

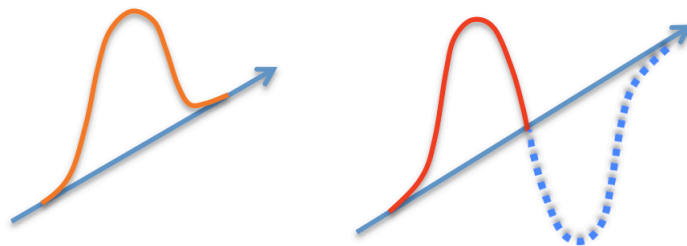
(※ 後日改訂版を出す予定です → <http://research.kek.jp/group/PAW/index.html>)

Proceedings of

“1st seminar of scientific research program
on middle range energy production and
high-energy particles for wide uses”,

Nihon University, Surugadai, Tokyo, Japan,

Dec. 20th, 2014.



まえがき

超伝導，大強度レーザー，超短波長レーザー，強電界，超強磁場，高効率高エネルギー粒子線加速器等，個別特化基盤技術が近年急速に発展してきております．これらを用いたエネルギー生成技術の開発を推進しようと考えております．既存方式のコンパクト化や中小規模事業所を対象とした小出力汎用炉の検討を主体に，集約型大規模発電を目指す ITER, JT60-SA, LHD 等のトーラス方式やレーザー・慣性核融合方式等の主幹研究プロジェクトと相補・相乗効果を産み出すことも含め展開していきたく思っております．

個別特化基盤技術を応用するため，基礎概念を顧みる作業から始めたく思っており，基本に立ち返りより広い観点に立てるようになるため，下記要領にて，学生や若手研究者を主たる対象としたセミナーを開催致します．今回は，午前エネルギー分野に関連する話題を，午後には特化基盤研究と身近な生活環境に関わる講話を戴きます．聴講は自由です(人数確認のため，下記の聴講項目に従って主査にご一報願います)．

これからのエネルギー・発電への取り組みは，その規模により，基礎研究においても街づくりから特化技術開発まで広範な取り組みが必要になると考えております．本セミナーが，皆様や，皆様の研究コミュニティの更なる発展の一助となれば幸いです．

中村英滋（調査専門委員会 14-01 主査，KEK）

■ セミナー： 中小規模汎用エネルギー・発電への取り組み

副題： 第1回・社会とエネルギー

使用言語： 原則的に日本語（1 講演約 30 分）

日時： 平成 26 年 12 月 20 日（土曜）9:00-17:00

場所： 日本大学理工学部駿河台校舎 1 号館 121 会議室

聴講： 参加費無料．

主催： プラズマ・核融合学会 調査専門委員会 14-01

共催： KAKENHI25286089, KAKENHI26610074

聴講申込&お問合せ： ei.ji.nakamura@kek.jp。（当日受付も可能です）

URL： <http://research.kek.jp/group/PAW/index.html>

プログラム改訂版 (H26.11.14 9:17 現在)

AM talks 「エネルギー創生・再生」 座長： 浅井朋彦・日大

09:00-09:20 ご挨拶, 中村英滋・KEK

09:20-09:50 プラズマ・核融合研究の現状, 稲垣滋・九大応力研

09:50-10:20 加速器駆動原子炉(ADSR)開発, 及び, トリウム炉研究の現状, 酒井泉・KEK

10:20-10:50 粒子線加速器や核融合炉など大型実験設備とエネルギー貯蔵, 佐藤皓・KEK

short break (10:50-11:00)

AM talks 「企業、開発者の立場から」 座長： 中村英滋・KEK

11:00-11:30 送電・通信, 中尾由明・元フジクラ, 丹羽敦彦・フジクラ

11:30-12:00 医療用加速器, 山崎正晴・三菱電機

12:00-12:30 電源製造を通しての社会貢献, 今井浩和・IDX

lunch time (12:30-14:00)

PM talks 「特化分野」 座長： 稲垣滋・九大応力研

14:00-14:30 ミュオン触媒核融合研究の現状, 石田勝彦・理研

14:30-15:00 FRC研究の展開とミュオン触媒核融合への応用, 浅井朋彦・日大 <英語講演>

15:00-15:30 Tri Alpha Energy's C-2 Field Reversed Configuration System, Dr. Eusebio Garate,
Tri Alpha Energy, Inc. <英語講演>

short break (15:30-15:40)

PM talks 「基礎物理、社会とエネルギー」 座長： 中村英滋・KEK

15:40-16:10 エネルギーと経済の接点 ～とくに社会保障論の立場から～, 熊沢由美・東北
学院大

16:10-16:55 大Reynolds数の単純渦と台風, 高橋光一・東北学院大

16:55-17:00 閉会の辞

17:30-20:00 主催者側内部会合 (非公開)

注) 当日の進行状況により, プログラムの順番や開始時刻等が変更になる可能性があります。

“1st seminar of scientific research program on middle range energy production and high-energy particles for wide uses”, Nihon University, Surugadai, Tokyo, Japan, Dec. 20th, 2014.
Sponsored by the investigative technical committee of the Japan Society of Plasma Science and Nuclear Fusion Research: No. 14-01, Future compact fusion reactors using advanced techniques promoted rapidly in this decade (ITC14-01 of JSPF).

