

第2章 エネルギーから見た半世紀先の札幌を描くための視点

2. 1 未来像を描くための基本的な視点

「さっぽろ・エネルギーの未来」において、エネルギーから見た持続可能な社会とは、生活の質を維持・向上することを前提として、エネルギーを賢く使うことで消費量を最小限にするとともに、そのエネルギーを可能な限り、再生可能なエネルギーで賄っている社会のことを言います。

このような社会が実現した未来像を描くためには、以下に示す3つの基本的な視点が必要となります。

基本的な視点

- ◆エネルギーから見た持続可能な社会を実現するための技術を導入する視点
- ◆エネルギーから見た持続可能な社会に相応しいライフスタイルに転換する視点
- ◆省エネルギーや再生可能エネルギーへの転換を地域経済へ取り込む視点

第2章では、この3つの視点から、札幌市と「まちづくりに関する地域連携協定」を締結している北海道大学の専門的な知見、国がまとめたエネルギー技術の動向、市民の意見などを整理して示します。

2.2 エネルギーから見た持続可能な社会を実現するための技術

(1) 省エネルギー技術

①建物の省エネルギー技術

建物は、全エネルギー消費量に占める割合が高いことから、まち全体での省エネルギーを進める上では、建物の省エネルギーに取り組むことが重要となります。

ここでは、省エネ型建物の技術開発の動向や大学の専門的な知見を示します。

国がまとめた技術開発の動向

1973年（昭和48年）の石油危機以降、日本の家庭・業務部門のエネルギー消費量は2.4倍に増加しています。これを抑制するためには、住宅・ビルなどの断熱性能の向上に加え、空調設備や給湯設備などの効率化と運用改善が必要とされています。

そこで、国では、断熱材などの建材と、再生可能エネルギーによる発電システムやエネルギーマネジメントシステム（EMS）⁹のパッケージ化により、受け入れられるコストで生活の質を向上させる省エネ住宅・ビルの開発を進めることとしています。

また、国は、2030年（平成42年）に新築ビルの平均と新築住宅の平均で、それぞれネットゼロエネルギー建物¹⁰が実現することを目指すこととしています。

（エネルギー関係技術開発ロードマップ 2014年経済産業省）

大学の専門的な知見

環境建築の導入

札幌市の全エネルギー消費量のうち、建物でのエネルギー消費量は約71%を占めますが、そのうち、暖房用途の消費量は約42%を占めており、これは、札幌市の全エネルギー消費量の約27%と推定されます。したがって、札幌市のエネルギー政策の検討には、建物のエネルギー消費量削減が欠かせないものであり、そのためには、高断熱化・高气密化・計画換気に配慮した環境建築の導入による「建物本来の性能向上」が必要です。

ところで、寿命40年の建物のライフサイクルコスト¹¹を計算すると、26～27%は建設コストであり、残りの73～74%は改修・修繕などの維持管理費や光熱水費などの運用コストになります。したがって、エネルギー消費量が多い建物は、生涯に渡って光熱水費を浪費することにつながるため、建物は、建設コストと運用コストを建物の生涯に渡って評価し、ライフサイクルコストを最小にすることが重要となるのです。

建物は、一度建設すると長い期間に渡って使い続けることになるため、50年先の「エネルギーから見た札幌の未来像」の実現には、今から建物の省エネルギー対策を着実に進めるしか方策はないのです。

（北海道大学大学院工学研究院教授 羽山広文氏）

⁹ 【エネルギーマネジメントシステム】情報通信技術を活用して、家庭、オフィスビル、工場などのエネルギーの使用状況をリアルタイムに把握、管理士、最適化するシステム。

¹⁰ 【ネットゼロエネルギー建物】一次エネルギー消費量が年間で概ね正味ゼロとなる住宅やビルなどの建物。

¹¹ 【ライフサイクルコスト】ここでは、建物の建築から使用、廃棄までの期間を通じたトータルの費用をいう。

建物の性能向上と運用面の工夫

北海道伊達市の福祉施設では、計画段階から、ファシリティマネジメント¹²評価や様々なシミュレーションを行うとともに、建設後は、センサーによる電力と熱量の詳細な実測とその結果を活用した空調機器などの運用の最適化を行いました。その結果、大きな建設費の増加を伴わずとも、建物の利用者にとっての快適性を確保しながら、約50%の省エネルギーを達成することができました。

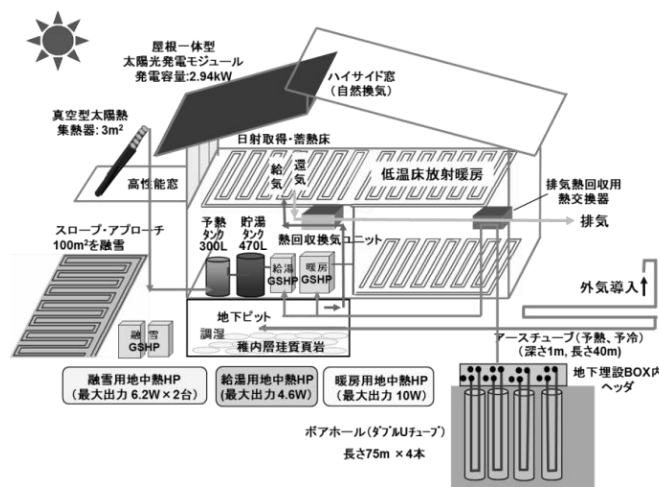
これは、建物の建設時に、高断熱・高气密・計画換気システムなどを導入することや、建物性能に応じた最適な運用を行うことにより、大きなコスト増加をしなくても、50%程度の省エネルギーが達成できることを示しています。

