

さいごに生き残る都市を考える

ーローカスケールにおける環境バランスの視点からー

A city to subsist for the longest time

: From a viewpoint of the environmental balance in a local scale

小田佳代子*・陳鶴*・谷口守**

Kayoko Oda*・He Chen*・Mamoru Taniguchi**

In future, with the increasing importance of sustainability and progress of the decentralization, independence in environmental asset will become an issue for the local government. A city that is able to balance human activity and environmental asset in particular area may have a possibility to be “a city to subsist for the longest time”. This study is made to quantitatively indicate the cities’ present state and potential improvement of environmental balance, with the Ecological Footprint. The object is local central cities. As a result, it is revealed that most cities could not achieve the complete environmental balance. In addition, it is shown that some cities are able to be “a city to subsist for the longest time” by environmental load reduction measure in a view point of self-sufficient.

Keywords: Sustainability, Local central city, Ecological Footprint, Environmental balance

持続可能性, 地方中心都市, エコロジカル・フットプリント, 環境バランス

1. 背景

2011年には大気中の二酸化炭素濃度が390.5ppmを超えるなど¹⁾, 地球環境をめぐる諸指標の多くは悪化を続け, 気候変動にも既にその影響があらわれている。また, 原油価格の乱高下などをはじめとし, 諸資源をめぐる状況も厳しさを増している。これら環境や資源をめぐる諸条件が厳しくなることによって, 人間の可住域(エクメーネ)も少なからぬ影響を受けるようになっている。特に外部に多くを依存している地域では, これらの条件変化がその存立可能性に及ぼす影響も当然大きくなるものと考えられる。一つの極論であるが, 各地域が自ら必要とする環境資源を, 自らの地域内での地産地消でカバーできているのであれば, そもそもこのような外部不経済を周囲に発生させることはないといえる²⁾。したがって, 自らの地域内での地産地消でカバーできる量を把握することは, 地域の計画において非常に重要なことであり, 同時に, それに見合った生活ができていくかどうかということが持続可能性を端的に示すといえる。個人の生活の見直しは持続可能性の向上を検討するうえで必要不可欠であり, それは環境基本法等の主要な環境政策の中でも提起されている。

一方, わが国においては地方分権が積極的に進められており, 同時に各市町村がそれぞれの計画にビジョンと責任を持つことが求められるようになってきている。ちなみに, 以前ある地方中核都市のビジョン策定において, キャッチフレーズとして「ホタルの舞う地方中核都市」という案が出された。このような案が出されると言う事は, そもそもその地方中核都市には豊かな環境資源が存在するということの証であり, 上記した地産地消能力が高いものと類推される。すなわち, グローバルな環境・資源問題がより深刻化した際に, その市町村の範囲内だけで「生き残れるか」という命題が出された場合, それに応え得る可能性が相対的に高いと考えられる。一方, 実際にはこのキャッチ

フレーズ案は最終的に却下されることになる。その理由は「田舎っぽい感じがする」というものであった。都市活動によって生じる環境負荷とその環境負荷を吸収する力とのバランスを各市町村で考えた場合, 現状ではむしろバランスの取れた市町村の方が「都市化していない」という理由で評価が低いのである。

この例から, 市町村を評価する価値観として, 「環境」が必ずしもその重要性に相応しい扱いを受けていないことがわかる。環境資源の逼迫を鑑みれば, 今後の市町村にとっては「環境」を支配的な要素とする評価軸が必要ということになる。これは, 「持続可能な社会」の考え方自体を見直す議論に照らしても, 今後必要な検討だ。国際的な場においても, 従来, 経済, 社会, 環境は持続可能な社会を支える同列の柱として説明されてきたが, 近年, 「環境という土台があつてこそ社会が成り立ち, その上に経済が成り立つ」と認識を改めるべきとする提言がなされている³⁾。

こうした考え方に合致する指標の検討もなされている。例えば, 倉阪ら(2007)⁴⁾の提唱するエネルギー需要と食料需要を区域内で賄える区域を「永続地帯」とする概念や, 佐藤ら(2012)⁵⁾による, 既存の人間開発指数に対し, 持続的発展に係る「生存に関わる価値」として物質・エネルギー循環を取り入れた「生存基盤指数」などは環境に重きを置いた指標である。しかし, こうした検討も個人の生活と環境とを結びつけるものとはなっていない。

