

トヨタ財団 国際ワークショップ&シンポジウム

地域のための再生可能エネルギー

International Workshop & Symposium

Renewable Energies for Community - A View from Japan and Asia -

開催報告

2015年12月
公益財団法人 トヨタ財団



公益財団法人 トヨタ財団では、国際助成プログラムにおける 2014 年度のテーマのひとつとして「再生可能エネルギーを活用した地域の取り組み」を掲げ、日本および東南アジアを中心に各国の現状レビューと提言作成を助成してきました。

今般、トヨタ財団は北海道再生可能エネルギー振興機構、北海道大学、秋山記念生命科学振興財団と協力し、2015 年 10 月に北海道において「地域活性化のための再生可能エネルギー」をテーマとするワークショップおよびシンポジウムを開催しました。プログラムには、道内、日本国内およびアジア各国のプログラム関係者を約 40 名が参加しました。

北海道は、太陽光・風力・地熱・バイオマスといった多種の再生可能エネルギー活用に関して国内有数の先行事例とポテンシャルを備えた地域と言われます。自治体単位の取り組み、民間での取り組み、研究活動など多様なアプローチが行われていることから、現地視察と関係者ワークショップ、一般公開シンポジウムを組み合わせることでアジア地域及び国内他地域の実践者・研究者と北海道内関係者（大学・行政・民間）双方にとって有益な情報共有と意見交換の実現をめざしました。

本企画が、北海道および日本国内・アジア各国の地域社会それぞれにとって、有用な再生可能エネルギー活用の可能性について学びあい、意見を交わし合う機会となったと共に、地域のための再生可能エネルギーの取り組みについての発信と研究者・実践者のネットワーク形成につながれば幸いです。

2015 年 12 月

トヨタ財団

【開催概要】

名 称	トヨタ財団国際ワークショップ&シンポジウム 『地域のための再生可能エネルギー ―日本とアジアから考える』 International Workshop and Symposium “Renewable Energies for Community – A view from Japan and Asia”
日 時	2015 年 10 月 3 日（土）～5 日（月）
共 催	（公財）トヨタ財団、（一社）北海道再生可能エネルギー振興機構、北海道大学 持続可能な低炭素社会づくりプロジェクト、（公財）秋山記念生命科学振興財団
シンポジウム後援	北海道、札幌市
場 所	① 現地視察・ワークショップ： 芦別市・夕張市・札幌市 ② 公開国際シンポジウム： 札幌（北海道大学 学術交流会館講堂）

道中及び視察風景



公益財団法人秋山記念生命科学振興財団・札幌市にての歓迎レセプション



写真：楠田健太（トヨタ財団）

レポート：

再生可能エネルギーに関わる

キーパーソンたちの熱い議論

芦別の木質バイオマスエネルギー

2015年10月3日、前日までの“秋の嵐”が去り、やや肌寒い朝を迎えた札幌。ホテル前に待機するバスに乗り込んだのは、国内外の再生可能エネルギー研究者や再生可能エネルギーを通じた地域づくりに関わる人たち約40名。海外は韓国、ベトナム、フィリピン、タイ、インドネシアから研究者・実践者が参加している。これから2日半にわたり、『地域のための再生可能エネルギー——日本とアジアから考える』と題して、視察に加え、ワークショップ、シンポジウムというプログラムが続くのである（主催：公益社団法人トヨタ財団、共催：一般社団法人北海道再生可能エネルギー振興機構、北海道大学持続可能な低炭素社会づくりプロジェクト、公益財団法人秋山記念生命科学振興財団）。そのねらいは後で述べるとして、走り出した車内ではさっそく、吉田文和北海道大学名誉教授による、道内の再生可能エネルギーについてのレクチャーが始まった。

環境経済学者である吉田さんは、北海道再生可能エネルギー振興財団の理事も務め、循環型社会の形成、再生可能エネルギーの導入を通じた持続可能な社会づくりに関する研究や提言も行ってきた方だ。

明治以後、北海道では国策として移民とともに道内の豊富な石炭資源の開発が進められた。炭鉱には多くの労働者とその家族が集まり、各地に炭鉱町を形成した。北海道の近・現代史は「国産エネルギー」であった石炭と切り離しては語れない。

バスは、最初の目的地である芦別に到着した。芦別も炭鉱とともに発展した町である。明治時代の1890年代後半から採炭が始まり、大正時代になると三菱鉱山による本格的な開発が行われた。他に三井系などの炭鉱が操業、芦別5鉱山と呼ば

れるようになる。炭鉱の開発につれて人口も増え始めた。市の統計によると1912年に7,665人だった人口は、太平洋戦争後に急増、1959年には7万5,000人とほぼ10倍となった。石炭は戦後の復興に欠かせぬ国産エネルギーの要だった。

ところが、そのころ国の基幹エネルギーは安い輸入石油へと転換し始めていた。そのあおりを受けて国産石炭の需要が減ると一転炭鉱の合理化が進んだ。閉山のたびに人口は減り、最後の三井芦別鉱山が1992年に閉山するころには2万5,000人に、2013年には1万6,000人を割り込んでしまう。

そのような状況下で芦別市が取り組み始めたのが、市域の88%を占めるという森林資源の活用だ。冬が長く厳しい北海道では、当然ながら暖房需要が大きい。そのエネルギーはかつて石炭でまかなわれていたのだが、その石炭も掘られなくなり、輸入石油やガスに頼るようになっていた。そうした中、2000年代になると道内のいくつかの地域で、豊富な森林資源を熱源として利用しようという動きが起こった。道北の下川町では温浴施設への木質チップボイラーの導入に始まり、公共施設などの暖房用途にも、町内の木材産業から発生する林地残材、端材や樹皮（バーク）を燃料にした木質チップボイラーを導入。他にも、十勝での木質ペレット製造など木質エネルギー活用に取り組み始める地域が出てきていた。

木質バイオマスのエネルギー利用にはさまざまな技術・手法がある。再生可能エネルギー由来の電力の固定買取制度（FIT）の対象でもあることから、最近では発電用燃料として注目されることが多いが、最も簡便でかつ効率的なのは、直接燃焼による熱利用である。先ほど書いたように、北海道は暖房需要が大きいし、それ以外にも宿泊施設や病院、福祉施設など、大量にお湯を使う施設

