



東洋大学計算力学研究センター

*Center for Computational Mechanics Research*

*Toyo University*

## 国際シンポジウム

安全・安心とそのシミュレーション科学

International Symposium on Simulation Science for Safety

### 講演要旨集

Proceedings

2009年6月19日(金)

June 19, 2009 (Friday)

井上記念館井上円了ホール(東洋大学白山キャンパス内)

The Inoue Enryo Hall, Toyo University

Tokyo, Japan

主催: 東洋大学計算力学研究センター

Organizer: Center for Computational Mechanics Research, Toyo University

共催: 独立行政法人 科学技術振興機構

Co-organizer: Japan Science and Technology Agency

後援: 読売新聞東京本社

Supporting Organizer: The Yomiuri Shimbun



## シンポジウムの趣旨

最近、世界的に自然災害、異常気象あるいはインフルエンザなどの感染症の世界的流行が頻発することもある、安全と安心の問題に対して多くの人々が関心を寄せています。これはわが国に限らず他の国々においても共通の現象です。本シンポジウムにおいては、このような安全・安心の課題に対して最新の情報技術やシミュレーション技術がどのように使われ、また役立っているかについて皆様とともに議論することにしたと思います。



プログラム

13:00-13:10 開会挨拶

主催者代表挨拶

松尾 友矩 (東洋大学 学長)

共催者挨拶

市丸 修 ((独) 科学技術振興機構イノベーション推進本部 総括参事)

シンポジウム議長挨拶

矢川 元基 (東洋大学計算力学研究センター長・大学院教授)

13:10-15:20 プレナリ講演

司会：高橋 桂子 ((独) 海洋研究開発機構

地球シミュレータセンター プログラムディレクター)

ヤンジン キム (韓国 成均館大学 教授・前副学長)

ニコラオス ニキフォラキス (英国 ケンブリッジ大学 教授)

マイケ ヴィゴ (スイス スイス工科大学 研究員)

矢川 元基

15:20-15:50 休憩

15:50-17:20 パネルディスカッション

コーディネータ：

矢川 元基

パネリスト：

ヤンジン キム

ニコラオス ニキフォラキス

塩谷 隆二 (東洋大学 総合情報学部 教授)

高橋 桂子

田村 善昭 (東洋大学 総合情報学部 教授)

マイケ ヴィゴ

山中 康裕 (北海道大学 大学院地球環境科学研究院 准教授)

17:20-17:30 閉会挨拶

矢川 元基

総合司会：

中川 雅俊 ((独) 科学技術振興機構 領域参事)

東洋大学計算力学研究センター  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
講演の内容

【プレナリ講演】

- 講演1 安全と情報技術 ..... 7  
ヤンジン キム  
韓国 成均館大学 教授
- 講演2 次世代地球システムモデルの構築 ..... 13  
ニコラオス ニキフォラキス  
英国 ケンブリッジ大学 教授
- 講演3 変化する世界での海洋生態系とその物質循環に対する役割 ..... 19  
マイケ ヴィゴ  
スイス スイス工科大学 研究員
- 講演4 安全・安心な社会のために役立つコンピュータシミュレーション ..... 25  
矢川 元基  
東洋大学計算力学研究センター長・大学院教授

【パネルディスカッション】

- 講演5 原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション ..... 31  
塩谷 隆二  
東洋大学 総合情報学部 教授
- 講演6 安全・安心のための気候変動予測と緩和・適用にむけた予測シミュレーション ... 37  
高橋 桂子  
(独) 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター プログラムディレクター
- 講演7 シミュレーションと可視化技術 ..... 43  
田村 善昭  
東洋大学 総合情報学部 教授
- 講演8 気候変動から海洋生態系への応答に関する将来予測 ..... 49  
山中 康裕  
北海道大学 大学院地球環境科学研究院 准教授

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全と情報技術  
**Safety and Information Technology (IT)**

ヤンジン キム  
*Young-Jin KIM*  
韓国 成均館大学 教授  
*Professor, School of Mechanical Engineering,*  
*Sungkyunkwan University, Korea*





## 講演 1

ヤンジン キム

韓国 成均館大学 機械工学科 教授

兼 構造安全研究センター長

工学博士 (カナダ、マニトバ大学) 1981年

Address Professor Young-Jin Kim  
School of Mechanical Engineering  
Sungkyunkwan University  
300 Chunchun-dong, Suwon 440-746, Korea

Tel (82) 31-290-5274

Fax (82) 31-290-5276

E-mail yjkim50@skku.edu



### 略歴

ソウル大学機械工学科を1974年に卒業、同修士を経て、カナダマニトバ大学で博士号を1981年に取得。カナダオンタリオハイドロ電力会社を経て現在韓国成均館大学教授兼構造安全研究センター長。最近2年間副学長を務めた。

学会活動としては、圧力容器工学国際会議議長、韓国工学アカデミー会員など内外で多数。韓国機械学会論文賞、成均館大学フェローなど学会賞多数。研究内容としては、材料の疲労と破壊、有限要素法などのコンピュータシミュレーション、原子力機器挙動のバーチャルリアリティなど。

### 学歴

1976 ~ 1981	博士、機械工学 マニトバ大学 カナダ ウィニペグ市
1974 ~ 1976	修士、機械工学 ソウル国立大学 韓国 ソウル市
1969 ~ 1974	学士、機械工学 ソウル国立大学 韓国 ソウル市

### 職歴

1985 ~ 現在	Professor of Mechanical Engineering ('85 ~ ) Vice President ('07 ~ '09) Provost of Faculty and Academic Affairs ('04 ~ '06) Provost of Research Affairs ('00 ~ '02) Sungkyunkwan University
1996 ~ 現在	Director Safety and Structural Integrity Research Center

1981 ~ 1985 Designated as ERC by KOSEF  
Research Engineer  
Ontario Hydro, Toronto, Canada

## 学会活動

2006 ~ 現在 Chairman of Int. Conference on Pressure Vessel Technology(ICPVT)  
2003 ~ 現在 Member, National Academy of Engineering of Korea  
2002 ~ 2004 Chairman of Asian Pacific Conference on Fracture & Strength  
2000 ~ 2004 Chairman of Asian Association of Structure Integrity of  
Nuclear Components  
1997 ~ 1999 Chairman of Scientific Committee, SMiRT15  
1994 ~ 現在 Editorial Board Member of International Journal of Pressure Vessel &  
Pipings

## 受賞

2007 Fellow, Univ. of Tokyo(School of Engineering)  
2006 Fellow, Sungkyunkwan University  
2006 Best Paper Award, KSME  
2005 Best Paper Award, KPVP  
2003 Best Paper Award, Journal of Strain Analysis  
2003 Best Paper Award, KPVP  
1999 Best Research Award, Korea Electric Power Company  
1999 Academic Award, Korea Society of Mechanical Engineers

## 研究分野

-材料の疲労と破壊の力学  
-有限要素法とシミュレーション  
-原子力施設の構造健全性  
-オンラインモニタリングシステム開発  
-ナノ分野のシミュレーション  
-ナノ複合体とセンサー開発

## 安全と情報技術

周知のとおり韓国は 20 世紀後半に急速に発展したため 1970-80 年代に安価に建てられた建築物、高速道路などの社会インフラが相次いで大事故を起こすという悲劇にみまわれた。

ソウル市内のデパート崩壊、橋の崩壊で多くの人命を失ったことを記憶しておられる方も多いであろう。さらには原子力発電所や火力プラントなどの安全性についても多くの人々が安全性に懸念を持つこととなった。特に専門家と一般人の間に安全性に対する考え方のギャップが見られた。私たちは安全に関する研究グループ SAFE を 1997 年にスタートさせ多くの成果を得てきた。この研究成果はバーチャルリアリティやインターネットを通して一般社会にも使えるようになっており安全性にたいする一般の理解を促進するために役立てている。今後は安全や安心の理解に関して中国、日本、韓国の協力体制を強化することを提案したい。

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

## 次世代地球システムモデルの構築

### **Building the next generation earth system science model**

ニコラオス ニキフォラキス  
*Nikolaos NIKIFORAKIS*  
英国 ケンブリッジ大学 科学計算センター アカデミックプログラムディレクター 教授  
*Director for Academic Programmes, Centre for Scientific Computing,*  
*University of Cambridge, UK*



## 講演 2

### プロフィール:

- ニコラオス ニキフォラキス 博士  
ケンブリッジ大学 (英国)  
科学計算センター  
アカデミックプログラムディレクター
- 1964年3月10日生



### 学歴:

- マンチェスター大学にて学士号取得  
専門分野：飛行エンジニアリング
- クランフィールド大学にて修士号取得  
専門分野：航空宇宙汚染
- クランフィールド大学にて PhD 取得  
学位論文：爆燃の数値計算の研究  
“Numerical study of the evolution of detonations”  
指導教官：Prof JF Clarke (FRS), Prof EF Toro (OBE)

### 職歴:

- 1996- 2008 ケンブリッジ大学, 応用数学と理論物理学部, 大学ティーチングオフィサー
- 1998- present ケンブリッジ大学, セルウィンカレッジ, フェロー, カレッジティーチングオフィサー, 数学分野の研究ディレクター
- 2008- present ケンブリッジ大学, 物理学部, キャベンディッシュ研究所

### 出版物:

- Cael G., Ng H.D., Bates K.R., Nikiforakis N. and Short M. 2009. *Numerical Simulations of detonation structures using a thermodynamically-consistent and fully-conservative reactive flow model for multicomponent computations*. Proc. Roy Soc. In press
- Slingo J., Bates K.R., Nikiforakis N., Piggott M., Roberts M., Shaffrey L., Stevens I., Vidale P.L. and Weller H. 2009. *Developing the next generation climate system models: challenges and achievements*. Phil. Trans R. Soc (A) 367, 1890 815-831

- Van Odyck D., Bell J.B., Monmont F. and Nikiforakis N. 2009. *The mathematical structure of multiphase thermal models of flow in porous media*. Proc. R. Soc. A 465:523-549
- Bates K.R., Nikiforakis N. and Holder D. 2007. *Richtmyer-Meshkov Instability induced by the Interaction of a Shock Wave with a Square Block of SF<sub>6</sub>*. (Phys. Fluids 19, 036101).

