

Teaching Portfolio *2023*



第 14 回 佐賀大学 標準版ティーチング・ポートフォリオ・更新ワークショップ
2023 年 3 月 8 日 (水)

佐賀大学 教育研究院 自然科学域 理工学系
押川 英夫

oshikawa@cc.saga-u.ac.jp

内容

1. 教育の責任	1
1.1. 水理学 I	1
1.2. 水理学 II	1
1.3. 微分積分学 I b	1
1.4. 都市基盤工学実験	1
1.5. 応用流体力学特論	2
1.6. Advanced Applied Fluid Mechanics.....	2
1.7. 都市基盤工学ユニット演習（水環境工学）	2
1.8. サブフィールド PBL.....	2
2. 教育の理念	2
2.1. 考える姿勢	3
2.2. 理解して使える	3
2.3. 説明責任.....	4
3. 教育の方法	4
3.1. 考える姿勢の修養	4
3.2. 理解して使えるようになる	5
3.3. 説明責任を果たす	6
4. 教育の成果・評価.....	6
5. 今後の目標	7
5.1. 短期目標.....	7
5.2. 長期目標.....	7
6. 添付資料・参考資料.....	8

1. 教育の責任

私が所属する理工学部都市工学部門(都市基盤工学コース+建築環境デザインコース)は、土木と建築の融合分野とみなし得る都市工学を専門とする部門で、特に私が担当する都市基盤工学コースは土木工学を基本的に学ぶコースである。土木工学は総合工学といわれており、自然、文化、社会、生活などに関する豊かな教養を背景に、深い専門知識を生かして人類や社会の持続可能な発展に貢献する分野である。土木が総合工学である以上、幅広い教養と広範な専門分野に精通したエンジニアの育成と地域を含む社会への輩出が我々の責任である。

専門は土木工学の中でも水工学(水理学)および流体力学であり、人類や生物にとって不可欠な“水”，および水や空気(流体)を介して輸送される物質(土砂、塩分、熱、酸素 etc.)を、どのように確保・制御するかについて学ぶ分野である。水理学は土木工学の中で最も数学、とりわけ微分積分学を駆使する分野であることから、担当科目としては基本的に、専門である水理学に加えて、微分積分学を担当している。

土木が総合工学で、いわゆる文系的な要素(社会学、地理学など)を含んでいることも関係しているからなのか、数学を極端に苦手に行っている学生も一定数見られる。しかしながら、数学をツールとして用いる工学(土木工学)分野においても、理工学部の初年次教育で学ぶ微分積分学や線形代数学はあくまで基礎であり、最低限のレベルまでは到達していないとその後の専門教育(水理学を含めた土木工学)の学修に著しい支障をきたすことから、妥協の許されない重大な責任があるものと自覚している。

1.1. 水理学 I

・「水理学 I」(R1152051, 2 年次前期・専門科目・必修・2 単位)

開講年度：2020～2022, 受講者数：約 60 名。

1.2. 水理学 II

・「水理学 II」(R1102020, 2 年次後期・専門科目・必修・2 単位)

開講年度：2020～2022, 受講者数：約 60 名。

1.3. 微分積分学 I b

「微分積分学 I b」(R0011012, 1 年次前期・学部共通専門科目・必修・2 単位)

開講年度：2019～2022, 受講者数：約 170 名。

1.4. 都市基盤工学実験

「都市基盤工学実験」(R1103040, 3 年次前期・専門科目・必修・4 単位)

開講年度：2021～2022, 受講者数：約 60 名。

1.5. 応用流体力学特論

・大学院博士前期課程, 「応用流体力学特論」(S1050030, 後期・必修・2単位)

開講年度: 2019~2022, 受講者数: 約 15 名.

1.6. Advanced Applied Fluid Mechanics

・大学院博士前期課程, 「Advanced Applied Fluid Mechanics」

(S9690030, 後期・選択・2単位)

開講年度: 2022, 受講者数: 2 名.

1.7. 都市基盤工学ユニット演習 (水環境工学)

・「都市基盤工学ユニット演習 (水環境工学)」(R1153210, 3 年次後期・専門科目・選択必修・4 単位), 開講年度: 2021, 2022, 受講者数: 約 20 名.

1.8. サブフィールド PBL

・「サブフィールド PBL」(R0002020, 2 年次後期・専門科目・必修・2 単位),

開講年度: 2020~2022, 受講者数: 約 100 名.

