

# 第1章 はじめに

## 1.1 研究の背景

産業活動が活発になるにつれて二酸化炭素等を始めとする温室効果ガスによる地球温暖化の進行が、大雨災害の頻発化・激甚化や海面上昇、生態系への影響を及ぼし、人類への多大な損害が懸念されている。一方、2011年に東日本大震災、2018年に北海道胆振東部地震を経験した。特に胆振東部地震では、苫東厚真火力発電所の停止による全道的な停電（いわゆるブラックアウト）が発生した。このブラックアウトにより、集中型電源の脆弱性が露呈し、エネルギーの地域分散化、エネルギー源の多様化、エネルギー自給率の向上の必要性が改めて認識された。

2020年3月、北海道は全国に先駆けて「ゼロカーボン北海道」を宣言し、2013年と比較して二酸化炭素などの温室効果ガス排出量を2030年に48%減、2050年に実質ゼロにするという高い目標を掲げ、その達成に向け「ゼロカーボン北海道推進計画」を策定した。また、「ゼロカーボン北海道推進計画」と連動する形で「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画【第Ⅲ期】」を策定した。2050年を見据えた省エネ・新エネ促進ロードマップでは、2030年のめざす姿として「徹底した省エネ社会の実現」「地域における持続的なエネルギー供給と脱炭素化の実現」「環境関連産業の成長産業化」「エネルギー基地北海道の幕開け」が謳われており、まず、徹底した省エネが重要であり、その上で脱炭素化に向けた様々な取り組みを展開している。

北海道は肥沃で広大な土地に恵まれており、再生可能・未利用エネルギー資源のポテンシャルが高い。再生可能エネルギー（以下、再エネ）としては、風力発電や太陽光発電のポテンシャルが高いが、それ以外にも木質バイオマス、未利用エネルギー資源として地中熱や温泉熱、温泉に付随して産出されるメタンガスなどのエネルギー資源を活用することが可能である。地域の特色あるエネルギー資源を活用することが、地域エネルギーの分散化、多様化、自給率の向上に繋がり、これまで地域外から購入していた重油などの燃料を地域内のバイオマス等で代替することで、地域の域内収支の改善や新産業の創出が期待できる。

北海道の部門別の年間エネルギー消費量をみると、1990年と比較して2018年のエネルギー消費量の総量は663PJから607PJへと減少しているが、家庭・業務部門の全体に占める割合はそれぞれ18%から23%、9%から14%に増加しており、絶対量でも家

庭・業務部門の計で46PJ増加している（図1-1）ことから、家庭・業務部門の省エネを図ることが特に重要である。また、北海道は積雪寒冷地であるため、全国と比較してエネルギー消費量全体に占める熱の割合が大きく、エネルギー源としての再エネの占める割合は非常に低い（図1-2）ことから、当該部門の再エネ比率向上が必要である。

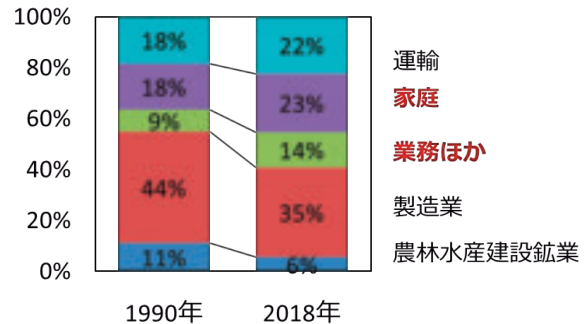


図1-1 部門別エネルギー消費量（北海道）

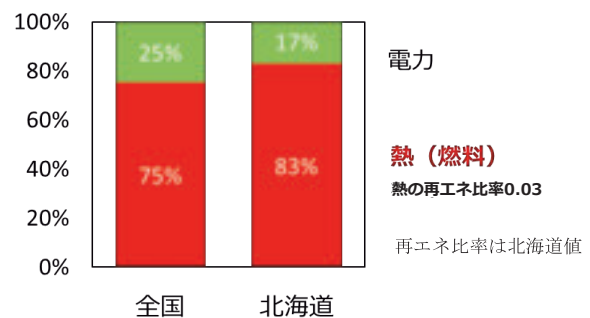


図1-2 電力・熱の割合（2018年）

（「総合エネルギー統計」「都道府県別エネルギー消費統計」から算出※運輸は自動車のみ計上、再エネ比率の出典は道経済部「平成30年度省エネ・新エネ関連施策の取組状況について」）

## 1.2 研究の目的

上記の背景から、再エネの利用拡大と省エネ化の推進のため、具体的な地域を対象に地域特有の課題を踏まえた技術開発を行い、北海道が有するエネルギー資源を最大限に活かしつつ、環境と調和した持続可能な循環型地域社会の創造に貢献する。

