

日時：平成31年2月4日(月) 16:00～18:15

場所：グランドホテルニュー王子(苫小牧市表町4-3-1) 3階「グランドホール」

人数：会員63名(会員34団体)、傍聴29名 計92名

(報道機関(3社)：苫小牧民報社、北海道建設新聞社、室蘭民報社)

■開会挨拶(要旨)：国土交通省 北海道局 参事官 高橋 季承

- ・昨年9月6日に発生した北海道胆振東部地震は、各地に甚大な被害をもたらし、北海道内の広範囲に大きな影響を与えた。お亡くなりになられた方々の御冥福をお祈り申し上げますとともに、被害にあわれた方々に心よりお見舞い申し上げます。被災地の方々が一日も早く元の暮らしを取り戻していただけるよう、国土交通省北海道局・北海道開発局においても、「復興・強靱化推進本部」を設置して取り組んでおり、関係機関と連携して、引き続き復旧・復興さらには国土強靱化などに取り組んでまいります。
- ・当局は、「第8期北海道総合開発計画」に基づき、北海道の強みである「食」と「観光」を生み出す地方部の「生産空間」を支えるため、農林水産業や食関連産業の競争力・付加価値の向上、世界に通用する魅力ある観光地域づくり、国土強靱化などの取組を進めているが、この生産空間の保持・形成にあたり、改めて電力をはじめとするエネルギーの安定供給の重要性を再認識した。
- ・平時のみならず非常時においても、安定的に持続可能なエネルギーインフラをどう考えていくか、エネルギーの貯蔵や運搬等に優位な特性を有する水素エネルギーの利活用の促進を図る本日のプラットフォームの開催が、皆さんと一緒に考える機会となり、新たな取組が生まれるきっかけになれば幸いである。

■座長挨拶(要旨)：北海道大学名誉教授(元北海道大学総長) 佐伯 浩氏

- ・平成28年3月に閣議決定された「北海道総合開発計画」では、道内の豊富な地域資源とそれに裏打ちされたブランド力など北海道が持つポテンシャルを最大限に活用することによって、北海道の強みである「食」と「観光」を戦略的産業として育成し、2050年の長期を見据え、「世界の北海道」を目指すこととしている。平成28年から10年間の計画期間においては、「生産空間」を支えるための重層的な機能分担と交通ネットワークの強化、農林水産業の競争力と付加価値の向上及び世界水準の魅力ある観光地域づくりなどを重点的な取組としている。
- ・北海道の将来構造の中で最もキーとなるのは、「自然」、「第一次産業」、「観光」であり、これらは今までの北海道の気象、気候、環境が維持されてはじめて成立する。今進みつつある地球温暖化に対して対応を怠れば、北海道が持っている特徴が失われる可能性がある。
- ・また、平成30年7月に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」では、2050年までに80%の温室効果ガスの排出を削減するという高い目標を達成するため、新たなエネルギー選択として2050年のエネルギー転換・脱炭素化に向けた挑戦を掲げた。
- ・北海道の主要産業を守り、日本の中で北海道らしい立ち位置を保つためにも、我々は、全力で地球温暖化対策に取り組まなければならない。本日のこの会合が次の北海道の将来を見据えた地域づくりの考え方の一つになれば幸いである。



■ 基調講演：「電力安定供給と再生可能エネルギー」（資料1）

北海道大学大学院 情報科学研究科・研究科長・教授 北 裕幸 氏

電力システムとは何か（スライド3）

電力システムとは、良質な電気を安定に経済的に環境に配慮しながら供給するためのシステムであり、その構成要素は「発電所」、「送配電線」、「需要家」からなる。

今まで、我々需要家は、電気を供給されるだけの存在であったが、最近、電力の自由化が進み、需要家が電力事業者を選べるようになり、供給側にアクションを起こすことができるようになってきた。電力システムの構成要素である私たち一人一人の電気の使い方次第で、電力システム全体、つまり、発電所や送配電線に色々な形で影響を及ぼすことができ、今までより安定かつ環境に配慮した新しい電力システムを作ることができる可能性がある。これを機会に、我々は、どのように電力を使うべきか考えなければならない。



