

2013年度 シミュレーション学研究科 研究一覧

Annual Review of Graduate School of  
Simulation Studies for Fiscal Year 2013

兵庫県立大学

University of Hyogo

<http://www.u-hyogo.ac.jp/sim/>

# 目次

はじめに	1
論文	3
雑誌や新聞などの記事	6
ディスカッション・ペーパー	7
基調講演	8
国際学会・プロシーディング	9
国内学会	12
受賞	14

## はじめに

シミュレーション学研究科は、スーパーコンピュータ「京」が神戸ポートアイランドに設置されたことを契機に、独立した大学院として2011年4月に開設されました。本研究科が提唱し、研究科の名前にもなっている『シミュレーション学』は、自然科学の分野で大きな役割を果たしているシミュレーション科学の更なる飛躍を目指し、人と自然が調和した望ましい姿で、社会、人、自然を豊かにすることを目指す学問です。

シミュレーションは、実験、理論と並ぶ科学的な手法として重要な役割を果たしています。現在、それはデータ科学やBig Dataと密接に結びついて、その役割が大きく見直されています。自然科学にとどまらず、政策、産業、環境問題などの社会的な問題への応用が期待されています。

現代社会は科学技術の進展によって一つの巨大な複雑体となり、ある意味で制御不能で最適解のない状態にあります。シミュレーション学の目的を達成するためには、最適解が見つからないあるいは理論・法則が分かっていない問題を解決する必要があります。そのためにはシミュレーションの技術は勿論のこと、問題発見から解決に至るまでの物語を様々な仮定やシナリオの下で創造する力が必要となります。また、これらの問題は様々な領域にまたがるため、幅広い知識が必要となります。さらに、シミュレーションの結果を異なる領域の人々に伝えるために、その問題の本質を分かり易く適切に理解させる力も必要となります。

本冊子は、2013年度にシミュレーション学研究科から発表された論文などをまとめたものです。本研究科は、次ページに示すように、産業、政策、自然環境、基盤の4つの分野と、現在9名の教員から構成されています。本研究科や本冊子に掲載した研究成果に興味を持たれた方は、下記の連絡先にご連絡ください。また、研究科への訪問や見学は、随時受け入れています。ご連絡の上、お越しくください。

シミュレーション学研究科 研究科長  
畑 豊

兵庫県立大学 神戸情報科学キャンパス 経営部総務学務課  
〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-28 計算科学センタービル 5階  
Phone: 078-303-1901  
Fax: 078-303-2700  
Email: gssim@sim.u-hyogo.ac.jp

