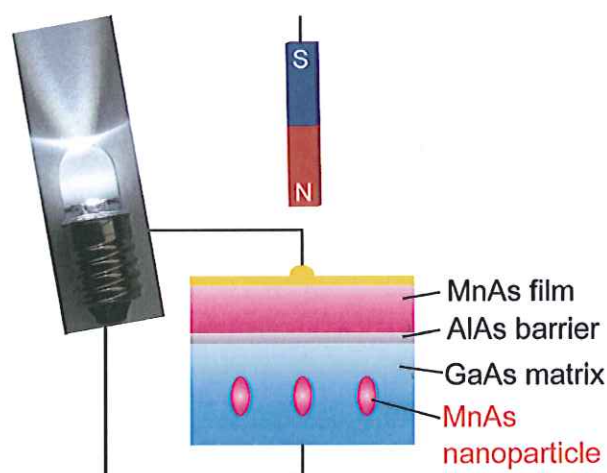


ATI News

第 10 号



磁気エネルギーを電気エネルギーに変換する強磁性トンネル素子

図提供：東北大学金属材料研究所

目次

ページ

| | |
|---|----|
| 巻頭言／研究に近道なし 藤森 啓安 | 1 |
| 研究アラカルト／新しい電磁気学への挑戦 前川 禎通 | 2 |
| コーヒーブレイク／バッハの音楽と蛋白質または形式と自由度 有坂 文雄 | 5 |
| 第 4 回合同研究会／ 「一科学は融合する一バイオ・医学とナノサイエンス」報告 牛木 辰男 | 7 |
| 数学二題 伊達 宗行 | 9 |
| ATI フォーラム開催記 | 11 |
| 2008 年度研究助成成果報告会 森田 清三 | 12 |
| 受賞紹介 | 14 |

研究に近道なし

理事 藤森 啓安



21世紀に入り物質科学はより深化し、生命科学や宇宙科学が本格的な進展に入っている。新しい科学技術社会、文明を迎えている。このような背景のもと我が国は科学技術創造立国を標榜し、政府は研究予算を増やし様々な施策を講じている。総合科学技術会議は重点研究分野として、生命科学、IT、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギー、ものづくり、社会基盤、フロンティアを取り上げ、今、これらが推進されている。しかしながら、出口論（実用化）が先走った施策が気になる。大学等の研究者自身も先を急ぐあまり、折角見出した興味深い現象を十分に練り上げないで、メカニズムもブラックボックスのままにして、表面的現象論だけで済まし次に移る傾向がある。それでは科学的本質を見失い、結局、出口に到達できない。

そのような中でも精緻な研究からは世界最先端の発明発見が我が国から生まれている。よく周知のように、生命科学、ナノ科学、物質科学などからである。やはり、発明発見は基礎・基盤研究から生まれ、それが応用につながり、応用技術のさらなる高度化には基礎科学が必要となる、と云う常道を忘れてはならない。研究に近道はないのである。

さて、まさに、今はじっくり知恵を出すべき課題について、2、3の私見を述べたい。まず、すでにATIも力を入れその研究会メンバーが世界的に活躍をしているスピントロニクスについてである。巨大磁気抵抗に代表される電荷・スピンのナノスケールにおける新規な物理にその本質があるが、そこは新材料・新応用の宝庫である。今はMRAMなどの磁気記録に集中しているが、他の機能性も秘められているのでその発掘にメーカーを含めた広い観点からの挑戦が期待される。次には、省エネルギーのための磁性材料の課題である。アモルファス軟磁性合金が省エネ電力トランスとして見直され新たな研究、開発、生産が再燃している。アモルファス合金の磁化を高めるともっと省エネに役立つ。改めて基礎研究が必要である。水力発電のEPR（Energy Profit Ratio＝出力エネルギー／生産に要する全エネルギー）が高いことから環境を考慮した中小規模河川発電が注目され、それに必要な高効率発電機を希土類強力磁石と高磁化軟磁性圧粉コアで作る新研究開発が始まっている。意外にも超微粒子集合体の軟磁性機構が未解明であり、ここでも古くて新しい基礎研究が必要になっている。

ところで、ATIでは昨年「時を計る」研究会を設けた（ATIニュース第8号11ページ参照）。そこでは、時を計る意味あるいは時計という道具の価値を考え直し、例えば、生物体内時計とウオッチを融合した新概念の時計を創り未来生活に役立てられないか、そんな夢を議論している。これも我が国の独自性が発揮できる領域である。SIIの先導を期待したい。

科学技術創造は極めて個人的であると同時に個々の連携も大切である。まずは興味を持ち、次いで価値を考え出口を目指す。そして研究者個人とそのグループが得意とするものに特化して確実に一步一步進める。当然ながら社会的責任が伴う。昨今の経済不況下の厳しい財政議論の理解も必要である。このようなしっかりした研究開発によって新時代を切り拓くことが求められる。

新しい電磁気学への挑戦

スピントロニクス研究会委員長／ATI 評議員 前川 禎通
(東北大学金属材料研究所教授)



1. はじめに

最近話題のオール電化住宅では台所に IH ヒーターが組み込まれているのは良くご存知のことだと思います。火を全く使わないで調理できるので、安全で空気も汚さないことから、急速に普及しているようです。この IH クッキング用のヒーターは、実は 1831 年にイギリスのファラデーにより発見された電磁誘導の法則の一つの応用例です。このファラデーの法則は、発電機やモーターの原理でもあり、物理学の巨人であるアメリカのファインマン先生の教科書には「近代電気工学はこのファラデーの法則から始まった」と記されています[1]。このように、約 180 年前に発見された法則が、今日の家庭生活の新しいブームを作っていることは驚きです。

このファラデーの電磁誘導の法則が、最近のナノエレクトロニクスの世界で拡張されつつあります[2]。19 世紀に完成したと思われるっており、また現在でも活躍している物理学の法則に対して、21 世紀のナノエレクトロニクスの挑戦が始まっています。この新しい挑戦についてご紹介します。

