

モニタリングのための総合技術開発

環境モニタリング研究所

Institute for Environmental Monitoring



研究所（トークン大宮ビル）外観

次代への構想 Design for Next Age



株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

環境モニタリング研究所設立にあたって

東京建設コンサルタントは、1960年の創業以来、総合建設コンサルタントとして様々な分野で実績を積み重ねてきました。そして、先端な技術者集団として、常に業界をリードしてまいりました。

二十一世紀を迎え、地球温暖化、人口問題、資源の枯渇が深刻化しています。人間が安全・安心で豊かな生活を営むためには、これらの問題は決して避けて通ることはできません。一方、国内においても様々な環境問題が顕在化するなか、地震・津波・豪雨に強い国土づくりが緊急課題となっています。また、過去営々と整備されてきた大量の社会資本ストックの老朽化も社会問題化しています。

地球環境問題、自然災害の災禍減災及び社会資本ストック持久等に確実に対応することは、これからの建設コンサルタントの社会的使命であり企業の責任であると考えております。また、大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法、水質汚濁防止法（地下水）、下水道法、悪臭防止法、廃棄物処理法、土壌汚染対策法などの法規に基づく調査、分析、試験及び評価を行える体制の保持も重要な課題であると考えております。

これらの課題に対応するため、環境モニタリングのための技術や施設を整備し、環境モニタリングデータに関する信頼性の確保と説明責任を負える体制の確立を目的に、環境モニタリング研究所を開設しました。一方において、環境モニタリング技術は、我社の環境部門の基盤技術であり、また、新規市場開発、地方分権化への対応、海外協力の観点からも必要不可欠な技術であり、その観点からも事業の推進を進めてゆく所存でございます。

何卒ご高承の上、ご支援ご指導賜りますよう、お願い申し上げます。

平成 23 年 9 月吉日

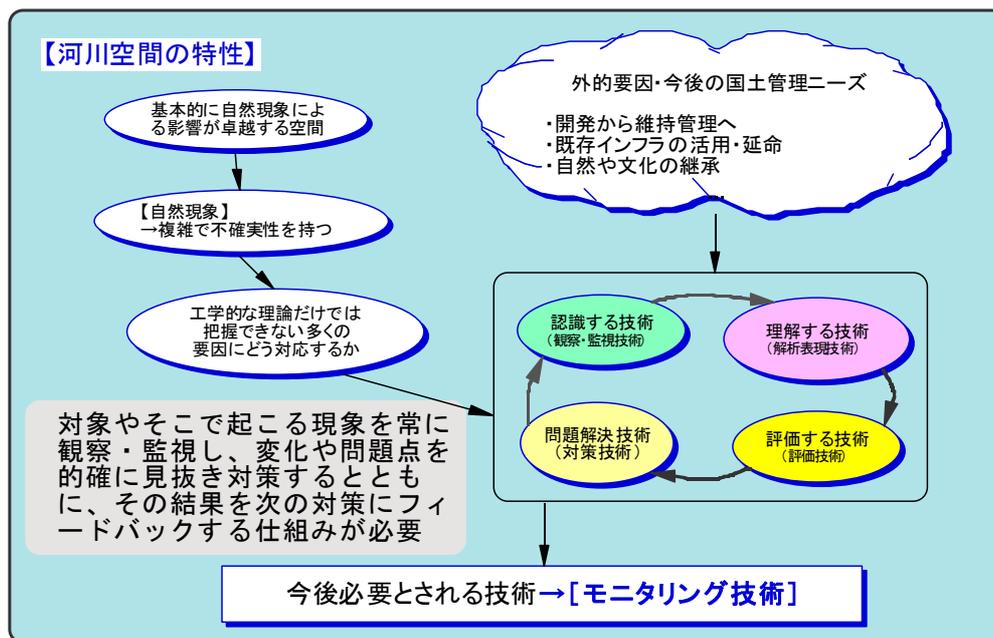


図 河川に対するモニタリング技術開発の基本フレーム

環境モニタリングのための総合技術開発

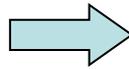
環境モニタリング研究所の事業内容は、モニタリングのための総合技術開発です。地球環境問題と防災の確実な実行と、堤防及び堤防横断構造物を始めとした各種施設の持久のためには、モニタリング技術の開発が必要不可欠であるとして、事業内容を設定しております。水質の分析、生物の試験、観測機器の開発、センシングシステムの設計等を担当する計測試験部門とコンサルティング部門（総合技術部・流域環境部）を両輪として業務及び技術開発に取り組んでいます。

モニタリング: 施策が意図したとおりに推移、保全されているかを判定する計画的な観察、分析、測定、センシング
(安全の確保、ハザード予防、再生循環利用等の施策に対して)

総合技術開発: 認識する技術(観察、分析、測定、センシング)に加えて、
理解する技術(解析、情報加工、図化、CG etc.)
評価する技術(重要管理指標、評価手法 etc.)
問題解決する技術(自然機能化、IT活用、新技術活用 etc.)

POINT:

今までの経緯を知る、何に注目するか



今後どうなってゆくかを知ることが重要

地域環境問題の精確な把握

- ・水循環把握(地球、流域、地域)
(非接触水文機器等観測実施)
- ・衛星観測データの利活用
(データ解析、空間情報解析)
- ・水利用とCO₂削減のリンクモデル

施設持久の的確な計画

- ・河川は不確実な自然卓越空間
(工学理論だけの把握が困難)
- ・開発から維持管理の時代へ
- ・河川管理内容のひろがり
(環境: エコロジー、水質、地域 etc.)

