

QOL指標の最適化による中山間集落の 集約シナリオ評価

水野孝泰¹・長尾征洋²・宮田将門³・加藤博和⁴・佐野充²

¹非会員 東京工業大学 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259)
E-mail: mizuno.takahiro@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

²非会員 名古屋大学 (〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町B4-1(779))
E-mail:nagao@urban.env.nagoya-u.ac.jp

³正会員 株式会社日建設シビル (〒112-0004 東京都文京区後楽1-4-27)
E-mail:miyata.masato@nikken.co.jp

⁴正会員 名古屋大学 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))
E-mail:kato@genv.nagoya-u.ac.jp

人口減少下で集落・居住地の持続可能性を高めるためには空間的な集約が必要である。そこで、利用を中止（撤退）する地区と促進（集結）する地区の選定を多目的遺伝的アルゴリズムにより最適化した。住民のQOL（Quality Of Life）向上と市街地維持費の削減を目的とし、中山間地域と都市地域を分けた最適化（部分最適）と全地域を一括で対象とした最適化（全体最適）を行った。三重県松阪市・多気町に適用した結果、QOL向上には災害安全性の低い地区からの撤退が、市街地維持費削減には地価が低く人口あたりインフラ設備が過剰な地区からの撤退が効果的であることがわかった。また中山間地域において老朽化した公共施設の設置を仮定し最適化した結果、集落の集約が進み、QOL向上、市街地維持費削減が達成できた。

Key Words : *retreat and re-concentration , semimountainous area ,NSGA- II , quality of life*

1. 序論

(1) 研究の背景

日本では高度経済成長期以降、人口増加やモータリゼーションの進行に伴い、市街地は拡大してきたが、雇用や生活快適性の面で都市地域と中山間地域との格差は大きくなり、人口が大量に都市地域へ流出した。こうした傾向は現在でも続いており、中山間地域では限界集落¹⁾と呼ばれる集落があらわれ、過疎高齢化が進んでいる。さらにこのトレンドは都市地域でも見られ、人口減少による税収の落ち込みが自治体の財政状況の悪化に拍車をかけている。こうした状況下では、中山間地域への財政支援は漸減せざるを得ず、十分な過疎高齢化対策は困難になる。しかしこのような状況は、中山間地域が担う、水源のかん養、国土の保全などの多面的な機能の衰退を招き、その影響は中山間地域だけでなく都市地域へも及んでいる。そこで都市地域・中山間地域ともに持続可能性を高める形で、再構築を図る必要がある。また住民の生活質（Quality Of Life: QOL）の確保も自治体の責務であ

る。しかし厳しい財政の中で、すべての地域が均衡な発展を目指すのは困難である。このような背景から、選択と集中によるメリハリのある政策を実施する必要がある。そのために、集落・居住地の集約が考えられる。

(2) 研究の目的

本研究では、中山間地域を、特定農山村法における特定農産地域、山村振興法における振興山村、過疎地域活性化特別措置法における過疎地域のいずれかに該当する地域、都市地域をそれ以外の地域として定義する。中山間地域の集落・居住地の持続可能性を高めるために、具体的にどの地区の利用を中止（撤退）し、どの地区の利用を促進（集結）すべきかを知るために、多目的最適化手法である遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm: GA）を用いて最適化計算を行い、得られた最適解から理想的な居住区域の形態を導出するとともに、評価指標（市街地維持費用・QOL）の変化を議論する。また中山間地域では老朽化した公共施設の維持管理も問題であるため、老朽化した公共施設の移転を想定し、それによる

集落の撤退・集結への影響を評価する。さらに本研究では、中山間地域から隣接した都市地域への移転についても検討する。この場合、中山間地域の住民は農業や林業など、就労と居住地域が密接に関連している可能性があるため、必ずしも都市地域への移転がQOLを向上する方策とはならない。そこで、最適化計算において、都市地域と中山間地域の間での移転を行う「全体最適」と、二地域間での移転を行わない「部分最適」の2ケースを考える。撤退・集結地区の選定における制約として、追加的な予算措置なしに撤退・集結が行えることとする。

市街地維持費の最小化とQOL値の最大化を目的として最適化計算を行う。しかし解の候補は組み合わせの総数だけ存在するため、数え上げ法で解を算出するには膨大な時間を要する。そこで本研究では、精度の高い解を短時間で導出可能なGAを用いる。市街地維持費とQOL値の二評価値を最適化するため、多目的GAであるNSGA-II (Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II: NSGA-II) を用いる。実際の都市を対象に最適化計算を行い、導出されたパレート解から以下の3つを選び出し、それぞれを以下のシナリオに当てはめて考察する。パレート解とシナリオの関係は図1に示す。

- ①住民の QOL 値を高める「QOL 重視の施策」
- ②市街地維持費を削減し、財政支出を抑える「市街地維持費重視の施策」
- ③QOL と市街地維持費の両方を考慮した「バランス重視の施策」

