

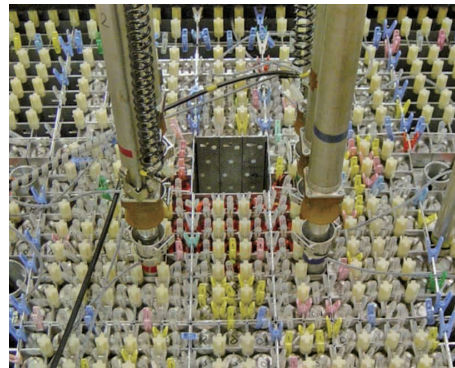


京都大学グローバル COE プログラム

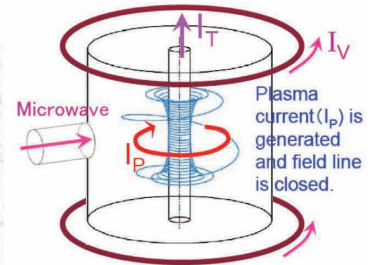
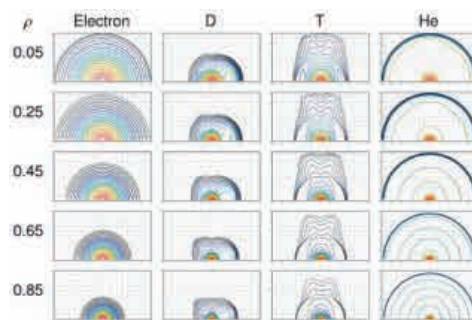
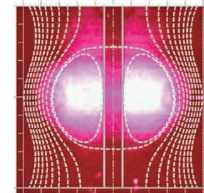
地球温暖化時代の エネルギー科学拠点

Kyoto University Global COE Program, "Energy Science in the Age of Global Warming"

NEWS LETTER No. 8



Microwave spherical torus is produced



先進原子力エネルギー研究グループ特集写真
Schematic photos from Special Issue on Advanced Nuclear Energy Research Group.

目次 (Contents)

先進原子力エネルギー研究グループ 特集 / Special Issue on Advanced Nuclear Energy Research Group	2
教育・研究活動 / Education and Research Activities	11
G-COE 修了生による研究紹介 / Doctoral Thesis Outline of G-COE Program Student	11
受賞報告 第 102 回アメリカ油脂化学会大会 The Processing Division Student Excellence Award / The Processing Division Student Excellence Award at the 102nd AOCs Annual Meeting & Expo	12
これまで開催した主催・共催イベント / Reports of Past Events	13
緊急公開シンポジウム 将来のエネルギーについて考えよう～安全・安心な社会をめざして～ / Exigent Symposium on The Implications of The Great East Japan Earthquake and Tsunami The Future of Energy in Japan -Towards a Safe and Secure Society-	13
第 9 回エコ・エネルギー材料科学と工学シンポジウム / 9th Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium	13
ODA-UNESCO アジア地域の持続可能な発展のためのエネルギー科学教育の推進ワークショップ (ベトナム) / ODA-UNESCO Workshop in Vietnam	14
第 8 回 SEE Forum & Clean Energy and Technology 2011 / 8th SEE Forum & Clean Energy and Technology (CET) Conference 2011	15
今後のイベントのご案内 / Announcement	15

はじめに / Introduction

先進原子力エネルギー研究では、「安全・安心・信頼」の原子力エネルギー利用への貢献を目的として、安全・安心な新型原子炉、加速器駆動未臨界炉及び核融合炉に関する基盤技術の研究を行っています。以下に研究内容を紹介します。

The advanced nuclear energy research group has been performing the research work concerning to the development of safe and reliable nuclear systems, which are necessary to achieve the zero emission society. The research activities are described below.

新型原子炉・加速器駆動未臨界炉研究グループ /

Research on New-Type Nuclear Reactors and Accelerator Driven Subcritical Reactors

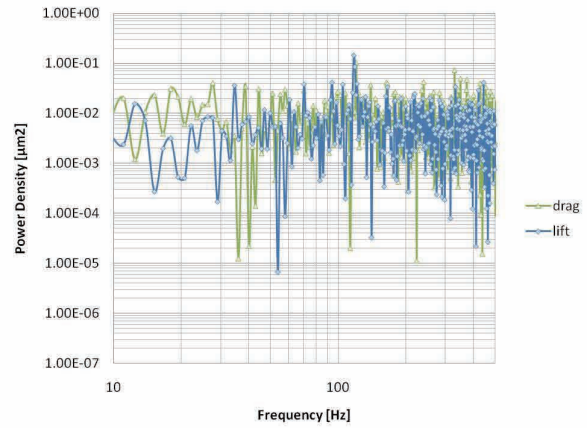
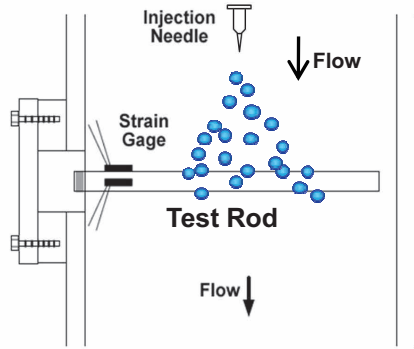
(1) 新型原子炉（軽水炉・高速炉）の開発 / Development of new-type nuclear reactors

工学研究科 功刀資彰、横峯健彦、河原全作

Graduate School of Engineering Tomoaki KUNUGI, Takehiko Yokomine, Zensaku KAWARA

本グループでは、先進原子力エネルギー源として期待されている、現行の原子炉よりさらに安全・安心な新型の軽水炉および高速炉の開発のための基礎研究を行っています。新型原子炉の高度な安全性とエネルギー変換の高効率化の実現のためには、原子炉内での冷却材流動の精緻な把握が必要となりますが、その多くは複雑な空間形状下での気液二相流です。そのため、複雑な体系を有する新型原子炉の開発に対応できる混相流計測及び解析技術の高度化が急務であり、実験及び数値解析の両面から研究を進めています。実験研究では、高時空間分解可視化解析システムなどの混相流計測技術および実験データ解析技術の高度化を進めるとともに、様々な気液二相流動様式における数値解析手法の検証実験データベースの構築を目指しています。図は、液滴衝突による構造物振動実験に関するその一例です。数値解析研究では、(A) 複雑な体系における混相流による流体励起振動を予測するための混相流-構造物連成解析手法の構築、(B) より自由度の高い計算メッシュ形状が取り扱い可能な非構造格子系における界面輸送法の開発、(C) GPUを用いての計算の高速化・並列化による大規模で高効率な混相流直接数値解析手法の開発などを進展させています。

Research of this group is for development of new-type nuclear reactors as promising advanced nuclear energy source with higher safety and efficiency compared with present system. In order to realize high safety and efficiency for new-type nuclear reactors, precise knowledge is essential on the coolant flow, which is gas-liquid two-phase flow in complex system. Measurement and analytical technology for multi-phase flow are needed as the fundamental technology. On experimental research, we are developing precise visualization system with high-accuracy and high-speed in order to clarify the temporal-spatial behavior of gas-liquid interface at various two-phase flow regime. The various experiments are conducted for the development of experimental database for validation of numerical simulation. Figure shows experiment on the rod vibration by two-phase droplet flow. On analytical research, the followings on numerical technology are focused; (A) analytical method coupling of multiphase flow and structure for prediction of flow-induced vibration in complex system, (B) numerical method which is available for more flexible grid system for gas-liquid multiphase flow by MARS method, by using collocated grid system, interfacial transport method for unstructured grid system, and (C) speeding-up and parallelization by using GPU for development of large-scale and highly-efficient direct numerical method.



液滴衝突による棒の振動実験(左:テスト部の構造、右:パワースペクトル密度)
 Test section(left) and typical power spectral density(right) of rod vibrations induced by two-phase droplet flows.

