

富良野圏市町村における自律・持続型地域の 実現プロセスに関する研究

Research on the Implementation Processes of an Autonomous, Sustainable Area in the Furano Area

阿部 佑平¹⁾、福井 淳一²⁾、岡村 篤³⁾
Yuhei Abe¹⁾, Junichi Fukui²⁾, Atsushi Okamura³⁾

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部
北方建築総合研究所

Northern Regional Building Research Institute
Building Research Department

Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

¹⁾ 建築研究部建築システムグループ研究職員 ²⁾ 地域研究部地域システムグループ研究主幹 ³⁾ 地域研究部地域システムグループ研究職員

¹⁾ Researcher of Building Engineering System Group ²⁾ Senior Research Manager of Regional System Group ³⁾ Researcher of Regional System Group

概要 Abstract

富良野圏市町村における自律・持続型地域の実現プロセスに関する研究 Research on the Implementation Processes of an Autonomous, Sustainable Area in the Furano Area

阿部 佑平¹⁾、福井 淳一²⁾、岡村 篤³⁾
Yuhei Abe¹⁾, Junichi Fukui²⁾, Atsushi Okamura³⁾

キーワード : 富良野圏市町村、将来像、エネルギー、生活利便性、運営効率性
Keywords : Furano area, Future, Energy demand, Convenience of life, Management efficiency

1. 研究概要

1) 研究の背景

- (1)人口減少社会の進行、地球温暖化防止、エネルギー価格の大幅な変動など近年の社会情勢に対応し、北海道内の地域を自律的・持続的にする取組みが求められている。
- (2)これらに対応するため、道総研建築研究本部では、『北海道型ゼロエミッションの住まいと地域の将来像の提案』において地区単位での将来像を提案している。また戦略研究『地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築』、『農村集落における生活環境の創出と産業振興に向けた対策手法の構築』において分散エネルギー利用や集落評価手法等にも取り組んでいる。
- (3)これらの研究成果の視点・知見を融合し、総合的観点から市町村単位での将来像を提案することが求められている。
- (4)その将来像を施策により実現するには、社会情勢や自治体施策・民間投資の規模・時期とエネルギー・利便性等目標達成の関係を考慮した実現プロセスを示す必要がある。

2) 研究の目的

地域再編と分散エネルギー利用の視点を融合し、総合的観点から市町村単位での将来像を提案するとともに、その将来像を施策により実現するため、自治体等の設備投資や再編に要する費用等を考慮した実現プロセスを示すことを目的とする。

2. 研究内容

1) 将来像の設定 (H29~30年度)

- ・ねらい：既往研究による地域の規模別将来像モデル（自立散居・拠点集落・市街地等）を基に、将来人口、地域の集約化等の再編、地域間ネットワーク（交通）のあり方、地域で産出できる再生可能エネルギー、節減できるエネルギーを考慮し、市町村単位での将来像を設定する。
- ・試験項目等：将来像の仮定、エネルギー評価、生活利便性評価、運営効率性評価

2) 実現プロセスの提案 (H29~30年度)

- ・ねらい：1) で設定した将来像について、住宅・インフラ再編やエネルギー設備投資の実施時期や要する費用と、エネルギー節減や利便性の目標の関係を整理し、実現プロセスを提案する。

¹⁾ 北方建築総合研究所建築研究部建築システムグループ研究職員 ²⁾ 北方建築総合研究所地域研究部地域システムグループ研究主幹

³⁾ 北方建築総合研究所地域研究部地域システムグループ研究職員

¹⁾ Researcher of Building Engineering System Group, Northern Regional Building Research Institute ²⁾ Senior Research Manager of Regional System Group, Northern Regional Building Research Institute ³⁾ Researcher of Regional System Group, Northern Regional Building Research Institute

- ・試験項目等：社会情勢（将来人口・エネルギー価格変動等）自治体・民間の施策実施時期・費用の設定、エネルギー節減・利便性等の目標の設定、実現プロセスの提案

3. 研究成果

1) 将来像の設定（H29～30年度）

- ・将来像を検討するにあたり、上水道や除雪の実態を考慮して規模別の4つの将来像モデル（自立散居、拠点集約、線状集約、市街地）を設定した。
- ・富良野市及び南富良野町の全集落、上富良野町及び中富良野町の一集落において、自立散居、拠点集約、線状集約のモデルを適用し、エネルギー、生活利便性、運営効率性を評価した。集約化により、エネルギー需要は削減できることが示唆され、また集落によっては外出時の走行距離が短くなり生活利便性が向上することが分かった。さらに、運営効率性の評価より、30年間の長いスパンで見ると一地区においても相当額のインフラ維持費の余剰が生じることが分かった（図1）。なお、占冠村については、市街地及び集落のインフラがすでに効率的な配置になっているため対象から除いた。

2) 実現プロセスの提案（H29～30年度）

- ・エネルギーの自立化に向けた実現プロセスを提案するため、集約により得られたインフラ維持費の余剰金を再生可能エネルギー設備の導入に使用するシナリオを作成した。シナリオに基づき、表1に示す試算条件で、線形計画法により毎年の化石燃料消費量が最小となる再生可能エネルギーの導入プロセスを解析した。
- ・富良野市麓郷では、木質バイオマス、RDFの導入により、30年後の化石燃料消費量を28%削減できる可能性が示唆された。また、上富良野町江花、富良野市富丘、南富良野町北落合では、30年後の化石燃料消費量を約60%削減できる可能性が示唆された（図2）。これより、将来的には化石燃料によるエネルギー供給の依存度を下げることができ、地域の自律・持続性を高めることができると考えられる。

<具体的データ>

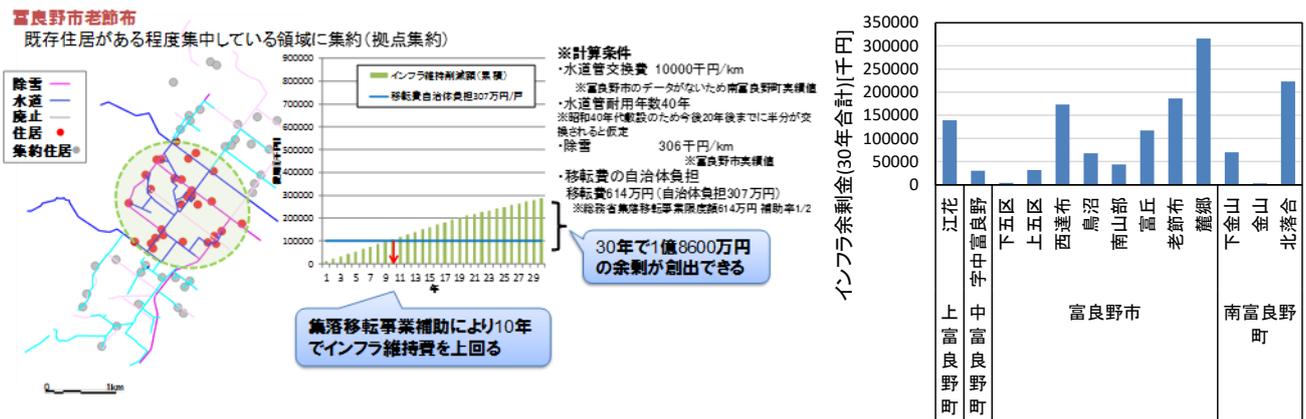


図1 運営効率性の評価（左：富良野市老節布の評価結果、右：各集落のインフラ維持費の余剰金）

表1 試算条件

評価期間	30年
導入設備	地中熱ヒートポンプ(GSHP)、100千円/kW
	木質バイオマスコージェネ(BioCGS)、1,000千円/kW
	木質バイオマスボイラ(BioB)、100千円/kW
	RDFボイラ(RDF)、100千円/kW
	太陽光発電(PV)、400千円/kW
利用可能量*	上富良野町: 木質バイオマス6.8TJ
	中富良野町: 木質バイオマス3.3TJ
	富良野市: 木質バイオマス16TJ、RDF5.8TJ
南富良野町: 木質バイオマス18TJ	
エネルギー需要	集約により戸建住宅の暖房需要の30%、給湯需要の10%、電力需要の10%が減ると仮定