2. 教育の理念

佐賀大学理工学部・大学院理工学研究科では, 広範な専門的知識を有するジェネラリストの養成を目指すべく, 2019 年度より学部・大学院共に一学科制がスタートしている. しかしながら, ジェネラリストとしてのエンジニアには, 数学や物理に関する基本的な素養 (工学基礎) と, 1 本筋の通った確かな専門性 (土木工学もしくは都市工学分野の専門知識) がまさしく “柱” として必要になっているものと考えられる. ジェネラリストの手前の段階として, 主専攻のみの I 型人間 (1 本の柱) と比した II 型人間 (2 本の柱, 主+副専攻に類似) の必要性がうたわれる場合もあるが, 2 本目の柱を立てる際には, 1 本目の柱の存在が大きくものをいう. 異なる長さの 2 つの専門の柱を同時に立てて支えるとなると, それらの距離感も分からず, 近すぎてバランスが悪く支えられなかったり, 遠すぎて支えられなかったり, といったことにもなりかねない (II 型人間の意義の相乗効果が得られない). ジェネラリストは, この II 型人間の一般化でその延長線上にあるものと考えられる. すなわち, 数学や物理に関する基本的な素養と確かな専門性 (都市基盤工学, つまり土木工学) をベースに, 広範な理工学分野の網羅的な知識・経験を駆使して地域および国際社会の都市工学にかかる様々な問題 (地球温暖化に伴う豪雨の激化に因る大規模洪水や発展途上国における水不足, 国際河川における水質悪化と上下流問題など) の解決と発展に貢献できる人材の育成が, 私の教育の理念・目

的となっている。

2.1. 考える姿勢

数学や物理の基本的な素養および、各コース（学科）の専門性（専門科目群）を身につける際には、自ら“考える”姿勢が不可欠である。特に、今後目指すべき前述のジェネラリストは、広範なある意味で“浅い”知識と経験を基に適切な判断を下す必要があることから、そこで必要とされるのは、数学や物理などの基礎をベースにした“考える姿勢”により導き出される合理的解釈と考えられる。

しかしながら、私に関わる佐大生には、考えることを殆ど“しない”、“できない”、“嫌う”学生が少なくとも一定数は存在する。この理由には、従前の都市工学科が土木と“建築”の融合学科で、いわゆる“センス”を重視するデザイン志向の学生が含まれていることも無関係ではない可能性があるものの、これを許容するのは改組に伴うジェネラリスト育成とは対極的な考え方となる。なぜなら、ジェネラリストが実務上の判断を下す場面には、センスが発揮されるような本人の柱の専門分野だけでなく、その周辺分野（あるいは融合分野）での判断が要求される場面もあり、そのような場面での拠り所は、考える姿勢から導かれる合理性しかあり得ない。したがって、この状況は高等教育を行う上で極めて深刻であり、このような学生に対し積極的に自ら“考える”姿勢を身に付けさせることが必須で、かつ重要な責務と考えている。

2.2. 理解して使える

私の教育理念・目的の1つは、「理解して使えるようになる」ことである。大学の工学教育の目的が高度な専門技術者の育成であることから、個々の学生が学んだことを使えるようになる必要がある。しかしながら、実務の場面で対処すべき課題は教科書通りの状況とは異なることから、本質を踏まえた上での応用が必須となる。したがって、単なる公式や基礎式への当てはめで適切な解を得ることは困難であり、検討時の途中過程においても合理性を踏まえた展開・応用が必要とされる。そこで、合理性を判断するのに必要な数学と物理（特に力学）の基礎を併せて身に付けさせることが肝要と考えている。

一方、理解と対極的な語句として“暗記”があるが、私の教育理念として、暗記は重要視していない。大学の工学教育の目的が専門技術者の輩出であることから、資料やテキストを見れば確認できる公式や基礎式の暗記は、実務を行う上では基本的に無用である。しかしながら、水理学などの専門科目を理解するためには、最低限の専門用語の意味は理解した上で、記憶しておく必要がある。というのも、それらの専門用語の知識がなければ、一般的に積み上げ教科である専門科目の講義が成り立たないだけでなく、専門技術者としての実務も務まらない。

したがって、数学および力学の素養と必要な専門用語の知識を備えた上で、水理学を

含めた都市基盤工学の専門的理論を理解して使える人材の育成が私の目指す教育である。

2.3. 説明責任

土木工学の英訳は **Civil Engineering** で、市民工学とも呼ばれている。誰か一人、もしくは比較的少数をターゲットにした他の工学分野との主要な相違点は、対象が多数の市民という点（公共性）にある。したがって、都市基盤工学コース（土木）を卒業した技術者には、他の分野とは比較にならないほどに重い説明責任がついて廻る。技術系公務員の数を見ると、採用数も含めて圧倒的に土木職が多い点を踏まえると理解し易いものと思われる。

多様な価値観を有する現代社会に配慮した上で、専門家から行政職員、さらには一般市民にまで説明責任を適切に果たすことの出来る人材には、ジェネラリストとしての専門性を含めた知識や経験だけでなく、対象に応じて使い分けることの出来る多角的なプレゼンテーション能力や共感性と協調性、コミュニケーション能力、また高度な倫理観も要求される。つまり、高い見識を有する専門技術者の育成が私の教育理念となっている。

