



移動知

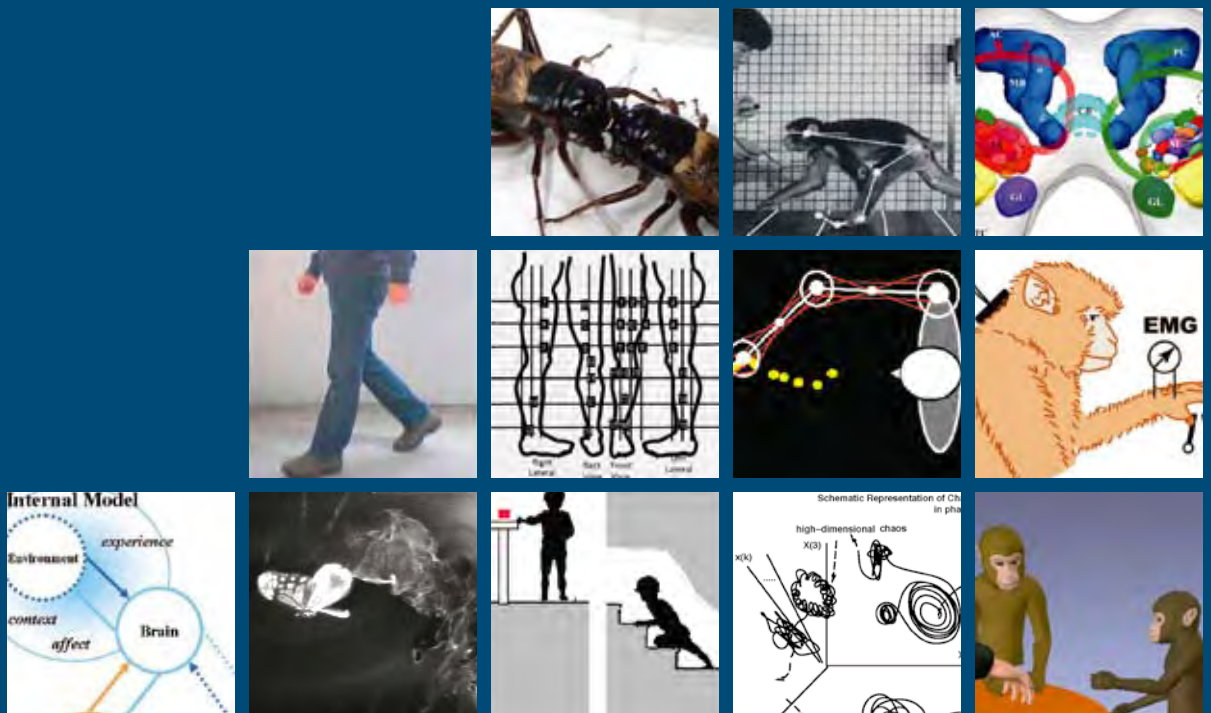
Grant-in-Aid for Scientific Research from  
the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology,  
Scientific Research on Priority Areas  
(Area No. 454)

# Mobiligence Program

Emergence of Adaptive Motor Function through  
Interaction among the Body, Brain, and Environment:  
**A Constructive Approach to the Understanding of Mobiligence**

文部科学省科学研究費補助金特定領域研究 (領域番号 454)

身体・脳・環境の相互作用による適応的運動機能の発現  
—— 移動知の構成論的理解





Hajime ASAMA

領域略称名 : 移動知

領域代表者名: 浅間 一 (東京大学人工物工学研究センター・教授)

研究設定期間: 平成 17 年度~平成 21 年度

**Name of the Research Program:**

Mobiligence Program

**Director of the Mobiligence Program:**

Hajime Asama, Professor, Research into Artifacts, Center for Engineering (RACE), The University of Tokyo

**Mobiligence Program Term:**

Academic Year from 2005 to 2009

## 身体・脳・環境 — 生工融合による構成論的アプローチで 生物の適応的行動のメカニズムを解明する

### *Body, Brain, Environment...*

*The Mechanism of Animal Adaptive Motor Function is Clarified through Systematic Approaches with the Integration of Biology and Engineering*

#### 本領域の概要

動物は、様々な環境において適応的に行動することができる。この適応的行動能力は、脳疾患によって損なわれることが知られているが、そのメカニズムはほとんど明らかになっていない。本特定領域では、このような適応的行動能力を、動くことで生じる身体、脳、環境の動的な相互作用によって発現されるものと捕らえ、「移動知」と呼んでいる。

本特定領域では、生物学と工学を融合し、神経生理学の知見に基づいたモデル化、ロボティクスなどの技術を適用したモデル化を行い、人工システムを構成することで、移動知発現メカニズムの解明を図る。さまざまな動物の適応的行動を取り上げ、具体的な研究を行うとともに、それらの適応的行動のメカニズムの背後にある共通原理を明らかにする。

#### 本領域の内容 (アプローチ)

本特定領域では、生物学と工学の研究者が一体となり、神経生理学モデル化技術と動的モデリング技術を統合した生体システムモデルを構成するという、構成論的・システム論的アプローチ<sup>1</sup>によって移動知発現のメカニズムを明らかにしていく(右頁図参照のこと)。具体的には、生理学的解明(生物学)、モデル生成と人工システムによる実験(工学)、モデルの検証(生物学)、原理の解明・応用(工学)という、生物学と工学の融合プロセスによって研究を推進する。

特に、適応的行動能力の中でも、(1)環境の変化に適応させ、認知するメカニズム、(2)環境に対して身体を適応させるメカニズム、(3)他者ならびにその集合体としての社会に適応させるメカニズム、という三つの適応機能に注目し、それぞれ三つの班を組織し、研究を行うとともに、移動知生成の普

#### Mobiligence Program Abstract

Animals behave adaptively in diverse environments. Adaptive behavior, which is one of the intelligent sensory-motor functions, is disturbed in patients with neurological disorders. However, the mechanisms for the generation of intelligent adaptive behaviors are not thoroughly understood. Such an adaptive function is considered to emerge from the interaction of the body, brain, and environment, which requires that a subject acts or moves. Therefore, the intelligence for generating adaptive motor function is called *mobiligence*.