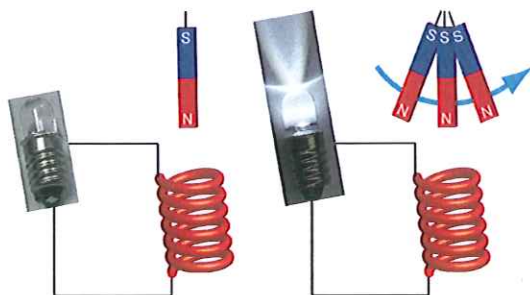


図 1. ファラデーの電磁誘導の法則

2. ファラデーの電磁誘導

電気工学の基礎になっているファラデーの電磁誘導の法則は、はじめにも述べたように、私たちの身近なところで利用されています。図 1 に示すように、電線でコイルを作り、それに豆電球を取り付けておきます。このコイルに磁石を近づけると、磁力のもとである磁力線がコイルに侵入します。しかし、磁石を近づけただけでは普通は何も起こりませんが、磁石を動かすと豆電球が点灯します。

$$E_c = \frac{d\Phi}{dt}, \quad (1)$$

磁石を激しく動かすと豆電球はより明るくなります。これが電磁誘導です。磁石を動かすとコイルに侵入している磁力線の量が時間変化します。この時間変化が電気を作り電流が流れて豆電球が点灯するわけです。また、激しく磁石を動かすと、磁力線の時間変化が激しくなるのでより強い起電力が発生します。これを式で書くと次のようになります。ここで、 E_c はコイルに発生する起電力、 Φ はコイルに侵入する磁力線の量で近づける磁石の強さに比例する量です。

IH クッキングヒーターでは、コンロの電線に電流を流して磁力線を作り、その磁力線により金属の鍋に電流が流れて、この電流で熱が発生する、という仕組みです。

3. スピン起電力

さて、20 世紀に入って量子力学が生まれ、電子は電荷とスピンという 2 つの固有の性質を持つことが明らかになりました。電子の

電荷は電気のもとであり、スピンは磁石のもとになっています。量子力学は電磁気学には変更を与えなかったわけですが、新しい解釈を導きました。その一つが磁力線(Φ)の解釈です。量子力学によると、 $2\pi e\Phi/h$ は電子の電荷の波動関数の位相(ベリー位相と呼びます)と解釈することができます[3]。ここで、 e は電子の電荷量、 h は量子力学特有のプランク定数です。この解釈から、電子が磁力線を直接に感じなくても電子の運動する軌道の内側に磁力線があるとその影響を受ける、というアハラノフ・ボーム効果が発見されました[4]。

それでは、電子のスピン波動関数の位相(スピンベリー位相)はどうでしょうか。スピン起電力がまさにスピンベリー位相(γ_s)が示す現象です。電子の波動関数の全位相は、電荷の部分とスピンの部分の両方を考慮することにより、

$$\gamma = 2\pi e\Phi/h + \gamma_s, \quad (2)$$

となるので、ファラデーの法則を量子力学的に解釈すると、個々の電子に対して、

$$E = \frac{h}{2\pi e} \frac{d\gamma}{dt}, \quad (3)$$

となります。これが、拡張されたファラデーの法則です[2]。(3)式にはスピンによる起電力、

$$E_s = \frac{h}{2\pi e} \frac{d\gamma_s}{dt}, \quad (4)$$

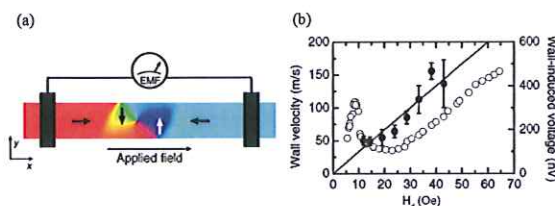


図 2. (a) 磁性細線の模型図。矢印は磁化の向きを示す。(b) 磁壁速度(白丸)及び起電力(黒丸)を外部磁場の関数として示す。実線は(4)式から求めた値を示す[5]。

が新たに付け加わっています。電子のスピンには上向きと下向きの 2 種類が存在するので、強磁性金属では、伝導電子のスピン分極率を p とすると、観測される起電力は、

となります、ここで p は Fe や Ni では、0.5 – 1.0 程度の値です。スピン起電力は従来の起電力に比べると小さな量ですが、ナノサイズの強磁性デバイスでは様々な新しい現象を導きます。本年(2009年)になり、スピン起電力がいくつかのデバイスで観測され始めました。次にその結果を紹介しします。

図 2(a)は、数 100 μm の幅のパーマロイ(FeNi合金)の細線の模型図です。矢印は磁化の方向を示しています。この図にあるように、2つの磁区の間にある磁壁(ここでは渦状磁壁ができています)は、外部磁場を加える磁場の向きを向いた磁化を持つ磁区が広がるように動きます。そのときに細線の両端に電圧が発生します[5]。図 2(b)の白丸と黒丸は磁壁の速度および起電力をそれぞれ外部磁場の関数としてプロットしたものです。直線はスピン起電力の理論値です。

図 3(a)は、強磁性 MnAs と GaAs 中に分散させた強磁性 MnAs ナノ粒子を電極とするトンネル素子の模型図です。図 3(b)は、このトンネル素子の電流–電圧(I-V)特性を示しています[6]。黒線と赤線はそれぞれ外部磁場がゼロ、10kG の場合です。外部磁場を加えることによりバイアス電圧がゼロでもトン

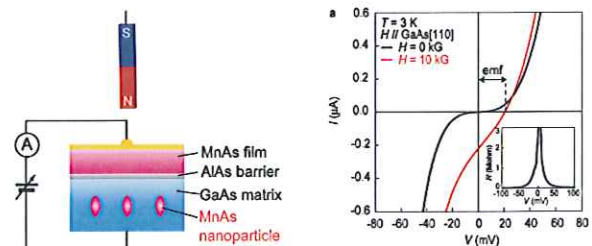


図 3. (a) 強磁性 MnAs と GaAs 中に分散させた強磁性 MnAs ナノ粒子を両電極とし、AlAs をトンネル障壁とするトンネル素子の模型図。(b) トンネル素子の電流–電圧特性：黒線及び赤線は外部磁場がゼロ及び 10kG の場合[6]。