Program, revised at 09:17 on Nov. 14, 2014.

AM talks: Production, transmission and storage of electric power, chairman: T. Asai, Nihon Univ.

09:00-09:20 Opening talk, E. Nakamura, KEK
09:20-09:50 Recent status of plasma science and nuclear fusion research, S. Inagaki, RIAM, Kyushu Univ.
09:50-10:20 Development of nuclear fission reactors by using accelerator driven system (ADS) and progress of thorium reactor, I. Sakai, KEK
10:20-10:50 Large-scale experimental facilities used for plasma science and nuclear fusion research and high-energy particle science, and energy storage, H. Satoh, KEK

short break (10:50-11:00)

AM talks: From the viewpoint of companies and developers, chairman: E. Nakamura, KEK

11:00-11:30 Transmission of electricity and optical communication, Y. Nakao and Fujikura
11:30-12:00 Particle accelerators for medical uses, M. Yamazaki, Mitsubishi Electric
12:00-12:30 Contribution to life by producing electric power supply, H. Imai, IDX

lunch time (12:30-14:00)

PM talks: Topics on plasma science and nuclear fusion research, chairman: S. Inagaki, RIAM, Kyushu Univ.

14:00-14:30 Recent status of muon catalyzed fusion research (μ CF), K. Ishida, RIKEN
14:30-15:00 Progress of FRC research and its applications to μ CF, T. Asai, Nihon Univ.
15:00-15:30 Tri Alpha Energy's C-2 Field Reversed Configuration System, Dr. Eusebio Garate, Tri Alpha Energy, Inc.

short break (15:30-15:40)

PM talks: Fundamental physics and social science, chairman: E. Nakamura, KEK

15:40-16:10 Construal of electric power on the science of economics, especially from the view point of social security, Y. Kumazawa, Tohoku Gakuin Univ.
16:10-16:55 Simple vortex and typhoons with large Reynolds numbers, K. Takahashi, Tohoku Gakuin Univ.
16:55-17:00 closing

Internal closed meeting (17:30-20:00)

概要

講師： 中村英滋・高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・研究機関講師

(プラ核・専門委 14-01 主査兼任)

テーマ： ご挨拶 ～ 近年の電力 ～ (本セミナーの趣旨と開催までの経緯説明)

概要： 科学技術の進展は目覚ましいものがあり、研究プロジェクトの大規模化や広範化が進んで来ております。他方、少子化等様々な要因により理工系研究者の減少も進みつつあります。将来の科学発展のためには人的体制の再強化が必要と感じております。理工系基礎教育の増強や若手研究者の育成という方向性があり、これらは全国的に推進されてきております。他方、研究プロジェクト全体を見渡し統括的なリーダーたりうる人材の育成は科学研究の飛躍的發展に必須だと考えます。高エネルギー粒子線加速器の建設等に直接関わってきましたが、純粋な基礎物理研究を成し得る場合でも、法令や経済、周辺の街づくり等自治体との連携等は今後においても必須となる要素であることを肌で感じてきました。多方面からご協力を戴けるようになりましたため、より広い観点での御講話を戴けるようになり、本会の開催に至りました。講演においては、近年の日本の電力事情にも触れたいと思っております。皆様のご研究を見つめ直して戴き、新たな発見や進展につながれば幸いです。

講師： 稲垣滋・九州大学・応用力学研究所・教授 (プラ核・専門委14-01幹事兼任)

テーマ： プラズマ・核融合研究の現状

概要： プラズマ・核融合研究全般の国内外の動向を紹介する。

講師： 酒井泉・福井大学・工学部・元教授

(現：高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・ダイヤモンドフェロー)

テーマ： 加速器駆動原子炉 (ADSR) 開発、及び、トリウム炉研究の現状

概要： 長年、臨界事故を起こさない原子炉の開発研究に従事してきており、その一つとして、未臨界原子炉を高エネルギー粒子線で駆動する ADSR の開発に焦点をあててきた。福島事故のときのように電源が消失した場合は、高エネルギー粒子線の供給が停止するため、原子炉は未臨界状態へ自動的に戻ることになる。また、福井大学で進められてきた、トリウム炉の研究に関しても紹介する。

