

研究プロジェクト名


# 太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学



## Dynamics of Sun-Earth-Life Interactive System

地球水循環研究センター・教授

**安成 哲三**  
Tetsuzo Yasunari



やすなり てつそう プロフィール

- 1971年 京都大学理学部 卒業
- 1974年 京都大学大学院理学研究科 修士課程 修了
- 1977年 京都大学大学院理学研究科 博士課程 修了
- 1981年 理学博士(京都大学)

研究経歴

- 1977年 京都大学東南アジア研究センター 助手
- 1982年 筑波大学地球科学系 講師
- 1982年 インド国立熱帯気象研究所 客員研究員
- 1984年 フロリダ州立大学 客員研究員
- 1990年 筑波大学地球科学系 助教授
- 1992年 筑波大学地球科学系 教授
- 2002年 名古屋大学地球水循環研究センター 教授
- 2003年 筑波大学 名誉教授

研究分野

気候システム学(地球気候の形成・維持と変動のダイナミクス、特に気候システムのエネルギー・水循環、モンスーン変動、気候・生物圏相互作用の研究)

受賞歴、レクチャーシップなど

- 1980年 秩父宮記念学術賞(共同受賞) (日本学術振興会)
- 1981年 山本賞 (日本気象学会)
- 1986年 日本気象学会賞 (日本気象学会)
- 1991年 日経地球環境技術賞 (日本経済新聞社)
- 1995年 三菱財団研究助成金 (三菱財団)
- 2002年 藤原賞 (日本気象学会)

ています。

本院では、研究課題である相互作用系の変動の解明のため、基盤となる地球科学の上に、次の3つのグループ(図2)が、相互に、密接な連携をとりながら横断的に研究を進めます。まず、1000万年程度の「過去」の変動を高精度に復元する「高精度環境変動解析グループ」、つぎに、最近数十年から現在の全球的な観測データを用いて、「現在」のシステムの素過程とフィードバック機構を明らかにする「変動機構解明グループ」、そして、これらふたつのグループの成果を統合、参照しつつ、変動のモデリングと「将来予測」を行う「統合モデリンググループ」です。

「高精度環境変動解析グループ」は、堆積物、雪氷、年輪、化石などの多様な「地球科学的資料」により、1千万年から千年スケールの長期の環境変動を、高時間分解能で復元し、さらに高精度年代測定法との組み合わせにより、近年の変動との比較研究をめざします。

「変動機構解明グループ」は、相互作用系における「太陽エネルギー」、「水・物質循環」、「生命圏制御」という3つの過程の機構解明を、精緻なフィールド観測や衛星観測などにもとづき、詳細に、かつグローバルに研究を進め、第1グループによる変動解析のグローバルな意味付けも行います。

「統合モデリンググループ」は、人類活動の影響も含む様々なフィードバック機構を組み込んだモデルにより、相互作用系の特性を診断しつつ、タイムスケールに応じたシステム変動の将来予測を目指します。全球の様々な過程を組み込んだモデルによる変動の再現実験と予測のほか、シンプルモデルによるシステムの変動特性診断なども進めます。

以上3つのグループの密接な連携によって、地球を、物理化学的システムと生物学的システムが有機的に結合し、相互作用して変化する系として捉える「新たな地球学」の開拓をめざします。本院が、国際・国内的な研究連携を含めたこの研究の推進の中核として機能することを期待しています。

平成15年度「21世紀COEプログラム」の数学・物理学・地球科学分野に、私を拠点リーダーとして本学の環境学研究科地球環境科学専攻、太陽地球環境研究所、地球水循環研究センター、年代測定総合研究センターの共同で提案した「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」が採択されました。この拠点研究では、過去約1000万年から現在に至る生命圏を含む地球システムの変化の実態とダイナミクスを、より深く包括的に理解することにより、将来の地球変化を見通し、人類の位置と役割をも考究する新たな地球学の創成をめざします。

「太陽・地球・生命圏相互作用系」とは、地球へのエネルギー源である「太陽」活動と、それに

敏感に応答する「電磁気圏」、大気圏・水圏・地圏からなる「地球表層圏」、および人類も含めた生物活動の場である「生命圏」が、エネルギー・水・物質循環を通して相互作用するシステム(図1)です。このシステムの変動には、時間スケールごとに異なる素過程・フィードバックが機能しており、それらのプロセス解明とモデリングが、変動の機構解明と予測には重要です。研究課題としては、地球環境変動の過去約1000万年から現在に至る高精度復元と機構解明および将来予測を掲げます。特に、地球システム変動における生命圏の能動的役割の解明をめざします。さらに、国際的COEとして、研究の永続的な推進を図るため、「太陽地球生命圏システム研究所」の創設をめざし

### 太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学

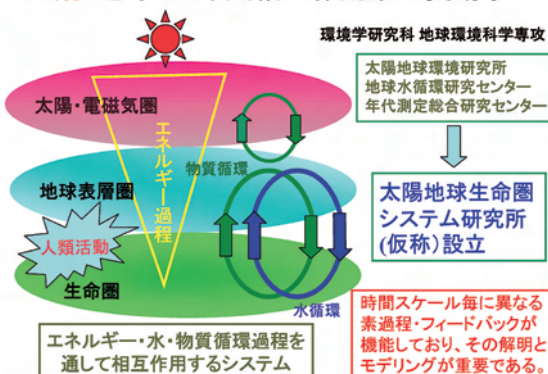


図1

### 新たな地球学の創成

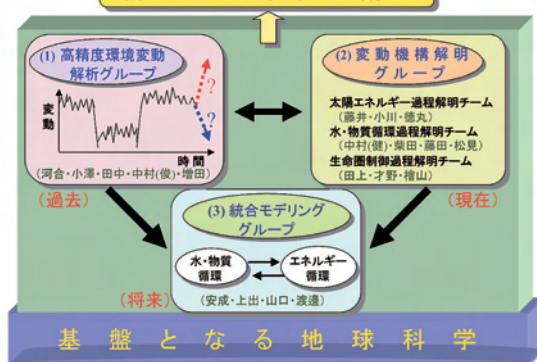


図2

研究プロジェクト名

# アジア法整備支援 ~体制移行国に対する法整備支援のパラダイム構築~



Legal Assistance in Asia  
 -Structuring a Paradigm for Countries in Transition-

法政国際教育協力研究センター・教授

鮎 京 正 訓  
 Masanori Aikyo



あいきょう まさのり プロフィール

1974年 慶應義塾大学法学部 卒業  
 1979年 早稲田大学大学院法学研究科 博士課程 満期退学  
 法学博士(名古屋大学)

研究経歴

1979年 名古屋大学法学部 助手・講師  
 1984年 岡山大学教養部 助教授  
 1992年 名古屋大学大学院国際開発研究科 教授  
 2000年 名古屋大学大学院法学研究科 教授  
 2001年~ 名古屋大学法政国際教育協力研究センター 教授

研究分野

ベトナム憲法史、比較法文化論

つつある一方で、法整備支援の手法について学術的研究を積み上げ、「法整備支援」を学問的ディシプリンとして練り上げてゆくことが課題になっている。2000年度の日本比較法学会は「法整備支援」を学会のテーマとし、また、2003年度の同学会は「法の移植」、「法の継受」をテーマとして、この課題に向き合った。さらに、2003年度の日本国際法学会は、「多様性の中の統一性-アジアからみた21世紀の国際法」をテーマとして、アジア諸国における法整備をとりまく国際的環境を研究した。「法整備支援」という新しい現象をひとつの学問的検討課題として考察し、法整備支援の理念、目標、対象分野、対象地域、実施過程、評価などの諸領域を学問的に分析していくための「法整備支援の一般理論」の研究は、まさに開始されたばかりである。そして、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「アジア法整備支援-体制移行国に対する法整備支援のパラダイム構築-」(領域代表者:鮎京正訓)が、2001年10月以降5年間の予定で実施されつつある。

現在、日本のODAのあり方そのものが問われているが、法整備支援という援助のあり方についても、たとえば、どのような国にどのくらいの期間援助するのか、どのような法分野にたいして行なうのか、また法整備支援の評価はどのように可能か、そして全体として法整備支援の理念、戦略はいかにあるべきか、という論点について、法務省法務総合研究所、JICAを中心に「法整備支援連絡会」が定期的開催され、率直で真摯な議論が行なわれている。

本年8月に改定された「ODA大綱」は、その「基本方針」の中で「法・制度構築や経済社会基盤の整備」という課題を新たに加えるに至ったが、今後、アジア諸国に対する法整備支援の重要性は、一層増大していくであろう。名古屋大学が法整備支援研究における世界の拠点となることが強く求められている。

近年、社会主義体制から市場経済体制に移行しつつあるアジア諸国は、体制移行に伴う法制度の整備や政治的民主化を差し迫った課題とし、そのために外国とりわけ日本の知的・人的支援を求めている。日本は、近代国家形成時において主としてヨーロッパ大陸諸国の法的・政治的の制度を摂取しながら近代化と工業化を成し遂げ、また第2次大戦後は英米法を摂取しながら経済復興を進めた。日本がこのような経験を有し、またアジアの一国であるがゆえに、アジア諸国は日本の経験を学びとりながら法整備を進めるべく、その支援を期待しているのである。

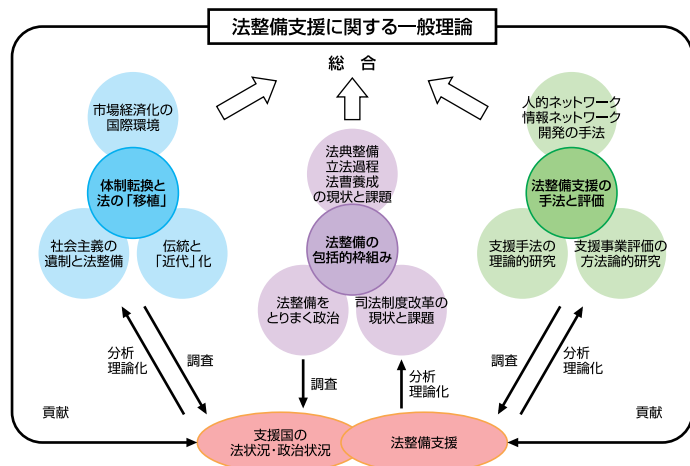
日本政府は1990年代半ばに、政府開発援助(ODA)のコンセプトを「物的支援から知的支援へ」と傾斜させ、アジア諸国のニーズに対応し、市場経済化のインフラ整備という観点に立ってアジアの体制移行諸国の法整備支援に着手した。国際協力事業団(JICA、現・国際協力機構)が主導し、法務省と国際民事商事法センターが協力して1996年に開始したベトナム法整備支援を皮切りに、インドシナ諸国に対する支援が進められ、また、ウズベキスタンなど中央アジア諸国に対する支援も開始されつつある。アジア法整備支援は日本の国家的事業として展開しつつある。

