

## 材料科学スキルアッププロジェクト-導入教育の基盤整備-

マテリアル工学科 小塚敏之、安藤新二、横井裕之、森園靖浩

### 1. はじめに

近年、高校までの教育課程ではゆとり教育などによる授業時間の不足により教育の効率向上が重要視され、試験問題のパターン化とそれに対するマニュアル暗記が受験勉強の大半を占めている。そのような勉強自体は課題・問題意識の整理、計画性を養う上で有意義であるが、日本が技術立国として発展するには、最先端技術と人間社会との融和が必要となる。そのような事態に相応して、大学教育では幅広い知識や専門知識を取り入れることはもちろんだが、それらの知識を有機的に結びつける想像力と、課題発掘とその解決手法の創造性が最重要項目と考えている。また、熊本大学マテリアル工学科は工学系の中でも、素材開発とそのプロセッシングを教育研究の対象としており、学科のアドミッションポリシーを考慮して入学した学生は、少なからず「ものづくり」に興味を持っているはずである。

マテリアル工学科では1年生の段階で実験などの手を使うことによる「ものづくり」を通じて新入生に想像力と創造性を身につけるきっかけを与える導入教育科目を設定している。

### 2. マテリアル工学科における導入教育

マテリアル工学科の導入教育科目は以下のとおりである。

- 1年前期：「入門セミナー」  
4年間の教育体系、学習教育目標、勉学態度と基本的姿勢について理解させる。
- 1年前期：「マテリアルの世界」  
マテリアル工学の最先端技術について各教員の立場からわかりやすく照会し、基礎からの勉学の動機付けを与える。
- 1年前期：「マテリアル工学基礎」  
高校まで余り馴染みのなかったマテリアル工学の基本的な事項について解説し、以降の講義への勉学の動機付けを与える。
- 1年後期：「実践！ものづくり」

材料設計、材料プロセッシングにおいて必須となる、基本的な物性測定と学生の興味を喚起するものづくりという2つの軸を基本に実験項目が構成されている。ものづくりに関するテーマは「たたら製鉄」「カーボンナノチューブ」「酸化物超伝導体の作成」などがあるが、「たたら製鉄」は2005年に最初の試行を行い、それ以降、本科目の項目として、続けてきており、アンケ

ート調査や成績調査においてある程度以上の教育効果を確認している。

以上の導入科目により、学生の意識の向上も得られており、今回は次の事項について報告する。

- ・ たたら製鉄と温度測定による成功率の向上
- ・ 入門セミナーにおけるものづくりの取り組み

以下にそれぞれについて簡単に照会する。

### 3. 火の国たたら2011

#### ・10月6日(木)「火の国たたら2011」説明会

「たたら製鉄」の意義と小型たたら炉の説明等を行い、砂鉄収集等の地味な作業に対するモチベーションを高めた。

#### ・11月 白川河川敷で砂鉄採集

6年連続で同じ河川敷で砂鉄を取っているため、昨年から砂鉄量が減少していることと、今年から採集時間を半分にしたため、結果として、採集量は昨年の半分以下の8kgにとどまった。

#### ・11月 熱電対の作成

砂鉄量が減っているため、採集時間を半分にし、残りの時間で、各自1本ずつアルメルクロメル熱電対の溶接を行った。「実践！ものづくり」では基礎物性測定に熱起電力の測定を設定しており、熱電対の原理の理解とそれを使って起電力を測定することを同時に行っている。ここでは、さらにその熱電対を作る作業を取り入れることで、技術の定着と測定の重要性を認識させた。

#### ・12月8日(木) 特別講演「たたら製鉄の歴史と

#### ものづくり精神」本学名誉教授 千葉 昂

本学名誉教授の千葉先生による講義で古代のたたらを現代によりみえらせた職人たちのビデオを使って、ものづくりへの興味と厳しさを教授した。

#### ・12月15日(木) 砂鉄選別、炭切、資材運搬準備

全員が砂鉄選別、炭切り、資材運搬に分かれて、約3時間の作業をした。

#### ・12月17日(木) 8:00-17:00 たたら炉操業

昨年までの結果とアンケートにより、最終的に一体化したケラが取り出せることにより、学生の達成感が膨らみ、ものづくりへの興味が大きく喚起されることがわかっており、今年は炉の内部の温度を計って、温度を制御しながら操業を行った。結果として、1号炉で0.35kg、2号路で3.04kg、3号路で2.6kgのケラが取り出せた。1号炉では小さいケラに分割しており、

十分に一体化していなかった。3号炉はズクの部分で2つに割れてしまったが、ある程度のケラが取り出せた。1号炉と2号炉の温度測定結果を図1に示す。測定的位置は、たたら炉の上部である。

