水の未来　50年後の姿

水循環と技術の未来像

水の知　水の未来

東京大学総括プロジェクト機構「水の知」（サントリー）総括寄付講座　若手研究者座談会

2008年4月、東京大学に立ちあがった「水の知」（サントリー）総括寄付講座。「水」をテーマに、文理融合した学術分野の知を構造化し、水問題の解決と豊かな水環境の創成を推進すること、学融合を通じた若手研究者の育成を目的とする。同講座の代表・沖大幹教授を司会に講座の研究を中心的に担った若手研究者4氏に「水の知」の成果、50年後を見据えた水の未来について語っていただいた。

沖代表

田中前特任講師

中村特任助教

村上特任講師

前川特任助教

出席者

沖　大幹　「水の知」（サントリー）総括寄付講座代表
田中　幸夫　前特任講師（現ＪＩＣＡ）
中村　晋一郎　特任助教
前川　美湖　特任助教
村上　道夫　特任講師

国内でも異常渇水起り得る

■研究分野・課題認識

沖　研究分野の紹介とそれぞれの視点からの水問題への認識、未来に向けた課題を。

中村　東京の河川の下水道化の歴史、世界を視野にした洪水等について研究しています。現在そして将来を展望すると、あらゆる分野に共通する大きな課題は、気候変動、少子高齢化、人口減少でしょう。

国内の降雨については、日雨量100ミリ超の雨が現在は全国で年間1日程度です。100年後は、3～4回になり、台風の強度も増します。治水予算は1990年代がピークで、その後、大きく落ち込みます。治水事業は効果を上げるのに長期を要するので、継続した予算確保が重要です。治水事業は依然途上であり完成までの先行きは見えません。河川の下流域（沖積平野）に日本の人口の半分、資産の7割が集中している国土においては、継続した治水投資が必要です。

将来的な首都大水害の発生は十分に考えられます。利根川、荒川は、200年確率降雨への対応を目指していますが、これは毎年0・5％の確率で起こりうるということです。今後、気候変動によって雨量が増加し治水安全度が下がれば、、昭和22年のカスリーン台風で起こったような関東平野が水浸しになるという事態も十分に考えられます。

一昨年のタイの大水害では、バンコック首都圏が浸水し、浄水施設の浸水被害を防ぐことにも多大な労力が払われました。大水害時に水インフラ被害があった場合の影響人口は

発生懸念される首都大水害

相当な数になるでしょう。水インフラの災害対応は、地震だけでなく水害に対しても考えるべきでしょう。

田中　寄付講座在職中は、限りある水を如何に効率的に利用・分配するか、国内外の水をめぐる紛争等について、とくに農業の視点から研究してきました。現在はＪＩＣＡで水分野全体の援助に関する仕事をしています。

問題意識は二つ、人口増加と気候変動です。世界の途上国は今も目覚ましい勢いで経済成長・人口増加が進んでおり、水需要も今後更に増加します。新規ダム開発等により新たな水をめぐる争いが起こる可能性は非常に高いでしょう。一つの例がアフガニスタンです。インダス川、アムダリア川という主要国際河川の上流国として、このままアフガニスタンが復興・経済成長を続けると、下流国の水利用への影響は避けられません。

また、乾燥地域、例えばチュニジアなどでは、近年豪雨の頻度が顕著に増えています。トータルの降水量は減る一方で、災害の要因となる豪雨は増えるというＩＰＣＣ等の予測が現実のものになりつつあります。

一方、渇水頻度の増加も大きな問題です。国内では異常渇水に対して土地改良区などの水利コミュニティーが緩衝材として機能してきた側面があります。農村部が過疎化し、地域のコミュニティーが崩壊するなかで、誰が渇水リスクを吸収する役割を担うのかが課題です。

村上　専門は水環境と上下水道です。学部、修士、博士と進む間に河川の汚染、雨水、地下水、上下水道システムなど幅広く学んできました。

臭化物イオン海面上昇で増

最近はとくに気候変動、老朽化、人口減少、財源縮小を背景とした課題を意識しながら取り組んでいます。

未来に向けた課題、という意味で、想像できるようなバッドケースをあえて述べます。水道に関連する将来的な課題の一つとしては、気候変動による水質の悪化が挙げられます。雨のパターンが変わることで水源の溶存有機物が増加したり、濁度が上昇する可能性が考えられます。また海面の上昇に伴う臭化物イオン濃度の増加による消毒副生成物の発生といった問題が地域によっては顕在化する可能性があります。

