

緩和と適応の統合とベストミックス による気候変動と環境の パラダイムシフト

Bringing together Mitigation and Adaptation in the Search
for New Paradigms that Respond to Global Climate Change

巖 網林

慶應義塾大学環境情報学部教授

Wanglin Yan

Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

一ノ瀬 友博

慶應義塾大学環境情報学部准教授

Tomohiro Ichinose

Associate Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

丹治 三則

慶應義塾大学環境情報学部専任講師

Kazunori Tanji

Assistant Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

地球温暖化対応に関する国際交渉が難航し、持続可能な発展の取り組みもブレイクスルーを見いだせていない。人類は環境と発展のジレンマに立たされるなか、気候変動への適応策に関心が集まる。これは緩和策をあきらめたわけではなく、トップダウン型の緩和策とボトムアップ型の適応策のベストミックスを目指した統合であり、気候変動と環境のパラダイムシフトを意味する。このシフトは様々なアクター間の利益バランスによって成り立つ共進化プロセスであり、長期にわたる学習を要する。本論は緩和・適応—個益・公益のフレームワークを用いてこのパラダイムの構図をとらえ、個益・公益のトータルデザインで統合化の方法を提示した。このフレームワークを環境イノベーションプログラムに適用し、気候変動対応の大学院カリキュラムを設計した。また、災害は発生したリスクで復興は適応の始まりと考えれば、このフレームワークは震災復興にも適用できる。日本各地には復興支援が始まっており、SFCも3.11プロジェクトを立ち上げている。巨大災害がもたらした苦難は社会変革の転換点となって新しい学習が始まり、リスクに強いレジリエンスある未来社会が創られる。未曾有の挑戦であるが、気候変動と環境において世界を先導するチャンスでもある。

The international negotiations against global warming at UNFCCC/COP face the daunting challenge of making an agreement beyond 2012. At the same time it is hard to see any radical breakthroughs in sustainable development emerging any time soon. In the dilemma of development and the environment, people are beginning to pay more attention to climate change adaptation as a practical choice. This signifies a paradigm shift in the search for integration and mix of the “top-down” approach of mitigation with “bottom-up” adaptation. It appears that the shift will be a long and convoluted process that relies on a delicate balance between creating private profit and public benefit. This paper conceptualizes this paradigm with a framework defined by mitigation/adaptation and private profit/public benefit, and offers a communal design model as a methodology for arriving at the most equitable mix. This framework was applied to the design of the “postgraduate program for environmental innovators on climate change” in the Graduate School of Media and Governance at Keio University, Japan. Furthermore, if we correlate the recent Tohoku disaster with past risk and the recovery with adaptation, the framework can be used to consider the post-disaster reconstruction of the nation in the wake of the March 11 Tohoku Earthquake. Emerging from the ruins of the unprecedented disasters we are sure that Japan will be reborn as a society that is resilient to natural disasters as well as the human-induced risk of climate change.

Keywords: 気候変動、持続可能な発展、社会イノベーション、環境イノベータ、震災復興

1 はじめに

人類は長い間人口規模も小さく、資源消費も少なく、生物の1つとして地球に与える影響は限定的であった。産業革命はこの人間環境関係を一変させた。物が大量に生産され、より速く、より遠く、より身近に運ばれ、人間生活は快適と利便に溢れた。グローバル化はこの流れを加速させた。資源は地球の隅々から集められ、情報は瞬時に世界を駆け巡らせる。膨らむ一方の人口数と人間欲望に対して、地球1つでは納まりきれなくなる。世界中の人がアメリカンスタイルで暮らしたら、もう3個以上の地球が必要といわれている (WWF, 2006)。

人類の危機意識はローマクラブの「成長の限界」に遡る (Meadows et al., 1972)。それを受けて世界環境開発委員会 (WCED) が1987年に「我ら共通の未来」を発表し、持続可能な発展を提唱した (WCED, 1987)。翌年、国際連合が地球温暖化に関する政府間機構 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) を設立した。1992年にブラジルのリオ・デ・ジャネイロで第1回地球環境サミットが開催された。リオ・サミットは重要成果を上げた。まず「環境と開発に関するリオ宣言」が採択され、地球規模の持続可能な発展を宣言した。並行して気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC) と生物多様性に関する条約 (CBD) を調印した。気候変動対応では先進国と途上国の間に「共通だが差異ある責任」原則を確立し、生物多様性保全では公平かつ持続可能な生物資源の利用を提唱した。

リオ・サミットから間もなく20年が経つ。この間、いくらかの進展もあったが、全体的にみると社会経済システムに抜本的な変化は起きていない。地球温暖化対策に関する国際交渉の行き詰まりはその表れである。本論はこの局面をどうみるか、パラダイムはどこへシフトするかを検討してみた。

2 難航する地球温暖化国際交渉

人類近代史において IPCC ほど科学と政治両方の世界で注目を集めた研究者グループはなかっただろう。IPCC は1988年に発足した。それ以来4つの研究報告を発表し、地球温暖化問題を啓蒙し、

国際政治を動かした。第1次報告 (1991) は翌年の地球環境サミットを成功させ、UNFCCC を成立させた。第2次報告 (1996) は翌年に京都議定書を採択させた。第3次報告書 (2001) は第2回地球環境サミット (ヨハネズブルック、2002) につなげた。第4次報告で2007年度ノーベル平和賞を受賞した。その勢いで2012年以降の地球温暖化対策枠組み (ポスト京都) を決着させる目論みはあったと思うが、そこに異変が起きた。2008年に世界金融危機が勃発した。その前年の COP13 (UNFCCC 締約国第13回年次会議) (インドネシア・バリ) でポスト京都に向けてロードマップが採択されたが、COP15 (デンマーク・コペンハーゲン) ではコペンハーゲン協定の採択に失敗し留意事項にとどまった。そのまま COP16 (メキシコ・カンクン) を迎えた。そこで「カンクン合意」が採択されたが、ポスト2012の新たな法的枠組みについてブルークスルーにならなかった。

国際交渉が難航する中、COP15直前に IPCC メンバーにデータ改ざんの疑惑が持たれ、IPCC への不信を招き、温暖化懐疑論者に勢いがついた。「地球温暖化は本当なのか」、「CO₂ は本当に元凶なのか」、懐疑と批判が噴出した。また、COP で合意できなかったのは途上国が非協力的だったからとの批判も強まった。中国やインドなどの新興国は経済成長が速く、エネルギー消費、温室効果ガスの排出も急増している。先進国から排出削減の圧力が高まるが、新興国や途上国は経済成長にブレーキを掛けたくない (Betsill and Bulkeley, 2007)。2010年現在、国内総生産 (GDP) ベースでは中国は世界2位、インドは4位、ロシアは7位、ブラジルは9位の経済力を持っている。金融危機を脱却するために先進国も新興国の経済成長に頼らざるを得ない一面があり、エネルギー効率の悪い発展をしばらく容認せざるを得なかった。結局、国際情勢は京都議定書の策定時と大きく変わり、先進8ヶ国だけで決められなくなった。

地球温暖化はグローバルな問題でどの国もかわる。温室効果ガス削減は目標が分かりやすく国際社会に訴えやすい。温暖化対策では初期から「共通だ

が差異ある責任」の原則が確立され、先進国と途上国を議論に持ち込みやすかった。しかし、この原則はいま先進国と途上国の対立のネックになっており、行き先は危うくなっている。

