

平成 28 年度環境省総合環境政策局委託

平成 28 年度 環境経済の政策研究
(国民総幸福最大化と低炭素化を両立させる
都市・地域縮退戦略策定モデル
～地区詳細スケールでの評価に基づく
土地利用・インフラ再編策立案手法～)
研究報告書

平成 29 年 3 月

学校法人中部大学 中部大学
国立大学法人 名古屋大学
国立大学法人 九州大学
国立研究開発法人 国立環境研究所
長崎県公立大学法人 長崎県立大学

目次

概要	2
I. 研究計画・成果の概要等	3
1. 研究の背景と目的.....	3
2. 3年間の研究計画及び実施方法	4
3. 3年間の研究実施体制	7
4. 本研究で目指す成果	7
5. 研究成果による環境政策への貢献.....	8
II. 平成28年度の研究計画および進捗状況と成果.....	9
1. 平成28年度の研究計画	9
2. 平成28年度の進捗状況および成果（概要）	11
3. 対外発表等の実施状況	15
4. 平成28年度の進捗状況と成果（詳細）	16
III. 今後の研究方針（課題含む）	188
IV. 添付資料（参考文献，略語表，調査票，付録 等）	189
1. 高蔵寺ニュータウンにおける各評価結果.....	189
2. 宮崎市内の各自治体の評価結果	191

概要

人口減少下の日本において、「低炭素」で「サステイナブル」かつ「レジリエント」なコンパクト都市・地域構造への縮退戦略を立案支援する一連のモデルシステムを整備する。各モデルシステムは申請者らがこれまで開発してきたものをベースとしつつ、それらを改良・統合し、国民の最大幸福化の実現の観点から、対象都市・地域の特性に応じた政策パッケージを導出可能な構造とする。

モデルシステムは、申請者らが既に地域との連携関係を構築している国内外の数都市でのケーススタディを通じて、人口減少・気候変動による「サステイナビリティ」「レジリエンス」の変化をGISにより視覚的に明らかにするとともに、それらを向上させるための具体的な対応戦略を導出するフレームワークを検討する。さらに、各モデルシステムの利用性を高めるとともに、一連のプロセスをマニュアル化することで、自治体担当者らが縮退戦略の地域における合意形成に利用できるように整備する。

H28年度は、前年度に引き続き、「(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー」、「(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発」を継続・高度化するとともに、「(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究」「(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献(全員)」へと発展させた。

As Japan is facing population decline, it is necessary to establish a series of model systems focusing on low carbon, sustainability and resiliency to support the planning of retreating strategies for regional area and compact city reformation. Each model system is based on what the applicants have developed and these include the topics of improvement and integration, viewpoint from maximum quality of life realization, to derive policies that suit the unique characteristic of targeted urban and regional area.

The model systems are contributed by the applicants' case studies research in several cities inside and outside of Japan that has similar issue. The study of resilient and sustainability caused by population decline, climate change will be represent by GIS model for clearer understanding and devising a framework that derives concrete response strategies for further improvement. Moreover, to further increase the applicability of each model system, the process detail will be made into manual guide such that self-government body involving with retreating strategy will be able to benefit from it.

In FY2016, the continuation of previous year research, [1. City and regional retreat strategy and low carbon approach research and policy review], further improvement of [2. Development of co-benefit model systems for city and regional retreatment], [3. Case study review of co-benefit evaluation for city and regional retreat], [4. Contribution of city and regional retreat strategy to environmental policy (all members)] will be conducted.

I. 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

(1) 背景

第二次大戦後の急速な経済成長を原動力に、国民に一定レベルの生活水準を提供するためのインフラ整備が完成した日本では、国土デザインの中心課題が「物的拡大」から「質的充実」へと移行している。したがってその評価も**経済便益では捉えきれない**はずであるが、都市・地域やインフラ整備に関するプロジェクトの評価は現在でも貨幣タームでの費用便益分析が軸となっている。一方で、経済成長の過程でモータリゼーション進展と緩い土地利用規制によって都市・集落域が低密に拡散した結果、CO₂排出量やインフラ維持費用が大きい**スプロール型土地利用**となるとともに、災害に対して脆弱な地域にも住宅や都市機能が広がってしまっている。

人口減少・超少子高齢時代を迎え、このような土地利用を放置すると、得られるQOL(Quality Of Life)に対して**多くのエネルギー消費・CO₂排出やインフラ維持費用**を要する非効率な状況が続き、低炭素社会になりえないどころか将来的には、地域そして国の破綻へつながりかねない。また**気候変動に伴う気候外力の増加**によって、災害脆弱地域ではより一層の被災リスクを抱えるようになり、現在では安全な地域であっても今後想定を超える災害に襲われる可能性がある。このような社会的・環境的变化に伴う国土衰退を回避するために、各基礎自治体は、土地利用をコンパクト化し、交通・防災・代謝等インフラシステムを適正に組み合わせることで、人口急減を防ぎ、財政健全経営を図りながら社会が絆を保って生き延びる**レジリエントな国土デザイン戦略**への転換が急務である。

この戦略で最も重要となる方向性は、災害に対して脆弱な地区や、QOLが低くCO₂排出量やインフラ維持費用が大きい地区を割り出して撤退し、優良な地区への集約を図ることで、低炭素・低費用でQOLの高い魅力的な地域を支える土地利用に転換する「**縮退**」である。その実現に欠かせないのが、**撤退もしくは集約地区の特定**であり、具体的には、基礎自治体の空間構造を検討できるように、内部を**詳細に分割した単位**で、上述の様々な指標を推計し「**コベネフィット**」を評価できる手法が必要である。従来は、このような地区詳細スケールでの評価手法はなく、例えばCGEをベースとした手法では都道府県レベルの解像度しか得られなかった。

そこで申請者らは、10年にわたって縮退戦略（スマートシュリンク）の思想、評価指標としてのQOL/LCCost（インフラのライフサイクルコスト）、QOL/CO₂に基づく小地区（500mメッシュ）スケールでの**長期的サステナビリティ（持続可能性）や災害時レジリエンス（回復力）**を評価するシステムのプロトタイプを開発し、名古屋都市圏や幾つかの地方都市に適用した。その成果を論文や著書はもとより、新聞（日本経済新聞「経済教室」等）や一般雑誌論考（「Wedge」等）でも公表してきた。

(2) 目的

「**幸福度向上・低炭素保証型の都市・地域縮退戦略**」を各自治体が見いだすために、**詳細ス**

ケールでの地区評価手法を開発することを目的とする。具体的には 1)500m メッシュという小地区単位で将来人口やその構成を予測するモデルを構築し、それをもとに 2)CO₂ 排出量を予測するとともに、3)経済便益にとどまらない居住者の**包括的な幸福度 (QOL)** の変化を計測でき、4)この値を個人・地区間格差も考慮して地域全体で集計した**地域幸福度**を算出し、5)B/C (プロジェクト総便益/プロジェクト総費用) の B を地域幸福度に置き換え、個人ベースに disaggregate した地区ごとの住民 1 人の QOL/ CO₂ (炭素排出あたりの QOL 向上効率: CO₂ emission based QOL sufficiency) を算出する。6)同時に各メッシュの水害や地震等に対する脆弱性も評価し、気候変動に伴う変化についても検討することで、5)と合わせて、**撤退・集約すべきメッシュの順位づけ**を可能とする。

2. 3年間の研究計画及び実施方法

人口減少下の日本において必要となっている、「低炭素」で「サステナブル」かつ「レジリエント」なコンパクト都市・地域構造への縮退戦略を立案支援する一連のモデルシステムを整備する。各モデルシステムは申請者らがこれまで開発してきたものをベースとしつつ、それらを改良・統合し、国民の最大幸福化の実現の観点から、**対象都市・地域の特性に応じた政策パッケージを導出可能な構造**とする。

モデルシステムは、申請者らが既に地域との連携関係を構築している国内外の数都市でのケーススタディを通じて、人口減少・気候変動による「サステナビリティ」「レジリエンス」の変化を GIS により視覚的に明らかにするとともに、それらを向上させるための具体の対応戦略を導出するフレームワーク (下図参照) を検討する。さらに、各モデルシステムの利用率を高めるとともに、一連のプロセスをマニュアル化することで、**自治体担当者らが縮退戦略の地域における合意形成に利用できる**ように整備する。

