

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
核融合科学研究所

NIFS NEWS

No.215



第23回国際土岐コンファレンス参加者の集合写真
(本誌、特集「第23回国際土岐コンファレンス開催のご報告」より)

2013/2014
DEC/JAN

2 - 3

「新年のご挨拶」 核融合科学研究所長 小森 彰夫

研究最前線 …… 4 - 5

「シミュレーションで探る周辺プラズマ輸送」 河村 学思

特 集 …… 6 - 7

「第23回国際土岐コンファレンス開催のご報告」 堀内 利得

会議報告 …… 8

「第9回アジアプラズマ・核融合学会」 清水 昭博

トピックス …… 8

「新年賀詞交歓会を行いました」



新年のご挨拶

核融合科学研究所長

小森 彰夫

皆様、あけましておめでとうございます。
本年もどうぞよろしくお願ひ申し上げます。

日頃より核融合科学研究所の活動にご高配を賜り、また種々のご支援ご協力をいただきしておりますことに大変感謝申し上げております。お陰をもちまして、研究所の研究活動は、大型ヘリカル装置を中心とするプラズマ物理実験、理論・シミュレーション科学に基づく数値炉実験、核融合発電炉設計・炉工学等の分野でそれぞれ順調な進展を見せており、これからも、大学等を中心とする多数の国内外の共同研究者の方々とともに、大学共同利用機関としての務めを果たしつつ、他の分野への研究成果の発信を積極的に進め、プラズマ・核融合分野の研究の発展のため、そして我が国の学術の振興のため最大限の努力を続けてまいります。よろしくご支援のほどをお願い申し上げます。

研究所は、昨年3月28日、土岐市文化プラザで、岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市と、「核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書」及び「核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する覚書」を締結しました。締結式には、古田肇岐阜県知事、加藤靖也土岐市長、

古川雅典多治見市長、水野光二瑞浪市長にご出席いただきました。協定書と覚書の締結に引き続き、岐阜県知事、三市市長から、重水素実験開始の同意書にご署名をいただきました。締結式後の挨拶で、研究所は、協定書・覚書を遵守し、安全性を最優先に、皆様と関係自治体のご理解を得つつ、安全で環境に優しい核融合エネルギーの実現に向けて、研究を行っていくことを約束しました。これまでの皆様のご理解とご支援に感謝いたしますとともに、今後とも、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

文部科学省は、平成25年度から、新しい試みとしてURA(University Research Administrator)制度を導入しました。全国の大学から、自然科学研究機構を含む22大学が選ばれ、既に実施されています。補助金による10年の期限付きですが、5年目に評価を行い、評価に基づいて入替えを行うとのことです。URA制度は、一言で言いますと、研究支援制度ですが、URA制度をどのように構築するか、どのように活用するかは大学に任されています。自然科学研究機構では、「世界最高水準の自然科学研究」と「世界最先端の共同研究で大学の研究力強化」の2つを目標に、「先端研究推進」、

「共同研究活性化」、「発信力強化」、「研究者支援」を4つの柱としてこの事業を推進することとしました。このため、機構本部に「研究力強化推進本部」、各機関に「研究力強化戦略室」を新たに設け、これを機構長の下で「研究力強化戦略会議」として一体的な運営を始めています。機構本部にCRAs(Center Research Administrators)が置かれ、機構全体としての活動の企画・立案、国際連携、大学・研究機関との連携、自然科学系ネットワークの構築を担当、また、各機関の研究力強化戦略室に、DRAs(Division Research Administrators)が配置され、各自然科学研究分野における共同利用・共同研究の環境整備と研究者支援、研究力強化を担当しています。

研究所では、機構本部の決定を受け、副所長を室長とする「研究力強化戦略室」を設置し、企画戦略力、若手研究力、共同研究力、広報力の強化を図ることとしました。具体的には、上述の4つの強化対象のうち、後者3つのチーフリーダーをDRAの3人に務めてもらう予定です。研究力強化戦略室を活用するには、既存の組織に上手く組み込む必要があります。このため、組織を改組する必要があり、改組手続きが終わってから、研究力強化戦略室を正式に発足させる予定です。

研究所は、核融合発電の早期実現に向け、長期的視野に立って、関連する様々な物理・工学分野と連携しつつ、核融合研究を着実に推進しています。核融合発電の実現にあたっては、安全の確保が何よりも重要であり、核融合の持つ本質的に安全な特性を活かして、安全性を更に深化させた、リスクのない発電所の

