新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点形成

正会員　○和田　修一 [*1]　　同　　久保山　航希 [*4]
同　　瀬戸口　剛 [*2]　　同　　山崎　厚 [*1]
同　　渡部　典大 [*3]　　同　　渡邊　天磨 [*1]

7.都市計画ー 2.都市像と計画ー c.土地利用
新エネルギー　都市構造　コンパクトシティ

1. 研究の背景・目的

北海道の地方小都市は、豊富な新エネルギー [*1] 賦存量 [*2] を有しており、それらを活かした施策により､持続可能な都市形成 [*3] を目指している。また、都市構造が全国に比べて広域に分散していることから、コンパクトな市街地形成が求められている。この際、新エネルギーの活用とコンパクトシティの拠点の形成を関連づけることが効果的である。

本論では以下の 2 点を目的とする。①新エネルギーの活用方法と都市構造の関係性を示す。②北海道の地方小都市における、新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法を提案する。

2. 研究の方法

本論では、 対象として①コンパクトシティへ向けた実践的な取り組み、②新エネルギーを実証的に導入する計画・取り組み、の両者が存在する北海道の都市として、稚内市、室蘭市、夕張市、下川町、足寄町、ニセコ町の 6 都市を選定する。

この対象都市において以下の 3 点を行う。①都市計画マスタープラン（以下、都市 MP）の内容整理と自治体へのヒアリング調査から、コンパクトシティへ向けた拠点形成の方針を整理する。②自治体へのヒアリング調査と文献 [1)2)3)] から、現在検討している新エネルギーの生産・輸送・供給方法を整理し、対応する都市構造を示す。③新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法を提案する。

3. 新エネルギー活用に向けた都市構造の再編

各都市の都市 MP と計画書 [4)] より、将来の都市構造の考え方を整理する。次に､新エネルギーの生産･輸送・供給方法を含めた活用方法を把握する。そして、新エネルギーの活用方法に対応する都市構造の要素を明らかにする。

3-1. 稚内市

将来都市構造（図 1- Ⅰ）：中央、南、東地区を拠点として位置づけている。南、東地区は現状の集積された商業機能を維持し、古くからの市街地である中央地区は、現状の行政機関や医療施設、複合商業施設などの都市機能を活かし、公営住宅や公共施設の集約を進める。

新エネルギーの活用方法（図 1- Ⅱ）

①風力発電による電力供給：郊外で生産された太陽光発電や風力発電による電力を自営線を用いて、既存の公共施設に設置した蓄電池に供給する。さらに、貯蔵した電力を自己託送 [*4] により、発電所から距離の離れた既存の公共施設に供給する。

②燃料電池による電熱供給：郊外で生産された太陽光発電や風力発電による電力を、水素に変換し車両輸送する。市街地に設置した燃料電池に供給し、電力と熱を発生させる。電力は新たに整備する自営線を、熱はパイプラインを用いて、エネルギーを大量に使用する公共施設や工場、商業施設、ホテル、教育施設に供給する。

対応する都市構造の要素（図 1- Ⅲ）①：電力を自営線で供給する場合、自営線の敷設可能な距離や供給可能な電力量の制限がある。したがって、新エネルギーの生産源と蓄電池を設置する施設を近接させること、重点的に電力供給を行うエリアを設けることが必要である。

対応する都市構造の要素（図 1- Ⅲ）②：燃料電池の熱を使用する施設は、熱効率を向上させるため、燃料電池の周辺に集積させることが望ましい。

3-2. 室蘭市

将来都市構造（図 2- Ⅰ）：複数の市街地が分散して立地しているため、地区ごとに拠点を設ける。それらを環状の交通網でつなぐことで、多極型の都市構造を維持し、都市機能の役割を各地区ごとに分担する。

新エネルギーの活用方法（図 2- Ⅱ）：市内の製鉄所のコークス炉や風力発電の電力を用いて、水素を生産する。さらに、車両輸送で公共施設に設置した燃料電池に供給し、電力と熱を発生させる。