(2) 加速器駆動未臨界炉の炉物理研究 /

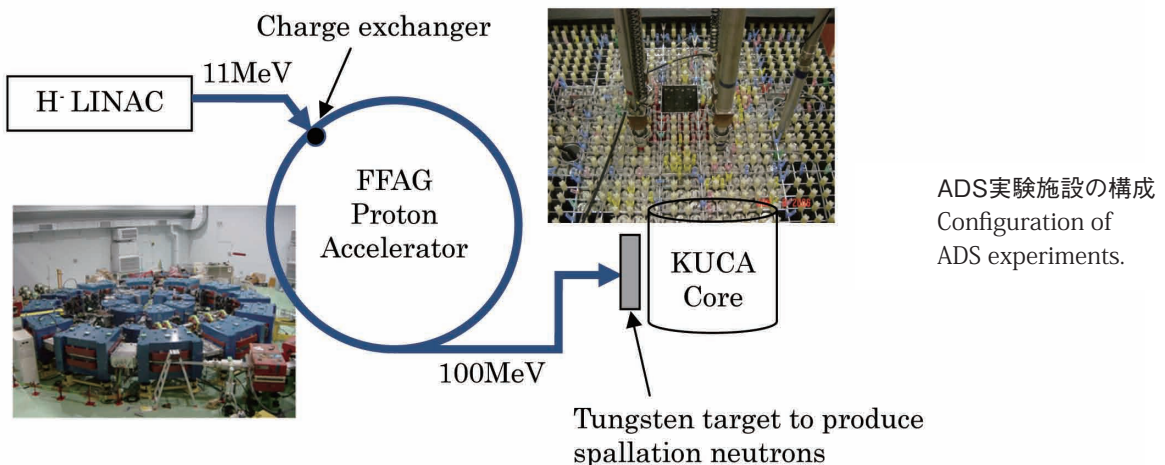
Research on reactor physics of accelerator driven subcritical reactors

原子炉実験所 三澤 毅、宇根崎博信、中島 健

Research Reactor Institute Tsuyoshi MISAWA, Hironobu UNESAKI, Ken NAKAJIMA

京都大学臨界集合体実験装置 (KUCA) では、FFAG 加速器からの陽子ビームを用いた核破砕中性子源による世界初の加速器駆動未臨界炉 (ADS) 実験を 2009 年に開始しました。ADS は、安全性の高い革新的エネルギー源として期待されており、本グループでは、その成立性評価と技術基盤の確立を目的とした一連の研究を実施しています。これまでに、高エネルギー中性子スペクトルの測定、各種反応率分布の測定、ビームトリップ・ビーム投入時および急激な負の反応度投入時の炉心応答測定、未臨界度測定などの ADS 炉心の基本的な特性測定を行ってきました。

We have started the world's first experiments on Accelerator Driven Subcritical systems(ADS) with a subcritical core of Kyoto University Critical Assembly(KUCA) that is driven by a spallation neutron source using a high-energy proton beam of FFAG accelerator in 2009. ADS is expected to be a safety and innovative energy resource for the future, a series of experiments have been conducted order to evaluate the feasibility and establish the technology bases on ADS. Up to now, the fundamental ADS core characteristics measurements have been performed, such as high-energy neutron spectrum, reaction rate distribution, reactor response at beam trip / beam injection and sudden insertion of negative reactivity, subcriticality, and so on.



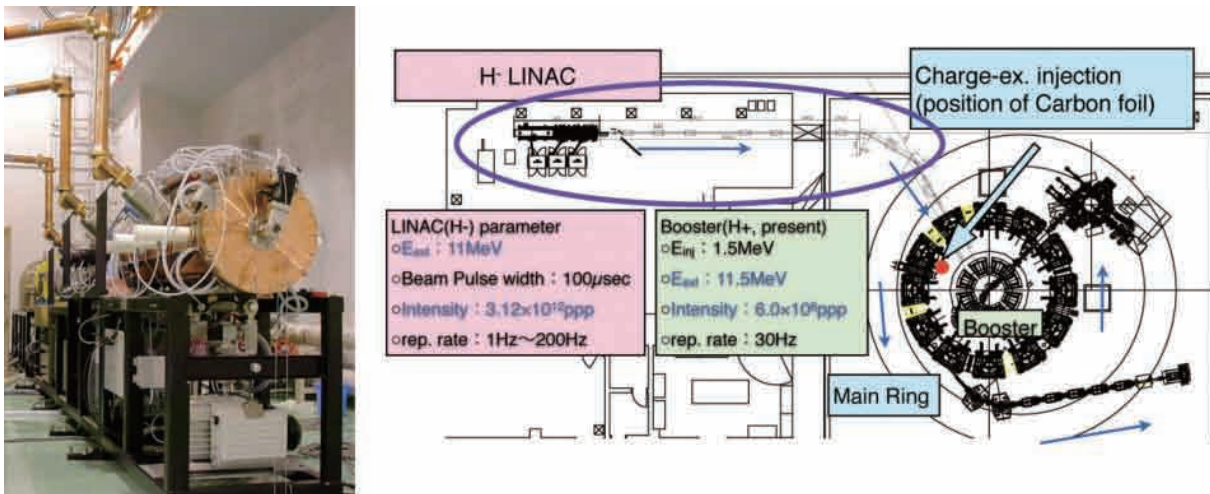
(3) 陽子加速器 FFAG の開発 / Development of proton FFAG accelerator

原子炉実験所 森 義治、石 禎浩

Research Reactor Institute Yoshiharu MORI, Yoshihiro ISHI

我々のグループでは、将来の革新的原子炉システムである「加速器駆動未臨界炉：Accelerator Driven Sub-critical Reactor (ADSR)」のための加速器として期待される FFAG(Fixed Field Alternating Gradient) 陽子加速器の開発研究を進めています。未臨界体系に導入する核破碎中性子を効率良く発生させるためには高エネルギー・ハイパワーの陽子加速器が必要です。FFAG 陽子加速器のビームパワー増強のために、負水素イオンビームを用いた荷電交換入射方式の開発を現在進めており、従来の陽子ビームを用いたものに比べて 10 倍以上のビームパワー増強を目指した研究開発に取り組んでいます。

This group aims to develop a fixed-field alternating gradient(FFAG) accelerator which is expected as a good candidate of proton accelerators for future accelerator-driven subcritical reactor(ADSR) system. In order to generate intense spallation neutrons efficiently, high energy and high beam power proton accelerator is essential. A new scheme for beam injection with charge exchanged multi-turn injection with negative hydrogen ions which could allow to increase a beam intensity of more than an order of magnitude has been under development.



負水素イオンビームを用いた荷電交換入射方式の概要及び入射ライナックの外観(写真)

Schematic layout of charge-exchanged multi-turn injection with negative hydrogen ions and a photo of injector linac.

(4) 加速器駆動未臨界炉の材料開発 / Materials development for accelerator driven subcritical reactor

原子炉実験所 義家敏正、徐虬、佐藤紘一

Research Reactor Institute Toshimasa YOSHIIE, Qiu XU, Koichi SATO

加速器駆動未臨界炉を設計するためには高エネルギープロトンによる材料の照射損傷の研究が必要です。このために、原子炉実験所の FFAG 加速器に図に示すように多目的材料照射チェンバーを設置し、チェンバー内で照射中あるいは照射直後に各種の材料特性試験を行いました。試験では、室温で 100MeV の陽子を 4.3×10^{15} p/cm² 照射しました。照射後特性試験として陽電子消滅寿命を測定しました。試料は 4 種類のオーステナイト系ステンレス鋼と Ni を含む 5 種類のモデル合金及び Au です。Au、Ni では照射損傷（原子空孔やその集合体）が検出されましたが、耐照射性が高い実用合金やそのモデル合金では損傷構造はこの照射量では検出できませんでした。平成 23 年度はプロトンビーム強度を高める予定です。



FFAG 加速器に設置した多目的材料照射チェンバー
Multi-purpose materials irradiation chamber for FFAG synchrotron.

