研究報告

ネットワークの拡大による イノベーションの創成と普及

～B－DASH技術・超高効率固液分離を例に～

東京大学都市工学専攻　下水道システムイノベーション研究室　特任准教授　加藤　裕之
メタウォーター㈱　事業戦略本部　事業企画部　技師長　宮田　篤

下水道に限らず、さまざまな事業において研究・開発された技術は、そのすべてが世に出て活躍しているわけではない。その技術が社会実装され普及するには技術開発の仕組みだけではなく、人と人との関わりの中で生まれてくるイノベーションが必要である。今回、東京大学の加藤裕之氏とメタウォーターの宮田篤氏から「超高効率固液分離」を例に技術のイノベーションの創成と普及についての研究報告が寄せられた。新たに開発された技術がどのように進化と普及を繰り返し現在に至ったのか、独自の分析と理論に基づく論考を是非ともご一読いただきたい。

1　はじめに

下水道の役割は、水環境のみならず、低炭素、ゲリラ豪雨など多様化しつつある。その役割を果たすためには、新たなイノベーションを興し、それを普及させていく必要がある。我が国の下水道政策における技術開発においては、国土交通省が推進している下水道革新的技術実証事業（B－DASH事業）に見られるように、特定の場所を選定し、技術の実証を行い、それを水平展開するという方式をとってきている。しかしながら、技術の創成から実用化、そして全国普及まで行う方法論の確立は途上である。

本稿では、様々なB－DASH事業の中で、合流式下水道における雨天時の汚濁対策技術として、近年では省エネ・創エネ技術として、そして広域化のために必要な技術としても実用化されるなど、進化と普及を繰り返してきた「超高効率固液分離」技術を事例に、技術の創成と進化の要因をイノベーション理論の視点から分析するものである。

2　技術の概要・特徴

2－1　原理

図1にろ過および洗浄の原理を示す。ろ過は上向流であり、ろ材層下部（主として表層付近）にてSSや各種夾雑物が除去される。なおろ過は雨天時汚水の水量変動に合わせて、自然流下でろ過処理がなされるため、ろ過速度は流入変動に合わせて、0～1000㍍／日（晴天時は0～500㍍／日）で変動する。通常初沈の水面積負荷50㍍／日と比較すると10～20倍程度であり、大量の下水を非常にコンパクトな設備で処理することが可能となる。

洗浄は下向流ろ過を継続し、ろ過抵抗が4～8kPa（40～80㌢）に到達すると自動的に洗浄を行う。洗浄はろ過水による急激な下向流で槽下部からSS、夾雑物

を排出させる。

2－2　システム概要

前記の原理を生かしたシステムを図2に示す。このように複数の高速ろ過池、洗浄排水槽等からなる。初沈代替の場合には、さらに一次濃縮槽が設置される。

洗浄は高速ろ過池上層に溜めた共通ろ過水を用いて行う。ろ過池を複数池としているため、洗浄の際には他の高速ろ過池からのろ過水を共通ろ過水として当該洗浄池に随時供給できる。そのため、設計上高速ろ過池を低槽化でき、最初沈殿池においても改造で設置できる。また、ろ過損失水頭を低く抑えたことにより既存の水位勾配の中で設置することを可能としている。

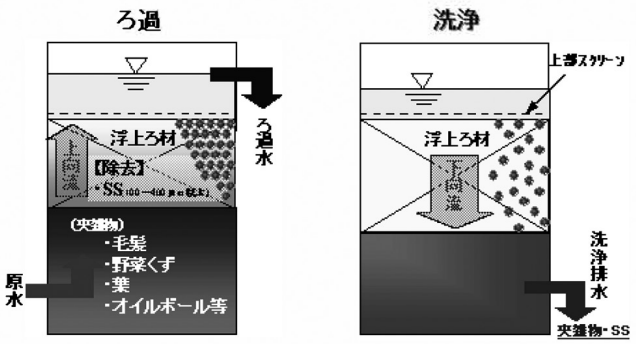

図1　ろ過と洗浄の原理

2－3　設備構成

主となる高速ろ過池は、浮上ろ材、上部スクリーン、高速洗浄装置の各機器から構成される。この浮上ろ材は風車型で凹凸形状に富み（7・5ミリメートル×7・5ミリメートル×4ミリメートル）、充填時の空隙率が50％と大きいため、SSや夾雑物等の捕捉性に優れ、ろ過継続時間が長く安定する。

