

NEWS LETTER

2015年12月

Vol.
4

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \left(\frac{Kk_{rw} R_s}{\mu_w B_w} \nabla \Psi_{cw} \right) + \nabla \cdot \left(D_s \nabla \frac{R_s}{\alpha_{cw}} \right) - q_{cs} \\ = - \frac{\partial}{\partial t} \left(\phi \frac{S_u R_s}{B_w} \right) \end{aligned}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_w \frac{Kk_{rw}}{\mu_w} \nabla \Psi_w \right) + m_{wv} - q_w = \frac{\partial(\rho_w \phi S_w)}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg}}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) - q_g = \frac{\partial(\rho_g \phi S_g)}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg} R_{wv}}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) + \nabla \cdot D_{wv} \nabla(\rho_g R_{wv}) - m_{wv} - q_g R_{wv} = \frac{\partial(\rho_g \phi S_g R_{wv})}{\partial t}$$

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \left(\rho_w \frac{Kk_{rw} H_w}{\mu_w} \nabla \Psi_w \right) + \nabla \cdot \lambda_w (\nabla T_w) + (m_{wv} - q_w) H_w + E_{wg} + E_{ws} + cF_w \\ = \frac{\partial(\rho_w \phi S_w U_w)}{\partial t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg} (H_g + R_{wv} H_{wv})}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) + \nabla \cdot D_{wv} H_{wv} \nabla(\rho_g R_{wv}) + \nabla \cdot \lambda_g (\nabla T_g) - q_g H_g \\ - (m_{wv} + q_g R_{wv}) H_{wv} - E_{wg} + E_{gs} + cF_g \\ = \frac{\partial[\rho_g \phi S_g (U_g + U_{wv} R_{wv})]}{\partial t} \end{aligned}$$

$$\nabla \cdot \lambda_s (\nabla T_s) - E_{gs} - E_{ws} + cF_s = \frac{\partial}{\partial t} [\rho_s (1 - \phi) U_s]$$

【第2回COI-S座談会】

所 プロジェクトリーダーと語る
—3年目を迎えたCOI-Sプロジェクト—

前は主に海洋研究開発機構の皆さんに、気象や気候のコントロールについて、大気循環を使うとできるようになるのではないかと話をしていただきました。今回はそれを受けて、ソニーコンピュータサイエンス研究所の皆さんに、このプロジェクトに対する抱負を語っていただきました。



司会・進行：所 眞理雄
COI-Sプロジェクトリーダー

農業を軸に水循環を考える

所：前は主に気象や気候のコントロールについての話でしたが、農業の専門家として船橋さん、いかがでしょうか。

船橋：私は農業を軸に、生態系のマネジメントを水循環を含めて研究しようとしています。自然界をコントロールするのは科学者の夢ですが、情報や資源が有限なので、コントロールするにも限りがあります。「こうすれば雨が降る」という技術はあるようですが、どんな状況になっても社会機能を維持する必要があるため、容易にサステナブルな農業にはつながりません。その現場の難しさを日々目につくにつれて、サイエンスの力を信じて、今までに解明されてきた水循環や生物多様性に関する知見の何が有効なのかを裏付けようとしています。

所：これまで人間がやってきた最大の自然のコントロールは治水で、ダムを造ることと川の流を変えようとしたのではないかと。アメリカではコロラド川の水をカリフォルニアにもってくるとか…。

船橋：でも今は逆にダムを壊しています。当初は、水力発電をしないと氾濫を抑えられなかったのか、水の利用率を高めるとか、予測

される効果があったのですが、それが全然達成されておらず、逆に、鮭が遡上してくるのをブロックするとか、中流域の生態系を壊している。その結果ダムを壊す「ダムバスター」が市民運動として市民権を得て、映画にもなっています。

所：話を元に戻すと、船橋さんは人工的に何かを変える場合、もう少し生態系に着目したいということですか。

船橋：人知を尽くすのは良いのですが、人知が絶対に有効とは限らないので、それがだめな場合のことも考えておかなければと思っています。

所：このプロジェクトと関連してどういうことをやっていくつもりですか。

船橋：水循環という視点で、例えば雨水の透水性を測定して、それが都市部でも田舎でもよいのですが、雨水が分散した時にどの程度の治水性を持っていて、それがダムを造ることに比べてどうなのかというような土地利用の違いに興味があります。

所：統合するのは難しそうですね。どのへんにフォーカスしますか。都市なのか、それとも農地なのか、砂漠なのか。

船橋：重要な課題として、東南アジアなどの熱帯・亜熱帯の途上国で高まっている洪水と干ばつのリスクがあります。そういうところで有用な知見が出てくるとおもしろいと思います。

所：グローバルな水という問題の中で、ローカルなことを考えるということですね。

船橋：資源だけを見ても問題の根源は見えてきません。アフリカに関しては、人間社会の問題が大きいと思います。これを同時に考えて行かないと解決には結びつかない。大変難しいところです。

