

# 高大連携プロジェクトにおける建築構造工学の学習の取り組み

平成 27 年度・28 年度 筑波技術大学との連携

長島 素子・久川 浩太郎

平成 27 年度、28 年度の 2 年間、高大連携プロジェクトの一環として、筑波技術大学産業技術学部産業情報学科の田中晃氏を本校に招き、建築構造工学に関する講座を実施した。専門的な学習内容ではあるが、自然現象を物理的な概念でとらえ、科学技術と社会の関わりを考える、ということ、講義、実験・実習を行うことで、高校生に伝えることを図った。また、本講座は、体験することに限らず、建築構造工学という学問を通して、科学技術に関心を持つ、大学や研究機関の活動を知る、聴覚障害を有する講師の研究について知る、など将来を考える上で具体的なイメージを持たせることも目的としている。アンケートの結果や生徒の事後の感想から、講座を通して、自ら課題を発見することの大切さ、グループ作業における自身の役割など、生徒の新たな発見につながる結果となった。

キー・ワード：大学との連携 体験型講座 出前授業 物理 実験・実習 建築構造工学

## 1 はじめに

高等部になると、理科の学習内容の難易度が急に高くなるため、教科書の内容をなぞるだけでなく、理科本来の楽しさを感じてもらい工夫がさらに必要になってくる。また、理科が好きな生徒でも、進路を考える時期になると、大学で何を学習したいのか、将来どのような仕事をしたいのか、悩む生徒も少なくない。

そのため、全国の大学や研究機関で行っている中高生対象の公開講座などへの参加を積極的に勧めているが、情報保障や日程の面などから参加を躊躇してしまう生徒も見られる。そこで、本校高等部普通科では、平成 24 年度から 26 年度までの 3 年間、サイエンス・パートナーシップ・プログラム（独立行政法人化学技術振興機構が活動支援を行っている事業）を利用して大学から講師を招き、出前授業を実施した（久川・神崎, 2014）（久川・神崎, 2015）（久川・佐藤, 2016）。

また、筑波技術大学では、数年前より全国各地で高大連携プロジェクトを実施しており、聴覚障害者への専門的教育環境・教育資産を活かした大学と特別支援学校との組織間連携における協調型教育プログラムを実践するための教育拠点の形成を目指した

活動が無償で行っている（田中他, 2016）。具体的には、全国の特別支援学校での体験授業、スクーリングによる高大連携インターンシップ、オンライン交流を交えた課題研究発表などを行っている。

本校高等部普通科においては、平成 27、28 年度に「社会活動を支える建築構造工学」という内容で筑波技術大学の田中晃氏に依頼し、建築構造工学に関する基礎知識から、応用、実験・実習を踏まえた内容の出前授業を実施した。

## 2 実施内容

平成 27 年度は、9 月に 2 日間、計 8 時間のスケジュールで計画した。1 日目は本校高等部 1 年生全員（27 名）を対象に、平日の午前中に講義、午後にグループごとに実験・実習を行ったのち、発表という方法で進めた（表 1）。2 日目は休日に 1～3 年生の希望者のみで同様に行った（表 2）。

平成 28 年度は、9 月に 2 日間で計 8 時間のスケジュールで計画したが、日程の都合上、2 日間とも休日で行うことになったため、1～3 年生の希望者のみで行った（表 3, 4）。

以下は、主に平成 27 年度の実践例を示す。

# (1) 平成 27 年度の取り組み

表 1 1 日目のタイムスケジュール

| 時間     | 実施内容                 |
|--------|----------------------|
| 10:40～ | 地震が引き起こす自然現象（講義）     |
| 11:40～ | 地震と建築（講義）            |
| 12:30～ | 休憩                   |
| 13:20～ | 建築の安全性を考えてみよう（実験・実習） |
| 14:20～ | グループごとの実験・発表         |

表 2 2 日目のタイムスケジュール

| 時間     | 実施内容            |
|--------|-----------------|
| 9:30～  | 構造力学の概念（講義）     |
| 10:00～ | CAE ソフトの使い方（講義） |
| 12:00～ | 休憩              |
| 13:00～ | 力学シミュレーション①（実習） |
| 14:00～ | 力学シミュレーション②（実習） |