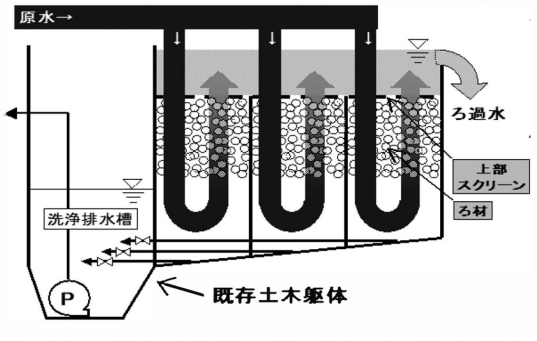

図2　処理フロー

2－4　本技術の特徴

本技術の特徴は、流入下水の前処理が不要、薬剤も不要なため維持管理がしやすい点である。

これにより雨天時の合流改善としてはBOD負荷削減、分流式では雨天時浸入水の一次貯留時の夾雑物除去などが実施できる。

また初沈代替としては初沈よりもSS除去に伴うBOD除去率の若干の向上による生物反応槽での省エネ化、池当たり水量の増加と、生汚泥高回収による消化ガス回収量増加による創エネ化、災害時の発災直後の一次処理の継続等が期待できる。

3　技術創成と普及の経過

本章では、前述した様々な機能を有する画期的な技術がどのように創成され、普及したのかについて、開発者本人である筆者（宮田）から語ることとする。

3－1　京都大学での教えと（公財）日本下水道新技術機構での上司の教え

私は大学時代から衛生工学科（今の環境工学科）で、大学3年生（昭和60年）から下水道の専門的な授業を受け始めた。そのときご指導を受けた宗宮功教授からは「今の活性汚泥法は曝気等のエネルギーをかけすぎているのでよくない」と教えられた。教科書にも載っている処理法がよくないと何故言われるのか最初は不思議であった。研究室に配属されてからは、その宗宮功教授から「一次処理（一般に最初沈殿池の部分）でしっかり有機物を除去すれば、有機物の固まりである汚泥を有効利用し、有機物が少なくなった一次処理水は曝気を減らして処理ができる」と今後の下水道のあり方を教えられた。まだ省エネとか創エネとかという言葉もない時代だった。そのような考えは知らず知らずのうちに自分にも身に付き、平成元年に

会社に入ってからも頭のどこかに残っていて、そういう下水道を目指すべきだと思うようになっていた。

3－2　合流式としての萌芽と愛知実験

私は平成6年にできたばかりの（公財）日本下水道新技術機構（以下「下水道機構」と言う。なお、当時は（財）下水道新技術推進機構という名称であった）に出向させていただいた。その時の上司が東京都から出向されておられた藤田昌一部長であり、ご後任が前田正博部長であった。平成8年頃に前田部長が職員から「今の下水道の最大の課題は何ですか？」と大勢の前で質問された際に「合流改善」だと強調された。当時は下水道普及率がどんどん上がっていた時代で、こんな重要な課題がとり残されているのかと初めて知った。

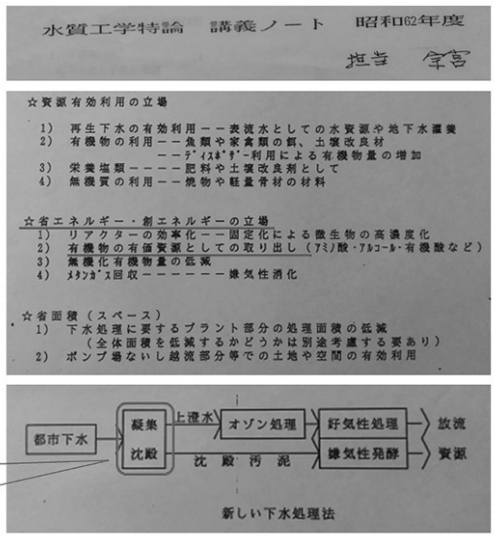

図３　宗宮先生が昭和62年度の講義で配布されたプリント(1)

