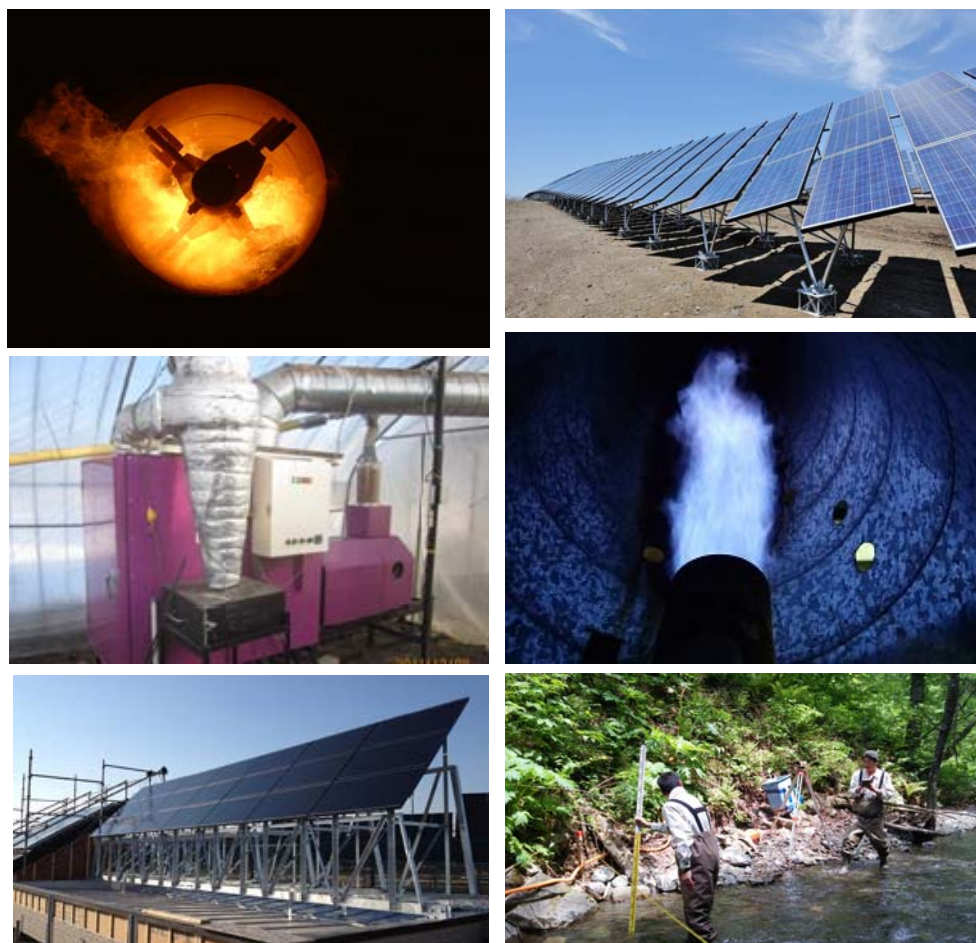


新しいエネルギーシステムの 構築に向けた土木の貢献（その 2）



2015 年 11 月

第 23 回地球環境シンポジウム実行委員会
土木学会地球環境委員会政策研究小委員会

第 23 回 地球環境シンポジウム 公開シンポジウムその 2 新しいエネルギーシステムの構築に向けた土木の貢献（その 2）

■概 要

日 時：2015 年 9 月 3 日 13：00～17：30
場 所：北海道大学工学部フロンティア応用科学研究棟
主 旨：

土木学会地球環境委員会では、地球温暖化問題等の地球環境問題に対して国内外における政策的取組みの重要性が高まっていることを踏まえ、土木関連分野における政策研究の方向性を明確化し、さらに土木業界の貢献の方途について考究することを目的として、2010 年度より政策研究小委員会を立ち上げて、ワークショップやセミナーなどを開催してきました。

4 年半前に発生した東日本大震災やそれに伴う福島第一原子力発電所の事故を契機に、再生可能エネルギーの普及拡大やスマートコミュニティの実証などエネルギー供給および利用側における様々な新しい取り組みが急ピッチで進んでいます。そこで、このような再生可能エネルギーに関する新しい取り組みに土木がどのように関わっているのか、あるいは土木にどのようなことが求められているのかを考えていく機会として、一昨年度より地球環境シンポジウムにおいて講演会、特別セッション等を開催しています。

今年度は、第 23 回地球環境シンポジウム実行委員会の北海道大学と連携し、第 1 部において、「FIT（再生可能エネルギー電力買い取り制度）が北海道にもたらしたもの、これからの道」と題して、開催地である北海道の FIT 導入後の再生可能エネルギーの取組と課題、展望などについて講演をいただきました。そして、第 2 部では当政策研究小委員会から、最近の再生可能エネルギーの導入に向けた動向と土木分野の課題について話題提供を行いました。さらには、第 3 部として北海道で再生可能エネルギーの導入に取り組む方々から、その開発・導入事例について発表を頂きました。

地球環境委員会政策研究小委員会



■プログラム

第１部：FIT（再生可能エネルギー電力買取制度）が北海道にもたらしたもの、これからの道

- (1) 木質バイオマス利用の現状と大型発電所の問題点
北海道大学大学院工学研究院・NPO 法人北海道新エネルギー普及促進協会 山形定
- (2) 太陽光発電導入における現状の課題と将来展望
株式会社エネコープ 電力事業準備室 木暮明大
- (3) 風力発電普及への障害を取り除くために
北海道大学工学研究院 大気環境保全工学研究室 松井利仁
- (4) 風力発電と環境保全の課題
愛知学院大学 吉田文和