今日、この法整備支援の手法の評価・検討が重要な課題になっている。日本に先んじてアジア法整備支援に着手した外国の援助には、自国の法制度を一方的に移植しようという手法が見られ

たが、このスタイルが支援対象国の歴史的、現実的状況に適合的なのかという問題を生み出している。また、法整備支援を実のある事業として展開するには、支援対象国のニーズに対する十分なアセスメントが必要であることが強く認識されつつある。さらに、体制移行諸国の法整備にはこれを担う人材の養成が不可欠であり、法曹養成・法学教育に関する支援のあり方を問わねばならないことも明らかになっている。

以上のように、アジアの体制移行諸国に対する法整備支援が日本の国家的事業として進められ

## アジア法整備支援-体制移行国に対する法整備支援のパラダイム構築-概念図




研究プロジェクト名

# 等式が生む数学の新概念



## Equalities as an Avatars of New Mathematics

|  |
|--|
| 大学院多元数理科学研究科・教授  |
| <h3>宇 澤 達</h3> <p>Toru Uzawa</p>   |
|  |

**うざわ とおる プロフィール**

1982年 東京大学理学部数学科 卒業  
 1985年 東京大学大学院理学系研究科 修士課程 終了  
 1990年 イェール大学 Ph.D.

**研究経歴**

1990年 ペンシルバニア州立大学 助教授  
 1991年 東京大学大学院数理科学研究科 助手  
 1993年 東北大学理学部数学科 助教授  
 1998年 立教大学理学部数学科 助教授  
 2002年～ 名古屋大学大学院多元数理科学研究科 教授  
 [その他の併任・客員など]

1991年 ペンシルバニア州立大学 客員助教授  
 1996年 マサチューセッツ工科大学数学科 客員研究員  
 [その他の客員研究員]

京都大学 (1994, 2002)  
 千葉大学 (1995)  
 大阪大学 (1995)  
 立教大学 (1997)  
 東京大学 (1998)

数を構成し、L-関数から整数環のグローバルな性質を読みとる、というのが整数論におけるL-関数の重要性の根拠である。この点で、L-関数は統計力学にあらわれる分配関数、場の理論における分配関数と類似している。

物理学と幾何の関連は現在明らかであるが、数論との関係は奇異に映るかもしれない。現代数学では、「空間」には、幾何的な次元と、更に数論的な次元があることが認識されている。これは、現代数学において「空間」を調べるときに、素数pを法として考える手法が有力であることと対応している。

ここでの問題は、整数論、表現論、数理物理学における幾何をさらに以上の空間的な次元、数論的な次元を探ることによって深めることにある。

私自身は、このプロジェクトに、表現論をより幾何的に理解することをとおして、表現論と整数論が深く関連する保型表現の理論、L-関数と統計力学の間の類似明らかにする方向で貢献したい。これらの貢献は基礎研究分野での貢献となるが、一つの分野のなかで閉じた形で展開するのではなく、他の分野との実りある交流を目指すものである。今後とも数学の研究において重要な方向あり、国際的なレベルでの研究成果を発信していきたいと思う。

このような数学の基礎研究におけるプロジェクトが採択されたことに感謝するとともに、名古屋大学のなかで、数理科学が健全な形で発展していく土壌を涵養することに微力ながら貢献したいと思う。

本プロジェクトでは、研究代表者が我が国のこの分野の精鋭を集めて展開している21世紀COEプロジェクト「等式が生む数学の新概念」を高等研究院において効率的に展開し、大学の中で研究科の枠を越えて問題を深く掘り下げ、大学における基礎研究へのフィードバックし、学術の面で飛躍的發展をもたらすことをめざす。

COEプロジェクト「等式が生む数学の新概念」は次のような背景から出てきた。

近年、整数論、表現論における幾何的な考え方の重要性が増してきている。新しい問題がつぎつぎと生み出され、解決されるだけでなく、L-関数という、整数論では極めて古典的な対象が新しいアイデアを導入することによってめざましい結果がでてきている。

もっともめざましい例は350年間未解決であったフェルマー予想が、ワイルズらによって解決され

たことであろう。この結果も近年の整数論における幾何的見方、またラングランズ予想に象徴される、表現論における進歩が不可欠であった。

これらの進展で本質的な見方は、L-関数と呼ばれる、極めて単純な母関数が、以下に列挙するように数論幾何的方法、そして表現論的方法により定義され、その間に等式が成り立つと予想されている点である。

- 1) 代数体上で定義された代数多様体から、さまざまなコホモロジー論をとおして、定義されるL-関数
- 2) アデル上の代数群の保型表現から、さまざまな表現論的手法をとおして、定義されるべきL-関数
- 3) 統計物理、場の理論にあらわれる分配関数

また、L-関数の考え方自体が、統計力学にあらわれる分配関数と類似している。整数全体は1を足していく、というマイクロにはよく理解できる操作で構成される対象の性質を調べるために、L-関

研究プロジェクト名

# 等式が生む数学の新概念



## Equalities as an Avatars of New Mathematics

大学院多元数理科学研究科・教授  
**藤原 一宏**  
 Kazuhiro Fujiwara



**ふじわら かずひろ プロフィール**  
 1987年 東京大学理学部数学科 卒業  
 1989年 東京大学大学院理学系研究科 修士課程 終了  
 1990年 東京大学大学院理学系研究科 博士課程 中途退学

**研究経歴**  
 1990年 東京大学理学部数学科 助手  
 1991年 東京大学大学院数理科学研究科 助手  
 1994年 名古屋大学理学部数学科 講師  
 1995年 名古屋大学多元数理科学研究科 講師  
 1997年 名古屋大学多元数理科学研究科 助教授  
 2001年～ 名古屋大学多元数理科学研究科 教授

**[その他の併任・客員など]**  
 1991年 プリンストン高等研究所 (米国プリンストン) 研究員  
 1992年 MSRI (米国バークレー) 研究員  
 1998年 プリンストン高等研究所 (米国プリンストン) 研究員

**[客員研究員]**  
 IHP (1997、2000)、Muenster大 (1994、1996)  
 Paris 13 (1997)、Paris 7 (2002) 等

**[非常勤講師]**  
 東北大学 (1995)、東京工業大学 (1996)、  
 京都大学 (1996、2001)、早稲田大学 (1997)、  
 東京大学 (1999)、金沢大学 (2001)、筑波大学 (2002)、  
 奈良女子大学 (2003)、九州大学 (2003)

**研究分野**  
 整数論、数論幾何学、非可換類体論

**受賞歴、レクチャーシップなど**  
 1998年 代数学賞受賞 (日本数学会)

本プロジェクトでは数、対称性、空間概念の関  
 連を研究する。

本プロジェクトは21世紀COEプログラムとも連  
 動しているが、プロジェクトの詳細については、宇  
 澤氏の項目を参照していただきたい。ここでは私  
 に関連する部分の紹介にとどめる。

整数のように、非常に素朴な対象の研究はそ  
 の単純さ、素朴さゆえの困難が伴う。例えば、整  
 数は離散的なものであるため、科学において強力  
 な手法である解析学や、幾何学と関連が少ないよ  
 うに思う人も多いと思う。しかしながら、過去数学  
 者はこのような単純すぎる対象に対しても解析的、  
 幾何的なアプローチが可能であるように連続性の  
 概念や空間概念を整備してきた。特に、1960年

代以降幾何学の基礎概念が(原型をとどめない  
 ほど)急速に発展し、整数論の基礎を書き換える  
 ほどに成長している。この整数論の幾何学化は「数  
 論幾何学」と呼ばれており、現在も続く大きな流れ  
 である。

本プロジェクトでの私の役割は、数論幾何学の  
 見地から、整数論の基礎を見直しつつ概念を整  
 備し、他分野との関連をさらに明確化することに  
 ある。特に、対称性の概念を扱う表現論との関係  
 では、保型形式という解析関数と代数的なガロア  
 表現、幾何学的なモチーフという三つの対象の間  
 に対称性を保つ深い関係があることが明らか  
 になりつつある。この(三位一体を想像させる)関係  
 が成立していれば(一般には解析概論の著者と

して知られる)高木貞治が確立した類体論を本  
 質的に拡張することになるため。非可換類体論と  
 呼ばれている。非可換類体論に対しても1950年  
 代の日本人数学者の貢献が非常に大きく、類体  
 論での貢献は日本が世界に誇れるものであろう。  
 また、フェルマーの最終定理もこの枠組みの中で  
 解決されている、私自身の過去の研究も、その多  
 くが非可換類体論に関係している。

以上のように、本プロジェクト研究は純粋数学  
 でのものであり、直接的な応用を目的にしてい  
 ない。実際には、ガロア理論で有名な(それ以上に決  
 して命を落としたことで有名な)ガロアが発見した  
 有限体、二千年以上前から扱われていた楕円曲  
 線や、それに基づく抽象数学はコンピュータの発  
 達にとまない、情報理論において様々な応用をも  
 たらしている。私は今後圏論の見方に基づいた  
 情報理論の幾何学化が急速に進むと考えているが、  
 我々のプロジェクトはその発展に間接的に貢献す  
 ることになるだろう。

しかしながら、数学の進展の原動力は、現実か  
 らの要請以外にも知的好奇心に基づく部分が大き  
 い。名古屋大学高等研究院に数学からの提案  
 を採用していただいたことを喜ぶとともに、国際的  
 なレベルでの研究を続け、名古屋から発信し続け  
 られるよう努力したい。