COPは毎年開かれるが、先進国と途上国の思惑に隔たりが大きい（浜中・渡辺, 2011）。先進国はCO₂削減を口実に厳しい環境基準を適用し、自国製品に有利な立場に持ち込もうとする。途上国は温暖化の責任は先進国にあるとし、その影響に対処する莫大な援助を目論む。その援助金は開発プロジェクトに回されれば、これまでの開発援助と変わらず、何が気候変動対応なのか、現状維持だけではないかと疑問する声も多い。そうならないためには、すべての開発計画に気候変動対応を取り入れなければならない。したがって、気候変動対応は環境問題より発展そのものの問題である（Swart and Raes, 2007）。

このままでは、私たちはかなりの気温上昇を覚悟しなければならない。IPCC第4次報告では地球温暖化の動向についていくつかのシナリオを描いている。たとえばすぐに厳しい緩和策を取っても、これまでに放出されたCO₂が大気中に長期間に滞在するため（Klein et al., 2005）、CO₂濃度は最大490ppm前後になり、気温は2℃上昇する。もし何もしなければ（Business As Usual）、CO₂濃度は最大1130ppmになり、気温は7～8℃も上昇する（IPCC, 2007）。

どのシナリオで行くのか、人類はいま岐路に立っている。壊滅的気候変動を避けたいが、そのために社会経済システムを抜本的に改革し、発展パラダイムをシフトさせなければならない。しかし、行き先は不確実でどのシナリオもリスクが大きい。神様が手を貸してくれない以上、国連が世界政府にならない以上、決定権は世界中の人々にある。温暖化問題に賛成であろう、懐疑であろう、人類の総意として文明の針路を考え直そうとしていること自体、偉大な意義がある。

3 持続不可能な発展

3.1 ローカル寄りの持続可能な発展論

地球温暖化対策と並行して、持続可能な発展の取

り組みがあった。持続可能な発展は2回の地球環境サミットを経て概念は浸透した。しかし、目標はあいまいで実現ツールが少なかったため、言葉だけ先行している感がある。そもそも何の持続可能なのか、だれの持続可能なのか、議論は絶えなかった。「成長の限界」を受けて提唱された経緯もあって、当初から環境保全の色が濃かった。これに途上国から不満が上がり、第2回地球環境サミットでは、再び発展を重視する姿勢をみせた。

政策ツールとして持続可能な指標が作られ、この問題に多様な見方を提供してくれる（Bell and Morse, 2008）。長年の啓蒙活動の結果、環境共生、環境貢献の意識が確かに広まった。また、生物多様性保全、環境建築、環境都市、コミュニティづくり、地産地消などローカルな取り組みも盛んである。しかし、活動はいまだ断片的で、経済優先という時勢を変えるほどの力になっていない（Pelling, 2011）。経済効果に結びつきにくい、活動自体持続不可能なものが多い。時には既得権益者のエゴイズムや企業マーケティングのスパイシーに使われているに過ぎない。

問題は「環境」に対する認識のずれにある。多くの場合、「環境」とは身近な自然あるいは人間環境として理解される。持続可能な発展は豊かな自然環境、快適な居住環境に置きかえられてしまう。結局、生物多様性の喪失、自然生態系の代償を構わずに一部の人間の消費生活を持続させるに過ぎない。その代表事例は都市環境である。

3.2 外部依存の都市環境

都市環境は身近な衛生環境、都市の生活環境、広域の地球環境という3つの側面がある。西側先進国では産業革命以降に3つの問題が徐々に表れ、時間をかけて解決してきた（Sorensen et al., 2004）。日本は戦後50年の間に衛生環境、生活環境を解決し、地球環境への対応にシフトしてきた。しかし、新興国・途上国は都市化の最中にあり、衛生環境、生活環境の問題に悩まされながら、地球環境問題への対応も求められる。ここで戦略をよく練れば、蛙飛び型の発展も不可能ではない。しかし、残念なことに

途上国においては、従来からの量の拡張を優先する開発がいまだ主流を占めている。

都市化は大量の資源、エネルギー、生態系サービスの直接または間接的に消費し、自然生態系を著しく置き換えるプロセスでもある (Ruth and Coelho, 2007)。置き換え方によって結果が違ふ。急速な都市化に対して、どこの都市も市街地の整備に力を入れる。道路、電気、水道などの供給システム、下水、ごみ焼却、埋め立てなどの処理施設、住宅団地、近代都市にあるものはもれなく取り入れている。高層ビルの数、道路の幅、地下鉄の延長、自動車保有台数、公園緑地面積では、先進都市に匹敵するほど追い上げている。東京はしばしばアジアにおける環境共生・持続可能性の優等生としてクローズアップされ (EconomistIntelligenceUnit, 2011)、途上国都市の手本とされている。

欧米では、コンパクトシティが地球環境対応かつ持続可能といわれている (Williams et al., 2010)。この点に限って、アジアの都市はアメリカの 10 倍、カナダの 5 倍、ヨーロッパの 2 倍以上の密度で暮らしている (Sorensen et al., 2004)。ひとり当たりエネルギー消費、CO₂ 排出などの指標でみれば、アジアの人々は狭い居住空間を我慢し、地球環境に貢献している。しかし、これは持続可能な発展になったとはいえない。都市は外形ではモダンで輝いているが、内面では外部資源に極度に依存し、自立性をますます失っている (Lehmann, 2011)。どこも大量生産、大量輸送、大量消費型の都市モデルをコピーしているに過ぎない。

現代都市はいかに脆弱で持続不可能なのかはこのたびの東日本大地震に見せつけられた。私たちは原発リスクと電力不足リスクを抱えながら生活していることを目覚めさせた。原発事故は極端な事例かもしれない。都市は遠くから運ばれてくるエネルギー、食糧、水の供給、遠くへ運ばれていく廃棄物、排気、排水、温室効果ガス、このシステムによって支えられている。自前努力もしないで、安易に外部資源に頼ってしまう現代社会の持続不可能性は自明である (Lehmann, 2011)。

結局、持続可能な発展とはなにか、改めて問われ

ている。さらに気候変動は都市と社会が置かれている環境に異変が起きることを意味する。一都市、一地域だけでは持続可能性は語れない。私たちはローカルとグローバル、現在と未来の間に挟まれている。二者択一のような単純な問題ではない。十字路口に立っているときに、問題の本質を理解し、現実と戦略を兼ねた選択をしなければならない。

4 緩和・適応の統合

4.1 地球温暖化対策と持続可能な発展の関係

IPCC は温室効果ガス削減のために国際的緩和策の策定に急いだが、その効果はいま疑問視されている (Martens et al., 2009)。総論は賛成だが、各論では国、地域、企業などの既得利益にぶつかり、行き詰まってしまう。現行経済社会システムで CO₂ 排出を達成できないことが知らされた。気候変動研究者も IPCC の政治的プロセスに目が奪われ、先の問題をみる力になっていない (Pelling, 2011)。

温暖化対策の本質は地球資源、環境利益の再分配にある。それに関する国際合意を求めるとは、すべての人が地球生態系の恵みを平等に受ける権利があり、先に利益を享受してきた人には多くの責任を持ち、後発組、未発組には十分に配慮する。これは持続可能な発展の理念にも通じる。持続可能な発展は当初から世代間、地域間、人種間の平等を唱ってきた。この意味で、地球温暖化問題も公正な社会を構築することに帰結してきた (The Economist, 2010)。気候変動対策はこれでようやく社会の本流に乗ろうとしている。これまでの取り組みはそのための土台を築いたとみることができる。