第２部：再生可能エネルギーの導入に向けた動向と土木分野の課題

- (1) 再生可能エネルギーの導入に向けた動向と土木分野の課題
土木学会地球環境委員会政策研究小委員会委員長 東洋大学 荒巻俊也
- (2) 再生可能エネルギーに関する土木分野の課題に係わる事例紹介
土木学会地球環境委員会政策研究小委員会 エックス都市研究所 山崎智雄

第３部：北海道における再生可能エネルギーの開発・導入事例

- (1) 小型ペレット暖房ユニットの開発
株式会社武田鉄工所 佐藤寿樹
- (2) 農作物残渣用燃焼バーナの開発
北海道立総合研究機構 工業試験場 上出光志
- (3) 小型木質バイオマスガス化発電システムの開発
明和工業株式会社 札幌事務所 椎谷悟
- (4) 北海道の小規模太陽光発電システム施工の課題
オノデンＣＯ株式会社 杉本香代子
- (5) 北海道のメガソーラー事例と諸問題
伊藤組土建株式会社 山下齊之
- (6) 地域住民が主役の自然エネルギー利用～エネルギー株式会社の設立に向けて～
ふらの環境エネルギー事業化検討協議会 家次敬介

■第1部

FIT（再生可能エネルギー電力買取制度）が北海道にもたらしたもの、これからの道

◆講演(1)：木質バイオマス利用の現状と大型発電所の問題点

北海道大学大学院工学研究院・NPO 法人北海道新エネルギー普及促進協会 山形定

2014 年 6 月の北海道水産林務部資料によると、北海道内には家庭用のペレットストーブが 2448 台、ペレットボイラーが 115 基、木屑焚ボイラーが 108 基、発電施設が小さいものも含めて 25 基あり、木質バイオマスの利用は増えてきている。

ペレットストーブには、国産も外国産もあるが、最も生活に密着した木質バイオマスの利用方法であり、家庭の他、役所、まちづくりセンター、小中学校で導入されてきている。最近、札幌市は小中学校、円山動物園等へのペレットボイラーの導入を進めるとともにペレットストーブやボイラーに対して補助金を出しており、札幌市が一大ペレットの需要地になりつつある。

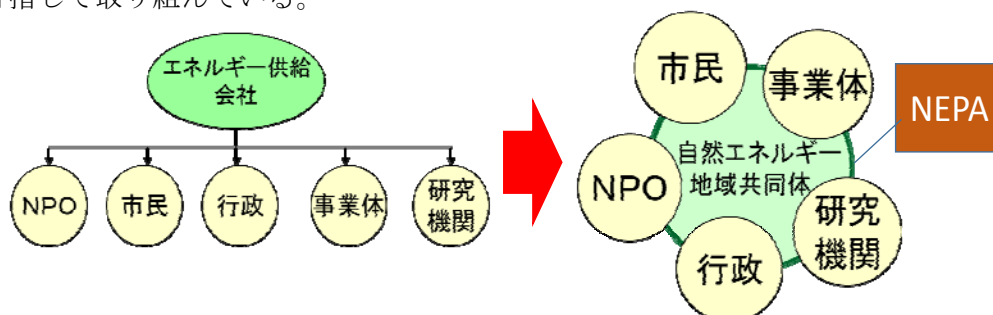
北海道内では温泉施設での熱需要が大きく、ペレットストーブよりも大出力のチップボイラーは主に温泉施設に使用されている。これらの木質バイオマス利用は地産地消の取組であり、地域で使う燃料を自分たちの地域で作ることが重要である。それは地域に仕事を生み出すことになるからであり、そのような視点で自然エネルギーを考えることが重要である。

北海道庁の目標では、2022 年までに木質バイオマスの利用量を、主に林地未利用材を増やすことで現状の倍にするとしている。このような中、北海道内では、FIT（再生可能エネルギー電力買取制度）によって紋別、江別、苫小牧、白糠の 4 ヶ所で木質の大型バイオマス発電所をつくる計画ができており、1 箇所あたり約 9 万～26 万 m³/年の木質需要、合計 72 万 m³/年と見込まれている。これら 4 ヶ所の発電所の需要量だけで北海道の 2022 年度目標をクリアすることになるが、過伐による森林破壊の危険性など、地域資源の収奪につながるのではないかという懸念がある。

自然エネルギーによる電力の買取量が増えると、地域住民が何らかの形で発電事業に関わらなければ電気料金が上乗せされるだけとなり、目の前にある自然エネルギー利用が豊かな生活につながらない。共有地・入会地のような考え方による自然エネルギーの利用が必要である。

バイオマスの場合、電気にするためには燃料燃焼・蒸気発生・タービン回転などさまざまな過程が必要であり、それぞれでロスがある。蒸気タービンの発電効率は高くとも 30% 台であり、規模が小さくなると 20% 以下となる。燃料の持つエネルギーの 80% 程度は熱になり、需要がなければ捨てられる。木質バイオマスの持つエネルギーを有効に利用するには、熱としての直接利用を進めていくことが重要である。

自然エネルギーは地域資源であるため、今後は地域住民が行政や地域の事業体、研究機関等と協働しながら自然エネルギーを開発し使うことが必要である。NPO 法人北海道新エネルギー普及促進協会（NEPA）は、自然エネルギーの導入を進めるために、地域の連携を強めていくことを目指して取り組んでいる。



