

土木・環境工学系

I. はじめに「シビル」ありき、今は「シビル&環境」

古代、人類は、いかに自然の脅威を回避しながらその恵みを安定的に享受するかに頭を悩ませていました。水害を軽減するための治水技術、農作物を増産するための灌漑（かんがい）技術、広域連携を可能とする水運・陸運路の建設技術などを考案し、文明社会を発展させてきました。それを支えた知識と技術の集積が、今日、土木工学（シビル・エンジニアリング、Civil Engineering）と呼ばれる学問の原型です。Civilは、「文明」を表します。また、Civilは「市民」という意味も併せ持ちます。つまり、土木工学は、我々の社会が原始社会ではなく文明社会となるための工学であり、人間が“生物上のヒト”ではなく、秩序ある暮らしを営む“市民・公民”となるための工学なのです。

この土木工学を含めた高度な科学技術によって利便性の高い社会が構築された反面、ヒートアイランドや大気・水・土壌汚染のような地域的な問題から、地球温暖化のような全地球的な問題まで、種々の環境問題が顕在化し、単にローカルで短期的な利便性を求めるだけでは、安全、安心で心豊かな社会を維持することができなくなってきました。2011年に発生した東日本大震災では未曾有の大災害を被りました。将来の地震や津波、水害から人の命や社会生活を守り、環境汚染を防ぎ、快適で安全・安心な、都市や国、街をつくること、これも土木・環境工学系の使命です。そのために、道路、鉄道、情報通信、電力、ガス、上下水道、河川、港湾、地下施設などのインフラストラクチャーを造り、守っていくことも求められています。これら種々の土木、環境問題を解決し、未来の世代に安心して引き継ぐことのできる環境と調和した持続可能な発展のためには、シビル&環境が不可欠です。



下図は土木学会『社会と土木の100年ビジョン』（2014）より

図1 土木・環境工学系が取り組む課題

II. 土木・環境工学への進化

土木工学によって大規模な社会基盤システムを構築するにあたり、環境をどのように扱うかが重要となり

ます。このためには災害外力としての自然のみならず、我々のシステムが自然環境に及ぼすインパクトの評価や環境影響を低減する方策の追求を含めた視点が重要になります。そのため、従来の土木工学においても、生態系も含めた環境を研究し、生態系と共存し得る調和型社会基盤システムを創造する努力をしてきました。しかし、最近では、温暖化や海面上昇などの地球規模環境問題の顕在化、陸上・海域生態系の広範な劣化問題、さまざまな化学物質による地盤汚染、ヒートアイランドなどの都市の熱環境問題など、環境問題の質と規模が従来とは大きく異なっています。しかも、このような環境異変は最近の台風の巨大化や集中豪雨の頻発化などにも関連していると考えられており、環境と防災を包含した新たな総合的対策の必要性に迫られています。さらに、エネルギーや水資源の問題も重要です。環境問題は人類文明の持続可能性に深刻な影を落としつつあるといえます。このように「環境」をキーワードとして土木工学の扱う課題は急速に広がっています。そのため、土木工学は、最先端の気象・海洋・陸水学、生物・生態学、環境科学、リスク管理、エネルギー科学、リモートセンシング・GIS、応用物理・化学等々のさまざまな周辺分野との関連を深めつつ進化しています。さらに、景観など美的感覚に関する分野、社会資本整備の経済学的評価を行う分野、合意形成や意思決定に関する心理学的分野などをも取り込み、環境調和型持続的未來社会の実現に参与し得る、より総合性の高い学問分野への発展を土木工学は目指しています。このような新たな時代要請に対応し、リーダーシップを発揮し得る人材を育成すべく、2007年度から土木工学科は「土木・環境工学科」と改称し、より環境に重点を置いた教育を進めてきました。2016年度からは大学改組に伴いさらにその枠組みを広げ、「土木・環境工学系」として活動しています。

