

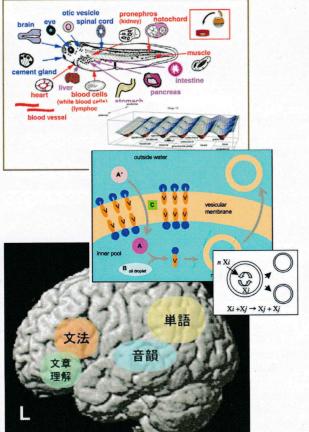


複雑系生命システム研究センター

Research Center of Life Science as Complex Systems, The University of Tokyo.

従来生命科学では、「生命現象は、その各素過程の詳細を明らかにすることで解明できる」とする還元的アプローチにより、 急速に発展した。例えば、生命現象の解明を分子にまでさかのぼり、DNAという巨大分子の構造と機能を枚挙していく研究方 向は、ヒトゲノム計画などで遂行され、大きな成功を収めている。しかし、その一方で各要素に還元すればする程、「生命とは何か」 という根本的問いへの答えがみえなくなるというパラドックスが生まれつつある。システムの持つ安定性や不可逆性、制御可能 性、創発性、進化など、個々の分子には還元できない重要な問題がますます顕在化してきている。

これに対し、最近、当該専攻では、生命がシステムとして働いているという新たな視点に立って、生命本来の姿を理解しようとする研究の大きな流れが生じつつある。「複雑系生命システム研究センター」では、駒場キャンパスに生まれたこの独創的な学問を強力に推し進め、複雑系生命科学という新しい学問分野を創出すると共に、その成果を複雑系の科学を通して社会現象に拡げることにより、文理融合型新領域を創出することをも目指している。



▶情報分子による未分化細胞からの器官発生誘導

- ・両生類の胚の一部をアクチビンで処理することで、14種類以上の器官 の誘導に成功した。
- ・心肺形成について改変運河モデルにより、理論的根拠を与えた
- ・マイクロストラクチャーをもちいた単一細胞計測を行った。

▶ベシクル型人工細胞

- ・人工膜分子を用いて自ら増える袋状構造体(ベシクル)を創出した。
- ・環境適応性を、触媒反応ネットワークの理論的モデルで理解した。
- ・ベシクル内部での酵素反応系(DNA複製など)を実現した。

▶言語学習時に見られる脳の働き

・fMRIによる学習時の脳活動を計測し、単語の聞き分けと文法理解時の 脳活動部位の違いを解明した。

センター設立の経緯

- ① 我々の部局である総合文化研究科広域科学専攻では、かねてより自然科学の学際的展開を目指し、特徴ある研究実績を挙げてきた。中でも、駒場の基礎科学科は、サンタフェ研究所の創設に参画したマレイ・ゲルマンが自らの著書「クォークとジャガー」でも触れているように、10年以前から複雑系の理論の世界的な拠点の一つとして認められており、生命らしさの拠って来るところを複雑系の理論で解明する研究を推進し、多くの成果を著している。
- ② 20世紀 COE 「複雑系としての生命システムの解析」、21世紀 COE 「融合科学創成ステーション」の採択を契機に、複雑系の理論のグループと、発生生物学、生物物理学、超分子化学などの実験グループとの強力な連携が実現し、情報分子(アクチビン)による発生の誘導、人工複製系の構築、マイクロ基盤技術を用いた一細胞計測など顕著な成果を挙げてきた。
- ③ 東京大学の生命科学の水準は、いうまでもなく世界的にもトップレベルにあるが、ポストゲノムの生命科学において、このような構成的生命科学の流れを定着させることは、本学が生命科学において一層の指導性を発揮する上で、極めて重要だと考えている。このような当該分野の研究実績が認められ、平成17年度に学内措置として、総合文化研究科に「複雑系生命システム研究センター」が設置された。