(北海道大学 羽山広文氏)

ネットゼロエネルギー住宅の実現

戸建て住宅については、地産地消型の再生可能エネルギーへの依存可能率¹³を計算すると、66%と高いことから、建物で消費されるエネルギーの削減により、ネットゼロエネルギー住宅の実現が十分に可能と考えられます。

具体的には、建物の高性能化とパッシブ手法¹⁴の導入による熱需要の削減や、高効率機器の採用による省エネルギー化、再生可能エネルギー・排熱利用を上手く組み合わせることにより、現在の経済価値においても受け入れられる回収年数で、ネットゼロエネルギー住宅の実現が可能となってきました。



【参考】 ネットゼロエネルギー住宅の環境設備システム概要

(北海道大学大学院工学研究院教授 長野克則氏)

¹² 【ファシリティマネジメント】 公益社団法人日本ファシリティマネジメント協会の定義によれば、「企業・団体等が保有又は使用する全施設資産及びそれらの利用環境を経営戦略的視点から総合的かつ統括的に企画、管理、活用する経営活動」のことをいう。

¹³ 【地産地消型の再生可能エネルギーへの依存可能率】 ここでは、全エネルギー消費量のうち、電力は太陽光発電と小型風力、熱は太陽熱、下水、燃ごみの焼却熱で、どれだけ賅うことができるのかを示す比率をいう。

¹⁴ 【パッシブ手法】 太陽や自然の風、気温の変化といった自然エネルギーを利用することで、機械に頼らずに室温の調整を行うこと。

②地域単位の省エネルギー技術

省エネルギーを進めるためには、余剰エネルギーの融通などにより、地域全体のエネルギー利用効率を高め、地域全体で省エネルギーを進める視点も重要となります。

ここでは、地域全体で省エネルギーを進めるためのエネルギーマネジメントシステムとエネルギーネットワークについて、技術開発の動向や大学の専門的な知見を示します。

国がまとめた技術開発の動向

エネルギーマネジメントシステム（EMS）は、省エネルギーやピークカットに役立っているため、建物や地域等のエネルギー需給分析や需要予測等を消費者に提供する技術です。

EMSは、現在、エネルギー使用量の見える化¹⁵など、エネルギー管理サービスとして活用されていますが、今後は、消費者がエネルギーの需給管理に主体的に参画し、賢いエネルギー消費へつなげるための技術として活用が期待されています。

そこで、国では、エネルギーの需給管理に必要な技術として、電力需要・太陽光発電等の発電量の予測技術や各種センサーによる行動予測技術、デマンドレスポンス¹⁶などの制御技術の研究開発を進め、EMSの導入・普及を図ることとしています。

（エネルギー関係技術開発ロードマップ）

大学の専門的な知見

EMSによる地域のエネルギー需給の最適化

将来を見据えた場合、エネルギー価格が需要と供給の関係で頻繁に変動したり、コージェネレーションによって発電した電気を電力系統¹⁷に逆潮流¹⁸させたりする時代になることが想定できます。この場合には、BEMS¹⁹やHEMS²⁰などのシステムが、単に個別利用者にとっての省コストだけではなく、地域のエネルギーの需要と供給を最適に制御し、地域全体で省エネルギーとなるように運用されることが重要となります。

（北海道大学大学院工学研究院教授 近久武美氏）

分散協調型コージェネレーションシステムの実現

熱電併給が可能なコージェネレーションは、熱需要の多い北国にとって、化石燃料の有効利用ができる省エネルギーシステムです。

コージェネレーションの普及方策の一つとして、「分散協調型コージェネレーションシステム」と呼ばれるシステムの導入が考えられます。これは、熱需要の大きな複数の建物にコージェネレーションを設置し、各コージェネレーションの運用を中央制御しながら、余剰電力を電力系統に逆潮流して電力系統ネットワーク内で有効利用するシステム

¹⁵ 【見える化】企業や家庭の消費電力量などを計測し、その結果をパソコンなどで分かりやすく表示すること。

¹⁶ 【デマンドレスポンス（DR：Demand Response）】電力のピーク時間帯に高い電気料金を設定するなどにより、電力の供給力に合わせて、需要者が需要量を変動させて需給バランスを一致させること。

¹⁷ 【電力系統】発電、送電、変電など、電力の生産から消費までを行う設備全体のこと。単に系統ともいう。

¹⁸ 【逆潮流】通常とは逆に、電力の需要家側が、電力系統へ電気を送り出すこと。

¹⁹ 【BEMS】Building Energy Management Systemの略。情報通信技術を活用したビル内のエネルギー管理システム。

²⁰ 【HEMS】Home Energy Management Systemの略。情報通信技術を活用した家庭内のエネルギー管理システム。

で、実現できれば、地域全体でも省エネルギーにつながる可能性があります。

また、余剰電力を利用して水素を製造する構造ができた場合には、燃料電池をネットワーク化することで、地域の電力と熱を供給できる可能性もあります。

(北海道大学 近久武美氏)

