

自然災害および技術的災害に対するレジリエンス（回復力）の構築

概要と背景

災害は社会に甚大な社会的・経済的損害をもたらす。災害発生を減らし、レジリエンス強化のための新たな戦略を採用することにより、そうした損害を減少させることができる。最近の災害での経験から得られた教訓も有益であるが、レジリエンス構築の指針としては、系統的かつ科学的なリスク監視と危険の順位づけに基づいたものの方がより効果的であろう。このような根拠に基づいて構築された戦略は、原因にかかわらず広範な災害に共通するものであるため、そうした戦略の実施は重要な投資となりうる。各国政府は、国家計画にも開発援助計画にもレジリエンス戦略を組み入れることが急務である。

災害

自然災害には、地震、地滑り、ハリケーン、洪水、台風、火山噴火、感染症の世界的流行などが含まれる。技術的災害には、ダムや堤防、エネルギー系統、情報ネットワークといった社会的に重要なインフラの偶発的なもしくは人為的な故障や崩壊が含まれる。連鎖的効果によって災害が複合化することも多い（東日本大震災での地震・津波・原子炉事故など）。本声明では、これらすべてのケースについて「災害」という語を用いる。災害の中には徐々に発生するものもあるが（干ばつ、感染症流行、地盤沈下など）、ここでは短期間で発生する災害に焦点を絞る。

ほとんどの災害は、いつ発生するかを正確に予測することは不可能である。しかし、科学研究と、モニタリングや監視を入念に行うことにより災害要因とその発生についての理解を深めることができ、有益な早期警戒を提供することも多い。地震とそれに伴う津波のような事象でさえ、わずか

数分前の警告によって生命を救えることもある。リスクの発生を定期的に再検討することが重要である。たとえば、気候変動やその他の変化の結果として極端な気象現象（暴風雨、熱波、野火など）の発生頻度や激しさが高まる可能性があり、新たな地球物理学的データやその他のデータによって、それまで認識されていなかった災害要因が明らかになるかもしれない。

災害による損害

災害による損失や被害は増加傾向にある。全世界での自然災害による年間損失額が初めて2005年、2008年、2011年に2000億ドルを超えた。一方、死亡者数に関するデータでは明確な傾向は見られないものの、先進国の方が死亡者数ははるかに低く、レジリエンス対策の有用性が示唆されている。災害による損害が増大している要因の一部として、脆弱な場所での人口やインフラの継続的な増加、インフラの老朽化や機能低下、警報システムや保護システムに関して必要とされている制度的取り決めや投資の遅れなどが挙げられる。将来の海面上昇や気候変動によって災害のリスクや影響が高まるおそれもある。海辺のマングローブなど、災害の緩衝となる自然のシステムが弱っているケースも多い。社会は、エネルギー、食糧、医療、情報、運輸、金融を供給する相互作用的なインフラへの依存度をますます高めてきている。その中のいずれか1つに障害が起こると、他のサービスにまで影響が及びうる。多くの場合、災害への対処は個々の国の能力を超えており、複数の国が影響を受ける可能性がある。

災害に対するレジリエンス

レジリエンスとは、システムおよびその構成部分が重大なショックによる影響を適時かつ効率的に予測し、吸収し、対応し、あるいはそこから回復することが可能であること、と定義することができる。レジリ

エンスの能力は、社会のあらゆるレベルや部門の制度の中で構築されるべきである。多くの場合、レジリエンスが強化されると、比較的頻度の高い緊急事態によって直接的に引き起こされる死傷者数や経済的損失の減少に役立つと同時に、将来の災害に対するレジリエンスが構築されるという、複数の利益がある。

レジリエンスの構築には次のような要素がある。

- ・ 災害リスクの系統的な評価と監視、根本原因についての理解を深めるための継続的研究、警報システムの改善、そうしたリスクに対する国民ならびにあらゆるレベルの政府機関の認識
- ・ 備え、対応、回復における計画および協力の責任がコミュニティ（民間部門および市民組織を含む）に受け入れられるようにするための文化やインセンティブの構築
- ・ 土地利用やその他の土地区画・建築法規など、(災害) 軽減策や予防策の長期的な計画、投資、施行
- ・ 先進的な計画と迅速な対応、ならびにリスク要因の評価に関する研究における国際協力