また、都市と山村部との施設のレベル、上下水道料金の差が顕著に出てくるでしょう。場所によっては水道そのものを廃止せざるをえないエリアも出てくるかもしれません。下水道に関しては、改築更新がうまくいかなければ道路陥没だけでなく、汚水漏水による土壌、地下水、水環境の汚染が起こる可能性も懸念されます。

前川　私は国連開発計画（ＵＮＤＰ）での勤務を経て、大学に戻り、環境分野での国際協力、援助協調を研究しています。

世界的に国内紛争の4割は天然資源管理に起因しています。また天然資源に関連した紛争の場合、5年以内に紛争が再発してしまう可能性が、そうでない場合の2倍も高いのです。資源を通じて競合して争いが起こるというよりも、資源を通じて協調的な関係を築くというポジティブな事例について研究をすすめています。水に関しては、途上国の水力資

上下水道料金の格差顕著に

源開発により電力輸出が増加することによって、地域の国際関係のバランスに変化がおこり、安全保障上の新しい問題を引き起こしてしまうという負の側面をいかに軽減していくかという研究をしています。

また、人口増加と経済成長により、水をはじめとする資源の需給バランスが崩れることによるさまざまな影響、都市と農村部のインフラ整備の格差の広がりが懸念されます。途上国では、農村部やマイノリティの声が政府の意思決定に反映されないケースが多くあります。それは途上国の国家予算において、大きな割合を占める先進国のドナーとの交渉の際も同様です。そしてライフスタイルも大きく変わってきています。貧困を解決しつつ、国内の格差と気候変動による適応策をとっていかなくてはなりません。

■「水の知」講座の意義

田中　多分野にわたる水に関する研究を包括的に捉える取り組みには学生の時から非常に強い興味を持っていましたから、講座に参加することになったときは嬉しかったですね。

水研究の主要な部分を占める都市工学、河川工学、農業分野の水に関するそれぞれの視点を得ることができた意義は大きなものでした。

発足時には「知の構造化」を目標の一つとして掲げました。講座の成果物の一つとして出版された「水の日本地図」（朝日新聞出版）では、上記3分野を軸とした水の知構造化のマトリクスを作ることができたと思っています。

汚水漏水で地下汚染が発生

村上　講座発足直後に取りくんだサントリーＨＰ内のコンテンツ「水大事典」と「水育（みずいく）わくわく大百科」の監修は本当に勉強になりました。あらゆる視点から水をとらえなければならないという意識のなかで、たくさんの知識が蓄えられましたし、知識のリンクもなされていきました。

そして東大の水に関わる教員同士での交流の場である「東大水フォーラム」も、講座設立後だけでセミナーを13回、合宿を5回行い、さまざまな分野の水の研究者の方の知見を吸収できたことは本当に意義の大きなものでした。

個人的な満足感がある一方で、それを人に伝える作業の難しさ、構造化した知識を共有、普及する難しさを強く感じました。そのなかで「水の日本地図」では「飲む水」「潤す水」「襲う水」という、水を取り巻く身の回りにある三つの視点から構造化ができました。伝えることを目的としたまとめとしては一つの成果を得られたという実感です。

中村　「水の日本地図」を書くときにはとことん議論を重ねました。言葉の使い方などの専門間の壁も当初は感じましたが、議論をしていくなかで、どの分野も持っている問題は基本的に同じだということに辿りついたことが非常に大きかったです。

人口減少に伴う事業費の縮小や気候変動に伴う安全度の低下は、治水も水資源も上下水道も農業も一緒です。根底の問題は意外と共通しているのです。

前川　すべて「人と関わる水」という視点だからすっと頭に入ったという印象です。人

土地移転で故郷失う農家も

と社会との関わりがあるから水問題は面白いのですね。

数少ない文系学問の専攻で参加した一人として思うのが、データ解析と仮説形成を見た場合、文系の人間は自ら構築した仮説に対するこだわりがより強い傾向があると思います。自然も社会も含めて虚心坦懐に観察して、そこから浮かび上がるものを見ていくことの大切さを実感しました。