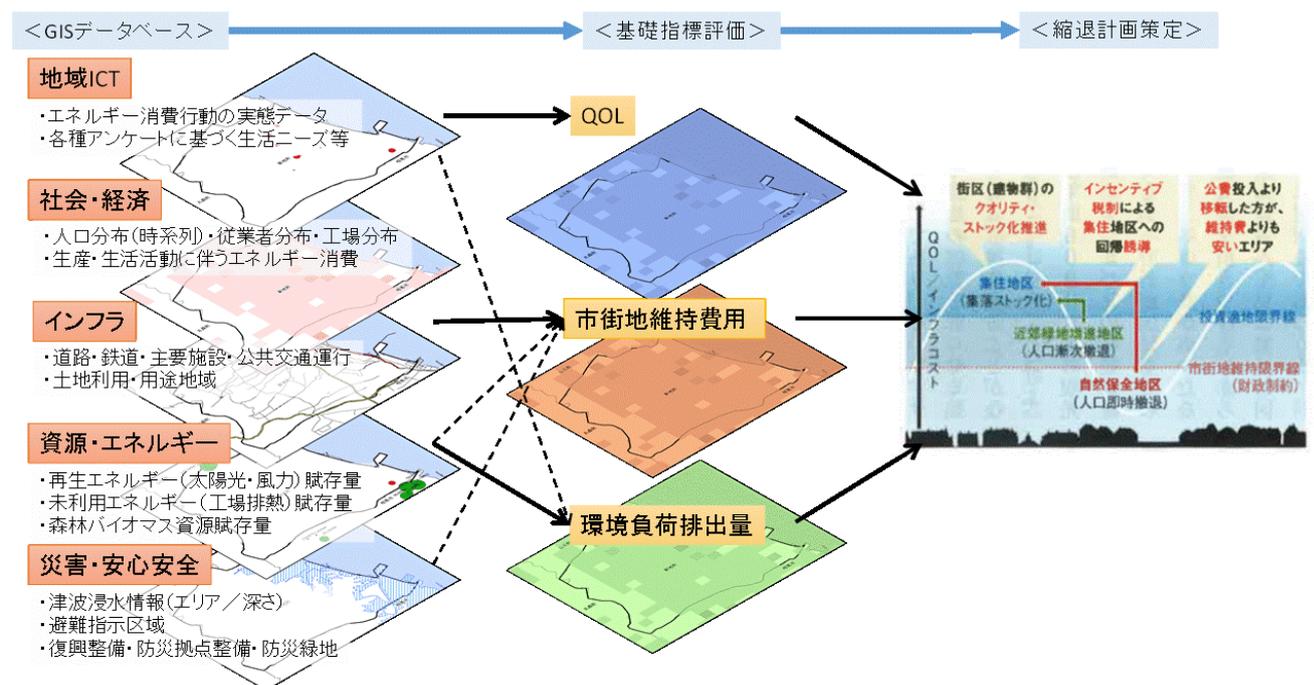


図 2-1 縮退戦略策定モデルのイメージ

(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー（林・塚原・中村・加知）

本研究において最も根本的な評価概念となる「QOL」について、国内外の関連研究等を網羅的にレビューすることで系譜図を作成し、その定量評価手法について理論的な見直しを図るとともに、プロジェクト評価への適用に配慮したモデルを再構築する。

・欧州の衰退都市における都市発展計画と環境政策の事例調査

欧州では日本に先立って経済成熟（後退）や人口減少が進んだ都市・地域が多くあり、地域政策の評価概念として QOL 向上や低炭素化を導入している例が見られる。そこで、ドイツ、イングランドの諸都市などを対象に、都市衰退に対してどのように目標を修正し都市・環境政策を変更していったかについて、合意形成プロセスや具体的な政策評価手法を中心に現地・資料調査及び自治体へのヒアリング等を通して事例調査を実施する。

・都市・地域の縮退がもたらすコベネフィットに関する研究事例調査

都市・地域縮退策については、先進国を中心に様々な提案があり、一部は実施されている。その議論の中で、この策がいかなるメリットやデメリットを発生するかについても多数の研究が行われている。本研究では特に、主な効果としての「CO₂等環境負荷の削減」「QOLの向上」「災害への対応」「費用の低減」と、それを実施する際に直面する困難としての「撤退・集約費用の負担」「撤退後の土地利用」「集約を進めるための誘導策」について、資料調査及び学会等での情報収集・議論、関連分野の研究者へのヒアリングを通して研究事例の調査を行う。それらを踏まえて、環境負荷削減に留まらない、縮退戦略のコベネフィットを体系化する。

(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発（林・加藤・戸川）

・詳細地区スケールでの空間～環境コベネフィットの評価指標の定式化

(1)での研究事例調査の結果を基に、都市・地域構造の変化が低炭素性その他様々な要素に及ぼす効果について定式化を行う。既に申請者らは、CO₂排出量、QOL尺度、インフラ維持費用の3つの評価指標を500mメッシュ単位で計量可能なモデルを開発しており、これを改良する。CO₂排出量は、コンパクト化に伴う移動距離や交通機関選択の変化を考慮できるよう旅客交通起源分のモデル詳細化を行う。QOL尺度は、従来考慮してきた機会獲得性・居住快適性・安心安全性の3要素に加え、地域コミュニティの強さや文化的な蓄積を含めた評価を可能とするようにする。インフラ維持費用はそれも含めた包括的な住民サービスの費用を算定できるようにする。これらについて、都市・地域構造やインフラ供給状況による変化を検出可能な関数としてモデル化を行う。

・土地利用・インフラ再編を伴う縮退戦略のコベネフィット評価モデルの構築

上記で開発した各指標の評価モデルとともに、既に申請者が開発を進めている、地震災害や水害に伴う人命・財産・生活被害とその回復過程を小地区単位でシミュレートして評価するモデルシステムを用いて、GIS上で500mメッシュ単位での長期的「サステナビリティ」と災害時「レジリエンス」評価を可能とするモデルシステムを整備する。前者は住民サービス新設費用あたりQOLや、CO₂排出量あたりQOLが長期的に安定して高い水準で推移するかどうかで評価できる。また、後者は各種被害を住民の総余命損失と財産・インフラ被害額

の少なさとして評価できる。これらの指標を用いて、縮退戦略実施（撤退・集約地選定）や各種インフラ整備がもたらすコベネフィットが評価できるようになる。

なお、近年における集中豪雨災害等の頻発を考慮して、災害影響の地理的分布や頻度変化を組み込んだ縮退戦略の立案は必要不可欠である。そのため、気候変動影響シナリオと統合的な高解像度の災害リスク影響評価モデルを新たに開発し組み込む。これによって、例えば河川水害であれば、気候変動進展後において、堤防・ダムなどのインフラ建設策と、後背地から撤退し浸水を許す策とでのレジリエンスの違いを評価できるようになり、CO₂排出量等とも合わせた縮退戦略検討が可能となる。

(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究（加藤・中村・加知・戸川）

構築した評価モデルシステムは日本全国を対象とするが、本研究では、研究参加者が実際に地域の活性化や防災・減災対応に携わっている名古屋都市圏・宮崎市・福島県浜通り北部地域等の候補地に適用し、ケーススタディを実施する。特に目指す点は、少子高齢化、巨大災害リスク増大（気候変動の考慮を含む）、そして省エネルギー・低炭素という、縮退戦略が必要とされる3つの主な要因について、各対象地域で評価を行い、それを基に「サステナビリティ」「レジリエンス」の両方が向上できるような望ましい縮退プログラム（時系列）を提案することである。さらにその提案を各地域の自治体職員や住民等に見ていただき、議論することで、実行可能な戦略の実施に向けて合意形成を図るプロセスを試行する。

以下では重点的な評価対象地域として想定している、名古屋都市圏北東部の小都市である岐阜県恵那市を例に検討イメージを述べる。名古屋駅から1時間強の通勤圏外縁にある小都市で、御多分に洩れずスプロールが進み、中心市街地が衰退してきている。郊外集落では高齢化・過疎化が著しくQOL維持が困難となっている。一方、2027年には近隣にリニア新幹線駅が設置される予定で、QOLの大きな変化が見込まれる。そこで、小地区単位での将来人口や構成、および建物・インフラの更新を予測するモデルの結果も用いて、リニア新幹線を利用した首都圏などとの交通利便性改善に伴うQOL向上効果を検討するとともに、域内での二次交通整備や縮退策、および中心市街地建物群の高質・長寿命化（クオリティ・ストック化）も合わせて行った場合に、居住者のQOLがどれほど向上し、CO₂が削減できるかを分析する。

(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献（全員）

ケーススタディを通じて導出した望ましい都市・地域構造を実現するために必要となる縮退戦略（スマート・シュリンキング）シナリオを政策立案者との協働を通して検討する。ここでは、低炭素化とともに地域幸福度向上、維持費用削減、災害への強靱性確保を合わせたコベネフィットを最大化し、人口減少下でもサステナブルでレジリエントとなるような都市・地域を幅広い合意形成によって実現することに資する方法論の提供を目指し、かつ政策立案者が利用可能なガイドラインを作成する。

日本のように都市化の過程において郊外開発が急速に進んだ国では、既に開発が進んだ郊外部のうち災害に対して脆弱であったり、QOLのわりに費用やCO₂排出が大きい地区から

