

Save The Earth by Global Conservation

News Letter vol. 11
2010年6月30日発行

「水」は地球環境を考える重要なカギとなる

最初は夢から始まった

現在、水のひとつのかたちである「ハイドレート」について研究しています。高圧・低温下において、水分子は水素結合によってカゴのような構造を形成します。その中に「ゲスト分子」と呼ばれる別の物質を閉じ込めることができ、今ではおよそ150種類が確認されています。メタンハイドレート(ゲスト分子はメタン)に代表される「ガスハイドレート」は、ゲスト分子と水分子が高圧・低温下で触れることで生まれます。

以前は、化学工学の分野で、蒸留塔の設計や分離精製などを

専門とし、企業のプラント設計にも携わっていましたが、1990年頃を境に研究テーマの方向転換をすることにしたのです。研究テーマは、研究者にとって「生き方」にも相当するくらい重要なもの。それを変えた理由は、環境問題でした。後に共同で論文を出すことになる井上義朗先生(現 阪大/基礎工学研究科教授)と、実験室で新年を祝うお酒を酌み交わしながら夢を語ったことがありました。日本全体が1年間に放出している量のCO₂を深海底へ運んだ場合、その体積は1km³に収まる。なおかつ、深海底では高圧・低温の環境が維持されるため、海水と触れたCO₂はハイドレートを形成し、安定化するのです。すると、CO₂ハイドレートの層が蓋の役割を担い、深海底に液体CO₂の貯蔵庫をつくることのできるのではないか。これが実現したらいいよね、って。これがそもそもの原点かも知れませんね。それ以来ガスハイドレートの研究をスタートさせ、現在では、その関連テーマが私の研究室で行う研究の7割程度を占めています。

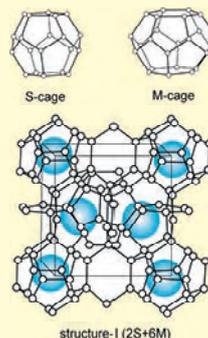
それから約20年が経ち、ずいぶん研究も進みました。深海底に存在する天然ガスハイドレート層にCO₂を送りこむことで、ハイドレート内の天然ガスとCO₂の置換反応が起こり、天然ガスを採掘することが熱力学的に可能であることが明らかになり、研究室レベルの実験が成功しています。



エネルギー環境化学グループ

大垣 一成 OHGAKI KAZUNARI
基礎工学研究科物質創成専攻・教授

気体包接化合物の構造・機能と
地球温暖化・エネルギー資源問題への応用研究



ハイドレートの分子モデル



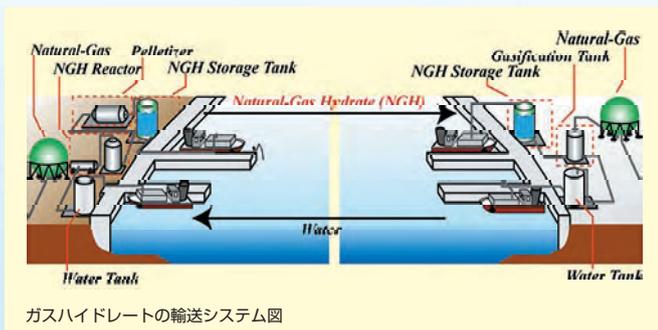
燃えているメタンハイドレート

貯蔵庫としての水

ハイドレートは大気圧と室温に戻しても、すぐには分解しないという特殊な能力を持っているため、この性質を利用することで、気体を貯蔵して輸送できるのではないかと考えられています。

たとえば、天然ガスの輸送です。ハイドレートに天然ガスを入れて輸送し、目的地で溶かす。概算だと、ソフトボールサイズのハイドレートひとつ当たり、その体積の約200倍量のガスを貯蔵する能力があるんです。さらに、液化天然ガスだと -170°C くらいまで冷却して運ぶ必要がありますが、ハイドレートは、 -15°C くらいにすれば、1~2週間程度は持つはずなので、温度的にも体積的にもメリットが大きいのです。その一方で、天然ガスを運んでいるのか水を運んでいるのかわからないくらい、質量的には水がメインになってしまいます。だからこそ、輸送先で水そのものを利用できるしくみを作ることができれば、大きなアドバンテージになります。これに関しては、すでに中国地方で利用している企業があるくらい現実的な話になっています。