研究プロジェクト名

# タンパク質トランスロケータの 作動原理の解明



## Molecular Mechanisms of the Functions of Protein Translocators

大学院理学研究科・教授

遠藤 斗志也  
Toshiya Endo



えんどう としや プロフィール

1977年 東京大学理学部生物化学科 卒業  
1982年 東京大学大学院理学系研究科 生物化学専攻 修了  
(理学博士)

研究経歴

1982年 群馬大学工業短期大学工業化学科 助手  
1986年 スイスバーゼル大学 研究員  
1987年 群馬大学工業短期大学工業化学科 助教授  
1989年 群馬大学工学部生物化学工学科 助教授  
1989年 名古屋大学理学部化学科 助教授  
1991年 名古屋大学理学部化学科 教授  
1996年～ 名古屋大学大学院理学研究科 物質理学専攻 教授

研究分野

分子細胞生物学

受賞歴、レクチャーシップなど

1998年 日本IBM科学賞

セプターにより選別された前駆体タンパク質は、高次構造がほどこかれてチャンネルに入り、モータ機能によりチャンネル内を一方方向に移動します。膜タンパク質の場合は、膜貫通セグメントが現れたところで膜透過が停止し、ラテラル（水平）方向にチャンネルが開いてリン脂質二重層に組込まれます。本研究では、研究代表者らがこれまで行ってきた研究を発展させ、タンパク質トランスロケータの作動原理を分子レベルで解明することを目指します。具体的には、以下の諸問題の解決を目標としています。

- (1) トランスロケータは局在化シグナルをどのように認識するのか？
- (2) 全ミトコンドリアタンパク質のミトコンドリア移行はどのように制御されているのか？
- (3) 外膜と内膜のトランスロケータはどうやって共役するのか？
- (4) トランスロケータチャンネルはどうやってラテラルに開閉するのか？
- (5) トランスロケータのモータ機能は何によって駆動されるのか？

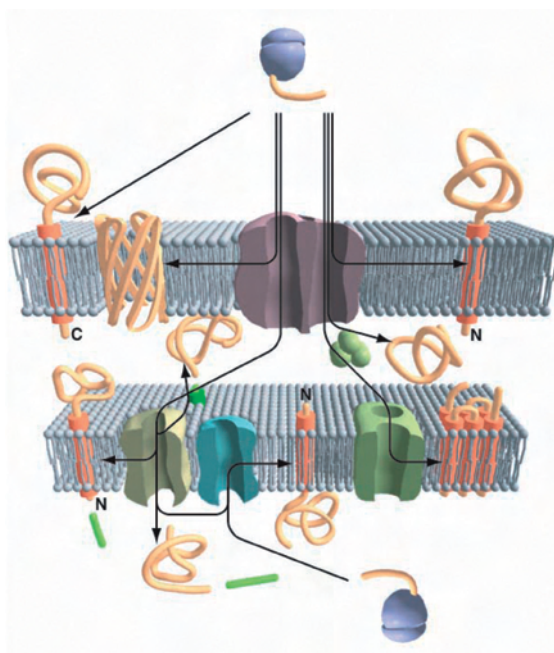
ミトコンドリアは細胞内でエネルギー産生だけでなく、重要な生体物質の代謝・生産、さらにはプログラム化された細胞死にも関わります。その機能低下は様々な病気や老化にもつながります。本研究の成果は、生命活動に必須のミトコンドリアが、細胞内でどのように作られ、維持されているかという、きわめて基本的な問題の解決に貢献すると考えられます。また、生細胞内で組換えタンパク質を特定のオルガネラの特定の区画に、精密かつ自在に送り込む技術の開発、リン脂質二重層を足場とする精密なタンパク質集積技術の開発にもつながるものと考えられます。

細胞内でアミノ酸をつないで合成されるタンパク質は、各々が働くべき場所に正しく移行して、はじめて機能することができます。ヒトをはじめとする真核生物の細胞内には、生体膜で囲まれた様々な区画（細胞内小器官）が存在し、それらには独自のタンパク質が集合し、小器官独自の機能を果たしています。たとえば、生命活動のエネルギー源であるATP産生などを行う細胞内小器官、ミトコンドリアのタンパク質は、大部分がミトコンドリアの外で合成された後、タンパク質自身に書き込まれた「ミトコンドリア行きシグナル」にしたがってミトコンドリアに輸送され、ミトコンドリア内に取り込まれ、機能を果たします。

細胞内小器官は一般に生体膜という構造で囲まれているため、タンパク質のような大きな分子は自由に入ったりすることはできません。したがって、小器官のタンパク質が小器官内に入るためには特別な仕掛け、すなわち小器官の膜上の「トランスロケータ（膜透過装置）」の助けが必要になります。トランスロケータは、タンパク質自身に書き込まれた各小器官行きのシグナルを識別し、タンパク質が通るための穴を提供します。タンパク質はこの穴の中を、ヒモのようなかたちで通り抜けて、小器官の内部に入ると考えられています。

トランスロケータは、そこを通過するタンパク質（前駆体タンパク質）に書き込まれた行き先（局在化）シグナルを読みとるレセプター、タンパク質を通過

させる穴（チャンネル）、そしてポリペプチド鎖の移動を制御するモータの三つの機能単位から成ります。局在化シグナルは、標的化するオルガネラ、オルガネラ内での仕分け先、さらに膜タンパク質の場合は膜への組込みの配向性を指定し、通過する前駆体タンパク質自身に書き込まれています。レ



研究プロジェクト名


# 宇宙観測用赤外線干渉計望遠鏡の開発研究



## Development of Far-Infrared Interferometer for Astronomy

大学院理学研究科・教授

**芝井 弘**  
Hiroshi Shibai



**しばい ひろし プロフィール**

1978年 京都大学理学部 卒業  
 1980年 京都大学大学院理学研究科 修士課程 物理学第二専攻 修了  
 1982年 京都大学大学院理学研究科 博士後期過程 物理学第二専攻 中途退学  
 1993年 東京大学大学院理学研究科 天文学専攻 博士(理学)取得

**研究経歴**

1982年 宇宙科学研究所 助手  
 1994年 宇宙科学研究所 助教授  
 1997年～ 名古屋大学大学院理学研究科 教授 [その他の併任・客員など]  
 1996年 通信総合研究所 客員研究員(3年間)  
 1996年 京都大学理学部 客員助教授(連携併任、1年)  
 1997年 宇宙科学研究所 客員教授(併任、6年半)  
 2003年～ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 客員教授

**研究分野**

光赤外線天文学、遠赤外線干渉計、気球搭載望遠鏡、赤外線銀河、大規模星生成現象、活動銀河核

のような高密度の塵雲では、たとえ遠赤外線でも短波長に行くほど透過度が悪くなり、柱密度が10の24乗を越えると光学的厚さが1を越えます。従ってある程度コアが収縮すると中心の高温部はますます塵雲の吸収によって見えにくくなりますが、温度の空間分布が高解像で観測できれば、輻射輸送の理論的モデルと詳細に照合することができ、内部の情報を導き出すことが期待できます。

本研究では遠赤外帯で他のどの観測装置よりも5倍以上高い空間分解能(解像度)を持つ遠赤外線干渉計を開発するものであり、他の波長に比べて格段に劣っていた遠赤外線波長帯の解像度が格段に向上することで、天文学の多くの多くの観測研究分野で、かけがえのないユニークな貢献ができることが期待されます。

さらに遠赤外波長帯で初めて干渉計を実現できれば、将来の本格的な宇宙干渉計への足がかりとなり、大変重要な意味を持ちます。現在計画中のSPICAミッション以後は格段に大きい宇宙望遠鏡を遠赤外線を実現するのは大変難しくなり、何らかの意味の干渉計技術を導入することは避けられないからです。本研究はこのような宇宙赤外線干渉計への第一歩と位置づけられます。

### 今後の抱負

世界的にまったくユニークなこの研究に専心し、世界をリードする成果を挙げたい。

### 本院への期待

名古屋大学高等研究院は法人化した国立大学において最先端の研究活動の象徴であり、これにふさわしい研究環境が整っていくことを期待している。

### 本院における研究プロジェクトの簡単な紹介

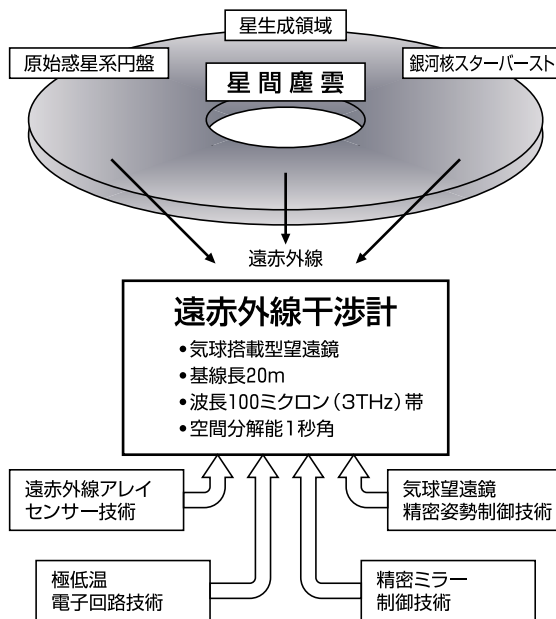
本研究の主目的は、星生成領域、原始惑星系円盤、銀河核スターバーストなど、星間塵熱放射がきわめて重要な役割を果たしている天体について、1秒角に迫る高解像度で遠赤外線の撮像を行い、各天体において星間塵の温度分布を初めて明らかにすることです。このことにより、現在、理論的シミュレーションの結果を間接的な方法で検証するしかない星間塵雲の輻射輸送+密度構造を、直接的な観測で明らかにすることができます。このためには、星間塵スペクトルのピークとなっている遠赤外帯において高解像撮像をする以外に方法が無く、遠赤外帯において初めて基線長20mの干渉計を開発して観測に使用します。

これまでに、ミリ波帯における観測と理論的研究によって、分子雲から分子雲コアへの生成過程が解明されてきました。この結果例えば牡牛座分子雲などでは、恒星が誕生していても良いはずなのに内部に原始星を含まないコアが多数見つかっています。このような分子雲コアに本当に原始星が誕生していないかどうかは、ASTRO-Fなどの高感度の遠赤外線測光で明らかになると期待されますが、どのような密度分布や温度分布のコアがあるかを知るには、高解像の観測が必要です。温度分布を知るためには、遠赤外帯で放射強度ピークの測光観測をする必要があり、恒星誕生直前のプロセスを解明する上で、他の方法では直

接的な観測的証拠が得られません。

一方、一旦、恒星が誕生してしまえば、さらにそこに降り積もる物質によって、可視光、近赤外線、X線が強く放射されることがわかっていますが、ここで明らかにしたいのはその直前の状態です。こ

図. 遠赤外線干渉計による星生成領域の構造解明



The purpose of this research is to reveal the temperature distribution/structure of the dense dust clouds surrounding energetic objects, such as star-forming regions, protoplanetary disks, and nuclear starburst galaxies. It leads us to comprehensive understanding of the radiation transfer process and the density structure in individual interstellar dust clouds based on direct observation. As the representative dust temperature is a few tens K, the observation should be made in the far-infrared wavelength region where the energy spectrum has its peak. The first far-infrared interferometer onboard a scientific balloon is developed for this research. The baseline is 20m that is required to achieve the spatial resolution of 1 arc second at 100 microns.