ネル電流が流れ、スピン起電力が発生していることを示しています。

図 4 に示すように、直径 $1\mu\text{m}$ 程度のパーマロイ磁気ディスクでは磁化が渦状になっており、その中心は分極しています。このような磁気ディスクでは、磁化の渦の分極の極性(上向き、下向き)とカイラリティ(左巻き、右巻き)の 4 状態が存在します。磁気ディスクに振動磁場を加えると磁化が運動しそれによる起電力が発生しますが、磁気渦の運動は極性とカイラリティに依存しているため、スピン起電力から 4 状態を識別することができ、磁気メモリーとしての利用が可能になります[7]。現在実験的な検証が行われています。

4. おわりに

電磁気学のもっとも基本的な法則であるファラデーの電磁誘導の法則が発見されたのは 1831 年です。量子力学が 1926 年に完成し、1931 年に磁気のもとであるスピンが発見されました。磁力線が電子の電荷の波動関数の位相として解釈されたのは 1984 年です。そして、スピン起電力の具体的な提案は 2007 年になされ、本年(2009 年)になってそれが観測され始めました。このように物理学の進歩は一見ゆっくりとしたものです。しかし、ファラデーの法則が最近の IH クッキングヒー

ターで注目を浴びていることを考えると、1 つ 1 つの法則は歴史を超えて影響を与え続けることがわかります。スピン起電力は物理学の一つの挑戦として、思いもかけない成果を導くのではないかと[8]、とわくわくしています[9]。

文献:

- [1] R. P. Feynman : Lectures on Physics (Addison-Wesley Publishing, 1964).
- [2] S. E. Barnes and S. Maekawa : Phys. Rev. Lett. **98**, 246601 (2007).
- [3] M. V. Berry : Proc. R. Soc. Lond. **A392**, 45 (1984).
- [4] Y. Aharonov and D. Bohm : Phys. Rev. **115**, 485 (1959).
- [5] S. A. Yang, G. S. D. Beach, C. Knutson, D. Xiao, Q. Niu, M. Tsoi, and J. L. Erskine : Phys. Rev. Lett. **102**, 067201 (2009).
- [6] P. N. Hai, S. Ohya, M. Tanaka, S. E. Barnes, and S. Maekawa : Nature **458**, 489 (2009).
- [7] J. Ohe and S. Maekawa : J. Appl. Phys. **105**, 07C706 (2009).
- [8] *Concepts in Spin Electronics*, ed. S. Maekawa (Oxford University Press, 2006).
- [9] 日本人とナノエレクトロニクス : 吉田伸夫 著 (技術評論社, 2009).

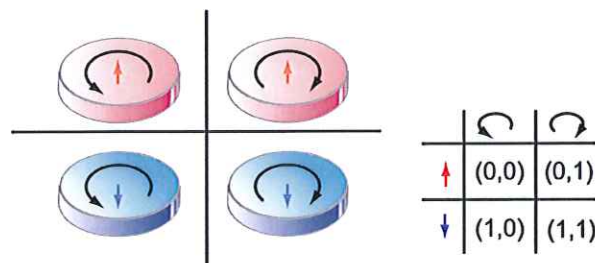


図 4. 磁気渦スピン起電力デバイス. 磁気ナノディスクの極性(上向き、下向き)とカイラリティ(左巻き、右巻き)の 4 状態を、磁気渦運動によるスピン起電力信号として読み出すスピントロニクスデバイス。

バッハの音楽と蛋白質または形式と自由度

有坂文雄 (バイオ単分子研究会/東工大命理工学研究科)



1747年5月、大バッハはプロシヤのフリードリッヒ大王の招きに応じてポツダムの宮殿を訪問した。宮殿にはいくつかの部屋にジルバーマンの製作になるピアノフォルテが置かれ、バッハは各部屋を廻りながら即興で名人芸を披露した。それがほぼ終わったところで、バッハは大王にフーガのテーマを与えてくださるよう、恭しくお願いした。そこで与えられたのがいわゆる大王のテーマ (Royal theme) で、バッハはこのテーマに基づいていくつかの即興演奏を行った。そして後日、大王に約束したとおりに、更に形式を整え、いくつかの曲を書き足して献呈した¹⁾。これがバッハの「音楽の捧げ物」である。この曲は2曲のリチェルカーレと10曲のカノンからなり、さらにちょうど真ん中にフルートとヴァイオリンのためのトリオソナタがある。これは、大王がフルートの名手で、作曲も行ってたことを意識してのことだろう。このトリオソナタをいつか美しく吹けるようになって合奏したい、というのが筆者の切なる夢だ。

池辺晋一郎氏の「バッハの音符たち」²⁾によれば、フーガという形式は古典音楽の形式の中でも「特に厳格な形式で、音楽をアカデミックに勉強する者は今でも、このフーガの



ヨハン・ゼバスティアン・バッハ
(音楽の父と呼ばれる)

学習に苦しめられる」
そうだ。そういう形式の曲を即興で演奏してしまうこと自体驚くべきことだが、音楽の捧げ物はゲーム

に満ちている。1例を挙げると、18小節からなる大王のテーマから始まる旋律があって、終わったところになにやら、ト音記号 (原譜ではハ音記号) を左右反転させた記号が書かれている。この反転されたト音記号から左に向かって音符を逆向きに読んでいくと、これも美しい旋律で、そればかりでなく、順方向と逆方向の旋律を同時に演奏すると、みごとな2重奏になるのだ。

私事だが、5、6年前から、四半世紀ぶりにフルートのレッスンを受けている。レッスンを始めるに当たって、フルートの師匠に、私の究極の目標はバッハなので、あまり時間もないし、バッハに限って練習してはダメでしょうか、と聞いてみたら、「バッハはバッハだけ吹いていて吹けるようにはなるものではありません。」と一蹴された。プロの演奏家にとってもバッハの作品は金字塔で、さうとう吟味を重ねた上で演奏されるものらしい。ある著名なフルーティストが、どこかで「バッハを演奏するたびに勉強不足を感じる。」と言っておられたのを思い出す。

さて、不思議に思うのはこのような厳格な形式に則った上で、バッハの音楽はあくまでも自由で流麗で、形式による束縛を全く感じさせないことだ。考えてみると、短歌、俳句、漢詩などもそれぞれの形式に則って創作される。そこで、形式はなぜ必要なのか、という疑問が湧く。何か表現したいものがあつたときに、自由に散文で書いた方がより多くの内容を正確に盛り込めるのではないか、そうしないでわざわざ厳格な形式に基づいて表現しようとするのはなぜなのだろうか。それなりの理由があるはずだ。美学の本でも読めば、こういうことはおそらく先人が考察を巡らしているのだろうが、ここでは、ある歌人がど



