

水工学シリーズ 12-A-1

CommonMP による流出計算

国土技術政策総合研究所 河川研究部

菊森 佳幹

土木学会
水工学委員会・海岸工学委員会

2012 年 8 月

Runoff Calculation Performed by CommonMP

菊 森 佳 幹

Yoshito KIKUMORI

1. はじめに

CommonMP (Common Modeling Platform for water-material circulation analysis) ¹⁾とは、パーソナル・コンピュータ上で、水理・水文現象などの複合現象を解析するため、さまざまな解析モデルを一体的に協調稼働させるためのソフトウェアである(図-1)。たとえば、CommonMPの上では、CommonMPの仕様に適合した解析モデルであれば、異なる開発者が開発した降雨流出モデルや河道水位計算モデルを組み合わせて、降雨から河川水位までの一連のシミュレーションを行うことができる。CommonMPの開発目的は、水理水文分野の研究開発の促進、研究成果の事業への活用、水関連の技術者の育成支援等多岐にわたるため、CommonMPの開発に当たっては、それぞれ関連する組織による産官学連携のコンソーシアム²⁾を結成して取り組んでいるところである。

CommonMPのプラットフォームとしての強みを活かすためには、様々な要素モデルやツール等の提供が必要であり、CommonMPはそのための機能や枠組みを用意している。また、CommonMPは、外部ツールによるコントロールやリアルタイム洪水予測等多様な利活用方法を行う環境が整いつつある。本研修会では、これらの機能やツール、利活用方法等について紹介する。

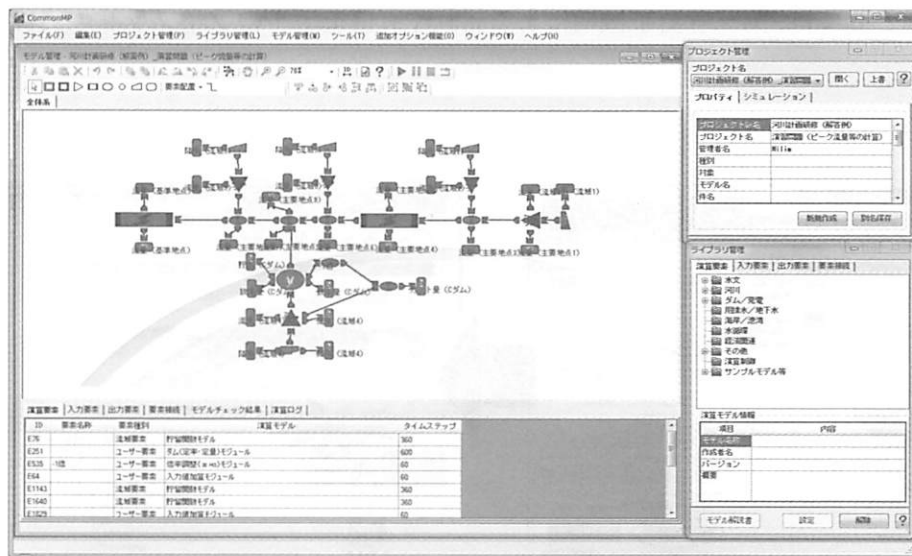


図-1 CommonMP の画面イメージ

2. 要素モデルライブラリ

CommonMPの開発においては、ただ単にプラットフォームを開発するだけではなく、要素モデルの開発や利用等を通じたモデル開発者やユーザのコミュニティ創設を目指している。例えば、図-2において、開発者が開発した要素モデルをユーザが利用し、その評価を開発者にフィードバックし、要素モデルの開発に活用す