国際連携

- a)「人工細胞の自己複製と進化」に関する研究
 - 連携先: ボッフム・ルール大学 (ドイツ) EU プロジェクト PACE (Programmable Artificial Cell Evolution)を主催 これまで、東大側では、ベシクル (人工小胞体) の自己増殖に成功している。ベシクル内での DNA 複製に実績のある欧州の研究者との連携により、人工細胞モデルの創出が現実のものとなる。
- b)「身体化された認知知覚を持つロボット構築」に関する理論研究 連携先:認知科学と技術の研究 (ISTC-CNR イタリア) EU プロジェクト EC Agent を主催 これまでセンターとしては、指の触覚による形の認識に関する理論的研究が行なわ れており、欧州における他の感覚認知モデルと統合することで、知覚を持つロボットの構築原理が確立すると期待される。
- c)「遺伝形と表現形の揺らぎ」に関する理論研究 サンタフェ研究所の非常勤教授である金子が、複雑系の生命理論(「遺伝形と表現 形の揺らぎ」他)に関する共同研究を行なう。
- d) 「器官再生」に関する研究 東大側ではこれまでアフリカツメガエルを用いた発生誘導が中心であったが、哺乳 類を対象としたハーバード大との共同研究を通じて、臓器再生の基盤が確立する。



事業活動

1 諮問委員

東大内の他部局を代表する関連分野の先生が、当センター諮問委員に就任した。

諮問委員

2 公開シンポジウム開催

平成 19年4月28日に第一回公開シンポジウム(於アドバンストラボ)を開催した。

3 人事

平成20年度より専任教授、専任准教授(各一名)が、当センターに配属されることになった。



センター構成・メンバー

複雑系理論部門 —— 金子邦彦・福島孝治

生命システムを、ミクロとマクロのダイナミックな循環を内包しているがために、発生や発達過程のように組織化ダイナミクスが可能なシステムであると定義する。このシステムでは、計算機プログラムのように、予め決められた規則が働くのではなく、むしろフレキシブルな規則が上記の2つのダイナミクスを通して形成されていく。このような考え方を通じて、生命システムの本質に迫る。

人工複製系合成部門 —— 菅原 正

生命の起源や原始細胞の進化を理解するために、基本的 有機分子からなる自己複製的化学反応系をつくり、それらが自律的に複製を行うことができるプロト細胞モデルを構築する。その過程において見られる超分子レベルでの分化・進化のプロセスを理解することを通じて、生命における分化・進化の構成的理解へと導く。

発生過程解析部門 —— 浅島 誠

一つの卵からどのようにして統一のとれた多細胞の固体が出来るのか、その組織化とメカニズムに迫る。人工的に全臓器を構築し、発生過程自体をつくりあげることを目指す。これらの成果をもとに、複雑系理論部門と共同して、発生における制御の限界、再生可能性などへの解答を提示する。

生体系計測部門 --- 小宮山進・上村慎治・若本祐一 (来年度就任)

ナノテクノロジー・マイクロファブリケーション技術を 共通の方法論として提供する。さらに、単一細胞レベル の計測も視野に入れた新しい計測手法をもって、細胞が 集合して形作られる生命現象の解明を行う。「分子」「細 胞」「個体」のレベルの理解に立脚し、集団化・組織化 がもたらす「学習(ヒステリシス)」現象を理解する。

共生・進化解析部門 —— 磯崎行雄・嶋田正和

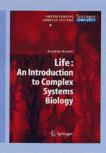
生命システムの振る舞いの中でも、特に、共生および進化現象にみられる普遍性を、動態観察や実験結果をもとに、数理モデル、シミュレーション解析を通じて解明し、進化や共生関係が生じるに至る進化過程を統合的に研究する。

脳情報システム部門 ―― 池上高志・酒井邦嘉

言語機能に関連する人間の脳内活動について脳計測による観測や、生命と意識の連続性を、自律的運動と能動的知覚に求める研究から、その統合的フレームワークを構築し、生命科学から言語科学にわたる新領域を確立する。

センター長: 菅原 正 副センター長: 嶋田正和・池上高志 顧問: 金子邦彦

書籍



金子邦彦「Life: An Introduction to Complex Systems Biology (Understanding Complex Systems)」 Springer



池上高志「動きが生命をつくる―生命と意識への 構成論的アプローチ」青土社

情報過剰の現代ではあるが、物事のありのままの姿を伝える情報は数少なく、だからこそ価値がある。今日における科学という営みの真実をストレートに語る本が現れた。(茂木健一郎@読売新聞書評)

研究成果の海外発信(代表的なもの)

5/11-13 基調講演(菅原) Chembiogenesis2007 COST D27 Final Evaluation Conference(クロアチア)

演題: On the Road to Giant Vesicle-based Artificial Cell

5/22-27 招待講演(金子) Complexity, Collective Effects and Modelling of Ecosystems: formation, function and stability, (中国)

演題: Genetic Diversification and Phenotypic Plasticity.