## ● 産業分野

はた ゆたか  
畑 豊 教授

医用システム、医療健康ビッグデータ解析、超音波

やすだ しゅうご  
安田 修悟 准教授

多階層モデリング、ソフトマター、非平衡流

## ● 自然環境分野

ながの やすゆき  
永野 康行 教授

建物地震時シミュレーション、安全で安心な建築構造物のモデリング、構造設計

しま しんいちろう  
島 伸一郎 准教授

非線形動力学、連結階層シミュレーション、雲解像モデル

## ● 政策分野

ふじわら よしひさ  
藤原 義久 教授

社会経済ネットワーク、経済物理学、複雑系モデリング

きむら しん  
木村 真 准教授

財政学、公共経済学、社会保障論、年金改革シミュレーション

## ● 基盤分野

おおの のぶあき  
大野 暢亮 教授

科学技術可視化、バーチャルリアリティ

ぬまた りゅうすけ  
沼田 龍介 准教授

大規模シミュレーション、数値解析手法、プラズマ物理

なかむら ともみち  
中村 知道 准教授

時系列解析、統計モデリング、力学系・動的システム

## 論文

### **Numerical simulation of the dispersion of aggregated Brownian particles under shear flows**

T. Nishiyama, T. Inamuro, and **S. Yasuda**

*Computer & Fluids*, Vol. 86, 395-404, 2013

The deformation and breakup processes of a particle-cluster aggregate under shear flows are numerically investigated by the two-phase lattice Boltzmann method. The van der Waals attraction is considered to be the force between particles. Simulations are performed for various fluid forces acting on particles and various inter-particle forces. It is found that the ratio of the fluid force to the maximum inter-particle force,  $Y$ , is a key factor in dispersion, and the aggregate of non-Brownian particles is dispersed when  $Y$  is over 0.001. The Peclet number, which is the ratio of the diffusion rate due to shear flow to that due to the Brownian motion, is also considered. By comparing the calculated result of the dispersion of Brownian particles with that of non-Brownian particles, it is found that the Brownian motion impedes dispersion and the effect of the Brownian motion is remarkable when the Peclet number is under  $10^5$ .

### **Large Eddy Simulations of Trade-Wind Cumuli using Particle-Based Microphysics with Monte-Carlo Coalescence**

S. Arabas and **S. Shima**

*Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 70, 2768-2777, 2013

A series of simulations employing the superdroplet method (SDM) for representing aerosol, cloud, and rain microphysics in large-eddy simulations (LES) is discussed. The particle-based formulation treats all particles in the same way, subjecting them to condensational growth and evaporation, transport of the particles by the flow, gravitational settling, and collisional growth. SDM features a Monte Carlo-type numerical scheme for representing the collision and coalescence process. All processes combined cover representation of cloud condensation nuclei (CCN) activation, drizzle formation by autoconversion, accretion of cloud droplets, self-collection of raindrops, and precipitation, including aerosol wet deposition. The model setup used in the study is based on observations from the Rain in Cumulus over the Ocean (RICO) field project. Cloud and rain droplet size spectra obtained in the simulations are discussed in context of previously published analyses of aircraft observations carried out during RICO. The analysis covers height-resolved statistics of simulated cloud microphysical parameters such as droplet number concentration, effective radius, and parameters describing the width of the cloud

droplet size spectrum. A reasonable agreement with measurements is found for several of the discussed parameters. The sensitivity of the results to the grid resolution of the LES, as well as to the sampling density of the probabilistic Monte Carlo-type model, is explored.

### **Micro-macro Relation of Production: Double Scaling Law for Statistical Physics of Economy**

H. Aoyama, **Y. Fujiwara**, and M. Gallegati

*Journal of Economic Interaction and Coordination*, Vol. 9, 2014

We show that an economic system populated by multiple agents generates an equilibrium distribution in the form of multiple scaling laws of conditional probability density functions, which are sufficient for characterizing the probability distribution. The existence of the double scaling law is demonstrated empirically for the sales and the labor of one million Japanese firms. Theoretical study of the scaling laws suggests lognormal joint distributions of sales and labor and a scaling law for labor productivity, both of which are confirmed empirically. This framework offers characterization of the equilibrium distribution with a small number of scaling indices, which determine macroscopic quantities, thus setting the stage for an equivalence with statistical physics, bridging micro- and macro-economics.

### 近年の日本の財政運営と財政収支シミュレーション

橋本 恭之, 木村 真

関西大学経済論集, 第 63 巻, 第 2 号, 125-150, 2013

第 2 次安倍政権は、金融緩和、財政支出拡大と成長戦略を組み合わせた「アベノミクス」を推進しようとしている。アベノミクスに対する懸念のひとつが、財政の持続可能性である。本稿では、成長率、税収の伸び率を一定の値に仮定して財政収支を予測する「機械的試算」により財政健全化の可能性を検証した。本稿のシミュレーションでは、仮に名目成長率 3%、名目長期金利が 2% で成長率を下回るという都合のよいケースでも、2050 年度の対 GDP 比でみた国債残高は 200% を突破し、名目金利が成長率を上回る 4% のケースでは、300% を超えてしまうことがわかった。2020 年度のプライマリーバランス（基礎的財政収支）は、消費税率換算で 6.6% 程度の赤字が予想される。

### **Immersive VR Visualizations by VFIVE Part 1: Development**

A. Kageyama and **N. Ohno**

*Int. J. Model. Simul. Sci. Comput.*, Vol. 4, 1340003, 2013

We have been developing a visualization application for CAVE-type virtual reality (VR) systems for more than a decade. This application, VFIVE, is currently used in several CAVE systems in Japan for routine visualizations. It is also used as a base system of further developments of advanced visualizations. The development of VFIVE is summarized.