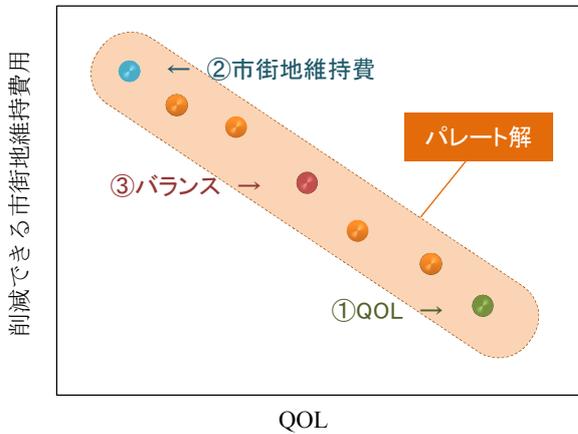


図1 パレート解と移転シナリオの関係

加えて、公共の医療施設を中山間地域に設置することで地区ごとの QOL 値を変化させ、この変化に基づいた最適化計算を行い、住民の QOL 変化や市街地維持費用の変化を比較する。

2. 計算方法

(1) 評価値の算出方法

a) QOL指標の定義

本研究では、加知ら²⁾の定義に従い、市街地内各地区における居住者のQOLが社会資本や公共・民間施設の充実度、眺望や景観の良好度、災害発生可能性といった居住地区から得られる環境の物理量と、そこに居住する個人の主観的な価値観によって決定されると考える。交通利便性(Accessibility: AC), 居住快適性(Amenity: AM), 災害安全性(Safety & Security: SS)の3つの要素からなる「生活環境質向上機会(Life Prospects: LPs)」を対応するデータを用いて数値化する。このLPsに個人の価値観を表す重みを乗じて総和をとることによりQOLを定義する。

宮田ら³⁾はこの推計システムを中山間地域に適用可能な形に改良しており、本研究ではそれを式(1)のように定式化する。

$$QOL_{pi} = \sum_{j=1}^4 w_{ACp} AC_{ij} + \sum_{j=1}^4 w_{AMp} AM_{ij} + \sum_{j=1}^4 w_{SSp} SS_{ij} \quad (1)$$

ここで、 QOL_{pi} : 性別・年代別グループ p の地区 i でのQOL, w_{ACp} , w_{AMp} , w_{SSp} : 性別・年代別グループ p のLPsの各評価要素に対する価値観(重み), j : LPsの評価要素の番号。

QOL指標の尺度は一般に主観量が用いられることが多いが、絶対値の解釈や他の物理的・社会経済的指標との関連付けは困難である。そこで本研究では、QOLを獲得余命を用いて定量化する加知らの定義に従い、式(2)で定式化する。

$$QALY_p = \int_a^{a+T} W_p^{QOL}(t) C t \exp(-\beta t) \times \exp\{-r(t-a)\} dt \quad (2)$$

ここで、 $QALY_p$: 個人 p のQALY, a : 調査開始年, T : 期待余命, $W_p^{QOL}(t)$: 個人 p が t 年の居住から得られる生活環境質(QOL)のレベルによる重み, $C \exp(-\beta t)$: 1年間の生存から感じるQOLの年齢に応じた補正係数, $\exp\{-r(t-a)\}$: 時間割引率, C, β, r : パラメータ。

式(2)において年齢間の重みと時間割引率をそれぞれ、また $dt=1$ と仮定して離散型で書くことにより、式(3)が導かれる。

$$\begin{aligned} QALY_p &= \sum_{t=1}^T W_p^{QOL}(t) \\ &= \underbrace{1 + \dots + 1}_T + \{W_p^{QOL}(1) - 1\} + \dots + \{W_p^{QOL}(T) - 1\} \\ &= \underbrace{T}_{Life \quad Expec \quad tan \quad cy} + \underbrace{\sum_{t=1}^T \{W_p^{QOL}(t) - 1\}}_{Gain \quad Of \quad Life \quad Expec \quad tan \quad cy} \\ &= LE_p + GLE_p \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 $QALY_p$: 個人 p のQALY, $W_p^{QOL}(t)$: 個人 p が t 年の居住から得られるQOLのレベルによる重み, LE_p : 個人 p の期待余命, GLE_p : 個人 p の獲得余命。GLEにはQOLによる余命の獲得だけでなく、QOLの低下による余命の損失も含まれる。

b) 市街地維持費の算出方法

市街地維持費については宮田ら³⁾の研究を基に、道路・公共上下水道・簡易水道・農業集落排水・合併処理浄化槽を推計対象とする。その計算式を式(4)で表す。

$$cost = \sum_r f_r p_r \quad (4)$$

ここで、 r ：インフラの種類、 f_r ：インフラ r の単位量当りに必要な費用、 p_r ：集落におけるインフラ r の存在量。

(2) 実際の都市への適用

a) 松阪市・多気町の概要

研究の対象地域は三重県松阪市と多気町(図2)とする。2005年1月に旧松阪市と嬉野町、三雲町、飯南町、飯高町が合併し、現在の松阪市に至る。また多気町は2006年1月に旧多気町と勢和村が合併した。両市町ともに中山間地域を中心に人口減少・高齢化が進み、財政難を抱えており、本研究の背景となる問題を抱えた地域の代表例である。

b) GAへの適用

対象地域において、居住地区とQOLの評価ができない地区を除くと、撤退・集結の対象となる地区は中山間地域で70地区、都市地域で214地区である。(ここで地区の単位は大字とする)GAに用いる1個体の遺伝子配列の長さを284とし、1地区を1遺伝子に対応させる。遺伝子の表示パターンは0, 1, 2の3パターンであり、0は「現状維持地区」、1は「撤退地区」、2は「集結地区」と定義する。各個体の遺伝子配列に従い個体の評価値を算出し、パレート解を生成する。

