

Circular

02

CST⁺なひと
セメダイン株式会社
岡部 祐輔さん

04

「ダ・ヴィンチの橋」をつくる

06

「ダ・ヴィンチの橋」を
自動車が走る！

08

イベントでも活躍
「ダ・ヴィンチの橋」

10

私の研究歴 143
低コスト・軽量高強度・高機能を
併せ持つ材料の探求
航空宇宙工学科教授 出井 裕

12

学生記者が行く！ 037

13

ZOOM UP !! CIRCLE
合気道部/
理工学部アメリカンフットボール部

14 culture

15 announcement

16 event report

ダ・ヴィンチの 橋プロジェクト

岡部 祐輔



日本大学理工学部（CST）で過ごした学生時代を自分の力（+）にかえて、各界で活躍する卒業生にお話を伺う「CST+なひと」。今回は、接着剤そのもので電気回路を描くことができ接着できるフレキシブル導電性接着剤（SX-ECAシリーズ）を開発した、セメダイン株式会社の岡部祐輔さん（物質応用化学科卒）です。

化学で世の中に貢献したい

化学で世の中を変えたい。化学に携われれば、世の中の変化に立ち会える瞬間があるのではないか、世の中に貢献できるのではないか。そう思い、理工学部物質応用化学科に入学しました。実際に世界を変えたのは化学系より電子系——例えばスマートフォン——とされているのですが、そこにかかわる材料は化学の力でできています。ですから、当時の選択は悪くなかったと思っています。

4年生で研究室を決める際、私は有機合成化学研究室を選びました。化学反応そのものが好きだったこともありですが、現在は超分子化学研究室の教授である大月稷先生が、有機合成化学研究室で行っていた超分子の研究を「すごい」と感じたことが大きな理由です。在学中、大月先生にはよく「常に海外で行われている研究を見なさい」と言われ、とにかく論文を読ま

れました。有機合成化学という狭い分野内かもしれませんが、広い世界を見ること、そしてそこで得たものを自分の研究にフィードバックすることを徹底的に教わりました。大月先生に教わった研究に向かう姿勢は、今、研究職として仕事をする上でものすごく役に立っています。

大学生が就職活動をするときによく「学んだことを生かして」と言いますが、大学で学んだことの延長で仕事ができることは、残念ながら多くないのが現実です。しかし研究に対するアテイチュードができていれば、分野の違いなんてほとんど関係ありません。自身の研究職としての姿勢や仕事に対する心構えは、学部や大学院での研究を通してはぐくまれたと思います。

接着剤がかなえる新たなウェアラブルデバイス

私には「将来、化学で飯を食う」という目標があったので、入学時から「大学院を修了してから、研究職として就職しよう」と考えていました。しかし意気込みの割には就職活動の準備が足りず、採用が決まったのは周囲に比べると随分遅かったと思います。

入社してはじめは自動車部品用の、主にエポキシ樹脂系と呼ばれる接着剤を約1年間担当しました。その後グループ編成が変わり、弾性接着剤の担当になりました。ターゲットはエレクト

※ 着るセメダイン：布のしなやかさを損なわず、布に直接、回路形成とチップ実装ができる、低温硬化形フレキシブル導電性接着剤 SX-ECA シリーズ。

ロニクス系です。私が開発した導電性接着剤は、試作を始めて1カ月ほどで配合が見つかりました。しかし、肝心の電気が流れる理由がわからない。なぜ流れたのか、どうすれば流れるのか、ある程度の法則を見いだすまで2カ月もかかりました。この接着剤はあるスマートフォン関連部品に採用されたことで、われわれも気づいていない利点があるのかもしれないと、5年前から製品開発と並行して市場開発も行っています。私は2年ほど製品から離れていましたが、3年前からまた導電性接着剤に注力し、そこからいろいろな人との出会いを経て現在の「着るセメダイン」(※)につながっています。

また当社は、「HAKUTO」(民間の月面探査プロジェクト)に接着剤を提供しています。はじめは「すごいことをしている人たちがいるから、応援したい」とスポンサーとして参加しま

したが、せっかくだからわれわれの接着剤を使っしてほしい。既存の宇宙空間用接着剤はあったのですが、「すべて日本製でやりたい。オールジャパンで挑みたい」という「HAKUTO」からの要望があり、国産の新しい接着剤を開発することになりました。この接着剤の開発には、私と生産工学部出身の社員による「チーム日大」で取り組みました。

ものづくりとエンジニアに、夢を

エレクトロニクスの役割は、昔と今とは違っています。昔は「人々の生活を便利にするのが、エレクトロニクスの役割」という考え方でしたが、これからは「社会課題を解決するのが、エレクトロニクスの役割」だと思います。少子高齢化による労働人口の減少

をどうするか、医療費削減のためには何が必要か、そして資源の少ない日本で電力源は何が考えられるか。こうしたさまざまな社会課題を解決するのに、エレクトロニクスが活躍します。その中で当然、接着剤も進化しなくてはなりません。われわれの導電性接着剤は、人が着られるぐらい柔らかくしなやかで、熱エネルギーも不要です。今後、いろいろな場面で貢献できるのではないかと思っています。われわれのミッションは、「接着によって、何ができるのか」を提示することだと思います。

研究職のやりがいは、人の役に立てることです。最近、「日本のものづくりに元気がない」という声を聞きますが、もう一度ものづくりの時代は来るだろうと期待しています。後輩の皆さんには、これからのものづくりに夢を持ってほしいですし、将来、エンジニア

アになりたいという若者を減らしたくないと強く思っています。

おかべ ゆうすけ

1981年 山形県生まれ
2004年 理工学部物質応用化学科卒業
2006年 理工学研究科博士前期課程物質応用化学専攻修了
セメダイン株式会社入社

Google Lunar XPRIZEのミッション達成に向け「HAKUTO」*が作り上げた月面探査ローバー「SORATO」

*世界初の月面探査レース「Google Lunar XPRIZE」に挑戦している、日本の民間月面探査チーム。月面探査ロボット(ローバー)を月面の着陸地点から500m以上移動させ、高解像度の動画や静止面のデータを地球に送信することを競う。



学部長からのメッセージ

エンジニアリング・デザインに求められる想像力と創造力



理工学部長
建築学科教授
岡田 章

東日本大震災から7年がたちました。記憶の中に今なお色濃く残っている未曾有の災害は、理工系の私たちに貴重な教訓と課題を残しました。福島第一原

発事故は、常に「想定外」という言葉とともに報じられました。たしかに、13メートル以上ともいわれる津波の襲来は、人知を超えた自然の猛威でしょう。しかし、建築物の構造を専門としている私としては、「想定外」という言葉があまりに軽々しく使われていることに違和感を覚えていました。設計者が自身の責務を放棄していると感じたからです。

