

第2回 高等研究院スーパーレクチャー

名古屋大学レクチャー

高等研究院レクチャー

要旨集

2 0 0 6

10/10
TUE

10:00~16:45

2006年10月10日(火) 10:00~16:45

会場:名古屋大学 野依記念学術交流館 カンファレンスホール

主催:名古屋大学

名古屋大学高等研究院

第2回高等研究院スーパーレクチャー

プログラム

日時：2006年10月10日(火) 10時00分～16時45分

会場：野依記念学術交流館 カンファレンスホール

◎開会の挨拶(院長) 10:00～10:15

◎高等研究院レクチャー [報告30分・質疑5分] 10:15～12:00



森 郁恵 理学研究科・教授

10:15～10:50

「線虫行動の研究から脳・神経系のしくみを理解する」



内田 浩二 生命農学研究科・助教授

10:50～11:25

「体の中でできる“さび”の科学」



笹井 理生 工学研究科・教授

11:25～12:00

「ソフト分子マシン」

◎休憩 12:00～13:00

◎Certificateの贈呈(総長からザンク博士に) 13:00～13:15

◎名古屋大学レクチャー [レクチャー60分・質問20分] 13:15～14:35

招待講演者 **ミシェル・ザンク博士**

フランス学士院会員、コレッジ・ド・フランス副学長

西洋における詩歌の一源泉
—中世吟遊詩人の歌とその解説書—
(フランス語、同時通訳付き)



◎休憩 14:35～15:00

◎高等研究院レクチャー [報告30分・質疑5分] 15:00～16:45



新美 智秀 工学研究科・教授

15:00～15:35

「高クヌッセン数流れのマイクロスケール・アナリシス」



後藤 節子 医学部保健学科・教授

15:35～16:10

「妊娠期および産後女性の精神的健康に関する研究」



武田 邦彦 工学研究科・教授

16:10～16:45

「アイヌ文化と科学技術」

高等研究院レクチャー



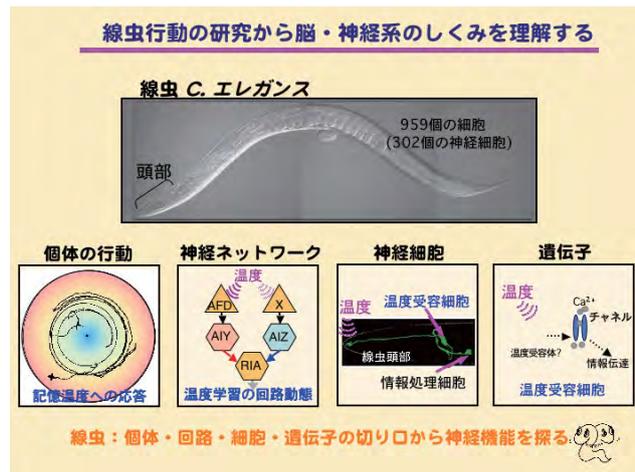
線虫行動の研究から 脳・神経系のしくみを理解する

理学研究科・教授

森 郁恵

動物は、どのようにして多種多様な刺激を受容し、識別し、記憶しているのでしょうか。このような生命のいとなみは、神経系の働きによって行われます。神経系のしくみを明らかにすることは、現在の神経生物学の分野において、最も重要な課題の1つとみなされ、多くの国内外の研究者が競って研究していますが、本質的な答えは、まだわかっていません。特に、温度を感じるという温度感覚は、どのような動物においても非常に重要な感覚の1つであるにも関わらず、温度をどうやって感じているのか、温度を感じることで、他の刺激を感じることの関連性についてなど、未だ不明な点が多いのが現状です。

