

# THE FIRST SYMPOSIUM ON APPLICATION OF NANO-GEOSCIENCES IN PETROLEUM ENGINEERING

**Representative** : Susanti Alawiyah, Guest Scholar, Institut Teknologi Bandung (ITB), Indonesia.  
**Date** : December 13-14, 2011  
**Place** : Campus Plaza Kyoto

**Organized by** Institut Teknologi Bandung, Kyoto University, and Kyoto University Global COE Program “Global Center for Education and Research on Human Security Engineering for Asian Megacities”

**Co-organized by** JAPEX (Japan Petroleum Exploration Company Limited), JOGMEC (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation), RITE (Research Institute of Innovative Technology for the Earth), VPI (Vietnam Petroleum Institute)

**Invited Persons:** Amos Nur (Professor, Stanford University, USA), Edo S. Boek (Imperial College London, UK), Duoxing Yang (Professor, Institute of Crustal Dynamics, China), Mai Shimokawara (JOGMEC, Japan), Osamu Osawa (Manager, Schlumberger), Mr. Masaei Ito (Schlumberger), Nguyen-Hong Minh (Deputy Director, Vietnam Petroleum Institute, Vietnam), Satoru Takahashi (Deputy Director, EOR Research Division, JOGMEC, Japan), Mingyuan Li (Professor, China University of Petroleum, China), Alistair Fletcher (Curtin University of Technology, Australia), Bo Peng (China University of Petroleum, China), Caetano R. Miranda (Professor, Universidade Federal do ABC, Brazil), Leonardo Spanu (University of California, Davis, USA), Ian C. Bourg (Lawrence Berkeley National Lab, USA), Osamu Nishizawa (RITE, Japan), Prof. Takashi Kakiuchi (Kyoto University), Keng C. Chou (Professor, University British Columbia, Canada), Naoya Nishi (Professor, Kyoto University, Japan), Ryo Murakami (Konan University, Japan), Sunao Takagi (Director, Development and Production Division, JOGMEC, Japan), Takashi Akai (Director, JOGMEC, Japan), Hidekazu Yoshida (Professor, Nagoya University, Japan)

**Number of Participants:** around 63

**Presenters:** altogether 32 technical presentations

## Purpose

The purpose of the first symposium is to share and discuss the recent research achievements in the application of Nano-Geosciences to the petroleum engineering such as Enhanced Oil Recovery (EOR) and the CO<sub>2</sub> Capture & Storage (CCS) for sustainable energy supply which is essential for human security. Many experimentalists who were interested in the Nano-Geosciences and a direct comparison from the molecular and multi-scale simulations have joined in this symposium. In addition, it is expected that the symposium can also produce a text book in which some of the symposium presenters will be the main contributors of this book.

After the symposium conducted, there was one-day School on “Application of Molecular Simulations in Oil and Gas Industry” which aimed to nurture the next generation of engineers for human energy security and boost their development who will contribute to ensuring stable and long-term energy supplies.

## Achievement and Results

The symposium on “Application of Nano-Geosciences in Petroleum Engineering” was held at Campus Plaza Kyoto, on 13-14<sup>th</sup> December 2011. This symposium was organized by Kyoto University, Institut Teknologi Bandung, and Global COE Program “Global Center for Education and Research on

Human Security Engineering for Asian Megacities”. The chairman of the organizing committee was Dr. Yunfeng Liang from Kyoto University. Around 63 participants who attended the symposium were researchers (including professors, postdocs and students) and engineering from different institution and company among the world (Australia, Brazil, China, California, London, Canada, Japan, Indonesia and Vietnam). There were two activities that be undertaken during this symposium (1) International Symposium on "Application of NanoGeosciences in Petroleum Engineering" (13-14<sup>th</sup> December 2011), and (2) One-day School on "Application of Molecular Simulations to Oil and Gas Industry" (15<sup>th</sup> December 2011).

The symposium was opened by Prof. Toshifumi Matsuoka. He welcomed all the participants and highlighted the importance of the application of nano-geosciences in the petroleum engineering for our common future.