以上を踏まえると, 今後の市町村の「生き残り」を議論する際には, 生活にともなう環境負荷とそれを吸収する力とのバランスを可視化する指標が必要だといえる。これを満たすのがエコロジカル・フットプリント(以下EF)指標である。この指標は, 「ある一定の人口あるいは経済活動を維持するための資源消費量を生み出す自然界の生産力, および廃棄物処理に必要とされる自然界の処理吸収能力を算定し, 生産可能な土地面積に置

* 非会員 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 (University of Tsukuba)

**正会員 筑波大学システム情報系 (University of Tsukuba)

き換えて表現する計算ツール」(Wackemagel & Rees, 2004)⁹⁾である。このツールを用いて、環境負荷を EF として、また、環境負荷を吸収する力をバイオキャパシティ (以下 BC) と呼ぶが、この BC についても土地面積として換算することで、両者のバランスを可視化することが可能となる。なお、この BC が EF を十分吸収できる状況を「環境バランス」が達成されていると考える。

上記より、本検討では、個人の生活にともなう EF と BC との現況を定量評価する。そして、EF について個人の生活の見直しによる削減シナリオを設定し、潜在的な改善可能性を加味した環境バランスを可視化する。これにより、市町村の範囲内だけで「生き残れるか」という命題に応える評価を試みる。

個人の生活の見直しについてはシナリオ分析を行うが、その強度の設定においては陳ら (2014)⁷⁾の行った環境配慮行動と意識についてのアンケート調査結果に基づき、より地に足の着いた評価を試みる。

また、対象は「21 世紀の国土のグランドデザイン」⁸⁾の中で、多自然居住地域の拠点として位置づけられる地方中心都市、38 都市とする。地域の持続可能性を考慮する際、人間活動が集中し BC に乏しい都心や、逆に BC は豊富だが人間活動の基盤存続が危ぶまれる中山間地域において困難であることが容易に推測される。その中間として位置づけられる地方中心都市における検討がより必要であると考えられるためである。

2. 既存研究

EF 指標を用いた各地域の持続可能性評価は国、市町村、集落レベルに至るまで、多くの研究が蓄積されている。各国の EF 指標値の算出レポートが WWF によって発行されているほか⁹⁾、谷口ら(2004)¹⁰⁾による都道府県単位の算出、清岡ら(2005)¹¹⁾や陳ら(2014)¹²⁾による市町村・地区レベルの評価等、多様なスケールでの研究が行われている。

個人の生活と環境負荷についての研究も、多くなされてきている。James ら (2003)¹³⁾はテムズゲートウェイを対象に、家庭のエネルギー利用や、生活基盤、ライフスタイルによる CO₂ 排出について、4 段階の強度を任意に設定し CO₂ 排出減少のシナリオ分析を行い、その結果を EF 指標で表している。また、国内においても、藤野ら (2007)¹⁴⁾や立花ら (2010)¹⁵⁾など、将来の社会状況や、既存の環境技術の改良・普及の強度を任意に設定し、削減量を推定する研究がなされている。個人の生活へ目を向けると、野村ら (2001)¹⁶⁾による世帯の構成員年齢による家庭部門のエネルギー消費についての考察や、森田ら (2014)¹⁷⁾による家族構成変化と住宅性能向上による世帯起源の CO₂ 排出量の変化を推計するデータベース作成、山本ら (2012)¹⁸⁾によるアンケートに基づくライフスタイル分類ごとの食料品購買時の環境意識や日常生活活動に関連する CO₂ 総排出量の算出などの研究が見られる。

EF の算出事例は国レベルから地区レベルまであり、個人の消費生活に焦点をあて改善可能性を提示する研究も存在するものの、強度設定が任意であるなど、改良の余地があるといえる。

また、国内において個別の改善行動と CO₂ 削減効果を示す研究は多くなされているが、BC とのバランスを考慮した持続可能性についてまで言及している研究は十分なされていない。

3. 使用データと分析手法

3-1. EF 指標計算手法

EF 指標の計算手法については、市町村の評価が可能であり、対象とする自治体内に居住している人々の個人消費に着目して EF 指標を算出することができる Ujihara-Taniguchi Model (以下 UT モデル)¹⁹⁾を使用して計算する。この UT モデルによる計算が、個人の生活と都市の持続可能性を結び付けて分析しようとする本検討に最適である。なお、モデルに使用されている統計については入手できる最新のものに更新し計算している。