It is important to investigate materials behavior by high energy protons for the design of accelerator driven subcritical reactor. For the study of materials irradiation, new multipurpose materials irradiation chamber as shown in the figure was installed in FFAG synchrotron of Research Reactor Institute. Using this chamber, the irradiation test of Au, Ni and four austenitic stainless steels and four their model alloys were irradiated with 100 MeV protons to 4.3×10^{15} p/cm². In Au and Ni, the existence of vacancies and their clusters were detected by positron annihilation lifetime measurement. Other four commercial austenitic stainless steels and their model alloys, no defects were detected because of high irradiation resistance. In 2011, the proton beam intensity will be increased.

核融合研究グループ /

Research on Nuclear Fusion Reactors

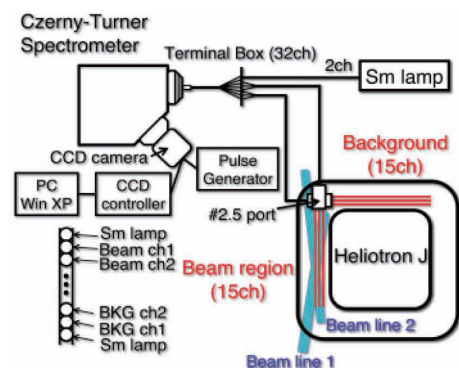
(1) ヘリオトロン J によるプラズマ閉じ込め研究 / Research on plasma confinement with Heliotron J

エネルギー理工学研究所 水内 亨

Institute of Advanced Energy Tohru MIZUUCHI

本サブグループでは、(1) 核融合の基盤技術としての非軸対称系核融合プラズマ計測の高度化の研究と、(2) 非軸対称系核融合プラズマに対する統合シミュレーションコード開発を進めています。(1)においては、非軸対称系プラズマ実験装置であるヘリオトロン J 装置を対象に、その磁場構造の特徴を活かした、電子密度分布計測用マイクロ波反射計や、イオン温度ならびにプラズマ回転の詳細な分布計測を可能とする荷電交換再結合分光計測装置 (図) を開発してきました。前者は密度変調実験に適用され、粒子輸送解析が進行中です。後者では、プラズマ加熱用中性粒子ビームを計測ビームとして併用し、高い空間分解能での分布計測を可能としました。これにより、エネルギー輸送ならびに運動量輸送解析に必要なデータの取得が期待されます。さらに、最近進歩の著しい高速度撮影可能なビデオカメラによるプラズマ周辺乱流ダイナミクスの可視化研究の高度化に着手しました。一方、(2)においては、高精度三次元 MHD 平衡コードとプラズマ電流分布時間発展シミュレーションコードの整備・開発が進み、三次元 MHD 平衡と電流時間発展を、自己無撞着に解くことが可能となり、実験状況をより忠実に再現するシミュレーションが可能となってきています。

The objectives of this sub-group are (A) development of advanced diagnostic systems for fusion plasma in non-axisymmetric fusion devices and (B) development of modules for an integrated code which is capable of performing hierarchical simulation for plasmas in a non-axisymmetric fusion reactor. In the category (A), we have developed a microwave reflectometer system for detailed electron density profile measurement and a charge exchange recombination spectroscopy (CXRS) system for the measurement of the high time/spatial resolved ion temperature and plasma rotation velocity profiles (Fig.). Taking account of the three-dimensional feature of the helical-axis heliotron configuration, new ideas, which were proposed to improve the performance as diagnostic systems, have been examined for each system through plasma experiments in Heliotron J. In addition to these systems, we started a study for the application of high-speed video cameras to the visualization of the dynamics of edge plasma turbulence. In category (B), development of two kinds of advanced codes is in progress; an advanced three-dimensional MHD equilibrium cord with highly precise and a simulation cord for time evolution of plasma current density distribution. By using these codes, demonstrated are strong effects of electron temperature on time evolution of net plasma current and resistive diffusion time. Moreover, it is shown that the special distribution of flux conservation torus current depends on the time evolution of temperature and the magnetic field.



ヘリオトロン J 装置における CXRS システム
CXRS system in Heliotron J.

(2) トカマク統合シミュレーションコードの開発 /

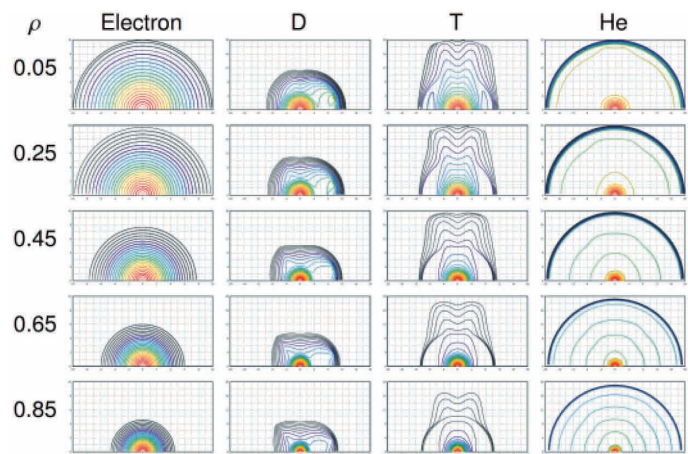
Development of integrated simulation code for tokamak plasmas

工学研究科 福山 淳

Graduate School of Engineering Atsushi FUKUYAMA

トカマク型核融合プラズマ閉じ込め装置における炉心プラズマの時間発展を予測し、制御手法を開発するために、統合シミュレーションコード TASK の開発を進めています。従来の流体プラズマモデルに基づくトカマクプラズマの平衡、輸送、波動伝播、速度分布、安定性の解析に加えて、加熱に伴う速度分布関数の変形や高速イオンによる不安定性の励起をより正確に取り入れるため、速度分布関数の時間発展に基づく運動論的統合コードに発展させました。現在建設が進められている国際熱核融合実験炉 ITER における炉心プラズマを模擬したときの、電子、重水素イオン (D)、三重水素イオン (T)、 α 粒子 (He) それぞれの速度分布関数の径方向依存性 (規格化小半径: ρ) を図に示します。電子は主に α 粒子との衝突によって、重水素イオンは中性粒子ビーム入射加熱によって、三重水素イオンはイオンサイクロトロン波加熱によって、そして α 粒子は核融合反応による生成によって加熱されています。径方向の輸送を取り入れることにより、より現実的な加熱の評価が可能になりました。

In order to predict the time evolution of core plasmas in tokamak fusion reactors and develop the control scheme for them, we have been developing the integrated simulation code TASK. In addition to the analysis of equilibrium, transport, wave propagation, velocity distribution, and stability of tokamak plasmas based on fluid plasma models, we have newly implemented a kinetic integrated code based on the time evolution of velocity distribution functions in order to quantitatively describe the modification of velocity distribution functions and excitation of instabilities due to energetic ions. The figure illustrates the radial dependence (ρ : normalized minor radius) of the velocity distribution functions of electron, deuteron (D), triton (T) and alpha particles (He) simulating an ITER core plasma. Electrons are mainly heated by collision with alpha particles, deuteron by neutral beam injection, triton by ion cyclotron waves, and alpha particles by fusion reaction. By including the radial transport, more realistic evaluation of heating processes becomes available.



ITER炉心プラズマ中の荷電粒子の速度分布関数シミュレーション結果

Simulation of velocity distribution functions for charged particles in the core plasma of ITER.