現在、土木工学は転換期にあると言われていています。第二次大戦後の焼け野原から高度成長期を経て現在に至るまで、我が国は社会資本を急速に整備する必要がありました。先人の多大な努力によって今日のこれだけ便利な社会を築き上げたのです。この時期、土木工学もフル回転しました。そして戦後約70年以上を過ぎた現在、社会も成熟期を迎え、これまで以上に環境に配慮し、新たな環境を創造することによって、持続性のある安定した社会基盤システムを構築すべき時期にさしかかっています。一方で、2011年に発生した東日本大震災を受け、将来発生すると言われていた巨大な地震や津波にも耐えられるようなインフラストラクチャーを造っていくことも求められています。また、快適で安全・安心な暮らしを支えるために造られたインフラストラクチャーを今後も使いこなしていくためには、適切な維持管理が不可欠です。さらに、社会的な合意形成への取組みも重要になります。開発途上国への技術移転、人づくりを含めた国際貢献も土木工学の1つの大きな責務です。また、我が国は世界的に最も地震ハザードの高い地域に位置しており、安全・安心な社会を実現するためには、地震被害の軽減技術の開発が求められています。

土木・環境工学では、巨大な自然災害から人命や社会を守ること、全地球的な規模での環境問題の解決を図ること、百年先から千年先を見据えた社会の在り方を考えることなどを目標としていることから、土木・環境工学に関わる技術者には高い創造性が求められます。そこで、土木・環境工学系では、学生の創造性を高めていくためユニークな「創造性を育成する科目」を多数開講しています。現在、取り組んでいる「創造性を育成する科目」の例を以下に紹介します。

(1) 都市・交通計画プロジェクト演習 (図2)

空港、鉄道、道路、まちづくりなど、構想段階の交通施設プロジェクトのコンセプトの立案から計画・設計までを体験します。理論に基づく計算に加えて、現地調査に行ったり、模型やCG (Computer Graphics)を作成したり、プレゼンテーションで表現することを通して計画・設計の重要性、難しさ、楽しさを体験するものとなっています。



図2 都市・交通計画プロジェクト演習

(2) 景観設計演習 (図3)

系の専門科目で学習した知識を活用しながら，地域の環境をよりよいものにする提案をします。調査をもとに，工学的課題，社会的課題を洗い出し，それを解決する解を1つの空間として提案します。その過程で，調査能力，分析能力，さまざまな課題をとらえ統合する能力，プレゼンテーション能力を身に着けます。対象地域は，現地調査可能な身近な場所とし，グループで協力，議論して提案を作成します。



図3 景観設計演習

(3) 構造力学・水理学実験第一 (ブリッジコンペティション) (図4)

ブリッジコンペティションでは，構造力学を基に，橋梁工学における設計，製作，供用というプロセスをモデル橋梁製作を通して学び，載荷実験 (左写真)，コンセプト等に関するプレゼンテーション (右写真) などを通じて総合力を競い合います。この経験を活かし，ブリッジコンペティションアジア大会へ挑戦も進めています。

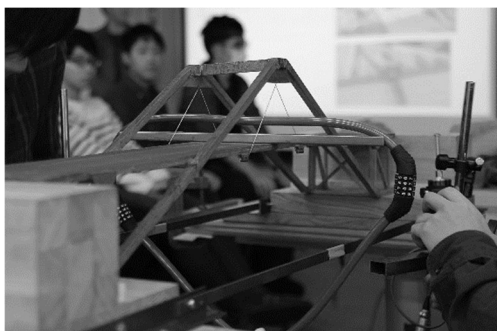


図4 構造力学・水理学実験第一 (ブリッジコンペティション)

(4) コンクリート・地盤工学実験第二（創造設計コンペティション）（図5）

創造設計コンペティションでは、講義・実験を通じて身に着けた鉄筋コンクリートに関する知識を主体的に用い、要求された性能を満足する材料/構造物を設計する演習を行っています。建設され30年が経過した鉄筋コンクリート製道路橋の一部を構成するはり部材について、コストや景観要素を考慮し、補修・補強設計をするコンテスト等を実施しています。実務における調査・設計・維持管理のプロセスを疑似体験し、座学で得た知識を具現化していくプロセスを経験することで、これからの未来社会を切り開く創造性豊かな技術者の育成を目指しています。



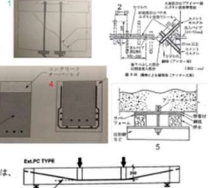
提案された対策案の例

II. 対策案の比較・検討

優先順位：せん断耐力向上→曲げ耐力向上

- ・せん断補強
 1. 斜め方向に鋼鉄の巻帯
 2. アンカー工法
- ・曲げ補強
 3. コンクリートオーバーレイ
 4. コンクリート巻帯
 5. 鋼筋巻帯工法
 6. 鋼ケーブルによるプレストレス