災害減災の適確な実行

- ・センサWEBシステムの構築
- ・情報活用減災システム
(観測強化、予測モデル)
- ・防災避難情報の伝達方法
(教育、広報、連絡手段等)

図 環境モニタリングの総合技術開発を行う注力業務分野

総合技術部の業務方針

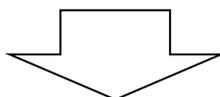
わが国の社会資本は、戦後の高度経済成長とともに多くが整備され、現在は一定のストックを形成していますが、今後は社会資本ストックも成熟化が進み、維持管理や更新を戦略的に行う必要性が高まっております。また、こうした社会資本ストックをとりまく状況の変化に加え、少子高齢化の進行や経済社会構造の変化に伴い社会資本整備に対するニーズも変化しており、より効率的・効果的な社会資本ストックの維持管理・更新ニーズに対応する技術の体系化が求められております。

ここで当社の注力事業分野である河川に目を向けると、本来自然的な空間である河川の特性として、複雑で不確実性を伴う自然現象・自然環境への的確な対応が河川管理の重要な技術課題となっており、これに加えて治水・利水に関わる社会資本である河川管理施設の更新・維持管理に関する急速な需要増への対応が求められております。こうしたニーズに的確に応えるためには、整備目標を定めて計画的に開発・建設を行う従来型の技術体系とは別に、対象物（河川）の現状を把握し、水源域から河口・海洋までその問題点を的確に見抜いて迅速適切に必要な対策を講じるという河川管理の広がりを踏まえた新たな技術体系の構築が必要であると考えております。

この、新たな技術体系の実現には、①認識する技術、②理解する技術、③現象を評価する技術、④問題解決する技術の4つの技術分野の要素技術の融合による技術体系の構築が必要です。そしてこの技術体系は、河川管理に限定されるものではなく、地球環境や自然災害の災禍減災等にも適用できるものと考えております。

環境モニタリング研究所の目指す役割

社内に蓄積された技術資産である様々な優位技術を活用し、次世代に向けた新たな技術思想・技術体系の構築を行うとともに、補うべき要素技術の開発・蓄積を目指す。



技術分野	要素技術
認識する技術 (観察・監視・測定技術)	【対象を的確に検知し認識する】 <ul style="list-style-type: none"> ・地形、地盤に関する探査、観測技術 ・水理、水文、流砂系等の物理環境に関する観測・監視技術 ・動物、植物、生態系等の自然環境に関する同定・定量化技術 ・水質、土壌等の分析技術
理解する技術 (解析・表現技術)	【現象の本質を理解し表現する技術】 <ul style="list-style-type: none"> ・GIS、RS等の環境情報技術 ・多様性や自然性等の現状を分かりやすく記述、表現する
現象を評価する技術 (評価技術)	【様々な評価尺度（価値観）で現象を評価する技術】 <ul style="list-style-type: none"> ・多様性や自然性等に関する環境評価 ・環境の予測評価、環境アセスメント（事業アセス）
問題解決する技術 (対策技術)	【現象（問題）の本質に対応した対処方法を開発・提案する】 <ul style="list-style-type: none"> ・水理模型実験（河道や構造物等の計画・研究・開発への対応） ・センサネットワーク技術の応用（防災・警戒避難システム） ・戦略的環境アセスメント（SEA）

河川管理センシングの活用

河川管理は、治水、利水に加えて、環境エコロジー、水質、地域等の要因が加わり、管理の内容が広がり、そして変遷しています。この場合において、時間的にスポット的な観察や測定ではなく、長期間連続してのセンサによる WEB ベースの連続監視を「河川管理センシング」と呼称して以下の技術開発を進めています。河川の観測技術は、河道内施設に設置が不要なセンサの開発と調査ベースでも使用可能な廉価で長期間メンテナンスフリーの実用的な観測技術の開発を進め、業務に活用しております。

表 観測技術の開発を進めている課題

観測区分	センシング項目	摘要
流水の観測	稠密水位観測システム	空間的、時間的に高密度の観測
	非接触水位観測（電波式）	橋や河岸からの水位観測
	非接触流速観測（電波式）	橋や河岸からの流速観測
	非接触流量自動観測（電波式水位、流速）	橋や河岸からの観測
	ADCP による流量観測	ADCP を曳航する形の流量観測
	地中雑音計測による掃流砂量観測	洪水時掃流砂量の観測
	ガンマ線計測による流砂量観測	流砂の超長期間変動の観測
	固有振動周波数計測による洗堀深観測	H 鋼へ電波反射板を設置して利用
	超音波式河床高計	1 年間メンテナンスフリー河床高計
	比抵抗式河床高計	5cm ピッチの河床高の計測
	海水浸入、地下水塩害化観測	地盤沈下、海水面上昇による密度流の観測
堤防、施設の観測	超低周波音パルス計測	RC 構造物と土(堤防)のなじみ度チェック、空洞化探査、洪水時漏水
	比抵抗縦断分布	同上
	高密度電気探査変化率計測	土壌水分挙動、浸透流分布観測
	水路の水平電気探査	RC 劣化部位探知、漏水量観測
	常時微動、振動計測	構造物の安定度センシング



センサ開発室内状況

(左：管理コンソール 中央：室内実験水路 右：試作品作動チェックコーナー)

モニタリング技術の活用

社会資本の成熟化が進む中、資源の有効利用、機能の持続的活用、環境負荷低減といった条件下において、施設の計画保全的思考の元に、モニタリング技術の活用による問題解決法が求められています。