(3) 先進トカマク炉の開発 / Development of advance tokamak reactor

エネルギー科学研究科 前川 孝

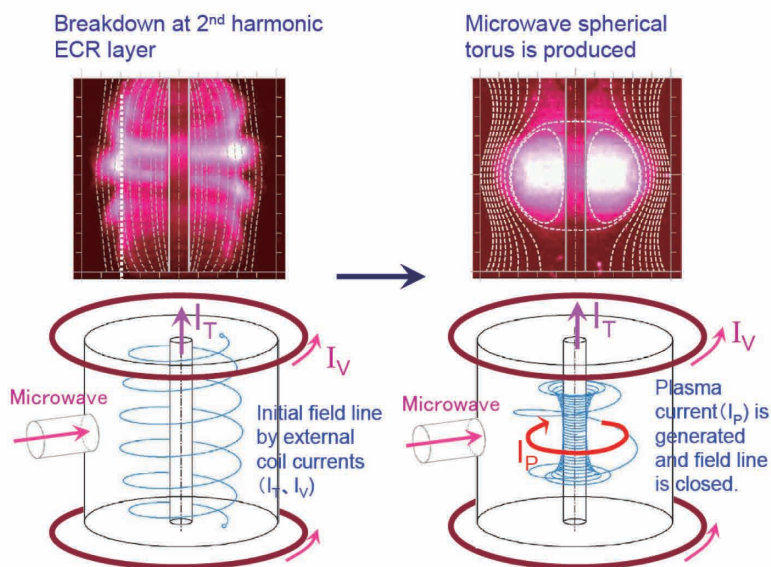
Graduate School of Energy Science Takashi MAEKAWA

熱核融合による実用炉を目指すときトーラスの低アスペクト比化は有力な選択であり、NSTX (米国) や MAST (英国) 等の中型球状トカマク装置において高性能プラズマの実現を目指した実験が進展しています。さらに、低アスペクト比を実現するため中心ソレノイド (CS) を完全に省く、あるいは、制御用に細い CS を残した炉が提案されています。ここでは、CS に頼らない着火・立ち上げが必須となります。炉工学的にはマイクロ波を用いた電子サイクロトロン (EC) 加熱による立ち上げが有利であり、原理実証と炉に向けた研究開発が求められています。

低アスペクト比トーラス実験 (LATE) 装置において EC 法を実証しました。図に示す様に、マイクロ波を入射すると外部磁場のもとで EC 共鳴により放電が開始し、続いて自発的にプラズマ電流が発生し、増大して、プラズマ電流による磁場により磁力線が閉じてプラズマ閉じ込めが実現できました。現在、より大きな装置での実験に資するため、物理機構の解明に取り組んでいます。

Low aspect ratio torus is an attractive option for thermonuclear fusion reactor. The NSTX and MAST devices, where ‘ST’ stands for spherical torus and/or spherical tokamak, explore various experiments toward high performance plasmas for future fusion reactors. Furthermore, two reactor design studies which take advantage of low aspect ratio have been proposed. They have no center solenoid (CS) or have only slim CS to ensure low aspect ratio and, therefore, require some methods instead of induction by CS for start-up the plasma current. Usage of electron cyclotron (EC) heating by injection of microwave power is technologically advantageous in fusion reactors.

A proof of principle experiment has successfully done in the Low Aspect ratio Torus Experiment (LATE). Below figure shows that microwave power at the EC range of frequency initiates a discharge at 2nd harmonic EC resonance layer. Then plasma current is spontaneously generated and the current increases as the electron pressure increases by EC heating. Finally, magnetic field from the plasma current closes the field line, which confines the plasma. We now concentrate on understanding of the process to promote experiments in larger devices.



低アスペクト比トーラス実験(LATE)装置における電子サイクロトロン(EC)加熱による球状トーラス形成の実証

Non-inductive formation of spherical torus by electron cyclotron (EC) heating in the Low Aspect ratio Torus Experiment (LATE) device.

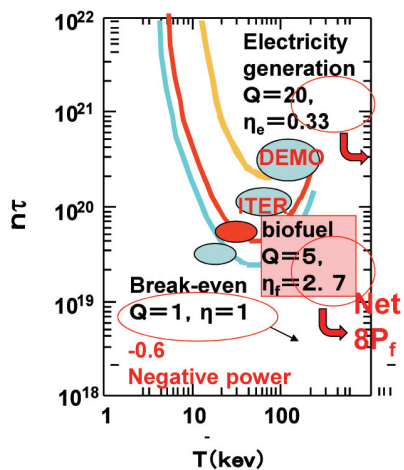
(4) 核融合炉システムの設計 / Fusion reactor system design

エネルギー理工学研究所 小西哲之

Institute of Advanced Energy Satoshi KONISHI

核融合炉研究では、エネルギーを具体的に取り出すプラントの全体像を示すことが重要です。我々は、廃棄物バイオマス核融合の発生熱で分解して燃料化することで、発電よりはるかに大きな二酸化炭素放出削減力を持つ、化石燃料の代替を提案しました。さらに、このプロセスは核融合炉に適用して核融合バイオマスハイブリッド概念とすることで、図に示すように、実現が遠い将来とみられていた核融合を、現在のプラズマ技術に近いレベルで近未来に実現できることを示しました。このための特有のプラズマパラメータ領域を持つトカマク GNOME の設計、液体 LiPb-SiC 高温ブランケットの設計と要素技術開発、バイオマス燃料化プロセスの実証、トリチウム回収制御系の研究、及び安全性の解析を行っています。一方、シナリオグループの研究に、バイオ燃料を使用したゼロエミッションエネルギーシステムによる炭素リサイクル概念を提案しています。

In the research of fusion, plant design that shows the concrete and practical concept of the fusion plant and its energy system is important. We propose the concept of the conversion of waste biomass to the fuel substituting fossil that has far larger



核融合バイオマスプラントの概念
Schematic illustrations of target of Plasma power balance Q value for biomass-fusion hybrid GNOME.

possibility to reduce carbon dioxide emission than electricity generation. As shown in the figure, application of this process for fusion-biomass hybrid has a capability to make the technical target of fusion plasma close to the current level of technology and expected to be realized in the near future.

We are designing the small tokamak GNOME that has specific plasma parameters for this purpose, and design and develop high temperature liquid LiPb-SiC blanket. We also demonstrate the biomass conversion process, and study the tritium recovery for the liquid metal blanket and the safety analysis to assess the environmental impact for long period. The result will be reflected in the scenario study to show the zero emission energy system with carbon recycle with biomass - based fuel materials.

先進原子力材料開発グループ / Development of Advanced Nuclear Materials

(1) セラミックスの照射時熱拡散率評価に関する研究 /

Research on thermal diffusivity estimation of irradiated ceramics

工学研究科 秋吉優史

Graduate School of Engineering Masafumi AKIYOSHI

核融合炉や高温ガス炉などの将来的な原子力システム開発を行う上で、高温での照射環境下で用いることの出来る材料開発が不可欠です。いくつかのセラミックスを使用することが検討されていますが、照射により熱拡散率が著しく低下することが知られています。しかしながら照射時の熱拡散率の評価はこれまでほとんど行われておらず、材料開発指針が得られていません。このため、陽電子寿命測定法を用いて照射時の熱拡散率を評価する手法を開発しています。

イオンビーム照射時の陽電子寿命測定により照射時欠陥挙動を土田らが評価する一方、本研究では、30MeVの電子線加速器による照射を0.01dpa程度まで行いました。照射後の熱拡散率と陽電子寿命の相関を評価すると共に、照射後試料の等時アニール操作を行い、回復挙動を熱拡散率及び陽電子寿命双方で測定することでその相関を系統的に取得しました(図1及び2参照)。

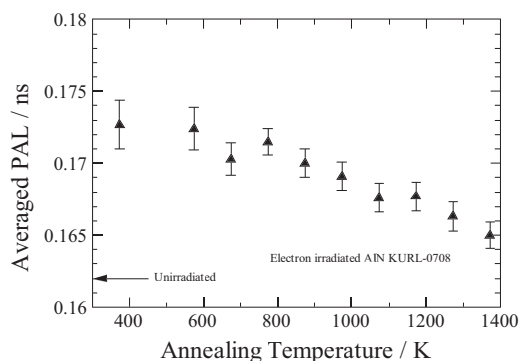


図1 310Kで0.01dpaまで電子線照射を行ったAlN試料陽電子寿命の等時アニール挙動

Fig.1 Isochronal annealing behavior of PAL in electron irradiated AlN up to 0.01 dpa at 310K.