*市及び町全体の利用可能量のうち、1/10が利用できると仮定

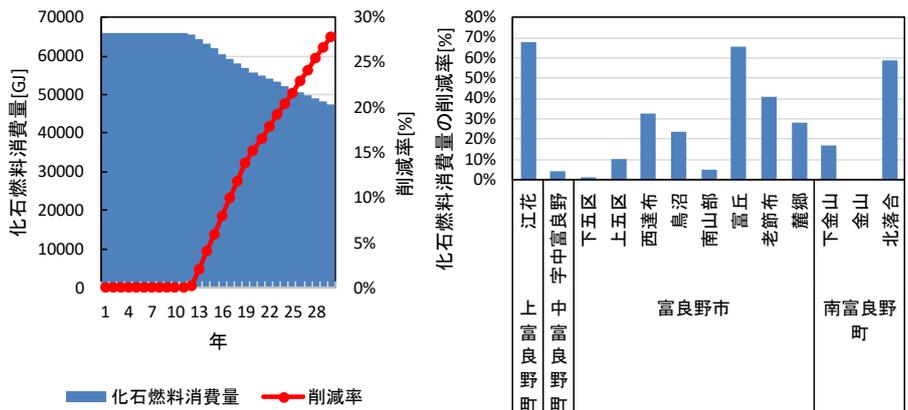


図2 再生可能エネルギー設備の導入による化石燃料消費量の削減効果（左：富良野市麓郷の試算結果、右：各集落の試算結果）

4. 今後の見通し

- ・本研究の成果は、富良野圏市町村等において、長期的なまちづくりビジョン等を検討する際の参考資料として活用される。

目 次

1. 研究の背景と目的	1
2. 将来像の設定.....	1
(1) 地域の将来像のモデル.....	1
(2) エネルギー評価	3
(3) 生活利便性評価	4
(4) 運営効率性評価	5
3. 実現プロセスの提案.....	7
(1) シナリオの提案	7
(2) 実現プロセスの検討	7
4. まとめ.....	9
付録.....	10

1. 研究の背景・目的

人口減少社会の進行、地球温暖化防止、エネルギー価格の大幅な変動など近年の社会情勢に対応し、北海道内の地域を自律・持続的にする取組みが求められている。そのためには、将来的な地域再編や分散型エネルギー利用等の総合的観点から市町村単位の将来像について検討する必要がある。

本研究は、地域再編と分散型エネルギー利用の視点を融合し、総合的観点から市町村単位での将来像を提案するとともに、その将来像を施策により実現するため、自治体等の設備投資や再編に要する費用等を考慮した実現プロセスを示すことを目的とする。

2. 将来像の設定

(1) 地域の将来像のモデル

既往研究『北海道型ゼロエミッションの住まいと地域の将来像の提案』において示した地区単位での将来像に基づき、まず、役場・役所を中心に公共施設が多く、住宅密度が高いなど今後も基本的に維持していく市街地と、農林業等の生産拠点となっているものの住宅密度が低く集約や自立化が検討できる

集落に分けた。さらに集落は人口減少下でインフラ維持費が削減できるよう集約する場合と、水道がないまたは、自立化する場合（自立散居）に分けた。また、集約方法としてはある程度住居があり小学校、旧小学校、郵便局のある地点を中心に集約する円状集約と、道路沿いに集約する線状集約の2種類を想定した。以上から将来像のモデルとして「市街地」、「自立散居」、「円状集約」、「線状集約」の4つを設定した。それぞれの特徴を図1に示す。

本研究は富良野圏域を対象としたが、富良野市、南富良野町については市街地1箇所以外は全集落17箇所を対象とし、上富良野町、中富良野町については集約化効果が高いと考えられる集落をそれぞれ1箇所選別した。占冠村については、既に集約化されているのと同程度にインフラや除雪が効率化されていたため、対象から除いた。

地域を維持するため自治体が整備・維持を行うインフラとして道路、水道、下水道が考えられる。また北海道の場合、除雪も道路を有効に使うため必要なインフラとも解釈できる。道路は農作業に必要なことから集約化は考えられず、下水道は対象とな

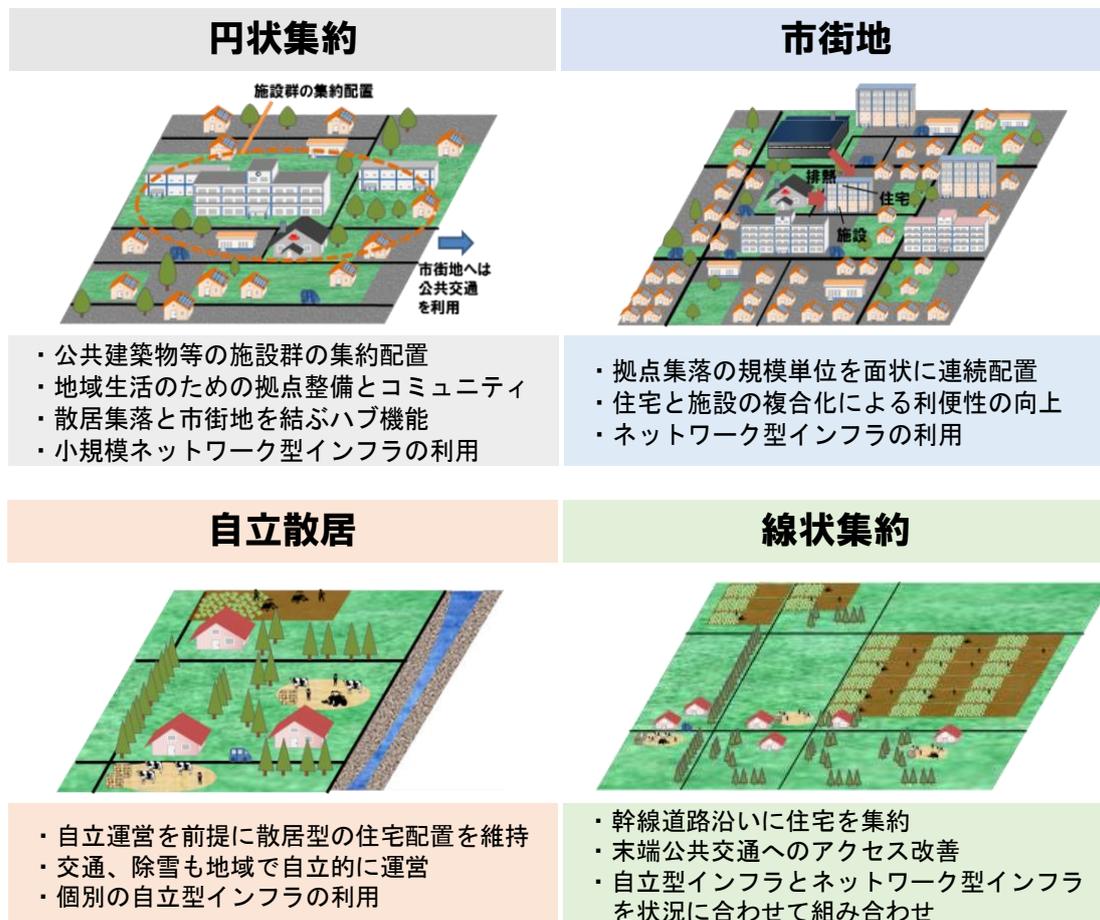


図1 将来像のモデルとその特徴

る集落には整備されていない。そのため、集約化を検討するインフラとして、除雪と水道を対象とした。

国勢調査小地域単位の集落について、道総研の戦略研究『農村集落における生活環境の創出と産業振興に向けた対策手法の構築』で得られた通り作が可能な距離である 5km を基にまとめ、また住居の散ら

ばり具合、水道、除雪道路の状況から集約化効果が高いと考えられる集落を「円状集約」、「線状集約」の対象とし、散居の度合いが高く、水道がほとんど整備されていない集落を「自立散居」とした。集落ごとの分類、インフラの状況を図 2 に示す。