レジリエンス構築の構成要素

国際社会、特に災害リスク軽減を目指す国際会議（GPDRR）および2005年に168カ国により採択された兵庫行動枠組 2005－2015において、重要な取り組みが進められている。ICSU(the International Council for Sciences (国際科学会議))は、2010年に10年間にわたる災害リスク統合研究計画（IRDR）を立ち上げた。国連国際防災戦略（ISDR）では、現在、2015年以後の枠組みについて協議を進めている。こうした活動によって広範囲にわたる有益な結果や提言がもたらされており、持続的に注視し、実施していくべきである。

系統的なアプローチの採用と多面的なソリューション（解決策）の特定が、レジリエンス構築の重要な要素である。我々は、下

記の5つの局面に特に注目すべきであると提唱し、各国政府に対し、国内および国際的な科学界にこうした活動を行うよう求める。

1.継続的なリスク監視と日常的な評価のためのキャパシティービルディング(能力開発)：

想定外の災害に対する備えをするのは困難である。個々の地域、国家、そして国際社会が、自らの直面する災害リスクを日常的に特定して評価するための戦略を構築し、被害の発生を抑制しなければならない。この点では、継続的な監視がきわめて重要である。

2.公衆衛生システムの改善：

発端となる事象が公衆衛生にかかわるものでなかったとしても、大規模な社会的混乱が生じると短い期間で伝染病などいくつもの危険につながりうる。災害を回避するためにも、災害が発生した場合の対応のためにも、公衆衛生システムを強化し、維持しておかなければならない。災害が人々の健康、特に脆弱な人々の健康にもたらす影響への対応能力を、強固な公衆衛生システムを構築する上での不可欠な部分（なおかつ付加的な誘因）とすべきである。また、作物や家畜の健康についても、食糧安全保障や経済への影響が大きいため、同様の考えが当てはまる。政府は、地域レベル、国家レベル、国際レベルでの公衆衛生の備えが適切であるかを定期的に評価すべきである。

3.高度な情報技術（IT）の適用：

情報技術（地理空間技術も含む）は、差し迫った災害を監視し、特定し、警告するためにも、被害や死傷者の場所、種類、程度を評価して救助の派遣、調整、配分を行うためにも重要である。国家は、緊急対応専用のITシステムについて、複合的役割を果たす共有システムと比較してどのような潜在的な利点があるか、評価を行うべきである。いずれにしても、

そうしたシステムを効果的に活用するためには、すべての重要な関係者がかわり、国民の参画や教育のための積極的なプログラムを備えた系統的な実施（緊急対応のゲーミング）が重要である。

ロセスを継続していくよう邁進する。

4.脆弱性を最小限にするための計画と技術、そして基準の実施：

建築物、道路、電力系統、水道、その他のインフラの基準を改善し、脆弱性を低下させるための区画整理をすることにより、災害からの損失を大幅に減少させることができる。住民および近代的インフラの保護を計画することに加え、失われると取り戻すことのできない文化遺産や自然遺産についても保護しなければならない。革新的な設計、技術、材料に関する継続的な研究と利用可能な技術や材料に関する情報の普及が必須である。これらを効果的にするためには、そうした施策が実施されていることを政府が確認しなければならない。

5.開発援助プログラムへのレジリエンス能力の統合：

開発援助プログラムは、被援助国が地方レベルでも国家レベルでもレジリエンスの能力を構築するための支援をすることを可能とする。これが効果的であるためには、もっとも必要とされているところに援助が届き、将来の脆弱性が減少するようにしなければならない。脆弱な人々や地域にとって特に重要なのが、公的教育、市民参加、過去の災害からの教訓の活用、伝達能力である。危機的状況にあっても、開発援助では被災国の組織や個人を参加させ、現地の経験や能力を構築すべきである。

われわれの科学アカデミーは、世界中の100を超える科学・技術・医学分野の組織と協力して、災害原因について理解を深め、よりレジリエンスのある社会にする方法を見だし、そうした情報を広く普及させ、必要とされる数々の方策の実施を助けるプ