いかに撤退し、効率の高い地区に集結するかが課題である。そのための具体的な誘導策として、都市計画規制と税制等によるインセンティブの併用策を提示する。これについては、欧米で実施されている不動産取引の様々なテクニックの日本への導入可能性も合わせて検討する。さらに、策の実施に伴う誘導効果の発現量を評価できる計量モデルを合わせて開発し適用することで、国民幸福最大化・低炭素化の観点から見た施策の必要実施レベルをバックキャスト的に推計する。

また、日本特有の問題点として、建物の寿命が短いことが挙げられる。これは物理的耐久性よりもむしろ都市計画制度の不備による土地利用混乱が各建物の社会的・経済的寿命を減少させている側面がある。建物の寿命はCO₂排出量や資源消費量の多寡とは必ずしも関係しないが、省エネルギーやリサイクルの技術と合わせて影響を及ぼす。そこで、縮退シナリオの検討にあたっては、維持費用等を勘案した建物・インフラストック更新投資余力も考慮し、サステナビリティをより高めることができる社会的・経済的寿命を見だし実現する「都市ストック化」施策を合わせて実施することを盛り込むこととする。

3. 3年間の研究実施体制

氏名	所属	担当
林 良嗣	中部大学・教授	統括, (1)政策・研究レビュー, (2)事例研究, (3)政策検討
加藤 博和	名古屋大学・大学院環境学研究科・准教授	(2)モデルシステム開発, (3)事例研究, (4)政策検討
中村 晋一郎	名古屋大学・大学院工学研究科・講師	(1)政策・研究レビュー, (2)モデルシステム開発, (4)政策検討
塚原 健一	九州大学・大学院工学研究院・教授	(1)政策・研究レビュー, (4)政策検討
加知 範康	九州大学・大学院工学研究院・助教	(1)政策・研究レビュー, (2)モデルシステム開発, (4)政策検討
戸川 卓哉	国立環境研究所・社会環境システム研究センター・研究員	(2)モデルシステム開発, (3)事例研究, (4)政策検討
西岡 誠治	長崎県立大学・教授	(1)政策・研究レビュー, (3)政策検討

4. 本研究で目指す成果

都市・地域全体やその内部の任意メッシュについて、QOLを向上させながらCO₂を削減していくプログラムが検討できる。また、地域経営の重要なバロメータとなる市街地維持費用もメッシュごとに計算できる。そのため、CO₂あるいは費用の削減目標を与えると、QOL/CO₂あるいはQOL/LCCostの小さいメッシュからの順次撤退、あるいはQOLを改善するインフラの改良を同時に考慮した計画の作成が可能となる。更に、地区や個人属性（年齢別、性別、居住地区別など）ごとのQOL水準も算出できるようにし、政策立案者が利用可能なガイドラインを作成する。

5. 研究成果による環境政策への貢献

地球温暖化に対する都市・地域の「緩和策」「適応策」として長期的に大きな効果が期待できる、土地利用・インフラ再編策の立案と評価が可能となる。詳細地区単位での評価による撤退・集約地区の導出による縮退施策，それを補完する交通ネットワーク整備施策，あるいは防潮堤などの防災インフラの改良などといった施策オプションを，500mメッシュ単位という従来手法にはない極めて詳細なレベルで具体的に検討できる。その際，メッシュごとにQOLの変化や，インフラ維持に必要となる公共投資の額が推計でき，CO₂削減と同時にコベネフィットとしての幸福度や財政状況の改善も一目瞭然となる。また，経済便益に代えてQOLを用いることは，経済成熟時代の都市・地域政策評価の方向性に適合するのみならず，高齢者・就業者・子供といった属性別にQOL向上を検討できるので，人口減少・高齢化時代に各属性間のバランスがとれたQOL向上を目指した縮退戦略への科学的根拠を提供できる。

II. 平成 28 年度の研究計画および進捗状況と成果

1. 平成 28 年度の研究計画

人口減少下の日本において、「低炭素」で「サステイナブル」かつ「レジリエント」なコンパクト都市・地域構造への縮退戦略を立案支援する一連のモデルシステムを整備する。各モデルシステムは申請者らがこれまで開発してきたものをベースとしつつ、それらを改良・統合し、国民の最大幸福化の実現の観点から、対象都市・地域の特性に応じた政策パッケージを導出可能な構造とする。

モデルシステムは、申請者らが既に地域との連携関係を構築している国内外の数都市でのケーススタディを通じて、人口減少・気候変動による「サステナビリティ」「レジリエンス」の変化を GIS により視覚的に明らかにするとともに、それらを向上させるための具体の対応戦略を導出するフレームワークを検討する。さらに、各モデルシステムの利用性を高めるとともに、一連のプロセスをマニュアル化することで、自治体担当者らが縮退戦略の地域における合意形成に利用できるように整備する。

H28 年度は、前年度に引き続き、「(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー」、「(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発」を継続・高度化するとともに、「(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究（加藤・中村・加知・戸川）」「(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献（全員）」へと発展させる。

(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー（林・塚原・中村・加知・西岡）

本研究において最も根本的な評価概念となる「QOL」について、国内外の関連研究等を網羅的にレビューすることで系譜図を作成し、その定量評価手法について理論的な見直しを図るとともに、プロジェクト評価への適用に配慮したモデルを再構築する。

・欧州の衰退都市における都市発展計画と環境政策の事例調査

欧州では日本に先立って経済成熟（後退）や人口減少が進んだ都市・地域が多くあり、地域政策の評価概念として QOL 向上や低炭素化を導入している例が見られる。そこで、H28 年度は H27 年度に引き続きベルリン、ワイマール、ライプチヒといったドイツの諸都市を対象に現地・資料調査及び自治体へのヒアリング等を通して事例調査を実施し、さらにそれらの都市を対象に QOL 指標を用いて評価を行い、日本の対象地と比較する。

・都市・地域の縮退がもたらすコベネフィットに関する研究事例調査

都市・地域縮退策については、先進国を中心に様々な提案があり、一部は実施されている。H28 年度は前年度に引き続き主な効果としての「CO₂等環境負荷の削減」「QOL の向上」「災害への対応」「費用の低減」と、それを実施する際に直面する困難としての「撤退・集約費用の負担」「撤退後の土地利用」「集約を進めるための誘導策」について、資料調査及び JpGU, AGU, COP21 等での情報収集・議論、関連分野の研究者へのヒアリングを通して研究事例

の調査を行う。

(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発（林・加藤・戸川）
・詳細地区スケールでの空間～環境コベネフィットの評価指標の定式化

(1)での研究事例調査の結果を基に、都市・地域構造の変化が低炭素性その他様々な要素に及ぼす効果について定式化を行う。H28年度は「インフラ維持費用」の評価指標を500mメッシュ単位で計量可能なモデルを開発・改良する。インフラ維持費用は包括的な住民サービスの費用も算定できるようにする。そして前年度に定式化した「CO2排出量」「QOL尺度」も合わせて、都市・地域構造やインフラ供給状況による変化を検出可能な関数としてモデル化を行う。

・土地利用・インフラ再編を伴う縮退戦略のコベネフィット評価モデルの構築

H28年度は上記で開発した各指標の評価モデルとともに、既に申請者が開発を進めている、地震災害や水害に伴う人命・財産・生活被害とその回復過程を小地区単位でシミュレートして評価するモデルシステムを用いて、GIS上で500mメッシュ単位での長期的「サステナビリティ」と災害時「レジリエンス」評価を可能とするモデルシステムを整備する。

(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究（加藤・中村・加知・戸川・西岡）

H28年度は構築した評価モデルシステムは日本全国を対象とするが、本研究では、研究参加者が実際に地域の活性化や防災・減災対応に携わっている名古屋都市圏・宮崎市・福島県浜通り北部地域等の候補地に適用し、ケーススタディを開始する。特に目指す点は、少子高齢化、巨大災害リスク増大（気候変動の考慮を含む）、そして省エネルギー・低炭素という、縮退戦略が必要とされる3つの主要な要因について、各対象地域で評価を行い、それを基に「サステナビリティ」「レジリエンス」の両方が向上できるような望ましい縮退プログラム（時系列）を提案することである。さらにその提案を各地域の自治体職員や住民等に見ていただき、議論することで、実行可能な戦略の実施に向けて合意形成を図るプロセスを試行する。

(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献（全員）

H28年度はケーススタディを通じて導出した望ましい都市・地域構造を実現するために必要となる縮退戦略（スマート・シュリンキング）シナリオを政策立案者との協働を通して検討を開始する。ここでは、低炭素化とともに地域幸福度向上、維持費用削減、災害への強靱性確保を合わせたコベネフィットを最大化し、人口減少下でもサステナブルでレジリエントとなるような都市・地域を幅広い合意形成によって実現することに資する方法論の提供を目指す。そしてこれらの方法論を政策立案者が利用可能なガイドラインにするため、運用者である自治体・地域住民との意見交換を行う。