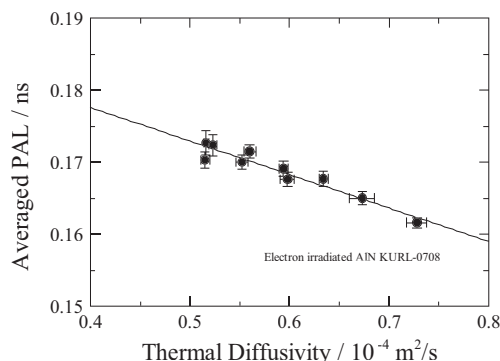


図2 310Kで0.01dpaまで電子線照射を行ったAlN試料中の熱拡散率と陽電子寿命の相関

Fig.2 Correlation between thermal diffusivity and PAL in electron irradiated AlN up to 0.01 dpa at 310K.

Material that survives under severe irradiation environment is necessary to develop the future fusion reactor and other nuclear applications, such as high-temperature gas cooling fission reactor. Several ceramics are one of the candidate materials, but it has been reported that the thermal diffusivity of neutron-irradiated ceramics showed significant degradation. On the other hand, a change in thermal diffusivity during an irradiation is not estimated, and that inhibit to obtain the guide to develop materials. So positron annihilation lifetime (PAL) method is used to estimate the thermal diffusivity during the irradiation.

The in-situ PAL measurement during ion-beam irradiation is performed by Tsuchida et al. to estimate a behavior of defect during irradiation. And in this work, 30MeV electron accelerator is used to induce defects to ceramic materials up to 0.01dpa, and then the thermal diffusivity and PAL of post-irradiation specimens is measured. In addition, isochronal annealing to the irradiated specimens is performed and measure thermal diffusivity and PAL to obtain the correlation systematically (Figs. 1 and 2).

(2) 照射時における材料中の欠陥に関する研究 /

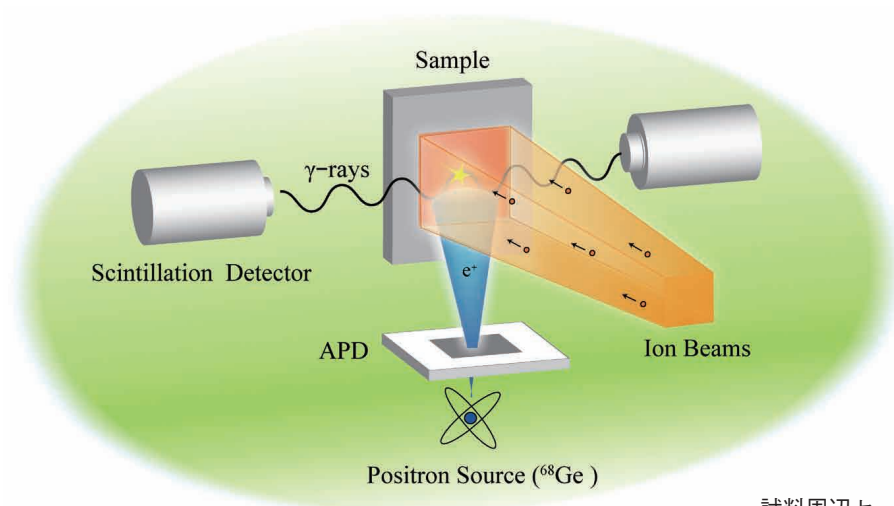
Research on radiation defects in materials during irradiation

工学研究科 土田秀次

Graduate School of Engineering Hidetsugu TSUCHIDA

近年、陽電子消滅法は材料中の欠陥解析のためのツールとして急速な進歩を遂げており、放射線環境下で用いる材料中の照射欠陥挙動を評価できると期待されています。従来の照射損傷に関する研究では、照射後試料の様々な物性評価により欠陥挙動解析を行ってきましたが、放射線照射下での欠陥挙動に関する研究はほとんど行われていません。このため、イオンビーム照射時の陽電子寿命その場観察システムの改良により、照射時欠陥挙動の解明を試みました。イオン照射は宇治地区放射実験室の Cockcroft-Walton 型タンデム加速器により 3MeV の H^+ イオンを用いて 10^{14} ions/cm² 程度まで、焼結ガラス (fused quartz) に対して行いました。その結果、照射中に陽電子の長寿命成分が減少するという結果が得られました。そのメカニズムについては現在検討中ですが、照射により欠陥部の荷電状態が変化し、ポジトロニウムの生成が抑制されるためと考えられます。

Nowadays, positron annihilation method is widely used to investigate the irradiation defects, and expected to clarify the behavior of irradiation defects under the irradiation environment. In previous works, the behavior of irradiation defects has been analyzed by measurements of post irradiation specimen, but behavior during the irradiation is little studied. So, we have been trying improvement of in-situ observation system of positron annihilation lifetime (PAL) during ion-beam irradiation to clarify the behavior of irradiation defects under the irradiation environment. In this year, positron annihilation lifetime of fused quartz during the irradiation using the measurement system improved in the last year. Ion beam irradiation was performed to fused quartz using Cockcroft-Walton tandem accelerator with condition of 3MeV H^+ to 10^{14} ions/cm². With this measurement, it was found that long-lifetime component of positron was reduced during the irradiation. The mechanism was now under study, though it was possible that the charge state of defects was changed by the irradiation and it restrain the formation of positronium.



試料周辺セットアップ概念図

Conceptual view of sample irradiation.

(3) 先進原子力システム用構造材料の接合技術開発 /

R&D of joining technology of structural materials for advanced nuclear systems

エネルギー理工学研究所 木村晃彦

Institute of Advanced Energy Akihiko KIMURA

ナノスケールの酸化物粒子を高密度に分散させることで高温における強度を飛躍的に向上させた ODS フェライト鋼は、超臨界圧水中での耐食性に優れ、かつ、中性子照射による材料劣化が生じ難いことから、先進原子力材料として期待されていますが、接合技術開発が遅れており、実用化を阻んでいます。本研究では、ODS 鋼（16Cr-4Al-2W-0.35Y₂O₃）の摩擦撹拌接合および固相拡散接合の技術開発を行い、その照射下健全性を評価することを第一の目的としています。

摩擦撹拌接合（図 1）は、回転速度 800rpm、走査速度 50mm/min で実施しました。摩擦撹拌処理は、結晶粒径の粗大化を招き、室温における強度が顕著に低下しましたが、ODS 鋼に期待されている高温強度については、わずかな低下にとどまり、実用化の可能性を確認することができました。

固相拡散接合は、1200℃、25MPa、1 時間の条件で実施し、接合部インサート材の有無の影響を調査しました。インサート材は融点が 1200℃以下のため、その部分だけが優先的に溶融することから液相拡散接合とも呼ばれます。その結果、図 2 に示す様に、固相接合材および液相接合材ともに、引張強度は未接合材と同等であることを確認しました。一方、伸びに関しては、液相接合材は未接合材の半分以下に減少しましたが、固相接合材では伸びの低下が全く認められず、ほぼ完全な接合強度および延性を得ることに成功しました。

Although nano-scaled oxide dispersion strengthened steels are much more excellent in high-temperature strength and corrosion resistance, and resistance to neutron irradiation degradation of mechanical properties than ferritic steels, the joining technology has never been developed for bulk samples. In this work, friction stirring welding (FSW) and solid state diffusion bonding (SSDB) method was applied to the ODSS (16Cr-4Al-2W-0.35Y₂O₃), and the joints were irradiated in HFIR to be evaluated their performance under irradiation.

FSW was performed for an ODS steel with high Cr concentration at a rotating speed of 800 rpm with a line-scanning speed of 50 mm/min. The FSW treatment resulted in a growth of the grains, and consequently, a remarkable reduction of the strength at RT. However, the reduction of strength at elevated temperatures was so small that the FSW is adequate for the application of ODSS to practical blanket fabrication.