## 1.3 研究フィールド

本戦略研究では多くの市町村が取り組むことができる課題であること、及び実際に市町村が計画しているゼロカーボンに向けた事業と連動しながら技術的な課題について研究を進めることができるフィールドとして、以下の自治体と連携して研究を進め

ることとした。

#### 1) 津別町

津別町は、「愛林の町」として知られており、町の総面積の 87%を森林が占める。木質バイオマスの賦存量は、町の熱需要の 6.5 倍程度に達するものの、伐採された木材の大部分は、「材」として利用されているため、町有林・民有林から熱需要のために供給可能な木質バイオマスの量は、熱需要の 10%以下と見積もられ少ない。町は「地域内エコシステム構築事業」などを通して、町内における木質バイオマス利用の体制整備を進めているが、限りある木質バイオマスを暖房等の熱エネルギーとして有効利用するためには、施設の省エネ化や運用改善により熱需要量を大幅に減らす取り組みが不可欠である。

町では「津別町まちなか再生事業」や「津別町市街地再生基本計画」などを策定し、中心市街地を対象に公共施設の再編整備を行うこととしている。また、公共施設、商業施設及び住宅群からなる中心市街地は、同程度の人口規模の市町村の市街地とも類似しており、得られた研究成果は多くの市町村に横展開できるものと考えられた。これらのことから「街区の省エネ化」をテーマとしてとして、津別町と協力して研究を進めることとした。

#### 2) 当別町

当別町は、「当別町地域新エネルギービジョンプロジェクト推進基本方針」などを策定し、二酸化炭素排出削減などの地球温暖化対策と農林業の活性化等を図ることができるまちづくりを進めている。地域資源である木質バイオマスの賦存量の調査では、町内の森林からの供給可能量で、町内の主要公共施設の化石燃料を置換し、さらに住宅 1,000 戸以上に供給することが可能であることが示された。また、整備予定の複合用途建築物において、木質バイオマス燃料の活用を検討しているが、町内に燃料に加工する工場がないため、町内で燃料を供給する体制の構築が必要とされた。一方、西当別地区は、地中の土壌温度が他地域より高いことが知られており、地中熱を活用したイチゴの栽培実証を行った経緯がある。さらに地中熱利用を進めるためには、高額なボーリング費が障害となり、十分な普及には至っていない。

上記のことから、「再エネ利活用」をテーマとして、木質バイオマスのサプライチェーン構築を含めた「木質バイオマスの利用拡大」モデル及び地下水を活用した「熱エネルギーネットワーク」モデルについて、当別町と協力して研究を行うこととした。

#### 3) 足寄町

足寄町は、平成元年に体育館や温水プールの暖房に温泉熱の利用を開始したことに始まり、「地域新エネルギービジョン」等に基づき家畜糞尿のメタン発酵システムの導入や役場等へ木質ペレットボイラーの導入を図るなど、再生可能エネルギー等の活用について長期的な取り組みが進められてきた。

足寄町新町地区には町が所有する 2 本の温泉井（新町 1 号井、銀河の湯）があり、ともに可燃性ガス（以下、天然ガス）が付随している。温泉熱は主として農業利用（イチゴハウスの暖房）されている。天然ガスについては、新町 1 号井が大気放散、銀河の湯がコージェネレーションの燃料として利用されているが、連続運転ができないなどの問題を有していた。

天然ガスが付随して産出する源泉は道内に多く存在するが、その利用のためには、鉱業権の取得など法律的にクリアしなければならないことが障壁となり、普及が進んでいない。そのため、天然ガスを利用するための手続き等の整理も含め、「温泉熱・可燃性温泉付随ガスの農業利用」モデルについて、足寄町と協力して研究を進めることとした。

### 1.4 研究の概要

#### 1) 街区の省エネ化（津別町）

街区の省エネ化では省エネ施設・省エネ街区の構築、需給特性に応じたエネルギー融通の可能性評価について研究を行った。

##### ① 省エネ施設・省エネ街区の構築

津別町内にある公共施設を対象に、施設属性やエネルギー消費量を調査し、得られたデータをもとに、公共施設の集約化の検討及び集約化によるエネルギー消費量の削減効果について試算した。新築した津別町役場庁舎を対象に、エネルギー消費量と温熱空気環境を調査し、運用改善によるエネルギー消費量削減方法を検討、試行した。中心市街地の街区を対象にエネルギー需要を推計するとともに、街区全体の省エネルギー化を目指した将来シナリオと二酸化炭素排出量削減効果を検討した。チップボイラーが導入される公共施設を対象に、ボイラーの容量設計が必要となる設計情報等の調査結果をまとめた。