## ① 事前学習

本校高等部普通科 1 年生は、物理基礎をまだ履修していないこともあるため、内容に関する打ち合わせは事前（3 月、5 月）に入念に行った。講師には、中学校までの理科の知識で理解ができるような内容で講義を行ってもらおうよう依頼し、理解してほしい基本的な事項をピックアップしてもらった（図 1）。その上で、さらに必要だと思われる基本知識などを踏まえ、通常の授業時間内に事前学習を行った（図 2）。



図 1 基本知識（中学理科）



図 2 基本知識（液状化現象の説明）

## ② グループ分けと補助者配置

1 日目、2 日目ともに午前中は演示実験を交えた講義、午後は実験・実習であったため、筑波技術大学の 4 年生 4 名がティーチングアシスタントとして指導に関わった。本校卒業生も含んでいたため、生徒たちは積極的にコミュニケーションをとる様子が見られた。また、本校卒業生以外の学生とも、高校時代の話や趣味を通じて会話がはずみ、大学生活や研究内容など、進学後の具体的なイメージを持つことにつながったと考えられる。

また、1 日目の午後は作業を伴う実験・実習であったため、5～6 名の 5 グループに分かれて行った。グループ分けの際、男女比、学級、理解度などに偏りがないようにした。2 日目の午後は、シミュレーションソフトを用いた実習であったため、生徒たちの情報の授業での様子や習熟度を考慮し、2 人組で行った。

## ③ 地震が引き起こす自然現象（講義）

1 時限目には、地震のメカニズムや自然現象について基本事項を学習したのち、「物理的な手段としての構造力学」に内容をつなげた。この際、震源の深さと振動の範囲を、懐中電灯を用いて明かりの大きさに例える演示実験を行った。また、P 波と S 波が伝わる様子や液状化のメカニズムについて、模型を用いて演示実験を行った（図 3）。



図3 液状化現象（演示実験）

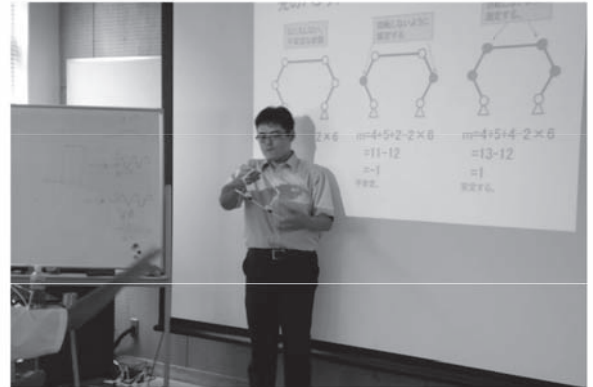


図5 模型を用いた説明

#### ④ 地震と建築（講義）

2 時限目には、地震による被害の事例を挙げ、免震システムについて学習し、建物の安定状態の計算方法について理解を図った。ここで用いた公式は、建物の骨組みに用いられている接点や支点の安定度を数値化することで、簡単に計算できるようになっている。計算をするとすると、苦手意識を持ってしまう生徒が見られるが、簡単な足し算、引き算、掛け算のみの公式であり（図4）、模型を用いて安定状態と数値を比較するなどの工夫がなされており、苦手意識の払拭につながったと考えられる（図5）。また、後述する午後の実習では、模型を組み立てながら計算を行うなど、積極的に計算を行う様子が見られた。

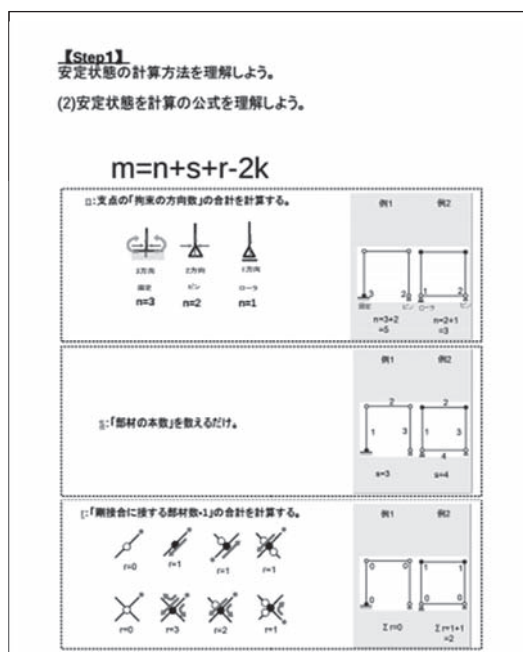


図4 建物の安定状態の計算

#### ⑤ 建築の安全性を考えてみよう（実験・実習）

3 時限目には、安定・不安定の判別の公式（図4）を用いて計算を行いながら、3Dプリンタで作られた部材を用いて骨組模型を組み立てる作業を行った。生徒たちはグループごとに話し合い、計算による判定結果と模型による判定結果が一致するかどうかを考えながら作業を進めたり、より強く、より少ない部材の構造物を考えたりする様子が見られた（図6）。