建設を目指しています。また、こうした核融合研究の意義や安全性について、広く市民の皆様も認識を共有していただくことが、核融合発電の実現に最も必要なことであり、必須の要件と考えております。このため、研究所は、研究活動だけでなく、市民の皆様を対象とした学術講演会や核融合発電の必要・安全性と研究の現状についての広報活動などを行っています。また、オープンキャンパス、フェスティバル・フェスタ in Tokyoのような広報活動、工作教室などによる理科離れを防ぐ活動への協力、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)事業への協力活動などを積極的に行ってています。これらの活動にも、URA制度を上手く活用して、広報力を大幅に強化したいと考えています。

二酸化炭素による地球温暖化の影響か、近年、大型台風が発生して各地に大きな被害をもたらしています。また、日本でも夏と冬しかない気候に変わっていくような感が有ります。人類が末永く生存できるよう、核融合発電を早期に実現し、地球環境の保全に寄与したいと考えております。最後になりましたが、皆様のご多幸をお祈りするとともに、核融合科学研究所への益々のご指導とご鞭撻をお願い申し上げて、新年のご挨拶とさせていただきます。



シミュレーションで探る周辺プラズマ輸送

河 村 學 思

“周辺”という言葉から何を思い浮かべるでしょうか？「○○駅周辺」のように名の通った場所の周りという使い方が多いかもしれません。あまり重要そうに聞こえないかもしれません、離れたところにも情緒のある通りや地元の人々の集うお店など、主役の魅力を引き立てる脇役があることも多いのではないでしょうか。核融合プラズマの実験装置にも“中心”と“周辺”があります。実現を目指している核融合炉の目的は発電ですから、熱を作り出す場所が“中心”で、「炉心プラズマ」と呼ばれています。炉心から外側にいくについて温度が低くなり、部分的に装置の壁に触れる場所もでてきます。それらを「周辺プラズマ」と呼びます。

NIFSニュースNo.213(2013年8/9月号)では、周辺プラズマが装置壁に触れていることや、壁を保護するための方法について詳しく解説されています。今回は、別の視点から“周辺”を眺めます。核融合炉も熱で発電する点は火力発電と同じですが、核融合炉の燃料である重水素と三重水素のプラズマは、消費するよりも多くの量が補給され、常に装置内を循環しています。(図1参照)。熱の補給もあるのですが、炉心に近い話題ですので割愛させていただきます。燃料の補給で“周辺”と関わりが深いのは、気体の重水素と三重水素が電離してプラズマとなる場合で、人が気体を供給(ガスバブ)するものと、自然に生まれる循環(リサイクリング)があります。後者はプラズマが壁に触れて気体に戻った(表面再結合)後、再びプラズマに入るために起きる(図2参照)のですが、周辺プラズマがこの循環の舞台になっています。

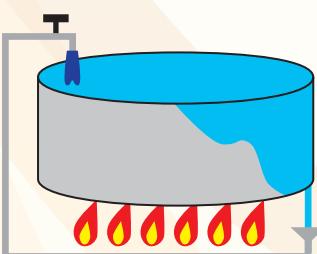


図1：五右衛門風呂に例えた核融合実験装置内の熱と燃料の循環。プラズマは水と違い、溜めておく(閉じ込める)ことが難しい。

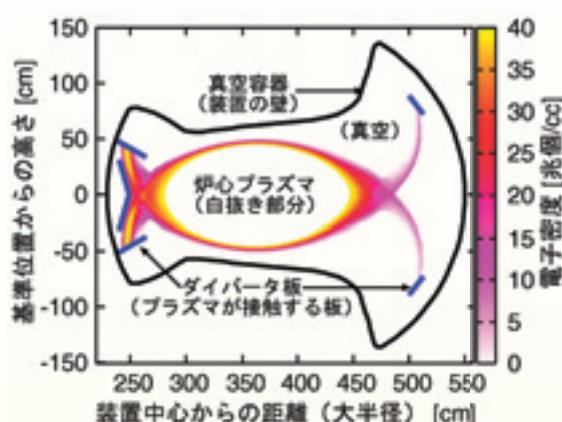


図3：シミュレーションで計算された電子密度の分布。色の付いた部分が周辺プラズマ。このシミュレーションでは炉心プラズマは計算されていません。

熱の供給と燃料の供給のバランスでプラズマの密度や温度が決まるので、装置内の燃料の移動(輸送と言います)を把握することは重要です。しかし、輸送を全ての場所で測ることはできないので、コンピュータを使ったシミュレーションと実験が互いに補い合っています。LHDの周辺プラズマや燃料気体の分布を求めるには EMC3-EIRENEコード(研究者が開発している計算ソフト)が使われています。当研究所の大型ヘリカル装置(LHD)の場合、形が他の装置(トカマク方式)と比べて複雑な分、難しいのですが、実際の形を使った計算が最近可能になりました。