復職後会社に戻った私は、12年目（平成12年）に、水処理の開発を担当することになった。そこで下水道機構で教えていただいた課題「合流改善」を解決すべきという気持ちや、効率的に一次処理する技術が必要だという気持ちの両方が湧いてきた。

その後、勤務地が愛知県になり大学時代の宗宮研究室卒業の久保裕志先輩（当時愛知県下水道課に勤務）と知り合うことができた。久保先輩もきっと同じポリシーを抱きながら仕事をされているだろうと思っていた。そこで久保先輩に、研究室で学んだ「一次処理でしっかり除去する技術」の開発をしてみたいと打ち明けた。合流改善の技術も開発したいが、愛知県は分流式であるため、そちらの目的を優先させた。久保先輩だったからこそ、基礎研究ではあるが価値は分かっていただけたと思う。

その後、愛知県衣浦西部浄化センターにて流入下水を頂き、愛知県の公社の協力を得てカラムによるろ過現地実験を行った。ろ材は大学教養時代に親交のあった化学系高分子学科の友人に相談して、種々取り寄せて実験を行った。その中に比重が軽く、流入側スクリーンがなくても洗浄時に比重差で汚濁物を逆洗・分離できる適度なろ材が入っていた。形は変えたが、これが現在使用している高速ろ過のろ材の始まりである。

また、私がろ過する実験をしたいと相談したときの会社の中山芳彦先輩の第一声は「ろ過実験といっても、ろ材を保持する上下スクリーンで挟んでいると1次側（上向流の場合は下部スクリーン）に夾雑物がすぐ絡みつく。そのため、ろ材をあれこれ変更しても、結局はスクリーンの詰まりがある以上、意味がないよ」と冷たかった。そして、カラム実験を開始するとその通りであった。教えてもらった通り、ろ過そのものができなかった。

そんなある日、その先輩が「今日試したろ材は下部にスクリーンがなくても、洗浄時にろ材が流れ出なかった。これならスクリーンがないから、その目詰まりもない。これなら種々ろ材の形状を変えてのろ過実験が可能だ」と喜んで現場から帰ってきた。先輩の感動を見て、何かブレークスルーが起こっていると感じた。そもそも本

技術の開発に当たっては、その先輩から「濃い汚濁物を含む原水のろ過は上向流が基本だ。上向流であれば沈む物は沈み、ろ材層への負担が減る」という基本原理から教授いただいていた。以前に失敗も多くなされた先輩の経験が何かを気づかせ、迅速に研究を推し進めたのだと思う。

しかしながら、ろ過による一次処理は、高度処理のためにBOD成分はなるべく反応槽へ送り込みたいという愛知県における最初沈殿池に求められる機能とかけ離れ過ぎていたため、久保先輩から「このろ過技術は、合流改善に先に用いた方がよいのでは」という助言を頂いた。

3－3　東京都および横浜市での実験

そして翌年平成13年に東京都北多摩二号水再生センターで合流改善のための共同研究を行うこととなった。前述の藤田部長が東京都流域下水道本部長でおられ、雨分野に精通していらっしゃったので、合流改善の考え方等についてご指導いただいた。当初最大ろ過速度800㍍／日としていたが、「1000㍍／日に挑戦しなさい」とすぐ指導を受けた。流域下水道本部施設管理課三浦春好課長補佐には、臭気や維持管理の重要性など現実的なご指導を頂いた。

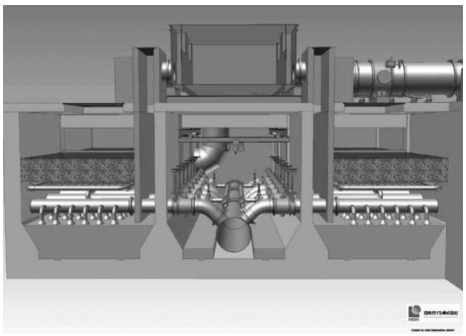

図4　合流改善として初採用となった高速ろ過設備
（平成18年、北多摩二号水再生センター）

ろ材の大きさは当初9㍉で行っていたが、当時、日本理水設計で合流改善計画に精通していた芋木新一郎君から、「BOD除去率が50％台では足らない。もう少し除去率を向上させた方が良い」とアドバイスを受け、洗浄間隔は短くなるが7・5㍉に微細化し、60％台の除去率に高めた。

