

水路網データ構造の標準化に関する研究

Standardization of channel network data structure

研究 第四部 主任研究員 高田 晋
 審 議 役 小川 鶴蔵
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 三平 良雄
 国際航業株式会社 石井 邦宙

河川流域の合理的な水管理を実現するためには、水循環に関するさまざまなデータを、誰でも入手できる環境を整えることが必要である。これを実現する手段には、データ構造を標準化する方法と、異なったデータを理解するインターフェースを介在させる方法とがある。

このうち、データの標準化は、国際標準として ISO（国際標準化機構）の専門委員会（TC211）において、地理情報の標準化が現在進行中で、成果は順次発表されている。日本においては、この「TC211」の検討結果を基に、国土地理院と民間企業の共同研究により「地理情報標準第2版（2002年3月）」が示されており、現在、JIS 化に向けて作業が行われている状況にある。

本研究では、この「地理情報標準第2版」に従い、多くの水に関するデータの種類のうち、汎用性が高い、「水路網」に関するデータ構造に限定して検討し、「水路網データ構造ガイドライン Ver0.5」を提案するものである。この成果は、JIS に反映される方向を有しているものである。

データ構造の検討にあたっては、さまざまな低水管理の課題を内包している江戸川とその関連水系をモデルとした。

キーワード：取排水、水循環、データ構造の標準化、水路網データ、水辺空間データ、ガイドライン

In order to achieve rational water management in river basins in Japan, it is necessary to establish an environment in which various hydrological-cycle-related data are available to anybody. This can be achieved either by standardizing data structure or by providing an interface that is capable of understanding different data.

With respect to the standardization of data structure, an ISO technical committee (TC211) is working on the standardization of geographic information, and the results of the committee's effort have been announced in stages. In Japan, on the basis of TC211's study results, the Geographical Survey Institute and private companies jointly prepared and issued Japanese Standards for Geographic Information 2.0 (March 2002), and work is currently in progress to turn them into JIS standards.

In this study, out of the many types of water-related data, "channel network" data, which can be used for a wide range of purposes, are chosen, and their data structure is determined. The result is proposed as Guidelines for Channel Network Data Structure, Ver. 0.5. This result is designed for incorporation into JIS.

For the study of data structure, the Edo River, which is afflicted with various low-flow management problems, has been chosen.

Key words : *water intake and drainage, hydrological cycle, standardization of data structure, water channel data, riverfront data, guideline*

1. はじめに

流域における健全な水循環系を管理するためには、水量と水質、水辺の形状、その他の水循環に関する要素と水の挙動を理解することが不可欠である。また、これらの要素の多面的な利用を図るためには、データ構造を標準化しておくことが必要である。ITの進展に伴い、複雑な水路網をネットワーク情報として整備し、さらに、水循環に関する要素を3次元で表現することも可能となってきた。

一方、「水に関するあらゆる情報を収集整備し、国民がそれを共有し、活用することによって実現された、安全で多様な文化を持つ国土」という、理念に基づき、現在、「水情報国土」プロジェクトが進められている。その一環として、水循環に関する情報の標準化、構造化が求められている。

江戸川流域は、多様な水循環構造を有しており、全国の河川のケーススタディとして検討する意義が高い。ここで得られた標準的な水辺空間構造は、全国にも広く応用が可能であり、これによって作られたデータは、河川局が推進する水情報国土プロジェクトの主要なデータ群となるものである。

本研究では、データ構造として、図-1に示すような水路網データ構造を基本形として提案した。この検討を継続し、発展させることで図-2に示すような水辺空間データ構造（立体と時間が表現できる）が構築されると考える。