そもそも、100%安全な構

造物というのは不可能なことです。構造物の強さや、地震などの大きさには、必ずバラツキがあるからです。構造物が壊れる可能性(確率)がわずかでもあるのなら、その時にどうあるべきか、設計者は徹底的に想定しておかなければなりません。つまり、想像力を駆使して徹底的に起こり得る事象を想定し、創造的に対処方法を考える——これこそが、あらゆる分野の設計者に通底する責務であると私は

考えます。

では、どうすれば想像力や創造力を伸ばすことができるのでしょうか。日常の生活では、遊びも含め、さまざまな体験を通して広い視野を身につけることが肝要です。アカデミックな面というならば、「作製したモノを壊してみる」のもひとつの方法だと思っています。作り上げるのとばかりに集中していると、大切なことが見えなくなることもしばしばです。完成したモノを

壊してみることで、その欠点や脆さが見えてきます。もし、不意の一撃で一瞬にして崩れるようなことがあれば、それは新しい設計技術の確立にもつながります。

安全神話を前提にせず、自らの五感と知を基にしてさまざまなデザインを試みる——理工学部の学生にとつての「自主創造」は、このエンジニアリング・デザインに対する意識を身につけることが第一歩です。

3

サルバティーコ橋の組積構造の仕組み

サルバティーコ橋の構造は、右図の「主材3」に着目すると、横材の支点A、支点Bの単純梁となります。主材3の自重は等分布荷重として載荷され、隣接する主材の自重の支点反力が単純梁の中央に横材Cを介して、集中荷重 P_1 、 P_2 として作用する構造となっています。さらに、梁の中央に人が載るとすると、その荷重 P_L を集中荷重で載荷することになります。

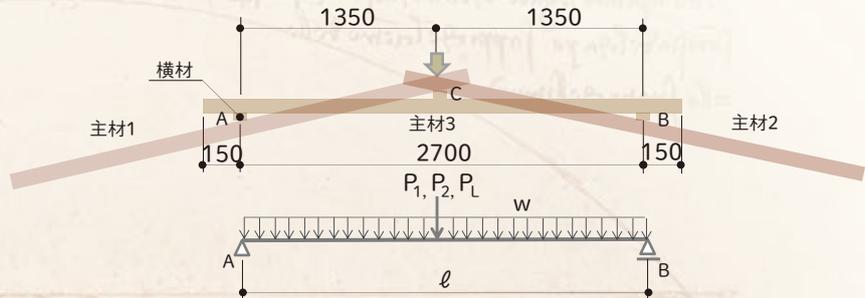


図-1 サルバティーコ橋の構造と構造モデル

構造計算の実例を示します。土木工学科では、**12**は1年生、**34**は2年生で学ぶレベルで、極めて基礎的な構造力学で計算できます。

1 使用材料と解析モデル

主材に杉KD材(90×90×3000mm)、横材に2×4(38×76mm)を使用し、部材の架かりシロを150mmとすると、中央の主材はスパン $\ell = 2700$ mmの単純梁にモデル化できます(図-1)。

2 断面力の算定

曲げモーメント、せん断力を算定します。木材の単位体積重量は $\gamma_w = 5\text{kN/m}^3$ 、木材の自重 w は次式で示されます。

$$w = A_w \times \gamma_w \quad \dots\dots (1)$$

ここに、 w : 木材の長さあたりの自重 (kN/m)
 A_w : 木材の断面積 (m²)
 γ_w : 木材の単位体積重量 (kN/m³)

また、隣接する主材の自重 P_i は次式となります。

$$P_i = w \times \ell \times \frac{1}{2} \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 P_i : 隣接する木材からの自重反力 (kN)
 ℓ : 横材から決定される支間長 (m)

さらに人が載る荷重 $P_L = 1.0$ (kN)とすると、梁中央での最大曲げモー

メント M_{\max} 、横材(支点)での最大せん断力 S_{\max} は、次式(3)(4)となります。

$$M_{\max} = \frac{w \times \ell^2}{8} + \sum_{i=1}^2 \frac{P_i \times \ell}{4} + \frac{P_L \times \ell}{4} \quad \dots\dots (3)$$

$$S_{\max} = \frac{w \times \ell}{2} + \sum_{i=1}^2 \frac{P_i}{2} + \frac{P_L}{2} \quad \dots\dots (4)$$

3 応力度の算定

① 曲げモーメントによる応力度

梁の中央では、梁を折り曲げようとする力が作用し、上縁が圧縮、下縁が引張の状態になります。

この時、縁応力度は次式(5)a、(5)bで求めることができます。

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{I} y_u \quad \dots\dots (5)a$$

$$\sigma_\ell = \frac{M_{\max}}{I} y_\ell \quad \dots\dots (5)b$$

ここに、 σ_u : 上縁応力度 (N/mm²)
 σ_ℓ : 下縁応力度 (N/mm²)
 I : 断面二次モーメント (mm⁴)
 y_u : 図心から上縁までの距離 (mm)
 y_ℓ : 図心から下縁までの距離 (mm)

実験で求められた曲げ引張破壊荷重は、 $\sigma_{tu} = 37.9\text{N/mm}^2$ なので、安全率 $F_s = 2.0$ とすると、許容曲げ引張応力度 $\sigma_{ta} = 18.9\text{N/mm}^2$ となります。この時、(5)a式、(5)b式で求めた縁応力度が、この引張応力度以内であれば、部材が

破壊しないで保持できます。

② せん断による応力度

梁の支点付近では、引きちぎろうとするせん断力が最大となります。この時、梁のせん断応力度 τ_{mean} を求めると次式になります。

$$\tau_{\text{mean}} = \frac{S_{\max}}{A_w} \quad \dots\dots (6)$$

ここに、 τ_{mean} : 平均せん断応力度 (N/mm²)

実験で求められたせん断破壊荷重は、 $\tau_{su} = 13.4\text{N/mm}^2$ なので、安全率 $F_s = 2.0$ とすると、許容せん断応力度 $\tau_{sa} = 7.2\text{N/mm}^2$ となります。この時、(6)式で求めたせん断応力度が、このせん断応力度以内であれば、部材が破壊しないで保持できます。

4 たわみの算定

杉材の弾性係数 $E_w = 6.1 \times 10^3\text{N/mm}^2$ とすると、梁のたわみは次のようになります。自重によるたわみ δ_1 (7)式と、人によるたわみ δ_2 (8)式に分類して算定します。

$$\delta_1 = \frac{5w\ell^4}{384EI} + \frac{P_1\ell^3}{48EI} + \frac{P_2\ell^3}{48EI} \quad \dots\dots (7)$$

$$\delta_2 = \frac{P_L\ell^3}{48EI} \quad \dots\dots (8)$$

特集 ダ・ヴィンチの橋プロジェクト

「ダ・ヴィンチの橋」をつくる

土木工学科教授
関 文夫

1

サルバティーコ橋 | Ponte Salvatico

レオナルド・ダ・ヴィンチ (Leonardo da Vinci : 1452年-1519年) は、イタリアのルネサンス期を代表する芸術家で、音楽、建築、数学、幾何学、解剖学、生理学、動植物学、天文学、気象学、地質学、地理学、物理学、光学、力学、土木工学などさまざまな分野に顕著な業績と手稿を残し、「飽くなき探究心」と「尽きることのない独創性」を兼ね備えた人物といわれています。