**興味:**

科学計算, 燃焼 (爆轟), 地球システムモデリング



## 次世代地球システムモデルの構築

現在の現業で使用されている全球大循環モデルの解像度は、近年のスーパーコンピュータの威力によって、ますます高解像度になってきている。しかしながら、大気の流れにおける扱うべき空間的あるいは時間的なスケールとは、大きくかけ離れている点を考慮すると、現在の解像度は、短期（数日）から中期（数週間）の予報において、その予測精度に大きな影響を与えるだろう多くの重要な現象を適切に扱うには、いまだ不足している。

同様のことが、地形の影響や、それらと気象現象が相互に影響し合うような（たとえば、レインバンド）現象についてもいえる。気象現象は、季節に特有な現象（たとえば、熱帯低気圧やジェットストリームなど）に影響を与え、それらの季節現象が、最終的には、さらに大きなスケールの現象である気候に影響し、その予測に影響を与えることになる。大気の成層圏でのオゾンの減少などのような化学変化を伴う現象を扱うには、化学反応を考えたシミュレーションが必要である。この場合には、解像度の不足は結果に対して決定的な影響を与えることになる。

さらに、大気と海洋のような現在の数値モデルにおいて様々な物理現象が互いに影響しあうような“結合（カップリング）”を考えることや、雲の成り立ち（たとえば、対流のような）を現実的に表わすことができる物理のモデルを発展させてゆくことが重要である。

講演では、アルゴリズムやソフトウェアといった観点から地球システム科学の発展における最近の成果の概要をお話する。また、ゲームの世界で開発がなされてきたハードウェア（GPGPUs: General Purpose Graphical Processing Units）が、現在、科学計算においてどのように利用されているかについてもデモンストラレーションする予定である。

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

変化する世界での海洋生態系と  
その物質循環に対する役割

**Marine ecosystems and their role  
for biogeochemical cycling in a changing world**

マイケ ヴィゴ  
*Meike VOGT*  
スイス スイス工科大学 研究員  
*Researcher, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland*



## 講演 3

Dr. Meike Vogt (マイケ・ヴィゴ)

所属: スイス工科大学生物科学汚染力学学科

CHN E 28.1, 大学通り 16,

CH-8092 チューリッヒ、スイス

生年月日: 1978年5月13日



### 履歴:

- 2000年 Ludwig-Maximilians 大学物理学科卒(ドイツ・ミュンヘン)
- 2004年 同大学修士課程修了(ドイツ・ミュンヘン)
- 2008年 イーストアングリア大学(イギリス・ノーリッジ)およびマックスプランク研究所(生物化学, ドイツ・イエナ)博士号取得
- 2008年 5-10月 イーストアングリア大学博士研究員
- 2008年 11月-現在 スイス工科大学研究員

### 論文:

- M. Vogt** and P. Liss, 'Dimethylsulphide, Clouds and Climate', book chapter, *to appear in 'Surface-Ocean-Lower-Atmosphere-Study (SOLAS) Science'*, eds. C. Le Quéré and E. Saltzman, American Geophysical Union, *in press*, 2009.
- I. Polonsky, M. Box, **M. Vogt**, 'Generalized Spherical Harmonic Approximation to Polarized Radiative Transfer. Computational Aspects', *in preparation*.
- M. Vogt**, M. Steinke, S. Turner, C. Le Quéré, P. Liss, U. Riebesell 'Dynamics of dimethylsulphoniopropionate and dimethylsulphide under different CO<sub>2</sub> concentrations, during a mesocosm experiment', *Biogeosciences*, 5, 407-419, 2008.
- M. Allgaier, U. Riebesell, **M. Vogt**, R. Thyrraug, and H.-P. Grossart, 'Coupling of heterotrophic bacteria to phytoplankton bloom development at different pCO<sub>2</sub> levels: a mesocosm study', *Biogeosciences*, 5, 1007-1022, 2008.
- M. Vogt**, N. Yassaa, S. Turner, M. Steinke, J. Williams, P. Liss, 'Comparison of DMS measurements with purge-and-trap and solid-phase microextraction techniques during a mesocosm experiment', *Marine Chemistry*, 108(1), 32-39, 2008.
- M. Vogt**, S. Vallina, R. Von Glasow, 'New Directions: Comment to the New Directions article by Wingenter et al., (2007)', *Atmospheric Environment*, 42(19), 4803-4805,

2008.

W. Hollik, S. Peñaranda, **M. Vogt**, 'Flavour Changing Effects on  $e^+ e^-$  to  $H b^-s$ ,  $H^- b^- s$  in the MSSM', *European Physics Journal*, C47, 207-217, 2006. (Order of authors alphabetical)

**興味：**

私の興味は、海洋生態系モデリングと海洋生態系と気候との相互作用です。私は、特定のプランクトンを組み込んだモデルを用いて比較し、それらのプランクトンのモデリングの可能性や、全海洋の地理的分布などについてのより良い理解を目指しています。今、異なるモデルで再現した特定プランクトンの生態学的棲み分けがどのように行われているか、衛星データとの比較をどのように行うかを研究しています。この研究は、Dynamic Green Ocean Project という研究プロジェクトの一部として行われており、現在の海洋生態系モデルでの海洋生態学のより良い表現や、海洋生態系モデル研究者間の協力を作っていくことを目指しています。

私は、また、異なる環境条件での海洋生態系の安定性の観測や理論に興味を持っています。さらに、海洋生態系での DMS (ディメチル・サルファファイド) という気候に積極的に関わる気体の生産を研究しており、全球イオウ循環への影響や気候変化と関わる DMS 生産の変化に興味を持っています。

## 変化する世界での海洋生態系と その物質循環に対する役割

海洋生態系は全球規模の物質循環に対して重要にもかかわらず、気候変動に対するその応答はまだよく分かっていない。海洋生態系は、プランクトンの生理や栄養塩・餌の供給、光環境、海洋の渦活動に影響を与える海洋の成層や海流、温度、pHの変化によって、人間活動による気候変化の影響を受ける。海洋生態系は、水産業や全球規模の物質循環への波及を含めて、既に変化しつつあることが観測されている。例えば、最近20年間、北太平洋の植物プランクトンのブルーム期間が延びている。さらに、生態系のコミュニティ構成遷移が観測されている。つまり、環境が変化する際に、海洋生態系の働きを決める過程やプランクトンの構成の安定性を理解する必要がある。これらを理解することにより、将来の海洋に対するプランクトンの生物量、一次生産、下層への炭素輸送量、生物多様性のより確かな変化予測を可能とする。

私たちは、特定のプランクトン数種類を含む動的生態系モデル海洋モデル(DGOMs)を用いて、海洋生態系を研究している。特定のプランクトンは、具体的な物質循環の役割を持ち、現在の海洋で生物量が多いものということで、選んだ。

特定の植物プランクトンは、炭素、ケイ素、チッ素、炭酸、硫酸(DMS生産者)の循環に関するものを含む。特定の動物プランクトンは、一時生産者を捕食し食物連鎖での物質転送を行うものを含む。加えて、動物プランクトンからのペレットは、表層から深層への有機物輸送に寄与する。ここで、私たちは、4つのDGOMsで計算された結果と観測結果について、特定のプランクトンに関する生態系ニッチ(棲み分け)やそれを決める要因について示す。

観測とモデルの結果は良く一致している。プランクトンの成長と栄養塩の取り込みの動的挙動を決めている要因が生態系棲み分けを決めている。私たちは、輸出生産に対する特定プランクトンの優先性や、モデルでの生態系の複雑さと安定性について議論する。比較的複雑な生態系は、比較的複雑でない生態系に比べて、栄養塩の保持が高く、短い時間スケールで安定(擾乱を与えた後80%まで回復)に達する。将来の海洋において、特定のプランクトン分布が変化することを示し、全球規模の物質循環や生物多様性に関する有りうる影響を議論する。我々は、海洋生態系の応用として、気候に関係する生物起源ガスDMSを例示する。

モデルは、全球規模のもっともらしいDMSの季節変動をよく再現し、低緯度における観測されたDMSとクロロフィルの関係性のない状況を上手に説明した。

(Note)



東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全・安心な社会のために役立つ  
コンピュータシミュレーション

**The Role of the Computer Simulation  
for Safer Society and Living Life**

矢川 元基  
*Genki YAGAWA*  
東洋大学計算力学研究センター長・大学院教授  
*Director and Professor at Center for Computational Mechanics Research,*  
*Toyo University, Japan*



## 講演 4

矢川 元基(やがわ げんき)

東洋大学計算力学研究センター長、同大学院教授

工学博士(東京大学) 1970年

昭和17年(1942年)福岡生



### 略歴：

昭和17年福岡生まれ。昭和36年徳島城南高校卒業。昭和45年東京大学工学系研究科博士課程修了。工学博士。

東京大学工学部講師、同助教授、同教授、同大学院工学系研究科教授、同評議員、米国ジョージア工科大学客員教授、独国カールスルーエ大学客員教授、放送大学客員教授、日本原子力研究開発機構システム計算科学センター長、日本応用数理学会会長、日本シミュレーション学会会長、電力中央研究所技術顧問を歴任。

現在、東洋大学計算力学研究センター長、同大学院教授、韓国成均館大学客員教授、日本学術会議会員、アジア太平洋計算力学連合事務総長、国際計算力学連合常任理事、東京大学名誉教授、日本機械学会名誉員、中国压力容器標準化委員会名誉顧問、国際計算力学連合(IACM)フェロー、米国機械学会(ASME)フェロー、日本原子力学会フェロー、日本応用数理学会フェロー。著書多数。