水素を使ったシミュレーションを行って、LHDの周辺プラズマの密度分布(1ccあたりの電子の個数)を色で示したものが図3です。取り囲

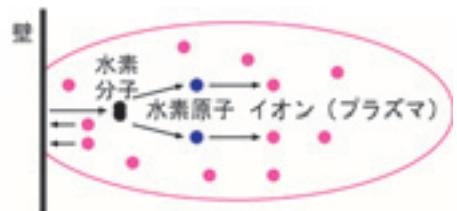


図2：プラズマ中の水素イオンのリサイクリング。イオン(●)が分子(●)となり、原子(●)に解離して、またイオンに戻る。

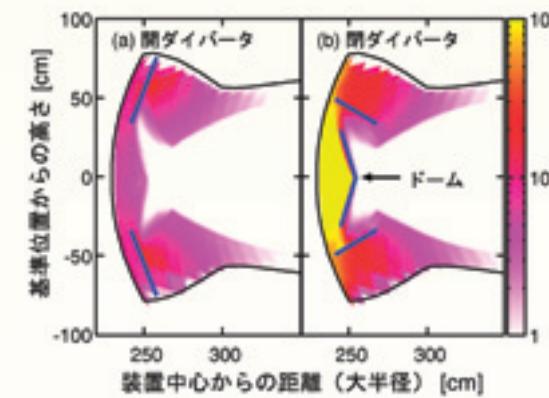


図4：水素(分子と原子)の密度分布。右中央の白い部分は高温高密度のプラズマがあるために水素が電離して、あまり入り込まない。

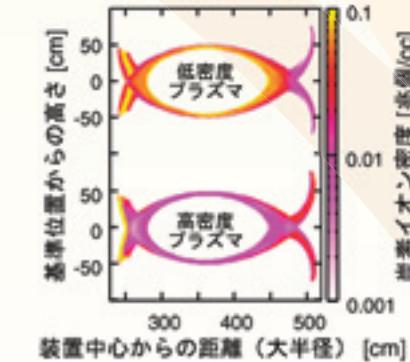


図5：不純物(炭素イオン)の密度分布。高密度プラズマは低密度プラズマの2倍の電子密度。加熱の強さは両方同じ。

んでいる黒線は装置本体を、内部の青線はダイバータ板(プラズマが触れている板)を表しています。このシミュレーションでは、ダイバータ板に触れたプラズマが全て気体の水素になって板表面から吹き出していく、図2のように分子や原子を経てイオン、つまりプラズマに戻ると仮定しています。このような反応を原子過程と呼び、実際にはこの例以外にもたくさんの過程があります。図4に示しているのは、プラズマとともに計算された水素の密度(分子と原子の合計)です。左の(a)が開ダイバータで、右の(b)が閉ダイバータのシミュレーション結果です。(b)左端の黄色の場所では、図中矢印で示したドームで水素気体が閉じ込められて密度が高くなっています。この密度上昇は、閉ダイバータの特徴で、以前の開ダイバータでは見られません。水素を装置から取り除く目的で、このドームの下に真空ポンプの設置が進められています。

シミュレーションは形状だけを切替えて同じ条件で行える上、計算を行った全ての場所で密度や温度を知ることができるので、開／閉タイプの違いを容易に比べることができます。例えば、閉ダイバータでは水素密度以外にもプラズマ密度が増加することがわかりました。ダイバータ板の向きが変わったことで水素がよりプラズマに入り込みやすくなり、板のすぐ近くでプラズマが多く生まれます。その結果、板に触れて水素に戻るプラズマも増え、というようにお互いに影響を与え合い、水素もプラズマも密度が部分的に増加します。また、それに伴ってプラズマ温度の低下も見られます。こういった違いは周辺で大きく、炉心に近づくにつれて小さくなります。