研究プロジェクト名

# メカノケミカルナノマニピュレーションに基づくナノデバイスのアセンブリ



## Nanoassembly of Nanodevices through Mechanochemical Nanomanipulations

大学院工学研究科・教授  
**福田 敏 男**  
Toshio Fukuda



ふくだ としお プロフィール

- 1971年 早稲田大学理工学部機械工学 卒業
- 1973年 東京大学大学院 修士課程 修了
- 1973年 アメリカエール大学大学院 留学
- 1977年 東京大学大学院 博士課程 修了 工学博士

研究経歴

- 1977年 通産省工業技術院機械技術研究所 研究員・主任研究官
- 1980年 西ドイツシュツットガルト大学 客員研究員
- 1982年 東京理科大学工学部機械工学科 講師
- 1983年 東京理科大学工学部機械工学科 助教授
- 1986年 アメリカエール大学 客員助教授
- 1989年 名古屋大学工学部機械工学第2学科 教授
- 1992年 名古屋大学工学部機械情報システム工学科 教授
- 1993年 イタリアScuola Superiore S.~Anna 客員教授
- 1994年 名古屋大学大学院工学研究科 マイクロシステム工学専攻及び機械システム工学 教授
- 1996年 名古屋大学先端技術共同研究センター 教授
- 2002年~ 名古屋大学大学院工学研究科 マイクロシステム工学専攻及び機械システム工学科 教授
- 2003年 フンボルト財団研究所 教授

研究分野

マイクロ・ナノ・ロボットシステムの観点からナノマニピュレーションシステムに基づき、ナノ・マシニング、ナノ計測、ナノアセンブリ等の分野の基礎研究を行い、ナノ人工構造物やナノ・センサー・アクチュエータやナノバイオシステム、ナノ細胞システム、ナノ制御システム等へ応用研究を推進する。

受賞歴、レクチャーシップなど

- 1995年 日本機械学会知能ロボット部門賞
- 1995年 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス部門功績賞
- 1995年 計測自動制御学会知能制御部門功績賞
- 2001年 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門一般表彰 (ROBOMECH表彰)
- 2002年 フンボルト財団 Research Award

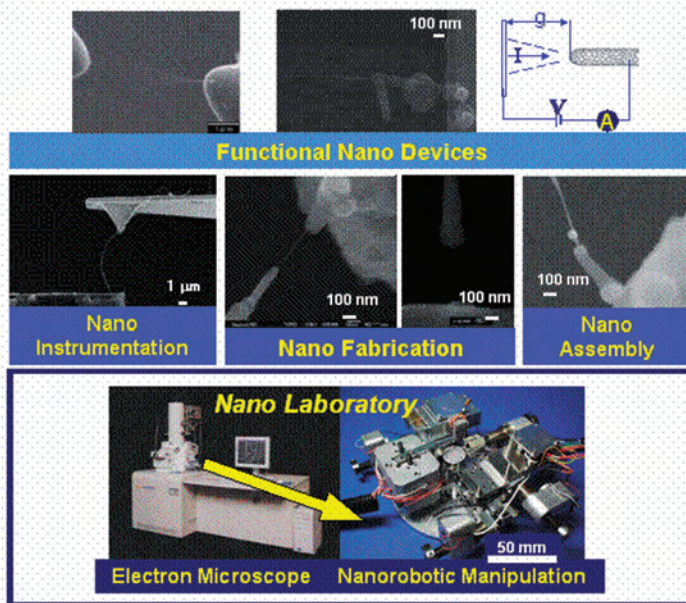
従来より知能ロボットシステムの研究のシンセスの観点から、マイクロシステムやナノシステムの研究を行ってきており、マイクロ・ナノシステムテクノロジーは、今後も、医療バイオシステムや産業用システムの分野等に有効であると考えている。特に、ナノテクノロジーの工学的応用を目指す場合、ナノ領域における3次元ロボットマニピュレーションが不可欠である。特に、メカノ・ケミカル、ナノロボットマニピュレーションを用いて、ナノ領域における①ナノ・マシニング、②ナノ計測、③ナノ・アセンブリーによる、ナノ構造物やナノ機能性デバイス、それに基づくナノシステムの構築を目指すことができる。本手法により、現在までのナノサイエンスによる物理・化学的な基礎研究に、システム・シンセスの観点から、ナノ・テクノロジーの広い分野において、メカノケミカルナノマニピュレーションを活用して、ナノマシン、ナノ材料、ナノバイオシステム、人工細胞システム、電子・電気物性やその他の関連する応用、実用分野に新たな方法を提供することができる。

今後の抱負

メカノケミカルナノマニピュレーションは、ナノレベルにおけるロボット・マニピュレーションの手法であり、従来より研究を行ってきた知能ロボット、マイクロロボット研究の延長線上にあり、ナノ領域における量子効果等を考慮したマニピュレーション方法を用いて、新たなナノ人工物を創成する。これにより、従来の物理化学的な方法では実現不可能であった3次元ナノ人工構造物、ナノ機能性物質、ナノセンサー・アクチュエータ、人工細胞システム、電子・電気デバイス、ナノエネルギー源、ナノ・アセンブリー・システム等をナノシステムのシンセスの立場から創ることができる。特に、カーボンナノチューブを素材として、ナノセンサー、ナノ・アクチュエータ、ナノ人工構造物をアセンブリして、3次元ナノ機能性デバイス・システムや従来、不可能であったナノバイオ領域における観測システム等細胞のリアルタイムを研究し、構築したい。

本院への期待

名古屋大学高等研究院では、優れた研究環境を利用して、ナノテクノロジーをシステムの観点から見て、ナノ・マイクロマニピュレータのロボット技術を駆使して、超微小操作による新しいナノデバイス、バイオデバイス等を創成し、これらを用いたナノアセンブリーシステムを構築して、世界をリードする研究と開発を行いたい。特に、メカノケミカルナノマニピュレーションに基づいて、電子・電気機械産業界や、医学界に、実用的な観点からも、ナノデバイス及びシステムを提供し、世界へ有用な研究成果を発信していきたい。



Institute for Advanced Research, Nagoya University, Toshio Fukuda

研究プロジェクト名

# 高クヌッセン数流れの マイクロスケール・アナリシス

## Micro-Scale Analyses of High Knudsen Number Flows



大学院工学研究科・教授

**新 美 智 秀**  
Tomohide Niimi



にいみ ともひで プロフィール

1977年 名古屋大学工学部 卒業  
 1979年 名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程 修了  
 1989年 工学博士(名古屋大学)

研究経歴

1983年 名古屋大学工学部 助手  
 1989年 名古屋大学工学部 講師  
 1990年 名古屋大学工学部 助教授  
 2002年～ 名古屋大学大学院工学研究科 教授

研究分野

希薄気体力学、面分子干渉、超希薄気体流のレーザー計測(REMPI, LIF)、  
 光学的圧力計測(PSP)、希薄気体流の計算機シミュレーション(DSMC、  
 MD)

受賞歴、レクチャーシップなど

1989年 流れの可視化学会 技術賞  
 1990年 日本機械学会 奨励賞  
 1991年 可視化情報学会 映像展賞  
 1992年 日本機械学会 論文賞  
 1993年 可視化情報学会 グッドプレゼンテーション賞  
 1994年 永井科学技術財団賞 学術賞  
 2001年 日本機械学会 論文賞

状態まで検出できることから、後者の光計測による解析が主流となっています。しかし、最も感度の高いレーザー誘起蛍光法でさえ、その検出限界は $10^{12}$  molecules/cm<sup>3</sup> (標準状態の数密度は $10^{19}$  molecules/cm<sup>3</sup>) であり、超高真空技術が一般化しているにもかかわらず、超希薄気体流に利用できる高S/Nなレーザー計測技術が追いついていないのが現状です。また、固体表面における気体分子の固体表面との相互作用に関する直接的な光学的解析は緒にもついでないのが現状です。

本プロジェクトでは、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マイクロス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)を利用し、ナノ・マイクロデバイス開発に関連した高クヌッセン数流れをマイクロスケールで光学的に解析することを目的としています。高クヌッセン数流れ(超希薄気体流)で発現する強い非平衡現象の解明や固体表面との内部エネルギーを含めたエネルギー交換、運動量交換、反射分子の流速強度分布の反射角度依存性、吸着確率と吸着・脱離現象、適応係数、反射分子の内部エネルギーの非平衡性などの精緻な実験データを取得することを計画しています。また圧力タップや熱電対などの計測手法が適用できないナノ・マイクロデバイスまわりの流体力学的・熱力学的特性の解明には、気体分子と固体表面との相互作用に基づく計測法であるPSP/TSPを用いて、デバイスに作用する応力や熱流束、原子・分子レベルでの伝熱、マイクロチャンネル内の滑り流などの精緻な実験データを取得する予定です。本プロジェクトで提案する光学的解析を利用した高クヌッセン数流れのマイクロスケールな実験の解明は、高クヌッセン数流れのシミュレーションによる予測と総合的理解を可能にし、ナノテクノロジーの発展に大きく寄与するものと考えています。