ここに書いておられたように、「形式を意識することによって緊張感が生まれる。」ということでひとまず満足しておきたい。長年の淘汰を経て表現の可能性を実証された形式には、そういう形式でのみ表現できるような「こと」があるのだ。

話が変わるが、形式と自由度という観点から蛋白質を眺めると、同じような疑問が湧いてくる。ペプチド結合、水素結合、疎水性相互作用などを形式と考え、自由度として構造・機能を捉えてみる。ここ20年ほどの間に、主としてX線結晶構造解析によって、多くの蛋白質の立体構造が明らかにされ、現在その数は6万を超える。最近ではウイルスを含む巨大な複合体や膜蛋白質の構造も多数決定されるようになってきた。それらの構造をコンピュータグラフィックスの描画技術を用いて眺めてみると、まず形の美しさに感嘆する(多少グラフィックデザインのバイアスがあるとしても)。飛行機や新幹線が流体力学的にもっとも抵抗が少ない構造を追求した結果、大変美しい流線形になるのは「機能美」と呼ばれるが、蛋白質も何億年かの淘汰を経て機能美が備わってきたのだろうか。そして、美しさと共に、20種類のアミノ酸が線状に並んだものがこんないろいろな形をとり、いろいろな機能を持ちうる、ということに驚かされる。

蛋白質の立体構造はアミノ酸配列によって規定される。これがいわゆるアンフィンゼンドグマだ。100残基のアミノ酸からなるポリペプチドの可能なコンフォメーションの数が天文学的な数字になることはよく知られているが、蛋白質の折りたたみ方(フォールド)の種類は1000よりそれほど多いことはないだろ

うという、見積もりがある³⁾。また、アミノ酸配列情報の元になっているDNAの塩基配列の偏りから、アミノ酸配列のバリエーションは可能なアミノ酸配列の数に比べるとずっと少ないという考察もある⁴⁾。

折りたたみの過程も蛋白質によって異なり、一旦 α ヘリックスを経てから β 構造になったり、膜に埋め込まれて初めて構造をとるものなどもあるが、これもアミノ酸配列で決まっていると考えられる。最近トピックスになっている、天然状態が変性状態であるという蛋白質には驚かされたが、考えてみると、蛋白質はふつう内部での相互作用によって構造が形成される。しかし、内部でなくて外部の他の生体高分子との相互作用によってはじめて構造が規定されるものがあったとしても、それほど不思議なことではないだろう。

音楽と蛋白質の形式と自由度をながめていたら、形式は自由度を制限するのではなく、むしろ、意味のある構造を効率よく創り出す役割を果たしているように思えてきた。

- 1) H.T. David: J.S.Bach's Musical Offering (1945)
- 2) 池辺晋一郎「バッハの音符たち」音楽之友社 (2000)
- 3) Chothia, C., Nature, 357:543-544 (1992)
- 4) 美宅成樹、「タンパク質予測によるゲノム集団の情報解析」第2回バイオ単分子研究会 (2009)



第 4 回 ATI 合同研究会

「一科学は融合するー バイオ・医学とナノサイエンス」開催報告

牛木辰男 (バイオ SPM 研究会委員長)

ATI 合同研究会は、研究会相互の交流、とくに異分野の交流を促進することを狙いとして、遠藤守信先生の発案で始めたもので、今年で 4 年目、4 回目となります。

今年のテーマは「一科学は融合するー バイオ・医学とナノサイエンス」とし、遠藤先生と私が企画担当を勤めました。各研究会からバイオとナノサイエンスをキーワードとした講演を 1 題ずつお願いしてプログラムを編成し、また、伊達理事長からは、「挨拶講演」として『数学二題』を提案していただきました。かくして、無事に今年の合同研究会を開催することができました。

当日は 30 数名の委員と 10 名ほどの学生の参加がありました。まず、伊達理事長の挨拶講演『数学二題』は、明治以降の算術教育の変遷と銀行利子の利率計算を題材に、「これは『挨拶』と『講演』ではなく『挨拶講演』という一つのジャンルです」というユーモアのある出だいで、会の雰囲気のを和やかにしていただくとともにウイットに富んだお話を伺うことができました。

さて、今回の合同研究会は第一部と二部に分けてそれぞれ 3 題ずつの講演が用意されていましたが、第一部「バイオ・医学とナノ材料」の最初の講演は、ナノカーボン研究会を代表して遠藤守信先生に「カーボンナノチューブの安全性評価の現状と展望」という話をお願いしました。遠藤先生のご講演は、伊達理事長の挨拶講演を受けて、善光寺と和算の話からはじまり、カーボンナノチューブの安全性の研究の最前線までをわかりやすくご紹介いただきました。カーボンナノチューブは、形がアスベストに似て針状をしているため、どこか危険な物質と思われがちですが、最新のデータではかなり高濃度で吸入しても、早期に軽度の炎症が見られるだけで、アスベストとはまったく異なる反応を示すことがわかってきているようで、今後のバイオ応用が大いに期待されるようです。

次の講演は、信州大学医学部の佐々木克典先生による「ES 細胞の限界を超えるために」というお話でした。ここでは、ES 細胞の発見から iPS 細胞の発見までの流れ、佐々木先生の研究室で行ってきた ES 細胞の分化誘導の話、さらに、そこで湧いた疑問と今後への展望について、わかりやすくご講演いただきました。ES 細胞という万能細胞（何にでも分化できる能力をもった細胞）から、心筋や肺胞細胞、肝細胞などを作ることができても、その細胞の機能を発揮できる環境をつくることができなければ、先へ進まないという先生のお考えは、至極もつともで、それを克服するためにナノ材料を使えないかという提案と試みは、再生医療の今後を考える上でユニークな展