本研究では居住地集約に伴い、新たにインフラ整備することはせず、集結地区に選定された場合でも既存のインフラ設備で対応できると仮定する。

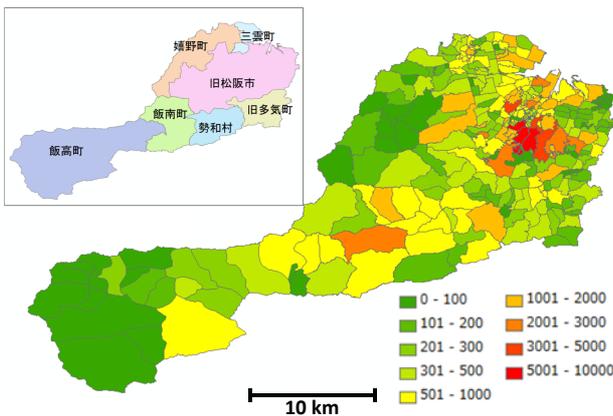


図2 三重県松阪市・多気町の概要
(旧市町村の構成と人口分布)

c) 撤退・集結に要する費用

居住地集約に撤退・集結策を必要な費用を式(5), (6)に定義する。

$$COST_{Ti} = cost_{li} + cost_{hi} + cost_{fi} \quad (5)$$

$$COST_{Si} = \begin{cases} 0 & \text{人口容量以内の再集結の場合} \\ cost_{ni} & \text{人口容量以上の再集結の場合} \end{cases} \quad (6)$$

ここで、 $COST_{Ti}$ ：地区 i の撤退にかかる費用、 $cost_{li}$ ：地区 i 内の土地買収費、 $cost_{hi}$ ：地区 i 内の住宅補償費、 $cost_{fi}$ ：地区 i 内のインフラ撤去費用、 $COST_{Si}$ ：地区 i に集結するのにかかる費用、 $cost_{ni}$ ：新たに地区 i に整備するインフラ整備費。

本研究では、人口容量以内で集結を行うようモデル化しているため式(5)の $cost_{ni}$ については考慮しない。

土地買収費は、撤退地区における世帯数、地価と一世帯あたりの面積を基に算出する。地区における世帯数、一世帯あたりの面積については総務省における平成20年度「住宅・土地統計調査」を参考に算出する。地価については国土交通省の土地総合情報システムを参考に算出する。しかし、対象となる地区すべての地価は掲載されていない。そこで戸川ら⁴⁾の研究を参考に、国土交通省の土地総合情報システムに掲載されている地価とQOL指標における交通利便性との相関関係から一次近似を行い、これを基に他地区の地価を算出する。

住宅補償費については、総務省による過疎地域集落再編整備事業における補助金を参考とし、1戸当たり614万4000円とする。この補助金は、移転の円滑化に要する経費、団地造成費、移転先住宅建設等助成費、生活関連施設設備費、産業基盤施設整備費として補償される。

d) 最適化計算における制約条件

制約条件を式(7), (8)に示す。式(7)は人口に関する制約で、撤退地区の住民が必ずどこかの地区に集結できるよう設定する。

$$POP_{ni} \leq POP_{rc} \quad (7)$$

ここで、 POP_{ni} ：遺伝子によって撤退地区に決定した地区における人口の総和、 POP_{rc} ：遺伝子によって集結地区に決定した地区における受け入れ可能人数の総和。

$$(COST_b - COST_a) + R(COST_b - COST_a) \geq COST_m \quad (8)$$

ここで、 $COST_b$ ：施策を行わなかった場合における市街地維持費、 $COST_a$ ：施策を行った場合における市街地維持費、 R ：将来的な時間価値、 $COST_m$ ：施策費。

式(8)は撤退・集結費用に関する制約である。撤退・集結に要する施策費が、施策によって削減できる市街地維持費を上回る場合は、自治体は施策費分を回収することができないため、施策としての効用がないと判断できる。また施策を行った結果、削減できた市街地維持費の

将来的な時間価値を計上するために第2項を導入する。

(3) 公共施設設置における最適化計算

a) 施設設置地区の選定

本研究では中山間地域への公共医療施設の設置を想定し、最適化計算を行い、その影響について議論する。

坂本⁵⁾は、鳥取県中山間地域集落において、人口減少・高齢化が集落活動に及ぼす影響について分析し、中山間地域の住民が生活する上で持つ問題意識についてアンケートにより調査を行い、「人口集中地区」、「病院・診療所」までのアクセス時間が人口減少率と相関しているとした。