モニタリング技術活用の手順（例）

1. モニタリング技術の活用による河川管理の高度化プログラムの立案

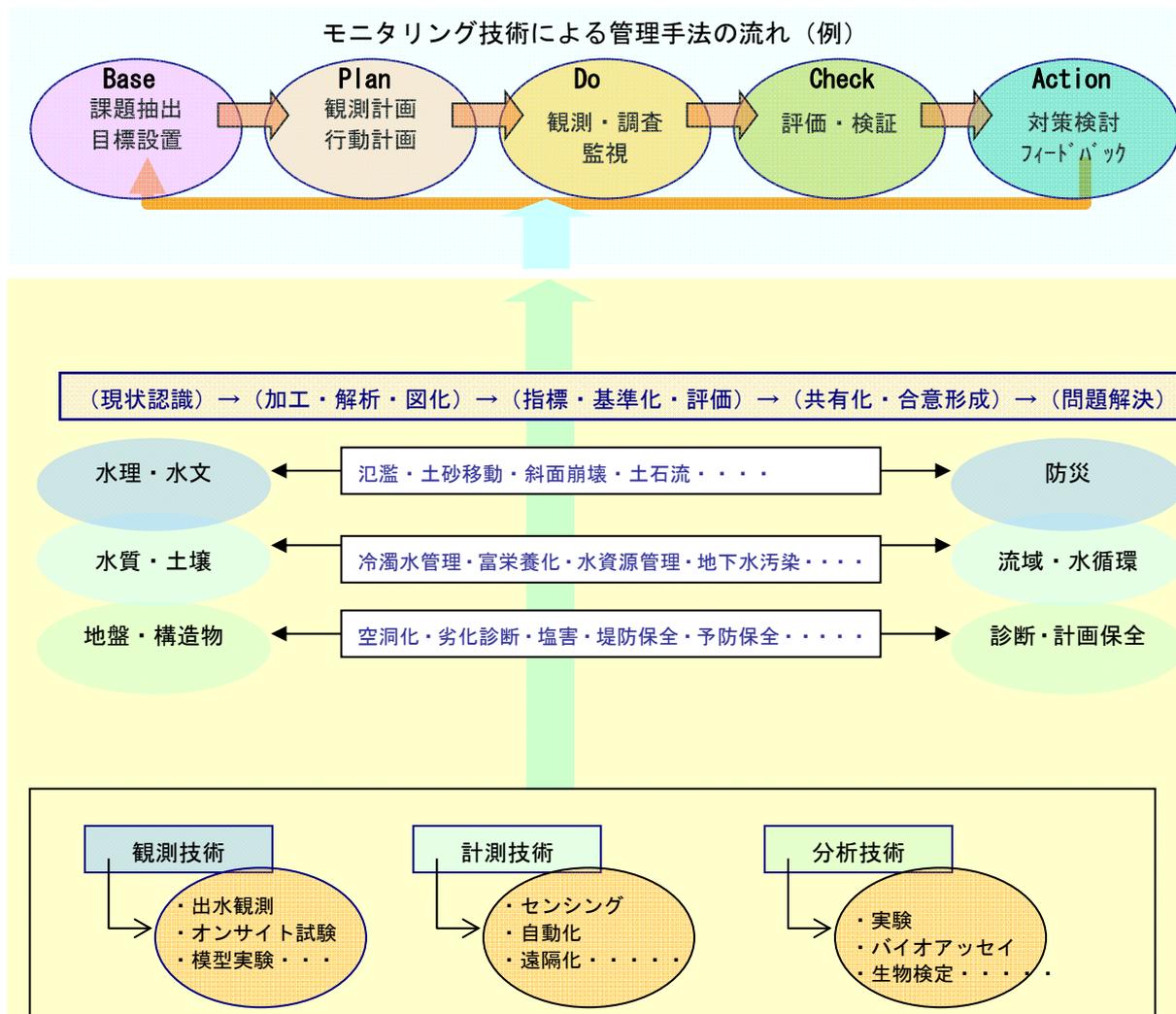
モニタリング技術の活用にあたり、基盤条件の整理を行い、管理プログラムの高度化について検討し、モニタリング計画を立案する。

2. モニタリング技術の導入とシステムの実装（運用と管理）

現象の指標化を行い、モニタリングシステム（入出力の明確化）の設計を行い、システムを運用管理する。

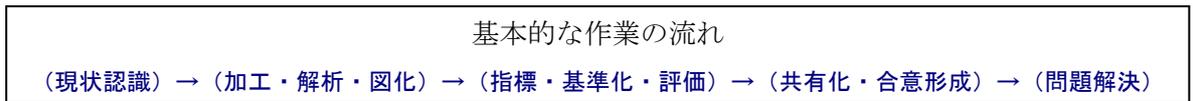
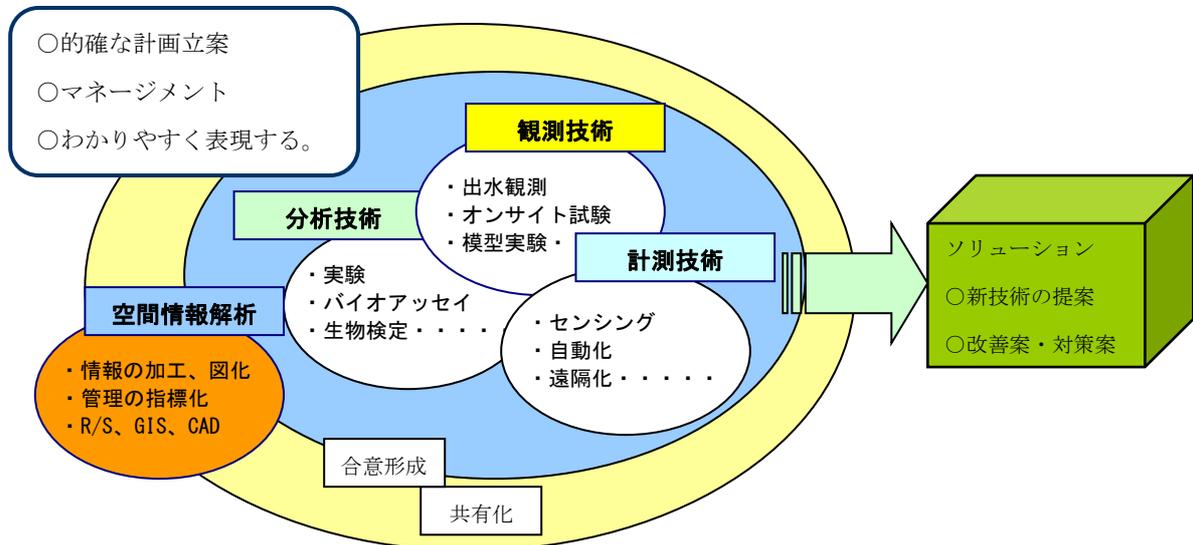
3. システム評価と継続的な管理支援

