2009年12月発行

融合

YU·KWAI

ISSN 0917-0731

●核融合科学研究会ニュース 42●

稚内メガソーラーにて

幌延深地層研究センターにて

CONTENTS

第19回核融合科学研究会見学会 2

総合研究大学院大学・
核融合科学専攻「夏の体験入学」 4

核融合科学研究会会長の交代 6

事務局だより・編集後記 6

第19回核融合科学研究会見学会

平成21年７月16日から17日にかけて、第19回核融合科学研究会見学会が開催されました。今回見学した施設は、稚内市にある北海道電力 太陽光発電設備（通称：稚内メガソーラー）と、幌延町にある日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センターです。

稚内メガソーラー

あいにくの雨模様となった初日、参加者一行は稚内メガソーラーを訪問しました。ここは、北海道電力と稚内市が中心となって運営・研究が進められている独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託事業「大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究」です。この事業では出力５MW 級（一般家庭約1700世帯分の電力に相当）の世界最大規模の太陽光発電モジュールの設置を予定しています。はじめに職員の方から稚内メガソーラーについての概要説明がありました（写真１）。東京ドーム３個分、14haの敷地には、主に結晶系を中心に、様々な特性を持った２m四方の太陽電池が約２万３千枚設置されています。また、発電した電力を一時的に貯蔵するNAS電池電力貯蔵システム、及び気象予測システムも設置されています。稚内メガソーラーでは、大きく分けて次の５項目の研究･開発が行われています。①メガワット級の大規模太陽光発電システムの構築・系統安定化対策技術の開発、②数時間オーダーでの大規模太陽光発電の出力制御技術の開発、③高調波抑制対策技術の開発、④シミュレーション手法（ソフトウェア）の開発、⑤大規模電力供給用太陽光発電導入時の指針となる手引書の作成、です。

①「メガワット級の大規模太陽光発電システムの構築・系統安定化対策技術の開発」では、主に結晶系太陽光発電モジュールで構成される大規模太陽光発電システムを構築し、電力貯蔵装置を用いて系統安定化対策（電力品質の維持）技術の開発・詳細設計を行っています。太陽電池の設置に関しては、風や雪など激しく変動する稚内市の気象条件に対応した設置工事が実施され、太陽電池の傾斜度を33度や44度にするなど、太陽電池の最適な傾斜角度や積雪が与える影響についても調べています。これまでの研究で、稚内では33度が最適な値であることが分かりました。同時に、大規模な太陽光発電の出力変動が電力会社の系統に与える影響を制御するため、発電した電力を一時的に出力1500kWのNAS電池に貯蔵し必要な時に放出するシステムの開発も進められています。また、太陽光発電の出力を電力系統に連係したときの影響を調べるため、稚内メガソーラーから稚内地区の33kV系統の送電線まで、５kmに及ぶ連係線を設置して連係されています。

②「数時間オーダーでの大規模太陽光発電の出力制御技術の開発」では、大規模太陽光発電普及時の系統電力ピーク対策などの活用に資する数時間オーダーでの計画運転を可能とする大規模太陽光発電出力制御技術の開発詳細設計をおこなっています。平成20年度から、気象予測システム・出力管理システムおよび電力貯蔵装置を用いた各種試験を実施しており、電力ピーク対策及び計画運転を可能とする出力制御技術の確立を目指しています。気象条件に影響を受けやすい太陽光発電ですが、気象予測システムを用いた出力管理システムの研究も進められています。気象観測を礼文・利尻・稚内各地区で行い、日射計などによる測定データから日射量を予測し、それらを元に太陽光発電の発電量を予測します。また、事前に定められた出力計画と予測した発電量から、NAS電池の充放電計画を立案します。その結果、自然任せの太陽光発電を計画的出力が可能な電源として運用することが可能となります。

写真１　概要説明に聞き入りました（稚内メガソーラーにて）

写真２　気象観測機器の説明を受けました（稚内メガソーラーにて）

③「高調波抑制対策技術の開発」では、パワーコンディショナーなどから発生する高調波に関する検討、及び高調波抑制対策技術の開発などに関する検討を行ないます。構築した太陽光発電システムのこれまでの測定結果から、高調波抑制対策は不要と考えられますが、設備増設による影響の有無を把握するため、継続測定を実施しています。これまでの研究により、パワーコンディショナーの性能が良いために、高調波の問題はほとんど無いとのことです。

