



ChemENG 7

Tokyo Institute of Technology Chemical Engineering

FEB
2010

プロセス産業の基盤としての化学工学



大学院理工学研究科
化学工学専攻

教授
伊東 章

いつのまにか「化学工学」を冠した学科が数大になってしまったとのこと。当化学工学科も「絶滅危惧種」の仲間入り…などと冗談を言っている場合ではありません。化学工学の存在意義と重要性を社会および受験生にアピールする努力がますます必要です。

一般に経済統計などでは、製造業は「加工組立産業」と「プロセス産業」に大別されています。

「加工組立産業」は自動車や家電製品で代表される機械・機器を提供する産業です。加工組

立産業ではまず部品・パーツを作り、それらを組合せて機能を持つ製品を製造します。その製造原理は「人工的」であることであり、人間の手により限りなく精密化・高度化が可能で、それが製品の競争力となります。この加工組立産業を支える工学が機械工学や電気工学です。

一方の「プロセス産業」は天然原料に化学反応や分離操作を施すことで、素材製品を提供する産業です。プロセス産業におけるものづくりの原理は「自然現象」です。加工組立産業のように製品に直接手を加えるのではなく、原料が物理化学的現象を起こす「場」を設定することで、原料を間接的に操作して製品とすることが特徴です。プロセス産業の製品は主に「素材」なので、製品自体での差別化はできず、産業としての競争力は大量に安定して生産できること、製品の純度、および製造コスト(主に使用エネルギー)に依存します。プロセス産業では、設計(デ

ザイン)の対象は製品そのものではなく、主にプロセス(処理法)となります。

このような特徴を持つプロセス産業の基盤を提供するのが化学工学です。したがって、プロセスによる製品製造に必要な、物質の変化・変換に関わる原理を示す物理化学、反応を定量的に取り扱う反応工学、原料や製品の混合や分離法を考える分離精製工学、プロセスを設計・運転するためのプロセス工学が化学工学を構成するものです。

このように一応は化学工学の存在意義をホームページ*(「化学工学資料のページ」)でアピールしているところです。しかし現在、工学に期待されているのは「イノベーション」です。「化学工学はイノベーションを生み出せるのか?」この問いかけに対しては、やはり基本の物理化学の原理に立ち戻ることが必要と考えているところです。

*<http://www.chemeng.titech.ac.jp/~itolab/>

Laboratory Now

表面テクスチャによる摩擦の低減

Written by: 青木 才子

環境負荷の低減が求められている昨今では、摺動部品の耐摩耗性の向上および摩擦損失の低減を実現するために様々な表面改質技術が応用されています。中でも、特徴的な形状の穴や溝からなる表面テクスチャを利用した摩擦制御技術の発展に期待が寄せられています。図1はストライベック曲線と言われ、摩擦特性における表面粗さの重要性を概略的に表わすグラフです。横軸の油膜パラメータは潤滑油膜の厚さに対する表面粗さの比であり、油膜パラメータが小さくなる、すなわち油膜厚さに比べ表面粗さが大きくなるにつれて摩擦係数が増大することを表わしています。従って、一般

的には表面粗さが小さい平滑面であるほど摩擦係数は小さくなります。

油膜厚さが薄くなり粗さ突起先端部で接触している状態では、油膜厚さが非常に小さいため潤滑油粘性による流体力学的潤滑効果よりも、潤滑油添加剤から形成されるナノスケールの潤滑被膜(トライボフィルム)により上部固体の荷重を支持し、固体同士の直接接触を防止して摩擦を低減します。ところが、特定の表面テクスチャを施した場合、脂肪酸(ステアリン酸)から形成されたトライボフィルムの摩擦低減効果に差異が現れることがわかりました(図2)。図3に示す異方性の直交粗さにおいて摩擦を顕著に低減させることができます。上部固体のすべり方向、すなわち、潤滑油の流れ方向に対して直交に施されたテクスチャでは、油膜厚さが非常に小さい状態においても微視的な流体力学的潤滑効果が生じて、トライボフィルムの荷重支持作用を補助する役割を果たし、粗さが小さい平滑な表面の場合よりも摩擦