対応する都市構造の要素（図 2- Ⅲ）：水素の輸送効率向上のため、各地区を結ぶ幹線道路沿いに、燃料電池を併設した公共施設を整備する。

3-3. 夕張市

将来都市構造（図 3- Ⅰ）：分散して立地している複数の市街地の中で、人口、産業が最も集積している清水沢地区に都市機能を集約し、新たな拠点を整備する。隣接する清陵町には新たに企業を誘致し、産業拠点を形成する。

新エネルギーの活用方法（図 3- Ⅱ）：清陵町の市有地において建設の構想がある、コールベッドメタン[*5]（以下 CBM）の発電所で生産した、電力と排熱を活用する。電力は既存の電線を用いて、排熱は新たに整備するパイプラインを用いて、清陵町の企業に供給する。さらにパイプラインを延ばし、清水沢地区内の公共施設、一般住宅にも熱を供給する。

対応する都市構造の要素（図 3- Ⅲ）：熱の供給効率向上やパイプラインの敷設コストの削減のため、企業や公共施設、住宅をパイプライン沿いに立地させる必要がある。

3-4. 下川町

将来都市構造（図 4- Ⅰ）：全世帯のうち約 8 割が役場を中心とする半径 1km 圏内に居住しており、コンパクトな市街地を形成しているため、今後も役場を中心に、日常生活に必要な機能の集積を図ること