この微細ろ材の実験は、横浜市に申請し共同研究を行った。こちらにも下水道機構出向時代に当時主任研究員として上司であった中田穂積先輩がおられた。アイデアを駆使し、工夫するよう常に励まされた。当時の技術開発課脇本景係長にはポンプ場や、オイルボールへの対策等、様々な適用方法についてご指導いただいた。

東京都や横浜市での研究では、多くの技術者の方のご指導を頂き、その成果により、国土交通省の下水道技術開発プロジェクトSPIRIT21の技術評価を受けた。

3－4　大阪現場実験での失敗と発見

メタウォーター（当時の日本ガイシ）の先輩が昭和50年代から合流下水の処理の共同研究などで大阪市からご指導を受けていた。そのような状況の中、「雨天時にしか使わないのはもったいない。晴天時も使えるようにしたらどうか」というご意見を大阪市から頂いた。また、それを伝えた大阪担当営業課長山口賢二さん（現在のメタウォーター社長）からは、「前段で生汚泥をしっかり回収した方がよい」という強い意見を受けた。

雨天時下水は汚濁物の粒子径が大きく、洗浄もしやすいのに比べ、晴天時下水の汚濁物は粒子径が小さく、ろ材層奥まで汚れが入り込むため、洗浄が困難であった。そのため晴天時の連続運転は、雨天時よりも技術的なハードルが高い。

また実験装置は実規模（に近い規模）での知見が必要とのご意見もあった。「小さい規模では技術的課題が見えず、ある程度の規模で実証しないと技術は確立できない」という理由からであった。実証を行う立場からは、大規模では技術的課題があった場合に手作業では解決できないため、小規模装置での実証とは違う難しさや失敗に対する恐ろしさがあった。案の定、大規模ではろ材の洗浄が均等に行えず、大阪市の島田卓さんには幾多の試練の中、終始ご指導を頂いた。そのおかげで最終的にろ過面4平方㍍での大規模実証が良好にできるようになり、スケールアップ手法の確立など設計に必要な技術を煮詰めることができた。

3－5　技術の普及の障害とブレークスルーのきっかけ

下水道の技術は、自治体の計画に位置付けられないと採用には至らない、と気が付いたのは、SPIRIT21の技術評価を受けて、大阪でのスケールアップ実証が終わってからであった。たとえ優れた技術であっても、採用され、普及するまでの道のりが遠いことは、提案を始めてから気が付いた。

合流改善事業を国の支援を受けて自治体が実施するために、「合流式下水道改善計画」という詳細な計画を自治体が個別に策定し始めていた。その中で目標（分流並み、越流回数の半減、夾雑物除去）に合致した計画になっているか、下水道法施行令に合致するか等のいくつかのハードルがあった。ろ過すると必ずろ過水が越流するが、これは未処理越流回数になってしまうのかなど、取り扱いが不明な疑問点が多くあることが判明した。かくして本技術が合流改善計画にどのように合致するのか、合致しないのか試行錯誤しながら提案する日々が始まった。

最初に困ったのがBOD除去率である。沈殿池では一律30％と概ね決められている。しかし、ろ過の場合はろ過速度や原水濃度、溶解性物質の割合により逐時変動するため、流出解析により算出される10分毎（※自治体ごとに異なる）のデータに合わせてBOD除去率を毎回計算しなければならない。ろ過により発生する洗浄排水にも困った。この扱いも国の指針などに記されていない。まずは洗浄排水の上澄水は系外に越流させてはならないなど本技術の適用上のルールを決める必要があった。

一方、滞水池であればha当たり3ミリメートル分の容積とすれば分流並みになるという目安が示され普及が進んでいた。しかし想定されていなかった新技術であるろ過については標準値がないため、自治体からお声がかかることがなかった。また、下水道法施行令についても10～30ミリメートルの降雨で、雨天時の平均水質が40ミリグラム／リットルという基準が決められたが、本技術がどこまで効果があるか不明であった。

