

## 2年生特別講演

### 75 化学分野 「水の不思議」(1年生と合同で実施)

#### (1) 研究開発の概要

昨年度までのSSHで、水分子間に働く水素結合を学ぶことが、高等学校で学ぶ化学の多くの分野に関係する基礎概念を印象づけることはもちろんのこと、水という馴染みのある物質と最先端科学の関係を通して、科学研究のありようを理解させることができることが分かった。そこで今年度も名古屋大学理学研究科の大峯巖教授の講演「水、水、水、この豊かな水の世界」の講義をお願いすることにした。

#### (2) 仮説(ねらい、目標)

この特別研究のねらいは、いくつもある。

まず生徒に対する効果という観点からは、以下の3があげられる。

- ア 大峯先生の講義を聴くことで、科学研究のダイナミズムを実感すること。
  - イ 同じく大峯先生の講義により、水というありふれた物質にも、未知の領域が多くあることを実感する。
  - ウ こうした講義を通して、科学が知的に面白いことを実感する。
- さらにSSHに関する評価の観点としては、以下の3つがあげられる。
- エ 大峯先生の講義を1年生、2年生に聞かせることで、その理解の度合いや感想文を比較することができる。また昨年に実施したもののアンケート結果と比較することで、1年から3年までの生徒の応答が比較できると考えた。なお1年生には、事前に水素結合の解説を総合理科の授業内で実施して、大峯先生の講演にのぞんだ。

#### (3) 研究の方法および内容

- ア 対象生徒 2年理系生徒全員(約220名)と1年生全員(約360名)
- イ 実施日時 平成18年10月
- ウ 実施内容 大峯教授による講演「水、水、水、この豊かな物質」

##### (ア) 特異的な性質を持つ水

- ・水は化学反応、生命現象、環境・エネルギー問題、地球や宇宙などに関係する。

##### (イ) 水の多様性について

- ・普通の水から、13種類の氷ができる。
- ・超臨界状態(300、200atm)になった水は、ダイオキシンなどはもちろん何でも分解してしまう。
- ・100万気圧で水を圧縮すると、その体積は半分になる。そのときに水分子はプラズマ状態となり、電気伝導性を持つようになる。
- ・水1ℓに対して、酸素は $10^{-3}$ molしか溶けないが、同じ1ℓの氷に対しては10mol(一万倍)も溶ける。メタンハイドレートもこうした例のひとつである。

##### (ウ) 水の氷化メカニズムについて

- ・水分子間に働く水素結合強さと、水の持つ熱エネルギーの比を計算してみると「20:1」になる。このことから、水は小さなスケールではゲルのようなガサガサの構造である。水素結合の10%程度が切れているだけで、液体としての物性を示している。
- ・水が安定な氷の構造を見つけるのは、まるで日本にいる我々が地球の裏が裏側にあるアメリカの都市で起こった小さな出来事に影響を受けるようなもので、非常に摩訶不思議な現象である。
- ・-40の水が凝固するときには[1/f]ゆらぎで部分的な凝固が表われては消え、ついには全体的な凝固がはじまることシミュレーションで示した。この過程とバッハの音楽が同じゆらぎを示していることも提示された。なおこの研究に6年の歳月と21億円の研究費を要していることも紹介された。
- ・氷が融解する過程を、シミュレーションで示した。部分的な結晶構造の崩れが、あるとき一気に全体に拡がり、ランダムな構造に変化する様子が窺えた。

##### (I) 水に関連して

- ・タンパク質によるプロトンポンプとの関連について。
- ・雷の発生と塩の溶解との関係について。



大峯巖教授の講義

(4) 検証（生徒のアンケート結果より）

ア 大峯教授の講義に対する生徒の反応から

生徒に提出を義務づけた感想文では、昨年と同様の感想がみられた。主な内容としては「水というありふれた物質に関して、新しい見方ができるようになった」と、「大峯先生がサイエンスを楽しんでいる姿が印象的だった」が多かった。お忙しい中、貴重な講演をしていただいた大峯先生に、この場をお借りして感謝の意を表したい。