モニタリング結果の評価を行い、継続的な対策案、改善計画を検討する。



河川分野のモニタリング技術活用のフレーム

モニタリング技術グループでは、事業内容を理解して適切な計画を立案、自社の観測機器を使用して正確かつ迅速な分析を行います。各種環境アセスメント、構造物の劣化診断をはじめ、事業や施設が環境に与える影響を把握するためのモニタリングを行ない、モニタリング業務全体のマネジメントを行っております。



■モニタリング技術のマネジメント

河川計画分野では、近年、多発するゲリラ豪雨、台風による洪水災害の増加など、これまでの気象、災害状況から大きく変化しつつあります。その中で河川治水事業においては、従来のような構造物によるハード対策に加え、情報提供などのソフト対策を効率的に取り入れた総合的な治水対策に変化しています。また、環境影響評価の分野では、事業所や生産施設が環境にどのような負荷や変化をもたらすのかを予測することは、事業のコストや将来性を考える上で重要なテーマです。私たちはモニタリング結果に基づき、環境リスクの実態を適切に予測して、コストバランスや管理手法についてトータルな視点をもった提案を追及しております。

- ・ 実態把握調査／分析（土壌地下汚染、アスベスト・・・）
- ・ 環境アセスメント調査（地盤環境・生態環境・生活環境・水文／水質・・・）
- ・ 環境モニタリング（水質・振動・騒音・生態系・・・）

■環境情報、空間情報の解析・評価

観測、計測によるモニタリング結果を、様々な環境問題の要因について、広域的な視点を階層的に評価、解析するため、R/S、GIS等を利用した環境情報・空間情報の解析、評価に特化した技術部門業務に取り組んでおります。

ICT 技術の活用

これまで我が国で蓄積されてきた社会資本の有効活用と効率的維持管理が重要な課題となっています。また、豪雨や台風の強度が増大しており、河川管理施設の一層の安全性や信頼性の確保など、維持管理の質の向上が求められています。そのため、施設の状態をモニタリングしながら PDCA サイクルに沿った順応的な河川管理を行うことが重要となってきています。

河川管理施設のモニタリングにおいて、ICT 等を駆使した効率的で質の高い維持管理の実現が重要なテーマとして注目されています。

また、河川管理は治水、利水に加えて、環境、地域等の要因が加わり、管理の内容が広がるため、時間的にスポット的な測定ではなく、長期間連続してのセンサによる連続監視が必要です。

一方、センサ技術、分析技術、ネットワーク技術等の発達により ICT を活用したモニタリングデータも変化し、それに伴い各種情報の利用方法も高度化してきています。

環境計測グループでは、今後の河川管理において効率的で質の高い維持管理の実現を図るために、センサ WEB を活用したモニタリング手法の設計を行い、ハイドロインフォマティクスシステムによる河川管理センシング情報の配信事業を行っています。

河川管理のセンシングにおいては、河道内へセンサ（検出器）を取付けるための施設の整備が常に問題となります。そのために当所では、洪水流に非接触で観測やセンシングが可能なセンサの開発を行っております。具体的な事例を挙げれば、電波式流速計、電波式水位計、電波式流量計は、橋等への設置でセンシングが可能となり、その他に、土砂ガンマ線計による流砂量計測ではピアーやテトラポットに埋設設置、音圧計による掃流砂量計測では河岸堤防や高水敷地盤への埋設設置の方法によりセンシングをおこなっております。

