

3.2 地域外分別評価の試行

3.2.1 地域外依存度の算出による地域内外分別

(1) 千葉県市原市での試行

千葉県市原市においては、各種ニーズに対する地域内での充足度を測る指標を用いることによって地域内外依存度にアプローチすることとした。具体的には、表 3.2.1 に掲げる指標である。

人的資本については、保育、教育、雇用、介護ニーズの量と域内でのサービス供給量を比較することによって、ニーズの自給可能性を把握することができる。医療についても、患者数と病院ベッド数を比較することによって、同様の把握が可能となるが、患者数を統計データで把握することが困難であったため、今回は除外することとした。また、人工資本については、当該市町村から排出される一般廃棄物の最終埋立処分量と、当該市町村が保有する一般廃棄物最終処分場の埋立処分量の比をとることとした。さらに、自然資本については、再生可能エネルギーの地域的自給率と食料自給率によって把握することができる。これらの二つの指標は、いずれも、倉阪ら永続地帯研究会が公表している「永続地帯報告書」に掲載されているものであり、2005 年度以来、その対象を充実させながら、毎年、公表されているものである。ここで、再生可能エネルギーの地域的自給率とは、当該市町村に所在する再生可能エネルギー設備から供給されるエネルギー量が、当該市町村の農林水産業用エネルギー需要と民生用エネルギー需要を足し合わせたもの（地域的エネルギー需要）のどの程度を占めているのかを算出するものである。食料自給率は、農林水産省が公表している地域的食料自給率の計算ソフトで使用されている原単位を用いて、市町村別の主要農水産物収穫量を入力することによって、市町村ごとに食料自給率を試算したものである。

表 3.2-1 内外依存度に応用できるストック指標一覧

| | |
|------|-----------------------------|
| 指標 1 | 幼稚園・保育所在籍者数／0-5 歳人口 |
| 指標 2 | 小学校児童数／6-11 歳人口 |
| 指標 3 | 中学校生徒数／12-14 歳人口 |
| 指標 4 | 自市区町村で従業している就業者数／15-64 歳人口 |
| 指標 5 | 養護・介護老人ホーム等定員数合計／要介護認定者数 |
| 指標 6 | 一般廃棄物自治体最終処分場埋立量／一般廃棄物最終処分量 |
| 指標 7 | 再生可能エネルギー生産量／地域的エネルギー需要量 |
| 指標 8 | 地域的食糧自給率 |

図 3.2-1～図 3.2-8 に、表 3.2-1 の各指標に関する分布図を掲載する。いずれも X 軸に人口を Y 軸に対象となる数値をそれぞれ対数表示している。

図 3.2-1 が、0-5 歳人口に占める幼稚園・保育所在籍者数である。この指標は域外の保育に依存する割合というよりは、家庭内保育に依存する割合の違いによってばらつきが見られるのではないかと考えられる。図 3.2-2 と図 3.2-3 に示した対象年齢人口に占める域内の小中学生の割合については、義務教育ということもあり、市町村によってのばらつきがほとんど見られない結果となった。一方、図 3.2-4 に示す生産年齢人口に占める自市区町村で就業している者の数は、市町村によってばらつきが見られる。市原市は、同じ人口規模の自治体の中では、中位に位置することが

わかった。図 3.2-5 の介護サービスの域内供給度については、人口の少ない自治体を中心に介護・老人ホームが存在しない自治体が下側に並んでいる。人口規模が少なくなるほど、介護・老人ホームの収容能力に余裕があることがわかる。市原市は、介護・老人ホームが存在する自治体の中では、平均的な充足度である。図 3.2-6 の一般廃棄物の自治体保有最終処分場での処理比率については、一部事務組合を形成し統計上廃棄物の埋立処分がゼロとなっている自治体の下側に並んでいる。市原市では、排出された一般廃棄物の最終処分はすべて市原市の最終処分場で処理していることがわかる。図 3.2-7 の域内で生産された再生可能エネルギーによる地域的エネルギー自給率については、市原市は、同規模の自治体の中では、もっとも高い領域に位置することがわかる。これは、市原市に大規模なバイオマス発電所が立地しているからである。図 3.2-8 の食料自給率についても、同規模の自治体内では比較的高い領域に位置している。再生可能エネルギー自給率も、食料自給率も、人口規模が小さいほど自給率が大きな自治体が現れることが、図 3.2-7、図 3.2-8 から読み取れる。なお、再生可能エネルギー生産量や食料生産量がほぼゼロである自治体の下側に並んでいる。