UT モデルの計算は、EF と BC とで構成されており、それぞれ下記の要素の総和として計算される。要素ごとの計算手法は氏原ら(2010)¹⁹⁾に詳述されている手法を用いる。EF を式 (3.1) に、BC を (3.2) に、環境バランスを達成できているかの指標となる環境負荷超過率 r を式 (3.3) にそれぞれ計算式を示す。なお、本検討での EF と BC は、それぞれに計測上の限界を有するため、「環境バランスの達成」は本検討での前提のもとでの議論という点に注意が必要である。

$$EF^k = \sum_{x=1}^5 EF_{dx}^k \quad (3.1)$$

EF_1^k : 食料、動物飼料、衣料の為の作物生産に必要となる耕作地

EF_2^k : 食肉、牛乳、毛糸の為の動物に必要となる牧草地

EF_3^k : 製紙材料を採取するための森林地

EF_4^k : 都市的な活動を提供するために必要な土地

EF_5^k : 排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地 (民生家庭、交通)

$$BC^k = \sum_{x=1}^3 BC_{dx}^k \quad (3.2)$$

BC_1^k : 自治体 k の森林地面積²⁰⁾

BC_2^k : 自治体 k の耕作地面積²¹⁾

BC_3^k : 自治体 k の牧草地面積²⁰⁾

$$r = EF/BC \quad (3.3)$$

3-2. 環境負荷超過率改善シナリオの設定とその計算手法

EF 指標の観点からみると、「持続可能性」向上の方策には大きく分けて、EF の削減と、BC の増加が考えられる。その内、個人の生活の範囲で普遍的に可能であると考えられるのは EF の削減である。

その EF の削減において、個人の生活の範囲で改善行動の及ぶ

項目として「電力使用」, 「食生活」, 「自家用車利用」についてそれぞれ, 「住宅用太陽光発電の導入」「交通の自家用自動車から公共交通への転換」「国産品選好による海外輸入食料品輸送の減少」における CO₂ 排出の減少を想定しシナリオ分析を行う。

シナリオの基本的な考え方としては, それぞれの削減項目の母数である物理的な削減ポテンシャルのうち, どの程度の削減が実現されるのかを加味し, 潜在的な削減量とする。物理的な削減ポテンシャルについては, 公開統計を用いて推計する。どの程度削減が実現されるかという点については, 陳ら (2014)⁷⁾ のアンケート調査に基づく生活グループごとの環境配慮行動に対する意識を以て強度設定を行う。(3.4) ~ (3.8) にそれぞれシナリオの計算式を示す。また, 各シナリオにおける生活グループ毎の強度設定については, 3-2-4 に示す。なお, 本検討における人口データは平成 22 年国勢調査都道府県別集計²²⁾に基づいている。

3-2-1. 住宅用太陽光発電の導入

太陽光発電は, その発電過程において CO₂ を排出しない。したがって, 既存の CO₂ 排出をともなう電力使用を, 太陽光発電に代替した場合, 増加した太陽光発電量に応じて CO₂ 排出が削減される。そして, CO₂ 排出量が削減された分だけ, 吸収するために必要な森林地として計上されていた EF が減少する。これを以下, 太陽光シナリオと呼ぶ。

住宅用太陽光発電の導入には, 設置に必要な面積, 設置に必要な耐震基準を満たしているかどうか, という物理的な制限を考慮しなくてはならない。標準的な住宅用太陽光発電設備の設置に必要な面積²³⁾を有しているかどうかについては, 「平成 22 年国勢調査 建て方, 延べ床面積階層別戸数」²²⁾, 「平成 20 年住宅・土地統計調査 建て方, 建築面積階層別戸数」²⁴⁾によって判断する。また, 耐震基準を満たしているかどうかについては, 「平成 20 年住宅・土地統計調査 建て方, 建築時期階層別戸数」²⁴⁾から建築時期が昭和 56 年以降²⁵⁾である戸建数の割合を算出することにより判断する。以上の条件を満たす住宅を導入可能戸数とする。この日射量等の条件については, 太陽光発電協会のまとめる都道府県別年間予想発電量²⁶⁾を用いる。そして, 住民の太陽光発電施設の導入意向についてのアンケート調査結果を強度設定として用いる。

$$EF_{cut.solar.pot.}^k = \frac{H_{area}^k \cdot r_q^k \cdot S \cdot E_{year}^k \cdot r_e^k}{r_s} \quad (3.4)$$