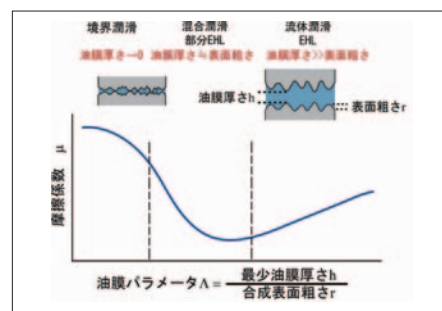


図1 ストライベック曲線

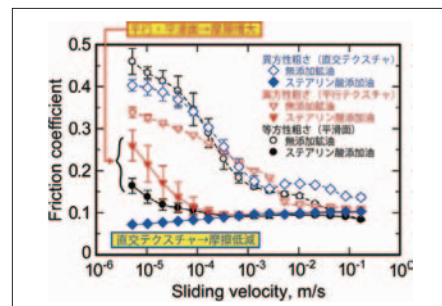


図2 摩擦係数の速度特性に及ぼす表面テクスチャの影響

を低減することが示されました(図4)。表面テクスチャにより生じる微視的な流体力学的作用は、形状、直径、高さ、ピッチ、面積比などテクスチャの形状および配列パターン、または形成されるトライボフィルムの種類に依存することが考えられます。現在は、表面テクスチャの定量化により微視的流体潤滑効果の発現機構やトライボフィルムの形成挙動に及ぼす表面テクスチャの影響を明らかにすることを目指して研究を進めています。

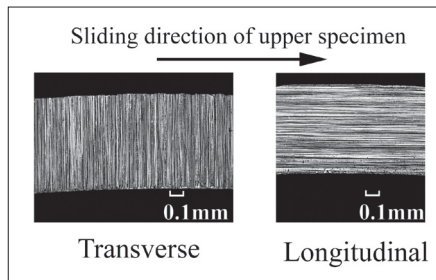


図3 直交粗さ(Transverse direction)および平行粗さ(Longitudinal direction)

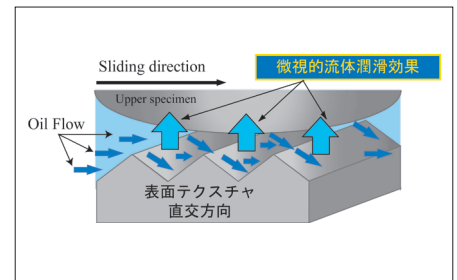


図4 直交テクスチャにより生じる摩擦低減効果

Chemical Engineering World

「化工の魅力は？」



日清エンジニアリング株式会社
プラント第二部

1993年学部卒、1995年修士修了
伊藤 康伸

化工で求められる専門性は幅広く、そして実に奥深いものがあります。ですが、学生生活ではそれを実感する機会がなかなかありません。私も学生時代になかなか想像ができませんでした。それでも漠然と化工に憧れるところがありました。では、魅力を感じた理由は一体何だったのでしょうか？ その「魅力」を私の仕事を通じて紹介していきたいと思います。

私は日清製粉グループの日清エンジニアリング (<http://www.nisshineng.co.jp>) に勤務し、食品プラント建設の仕事をしているエンジニアです。プロジェクトに関わるすべての業務が私の仕事ですが、やはり計画が一番楽しい作業です。食品工場の建設計画が具体的にどのように行われるのか、あまり一般的には知られていませんが、食品は職人技やこだわりのものなどがあり、機械化や自動化できない工程も多く、運用を十分に考慮した計画が絶対条件となります。実はこれが結構難しいのです。建物や機械のスペックなどを設計するのと違い、お菓子作りの段取りを理解し



たり、弁当を作るのに必要なスペースを考えたりするのは計算ではできません。さらに、日本における食品の安全に対する要求は世界トップレベルです。品質管理や衛生管理といった要件も実現しつつ、顧客へのヒヤリングを通じて工程分析することから始まります。もちろん、経験やノウハウを活用して計画を進めていくのですが、一番重要になるのはコミュニケーションです。相手を理解する、自分の意見を伝える、そしてお互いに納得して実行する、このサイクルの繰り返しです。すべての作業のベースとなるのがコミュニケーション力、それも重要な技術要素の1つなのです。

では、化工においてコミュニケーション力はどのように磨かれるのでしょうか？ 化工では、単位操作・プラント設計や工業化などにおいて広い範

囲の技術をカバーして活用します。「さまざまな分野の技術を理解し、いろいろな人々から学んで作り上げる」という作業が必要です。その過程で、それぞれの技術に対する深い知識力が養われ、それとともに自分のコミュニケーション・スタイルが形成されます。その結果、次元の高い課題解決を実行できるプロフェッショナルなエンジニアと成長していくのです。