##### ② 需給特性に応じたエネルギー融通の可能性評価

施設間のエネルギー融通について過年度に開発した数値解析手法を用いて、施設間（津別町消防庁舎と福祉施設）の木質バイオマスによる熱融通の可能性を検討した。

## 2) 再エネ利活用（当別町）

### ① 木質バイオマスの利用拡大

#### ア 先進技術の活用による木質バイオマス賦存量推定手法の高度化

近年発展を遂げているリモートセンシング技術を利用し、森林簿に記載されている人工林面積及び蓄積の精度評価を行った。また、当別町の人工林資源の将来予測から、持続可能な年間伐採材積を把握した。

#### イ 木質バイオマスの効率的な乾燥及び保管方法の検討

林地での丸太乾燥試験、実生産レベルでの移動式チップパーを用いたチップ製造試験及び乾燥試験、廃校体育館を利用したチップ保管試験を行い、ボイラーが要求する品質の木質チップ燃料（規定の水分、サイズ）の供給可能性について検討した。さらに、チップ生産に係る作業分析、事業採算性試算を行い、木質チップ製造事業の経済性を評価した。

#### ウ 木質バイオマス利用施設での熱利用技術の改善

既設施設における木質バイオマスボイラーの導入と運用では、木質ボイラーを利用した熱源システムの省エネルギー化を目的として、西当別小学校、西当別中学校を対象に、①熱需要実測、②熱源システムの制御方法の検討、③実測した需要を用いた数値計算によるボイラー容量、蓄熱槽容量の最適設計、④熱源システムの導入評価と運用改善を行った。

新築施設における木質バイオマスボイラー利用の高効率化では、町の構想にも盛り込まれていた木質バイオマスによる熱利用設備導入や、環境学習向けの「見える化」への研究成果の反映を目指し、新設のとうべつ学園を対象に社会実装対象施設として設計から運用改善までの取組みを行った。

木質ボイラーのメンテナンスでは、運用上のトラブルを未然に防ぎ、適切な運用に活用することを目的とし、「ボイラー及び圧力容器安全規則」を参考にチェックシートを作成し、炉本体及び付帯設備の定期的な観察を行った。

排ガス・焼却灰の安全性の評価と検証では、西当別小中学校の木チップボイラー、とうべつ学園の木チップボイラーを対象に焼却灰及び排ガスの安全性について検討した。

経済性・環境適合性評価では、温水熱供給システムを対象に、化石燃料のみを使用して熱供給する「化石燃料システム」と、木質燃料を主体的に使用しバックアップ熱源として化石燃料を補助的に使用する「木質燃料系システム」との比較を行うことで、経済性や環境性を簡易に評価できるツールを開発した。

### ② 帯水層を活用した熱エネルギーネットワークシステムの構築

#### ア 地下水資源の評価と管理

帯水層の存在する深度を推定するために、当別太美地区において既存の地質調査結果を参考にするとともに、電気探査を実施して地下構造の推定を行った。地下水利用の実装地となったロイズタウン駅において掘削したコアにより抗井地質を調べた。また、揚水試験と微流速検層から持続可能な揚水量等を検討した。

#### イ 帯水層を活用した地中採熱システム設計のための基礎試験

地下水と熱交換するヒートクラスター方式の設計のための基礎データが不足していたことから、それらの知見を得る目的で、土壌と熱交換するポアホール方式及びヒートクラスター方式の両試験設備を所有している苫小牧工業高等専門学校において予備採熱量比較試験と、その結果を基に当別町において両方式の採熱量比較試験等を行った。

#### ウ 帯水層を活用した地中採熱システムの導入プロセスとその検証

地下水から採熱するヒートポンプシステムについて、JRロイズタウン駅前歩道融雪システムを例に導入プロセスを整理した。

#### エ 熱エネルギーネットワークシステムの概要と施設への適応試算例

地下水熱を面的に活用する地域熱エネルギーネットワークシステムの考え方と、隣接する複数施設へ導入する場合の経済的な試算例を示した。

#### オ 熱導管の沈下とその対策

泥炭地盤に熱導管を敷設し、熱圧縮や地盤沈下した際に熱導管が引っ張られ破損する懸念があるため、施工企業等による熱導管沈下の対策に関する調査を行った。また、北海道大学 大学院工学研究院 環境フィールド工学部門 防災地盤工学分野 地盤物性学研究室の西村聡准教授（当時）に、熱導管周辺地盤の熱導管に与える熱圧縮による影響について検討していただいた。

### ③ エネルギー地産地消技術導入に対する住民の理解促進に関する活動

再エネ導入、エネルギーの地産地消に関する継続的な住民同士の合意形成の場を作るために、エネルギー地産地消技術導入に関する住民の理解促進に関する活動を行った。

### 3) 温泉熱・可燃性温泉付随ガス利用（足寄町）

#### ① 温泉熱・可燃性温泉付随ガス利用施設の実態把握と改善

研究対象とした2本の温泉井戸(資源側・供給側)とイチゴ栽培ハウス(利用施設側・需要側)が抱えている課題について、資源側では揚湯試験による温泉、可燃性ガスの供給能力について、利用施設側では各施設のエネルギー需要量に関する調査を行い、原因を明らかにした。それらをもとに、コジェネの定格運転、未利用熱・余剰熱等の利用、モニタリングによる施設の見える化について改善策を検討した。