土木工学の分野では、水の流れの様

子を観察した水理学、巧みな構造を表記した力学に関する特記的な記述が残されています。その中で、サルバティーコ橋は、組積構造として紹介されている橋で、シンプルな棒部材を複数本輸送することで必要な時に架橋して、人や物資の輸送ができることが明記されています。そして、その橋をさらに拡幅する方法や、連結部に溝を設けると構造が安定する旨まで記載されています。



上：ローマのダ・ヴィンチミュージアムに展示されているサルバティーコ橋（筆者撮影）
下：ダ・ヴィンチの描いたサルバティーコ橋

2

サルバティーコ橋の組み立て方

橋の1ユニットは、2本の主材と1本の横材で構成され、これらのユニットをいくつ組み合わせるかで、スパン

やアーチライズ（高さ）が決定されます。大きなアーチ橋をつくりたい時は、主材を長くして、横材と組み合わ

せて、曲率を小さくすることがポイントです。割りばしでも製作可能ですので、チャレンジしてください。

- 2本の主材を並行に置き、主材の中央に横材を載せます。
- 2本の主材の先端の下に、横材を配置し、横材を持ち上げます。
- 持ち上げた横材の下から主材を通し、横材に載せます。
- 2ユニット完成しました。まだまだ組み合わせます。
- ②と③の作業を繰り返します。
- 5ユニット目の横材を持ち上げ、主材を下から入れます。
- 6ユニット目の横材を持ち上げ、主材を下から入れます。
- 7ユニットで完成です。



アーチの支点を開放していたために、2人、4人、6人、8人(6.2kN)と載荷したら、大きな垂直変位(316mm)と水平変位(148mm)が生じていた。この実験の結果から、自動車を載荷するためには水平変位を拘束することが必須条件であることが判明した。その対策として、構造体の下にタイロッド(全ネジ棒φ20mm)を設けることにした。アーチが弓とすれば、弦にあたるものがタイロッドとなる。アーチから発生する水平力をタイロッドの引張力でキャンセルさせる方法である。

4 本組みと載荷実験

1月12日、爽やかに晴れ渡る天候の中、船橋校舎の交通総合試験路に、研究室員が集まった。【10:00】

本組み班とアプローチ加工班の二手に分かれて製作が始まった。一度は仮組みをしているにもかかわらず、主材と横材がかみ合わない。本体構造の主材4本を左右同時に水平に持ち上げて、横材を挿入できるようにリフターを2台導入し、作業を行った。この機械の導入により、安全かつ高精度の施工が可能となった。本体構造の製作に約3時間半という時間を要した。【13:30】

昼食後、アプローチ部の組み立てを行ったが、スムーズには進まない。本体構造とアプローチ部のかみ合わせがうまくいかず、加工の補正をしながら組み立て、最終的にタイロッドの設置、床板を設置して完了した。その場で歓声が上がった。ついに完成したのである。【16:00】

計測関係の機器を設置し、すぐに荷重載荷実験となった。群衆荷重は2人(1.9kN)、6人(5.1kN)、10人(7.8kN)、16人(11.5kN)を載荷した。タイロッドの効果が十分に発揮され、水平変位はほとんどなく、水平変位は10人で1.9mm、16人で4.4mm程度であった。

【16:30】

「OK! 自動車を走らせよう!」関教授が自動車に乗り込み、橋のアプローチ部に載せ始めた。「ミシッ」と木のきしむ音が聞こえる。誰もが無言で見つめていた。本体構造に自動車が走り上がり、橋のセンターで停止した。「早く記念写真を撮ろうよ!」という声に、半信半疑のまま集合し撮影した。【16:45】

確かに自動車は橋の上にいるが、本当に成功したのだろうか? という反応である。その後、自動車が走り抜け舗装に着地した。その時、ようやく「成功した」と心の底から実感がわいた。「やったぞー!! 成功した! 車が走り抜けた!」先ほどの荷重載荷実験では恐る恐る橋の上に載っていたが、それ以上の人数が橋の上に載り、記念写真を撮り出した。【16:55】



「ダ・ヴィンチの橋」を自動車が走る！

日本大学理工学部土木工学科
構造・デザイン研究室



2018年1月12日午前10時。研究室のメンバーが船橋キャンパス交通総合試験路に集結した。世界初、自動車が走るダ・ヴィンチの橋を実現させるためである。釘やボルトを1本も使わない組積構造の橋をつくり、自動車を走らせるという無謀な挑戦である。すべてのリスクを計算、分析し、不安と闘いながらの挑戦が始まった。

1 設計作業

設計チームは、自動車を通す荷重(14.0kN)と闘うこととなる。人の荷重(1.0kN)は何となく感じることができるが、自動車の荷重となると感覚がつかめない。また、自動車を走らせるための線形設計が必要となる。自動車のホイールベースやトレッド、進入角度などの検討が行われ、橋の輪郭を決定した(図-1)。そして、使用材料の基礎実験を行い、材料の強さというものを多角的に分析。壊れるとしたらどう壊れるのか、弱点を探しながら壊れ方を研究した。構造解析を行い、発生する断面力を求め、各部材に発生する応力度を算定しながら安全性を分析した(図-2)。主材は杉材の105mm角材×3.7m、横材は杉材の90mm角材×3.0mで決定され、主材の溝は40mmで全体のフォルムが確定された(図-3)。

2 施工作业

施工チームは、本体構造に杉105mm

角材×3.7mを20本、杉90mm角材×3.0mを5本、アプローチ構造に杉105mm角材×3.7mを8本、杉105mm角材×3.0mを4本、杉90mm角材×3.0mを6本、床板構造にSPF材2×4×3.6mを32本、12mm構造用合板2枚、合計約600kgという重量の調達となった。買い付け先のホームセンターでは10本から15本程度の品ぞろえしかなく、4回に分割して発注した。また、材料の長さも3mを超えるものが多くなったので、2トラックでの運搬となり、材料の調達だけでも大変だった。さらに、90mm角材や105mm角材の加工となったために、作業効率の良い電動ノコギリや簡単に切断可能なジグソーが使えず、ノコギリとノミという効率の悪い道具による人海戦術しかなかった。