After the opening session, there were presentation sessions followed by questions and answers at the end of each presentation. There were 32 presentations categorized into 7 (seven) topics: (1) Characterization of the pore structure and multiphase flow in porous media; (2) Nano technology in petroleum engineering; (3) EOR techniques and its fundamentals; (4) Carbon bearing fluids in deep earth; (5) CO<sub>2</sub> geo-sequestration; (6) Oil-water-rock interactions (molecular

specific); and (7) Flows in fractured media and shale gas exploration. For each topic, one or two invited speakers from university and petroleum industry gave special lectures to the audience. There were 10 presentations as the special lectures were given by

1. Prof. Amos Nur presented “Digital Rock Physics (DRP) for Reservoir Characterization, Simulation, and Monitoring with Focus on Shales”. He explained the importance of DRP to deepen the visual and quantitative understanding of the reservoir properties.
2. Mr. Masaei Ito presented “Novel Solution with CNT Nano-composites for HPHT Sealing with Japanese Innovative Technology”. He mentioned a novel HPHT material based on a CNT-rubber that enables quantum leap in the oil recovery. Therefore nano technology is ready to be applied in the oil field.
3. Prof. Mingyuan Li presented “Property of a Novel in-Depth Profile Control Agent for EOR”. He mentioned the problems after water flooding such as formation of water channel, low sweep efficiency and low oil recovery rate. He also explained the existence of “in-depth profile control technology” and the contribution of SMP (Sulfomethylated phenol formaldehyde resins) in conjunction with a new in-depth profile control agent that could be effective to control the water flooding and to enhance oil recovery.
4. Prof. Alistair Fletcher presented “Continuous Flow Loop Adsorption Apparatus for Wetting Characteristics of Packs”. He mentioned that the wetting tension parameter is a key concept in the characterization of porous media and important in the EOR and other nano-geosciences processes.
5. Prof. Bo Peng presented “Sulfonated Surfactants from Crude oil Residue and Its Application in EOR”. He mentioned the separation of crude oil residue, the synthesis of sulfonated surfactants, the molecular parameters of sulfonated surfactants, interfacial tension and its relation with the EOR.
6. Prof. Caetano R. Miranda presented “Functionalization of Silica Nanoparticles for Enhanced Oil Recovery”. In general, he mentioned three important things in the Nanogeoscience for Petroleum exploration, namely: The stability of inorganic nanoparticles ( $\text{SiO}_2$ ) at the reservoir

conditions; The effect of salinity, temperature, pressure and functional groups; and The validity of Young – Laplace at nanoscale.

7. Mr. Leonardo Spanu mentioned “Carbon Bearing Fluids at Deep Earth Pressures and Temperatures”. He mentioned the stability of methane and its phase diagram that has been investigated in a range of pressure of 2-30 GPa and temperature  $T < 4,000\text{K}$ .
8. Mr. Ian C. Bourg presented “Nanopore Processes in Sealing Cap-Rocks of Carbon Dioxide Storage Repositories”. He mentioned the understanding of geological carbon sequestration (GCS) and the position of Nanoscale in this GCS.
9. Prof. Takashi Kakiuchi presented “Electrochemical Instability at the Oil-Water Interface”. He introduced the electrochemical instability and its phenomena at the oil/water interface.
10. Prof. Keng C. Chou presented “Interactions of Molecules With Mineral Surfaces: A Nonlinear Optical Study of Oil Sands Surface Chemistry”. He explained the current issues such as the need for large amounts of energy, using a great deal of hot water, tailing ponds treatments and seeking no aqueous extraction processes. In connection with these issues, he has established the methodologies using SFG at the liquid/solid interface to identify the surface species, to measure the molecular orientations, and to obtain adsorption isotherms.

The symposium was closed by Prof. Toshifumi Matsuoka. He mentioned that the comprehensive thoughts from all the presenters were very interesting. In general, he concluded the contribution of nano geoscience in the petroleum engineering relating to the Enhanced Oil Recovery (EOR) and the  $\text{CO}_2$  Capture & Sequestration (CCS). Last but not least, he mentioned that there will be the next symposium. The audiences also were asked to participate in the upcoming symposium.

The first symposium has been successfully conducted. After the symposium, there was one day school. The instructor of lectures were from Kyoto University (Dr. Yunfeng Liang and Makoto Kunieda), Lawrence Berkeley National Lab-USA (Mr. Ian C. Bourg), and Universidade Federal do ABC Brazil (Prof. Caetano R. Miranda).

