的な知識とスキルを備え、インターネット型エネルギープラットフォームを基盤として持続可能な社会の創造に資する人材育成を目指します。
- キャンパスをカーボンニュートラルの研究・実現の拠点と位置づけ、情報・エネルギー総合学理・技術の実践と議論を可能にする組織及び施設や研究設備を配置します。また、カーボンニュートラルに貢献する目的と役割を大学運営における全ての取組に付与し、国、自治体、企業、国内外の大学、研究機関等と連携して斬新かつ実効性の高い研究を推進し、ゼロカーボンキャンパスの実現と成果の水平展開、さらには革新的なイノベーション創出に貢献します。

本学は、専門分野の強みや特色を活かしたこれら取組の実装により、2030年のSDGs達成や2050年のカーボンニュートラル達成に向けて、産業競争力向上と優れた人材輩出に貢献し、我が国や世界の先導的モデルとなることを宣言します。

令和4年6月

国立大学法人電気通信大学

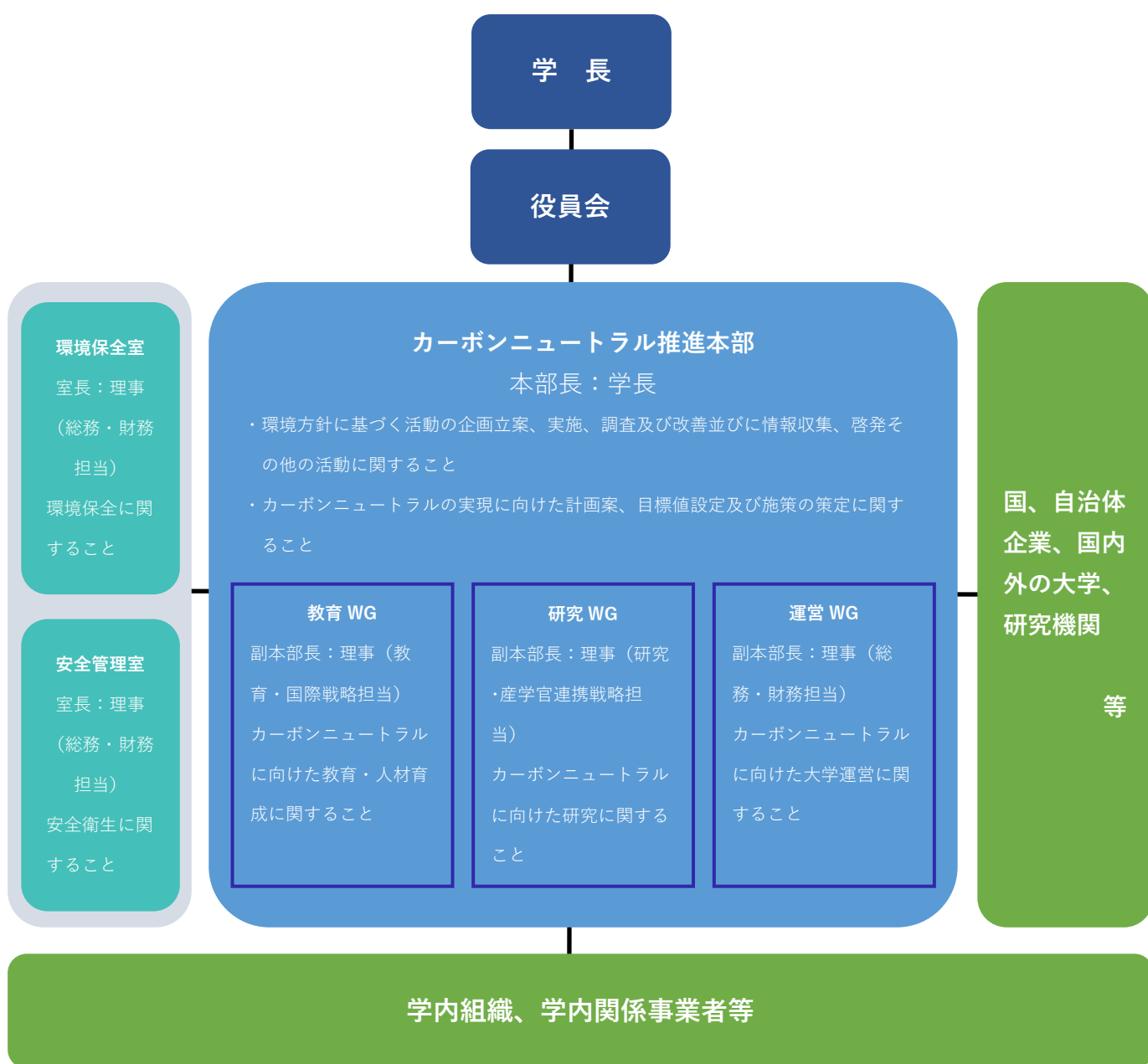
学 長

田 野 俊 一



## 2. 取組体制

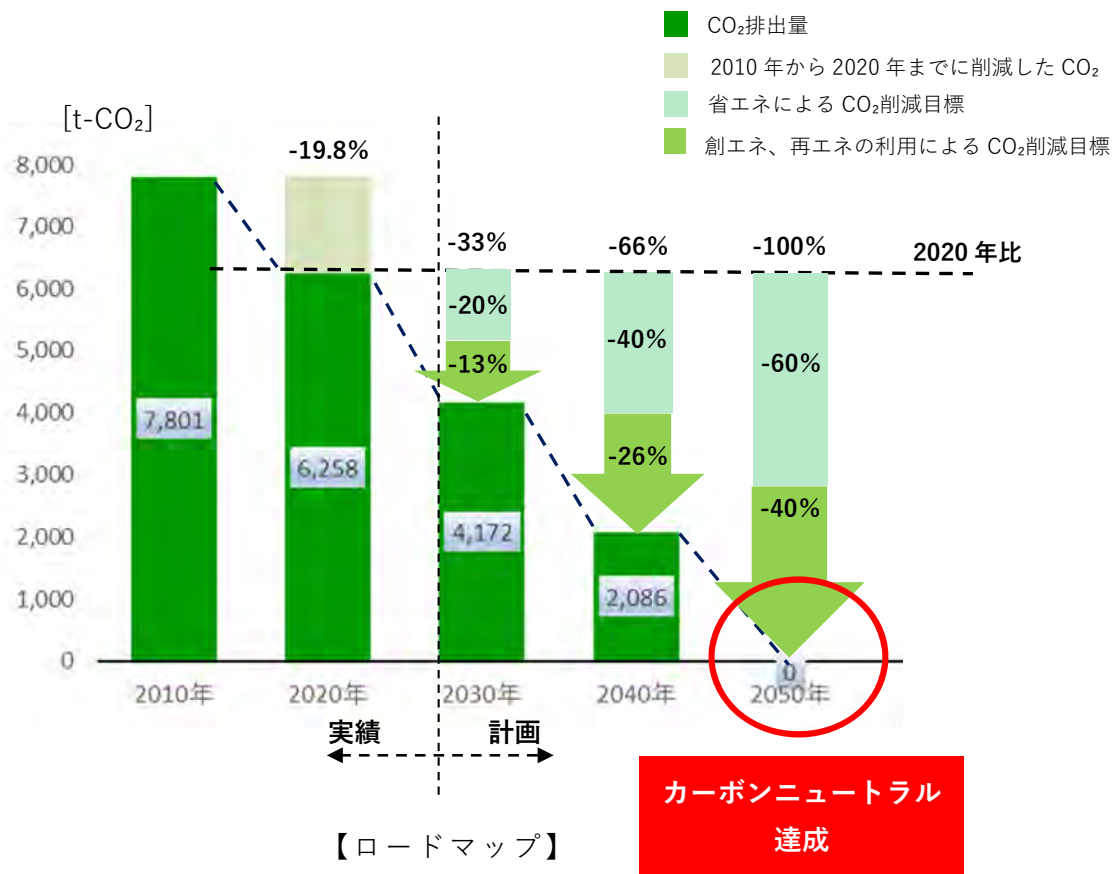
本学では、宣言に掲げた取組を強力に推進するため、学長を本部長、複数の理事を副本部長とする「カーボンニュートラル推進本部」を設置するとともに、推進本部の下に担当理事及び教職協働で構成された「教育・人材育成」「研究」「大学運営」の各ワーキンググループを設置し、大学の活動全般を共有・統合し、教育研究に留まらず社会実装も含めて一体的に推進する全学体制を整備している。



### 3. ロードマップ

2050年カーボンニュートラル達成に向けて、大学全体としての10年ごとのCO<sub>2</sub>排出量の目標値を定める。具体的には以下に示すとおり、省エネルギー及び創エネルギーへの取組や再生可能エネルギーの使用も加えて、2030年までに33%（2020年比）、2040年までに66%を削減し、2050年にカーボンニュートラルを達成する。

カーボンニュートラルに向けた分野	2010年	2020年	2030年	2040年	2050年達成
教育・人材育成	・カーボンニュートラルに貢献する先端的教育・研究成果の発信、教育カリキュラムの導入及び実施 他				
研究	・創エネ・蓄エネ・省エネ等9つの領域に関する技術開発及び実装等				
大学運営	・「共創進化型イノベーション・commons マスタープラン」(策定中)における全体面積最適化によりZEB新営建物を立案、長寿命化させる既存建物の100%ZEB Ready改修を計画				
	・太陽光発電パネルの構造上可能な建物屋上へ100%設置				
	・教育研究建物の空調・換気・照明を高効率設備へ100%切り替え ・教育研究建物の外皮強化(断熱性強化)を100%実施				
	・大学全構成員へカーボンニュートラル講習会等の意識啓発を定期開催				
	・ノー残業デーの徹底、クールビズ及びウォームビズの前後1ヶ月延長による電力等削減				
	・ペーパーレス化及び資源リサイクルの徹底による廃棄物処分量の50%削減 ・キャンパス屋内外の緑化活動の活発化等				

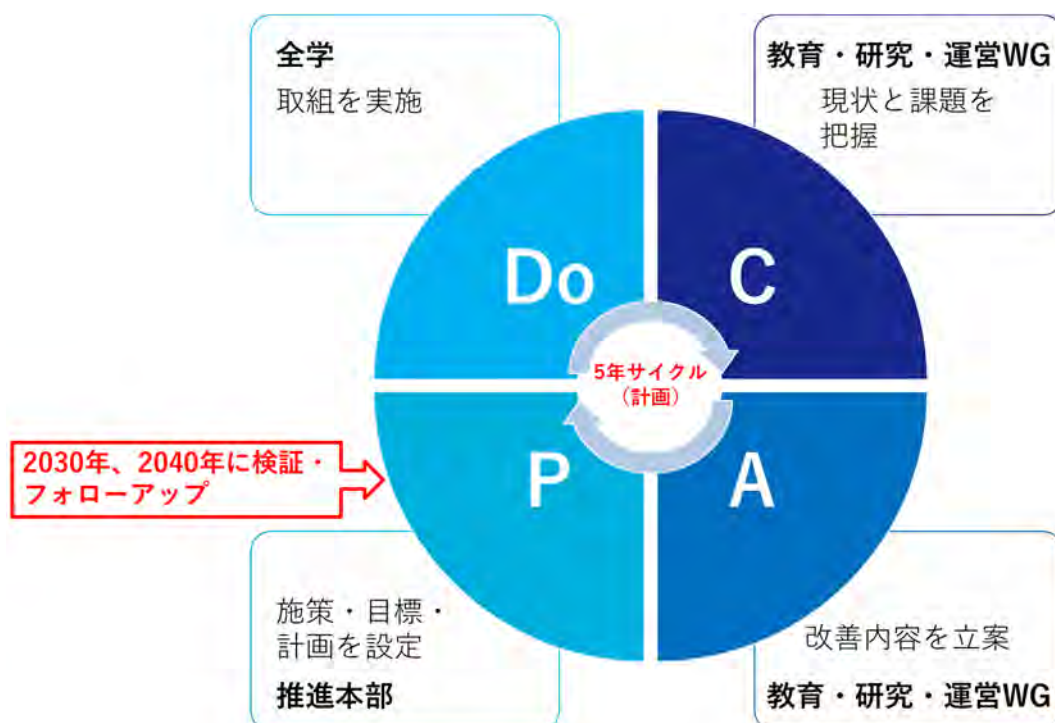


## 4. CAPDo サイクルによる進捗管理・検証・フォローアップ

本推進計画は、CAPDo（キャップ・ドゥ）サイクルの考え方に基づき、進捗管理と検証、フォローアップを実施する。

- ・ C (Check) : 研究・教育・運営の各 WG で現状と課題を把握。
  - ・ A (Act) : 現状と課題に基づく改善内容を立案。
  - ・ P (Plan) : 推進本部で改善内容による施策・目標・計画を設定。
  - ・ Do (Do) : 各 WG で施策・計画に基づいた取組を実施。
- ↓
- ・ C (Check) : 取組により新たに得られた課題を把握。

毎年度、各 WG において定期的な確認を行うとともに、推進本部において5年周期で上記サイクルを回し、2030年度及び2040年度に目標達成状況を踏まえた検証やフォローアップを行う。これにより、カーボンニュートラルに関する様々な課題や問題を自立かつ連続的に解決し、進化し続ける共創進化機能が内包され、2030年のSDGs達成に寄与するとともに、2050年カーボンニュートラル達成を実現する。



【CAPDo サイクル】

## 第2章

# カーボンニュートラルに向けた 教育・人材育成

### 1. これまでの取組と課題点・留意点

本学は、人間・社会・自然の秩序を形成する物・エネルギー・情報の相互作用、つまり、通信による情報交換のみならず、生命活動を維持する細胞間の物質交換、経済活動を促す貨幣の交換、自然界でのエネルギー交換も全てコミュニケーションと考え、これを研究対象とする科学を「総合コミュニケーション科学」として提唱している。これに基づき、学域・大学院の各階層での教育プログラムを展開する等、持続可能な社会を実現するための教育・人材育成活動を推進している。2050年カーボンニュートラル達成に向けて、以下の課題点等に対応し、教育の体系化と展開を推進していくことが重要となる。

#### (1) 「2050年カーボンニュートラル宣言」の総合的理解

現状、専門家を除けばエネルギー・環境問題は、社会・経済・政治学といった社会科学的な議論が中心であり、実社会で必要とされるエネルギー量やその創出方法を科学的・定量的に広く教育・議論するに至っていない。このことから「カーボンニュートラルを正しく理解し、行動できる人材」、すなわち、エネルギー、マテリアル、インフラシステム、環境問題等について科学的定量性をもって俯瞰的に理解し、課題解決に向けた行動や複合的なマネジメントのできる人材を育成することが必要となる。

#### (2) 「カーボンニュートラル教育」を通じた進化知の創造

カーボンニュートラル教育については、学ぶべき知識や技術の領域とその方法が明らかになっていないことも課題である。また、地球環境問題は学際的かつ現在進行形で体系化が進んでいる学問分野であるため、多様な領域における先端的な科学をキャッチアップし、連携と融合を繰り返して新たな価値（進化知）を創造する教育プログラムが必要となる。

#### (3) 教育プログラムに関する長期マネジメントの確立

2050年にカーボンニュートラルを達成するには、あらゆる分野において少なくとも約30年間に及ぶ長期間のマネジメントが必要である。そのため、次世代のカーボンニュートラル人材とその能力の定義、それに向けた教育資源に関する現状分析と教育基盤の整備に関するマネジメントサイクルを確立していくことが必要となる。

