

「環境レジリエンス」の概念構築と 評価指標の抽出に向けた一考察

馬場 健司¹・増原 直樹²・田中 充³・白井 信雄⁴

¹正会員 法政大学特任教授 地域研究センター (〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1)
E-mail:kenshi.baba.44@hosei.ac.jp

²非会員 総合地球環境学研究所プロジェクト研究員 (〒603-8047 京都市北区上賀茂本山457-4)
E-mail:masuhara@chikyu.ac.jp

³正会員 法政大学教授 社会学部 (〒194-0298 東京都町田市相原町4342)
E-mail:mtanaka@hosei.ac.jp

⁴正会員 法政大学特任教授 地域研究センター (〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1)
E-mail:nobuo.shirai.33@hosei.ac.jp

本稿は、文献調査や聞き取り調査によりレジリエントシティや環境レジリエンスの概念を整理した上で、これを評価するためのレジリエンス指標について展望する。現段階では、レジリエントシティを、気候変動や自然災害といった外力(リスク・ストレス)とエネルギーを中心とする社会・生態系システムの関係として捉え、マルチプルな環境リスクに対応しうる能力を持つ都市と規定する。また、環境レジリエンスの評価には、自治体担当者が既往施策のレジリエンス性を評価する「政策指標」と、ステークホルダーなどが市民生活や社会関係資本などの状態に係るレジリエンス性を評価する「都市指標」の両方が必要であり、このように収集された専門知と現場知、生活知とを統合することが都市の環境レジリエンスを高め得る。

Key Words : *resilient city, climate change, energy system, social ecological system, natural disaster*

1. はじめに

持続可能な社会を語る際に「レジリエンス」というキーワードが注目されるようになっていく。特に東日本大震災を経験した日本では、内閣官房国土強靱化推進室を中心に「ナショナル・レジリエンス(防災・減災)懇談会」の検討が国家政策として2013年春から急速に進められている。ただし、その根拠となるべき「防災・減災等に資する国土強靱化基本法案(2013年8月現在、国会で継続審議中)の名称や「懇談会」での議論の経緯(内閣官房国土強靱化推進室¹⁾が示すとおり、防災・減災が主たる関心となっている。

後述するように、このような動きはもちろん日本だけではなく、世界的な潮流であり、「レジリエントシティ」の概念は様々なものが提示されている。ただし国際的には、「レジリエントシティ」は気候変動やエネルギー、生物多様性などの主な環境政策の論点と絡めて議論されているケースが少なくなく、国内での防災・減災に収斂した動きよりは、幅広い論点をカバーしている点に留意が必要である。

環境システム研究の文脈においては、「大震災の経験から環境システム研究を捉えなおす」との趣旨で、「災害に対するレジリエンスと環境システム研究の展開」について議論された経緯がある。盛岡²⁾は、津波被害を受けた陸前の低平地及び浜地の再建・復興を取り上げ、復興過程の環境面の主要な論点として、すみ続けられる条件を整えるという持続可能性の面から、①がれき処理の分別リサイクルの基本方針、②L2津波への多重防災の基本方針、③津波浸水で甚大な被害を受けたコミュニティの再建の基本方針、④環境未来都市構想への適応戦略に言及している。また、齋藤、橋本³⁾は、多重防護が機能しなかった場合の原子力災害に伴う社会・生態システムリスクの評価の重要性を、今後の地域社会におけるレジリエンス強化に向けた論点として挙げている。

このように、環境政策上の問題関心に基づくレジリエンス(以降、「環境レジリエンス」とする)の議論においては、防災・減災は重要な1つの要素ではあるものの、これに加えて環境に配慮した都市づくりやエネルギー、生態系といった論点が視野に含まれる可能性がある。そこで本稿では、基礎自治体レベルの空間的広がりを想定

したレジリエントシティの具現化を目指し、文献調査や聞き取り調査によりレジリエントシティや環境レジリエンスの概念を整理した上で、これを評価するためのレジリエンス指標について展望を得ることを目的としている。

2. 調査方法

調査方法は以下のとおりである。まず、レジリエンスの概念を整理し、環境レジリエンスの射程を検討した上で、レジリエントシティの指標体系を抽出するため、文献調査を実施した。“Web of Knowledge”(Thomson Reuters社提供)を用いて、“resilience”をキーワードとした論文検索を行ったところ、32,000件以上の論文が抽出された(2013年6月時点)。この中から、研究分野別に件数の最も多かった環境科学分野をはじめ、レジリエントシティ、或いは環境レジリエンスという文脈で示唆が得られると考えられる生物多様性保全、工学、水資源、行政、地理学、社会学、都市研究の合計8分野からImpact Factorが高い順に20論文を抽出し、重複分の整理などを行い、結果的に約60論文を収集した。これ以外にも、サーベイ論文から派生して収集したり、和文論文、書籍を適宜追加したりしている。