エネルギーと水のつながり：持続可能な未来に向けた課題

概要

安価でクリーンなエネルギーと十分な量と質の水のニーズ、そして食糧安全保障のニーズが、人類にとってますます中心的な課題となってくるだろう。これらのニーズは互いに強く結びついている。一部の地域では、エネルギーの開発と利用のための水需要の高まりが、食糧生産など人間のニーズと重要な生態系のために必要な水の利用を脅かしている。エネルギーおよび水のインフラならびにそれらに関連する政策の計画や投資に際しては、水とエネルギーとの深い相互作用を考慮に入れることがきわめて重要である。その地域に固有の状況および長期計画に基づいたシステムのアプローチが不可欠となる。それぞれの要因を個別に考えていたのでは非効率的であり、食糧生産や重要な生態系のための水利用が圧迫され、大規模な停電やエネルギー供給不足のリスクが高まる。世界のほぼすべての地域で、エネルギーと水のより効率的な利用を達成する革新的な方法が、このように互いに結びついた課題に対応できるかどうかを決定づける重要なカギとなろう。

背景

世界人口は過去 12 年間で 60～70 億人に増加し、今後 30 年以内に 90 億人に達すると見込まれており、十分な食糧供給についての迫り来る課題に対する懸念が広く共有されている。そうした懸念の元となっているのは、現在のニーズおよび将来の予想ニーズから考えて世界の食糧生産は現在の 2 倍の水準が要求されるようになり、なおかつ水資源に対する需要がより高まる状況下で食糧増産を行わなければならないことである。農業は世界のほとんどの地域で飛び抜けて多くの水を使用する部門であり、エネルギー需要も非常に大きいため、食糧安全保障については水とエネルギーの側面か

らも考察する必要があることが広く理解されている。農業へのエネルギー投入、農業用水の使用、収穫後の損失における効率を高め無駄を削減することが、食糧安全保障という重要課題に応える際に重要な取り組みである。

しかし、エネルギー需要を満たすことと水の利用可能性や質の確保との直接的な相互作用については、あまり認識されていない。エネルギーと水の利用可能性への重大な圧迫が多くある国や地域ですでに感じられており、そうした国や地域の拡大が予見される。現在の水とエネルギーのインフラは、広域にわたり不十分なものである。人口増加の継続ならびに人々の食生活や生活様式の変化によってエネルギーと水の両方の需要が増加するであろう(基礎栄養と基礎的家庭用水のニーズに関わる需要を別としても)。さらに、気候変動に伴う地域の水循環の変化は人間開発における危機の可能性を高める。

エネルギーには水が必要

エネルギーは現代社会を動かしている。世界のほとんどの地域で、化石燃料を燃焼する大規模な火力発電所に電力を大きく依存し、原子力発電または水力発電が次いでいる。現在稼働している化石燃料火力発電所、原子力発電所、太陽熱システムは、大量の取水を必要とし、ある程度の水消費を伴う。そうした必要量は冷却システムの種類によって大きく異なりうる。一方、太陽光発電や風力発電など、一部の再生可能エネルギーはほとんど水を必要としない。

化石燃料は、ほとんどの運輸システムも含め、世界の現在のエネルギー需要の約 80% を供給している。タールサンド、ガスハイドレート、タイトフォーメーション(硬質地層中)のガス・石油など重要性を増しつつある「非在来型」燃料を含め、一部の化石燃料は、水の量や質に重大な関係がある。代替的な輸送用燃料、とりわけバイオ

燃料の生産も、具体的な適用次第で水資源および水質に重大な影響を与えうる。

水にはエネルギーが必要

水の量と質を供給するために大量のエネルギーを必要とする場合がある。多くの国や地域では、水源から利用者まで長距離にわたって水を運ばなければならず、水をポンプで送るためにかなりのエネルギーが使用されている。水はあるが汚濁がひどい場所では、エネルギーに依存した方法によって廃水処理など水質改善が行われている。その極端な例が海水の淡水化であり、大量のエネルギー投入が必要とされる。

水ストレスと水不足

水の量と質の問題は、人間の福祉と健康にも、生態系にも、重大な関係がある。現在のデータならびに今後数十年の需要予測（人口、水集約的な食糧の需要、生活水準、エネルギー源と最終利用量）によると、水ストレスまたは水不足の状況におちいるか、もしくは食料の自給生産ができなくなると思われる地域の数が世界的に増える。気候変動の継続と加速ならびに水循環への影響に関する地域規模の予測によれば、水ストレスと水不足が悪化する地域が世界の一部で生じるが、厳密にどこで生じるかは不確かである。世界の多くの場所は降水、地表水、涵養帯水層に頼っているが、一部の場所では、再生不可能な化石地下水に依存したり、あるいは帯水層の涵養量をはるかに上回る取水が行われており、水ストレスと水不足の深刻な拡大が予見される特別な事例となっている。