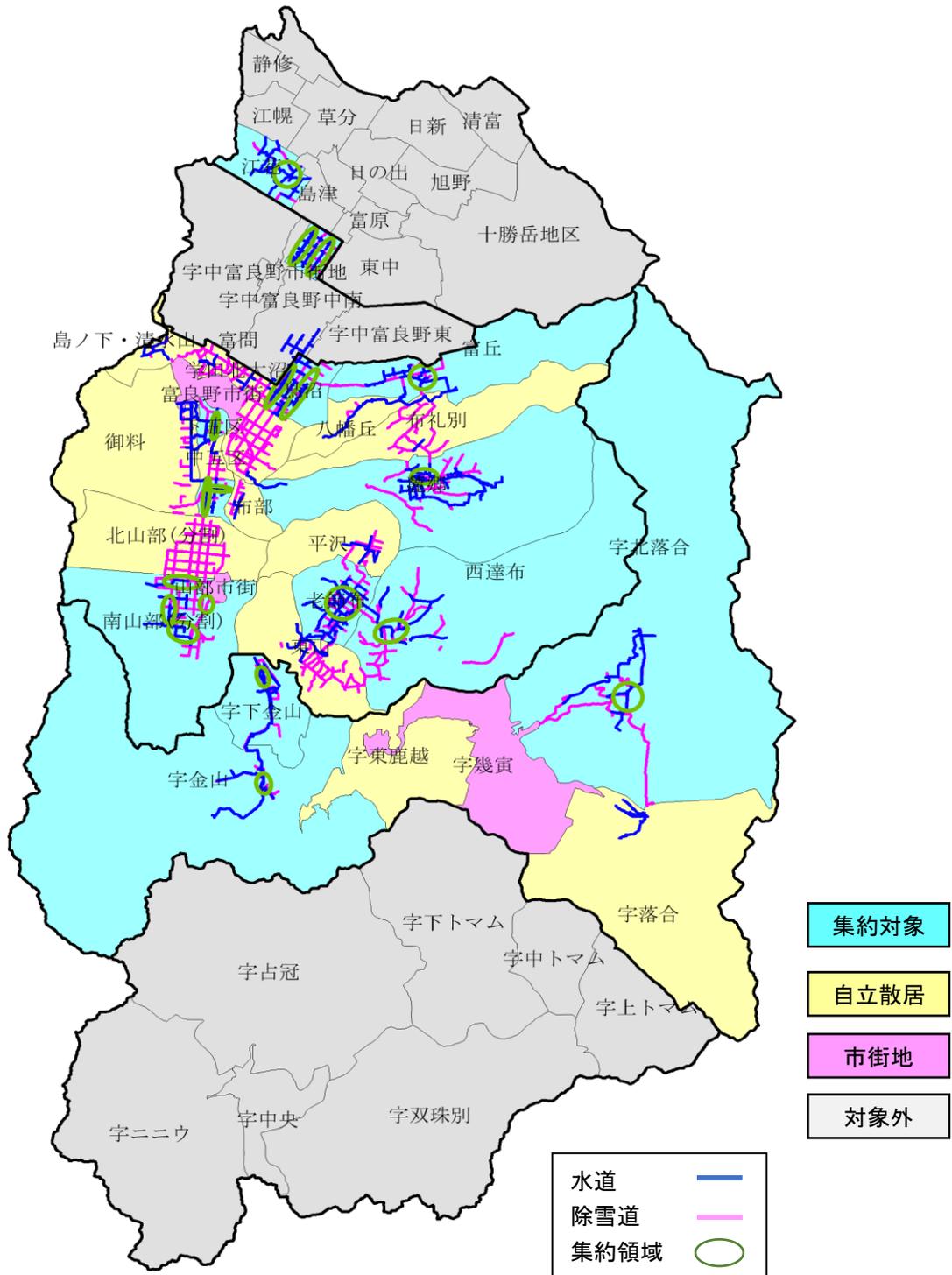


図 2 集落ごとの集約化分類、インフラの状況

(2) エネルギー評価

地域における省エネルギーや分散型エネルギー利用を検討するため、各地域における熱および電力のエネルギー需要を推定した。

エネルギー需要は、用途別のエネルギー消費原単位に建物の延床面積を掛け合わせ算出した。表1に本研究で設定した用途別のエネルギー消費原単位を示す。エネルギー消費原単位は既往研究¹⁾による値を使用した。また、建物データは建物ポイントデータ（ゼンリン社）を使用した。

表1 エネルギー消費原単位

建物用途	建物ポイントデータ(ゼンリン社)の分類	エネルギー消費原単位	
		熱[MJ/m ²]	電力[MJ/m ²]
住宅	個人の家屋、事業所兼住宅	483	119
集合住宅	マンション、アパート、団地、寮・社宅、住宅系建物	542	166
医療	医療・福祉	1,584	248
業務	オフィス複合系建物、オフィス系建物、一般業、運輸、宅配・引越・郵便、サービス(自動車)	652	225
商業	飲食、物販(食品)、物販(日用雑貨)、量販店、商業系建物	1,366	715
宿泊	ホテル・旅館	2,380	884
娯楽	スポーツ施設	640	260
	娯楽	407	176
文化	公共、宗教関連	239	77
教育	教育	406	86

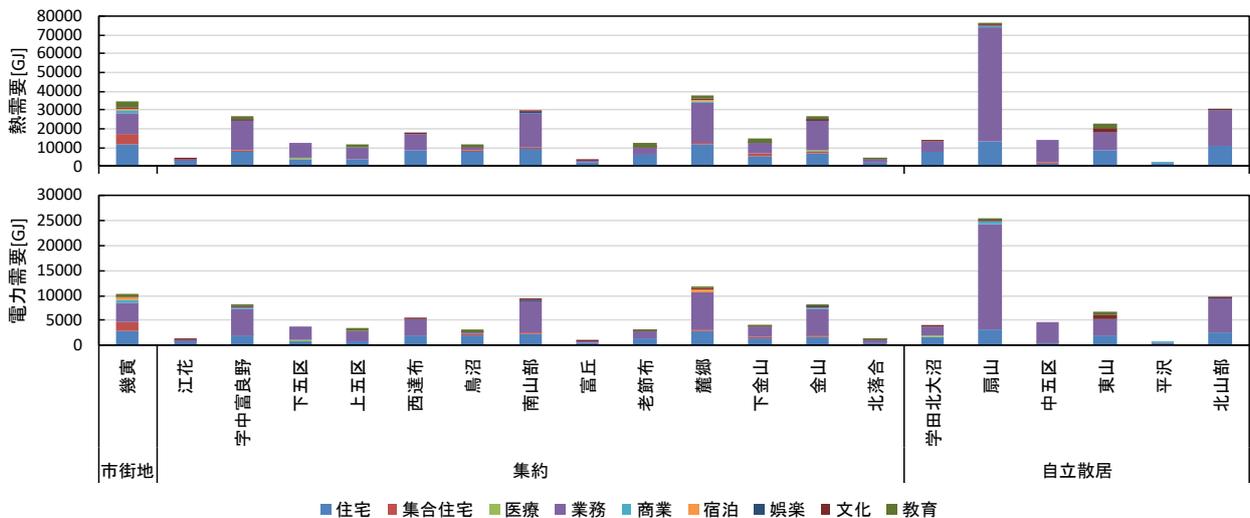


図3 熱需要、電力需要の推定結果

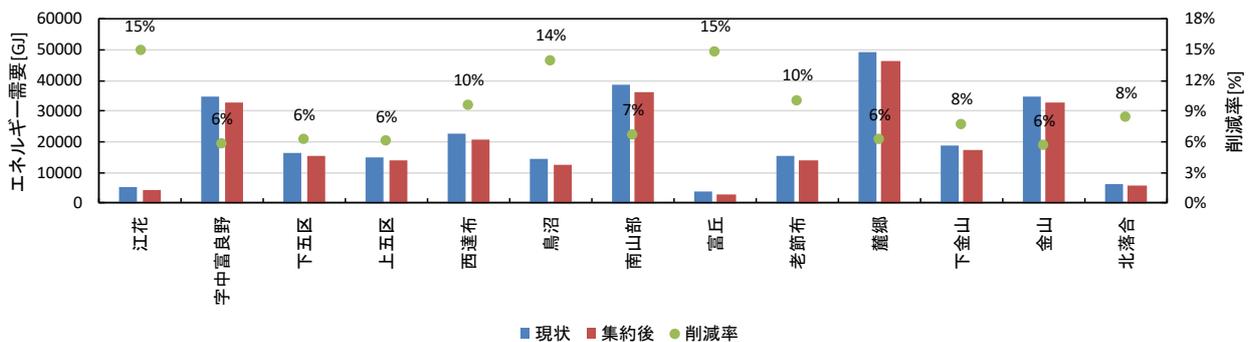


図4 集約によるエネルギー需要の削減

図3に各地域におけるエネルギー需要の推定結果を示す。熱需要、電力需要ともに扇山で最も多い結果になった。熱需要と電力需要を用途別で見ると、業務と住宅の占める需要が大きいことが分かった。

