

### 37 3年生特別講演(化学分野)「水、水、水、この豊かな水の世界」

#### (1) 研究開発の概要

今年度の特別研究の教材開発にあたり、まず水分子間に働く水素結合を題材に選んだ。その理由は、昨年度の経験を生かしながら、さらに最先端科学の一端を水という馴染みのある物質を通して認識させることができると考えたからである。

#### (2) 研究開発の経緯

この特別講演のねらいは、いくつかある。まず生徒に対する効果という観点からは、以下の4つがあげられる。

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。

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 これらの経験を通して、科学が知的に面白いことを実感する。

エ 高等学校で学ぶ化学が、最先端の化学に直結していることを実感する。

#### (3) 研究の方法および内容

ア 対象生徒 2、3年理系生徒全員(約400名)

イ 実施日時 平成17年6月3日

ウ 実施内容 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、何でも分解してしまう。

・1 kcalの熱エネルギーを持つ水が、1000kcalの結合エネルギーを持つ鉄の結合を崩してしまう(火力発電所のタービン)。

・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。

・水分子間に働く水素結合の様子をシミュレーションで示し、そこで起こるマイクロ波レベルの波を変換して可聴音にしてみると、[1/f]ゆらぎを持った「ゴ〜」という滝のように聞こえる音になる。

##### (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、まるで日本いる我々が地球の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を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見られた。

・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。この性質を利用して、二酸化炭素を封じめることはできないか。



大峯巖教授の講義

(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。
- ・アモルファスの氷を作ることができれば、画期的な冷凍技術になり、流通革命につながる可能性がある。
- ・雷の発生と塩の溶解との関係について。

(オ) 科学研究において重要なこと

- ・若者は知識がない分だけ、思い込みが強い。そのメリットを生かして、自分の信ずる道をどこまでも突き進むことが何よりも大切である。それはまるで「山で迷ったら、真っ直ぐに歩け」という教訓に似ている。



講義後も熱心に質問する生徒

(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の主な内容は次のようであった。講演内容に関しては、展開された内容に関して驚きの連続であったことが分かる。

- ・身近な物質である水の多様性に驚いた。
- ・10%の水素結合が切れるだけで、液体になることに驚いた。
- ・映像が非常に印象的だった。
- ・水の氷化過程で、揺らぎが関係していることに驚いた。
- ・超臨界水が、ダイオキシンも分解してしまうことに驚いた。
- ・水に対する見方が大きく変化した。

その他に関しては、大峯先生の研究に対する姿勢に心を動かされたという感想が多くみられた。

- ・大峯先生が研究を心底から楽しんでいる様子に感動した。
- ・大峯先生が生き生きと話される様子に、水の世界に引き込まれていった。
- ・研究に必要なことは、飽くなき好奇心であることがよく分かった。
- ・身近な物質である水の多様性に驚いた。
- ・「水商売が止められない」という言葉がよく分かった。
- ・自分の好きなことに突き進んでいる姿が羨ましく思えた。

(5) 成果と反省

ア 事業実施による成果

本事業は高等学校の基本事項と深く関わる分野であったので、生徒の理解も進み、アンケートの結果も非常に良好であった。この特別講演によって、これまでの授業内容の復習や理解の深化が得られたのはもちろんのこと、最先端の化学研究の一端に接することができたと思われる。

イ 今後の課題

特別講演のように講義のみ展開する事業では、生徒を引きつけることのできる講演者をどうやって見出ししていくのか、それが最大の課題である。

今後もSSHで得ることのできた大学との連携を通して、サイエンスの面白さを伝えることのできる先生方を生徒に紹介していきたい。