3 仮組みと載荷実験

仮組みはお茶の水校舎の1階ロビーを利用し、11月24日に本体構造のみの組み立てを行った。研究室員12名の協力を得て、3号館からお茶の水校舎へ資

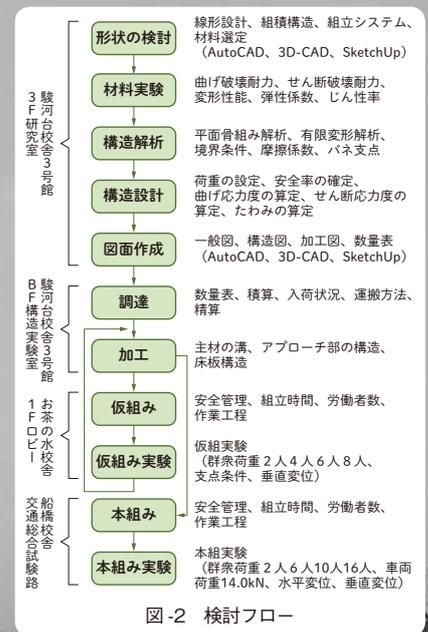


図-2 検討フロー

材を運んだ。製作に取り掛かるとすぐに主材の溝と横材がかみ合わないことが判明し、午前中は主材の再加工に時間を要した。ようやく主材と横材がかみ合うようになったが、組み立てには3時間を要した。あらためて、設計(理想)と製作(実際)のズレ(誤差)に泣いた。

橋体の仮組みが完成すると、荷重を載荷する実験を行った。左右のバランスを図るために、2人ずつの載荷となった。

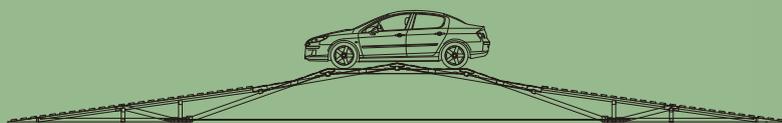


図-1

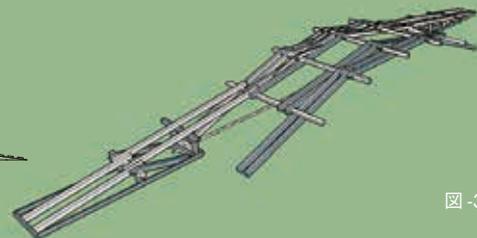


図-3

全国木橋サミット

'17 08 | 24

青森県鶴田町と土木学会木材工学委員会（木橋研究小委員会）の主催で、全国木橋サミット in Tsuruta が開催されました。このサミットで構造・デザイン研究室は、ゼミナールで作成した「錦帯橋」と「鶴の舞橋」の木橋模型の展示と、地元の小学生との構造体験の企画と運営を依頼されました。6年生60名と5m程度のサルバティーコ橋を構築して橋の上に乗る、構造の楽しさを共有しました。参加者には構造・デザイン研究室が製作した「ダ・ヴィンチの橋 模型キット」のノベルティが配布され、もらった子どもたちは大喜びでした。

Campus Watching 2017

'17 11 | 03

構造・デザイン研究室は「誰でもサルバティーコ体験」コーナーを設置しました。対象が高校生や土木工学科1年生の「構造の仕組みを理解して組み立てる」企画のほかに、対象年齢が4歳以上から70歳までの「とにかくつくってみる」企画があり、とくに後者の『誰でもサルバティーコ体験』は、幅広い年齢から支持を集め、みんなで楽しみました。



浅川 奈美

Open Campus & Campus Watching
イベントスタッフ | 3年生

サルバティーコ橋の組み立てには、左右のバランスをとることが必要であり、また重くて長い木材を運んだり持ち上げたりすることから、安全面や施工性の面からも皆で声を掛け合うことが重要であると再認識しました。どの間隔で並べていかなければいけないかを全員が把握しなければならず、指示を出すリーダーの必要性和重要性が感じられました。たくさん困難なことが起きましたが、完成した時は今までにない感動がありました。実際に橋づくりを体験することで、設計の難しさや施工の大変さ、完成した時の感動など、土木の醍醐味はこういったものだと感じることができました。私は、これからの学習にこの貴重な体験を活かしていきたいと思いました。



大川 千裕

自動車を走らせるプロジェクト
設計担当 | 4年生

サルバティーコ橋に自動車を走らせるという挑戦で得られたことは、大学1年生から学んできたものづくりのプロセスを実際に体験し、ものづくりへの自信が持てたことです。一連のプロセスの中には計画・設計・解析・実験等があります。この中の設計というものに挑戦したことで、ものづくりの楽しさと難しさを知ることができました。橋の組み立てが終わり全体像を見た時は、とてもうれしく感じました。自分が設計した橋に自動車を通すとなった時は、本当に大丈夫なのか、不安と心配で居ても立ってもいられない状態でした。しかし、無事に自動車が橋を渡りきった時は、安堵と達成感と共に自信を得ることができました。今回の挑戦で得られたことを、今後活かしていきたいです。



松本 拓真

自動車を走らせるプロジェクト
調達・加工担当 | 4年生

今回のプロジェクトは、組むことのみで成立し、なおかつ自動車を通すという、極めて難しい挑戦でした。私は一連のプロセスの中で、調達と加工、組み立てに携わりました。調達といっても、すぐには必要な材料が手に入らず、意外に大変でした。木材の加工を実際に体験し、面白みや難しさ、木材の固有差を知ることができました。自分たちで加工した木材が組み上がり、自動車が渡り切ったときは、喜びとともに達成感を得られました。また、組積構造の本質を学ぶことができました。今回の挑戦は私にとって貴重な経験であり、学生生活で一番の思い出です。

ビートたけしの
知らないニュース (テレビ朝日) '17 05 | 11 放送

2017年春、番組制作会社から「大きなダ・ヴィンチの橋を架け、人を載せられないか?」という電話があり、研究室内でプロジェクトチームを立ち上げ設計と施工を同時に進めました。電話から3日後に初回打ち合わせ、2週間後に大学内での収録、3週間後に現地での収録、4週間後にスタジオ収録という、凄まじいスケジュールでした。スパンが10.4m程度必要なことから、横材の摩擦が切れてしまう8段(16本)を組み上げました。完成した橋の水平移動には、橋梁の押出し工法で用いられるテフロン板と洗剤を使用しました。



ハノイ土木大学 (ベトナム)
でのワークショップ '17 08 | 18

日本の建設業界は、就労人口の激減に伴い、労働力不足だけでなく技術者も不足しています。技術者不足解消のために、アジア圏の土木系の学生にまで求人依頼がされている状況です。ここでは、ハノイ在住の日本の人材派遣会社(株)日本構造エンジニアリング)が中心となって、ハノイ土木大学の学生40名と日本大学理工学部土木工学科の学生4名でワークショップが開催されました。10mクラスのサルバティーコ橋を構築し、構造の楽しさを共有しました。



