

学部改組に伴う水環境・土木工学科開設までの取り組み

信州大学工学部土木工学科副学科長

中屋 眞 司

1. はじめに

最近の気候変動の影響は世界中の人々の生活にひたひたと押し寄せている。産業革命以来、我々が推し進めてきたエネルギー革命や技術革新による急激な環境変化の負の面が、我々自身にフィードバックし、地球環境を次の新たな段階に突入させた。さらに、地球の爆発的な人口増加による食糧、水、エネルギー不足や偏在は今世紀の大課題である。穏やかな環境を維持し地球が持続的に成長していく道は果たしてあるのだろうか。大学人も環境問題だけでなく、食糧・水・エネルギーの問題に警鐘を鳴らしつつ、この問題に明るい未来を切り開くべく教育・研究に取り組んでいる。

私の所属する学科も、学部改組に伴い水に関する課題解決に挑戦する目標を加え、平成28年度より土木工学科を水環境・土木工学科に改組する。学生の定員も45名から60名に増員される。また、水環境プログラムと土木プログラムの2プログラムがカリキュラムに設定され、水環境プログラムのための教員の増員も図られる。ここでは学部改組に伴う水環境・土木工学科開設までの取り組みについて紹介する。新学科の立ち上げは、工学部の改組案に基づき進められたので、まずは当時の工学部改組案の当新学科に関連する部分を抜粋して示す。

2. 工学部の改組案

水環境・土木工学科を新設し、教育研究分野として、水環境と土木を設ける。水環境分野では、河川水や工業用水などの浄化により飲用水を創出すると共に、それらの水に含まれる資源の抽出を可能とする浄化膜技術の開発や安全・安心な水資源の創出、及び社会実装を目指す。

大 枠

- ① 学科、学科内のコース(後にプログラムに改変)の2層構造とする。
- ② コースの定員は学生の希望等も考慮して柔軟に対処する。
- ③ 入試科目は学科内では統一する。
- ④ 従来の学科をスクラップ&ビルドして、コースとして再構成する。構成上問題の指摘がない学科は

ほぼそのままコースとして構成する。

- ⑤ 学科横断の特別のコースを3年次からのコースとして別途用意する。このコースには選抜試験を課し、大学院への進学を基本とする。
- ⑥ カリキュラムはリベラルアーツ、学部共通科目、学科共通科目、コース専門科目に分け、リベラルアーツは4年間を通じての教育を基本とする。他の3つは高学年に行くほど専門性の増す科目を配置する。
- ⑦ 卒業研究の配属は学科内でコース横断的に行う。
- ⑧ 教員組織は学生対応を考え、学生組織とほぼ対応させるが、授業はこの組織に関わらず横断的に担当する。

以下に2014年から始まった水環境・土木工学科の開設に至る当学科の取り組みについて述べる。まず、1. 将来像について検討し、方針が定まった後、2. ワーキング・グループを立ち上げて、詳細を決めた。

なお、文科省のヒアリングに向け、2014年11月に以下の3点で改組の目的の明確化が図られた結果、翌12月に改組の観点の見直しが通達された。

- ・学科の教育プログラムで特色を出す。
- ・社会的課題の解決を目指す教育研究分野。
- ・高校生が迷わない学科名、教育プログラム名。

そのため、当初、学科内を複数のコースに分けることとしていたが、これを取りやめ、学科に複数の教育プログラムを設定することに改変された。

3. 将来像について

現状を分析し、新学科の将来像について話し合った。

3.1 土木工学科の現状(当時)

土木工学の学問分野は、1)構造系、2)コンクリート系、3)建設技術マネジメント系、4)地盤系、5)水理系、6)環境・エネルギー系、7)計画系、の7分野に大別される。

土木工学科では、2014年時点で、教授5名、准教授5名、助教3名の計13名(平成27年4月1日からは教授退職により12名)の教員により、上記各分野の教育・研究をしている(<http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/engineering/labo/>)。

3.2 新学科の将来像

組織

- ① 学部改組にあわせ、現土木工学科を廃止し、土木工学と水環境にまたがる水環境・社会工学科（その後、水環境・土木工学科に変更）を新設する
- ② 新学科では、従来の土木工学の中の水に関する学問に加え、土木工学の枠を超えた、水に関する広範囲な学問を教育・研究する。
- ③ 新学科の教育・研究活動は、アクア・イノベーション拠点(COI)の活動とも連携する。
- ④ 新学科完成時点では、学科の教員数が増員されることを前提に、水環境系と水理・環境系を除く土木系ではば、半数ずつの教員数とする。