るというものである。このような要素モデルの開発、利用、改良の好循環をつくることを目指している。

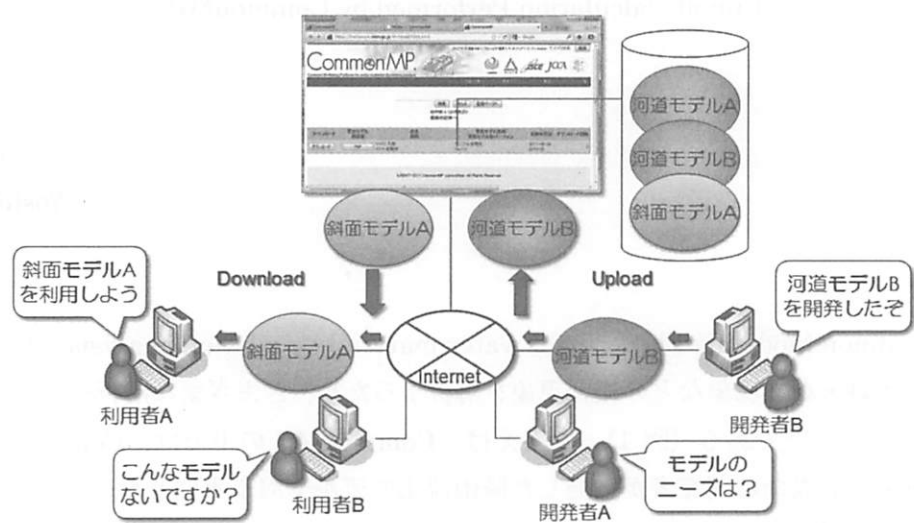


図-2 開発者・ユーザのコミュニティ創設

このため、CommonMPの開発主体である国土技術政策総合研究所は、2012年3月にCommonMPウェブサイト上に要素モデルライブラリ（図-3）を公表した³⁾。このライブラリに登録されている要素モデルは、要素モデル登録申請者自身がCommonMP要素モデル登録・公開手順に従いセルフチェックしたものであり、当該要素モデルの利用許諾条件の範囲内で自由に使うことができる。また、ユーザ自身が開発した要素モデルを本ライブラリに登録することもできる。また、今回の要素モデルライブラリは、モデル開発者のセルフチェックによる品質認証を行ったものであり、無償の要素モデルに限ったものであったが、今後は、CommonMP開発・運営コンソーシアムとしては、第三者認証機関による認証や有償モデルのライブラリの実現を目指していくこととしている。

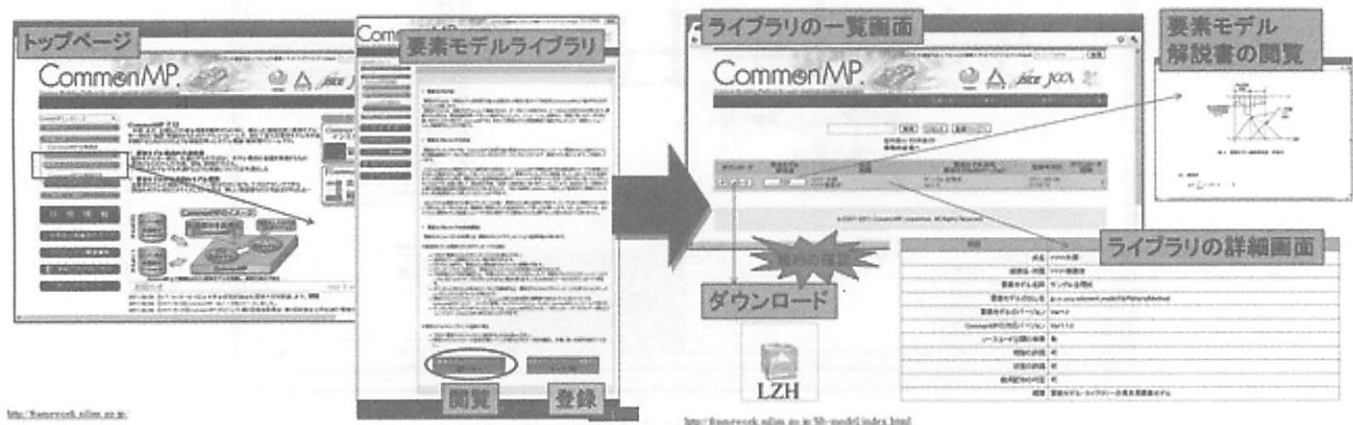


図-3 要素モデルライブラリ

3. 演算要素モデルの単位（大きさ）

CommonMP開発プロジェクトでは、モデル開発者による要素モデル開発を促進させるため、要素モデル開発の効率化・省力化を図ることを開発方針の一つとしている。そのため、CommonMPの要素モデルの単位は、