さまざまな技術・分野を広く学ぶという化工特有の環境。技術力やコミュニケーション力といったビジネススキルをトータルで習得し、高い資質を養うことができるのです。これこそが化工の一番の魅力ではないでしょうか？ プロフェッショナル・エンジニアへの道は化工で学ぶこと。是非体験してみてください。



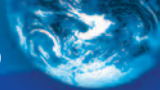
コンテナシステムを採用したミックス粉製造設備



弁当・惣菜工場の加熱調理場



菓子工場の計量設備



学生の声

「ロンドンでの留学体験記」

Written by: 吉川研究室 西本愛子

私は修士2年次の夏期3ヶ月間(7月~9月)、工学系のプログラムによりイギリスのImperial College Londonに留学させていただきました。ちょうど夏休みの期間であったため、化学工学系の研究室に所属し研究活動やゼミに参加させていただきました。

東工大では、マイクロ化学プロセスにおける膜を用いた分離装置について研究しており、その中の流動状態のシミュレーションと実験を行っています。一方、私がお世話になったImperial Collegeの研究室では、高分子膜を作成し実証試験を行っているため、膜に関するより詳細な知識が得られるのではないかと思います。研究室を選択しました。研究室では、助手の方の研究をお手伝いするという形で、週に一度ディスカッションをしながら進めていきました。

研究室には、総勢20名以上のドクターや研究員を中心とする方々がいらっしゃいました。日本の研究室の雰囲気を想像していたのですが、学生室はばらばらで、週に一度のゼミで集まる以外は、全員揃うことはありません。私のような短期の留学生も多く、大変出入りの多い研究室でした。



大学の近くの町 (Marble Arch) の様子



キャンパスの風景

最初の2週間は、4人部屋に一人こもって論文を読む毎日でした。これではだめだと思い、論文を読みながらも担当の先生に質問しに行ったり、実験を見学させてもらったりしました。短期間だったので、大きなテーマはなかったのですが、質問をしていく中で助手の方と相談して、実験をやらせてもらったりしました。実際に膜を作る過程を見学できたのは、本当に有意義だったと思います。その中で、徐々に他のメンバーの方とも仲良くなり、帰りに一緒にミュージカルを観にいったりしながら、ロンドンの学生らしい日々を過ごしました。

全体を通し、やはりはじめは予想していなかった事も多く苦労しましたが、言うべきことはきちんと伝え、またそれぞれの国の習慣を受け入れながら協力することが重要だと思いました。私は、半年後に社会人になる予定ですが、この3ヶ月で

学んだ事や得られた体験、友人などはその後も大いに役立つものだと思います。このような機会を与えてくださった工学系留学プログラムに携わる先生方、快く送り出してくださった先生方に心よりお礼申し上げます。



お世話になったLudmila先生と

From ChemENG, Tokyo Tech

化学工学専攻の研究紹介

平成21年度の博士論文と修士論文の題目を以下に紹介します。なお、博士論文発表会は既に修了しましたが、修士論文発表会は2月18日、19日に開催されます。

博士論文

■ 益子研究室

・水潤滑下におけるDLC膜の摩擦・摩耗挙動を支配する表面特性の解明*

■ 谷口研究室

・Development of Novel Preparation Methods for LiFePO₄ Cathode Materials of Lithium Secondary Batteries*

■ 太田研究室

- ・乳糖からキシリトールへの生物変換プロセスの設計
- ・担持貴金属触媒上におけるCOおよびNOに関する低温除去反応の解析*
- ・医用安定同位体炭素標識グルコース生産用光合成生物反応器の開発*

■ 鈴木研究室

・Application of Pd-Ag membrane to plasma reformer for hydrogen separation

■ 吉川研究室

・圧縮性ケーキ層を生じるクロスフロー限外濾過における透過現象に関する研究

■ 久保内研究室

・コンクリートライニング用エポキシ樹脂における硫酸の浸入機構と長期耐久性評価

修士論文

■ 益子研究室

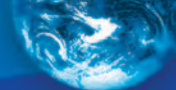
- ・配向性の異なる有機単分子膜のナノ・マイクロトライボロジー特性
- ・固体表面への有機高分子の固定とトライボロジー特性の評価