教員配置

- ① 新学科の設置が認められた場合には、今後、土木工学の学問分野としての水理系（環境系を含む）、及び旧来の土木の枠を超える水処理・水資源関係の各々について、教員増を検討する。
- ② 現在の土木工学科を担当している教員のうち、水に関する事項を専門としている者は、水環境系の教育・研究の担当とする。
- ③ 現在の土木工学科の3本柱である「社会基盤」、「環境防災」および「地域計画」の教育・研究は、これを縮小することなく引き継ぎ、教育・研究成果は海外でも通用するものとなるよう質の向上を図る。

4. ワーキング

新学科の将来像、方針について決まったところでワーキング・グループを立ち上げた。カリキュラムは前述の2プログラムが編成されることとなったが、当初は新学科に環境・水資源プログラム（現、水環境プログラム）と社会基盤プログラム（現、土木プログラム）の2プログラムを組織する方針としていたため、プログラムに分かれてワーキングし、その話し合い結果を全体ワーキングに複数回にわたって持ち寄り検討する方式をとった。その後、新学科の課程編成の考え方、特色等を整理し、カリキュラム編成に取り掛かった。社会基盤プログラムについては旧土木工学科のカリキュラムを引き継ぐため大きな変更はないので、ここでは主に環境・水資源プログラムのワーキングについて紹介する。

まず、2014年4月にプログラムの教育・研究のブループリントを作成した。ブループリントでは、1)プログラムの主たる目的の設定、2)関連する事象の検討、3)授業科目、4)出口（進路先）について検討した。以下に当初版を示す。

4.1 ブループリント

主たる目的

水源・水域の環境・水資源リーダーの育成

関連事象

背景 世界人口増加・途上国の工業化・気候変動

→ 現象 水・食料・エネルギー不足・極端な気象現象の増加

→ 問題 水資源の確保・洪水など水災害の増加

→ 結果 水資源の地下水への依存度の増加・水インフラの脆弱性の露呈

→ 課題 水環境との持続的共生

リーダーに求められている知識・素養

a) 水循環システムの包括的理解

b) 食料・エネルギー問題と水の関係の理解

c) 表流水・地下水など水資源の持続的な統合管理と利用についての知識

d) 水資源の減少となる汚染など水質面の理解

e) 浄化技術の理解

f) 水災害の理解とそれに対する水政策・水インフラ

g) 流域の調査・計測・評価・管理方法

授業科目（現在の科目名とは必ずしも一致しない）

方針

重複科目の統合・名称の適切化、社会基盤コースとの共通科目の設定と開講時期

a) 水文学、地圏環境学（水循環システムの包括的理解）

b) 水資源工学、食料・エネルギー工学（食料・エネルギー問題と水の関係の理解）

c) 水理学、地下水資源学、河川工学（表流水・地下水など水資源の持続的な管理と利用についての知識）

d) 水資源化学、水生生態学、地水環境科学、環境アセスメント（水資源の減少となる汚染など水質面の理解）

e) 水処理学、衛生工学（浄化技術の理解）

f) 水文気象気候変動学、水災害工学、水政策学、水環境統計学（水災害の理解とそれに対する水政策・水インフラ）

g) 水環境実験、化学的調査法(実習)、物理的調査法(実習)、数値解析法、GIS、リモートセンシング（流域の調査・計測・評価・管理）

出口（進路先）

環境・水資源コース（現、水環境プログラム）：

進学 大学院、サステナブル・ウォーターコース

就職 水・環境の知識を生かせる分野

地方・国家公務員（建設部、環境部、上下水道局、

水資源条例を持つ自治体(多数)、水資源機構、・・・)、水関連コンサル、水ビジネス分野、飲料メーカー、水資源開発会社、商社、JICA、ゼネコン、プラント会社、教員、その他:膜処理技術、水源林保全、気象関係、・・・

社会基盤コース(現、土木プログラム):

大学院進学、官公庁・鉄道・道路関係、建設系会社、電力・ガス・プラント関係

次に、2014年6月～11月にかけて新学科の理念、アドミッション・ポリシー、カリキュラム・ポリシー、ディプロマポリシー、育成する人材像について検討を行った。2014年12月には時間割シミュレーションを実施した。(2014年12月、文科省ヒアリング)