次に、以上の文献調査結果に基づいて、レジリエントシティの概念整理と環境レジリエンス指標を抽出しつつある段階で、事例研究の対象都市として仙台市、川崎市を取り上げ、それぞれの環境系部局や危機管理系部局の担当者への聞き取り調査を行った。これにより、レジリエンスの概念と指標の枠組みを整理している。

3. レジリエンスを巡る概念整理

(1) レジリエンス

まず、文献調査結果に基づいて、レジリエンスの概念を整理しておく。既に様々な分野でサーベイ論文が存在しており、例えば、心理学や個人レベルについては石原・中丸⁴⁾など、防災や地域社会レベルについては塩崎、加藤⁵⁾やNorris et al.⁶⁾、Manyena⁷⁾など、生態学や社会生態システムについては森⁸⁾やResilient Alliance⁹⁾など、経済分野については藤井他¹⁰⁾など、極めて多数にのぼる。これらを参考としながら、本稿の主題であるレジリエントシティ、環境レジリエンスの参考となり得ると考えられるいくつかの先行研究の定義の例を表-1に示す。

これまでにレジリエンスの概念を取り上げた研究としてよく引用されるのはHolling¹¹⁾であり、ここでは環境変化に対する生態システムの特質を表わす概念とされている。それ以降、様々な分野において非常に多くの論文が出現している。前出のNorris et al.⁶⁾は、多くのレジリエンスの定義で強調されている点として、攪乱やストレス、災難に際して適切に対処できる適応能力を挙げ、結果よりはプロセスとしてよりうまく概念化されること、安定性よりは適応性としてよりうまく概念化されることの2つについては一般的な合意があると指摘する。その上で、工学的レジリエンス(攪乱の後で事前に設計された状態や機能にシステムを戻すこと)と生態的レジリエンス(環境に適合する様々な望ましい状態を許容すること)とでは、後者の方が人間やコミュニティ、組織、社会については適合するとしている。そして、自身の定義としては、頑健性、冗長性、迅速性がストレス要因に対して反作用するときレジリエンスが発生するとしており、ネットワ

表-1 レジリエンスの概念の一例

著者,発表年	対象分野	定義
Holling, 1973	生態系	システムの粘り強さの手段であり、変化や攪乱を吸収する能力。システムの構成要素の関係性を一定に保つ能力。
Adger, 2000	社会	外部からのショックに対して地域社会におけるインフラが持ちこたえる能力。
Resilient Alliance, 2002	社会・生態システム	生態系レジリエンスは、生態系が質的に異なる状態へ崩壊することなく攪乱を許容する能力。ショックに持ちこたえ、必要な時には再構成することのできる能力。社会システムのレジリエンスは、将来に備えて予測したり計画したりする人間の能力。レジリエンスとは、これらの社会生態システムがリンクされた3つの特質をもつ。1) システムが被っても同じコントロールにより機能や構造を保つことのできる変化の総量、2) システムが自己組織化できる度合い、3) 学習し、適応することのできる可能性を向上させる能力。
Godschalk, 2003	都市	物理的なシステムと人間社会の持続可能なネットワークであり、極端現象を管理することのできる、つまり極端なストレス下でも存続し、機能することのできる。
UNISDR, 2005	都市	潜在的に曝露されるハザードに対するシステムや地域社会、或いは社会の適応能力であり、機能や構造が受容可能なレベルを維持するために抵抗し、変化する能力。社会システムが過去の災害から学習してよりよい未来の防護やリスク低減手段の改善のために自己組織化することのできる度合いによって決定される。
Norris et al., 2008	地域社会	頑健性、冗長性、迅速性がストレス要因に対して反作用するときレジリエンスは発生、ネットワーク化された適応能力の集合のこと。経済発展、情報通信、コミュニティの能力、社会関係資本のリンケージで構成される。

出典：Norris et al.⁶⁾、Manyena⁷⁾、Resilient Alliance⁹⁾、Holling¹¹⁾、Adger¹²⁾、Godschalk¹³⁾、UNISDR¹⁴⁾より作成

