

理工学研究戦略サブワーキング

アクア

水の多機能活用…

水の都の総合科学技術を目指して



目 次

理工学研究戦略プロジェクト「アクア」設立にあたって.....	1
理工学研究戦略プロジェクト「アクア」 水の多機能活用・・・水の都の総合科学技術を目指して.....	2
メンバーリスト	4
研究紹介：水を科学する	
水溶液界面における分離・反応・計測化学の展開.....	6
相関分子集団システムの熱科学的研究.....	8
水素結合ネットワーク系の非線形光学効果と化学反応の量子化学計算による研究.....	10
地球内部の水の物理化学とその地球惑星科学における役割.....	12
アルコール水溶液中での超高速分子ダイナミクス.....	14
水が関与する不均一・非平衡系の構造熱科学的研究.....	16
研究紹介：水を活用する	
水溶液処理によるSi太陽電池の効率向上.....	18
気相／液相（水）変換の電極触媒のナノオーダーデザインとエネルギー変換.....	20
水溶液中における高分子複合体の形成と水溶液物性.....	22
金属錯体ユニットの組織化と構造制御.....	24
気体包接化合物の構造・機能の解明と環境・エネルギー資源対策への活用.....	26
水を用いる物質変換反応における効率的触媒系の開発.....	28
有機合成反応における反応剤または反応場としての水の活用.....	30
水溶液中の核酸塩基およびDNAの電子移動酸化特性とDNA損傷機構.....	32
水中で機能する選択的物質変換用光触媒および発光型分子デバイスの開発.....	34
研究紹介：水と共生する	
沿岸都市域環境開発技術の開発と大阪湾再生行動計画への適用.....	36
バイオテクノロジーを活用した水域の環境浄化・保全.....	38
降水の有効利用による乾燥地植林と植林プロセスシミュレータの開発.....	40
降水汚染機構のモデル化と降水水質の予測.....	42
地表面過程における植物・土壌と水の相互作用とそのモデリング.....	44
水域の流動・物質循環機構の解明とモデル化.....	46

理工学研究戦略プロジェクト 「アクア」設立にあたって

国立大学法人化に伴い、特に大学としての研究戦略策定は重要な課題となっている。なかでも基礎科学分野の発展をどう支援していくかは大学の存続に係わる重要課題であり、その意味で平成17年度からスタートした研究推進室主導による理工学研究戦略ワーキングの発足を支援し、また研究プロジェクトの公募に応募し、それらを通して本ワーキングの活動に積極的に協力してきた。応募数約30件の内から3件が採択され、「水の多機能活用・・・水の都の総合科学技術を目指して」を副題にした理工学研究戦略プロジェクト「アクア」が最初に承認されたことは非常に喜ばしく感じると同時にその責任を痛感するところである。

大阪大学における水に関する研究では古くから素晴らしい成果を挙げており、文字通り「知的財産」として現在も脈々とその精神が受け継がれている。古くて新しい研究課題である水に焦点を当て、水が関与する基礎科学を基盤研究とし、環境やエネルギー問題に貢献できる水の活用を図り、地球レベルの環境問題を水を通して捉え自然と共生する技術開発を目指す、まさに水の総合科学技術の創成が本プロジェクトの目的である。

水の都大阪に位置し、全国に例を見ない理学・基礎工学・工学の3研究科の特徴を生かしながら、各研究科および学内関連研究施設を横断し、「水を科学する・水を活用する・水と共生する」という3グループで構成することにより、様々な研究者間の融合と相乗効果のなかから今世紀最大の課題のひとつである「水とどう付き合っていくか」について考える機会を与えられたことを感謝する次第である。

2006年2月吉日

大阪大学・理工学研究戦略プロジェクト「アクア」代表
基礎工学研究科・化学工学領域・教授 大垣 一成

理工学研究戦略プロジェクト「アクア」

水が多機能活用…水の都の総合科学技術を目指して

● 設立理念と目的

水は人類を含む総ての生命の存続と、人類の生産活動はもちろん地球上のほとんど総ての自然現象をつかさどっている。我々が水とどう付き合っていくか・・・水を知り、そのポテンシャルを利用し、また大きな水循環システムに戻していく・・・水とどう付き合っていくかが人類にとって 21 世紀の最大の課題である。

大阪は「水の都」と呼ばれるように古くから地域全体として水になじみがあり、また大阪大学においても水の基礎物性に関する研究は理学研究科の研究グループをはじめ、環境エネルギー問題と水との関連を先駆けた基礎工学研究科、治水・利水はじめ豊かな社会基盤づくりを手掛けた工学研究科など世界的研究成果を挙げた実績を持っている。環境問題との関連で「水の柔らかい機能」に注目した新規な科学技術の展開が期待されている現在、これまでの大阪大学の科学的歴史を踏まえ、水素結合の持つ柔らかい性質が関与する諸現象（分子から流体まで）を解明し、それを基に水の多面的機能を有効活用する科学技術を提案し、また水の大循環に戻し水と共生するための総合的な科学技術を確立することが重要である。

本プロジェクトは水の可能性を新しい視点で捉え、「科学する・活用する・共生する」という 3 つの柱を有機的かつ相補的に融合し、理学・基礎工学・工学 3 研究科をはじめ関連する学内研究機関による大阪大学発の総合的な「アクア」科学技術として、「地域に根ざし世界に伸びる」理念を実践するものである。