④「シミュレーション手法（ソフトウェア）の開発」では、今後の大規模太陽光発電システム設置の具体的な検討策としての活用に資する、上記項目（①～③）を含めた各種技術的評価に関するシミュレーション手法（ソフトウェア）の開発に着手すると共に、運用性、経済性及び環境性に関する効果を定量的に評価することが可能となるシミュレーション手法の検討を行ないます。

⑤「大規模電力供給用太陽光発電導入時の指針となる手引書の作成」では、今後の大規模太陽光発電システム設置の一般的な検討策としての活用に資する、上記項目（①～④）を踏まえた導入時の指針として活用できる手引書の策定を行な

います。この手引書は、A４両面で印刷すると厚さ約20cmにも及ぶ膨大な資料となります。

以上の概要説明の後、参加者からいくつか質問があがりました。夕立などの急激な出力変化に対応できるのですか？という質問には、NAS電池を用いた出力制御を行っており、0.1秒間隔で制御しているので気象の変化には十分追随できますとの回答でした。また、システム全体でどのような保守作業を行っているのですか？消耗部品はあるのですか？という質問には、基本的にメンテナンスフリーであり、定期的な巡視を行なう程度です。太陽電池の寿命は約17年で、NAS電池の寿命は4500サイクルですとの回答でした。さらに、太陽電池の性能は年々向上しているのですか？との質問には、年々向上しており、現在では最大16％程度の変換効率に達していますとのことでした。さまざまな質問を踏まえて、太陽光発電の課題に関心が集まりました。そこでは、建設時のコストを含んだ経済性、エネルギーの回収などについて議論が行われ、解決すべき課題が残されているとの意見が多く出されました。

概要説明と質疑応答の後、参加者は気象観測機器や太陽電池パネルを見学しました（写真２）。高さ約５ｍの架台に整然と並べられた太陽電池群の中を歩いてみますと、先ほどまでの雨はあがり、お天道様のありがたみが身にしみて実感できました。

幌延深地層研究センター

翌日は日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センターを訪問しました。はじめに幌延深地層研究センターのPR施設、「ゆめ地創館」に案内され、職員の方から幌延深地層研究センターに関する概要説明がありました（写真３）。幌延深地層研究センターでは、原子力発電の使用済み燃料から回収した高レベル放射性廃棄物を安全に処分するための地層処分技術に関する研究のうち、国の計画に示された深地層の科学的研究（地層科学研究）や地層処分研究開発などを行っています。地層科学研究とは、地下（地層）の構造を明らかにし、過去にどのように変化して現在に至ったのか、また、将来はどのように変化するのかなどを調べるための研究です。地下水や岩盤の調査を通じ、地下深部の地質環境を把握するための技術開発を行い、地層処分研究開発の基盤とします。また、地層処分研究開発とは、実際に地下深部で、地層処分システムの設計・施工が可能かどうかを確認する研究開発です。工学的技術と共に、研究の成果をそのつどモデルに反映させて、安全性を評価する技術の信頼性を高めます。なお、幌延深地層研究センターでは放射性物質は一切扱いません。

幌延深地層研究センターでは、３つの立抗（東西立抗、換気立抗）のうち、西立抗は未着工で、東立抗と換気立抗の掘削が行われていました。東立抗は内径6.5m、厚さ40cmの覆工コンクリートで保護された円形の立抗で、深さ140mまで掘り進められていました（換気立抗は内径4.5m）。掘削工法は全断面堀下がり工法で、発破工法を用いています。地下140mでは、各立抗を結ぶ水平坑道の掘削も始められており、その断面形状は内空幅４ｍの三心馬蹄形です。幌延町は泥岩などの堆積岩の地質であるため、岩石が層状で比較的やわらかく、地下水は鉱物粒子の隙間に浸み込むという特性を持っています。瑞浪超深地層研究所のある瑞浪市の地質は花崗岩などの結晶質岩であり、岩石が塊状で硬く、地下水が岩盤中の割れ目を通るという特性を持っています。このように、ふたつの異なる地質において超深地層の研究を行なうことにより、将来の実用化に向けて必要な技術基盤の確立を目指しています。

