

# 環境理工学群「環境プログラム」の新たな展開

中根 英昭\* 古沢 浩

(受領日：2018年5月7日)

高知工科大学環境理工学群  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

\* E-mail: nakane.hideaki@kochi-tech.ac.jp

要約：環境理工学群では、2013年度入学生から専攻横断的な環境教育のための「環境プログラム」を開始した。環境プログラムによって、分野横断的に行う環境教育の性格が明確になり、科目の新設と既設科目の改変を戦略的に行うことができた。そして、環境に関する個別分野の教育に加えて、専門分野におけるイノベーションと環境の関係を理解することを目指す科目も開設した。これによって、専門分野における学習と環境に関する学習への動機が共に高くなる効果を目指した。2017年度のカリキュラム再編を契機に、環境プログラム科目の見直しを行い、アクティブラーニングを含む科目が組み入れられた。このプログラムは、1年次の授業科目「環境とイノベーション」によって、地球と地域の環境、社会、経済とイノベーションの関係の大きな枠組みを学習することから始まる。このことによって、その後の環境プログラムの各科目の学習と各専門分野における学習に様々な効果が生まれることを期待している。

## 1. はじめに

環境理工学群の教育は、単に環境学（あるいは環境科学）と理学と工学を教えることではない、と筆者は考えている。ある意味、環境学こそ最も工学的な学問分野だと考えているからである。人間の幸せのために、地球生態系が持続可能であるという条件の下で、社会と経済の持続可能な発展を目指すという目的指向の「学」である環境学は、現代求められている工学の一つの典型であろう。このような認識の下に、2013年度に「環境プログラム」を立ち上げ、運営してきた<sup>1)</sup>。

上のような認識は特別なものではなく、総合地球環境学研究所、東京大学国際高等研究所サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）、名古屋大学フューチャー・アース研究センター、高知工科大学フューチャー・デザイン研究所等が取り組んでいる国際研究プラットフォーム、フューチャー・アース（Future Earth）<sup>2)</sup>の認識に代表される最近の潮流に沿ったものと考えている。例えば、フューチャー・アースでは、“Pioneered approaches to co-design and co-produce solutions-oriented science, knowledge and innovation for global sustainable development”を謳っている<sup>3)</sup>。

筆者が上のような認識に確信を持つようになったのは、2015年の「パリ協定」と「持続可能な開発目標（SDGs）」による大きな変化を目の当たりにしたからである。そのインパクトの大きさについては、2018年4月17日に閣議決定された第5次環境基本計画<sup>4)</sup>においても、次のように述べられている。

世界に目を転じると、第四次環境基本計画が策定された2012年以降、環境に関し最も大きな動きがあったのは2015年であろう。地球規模の環境の危機を反映し、持続可能な開発目標（SDGs）を掲げる「持続可能な開発のための2030アジェンダ」や「パリ協定」の採択など、世界を巻き込む国際的合意が立て続けになされた、転換点ともいえる1年であった。パリ協定の発効を受けて世界が脱炭素社会に向けて大きく舵を切り、ESG投資などの動きが拡大している潮流を踏まえれば、今こそ、新たな文明社会を目指し、大きく考え方を転換（パラダイムシフト）していく時に来ていると考えられる。

もちろん、「人間の幸せのために、地球生態系が

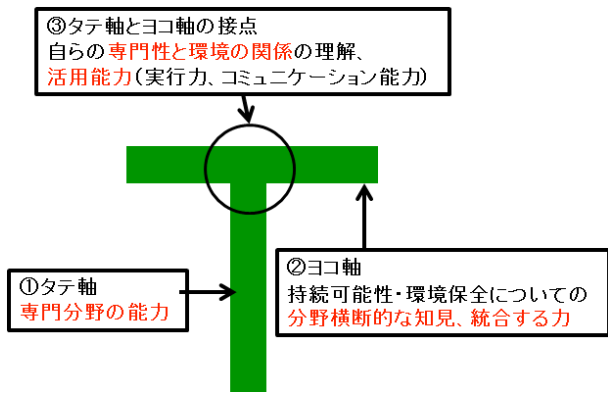


図 1. 社会人基礎力を持った T 字型環境人材<sup>1)</sup>

持続可能であるという条件の下で社会と経済の持続可能な発展を目指すという目的の実現のためには、理系、文系のあらゆる学問分野の研究が必要であり、とりわけ理工学の分野で日々取り組まれている個別の科学技術のイノベーションの果たす役割は大きい。多くの大学では、伝統的な個別の学問分野を学部段階で教育し、大学院段階で学部横断的に設けられた環境学（環境科学）研究科あるいは持続可能性学に関する研究科・機構・センター等が設けられている。上記のような認識、社会の変化、大学等の対応を踏まえつつ、高知工科大学環境理工学群の環境プログラムでは、目的指向の「学」としての環境学とイノベーションについて学ぶことから環境プログラムのカリキュラムをスタートさせている。その特長および新たな展開の可能性について、筆者なりの見解を述べたい。