$EF_{cut.solar.pot.}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量の物理的限界量[ha]

H_{area}^k : 都市 k の導入可能戸数[戸]

r_q^k : 都市 k の一戸建て住宅における建築時期が昭和 56 年以降である割合

E_{house}^k : 都市 k における一戸当たりの年間予想発電量[kWh/戸・year]

S : 住宅一戸あたりの住宅用太陽光発電設備における標準的な導入システム容量[kW/戸]

E_{year}^k : 都市 k のシステム容量 1kW 当たり年間予想発電量[kWh/kW・year]

r_e^k : 都市 k における電力事業者の調整後排出係数[t-CO₂/kWh]²⁷⁾

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率[t-CO₂/ha]

$$EF_{cut.solar}^k = \sum_{j=1}^6 \left(\frac{p_j^k}{p_s^k} \cdot r_j^{solar} \cdot EF_{cut.solar.pot.}^k \right) \quad (3.5)$$

$EF_{cut.solar}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量[ha]

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口[人]

p_s^k : 都市 k におけるシナリオ人口[人]

r_j^{solar} : 生活グループ j の潜在設置率

$EF_{cut.solar.pot.}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量の物理的限界量[ha]

3-2-2. 交通の自家用自動車から公共交通への転換

輸送量当たりの CO₂ 排出量は自家用自動車よりもバスや鉄道のほうが少ない²⁸⁾。自家用自動車による移動を徒歩や自転車, 公共交通で代替した分だけ, CO₂ 排出量は削減可能といえる。したがって, 本研究では自家用自動車による移動のバスへの転換を仮定し, その CO₂ 排出量削減による EF 削減量を分析する。これを以下, 交通転換シナリオと呼ぶ。

対象都市の自家用自動車の利用量を把握したうえで, 公共交通への転換による CO₂ 減による EF 削減について, どの程度強度が見込めるかを検討する。平成 22 年全国都市交通特性調査²⁹⁾及び平成 22 年度道路交通センサス³⁰⁾を用いて, 自家用自動車による利用量を把握し, それを平成 21~25 年家計調査³¹⁾の都市階級別ガソリン消費量の平均によって重みづけし自家用自動車の利用量を推計する。そして, 「自家用自動車の利用を減らす際に, 公共交通への転換が選択肢になるかどうか」という意識について, アンケート調査結果から強度設定として用いる。

$$EF_{cut.car.pot.}^k = \frac{(r_a - r_b) \{ \sum_{m=1}^w (a_m^w \cdot r_c \cdot t_c \cdot v \cdot day^w) + \sum_{m=1}^h (a_m^h \cdot r_c \cdot t_c \cdot v \cdot day^h) \}}{r_s} \quad (3.6)$$

$EF_{cut.car.pot.}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量の物理的限界量[ha]

d : 一日当たり・一人当たりの平均旅行距離[km/人・day]

a_m^w : 平日における目的 m のトリップ生成原単位[トリップ/人・day]

a_m^h : 休日における目的 m のトリップ生成原単位[トリップ/人・day]

r_c : 自動車分担率

t_c : 自動車 1 トリップ当たりの所要時間[min]

v : 自動車の平均旅行速度[km/min]

day^w : 平日日数[day]

day^h : 休日数[day]

r_a : 自家用自動車の輸送量当たりの CO₂ 排出量[g-CO₂/人・km]

r_b : バスの輸送量当たりの CO₂ 排出量[g-CO₂/人・km]

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率[t-CO₂/ha]

$$EF_{cut.car}^k = \sum_{j=1}^6 \left(\frac{p_j^k}{p_s^k} \cdot r_j^{car} \cdot EF_{cut.car.pot.}^k \cdot r_g^k \right) \quad (3.7)$$

$EF_{cut.car}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量[ha]