わたし達の研究室では、上記した問題に取り組むために、土壌に棲んでいる体長が1ミリメートルの *C. elegans* という線虫の温度走性と呼ばれる温度に対する応答行動について研究を進めてきました。*C. elegans* には、温度感覚の他にも、触覚、味覚、嗅覚など、哺乳類全般が備えている感覚が存在しています。そして、これらの多様な刺激を受容する感覚神経細胞（ニューロン）がおのおの存在し、それらの感覚ニューロンからの神経シグナルが統合される介在ニューロンが中枢神経系を形成していることがわかっています。温度走性という行動を詳細に調べてみると、線虫 *C. elegans* は、飼育された環境の温度情報と餌環境を受容し、この飼育温度と餌状態という2つの情報を関連付けて記憶していることもわかりました。また、わたし達は、温度走性行動を規定する記憶や学習のしくみや、温度走性を成り立たせている神経回路ネットワークの働きについて、研究を進めて来ました。本研究では、これらについての研究成果について、お話ししたいと思います。



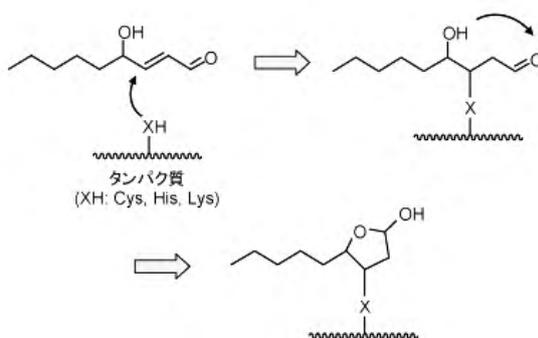


体の中でできる“さび”の科学

生命農学研究科・助教授

内田 浩二

脂質は酸化に極めて不安定な化合物である。とりわけ、酸敗や油酔いなどの言葉に代表されるように、加熱などによる食用油脂の劣化は身の回りの現象として知られ、食品の嗜好的品質や栄養価値の低下のほか、急性、慢性毒性により健康面へ影響を及ぼす。一方、生体内においても脂質は同様の酸化反応により、全く異なる性質を持った化合物へと変換される。それらの中には親電子性をもつものが多く含まれ、老化や疾病など、からだの衰えのプロセスにおいて様々な形で関わっていることが示されている。親電子性をもつ化合物の特徴はいうまでもなく求核性物質（DNA やタンパク質などの重要な生体成分が該当する）と反応することであり、制御することが困難な“体の中で起きる有機化学反応”といえる。「さびつく」といった言葉で表現する体の老いには、かなりの部分こうした化学反応が原因となっているものと考えられる。我々の研究グループでは、こうした“さび”の原因物質と予想される親電子性脂質の生活習慣病病態における意義を解明すべく、それらを分子プローブとした研究を行ってきた。本レクチャーでは、我々がこれまで生命農学研究科の特色を生かしつつ取り組んできた「体の中でできる“さび”」について分かりやすく紹介したい。



正常

ストレス

“さび”の生成と蓄積



ソフト分子マシン

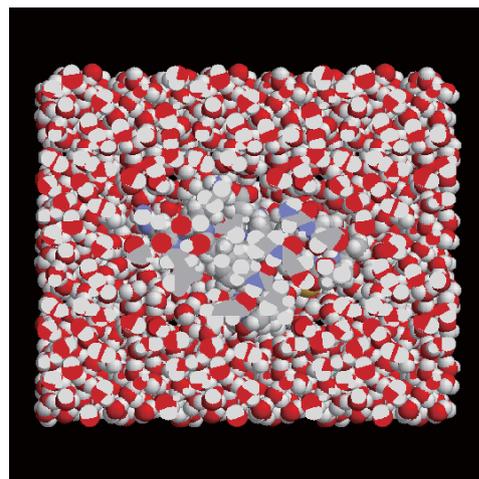
工学研究科・教授

笹井 理生

生命の働きは分子が担っています。そうした分子の中でとりわけ重要な役割を果たすのは蛋白質ですが、蛋白質は遺伝子に書かれた情報をもとに細胞の中で合成されており、その精妙なデザインのおかげで優れた機能を発揮します。数多くの生命現象が蛋白質の働きによって説明されたのは、この数10年間の分子生物学の素晴らしい成果ですが、その圧倒的な成果を勉強すると、蛋白質は優れた精密機械、または芸術品ではないだろうか？という気持ちにさせられます。そんな機械を神様は最初、偶然か何かでつくりあげ、それが進化の歴史で洗練されて現在の精密分子機械ができた、というわけです。

