

事業報告

1. 事業実施背景

「霞ヶ浦」は茨城県の南東部に位置し、日本第2の大きさを誇り、豊かな水と多様な自然環境を有している。この豊かな水は、水道用水、工業用水および農業用水等に利用されている。しかし、一方で昭和40年代前半から産業活動が進展し、生活が物質的に豊かになるにつれ、霞ヶ浦の水質が大きく変化するようになった。この水質の変化は外来性有機物によるものだけでなく、窒素やリンなどの栄養塩類が霞ヶ浦に流入し、富栄養化が起これ、その結果、植物プランクトンが大量に発生することなどに起因するものであった。

霞ヶ浦を始めとする多くの湖沼では、富栄養化が進み、水質汚濁の指標であるCOD(化学的酸素要求量)、窒素、リン等の環境基準の達成率が低迷したまま推移している。

負荷の要因としては、大きく2つに分けられ、一つは生活、工場・事業場、畜産、水田・畑、水産等に起因する外部負荷、もう一つが底泥からの溶出、プランクトンの増殖に起因する内部負荷である。植物プランクトンの増殖に必要な窒素やリンの多くは、人間が生活していく上で排出するものである。植物プランクトンの多くはアオコと呼ばれる藍藻類であり、この中にはミクロキスティンやアナトキシンといった有毒物質を産生する種が存在し、水利用を行う上での安全性が懸念されている。これらのことから、湖内に流入する窒素・リンを削減する技術と底泥からの窒素・リンの溶出を抑制する技術の開発、さらにはそれら技術の適正な整備手法の開発に取り組むことが必要不可欠である。

このような問題は、霞ヶ浦だけでなく世界の湖沼が抱える問題であることから、この解決に向けて世界の英知を結集し、新たな湖沼環境の保全と管理のあり方を探るため、平成7年10月には「第6回世界湖沼会議 霞ヶ浦95」が開催された。その成果を世界にアピールするためにまとめられたのが、「霞ヶ浦宣言」である。この「霞ヶ浦宣言」を実践し健全な霞ヶ浦を取り戻すことは茨城県の重要な課題であると、県民が再認識することとなった。

しかしながら、「霞ヶ浦宣言」に基づいて霞ヶ浦の水質浄化と新たな湖沼環境の創造に取り組むには、技術的に未研究・未開発のものも多く、環境への低負荷・低エネルギー・高効率の新たな浄化技術の開発が必要であった。

一方、今後の地球環境保全のために高層大気的直接観測、地球環境の定常的な観測手段として、成層圏下層に長期滞在可能な新飛行船の開発が求められているが、本県北部にある日立港等で、つくば市内の国立試験研究機関等により、その基礎的な実験が既に始まっていた。

このため、本県においては筑波研究学園都市における研究ポテンシャルと、産業界、地域の研究ポテンシャルの3者の結集を図り、この課題を解決し、併せて「いばらきヒューマン・サイエンスピア21」に基づく科学技術推進を図ることとした。

このような背景の下、平成9年11月に科学技術庁(現文部科学省)の事業採択を受けたのが、汚濁湖沼等の水環境修復技術の開発(以下、「霞ヶ浦水質浄化プロジェクト」という。)及び環境モニタリングのプラットフォームとしての新飛行船技術の開発(以下、「新飛行船プロジェクト」という。)を内容とする、茨城県地域結集型共同研究事業「環境フロンティア技術開発」である。なお「新飛行船プロジェクト」については既に終了報告済みであることから、ここでは「霞ヶ浦水質浄化プロジェクト」について報告する。

2. 事業の目標と特徴

本プロジェクトの研究テーマを「環境フロンティア技術開発」とし、具体的には「生態工学を導入した汚濁湖沼水域の水環境修復技術の開発とシステム導入による改善効果の総合評価に関する研究」を行うこととした。

すなわち、霞ヶ浦を健全な環境に再生するため、流入負荷を削減する発生源対策、湖内の直接浄化対策、水質のモニタリング技術開発、さらにその技術の適用性を社会経済的な問題まで含めて評価することとし、本プロジェクトの推進にあたっては、環境科学および環境工学はもちろんのこと、社会科学の視点も導入した。