3. 教育の方法

3.1. 考える姿勢の修養

一部の学生が、考えることを殆ど“しない”、“できない”、“嫌う”のは、基本的に“分からない”もしくは、“分かった経験が少ない（不足している）”ことに因るものと考えられる。そのような学生に対して積極的に自ら“考える”姿勢を身に付けさせるために、“実感をもって分かる”ことを重要視している。

私が専門とする水工学に関わる分野は形が定まらずに目に見え難いだけに、それらの基礎となる水理学は、学生にとって理解が最も困難な教科の1つになっている。それに対する現在までの私の取り組みは、実験（実習）科目を有効に使うというものである。一見、当たり前のように聞こえるが、“実感をもって分かる”ためにはかなり有効で、かつ重要である。実験時に水路とその現象を前にして、専門用語や水理学の基本法則（基礎式）の意味・有効性などを説くことは、本来非常に有意義なものの筈である。しかしながら、学生当時の自分を振り返ると、無知な私が感じたのは目の前に何らかの水の動きがあるという知覚だけであり、目の前の水理現象が何なのか、どのような意味を持っているのか、についての認識が出来なかった。つまり、当時の私が受けていた実験科目は、学生が殆ど意味も分からないままに言われたことを言われた通りに行うもので、成果があまり期待できないものであったように思われる。このような実験は、非常に優秀な（あるいは、かなり勤勉な）ごく一部の学生にのみ有意義な科目となってしまう。

そこで、現在の都市基盤工学実験（水理学実験）における取り組みとしては、実験中に目の前の水理現象に関して学生に問いかけ（対話）をすることで、その場で“実感をもって”理解させるようにしている。そのような実感をもって分かることの“体験”を繰り返すことで、“理解”することへの認識も深まり、そのための作業としての“考える姿勢”も身についてくるものと考えている。したがって、本節の“考える姿勢”は、次節の“理解して使えるようになる”にも密接に関係している。

3.2. 理解して使えるようになる

専門科目（水理学）は学生が将来の実務の場面で自ら解を導き出せるようになることが目的であるため、正確でかつ学生にも理解できる講義内容とするように心がけている。ところが学生にとって平易なテキストには、何故そうなるのか？といった理屈が略されている場合が多く、単なる結果と使い方のみで構成されているものが多いことから、本講義では内容を正確に順序立てて理解するのに良いと思われる、学生目線で見るとやや難解に感じるような教科書を採用している。しかしながら、正確さや筋道が分かる（基礎式や仮定、条件などが書かれている）教科書でも、式展開を含む途中の過程までが詳細に記述されている訳ではないので、教員や技術者などの専門家には理解出来ても学生には理解が困難な部分が多い。そこで、式展開などの途中過程も併せて十分に解説することで、学生が最後まで正確に理解出来るように配慮している。一方、講義時間の制約上、図や式展開などを含めた詳細な解答を板書しながら説明するのは困難であることから、毎回パワーポイント(PPT)を用いて講義を実施している。また、講義を聴いて理解して貰うのが前提であることから、板書に精一杯で講義を聞かない学生をなくすために、講義用の PPT ファイルのコピーを事前に全員に配布して学生の板書時間を極力減らすと共に、学生自身の判断による重要事項のメモが取り易いようにしている。これより、正確な論理的筋道に基づいた予習・復習を学生自身で行えるように配慮している。

一方、あまり詳細に説明しすぎると学生が考える機会をむしろ奪うことにもなりかねない為、小テストや宿題などにより学生が実際に考える機会を設けるとともに、それらの問題に対しては十分な解説や模範解答を与えないようにしている。これは、必要最低限の問題に関しては、講義中の例題等で十分すぎる模範解答を示しているからであり、そこから先は、複数の解がある場合やそもそも解があるのかどうかも分からない場合のような、実務の中で要求される実際の状況に対する訓練の場と捉えているからである。実際、当学科には全ての問題に対して模範解答を要求してくる学生が比較的多く、この点は最初から答えありきの問題を解くことで喜びや興味を与える高等学校までの数学や物理が結果的にもたらした深刻な弊害と考えられる。また、期末試験についても単なる暗記と公式の利用では解答が困難な解の誘導を含む論述試験を課すことで、合理的な解を得る（つまり、使えるようになる）ための訓練の場を提供している。