◆水路網データ構造

水路網の基本データとなるネットワーク情報を整備したデータ構造で、水路だけでなく取排水ポイントおよび集配水域表現可能なデータ構造とする。（図-1）

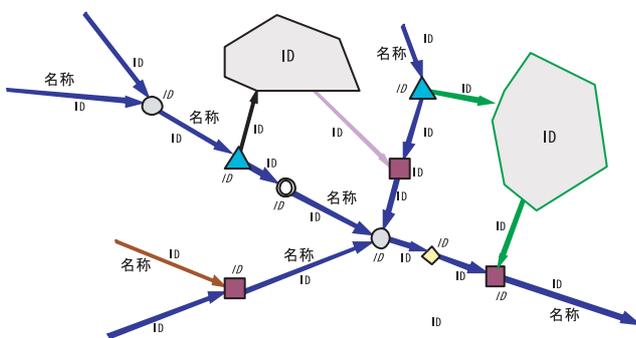


図-1 水路網データ構造イメージ図

◆水辺空間データ構造

水路網データ構造に加えて三次元データを持つことで、具体的な課題解決に対応できるデータ構造とする。（図-2）

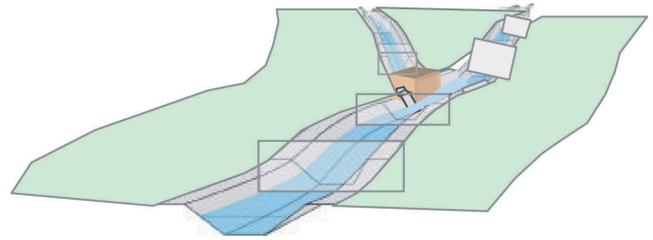


図-2 水辺空間データ構造イメージ図

2. データの構造化・標準化

構造化、標準化は以下の様に定義する。

◆**構造化**：各々のデータについて、その定義を明確にするとともに、データ間の関係を持たせること。

◆**標準化**：データの構造化における共通ルールを作成・運用することで、共通認識可能なデータとすること。（ガイドラインの作成）

2-1 目的

データを構造化・標準化する目的は、水循環に関するさまざまなデータを、誰でも入手できるようにすること、河川流域の合理的な水管理を実現することである。具体的な利点としては以降に示すようなことが考えられる。

◇流域内の水の動きをネットワークとして明確に認識できる。これにより、問題点・課題の所在等を明確にすることができる。

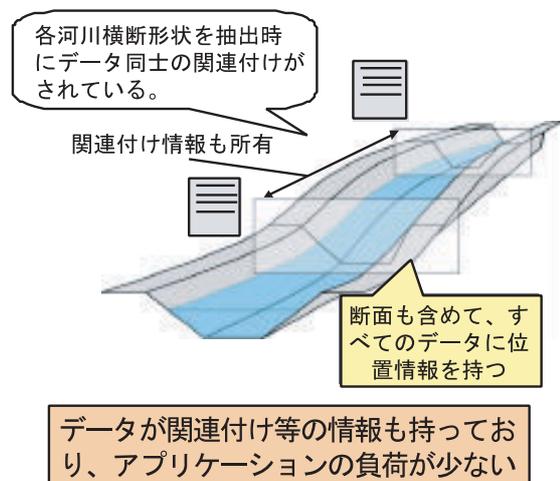


図-3 構造化されたデータのイメージ

◇取排水地点等の情報が定義され、これらの情報を電子化、DB化することにより、データの再利用、共通利用が容易となる。例えば、水量・水質の入口出口管理のシステム化が可能になる。