従って本プロジェクトは、従来の研究開発に比べ下記の点に置いて極めて特徴的である。

多領域、学際性があるため、研究対象・開発技術が多岐にわたる。

物理・化学・生物等広領域の研究に対応するため、研究手法の多様性が極めて高い。

地域のニーズが高く、従って実用化への期待が大きい。このため、政策提言・事業化など技術研究以外のものが大きく期待されている。

地域の住民および企業の関心が高く、理解と協力が本プロジェクトの推進に深く関わっている。

3. 事業の実施体制と研究成果

このような本プロジェクトを効率的・円滑に推進するため、財団法人茨城県科学技術振興財団が中核機関となり、人見実徳（平成9年度）・角田芳夫（平成10年度から）茨城県副知事を事業総括とし、須藤隆一東北工業大学客員教授を研究統括、稲森悠平独立行政法人国立環境研究所主席研究官、松村正利筑波大学教授、前川孝昭筑波大学教授および氷鮑揚四郎筑波大学教授がグループリーダー、田井慎吾および上原健一（有）つくばインキュベーションラボ両取締役が新技術エージェントに就任するという体制を構築し、その下に、大学、独立行政法人、県の試験研究機関、研究開発型企業 47 機関約 130 名の研究員が結集し、産・官・学と有機的に連携し、5年にわたる共同研究を進めてきた。

本プロジェクトにおいては、平成11年度の間評価を踏まえ、重点課題の設定、テーマの絞り込み等を進め、汎用化可能な要素技術開発として、低コスト、低維持管理、資源循環を考慮した実用化システムの構築を目指し、実証現場において、各技術の改善のあり方、更なる高度化を考慮し、実用性の高い新たな技術開発を推進してきた。主な研究成果は以下のとおりである。

流域対策技術の開発

- ・ 浄化用改良土を使用した汚濁水浄化システムの開発
- ・ 資源循環・ピオトープ共生型ハイブリッド浄化システムの開発
- ・ ハイブリッド型高度河川・水路浄化システムの開発
- ・ 既存浄化槽への窒素・リン高度処理システムの付加技術の開発
- ・ 吸着脱リン法によるリン回収型高度合併処理浄化システムの開発
- ・ 高機能新設型合併浄化槽ヘドロセラミックス充填生物ろ過システムの開発

湖内対策技術の開発

- ・ 密度流拡散方式による大規模汚濁湖沼の水環境修復技術の開発
- ・ 有用微生物による藍藻類分解除去技術の開発
- ・ 電気化学的処理を用いた藍藻類・污泥等の高速凝集分離プロセスの開発

モニタリング技術の開発

- ・ ニューラルネットワーク解析手法による水質情報の総合解析手法の開発
- ・ NIR 法による湖沼の簡易・迅速水質分析手法の開発

流域管理手法の確立

- ・ 流域管理手法のシミュレーションによる湖沼流域管理システムの確立化
- ・ 総合解析評価手法の構築による「霞ヶ浦方式」の創出

4. 地域 COE の構築に関する取り組み

この地域結集型共同研究事業はネットワーク型地域 COE の構築も目指しており、今回の成果は、現在茨城県が平成 16 年度に竣工を予定し整備を進めている「霞ヶ浦環境センター(仮称)」に引き継がれ、大きな役割を果たすことになるものと考えている。

この霞ヶ浦環境センター(仮称)は、「人と自然の共生する環境の保全・創造」を基本理念として整備するものである。具体的機能としては、一つには、水環境に関する地域研究機関の中核として、霞ヶ浦をはじめとする県内の湖沼・河川の汚濁メカニズムの解明や、霞ヶ浦の流域全体を視野に入れた総合的流域管理等の研究のための拠点としての機能である。二つには、霞ヶ浦をフィールドとして行う環境学習の推進や、国内外の研究機関・研究者との交流や、世界に向けた水環境に関する情報の発信などの拠点としての機能である。

霞ヶ浦は、水道用水、工業用水、農業用水の重要な水源となっているばかりでなく、水産業や観光とその美しい自然や豊かな水が私たちの生活に限りない恩恵をもたらし、本県にとってかけがえのない財産となっている。

このような多面的機能を持つ霞ヶ浦の保全は、県政の最重要課題であり、昨年度策定した第4期の湖沼水質保全計画により、これまで以上に水質浄化に向けた施策を強力に推進していくこととしている。