日本学士院賞、内閣総理大臣表彰、科学技術庁長官賞、東レ科学技術賞、日本計算力学連合賞、日本機械学会計算力学部門功績賞、日本機械学会材料力学部門功績賞、日本計算工学会功績賞、日本原子力学会計算科学技術部会功績賞、日本機械学会賞論文賞(2回)、日本応用数理学会論文賞、日本原子力学会論文賞、日本シミュレーション学会論文賞、日本高圧力技術協会論文賞(2回)、International Association for Computational Mechanics Award, Asian Pacific Association for Computational Mechanics Zienkiewicz Medal, ASME Pressure Vessels and Piping Conference Best Papers Award, International Conference on Computational Mechanics Gold Medal, CRAY Gigaflops Award など受賞。

### 研究分野：

計算科学・計算力学(理論、実験に続く第3の科学と呼ばれる分野。スーパーコンピュータを用いて流体や構造物、原子・分子などの挙動を精密に計算するための手法。特に人工物の設計や安全性に関するものを計算力学と呼ぶ)。有限要素法(計算力学の代表的な数値解析手法)。原子炉の安全性。

(Note)

## 安全・安心な社会のために役立つ コンピュータシミュレーション

安全・安心な社会において科学技術が大きな役割を果たしている。特に、実験や理論解析とならんで最近ではコンピュータシミュレーションが重要となっている。ここでは最先端の科学技術としてのコンピュータシミュレーションが安全・安心においていかに使われているかについて語ってみたい。

まず、ものづくりにおけるコンピュータシミュレーションは、われわれが日々接している製品の品質向上、安全性向上において大きく貢献してきている。コンピュータシミュレーションは、丸ごと設計を可能とし、品質向上や生産性向上に拍車をかける。わが国における最初のものづくりコンピュータシミュレーションは震ヶ関ビルの耐震解析である。いまでは日本中にありふれている超高層ビルではあるが当時の技術では耐震設計が不可能とされていた。それが、コンピュータシミュレーションによって柔構造設計が可能となり当時としては画期的な高層ビルとしての震ヶ関ビルが誕生したのである。

また、地震、台風、津波、土砂災害などの自然災害においてコンピュータシミュレーションは、予報を精密化し、リアルタイムな予報を可能とする。地球温暖化・異常気象・自然災害等から身を守る、原子力・火力などのエネルギー供給システムを長期にわたり安全に動かす、航空機・自動車などの交通手段の高い信頼性を確保する、放射線治療・循環器系手術などの分野でより高度な医療技術を確立する等々においてコンピュータシミュレーションはきわめて有力な手段である。

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション

**Simulation for Predicting Quake-Proof Capability  
of Nuclear Power Plants**

塩谷 隆二  
*Ryuji SHIOYA*  
東洋大学 総合情報学部 教授  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts,  
Toyo University, Japan*





## 講演 5

塩谷隆二  
東洋大学  
総合情報学部 教授  
博士（工学）（東京大学）1996年



### 職歴

1996年 東京大学大学院工学系研究科助手  
1998年 九州大学工学部講師  
2000年 九州大学大学院工学研究院助教授  
2008年 東洋大学工学部准教授  
2009年 東洋大学総合情報学部教授

### 主要著作

計算科学シリーズ「超並列有限要素解析」，共著，朝倉書店，1998  
計算力学[VII] -計算力学における超並列計算法-，共著，養賢堂，2002  
構造工学ハンドブック，共著，丸善，2004  
計算力学ハンドブック，共著，朝倉書店，2007

### 研究分野

主な研究テーマは大規模問題のための超並列有限要素解析システムの開発。スーパーコンピュータを使い，実用的な大規模問題の効率的な解析システムの構築およびオープンソースソフトウェアとしての普及に努めている。東洋大学計算力学研究センター，産業技術総合研究所水素材料先端科学研究センターの研究メンバーとして多分野への応用を試みている。

(Note)

## 原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション

地球温暖化やエネルギー問題の観点から原子力エネルギーへの期待が高まる中、我が国の経年化原子力プラントの巨大地震に対する安全性の確認は焦眉の課題となっている。本講演では、稼働中ないしスクラム直後の過渡状態にある原子力プラントの機能限界を、スーパーコンピュータによるシミュレーションにより定量的に見極める耐力シミュレータを研究開発し、原子力プラントの真の地震耐力の定量的予測を行うことを目的とする研究プロジェクトとその周辺技術について紹介する。

このようなシミュレーションを実現するためには、地殻－表層地盤－原子力建屋－機器および機器内の挙動を支配する構造・材料－流体－熱－炉特性等を連成させて解析を行う、つまり複雑な解析が必要であり、また、原子力プラントなどの巨大人工物や地球規模の自然物を丸ごと詳細解析するには、スーパーコンピュータの性能を十分に発揮できるソフトウェアが必要となる。今日のスーパーコンピュータは、単一プロセッサの性能向上に加え、多数のプロセッサを同時に使用する並列計算により高速計算を実現している。

このような並列計算を効率的に実現する汎用計算力学システム「ADVENTURE」が日本の研究グループにより開発されており、また誰もが使えるようにオープンソースソフトウェアとして公開されている。ADVENTURE システムは既に多くの超並列計算機やパソコンを複数台接続させて利用する、PC クラスタ上において実績を示しており、未知数が数億個(自由度)となるような大規模問題を、日本の代表的なスーパーコンピュータである地球シミュレータを用いて実現している。

具体的には、2億自由度の沸騰水型压力容器(BWR)モデルの耐震解析において、動弾性解析の時間ステップ1回を約30秒で解析し、地震応答解析(継続時間10秒、時間ステップ数1,000回)を10時間程度で終えることに成功している。この成果を基に、地震の被害を受けた原子炉压力容器を新たにモデリングし、実際に受けた地震動による地震応答解析を行うことで、地震被害の状況を検証する研究を始めている。

また他分野への応用として、燃料電池自動車に必要な高圧水素貯蔵タンクの耐圧解析について、炭素繊維強化高圧水素タンク(CFPV)のモデル化、斜交積層板複合材料を考慮した3次元異方性材料解析システムの開発、実際の高圧水素貯蔵タンクから計測したFRP層の炭素繊維交差角度を用いた解析を行っている。

今後このような研究開発を進め、原子力システムや、水素利用システムなどへ適用していくことにより、より安全で信頼性の高いシステムの構築に貢献できるシミュレーション技術の確率を目指している。

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全・安心のための気候変動予測と  
緩和・適用にむけた予測シミュレーション

**High Performance Simulation  
for Climate Change and Safety**

高橋 桂子  
*Keiko TAKAHASHI*  
(独) 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター プログラムディレクター  
*Program Director, Earth Simulator Center,*  
*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan*



## 講演 6

高橋 桂子

独立行政法人海洋研究開発機構

地球シミュレータセンター

シミュレーション高度化研究開発プログラム

プログラムディレクター

理学士（津田塾大学）1985年

工学博士（東京工業大学）1991年



### 職歴

- |          |   |
|----------|---|
| 1991年    | 花王株式会社 文理科学研究所 研究員  |
| 1993年    | 英国ケンブリッジ大学 コンピュータ研究所 客員研究員                                  |
| 1994年    | 東京工業大学大学院 総合理工学研究科知能システム科学専攻 準客員研究員                         |
| 1998年    | 宇宙開発事業団地球フロンティア研究システム 招聘研究員                                 |
| 2002年    | 海洋科学技術センター地球シミュレータセンター 大気海洋シミュレーショングループ 研究員                 |
| 2003年    | 海洋科学技術センター地球シミュレータセンター 複雑性シミュレーション研究グループ グループリーダー           |
| 2004年    | 独立行政法人海洋研究開発機構地球シミュレータセンター 複雑性シミュレーション研究グループ グループリーダー       |
| 2009年-現在 | 独立行政法人海洋研究開発機構地球シミュレータセンター シミュレーション高度化研究開発プログラム プログラムディレクター |

### 主要著作

階層構造の科学，第4章，2008年，東京大学出版会.

- 高橋桂子，気象・気候変動予測シームレスシミュレーション，スーパーコンピューティングニュース 2008 特集号，東京大情報基盤センター，2009.

## 研究分野

気候変動予測のための超高解像度シミュレーション, 超並列・超高速シミュレーション手法, 都市気候・気象の予測シミュレーション, 大気と海洋の相互作用



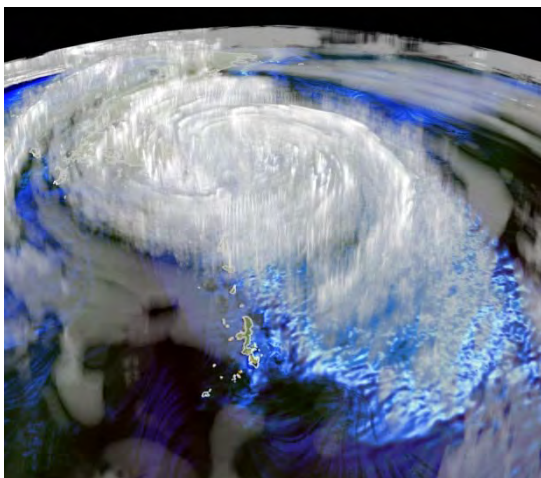
## 安全・安心のための気候変動予測と 緩和・適用にむけた予測シミュレーション

温暖化という地球全体の変化に加えて、私たちが住んでいる地域や都市の環境がどのような変化を受けるのかについては、まだ不確定なことが多く、変化の影響や傾向を把握することは現時点では難しいのが現状です。特に、日本の複数の都市域では、“ダブル温暖化”といわれる地球温暖化より速い速度で温暖化が進行していることが指摘されており、温暖化や気候変動時の影響をもっとも早く受けるのは、東京であるといわれています。温暖化とともに、地球規模の気候変動とエルニーニョやインド洋のダイポール現象などに代表されるある領域に特徴的な変動などと、さらにもっと狭い地域や都市域の気象や気候の変動とがどのようなメカニズムによってつながっているのか、その解明が必要不可欠になってきており、世界でも高い関心を集めています。