Staff

黒田 慎之介



ハノイ土木大学プロジェクト

ワークショッププロデュース | 大学院2年生

学部3年生の時から、構造・デザイン研究室に4年間在籍しています。これまで4種類の構造の木橋製作に携わってきましたが、今回のサルバティーコ橋製作はそのどれよりも難しい挑戦でした。木組みのみで主構造が自立するこの橋は、「ずれ」によって容易に部材が外れ崩壊します。この「ずれ」は、部材の加工精度によるもの、施工中の不注意によるものなど、さまざまな要因から発生します。そこで、学部生・院生同士のコミュニケーションを図り、構造に対するバランス感覚の共有を常日ごろから行い、「ずれ」を最小限に抑えるよう配慮しました。来年度からゼネコンで働く私にとって、この経験値はかけがえのない財産として活かそうと考えています。

丸山 大貴



ハノイ土木大学プロジェクト

ワークショップスタッフ | 4年生

私はベトナム、ドイツ、フランスの学生とともにサルバティーコ橋の製作を行いました。当然、日本での製作と違いますし、共通言語も違います。そんな中でもサルバティーコ橋の製作方法の説明や製作時の注意点などを伝えなければなりません。自分の知っている英単語を並べ、ボディランゲージなどを駆使し、何とか相手に伝わるように努力しました。私はこのワークショップに参加し、構造の技術を通じてコミュニケーションを図れたことから、構造の技術に対する考え方は世界共通なのではないかと考えるようになりました。この経験から、もっと構造について学び、将来的には構造を通じてさまざまな国でさまざまな仕事をしていけるように頑張りたいと思います。

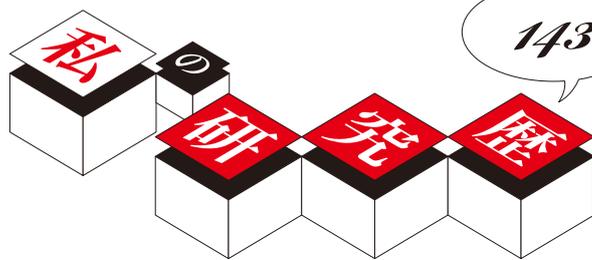
濱野 北斗



全国木橋サミットプロジェクト

ワークショッププロデュース | 大学院2年生

小学生とのワークショップに学生リーダーとして参加しました。小学生に土木の大きいものをつくる魅力を伝えたいことから、準備を始めました。大きなサイズの橋をつくるのに、体の小さな小学生の安全を十分に考慮しなければならぬことから、何度も検討・試作を重ねました。また、当日参加者に配布するノベルティの説明書づくりでは、小学生に向けたわかりやすいレイアウトやデザインを学生同士で議論し製作を行いました。ワークショップ当日は天候も危ぶまれる中、けが人もなく大成功しました。小学生の立場になって考えるという、普段とは異なる視点で物事を考えることは、私にとって貴重な経験となりました。



航空宇宙工学科教授

出井 裕

低コスト・軽量高強度・高機能を併せ持つ材料の探求

1. 耐熱材料の高温ろっ付

1981年に日本大学理工学部の助手に採用され、末澤芳文教授（現名誉教授）の指導のもと「耐熱合金の高温ろっ付」の研究がスタートした。「ろっ付」は被接合材より低融点合金を用いて金属を接合する方法である。航空宇宙分野での適用例として、大型ロケットエンジンの鈎鐘状ノズルスカーポート部に「ろっ付」が採用されている。このノズルスカーポートは冷却のため液体水素を流す冷却管で構成され、その冷却管同士の接合に金ろっ付が適用されていた。「金ろっ付」は高価なため、金より安価な貴金属の一種であるパラジウム（Pd）を含んだ「Pdろっ付」を用いて、Ti合金やステンレス鋼の接合特性を調べた。この研究では、Pd-Ag系、Pd-Cu系、Pd-Ni系ろっ付について、ろっ付材の成分を変化させて耐熱合金をろっ付し、高強度・高信頼性の接合部が得られるろっ付材組成が明らかになった。その後、冷却管の接合に「Pdろっ付」が使用されるようになった。

2. ワシントン大学におけるスマート材料の研究

1996年2月から1年間、海外長期派遣研究員として、スマート材料に関する研究を行っていたワシントン大学工学部の田谷研究室で研究する機会を得た。研究テーマとして、「 ZrO_2 形状記憶合金による炭素繊維強化複合材（CFRP）の強度改善」を選んだ。形状記憶合金は室温で塑性変形させても、加熱により元の形状に戻る「形状記憶効果」の特性を有している。引張ひずみを与えた ZrO_2 合金をCFRPと積層して成形し、成形時の熱を利用して ZrO_2 合金を収縮させ、CFRP内部に圧縮の残留応力を発生させて強度を改善する。成果として、与ひずみとCFRP内に発生する残留応力との関係を明らかにすることができた。

3. アパタイト・Ti系傾斜機能材料

長期派遣研究員が終了後、住友炭炭鋳業に勤務している卒業生が「放電プラズマ焼結機」の紹介で来校した。この



「放電プラズマ焼結法（Spark Plasma Sintering：SPS法）」は1960年代初頭に井上潔博士（日本大学理工学部電気工学科卒）によって確立された手法である。SPS法は試料粉末を型に充填し、一軸加圧型焼結法である。加圧時に粉末に数十ボルトの低電圧で、数千から数万アンペアのON-OFF直流パルス大電流を印加して焼結を行う（図1）。SPS法は、粉末の周囲が強固な酸化皮膜で覆われているAlやTiを緻密化でき、セラミックスの焼結や傾斜機能材料（Functionally graded material：FGM）の作製に適した方法である。FGMは日本発の材料コンセプトで、材料組成を連続的または段階的に変化させ、均質な材料では得られない特性を有する。その頃、私はFGMに関心があり、新しいFGMを創製したいと思い、アパタイト・Ti系傾斜機能材料の研究に着手した。本学の国際産業技術・ビジネス育成センター（NUBIC）*のご支援により、

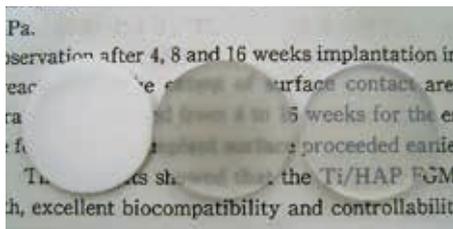


図2 SPS で作製したアパタイト焼結体



図1 焼結中の放電プラズマ焼結機の炉内

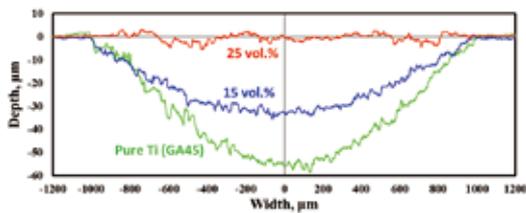


図6 TiC強化TiにおけるTiC体積含有率に対する摩耗痕深さの変化



図5 SPSによるニアネットシェイプ成形部品

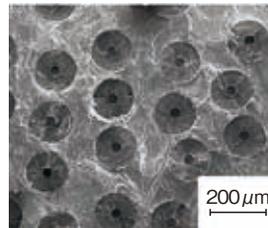


図4 SiC/Ti基複合材の破断面

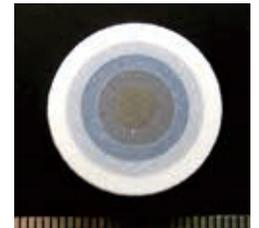


図3 アパタイト-Ti系FGM (中心:Ti 外周:アパタイト)