図6 作業の様子

#### ⑥ グループごとの実験・発表

4 時限目には、グループごとに作成した模型について発表、講師からコメントをもらう、という予定であったが、生徒たちが実験・実習に大変熱心に取り組んでいたため、急遽作業時間を延長した。作業が終わったグループから、発表の準備を始めた（図7）。グループによっては、計算をする人、組み立てる人、発表の準備をする人、などそれぞれの得意な部分を活かし、役割分担をしている様子も見られた。



図7 発表の準備の様子

グループごとに作成した模型について、ホワイトボードにまとめ、計算結果、模型作成のポイントなどについて口頭発表を行った。その際、講師からコメントをもらう、という予定であったが、作業時間を長くとったため、講師が模型の写真をそれぞれ撮影し、後日詳細なコメントをもらう、という方法をとった（図8）。

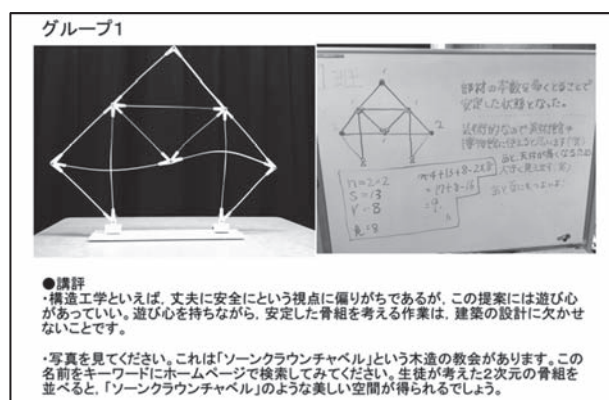


図8 講師からのコメント

## (2) 平成28年度の日程と変更・改善点

平成28年度は、9月の休日に2日間、希望者のみで実施した。希望者のみということもあり、参加人数は前年度に比べて減少したが、建築に興味がある人、筑波技術大学に興味がある人、進路に迷いがある人、問わずに参加できる旨を強調して募集をした結果、14名（のべ22名）の参加となった。前年度に参加した生徒も楽しめるよう、講師には内容を変更してもらい、1日目に橋梁のデザインを生徒たちが行い、講師が3Dプリンタで模型を作製、2日目には模型を用いた強度実験を行う、という流れになった（表3、4）。生徒たちは、inventorソフトを用いたデザインに苦戦をする様子も見られたが（図9）、それぞれが描いたデザインが実際に模型になってい

る様子を見た瞬間は歓声があがるなど、驚きと喜びが見られた（図10）。

講義の最後には、講師の研究やこれまでの経歴などについて話してもらったため、大学、研究機関、企業がどのようなことを行っているのか、生徒たちによって具体的なイメージを持つことにつながったと考えられる。

また、この年度は、都合などで1日のみ参加の生徒に対して、参加できなかった日の講義の内容を、テキストで配布したり、動画をiPadに配布したりするなどの工夫も行った。

表3 1日目のタイムスケジュール

| 時間     | 実施内容                     |
|--------|--------------------------|
| 9:30～  | 構造工学の役割（講義）              |
| 10:25～ | 構造力学の基礎的な知識（講義）          |
| 11:20～ | 国内外の主な橋梁の事例紹介（講義）        |
| 12:00～ | 休憩                       |
| 13:00～ | inventorソフトによる橋梁デザイン（実習） |
| 13:55～ | 発表                       |

表4 2日目のタイムスケジュール

| 時間     | 実施内容                     |
|--------|--------------------------|
| 9:30～  | 実験概要説明（講義）               |
| 10:25～ | 力学実験（実験）                 |
| 11:20～ | inventorソフトによる力学シミュレーション |
| 12:00～ | 休憩                       |
| 13:00～ | 実験および力学シミュレーションに関する発表会   |
| 14:40～ | 私の研究について                 |