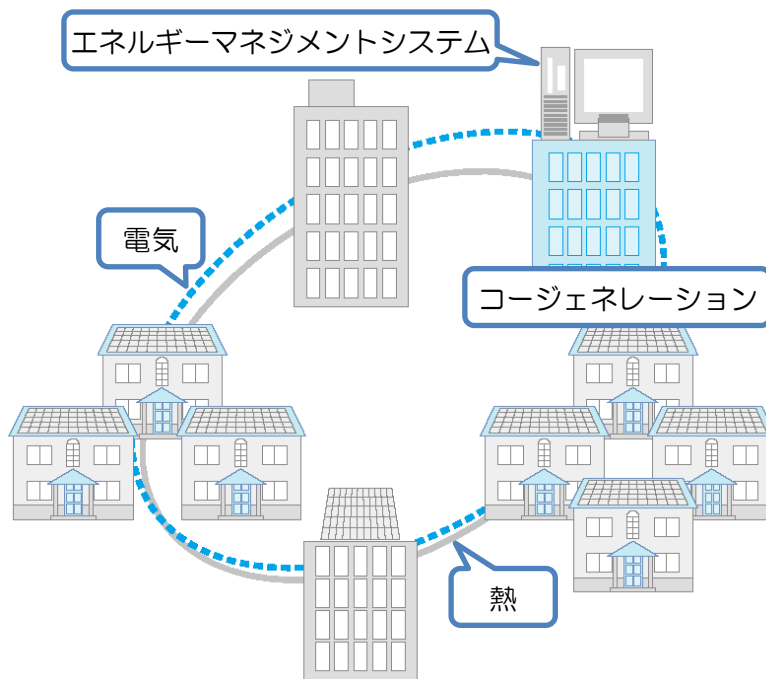
再生可能エネルギーと分散電源の連携

容積率の大きな業務用の建物が多く個別住宅の割合が少ない札幌市内中心部²¹では、再生可能エネルギーへの依存可能率を試算すると、23.0%と低いことから、地産地消型の再生可能エネルギーシステムだけでは、エネルギー需要を賄うことができません。

これを補う方法として、可燃ごみやバイオマス燃料による熱電併給システムや、天然ガスコージェネレーション、地下蓄熱を有するヒートポンプ熱供給施設との連携が考えられ、これらによってエネルギーを効率的に利用できるようになります。

このうち、地下蓄熱を有するヒートポンプ熱供給施設については、地下水の温度差だけを利用した地下帯水層²²蓄熱とヒートポンプによる暖房システムが実現すれば、冬季の採熱で地下帯水層の水温が低い夏季には、地下水の冷熱を直接使った建物冷房が、逆に夏季の冷房排熱の蓄熱で地下帯水層の水温が高い冬季には、地下水を直接路盤で循環させることによる融雪システムが実現する可能性があります。

(北海道大学 長野克則氏)



【参考】エネルギーネットワークのイメージ

²¹ 【札幌市内中心部】ここでは、JR線路以南・中島公園以北、創成川以西・石山通以東に囲まれたエリアを指す。

²² 【地下帯水層】地下水で満たされている地層。

(2) 再生可能エネルギーの導入技術

①再生可能エネルギーの利用技術

再生可能エネルギーの導入には、高コストであることや利用場所が限られることなどの課題があります。ここでは、今後、各種再生可能エネルギーの利用を図っていくための技術開発の動向や大学の専門的な知見を示します。

ア 太陽光発電

国がまとめた技術開発の動向

太陽光発電は、重要な低炭素のエネルギー源として、昼間のピーク需要を補うものであり、消費者が設置できる電源として、導入が期待されています。

一方で、消費者に近接する未利用空間で太陽光発電を最大限活用するためには、太陽光発電機器の高性能化や低コスト化を図ることが必要とされています。

そこで、国では、発電コストを2014年の23円/kWhから2030年には7円/kWhに引き下げることが目標とした技術開発を進めることとしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

※2011年に国が公表したコスト等検証委員会報告書²³によれば、2010年の発電コストは、原子力8.9円、石炭火力9.5円、LNG火力10.7円と試算されています。

イ 風力発電

国がまとめた技術開発の動向

風力発電は、大規模に開発できれば発電コストが火力並であるため、コスト低減により、更なる経済性を確保することが重要です。特に、洋上では、陸上と比較すると、風況が良く、発電効率が高い大規模な風車を設置できることから、再生可能エネルギーの導入を図る上で、洋上風力発電の技術開発・導入拡大は不可欠とされています。

そこで、国では、発電コストを低減するため、耐久性に優れ、メンテナンスしやすい風力発電機の開発や、洋上風力発電の実用化に向けた技術開発を進めることとしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

ウ 地熱発電

国がまとめた技術開発の動向

地熱発電は、地下に存在している地熱貯留層²⁴から取り出した高温の蒸気で発電を行う技術です。設備利用率²⁵が約80%と高く、再生可能エネルギーの中でも比較的発電

²³ 【コスト等検証委員会報告書】政府の国家戦略室に設置されたコスト等検証委員会が、2011年に発表した発電コストの試算結果。なお、2015年3月現在、経済産業省において、各電源の発電コストの検証が行われている。

²⁴ 【地熱貯留層】地下深部のマグマによって加熱状態にある地下深部の岩盤によって地下水が加熱されている地層のこと。熱せられた地下水は「地熱水」と呼ぶ。

²⁵ 【設備利用率】発電設備が、ある期間に実際に発電した電力量と、その期間休まず最大出力で運転したと仮定したときに得られる電力量との比率。

コストの低いベースロード電源²⁶となり得るものです。

一方で、開発コストの低減や、自然や地域と共生した形での地熱資源の活用が課題とされています。

そこで、国では、これらの課題解決に向け、高度掘削技術の開発のほか、地熱貯留層をより正確に把握する技術や、環境に配慮した高性能な地熱発電システムの開発などを進めることとしています。