## 第 1 回 石油工学におけるナノジオサイエンスの適用に関するシンポジウム

- 代表者** : Susanti Alawiyah (招待研究員、バンドン工科大学、インドネシア)  
**開催日時** : 2011 年 12 月 13 日 ~ 2011 年 12 月 14 日  
**開催場所** : キャンパスプラザ京都
- 主催** : バンドン工科大学、京都大学、京都大学グローバル COE プログラムアジア・メガシティの人間安全保障工学拠点  
**共催** : JAPEX (石油資源開発)、JOGMEC (独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構)、RITE (公益財団法人 地球環境産業技術研究機構)、VPI (ベトナム石油研究所)  
**招待者** : Amos Nur (Professor, Stanford University, アメリカ), Edo S. Boek (Imperial College London, イギリス), Duoxing Yang (教授, Institute of Crustal Dynamics, 中国), 下河原麻衣 (JOGMEC), 大澤理 (Manager, シュルンベルジェ), 伊藤正栄 (上席研究員 シュルンベルジェ), Nguyen-Hong Minh (Deputy Director, Vietnam Petroleum Institute, ベトナム), 高橋悟(課長, EOR 研究課, JOGMEC), Mingyuan Li (教授, China University of Petroleum, 中国), Alistair Fletcher (Curtin University of Technology, オーストラリア), Bo Peng (China University of Petroleum, 中国), Caetano R. Miranda (教授, Universidede Federal do ABC, ブラジル), Leonardo Spanu (University of California, Davis, アメリカ), Ian C. Bourg (Lawrence Berkeley National Lab, アメリカ), 西沢脩 (RITE), 垣内隆 (教授, 京都大学), Keng C. Chou (教授, University British Comlumbia, カナダ), 西直哉 (教授, 京都大学), 村上良 (甲南大学), 高木是 (課長, 開発・探査技術課, JOGMEC), 赤井崇嗣 (Director, JOGMEC), 吉田英一 (教授, 名古屋大学)
- 参加者数** : 約 63 名  
**発表者数** : 計 32 名

### 目的

第 1 回シンポジウムの目的は、人間社会に欠くことのできない、持続可能なエネルギー供給のための石油増進回収 (EOR) や二酸化炭素地下貯留 (CCS) のような、石油工学へのナノジオサイエンスの適用に関する最新の研究成果について共有し、議論するためである。ナノジオサイエンスや分子のスケールとマルチスケールのシミュレーションの直接比較に興味を持つ多くの研究者が本シンポジウムに参加した。さらに、シンポジウムでは数名のシンポジウムのプレゼンターが主な執筆者となつて、教科書を作成することを計画している。

シンポジウム終了後は“石油ガス産業における分子レベルシミュレーションの適用”と題したワンデースクールが開催された。これは人間のエネルギーセキュリティのために次世代の技術者を育てること、また、安定的かつ長期的なエネルギー供給の保障に貢献する彼らの発展を推し進めることを目的としている。

### 成果と結果

“石油工学におけるナノジオサイエンスの適用”と題したシンポジウムは 2011 年 12 月 13~14 日にキャンパスプラザ京都において開催された。このシンポジウムは京都大学、バンドン工科大学、京都大学グローバル COE プログラムアジア・メガシティの人間安全保障工学拠点が主催した。主催組織の代表は京都大学の Yunfeng Liang 博士である。約 63 名のシンポジウム参加者は世界中(オーストラリア、ブラジル、中国、カリフォルニア、ロンドン、カナダ、日本、インドネシア、ベトナム)のさまざまな大学や企業から集まった研究者(教授、ポスドク、学生を含む)や技術者である。このシンポジウムでは下記の 2 つの活動が行われた。(1)国際シンポジウム“石油工学におけるナノジオサイエンスの適用”(2011/12/13-14) (2)ワンデースクール“石油ガス産業における分子シミュレーションの適用”(2011/12/15)