そこで中山間地域において「人口集中地区」であるが、「病院・診療所」までのアクセシビリティが低い地区に公共の医療施設を設置すると仮定する。図3に各地域における「健康・医療施設施設利便性」を示す。飯高町で低い値を示しており、飯高町の各地区の「健康・医療施設利便性」もすべて0.01未満である。

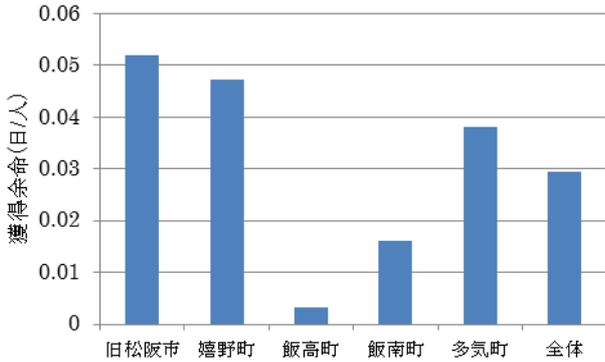


図3 「健康・医療施設利便性」の平均値

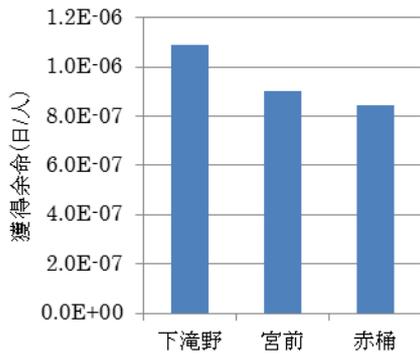


図4 飯高町内の3地区における一人あたりの「健康・医療施設利便性」

そこで飯高町を対象とし、人口500人以上で半径10km圏内の周辺住民数が5000人以上の地区を選出し、周辺人口が多く「健康・医療施設利便性」が低い地区を施設設置地区とする。図4は飯高町内の3地区における一人あたりの「健康・医療施設利便性」を示している。この結果から、飯高町が極めて低い値であることが見てとれ

る。そこで中央部の赤桶地区を施設設置地区とした検討を後に行う。設置によるQOL変化の対象地区は半径10km圏内とする。10km以上離れた地区からは移動が困難であり、施設による恩恵を受けないと仮定する。

b) 施設設置における数値計算

施設設置による「健康・医療施設施設利便性」の変化量の数値計算を加知⁶⁾の研究を参考に算出する。QOL指標の構成要素のうち、アクセシビリティは施設までの距離と自動車、鉄道、バスによる移動にかかる一般化費用と、個人の価値観から算出する(式(9), (10), (11))。

$$\begin{aligned}
 GC_{car} &= TV[yen/h] \times x[km] \div TS_{car}[km/h] + C_{car}[yen/km] \times x[km] + SC_{car}[yen] \\
 GC_{rail} &= TV[yen/h] \times x[km] \div TS_{rail}[km/h] + C_{rail}[yen/km] \times x[km] + SC_{rail}[yen] \\
 GC_{bus} &= TV[yen/h] \times x[km] \div TS_{bus}[km/h] + C_{bus}[yen/km] \times x[km] + SC_{bus}[yen]
 \end{aligned} \tag{9}$$

ここで、 GC_i : 移動手段 i による費用, x : 移動距離, TV : 時間価値, TS_i : 移動手段 i による旅行速度, C_i : 移動手段 i における単位距離移動費用, SC_i : 移動手段 i における初乗り運賃。

$$\begin{aligned}
 AC_{car} &= \exp(\alpha[1/yen] \times GC_{car}[yen]) \\
 AC_{rail} &= \exp(\alpha[1/yen] \times GC_{rail}[yen]) \\
 AC_{bus} &= \exp(\alpha[1/yen] \times GC_{bus}[yen])
 \end{aligned} \tag{10}$$

ここで、 AC_i : 移動手段 i によるアクセシビリティ, α : 距離逓減パラメータ。

$$AC = (AC_{car} + AC_{rail} + AC_{bus}) / 3 \tag{11}$$

以上の計算式に施設までの移動距離を代入することでアクセシビリティとする。ここで、自動車の単位距離移動費用と時間価値は、国土交通省道路局道路事業評価手法検討委員会第一回道路事業評価手法検討委員会参考資料5-6「時間価値原単位および走行経費原単位(平成15年価格)の算出方法」を参考に設定し、自動車の旅行速度は、国土交通省道路交通センサスを参考に設定する。鉄道とバスの初乗り運賃、単位距離移動費用、旅行速度は飯田市の実データより推定し、距離逓減パラメータは、長野県飯田市が行った飯田市街路交通調査(2004)のPTデータを用いて推定した重力タイプの分布交通量予測モデルのものを使用する。

施設までの移動距離について、加知⁶⁾はアクセシビリティを算出するに当たり500mメッシュ単位で算出し、それを地区単位に推計し直している。今回は最小単位が町丁目であるため、Google mapsの自動車ルート検索を用いて移動距離を算出し、これを施設までの移動距離とする。最後に、価値観は長野県飯田市のアンケートの調査結果から、「健康・医療施設利便性」の重みを用いる。

