



# RACE News

No.23  
MAR., 2014

Research into Artifacts, Center for Engineering, the University of Tokyo

## Contents

センター長挨拶

客員研究員紹介

北陸先端科学技術大学院大学  
DEFAGO, Xavier 准教授

イベント開催報告

平成25年度人工物工学研究センター研究発表会  
第24回人工物工学コロキウム  
第3回人工物工学国際シンポジウム  
第25回人工物工学コロキウム  
第13回計算科学セミナー



## センター長挨拶 ～人工物工学の新しい方向性～

東京大学人工物工学研究センター  
センター長  
藤田豊久教授

当センターは人工物に関する諸問題を解決するために設立され、これまで、物理科学的ベースの設計科学を対象とした研究成果を多く出してきました。Ⅲ期ではそれをより人間界に実装するために、人文・社会科学と融合し、マクロな観点から社会技術化ということで社会の中の人工物を扱う Socio-Artifactology 研究部門（社会の中の人工物工学研究部門）とミクロな観点から個のモデリングということで人工物と人との相互作用を扱う Human-Artifactology 研究部門（人工物と人との相互作用研究部門）の 2 部門体制で研究を行っています。Ⅲ期では問題解決のシナリオとしてまず、問題解決を問題設定の側面から扱う共創的な手段を用いて、データ分析法や計算科学、シミュレーションを基盤とし、実験経済学、実験心理学的手法を組み入れたモデル化を指向し、実装に向けての研究が行われます。

この 1 月には、社会の中の人工物工学研究部門が主体となり、第 24 回人工物工学コロキウムを開催しました（第 25 回 CCSE ワークショップと合同開催）。「構造物ライフサイクルにおける検査技術、評価技術」をテーマとし、原子炉発電プラントも含めた大型人工物構造材料に関する検査技術、評価技術に関して講演と討論をしました。巨大人工物システムから得られる恩恵が大きい程、その故障に伴う損害も高く、構造材料の状態を把握する技術は、安全運用の生命線とも言える極めて重要性が増している学術分野です。

3 月には人工物と人との相互作用研究部門が主体となり、2000 年の開始以来 25 回目となるコロ

キウムを開催し、「個のケアによるサービスの展開」について議論しました。前半では「個としての個のケア」から、看護サービスの支援など人対人におけるサービス、ロボット利用の領域において人工物の実装が、後半では、「社会における個のケア」として実験経済学とゲーム理論を利用した問題解決手法が議論されました。当センターの関係者は、サービス科学・サービス工学などの新たな研究コミュニティにおいてサービス学会設立にも関連しており、その発展が期待されます。さらに、国際シンポジウムとして、人工物の最終的段階である廃棄物の問題、人工物が活動する地球の生態系とサービスの問題について議論しました。

今後は各部局との人事交流に加え、国内外の研究所から客員教員、客員研究員の充実を図り、より広い分野からの共創により人工物工学の新しい展開を図りたいと思います。昨年頂きました部局研究力強化推進事業により各種の対策を試みています。国内外の人工物工学関連の研究者を招聘して人工物工学を議論し、一方、欧米諸国のみでなく、東南アジアにもセンターから出かけて人工物工学を広めて議論しております。また、センターの若手研究者で 2 回にわたる合宿を通じ異なる分野から共創し、多くの共著英語論文の作成を試みています。さらに、人工物工学の概念を社会に認知してもらうために、現在、人工物工学の本をほぼ書き上げつつあり、また、シンセシオロジー研究論文を投稿しています。小さい部局であることから動きやすいことを利用し、今後とも当センターからの発信へご協力をお願い致します。



## 客員研究員 紹介

北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科  
DEFAGO, Xavier 准教授

RACE には、学融合の観点から多様な分野の研究者と連携するべく、多彩な客員研究員、協力研究員が登録されています。今回はその中のお一人、北陸先端科学技術大学院大学の Xavier Defago 先生をご紹介します。先生は分散システム、耐故障性、分散アルゴリズムをご専門とされています。2013 年の 5 月と 2014 年の 2 月とに数週間 RACE にご滞在いただき、人工物工学に関して当センターの研究者とご議論いただきました。それでは、先生からのメッセージをご覧ください。

## Paving the Ground for Multi-Robot Systems as Critical Infrastructure

Xavier Defago  
Associate Professor  
School of Information Science  
Japan Advanced Institute of Science and Technology

I have been a visiting researcher at RACE from spring 2013, to develop cross-disciplinary research with Prof. Jun Ota on multi-robot systems.