◇水管理以外の場面においても、各種データを活用した高水管理、施設管理等効率的な河川行政の展開が可能になる。

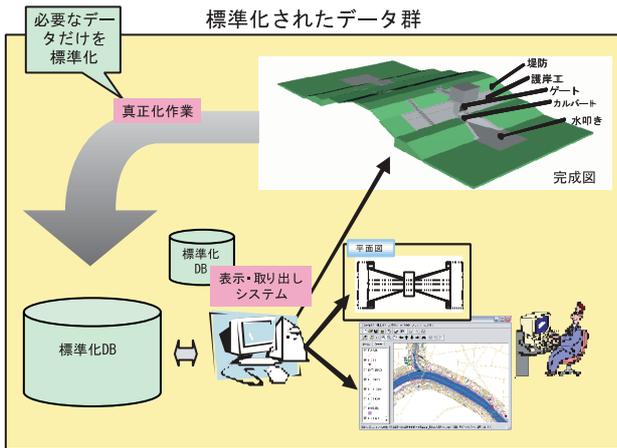


図-4 標準化されたデータのDB化と利用イメージ

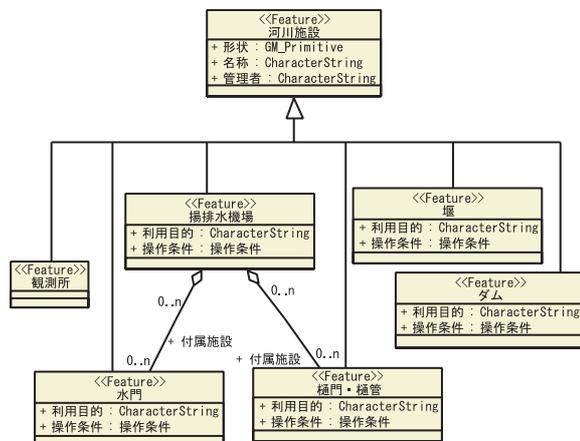
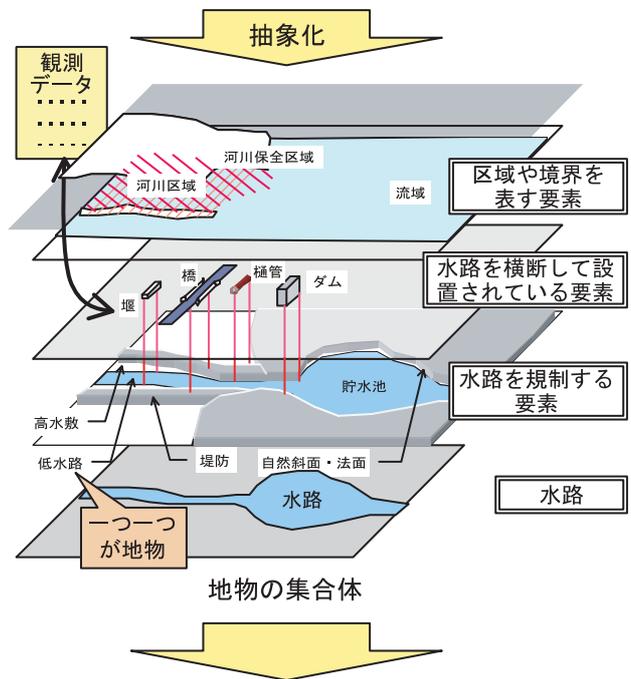
2-2 考え方

構造化・標準化の検討は、以下の観点で行った。(図-5)

- ◆実世界をどの様に記述するか？
 - ◇実世界は地物の集合体であると考える。(地物とは：実世界の現象、施設等を抽象化し表現したもの)
- ◆どういう構造・構成をしているか？
 - ◇地物は主に以下の観点で整理する。
 - ・どこに、どういう形状のものがあるか（空間的位置づけ）
 - ・いつ発生して、いつなくなったか（時間的な位置づけ）
 - ・上記以外でどのような特質をもっているか（主題的な位置づけ）
 - ・データ間の関連
 - ◇上記を一定の目的のために地物ごとに作成し、その集合体を作成(応用スキーマ、地物カタログ)。
 - ◇低水路、高水敷、堤防等の地物毎のデータを作成し、その関連を整理。



実世界



応用スキーマ（データ間の関連付け情報も持つ）

図-5 構造化・標準化の考え方のイメージ

2-3 水路網データ構造の検討

水路網データ構造の検討に当たっては、前項2-2の図-5に示した考え方を踏まえ、水路網データをどのような場面で利用するのか、何を表現するものなのかを明らかにする必要がある。よって、水路網データ構造の検討は、図-6に示したフローに沿って行った。