周辺プラズマを考える上でもう一つ欠かせないのが不純物です。LHDの場合、主な不純物は炭素で、炭素製のダイバータ板がプラズマに削られて発生します。これも水素のように、分子や原子としてプラズマに入って電離してイオンとなり、プラズマの一部となって輸送されます。不純物は炉心プラズマに入り込むと熱を奪ってしまうので、できるだけ避けるべき物です。不純物はプラズマから力を受けて移動します。代表的な力は炉心側の高温の方へ吸い上げる「熱力」と、流れで外側へ押し流す「摩擦力」の2種類で、その釣り合いが不純物の輸送を大きく左右します。図5に二つの異なる条件でシミュレーションを行った結果を並べて示します。装置内の燃料量を変えて低密度と高密度のプラズマを再現して、不純物の分布を計算したものです。高密度の方が流れが強いためにダイバータ板側へ不純物が押しやられ、炉心側の不純物が減っています。

LHDの周辺プラズマについて、輸送シミュレーションの現状をご紹介しました。真空ポンプの影響であったり、炉心と周辺が互いに及ぼす影響であったり、調べる必要のあるテーマはまだまだあります。実験の観測と比べることでより正確なシミュレーションを実現させる必要があります。周辺は炉心の研究に比べて後回しになりがちなのですが、国際協力でフランスに建設が進められている核融合実験炉(ITER)のような大型装置では今以上に重要になります。“周辺”という研究分野が、多くの研究者の集う魅力ある分野となることを願います。

(核融合理論シミュレーション研究系 助教)

第23回国際土岐コンファレンス開催のご報告

堀 内 利 得

平成25年11月18日から11月21日まで、第23回国際土岐コンファレンスを土岐市のセラトピア土岐にて開催しましたので概要をご報告いたします。核融合科学の研究対象であるプラズマは、時間的にも空間的にも非常に複雑な振る舞いを示します。この複雑なプラズマの振る舞いを理解する上で、実験とともに計算機シミュレーションを用いた研究の重要性が注目されるようになってきています。シミュレーション研究では、計算機の中に仮想的に核融合プラズマあるいは銀河等の自然現象を再現し、そこで起こっている複雑な物理過程の解明や予測を行っています。

今回の会議テーマは、「Large-scale Simulation and Fusion Science(大規模シミュレーションと核融合科学)」でした。現在、計算科学の分野では、ペタスケールからエクサスケールに向けたスーパーコンピュータとそれに対応する高精度・高効率シミュレーション技法の開発が始まっています。さらに、核融合科学の分野でも、核融合デモ炉の設計やそれに貢献する数値実験炉の構築に向けた研究が精力的に進められています。このような研究背景の下、プラズマ・核融合研究分野におけるコンピュータを用いたシミュレーション研究の最新結果の発表そして今後の展望をテーマに、招待講演、一般口頭講演及びポスターによる研究発表と活発な議論が行われました。同時に、会期中

には土岐市主催の歓迎レセプション、市民学術講演会、バンケット及びテクニカルツアーが企画され、会議参加者や地元の皆様との交流も行われました。

18日午前に開会式(写真1)が行われ、小森彰夫所長からの開会の挨拶の後、古屋圭司国務大臣(ご代読)、渡辺猛之参議院議員(ご代読)、加藤靖也土岐市長、飯嶋浩恭文科省核融合科学専門官からご祝辞を賜りました。杉浦司美土岐市議会議長、山田実三瑞浪市議会議長、渡邊隆土岐市議会副議長、山田正和土岐市議会まちづくり特別委員会委員長、宮地順造土岐市議会議員、小島三明土岐市副市長、増田章土岐市教育長、山田幸保土岐市総務部長、水野正瑞浪市総務部長にもご臨席いただきました。改めてお礼申し上げます。開会式の後、参加者の集合写真を撮影しました(本誌表紙の写真)。

本会議の参加者総数は208名(参加登録者)で、海外機関より28名(米10、韓3、中国2、豪2、英2、カナダ1、独1、印1、伊1、リトニア1、露1、スペイン1、台湾2)、さらに、日本滞在の留学生を含めると38名の外国人の方が参加されました。

本コンファレンスでは、招待講演として、ティサス大学オースティン校核融合研究所の所長であり、かつ、JIFT(日米科学技術協力事業:核融合理論共同研究組織)の米国側の共同議長であるF. Waelbroeck教授が磁気島の理論・

