



こいけとしお
小池俊雄

KOIKE Toshio

東京大学名誉教授
Professor Emeritus, the University of Tokyo

社会基盤は文明を拓く転換装置

Infrastructure as a Device for Turning Civilization

1. 根本的な解決を求めて

「洪水期を迎えるのが怖い」、専門家の一人として、我が国の治水政策の取りまとめに関わらせて頂いて6回目の洪水期を迎える筆者の偽らず心境である。打ち続く激甚水害に対応する政策が答申され、国主導の治水事業や法改正を通して着実に実現されてきてはいるが、地域を揺るがし、国全体に衝撃を与える甚大な被害が次々と発生している。命を守る対応策をまとめるも、水害に対する脆弱性が進む社会にあって、多くの尊い命が一挙に失われている。頻発する豪雨に加え、その広域化・長期化も加わり、従来の施設計画の考え方では対応できない事態も生じてきている。

この度、河川計画手法の見直しと流域治水の導入という2つの柱が、社会資本整備審議会から答申された。その取りまとめに当たり、専門家の一人として、戦後の治水の展開を問い直し、現在直面している課題を整理して、根本的な解決の方向性を模索し、議論の開始に当たって、以下を提案した。

「災害対応力を高め、持続可能な開発を、包摂的な枠組みで進める」

本論ではその骨子を記述したい。

2. 現在の治水の課題

(1) 現在に至る治水計画の基盤構築

終戦直後の1945年9月の枕崎台風災害から1959年9月の伊勢湾台風災害までは、毎年のように4桁の人的被害が記録された。この中で、既往の最大流量に基づく方式から、計画規模の確率に対する降雨量と流出モデルを用いて洪水流量を算出するという手法への転換が試みられた。具体的に、千代川、白川、淀川など、実河川への適用が重ねられ、1958年に以下の3点を目的とする、「河川砂防技術基準（案）」がまとめられた。

・技術の発展段階と技術レベルの現状を提示

- ・全国の技術レベルの統一
- ・技術と管理との一体化

河川砂防技術基準（案）の作成は、限られた国家財政のもとで治水投資を合理的に進めるための方法論の確立を目指したものであり、打ち続く大水害に対応しつつ、全国的なバランスを考慮して事前対応を進めようとする河川技術政策の表れであった（中村、2014）。

現在の水害統計調査の母体となる調査要綱は1961年に策定され、「水害実態調査」及び「水害資料調査」により水害被害額が把握され、1970年にこれらが整理されて現在の水害統計調査要綱につながっている。河川整備への投資の基礎的な考え方と手法もこの時期に形成された。当時の最先端の流出モデルであった総合単位図法の開発者である中安米蔵は、経済評価指標も提案しており、ある年超過確率をもった流量を対象にした工事を行うことによって得られる利益の年平均を期待値とし、これを全工事費で割った防災利益率（年利益率）、いわゆる、B/Cを提案している（稲田、1960）。その後、1961年、1962年に、それぞれ「治水経済調査方針及びとりまとめ方法」、「水害区域資産等調査要綱」がまとめられ、1970年に整理されて「治水経済調査要綱」が策定された。さらに、公共事業の事業評価の技術的な基準をまとめるために、2000年に「治水経済調査マニュアル（案）」が策定された次第である（湧川、2007）。

1950年に出された「治水計画における洪水流量について—千代川を中心として—」において、中安は下記のように述べている（中村、2011）。

「現在の貧困な国家財政や災害で病弊した地方財政の下で此の巨額の資産の支出を考える時、ここでは単純な技術的理想論は許されないだろう。今後の治水計画の基本方針は現実的、且つ科学的でなければならない。この観点より治水計画実施のあり方は従来治安の面を重視して余り考慮されなかった経済的諸関係の調査の上に立たなければならない。」