また、低温地熱資源を有効活用できるバイナリー発電²⁷の効率化を進めるほか、2030年頃には、地熱の活用範囲を拡大するために人工的な地熱貯留層を作り出す EGS²⁸技術の確立を目指すこととしています。

(エネルギー関係技術ロードマップ)

エ 地中熱利用

国がまとめた技術開発の動向

地中熱利用は、地盤中に存在する季節変動が少ない熱を活用する技術で、エネルギー消費に占める割合が大きい冷暖房や給湯などの熱需要を賄うことができる再生可能エネルギーです。

しかし、日本の地盤は、掘削すると崩壊しやすく、地下水も出る場所が多いなど、欧米と比較すると掘削コストなどの初期コストが高いため、地中熱利用が進んでいないことが課題とされています。

そこで、国では、地中熱利用の初期コストの低減を図るため、日本の地盤に適した掘削手法・技術などの開発を進めることとしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

大学の専門的な知見

地中熱の利用による「札幌版次世代コミュニティ暖房」の可能性

地中熱利用の高額な初期コストに対し、暖房・給湯コストの削減効果を十分に得るための手法として、数世帯で地中熱を共有する「コミュニティ暖房」が考えられます。

この手法を導入した場合、住宅の断熱改修を行うことを前提とした簡易な試算ではありますが、初期投資の回収期間は、6世帯で地中熱源を共有すると10年程度となり、経済的に受け入れられる可能性が示されました。

※平成24・25年度札幌市大学提案型共同研究事業²⁹報告書より
(札幌市立大学デザイン学部准教授 齊藤雅也氏)

²⁶ 【ベースロード電源】発電コストが低廉かつ安定的な発電が可能で、昼夜を問わず継続的に稼働できる電源。

²⁷ 【バイナリー発電】従来の地熱発電では利用することが出来なかった温度の低い蒸気や熱水で、沸点の低い媒体(例：ペンタン、沸点36℃)を加熱し、媒体の蒸気でタービンを回して発電する技術。

²⁸ 【EGS】Enhanced Geothermal Systemの略。人工的に地熱貯留層の作成や熱水量を増大させる技術。地熱水不足などから開発が出来なかった地域での新たな開発を可能にする技術。

²⁹ 【札幌市大学提案型共同研究事業】札幌市が抱える中長期的な政策課題の解決に寄与する研究について、大学研究者と札幌市職員が共同で取り組み、研究成果を札幌市の施策に活用することを目指す事業。齊藤氏の報告内容は、<http://www.city.sapporo.jp/somu/machikiso/kyodo-seika24.html> 及び <http://www.city.sapporo.jp/somu/machikiso/kyodo-seika25.html> を参照。

オ 雪氷冷熱利用

国がまとめた技術開発の動向

雪氷冷熱利用は、冬の間以降った雪などを保管し、冷熱が必要となる時期に活用する技術です。雪氷冷熱の利用には、貯雪庫の設置が必要など、初期コストが高いことに加え、雪の運搬費用を必要とすることなどが課題とされています。

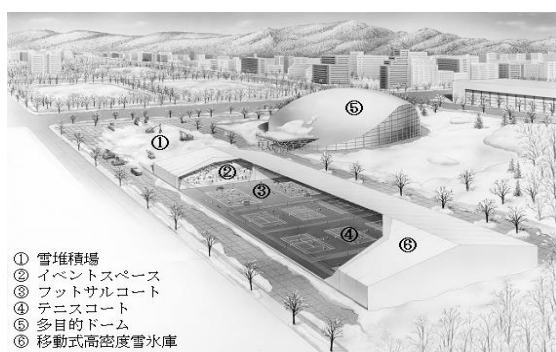
そこで、国では、断熱・採熱技術などの低コスト化を図るとともに、除排雪された雪を利用する技術の開発によるコスト低減を目指しています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

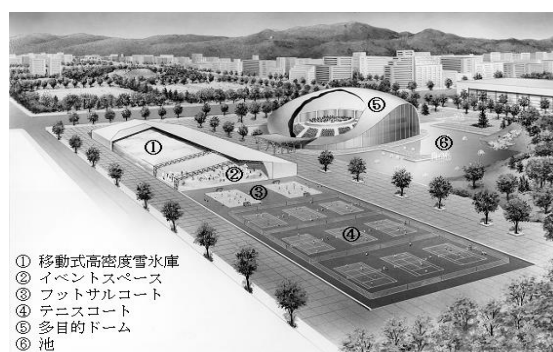
大学の専門的な知見

都市冷泉構想の実現

冬は雪堆積場として、屋外の敷地に圧雪をしながら雪山を形成し、春に移動式の雪氷庫を雪山にかぶせ、夏に雪氷庫の冷熱を活用する移動式高密度雪氷庫は、通常の雪氷庫よりも高密度に雪を貯めることができるため、雪氷庫を小さくできるなどのメリットがあります。これをコミュニティ規模で活用する都市冷泉構想が実現できれば、都市部における中小規模の雪堆積場の確保と雪氷冷熱活用が両立する可能性があります。



【冬季】



【夏季】

【参考】都市冷泉構想

(北海道大学大学院工学研究院教授 濱田靖弘氏)

カ バイオマス³⁰

国がまとめた技術開発の動向

バイオマスは、石油の代替エネルギーとして、発電・熱利用の燃料や輸送燃料として利用できるエネルギーです。導入拡大に向けては、原料の収集・運搬に多額の費用を要するなど、構造的にコスト高となりやすいことから、スケールメリットや原料の安定的な調達、生産地近傍での利用を確立する必要があるとされています。