さて、掘削の際に発生する掘削土は、そのまま廃棄処分せず、敷地内の掘削土仮置き場に土壌汚染対策法ならびに水質汚濁防止法などの法律に準拠した形で環境に配慮した管理を行っています。掘削土を廃棄せずに仮置きする理由は、幌延深地層研究センター研究終了後に全ての抗を埋め戻す際に利用するためです。環境保全の観点から、もうひとつの処理が行われています。掘削時に発生する湧水(地下水)の処理です。これは、水質汚濁防止法に定める排出基準値以下まで廃水処理されています。

幌延深地層研究センターにおける調査・研究の期間は約20年間で、その具体的な内容は、①地上からの調査研究段階、②坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階、③地下施設での調査研究段階、の３つの段階に分けられます。①「地上からの調査研究段階」では、地上からのボーリングやモニタリング、物理探査などで地下深部の様子を調べます。これにより、地下施設建設に伴う周辺の地質や地下水への影響を予測します。この研究は、平成17年度までに終了し、平成18年度には成果報告書の形でまとめられています。②「坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階」では、坑道を掘削し、地上からの調査で行った予測を確認します。また、坑道の掘削が周辺の地層や地下水に与える影響などを調査します。平成21年度現在、この段階の研究開発が進められています。この研究開発が終わると、次の③「地下施設での調査研究段階」に移ります。これは、坑道内において坑道周辺の地層や地下水の性質、地震の影響などを長期的に直接観測します。また、

写真３　概要説明に耳を傾けました（幌延深地層研究センターにて）

写真４　「ゆめ地創館」前にて集合写真（幌延深地層研究センターにて）

処分システムの設計・建設に関する技術や坑道を密閉する技術の開発も行ないます。具体的には、放射性物質を一切含んでいない模擬人工バリヤ内に熱源を挿入し、オーバーパックの腐食試験や地層に与える影響など、電位・温度・水素イオン指数等を調べていきます。

以上の概要説明の後、参加者は二班に別れて見学に移りました。一班が坑道を見学している間に､もう一班はPR施設｢ゆめ地創館」内を見学しました。｢ゆめ地創館」では、深地層研究センターの研究内容や、化石や地質など地下に関する展示物が紹介されていました。一方、立抗見学の参加者は、落下物防止のためポケットの中を空にし、作業つなぎ、安全靴、ヘルメット、安全帯という装備で、防塵マスクを所持して東立抗へと移動しました。当日は、地下140mの地下で発生した掘削土を地上に上げる作業をしており、直径３mほどの釜に満載された掘削土が頻繁に立抗の底から揚げられていました。立抗に入る前に、職員の方から説明があり、掘削土が一時的に集められる場所ではアンモニア臭がしました。その後、６人乗ると満員の状態になるほどの狭いエレベータに乗り込み、地下124mの底に降下していきました。降下中に目に入る風景は、厚さ40cmの円柱のコンクリート壁だけでしたが、次第に作業の音が大きく聞こえるようになり、１分程度で地下124mに到達しました。地下124mに到達したあと、上を見上げると、入り口から射し込む光が満月よりも小さく見え（実際は満月よりも６倍ほど大きく見えるはずなのですが)、深地下にもぐっていることを実感できました。説明の最中も、作業の音が響き渡り、また、私たちのすぐ脇を掘削土が揚げられていきました。一旦地上に戻った後（写真４)、次に掘削時に発生する湧水（地下水）の処理施設を見学しました。その後、専用に設置された全長8.4kmの排水路管を通じて天塩川に放流されるとのことです。

以上、第19回核融合科学研究会見学会について報告いたしましたが、今回見学した二施設に共通していることは、自然環境の保護という点です。稚内メガソーラーでは、自然環境の最たる条件、気象の変化を受け入れつつ、文字通りクリーンなエネルギーの開発を行なっています。幌延深地層研究センターでは、高レベル放射性廃棄物が安全に、かつ環境に影響を及ぼさないように最新の技術で細心の注意を払って研究が進められていました。核融合の研究についても、核融合発電の実現に向けて、自然環境の保護を念頭に研究が進められています。

