

# ChemENG 9

Tokyo Institute of Technology Chemical Engineering

OCT  
2011



## Chemical Engineering World

### Why should you major in Chemical Engineering?



Professor,  
Dept. of Chemical Engineering,  
Graduate School of Science and  
Engineering, TITech

Wiwut Tanthapanichakoon

You might wonder who I am, and why a foreigner like me is qualified to ask the above fateful question. I am the first student from Thailand to study chemical engineering (ChE) at the undergraduate level in Japan. And I am the first Thai to become a permanent full professor in the long history of Tokodai. By coincidence or by luck, Kyodai and Tokodai are the first two among the three universities in Japan to pioneer ChE education.

What is the key difference between Chemistry (Chem.) and Chem. Eng.? According to Webster's New World College Dictionary, Chem. is "the science dealing with the composition and properties of substances, and with the reactions by which substances are produced from or converted into other substances" whereas ChE is "the science and profession of applying chemistry to industrial uses". Without ChE the industrial scaleup of production from small scale (done by chemists, material scientists and so on) to full scale would never materialize. No wonder why chem. engineers are treated well and with respect when they practice their profession. I am not familiar with

Japanese data but AIChE 2011 Salary Survey reveals that in the US, the average starting salary for chem. engineers is 66,900 USD/year (about 446,000 yen/month @ 1 USD = 80 yen). AIChE stands for American Institute of Chemical Engineers, a global professional community with over 40,000 members in 93 countries. Obviously, ChE is among the best paid engineering professions in the US and elsewhere, particularly in Thailand. It simply reflects the demand and supply law of economics.

Why did I choose to major in ChE in Kyodai in 1969? I am absolutely sure that a university freshman like you wasn't born yet when Todai didn't accept any new entrants in 1969 because of its year-long student strikes. I chose ChE because I was convinced ChE is indispensable for the planned industrialization and modernization of Thailand. To tell the truth, I didn't and still don't enjoy subjects that require heavy memorization such as history, biology, and chemistry. I enjoy subjects that

require analytical thinking, calculation, and integration of components as well as disciplines. This overall description nicely fits the characteristics and requirements of ChE. In fact ChE was born a century ago from the integration of chemistry and mechanical engineering. Already ChE has diversified and is now truly multi-disciplinary in nature, ranging from biochemical engineering to molecular engineering and nanotechnology. Incidentally, I am the founding executive director of the National Nanotechnology of Thailand (NANOTEC), and my ChE background is definitely a plus in this history-making effort. I wish to point out another unique strength of ChE, namely the integration of chemical processes and systems into a large plant. Chem. engineers are trained in process system engineering, which can be extended and applied to a group of plants and region, a feature not stressed in Chem.

Last but not least, I am happy and proud that both sons of mine have voluntarily chosen to follow my footsteps by not only majoring in ChE but also studying in



Receiving ASEAN Outstanding Engineering Achievements Award, bestowed by ASEAN Federation of Engineering Organizations (AFEO), 2 Dec. 2010, Hanoi, Viet Nam.



Fringe benefit of being NANOTEC Exec Director, August 2005

Japan. My elder son received his D. Eng. from Kanazawa Univ. whilst the younger got his B. Eng. and M. Eng. from the same Kyodai ChE dept. as I did. Incidentally, from this October, Dr. Pailin Chuchottavorn who got his M. Eng.

and D. Eng. from TITech ChE dept. will become the President and CEO of PTT, one of Thailand's largest conglomerates in oil & gas and petrochemicals with annual revenues of over 1,000 trillion yen in 2002. 

*Why don't you join us as chem. engineers?*

**Laboratory Now**

**「呑川プロジェクト進行中」**

Written by: 関口 秀俊

東工大のグラウンドに沿って小さな川が流れているのをご存じでしょうか?名称は呑川、以前はここより上流側も川となっていました。現在は大岡山キャンパス緑が丘地区を貫く遊歩道となっています。呑川は、源を世田谷区用賀付近とし、大田区大森南で東京湾に注ぐ二級河川です。



図1 呑川 御成橋より下流を望む(平成21年7月撮影)

この川の特徴は蒲田駅付近からの下流域が感潮域であることで、このため、この区間では潮の干満に伴い水量が変化し、上げ潮時には逆流するために、河川水中に海水が混じります。実はこれが呑川の悪臭・白濁化・スカム発生といった大きな環境問題を引き起こしています。この対策のため、大田区は、東工大および(株)建設技術研究所と共に産官学プロジェクトを立ち上げました。東工大からは、本専攻を中心とする研究グループ(代表・鈴木正昭教授、参画研究室:鈴木研、森研、吉川研、淵野研、関口研、国際開発工学専攻日野出研、生命理工学研究科生物プロセス専攻丹治研)が、化学工学や生物工学の視点から浄化に向けた研究を進めています。