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口[人]

p_s^k : 都市 k におけるシナリオ人口[人]

r_j^{car} : 生活グループ j の目的別潜在交通転換率

$EF_{cut.car.pot.}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量の物理的限界量[ha]

r_g^k : 全国を 1 とした時の都市 k の規模別ガソリン購入量比

3-2-3. 国産品選好による海外輸入食料品輸送の減少

海外輸入食料品は同じ国産食料品と比べた際に、輸送にかかる CO₂ 排出が大きい。したがって、海外輸入食料品の消費を国産食料品に代替した際には、その量と生産国との距離に応じた CO₂ 排出量が削減される。これに応じた EF 削減量を分析する。これを以下、国産品選好シナリオと呼ぶ。

具体的には、品目別の消費量と自給率から海外輸入食料品消費について削減余地を推定し、海外輸入食料品輸送にかかる CO₂ 減による EF 削減について、どの程度の強度が見込めるかを検討する。品目別の平均年間消費量は、平成 24 年国民健康・栄養調査³²⁾から、海外輸入食料品の輸送にかかる CO₂ については平成 25 年貿易統計³³⁾、及び CFP 算定用二次データ³⁴⁾より品目ごとに重量ベースの排出原単位を推計する。国産品選好度は、後述のアンケート調査結果による。

$$EF_{cut.food}^k = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{12} \left\{ f_i^k \cdot p_j^k (r_j^{food} - r_{suff.i}) \cdot r_{imp.i} \right\} / r_s \quad (3.8)$$

f_i^k : 都市 k における品目 i の平均年間消費量[kg/人・year]

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口[人]

r_j^{food} : 生活グループ j の国産品選好度

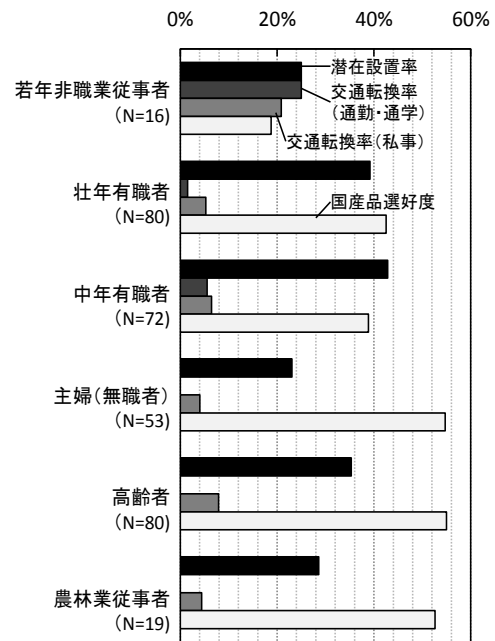
$r_{suff.i}$: 品目 i の自給率

$r_{imp.i}$: 品目 i の CO₂ 排出原単位[t-CO₂/t]

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率[t-CO₂/ha]

3-2-4. 生活グループごとの潜在的シナリオ実行強度の設定

生活の様態は、そのライフステージによって異なる。本検討では、陳ら(2014)⁷⁾の行った環境配慮行動と意識に関するアンケート調査及び、その結果に基づく生活グループの設定を参考に、生活グループごとの各シナリオにおける実現の強度設定