ーク化された適応能力の集合であるとしている。そして、経済発展、情報通信、コミュニティの能力、社会関係資本のリンケージで構成されるとしており、非常に広範な側面を含む定義となっている。

(2) レジリエントシティ

レジリエントシティを巡る国際的に重要な政策動向の1つとして、国連国際防災戦略(UNISDR; United Nations Strategy for Disaster Reduction)によって2010年に開始されたレジリエントシティ化キャンペーン(Making Cities Resilient Campaign)が挙げられる(UNISDR¹⁵⁾)。これは、168か国の政府と78団体の地域や国際機関、161団体のNGOが参加して2005年に神戸で開催された第2回国連防災世界会議において採択された「兵庫行動枠組み(HFA; Hyogo Framework for Action 2005-2015)」に基づいて、各国政府に取り組むことが求められている脆弱性や災害リスクの低減をより確かなものとするため、各国政府や地方自治体に対して、災害リスクの低減やレジリエンスの向上、気候変動への政策プライオリティの向上への理解とコミットメントを強めることを目的としている。キャンペーンに参加する都市は、相互学習や技術的支援を通じてレジリエンスの向上が期待されている。

UNISDRでは、持続可能な開発を達成する1つの要素として、災害レジリエンスの構築を謳っており、気候変動や極端気象が、都市のハザードとリスクへの曝露をさらに高めることを想定している。ここでのリスクは、ハザード(台風や地震、洪水など)と住民や資産のハザードへの曝露、脆弱性の状況との積をレジリエンスで除したものと定義されている。その防災レジリエンスの具体的な内容は以下のとおりである。1) 氾濫原や急こう配地域に不法な居住者がおらず、サービスやインフラが整備され、建築基準に則った住宅に人々が居住することにより、災害が最小化されている都市、2) 持続可能な都市化について関心を持ち、能力の向上と組織の管理に必要な資源をコミットメントする能力と責任のある自治体、3) 行政も住民もリスクを理解し、リスク情報ベースを開発している、4) 住民に参加の機会が与えられ、行政当局と共に計画の決定に関与できる、5) モニタリングや早期警戒システムなどにより災害の影響を予測し、緩和するよう準備を進め、極端気象や地震、人為的ハザードに起因する物理的、社会的損失を最小化することができる。6) 復旧計画を実行でき、迅速に基本的な行政サービスが再開できること、である。

なお、この動きと呼応して、ICLEI(International Council for Local Environmental Initiatives; 国際環境自治体協議会)も、2010年より毎年“Resilient Cities”という名称の国際会議を開催している。そこではレジリエントシティが以下のような概念として捉えられている。すなわち、都市が持続

可能であるために、災害や気候変動、予期できない出来事に対してレジリエントでなければならないとしており、レジリエンス向上のためには、リスクへの曝露と脆弱性を低減させる一方で、抵抗力や頑健性を高め、緊急事態への備えを進めることとしている(ICLEI¹⁶⁾)。なお、ICLEIとは、1990年に国連で行われた「持続可能な未来のための自治体世界会議」を契機に発足し、持続可能な開発を公約した自治体および自治体協会で構成された国際的なネットワーク組織であり、現在は84か国の1000団体以上の地方自治体が加盟している。Resilient Citiesには毎年500人の参加者があり、主として気候変動と自然災害を外力として捉えたレジリエントシティを巡る広範な議論が行われている(Otto-Zimmermann¹⁷⁾)。

また、Resilient City.org(主としてカナダの建築・都市計画系の研究者・実務者グループからなるインターネット上のオープンフォーラム)では、レジリエントシティを「将来のショックを吸収する能力を開発し、社会的、経済的、技術的システムとインフラを強化して、それにより従来と同じ機能や構造、システムやアイデンティティを維持することのできる都市」と定義している。主として気候変動とエネルギー供給の不安定性に対応するため、建築デザインや都市計画の観点からレジリエンス性を高めることを提唱している。その原則として、多様性(都市内の様々なシステムについて)、冗長性(エネルギーも含めたインフラについて)などをはじめとする6つの原則を掲げている(Resilient City.org¹⁹⁾)。

