

土木学会平成 19 年度全国大会
研究討論会 研-21 資料

水関係解析ソフトの統合操作実現に向けた プラットフォームの構築

座 長 話題提供者	山田 正	中央大学工学部土木工学科・教授
	大平 一典	国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部長
	山田 邦博	国土交通省河川局河川計画課 情報対策室長
	椎葉 充晴	京都大学大学院工学研究科・教授
	竹谷 公男	(株)パシフィックコンサルタンツイン ターナショナル・取締役
	藤原 直樹	(株)建設技術研究所・水システム部長

日 時	平成 19 年 9 月 13 日 (木) 10 : 50 ~ 12 : 20
場 所	広島大学 東広島キャンパス 総合科学部 K108

水工学委員会

討論会趣旨

現在我が国では、計算機の発達や数値解析技術の進歩とともに、数多くの水関係（水理・水文・物質循環解析等）解析ソフトウェアが開発されてきた。これらは通常、研究機関ごと、企業あるいは研究者ごとに独自に知見や工夫を導入し、独自の水理現象の解明等の研究および河川事業の実務に用いられてきている。

しかしながら、これらの日本製ソフトウェアは透明性及び操作性においてこの40年間進化していないと言われている。それは、複合現象を一体として解析できる日本製ソフトウェアが開発されていないこと及びプログラムの内容が明らかにされていないこと等があるからである。すなわち、これらのソフトウェアの多くは、独自の解析エンジンの使用に限られており、他の解析エンジンの利用や他の解析ソフトウェアと連携して解析することはできない。よって、水循環から見た一連の現象を個々の現象の複合現象としてとらえて任意の現象の組み合わせにより解析（複雑系の解析）することは事実上不可能である。また、解析エンジン同士を同じ条件で比較する機会も少なくなるので、解析エンジンの精度等の信頼性や解析手法の透明性を説明できない状況にある。

その結果として、河川に関する技術者が自ら計算機を用いて河道計画検討や河川管理手法の検討のために解析することが昔に比べて少なくなっている。また、それに伴い、データを扱う機会が失われ、データの重要性への理解や河道計画立案能力等も低下してきている。研究者においても、自らが開発した解析プログラムを他の研究者等が評価する機会が得られないので、この分野の研究が沈滞している。学生においても、水理計算ソフトに触れる機会がないので、次世代の水・物質循環解析プログラムを開発する人材が育成されていない状況である。

他方、海外では世界的に利用されている水理・水文解析ソフトウェアが存在し、日本製のソフトウェアは使用実績や解析結果の信頼性を示せないことにより、苦戦を強いられている。大学でも学生のうちから水関係解析ソフトウェアを使い込んでいる。その上、欧州では既存の水理・水文解析ソフトウェアを組み合わせる使う枠組みが開発されており、米国でも同様な取り組みがなされている。

そこで、本討論会ではこのような状況を鑑み、さまざまな水理・水文現象の複合現象を解析するために複数の解析エンジン（要素モデル）を同時に稼働させることができるソフトウェアのプラットフォーム（共通基盤）及びその上で稼働する解析エンジン（要素モデル）の構築について、わが国及び海外の動向を紹介するとともに、そのメリットを最大限高めるための方策や、プラットフォーム（共通基盤）のあるべき姿について討議するものである。

座長及び話題提供者のプロフィール

座長

山田 正 昭和 51 年 3 月 中央大学大学院理工学研究科修了
昭和 62 年 4 月 北海道大学工学部土木工学科助教授
平成 4 年 3 月 中央大学理工学部土木工学科教授
土木学会水工学委員会・委員長

話題提供者

大平 一典 昭和 53 年 3 月 北海道大学工学部土木工学科卒業
昭和 53 年 4 月 建設省入省
平成 6 年 4 月 建設省関東地方建設局荒川下流工事事務所長
平成 11 年 4 月 建設省四国地方建設局徳島工事事務所長
平成 13 年 4 月 国土交通省河川局防災課防災対策室長
平成 18 年 4 月 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部長