## 2. 環境プログラムと「T 字型人材」のコンセプト

環境プログラムは、2013 年度の専攻再編の際に導入された。カリキュラム編成の考え方については、本学紀要に、「環境理工学群の専攻横断教育プログラム『環境プログラム』について」と題した活動報告が掲載されている<sup>1)</sup>。分子デザイン専攻、機能材料専攻、生命科学専攻の 3 専攻と環境プログラムによって、「専門分野の科学技術＋環境リテラシー」を身に着けた学生を輩出するという位置づけで環境プログラムが発足した。環境プログラムには、専攻を横断して統合的に環境問題をとらえる力、環境の価値を社会の様々な領域（企業、行政、教育等）で生かす力の涵養が期待された。

社会に送り出す人材としては、「社会人基礎力を持った T 字型人材（図 1）が掲げられた。横軸は、単なる「幅広い知識」ではなく、「分野横断的な知見、統合する力」とされた。さらに、縦軸と横軸の

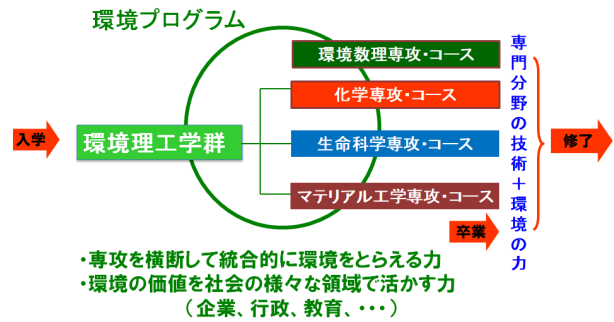


図 2. 2017 年度からの環境理工学群の教育体制

接点として、「自らの専門性と環境の関係の理解、活用能力」が重視された。つまり、環境プログラムには、専門分野を生かして目的を達成する力、様々な専門分野の人々と協働して目的を達成する力の涵養が期待されたのである。

ここで「T 字型」の縦軸の重要性についても述べる必要がある。T 字型人材が他の専門分野の専門家と協力するためには、さらに信頼されてリーダーシップを発揮するためには、実行力、コミュニケーション能力等の社会人基礎力や幅広い知識だけではなく、少なくとも一つの専門分野の力を有していることが重要である。専門分野を深く理解すればするほど、他の専門分野にも共通の論理、方法論、世界観等が養われ（「逆 T 字型」とも言うべき力が養われ）、他の分野の専門家との信頼関係が醸成されるからである。

## 3. 2017 年度の専攻再編と環境プログラム

2013 年度の専攻再編による、分子デザイン専攻、機能材料専攻、生命科学専攻の 3 専攻と環境プログラムによる教育体制によって、分野横断的に行う環境教育の性格が明確になり、環境プログラム科目の新設と既設科目の改変を戦略的に行うことができた。そして、多くの学生が環境プログラム科目を履修し、環境理工学群の特長の一つとして定着した。

### 3.1 2017 年度の専攻再編

2017 年度には新たな専攻、環境数理専攻が発足して、環境数理、化学、生命科学、マテリアル工学の 4 専攻体制になると共に、大学院修士課程に対応するコースが発足した（図 2）。そして、学部から修士課程に至る切れ目のないカリキュラムが専攻・コース毎に編成された。この再編は、高知工科大学ホームページの学長あいさつ<sup>5)</sup>にも紹介されている、「『時代の変化にあわせて、常に進化し続ける大学』という本学の強み」を体現した全学的な改革

に沿って実施されたものである。修士課程に進学する中で、十分な専門性の涵養と研究室における研究の経験が可能になるという理解が進み、2019年度の大学院進学希望者が大幅に増加している。