沖　われわれが扱った水はミクロな水そのものの科学ではありません。あくまでも「人と水」の関わりです。私たちは講座を通じて学融合の経験を得ました。そこから感じた成果もあります。今後この学融合をどうやったらより拡大できるのでしょうか。

田中　学融合への意識を持っている研究者は潜在的にたくさんいると感じています。社会問題に意識を持っている人ほど、自分の分野だけでアプローチできることの限界を感じるものなので。本講座のような公式な場があるに越したことはありませんが、きっかけさえあれば自主勉強会のようなものでも前述のような研究者は集い、学融合を目指すのではないでしょうか。

村上　水の知の構造化を目指す中で、水の学問の目的を確認できたということにも、大きな意味があったと思います。個別の研究を進めていく上で「そもそもどういう水、どういう社会を求めていたのか?」と思い返すことは大切で、水の知の構造化はその進むべき道の羅針盤のような役割を果たすと思います。一つだけの研究を視野狭く深堀りしていくと、研究手段をついつい目的化してしまい

途上国成長が紛争の火種に

がちですが、広い視野を持つということは研究を行う上でのフレームワーク作りに活かせると思います。成果、到達点の見定めになります。

中村　私は以前、建設コンサルタントに在籍して、川の設計・計画に携わっていました。その時は「川を良くすること」を目標としていました。ですが、大学に戻ってから変化があって、川を良くするのではなくて、社会を良くしたい、人を幸せにしたい、ということが無意識のうちに目標になっていました。社会に貢献するために持っている技術が偶然に河川工学であり、水であったということです。社会に貢献するというのは漠然としたビジョンかもしれませんが、このメンバーで一所懸命議論してきた結果が、こういう思考につながったと思います。

■水リテラシー

中村　講座の重要なテーマの一つは「水リテラシー」の普及です。水リテラシーの普及は、身の回りにどのような水の「恵み」と「災い」があるかを知ることにつながります。東日本大震災を通じてリスクコミュニケーションへの国民意識は高まったと感じますが、市民、科学者の双方でリテラシーを共有することが大切です。

村上　科学と規制にギャップがある場合があって、その間をつなぐ重要性は確実にあると思います。少なくとも規制を行う側はギャップに対して十分に理解する必要があるでしょう。ギャップを埋めるための役割を科学は担っていると思います。↖

共有を実現する知の構造化

↙沖　水インフラの老朽化を論じる場合でも、それよりも学校の耐震化に予算を付けるべきという意見があるように、リスクに対する価値観はさまざまです。

田中　国際協力の分野では、事業実施判断の指標として、経済的内部収益率というものを用います。事業にかかる費用と便益を定量化し、社会的なメリットを検討するのです。全ての社会的便益を定量化できるはずはありませんから、完璧な手法ではありませんが、部分的にでも便益と費用を形にすることは大切だと思います。何もない状態で議論すると、それぞれの認識にズレが生じ、議論は平行線をたどります。何が確かで何が不確かかも浮き彫りになりません。

村上　水道や環境の基準にそのような評価を組み込む国もあります。しかし、日本の場合は合理性、効率性だけでは決まらない側面もあります。そしてそれが、ある意味では適切な決定になっている場合もあるでしょう。

中村　政治や行政の担当者、意思決定者が明確なビジョンを持って、引っ張っていくということですよね。そのビジョンを描くのが誰なのかと言うときに、それは研究者も描くべきだと思っています。

「水の日本地図」のなかで「合意形成」という言葉がよく出てきます。未来を見据えたときには「設計科学」つまり、次の社会の姿を提示する科学が重要になってくるはずです。

■老朽化の考え方

村上　水の未来を見据えたワーストシナリオとは、水を知らなかったツケが回ってくる

学融合は個別研究の羅針盤

ことだと思っています。上下水道については二極化して、きっちりと維持管理・更新により高度化されていく都市部と人口減少、財源縮小により50年前の日本のような状況に戻る地域が出てくるかもしれません。しかし、単に50年前の姿に戻ること自体は、必ずしもワーストケースではないでしょう。かつては、今よりも、個人個人や地域コミュニティーが、さまざまな水問題に対する対応方法、水に関する知識や知恵を持っていた。本当のワーストケースは、50年前の姿に戻り、さらに水の知の伝承がなくなってしまうことです。