持続可能な発展では、持続可能なデザイン、持続可能なコミュニティなど、ローカルでは優れた取り組みが多い。しかし、ここにも落とし穴があった。対象としての (あるいは背景としての) 地球環境が変わったらどうするかに対するグローバルな視点が欠けた。地球環境の変化は長期の話で、環境活動の専門家さえつかめ切れないことが多かった。気候変動研究者や政策論者は長年、高所で議論し、ローカルの問題に落とすことができなかった。その結果、科学知見が蓄積される一方、現場実践は大変遅れて

いる。

また、技術が解決してくれると信じる人も多い。たとえば、都市温暖化問題といわれるヒートアイランドの緩和・適応策では、個人の快適さが優先され、エアコンの導入で対処してきた。個人的・局所的立場では有効な適応策であろうが、広域からみれば持続可能性と逆行する。私たちはこういう狭義の持続可能論に嵌まり、広域、国、地球公益に対する意識は十分ではなかった (Martens et al., 2009)。あるいは理想はあったが、アプローチの方法とプロセスコントロールの手法は持ち得なかった。

ローカルとグローバルのギャップをつなげるツールはいま現れた。気候変動適応策である。人によっては緩和から適応へシフトしていると主張する意見もあるが、私たちは緩和と適応の統合として理解すべきと考える。

4.2 緩和・適応の統合

緩和・適応の統合は気候変動研究において自然な流れである。緩和は温暖化問題を解決するための根本対策だが、避けられない変動の影響に対抗するために適応も不可欠である (Martens and Chang, 2010)。IPCC は初期から適応策の必要性を指摘していた (Burton, 1997)。これまで緩和策に集中的に取り組む、科学の知見と政策的枠組みを蓄積できた (Klein et al., 2005)。しかし、CO₂ の大幅な削減はすぐに実現できる見込みが薄くなり、これまでの排出によってかなりの気候変動は避けられない。このため、適応策も講じなければならない (Kovats, 2010)。そこで、だれが、何に適応するか、緩和策とどのように両立させるか、考えなければならない。IPCC 報告書では沿岸防護のための防波堤の構築、水利用の高効率化、土壌の栄養素の改善、伝染病の予防などの工学的、技術的な応急策を取り上げている。これは適応策を技術問題とみなし、問題の複雑さを看過している。

適応という言葉自体は新しくない。生物学、生態学では進化にかかわる重要な用語であり、社会人類学や人間生態学の中でもよく使われてきた。生物多様性条約第5回条約国会議 (CBD/COP5) で

はエコシステムアプローチの7原則を採択し、適応型マネジメントを提唱してきた (Kay et al., 1999; Waltner-toews and Kay, 2005)。社会科学では適応を都市・産業構造をシフトさせることによる淘汰あるいは産業創出を意味し、適応は脆弱性と適応能力の概念と密接に関連する。適応能力は適応性、対応力、安定性、柔軟性、抵抗力などの概念とも近い (Smit and Wandel, 2006)。この流れからわかるように適応は複雑系の重要な概念で、緩和と異なる性質を持っている。

緩和は目標志向で、グローバルの枠組みを作り、グローバルスタンダードでローカルへブレイクダウンする、いわゆるトップダウンのアプローチである。適応はプロセス重視で、ローカルの特性に合ったアクションを積み重ねてグローバルに変化を起こし、ボトムアップのアプローチを求める (Mastrandrea et al., 2010; Rosenzweig and Wilbanks, 2010)。Jeff Howard (2010) は緩和・適応の関係を次の4点にまとめた。1) グローバルでは高らかに緩和策を議論されているが、ローカルでの関心と実施が不十分である、2) 気候変動の影響は地球上、人間生活の隅々に影響する。グローバルの有効な緩和策がないと、ローカルでの適応策は不可能。3) ローカルの緩和策はグローバルの緩和策の基礎となる。ローカルの緩和策がないと、グローバルの緩和策も不可能である。4) ローカルの適応策はローカルの緩和策の負担を軽減することができる。ほとんどの場合、適応策は緩和策に相乗効果をもたらす。

Klein et al. (2007) は適応活動は緩和に効果をもたらす場合、緩和活動は適応策に効果をもたらす場合；適応策と緩和策にトレードオフあるいは相乗効果を伴う場合、適応と緩和の両方に効果をもたらす場合に分けた。Swart and Raes (2007) は空間計画の視点から緩和と適応の融合を強める5つの方法を提案した：1) トレードオフを回避し、適応策の設計の時に緩和策への効果も取り入れる。2) 特定の政策分野、特に空間計画と設計を通じて、両者の相乗効果を開発する、3) 緩和的・適応的応答能力を同時に高め、特に途上国においてそういう能力を行動へ持ちこむこと、4) 両者に関する法的関連性を構築し、

政策決定者との間のコミュニケーションギャップを埋めること、5) 気候変動政策を全部門のすべての持続可能な発展政策に主流化する。

このように適応は生物学的、社会的プロセスで、応急的技術、技法よりはるかに複雑である。ボトムアップの適応策を実装するために、緩和効果を目指にローカルからグローバルまで、短期から長期まで広くとらえ、社会イノベーションを起こさなければならない。これは気候変動対応と持続可能な発展のパラダイムシフトを示唆することである。

4.3 緩和・適応のプロセスとレジリエンス

適応はアクターが気候変動リスクの根本原因に回答し、行動を取るプロセスである (Pelling, 2011)。Nelson et al. (2007) は、適応を社会・生態システムに急激な機能的、構造的変化をもたらさないように将来の変化と攪乱に対処する能力を保ちながら、発展のオプションも用いてシステムからのフィードバックに対処できる政策決定のプロセスと一連の行動であると定義している。この定義の下で、Nelson et al. (2007) は図1に示すように、適応プロセスをレジリエンスの形成、漸進的移行、抜本的変革、適応性という4つのフェーズで構造化した。レジリエンスは適応の初期段階で、外界攪乱に対して元の状態へ回復することである。

このレジリエンスはシステムの自己組織力、外界

変化を吸収する能力 (キャパシティ)、外界変化を学習する能力によって形成される。個々のアクターから影響を受けるが、一人ではコントロールできない。システム全体をマネジメントする力、ガバナンス能力が必要である (Duit et al., 2010)。

Pelling (2011) も Nelson et al. (2007) のフレームワークを採用し、適応は社会的、政治的行動で、現在と密接にリンクしながら、未来社会の力関係を再形成する可能性のある行動であると定義した。それぞれのアクターは異なる適応の役割を持つ。適応技術の議論が重要だが、その背後にある社会政治的力をもっと重視すべきだという。彼は適応を1) レジリエンスの形成、2) トランジション (漸進的移行)、3) トランスフォーメーション (抜本的変革) という3段階の適応プロセスを提示した。