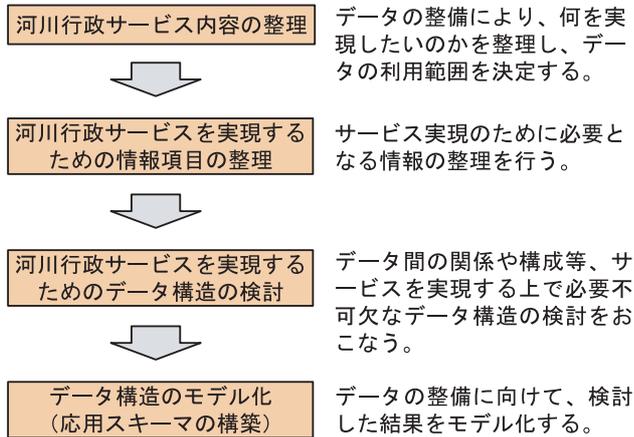


図-6 データ構造検討のフロー

(1) 河川行政サービス内容の整理

水路網データ構造については、低水管理と言う観点に絞り、以下に示す様な河川行政サービスを実現する上で必要不可欠な構造とすることを検討した。

- ・危機管理の高度化
- ・水環境の最適化
- ・水管理の高度化
- ・河川管理業務の効率化

(2) 情報項目の整理

上記河川行政サービスについて、そのサービスを実現のために必要となる情報の整理を行った。必要となる情報の整理にあたっては、各サービスをさらに具体的な作業、業務までブレイクダウンし、必要となる情報項目を抽出した。

そこで示した各サービス、各情報項目について、全ての河川行政サービスを対象とすることは困難であるため、当面は以下に示す3つの観点で水路網データを利用して行うサービスの絞込みを行った。このサービス絞込みの結果を用いて、水路網データの適応範囲を表-1に定義した。

- ・日常業務において比較的行う頻度の高いもの
- ・高度な解析技術を要しないもの

表-1 水路網データ適用サービス (平成14年度時点)

河川行政サービス				必要となるデータ項目
サービス	サブサービス1	サブサービス2	サブサービス3	
危機管理の高度化	水質事故が発生した場合に早急な対応を行う。	影響範囲を推定する。	下流部分のどこに取水施設があるか調べる。 どの範囲に水が送られるか調べる	下流にある水路 取水施設の位置 配水範囲 影響を受ける人の数などの程度の情報
	渇水時に流況調整を行う。	利用者が現在、どれだけ取水しているかを調べる	利用者の持つ水利権量を調べる 利用者が実際に取水している量を調べる	取水施設の位置 水利権者、水利権量、利用目的 取水施設の位置、実際の取水量 (観測値)
		どのような水が排出されているかを調べる	排水位置、排水量、排水の水質を調べる。	排水施設の位置 排水量 (観測値) 排水の水質 (観測項目、観測値)
		水量や取水制限等に関する河川管理施設を調べる。	流量に関する河川管理施設を調べる 取水制限等に関する河川管理施設を調べる。	ダム・貯水池の位置、貯水量 堰の位置 水門の位置 水利権者 (水利権量、取水地点) 樋門の位置、管理者 樋管の位置、管理者 ダム・貯水池の位置、管理者 堰の位置、管理者 水門の位置、管理者
流域水循環の健全化を図る	流域水循環の状態を把握する	水の移動を把握する	水の流れを把握する 取水の状態を把握する 排水の状況を把握する	河川、用水路、上水道、下水道などの水路 (つながり) 取水 (取水地点、取水量、利用目的、配水範囲) 排水 (排水地点、排水量、利用目的、集水範囲)
水管理の高度化	水利権の改定が行えるよう、対象河川の水利権を整理する。	水利権を調べる	飲料水に関する水利権を調べる	水利権者 水利権量 取水地点 (場所) 水利権有効期間 実際の取水量 (観測値)
			工業用水に関する水利権を調べる	水利権者 水利権量 取水地点 (場所) 水利権有効期間 実際の取水量 (観測値)
			かんがい用水に関する水利権を調べる	水利権者 水利権量 取水地点 (場所) 水利権有効期間 実際の取水量 (観測値)

・概略の検討で行えるもの

(3) データ構造の検討

水路網データの策定は、表-1に示した河川行政サービスに適応可能となるよう、その情報項目を実現するための必要不可欠なデータ間の関係や構成等のデータ構造について検討を行った。