I obtained my engineer degree and PhD in Computer Science from the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL) in 1995 and 2000, respectively, between which, I have worked for one year as a research intern at the NEC C&C central research labs in Kawasaki. After obtaining my PhD, I have joined the Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), as a research associate in the School of Knowledge Science (2000-2003), then in the School of Information Science as research associate professor (2003-2006) and associate professor (2006-present). During this period, I have simultaneously been a researcher for the Japan Science and Technology agency (JST), and an invited CNRS researcher at LIP6, Université Pierre and Marie Curie, Paris and at INRIA Sophia Antipolis, France. In addition, I have been an active member of the IFIP working group 10.4 on dependable

computing and fault-tolerance since 2006.

Originally, my research topic has been mostly about fault-tolerant distributed systems. A distributed system is a system that consists of several, loosely coupled, processors interacting together through a communication network and that share a common mission goal. At the core, this requires the processor to be able to agree on common decisions. A fault-tolerant distributed system is a distributed system that is required to operate correctly, even though a certain number of the processors may possibly fail and misbehave, by crashing, omitting messages, changing values, or even behave maliciously. Fault-tolerance has been one of the main concerns in distributed systems since, by their nature, they are more easily prone to partial failures (i.e., the failure of some parts of the system), to the point where it is now considered normal to operate while 5-10% of the system is faulty. In this context, I have made several contributions to agreement and coordination protocols, as well as for failure detection.

More recently, I have also been working on the study of algorithms to allow the coordination of a group of abstract mobile robots evolving autonomously. The approach is essentially theoretical, in the sense that robots are modeled as geometrical points evolving asynchronously in an Euclidean space. The concern is to determine at set of minimal assumptions necessary to solve some basic problems such as agreeing on a common coordinate system, or forming some given patterns. The difficulty comes from the lack of control on robots activations (asynchrony) and the difficulty to deterministically break symmetries.

At RACE, with Prof. Jun Ota, our focus is on the dependability and fault-tolerance of practical multi-robots systems.

Multi-robots systems are very attractive in many situations, including automatic transportation, urban maintenance, rescue operations, space exploration, and many other. Therefore, we must anticipate the situation when they will become wide-spread, just like the Internet developed from a networking experiment and an academic tool, to an infrastructure critical to our society. In contrast with the Internet, multi-robots systems have a direct action on the physical world and are particularly motivated by helping and even possibly replacing humans in dangerous operations.

Critical systems must not only be reliable; this reliability must also be assessable in convincing ways. In particular, a company deploying a system must provide quantifiable and verifiable evidence of why the system is expected to behave properly or at least within acceptable levels of safety. In particular, a critical system must always behave predictably under normal circumstances, and also have a properly characterized and acceptably safe behavior even in spite of exceptional and unpredictable disruptive events. Unfortunately, it is difficult if not impossible to anticipate the nature of the disruptive events, which may be totally

unforeseen at design time. For instance, the system may be subject to processor memory corruption due to radiations or overheat, processor computing errors due to oxydation, robot damage resulting from a meteorite or a landslide, malicious behavior after a security attack.

In light of this, we aim to study and provide a general framework to develop multi-robot systems such that the systems are based on realistic assumptions, solve problems useful in practice, and have guaranteed behavior. In dependability, it is well-known that the specification of a problem can be decomposed into two distinct classes of properties: safety and liveness. The former must be satisfied at all times, whereas the latter is to guarantee progress. Both must be satisfied, but ensuring safety properties typically takes precedence when the system is under exceptionally bad conditions as liveness requirements can still be satisfied after the conditions have improved.

Currently, there is still a huge gap between problem-oriented research on multi-robots, which focus on real-world problems with realistic assumptions, but rely on simulations to validate the approach and can hardly give strict guarantees that the system will always behave as intended. In contrast, the axiomatic approach provides strict guarantees, with proofs of correctness or even recently rely on techniques such as interactive proofs and model checking, but focus on very general problems that are sometimes too abstract or too far from actual practical concerns. We hope to bridge this gap by combining the best of both worlds, as we believe that it will a prerequisite for multi-robots systems to gain a wider acceptance in the not-so-far future.

# イベント開催報告

## 平成25年度人工物工学研究センター研究発表会

人工物工学研究センターに所属する、教員と学生による研究発表会を、2013年11月12日に開催いたしました。脱領域、学融合を目指すRACEらしく、多様な分野の研究について発表がなされました。