さらには、近年の水素燃料に関する盛り上がりも見据えて、水素を輸送することにも注目が集まっています。水素はエネルギー源として魅力的ではありますが、高圧力下では危険を伴います。その点、ハイドレートを形成し、水の中に閉じ込めて運ぶことができれば有利だろうと考えられています。



反応場としての水

さらに、分子を閉じ込める性質を利用することで、「微小反応場」として利用することも可能になってきています。特定のゲスト分子を取り込んだガスハイドレートの結晶に γ 線などを照射すると、ゲスト分子由来のラジカルが発生します。通常、生じたラジカルは、直ちに周囲の水分子などと反応してしましますが、

ハイドレートが安定でいる間は、中のラジカルも安定に存在し続けます。なかには、数週間単位で崩壊しないものも報告されています。そのため、反応させたいラジカルを閉じ込めたハイドレートを用意し、温度や圧力の調節によって壊すことで、狙い通りの反応を起こさせる微小反応場とすることができるのです。

また、ゲスト分子の種類によって安定化する温度が異なることを利用して、蓄熱・蓄冷分子としての応用も考えられます。たとえば、ゲスト分子としてメタンが入っている場合には -15°C 程度で分解しますが、別のゲスト分子が入ったときには、分解される温度が 10°C 前後になるなど、ゲスト分子をコントロールすることで、保冷剤や暖房材としての機能を持たせることができます。

日本が世界を牽引する

これだけ多様な性質・機能を持つガスハイドレートに関する研究が始まったのは200年くらい前のことです。石油化学プラントのパイプ閉塞防止対策の研究としてスタートしました。しかし、地球温暖化問題やエネルギー問題などに連動して、日本でもハイドレートが注目され始めたことから研究が盛んになり、学術論文の数は1990年以降指数関数的に増加しています。そのなかでも、日本の占める割合は60%を超え、文字通り世界をリードしているのです。私たちには、そんな世界の、そして日本のハイドレート研究発展の引き金となることのできたという自負があります。

最近では、中国をはじめアジア諸国も研究を進めており、今後はさらなる加速が見られるはずですが、日本は、学術論文の数から見れば世界を牽引する立場にいますが、まだ日も浅く、基礎科学的な視点での研究がまだまだ不足していると思います。

1800年代、人類は化石燃料を手にし、蒸気機関が急激に発達することで産業革命が起こりました。当時の技術者・研究者は、世界を豊かにし、多くの人に幸せを与えるために活動してははずです。そして、実際に世界は豊かになり、世界の人口は急増しました。しかし、その一方で化石燃料を使うことで環境問題の悪化が引き起こされたことも事実でしょう。「科学技術は万能ではないこと」、そして「哲学のない科学は凶器であること」を私たち科学者が認識しつつも、さらなる発展を遂げられるよう、これからの若い世代に期待したいと思います。

【文・石澤 敏洋 株式会社リバネス】



ストラスブルグ ジョイントシンポジウム報告

2010.3.10~3.20



ストラスブルグ大学とのアカデミック交流

ストラスブルグ大学化学科と本GCOEメンバーとの交流は、本GCOEプログラムのスタートと同時に活発に行われています。そのきっかけは、平成19年11月に、福住教授(工学研究科)、茶谷教授(工学研究科)と真島が訪仏し、ストラスブルグ大学の Pierre Braunstein教授と面会した際に、ストラスブルグ大学と本GCOEの間で協定を締結するスキームが立案され、新しいアカデミック交流プログラムがスタートしたことに由来します。