The present program is designed to investigate the mechanisms of mobiligence by collaborative research in biology and engineering. In the course of this collaborative program, the following steps will be carried out: 1) biological and physiological examinations of animals; 2) modeling of biological systems; 3) construction and experiments on artificial systems by utilizing robotic technologies; and 4) creation of a hypothesis and its verification. The goal of this program is to establish the common principle underlying the emergence of mobiligence.

#### Research Approach of the Mobiligence Program

In this program, the mobiligence mechanism is elucidated by the constructive and systematic approaches<sup>1</sup>, through the collaboration of biologists and engineering scientists who developed biological models by integrating physiological data and kinetic modeling technologies (see the chart on page 3). In other words, the Mobiligence Program is pursued by integrating biology and engineering, i.e., physiological analysis (biology), modeling and experiments on artificial systems (engineering), verification of models (biology), and discovery and application of principles (engineering).

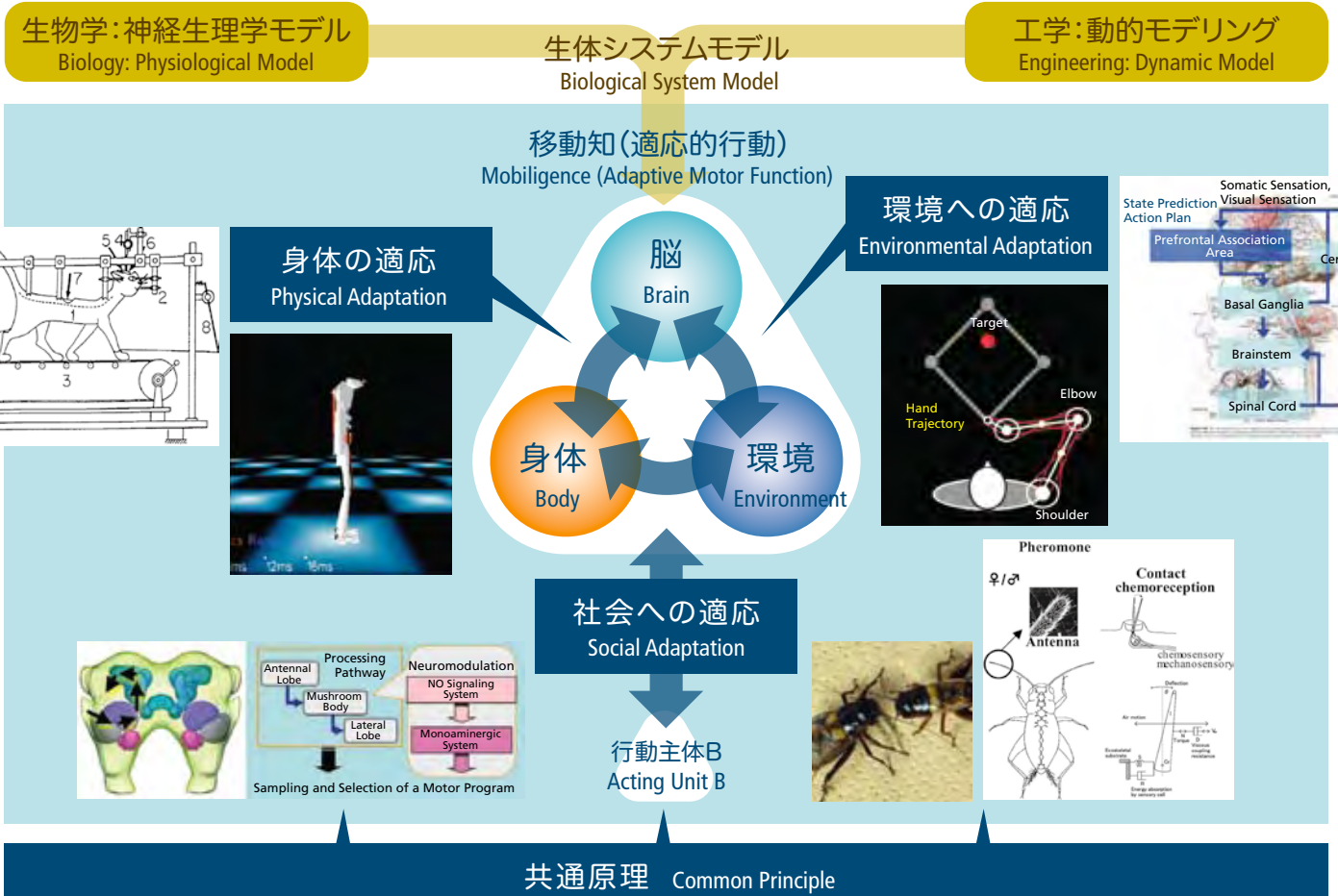
In the following discussion, the focus is on three adaptive mechanisms: (i) Mechanism whereby animals adapt to recognize environmental changes; (ii) Mechanism whereby animals adapt physically to environmental changes; and (iii) Mechanism whereby animals adapt to society. Research groups for each of the categories listed above are organized. The three groups conduct their respective research and clarify the universal, common principle underlying the mechanism of

遍的な共通原理の解明を探る。計画班においては、具体的な例題として、腕のリーチング動作における環境認知・適応メカニズムの解明、歩行動作における身体適応メカニズムの解明、昆虫における社会性行動の適応メカニズムの解明などに取り組むとともに、力学的な観点から移動知の共通原理に迫る。また、公募によって、さらに多様な対象に関する適応メカニズムを取り上げつつ、その普遍的な基本原理を明らかにする。

<sup>1</sup> 対象をモデル化し、それをシミュレータやロボットなど、システムとして人工的に構成して、実験的に動作させその挙動を解析することで、対象を理解したり、仮説を生成、検証するアプローチ。

mobiligence. The Planned Research Team studies the following specific subjects: analysis of the environmental cognition and the adaptive mechanism in reaching movements; analysis of the physical adaptive mechanism in walking; and analysis of the adaptive mechanism observed in the social behaviors of insects. In addition, the Planned Research Team clarifies the common principle underlying mobiligence from a dynamic viewpoint. Furthermore, we study adaptive mechanisms relating to various objects by publicly inviting proposed topics and clarify the universal, common principle therein.