次に、集約を行う13集落において、集約をすることにより新たな住宅が建設され、戸建住宅のエネルギー需要において、暖房需要が30%、給湯需要が10%、電力需要が10%削減されると仮定する。この前提条件に基づき、各集落におけるエネルギー需要を算出した結果を図4に示す。集落により戸建住宅のエネルギー需要が全体のエネルギー需要に占める割合が異なるため、削減率は集落によって異なるが、算出を行った集落では、6~15%の削減効果があることが示唆された。

(3) 生活利便性評価

集約前後の生活利便性を評価するにあたり、集約対象となった各住戸を対象に、集約前後の外出走行距離を比較した(図5)。算出式について、集約前を式(1-1)に、集約後を式(1-2)にそれぞれ示す。

集約前の走行距離(km/年) = 各住戸～各市町の役場間の往復道路距離(km) × 外出回数(回/年) (1-1)

集約後の走行距離(km/年) = 集落拠点～各市町の役場間の往復道路距離(km) × 外出回数(回/年) (1-2)

道路距離の算出は Arc GIS10.2 の Network Analyst を使用した。

外出回数は、富良野市・南富良野町の集落については、北海道立総合研究機構・戦略研究「農村集落における生活環境の創出と産業振興に向けた対策手法の構築」の平成27年度アンケート調査結果を引用した。上富良野町と中富良野町については、上述のアンケート調査の富良野市下五区の外出回数を用いた。なお、外出は通院・買物・通勤(農業を除く)を対象としている。

表2のとおり、集約後の走行距離は概ね短くなったことから、集約化で生活利便性は向上すると考えられる。しかし、走行距離が長くなった集落も一部あったことから、拠点施設の設置場所によっては集

落の生活利便性が低下する恐れもあると考えられる。

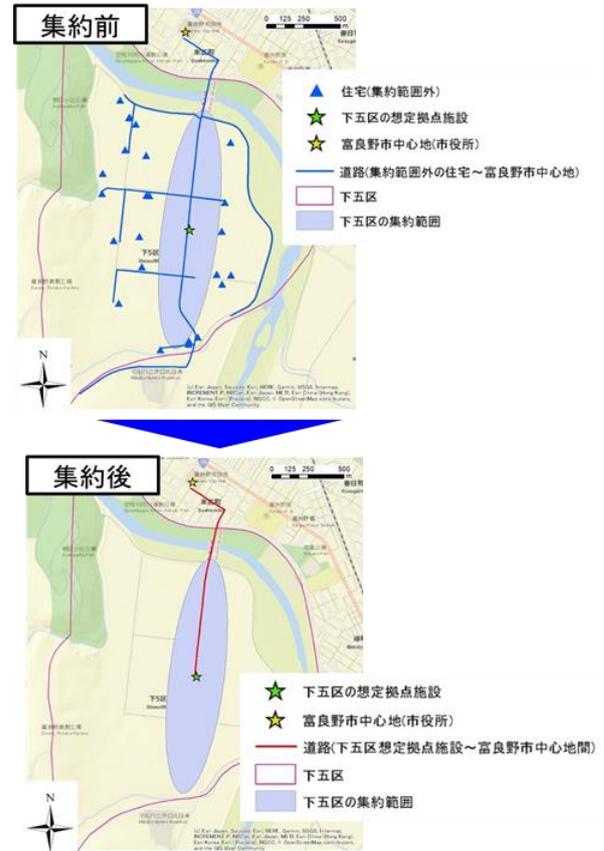


図5 集約前後の走行距離の変化のイメージ(富良野市下五区の例)

表2 集約前後の走行距離の比較

		集約対象の住戸数	外出時の道路往復走行距離の合計(km)			
			①集約後	②集約前	集約前後の差(①-②)	1戸当たり集約前後の差(km/戸)
上富良野町	江花	21	13986.3	18114.6	-4128.3	-196.6
中富良野町	字中富良野	34	24330.3	26477.3	-2147.0	-63.1
富良野市	下五区	25	7192.9	9150.1	-1957.2	-78.3
	上五区	17	33710.2	34848.4	-1138.1	-71.1
	西達布	61	310681.1	329538.6	-18857.5	-309.1
	鳥沼	24	68256.0	72025.2	-3769.2	-114.2
	南山部	55	219080.4	215676.2	3404.2	61.9
	富丘	13	38484.9	35465.0	3020.0	232.3
	老節布	33	172818.1	172907.9	-89.8	-2.6
	麓郷	85	358737.7	371598.8	-12861.2	-151.3
南富良野町	下金山	38	156137.5	160996.6	-4859.1	-142.9
	金山	44	193572.5	206029.8	-12457.3	-401.8
	北落合	13	38784.8	38319.4	465.5	42.3

(4) 運営効率性評価

今後増大する一人当たりインフラ維持費への対策として、居住地の集約化が考えられる。集約化はインフラ維持費の削減のみならず、福祉や交通などの生活サービス、商店等の生活利便施設の供給や運営、住民の移動時間等の短縮の面でも利点があり、今後の北海道の集落対策として有効と考えられる。

2 (1) の将来像の設定で、集約しない「自立散居」と「市街地」以外の集落で、水道がほとんどなく集約化効果が低いところを除き、集約化の対象とした。

集約化の方法として、既存住居がある程度集中している領域に集約する「円状集約」と、道路沿いなどに集約する「線状集約」とした。

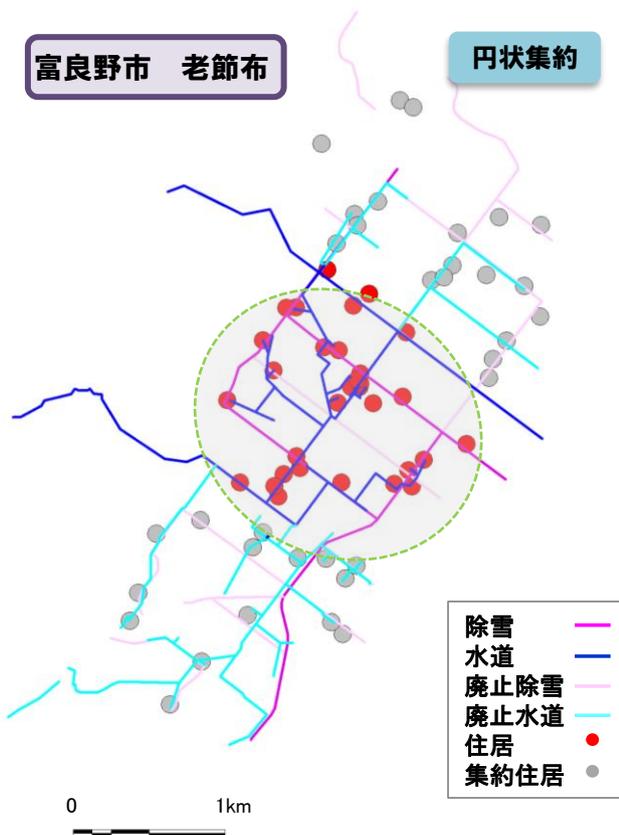
インフラの維持単価は、富良野市・南富良野町の2013～2014年度決算実績の平均から表7のように設定した。なお、水道管交換サイクルは40年としたが、いずれの集落の水道管も昭和40年代敷設のため、今後20年後までに延長の半分が交換されると仮定した。集約化に伴う住居の移転費支援は総務省集落移転事業の限度額614万円/戸（自治体負担307万円/戸）とした。