しかし、そうした分子と機械のアナロジーに少し「待った」をかけよう、というのが私の高等研究院での研究プロジェクトでした。蛋白質はまわりを水でとりかこまれています。水分子は熱運動で激しく動いています。つまり、働くために必要な運動と同程度の振幅の熱運動で蛋白質は揺さぶられています。また、蛋白質がある構造を持つためのフォールディング過程では、様々な多様な過程が許されていることが明らかになっています。最近では、蛋白質1個の働きを測ることが可能になっていますが、その結果、蛋白質は入力に対して決まった出力の応答をしない。確率的にばらつきたいい加減な応答しかしない、という例も見つかっています。こうして、蛋白質は人間の考える精密機械とはずいぶん異なっていて強く揺らぎながら柔軟に機能していることがわかってきた、というわけです。それでも精密な仕事をしてしまう、そうした機械のことを「ソフト分子マシン」と呼ぶことができるかもしれません。

ソフト分子マシンがなぜ、そんなにうまく働くことができるのか？どのように設計されているのか？そうした問題を考えるには、揺らぎの現象を扱う統計力学の方法と、分子の動きを計算機の中で再現するシミュレーションの方法が役立つに違いありません。柔らかく動く蛋白質の原理とは何か？という質問を通じて、生命らしさに迫ってみたいと考えています。



図：水分子に囲まれた蛋白質の計算機シミュレーションの様子。酸素原子は赤、炭素原子は灰、水素原子は白、窒素原子は水色で表示。蛋白質は中央で輪切りにされている。



高クヌッセン数流れの ミクروسケール・アナリシス

工学研究科・教授

新美 智秀

熱流体現象を原子・分子レベルで扱うことが必要かどうかは、気体流の希薄度を表わす重要な無次元パラメータであるクヌッセン数 (Kn: Knudsen number) を用いて判断できます。クヌッセン数は、平均自由行程 λ (図1参照: 気体分子が他の分子と衝突しないで飛行する行程の平均) と流れ場の代表長さ L (たとえば管路内の流れであれば管の直径) を用いて $Kn = \lambda / L$ で定義され、一般に Kn 数が 0.01 を超えると、気体流は連続体として近似できず、原子・分子の流れとして扱わなくてはなりません。このような流れを私達は「高クヌッセン数流れ」と命名しました。大気圧下では空気の気体分子 (酸素や窒素) の平均自由行程は約 60nm ですから、従来はクヌッセン数の大きい流れと言え、真空中や宇宙空間などにおける低密度な気体の流れ、いわゆる希薄気体流を指していました。ところが、ナノ・マイクロデバイスがいたるところで製作されるようになり、代表長さ L の小さい流れ場が出現しました。たとえばハードディスク記憶装置ではディスクと読み出しヘッドの隙間は数十 nm です。したがってこの隙間の気体の流れは、クヌッセン数が 1 のオーダーとなって「高クヌッセン数流れ」の仲間となり、原子・分子レベルでの解析が必要となります。

それでは、このような「高クヌッセン数流れ」では何が起り、何が重要になり、何を明らかにする必要があるのでしょうか。図2に示したように、平均自由行程が大きい場合には、分子同士の衝突頻度が極端に減少しますので、非平衡現象が起ります。また代表長さが小さい場合には、気体分子が他の気体分子と衝突する頻度に対して固体表面と衝突する頻度を無視できなくなり、流れ場は気体分子と固体表面との相互作用に強く影響されることとなります。いわゆるナノテクノロジーにおいては、デバイスの構築・形成に重点が置かれていますが、これらは作動時には常に雰囲気ガスと接触しているために、気体分子とデバイスとの相互作用が非常に重要であるにもかかわらず、そこには力点が置かれていないのが現状です。高クヌッセン数流れを理解するのに必要な基礎的な実験データの取得は、原子・分子を直接扱うモンテカルロ直接法 (DSMC 法) や分子動力学法 (MD 法) などのシミュレーションによる高クヌッセン数流れの詳細な予測の可能性にも結びつきますので、非常に重要です。