<sup>1</sup> An approach in which researchers understand an object and build up and test a hypothesis by modeling the object, reconstructing it as an artificial system, such as simulators or robots, experimenting with the system, and analyzing its motions.



# これまでの活動

## Related Activities

これまで以下をはじめとする研究調査活動を行っている。

- 論文誌および学会誌での特集号の企画・発行
  - » 欧文論文誌 Journal of Robotics and Mechatronics における移動知の Special issue. Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.19, No.4, (2007)
  - » 特集「生物の社会適応機能の解明とその工学的応用」, 計測と制御, Vol. 46, No. 12, (2007), 計測自動制御学会
- 移動知ワークショップとシンポジウム
  - » 2007年4月5日(木)～6日(金)に, イタリアの University of Padua において国際ワークショップ International Workshop on Mobiligence (Emergence of Adaptive Motor Function through Interaction among the Body, Brain, and Environment) を開催し, 12件の講演が行われた。移動知のすべての班メンバーが発表を行い, イタリアの研究者と移動知に関するディスカッションを行った。
  - » 2007年7月18日(金)～20日(日)に, 淡路夢舞台国際会議場において国際シンポジウム 2nd International Symposium on Mobiligence を実施した。初日および二日目に, A, B, C, D班がオーガナイズしたシンポジウムが実施され, 4件の国内外からの講演者による招待講演を含め, 21件のオーラルプレゼンテーションと質疑応答を行った。なお, 招待講演者は, Jean-Louis Deneubourg (Universit Libre de Bruxelles), Pietro G. Morasso (DIST, University of Genova, Italy), Kier G. Pearson (University of Alberta, Canada), Kouhei Ohnishi (Keio University, Japan) の4名である。
- 国内会議, 国際会議におけるオーガナイズドセッション : 主なものを以下に示す。
  - » The 3rd International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions (ISHF2007), Portugal, June (2007).
  - » 2007 International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry (ICCPB-Brazil 2007), Salvador, Brazil, Aug. (2007).
  - » SICE Annual Conference 2007 (International Conference on Instrumentation, Control and Information Technology), Takamatsu, Japan, Sep. (2007).

We have conducted the following research activities to date:

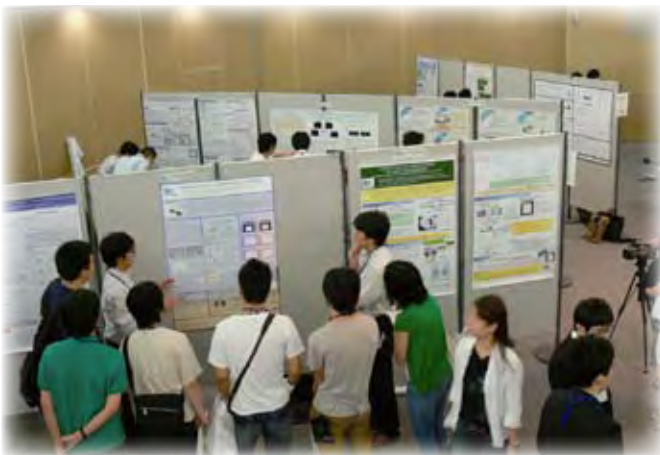
- Special issues of journals
  - » A special issue on Mobiligence was organized in the Journal of Robotics and Mechatronics Vol.19, No.4, published in August of 2007.
  - » A special issue on "Understanding of Social Adaptation Function of Biological Systems and Technological Applications" was organized in the Japanese Journal of the Society of Instrument and Control Engineers Vol.46, No.12, published in December of 2007.
- Mobiligence workshop and symposium
  - » The International Workshop on Mobiligence (Emergence of Adaptive Motor Function through Interaction among the Body, Brain, and Environment) was held in University of Padua, Italy on Apr. 5-6, 2007. 12 speakers made presentations including members of each group of mobiligence program.
  - » The 2nd International Symposium on Mobiligence was held at Awaji Yumebutai Conference Center, Japan on July 18-20, 2007. Symposia organized by each group of the Mobiligence program were held on the first and second day of the symposium, which include 4 invited speeches and 21 oral presentations. The invited speakers are; Prof. Jean-Louis Deneubourg (Universit Libre de Bruxelles), Prof. Pietro G. Morasso (DIST, University of Genova, Italy), Prof. Kier G. Pearson (University of Alberta, Canada) and Prof. Kouhei Ohnishi (Keio University, Japan). The members of Mobiligence program presented the current research activities in their presentations.
- Organized sessions on mobiligence in the domestic and international conferences such as followings:
  - » The 3rd International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions (ISHF2007), Portugal, June (2007).
  - » 2007 International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry (ICCPB-Brazil 2007), Salvador, Brazil, Aug. (2007).
  - » SICE Annual Conference 2007 (International Conference on Instrumentation, Control and Information Technology), Takamatsu, Japan, Sep. (2007).



# 期待される成果

## Objectives of the Mobiligence Program

生物学分野の研究として、生物の持つ様々な適応的行動のメカニズムを解明するとともに、医療分野における運動障害の新治療法の発見、リハビリ支援システムの開発などにおいて、また工学分野における知的人工システム的设计原理の導出において、貢献を果たす。さらには「移動知」という新しい研究分野を開拓し、生工融合型の研究組織を立ち上げ、生物学研究を行える工学研究者、工学研究を行える生物学研究者の育成を図る。



Various adaptive motor function mechanisms used by animals will be studied. In the medical field, the results of our research will contribute to the discovery of a method to improve motor impairment and develop rehabilitation systems. In addition, in the engineering field, the results of our research will contribute to the determination of the constructive principles of artificial intelligence systems. Furthermore, we will explore the new research field, mobiligence, establish a research organization that integrates biology and engineering, and implement programs to train engineering scientists and biologists to conduct biological and engineering research, respectively.