NPO 法人北海道新エネルギー普及促進協会（NEPA）の取組

◆講演(2)：太陽光発電導入における現状の課題と将来展望

株式会社エネコープ 電力事業準備室 木暮明大

エネコープは生活協同組合コープさっぽろ 100%出資の総合エネルギー会社で、灯油の定期配達その他、LP ガスや機器販売、太陽光発電設備販売等を行っている。北海道では1家庭で年間14万円分の灯油を使用している。

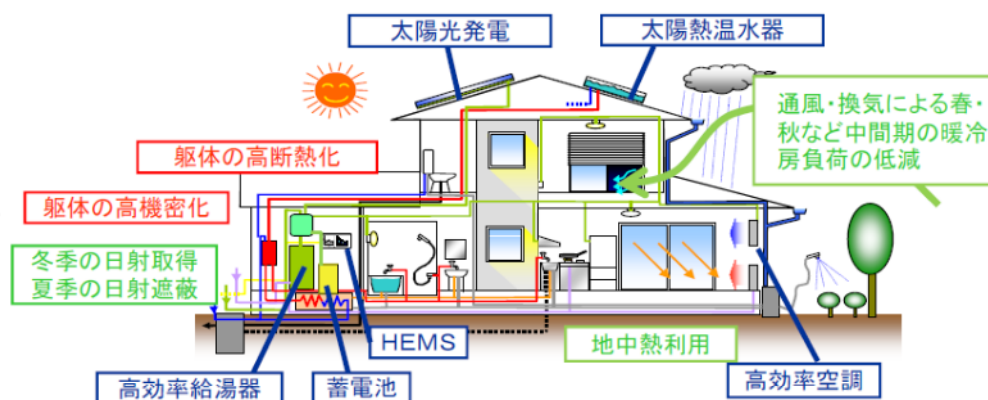
固定価格買取制度（FIT）に関して、北海道内の設備容量の約87%を太陽光発電が占めている。既に系統容量がいっぱいであるので、これから新しく太陽光発電や他の発電を導入できない状況である。北海道では大規模な2次産業が少なく、ほとんど民間需要のために系統が整備されており、総配電網が弱い。

発電コストで見ると、2015年からは系統から電力を買うよりも太陽光発電を個々の家庭で導入した方が安い。今後は、蓄電や出力制御等により家庭で発電したものを全量家庭で使う技術開発が進められていく。北海道電力の家庭向けの料金（低圧・電灯料金）28.45円/kWhの原価構成は、電源コスト約15円/kWh、託送料9.36円/kWh、粗利4.09円/kWhである。蓄電池込みで28.45円/kWhよりも安ければ家庭はオフグリッドで賄える。

北海道の家庭は大半が30A（東京は40A）である。70%程度の家庭は熱を灯油で賄っており、冬にエアコンで暖房することが少ない。北海道のエアコンの普及率は10%程であり、年間の電気使用料金は10～11万円程度である。一般家庭の電力使用料は月間260kWh程度であり、一日あたり10kWh以下である。そのため、太陽光で発電している時以外は6～7kWhの蓄電池で賄える。Tesla Motors社の蓄電池は、日本の同等の製品の3分の1程度の価格（30～36万円）であり、太陽光パネル自体が200～250万円なので、蓄電、蓄熱を含めればFITに頼らない家ができる。北海道は雪が無ければ、太陽光発電にとって気象条件は良い。また、太陽光パネルの発電効率も熱需要の多い寒い時期によく、3月に最も発電効率が良い。

太陽光発電や風力発電はFITが将来無くても成り立つと考えている。海外は、将来的な安い電源、安定電源として太陽光発電や風力発電に取り組んでいる。業務用の託送料は3～4円/kWhであり、基幹電源発電コストを10円/kWh程度にできれば系統に流すことができる。今までの集中的な発電方式だと系統が持たないので、世界的には分散型で導入されている。

経済産業省発電コスト検証WGの試算によると、2030年の発電コストは住宅の太陽光の場合、15円/kWhとなっており、太陽光に関してはFITの下支えが無くてもオンサイトで発電して使う時代が来ると思う。太陽光と蓄電池をつけたリースが今の電力料金の28.45円/kWhよりも安ければ、リース料を加味したビジネスモデルが成り立つのではないかと思う。