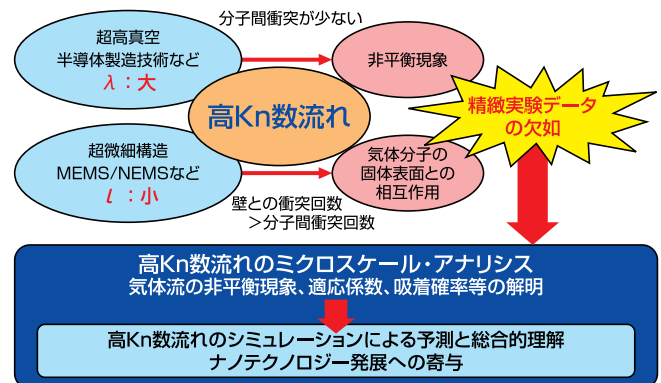
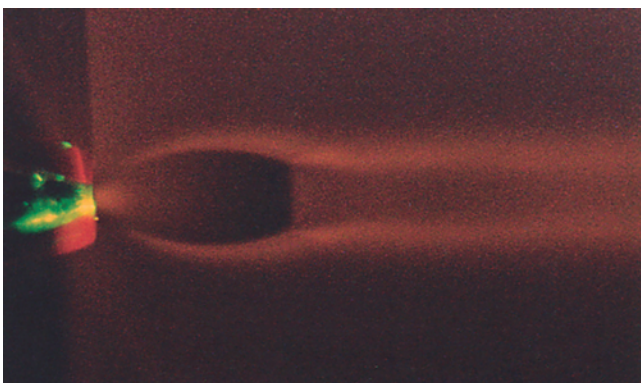
高等研究院では、研究専念の環境を生かしてプロジェクトをさらに推進するとともに、分野を超えた先生方との交流を期待しています。

私の提案した研究プロジェクトを高等研究院で萌芽的研究として採択していただき、大変光栄に思うとともに身の引き締まる思いです。高等研究院の名を汚すことのないように精進する所存ですので、どうぞよろしくお願いいたします。

高等研究院では「高クヌッセン数流れのマイクロスケール・アナリシス」のプロジェクトを推進する予定ですが、以下にその概略を紹介いたします。気体流の希薄度を表わす重要な無次元パラメータとしてクヌッセン数(Kn:Knudsen number)があり、平均自由行程と流れ場の代表長さLを用いて $Kn=l/L$ で定義されます。一般にKn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。高真空を利用する半導体薄膜製造などの平均自由行程が大きい場での製品開発はもちろんのこと、大

気圧下でも代表長さが数十nm程度になるMEMSやNEMS(Micro/Nano Electro Mechanical Systems)に代表されるナノ・マイクロデバイス近傍の流れ場も、高クヌッセン数流れとなります。高クヌッセン数流れにおいては、平均自由行程が大きい場合には分子間衝突数が極端に減少して気体流中に強い非平衡現象が発現し、代表長さが極端に小さい場合には気体分子は他の気体分子よりも固体表面と数多く衝突するため、流れ場が固体表面の影響を強く受けることになります。

高クヌッセン数流れのうち、希薄気体流を対象とした物理量計測は、数密度計測に基づく電離真空計や質量分析器、分子の内部状態に基づく電子線蛍光法やレーザー誘起蛍光法が利用されてきました。近年では非接触で流れの非平衡





研究プロジェクト名

# 内因性親電子活性種の生成と制御： 食による生活習慣病予防を目指して

## Formation and Regulation of Endogenous Electrophiles: Aiming at Prevention of Life Style-related Diseases by Foods



大学院生命農学研究科・助教授

内田 浩二  
Koji Uchida



うちだ こうじ プロフィール

1983年 名古屋大学農学部食品工業化学科 卒業  
1988年 名古屋大学大学院農学研究科 博士課程  
(食品工業化学専攻) 修了

研究経歴

1988年 名古屋大学農学部 助手  
1990年 米国立衛生研究所 (NIH) 客員研究員  
1996年 名古屋大学農学部 助教授  
1998年～名古屋大学大学院生命農学研究科 助教授  
【兼任】  
2001年 筑波大学医学部 客員研究員  
2002年～筑波大学先端学際領域研究センター 客員研究員

研究分野

- 1.脂質を起源とする親電子性活性種の細胞機能解析
- 2.親電子性活性種をプローブとした生活習慣病病態の解析
- 3.食による生活習慣病予防

受賞歴、レクチャーシップなど

2000年 日本農芸化学会 奨励賞  
2002年 日本過酸化脂質フリーラジカル学会 奨励賞

因子の一つとみなされている。こうした背景の中、申請者らの研究グループでは、炎症あるいは酸化ストレスに伴い生成される高反応性の親電子活性種に着目し、神経変性疾患など様々な生活習慣病の発症・進展における普遍的な鍵分子であることを提唱してきた(下図)。この仮説を証明すべく、高等研究院における本プロジェクトでは3本の大きな柱(目標)を掲げる。一つ目の柱は、親電子性活性種のうち、脂質の酸化により生成される短鎖アルデヒドおよびプロスタグランジン代謝物に焦点を絞り、細胞内シグナル伝達機構を解析し、ストレスおよびストレス応答の分子メカニズムの全体像を把握する。2つ目の柱は、親電子性活性種を指標とした免疫化学的測定系を構築し、酸化ストレス評価デバイスの開発につなげる。3つ目の柱では、親電子性活性種に対する細胞内解毒機構を解析し、さらに食による酸化ストレスに関連した生活習慣病の予防を目的に、細胞内解毒システムを活性化する分子を食品素材に求め、活性化分子を探索・同定する基盤技術を確立する。これら酸化ストレスの「分子メカニズム解析」、「評価法の開発」、「食による予防」という3つの大きな目標を通じ、生活習慣病の診断・予防基盤技術への応用を可能にしたい。

糖尿病合併症、高血圧(動脈硬化)、アレルギー、がん、及び老化など、生活習慣が関わる疾病、すなわち生活習慣病は、今世紀人類が克服しなければならない最大の難病である。その難病たるゆ

えんは、その原因として食習慣など環境要因が大きな割合を占めることである。その中でも、酸化ストレスは、生活習慣病全般において普遍的に観察されることから、発症・進展に関わる最も重要な

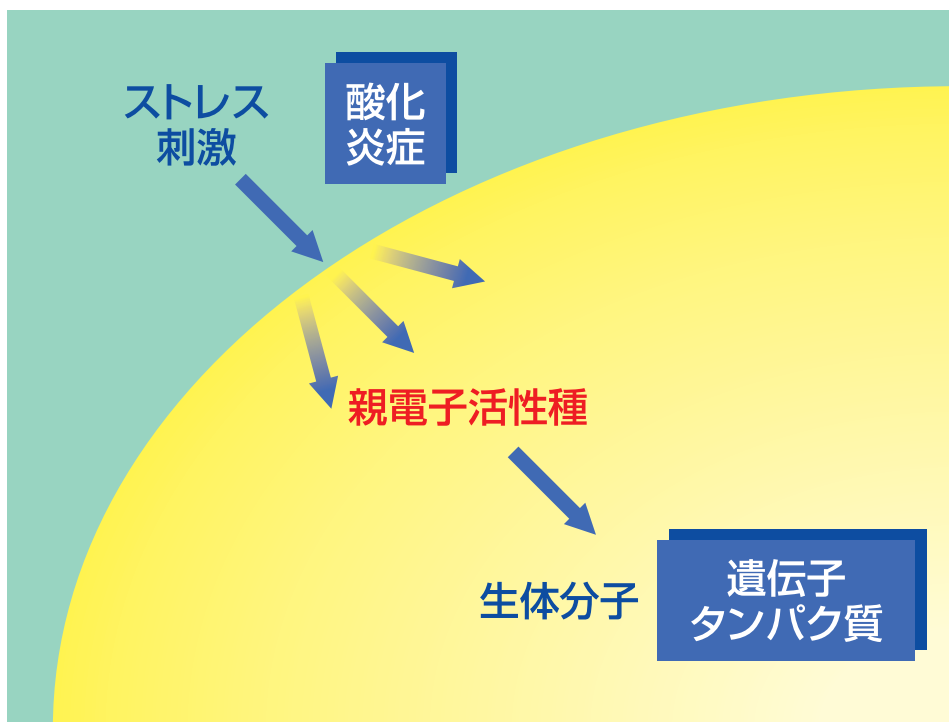


図. 細胞外刺激による内因性親電子活性種の生成と作用

研究プロジェクト名

# 分子ゆらぎのつくる生命プロセス



## Biological Processes in Fluctuating Molecular Systems

大学院情報科学研究科・教授

**笹井 理生**  
Masaki Sasai



**ささい まさき プロフィール**

1980年 京都大学理学部 卒業  
 1982年 京都大学理学部研究科博士前期課程 物理学第一専攻 修了  
 1985年 京都大学理学部研究科博士後期課程 物理学第一専攻 単位取得 満期退学  
 1985年 理学博士(京都大学)

**研究経歴**

1985年 分子科学研究所 助手  
 1991年 名古屋大学教養部 助教授  
 1998年 名古屋大学人間情報科学研究科 教授  
 2003年～ 名古屋大学情報科学研究科 複雑系科学専攻 教授

**研究分野**

理論生物物理学、化学物理学。特に

- 1) 蛋白質フォールディングと構造、デザイン
- 2) 蛋白質および蛋白質複合体のダイナミクスと機能
- 3) 遺伝子スイッチとそのネットワーク
- 4) 液体の遅い緩和、液体の水における水素結合ネットワークの理論