シンポジウムは松岡俊文教授の挨拶で開始した。教授は全ての参加者を歓迎し、私たちの未来にとって石油工

学におけるナノジオサイエンスの適用の重要性を強調した。

オープニングセッション終了後、発表セッションが開始された。それぞれの発表の最後に質疑応答がなされた。発表は7つのトピックに分類され、32人が発表した。(1)多孔質体における多孔質構造及び混相流の特性 (2)石油工学におけるナノジオサイエンス (3)EOR 技術とその基礎 (4)地下深部における気体炭素化合物 (5)二酸化炭素の地下貯留 (6)油-水-鉱物の相互作用(分子の特定) (7)破砕体における流動とシェールガス探査 それぞれのトピックにおいて、大学や石油業界から 1~2 人の招待講演者が特別講演を行った。特別講演は下記の 10 名である。

1. Amos Nur 教授は“頁岩層に焦点を当てた貯留層の特性、シミュレーション及びモニタリングにおける Digital Rock Physics(DRP)”について発表した。貯留層の特性を視覚的かつ定量的により深く理解するために、DRP が重要であることを説明した。
2. 伊藤正栄氏は“日本の革新的技術を用いた高温高压シールへの CNT ナノ複合材料を用いた新解法”について発表した。石油増進回収を飛躍的に上昇させる、CNT ゴムを基にした新高温高压材料について述べた。従って、ナノテクノロジーは今まさに石油分野に適用しようとしている。
3. Mingyuan Li 博士は EOR のための新しい徹底的プロファイル制御作用の特性”について発表した。水ミチの形成や低い掃攻率、低い石油回収率などの、水攻法後の問題について言及した。また、“徹底的プロファイル制御技術”の存在と、水ミチを制御し石油増進回収を助ける有効な徹底的なプロファイル制御作用に関する SMP(サルホメチル化フェノール性樹脂)の寄与について説明した。
4. Alistair Fletcher 博士は“濡れ特性の連続的な流動ループ吸着装置”について発表した。濡れ性伸張パラメーターは多孔質体の特徴付けにおいて鍵となる概念であり、EOR や他のナノジオサイエンスの過程にとって重要である。
5. Bo Peng 博士は“原油残余からのスルホン化界面活性剤とその EOR への適用”について発表した。原油の残留の分離や、スルホン化界面活性剤の合成、

スルホン化界面活性剤の分子パラメータ、界面張力と EOR の関係について述べた。

6. Caetano R. Miranda 博士は“EOR におけるシリカナノ粒子の機能化”について発表した。石油開発におけるナノジオサイエンスの 3 つの重要な点を述べた。すなわち、貯留層状における無機ナノ粒子( $\text{SiO}_2$ )の安定性；塩分、温度、圧力、官能基の効果；ナノスケールの Young – Laplace の有効性である。
7. Leonardo Spanu 氏は“地下深部の圧力・温度条件における気体炭素化合物”について発表した。圧力 2-3GPa、温度 4,000K 以上の範囲におけるメタンの安定性やその状態図について述べた。
8. Ian C. Bourg 氏は“二酸化炭素貯留層を封じるキャップロックのナノポアのプロセス”について発表した。geological carbon sequestration (GCS)の理解と、GCS におけるナノスケールの位置づけについて述べた。
9. 垣内隆教授は“油-水境界面における電気化学的不安定性”について発表した。油-水境界面における電気化学的不安定性とその現象について紹介した。
10. Keng C. Chou 博士は“鉱物表面における分子の相互作用：オイルサンド表面化学の非線形光学研究”について発表した。大量のエネルギー需要、多量の温水の使用、尾鉱沈殿池の処理、水性でない抽出プロセスの追求のような、現在の問題について説明した。これらの問題に関して、表面種を同定し、分子配向を測り、吸湿等温線を得るために、液体/固体界面での SFG を用いた方法論を確立した。

シンポジウムは松岡俊文教授の挨拶によって締められた。全ての発表者の包括的な考えが非常に興味深かったと述べ、総じて、石油増進回収(EOR)や二酸化炭素地下貯留(CCS)に関連するナノジオサイエンスの石油工学への貢献を強調した。最後に、次回のシンポジウム開催について言及し、参加を呼び掛けた。

第 1 回シンポジウムは成功に終わり、その後ワンデースクールが開催された。講師は京都大学(Yunfeng Liang 博士、國枝真氏)、Lawrence Berkeley National Lab-USA (Mr. Ian C. Bourg)、そして Universidade Federal do ABC Brazil (Prof. Caetano R. Miranda)である。