SPS法の特徴を生かして、SiC連続繊維強化Ti基複合材(SiC/Ti)の研究を行った。この研究は図4に示すように、高強度のSiC繊維の周囲をTi合金で囲むことでTi合金の強度を大幅に改善できる。この複合材ではSiC繊維とTi合金との界面強度が複合材の強度を左右する。SiC/Ti複合材の作製にSPS法を適用すると、界面強度が高くなり、SiC繊維の引き抜き(Pull-out)現象が抑制できる(図4)。この研究が航空機器メーカーの目に留まり、委託研究として、航空機構造部品の適用を目指した。この研究において、SPS法で実機の試作部

4. セラミックス強化Ti基複合材

Ti合金の欠点には、低剛性と低耐摩耗性があり、これらによってTi合金の適用拡大が阻害されている。これらを改善するには、Ti合金に硬質のセラミックス粒子を添加することが有効である。Tiは活性金属で、多くの元素と反応するため、セラミックス粒子を添加してTiを溶解すると、セラミックス粒子が消失すること

品を作製し、目標の性能を有する部品が作製できた。Ti合金は高強度・高耐食性であるが、高コストで難加工性である。そのため、Ti合金部品はできる限り切削加工を少なくし、材料を有効活用し加工コストを削減することが重要である。「粉末冶金法」としての焼結法はニアネットシェイプ成形が可能である。焼結によるニアネットシェイプ成形とは金型に粉末を充填して、加圧・加熱して成形する方法で、切削による仕上げ後加工なしで最終製品形状を作製する方法である。当時はSPS法で焼結した純TiおよびTi合金の強度特性を評価した研究はほとんど行われていなかった。そこで、Ti-6Al-4V合金ほか代表的なTi合金焼結体の強度特性を評価した。いずれの焼結体とも、溶製材に比べて優れた強度特性を示すことが明らかとなった。

Ti合金の欠点には、低剛性と低耐摩耗性があり、これらによってTi合金の適用拡大が阻害されている。これらを改善するには、Ti合金に硬質のセラミックス粒子を添加することが有効である。Tiは活性金属で、多くの元素と反応するため、セラミックス粒子を添加してTiを溶解すると、セラミックス粒子が消失すること

5. 最後に

これまでを振り返ると、多くの方々からのご支援により、恵まれた環境でさまざまな研究を行うことができた。また研究成果を挙げてくれた学生諸君には、この場を借りて感謝申し上げたい。

現在、Ti基複合材の無潤滑すべり摩耗特性を調べている。複合材の耐摩耗性はTiと強化材との反応生成物の性質、強化材または生成物の分散状況に依存することを明らかにした(図6)。

※現産官学連携拠財センター

いづいひろし

- 1978年3月 日本大学理工学部機械工学科卒業
- 1980年3月 日本大学大学院理工学研究科機械工学専攻修了
- 1981年4月 日本大学理工学部航空宇宙工学科助手
- 1989年4月 専任講師
- 1889年10月 博士(工学)(日本大学)
- 1996年2月 米国ワシントン大学客員研究員(1997年2月まで)
- 2000年4月 日本大学理工学部航空宇宙工学科助教授
- 2007年4月 教授



カードゲーム+化学→∞(無限大)!? サイエンスアゴラ2017

2017年11月25日(土)、26日(日)

2017年11月25、26日の2日間、私たち「日本大学理工学部化学教材研究会」は、東京・お台場のテレコムセンタービルで開催されたサイエンスアゴラ2017（以下アゴラ）にブース出展しました。「カードゲーム+化学→∞(無限大)!?」というテーマで、「難しい!」と思われがちな有機化学を楽しく学ぶためのワークショップを行いました。このカードゲームは、私が短期大学部生命・物質化学科の卒業研究で作成したもので、理工学部の3年次に編入学してからも研究を続けているものです。理工学部と短期大学の開講科目「科学コミュニケーション」でお世話になった日本科学未来館の科学コミュニケーションの皆さまにご紹介いただき、今回のアゴラへのブース出展が実現しました。

一般的に「化学」というと「難しそう」「分からない」といった否定的な意見を見聞きします。その意見は化学を学ぶ私たちにとってとても悲しいことであり、どうかしたいと思うことのひとつです。そこで化学教材や教育、科学コミュニケーションに興味のある人たちが集まって「化学教材研究会」を作り、化学教育に関する活動を行っています。教育にゲーム性を取り入れることは有用であることが知られているので、「化学を勉強する」ことにもゲーム性を入れれば敷居を低くすることができると考えました。

私たちの身の回りにはあらゆる物質は、元素と官能基というパーツが組み合わさってできているので、官能基に注目してカードゲームの開発をしました。このカードゲームは七並べの要領で、反応式の書か

れたカードのパーツ(官能基)を数珠つなぎに並べていくもので、化合物Aと化合物Bからまったく新しい化合物Cを作ります。すでに市販されている、H(水素) 2つとO(酸素) 1つを組み合わせてエ₂O(水)を作るゲームからもう一段階レベルアップした、ありそうでなかったものとなっています。「少し難しいのでは?」と思われた方もいると思いますが、大丈夫です! 官能基は色とバツクに付けた形で種類が判断できるようにしているので、初めての人も簡単にゲームを展開することができます。アゴラでは、3歳のお子さまから83歳のおばあちゃんまで、幅広い世代の方々に体験していただくことができました。

学生生活を送っていると、同年代や先生方とのかわりが増えていってしまうので、これだけ幅広い年齢層の方々とふれあいながら私たちが学ぶ「化学」の魅力を発信す



化学がテーマの
カードゲーム



出展ブースの様子

ることができ、貴重な経験になったと思います。また、伝えることの難しさや楽しさを感じ、いままで勉強してきた知識を生かして難しい専門用語をいかに分かりやすく伝えられるかを試行錯誤し、最終日にはうまく説明ができるようになりました。

もともと短期大学部での卒業研究で作成したものであったため、当日のスタッフは短大の学生と学部の学生どちらも参加し、学年や性別関係なく、和気あいあいとした雰囲気の中で運営ができました。今回のブース出展は初めてのことで戸惑うことも多かったのですが、「楽しかった」「またやりたい」「商品化はしないの?」といった肯定的な意見を多くいただけたので、今後はクラウドファンディングを利用した商品化や、定期的なワークショップの開催を考えています。