新技術を合流改善計画に位置付ける困難さは、既存技術以上であり、出遅れていることを痛感し、知れば知るほど下水道計画（合流改善計画）への反映の大変さが深まった。

そんな折に、平成19年に当時国土交通省下水道部流域管理官付の藤井良和係長を訪ねた。「SPIRIT21の評価を受けたのに実際の普及が進まなくて困っています」ということを正直にお話しした。そして、しばらくたった平成20年3月に藤井係長が作成を担当されていた「効率的な合流式下水道緊急改善計画策定の手引き（案）」が国交省より発刊されたのだが、その中で、処理場やポンプ場での対策についての高速ろ過や凝集沈殿等のSPIRIT21の評価技術の取り扱い、その処理水の扱いの考え方など相談したポイントが明確に記載されていた。そのおかげでSPIRIT21の評価技術が計画に盛り込まれるようになったと感謝している。

写真１　大阪市職員の視察（大規模実証装置、平成15年度）

3－6　一次処理効率化による反応槽省エネ／汚泥処理創エネ技術の開発

平成15年度を過ぎると「雨天時だけではもったいない」という大阪市のご認識と、大学時代の恩師の教えである「一次処理効率化による反応槽省エネ／汚泥処理創エネ」の考え方が合わさり、晴雨兼用での適用を目指したくなった。このとき社内でも大阪営業課長から、将来のためにも是非取り組もうと後押しいただき、晴雨ともに運転ができる技術の開発に進み始めた。

その後平成23年度には国土交通省で下水道革新的技術実証事業（B－DASH事業）に応募し採択された。ちょうどこの年は東日本大震災やその後の電力不足によって、下水道は新たな課題に直面し

ていた。栗原秀人さん（以前国交省下水道部に勤務）と同じ職場となり、「直面する課題に対して処理場トータルで解決していかないといけない」と厳しくご指導を受けた。この言葉をきっかけに、課題を解決することこそ新技術の目的だと実感し、そこからまた新しい発想やアイデアが芽生え始めた。

3－7　秋田での適用～効率的な広域化システムとしての適用～

平成29年度には、分流式では初となる初沈代替の適用事例ができた。秋田県と秋田市では広域化・共同化の取組みとして、公共下水道の下水処理場を廃止し、流域下水道の秋田臨海処理センターへの統合を計画していた。この統合に際して核となる技術として適用されたのがこの初沈代替ろ過技術（超高効率固液分離技術）である。本技術はSS除去性が高くSS由来のBODの除去性が向上するため、一次処理除去率が初沈より向上する。これにより反応槽負荷が軽減され、既存の反応槽処理量が増加する。もともとは2系列で約12万立方メートル／日を処理する水処理設備であったが、公共下水道分約2・3万立方メートル／日を加えた約14・3万立方メートル／日を、増設せずに既存の土木施設で処理することができた。[2]

さらに、本技術は生汚泥の高回収による消化ガス発生ポテンシャルの向上という観点から評価を受けていた[1]が、固液分離は統合時の水量増が減少に転じるまでの一時的な手法という位置づけにもなった。本事例により、「水処理技術は1つの要素技術に留めず、処理場システム全体に与える影響や効果を評価する、時代変化にも対応する」という考え方に変わってきたと認識した。何より、秋田県の「処理場全体を効率化させたい」という強いご意志の結果だったと思う。

今までは「初沈は沈殿、反応タンクは有機物分解、終沈は処理水の分離」という単機能処理であったが、これからは下水処理場を省エネ化したい、創エネ化したい、雨や地震に強くしたい、という処理場全体の課題解決が必要な再構築の時代になってきており、本適用事例はこのような期待に応える好事例になったと思う。

以上、技術の創成と普及の経緯について述べた。合流改善装置は全国で30件以上、初沈代替でも国内7件、海外1件（応用事例含めると3件）、民需等2件の実績となっている。

4　技術創成と普及についての考察～ネットワークの拡大による進化と普及～

4－1　ネットワークの拡大プロセスと取り込んだアクター

前章では、開発者自身の視点と言葉で経緯を記した。本章では、アクターネットワーク理論（以下「ANT」と言う）を参考に、開発者である宮田が様々にネットワークを拡大していくプロセスと、これと並行して、どのように技術そのものが進化し普及していったかを分析することとする。アクターネットワーク理論とは、関係的な視点からネットワーク全体の変化をイノベーションとして捉え、あるアクター（本稿では開発者である宮田）が、他のアクターを戦略的に取り込んでいくプロセスにフォーカスし描いていく理論である。なお、ANTにおけるネットワークの構成要素（ANTでは「アクター」と言う）は、人だけでなく、知識や技術、組織、現場なども人と同列に扱うことを特徴としている。