もある。

芦別市は先進事例を調査・分析した上で、「それらのいいところを組み合わせるシステムを組んだ」（芦別市総務部・長野周史課長）。システムというのは、木質バイオマスの集材・搬出から燃料チップ化、燃焼機材、運搬、さらにその経済性まで、総合的なものを意味している。市では木質バイオマス事業のスキームを描き、事業化へ向けた検討を行った。



芦別市のバイオマス事業について語る長野周史課長

芦別振興公社が運営するスターライトホテルを中心とした温泉宿泊施設では、地下から汲み上げた冷泉を加温するため重油ボイラーを焚いていた。そのボイラーを木質チップを燃料にしたボイラーに置き換えることにした。暖房だけでは燃料需要期間は半年程度だが、温浴施設の加温であれば通年燃料を必要とする。チップ燃料の製造販売事業も年間を通じて稼働できるため、経営的にもメリットがある。これまでは重油代に年間6,000万円強が支払われてきたが、代金のうち地元に残るのは1割程度。しかし、地元産の木質燃料ならそのほとんどが芦別市内にとどまることになる。

再生可能エネルギーのメリットとして「エネルギーの地産地消」はよく言われることだが、いったん設置してしまえば“機械まかせ”の太陽光発

電や風力発電と異なり、バイオマスでは集材や燃料製造・運搬といった事業が必要なため、そこに雇用が生まれ、支払われる代金が域内に回るといふ経済効果も見逃せない。ただ、そのしくみを一から組み立てるのは、時間もコストもかかる。そこで芦別市では、素材生産事業者や製材事業者など市内の民間事業者を当初から巻き込んで調査や議論を重ねた。幸い集材やチップ製造に関しても、既存の林業機械や、木材破砕機、倉庫などが活用でき、低コストでのチップ製造が可能なのことがわかった。

こうして2014年3月、スターライトホテルに設置されたチップボイラーが稼働を開始。同時にチップ供給もスタートした。チップは、製材用に切り出されるトドマツやカラマツのうち、搬出されずに林内に残されてきたいわゆる林地残材で、含水率を下げるために1年以上天日乾燥した上



上：芦別スターライトホテルに導入された木質チップボイラー

下：燃料のチップ

で破碎する。チップの含水率が高いと燃焼効率が落ちる上、機器にトラブルが生じやすくなるためだ。導入後の平成 26 年度には、重油換算で 77 万 5,000 リットル、金額にして 4,600 万円分が、

チップに置き換わった。支払われる燃料費も、増えた電気代を差し引いて年間 860 万円ほど削減できているという。

縮小都市・夕張のコンパクト・シティ構想

地域社会の縮小という意味では、次に訪れた夕張市は芦別市以上に厳しい現実と直面している。夕張もまた炭鉱の町であり、炭鉱開発とともにその歴史が始まった。採炭が開始された 1892 年の人口はわずか 500 人強、それが 8 年後の 1900 年には 1 万人を超えた。その後も炭鉱開発とともに町は発展し、太平洋戦争中の 1943 年に市制をしいたときには 7 万人を超えていた。さらに戦後の石炭産業の隆盛で 1960 年には 11 万 7,000 人を数えた。しかし、その後は芦別市同様の道をたどる。一時は 24 あった炭鉱は次つぎ閉山し、1990 年には最後の三菱南大夕張炭鉱が閉山。人口もみるみる減って、2013 年にはとうとう 1 万人を割り込んでしまった。

夕張市では、閉山後の雇用対策として観光を主にしたまちづくりをめざしたが、それらの施策もうまくいかず、結果として財政赤字を膨らませることになった。こうした中、2010 年にとうとう自治体の倒産と言える財政再建団体となったことはまだ記憶に新しい。

夕張市に限らず、過疎地域の問題は人口減とともに、高齢化率の高さと子供を産み育てる若い世代の少なさだ。夕張市の場合 65 歳以上の割合が 4 割超である一方、出産年齢にある 20~39 歳の女性人口は 653 人（2010 年）しかいない。しかも、その数は 2040 年には 100 人に減ってしまうだろうと予想されている。このままでは地域社会

の維持すら難しい。

炭鉱が栄えたころはその近くに炭鉱住宅（炭住）を中心にした市街地が形成された。夕張市の場合、ただでさえ少なくなった人口が 24 もあった旧炭鉱周辺に分散している。これでは道路や水道、あるいは除雪、介護といったさまざまなインフラの維持や行政サービスが難しくなってくる。そこで夕張市では、行政コストを減らすため、市のほぼ中心に当たる清水沢地区に都市機能を集約し、そこに住民にも移住してもらうコンパクト・シティ化を 20 年かけて進めるという地域再生計画をまとめた。

清水地区の地下には石炭層が広がっており、その中には 77 億 m³ものコールベッドメタン（CBM）が眠っている。CBM は石炭に吸着しているメタンで、高圧の二酸化炭素を送り込むと取り出すことができる。これをガスとして、あるいは発電燃料として、産業やまちづくりに利用できないかと市では取り組みを始めたところだ。ただし、「CBM が出れば夕張が再生するというわけではない。7 万人規模の自治体であった時代の公共施設を減らして将来世代の負担を小さくすると同時に、新しい産業や雇用を生み出していかなければならない。お金もない中で非常に厳しい取り組みだが、これまででない発想でチャレンジしていきたい」と夕張市まちづくり企画室の佐藤学主幹。

こうした現状を見て、東南アジアの国々から来られた方たちはどのように感じられたらだろうか。いまは人口も増え、平均年齢も若い国も、経済発



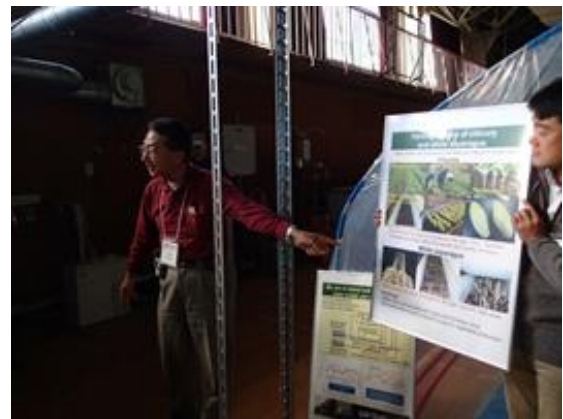
夕張市の取り組みを説明する佐藤学主幹

展にともない出生率が低下し、高齢化していくだろう。同時に人口の都市集中が進み、農山村では過疎化が進むに違いない。夕張は日本で、いや世界でも最先端に行く「縮小都市」である。もし夕張が持続可能な地域づくりに成功すれば、それは日本の他地域にとっても福音となり、そしてとりもなおさず、世界のモデルともなるに違いない。