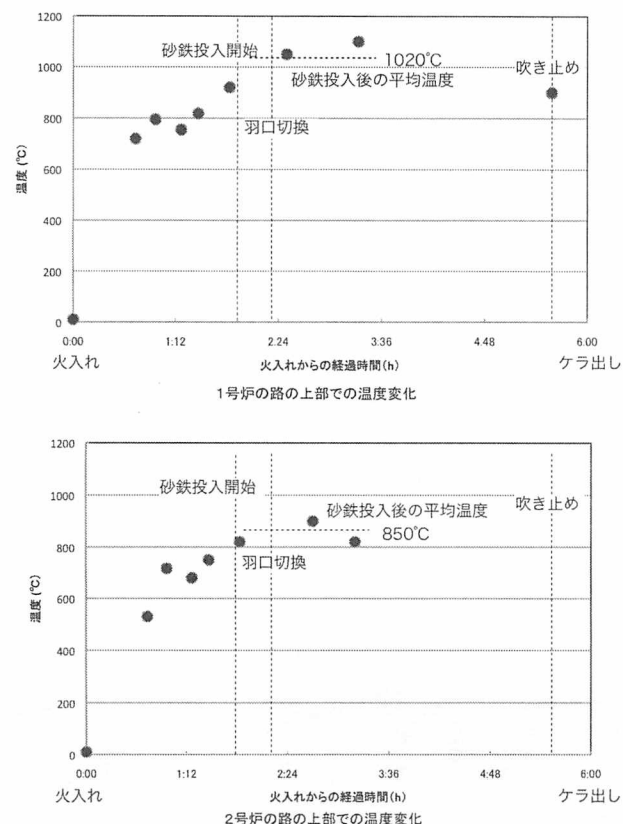


図1 熱電対による温度測定結果

一般的に高温環境で還元が進行するが、木炭による砂鉄の還元においては、還元鉄粒の木炭表面での挙動、ノロの形成と還元鉄の再酸化等の複雑な減少により、今回、炉の上部で1000°C以下に抑えることがケラ生成に有利であると判明した。来年以降の参考としたい。また、羽口付近の温度測定を可能にするため、白金系の熱電対を利用することも視野に入れる。

一方操業に関しては、TAがたたらを経験していることもあり、安全に順調に行うことができた。学生はそれぞれの役割を認識し、チームワークの重要性を認識した。(図2, 3)

#### 4. 入門セミナーにおけるものづくり教育

マテリアル工学科1年生向けの導入科目である「マテリアル工学入門セミナー」において、「作って、見て、考える」というタイトルでストロータワーの製作を行った。これは、「1つのプロジェクト(研究や製品開発)を行う場合の考え方(いわゆるPDCAサイクル)と行動すべきことを認識する」ということを目的とし、「計画」、「実行」、「検証」、「チームワーク」の4つの要素を取り入れるために、次のような内容の講義を実施し

た。



図2 中庭に並ぶ小型たたら炉



図3 1号炉のノロ出し、ノロが過過ぎていた

まず講義日の2週間前に班分けを行った。学生に電子メールで参加の申込をさせ、そのメールの到着順に10班に分けた(1班4~5名)。これは誰とでもチームワークを組めるようにするためである。またこれにより、1年生同士が十分に知り合う機会にもなる。

実施の1週間ほど前に班を公開し、また図4のような実施要領を掲示した。ここではストロー100本とセロハンテープ1巻を材料に、出来るだけ高く、横に張り出したタワーを作ることにした。また学生には、各班で集まって話し合いを行い、講義日に「計画書」を提出するように指示をした。計画書にはタワーの設計図や製作のポイント、形状の特徴などを記載させた。ここで班毎に1つの作品を作るので、計画書は班毎に1枚で良いことになるが、ここではメンバー全員が話

## ルール説明

- ・ 材料：ストロー（ジャバラつき）100本、セロハンテープ 1巻
- ・ 目的：横に張り出したタワーを作る。
- ・ 判定：Lの値（cm単位）が大きいものを優勝とする。
- ・ 測定の際に、タワーを床にテープ等で固定してはいけない。
- ・ 製作のための道具を持ち込んでもよいが、持ち込んだ材料をつかってタワーを製作してはならない。
- ・ ふらふら揺れる場合は、揺れが完全に収まってから測定する。
- ・ 製作時間：30分（厳守）