³⁰ 【バイオマス】動植物などを由来とする生物資源の総称（化石燃料は除く）。

そこで、国では、木質バイオマス³¹や都市型バイオマス³²の直接燃焼などによる発電・熱利用のコスト低減を図るとともに、2020年頃までにガソリン代替燃料となる食料と競合しないセルロース系バイオエタノール³³の低コスト化・ポテンシャル³⁴拡大、2030年頃までに軽油等の代替燃料となる微細藻類由来バイオ燃料³⁵などの本格導入を目指すこととしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

コラム～微細藻類由来のバイオ燃料～

微細藻類は、土地生産性が高く、限られた土地で大量に培養できることから、次世代のエネルギー源として世界的に期待されています。

実用化の鍵とされているのは、油分の抽出・精製技術の開発や、効率的な培養方法の確立、搾油後の有用成分の利用により、コストを低減することと言われており、日本では、こうした課題の解決に向けた研究開発が本格化しています。

現在、日本で研究されている主な微細藻類は以下のとおりです。

微細藻類の種類	特長
ボリオコッカス	光合成によってオイルを生成し、体外へ排出。
ミドリムシ(ユーグレナ)	光合成によってオイルを生成し、体内に蓄積。
オーランチオキトリウム	光合成によらず、有機物を栄養源としてオイルを生成し、体内に蓄積。

³¹ 【木質バイオマス】主に、樹木の伐採や造材のときに発生した枝、葉などの林地残材、製材工場などから発生する樹皮やおが屑等のほか、住宅の解体材や街路樹の剪定枝など、木材由来のバイオマスのこと。

³² 【都市型バイオマス】主に食品廃棄物や建築廃材などのことをいい、例えば清掃工場で焼却する際の廃熱が発電や地域熱供給の熱源として利用されている。

³³ 【セルロース系バイオエタノール】稲わらなど、食用ではない植物の茎や葉に含まれるセルロース（植物の繊維質）から製造するアルコール燃料。

³⁴ 【ポテンシャル】潜在的な力。可能性としての力。

³⁵ 【微細藻類由来バイオ燃料】一般的に水中に存在する顕微鏡サイズの藻である微細藻類が、一般の植物と同様に光合成を行う代謝産物として産出されるオイル。

②再生可能エネルギーの貯蔵技術

太陽光発電などの天候で出力が変動する再生可能エネルギーの導入拡大には、変動を吸収する技術の導入が必要となります。ここでは、再生可能エネルギーの貯蔵技術として、蓄電池と蓄熱技術の技術開発の動向や大学の専門的な知見を示します。

ア 蓄電池

国がまとめた技術開発の動向

蓄電池は、天候で出力が変動する再生可能エネルギーを導入する際、その変動を吸収する技術として期待されていますが、長寿命化や低コスト化が課題とされています。

そこで、国では、2030年頃までに、寿命が10～15年、コストが5～10万円/kWhである現在のリチウムイオン電池³⁶などよりも、長寿命・低コストである革新電池³⁷の実用化を目指すこととしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ)

大学の専門的な知見

蓄電池とICT技術³⁸を組み合わせたシステムの導入

蓄電池は、非常に高価という課題はあるものの、導入によって再生可能エネルギーの導入の限界を増大させることができます。

特に、電力会社の供給エリアよりも小さなエリアで、自分たちで消費するエネルギーを再生可能エネルギー主体のエネルギーで賄う「エネルギーの地産地消」の場合、蓄電池とICT技術と組み合わせたシステムの導入により、大規模電源への依存度を低減しながら、再生可能エネルギーの導入拡大と電力安定供給の両立が可能となります。

具体的には、再生可能エネルギーの発電量予測やエネルギー需要の監視・予測・制御を行うICT技術と、蓄電池や天然ガスコージェネレーションなどの分散型電源による電力需給調整を組み合わせたエネルギーマネジメントシステムを導入することです。

(北海道大学大学院情報科学研究科教授 北裕幸氏)

イ 蓄熱技術

国がまとめた技術開発の動向

蓄熱は、熱を貯蔵し時間差で利用することで、エネルギーの有効活用を図る技術ですが、体積当たりの蓄熱量や熱の保持時間の向上、低コスト化が課題とされています。

そこで、国では、蓄熱技術や断熱技術等の性能向上と、これらを組み合わせた熱マネジメント技術等の開発を進め、住宅などの分野へ活用していくこととしています。

(エネルギー関連技術開発ロードマップ)

³⁶ 【リチウムイオン電池】携帯電話などのバッテリーとして用いられている電池で、+極と-極の間をリチウムイオンが移動することで充電や放電を行う電池。

³⁷ 【革新電池】リチウムイオン電池のエネルギー密度の理論限界(250Wh/kg)を超えての実用化が期待できる蓄電池。全固体電池、多価カチオン電池、金属空気電池等