今回の見学会では、北海道電力（株）ならびに幌延深地層研究センターにはお世話になりました。また、中部電力（株）にも大変お世話になりました｡ここに改めてお礼申し上げます。今回に引き続き、今後ともより一層、会員の皆様にご満足いただける見学会を企画したいと思います。見学してみたい施設のご希望、ご推薦等がありましたら、事務局までお気軽にご連絡下さい。

（文責：成嶋　吉朗
核融合科学研究所・プラズマ制御研究系　助教）

総合研究大学院大学・核融合科学専攻「夏の体験入学」

核融合科学研究所（以下「核融合研」）内にある、総合研究大学院大学・物理科学研究科・核融合科学専攻では、６年前から毎年８月に「夏の体験入学」を開催しています。核融合研には、核融合研究に関する幅広い分野を専門とする教員がそろっており、総合的に核融合を学び、研究できる日本で唯一の大学院となっています。しかしながら､「研究者を養成することが目的の大学院だけの大学のため学生の定員が少ないこと、基盤となる大学共同利用機関（研究所）が研究機関としては有名でも､教育機関としてあまり知られていないこと」などから、核融合科学の研究者を目指す学生の発掘と核融合科学の研究内容の周知を目的として､「夏の体験入学」が企画されました。本事業は、総合研究大学院大学の事業プログラムを土台として、より多くの学生に参加機会を与えるべく､「核融合科学研究会」からのご支援を頂いて実行されています。

今年の「夏の体験入学」は、８月24日（月）から８月28日（金）までの５日間開催されました。昨年までは、本企画の参加者として、大学院修士課程の学生も受け入れていましたが、大学の学部相当の学生にできるだけ多く参加していただき、早い段階から核融合研究に興味を持っていただけるようにと、今年度は体験入学受入対象を大学１－４年生、高専４－５年生・専攻科の学生としました。それに伴い、例年８月初旬に設定していた開催時期を学部の試験や授業がない８月下旬に移動しました。｢参加対象を変更したこと、開催時期を変えたこと」から、体験入学の応募者数が減るのではないかと、危惧もしましたが、昨年度を越える36名の学生が全国各地（北は宮城、南は鹿児島から）から体験入学に参加しました（写真１)。

今年度の体験入学のスケジュールを表１に記載します。本企画の中心は、ほぼ３日をかけて行う課題別体験実習とその成果を発表する研究発表会です。体験入学者は「プラズマ物理・計測・加熱実験」､「核融合に関連した工学実験」､「計算機シミュレーション」に関連した研究課題グループのひとつに配属されます。この時、特定の課題に受講者が集中しないように、１課題あたりの配属者数の最大は、担当教員数＋実習補助者数（３－４名）以下となるように配属されます。このような工夫により、体験学生１人に対し、研究者と実習補助の大学院生を合わせて１名以上が指導に当たる実際の総研大と同様の環境で参加者は研究体験をすることになります。また、核融合研内にある宿舎で寝泊りをし、研究者や研究者の卵である総研大生の生活を疑似体験しながら、上述の課題に関する研究を行います（写真２)。研究課題はいずれも核融合研究の最先端に関連した研究課題から選択されています。最終日の研究発表会は体験入学のクライマックスとなります。

写真１　小森専攻長を中心に、参加学生と課題担当教員・在学生との集合写真

写真２　高エネルギー粒子についての研究体験中

写真３　施設見学の様子

写真４　小森専攻長の核融合特別講義

8／24	開校式／装置見学／懇親会
8／25	特別講義／課題別体験実習
8／26～27	課題別体験実習
8／28	研究発表会／閉校式

表１　スケジュール概要

例年、発表会は丸１日かけて行われます。研究発表は学会での発表スタイルを模擬して行われ、発表後、質疑応答が行われます。研究発表には、体験入学者はもちろん、指導を担当した研究者、実習補助者、業務に支障のない核融合研の研究者も参加します。発表はグループごとに行いますが、すべての体験入学者は自分の行った研究内容を発表しなくてはなりません。発表会に向けた資料作成と発表会での質疑応答を通じて、研究に必要な要素を体験入学者は学ぶことになります。今年度の体験入学参加者は大学の１－４年生相当だったので、大多数がこのような研究発表は初体験のようでした。しかしながら、発表はいずれもすばらしく、体験学生の研究意識と能力の高さに驚かされました。また、今回特に印象深かったのは、すべての課題で、参加者から発表内容の質問が複数あったことでした。このために、研究発表会は非常に活気のあるものになりました。