ゲームを体験した子どもたち

File no. 71

合気道部

私たち理工学部（理工）の合気道部は、日本綜武道連合会武田流中村派に所属しています。駿河台校舎と船橋校舎に分かれて週2、3回3時間ずつ、また春休みと夏休みは駿河台校舎で稽古しています。ほとんどが大学から合気道を始めた初心者です。上級生が下級生に教え、最初はひたすら基本動作と技の型を覚えます。一部の部員は週に一度、流派の本部に行って指導を受けています。

合気道は相手の技を受けてから自分の技に移るのですが、相手の体格によっても技の受け方や出し方が左右されるので、難しいです。はじめはうまくいかなくても、何度も稽古し技をきれいにかけられることができると、とても楽しいです。



私たちが参加する大会は、夏の学生合気道選手権大会（学生大会）、秋の日本学生合気道新人戦、冬の全日本合気道選手権大会です。学生大会は流派に所属する大学が一堂に会し団体戦・個人戦を行うので、とくに力を入れています。武田流中村派では試合方法が2種類あります。手刀による「打ち」と「投げ」により勝敗を決める総合乱取試合と、いくつかの定められた相手からの攻撃に対し技をいかに素早く、正確に繰り出せるかを

競う捕技乱取試合です。2017年には学生大会の団体戦で準優勝しました。先輩がたからは2018年も良い結果が残せるよう、激励と指導をいただいています。

合気道部は両校舎で活動しているため4年間続けやすく、「やるからには遊びではなくしっかり取り組みたい」という人にぴったりです。武道ならではの礼儀作法も身につきます。大学で新たなことを始めたい人には、とくにお勧めします。



File no. 72

理工学部 アメリカンフットボール部

日本大学の付属高校にはアメフト部があるところが多いので、部員の8割ほどは経験者です。アメフトには運動神経だけでは補えない部分があり、「頭の良さ」がとても重要です。各人の長所が生かせるポジションや役割があり、それぞれがしっかり活躍できることが、アメフトの一番の魅力です。例えば野球はボールを捕る、投げる、打つ、走る、



全部やらないといけません、アメフトではボールを捕る人、投げる人、蹴る人、走る人と役割が分かれています。初心者でもほかのスポーツで培った技術を生かせます。人と人がぶつかり合うので最初は怖いですが、練習をしていくうちに慣れていきます。ヘルメットやショルダーパッドを装着するので、実際はぶつかったも思ったほど痛くはありません。

練習は週1回、日曜日に船橋校舎のグラウンドで行っています。アメフトはある程度的人数が集まらないと練習になら

ないので、なるべく大人数が集まれるように予定を合わせるのが苦勞の種です。また、集中力が切れるとケガをしやすいため、ONとOFFの切り替えは大事にしています。

私たちは関東アメリカンフットボール連盟（1部）に所属しています。10チームを2リーグに分けて9月から11月にリーグ戦を行い、

上位2チーム同士が関東学生フットボールクラブ選手権で順位を決定します。2015年度以降はリーグ戦を突破できていないので、2018年度はぜひとも選手権に出場したいです。経験者が多いためそれほどハードな練習をしなくても「そこそこできる」状態でしたが、真面目に練習しているチームと対戦すると、やはり負けてしまいます。これからは高校までの貯金だけに頼らず、できるだけ新たな上積みをし、リーグ戦を突破して選手権出場をかなえたいです。

BOOK

『財務省と大新聞が隠す本当は世界一の日本経済』

上念 司 著／講談社+α新書

昨年、トランプ米国大統領の「フェイクニュース」という言葉が流れました。日本でも、「フェイクニュース」を信じこまされていることを痛感する一冊です。例えば、皆さんがテレビ・ラジオ・新聞で知った、日本の借金は1,000兆円を超えて国民一人当たりで850万円以上にもなる。いずれ円は紙切れになる……は本当でしょうか？

税金を取ることだけ考える「頭のイイ人」がミスリードさせること、首相はいま誰と戦っているのかなどを、社会に出る前に知っておきましょう。リフレ派と言われる著者が、33問のQ&Aをデータに沿って解説しています。

(一般教育教室化学系列准教授 米田 哲也)



BOOK



『なりたいたいの建築家』

ローランド・ハーゲンバーグ 著／柏書房

ハーゲンバーグ氏による日本人建築家24人のインタビュー集です。過去に行われた展覧会などのインタビューが蓄積されて書籍になったものです。私自身、建築学科に入学する前にこの本に出会い、著名な建築家たちと彼らの作品を知りました。少し物足りなさを感じる分量ですが、力のある言葉に魅了されます。

専門的な著書とは異なり、語り口調で記されているため、初めて建築に関する本を読む方にとっても馴染みやすく、専門的に建築を学ぶための手助けにもなるのではないのでしょうか。建築学科の学生にも、これから志望する方にもオススメの一冊です。

(建築学科3年 堀切 悠華子)

「FMヨコハマ (横浜エフエム放送)」

神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー10F (本社)
(<http://www.fmyokohama.co.jp/>)

私は小学生の頃からラジオが大好きで、定期的に流れる交通情報は、普段車を運転することがない私でも常に耳を傾けて聞いています。交通システム工学科では、渋滞の起こり方や交通流について学ぶことができ、普段神奈川県内のラジオ局を聞く私がよく耳にしていた「東名高速大和トンネル」の渋滞は、サグが原因で起きていると知り、とても勉強になりました。

また、リスナー仲間のドライバーの方からはラジオで渋滞情報を得ていると伺い、身近な趣味であるラジオも交通と密接なかかわりがあり、さらに趣味への関心が深まりました。

(交通システム工学科4年 秋元 優太郎)