# 研究組織

## Members

### 総括班

本特定領域研究全体の研究方針の策定、研究項目間の企画調整、研究成果に対する評価・助言を行うとともに、公募方針の決定などを行う。また、関連研究分野の活性化を目的としたシンポジウムや研究会を企画し、研究成果の一般への広報活動を行うとともに、研究者間の密な情報交換、相互理解と交流を推進する。中間評価、事後評価のみならず、定期的に国際研究集会や国際会議・国内学会学術講演会のオーガナイズセッションを企画し、研究成果の国際的評価を実施する。さらに、生工連携研究に取り組める人材の育成のための教育・研究プログラムを設計し、本特定領域の研究拠点や研究組織の設置を図る。

### Steering Committee

The tasks of the Steering Committee are as follows:

- » Establish goals for the Mobiligence Program
- » Plan and coordinate research
- » Evaluate research results and consult
- » Determine the procedures for the public invitation of proposed topics
- » Organize symposiums and research meetings for the purpose of developing related research
- » Plan publicity of research results
- » Encourage close relationships among researchers, i.e., information exchange, mutual understanding, and communication
- » Plan international research and lectures by members of academic societies and announce interim and *ex post* evaluations of progress
- » Devise programs to encourage collaboration among biologists and engineering scientists and establish a research center and research organization



Understanding of **Mobiligence**  
— Body, Brain and Environment

| 総括班研究者<br>The Steering Committee   | 総括班における役割<br>Roles in the Steering Committee  |
|--|---|
| 《研究代表者 Director》   |   |
| 浅間 一 (東京大学・教授)<br>Hajime Asama,<br>The University of Tokyo   | 領域全体取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整・総括<br>- Management of the Mobiligence Program<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research and summarization of results |
| 《研究分担者 Members》  |   |
| 矢野 雅文 (東北大学・教授)<br>Masafumi Yano,<br>Tohoku University   | 領域全体取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of the Mobiligence Program<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research                                 |
| 高草木 薫 (旭川医科大学・准教授)<br>Kaoru Takakusaki,<br>Asahikawa Medical College   | 領域全体取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of the Mobiligence Program<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research                                 |
| 伊藤 宏司 (東京工業大学・教授)<br>Koji Ito,<br>Tokyo Institute of Technology  | A班研究取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of Group A Research<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research  |
| 土屋 和雄 (同志社大学・教授)<br>Kazuo Tsuchiya,<br>Doshisha University   | B班研究取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of Group B Research<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research  |
| 青沼 仁志 (北海道大学・准教授)<br>Hitoshi Aonuma,<br>Hokkaido University  | C班研究取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of Group C Research<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research  |
| 大須賀 公一 (神戸大学・教授)<br>Koichi Osuka,<br>Kobe University   | D班研究取りまとめ, 研究方針策定, 企画調整<br>- Management of Group D Research<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research  |
| 神崎 亮平 (東京大学・教授)<br>Ryohei Kanzaki,<br>The University of Tokyo  | 研究方針策定, 企画調整<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research   |
| 石黒 章夫 (東北大学・教授)<br>Akio Ishiguro,<br>Tohoku University   | 研究方針策定, 企画調整<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research   |
| 太田 順 (東京大学・准教授)<br>Jun Ota,<br>The University of Tokyo   | 研究方針策定, 企画調整, 事務, 広報<br>- Establishment of program goals<br>- Planning and coordination of research<br>- Administration<br>- Publicity  |
| 北村 新三 (兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所・理事)<br>Shinzo Kitamura,<br>Hyogo Assistive Technology Research and Design Institute | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |
| 鈴木 良次 (金沢工業大学・特任教授)<br>Ryoji Suzuki,<br>Kanazawa Institute of Technology                                     | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |
| 森 茂美 (生理学研究所・名誉教授)<br>Shigemi Mori,<br>National Institute for Physiological Sciences                         | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |
| Rolf Pfeifer (Univ. of Zürich, Switzerland・教授)<br>Rolf Pfeifer,<br>University of Zürich, Switzerland         | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |
| Sten Grillner (Karolinska Inst., Sweden・教授)<br>Sten Grillner,<br>Karolinska Institutet, Sweden               | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |
| Avis H. Cohen (Univ. of Maryland, USA・教授)<br>Avis H. Cohen,<br>University of Maryland, USA                   | 研究全般の助言および評価<br>- Evaluation and consultation   |

# A 班

班代表：伊藤宏司

東京工業大学大学院総合理工学研究科・教授

1) 行動に必要な認知情報を生成する脳-環境連関の解明, 2) 行動適応機能の生物学的解明, 3) 脳-身体-環境から構成される適応機能のモデル構成を目指す。

## Group A

We aim to understand the sensorimotor coordination mechanism for environment cognition and anticipatory adaptation from both sides of brain/neuro-science and system engineering.

### Group Leader:

Koji Ito, Tokyo Institute of Technology

Planned Research Group

# A



Koji ITO



Toshiyuki KONDO

## 計画班 Planned Research Group

### ■ 未知環境下における随意運動発現・調節の脳内機構の解明

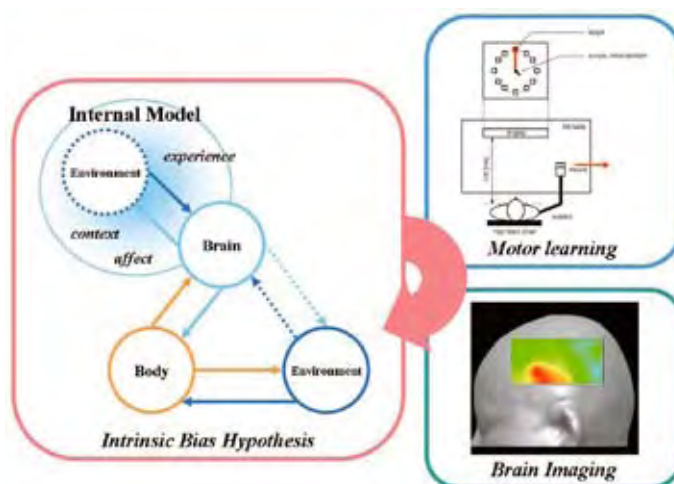
(研究代表者：伊藤宏司・東京工業大学大学院総合理工学研究科・教授)