## Immersive VR Visualizations by VFIVE Part 2: Applications

A. Kageyama, **N. Ohno**, S. Kawahara, K. Kashiwama and H. Ohtani

*Int. J. Model. Simul. Sci. Comput*, Vol. 4, 1340004, 2013

VFIVE is a scientific visualization application for CAVE-type immersive virtual reality (VR) systems. The source codes are freely available. VFIVE is used as a research tool in various VR systems. It also lays the groundwork for developments of new visualization software for CAVEs. In this paper, we pick up five CAVE systems in four different institutions in Japan. Applications of VFIVE in each CAVE system are summarized. Special emphases will be placed on scientific and technical achievements made possible by VFIVE.

## Directed network topologies of smart grain sensors

D. M. Walker, A. Tordesillas, **T. Nakamura** and T. Tanizawa

*Physical Review E*, 87, 032203, 2013

We employ a recent technique for building complex networks from time series data to construct a directed network embodying time structure to collate the predictive properties of individual granular sensors in a series of biaxial compression tests. For each grain, we reconstruct a static predictive model. This combines a subset selection algorithm and an information theory fitting criterion that selects which other grains in the assembly are best placed to predict a given grain's local stress throughout loading history. The local stress of a grain at each time step is summarized by the magnitude of its particle load vector. A directed network is constructed by representing each grain as a node, and assigning an in-link to a grain from another grain if the latter is selected within the best predictive model of the first grain. The grains with atypically large out-degree are thus the most responsible for predicting the stress history of the other grains: These turn out to be only a few grains which reside inside shear bands. Moreover, these "smart grains" prove to be strongly linked to the mechanism of force chain buckling and intermittent rattler events. That only a small number of grain sensors situated in the shear band are required to accurately capture the rheological response of all other grains in the assembly underlines the crucial importance of nonlocal interactions, espoused by extended continuum theories which posit nonlocal evolution laws. Findings here cast the spotlight on two specific mechanisms as being key to the formulation of robust evolution laws in deforming granular materials under compression and shear: the long held mechanism for energy dissipation of force chain buckling and the sudden switch in roles that a rattler plays as it enters in and out of force chains.

## 雑誌や新聞などの記事

医工連携で機器開発へ -不妊症診断など臨床目指す-

畑 豊

神戸新聞, 2013年8月19日(月)

健康の秋 ～画像処理技術の医療診断システムへの活用～

畑 豊

ラジオ関西, 三上公也の情報アサイチ!

2013年11月12日(火)



## ディスカッション・ペーパー

### **DebtRank Analysis of the Japanese Credit Network**

H. Aoyama, S. Battiston, **Y. Fujiwara**

RIETI Discussion Paper Series, 13-E-087, 1-20, 2013 年 10 月

### **Airport Choice and Flight Connectivity - Empirical Analysis of Airport Choice among Domestic and International Passengers -**

M. Usami, M. Manabe, **S. Kimura**, W. Mantani

兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科「Discussion Papers In Simulation Studies」,  
No. 1, 1-18, 2014 年 3 月

## 基調講演

### Computational medical and health care technology

**Y. Hata** and H. Nakajima

*IEEE 43rd Int. Symp. on Multiple-Valued Logic*, May 2013 (Toyama, Japan)

This paper describes practical applications on computational medical and health care technology. First, we briefly describe medical image processing for diagnosing. Next, we demonstrate three ultrasonic surgery support systems for orthopedic surgeon, rectum cancer surgeon and urologist. In them, image and signal processing plays a primary role to solve each problem. Second, we describe home health care system. This goal is not clinical use but home use to pay consciousness to health. In it, we introduce a mat sensor system, which detects heart rate and respiration, and a thermopile sensor system, which detects human moving trajectory. Finally, body weight prediction methods are shown by using autoregressive model. As the results, the models successfully predict the body weights.