SPOT



<p>学生課（保健室、学生相談室）</p> <p>① 学生の厚生補導に関する事項 学生の健康管理・健康診断に関すること 学生相談に関すること 通学証明・学割証明に関すること 学内外各種奨学金に関すること 拾得物・遺失物に関すること 学部祭・スポーツ大会等行事に関すること 留学生のサポートに関すること 学生団体（サークル）の活動に関すること 下宿・アパート相談会に関すること 傷害事故等の報告に関すること 学生支援関連事項 八海山セミナーハウス・天文台の利用に関すること 学生食堂・購買部に関すること</p> <p>学生課 駿河台：1号館1階 03-3259-0608 船橋：14号館1階 047-469-5395</p> <p>保健室 駿河台：5号館2階 03-3259-0612 船橋：14号館1階 047-469-5222</p> <p>学生相談室 駿河台：5号館2階 03-3259-0611 船橋：14号館1階 047-469-5296</p> <p>学生相談室船橋校舎予約 E-mail：funabashi-soudan@sps.cst. nihon-u.ac.jp</p>	<p>就職指導課</p> <p>① 就職に関すること 就職・キャリア相談 求人票の公開 NU 就職ナビ 就職・キャリア支援プログラムの実施 (インターンシップガイダンス/適性試験模 試/面接講座/学内セミナー等) 公務員試験対策プログラムの実施 (公務員試験対策講座/合格体験談/模擬面 接/論文添削) 教員試験対策プログラムの実施 (教員採用試験対策講座/模擬試験)</p> <p>駿河台：お茶の水校舎2階 03-3259-0644 船橋：図書館1階(キャリア支援センター) 047-469-5202</p>	<p>announcement 事務局からの お知らせ</p> <p>各課の仕事を紹介します。</p> <p>①：学生生活に関する業務 ②：教職員・対外に関する業務 の業務は、それぞれの課で直接手続きす るなど、学生諸君と関係の深いものです。</p>
<p>図書館事務課</p> <p>① 学修・研究に必要な資料・情報の収集と提供 資料の貸出・返却・予約・閲覧・複写 レファレンスサービス 図書館相互利用（文献複写・現物貸借等） 図書館所蔵資料の検索（OPAC） 電子ジャーナル・データベース講習会 図書館公開講座</p> <p>② 教育・研究に必要な資料・情報の収集と提供 資料の貸出・返却・予約・閲覧・複写 レファレンスサービス 図書館相互利用（文献複写・現物貸借等） 電子ジャーナル・データベース講習会 図書館公開講座</p> <p>駿河台：お茶の水校舎4階 03-3259-0639 船橋：図書館2階 047-469-5340</p>	<p>庶務課</p> <p>① キャンパスの美化（清掃等）に関すること キャンパスの安全（防災・警備等）に関する こと（食料と水の備蓄及びAED 設置等） 休日・夜間の研究室等の使用手続きに関する こと TA の交通費の申請に関すること TA の出勤簿に関すること TA ・RA の手当に関すること 理工サーキュラーの発行</p> <p>② 諸式・諸行事に関すること 公開市民大学に関すること 後援会に関すること 郵便及び宅配便に関すること 教職員の国内・海外出張手続きに関すること 各種文書の取扱い及び整理・保管に関するこ と 各種渉外に関すること 会議室等施設使用の手続きに関すること 教職員の福利厚生等に関すること</p> <p>駿河台：10号館6階 03-3259-0514 船橋：13号館1階 047-469-5330</p>	<p>会計課</p> <p>① 学費（振込み依頼書の発送・台帳の電算処理・ 管理・保管等）に関すること セミナーハウス使用料金の収納に関すること その他各費用の収納及び支払に関すること (船橋校舎は庶務課が窓口)</p> <p>② 予算申請書・決算報告書に関すること 経理統計及び報告に関すること 補助金の経理に関すること 学術研究助成金及び出版助成金の経理に関 すること 後援会の経理に関すること 寄付金に関すること その他経理に関すること</p> <p>駿河台：10号館4階 03-3259-0598 船橋：なし</p>
<p>研究事務課</p> <p>① 理工学部が独自に学術交流を締結している 覚書校との交換留学生派遣及び受入れに関 すること</p> <p>② 教員の学術研究活動に関すること 理工学研究所に関すること 産官学連携研究に関すること 覚書校との教員の派遣及び受入れに関す ること</p> <p>駿河台：10号館3階 03-3259-0929 船橋：なし</p>	<p>管財課</p> <p>① 教室・実験室等施設の修繕に関すること 施設・設備関係のメンテナンスの窓口 各種建物図面等の相談 ポータブルマイク等物品の貸出し 冷暖房の調整・蛍光灯の交換等室内環境に関 すること 粗大ゴミ・産業廃棄物の廃棄に関すること</p> <p>② 施設・設備関係の営繕・改修に関すること 物品の調達に関すること 業務委託・リースに関すること 火災・損害保険に関すること 固定資産の管理に関すること 粗大ゴミ・産業廃棄物・実験廃液の廃棄に関 すること</p> <p>駿河台：10号館2階 03-3259-0620 船橋：13号館1階 047-469-5620</p>	<p>教務課</p> <p>① 履修登録、成績に関すること 授業、休講、補講に関すること 定期試験、追試験等に関すること 学生証、在学・成績等証明書の発行に関する こと 現住所、氏名等の変更に関すること 学生の学会参加等に伴う経費補助に関する こと 休学、復学、退学、卒業等に関すること 教職課程、学芸員課程に関すること 海外留学に関すること</p> <p>② 卒業生に対する卒業・成績等証明書の発行に 関すること</p> <p>駿河台：1号館1階 03-3259-0580 船橋：14号館1階 047-469-5304</p> <p>教務課（入試係）</p> <p>① 大学院への進学相談等 ② 入学試験（学部・大学院・短期大学部）に関す る情報提供 受験生の理工学部見学等に関する入試広報活動 受験生へ学部案内</p> <p>駿河台：1号館1階 03-3259-0578 船橋：13号館1階(インフォメーションセンター) 047-469-6249</p>

平成29年度 大学院理工学研究科 修士論文審査会

2018年2月19日～22日



土木工学専攻



社会交通工学専攻



建築学専攻



海洋建築工学専攻



機械工学専攻



精密機械工学専攻



航空宇宙工学専攻



電気工学専攻



電子工学専攻



情報科学専攻



物質応用化学専攻



物理学専攻



数学専攻



不動産科学専攻



量子理工学専攻



1万「いいね!」👍 キャンペーン実施中!!

日本大学理工学部公式 Facebook ページあります。



「機能美」。サルパティーコ橋を眺めて感じたことである。なにも飾り付けがない、ごく簡単な部材と構造だけできれいな弧を描いた姿は、実に美しい。もちろん人や車に乗っても落ちない。橋としての機能を十二分に備えている。この橋にとどまらず、ダ・ヴィンチの豊かな発想力・創造力・デザイン力には、敬服のほかない。推察するに、さまざまな分野への好奇心と探究心、それによって得た豊富な知識が、ダ・ヴィンチの作品を支えているのだと思う。理工学の本質が垣間見える気がします。(轟)

Circular

VOL.48
2018.SPRING
No.176

発行
日本大学理工学部広報委員会

広報委員長・編集長
轟 朝幸

編集委員会

大貫進一郎	小泉公志郎	加納奈保子	吉田 征史	江守 央	佐藤 光彦	重枝 豊
惠藤 浩朗	岡田 智秀	河府 賢治	渡邊 満洋	佐々 修一	戸田 健	岩田 展幸
高橋 聖	谷川 実	浅井 朋彦	吉開 範章	長峰 康雄	田中 和仁	杉山 岳寛
伊藤 潤一	石井 利久	小寺 貴久	小池 文夫	塚田 淳	鈴木 智子	

編集協力

株式会社ムーンドッグ (長谷川 香 細田 明子 熊木美千代)

18032628500