

多様な地域施策を考慮した人口維持シナリオの構築手法の開発

五味馨¹・越智雄輝²・藤田壮³・牧誠也³・Lu Sun⁴

¹正会員 国立研究開発法人国立環境研究所 福島支部 (〒963-7707 福島県田村郡三春町深作10-2)

E-mail: gomi. kei@nies. go. jp

²非会員 株式会社E-konzal 〒532-0011 大阪市淀川区西中島3-8-15(EPO新大阪ビル1207号)

³正会員 国立研究開発法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

⁴学生会員 国立研究開発法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

人口は地域の社会面における持続可能性として最も基本的な要素であり、環境・資源の保全と経済活動や行政・民間サービスの維持にも一定の規模が必要である。そこで多くの地方自治体が人口規模の確保を目指す計画を策定してきた。本研究では人口維持に資する様々な取組の効果を分析して施策設計を支援するため、地域統合評価モデルを応用して定量的・総合的な人口維持シナリオを構築する手法を開発した。基礎自治体を主な対象として、関連する様々な取組の内容をモデルの設定に反映して将来推計を行い、人口目標達成に必要な取組の要件と効果を複合的な効果も含めて分析する一連の手順を開発し、この手法を福島県新地町に適用してその例を示した。2015 年に 8218 人の人口がなりゆきでは 2050 年に 4842 人に減少するが、取組を導入する人口維持シナリオではほぼ維持し 2050 年に 8030 人となった。

Key Words: Land-use modeling, spatial analysis, urban planning, low-carbon society

1. はじめに

(1) 背景

持続可能な発展の社会面において人口は社会活動の最も基本的な要素である。また気候変動対策などの長期的な環境面・経済面の分析にあたっては将来人口は必須の前提である(例えば Samir¹⁾)。わが国では国全体が人口減少局面に入った中で、特に大都市から離れた地方部において人口を維持し、経済活動や行政・民間サービス水準の維持向上等を目指し、2010年代以降、多くの地方公共団体が地方創生政策に関連して「まち・ひと・しごと総合戦略」及び「人口ビジョン」を策定してきた。人口ビジョンの中ではほとんどの地方自治体でいわゆるなりゆきによって人口が減少する場合と対策により人口減少を緩和した場合の人口推計を示している。推計手法としては内閣官房²⁾の示すように国立社会保障・人口問題研究所³⁾の手法と同様、出生率・生残率・純移動率の仮定値を操作変数としたコーホート要因法で行っており、操作変数の設定に当たっては過去の水準との比較といった比較的単純な方法がとられている。また、人口学の分野では人口減少の現象面の分析が出生、死亡、移動、結婚などの様々な側面から行われている⁴⁾。一方で地方自治体における人口維持を目指した取組の個別事例の共有も進んでいる⁵⁾。

(2) 本研究の目的

以上の背景を受け、本研究では人口維持に関連する総合的な地域施策の設計を支援するため、様々な要素を統合した定量的な人口推計手法を開発する。具体的には市区町村等の基礎自治体を主な対象として、人口維持の目標に関連する様々な取組の内容をモデルの設定に反映して将来推計を行い、人口維持シナリオを定量化して、目標達成に必要な取組の要件とその効果を複合的な効果も含めて分析する一連の手順を開発する。これを福島県相馬郡新地町において適用しその例を示す。

2. 開発した手法

(1) 手法の全体像

図-1 に開発した手法の手順の概略を示す。まず①では対象地域において過去から現在にかけての人口、年齢構成、転出入、出生率、就業率と従業者数、域外との通勤・通学関係、既存の将来人口推計等の人口動態に関する基本的な情報を把握する。次にこれにもとづき、現状の傾向が続いた場合の将来人口を BaU シナリオとして推計する。次に②では人口維持のために対象地域で実施すべき取組の候補を検