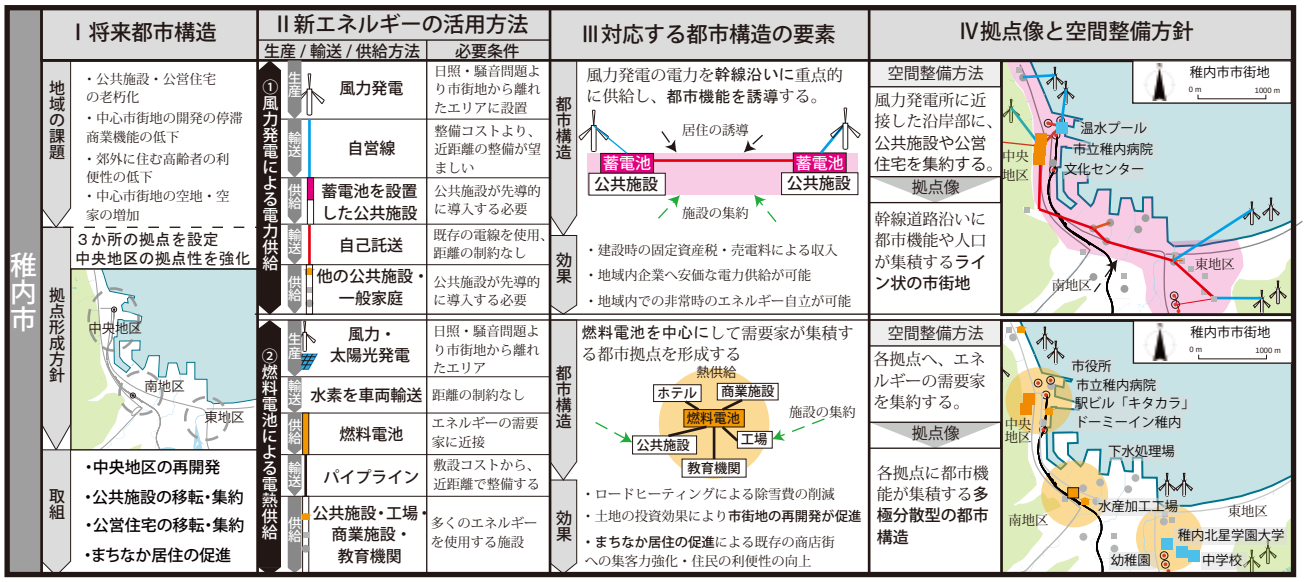

図 1　稚内市の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

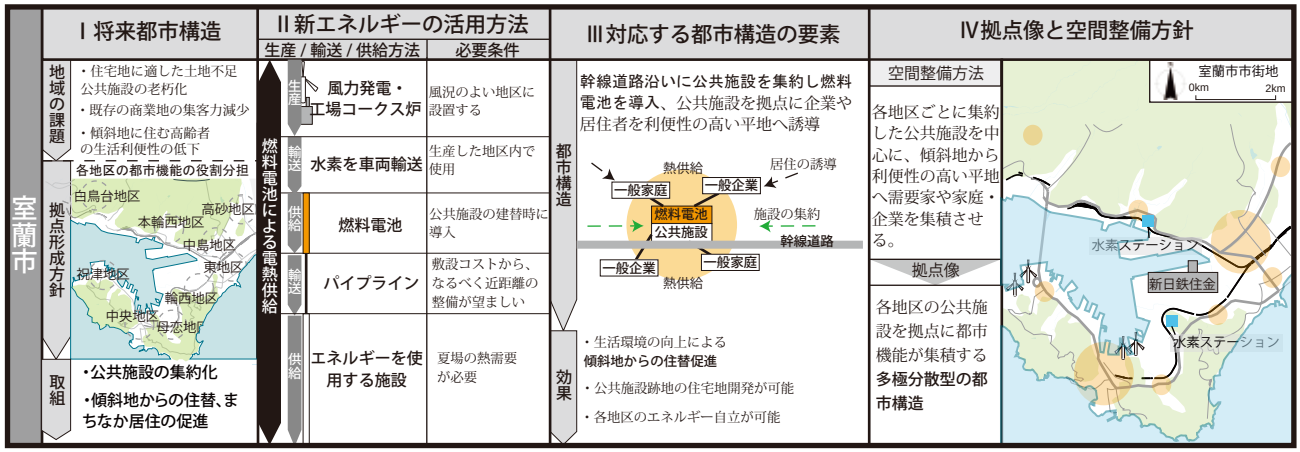

図 2　室蘭市の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

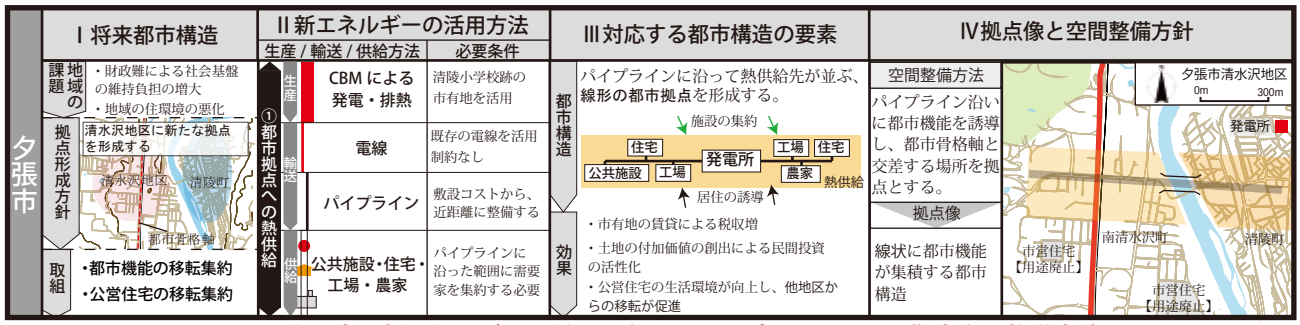

図 3　夕張市の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

で、現在の都市構造を維持する。

新エネルギーの活用方法（図 4- Ⅱ）：木質チップを燃料として、市街地に設置した熱電供給プラントと木質バイオマスボイラーで電力と熱を生産する。電力は電力会社に売電し、熱は公共施設に供給する。将来的にはパイプラインを用いて一般住宅を含めた市街地全域に熱を供給する。

対応する都市構造の要素（図 4- Ⅲ）：熱の輸送効率向上のため、パイプラインを敷設する東西 2km、南北 1km の範囲に、熱を利用する公共施設や住宅、林業関連施設を集約する必要がある。