2. 平成 28 年度の進捗状況および成果（概要）

H28 年度は、前年度に引き続き、「(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー」、「(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発」を継続・高度化するとともに、「(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究」「(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献（全員）」へと発展させた。

(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー

本研究において最も根本的な評価概念となる「QOL」について、国内外の関連研究等を網羅的にレビューすることで系譜図を作成し、その定量評価手法について理論的な見直しを図るとともに、プロジェクト評価への適用に配慮したモデルを再構築した。

・欧州の衰退都市における都市発展計画と環境政策の事例調査

欧州では日本に先立って経済成熟（後退）や人口減少が進んだ都市・地域が多くあり、地域政策の評価概念として QOL 向上や低炭素化を導入している例が見られる。そこで、H28 年度は H27 年度に引き続きベルリン、ワイマール、ライプチヒといったドイツの諸都市を対象に現地・資料調査及び自治体へのヒアリング等を通して事例調査を実施し、さらにそれらの都市を対象に QOL 指標を用いて評価を行い、日本の対象地と比較した。

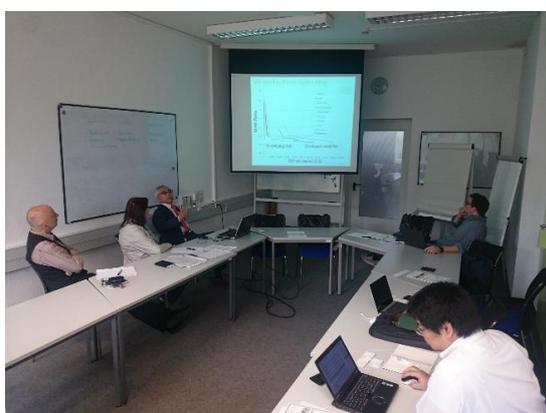


写真 ホルムヘルツ研究所での研究
打合せの様子

表 高蔵寺、ドレスデン、ライプチヒの
ニュータウンの比較

	高蔵寺	ドレスデン	ライプチヒ
人 口	減少・高齢化	一定～微増 年齢バランス	2010年以降急増 若者が多い
緑 地	小	大	中
市街地までの距離	遠い	近い	中
リノベーション	未	済み	進行中
手 法	—	エレベータ 幼稚園 バルコニー 高齢者支援 若者センター	エレベータ 幼稚園 バルコニー
自転車親和性	無	有	有
コミュニティー サービス	管理者	地方政府	地方政府

・都市・地域の縮退がもたらすコベネフィットに関する研究事例調査

都市・地域縮退策については、先進国を中心に様々な提案があり、一部は実施されている。H28 年度は前年度に引き続き主な効果としての「CO₂等環境負荷の削減」「QOL の向上」「災害への対応」「費用の低減」と、それを実施する際に直面する困難としての「撤退・集約費用の負担」「撤退後の土地利用」「集約を進めるための誘導策」について、資料調査及び JpGU, AGU, COP21 等での情報収集・議論、関連分野の研究者へのヒアリングを通して研究事例の調査を行った。その調査結果を踏まえ、QoL と環境効率の向上を介した適応策・緩和策評価のフレームワークを構築し、開発したモデルの位置づけを行った（図 2 - 1）。

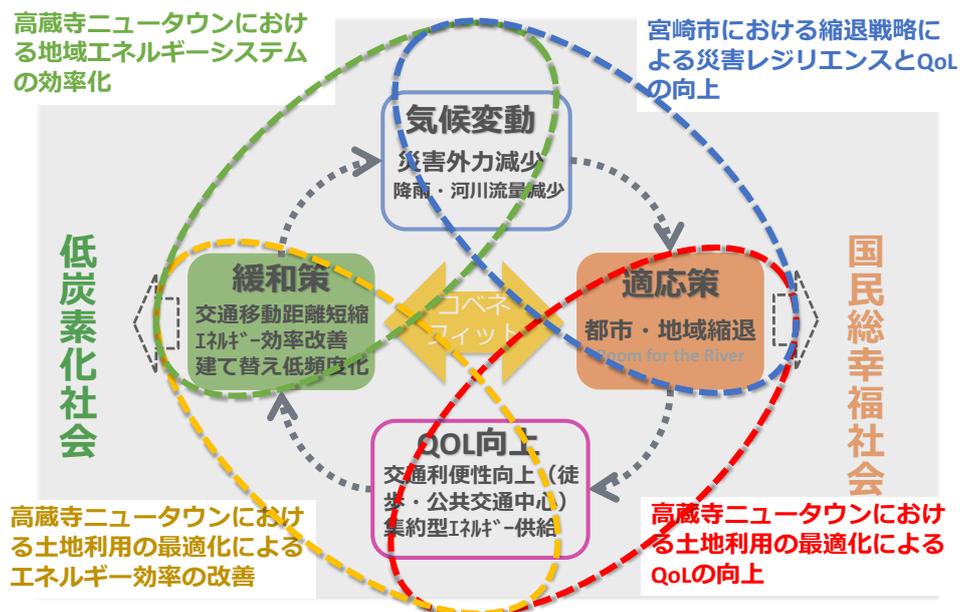


図 2-1 QoL と環境効率の向上を介した適応策・緩和策評価のフレームワーク

(2) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価モデルシステム開発

・詳細地区スケールでの空間～環境コベネフィットの評価指標の定式化

(1)での研究事例調査の結果を基に、都市・地域構造の変化が低炭素性その他様々な要素に及ぼす効果について定式化を行った。H28年度は「インフラ維持費用」の評価指標を500mメッシュ単位で計量可能なモデルを開発・改良した。インフラ維持費用は包括的な住民サービスの費用も算定できるようにした。そして前年度に定式化した「CO2排出量」「QOL尺度」も合わせて、都市・地域構造やインフラ供給状況による変化を検出可能な関数としてモデル化を行った。

・土地利用・インフラ再編を伴う縮退戦略のコベネフィット評価モデルの構築

H28年度は上記で開発した各指標の評価モデルとともに、既に申請者が開発を進めている、地震災害や水害に伴う人命・財産・生活被害とその回復過程を小地区単位でシミュレートして評価するモデルシステムを用いて、GIS上で500mメッシュ単位での長期的「サステナビリティ」と災害時「レジリエンス」評価を可能とするモデルシステムを整備した。

(3) 都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの評価に関する事例研究

H28年度は、構築した評価モデルシステムは日本全国を対象とするが、本研究では、研究参加者が実際に地域の活性化や防災・減災対応に携わっている名古屋都市圏・宮崎市・福島県浜通り北部地域等の候補地に適用し、ケーススタディを開始した。特に、少子高齢化、巨大災害リスク増大（気候変動の考慮を含む）、そして省エネルギー・低炭素という、縮退戦略が必要とされる3つの主要要因について、各対象地域で評価を行い、それを基に「サステナビリティ」「レジリエンス」の両方が向上できるような望ましい縮退プログラム（時系列）を提案することを可能とした。

高蔵寺ニュータウンでは、縮退また地域特性を考慮した上で、地域縮退による環境効率の変化を評価するモデルを開発した（図 2-2）。さらに利用可能な技術を組み合わせた地域エネルギーシステムを地域の実情に応じた目的の下でデザインし、環境・経済・社会の面から評価するフレームワークを開発した。特に高蔵寺ニュータウンにおいて、コスト最小化・CO₂最小化等のコンセプトに応じた自立分散型のエネルギーシステムの計画をその効果とともに検討した（図 2-3）。