水インフラの老朽化については、壊れたことが認識できるならまだましで、下水道管路に関しては、壊れていることが認識できない場合もあるかもしれません。汚水が壊れた管路から漏れ地下汚染を招いている状態が放置されることが起これば、長期にわたった水環境汚染を招き、気づいた時には解決不可能な状況に陥るということすらあるでしょう。

前川　笹子トンネル事故以降、マスメディアでもインフラの老朽化が頻繁に取り上げられるようになっています。マスメディアで取り上げられることで、世論や政治において、インフラの老朽化が日本の中心的課題の一つとして認識されてゆくのではないでしょうか。

村上　「水の日本地図」を執筆する上で、気候変動、人口減少、老朽化を今後の重要課題として掲げたのですが、「老朽化ってそんなに大事な問題ですか」と問われたのが忘れられません。笹子トンネル事故以前だったからかもしれませんが、気候変動と人口減少の重要性は理解できるけれども老朽化はわからないと。

社会の姿提示できる科学に

中村　将来的には、老朽化や破損を認識しても、費用対効果やその土地の将来像を考えて、あえて直さないという判断がありえますよね。人口減少がすすんでいる地域であれば、更新せずに新たな仕組みを導入するという判断があるかもしれません。洪水に関しても上流域で一定の氾濫を許容することだって考えられます。

田中　そういう選択を真っ先に迫られるのは農業分野、特にダムの更新かもしれません。農地面積の減少と財政逼迫により、農業分野への公共事業に批判の目が向けられるなかで、少数の受益農家のために老朽化したダムを原状復帰するかというと、社会的な合意を得ることは容易でないと思います。効率性を優先し、農家に別の土地に移転してもらうという方策を取らざるを得ないかもしれません。移転させられる農家にとっては故郷を失う死活問題です。しかし、そういうことも許容せざるを得ない時代が来るかもしれません。

中村　日本の水は地域によって全く事情が異なります。地域ごとの水の特徴、風土を活かすためには、まずその実態を把握することが必要ですし、地域ごとの解を見つけていくことが理想ですね。

■国際化の中で

前川　カーネギー国際平和基金の2050年の経済予測を見ると、世界のスーパーパワーは、中国とアメリカとインドだと。アメリカは人口を移民の受け入れで維持し、かつ技術の優位性によってスーパーパワーとしての

人材の国際化視野に入れて

地位を保てるとの予測です。

人口減少の解決に視点をあてれば、多様な人材を移民として受け入れて、人口を維持していくという選択肢も考えられますよね。

沖　ＧＤＰが国際的な発言力の大きさに繋がることも確かです。今のインフラを維持したいという観点からすれば、維持する価値がある、維持する税金も取れる、だから人口を維持しましょうという議論もあるのでしょう。しかし、その目的には違和感を覚えます。むしろ、人口は減っても、1人あたりのＧＤＰを維持し、1人あたりのインフラを確保していく方が価値は高いのではないでしょうか。

そして、日本の移民受け入れの最大の障壁は法制度よりも言葉です。日本語の読み書きは大きな障壁になるでしょう。

田中　言葉に対する感覚は世代で変わってきます。加えて、日本経済の停滞が続けば、日本人は世界で生き残るために外国語を受容・習得せざるを得なくなると思います。

人口が減っている中で同じＧＤＰを維持していければ、プラスになっているという発想もあるでしょう。一方、海外はもっと早いスピードで成長しており、現状維持では相対的に貧しくならざるを得ません。

沖　「水ビジネス」の動きもあり、水分野の国際認識の重要性も高まってきたように思います。

村上　日本の国内でも違う分野を理解する必要があるという議論があります。自らのテリトリーを超える話題を扱う事例が増えてきていて、水を取り巻く分野をまたいだ理解が求められる局面も増えていますね。