【図 1】 生活グループごと、シナリオごとの強度設定

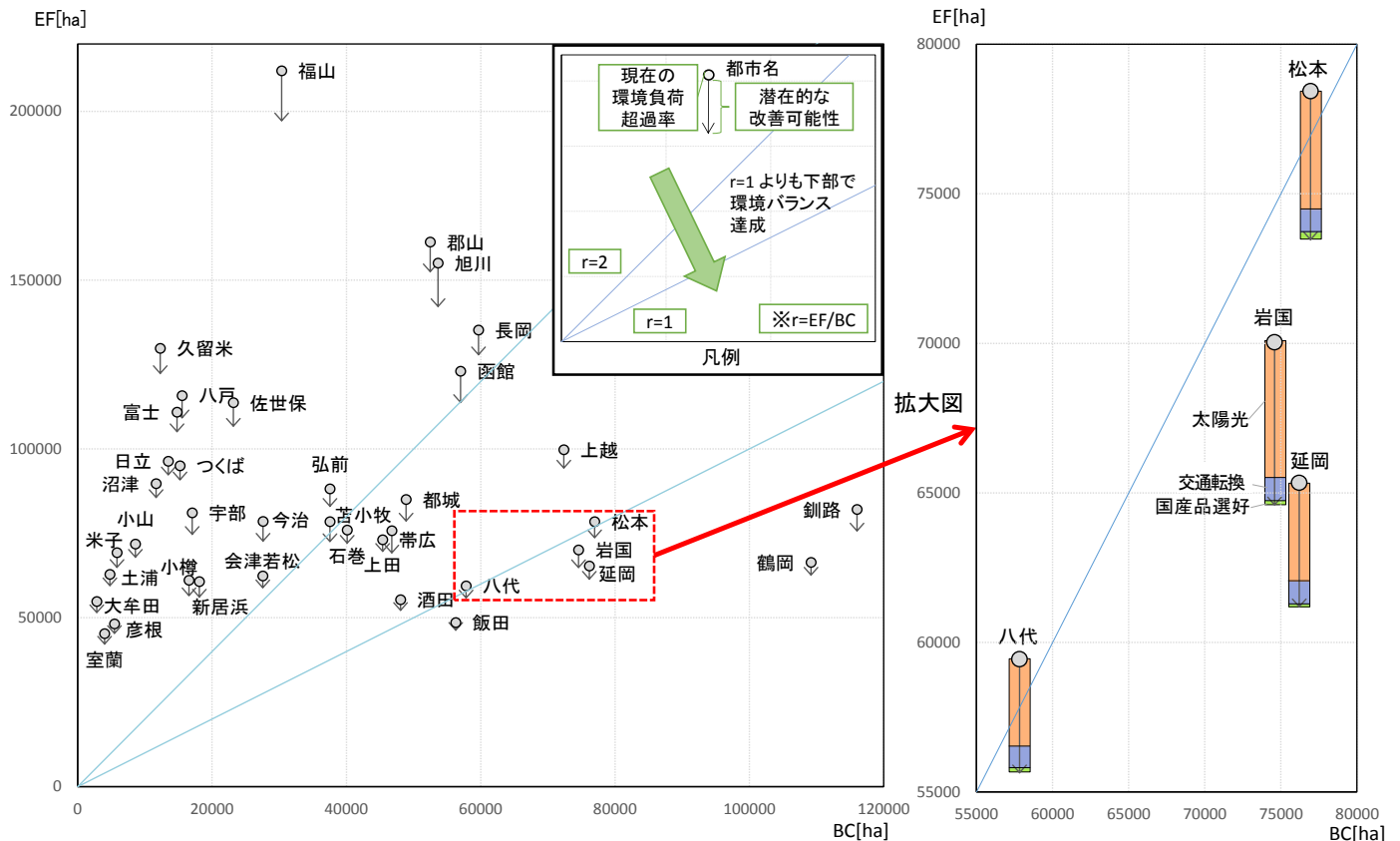
を行った。それぞれ、「今後住宅用太陽光発電を導入したい」「ガソリン価格高騰の際に自家用自動車の代わりに公共交通の利用を考慮する」「高くても海外輸入品よりも国産品を購入する」とする者の割合を「潜在設置率」「交通転換率」「国産品選好度」としている(図 1)。なお、この生活グループは職業と年齢によるものであり、国勢調査から広く得ることのできるごく基礎的な個人属性によって分類されている。したがって、対象都市の統計データより生活グループごとの人口を整理することで、その人口構成ごとに強度を適用した計算が可能となっている。

4. 地方中心都市の持続可能性の現在と潜在的な改善可能性

対象 38 都市の現在の環境負荷超過率と、潜在的な改善可能性の計算結果を表す散布図を図 2 に示す。具体的には Y 軸に各都市の EF, X 軸に BC をプロットしており、各都市のポイントより伸びる矢印の長さが、EF の潜在的な削減量となっている。傾き $r=1$ よりも下部にプロットされる都市が、地区内の BC に見合った生活を達成しており、計算上環境バランスを達成した都市といえる。検討対象とした都市群の動向が流星 (meteor) のように下部に流れる図となるため、便宜上この図をメテオグラムと名付けることにする。