● 研究の必要性

水の惑星と呼ばれるように、水は地球上のあらゆる環境に対応しながら、固体・液体・気体と状態を変化させ、連綿と動植物の生命活動を司ってきた。しかし、20 世紀後半、地球レベルの環境問題がクローズアップされ、地球温暖化問題を始め、砂漠化による緑の急激な減少、あるいは化学物質による河川および海洋汚染、さらには人口増加による水資源問題も人類にとって避けては通れない重要課題であることが明らかになってきた。

日常生活において水はもっとも馴染深い物質であり、科学的にも古くから研究対象として取り扱われ、その多くの特異な物性が明らかにされている。特に水素結合と呼ばれる分子間相互作用が支配する水の熱的性質、水和性、界面エネルギー、自己組織化などは、まさに古くて新しい科学として現在でも基礎科学の中心的な分野を形成している。また、水の応用分野でもその特異な性質に着目して、水を材料とし、また反応・分離場として活用した研究が広範な科学技術領域を網羅している。さらに大気を循環する水は、エントロピーの輸送物質として重要な役割を担いながら生物を育て海洋を育み、沿岸域に暮らす我々に無限の恵みを与え続けている。水そのものを知り、水を有効に利用し、水を循環し水と共生する・・・水とどう付き合っていくかが人類にとって21世紀の最大の課題である。

水に関する基礎科学をさらに深化し、その成果を取り入れた活用技術を開発し、水との共生を図るために、本学の理工学研究体制の特徴であり、それぞれ独自の文化を育んできた理学・基礎工学・工学の3研究科を鼎に、関連する学内研究機関を有機的に組織して協同研究を推進する。



メンバーリスト

● アクアコア（幹事グループ）

「アクア」の運営・企画・グループ統括を担当するメンバー

- 代表： 大垣 一成（基礎工学研究科・物質創成専攻）
全体事務局： 江頭 靖幸（基礎工学研究科・物質創成専攻）
理学研究科担当： 中澤 康浩（理学研究科・化学専攻）
基礎工学研究科担当： 中野 雅由（基礎工学研究科・物質創成専攻）
工学研究科担当： 池 道彦（工学研究科・環境・エネルギー工学専攻）
工学研究科担当： 桑畑 進（工学研究科・応用化学専攻）

● 研究グループ

部局横断型の以下の三つの研究グループによって研究を推進する。

水を 科学する

水素結合の柔らかい性質に注目し、水分子の立体・電子情報の動的認識機構の解明と分子内・分子間伝達・制御手法の開拓を通じて、水分子の集合体やタンパクとの相互作用あるいは界面およびミセルや包接籠のような微小空間、超臨界水や準安定領域など極限状態における基底・励起状態相互作用のダイナミクスを解明する。

部局横断型の以下の三つの研究グループによって研究を推進する。と光や熱が関与する物質・エネルギー変換における高効率・高選択性変換システム構築の先導的役割を担い、アクア総合科学技術の基盤部分を構成する。

- リーダー： 渡會 仁 大学院理学研究科・化学専攻
中澤 康浩 大学院理学研究科・化学専攻
中野 雅由 大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
中嶋 悟 大学院理学研究科・宇宙地球科学専攻
宮坂 博 大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
稲葉 章 大学院理学研究科・分子熱力学研究センター

水を 活用する

酸素水素発生源として、水溶液中でのエネルギーと物質変換を支配するフィールドとして、また水の界面エネルギーが支配するミセルなど極小空間として、さらには水溶液を利用して有効成分の高選択生成と分離精製あるいは難分解物質の除去など水の機能を生かした、省資源・省エネルギーのアクア化学を推進する。また水の水素結合からなる包接籠を利用した環境・エネルギー問題への新規な展開を図り、水素エネルギー社会実現に向けての総合的な科学技術を創出する。

リーダー：	松村 道雄	太陽エネルギー化学研究センター
	桑畑 進	大学院工学研究科・応用化学専攻
	佐藤 尚弘	大学院理学研究科・高分子科学専攻
	今野 巧	大学院理学研究科・化学専攻
	大垣 一成	大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
	佐藤 博	大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
	海老谷幸喜	大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
	茶谷 直人	大学院工学研究科・応用化学専攻
	福住 俊一	大学院工学研究科・生命先端工学専攻
	平井 隆之	太陽エネルギー化学研究センター

水と 共生する

磁場・音波・マイクロ波や膜などを利用した廃水処理技術や微量有害物質を除去・分解するプロセス開発など広い意味での造水技術関連の基礎的研究をはじめ、地球上の水の大循環システムの解明と保持、あるいは乾燥地帯の緑化を目指すパイロットプラントなど地球レベルの環境問題を「水」を通して捉える視点を開拓・展開する。分析化学との連携による水質浄化技術の開発や、都市沿岸域の再生に向けた環境修復技術の開発など、総合的なアクア技術の創成を担う。

リーダー：	中辻 啓二	大学院工学研究科・地球総合工学専攻
	池 道彦	大学院工学研究科・環境・エネルギー工学専攻
	江頭 靖幸	大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
	芝 定孝	大学院基礎工学研究科・物質創成専攻
	町村 尚	大学院工学研究科・環境・エネルギー工学専攻
	西田 修三	大学院工学研究科・地球総合工学専攻