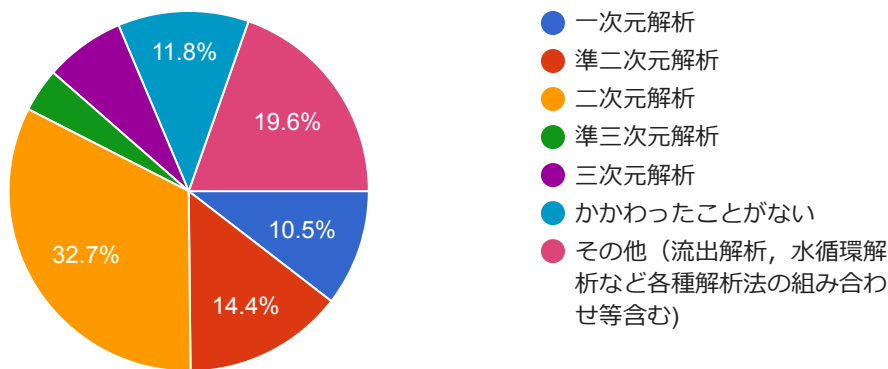


河川技術分野における数値解析の役割と今後の展望に関するアンケート

153 件の回答

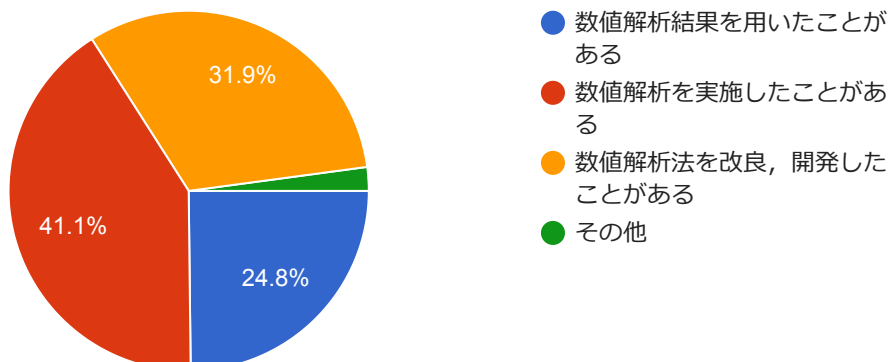
1. 主としてどのような解析法に関わっていますか？最も深くかかわっているものをお選びください（必須）

153 件の回答



2. 以下，1.の解析法に関して伺います．どのような立場で関わっていますか最も適切なものをお選びください（必須）※1.で「かかわったことがない」と回答された方は6．にお進みください．

141 件の回答



「その他」と回答された方は具体的にご記入ください。

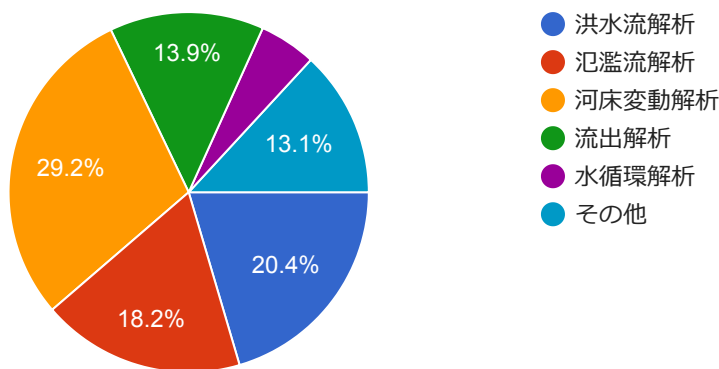
2 件の回答

全てに関わる。

かかわっていない

3. 数値解析の目的をお選びください（必須）

137 件の回答



「その他」の目的をご記入ください

20 件の回答

浸透流解析

漂流物解析

ダム調整池水面変動解析, 水力発電所水路工作物改良に係る設計検討など

河床近傍における水流と土砂運動の相互作用の解明

河床変動・植生動態の連成解析

水循環解析以外を除いて, 全て.