このようにして、水害被害の計量、確率論の導入、流出モデルの開発、経済評価手法の確立という統合的な科

学・技術体系が、戦後復興期に打ち続いた激甚水害に対応して構築された意義は大きかったと考えられる。

これらの科学・技術基盤の確立と並行して、1953年に発生した西日本大水害を受け、単年度予算に抛らない長期的な治水投資の必要性が論じられた。修正を繰り返した提案は、当時の大蔵省などの反対を受けて3度却下されたが、1958年9月の狩野川台風を受けて閣議了解がなされ、翌年の伊勢湾台風災害を経て、1960年に治山治水緊急措置法の成立という形で実現した。爾来、財政構造改革の閣議決定（2002年）を受けて幕を閉じるまで、財政的裏付けのある9次に及ぶ治水長期計画が実施されてきた。

（2）現代社会が直面する課題

1）変化する気候

今世紀に入り、気候の変化は観測データにも顕在化し、近年の被害の増大とともに、社会的な認識も広がってきた。

気象庁の地域気象観測システム（アメダス）は1974年に観測を開始し、全国で1300箇所余りにおいて降水の時間観測が継続されている。現在までの44年間で3期間に区分して、各年に過去最大24時間降雨が記録された観測所数の各期間平均を求めると、最初の2期間では年間20箇所程度であったが、直近の第3期間では年間50箇所を超えている。今までに経験したことのないような豪雨が、日本中いたるところで頻繁に発生するようになってきていることが示されている。

2017年の九州北部豪雨災害では、福岡・佐賀県境にある脊振山地に発生した線状降水帯により、福岡県朝倉市は時間169mmという豪雨に見舞われ、1982年の長崎豪雨で記録された我が国の最大時間降雨記録の187mmに迫った。また9時間雨量も778mmに達し、気象観測史上最大級の豪雨となった。2020年7月には熊本県人吉市にて12時間雨量で339mmが記録され、同地点で過去最大の209.5mmの1.5倍にも及ぶ豪雨となった。平成30年7月豪雨災害では48時間雨量が西日本一帯の125箇所において、翌年の令和元年東日本台風災害では12時間雨量が東日本一帯の120箇所において、それぞれ観測史上最大を記録した。つまり過去最大の豪雨が、連続する2年間において、日本全域にわたる約2割の観測地点で記録される事態となっており、広域の同時激甚水害に直面する事態となっている。

豪雨による越流・破堤が深刻化している。令和元年東日本台風災害では、実に142箇所破堤し、河川管理者を震撼させた。流域住民の被害は甚大で、泥水に浸かった新幹線車両の映像は見る者に焦燥感を与えた。令和2年7月豪雨における球磨川人吉市での河川水位は、洪水痕跡から7.25mに達したと推定されている。河川計画上の最高水位（計画高水位）である4.07mはおろか、1965年に記録された観測史上最高水位5.05mをはるかに越えた。同市の国宝青井阿蘇神社には寛文9年（1669年）洪

水痕跡が遺されており、球磨川の河川整備基本方針を策定する際にも参照されたが、令和2年7月豪雨による洪水水位はこの痕跡とほぼ同程度であった。球磨川は同市域で市域地盤が計画高水位より高い、いわゆる掘り込み河道区間である。そこがこの高水位に見舞われ、2階にまで達する洪水流が市域の広い範囲を川の如く流下する事態となった。人吉市の下流の長い渓谷部（狭窄部）ではさらに水位が上昇し、橋桁から河川水面までの余裕高さ（クリアランス）を食いつぶし、水位の上昇で橋桁が横からの河川流の力を受けて落橋した道路橋は10橋にも及んだ。

同じ総雨量の場合には、継続時間が短く、シャープな降雨パターンほど、大きな洪水ピークを形成する。河道やダムなどの貯留施設の設計に用いる洪水ピーク流量は、これまでは実際に発生したシャープな降雨パターンを主に使って求められてきた。しかし、平成30年7月豪雨で48時間、72時間という長時間にわたって継続する豪雨によって、洪水ピーク流量は計画レベルにまで至らずとも、長時間継続する大流量によってダム洪水調節容量が不足する事態が生じている。また河川が合流する場合、通常は支川の洪水流出が早く、本川が遅れる。しかし本川が洪水ピークを迎えた時に、長時間豪雨の影響で支川の流量が依然として高い場合、合流点においてバックウォーター現象が顕著となる。また長時間にわたって河川水位が高い状態が続くと、浸透などによって堤防が脆弱化し、片岸が破堤すると対岸は大丈夫というこれまでの常識を覆して、両岸において破堤が生じるという事態となる。岡山県の高梁川支川の小田川では、平成30年7月豪雨においてこれらの影響が重なり甚大な被害が生じた。