Modeling of intra-cerebral mechanisms for motor adaptation to unknown environments  
(Leader: Koji Ito, Professor, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology)

### ■ 動的環境における感覚・運動連関の予期適応

(研究代表者：近藤敏之・東京農工大学共生科学技術研究院・准教授)

Anticipatory adaptation of sensorimotor coordination  
(Leader: Toshiyuki Kondo, Tokyo University of Agriculture and Technology)



内因性バイアスによる予期適応  
Anticipatory adaptation by intrinsic bias



動的環境における適応動作  
Adaptation to dynamic and unpredictable environments

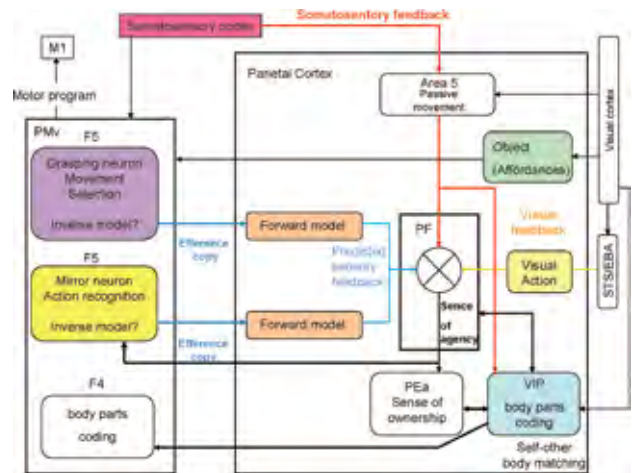


# 公募班 Subscribed Research Group

- 最適移動投資：即時利益率の計算アルゴリズム  
 (研究代表者：松島俊也・北海道大学大学院理学研究院・教授)  
 Optimal motor investments: algorism of instantaneous gain rate computation  
 (Leader: Toshiya Matsushima, Hokkaido University)
- 視覚と触覚に関する環境情報の不一致を利用した学習と制御モデルに関する研究  
 (研究代表者：小池康晴・東京工業大学精密工学研究所・准教授)  
 Learning and control model in consideration of inconsistency between vision and tactile  
 (Leader: Yasuharu Koike, Tokyo Institute of Technology)
- 未知環境下における意義情報の抽出と知識の確立過程  
 (研究代表者：小川 正・京都大学大学院医学研究科・講師)  
 The role of the prefrontal cortex in advancing cognitive adaptation under unknown circumstances  
 (Leader: Tadashi Ogawa, Kyoto University)
- 相互追従実験によるヒト-ヒト間協調的適応の最適化の研究  
 (研究代表者：沢田康次・東北学院大学工学部・教授)  
 Study of optimization for the cooperative adaptation between motions of two persons by mutual tracking experiments  
 (Leader: Yasuji Sawada, Tohoku Institute of Technology)
- 自己と他者の身体認識の脳内メカニズムの解明  
 (研究代表者：村田 哲・近畿大学医学部・准教授)  
 Brain mechanisms for recognition of bodily self and others  
 (Leader: Akira Murata, Kinki University)
- ミラーニュロンモデルに基づく異種感覚運動情報の統合と他者自己間行動誘発  
 (研究代表者：稲邑哲也・国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系・准教授)  
 Multimodal sensorimotor integration and behavior induction between other and self based on mirror neuron model  
 (Leader: Tetsuya Inamura, National Institute of Informatics)
- 脳モデルに基づいた行為・認知のための階層性の構成に関する研究  
 (研究代表者：谷 淳・独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター・チームリーダー)  
 Understanding "Organic Compositionality" in cognitive brain mechanisms  
 (Leader: Jun Tani, RIKEN)



視覚と触覚の不一致を利用した学習と制御モデル  
 Learning and control model in consideration of inconsistency between vision and tactile



自己と他者を表現する脳内システム  
 Relationship between mirror neuron system and embodied self and others representation

# B 班

班代表：土屋和雄

同志社大学理工学部・教授

動物は、複雑に変化する環境の中でリアルタイムに適応行動を発現している。B 班では、このような動物の適応的移動行動の発現と選択機構を明らかにすることを目指している。

## Group B

Animals express “real-time” behaviors among circumstances which are complexly altered. This research group B aims at elucidating the mechanisms of body-brain interaction that enables to generate and select the adaptable motor behaviors.

### Group Leader:

Kazuo Tsuchiya, Doshisha University

Planned Research Group

# B



Kazuo TSUCHIYA



Kaoru TAKAKUSAKI



Naomichi OGIHARA



Koh HOSODA

## 計画班 Planned Research Group

### ■ 適応的移動行動の発現と選択に関する神経機構

(研究代表者：高草木 薫・旭川医科大学医学部・准教授)

Neuronal mechanisms of generating and selection of adaptive behaviors

(Leader: Kaoru Takakusaki, Associate Professor, College of Medicine, Asahikawa Medical College)

### ■ 神経生理学的知見に基づく適応的歩行生成原理の解明

(研究代表者：荻原直道・京都大学大学院理学研究科・助教)

Exploration of the principle mechanism of generating adaptive locomotion on the basis of neurophysiological findings

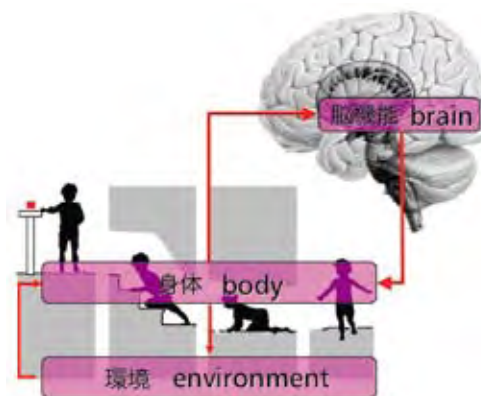
(Leader: Naomichi Ogihara, Assistant Professor, Graduate School of Science, Kyoto University)