大阪大学とストラスブルグ大学(当時はストラスブルグ大学連合)の間には、大学間交流協定がすでに締結されていましたが、今回のGCOEが主導となる協定は、他に例を見ないユニークなものであり、これにより両大学の化学・生物分野研究者(教授)同士の交流を基礎とする共同研究を指向した大学院生の相互の派遣と受入が活発化しています。また、その訪問時に、福住教授の発案で両大学の交流促進のためのジョイントシンポジウムをそれぞれの大学で開催することとし、まずはストラスブルグ大学(当時ルー・パスツール大学)の10名の教授を大阪大学に招聘し、第一回目のジョイントシンポジウム“Frontiers in Chemistry and Interfaces with Biology and Physics”を平成20年6月2日~3日の2日間にわたって銀杏会館に於いて開催し、成功裏に終わることができました。また、本年は7月1日~2日に第二回ジョイントシンポジウムがストラスブルグで開催される予定となっています。

このような活発な交流を進める協定を締結したことを契機に、ストラスブルグ大学からの依頼で招聘教授をGCOEから推薦することになり、昨年は、理学研究科の原田教授が招聘されました。本年は、2名の招聘教授申請の依頼があり、真島と林が招聘されました。我々は、日程を調整して3月10日に大阪を出発し、フランクフルト経由でストラスブルグに向

かいました。翌11日には我々のためにストラスブルグ大学のすばらしいセミナーホール Salle de Conférences d'ISISにおいて「Mini Symposium GCOE-UdS」講演会が開催され、Braunstein教授、Jean-Pierre Sauvage教授、Jean Weiss教授など多数のスタッフ及び学生が出席し、活発な議論を行うことができました(写真は、ミニシンポジウムの様子とミニシンポジウム後にBraunstein教授の教授室でWeiss教授とともに撮影)。さらに、真島は、一昨年Braunstein教授のもとに短期留学した学生の成果を論文としてまとめるための議論を行い、一方、林は、本年度学生を受け入れてもらうWeiss教授とのテーマの打ち合わせに多くの時間を割くことができ、それぞれ共同研究の進展を確認することができました。

ストラスブルグ滞在中は、気温が日中でも0°C前後と非常に寒く、最初の2日間は雪まじりの天候でしたが、このようにストラスブルグ大学の多くのスタッフとディスカッションを行うことができ、有意義な時間を過ごしました。ストラスブルグ滞在後、3月18日パリに移動し19日に、GCOEの先導で大学間交流協定を締結したパリ高等化学院(École Nationale Supérieure de Chimie de Paris)を訪問し、今後の交流について意見交換をすることができました。翌20日にパリから空路帰国し、10日間という短期間でしたが、再度我々は、6月下旬からストラスブルグ大学を訪問し、セミナーやディスカッションを通じて、ストラスブルグ大学のスタッフと交流を深め、学生の交換についても議論することになっています。また、次年度もストラスブルグ大学から招聘教授推薦の依頼が届いていることから、これらの機会を活かして、今後両大学間の交流が一層活発化することを確信しています。

(真島 和志/基礎工学研究科、林 高史/工学研究科)



ミニシンポジウムの様子

ミニシンポジウムの後で、
右から、Braunstein 教授、林、Weiss 教授、真島

雪景色のストラスブルグ市内

● 教育・研究支援者の紹介

■ グローバルCOE特任准教授



大久保 敬 (Ohkubo, Kei) /工学博士

研究テーマ：光電子移動化学

HP： <http://www-etchem.mls.eng.osaka-u.ac.jp/mlset010/ohkubo/>

趣味：ペランダガーデニング、ハイキング、ドライブ

■ 平成22年度グローバルCOEフェロー(RA)採択者

【工学研究科】 本多 立彦、松山 直人、本庄 義人、岡田 智、渡辺 修司、阿野 勇介、兵頭 功、高井 淳朗、星本 陽一、乾 祐巳、長町 俊希、金 善旭、劉 文姿、樋上 友亮、大西 祥晴、村上 雄太、清川 謙介、尾上 晶洋、江藤 数馬、二科 昌文、柿倉 泰明、大洞 光司、山本 淳志、小林 志寿、二谷 真司、鈴木 俊宏、沼本 穂、大道 正明、大村 聡、中島 秀人、佐野 洋平、松原 惇起、陳 建志、采女 泰久、崔 世聡、曹 溢華、玉置 喬士、朴 満宰(以上38名)