## 2. アクションプラン

教育・人材育成においては、「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」等の活動を踏まえ、地球規模でのカーボンニュートラルの概念、社会生活における必要エネルギー量と現時点での創出方法、技術の経済性・社会適応性などに係る教育達成目標値の設定と、その達成に向けた計画を立案して教育運営のマネジメント体制を確立するため、2027年度までに以下の取組を強力に進める。

### (1) 全学生・教職員に対する啓発

- ・カーボンニュートラルに関する正確で俯瞰的な理解を促進するため、全学生・教職員に対する各種セミナーや研修等を実施する。

### (2) 教育段階に応じたカリキュラムの導入による異なる専門技術の融合

- ・次世代カーボンニュートラル人材とその能力を定義し、カーボンニュートラルのリテラシーから専門的知識と技能までを効果的に習得できる教育段階に応じたカリキュラムを構築する。
- ・同時に副専攻プログラムを実施し、異なる分野の専門知識・技能を融合できる人材を育成する。

### (3) 教育成果の社会実装

- ・本学が持つ世界水準の技術と他大学等の教育資源を効果的に活用し、豊かなコミュニケーションのもとで知識・知見を集積・共有・再構成することにより、新たな価値（進化知）を自律的に創出できる人材を育成する。
- ・グローバル社会の課題解決のため、異分野融合を通じて得られた先導的教育活動成果を社会実装まで拡大させる（国際社会実装センターの活用等）。

### (4) 自発的な連携プロジェクト等への参画、社会改革を牽引する人材（UEC「工」型人材）を輩出

- ・上記の取組を通して、自発的に自治体や企業等との連携プロジェクト等に参画し、さまざまな課題やニーズに応じた成果の社会実装や国内外への発信を通じて社会変革（経済社会システムのイノベーション）を牽引し、カーボンニュートラル達成に貢献できる実践的人材（UEC「工」型人材）を輩出する。



スチューデント・アシスタントによる農薬不使用の害虫駆除



環境への課題解決に貢献する博士人材を育成する「共同サステナビリティ研究専攻」での教育研究活動





-TOPIC-

コラム

## 身体のダイエットの知識と 電気等のエネルギーの関係性について



食べ物と同じく様々な食品のカロリーと同様、身の回りの電化製品等のエネルギー消費量を知識として得ておこう。

機械知能システム学専攻 准教授 榎木 光治

カーボンニュートラル（CN）の推進は“ダイエット”と同じと考えても良いのかも知れない。体重を減らす、いわゆるダイエットに知識が必要であるということと、CNの達成のために知識が必要であることは似ている。たとえば、人間が生きていくために、成人であれば一日あたりおよそ 2,000kcal 弱のエネルギーが必要である、といったことは、誰もが一度は聞いたことがあるかと思う。そのように、カロリーは身近なエネルギーの単位の 1 つである。そして体重を減らすことは、運動することで消費されるカロリーと、食物を摂取して得られるカロリーをコントロールすることで達成される。この過程において、アイスクリームは 200kcal だとか、とあるカップラーメンは 400kcal だということを自ずと気にすることになり、知識として身の回りの食品のカロリーを身につけることになる。このコントロールを継続することで、ダイエットは成功する。

CNの達成は正にこの身体のダイエットの過程と同じであると考えても良い。そこで、エネルギー問題の入門として、このコラムでは身近なたとえを用いながら CN について考えてみたい。

ワット [W] は環境問題や機械機器の消費電力などを表すエネルギーの単位である。カロリーとワットは、どちらもエネルギーの単位であるので、変換が可能である。即ち、 $1\text{cal/s} = \text{約 } 4.2\text{W}$  となり、ワットは 1 秒間に消費するエネルギーを表している。人間が生きていくためのエネルギーをワット、つまり 1 秒間あたりの消費エネルギーで考えると、

$$2,000\text{kcal} \div (24 \text{ 時間} * 60 \text{ 分} * 60 \text{ 秒}) \times 4.2 \div 100\text{W}$$

となる（ここでは一日に必要なエネルギーを 2,000kcal として計算することにする）。

これが多いのか少ないのか、ピンとくるかどうか最初の大切な問題となるので、以下に身近な家電製品の消費電力と比較してみる。

どこの家庭にも職場にもある 2 口コンセントから取り出せるエネルギーの総和は 1,500W、そしてドライヤーはほぼ 1,500W を消費する。人間 15 人分のエネルギーに等しい。一方で、一昔前は消費電力がとてつもなく大きいイメージであったエアコンは家庭用であれば

8畳程度で約400Wと、ドライヤーよりも低い消費電力で広い空間の温度制御をすることができる。また、冷蔵庫は24時間365日稼働しているため、年間を通して家庭で消費される電力のトップである。しかし、最新型ならば4人家族400L程度の比較的大型機でも平均40W程度で運転している。意外と冷蔵庫の消費電力は少ない



ので、短時間の停電であれば、自家発電機やガソリン自動車のシガーソケットを100Vに変換してくれるインバーターが手元があれば、万が一の場合は難を逃れられる。このインバーターは100Wから300W程度を自動車から供給してくれる。また、ノートPCが20W程度であるため、災害時には冷蔵庫を使いつつ情報を集めることも可能である。

一方で、デスクトップPCは最低でも200W以上は必要で、ノートPCの10倍に膨れ上がる。人間は100Wのエネルギーで、体温の維持のみでなく、複雑な運動や知的労働等をこなすことが可能である。余談ではあるが、このように考えると、人間の脳は高性能かつ省エネルギー、そしてポータブルで、いかに素晴らしい臓器であるのかわかる。そして寒い日に人に寄り添うと一人あたりおよそ100Wの熱源となるので、温かく感じる。

CNに話を戻そう。一般的に、家庭用のブレーカーは40A契約が多い。家庭では100V×40A=4,000W程度を使用することができるということである。つまり、たとえば1つの家庭内で使う電気についてCNを達成するには、4,000Wのエネルギーを生産して消費することでCNの達成ができる。太陽光発電で賄うならば、晴天時に1㎡あたり1,500Wのエネルギーを与えているので、単純計算で $4,000W \div 1,500W/m^2 = 2.7 m^2$ が必要で、パネル効率(20%)まで考えると13㎡と7.9畳程度の広さの太陽光パネルが必要となる。かつパネルの製造過程におけるCO<sub>2</sub>排出量を考えると、非常に難しい問題になる。

ちなみに、電気通信大学のトップページには現在の大学の消費電力状況が“可視化”されている。私がこの原稿を執筆している蒸し暑い5月19日(木)の午後4時の時点で1,920,000W(1,920kW)もの電力を消費している。一般家庭の約500軒分のエネルギーで、これは小さな町に匹敵する。このように考えれば、たとえば全学でCNを世界に先駆けて達成した暁には、社会的に大きなインパクトを与え、今後この分野の世界を牽引していくことができるくらいの規模感といえるだろう。本学は運良くそのような立ち位置にいるということである。

但し、ダイエットは個人戦であるが、CNは団体戦であることに注意したい。だからこそ、電気通信大学の学生や教職員がこの“ダイエット”を成功させるために、まずはエネルギーを知る、つまり積極的に消費電力の感覚を身につけて、普段の生活に活かし始めることが、本学におけるCNのスタート地点だと私は考えている。

ダイエットは辛いですが、大学構成員全員が楽しみながら目標を達成していくための工夫を、私達カーボンニュートラル推進本部でも検討していきたい。

## 第3章

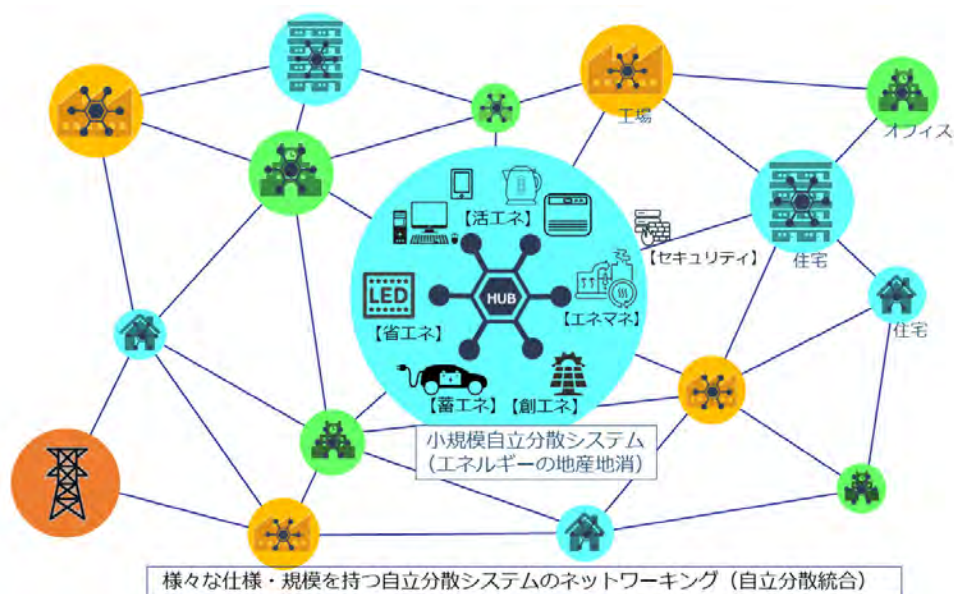
# カーボンニュートラルに向けた 研究・社会実装

### 1. これまでの取組と課題点・留意点

2050年カーボンニュートラルを見据えた技術開発は、脱炭素に向けた一筋の流れだけではなく、人類の発展に向けた新たな産業・イノベーションを創出し、地域や新興国との連携による幸福な社会の醸成に寄与できるポテンシャルを有した大きな潮流となっている。本学ではそれに関わる研究を、基礎から応用に渡って強力的に進めている。一方で、カーボンニュートラルに資する科学技術の体系化には、社会と連携した実証実験による有効性の検証等が必要であり、以下の課題点等への対応が重要となる。

#### (1) エネルギーの地産地消・自立分散統合技術の確立

カーボンニュートラルを実現するためには、消費のすぐ近くで効率よくエネルギーを創出し、少ないロスで、それを活用するエネルギーの地産地消を具現する「ユーザーが自ら形成する小規模自立分散システム」が必要である。また、これらを社会に有効に実装してゆくためには、さまざまな規模や能力の自立分散システムを、情報通信技術を用いて既存インフラと協調して統合運用する仕組み（インターネット型エネルギープラットフォーム）が必要となる。



【エネルギーの地産地消・自立分散統合のためのインターネット型エネルギープラットフォームの概念図】

## (2) 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた学の貢献

社会における様々な既存の枠組みを超えた知を創造し、実践することが大学の使命の一つである。特に、カーボンニュートラルに関する基礎から応用に至る一連の研究については、その発想から実用化に至るまでの各フェイズにおいて、必要なリソースを供出し、迅速な発展を促す組織的な取り組みが必要である。また、様々な分野の融合と相互研鑽を加速し、研究開発の成果を実践していち早く有効性を検証することが必要となる。

## (3) 産学官コラボレーションの加速

インターネット型エネルギープラットフォームを開発、実証するためには技術的な課題だけではなく、実証規模や法的規制などの壁を越えていくことが必要となる。また、大学は自ら創造した技術の有効性を積極的に社会に向けて発信し、産業界ならびに行政と連携しながら取組を加速することが必要となる。

## 2. アクションプラン

研究においては、「ユーザーが自ら形成する小規模自立分散システム」による地産地消と自立分散統合を実現する要素として、以下の9つの領域の研究を推進する。さらにそれらの研究から生み出される技術を統合して、最適化を図りながら新陳代謝を可能とするエネルギープラットフォームを確立するため、キャンパス内での実践等を通じて実証検証を強力に進める。

そこで得られた研究成果の共有と議論を通じて効果の最大化を図り、カーボンニュートラルへの寄与を明らかにして社会実装を迅速化する。

### (1) カーボンニュートラル実現に資する研究領域と本学が取り組む具体的な要素研究

- ①創エネ：自然界から最小限の環境負荷でエネルギーを創り出し、活用できる形で提供する研究。
- ・高効率太陽電池・高性能情報通信デバイスへの半導体量子ナノ構造の応用
  - ・高効率・低コスト・高安定性を持つ新型太陽電池
  - ・環境発電を用いたバッテリーレス無線センサー技術
  - ・トライボロジーに立脚したマクロ超潤滑システムと再生エネルギー活用のための環境発電技術

- ②**蓄エネ**：エネルギーを作り出した時点と必要とする時点の差を埋めるため、できるだけ少ない損失でエネルギーを蓄えておく研究。
- ・マルチ同時系列計測が可能な in situ 放射光ビームラインによる燃料電池解析
  - ・インターネット型（DIY型）マイクログリッド
- ③**省エネ**：従来よりも少ないエネルギー消費量で活動できるように、効率を改善して不要なエネルギー消費を省く研究。
- ・進化計算によるビル設備の省エネルギー運用
  - ・木質系材料の流動による大変形加工技術
  - ・量子効果が熱流に与える影響規則の系統的解明
  - ・カーボンニュートラルのための大型計算機の省エネルギー化
- ④**活エネ**：エネルギーを無駄なく有効な形で活用して、新しい価値を生み出すことを容易にする研究。
- ・発電量と設置性を両立した円筒形太陽電池技術
  - ・AI予測最適化手法を用いた窓用透明型太陽電池の設計開発
- ⑤**エネルギー・ミックス**：さまざまな形のエネルギーを転換・加工して電力にし、経済性、環境への影響、供給安定性、安全性を考慮して最適構成する研究。
- ・排熱エネルギーを回収する熱交換技術の飛躍的効率向上
- ⑥**エネルギー・マネジメント**：創エネ、蓄エネ、省エネ、活エネ、エネルギー・ミックスの状況を可視化し、効率的に使用して社会の成長と持続に貢献する研究。
- ・炭素税と経済連携協定を考慮したグローバル生産物流網構築
  - ・エネルギーのトータルマネジメント技術
- ⑦**レジリエンス**：システムが外乱に対してなるべく早期に対応し、影響から回復することによってダイナミックな安定性に最小の影響しかもたらさないようにする研究。
- ・都市沿面を活用した太陽光発電ポテンシャル評価手法
- ⑧**安全・セキュリティ**：システムに受容できないリスクや脅威が生じないように、それらを未然に防止する研究。
- ・分散型エネルギーのエッジ組込み型セキュリティ機能の開発

- ⑨ **CO<sub>2</sub>回収**：これまでの人類の活動で発生した過剰な CO<sub>2</sub>を、さまざまな技術により効率的に固着して気候変動への寄与を抑制する研究。
- ・ 振動を利用した樹木害虫の行動制御および樹木保護
  - ・ 高効率水素生成と CO<sub>2</sub>の回収

## (2) 情報通信技術とエネルギー技術の融合

- ・ 9領域の要素研究をキャンパス内で実践し、ICTの適用により大学施設全体をスマートキャンパス化。
- ・ 建物間、施設間の相互寄与による全体のエネルギーのベストミックスを図るインターネット型エネルギープラットフォームの確立。
- ・ 情報学、情報・ネットワーク工学、機械知能システム学、基盤理工学の協調による新たな領域を創出。

## (3) カーボンニュートラル達成に向けた活動

- ・ 自治体・企業・大学等研究機関との連携を深め、研究の深化と成果の普及の両方を充実。
- ・ あらゆる産業、公的機関、そして個人がエネルギーに対する意識を持って行動することの啓発。
- ・ 定期的なシンポジウム・セミナーを通じて積極的な情報発信に努め、対話による相互理解と課題共有の促進。
- ・ それぞれの強みを活かした共同研究を通じて新たな共創に繋げ、外部研究資金の獲得を強力に推進。
- ・ カーボンニュートラル実現への研究活動を通して、社会を変革出来る研究リーダーの創出。