①第一ステージ～アイデア段階～

本技術のアイデア（反応槽省エネ／汚泥処理創エネ）は、下水処理システムにおける技術として、京都大学ネットワークの宗宮教授の頭の中にあったと言える。その構想・アイデアは、社会実装にはまだ、遠いものであるが、宮田の頭の中、すなわち宮田のネットワークの中に「省エネ型の水処理システム技術構想」として転写され取り込まれた（翻訳された）と考えられる。

そして、約10年後の下水道機構で藤田氏と前田氏（両氏とも「東京都」という組織ネットワークにおける代表的な政策立案者）を取り込むことにより、宮田には都の課題である合流式下水道の水質汚濁問題という課題が転写される。なお、ここでは下水道機構という

産官学のネットワークの場が、東京都ネットワークに属するアクター（人や課題、知識）を宮田が取り込むことを容易にしている。

②第二ステージ～合流式下水道対策技術としての位置づけと高速ろ過への進化～

○愛知県の知識や現場実験フィールド等をネットワークに取り込む。ここでは、京都大学ネットワークの同県職員の久保氏（宗宮教授のアイデアを転写されている者）が県の窓口となっていることが、取り込みを容易にしている。

○愛知県での現場実験を経験することにより、合流式下水道の雨天時水質問題として開発すべきであると、当初の省エネから目的が変更される。

○大学時代の友人をネットワークに取り込むことで、技術の目的に合致した「ろ材」をアクターとしてネットワークに取り込む。

○なお、本件について今回、久保氏にインタビューしたところ、久保氏個人の存在だけでなく、メタウォーター（当時は日本ガイシ）と愛知県下水道公社とは現場で様々な共同研究に取り組んでいて、一緒にフィールド実験に取り組める下地があったとのことで、宮田に対して「いつかこの技術を大成させて下水処理を革新させよう」、「いつかNHKのプロジェクトXに出ろ!!その時はオレの名前も出せ」と熱く語っていたとのことである。

○以上により、技術は、合流式下水道対策のための高速ろ過技術として進化した。

③第三ステージ～実用可能レベルへの進化と用途の多様化～

○東京都での実験

・既にネットワークに取り込まれている藤田氏の指導により、合流式の雨天時汚濁対策の高速ろ過技術としての「東京都での現場実験」が取り込まれる。

・さらに、実験を機会として、合流式下水道改善計画に精通していたコンサルタントをネットワークに取り込み、技術目標として、「実用化されるための、より高い目標」が定められる。

○横浜市での実験

・高い目標の実現に向けては、下水道機構のネットワークを通じて、横浜市での実験も新たにネットワークに取り込むことになる。

・横浜市での実験により、技術は「実用化可能なレベルの高速ろ過技術」に進化する。

・さらに、東京都での成果も含め、技術に国のプロジェクトであるSPIRIT21の冠がつき、国をネットワークに取り込む。

○大阪での実規模実験

・大阪市との対話の中で、雨天時だけでなく晴天時も使えるもの、さらに、実規模レベルでの実験がネットワークに加わる。これは、企業と大阪市の対話による取り込みと言える。

・課題と実験をネットワークに取り込んだことで、技術は「実規模レベル、かつ、晴天時にも適用される技術」に進化した。

④第四ステージ～実用化された技術の普及～

○前例のない新技術であったため、既存技術を想定したマニュアルで策定する合流式下水道改善計画への位置づけは困難を極めた。

○しかしながら、国土交通省の藤井係長をネットワークに取り込み、本技術の位置づけが可能となるマニュアルがアクターとして加わる。

○これにより、本技術が全国的に普及することになった。

☆処理方式について

1) 水処理工程・汚泥処理工程の処理に係わる役割分担の明確化

2) 単純好気性生物処理とはBOD成分のみの処理である事の実質把握

3) 汚水中の全有機物量の処理をどの様な形で進めるかの指針作り

4) 物理処理（単純沈殿）＋生物処理（活性汚泥法）の限界（いわゆる汚泥として固形化と水からの分離除去）

5) 下水処理工程での化学処理の機能再評価（消毒以外での利用）

6) 化学・物理・生物処理法の検討

7) 汚泥処理工程を設計する際における基本的概念の整理と指針作り

図５　宗宮先生が昭和62年度の講義で配布されたプリント(2)