を展開し、「蛋白質とは何か?」という基本視点の刷新を目指す。(2)統計物理学、シミュレーションを総合し、調節蛋白質とDNAの相互作用によって作られる遺伝子発現スイッチとそのネットワークのダイナミクスを究明する。分子ゆらぎに起因する遺伝子スイッチの確率的動作を分析し、大きくゆらぎながら安定に動作する遺伝子システムの構造を解明する。

多くの重要な生物学的プロセスは、蛋白質が相互作用を通じてつくる蛋白質複合体や核酸・蛋白質複合体によって担われており、その高い効率と特異性は、蛋白質の特異な構造に起因すると考えられてきた。蛋白質の構造を理解することの重要性は言を待たないが、構造に重きを置くあまり、蛋白質は形の定まった固い精密機械のパーツとして働く、という仮定がこれまで多くの研究プロジェクトに無意識に置かれていたように思われる。また、これまでの教科書では、異なる条件で作成された結晶構造を「紙芝居」のようにつなげて機能発現を説明することが一般的であった。しかし最近、酵素反応、シグナル伝達、分子モーターなど蛋白質、および蛋白質複合体の柔らかさを示す実験が次々に現れており、その本質をついた理論の登場が待たれている。本プロジェクトは、分子とその複合体が示すダイナミカルな揺らぎを正面から取り扱うことにより、「分子構造」=「機能」という従来の常識から脱却して、「ダイナミクス」=「機能」という新パラダイムへの転換を促し、大きな揺らぎの中で生体分子の特異性や高効率が発揮される理由、および、分子ゆらぎを積極的に利用して機能を発現する機構を究明する。

また、細胞における遺伝子発現を定量的に測定する技術が発達した結果、遺伝子発現はノイズの多い、確率的なプロセスであることが明らかにされた。蛋白質と核酸の相互作用における大きな揺らぎの中で、遺伝子が安定に発現する機構を明らかにすることは重要なチャレンジである。本プロジェクトでは、遺伝子発現を解析し、揺らぎの中で働く遺伝子ネットワークの設計原理を明らかにする。

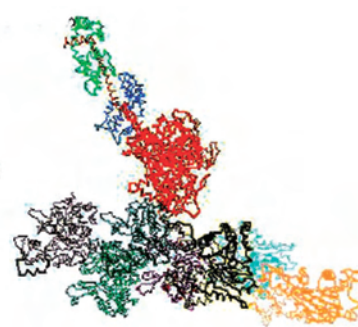
本プロジェクトの特徴は、生体分子複合体、生体分子ネットワークの機能を理解するために、情報学的に処理された膨大な実験データをふまえ、さらに分子ゆらぎの本質に立ち戻って方法、概念を構築することにある。物理学、化学のもつ普遍性がゲノム科学に要求される網羅性、俯瞰性の根拠となるのではないだろうか? こうして進められるゲノムレベルの物理学、化学はゲノム物理学、ゲノム化学(ゲノムに関する物理学、化学)と呼ぶことのできる研究に成長して行くかもしれない。名古屋大学における高等研究院の活動を通じて、理論生命科学的な新しい潮流を作ってゆきたい。

ゲノム情報の解釈が進むに伴い、生命をシステムとして捉える研究が射程に入ってきた。とりわけ、蛋白質-蛋白質相互作用、DNA-蛋白質相互作用など、生体高分子が相互作用を通じてつくる分子ネットワークの動作と設計原理を理解することが必要である。しかし、大量に現れる実験データの表層的な収集をするだけでは、生体分子ネットワークの理解に到達することは難しい。「熱揺らぎに曝されて、柔らかく確率的に動く物質である」という分子の本質に立ち入ってネットワークの動作原理を理解することが重要であろう。すなわち、通

常の人間サイズの機械のアナロジーを超えて、ダイナミックにゆらぐナノメートルサイズの分子機械としての生体分子とそのネットワークを理解することが重要な課題となっている。

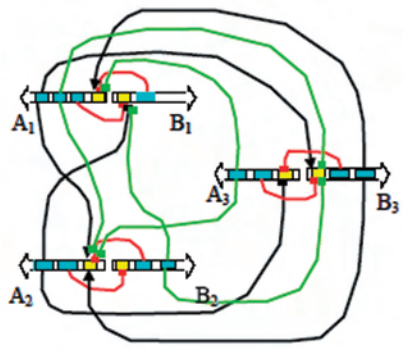
本プロジェクトは分子とその相互作用ダイナミクスを研究し、生体分子ネットワークを理解するための方法、概念の発見を目的とする。具体的には、次の2つの目標を持つ。(1)蛋白質複合体の機能発現メカニズムを分子ゆらぎの観点から分析する。1分子計測実験のグループと協力して、統計物理学、理論化学、シミュレーションを総合した新しい方法

**エネルギーランドスケープ理論 + 大規模シミュレーションにより、多様な蛋白質複合体を解析**



**蛋白質複合体の機能発現メカニズム**  
分子ゆらぎの観点から分析

**遺伝子ネットワーク：設計の原理**  
分子揺らぎはいかにネットワークの動作をコントロールするか?(揺らぎのつくる秩序)



**新しい数学的手法の開発と展開**

研究プロジェクト名

# 線虫の温度走性行動をパラダイムとした 学習と記憶の神経制御と分子基盤



## Studies on Neural Regulation and Molecular Base of Learning and Memory through Thermotaxis Paradigm in Caenorhabditis Elegans

大学院理学研究科・助教授

**森 郁 恵**  
Ikue Mori



**もり いくえ プロフィール**

1980年 お茶の水女子大学理学部生物学科 卒業  
1982年 お茶の水女子大学理学部研究科修士課程在学中に文部省国際交流派遣制度の派遣留学生として英国 University of Sussexに留学  
1983年 お茶の水女子大学理学部研究科 修士課程 修了  
お茶の水大学 特別研究生  
1988年 米国Washington University生物医学系大学院博士課程 修了

**研究経歴**

1989年 九州大学理学部生物学科 分子遺伝学講座 助手  
1996年～ 科学技術振興事業団さきがけ研究21研究員「遺伝と変化」領域(豊島久真男総括)3期生  
1998年～ 名古屋大学大学院理学研究科 生命理学専攻分子神経生物学グループ 助教授

**研究分野**

線虫Caenorhabditis elegansをモデル動物とした分子神経遺伝学  
感覚受容の分子機構、神経回路に基づく行動の分子基盤の解明、記憶と学習の分子機構の解明

**受賞歴、レクチャーシップなど**

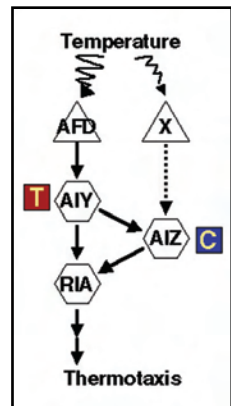
1990年 日産科学振興財団フェローシップ  
1990年 プレインサイエンス振興財団フェローシップ  
1996年 日本遺伝学会奨励賞

も直接的かつ多面的に観察できる行動である(図2)。この行動は、多くの研究者の関心を集めてきたが、1975年の最初の報告以来、その可塑性ゆえに解析が困難であり、全く解析が進められてこなかった。本研究者らは、最初の報告から20年を経た1995年に、レーザー照射による細胞破壊実験を行って、温度走性の神経回路モデルを提唱した(図3)。このモデルは、現在、線虫の感覚行動についての唯一の神経回路モデルであり、本研究者の研究室は、この神経回路に基づいた遺伝子機能を考察できる点において、国内よりも海外で評価され認知されている。今後、本学高等研究院において本プロジェクトを遂行することによって、学習や記憶に関与する遺伝子や神経回路を明らかにし、ヒトのココロの仕組みに迫る成果を国内外に広く発信し、遺伝モデル動物を用いた脳研究のコアとなるべく、研究を進めていきたい。さらに、本プロジェクトは、複雑系やシミュレーションによる脳機能の研究を行っている理論科学者に、非常に有益な情報を提供することになると期待される。また、神経精神医学の分野にも、有益な知見を与えることと確信している。

動物がどのようにして多種多様な刺激を受容・識別し、関連付けて記憶するのかという問題は、現在の神経生物学において、最も根本的な問題の1つである。多くの国内外の研究者が競って研究しているにも関わらず、これらの問題について、分子レベルでの本質的な答えは、まだ見いだされていない。線虫C.elegansは、行動や神経系の遺伝学的解析に適し、これらの問題を解くための優れたモデル動物である(図1)。C.elegansには、触覚、味覚、嗅覚、温度感覚など、哺乳類全般が備えている感覚が存在している。そして、これらの多様

な刺激を受容する感覚ニューロンがおのの存在し、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。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する性質を持っている。本研究プロジェクトの主眼は、この温度走性の記憶・学習過程について、その分子メカニズムに裏打ちされた神経回路メカニズムの解明である。

C.elegans温度走性は、神経系の可塑性が最



(Mori and Ohshima model, 1995)  
図3.レーザー照射細胞破壊実験より提唱された温度走性神経回路モデル

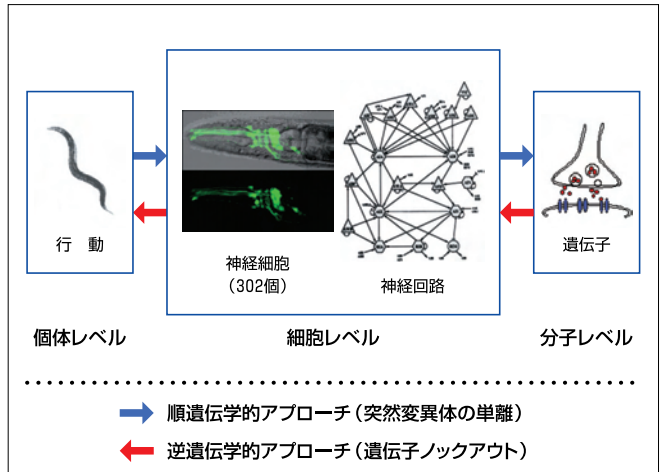


図1.線虫C.elegansの分子神経遺伝学。神経系機能解析における最大の利点は、個体・細胞・分子レベルという3つの階層を統合し、順遺伝学的アプローチと逆遺伝学的アプローチの両方から問題の本質に迫る研究ができる点である。