【理学研究科】 厚見 宙志、小西 彬仁、小森 有希子、金本 光徳、片岡 祐介、山口 敏幸、高野 哲郎、袁 厚群、吉村 優一、中嶋 勇晴、石堂 泰志、藤木 勝将、為末 真吾、鮑 光明、中川 宗、田村 素志、下元 浩晃、内梨 洋介、山岸 正和、岡田 悠悟、北村 明日香、角 永悠一郎、鈴木 晴、王 寧、李 来恩、織田 ゆかり、信川 省吾、猪口 大輔、中西 康之、Kishor Mazumder、澤田 慎二郎、岩脇 寛、瀧野 裕輔、中村 泰子(以上34名)

【基礎工学研究科】 菅 恵嗣、信末 俊平、林 啓太、上野 直遵、長野 卓人、林 結希子、能島 明史、菅野 義経、角谷 繁宏、津田 崇暁、三上 祐輔、南 拓也、田中 真司、中原 靖人、金子 裕、塚本 大治郎、杉田 智彦、福井 仁之、市村 千鶴、前川 雄亮、木畑 貴行、末岡 祥一郎、中尾 圭佑(以上23名)



採択者オリエンテーション風景 (2010年4月7日)

グローバルCOEフェローは秋募集を予定しております。詳しく8月上旬のHPをご覧ください。

http://www.gcoebec-osaka-u.jp/index_j.php

Dr. Luke's 英語寺子屋

A cliché is a phrase that has lost its originality through over-use. In chemistry, one of the most stereotyped clichés is the word "novel", meaning "new". How many times have you picked up a journal and seen the phrase "a novel synthesis of..." or heard at a conference "a novel compound"? Many times, I am sure. Too many times! In many contexts, the word could be replaced by "new": since "new" is both a shorter word than "novel", and more common, it makes the writing easier to understand. In most other contexts, especially in the titles of papers, it should be omitted altogether. After all, if you try to publish a paper in a journal, and your work isn't new, you are unlikely to be accepted for publication in the first place—research results are almost always new, by definition.

However, the word "novel" does have one technical definition that might make it seem like a good word to use. In patent law, "novelty" ("being 'novel'") is one of the most important considerations in deciding whether an invention can be patented: if an invention isn't new, you can't get a patent for it. So by saying a compound is "novel" you can sound like you are using the word as it is used in patent law. However, this is a trap. Patent law has its own special rules about what makes something new or not, and it takes the Patent Office a long time to make that decision about every patent application. For a researcher to make the claim that something is novel, in the patent-law sense, sounds like they are claiming to be a patent examiner. It not only sounds presumptuous, but it also goes against good scientific practice. The law may have to decide one way or another is something is new or not, but a careful scientist should only say something is "new, as far as I know". And "a new synthesis, or at least, new, as far as I know" doesn't work well as a title for a paper..

And on a lighter note...

Puns ("plays on words") are some of the worst jokes in any language.

English is no exception—can you understand these ones taken from news headlines?

- Stolen painting found by tree.
- Kids make nutritious snacks.
- Policeman helps dog bite victim.



発行・企画編集 大阪大学大学院グローバルCOEプログラム「生命環境化学グローバル教育研究拠点」広報委員会
TEL&FAX 06-6879-7805 ホームページhttp://www.gcoebec-osaka-u.jp/index_j.php

デザイン・編集 有限会社ヴィスプロ

取材(研究紹介) 株式会社リバネス

発行日 2010年6月30日



●この印刷物は環境に配慮した植物性大豆油インキを使用しています。