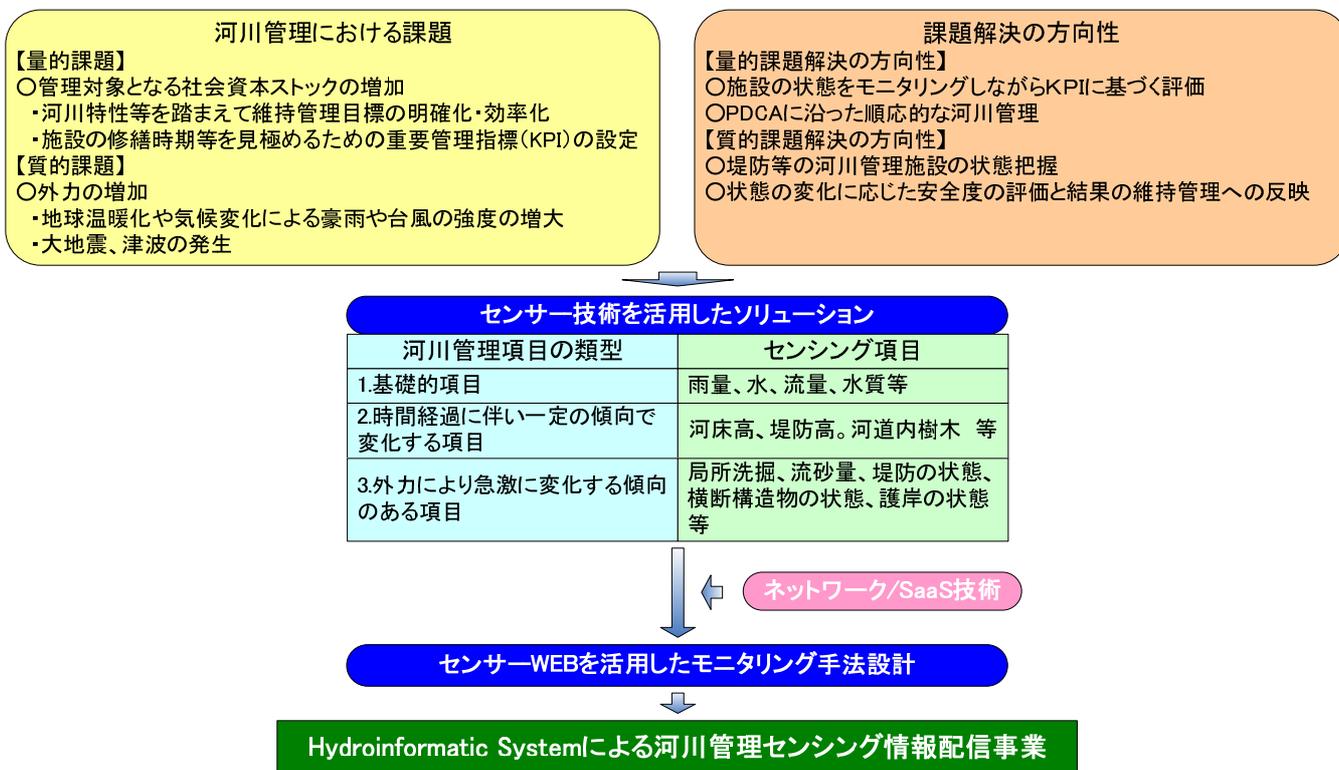


図 河川管理センシング情報配信事業の基本フレーム

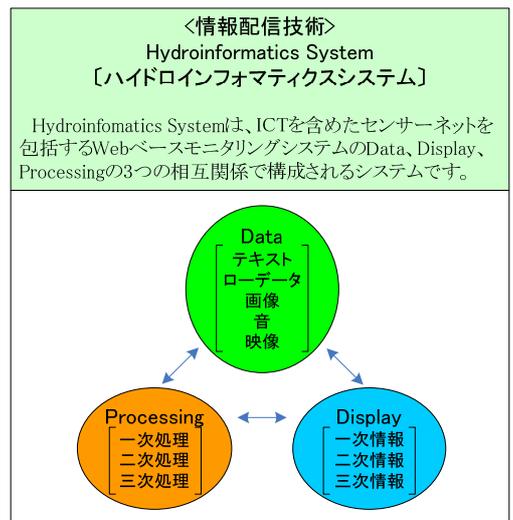
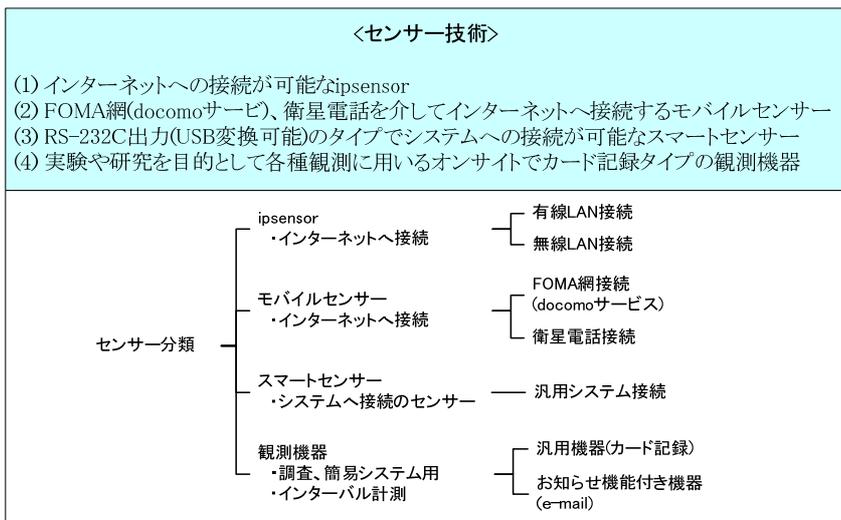


表 ハイドロインフォマティクスシステムへ接続の観測、計測項目

観測区分	センサ項目
水文観測	水位、流速、流量、流砂量、洗堀深、土壌水分量、浸透流流速
土砂崩壊予測	亀裂部距離、地中雑音、流量変動、ワイヤー断線、濁度、振動、騒音
管理施設計測	固有振動周波数、常時微動、低周波音パルス、比抵抗、高密度電探
気象、環境観測	雨量、降雨強度、雨滴粒度、気温、地温、湿度、日射量、大気汚染
その他計測、観測	交通（速度、台数）、水中放射線、空間放射線量率、におい度(悪臭)、粉塵

情報配信事業の実績

宮城県 気仙沼土木事務所
 水災害警戒監視システムの試験運用
 (NETIS 登録技術の利用)

本システムには、以下のセンシング項目を付加することが可能です。

○農地塩害	○農業用水塩水化	○地下水塩水化
○現地土掘削に伴う酸性水の発生	○悪臭	
○衛生害虫発生	○海鳥飛来	○放射線量率

流域環境部の事業方針

河川、湖沼、水路、下水管路等の水循環系（水量、水質）は、流域の地形・地質、河川特性、気象条件などの自然環境特性を要因として形成され、産業、土地利用、生活などに起因する社会経済活動の影響を強く受けています。

近年、それらの要因は、河川流量の減少、水質汚濁、地下水位低下、保水機能の低減、湿地帯の消失などを引き起こし、水需給量の逼迫、

飲料水の悪化、地盤沈下、湧水枯渇、都市型水害、生態系の悪化となって、国民生活に大きな影響を与えています。そして、これらの要因は複雑に絡んでおり、個別の対処では、その原因の特定が難しく、持続可能な形の形成が困難です。

我々は、これらの問題に対して要因と現象の仮説を立て、モニタリングによる検証を通じて、安全な水利用を安定的に維持するための流域内の水循環の管理に貢献していきます。

これらの検証に必要なデータを得るために、自社に環境分析センターを保有し、正確な分析、試験を行っています。あわせて時系列的に連続したデータの確保が必要であり、センサの開発を行い、安価に高精度のデータの取得を追求しております。