Nelson et al. (2007) の適応性、Pelling (2011) のトランジション・トランスフォーメーションの先には緩和策の目標がある (図1)。IPCC が提示する温室効果ガスの削減目標と同様に、生物学的、社会的プロセスとしての適応も時間を要する。適応は社会経済システムを外界変化に強くなるレジリエンスを再構成し、漸進的移行または抜本的変革を併用しながら実現される。適応の始動と加速は外生的攪乱あるいは内生的学習によって触発されるが、持続的に前進させるためには社会イノベーションがカギを握る。

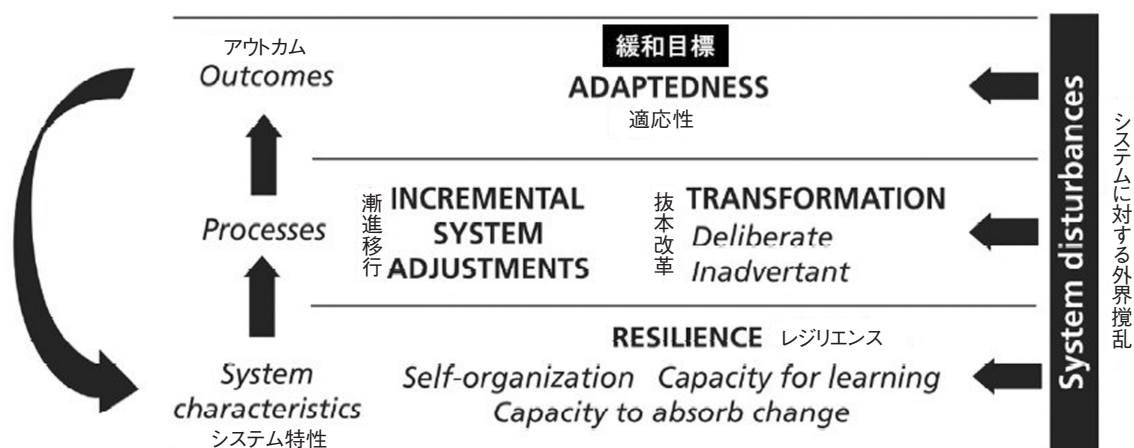


図1 緩和・適応の統合プロセス (Nelson et al. (2007) を筆者が加筆して作成)

5 個益・公益のバランスによる緩和・適応のベストミックス

5.1 緩和・適応の次元特性

気候変動の緩和・適応は時間、空間、アクターという3つの要因が相互に働く。ベストミックスのためにはマルチレベルのガバナンスと政策の整合性を要する (Biesbroek et al., 2009)。そのための社会的受容はできつつある。政府は「新成長戦略～元気な日本を取り戻す」(2010年6月18日閣議決定)を発表し、地球環境問題を解決する「グリーン・イノベーション」を、少子高齢化問題を解決するライフイノベーションと並んで、日本経済の新たな成長戦略の1つに据えている。このグリーン・イノベーションは気候温暖化に対する緩和策と適応策を一体的に進めるとともに、科学技術イノベーションだけではなく社会イノベーションを創出するという壮大な構想である (相澤益男, 2010)。その実現において、アクターをどのように能動的に参加してもらえるかが最大の課題となる。

緩和・適応の重要性、特に気候変動に対する適応の必要性和潜在的有効性に関して、かなりの研究があった。しかし、農業、水管理などの技術問題に着目したものが多い。適応策は地理条件や社会環境に依存し、汎用的な適応の方法論が難しいとも考えられる (Arnell, 2010)。たとえば、人々は洪水やハリケーンに被災されるリスクがあるにも関わらず、気候変動適応より、健康、家族の福祉、経済収入、土地権利を優先しがちである (Pelling, 2011)。人間は目先の利益にとらわれる習性がある。時間的、空間的、アクター間のさまざまな次元特性を持つ緩和・適応の統合 (Martens et al., 2009) に対して、この習性を利用、解決、発展することこそ、問題解決の道筋であると考えられる。

5.2 アクターの参加と利益のバランス

緩和・適応のミックスは政府と市場、企業と組織、個人と集団の関係を現在と未来において調整することに帰結し、様々なアクターの参加とガバナンスを求める。これに関して、イギリスにおいて先駆的な研究があった (UKCLP, 2001; Eames and Skea,

2002)。2001年にUK気候影響プログラムが実施され、国家レベルにおいて脆弱性とガバナンスを研究した。その結果、社会政治的価値判断と政府のガバナンスが未来社会を左右する最も基礎的かつ独立した要因であることがわかった。そこで、価値判断を横軸に、ガバナンスを縦軸にして未来の可能な対策空間をとらえた。横軸では個人消費を左端に、コミュニティを右端に置き、縦軸ではグローバルな“依存性”をトップに、“地方自治”をボトムに置いた。これによって消費者利益と社会公益、ローカルとグローバルの関係を表現した。4つの象限はそれぞれの1つの可能な対策空間を表し、気候変動対応に対して政府・企業・個人の気候変動対応シナリオを提示した。

私たちは同じ考えで、緩和・適応という緊急な社会課題を縦軸に、個益・公益という社会的価値観を横軸にした緩和・適応のフレームワークを提案した (図2)。ここまで議論してきたように緩和はグローバルかつ長期的対策で、適応は主としてローカルかつ相対的に短期のため、緩和をトップに、適応をボトムに置いた。個人・組織の個別の利益(＝個益)は目前のもので左に置き、コミュニティ・社会全体の利益(＝公益)は将来のもので右に置くことにした。すると、左側は個益重視の事業的対策、右側は公益重視の公共政策として特徴づけることができる。さらに上はグローバル効果を重視した緩和策、下はローカル影響を重視する適応策とみることができる。緩和策には利益優先のマーケットメカニズムもあるが、社会的、空間的に誘導する計画や政策もある。適応に関しても同様にマーケットの力を利用して適応策を事業化することもあれば、コミュニティベース、公益重視の適応活動もある。

図2において、横軸・縦軸に緩和・適応、個益・公益をそれぞれ両端に配置しているが、これは要素の対立を主張するものではない。緩和・適応の目的を同時に達成できる事業は少なくない。同様に社会イノベーションでは、個益・公益も対立のものではない。多くの社会起業家はビジネスの手法で利益を追求しながら公共サービスを提供し、社会貢献を果たしている。公共目的の事業も市場的手法を取り入