討する。一般的に人口維持を目指す施策としては、新産業の創出や既存産業の振興による雇用確保、住宅供給、出産・子育て支援、教育機関の充実などが候補となりえるが、地域に特有の地域資源や周辺地域との関係により、その地域で実施すべき取組内容は異なるだろう。各分野において地域が目指す方向性にもとづいた検討が必要と考えられる。③では②で検討した取組内容を定量化するため、分析に利用するモデルの対応するパラメーター（外生変数）の値を設定する。その際には個別の取組の効果として期待されるアウトプットを参照する。分析に利用するモデルとしては五味ら⁶⁾の開発した地域スナッシュショットツールを利用する。地域スナッシュショットツールはコーホート要因法による人口モデルと簡易地域経済モデルに地域間の通勤 OD 表を組み合わせた準動学モデルで計算は 5 年毎に行われる。産業立地、就業率、通勤構造、出生率などに関連する変数を操作的に扱うことで様々なシナリオのもとで長期的な人口の推移を産業・消費・地域間構造と整合的に推計することが出来る。図-2 にモデルの構造を、図-3 にモデルの主な変数と対応する地域の課題を示す。これに従って②で挙げられた取組を外生変数の値に翻訳する。④ではこうして設定したパラメーターをモデルに入力し、将来推計を実行して人口維持シナリオを定量化する。最後に⑤では各取組による人口維持の効果、すなわち、各々の取組がある時点における人口を BaU に比較して何人押し上げたかを分析する。次節に計算手法を示す。

(2) 単独効果・複合効果の近似的分析手法

人口維持に関する取り組みは多岐にわたるため、各取組単独での効果と、他の取組との相乗による効果（ここでは複合効果と呼ぶ）とが想定される。計算上では異なる取り組みに関連する複数のパラメーターの積が人口を決める場合に発生する。そこで最終的な目標への貢献度を加法的に分解し、取組に帰属させる手法として、気候変動緩和策の分野では要因分析法（例えば Ang ら⁷⁾）や事業に加えて主体別の寄与量まで分析する手法⁸⁾が開発されてきた。要因分析法ではパラメーターの単純な積の形で定式化されていれば、原理的には要因数がどれだけ増えても要因の変化に効果を帰属させる計算が可能というメリットがある。そのため茅恒等式⁹⁾の応用にこれを適用して、エネルギー消費に起因する二酸化炭素排出量の削減効果の分析に広く利用されてきた¹⁰⁾。しかしながら、対象とする計算体系に和と積の双方が含まれる場合（人口モデルでは転入者が増えらる）や、時間を経た効果の発現（ある時点の人口はそれ以前の時点の出生率によって決められる）などは単純な要因分析法の枠組みでは計算できない。そこで本研究では個別のパラメーターの変化から貢献度を計算するのではなく、エンドポイントとなる人口のみを扱って取組毎の貢献度を単独効果と複合効果に分けて分析する計算方法を開発した。以下にその計算式を示す。式中の変数は全て同一の将来年における値である。