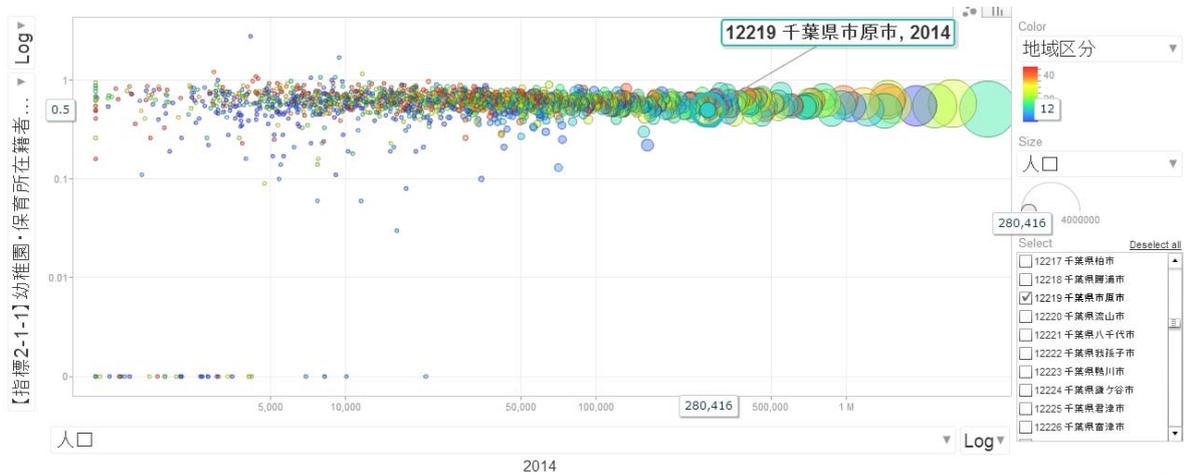


図 3.2-1 幼稚園・保育所在籍者数／0-5 歳人口の分布図

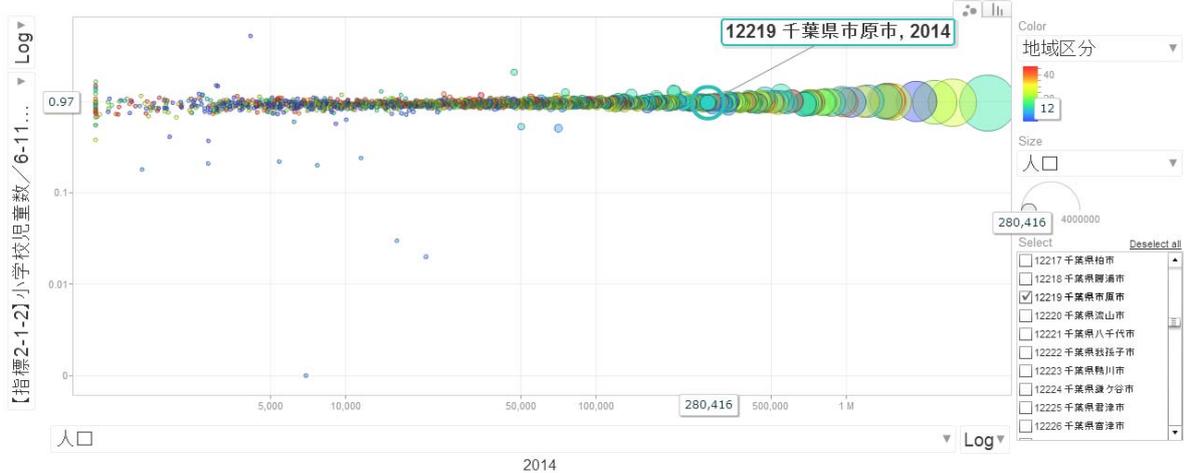


図 3.2-2 小学校児童数／6-11 歳人口の分布図

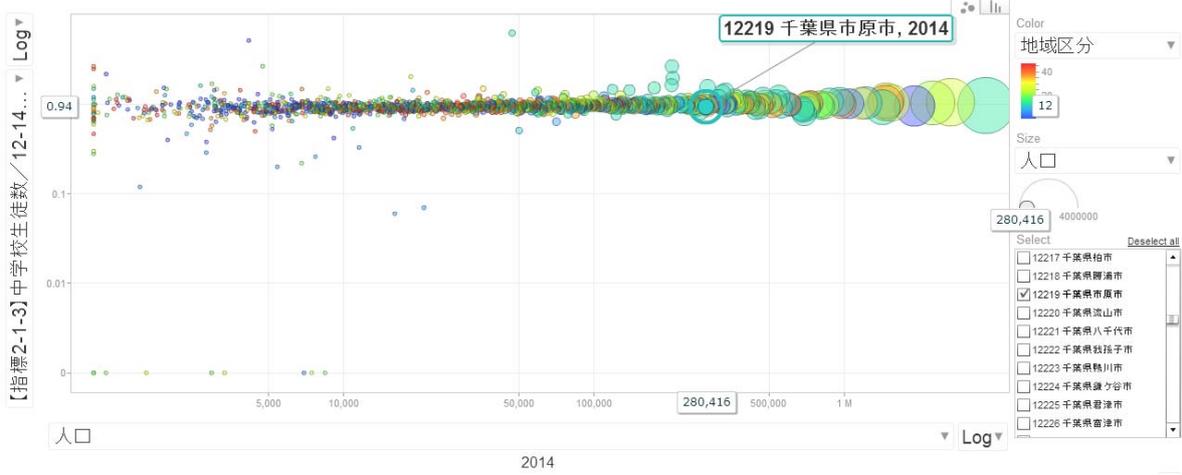


図 3.2-3 中学校生徒数 / 12-14 歳人口の分布図

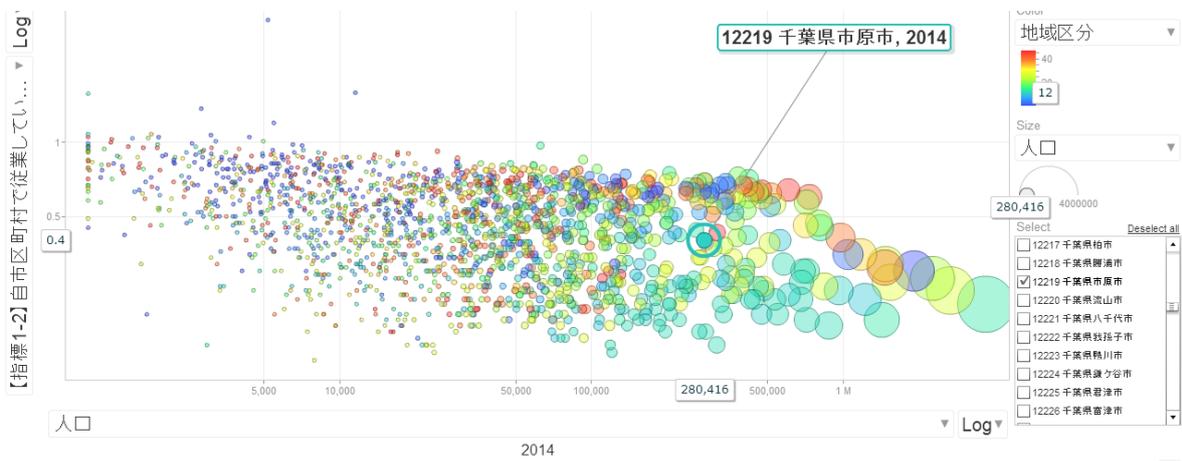


図 3.2-4 自市区町村で従業している就業者数 / 15-64 歳人口の分布図

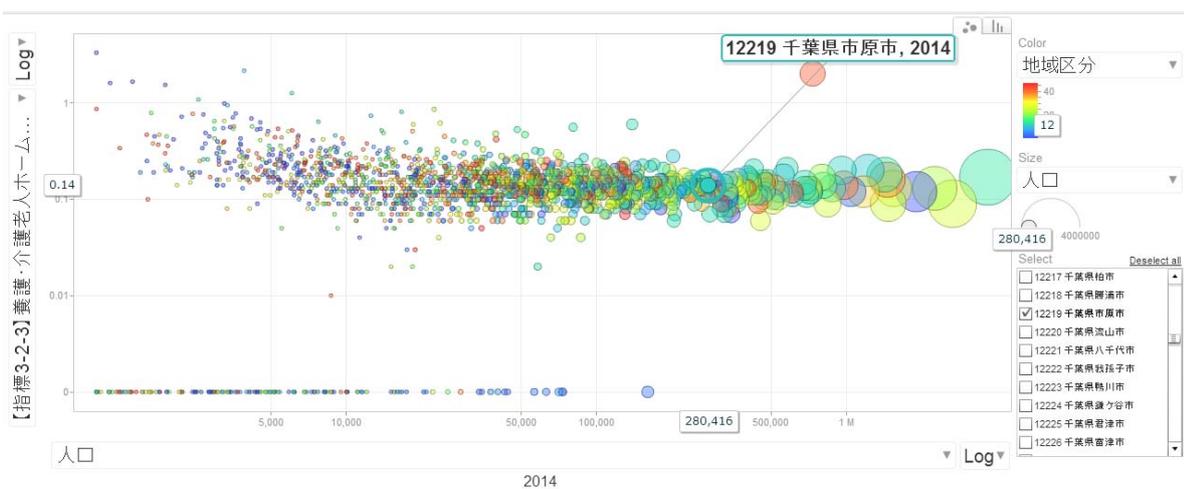


図 3.2-5 養護・介護老人ホーム等定員数合計 / 要介護認定者数の分布図

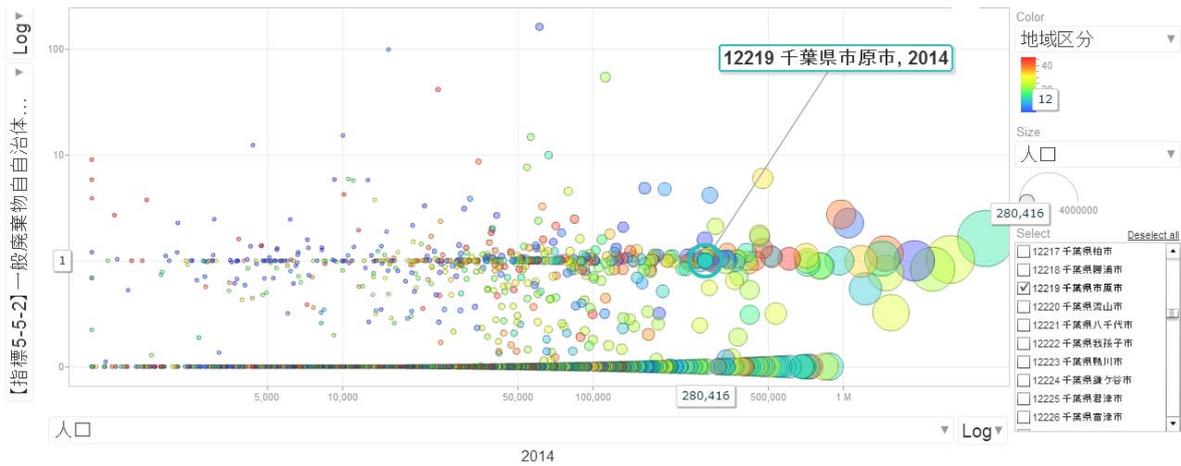


図 3.2-6 一般廃棄物自自治体最終処分場埋立量/一般廃棄物最終処分量の分布図

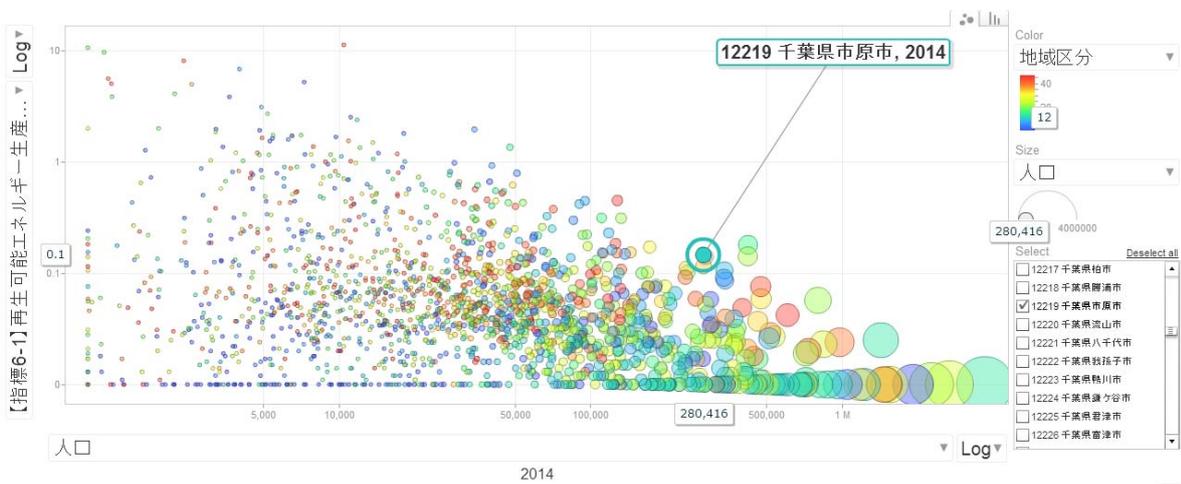


図 3.2-7 再生可能エネルギー生産量/地域のエネルギー需要量の分布図

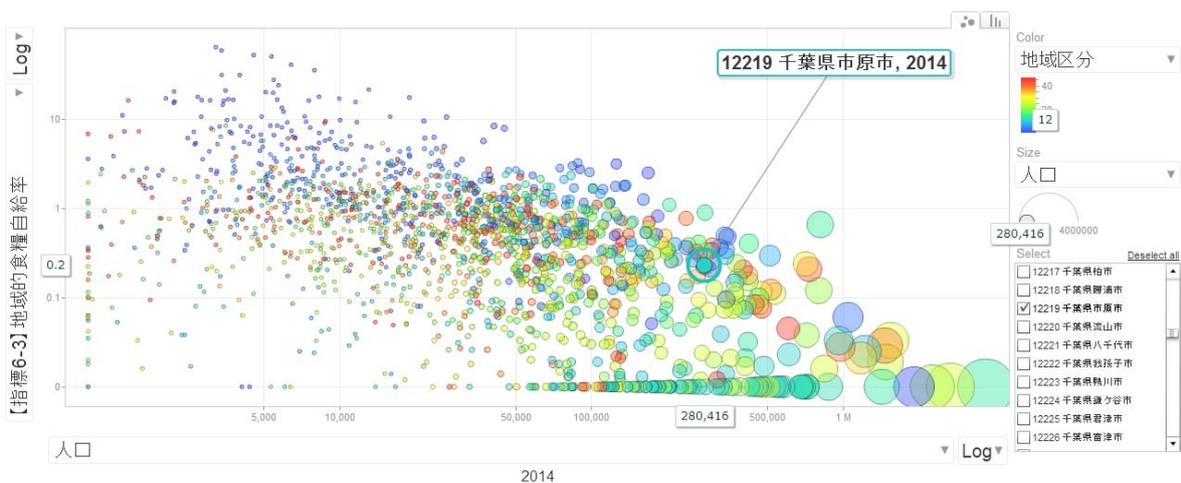


図 3.2-8 地域の食糧自給率の分布図

(2) 愛知県名古屋市での試行

名古屋市において、3.1.2での整理に基づいて選定した項目について地域外分別評価を行った。その結果を表3.2-2、表3.2-3に示す。

表 3.2-2 名古屋市における地域外分別評価結果（ストック指標）

| 分野 | 項目 | 指標 | 市 | 時点 | 出典 |
|------|--------|----------------|--------|------|-------------------------------------------------|
| 人的 | 人材 | 昼夜間人口比率 | 113.5% | 2010 | 「平成22年国勢調査 名古屋の昼間人口(従業地・通学地集計結果)」(名古屋市企画部,2012) |
| | 医療・福祉 | 医療 | × | — | 通院先に関する調査統計等入手不可。 |
| | | 介護 | × | — | 介護施設利用者の住所等に関する調査統計等入手不可。 |
| | | 保育 | × | — | 園児の住所等に関する調査統計等入手不可。 |
| 自然 | 水 | 水資源消費 | 0% | 2013 | 「平成25年度水道・工業用水道・下水道事業年報」(名古屋市上下水道局,2013) |
| | エネルギー | 再生可能エネルギー自給可能率 | 計算中 | — | 計算中 |
| | 食料 | 食料自給率 | 1% | 2011 | 「第3次環境基本計画」(名古屋市環境局,2011) |
| | 土地 | BC/EF | × | — | エコロジカルフットプリントのデータなし |
| 社会関係 | ネットワーク | 平均リソース獲得数(域内) | × | — | 人間関係に関する調査統計等なし。(アンケート調査等で把握) |

表 3.2-3 名古屋市における地域外分別評価結果（達成状態指標）

| 分野 | 項目 | 指標 | 市 | 時点 | 出典 |
|----|-------|--------------|-------|------|------------------|
| 個人 | 人生の質 | 域内進学率 | 27.7% | 2010 | 「国勢調査」(総務省,2012) |
| 経済 | 雇用 | 地域内就業率 | 38.1% | 2010 | 「国勢調査」(総務省,2012) |
| 環境 | 資源・ごみ | 域内最終処分率 | 0% | 2014 | 廃棄物処理実態調査 |
| | エネルギー | 再生可能エネルギー自給率 | 0.93% | 2013 | 永続地帯研究会 |

名古屋市において、地域外依存度を算出できたのは、水資源消費、再生可能エネルギー、食糧自給率、地域内就業率、廃棄物処理、昼間人口、域内進学率の7つであった。水資源消費は名古屋市の水源はすべて名古屋市外に頼っており、廃棄物処理については現在使われている最終処分場も市外に存在する。そのため地域外依存度は100%である。食糧自給率も名古屋市外に多くを頼っている。人の移動について、昼間人口は多いものの、地域内就業率は38.1%、域内進学率は27.7%であった。周辺自治体の中でも名古屋市は企業や学校が多いが、住民の就職先や進学先の希望とは別であり、必ずしも域内へ通勤・通学をしていない実態がうかがえた。名古屋市においては地域依存度を算出することができた自然資本、人工資本、人的資本は、ほとんどを地域外に依存しており、名古屋市外の自治体と協力して問題を解決していく必要があると考えられる。

地域依存度を算出することができなかった項目については、指標体系と同様に代替指標を検討する必要があると考える。また、名古屋市にある16区に対し、地域依存度を算出した。今回算出することができたのは、地域内就業率、昼間人口、域内進学率である。算出結果を表3.2-4に示す。

表3.2-4 名古屋市の区における地域外分別評価結果

| | 地域内 就業率 | 昼間 人口 | 域内 進学率 |
|-----|------------|----------|-----------|
| 時点 | 2010 | 2010 | 2010 |
| 千種区 | 33.0 | 112.1 | 42.8 |
| 東区 | 36.2 | 162.0 | 27.3 |
| 北区 | 37.6 | 89.2 | 20.4 |
| 西区 | 41.9 | 109.4 | 22.0 |
| 中村区 | 45.0 | 166.2 | 34.5 |
| 中区 | 56.3 | 379.1 | 25.2 |
| 昭和区 | 34.3 | 116.6 | 36.0 |
| 瑞穂区 | 32.6 | 102.0 | 27.4 |
| 熱田区 | 34.4 | 135.2 | 25.0 |
| 中川区 | 39.1 | 89.6 | 23.3 |
| 港区 | 51.9 | 114.1 | 26.5 |
| 南区 | 42.3 | 100.4 | 28.3 |
| 守山区 | 35.4 | 86.9 | 22.3 |
| 緑区 | 34.1 | 80.0 | 21.2 |
| 名東区 | 31.6 | 86.9 | 23.3 |
| 天白区 | 32.1 | 89.9 | 34.3 |

地域内就業率について名古屋市全体では38.1%であったが、名古屋市の16区のうち、西区、中村区、中区、港区、南区は市全体の値を上回った。昼間人口は、名古屋駅がある中村区、栄がある中区、金山駅周辺の中区、熱田区周辺で高くなっている。域内進学率は千種区が特に高いが、千種区には大学が多く、その周辺にそれらの大学に通う大学生が住んでいるため高くなっていると考えられる。

16区においても名古屋市全体と同様に、地域内就業率や域内進学率が高めの区であっても、中区、港区の地域内就業率以外は半数以上の人が域外へ就業、進学している。区の単位であっても名古屋市と同様に、自区のみで様々な問題等に解決するのは現実的でなく、周辺の区と協働して対策にあたる必要があると考えられる。

3.2.2 全国産業連関表を用いた簡易的な地域内外分別の試行

これまでに、LCA におけるインベントリ分析の方法として、いわゆる「積上げ法」と並んで、産業連関分析による環境負荷の推計が国内外において実践されてきた（例えば、南齋・森口 2006）。これらの事例では、産業連関表の部門ごとの究極的な波及を考慮した「内包型」の負荷原単位の算定に主眼が置かれ、積上げ法における実務的な課題とされるシステム境界の設定やカットオフの問題が発生しないという利点を生かし、特にバックグラウンドデータとしての有用性が認められてきた。近年では、システム境界を日本国内から世界 231 の国や地域へと拡張することで、国内外で発生している負荷量をより実態的に捉えた、グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位の算定も進められている（Nansai *et al.* 2012）。

地域に着目した産業連関分析においては、経済産業省によって作成された「地域間産業連関表」や、各経済産業局（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州）および沖縄県による「地域産業連関表」の活用も考えられる。しかし、これらの部門分類は最大でも 53 部門または 80 部門であり、520 行×407 列（2005 年表）の基本分類表を持つ全国産業連関表と比較したとき、部門ごとの分析の精度が大きく低下することが懸念される。

ここで、従来の産業連関分析による環境負荷の推計は、国産品と輸入品による環境負荷が同一と仮定（もしくは、輸入品による環境負荷が除外）されているなど、必ずしも負荷原単位の厳密性が確保されているわけではない。この問題は、地域内外分別に産業連関分析を応用する際にも課題となる。ただし、このように絶対量の指標としては不十分であったとしても、地域外や国外において“つけ回し”が引き起こされている潜在性に“気づき”を与えるための指標としては、厳密な地理的な地域内外の境界に固執するよりも、地域（自治体）の主体が認識できるか否かで直接的・波及的影響を分別することも、十分な正当性を持つものと考えられる。

以上の考え方から 3.2.2 では、全国産業連関表を用いた簡易的な地域内外分別の方法について枠組みを示すとともに、繊維工業製品を対象とした分析を実践する。

(1) 全国産業連関表を用いた地域内外分別の枠組み

まず、産業連関分析の理論的な枠組みである投入産出体系に基づいて、部門 i は 1 つの産出物 i のみを生産し、かつ産出物 i は他部門で生産されないものとする。このとき、部門 k の内包型環境負荷原単位 Q_k は下式によって導出される（南齋・森口 2006）。

$$Q_k = e \cdot (I - A)^{-1} \cdot f'_k \quad (3.2.2-1)$$

ここで、 A は投入係数 a_{ij} を要素とする投入係数行列、 f'_k は産出物 k の最終需要 f_k を 1、他部門の産出物の最終需要 f_i ($i \neq k$) を 0 とした列ベクトル、 e は部門 j の単位負荷量 e_j を要素とする行ベクトル（単位負荷ベクトル）である。また、 $(I - A)^{-1}$ は「レオンチェフ逆行列」と呼ばれる。この内包型原単位は、輸入品の生産による負荷（環境負荷や資源消費）が同一製品を国内で生産した場合と同量であるという仮定（国産技術仮定）に基づいており（南齋他 2002）、「輸入品国産仮定型」または $(I - A)^{-1}$ 型と呼ばれる（国立環境研究所 HP）。

一方で、各部門における輸入品の投入を除外し、国内の生産活動による負荷のみを算定する場合、内包型原単位 Q'_k は下式によって導出される（南齋他 2002）。この内包型原単位は、「輸入品控

除型」または $(I - (I - M)A)^{-1}$ 型と呼ばれる（国立環境研究所 HP）。

$$Q'_k = e \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \cdot f'_k \quad (3.2.2-2)$$

本研究では、上記の内包型原単位を分解することによって、地域内外および国内外において発生する負荷量を近似的に推計する地域内外分別の方法を提案する。内包型原単位は、 e の要素 e_j を対角成分 \tilde{e}_{jj} に展開した対角行列 \tilde{E} を用いて、以下のように分解される。

$$\text{地域内：} \quad Q^R \approx \tilde{E} \cdot I \quad (3.2.2-3)$$

$$\text{国内・地域外：} \quad Q^D \approx \tilde{E} \cdot (I - (I - M)A)^{-1} - \tilde{E} \cdot I \quad (3.2.2-4)$$

$$\text{国外：} \quad Q^F \approx \tilde{E} \cdot (I - A)^{-1} - \tilde{E} \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \quad (3.2.2-5)$$

これらの算定式は、前述した簡易的な地域内外分別のために、以下のような仮定に基づいている。まず、i) 地域内での負荷は直接的な排出・消費のみと仮定する。次に、ii) 地域内での負荷が原燃料の調達などを通して誘発させる（波及的な）負荷は、全て国内外を含む地域外で発生するものと仮定する。また、iii) 国外における各部門の投入係数および単位影響量は国内と同一と仮定する。上式から容易に分かるように、地域内、国内・地域外および国外の影響量を合わせると $\tilde{E} \cdot (I - A)^{-1}$ となり、その k 列の列和は、上記の $(I - A)^{-1}$ 型の内包型原単位 Q_k と一致する。

次に、内包型原単位によって表される究極的な波及を、一次波及、二次波及といった各次の波及に分解すると、レオンチェフ逆行列の定義からも明らかなように、それぞれ以下のように算定される。国内外への三次以降の波及も、二次波及と同様に算定することができる。

$$\text{直接（地域内）：} \quad Q^{R(0)} = \tilde{E} \cdot I \quad (3.2.2-6)$$

$$\text{一次波及（国内）：} \quad Q^{D(1)} = \tilde{E} \cdot (I - M)A \quad (3.2.2-7)$$

$$\text{一次波及（国外）：} \quad Q^{F(1)} = \tilde{E} \cdot A - \tilde{E} \cdot (I - M)A \quad (3.2.2-8)$$

$$\text{二次波及（国内）：} \quad Q^{D(2)} = \tilde{E} \cdot ((I - M)A)^2 \quad (3.2.2-9)$$

$$\text{二次波及（国外）：} \quad Q^{F(2)} = \tilde{E} \cdot A^2 - \tilde{E} \cdot ((I - M)A)^2 \quad (3.2.2-10)$$

$$t \text{ 次波及（国内）：} \quad Q^{D(t)} = \tilde{E} \cdot ((I - M)A)^t \quad (3.2.2-11)$$

$$t \text{ 次波及（国外）：} \quad Q^{F(t)} = \tilde{E} \cdot A^t - \tilde{E} \cdot ((I - M)A)^t \quad (3.2.2-12)$$

以下では、典型的な影響領域として、前述した地球温暖化や水資源消費に加え、それらの中間的な位置付けとなる酸性化に着目する。単位負荷ベクトルは、地球温暖化（CO₂、エネルギー・石灰石起源以外の CO₂、CH₄、N₂O など 7 種類の温室効果ガス）については 2005 年表の 3EID（国立環境研究所 HP）で用いられている単位環境負荷量、酸性化（NO_x および SO_x）については Global link input-output (GLIO) モデルによるグローバル環境負荷原単位で用いられている単位環境負荷量、水資源消費については小野他（2013）が推定した河川水、地下水および雨水の単位消費量を用いた。また、それぞれの単位負荷量に特性化係数を乗じて集約することで、各影響領域の単位影響量を求めた。それぞれの特性化係数は、IPCC の第 4 次報告書における地球温暖化ポテンシャル（GWP）の 100 年値（Solomon *et al.* 2007）、日本で開発された LCIA 手法である LIME2 におけ

る沈着面からの酸性化ポテンシャル (DAP)、および水資源消費のミッドポイント指標としてカナダで提案されている Water Stress Indicator (WSI) における日本の平均的な値 (Boulay *et al.* 2011、CIRAIG・HP) を適用した。

分析対象とする部門は、本研究における調査対象の一つとしている愛媛県・内子町において、製造業の出荷額のうち 36% を占める繊維工業製品とした。各影響領域について、地域内外および国内外への直接的および波及的影響を各次の波及に分解して、下図のように可視化した。