このうちせん断・曲げの条件を満足するのは、**コンクリート巻帯とプレストレスのみ**



III. 対策案の提案 一7. 工費・費用対効果

調査対象地：群馬県いわき市の川野上小川原地区29-3
 調査対象による受益
 ① 走行時間短縮受益
 ② 走行経路短縮受益
 ③ 交通事故減少受益
 を補償1年間で計算する

①⇒補償前走行時間費用－補償後走行時間費用
 走行時間費用＝交通量×走行時間×時間価値係数
 ②⇒補償前走行経路費用－補償後走行経路費用
 走行経路費用＝交通量×走行距離×走行経路費用係数
 ③⇒補償前の交通事故による社会的損失－補償後交通事故による社会的損失
 交通事故による社会的損失＝1000×交通量×走行距離×300×交通量×交通事故係数

①+②+③の和より、補償開始から1年間でおよそ2000万円の補償
 ①にはおよそ42（維持管理費用を含まないため大きな値）

項目	単位	補償前	補償後
走行時間短縮	時間	1000	800
走行経路短縮	km	1000	800
交通事故減少	件	1000	800
補償前		1000	
補償後			800
補償効果			200

図5 コンクリート・地盤工学実験第二創造設計コンペティション

III. 土木・環境工学の学問としての特徴

我々の身のまわりには多種多様な土木施設があります。橋、ダム、海底トンネル、人工島など大型施設の造形美に目を引かれる人も多いでしょう。高速道路、鉄道、港湾、空港などの交通施設、発電所などのエネルギー施設、上下水道など、我々の快適な生活を保証する施設のほとんど全ては土木工学の産物です。土木・環境工学の最も重要な仕事は、これら個々の施設の融合として形成されるトータルシステムをデザインし、社会基盤を計画、建設、維持管理していくことです。適正な社会基盤無しに、我々の現代的で文化的な生活は成り立ちませんし、災害時の安全性も保障されません。

都市、地方、国、さらには、地球規模でこれからの人間の「すみかた」を研究し、環境と調和した持続可能な社会をデザインし創り上げていくエンジニアリングが土木・環境工学です。「創り上げる」ためには、当然、力学的にあるいは経済的に合理的なものを設計・建設しなければなりません。したがって土木・環境工学の大きな柱は、力学を中心とする物理学や計画学です。我々が構築する各種施設は、物理学の原理に従って設計され建設され、そして機能します。橋、ダム、トンネルなどの計画・設計には極めて高度な科学技術が用いられています。また、環境調和型社会基盤システムを実現する上で、環境面でのさまざまな配慮が不可欠になります。そのため、環境科学・生態学的な知識の広範な導入と応用も重要になってきています。

IV. 学修内容

土木・環境工学系では、200番台・300番台の科目において、1年目に学んだ、数学・物理などの科学の基礎知識をもとに、土木・環境工学の根幹を成す構造分野、水理分野、地盤分野、材料分野、計画分野、基礎・共通分野を選択科目の履修により体系的に広く学ぶことができます。講義で基礎科目の理解を徹底したうえで、プロジェクト演習科目および実験科目において、技術や計画・デザインについて理解を深めるとともに、チームワークと実践的な応用力を養い、「学士特定課題研究」や「学士特定課題プロジェクト」（卒業研究）

において自ら研究を遂行することにより、理解と応用力を更に深めるとともに創造力を涵養できるように構成されています。また、東京医科歯科大学、一橋大学との複合領域コースのうち、生活空間研究コースの履修にも配慮しています。

V. 進学就職状況

土木・環境工学系のカリキュラムを修得した学生は、学士課程の就学だけでも社会の要請に十分応えられますが、さらに高度な専門知識の修得を目指して大学院に進学する学生の割合が90%以上に達しています。他系の就職状況と大きく異なる点は、公務員や交通・運輸機関等の公共セクタの比率が高いことです。土木・環境工学の最大の目的は社会基盤システムの設計であり、公共セクタとの関わりが深く、卒業生の約1/4がその職種を選んでいきます。中央官庁以外にも、公的機構、地方自治体などにも就職しています。建設会社へ就職する人は全体の約1/4ですが、そのほとんどがいわゆる大手建設会社です。また、民間企業、国際機関（JICA、世銀等）において海外で活躍する卒業生の数も増加しています。