この研究成果が霞ヶ浦の水質浄化の一翼を担い、新産業の創出が図られ、また、この研究により培われた人的・組織的ネットワークがさらに促進するよう、引き続き、新たに研究開発事業を展開していきたいと考えている。

5. 新技術・新産業の創出に関する取り組み

平成9年11月の発足時点では3分科会に分かれ、56の研究テーマ及びコア研究員の10テーマがあったが、平成11年度の間評価を踏まえて、平成12年度からのフェーズ では4分科会14課題、32テーマに再編・集約した。

フェーズ において終了した27テーマのうち16テーマが研究型であり、11テーマが開発型である。開発型の10テーマは企業が独自で開発を進めていたものを発展させたものであり、それぞれの企業で事業化を図っている。1テーマは茨城県工業技術センターが開発した霞ヶ浦の底泥を多孔質で比重の小さいセラミックスとするものであり(ヘドロセラミックスと称する)、浄化槽等の処理機能向上のための担体として参加企業へ技術移転することとなった。

フェーズ における32テーマのうち11テーマが研究型であり、排水処理に関する研究等は国立環境研究所のバイオ・エコエンジニアリング研究施設等で、モニタリング及び流域管理に関する研究

等は新たに設置される茨城県霞ヶ浦環境センター(仮称)及び参加研究者の研究機関等で研究が継続される。21 テーマが開発型であるが、そのうち 12 テーマは企業が独自の技術として開発したものを霞ヶ浦の場に応用したものや、本プロジェクトで改良を加えたものであり、その企業で事業化するものである。開発型テーマのうち、9 テーマ が官学の研究者を中心に技術開発されたものであり、その技術の事業化のために特許申請(8件)がなされ、これらの事業化などを目指し、(株)バイオレックスとクリエイト・リソース(株)の2社が創設された。フェーズ における開発型の21テーマは、合併処理浄化槽による生活排水処理技術、小規模事業場排水や汚濁河川・水路を対象とした物理化学的処理技術の開発が主体となっている。

霞ヶ浦流域の生活排水対策としての下水道の普及率は 50%程度であり、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、くみ取り便所の利用者がそれぞれ 18 万人づつ程度である。浄化槽では窒素、リンの除去能は低く、家庭雑排水は無処理で放流されている。家畜の糞尿についても、共同処理施設の整備が進められているが、野積みや素堀貯留のものが多い。さらに、窒素、リンの発生源と考えられる工場・事業場排水も、窒素、リンの未規制の小規模なものが、全数の 90% を占めている。さらに、流入河川も 56 河川と多く、これに流入する水路等は無数にあり、上記の汚濁負荷を受けている。従って、目の前に大規模な環境ビジネスのマーケットが存在しているわけであり、本プロジェクトの開発技術の普及により、霞ヶ浦の水質浄化に関連した新産業の創生が期待される。

一方、本プロジェクトで開発された成果の活用が想定される市場は一般消費者ではなく、公共事業もしくは行政機関による政策誘導に影響される市場であるという点に特徴があり、新産業創出の難しさもある。

当研究における合併処理浄化槽の排水処理目標を、BOD 10mg/L、窒素 10mg/L、リン 1mg/L 以下の水質を達成することとした。研究開発された排水処理技術はいずれもこの目標をクリアしており、建設費と維持管理費は小規模であることと窒素、リンを除去するため、既存の施設よりも割高ではあるが、霞ヶ浦の水質浄化に対する住民の理解と費用負担の合意形成に基づいた政策誘導によって、事業化の促進が可能となる。例えば、この点から、土浦市がBOD10mg/L、窒素 10mg/L、リン 1mg/L 以下の性能を有する浄化槽でなければ設置してはいけないという指導要綱を定め、条例化への方向を打ち出したことは、本プロジェクトの成果活用を促進する大きなインセンティブになる。ちなみに、霞ヶ浦流域の浄化槽に限ってみても、現在設置されている単独処理浄化槽約6万基と今後設置される合併処理浄化槽約3万基を全て、本プロジェクトで開発された窒素、リン除去型に切り替え、既設の合併処理浄化槽に窒素・リン処理装置を付加するだけで、平成 17 年度までで 1,300 億円の市場規模となる。このような期待はあるが、地域での事業化へ向けては、技術開発された成果の活用を、地元自治体が率先し、積極的に推進する姿勢が強く求められる。