## (4) 社会実装の迅速化に向けた活動

さまざまな目的と機能を持つ建物が同じ場所に集まる大学は、それ自体を一つの街と見なすことができる。すなわち、大学のキャンパスはその実証検証を行う場として最適であり、上記9領域の要素研究をキャンパス内で実践し、ICTの適用による大学施設全体のスマートキャンパス化を手段として効果を定量的に可視化、評価できる仕組みと組織を整備する。

得られた研究成果の共有と議論を通じて異分野連携による効果の最大化を図り、街全体としてのカーボンニュートラルへの寄与を明らかにして社会実装を迅速化する。これにより、本学が社会の変革をリードしていくことを目指す。

## 第4章

# カーボンニュートラルに向けた大学運営

### 1. これまでの取組

大学運営では、SDGsの目標達成に向けた様々な取組のなかで、カーボンニュートラルに関連する環境配慮活動として、省エネルギー・創エネルギーに関するハード面及びソフト面の取組を計画的に実施し、経済産業省や東京都が指定するCO<sub>2</sub>排出量及びエネルギー削減量を継続して達成している。

- ・ハード面 キャンパスの施設（建物・施設設備・インフラ）のエネルギー使用量を抑える中長期的な取組。
- ・ソフト面 組織や個人の意識や行動により、エネルギーの使用量を抑える取組や活動。

#### ～本学が取組む環境に関連するSDGsの目標～



#### (1) 省エネルギーへの取組

##### 1) ハード面の取組

施設設備を省エネルギー対応機器に切り替え、電気・ガス等使用エネルギー削減を実現できる計画的な整備を実施。

- ・空調設備におけるCO<sub>2</sub>排出量の少ない高効率機器導入や台数制御、換気設備における全熱交換器導入等による使用エネルギー削減。
- ・A重油を燃料とする蒸気ボイラーの全廃止による大気汚染物質ゼロ化。
- ・電気変圧器を高効率トッランナー機器切り替え、電気使用量削減。
- ・高効率ランプ・LED切り替えや人感センサーによる電気使用量削減。
- ・窓ガラス日射調整フィルム貼付、壁断熱材吹付けによる室温維持。

##### 2) ソフト面の取組

学生、教職員、関係者等の意識を高める以下取組を実施。

- ・空調室内温度の適正管理。メール、ラベル貼りによる周知。
- ・ノー残業デー、クールビズの導入や学生とのコラボレーション等を通じた省エネルギーキャンペーンの推進。
- ・廃棄物抑制及び資源リサイクル。グリーン購入法に基づく契約等。
- ・「花植え活動」、キャンパス緑地維持管理等活動環境配慮行動の推進。



【学生とのコラボレーションによる節電啓発ポスター】  
 (書 Do!部) (美術部)



【トイレ節電ステッカー】

## (2) 創エネルギーへの取組

これまでに、A棟、東4号館、本館、B棟、体育館の屋上に太陽光発電設備（太陽光パネル）や蓄電池を計画的に整備しており、その総設備容量は86kWとなっている。これらの電力は、平常時には、照明・コンセントのほか、空調設備等への電力供給を行っているほか、災害発生時には、避難場所への電力供給に活用している。



【太陽光発電パネルと蓄電池（左：本館、右：A棟屋上）】

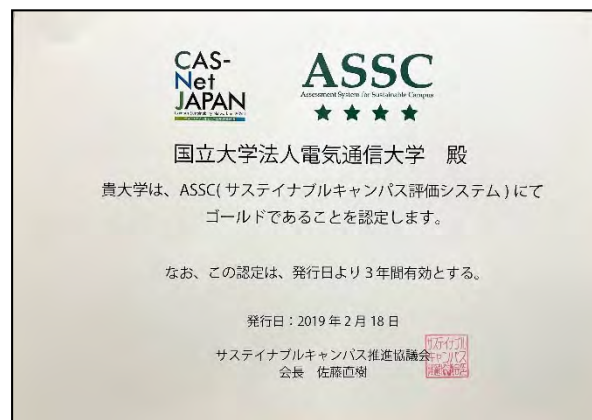
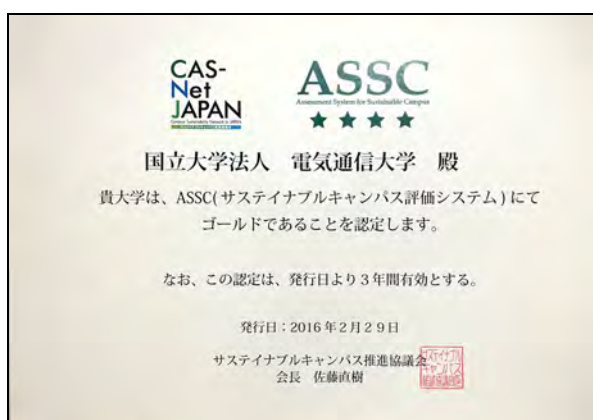


## 2. 実績

本学では、上記の取組等を通じて「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」に基づく、5年間平均エネルギー消費原単位<sup>(※2)</sup>を年1%以上低減する努力目標、または大学に設定された中長期的に目指す水準（ベンチマーク制度<sup>(※3)</sup>）を継続して達成しており、経済産業省が実施する事業者クラス分け評価制度<sup>(※4)</sup>で省エネが優良な事業者（目標達成事業者）としてS評価を受けている。

また、東京都の「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」（以下、「環境確保条例」という。）に基づく削減義務についても、基準年（2003年度（平成15年度）～2005年度（平成17年度））の平均CO<sub>2</sub>排出量に対して、第1計画期間（2010年度（平成22年度）～2014年度（平成26年度））は8%、第2計画期間（2015年度（平成27年度）～2019年度（令和元年度））は17%の削減を達成している。また、第3計画期間（2020年度（令和2年度）～2024年度（令和6年度））は2020年度（令和2年度）まで、27%の削減を達成している。（2021年度（令和3年度）は算出中。）

これらのほか、大学、企業などで構成され、国内のサステイナブルキャンパス構築の取組を推進し持続可能な環境配慮型社会の構築に貢献することを目的として活動を行う「サステイナブルキャンパス推進協議会（CAS-Net JAPAN）」が実施するサステイナブルキャンパス評価システム（ASSC）において、本学が毎年度ホームページに公開している「環境報告書」による環境への取組が高く評価され、2015年度（平成27年度）及び2018年度（平成30年度）に「ゴールド認定」を、2021年度（令和3年度）に「プラチナ認定」を取得した。



【ゴールド認定(3年間有効)】

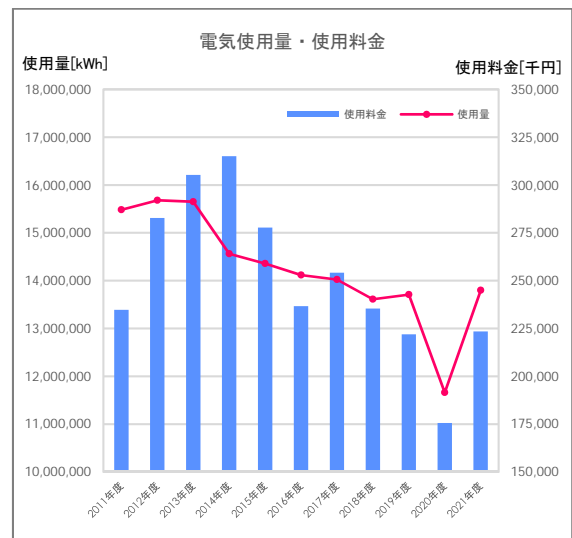
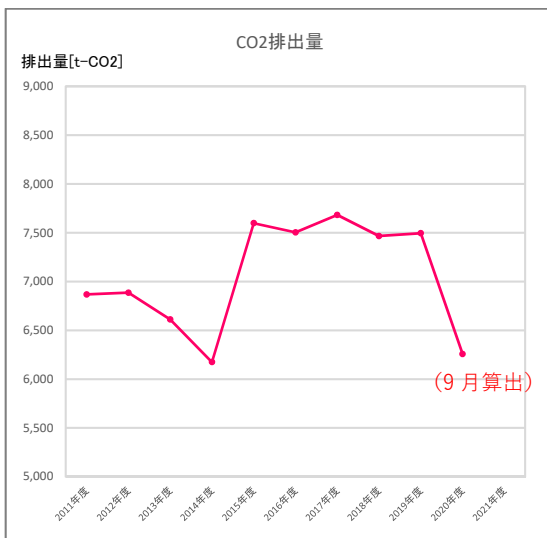
(2015年度)

(2018年度)

※2021年度プラチナ認定証は2022年(令和4年)7月に受領

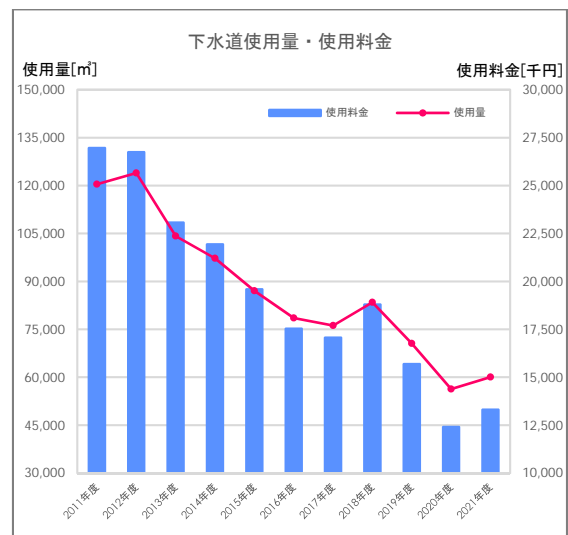
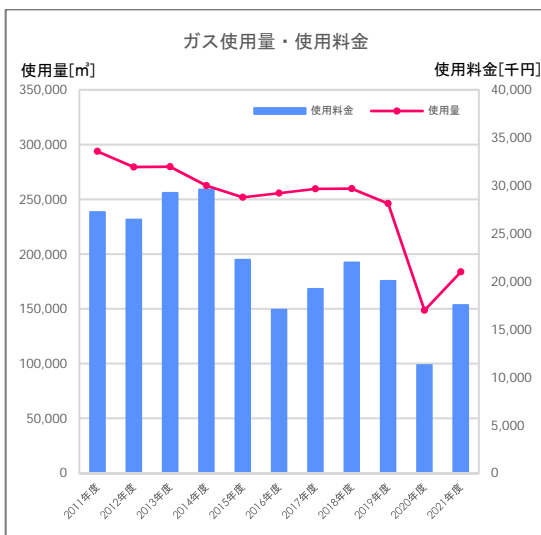
環境確保条例に従う CO<sub>2</sub>削減量は、使用した電気、ガス、重油等のエネルギー量を元に、東京都の定める計画期間ごとの排出係数を乗じて求める。本学は 2011 年度（平成 23 年度）を基準として使用エネルギーを削減し、それに伴い CO<sub>2</sub>削減に貢献しているが、カーボンニュートラル達成に向けて更なる取組が重要となる。

（2015 年度に CO<sub>2</sub>排出量が増えているのは、東京都が示す計画期間における排出係数の変更によるもの。）



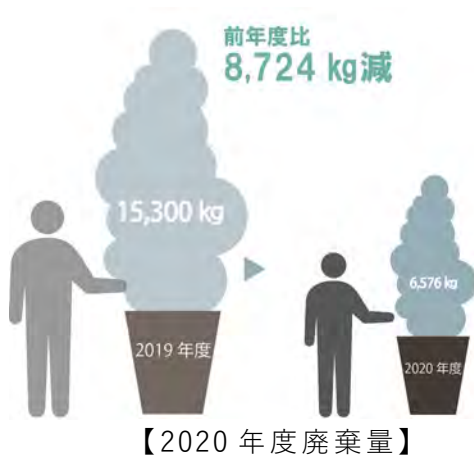
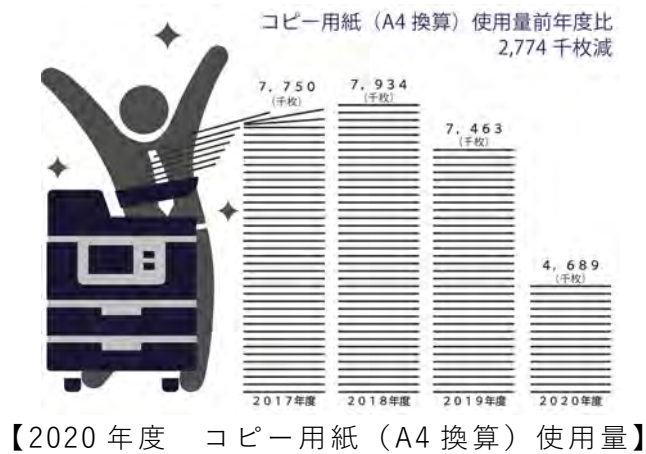
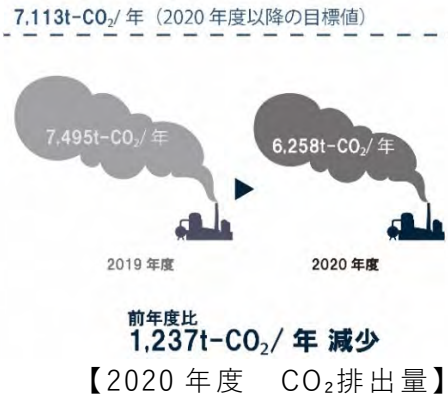
【CO<sub>2</sub>排出量の推移】

【電気の使用量・料金の推移】



【ガスの使用量・料金の推移】

【下水道の使用量・料金の推移】



### 3. 課題点・留意点

環境確保条例によるCO<sub>2</sub>排出量の削減義務量は、第3計画期間(2020年度(令和2年度)~2024年度(令和6年度))は基準年に対して27%であり、2020年度まで毎年度これを達成しているが、次の第4計画期間(2025年度~2029年度)は削減義務量が35%となる予定で、今後ますます厳しい目標値を課せられることが考えられる。

## 4. アクションプラン

環境確保条例による削減義務を継続して達成するだけでなく、2050年のキャンパスゼロカーボン化を目指した2030年、2040年の削減目標を達成するためには、更なる電力及びガス等エネルギー使用量削減と合わせて、積極的な創エネルギー設備の導入が不可欠であり、SDGsの目標達成への取組を加速させ、ハード面とソフト面における多種多様な取組を推進する。

### (1) カーボンニュートラルとSDGs

2015年に国連サミットより、深刻さを増す環境汚染や気候変動への課題等を踏まえ、持続可能な開発目標（SDGs）として17の目標が示され、本学は継続した取組を行っている。17の目標のうち特にカーボンニュートラルに関連する目標である04「質の高い教育をみんなに」、07「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、12「つくる責任つかう責任」、13「気候変動に具体的な対策を」、15「緑の豊かさを守ろう」への積極的な取組みを加速させるとともに、11「住み続けられるまちづくりを」では施設のZEB<sup>(※5)</sup>化計画等によるキャンパスゼロカーボン化により地域社会に貢献する。さらに、本学が研究開発を推進する、情報通信技術を用いたインターネット型のエネルギープラットフォームが導くパラダイムシフトによって、09「産業と技術革新の基礎をつくろう」を達成し、我が国の産業競争力向上と、その人材輩出することこそが、本学の最大の貢献である。CO<sub>2</sub>削減はSDGsの全ての目標達成にも係わることから、本学は17の目標全てに対する取組を推進する。