学生発表者の中から、尾崎紀之君が最優秀発表者に、また、久保田英司君が優秀発表者に選ばれました。

### 講演内容：

#### 「開会挨拶」

藤田 豊久（センター長）

#### 「社会基盤であるインフラの老朽化に対応する研究」

栗山 幸久（社会の中の人工物工学研究部門 教授）

#### 「レイアウト制約を考慮した自動倉庫の設計法」

尾崎 紀之（太田研）

#### 「リモートセンシングシステムを用いた油田の地盤変動モニタリングに関する研究」

宮地 大樹（六川研）

#### 「構造パターン集を用いたサービス機能を実現するプロセスの構成支援」

三浦 渉尊（原研）

#### 「社会 - 人工物 - 人間システムの複合領域最適設計」

鈴木 克幸（人工物と人との相互作用研究部門 教授）

#### 「分子動力学法を用いたオーステナイト系ステンレス鋼の機械的特性変化に及ぼす材料物性の影響」

西尾 慶太（沖田研）

#### 「観光ツアーの設計支援に向けた観光情報基盤の構築」

荒谷 和慶（原研）

#### 「自己学習支援のためのベッドメイキング評価システム」

永田 英憲（太田研）

#### 「青波打ち込みによる衝撃荷重を考慮した風防構造設計」

趙 臻麟（鈴木研）

#### 「Realization of Stance Postural Control Based on a Musculo-skeletal Model」

姜 平（太田研）

#### 「腐食シミュレーションを用いた船舶のライフサイクル最適設計」

久保田 英司（鈴木研）

#### 「可読性を考慮したシミュレーションベース行動ルール生成法」

矢作 裕之（太田研）

#### 「閉会挨拶」

藤田 豊久（センター長）

## 第24回人工物工学コロキウム「構造物ライフサイクルにおける検査技術、評価技術」

2014年1月16日に、日本原子力開発機構システム計算科学センター（CCSE）と合同で、第24回人工物工学コロキウム / 第25回CCSEワークショップを、東京大学柏の葉キャンパスにて開催しました。46名の方にご参加頂きました。CCSEとRACEとの研究連携の成果も含めて、巨大人工物の故障診断にもつながる構造材料の診断に関する研究について、実験的手法を用いている研究者とシミュレーション手法を用いている研究者の双方から講演、討論がなされました。また、RACEとCCSEとの今後の研究連携の方向性を考える上でも重要なコロキウムとなりました。

### 講演内容：

「開会挨拶」 藤田 豊久 センター長（東京大学 RACE）

#### 【特別講演】

「非破壊材料信頼性評価（Non-destructive materials reliability evaluation）」

志波 光晴 グループリーダー（物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門）

#### 【一般講演】

「実橋計測によるライフサイクルコスト低減に向けた研究 —成熟社会におけるインフラの維持について—」

栗山 幸久 教授（東京大学 RACE）

「鉄鋼材料における局所応力及び局所水素量の連続体モデルによる数値的評価」

海老原 健一 研究主幹（原子力機構 CCSE）

「ミクロ組織に基づくフェライト・セメンタイト鋼の脆性破壊発生予測」

柴沼 一樹（東京大学大学院 工学系研究科）

「閉会挨拶」 中島 憲宏 次長（日本原子力機構 CCSE）



第24回コロキウムの様子



## 第3回人工物工学国際シンポジウム 第25回人工物コロキウム「個のケアによる サービスの展開」同日開催

2014年3月5日に、第3回人工物工学国際シンポジウムと第25回人工物コロキウムを同日開催いたしました。サービス学会に協賛いただきました。合計で41名の参加者にお集まりいただきました。

国際シンポジウムでは、人工物のライフサイクルについて、国内外から2名の研究者を招聘し、ご講演いただきました。

また、コロキウムは、第一部「個としての個のケア」、第二部「社会における個のケア」の2部構成で執り行われました。招待講演を交えつつ、人工物と人との相互作用研究部門が中心的課題としている個のケアについて、多様な観点から講演、議論が行われました。特に、第一部では、個としての人間の分析とモデル化について、第二部では社会経済システムから見た個の取り扱いについて議論がなされました。

### 国際シンポジウム講演内容：

"An overview of household waste management in the UK and some case studies relating to prevention, reuse and recycling"

Prof. Ian Williams (University of Southampton, UK)

"Forest ecosystem services and effects of artifacts"

Dr. Ken Sugimura (Forestry and Forest Products Research Institute, Japan)

### コロキウム講演内容：

#### 第一部：個としての個のケア

「人工物工学研究センターにおける「個のケア」研究の方向性について」

太田 順（東京大学人工物工学研究センター 教授）

招待講演「個別ケアは、誰のもの？～介護・看護現場に潜む技術提供の課題～」

保田 淳子（日本ノーリフト協会 理事長）

「経験価値の見える化を用いた共創的スキル e ラーニングサービスの研究と実証」

浅間 一（東京大学大学院工学系研究科 教授，人工物工学研究センター 教授 兼任）

「個人旅行者を知り、巻き込み、多様な観光サービスをデザインする」

原 辰徳（東京大学人工物工学研究センター 准教授）

#### 第二部：社会における個のケア

招待講演「実験資産市場における戦略的不確実性」

花木 伸行（Professor, Aix-Marseille University (Aix-Marseille School of Economics)）

「価値創成クラスモデルによるサービスシステムの類型化とメカニズム設計理論の構築」

西野 成昭（東京大学大学院工学系研究科 准教授，人工物工学研究センター 准教授 兼任）

シンポジウムとコロキウムの様子



## 第13回計算科学セミナー

日本原子力研究開発機構システム計算科学センターとの「大規模複雑人工物シミュレーションの連携研究」の一環として、定期的に計算科学セミナーを開催しています。このセミナーでは最新の研究紹介や課題の抽出、情報の交換を行っています。第13回目のセミナーを2013年12月9日に開催いたしました。