プロジェクトは、(1)汚濁メカニズムの調査・検証、(2)浄化システムの研究に大きく分かれており、(1)については室内での模擬実験や現地調査と汚濁メカニズムの定量モデル化、(2)では、モデル化を踏まえた浄化システムの開発と室内および現地実験による浄化検証を行っています。また、大田区の小中学校における呑川を教

材とした環境学習にも一役買っています。

図2は想定されている汚濁メカニズムです。上述のように海水の混入が最も大きな原因です。海水には硫酸イオンが含まれています。この硫酸イオンが、存在する硫酸還元菌により還元され、硫化水素が生成し、これが悪臭の原因となります。また、白濁やスカム発生も、この硫黄成分や汚泥が原因と考えられています。手取り早い解決法は硫酸イオンを取り除けば良いのですが、潮の干満に伴い海水が混入するので、これは不可能です。したがって、硫酸還元菌が活性化しないような環境を作れば良いのですが、この条件は、河川水のpH、酸化還元電位、溶解酸素濃度、COD(化学的酸素要求量)などが複雑に影響するため、そしてさらに河川水には非定常な流れがあるため、簡単には決められません。また、海水は比重が重いので河川水の下層に侵入し、一方、酸素は水面から取り入れられるため、その結果、河川水は、上層は酸素濃度の高い好気性雰囲気、下層は硫酸イオン濃度が高く酸素がほとんど無い嫌気性雰囲気の2層形成となり、現象をさらに複雑化させています。

さてプロジェクトは、今年度より、汚濁の重要な

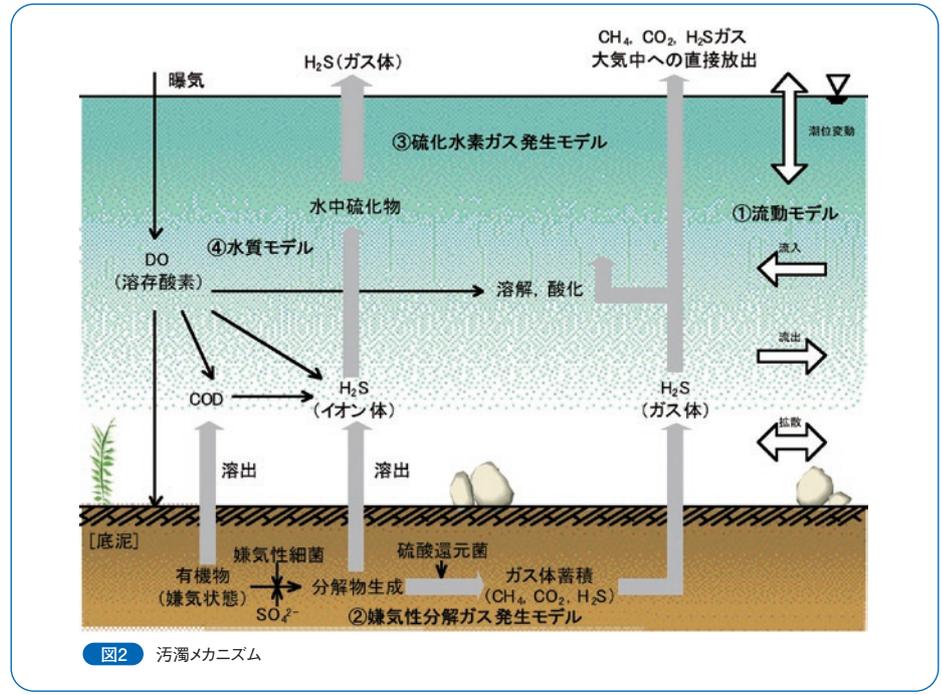


図2 汚濁メカニズム



図3 高濃度酸素水生成装置

因子と思われる下層の溶解酸素濃度を上げるため、高濃度酸素水を注入する現地実験に取り組んでいます。図3が現地装置の写真です。河川の低層より汲み上げた水に、空気より濃縮した高濃度高圧酸素を接触させ、高濃度酸素水を作ります。そして、これを汲み上げた位置よりも上流の下層に戻し、その効果を検証しています。また高濃度酸素水生成装置自体の改良にも取り組んでいます。

東工大化工専攻が参画したプロジェクトの成果として、呑川の問題が解決される日が来ることを望んでやみません。 



## 学生の声

### 「マレーシアでの留学体験記」

Written by: 久保内研究室 似内佑輔

私は修士二年生の七月に一ヶ月間、マレーシアの首都クアラルンプールにあるマラヤ大学に留学してきました。今回はこの留学で得られたことや感じたことについて書こうと思います。