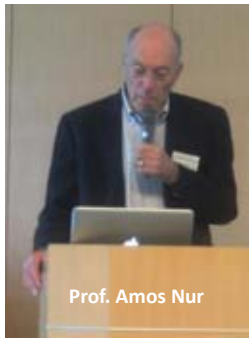
## SOME PHOTOS OF THE SYMPOSIUM



**Presenters and several participants of Symposium at Campus Plaza Kyoto**



**Prof. Toshifumi Matsuoka opened the Symposium**



Prof. Amos Nur



Jianhui Yang



Hirotsu Yamabe



Prof. Duoxing Yang



Mai Shimokawara



Masaei Ito



Nguyen-Hong Minh



Prof. Mingyuan Li



Prof. Alistair Fletcher



Yasuyuki Mino



Hiroaki Kadono



Prof. Bo Peng



Prof. Caetano R. Miranda



Yohei Mikami



Leonardo Spanu



Ian C. Bourg



Osamu Nishizawa



Yuki Horiuchi



Shinya Tsuji



Kazuya Kobayashi



Prof. Takashi Kakiuchi



Prof. Keng C. Chou



Prof. Naoya Nishi



Mia Ledyastuti



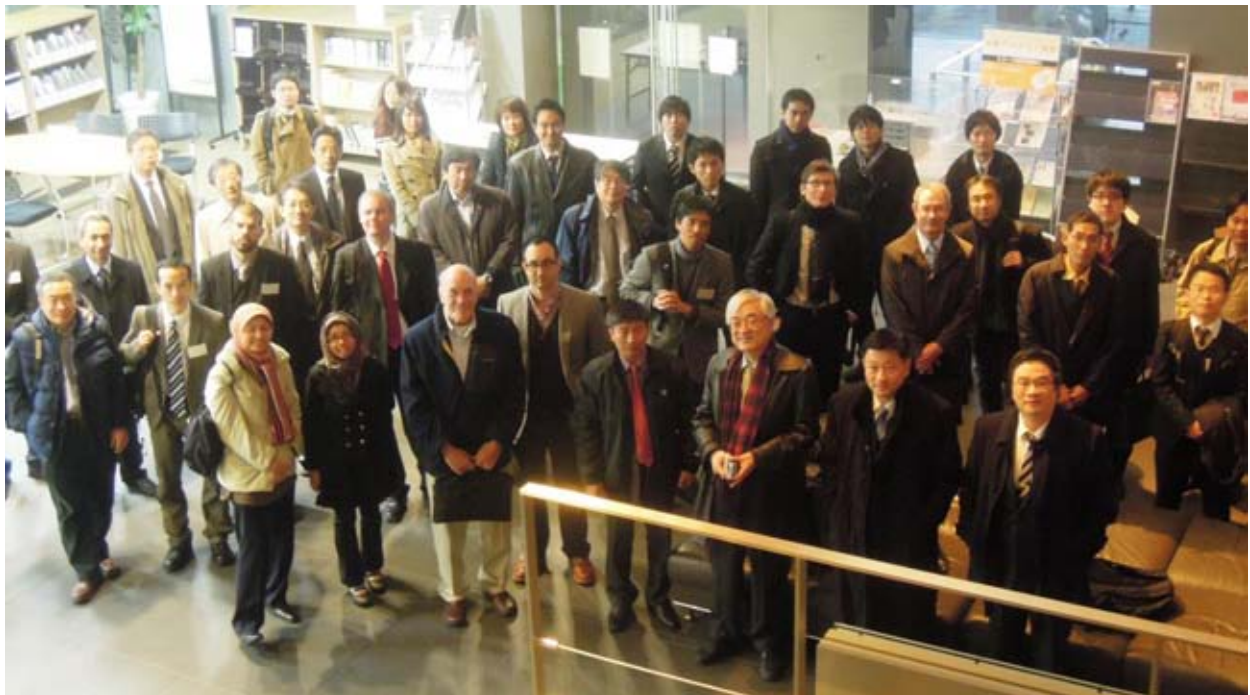
Prof. Ryo Murakami

**Presenters gave the presentation on the Symposium**





**One day school on December 15, 2011**



**Some activities after conducting symposium**