北海道の産炭地の現状は、国のエネルギー政策に翻弄された結果と見ることもできる。持続可能な地域づくりには、限りある地下資源に頼ることなく、地域で得られる再生可能な資源を活用しそれを付加価値として生かしていくことも必要だ。

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの荒木肇教授らのグループは、廃校になった夕張小学校の体育館を活用し、地中熱や雪冷熱、発

酵熱などを組み合わせて温度をコントロールし、チョコレートやホワイトアスパラガスの栽培試験を行っている。チョコレートやホワイトアスパラガスはもともと高価格で取引される作物、それを冬は温め、夏は冷やすことにより出荷時期をコントロールして、より付加価値を高めようという目論見だ。



上：再生可能エネルギー栽培システムを説明する北大の荒木肇教授

下：栽培されているチョコレート

各地でのさまざまな取り組み

初日の締めくくりは、参加者による事例発表とワークショップである。内外の参加者に再生可能エネルギーのポテンシャルを秘めた北海道という地域を実感してもらった上で、それぞれが地域で取り組んできた再生可能エネルギーの導入プ

ロジェクトを紹介し合い、情報や経験を共有しようというわけだ。

後述するように、現在、日本を含むアジア地域におけるエネルギー事情はさまざまである。日本や韓国のように、全国にほぼ送配電線網が張り巡らされ、電気の恩恵を受けることができる国がある一方、東南アジアの発展途上国の一部では、送

配電線が届かず電気が使えない「未電化地帯」も残っている。また、日常の煮炊きの燃料も薪が中心で、その調達に時間を取られたり、また煙による健康障害が起こったりもしている。発展途上国の山間地や離島では、「エネルギー問題」と言えば、日常のエネルギーをどうやって手に入れるか、という切実な問題なのである。今回の国際ワークショップ・シンポジウムは、そうした状況の違いを超えて、互いの取り組んできた経験やノウハウを交換し合い、生かし合っていけないかという狙いで開かれたものだ。主催したトヨタ財団では、2014年度の国際助成プログラムのテーマの一つとして「再生可能エネルギーを活用した地域の取り組み」を掲げ、日本と東南アジアでの活動や研究を支援してきた。さらに、全国有数のポテンシャルを持つ北海道の再生可能エネルギー資源を地域経済活性化に活かしていこうと設立された北海道再生可能エネルギー振興機構、道内でさまざまな再生可能エネルギープロジェクトに関与している北海道大学、秋山記念生命科学財団との共催によって実施が実現された。

この日のワークショップで紹介された事例は13。まず、フィリピンのアテネオ・デ・マニラ大学准教授、エレエス・クィーン・B・マカベベ氏は、農村地域での、「ソーラー・ホーム・システム(SHS)」導入プロジェクトについて発表した。SHSというのは、太陽光発電(ソーラー)パネルとバッテリー、コントローラーを組み合わせた自立型の家庭用電源システムのことで、日中ソーラーパネルで発電した電気をバッテリーにためておき、夜間に照明などに使う。アジアやアフリカなどの無電化地帯では、夜間の照明に灯油ランプ(ケロシンランプ)が使われることが多いが、その灯りは暗く、すすや煙で健康を害することもある。このプロジェクトでは、LED照明4個をつ

けたシステムが基本だが、もちろんラジオを聴いたり携帯電話を充電したりできるため、生活の向上に大いに寄与する。利用者は使用料と管理費として月220ペソ(約560円)を農村改良地域組合に支払うが、それはそれまで使っていた灯油代より安いという。メンテナンスはトレーニングを受けた地域の人たちが行う。



フィリピン未電化地帯でのソーラー・ホーム・システム導入プロジェクトを紹介するアテネオ・デ・マニラ大学のエレエス・クィーン・B・マカベベ准教授

韓国開発研究院准教授のキム・ドンユン氏は、韓国北東部江原道(カンウォンド)洪川郡(ホンチョングン)におけるバイオガスプロジェクトを紹介。バイオガスというのは、家畜のふん尿や食品廃棄物のような水分の多い有機物の嫌気発酵で得られる、メタンを主成分とするガスで、精製して燃料として使うことができる。この集落ではもともとあった家畜ふん尿や下水の処理施設をバイオガスプラントに改良、発生したガスを都市ガスとして地域の住民が利用できるようにした。韓国環境研究所政策研究グループのイ・チャンフンディレクターは、東シナ海に浮かぶ済州島(チェジュド)での、カーボンフリー・アイランド計画について説明した。世界自然遺産やジオパークなどのある自然環境豊かな同島では、日射と風に恵まれた特性を活かし、2030年までに洋上風力で200万キロワット、陸上風力で35万キロワット

ト、太陽光発電で10万キロワットを導入し、全ての電力をこれら再生可能なエネルギー源でまかなうことを目指す国家プロジェクトが進められている。平行して自動車も2030年までに全て電気自動車に切り替える予定だという。



濟州島での、カーボンフリー・アイランド計画について語る韓国環境研究所政策研究グループのイ・チャンフンディレクター

ベトナム科学技術アカデミーのダン・タイン・トゥー研究員が紹介したのは、山間集落での小規模な家庭用バイオガスシステム導入の取り組み。敷地内に埋めた発酵タンクに、畜舎からの液状のふん尿や家庭排水をためて発酵させ、発生したガスを調理や照明に使うもの。きわめてシンプルなシステムで、住民はトレーニングを受けたうえで設置やメンテナンスを自ら行う。エネルギーが得られるだけでなく、ふん尿による環境＝とくに水質＝汚染対策にもなり、発酵の終わった廃液は良質



バイオガスシステムを紹介したベトナム科学技術アカデミーのダン・タイン・トゥー研究員

の液肥として利用できる。一石何鳥にもなる取り組みだ。

タイの環境計画やエネルギー政策に関わる、同国エネルギー省のニルボン・ルアンチョシリ氏は、同国農村地域における作物や箸を製造した後の竹の残さを燃料にしたガス化発電プロジェクトを紹介した。固形バイオマスを「蒸し焼き」にすると、熱分解して一酸化炭素や水素などの可燃性のガスが発生する。直接燃焼して蒸気タービンで発電するよりもこのようにガス化してエンジンで燃焼させて発電した方が効率がよい。出力は250キロワットで、発電した電気は電力会社に売電する。建設資金の3900万タイバーツ（約1億3000万円）の7割は世界銀行の地球環境ファシリティ基金から出資され、住民も一部を負担した。出資に応じて分配金が得られるしくみだ。