3-5. 足寄町

将来都市構造（図 5- Ⅰ）：市街地の外縁部にある多くの老朽化した公営住宅を、市街地中心部の未利用地に移転する。この際に、子育て支援施設等の公共施設を整備し、近隣コミュニティ空間の整備も合わせて行い、市街地中心部に居住を誘導する。

新エネルギーの活用方法（図 5- Ⅱ）：木質ペレットを原料として、公共施設の新築の際に導入した木質バイオマスボイラーで、熱を生産する。熱はパイプラインを用いて、隣接する公営住宅に供給する。中型のバイオマスボイラーを使用するため、近接する施設間での熱供給を検討している。

対応する都市構造の要素（図 5- Ⅲ）：バイオマスボイラーを導入した公共施設を中心に、熱を利用する公営住宅等の居住施設を近接して立地させる。

3-6. ニセコ町

将来都市構造（図 6- Ⅰ）： ニセコ町では人口が市街地内に集中しておらず、広域分散型の都市構造であることから、市街地の縮小や居住の誘導などは行わない。しかし、散居地域では農家戸数の減少や冬期間の交通確保のため、集落の再編を行う。

新エネルギーの活用方法（図 6- Ⅱ）：地熱温度が高いことを利用し、地中熱を積極的に活用している。地中熱ヒートポンプは、安定した熱需要が必要であること、エネルギー密度が低く面的利用は困難