出典：国土交通省

太陽光で発電した電力量で賄うネット・ゼロ・エネルギーハウス

◆講演(3)：風力発電普及への障害を取り除くために

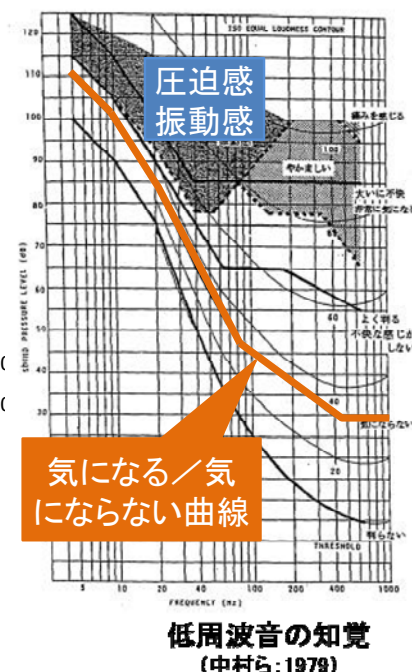
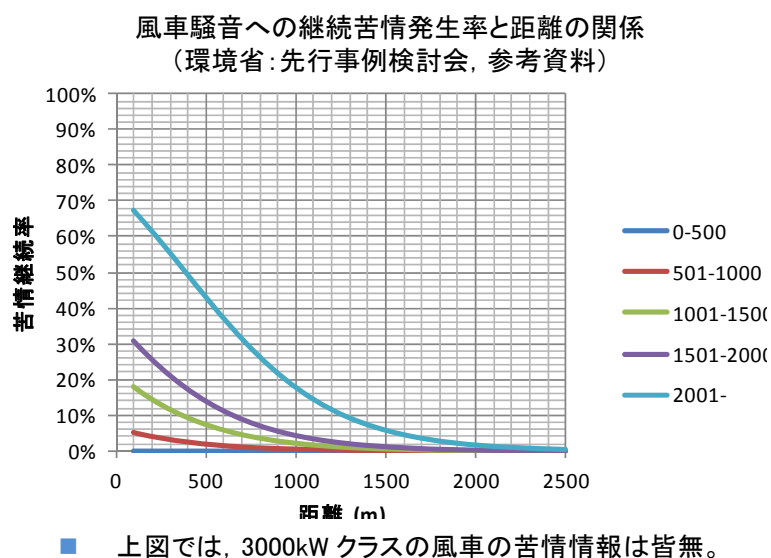
北海道大学工学研究院 大気環境保全工学研究室 松井利仁

低周波音による「公害病」には、①気になって寝むれない（入眠障害）ことによる環境性睡眠障害、②めまい、頭痛、肩こり、心循環器系への影響が懸念される愁訴がある。風力発電による低周波音は、室内で共鳴することが多く、家屋による差が大きい。また、低周波音の知覚には個人差も大きい。めまい、頭痛、肩こりなどを訴える住民は、音の感覚器である蝸牛ではなく、振動の感覚器である前庭器官で低周波音を知覚していると考えられるが、特に、上半規管裂隙症候群の患者は、前庭器官での低周波音の感度が高く、生理的影響を受けやすいと考えられる。上半規管裂隙症候群の有病率は、検査方法により異なるが、0.4～9%と報告されており、めまいで耳鼻科を受診する人の多くがこの障害を有しているとの報告もある。なお、低周波音の影響が上半規管裂隙症候群に起因する場合には、治療により解決可能である。

低周波音の知覚特性は、聴覚閾値の曲線から 10～20dB 程度高くなると、50%の人が「気になる」という領域になり、入眠障害のリスクが生じる。さらに周波数によっては、聴覚閾値から 20dB 程度高いレベルで、50%の人が「圧迫感・振動感」を感じる。低周波音は中高周波域の音と比較すると、聴覚閾値を僅かに超えた低曝露レベルから健康影響のリスクが存在する。

風車騒音の場合、苦情継続率は規模と距離に関係する。苦情をなくすには、単機出力 3,000kW の風車の場合ならば、2～3 km の離間距離を確保することが望ましい。しかし、日本は山間部でも人が住んでいる場所が多く、適地が限定される。ドイツでは自分の土地でないと風力発電施設を作れないような制度があり、自らの利益につながることや、自らが風車の運転を制御できるため、苦情につながりにくい。

諸外国の風力発電のシェアをみると 1 位はデンマークで 29.0%である。日本は 0.4%に過ぎない。我が国では、風力発電所の適地を確保することが難しく、今の制度では、欧米のように風力発電を普及させることは難しいであろう。また、日米原子力協定により、日本は原子力発電をやめることが困難である。政治・行政・業界の動向、学会・研究者の動きなども含め、わが国での自然エネルギーの普及には多くの障壁がある。



◆講演(4)：風力発電と環境保全の課題

愛知学院大学 吉田文和

再生可能エネルギーの導入には、自然保護、低周波公害騒音対策、景観保護が整わなければならない。そして、他のエネルギー源との公正な比較（火力や原子力の環境影響）が必要である。風力発電の普及の2大原則として、①関係者の参加と、②透明性の確保が重要である。

風力発電に対する環境アセスメントが多くなっている。特に、道北地域は送電線建設が進むという前提で、多くの建設計画が提出され、環境影響評価書の作成が事実上の「陣取り合戦」になっている。また、膨大なアセスの資料が出されているが、ダウンロードもできず印刷もできず、縦覧期間を過ぎたら手に入らないようになっており、情報公開上問題がある。貴重種の存在等は具体的な場所を非公開にする等の対処方法があるはずである。