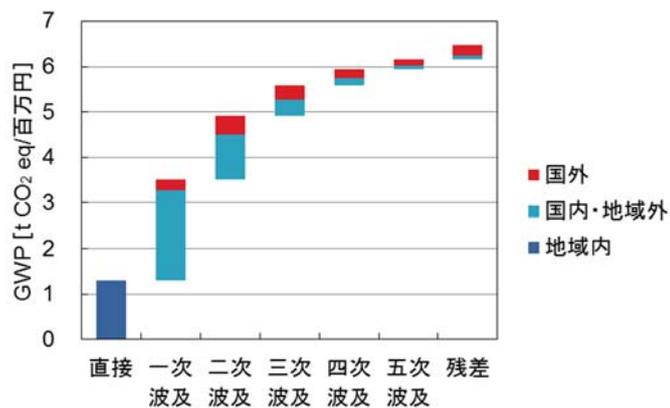


図 3.2-9 繊維工業品の直接的影響と国内外への波及的影響（地球温暖化）

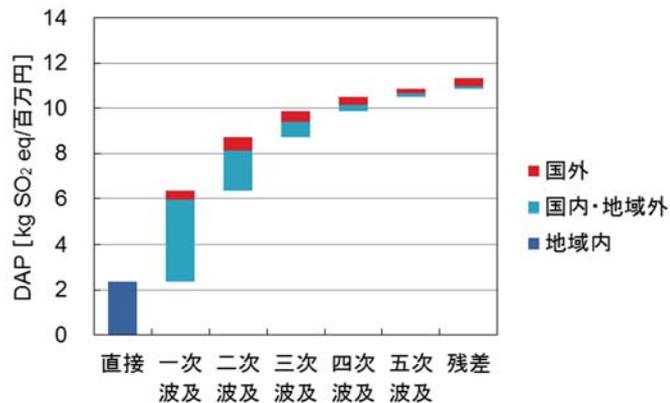


図 3.2-10 繊維工業品の直接的影響と国内外への波及的影響（酸性化）

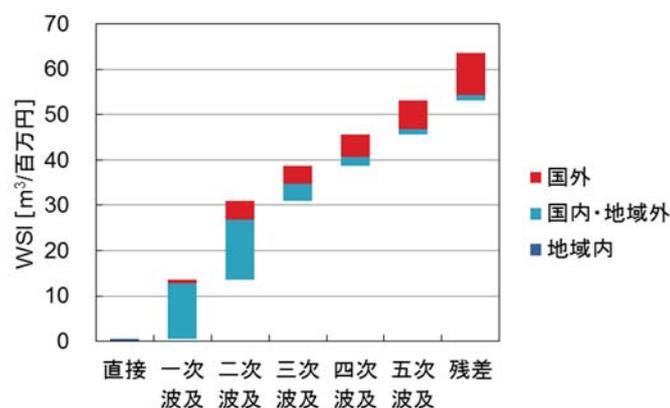


図 3.2-11 繊維工業品の直接的影響と国内外への波及的影響（水資源消費）

これらの図からは、一次波及から高次の波及に至るのに従って、地球温暖化や酸性化では対数関数的に影響量の増加幅が頭打ちになっていることが分かる。一方で、水資源消費では四次波及や五次波及でも影響量の増加は小さくなく、四次以降の波及では、特に国外への影響量の増加幅が大きくなる傾向が見られる。こうした特異的な現象は、“気づき” および“改善”の両面から重要な示唆を与える可能性がある。

(2) 全国産業連関表を用いた波及的影響の寄与分析

そこで、それぞれの影響の各次の波及に対して、どういった部門*i*の負荷（排出・消費）が寄与しているのかを、 $Q^{D(t)}$ の要素 $q_{ik}^{D(t)}$ と $Q^{F(t)}$ の要素 $q_{ik}^{F(t)}$ （ $k = 72, \dots, 81$ ：繊維工業製品）を抽出することによって分析した。まず、下図には電力部門（ $i = 290, 291$ ：事業用電力、自家発電）の負荷が、繊維工業品の地域外および国外への波及的影響に占める寄与を示した。

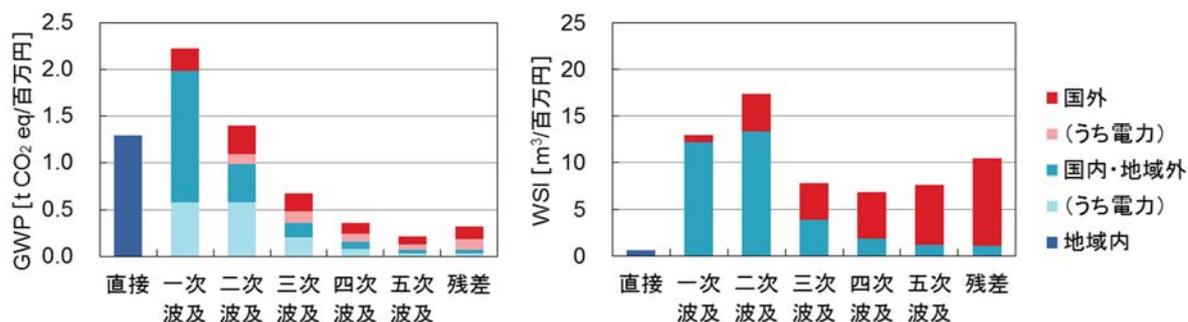


図 3.2-12 繊維工業製品の波及的影響に占める電力部門の寄与
（左：地球温暖化、右：水資源消費）

左図のように、地球温暖化の影響（GWP）に占める電力部門の寄与は、各次の波及において一定の割合を占めていることが分かる。酸性化の影響（DAP）も、地球温暖化と同様の傾向を示した。一方で、水資源消費（WSI）については電力部門の占める割合は非常に低く（右図）、電力部門は高次の波及的影響の要因とはなっていないことが分かる。

同様に、水道部門（ $i = 294, \dots, 296$ ：上水道・簡易水道、工業用水、下水道）の負荷、および林業部門（ $i = 22, \dots, 24$ ：育林、素材、特用林産物）の負荷が、それぞれ繊維工業品の国内・地域外および国外への波及的影響に占める寄与を示した。

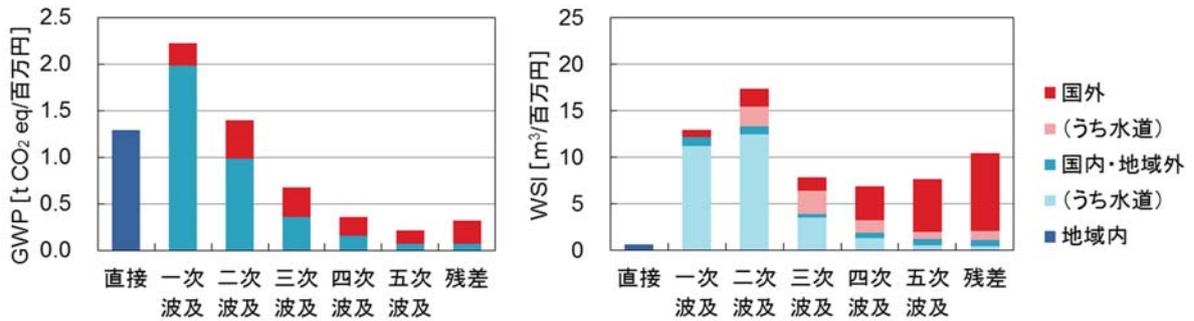


図 3.2-13 繊維工業製品の波及的影響に占める水道部門の寄与
(左：地球温暖化、右：水資源消費)

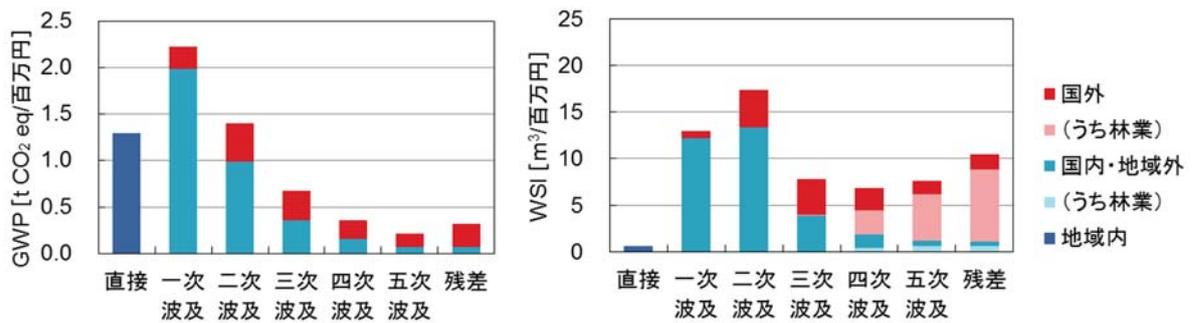


図 3.2-14 繊維工業製品の波及的影響に占める林業部門の寄与
(左：地球温暖化、右：水資源消費)

これらの図からは、水道部門や林業部門は、繊維工業製品の地球温暖化の影響への寄与は非常に小さい反面、いずれも水資源消費の影響に占める割合が高いことが分かる。ただし、工業用水が特に一次波及から三次波及における寄与が大きいのに対して、林業は四次以降の波及で急に寄与が大きくなるという特徴が見られる。こうした傾向の差異の要因を明らかにするために、下式の行列の要素を見ることで、繊維工業製品が部門 i に誘発させる波及的影響のうち、どの部門 j からの波及の寄与が大きいのか、経路分析によって調べた。

$$\tilde{\mathbf{E}} \cdot \mathbf{A} \cdot \tilde{\mathbf{B}}_k = \begin{bmatrix} e_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & e_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_{1k} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & b_{nk} \end{bmatrix} \quad (3.2.2-13)$$

ここで、 $\tilde{\mathbf{B}}_k$ は $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ の k 列の要素 b_{ik} によるベクトル \mathbf{b}_k を対角成分 \tilde{b}_{kk} に展開した対角行列であり、ここでは繊維工業製品（ $k = 72, \dots, 81$ ）の単位量の産出によって各部門 i に誘発される産出量を表している。

この分析から、水道部門については、繊維工業製品（特に染色整理）の生産や、その原料（特に合成繊維）の生産における工業用水の投入を通して、水資源消費に影響を及ぼしていることが分かった。一方で、林業部門については、素材部門に誘発される育林の産出が、水資源消費に大きく寄与していることが分かった。

この結果には、育林部門における河川水および雨水の単位消費量が、他部門と比較しても突出して大きいことが影響している。地下水を含めた水消費量および WSI で見ても、育林の単位影響量（百万円当たり）は 49 百万 m^3 および 33 百万 m^3 であり、403 部門のうち 2 番目である工業用水部門（27 百万 m^3 および 10 百万 m^3 ）の約 2~3 倍、403 部門の国内生産額による加重平均（80 m^3 および 48 m^3 ）とは約 60~70 万倍もの差がある。こうした部門間での単位影響量の極端な差異は、地球温暖化などの場合は見られない傾向であり、水資源消費において特に経路分析の意義が大きいことを示している。

3.2.3 入れ子型地域産業連関表を用いた地域内外分別の試行

以上の分析では、部門分類の詳細度を重視して全国産業連関表を用いた地域内外分別の枠組みを提案および実践した。以下では、分析対象とする地域の産業構造の特性を考慮した分析とするために、市町村レベルでの地域産業連関表に基づく“入れ子型”地域産業連関表を作表し、それを用いた地域内外分別の枠組みを提案して、実地域に対して適用する。ただし、地域表の作表過程では、統計データの利用可能性から部門分類が粗くなることは避けられない。そのため、地域性を無視して全国表を用いた場合の分析結果と、部門分類の詳細度を切り捨てて地域表を用いた場合の分析結果を比較して、環境負荷や資源消費の地域内外分別という文脈において、それぞれの枠組みの利点と欠点を考察することとする。

分析の対象地域は、典型的な重工業地帯（生産地域）であると同時に、都心へのベッドタウン（消費地域）としての側面も持つ千葉県市原市である。千葉県は「製造品出荷額等」が全国の4%を占め、特に化学工業（全国の10%）、石油製品・石炭製品製造業（同16%）、鉄鋼業（同10%）のシェアが高い。その中でも、市原市の製造品出荷額等は全国の市町村で2位であり、化学工業は全国の7%、石油製品・石炭製品製造業は12%のシェアを占める（平成24年工業統計表「市区町村編」より）。市原市のように、素材産業が集積した地域では、直接的な環境負荷や資源消費の発生が大きくなることが避けられない。しかし、それらの負荷は必ずしも地域の消費活動（最終需要）のためのものではなく、他地域における消費活動や生産活動を支えるための負荷と捉えることもできる。

評価指標は、環境負荷としてCO₂排出量（地球温暖化）、NO_x・SO_x排出量（酸性化）および産業廃棄物発生量、資源消費として水消費量および土地利用面積を選定した。地域内外分別の文脈では、これらは異なる特性を持つ。すなわち、排出される地域に関わらず地球温暖化への影響量は同じと言えるCO₂に対して、NO_x・SO_x排出については、酸性化への影響量は大気輸送による土壌への沈着割合や土壌の環境条件（臨界負荷量）に依存する。そのため、前者の地域内外分別の意義は、前述したような地域外や国外において“つけ回し”が引き起こされている潜在性への“気づき”以上のものではないが、後者については、実際に負荷が発生している地域が特定されることに、より積極的な意味があるものと思われる。産業廃棄物や水消費、土地利用に関しては、酸性化よりもさらに地域性の強い問題であり、対象地域内での消費がもたらす影響のうち、どのくらいの割合が他地域で発生しているか明らかにすることは、地域間衡平性の観点からの非常に重要な示唆を与えるものと言える。

また、ここでの分析は、対象地域内での消費活動（最終需要）や生産活動に由来する負荷が、どのくらい地域内外で発生しているかという“要因視点”の地域内外分別と、全国の消費活動や生産活動に由来する負荷のうち、どのくらいの割合が対象地域内での産業において発生しているかという“発生視点”の地域内外分別を目的とする。消費地域としての市原市にとっては、前者の分析結果が意味を持つ一方で、サプライチェーンの上流に位置する素材産業を抱える生産地域（負荷の発生地域）としては、特に後者の分析結果が重要な意味を持つ。具体的には、分析結果は各評価指標について表3.2-5（CO₂排出量の例）のようにまとめられ、特に網掛けした各欄の数値は、それぞれ以下の箇条書きのような意味を持つ。

表 3.2-5 入れ子型地域産業連関表を用いた地域内外分別のイメージ

| 発生 \ 要因 | 市原市内での | | 国内（全国）での | |
|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | 消費 | 生産 | 消費 | 生産 |
| 市原市の産業 | $PP \text{ t CO}_2$ | $PP' \text{ t CO}_2$ | $PO \text{ t CO}_2$ | $PO' \text{ t CO}_2$ |
| 千葉県内 他市町村 (残・千葉県)の産業 | $QP \text{ t CO}_2$ | $QP' \text{ t CO}_2$ | $QO \text{ t CO}_2$ | $QO' \text{ t CO}_2$ |
| 国内 他都道府県 (残・全国)の産業 | $RP \text{ t CO}_2$ | $RP' \text{ t CO}_2$ | $RO \text{ t CO}_2$ | $RO' \text{ t CO}_2$ |
| 国外 | $FP \text{ t CO}_2$ | $FP' \text{ t CO}_2$ | $FO \text{ t CO}_2$ | $FO' \text{ t CO}_2$ |

- ✓ $PP \cdot PP'$: 市原市での消費・生産活動のために、市原市の産業でどれだけ生産が必要で、どれだけ負荷が発生しているか？（市原市にとって要因視点かつ発生視点）
- ✓ $QP \cdot QP'$: 市原市での消費・生産活動のために、千葉県内の他市町村の産業でどれだけ生産が必要で、どれだけ負荷が発生しているか？（市原市にとって要因視点）
- ✓ $RP \cdot RP'$: 市原市での消費・生産活動のために、国内の他都道府県の産業でどれだけ生産が必要で、どれだけ負荷が発生しているか？（市原市にとって要因視点）
- ✓ $PO \cdot PO'$: 他地域（全国）での消費・生産活動のために、市原市の産業でどれだけ生産が必要で、どれだけ負荷が発生しているか？（市原市にとって発生視点）