私が行った留学プログラムはアジア各国が対象だったので、マレーシアだけでなく中国(北京・香港)・韓国・インドネシア・シンガポールからも学生が集まり、同じ寮で生活を共にしました。

留学中は主に午前は工学に関する授業(エンジニアの思考法・モラルについて等)を受け、午後には研究室や実験室に行き教授や学生と話し理解を深めたり、自動車会社の工場見学、また「スマートトンネル」という雨水を効率的に排出する大規模トンネルの制御室の見学に行ったりなど、様々な場所に行き見聞を広めました。

留学をしてまず感じた事は、文化・宗教の違い

人と生活することの難しさでした。特に、マレーシアの国教であるイスラム教は日本人にはピンと来ないので、豚を料理する可能性のある店を避ける(本人が食べなくても)こと、女性との接し方(男性は握手もしてはいけない)に注意をしなければならない等、慣れないうちは大変でした。

もう一つは国が違えば求められるエンジニア像も変わってくるんだな、ということでした。例えば工場の労務管理において、イスラム教の断食の期間に労働者の健康をいかに保つかなど日本とは全く違うことを考えなければいけません。

留学中は授業を聞くのも友達と話すのも全て英語で、当初は全くついていけませんでしたが、毎日日本人同士で英語についての反省会をし、積極的に会話に参加することで徐々に話せる様になりましたが、「日本人が一番英語が下手だった」という状況に非常に劣等感と焦りを感じたことを覚えています。

また、電気も水も無い村にホームステイに行くプログラムもあり、アフリカの方と一緒にベッドで寝て、友達になるなど、日本では出来ない事を経



プログラムの参加者たち(中央で横になっているのが筆者)

験出来て非常に刺激的でした。

留学を終えて、外国では英語が話せることが当然であるという事に対する危機感、また他国の友達とずっと深く話したいという思いから他の言語に対する意欲も沸きました。

エンジニアにもグローバル化が求められる現代において、外国人の国民性・考え方や宗教を「理解」するだけでなく「体験」すること、これらはとても重要なことだと思います。それらを学生のうちに経験できたことは自分にとって非常に大きな財産になったと思います。☑

## サイエンスワンポイント

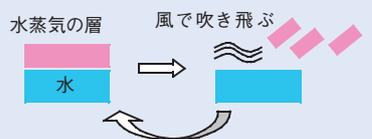
### 身の回りの化学工学 こぼれた水は何時間で乾くか — 境膜のはなし —

Written by: 伊東 章



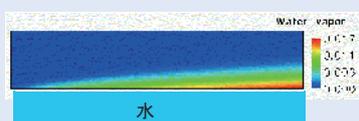
「水が乾く」という現象は日常のことです。水の蒸発についての理学的な説明は「水面上には水蒸気の層があり、これが風で吹き飛ばされる。すると再度新しい水蒸気の層ができ、この繰り返しで水は蒸発する。」というものです。しかしこれでは「机の上のこぼれた水は何時間で乾くか」という具体的な質問には答えられません。

#### 【理学的説明】



水の蒸発現象はいつも見ている身近なものですが、厳密に科学的にとらえるとかなり複雑な現象です。下図は実際の現象に近いコンピュータシミュレーションですが、水蒸気が水面から空気中に徐々に広がる様子が示されています。蒸発速度は上流から下流へ位置によっても違います。

#### 【蒸発現象のシミュレーション】



このように水の蒸発現象は流れと拡散の複合現象で、さらに実際にはこれに蒸発にともなう蒸発潜熱消費により伝熱現象が関わります。空気の流れが速いと渦も影響します。つまり水の蒸発といえども科学的に厳密には流れ・拡散・熱移動が関わる複合現象として考えなくてはなりません。

現在ではこの複雑な蒸発現象のコンピュータシミュレーションも可能なのですが、目の前の水の蒸発時間の計算にわざわざスーパーコン

ピュータを持ち出すわけにもいきません。

しかしエンジニアはとにかく「何時間で乾くか」に答えなくてはなりません。その際の方針は現象の本質を捉え、モデル化し、とにかく具体的に電卓で計算できるまでもってゆくことです。

まず蒸発現象を支配するものを拡散現象と考え、流れと伝熱は置いておきます。次に**蒸発**を①**蒸**と②**発**の2段階とします。①**蒸**とは水面に接した空気中の水蒸気濃度・分圧であり、これはその温度の水の飽和水蒸気圧になっていると考えます。つまり液面で水と水蒸気が常に平衡にあるとします。飽和水蒸気圧については高校でも学習しています。具体的には $p^*=3.17$  kPa (25°C)であり、これをモル濃度 $C_s=1.28$  mol/m<sup>3</sup>に換算しておきます。また水面から離れた空気流れでは $C_\infty=0.77$  mol/m<sup>3</sup>です。(湿度60%RH)この濃度差( $C_s - C_\infty$ )が蒸発現象の推進力(driving force)となります。