ここで、2017年度に新たに設置された環境数理専攻・コースについて、設置の背景を含めて紹介したい。この10年足らずの間に、インターネットの普及によるデータの集積（「ビッグデータ」）、コンピュータの高速化、オープンソースのソフトウェアの普及等により、データの統計的解析や可視化、深層学習を採用した機械学習の費用対効果が飛躍的に向上してきた。そして、それらを活用したビッグデータの解析がビジネスに活用され、大きな利益を生むようになった。我が国においても、2013年頃から「データサイエンティスト」の活躍が話題になり始め、2015年頃から深層学習（ディープラーニング）やIoT（Internet of Things）等の人工知能に関連する話題がメディアを賑わすようになってきた。もともと環境分野では人工衛星等の大量の観測データや統計データの解析、将来予測のための大規模なシミュレーションが行われてきており、数理的手法の発達の成果が真っ先に取り入れられてきた。世界最速のスーパーコンピュータであった「地球シミュレータ」による気候変動予測はその典型的な例である。物理学においても、シミュレーションや統計的手法は不可欠な研究手段であり、また、バイオインフォマティクスやマテリアルインフォマティクスを含む物質の構造と機能の間の数理的解析を考慮すると、環境理工学群の全ての専攻の学生にとって数理的能力の向上は強みになり得ると考えられる。また、環境分野に解析対象を求め、特定のビジネスと結びつくことなく多様なテーマに取り組むことによって、卒業生が様々な分野の企業、公共分野等で学んだことを生かす自由度が確保できる。このようなことから、環境数理専攻が新設されることはある意味自然な流れであった。

### 3.2 環境プログラムの新たな展開

2013年度に発足した当時の環境プログラム科目は12科目20単位であり、13単位を取得することにより環境プログラムの修了証が授与された。かなり包括的な環境科学の教育プログラムであったと言える。その後、社会システムや環境政策等を含め文理融合的な科目を配する趣旨から、科目の呼称に「環境学」を用いるようになった。2017年度の専攻・コース再編は、大学全体のカリキュラム改革の一環として行われたものである。その方針は、

4年生－修士課程；  
授業、卒業研究・特別研究等を通して、各専門分野における理工学をより深く学ぶ中で持続可能な社会に向けた取り組みの具体化について探求する。

環境プログラム科目  
修了証（10単位）

3年生；  
土佐フィールド学  
環境学6－放射線とリスク評価の基礎－

2年生；  
生物環境のデータサイエンス2  
生物環境のデータサイエンス1  
環境学3－気候変動－  
環境学2－環境学の基礎2－

1年次；  
環境学1－環境学の基礎1－  
環境とイノベーション

図3. 環境プログラムの学年進行（2018年度）

- 授業科目の厳選（科目数の削減）、
- 学部の専攻から大学院のコースにかけての切れ目のない系統的なカリキュラム、
- 授業科目の1-3限への集中と、学生主体の自主学習等のための4限目以降の開放、

等である。その方針および環境数理専攻のカリキュラムの方向性を踏まえ、2018年度には、環境プログラム科目を8科目（16単位）に絞り込み、環境プログラム修了要件を13単位から10単位に変更した。

環境プログラム科目の学年進行を図3に示す。「環境とイノベーション」は環境プログラムへの導入のための科目であり、また、環境学と理工学の関係についての認識を育むための科目である。後に詳述する。「環境学1－環境学の基礎1－」および「環境学2－環境学の基礎2－」は、環境問題全般に関する基礎知識を身につけるための科目である。「環境学3－気候変動－」は、「パリ協定」を理解するために必要な地球温暖化とその結果としての気候変動について学ぶ科目である。「生物環境のデータサイエンス1」、「生物環境のデータサイエンス2」、「環境学6－放射線とリスク評価の基礎」、「土佐フィールド学」はフィールド調査やデータ解析等のアクティブラーニングを含む科目である。学生の主体性を引き出すと同時に、環境数理専攻の専門科目としても重要であり、環境プログラムの新たな展開を示す科目群と言える。

#### 4. 最初の授業科目「環境とイノベーション」の特別な役割

環境理工学群に入学する大多数の学生の「環境」という概念に関する理解、立ち位置はおおよそ下記のような素朴なものである。

- 環境＝自然環境である。
- 人間が科学技術によって環境を破壊している。
- 自然が好きで、環境を大切にしたい。
- しかし、企業活動にとって科学技術は重要であり、理工学を学んで就職したい。
- 環境を大切にすることは市民として出来ることからしたい。あるいは、公務員か教師として、仕事の上でも環境を大切にしていきたい。