その結果、水路網データとして必要となる情報項目として次のものが挙げられた。

水路／ダム、堰、水門、樋門・樋管、揚排水機場など／取水施設／配水範囲／排水施設／排水範囲／水利権

これらの各情報項目に対して、サービス内容及びそれを実現するために必要となるデータ間の関係やデータ構造を検討した。検討した結果の例(一部)を表-2に示した。

表-2 必要となるデータ構造の考え方の例

情報項目	説明	持つべきデータ構造・データ内容
水路	・水質事故発生時に影響範囲を推定するため、事故発生地点の下流(水の流下する方向)を把握するためのもの	・水の流下する方向を表す構造が必要。 ・水が流れるところすべての場所が必要。
	・流域水循環実態把握のために必要	・河川、用水路、上水道、下水道、工業用水など、水が流れるルートを追うことができる構造が必要。 ・一般に水がどちらに流れるかという情報が必要 ・水の流れの合流や分岐の情報が必要。
ダム、堰、水門、樋門・樋管	・過水時に流況調整を行うために、流量の調整や取水制限を行うための施設として必要。	・取水が行われる施設であるかどうかの情報が必要 ・どこの河川のどの場所から行われるかという情報が必要 ・流量の調整方法や取水の調整方法等の情報が必要

(4) データ構造のモデル化(応用スキーマの構築)

必要となるデータ構造を示した表-2をもとに、水路網データのデータ構造のモデル化を行った。

水辺空間の保全・再生、整備を考えた場合、農業用水や上水道、下水道、工業用水など他機関との調整や情報のやり取りが必要である。従って、地理情報標準に準拠してモデル化を行うこととした。地理情報標準では、UML(Unified Modeling Language:統一モデリング言語)によりモデルを表現するよう定められている。従ってUMLにより水路網データモデルを記述した。

水路網の考え方を、図-7に示した。水路網は、水の流れを表現するものである。水が流れるところとして、水路、分合流、区域を定義した。

- ・水路と水路の接続関係を明らかにし、「水路1は水路2の上流である」、「水路2は水路1の下流である」という関係を持たせた。
- ・複数の水路が合流するところおよび複数の水路に分

岐するところには、「分合流」という地物を定義した。「分合流」を定義することで、河川のどこから取水されるか、河川のどこに排水されるかといった水路間の接続関係だけでは表現できないものを表現できるようにした。「分合流」には、主体となる水路の左右岸どちらにあるか、主体となる水路から水が流出するのか(分流)流入するのか(合流)を情報として持たせた。

- ・農業用水路や上水道、下水道などの河川管理者が確実に把握することが困難な水路に対し、水がいきわたる範囲を概略的に表現できるように「区域」を定義した。これによりかんがい区域や給水区域として表現を行うことができる。
- ・かんがい区域等として表現した場合に、幹線について把握できているような場合を考慮し、「区域」を「水路」のある特殊な形態のものとして定義した。従って水路同士の接続関係と同様、「区域」と「水路」、「区域」と「区域」の接続関係を表現した。

水路ネットワーク=水の流れ
水は、水路、分合流、区域を流れる

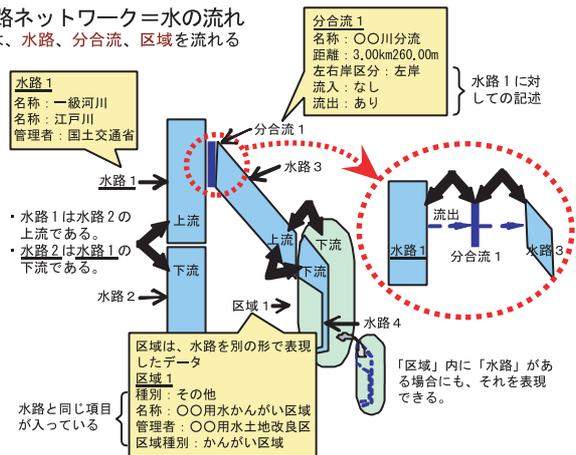
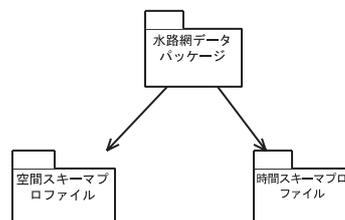