3. 結果と考察

(1) 各種指標の最適化計算結果

部分最適から得られた結果を表1に、全体最適から得られた結果を表2に示す。部分最適、全体最適ともに移転人数を比較すると、QOL重視の施策よりも市街地維持費重視の施策の方が多く、積極的に撤退・集結を行うといえる。また、部分最適のほうが移転人数が多くなる傾向があり、削減可能な市街地維持費も大きくなっている。この結果から、部分最適の方が費用対効果が高い移転を行えるといえる。

表1 部分最適による各種指標のシナリオ比較

項目	施策前	QOL重視	維持費重視	バランス重視
QOL値(日/人)	0.376	0.391	0.383	0.387
市街地維持費(百万円/年)	7908	7786	7699	7733
施策費(百万円)		1221	1674	1316
削減可能維持費(百万円)		611	1047	876
移転人数(人)		1446	2086	1976

表2 全体最適による各種指標のシナリオ比較

項目	施策前	QOL重視	維持費重視	バランス重視
QOL値(日/人)	0.376	0.395	0.384	0.390
市街地維持費(百万円/年)	7908	7809	7757	7778
施策費(百万円)		1109	1381	1260
削減可能維持費(百万円)		494	756	651
移転人数(人)		1453	1732	1620

(2) 部分最適および全体最適における撤退・集結地区と評価指標の変化

a) QOL重視施策の最適化計算結果

部分最適における QOL 重視の施策で選定された撤退・集結地区を図5に示す。撤退地区は中山間地域で4、都市地域で2となり、集結地区は中山間地域で8、都市地域で7となった。また QOL 値(獲得余命)は全体平均で 0.376 日/人、撤退地区平均で-0.927 日/人、集結地区平均で 0.485 日/人となった。

全体最適における QOL 重視の施策で選定された撤退・集結地区を図6に示す。撤退地区は中山間地域で1、都市地域で3となり、集結地区は中山間地域で0、都市区域で5となった。また QOL 値は全体平均で 0.376 日/人、撤退地区平均で-1.316 日/人、集結地区平均で 0.811 日/人となった。

b) QOL 重視施策における撤退・集結を促進する要因

撤退地区から集結地区への移転による QOL の各要素

から得られる獲得余命を比較すると、部分最適では「地震危険性」で 0.127 日/人、「浸水危険性」で 0.971 日/人となった。一方、全体最適では「地震危険性」で 0.218 日/人、「浸水危険性」で 1.385 日/人となり、他の要素と比べて高い値を示している。

QOL を重視する場合、災害安全性の低い地区から高い地区への移転が主要な要因であり、特に全体最適の場合は、相対的に中山間地域は災害安全性が低いことから、大規模ではないが中山間地域から都市地域への移転が最適になった。

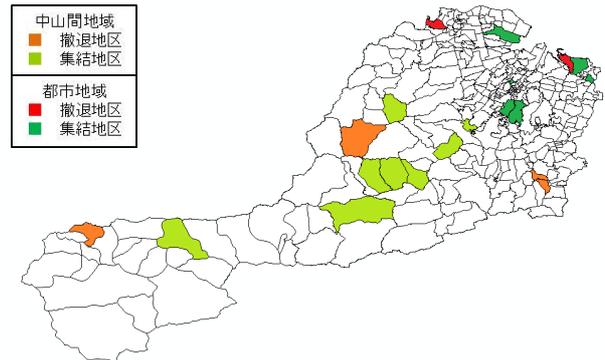


図5 部分最適における撤退・集結地区

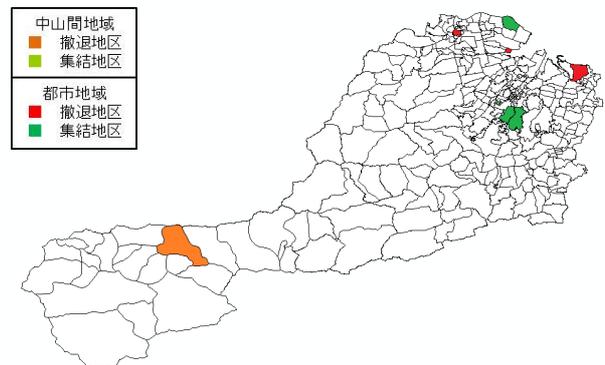


図6 全体最適における撤退・集結地区

c) 市街地維持費重視施策の最適化計算結果

部分最適における市街地維持費重視の施策で選定された撤退・集結地区を図7に示す。撤退地区は中山間地域で4、都市地域で6となり、集結地区は中山間地域で12、都市地域で7となった。また QOL 値は全体平均で 0.376 日/人、撤退地区平均で 0.072 日/人、集結地区平均で 0.596 日/人となった。

全体最適における市街地維持費重視の施策で選定された撤退・集結地区を図8に示す。撤退地区は中山間地域で2、都市地域で4となり、集結地区は中山間地域で3、都市地域で11となった。また QOL 値は全体平均で 0.376 日/人、撤退地区平均で-0.036 日/人、集結地区平均で 0.675 日/人となった。

d) 市街地維持費重視施策における撤退・集結を促進する要因

撤退地区をみると、地価が低い地区が選ばれる傾向にあった。これは式(4)に示すように、地価は土地買収費として施策費に組み込まれている。地価が低ければ土地買収費が安くすむため、施策費用を抑制することができる。また同一地区内で集落が分散するなどインフラ設備が過度な地区が撤退地区として選定された。相対的に人口に対してインフラ設備が過度な地区では一人あたりのインフラ維持費が高くなるため、撤退による削減効果が大きく得られたためであると考えられる。