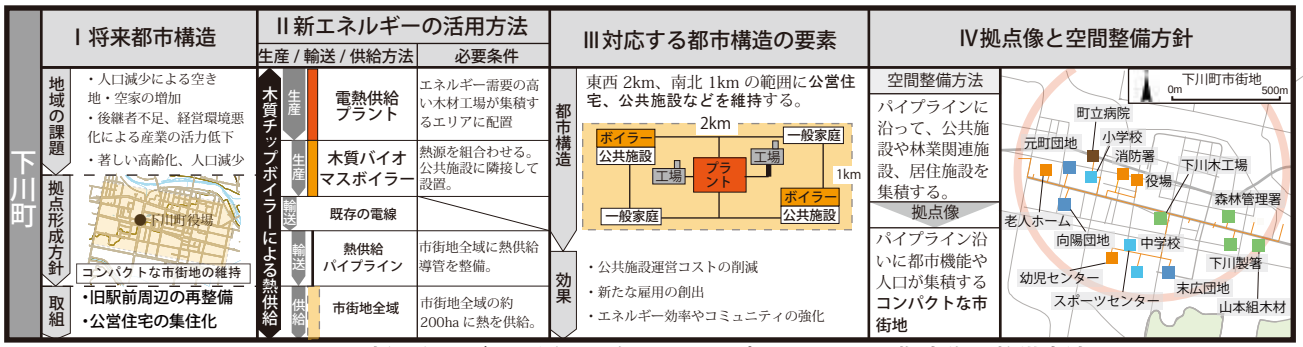

図４　下川町の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

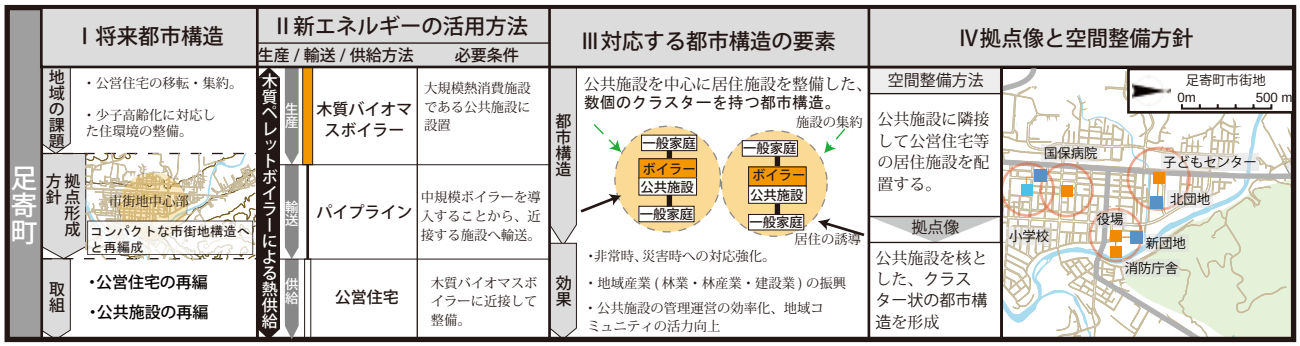

図５　足寄町の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

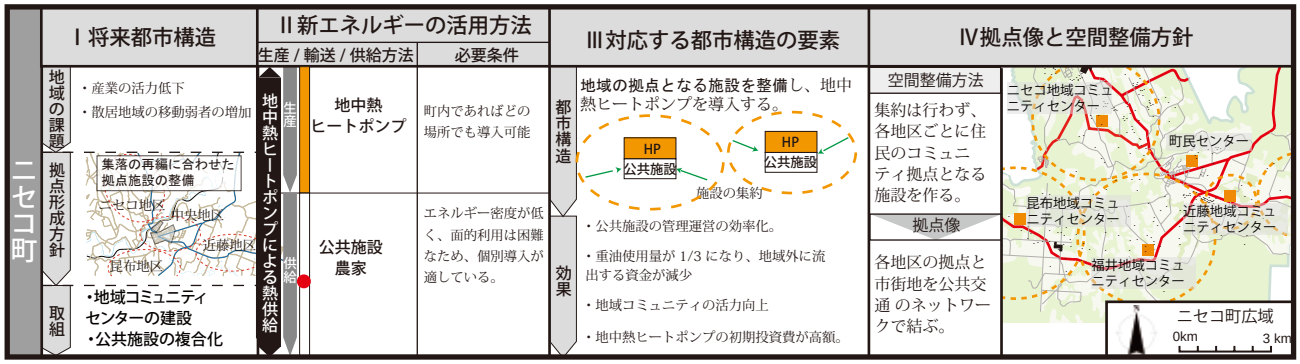

図６　ニセコ町の新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法

なことから、熱利用の多い公共施設に導入する。

対応する都市構造の要素（図 6- Ⅲ）： 地中熱ヒートポンプを導入した、地域の拠点となる公共施設を整備する。

4. 新エネルギーの活用に向けた拠点像と空間整備方針の提案

3 章で示した、将来の都市構造の考え方と、新エネルギーの活用方法に対応する都市構造の要素を踏まえて、新エネルギーの活用に向けた、コンパクトシティの拠点像と空間整備方針の提案を行う。

4-1. 稚内市（図 1- Ⅳ）

①風力発電による電力供給：風力発電所と近接し、都市拠点と位置づけられる中央地区、東地区の公共施設に蓄電池を設置し電力供給を行う。さらに、両地区と南地区を結ぶ幹線道路に沿いに、重点的に電力供給を行うことで、都市機能を誘導し、市街地をライン状に集約させる。

②燃料電池による電熱供給：中央、南、東地区の拠点となる施設に燃料電池を導入し、周辺にエネルギーを使用する施設を集約することで、各地区の拠点性を強化する。

4-2. 室蘭市（図 2- Ⅳ）

燃料電池による電熱供給：各地区を結ぶ幹線道路沿いに、地区の拠点となる公共施設を集約し、燃料電池を導入する。地区ごとに、燃料電池を設置した公共施設の周辺に企業や居住施設を誘導することで、現在の複数の拠点を維持する。

4-3. 夕張市（図 3- Ⅳ）

都市拠点への熱供給：熱を使用する施設を、清陵町の発電所から清水沢まで敷設したパイプライン沿いに、線形に集約する。清陵町には工業団地を誘致し、産業拠点を形成する。パイプライン沿いには居住施設を集約し、清水沢地区と他地区を結ぶ都市骨格軸とパイプラインの交点に、拠点となる施設を設置する。