図-7 水路網の考え方

構築した水路網データモデルを以下に示す。

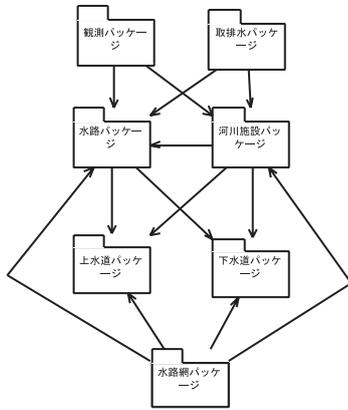
①水路網データ応用スキーマ

水路網データは、水路網データの空間属性を表現するための空間スキーマプロファイルと、時間属性を表現するための時間スキーマプロファイル、および水路網データの地物を表現する水路網データパッケージから構成される。



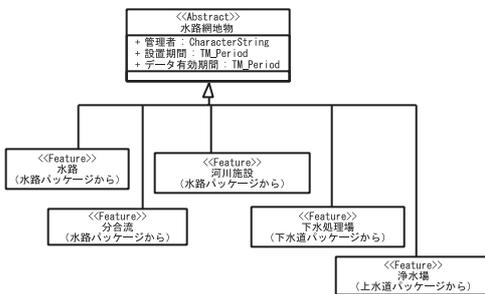
②水路網データパッケージ

水路網データは、水路網パッケージ、水路パッケージ、河川施設パッケージ、観測パッケージ、取排水パッケージ、観測パッケージ、取排水パッケージ、上水道パッケージ、下水道パッケージより構成される。



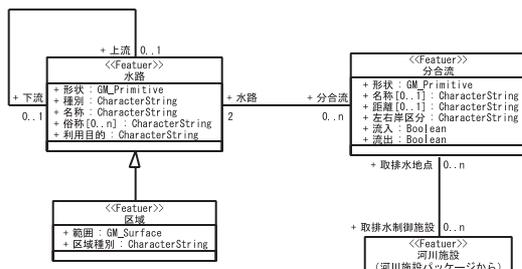
③水路網パッケージ

水路網パッケージは、水路や分合流、河川施設などの水路網データを構成する地物を定義した。水路網データはすべて設置期間とデータの有効期間の情報をもつ。



④水路パッケージ

水路パッケージは、図-7に示した水路のネットワークを構成する水路、分合流、区域を定義した。これらの水路ネットワークと取水、排水施設の関係は分合流を定義することで関係付けを行った。



その他、河川施設パッケージ、取排水パッケージ、観測パッケージ、上水道パッケージ、下水道パッケージについても同様の定義を行っている。

(5) ガイドライン (案) の作成

水路網データ構造の標準仕様について検討し、そのガイドライン (案) を作成した。

ガイドラインは、水路網データを作成する際に、そのデータが網羅しなければならない内容を記載したものである。従って、ガイドラインは、データの製品仕様が記述されたものとし、標準化を念頭におき、地理情報標準の「製品仕様書標準」で規定している項目を記載した。

ガイドライン (案) に記載した内容は、表-3に示す通りである。

表-3 ガイドラインの構成

項目	概要
ガイドラインについて	①ガイドライン構築の経緯 ②地理情報の標準化について
空間データの概要	①目的 ②地理的範囲 ③座標系
取得するデータの内容	地物定義：定義、空間属性、時間属性、主題属性
UML クラス図	データ構造を UML (統一モデリング言語) によって記述
品質要求	品質要求の内容
メタデータ	地理情報標準-メタデータ のコアメタデータに基づき作成
符号化仕様	水路網データの記録仕様 (フォーマット)、およびその規則を記述する。
描画法	線の色や太さ、シンボルの形状等、アプリケーションでデータを表現する場合の描画方法について記述
成果品	求めるべき成果品を記述する。 ①水路網データ、②品質確認報告書、③メタデータ
その他の事項	必要に応じて、以下のものを記述 ①引用規定、②用語の定義

(6) 検索・参照システムの開発

「水路網データ構造ガイドライン (案)」に沿って作成されたデータを用い、検索・参照を行うためのシステムの開発を行った。システムの構築に先立ち、本システムをユーザがどのように利用するのかについて、例えば、水質事故発生時を考え、表-4に示すユースケースを想定した。なお、エンジンとしては、江戸川工事事務所が保有する SIS を採用した。図-8は任意の地点 (星印地点) より下流の水路および取水施設を検索した場合の例であり、赤く表示されているのが検索された水路および取水施設である。