電力の安定供給（スライド5～6）

電気は、「電気のまま貯めることができない」という性質を持つ。したがって、需要家が使う電気量と同量の電気を発電所が発電しなければならない。また、発電された電気は直ちに需要家まで光の速さで届くため、今使う電気は、遠く離れた発電所でほとんど同時に作り出さなければならない。この性質を同時同量制約という。需要と供給が一致していると、電力の周波数は、東日本では50Hzで一定に保たれる。需要と供給のバランスが崩れ一時的に周波数がずれると、産業用機器などの動作が不安定になったり停電が発生する場合がある。そのため、供給側は需要家の需要量を正確に予測する必要があるが、思い通りに電気を使用する需要家一人一人の行動を予測することは、かなり難しい。それでは、どのように需要を予測し同時同量制約を達成するのか。

需要予測の方法（スライド7～9）

発電所が作り出す電気は送電線に流れてしまえば、他の発電所が作り出した電気と混ざり合い、単一の電気となる。電気に色はついていないという特性を利用して同時同量制約を達成する。具体的には、電力システム内の「全ての発電所で作られる電気の合計（＝総供給量）」が「全ての需要家が使用する電気の合計（＝総需要量）」と一致すればよい。需要家一人一人の電力需要の予測に比べて、電力システム全体の電力需要の予測は、大数の法則（サンプルサイズが大きいほど極端な値をとる確率が低くなり母平均に近い値をとる確率が高くなる）が効いて、予測可能なものとなる。

電源側の要件（スライド10～14）

電力安定供給のための電源側の要件は3つある。1つ目は供給力の確保である。需要家が必要とする最大量の電力需要に対応できるよう電力を作り出せる「電源」や「送配電設備」、不測の事態に備えた「予備電源」、そしてこれらを整備するための「年月」を確保する必要がある。

2つ目は資源の確保である。日本は国内資源が少ないため、エネルギー資源を諸外国からの輸入に頼っているが、このエネルギー資源を継続的に確保する必要がある。

3つ目は調整力の確保である。常に変動する需要に対して、供給を瞬時に調整することで周波数変動を一定の範囲にとどめる必要がある。（次ページに続く）

(前ページから)

日本には色々なタイプの電源があるが、これら3つ全ての要件を満たす電源はないため、各電源の特性を活かしてうまく役割分担して電力を供給している。現在は、燃料供給及び価格安定性に優れた石炭火力や水力発電等をベース電源とし、石油・LNG火力や揚水式水力発電等で需要の変化に対応している。

再生可能エネルギーの特性 (スライド15~19)

再生可能エネルギーは、雲の動きや風速といった自然現象により間欠的に発電量が変動するため、発電予測が非常に難しい。再生可能エネルギーが大量に導入されると、もともと需要が変動している中で供給側も出力が増減することから、需要と供給のバランスが取りづらくなる。北海道は再生可能エネルギーのポテンシャルが高いが、その導入に当たっては、再生可能エネルギーの間欠的な変動特性に対応できる応答性のよい電源の確保が必要である。再生可能エネルギーは、地球環境に対して負荷の少ない純国産のエネルギーとして期待されるものの、その導入には限界がある。

再生可能エネルギーの能力向上のための方策 (スライド21~29)

その導入限界を増大させる方策とは何か。1つ目は蓄電池による変動の緩和というもの。蓄電池は2種類の電極(+と-)と電解液中の化学反応によって電気を蓄える。再生可能エネルギーが電力系統に接続されている場合、気象予測を使って発電予測を行い、その発電パターンを発電会社に通告する。しかし、実際は予測とは異なる発電パターンとなることが通常であり、その差を蓄電池で保証する。通告値より発電量が多い場合は、蓄電池に一旦貯め、逆に発電量が通告値より少ない場合は、蓄電池から足りない分を放電する。