(1) 市原市産業連関表の作表

ここでは、全国産業連関表の統合中分類に合わせた、108 部門の「市原市産業連関表」を作表する。市町村独自の産業連関表のための調査が行われていない市町村における作表は、ベース地域となる都道府県の産業連関表をもとにした「ノンサーベイ法」による場合が多いことから、市原市もノンサーベイ法によって作成した。中澤（2002）が整理した他の市町村表の例に従って、取引額の設定方法は「プロダクトミックス法」を用いることとし、「千葉県産業連関表」の投入係数をベースにして、以下の方法によって市原市表を作表した。

[市内生産額]

まず、統合小分類の 190 部門について、市原市表における市内生産額を以下のように設定した。すなわち、市原市と千葉県の間の按分指標を選定し、その比率により千葉県表の県内生産額を按分した。または、市原市における生産額に代わると考えられる統計値（農林業センサス、工業統計調査、商業統計調査など）や、工業統計調査の組替集計結果を利用した。

[内生部門]

プロダクトミックス法により、投入係数は所与（各部門について千葉県表と同一）と仮定する。上記の市内生産額と千葉県表（190 部門）における投入係数をもとに、190 部門について内生部門の取引額を設定した上で、それらを 108 部門に集約して投入係数を算定した。

[市内最終需要]

既往の市町村産業連関表の作表事例を参考に、市原市と千葉県の最終需要の比率を設定し、取引額を設定した。ここまでの、移輸出と移輸入を考慮しない「市内需要合計」が算定される。

[移輸出・移輸入]

以上の市内生産額および市内需要合計から、ネットの移輸出入額が算定される。このうち、以下のように移輸出額および輸入額を仮定し、これらの差分として移入額を算定した。すなわち、市内生産額に対する輸出額の割合は、千葉県表における県内生産額に対する割合と等しいと仮定した。また、市内生産額に対する輸入額の割合（輸入係数）も千葉県表の輸入係数と等しいと仮定したが、千葉県に対する市原市の特化係数が1を超える部門については、その特化係数で輸入係数を除した。市原市から他都道府県への移出額は、物流センサス（2005年調査）の「都道府県間流動表」における各品目の千葉県発の流動量うち、千葉県内の流動量を控除した割合をもとに設定した。千葉県内の他市町村への移出額は、さらに市原市内の流動量を市原市と千葉県の生産額および需要合計の比によって仮定することで設定した。

(2) 入れ子型地域産業連関表の作表

次に、上記の市原市産業連関表を、公表されている千葉県産業連関表および全国産業連関表と組み合わせることで、市原市<千葉県<全国の“入れ子型”地域産業連関表を作表する。入れ子型表の構造と地域間の移出入のイメージは、図3.2-15に示したとおりである。ここで、千葉県内の市原市以外の他市町村を「残・千葉県」、千葉県以外の他都道府県を「残・全国」と表記する。また、 M_i は各部門の輸入額、 N_i は移入額、 T_i は移出額である。

ここで、全国表（確報）については、現時点で2005年（平成17年）の基本分類（行520×列407部門）、統合小分類（190部門）、統合中分類（108部門）および統合大部門（34部門）が公表されている。千葉県表については、2005年（平成17年）の190・108・36・13部門が公表されている。市原市表の部門分類に合わせて、全国表108部門および千葉県108部門の「生産者価格評価表」「投入係数表」を利用した。そして、千葉県表の取引額（生産者価格評価表）から市原市表の取引額を控除して「残・千葉県表」を、同様に全国表の取引額から千葉県表の取引額を控除して「残・全国表」を作表した。

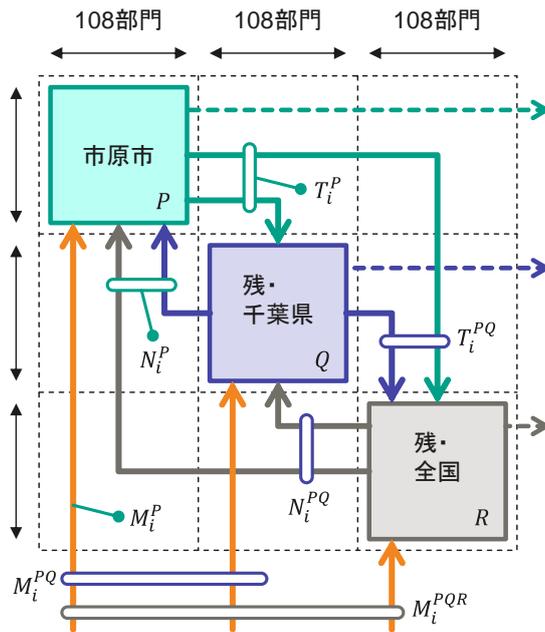


図 3.2-15 入れ子型地域産業連関表のイメージ

入れ子表の作表に当たっては、地域間の移出入の設定方法がポイントとなる。ここでは、以下のような手順で、市原市、残・千葉県および残・全国における各部門の移入係数を設定した。ただし、いずれも「競争移入型」を仮定している。

- (a) 市原市表における各部門の移入係数 n_i^P を残・千葉県と残・全国の生産額に比例して配分し、「残・千葉県→市原市」の移入係数 $n_i^{P←Q}$ および「残・全国→市原市」の移入係数 $n_i^{P←R}$ を設定。
- (b) 残・全国表における各部門の移入額（千葉県の移出額 T_i^{PQ} に等しい）を市原市からの移入額と残・千葉県からの移入額（千葉県の移出額から市原市表における残・全国への移出額を控除）に配分し、「市原市→残・全国」の移入係数 $n_i^{R←P}$ および「残・千葉県→残・全国」の移入係数 $n_i^{R←Q}$ を設定。
- (c) 残・千葉県表における市原市からの移入額（市原市表における残・千葉県への移出額に等しい）をもとに、「市原市→残・千葉県」の移入係数 $n_i^{Q←P}$ を設定。
- (d) 残・千葉県表における残・全国からの移入額（千葉県の移入額から「残・全国→市原市」の移入額を控除）をもとに、「残・全国→残・千葉県」の移入係数 $n_i^{Q←R}$ を設定。

上記の市原市、残・千葉県および残・全国の移入係数をもとに、 $(I - (I - M)A)^{-1}$ 型（輸入品控除型）および $(I - A)^{-1}$ 型（輸入品国産仮定型）の入れ子表において、投入係数行列は下図のように設定される。ここで、 a_i は各部門の投入係数、 m_i は輸入係数、 n_i は移入係数である。ただし、輸入品国産仮定型の係数は、輸入品の生産による負荷が同一製品を残・全国で生産した場合と同量であるという仮定に基づいている。

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $(1 - m_i^P - n_i^P) \cdot a_{ij}^P$ | $n_i^{Q \leftarrow P} \cdot a_{ij}^Q$ | $n_i^{R \leftarrow P} \cdot a_{ij}^R$ |
| $n_i^{P \leftarrow Q} \cdot a_{ij}^P$ | $(1 - m_i^Q - n_i^Q) \cdot a_{ij}^Q$ | $n_i^{R \leftarrow Q} \cdot a_{ij}^R$ |
| $n_i^{P \leftarrow R} \cdot a_{ij}^P$ | $n_i^{Q \leftarrow R} \cdot a_{ij}^Q$ | $(1 - m_i^R - n_i^R) \cdot a_{ij}^R$ |

| | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $(1 - m_i^P - n_i^P) \cdot a_{ij}^P$ | $n_i^{Q \leftarrow P} \cdot a_{ij}^Q$ | $n_i^{R \leftarrow P} \cdot a_{ij}^R$ |
| $n_i^{P \leftarrow Q} \cdot a_{ij}^P$ | $(1 - m_i^Q - n_i^Q) \cdot a_{ij}^Q$ | $n_i^{R \leftarrow Q} \cdot a_{ij}^R$ |
| $(m_i^P + n_i^{P \leftarrow R}) \cdot a_{ij}^P$ | $(m_i^Q + n_i^{Q \leftarrow R}) \cdot a_{ij}^Q$ | $(1 - n_i^R) \cdot a_{ij}^R$ |

図 3.2-16 入れ子型地域産業連関表における投入係数行列の設定
(左：輸入品控除型、右：輸入品国産仮定型)

(3) 入れ子型地域産業連関表を用いた地域内外分別の枠組み

以上の入れ子型地域産業連関表を用いることで、地域ごと（市原市、残・千葉県、残・全国）に、各部門の環境負荷や資源消費の内包型原単位を算定することができる。さらに、下式のように内包型原単位を分解することによって、それぞれの地域における各部門の生産によって、地域内外において発生する負荷量と、国外において発生する負荷量（国産技術仮定に基づく近似的な推計）を算定することができる。

$$\text{市原市：} \quad Q^P = \tilde{E}^P \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \quad (3.2.3-1)$$

$$\text{残・千葉県：} \quad Q^Q = \tilde{E}^Q \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \quad (3.2.3-2)$$

$$\text{残・全国：} \quad Q^R = \tilde{E}^R \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \quad (3.2.3-3)$$

$$\text{国外：} \quad Q^F \approx \tilde{E} \cdot (I - A)^{-1} - \tilde{E} \cdot (I - (I - M)A)^{-1} \quad (3.2.2-4)$$

ここで、 A には上記の輸入品国産仮定型の投入係数行列、 $(I - M)A$ には輸入品控除型の投入係数行列を代入する。 \tilde{E} は、地域ごとの部門 j の単位負荷量 e_j^P, e_j^Q, e_j^R を要素とする行ベクトル e を展開した対角行列であり、そのうち e_j^P のみを残して他の要素を 0 にした対角行列が \tilde{E}^P である。また、 \tilde{E}^Q および \tilde{E}^R についても同様である。単位負荷量は、対象とする評価指標（CO₂・NO_x・SO_x 排出量、産業廃棄物発生量、水消費量、土地利用面積）ごとに、それぞれ以下のように設定した。

[CO₂排出量（エネルギー起源）]

まず、3EID（国立環境研究所 HP）における全国表 403 部門ごとの各種エネルギー（石炭・原油・天然ガス、石油製品、石炭製品、都市ガス）の単位投入額（百万円）当たりの CO₂ 排出量を、対応する部門の国内生産額によって加重平均して、108 部門の単位投入額当たりの CO₂ 排出量に集約した。それらを千葉市表、残・千葉県表および残・全国表（108 部門）における部門別の各種エネルギーの投入額に乗じることで、それぞれ 108 部門の単位負荷量を算定した。

[CO₂排出量（石灰石起源）]

エネルギー起源と同様に、3EIDにおける全国表 403 部門ごとの石灰石の単位投入額（百万円）当たりの CO₂ 排出量を 108 部門に集約し、千葉市表、残・千葉県表および残・全国表における部門別の石灰石の投入額に乗じることで、それぞれ 108 部門の単位負荷量を算定した。

[NO_x・SO_x 排出量]

GLIO (Nansai *et al.* 2012) における全国表 407 部門ごとの単位環境負荷量をもとに、対応する部門の国内生産額によって加重平均して、108 部門の単位負荷量（全地域に共通）に集約した。

[産業廃棄物発生量、水消費量、土地利用面積]

「環境フットプリント原単位データベース」（伊坪研究室 HP）における全国表 403 部門ごとの単位環境負荷量をもとに、NO_x・SO_x 排出量と同様に国内生産額によって加重平均して、108 部門の単位負荷量（全地域に共通）に集約した。

(4) 市原市の要因視点の地域内外分別

ここでは、市原市内での消費活動（市内最終需要）に由来する CO₂ 排出量と土地利用面積について、要因視点の地域内外分別の分析結果を示す。すなわち、消費地域としての市原市内での最終需要が、どの地域の産業において、どのくらい負荷を発生させているかを明らかにする。

図 3.2-17～3.2-18 では、市内最終需要のうち家計外消費支出、民間消費支出および一般政府消費支出を「消費支出」、一般政府消費支出（社会資本等減耗分）および国内総固定資本形成（公的・民間）を「固定資本形成」として、それぞれに由来する CO₂ 排出量の発生地域別および部門別の割合を示した。ただし、電力部門については、送電網が電力会社の管轄地域内および地域間で連結しているため、ある地域において消費された電力が、どの地域において生産されたものか特定することは困難である。そのため、負荷を発生地域別に分別することの意義は大きくないと考え、国内の全地域における負荷を合わせて示した。

まず、市原市内での消費支出に由来する CO₂ 排出量のうち、2%（電力および輸入を除いた割合では 6%）が市原市の産業において発生していることが分かり、そのほとんどを原燃料の調達などを通して負荷が誘発される石油製品部門が占めている。残・千葉県の産業において発生する負荷は 2%（電力および輸入を除いた割合では 6%）であるが、その中には様々な部門が存在している。また、残・全国において誘発される CO₂ 排出量のうち寄与が大きい部門には、運輸や対個人サービス、農林水産業、飲食料品、化学製品、石油・石炭製品、鉄鋼などがある。直接的な消費と波及的な消費を含め、電力部門から排出される CO₂ 排出量が 42%を占める。また、国産技術仮定に基づく近似的な推計では、市原市内での消費支出に由来する CO₂ 排出量の 20%が国外で発生している。

市原市内での固定資本形成に由来する CO₂ 排出量については、市原市の産業において発生している割合は 1%、電力部門の寄与は 17%であり、それぞれ消費支出と比べて小さいことが分かる。一方で、残・千葉県や、残・全国の鉄鋼部門やセメント・セメント製品において誘発される負荷の割合が大きく、消費支出と固定資本形成の特性の差異が表れている。

市原市内での生産額に由来する CO₂ 排出量（図 3.2-19）については、市原市の産業において発生している割合は 33%であり、消費支出や固定資本形成と比べて大きいことが分かる。その大部分は化学製品や石油・石炭製品部門に占められている。

また、国外で発生している CO₂ 排出量は、消費支出や固定資本形成、生産額の全ての由来において約 20%であることが分かる。

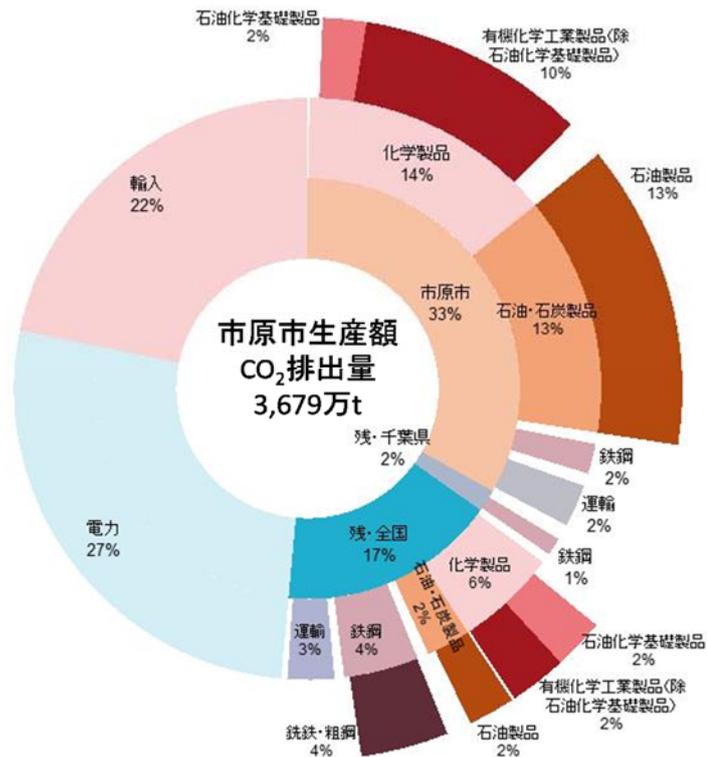


図 3.2-19 市原市の最終需要（生産額）に由来する CO₂ 排出量の地域内外別

図 3.2-20 に、CO₂ 排出量と同様に、市原市の「生産額」に由来する土地利用面積の地域別および部門別の割合を示した。市原市内での生産額に由来する土地利用面積のうち、40%が市原市の産業に由来していることが分かり、ほぼ同じ割合である 36%が残・全国に由来しており、電力部門由来はゼロであることが分かる。市原市や残・千葉県、残・全国の全てにおいて、農林水産業、中でも耕種農業が大部分を占めており、CO₂ 排出量とは異なる特徴を示した。一方、グラフは掲載していないが、土地利用については一次産業の影響が大きいため、市原市の場合、「消費支出」「固定資本形成」由来では、ほとんどが地域外（市内はそれぞれ 0.1%）となり、地域外への依存状況が把握できた。