～本学が取組むカーボンニュートラル達成に関連するSDGsの目標～



## (2) ハード面の取組と目標

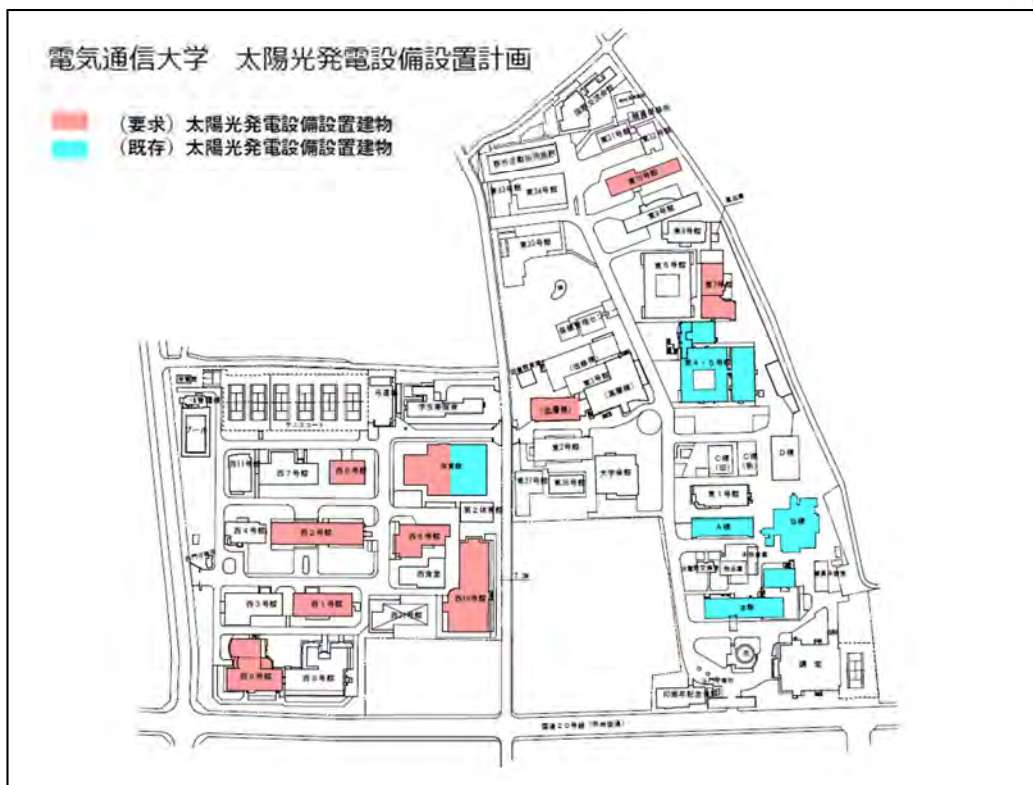
### 1) 建物の ZEB 化等を推進

調布キャンパス建物の ZEB 化計画を立案し、大学全体の使用エネルギーの削減と、創エネルギーの導入を図る。2022 年度（令和 4 年度）策定中の「共創進化型イノベーション・commons マスタープラン」（以下「マスタープラン」という。）において、長寿命化させる改修建物及び新営建物は、100%の ZEB 化を目標とする。

- ・ **ZEB Ready 改修** 2022 年度（令和 4 年度）－2023 年度（令和 5 年度）に西 9 号館の ZEB Ready 改修整備を実施中である。ZEB Ready 改修は全国でも事例が少ないため本実績を活用し、マスタープランにおいて長寿命化する建物は全て ZEB Ready 改修を計画する。
- ・ **ZEB 新設** マスタープランで施設のトリアージによる小規模建物の集約化及び全体面積最適化により、ZEB 新営建物を計画する。
- ・ **創エネルギー導入** 構造上可能な全ての建物屋上に太陽光発電パネル等を 2030 年度までに 100%設置する。
- ・ **エネルギー等可視化** 本学ホームページ掲載の各建物電気使用量の見える化を更新し、創エネルギーを含めたエネルギーマネジメントの状況や CO<sub>2</sub> 排出量の可視化システムを構築する。

【調布キャンパス ZEB 化計画】

実施・計画年度	建物名	構造・階数	延床面積(m <sup>2</sup> )	備 考	
2022 (令和 4)	西 9 号館 (I 期)	SR 8	3,220	令和 3 年度補正事業 (ZEB Ready 改修実施中)	
2023 (令和 5)	西 9 号館 (II 期)	SR 8	3,600	令和 5 年度概算要求事業 (ZEB Ready 改修)	
2024 (令和 6)	東 1 号館	SR 8 - 1	4,187	現行のインフラ長寿命化計画(個別施設計画)による改修計画建物。 2022 年度(令和 4 年度)策定中のマスタープランにおいて、今後も長寿命化させる建物については、100%ZEB Ready 改修を目指す。	
2025 (令和 7)	東 4・5 号館(I 期)	SR 8 - 1	5,057		
2026 (令和 8)	東 4・5 号館(II 期)	SR 8 - 1	5,058		
2027 (令和 9)	東 7 号館	R 4	1,130		
2028 (令和 10)	東 8 号館	R 4	1,503		
2029 (令和 11)	西 10 号館(I 期)	SR 8	4,255		
2030 (令和 12)	西 10 号館(II 期)	SR 8	4,256		
2031 (令和 13)	大学会館	R 4 - 1	3,949		
2032 (令和 14)	80 周年記念会館	R 3	1,072		
2033 (令和 15)	東 6 号館 (I 期)	SR 9	5,345		
2034 (令和 16)	東 6 号館 (II 期)	SR 9	5,346		
合計	10 棟		47,978 m <sup>2</sup>		



【調布キャンパス創エネルギー導入計画】

【(既存) 太陽光パネル等設置建物】

設置年度	建物名	構造・階数	延床面積(m <sup>2</sup> )	設備容量
2005 (平成 17)	A 棟	R4	1,855	6kW
2009 (平成 21)	東 4 号館	SR8	10,115	30kW
2013 (平成 25)	本館	R5-1	3,973	20kW(鉛蓄電池 200Ah)
2013 (平成 25)	B 棟	SR2	2,295	20kW(鉛蓄電池 200Ah)
2014 (平成 26)	体育館	SR2	2,530	10kW(リチウム蓄電池 5kW h)
				計 86kW

【(計画) 太陽光パネル等設置建物】

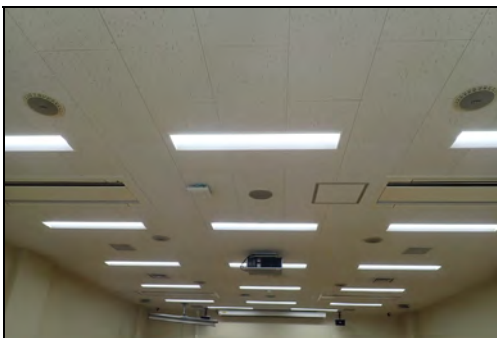
計画年度	建物名	構造・階数	延床面積(m <sup>2</sup> )	設備容量
令和 5 年度 概算要求事業	東 3 号館	R4	2,170	39.00kW
	東 7 号館	R4	2,172	6.38kW
	東 10 号館	R4	1,972	12.00kW
	西 1 号館	R5-1	3,189	22.50kW
	西 2 号館	SR8-1	8,252	18.00kW
	西 5 号館	SR8-1	4,321	19.50kW
	西 6 号館	SR7	2,597	16.50kW
	西 9 号館	SR8	6,820	9.00kW
	西 10 号館	SR8	8,511	12.38kW
	体育館	SR2	2,530	9.00kW
				計 164.26kW

## 2) 施設の高効率化

- ・ 空調・換気設備を高効率設備に切り替える整備を計画的に実施し、現在 62% の教育・研究建物の整備率を 2040 年度までに 100% とする。
- ・ 照明設備を高効率の LED 照明へ切り替える整備を計画的に実施し、現在 35% の教育・研究建物の整備率を 2040 年度までに 100% とする。
- ・ 建物外部の外皮（断熱性）を高めるために、外部建具ガラスを複層または遮熱フィルム張りとし、外部に面した壁や天井面の断熱材設置を計画的に実施する。現在 64% の教育・研究建物の整備率を 2040 年度までに 100% とする。



【空調設備を高効率設備に改修】



【照明設備を高効率設備に改修】



【外部に面する天井への断熱材吹付】

### (3) ソフト面の取組と目標

#### 1) カーボンニュートラルの講習会・研修等による意識啓発

- ・全構成員に対する講習会や Web 研修を年 1 回以上実施。
- ・学長トーク（年に 4 回実施予定）で教職員へ教育。
- ・学長等と学生との懇談会（年に 2 回程度）で学生へ教育。

#### 2) 全学的なエネルギー使用量削減

- ・週 2 回のノー残業デーの徹底
- ・クールビズとウォームビズの徹底と前後各 1 ヶ月の期間延長。
- ・年末年始休暇 6 日間、夏季休暇 3 日間に加え「カーボンニュートラル休暇」と命名した一斉休暇を検討。

#### 3) 資源の有効活用と廃棄物の削減

- ・会議や広告等を電子化しペーパーレス化の徹底により、2016 年度(平成 28 年度)から 2020 年度(令和 2 年度)までの使用量平均 3 万 7 千 kg を 2030 年度までに 50% の削減。
- ・資源リサイクルの徹底により、2030 年度までに 2016 年度(平成 28 年度)から 2020 年度(令和 2 年度)までの廃棄量平均 1.4 万 kg を 2030 年度までに 50% 廃棄量を削減。

#### 4) 緑化の推進

- ・キャンパス外構緑化に限らず執務室各室にも植物（鉢等）を設置。
- ・社会連携センターを主体とした「花植え活動」、部署を超えた教職員で実施する「グリーンコミュニケーション」等キャンパスの緑化活動の周知徹底により参加者を拡大。



【学生ボランティアによる花植え活動】



【教職員によるグリーンコミュニケーション】



## 第5章

# 予算計画

### 中長期的な予算計画・自己財源等の投入計画

本学では、2022年度（令和4年度）において、カーボンニュートラルに資する事業・取組等に対する予算として、約1億円の自己財源を計上している。

今後も同予算を中長期的に安定して確保する一方で、本計画を踏まえ、カーボンニュートラルに向けた取組を一層推進するため、学内外の研究コミュニティの形成、萌芽的研究・調査研究への助成、大型資金への申請サポート等による更なる外部資金の獲得強化のほか、ネーミングライツやスペースチャージによる収入等を活用し、予算規模の拡大を図る。

ZEB化等、施設整備に必要な予算は、前記の学内予算を充てるとともに、規模により、施設整備費補助金、施設費交付金、地域行政等の助成金及び民間資金等の多様な財源により、予算計画を立案していく。

## 第6章

# 社会への貢献等

本学の専門分野の強みや特色を活かしたカーボンニュートラル達成に向けた多様な取組により、教育面においては、エネルギー、環境問題等を理解し、課題解決に向けた行動や複合的なマネジメントのできる人材を育成し、社会へ輩出することで我が国のカーボンニュートラル推進に貢献するとともに、公開講座等（サイエンスカフェ Chofu や子供発明クラブ等）による地域への啓発、技術者のリスキリング教育等により、カーボンニュートラルを発端とした理系人材の発掘等を通じて社会にも還元する。また、研究面においては、前述した9つの要素研究領域及びこれに関連する技術開発・実装等の推進を通じて構築する「ユーザーが自ら形成する小規模自立分散システム」の普及により、今後も起こりうる大災害に対して、社会システムのレジリエンスを高めることに繋がる。さらに、アフリカ・アジア等における未電化地域では、自立分散システムの普及と自立分散統合により、巨額の投資を必要とせずユーザー主導によって電力インフラの整備が進んでいくものと考えられる。

本学は、カーボンニュートラルに貢献する目的と役割を全ての活動や取組に付与し、国、自治体、企業、国内外の大学、研究機関等と連携して斬新かつ実効性の高い研究を推進し、ゼロカーボンキャンパスの実現と成果の水平展開、さらには革新的なイノベーション創出に貢献する。

なお、本計画は、共創進化スマート大学を目指して進化し続ける本学の現状及び社会状況を常に反映し、実行可能なものとして進化し続けるものである。

この共創進化機能を内包した本計画の実装は、様々な課題や問題を自立かつ連続的に解決し、2030年のSDGs達成に寄与するとともに、2050年カーボンニュートラル達成を実現する。

## 参考資料

1. 教育・人材育成に関する取組 . . . . . 26
2. 研究に関する取組 . . . . . 29
3. 用語説明 . . . . . 39
4. UEC ビジョン ～beyond 2020～ . . . . . 41
5. 電気通信大学カーボンニュートラル推進本部規程 . . 43
6. 電気通信大学カーボンニュートラル推進本部名簿 . . 45

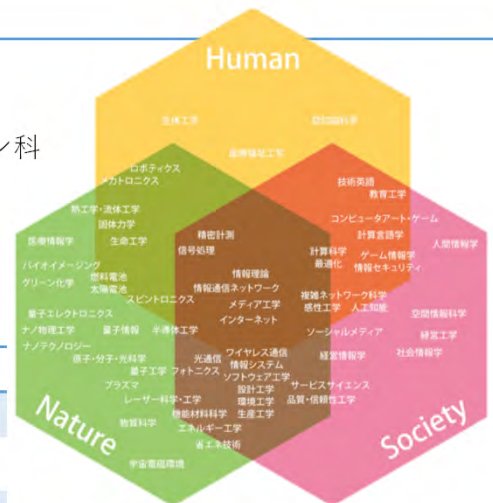
# 教育・人材育成に関する取組

## 大学教育

### 情報理工学域（学部）・情報理工学研究科（大学院）

豊かで安全な社会の継続的な発展を支える「総合コミュニケーション科学」の創出を担える人材の育成

共創進化スマート社会の基盤技術（AI、ネットワーク、ロボット、量子技術などの先端的な情報通信技術）の幅広い知識・本質、その限界を深く知り、未来社会をデザイン・実現・マネージできる実践的イノベーション人材（UEC「工」型人材）を育成



(総合コミュニケーション科学の領域)

### 2022年度開講環境関連科目一覧（一部）

宇宙通信工学	化学概論第二	環境工学	健康の科学	精算システム工学	地学実験
宇宙・地球科学	化学とエネルギー	環境論	社会情報論	生物学概論	分子生物学
化学概論第一	科学技術と人間	技術者倫理	生産管理	地学	倫理学

### 情報理工学研究科 共同サステナビリティ研究専攻（博士後期課程）

電気通信大学・東京農工大学・東京外国語大学による共同専攻（平成31年度設置）

今日人類が直面するグローバルな課題の解決に向けて取り組むことがサステナビリティ（持続可能性）研究の使命と意義であるとの考えに基づく文理融合による複合新領域プログラム

#### 《主な取組》

自然環境問題の解決などの現代社会のニーズに応えるため、空間情報等の多様なビッグデータ、数理モデル、アルゴリズム等を分析するための必要不可欠な統計的手法の学修を通じて、Web-GIS、ソーシャルメディア等を統合し、平常時から災害発生時までの継続的な運用を想定したシステムを開発し、自治体等におけるハザードマップの作成に寄与するなどの社会実装に成果を上げている。

【左上写真】本研究とSDGsとの関係性

【右上写真】河川の観測データ

【右中写真】因果ループ図

【下写真】システム運用予定の野川貯水池



## 次世代の育成

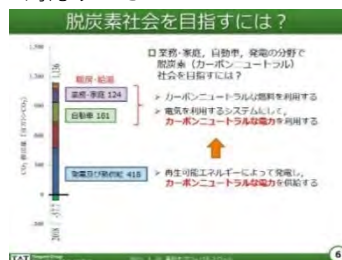
### 高校生グローバルスクール

世界が抱えるさまざまな課題の解決のため、文系に関心がある高校生と理工系に関心がある高校生がグループを作ってグローバルな視点で世界が抱える課題に取り組むプログラム

(電気通信大学、東京農工大学、東京外国語大学による連携開講)