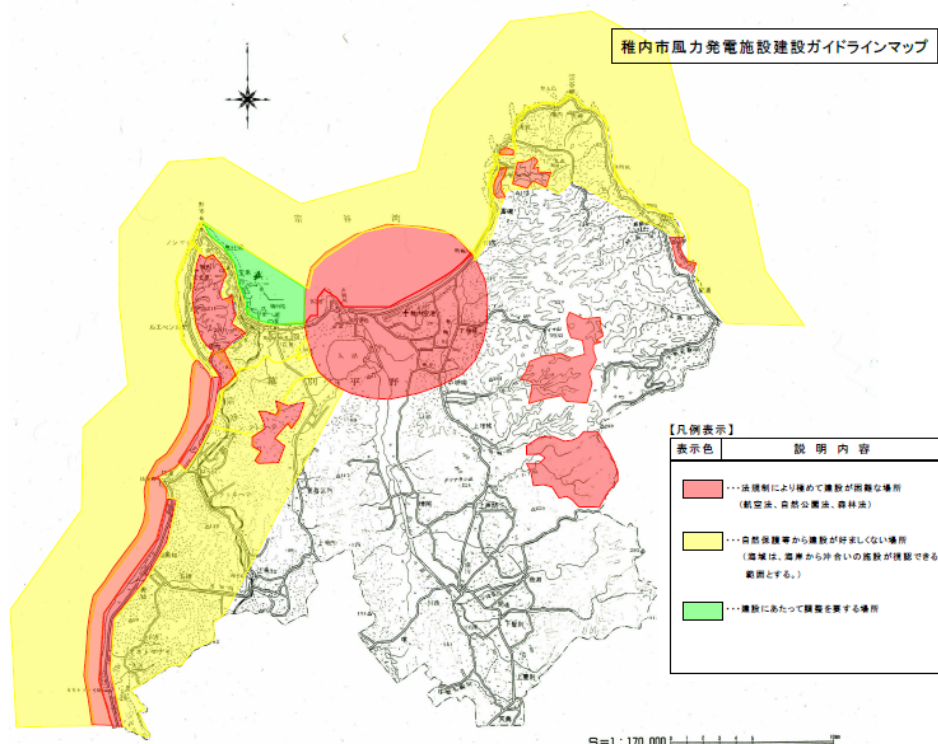
道北では人口減少が進んでおり、風力発電の導入に前向きな場合が多いが、自然保護団体が反対するという構図になっている。稚内市の周辺で建設予定の天北風力発電所が完成すれば、稚内市の年間電力消費量の110%に相当する。道北では現在審査中のアセスを合計すると500～1,000基の風車が建てられる可能性がある。

環境影響評価制度の改正に伴い、アセスメントに4、5年の期間と億単位もの費用がかかり、大企業しか建設できない。デンマークと比べて地元の企業が参画できない状態である。

環境影響評価の配慮書や準備書には立地予定地点の調査は行われているものの、今後風力発電所がどこにどれだけ建つかという情報がないため、累積的影響への評価がなされていない。

ゾーニングが必要であるが、日本の多くの地域では土地所有権の問題などがあるため行われていない。しかしながら、現地調査を徹底して、住民参加に基づく評価などを行えばゾーニングに近い規制ができる可能性がある。稚内市では風力発電施設建設ガイドラインを作成し、建設が困難なエリアについて示しながらも、風力発電の導入を推進している。

関係者の参加と透明性の確保が重要である。知床では、知床世界自然遺産地域科学委員会を立ち上げた。この委員会は、科学的なデータに基づいて海域と陸域の統合的な管理に向けて必要な科学的助言を得ることを目的としている。このような取組に学ぶべきである。



■質疑応答

◆山形定氏への質問

Q 木質バイオマスを乾燥させる際、どのぐらいの期間が必要で、雨の対策はどのようにしているのか？

A 一年あれば十分である。雨が降っても表面を流れるだけで、中は徐々に乾燥していく。乾燥させる際には、風通しが重要である。

◆木暮明大氏への質問

Q 太陽熱を各家庭で利用すれば、冬の石油に頼る生活を変えることができるのではないか？

A ヨーロッパでは熱供給や集中型の熱というものがある。北海道は気象環境を含めてヨーロッパに近いと思う。札幌市内と札幌市外では、人口密度が異なるのでそれぞれ違ったソリューションがあるのではないかと思う。地中熱も良いのだが、掘削費用が高く事業採算性の面で難しいのが現状である。土木技術のブレイクスルーがあれば様々な可能性がある。

◆松井利仁氏への質問

Q 風車を海上に設置する場合も 2km 離さないといけないか？ 海外はどの程度離しているのか？

A 海上は 1 基あたりの出力も大きく、一面につくるので 2km では足りないのではないか。日本では漁業権等の規制の障害がある。海外でどの程度離しているかは国によりまちまちである。

◆吉田文和氏への質問

Q 風力発電の環境影響評価制度について、環境省等の国レベルでの制度や法律の変更が必要ではないか？ 北海道庁や札幌市では現状の問題に対応できないと思う。

A アセスメントの情報公開という点では、札幌市は要綱を作成し公開している。地方で独自の手順やルールを変える、ゾーニングなどを工夫することもできると思う。地元の人知らないうちに計画が進んでいくことが問題である。

◆話題(1)：再生可能エネルギーの導入に向けた動向と土木分野の課題

土木学会地球環境委員会政策研究小委員会委員長 東洋大学 荒巻俊也

政策研究小委員会は、土木関連分野における地球環境問題に対する政策研究の方向性と土木業界の貢献の方途について考究するために、コンサルタントやゼネコンなどの民間企業の委員が中心となって2010年に発足した。計6回のワークショップを開催するとともに再生可能エネルギーに関する2回の特別セッションを開催している。

2013年の第21回地球環境シンポジウムの特別セッションでは、東北大学大学院の中田俊彦教授に「持続可能なエネルギー社会（自律・分散型社会）をつくる」と題した特別講演を頂いた。講演では、世界や国、地域といった単位でのエネルギー全体の流れを理解することの重要性、再生可能エネルギーの現状、そして持続可能なエネルギー社会を「地域でつくる」という視点などが紹介された。特に、「地域でつくる」という視点は、土木分野の活躍の場という意味で重要な示唆であった。これらの講演内容のうち、日本における再生可能エネルギーの現状についてはさまざまな情報があるため、世界における再生可能エネルギーの現状について簡単に紹介を行った。2008年のIPCCの報告によると、世界のエネルギー供給の12.9%が再生可能エネルギーとなっており、そのうち10.2%がバイオマスとなっている。しかし、バイオマスの6割は調理・暖房用の薪炭といったいわゆる伝統的バイオマスが占めている。近年では、バイオマス燃料、バイオガス、風力、太陽光の伸びが大きい。また、再生可能エネルギーの賦存量を技術的ポテンシャルでみると、太陽エネルギーは現在の一次エネルギー消費量に対して1桁以上大きいポテンシャルを有しており、地熱や風力なども現在の電力消費量に対して十分に大きなポテンシャルを有している。一次エネルギーの供給上位20ヶ国の、再生可能エネルギーの割合でみると、日本はこれらの国の中で10位となっている。