断面二次元浸透流解析

河床変動解析結果を用いた砂防施設配置の検討

乱流解析

洪水流解析、氾濫流解析、河床変動解析、流出解析

流下能力評価

扇状地河川の伏流水流動

ひとつではない。

上記の全て

かかわっていない

物質輸送

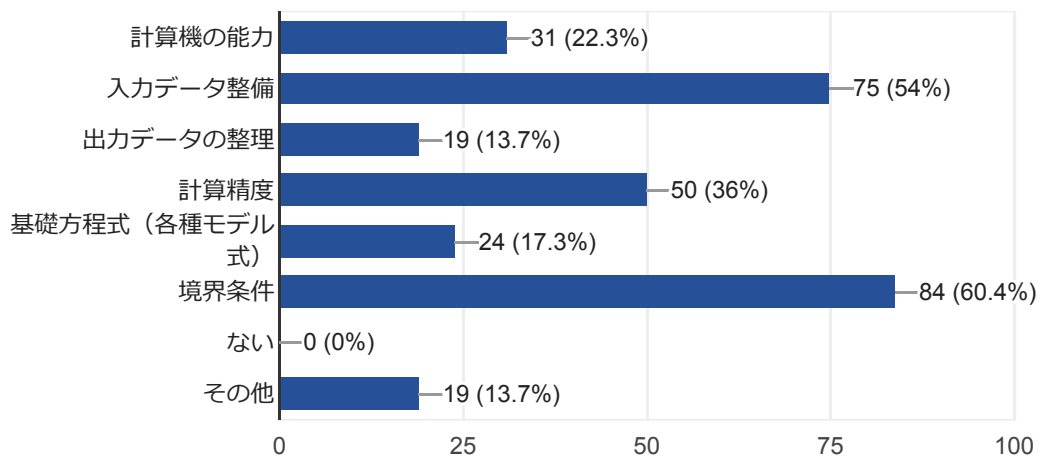
起こりうる降雨等に応じた浸水深・範囲の概略予測

上記、必要性に応じてです。

飽和・不飽和浸透流解析

4. 数値解析の課題はどのように考えていますか（必須，複数回答可）

139 件の回答



「その他」の課題をご記入ください

20 件の回答

河川工学や水理学を専門としない方（例えば、河川生態学者）が使用する際には、水理学上の前提条件が理解されていなかったり、数値解析上の問題に気が付かない場合がある。そこをどう埋めるかが課題の一つと感じる。

検証データの充実

必要な入力データがすぐ得られるような発注者側の環境

実測データ（流量・洪水時の河床形状等）の精度

解析に関する検討は、大手コンサルまたは大学に限られる。

モデルパラメータの同定、設定

わからない

計算目的別の要求性能、および蓋然性の確保

樹木群の条件設定情報が乏しく精度に疑問を感じる

解析結果を解釈する能力（おかしい計算結果をおかしいと判断できるか等）

汎用化・一般化（Excel等での簡易解析）

中小河川の実施設計に流況・河床変動解析を用いて思うのは、解析の再現計算にこだわりすぎているのか？ということです。等流、不等流計算についても流れをモデル化したものであり完全な再現はされていないが、これまで、それで計画設計が多くなされてきています。二次元、三次元解析については精度がよりあがったものであり、実務レベルでは、必要以上に精度ばかりを求めず一次元同様に活用できるのではないかと。精度より事例を増やし、課題を見つけたり対策を行っていくことの方が重要ではないでしょうか。

ピーク時のみの流況や河床変動の解析でも、河道の重大な弱点部を明らかにし、対策の検討が可能ですので、水理模型実験の代用として利用できると考えます。

設計では河道を面的に高さを設定し、主流をコントロールする検討が行える。例えば流れが集中する箇所の前に、置石を平面上に設置し河床より高い高さを与えれば、流向を別方向に誘導したり、瀬・淵の瀬は下流に向かって斜め方向なので、一次元では検討できなかったのが、二次元になったことで設計が可能となる等、これまで、護岸を最深河床から根入れ〇〇のような護岸設計から設計手法や内容が大きく変わっていくと考えます。