研究事業終了後においては、合併処理浄化槽の改良、開発に係る技術は、国立環境研究所バイオ・エコエンジニアリング研究施設における試験等で(財)日本建築センターの型式適合認定を取得したのち事業化される。その他の研究成果については、技術移転、創業支援等の事業化の促進を目的として、新技術エージェントが出資して創設した(有)つくばインキュベーションラボにおいて、様々な事業化支援、参加企業の組織化、参加企業以外への技術移転、製品化のインキュベーション販売先のコンサルティング等を継続実施していくことを考えている。

6. 事業終了後における取り組み

事業終了後はフェーズと位置づけ、次の点に重点を置き、研究開発を継続していく予定である。

研究成果の活用・普及

本プロジェクトの成果を踏まえた流域管理の考え方を取り入れ、かつ、生態系に配慮した第4期霞ヶ浦湖沼水質保全計画の推進を図る。

環境改善を促進させるための法体系整備を支援する。すでに、土浦市では浄化槽に関する指導要綱を策定し、さらに条例化への方向性を打ち出している。

研究成果の企業化・事業化への展開

事業化・企業化を促進するため、開発した技術の評価・認証する制度づくりを行う。さらに既存の評価制度も活用し、新技術エージェントが設立した(有)つくばインキュベーションラボや、新産業の創出を目指した「つくばエンパイロフォーラム」、「循環型社会を目指すつくばフォーラム」等とも連携し、一層のベンチャー産業の創設を支援していく。

研究開発の継続と発展

事業化・製品化のための研究開発を継続する必要があることから、財団、茨城県、またそれぞれの機関・チームが主体となり、実証試作機等を活かした共同研究の提案を行う。

財団では、中核機関として本事業で整備したコア研究室およびを備品や実証試作機等を維持・活用し、各種共同研究が実施できるよう支援していく。

また、地域結集型共同研究事業において開発した技術シーズを発展させることを目指して、本年度から「都市エリア産学官連携促進事業」を開始する。

これらの研究は国立環境研究所臨湖実験施設内に整備されたバイオ・エコエンジニアリング研究施設、コア研究室等を活用し、かつ有機的な連携を図り、霞ヶ浦周辺地域を環境関連産業創出の拠点となるよう計画している。

ネットワーク型 COE の強化・拡充と拠点の確立

共同研究を通じて構築した水環境修復技術の研究開発に関する人的・組織的ネットワークを引き継ぐとともに、研究者のネットワークとしてつくば地域に設立された「つくばサイエンスアカデミー」、また企業間のネットワークとして設立された「つくば産業フォーラム」等との連携を図り、霞ヶ浦浄化技術研究会の継続的開催を中心に住民とも連携するネットワーク型地域 COE として「霞ヶ浦環境センター(仮称)」の整備を進める。

7. 茨城県の支援及び地域への波及効果

霞ヶ浦の水質悪化の要因としては、水深が浅く流域が広いなど汚濁負荷の影響を受けやすい等の「自然的要因」と社会生産活動の活発化等に伴う「社会的要因」の2つの側面がある。

このような自然的要因を認識した上で、社会的な様々な要因のそれぞれに対し、適時的確な対策を講じていくことが、霞ヶ浦の水質浄化には求められている。

このため、茨城県では、霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画を策定し、各種浄化施策を計画的に推進しているところであり、平成13年度には第4期の計画を策定し、近年汚濁が進む北浦浄化対策の強化、市街地や農地などの面源対策の強化、総合的な流域管理への具体的な取り組み及び住民運動の促進を大きな柱として、強力に施策展開を図っている。

今回の地域結集型共同研究事業においては、このような霞ヶ浦の水質浄化を図ることはもちろんのこと、新産業創出に寄与できる技術開発、地域 COE の構築を目標として、茨城県も積

極的な支援を行いながら、事業を実施して参りました。

事業運営に当たっては、中核機関となる（財）茨城県科学技術振興財団に霞ヶ浦水質浄化プロジェクトを位置付け、県職員を事務局職員として派遣して、事業を円滑に遂行できる体制を整えました。