提言

水は、ある意味においては、地域的課題であると同時に世界的課題でもある。水の量や質、現在の使用とニーズ、将来予測とこれらの予測の不確実性に関して、個々の国や地域がそれぞれ固有の状況を抱えてい

る。食糧安全保障と人間の消費のための水供給は局地的な課題であるばかりでなく、地域や世界的な課題でもある。食糧、エネルギー、その他の財の市場の極端なグローバル化が進み、「バーチャルウォーター（仮想水）」の大規模な取引が行われ、これにより世界的規模での水ストレスは軽減されるが、局地レベルでは増大させるということもありうる。多くの者にとって、食糧安全保障の代替策、より良い水管理および技術の代替策が必要である。地域規模での水に関する協力は多くの場合必須である。エネルギーに関する選択肢は、地方の資源（存在する場合には）、世界的供給、利用可能／安価な技術的選択肢の複合的な組み合わせである。地方の状況はさまざまであるため、世界全体ではクリーンエネルギー技術の幅広い選択肢を必要としており、そうした選択肢が水に与える影響についても十分に理解し、意思決定プロセスの中で考慮に入れる必要がある。

したがって、各国政府に対し、我々、科学アカデミーの代表者は下記のとおり提言する：

- エネルギーと水に関するプログラムが全面的に統合され、そうしたソリューションが相互依存性を考慮に入れたシステム的アプローチで構築されるよう確保すること。特に重要なのは、エネルギー効率、水の効率と再利用、そして両方の需要の管理であろう。この統合においては、食糧生産との密接なつながり、土地利用における持続可能性、生態系の維持にもしっかりと対処していなければならない。
- エネルギー最適化と水の持続可能な使用に関する総合的な科学研究および技術革新、ならびにそうした課題に取り組むためのシステム分析アプローチのさらなる発達のために投資すること。
- エネルギー、水、農業システムの統合的な管理を促進する効率的な

ガバナンスの仕組みと明確な政策を構築すること。そのためには、水の消費もしくは劣化などエネルギープログラムによる間接的な費用を明示的に見積もり、そうした費用を価格に反映させることが必要になるかもしれない。

- 水とエネルギーに関する基本的なデータを監視し、フリーアクセスを可能にするシステムを構築すること。

こうした行動のそれぞれには、必要とされる調査、データ収集、評価、計画、ガバナンス、技術適応、長期的な維持のための局地レベルや地域レベルでの人材や組織の能力育成が要求される。このような能力開発は、長期計画の必要性や効率と保全の重要性についての社会の認識に基づいていなければならない。エネルギーと水に関する国家の総合的なプログラムを計画し実行する能力を育成するためには、もっとも脆弱な国々の多数への開発援助も含む世界的な協力が不可欠である。

温室効果ガスの排出および吸収に関する 知見の向上

背景

ほとんどの国は、温室効果ガスの人為的排出を制限することを約束している。そうした取り組みが成功しているかどうかを判断するためには、温室効果ガス——二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、亜酸化窒素（N₂O）など——の自然および人為的な排出量と吸収量を国家レベルで正確に推定するための標準化された方法を使用する必要がある。そうした推定は、国際的な気候変動条約を検証するためにも、自然の温室効果ガス排出量（メタンハイドレートからの大規模放出など）や吸収源の変化を検出するためにも必要なものである。さらに、ブラックカーボン（温室効果ガスというよりは煤煙）の世界的な分布への理解が深まれば、人体の健康面への影響に対する管理能力を向上させるとともに、気候変動への寄与に対する評価を向上させることができる。

温室効果ガス排出量の推定方法

温室効果ガスの推定には主に3つの方法があり、そのいずれも最終セクションで述べる提言を実施することによって改善され、排出量推定の不確実性を低下させることができる。

1. 排出量と吸収量の国毎のインベントリ：

各国が、気候変動に関する政府間パネルによって開発された方法を使用して国連気候変動枠組条約に排出量を報告している。排出量は、人間活動（燃焼した石炭トン数など）を測定して排出係数（1トン当たりCO₂排出量など）を乗じることによって推定される。この方法の適用による推定の精度はさまざまである。比較的正確な推定は、国別排出係数および精巧な排出源モデルに基づいたものである。この方法では、化石燃料からのCO₂