#### ② 温泉熱・可燃性温泉付随ガス利用の導入プロセス

温泉に付随する天然ガスを利用する場合は、鉱山の許可が必要であるため、温泉法ではなく、鉱業法や鉱山保安法等の鉱山関係の法令による開発・運用が必要となる。そのため、温泉熱・可燃性天然ガス関連法規への対応について情報を整理した。また、他自治体が同様に鉱業法の特定区域制度を活用する際の参考事例として、2012(平成24)年の法改正後の特定区域制度を全国で始めて活用した静岡県島田市の事例と、2番目に活用した足寄町の事例を整理した。

#### ③ 環境性の評価(温室効果ガス)

メタンは地球温暖化係数が二酸化炭素の28倍にも達し、大気拡散による地球温暖化への寄与が懸念されているため、足寄町における温泉熱及び天然ガス中のメタンをイチゴ栽培等へのエネルギー利用することによる温室効果ガス削減効果を推定した。

#### ④ 運営体制・人材等

事業の担い手・運営体制、地域事情等、実際に事業を行う際に検討が必要な事項について、鉱山や温泉に係る事業を行っている地方公共団体や企業等に

ヒアリング調査を行い、天然ガス利用事業に新規参入するためのポイントを整理した。

#### ④ 温泉熱・可燃性温泉付随ガス利用のための経済的視点

ハウス形状や断熱方法等の差異によるイチゴ収穫量を定量的に評価することで、将来的にハウスの新設や旧棟のリプレースを行う際のランニングコストを算出した。

#### ⑤ 助成事業

足寄町における補助事業の活用例を整理するとともに、高性能な農業用ハウスの整備や再生可能エネルギーを活用した熱源システムの導入に活用できる各種補助事業等を整理した。

## 1.5 横展開の見込み

本戦略研究では、得られた各成果が他の市町村に展開されることを目指し、モデルケースとして実証、とりまとめを行った。各研究成果の横展開の可能性を図1-3に示す。「街区の省エネ化」については、津別町と人口が同程度以下の124市町村に(青色丸)、「木質バイオマスの利用拡大」については、森林資源に恵まれながら活用が少ない26市町村(黄緑塗り)に、「熱エネルギーネットワーク」については、平地・盆地など帯水層を有する84以上の市町村(水色塗り)に、「温泉熱・可燃性温泉付随ガス利用」については、可燃性ガスを伴う源泉を有する20市町村(茶色丸)のほか温泉熱単独利用にも展開可能と想定した。

研究担当機関：エネルギー・環境・地質研究所  
執筆者：北口 敏弘

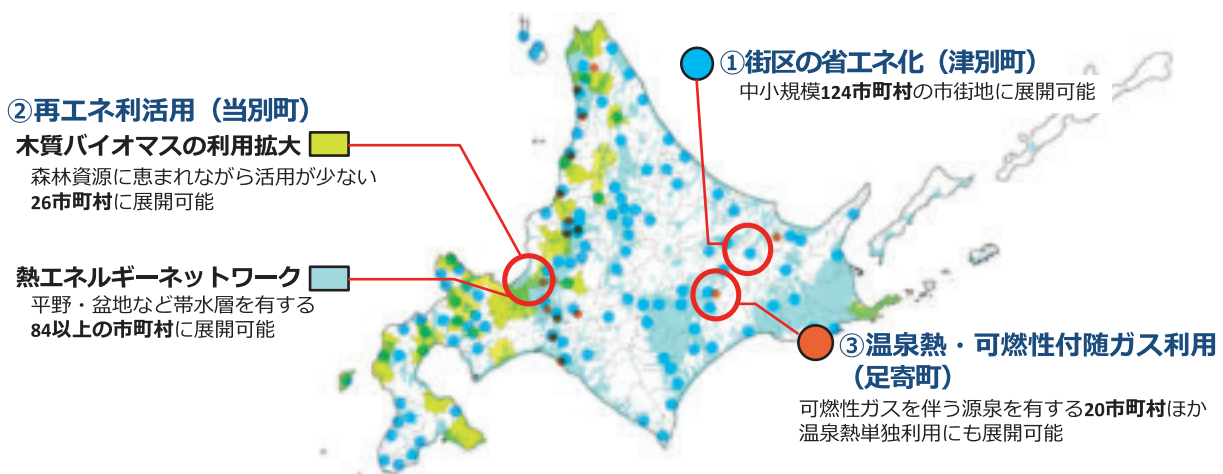


図1-3 各研究の横展開の見込み