集約による移転費と将来のインフラ維持管理費を比較して、30年間でどのくらいの余剰金が発生するかを計算した。円状集約の例として富良野市老節婦（図6）と、線状集約の例として富良野市鳥沼（図7）を示す。

老節婦では円状集約により、現在73戸の内33戸を移転して除雪費の65%、水道維持管理費の56%が削減される。約10年で移転にかかる補助金よりインフラ維持費の削減額が上回り、30年間で約186,000千円の余剰金を生み出すことができる。

鳥沼では線状集約により、現在94戸の内24戸を移転して除雪費の29%、水道維持管理費の44%が削減される。約14年で移転にかかる補助金よりインフラ維持費の削減額が上回り、30年間で約68,000千円の余剰金を生み出すことができる。

同様に各地区について余剰金を計算した。結果を図8に示す。麓郷が最も多く、316,000千円であり、次いで、北落合、老節布、西達布、江花の順に比較的大きくなっている。一方、下五区、金山などでは、ほとんど余剰金が生じなかった。



建物ポイントデータ		73戸
移転戸数		33戸
除雪	必要延長	7.8
	不要延長	14.6
	削減率	65%
水道	必要延長	10.1
	不要延長	12.6
	削減率	56%

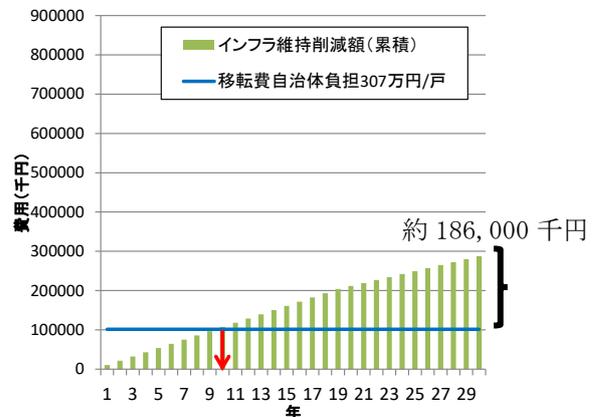
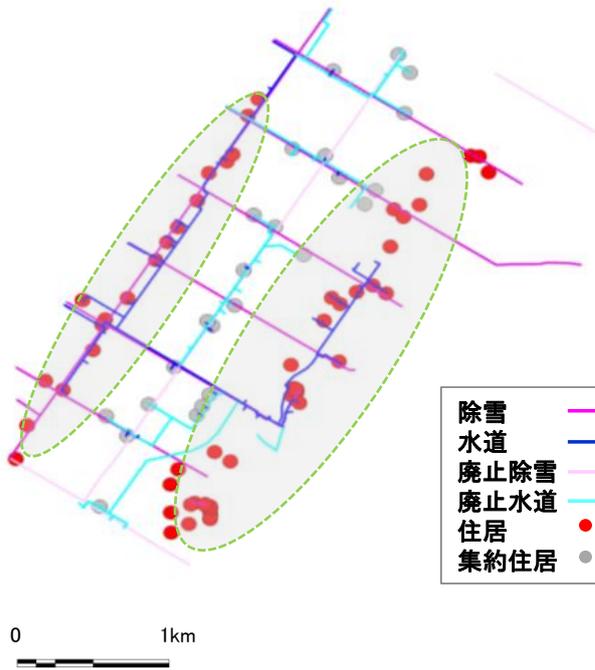


図6 集約における将来インフラ維持費と移転費の比較（円状集約の例）

富良野市 鳥沼

線状集約



- 除雪
- 水道
- 廃止除雪
- 廃止水道
- 住居
- 集約住居

建物ポイントデータ	94戸	
移転戸数	24戸	
除雪	必要延長	14.9
	不要延長	6
	削減率	29%
水道	必要延長	8.8
	不要延長	7
	削減率	44%

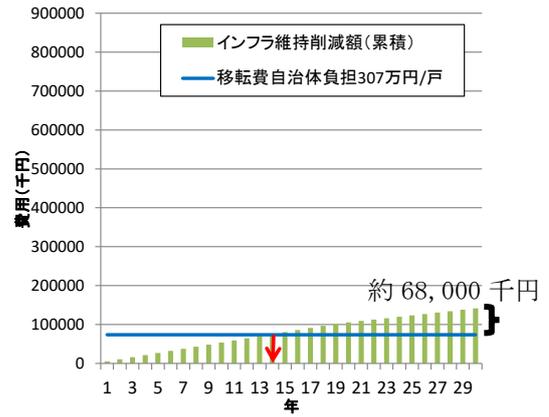


図7 集約における将来インフラ維持費と移転費の比較（線状集約の例）

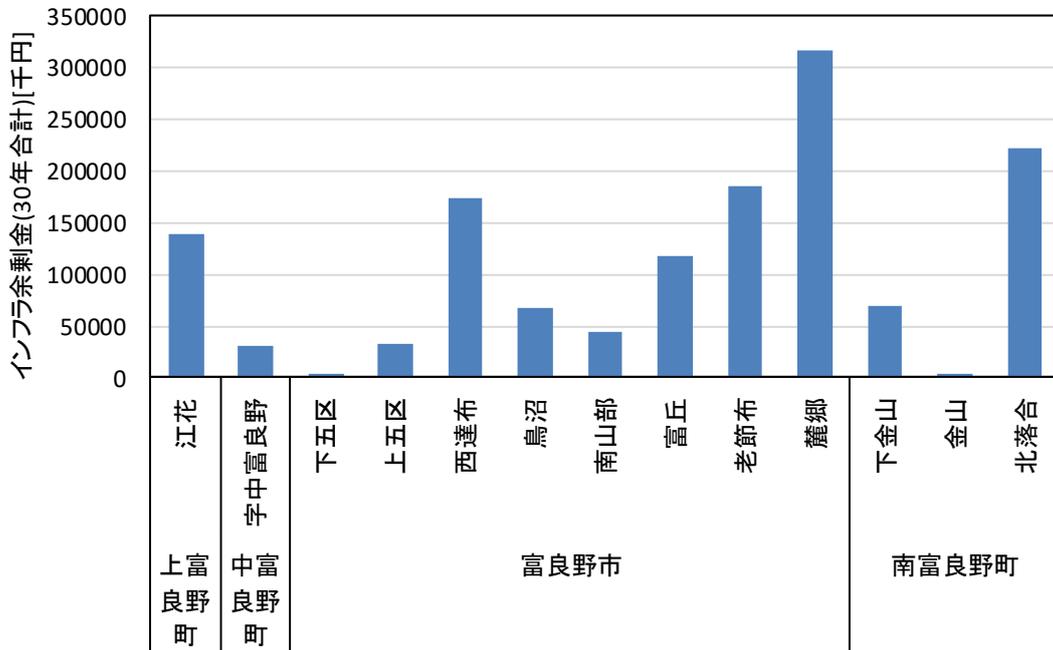
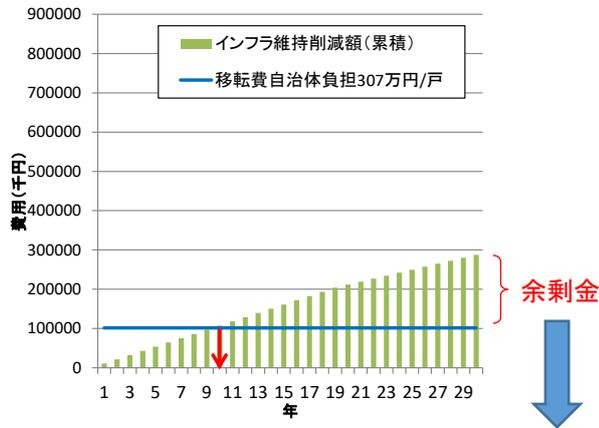