講師： 佐藤皓・高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・名誉教授

テーマ： 粒子線加速器や核融合炉など大型実験設備とエネルギー貯蔵

概要： 大型施設における電気供給の現状を紹介する。また、一般に、発電から電気使用までは、水利用におけるダムのような大規模貯蔵システムはなく、需要と供給の関係を推計しながら発電を行っている。ここに蓄電の要素が加われば、より効率的な生活環境が整えられる可能性がある。エネルギー貯蔵技術についても紹介する。

講師： 中尾由明・(元)フジクラ・担当部長； 丹羽敦彦・フジクラ

テーマ： 送電・通信

概要： 送電、光通信等の紹介。

講師： 山崎正晴・三菱電機・先端・医療システム部・主席技師

テーマ： 医療用加速器

概要： 医療用加速器としては、治療用の電子リナックや RI 製造用の陽子サイクロトロン（ともにエネルギーは 15 MeV 程度）が広く普及している。ここでは、よりエネルギーの高い陽子や炭素イオンを利用した粒子線治療装置を紹介する。粒子線治療は、1980 年代より医療機関設置型の装置の普及が本格化した比較的新しい放射線治療法であり、わが国においても粒子線治療装置を設置した施設が着実に増えつつある。粒子線治療装置は、従来の X 線治療機に比べて患部への線量集中性がより優れているという長所を有するが、装置がより大がかりとなるために土地・建物を含めた施設整備により大きな投資が必要であり、またより長い建設期間がかかるという、医療機器としては特異的な課題も持つ。これらをめぐる状況の概要とともに、われわれが研究用加速器の製造から医療機器の製造にシフトする上で出会った困難のいくつかについても紹介する。

講師： 今井浩和・IDX・技術部・次長

テーマ： 電源製造を通しての社会貢献

概要： 株式会社 IDX は創立以来、電磁石用電源や高周波電源、パルス電源などの特殊電源をご提供してまいりました。弊社のご紹介と商品概要の説明させて頂くと共に、研究所様に収めさせて頂いた電源の中から弊社の特徴と言えるパルス電源と超電導電磁石電源として、J-PARC 様に納入した電磁ホーン用パルス電源と那珂原研様の納入した ITER 共通試験用電源の概要についてご紹介させていただきます。

講師： 石田勝彦・理化学研究所・仁科加速器研究センター・副主任研究員

テーマ： ミュオン触媒核融合研究の現状

概要： ミュオン触媒核融合による中性子を実際に観測した。基本的部分からその実験まで紹介する。残念ながら 2007 年を最後に実験計画がストップしている。それらも含めて現状を紹介。

講師： 浅井朋彦・日本大学理工学部・准教授（プラ核・専門委14-01幹事兼任）

テーマ： FRC研究の展開とミュオン触媒核融合への応用（英語）

概要： 磁場反転配位（FRC）は、反磁性電流のみで閉じ込め磁場が生成され、100%に近い極限的なベータ値を持つ。トーラス方向に流れるプラズマ電流と直交するポロイダル磁束のみで形成される磁場構造は単連結であり、トロイダル電流のフープ力とバランスするソレノイド磁場中に絶縁され平衡する。この特異な特性から、それ自身が小型で高効率な核融合炉心となる可能性に加え、アルヴェン速度を超えるスピードでトーラスの垂直軸方向に移送が可能であり、粒子供給などの応用も期待されている。また、この数年、このFRC移送技術の応用の一つとして、ミュオン触媒核融合（ μ CF）とのハイブリッドによる新たな炉方式の検討を行っており、特に α 粒子によるミュオン捕獲を解決する手法として期待している。

講師： Dr. Eusebio Garate・Tri Alpha Energy Inc.・Lead Scientist

テーマ： トライアルファ社における研究プロジェクトの紹介（英語）

概要： トライアルファ社における C-2 FRC システム

Tri Alpha Energy's C-2 Field Reversed Configuration System

Tri Alpha Energy Team presented by Eusebio Garate

Tri Alpha Energy, Inc., P.O. Box 7010, Rancho Santa Margarita, CA 92688-7010, USA

eusebio@trialphaenergy.com

The field-reversed configuration (FRC) is a high-beta, prolate, compact toroid with poloidal magnetic fields [1]. In Tri Alpha Energy's C-2 experimental system the FRC is formed by colliding two high-beta compact toroids (CTs) in a central confinement vessel. Collision and thermalization of the CT kinetic energy results in high temperature FRC's in the confinement vessel. As in other high-beta plasmas there are stability and confinement concerns, which can be addressed by introducing and maintaining a significant fast ion population in the system. In the C-2 system the fast ion population build-up is done by

high power neutral beam (NB) injection.