昨年度の第22回地球環境シンポジウムの特別セッションでは、風力発電、地中熱利用、中小水力発電の各関連協会の方に、その現状と課題についてご講演いただいた。また、木質資源利用、建設会社における取組み、再生可能エネルギーのポテンシャルに関する話題提供もいただき、最後にパネルディスカッションを行った。その中の議論としては、①太陽光発電の先行と他の再生可能エネルギーの課題、②各再生可能エネルギーの地域への波及効果、③場所貸しではなく、地域としての主体的な取り組みの必要性和土木業界の貢献の可能性等があった。

このような活動を踏まえ、当政策研究小委員会では、以下の項目について議論を行っている。

- ◆ 地域経済の活性化につながる再生可能エネルギーのバランスのよい普及
- ◆ 省エネや人口減少との関係、まちづくりの中で再生可能エネルギーのベストミックス
- ◆ 土木建造物の建造の際の40年、50年先を見越した計画
- ◆ 系統側の問題と土木の貢献の可能性
- ◆ 土木施設への太陽光発電等のビルトインや土木構造物の利用
- ◆ 低炭素技術を高く評価する入札方式
- ◆ 海外への展開と途上国への貢献

◆話題(2)：再生可能エネルギーに関する土木分野の課題に係わる事例紹介

土木学会地球環境委員会政策研究小委員会 エックス都市研究所 山崎智雄

再生可能エネルギーのメリットは、低炭素社会構築への貢献やエネルギーセキュリティの確保等があるが、FIT 導入後も太陽光以外は遅れており、コスト以外の面で様々な課題がある。

公共系太陽光発電については、学校、下水処理施設、工場、最終処分場、道路の法面等にポテンシャルがあるが、①広大かつ安価な土地の確保、②FIT 価格低下の中での事業採算性の確保、③小さな単位での需給バランス確保による系統制約問題の解消、④地域へのメリットの還元等による光害や景観トラブル解消などの課題がある。また、最終処分場の上部に太陽光の導入を促進する環境省事業もある。下水処理施設の上部空間や道路法面、河川敷等も考えられる。

陸上風力はコストが安く、国内の導入ポテンシャルが大きい、日本では停滞気味である。課題は、①地域偏在性が大きく系統制約問題の解消、②不安定電源のためのエネルギーマネジメント、③音等による環境影響への配慮、④長尺建造物であることによる施工性の確保（道路が必要）などがある。また、洋上風力発電について日本は研究開発段階であるが、導入ポテンシャルは莫大である。平成 26 年度より着床式の FIT 価格が設定されている。課題は、①技術開発・各種調査、②コストの低減（特に土木分野）、③環境影響の把握・低減、④強靱な系統の整備などが指摘できる。環境影響評価の期間短縮化のため、環境省では地域の情報を集め Web で公開する環境アセスメント環境基礎情報データベースシステムを運用している。

中小水力発電は、規模を意識しなければポテンシャルは全国的に分布し、エネルギーとしての安定性も比較的高い。①有望地点の発掘、②水利権調整を含む地域合意形成、③地域にメリットのある事業スキームの構築が課題である。

地熱発電の発電単価は安価である。地熱資源は国立・国定公園内に多く賦存しているが、一部の公園では地下が開発可能である。課題は、①事業リスクの低減、②国立・国定公園との共存、③温泉との共生を含む地域合意形成、④安価な掘削技術の開発（傾斜掘削を含む）、⑤新たな地熱発電方式（マグマ発電等）の技術・研究開発などがある。

地中熱利用は、日本中どこでも導入可能で、天候にも左右されない等のメリットがある。課題は、①認知度の低さ、②初期コストが高く投資回収年数が長い、③技術が標準化されておらず掘削業者が限定的、④地質情報整備や環境影響評価が必要などである。

系統整備を考えると、北海道、東北、九州の 3 地域で 2,000 万 kW の陸上風力発電を導入するために総延長 2,360km の送電線（総事業費 8,700 億円程度）が必要と試算されている。

地域住民にメリットのあるスキームとしては、売電収益の地域還元スキームや市民ファンドスキーム、自立分散型エネルギーシステムが考えられる。処分場太陽光発電事業においては、パネルと基礎の部分の所有権を分ける上下分離方式の事業スキームも考えられる。