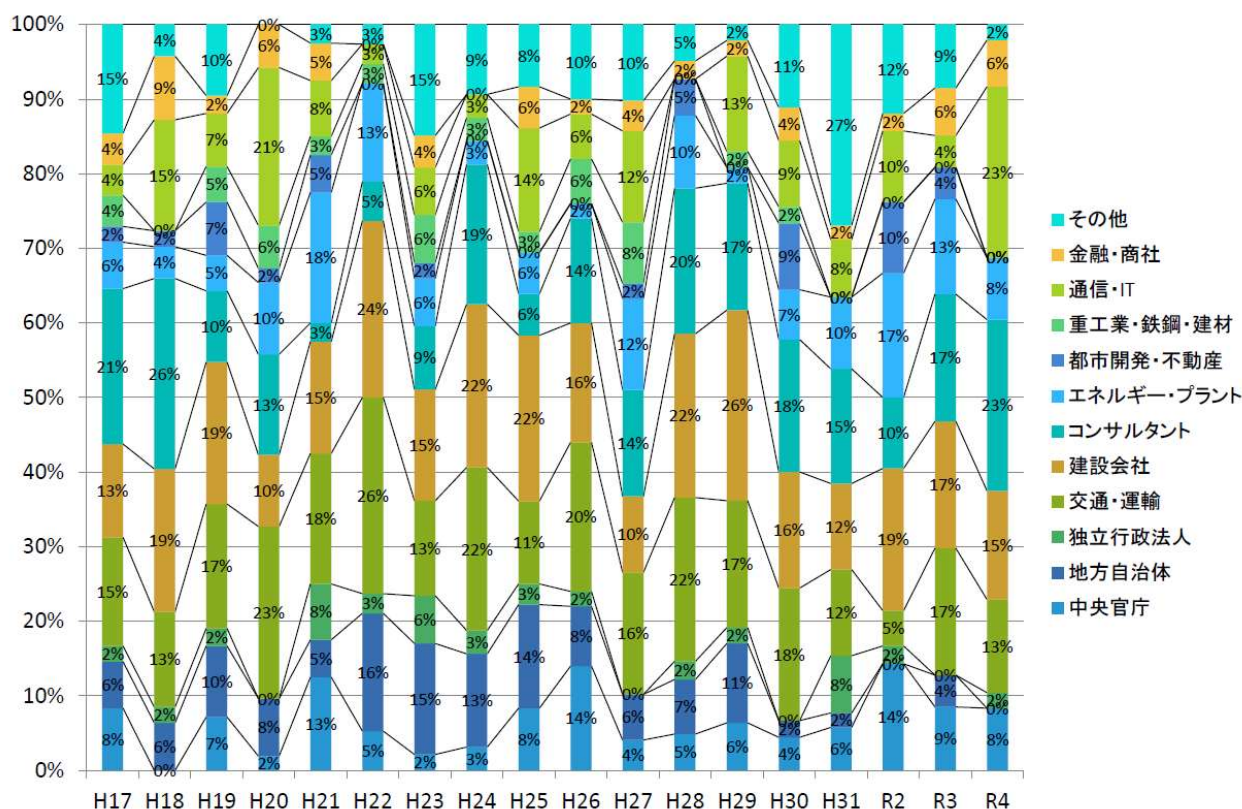


図6 土木・環境工学系の卒業生の進路（土木・環境工学科の実績、大学院進学後の進路を含む）

VI. 教員一覧

土木・環境工学系主任 鼎 信次郎 教授(kanac.s.aa@m.titech.ac.jp, 緑が丘1号館502号室)
土木工学コース主任 佐々木栄一 教授(sasaki.e.ab@m.titech.ac.jp, 緑が丘1号館505号室)
都市・環境学コース副主任 室町 泰徳 教授(ymuro@enveng.titech.ac.jp, すずかけ台 G3棟1002号室)
助言教員 瀬尾 亨 准教授(seo.t.aa@m.titech.ac.jp, 緑が丘5号館204号室)
土木・環境工学系ホームページ <http://educ.titech.ac.jp/cv/>