食を通して見えてきた水汚染の広がり

所：吉田さんは何をやってきて、次は何をやりたいですか。

吉田：予期していなかったことですが、食という窓を通して、その背景にある環境の問題が出てきました。自然環境といわれますが、食の成分に天然物だけでなく人工化合物が出てきたのです。

所：何から出てきたのですか。

吉田：野菜からです。抗生物質や頭痛薬、プラスチックの素材などが出てくるわけですね。水を通して汚染が陸から川、川から海へと広がっている。そういう背景が野菜から見えてくる。原発事故のように一度限りではないし、汚染源が限定されているものでもなく、世界中の人間が汚染源をどう食い止めていくかに非常に興味を持っています。研究者の方々よりも子育て中のママとか、介護中の方とか、これから農業をしようとしている方から、どのようなもの



船橋 眞雄 佐々木 貴宏 吉田 かおる
ソニーコンピュータサイエンス研究所 ソニーコンピュータサイエンス研究所 ソニーコンピュータサイエンス研究所

を作ったり食べたりしたらいいですかという質問を受けることが多いので、一般の方々にもわかりやすく伝えたいと思っています。

所: 水は蒸発して循環するけれど、汚染物質は海に全部溜まってしまうわけですよ。

吉田: 海がゴミ箱化しているのです。一級河川の汚染物質で一番多いのは抗生物質と頭痛薬系です。牧畜で使っている薬品由来のものもありますが、人間が使っているものも多い。浄水場でもそんな小さいケミカルは浄化することができないので、水道水にも入ってきて循環しています。プラスチックは、海に入って紫外線を受けて粉々になると目に見えないくらい小さな粒「プラスチックスープ」と呼ばれるものになる。それが魚などの海洋の生態系に入ると代謝されて脂肪層に入っていく。魚は食べてはいけなかつたのかと皆さん心配しています。肉ならよいかというと、アメリカでは狂牛病以来、漁獲量の3分の1以上が家畜のタンパク源として飼料に使われているので、陸上動物にも循環しています。アメリカ以外の国でもそうなので、生物によって濃縮されたプラスチックが自分のところにどんどん戻ってきている。このことに多くの方に気づいていただきたい。プラスチックゴミをまったく出さないのは無理なので、それを燃料に戻すサイクルを考えるべきだと思います。プラスチックスープの別の問題として、それが海水温を変化させる原因になっているし、粘度があるので海流の流れを変える原因にもなっていると思われまふ。

所: 最終的には、市民の教養レベルや教育レベルが高くなって、自分の行為の帰結がどう自分に戻ってくるかを考えていかないと、単に技術で解決することはできないということですね。では、技術は必要ないかということとそうではなくて、レベルの高いところで技術をミニマムに使うということもふしれない。さて、佐々木さんはどうですか。

社会経済系と自然系の循環モデルを統合して考える

佐々木: ちょっと大風呂敷を広げよう話になりますが、水に限らず自然系の物質やエネルギーの循環、つまり自然環境から取り出して利用して、消費して、廃棄物になったものが浄化や再生を通じて自然環境に戻っていくという循環がサステナビリティの基本だと考えています。それを人間の社会経済活動による循環系と統合して論じる必要があるという問題意識を持っています。前回の座談会では、河野さんが大気・海洋モデルと陸のモデルを結合したいという話をされましたが、社会経済系の循環モデルと自然系の循環モデルをつないでみたいと思っています。

所: 前回は水の大循環という話で、今日は水に関連して環境の話が船橋さんから出て、吉田さんからは環境の中でも水汚染の話が食物連鎖との関係で出てきました。それに加えて人間の活動というのは、エネルギー消費という見方で一つの筋道が描けるかもしれない。

佐々木: 地質学的な時間スケールで考えると、化石燃料を燃やしたのも石油という形で凝縮して再生するべきなのですが、今はそうなっていません。

船橋: そのあたりのサステナビリティの議論は1960年代に出ていて、化石燃料を使うのは悪ではなく、環境技術を発展させ、化石燃料なしでもサステナブルに循環する社会や科学技術体系をつくるためのスターターエンジンとして使えばいいと言われていました。

佐々木: そういう努力がされていればよいわけですね。

船橋: スターターエンジンをメインエンジンと勘違いしているのがまずいのです。

佐々木: なぜ社会経済系と自然系の循環をつなげようと思ったかということ、アダム・ス

ミス以降の経済学は、成長を実現するためのものだったのですが、これから求められるのは、定常経済やサステナブルなサイクルを回すことを説明する、もしくはそのための条件を見つけるためのものであるべきだと思うのです。しかし今の経済学には、自然物理系の循環という考え方が入っていないのです。