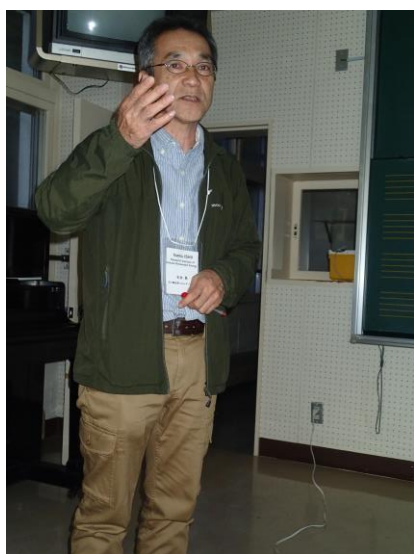


竹残さの発電事業について説明するタイ・エネルギー省のニルボン・ルアンチョシリ氏

国内事例はまず京都大学特定助教の中山琢夫氏から、徳島県での木質バイオマスボイラー導入のケースが紹介された。芦別市でも導入されているように、木質バイオマスボイラーは国内で設置が増えているが、その多くは残念ながらヨーロッパ製である。自動化や燃焼効率などにおいて、国内製に比べヨーロッパ製の機材やシステムに一日の長があることは事実だが、取り扱う業者が限

られ、工事費やメンテナンスコストも割高になる。このケースでは、老人ホームにオーストリア製の50キロワット小型ボイラーを2台導入したが、その設置工事をオーストリアでの現地研修を受けた上で地元事業者が行った。燃料のチップも地元業者によってまかなわれている。

五ヶ瀬自然エネルギー研究所所長の石井勇氏と静岡大学特任准教授の藤本穰彦氏からは、宮崎県五ヶ瀬町での取り組みが紹介された。標高も高く降水量も多い五ヶ瀬町は水力資源に恵まれている。五ヶ瀬自然エネルギー研究所では、その水力資源を活用したまちおこしを進めているが、その中でインドネシア小水力発電協会の活動を知り、同協会との協働で現地でキンチール(KINCIR)と呼ばれる伝統的な木製水車式小水力発電機を導入、地域のりびとの合意形成のツールとして活用して、大きな効果があったという。名古屋大学准教授の丸山康司氏は、市民出資による風力発電事業のしくみや効果について、法政大学教授の馬場健司氏は、地域の事業者や金融機関が関わる地熱(温泉熱)を利用した小規模な発電プロジェクトについて紹介した。



五ヶ瀬自然エネルギー研究所の石井勇所長は木製水車を活用した事例を紹介

タイ・チェンマイ大学のチャチャワン・チャイチャナ准教授とインドネシア小水力発電協会事務局長のファイサル・ラハディアン氏、北海道グリーンファンド理事長の鈴木亨氏の発表については、3日目のシンポジウムで詳しく述べるので、ここでは割愛する。

いずれも短時間の説明だけではもったいないような事例ばかりだったが、こうしてプロジェクトに関わる関係者から直接話を聞くことができたのは実に貴重な機会であった。

ワークショップでは、今回発表された事例について「類似点」と「相違点」を付せんに書き出し、模造紙に貼って整理。最後に、それぞれのグループの代表者がその内容を発表するという形式で行われた。類似点として挙げられた項目は、地域資源の活用、投資であること、地域住民の参加と所有、CO₂の削減、経済性と雇用の創出、合意形成、ファンドの支援、国際的な協働事業であること。一方相違点としては、エネルギー資源の種類、技術、価格設定方式、規模、資金調達、経済であったり環境であったりといった導入の動機、電気が系統連系か独立か、プロジェクトの推進者の違い、などが挙げられた。



ワークショップで議論する参加者



発表の様子

この日、特に海外での取り組み事例を知って思ったのは、こと再生可能エネルギーに関して言えば、日本が先進地であり、技術的にも導入についてもアジアの最先端であるという思い込みは捨てる必要がある、ということだった。

たしかに、太陽電池のようなハイテクに関しては、日本の技術や産業は優れたものを持っている。また風力発電のように、装置も大型化し巨大なプロジェクトとして設置されるケースもあり、北海

道をはじめ日本でも大規模ウインドファームが建設されている。しかし、再生可能エネルギーの中には、小水力やバイオガスのように、ハイテクでなくとも利用でき、むしろ小さなコミュニティレベルでの導入が向いている技術もあるのだが、日本ではそうした事例はあまり多くはない。バイオガスは日本でもかつて農村での自給用に設置されたことがあったが、普及するには至らなかった。また電力事業の初期には、谷川に水車を仕掛けて集落を電化しようとした「起業家」たちが全国にいた。しかし、電力事業が統合されていくなかで、そうした小規模な発電事業は整理されてしまったという歴史がある。後で詳しく説明するインドネシアの小水力発電事業は、まさにそんな日本の電化黎明期を想起させるとともに、日本がたどったのとは違ったかたちで、再生可能エネルギーの普及があり得るという思いを持った。

東南アジアと北海道の再生可能エネルギー事情

2日目は、小水力発電設備を見学する早朝の徒歩ツアーで始まった。ところどころにエゾジカのフンが落ちるぬかるんだ山道を歩き、小さな流れを渡ったところに設備があった。この設備では、炭鉱の坑道跡から湧き出る水を集めて落とし、小さな水車を回して最大 1 キロワットの発電をしている。この電気は主に前日見た栽培施設で使われている。その後、雪冷熱利用の貯雪庫と温泉廃熱を利用した温室を見学。雪の降らないインドネシアから来られたファイサル・ラハディアン氏は、興味深そうに地下の貯雪庫の中まで下りていたが、残念ながらこの時期には雪はとけてなくなっていた。ホテル敷地内にある温室では、温泉廃熱

とボイラー廃熱を活用して、グリーンアスパラやハーブが栽培されていた。厳寒の地夕張で、温水パイプを通して温めることで冬季にも土は 18～20℃を維持できるし、温室内が氷点下になることはないという。

朝食をすませると、参加者を乗せたバスは公開シンポジウムが開催される札幌に向かった。

北海道大学学術交流会館で開催されたシンポジウムに最初に登壇したのは、京都大学エネルギー科学研究科教授の石原慶一氏。石原氏は、「アジアの再生可能エネルギー」と題して、主に東南アジア諸国のエネルギー事情と再生可能エネルギーについて報告した。