土木分野に期待されていることとしては、①インフラ整備におけるビルトイン、②研究・技術開発、③合理的な事業スキームの考案、④合意形成、⑤海外への展開等である。



処分場太陽光発電

出典：処分場太陽光発電事業事例集（環境省）



洋上風力発電

出典：風力発電導入ガイドブック（NEDO）

■質疑応答

- Q 地域住民の参加は重要と考えているが、売電収益の還元などでは摩擦も起きそうな気がするが？
- A 環境影響評価等においては専門性が必要となってくるので地域住民だけで行うのは難しい。しかし、アセスメントのプロセスにおいて地域住民が強い部分もあるので、地域住民が意志を持って他から来た事業者を活用していくのがベストではないかと思う（山崎氏）。
- A 地域のヒューマンソースの問題もある。震災の復興の過程で様々なエネルギーシステムを導入しようとする際には、住民や自治体職員の中で担える人材がいらないという課題があった（荒巻氏）。
- Q 今日の話題は電気利用が多いように感じるが、地域活性化の観点で熱利用についてどのような方向性・可能性があるのか？
- A バイオマス系が思いつくが利用地の状況によって変わってくる。札幌だと集中的な熱利用に取り組むのが将来的な方向ではあると思うが、札幌以外のところでは地中熱等での個別の対応になると思う（荒巻氏）。
- A 熱利用についても FIT と同様の制度をつくるべきという議論があるが、計測しにくいという問題や、場所により事業採算性が取れないところもある。ただし、FIT を適用すると補助金が充当できなくなるので、そのバランスが重要だと思う（山崎氏）。

◆事例(1)：小型ペレット暖房ユニットの開発

株式会社武田鉄工所 佐藤寿樹

北海道は木質バイオマスの賦存量が莫大で、寒冷地で熱のニーズもあり、バイオマスエネルギー利用は効果的ではあるが、バイオマス燃焼機器メーカーが少ない。そのような中で、平成24年より小型のバイオマス燃焼機器（小型暖房ユニット）の開発を開始し、平成26年に「環境・循環エネルギー室」を設置し、商品化へ向けて開発を行っている。



小型ペレット暖房ユニット

機器の出力は1.2～1.9万kJ/hであり、バイオマスの燃焼機としては小型である。炉内燃焼温度は700～1,000℃で外形寸法は長さが3m程度であり、さらに小型化したいと考えている。

機器の特長は、①移動性、メンテナンス性を考慮したレール架台によるユニット構造であること、②灰・クリンカの蓄積に強い回転炉方式を採用していること、③安定供給及び逆火防止のためのロータリーバルブ式燃料供給装置（特許出願中）を採用していることが挙げられる。

灯油が78円/ℓの場合、木質ペレットは35円/kg以上ではランニングコストで代替燃料として優位でない。安価なチップやゴミ固形化燃料（RDF）等に対応できるよう開発を進めている。

農業ハウスだけでは冬場の数ヶ月しか稼働できないので、小型化・ユニット化し移動性を向上させることで他の用途にも使えるように開発を進めている。花育苗ハウスでの導入や平成26年度道産エネルギー技術開発支援事業を利用した農業ビニールハウス用温水式加温システム試験等を行っている。また、RDF燃焼試験も行っており、12時間燃焼した結果も出ている。

今後は、熱交換効率の向上や、長期運転試験による運転制御や耐久性の確認、効率的な機器調達及び製造体制の確立によるコストダウンが必要となってくる。

◆事例(2)：農作物残渣用燃焼バーナの開発

北海道立総合研究機構 工業試験場 上出光志

北海道の十勝地方で排出されている長いも育成ネットと小豆殻のペレット燃料化、燃焼機の開発を行った。

ペレット燃料化にあたっては、北海道では育成ネットから生の茎葉の除去や、小豆殻からの土砂の除去等が必要となる。また、農作物残渣とネットの混合成型についても検討を行い、ペレット強度を低下させないネットの混合比率は5%とした。



バイオマス燃焼バーナ

ボイラー（バイオマス燃焼バーナ）の開発にあたっては、クリンカ対策や高い熱効率、既存重油ボイラーとの連携運転が必要となってくる。生の茎葉の除去に関しては、茎葉除去装置で「たたく」、「こする」という動作で93%分離でき、分離した生の茎葉は堆肥として使用される。小豆殻は10mm以下の粉碎した後振動コンベアにより土砂をふるい落とす。それにより、灰分は4.8%～7.7%まで落ちる。その後、ネットを10mm以下に粉碎し、機械的耐久性を考慮して5%ネットを配合しペレットとする。

現在熱供給の実証試験を行っているボイラーに関しては、配分20%のものまで対応できるようにしており、高温燃焼（900～1,200℃）させることで、クリンカの粘性を下げ排出しやすくしている。熱効率は85%以上となっており、排ガスも全ての物質は基準値以内となっている。

◆事例(3)：小型木質バイオマスガス化発電システムの開発

明和工業株式会社 札幌事務所 椎谷 悟

山梨県甲州市の製材所に小型木質バイオガス化発電システムの試験機を設置して、連続発電試験を行った。

燃料として、木質バイオマスの中でも切削チップ（製紙用チップ）に着目しており、将来的にはより安価な破碎チップの利用を考えている。木材をガス化して発電に使用する場合、ガスに含まれるタールが問題となるので、タールの発生の少ない下向通風式（ダウンドラフト）を採用している。



小型木質バイオマスガス化発電

林野庁「木質バイオマス加工・利用システム開発事業」において、(株) 森のエネルギー研究所から委託を受けて小型木質バイオマスガス化発電システムを開発・運転している。切削チップを1時間あたり60kg入れて50kWの電力を得ている。乾燥機兼供給機の熱源としては、エンジンの排ガスを利用している。ガス化炉では、チップは1,200℃に加温されてガス化している。その後、サイクロンという遠心分離器で塵埃を除去した後、シェルアンドチューブという方式の熱交換器でガスを冷却して、ミストコレクタで軽質タールや凝縮水を回収する。その後、バグフィルタでガスを清浄化してエンジンに送る。清浄なガスの場合、炎は青く燃える。