SSDB was carried out at 1200℃ at 25MPa for 1 ht with and without insert material. Since the melting temperature of the insert material was lower than 1200℃, insert material is melted and the method is often called as liquid state diffusion bonding (LSDB). Tensile strength of both the SSDB and LSDB was not degraded by the bonding treatment. The elongation of LSDB was reduced to about a half of the material. However, the elongation of SSDB was not reduced at all, indicating the joining method is very suitable to ODS steels.

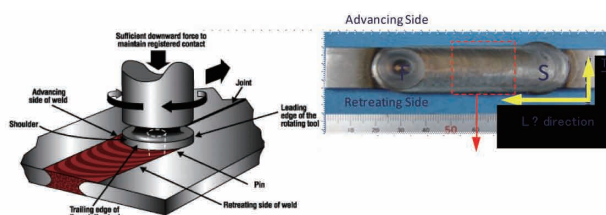


図1 摩擦撹拌接合法の概要及び処理後のODS鋼

Fig.1 Schematic diagram of FSW method and a FSW treated ODS steel.

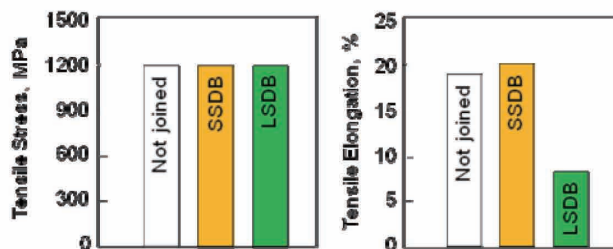


図2 接合処理の有無によるODS鋼の引張及び伸び特性

Fig.2 Tensile stress and elongation of the ODS steel with and without joining.



Dr. Shun Nakano

Doctor of Energy Science,
from
Biofunctional Science Research Section (Morii's Lab.),
Advanced Energy Utilization Division, Institute of Advanced Energy &
Department of Fundamental Energy Science, Graduate School of Energy Science

The energy and material conversion system of living organisms is one of the most supreme systems for realizing sustainable and highly efficient processes for conversion and/or storage of energy and chemical materials. This biochemical system is constructed by a cooperation of functional biopolymers. Because the superior functions of biopolymers, which are often difficult to imitate by artificially developed molecules, closely relate to their structure, clarification of the relationship between the function and the structure of biopolymer is very important to design or to tailor novel functional molecules or devices.

We have developed a new method for constructing receptors and sensors by using ribonucleopeptide (RNP), which consists of an RNA and a peptide subunits, as a structural scaffold (Figure 1). The RNP receptor that specifically binds to a target molecule is constructed by applying the *in vitro* selection method on the library of RNP species. The RNP receptor is conveniently converted to a fluorescent RNP sensor by modification of the peptide subunit with a fluorophore, and it exerts changes in the emission spectra upon binding the substrate. The function of each subunit, such as the molecular recognition or the fluorescence emission, is cooperatively linked together to realize a new sensing function on the basis of the structurally defined RNP complex. This method has a potential for construction of artificial enzymes by linking the binding specificity to the target molecules of RNP receptors and the catalytic function that is constructed in the peptide subunit. Thus, in order to rationally design novel functional RNPs, such as RNP enzymes, the structural information of RNP receptor is very important.

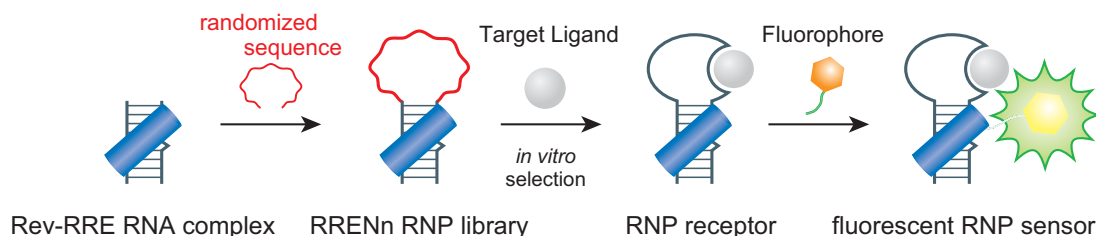


Figure 1. A scheme of the stepwise construction of RNP receptors and fluorescent RNP sensors.

We analyzed the structure of the ATP-binding RNP receptors by NMR measurements and secondary structural analyses for the first time and succeeded in clarifying the ATP binding mode of the RNP receptor (Figure 2). We found that a U:A:U triplet motif was used for the recognition of ATP by the receptor. It is a general binding mode to recognize the adenine base, but is the first example to be found in the previously reported artificial ATP receptors. In addition, the overall structure of the RNP receptors was reasonably estimated by integration of the results on the functional evaluation of nucleotide mutants. These results will give us an important insight for construction of a novel functional RNP.

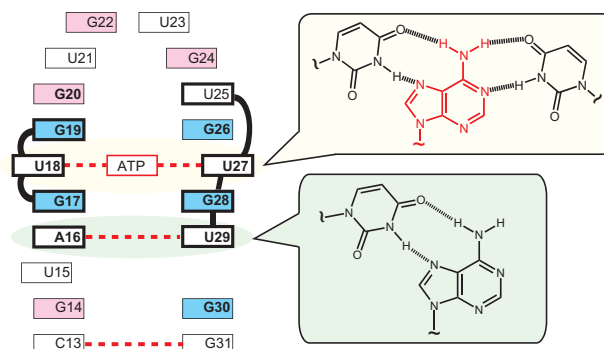


Figure 2. The interaction mode of the nucleotides of ATP-binding RNP receptor.

受賞報告 第 102 回アメリカ油脂化学会大会 The Processing Division Student Excellence Award / The Processing Division Student Excellence Award at the 102nd AOCs Annual Meeting & Expo

米国シンシナティで開催されました第 102 回アメリカ油脂化学会大会 (102nd American Oil Chemists' Society Annual Meeting & Expo - AOCs) の口頭発表セッションにおきまして、「Biodiesel and Value-Added Glycerol Carbonate from Supercritical Dimethyl Carbonate」というタイトルで研究成果を発表させていただき、「The Processing Division Student Excellence Award」を頂きました。思いもよらない受賞であり、大変名誉なことと感じると同時に恐縮しております。地球温暖化対策の一環として、また同時に有限な化石燃料の資源制約の観点から、バイオディーゼル燃料は世界各地で製造されています。現在、工業的なバイオディーゼル燃料 (BDF) 製造法であるアルカリ触媒法は、精製工程が複雑で収率も低いものです。それに対し、当研究室で開発された超臨界メタノール法は無触媒であるため、プロセスが単純で収率も高く精製も容易です。しかしながら、アルカリ触媒法と同様にグリセリンを副産します。そこでメタノールに代わって炭酸ジメチルを用いることによりグリセリンを産出しない新しい無触媒 BDF 製造プロセスを検討し、得られた成果を AOCs 学会で発表しました。また、国際誌 *Bioresource Technology*, *Fuel* と *Lipid Technology* にも投稿しております。この受賞の喜びを励みとして、今後も研究に邁進してゆきたい所存でございます。そしてこの成果は、坂先生のご指導、ご鞭撻のたまものであり、とても感謝しています。また、お力を貸していただいた G-COE プログラム、坂研究室の先生、先輩、後輩の皆さん、AUN-SEED Net JICA スカラシップ奨学金、家族と友人からの支援にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(Zul Ilham Bin Zulkiflee Lubes: 博士後期課程 2 回生、エネルギー科学研究科)

In the 102nd American Oil Chemists' Society (AOCs) Annual Meeting and Expo, held in Cincinnati, Ohio, I delivered an oral presentation entitled "Biodiesel and Value-Added Glycerol Carbonate from Supercritical Dimethyl Carbonate" and have been awarded with "The Processing Division Student Excellence Award". It is an honor for me to receive this award and I deeply appreciated it. Due to the depletion of fossil-fuel and increasing concern towards global warming, biodiesel had gained worldwide focus to be utilized as fossil-fuel substitute. However, the current commercially applicable alkali-catalyst method for biodiesel production requires complicated purification and not suitable for all feedstocks, leading to low yield. In contrast, supercritical methanol method, previously developed in our laboratory is a simple, non-catalytic process, with high yield of high-quality biodiesel. This process, however, still produces glycerol as a by-product. Therefore, we examined a new non-catalytic biodiesel production process which does not produce glycerol by utilizing dimethyl carbonate in place of methanol and announced the provided result in AOCs Annual Meeting and Expo as well as contributed the achievements to international journals (*Bioresource Technology*, *Fuel*, *Lipid Technology*). I personally see the conferment of this award as an encouragement for me to work harder in this interesting area of biodiesel production. Hereby, I would also like to convey my highest gratitude to Prof. Shiro Saka for his excellent guidance. In addition, I am very grateful to the G-COE Program, Associate Professor, Assistant Professor as well as senior and junior members of Saka's Laboratory, AUN-SEED Net JICA scholarship, my family and friends for all their support and love.

