

教育奨励賞受賞！

H23年度化学工学会教育奨励賞について

高等教育機関において研究は大きな使命ですが、教育も大事な使命です。しかし、教育を熱心におこなっても評価されにくいということを耳にします。このような現状を踏まえ、化学工学会人材育成センター高等教育委員会では、教育に熱心に取り組んでおられる若手の先生に光を当て、人材育成センターからの表彰として教育奨励賞を平成20年度に設けました。独創的・萌芽的な教育活動をされている先生方をご推薦いただき、選考委員会で厳正に審査します。これまでの3年間で4人の方が受賞されました。

平成23年度は、東京工業大学 吉川史郎先生が受賞されました。吉川先生から寄稿戴きました記事をご紹介します。

どのような教育をしてきたか ～運動量移動論に関する授業について

東京工業大学
吉川史郎

平成23年度化学工学会教育奨励賞をいただき、感謝申し上げます。ここでは評価していただいた業績のうち学部における運動量移動論授業でおこなってきたことについて述べたいと思います。

東京工業大学化学工学科化学工学コースでは2年生前期の「移動論第一」で運動量移動、後期の「移動論第二」、「移動論第三」でそれぞれ熱、物質移動を講義している。いずれも2単位の授業で、筆者はそのうち「移動論第一」を平成8年度より担当している。当初より以下に示す基本方針に沿って授業をおこなっている。

- ・流体力学ではなく、あくまで移動論の観点から講義をおこなう
- ・式の導出においては数式変形に偏ることなく物理的意味が十分理解できるように心がける

教科書のほかに授業で使用するスライドのファイルを学内の講義支援システムにより事前に学生に配布して講義ノートとして使用できるようにしている。また、授業時間内で内容を理解できるように毎回演習を実施している。具体的には以下のようなことに留意した上で授業を実施した。

学生にとって熱や物質と比較して運動量に対しては移動

する物理量というイメージを描きにくく、またその移動に着目することが流体の運動を解析する上で重要となることを理解するのは難しい。そこでまず準備として理想流体の円管内流れを例に流速と流量の関係を示し、また平板間クエット流れを例に流体の特徴である粘性と変形、せん断応力の関係について解説する。その後以下のような順序で授業を進めることにより運動量移動現象というものを理解してもらえるようにしている。

- ① 流体も固体と同様運動方程式にしたがって運動することと、運動方程式は通常(力=質量×加速度)と理解されるが(力=運動量の時間変化率)と見なすこともできることを示す。
- ② 流体は固体と異なり特定の体積に着目した運動の解析が困難であることを示し、流れの場に任意に設定した検査体積の運動量の時間変化を表す運動量収支式による方法が有効であることを理解させる。
- ③ 流体の運動量移動の形式として粘性、対流による2種類があることを示す。
- ④ 粘性による移動については力が運動量の時間変化率であることに基づいて速度の異なる流体間にかかるせん断応力が運動量移動流束に相当することを理解させる。また拡散による熱と物質の流束を与える式を示し、運動量移動との相似性を確認する。
- ⑤ 対流については流速と流量の関係を参考に検査体積に単位時間当たり流入する流体体積が流速と通過断面積の積であることを示し、それに密度と流速を乗じたのが運動量の流入速度であることと、さらにそれを面積で除したのが対流による運動量流束であることを理解させる。

- ⑥ 上記に加えて流体にかかる重力，周囲の流体から受ける圧力による運動量の増減速度を示す。
- ⑦ ④から⑥をまとめると運動量収支式をたてることができることと，①によりその式が流体の運動方程式となることを理解させる。

以上を経たのちにシェルモーメンタムバランスのとり方，ナビエーストークスの運動方程式による速度分布の導出法，機械的収支式に基づいた流体輸送の計算，流れ関数とポテンシャル，境界層理論などの内容を講義している。

以上の講義において式の導出の際には授業中に学生がその過程すべてを理解することは非常に難しいため，最初にどういう前提をたて，最終的にどのような物理的意味を持つ式を導出するかを明確に解説する。一方スライドとして使用する配布資料には2年生の数学知識で理解できるよう導出の詳細な過程を示し，後に復習するときに役立ててもらえるようにしている。また，上に述べたように授業時間内に内容を十分理解してもらうために毎回最後の25分程度を演習にあてている。速度分布導出については6回にわたって境界条件，座標系の異なる種々問題を課して運動方

程式の立て方，境界条件の設定の仕方を理解できるようにしている。機械的エネルギー収支についても5回にわたって繰り返し演習をおこなうことにより流体輸送に関する問題を解く方法を理解してもらえるように心がけている。

以上に述べました運動量移動の授業のほか今回の受賞にあたり創成教育の一環としての学生実験におけるパイピングコンテストの試みについても評価していただきました。こちらにつきましては化学工学誌に既に記事¹⁾が掲載されておりますのでそちらをご参照いただければと思います。また，学会活動として人材育成センター理科教育委員としての学生発表会の企画運営への参画，関東支部主催の基礎化学工学講習会の運営と流体工学分野の講師としての貢献を評価していただきました。これらの仕事に携わる機会を与えていただきました人材育成センター，関東支部の関係各位，大学での授業を支援していただきました東京工業大学化学工学専攻の教職員各位に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 吉川史郎：化学工学，74(7)，352-355(2010)