《テーマ例》

私たちは気候変動にどのように対応すべきか



「2020年度春季高校生グローバルスクール テキスト」より

## 社会への普及

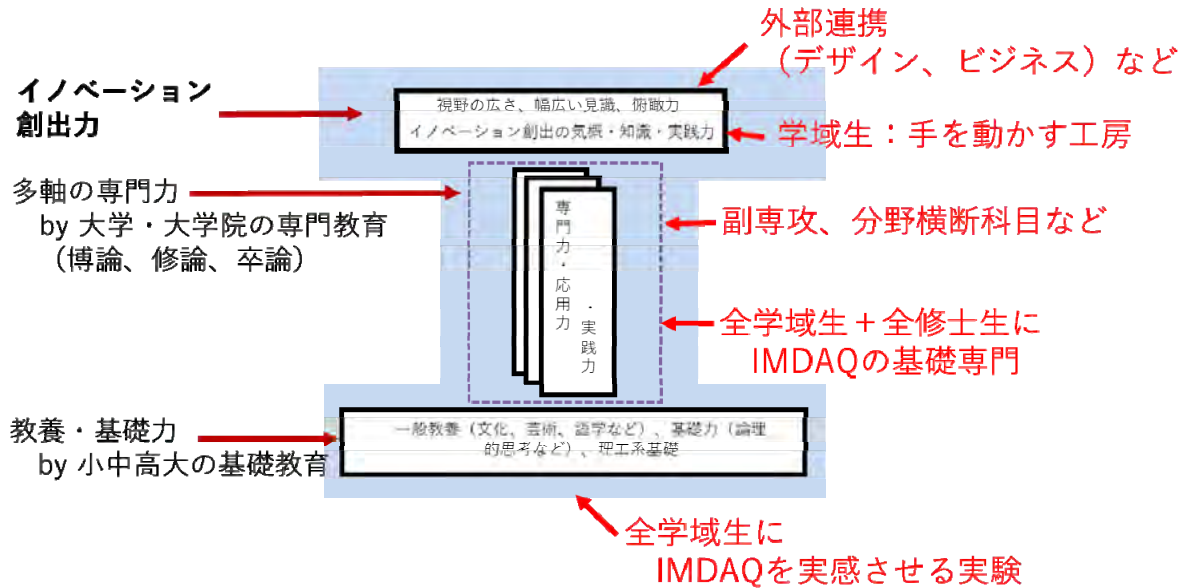
### 公開講座

本学の教育研究活動の成果を広く社会に還元し、地域の豊かな学習環境づくりに貢献するため、趣味や教養を深める専門的知識や技能の習得のための講座等を公開

### サイエンスカフェChofu

本学と調布市主催し、目黒会（本学同窓会）及び調布市大学プラットフォーム共催として実施  
本学のほか調布市及び近隣の大学や研究機関の研究者を講師に迎え、サイエンスの楽しさについて気軽に話し合い、交流を深めている

IMDAQ (イムダック)  
<情報・数理・データサイエンス・AI・量子>



例：現在の実験を強化  
(量子、データサイエンス、AIの実験など)



研究組織改革分門連プロジェクト：

グローバル社会の課題解決に向けた社会実装と技術者育成のためのデジタルツインプラットフォームの技術開発

【研究組織改革分】

西東京三大学共同サステナビリティ国際社会実装研究機構の設立

近年、顕著になってきた世界的な異常気象・気候変動や都市部の人口増加により、インフラの脆弱なグローバルサウス地域では洪水、高気温、干ばつ・水資源の不足、熱波等の直接的な被害だけでなく、感染症蔓延・健康被害、食料危機、難民、紛争などの二次的な被害も受けやすい状況にあり、産業界における生産性の低下や貧困の要因となっている。これらの課題の解決にあたり、異分野融合を通じたソフト・ハード両面から支援を行う。

**実施主体**

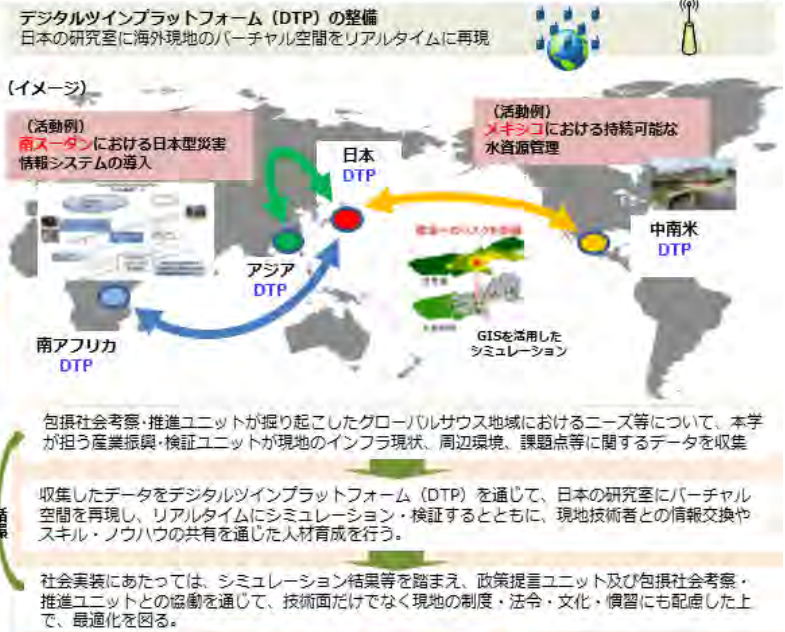
西東京三大学共同サステナビリティ国際社会実装研究機構 (新規設置)

東京農工大学【政策提言ユニット】  
西東京三大学共同サステナビリティ国際社会実装研究センター  
多様なステークホルダーとの協働による政策提言や情報発信を通じた、持続可能性の概念の可視化と国際社会への普及

電気通信大学【産業振興・検証ユニット】  
国際社会実装センター  
自然科学の成果による産業応用・商品開発の検討・実施、並びにこれらの活動についての人文・社会科学の観点による持続可能性の検証

東京外国語大学【包摂社会考察・推進ユニット】  
学際研究共創センター  
日本とグローバルサウスを中心としたこれからの包摂社会の在り方の考察・推進

ユニット間の協働による異分野融合を通してソフト・ハード両面から支援を実施



成果・実績等をグローバルサウス地域全般に展開

- ✓我が国が有する最新の災害情報システムやインフラ設備等を現地に最適化した上で持続可能な社会実装が可能となるほか、異分野融合によるグローバルサウス地域に対する新たな支援モデルの提示に繋がる。
- ✓レジリエントなインフラ整備等に寄与し、感染症対策、食料危機対策、健康被害抑制、農業・工業等の産業界における生産性の向上に繋がることから、SDGsが掲げる貧困撲滅をはじめとした課題解決の持続性を担保するシステムの構築に資する。
- ✓本プロジェクトを契機に国境を越えたネットワークが形成されることで、国際共同研究や海外インターンシップの充実化が推進され、教育・研究の両面において、好循環を生み出すことが可能となる。



# 共同サステナビリティ研究専攻 (博士後期課程)

三大学の専門分野を活かし地球規模の課題の解決に貢献できる博士人材を育成

## 設置の趣旨・必要性

- 国際社会における日本の取り組みの不足 : SDGsの達成状況、国際機関における人的貢献など
- 国際社会が抱えるさまざまな課題 : 貧困、紛争、医療・福祉・健康、食料・資源、エネルギー・環境、情報・ICTなど
- 企業から求められる教育・人材 : 理論に加えて、実社会とのつながりを意識した教育、チームを組んで特定の課題に取り組む経験、分野横断型の発想で様々な課題を解決できる人材

## 共同サステナビリティ研究専攻の特色

- これまでの三大学による様々な連携事業の実績を基に人材養成を展開
- 西東京エリアの近接地における実質的・効果的な教育の展開
- 文理各分野における卓越・ユニークな大学の協働により、国内外で活躍する強い人材を養成
- 複合新領域の研究の推進

## 募集定員 (11名)

東京外国語大学 Tokyo University of Foreign Studies	3名
TAT 東京農工大学 Tokyo University of Agriculture and Technology	4名
UEC 電気通信大学 The University of Electro-Communications	4名

## 学位

Doctor of Philosophy  
博士(学術)

## 養成する人材像

自身の専門性に軸足を置き、その専門的な観点から人類の未来の持続的発展のために、グローバル化社会の抱える地球規模の課題を分野横断的な問題として捉え、他分野の研究成果を取り入れることによって **イノベーションを生み出すことができる学際的、越境的な実務人材**を養成

## 協働による人材養成を展開

### 東京外国語大学の強み

世界の言語とそれを基盤とする文化一般を、理論と実践により研究教育し、現代世界が抱える様々な課題をグローバルな視点から解決する能力を備えた国際職業人を育成

### 東京農工大学の強み

農学、工学及びその融合領域において、高度な研究能力を備えながら、国際社会で指導的な役割を担うことのできる対向力・対応力を有する国際職業イノベーション人材を育成

### 電気通信大学の強み

情報学分野、情報通信分野、ロボット制御分野、光工学分野において、グローバルな視野とイノベティブな高度専門技術者の育成

## カリキュラムの特徴

三大学の教育研究資源を効果的に活用し、国際連合の「持続可能な開発目標SDGs」の概念や視座を実践的に具体化することで、体系的かつ柔軟性のある **文理協働型教育課程**を提供

- 普遍的かつ実践的の学識を基盤とする国際感覚及び国際通用性のある **実践的理論・技法**の修得
- 高度な専門性の修得及び多様な価値観・社会環境に対応できる **適用力**と調整できる **合意形成力**の醸成
- 「理解」、「分析」、「実践」という3相(アспект)から成る包括的教育により、国際通用性のある **論理的思考力**と **機能的伝達力**を向上
- 三大学の教育研究資源を十分に協働活用した **トリプレット体制**による相互補完強化的な教育研究を実施
- ワークショップ、文理協働コロキウム、インターンシップなどの多面的な協働作業による **実践的アクティブラーニング**の幅広い導入

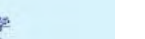
# Global Human Resource Development Program



西東京三大学連携  
協働高大接続教育プログラム



東京外国語大学  
Tokyo University of Foreign Studies



# 研究に関する取組

## ○カーボンニュートラルに関する主な研究概要一覧

	所属・役職	氏名	研究課題名
①	i-パワーエネルギー・システム研究センター センター長 教授	横川 慎二	再エネ活用促進に貢献する都市沿面(屋根・壁面・窓)を活用した太陽光発電ポテンシャル評価手法の研究
②	副学長(研究担当) 機械知能システム学専攻 教授	小池 卓二	振動を利用した樹木害虫の行動制御および樹木保護に関する研究
③	ナノトライボロジー研究センター センター長 教授	佐々木 成朗	トライボロジーに立脚した超潤滑システムと再生エネルギー活用のための環境発電技術の研究
④	i-パワーエネルギー・システム研究センター 准教授	曾我部 東馬	・AI予測最適化手法を用いた窓用透明型太陽電池の設計と開発 ・半導体光電極材料探索と作製：高効率水素生成とCO <sub>2</sub> の回収
⑤	機械知能システム学専攻 准教授	榎木 光治	エネルギーのトータルマネジメントと空調や排熱エネルギーを回収するための熱交換技術の飛躍的効率向上の研究
⑥	情報学専攻 准教授	佐藤 寛之	進化計算によるビル設備の省エネルギー運用に関する研究
⑦	機械知能システム学専攻 准教授	梶川 翔平	木質系材料の流動による大変形加工技術の開発
⑧	i-パワーエネルギー・システム研究センター 准教授	澤田 賢治	分散型エネルギーリソースの安全安心な運用のためのエッジデバイス組込み型セキュリティ機能の開発
⑨	i-パワーエネルギー・システム研究センター 特任教授	市川 晴久	インターネット型(DIY型)マイクログリッドの研究
⑩	i-パワーエネルギー・システム研究センター 特任教授	早瀬 修二	一日の発電量が多く、設置しやすい新太陽電池の研究開発
⑪	燃料電池イノベーション 研究センター センター長 特任教授	岩澤 康裕	建設した世界唯一のマルチ同時系列計測が可能なin situ放射光ビームラインにより燃料電池解析評価を牽引する
⑫	先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授	石橋 功至	環境発電を用いたバッテリーレス無線センサ技術
⑬	情報・ネットワーク工学専攻 准教授	三輪 忍	カーボンニュートラルのための大型計算機の省エネルギー化
⑭	情報・ネットワーク工学専攻 助教	田島 裕康	量子効果が熱の流れに与える影響についての規則の系統的解明と、それによる様々なエネルギーデバイスの性能向上
⑮	基盤理工学専攻 教授	沈 青	高効率・低コスト・高安定性を持つ新型太陽電池の開発
⑯	基盤理工学専攻 教授	山口 浩一	半導体量子ナノ構造を用いた高効率太陽電池・高性能情報通信デバイスへの応用

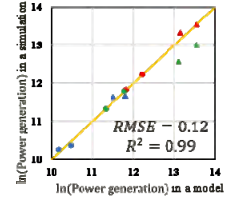
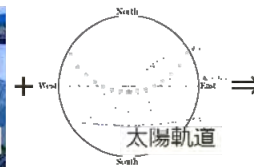
## 再エネ活用促進に貢献する都市沿面(屋根・壁面・窓)を活用した太陽光発電ポテンシャル評価手法の研究

**【背景・目的】** スマートシティにおいてPV & Battery配置の最適化に必要となる、都市沿面の太陽光発電量を推定する手法と、その活用方法を確立します。

**【目標】** 3D都市モデル、日照量シミュレーション、機械・深層学習、統計手法を用いて、世界のあらゆる場所において建物・区画の発電量を推定可能にします。

### 【2050CNに向けた課題と解決方法】

- ZEB・ZETにおけるレジリエントなエネルギーシェアリングが必要
- 都市部における再エネの地産地消を実現するには沿面活用が必須
- 沿面発電シミュレーションとAIにより、建物・都市設計手法として確立



### 【現状】

- ✓ 都市日射量シミュレーション開発完了
- ✓ 東京都のビジネス街・住宅街・臨海地区の推定モデルと効果の評価を完了
- ✓ 季節変動等の影響を評価実施中

### 【今後の期待】

- CNに向けたZEB・ZET計画を促進
- 都市部のエネルギー地産地消の実現
- エネルギーイノベーションの社会実装を加速(有効性検証)

## 振動を利用した樹木害虫の行動制御および樹木保護に関する研究

**【背景・目的】** 環境低負荷型の新たな樹木害虫防除技術として、振動による害虫行動制御法の確立を行うとともに、高効率な加振器を開発します。

**【目標】** 化学農薬に依存しない持続可能な森林保護を行うことで、カーボンニュートラルに貢献します。

### 【課題と解決手法】

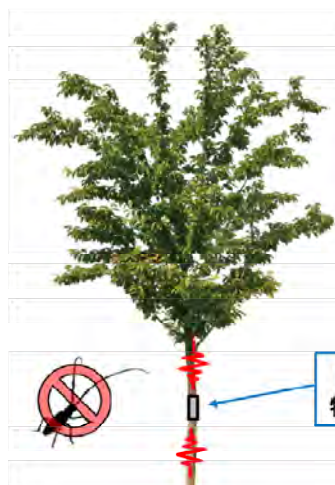
- 樹木害虫の摂食や産卵等の行動を阻害する振動条件の選定
- 磁歪材料を用いた加振器の開発と振動シミュレーションによる広域樹木加振法の確立
- 低コスト高効率な加振システムの開発