私達の研究グループでは、ナノ・マイクロデバイス開発に関連した高クヌッセン数の流れをミクروسケールで解析するための光学的解析の手法として、気体流には共鳴多光子イオン化法 (REMPI 法)、固体表面の計測には感圧・感温色素 (PSP/TSP) の 1 分子膜 (Langmuir-Blodgett: LB 膜) などを開発してきました。これらによって得られた成果のいくつかをご紹介します。

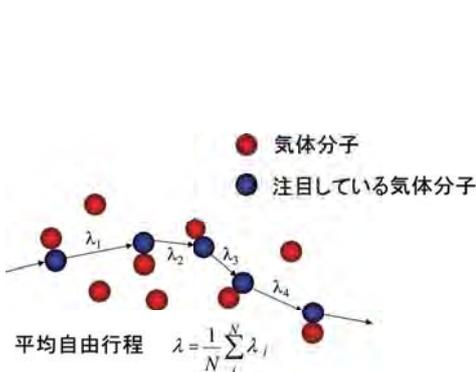


図1 平均自由行程

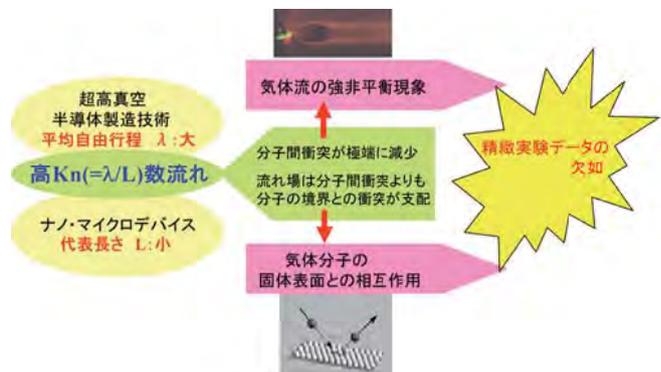


図2 高クヌッセン数流れ



周産期女性のマタニティ・ブルーズおよび 産後うつ病に関する文理複合的研究

医学部保健学科・教授

後藤 節子

妊娠に始まり、分娩と育児を経験する周産期の女性は、子どもの誕生を待つ幸福な状況にあると捉えられがちです。しかし、私達の研究を含めて近年の報告では、妊娠期の女性には不安状態と、時には抑うつ状態が存在することが明らかとなってきました。

分娩直後に見られるマタニティ・ブルーズおよび、これに引き続く産褥うつ病の発症は20%前後の女性にみられると報告されています。マタニティ・ブルーズは一過性の生理学的適応反応とも考えられますが、その発症は産後うつ病と関連性のあることも推測されます。

母親が産後うつ病を発症すると、その抑うつ状態は生まれた子どもへの無関心および子どもへの働きかけの減少をきたし、子どもの情緒的発達環境の悪化が懸念されます。現在の日本社会で問題となっている育児不安および児童虐待への発展の要素も存在します。私達は、マタニティ・ブルーズおよび産褥うつ病の病態生理を明らかにするとともに、発症メカニズム解明と子どもの発達に与える影響を研究し、以下の事柄を明らかにしましたので、報告致します。

① 178名の妊娠期から産褥期女性を縦断的に調査した結果、抑うつ発症例は53例(29.8%)、マタニティブルーズ発症は37例(20.8%)、児への否定的感情の高い群は38例(21.3%)でした。②抑うつ発症群およびマタニティブルーズ発症群の抑うつ状態は妊娠期から産褥期まで一貫して抑うつ状態を示した。また、周産期の抑うつ状態は子どもへの否定的感情との関連性が示されたことから、抑うつ状態にある妊婦さんを妊娠期から支援することにより、生まれる子どもの育児環境の悪化が予防できる可能性が示された。③周産期の抑うつ状態は自律神経のうち交感神経活動の亢進、副交感神経活動の減弱に関連していた。マタニティブルーズの発症は副交感神経活動の低下と関連していた。このため、周産期の抑うつ状態およびマタニティブルーズには自律神経失調状態の存在が推測される。④出産後に予期される家庭での役割遂行が、仕事での達成を阻害する葛藤（家庭—仕事コンフリクト）により抑うつをきたす可能性が示唆された。⑤健常家族における親子関係の映像ビデオ分析から、両親の承認が少ない2歳児の子どもには、問題行動が多く見られる。抑うつ的な母親は、子どもからの働きかけを承認しにくいことから、母親の抑うつ状態は育児環境の悪化に繋がることを推測できる。