シミュレーション研究成果を発表しました。磁気島の成長と流れから受ける抵抗を航空機の翼理論との類推を交えながら平易に説明するとともに、核融合科学研究所との共同研究の成果である磁気島の成長機構についても紹介しました。さらに、ジェネラルアトミックス社の理論計算科学グループ研究統括職であるP.B.Snyder博士から、「核融合装置におけるHモードと周辺局在モードの物理理解」と題して、磁場閉じ込め核融合プラズマの閉じ込め改善モードと、それに付随して起こるプラズマ周辺部の不安定性及び周辺部のプラズマ圧力の決まり方に関する予測のための数値モデル等についてご講演をいただきました。発表論文総数は182件で、そのうち、招待講演14件、口頭発表14件、ポスター発表154件となっています。投稿論文は厳密な査読を経て、採択された論文のみが、プラズマ・核融合学会が運営する学術雑誌 Plasma and Fusion Research (PFR)にて出版されることになっています。

18日の夜には、土岐市主催で海外からの参加者を対象とした歓迎レセプションが開かれました(写真2)。お琴・尺八・鼓などの音曲の演奏、さらに、絵付け体験等を企画してくださり、海外からの参加者の方も大変喜んでいらっしゃいました。このレセプションには、地元土岐市の方々も参加され、海外研究者との交流も積極的に行われました。

19日午後6時30分からは土岐市文化プラザ・サンホールにて、一般市民を対象とした市民学術講演会を開催しました。会場として文化プラザでの開催は初めての試みで、約350名もの市民の方々に聴講していただきました(写真3)。国立科学博物館・標本資料センター・コレクションディレクターの窪寺恒己先生に

「ダイオウイカとの出逢いー最新技術でせまる深海の世界ー」との題目で講演していただきました。ダイオウイカは、16世紀から始まる大航海時代、海の魔物と恐れられていた謎の生き物で、今までに、欧米の研究者が、その生きている姿の撮影を試みるも全て失敗に終わっていましたが、窪寺先生は、2004年に静止画の撮影に成功し、2006年には釣り上げたダイオウイカが動き回る姿をビデオカメラに記録しました。さらに、2012年夏、窪寺先生とNHKグループは、ダイオウイカが深海で泳ぐ姿の撮影に成功、ダイオウイカと人類の初の遭遇となりました。講演後の質問コーナーでは、子供たちをはじめとする多くの参加者から挙手をいただきました。時間の都合もあり、全ての質問に答えていただくことはできませんでしたが、窪寺先生のユーモアを交えられたご回答に、聴講された市民の方々も深くうなずかれたり、大変驚かれたりしていらっしゃいました。講師の窪寺先生、そして、とても熱心に講演を聴いてくださいました多くの市民の方々に、改めて御礼申し上げます。

本会議参加者向けにはテクニカルツアーを19日午後に実施し、虎渓山永保寺・幸兵衛塗を見学後、核融合科学研究所にて大型ヘリカル装置(LHD)本体、制御室を見学し、バーチャルリアリティ一体験を行いました。参加者は大変興味をもって装置や施設に見入っていました。

さらに、20日の夕刻には、バンケットを開催し、参加者そして地元の方々との交流を深めました。アトラクションとして、土岐市吟剣詩舞連合会「誠舟流吟道館」の方々に、詩舞「応制天の橋立」と剣舞「名槍日本号」の二題をご披露いただき、参加者一同大いに堪能されておりました。参加者の中から有志を募りお二人の方に、紋付袴を着て見事な舞を舞っていただきました。

本コンファレンスは文部科学省、岐阜県、岐阜県教育委員会、土岐市、土岐市教育委員会、一般社団法人プラズマ・核融合学会、核融合科学研究会、中部ESD拠点協議会に後援いただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

(数値実験研究プロジェクト研究総主幹
ITC23 現地実行委員長)



写真1：開会式の様子



写真2：土岐市主催の歓迎レセプションの様子



写真3：市民学術講演会の様子
講師は国立科学博物館の窪寺恒己先生

第9回アジアプラズマ・核融合学会

清水 昭博

韓国の慶州において、2013年11月5日から8日までの期間で第9回アジアプラズマ・核融合学会が開催されました。この会議には、主となる日中韓及びインドの主要な核融合研究機関からの研究者の参加に加えて、欧米諸国からも参加者がありました。核融合科学研究所からは、オーバービュー講演として金子修副所長が、大型ヘリカル装置(LHD)の実験結果を含めた日本の核融合研究の現状について発表し



