

生活環境から生産環境にいたる水科学の調査研究

つくばサイエンス・アカデミー 大西 樞平

1. 調査研究の概要

1. 1 背景と目的

21世紀環境適応型社会における最も重要な課題のひとつは「水と環境問題」である。環境問題は単なる自然科学的取り扱いだけではなく社会科学の観点をもとりいれた新しい科学的視点に立つ必要がある。そのためには、人間の視点に立った等身大の科学的立場に立つことにより、水物質の諸々の機能に関する総合的知見を得ること、さらに生活環境物質としての「水」に、環境浄化のための新機能を持たせる新しい革新技术の開発を推進すること、そして環境産業が直面する諸々の問題を解決できるための科学的判断基準を設けることが必要である。広範な環境問題への取り組みの中から「人体からみた環境問題」という観点に立ち、人体とその健康を保全する全体としての自然および社会環境に共通な水の活性機能について科学的研究を推進する。物理化学的な知見と生理活性的な知見、さらには環境影響物質としての水に関する知見を総合的に集約し、人体の健康と環境の保全のための知的基盤を与えるための新しい科学技術研究の方法を開発することにより、人体の内と外の環境に共通する水の環境基準の考え方の確立を図ることが本調査研究の目的である。

1. 2 内容

1. 2. 1 調査研究課題（後出 2. 1、2. 2、2. 3項参照）

生活環境と生産環境、この二つのテーマに関する知見の集積・統合化及び関連付けを行い、蓄積された知識ベースを利用することによる再生産可能なシステムを構築する。

- (1) 生物圏を支える環境物質としての水のオミックスの構築
- (2) 水関係諸分野におけるオントロジーの調査による環境問題解決への基盤構築

1. 2. 2 実施機関と共同調査研究者等

つくばサイエンス・アカデミー水科学と環境問題ワークショップ実行委員会の中に本調査研究遂行のための共同調査研究会を設けた。共同調査研究者等の氏名（順不同）及び所属（研究開始時）は次のとおりである。

大西樞平（調査研究代表者・NEC 基礎・環境研究所（兼）地球シミュレーターセンター客員研究員、水科学と環境問題ワークショップ幹事）

岡田雅年（つくばサイエンス・アカデミー理事、水科学と環境問題ワークショップ実行委員長）

谷津 潔（筑波大学名誉教授、株式会社IDX テクノロジーズ顧問）

小島誠治（筑波大学数理物質科学研究科物質工学系教授）

京藤敏達（筑波大学システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻助教授）

神崎 愷（昭和薬科大学薬品分析化学研究室助教授）

岡田光正（東邦大学理学部長）

伊藤 聡（（株）東芝研究開発センター先端機能材料ラボラトリー研究主幹）

平野啓二（（株）NEC ファクトリエエンジニアリング品質環境ソリューション事業部グループマネージャー）

蛭田政宏（茨城県工業技術センターいばらきサロン技術交流コーディネーター）

坂入信之（調査研究分担者・筑波大学システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻博士課程）

1. 2. 3 調査研究会において行われた講演

知識ベースを得るために研究会が主催した講演は次のとおりである（敬称略）。

- ①気泡を含む流れの物理と環境技術への応用（東京大学大学院工学系研究科教授 松本洋一郎）
- ②ナノバブルとその応用について（(独)産業技術総合研究所環境管理研究部門 高橋 正好）
- ③東京都水道局における高度浄水処理の取り組みについて（東京都水道局浄水部 北澤 弘美）
- ④水の物理化学的な知見と諸問題について（山形大学理学部物質生命科学科助教 天羽 優子）
- ⑤世界で初、安定化次亜塩素酸水の開発と農林水産分野での利用について（逸見電機エンジニアリング代表取締役 逸見 秀孝）
- ⑥エレクトロニクス産業向け超純水・水回収・機能水（オルガノ（株）開発センター研究開発部 二ツ木 高志）
- ⑦より地球環境に優しい排水処理を目指して（アサヒビール(株)生産本部プロデューサー 山田 勉）
- ⑧霞ヶ浦浄化の取り組みについて（茨城県霞ヶ浦環境科学センター長 前田 修）
- ⑨電解水による野菜などの洗浄・除菌処理（農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 五十部 誠一郎）
- ⑩冷凍保存中の食味の劣化を水の運動性から見る（フジテレビ商品研究所上席研究員 矢野 誠二）
- ⑪地球気候と水循環（東京大学大学院理学系研究科教授 山形 俊男）
- ⑫微細気泡の生成法と利用した湖沼浄化の実際（(株)大日テクノグリーン代表取締役 中島 竹志）
- ⑬地球上の水循環および世界の水資源需給の現状と将来展望（東京大学生産技術研究所教授 沖 大幹）