図9 inventorソフトを用いたデザイン

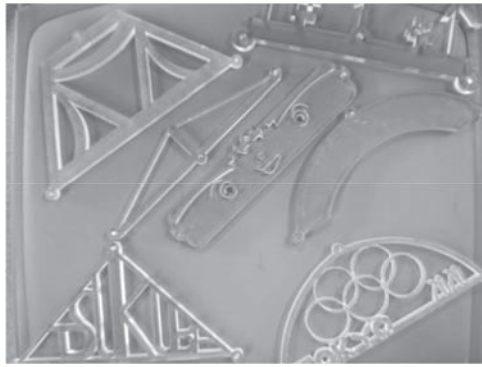


図 10 3D プリンタで作製した模型

### 3 アンケート結果

講座の実施後、アンケートを行った。主に Q1～11 は講座の内容に関する感想についてであり、Q12～14 は講座を受ける前と後でどのように意識が変化したかを問う内容になっている。また、Q15～17 については、興味を持ったことなどを自由記述式で記述する内容になっている。

以下に、平成 27 年度のアンケート結果（図 11、13）、アンケート項目（図 12、14）を示す。

#### (1) 講座の内容について

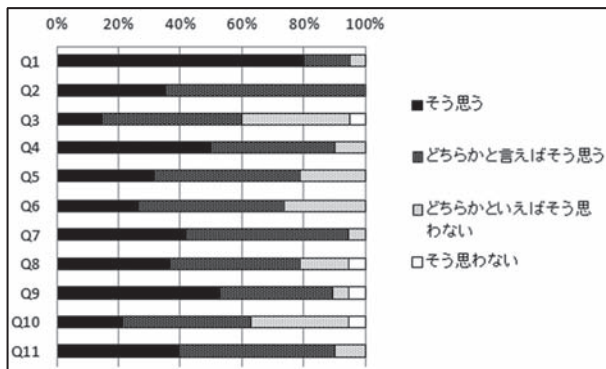


図 11 アンケート結果 Q1～11 (N=20)

Q1：今回の講座は面白かったですか。

Q2：講座の内容は理解できましたか。

Q3：今回の講座を受けて、「知りたいこと」を自分で調べてみようと思うようになりましたか。

Q4：今回の講座を受けて、「科学技術」や「理科・数学」に興味・関心をもちましたか。

Q5：講座の中で、「課題を発見する」ことができましたか。

Q6：講座の中で、課題を解決するために「情報を集める」ことができましたか。

Q7：講座の中で、集めた情報を利用して「考える」ことができ

ましたか。

Q8：講座の中で、他の人と積極的に「話し合う」ことができましたか。

Q9：講座の中で、グループの人と「協力」して実験を進めることができましたか。

Q10：講座の中で、実験・観察の結果を使って「レポート作成」や「発表」ができましたか。

Q11：今回のような講座があったら、「参加したい」と思いますか。

図 12 アンケート項目

#### ① 内容の理解について

内容の理解を問う Q1、2 は、肯定的な意見が 9 割を超え、Q2 に関しては 100% が肯定的な回答となった。事前学習を行ったこと、講師が難解な内容も高校生にわかりやすく実験・実習を交えて講義を行ったことが理由として考えられる。また、講師自身が聴覚障害者であったこともあり、生徒から、手話や話す速さなどがわかりやすかったという意見も出た。

#### ② 興味・関心について

興味・関心を問う Q3～5 は、肯定的な意見が多く見られたが、「興味・関心をもつ」「課題を発見する」ということに対して積極的な回答が多かった反面、「自分で調べてみよう」という意見が 6 割にとどまっている。平成 27 年度は、高等部普通科 1 年生全員に必須で参加をさせたため、受動的な姿勢も出てしまったのではないかと考えられる。

#### ③ 観察・考察

観察・考察を問う Q6、7 は、肯定的な意見が多く見られ、特に Q7 は 9 割を超えた。考えること、計算をすることなどに苦手意識を持つ生徒でも、模型を作成する、という作業を通して、より強いものをつくるためにはどのようにしたらよいか、試行錯誤をすることが効果的であったと考えられる。