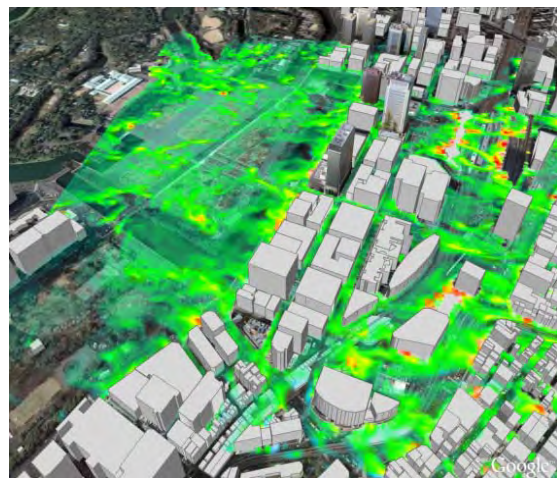
地球シミュレータセンターでは、全地球におこる気象や気候変動から、地域や都市の環境までを扱うことができるような大気海洋結合モデルの開発を推進してきました。私たちは、この大気海洋結合モデルを、**Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment**, 略して **MSSG**: エムエスエスジー、メッセージとよびます。このようなモデル開発は世界的にも関心が高い研究開発テーマです。

地球全体の気候変化と、地域や都市の気象や気候の変化を結びつけるための有望な手段は、従来からたくさんの知見が蓄積されてきた気候変動予測のシミュレーションの知見と、気象や都市気象の予測シミュレーションの知見と結びつけたシミュレーション予測を同時に可能にする必要があります。それを可能にするシミュレーションプログラムが、**MSSG** なのです。温暖化などの気候変化に伴って、わたしたちの身の回りの気候や気象の変化がどのようなものになるか、また、その変動に私たちはどのような適応策や緩和策を考えてゆけばよいか、などについての予測シミュレーションには欠かせないものです。

**MSSG** が目指している安心・安全は社会構築のためのシミュレーションの最新の結果をご紹介します。



台風の進路と強度のシミュレーション結果



都心部の温度変化と風の予測シミュレーション結果

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

シミュレーションと可視化技術

**Simulation and Visualization**

田村 善昭  
*Yoshiaki TAMURA*  
東洋大学 総合情報学部 教授  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts,*  
*Toyo University, Japan*



## 講演 7

田村 善昭  
東洋大学総合情報学部教授  
1961年9月10日生  
工学士（東京大学） 1984年  
工学修士（東京大学） 1986年  
博士（工学）（東京大学） 2002年



### 職歴

1986年	富士通株式会社入社
1989年	文部省宇宙科学研究所宇宙輸送研究系助手
1996年	東京大学インテリジェント・モデリング・ラボラトリー助教授
2001年	東洋大学工学部助教授
2007年	東洋大学工学部教授
2009年-現在	東洋大学総合情報学部教授

### 主要著作

『流れのコンピュータグラフィックス』共著，朝倉書店，1996  
『シミュレーションの思想』共著，東京大学出版会，2002

### 研究分野

水や空気の流れをコンピューターでシミュレーションする手法の開発やその応用と，シミュレーションの結果を評価するための可視化，より分かりやすい表現（可視化）方法としてのバーチャルリアリティの利用などを中心に研究を行っている。

(Note)

## シミュレーションと可視化技術

コンピューターを用いた物理シミュレーションは、20世紀後半からのコンピューターの進歩に伴って、急速に発展を遂げて来た。今日では、大学・研究所等の研究手段としてのみならず、企業での製品開発など様々な場面で実用的な手段として用いられるようになってきている。シミュレーションは、コンピューターを用いた近似計算であるため、常にその正確さが問題となる。特に実用問題では、シミュレーション対象の形や材質、与える条件がどれほど正確かつ詳細であるかが結果に大きく影響するが、それはシミュレーションの規模に直接に影響する。規模とは、シミュレーションにかかる計算時間や、シミュレーションの結果データの量である。例えば、最近の実用計算では数千万〜数十億個の数値が結果として得られるのは決して珍しいことではない。

さて、こうして得られた膨大な量の数値データを理解するには、何らかの処理が必要である。これは後処理と呼ばれる。後処理で最も一般的なものが可視化である。画像は、文字よりも多くの情報を提示することができ、何より直観的で分かりやすい。

ところで、これまでのシミュレーションは、研究者や技術者が自分たちのために行うものがほとんどで、可視化技術もそれを対象に開発されて来た。しかし、これからは、社会や一般の人がシミュレーションの結果を見る機会も多くなると思われる。そのときには、研究者が専門知識を背景に結果を解釈するための可視化ではなく、誰が見ても一目で分かり、しかし単なるCG（コンピューターグラフィックス）アニメーションではなく、物理的に正しい情報を提示するような可視化が必要となる。例えば、研究者の可視化は俯瞰的に見ることが多いが、一般の人に見てもらうなら、視点を実際の立ち位置に合わせた方がよいだろう。あるいは3D すなわち立体視の技術も助けになるかも知れない。使う装置も、パソコンのモニターとキーボードにマウスではなく、TV やケータイなどもっと身近な機器も考えられる。ここでは、そのような視点から今後の可視化について議論したい。

(Note)



東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

気候変動から海洋生態系への応答に関する  
将来予測

**Predicting marine ecosystem responses  
to climate change**

山中 康裕  
*Yasuhiro YAMANAKA*  
北海道大学 大学院地球環境科学研究所 准教授  
*Associate Professor, Faculty of Earth Environmental Science,*  
*Hokkaido University, Japan*



## 講演 8

山中康裕  
北海道大学大学院地球環境科学研究院  
〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目  
1964年8月29日生まれ



### 教育歴:

- 1995年 東京大学大学院理学研究科 博士(理学)
- 1991年 東京大学大学院理学研究科 修士課程修了
- 1989年 東京大学理学部卒業

### 職歴:

- 2008-現在 グローバル COE プログラム“統合フィールド環境科学の教育研究拠点形成”拠点リーダー
- 1998-現在 北海道大学大学院地球環境科学研究院 准教授
- 2007-2009 英国イーストアングリア大環境科学部 客員研究員
- 1998-2009 (独)海洋研究開発機構環境フロンティア研究センターグループリーダー
- 1997-1998 米国プリンストン大学大気海洋プログラム客員研究員
- 1991-1998 東京大学気候システム研究センター 助手

### 主要論文:

- Hashioka, T. and Y. Yamanaka: Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming obtained by 3-D NEMURO. *Ecol. Modeling.* , 202, 95-104, 2007. [IGBP コアプロジェクト GLOBEC の 2007 年度サイエンスハイライトに選ばれる]
- Orr, J., V. J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S. C. Doney, R. M. Feely, A. Gnanadesikan, N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, R. M. Key, K. Lindsay, E. Maier-Reimer, R. Matear, P. Monfray, A. Mouchet, R. G. Najjar, G.-K. Plattner, K. B. Rodgers, C. L. Sabine, J. L. Sarmiento, R. Schlitzer, R. D. Slater, I. J. Totterdell, M.-F. Weirig, Y. Yamanaka, and A. Yool: Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first

century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, **437**, 681-686, doi:10.1038/nature04095, 2005 [引用数 230 件、IPCC 第4次報告書でも引用]

Yamanaka, Y., N. Yoshie, M. Fujii, M. N. Aita and M. J. Kishi: An ecosystem model coupled with nitrogen-silicon-carbon cycles applied to station A-7 in the Northwestern Pacific. *J. Oceanogr.*, **60**, 227-241, 2004. [引用数 30 件]

Y. Yamanaka and E. Tajika: Role of dissolved organic matter in the marine biogeochemical cycle: Studies using an ocean biogeochemical general circulation model. *Global Biogeochemical Cycles*, **11**, 599-613, 1997. [引用数 48 件]

Yamanaka, Y. and E. Tajika: The role of the vertical fluxes of particulate organic matter and calcite in the oceanic carbon cycle: Studies using an ocean biogeochemical general circulation model, *Global Biogeochem. Cycles*, **10**, 361-382, 1996. [引用数 88 件、IPCC 第3次報告書でも引用]

1998 日本海洋学会岡田賞

1996 日本気象学会堀内賞

### **興味:**

数値シミュレーションを用いて、過去から将来までの気候システムや(魚を含む)海洋生態系を理解するための、海洋の物理・生物地球過程、白亜紀から第四紀の古海洋、地球温暖化に伴う将来予測、などの研究

## 気候変動から海洋生態系への応答に関する将来予測

自然海洋環境に対する気候変動の影響を明らかにするために、気候変動から水産資源へ結合させた統合海洋モデルが必要とされている。そのようなモデルは、全球規模の温暖化や海洋酸性化のみならず、地域規模の乱獲や富栄養化などの人間活動の影響を体系的に評価するために有益なものである。気候、低次生態系(プランクトン)、高次生態系(魚類)という3つのコンポーネントの相互作用を含んだ完全結合したモデルが究極的に必要である。しかしながら、計算機資源の制約下で、最も簡単な方法は、コンポーネント毎にモデルを作って、バトンリレーのように、気候変動から水産資源変動へ一方的な相互作用を扱う方法である。世界をリードする数グループは、それぞれ独自のアプローチで完全結合したモデルのひな形を開発しつつある(日本のNEMURO、フランスのOSMO、イギリスのQUEST-Fish)。

3次元高階層度海洋生態系モデルCOCO-NEMUROおよび成長モデルと個体モデルを結合させた小型浮魚類モデルの結果を紹介する。私たちは、標準実験(現在の気候状態)と大気中CO<sub>2</sub>倍増実験(年1%CO<sub>2</sub>漸増させほぼ2倍となった70-80年目)という2つの10年間を用いて、海洋生態系に対する地球温暖化の影響を評価した。倍増実験では、遷移域や亜寒帯海域では、春季ブルームは現在よりも約10-20日早くなる。この温暖化のシグナルは、経年変動や中規模渦などの自然変動に対して、統計的に95%以上の有意水準であった。現在の高栄養塩低クロロフィル海域(北太平洋西部亜寒帯海域)では、温度上昇に伴うプラスの効果が、海洋深層からの栄養塩供給の減少に伴うマイナスの効果を上回るために、春季ブルームに伴う生物量のピークは大きくなる。