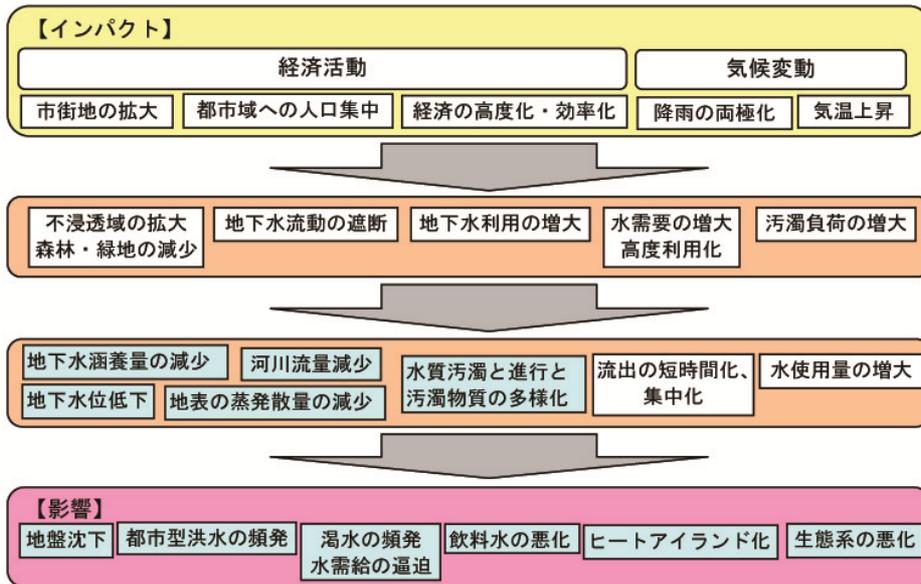
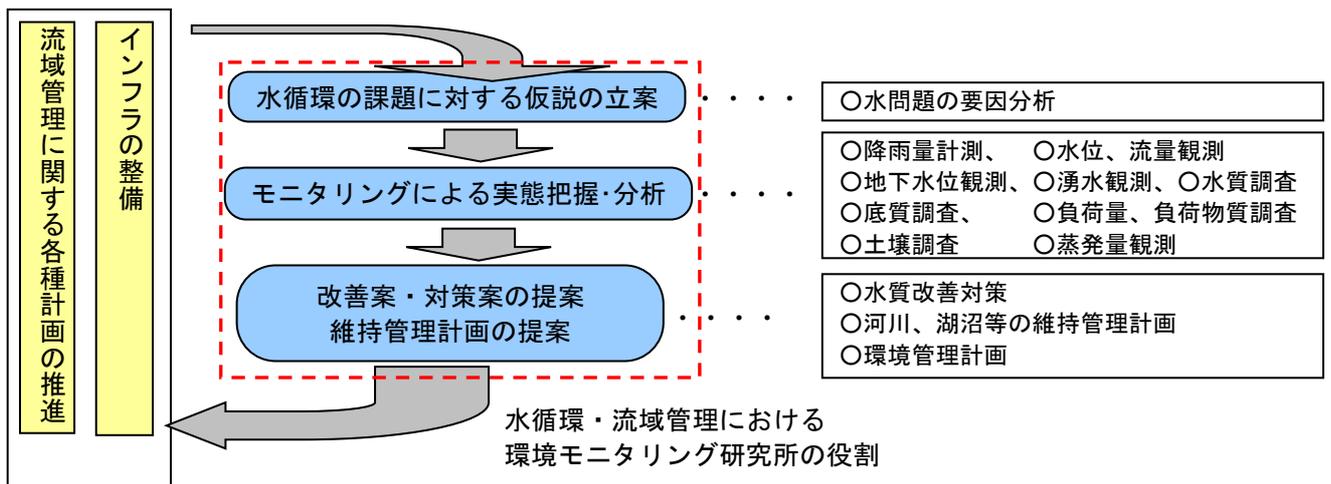


図 水循環における課題と要因



流域水環境の改善に向けて

水のきれいさは飲み水としての安全性だけでなく、水生生物の生育・生息の場としても重要な要素であるとともに、豊かな自然とのふれあいの場を形成する重要な要素です。きれいな水を保全、創出していくことは我々の生活のみならず良好な自然環境を守る上でも重要です。

公共事業のあり方が多面的に問われる中で住民の関心は身近な自然環境、誰もが安全で快適に暮らしやすい生活環境として、日々高まっています。そのため当所では、水質をはじめとする水環境に関する調査・解析、水質保全対策の立案、流域と一体となった水環境改善に関する総合的な計画の検討・立案等の取り組みを行っています。