	B	C	D	E	F	G	H	I
2	実数名	項目	型	E76-1395-28	E1143-1516-	E1640-127-2	E2648-1147-	E3450-1237-2820
3	Key	Name	DataType					
4	TIME_STEP	タイムステップ(秒)	DOUBLE	360	360	360	360	360
5	m.dArea	流域面積A	DOUBLE	171	50	73	8	112
6	m.dK	貯留係数K	DOUBLE	33.8	43.1	33.1	33.1	26.7
7	m.dP	貯留係数p	DOUBLE	0.4	0.31	0.38	0.38	0.45
8	m.dTl	遅滞時間Tl	DOUBLE	0.3	0.3	0.3	0	0.2
9	m.dF1	1/2流出率F1	DOUBLE	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10	m.dRsa	飽和雨量Rsa	DOUBLE	80	80	80	80	80
11	m.dQb	基底流量Qb	DOUBLE	18	4.8	7.2	0.8	11
12								
13	[END]	※この[END]行以下は変更しないで下さい。						
14								
15								
16								

図-7 要素モデルの種類ごとにパラメータを書き出されたエクセルファイル

5. 外部ツールの活用

CommonMP は、基本的には GUI 付きのスタンドアロン型のアプリケーション・ソフトウェアであるが、CUI から起動し、シミュレーション条件を記述した XML ファイルを読み込ませることにより、シミュレーション計算を実施することとも可能である。このため、バッチジョブを組めば、シミュレーション条件を変化させた複数ケースのシミュレーションを自動的に実施することも可能である。

この原理を利用したツールが京都大学の高橋らの開発した CommonMP 多重実行環境 (KyotoUnivEngHywrExecutionEnvironment) である (図-8)。このソフトウェアは構造定義ファイルからパラメータの読み込み・編集、繰り返し計算、および SCE-UA⁴⁾を用いたパラメータ同定ができる。今後もこのようなツールが提供されることが期待される。

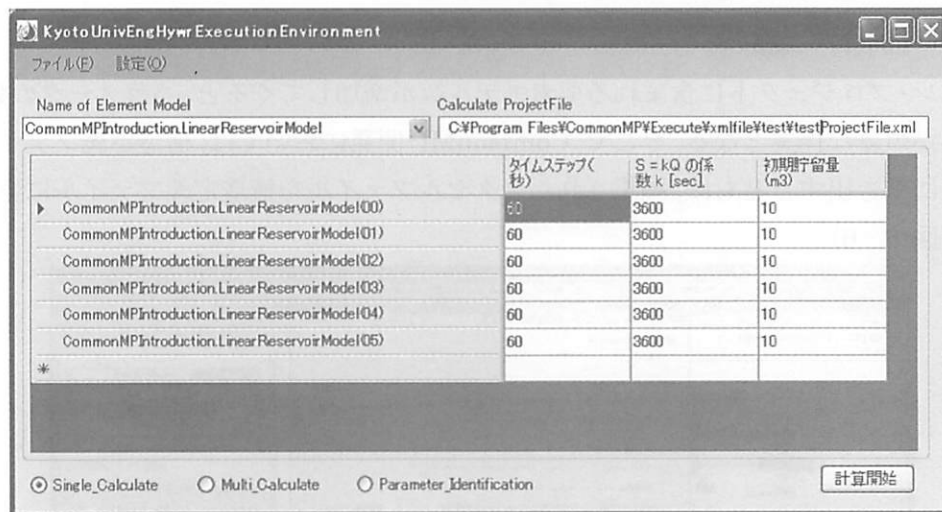


図-8 CommonMP 多重実行環境の画面イメージ

6. リアルタイム洪水予測への活用

CommonMP Ver1.2 には、リアルタイム洪水予測に必要な複数シミュレーション・プロジェクトの同時並行演算制御機能およびリアルタイムデータ取得機能が付加された。これにより、簡易卓上洪水予測システムを作成することが可能となった。

リアルタイム洪水予測を可能とするため、CommonMP に下記に機能を追加した。

- ①水文水質データベース⁵⁾からリアルタイムデータを取得し、ローカル PC にファイルとして保存する機能(水文水質データ取得ツール)
- ②リアルタイムデータの保存されたファイルから定期的にデータを取得し、演算モデルに渡す機能(入力要素モデル)
- ③複数の演算プロジェクトの実行や停止等を制御する機能(TGC:タスクグループコントロール)
- ④演算プロジェクト間のフィードバック等を制御するための機能