春季ブルームのタイミングや亜寒帯-亜熱帯の遷移海域は、マイワシやカタクチ、サンマなどの小型浮魚類が成長し生存するために重要なものである。温暖化は水産資源量を十分に減少させるだろう。マイワシの将来予測では、日本南岸の冬季の産卵期間は2ヶ月ほど短くなり、稚魚期の成長率の悪化は生存率を減少させる。しかしながら、成魚の大きさは、水温上昇に伴う成長率の良化によって、現在と同じであった。

(Note)

*ENGLISH*





**Program**

13:00-13:10 ***Opening Addresses***

***Tomonori MATSUO***

*(President and Professor, Toyo University, Japan)*

***Osamu ICHIMARU***

*(Director, Innovation Headquarters,  
Japan Science and Technology Agency, Japan)*

***Genki YAGAWA***

*(Director and Professor, Center for Computational Mechanics Research,  
Toyo University, Japan)*

13:10-15:20 ***Plenary Lectures***

Chairperson : ***Keiko TAKAHASHI***

*(Program Director, Earth Simulator Center,  
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan)*

***Young-Jin KIM*** *(Former Vice President, Professor, Sungkyunkwan University, Korea)*

***Nikolaos NIKIFORAKIS*** *(Director for Academic Programmes, Centre for Scientific  
Computing, University of Cambridge, UK)*

***Meike VOGT*** *(Researcher, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland)*

***Genki YAGAWA***

15:20-15:50 ***Break***

15:50-17:20 ***Panel Discussion***

Coordinator : ***Genki YAGAWA***

Panelist :

***Young-Jin KIM***

***Nikolaos NIKIFORAKIS***

***Ryuji SHIOYA***

*(Professor, Faculty of Information Sciences and Arts, Toyo University, Japan)*

***Keiko TAKAHASHI***

***Yoshiaki TAMURA***

*(Professor, Faculty of Information Sciences and Arts, Toyo University, Japan)*

***Meike VOGT***

***Yasuhiro YAMANAKA***

*(Associate Professor, Faculty of Earth Environmental Science,  
Hokkaido University, Japan)*

17:20-17:30 ***Closing Address***

***Genki YAGAWA***

Moderator : ***Masatoshi NAKAGAWA***

*(Research Manager, Japan Science and Technology Agency, Japan)*

*Center for Computational Mechanics Research  
Toyo University*  
International Symposium on Simulation Science for Safety

*Contents*

***[Plenary Lectures]***

- Lecture 1 Safety and Information Technology (IT)*** ..... 59  
*Young-Jin KIM*  
*Professor, School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, Korea*
- Lecture 2 Building the next generation earth system science model*** ..... 65  
*Nikolaos NIKIFORAKIS*  
*Director for Academic Programmes, Centre for Scientific Computing,  
University of Cambridge, UK*
- Lecture 3 Marine ecosystems and their role for biogeochemical cycling in a changing world*** 71  
*Meike VOGT*  
*Researcher, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland*
- Lecture 4 The Role of the Computer Simulation for Safer Society and Living Life*** ..... 77  
*Genki YAGAWA*  
*Director and Professor, Center for Computational Mechanics Research,  
Toyo University, Japan*

***[Panel Discussion]***

- Lecture 5 Simulation for Predicting Quake-Proof Capability of Nuclear Power Plants*** ..... 83  
*Ryuji SHIOYA*  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts, Toyo University, Japan*
- Lecture 6 High Performance Simulation for Climate Change and Safety*** ..... 89  
*Keiko TAKAHASHI*  
*Program Director, Earth Simulator Center,  
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan*
- Lecture 7 Simulation and Visualization*** ..... 95  
*Yoshiaki TAMURA*  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts, Toyo University, Japan*
- Lecture 8 Predicting marine ecosystem responses to climate change.*** ..... 101  
*Yasuhiro YAMANAKA*  
*Associate Professor, Faculty of Earth Environmental Science,  
Hokkaido University, Japan*

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全と情報技術  
**Safety and Information Technology (IT)**

ヤンジン キム  
*Young-Jin Kim*  
韓国 成均館大学 教授  
*Professor, School of Mechanical Engineering,*  
*Sungkyunkwan University, Korea*



## *Lecture 1*



### **Resume of Young-Jin Kim**

#### **Personal Data**

Name Young-Jin Kim  
Address Professor, School of Mechanical Engineering  
Sungkyunkwan University  
300 Chunchun-dong, Suwon 440-746, Korea  
Tel (82) 31-290-5274  
Fax (82) 31-290-5276  
E-mail [yjkim50@skku.edu](mailto:yjkim50@skku.edu)

#### **Education**

1976 ~ 1981 Ph. D. in Department of Mechanical Engineering  
University of Manitoba, Winnipeg, Canada  
1974 ~ 1976 M.Sc. in Department of Mechanical Engineering  
Seoul National University, Seoul, Korea  
1969 ~ 1974 B.Sc. in Department of Mechanical Engineering  
Seoul National University, Seoul, Korea

#### **Employment**

1985 ~ Present Professor of Mechanical Engineering ('85 ~ )  
Vice President ('07 ~ '09)  
Provost of Faculty and Academic Affairs ('04 ~ '06)  
Provost of Research Affairs ('00 ~ '02)  
Sungkyunkwan University  
1996 ~ Present Director  
Safety and Structural Integrity Research Center  
Designated as ERC by KOSEF  
1981 ~ 1985 Research Engineer  
Ontario Hydro, Toronto, Canada

## **Activities**

2006	~	Present	Chairman of Int. Conference on Pressure Vessel Technology(ICPVT)
2003	~	Present	Member, National Academy of Engineering of Korea
2002	~	2004	Chairman of Asian Pacific Conference on Fracture & Strength
2000	~	2004	Chairman of Asian Association of Structure Integrity of Nuclear Components
1997	~	1999	Chairman of Scientific Committee, SMiRT15
1994	~	Present	Editorial Board Member of International Journal of Pressure Vessel & Pipings

## **Awards**

2007	~		Fellow, Univ. of Tokyo(School of Engineering)
2006	~		Fellow, Sungkyunkwan University
2006	~		Best Paper Award, KSME
2005	~		Best Paper Award, KPVP
2003	~		Best Paper Award, Journal of Strain Analysis
2003	~		Best Paper Award, KPVP
1999	~		Best Research Award, Korea Electric Power Company
1999	~		Academic Award, Korea Society of Mechanical Engineers

## **Research Interests**

- Fatigue & Fracture Mechanics
- Finite Element Analysis & Computer Simulation
- Structure Integrity of Nuclear Components
  - LBB Design of Nuclear Pipings
  - Development of Integrity Evaluation Computer Software for Reactor Vessels, Steam Generators, Piping, Pressure Tubes etc.
  - Development of VR for Nuclear Power Plants
- Development of On Line Monitoring System
- Computer Simulation on Nano Technology
  - Immersed Finite Element Method(IFEM)
  - Molecular Dynamic Simulation
- Development of Nano Composites & Sensors

## **Safety and Information Technology (IT)**

Due to rapid economic growth in Korea, a variety of social infrastructures such as highways, bridges, buildings as well as industrial facilities were constructed in Korea during '70 and '80. Some of these social infrastructures were built at low cost within short period of time, and, as a consequence, several failure accidents such as the collapse of the Sungsu Bridge and the Sampung Department Store were unfortunately occurred in Korea during '90. The general public were shocked by the accidents and also deeply concerned not only with the safety assurance of other social infrastructures but also with the safety assurance of the industrial facilities used for nuclear power plants, fossil power plants and petrochemical industries etc. Consequently the Korean government launched a comprehensive safety inspection on those facilities and proper remedial action was taken to improve the safety concern. Through the process of resolving the safety assurance of these facilities, it was realized that, in the acceptance criteria for safety assurance, there exists a certain gap between the general public and the safety experts.

In this talk, I would like to present the lessons learned from the series of accidents occurred in Korea and the outcome of the R&D activities to improve the safety standard of industrial facilities. At the SAFE research center, which was established at SKKU in 1997 as a consortium of universities, research institutes and industries, we performed basic safety related research on safety diagnosis, material degradation, structure analysis and fracture mechanics required for the integrity assessment of the industrial facilities. The outcome of the research was transformed into a series of computer softwares and databases and eventually a knowledge based information system adopting the advanced IT technology such as virtual reality (VR) was developed. The developed system has been implemented on the web, and thus provides interactive and visualized environment for multi-users through internet. Thus it provides concurrent and collaborative safety assurance process among various safety related experts. In the meantime the general public can easily access to the analysis results and also to the safety concerned spot of the industrial facilities utilizing the navigation system of the VR. Thereby the general public's unnecessary worry on the safety concern can be relieved. We believe that the developed system may provide necessary information to narrow the gap on the issue of safety assurance existing between the general public and the safety specialists.

Finally, in order to deal with the globalization of harsh environment and common safety issue, I would like to propose an international collaboration among three far eastern countries, ie China, Japan and Korea, to promote a safety concern.