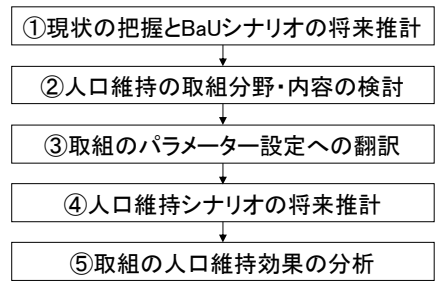


図-1 手法の全体像

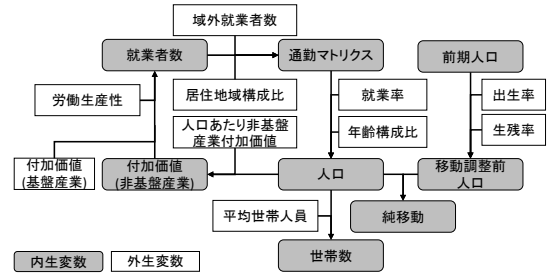


図-2 モデルの構造¹⁾

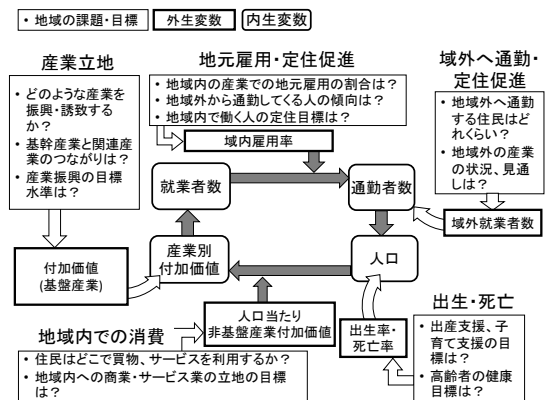


図-3 外生変数の設定と対応する地域の課題¹⁾

まず、全ての取組が実際された場合の全ての取組の効果の合計は人口維持シナリオと BaU シナリオの人口の差である。

$$E_{ALL} = P_{SUS} - P_{BaU} \quad (1)$$

ここで、

P_{SUS} : 人口維持シナリオの人口

P_{BaU} : BaU シナリオの人口

E_{ALL} : 人口維持シナリオにおける全ての取組の効果の合計。

各取組の単独効果は当該取組のみが単一で実施された場合の BaU に対する人口増加として、これを式(2)で計算する。

$$E_i^S = P_i - P_{BaU} \quad (2)$$

ここで、

E_i^S : 取組 i の人口維持に対する単独効果

P_i : 取組 i を人口した場合の人口

i : 取組

次にすべての取組を実施した場合(人口維持シナリオ)の人口と、当該の取組のみが実施されず他の取組全てが実行された場合の人口の差を求めると、これは当該の取組の全体的な効果を表していると考えてよい。全体の効果から単独効果を差し引くことで複合効果(暫定)を求めることが出来る。

$$E_i^M = P_{SUS} - P_{-i} \quad (3)$$

ここで、

E_i^M : 取組 i の人口維持に対する複合効果(暫定)

P_{-i} : 取組 i 以外の取組を全て実行した場合の人口。

ただしこの複合効果(暫定)には他の取組の貢献分も含まれるから、この計算をすべての取組について実行すると、複合効果がある場合には、 E_i^M の合計は E_{ALL} よりも大きくなる。単独効果 E_i^S は式(2)のままとすると、複合効果(暫定)を調整する必要がある。そこで、調整後の複合効果を E_i^M とすると、

$$\sum_i E_i^M = E_{ALL} - \sum_i E_i^S \quad (4)$$

となるよう、 E_i^M を下式で調整する。

$$E_i^M = \left(E_{ALL} - \sum_i E_i^S \right) \left(\frac{E_i^M}{\sum_i E_i^M} \right) \quad (5)$$

以上により全取組による効果 E_{ALL} を各取組の単独効果 E_i^S と複合効果 E_i^M に加法的に分解することが出来た。

このような簡易的な方法では既存の解析的な手法と比べて厳密さに欠けるが、近似としては大きな問題はないと考えられる。また、もともとのモデルの計算体系がどれだけ複雑になってもこの方法ではエンドポイント(ここでは人口増加)のみを扱うため、モデル構造の複雑さとは関係なく取り扱うことが出来る。地域政策を検討する際、特に人的資源の限られた地方政策の現場では厳密さよりも分かりやすさや分析の実行可能性が重要と考え、本報告ではこの方法を利用して効果の分析を行う。

3. 対象地域への適用の設定

以上で検討・開発した手法を福島県相馬郡新地町において適用し、人口維持シナリオ構築の例を示す。ここではその枠組みおよび推計のための設定を行う。

(1) 適用の枠組みと分野別の取組の概要

対象地域は新地町とする。基準年は直近の国勢調査結果が入手可能な 2015 年、目標年は 2050 年とし、5 年毎に計算を行う。シナリオは取組の導入されない「なりゆきシナリオ」と、すべての取組を実施する「人口維持シナリオ」の 2 つとする。

なりゆきシナリオでは既存の人口推計に概ね従う形で人口が減少していく。持続可能シナリオではバックキャストिंग的に目標を与え、そのうえでこれを達成するために必要な取組を検討する。新地町では震災後に原子力災害からの避難者を受け入れるなどして現住人口が一時的に増加した経緯もあり、目標としては人口規模が 2050 年まで概ね維持されることとした。取組については新地町役場の複数部局の担当者及び同町内で活動する事業者等との議論により選定する。地域スナップショットモデルのデータは総務省統計局の 2015 年国勢調査及び福島県市町村民経済計算を利用した。

(2) シナリオと取組の設定

表-1 になりゆきシナリオ及び人口維持シナリオの各取組の概要と対応するパラメーターの設定を示す。なりゆきシナリオの設定および人口維持シナリオでの各取組の狙い・内容は下記の取りである。