理解と対極をなす“暗記”に関してであるが、基本的には最低限必要な専門用語や公

式等についてのみ「暗記」を要求し、出来るだけ覚えることを要求しないで理解することの重要性を説いている。大学院で担当している流体力学（科目名：応用流体力学特論）は、理学（サイエンス）の一分野であることから、基本的には理論に基づく分野で、理屈を無視して覚えることは殆どない。ところが“水理学”および“水工学”に関しては、実学である“工学”の一種で専門分野の性質上、経験式（結果に合うように理屈を考えずに作成した式）が頻繁に出てくる。経験式は理論に基づかないことから、そもそも“理解が出来ない式”であるため、暗記するより他にない。そのため、説明する経験式を頻繁に用いられる重要な式に絞ることで、暗記させる経験式の数を出来るだけ少なくしている。

3.3. 説明責任を果たす

多様な現代社会において、ステークホルダーとなる多数の一般市民にまで適切に説明責任を果たすことの出来る技術者と成り得る学生を輩出するためには、合理性ばかりでなく、共感性と協調性、コミュニケーション能力、さらには多角的なプレゼンテーション能力と高度な倫理観までを十分に備えた人材の育成が求められている。

都市基盤工学実験は、単独での実施が困難なグループワークであることから、協調性とコミュニケーション能力が要求される。また、都市基盤工学ユニット演習（水環境工学）では、グループワークによる PBL 形式およびプレゼンテーションを組み込むことによって、グループメンバーと共に一つの課題に取り組み、お互いの意見に傾聴しつつ議論し、さらに他のグループに自分たちの成果を発表することによって、協調性や多角的コミュニケーション能力を備えた“説明責任”を十分に果たし得る人材の育成を目指した教育を行っている。なお、倫理教育に関しては、卒業研究などの作成に向けたゼミや研究打ち合わせにおいて生活態度などを含めて日頃から指導を行っている。また、卒業研究などは共同研究の一環で実施している場合が多いことから、他大学の教員や実務者、行政職員、あるいは一般市民等との打ち合わせや共同観測等に学生を同行させる機会を積極的につくることで、説明責任を果たし得る高度な倫理観までを備えた学生の育成を目指した教育を実施している。

4. 教育の成果・評価

- ・受講人数がほぼ固定される必修科目では、最終的な不合格率（翌年の再履修者）が減少している【水理学Ⅱ；27%→13%】。
- ・主指導の大学院生が令和二年度 土木学会西部支部研究発表会において、優秀講演者として表彰された（2021年3月）。
- ・卒業論文の審査会で指導する卒研生の多くが部門内の優秀発表賞を受賞している（平

成 29 年度：3 名中 2 名，令和元年度：3 名中 2 名，令和 2 年度：5 名中 4 名，令和 3 年度：5 名中 2 名).

- ・修士論文の審査会で主指導学生が部門内の優秀発表賞を受賞している（令和 2 年度：2 名中 2 名，令和 3 年度：1 名中 1 名）.

5. 今後の目標

5.1. 短期目標

一見難しそうな課題に対しても自分で考え、自分で答えを見つけられるようにアプローチする“考える姿勢”を，所属学科・専攻内の都市基盤工学コースの学生の皆に身につけさせる.

教育の成果を評価できるエビデンスを揃えた上で，今後の TP の更新に反映させる.

5.2 長期目標

所属学科・専攻内の都市基盤工学コースの学生の皆に，水理学・流体力学を通して自然現象を学び理解するよろこびを学ばせるとともに，水工学に関係する課題解決能力だけでなく，課題発見能力までを併せて身につけさせる.

なお，卒業論文や修士論文などを纏めるための一連の“研究”プロセスを経ることで，課題解決能力だけでなく課題発見能力までの養成が可能なものと期待できるが，これはあくまで“研究”を通じた教育の必要性を示している．課題発見能力には，これまでの教育理念で重視してきた“考える”姿勢や“理解”する能力，およびそれらに基づいた専門性だけでは不十分で，“感性”も要求される．これは，ある意味で否定してきた“センス”の重要性にも繋がりがねないものの（2.1 節参照），芸術的な意味での“センス”と自然への畏敬や公共性が問われるための他者への共感性等に繋がる“感性”については，基本的に異なるものと捉えている.

特に自然を相手にする土木工学（都市基盤工学）の分野では，知識や技術だけでなく感性も本来は重要である．土木工学が総合工学といわれる所以は，本来このような所にあるのかも知れない．何れにしても，このような感性は座学から身につくものとは考え難く，実験やフィールドを通じた比較的長期に渡る教育が重要になる．最終段階の卒業研究や修士・博士研究だけに頼るのではなく，課題発見能力の養成にも繋がる感性までも養成し得る低年次からの一貫した教育カリキュラムと私自身の講義内容に関して，将来的に構築・実践していきたい.

6. 添付資料・参考資料

- (1) オンラインシラバス
- (2) 講義用の説明資料 (PPT ファイル)
- (3) 期末テストの問題
- (4) 小テストの問題
- (5) 演習課題