

「水が育む自立可能な循環型環境都市構想」

Conception of Water-Mediated Sustainable Eco-City with Environmentally-Sound Material and Energy Recycle

研究代表者: 齋藤 利晃¹

村上 雅彦²・伊藤 賢一²、須川 晃資³、吉田 征史¹、小沼 晋¹、川田(押田) 佳子⁴、大沢 昌玄¹、平野 壮哉²

研究背景

近年地球温暖化問題への関心の高まりから都市のあり方が問われている。すなわち、過度に化石燃料に依存し、都市外から資源とエネルギーを集中投入してようやく維持される現在の多くの都市は、持続可能とは言えず目指すべき都市像ではない。22世紀のあるべき都市とは、『自立可能な循環型の環境都市』であり、(1)資源・エネルギーの都市内循環を高めることで都市活動に伴う環境負荷を低減し、かつ(2)人と自然が調和した環境空間』である。本研究プロジェクトでは、それらを実現するための技術的課題と政策的課題について、既存の枠組みを超えた新たな戦略を提案するものである。

環境都市を支える技術・政策的課題は広範である。我々の研究グループは下水とその放流先である都市河川を研究対象として選択した。理由は単純である。下水道は都市代謝活動に於ける静脈と位置づけられ、副次的に生産された老廃物を効率良く回収するシステムである。この老廃物は、未利用資源およびエネルギーに他ならず、それらを回収して利用することは最も効率的な循環システムの構築につながる。そこで我々は、下水の処理を生産プロセスとして位置づけ、資源回収と有用物質/生産エネルギー生産の結果として水の浄化が達成される技術の開発(グループ I)を目指すこととした。これは、既存の水処理の概念を打ち破るものである。また、処理水放流先の水辺環境は浄化された水の単なる捨て場所ではない。都市活動を営む人々の生活の場であり、またアメニティ空間として整備されなければならない。そこで我々は、人々と水辺環境が調和し、可能な限り健康及び環境リスクを低減化したアメニティ空間として、歴史的および文化的視点から水辺環境を創造すること(グループ II)を目指す。これら2グループの連携により水を通じた資源・エネルギー循環と水辺のアメニティ空間を創造すること、すなわちそれが我々が目指す『水が育む自立可能な循環型環境都市構想』である。

具体的な研究課題

I. 自立可能な環境都市に於ける資源・エネルギー循環技術の開発

I-① バイオマス等を利用した有用元素の廉価回収と物質生産(村上・伊藤・平野)

排水からの元素回収および物質生産技術を確立するためそれぞれ次の課題に取り組む。

排水からの有用元素回収

- ①排水処理系に流入する各元素の動態解析、
- ②各種バイオマス/高分子廃材等を利用した元素捕集材の開発
- ③資源として有望な元素のための実用的回収システムの開発

排水からの有用物質生産

- ④排水環境下で生体触媒としての利用が期待できる生物種の生育と、これらを利用した排水中有機物質を原料とした合成・変換反応の検討
- ⑤排水処理系での実用的な物質生産システムの構築

I-② 微生物燃料電池を用いた下水からの直接的エネルギー生産(須川・吉田)

現在行われている生物学的下水処理は、そのプロセスに膨大なエネルギーが費やされている。微生物燃料電池は、余剰汚泥の発生を抑制し、電気エネルギー産出型の廃水処理プロセスを有する点で、エネルギー循環技術に大きく貢献可能であるが、その実用化には電気生産力の向上が不可欠である。本課題では、実用化に足る電気生産力有する新規な微生物燃料電池の開発を行う。

微生物による有機物分解の際に発生する電子の移動反応を巧みに利用したこの電池は、電極(アノード・カソード)・イオン交換膜・微生物種・セルの形状等、様々な要素によって性能が決定される。本課題では、電気生産力に大きく影響すると考えられているものの、未だ合目的な最適化が達成されていない電極・イオン交換膜の材質・構造等について統計的に検討を行い、得られた知見を基に、当面 $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ 程度の電力密度を直接下水から生産可能な微生物燃料電池の開発を目指す。

II. 自立可能な環境都市に於けるアメニティに配慮した水辺環境の創造

II-① 環境動態・リスク(小沼)

都市活動を営む人と水辺環境との健全な関わりを担保するためには、水辺環境の健康リスクおよび環境リスクを可能な限り低減化することが求められる。下水処理を既存のプロセスから生産プロセスへと転換させたことによる、水辺環境に起因する健康リスク及び環境リスクの低減効果を明らかにするとともに、更なるリスク低減に向けた手法を提案する。具体的には、病原性生物や重金属などによる健康リスクおよび亜酸化窒素ガスの発生による環境リスクを対象とする。

II-② 地域・環境・景観資源としての河川まちづくりを活かした都市整備のあり方 — 景観生態学的アプローチを主として — (押田)

地域・環境・景観資源としての河川、特に都市河川と地域住民とのつながりを把握した上で、今後両者の結びつきを強め、さらには河川まちづくりに

と発展できるような地域学習プログラムの在り方を構築する。具体的には景観生態学的手法を用い、学生や地域とともに学びながら、景観調査、生物相調査(植物、動物など)を実施し、最終的には地域目線で河川のあり方とそれを把握するための指標を提示することを目的としている。

II-③ 都市政策的視点からの水辺環境のあり方(大沢)

改善された水辺環境を持続的に維持する「ひとづくり」「ひと育て」「まちづくり」のあり方—都市(まち)づくりからのアプローチを主として—
問題認識①:水環境の持続的発展の追求(水環境を育てる文化の定着)

改善された水環境は持続的に維持される必要あり、一時的なブームでは非常に問題である。では、改善された水環境は誰が使うのか?水環境改善の受益者は?との観点から考えると、「環境づくり」から「環境育て」へ、「まちづくり」から「まち育て」へ転換する時期にある。

問題認識②:相互連携のあり方を真剣に探る(歴史的な転換の検討)

水環境の評価基準をつくるのは環境管理者(環境省、環境基本法等を根拠)であり、水辺空間を整備管理するのは国土交通省、都道府県などの河川管理者(河川法を根拠とし、河川整備基本方針と河川整備計画により整備方針が定められている)である。持続的発展可能な水環境空間を考える上で、本来その両者の相互に効率的に連携する必要がある。

問題認識③:持続可能な都市水辺空間を創生(歴史的文化的視点)

低炭素社会が求められ、集約型都市構造(コンパクトシティ)の都市のあり方が議論されている。水環境は都市を味付け彩るもの(都市のシンボル)で非常に重要であり、事実、水環境を重視した越谷レイクタウンや、犀川・浅野川に味付けされる金沢の歴史的文化的景観など水環境は非常に重要であり、真の環境共生都市が求められている。以上の3つの問題認識を踏まえ、①改善された水環境を維持する「ひとづくり」「ひと育て」のあり方、②環境指標と社会基盤指標の相互連携、③持続可能な水環境を創生する都市空間のあり方の3点を解明することも目的とする。

なお研究がテーマとする都市政策は、政府の「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」(平成22年6月閣議決定)の21の国家戦略プロジェクトの1つに環境未来都市構想があり、また経済界((社)日本経済団体連合会)でも「未来都市モデルプロジェクト」を実施するなど、本研究はタイムリーな話題であり、研究成果は国家戦略への積極的関与につながるものと考えている。