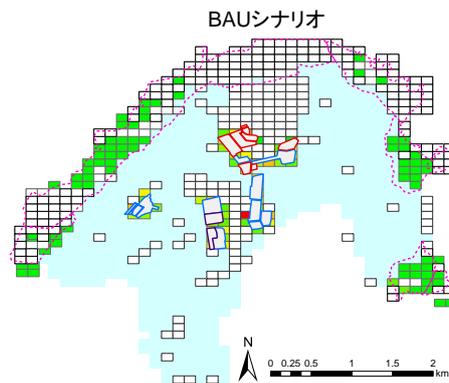


図 2-2 環境効率の評価システムによる縮退による変化

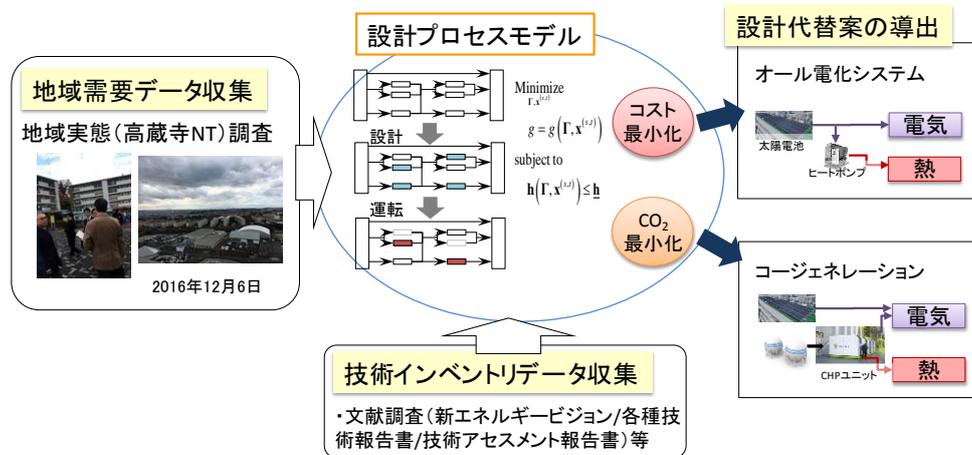


図 2-3 地域エネルギーシステムを考慮した評価フレームワーク

また国民総幸福度最大化と低炭素化を、都市・地域縮退（コンパクト化）により実現するためのドライビング・フォースとして、災害安全度の向上に着目した検討を行う（図 1）。都市・地域縮退の点から災害安全度の向上を考えると、土砂災害、津波浸水想定区域、洪水危険地区などの災害危険地区からの移転が想定される。本年度は、都市・地域縮退（コンパクト化）の具体例として、現在進められている立地適正化計画における都市機能誘導区域、居住誘導区域の設定が、生活の質、インフラ維持費用、環境負荷に与える影響を、宮崎県宮崎市を対象として検討した。具体的には、宮崎市における立地適正化計画を検討するために、1) 都市内各地区の診断カルテの作成、2) 災害復旧費用を含めた広義の地域維持費用の推計

(図 2-4), 3) 立地適正化計画における居住誘導区域の設定と居住集約による QOL, 地域維持費用, 環境負荷を推計した.

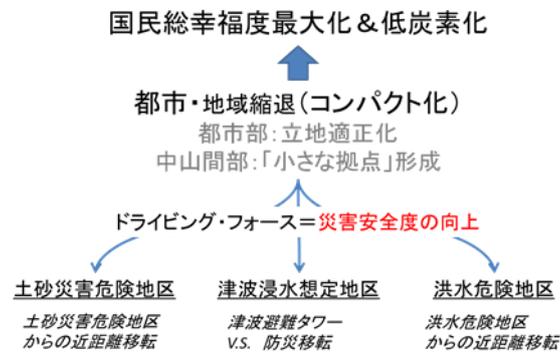


図 2-4 災害安全度の向上をドライビング・フォースとする都市・地域縮退

(4) 都市・地域縮退戦略の環境政策への貢献 (全員)

H28 年度はケーススタディを通じて導出した望ましい都市・地域構造を実現するために必要となる縮退戦略 (スマート・シュリンキング) シナリオを政策立案者との協働を通して検討を開始した。ここでは, 低炭素化とともに地域幸福度向上, 維持費用削減, 災害への強靱性確保を合わせたコベネフィットを最大化し, 人口減少下でもサステナブルでレジリエントとなるような都市・地域を幅広い合意形成によって実現することに資する方法論の提供を目指した。そしてこれらの方法論を政策立案者が利用可能なガイドラインにするため, 運用者である自治体・地域住民との意見交換を行った。具体的には, 2016 年 12 月 6 日に UR 職員らとともに高蔵寺ニュータウンの合同見学会を開催するとともに, 春日井市へ高蔵寺ニュータウンの現状 (例えば空家の状況など) や現在の政策における都市再生のオプション (リノベーションなど) についてヒアリング及び意見交換を行った。



写真 高蔵寺ニュータウンでの視察と意見交換の様子。

3. 対外発表等の実施状況

【対外発表】

戸川卓哉：「地域の多様性を考慮した自立分散型エネルギーシステムの最適計画」第 112 回数理モデル化と問題解決(MPS)研究会，情報処理学会，2017 年 2 月 27・28 日

加知範康，梶本涼輔，塚原健一，秋山祐樹：生活の質と防災力の向上を目指した「小さな拠点」形成のための生活サービス施設・居住地集約の検討，第 54 回土木計画学研究発表会・講演集，pp.963-979，CD-ROM (133)，2016.11.4-6

豊田航太郎，加知範康，塚原健一，秋山祐樹，松尾健大：南海トラフ巨大地震による津波浸水想定区域における防災集団移転事業実施の最適時期に関する研究，土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集，IV-092，pp.183-184，2016.9.7-9

垣本知樹，加知範康，塚原健一：コンパクトシティ政策が地方交付税を含めた地方財政に与える影響に関する研究，土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集，IV-125，pp.249-250，2016.9.7-9

加知範康：ビックデータを用いた土砂災害危険地区における集落内防災移転の検討，第 1 回防災推進国民大会，スマートシュリンク・地域柔軟化研究会「スマートシュリンクと地域の柔軟化 ～安全な国土の再設計を目指して～」，2016.8.27

【その他研究打合せ等】

2016 年 6 月 21 日 研究打合せ@名古屋大学

2016 年 6 月 20 日 担当者打合せ@環境省

2016 年 11 月 2 日 研究打合せ・現地視察@長崎県佐世保市内

2016 年 12 月 6 日 研究打合せ・春日井市との意見交換会・高蔵寺ニュータウン視察@春日井市

2017 年 1 月 31 日 担当者打合せ@環境省

2017 年 3 月 16 日 審査会@環境省

4. 平成 28 年度の進捗状況と成果（詳細）

(1) 都市・地域の縮退戦略と低炭素化に関する研究・政策レビュー

本研究において最も根本的な評価概念となる「QOL」について、国内外の関連研究等を網羅的にレビューすることで系譜図を作成し、その定量評価手法について理論的な見直しを図るとともに、プロジェクト評価への適用に配慮したモデルを再構築する。

(a) 欧州の衰退都市における都市発展計画と環境政策の事例調査

欧州では日本に先立って経済成熟（後退）や人口減少が進んだ都市・地域が多くあり、地域政策の評価概念として QOL 向上や低炭素化を導入している例が見られる。そこで、H28 年度は H27 年度に引き続きベルリン、ワイマール、ライプチヒといったドイツの諸都市を対象に現地・資料調査及び自治体へのヒアリング等を通して事例調査を実施し、さらにそれらの都市を対象に QOL 指標を用いて評価を行い、日本の対象地と比較する。

① 調査概要

- ・調査都市：ドレスデン、ライプチヒ
- ・調査日程：2016 年 5 月 14 日～24 日
- ・調査スケジュール：
 - 2016 年 5 月
 - 14 日(土)日本発、①ベルリン着
 - 15 日(日)①ベルリン調査、
 - ①ドレスデンに移動②
 - 16 日(月)②ドレスデン調査
 - 17 日(火)②ライプニッツ研究所訪問
 - 18 日(水)②ライプチヒに移動③
 - ③ホルムヘルツ研究所訪問
 - 19 日(木)③OECD の ITF に出席
 - 20 日(金)③ライプチヒ調査
 - 21 日(土)③ライプチヒ発①ベルリン経由
 - 22 日(日)日本着



図-1 調査箇所

表-1 日独指標比較

	日本	ドイツ
面積 (万平方キロ)	38.0 (1.0)	35.7 (0.94)
人口 (百万人)	127 (1.0)	81 (0.63)
高齢化比率 (%)	23.0 (1.0)	20.8 (0.90)
購買力平価換算 GDP/cap. (千\$)	36.7 (1.0)	43.5 (1.19)
年間平均総労働時間	1,745 (1.0)	1,397 (0.80)
犯罪被害者人口比 (%)	9.9 (1.0)	13.1 (1.32)
外国生まれ人口比 (%)	1.1 (1.0)	13.1 (11.9)

(出典) <http://diamond.jp/articles/-/68653>



写真-1 ライプニッツ研究所でのワークショップの様子
(17日, ドレスデン)