### 【現状】

- ✓ 高効率加振器の試作と実装
- ✓ 特定の樹木害虫に対する行動阻害効果を確認

### 【今後の期待】

- 対象害虫・樹木の拡大と低コスト化により農林業の生産基盤技術化へ
- 特定重要樹木の保全
- 住宅害虫対策への応用



振動により、樹木害虫の  
1) 摂食  
2) 産卵  
等を阻害して密度を低減、防除

磁歪材料を用いた加振器  
特定周波数の振動を樹木に発生可



## トライボロジーに立脚した超潤滑システムと再生エネルギー活用のための環境発電技術の研究

**【背景・目的】** 摩擦のエネルギーロスによる年間十数兆円の経済損失を防ぐための超低摩擦システムの構築と、再生エネルギーを活用するための環境発電手法の確立を目指します。

**【目標】** マルチスケールトライボロジーの学理を構築し、超潤滑剤（摩擦係数0.01）、マクロ低摩擦制御（摩擦係数0.1）、ウェアラブルな環境発電の要素技術を世界に先がけて提案します。

### 【2050CNに向けた課題と解決方法】

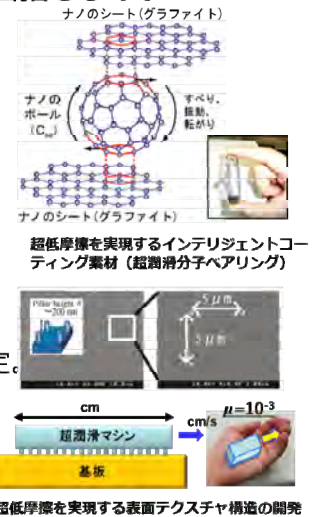
- ミクロ摩擦とマクロ摩擦の描像を統一するマルチスケール摩擦の学理の構築が必要。
- ミクロ摩擦からマクロ摩擦まで系統的に議論するための表面テクスチャ構造が必要。
- 界面で発生する静電気量を評価する方法が必要。

### 【現状】

- ✓ ミクロ摩擦とマクロ摩擦を接続する理論構築を開始。
- ✓ 表面テクスチャをナノ～マイクロサイズで系統的に変化させて、摩擦の変化を予備測定。
- ✓ 電極で帯電薄膜をはさんだ帯電の予備シミュレーションが進行中。

### 【今後の期待】

- マルチスケール摩擦の学理の構築により、従来のマクロテクノロジーとナノテクノロジーが融合して新たなイノベーションと市場が創出されます。
- マクロ低摩擦制御から「手乗り超潤滑マシン」が実現し、機械工学技術に新たなブレークスルーが期待されます。
- エネルギー散逸（熱、振動エネルギー）を抑えて、ウェアラブルなIoT電源の要素技術の開発が期待されます。



超低摩擦を実現する表面テクスチャ構造の開発

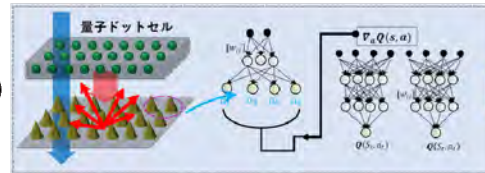
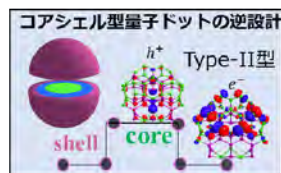
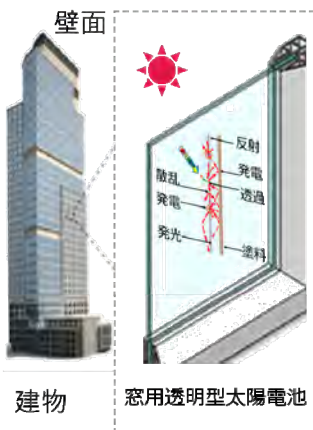
## AI予測最適化手法を用いた窓用透明型太陽電池の設計と開発

**【背景・目的】** 再生可能エネルギーの導入を、2030年までに現状の2倍（38%）まで拡大することを目指し、窓ガラスなどの開口部に利用できる次世代窓用透明型太陽電池の開発を提案します。

**【目標】** 透明型太陽電池の可視光透過率20%以上、且つ太陽光エネルギー変換効率13%以上を達成し、赤外光（熱線）の有効利用に加え、最終的な発電コスト16円/kWh以下の実現を目指します。

### 【課題と解決手法】

- 中間バンド太陽電池に最適な長寿命ペロブスカイト量子ドットの開発
- 赤外光を利用するための光閉じ込めデバイスの構造設計
- AI予測最適化手法を用いた透明型太陽電池の逆設計と開発



### 【現状】

- ✓ コアシェル量子ドットの作製に成功
- ✓ 中間バンド光閉じ込め係数逆設計モデルの構築が完了
- ✓ 透過率5% + 変換効率20%のデバイス作製に成功、透過率20%の達成を目指す

### 【今後の期待】

- 壁面の発電により、再生可能エネルギーの主電源化に加速
- CNに貢献するとともに、ガラス発電の普及による省エネと経済効果に期待

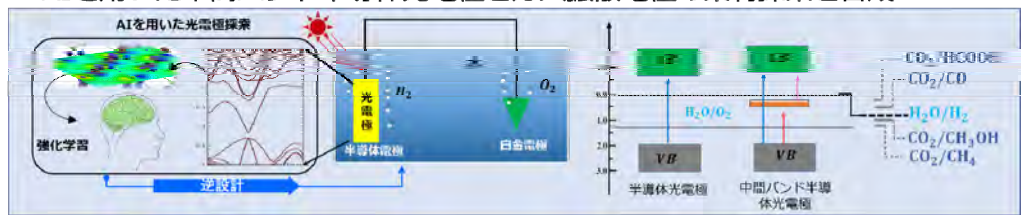
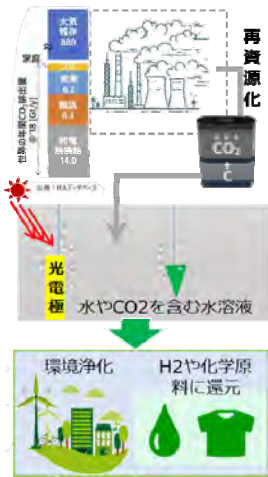
## 半導体光電極材料探索と作製：高効率水素生成とCO<sub>2</sub>の回収

**【背景・目的】** 半導体光電極を用いた水分解で水素を作製し、カーボンニュートラルに直接貢献できる二酸化炭素の回収と再利用、そして気候変動に影響を受けやすい再生可能エネルギーを安定的なエネルギー源にするための技術開発を提案します。

**【目標】** 水分解水素生成率10%以上、水を水素源として直接、CO<sub>2</sub>を電解還元する基礎技術の確立を目指し、植物光合成の変換効率(0.7%)を超える変換効率の実現に挑戦します。

### 【課題と解決手法】

- 水素生成用光電極の高過電圧によるエネルギーロスが大きい
- 二酸化炭素が少量しか水に溶けないため、変換が難しい
- AIを用いた中間バンド半導体光電極とガス拡散電極の素材探索と合成



### 【現状】

- 光電極材料作製装置の取り付けは完了
- 水素生成は確認。過電圧の評価手法も確立
- 半導体と電解質のデバイス解析を実施中

### 【今後の期待】

- カーボンニュートラルの実現に拍車がかかり、水素社会の実現にも貢献
- CO<sub>2</sub>の最資源化が成功することにより、経済と地球環境の改善が両立される

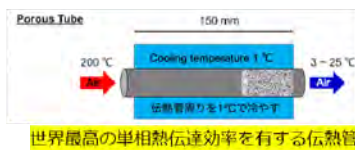
## エネルギーのトータルマネジメントと空調や排熱エネルギーを回収するための熱交換技術の飛躍的効率向上の研究

**【背景・目的】** 新のカーボンニュートラル実現のため、大学全体でのエネルギーに対する意識や興味定着をいたします。エネルギーの出入り口となる熱交換器技術の飛躍的な効率向上の研究とそれに付随する機械機器の高効率化を達成させます。

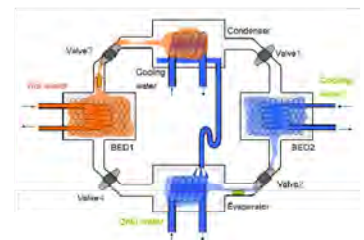
**【目標】** 本学は1つの町レベルと考えることができます。まずは本学でカーボンニュートラルを、他大学や他研究機関等に先駆けて達成させます。このために、大学関係者の興味が必要となるかと考えています。熱交換器はほぼ全ての機械機器に搭載されるエネルギーの窓口であるが、未だに高効率化の余地のある分野であります。300℃の排熱を内径18mm、長さ25mmで5℃まで冷却できる熱交換器を産学連携で達成した経験から、排熱エネルギー回収技術として応用いたします。また、この熱交換器で太陽光エネルギーを熱エネルギーに変換すれば瞬間的にお湯がでてくるため、太陽電池パネルよりも面積が小さくそして効率的な蒸気発電の達成させます。またこれは給湯施設としても使えます。これが実現できればもちろん世界初の技術となり得るだけでなく、世界中にインパクトを与え、そして汎用性の高い再生熱エネルギーの活用方法となります。

### 【現状】

- ✓ 大学でのエネルギー収支の詳細が不明
- ✓ 再生エネルギーを用いた空調技術を導入なし
- ✓ 太陽光エネルギー発電は、研究初期段階
- ✓ 排熱回収などの熱交換器に関しては世界を代表する研究を保有



世界最高の単相熱伝達効率を有する伝熱管



吸着冷凍空調機：農工大 秋澤研

**【今後の期待】** ✓ 20年以内など新のカーボンニュートラルを本学が先駆けて達成！

## 進化計算によるビル設備の省エネルギー運用に関する研究

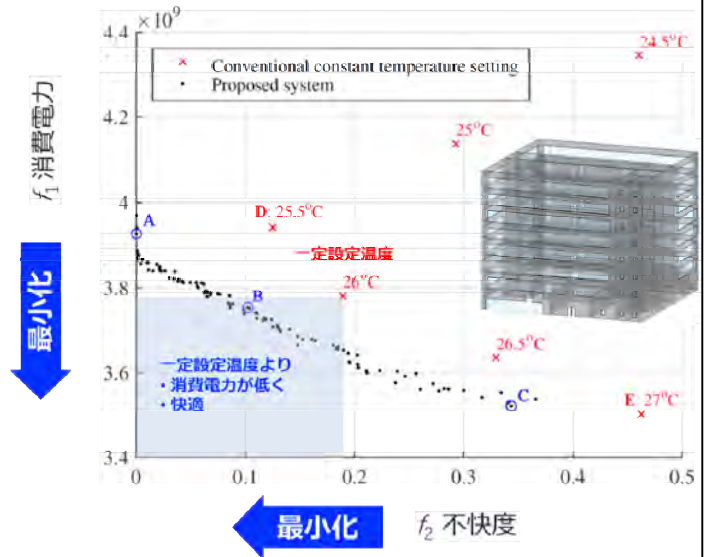
【背景・目的】 ビルの設備運用を省エネルギー化することでカーボンニュートラルに貢献します。

【目標】 ビルの空調設備に注目し、省エネルギーと快適さを両立するように温度設定することです。

【課題と解決手法】 空調設備の利用エネルギーを抑制すると、ビルの利用者の快適さが低下します。快適さを高めると、利用エネルギーが増加します。進化計算という最適化技術によって、省エネルギーと快適さを両立する多目的最適な空調温度設定を見出します。

【現状】 シミュレーションによって、従来の設定温度一定の空調運用より、省エネルギーと快適さを両立する温度設定を獲得する方法を確立しました。

【今後の期待】 短期的には、ビルの設備運用における最適化の適用範囲を拡大させます。長期的には、複数のビルを一括して最適化して無駄を省くシステムの構築を目指します。



## 木質系材料の流動による大変形加工技術の開発

【背景・目的】 CO<sub>2</sub>を吸収・貯蔵する森林資源の積極的な利用は、カーボンニュートラルの達成に大きく貢献します。 本研究では、木質系材料を石油系プラスチックの代替材料として有効活用することを目的として、木質系材料をプラスチックのように自由な形状に加工できる大量生産技術を開発します。

【目標】 限りある森林資源を有効活用するため、製材工程で排出される切りくず・端材、廃材などを素材とし、金属やプラスチック製品の大量生産に用いられる手法を木質系材料の加工に適用します。得られた製品は、使い捨てプラスチックなどの代替材として使用できる強度や耐水性を有することを目指します。

【課題と解決手法】

- 木質系材料の変形能の低さや不均一性が課題
- 天然系バインダの混合や、各種成形パラメータ（水分、温度、加圧力、工具形状）を適切にコントロールし、石油由来の資源を全く用いることなく、大変形加工を実現

【現状】

- プレスや射出成形にてポリプロピレンに匹敵する曲げ強度や、ファイバーボードと同等の耐水性を持つ成形品を実現
- 長尺部材成形のための押し出し成形法や、高強度化・耐衝撃性の向上を目的とした新しい鍛造加工法を開発中

【今後の期待】

- 本手法による成形品のさらなる特性向上によって、木質系材料が既存のプラスチックを代替できることを期待



## 分散型エネルギーリソースの安全安心な運用のための エッジデバイス組み込み型セキュリティ機能の開発

**【背景・目的】** カーボンニュートラルの実現に必須な電動車や蓄電池などの分散型エネルギーリソース（DER）を安全安心に運用するためのエッジデバイスに最適な組み込み型セキュリティ機能の開発を実施します。

**【目標】** 電力系の従来の組み込みシステムから、FPGAなどの集積回路、AI演算用のマイコン、さらに量子計算機など、レガシーから最新を包括するDERセキュリティ機能の開発を実施します。

### 【2050CNに向けた課題と解決方法】

- ・レガシー機器から最新機器を含めたネットワーク連携が必要です。
- ・国内外のネットワークセキュリティ被害の種類と報告数が増大中です。
- ・新たなセキュリティ評価機能によるDERセキュリティ機能を開発します。

### 【現状】

- ・機能：レガシー機器に対する組み込み型セキュリティ機能を開発済み
- ・社会実装：一部の都市インフラユーザへの展開と遠隔検証
- ・評価：新たなDERセキュリティ評価機能の開発中。

### 【今後の期待】

- ・都市インフラユーザへの展開拡大
- ・DERのセキュリティ機能強化とレジリエンスの向上



## インターネット型（DIY型）マイクログリッドの研究

**【背景・目的】** 太陽光発電システムに占める工事費などの付帯コストが太陽電池、蓄電池コストよりも大きく導入単位も大きいため、再エネ電力拡大の障害になっています。DIYで小規模からスケラブルに構築、分解、移動が容易なミニマイクログリッド技術を確認し、再エネ電力の導入拡大、利便性向上、停電・被災時電源の確保に貢献します。

**【目標】** IT制御が可能なUSB PDインタフェースで太陽電池、蓄電池、負荷を接続する電力システム技術を開発し、システム付帯コストの大幅低減（システムコストを現状の1/5以下）を目指します。

### 【2050CNに向けた課題と解決方法】

- 電力網経由での電力利用のための再エネ発電、蓄電システムは接続装置、専門工事スキル、投資回収経済モデルが課題
- 普及と性能向上が著しいUSB PDインタフェースの電力合成ハブを単位とする拡張容易なネットワークで電力システムを構築。すべての電力リソースをクラウド管理で広域共有し、人と電源のモビリティと電力レジリエンスをサポート（ユーザの電力システムをインターネット的に統合）