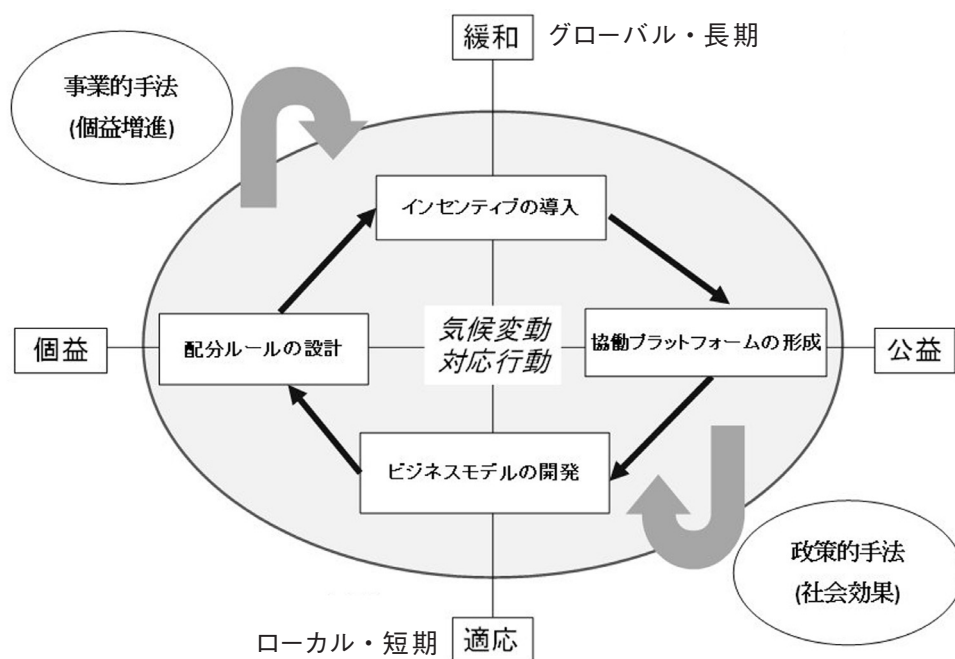


図2 緩和・適応—個益・公益のフレームワークとトータルデザインモデル

れ、サービスの健全化、持続可能性を高めることができる。

緩和・適応—個益・公益のフレームワークは気候変動対応の新しいパラダイムを構図化したものである。4つの象限は可能な行動空間を表している。それぞれの象限は独立存在ではなく、共同で気候変動対策のベストミックスを探索する解空間の可能性を表している。これは次のトータルデザインモデルによって可能にしている。

5.3 個益・公益のトータルデザイン

緩和・適応のベストミックスは政府・起業・個人・団体のフル参加と利益のバランスの上に成り立つものであり、政府だけ、企業だけ、消費者だけというアプローチではできない。ここに社会イノベーション、特に社会起業の分野における個益・公益のトータルデザインモデルが適用できる（金子・國領・巖、2010）。

個益・公益のトータルデザインモデルは図2に示されたように「インセンティブ」、「協働プラットフォーム」、「ビジネスモデル」、「配分のルール」と

いう4つの要素によって持続可能な事業モデルを構築する方法である。

インセンティブはアクターの個益増進の意欲であり、社会貢献の関心でもある。個人的利益や社会的関心はアクターの協力によって実現される。そのためにアクターが集まり、協働プラットフォームを創る。プラットフォームを稼働させるためには利益を創出できるビジネスモデルが必要でそれによって協働の果実（個益・公益）が生産される。事業を持続させるためには個益・公益を公平に分配することも重要である。したがって、このモデルは1つのマシンシステムにたとえば、プラットフォームはシステム本体、インセンティブはスターター、ビジネスモデルはエンジン、個益はアウトカムに当たる。システムが持続的かつ効果的に稼働するためには利益が隅々まで行き届くことが重要で、配分のルールは潤滑油のようなものである。

この個益・公益のトータルデザインモデルは緩和と適応の問題を個と公、短期と長期、ローカルとグローバルを1つのシステムにおいて概念化したもので、単純なビジネスモデルではない。すでに実践さ

れているクリーン開発メカニズム（CDM）はこのモデルの一例ともいえる。クレジットというインセンティブ、UNFCCCというプラットフォーム、クレジットのマーケット、投資国・ホスト国の投資配分方法は上記4つの要素に該当する。CDB/COP10で採択された名古屋議定書にもこの個益・公益の考え方が窺える。

個益・公益のトータルデザインモデルが狙っているのは、win-winだけでなく、all-winである。実現の手法には標準化されるものがないかもしれない。地理条件や社会環境に適応したオンリー・ワンの取り組みが望まれる。そのためにイノベティブな発想とスキルをもった人材が必要になる。

6 大学院教育におけるパラダイムシフト

6.1 環境イノベータプログラムの目的

気候変動対策は環境専門家の立場で議論するだけではなく、それぞれの空間スケールとコンテキストにおいて、社会の本流に組み込むことを求めている（Neiladger et al., 2005）。そのために緊急でかつ有効な方法は人材育成である。気候変動対応における人材育成の重要性に関して国際社会では、かねてから議論してきた（UNU, 2010; Dent and Dalton, 2010; Lyth et al., 2007）。学際融合、社会イノベーション、マーケットメカニズム、起業家精神、技術普及などはキーワードとして常にクローズアップされる。また、大学キャンパスを生きた社会実験室として実践する事例も報告されている（Arnaud et al., 2009; Knuth et al., 2007）。しかし、一部の短期コース（UNU, 2010）、テクニカルコース（Snow et al., 2009）を除いて、緩和・適応の統合という複雑な課題を正面から取り組むカリキュラムは見当たらない。

政策・メディア研究科ではこれまで「低炭素社会デザイン」・「社会イノベータ」・「環境デザイン」などのプロフェッショナルコースまたは専門領域を通して特色ある人材育成に取り組んできた。「社会イノベータコース」は低炭素社会への移行に適応できる様々なソーシャルビジネスの企画と実践を目標にしている。「低炭素社会デザインコース」は排出削減クレジットによる低炭素化事業の資金調達を活用し

ながら、政策介入による普及促進を先導できる人材を育成している。また、「環境デザイン」は家庭や組織の個益をインセンティブにした建築設計を提案するものから、公共建築物・都市計画・土地利用計画など、公益を重視する構造物や制度の設計までカバーする。さらに環境政策・国土計画、国際協力などの高度な専門領域もある。

これらの教育資源を図2の4つの象限に照らすと、緩和・適応のベストミックスを個益・公益からアプローチする大学院教育プログラムが出来上がる。このプログラムを「未来社会創造型環境イノベータプログラム」（EI）と名付け、育成する人材は環境イノベータと呼ぶ。プログラムの内容は図3に示すように環境ビジネス、環境政策、環境デザイン、社会起業から構成されている。これは慶應義塾大学ならびに政策・メディア研究科における機動的な研究体制と、これまでの教育・研究の実績の上に成り立っている。このプログラムを習った学生は政策・メディア研究科の学際融合、プロジェクトベースの学習などの利点を生かしながら、アントレプレナーシップを持った環境ビジネスの起業家、国際プロジェクトのマネジャーや、都市計画・環境政策のプランナーなどになって活躍すると期待されている。

EIは新しい専門プログラムを作ったのではなく、既存のプログラムや専門領域の教育・研究の内容を気候変動リスク対応という社会の新しいニーズに適応させたもので、いわゆる教育・研究のパラダイムシフトである。プログラムづくりは、特に教育・研究コンテンツはすぐに完成するものではない。緩和・適応の知見と実践が増えるに伴い、プログラムがさらに充実され、完成度が高まると考えている。

6.2 EIプログラムの構成

EIは1年コースと修士コース・博士コースを提供する。1年コースは国内外の企業人、政府機関や自治体の行政マンを研修する目的に使われる場合と、ダブルディグリーの学生が使う場合に分かれる。所定の単位数を取得したものには「環境イノベータ