＝プログラム＝

1. 開会
2. 理事長挨拶および講演「数学二題」
3. 研究講演
 - セッション I：バイオ・医学とナノ材料
 - ① 「ナノ物質の構造と安全性」
遠藤守信氏(ナノカーボン研究会)
 - ② 「ES 細胞の限界を超えるために」
佐々木克典氏(信州大医)
 - ③ 「創薬に向けたインフルエンザウイルス RNA 合成酵素の構造解析」
朴三用氏(水和ナノ構造研究会)
 - セッション II：バイオ・医学とナノ計測
 - ④ 「NMR 映像法 - 我が国における技術とその発展 -」
安岡弘志氏(原研先端基礎研究センター)
 - ⑤ 「生命活動のより直接的理解を目指す生物学への SPM 技術の貢献」
安藤敏夫氏(バイオ SPM 研究会)
 - ⑥ 「量子プローブの挑戦と究極 1 分子計測の実現」
佐々木裕次氏(バイオ単分子研究会)



開が期待できるものと思います。

第一部の最後は、水和ナノ研究会から朴三用先生(横浜国立大学)に「創薬に向けたインフルエンザウイルス RNA 合成酵素の構造解析」という講演です。今年は新型インフルエンザの流行が社会的な問題になり現在も流行が続いていますが、朴先生にはインフルエンザの基礎知識から現在の治療薬の特徴、さらに現在目指している新薬開発までをご講演いただきました。現在の特効薬はタミフルやリレンザですが、すでにタミフル耐性型のインフルエンザウイルスが発見されています。そこでこれら従来の治療薬と異なり、変異に影響を受けない恒久的な治療薬を実現するために、インフルエンザウイルスの持つ RNA ポリメラーゼに注目し、その構造解析から阻害薬を「設計」していくという新しいアプローチが紹介されました。ナノサイエンスの将来を考える上で興味深いものでした。

さて、休憩を挟んだ第2部は「バイオ・医学とナノ計測」というテーマで3題の講演を用意しました。最初は、原研機構先端基礎研究センターの安岡弘志先生による「NMR 映像法—我が国における技術とその発展—」で、核磁気共鳴(NMR)の原理から始まり、日本における NMR 映像法(MRI)の開発が安岡先生の御尊父の胃癌組織の解析から始まったとの話が印象的でした。

次は、バイオ SPM 研究会 安藤敏夫先生(金沢大学)に「生命活動のより直接的理解を目指す生物学への SPM 技術の貢献」と題してご講演いただきました。安藤先生は世界に先駆けて高速原子間力顕微鏡(AFM)を考案・開発され、それを用いた生命現象の解明を精力的に行っておりです。この講演ではミオシンとアクチンの相互作用と、バクテリオロドプシンの光による構造変化について、高速 AFM で解析した素晴らしい結果をご紹介いただきました。特にアクチンの上をミオシンが2本足で一歩一歩しっかりと「歩行」する映像は、機能中の分子を可視化することの重要性を見事に示すとともに、高速 AFM を用いた新しい細胞生物学の将来を約束するものと思いました。

最後は、バイオ単分子研究会より佐々木裕次先生(東京大学)に「量子プローブの挑戦と究極1分子計測の実現」です。生物学(または生物物理学)に「1分子計測」が初めて報告された1980年から始まり、その後に発展した可視光を用いた1分子計測の歴史を概観し、さらに高速 X 線1分子追跡法による研究の有用性が示されました。また、電子線を用いた1分子追跡法など、佐々木先生の1分子計測に賭ける意気込みがよく伝わるご講演でした。

以上、今回の講演内容を私なりに振り返ってみました。その後の懇親会では、参加者の皆さんから、「今年の合同研究会は内容がどれも面白く、しかも全体でどこかまとまったテーマでよかった」という声をお聞きしました。講演者はいずれもホットな分野の第一人者であり、その内容も各分野の過去・現在をお示しいただくとともに、その未来を予感させる素晴らしい講演でしたから当然のこととは思いますが、企画者としては大変嬉しいことでした。また、考えて見ればこれまでの3回の合同研究会の実績が分野を超えたメンバーでの研究会が成功する土壌を培ってきているものとも言えるでしょう。各研究会の委員長及びメンバーの皆様と事務局のご協力に改めてお礼を申し上げます。今後も合同研究会は継続されるとのことですので、そ



数学二題

理事長 伊達 宗行

2009 年 11 月 13 日に長野で開かれた合同研究会で、表記課題の挨拶講演を行ったが、その要旨をまとめてほしいとの希望が寄せられたので、以下の二頁物としてご参考に供する。

1. 算術教育の変遷 — その 30 年周期 —

第一話は算術お初等教育にかかわるものです。私は 7 年前、「『数』の日本史」という本を書きました。これは古代日本からの数物語ですが、明治以後の話は終わりに少し述べているだけです。これを書いている当時、それほど気にしたわけではありませんが、明治以後はどうも数教育のスタンスが約三十年を周期として変動しているということに気がつきました。

図 1 を御覧下さい。日本の近代教育は明治 5 年(1872)、文部省が設立され、学制が敷かれ、官許教科書の認可で始まりました。しかしその後の社会の進歩は抜本的な教育改革の必要を認め、国定教科書、いわゆる『黒表紙』の時代になりました。これが日露戦争(1904 年 2 月-1905 年 9 月)の頃です。それから 30 年、世界的な教育思想も取り入れた『緑表紙』の時代になります。これはすぐれた教科書で世界的にも評価が高かったのですが、続いて起きた戦争時代、教育は崩れ、敗戦で無茶苦茶になりました。変形した戦後教育はそれから 30 年、ゆとり教育の名の下に教育内容を低下させ、世の輦塵を買うようになりました。そして 30 年、やっと学力向上の教育が浮上してきた、ということです。

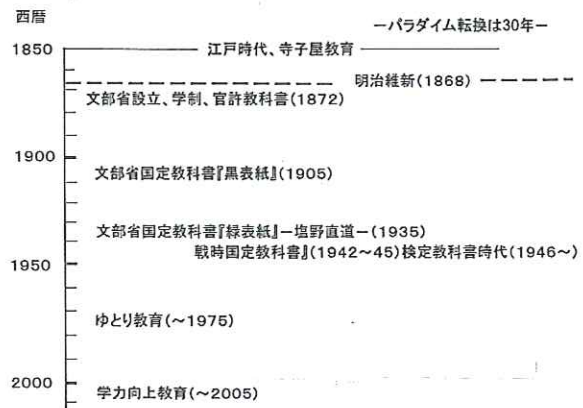


図1:算術教育の変遷

30 年という年月は何を意味するのでしょうか。教育という冷静であるべき場も、やはり時代の矛盾をはらんで行くのでしょうか。そして教育者の養成がこの程度の時間を必要とすることも考えねばなりません。かつては世界に冠たる日本の数教育も、現在は低迷しています。なにがこうさせたのか、どうすれば良いのか、皆で考えたいものです。