Newman et al.²⁰⁾は、レジリエントシティについて、都市の自然災害への対応能力の文脈で議論されることが多いなかで、これに加えて、天然資源の不足への対応能力や気候変動に対する人為的活動の影響まで包含するように概念を拡張している。具体的には、社会的にも経済的にも実現可能な方法で化石燃料への依存性を低減することのできる都市をレジリエントシティの定義に含めている。したがって、レジリエントシティは、変化への適応が可能となる交通や土地利用の多様性、再生可能エネルギー源の多重性などがビルトインされたシステムを持つ、としている。さらに、レジリエントシティの実現戦略として以下の10原則を提示している。1) ビジョンの設定、実施戦略の準備、2) 仕事を通じて学ぶこと、3) 公共建築や駐車場、道路網をグリーンアイコンの目標とする、4) TOD(公共交通指向型開発)、POD(ペDESTリアンデッキ指向型開発)、GOD(グリーン指向型開発)をともに構築する、5) 段階的にレジリエントなインフラへ切り替えていく、6) 可能なところでは変化を加速させるように価格戦略を用いる、7) 化石燃料への依存低減と田園地区のことを再考する、8) 近隣関係を再生させる、9) ローカリズムを促進する、10) ポスト化石燃料を進めるための規制を承認する、である。

(3) レジリエントシティの概念と環境レジリエンスの射程

以上の調査結果を基に、本稿におけるレジリエントシティの概念と環境レジリエンスの射程について整理しておく。

多くのレジリエントシティで想定されている外力(リスク、或いはストレス)としては、まず自然災害が共通として挙げられている。これに加えて、人為的な外力として、気候変動、エネルギーの供給の不安定さ、都市生態系への影響がしばしば想定されている。リスクとは「ある技術の採用とそれに付随する人の行為や活動によって、人の生命の安全や健康、資産ならびにその環境(システム)に望ましくない結果をもたらす可能性」と定義され、環境リスクも自然災害リスク、都市災害リスク、食品医療品リスク等と並ぶリスクの類型の一つを構成するものとして考えられている(池田、盛岡²¹⁾。環境庁(当時)によれば、1994年に策定された第一次環境基本計画で初めて環境リスクの用語を用い、後に同庁が設置した「21世紀における環境保健のあり方に関する懇談会」の報告書(1996年)においては、環境リスクを「人の活動によって環境に加えらるる負荷が環境中の経路を通じ、ある条件のもとで健康や生態系に影響を及ぼす可能性(おそれ)」と定義されている。そして、環境リスク要因として、環境基本計画では主に化学物質の使用を念頭に置いているが、自然環境の改変行為、温室効果ガスの排出等、環境保全上の支障の原因となる恐れのあるすべての要因が対象となり得る(内山²²⁾。このような視点を踏まえて、本稿では、図-1に示すような外力(リスク・ストレス)と社会・生態系システムの関係を取り上げ、マルチプルな環境リスクに対応しうる能力を持つ都市と規定する。

ところで、レジリエントシティと類似する概念としてサステイナブルシティやエコシティなどが挙げられる。これらについては、多くの文献で併記されることが多い

(例えば、Tobin²³⁾。エコシティやスマートシティなどの様々な名称で呼ばれるもののうち、具体的な政策事業として挙げられる代表例の1つが、内閣官房地域活性化統合事務局が進める「環境モデル都市」であろう。これは、低炭素社会の実現に向けて、温室効果ガスの大幅削減など先駆的な取組にチャレンジする都市とされており、2013年3月までに合計20都市が選定されている(内閣官房地域活性化統合事務局²⁴⁾。また、経済産業省が進める「次世代エネルギー・社会システム実証事業」の指定都市は「スマートシティ」と呼ばれている。これは、市民のQoL(生活の質)を高めながら、健全な経済活動をうながし、環境負荷を抑えながら継続して成長を続けられる新しい都市の姿、とされている。そこでも環境負荷の低減を前提とした再生可能エネルギーや電気自動車の導入が中心的な課題となっている(新エネルギー導入促進協議会²⁵⁾。これらはいずれも環境負荷、或いは外力(リスク、ストレス)の低減、緩和が基本的なスタンスとなっている。一方で、これまでみてきたように、レジリエントシティは、基本的には外力への対応が主たる問題関心となっている。そこで本稿では、サステイナブルシティを上位の概念ととらえ、外力を緩和するのをエコシティやスマートシティなどと呼ばれる概念として、レジリエントシティとは相互補完的な存在として捉えることとする(図-2)。