東南アジアと一口に言っても、きわめてバラエティに富んだ国々の集まりである。インドネシア



ホテルの温泉廃熱とボイラー廃熱を活用した温室

のように2億5000万人と世界第4位の人口を持つ国もあれば、ブルネイのように41万人程度の国もある。エネルギー事情に関して、シンガポールでは1人当たりのエネルギー消費量は日本の3倍以上、石油や天然ガス資源の豊富なブルネイでも同じく日本の2倍以上ある一方で、ミャンマーやカンボジアでは、電気や石油のような近代的なエネルギーはごくわずかしき使われていないという。

「とくに注目していただきたいのは国民が電気にアクセスできるかどうかを示す電化率。日本での電化率は100%で、どこに住んでいてもコンセントがあってスイッチをひねれば電気がつく生活をしている。しかし、東南アジアでは100%という国はシンガポールくらいで、とくにミャンマーやカンボジアでは、人口の4分の3は電気がない生活をしている。インドネシアでは電気が届いていないのは4分の1だが、人口が多いので、日本の人口の半分くらいが電気を使っていない」
(石原氏)

各国の電源構成は国によってさまざまだが、一部の国で水力や地熱が使われている以外に、再生可能エネルギーの導入率はまだわずかだという。再生可能エネルギーには、化石エネルギーとちがって、産地が偏在しない、つまりどこでも利用で

きるというメリットがある。また太陽光発電に特徴的だが、大規模なものから小規模なものまで設計も自由にできる。その一方で、天候や昼夜、季節によって出力が変動する、初期コストが高いというデメリットもある。石原氏は、「コミュニティレベルでは、こうした特性に配慮して導入する必要がある」と強調した。

しかし、電力網の整備されていない地域では、長々と送電線を引くよりも、地域で得られる再生可能エネルギーを活用して家庭や集落単位で使う方が、むしろコストがかからないという利点もあるだろう。そうした未電化地域の解消に再生可能エネルギーは役立つと石原氏は言う。電力網が整備されていても、電力供給が不安定で停電が多い地域では、再生可能エネルギーによって電力供給が安定化できるほか、コミュニティの活性化や電力料金の安定化といったメリットがあると指摘したうえで、再生可能エネルギーの導入は「コミュニティの、コミュニティによる、コミュニティのため」のものであるべきで、そのためには財政基盤が整っていること、将来計画が明確に定められていること、コミュニティ内の人材の確保が重要であると締めくくった。

引き続き登壇した北海道大学名誉教授の吉田文和氏は、「北海道の再生可能エネルギーと地域活性化の展望」と題して、道内における再生可能エネルギーのポテンシャルとさまざまな再生可能エネルギー導入事業を通して見えてきた課題について報告した。

北海道では、太陽光は十勝や根室、釧路のような太平洋岸で日射条件がよい、風力は道北の留萌と宗谷、道南の檜山と渡島、石狩で強い風が吹く、さらに小水力は十勝・日高・上川といった内陸部、地熱は上川・十勝など、バイオガスは十勝・釧路、木質バイオマスはオホーツク・十勝で大きいポテ

ンシャルがある、という北海道庁の調査があり、まさに北海道は再生可能エネルギーの宝庫だ。

「気温が低い北海道は太陽光発電に好都合で、風力発電のポテンシャルは日本全体の中でも高い。宗谷岬には日本最大のウィンドファームがある。稚内市の所有しているものを含めると 78 基の風車があり、稚内市の電力の 85%は風力発電でまかなっている。さらに現在道北地方で計画中の風力発電事業を全部合計すると 1,000 機になる」(吉田氏)

しかし、大規模なメガソーラーや風力発電の大部分が道外の資本による投資。計画されている 1,000 機の風力発電についてもこのままだと地元の参加が進まない。明治以来のいわゆる植民地的な開発、外から資本が来て、地元の資源だけが使われて、持って行かれてしまうことになりかね

ないと懸念する。「再生可能エネルギーは地元の資源であって重要なのは地元の参加や地元への利益還元だ」と吉田氏は強調した。

次に登壇した、名城大学教授の李秀澈(イ・スウチョル)氏は、再生可能エネルギーのメリットとして、地球価値(再生可能エネルギーが普及すればするほど CO₂が減る)、国家価値(再生可能エネルギーは純国産エネルギーであってエネルギーの安全保障が高まり新しい技術・産業を創出する)、地域価値(地域固有の環境資源の有効利用、雇用の創出、過疎化の防止など、地域の新たな可能性を開く)、世界平和価値(石油資源をめぐっていろいろな戦争が起きたが再生可能エネルギーが普及すればそういう心配もなくなる)があると述べた上で、芦別と夕張のツアーとワークショップの報告を行った。

タイのバイオガスとインドネシアの小水力

休憩をはさんで、第2部では国内外の4つの事例が報告された。まずタイ・チェンマイ大学工学部のチャチャワン・チャイチャナ准教授は、自身が関わったバイオガスプロジェクトを紹介。チェンマイ大学では、タイ政府からの依頼を受けて、地域コミュニティへの再生可能エネルギー導入を進めるプロジェクトを各地で進めてきた。この事例は養鶏場の鶏ふんから発生させたバイオガスを、パイプラインを引いて近隣の集落に供給する事業だ。プロジェクトでは地域コミュニティが自ら再生可能エネルギー設備を建設、所有、運営するのに適当な手段を確立することを目指した。

「このケースではすでに養鶏場でバイオガスを生産しており、集落にはその需要があった。ただしその間をつなぐパイプラインや機材がなかつ

た。最初にやったのは、住民との話し合い。再生可能エネルギーとはどういうものか、政府からどのような支援が受けられるのか、住民が理解した上でプロジェクトを実施しなければならない。この人たちが実際の事業者になっていくからだ」とチャチャワン氏は説明する。

全体の事業資金は日本円にして約450万円、そのうち政府の支援が約半分得られるため、各世帯の負担は6,000円ですむ。もし政府の支援がなければ、資金を回収して利益が出るまで11.7年かかるが、政府の補助金によって5年半で利益が出るようになる。このように事前にプロジェクトのスキームを説明をして、住民全員の合意が得られたため、住民代表からなる委員会を設立して、事業の中身を具体的に詰めていった。委員会メンバーには、設置や維持管理技術に関するトレーニングも行われた。