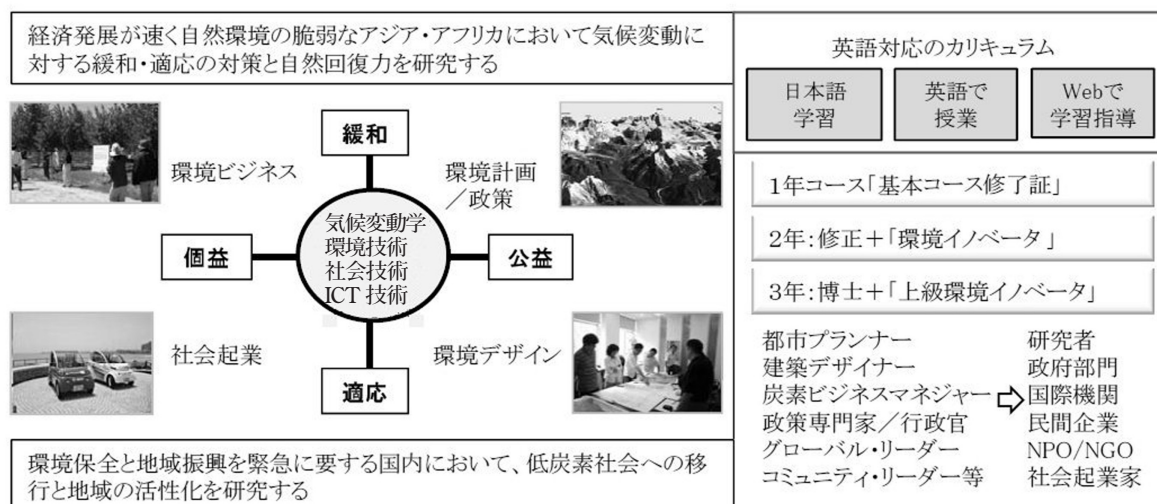


図3 環境イノベータプログラムの構成

基本コース修了証」を授与する。修士コースでは、学生は地球温暖化問題の科学的基礎、緩和・適応、個益公益の基本概念など、研究に必要な基本技能や方法論を幅広く履修する。並行して、「プロジェクト科目」を履修し、またアジア・アフリカを対象とした独自のプロジェクトや大学のプロジェクトに参加して、実践的に研究を進める。修士論文または修士作品を提出して、修士学位（政策・メディア）を取得するとともに「環境イノベータ」のサティフィケートを取得する。博士コースでは、学生は独立に研究課題を設定し、自主的に研究を行い、学術論文を発表し、学位論文を作成する。学位を取得したもののには「上級環境イノベータ」というサティフィケートが授与される。

EIを修了した学生は、環境ビジネス、環境政策、環境デザイン、社会起業など、それぞれの領域の高度な専門知識を持ったプロフェッショナルになることもあるが、二つ以上の専門領域にまたがった学際的環境イノベータとなることを期待している。彼らは気候変動の緩和・適応の国際的枠組みの交渉と制度の設計に長けたグローバル・リーダーとして活躍することもあれば、コミュニティ・リーダーとなって都市・地域・生活空間においてソーシャルムーブメントを起こす社会イノベータにな

ることもありうる。または環境ビジネスの実業家や、政府や国際機関の政策決定者になることも期待できる。

このような分野の代表的人物として、環境・建築・都市・ビジネスなど多面的に活躍できる行政官、たとえば、環境共生都市として知られているブラジル・クリチバ市の元市長、ジャイメ・レルネル氏が挙げられる。あるいはケニアでの植林事業でノーベル平和賞を受賞された環境的社会起業家、ワンガリ・モータイ氏やグラミン銀行を創設し、家庭主婦への小口融資事業を通して、貧困を削減し、地域の内生的発展を促進して、同じくノーベル平和賞を受賞されたムハマド・ユヌス氏もいる。

EIは文部科学省科学技術総合推進費、アジア・アフリカ科学技術交流促進、環境リーダー育成拠点形成事業の一環として推進されている。授業は原則英語で行い、世界各地からの留学生を受け入れる。カリキュラムの設計、研究課題の設定において、経済発展が速く、自然環境が脆弱で、気候変動の緩和と適応をもっとも緊急に必要としている各国の実情を配慮する。留学生はEIを通して、日本の優れた環境・エネルギー技術と政策、国民の高い環境意識を学んで帰国し、それぞれの国・地域において気候変動対策の政策立案やビジネスのリーダーになって

活躍することも期待される。

7 震災復興と気候変動適応

7.1 災害対応と気候変動適応

このたびの東日本大地震とそれによる津波・原発事故は気候変動原因ではないが、災害の不確実性、社会影響の大きさ、また災害対応など、気候変動リスクに対する早期対応の重要性を改めて喚起させた。災害の影響は被災地にとどまらず、原発事故により電力と農林水産物を生産する地方と、それらを消費する都市にも深刻な影響を与え、現代社会の脆弱性をあらわにした。復興に向かって各々の事業が地震・津波対策を取るのはいままでのない。同時に気候変動という重大な地球環境危機も想定し、それに適応した復興を考えなければならない。

気候変動には短期変化と長期変動がある。前者はもっとも不確実で異常現象としてあらわれる。後者はベースラインに長期変動をみる。私たちは個別の事象で人間活動による気候変動の影響を推測することはできない。しかし、温度の上昇、災害の頻発、生物種の減少、食糧危機など、世界中に異変が続発し、甚大な被害をもたらしている。気候変動は大きな影響を与えているといえる。また、脆弱性が存在し、適応のアクションを必要とするのも確かである (Pelling, 2011)。

適応は生物的、社会的プロセスであり、行動を取るタイミングはさまざまである。災害は外界攪乱であり、その影響を受けて適応プロセスが起動されることはしばしばである。また、適応は短期的応急策 (Coping) と長期的変化への適応 (Adaptation) にも分けられる。応急策は現行社会規範の中でサバイバルを優先する。適応策は社会規範と生業が変わることを求める。たとえば、干ばつに遭うと牛を売るのは応急策で、家畜に依存ない生業に変えることは適応策である。このように災害対応と適応は、1つのシステム上の異なる段階のアクションとみなすこともできる。

今回の震災復興において私たちも短期で現行制度での対策 (Coping) と長期で社会改革に伴う適応 (Adaptation) を考えなければならない。

7.2 災害復興のパターン

Burton et al. (1993) は災害対策を被害防止、被害拡大、用途変更、立地変更という4段階に分け、緩やか文化的遷移も含めた包括的適応モデルを提示した。この4段階モデルは時間的に脆弱性や災害対応が低次の段階から高次の段階へ移行し、大きい災害は飛躍的变化をもたらす、転換点が現れる。また、大災害は価値観を変え、社会の力関係を再構築するチャンスを提供し、変革の道を開けることもある。

災害対策の初期は適応と同様にレジリエンスの形成を目的とする。レジリエンスは脆弱性を減らし、システムの機能を持続させるポテンシャルの概念であるが、災害対策、生態保全、気候変動対応など多様な学問分野において研究されている。レジリエンスの定義は様々ある (Zhou et al., 2009)。社会生態システムにおいてレジリエンスは、1) システムがショックを吸収し元の状態を保てる能力、2) システムが自己組織する能力、3) システムが学習と適応を構築する能力と定義している (Folke et al., 2002)。また、Burton et al. (1993) はレジリエンスを抵抗と維持、境界変化、開放と適応という3つの種類に分けた。抵抗と維持は現行政治システムの中で共通にみられる。境界変化は環境リスクに対して最もよく見かける対処方法で、対処療法的で問題を根本から見直さない。漸進的变化を重視し、重大な改革を遅らせる。阪神淡路大震災の後に作られた「兵庫行動枠組み」はこれに当たるといえる (Pelling, 2011)。開放と適応はリスクに抜本的に対処する。