市街地維持費を重視する場合、地価が低く、インフラ設備が過度な地区からの撤退が市街地維持費削減につながるという。また、全体最適であっても、地価が低く、かつ利便性の高い地域は集結地区に選定されることがわかった。

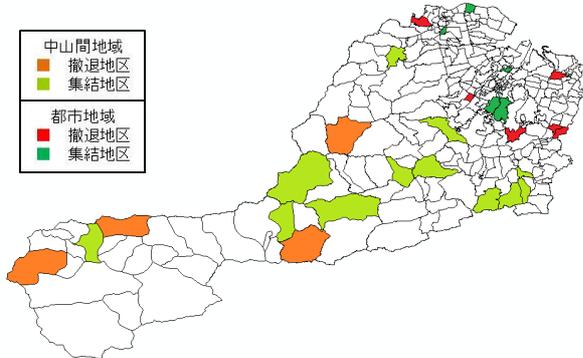


図7 部分最適における撤退・集結地区

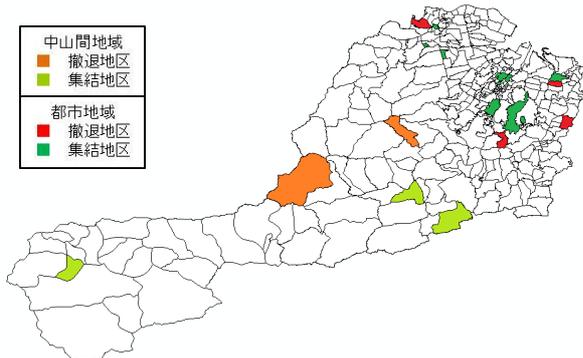


図8 全体最適における撤退・集結地区

e) QOLと市街地維持費のバランス重視施策の最適化計算結果

部分最適におけるバランス重視の施策で選定された撤退・集結地区を図9に示す。撤退地区は中山間地域で4、都市区域で5となり、集結地区は中山間地域で13、都市区域で13となった。またQOLは全体平均で0.376日/人、撤退地区平均で-0.364日/人、集結地区平均で0.511

日/人となった。

全体最適におけるバランス重視の施策で選定された撤退・集結地区を図10に示す。撤退地区は中山間地域で1、都市地域で2となり、集結地区は中山間地域で0、都市地域で7となった。またQOL値は全体平均で0.376日/人、撤退地区平均で-0.642日/人、集結地区平均で0.763日/人となった。

f) QOLと市街地維持費のバランス重視施策における撤退・集結を促進する要因

撤退地区から集結地区への移転によるQOLの各要素から得られる獲得余命を比較すると、「浸水危険性」などの災害安全性の項目において高い値がみられた。また集結地区をみると、人口が集中している地区であった。これは人口が集中地区ではインフラ整備が進んでおり、一人あたりのインフラ維持費が比較的安く、かつQOL値も高いためであると考えられる。部分最適においては、QOL向上目的で人口集中地区が、市街地維持費削減目的で市街地維持費用の削減効果の大きい地区が選定される傾向がみられた。全体最適の結果はa)QOL重視の施策のケースと同様、中山間地域から都市地域へ移転する結果となった。この結果は、全体最適において、中山間地域内での撤退・集結を促進するためには、QOL指標よりも、市街地維持費用の削減に重きをおいたシナリオが有効であることを示唆している。

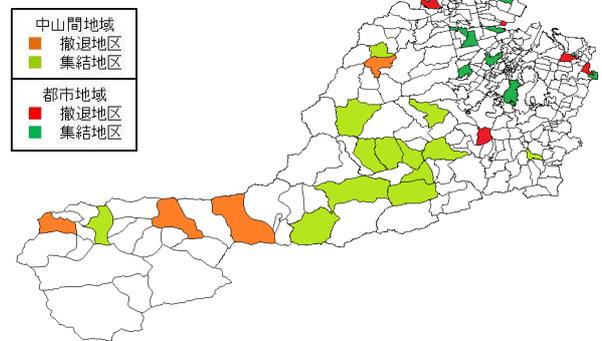


図9 部分最適における撤退・集結地区

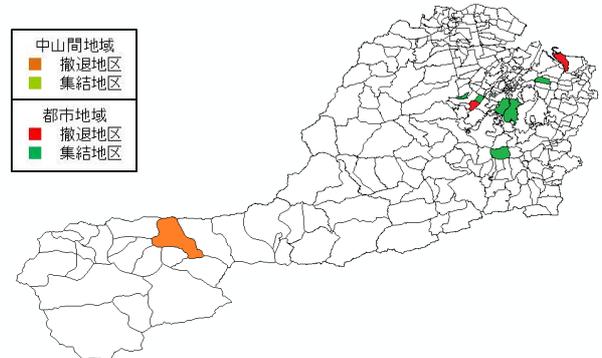


図10 全体最適における撤退・集結地区

(3) 施設設置を想定した最適化計算結果

a) 施設設置によるQOL値の変化

飯高町赤桶へ公共医療施設を移転することを想定した上で、中山間地域内で撤退・集結策を講じると想定する。まず、施設移転に伴うQOLの変化を示すため、施設設置前後の「健康・医療施設利便性」をそれぞれ図11、12に示す。設置前では西に行くほど低く、中山間地域が都市地域と比べ、低いことがわかる。施設設置により、都市地域郊外と同程度まで健康・医療施設利便性が向上しているのがわかる。