設置に当たっては重機を持つ地元の建設会社に委託、住民が有償で労働力を提供したため、建設の時点から雇用の創出に寄与している。完成後はチェンマイ大学が技術的な検査を行い、さらにエネルギー省の完成検査を受けて、バイオガス供給が始まった。143世帯がネットワークに繋がり、台所でガスを使えるようになった。使用料は一軒あたり月100バーツ（300円）。この収入はメンテナンスと新たな投資に活用されるそうだ。

「地域の資源を利用し、地域の技術を応用し、地域の人びとが関わって建設し、そのエネルギーを自ら使うことによって、経済的な効果だけでなく、彼らの環境保全意識が高まるという効果もあります。こうした取り組みをタイ全土のエネルギーが不足した地域に広げていきたい」とチャチャワン氏は今後の展望を語った。



事例報告で発表した（左から）鈴木亨氏、高橋祐二氏、ファイサル・ラハディアン氏、チャチャワン・チャイチャナ氏。右端は司会の松浦正浩東京大学公共政策大学院特任准教授

次の発表者は、インドネシア小水力協会事務局長のファイサル・ラハディアン氏。同協会では、西ジャワの無電化地帯で小水力発電による電化を進めている。

小水力発電とは、ダムを建設せず、河川などから分水した水を使って発電する比較的小規模な発電設備のことで、出力はおおむね1万キロワット程度までのものを言う（日本の再生可能エネルギー

固定価格買取制度<FIT>では3万キロワット未満となっている）。発電が終われば水は元の河川に放流するため、河川環境や野生生物に与える影響が少ないとされる。

西ジャワでは、1885年、オランダ植民地時代に最初の水車が設置されたという歴史がある。西ジャワは茶の産地であり、このときは水力を直接製茶などの動力に利用したが、その後、1910年には発電施設も建設された。1925年当時、全部で400機、出力にして1万2,500キロワットの水力発電施設があったという。

山岳が多く、降水量の多いインドネシアは、水力資源も豊富。インドネシア全体では約750万キロワットの包蔵水力があるという。ラハディアン氏の活動する西ジャワ州も標高の高い山地・丘陵地帯が多くを占める。一方で、こうした地勢ゆえに6,200もの村々が安定的な電力網への接続が難しいと言われている。

こうした中、小水力発電は地域資源を活かし、未電化地帯に電気を届ける上で重要な役割を果たしてきた。現在では、全国で1,000か所以上の小水力発電設備が設置されているという。この経験を通じて、インドネシアには小水力発電の技術や人的資源が蓄積されてきた。タービン（水車）も国内の10社が製造しており、60キロワットという小規模なものから1,000キロワットの比較的大型のものまで、タイプや出力別にラインナップもバラエティに富んでいる。これらのうち3社はASEAN諸国は言うに及ばず、アフリカやヨーロッパ、日本への輸出実績もある。人的資源で言えば、すでに400人の小水力発電に関わる専門家が育っており、さらに毎年4,000人の技術研修が行われている。インドネシア国内だけでなく、ASEAN諸国からも研修に参加しているという。

小水力発電の地域導入を進めるに当たっては、

まず人びとのニーズを明らかにすると同時にその地区にある水力資源のポテンシャルを調査した上で、地域地域のニーズや条件に合わせて具体的設計、土木工学的作業に入っていく。導入段階では、機械や装置を現地で製造し、建設も地域の人びととの共同作業で行う。合わせて運営組織も立ち上げ、運用と管理の訓練も行う。電気の使用は照明やラジオなどの電源だけではない。ラハディアン氏は「電気が生産的な活動に使われることで地域経済の活性化につながる」として、縫製や刺繍、脱穀や製粉、農産物の加工などに利用され

ている事例を示した。「地域産業の創生、地域の技術や企業の活用、コミュニティビジネスの創出、持続可能な資源利用、化石燃料使用の抑制、福祉と生活の向上など、小水力発電にはさまざまな利点がある」と言う。さらに、「私たちの国は70年前に独立したが、まだ電気のない生活を送り発展から取り残された地域がある。ある村で小水力発電の竣工式を行った時、彼らは“今日は第二の独立記念日、貧困からの独立記念日だ”、と言って祝福したのです」と自らの体験を感動的に語った。

北海道内の先進事例

さて、道内における事例発表の1つ目は、先にふれた道北の下川町から。森林総合産業推進課の高橋祐二室長が同町の木質バイオマスエネルギー利用について説明した。「レジェンド」葛西紀明選手をはじめ、スキージャンプでオリンピックを輩出する下川町は、森林面積が約9割を占める森林産業の町でもある。同町では、持続可能な森林経営の国際認証であるFSCを2003年に北海道で初めて取得するなど、早くから森林を核とした産業づくりに取り組んできた。その森林産業から出る残さを燃料として活用しようと、2002年に町営の温泉施設の加温ボイラーに木質バイオマスボイラーを導入したのを皮切りに、幼児センターや育苗施設、製材工場、役場周辺の公共施設、高齢者施設、小学校や中学校、病院などに次ぎ木質バイオマスボイラーを導入してきた。また、過疎・高齢化が進んでいた郊外の一の橋地区では、中心地区に新たなコミュニティ「一の橋バイオレッジ」を建設、ここに木質バイオマスを燃料と

した地域熱供給施設を導入して各戸の給湯と暖房をまかなうようにした。こうした導入の結果、公共施設の熱需要のうち6割、町全体の熱需要のうち4割を木質バイオマスでまかなうようになった。

木質バイオマスは地域エネルギーであり、その導入によってコスト削減や地球温暖化対策になるばかりでなく、お金が地域に回るというメリットがある。削減した経費は、半分をボイラーの更新などに基金として積み、残りの半分を医療費の無料化、給食費や保育料の減額など、住民に還元しているという。こうした先進的な取り組みが評価されて2008年には国の「環境モデル都市」に選定、2011年には「環境未来都市」の指定を受けた。さらに2013年には「バイオマス産業都市」にも選定されている。そればかりではない。ずっと減り続けていた人口は、2012年と13年にはわずかながらも増加に転じた。自然減はいかんともしがたいが、社会増がそれを上回った。つまり移住者が増えているということだ。農林業の従事者も微増。同時に地価下落が止まり、町民税も増収

になった。効果は着実に現れているようだ。

さらに同町では今後木質バイオマスからの「熱電併給（コージェネレーション）」を進め、熱だけではなく電気も地域内で自給することを計画している。これにより新たに100人ほどの雇用が生まれ、林業生産額で7億、トータルの生産額で28億円の増加が見込まれている。