■流域での水質問題の例



ダム下流における濁水長期化



ダム・湖沼の富栄養化現象



水質事故による汚濁

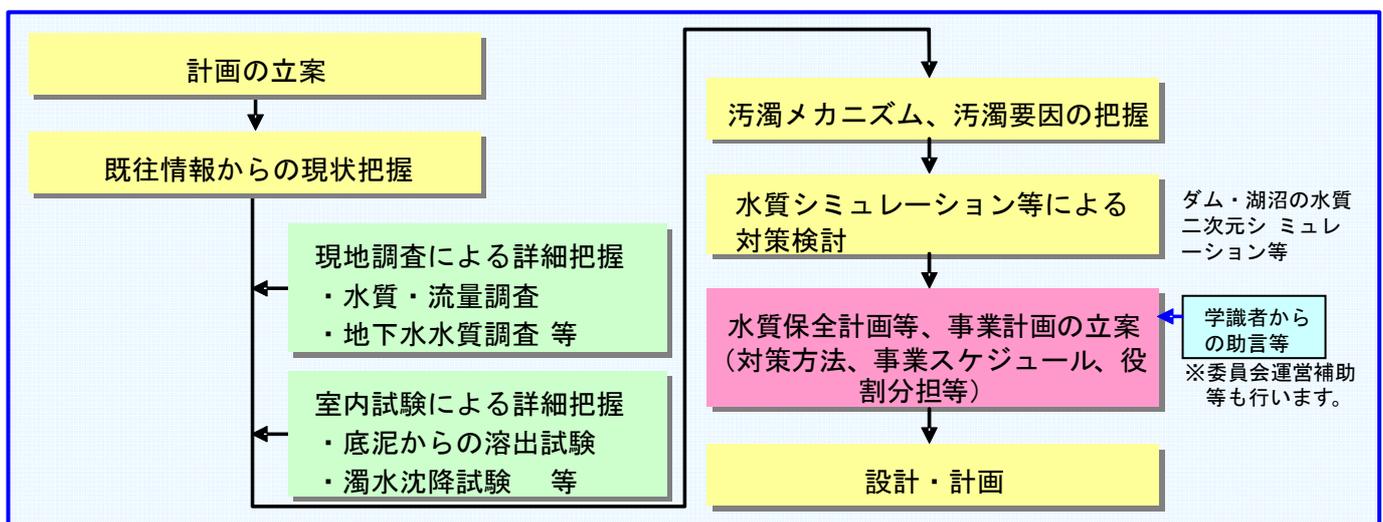


家庭排水等による有機汚濁



汚染物質等による生物生息環境の悪化

■基本的な調査・検討（水質保全計画立案等）の手順



環境分析センター

環境分析センター（トーケン大宮ビル）では、水環境の監視、河川洪水の観測、地球環境の精確な把握等を目的とした、水、底泥、土壌の質の分析、室内実験、生物試験等を行っています。

公害の監視、環境基準の維持達成のチェック

■ 水質汚濁監視にともなう公共用水域の水質分析、工場排水等の水質分析

■ 河川・湖沼・ダム貯水池などの水質・底泥分析

河川水・湖沼水・地下水等の環境水から、工場・事業場等の排水まで、環境基本法、水質汚濁防止法等に基づく水質分析、公共用水域の環境基準の維持・達成の監視のための分析

■ 土壌汚染、地下水汚染の調査の土と水の分析

有害物質含有量の分析

■ 絶縁油中のPCB採取と分析

トランス、コンデンサ等の絶縁油に含まれるPCB採取・分析

■ 放射の汚染土壌・汚泥の分析

長期監視が重要な放射性物質であるセシウムの分析

水文水質ための分析

■ 雨水・表流水・地下水・温泉水・湧水の分析

最上流部の清澄河川、自然水や各種起源の組成分析

河川水質へ影響を及ぼす流入水の組成分析、海水浸入の分析

■ 河川洪水・濁水の分析

河川洪水の流砂分析、粒径区分によるSS分析、濁水のゼータ電位分析等

■ 下水道の水質分析

下水道雨天時負荷の分析、下水放流水の水質特性分析

生物試験

■ 動植物プランクトン・底泥生物・水性生物の定量試験

良好な水辺の確保のため生物多様性の基礎データの収集

■ 細菌分析・ウイルス試験・真菌試験

状況にあった分析方法で、浄化槽、プール水、水道水や井戸水、環境中の微生物等の試験・分析

■ 下水処理場の原生動物同定分析

下水処理場の運転管理のための原生動物の同定分析による状態の把握



理化学分析室



GC-MS 室



機器分析室



顕微鏡室

地域サービス分析

■ 飲料水の分析

飲料に使用されている上水・井戸水の分析

■ プール水の分析

子供たちの安全のために学校プール水の分析

■ 浄化槽の排水分析

浄化槽の運転管理診断のための分析



機器分析室



環境生物機能開発室

生物の研究と分析

■ バイオテクノロジー応用

クローン苗、微生物による凝集効果、カビ防止技術などの研究における生物試験、生化学分析

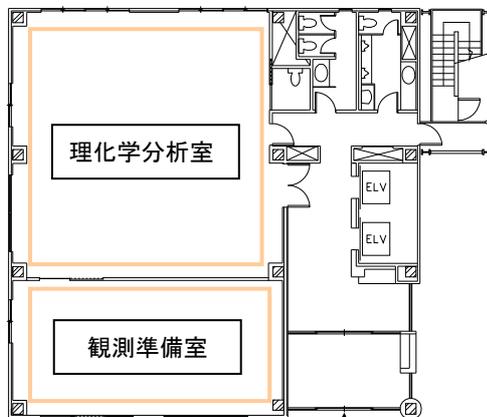
計量証明事業登録（濃度） 第 551 号

建築物飲料水水質検査業 埼玉県 17 水第 53-1174 号

土壌汚染調査指定機関 再申請準備中

環境分析センター配置図

1階



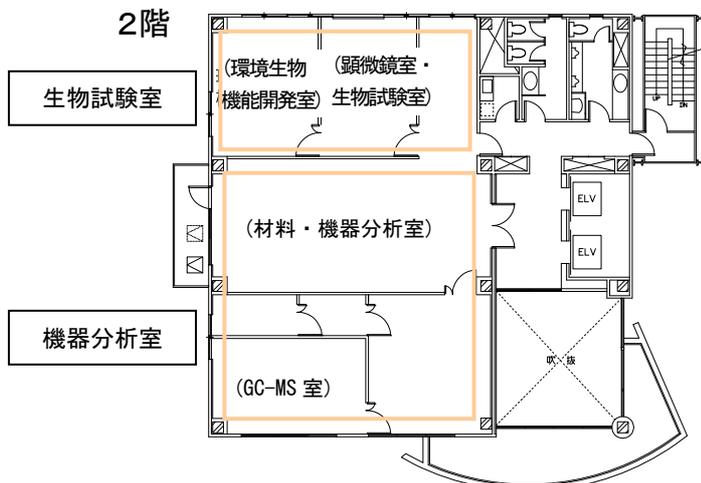
理化学分析室

BOD、COD、DO、SSなどの分析
窒素、りん分析の前処理
重金属分析の試料調整

観測準備室

観測機器の保管、調整

2階



生物試験室

(環境生物機能開発室)
バイオ応用研究
(顕微鏡室・生物研究室)
プランクトン、原生動物の測定、細菌試験

機器分析室

(材料・機器分析室)
塩素、フッ素などのイオンの分析
鉄、マンガン、カドミウムなどの分析
(GC-MS室)
臭気物質、CBなどの分析

計測機器の開発研究

環境モニタリング研究所では、以下の3つの課題に取り組んでいます。

河川管理センシング

降水量、水位、流速、流量等の水の観測と堤防及び関連施設の診断に関する監視、保全について、センサによるWEBベースの連続監視を河川管理センシングとして技術開発を進めています。調査ベースでも使用可能な小型、廉価、省電源、メンテナンスフリーが要点であるとして、開発を進めております。