土木・環境工学系 土木工学コース・エンジニアリングデザインコース 主担当教員一覧		
教 員 名 (担当コース)	分 野	内 容
岩波 光保 教授 土木・環境工学系 土木工学コース	維持管理工学 / 海洋構造工学 / マルチスケールデザイン	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理工学の体系化 マルチスケールデザイン 港湾・海洋構造物の構造設計
鼎 信次郎 教授 土木・環境工学系 土木工学コース 融合理工学系 地球環境共創コース	地球の水循環 / 水災害 / 気候変動 / 河川流域マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> 水・食糧・自然エネルギーの持続可能性 地球温暖化の影響評価と適応策 21世紀の河川、水循環のあり方
佐々木栄一 教授 土木・環境工学系 土木工学コース 土木・環境工学系 エンジニアリングデザインコース	構造工学 / 維持管理工学 / 耐震工学 / 構造モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 構造物の破壊制御技術 構造物のモニタリング・センサリング 構造物の耐震性能向上
高橋 章浩 教授 土木・環境工学系 土木工学コース	地盤工学 / 防災工学	<ul style="list-style-type: none"> 構造物基礎の性能評価に関する研究 地盤構造物の防災・減災に関する研究
高山 雄貴 教授 土木・環境工学系 土木工学コース	土木計画学 / 都市経済学 / 地域科学	<ul style="list-style-type: none"> 経済活動の集積メカニズムに関する研究 政策が都市・地域に与える影響評価法の開発
吉村 千洋 教授 土木・環境工学系 土木工学コース 融合理工学系 地球環境共創コース	環境光化学 / 水環境工学 / 応用生態工学	<ul style="list-style-type: none"> 光化学反応の解明とその水処理への応用 水域生態系を対象とした水質・生態系モデルの開発 生態系サービスを高める環境管理手法の開発
内海 信幸 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	水文気象学 / 気候変動 / 衛星リモートセンシング	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化と水・気象 水循環の衛星リモートセンシング 気象情報を活用したスマート農業
澤田 茉伊 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	地盤工学 / 不飽和土の力学 / 遺跡保全	<ul style="list-style-type: none"> 不飽和地盤の水分・熱移動、変形のモデル化 土の保水性を利用した浸透制御工法 自然災害で被災した遺跡の保全への応用
瀬尾 亨 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	交通工学 / 交通流理論 / 交通データ分析	<ul style="list-style-type: none"> 自動車交通流の状態推定・シミュレーション・制御 次世代交通システムの理論モデリング 機械学習・データサイエンスの交通への応用
竹村 次朗 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース 土木・環境工学系 エンジニアリングデザインコース	地盤工学 / 地盤環境工学	<ul style="list-style-type: none"> 粘土地盤中の汚染物質の拡散現象 地盤構造物の地震時安定性 軟弱粘性土地地盤の原位置特性の評価
千々和 伸浩 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	コンクリート材料-構造連成領域/劣化構造物残存性能評価/構造物長期時間依存変形/応用生命工学	<ul style="list-style-type: none"> 時空間マルチスケール解析によるコンクリート構造物の残存性能評価と補強法開発 維持管理戦略策定支援プラットフォーム開発
藤井 学 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	水・地球環境 / 持続可能な開発(SDGs) / 環境工学	<ul style="list-style-type: none"> 流域環境保全や物質循環、水利用に関する研究 持続可能な開発に関わる異分野融合研究
丸山 泰蔵 准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	応用力学 / 計算力学 / 非破壊評価	<ul style="list-style-type: none"> 弾性波動シミュレーション手法の開発 (超)音波を用いた非破壊検査・構造物モニタリングに関する研究
伊藤 裕一 特任教授 土木・環境工学系 土木工学コース	鉄道土木工学 / 橋梁工学 / 維持管理工学	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道土木構造物の維持管理戦略の検討・整備 疲労を中心とした鋼橋の維持管理 構造物のモニタリング・センシング
長谷川 専 特任教授 土木・環境工学系 土木工学コース	制度設計 / リスク分析 / 事業評価	<ul style="list-style-type: none"> 公共事業の事業評価 社会資本整備における資金調達 人口減少社会におけるインフラのあり方