a) なりゆきシナリオ

なりゆきの人口減少と一人あたり GDP 成長率 1% 程度の経済状況とした。

b) 人口維持シナリオ

①教育・地域人材育成：新地町では比較的若い世代で転出が転入を超過しており、住民基本台帳によれば 2014 年から 2018 年の新地町では各年とも 15 歳～19 歳および 20～24 歳は一貫して転出超過となっている。一方で 30 代では転入が超過する年が多いことから、進学・就職等による 10 代後半・20 代前半での転出と、その後の結婚や転職を機にした転入のパターンが見られる。町の人口維持を考えたとき、同町には高等学校があるものの大学や専門学校等の高等教育機関がなく、進学を機にした転出はやむを得ないものと考えられる。一方、新地町で若年期を過ごし、町外で高等教育を受けた人々が就職を機に同町に戻ることを促進することは政策的な方向性として妥当なものと考えられる。そこで、主として 10 代までの若い年代(中学生等)に対して町・事業者等が協力して事業や取組を紹介し、地元志向の向上を促し、就職を機にした離町の減少と定住の促進を目指すものとした。これにより同町に立地する事業者にとっては人材の確保が容易になることから、②以降の取組においてもより多くの事業者の立地が可能になる。

②六次産業化：農漁業の生産物、その加工品の製造・販売、それらを利用した飲食業や観光農園等を一体的に推進する。これにより農漁業、食料品製造業、小売、飲食・宿泊業などの関連事業の生産額が増加する。また交流人口も増加する。

③電子・情報産業：製造業の中でも組立系の電気電子機械関連の製造業を選択的に誘致し、これらの業種の工場立地を進める。さらに環境整備を進めることで Society 5.0 等の進展による事業所の所在地に捉われない情報技

術関連事業等の立地を誘導する。

④地元消費：商業・サービス業及びエネルギーの町内での生産・消費を進める。新地駅前の復興事業による商業施設の整備をはじめ、町民による日常消費向けの商業・サービス業(飲食店やその他の対個人サービス)の立地・利用を促進する。エネルギーでは新地駅前に立地した地域エネルギー事業の拡大により町内のエネルギー消費のより多くを供給するとともに、視察・見学事業やコンサルティングサービス等を含む関連事業を展開する。

⑤域外従業者の居住支援：新地町に住む就業者は半数以上が町外で従業している（2015年国勢調査）。そこで住宅供給、安全確保、交通利便性向上、景観の保全など、

居住地としての魅力を向上することで、新地町に住み、町外で従業する町民の定住・移住をさらに促進する。

⑥出産・子育て支援：出産・子育て支援により出生率の向上と子育て世代の移住を促進する。女性の就業環境を整備することで人材確保にも効果がある。ただしこの取組単独では子どもが成長した後の転出傾向は変わらない。

⑦既存産業の維持：製造業を中心とした工場団地への産業誘致で産業規模・雇用規模を維持する。この取組単独では新地町や周辺地域での人材確保の可能性により制約を受けるため規模の拡大が難しくなる。

表-1 取組の内容及び設定の概要

シナリオ・取組	概要	計算の設定条件
なりゆきシナリオ	震災以前からの人口減少傾向が継続し産業生産も縮小	・ 基盤産業の付加価値額 2.5%/年で減少
①教育・地域人材育成	・ 進学等で転出した町民の帰町の促進 ・ 町内事業者にとっての人材確保	2025年～2030年の期間以降、15歳～24歳の社会増減が2～6名増程度になるよう、町内の就業率を下記のように設定する。 ・ 2030年～2050年まで町内の従業者のうち20代の割合を10ポイント増加 ・ 従業者のうち町内に居住する人の割合を2030年以降7.5ポイント増加 ・ 2030年から2040年に掛けて20～30代の就業率を1%/年上昇
②六次産業化	・ 農漁業産品の加工による高付加価値化 ・ 食料品の販売、飲食店での提供、観光農園等	・ 農林水産業の付加価値成長率 1.0%/年増加(BaUシナリオでは2.5%/年) ・ 製造業の付加価値成長率 0.7%/年増加 ・ 宿泊・飲食、小売の1人当たり付加価値成長率 1.4%/年増加
③電子・情報産業	・ 電気機械製造業等の誘致 ・ 事業所の場所を問わない情報技術事業者等の誘致(Society 5.0)	・ 製造業の付加価値成長率 0.8%/年増加 ・ 情報通信の付加価値成長率 2.2%/年
④地元消費	・ 町民による日常消費向けの商業・サービス業立地・利用の促進 ・ 地域エネルギー事業の拡大と事業内容の拡張	・ 宿泊・飲食、小売、その他サービス業の1人当たり付加価値を2025年に基準年比で10%、2030年以降は30%増加 ・ 2025年以降エネルギー供給業の成長率を0.1%増加(2050年時点で町内の家庭のエネルギー需要の約1/3に相当)
⑤居住環境整備	・ 住宅供給、安全確保、交通利便性向上、景観の保全などで居住地としての魅力を向上 ・ 町外への通勤通学者の居住促進	・ 県外への通勤者が2%/5年で増加 ・ 相馬市、南相馬市での従業者に占める新地町常住者の割合:相馬市0.5ポイント、南相馬市0.2ポイント増加
⑥出産・子育て支援	・ 出産・子育て支援により出生率の向上と子育て世代の移住を促進 ・ 本取組単独では成長後の転出傾向は変わらない	・ 合計特殊出生率が2030年以降2.1に増加、以後一定
⑦既存産業の維持	・ 製造業を中心とした工場団地への産業誘致で製造業を中心とした産業を維持	・ 製造業の付加価値成長率 1%/年増加