図8 集落ごとの余剰金

3. 実現プロセスの提案

(1) エネルギーの自立化に向けたシナリオ

エネルギーの自立化に向けた実現プロセスを提案するため、集約により得られたインフラ維持費の余剰金を再生可能エネルギー設備の導入費用に使用するシナリオを考えた(図9)。ここでは、シナリオに基づき、表3に示す試算条件で、線形計画法により毎年の化石燃料消費量が最小となる再生可能エネルギーの導入プロセスを解析することで地域の自律・持続性を検討する。なお、試算を行う集落は、前述の将来像の設定で円状集約および線状集約に分類された集落とする。



集約により得られた毎年のインフラ維持費の余剰金を再生可能エネルギー設備の導入費用に使用

図9 エネルギーの自立化に向けたシナリオ

表3 試算条件

評価期間	30年
導入設備	地中熱ヒートポンプ(GSHP)、100千円/kW
	木質バイオマスコージェネ(BioCGS)、1,000千円/kW
	木質バイオマスボイラ(BioB)、100千円/kW
	RDFボイラ(RDF)、100千円/kW
	太陽光発電(PV)、400千円/kW
利用可能量※	上富良野町: 木質バイオマス6.8TJ
	中富良野町: 木質バイオマス3.3TJ
	富良野市: 木質バイオマス16TJ、RDF5.8TJ
	南富良野町: 木質バイオマス18TJ
エネルギー需要	集約により戸建住宅の暖房需要の30%、給湯需要の10%、電力需要の10%が減ると仮定

※市及び町全体の利用可能量のうち、1/10が利用できると仮定

(2) 実現プロセスの検討

図10に試算を行う集落のエネルギー需要とインフラ余剰金の関係を示す。麓郷では、エネルギー需要もインフラ余剰金も大きい。一方で、北落合では、エネルギー需要は小さいがインフラ余剰金が多い。また、南山部、字中富良野、金山では、エネルギー需要は大きいがインフラ余剰金が小さい傾向が見られた。

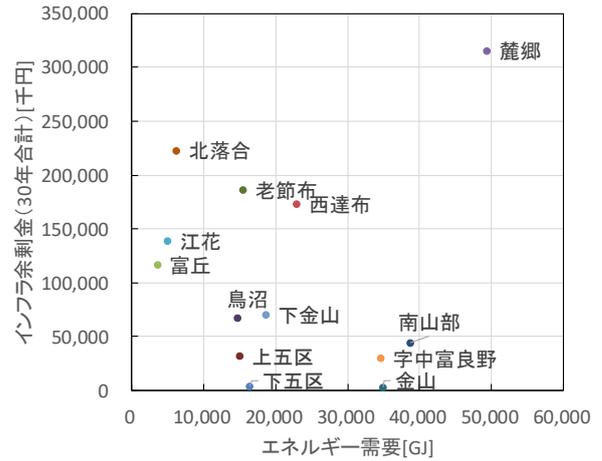


図10 エネルギー需要とインフラ余剰金の関係

一例として、麓郷における解析結果を図11~12に示す。麓郷では、木質バイオマス、RDFの導入により、30年後の化石燃料消費量を28%削減できる可能性が示唆された。また、熱供給のうち58%、電力供給のうち7%を再生可能エネルギーで供給できる可能性が示唆された。

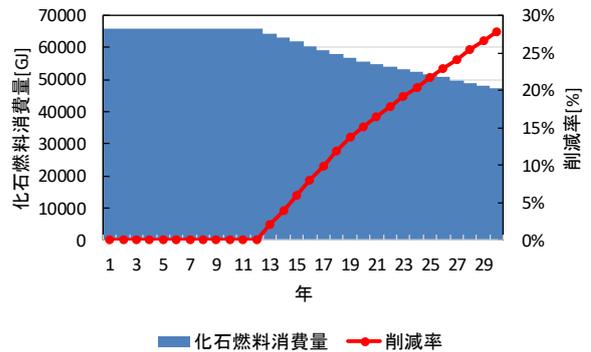


図11 化石燃料消費量(麓郷)

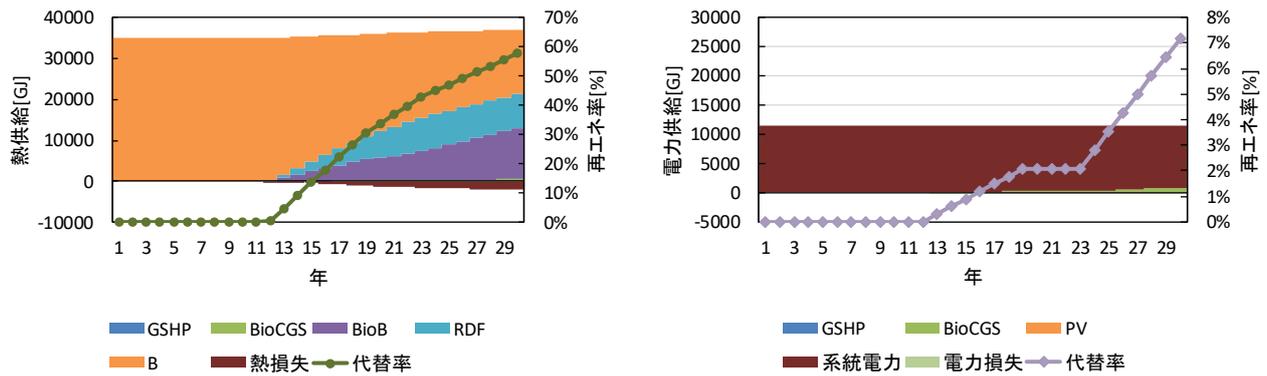


図 12 熱供給、電力供給（麓郷）

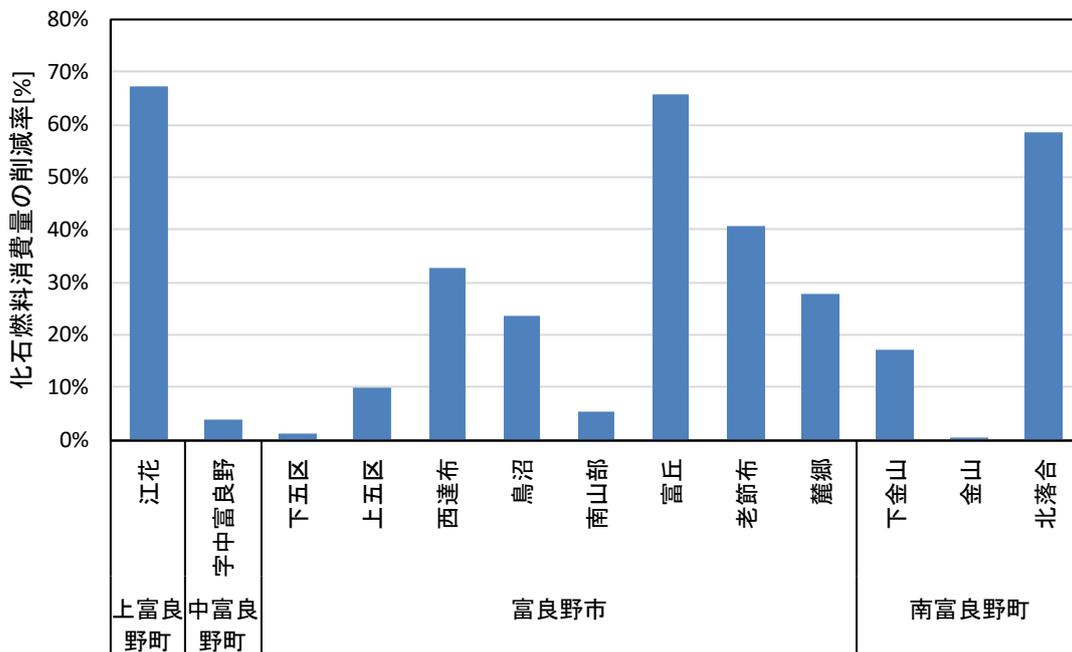


図 13 各集落における化石燃料消費量の削減効果

図 13 に各集落における化石燃料消費量の削減効果を示す。エネルギー需要があまり大きくなく、インフラ余剰金が比較的大きい集落である江花、富丘、北落合では、30年後の化石燃料消費量を約 60%削減できる可能性が示唆された。これより、将来的には化石燃料によるエネルギー供給の依存度を下げることができ、地域の自律・持続性を高めることができると考えられる。