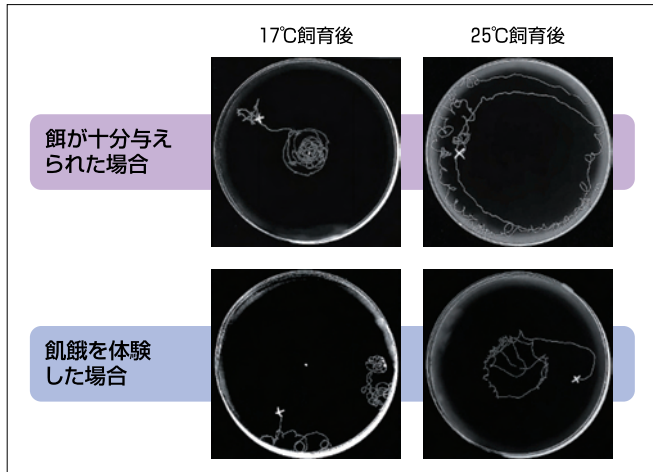


図2.線虫C.elegansの温度走性。線虫は過去の飼育温度や餌条件によって、中心が17°Cで周辺が25°Cの餌のない同心円状の温度勾配上での行動を変化させる。餌とある大腸菌を十分与えられて飼育された場合は、飼育温度へ移動し、過去に飢餓を体験した場合は、飢餓体験温度から避ける。

研究プロジェクト名

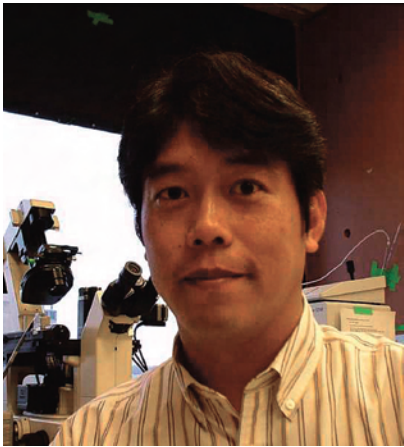
# メカノバイオロジー

Mechanobiology



大学院医学系研究科・助教授

**成瀬 恵治**  
Keiji Naruse



**なるせ けいじ プロフィール**

- 1988年 名古屋大学医学部医学科 卒業
- 1988年 名古屋大学大学院医学研究科生理学 入学
- 1989年 University of North Carolina at Chapel Hill, Neuroscience, research fellow (名古屋大学医学部交換留学)
- 1990年 同修了
- 1992年 名古屋大学大学院医学研究科生理学 修了

**研究経歴**

- 1992年 長寿科学振興財団リサーチレジデント
- 1993年 名古屋大学医学部生理学第二講座 助手
- 1994年 名古屋大学医学部生理学第二生理学講座 講師
- 1998年 文部省在外研究員(Pathology, Harvard University Medical School, and Surgery, Children's Hospital)
- 1999年 名古屋大学大学院医学研究科 細胞情報医学専攻 細胞科学講座細胞生物物理学 助教授
- 1999年 文部省在外研究員 修了
- 2001年~ 科学技術事業団・国際共同研究 研究員兼任

**研究分野**

メカノバイオロジー

伊藤文雄名誉教授(前生理学教授)のお誘いで、イオンチャンネル、特にTouchなどの機械刺激を生体電気信号に変換する機械感受チャンネルに興味をもったのがそもその始まりで医学部生時代から教室に入り浸った。同教授の戒めの「既存の概念にとらわれるな」により生化学講座、病態制御細胞研究部門、国立共同研究機構生理学研究所などで様々な研究概念・手法を学んだ。更に卒業後、ノースカロライナ大学チャペルヒル校神経生理学で電気生理学、ハーバード大学医学部で細胞生理学とリソグラフィーによる細胞パターンニング技術を学んだ。

との関連が示唆される。独自に開発した定量的・高再現性ストレッチ装置により、ストレッチ刺激に対する細胞応答(細胞内情報伝達(Ca<sup>2+</sup>))、機構の解明、核転写因子活性化機構、増殖反応など)に関する研究を行った。また最近では、組織レベル・個体レベルでの機械受容-応答研究も開始した。血管リング標本張力測定伸張装置を開発し新規機械受容チャンネル(SAKCA)の生理的役割の解析を行っている。またBoston大学と共同でNIHグラントを獲得することができ肺気腫発症におけるメカニカルストレスの影響に関する研究を行っている。

**3.ソフトリソグラフィー**

細胞の「かたち」により細胞の「機能」がコントロールされている。半導体製造技術をバイオに適用(soft lithography)し、細胞接着因子を培養基質にプリント( $\mu$ contact printing)することにより細胞を任意の形にコントロールする技術がある。この技術を用いれば、cell-cell contactが無い細胞集団などといった特殊な培養条件を作り出すことが出来る。また、四角・三角・円形細胞なども作り出すことが出来る。この手法により独自に開発したストレッチチャンバーに細胞接着班のパターンニングを行い、ストレッチ刺激時の細胞骨格・細胞接着班の再構成、細胞内情報伝達機構を解析している。

ソフトリソグラフィーを利用してマイクロ流路を簡単に作成することが出来る。この中では2種類の液体は層流(laminar flow)を形成する。この手法により、単一細胞に複数の液性刺激を加えることに成功した(Nature, 2001, US patent: PARTCEL)。また、この流路内では高ズリ応力刺激(shear stress)を与えることが出来る。機械刺激のひとつであるズリ応力に対する細胞応答の研究もこの装置を用いておこなっている。

**今後の展望**

メカノバイオロジーの研究に関して現在、3件の国際共同研究が進行中である。ハーバード大学整形外科とは骨細胞へのメカニカルストレスの研究を、同大学病理学・血管外科学講座とはメカニカルストレス受容機構・血管新生に関する研究を、ボストン大学バイオメディカルエンジニアリング講座とは肺気腫発症のメカニカルストレスの役割に関する研究を行っている。

以上の研究課題・国際共同研究を強力に遂行・展開していくことにより、名古屋大学高等研究院での研究成果を日本国内のみならず世界に発信していきたい。

われわれの体は触覚・聴覚・血圧などといった物理的的刺激を常に受容し適切に反応しているが、そのメカニズムには不明な点が多い。本プロジェクトではメカノリセプター→細胞内情報伝達機構→細胞応答までを含めたメカトランスダクション機構の解明を主目標とし、メカノバイオロジーという新しい分野の活性化を目指す。

特に、本プロジェクトでは半導体製造技術をバイオロジーに応用したソフトリソグラフィー(Soft Lithography)法を駆使し融合させることにより通常の細胞生物学的・分子細胞学的アプローチのみではなく、従来の研究分野の枠を越えた新しい分野を創出することも特色のひとつである。本プロジェクトでは以下の題材を中心に研究を推進していく。

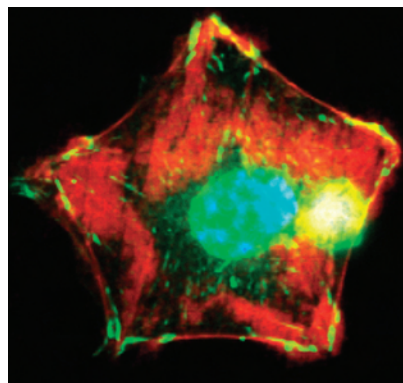
**1.機械受容チャンネルの分子生物学と細胞生理学**

Touchに代表されるような機械刺激を受容するリセプターの一つとして機械受容チャンネルがある。このチャンネルの電気生理学的研究は広く行われてきたが、その分子実体は長い間不明であった。幸運にも我々は真核生物から世界ではじめてカルシウム透過性機械受容チャンネル(Mid1)の単離・同定に成功した(Science 1999)。また近年、心筋より新しいタイプの機械受容チャンネル(SAKCA)の単離・同定に成功し、更に、機械感受性責任部

位の同定およびそのメカニズム解明に一步近づいた。このチャンネルはヒト心筋・血管平滑筋などに分布していることが確認され、血圧調節機構などに関与している可能性がある。またこのチャンネルの機械感受性に対する阻害剤の候補を発見した(論文準備中及び特許出願中)。これらの発見を通じ、循環器疾患発症のメカニズムの解明、新しいメカニズムの循環器病薬の開発をおこないたい。

**2.機械受容の生理学**

心・血管系組織には血流から常にメカニカルストレスが加わっている。短期的には血管作動性物質放出による血管トーンの恒常性の維持、中・長期的には細胞増殖などによる組織のリモデリングが起こる。また高血圧症・動脈硬化などの病態



研究プロジェクト名

# ジェンダー・ストレス・モデル構築のための 文理複合的研究



## Joint Study by Social and Physical Science Groups for the Establishment of Gender Stress Model (Ⅲ)

医学部保健学科・教授

**後藤 節子**  
Setsuko Goto



ことう せつこ プロフィール

1969年 名古屋大学医学部 卒業  
医師免許取得

1977年 名古屋大学医学部大学院論文博士号取得750号

研究経歴

1970年 名古屋大学医学部産婦人科教室 入局  
1977年 名古屋大学医学部産婦人科講座 助手  
1981年 名古屋大学医学部産婦人科 講師  
1993年 名古屋大学医療技術短期大学部看護学科 教授  
1997年～ 名古屋大学医学部保健学科 看護学専攻 教授