前述の通り、電力系統に流れる電気に色はついていないので、それぞれの再生可能エネルギーの発電所ごとに変動緩和を行う必要はない。複数の発電所の出力全体を合成すると、電力需要と同様に系統的な特性を持ち、予測の精度が上がると同時に、変動を抑制するための蓄電池の容量をより小さくできる可能性が高くなる。これを「ならし効果」と呼んでいる。現在、北海道電力で南早来にあるレドックスフロー蓄電池を使い、北海道全体の再生可能エネルギーの電力を中央給電指令所に集めて、再生可能エネルギーの変動を緩和して需要と供給のバランスをとる実証実験を行っている。

2つ目は電力系統の広域運用というもの。単一の地域内だけで需要と供給のバランスをとるのではなく、再生可能エネルギーの導入量の地域差を利用して他の地域の調整力を活用することで、より広域的に同時同量制約を満たす。ただし、地域間を繋ぐ連系線の容量が調整力の限界となる。

ローカル地域内での需給バランス (スライド31~33)

再生可能エネルギーは、比較的需要の少ないところに大量に導入されているので、送電線ネットワークの問題もある。需要家に対して電力を供給する際に、地域の需要が少なければ送電線は細くて済む。しかし、送電線が細い地域に再生可能エネルギーがたくさん導入されてくると、余剰の電力は、その細い送電線を通るために送電線の容量を上回り、遮断器が働いて送電が途絶えてしまう。ローカル地域内の需要と供給は、送電線の最大容量以下に抑えなければならない。

この問題を解決するための技術のひとつにマイクログリッドがある。マイクログリッドとは、大規模な発電所の電力供給に頼らず、特定の地域で、太陽光や風力、ガスタービンといった分散型電源を主電源として、地域内の電力を地域内で供給するシステムである。(次ページに続く) 3

(前ページから)しかし、再生可能エネルギーによる電力供給は間欠的に変動し、さらに、狭い地域の需要は規模が小さいため、需要の予測を成り立たせている大数の法則が成り立たず、需要と供給をバランスさせることが非常に難しい。

需要の能動化 (スライド34~35)

その一つの方策として、再生可能エネルギーの出力変動に地域内の需要を変化させるという方法が考えられる。今までは供給側だけで調整していたものを需要側にも調整力を持たせる。そして、それは需要家が不便不快を被るものであってはならない。需要家に不便を与えることなく消費電力を調整できるものとは何か。

ヒートポンプ給湯による需要の能動化 (スライド36~37)

それは「熱」である。熱は大部分を電気から作り出している。また、熱には同時同量制約がなく、熱のまま貯めることができるため、再生可能エネルギーの変動に合わせて需要を変化させることが期待できる。再生可能エネルギーがたくさん発電しているときは、ヒートポンプという電気で熱を作り出す機器の消費電力を増やして、お湯を作り貯湯タンクに一旦貯める。逆に、電気が足りないときには、その機器の消費電力を減らし、不足する熱は貯湯タンクのお湯で補填する。

コジェネレーションシステムによる需要の能動化 (スライド38)

また、コジェネレーション (以下「コジェネ」) という技術もある。コジェネは燃料の熱エネルギーでガスエンジンやガスタービンに回転力を与え、発電機を回して電気を作るとともに排熱を回収して、建物などの熱利用、冷暖房、給湯などに利用する分散型システムである。電気が足りない場合は電力系統から需要家は電力を買うことになる。このとき、コジェネの出力を下げるとコジェネからの電力供給量が減る。その分、需要家は電力系統から電力を買うため、電力会社から見るとそれだけ需要が増える。コジェネの出力を下げた分排熱も減るため、その分は併設されているガスボイラーを焚き増しして需要を満たす。コジェネの出力の上げ下げに伴って、需要の上昇下降をコントロールできる。ガス事業者と電力事業者が再エネの変動を抑制するために協調していることになる。