2. 資産家の数学 — 舌を巻く賢さ —

がらりと話は変わります。私の友人に医者があります。仙台の開業医で、よく流行っています。当然の事として小金を持っています。その彼がある時こんな質問をしてきました。「銀行預金を複利とした時、それが元本の 2 倍となる年数 n は、年利率を $r\%$ とすれば、

$$n = 72/r, \quad (1)$$

で求まる。例えば年利 6% なら、 $72/6=12$ 年である。元の式は元金 A 、元利合計 S とし、

$$S = A(1+r)^n \quad (2)$$

であり、計算は面倒なのに、なぜ(1)式のように簡単に表わせるのか。」という事です。早速検討を始めました。Sを2Aとし、(2)式の自然対数を取り、展開すれば

$$n = \frac{\ln 2}{\ln(1+r)} = \frac{0.6931}{r-r^2/2+\dots} \quad (3)$$

となります。rを初項のみとし、%表示とすれば分子は69.31となりますが、これを70と近似せず、72としたところが憎いところです。図-2を御覧下さい。rの高次の項をカットしたので誤差がありますが、その誤差率を見ると70を採用した線は利率の低いところでは良い近似となっていますが、銀行の顧客の関心はこんなところにはありません。利率が5%以上が彼らの本命です。そこで誤差が少ないのは、公式・72/rの方なのです。

もう一つ大事な点があります。72は5と7を除く10以下のすべての数で割り切れます。これは頭で計算するとき大変便利です。5で割るのはあまり苦労しませんし、7で割るのも72の2を無視すればそんなに誤差もなくすぐ出来ます。一方、定数を70とすれば3、4、6、8、9で割れません。これは不便です。

経済界には賢い人がいるものです。だれがこの公式を考えたのでしょうか。そもそも経済界には優秀な頭脳が流入しているようです。こんな話があります。1929年に始まる第一次世界大恐慌が被害を拡大し、回復も遅れたのは、当時の優秀な頭脳は物理学に集まり、量子力学の建設に集中していたため、経済界に人材がいなかったためである、ということです。そして今日のリーマンショックではその逆で、経済回復は意外と早いということです。

この話をしたところ、東北大学前川禎通教授よりコメントがあり、「最近の中国留学生を見てみると、優秀な者ははじめ物理をやっているも転向してウォール街へと行くものが目立つ。お話のとおりではないか」ということでした。ドキリとさせられました。

講演が済んでのんびりしていると、S I I ナテクノロジー(株)の渡邊直哉さんが来られました。経済にも堪能な方で、72/r公式をご存知でしたが、その誤差率が8%でゼロになることを御覧になり、「そもそもこの%はゴールデン・エイトと呼ばれていて、象徴的意味もあるんですよ」ということでした。あらためて図2を眺めながら、グローバルな世界経済の大河から水の一適を掬い出し、しげしげと眺めているような気分になりました。

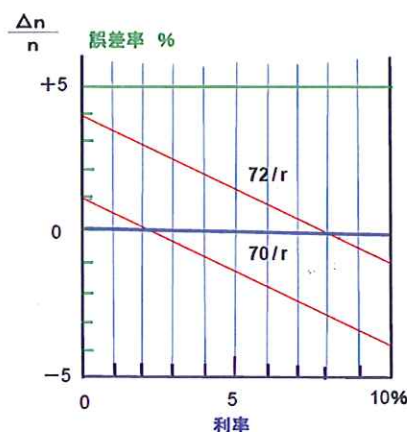


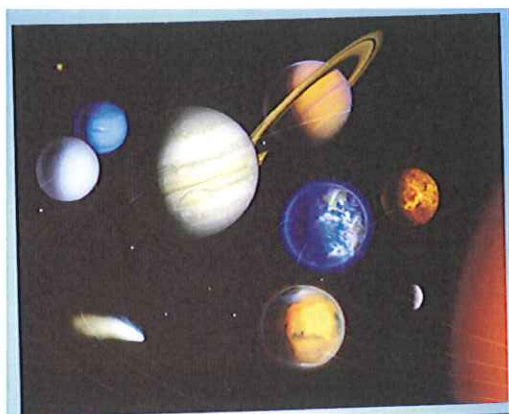
図2: 誤差率の利率変化

第 32 回 ATI フォーラム開催記

昨年 2009 年はガリレオが自作の望遠鏡で初めて天体を観測したとされる年から 400 年、また、ダーウィンが「種の起源」を出版してしてから 150 年かつ生誕 200 年に相当しました。第 32 回を迎えた本年度の ATI フォーラムは記念となるべき年での開催として「ガリレオ、ダーウィンにちなんで」と銘打ち、惑星科学および生命科学の最新的话题を提供しました。以下に講演会の概要を記します。

(2009 年 11 月 7 日化学会館にて開催)

伊達理事長の、本年は 1 回のみの開催であるがガリレオ、ダーウィンというそれぞれが 1 回のフォーラムに相当する話題を一挙にお届けする、十分に堪能していただきたい、との開会挨拶の後、最初に松井氏が『新しい太陽系像』と題して講演。太陽

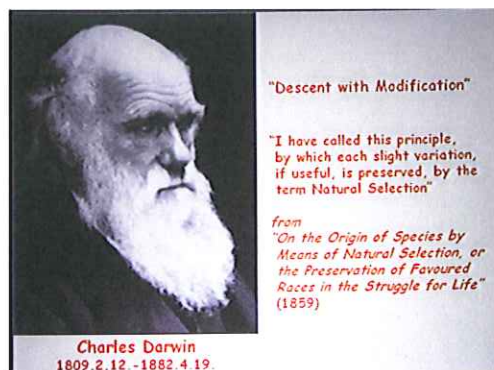


系の 8 つの惑星の成立ちによる分類とそれぞれの特徴を概観し、惑星探査機と探査の方法が紹介された後、近年から現在までに実施されている惑星探査とこれまでに得ることのできた知見を豊富な探査例を引きながら説明され、我々の太陽系の現在の姿が鮮やかに示されました。また、冒頭には太陽系探査という科学を推進するにあたってのご自身の尽力についても触れられました。