次に登壇したのは、NPO法人北海道グリーンファンドの鈴木亨理事長。北海道グリーンファンドは生活協同組合を母体に1999年に誕生した団体で、「市民風車」という形式で風力発電事業に取り組む。「食の安心安全からエネルギーの安心安全へと、発電事業者というより消費者側からのアプローチで始まった」（鈴木氏）活動だという。市民風車とは市民の出資などによって設置された風車、風力発電事業を言う。出資者は売電収入から分配金を受け取るしくみ。そもそもが地域資源である風や太陽光などの再生可能エネルギーから得られる利益を、地域住民に還元しようという考えで始まったものだ。ただし、あくまで投資なので元金が保証されるわけではない。「出資者は社会や環境への貢献、子や孫のためにという考えの方がほとんど」と鈴木氏。ただし最近では純粋に投資として考える出資者も出てきたという。出資をきっかけに環境やエネルギー問題に関心を

持ってもらえればいいと、鈴木さんは考えている。

風力をはじめとする市民発電事業（コミュニティパワー）は、かつてデンマークで風力発電事業が地域住民出資によるものに制限されていたことから発想された。世界風力エネルギー協会では、コミュニティパワーの三原則として、1. 地域の利害関係者がプロジェクトの大半もしくは全てを保有している、2. プロジェクトの意思決定はコミュニティに基礎を置く組織によって行われる、3. 社会的・経済的便益の大半もしくは全ては地域に分配される、を挙げている。

北海道グリーンファンドは2001年に、オホーツク沿岸の浜頓別町に日本で最初の市民風車「はまかせちゃん」を建設した。その後、道内の石狩市に4機、道外も東北を中心に広がり、累計18機の市民風車が建設されて、一般家庭1万9,000世帯分の電力を発電している。調達資金実績はのべ25億円にも及ぶという。

福島原発事故後にFIT制度が導入されると、風力以外にも市民発電事業が広がりを見せている。全国各地に誕生した事業のネットワークとして「ご当地エネルギー協会」も誕生した。地域地域に幹事を置いているのは「未来の電事連、地域発の電気事業者の連合会をつくろうという思い」（鈴木氏）からだそうだ。

カギとなるのは「地域力」

翌日の最終日にはこれまでの締めくくりとして、まだ電力網が行き渡っていない発展途上国と日本や韓国のような電力網の完備された国々とに分かれて、それぞれにおいて再生可能エネルギー導入をどのように進めるかというテーマでディスカッションが行われた。



活発な議論が行われた最終日のワークショップ①



活発な議論が行われた最終日のワークショップ②

発展途上国グループでは、バイオガス、小水力発電、太陽光発電のような比較的小規模なエネルギーについて話し合った。それぞれの地域や再生可能エネルギーの種類によって状況は異なるものの、共通するところは、いかに地域住民に主体的に参加してもらおうかという点である。技術についての理解とともに、そのプロジェクトを通じて得られる利益を示すことで、自らがオーナーとなるモチベーションを持たせ、維持管理を含めて、持続的なビジネスとして地域に根づかせていくことが重要だとした。またそれによってエネルギーや地域環境について関心が高まるという効果も期待できるという。

一方先進国グループでは、制度や財政的な支援、長期ビジョンに加えて、リーダーシップ、地域の合意形成、モチベーションが重要であるという議論がなされた。いずれにしても、住民参加なしに地域への導入はあり得ない。事情やアプローチの仕方は異なるが、克服すべき課題は実はどちらもよく似ているのかもしれない。



ワークショップで議論するベトナム科学アカデミーのダン・タイン・トゥ氏（左）とタイ・エネルギー省のニルボン・ルアンチョシリ氏（右）



タイ・チェンマイ大学のチャチャワン・チィチャナ准教授（左）と名古屋大学の丸山康司准教授（右）



上：ワークショップでの議論を紹介する法政大学地域研究センターの馬場健司特任教授
下：韓国開発研究院のキム・ドンユン准教授

白熱したワークショップは3時間に及んだが、終了後もあちこちに議論の輪ができた。

参加者の一人である五ヶ瀬自然エネルギー研究所の石井勇所長は、「地域に根ざした企業や住民にいかに参加してもらうかがカギ。成功した事例について広く情報発信し、理解を進めて行くことで、安心して多くの人に参加してもらえるのではないか。五ヶ瀬では、木製水車キンチールを仕掛けとして使うことで、地域の水力資源を見直し、その活用を考える中でコミュニティの重要性を再考するきっかけができた。今後はこの取り組みを継続し、事業への主体的参加体制を築いていきたい」と今回のツアーを振り返りつつ、自らの活動について展望を述べた。

またインドネシア小水力協会事務局長のファイサル・ラハディアン氏は、「参加された各国の大学の研究者たちが、研究室を出て現地のコミュニティとともに活動していることにたいへん感銘を受けた。今回数多くの農村地域における再生可能エネルギー導入事例を知ると同時に、私たちの経験を伝えられたことはたいへん意義深い。私たちは農村地域での小水力発電について競争力ある技術や製品を持っている。それらは日本を含

めた地域に応用でき、それぞれの地域のやり方で導入できるだろう」と語ってくれた。

再生可能エネルギーの導入には、地球温暖化対策などの環境面（Environment）、エネルギーの自給という安全保障面（Energy security）、さらに地域にお金が回る経済面（Economy）という、いわゆる3つのEがあるとよく言われる。しかし、外からのお仕着せではうまくいくはずもないし、たとえ導入しても事業として長続きしない。私自身の理解でいえば、今回のツアーで強調されたことは、その前提として「地域力の向上」が何よりも重要だということではなかっただろうか。それはまず地域を知ること、コミュニティを再認識し組織化し直すことから始まる。そして、成功事例＝グッドプラクティスをひとつひとつ積み上げていくことだ。

このツアーで、各国で地域の再生可能エネルギー導入に関わってきたキーパーソンたちが一同に会し、互いの経験を共有し、議論できたことは大きな意義があると思う。この出逢いが新たな動きを生み出すであろう予感を持って北海道を後にした。



インドネシア小水力発電協会のファイサル・ラハディアン事務局長

レポート執筆・写真：小澤祥司（環境ジャーナリスト）

専門は再生可能エネルギー、エネルギー政策、生物多様性。東京大学農学部で魚類生理学を学ぶ。卒業後は出版社勤務などを経て、ジャーナリストに。再生可能エネルギーを中心に農村振興にも関わってきた。3.11の東日本大震災による福島第一原子力発電所事故にともない、放射能に汚染された飯舘村の初期放射能汚染調査に参加、現在「飯舘村放射能エコロジー研究会（IISORA）」世話人も務める。主な著書に『エネルギーを選びなおす』（岩波新書、2013）、『飯舘村 6000人が美しい村を追われた』（七つ森書館、2012）ほか。