人口維持シナリオ

4. 対象地域における推計結果

表-2 になりゆきシナリオ及び人口維持シナリオの人口推移を示す。なりゆきシナリオでは2050年に人口が4842人となり、2015年からおよそ41%の減少となった。同年に持続可能シナリオでは8030人となり、現状の人口規模がほぼ維持される。表-3にそれぞれの取組の2030年及び2050年における単独効果および複合効果を示す。7つの取組のうち、2050年時点で人口維持効果が最も高かったのは「教育・地域人材育成」で662人(単独効果427人、複合効果235人)であった。いず

れの取組も単独効果のほうが複合効果よりも大きく推計されているが、一つの取組の効果合計に占める複合効果の割合が最も大きかったのは「既存産業の維持」で約38%が複合効果である。一方で複合効果の割合が最も小さいのは「域外従業者の居住支援」で7%であった。図-4に各シナリオの人口と各取組による人口維持効果の推移を示す。この結果からは、例えば⑥出産・子育て支援による出生率の向上のみでは成長した町民の転出に歯止めが効かないため効果が限定的であることなどを読み取ることができる。

表-2 新地町における各シナリオの将来人口の推計結果(人)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
なりゆきシナリオ	8,218	8,060	7,302	6,401	6,027	5,619	5,229	4,842
人口維持シナリオ	8,218	8,122	8,039	8,214	8,279	8,075	8,033	8,030

表-3 各取組のなりゆきシナリオに対する人口維持効果の推計結果(人)

	2030年			2050年		
	合計	単独効果	複合効果	合計	単独効果	複合効果
①教育・地域人材育成	672	568	104	662	427	235
②六次産業化	230	208	22	621	558	62
③電子・情報産業	134	104	30	602	413	189
④地元消費	292	235	57	263	184	80
⑤域外従業者の居住支援	313	296	18	415	386	29
⑥出産・子育て支援	62	39	23	303	219	84
⑦既存産業の維持	111	86	25	321	199	122
計	1,813	1,536	277	3,188	2,388	800