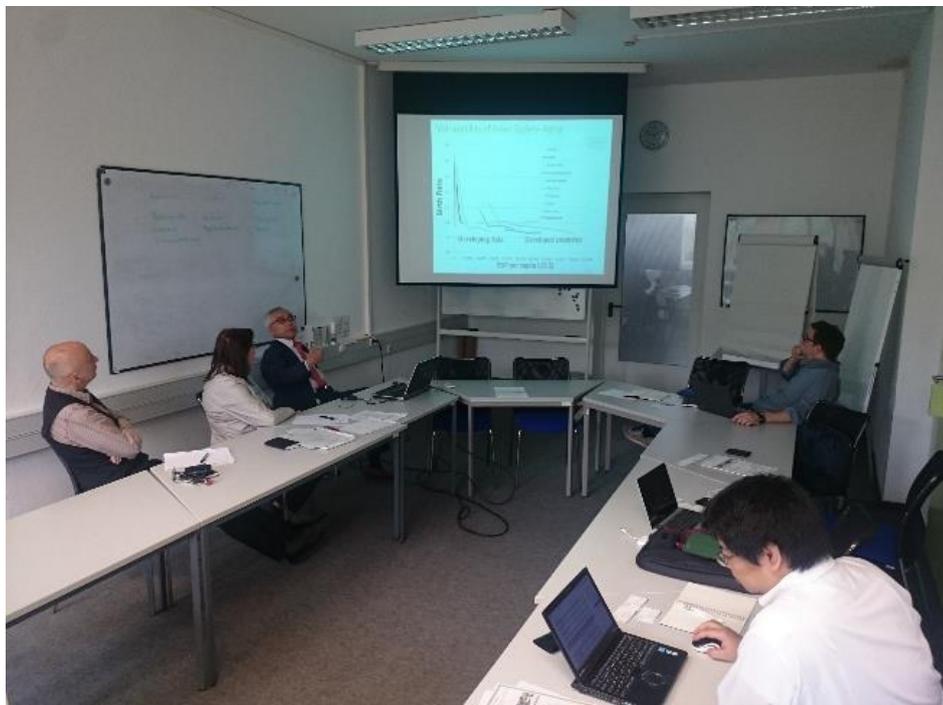


写真-2 ホルムヘルツ研究所での研究打合せの様子
(18日, ライプチヒ)

② 調査結果

i) ドレスデン

ドレスデンは、ドイツの戦災復興の代表都市

- ・ 1945年の連合軍による爆撃により、35,000人が亡くなり、市街地の90%が破壊
- ・ 人口のピークは1933年の649,252人だったが、1946年には450,000人まで減少
- ・ 2010年の人口は523,058人
- ・ 旧市街地の歴史的建造物は再生が進む



破壊された市街地



市街地模型（白：既存，茶：計画）

旧市街地近くで進む住宅団地の再生

- ・ 人口減少が少ないため、空家問題には関心が低い
- ・ 生活の質や緑地、生物多様性等への関心は高い
(市役所都市計画担当者への聞き取り結果)



改修されたプレハブ形式の集合住宅（高さは5階建まで）

ii) ドレスデン郊外の住宅団地再生

- 東独時代の住宅団地が再生され、魅力的な街に変化
 - デザイナブル、バルコニー・エレベーターを新しく設置
- 利便性、自然環境、多世代のライフスタイルそして持続性の確保に成功
 - 老人ケア施設を団地の1階に設置
 - 新たな幼稚園を設置→若い世代の家族にとって魅力的
 - 一方、中心街では幼稚園が不足（老朽化が進む）
 - 若者向けのセンター施設を設置

映画館、学習施設、スポーツ施設など

- その他の施設でもユニバーサルデザインが普及



新設された幼稚園



高齢者向け施設



再生された団地

iii) ライプチヒ

- Leipzig は急激な人口変化を経験
 - 710,000 人 (1933) → 440,000 人 (1999)
 - 2010 以降に急激な人口増加
 - リノベーションの必要性が増加
 - 1999 年から 2000 年に 50,000 人の人口増加
 - 社会的問題：移民の流入
 - 政策的課題：雇用の増進
 - 都市計画的課題：住宅の確保
- ドレスデンとは対照的な事例

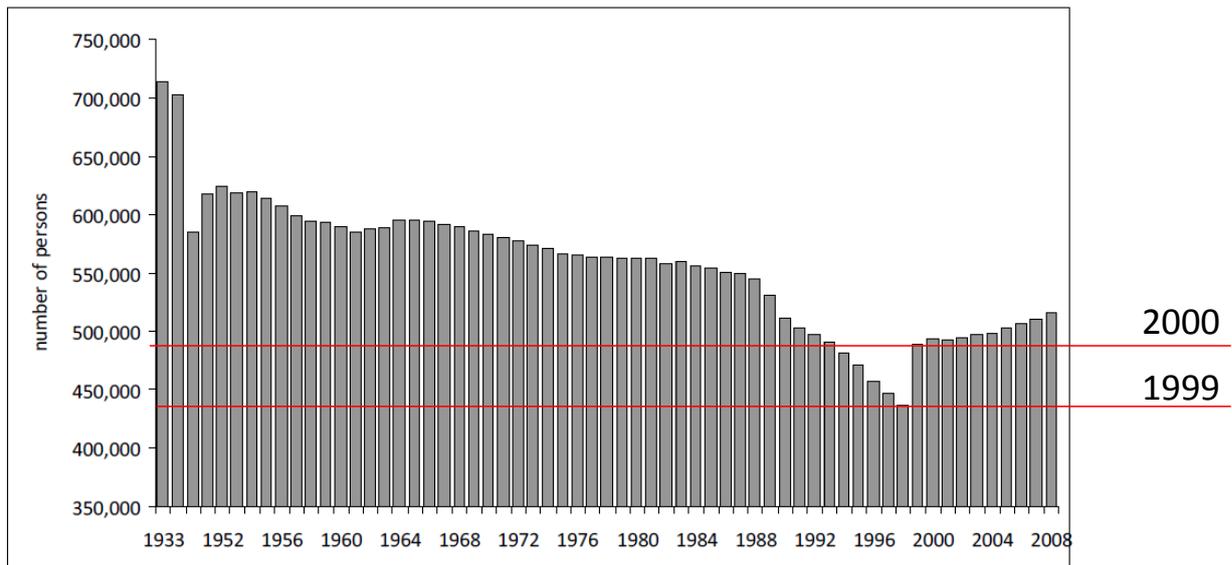


図 ライプチヒの人口

iv) ライプチヒ郊外の住宅団地再生

- ライプチヒの郊外グリユナウ

- 都心から西方約 10km.
 - 電車(s-bahn) , 路面電車, バスの三種類の公共交通手段.
 - グリュナウ北部
 - 昨年訪問したグリュナウ南部とは違い, 再生事業が順調に進んで概ね完成.
 - ドレスデンのニュータウンと同様に, カラフルな外装, 幼稚園, エレベータ, 緑に特徴.
 - ライプチヒ中心部への高いアクセシビリティ (10分毎の列車便)
 - 高度に持続可能な都市づくりへの取組み
- 病院, ショッピングセンター, 学校が環状バスで結ばれていた.



カラフルな外装とエレベータ



リノベーション前後の対比



バルコニー新設工事中

v) ライプチヒ新湖沼開発

1981 -1992 年，過度な露天掘りによる褐炭採掘

1990 年，共産主義政権の終焉による市民権の復活

1991 年，炭坑跡に水を溜めてレジャー・スポーツの場に再生する計画が策定される

2000 年 6 月，初の炭坑跡湖となるコスプーデン湖が完成

現在では最も人気のあるライプチヒ・ノイゼーンラントの湖には，年間約 50 万人の訪問客がある



図 炭坑跡と再生前後の地図

③ ニュータウンの比較

今回の調査を踏まえて，高蔵寺ニュータウンとドレスデン，ライプチヒのニュータウンとの比較を行った。

表 高蔵寺，ドレスデン，ライプチヒのニュータウンの比較

	高蔵寺	ドレスデン	ライプチヒ
人 口	減少・高齢化	一定～微増 年齢バランス	2010年以降急増 若者が多い
緑 地	小	大	中
市街地までの距離	遠い	近い	中
リノベーション	未	済み	進行中
手 法	—	エレベータ 幼稚園 バルコニー 高齢者支援 若者センター	エレベータ 幼稚園 バルコニー
自転車親和性	無	有	有
コミュニティー サービス	管理者	地方政府	地方政府

(b) 都市・地域の縮退がもたらすコベネフィットに関する研究事例調査

都市・地域縮退策については、先進国を中心に様々な提案があり、一部は実施されている。H28年度は前年度に引き続き主な効果としての「CO₂等環境負荷の削減」「QOLの向上」「災害への対応」「費用の低減」と、それを実施する際に直面する困難としての「撤退・集約費用の負担」「撤退後の土地利用」「集約を進めるための誘導策」について、資料調査及び JpGU, AGU, COP21 等での情報収集・議論、関連分野の研究者へのヒアリングを通して研究事例の調査を行った。

① コベネフィットフレームワークを考案

昨年度は、気候変動の適応策 - 緩和策の実施を都市・地域縮退がもたらすコベネフィットの駆動力としてとらえ、コベネフィットフレームワークを考案し、各アローが示す「災害リスク最小化」、「コンパクト化」、「ライフスタイル変革」、「CO₂削減」という4要素を特定した。本年度は、研究の全体像がより明確になってきたため、それぞれの評価モデルの役割を下図のように位置付けた。