【参加者一覧】

国名	参加者名（所属）	備考（トヨタ財団助成対象者）
インドネシア	Faisal Rahadian (Asosiasi Hidro Bandung)	石井氏プロジェクトメンバー
フィリピン	Erees Queen Macabebe (Ateneo de Manila University)	2014 年度助成対象
韓国	Dong-young Kim (Korea Development Institute)	松浦氏プロジェクトメンバー
	Yongsung Cho (Professor, Korea University, Dept. of Food & Resource Economics)、Changhoon Lee (Senior fellow, Korea Environmental institute)	
タイ	Chatchawan Chaichana (Chiang Mai University) Nilubon Luangchosiri (Ministry of Energy)	
ヴェトナム	Dang Thanh Tu (Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology)	2014 年度助成対象
日本 (北海道)	鈴木亨氏、田原沙弥香氏、角井愛子氏（北海道再生可能エネルギー振興機構）	2014 年度助成対象、現地事務局
	宮本尚氏（北海道エネルギーチェンジネットワーク 100）	
	吉田文和名誉教授、荒木肇教授、藤井賢彦准教授、宮内泰介教授（北海道大学）ナウファル氏、曾氏、澤館氏（大学院生）	
	長野周史氏（芦別市）、佐藤学氏（夕張市）	10/3 現地視察受入
	高橋祐二氏（下川町）	10/4 シンポジウム登壇
日本 (他地域)	石原慶一教授、中山琢夫助教、井上博成氏（京都大学）	2014 年度助成対象（中山氏）
	石井勇氏（五ヶ瀬自然エネルギー研究所）	2013・2014 年度助成対象
	藤本穰彦准教授（静岡大学）	石井氏メンバー
	馬場健司教授（法政大学）	2014 年度助成対象
	松浦正浩准教授（東京大学）	2013・2014 年度助成対象
	丸山康司准教授（名古屋大学）	2013 年度研究会メンバー
	李秀澈教授（名城大学）	

取材／ 共催者	環境ジャーナリスト：小澤祥司氏
	秋山記念生命科学振興財団： 秋山理事長、宮原常務理事、國井氏、城越氏、坂本選考委員、ピアンカ・フルスト氏
	トヨタ財団：遠山理事長、大野事務局長、川島理事長秘書、青尾 P0、楠田 P0、利根 P0、笹川 PA

【プログラム】

前日・10/2（金）：歓迎夕食会（札幌・アスペンホテル泊）	
18:00-20:00	<p>歓迎レセプション： 秋山財団事務局にて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・秋山理事長あいさつ ・自己紹介など
1日目・10/3（土）：現地視察及びワークショップ①（札幌→芦別→夕張・マウントレースイ泊）	
8:00 出発	<p>札幌（アスペンホテル）よりチャーターバスで出発、芦別へ移動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スケジュール確認、注意事項等（トヨタ財団より） ・北海道の再エネ取り組みに関するオリエンテーション（吉田名誉教授より）
10:30-13:00	<p>芦別市視察：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・芦別市役所長野様より概要説明 ・スターライトホテル（木質ボイラー）、チップメーカー等視察、昼食
13:00-15:00	芦別発、夕張へ移動
15:00-16:30	<p>夕張市視察：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夕張市役所佐藤様より概要説明 ・らぶらす（旧夕張小学校）内視察（雪冷熱等）：北海道大学荒木氏より解説
16:30-18:30	<p>ワークショップ①（らぶらす内）：参加者及び現地関係者</p> <p>モデレーター： 北海道大学 藤井賢彦准教授</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夕張市および再生可能エネルギー利用について説明 ・視察についての感想共有・質疑 ・各自の取り組みについてのプレゼンテーション（各3分） ・グループディスカッションと発表： 各地域の共通点と相違点について整理
2日目・10/4（日）：現地視察及び公開シンポジウム（夕張→札幌・北大 学術交流会館・アスペンホテル泊）	
8:30-10:00	マウントレースイ内温泉熱利用施設見学、バスで小水力利用地へ、同視察
10:00-12:00	札幌へ移動
12:00-13:30	札幌着 昼食・シンポジウム事前打合せ（アスペンホテル）

14:00-17:00	国際シンポジウム『地域の再生可能エネルギー ～私たちの未来のために』
14:00-14:15	開会あいさつ： トヨタ財団 遠山敦子理事長、北海道
14:15-15:00	1) 講演 各 20 分 (計 40 分) <ul style="list-style-type: none"> ・京都大学 石原慶一教授 「アジアの再生可能エネルギー」 ・北海道大学 吉田文和名誉教授 「北海道の再生可能エネルギーと地域活性化の展望」
15:00-15:20	2) 視察&WS 報告 名城大学 李秀澈教授 (10 分) 休憩 (10 分)
15:20-16:50	3) 事例報告&パネルディスカッション モデレーター：東京大学 松浦准教授
15:20-16:10	事例報告： <ul style="list-style-type: none"> ・チェンマイ大学 チャチャワン・チャイチャナ准教授 「再生可能エネルギーによる地域での企業の取り組み」 ・インドネシア小水力協会 ファイサル・ラハディアン事務局長 「地域ベース小水力発電プロジェクトの取り組み」 ・下川町森林総合産業推進課バイオマス産業戦略室 高橋祐二室長 「下川町における森林バイオマスエネルギーの取り組み」 ・北海道グリーンファンド 鈴木亨理事長 「北海道における市民風車の取組み」
16:10-16:40	ディスカッション： 北海道及びアジアの地域と再エネの未来について (30 分)
16:40-16:50	4) 質疑応答 (10 分程度) 閉会あいさつ： 秋山記念生命科学振興財団 秋山孝二理事長
3 日目・10/5 (月)：ワークショップ (札幌・北大学術交流会館 第 1 会議室)	
9:00-12:00	ワークショップ② (会場集合) モデレーター： 松浦氏 <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトストーリー作り：「地域に貢献するための理想の再生可能エネルギープロジェクト」のストーリーを考える グループ 1 モデレーター： KDI 金ドンユン准教授 グループ 2 モデレーター： 法政大学 馬場教授 ・ストーリー発表 ・全体まとめ
12:00	終了・解散