また、図 2 右側は $r=1$ に近い 4 都市の 3 シナリオごとの潜在的改善量を示しているものである。傾き r の小さい都市ほど環境負荷超過率が小さく、地方中心都市のなかでも、環境負荷超過率が 0.59 (鶴岡) から 18.4 (大牟田) までと大きな差がでている。

この結果から、ほとんどの都市で十分に環境バランスが達成できていないことが示された。38 都市中で環境バランスを達成できているのは、釧路、鶴岡、岩国、延岡、飯田の 5 都市に留まっている。また松本、八代、酒田のように、環境負荷削減の



【図2】メテオグラムの作成を通じた「さいごに生き残る都市」の検討

対策次第では、環境バランスの達成を目指せる都市も見受けられた。

上記の都市の中でも例えば飯田は BC が最も小さく、潜在的な EF 削減量も小さい。一方で、釧路や鶴岡は BC も潜在的な EF 削減量も相対的に大きい。この前者と後者では今後の施策の展開における自由度が異なってくると考えられる。

また、 $r=1$ に近い 4 都市について、潜在的な EF 削減量 3 シナリオにおける内訳 (図 2 右側) を見ると、その構成に大きな差異は見られない結果となった。

5. 結論

本検討はメテオグラムという新たな表現手法の提案を通じ、粗いながらも環境バランスの視覚化を実現することで、分権化の進んだ地方自治体の持続可能性の吟味を行った。実際に各都市が孤立した場合にどう生き残れるかについては、本検討で考慮した要素にも影響を受けることは論を待たない。ただ、都市ごとにその環境自立性に責任を持つという観点から、簡便かつ新たな検討手法を提案できたものと考えている。

なお、本検討では、地方中心都市のなかでも、環境バランスを達成できている都市は 38 都市中 5 都市に留まっていること、また、環境負荷削減策によっては環境バランスの達成の可能性が潜在している都市も存在していることが示された。都市間には大きな差が存在していることが判明した点も一つの成果である。

現時点ではメテオグラムにおいて縦方向 (EF) の改善しか検

討できておらず、横方向 (BC) の改善をも考慮できるようにすることが緊急の課題である。各都市の土地利用特性に応じて、流れる方向性が多様化する流星雨が観察されることが期待でき、それに伴って都市ごとの対応する政策談義も幅広い展開が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) IPCC 編. 国土交通省気象庁訳. IPCC 第 5 次評価報告書. <http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/index.html>. 最終閲覧 2015.1. 谷口守, 伊勢晋太郎, 陳鶴, 村上曉信. 環境・バランスエリアの創世に関する試論—茨城県を対象としたケーススタディー. 土木学会論文誌 D3. 2014, vol.70, no.5 (土木計画学研究・論文集, vol.31), p.93-102.
- 2) Griggs, David, Mark Stafford-Smith, Owen Gaffney, Johan Rockström, Marcus C. Öhman, Priya Shyamsundar, Will Steffen, Gisbert Glaser, Norichika Kanie, and Ian Noble, Sustainable development goals for people and planet. Nature, 2013; 495: 305-307.
- 3) 倉阪秀史, 松原弘直. 持続地帯—更新性資源ベースの地域経済指標. 計画行政 (計画行政学会). 2007. vol. 29, no. 4, p. 10-15.
- 4) 佐藤孝宏, 和田泰三, 杉原薫, 峯陽一. 生存基盤指数—人間開発指数を超えて—. 2012. 京都大学学術出版会.
- 5) マティース・ワケナゲル, ウィリアム・リース. 和田喜彦訳. エコロジカル・フットプリント. 2004. 合同出版.