豪雨の変化に応じて土砂、洪水災害にもこれまでにない形態が顕在化してきた。2017年の九州北部豪雨災害では、花崗閃緑岩、片岩で覆われた脊振山地はいたるところで崩壊し、土石流が発生した。特に深部まで風化した「鬼マサ」と呼ばれる花崗閃緑岩の真砂土は、崩壊、土石流によって移動、堆積後、さらに洪水によって下流に運ばれ、河床勾配の小さな谷底平野の細い河道を埋め尽くした。その結果、洪水流は行き場を失い、谷底平野一杯に氾濫し、のどかな田園風景を一変させた。これは「土砂・洪水氾濫」と呼ばれ、同様の災害は前年の北海道・東北豪雨災害において十勝川支川のペケレベツ川でも生じている。平成30年7月豪雨では広島県、愛媛県で同様の災害が多発し、令和元年東日本台風災害でも阿武隈川沿川の丸森町で大きな被害を引き起こしている。

2）社会の脆弱化

2015年の関東・東北豪雨災害では、堤防からの越流や破堤に対して住民の避難が遅れ、多くが氾濫流の中に孤立し、ヘリコプターで1300人あまり、地上部隊により3000人に近い多数の住民の救助されるに至った。翌2016年の北海道・東北豪雨災害では岩泉町の高齢者グループホームで9名の入所者が亡くなった。これらを受けて、

それぞれ、国管理の大河川、都道府県管理の中小河川に対して、「水防災意識社会の再構築」が社会資本整備審議会から答申されている。これら2つの答申を受けて、2017年5月に河川法が改正され、圏域や行政界などを考慮して複数の国管理河川、都道府県管理河川をそれぞれまとめた大規模氾濫減災協議会の設置が法制化されるとともに、要配慮者利用施設の管理者に対して避難確保計画の策定が義務化されるに至った。この改正の施行に合わせて、その実効性を加速するために、「水防災意識社会の再構築」に向けた緊急行動計画が国土交通省より同年6月に発表されている。

しかしその直後の九州北部豪雨で被災した朝倉市においては、自主防災マップを作り、地元自主避難所を定めて避難訓練を実施し、当日も避難準備情報・指示・勧告が適宜に発令されてはいたが、死者行方不明者35名という痛ましい結果となったのである。令和2年7月豪雨による球磨川水害でも、事前に避難確保計画を作り、避難訓練も重ねていた特別養護老人ホームが水没し、近隣の住民らも避難支援に当たったが、入所者14人が死亡するという悲惨な事態を防ぐことはできなかった。

九州北部豪雨災害の犠牲者のうち8割が60歳以上である。平成30年7月豪雨災害全体では65歳以上の高齢者が全犠牲者のほぼ6割であったが、氾濫浸水深が5メートルに達した倉敷市真備町では9割近くに達した。我が国の人口構造データによれば、65歳以上の高齢者一人当たり対する15~64歳の生産年齢者の比率は、2015年では2.3人であったが、50年後の2065年には1.4人と推計されている。ちなみに今世紀初めの2000年では3.9人であった。これは災害時に自助が可能で更には避難等を支援することのできる者の比率が減り、要支援者の比率が増えることを示している。

平成30年7月豪雨で被災した高梁川支川の小田川においては、150年、100年に1度の豪雨に対する洪水・土砂災害ハザードマップが作成、公表されており、平成30年7月豪雨災害時の実際の浸水深は、そのハザードマップとほぼ一致している。しかし、アンケート調査によれば、住民の多くがハザードマップの存在を知っていたものの、内容まで理解していたのは4分の1にすぎず、リスク情報は共有されてはいても認識されていないという実態が浮かび上がっている。