### ■ 脳・環境・身体の動的相互作用による適応的ロコモーションの工学的実現

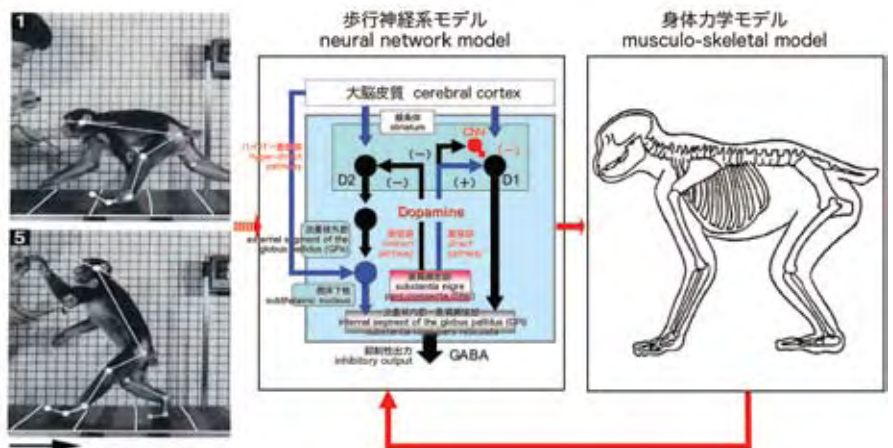
(研究代表者：細田 耕・大阪大学大学院工学研究科・准教授)

Realization of adaptive locomotion based on dynamic interaction among the body, brain, and environment

(Leader: Koh Hosoda, Associate Professor, Graduate School of Engineering, Osaka University)



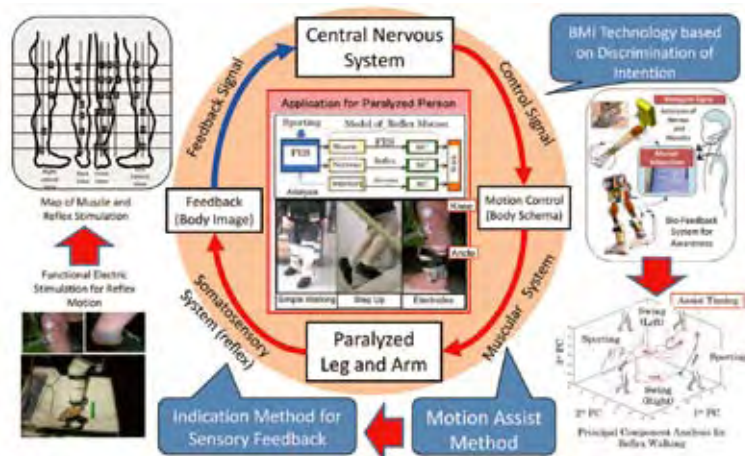
歩行運動の創発  
Emergence of locomotion



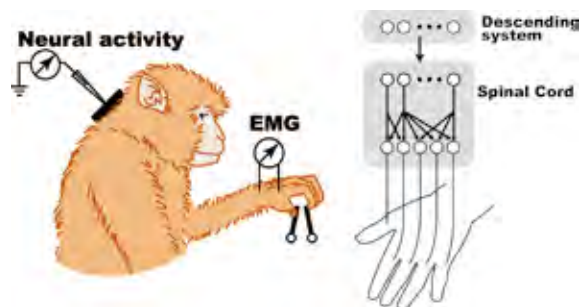
歩行運動のシステムモデル  
System model of locomotion of animals

# 公募班 Subscribed Research Group

- 歩行困難者補助のための反射運動系のモデル化に関する研究**  
 (研究代表者：横井浩史・東京大学大学院工学系研究科・准教授)  
 Reflex walk modeling for physically changed person  
 (Leader: Hiroshi Yokoi, The University of Tokyo)
- ラット-マシン融合システムと多機能神経電極による生体運動中枢の適応機能の解明**  
 (研究代表者：鈴木隆文・東京大学大学院情報理工学系研究科・講師)  
 Study on brain adaptation using rat-machine fusion systems and multi functional neural electrodes  
 (Leader: Takafumi Suzuki, The University of Tokyo)
- 情報を表現する神経活動における身体の役割をBMI法で解析する**  
 (研究代表者：櫻井芳雄・京都大学大学院文学研究科・教授)  
 Analysis of relation between neuronal coding and body movement using BMI  
 (Leader: Yoshio Sakurai, Kyoto University)
- 脳幹-中枢-基底核におけるやる気の生成、強化学習機能の解明**  
 (研究代表者：小林 康・大阪大学大学院生命機能研究科・准教授)  
 Exploration of reinforcement learning and motivation mechanism in the brainstem-midbrain-basal ganglia circuits  
 (Leader: Yasushi Kobayashi, Osaka University)
- 筋シナジーを形成する脳内機構を解明する**  
 (研究代表者：関 和彦・生理学研究所発達生理学研究室・助教)  
 Neural correlates of muscle synergy in hand movement  
 (Leader: Kazuhiko Seki, National Institute for Physiological Sciences)
- 大脳基底核による最適運動制御**  
 (研究代表者：南部 篤・生理学研究所統合生理研究室・教授)  
 Movement control by the basal ganglia  
 (Leader: Atsushi Nanbu, National Institute for Physiological Sciences)
- 小脳および基底核疾患における適応・制御異常の筋空間での定量的評価**  
 (研究代表者：笈 慎治・財団法人東京都医学研究機構東京都神経科学総合研究所・研究員)  
 Quantitative evaluation of movement disorders in muscle space for patients with cerebellar degeneration or Parkinson's disease  
 (Leader: Shinji Kakei, Tokyo Metropolitan Organization for Medical Research)
- 多角的計測に基づく歩行の環境適応メカニズムの計算論的理解**  
 (研究代表者：花川 隆・国立精神・神経センター神経研究所・室長)  
 Understanding of adaptive mechanisms of gait by combining neuroimaging, electrophysiology and computational methods  
 (Leader: Takashi Hanakawa, National Center of Neurology and Psychiatry)



歩行困難者補助のための反射運動系のモデル化に関する研究  
 Reflex walk modeling for physically changed person



筋シナジー形成の脳内機構を探る  
 Muscle synergy and spinal neural network

# C 班

班代表：青沼仁志

北海道大学電子科学研究所・准教授

個体群内で個体間の相互作用により創発される社会階級の構築メカニズムおよび社会への適応機能の生物学的解明とモデル構成を行う。

## Group C

We have investigated mechanisms for the formation of social hierarchy and adaptive mechanisms for individuals to exist in a society, which are both, emerged from individual interactions. Towards this goal we perform novel approaches that combine neuroethological analysis and mathematical modeling.