しかし、一方で、字中富良野、下五区、南山部、金山では、インフラ余剰金が小さいため化石燃料消費量の削減は 10%にも達しない結果となった。このような集落においては、インフラ余剰金を使用したエネルギーの自立化は難しいと考えられる。

4. まとめ

本研究のまとめを以下に記す。

- ・地域の将来像のモデルとして「自立散居」、「円状集約」、「線状集約」、「市街地」の4つを設定し、富良野市、上富良野町、中富良野町、南富良野町を対象に各モデルを適用し分類した。
- ・エネルギー評価では、熱需要、電力需要ともに麓郷で最も多い結果になった。熱需要と電力需要を用途別で見ると、業務と住宅の占める需要が大きいことが分かった。また、集約化によるエネルギー需要の削減効果を設定し、エネルギー需要を試算した。
- ・生活利便性評価では、集約化により外出時の走行距離が短くなり、集約の生活利便性が向上することを示した。しかし、走行距離が長くなった集約も一部確認されたことから、拠点施設の設置場所によっては集約の生活利便性が低下する恐れもあると考えられる。
- ・運営効率性評価では、集約により得られるインフラ維持費の余剰金を算出した。余剰金は麓郷で最も多く、次いで北落合、老節布、西達布、江花の順になった。一方、下五区、金山などでは、ほとんど余剰金が生じないことが分かった。
- ・エネルギーの自立化に向けた実現プロセスを提案するため、集約により得られたインフラ維持費の余剰金を再生可能エネルギー設備の導入に使用するシナリオを作成した。
- ・シナリオに基づき、線形計画法により毎年の化石燃料消費量が最小となる再生可能エネルギーの導入プロセスを解析したところ、麓郷では、木質バイオマス、RDFの導入により、30年後の化石燃料消費量を28%削減できる可能性が示唆された。また、江花、富丘、北落合では、30年後の化石燃料消費量を約60%削減できる可能性が示唆された。これより、将来的には化石燃料によるエネルギー供給の依存度を下げることができ、地域の自律・持続性を高めることができると考えられる。しかし、一方で、宇中富良野、下五区、南山部、金山では、インフラ余剰金が小さいため化石燃料消費量の削減は10%にも達しない結果となった。この

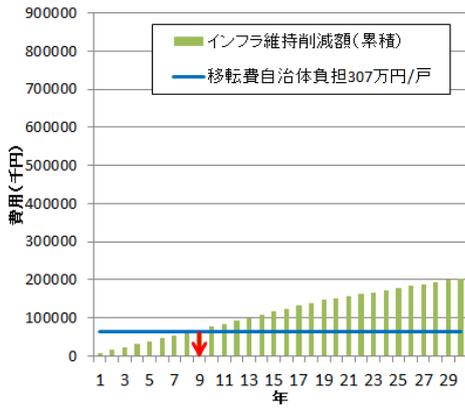
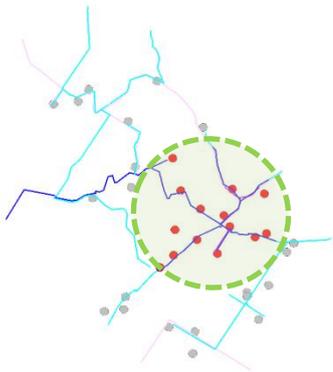
ような集落においては、インフラ余剰金を使用したエネルギーの自立化は難しいと考えられる。

本研究で得られた成果は、今後、道内市町村が長期的なまちづくりビジョン等を検討する際の基礎的知見として活用される。

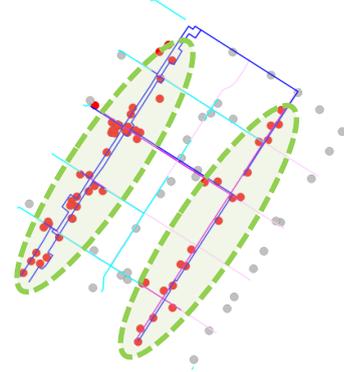
[参考文献]

- 1) 阿部佑平他：北海道富良野圏域を対象とした民生部門エネルギー等の需要構造分析，日本建築学会環境論文集，Vol.82，No.739，pp801-809，2017.9

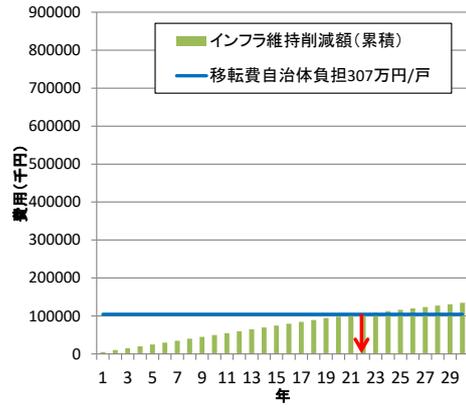
上富良野町 江花 円状集約



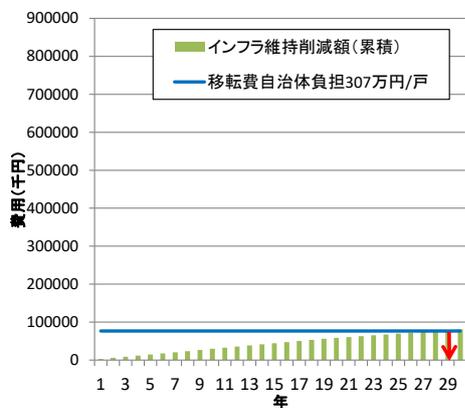
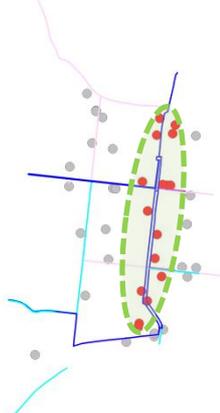
中富良野町 中富良野中 線状集約



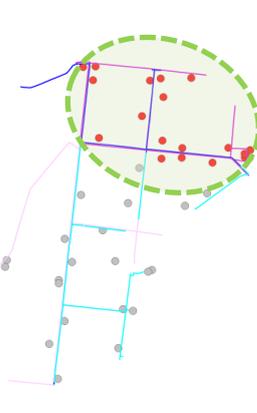
- 除雪
- 水道
- 廃止除雪
- 廃止水道
- 住居
- 集約住居



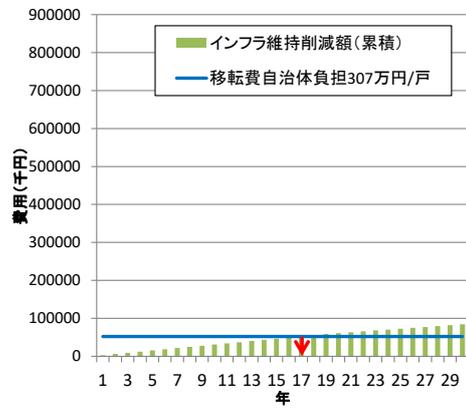
富良野市 下五区 線状集約



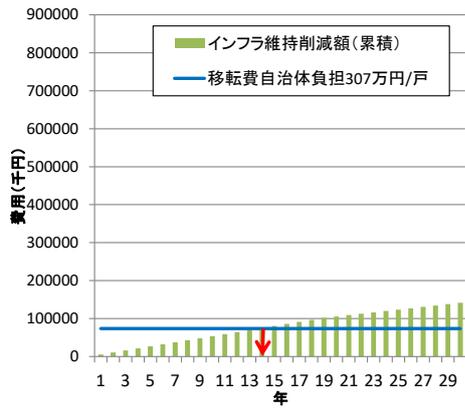
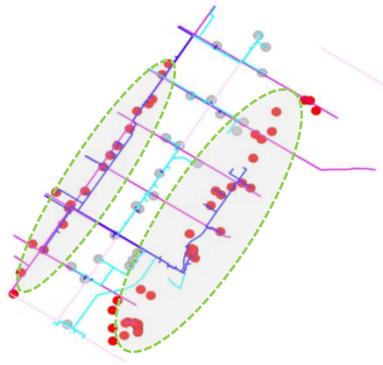
富良野市 上五区 円状集約