3) 激変する社会

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の蔓延は社会を一変させた。国内にあっては感染が流行している地域から、あるいはそれらの地域への移動を控える動きが定着し、国際的には国家が移動を制限することにより人流によるグローバル化は完全に抑制されている。マスクを着用し、身体的距離を確保し、こまめな換気により、密集・密接・密閉のいわゆる「3密」を回避する生活習慣が定着し、公共交通機関の利用時の混雑を避けて徒歩・

自転車利用の併用が進み、買い物行動においても電子決済や通販の利用が進み、eコマース依存が高まっている。

テレワーク、時差出勤、オンライン会議の導入により、働き方が変化している。J.D.パワージャパンによる4月末の「テレワーク下におけるWEB会議利用に関する日米調査」の結果によれば、我が国では約8割が「コロナウイルスが収束した後も、テレワークや在宅勤務という働き方はあってもよい」と回答している。高等教育環境も変化し、文部科学省が全国の国立大、公立大、私立大、高専、計1069校を調べたところ、7月1日時点で全てにおいて授業が実施されており、遠隔もしくは遠隔・面接併用の授業を採用しているのは8割を超えている。このように、労働や教育の環境変革は進み、次代を担う人々の意識も変化してきた。内閣府による6月の意識調査によれば、三大都市圏居住者の中で、感染症の影響下において地方移住への関心が高くなった、あるいはやや高くなったと答えたのは全体平均で15%となり、20歳代および30歳代ではいずれも20%を超えている。とりわけ東京都23区に住む20歳代では約35%におよび、変わらないと答える約54%に近づいている。

一方、COVID-19禍は水災害の予防、対応に大きな制約条件を課している。環境防災総合政策研究機構が北海道、東京都、大阪府、兵庫県、熊本県の5都道府県の災害時の避難経験のある住民を対象としたインターネット調査の結果(4月20日発表)によれば、COVID-19の拡大が避難行動に影響すると回答した1641人の約4割は、避難所等の様子を見て避難先を変えると回答しており、自治体が指定する避難所等に行かないようにするという回答も3割近くに上る。また地震や洪水による災害リスクとCOVID-19の感染リスクの影響の比較については、3割余りが比べられないと回答している一方で、COVID-19の影響が大きいと考えている人が4割余りとなっており、地震や洪水などの被害の方の影響が大きいと思う人のほぼ倍であった。

これは避難する住民側の回答であるが、「三密」が懸念される避難所等や対策本部の開設・運営および避難情報の発出を担う市町村側にも、COVID-19禍にあっては感染クラスターの発生リスクの観点から、その判断、行動にブレーキがかかりかねない。水災害被災リスクとCOVID-19感染リスクの双方を回避するために、水害対応の責任を担う市町村と、情報を受けて行動する住民の両者が予め納得し、滞りなく安全に対応できる体制の確立が喫緊の課題である。

3. 変革の方向性

気候の変化が広く認識されるようになり、災害への対応と持続可能な開発があわせて国際的に議論されるようになった。2019年5月に開催された国連防災機関(UNDRR)の防災グローバルプラットフォームや、同

年7月の持続可能な開発目標（SDGs）に関する国連ハイレベル政治フォーラムでは、SDGsの実現を目指した災害対応力の強化が訴えられた。とりわけ、2015年に合意された気候変動に関するパリ協定において、緩和策に加えて適応策が明示的に含まれたこと、また水がSDGsのほぼすべてに深く関連していることから、気候の変化によって激甚化する水災害への対応をSDGsと結び付けて取り組むことが国際的に求められている。