山田 邦博 昭和 59 年 3 月 東京大学大学院工学研究科修了
昭和 59 年 4 月 建設省入省
平成 16 年 7 月 国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官
平成 19 年 4 月 国土交通省河川局河川計画課情報対策室長
技術士（総合技術監理・建設部門）

椎葉 充晴 昭和 49 年 3 月 京都大学大学院工学研究科修了
平成 7 年 4 月 京都大学防災研究所教授
平成 9 年 10 月 京都大学工学研究科教授
平成 14 年 4 月 京都大学大学院地球環境学堂教授
平成 19 年 4 月 京都大学工学研究科教授

竹谷 公男 昭和 48 年 3 月 京都大学農学部農業工学科卒業
昭和 48 年 4 月 パシフィックコンサルタンツ(株)入社
平成 9 年 10 月 同社水工技術系兼システム技術系技師長、水工部長
平成 11 年 12 月 (株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル
取締役経営企画室長
平成 18 年 12 月 (株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル
総合開発事業部長
米国 PM 協会認定 Project Management Professional
技術士（建設部門、情報工学部門）

藤原 直樹 平成元年 3 月 東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 修了
平成元年 4 月 株式会社建設技術研究所 入社
平成 9 年 英国コンサルタント Halcrow Group Ltd に派遣
平成 10 年 デンマーク水理環境研究所 (DHI) に派遣
平成 19 年 4 月 株式会社建設技術研究所 東京本社水システム部長
技術士(総合技術監理、建設、上下水道)

水工学と水関係解析ソフトウェア共通基盤

中央大学工学部土木工学科教授

山田 正

1. 近年の国内外の水工学の現状

- 日本においては、水工学の数値解析分野の研究が沈滞している。その原因の一つに、研究者が解析プログラムを開発しても、他の研究者がその解析プログラムを試す機会がないことが考えられる。
- 海外においては、**Hydro-Informatics** やデータマイニングという言葉がごく普通に用いられるようになってきた。水工学の分野でも計算機の発達とともに、データを多量に扱うようになり、情報工学との融合の必要性が増している。
- 構造系の分野は海外勢の解析ソフトウェアに席卷されており、この分野の研究が沈滞している。下水道分野も海外ソフトに押さえられているが、河川・水文分野はまた日本製ソフトウェアが使われている。
- 欧米では、大学生が解析ソフトウェアを使い込んでいる。それが就職するときの条件となっている。一方、日本においては就職してからソフトウェアを使い始めている。

2. ソフトウェア共通基盤への期待

- 自分の開発したプログラムを他の研究者が気軽に試せるようなソフトウェア共通基盤があると、研究の活性化につながる。
- 共通基盤が開発されたら、それらを大学の授業でも使いたい。技術者は若いうちからそのようなソフトウェアに慣れて欲しい。
- 学会の標準ソフトとして使えば、フォーマットが統一されてデータが見やすいというメリットもある。
- 河川に関わる仕事をしている人、河川管理の実務者から研究機関の研究者、学生まで、みな共通基盤のユーザーであり開発者になりうる。
- このプロジェクトは、海外からも仕様の共通化を図りたいとの声もある。注目されている。

3. 開発の体制

- 土木学会水工学委員会の下に若手の研究者からなる小委員会を設置した。要素モデルの精度検証等を行いたい。
- ソフトウェア共通基盤及び要素モデルの開発を活性化させるために、ソフトウェア共通基盤のユーザーのネットワークを作る必要がある。