Early C-2 discharges [2] had relatively good confinement, but global power losses exceeded the available NB input power. The addition of axially streaming plasma guns, magnetic end plugs as well as advanced surface conditioning leads to dramatic reductions in turbulence driven losses and greatly improved stability [3]. As a result, fast ion confinement significantly improved and allowed for build-up of a dominant fast particle population. Under such appropriate conditions the C-2 system has achieved highly reproducible, long-lived, macroscopically stable FRCs with record lifetimes [4].

[1] L.C. Steinhauer, Phys. Plasmas **18**, 070501 (2011).

[2] M.W. Binderbauer, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105**, 045003 (2010).

[3] M. Tuszewski *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 255008 (2012).

[4] H.Y. Guo, *et al.*, submitted to Nature Communications (2014).

講師： 熊沢由美・東北学院大学・経済学部・准教授

テーマ： エネルギーと経済の接点 ～とくに社会保障論の立場から

概要：経済学、とくに社会保障、少子高齢化・人口減少、共生などを研究テーマとする立場について紹介しつつ、その立場から「エネルギー」とどのように関わられるかを模索してみたいと思います。

講師： 高橋光一・東北学院大学・教養学部・名誉教授（現：人間情報学研究科客員研究員）

テーマ： 大Reynolds数の単純渦と台風

概要： Euler 方程式では記述されない無粘性流—非 Euler 無粘性流—では、実在しない流れの成分が、観測される流れを支配するという興味深い現象—チェンヤ猫効果—が起きる。無粘性ではないが Reynolds 数が大きい流れも、流れのパターンは実質的にチェンヤ猫効果に支配される。新しい 定常渦解の系列を、チェンヤ猫効果を利用して探し出すことができる。台風は大きな Reynolds 数を持つ大規模渦である。このことに着目して、台風現象を非 Euler 無粘性渦の観点から解析的に理解することを試みる。定常渦としての成熟した台風は、力学的には無粘性渦で近似され、熱力学的には地球表面に蓄積したエントロピーを対流圏外に排出する内燃機関として機能することが示唆される。

プログラム改訂版 (H26.12.18 11:36 現在 : セミナー当日実施)

AM talks 「エネルギー創生・再生」 座長 : 浅井朋彦・日大
09:00-09:30 ご挨拶, 中村英滋・KEK
09:30-10:00 プラズマ・核融合研究の現状, 稲垣滋・九大
10:00-10:30 粒子線加速器や核融合炉など大型実験設備とエネルギー貯蔵, 佐藤皓・KEK

short break (10:30-10:45)

AM talks 「企業、開発者の立場から」 座長 : 中村英滋・KEK
10:45-11:15 送電・通信, 中尾由明・元フジクラ, 丹羽敦彦・フジクラ
11:15-11:45 医療用加速器, 山崎正晴・三菱電機
11:45-12:15 電源製造を通しての社会貢献, 今井浩和・IDX

lunch time (12:15-13:45)

PM talks 「特化分野」 座長 : 稲垣滋・九大
13:45-14:15 ミュオン触媒核融合研究の現状, 石田勝彦・理研
14:15-14:45 FRC 研究の展開とミュオン触媒核融合への応用, 浅井朋彦・日大

short break (14:45-15:00)

PM talks 「基礎物理、社会とエネルギー」 座長 : 中村英滋・KEK
15:00-15:30 エネルギーと経済の接点 ～とくに社会保障論の立場から～, 熊沢由美・東北学院大
15:30-16:00 加速器駆動原子炉(ADSR)開発, 及び, トリウム炉研究の現状, 酒井泉・KEK
16:00-16:45 大 Reynolds 数の単純渦と台風, 高橋光一・東北学院大
16:45-17:00 閉会の辞

17:30-20:00 主催者側内部会合 (非公開)

注) 当日の進行状況により, プログラムの順番や開始時刻等が変更になる可能性があります。

セミナー風景

午前の部



午後の部



あとがき

豪雪直後、雨天等気象条件の悪い中、お越し戴きまして誠にありがとうございます。お陰さまで、ほぼ予定通り、進行できました。講演者、現地スタッフ、参加者には、厚く御礼申し上げます。

文理工、非常に広い範囲での複合領域研究、ひいては、今後のビッグプロジェクトへの取り組み方のひとつのきっかけとして、皆様のご研究の参考になってくれれば幸いです。

第2回の開催への準備にかかりたく思っております。

平成26年12月20日

主催代表 中村 英滋 (KEK)

セミナー開催現地スタッフ

中村 英滋 (KEK)

浅井 朋彦、山本 ゆい、堀田 彩、木立 早紀 (日大)

稲垣 滋 (九大)

高山 正和 (秋田県立大)

Proceedings of “1st seminar of scientific research program on middle range energy production and high-energy particles for wide uses”, Nihon University, Surugadai, Tokyo, Japan, Dec. 20th, 2014, published on Dec. 22nd, 2014.