流出解析においては、境界条件（降雨）の精度がボトルネック。

解析結果の解釈能力の向上、実現象による比較検証

かかわっていない

フォーマットが統一されたデータベースのオープン化(過去のデータも含めて)

大容量のデータの整理、保管、スパコン使用時の通信

常射流混在場での計算

数値解析結果の妥当性を検証するための実績データの整備（観測機器の整備）

1.初期条件の設定

数値解析分野には有料／無料を問わず多くのソフトウェアがインターネット入手することができるようになりましたけども、解析の基礎方程式の数値計算アルゴリズムの詳細や初期条件設定が、説明不十分な事が多くて、自己開発プログラムプログラム／数値解析モデルの検証に、苦慮する事がある。

Common／Mp 等の、今後の展開に期待します。

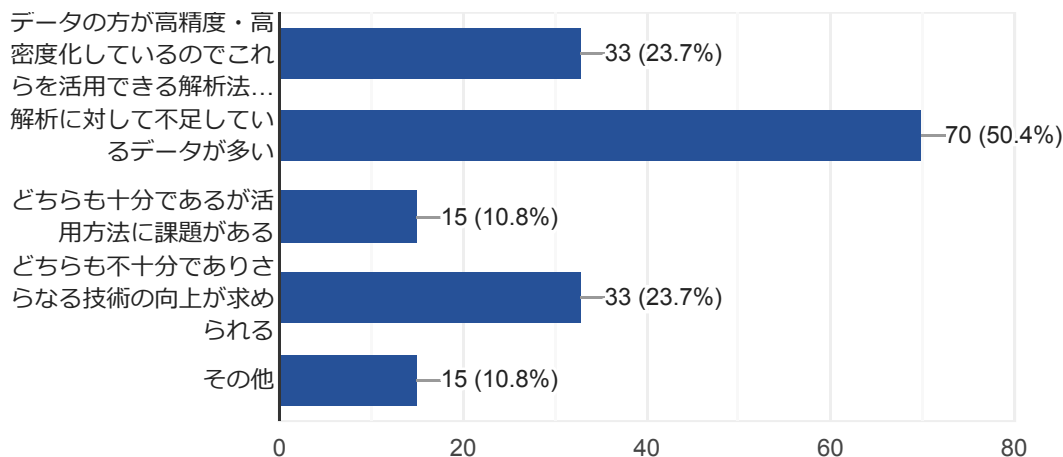
2.リアルタイム情報での適正なverification 又はcalibration 手法の確立

verification 又はcalibration 手法には、数値解析の初期値／境界値からの数値計算を逸脱しているような取り組みもあるように危惧して居ます。

多くの人の参加での議論する事が大切だと思います。

5. 解析に用いる河道，洪水データと解析法のバランスについてどのように考えていますか？（必須，複数回答可）

139 件の回答



その他について具体的な問題点を記入ください

19 件の回答

地形変化のデータは深淺測量などが得られているが，粒度分布の経年変化のデータがあまりないため，粒度分布の解析精度を必ずしも十分に検証できないことも多い。粒度分布のデータを空間的に得ようとすると，現状ではやはり労力が大きいため，粒度分布の観測技術の向上が期待される。

水位，面的な地形データは充実してきているが，河床粒度分布，水質・生物データ等は依然，不足している。また，長期的な解析をするためのデータはまだまだこれからの継続的なデータ取得の努力が必要だが，予算・人員面などから継続性がどこまで担保されるのか不透明。

入力データの整備だけでなく，どのようなデータがどこにどれだけあるのか整理が必要になってきているように思います。

雨量データの高精度・高密度化や，DEMデータの公開が進む一方，河川の基本となる河川横断測量データの公開が遅れていると感じる。

樹木の粗密に関わる具体的な基準

わからない

直轄河川と中小河川のデータのアンバランス

直轄管理河川と自治体管理の中小河川で課題が異なる。中小河川で整備が急務

大洪水時の実測データの不足

測量データCADとの互換性がない

分からない

河川計画で用いる手法の見直し

特にありません

河床変動計算：河床材料に関するデータが不備な河川が大半。流出計算：分布型モデルを用いても、地形データ不足により結局のところ粗度係数一定、川幅一定、河床勾配一定としなければならず、集中型モデルと実質的に同じ内容の計算とせざるを得ないことが多い。

1.解析手法が不十分

2.より高精度なデータが必要

3.例えば洪水予測の面ではどちらも十分とは言えない

4.その他：例えば、鬼怒川は何故に2015年9月の洪水で溢水決壊したか？

5.