スマート化技術の活用 (スライド39)

再生可能エネルギーを大量に導入するためには、これまで紹介してきた技術を活用し、電力システムの柔軟性の向上と変動性の低減が必須である。情報通信技術やAI技術を活用すれば、需要を正確に予測することや、冒頭に申し上げたとおり需要家が電力の安定化に貢献することが可能になることが考えられる。

まとめ (スライド42)

今後は、日本だけでなく世界中の電力システムは、次の3つの変化を迎えると思われる。

1つ目は、従来の大規模集中型のエネルギー供給だけでなく、地域の分散型エネルギー源を活用するという「集中から分散へ」の変化。2つ目は、現在は全ての需要家に一様に横並びで電力が供給されているが、需要家の多様なニーズを組み入れた多品質な電力システムも考えていくという「一様から多様へ」の変化。3つ目は、これまでは発電から消費まで全体を一律にシステム構築されてきたが、需要家が能動的にエネルギーの使い方を考える需要家に重点を置くという「全体から個別へ」の変化。様々な技術を駆使して、新しい電力システムを構築していく必要があると考えている。

■ 苫小牧市長挨拶（要旨）：苫小牧市長 岩倉 博文 氏

- ・本日は、平成30年度第2回目のプラットフォームを苫小牧で開催していただき大変光栄であり、心から歓迎申し上げます。
- ・昨年9月には北海道胆振東部地震が発生し、ブラックアウトも経験した。電力は単に住民のライフラインということだけではなく、様々な角度から重要なエネルギーであるということを感じた。オール北海道としてこのエネルギーバランスをどう考えるのか、優先度を高くして取り組まなければならないテーマであると考えており、国土交通省北海道局や北海道開発局をはじめ、あらゆるところの知恵を絞って次の世代に繋げる仕組みを作っていかなければならないと考えている。
- ・苫小牧においても、平成28年度に産学官で構成する「苫小牧水素エネルギープロジェクト会議」を立ち上げ、水素社会をイメージしながら、水素の利活用について地に足のついた活動をしていかなければならないと考えている。今後も引き続き、ご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。
- ・今こそ知恵の時代だと考えており、是非、知恵のヒントを今後も与えていただきたい。本日のプラットフォーム会合の開催を地元として心から御礼申し上げ御挨拶に代えさせていただきます。

**■ 講演：「水素スマートシティ神戸構想の推進」（資料2）****神戸市 環境局 環境政策部 環境貢献都市課 エネルギー利活用担当課長 南部 法行 氏**

神戸市では、2030年度の温室効果ガスの排出量を2013年度比で34%削減することを目標としている。この目標値は、阪神・淡路大震災で電気やガスが止まり、長期間避難所で非常時の生活をしてきた年よりも更に削減しなければならない数値であり、震災を経験した市民にとっては衝撃的な数値となっている。一方で、震災を経験したまちとして、災害に強いまちづくりを目指しており、太陽光発電やバイオガス、ゴミ発電などの自立分散型エネルギーの導入に取り組んでいる。特にゴミ発電は、現在、神戸市関連施設での再生可能エネルギーの約9割を担っている。

神戸市は、政令指定都市の中で1世帯あたりの年間光熱水費が最も安く、これは温暖で住みやすい気候であることや、震災を経験したことにより、エネルギーを賢く使おうとする市民の特性ではないかと考えている。しかし、温室効果ガス削減等の目標値に向けては、更なる取組が必要である。そこで、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの普及はもちろんのこと、革新的な技術開発の推進も必要であると考えて、水素に着目し水素の特性を生かした地球温暖化防止策に取り組んでいる。

燃料電池自動車を普及させるため、2030年の普及目標台数を1万台と設定し、県と協調して補助金を設けている。しかし、現時点での登録台数は21台であり、更なる普及のため、今年度は試乗会を5回実施した。今後も、自治体として、補助金以外にどのようなことができるのか試行錯誤しながら取り組んでまいりたい。