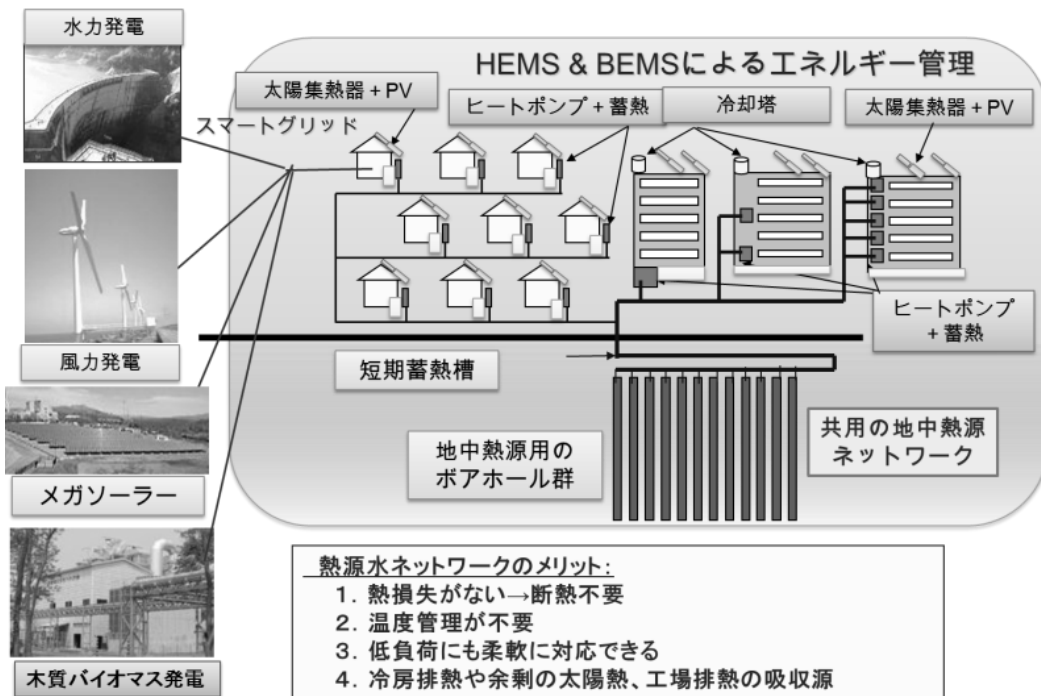
³⁸ 【ICT技術】コンピュータやネットワークに関連する技術など、情報処理や情報通信技術の総称。

大学の専門的な知見

スマート地中熱ネットワークの実現

再生可能エネルギーによる発電電力で稼働する分散型のヒートポンプで、各建物を循環する地下水から冷温熱を汲み上げ、冷暖房や給湯に使用する「地中熱を核とするスマート熱ネットワーク」が実現できれば、再生可能エネルギーの変動や熱需要の変動に柔軟に対応できるエネルギーシステムを構築することができます。

これは、再生可能エネルギーの発電量に余剰がありながら熱需要が少ない時間帯に、余剰電力を熱へ転換し地中や蓄熱層などへ蓄熱し、熱需要の多い時間帯にこれを利用することができるため、蓄電池だけに頼らずに、再生可能エネルギーの蓄エネルギーシステムを構築することができるのです。



【参考】地中熱を核とするスマート熱ネットワーク構想

(北海道大学 長野克則氏)

(3) 水素社会

①水素製造・貯蔵・輸送

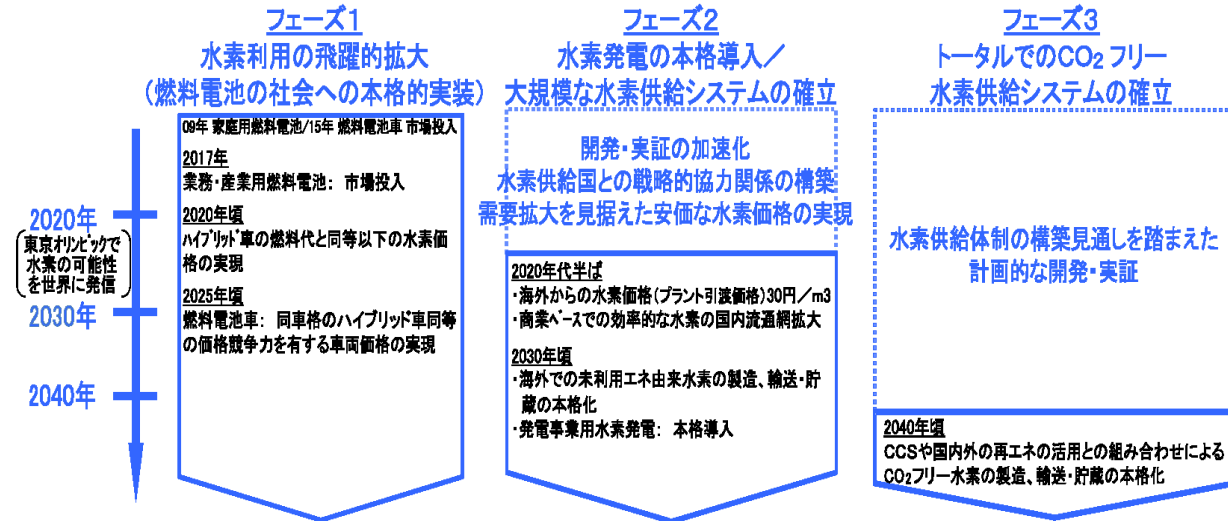
水素を次世代のエネルギーとして活用するためには、低コスト・低環境負荷で、安定的に水素を供給できるシステムの構築が必要です。ここでは、将来的な水素社会の実現を見据えた水素の製造・貯蔵・輸送についての技術開発の動向を示します。

国がまとめた技術開発の動向

水素は、様々なエネルギー源から製造することができるため、エネルギー源の安定的な確保や低炭素社会の実現に大きく寄与する可能性があります。特に、将来的に再生可能エネルギーを使って水素が製造されるようになれば、製造から利用までのトータルで、環境負荷を低減できる可能性があります。