### Group Leader:

Hitoshi Aonuma, Hokkaido University

Planned Research Group



Hitoshi AONUMA



Jun OTA



Daisuke KURABAYASHI

## 計画班 Planned Research Group

### ■ 実時間行動選択のシステムの理解

(研究代表者：青沼仁志・北海道大学電子科学研究所・准教授)

Systematic understanding of real time selection of behavior pattern

(Leader: Hitoshi Aonuma, Associate Professor, Research Institute for Electric Science, Hokkaido University)

### ■ 昆虫の社会性発現機構の構成論的理解

(研究代表者：太田 順・東京大学大学院工学系研究科・准教授)

Constructive understanding of the mechanism for formation of sociality in insect

(Leader: Jun Ota, Associate Professor, School of Engineering, The University of Tokyo)

### ■ 昆虫の社会性発現機構の各複雑性に応じた原理

(研究代表者：倉林大輔・東京工業大学大学院理工学研究科・准教授)

Principle of the formation of insects' sociality under the different stages of complexity

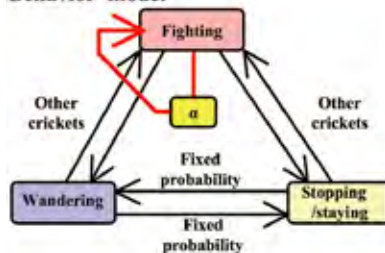
(Leader: Daisuke Kurabayashi, Associate Professor, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology)



コオロギの闘争行動  
Aggressive behavior of crickets



### Behavior model



### Neuromodulation model

Reaction-diffusion equation as NO gas dynamics

$$\frac{\partial N}{\partial t} = D \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} - \gamma_N N + N_{in} - N_{out}$$

Equations as cGMP and OA dynamics

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\gamma_C C + C_{in} - C_{out}$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = -\gamma_A A + A_{in} - A_{out}$$

### コオロギの脳と動的モデリング

Cricket brain and dynamic model of behavior and internal state

# 公募班 Subscribed Research Group

- **昆虫の社会行動を司る生理機構をモデルとした移動知研究**  
 (研究代表者：三浦 徹・北海道大学大学院地球環境科学研究院・准教授)  
 Molecular, physiological and theoretical studies on the mobility in social insects  
 (Leader: Toru Miura, Hokkaido University)
- **昆虫社会における自律分散的制御機構の進化**  
 (研究代表者：辻 瑞樹・琉球大学農学部・教授)  
 The evolution of decentralized regulatory mechanisms in insect societies  
 (Leader: Mizuki (Kazuki) Tsuji, University of Ryukyus)
- **生工連携的手法によるメス鳥のさえずり受容・識別メカニズムの定量的理解**  
 (研究代表者：岡 浩太郎・慶応義塾大学理工学部・教授)  
 Quantitative understanding of song perception mechanism in female zebra finch by collaborative research in biology and engineering  
 (Leader: Kotaro Oka, Keio University)
- **他者理解と適応的運動の社会神経科学的メカニズムの解明**  
 (研究代表者：加藤元一郎・慶応義塾大学医学部・准教授)  
 Social and cognitive investigation on the neural mechanism of mind understanding and adaptive behavior  
 (Leader: Motoichiro Kato, Keio University)
- **生体アミンによる本能行動の発達と発現の調節機構**  
 (研究代表者：長尾隆司・金沢工業大学人間情報システム研究所・教授)  
 Neurohormonal control of development and motivation of instinctive behavior in insects  
 (Leader: Takashi Nagao, Kanazawa Institute of Technology)
- **社会性適応のための行動変容機構の研究**  
 (研究代表者：伊藤悦朗・徳島文理大学香川薬学部・教授)  
 Modification system for social adaptive behavior  
 (Leader: Etsuro Ito, Tokushima Bunri University)
- **日本サルの移動にかかわる適応行動の脳内メカニズム**  
 (研究代表者：藤井直敬・独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター・チームリーダー)  
 Revealing neural mechanism of mobility strategy in primates  
 (Leader: Naotaka Fujii, RIKEN)



Toru Miura



Mizuki (Kazuki) TSUJI

Kotaro OKA



Takashi NAGAO

Etsuro ITO



Naotaka FUJII



さえずりを識別する脳内メカニズムの解明  
 Natural basis of discrimination mechanism for bird song in zebra finches



多次元生体情報記録手法による適応的脳機能解明  
 Revealing adaptive brain functions by Multi-dimensional recording

# D班

班代表：大須賀公一  
神戸大学工学部・教授

生物と人工システムに共通した移動知の共通原理を探求すると共に、知的人工システムを実現する設計原理を構成論的に明らかにする。

## Group D

We research the common principle of mobiligence in creatures and artificial systems. Also we clarify the design principle for realization of artificial systems via constructive method.