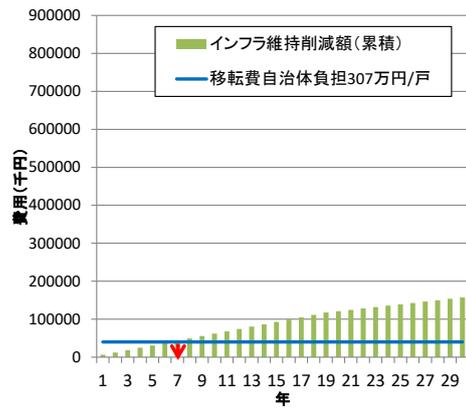
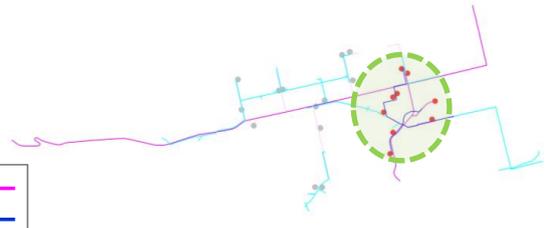
- 除雪
- 水道
- 廃止除雪
- 廃止水道
- 住居
- 集約住居



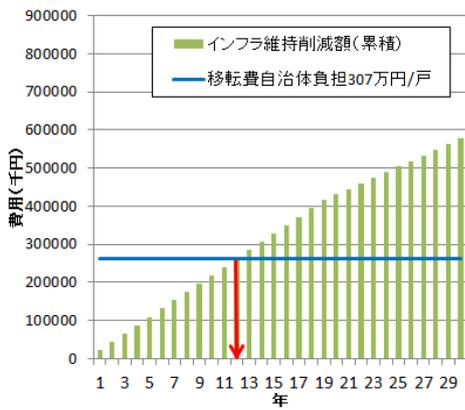
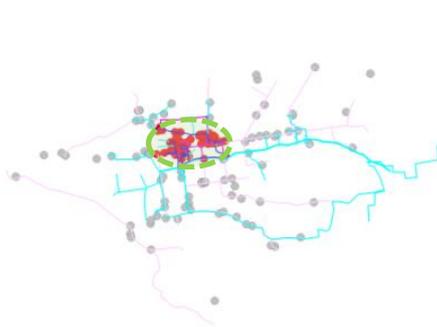
富良野市 鳥沼 線状集約



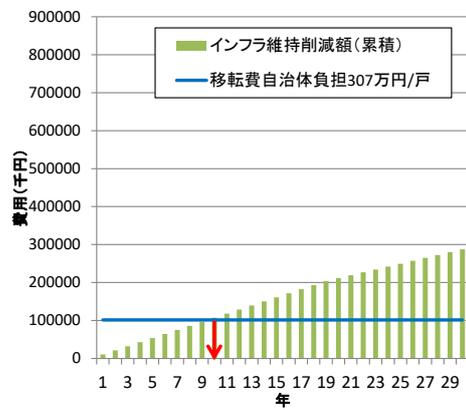
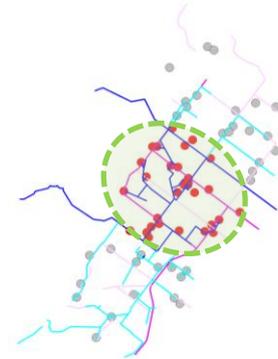
富良野市 富丘 円状集約



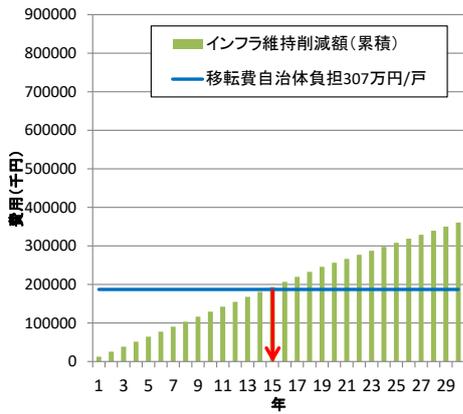
富良野市 麓郷 円状集約



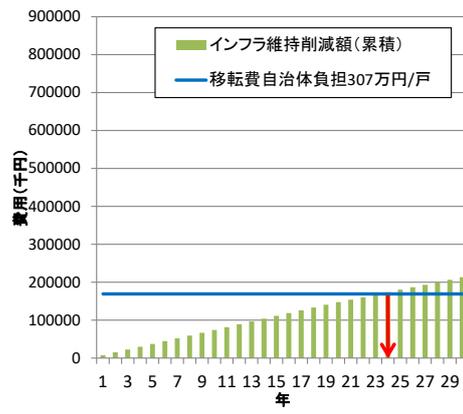
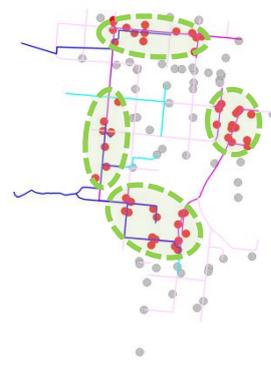
富良野市 老節布 円状集約



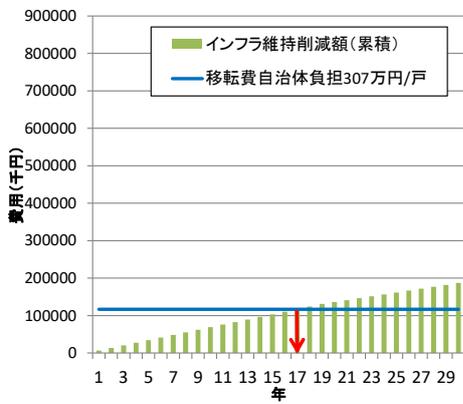
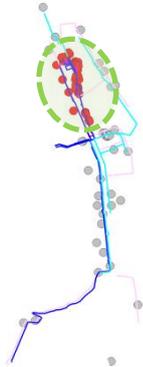
富良野市 西達布 円状集約



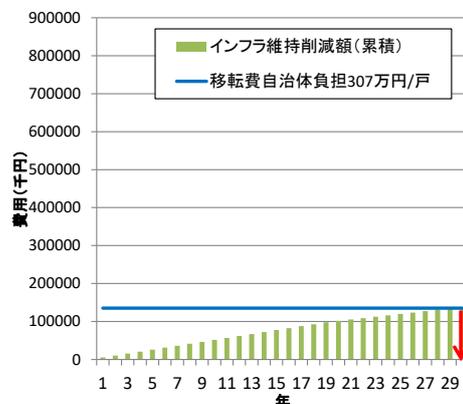
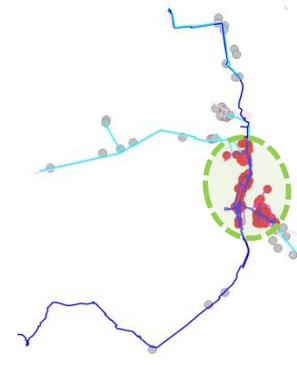
富良野市 山部南部 円状集約



南富良野町 下金山 円状集約



南富良野町 金山 円状集約



南富良野町 北落合 円状集約