我が国の少子高齢化は一段と進み、2008年には前年と比べ7万9000人の減少となり、以降現在まで、いずれの月においても人口は前年に比べて減少しており、しかも、減少率は徐々に大きくなってきている。しかし、その高齢化の様相を調べると、解決の糸口が見えないわけではない。2015年の60歳以上を対象とした調査では、我が国の高齢者の就業意欲は、米国、スウェーデン、ドイツと比較して男女ともに高く、また2013年の調査によれば、仕事をしている高齢者は生きがいを感じると回答した割合が仕事をしていない高齢者より10%程度高いことが示されている。高齢者の体力・運動能力は2000年から2015年に各年齢階級とも1割程度向上しており、概ね5歳下の年齢階級のスコア並になっている。また65歳以上の高齢者世帯の消費支出額は、1世帯当たりで全世帯に比べて高く、人口構成が増加する2030年には市場の半分近くまで伸びると予測されている。少子化に対する対策の充実を図ることは言うまでもないが、高齢化社会を悲観する必要はない。高齢者の労働意欲、消費力を原動力とする社会に作り替えていく工夫と努力が求められているのである。

COVID-19の蔓延によって社会の様相は一変し、COVID-19禍の後をあるいはCOVID-19禍と共に（post/withコロナ）、どう生き抜くかが問われている。一方、我が国は高度経済成長の歪を是正するために、「国土の均衡ある発展」を目標として、1962年以降5次にわたる全国総合開発計画を実施してきた。「地域間の均衡ある発展」、「豊かな環境の創造」、「人間居住の総合的環境の整備」、「多極分散型国土の構築」、「多軸型国土構造形成の基礎づくり」、それぞれの方針に基づき、長期的にみれば大都市への急激な人口流入傾向は収束に向かい、地域間の所得格差もかなり縮小された。確かに、依然として東京と太平洋ベルト地帯に偏った一極一軸構造は明確であり、地方都市の中心市街地では空洞化が進み、中山間地の過疎化は深刻である。これらに対応するため、2008年には国土形成計画（全国計画）が、また2015年には概ね10年を目標とした第2次計画が策定された。ここでは、生活に必要な各種機能を一定の地域に集約化するとともに、各地域をネットワークでつなぐことで、圏域人口を維持し、利便性の低下を回避し、イノベーションの生み出すヒト、モノ、カネ、情報を流動させようと試みている。「コンパクト+ネットワーク」と言われるこの国土計画構想を支えるための社会システムの改革は到底困難であるとの見方もあった。しかし、テレワークに

よる働き方改革、遠隔授業の実現による教育改革、eコマースの急成長や遠隔診療による社会経済改革など、現在、否応なしに、また部分的、不完全ながらも経験することによって、国民の生活の様式と意識に明確な変化が表れ始めている。

COVID-19禍で激変する社会にあつて、60年におよぶ国土政策によって蓄積された社会基盤のストック効果を賢く使い、安心できる豊かな高齢化社会を築き、気候の変化によって激甚化する災害外力をしなやかに受け止め、被害から素早く上手に立ち直り、さらなる成長につなげることに貢献できる治水を目指したい。以下に、統治（ガバナンス）、投資（ファイナンス）、科学技術の、それぞれの観点から具体化を考えたい。

（1）ガバナンス

災害に対する国全体としての予防力・対応力・回復力を高め、個性を重視した地域の新たな成長を描くために、住民一人ひとり・コミュニティ、地方の行政庁・企業・諸団体、国等の現場のすべての関係当事者（ステークホルダー）が、変化する水災害リスクの理解を深め、得られる情報を効果的に使って、相互に協力し、相応に責務を分担し実行していく、包摂的な社会づくりが必要である。

我が国では、1959年の伊勢湾台風を契機として、「災害対策基本法」が1961年に制定された。その結果、総合的かつ計画的な防災行政の確立と推進を図ることを目的として、中央防災会議、都道府県防災会議、市町村防災会議が、それぞれ国、都道府県、市町村に設置され、災害発生またはそのおそれがある場合にはそれぞれに災害対策本部を、非常災害発生の際には国においても非常（緊急）災害対策本部を設置し、的確かつ迅速な災害応急対策の実施のための総合調整等が行われる。防災は、「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ること」と定義され、2011年の東日本大震災を踏まえて、大規模災害からの復興は地域社会が抱える課題を解決する機会ととらえて、発災前よりも良い地域環境づくりを目指す「大規模災害からの復興に関する法律」が2015年に公布されている。つまり、災害の未然の防止から、発災後の復旧、復興まで、行政的な縦横の協力体制は整えられている。