以上のことから、私たちは産褥うつ病発症リスクをもつ周産期女性への予防的介入は、妊娠期に抑うつ状態にある妊婦さんを重点的に支援すること、さらに分娩直後のマタニティブルーズを発症した産婦さんを重点的に支援することによって、精神保健的に予防介入できる可能性があると考えます。これにより、子どもの育児環境の悪化も予防できる可能性があると考えます。



アイヌ文化と科学技術

工学研究科・教授

武田 邦彦

はじめに

“Lifeless living materials”の研究、すなわち生命を持たないが生命と同じ活動をする材料の研究を活かして、自然や伝統から科学技術を考え、新しい技術体系はどうあるべきかについて3年間の研究を重ねてきた。その成果の多くは自然および日本の伝統的技術に関する研究であったが、それに加えて研究の後半にアイヌ文化の調査を行い、多くの知見を得たのでその結果を報告する。

1. アイヌの科学技術

アイヌは日常生活、狩猟および宗教行事で生活のほとんどの時間を使ってきた。日常生活での主たる科学技術は、衣服、農具、鍋釜の類、煙管、家屋などのための天然素材（植物および動物、それに若干の鉱物）、加工技術、初歩的な設計技術であり、狩猟では罠、弓矢、斧などが主な物であるが、簡単な罠や弓矢は別にと高性能の斧などは日本本土からの交易で得ていた。またアイヌは生活の中心に宗教的行事が占めており、イナウなどの木工品、漆の容器などが使用された。漆は神具として大切に扱われたが自分たちでは作ることは無かった。

アイヌ民族は戦闘をしなかったから戦争に関わる科学技術は発達せず、文字を持たなかったことから数学、物理学、化学などの自然科学も記録が無い。

2. 思想としての科学技術

アイヌ文明の科学技術には大きな二つの特徴がある。一つは文字を持たないことから継続的な科学の発展が見られなかったこと、第二に技術を生活に使用し他人のものを略奪する力には使わなかったことが挙げられる。また交易範囲や技術の発展に伴って他の地域での技術に接することが増えているが、技術導入という概念は無く、交易によって技術の成果物を受け取る程度に止めていた。つまりかなり深い意味での分業が尊重され、ここでも「他人のものは自分のものではない」という思想が貫かれている。また、科学技術はそのもの自体が独立した存在ではなく、生活に役立つ範囲での技術が活かされていた。そのため、生活は拡大せず、できるだけ時間を無駄に使うことに腐心したので、技術はそれに伴って不効率、宗教的な色彩を帯びていた。

3. ヨーロッパ文明とアイヌ

ヨーロッパ文明は戦闘と略奪を中心に置いており、科学技術はそれに奉仕するのを第一として進歩発展してきた。戦争がヨーロッパの科学技術を進歩させてきたのは、これまでも多く指摘される事である。これに対してアイヌは小集団を作り酋長などの存在が認められているが、遺跡にはほとんど戦闘の後は無く、恒久的な戦闘用の館や武器は発見されていない。仮に現代の我々の文明がアイヌ文明の影響を少しでも受けていれば悲惨な歴史は緩和されたであろうし、科学技術の進歩が人間に深刻な問題を投げかけることも無かったと考えられる。

参考図書

1. 宇田川 純, 「アイヌ考古学研究・序論」, 北海道出版企画センター (2001)
2. J. Batchelor, “AINU life and lore, Echoes of a departing race”, 教文館 (1927)
3. W.W.Fitzhugh and C.O.Dubreuil, Edi., “AINU Sprit of a Northern People”, University of Washington Press (1999)