6/9-13 基調講演(金子) Dynamics Days Europe 2007(イギリス)

演題: Evolution of biological robustness and plasticity: dynamical systems approach.

7/14-19 講義(池上) International School on Complexity: Course on Statistical Physics of Social Dynamics(イタリア)

演題: Opinions, Semiotic Dynamics, and Language

8/8-11 チュートリアル講演(金子) q-bio Conference on Cellular Information Processing(アメリカ)

演題: Complex Systems Biology: In search of Universal Statistical Dynamics in Reproduction, Adaptation, and Phenotypic Evolution.

9/17-21 招待講演(金子) Nonlinear Dynamics and Chaos (イギリス)

演題: Dynamical Systems Problems Inspired by Biology.

10/1-5 招待講演(金子) European Conference on Complex Systems (ドイツ)

演題: Evolution of Robustness and Phenotypic Fluctuation. Universal characteristics of reproducing cells with catalytic reaction networks

12/1-3 招待講演(酒井) The 10th Annual Symposium of Japanese-American Frontiers of Science (JAFoS) Symposium(日本)

演題: Uniquely Human Language Processing.

12/16-20 招待講演(金子) Evolution of Robustness to Noise and Mutation Estuary Island(インド)

演題: "Discussion Meeting on the general theme of Developmental and Phenotypic Plasticity'

2/4-5 招待講演(菅原) 11th Sanken, 6th Nanotechnology Center and 1st MSTEC International Symposium(日本)

演題: Bottom-up Approach of an Artificial Cell

3/10-12 招待講演(金子) Workshop on protocell modeling (イタリア)