(Zul Ilham Bin Zulkiflee Lubes: Ph.D. Candidate, Graduate School of Energy Science)



緊急公開シンポジウム 将来のエネルギーについて考えよう～安全・安心な社会をめざして～ /

Exigent Symposium on The Implications of The Great East Japan Earthquake and Tsunami

The Future of Energy in Japan -Towards a Safe and Secure Society-

東日本大震災によって新たに生じたエネルギー問題に対応するため、2100年までに温室効果ガスを全く排出しないエネルギーシナリオを検討してきた京都大学 G-COE プログラム「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点」は、平成 23 年 5 月 9 日に京都大学百周年記念時計台ホールにて、災害に強く安全安心なエネルギーシステムおよび 2030 年までに考えられるエネルギーシナリオについての緊急公開シンポジウムを開催しました。一般市民の方を含めて学内外より 200 名超の参加者が集まり、報道機関 5 社が取材に訪れる大変注目度の高いシンポジウムでした。

本シンポジウムは大垣英明エネルギー理工学研究所教授が司会を務め、八尾健エネルギー科学研究科教授 (G-COE 拠点リーダー) による開会挨拶の後、宇根崎博信エネルギー科学研究科教授より「原子力エネルギー政策へのインパクト」、釜江克宏エネルギー科学研究科教授より「地震に備えたエネルギーシステム」、小西哲之エネルギー理工学研究所教授より「電力不足や災害に強いエネルギーシナリオ」、および石原慶一エネルギー科学研究科教授より「2030 年までの電力需給シナリオ」について講演が行われました。講演後は参加者との意見交換を実施し、2020 年から 2030 年における安定な電力需給を達成するため、大規模新エネルギーの導入が考えられるが、それには電力貯蔵施設が必要であり、また地球温暖化問題に対処するには原子力発電の使用が必要である。最大限の新エネルギーの導入、エネルギー効率の向上などによる省エネルギーの推進を計りつつ、古い原子力発電所の廃止およびより安全性の高い発電所への転換を進め、安定で温室効果ガスの放出の少ないエネルギー需給について考慮する必要がある、等の問題提起を行い、市民とともに今後のより広範かつ詳細な検討の起点とすべく、活発な意見交換を行いました。本シンポジウムで発表時に用いられました講演資料と講演の要旨は当 G-COE プログラムのホームページ (<http://www.energy.kyoto-u.ac.jp/gcoe/>) にて公開しております。



To respond to the current issues of energy supply shortage and contribute to the rethinking of energy policy that has been prompted by the great east Japan earthquake and tsunami, Kyoto University's G-COE program "Energy Science in the Age of Global Warming" is holding this symposium to propose a safe and secure energy system to meet possible energy scenarios in the short term and out to 2030. More than 200 audiences and 5 presses were gathered.

The symposium was chaired by Prof. Hideaki Ohgaki. Prof. Takeshi Yao, Leader of the G-COE Program made opening address. Followed by this, the following 4 professors made presentation by Prof. Hironobu Unezaki, Prof. Katsuhiro Kamae, Prof. Satoshi Konishi, and Prof. Keiichi Ishihara. After presentation, these speakers and audience exchanged their information and idea. Although the introduction of "Mega-size New Energy System" can be considered, it requires a huge power storage system, and also needs the nuclear energy system for mitigating the global warming, in order to supply the stable power between 2020 and 2030. We pointed out these issues that we should consider the stable energy supply and demand with less GHG emission while introducing New Energy system as much as possible, and improving energy efficiency and energy saving system, and then, stopping some old nuclear plant and shifting safer nuclear power plant. This symposium was the starting point for considering widely and precisely with citizen about future energy scenario after the great east Japanese earthquake and tsunami. The presentation materials are available in G-COE website.

第9回エコ・エネルギー材料科学と工学シンポジウム /

9th Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium

本 G-COE プログラムは、本学エネルギー理工学研究所、タイ王国ラジャマンガラ工科大学タンニャブリとの共催で、第9回 Eco-Energy & Materials Science and Engineering Symposium を平成 23 年 5 月 25 - 27 日にタイ王国チェンライ県にて開催し、国内外から 150 名を超す参加者がありました。オープニングセレモニーでは Sommai Pivsa-Art ラジャマンガラ工科大学工学部長が司会を務め、主催者を代表して、吉川潔理事・副学長、八尾健拠点リーダー、吉川暹名誉教授より開会の挨拶が行われました。その後、3 件の基調講演が行われ、本学より小西哲之教授が「Analysis and Mitigation of the Risks of Energy Systems - considering Fukushima case -」について講演が行われました。

その後、パラレルセッションが行われ、各会場では活発な意見交換が行われました。会議閉会式では、Sommai Pivsa-Art ラジャマンガラ工科大学工学部長より会議サマリーが行われ、厳正な審査の下、オーラル発表、ポスター発表とも優秀発表賞がそれぞれ3名に贈られました。

From the 25th to 27th May 2011, 9th Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium was organized by the Global COE Program, Institute of Advanced Energy, Kyoto University, and Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) in Chiang-Rai, Thailand. The meeting was brought together over 150 participants from 6 countries who were committed to this objective. The opening ceremony was chaired by Prof. Sommai-Pivsa-Art, Dean of Faculty of Engineering, at RMUTT. Prof. Kiyoshi Yoshikawa, Executive Vice-President, Emeritus Prof. Susumu Yoshikawa, and Prof. Takeshi Yao made the opening address. There were 3 plenary lecturers, one of which was delivered by Prof. Satoshi Konishi from the G-COE.

Followed by this, the participants shared their recent progress and advanced research during the technical parallel sessions. At the closing ceremony, Prof. Sommai made a summary speech, and each 3 presentation for oral and poster were selected as best presentation award.



ODA-UNESCO アジア地域の持続可能な発展のためのエネルギー科学教育の推進ワークショップ (ベトナム) / ODA-UNESCO Workshop in Vietnam

ユネスコの COMPETENCE プログラム「アジア地域の持続可能な発展のためのエネルギー」の教育カリキュラムおよび教材を、アジア地域へより浸透させることを目的として、平成 23 年度の政府開発援助ユネスコ活動費補助を受け、5月30 - 31日に事業開始ワークショップをベトナム社会主義共和国ハノイで開催しました。本事業は、ユネスコジャカルタオフィスと SEE Forum が核となり推進している事業です。

ワークショップには、日越及びアジア地域から本事業に参画する研究協力者 30 名が集い、持続可能な発展のためのエネルギーに関する、学際的・多国間的な取り組みを網羅するベトナムの高等教育カリキュラムを構築するために議論が行われました。開会式には、越国国会議員の Nghiem Vu Khai 氏、北村俊博在越日本国大使館参事官よりご挨拶を頂きました。ワークショップ参加者は、本事業の枠組み、目的、アクションプランについて確認し、ユネスコ COMPETENCE プログラムの E-learning コースの枠組みを基に、7つの作業部会を構築し、カリキュラムおよび教材開発を開始しております。



The Workshop of ODA/UNESCO Project for Collaboration on Education and S&T in Asia Pacific Region will be organized during 30 - 31 May 2011, in Hanoi, Vietnam, to discuss about localization and adaptation of the course materials and curriculum of the Energy for Sustainable Development in Asia course launched by UNESCO COMPETENCE Program. This is the extension project of UNESCO COMPETENCE of "Energy for Sustainable Development in Asia", led by UNESCO Jakarta. SEE Forum is core partner for this project.