表-4 検索・参照システムのユースケース

ユースケース	細分
上流にあたる水路の検索	任意の水路の上の指定した地点より上流にあたる水路を検索する。
下流にあたる水路の検索	任意の水路の上の指定した地点より下流にあたる水路を検索する。
上流にある施設の検索	任意の水路の上の指定した地点より上流にある取水施設を検索する。 任意の水路の上の指定した地点より上流にある排水施設を検索する。
下流にある施設の検索	任意の水路の上の指定した地点より下流にある取水施設を検索する。 任意の水路の上の指定した地点より下流にある排水施設を検索する。
情報の表示	任意の水路、地物の属性を表示する。



図-8 検索・参照システムの画面

2-4 水辺空間データ構造の検討

水路網データ構造の発展形である水辺空間データ構造は、図-9に示すように、水辺空間データの一部を用いてシミュレーションすることで、各課題に対する検討を行えるデータとなるよう考える。

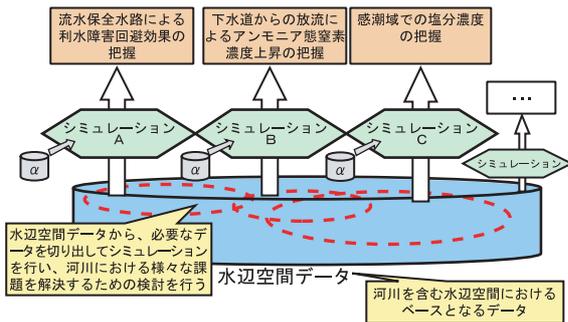


図-9 水辺空間データの考え方

水辺空間データ構造の検討は、基本的に水路網データ構造の検討と同様に、図-6に示す流れで行った。

まず、実際に検討されている幾つかの課題を解決するためのシミュレーションで使用しているモデルやデータ項目、データ内容、データ構造について整理した。これらのシミュレーションは、業務委託先において必要となる情報の収集を行い、それをデータ化して検討が行われている。そのため、収集しうる情報項目や情報内容に制限があり、また様々な機関から情報を収集することより、情報の内容の程度もばらつきがある。このため水辺空間データ構造の検討にあたっては、既往調査における必要データを整理したのち、文献等を

参考にさらに高度なシミュレーションをする上で必要と考えられる情報項目およびその構造について検討した。これらの検討を幾つかの課題に対して行い、水辺空間データで必要となるデータ構造として整理し、データモデルの構築の考え方を整理した。

今後は、今回検討した構築のための考え方を基に、水辺空間データ構造に関しても、水路網データ構造と同様に、ガイドラインをとりまとめることが望まれる。

3. おわりに

本研究では、水路網データ構造に関して「水路網データ構造ガイドライン(案) Ver0.5」をとりまとめた。今後は、他の水系への適応を考慮した改良や、多種多様な課題の解決への利用を考慮した「水辺空間データ構造ガイドライン(案)」を引き続き検討することが必要である。あわせて、これらのガイドラインにより作成されたデータについて、データベースに格納するための品質管理および更新のための体制を検討し、確立することも必要である。

このような一連の取り組みは、将来の課題解決とデータの公表、共通利用、更新等を実現する上で急務であると考えられる。

最後に、本研究を進めるに当たり、東京大学空間情報科学研究センター 柴崎 亮介教授、総合地球環境学研究所 沖 大幹助教授をはじめとし、国土交通省河川局河川環境課・河川計画課、関東地方整備局江戸川工事事務所(現江戸川河川事務所)、独立行政法人土木研究所などの関係者の方々に多大なるご支援とご協力を頂きました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 地理情報標準推進委員会/国土交通省国土地理院：地理情報標準第2版 (JSGI 2.0) (平成14年3月)
- 2) 社団法人日本河川協会：河川改修事業関係例規集 平成14年度版
- 3) (財)河川環境管理財団：江戸川管内水環境管理検討業務 (平成12年2月)
- 4) (財)リバーフロント整備センター：江戸川流水保全水路検討業務 (平成2年3月)