2 番目は星氏による講演『ダーウィンの贈り物』。「種の起源」を中心とするダーウィンの様々な生物研究に関する著書と業績、刊行の頃の生物学研究の様子、明治初めの日本における生物学研究の基礎作りに貢献した外国人の功績と逸話、さらには進化論を巡る近年の研究の諸相などが豊富な資料とともに解説されました。また、2010 年国際生物多様性年に関連して生態系を人類全体、地球全体でとらえ考えることの必要性と諸対策の緊急性が喚起されました。

最後に大島泰郎理事は閉会挨拶として、宇宙に関する科学と生命の起源とは切り離すことのできない接点をもつものであり、ガリレオとダーウィンはともにこの二つの近代自然科学を成立させた人たちであることを述べられ、本日の講演が宇宙観、生命観に新しい見方を付け加えたであろうと締めくくられました。

今回はテーマの話題性のためかこれまでも増して多くの方が参加されたフォーラムとなりました。



(事務局)

ATIフォーラム
第32回新世代研究所 公開講座
ー ガリレオ、ダーウィンにちなんでー

新しい太陽系像
松井 孝典 氏
千葉工大 惑星探査研究センター 所長/東京大学 名誉教授

ダーウィンの贈り物
星 元紀 氏
放送大学教授/東京工業大学 名誉教授

2009年11月17日
化学会館7階ホール

ATI 財団法人新世代研究所
EVOLUTION KNOWLEDGE TECHNOLOGY NETWORK

2008 年度 研究助成成果報告会

森田清三 (ATI 研究助成選考委員)

「ナノプロセッシング」をキーワードとして 123 件の応募から 20 件選考した 2008 年度研究助成の成果報告会を 2009 年 12 月 4 日に開催した。発表は各 5 分の口頭による成果発表の後にポスターセッションを開催して 1 時間程度質問を行った。“萌芽的・独創的な研究”を短期の 1 年間で行うのは非常に困難だが、例年以上に積極・果敢な取り組みを行っている研究が多かったように思われる。

東京大学の岡部弘基氏は、生きた細胞内の温度測定を行うナノゲル温度センサの開発に成功して 0.5℃の温度変化を感知することに成功したが、実現は困難と思われたのを選考時に萌芽性・独創性を重視して敢えて採択したものである。薬物刺激による温度変化の追跡にも成功しており、今後、細胞内の温度分布の検出に発展すると新分野の創出に繋がると期待できる。北海道大学の海住英生氏は、究極の分子ナノプロセッシングを目指し、金属薄膜電極のエッジとエッジを直交させ分子を挟むナノエッジ法を提案して、リソグラフィーの限界を超える簡便で画期的な方法を開発した。その結果、有機分子 Alq₃ を挟んだ Ni/Alq₃/Ni ナノエッジ接合で非常に興味深いスイッチング特性を見出して、JST の「さきがけ」に採択されている。神戸大学の丸山達生氏は、水をゲル化可能な低分子の新規ペプチド性ゲル化剤を開発して、これら低分子ゲル化剤は水中で分子が自己組織化してナノファイバーを形成して水をゲル化することを見出し、水だけでなくアルコールや有機溶媒などもゲル化可能であることを明らかにした。また、疾病関連酵素に応答するゾルーゲルシステム構築にも成功した。大阪大学の小野田晃氏は、金属イオンのナノクラスターを形成可能なタンパク質に着目して、水中で機能する新規な生体触媒を構築し、水中でアゾベンゼン誘導体を還元可能であることを示した。群馬大学の横靖幸氏は、高分子鎖のナノゲル生成過程における特異なメモリー効果の記憶の正体を解明する研究を行い、鎖のコンフォーメーションとの相関を示唆する結果を得た。東北大学の大江純一郎氏は、スピンドイナミクスの理論的研究により、任意の磁化ダイナミクスから誘起されるスピン起電力の定量的解析方法を確立し、次世代スピントロニクスデバイス実現に向けた有用なツールの開発に成功した。また、磁気渦コアの分極を読み取る新しいナノプロセッシング素子の提案も行った。京都大学(現 NIMS)の葛西伸哉氏は磁気渦構造と磁気トンネル接合(MTJ)の組み合わせによる磁気渦三端子構造を用いて磁気渦ダイナミクスの検出に成功した。この素子で高励起状態において極性反転現象を含む磁気渦ダイナミクスを実時間領域で