教 員 名〈担当コース〉	分 野	内 容
竹谷 晃一 特任講師 土木・環境工学系 土木工学コース	橋梁工学 / 構造モニタリング / 維持管理工学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物の応答を利用したモニタリング技術 ・ センサを用いた構造物の非破壊検査 ・ 構造物の環境エネルギーを利用した環境発電
小林 裕介 特定准教授 土木・環境工学系 土木工学コース	鉄道工学 / 検査技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土木構造物センサデータ収集システムの開発 ・ 無線センサネットワークの開発
阿久津絢子 助教 土木・環境工学系 土木工学コース	構造工学 / 維持管理工学 / 非破壊検査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物のモニタリング・センシング ・ 非破壊検査による構造物の維持管理
河瀬 理貴 助教 土木・環境工学系 土木工学コース	土木計画学 / 交通工学 / 防災計画 / 人道支援ロジスティクス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 災害時の貨物交通・物資支援の最適化 ・ 交通と物流の統合的制御戦略
佐々木 織江 助教 土木・環境工学系 土木工学コース	地球の水循環 / 水文学 / 雪氷水文学 / 気候変動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候変動と地球の水循環 ・ 地球温暖化に伴う雪氷圏の変化と将来予測 ・ 水災害の推移・将来予測・適応策
中山 一秀 助教 土木・環境工学系 土木工学コース	維持管理工学 / コンクリート工学 / 土木材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート構造物の電気化学的補修工法 ・ コンクリート構造物の耐久性評価・維持管理
吉川 友孝 助教 土木・環境工学系 土木工学コース	地盤工学 / 環境地盤工学 / 固化処理地盤材料 / 災害廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然災害廃棄物由来の地盤材料開発 ・ 有機質固化地盤の環境影響評価 ・ 微細固化材料の地盤定数評価法

土木・環境工学系 都市・環境学コース 主担当教員一覧		
教 員 名〈担当コース〉	分 野	内 容
真田 純子 教授 土木・環境工学系 都市・環境学コース 建築学系 都市・環境学コース	緑地計画史 / 農村景観	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市計画史・農村計画 ・ 地域景観論
室町 泰徳 教授 土木・環境工学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 土木工学コース 建築学系 都市・環境学コース	都市計画 / 都市交通計画 / 交通と環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市の空間構造と都市計画 ・ 交通行動分析 ・ 交通の環境影響評価
盛川 仁 教授 土木・環境工学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 土木工学コース 建築学系 都市・環境学コース	地震工学 / 工学地震学 / 確率過程論 / 地震防災教育	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震動の確率論的モデル化 ・ 深部地盤構造推定 ・ 地震波動場の予測
田中 由乃 助教 土木・環境工学系 都市・環境学コース	都市計画 / まちづくり / 住宅団地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住宅団地の居住史分析 ・ 住環境の改善と再生に関する研究
友部 遼 助教 土木・環境工学系 都市・環境学コース	地盤工学 / 農業農村工学 / 数値解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 植物構造に着目した地盤基礎構造物設計手法の研究開発 ・ 植生を活用した地盤減災手法の研究開発

土木・環境工学系 副担当教員一覧			
教員名 (担当コース)	分野	教員名 (担当コース)	分野
神田 学 教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	大気環境/都市気象/流体力学	木内 豪 教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	水資源管理/水循環解析/水質モデリング/土砂輸送解析
花岡 伸也 教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	交通開発学/航空政策/交通シミュレーション/交通インフラマネジメント	VARQUEZ, Alvin Christopher Galang 准教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	グローバル都市気象学/街区レベル気候変動/数値気象予報
坂村 圭 准教授 建築学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	都市計画 / 都市デザイン / まちづくり	高木 泰士 准教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	沿岸域防災/国際開発/海岸・海洋工学/気候変動影響
中村 恭志 准教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	水環/水理学/数値流体力学/計算物理	中村 隆志 准教授 融合理工学系 地球環境共創コース 土木・環境工学系 土木工学コース	生態系モデリング/生物地球化学/沿岸生態学
真野 洋介 准教授 建築学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	都市計画/まちづくり/都市・地域再生/震災復興計画	松岡 昌志 教授 建築学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	リモートセンシング/地震防災/災害情報システム
山中 浩明 教授 建築学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	工学地震学/地盤振動/地震工学/地盤探査工学	土肥 真人 教授 建築学系 都市・環境学コース 土木・環境工学系 都市・環境学コース	コミュニティデザイン/ランドスケープ・アーキテクチャー/エコロジカル・プランニング/都市社会学