イ 学年別にアンケート結果を比較してみる

講義後のアンケート項目とその結果を図1に示す。

水分子間に働く水素結合と水分子の持つ熱エネルギーの大きさのアンバランスを理解できましたか？

液体の水においても、氷状態の90%の水素結合が残っていることを理解できましたか？

常温で水が液体で存在できる理由を理解できましたか？

水が凝固するときに、揺らぎが関係することを理解できましたか？

水が凝固するときのシミュレーション映像とバッハの音楽との関係を理解できましたか？

メタンハイドレートができる状況を理解できましたか？

雷が生じる際に、イオンが関係していることを理解できましたか？

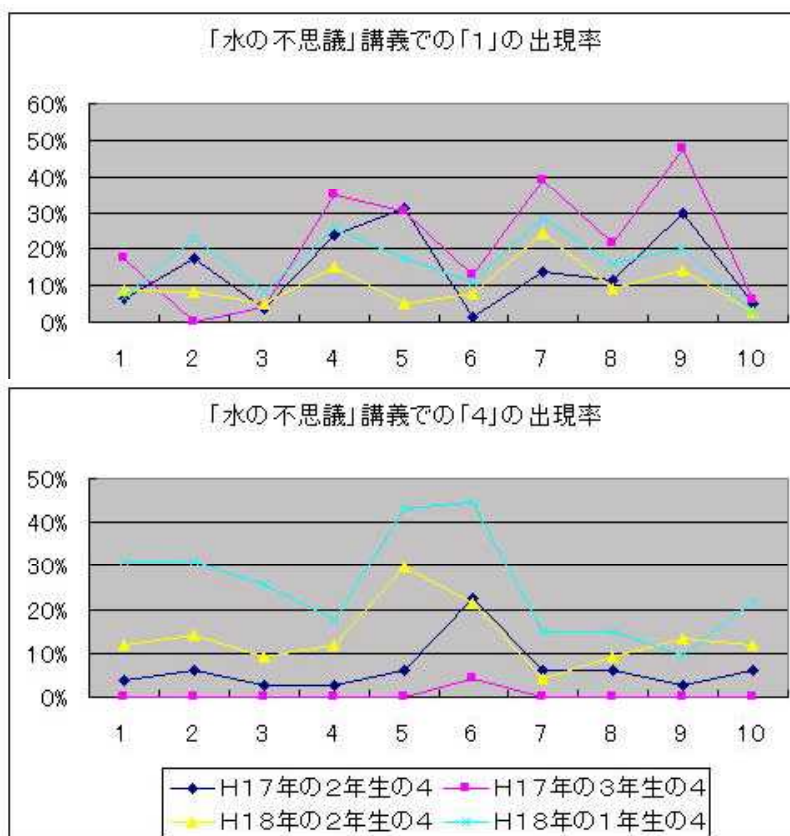
今回の講義が高等学校の化学と深く関係していることを理解できましたか？

今回の講義は面白かったですか？

今回の講義は概ね理解できましたか？

事前の打ち合わせの段階から、大峯先生の講義の内容が、基本的には昨年と同じであることを事前にお聞きしてあったので、生徒に対するアンケートの項目も昨年とまったく同じにした。

このことにより、昨年度に実施した3年（以下では平成17年の3年）と2年（平成17年の2年）、さらには今回に実施した2年（平成18年の2年）と1年（平成18年の1年）のアンケート結果を比較することができた。



上のグラフは、各アンケート項目において、もっとも肯定的な「1」と答えた者の割合を示したものである。これを見ると講義のもっとも中心的な部分である「水素結合と水の状態の関係」や「ゆらぎと水の氷化の関係」の理解に関してストレートに「よく理解できた」と答える生徒の割合には、学年間に明確な差はみられない。ところが、もっとも否定的な答えである「4」の出現率をみると、1年生の割合が著しく高いことが分かる。これは他の学年と異なり1年生が全員を対象としているため、理数系に興味関心の薄い生徒が多くいたことが原因と思われる。実際にSPPSで検定を行ったところ、アンケートに対する応答の分布が、他の学年のものと有意差があることが示された。

その一方で、明確な「1」の出現率に差がないことにも注目すべきではないだろうか。これは本校のような進学校においても、良質な知的刺激に対して鋭敏に応答できる者が、学年に関係なく、ある一定の割合で含まれていることを推測させる。

また同じ2年生どうしで比較した場合、「1」と「4」の出現率いずれも昨年の2年生の方が良い応答を示している。大峯先生の講義内容が昨年と同じであったことを考えたとき、この違いはどのように考えたらよいであろうか。

じつは昨年と今年度では、大峯先生の講義に至るまでのプロセスが異なっていた。昨年度は、化学を学習する中に水素結合の項目を挿入し、さらに水に関する分かりやすい実験を実施して講義にのぞんでいる（詳細は昨年度の報告書を参照のこと）。ところが今年度は、この講義に備えるために、化学の「物質の状態」から「溶液の性質」までを学習し終えた上で講義を受けている。つまり今年度の2年生の方が、物質の状態に関しては系統的な学習を受けた上で大峯先生の講義に接しているわけである。

しかしアンケート結果は上に示したとおりである。これは教科書的な学習をすることが、同じような内容を扱っているにもかかわらず、なかなか最先端のサイエンス研究のダイナミズムを皮膚感覚で捉えることに繋がらないことを示していると思われる。

#### (5) 事業内容全体の評価と今後の課題

何度も繰り返してきていることであるが、本校のように対象生徒が全員という規模の大きい実施形態においては、やはり生徒のモチベーションをどのように維持するのが大きな問題となる。そのため敷居からして高いものではなく、見て面白い、日頃の授業の内容がよく分かるようになる、自分の知らないことに接することができる、最先端の学問に触れることができるなど、多くの生徒が対象となるだけに、個々の生徒が魅力を感じる要素を兼ね備えた実施形態であることが求められる。

また日常の学習それ自体に、サイエンスの魅力を感じさせるような教材を提示することができなければ、せっかくの講義も単発的なものに終わってしまいがちである。SSHの根幹にかかわる重要な課題として、今後の一層の研究が必要となる。