①については、機能拡張ツールとして、②については、要素モデルとして提供した(図-9)。③、④については、プラットフォーム本体の機能(コンポーネント)として追加した。①の水文水質データ取得ツールは、リアルタイムデータのみならず、過去データを一括して大量に取得することや過去の主要洪水・水害事象ごとの水文データの検索・取得ができるので、水文統計解析等への活用も期待できる。③、④については、代表的なフィードバック手法のコンポーネントを提供するとともに、汎用性をもたせるため、ユーザが独自にプログラミングできる仕様とした(図-10)。



図-9 水文水質データ取得ツールの画面イメージ

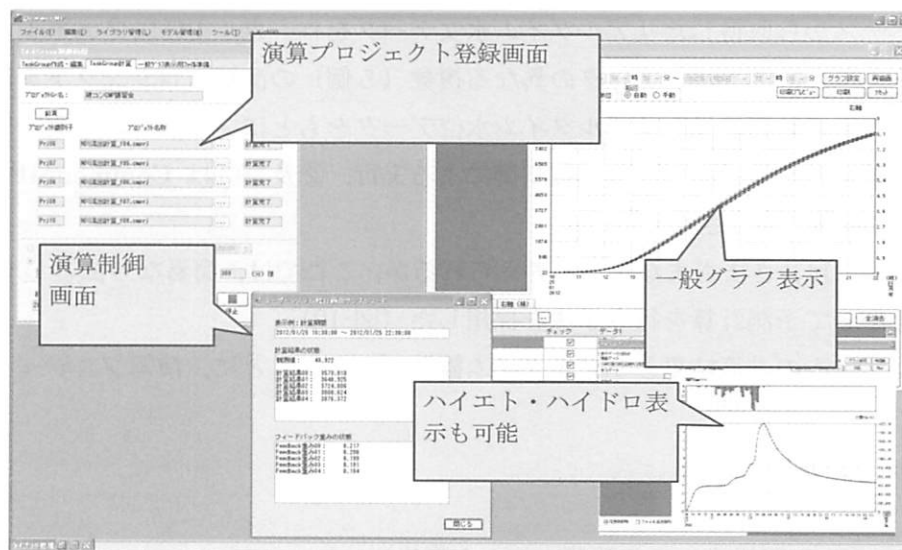


図-10 シミュレーション・プロジェクト制御機能等の画面イメージ

上述した機能の動作確認をするため以下の仕様で簡易洪水予測システムを構築した（表-1）。

表-1 簡易洪水予測システムの仕様

項目	内容
演算プロジェクト（図3）	流出計算モデル（5流域分割） 河道モデル（3河道） ダムモデル（1ダム）
使用データ	水文・水質データベースから取得するリアルタイムデータ ・雨量データ：5地点 ・水位データ：1地点
演算条件	・10分間隔で演算起動 ・6時間前～6時間先の演算期間
演算結果の出力	・6時間前～6時間先まで、10分ピッチ ・10分間隔で計算結果のグラフを自動更新