水関係解析ソフトウェア共通基盤開発の動機

国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部長

大平 一典

1. ソフトウェア共通基盤開発の動機

- 国土交通省河川事務所等の河川系技術職が昔と比べると、直接データを扱うことが少なくなっている。以前は自ら解析プログラムを開発することもあったが、今ではほとんどない。河道計画の検討等の作業は河川系コンサルタントに外注して、自ら考えることが少なくなっている。その結果として、河道計画立案等の能力が低下している。
- それとともに、測量や流量等データの重要性を忘れつつある。河川事務所等は毎年かなりの数量のデータを取得し、保有しているが、それらが河道計画検討や河川管理のために十分には活用されていない。
- 既存の解析ソフトウェアは存在するが、操作方法が難しく、特に河道断面データ等境界条件の入力が面倒であり、そこにかなり労力を費やすことになる。なかなか解析結果の評価に労力をかけられないでいる。
- 河道計画検討の際の解析ソフトウェアが河川ごとに異なり、内容も明らかになっていないので、解析結果の透明性を説明できない状態となっている。
- 河川ごとに異なる解析ソフトウェアが開発されており、開発費用の多重投資となっている。

2. ソフトウェア共通基盤の仕様・開発目標

- 河道計画検討及び河川管理の実務に使用できるものを目指す。
- 開発されたソフトウェアは研究開発を促進させること及び透明性を確保するため、オープンソースとする。
- ソフトウェア共通基盤の仕様を明らかにすることにより、要素モデルの開発を促す。
- 共通基盤と合わせて、境界条件入力の省力化のため流域諸元データベースの整備を行うとともに、流域諸元データベースと連動するようにする。
- 降雨流出や河道モデルだけでなく、海岸侵食や地下水を扱える環境シミュレータに発展させていきたい。

3. 開発の体制

- 本省－地方整備局－土木学会等と連携をとりつつ、国総研が主体となって開発を行う。国総研の組織としての役割に加える。専属スタッフと予算が必要。
- ユーザーネットワーク支援用の Website を開設した。

水関係解析ソフトウェア共通基盤の利活用について

国土交通省河川局河川計画課情報対策室長

山田 邦博

1. 開発に至る経緯

- 河川に関する規格・基準に関する紙ベースのマニュアルを数多くつくり、その中に解析手法も示してきたが、プログラムはあまり開発してこなかった。解析はもっぱら河川系コンサルタントに外注することを想定していた。
- 既存の河道計画検討等を目的としたソフトウェアはこれまでもいくつか存在していたが、あまり利用されていないのが現状であった
- このようなソフトウェアを開発しようという考えは国土交通省内にも昔からあったが実行に移すことができなかった。
- このたび国総研に予算をつけ、ソフトウェア共通基盤の開発に着手することとなった。

2. ユーザーの立場からの期待

- このソフトウェアを使うことによって国土交通省の仕事のやり方を変える。国土交通省の職員が自ら考えることにより、より合理的な河道計画立案やより効率的な河川管理ができるようになる。職員の技術力が向上するとともに、より創造的な仕事ができるようになる。
- 職員やコンサルタントが同じツールを使うことになるので、試行錯誤を伴う検討がしやすくなる。また、他の職員に検討結果を説明するときにも理解が早くなる。
- このソフトウェアを用いれば誰が行っても解析結果は同じとなり、解析結果に対する透明性が向上する。また、河川系コンサルタントは、所有している解析ツールの優劣ではなくて、解析結果の解釈により技術力の差がでることになり、河川系コンサルタントの技術力が向上する。

3. 普及方策

- 普及に当たっては、官側による主導が必要。業務の効率化につながる等のメリットを引き出すとともに、河道計画検討に当たっては必ずこのソフトウェアを用いる等の義務化もある程度必要。
- 国土交通大学校、全国建設研修センター、地方整備局技術事務所等の研修機関を活用して、研修を行い普及を図る。

OHyMoS 開発の動機

京都大学大学院工学研究科教授

椎葉 充晴

1. OHyMoS 開発の動機

- 人（他機関）が開発したモデルを試せない

我が国で慣用されていたタンクモデルや貯留関数などの流出モデルによって流出解析しようとした場合、その計算プログラムが手元になくても、自力でコーディングすることができるであろう。しかし、kinematic wave モデルのコーディングはそう簡単ではない。分布型の流域規模のモデルを開発しようとする、それなりの労力が必要であるし、一般にはソースコードは公開されない、人が開発した流出モデルと自分が開発したモデルと比較できないという問題があった。「何か新しいことをしなければならぬ」という研究者への絶対的?な要請もあって、各機関はそれぞれの機関独自でプログラム開発し、その成果だけを示して来た。適用比較がないのは問題である。これが非常に不満であった。