4-4 下川町（図 4- Ⅳ）

木質チップボイラーによる熱供給：パイプライン沿いに公共施設や林業関連施設、居住施設を集積させる。熱需要の下がる夏場のために、植物工場や温浴施設施設を配置し、現在の市街地規模を維持する。

4-5 足寄町（図 5- Ⅳ）

木質ペレットボイラーによる熱供給：ボイラーを設置した公共施設に隣接して居住施設　約し、小規模な単位で熱供給を行うことで、市街地を集約する。これにより、公共施設を中心とするいくつかのクラスターを持つ都市構造を形成する。

4-6 ニセコ町（図 6- Ⅳ）

地中熱ヒートポンプによる熱供給：地中熱ヒートポンプを導入した、各地域の拠点となる公共施設を整備することで、現在の都市構造を維持する。

5. 総合考察

以上、各都市において新エネルギーの活用に向けたコンパクトシティの拠点像と整備方法を示した。新エネルギーの活用方法と都市構造の関係性として、以下の 5 点を明らかにした。

1) 自営線を用いて電力供給を行う場合は、自営線の敷設距離や電力の供給量に制限があるため、発電所の場所に合わせ、市街地をライン状に集約する。(稚内市)

2) 水素を活用する場合は、燃料電池を中心に、熱需要の大きな施設を集約することで、拠点を形成する。(稚内市・室蘭市)

3)CBM による新しい拠点への熱供給を行う場合は、パイプライン沿いに都市機能を集積させ、帯状の都市拠点を形成する。(夕張市)

4) 木質バイオマスによる熱供給を行う場合は、熱損失を最小限に留めるため、熱供給を行う市街地や施設を集約する。(下川町・足寄町)

5) 地中熱ヒートポンプによる熱供給を行う場合は、各地区ごとの公共施設で熱供給を行い、地区の拠点として整備する。(ニセコ町)

このように、新エネルギーの活用方法と都市構造には密接な関係性が存在する。したがって、新エネルギーの導入にあたっては、都市構造の再編と同時に計画する必要がある。

参考文献：1) 林原麻莉「新エネルギーの導入による持続可能な地域形成と空間整備のあり方」2) 中島望「新エネルギーを活用した地域内循環システムの構築による持続可能な地域形成」3) 本論と関連が深い低炭素モデル都市、環境未来都市、環境モデル都市、スマートコミュニティ計画の行政資料環未来都市、環境モデル都市、スマートコミュニティ計画の行政資料 4) 稚内市都市計画マスタープラン、室蘭市都市計画マスタープラン、夕張市まちづくりマスタープラン、足寄町公営住宅長寿命化計画、下川町低炭素まちづくり計画、ニセコ町低炭素まちづくり計画

注釈：*1 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法による定義「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもの、石油代替エネルギーの導入を計るために特に必要なもの」を満たすエネルギー。*2 平成 23 年度スマートコミュニティ構築可能性調査委託事業より *3 持続可能な地域形成の 3 要素である「環境 / 経済 / 社会」に対応した「地域構造 / 産業 / 生活」が持続性を有する地域の形成と定義。*4 自家用発電設備を持つ需要家が、他の場所にある自分の工場や事業所に、電力会社の送電線などの設備を用いて、発電した電気を運ぶこと。*5 石炭の生成・熟成に伴って発生したメタンを主成分とするガスが、炭層中の石炭に保持されているもの。

*1 北海道大学大学院工学院　修士課程　　*1 Graduate student, Graduate school of Eng. , Hokkaido Univ.
*2 北海道大学大学院工学研究院　教授　博士（工学）　　*2 Prof., Graduate School of Engnieering Hokkaido Univ., Dr.Eng.
*3 北海道大学大学院工学院　博士課程　工修　　*3 Doctral course student, Graduate school of Eng. , Hokkaido Univ, M.Eng.
*4 株式会社久米設計　　*4 KUME Sekkei Ltd. ,M.Eng.