### Group Leader:

Koichi Osuka, Kobe University

Planned Research Group

D



Masafumi YANO



Koichi OSUKA



Akio ISHIGURO

## 計画班 Planned Research Group

■ 大脳皮質運動関連領域が創る「見なし情報」による随意運動制御  
(研究代表者：矢野雅文・東北大学電気通信研究所・教授)

Voluntary movements controlled by "Mi-Nashi" created in the motor cortices  
(Leader: Masafumi Yano, Professor, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University)

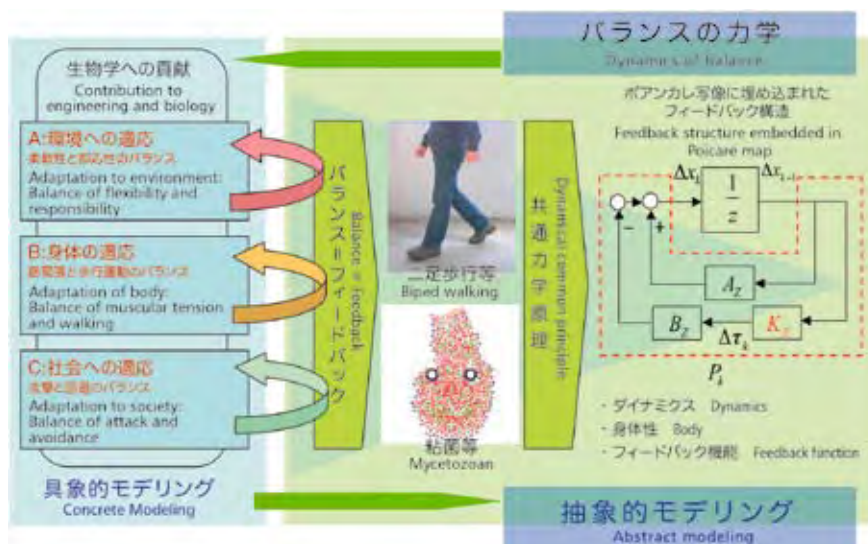
■ 移動知の力学的共通原理の発見と展開

(研究代表者：大須賀公一・神戸大学大学院工学研究科・教授)

Discovery and development of dynamical common principle of mobiligence  
(Leader: Koichi Osuka, Professor, Graduate School of Engineering, Kobe University)

■ 単純な運動機能を有する結合振動子系から探る移動知発現の力学的共通原理  
(研究代表者：石黒章夫・東北大学大学院工学研究科・教授)

Understanding mobiligence through embodied coupled oscillator systems with simple motile function  
(Leader: Akio Ishiguro, Professor, School of Engineering, Tohoku University)



共通力学原理探求  
Research of dynamical common principle



各班を貫き展開へ  
Thrust the each group and develop the story

# 公募班 Subscribed Research Group

- 生命の自律性解明のためのロボットの自律運動生成実験とハエの探索行動実験  
 (研究代表者：池上高志・東京大学大学院総合文化研究科・准教授)  
 Studying autonomous robots and explorative behaviors of flies to understand biological autonomy  
 (Leader: Takashi Ikegami, The University of Tokyo)
- 蝶の羽ばたき飛翔における環境創成による移動知発現のメカニズム  
 (研究代表者：泉田 啓・金沢大学大学院自然科学研究科・教授)  
 Emergence of mobiligence by environment-generation in flapping flight of butterfly  
 (Leader: Kei Senda, Kanazawa University)
- 動的素子のネットワークに於ける環境に対する適用メカニズムの研究  
 (研究代表者：青柳富誌生・京都大学大学院情報学研究科・講師)  
 A study on adaptation to environments in a network of dynamical elements  
 (Leader: Toshio Aoyagi, Kyoto University)
- ばらつきを許容する生体の運動計画とその実現アルゴリズム  
 (研究代表者：西井 淳・山口大学大学院理工学研究科・准教授)  
 Basic strategy for trajectory planning in living movements  
 (Leader: Jun Nishii, Yamaguchi University)
- 真正粘菌変形体の環境依存の動的ネットワーク形成による適応行動と機能創発  
 (研究代表者：高松敦子・早稲田大学理工学部・准教授)  
 Adaptive behavior and emergence by environment dependent formation of dynamical network in Physarum plasmodium  
 (Leader: Atsuko Takamatsu, Waseda University)
- 生体の運動習熟過程の計測とモデル化  
 (研究代表者：川村貞夫・立命館大学理工学部・教授)  
 Measurement and modeling of human movement mastery process  
 (Leader: Sadao Kawamura, Ritsumeikan University)



Subscribed  
Research Group

D



Kei Senda



Toshio AOYAGI



Jun NISHII



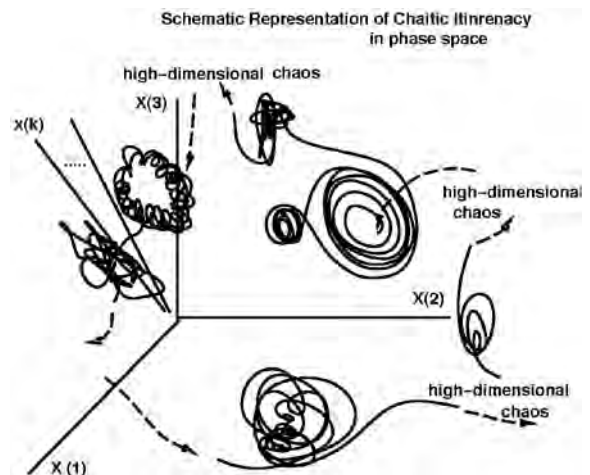
Atsuko TAKAMATSU



Sadao Kawamura



蝶の羽ばたきで誘起される渦  
 Vortices induced by flapping-of-wings butterfly



さまざまな状態アトラクターを履歴をもって経巡るカオスの遍歴  
 Roles of the limbic system for mobiligence



# 問い合わせ先

## Contact Information for Inquiries on the Mobiligence Program

領域代表者：浅間 一（東京大学人工物工学研究センター・教授）

領域幹事：太田 順（東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻・准教授）

より詳細な情報はホームページを参照してください。 <http://www.robot.t.u-tokyo.ac.jp/mobiligence/>

移動知 e-mail address：mobiligence@robot.t.u-tokyo.ac.jp

### **Director:**

Hajime Asama,

Professor, Research into Artifacts, Center for Engineering (RACE), The University of Tokyo

### **Secretary:**

Jun Ota,

Associate Professor, Department of Precision Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

For more detailed information, please refer to our homepage:

<http://www.robot.t.u-tokyo.ac.jp/mobiligence/>

E-mail address for Mobiligence:

[mobiligence@robot.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:mobiligence@robot.t.u-tokyo.ac.jp)