2. 水のオミックス構築におけるオントロジー（調査研究成果を含めて）

2. 1 水のオミックスの重要性とオントロジー

オミックス（OMICS）という概念は和田昭允氏によって提唱されたものである。生命はその根源を遺伝子に刻み込まれた遺伝情報に発している。これがRNAに転写され、翻訳されてタンパク質が合成され、そしてその相互作用によって生命体が構成されるというのがいわゆる分子生物学の“セントラルドグマ”である。和田氏が指摘したことは、階層内の知識の体系化（通常の学問体系）はもちろん重要であるが、最終的な目的が生命現象の理解にあるとすれば、階層間の関係を明らかにすることがより重要であるということであった。

水科学においても状況は同様である。水は単なる物理化学の研究対象に限るわけではなく、人々の生活に密着した環境やさらには経済活動にも関係するものである。物理化学的な学問分野でのスケールの異なる複数の階層に加えて、さらに生体の関係、環境との関係など、和田氏の提唱している生命戦略の理解のためのオミックスワールドの概念をさらに拡張したメタオミックスワールドという切り口で水科学を捕らえることが必要である。しかしながら、水科学においてはその手法なり学問体系なりはまだない。平面知識構造を持つオントロジーの構築は重要な手がかりを与える。

2. 2 水オントロジーの構築

オントロジーは対象とする分野についての事柄を分類して、知識の体系として確立された情報を示す。オントロジーの構築にあたっては、対象とする分野の様々な用語の概念についての定義を明確にして、関連づける。オントロジーを構築することによってある分野での様々な語彙や概念の間の新たな関連性を見出しその分野についての総合的な知識を得ることができる。本調査研究会では水についてのオントロジーの構築を試みた。水は、工業、農業、医療等の人間の生活に関わる多くの面で使われ、機能や性

質について、物理化学、電気化学、生命科学、流体力学、環境科学などをはじめとする様々な学問分野で研究されている。この様に水は我々の周りに身近な存在でありながら、多くの性質と機能を持つことから水についての総合的な知見を得るには至っていない。

調査研究会での講演内容を元に情報を整理し次のようなオントロジーマップを構築した(マップは報告書参照：なおオントロジーマップ作成ツール等に関する情報は www.water-science.jp 参照)。

・水科学と環境問題オントロジー全体概要図・水科学と環境問題オントロジー展開図・水物質オントロジー・気泡オントロジー・水処理オントロジー・農作物と食品オントロジー・水環境オントロジー

2. 3 水オミックスワールドの構築

オントロジーは情報・知識に間に関連付けを行っていく仕組みであるから、質的に大きく異なる情報を直接関連付けることは構造化の観点からは望ましくない。水のオントロジー例で示したとおり、『水物質』、『気泡』、『水処理』、『食品』など、それぞれの背景となる学問分野やその適用分野などに応じた階層化を行うことが必要である。食品オントロジーマップに物理化学的な詳細情報を組み入れることは情報の相互関係を見難くするだけである。情報・知識の階層の違いを踏まえて、階層間での見直すことが必要である。その上で複数の階層を総括的に見るのがオミックスである。これはいわばメタオントロジー的なものであり、オントロジーが知識の整理であるとするれば、オミックスは知識の活用に向けた仕組みである。このため、利用者がなにをしたいかでオミックス的な切り口は変わってくる。このような視点に立ち、本研究では *生物圏を支える環境物質としての水のオミックス図* を提示した(報告書参照)。

3. 調査研究会の講演概要と資料(講演題目と講演者は1. 2. 3参照)

3回開催された調査研究会の講演者の講演概要と資料(スライド)は報告書に収録されている。

4. まとめ

4. 1 調査研究から分かったこと

本調査研究でオントロジー、オミックスを構築する作業の中で、水に関連した科学的及び実用的知見は急速な進歩を遂げていることが認識された。しかしながら同時に、水科学に最も必要とされている科学的判断基準を確立するためには、水のもつ本質的な多様性に対する科学的研究手法そのものを創造しなければならないことも明らかになった。例えば水の機能性に関与する気泡の役割、溶媒としての水の性質と溶質としての水分子そのものを構成している H や OH の振る舞い、液体及び流体としての透過性、生物に対する浄化機能等々を理解するためには、それぞれ水が置かれている様々な環境に応じて異なった物理化学的知見が必要とされる。さらに地球規模での水循環という観点から、将来における水ストレスの問題が水と食料・エネルギー問題という新しい視点からの水環境問題が提起されている。このように水科学研究では分野横断的な新しい取り組みが必要とされることを本調査研究は強く示唆している。様々な問題に対して、水オントロジーという形で総合的知見を得ることが可能なシステムを利用して、そこから問題に応じた判断基準を得るための新しい研究手法の開発が今後の方針であるとして本調査研究の報告書のまとめとする。また一連の成果は下記のようにウェブ上で公開されている。

4. 2 今後の展望

オントロジーはボトムアップ方式による知見の集積と集約であることから、水オントロジーデータを本調査研究の成果として公開する (www.water-science.jp)。またオントロジーデータを新たに登録し情報の質・量ともにバージョンアップできるウェブシステムを本調査研究によって導入することが出来たのでさらに今後も水科学と環境問題の研究を推進する。