②**発**の段階は空気中の水蒸気の拡散現象です。拡散現象には拡散法則があり、

「物質の拡散速度 $N_A$ は濃度差( $C_s - C_\infty$ )に比例し、距離 $\delta$ に反比例する。その比例定数が拡散係数 $D_{AB}$ である」

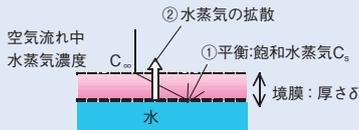
というものです。式で書くと:

$$N_A = D_{AB} \frac{(C_s - C_\infty)}{\delta}$$

となります。



【境膜モデル】



この法則をそのまま適用するため、水面に接した空气中に水蒸気の境膜というものを考えます。実際の水蒸気は水面から徐々に濃度が薄くなっているのですが、これを大胆に直線状の濃度分布とみなします。また、位置により水蒸気層の厚さも違うのですが、これもδで一定と考えてしまいましょう。(この境膜厚さが空気流れ、風速に依存するのです。)また比例定数の拡散係数は空気

中の水蒸気の拡散では

$$D_{AB} = 2.88 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

とわかっています。

以上で拡散法則の式中の各パラメータが具体化できましたので、計算すると、

$$N_A = (2.88 \times 10^{-5}) \frac{(1.28 - 0.77)}{(1 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 0.0148 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) = 0.266 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$$

$$= 0.96 \text{ mm/h}$$

となります。結果、1時間で約1mmの液面低下、2mm厚の水の層なら2時間で乾くと計算できました。

以上のような考え方(モデル化)は現象をあまりに簡略化しすぎていると驚かれるかもしれませ

ん。しかしエンジニアはとにかく計算・設計しなくてはなりませんので、現象の本質をみきわめ、先ずは定式化(モデル化)しようと思います。不十分なところはあとから補正すればよいのです。このような姿勢は一般に工学的なものなのですが、特に流体の関わる複雑な現象を取り扱う化学工学で強調されているところです。

今回示した①蒸での「平衡」および「推進力」と、②発で使った「(拡散の)速度」という考え方は、日常・生産現場から環境まで、化学工学が種々の現象を取り扱う際の基本となります。これらを真に身に付けばあなたも立派なエンジニア。自信をもって世の中の問題に立ち向かって、なんでも計算してあげてください。

化学工学って簡単に役に立ちますね! ☑

平成22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: フィリピン大学、ホーチミン工科大学、住友金属、TTDCトヨタテクニカルディベロップメント

修士: 東工大大学院博士課程(化学工学専攻3、他専攻1)、長野県、飯田産業、宇部興産、NOK、LG Tech、コニカミノルタ、佐竹化学機械工業、石油資源開発、大気社、東洋エンジニアリング、東京電力、トクヤマ、日揮(2)、日産自動車、日清エンジニアリング、三菱化学エンジニアリング、BASFジャパン、日立建機、三菱重工(2)、三菱電機、三菱マテリアル、ライフネット生命保険

学部: 東工大大学院修士課程(化学工学専攻28、他専攻2)、東工大研究生、キヤノン、昭和シェル、住友ケミカルエンジニアリング、東洋製作所、日本原子力発電、日本パーオキサイド、リガク



Information  
お知らせ

工大祭  
オープンキャンパス

化学工学専攻・化学工学科化学工学コースでは、来る10月22(土)、23日(日)の工大祭で体験実験など化学工学を紹介する催しを開催します。1年生の学科所属についての相談も受けますので、ぜひ会場の大岡山・南実験棟4に来て下さい。

表彰

化学工学会第43回秋季大会にて行われた第10回プロセスデザイン学生コンテストにおいて、以下の学生グループが表彰されました。なお、このコンテストでは東工大化工からのグループが最優秀賞を2年連続で受賞しています。

■最優秀賞(オメガシミュレーション賞)

(アスペンテック賞、審査員特別賞(プレゼンテーション賞)も同時受賞)

- 岡井 直人 君(瀏野研M1)
- 庄田 侑矢 君(瀏野研M1)
- 下田 益民 君(大川原研M1)

■優秀賞(東洋エンジニアリング賞)

(千代田化工建設賞、インベンスプロセスシステムス賞も同時受賞)

- 安居 晃樹 君(松本研B4)
- 小林 博樹 君(大川原研B4)

化学工学会第43回秋季大会にて行われたシンポジウム「産業を支える物性研究—基礎研究からアプリケーションまで—」において、以下の学生が表彰されました。

■優秀賞

「イオン液体含浸膜を利用した水・アルコール分離における蒸気透過側の物質移動係数」

- 小島 知弥(下山研M2)



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