今回の地震災害は規模が巨大で、影響も広いゆえに、被害はBurton et al. (1993) の仮説を大きく超えている。まず災害の性質からみて、今回は千年に一度の大地震と大津波災害のため、従来の災害で使い慣れてきた再建、復興の方法では対処しきれない。これまでは、津波・高潮対策にみる長大堤防、低炭素社会実現のための原子力発電への依存など、要素技術に社会的なリスク管理を押し込め、想定されるリスクが顕在化しないように対処してきた。今回の震災の経験はこの点を見直す契機となるものであ

る。三陸海岸には数十年おきに大地震、数百年に巨大地震と津波が繰り返してきた。高さ 15m の海上長城といわれた防波堤も無残な姿に化したと思えば、頑丈な工学的方法はレジリエンスをつくれないと証明された。それより“ソフトエンジニアリング”、巨大地震、津波に柔軟に適用できる社会的リスク管理へパラダイムシフトしなければならない。

7.3 震災復興は気候変動適応のための学習になる

日本はもともと地震・津波災害に対応する知見が豊富に蓄積され、住民から政府まで救援から復興まで既知の対処法があった。しかし、今回の地震・津波・原発事故は未曾有の挑戦をもたらした。津波で跡形もなく破壊された街を前に、誰もが言葉を失った。福島第 1 原発の事故がわが国の安全神話を大きく傷つけることになり、なかなか公開されない情報と繰り返される発表の訂正は、政府に対する強い不信感を国民に抱かせた。さらに、グローバル化時代に自国の都合で物事を決められなくなった。放射線汚染の処理もエネルギー不足分の補填方法も国際影響を配慮しなければならない。原子力発電所の損失分をすぐに火力発電所の増産で賄うシナリオは書けない。被災地の復興において気候変動による海面上昇、異常気象のリスクを考慮するのも当然である。すなわち、気候変動では、今回の震災ほどの大きな影響があるのか否か不確実性が高く、依然として技術の有用性は適正に評価されつつも、リスク分担し社会全体で適応する必要がある。

人類は長い間、自然変化に学習し、知恵を蓄えてきた。Argyris and Schon (1978) は学習のパターンを 3 次ループにまとめた。一次ループは対処 (Coping) 型ですでに経験したことを繰り返す。二次ループは適応 (Adaptation) でかつての目標達成手法から学ぶ。三次ループは目標を定める潜在的価値観や行動の変化から生まれる高次の学習をする。今回の地震・津波・原発災害はグローバルな地球温暖化対策からローカルのレジリエンスづくりまで様々な意味において、考え方と行動様式に変化を求めている、それに答えられたときには高次の学習が行われたといえる。

7.4 震災復興で気候変動を先導する

震災後 3 カ月経ったいま、第 3 次の学習ループの兆しが見えてきた。震災復興構想会議は地域・コミュニティを主体とし、技術革新と新エネルギーを活用した、創造的復興で日本再生を目指す原則を打ち出している。被災地には津波リスクの高い沿岸低地を漁業生産基地に、高地へ居住を移住し、土地の国有化と主に漁業・農業生産の集約化を進め、東北地域を全国の食糧生産基地にする革新的構想も提案されている。また、政府から自治体や企業まで次々に新しいエネルギー計画を打ち出し、大きな変化が起きている (Economist, 2011)。

SFC においても SFC3.11 プロジェクトが結成され、気仙沼市復興支援、福島原発汚染対策支援、グリーンキャンパスなどのサブプロジェクトを立ち上げ、分野、研究室を超えて、教員・学生一体の復興支援事業を始めている。このプロジェクトは災害復旧だけでなく、20 年、50 年先という時間軸、被災地、東北、東日本、アジアという空間軸の中で、ハードとソフトの両面から未来社会のデザインを目指している。

災害対策は新しいラウンドの適応である。Adaptation と Coping は同時かつ連続的に展開されることもあり、現場では厳密に分けることができないかもしれない。大震災は 1000 年に一度の確率で不可能と思われたことが私たちの目の前に起きた。気候変動リスクは 10 年、30 年、50 年、100 年など、様々なスパンのリスクをもたらす、発生確率でいえばはるかに高い。この経験をしっかりと学習しておくことは、未来社会創造の第一歩である。

8 終わりに

地球温暖化対策には温室効果ガス削減を目標とする緩和策と高まる気候変動リスクに適応する適応策がある。IPCC が成立して以来一貫して緩和策を検討し、気温上昇を最小限に留めることに努めてきた。しかし、温室効果ガス排出削減枠をめぐる国際対立が激しく、ポスト京都の早期成立が危うくされている。この中で、適応策に関心が集まっている。緩和策は国連から国家、自治体までトップダウン型で

推進されてきたが、そうしたアプローチの有効性に疑問が出ており、ボトムアップの試みも始まっている。また、適応はボトムアップのものであるが、それを戦略的に推進するためにはトップダウンからの支援も欠かせない。

緩和と適応は温暖化対策の不可欠な2つの側面であり、緩和と適応のどちらかではなく、統合的に進めることは人類の現実な選択になりつつある。この統合は地球資源の公平な利用、先進国途上国の責任分担、個人と公共の協調の下で、社会経済システムと地球環境と共に進化する長いプロセスによって実現される。そのために、緩和も適応もトップダウンとボトムアップが必要で二つのアプローチを如何に実践的につなげるかが重要な課題となっている。私たちは緩和・適応一個益・公益のフレームワークにおいて統合のパラダイムを捉え、個益・公益のトータルデザインモデルで緩和・適応のベストミックスを実現する手法を提案した。

この緩和・適応の統合のフレームワークは京都議定書のCDMというグローバルのスキームに照らすことができる。また様々な持続可能な発展のためのローカルの事業に当てはまることもできる。これによって持続可能な発展の取り組みはグローバルな気候変動リスク対応の本流に乗せることができる一方、気候変動適応が必要とするローカルでの実行力も増強される。

このフレームワークはまず教育現場における気候変動リスク対応に適用した。既存教育資源を緩和・適応一個益・公益のフレームワークで再編し、未来社会創造型の環境イノベータ育成プログラムを創り、教育・研究の現場における気候変動対応のパラダイムシフトを試みた。

津波と原発災害は気候変動リスク対応の必要性和緊急性を顕わにした。地震災害と気候変動災害は原因が違うが、社会的レジリエンスを高める目標と復興プロセスに関して共通点が多い。SFCも震災後間もなく3.11プロジェクトを立ちあげ、気仙沼と福島を中心に復興支援を始めている。プロジェクトは様々な分野の教員と学生を結束し、ボトムアップで未来社会の設計と実践を行っている。このプロ

ジェクトの成果は災害復興と気候変動対応に新しい経験と視点を寄与すると期待されている。

謝辞

本稿は平成22年度科学技術戦略推進費「戦略的環境リーダー育成拠点形成 未来社会創造型環境イノベータの育成」の一環として取りまとめたものである。本稿は同事業の申請また採択後の推進に当たって、プロジェクトメンバーの皆様と日々研鑽した心得を取りまとめたものであって、ここに厚くお礼を申し上げる。