排出量については適度に正確な推定を得られるが、それ以外のほとんどの温室効果ガスについては推定の不確実性が大きい。

2. 大気観測法：

人為的および自然の排出量と吸収量の純合計は、温室効果ガスの大気観測及び／または海洋観測（衛星からのリモートセンシングを含む）、ならびに大気と水の流れに関する最先端数学的モデルを使用して推定することができる。こうした方法により、ガスインベントリの推定値を独立にチェックする機会が得られる。ただし、これらの方法は国家レベルでの温室効果ガスの排出量および吸収量を十分な精度で推定するためにはまだ使用できていない。輸送誤差、自然の排出量のバックグラウンド変動の大きさおよびそうした変動への理解の不完全さ、ならびにサンプリング地点の数の少なさや地理的分布の偏りなどがその理由である。たとえば、現在の大気サンプリング網は、都市のような大規模排出源を避けているため、衛星観測の解釈が困難になっている。さらに、関係するすべての同位体について大気サンプル分析が行われているわけではない（例えば、放射性炭素 [¹⁴C] の計測を行っていれば化石燃料からのCO₂排出量を化石燃料以外からの排出量と区別して評価できるなど）。大気温度に影響を及ぼすブラックカーボンは一般的に大気汚染プログラムの一環として監視されている。

3. 土地利用についての直接的インベントリ：

地表もしくは地表付近での計測（生態系における炭素量の地上と地下での変化など）ならびに森林破壊や植林についての衛星計測の2つの時系列計測を使用して、CO₂の排出量と吸収量を推定することができる。すべての排出量および吸収量が測定されれば、生態系からのCO₂を十分な精度で推定することが可能である

う。いくつかの温室効果ガスについては排出量推定はますますであるが（畜牛からのメタン排出量など）、それ以外の温室効果ガスや排出源の推定は悪い。N₂O 排出量は、その土地の利用法（特に窒素肥料の使用）ならびに局所的な気候、地形、土壌、植生特性によって、空間や時間で変動する。N₂O の正確な推定ができるようにするためには、まず根本的な理解を深めることが必要である。

提言

温室効果ガスの排出量および吸収量の正確な推定が可能であることは、国際的な協定や国家の排出削減プログラムが有効であるための前提条件である。これが可能になるかどうかは、温室効果ガスの排出量および吸収量についての知見や理解の向上、排出量および吸収量についての地表、大気、宇宙システムを組織した観測、そしてすべての国々からの自由な情報アクセスにかかっている。主要な知見のギャップは、それぞれの国や地域で重要な温室効果ガスの排出量および吸収量に対して既存の測定プログラムの焦点を定め直すことにより、これから数年で埋めることが可能である。下記の最初の 2 つの項目を実施すれば、UNFCCC（国連気候変動枠組条約）で取り上げられている温室効果ガス排出量の約 4 分の 3 を占めている化石燃料使用および森林伐採に由来する CO₂ 排出量の正確な推定と独立した検証が可能になるであろう。3 番目の項目を実行すると、炭素循環についての根本的な理解が深まる。

1. 化石燃料燃焼および土地利用に由来する CO₂ 排出量ならびに工業排出源および生物起源の CH₄ 排出量など、現在正確に推定できる温室効果ガス排出量及び吸収量の毎年の計測、及び報告をすべての国が実施。一部の国については、そうした排出量及び吸収量の正確なインベントリを作成するために必要な能力の育成を、世界の科学界が支援すべきである。

2. 温室効果ガス排出量及び吸収量を推定するための技術や方法を向上させ、新たに誕生した適切なアプローチや技術を採用するための、各国の調整と協力。最先端技術の共有や、世界中や宇宙へのコスト効果が高い計測装置の配備、ならびに地上及び衛星からのデータの組み合わせやデータの分析に一丸となって取り組むことにより、成果が迅速化し、科学的な能力も形成される。そうした取り組みのためには、計測方法や分析方法、データの質的評価や不確実性の推定のための基準の設定についての情報交換が必要である。

3. 大気中の温室効果ガスの大幅及び／または急激な増加をもたらす変化の可能性を理解することに主眼を置いた国際的・学際的な研究プログラムを構築あるいは促進するべきである。最大のリスクとしては、高緯度や海底堆積物からの CO₂ 及び／または CH₄ の潜在的な放出、海洋の生物地球化学および循環の変化、多雨林の炭素収支の変化などが挙げられる。地球規模での生物化学循環の枠組みの中でこうした温暖化ガスフラックスを解析することが重要である。

平成 24 年 5 月 10 日

大西会長より野田総理に共同声明を提出
(首相官邸)



野田総理に共同声明を提出する大西会長