水消費、廃棄物についても同様に分析したところ、水消費の市原市内での消費は、「消費支出」由来で 0.9%、「固定資本形成」由来で 0%、「生産額」由来で 15.6%、廃棄物の市原市内での発生は、「消費支出」由来で 0.7%、「固定資本形成」由来で 3.7%、「生産額」由来で 7.6%となり、こちらも地域外への依存状況が確認できた。

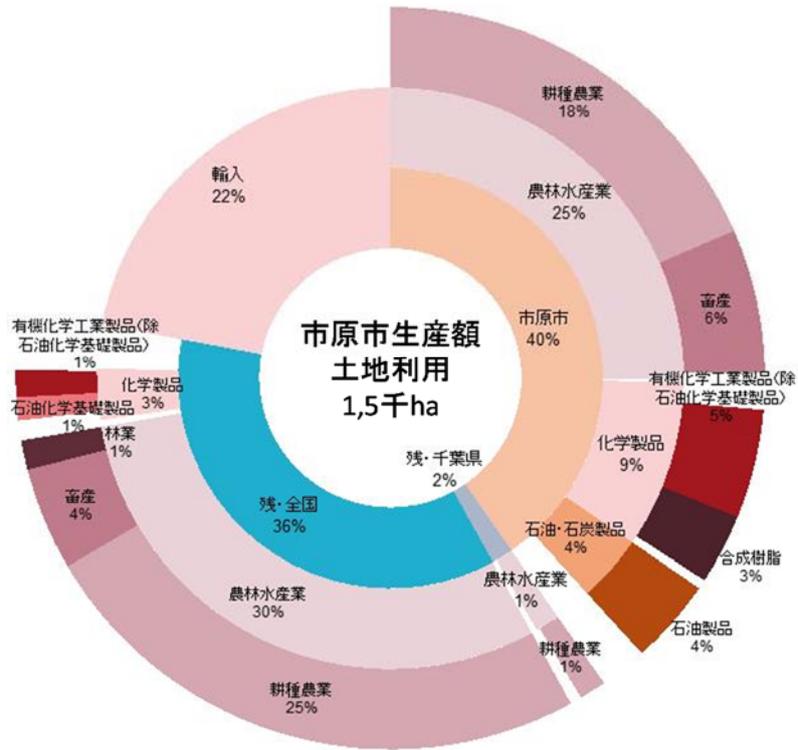


図 3.2-20 市原市の最終需要（生産額）に由来する土地利用の地域内外分別

(5) 市原市の発生視点の地域内外分別

次に、国内（全国）での消費活動（国内最終需要）および生産活動（国内生産）に由来する CO₂ 排出量について、発生視点の地域内外分別の分析結果を示す。すなわち、国内での最終需要や生産によって、生産地域としての市原市や千葉県の産業において、どのくらい負荷が発生しているかを明らかにする。

図 3.2-15 では、全国の最終需要（国内最終需要計）に由来する CO₂ 排出量の発生地域別の割合と、市原市の産業における排出については部門別の割合を示した。また、図 3.2-16 に合成樹脂部門を例として、全国の生産（国内生産額）に由来する CO₂ 排出量の発生地域別の割合と、市原市における部門別の割合を示した。ただし、電力部門については要因視点の地域内外分別と同様に、国内の全地域における負荷を合わせて示した。

まず、全国の最終需要に由来する CO₂ 排出量のうち、0.4%（電力および輸入を除いた割合では 0.6%）が市原市の産業において発生していることが分かる。その大半は、石油・石炭製品部門と化学製品部門において誘発されている。このことは、市原市における化学工業は全国の 7%、石油製品・石炭製品製造業は 12%（製造品出荷額等）という高いシェアを占めていることを反映している。

また、合成樹脂部門の生産に分析対象を限定すると、より市原市の産業の寄与が大きいことが分かる。すなわち、全国の合成樹脂の生産に由来する CO₂ 排出量のうち、8%（電力および輸入を除いた割合では 15%）が市原市の産業において発生していることが分かる。特に、化学製品部門の中でも石油化学基礎製品や有機化学工業製品、または石油製品といった合成樹脂の原料となる部門の寄与が大きい。このことは、市原市の素材産業が全国のサプライチェーンの上流に位置しており、そこでの負荷は国内の生産活動を支えるために発生していると捉えることもできる。

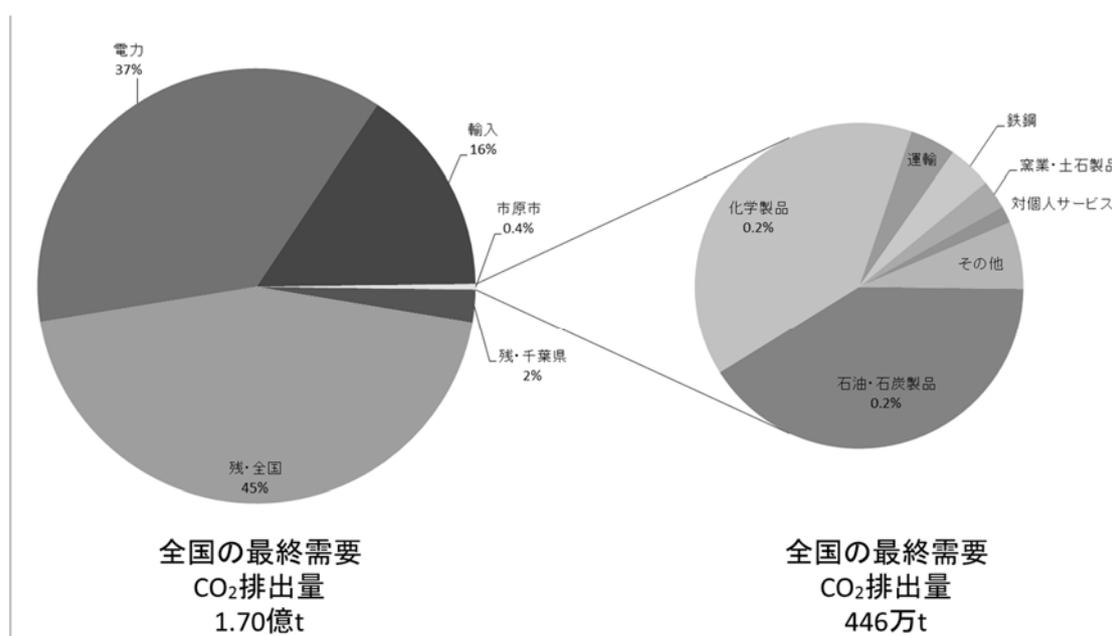


図 3.2-21 全国の最終需要に由来する CO₂ 排出量の地域内外分別
(左：地域別の寄与、右：市原市の産業の部門別の寄与)

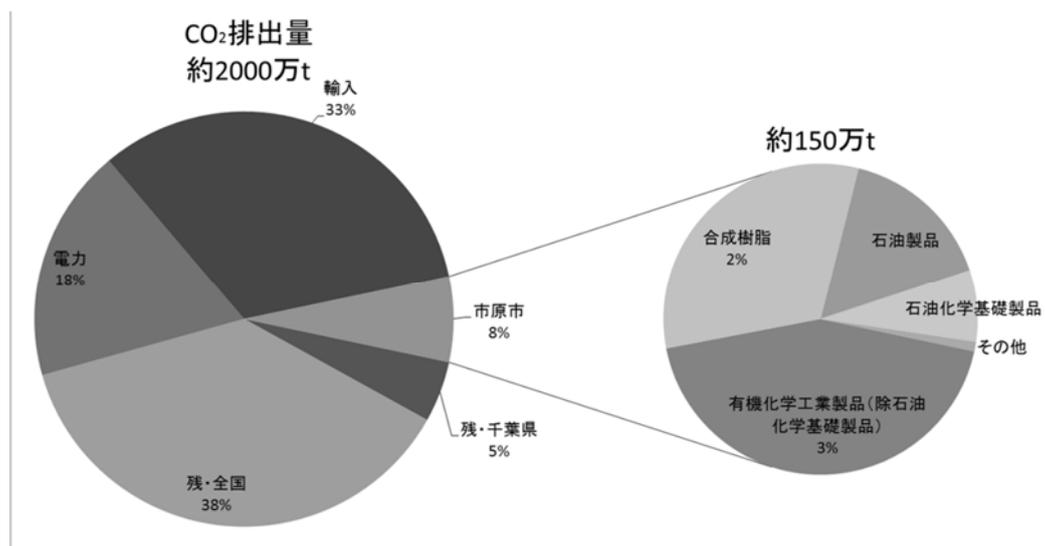


図 3.2-22 全国の合成樹脂部門の生産に由来する CO₂ 排出量の地域内外分別
(左：地域別の寄与、右：市原市の産業の部門別の寄与)

最後に、以上のような分析が、どのように行政ニーズと関連し、環境政策に貢献しうるか考察する。地域外や国外への“つけ回し”への“気づき”の側面からの意義は前述したため、以下では“改善”の側面からの意義について述べる。

[環境配慮行動の促進への貢献]

まず、環境配慮行動の促進という行政ニーズおよび環境政策に対しては、要因視点での負荷の算定が貢献しうる。地域内の消費活動に由来する負荷を算定することは、従来のような発生視点での(地域内の“煙突”から排出される)負荷とは異なり、消費者をはじめとした最終需要の意思決定主体に対する有用な情報となる。単純に発生視点での負荷に着目した場合、市原市のような素材産業の集積地域では、例えば節電行動といった消費者による負荷削減の寄与は小さく見えるため、環境配慮行動の動機が小さくなることも考えられる。逆に、生産活動が集積していない地域では、他地域と比べて発生視点での負荷が小さく、そのことが環境配慮行動の動機を小さくする可能性も考えられる。いずれにせよ、消費者にとっては自らの消費活動が誘発する要因視点の負荷を把握することが、適切な環境配慮行動のための基礎となることは間違いない。

[サプライチェーンを考慮した環境負荷削減への貢献]

一方、発生視点での負荷の算定は、サプライチェーンを考慮した産業における環境負荷の削減という行政ニーズおよび環境政策に貢献しうるものと考えられる。近年になって、製品のカーボンフットプリント(CFP)、GHGプロトコルの「スコープ3算定報告基準」、国際標準化機構(ISO)における「組織のGHG排出量の定量化および報告」、Carbon Disclosure Project(CDP)など、企業に対して自社の直接的な排出(いわゆるスコープ1)やエネルギー起源の排出(いわゆるスコープ2)だけでなく、原料の調達など自社のサプライチェーンに起因する負荷の算定および報告を求める動きが活発になっている。国内の特定の産業における生産活動によって誘発される負荷

を地域ごとに分別することで、対象地域の産業において環境負荷や資源消費を削減することが、全国での負荷の削減に対して、どの程度の寄与があるかが明らかになる。特に、市原市の産業で発生する負荷が全国の合成樹脂の生産において高い寄与を示していたように、個別の産業との関連が明確になることで、サプライチェーンの下流に位置する地域外の産業にとっても、自社の生産活動が誘発する負荷の削減に向けた対策の焦点を絞ることができる。

3.2.4 内子町における社会関係資本の地域内外分別

前節までは、地域産業連関表を用い、物理的データによる地域内外分別を試行してきたが、社会関係資本、すなわち信頼度やネットワークを内外に分ける手法を確立する必要がある。有力な方法としては、リソースジェネレータを用いてリソースの獲得先を内と外に分けて集計する方法が考えられる。しかしその前に、そもそも地域の持続可能性を測るために社会関係資本の内外分別が必要かどうかを検証する必要がある。

そこでここでは、内子町で実際に行われた取り組みの持続可能性への貢献度合いが、地域内外に分けることによってより説明しやすくなるかどうかを、事例を定性的に分析することで検証する。

(1) 分析の方法

生活排水や河川浄化を推進してきた環境 NPO サン・ラブの活動を事例分析の対象とする。すなわちサン・ラブ代表の I 氏のインタビューにより、I 氏の活動の軌跡を詳細に把握し、どの段階でどのような組織と関わりがあったのかを整理する。関わりについては、以下のように分類した。

(a) ネットワークの種類

ネットワークの種類を以下のように分類した。

A) 個人のネットワーク

B) 地域内のつながり (ボンディング)

地縁団体とのつながり

C) 地域外・組織外とのつながり (ブリッジング)

C1) 環境団体とのつながり

C2) 行政とのつながり

C3) 専門家とのつながり

(b) ネットワークの強さ

各時期における活動とのつながりの強さを

●：密接な関連がある

▲：多少関連がある

空白：関連がない

の 3 段階に分類した。

(c) 成果の大きさ

また、活動の成果の大きさについて、

○：大、△：中、×：小

の 3 段階で評価した。その結果を図表 3.2-6 に示す。

表 3.2-6 I 氏の活動の系譜とつながりの関係

| 時期 | 年次 | I 氏の行動 および 関連する出来事 | 成果 ○:大 △:中 ×:小 | 地域内のつながり (ボンディング) | | | | 地域外・組織外とのつながり (ブリッジング) | | | | | |
|----------|--------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|--------------------|------|---------------------------|------|-------------------------|------------|-----------|--------|
| | | | | 地縁団体とのつながり | | | | 環境団体とのつながり | | 行政とのつながり | | 専門家とのつながり | |
| | | | | 個人のネットワーク | 自治会分館長 (1991~95) | 民生児童委員・委員長 (1998~) | 消防団長 | クリーン小田の会 | すみれ会 | 公民館(~2000)自治センター(2001~) | 内子町役場環境担当課 | 内子町教育委員会 | S 氏 |
| 試行期 | 1993年~ | 水路が臭いという苦情の解決のためボカシを提案分館(後に自治会に改称)外の仲間にEM菌を使ってもらえた | × | ▲ | ● | | ▲ | | | | | | |
| | 1995年~ | 公民館講座「EMボカシ研究会」開催 ボカシを公民館に置いてもらえ、EMS菌代を公民館が負担 | △ ○ | ▲ | ● | | ● | | ● | | | | |
| | 2001年~ | 「えひめAI-I」が開発されたのを知る 「えひめAI-I」を自治会で培養することを提案 | - × | | ● | | ▲ | | | | | | ● ↓ |
| 内子地区普及期 | 2003年~ | 生ごみの分別収集のにおい消しのため、「えひめAI-I」を自ら培養し配布を始める | △ | | | | | | | | | ● | |
| | | 役場の補助をもらうために、法人格を取得 公民館に置き、自由に使う | ○ ○ | | | | | | | ● | ● | | |
| | | ほとんどの自治会で出前講座を実施 住民団体が集まって「うちこ発環境会議」を実施 | ○ ○ | ▲ | ● | | | ● | ● | | | | |
| 小田地区普及期 | 2004年~ | クリーン小田の会への「えひめAI-I」使用を提案 小田自治センターに話し、「えひめAI-I」使用の協力を得る | ○ ○ | ▲ | ▲ | | ▲ | ● | | ● | | | |
| | | 平岡自治会の自治会館を拠点に活動している「すみれ会」から下水道が臭いと相談を受ける すみれ会が上流の世帯にえひめAI-Iを流すように説得 | ○ ○ | | | | | | ● | | ● | | |
| 五十崎地区普及期 | 2005年~ | 合併後から順次自治会への配布 自治会の講座に呼ばれるようになる。商売を通じた個人的な知り合いが多かった | ○ ○ | ● | ▲ | ▲ | ▲ | | ● | ● | | | |
| | | 環境自治体会議全国大会開催。大会の実行委員長を務める 役場がバイオマスタウン構想を策定。当初竹ペレットの飼料化を検討したが断念。 | - × | | | | | | ↓ | ↓ | | ● | |
| 他分野への展開期 | 2007年~ | 行政からBDFを持ちかけられる。地域の食堂や自治会に働きかけ、自治会館の横にポリ缶を置かせてもらった | ○ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | ● | ● | | |
| | | 学校や給食センターに働きかけ、廃食油を集めることができるようになる | ○ | | | ▲ | | | | | ● | ● | |
| | 2009年~ | 行政から補助をもらって精製装置を購入、自ら精製を開始する 小水力や太陽パネルなどの製作講座を始める | ○ ○ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | ● | ● | ● | ● |

(2) 分析結果

分析の結果、活動は試行期、内子地区普及期、小田地区普及期、五十崎地区普及期、他分野への展開期の5つの時期に分類できることがわかった。以下期間ごとに、活動とつながりの関係について詳述する。