エンジン発電機は低発熱量ガス用の専用品を市販で購入すると高価なので、自動車のエンジンを流用し、誘導電動機を付けて発電機を構築している。連続運転試験を行ったが14時間半ほどでトラブルにより終了した。発電出力としては安定しており、約47kWであった。誘導電動機を使用して系統連系で発電しているので、ガスの組成の変動等に応じて発電出力は変わる。

◆事例(4)：北海道の小規模太陽光発電システム施工の課題

オノデンCO株式会社 杉本 香代子

住宅用や事業所用の小規模太陽光発電システムは屋根や屋上に設置するものが主流である。住宅の屋根に孔を空けることなく架台を設置する「アートラス工法」を開発した。これは、北海道で普及している無落雪住宅のパラペット部に補強工事を行い、そこを基礎と見立て架台のベースプレート載せるものである。



屋根面に孔をあけず設置する架台
「アートラス」にて設置（札幌市内）

アートラス架台は、積雪しにくいアレイの角度としている。従来は、30°～35°の設置がなされていたが、発電効率も含めて考えると降雪量の多い地域でも40～45°で十分であることが分かった。

野立太陽光発電システムでは、土壌の調査、凍結深度の確認等を行い、地盤の状況を判断し、的確な基礎工法での施工を行うことが重要である。FIT 価格の低下に伴い、施工価格の低減が求められている。また、借地を利用している場合は、契約解約後にコンクリートや杭を取り除く際の費用もかかる。

ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）とは、高断熱の外壁、高性能の設備、制御機器を組み合わせることで住宅の年間一次エネルギー使用量が正味ゼロとなる住宅のことである。ZEHにとっても太陽光発電システムは重要な要素の一つである。雪の影響が出ないようにする架台についてはまだコストが高い。

◆事例(5)：北海道のメガソーラー事例と諸問題

伊藤組土建株式会社 山下齊之

北海道の気候と特性に配慮したメガソーラー架台として 2 種類開発した。1 つは TIS・S システムで、トヨタ自動車北海道株式会社の技術協力の下、札幌電鉄工業株式会社とともに開発を行った。TIS・S システムは、複雑な地形においても設置でき、設置の際に大型機械が不要のため短期間で設置できる。また、コンクリートを使用しない基礎なので、移設や撤去が容易で廃材が残らない。



TIS・S システム

もう 1 つは、SEP イ型架台であり、株式会社郷葉と共同で開発を行った。パネルの両側からでなく中央から 1 本の支柱を伸ばしているため、支柱が半減し、コストダウンや工期短縮につながる。また、多様な支持地盤に適用でき、コンクリート量も少ないので撤去が容易である。

北海道の建設関連企業 5 社が共同出資して ITK ソーラー北海道株式会社を設立して太陽光発電事業を行っている。道内で 4 ヲ所の太陽光発電所を建設して平成 25 年 7 月より発電を開始しており、総発電規模は 5.2MW、年間発電量は 630 万 kWh となっている。

北海道では降雪の影響があるので、地域に合わせて傾斜角を設定（30～45°）し、最低地上高さも最深積雪量+30～50cm を基本としている。日射への影響では冬至の南中±3 時間に日陰にならない間隔を設定基準とし、最低でも冬至の南中に日陰にならないように配慮している。

FIT 価格の低下や電力会社の連系可能量の制限から、今後は自家消費型や蓄電池との併用に移行すると考えられる。また、水素等に変換し、長期貯蔵や運搬といったことも選択肢として挙げられる。今後は水素により再生可能エネルギーの不安定さを解消し、地産地消型のスマートコミュニティづくりに関わっていきたい。

◆事例(6)：地域住民が主役の自然エネルギー利用～エネルギー株式会社の設立に向けて～

ふらの環境エネルギー事業化検討協議会 家次敬介

富良野は太陽光発電に不向きな地域で、自然エネルギーが普及していなかったため、富良野市民が集まり、どの自然エネルギーが富良野に適しているかを協議した結果、小水力発電を中心に行っていくこととなった。ドラマ「北の国から」のロケ地に 1 号機を設置し、そこで得た電力を利用した電灯を設置している。



1 号水車

富良野市が、水車設置のノウハウを民間の方に経験してもらう意味も込め、環境省グリーンニューディール補助金を活用し、麓郷小中学校の災害対策用電源として 2 号機を今春設置した。

富良野市に発電の設置をできる産業を立ち上げたいという思いから、発電機以外の水車の部品に関しては富良野市のものを使用している。流速、水位は自前で機器を揃えて計測を行っている。

他の地域で小水力発電を行いたいというところがあれば、計測を行うことを今後行っていきたい。魚類・植物の調査や測量を市民と共同で行い、地域の人も巻き込むことで地域から反発の出ない小水力発電を目指している。

富良野高校科学部とニホンザリガニ調査を行い、小水力発電による影響をどう防いでいくのかを考えている。今期中に富良野高校科学部の方からニホンザリガニをどう守っていくかの案を提示してもらい、その案に沿って小水力発電を進めていく予定である。

■質疑応答

◆山下齊之への質問

Q 太陽光発電は、日中で実際にどの程度運転できたのか？

A 太陽光発電の場合、曇りの時は 1/3 程度、雨だと 1/10 程度まで落ちる。地域により異なるが、おおよそ出力の $1/3 \times 10$ 時間が 1 日の発電量となる。

Q TIS・S システムは支柱の下はどのような構造なのか？

A 地盤の強度によって長さを変えており、基礎ブロックと単管パイプをクロスさせている。国立公園の湿地帯などで木道基礎に使用されてきた実績がある。