東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

## 次世代地球システムモデルの構築

### **Building the next generation earth system science model**

ニコラオス ニキフォラキス

*Nikolaos NIKIFORAKIS*

英国 ケンブリッジ大学 科学計算センター アカデミックプログラムディレクター 教授

*Director for Academic Programmes, Centre for Scientific Computing,*

*University of Cambridge, UK*



## *Lecture 2*

### **Profile:**

- Dr Nikolaos Nikiforakis  
Director for Academic Programmes  
Centre for Scientific Computing  
University of Cambridge, UK
- Born: 10 March 1964



### **Education:**

- PhD Cranfield University, “Numerical study of the evolution of detonations”, supervised by Prof JF Clarke (FRS) and Prof EF Toro (OBE)
- MSc Cranfield University, Aerospace propulsion
- BSc University of Manchester, Aeronautical Engineering

### **Experience:**

- 2008- present            University of Cambridge, Department of Physics, Cavendish Laboratory
- 1998- present            Selwyn College, University of Cambridge, Fellow, College Teaching Officer and Director of Studies in Mathematics
- 1996- 2008                University of Cambridge, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, University Teaching Officer

### **Publication:**

- Cael G., Ng H.D., Bates K.R., Nikiforakis N. and Short M. 2009. *Numerical Simulations of detonation structures using a thermodynamically-consistent and fully-conservative reactive flow model for multicomponent computations*. Proc. Roy Soc. In press
- Slingo J., Bates K.R., Nikiforakis N., Piggott M., Roberts M., Shaffrey L., Stevens I., Vidale P.L. and Weller H. 2009. *Developing the next generation climate system models: challenges and achievements*. Phil. Trans R. Soc (A) 367, 1890 815-831
- Van Odyck D., Bell J.B., Monmont F. and Nikiforakis N. 2009. *The mathematical*

*structure of multiphase thermal models of flow in porous media.* Proc. R. Soc. A  
465:523-549

- Bates K.R., Nikiforakis N. and Holder D. 2007. *Richtmyer-Meshkov Instability induced by the Interaction of a Shock Wave with a Square Block of SF<sub>6</sub>.* (Phys. Fluids 19, 036101).

***Interests:***

Scientific computing, combustion (detonations), earth-system modeling

## **Building the next generation earth system science model**

The resolution of current operational global circulation models has increased significantly thanks to the latest generation of supercomputers. However, considering the hugely disparate length- and time-scales of atmospheric flows, this resolution is still not adequate to properly resolve many important phenomena which have an impact on short- to medium-term numerical weather prediction.

The same can be said for orographic effects and their interaction with weather phenomena (e.g. rain bands). In turn, there are weather events that impact on seasonal totals (e.g. tropical cyclones, and jet streams) and ultimately to climate prediction. When chemically-active simulations are necessary, e.g. to study phenomena like stratospheric ozone depletion, the lack of resolution has an even more detrimental effect on the results.

Moreover, it is becoming important to improve the coupling of the physical systems which are present in the current numerical models (e.g. atmosphere and ocean) and to explicitly include more physical processes (e.g. convection).

This talk will outline some of latest advances on the development of earth system science models in terms of advanced algorithms and software. It will also demonstrate how hardware originally intended for video gaming is now exploited for scientific computation (GPGPUs general purpose graphical processing units).

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

変化する世界での海洋生態系と  
その物質循環に対する役割

**Marine ecosystems and their role  
for biogeochemical cycling in a changing world**

マイケ ヴィゴ  
*Meike VOGT*  
スイス スイス工科大学 研究員  
*Researcher, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland*





## *Lecture 3*

### ***Profile:***

Dr. Meike Vogt

ETH Zürich

Institute for Biogeochemistry & Pollutant  
Dynamics

CHN E 28.1, Universitätsstrasse 16,  
CH – 8092 Zürich, Switzerland

Birth day: 13 May, 1978



### ***Education:***

Bachelor in Physics (Vordiplom), 2000,

Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany

Masters in Physics (Diploma), 2004,

Ludwig-Maximilian-University, Munich, Germany

PhD in Environmental Sciences, 2008.

University of East Anglia, Norwich, United Kingdom and  
Max-Planck-Institute for Biogeochemistry, Jena, Germany

### ***Experience:***

May–October 2008 University of East Anglia, Norwich, UK, Postdoctoral Researcher

November 2008–present Eidgenoessisch-Technische Hochschule Zürich (ETH), Zürich,  
Switzerland, Researcher

### ***Publications:***

**M. Vogt** and P. Liss, 'Dimethylsulphide, Clouds and Climate', book chapter, *to appear in 'Surface-Ocean-Lower-Atmosphere-Study (SOLAS) Science', eds. C. Le Quéré and E. Saltzman, American Geophysical Union, in press, 2009.*

I. Polonsky, M. Box, **M. Vogt**, 'Generalized Spherical Harmonic Approximation to Polarized Radiative Transfer. Computational Aspects', *in preparation.*

**M. Vogt**, M. Steinke, S. Turner, C. Le Quéré, P. Liss, U. Riebesell 'Dynamics of dimethylsulphoniopropionate and dimethylsulphide under different CO<sub>2</sub> concentrations, during a mesocosm experiment', *Biogeosciences*, 5, 407–419, 2008.

- M. Allgaier, U. Riebesell, **M. Vogt**, R. Thyrrhaug, and H.-P. Grossart, 'Coupling of heterotrophic bacteria to phytoplankton bloom development at different  $p\text{CO}_2$  levels: a mesocosm study', *Biogeosciences*, 5, 1007-1022, 2008.
- M. Vogt**, N. Yassaa, S. Turner, M. Steinke, J. Williams, P. Liss, 'Comparison of DMS measurements with purge-and-trap and solid-phase microextraction techniques during a mesocosm experiment', *Marine Chemistry* 108(1), 32-39, 2008.
- M. Vogt**, S. Vallina, R. Von Glasow, 'New Directions: Comment to the New Directions article by Wingenter et al., (2007)', *Atmospheric Environment*, 42(19), 4803-4805, 2008.
- W. Hollik, S. Peñaranda, **M. Vogt**, 'Flavour Changing Effects on  $e^+ e^-$  to  $H^+ b^-$ s,  $H^+ b^-$ s in the MSSM', *European Physics Journal C47*, 207-217, 2006. (Order of authors alphabetical)

### ***Interests:***

My research interests focus on marine ecosystem modelling and the interactions of marine ecosystems with climate. I use and compare global plankton functional type (PFT) models to better understand our modelling capabilities of different plankton types and their distribution in the World's oceans. I currently study how ecological niches of PFTs are simulated in different models and how this compares to observational data from satellite. This work is part of the Dynamic Green Ocean Project, which promotes a more accurate representation of marine biology in current ocean biogeochemistry models and fosters collaboration between marine ecosystem modellers. I am also interested in the theoretical and observed stability of marine ecosystems under different environmental conditions. Furthermore, I study the production of the climate active trace gas dimethylsulphide (DMS) and its production in marine ecosystems. In particular, I am interested in changes in DMS production with climate change and their impact on the global sulphur cycle.

## **Marine ecosystems and their role for biogeochemical cycling in a changing world**

Despite their important role for global biogeochemical cycles, the response of marine ecosystems to climate change is still poorly understood. Marine ecosystems are affected by anthropogenic climate change through changes in stratification, ocean currents, temperatures and pH, which affect plankton physiology, food and nutrient supply, light availability and ocean turbulence. Marine ecosystems are already observed to be changing, with consequences for fisheries and global biogeochemical cycling. For example, phytoplankton bloom durations in the North Atlantic have increased during the last twenty years. Furthermore, shifts in community composition have been observed. Hence, there is a need to understand the processes governing marine ecosystem functioning and the stability of plankton assemblages in a changing environment. This will enable more precise predictions of changes in plankton biomass, primary productivity, carbon export and biodiversity for the future ocean.

We study ocean ecosystems using Dynamic Green Ocean Models (DGOMs), which contain several plankton functional types (PFTs). PFTs are chosen in such a way that they carry out a specific biogeochemical function and are abundant in the modern ocean. Phytoplankton functional types are involved in the cycling of carbon, silicate (silicifiers), nitrogen (nitrifiers), carbonate (calicifiers), and sulphur (DMS producers). Zooplankton functional types graze on these primary producers and transfer matter up the food chain. In addition, their fecal pellets contribute to the export of organic matter from the surface to the deep ocean. Here, we show modelled and observed ecological niches for selected PFTs, and the factors governing niche distribution for four different DGOMs. Observed and modelled niches are in good agreement for those groups that are well constrained by observational data. Factors determining phytoplanktonic growth and nutrient uptake kinetics are crucial for niche determination. We discuss the importance of PFT dominance for export production, and the relationship between stability and modelled ecosystem complexity. Ecosystems with a higher degree of complexity have a higher nutrient retention and reach short-term stability (80% recovery after perturbation) faster than less complex ecosystems. We show that in a future ocean, PFTs distributions will change and we discuss potential consequences for biodiversity and for global biogeochemical cycling. We use the example of the climate active biogenic gas dimethylsulphide (DMS) to demonstrate the application of marine ecosystem models to simulate the marine sulphur cycle. The model simulates global DMS seasonality reasonably well and manages to achieve the observed decoupling between DMS and chlorophyll in the low latitudes.

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全・安心な社会のために役立つ  
コンピュータシミュレーション

**The Role of the Computer Simulation  
for Safer Society and Living Life**

矢川 元基  
*Genki YAGAWA*  
東洋大学計算力学研究センター長・大学院教授  
*Director and Professor at Center for Computational Mechanics Research,*  
*Toyo University, Japan*



## *Lecture 4*

**Genki YAGAWA**



Dr. Yagawa received his Bachelors degree in 1965, Master in 1968 and Doctorate in 1970 from University of Tokyo. Lecturer (1970-1971), Associate Professor (1971-1984), Professor (1984-2004), Chair of the Department of Quantum Engineering and Systems Science (1989-1990 and 1993-1994), Chair of the Graduate Program of the Department (1991-1992 and 1996-1997) and Emeritus Professor (2004-present) at University of Tokyo. Visiting Professor at Georgia Institute of Technology (1986), University of Karlsruhe (1992) and Sungkyunkwan University (2009-present), and Director and Professor of Center for Computational Mechanics Research at Toyo University (2004-present).

His academic career includes: Science Council of Japan (Member appointed by Prime Minister), Engineering Academy of Japan (Member), Executive Council of International Association for Computational Mechanics (Honorary Member), Asia-Pacific Association for Computational Mechanics (Founding Member and Secretary General), Third Asia-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-EPMESC'07, General Chair), International Journal for Computational Mechanics (Springer Verlag, Founding Editor-in-Chief), International Journal of Computational Methods (World Scientific, Chief Editor), American Society of Mechanical Engineers (Fellow), Japan Society of Mechanical Engineers (Fellow, Founding Chair of Computational Mechanics Division and Board of Directors), Japan Society for Industrial and Applied Mathematics (President), and Associate Editor or Editorial Board Member of 12 major international journals such as International Journal for Numerical Methods in Engineering and Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.