この上に立つてまず必要なことは、住民一人ひとりが、地域のリスクや防災施設の効果とその限界を理解し、災害時に自らのリスクに応じて主体的に避難を決断し、安全確保の行動をとれることである。そのためには、災害時の情報入手方法や行動の手順に平時から慣れていることが重要で、コミュニティ単位でのマイタイムラインづくりや、ハザードマップや仮想現実（VR）等を活用した避難訓練やワークショップ、防災教育を実施することによって、個人力、コミュニティ力を高めることが有効である。また、被災による痛みや苦悩を地域で癒し、様々な形で語り継ぎ、ネットワークやツーリズム

を通じて社会で広く共有することによって、災害文化を醸成していくことも必要である。

多くの地方自治体にとって災害対応は初めて経験する未学習課題で、しかも対応できる人的資源に限りがあり、災害対応が想定通りに進められない事例が多い。したがって、平時から関連部署と情報を共有し、齟齬なく受け継ぐ体制を構築し、発災時に短期に必要最低限な所作で連携できる仕組みの確立や、大事に至らずとも危機状態に至った過去の事例や他地域での経験を、標準的な災害対応手順（SOP）に沿って整理して、事前に対応を準備しておくことが肝要である。これらの日頃の取り組みによって、COVID-19禍での対応を含め、予測段階から、発災、救援、応急、復旧、復興と続く時系列に応じて、限られた各部署の人材資源を適切に配分できる体制づくりが可能となる。

河川法の適用を受ける法定河川は、その延長が約14.4万kmにおよび、そのうち約1万kmを国が直接管理し、約2万kmは市町村、それ以外は都道府県によって管理されている。日本の海岸線の総延長が約3.4万km、地球の赤道1周が約4万kmであることを考えると、兩岸を管理しなければならない河川の長さが実感できよう。近年の水害の特徴の一つが、国と都道府県の管理区間の河川が接合する都道府県管理区間側での越流・破堤であり、バックウォーター現象の影響や堤防整備の進捗状況の違いを考慮した対策をはじめ、両者のバランスに十分配慮した河川計画・管理が必要である。山地部での土砂生産、都市部での下水、農村部での農業排水と河川水の相互作用については、それぞれ、砂防部局、下水道部局、農林水産部局と、河川部局との密接な協力が必要となる。さらに、水資源利用目的の貯留機能は、これまで治水機能とのトレードオフと考えられてきたが、洪水予測能力の向上と事前放流に対する補償制度の確立で、利水・治水運用の協力の道が拓かれつつある。このように、市町村—都道府県—国、農林水産—下水—砂防—河川、利水—治水の各関係当事者が相互に協力する体制づくりが力強く推進されなければならない。

都市や住宅、道路や鉄道は利益を生み出す社会基盤と受け止められる一方で、治水は災害による不利益を減らす社会基盤と捉えられてきた。しかし、治水能力を超える災害外力が頻繁に加わるようになり、利益を生み出すべき社会基盤の機能が著しく損なわれるようになった。また人口減少、少子高齢化に加え、COVID-19禍に伴って、社会基盤の再構築が求められている。このような背景に鑑み、都市計画法、都市再生特別措置法が改正され、都市計画区域全域において、災害レッドゾーンでの住宅等の開発が原則禁止となり、市街化調整区域で浸水ハザードエリア、いわゆるイエローゾーンでの住宅等の開発許可が厳格化されることになった。また、宅地建物取引業法施行規則の一部を改正する命令が公布され、「不動産取引時において、水害ハザードマップにおける

対象物件の所在地を事前に説明することを義務づけること」となった。治水にとっては念願であった、水害リスクを重要事項として土地・建物取引の際に説明することが、義務づけられることになったのである。今後、河川部局と都市、住宅部局が一層連携して、その枠組みを道路・鉄道の各部局に拡張して、質の高い社会基盤の整備が望まれる。