4.2 新学科の理念・目標

定めた新学科の理念・目標を以下に示す。

理念・目標

21世紀の健全な水循環システムの構築と安全・安心で快適な生活環境の創造に関する教育・研究で社会に貢献する。そのために、社会と地域の発展のために活躍できる人、幅広い見識を持ち総合的な問題解決能力を有する技術者の養成を行う。

☆水環境:循環する水資源を管理し、有効利用するための水資源分野、暮らしのための水を造り出し、汚染された水を再生するための水処理分野、清浄な水環境を保全し、生活環境を守るための水保全分野の教育・研究

☆土木:人々の生命や財産を守る社会施設を整備するための社会基盤分野、自然と調和し共生しながら、自然災害による被害を軽減するための環境防災分野、人々が快適に暮らせるまちをデザインするための地域計画分野の教育研究

4.3 新学科の課程編成の考え方、特色等

検討した結果、以下のように整理された。

- 水環境・土木工学科は、「水環境」と「土木工学」の2つのプログラムからなり、21世紀の健全な水循環システムの構築と安全・安心で快適な生活環境の創造に関する教育・研究を行う。
- 学生は、専門的興味や将来の進路に応じてプログラムを選択できる(図-1参照)。
- 社会基盤分野、環境防災分野、地域計画分野を柱とする土木工学科に水資源分野、水処理分野、水保全分野を柱とする水環境を融合し、学術研究や産業界の動向に対応するカリキュラムを構築する。
- 1年次は、両プログラムともに、自然科学に関する幅広い知識の修得と豊かな教養を身につ

けるとともに、技術者に必要な心構えや倫理について学習する。

- 2年次前半は、両プログラムに共通する専門基礎科目・演習科目によって、技術者に必要とされる基礎的な原理を理解し、社会におけるさまざまな課題について分析し評価する能力や思考力を養う。
- 2年次後半以降において、いずれかのプログラムを選択する。水環境プログラムでは、「水資源」、「水処理」および「水保全」、土木プログラムでは、「社会基盤」、「環境防災」および「地域計画」のそれぞれの分野に応じて、自ら選択したカリキュラムを通して深い専門知識を習得する。
- 両プログラムともに実験・実習科目や総合演習を通して、課題の発見から問題解決に至るまでの総合的な能力とグループで課題に取り組んでいくために必要な対話力を身につける。
- 最終年次は、ゼミや卒業研究を通して各々の分野の専門知識をさらに深めるとともに、研究の方法を学び、それを表現する能力を身につける。

以上のように、学生の希望と将来の進路に合わせて社会と地域の発展のために活躍できる人や、幅広い見識を持ち総合的な問題解決能力を有する技術者を養成するためのプログラムを提供する。

5. おわりに

2016年度から新学科がよいよスタートする。改組に伴い、4教員が他学科および他研究所より当学科に移籍し、水環境の教育・研究の一部を担う。しかし、旧学科の学生が卒業するまで旧所属の教育も合わせて担うことになるので、新学科にとって難しい運営がしばらく続く。それにも増して、新体制による水環境・土木工学研究の新局面に大きな期待を寄せずにはいられない。折しも国内では2014年に「水循環基本法」が施行され、自治体では健全な水循環を目指し、水環境基本計画の策定が進められている。世界では、水不足に伴う災害と洪水災害などの両極端の水災害が混在している。新学科の社会に果たす役割は大変大きなものになるだろう。