⑤第五ステージ～恩師のアイデア「反応槽省エネ／汚泥処理創エネ技術」の実用化に向けた技術開発～

・ネットワークに取り込んだ大阪市の認識「雨天時だけではもったいない」から、京都大学ネットワークで取り込んだアイデア「反応槽省エネ／汚泥処理創エネ」の実現に向けた開発意欲が高まる。

・さらに、国交省のプロジェクトである下水道革新的技術実証事業（B－DASH事業）をネットワークに取り込み、上記のアイデアが「初沈代替」という形で実用化され、この目的でも本技術が普及し始めた。

⑥第六ステージ～「反応槽省エネ／汚泥処理創エネ技術」としての普及のスタートと広域化技術としての位置づけ～

・公共下水道を流域下水道に統合するプロジェクトを予定していた秋田県プロジェクトに応募し、この取り込みに成功する。

・本取組みでは、創エネ対策としての技術だけではなく、広域化による（人口減少による負荷減少までの）一時的な負荷の増にも対応できる技術としての位置づけがされた。

4－2　本章のまとめと考察

本章では、ANTの分析・記述方法を参考に、宮田が様々なアク

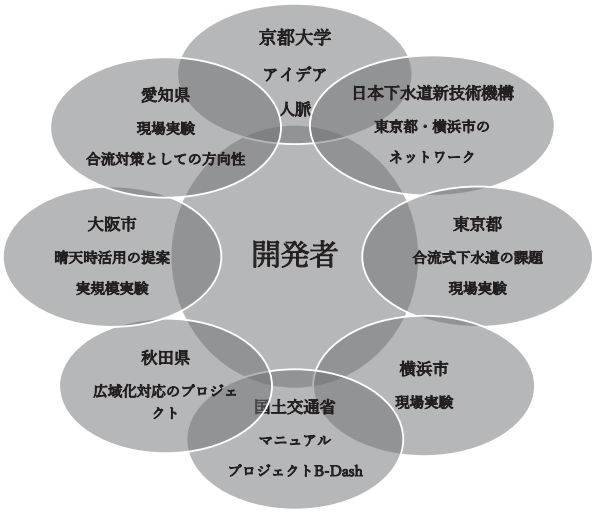

図６　開発者が形成したネットワークと取り込んだアクター

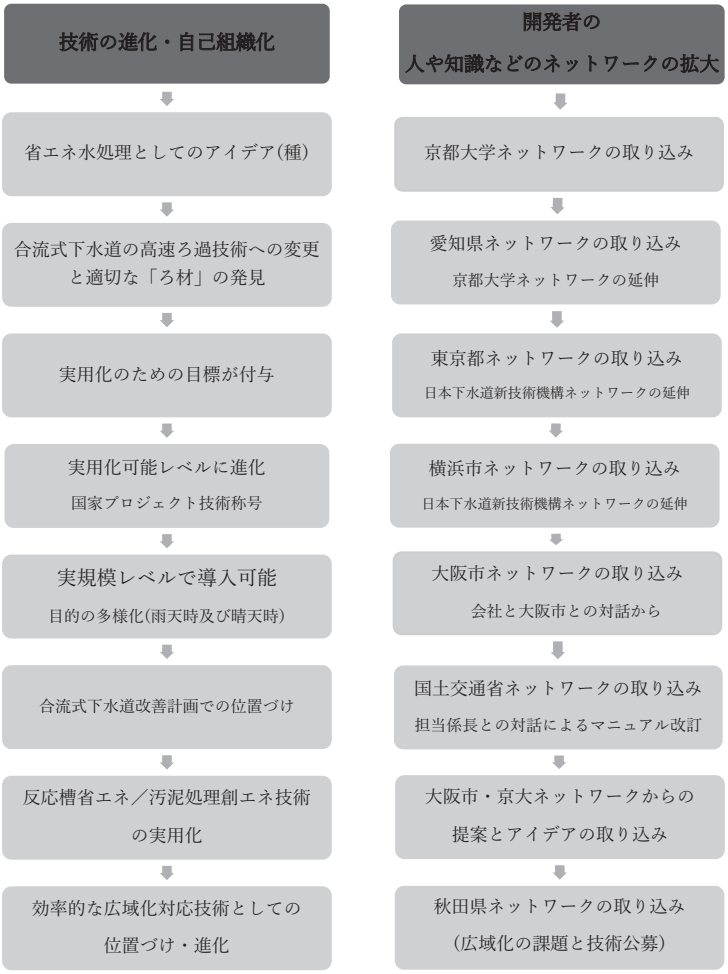

図７　技術とネットワーク拡大の共進関係

ター（人・組織・知識・現場）を取り込みながらネットワークを拡大していくプロセスと、これと並行して、ネットワークのアクターに影響を受けながら、どのように技術そのものが進化していくかを分析・記述した。

本分析から以下のことが示唆される。

①技術の変化・進化

技術の要素は実用化に向けて、開発者のネットワークの拡大、様々なアクターの取り込みを通じて当初想定していた目的および内容が変化していく。

②ネットワーク拡大との共進

新技術の創出・普及は、開発者個人が持つ素養（知識および心情等）だけでなく、ネットワークの拡大を通じた様々なアクター（人物、知識、政策課題、マニュアル等）の取り込みにより達成される。

③計画通りに行うことの限界と偶有性

実用化に向けては、必ずしも開発当初に有していた資源（アイデアや人脈、知識）により計画通りに技術が進化するのではなく、想定していなかったアクターの取り込み等、偶有的な面がある。すなわち、新たな資源を取り込み、絶えず方向修正していくことが求められる。