このように、多くの学生が科学技術と環境を対立的に考えて就職活動を始めるのは非生産的であると考えた筆者の一人である中根は、2014年度の環境プログラムの発足時に、就職活動を控えた3年次の学生に対する科目として「環境とイノベーション」を立ち上げた。第一の達成目標として、「学生自身が、環境とイノベーションのwin-win関係の具体的なイメージを持つ」を掲げた。学生には好評であったが、2年半以上の期間、理工学の諸科目を学ぶ際に環境と科学技術が対立するものとして考えながら専門科目を履修しているのは問題であると考え、2015年度から「環境とイノベーション」を1年次の科目に変更した。そして、環境学に関する具体的な知識を学ぶ前に、また、専門性の高い授業を受ける前に、「環境に関する素朴な理解」から脱却する機会を提供してきた。具体例として、2018年度の授業計画を以下に記す。

1. 環境－イノベーション－社会:3つの“act locally”
2. 環境問題と持続可能性・人工知能と環境
3. エネルギーと地球温暖化についての基礎知識
4. 特別講義（外部講師）地球温暖化予測に基づいた私たちの選択
5. SDGsと脱炭素社会
6. 特別講義（外部講師）持続可能な世界のためのイノベーション
7. （環境数理専攻教員）環境数理のイノベーションと環境
8. （化学専攻教員）化学のイノベーションと環境
9. （生命科学専攻教員）生命科学のイノベーションと環境
10. （マテリアル工学専攻教員）マテリアル工学のイノベーションと環境
11. 特別講義（企業からの講師）企業における環境

とイノベーションの具体例

12. 環境計測等のイノベーション
13. 企業・金融と環境
14. イノベーションと私たちのキャリアパス
15. まとめ

（期末試験を除く。授業タイトルは仮題である。）

第1回と第2回の授業の内容がある意味「結論」であり、第3回以降は「結論を裏付ける具体的な根拠、具体例」である。第1回の「3つの“act locally”」については、日本環境共生学会の論文誌「環境共生」Vol. 27の巻頭言<sup>6)</sup>から引用させて頂く。

“Think globally, act locally”は環境に携わる全ての人々を励ましてきた標語である。実際、地球温暖化（気候変動）、資源循環、生物多様性と生態系等との関係を認識しつつ行われる「持続可能な地域」のための様々な主体による活動こそ本来の意味の“act locally”であろう。しかし、この言葉は、学生によって、「身近なことですぐにできること」、「私にもすぐできること」を行うことと解釈されることがある。これから4年間、あるいは6年間勉強して社会に出て活躍する、あるいはさらに研究を続ける学生が、“act locally”をこのような「全ての人にやって欲しい最低限のこと」として理解しているのでは、とても“Think globally”が出来ているとは言えない。そこで、2つの“act locally”を追加して、「3つの“act locally”」に分けて考えてもらうことにした。

- (1) 持続可能な地域のために行動せよ。
- (2) 世界で最も効果的なところで行動せよ（言わば、“act globally locally”）。
- (3) 自分の専門、仕事という「localなところで」持続可能な社会のために行動せよ、

である。そして、「まず、(3)を実行すること、(2)の準備をすること、その上で(1)について深く考えることを学生の間に行って欲しい」と訴えている。そして、次のような多様な「私の“act locally”」を視野に入れて、専門の勉強に取り組んでほしいと考えている。

- 企業で「環境/持続可能な社会に良い製品やサービス」を開発する。
- 環境コンサルティングを行う。
- 銀行等で環境にやさしい融資に携わる。
- 企業や事業所内の環境改善の取り組みやボランティアを行う。
- 国連機関、政府や自治体で環境に取り組む。
- 環境NGO、NPOなどで仕事をする。
- 研究者や大学の教員として環境研究に取り組む。

- 教員として環境教育を行う。
- 市民として身近な環境の改善や環境に良い生活を心がける。

つまり、「狭い意味の環境保全」という専門や仕事だけでなく、全ての「私のやりたいこと」を「持続可能な地球、国、地域、社会と共にある」ようにすること、そのような広い意味の環境への貢献は立派な“act locally”だということである。

環境理工学群の各専攻の分野におけるイノベーションが、地球温暖化対策や持続可能な社会のために重要であることを認識することによって、勉学と研究に新たな意義を見つけること、これが3つ目の“act locally”だというメッセージを第1回目の講義で伝えている。