### 【現状】

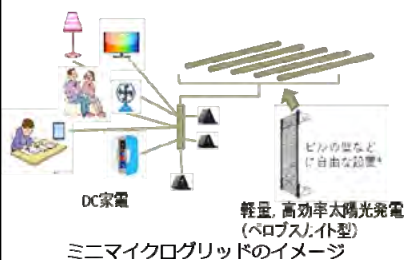
- 電力合成ハブのプロトタイプを開発
- ハブネットワーク構成・制御法、太陽電池を含む独立分散電源システムを研究開発中
- 調布市まちづくりプロジェクトで、IT機器用、自転車用などのポータブル電池を市・企業・市民が多目的に共同利用する案を検討中

### 【今後の期待】

- 太陽光発電の導入、地産地消の加速
- 公的私的資源と空間のスマートな共有による豊かで安全な市民生活を実現するスマートシティづくりへの貢献



電力合成ハブプロトタイプ



## 一日の発電量が多く、設置しやすい新太陽電池の研究開発

**【背景と目的】** 平地が少ない日本では従来の平板型太陽電池を有効に設置できる場所を確保することができなくなっています。ビルの壁面、農用地、車など居住地に近いところに容易に設置でき、かつ太陽光を有効に使い一日の発電量が多い新型太陽電池を開発します。

**【目標】** 従来の太陽電池が一日に発電できる電力量の1.5-2.0倍を目指します。

**【課題と解決方法】** 平板型太陽電池は一方向からの光のみしか利用できません。太陽電池を円筒形にすることにより全方向からの光を有効に利用した発電が可能になります(図1)。

**【現状】** フレキシブルな発電シートを内蔵する円筒形太陽電池モジュール(図2)を作製しました(産学連携:株式会社フジコー、CKD株式会社、ウシオ電機)。IoTセンサーネットワーク用電源や太陽光発電と作物育成が両立できるソーラーシェアリングの実証実験を(図3)、同じ効率を持つ平板型太陽電池よりも1.5倍の発電量が得られることを確認しました。今後フレキシブル発電シートの高効率化(ペロブスカイト太陽電池開発)に注力します。

**【今後の期待】** 居住地近辺に分散した太陽光発電設備設置(図3、図4)が可能になり、当センターが目指すインターネット型電力プラットフォームと組み合わせることにより再生可能エネルギーを有効に利用できるようになります。また太陽電池で動く電気自動車を実現できるなど、カーボンニュートラル社会実現に大きく貢献できます。



図1 円筒形太陽電池セル



図2 円筒形太陽電池モジュール



図3 円筒形太陽電池発電と植物育成を両立する実証実験



図4 壁面設置イメージ(シースルー型)

### 燃料電池 イノベーション 研究センター

## 建設した世界唯一のマルチ同時系列計測が可能な in situ 放射光ビームラインにより燃料電池解析評価を牽引する

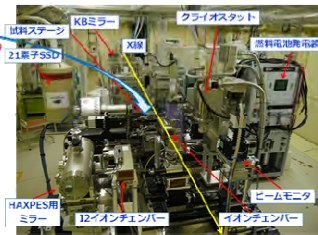
**目的: カーボンニュートラル社会を実現する次世代水素燃料電池開発のためのオペランド可視化**

1. NEDOプログラム(2010-2014年度) 世界最高性能・世界唯一の燃料電池専用放射光ビームラインBL36XUを設計・建設
2. NEDOプログラム(2015-2019年度) 世界唯一のマルチ同時系列計測システムの構築とオペランド燃料電池計測・解析
3. NEDOプログラム(2020-2024年度) 世界唯一のRIXS/HR-XANES/CT-XAFS同時系列計測法によるオペランド燃料電池可視化

**目標:** 2030年以降の自立的普及拡大に資する高効率、高耐久、低コストの燃料電池システムを実現するための基盤技術を開発し、確立した分析/解析技術を広く産業界・学術界へ普及させます。  
**期待:** CNモリティ社会が実現し、我が国が世界を牽引することが期待されます。



水素燃料電池自動車の概略図

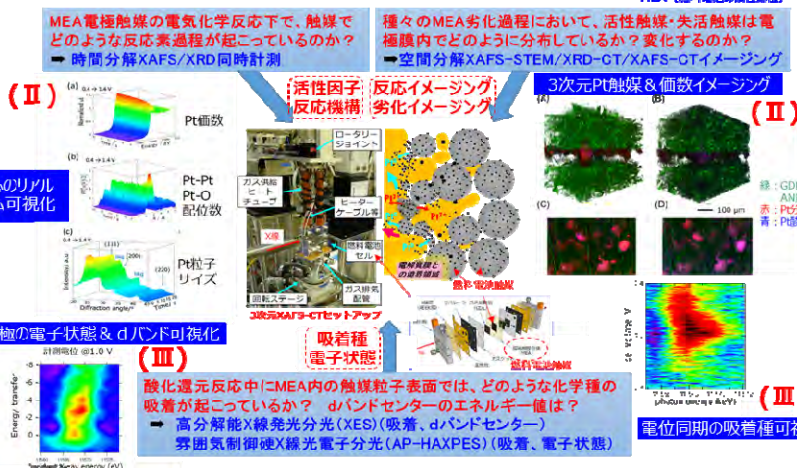


**(I)** 世界唯一のマルチ同時系列計測システムの構築(同一試料・同一領域のその場観測を可能としました)

**背景:** 実用燃料電池内部の電極触媒の構造・電子状態、元素分布、吸着種、3次元可視化などの“生きた”(オペランド)情報を捉えることができる計測・評価システムは存在しませんでした。

### 研究の進捗状況と成果:

- (I)** 同一試料で燃料電池内のPtナノ粒子の構造、酸化状態、空間分布、吸着種のオペランド計測法の確立(世界初)
  - (II)** 発電中の燃料電池内のPtナノ粒子の構造変化、電子状態変化、空間分布変化などの動的挙動の可視化解析に成功(世界初)
  - (III)** 燃料電池内のPtナノ粒子表面の吸着酸素と被毒硫黄のHR-XANES/RIXS計測・可視化と解析に成功(世界初)
- (現在研究展開中)  
燃料電池内部で何が起きているのか、これまでの推定に対して実験的事実を捉えてメーカーおよび研究開発者に基盤情報と設計指針を提供



## 環境発電を用いたバッテリーレス無線センサ技術

**【背景・目的】** ソサイエティ5.0の実現には、現実世界の情報をデジタル世界に取り込むため、膨大な数の無線センサが必要とされています。無線センサはバッテリーで駆動する必要性があり、バッテリーの充電などメンテナンスに伴うCO2排出量は無視できないほど大きいものになります。

**【目標】** 日光や浮遊電磁波など、環境中の微小なエネルギーのみを用いて、半永久的に環境情報の取得と無線による収集を実現するメンテナンスフリーな無線センシングシステムの構築



### 【課題と解決方法】

- 環境中のエネルギーを回収・活用するエネルギーハーベスティング（環境発電）技術で得られる電力は微弱で不安定
- 微弱で不安定な電力で安定かつ広範囲で通信可能な技術が必要
- 各端末の発電量を学習し、自律的にネットワークを構築・最適化
- 浮遊電磁波を反射・吸収し、超低消費電力で情報を伝送



### 【現状】

- ✓ 環境発電のみで動作し、設置するだけで安定的に情報を収集するシステムを実現
- ✓ 従来の100万分の1の数百ナノワットで動作可能な無線通信技術を開発

### 【今後の期待】

- ❖ メンテナンスフリー無線センサ技術の普及による社会インフラ維持コストの低減
- ❖ 収集された環境データを人工知能によって解析し、より少ない電力で快適な社会の実現

## カーボンニュートラルのための大型計算機の省エネルギー化

**【背景・目的】** 世界の総消費エネルギーの約1%を占めると言われている大型計算機（データセンター、スパコン等）の省エネルギー化を行います。

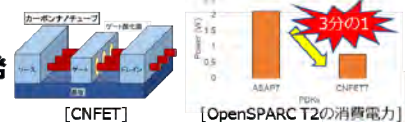


**【目標】** 2050年までに大型計算機の消費エネルギーを現在の100分の1に削減します。

課題	解決法	期待される省エネ効果
製造LSIの均質性を前提とした電力管理手法の限界	製造ばらつきを考慮した電力管理手法の開発	25%
ムーアの法則（シリコン半導体微細化）の限界	CNFET等の次世代半導体デバイスを用いた超低消費エネルギーLSIとそのアーキテクチャ開発	98%
フォンノイマン型計算機の限界	量子計算、Neuromorphic Computing等の新計算原理の導入による大型計算機の高エネルギー効率化	全体の4割のシステムに対して99.99%

### 【現状】

- ✓ スパコンの消費エネルギーを約1割削減するジョブスケジューリング手法を開発
- ✓ CNFETの利用によりプロセッサの消費電力が3分の1となることを確認



### 【今後の期待】

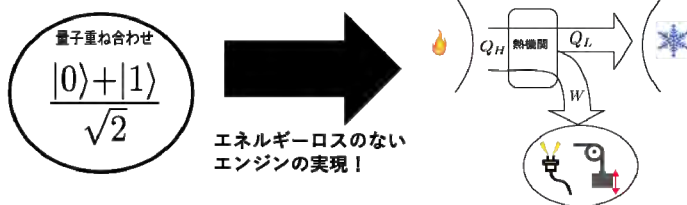
- ✓ Net Zero Energy Data/Supercomputer Centerの実現
- ✓ データセンターのポータブル化（夏場と冬場で場所を変更）



## 量子効果が熱の流れに与える影響についての規則の系統的解明と、それによる様々なエネルギーデバイスの性能向上

【背景・目的】発電機やクーラーをはじめとする熱機関の性能向上を、量子効果を使って行うことを目的としています。

【目標】量子効果を用いて、エネルギーロスが全くなく、かつ高速で動作する熱機関を実現することが目標です。



### 【課題と解決手法】

そもそも熱機関性能は量子効果で向上できるかどうか自体が不明でした。この点を解決できる理論構築を行い、実験検証をしていきます。

【現状】理想的なモデルでは、既にエネルギーロスのない高速エンジンが実現できることが分かりました。量子効果を使うことで熱の流れにもまるで超伝導のような、ロスのない流れを創り出せることを発見し、その応用として本モデルを提案しました。これは、「摩擦のない」エンジンを意味します。

Physical Review Letters誌の編集委員推薦論文、アメリカ物理学会「Physlcs」誌の注目論文に選出

【今後の期待】上記はあくまでも理想的なモデルなので、今後はより現実的なモデルで同じことができるか、また実験検証ができるかどうか、を調べていくことになります。もしも実用に耐える形で上記のエンジンを実現できれば、エネルギー事情を一変させる発明となるはずですよ。

## 高効率・低コスト・高安定性を持つ新型太陽電池の開発

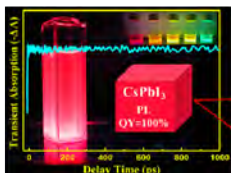
【背景・目的】従来の太陽電池の複雑な製造工程と高コストの限界を打ち破り、簡便に作製可能な高効率・高安定性・柔軟性を持つ次世代量子ドット(QD)太陽電池を開発します。

【目標】小面積QD単一接合セルの効率は20%で、100平方センチメートルの大面积の単一接合QD太陽電池の効率は12%に達成する。大面积のフレキシブルQD太陽電池も実現します。

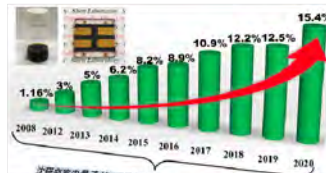
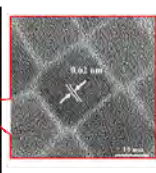
- 【課題と解決手法】
- 1. QDインクの調製と表面制御 ⇒ 大面积化のための技術に適用可能
  - 2. QDの大面积膜形成技術の研究 ⇒ 均一な大面积QD光吸収層
  - 3. 適切な電子と正孔輸送層の開発 ⇒ QDセルの効率と安定性の向上
  - 4. 光励起電子のふるまいの研究 ⇒ 高効率化と高安定性の道筋の探索

### 【現状】

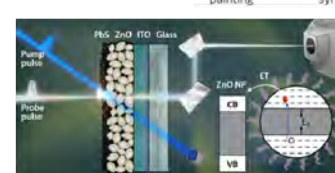
- ✓ 低欠陥・高品質のコロイドQDの作製法を開発し、発光量子収率100%のQDの作製に成功しました。
- ✓ コロイドQD太陽電池に関する基礎研究では、世界をリードする成果を上げています。
- ✓ コロイドQD太陽電池の電荷移動ダイナミクスの研究において確固たる研究基盤を持っています。



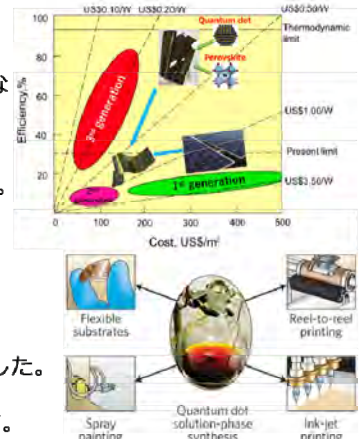
本研究室で開発した低欠陥・高品質のコロイドQD



次世代量子ドット太陽電池の変換効率の向上履歴



レーザー分光装置によるQD太陽電池の光励起電子のふるまいの研究



### 【今後の期待】

本研究は、大面积量子ドット (QD) 次世代太陽電池の技術的ギャップを埋め、量子ドット (QD) 太陽電池の実用化と新エネルギー材料および技術の開発を促進します。2050年までに、発電コストは従来の火力発電よりも低くなり、国の「カーボンピーキング」と「カーボンニュートラル」の目標に役立つと信じています。

## 半導体量子ナノ構造を用いた高効率太陽電池・高性能情報通信デバイスへの応用

### 【背景・目的】

高度情報化社会の発展に伴うエネルギー消費量(CO<sub>2</sub>排出量)の増大

→ 持続可能な高度情報化社会の進化に向け

★1:再生可能エネルギーデバイスの開発

★2:情報通信デバイスの省力化・高性能化

半導体量子ドットのデバイス応用

### 【目標】

★1:集光型量子ドット中間バンド型太陽電池の開発 → 高エネルギー変換効率化の実現(40% at 100 sun)

★2:低消費電力・高性能量子ドット光電子デバイスの開発 → 量子ドットレーザ・共鳴トンネルダイオードの開発

### 【課題と解決手法】

★1,★2:量子ドットの超高密度化・高均一化・高品質化

→ 面内超高密度量子ドット層の積層化, 成長条件の最適化

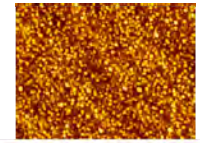
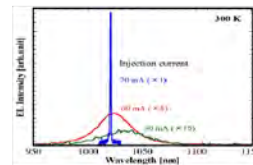
★2:量子ドット近接積層の精密形成とそのデバイス構造設計

→ 量子ドット上の自己形成ナノホールへの電極形成

### 【今後の期待】

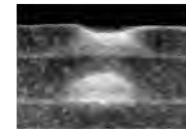
高効率量子ドット太陽電池, 低消費電力量子ドットデバイスの社会実装 → エネルギー消費量の削減, 環境負荷の低減