- 6) 陳鶴, 小田佳代子, 谷口守. 日常生活の見直しに基づく環境改善の可能性. 土木計画学研究・講演集. vol.50.
- 7) 国土交通省. 21 世紀の国土のランドデザイン-第 2 章-第 2 節地域の個性を生かす新しい文化の創造と発信. 1998.
- 8) WWF. LIVING PLANET REPORT 2012. http://www.wwf.or.jp/activity/lib/lpr/wwf_lpr_2012.pdf. 最終閲覧 2014.12.
- 9) 谷口守, 阿部宏史, 重兼薫. エコロジカル・フットプリントに基づく都道府県別超過環境負荷の算出. 地域学研究論文集. 2004. No.34-1, p.23-36.
- 10) 清岡拓未, 谷口守, 松中亮治. エコロジカル・フットプリント指標を用いたローカルスケールでの持続可能型土地利用政策の検討. 都市計画論文集, 2005, No.40-3, pp.55-60.
- 11) 陳鶴, 小田佳代子, 谷口守. 地域スケールでの環境バランス評価ツールの開発とその感度分析. 2014. 土木学会論文集 G (環境), vol. 70, no. 6, p. II-87-II-95.
- 12) James.N.and P.Desai. One Planet Living in the Thames Gateway-A WWF-UK One Million Sustainable Homes Campaign Report,WWF-UK,Surrey,uk,2003. Wackernagel, M. and W. E, Rees : Our Ecological Footprint: Reduc-ing Human Impact on the Earth, New Society Publishers(Canada), 1996. <http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/thames-gateway.pdf>. 最終閲覧 2014.12.
- 13) 藤野純一, 日比野剛, 榎原友樹, 松岡護, 増井利彦, 甲斐沼美紀子. 低炭素社会のシナリオとその実現の可能性. 2007. 地球環境, vol. 12, p. 153-160.
- 14) 立花潤三, 迫田章義, 門脇 互, 山田 強, 玉井 博康, 稲永 忍, 鈴木 基之. 鳥取県における低炭素社会実現可能性に関する研究. 2010. 環境科学会誌, vol. 23, no.5, p. 363-374.
- 15) 野村昇, 大矢仁史. 世帯の構成員年齢と電力エネルギー消費. 2001. 日本エネルギー学会誌, vol. 80, no. 8, p. 727-735.
- 16) 森田紘圭, 金岡芳美, 加藤博和, 柴原尚希, 林良嗣. 家族構成と住宅性能を考慮した街区群単位の世帯起源 CO2 排出量の将来推計. 20-14. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), vol. 70, no. 5, p.I-415-I-422.
- 17) 山本祐吾, 織田朝美, 長井幹之. 食の生産と消費に関わる自然共生型ライフスタイルのライフサイクル CO₂ 排出特性—大阪府における事例分析—. 2012. 地域学研究, vol.42, no.4, p. 991-1003.
- 18) 氏原岳人, 谷口守. Ujihara-Taniguchi Model (EF-Calc) Methodology. 2010.
- 19) 農林水産省. 2010 年農林業センサス. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/about/2010.html>. データ取得 2014.11.
- 20) 農林水産省. 平成 25 年作物統計調査—面積調査. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html>. データ取得 2014.11.
- 21) 総務省統計局. 平成 22 年国勢調査. 都道府県別集計. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index2.htm#kekagai>. データ取得 2014.11.
- 22) 環境省. 平成 24 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書. 2013. <https://www.env.go.jp/earth/report/h25-03/>. 最終閲覧 2014.11.
- 23) 総務省統計局. 平成 20 年住宅・土地統計調査. <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/index.htm>. データ取得 2014.11.
- 24) 国土交通省. 平成 25 年国土交通白書. 第 7 章安全・安心社会の構築-第 2 節自然災害対策-コラム 建築物の耐震改修の促進に関する法律 (耐震改修促進法) の改正. <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/hakusho/h26/index.html>. 最終閲覧 2014.11.
- 25) 太陽光発電協会. 太陽光発電システム手引書—基礎編. 2010.
- 26) 環境省. 平成 25 年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=19006>. データ取得 2014.11.
- 27) 国土交通省. 環境 : 運輸部門における二酸化炭素排出量. http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html データ取得 2014.11.
- 28) 国土交通省. 平成 22 年全国都市交通特性調査. http://www.mlit.go.jp/to-shi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000007.html. データ取得 2014.11.
- 29) 国土交通省. 平成 22 年度道路交通センサス—旅行速度調査. <http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>. データ取得 2014.11.
- 30) 総務省統計局. 平成 21～25 年家計調査. <http://www.stat.go.jp/data/kakei/>.
- 31) 厚生労働省. 平成 24 年国民健康・栄養調査. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyoub_chousa.html. データ取得 2014.11.
- 32) 財務省. 平成 25 年貿易統計-輸送形態別集計. <http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>. データ取得 2014.11.
- 33) CFP プログラム. CFP 算定用二次データ. <https://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/data.html>. データ取得 2014.11.