第2回目の講義では、以下のことを伝えるようにしている。

- 「地球史的な観点から考えると、物質進化の過程で次の世代を生み出すことに最も成功した物質の存在形態であるに違いないところの人類、その一員である私たちが、今、ここに生きていること」が如何に驚くべきことか。
- 飢えを何とかしのいで子孫を残すことしかできない時代ではなく、「いかに生きるか」を考えることができる時代に生きていること、そして、次の世代にどのような地球、社会を引き継ぐかの鍵を握っているのが私たちの世代であること。
- 持続可能な地球、社会を次世代に引き継ぐためには、経済・社会システム、ライフスタイル、技術のイノベーションの創出による環境・経済・社会的課題の同時解決が必要であること。
- 「環境・経済・社会的課題」には、SDGsのゴールやターゲットに示されている課題や我が国特有の社会・経済・環境の問題があり、「地域」が解決に向けた重要な「場」であること。
- これらを踏まえると、第一の意味の“Think globally, act locally”は言葉の意味通りに重要であること。

もちろん、2回の授業でこれらを全て理解することは困難である。第3回以降の授業の中で具体化して伝えることが不可欠と考えている。そして、「環境とイノベーション」の授業を通してこのような大きな枠組みを示すことが、「環境」が単に科学技術の犠牲者でもなく、単に科学技術上のイノベーションの応用の受け皿の一つでもないことに気づき、課題を解決するためのイノベーションについて深く考

えながら勉学する機会を提供することになることを期待している。

## 5. おわりに

5年間の実践を通じて、高知工科大学環境理工学群の環境プログラムは、縦軸を意識しつつ「T字型」の横軸について系統的に考える機会を提供することによって、専門分野を学ぶ意義を考慮することや専門分野の選択をサポートするものであると、筆者らは確信している。環境プログラムは、最近よく耳にする、「AIの時代にこそリベラルアーツが必要である」という議論の一つの解決でもあるのではないだろうか。このプログラムが「体系化されたりリベラルアーツ」として機能するように、さらに発展させることが可能ではないかと考えている。このような展望の提示を含め、本活動報告が、環境プログラムの更なる発展に少しでもお役に立てば幸いである。最後に、環境プログラムの授業担当の先生方、非常勤講師や特別講義を快く引き受けて下さった外部の先生方、環境プログラムについて共に検討して下さい環境理工学群の先生方、そして環境プログラム科目を履修して下さい学生の皆さんに深く感謝いたします。

## 文献

- 1) 中根 英昭, “環境理工学群の専攻横断教育プログラム「環境プログラム」について”, 高知工科大学紀要, Vol. 10, No. 1, pp. 195–200, 2013.
- 2) “Future Earth ホームページ.” URL = <http://www.futureearth.org/>.
- 3) “Future Earth 2025 Vision ホームページ.” URL = <http://www.futureearth.org/media/future-earth-2025-vision>.
- 4) “第5次環境基本計画ホームページ.” URL = <https://www.env.go.jp/press/files/jp/108982.pdf>.
- 5) “高知工科大学ホームページ「学長挨拶」.” URL = <https://www.kochi-tech.ac.jp/about/kut/greetings.html>.
- 6) 中根 英昭, “3つの“act locally”と「超領域」”, 環境共生, Vol. 7, pp. 1–2, 2015.

# Evolution of “Environmental Program” in the School of Environmental Science and Technology

Hideaki Nakane\* Hiroshi Furusawa

(Received: May 7th, 2018)

School of Environmental Science and Technology, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

\* E-mail: nakane.hideaki@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** The “Environmental Program”, for comprehensive environmental education, started in April 2013 in the School of Environmental Science and Technology at the Kochi University of Technology. The environmental program has identified the direction of interdisciplinary environmental education, and strategically modified the program curriculum. In addition to individual courses in the environmental field, we also offer courses with the aim of understanding “the win-win relationship between innovation and the environment in other academic disciplines”. With the university curriculum reform in fiscal year 2017, we revised the environmental program increasing the number of active learning subjects. In the first year in the program, the students begin with learning about the vast framework of the relationship between the environment, society, the economy and innovation in local regions and worldwide with the lecture, “Environment and Innovation”. We expect this to reinforce student motivation in learning for future subjects in the “Environmental Program” and in other academic disciplines.