30 committed scientists and lecturers from not only Japan and Vietnam, but also several Asian countries joined and discussed to create a multi- and inter-disciplinary higher education course in Vietnam that covers a broad range of energy for sustainable development issues. At the opening ceremony, Mr. Nghiem Vu Khai, (Deputy Chairman of the Committee for Science, Technology and Environment of the National Assembly of Vietnam and President of Vietnam-Japan Friendship Association), and Mr. Toshihiro Kitamura (Counselor, Embassy of Japan in Hanoi) gave us the opening address. The participants consented the framework for the project, objective, goal, target audience, and methodology for delivering system, for further action. Also, based on the framework of UNESCO COMPETENCE E-learning program, 7 working groups for 7 themes of "Energy for Sustainable Development in Asia" have been also formed and already started to work together.

第8回 SEE Forum & Clean Energy and Technology 2011 /

8th SEE Forum & Clean Energy and Technology (CET) Conference 2011

アジア地域共通課題である地球温暖化問題およびエネルギー安全保障問題解決のため低炭素エネルギー社会構築を目指し、「新エネルギーイニシアティブ」の実現に向けてアジア 12 カ国（日本、ASEAN8 カ国、インド、USA、オーストラリア）から 120 名の参加者が集い、平成 23 年 6 月 27 日（月）－ 29 日（水）の 3 日間にわたり京都大学、マラヤ大学の共催で、The Legend ホテルにて第 8 回持続可能なエネルギーと環境フォーラムと連動して、Clean Energy and Technology (CET) Conference 2011 を開催しました。本会議開催にあたっては、JICA/AUN-SEED-net 事務局および JSPS バンコクの協力を得ました。各国代表による SEE Forum 活動状況およびエネルギー・環境の研究開発また政策に関する現状報告や、SEE Forum 間での共同研究の実施状況および競争的資金獲得に向けた情報交換の場を企画し、共同研究提案の調整が行われました。合計 6 つのテクニカルセッションが企画され口頭セッションにて活発なディスカッションが行われました。29 日には、マラッカ州知事とも面談し、再生可能エネルギーを中心とする「マラッカ：グリーンシティ」に向けて協力も要請されました。

The 8th SEE Forum along with Clean Technology and Energy Conference during 27th - 29th June 2011, in Kuala Lumpur, Malaysia, were successfully co-organized by SEE Forum, High Institution Center of Excellence (HiCOE)-Center of Research for Power Electronics, Drives, Automation and Control, University of Malaya, and Kyoto University Global COE Program on “Energy Science in the Age of Global Warming”. The forum also cooperated with JSPS Bangkok Office and JICA/AUNS SEED-net Program. The meeting was convened to further discuss research and education cooperation on new energy initiatives among Asian Countries and brought together over 120 participants from 12 countries who were committed to this objective. The meeting focused on human capacity building and research collaboration among Asian countries toward a low carbon economy and a sustainable society. In the meeting, the current statuses of national SEE Forum activities in member countries were reported. 5 bilateral-based research collaborations among SEE Forum members towards a low carbon energy society were discussed. We had also chance to discuss with Chief-Minister of Maraca for their initiative of “Maraca Green City” based on renewable energy technology.



写真 / Photo: Chief Minister of Maraca

今後のイベントのご案内 / Announcement

第2回先進エネルギー科学国際会議 /

2nd International Symposium on Advanced Energy Science: Zero-emission energy -present and future-

第2回先進エネルギー科学国際会議が9月27、28日、宇治キャンパスきはだホールにて開催されます。本会議は昨年に引き続き、国内外の先進エネルギーの専門家を招いて、将来のゼロエミッションエネルギーシステムに関する先進的な研究に関する講演会、並びにセミナーを行うものです。

2nd International Symposium on Advanced Energy Science, “Zero-emission energy -present and future-”, will be held at Kihada Hall in Uji-campus, Kyoto University on 27th and 28th September 2011. This international symposium is organized by Institute of Advanced Energy to have presentations of advanced research activities and seminars for discussing a future zero-emission energy.

JSPS- 若手招聘プログラム / JSPS Invitation Program for East Asian Young Researchers

JSPS 若手研究者招聘事業：「人間の安全保障」開発を目指したアジア若手研究者交流（代表：東南アジア研究所）事業の「エネルギー科学クラスター」として、本G-COEはアジア4カ国から5名の若手研究者を9月25日から10月25日の1ヶ月間、京都大学に招聘し、本G-COEプログラムの若手研究者等との交流プログラムを企画しています。

5 young researchers from 4 Asian countries have been invited to stay at Kyoto University between 25 September and 25 October, 2011 (1month) in order to exchange their information and develop the further cooperation in research as the “Energy Science Course” under JSPS Invitation Program for East Asian Young Researchers.

Sustain 2011 / Sustain 2011

昨年度に引き続き第2回目となる Sustain 2011 会議を、在日インドネシア学生協会主催の下、本 G-COE プログラムをはじめとする学内 3 G-COE および東南アジア研究所、生存圏研究所が協力して 10 月 8 日 -10 日に京都大学宇治キャンパスきはだホールにて開催します。

Sustain 2011 (Sustainable Future for Human Security) is the second international conference held by PPI (Indonesian Student Association) collaborated with G-COE Energy Science, G-COE HSE, CSEAS, RISH Kyoto University. The conference is supported by Indonesian Embassy to Japan, Indonesian central bank as well as Garuda Indonesia airways. The conference will be held in Kihada Hall Uji campus on 8th-10th October 2011, with the updated issues in the area of energy and environment, cities, natural hazard, agriculture, advance technology, social science and emerging diseases.



タイ王国における第3回原子力セミナー / 3rd Nuclear Energy Seminar in Thailand

G-COE ではタイ王国における原子力セミナーを 2011 年 11 月 28-29 日の予定で、タイ王国ラジャマンガラ大学タンヤブuri校にて開催致します。本セミナーは、2020 年に原子力発電所の導入を計画しているタイ王国において、原子力エネルギーに関する基本的な知識を、学生や技術者に身につけさせることを目的に、タイ王国の要請に答え、2009 年から毎年行っているものです。

Nuclear Energy Seminar will be held in Rajamangala University Thanyaburi, Thailand from 28th to 29th November 2011. The seminar is planned to answer the demand from Thailand where a nuclear power plant will be built in 2020. The aim of this seminar is to deliver a fundamental knowledge of nuclear energy. In this time G-COE will send 4 lecturers to give basic lectures on nuclear energy.

2011年9月30日発行

京都大学グローバル COE プログラム「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点」ニュースレター

発行人：八尾 健（拠点リーダー、京都大学大学院エネルギー科学研究科）

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院エネルギー科学研究科グローバルCOE事務局

TEL: 075-753-3307 / FAX: 075-753-9176 / E-mail: gcoe-office@energy.kyoto-u.ac.jp

<http://www.energy.kyoto-u.ac.jp/gcoe/>

Issued on September 30, 2011

News Letter of Kyoto University Global COE Program, "Energy Science in the Age of Global Warming"

Editor: Prof. Dr. Takeshi Yao (Program Leader)

Yoshida Honmachi, Sakyo-Ku, Kyoto 606-8501, Japan

大学院エネルギー科学研究科 / Graduate School of Energy Science

エネルギー理工学研究所 / Institute of Advanced Energy

大学院工学研究科原子核工学専攻 / Department of Nuclear Engineering

原子炉実験所 / Research Reactor Institute

<http://www.energy.kyoto-u.ac.jp/>

<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/>

<http://www.nucleng.kyoto-u.ac.jp/>

<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>