履修例

水環境 プログラムの場合

		水資源分野のエンジニアを目指すAさん	水処理分野のエンジニアを目指すBさん	水保全分野のエンジニアを目指すCさん	国・地方公共団体の技師を目指すDさん	大学院5年一貫学位プログラムを経て環境エネルギーの研究者を目指すEさん	
研究への展開	4年	卒業研究 (10)		卒業研究 (10)		国際先進エネルギー材料プログラム (学科横断)	
		環境生態学 (2)、建設構造物設計製図Ⅱ (1)、先鋭研究特別講義 (2)					海外インターンシップ3か月、プロジェクト実験 (10)
応用科目の履修	3年	プログラム+学科科目(6) 環境エネルギー工学、地盤工学、コンクリート構造学		プログラム+学科科目(6) 景観分析論、交通計画、交通施設工学		指定科目 (10) 自然エネルギー利用学、エネルギー工学概論、流体力学Ⅰ、反応工学、プロジェクトコーディネート学	
		プログラム+学科+学部科目 (25) 水処理工学、水保全工学、水資源分離膜技術、水文気象学、上下水道工学、地圏環境学、河川・海岸工学、防災システム論、応用数学Ⅲ、総合演習、建設構造物設計製図Ⅰ、環境計画、空間情報実習、水環境実験、技術者倫理					先鋭研究特別講義 (2) 学科等科目
基礎科目の履修	2年	プログラム+学科+学部科目 (35) 水資源工学、水環境分析、水環境化学、地下水工学、水資源分離材料科学、基礎水理学、基礎水理学演習、応用水理学、応用水理学演習、土の力学、土の力学演習、構造力学Ⅰ、構造力学Ⅰ演習、地域の分析と計画、地域の分析と計画演習、空間情報学、土木計画学、応用数学Ⅰ・Ⅱ、都市・地域計画					
		エンジニアング科目 (4) : 物質化学概論、電子情報システム概論、機械システム概論、建築・デザイン概論					
		英語 (4)、基礎科学 (2) : 線形代数学Ⅱ					
	1年	学科科目 (2) : 水環境・土工学基礎					
		一般教養 (14)、英語 (4)、新入生ゼミナール (2)、健康科学 (1)					
		基礎科学 (10) : 微積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ、力学、一般化学Ⅰ					

共通教育科目 専門科目 () 数字は単位数で参考...卒業には124単位以上が必要、国際先進エネルギー材料プログラムは、卒業単位数に加えて指定科目を10単位以上履修。

履修例

土木 プログラムの場合

		社会基盤分野のエンジニアを目指すAさん	環境防災分野のエンジニアを目指すBさん	地域計画分野のエンジニアを目指すCさん	国・地方公共団体の技師を目指すDさん	大学院5年一貫学位プログラムを経て社会基盤整備の研究者を目指すEさん	
研究への展開	4年	卒業研究 (10)	卒業研究 (10)	卒業研究 (10)		国際先進エネルギー材料プログラム (学科横断)	
		環境生態学 (2)、建設構造物設計製図Ⅱ (1)、先鋭研究特別講義 (2)					海外インターンシップ3か月、プロジェクト実験 (10)
応用科目の履修	3年	プログラム+学科科目(10) 鋼構造学、コンクリート構造学、地盤・耐震工学、交通施設工学、橋梁工学	プログラム+学科科目(10) 地圏環境学、水文気象学、環境エネルギー工学、河川・海岸工学、地震・耐震工学	プログラム+学科科目(10) 交通施設工学、交通計画、景観分析論、上下水道工学、河川・海岸工学		指定科目 (10) 自然エネルギー利用学、材料力学Ⅰ、流体力学Ⅰ、建築環境工学Ⅰ、保存再生論、プロジェクトコーディネート学	
		プログラム+学科+学部科目 (21) 防災システム論、地盤工学、環境計画、数値計算法、応用数学Ⅲ、総合演習、建設構造物設計製図Ⅰ、水処理工学、水保全工学、水資源分離膜技術、空間情報実習、土木実験、技術者倫理					先鋭研究特別講義 (2) 学科等科目
基礎科目の履修	2年	プログラム+学科+学部科目 (35) 基礎水理学、基礎水理学演習、応用水理学、応用水理学演習、土の力学、土の力学演習、構造力学Ⅰ、構造力学Ⅰ演習、地域の分析と計画、地域の分析と計画演習、空間情報学、水環境化学、水資源工学、地下水工学、地盤の力学、地盤の力学演習、構造力学Ⅱ、構造力学Ⅱ演習、土木計画学、応用数学Ⅰ・Ⅱ					
		エンジニアング科目 (4) : 物質化学概論、電子情報システム概論、機械システム概論、建築・デザイン概論					
		英語 (4)、基礎科学 (2) : 線形代数学Ⅱ					
	1年	学科科目 (2) : 水環境・土工学基礎					
		一般教養 (14)、英語 (4)、新入生ゼミナール (2)、健康科学 (1)					
		基礎科学 (10) : 微積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ、力学、一般化学Ⅰ					

共通教育科目 専門科目 () 数字は単位数で参考...卒業には124単位以上が必要、国際先進エネルギー材料プログラムは、卒業単位数に加えて指定科目を10単位以上履修。

図1 水環境・土木工学科のカリキュラム履修例マップ

(http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/engineering/department/water_civil/about/)