### 講演内容：

"A parallel multifrontal solver that exploits hierarchically semiseparable representations"

Prof. Francois-Henry Rouet (Lawrence Berkeley National Laboratory)



Rouet 教授

社会の中の人工物工学研究部門  
Socio-Artifactology Division



栗山幸久教授  
専門分野：塑性加工、構造解析、モニタリング

Prof. Yokihisa Kuriyama  
Field: Technology of Plasticity, Structural Analysis, Monitoring



六川修一教授  
専門分野：衛星リモートセンシング、物理探査工学、共創技術戦略

Prof. Shuichi Rokugawa  
Field: Satellite Remote Sensing, Exploration Geophysics, Strategy for Co-creation Technology



奥田洋司教授（兼務）  
専門分野：ハイパフォーマンスコピューティング、社会シミュレーションプラットフォーム水素社会構築シミュレーション

Prof. Hiroshi Okuda  
Digital Value Engineering Division  
Field: High-End Computing, Social Simulation Platform, Hydrogen Society Simulation



沖田泰良 准教授  
専門分野：余寿命評価、ナノスケール観察、非破壊検査技術開発

Associate Prof. Taira Okita  
Field: Remaining Life Assessment, Nanoscale Observation, Development of a Non-destructive Testing Technique



山田知典 准教授  
専門分野：ハイパフォーマンスコンピューティング、マルチフィジックスシミュレーション、計算力学

Associate Prof. Tomonori Yamada  
Field: High Performance Computing, Multiphysics Simulation, Computational Mechanics



西野成昭 准教授（兼務）  
専門分野：社会システム工学、実験経済学、マルチエージェントシステム、ゲーム理論

Associate Prof. Nariaki Nishino  
Field: Social Systems Engineering, Experimental Economics, Multi-agent Systems, Game Theory



愛知正温 特任助教  
専門分野：多孔質体の力学、地下水理学、地盤沈下モデリング

Project Assistant Prof. Masaatsu Aichi  
Field: Poromechanics, Hydrogeology, Land Subsidence Modeling

センター長 Director



藤田豊久 教授  
専門分野：資源処理工学、リサイクル工学、知能流体、環境浄化

Prof. Toyohisa Fujita  
Field: Resource Processing, Recycling Technology, Smart Fluid, Environmental Cleaning

人工物と人の相互作用研究部門  
Human-Artifactology Division



太田順 教授  
専門分野：ロボット工学、生産システム工学、移動知

Prof. Jun Ota  
Field: Robotics, Production Engineering, Mobiligence



鈴木克幸 教授  
専門分野：計算力学、構造力学、最適設計

Prof. Katsuyuki Suzuki  
Field: Computational Mechanics, Structural Mechanics, Design Optimization



浅間一 教授（兼務）  
専門分野：サービス工学、ロボティクス、自律分散システム、移動知

Prof. Hajime Asama  
Field: Service Engineering, Robotics, Distributed Autonomous Systems, Mobiligence



原辰徳 准教授  
専門分野：サービス工学、製品サービスシステム、設計工学

Associate Prof. Tatsunori Hara  
Field: Service Engineering, Product Service Systems, Design Engineering



緒方大樹 助教  
専門分野：ヒューマン・インタラクション、ヒューマン・インタフェース、実験心理学

Assistant Prof. Taiki Ogata  
Field: Human Interaction, Human Interface, Experimental Psychology

客員研究部門 Visiting Research Division



中島憲宏 客員教授  
専門分野：設計工学、計算科学、構造解析

Visiting Prof. Norihiro Nakajima  
Field: Design Engineering, Computational Science, Structural Analysis

研究員 Researchers

川中孝章 六川研究室 Dr. Takaaki Kawanaka, Rokugawa Lab.  
中村貴子 六川研究室 Dr. Takako Nakamura, Rokugawa Lab.  
黄 沿江 太田研究室 Dr. Huang Yanjiang, Ota Lab.

東京大学 人工物工学研究センター

〒277-8568 千葉県柏市柏の葉5-1-5(総合研究棟5階)  
TEL: 04-7136-4240 FAX: 04-7136-4242  
URL: <http://www.race.u-tokyo.ac.jp>