所: そうですね。環境経済学が一番近い学問だと思うけれど、経済学が難しいのは、人間の欲望との闘いだということですね。欲望との闘いの果てに何がくるかを予測して、人間が節度を持った行動をして、それがサステナブルな環境を維持するスピードに落ち着くことが、これからの科学者が本当にやらなければいけない仕事ではないかと思っています。このプロジェクトがその一助になって、人々の意識を変え、よりよい社会環境、地球環境をつくっていくことに私たちが貢献できればと思います。

まとめ

所: 皆さん、最後に一言。

船橋: 僕は水が好きで、水を媒介にして想像力をどれだけ上げられるかということが、豊かな人生、豊かな社会、豊かな生態系につながると思っています。

吉田: 人間がすべき運動のエネルギーをすべて代替するエネルギーを探すことは不可能なので、毎日の生活の中で持続して循環するように、一人ひとりが生活の仕方を考えるべきではないかと思っています。

所: 人力で全部やるのは不可能なので、ほどほどのレベルでエネルギーを使うということですね。しかし、産業界の人たちは、もっと燃やせばもっと儲かると考えている。

吉田: その負荷がすべて水に負わされているのです。

所: 水が掃除してくれて見えなくなっているけれど、海の底に溜まっているということ

すね。それがまた飲み水になっているわけで、やはり循環系をどうコントロールしながらどこで折り合いをつけるかということになるかと思えます。

佐々木:自分だけが気をつけていても、環境が汚染されていけば無意味になってしまう。そういう状況をどうやって変えていったらいいのでしょうか。

所:それは結局は理解力、そしてイメージーションですね。リサイクルが一番進んでいる国を調べると、一番下の教育レベルがめちゃくちゃ高いのです。教育レベルを底上げすることが地球のサステナビリティに最も必要なことなのかもしれません。

2回にわたりよい話が聞けたと思います。

プロジェクト全体もいつもこんな感じで進めています。僕が楽しくなければ、みんなも楽しくやれないのですね…。ありがとうございました。

活動状況

● 平成 27 年度

- ・ 8月6日 若手会・横浜市環境創造局 南部汚泥資源化センター見学
- ・ 8月28日 水大循環研究会(JAMSTEC東京事務所)
- ・ 9月25～27日 研究合宿(長野県北佐久郡)



- ・ 11月5日 水大循環研究会(JAMSTEC東京事務所)
- ・ 11月16日 若手会・横浜市水道局 青山水源事務所 旧青山沈殿池見学
- ・ 11月18日 若手会・国土交通省江戸川河川事務所 首都圏外郭放水路見学
- ・ 12月2日 研究開発推進会議(信州大学)
- ・ 12月11日 COIサイトビジット(信州大学)
- ・ 12月22日 水大循環研究会(JAMSTEC横浜研究所)

● 平成 27 年度活動予定

平成 28 年

- ・ 2月5日 COI中核拠点シンポジウム(信州大学)
- ・ 2月25日 COI-Sシンポジウム (イイノホール&カンファレンスセンター)



COI-S 研究リーダー

国立研究開発法人
海洋研究開発機構
地球情報基盤センター長

高橋 桂子

COI-S「『水』大循環をベースとした持続的な『水-人間環境』構築拠点」は、開始から約1年8ヶ月経過し、別の言い方では3年度目に突入しています。最近のCOI-Sでは、このプロジェクトの考え方を取りまとめ、また推進している各研究者の取り組みや考え方を紹介する書籍の製作を計画し、所プロジェクトリーダーを中心に進めています。その過程で、「水」を取り巻く世界は広く深く、歴史的にも長く、水がいかに人と結びついているかをあらためて認識しています。その膨大な成果のなかに、どのようにして私たちの新しい考え方や試みを生かしていくのか、大きな挑戦であるとともに取り組む意義の大きい課題であると思っています。

本年9月末に、このCOI-Sの恒例行事のひとつにしている夏合宿を開催しました。夏合宿では、メンバーのそれぞれが思いをかたむける課題について夜遅くまで議論の花が咲きました。いつもは離れて研究をしている参加者も、考えをぶつけ合うことで新しい刺激を受け、問題を見つめる嗅覚を養う楽しい場になってきているという印象を持ちました。研究を通して豊かな活動を元気に継続していきたいと思えます。

COI-Sは、研究開発基盤になる陸空海と地下をつなげる3次元水大循環モデルが完成にまた一歩近づき、現在、最終検証の段階に入っています。これからこの世界初のモデルを使って新しい成果がいかに結びつけるか、“わくわく”が始まっています。



国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
地球情報基盤センター (CEIST)

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町 3173 番 25
国立研究開発法人海洋研究開発機構 横浜研究所

<http://www.jamstec.go.jp/>

■ 参画機関

- ・ 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所
- ・ 国立大学法人東京大学
- ・ 学校法人中央大学
- ・ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構