研究分野

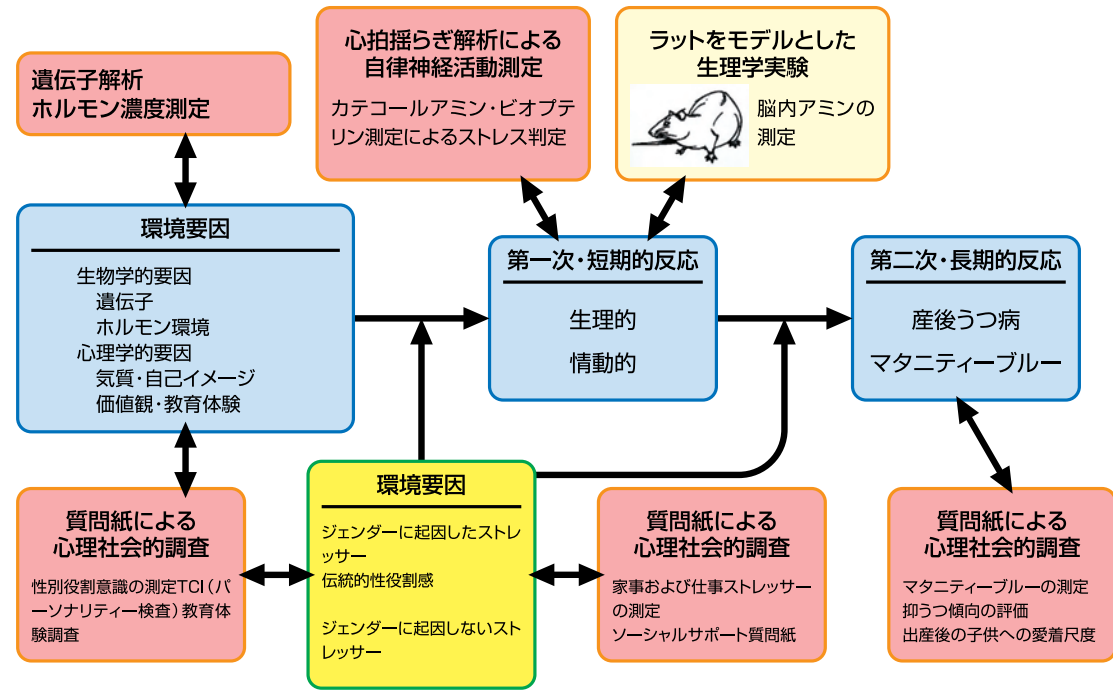
婦人科癌、ジェンダーストレス、自律神経システム、女性の抑うつ、性差医学

はなかった。我々は、このジェンダーに関わるストレス・プロセスに注目し、これをジェンダー・ストレスと名付け、ジェンダー・ストレスに関わる心理社会的、生物学的知見を、文理複合研究により、整理・統合し、ジェンダー・ストレス・モデルの構築を目指す。将来は各々の性に適した行政および医療レベルでの施策の提言を考えたい。

この研究では、ストレスが様々な疾病を引き起こすメカニズムの解明を目指しており、とりわけ、男女におけるストレス反応の差異と類似性に着目し研究を行うものである。下図に示すように、個人の有する生物学的要因(性差など)と心理学的要因(養育体験など)に、環境からのストレスが加わると、生体に短期的な一次反応としての生学的・情動的反応が誘起され、さらにこの状態が継続することにより、二次反応である長期的反応が引き起こされる。ここでは、男女間の異質性を特徴づける女性ホルモンの変動期を対象に取り上げる。女性の場合、月経前緊張症、妊娠・産後うつ病、更年期障害などが特徴的な長期反応である。我々は、これらの個人要因、環境要因、ストレス・プロセス、ストレス反応のすべてにおいて、ジェンダーが重要な要因であり、これらが相互に影響を及ぼし合うとの認識に立ち、医学、生理学、分子生物学、心理社会的な手法を駆使した文理複合研究により、ジェンダー・ストレス・モデル構築を目指すものである。名古屋大学は全国に先駆けて、「親と子の心療部」が設置され、本大学において文理複合研究による本研究の持つ意義は大きい。

現在、日本社会には多くのストレスが満ちているが、ストレスに関連すると思われる疾患に関しても、男性に多い不登校、心筋梗塞、女性に多い摂食障害、抑うつといったように、性別による違いは明らかである。その差異については、心理社会的に

は男女を取り巻くジェンダー観を中心とする社会的環境が原因であると論じ、一方、生物学的にはストレスへの反応性の生物学的差異(性差)であると論じている。このため、心理社会的、生物学的介入はどちらの性にとっても十分なもので



研究プロジェクト名


# 生命を持たない生命活動材料の 概念構築と開発



## Concept and Development of Lifeless Living Materials

大学院工学研究科・教授

**武田 邦彦**  
Kunihiko Takeda



**ただだくにひこ プロフィール**  
 1966年 東京大学教養学部基礎科学科 卒業  
 1986年 工学博士(東京大学)

**研究経歴**  
 1966年 旭化成工業株式会社  
 1986年 旭化成工業株式会社 ウラン濃縮研究所 所長  
 1993年 芝浦工業大学 教授  
 2002年~ 名古屋大学 教授  
 [その他活動として]  
 非常勤講師  
 (東京大学、京都大学、東北大学、多摩美術大学、中部大学)  
 中等高等学校での講義、市民講座など

**研究分野**  
 資源材料工学(イオン交換現象、ウラン同位体分離、機能性高分子材料、難燃材料)

**受賞歴、レクチャーシップなど**  
 1990年 日本原子力学会特賞  
 1991年 日本エネルギー学会賞  
 2000年 日本工学教育協会賞

polycarbonate, polyesterなどで興味ある結果が得られている。材料の強度が元に戻ることは修復の条件であるが、それ以外に「悪くなったところを選んで直す」「悪くなる速度と修復速度を一致させると見かけ上、劣化しない材料となる」など研究はとても興味深い。

**今後の抱負**

実験を通じて自然に学ぶことを実証したい。具体的には、1.個別の生命類似の活動がDNAや生命とは無関係に行われること、2.それらの組み合わせにより、生命類似の活動を総合的に行う機能体を作ること、を考えている。

また、研究を通じて、3.人工的材料研究から生命活動を解明すること、4.人工的材料の機能と質的に異なる機能を発見すること、も興味があるし、研究の途上で必然的に、5.材料のマクロ構造とナノ構造の差、についての新しい知見を得ることが出来ると思う。

さらに、実用としては、6.これまでの人工的材料では得られない長寿命材料、7.欠陥を優先的に修復することによって高度工業製品の信頼性を向上することが考えられる。

このように材料科学として、また実用的にも価値があると思うが、私が研究したいのは、8.生体の劣化と回復のシステムから資源制限下での材料と社会システムを考えること、そして、9.材料と工学を基盤にして、生命、機械システム、倫理、社会を学び、自然と伝統に学んだ新しい環境についての総合的な描画することである。つまり生命に近いものを作りだしてサイボーグを現出するのは180度違い、自然と生命のもつ深い意味をこの研究を通じて少しでも接近したいというのが興味の中心である。

**本院への期待**

名古屋大学に来てもっとも驚いたことは大学本来の機能である「教育・研究」に当てる時間があまりにも少ないこと、少なくとも表面的には大学構内に入っても知性を感じないことである。人はそれほど強い存在ではなく、周囲の環境によって左右される。高等研究院に対する私の希望は、研究に当てる時間を増やし、知性を感じる環境の中でジックリと自然と人工というものを考えることである。

私たちが「命」という言葉を聞いて何を思い浮かべるだろうか?呼吸していること、動くこと、子孫を作ること...などが身体的な面であり、意志を持つこと、愛すること、知性を有すること...が精神的な活動のように思う。でも、それは本当だろうか?

生命活動というものをつぶさに見ると、情報→システム→活動という3段階で構成されていることがわかる。生物の情報にはDNA情報と脳情報があるが、命をもって生きるときにそれらの情報を常に参照している訳ではない。必要なときに情報を取り出し、それでシステムを作り上げれば、システムは自動的に動く。この「自動的」という活動が「命」と感じられることが多い。

私の研究は一般的に「命」が源泉になると考えられる「呼吸、運動、複製、修復、馴化」という生物活動を、全く生物とは無関係のプラスチック、金属材料などを使用して実現し、それによって新しい科学分野を拓こうとするものである。

予備的な研究によって、呼吸、運動、そして修復に関する具体的なシステムを見いだすことができた。呼吸は2,6-dimethylphenolという化合物を用いてpolyphenyleneether (PPE)というプラスチックを合成するときの反応を応用する。PPEの呼吸・修復メカニズムの模式的に下図に示す。プラスチックの中にCuの有機錯体を混ぜておくと、空気中の酸素をとって呼吸し、プラスチックの中にできる傷を修理する。修理するとき水素(proton)があるので酸素はそれと反応して水となり、排泄する。活動の原動力となるエネルギーはこの酸化

還元反応によって補充され、暫く酸素を断つと“腐って”元に戻らなくなる。酸素をとって排泄物をとることも腐ることも命の一つの現象のようにみえるが、PPE自体は工業的に使用されるプラスチックでもちろん命は持っていない。

「運動」はkinesinという分子量38万のタンパク質で共同研究者のIowa University医学部のProf. M. Kawaiが研究している。構造はタンパク質であり、命を持っていない一つの化合物であるが、あたかも意志があるように自分自身で動き回る。エネルギーはATPで与えられ、もちろん「押す」ような外部の力を加えなくても運動する。

3番目の自己的な「修復」はかなり研究が進み、

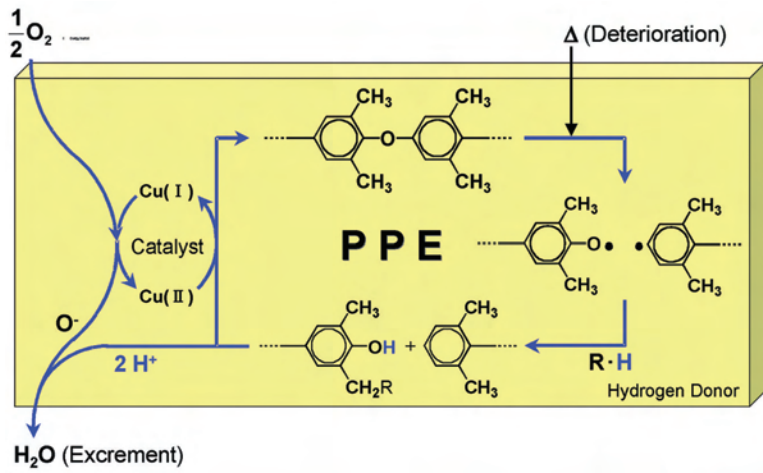


Fig. Respiration and self-repairing mechanisms of PPE.