（2）ファイナンス

1950年代に確立した、確率論と流出モデルにより水害による直接被害の期待値を算定し、投資効率（B/C）によって投資の妥当性を評価する手法に加え、変革期を迎えた河川整備への投資にはどのような考え方が必要であろうか。

道路や街区等の社会基盤が整備されると、企業の誘致や住宅建設が進み、さまざまな外部経済効果によって税収が増える。同様に考えると、河川整備の場合は水害によって税収がどの程度減少するかが鍵となる。つまりこれを定量的に評価できれば、河川整備投資によって税収の落ち込みを取り戻した分、つまり増収分の一部を河川整備への投資主体に還元する仕組みを構築することによって投資を促進することができることになる。つまり、よい投資であればスピルオーバー効果（外部効果）によって、河川周辺地域の税収の落ち込みを防げることが提案されている（吉野、2018）。

従来、都市計画は人口急増による開発圧力に対応するための土地利用規制が中心であった。しかし、人口減少、少子高齢化を受けて、現在はコンパクトな都市構造に誘導して活性化させることに重点が移っている。この時にとられる居住誘導と浸水想定を組み合わせると対応力を高めると同時に、氾濫原である低湿地を自然地に戻して、エコロジカルな場として地域の魅力の一つに加えることができれば持続可能な社会の形成につながる。このようにして地域の魅力が高まることによるプラスの外部経済効果をも含めると、投資の可能性が期待される。

国際的には、アジア・太平洋域は世界GDPの60%以上を占める一方で、世界の水関連災害による死者、被災者数の3分の2を占め、1億3千万の人々が基本的な水にアクセスできず、5億人もの人々が基本的な衛生施設にアクセスできていない。アジア地域で水に関わる全てのSDGsの達成のためのインフラ投資には2020年から2030年までに合計4兆ドルが必要とされている。一方、科学的試算によれば、パリ協定の2°C目標達成と地域間の経済的な格差是正等により、21世紀末における地球温暖化による被害額は世界全体でGDPの3.9~8.6%から0.4~1.2%に抑えられると推計されており、投資に見合う将来の便益への期待は高まっている。したがって、水災害対応力と、気候の変化を含めた水に関連するSDGs、とりわけ水へのアクセス、貧困、飢饉・食料、エネルギー、水圏生態系の便益を科学的、定量的に見積もる手法の開発によって、投資を促進させる戦略が必要となる。

(3) 科学技術

我が国の治水計画は、河川流域ごとに所定の治水安全度に対応してある値を超える確率（超過確率）に相当する計画降雨を流出モデルに入力して得られる洪水ピーク流量を基に策定されてきた。2015年の水防法の一部改正において、施設の能力を上回る外力により氾濫等が発生しても人命、資産、社会経済の被害をできる限り軽減する減災対策のための基準として、想定最大外力（洪水・内水）が同年7月に設定された。ここでは全国を15地区に区分して、「降雨継続時間ごとの面積－降雨強度関係」が求められ、同じ地区内で経験された豪雨は地区内のどの河川流域でも発生するという仮定が用いられ、流域内で観測されたデータのみで計画から一步踏み出した算出手法の適用であった。

我が国では、第5期科学技術基本計画（2016～2020年）において、データや情報を仮想空間（サイバー空間）で統合・解析して、現実空間（フィジカル空間）に適用することによって、膨大な情報を統合、解析して、様々な情報や知識が幅広く国民に共有され、今までにない新たな価値を生み出して、「社会のありよう」を変えるSociety 5.0が推進されている。