## 国際学会・プロシーディング

**Wearable human activity recognition and management of exercise by electrocardiograph and accelerometer (Oral)**

**Y. Hata**, T. Fujimoto, N. Tsuchiya, and H. Nakajima

*Proc. of 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Short Papers No. 0377, July 2013 (Osaka, Japan)

**Multiscale simulation for thermo-hydrodynamic lubrication of a polymeric liquid between parallel plate (Poster)**

**S. Yasuda** and R. Yamamoto

*International Conference on Molecular Simulation*, November 2013 (Kobe, Japan)

**Synchronized molecular dynamics simulation via macroscopic heat and momentum transfer (Poster)**

**S. Yasuda** and R. Yamamoto

*Nagoya Symposium on Depletion Forces: Celebrating the 60th Anniversary of the Asakura-Oosawa Theory*, March 2014 (Nagoya, Japan)

**Super-Droplet Approach to Simulate Precipitating Trade-Wind Cumuli - Comparison of Model Results with RICO Aircraft Observations (Invited talk)**

**S. Shima**

*International Workshop on Numerical Simulations of Particle/Droplet/Bubble-laden Multiphase Flows*, May 2013 (JAMSTEC Tokyo office, Tokyo, Japan)

**Chained Financial Failures at Nation-wide Scale in Japan (Invited talk)**

**Y. Fujiwara**

*International Workshop on Econophysics and Networks Across Scales*, May 2013 (Leiden, Netherlands)

**Bank-firm credit network in Japan. A bipartite analysis and the characterization and time evolution of clusters of credit** (Oral)

L. Marotta, S. Micciche, **Y. Fujiwara**, H. Iyetomi, H. Aoyama, M. Gallegati, and R. N. Mantegna

*Interlinkages and Systemic Risk Workshop*, July 2013 (Ancona, Italy).

**Financial Distress Propagation in Japanese Credit Network** (Invited talk)

**Y. Fujiwara**

*Econophysics-Kolkata VIII: Econophysics and data driven modelling of market dynamics*, March 2014 (Kolkata, India)

**Omori Law after Exogenous Shocks on Supplier-Customer Network** (Oral)

**Y. Fujiwara**

in F. Abergel, B.K. Chakrabarti, A. Chakraborti, A. Ghosh (Eds.), *Econophysics of Systemic Risk and Network Dynamics*, pp.39-48, Springer-Verlag, 2013

**In-Situ Visualization of PIC Simulation** (Poster)

**N. Ohno** and H. Ohtani

*IEEE Pacific Visualization 2014*, March 2014 (Yokohama, Japan)

**Virtual-reality Visualization of Equilibrium Plasmas in Experimental Device** (Poster)

H. Ohtani, Y. Suzuki, A. Kageyama, **N. Ohno**, R. Kanno, S. Ishiguro and Y. Tamura

*IEEE Pacific Visualization 2014*, March 2014 (Yokohama, Japan)

**In-Situ Visualization Tool for PIC Simulation** (Poster)

**N. Ohno** and H. Ohtani

*The 4th AICS International Symposium*, December 2013 (Kobe, Japan)

**Development of In-Situ Visualization Tool for PIC Simulation** (Oral)

**N. Ohno** and H. Ohtani

*23rd International Toki Conference on Large-scale Simulation and Fusion Science*, November 2013 (Toki, Japan)

**Electron and ion heating during magnetic reconnection in weakly collisional plasmas (Oral)****R. Numata** and N. F. Loureiro*The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC)*, July 2013 (Chiba, Japan)  
JPS Conference Proceedings 1, 015044 (2014)**Applications of a method of constructing networks based on time series model (Oral)**T. Tanizawa and **T. Nakamura***International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA)*, September 2013 (Santa Fe, USA)**A New Network Visualization Method of Time Series Data (Oral)**T. Tanizawa and **T. Nakamura***International School and Conference on Network Science (NetSci)*, June 2013 (Copenhagen, Denmark)