しかし、大量の水素を安定的に供給するためには、常温では気体で体積が大きい水素を、生産地から消費地まで長距離輸送する技術や、大量に貯蔵する技術が必要とされています。

そこで、国では、水素を液化水素³⁹や有機ハイドライド⁴⁰等の形にすることで、小さな体積で大量の水素が貯蔵・輸送できる技術の開発を進め、2030年頃に水素ステーションの自立的展開、2040年頃に再生可能エネルギー由来などのCO₂フリー水素の製造、輸送・貯蔵の本格化を目指すこととしています。



【参考】水素・燃料電池戦略ロードマップ（2014年経済産業省）

(エネルギー関係技術開発ロードマップ、水素・燃料電池戦略ロードマップ)

³⁹ 【液化水素】液体になった水素のこと。水素を液体にするためには-253℃まで冷やす必要がある。

⁴⁰ 【有機ハイドライド】触媒を介して水素を貯めたり、放出したりできる有機化合物。水素を常温の液体で貯蔵する技術として利用されている。

②水素利用

水素は、家庭用燃料電池や燃料電池自動車に加え、船舶や鉄道車両等の輸送分野、水素発電など、幅広い分野におけるエネルギーとしての利用が期待されています。

ここでは、水素利用技術である燃料電池の技術開発の動向や大学の専門的な知見を示します。

国がまとめた技術開発の動向

既に実用化段階にある家庭用燃料電池や燃料電池自動車は、現在の火力発電やガソリン自動車などと比べるとエネルギー効率が高いため、導入が拡大すれば、社会全体の大幅な省エネルギーにつながる可能性があります。

また、長期的には、低環境負荷で安価・安定的な水素供給技術が確立されれば、水素発電の導入により、クリーンで大規模な発電が実現できる可能性があります。

さらに、水素発電の導入によって、安定的かつ大規模な水素需要が生じ、それによって、水素サプライチェーンの構築がより一層促されるという好循環を生む可能性もあります。

こうしたことから、国では、2020年代に燃料電池自動車の普及拡大・本格普及、2030年頃には、5年で投資回収が可能な家庭用燃料電池の実現や、発電事業用水素発電の導入開始を目指すこととしています。

(エネルギー関係技術開発ロードマップ、水素・燃料電池戦略ロードマップ)

大学の専門的な知見

再生可能エネルギーと水素を組み合わせたシステムの導入

住宅における水素の活用方法として、再生可能エネルギー由来の水素を活用した燃料電池と太陽光などを組み合わせたシステムが考えられます。これは、住宅の屋根に設置した太陽光発電などの余剰電力を水素に変換して蓄え、電力が足りない時間に、この水素を燃料として燃料電池で発電するものです。

また、コミュニティ・都市規模における水素の活用については、バイオマスや太陽光発電、風力発電などの余剰エネルギーから水素を生成・貯蔵し、大型の高効率燃料電池で利用するシステムが考えられます。

(北海道大学 濱田靖弘氏)

2.3 エネルギーから見た持続可能な社会に相応しいライフスタイル

ここでは、半世紀先のエネルギーから見た持続可能な社会において相応しいライフスタイルを描くための視点について、大学の専門的な知見や市民の意見を示します。

大学の専門的な知見

新たな環境技術を導入するメンタリティを持ったスタイルの模索

「エコロジカル・フットプリント⁴¹」の基準によると、地球を持続可能な状態に維持するためには、日本人一人当たりの石油などの化石燃料の消費量を現在の半分以下、1967年（昭和42年）頃の水準にまで減らす必要があると言われています。

しかし、1967年頃は、急速に近代化が進んだことによって、ライフスタイルそのものが石油の大量消費を必要とするものへと変化していたため、ライフスタイルから見た持続可能な社会にとって定常的な目標となるのは、近代化が始まる直前の1955年（昭和30年）頃の水準である現在の1/6まで、化石燃料の消費量を減らすことかもしれません。

もちろん、太陽光などの再生可能エネルギーを大胆に導入すれば、現在の生活水準を維持し得るかもしれません。しかし、新しい技術への挑戦は、省エネルギーや省資源のみならず、エネルギーそのものの使い方を見直す要因にもなることから、持続可能な社会の実現に向けて検討すべきことは、新たな環境技術を大胆に導入するメンタリティを持つ、新しいスタイルを模索することです。

また、新しいライフスタイルを浸透させ、低炭素社会を実現するために、家庭用の太陽光発電を補完する燃料電池の共同利用など、地方自治体が、コミュニティ単位で新しい省エネ・創エネの技術導入を促進することも考えられます。コミュニティ単位で燃料電池を導入する場合は、各家庭単独の場合と比べて、エネルギー効率と経済性が向上するとともに、自らが積極的に発電システムを導入しなくても、コミュニティによってライフスタイルの見直しが啓発され、電力の消費パターンの見直しにつながられます。

（北海道大学大学院経済学研究科 橋本努氏）

市民の意見

エネルギーと暮らしをシェアするライフスタイルの実現

半世紀先の札幌のライフスタイルなどについて話し合った「エネルギーから見た札幌の未来を考えるワークショップ」では、主に以下の3つの意見が出されました。

- ◆半世紀先の札幌では、住宅や食事の場をシェアするとともに、住宅地の周りで食料とエネルギーを生み出すなど、少ないエネルギーでも無理なく暮らしています。
- ◆雪をエネルギーとして活用することや、風力や水力などの自然エネルギーを積極的に活用することでエネルギーを自給しています。
- ◆エネルギーをみんなで競い合って節約したり、発電したりすることを意識するライフスタイルが確立しています。