- 新しい要素モデルのテストを可能にしたい

また、特定の機構のモデル開発を考えても、その流域規模での効果を考えようとする、全体モデルを作成しなければならないという課題に直面する。そこで要素モデルを組み上げて全体モデルを作成するような仕組みにして、自分が作成する要素モデルとすでに作成された要素モデル群とを合わせるようにすればいいのではないかと考えた。

- オブジェクト指向言語の登場

ちょうどその頃、C++という、すでに数値計算でも実績を積んでいたC言語の機能を包含したオブジェクト指向言語が考案されたこともあって、これを使用すれば、要素モデル群を組み上げて全体モデルをつくるかたちのモデル化システムを構成できると考えた。モデル化システムは共通基盤としてモデルとは別に開発するのが望ましいと考え、その実験的なシステムを開発した。モデル化システムの作成もまた上げて全体モデルを作成するような仕組みにして、自分が作成する要素モデルとすでに作成された要素モデル群とを合わせるようにすればいいのではないかと考えた。

2. ソフトウェア共通基盤への期待

- 共通基盤が実現する

共通のモデル化システムは、共通のものとして利用されなければ、意味がない。今回、国土交通省が共通のモデル化システムの構築に取りかかることになり、真に共通のモデル化システムが実現することになると期待している。

- **柔軟なモデル化システムを**

共通基盤はオープンに提供され、できれば、要素モデルはオープンソースで提供されても、バイナリで提供されても、全体系モデルに組み込むことができ、できあがる全体系モデルは、あまり計算機コードの知識がなくても利用できるようなシステムの構築が望ましい。C++に限らず、新しい言語、計算機利用技術を取り込むような進化の努力も続けられるような協力体制が構築されることを期待している。

- **研究が進展する**

共通基盤がオープンに提供されれば、新たに参入する研究者でも、既存のソフトウェアに圧倒されずに、自分が研究対象とする要素のモデル化にエネルギーを集中することができるようになり、従来のモデルや他の研究者が開発したモデルとの比較が容易になり、研究の進展に貢献すると思われる。

- **流域管理のツールが開発される**

多様な要素モデルが開発され流域の変化に対応した全体系モデルが容易に開発できるようになれば、流域管理におおいに役にたつ情報が提供されるようになるであろう。

コンサルタントの立場からの海外事業について

パシフィックコンサルタンツインターナショナル（株）取締役
竹谷 公男

1. 米国における水関係ソフトウェアの開発事情

● 米国陸軍工兵隊水文工学センター（HEC）

HEC では、1968 年に流出解析モデル HEC-1 などのソフトウェア、ユーザーマニュアルを無償で公開した。その後、多岐に亘る水理関係のソフトを公開し、最も多い時期には 20 本の主たるパッケージソフトを公開していたが、現在は GIS ソフトとの連動も考慮した 6 つの統合型モデル HEC-RAS（1 次元水理解析）、HEC-HMS（降雨・流出解析）、HEC-FDA（洪水被害解析）などに集約している。

HEC でのソフトウェア開発は、Public Domain を基本としてソフトウェアを無償で公開しているが、ソースコードについては公開していない。HEC は工兵隊内部のサポート、有償での研修などを行っており、コンサルタントなど外部に対しては工兵隊が公認したベンダーがテクニカルサポートを行っている。これらソフトウェアは大学の研究室などと連携を計りアップデートを実施しており、デファクトスタンダードとして、全米、海外でも広く使われている。また、単体のソフトウェア（HEC-RAS、HEC-HMS 等）を組み合わせた CWMS（Corps Water Management System：工兵隊水管理システム）も開発されている。