まず、今回開発された技術を新産業創出に結びつけるため、つくばから 100 社のベンチャー企業創出を図ることを目的に「つくば連絡会」を設置し、特に環境分野については分科会を設け、本分野における新産業創出支援を積極的に図って参りました。

加えて、霞ヶ浦浄化技術研究会を開催し、本研究事業に参画していない研究者・企業に対しても積極的に開発技術の開示を行うとともに、将来のユーザーとなる地域住民に対して各種啓発活動を行って参りました。

県といたしましては、今後、研究成果の活用普及を図るとともに、事業化・企業化への支援や研究開発の継続と発展、さらには地域 COE の構築に向けた対応を行って参りたいと考えております。

この結果、事業の終了に際しては、多くの技術的成果や新企業創出が図られた他、本県の浄化施策に大きな貢献がありました。

第 4 期の霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画においては、本プロジェクトの成果を踏まえ、流域管理の考え方を取り入れ、かつ、生態系に配慮しつつ、水質浄化対策を推進することとし、また、窒素・リン除去型の高度処理型合併処理浄化槽など製品化が進められている技術や製品化されている技術については、「霞ヶ浦方式」と総称し、普及支援のための施策を積極的に図って参ります。

また、一層の企業化・事業化を支援するため、企業化を支援する企業として本事業の新技术エージェントが設立した会社や県が有する各種支援制度を有効に活用し、環境科学技術が持つ特性を踏まえた支援策を講じたいと考えております。

さらに、研究開発継続が必要なテーマについては、中核機関が各種共同研究を実施できる体制が構築できるような支援を行うと共に、本事業で開発した技術を応用する新たな共同研究事業として「都市エリア産学官連携促進事業」を開始し、つくば研究学園都市を核とする霞ヶ浦周辺地域を環境関連産業創出拠点とする構想の実現を図りたいと考えております。

このような、研究開発の人的・組織的ネットワークの拠点（地域 COE）として平成 17 年度の竣工を目指して「霞ヶ浦環境センター（仮称）」の整備を進めております。

8 . 中核機関の活動

中核機関である（財）茨城県科学技術振興財団は、事業総括および研究統括の指揮のもとに共同研究事業の基盤となる研究交流促進会議、共同研究推進委員会を開催し、さらには研究統括及びグループリーダーと連携を図り、幹事会、グループ研究会、成果報告会・発表会、公開実験および霞ヶ浦浄化技術研究会等を企画・準備・運営するとともに、備品・消耗品の購入等の業務や、円滑なコア研究室の運営・管理を行ってきた。

コア研究室は、研究開発状況の打ち合わせ、意見交換と同時に開発研究の各々の場において関連する有用生物、水生植物等の生理、生態学的機能の観察評価及び生物膜、底質等の生物相と浄化指標の質的量的把握を行い、さらには処理装置の処理性能や浄化の効果を把握するための水質分析ができる施設に整備を行い、大学、独立行政法人、県試験研究機

関等との有機的な連携の下に研究が推進できるように、つくば研究支援センター内に整備した。

また、実証試験を行う場として実験ヤードの場所の選定・設置を実施し、参加研究機関の研究支援を行った。実験ヤードとして 小絹実験ヤード（対象：生活排水） 鶴沼実験ヤード（対象：湖沼水、汚濁水路） 内水面水産試験場実験ヤード（対象：水質モニタリング）を整備した。

さらには参加研究機関と共同研究契約を締結し、有機的な研究協力体制の構築を図った。また、これらの研究機関との密接な連絡調整に努めるとともに、科学技術振興事業団への報告、また研究成果集、資料集等の発行、ホームページの開設などを行った。

また、国際新技術フェア（日刊工業新聞社主催） 茨城湖沼環境フェスティバル（茨城県主催）など、他事業にも積極的に参加し、成果の発表・公表に努めるとともに、日本計画行政学会など、他団体と連携し、共催でシンポジウムを開催した。

本プロジェクトでは、霞ヶ浦が研究対象となることから霞ヶ浦に関する必要情報を共同研究者に提供するとともに、一般市民や共同研究非参加企業等に広く浄化技術開発の重要性や研究の進捗状況を報告し、ネットワーク型地域COEとして情報の発信基地となる基盤作りを行ってきた。