#### ④ 対話能力・表現力

観察・考察を問う Q8～10 は、肯定的な意見が約 8 割を超えている Q8、9 に対して、Q10 は 6 割程度に

とどまった。作業を通して試行錯誤をする際、グループで話し合いながら行ったことが肯定的な意見につながったと考えられるが、一方で、計算や発表などに積極的な生徒に作業が偏ってしまった様子も伺える。また、「そう思わない」と回答した生徒は、2日目のみの参加であり、コンピュータの操作に自信がなく、上級生が操作をして、講座の内容に専念したため、このような回答になったと考えられる。

## (2) 意識の変化について

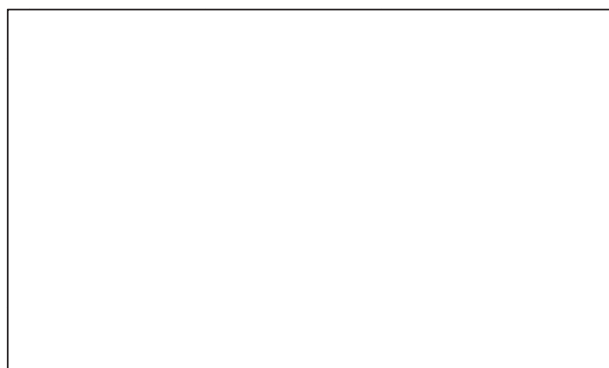


図 13 アンケート結果 Q12~14 (N=20)

Q12: 今回の講座を受けて、「理科・数学」を勉強することは将来自分にとって必要となりそうなので、重要だと思ようになりましたか。

Q13: 今回の講座を受けて、「科学技術」に関連する仕事につきたいと思うようになりましたか。

Q14: 今回の講座を受けて、科学は自分の身の回りのことを理解するのに役立つと思いませんか。

図 14 アンケート項目

Q13 から、科学技術に関する仕事につきたいと回答した生徒は 6 割程度で、そのうち、講座を受けた後で考えが変わったと回答した生徒は 1 割であった。また、Q12、14 から、科学の重要性は 100% の生徒が感じていることがわかる。特に Q14 では、講座を受けた後で考えが変わったと回答した生徒が 3 割を超えた。理系科目に苦手意識を持つ生徒が科学技術に関する仕事に興味を持つにはさらなる工夫が必要であると考えられるが、今回の講座は、科学を身近な現象と結びつけて考えたり、重要性に気づいたりするきっかけになったと考えられる。

## 4 まとめと今後の展望

生徒の様子、アンケートの回答などから、「自ら考える」「科学と社会の関わりを考える」「科学技術の重要性を感じる」「集団作業における役割を考える」など、将来設計に関わる面で結果が得られたと考えられる。今後はさらなる連携に取り組み、高校生が興味を持って学習できる内容を考えていくとともに、講座への参加を促す工夫や、欠席した生徒へのフォロー方法なども改善していきたい。

### 〔謝辞〕

本研究で報告した取り組みは、筑波技術大学による、「聴覚障害者のための社会連携・協調型教育拠点の構築事業（高大連携プロジェクト）」において、筑波技術大学産業技術学部産業情報学科の田中晃氏の協力を受けて実施されたものであり、ここに関係各位の皆様に感謝申し上げます。

### 〔参考文献〕

- 油井淳・久川浩太郎・長島素子・高田史子（2012）  
理科への興味・関心を高めるための大学との連携  
ー東京大学の「ひらめき☆ときめきサイエンス」  
に参加してー. 聴覚障害, 67(1), 26-30.
- 久川浩太郎・神崎亮平（2014）  
サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した生命工学講座とその効果（1）. 筑波大学附属聴覚特別支援学校紀要, 第 36 巻, 60-67.
- 久川浩太郎・神崎亮平（2015）  
サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した生命工学講座とその効果（2）. 筑波大学附属聴覚特別支援学校紀要, 第 37 巻, 68-75.
- 久川浩太郎・佐藤浩之（2016）  
サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した生命工学講座とその効果（3）. 筑波大学附属聴覚特別支援学校紀要, 第 38 巻, 84-91.
- 田中晃・塩野目剛亮・谷貴幸・黒木速人・井上正之・桜庭晶子・西岡仁也（2016）  
高大連携プロジェクトに関する取組とその評価ー  
2015 年度 筑波大学附属聴覚特別支援学校での  
実践事例ー. 筑波技術大学テクノレポート,  
Vo123(2), 101-107.