（特徴）

- 維持管理のための組織体制が整っている。
- ユーザサポートが充実しているため、ユーザーからのフィードバックも多い

● 米国地質調査所（USGS）及び米国農務省（USDA）

USGS では、MMS（Modular Modeling System）と呼ばれる水解析フレームワークを開発している。解析プログラムであるモジュールをユーザーが組み合わせることにより、モデルを形成することができる。

USDA では、MMS を引き継ぎ、完全なオブジェクト指向型へと昇華させた OMS（Object Modeling System）を開発し、公開している。

MMS・OMS とともに Public Domain である。

（特徴）

- ユーザーはフレームワーク上で動くプログラムを独自に開発することができ、公開されているプログラムと、自身が開発したプログラムとをつなぎ合わせ、モデルを構築することができる。
- 他言語（例えば、FORTRAN や C 言語）で書かれたプログラムを利用できる仕組み（ラッピング）がある。

2. ODA（政府開発援助）と日本製ソフトウェア

日本の ODA による海外への技術援助は長年の歴史と伝統をもっており、地道な技術支援を行ってきている。

特にアジアモンスーン地帯では、その流出特性、氾濫特性などが乾燥地帯で沖積平野の少ない欧米よりはるかに日本の河川工学の知見が生きるべき対象である。それにもかかわらず、これらへの技術協力においても欧州ソフト（DHI など）、米国ソフト（HEC）が用いられており、日本産のソフトが用いられていない。結果的に日本の知見が評価されないきらいもある。海外業務を行っているコンサルタントとしては忸怩たる思いがある。

● 日本産ソフトが用いられない理由

- 自社で開発した国内の特定河川向けのローカライズ開発がメインであり、**国内で官、民の間で共有されている普遍性のあるソフトが存在しない。**
- また、各社は受注に有利であるという“囲い込み戦略”をメインとしてきており、結果的に「輸入代替保護貿易政策が結果として競争力の阻害要因になる」のと同じ誤謬に陥っており、グローバルな競争性を失っている。
- 結果的に、「井の中の蛙」のような、国内でのみ通用する、国際的に評価されない社会システムに安住して、日本の河川技術の国際競争力を自ら失っている。
- 結果的に、国内河川管理者も河川技術者としてのコアコンピタンスを失っている、自分で計算が出来ない、反対派などが仕掛けてくる技術論争にもコンサルタントに外注することによってしか対応出来ない事態となる。

Data を保有していることによってしか優位性を維持できないような行政システムはいずれ破綻する。

- DHI などの大学などへの教育機関への戦略的投資による基盤が構築されており、欧州などのソフトが受け入れられやすい。

● 問題点

- 特にアジアモンスーン地帯への国際協力で日本の知見が生きない、或いは日本の顔が見えない。
- 結果として、日本の技術レベルに比べて、実際に国際舞台で活躍出来るチャンスが著しく低い状態となっている。
- このため、支援対象国のよりよい技術を支援されるチャンスをも奪っている。

● 望ましい姿

- 日本の特性に合った地域の ODA 関連での業務、技術支援などにおいて最も特性の合致した共通の国産ソフトを活用。
- それにより、正当な日本の河川技術の国際展開、河川技術者の国際活躍の場を提供する。
- カウンターパートへの国産ソフトによる技術援助を行い、JICA などでの技術研修時に国産ソフトの研修を実施することで継続的な技術支援が可能。

欧州の水解析ソフト標準化の動きと河川系コンサルタントの現状・課題について

(株) 建設技術研究所 東京本社水システム部長
藤原 直樹

1. 欧州の水解析ソフトウェアの開発状況

- 欧州では、1980年代から水文・水理解析等のソフトウェアが、国またはこれに近い機関を中心に開発されてきた。主な河川系ソフトウェアは以下の通り。
 - 英国 HR Wallingford (元国立水理研究所) Infoworks シリーズ
 - デンマーク DHI (デンマーク水理環境研究所) MIKE シリーズ
 - オランダ DELFT (デルフト水理研究所) DELFT シリーズ
- これらソフトウェアは計算エンジンだけでなく、使いやすいユーザインターフェースも持つという共通の特徴を持つ。一方で、欧州では米国と異なり、商用ベースの開発を行っている。
 - (ヨーロッパ) 有償、ユーザサポート有り (有償)
 - (米 国) 無償、工兵隊メンバー以外のユーザサポート無し
(但し、一般ユーザーにはベンダーが別途有償サポート)