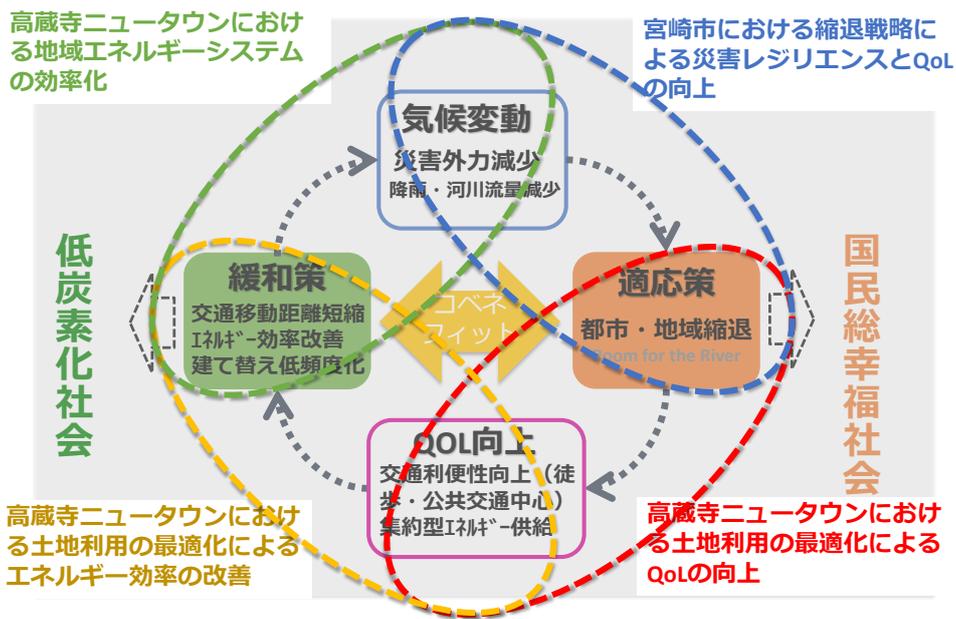
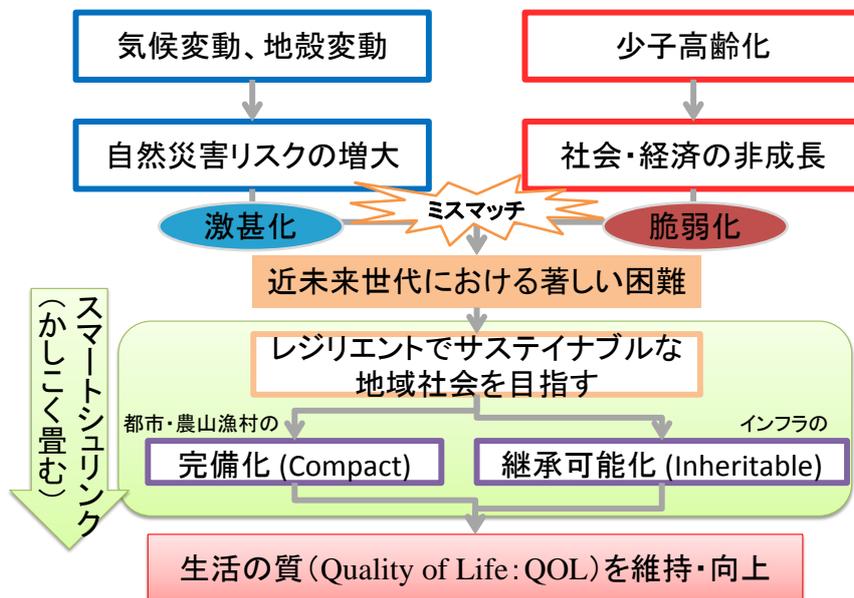


図 4-1 QoL と環境効率の向上を介した適応策・緩和策評価のフレームワーク

② QoL とスマートシュリンクの理論

また本年度は QoL の理論化と一般化に向けて、その研究の体系化を行った。以下にその成果を記す。

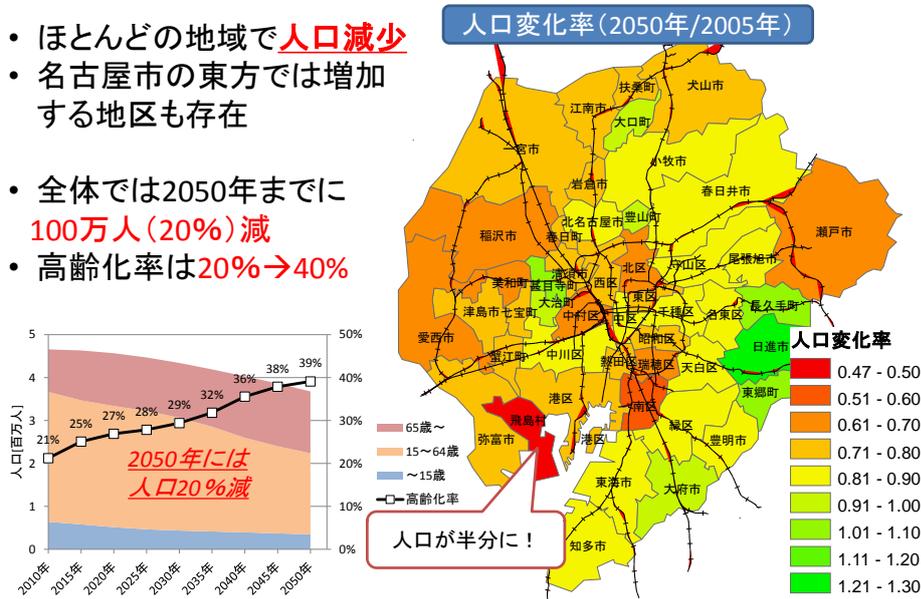


現在、自然は非常に猛威を振るって大変になってきているが、社会の方は弱くなってきている状況がある。これを人口減少・高齢化時代の国土デザインでどうすれば良いかということから QoL とスマートシュリンクの理論が重要となる (スライド 31)。レジリエントでサステイナブルな社会を目指そうとすると、コンパクトにしながリダンダンシーを確保するこ

とが重要となる．つまり QOL を維持しながらトータルしてスマートシュリンクを実現する．

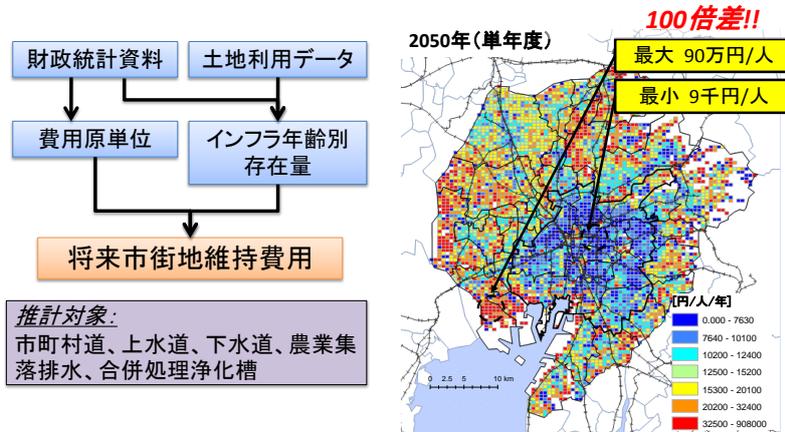
名古屋20km圏でのケーススタディ

- ほとんどの地域で**人口減少**
- 名古屋市**の東方**では増加する地区も存在
- 全体では2050年までに**100万人(20%)減**
- 高齢化率は**20%→40%**



名古屋の半径 20km 圏での QoL とコスト計算の結果を示す．このエリアには 470 万人が住み、今後人口がだんだん減っていく一方で、高齢化率が今 20%なのが 2050 年には 40%になると予想される（スライド 32）．この状況下でどのように国土を再デザインするかが問われる．一つは、住むときにインフラのコストがかかる．ここではインフラコストではなく、一般化して、市街地維持費用と言う．なぜなら、道路や鉄道というインフラを作って、維持管理するわけだが、必要な費用はそれだけではなく、道路や鉄道ができると土地利用が変化し、それに伴って、上水道、下水道、ガス、細街路といった様々なインフラが必要となる．それらを全て考える必要がある．今、アセットマネジメントと言われるようになっているが、部品のマネジメントも重要だが、システムや都市空間全体のマネジメントをすることが、本当のアセットマネジメントだと考える．