例えば、高解像度全球大気モデルおよび高解像度領域大気モデルとスーパーコンピュータを用いて、海氷と海面水温に小さな摂動を加えて異なる初期値を用いて計算した100メンバに及ぶ現在気候再現実験（1951～2011年）、将来予測される海面温度のパターンに摂動を加えた90メンバの将来気候予測実験（2051～2110年）、温室効果ガス濃度を産業革命以前の状態に固定し、トレンド成分を除いた海面温度と、それに整合する海水を境界条件とした現在気候の非温暖化実験（1951～2011年）がそれぞれ実施され、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）」が作成された。数ペタバイトにおよぶ膨大なデータはデータ統合・解析システム（DIAS）上に蓄積され、様々な分析と力学的なダウンスケーリングが行われている。その成果を用いることで、確率密度関数の裾野部分にあたる豪雨の発生を不確実性を考慮して比較することができ、将来気候下における河川計画の基本となる計画降雨が推定された。この推定値と、観測データに基づく確率評価の値を比較し、気候の変化を考慮した我が国の河川計画手法が確立された。人類が気候の変化に気付き始めて30余年を経て、現在の治水を支えた河川砂防技術基準（案）の考え方は、60年ぶりに改訂されることになった。Society 5.0に基づく科学技術の貢献の典型的な事例と言ってもよさそう。

一方、現場の関係当事者が、自らが暮らす地域を離れ、また専門分野以外の情報に精通することは難しく、多様な情報をもとに現場での問題の解決に向けて意思決定し、実行することには困難が多い。そこで関係当事者が、科学技術に基づき、災害対応力の向上と持続可能な開発に包摂的に取り組むには、外部の経験や資源を効果

的に導入するために以下の支援機能が必要となる。

- 1) 関係当事者との信頼関係を築き、説明責任を果たす。
- 2) 対象地域の課題の所在とその構造を示唆する。
- 3) 実行可能な目標の設定を支援する。
- 4) 目標到達のための方法と戦略の選択を支援する。
- 5) 統治構造を提案する。
- 6) 科学技術に基づいた腑に落ちる説明をおこなう。

つまり、現場の関係当事者間の議論において司会進行機能を有し、問題の解決を推進し、専門的に助言する機能を併せ持つ触媒的存在が求められており、これを「ファシリテータ」と定義する。しかし実際には、総合的な視野を持つ人材は育ちにくく、現場の実践力を高めるための技術や態度を身につける機会も少ないために、このような人材は稀有である。科学者のコミュニティと関係当事者との協力による「ファシリテータ」の育成が急務である。

4. 変革を進めよう

表題は、2004年に、東京大学の「土木工学科」がその学科名を「社会基盤学科」に変える趣意をまとめた文書の冒頭に記された言葉である。古代ローマの広域水道、シルクロード、パリの都市設計が、次の時代のさきがけとなる文化を形成し、それが時を経て普遍的規範となり、新たな文明を築いてきた役割に触れている。同文書では当時を、「高度経済成長の外挿から大きく下方修正され、安定成長期を迎えたいま、機能、効率、量の充足だけでなく質や調和が求められる時代」と観ていた。

当時、我が国は財政構造改革の真ただ中で、その後、国難と言われる東日本大震災を経験した。一方、国際的には、災害リスクの軽減、持続可能な開発、気候の変化への対応が、それぞれ、仙台防災枠組、SDGs、パリ協定として2015年に合意された。そこにCOVID-19禍が世界全体に吹き荒れている。価値観が大きく揺れ動き、質や調和に加えて、共感と信頼が求められている。

この変革の時代における駆動力の一つが、デジタルトランスフォーメーション（DX）であることは間違いなからう。ただし、ますます多様化する価値観と需要を探索し、長期的な展望をもって新たな行動目標を設定し、社会と共に粘り強く改革していく人材も不可欠である。DXを使いこなし、地域に根ざしつつも地球的な視野をもち、多様性を受容して、多くの人々を纏め上げる力量が求められている。

「災害対応力を高め、持続可能な開発を、包摂的な枠組みで進める」

はこのような背景から発信した言葉である。新たな河川計画手法と流域治水はその緒についたばかりで、解決すべき具体の課題は山積している。この新たな社会基盤整備への取り組みが文化を育み、普遍的規範となって、人類の生存と発展につながる新たな文明の礎の一助となることを期待したい。