検出することに成功した。

このように、1年の短い研究期間で“萌芽的・独創的な研究”を推進した顕著な成果が例年以上に数多く得られたのが2008年度研究助成報告会の特徴であった。

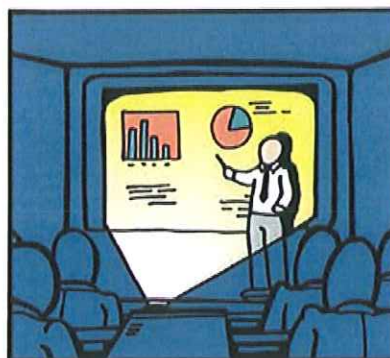
＝プログラム＝

| | | | |
|-------------|-----------|---------------|---------------------------------------|
| 14:30~14:40 | 開会（理事長） | | |
| 14:40~14:45 | 梅田 純子 | 大阪大学 接合科学研究所 | ナノボアとナノウィスカーを用いた微粒子・バクテリア捕集フィルターの構造設計 |
| 14:45~14:50 | 星野 隆行 | 東京大学大学院理学系 | 細胞運動を利用した細胞内ナノプローブの構築と細胞内計測 |
| 14:50~14:55 | 川島 貴弘 | 理研青森大学工学系 | 高機能セローム解析を実現するバイオプローブの開発 |
| 14:55~15:00 | 湊 文俊 | 東北大学大学院工学系 | 電気化学高速走査プローブ顕微鏡の開発 |
| 15:00~15:05 | 岡部 弘基 | 東京大学工学系研究科 | 温感性ナノ粒子を用いた生細胞内の温度イメージング |
| 15:05~15:10 | 尾上 美紀 | 産研光技術研究所 | ペンタイプリソグラフィによる簡便なフォトマスク製作技術の開発 |
| 15:10~15:15 | 小野田 晃 | 大阪大学工学系研究科 | 金属タンパク質を基盤とする環境調和型ナノ生体触媒の開発 |
| 15:15~15:20 | 海住 英生 | 北海道大学理学部研究所 | ナノエッジ法による単分子プロセッシングと巨大スイッチング効果 |
| 15:20~15:25 | 楢 靖幸 | 群馬大学大学院工学系研究科 | 単一高分子鎖のメモリー効果の解明 |
| 15:25~15:40 | 休憩 | | |
| 15:40~15:45 | 丸山 達生 | 神戸大学工学系研究科 | ナノファイバー性低分子ゲル化剤の開発とナノ粒子の配列化 |
| 15:45~15:50 | 仲村 龍介 | 大阪大学理学部研究所 | 異種金属の著しい拡散性の差を利用したナノ中空構造体の創製 |
| 15:50~15:55 | 内藤 昌信 | 奈良先端科学技術大学院大学 | バイオナノプロセスによる円偏光発光量子ドットの創成 |
| 15:55~16:00 | 力武 克彰 | 仙台電気工業大学工学系 | スピン量子制御に向けた半導体ナノ構造光応答シミュレータの開発 |
| 16:00~16:05 | 大江 純一郎 | 東北大学 金属材料研究所 | スピンダイナミクスに対する電気的応答の理論的研究 |
| 16:05~16:10 | 加藤雄一郎 | 東京大学工学系研究科 | ナノチューブ・窒化物半導体ハイブリッド電界効果トランジスター |
| 16:10~16:15 | 葛西 伸哉 | 京都大学化学研究所 | 磁気渦ダイナミクスを利用した共鳴型トランジスタの提案 |
| 16:15~17:00 | ポスターセッション | | |
| 17:00~ | 選考委員長まとめ | | |

学会等のため、ポスターセッション展示のみ

| | | |
|-------|---------------|-----------------------------------|
| 飯田 浩司 | 東北大学大学院工学系研究科 | ピエゾ特性を有する蛋白質によるバイオナノアクチュエータの開発 |
| 正山 祥生 | 原研量子ビーム応用技術部門 | タンパク質の対称性と結晶性の相関に関する研究 |
| 境 誠司 | 原研有機物研究所センター | 界面スピン変調効果に着目した有機分子/遷移金属スピンバルブの作製 |
| 宮戸 祐治 | 京都大学工学系研究科 | カーボンナノチューブデバイスの走査プローブ顕微鏡による電子状態計測 |

□ 2008年4月助成申請時所属



●2009 IUPAP Young Scientist Prize Winners 齋藤氏、木村氏に



IUPAP より 2009 年度の標記の賞が齋藤栄治氏(東北大)、木村崇氏(九州大)に授与されました。両氏はともにスピントロニクス研究会メンバーです。それぞれ、“スピンゼーベック効果・逆スピホール効果とそれらのナノ構造作製”など、“純スピンの伝搬とそれによる誘起磁性現象”、が対象研究です。

授賞式は、7月22日 Karlsruhe (ICM2009)にて行われました。

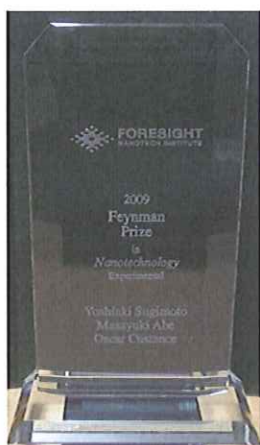
●森田清三理事(大阪大学)に榊特別賞

2009 年度榊特別賞(第 15 回)が日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会より森田氏に授与されました。本賞は榊米一郎氏(名古屋大名誉教授)を記念するもので「ノンコンタクト AFM の開発と原子オーダーでの表面物性の解明」が対象とされています。

授与は 9 月 29 日に榊氏より直接行われました。



●阿部真之氏研究グループが 2009 年度 Feynman 賞を受賞



Feynman が提唱した“個々の原子を操るナノテクノロジー”の実現に寄与した研究者に贈られる The Foresight Institute 2009 Feynman Prize for Experimental work が阿部氏(大阪大)を中心とする研究グループに授与されました。AFM による室温下での半導体表面原子操作の実証が対象で、アジア人としての初受賞となります。授賞式は 1 月にカリフォルニア州で行われました。同氏は ATI 研究助成(2003、2005 年度)対象者です。

(皆様及び周囲の方々の受賞情報がありましたら事務局へお寄せ下さい。)

=編集後記=

今、世の中では時短クッキングが大はやりである。

『忙しい現代人必見!』だそうだ。

科学的な裏付けもあり、『時短』ものテレビ番組は見ていて飽きない。

先日もオムレツにコーヒークリームを入れてプロをうならせていた!??

私も落ち着いて考えてみるといつも走っている気がする。時短テクニック必要人間らしい。時短テクニックで料理、掃除などの家事を魔法のように片づけられればこんなありがたいことはない。・・・が、限られた時間で生活しているからこそ時間をやりくりしながらじっくり素材の味を引き出す過程を楽しんだり、調理時間とともに変化する味に感激したりすることが豊かなものに思えるのである。走る足をちょっととめて周りをゆっくり眺めるのも現代人には(私には!)必要かもしれない。(た)



編集/発行

財団法人 新世代研究所

東京都千代田区神田駿河台 3-6-1

菱和ビル 4階 〒101-0062

Tel : 03-3255-5922 / Fax : 03-3255-5926

Home page: <http://www.ati.or.jp/>

E-mail: info@ati.or.jp

JR 御茶ノ水駅聖橋口 徒歩 3分

千代田線新御茶ノ水駅

都営新宿線小川町駅

丸の内線淡路町駅

徒歩 3分

B3 出口

徒歩 1分

ATI 財団法人新世代研究所
FOUNDATION ADVANCED TECHNOLOGY INSTITUTE

2010年2月