2. 欧州におけるソフトウェア標準化 (相互乗り入れ) の動き

- ヨーロッパでは、前述の3機関等を中心として、ソフトウェア開発を競争し進化させてきた。単に河川の計算だけでなく、河川+下水道や、河川+氾濫域の複合計算もできるようにパッケージ化している。
- 一方、これら作成者の異なるソフトウェアを組み合わせさせて使えるよう (相互乗り入れが可能となるよう) な仕組み作りも進められている。この仕組みは、EU (ヨーロッパ連合) の研究技術開発 (RTD, Research & Technology Development) の中で計画・推進されているものであり、代表的な研究としては、以下のものがある。

プロジェクト名	概 要
EUROTAS	洪水リスク評価のための意志決定支援システム開発プロジェクト。本プロジェクトの中で、GISを用いた各種入出力データの管理ツールの研究も実施。
Harmon IT	複雑な政策決定を行うために、様々なモデルをリンク (接続) させてシミュレートできるような仕組み、仕様を決定するプロジェクト (オブジェクト指向型のフレームワーク作成)。 2005年にOpenMIをリリースし、既存ソフトウェア間のデータ交換、複合シミュレーションを実現。

3. 日本の水解析系コンサルタント（水解析ソフトウェア）の課題

日本の水解析コンサルタント(水解析ソフトウェア)の課題	ソフトウェアの妥当性や有する精度が十分に説明されていない
	生産、合意形成の両面で無駄が生じている

- これまで水解析のソフトウェアは、各コンサルタントが独自に開発してきた。対象河川の条件等に合わせ、河川毎に改良（アジャスト）されている場合も多い。
- これらソフトウェアは、その妥当性や有する精度が十分に説明されていない場合があり、スムーズな合意形成の疎外要因の一つとなっている。
- また、使用データや設定条件等の全てが報告書に記載されていない場合もあることから、業務担当コンサルが変わった場合には、他社が算出した既往検討結果のトレースのために無駄な作業が発生することが多い。
- コンサル内部においても、ソフトウェア開発、管理に関しても以下の課題がある。
 - 似通った（但し同一ではない）プログラムが存在し、十分なバージョン管理、精度管理がなされていない
 - 操作マニュアルやユーザインターフェース等が十分整備されておらず、効率的な処理ができない場合がある
 - 入力データ、使用プログラムのバージョン、計算結果、これらのコントロールファイル等に関しても、体系的な管理がされていない場合が多く、後に再検討する際などに、過去のトレース等の無駄な作業が発生することも多い

4. 日本での標準ソフトウェア開発の必要性

ポイント	標準フレームワークで作成された標準ソフトウェアの開発データの標準化と蓄積
------	--------------------------------------

- コンサルタントは、プログラムを用いる（計算する）部分ではなく、シナリオ作成、企画提案や課題・予測結果の適正な評価・分析、対策提案などのコンサルティング部分で戦うべきもの。
- 信頼性を確保し、生産・合意形成両方の観点から無駄をなくすためには、標準フレームワークで作られた標準ソフトウェアの開発が不可欠。同様に、データについての蓄積、標準化も必要。
- 標準化されたソフトウェアとデータが整い、これらを十分に利活用することにより、モデルの精度説明を含めた国民への説明責任を容易に果たすことができ、コンサルタントの生産性・効率性が向上し、トータルコストの縮減、海外コンサル等との競争力アップに結びつく。
- 標準ソフトウェアは、国内（外）で広く使われること、進化し続けること（バージョンアップやメンテナンスが継続的に行われること）が、その存在の前提条件。
- 民間コンサルのみが標準フレームワーク、標準ソフトウェアを作成・管理していくのは実質的に困難であり、官・学と連携できる枠組みが必要。