演題: Step to Life from a Set of Chemical Reactions







複雑系生命システム研究センター

平成20年3月31日

発行:東京大学大学院総合文化研究科 複雑系生命システム研究センター http://pentacle.c.u-tokyo.ac.jp/rclscs

住所:〒153-8902

東京都日黒区駒場3-8-1

デザイン・印刷 株式会社双文社印刷 http://www.sobun-printing.co.jp

掲載の文章・画像写真などを無断で転載・複製することは法律 で禁じられています。すべての著作権は著作者および使用を許 可した第三者に得属します。

2008 Research Center of Life Science as Complex Systems, The University of Tokyo. Printed in Japan

業績リスト

- K. Kaneko, "Evolution of robustness to noise and mutation in gene expression dynamics" PLoS ONE 2, e434, (2007).
- C. Furusawa, K. Kaneko, "A generic mechanism for adaptive growth rate regulation" PLoS Computational Biology 4, e3 (2008).
- A. Awazu, K. Kaneko, "Discreteness-induced transition in catalytic reaction networks." Phys. Rev. E76, 041915 (2007).
- K. Hukushima, Y. Iba, "A Monte Carlo Algorithm for Sampling Rare Events: Application to a Search for the Griffiths Singularity" J. Phys.: Conf. Ser. 95 012005, arXiv:0711.0870 (2008).
- M. Sasaki, K. Hukushima, H. Yoshino, H. Takayama, "Scaling Analysis of Domain-Wall Free-Energy in the Edwards-Anderson Ising Spin Glass in a Magnetic Field" Phys. Rev. Lett. 99 137202 (2007).
- I.A. Campbell, K. Hukushima, H. Takayama "Extended Scaling for Ferromagnets" Phys. Rev. B76, 13442 (2007).
- M.M. Hanczyc, T. Toyota,, T. Ikegami, N. Packard, T. Sugawara "Chemistry at the oil-water interface: Self-propelled oil droplets" *J. Am. Chem. Soc.* **129**, 9386 (2007) [New Scientist 誌で紹介 (http://technology.newscientist.com/article/dn12298-creeping-oil-might-propel-synthetic-life.html)].
- T. Toyota, K. Takakura, Y. Kageyama, K. Kurihara, N. Maru, K. Ohnuma, K. Kaneko, T. Sugawara, "Population Study of Sizes and Components of Self-Reproducing Giant Multilamellar Vesicles" *Langmuir*, in press
- K. Suzuki, T. Toyota, K. Sato, M. Iwasawa, S. Ueno, T. Sugawara, "Characteristic curved structure derived from collagen-containing tubular giant vesicles under static magnetic field" Chem. Phys. Lett. 440, 286 (2007).
- M. Nakanishi, T.S. Hamazaki, S. Komazaki, H. Okochi, M. Asashima, "Pancreatic tissue formation from murine embryonic stem cells in vitro," *Differentiation* 75, 1 (2007).
- Y. Hayashi, M.K. Furue, T. Okamoto, K. Ohnuma, Y. Myoishi, Y. Fukuhara, T. Abe, J.D. Sato, R. Hata, M. Asashima, "Integrins regulate mouse embryonic stem cell self-renewal." *Stem Cells* 25, 3005 (2007).
- M. Homma, M. Inui, A. Fukui, T. Michiue, K. Okabayashi, M. Asashima, "A novel gene, BENI is required for the convergent extension during Xenopus laevis gastrulation" Dev. Biol. 303, 270 (2007).
- D. Kageyama, H. Anbutsu, M. Shimada T. Fukatsu, "Spiroplasma infection causes either early or late male killing in Drosophila, depending on maternal host age" Naturwissenschaften 94, 333 (2007).
- S. Fukui, F. Fumatsu, T. Ikegami, M. Shimada "Endosymbiosis as a compact ecosystem with material cycling: parasitism or mutualism" J. Theor. Biol. 246, 746 (2007).
- T. Hosokawa, Y. Kikuchi, M. Shimada, T. Fukatsu, "Obligate symbiont involved in pest status of host insect" Proc. R. Soc. B., Biol. Sci. 274, 1979 (2007).
- Y. Isozaki, H. Kawahata, A. Ota "A unique carbon isotope record across the Guadalupian-Lopingian (Middle-Upper Permian) boundary in mid-oceanic paleoatoll carbonates: the high-productivity "Kamura event" and its collapse in Panthalassa." Glob. Planet. Change 55, 21 (2007).
- Y. Isozaki, "Plume Winter scenario for biosphere catastrophe: the Permo-Triassic boundary case." Superplume: beyond plate tectonics eds D. Yuen, S. Maruyama, S. Karato, B.F. Windley, Springer, Berlin, 409 (2007).
- Y. Isozaki, H. Kawahata, K. Minoshima, "The Capitanian (Permian) Kamura cooling event: the beginning of the Paleozoic-Mesozoic transition" *Palaeoworld* 16, 16 (2007).
- T. Ikegami, T., Simulating Active Perception and Mental Imagery with Embodied Chaotic Itinerancy, J. Conscious. Stud. 14, 111 (2007).
- T. Ikegami, K. Suzuki, "From Homeostatic to Homeodynamic Self" BioSystems 91 388 (2008).
- K. Sasahara, T. Ikegami, "Evolution of Birdsong Syntax by Interjection Communication" Artif. Life 13, 1 (2007).
- K.L. Sakai, M. Muto, "Cortical plasticity for language processing in the human brain". Cognit. Sci. 1, 211 (2007).
- R. Kinno, M. Kawamura, S. Shioda, K.L. Sakai, "Neural correlates of non-canonical syntactic processing revealed by a picture-sentence matching task." Hum. Brain Mapp. in press.
- T. Yasui, K. Kaga, K.L. Sakai "Language and music: Differential hemispheric dominance in detecting unexpected errors in the lyrics and melody of memorized songs." Hum. Brain Mapp. in press.

马宫第

磯崎 日本地質学会賞受賞・Geological Society of America, Fellow 推挙

連絡先: cwaka@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp(若本裕一)