## 国内学会

### 教員による発表

高分子液体の熱流体潤滑に対するマルチスケールシミュレーション（口頭発表）

安田 修悟、山本 量一

日本流体力学会年会 2013, 2013 年 9 月（東京）

高分子潤滑のマルチスケールシミュレーション（口頭発表）

安田 修悟、山本 量一

第 3 回ソフトマター研究会, 2013 年 12 月（東京）

高分子潤滑のマルチスケールシミュレーション（口頭発表）

安田 修悟、山本 量一

第 27 回数値流体力学シンポジウム, 2013 年 12 月（名古屋）

発泡材料の力学特性シミュレーション（口頭発表）

安田 修悟

計算科学連携センターシンポジウム, 2014 年 3 月（神戸）

AICS と現在進めている共同研究について（口頭発表）

島 伸一郎

計算科学連携センター キックオフシンポジウム, 2014 年 3 月（神戸）

粒子フィルタの基礎とその試計算（口頭発表）

島 伸一郎

第 1 回理研 AICS-京大数学合同データ同化研究会, 2013 年 8 月（神戸）

**Thermodynamic properties of plasmas in magnetic reconnection**（招待講演）

**R. Numata**

第 19 回 NEXT（数値トカマク）研究会, 2013 年 8 月（京都）

**Electron and ion heating during magnetic reconnection in weakly collisional plasmas** (口頭発表)**R. Numata** and N. F. Loureiro

2013 US-Japan Workshop on Advanced Control and Confinement Improvement of Innovative Compact Toroidal Configurations, September 2013 (Kobe, Japan)

## テアリング不安定性のジャイロ運動論シミュレーション (招待講演)

沼田 龍介

磁気リコネクションと太陽プラズマ研究会, 2014年3月(東京)

## 複雑ネットワークによる時系列モデルの視覚化について (ポスター)

谷澤 俊弘, 中村 知道

第10回ネットワーク生態学シンポジウム合宿, 2013年9月(有馬, 兵庫県)

**学生による発表**

歴史的街並みの魅力に関する研究 ～倉敷美観地区における没入型立体視表示システムを用いた景観評価～ (口頭発表)

林 真由美, 木村 真, 大野 暢亮, 永野 康行

日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013年6月(大阪)

災害復興公営住宅における世帯構成を考慮した住戸配置について: 災害後の生きがいあるコミュニティ作りに向けて (口頭発表)

岩本 裕史, 真鍋 雅史, 沼田 龍介, 永野 康行

日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013年6月(大阪)

住民の意志を考慮した町並み形成シミュレーション ～大和郡山市のまちらしさ持続的継承に向けて～ (口頭発表)

本多 健一, 中村 知道, 永野 康行, 佐藤 哲也

日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013年6月(大阪)

住民の意志を考慮した町並み形成シミュレーション -大和郡山市のまちらしさの持続的継承に向けて- (口頭発表)

本多 健一, 中村 知道, 永野 康行, 佐藤 哲也

日本建築学会大会, 2013年8月(北海道)

## 受賞

### 優秀発表賞

歴史的街並みの魅力に関する研究 ～倉敷美観地区における没入型立体視表示システムを用いた景観評価～

林 真由美, 木村 真, 大野 暢亮, 永野 康行

日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013年6月(大阪)

### 優秀発表賞

住民の意志を考慮した町並み形成シミュレーション ～大和郡山市のまちらしさ持続的継承に向けて～

本多 健一, 中村 知道, 永野 康行, 佐藤 哲也

日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013年6月(大阪)

### ポスター優秀賞

複雑ネットワークによる時系列モデルの視覚化について

谷澤 俊弘, 中村 知道

第10回ネットワーク生態学シンポジウム合宿, 2013年9月(有馬, 兵庫県)