参考文献

- 相澤益男「激変する世界における科学技術外交の戦略的展開」、『学術の動向』、2010年。
- 金子郁容・巖網林・國領二郎『社会イノベータへの招待—「変化をつくる」人になる』、東京：慶應義塾大学出版部、2010年。
- 浜中裕徳・渡邊正孝「気候変動の緩和と適応への取り組みの国際的動向」、『KEIO SFC JOURNAL』、11(1)、2011年、pp.9-16。
- Lehmann S. 「Optimizing material flow — Resource Recovery, Zero Waste and Sustainable Consumption as Paradigms in Urban Development」、『KEIO SFC JOURNAL』、11(1)、2011年、pp.31-54。
- Argyris, Chris and Donald A. Schon, *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective (Addison-Wesley Series on Organization Development)*, Addison-Wesley, 1978.
- Arnaud, Bill St, Larry Smarr, Jerry Sheehan, and Tom Defanti, “Climate Change and Higher Education,” *EDUCAUSE Review*, 44(6), 2009, pp.1-5.
- Arnell, N.W., “Adapting to climate change: an evolving research programme,” *Climatic Change*, 100(1), May 2010, pp.107-111.
- Bell, Simon, and Stephen Morse, *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable*, Earthscan Publications Ltd, 2008.
- Betsill, Michele, and Harriet Bulkeley, “Looking Back and Thinking Ahead: A Decade of Cities and Climate Change Research,” *Local Environment*, 12(5), October 2007, pp.447-456.
- Biesbroek, G. Robbert, Rob J. Swart, and Wim G.M. van der Knaap, “The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning,” *Habitat International*, July 2009.
- Burton, Ian, “Vulnerability and adaptive response in the context of climate and climate change,” *Climate Change*, 36, 1997, pp.185-196.
- Burton, I., Robert W. Kates and Gilbert F. White, *The Environment As Hazard Second Edition*, The Guilford Press, 1993.

- Dent, Peter, and Gina Dalton, "Climate change and professional surveying programmes of study," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(3), 2010, pp.274-291.
- Duit, Andreas, Victor Galaz, Katarina Eckerberg, and Jonas Ebbesson, "Governance, complexity, and resilience," *Global Environmental Change*, 20(3), August 2010, pp.363-368.
- Eames, Malcolm, and Jim Skea, "The Development and Use of the UK Environmental Futures Scenarios," *Greener Management International*, 37, Spring 2002, pp.53-70.
- Economist, "How to live with climate change," *The Economist*, 2010.
- , "Japan's post-quake economy: Casting about for a future," *The Economist*, 2011. <<http://www.economist.com/node/18713566/print>>
- EconomistIntelligenceUnit, *Asian Green City Index - Assessing the environmental performance of Asia's major cities*, Intelligence, 2011.
- Folke, Carl, Steve Carpenter, Thomas Elmqvist, Lance Gunderson, C. S. Holling, and Brian Walker, "Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations," *Ambio*, 31(5), August 2002, pp.437-440.
- IPCC, *Climate Change 2007 Synthesis Report: Summary for Policymakers*, Hemisphere, 2007.
- Kay, J.J., Henry A. Regier, Michelle Boyle, and George Francis, "An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity," *Futures*, 31, 1999, pp.721-742.
- Klein, R., Schipper, E. and Dessai, S., "Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions," *Environmental Science & Policy*, 8(6), 2005, pp.579-588.
- Knuth, Sarah, Brandi Nagle, Christopher Steuer, and Brent Yarnal, "Universities and Climate Change Mitigation: Advancing Grassroots Climate Policy in the US," *Local Environment*, 12(5), October 2007, pp.485-504.
- Kovats, R. Sari, "Adapting to climate change-what should the health sector be doing?" *The Economist*, 2010. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20680394>>
- Lehmann, Steffen, "Developing a holistic pathway to climate-adaptive buildings," *Journal of Green Building*, 4(3), July 2005, pp.167-175.
- Lyth, Anna, Sandra Nichols, and Daniella Tilbury, *Shifting Towards Sustainability: Education for climate change adaptation in the built environment sector: A report prepared by the Australian Research Institute in Education for Sustainability for the Australian Government Department of the Environment and Environment*, 2007.
- Martens, Pim, and Chiung Chang, *The Social and Behavioural Aspects of Climate Change: Linking Vulnerability, Adaptation and Mitigation*, Greenleaf Publishing, 2010.
- Martens, Pim, Darryn McEvoy, and Chiung Chang, "The climate change challenge: linking vulnerability, adaptation, and mitigation," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 2009, pp.14-18.
- Mastrandrea, Michael D., Nicole E. Heller, Terry L. Root, and Stephen H. Schneider, "Bridging the gap: linking climate-impacts research with adaptation planning and management," *Climatic Change*, 100(1), May 2010, pp.87-101.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, Jorgen Randers, and William W. Behrens III, *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, 2nd ed. Universe Books, 1972.
- Neiladger, W., N. Arnell, and E. Tompkins, "Successful adaptation to climate change across scales," *Global Environmental Change, Part A*, 15(2), July 2005, pp.77-86.
- Nelson, Donald R., W. Neil Adger, and Katrina Brown, "Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework," *Annual Review of Environment and Resources*, 32(1), November 2007, pp.395-419.
- Pelling, Mark, *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*, Routledge, 2011.
- Rosenzweig, Cynthia, and Thomas J. Wilbanks, "The state of climate change vulnerability, impacts, and adaptation research: strengthening knowledge base and community," *Climatic Change*, 2010, pp.103-106.
- Ruth, Matthias, and Dana Coelho, "Understanding and managing the complexity of urban systems under climate change," *Climate Policy*, 7(4), January 2007, pp.317-336.
- Smit, B., and J. Wandel, "Adaptation, adaptive capacity and vulnerability," *Global Environmental Change*, 16(3), August 2006, pp.282-292.
- Snow, R., M. Snow, and Daytona Beach, "Climate Change Curricula and the Challenge for Educators," In *Environmental Science and Sustainability*, ed. Manoi Jha, Charles Long, Nikos Mastorakis, and Cornelia Aida Bulucea, pp.54-58, Balimore, USA, November 7-9, 2009.
- Sorensen, Andre, Peter J. Marcotullio, and Jill Grant, *Towards Sustainable Cities: East Asian, North American, and European Perspectives on Managing Urban Regions (Urban Planning and Environment)*, Ashgate Pub Ltd, 2004.
- Swart, Rob J., and Frank Raes, "Making integration of adaptation and mitigation work: mainstreaming into sustainable development policies?" *Climate Policy*, 7, 2007, pp.288-303.
- UNU, "Consultative conference on Role of higher education in adapting to climate change," *Global Change Biology*, March 2010.
- Waltner-toews, David, and J. Kay, "The Evolution of an Ecosystem Approach: the Diamond Schematic and an Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health," *Ecology and Society*, 10(1), 2005.
- WCED, *Our Common Future (Oxford Paperbacks)*, Oxford University Press, USA, 1987.
- Williams, Katie, Jennifer L., R. Joynt, and Diane Hopkins, "Adapting to Climate Change in the Compact City: The Suburban Challenge," *Built Environment*, 36(1), March 30, 2010, pp.105-115.
- WWF, *Living Planet Report 2008*, 2008.
- Zhou, Hongjian, Jing'ai Wang, Jinhong Wan, and Huicong Jia, "Resilience to natural hazards: a geographic perspective," *Natural Hazards*, 53(1), June 11, 2009, pp.21-41.