体験入学の期間中には、上記の研究体験、研究発表以外にもいくつかの催しが行われます。ひとつは、核融合研の主研究施設である大型ヘリカル装置とスーパーコンピュータ、バーチャルリアリティ（３次元グラフィックによる仮想現実化）装置の見学です（写真３）。この施設見学は体験入学の初日に行われ、この見学により、最先端の研究施設の一端にまず触れることになります。さらに２日目の午前中には、専攻長である小森　彰夫 核融合研所長による特別講義も行われ、核融合研究の魅力について学ぶ貴重な機会が得られたと思います（写真４）。

「夏の体験入学」は６年目を迎え、開校日の様子が新聞記事に取り上げられるほど、夏の行事として完全に定着しました。急速に進展する科学技術の現場を学生に体験してもらうという企画は、核融合という先端科学研究を行っている機関としての社会的責任を果たすという側面からも重要です。一方、「夏の体験入学」では、総研大の在学生に、“Teaching Assistant”として実習補助に当たってもらっています。研究指導を行う機会を与えるという観点で、総研大在学生に対する教育活動としても機能しています。参加者の知的満足度が高いことが体験学生のアンケートからもうかがえ、本企画への参加が総研大受験の契機となったケースも現れています。過去の５回の企画への参加者のうち５名が総研大に入学しているということからも、本企画の果たす役割は大きいと考えられます。また、総研大在学生に対しては、教育する立場を疑似的に体験する非常に有効な場となっており、この面からも本企画の有効性は高いと考えられます。

（文責：渡邊　清政
核融合科学研究所・高温プラズマ物理研究系准教授、総合研究大学院大学･物理科学研究科･核融合科学専攻／併任）

核融合科学研究会会長の交代

核融合科学研究会では、平成21年７月15日付の臨時評議員会における評議員各位の投票の結果、会長の交代がございましたのでお知らせ致します。

新 会 長　藍田　正和（あいだ　まさかず）
役職　中部電力株式会社　取締役　専務執行役員　技術開発本部長

略　　歴　1975年　名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻修了
同　年　中部電力株式会社 入社
1997年　同社　土木建築部 水力グループ部長
1999年　同社　土木建築部 計画・技術グループ部長
2001年　同社　土木建築部 計画グループ部長
2003年　同社　支配人 静岡支店副支店長
2005年　同社　執行役員 発電本部 土木建築部長
2007年　同社　常務執行役員 発電本部 土木建築部長
現在に至る

前 会 長　田中　孝明（たなか　たかあき）
役職　中部電気保安協会　理事長

事務局だより

＊＊核融合科学研究所第19回国際土岐コンファレンスのお知らせ＊＊

国際土岐コンファレンスは、毎年、核融合科学研究所が主催し、土岐市で開催している核融合に関する国際会議です。今年度で第19回目を迎え、「プラズマと核融合研究における先進物理」をテーマに、平成21年12月８日（火）から12月11日（金）まで、セラトピア土岐にて開催されます。
詳しくは、http://peras.nifs.ac.jp/itc19/center をご覧ください。

編集後記

平素は、核融合科学研究会の活動に格別のご高配を賜りまして、ありがとうございます。
当研究会といたしましても、新会長の下、これまで以上に事業内容を充実させ、会員の皆様にとって有意義な研究会でありつづけるよう努力してまいりたいと考えております。ご意見、ご感想等ございましたら、お気軽にお寄せ下さい。
今後とも、当研究会並びに核融合科学研究所への一層のご理解ご支援をよろしくお願い申し上げます。

核融合科学研究会ニュース
第42号（2009年12月）

融　　會

編集・発行
核 融 合 科 学 研 究 会

〒509-5292　岐阜県土岐市下石町322-6
TEL 0572－58－0622／ FAX 0572－58－0626
E-mail：yu-kwai@tcp-ip.or.jp
URL：http://www.nifs.ac.jp/yu-kwai/index.html