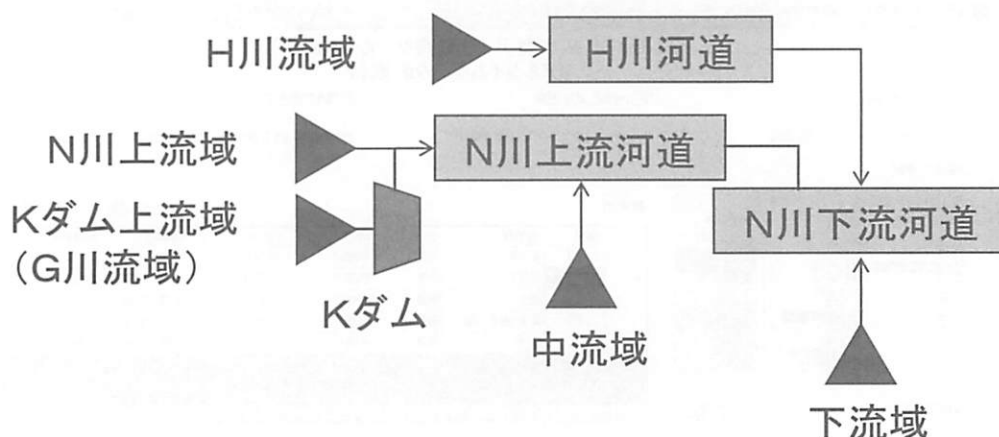


図-11 シミュレーション・プロジェクトの流域モデル図

本洪水予測システムの10分間隔の1サイクルにおける動作は、以下の手順によるものとした。

- ①水文水質データベースから取得したリアルタイム水文データをローカルPCにファイルとして保存
- ②取得した雨量データを用いて、パラメータの異なる複数（5個）の演算プロジェクトを同時並行に実行
- ③複数演算プロジェクトの計算結果とリアルタイム水位データをもとにフィードバックを実施

なお、①は水文水質データ取得ツールの単独制御による実行、②及び③は CommonMP 上の演算プロジェクトとして TGC から制御・実行されている。

フィードバック手法には、さまざまな手法が考えられるが、ここでは、簡易な方法として、以下のとおり各計算結果に重み付けをして予測計算を行う手法を採用した（図-12）。

- ①複数の演算プロジェクトの計算結果とリアルタイム観測データをもとに、演算プロジェクト i 毎に重み W_i を算出する。

$$W_i = 1 / (|Q_{calc} - Q_{obs}| / Q_{obs})$$

Q_{calc} ：流量予測値

Q_{obs} ：流量観測値（H-Q 関係式により観測水位から変換）

- ②各流出計算結果に重み $W_i / \sum W$ を乗じた上で、演算プロジェクトの計算結果を合計し、最適計算値（予測結果）とする。

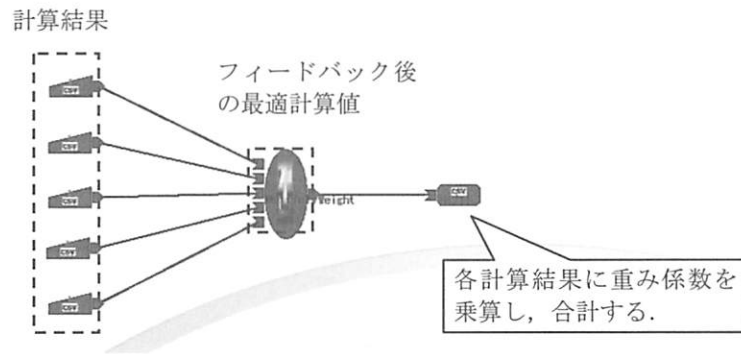


図-12 フィードバック処理

7. まとめ

以上、ユーザの利便性を向上させる機能やツール、利活用方法等について紹介してきた。CommonMP の設計思想としては、要素モデルやツールをユーザが使いやすいように独自に作成することができるということが挙げられる。CommonMP の機能のコア部分や広く一般に用いられる機能については、開発主体が開発するが、その他の部分については、ユーザ自らが要素モデルやツールをユーザが独自に改良・開発していくことが期待される。このような改良・開発が積み重ねられると、CommonMP はますます扱いやすいものになっていくので、それぞれ各位の協力・貢献をお願いしたい。

本研修会で用いた資料は、CommonMP ウェブサイトの下記 URL のページに掲載する予定であるので、参考にされたい。

URL: <http://framework.nilim.go.jp/trac/project01/wiki/training20120827>

参考文献：

- 1) 菊森佳幹：水・物質循環解析のための汎用プラットフォームの開発，河川 No.762，（社）日本河川協会，pp.31~35，2010.
- 2) 菊森佳幹：水・物質循環解析のための汎用プラットフォームの開発に関する協定の締結，土木技術資料 52-1(2010)，pp.44
- 3) 菊森佳幹，吉谷純一：CommonMP 要素モデルライブラリの公開，国総研レポート 2012，pp.129，2012
- 4) Duan, Q., Sorooshian, S. and Gupta, V.K.: Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, Journal of Hydorology, Vol.158, pp.265-284, 1994
- 5) 水文水質データベース： <http://www1.river.go.jp>