1993年~2002年の10年間は試行期と定義することができる。この時期にまず、「水路が臭い」という苦情の解決のためボカシを提案したが、分館(2001年以降、自治会に改称)からは面倒だという理由で受け入れられず、むしろ分館長の立場で知り合いとなった分館外の仲間にEM菌を使ってもらえた。1995年ごろから公民館の協力を得て公民館講座として「EMボカシ研究会」が開催され、ボカシを公民館に置いてもらえるようになり、しかもEM菌代を公民館が負担してもらえたが、2001年以降「えひめAI-I」が開発されたのを知り、「えひめAI-I」を自治会で培養することを提案したが、自治会からは受け入れられなかった。以上のようにI氏はこの時期、主として分館館長(1991~95)としてのつながりを活かして普及を試みたがうまくいかず、むしろ地区外で成果が上がっていたと言える。

2003年は内子地区普及期と解釈することができる。この年より旧内子町では生ごみの分別収集がはじまったが、そのにおい消しのため、「えひめ AI-I」を自ら培養し配布を始める。このとき役場から補助をいただくにあたり、役場の環境部署からは法人格を持っていることが補助の条件として提示された。そこでNPO法人格を取得し、環境NPO「サン・ラブ」を設立する。さらに、試行期のときに培った自治センター（2001年に公民館から改称）とのつながりが生きて、「えひめ AI-I」を公民館に置かせてもらい、自由に使ってもらえるようになる（町民に自由に使ってもらえるようにすることも役場の補助の条件であった）。「えひめ AI-I」の使用に慎重だった自治会も、役場の後ろ盾を得ると信用するようになり、ほとんどの自治会で出前講座を実施することができ、旧内子町内での普及が一気に進んだ。この時期も役場という、地区外の組織とのつながりが、自治会内の活動促進に役立ったと言える。

2004年～2005年は小田地区普及期といえる。3町が合併して新内子町が誕生したのは2006年であるが、合併前にすでに普及活動は始まっていた。契機となったのはこの年に実施された「うちこ発環境会議」である。これは3町の住民団体が集まって環境についての意見交換をする会である。このときに小田地区で活動するクリーン小田の会とのつながりができた。そこでクリーン小田の会への「えひめ AI-I」使用を提案する。I氏は旧小田町とはほとんどつながりがなく、小田地区の自治会にアプローチするのは非常に困難であった。しかしクリーン小田の会のメンバーはそれぞれが住む自治会の中で重要な役割を果たしていたので、彼らの後ろ盾を得て旧小田町の自治会へアプローチできるようになった。また、小田自治センターに話し、「えひめ AI-I」使用の協力を得ることもできた。地区外の住民団体のつながりがあったからこそ、このように普及できたとI氏は述懐している。

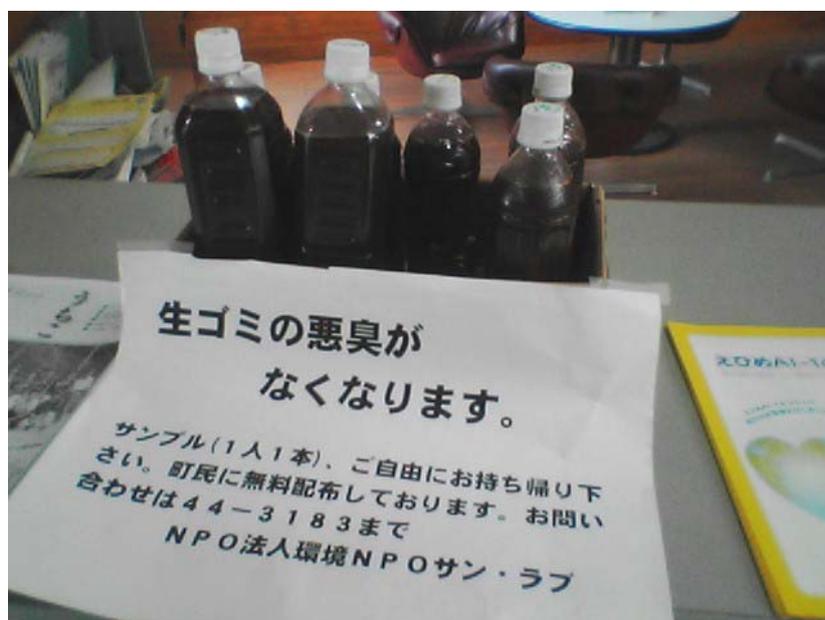


図 3.2-23 えひめ AI-I



図 3. 2-24 えひめ AI-I の培養施設

2005年～2006年は五十崎地区普及期といえる。「うちこ発環境会議」を契機に知り合った旧五十崎町の「すみれ会」より近所の下水路が臭いと相談を受ける。「すみれ会」は旧五十崎町の平岡自治会の自治会館を拠点に活動している環境団体である。そこでI氏は下水路に「えひめ AI-I」を流すことを提案するが、それには地元の住民に「えひめ AI-I」を頻繁に下水路に注入してもらう必要がある。そこですみれ会のメンバーが、会員ではない上流の世帯を説得し、「えひめ AI-I」を注入してもらえるようになった。このことで水質が改善し、I氏やサン・ラブは五十崎地区でも徐々に信用を得ることになる。2006年に3町が合併すると、旧五十崎地区の自治会への配布が順次始まる。使用の際には各自治会から呼ばれ、出前講座を実施した。受講生の7割はI氏が営んでいた衣料品の販売を通じた個人的な知り合いであり、「Iさん、こんな活動もやっていたんですね」とすぐに打ち解けた。以上のようにこの期も地区外との環境団体とのつながりが活動拡大に大きな役割を占め、さらにI氏の地区外の個人的なつながりも一役買ったと言える。

2007年以降は、他分野への展開期といえる。折しも2006年に環境自治体会議全国大会が内子町で開催され、I氏は大会の実行委員長を務めることになる。これを機に環境NPO「サン・ラブ」の活動が全国に知れ渡るようになるだけでなく、内子町内での信頼度も一層高まることとなった。それと時を同じくして、旧3町の半数以上の自治会で「えひめ AI-I」の普及をほぼ終えたI氏は、他分野の事業にも着手することになる。ちょうど役場がバイオマスタウン構想を策定したところであり、I氏はその事業計画にあった竹ペレットの飼料化を検討したが、予想以上に困難であり断念した。その時内子町役場の環境担当課の職員からBDFをやってはどうかと持ちかけられる。そこでI氏は廃食油を集めるために地域の食堂や自治会に働きかけ、協力を得ることに成功した。自治会の自治会館の横にポリタンクを置かしてもらい、住民が廃食油を持ってきてそのポリタンクの中に入れるしくみを確立した。さらに内子と小田の給食センター組合や五十崎地区の小中学校（五十崎地区は自校方式）に働きかけ、給食の調理で出る廃食油を集めることができるようになる。最初は松山市内の業者に廃食油を引き取ってもらっていたが、2009年には行政から補助を

もらって BDF の精製装置を購入し、自ら精製を開始する。精製した BDF は役場の公用車や保育園のボイラー用燃料として活用するようになる。さらに自然エネルギーの普及にも着目し、論田自治会の自治会館への小型の水力発電装置の設置に一役買った。また自ら小水力発電装置を購入し中学校での環境学習に活用したり、中学生や自治会を対象に専門家を呼んで太陽光パネルの製作講座を開催したり、廃食油を利用した石けんづくりの出前講座、子ども環境会議における体験学習のブース設置など、さまざまな環境学習の機会を提供している。このようにこの時期には行政や外部専門家とのつながりが事業の拡大に大きく貢献しているとともに、長年培ったつながりや信頼関係が下支えとなったといえる。



図 3.2-25 BDF 精製装置と I 氏

(3) 本事例からみた社会関係資本の地域内外分別の必要性

以上、I 氏の活動の系譜を地区内外とのつながりとの関係でみてきたが、地区外とのつながりが成果を上げるのに大きな役割を果たしてきたことは明白である。もし、社会関係資本の指標を地域内外に分けずに数値化した場合、持続可能な地域づくりに重要な地区外とのつながりが数値として表れない。したがって、この事例から、社会関係資本の指標を地域内外に分けることの必要性が明らかになったと言える。

一方、社会関係資本の指標は、当該年な新たなつながりや新たに得た信頼感（フロー）よりも、累年の蓄積（ストック）が重要である。象徴的な話がある。10 年前に役場主催の「環境を考える会」で知り合った他地区の自治会役員が I 氏の活動にその時は全く興味を示さなかったが、そのことを覚えていてくれて 10 年経ってから実現したという話である。このように地区内外のつながりはその時点では役立たなくても、長い年月の後に生きてくるケースが多い。したがって「資本」として捉えることの重要性も、この事例から検証できたと言える。

4. 地域の安全性・頑健性評価手法の開発

4.1 地域の安全性・頑健性評価手法の開発

4.1.1 都市・地域におけるレジリエンス研究のレビュー

近年、欧米では、都市・地域の sustainability と resilience が並列されて議論されるようになってきている。また、日本においても東日本大震災以降、地域の resilience に関する関心が高まってきている。しかし日本では、resilience は災害等の巨大なリスクに対応するものとして捉えられることが多いが、海外においては必ずしもそうではない。表 4.1-1 に、欧米における resilience の定義例を示す。

表 4.1-1 resilience の定義例

| | |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Walker, B et al. (2004) | The capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change |
| IPCC (2007) | The ability of a social or ecological system to absorb disturbances while retaining the same basic structure and ways of functioning, the capacity for self-organization, and the capacity to adapt to stress and change |
| UN / ISDR (2009) | The ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner |
| DFID (2011) | Disaster Resilience is the ability of countries, communities and households to manage change, by maintaining or transforming living standards in the face of shocks or stresses- such as earthquakes, drought or violent conflict-without compromising their long-term prospects |
| Arup (2014) | City resilience describes the capacity of cities to function, so that the people living and working in cities -particularly the poor and vulnerable- survive and thrive no matter what stresses or shocks they encounter. |

特に DFID (2011) の定義では、resilience を shock と stress という 2 つのリスクへの対応能力としている。ここで shock と stress は図 4.1-1 のように定義される。

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Shocks Rapid onset and high impact events that cause immediate and visible damage to lives, property and environment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Earthquake • Cyclone • Floods • Tsunami • Fires • Epidemics • Conflicts | <p>Stresses Slow onset and low impact processes that are of high probability, particularly in the context of the urban poor, and show case a day-to-day continuum of hardships</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poverty • Slumming • Water, sanitation and public health • Poor drainage • Water shortage • Drought • Sea level rise |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

図 4.1-1 地域の shock と stress (Shaw and Sharma 2011)

すなわち、地震や津波といった突然やってくるインパクトの大きな shock だけでなく、貧困やインフラの貧弱さ(老朽化)などのじわじわと弱らせる慢性的な stress に対する対応も resilience の範疇に含まれている。日本に当てはめるならば、少子高齢化(過疎化)やコミュニティの希薄化なども地域を弱らせる stress であり、安全性・頑健性を確保するためにはそうした慢性的な stress にも対応する必要がある。そのため、本研究における安全性・頑健性は、欧米で議論されている resilience の考え方に近い。

では、resilience とはどのような能力・要素を持っている状態を指すのか。Norris et al. (2008) は、robustness、redundancy、rapidity を、国連アジア太平洋経済社会委員会 (UNESCAP 2008) は、robustness、redundancy、resourcefulness を resilience の能力として挙げている。また、Arup (2014) は、reflective、robust、redundant、flexible、resourceful、inclusive、integrated の 6 つの視点を示している。東京大学グローバル COE プログラム「都市空間の持続再生学の展開」における『『都市の脆弱性』に関する戦略研究部会』において提示された Vulnerability mandala では、vulnerability (脆弱性) の対偶として resilience のほか、tolerance、stability、diversity、adptability、flexibility、robustness、cohesiveness を挙げており (Park 2010)、欧米の研究ではこれらは大きな意味で resilience に含まれている (図 4.1-2)。さらに、Longstaff et al. (2010) は、コミュニティの resilience の重層性を以下の関数で表している。

Community resilience = f(resource robustness, Adaptive capacity)

Resource robustness = g(Performance, Redundancy, Diversity)

Adaptive capacity = h(Institutional memory, Innovative learning, Connectedness)

以上踏まえると、resilience は、まずリスクに対する頑強さ (robustness)、リスクを吸収する柔軟性 (冗長性 (redundancy)・多様性 (Diversity))、リスクへの適応性 (adaptation)、リスクへの迅速な対応 (rapidity) と様々な資源の活用能力 (resourcefulness) と整理できる。

次にこうした resilient な能力・要素をどのような指標で測定するのか。Arup (2014) は、12 項目の指標を挙げているが、具体的な指標は定めているわけではなく、いわば開発されるべき指標として位置づけている (図 4.1-3)。また、UNESCAP (2008) は、resilience を直接測定するのは困難であるとして、代理指標 (ポテンシャル指標) を、経済、自然、人的資本の 3 分野から選んでいる (表 4.1-2)。Mayunga (2007) も、resilience そのものではなく、それを生み出すものとして社会関係資本、人的資本、自然資本、人工資本、経済資本の測定を提案している (図 4.1-4)。その他では、Chapple and Lester (2010) は、アメリカの大都市圏について、雇用、人口、平均収入、産業の多様性、貧困、人口動態、NPO、イノベーションを地域のレジリエンス指標として、実証分析を行なっている。Ecosgen (2008) は、industry mix (雇用の多様性、雇用の安定性、衰退セクターの雇用、知識集約的セクターの雇用)、workforce (人的資本の質、移民、地域の労働市場)、enterprise (地域経済での事業の成功)、labour market (スキル、雇用給付)、economic dynamism (地域レベルの人口、所得、雇用) からなるレジリエンス指標を作成している。

以上のように、resilience 自体を直接測る具体的な指標はなく、代理の指標でこれを間接的に測定している例が多く、その代理指標として resilience を生み出す資本 (ストック) に着目したものもある。また、今回は詳しく取り上げなかったが、津波やハリケーン、テロ、貧困問題など具体

的なリスクに対する対応をもって、resilientかどうかを判断する事例研究は多く存在する。

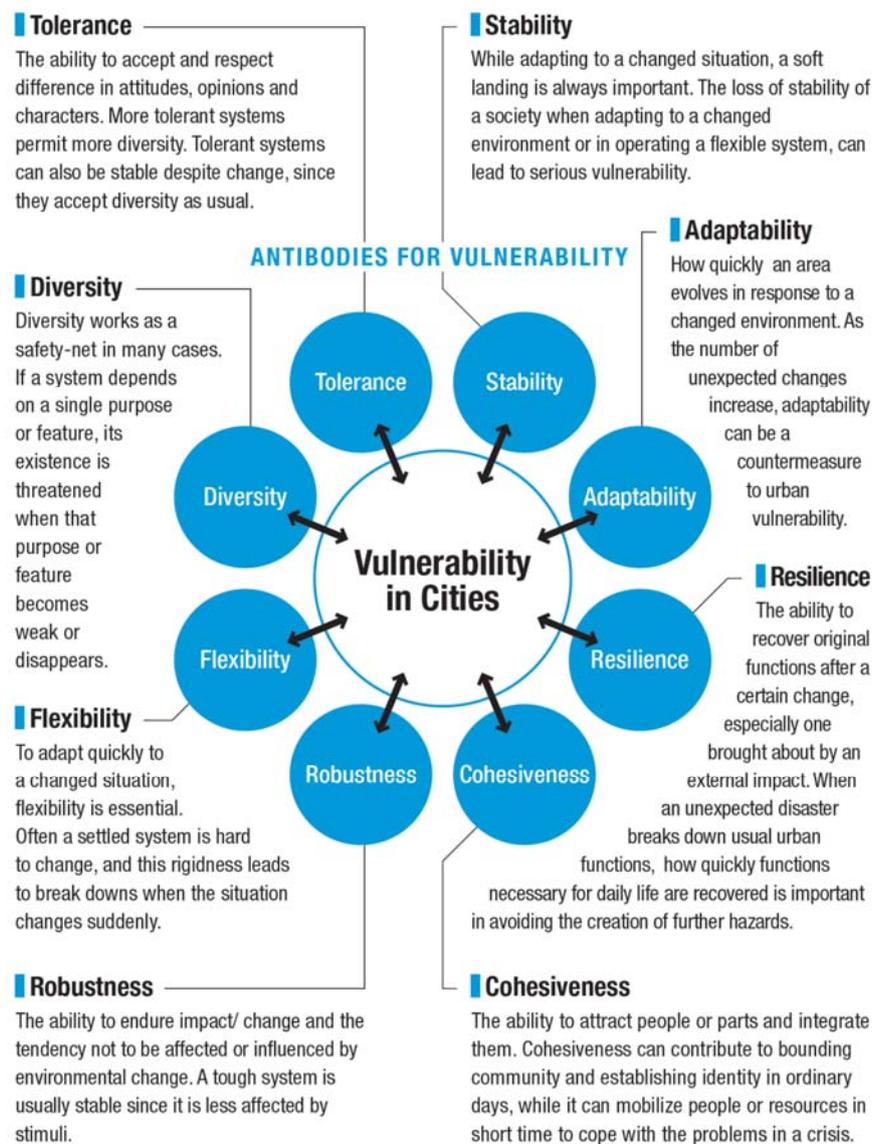


図 4.1-2 Vulnerability mandala における脆弱性の対偶概念 (Park 2010)