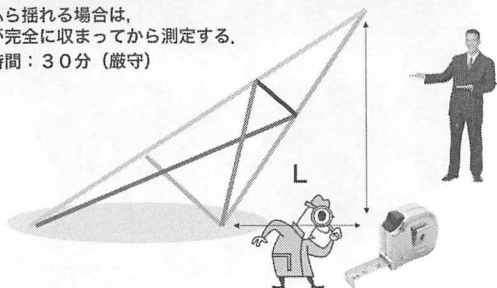


図4 ストロータワー作成実施要領

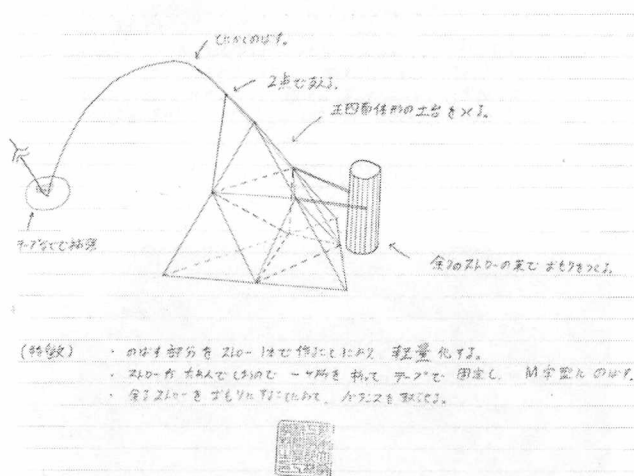


図5 学生が予め作成した計画書（コンセプト）

し合いに参加し、互いにどのようなものを作るか確認するように、計画書はそれぞれ作成することになっている。図5に計画書の一例を示す。

講義はものくり工場の演習室で実施した。最初ルール説明の後、30分間のストロータワー製作、その後各班代表者による作品説明（作品の特徴、良くできたところ、悪かった所等）、タワーの寸法計測を行い、最後に講義を行った。図3に作製したタワーの例を示す。講義終了後は、計画書に加え、「計画通りにできたか」、「問題点」、「作品を作った感想」をレポートとして提出させた。提出されたレポートから、学生の代表的な意見を挙げると次のようなものになる。

まず計画の段階で、どのようなものをつくるか自分の考えを相手に伝えたり、また相手の考えを理解することが結構むずかしいという感想が多い。すなわちコミュニケーション能力が必要だと感じているようである。また実際の製作作業は30分と短いため、お互いが要領よく作業出来るように役割分担したり、相手の作業状況を良く判断して、自分のすべきことを判断す

るチームワーク能力も重要と感じている。

また多くの学生が、ストローの強度が意外に低く、少し大きな形にするとゆっくりと変形してしまうことに戸惑っており、前もってストローの強さを調べておくといった予備調査の必要性を感じている。班によっては独自に試作を行っている班や、まだ1年生では習っていない構造力学の本を図書館で調べている所もある。また物理で習った力のモーメントといったことを実際に体感して、授業で習った内容が役に立つことを認識したという意見もあった。

この入門セミナーはオムニバス形式であるため、この講義は1回しかおこなっておらず、問題点を検証して再度チャレンジする機会、すなわちPDCAサイクルのAに相当する部分がないが、講義の際は、学生は全員緊張感を持って取り組んでおり、提出レポートを見る範囲では十分に講義の目的を達成できていると感じている。最後に優勝したチームとその作品の写真を図6に示す。

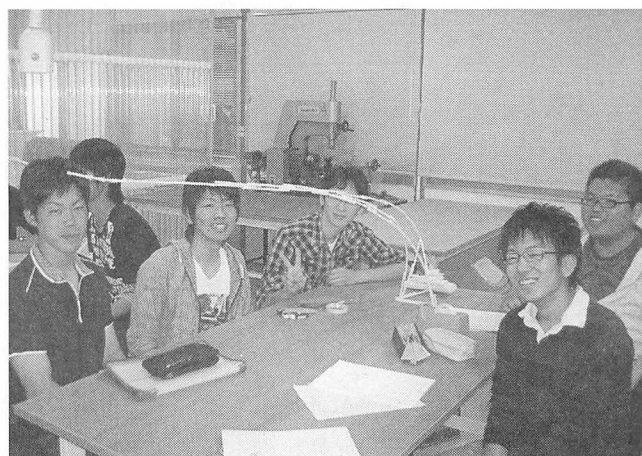


図6 優勝チームと作品

## 5. まとめ

今回、原子模型セット等を充実させ、教育に活用する予定であったが、購入時期が遅くなり、前期の授業に間に合わなかった。しかし、それらを卒業研究等で活用し、学生の理解度も大きく向上したと教員全員で感じている。24年度も引き続き活用する予定である。

本プロジェクトにより、導入教育において、学生の理解を促進し、ある程度学習意欲を向上させることができたと感じている。今後はこれらのものづくり教育を継続し、さらに工夫、改善を行ってゆく。