### 【現状】

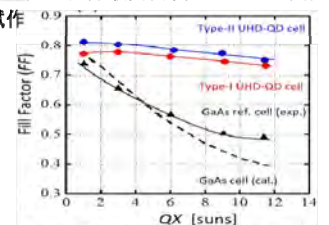


世界最高密度量子ドットの開発

面内高密度量子ドットレーザの試作



量子ドットの積層成長とナノホールの自己形成



面内超高密度量子ドット太陽電池の集光特性



## 用語説明

### ※1：持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）

2015年9月の国連サミットで全会一致で採択された、2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標で、地球上の「誰一人取り残さない（leave no one behind）」ことを誓って立てられた17の目標、また、それらの目標を達成するための具体的な169のターゲット及び232の指標（数値目標）で構成されている。

### ※2：エネルギー消費原単位（経済産業省資料より）

単位量の製品や額を生産するのに必要な電力・熱（燃料）などエネルギー消費量の総量のことによって以下計算式による。

エネルギー消費原単位 = (A - B - B') / C 電気の使用量

A = エネルギー使用量（燃料の使用量、他人から供給された熱の使用量、他人から供給された電気の使用量）

B = 外販したエネルギー量

B' = 購入した未利用熱量

C = エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値（例：生産数量、売上高、建物床面積、入場者数、外来者数、ベッド数×稼働率等）

\* 「A」、「B」、「B'」は原油換算値kℓとして計算。

### ※3：ベンチマーク制度（経済産業省資料より）

事業者の省エネ状況を業種共通の指標を用いて評価し、各事業者が目標（目指すべき水準）の達成を目指し、省エネ取組を進めるもの。

<ベンチマーク制度導入の意義>

- ・従来指標（1%以上低減）だけでは、省エネ取組を適正に評価されなかった事業者が、ベンチマーク指標を用いることで、適正な省エネ評価を受けることができる。
- ・業種共通の指標を用いて評価するため、事業者の省エネ取組状況を客観的に把握できる。

### ※4：事業者クラス分け評価制度

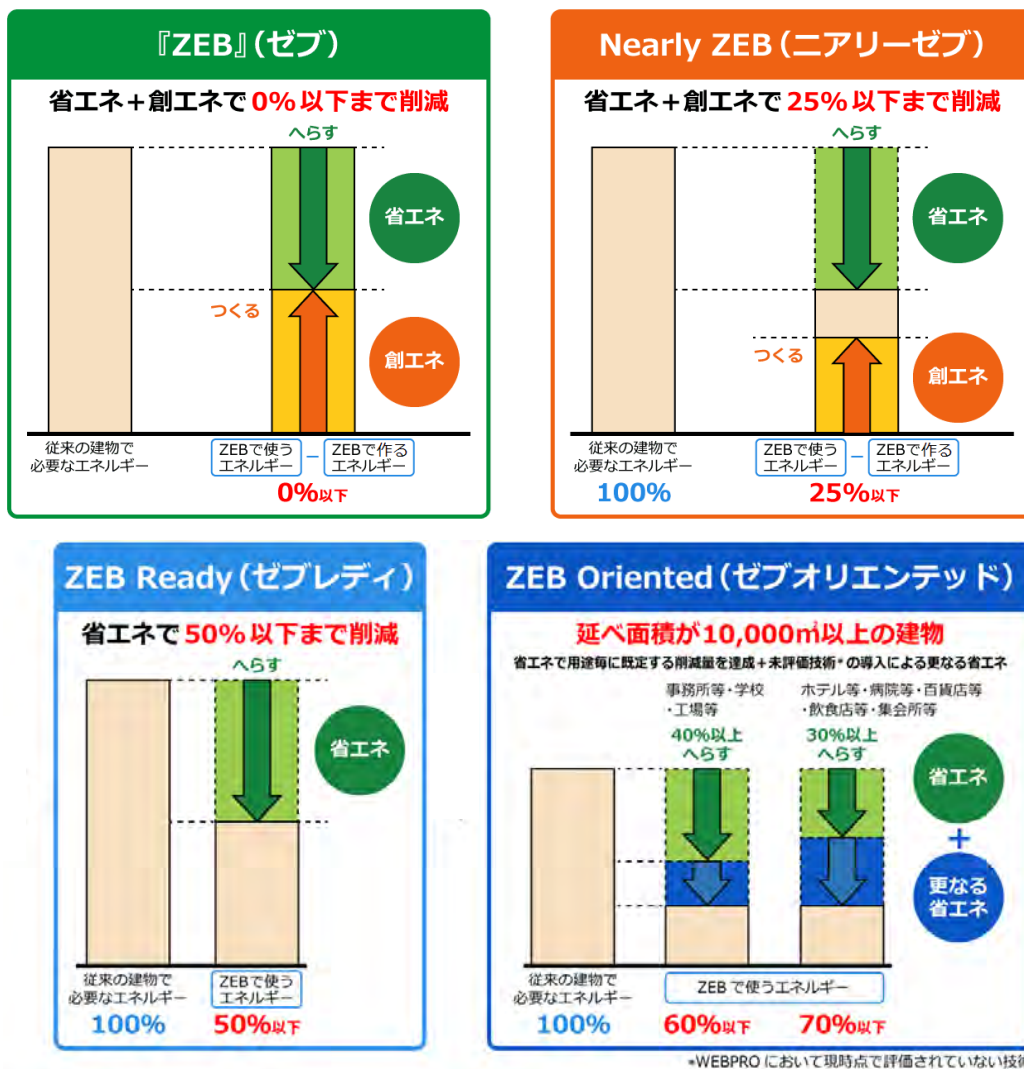
提出された定期報告書等の内容を確認し、事業者をS（優良事業者）・A（更なる努力が期待される事業者）・B（停滞事業者）へクラス分けされる制度。Sクラスの事業者は、優良事業者として経済産業省のホームページで公表され、Bクラスの事業者については「報告徴収」、「立入検査」、「工場等現地調査」が行われる場合があり、また、報告徴収、工場等現地調査、立入検査の結果、判断基準遵守状況が不十分と判断された場合は、Cクラス（要注意事業者）となり指導等が行われ、著しく不十分であると認められた場合には「合理化計画の作成指示」が行われる。

※5：ZEB（Net Zero Energy Building）（環境省資料より）

建物で排出する一次エネルギーを省エネ+創エネでゼロ化したビル。

以下4種類

- ①ZEB：省エネ50%+創エネ50%で100%以上の一次エネルギー消費量削減実現
- ②Nearly ZEB：省エネ50%+創エネ25%で75%以上の一次エネルギー消費量削減実現
- ③ZEB Ready※：省エネで基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量の削減実現 ※本学の西9号館改修は、ZEB Ready で設計中。
- ④ZEB Oriented：延べ面積10,000㎡以上の建物。省エネで用途ごとに規定した一次エネルギー消費量の削減を実現、更なる省エネに向けた未評価技術を導入している建物



\* 環境省より

# UECビジョン～ beyond 2020 ～

～私たちが思い描く Society 5.0、

すなわち「共創進化スマート社会」の実現に向けて～

我が国がめざすべき未来社会の姿として提唱されている Society 5.0 では、IoT (Internet of Things) により様々な知識や情報を共有し、人工知能(AI)により新たな価値を生み出すことで複雑な課題を解決できる、人を中心とした社会を実現しようとしています。

本学は、Society5.0 を人間知・機械知・自然知の融合により新たな価値（進化知）を創造し様々な課題を自律的に解決しながら発展し続ける「共創進化機能」を内包した未来社会、すなわち「共創進化スマート社会」と考えその実現に貢献し、自らも共創進化スマート大学となります。

本学は、独自の科学技術の哲学として「総合コミュニケーション科学」を提唱しています。これは、人・社会・物・自然間の相互作用をコミュニケーションとして捉え、その本質と意義を正しく理解し機能的に向上させることで、社会に存在する様々な境界線を越え、従来異質であると考えられていたもの同士の相互作用により生みだされる多様性を、イノベーションの源泉とする考え方です。この総合コミュニケーション科学を思考の基礎とし、既存の枠組みや専門分野を越え、多元的な多様性(pluralistic Diversity)の中で幅広い連携・協働と深い相互理解(deep Communication)により、継続的にイノベーション(sustainable Innovation)を創出する「D. C. & I. 戦略」を推進します。このD. C. & I. 戦略の不断の実践を通して、あらゆる人々がより一層心豊かに生きがいを持って暮らすことのできる社会、すなわち様々な問題を自律的かつ連続的に解決し進化し続ける機能を内包した共創進化スマート社会を実現します。同時に、本学自らも共創進化機能を持ち、発展し続けます。これらの取り組みを通し、尊敬される大学、頼れる大学、また自ら誇れる大学として、学生、教職員、卒業生、社会からの期待に応えていきます。

## （共創進化スマート社会の実現拠点）

### 1. 世界的な教育・研究機関として共創進化スマート社会の実現拠点となります。

通信・IoT 技術、AI 技術、サイバーセキュリティ技術、ロボット・計測技術、光・量子技術など、共創進化スマート社会の実現に不可欠な分野における世界水準の教育力と研究力を有する教育研究機関として、グローバルかつ個性豊かな学生・研究者がボーダーレスに集い活躍できる環境を提供します。確かな専門性を軸に据えつつも学際的・多元的な思考力と実践力を備えた、進化し続ける未来社会をデザインし先導できるイノベティブ人材を養成するとともに、既成概念にとらわれない全く新しい未来社会の知を創造し続け、共創進化スマート社会の実現を牽引する拠点となります。

## （共創的進化の実践）

### 2. 自らも共創進化スマート大学となります。

本学自らを一つの共創進化スマート社会として捉え、その実現のため、研究成果と最先端テクノロジーの実装・実現の場とすることで進化し続ける、共創進化スマート大学となります。

本学が持つ世界水準の技術を活用し、あらゆるモノやコトの豊かなコミュニケーションのもとで、知識・知見を集積・共有・再構成することで、新たな価値（進化知）が自律的に創造され続ける進化機能を学内にも実現します。

これにより、例えば、時間と空間に縛られない個人に最適化された教育や、リアルタイムで情報と知を共有できるダイナミックな研究環境、および時間の無駄を排しリソースを最大活用できる運営などが自律的に生みだされ続け進化します。

## (D. C. & I. 戦略と知の好循環形成)

### 3. あらゆる活動に対してD. C. & I. 戦略を実践し教育・研究・人材の循環拠点を形成します。

進化知創造のための不可欠な基盤として、分野、対象などに関して異なる考え方が共存する多様性（ダイバーシティ）を堅持するとともに、全構成員の自発的、実践的かつ多様な活動を尊重します。

さらに、情報ネットワークや人的ネットワークを駆使し、異なるものを含めた要素間の相互理解・相互作用・相互触発（コミュニケーション）を促進することにより、本学のあらゆる活動を活性化させます。

これにより、既存の枠組みにとらわれることなく、学内および諸組織や地域、産業界等との相互交流・連携・協働を推進するための教育・研究・人材の好循環を形成します。

この好循環から、共創進化スマート社会の構築に寄与する新たな価値を創造（イノベーション）し、SDGs（持続可能な開発目標）の達成にも貢献します。



電気通信大学カーボンニュートラル推進本部規程

制定 令和3年9月13日規程第21号

(設置)

第1条 国立大学法人電気通信大学環境方針（平成18年制定。以下「環境方針」という。）に基づく活動を通じて、二酸化炭素排出の量の削減等（以下「カーボンニュートラル」という。）を達成するための全学的な取組の推進を図るため、電気通信大学（以下「本学」という。）に、カーボンニュートラル推進本部（以下「本部」という。）を置く。

(任務)

第2条 本部は、次に掲げる業務を行う。

- (1) 環境方針に基づく活動の企画立案、実施、調査及び改善並びに情報収集、啓発その他の活動の推進に関すること
- (2) カーボンニュートラルの実現に向けた計画案、目標値設定及び施策の策定に関すること
- (3) その他環境方針に関すること

(組織)

第3条 本部は、次に掲げる者をもって組織する。

- (1) カーボンニュートラル推進本部長
- (2) カーボンニュートラル推進副本部長
- (3) カーボンニュートラル推進本部員

(本部長)

第4条 本部長は、カーボンニュートラル推進本部長（以下「本部長」という。）とし、学長をもって充てる。

2 本部長は、本部の任務を総括し、本部所属の職員を指揮監督する。

(副本部長)

第5条 本部に、カーボンニュートラル推進副本部長（以下「副本部長」という。）を置き、学長が指名する理事をもって充てる。

2 副本部長は、本部長の職務を補佐し、本部長に事故あるときは、その職務を代行する。

(本部員)

第6条 本部に、カーボンニュートラル推進本部員（以下「本部員」という。）を置き、次の各号に掲げる職員をもって充てる。

- (1) 学長が指名する教育研究職員 5人
- (2) 総務部長
- (3) 学務部長
- (4) 学術国際部長
- (5) その他学長が必要と認めた者 若干人

(任期)

第7条 本部員の任期は2年とし、再任は妨げない。ただし、欠員が生じた場合の後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

(本部会議の開催)

第8条 本部長は、本部の任務に関する重要事項について審議するため、カーボンニュートラル推進本部会議（以下「本部会議」という。）を主宰し、その議長となる。

2 本部会議は、本部長、副本部長及び本部員で構成する。

3 本部会議は、構成員の2分の1以上の出席がなければ議事を開き、議決することができない。

4 本部長が必要と認めたときは、構成員以外の者を本部会議に出席させ、意見を聴くことができる。

(議事)

第9条 本部会議の議事は、出席構成員の過半数で決し、可否同数の時は、議長の決するところによる。

(ワーキンググループ)

第10条 本部に、その任務を円滑に遂行するため、本部会議の議を経てワーキンググループを置くことができる。

2 ワーキンググループに関し必要な事項は、本部会議が決定する。

(事務)

第11条 本部に関する事務は、総務部施設課が処理する。

(雑則)

第12条 この規程に定めるもののほか、本部に関し必要な事項は別に定める。

附 則

1 この規程は、令和3年9月13日から施行する。

2 この規程の施行後、最初に置かれる本部員の任期は、第7条の規定にかかわらず、令和4年3月31日までとする。

3 電気通信大学エコキャンパス推進本部規程は廃止する。

電気通信大学カーボンニュートラル推進本部名簿

本部長	田野 俊一	学長
副本部長	小花 貞夫	理事（研究・産学官連携戦略担当）
副本部長	阿部 浩二	理事（教育・国際戦略担当）
副本部長	三浦 和幸	理事（総務・財務担当）
	小池 卓二	副学長（研究担当）
	村松 正和	副学長（教育担当）
	西岡 一	情報理工学域長
	西野 哲朗	情報理工学研究科長
	鈴木 勝	情報理工学域教育委員長
	山田 哲男	情報理工学研究科 情報学専攻 教授
	榎木 光治	情報理工学研究科 機械知能システム学専攻 准教授
	山本 佳世子	情報理工学研究科 共同サステナビリティ研究専攻 教授
	横川 慎二	i-パワーエネルギー・システム研究センター長・教授
	曾我部 東馬	i-パワーエネルギー・システム研究センター 准教授
	南 泰浩	人工知能先端研究センター長・教授
	佐々木 成朗	ナノトライボロジー研究センター長・教授
	藤井 弘樹	研究戦略推進室特定准教授（チーフURA）
	大藪 敏晶	総務部長
	泉 茂樹	学務部長
	中村 修一	学術国際部長
	小林 翼	総務部総務企画課長
	赤石 亘	総務部財務課長・経理調達課長
	牧村 恭子	総務部施設課長
	菊池 誠治	学務部教務課長
	脇野 崇	学術国際部研究推進課長
事務	総務部施設課	

## 電気通信大学 カーボンニュートラル推進計画

2022年（令和4年）6月策定

企画・編集

国立大学法人電気通信大学カーボンニュートラル推進本部

問い合わせ先

総務部施設課

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1

Tel : 042-443-5051

E-mail : uec-shisetsu@office.uec.ac.jp