He is the recipient of more than 30 awards including *Japan Academy Prize(2009)*, *Toray Science and Technology Prize(2009)*, *Prime Minister Award(2007)*, *IACM Computational Mechanics Award(2004)*, *APACM*

*Computational Mechanics Award(2004), JACM Computational Mechanics Award(2004), Minister of Science and Technology Award (1998), IACM Fellow Award (1998), International Conference on Computational Engineering Science Gold Medal (1995), ASME Best Paper Award (1989), GigaFlop Performance Award of Cray Research (1990).*

Dr. Yagawa has published more than 380 journal papers. His works in the area of massively parallel computing, superposition method for linear and nonlinear fracture mechanics, constitutive equation with neural network, free mesh method and mesh generation method are particularly worthy to be mentioned as well as structural optimization, contact analysis, fluid-structural interaction, inverse analysis using fuzzy logic and neural network.

He is also author or editor of 64 text books and special issues of journals including *Computational Mechanics Handbook (Asakura Publ. Co.), Computational Mechanics (Iwanami Publ. Co.), Finite Element Method (Baifukan Publ. Co.), Parallel Computing for Applied Mechanics (Baifukan Publ. Co.), Fuzzy Set Theory for Applied Mechanics (Baifukan Publ. Co.), Computational Mechanics '86 (Springer-Verlag, Ed.), Computational Mechanics '88 (Springer-Verlag, Ed.), Computational Mechanics '95 (Springer-Verlag, Ed.).*



## **The Role of the Computer Simulation for Safer Society and Living Life**

It is well-known that the role of the current computer simulation is very important to improve the safe living and the quality of life of people.

For example, we live now in the houses designed by computer simulation, which are tolerable against the severest earthquakes ever experienced.

It is also well recognized that the capability of the weather forecast is very improved thanks to the accurate and fast computational weather simulation. As mentioned above, the computer simulation is the most important technology for the daily life of people.

In this presentation, we will discuss the recent trend and the future of the computer simulation in this area.

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション

**Simulation for Predicting Quake-Proof Capability  
of Nuclear Power Plants**

塩谷 隆二  
*Ryuji SHIOYA*  
東洋大学 総合情報学部 教授  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts,  
Toyo University, Japan*



## *Lecture 5*

### *Profile:*

- Ryuji SHIOYA
- Professor  
Faculty of Information Sciences and Arts,  
Toyo University



### *Education:*

- Dr. Engineering, 1996, University of Tokyo

### *Experience:*

1996. Apr University of Tokyo, Associate Researcher  
1998. Jan Kyushu University, Lecturer  
2000 Apr Kyushu University, Associate Professor  
2008 Apr Toyo University, Associate Professor  
2009 Apr Toyo University, Professor

### *Publication:*

- List publication of thesis and book  
The Computational Science Series - Massively Parallel Finite Element Analyses, Asakura Syoten, 1998  
The Computational Mechanic Series VII - Massively Parallel Computing for Computational Mechanics, Yokendo, 2002  
Handbook of Structural Engineering, Maruzen, 2004  
Handbook of Computational Mechanics, Asakura Syoten, 2007

### *Interests:*

- As a member of ADVENTURE project, developing the open source CAE software for a large scale problem, and applying it for some real problems as a member of the Center for Computational Mechanics Research of Toyo University and Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

(Note)

## **Simulation for Predicting Quake-Proof Capability of Nuclear Power Plants**

Recently importance of nuclear energy has been recognized again due to serious concerns of global warming and energy security. It is one of the critical issues to verify safety capability of aging nuclear power plants subjected to big earthquake. In this project, we are to develop a multi-physics and multi-scale based simulator of quantitatively predicting actual performance limit of aging nuclear power plants under operation or just after a scram event subjected to big earthquake.

In this fiscal year, we have investigated the state-of-the art technologies and have prioritized the technologies that we have to research in this theme for the preparation of the simulation for predicting quake-proof capability. To understand the movement of earth's crust, subsurface ground, nuclear plant buildings, nuclear plant instruments and physical phenomena in the instruments, we have redeveloped solvers for structure, fluid, thermal and reactor performance.

For a solver of structure, we have been developing a next-generation computational solid mechanics simulation system based on the ADVENTURE, which is designed to be able to analyze a three dimensional Finite Element (FE) model over hundreds of millions of Degrees Of Freedom (DOFs), to achieve the implementation of a virtual demonstration test on the Earth Simulator (ES). Main FE analysis process of the system, ADVENTURE\_Solid based on the hierarchical domain decomposition method and an IBDD-DIAG method, was ported to the vector-parallel supercomputer. For a post process of a huge scale analysis, we have developed a parallel off-line visualization system, which is able to implement on PC clusters and the ES. As an implementation of a virtual demonstration test using our system, a Boiling Water Reactor (BWR) pressure vessel of a nuclear power plant, whose model is provided in cooperation with industries and the total DOFs of a problem amount to about 204 million, has been analyzed. Furthermore, a Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP) composite tank model, which is for the purpose of high-pressure hydrogen storage, has been analyzed.

(Note)



東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

安全・安心のための気候変動予測と  
緩和・適用にむけた予測シミュレーション

**High Performance Simulation  
for Climate Change and Safety**

高橋 桂子  
*Keiko TAKAHASHI*  
(独) 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター プログラムディレクター  
*Program Director, Earth Simulator Center,*  
*Japan Agency for Marine-Earth Science and Techhnoogy, Japan*



## *Lecture 6*

### **Profile:**

- Dr Keiko Takahashi  
Program Director  
Earth Simulator Center  
Japan Agency for Marine-Earth Science  
and Technology (JAMSTEC)



### **Education:**

- Mar 1991, Ph. D.. System Science/ Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology/ Tokyo Institute of Technology
- Mar 1987, Master. System Science/Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology/ Tokyo Institute of Technology
- Mar 1985, B.S., Dept of Mathematics, Tsuda College

### **Experience:**

- Apr 2009- Program Director, Advanced Simulation and Technology Development Program, Earth Simulator Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Center
- Apr 2004 Group Leader, Multiscale Simulation Research Group, Earth Simulator Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Center
- Apr 2002 Research Scientist, Earth Simulator Center, Japan Marine Science and Technology Center
- Sep 1998 Research Scientist, Frontier Research System for Global Change, National Space Development Agency of Japan
- Sep 1994 Invited Research Scientist, Tokyo Institute of Technology
- Oct 1993 Visiting scholar, Computer Laboratory, University of Cambridge (UK)
- Apr 1991 Research Scientist, Kao Corporation

### **Publication:**

- Keiko Takahashi, Xindong Peng, Ryo Onishi, Takeshi Sugimura, Mitsuru Ohdaira, Koji. Goto, Hiromitsu Fuchigami, Multi-Scale Weather/Climate Simulations with

Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG) on the Earth Simulator, Annual Report of the Earth Simulator Center, April 2007-March 2008, 27-33, 2008.

- Keiko Takahashi, Xindong Peng, Ryo Onishi, Mitsuru Ohdaira, Koji Goto, Hiromitsu Fuchigami and Takeshi Sugimura, "Multiscale Simulator for the Geoenvironment: MSSG and Simulations", George Mozdzynski Eds, Use of High Performance Computing in Meteorology, World Scientific, 2007.
- Keiko Takahashi, Xindong Peng, Ryo Onishi, Mitsuru Ohdaira, Koji Goto, Hiromitsu Fuchigami and Takeshi Sugimura, Impact of coupled Non-hydrostatic Atmosphere-Ocean-land model with high resolution, High Resolution Numerical Modeling of the Atmosphere and Ocean, K. Hamilton et al. (Eds.), Springer, New York, 2007.

***Interests:***

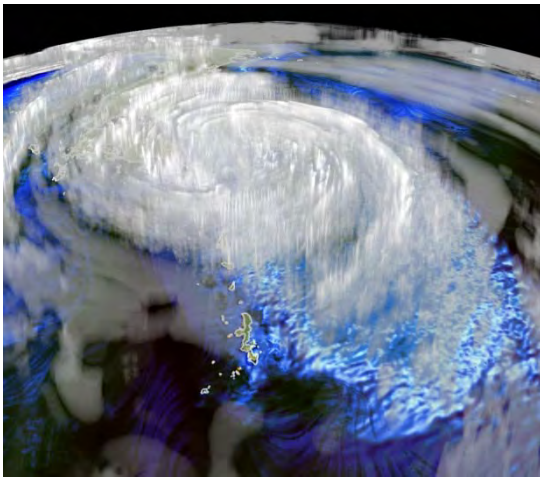
- Ultra high resolution simulation for climate change, High performance computing, Prediction of Urban climate and weather, Interaction between atmosphere and Ocean

## **High Performance Simulation for Climate Change and Safety**

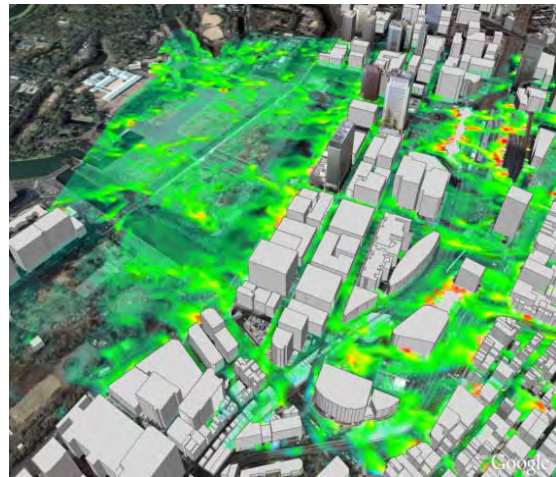
Intense research effort has been focused on understanding climate/weather system using coupled atmosphere-ocean general circulation models. It is widely accepted that the most powerful tools available for assessing future weather/climate are fully coupled atmosphere-ocean models. Earth Simulator Center has been developed coupled non-hydrostatic atmosphere-ocean general circulation model to be run on the Earth Simulator with both ultra high resolution and high performance computing. Qualified information from results of those simulations might provide significant impacts for forecasting of projecting of weather and climate.

Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG), which is a coupled non-hydrostatic atmosphere-ocean model can deal with not only the global models but also the regional models, has been introduced. In the regional coupled model, a regional atmosphere component is coupled to a regional ocean component with the same horizontal resolution. Lateral boundary condition for each regional component is given from a wider regional or global model with one way or two way nesting schemes.

In this presentation, I will show you the latest results of prediction simulation with MSSG on several issues for climate change and urban climate and weather.



**Simulation results for a typhoon**



**Simulation results of temperature  
and wind distribution in center of  
Tokyo**

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

シミュレーションと可視化技術  
**Simulation and Visualization**

田村 善昭  
*Yoshiaki TAMURA*  
東洋大学 総合情報学部 教授  
*Professor, Faculty of Information Sciences and Arts,*  
*Toyo University, Japan*





## *Lecture 7*

### *Profile:*

- Yoshiaki Tamura
- Professor  
Faculty of Information Sciences and Arts,  
Toyo University
- Date of birth: 10/09/1961



### *Education:*

- Bachelor of Engineering, 1984,  
University of Tokyo
- Master of Engineering, 1986, University of Tokyo
- Doctor of Engineering, 1992, University of Tokyo

### *Experience:*

- 1986 Fujitsu, Research Engineer
- 1989 Institute of Space and Astronautical Science, Space Transport Section,  
Research Associate
- 1996 University of Tokyo, Intelligent Modeling Laboratory, Associate  
Professor
- 2001 Toyo University, School of Engineering, Associate Professor
- 2007 Toyo University, School of Engineering, Professor
- 2009-present Toyo University, Faculty of Information Sciences and Arts,  
Professor

### *Publication:*

- Computer Graphics for Flow, Asakura Publishing Co., Ltd., 1996 (in Japanese).
- Thought of Simulation, University of Tokyo Press, 2002 (in Japanese).

### *Interests:*

- Computer simulation of fluid flow
- Visualization
- Virtual reality

(Note)

## **Simulation and Visualization**

Physical simulations using computers have been progressed drastically with the aid of rapid progress of computers since late 20th century. Nowadays simulations are utilized in various situations of practical field, such as product development in a company, as well as research tools in universities and institutes. In its nature, simulations always accompanied with problems of accuracy. Especially for practical applications, accuracy and detail of shapes and materials of the objects and simulation conditions directly affect the simulation results, and accuracy is a reflection of simulation scale, in turn. Scale denotes the required time and the size of data. For instance, practical simulations could produce millions to billions of numbers of the results.

We need some additional processes to understand huge number of data. This is called “postprocess”. Most popular postprocess is “visualization”. Images can present more information than texts and are intuitive, moreover.

Simulations till now have been done by and for researchers and engineers, and visualization techniques have also been developed for them. However, ordinary people would have many chances to watch simulation results, from now on. Then visualization will not only be the one for the researchers who watch the visualized images with their expertise but also the one that everybody can easily understand at a glance and obtain a physically proper information from. It must no be a mere computer graphics animation. For instance, visualization for researchers is often an image of a bird’s eye view, but non-specialists may prefer a human view. Stereogram (3D) technique might be a help. More common devices than computer monitor, keyboard and mouse would be useful, such as TV or handy phone. Visualization and visualization techniques will be discussed here from the viewpoint aforementioned.

(Note)

東洋大学計算力学研究センター  
*Center for Computational Mechanics Research*  
*Toyo University*  
国際シンポジウム  
安全・安心とそのシミュレーション科学  
International Symposium on Simulation Science for Safety

気候変動から海洋生態系への応答に関する  
将来予測

**Predicting marine ecosystem responses  
to climate change**

山中 康裕  
*Yasuhiro YAMANAKA*  
北海道大学 大学院地球環境科学研究所 准教授  
*Associate Professor, Faculty of Earth Environmental Science,*  
*Hokkaido University, Japan*



## *Lecture 8*

### ***Profile:***

Yasuhiro Yamanaka  
Faculty of Earth Environmental Science,  
Hokkaido University, N10W5, Sapporo,  
060-0810, Japan  
Birth day: 29<sup>th</sup> August, 1964



### ***Education:***

- Ph.D., Faculty of Science, University of Tokyo, 1995
- M.S., Faculty of Science, University of Tokyo, 1991
- B.Sc., Faculty of Science, University of Tokyo, 1989

### ***Experience:***

2008-Present Global COE (Center of Excellence) program “Establishment of Integrated Field Environmental Science”, program leader.  
1998-present Associate Professor, Faculty of Earth Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan  
2007-2009 Visiting Research Fellow, School of Environmental Science, University of East Anglia, Norwich, UK  
1998-2009 Group Leader, Frontier Research System for Global Change, Tokyo, Japan  
1997-1998 Visiting Research Scientist, Atmosphere-Ocean Science Program, Princeton University, NJ, U.S.A.  
1991-1998 Assistant Professor, Center for Climate System Research (CCSR), University of Tokyo, Tokyo, Japan

### ***Publication:***

Five selected publications:

Hashioka, T. and Y. Yamanaka: Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming obtained by 3-D NEMURO. *Ecol. Modeling.*, 202, 95-104, 2007. [GLOBEC/IGBP Scientific Highlight 2007]

Orr, J., V. J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S. C. Doney, R. M. Feely, A. Gnanadesikan,

N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, R. M. Key, K. Lindsay, E. Maier-Reimer, R. Matear, P. Monfray, A. Mouchet, R. G. Najjar, G.-K. Plattner, K. B. Rodgers, C. L. Sabine, J. L. Sarmiento, R. Schlitzer, R. D. Slater, I. J. Totterdell, M.-F. Weirig, Y. Yamanaka, and A. Yool: Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, **437**, 681-686, doi:10.1038/nature04095, 2005 [Citation Number: 230 included IPCC 4<sup>th</sup> Assessment Report]

Yamanaka, Y., N. Yoshie, M. Fujii, M. N. Aita and M. J. Kishi: An ecosystem model coupled with nitrogen-silicon-carbon cycles applied to station A-7 in the Northwestern Pacific. *J. Oceanogr.*, **60**, 227-241, 2004. [Citation Number: 30]

Y. Yamanaka and E. Tajika: Role of dissolved organic matter in the marine biogeochemical cycle: Studies using an ocean biogeochemical general circulation model. *Global Biogeochemical Cycles*, **11**, 599–613, 1997. [Citation Number: 48]

Yamanaka, Y. and E. Tajika: The role of the vertical fluxes of particulate organic matter and calcite in the oceanic carbon cycle: Studies using an ocean biogeochemical general circulation model, *Global Biogeochem. Cycles*, **10**, 361-382, 1996. [Citation Number: 88 included IPCC 3<sup>rd</sup> Assessment Report]

1998 Okada Prize of the Oceanographic Society of Japan

1996 Horiuchi Prize of Meteorological Society of Japan

### ***Interests:***

To understand the dynamics of climate system and ecosystem (including fish) from past to future, studies of physical and biogeochemical processes in the ocean, paleocean dynamics in the Quaternary and the Cretaceous, and future projections for global warming through computer simulations.



## **Predicting marine ecosystem responses to climate change**

We need integrated ocean models linking climate change with fish resources, to clarify the impact of climate change on natural marine environments. Such models are also useful to assess systematically local human impacts such as overfishing, eutrophication and pollution, as well as global impacts such as global warming and ocean acidification. We ultimately need fully-coupled models including the interactions of three components: climate, lower tropic levels (plankton), and higher tropic levels (fish). Under the limitation of computer resources, however, the simplest approach is to model each component separately, using a one-way interaction from climate change to fish resource variations, analogous to relaying a baton. Several groups in the world are developing prototypes of fully-coupled models using their own particular approaches (e.g., NEMURO in Japan, OSMO in France, QUEST-Fish in UK).

I would like mainly to introduce the results of our recently developed integrated ocean model as mentioned above: a 3-D high-resolution ecosystem model, COCO-NEMURO, and an individual-based model coupled with bioenergetics for small pelagic fish. We evaluated the impact of global warming on the ecosystem in two ten-year scenarios: a control experiment (present climate state), and a double CO<sub>2</sub> experiment (gradually increasing atmospheric CO<sub>2</sub> by +1% per year from the present to approximately double by the 70<sup>th</sup>-80<sup>th</sup> year). In the double CO<sub>2</sub> scenario, the spring bloom occurs 10-20 days earlier than under the present climate in both the transition and subarctic regions. The signal of global warming is statistically significant at the 95% level, relative to natural variability (both inter-annual and fluctuation due to the meso-scale eddies). In present High Nutrient Low Chlorophyll (HNLC) regions, the biomass maximum associated with the spring bloom increases because the positive effect of increased temperature on growth rate overwhelms the negative effect of reduced nutrient supply from deep water.

The timing of the spring bloom and the subarctic-subtropical transition region are essential for growth and survival of small pelagic fish such as sardine, anchovy, and saury. Global warming might significantly decrease the abundance of fish resources. In future projections for Japanese Sardine, spawning period in winter near the south coast of Japan shortens by around two months, and growth rate decreases for the juvenile stage, which reduces their survival rate. However, the size of adult fish remains the same due to the temperature dependence of their growth rate.

2009年（平成21年）6月発行  
編集・発行

東洋大学計算力学研究センター

Center for Computational Mechanics Research

Toyo University

〒112-0001 東京都文京区白山 2-36-5

2-36-5 Hakusan, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-0001, Japan

<http://www.ccmr.toyo.ac.jp/>

e-mail: [ccmr-adm@ccmr.toyo.ac.jp](mailto:ccmr-adm@ccmr.toyo.ac.jp)

Tel: 03-5844-2411

Fax: 03-5844-2431