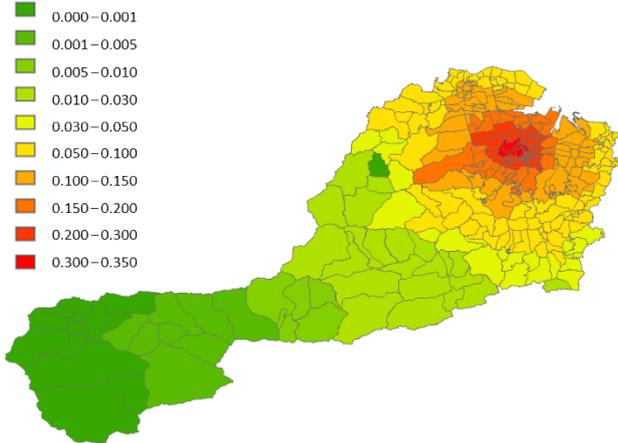


図11 施設設置前の「健康・医療施設利便性」

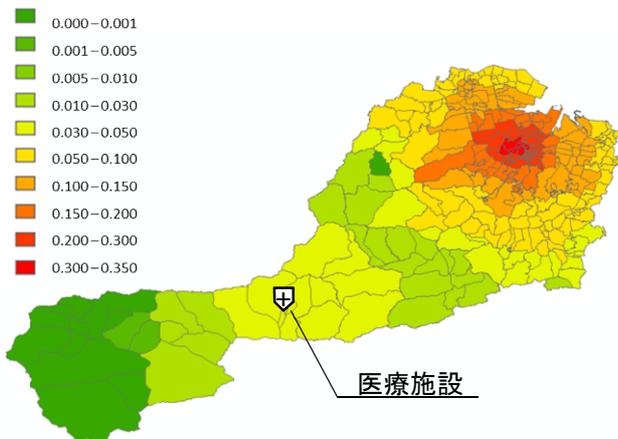
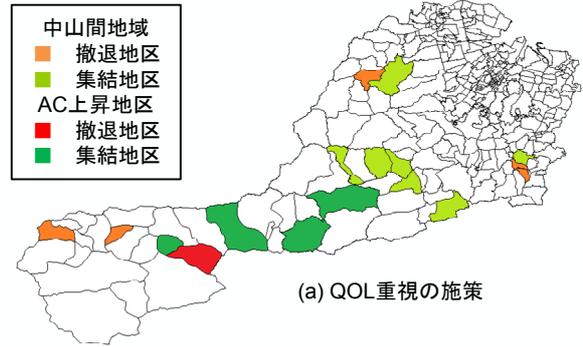


図12 施設設置後の「健康・医療施設利便性」

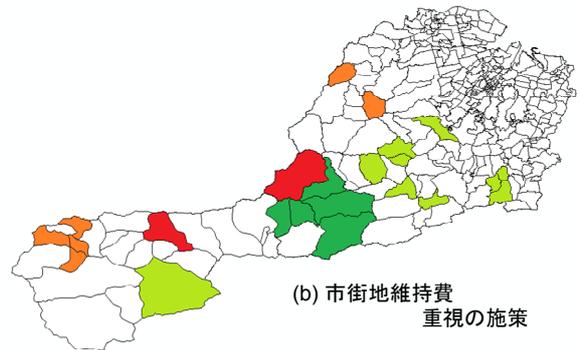
b) 部分最適における撤退・集結地区と評価指標の変化

部分最適における施設設置後の最適化計算結果を図13に示す。QOL重視の施策では撤退地区6、集結地区11、市街地維持費重視の施策では撤退地区8、集結地区17、バランス重視の施策では撤退地区6、集結地区15となった。施設設置によりQOL値が上昇した地区に着目すると、QOL重視の施策では撤退地区1に対して集結地区4、市街地維持費重視の施策では撤退地区2に対して集結地区5、バランス重視の施策では撤退地区1に対して集結地区6となり、集結地区に選ばれやすくなった。施設設置前は旧松阪市、旧多気町など比較的都市域