■ 谷口研究室

- ・ホウ酸鉄リチウムの合成とそのリチウム二次電池特性
- ・珪酸鉄リチウムとカーボンのナノ複合材料の合成とそのリチウム二次電池特性

■ 黒田研究室

- ・管路網内流れにおけるモニタリングのためのモジュール型ダイナミックシミュレーション
- ・相間移動触媒反応における第3相形成操作の反応性への影響



・超音波照射下におけるTiO₂粒子分散状態の分解反応への影響

■ 淵野研究室

・HAZOPに基づく腐食管理支援システムの構築

■ 太田口研究室

・糸状真菌セルラーゼ成分の解析とセルロースからD-グルコース生成反応への応用

■ 関口研究室

・一酸化二窒素を用いたプラズマジェットによる有機物の部分酸化

・Plasma-Catalytic Hybrid System Using Spouted Bed with Gliding Arc Discharge*

・Treatment of Airborne Asbestos Using Atmospheric Microwave Air Plasma*

■ 伊東研究室

・イオン液体に対する水/アルコールの透過係数に関する研究

■ 鈴木研究室

・SOFCLリアクターを用いたプラズマ化学反応と電気化学反応の協奏効果

・プラズマ化学法による窒素の同位体分離

・円転型プラズマ反応器による酸化チタン部分還元処理

・大気圧プラズマ重合プロセスを用いた複合膜の合成

■ 吉川研究室

・円弧型マイクロ分離分級器の非球形粒子に対する適用性と処理量増大手法に関する研究

・膜分離活性汚泥法における中空糸膜のファウリング現象のモデル化

・マイクロチャネルを有するクロスフロー限外濾過装置の設計指針

・矩形マイクロチャネル内における気液二相流の流動評価

・血漿成分分離器の透過現象に関する研究

■ 久保内研究室

・エポキシ樹脂リサイクルにおける硝酸の高効率利用

・ポリアセタール樹脂のペイント溶剤による劣化評価

・Effect of flake orientation and interphase on barrier properties of reinforced linings*

*:平成21年夏 発表

平成20年度

化学工学専攻および
化学工学科化学工学コース
就職状況

()内は人数、1名の場合は省略、大学、官公庁、企業の順でアイウエオ順

博士： 慶応大学、チュラロンコン大学(タイ)、延世大学(韓国)、インクス、宇部興産、東芝、豊田中央研究所、フジクラ

修士： 東工大大学院博士課程(化学工学専攻)、アクセンチュア、旭化成、味の素、花王、キヤノン、JFEエンジニアリング、信越化学、新日本石油(3)、住友化学、千代田化工、東レ(2)、東芝、日揮、日清製粉、日本オイルエンジニアリング、日本経営システム、日本モレックス、BASF JAPAN、三菱化学(2)、三菱ガス化学、三菱レイヨン

学部： 東工大大学院修士課程(化学工学専攻27、他専攻1)、エーザイ、スズキ、日本軽金属

Information
お知らせ

表彰

■ 本専攻名誉教授小川浩平先生が化学工学会学会賞を受賞しました。表彰題目は『化学工学のスパイラルアップを目指した新視点と新手法の確立』です。

■ 下山裕介助教が化学工学会研究奨励賞【内藤雅喜記念賞】を受賞しました。表彰題目は『連続誘電体モデルと三次状態方程式を利用した高圧相平衡推算手法の開発』です。

■ 久保内昌敏教授が、第42回日本大学生産工学部学術講演会・学術賞受賞者等表彰式において多年発表者彰を受賞しました。

■ 第16回ASEAN Regional Symposium on Chemical Engineering において、名見耶治紀君(鈴木研M2)がBest Paper賞(3rd PLACE)を、Terence P.Tumulva

君(久保内研D2)がBest Paper賞(RUNNER UP)を受賞しました。

■ 平成21年度化学工学専攻修士中間報告会で以下の3名が表彰されました。

- 最優秀賞 工藤 卓也君(益子研)、小竹 伸一君(益子研)
- 優秀賞 近藤 亮太君(吉川研)

発表会

平成21年度の化学工学専攻修士論文発表会は2月18日、19日、化学工学コースの卒業論文発表会は3月1日に行われます。詳細はホームページをご覧ください。



東京工業大学大学院理工学研究科
化学工学専攻
http://www.chemeng.titech.ac.jp/index.htm

<http://www.chemeng.titech.ac.jp/>

【ChemENGニュースレターに関するご意見、ご要望、お問い合わせは、下記までお願いします。】

ChemENG編集委員会 E-mail: newsletter@chemeng.titech.ac.jp Phone: 03-5734-2475