⁴¹ 【エコロジカル・フットプリント】人間活動が環境に与える負荷を、資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値。通常は、生活を維持するのに必要な一人当たりの陸地および水域の面積で表す。

2. 4 省エネや再生可能エネルギーへの転換を地域経済に取り込む視点

(1) 北海道の再生可能エネルギーの活用

2011年度（平成23年度）に実施した「札幌市エネルギー転換調査」の結果では、北海道における再生可能エネルギーの利用可能量⁴²（年間）は、3,616.3億kWhと推計されています。これは、2010年度（平成22年度）の北海道電力の発電量373億kWhの約10倍に相当します。

特に、陸上風力発電の利用可能量が3,319.3億kWhと最も多く、この約1割を利用するだけでも、北海道の電力消費量のほぼ全量を賅うことができます。

今後、エネルギーから見た持続可能な社会の実現に向けては、北海道の再生可能エネルギーが持つポテンシャルを最大限活用しながら、エネルギーの転換を図っていくことが重要です。

	北海道	札幌市
太陽光発電	72.1億kWh	18.5億kWh
陸上風力発電	3,319.3億kWh	11.1億kWh
小水力発電	24.5億kWh	1.1億kWh
地熱発電	197.4億kWh	30.0億kWh
合計	3,613.3億kWh	60.7億kWh

北海道と札幌市の再生可能エネルギーの利用可能量

(2) エネルギー関連産業の育成

北海道には再生可能エネルギーの大きなポテンシャルがあり、これを生かしていくことが重要です。ここでは、北海道の再生可能エネルギーのポテンシャルを産業に結び付ける視点について、大学の専門的な知見を示します。

大学の専門的な知見

再生可能エネルギーのポテンシャルを生かした産業の育成

北海道に適した再生可能エネルギー関連技術の開発などが十分に行われていないため、北海道は、再生可能エネルギーのポテンシャルを生かせていないことが課題です。

したがって、今後は、北海道の厳しい気象条件に適したエネルギー関連技術の開発を行うとともに、予防保全などのメンテナンス体制を整備することが重要となります。

また、新たな電力システム運用に必要な蓄電池などの製品分野で、国などの再生可能エネルギーの拡大策と連携した国際競争力のある製造業の育成も必要です。

危機はチャンスであり、電力危機をきっかけに、北海道の再生可能エネルギーと省エネルギーを地域再生に活かす道をつくり上げていくことが、日本の未来を切り開く可能性を生むのです。

（北海道大学大学院経済学研究科特任教授 吉田文和氏）

⁴² 【利用可能量】太陽光パネルなどを設置できる場所に最大限導入した時に得られる理論上のエネルギー量。

(3) 再生可能エネルギー導入による収益の地域への還元

再生可能エネルギーは、導入により得られる収益を地域へ還元することができれば、地域住民の所得や雇用の創出に結びつく可能性があります。ここでは、再生可能エネルギーからの収益を地域へ還元することについて、大学の専門的な知見を示します。

大学の専門的な知見

行政主導による地元住民・企業が参画する仕組みの構築

地元住民や企業が、再生可能エネルギーの生産に参加していれば、その収益を地元へ還元することができますが、日本ではそれらの参加が、少ないことが課題です。

再生可能エネルギー導入の先進地であるドイツ、デンマークでは、導入推進の鍵は、地元の住民・企業・金融機関が参加し、利益・メリットを地域へ還元するとともに、情報を公開することとされています。日本においては、ドイツやデンマークの例を参考にしながら、行政が主導して、地元住民・企業に再生可能エネルギー導入への参画を促し、その収益を地元へ還元するため、地元事業者による起業支援や地元がメリットを得られるシステム、地元金融機関が融資しやすい枠組みなどを構築する必要があります。

(北海道大学 吉田文和氏)

再生可能エネルギーへの転換による雇用の創出

再生可能エネルギーが豊富な北海道では、その利用を通じて雇いを創出することができます。若年層の域外流出や少子化に歯止めがかかる可能性があります。例えば、化石燃料などの海外のエネルギーから、地域資源である再生可能エネルギーに替えていくことで、そのシステムの構築・維持・管理に必要な雇用につなげることができます。

再生可能エネルギー導入は、地球温暖化対策への貢献や雇用創出による少子高齢化等の地域課題解決へつなげることで自ずと進むと考えられますが、加えて、再生可能エネルギー固定価格買取制度⁴³のような経済的なインセンティブ⁴⁴を与えることも重要です。

(北海道大学大学院地球環境科学研究院准教授 藤井賢彦氏)

エネルギーに対して支払うコストの道内への還元

北海道の理想的な将来社会像は、豊富な再生可能エネルギーと広大な耕地をベースとしたエネルギーと食糧の供給基地となることで、豊かな雇用のある地域になることです。

北海道において、太陽光発電などの再生可能エネルギーの導入拡大を進めることで、関連設備の建設・維持や運用に多くの人々が雇用され、道民が支払うエネルギーコストのうち、海外へ流出している部分の大半が、道内へ還元されるようになります。この場合、エネルギーコストが高くなったとしても、トータルで経済的に成立すると考えられます。

(北海道大学 近久武美氏)

⁴³ 【再生可能エネルギー固定価格買取制度】略称FIT (Feed-in Tariff)。再エネにより発電された電力を、電力会社が一定価格で買い取ることを義務付けた制度。買取費用はすべての利用者に賦課金となる。

⁴⁴ 【インセンティブ】人の意欲を引き出すために、外部から与える刺激、動機づけ、誘因。