そして、環境レジリエンスを具現化する施策の考え方としては図-3のとおりに整理され得る。ここでは、リスクの曝露量(環境変化の規模)が一定までは、都市システムは全く影響を受けず、それが持つ抵抗度や剛直性によりシステムは従前どおり維持される。しかし、リスクの曝露量(環境変化の規模)が一定の値を超えると、都市システムへの影響が不連続に出始める。とはいえ、この段階までは許容度・柔軟性により、都市システムはやはり従前どおり維持される。ここまでに講じられ得る施策

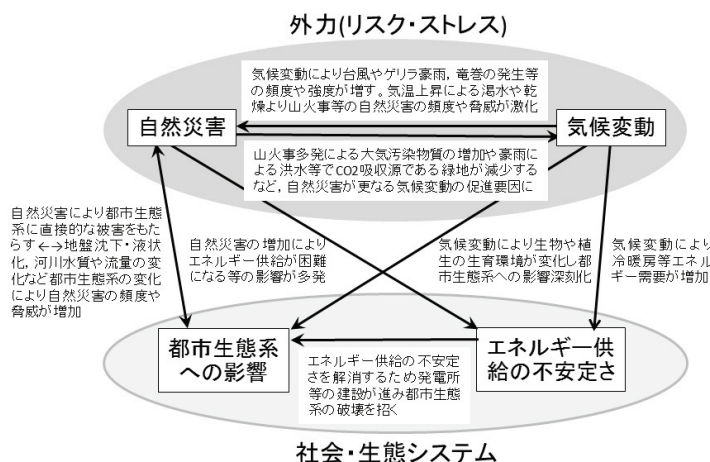


図-1 レジリエントシティにおいて想定し得る外力(リスク・ストレス)と社会・生態システムの相互関係

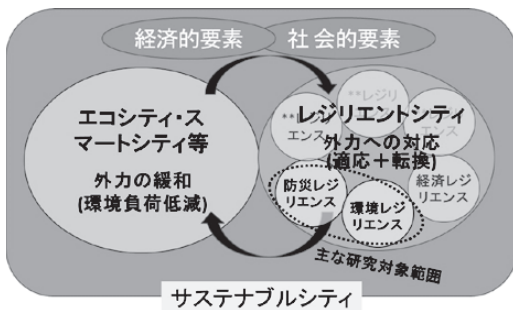


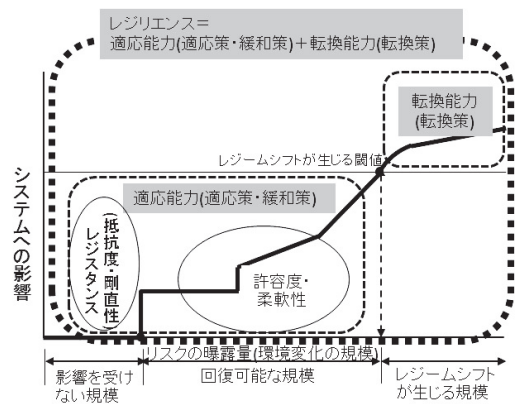
図2 レジリエントシティと類似する都市の概念との関係

は、システムの適応能力をひきだすための緩和策であり、適応策であるといえる。つまり、一般にリスクマネジメント論でいわれる、リスク＝「環境保全のために回避したい出来事が起こる確率(生起確率) × 「その出来事が起こることで環境に与えるであろう被害の大きさ(程度)」のうち、環境保全のために回避したい出来事が起こる確率(生起確率)の最小化を図るのが緩和策、その出来事が起こることで環境に与えるであろう被害の大きさ(程度)を最小化を図るのが適応策という整理に基づけば、その両者が出来事の事前と事後に実施される必要がある。さらに、リスクの曝露量(環境変化の規模)が閾値を超えると、レジームシフト(ある種の革命的な事象)が発生し、都市システムの既存の枠組みが崩壊、根本的に新しいシステムを創造する転換能力が発揮されることになる。そのために超長期を見据えた転換策が必要となる。したがってレジリエンスを高めるには、以上のように、緩和策、適応策、転換策の組み合わせが必要と考えられる(半藤、窪田²⁷⁾。

4. レジリエンス評価指標

(1) UNISDRにおける原則と基本的要素

前出のUNISDR¹⁹⁾では、レジリエントシティ化キャンペーンに参加する自治体が自らのレジリエンス性をアセスメントするためのツールが用意されている。つまり、兵庫行動枠組み3つの原則(もっと知る、もっと賢く投資する、もっと安全に建設する)に基づいて「レジリエントシティへの10個の基本的要素」なるものが用意されている。具体的には、1) 組織化と調整(すべての人々の役割と責任を明確にするために、組織化と調整を行う)、2) 予算の割り付け(予算を割り付けて、家屋所有者や低所得世帯、プライベートセクターにインセンティブを与え、防災・減災に投資させる)、3) リスクアセスメントへの準備(ハザード脆弱性に関するデータを更新して、リスクアセスメントを用意し共有する)、4) リスク低減のための重要インフラへの投資と維持(雨水排水路など