神戸市では現在、二つの大きな実証事業が実施されている。（次ページに続く）



(前ページから) 一つは、オーストラリアの未利用エネルギーである褐炭を使って水素を製造し、それを船で日本に輸送して荷揚を行う「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築事業」である。船により輸送された水素が神戸で荷揚されることになる。市としては、実証フィールドの支援や公共岸壁の整備等に取り組んでいる。もう一つは、水素と天然ガスを燃料とする1 MW級ガスタービンを用いる発電設備を用いて電気と熱を作り出し、地域の公共施設に供給する「水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業」である。市としては実証フィールドの支援や供給先施設との調整のほか、市街地での実証事業となることから、市民の理解を得るための地元説明会を行ってきた。このような実証事業を実施していく中で、「製造した水素」を「貯蔵・輸送」して「利用」するというサイクルを確立しなければならないと考えており、今後、実証事業の成果をまちづくりに反映させていくため、さらに知恵を絞って取り組んでまいりたい。

本日も北海道まで呼んでいただいたが、神戸市では、民間企業の頑張りによって水素に関する取組が認知され、国際会議等も開催していただいているところ。このような場においても神戸市の取組を紹介しながら、神戸市だけではなく、日本全体が水素エネルギーに対して先進的な取組を継続していけたらと考えている。

水素エネルギーを本格的に利活用する社会の実現に向けて、まずは地域としてのロードマップをしっかりと地域の皆様に示すとともに、水素を受け入れてもらう社会的受容性の向上に努め、さらには、民間事業者が挑戦している実証事業の支援等に積極的に取り組んでいきたいと考えている。そして、これらの新しい取組によって、神戸のまちの活性化や価値の向上に繋げていきたい。

■会員からの情報提供（要旨）

○苫小牧市 産業経済部 企業政策室 港湾・企業振興課 主査 鎌田 真行 氏

「苫小牧市内における水素エネルギー利活用の検討状況について」（資料3）

- ・平成28年度に市内の企業や団体とともに「苫小牧水素エネルギープロジェクト会議」を設立して、水素エネルギーを活用した地域づくりの推進等に取り組んでいる。
- ・同プロジェクト会議の中で事業化の可能性調査を行い、市内事業所で発生している副生水素等を活用した「地産地消のサプライチェーン」及び北海道の物流拠点であることを生かした「道内外と連携したサプライチェーン」の2つの水素サプライチェーンの構築を目指して検討を進めている。
- ・日本初、日本唯一であるCCS（CO₂回収・貯留）の実証試験が行われており、CO₂貯留適地であることもエネルギーや環境技術の展開に生かしていきたい。
- ・工業と物流のまちとして、市内の工場等での燃料電池フォークリフト導入の可能性も考えられるほか、港や広大な苫東工業団地をフィールドとした取組や、物流の要衝であることを生かした水素貯蔵拠点としての可能性などについても検討しているところである。
- ・水素の取組はまだ具体化していないが、再生可能エネルギーの宝庫である北海道の最大の物流拠点であるという特性を生かして、苫小牧をフィールドとした取組について、引き続き、企業や自治体の皆様と意見交換を行いながら検討を進めたい。



○北海道 水産林務部 林務局 林業木材課 主幹 岡田 朋子 氏

「北海道胆振東部地震により発生した倒木等の有効利用について」(資料4)