未来生活創出する清流復活

中村　技術者には、対象地域の長所と短所を把握して、長所を伸ばし、短所を克服していく技術が問われます。そのなかで、その地域の特徴は他の地域と比較して初めて見えてくるものです。一つの場所で、降ってくる情報のなかでやっているとそういうところが見えてきません。他の地域と比較すること、外に出ることは重要です。

前川　私が勤務していたルワンダのような比較的小さな国では、日本人の行政官が政府の財務部や計画部門など中枢部に配属されることが多々ありました。部署の重要性に対してキャパシティが低いことが理由の一つです。政策決定のプロセスを知るチャンスにも恵まれ、ハイレベルの人脈も出来て、日本に帰ってからも貴重な人材になり得ると思います。

語学の問題さえ克服すれば、日本人の行政官は概して能力が大変高いですから重宝される人材になります。

田中　海外の水道案件を扱っていて思うのは、水道事業は地域ごとに異なる部分もある反面、共通する部分も多いということです。それはすなわち、日本の水道技術者も語学等の問題さえクリアすれば世界の水道市場で活躍できる可能性を秘めているということでもあります。

一方、日本の自治体の財政難、技術職員の不足が進んだ場合、定型的な業務については、海外の安い人材で賄わなくてはならないという可能性もでてくるかもしれません。そうなった場合は、海外から来た技術者とのコミュニケーションをはからないといけない。

これらの点からすると、言葉を日本語にと

水産と水環境の関係解明を

どめておくことは潜在的機会の喪失につながります。来るべき日に備えて水道人材の国際化を進めておくことは重要であると考えます。

■水への夢

沖　現状の水への不満、将来の夢は。

中村　課題先進国と言われる日本であるからこそ、新たな都市の生活スタイルを提示することが求められていると思います。その中で都市における清流の復活は不可欠だと思います。水との接点を増やす観点等から両面張りの河川はそろそろ見直す時期が来ていると思いますし、健全な水循環が都市河川でも復活すれば、より魅力的な日本を構築していけると思います。

村上　下水道については合流式下水道の雨天時越流を解決することが一つですし、リン回収など資源戦略をすすめる意義は大きいと思います。また、水環境と水産資源、漁獲量との関係性を科学的に明らかにする必要性を感じています。

前川　日本から一歩外にでると安全な飲み水にアクセスできない環境が多くあります。飲める水を確保することは、疫病や教育の問題にもポジティブな影響を有します。日本でこれだけ贅沢な水環境があるなかで、世界的にみた場合に圧倒的な不均衡が存在しています。

水と衛生はミレニアム開発目標（ＭＤＧｓ）の目標の一つで、安全な水へのアクセスはＭＤＧｓの中でも一番早く達成しました。しかし、一方で衛生施設の改善に関しては、遅れています。衛生施設、つまりトイレの問題に

「東大水アライアンス」が夢

ついては議論することがタブー視されている面もあります。このような現実に対して、なにかブレイクスルーができたらと思います。

田中　これまでの途上国開発においては、水不足を解決する際、コストと手間のかかる水利用効率の改善よりは、むしろ新規水源開発を進めるという傾向がありました。余剰水源が豊富にあり、その開発コストが安い間はそれでも良かったのですが、今後はそうもいきません。水利用効率を改善していかないと長期的なデメリットが大きいでしょう。

近年「スマートウォーター」という概念も示されてきていますが、コンセプト先行で実体が見えづらいのが実情です。実験的なもので構わないのでパイロット地区を構築し、そのぜひを議論する必要があると思います。老朽化ダムの更新を部分的なものにとどめ、残りを水利用のコントロールで賄うという選択肢があっても良いでしょう。

沖　未来の水に望むことは。

村上　身近にある都市河川で魚を釣って食べられることが夢ですね。

中村　私も子供たちが身近な水環境で遊べるようになって欲しいですね。

沖　私の夢は「東大水アライアンス」といった水に関わる研究者の横断的組織を作ることです。「水の知」でやったことを継続してやれるフィールド、社会にも貢献しかつ学術的にも最先端のことができる組織が構築できれば、と思っています。

50年後に実現するには、今始めないといけません。将来のインフラの問題は現在すぐに取り組むべき問題です。