出典：Mens et al.²⁸⁾より改変

図3 環境リスクへの曝露とシステムへの影響との関係

のような防災・減災インフラへの投資と維持)、5) 全ての学校と健康施設の安全性のアセスメント(すべての学校と健康施設の安全性をアセスメントし、必要に応じて更新する)、6) リスクコンプライアントな建築規制や土地利用計画の原則を確立、強化、7) 防災教育と訓練、8) 生態系と自然の緩衝空間の保全、9) 早期警戒システムと緊急マネジメント、10) 復興の中心に被災者がいること、である。10原則にさらに詳細なサブ質問が用意されており、キャンペーン参加自治体は、これらの指標について進捗状況をモニタリングして、グッドプラクティスやリソースなどを共有していく。これらは防災・減災分野にほぼ限定されているものの、自治体政策のサブスタンスについて、政策担当者が自己評価することを意図した政策指標といえる。これによって、政策の専門知が収集されることになる。

(2) SATOYAMA Initiativeにおける評価指標

もう1つの異なるレジリエンス性の評価指標として、SATOYAMA Initiativeが掲げるものが挙げられる。これは、コミュニティが生物多様性を維持しながら変化に適応する能力を測るためのものであり、社会生態学的生産ランドスケープ(SEPLs)に係る20指標が開発され、これまでにキューバ、ケニア、ボリビア、ネパールで試行されている(Bergamini et al.²⁹⁾。指標は以下の4つのカテゴリーに分けられている。第1に生態系保全と生物多様性の維持、第2に農業の生物多様性、第3に知識、学習、イノベーション、第4に社会的公正とインフラストラクチャーである。それぞれについていくつかのサブ質問が設定され、それらがフォーカスグループ法として参加しているステークホルダーや住民などにより5件法でスコアリングされ(ランドスケープとレジリエンスに関するレクチャーを行い、個別の質疑と集団での質疑を実施したのちに回答)、その結果としてレジリエンス強化戦略について共

通理解に至ったとされている。これらの指標には、必ずしも自治体政策のサブスタンスに即したものが用意されておらず、ステークホルダーや市民によるボトムアップによる当該都市のレジリエンスの状態が評価されるものといえる。これによって、現場知、生活知が収集されることになる。

(3) レジリエンス評価指標の構築に向けて

以上のように、自治体政策担当者が既往の施策の有無をチェックし、それが当該都市のレジリエンスの向上につながるかを把握・測定・評価する「政策指標」と、ステークホルダーや市民が当該都市の市民生活や社会関係資本などの社会経済活動と環境要素などの状態に係るレジリエンス性を測定・把握・評価する「都市指標」の両方が必要と考えられる(図-4)。このようにして収集された専門知と現場知、生活知とを統合していくことが都市のレジリエンスを高めるであろうことは、これまで各地で実践されつつあるCommunity Based Adaptation(Allen²⁹⁾, van Aalst et al.³⁰⁾の発展形として捉える方向からも肯定され得るだろう。事例都市における聞き取り調査(川崎市総務局危機管理室において8月13日、川崎市地球環境推進室において8月19日、仙台市環境局、総務企画局企画調整課において8月20日実施)の結果からもこのことは確認されており、現在、図-3及び4の考え方に基づいた政策指標(例えば、前述の緩和策、適応策、転換策を政策分野ごとに定義し、既往の施策を配置するなど)、そして都市指標の具体化(例えば、Cutter et al.³¹⁾, Longstaff et al.³²⁾を白井、田中、小野田、木村、馬場、梶井³³⁾、白井、田崎、田中³⁴⁾を参考に)とデータ収集の方法論について検討を進めているところである。