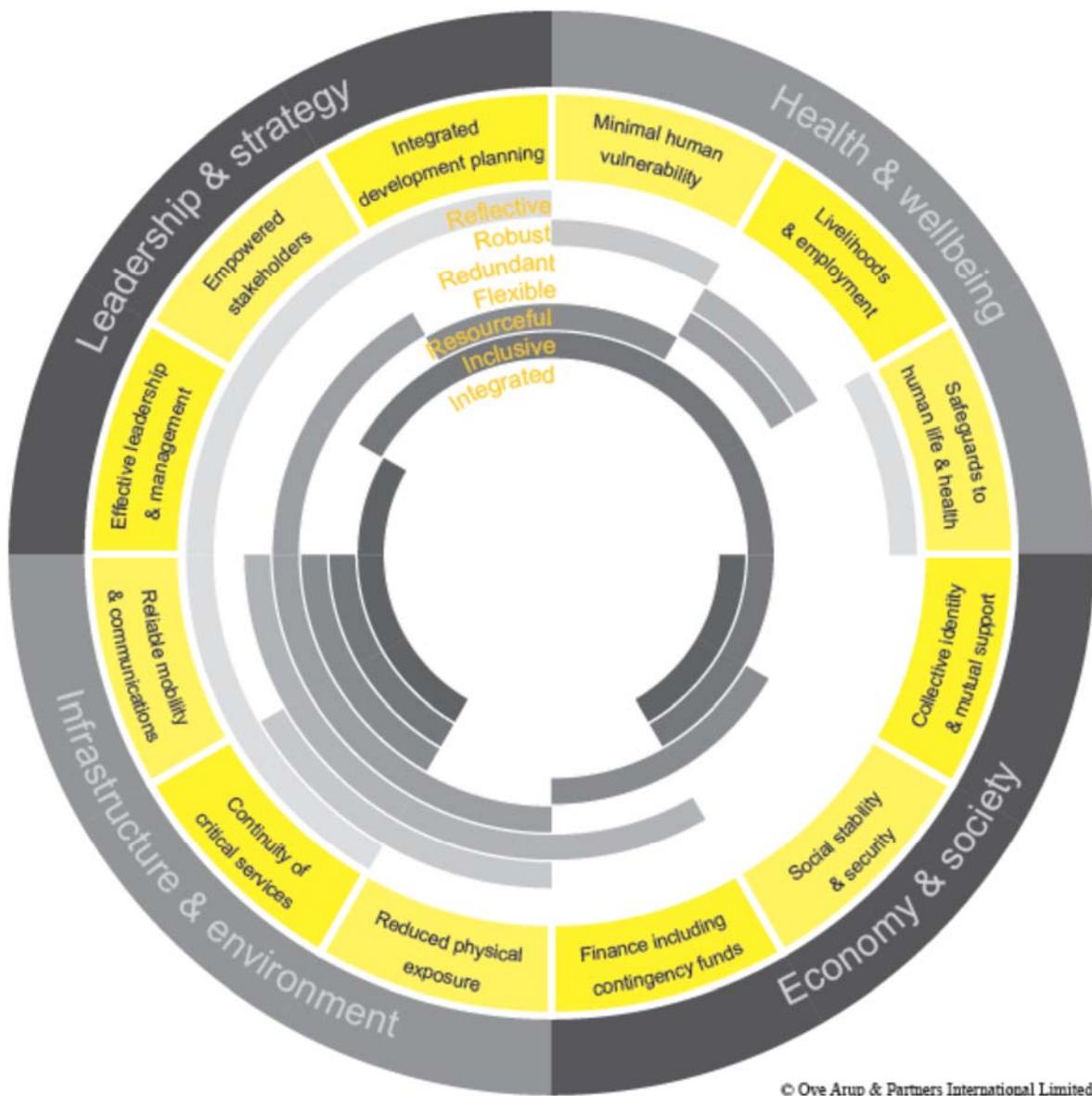


图 4.1-3 City Resilience Index (Arup 2014)

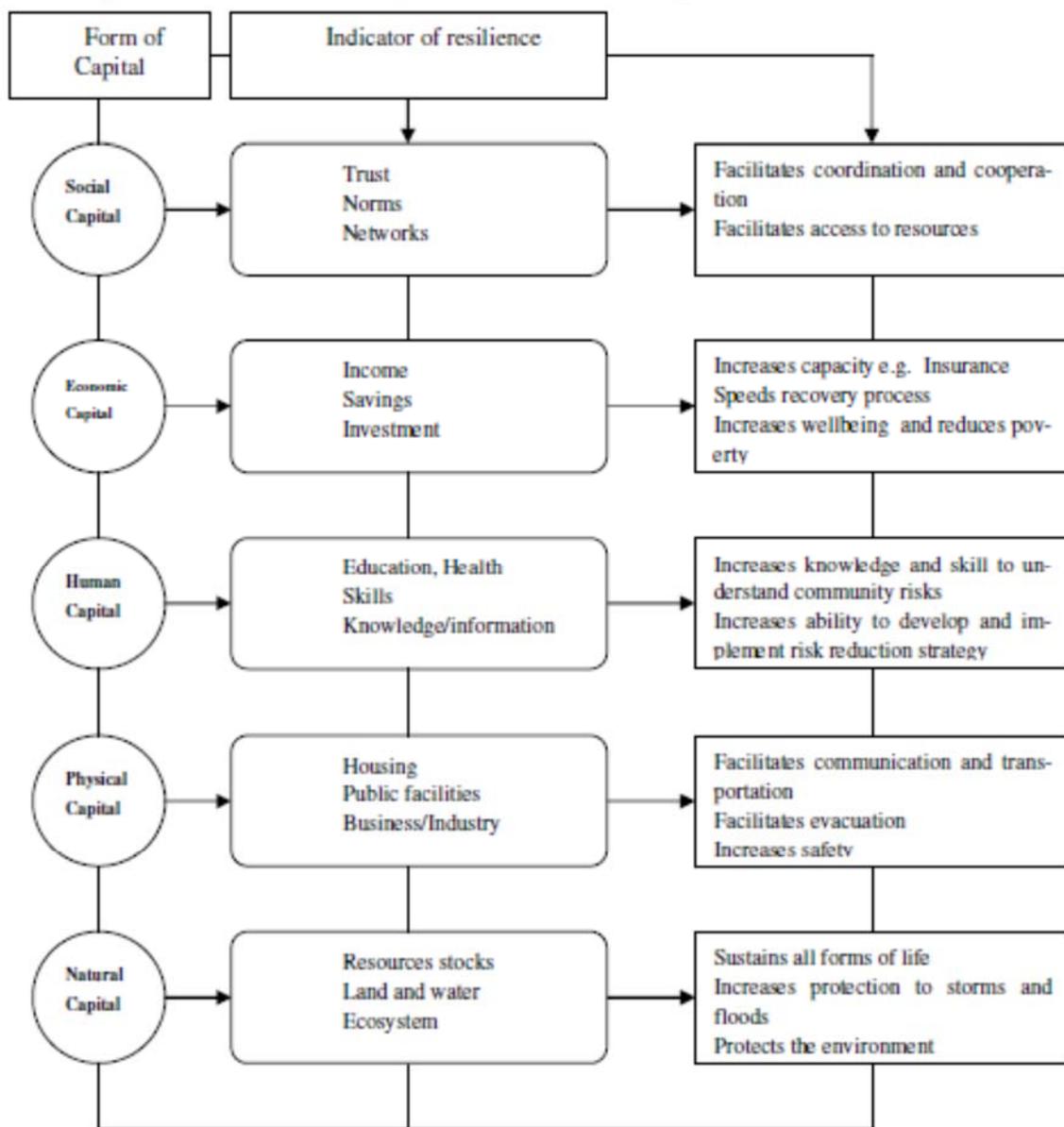


図 4.1-4 地域の資本とコミュニティのレジリエンスの関係 (Mayunga 2007)

表 4.1-2 resilience のポテンシャル指標 (UNESCAP 2008)

Table 4: Potential indicators for resilience and adaptive capacity analysis

| | <i>Economic</i> | <i>Ecosystem</i> | <i>Human / Social</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potential indicators for assessing the extent of system perturbation in response to shocks or stress | <ul style="list-style-type: none"> ▣ GDP ▣ GNP ▣ Commodity prices ▣ Unemployment ▣ GNI ▣ Consumer prices ▣ Composition of economic sectors ▣ Productivity of economic sectors | <ul style="list-style-type: none"> ▣ Biodiversity (species population and composition) ▣ Precipitation ▣ Biome composition ▣ Desertification ▣ Drought frequency and duration ▣ Hydrological regime change ▣ Changes in populations' natural ranges (invasive species) ▣ Ecosystem service flow ▣ Ecosystem composition ▣ Ecosystem productivity ▣ Frequency of natural disasters | <ul style="list-style-type: none"> ▣ Poverty (population living on less than \$1 per day) ▣ Access to improved water ▣ Access to improved sanitation ▣ Life expectancy at birth ▣ Literacy ▣ GINI Coefficient ▣ Access to health services ▣ Education ▣ Urban population ▣ Rural population ▣ Population growth ▣ Emigration/displacement ▣ Loss of livelihood (without self-reliant solution) |
| Potential qualitative indicators for assessing resilience (focusing on adaptive capacity) | <p>Robustness</p> <ul style="list-style-type: none"> • Access to/stocks of capital (all types) • Infrastructure development (e.g. distributed energy systems) • Income distribution (Gini index) • Nature and diversity of relationships between socio-economic and environmental systems <p>Redundancy</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetic and biological diversity (e.g. diversity of, and within, functional groups of species (e.g. pollinators, nitrogen fixers etc.)) • Heterogeneity of landscape mosaics • Diversity and redundancy of institutions (overlapping functions) <p>Resourcefulness</p> <ul style="list-style-type: none"> • Institutions that balance power among interest groups • Institutions and networks for learning and storing knowledge and experience • Institutions that create flexibility in problem solving • Opportunities for self evaluation and change – monitoring to generate and refine ecological knowledge and understanding into management institutions and action | | |

4.1.2 地域の安全性・頑健性のコンセプトと評価手法

前項のレビューを踏まえ、本研究では地域の安全性・頑健性を国連開発計画（UNDP）や IPCC、DFID の“resilience”の定義を参考に、「地域社会（個人、家庭、コミュニティ、政府など）が、“Shock”や“Stress”を予見し、その影響に対して抵抗したり、それをうまく吸収・管理しながら、危機的な状況を乗り越える能力」と定義し、そのコンセプトと評価の枠組みを図 4.1-5 に示した。

安全で頑健な地域は、“Shock”や“Stress”というリスクを予見し、リスクに対応することで、短期的にはその被害を最小限にし、中長期的にはその被害から速やかに回復する能力を持った地域である。逆に、リスクに対して甚大な被害が生じたり、そこからなかなか立ち直れない地域は脆弱な地域となる。リスクに対応する頑健性には、ロバスト性、冗長性、適応性、柔軟性、即応性、解決能力という要素があり、それらは地域の持つストック（資本）を基盤としている。すなわち、健全なストックが地域の安全性・頑健性を生み出している。

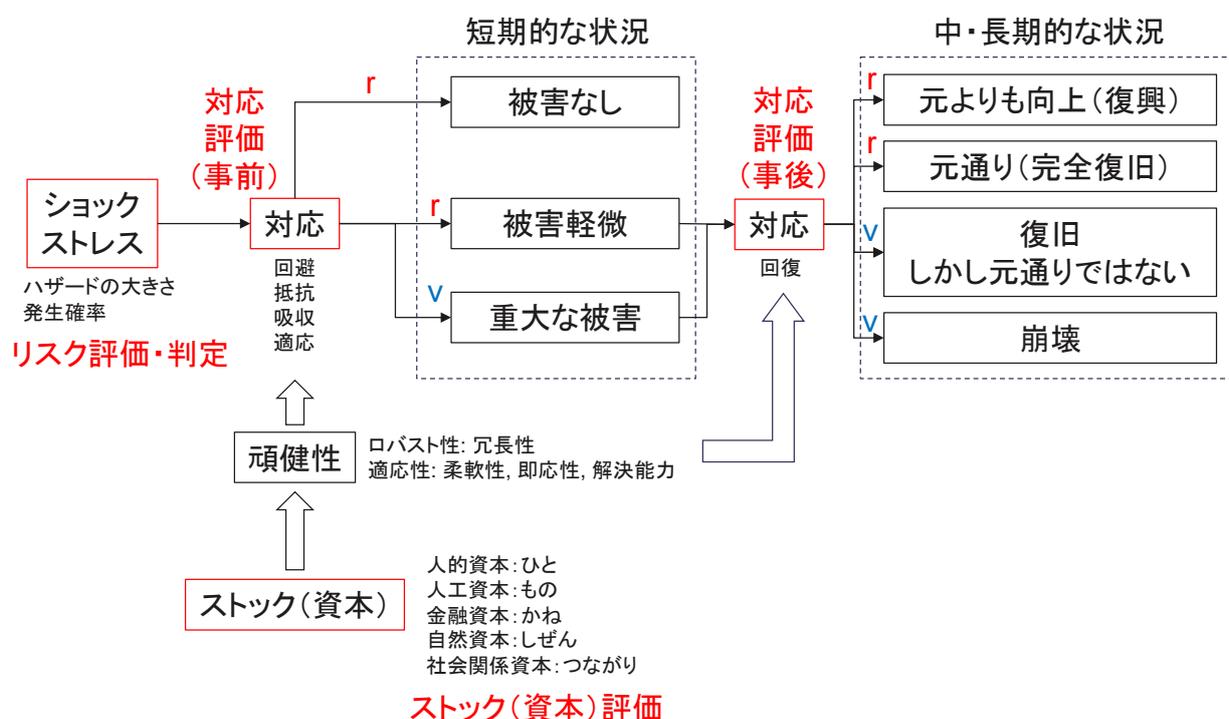


図 4.1-5 本研究における地域の安全性・頑健性のコンセプトと評価手法

以上のコンセプトを踏まえ、本研究では地域の安全性・頑健性を以下の3つの視点から評価することとした。

まず、第一に shock や stress という地域のリスクを評価し、判定する(1)リスク評価・判定である。第二に判定されたリスクへの対応状況を見る(2)対応評価である。第三に頑健性を生み出す地域の(3)ストック評価である。次項では、その方法について述べる。

4.1.3 地域の安全性・頑健性の評価方法

(1) リスク評価・判定

リスク評価・判定は、リスクを特定し、その発生確率とハザードの大きさを評価する（リスク評価）、その組み合わせが受容可能なレベルかどうかを判定する（リスク判定）、という手順で行われる。

リスクの定義は学問分野によって様々であるが、一般的には「結果の重大さ（hazard）とその発生確率（probability）の組み合わせ」で表される。地域にとっての様々なリスクのハザードと発生確率を定量的に評価することは難しいため、工業製品のリスク評価に使用される R-Map（リスクマトリクス）法を提案したい。ハザードの大きさは、None（無傷）、Negligible（軽微）、Marginal（中程度）、Critical（重大）、Catastrophic（致命的）の5段階で表され、発生確率は、Incredible（全く考えられない）、improbable（まず起こり得ない）、remote（起こりうる）、Occasional（時々発生する）、Probable（しばしば発生する）、Frequent（頻発する）の6段階で評価される。そしてこのマトリクス（表 4.1-3）の A・B 領域にプロットされたリスクを、地域にとって受容できないリスクとし、対応策を検討する。なお、カナダ政府は、「統合的リスクマネジメント(Integrate Risk Management)」のフレームワークを構築しており、ブリティッシュコロンビア州やカルガリー、ウィニペグなどの地域レベルでも導入が図られている。ブリティッシュコロンビア州では、災害、財政、政策実行などの地域が抱える広範なリスクをこの方法で評価している(Province of British Columbia 2012)。