④異質混沌とした関係者の参画

ネットワークは、基礎的学問や長期的視点を持つ大学、下水道管理者、全国への政策の普及を担う国、および産官学をつなぐ役割を担う下水道機構という多様なアクターで構成され、それぞれの異なる役割に基づく問題意識や知識を取り込んでいる。

⑤ユーザーとの対話によるイノベーション

上記について、特に、技術のユーザーである下水道管理者（自治体）との対話は技術の実用化のための大きなポイントとなっている。技術を開発し提供する側と、技術を使う側の対話、現場での経験を共有化することは、技術の実用化のために極めて重要な場と考えられる。

⑥少数精鋭のネットワークからのスタート

私見であるが、名前を上げさせていただいたネットワークに参加した人物は、皆さん新しい課題にチャレンジするアスピレーションを持った方々である。ネットワークは単に大きければ良いものでなく、特に、今回のように技術の創成期は少数の「熱いハート」、すなわちアスピレーションを有する者を探し、まずは小さいネットワークを構築することが効果的と考えられる。

5　おわりに

本稿では、様々なB－DASH事業の中でも、水平展開、技術の多様化、国際化に成功している「超高効率固液分離」技術を事例に、技術の創成と進化、普及の要因をイノベーション理論の視点から分析してきた。低炭素をはじめとする循環型社会の構築、自然災害への対応など、下水道分野ではイノベーションを興し、普及展開していく必要がある。そのための方法論の確立に本稿が少しでもお役に立てば幸いである。

また、今後は本稿で取り上げた技術を含め、処理場全体にその技術がどのように貢献できるかを考える時代に来ていると考える。その観点からの技術開発やシステム構築に貢献して行きたい。

本技術の開発、また本稿の作成に当たり多くの下水道関係者の方々にお世話になった。謝意を表する次第である。

〈参考文献〉

1）秋田湾・雄物川流域下水道秋田臨海処理センター水処理方式に係る報告書（秋田臨海処理センター水処理方式検討委員会　平成27年6月22日）

2）「超高効率固液分離技術の導入による水処理、汚泥処理への効果検証」（秋田県建設部下水道マネジメント推進課　細川・下水道協会誌　令和3年5月）

3）科学技術実践のフィールドワーク（p110～151・せりか書房　平成18年12月）