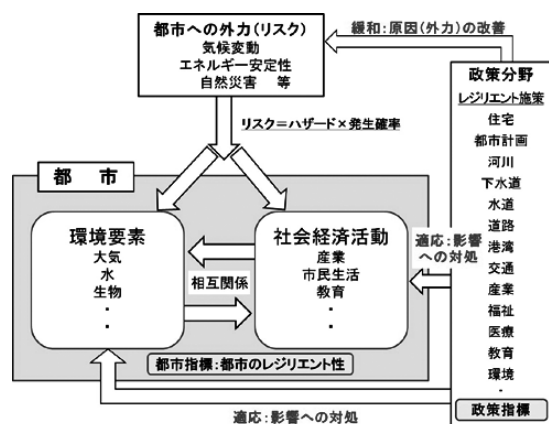


図4 レジリエント評価指標の考え方

5. おわりに

本稿では、レジリエントシティの具現化を目指し、文献調査や聞き取り調査によりレジリエントシティや環境レジリエンスの概念を整理した上で、これを評価するためのレジリエンス指標について展望してきた。現在はまだ実施の途上ではあるが、現段階では、レジリエントシティを、気候変動や自然災害といった外力(リスク・ストレス)とエネルギーを中心とする社会・生態系システムの関係として捉え、マルチプルな環境リスクに対応しうる能力を持つ都市と規定する。また、環境レジリエンスを高めるには、緩和策、適応策、転換策の組み合わせが必要である。そして、環境レジリエンスの評価には、自治体担当者が既往の施策の有無をチェックし、当該都市のレジリエンスの向上につながるかを把握・測定・評価する「政策指標」と、ステークホルダーや市民が当該都市の市民生活や社会関係資本などの社会経済活動と環境要素などの状態に係るレジリエンス性を測定・把握・評価する「都市指標」の両方が必要であり、このようにして収集された専門知と現場知、生活知とを統合していくことが都市の環境レジリエンスを高めることが考えられる。今後は、政策指標と都市指標の具体化とデータ収集の方法論について検討を進める。

謝辞: 本研究は、環境省平成25年度環境研究総合推進費(1-1304)の支援により実施された。北風亮氏(法政大学大学院公共政策研究科)、安藤貴洋氏(東京大学公共政策大学院)には基礎資料を整理して頂いた。記して感謝申し上げたい。

参考文献

- 1) 内閣官房国土強靱化推進室：ナショナル・レジリエンス(防災・減災)懇談会 第1～7回資料および議事概要、<http://www.cas.go.jp/seisaku/resilience/> (2013.8.29閲覧)
- 2) 盛岡通：津波復興のまちづくりにおける環境共生の構想と事業の評価ー陸前の低平地及び浜地の再建・復興への比較ー、第40回環境システム研究論文発表会講演集, pp.49-58, 2012.
- 3) 齋藤修, 橋本禅：日本に立地する原子力発電所周辺地域における生態系サービス評価に関する基礎的研究, 第40回環境システム研究論文発表会講演集, pp.59-64, 2012.
- 4) 石原由紀子, 中丸澄子：レジリエンスについてーその概念, 研究の歴史と展望ー, 広島文教女子大学紀要, Vol.42, pp.53-81, 2007.
- 5) 塩崎由人, 加藤孝明：自然災害と関連分野におけるレジリエンス, 脆弱性の定義について, 生産研究, Vol.64, No.2, pp.217-220, 2012.
- 6) Norris, F.H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F. and Pfefferbaum, R. L., Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster

- readiness, *American Journal of Community Psychology*, 41:127-150, 2008.
- 7) Manyena, S. B. : The concept of resilience revisited, *Disasters*, Vol.30, No.4, pp.433-450, 2006.
 - 8) 森章：生態系のリスクマネジメントにおける留意点－変動制と非平衡性の観点から－, *日本生態学会誌*, Vol. 60, pp.337-348, 2010.
 - 9) Resilient Alliance : Key concepts- Resilience <http://www.resalliance.org/index.php/resilience>, 2002 (2013.8.29 閲覧)
 - 10) 藤井聡, 久米功一, 松永明, 中野剛志：経済の強靱性(Economic Resilience)に関する研究の展望, RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-008, 2012.
 - 11) Holling, C. S. Resilience and stability of ecological system, *Annual review of Ecology and Systematics*, Vol.4 pp.1-23, 1973.
 - 12) Adger, W. : Social and ecological resilience: Are they related?, *Progress in Human Geography*, Vol.24, pp.347-364, 2000.
 - 13) Godschalk, D. Urban hazard mitigation : Creating resilient cities, *Natural Hazards Review*, Vol.4, pp.136-143.
 - 14) UNSDR : Hyogo Framework for 2005-2015: Building resilience of nations and communities to disaster risk reduction, http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf 2005. (2013.8.29 閲覧)
 - 15) UNISDR; How to make cities more resilient A handbook for local governments leaders, 2012.
 - 16) ICLEI-Local Government for Sustainability, Preparing for Tomorrow Strategy 2012-2018, pp13, 2012.
 - 17) Otto-Zimmermann, K. ed. : Resilient cities : Cities and adaptation to climate change : Proceedings of the global forum 2010, Springer, 2011.
 - 18) Otto-Zimmermann, K. ed. : Resilient cities 2 : Cities and adaptation to climate change : Proceedings of the global forum 2011, Springer, 2012.
 - 19) Resilient City.org : Resilience, <http://www.resilientcity.org/index.cfm?id=11449> (2013.8.29 閲覧).
 - 20) Newman, P., Beatley, T. and Boyer, H. : Resilient Cities Responding to Peak Oil and Climate Change, Island Press, 2009.
 - 21) 池田三郎, 盛岡通：リスク分析の考え方とその方法, *日本リスク研究学会誌*, Vol.5, No.1, pp.1-7, 1993.
 - 22) 内山厳雄：健康被害, 健康リスク, 環境リスク, *日本リスク研究学会編：増補改訂版 リスク学事典*, pp.42-46, 2006.
 - 23) Tobin, G. A. : Sustainability and community resilience : The holy grail of hazards planning?, *Environmental Hazards*, Vol.1, pp.13-25, 1999.
 - 24) 内閣官房地域活性化統合事務局：環境モデル都市構想～未来へのまちづくり, <http://ecomodelproject.go.jp/> (2013.8.29 閲覧).
 - 25) 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会：Smart City (スマートシティ) / スマートコミュニティとは, <http://jscp.nepc.or.jp/> (2013.8.29 閲覧).
 - 26) Mens, M. J. P., Klijn, F. de Bruijn, K. M. van Beek, E. : The meaning of system robustness for flood risk management, *Environmental science & policy*, Vol.14, pp. 1121-1131, 2011.
 - 27) 半藤逸樹, 窪田順平：レジリエンス概念論, 香坂玲編：地域のレジリエンス 大災害の記憶に学ぶ, pp.51-74, 清水弘文堂書房, 2012.
 - 28) Bergamini, N., et al. Indications of Resilience in Socio-ecological Production Landscapes (SEPLs), UNU-IAS Policy Report, 2013.
 - 29) Allen, K. M. : Community-based preparedness and climate adaptation : Local capacity building in the Philippines, *Disaster*, Vol.30, No.1, pp.81-101, 2006.
 - 30) van Aalst, M. K., Cannon, T. and Burton, I. : Community level adaptation to climate change : The potential role of participatory community risk assessment, *Global Environmental Change*, Vol.18, pp.165-179, 2008.
 - 31) Cutter, S. L., Barnes, L. Berry, M. Burton, C., Evans, E., Tate, E. and Webb, J. : A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, *Global Environmental Change*, Vol.18, pp.598-606, 2008.
 - 32) Longstaff, P. H., Armstrong, N. J., Perrin, K., Parker, W. M and Hidek, M. : Building resilient communities : A preliminary framework for assessment, *Homeland Security Affairs*, Vol.1, No.3, pp.1-23, 2010.
 - 33) 白井信雄, 田中充, 小野田真二, 木村浩巳, 馬場健司, 梶井公美子：脆弱性の概念と気候変動適応における脆弱性の構造に関する分析, 第 40 回環境システム研究発表大会講演集, pp.309-317, 2012.
 - 34) 白井信雄, 田崎智宏, 田中充：地域の持続可能性と幸福度の関係の分析, *土木学会論文集 G(環境)*, Vol.69, No.6, 2013. (印刷中)

(2013. 7. 19 受付)

A CONSIDERATION FOR ESTABLISHING A CONCEPT OF “ENVIRONMENTAL RESILIENCE” AND PROVIDING RELEVANT POLICY INDICATORS

Kenshi BABA, Naoki MASUHARA, Mitsuru TANAKA and Nobuo SHIRAI

This paper attempts to clarify a concept of “Resilient City” and “Environmental Resilience”, and get a perspective of indicators of measuring environmental resilience through literature survey and interview with public officials in some municipalities. We define a “Resilient City” as a city which have a faculty to mitigate, adapt and transform to multiple environmental risk at present. To assess resilience, we have to provide both indicators of “policy indicator” in which public officials evaluate the existing policy measures and “city indicators” in which stakeholders evaluate the present status of the community such as social capital.