将来世代1人あたりの市街地維持費用

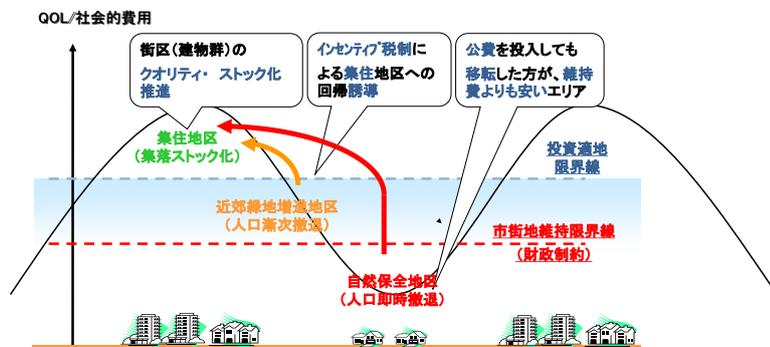


- ・名古屋市内や周辺都市の中心部など人口稠密度で低い
- ・2050年には、人口減少の著しい西部で特に費用上昇

コストを 500m メッシュで平均値を取ると、飛島村のあたりと名古屋市千種区のあたりで人口密度も違い、飛島村では防潮堤やポンプが多く稼働しているため、千種区は1人あたり年間9000円の公共投資だが、飛島村は1人あたり年間90万円のコストが必要なる。これを放置して、自治体とか地域が経営できるとは考えられない。

スマートシュリンク(撤退+再集結)の基準設定

「土地の社会的価値と社会的費用に基づいた分類」



一般的に言う、費用が安かったとしてもQOLが高くなければいけない。縦軸に比率をとる。これは一般化費用便益比のようなもの。QOLには全ての便益を、社会的費用には全てのコストを入れる。QOL/社会的費用の低いところは一般論として撤退して、良いところに住み、良いところにはクオリティ・ストックを作っていくインセンティブが必要である。コンパクトシティというのは重要だが、唱えているだけでは誰か知らない。どうやってコンパクトシティの方へ動かすかということが重要で、動かすための根拠がこの一般化費用便益比である。

QOLの推計方法(指標1)

$$\text{生活環境質 QOL} = \sum \text{LPs} \times \text{居住者の価値観を表す重み } w$$

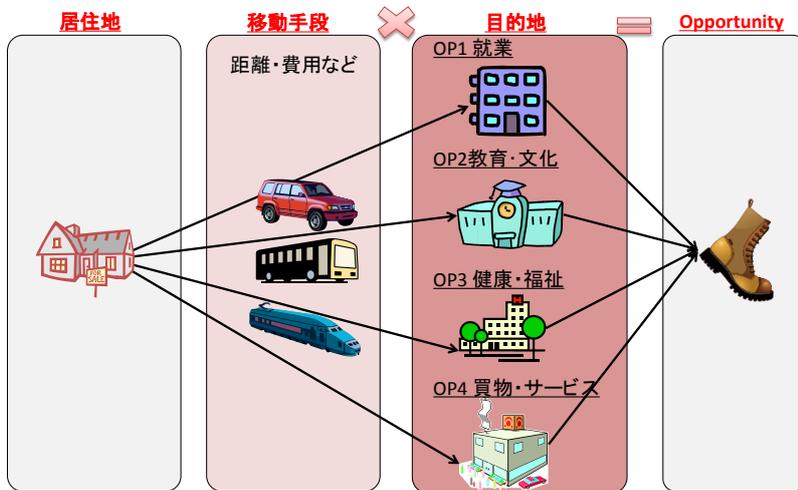
(アンケート調査をもとにコンジョイント分析で推定)

QOL向上要素 (Life Prospects)

経済・生活機会 OP (Opportunity)	経済	就業機会	就業場所へのアクセシビリティ
		教育・文化機会	高校へのアクセシビリティ
	文化	健康・医療機会	病院へのアクセシビリティ
		買物・サービス機会	大型小売店舗へのアクセシビリティ
居住環境 LE (Living Environment)	快適性	居住空間質	夜間人口あたり居住延床面積
		伝統的生活・景観	建物高さのばらつき
		周辺自然環境性	周辺の自然環境
	公害	局地環境負荷性	交通騒音レベル
安全安心性 SS (Safety & Security)	安全	地震リスク	地震による死亡リスク
		洪水リスク	洪水による期待浸水深
		交通事故リスク	年間人身事故発生件数
	安心	犯罪リスク	年間街頭・侵入犯罪件数

クオリティオブライフの要素は、お金を得る機会とか、快適性とか安全性とかというもので構成される。

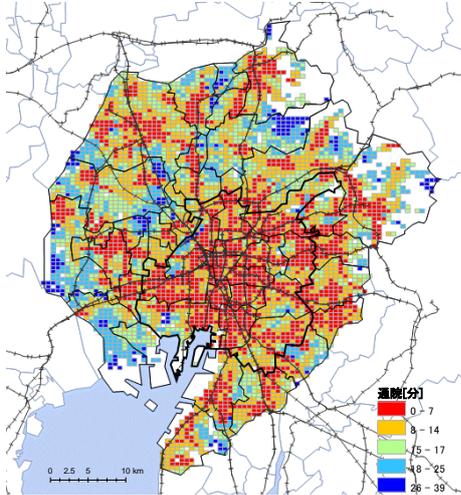
経済・生活機会 (OP: Opportunity)



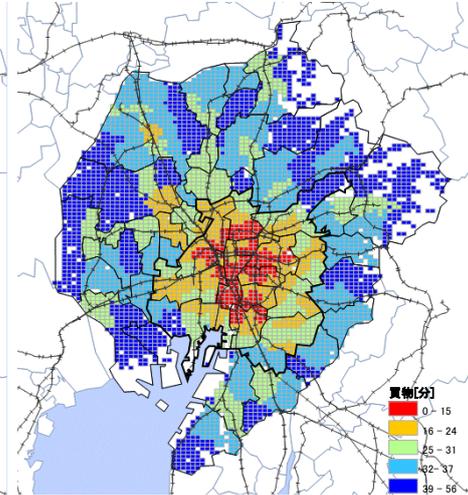
また目的地に便利に行けるかということも考慮する。

経済・生活機会(OP)の分布

OP3 健康・医療機会
(病院へのAC)



OP4 買物・サービス機会
(商業施設へのAC)



例えば、病院に7分以内に行けるところが赤、青が30分くらいかかるところ。右側が買い物で、やはり名古屋の市内は便利ということになる。

居住環境 (LE: Living Environment)

E1 居住空間質
(1人当たり延床面積)



E2 伝統的生活・景観
(建物階数の標準偏差)



E3 周辺自然環境性
(徒歩圏の自然環境で評価)



E4 局地環境負荷性
(騒音レベル)

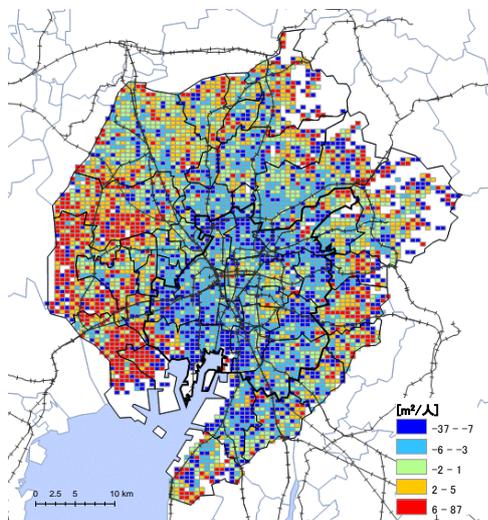


居住環境だと、家の広さや緑の多さで表現する。

居住環境(LE)の分布

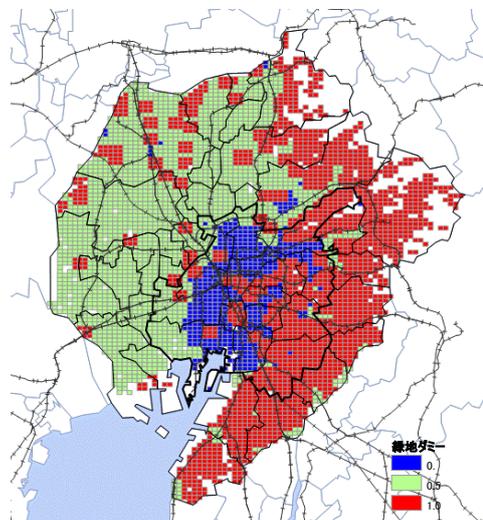
LE1 居住空間質

(1人当たり延床面積)



LE3 周辺自然環境性

(徒歩圏の自然環境で評価)



左側が、地価の高い名古屋市の中心部は床面積が小さい傾向にあり、郊外部、特に西の方は地価が安いのでそれだけ家の広さが大きいということになる。緑の多さについてはスライドの右側、赤いところの方が、緑が多く、青いところが少ないということになる。

安心安全性(SS: Safety & Security)

SS1 地震リスク

(地震による損失余命×発生確率)



SS2 洪水リスク

(洪水による浸水深×発生確率)



SS3 交通事故リスク

(交通事故(人身)発生件数)



SS4 犯罪リスク

(犯罪発生件数)



安全安心を見ると、地震で倒壊する確率と洪水の確率がある。