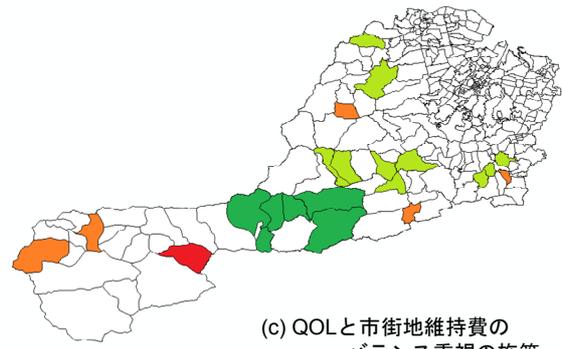
に近い地区が集結地区に選ばれていたが、施設設置後は飯高町、飯南町からも集結地区が選定されるようになった。



(a) QOL重視の施策



(b) 市街地維持費重視の施策



(c) QOLと市街地維持費のバランス重視の施策

図13 部分最適における撤退・集結地区 ((a)QOL重視, (b)市街地維持費重視, (c)バランス重視)

表3に施設設置前後における各施策ごとのQOL値および維持費の変化率を示す。各施策において、施設設置後の方がQOL値変化率、維持費変化率が高い数値を示している。今回施設設置先となった飯高町赤桶付近は中山間地域平均に比べ、一人あたりの維持費が低く、人口は多い地区となっている。施設設置により、飯高町赤桶付近の地区のQOLが向上し、集結を促したと考えられる。以上の結果から、部分最適においては、施設を設置することにより、中山間地域内で市街地維持費の削減と住民のQOLの向上の両方を実現しつつ、撤退・集結を促進できるといえる。

表3 施設設置前後における各施策の結果

項目	QOL 値 変化率	維持費 変化率
設置前 QOL 重視	16.00%	2.35%
設置後 QOL 重視	19.00%	3.05%
設置前 維持費重視	0.20%	4.57%
設置後 維持費重視	3.80%	6.14%
設置前 バランス重視	9.60%	3.76%
設置後 バランス重視	14.50%	4.11%

c) 全体最適における撤退・集結地区と評価指標の変化

全体最適の結果、人口減少による居住地区の自然減に伴う撤退を除いては、撤退・集結地区を導出することはできなかった。このことは、施設設置により周辺の地価が上昇したため、「追加的な予算措置を講じない」という枠組みの中では有効な撤退・集結策を実施できないことを示している。

4. 結論

本研究では三重県松阪市、多気町を対象に、地区毎に市街地維持費の削減と、住民の QOL の向上の観点から、多目的遺伝的アルゴリズムによる最適化計算により、撤退地区および集結地区を選定した。中山間地域と都市地域を分けて考えた部分最適、全区域を一括して対象とした全体最適を行い、得られるパレート解から ①QOL 重視の施策、②市街地維持費重視の施策、③QOL と市街地維持費の両方を考慮したバランス重視の施策、の居住地区の変化について考察した。また中山間地域内で公共の医療施設を設置する場合の効果を検討した。部分最適の結果から、QOL 向上には災害安全性の低い地区から高い地区への移転が、市街地維持費削減には地価が低く、インフラ設備が過度な地区からの撤退が効果的であるとわかった。全体最適の場合でも、必ずしも中山間地域から都市地域への移転が促されるわけではなく、市街地維持費用の削減を重視した場合に、中山間地域内での移転

が促進されることがわかった。

また、公共医療施設の移転を想定して、交通利便性の構成要素である健康・医療施設利便性を再計算し、最適化計算を行った結果、中山間地域において、市街地維持費を削減しながら住民の QOL を向上させることができたことがわかった。このことは本手法が、公共施設の移転と集落・居住地の撤退・集結策を同時実施することの有効性を評価する際に有用であることを示しており、撤退・集結策を含む施策立案に利用可能であると期待される。また、多目的遺伝的アルゴリズムでは制約条件内で複数の解を算出することができるため、実際の施策検討の際に、複数ある評価指標の重みを変化させた撤退・集結シナリオを提案することができ、多面的な視点から、撤退・集結策を議論することができるといえる。

参考文献

- 1) 大野晃：山村環境社会学序説，社団法人農山漁村文化協会，pp.298，2005.
- 2) 加知範康・山本哲平・川添豊・加藤博和・林良嗣：市街地拡大抑制策評価のための市街地維持コスト推計システムの開発，土木計画学研究・講演集，Vol.36，CD-ROM，2007.
- 3) 宮田将門，加藤博和，林良嗣，川合紀寿：中山間地域における集落再編策検討のための QOL 指標・インフラ維持費用評価手法，土木計画学研究・講演集，Vol.44，CD-ROM(P42)，2011.
- 4) 戸川卓哉，加藤博和，林良嗣：都市域における住宅地価と QOL 指標との関係分析，社団法人日本不動産学会平成 21 年度秋季全国大会（第 25 回学術講演会）論文集，pp.79-84，2009.
- 5) 坂本誠：鳥取県における中山間地域問題，国際交通安全学会，Vol.34，pp.58-67，2009.
- 6) 加知範康：市街地の社会的価値評価の方法論とその撤退・再集結計画への適用，名古屋大学大学院環境学研究科博士論文，2007.

Evaluation of Consolidation Scenario of Settlements in Hilly and Mountainous Area by Optimization of QOL Indicator

Takahiro MIZUNO, Masahiro NAGAO, Masato MIYATA,
Hirokazu KATO, Mitsuru SANNO