衛星データ利活用実用化

衛星データの利活用と実用化開発として、2つの技術開発を進めています。

一つは、GSMaP (JAXA/EORC) を活用しての降水量統計の作成です。瞬時値 (15sec 毎) の降雨強度と雨滴粒径が観測可能な電波式雨滴計を製作し、それを利用した GSMaP データのキャリブレーション手法の開発を行っています。

もう一つは、XバンドMPレーダーの精度向上に用いる電波式雨滴粒度分布計を開発しております。1分毎の降雨強度、雨滴平均粒径及び雨滴分布データが連続的に出力されます。XバンドMPレーダーのキャリブレーションや精度向上等に適用が可能です。

非接触水文機器開発

洪水流に非接触で観測が可能な水文機器を開発、製作しております。

開発機器名称	観測原理	観測範囲	分解能	摘要
電波式流速計	ドップラーシフト	0.2~10m/s	0.01m/s	表面流速観測
電波式水位計	反射時間	1.0~50m	1cm	
超音波式水位計	反射時間	0.6~4m	10cm	
固有振動周波数計	ドップラーシフト	1~10Hz	0.1Hz	計算で洗堀深観測



電波式水位計 (河川、ダム用)

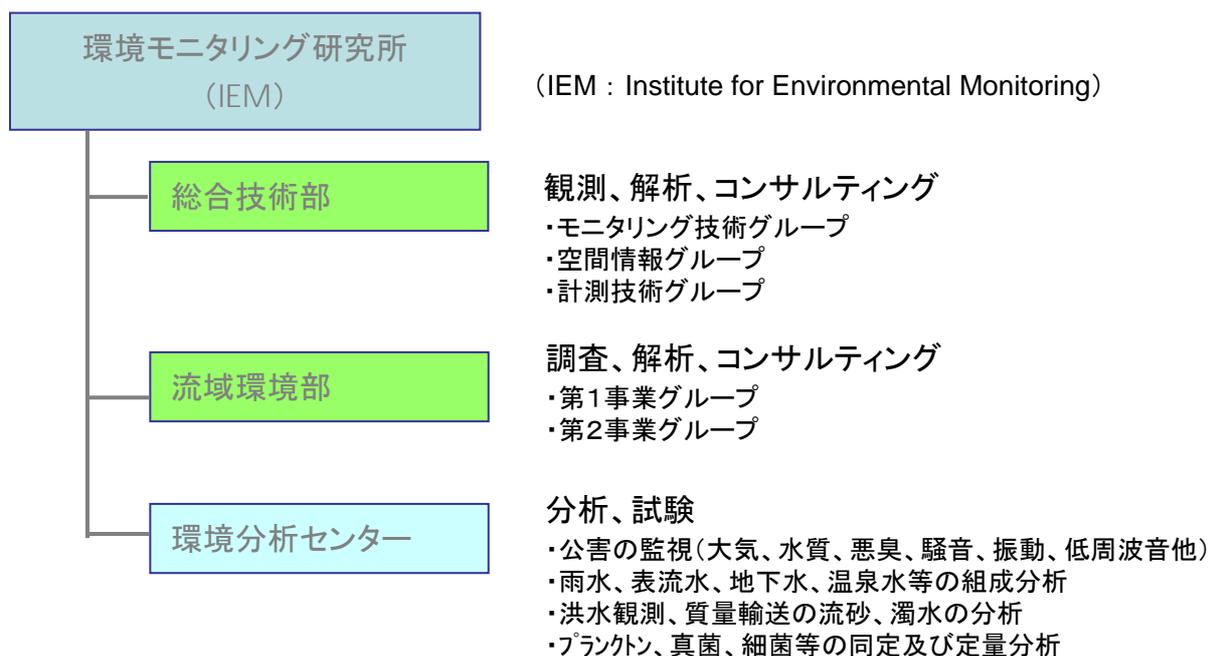


農業水路用流量計 (水位、流速計)



電波式流速計 (実験水路用)

(株) 東京建設コンサルタント 環境モニタリング研究所の概要



コンサルタント部門の注力業務分野

事業部名	主な担当分野
総合技術部	<ul style="list-style-type: none"> ・河川、砂防、道路、管路のモニタリング ・R/S、GIS、空間情報技術、画像解析、情報配信 ・センサ技術と観測技術の総合化 ・洪水観測(水位、流速、流量、流砂量、洗堀他) ・土壌水分量計測(流出パラメータ、浸透流他) ・測器利用計測、観測(比抵抗、地中音圧、常時微動、放射線他) ・センサ WEB 活用モニタリング手法設計(KPIの設定とその監視) ・SaaS 技術応用のビジネスモデル構築
流域環境部	<ul style="list-style-type: none"> ・山紫水明の回復と保全に向けてのモニタリング ・流域単位の水循環、水環境の調査、解析 ・ダム貯水池・湖沼・河川における水質改善の調査、計画 ・水質モニターの利活用及びモニター高度化検討 ・水文、水質、底泥、土壌、生物の調査、分析 ・河川水質保全水質観測工の構築



東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

本社事業本部 環境モニタリング研究所

〒330-0841 埼玉県さいたま市大宮区東町1-36-1

Tel. 048(871)6511 Fax. 048(871)6515

URL <http://www.tokencon.co.jp/>