- 北海道胆振東部地震による森林・林業被害の復旧に向けて、まずは北海道庁内の連携体制を整えるため、「山地災害復旧チーム」や「胆振東部地震災害復旧庁内連絡調整会議」を設置した。
- また、被害木の円滑な搬出や有効利用に向けた調整を進めるため、「被害木の搬出・有効利用に係る検討会議」を開催するとともに、「胆振東部森林再生・林業復興連絡会議」を設置し、幅広い関係機関と連携して森林被害の早期復旧と地域林業の復興に向けた検討を行っている。
- 今回の現場状況は、台風による土砂災害とは異なり、流れ込んだ樹木が比較的良い状態であったことから、相当量の有効利用が可能であることが見込まれた。そのため、復旧等の工事の際に、樹木を丸太状のものと根・枝のものに分けて集積し、それを協力事業者を引き渡すことで用途に応じて利用していただくという体制を構築した。
- 利用先としては、一般用材や製紙用・ボードなどの原料としての利用のほか、最終的にはチップ化し、バイオマス燃料として発電所やボイラーに利用することとしている。
- この体制によって、復旧等の工事の円滑かつ効率的な実施や廃棄物の減量、処理費用の削減が図られるとともに、被災によって打撃を受けた林業関係者の材の確保や仕事の確保にも繋がられるものと考えている。今後もこうした体制を整備しながら、倒木等の有効利用を進めていきたい。



○北海道電力株式会社 総合エネルギー事業部 事業戦略グループ 副主幹 菅原 彰敏 氏

「小規模・高効率木質バイオマスガス化発電システムの開発」(資料5)

- 北海道に豊富に存在する再生可能エネルギーの導入拡大を道内企業の活性化・地域の雇用促進に繋がりたいという思いから調査・検討を進め、「小規模・高効率木質バイオマスガス化発電システム」の開発に至った。
- 木質バイオマスガス化炉は、木質チップを酸素のない条件下において高温で蒸し焼きにすることにより、水素と一酸化炭素に改質する装置である(一酸化炭素も水素へ変換される)。さらに生成した水素を利用して、このガス化炉に組み込んだ燃料電池で発電し、発電の際に発生する熱を再利用するため、バイオマス100に対して70の電気を発電する非常に高効率なシステムとなっている。最終的には電気と水素の併産型システムを目指して開発を進めている。
- これまで、平成28年度に林野庁事業でガス化炉を製作し、平成29年度に自社研究で固体酸化形燃料電池の開発を行ってきた。平成30年度はノーステック事業の採択を受け、現在、ガス化試験を実施している。今後このようなシステムの普及が進めば、水素の安価な供給が可能になると考えており、引き続き開発を進めていきたい。



■ 閉会挨拶（要旨）：北海道大学大学院 工学研究院特任教授 近久 武美 氏

- ・ 本日は、神戸市における次世代にマッチしたまちづくりへの積極的な取組や、苫小牧市、北海道水産林務部の様々な取組、あるいは北海道電力の新しいチャレンジ等をご紹介いただき、自治体や企業の頑張りを感じたところである。
- ・ 一方で、新しいエネルギー社会を構築するには、自治体や企業だけではなく、省庁を超えた大きな枠での協調とリーダーシップが重要ではないかと感じている。燃料電池自動車の普及や燃料電池分野における日本の高い技術力を生かすためには、様々な規制等を含めたルールを変えていかなければならないと考えている。
- ・ 北海道大学の北先生からは、これからの電力系統は「集中」から「分散」へというお話をいただいた。これは今までと違った供給側と需要側の調和、すなわち、異なった事業体間の協調、あるいは利益・便益を上手に分配する仕組みが必要であろうと考える。
- ・ 電気は貯められないため、電池や水素に変換して貯蔵し、有効利用する意義は大きい。しかし、まずは電気として利用することを最優先するべきであり、電力系統で利用できない電気を水素に変換するという考えを持つことが必要である。再生可能エネルギーをさらに導入して、未利用の電気を水素に変換する。そして、特にCO₂の排出削減が必要である長距離バスやトラックに十分な量の水素を供給していく形態を考えるべきである。
- ・ こうした社会づくりには、行政のリーダーシップが重要である。本プラットフォームには行政の方が多くおられるが、引き続き、皆様のますますの積極的な取組に期待している。（了）