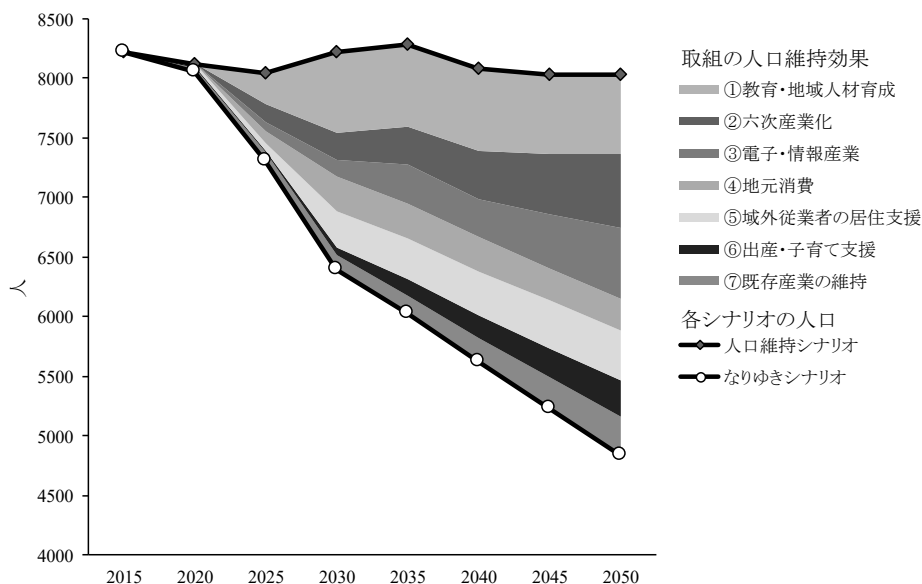


図-4 推計された人口と取組の人口維持効果の推移

5. まとめ

本研究では地域の社会面における持続可能性として重要な人口維持を目標とし、これに資する取組の効果を事前的に分析し、人口維持に関連する地域施策の設計を支援するため、先行研究において開発した地域統合評価モデルを応用して人口維持シナリオを構築する手法を開発した。基礎自治体を主な対象として様々な取組の内容を地域統合評価モデルのパラメーターの設定に反映して将来推計を行い、人口目標達成に必要な取組の要件と効果を単独効果と複合効果に分けて分析する。開発した手法を福島県新地町に適用してその例を示した。既存の単純な仮定値設定によるコーホート要因法に比べ、より具体的・定量的に取組の要件と効果を検討し、効果的な計画策定・事業立案に貢献するだろう。

手法開発上の課題として本研究では外生的に設定しているパラメーターの設定方法に関連するものがある。既存の取組事例を網羅的に調査し体系化して、一般的な取組のメニューを作成すること、これをパラメーターの設定に翻訳する際の一般的な手順の整備、具体的な取組の内容とその実証的な効果(例えば子育て支援としての補助事業による子育て世帯の定住促進効果)を対応づけることなどが挙げられる。また本研究では持続可能性の課題として社会面の人口維持にのみ着目したが、2018年に閣議決定された第5次環境基本計画¹⁾で示された地域循環共生圏の構築や、2016年に国連で採択された持続可能な開発目標でも目指されているような、環境や経済面を含む多課題の同時解決に向けた分析手法の統合化も課題である。

謝辞:本研究は地球環境研究総合推進費(2-1708)、同(2-1711)、同(1-1801)、同(2-1805)、同(1-1902)ならびに福島県「平成30年度地域復興実用化開発等促進事業」の支援により実施された。加えて、本研究の実施にあたり福島県新地町の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Samir, K. C., Lutz, W.: The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. *Global Environmental Change*, Vol. 42, pp 181-192, 2017.
- 2) 内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局, 「地方人口ビジョン」及び「地方版総合戦略」の策定に向けた人口動向分析・将来人口推計について. 2014.
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所: 日本の地域別将来推計人口, 2013.
- 4) 吉田良生, 広嶋清志(編著): 人口減少時代の地域政策 人口学ライブラリー9, 原書房, 2011.
- 5) 時事通信社(編): 全論点 人口急減と自治体消滅, 時事通信社, 2015.
- 6) 五味馨, 芦名秀一, 藤田壮, 増井利彦: 人口・産業の相互関係を考慮した地域将来シナリオ策定手法の開発と福島県相馬地域における適用. 土木学会論文集 G(環境), Vol. 71, No. 6, pp. II_151-II_162, 2015.
- 7) Ang, B., W., F. L. Liu: A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy*, vol 26, pp 537-548, 2001.
- 8) 五味馨, 林優里, 松岡誠: 低炭素社会の実現に向けた様々な取組が温室効果ガス排出量削減に及ぼす定量的寄与量の推計. 土木学会論文集 G(環境システム研究論文集 第41巻), Vol. 69, No. 6, pp II_1-II_12, 2013.
- 9) Kaya, Y., Yokobori, K.: Environment, energy, and economy: Strategies for sustainability, United nations University Press, 1997.
- 10) 環境省, 地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン, 2007.
- 11) 環境省, 報道発表資料 第5次環境基本計画の閣議決定について. 2018. <https://www.env.go.jp/press/105414.html>

(Received June 19, 2019)

DEVELOPMENT OF POPULATION SCENARIOS CONSIDERING VARIOUS LOCAL POLICIES

Kei GOMI, Yuki OCHI, Tsuyoshi FUJITA, Seiya MAKI, Sun LOU

Sustaining a certain level of population size is a fundamental issue for a municipality, especially in declining phase of demography. It is also important for maintaining activity level of economy and environmental conservation. Many local governments in Japan have made plans for maintaining the population. Present study proposes a methodology to analyze various actions to maintain population in an integrated and consistent manner to support the policy making process. The process consists of BaU scenario simulation, finding candidates of suitable actions, translating the actions into parameters of a formal model, and simulation of a population maintenance scenario. For quantification, a model developed in our previous study was applied with additional analysis method of contribution of actions. The method was applied in Shinchi town, Fukushima prefecture in Japan as an example.