核融合科学研究所の金子修副所長による、オーバービュー講演の様子

ました。また、招待講演として榎原悟教授が、LHDのプラズマにおける磁気流体力学の安定性とベータ値(閉じ込め磁場による磁気圧とプラズマ圧力の比)の限界に関して発表しました。筆者は、重イオンビームプローブを用いて計測したLHDのプラズマ中の電位の時間的変化についてポスター発表を行い、その物理解釈について理論と比較しながら議論しました。その他口頭2件、ポスター8件の発表があり、LHDの実験結果は高い関心を集めました。また、京都大学の藤井恵介助教は、核融合科学研究所との共同研究におけるLHDコアプラズマの中性粒子密度分布に関する研究で、若手優秀ポスター発表賞を受賞されました。会議では、アジアにおけるトカマク装置に関しての発表が数多く行われ、特に超伝導コイルを用いたトカマク、KSTAR(韓)、EAST(中)、SST-1(印)、T-15(露)、JT-60SA(日)に関して最新の実験成果と今後の計画が報告されました。次回の会議は、2年後にインドで開催される予定です。

(高温プラズマ物理研究系 助教)

TOPICS トピックス

新年賀詞交歓会を行いました

平成26年1月6日に管理・福利棟4階第1会議室にて、新年賀詞交歓会を行いました。小森彰夫所長から職員へ年頭の挨拶があった後、平成25年中の学会賞等受賞者の紹介がありました。



《平成25年 学会賞等の受賞者》（職名は受賞当時のものです）

受賞年月日	賞名	受賞者
H25.3.11	吉川光二核融合エネルギー奨励賞	鈴木 康浩 助教
H25.3.27	第7回日本物理学会 着手奨励賞（領域2）	伊神 弘恵 助教
H25.4.16	文部科学大臣表彰若手科学者賞	永岡 賢一 准教授
H25.5.31	東北雪水学術賞	赤田 尚史 研究環境科学技術研究所 研究員
H25.6.16	第2回自然科学研究機構若手研究者賞	後藤 基志 准教授
H25.8.8	未来エネルギー研究会「若手科学者のためのマスクレル」ポスターセッション特別賞/ベストディスカッション賞	田部井 翔太 名古屋大学大学院理学研究科 博士前期課程1年
H25.8.9	未来エネルギー研究会「若手科学者のためのマスクレル」ベストディスカッション賞	坂東 隆弘 総合研究大学院大学物理科学研究科 博士課程1年
H25.11.21	Supercomputing Conference13 最優秀ポスター賞	渡邊 智彦 教授 沼波 政倫 助教 石澤 明宏 助教

受賞年月日	賞名	受賞者
H25.11.27	吉川光二核融合エネルギー奨励賞	永岡 賢一 准教授
	徳澤 季彦 准教授	伊藤 公孝 教授 居田 克巳 教授
	田村 直樹 助教	榎原 悟 教授 久保 伸 教授
	下妻 隆 教授	井戸 翔 准教授 西村 征也 研究員
	田中 謙治 准教授	長山 好夫 教授 須藤 滋 教授
H25.12.3	プラズマ・核融合学会 第21回論文賞	山田 弘司 教授 小森 彰夫 教授
	下妻 隆 教授	高橋 裕己 助教 久保 伸 教授
	吉村 泰夫 准教授	伊藤 弘恵 助教 小林 策治 技術職員
	伊藤 哲 技術職員	
	プラズマ・核融合学会 第18回技術進歩賞	
H25.12.3	秋山 敏志 准教授	田中 謙治 准教授 徳澤 季彦 准教授
H25.12.3	プラズマ・核融合学会 学術奨励賞	後藤 拓也 助教
H25.12.6	プラズマ・核融合学会 若手学会発表賞	佐野 龍一 総合研究大学院大学物理科学研究科 博士課程4年

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
核融合科学研究所 発行
NIFS NEWS No.215 (2013年12, 2014年1月号)



《複写される方へ》

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写特許契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けてください。

一般社団法人学术著作権協会 〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F
TEL : 03-3475-5618 FAX : 03-3475-5619 E-mail : info@jaacc.jp 著作権の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、直接本研究所へご連絡ください。

〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6
TEL: 0572-58-2222 (代表) FAX: 0572-58-2601
URL: <http://www.nifs.ac.jp/>
E-mail : nifs-news@nifs.ac.jp

*過去のニュースはホームページにてご覧いただけます。