表 4.1-3 リスクマトリクス

| | 0:無傷 | 1:軽微 | 2:中程度 | 3:重大 | 4:致命的 | |
|------------|------|------|-------|------|-------|----|
| 5:頻発 | C | B3 | A1 | A2 | A3 | |
| 4:しばしば | C | B2 | B3 | A1 | A2 | |
| 3:時々 | C | B1 | B2 | B3 | A1 | |
| 2:起こりうる | C | C | B1 | B2 | B3 | A1 |
| 1:まず起こりえない | C | C | C | B1 | B2 | A1 |
| 0:全く考えられない | C | C | C | C | C | A1 |

A:受け入れられないリスク（直ちに対応が必要）

B:今後改善が必要なリスク（今後対応が必要）

C:受け入れ可能なリスク（余裕があれば対応する）

(2) 対応評価

リスク評価・判定において対応が必要とされたリスクに対する地域の対応状況の評価するのが対応評価である。対応策については、前述のリスクの考え方を踏まえて、「発生確率を下げる（防災一回避）」ものと、「被害を小さくする（減災）」ものとに分け、さらに resilience の研究レビューを踏まえ、「減災」として「耐える・はね返す（頑強性）」「吸収する・受け流す（柔軟性）」「合わせる・適応する（適応性）」「すぐに元に戻す（回復性）」の4つを対象とした（表 4.1-4）。

表 4.1-4 対応策の分類

| | | |
|----|----|----------------------|
| 防災 | 回避 | 発生確率を下げる(起こらないようにする) |
| 減災 | 頑強 | 強くする・耐える・はね返す |
| | 柔軟 | 吸収する・受け流す・勢いを削ぐ |
| | 適応 | 合わせる・適応する |
| | 回復 | すぐに元に戻す |

以上を踏まえ対応評価は、①リスクとその影響を構造化する、②リスクへの対策主体と対策案をリストアップする、③リストアップされた対策案の達成度を判定（4段階評価）する、という手順を取った。

(3)ストック評価

頑健性を生み出す地域のストック評価については、2.1 で提案しているストック指標をそのまま使用する。ストック量が多く、健全な状態に保たれることで、地域の頑健性につながる。

4.2 地域の安全性・頑健性評価手法の適用試行

4.2.1 地域のリスクと対応評価の適用試行

4.1.3 で説明した評価手法のうち、リスク評価・判定と対応評価の試行を愛媛県喜多郡内子町役場において、町職員を対象としたワークショップ形式で行った。リスク評価・判定を2013年11月18日、対応評価を2013年11月26日に実施した。参加者数は12名であり、4人ずつ3班に分かれて作業を行った。

(1) 安全性評価の結果

評価の前に、前述の評価手法と“Shock”と“Stress”の考え方について解説し、検討するリスクは自然災害だけでないことを説明した。その後、3つの班に分かれてリスクの特定、リスク評価、リスク判定を行った。

ハザードの大きさについては、先述の5段階をそのまま示したが、発生確率については表4.2-1のようにおおよその目安を示した。また、ハザードのエンドポイントである4資本については、表4.2-2を提示した。その結果、「南海トラフ地震」「洪水」などの自然災害に加え、「人口減少」「少子高齢化」「公共施設の老朽化」などがA・B領域にプロットされた(表4.2-3)。“Shock”系だけでなく、“Stress”系のリスクも抽出されており、自らの地域の安全性や脆弱性を評価することが可能であることが確認された。また、この情報は、自治体政策を検討する際にも有効である。

表 4.2-1 提示した発生確率の目安

| | 発生確率 | Shock(目安) | Stress(目安) |
|---|----------|--------------|-------------|
| 0 | 全く考えられない | 今後100年は起きない | 100年は大丈夫 |
| 1 | まず起こりえない | 50～100年に1度程度 | 50～100年で危機的 |
| 2 | 起こりうる | 10～50年に1度程度 | 10～50年で危機的 |
| 3 | 時々 | 6～10年に1度 | 6～10年で危機的 |
| 4 | しばしば | 2～5年に1度 | 2～5年で危機的 |
| 5 | 頻発 | 毎年起こる | すでに危機的 |

表 4.2-2 提示したエンドポイント

| | | |
|------|-----------|----------------------------------------|
| 保護対象 | 自然 | 自然環境や生態系への被害 |
| | 人 | 住民の命や健康、心への被害。 |
| | インフラ・制度 | インフラへの被害。制度(福祉等)への被害。 経済的な被害。格差の拡大。 |
| | コミュニティ・歴史 | コミュニティへの被害。 地域の歴史・伝統・文化への被害。 |

表 4.2-3 抽出されたリスク要因

| 危機事象 | リスク判定 | 危機事象 | リスク判定 |
|-------------------|-------|------------------|-------|
| 人口減少 | A1 | 税込減 | A1 |
| 少子高齢化 | B3~A3 | 交付税の削減 | A2 |
| 若年層のコミュニティへの関心の薄れ | A1,B3 | 社会保障費の増大 | A2 |
| 地域コミュニティの衰退 | A1,B3 | 限界集落における費用増 | A2 |
| 商業の衰退 | A3 | 財政破綻 | A1,B3 |
| 観光客数の減少 | A1 | 南海トラフ地震 | A1,B3 |
| 後継者不足 | A3 | 台風 | A1 |
| 雇用機会の減少 | A3 | 豪雨災害 | A1 |
| 企業の撤退 | 時間切れ | 水害 | B3 |
| 第一次産業の衰退 | A3 | 土砂災害 | A3 |
| 農業の担い手不足 | 時間切れ | 化石燃料の枯渇 | A1,B3 |
| 耕作放棄地の拡大 | A3 | 温暖化 | A1 |
| 林家の減少による山林の手入れ不足 | A3 | 生活環境の維持困難(ごみ収集等) | B3 |
| 伝染病の流行 | 時間切れ | 放射能汚染 | A1,B2 |
| インフラ・公共施設の老朽化 | A1 | 地域交通機関の減少 | C |
| 学校統廃合 | A1 | 伝統文化の継承問題 | B1,2 |
| インフラの老朽化 | A1 | | |

しかしながら、試行によって以下の様な手法の改善点も明らかになった。

まず、慢性的な“Stress”のハザードと発生確率の評価は、急性的な“Shock”と比べてわかりづらく、評価手法の改良が必要である。関連する事項として、引き起こされる影響が直接的なもの、間接的なものが混在しており、その整理が必要である。その際、地域特性や時間軸を考慮しつつ、リスク事象の分類・階層化を行うことが必要である。

また、リスクを評価する際、試行では発生確率から先に評価を行ったが、すでにリスク特定の段階で、参加者の多くがハザードの大きさをリスク事象をスクリーニングしており、ハザードの評価を先に行うほうが効率がよい。さらに、特定されたリスク事象は他地域でも共通するものを多く含まれることから、漏れを防ぐためにも懸念されるリスク事象のリストを予め提示し、そこに固有のリスク事象を加えていくことが有効と考える。

(2) 対応評価の結果

評価の前に、前述の「防災」「減災」および「頑強性」「柔軟性」「適応性」「回復性」について解説し、防災に偏らない対策案を検討することを説明した。また、頑健性評価の第1段階であるリスク要因とその影響の構造化については、時間の関係上、報告者らが実施し、その結果をワークショップ参加者に提示した(図 4.2-1)。

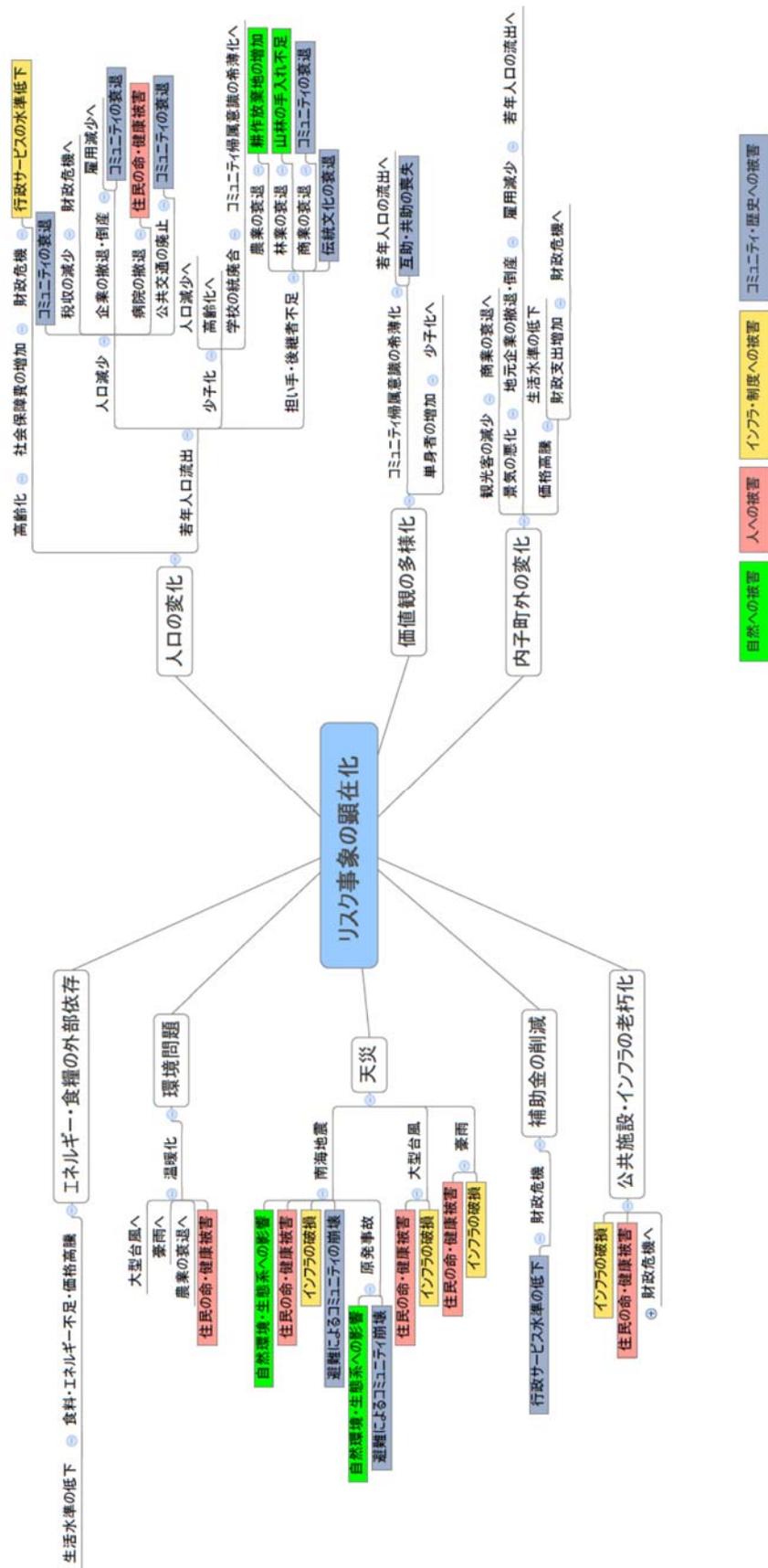


図 4.2-1 リスク要因と影響の構造化

リスク評価・判定で対応すべきリスクとされたにもものついてすべて対応評価を行った。その結果を表 4.2-4 に示す。本手法は、自らの地域の頑健性を評価することが可能であり、この情報は、自治体政策の優先順位を検討する際にも有効である。

ただし、リスクに対する対応策として、「防災」「減災」および「頑強性」「柔軟性」「適応性」「回復性」という観点から検討したが、十分に網羅的に検討できたとはいえない。参加者による対応策の分類も行ったが、かなり混乱が見られた。リスク評価と同様に、対応策についても予めリスト化するか、対応策にもトレードオフ等があることから、対応策を具体化せずにそのリスク事象に対する備えができていないか否かのみを確認するのにとどめるのが妥当である。

試行によって、改善点はいくつか明らかになったものの、地域の持続可能性評価に向けた安全性・頑健性評価の枠組みが確立できた。

表 4.2-4 頑健性評価の結果（一部）

| | 対応 | 対策主体 | 対策案 | 達成度 |
|-----------------|----|------------|--------------|-----|
| 南海 トラフ 地震 | 頑強 | 住民・自治体 | 耐震化の推進 | △ |
| | 頑強 | 住民・自治体 | 自主防災組織の強化 | ○ |
| | 頑強 | 自治体 | 緊急避難道路の整備 | △ |
| | 頑強 | 住民・自治体・企業 | 食料の備蓄 | △ |
| | 頑強 | 住民・自治体・企業 | 避難所の確保 | △ |
| | 頑強 | 住民・自治体・企業 | 通信網の確保 | × |
| | 回復 | 自治体 | 被災住宅への支援 | ○ |
| | 回復 | 自治体 | 被災住宅の点検 | — |
| | 回復 | 自治体 | 仮設住宅の確保 | — |
| | 回復 | 自治体 | 瓦礫処理 | — |
| 少子 高齢化 | 適応 | 自治体・住民 | 検診の受診率を上げる | △ |
| | 適応 | 自治体・コミュニティ | 趣味の場の提供 | ○ |
| | 回避 | 自治体 | 福祉の充実 | ○ |
| | 回避 | 企業 | 働く場所の確保 | △ |
| | 回避 | 自治体・住民 | 子どもを増やす | |
| | 適応 | 自治体 | デマンドバス | ○ |
| | 回避 | 自治体 | 子育てが安全に出来る環境 | △ |
| | 回避 | 自治体 | 医療費、生活支援 | ○ |
| | 回避 | 自治体 | 結婚支援 | × |
| | 回避 | 自治体 | 出産費用の支援 | ◎ |
| | 回避 | 自治体 | 育児費用の支援 | ○ |
| | 回復 | 自治体 | 子連れの世帯を受け入れる | △ |

4.2.2 地域を脅かすリスクのリスト化

先述の試行で明らかになったように、特定されたリスク事象は他地域でも共通するものを多く含まれることから、漏れを防ぐためにも懸念されるリスク事象のリストを予め提示し、そこに地域固有のリスク事象を加えていくことが有効と考える。そこで、表 4.2-5 と表 4.2-6 に地域を脅かすリスクのリストを示す。なお、リスクリスト作成にあたっては、地域特性や時間軸（Shock と Stress）を考慮しつつ、リスク事象の分類・階層化を行った。リスク評価・判定にあたっては、このリストを提示しつつ、リストに含まれない各地域固有のリスクを加えて評価・判定を行うことで、漏れ無く対応の検討が可能となると考える。

表 4.2-5 リスクリスト（Shock）

| | | |
|-------|------|------------------|
| Shock | 自然災害 | 大地震 |
| | | 津波 |
| | | 大規模台風 |
| | | 洪水 |
| | | 豪雪 |
| | | 土砂崩れ |
| | | 高潮 |
| | | 噴火 |
| | 大事故 | 原発事故 |
| | | 大規模火災 |
| | | インフラの大事故 |
| | | 有害物質漏洩 |
| | 伝染病 | 人間の伝染病 |
| | | 家畜の伝染病 |
| | 経済危機 | 自治体財政危機（財政再生団体化） |
| | | 有力企業の撤退・倒産 |
| | | グローバル経済危機の波及 |
| | | その他 |
| | テロ | 物理的テロ |
| | | サイバーテロ |
| | 戦争 | 戦争 |

表 4.2-6 リスクリスト (Stress)

| | | |
|------------|----------|------------------------|
| Stress | 人口変化 | 人口減少 |
| | | 過疎 |
| | | 過密 |
| | | 高齢化 |
| | 気候変動 | 気候変動 |
| | 安全性低下 | 交通事故件数の増加 |
| | | 犯罪件数の増加 |
| | グローバル化 | 貿易の自由化による地域産業の競争低下 |
| | | 移民・移住者の増加による軋轢 |
| | 地域経済悪化 | 地域産業の衰退 |
| | | 後継者不足 |
| | | 失業者の増加 |
| | 利便性低下 | 生活関連施設(病院、商業施設、GS等)の撤退 |
| | | 公共交通の廃止 |
| | インフラの老朽化 | インフラの老朽化 |
| | 局所的環境汚染 | 大気汚染 |
| | | 水質汚濁 |
| ヒートアイランド | | |
| 放射能汚染 | | |
| その他 | | |
| 経済格差・貧困 | 経済格差の拡大 | |
| | 貧困層の増加 | |
| その他地域固有の課題 | | |