設計の観点ではデータの拡充が必要な場面がまだまだ多いと思われるが、防災の観点では計算結果の解釈の問題が大きいと思われる。

一部データだけ高精度化している割に、そうでないものがありバランスが悪い。また、精度の検証が十分でないし、基礎式に課題があるなど適用範囲が限られているものがあるのに、それに気づいていない方が多い。

流量、洪水時の河床変動など精度の高い観測が不可能なデータがあるため、感度分析により実用的に利用できる範囲を想定するなど解析結果の割り切った利用が重要。

6. 現象の理解、予測について、AIによる膨大なデータ解析も有力な手法になりつつあります。数値解析とこれらの関係は今後どのようにあるべきかなどについてご意見がございましたら、記述ください。
(自由意見)

66 件の回答

AIですべて自動化されることは望まないが、AI技術を数値解析に役立てることは必要（AIで適切な計算条件を絞り込む等）。

水文データなどの離散的データの関係性の議論への機械学習の適用は有用。力学過程を解く数値解析とAIの関係性については想像しにくいところが多いが、アンサンブル解析的な数値解析を行う際には学習や最適化の要素を組み込むことも一案。

河床変動解析では不確かな要素が大きい。例えば、流入土砂量（LQ式）を考えると、流入土砂量は流量のべき乗関数とされているが、実際には様々な要素（斜面の状況、短時間雨量等）の影響を受けるはず

である。このような経験式の不確かさを、AIである程度解決できるのではないかと。

不確実な現象の推定では、複数の数値解析結果をAIが処理し、必要な情報を抽出するアプローチが増えていくのではないのでしょうか。

リアルタイム予測技術の普及が必要だと思う。

AIによる膨大なデータの解析による統計モデルの構築と基礎式の修正、それに伴う解析技術の改善。データ同化を含めた発展。

現象の物理的意味を逸脱しない範囲において、AIの活用による高度化や高速化が求められると考える。

超過洪水などについてはデータ外挿的な評価にならざるを得ないのに、結果だけが独り歩きする可能性があることを危惧します。

とても重要だと思う。計算前処理の自動化などに利用したい。

長期予測、被災直後の実態解明や詳細分析など数値解析の目的に応じて、基礎方程式を選択し、また境界条件を設定することが必要であり、これらを体系化することが求められと思います。

現象の理解、予測には有用な技術と思うが、ブラックボックスで後付けの解釈となるように思うので、実務での判断の根拠には使いにくい、あるいは注意して使わなくてはいけないと思う。

アウトプットの要求精度や活用法に対して、妥当な解析手法を選定でき、また、解析結果の評価ができることが重要であると考えます。

流出解析に利用できる可能性がある。

現象の理解とAIによる解析は必ずしも一致しないと考える。AIを水位予測に適用した経験があるが、算出過程がブラックボックスとなるため、なかなか難しい。

自然現象の解明や予測情報等の用途に応じた解析手法の適用性や分類の明確化

意図しない解析結果が求められた時の対応方法について検討する必要がある

現象理解を進めるとともに、理解が進んだものについてはAIを積極的に活用すべき。あるいは、現象理解にAIの力を借りることも有効。

AIに頼ると、インプット情報とアウトプット情報の間がブラックボックスになり、現象を理解する力が低下してしまうのではと懸念します。

低確率で発生する現象の予測結果の整合

ビッグデータを対象としたAIによる解析は歓迎すべき。ただし、AIによる評価・判断プロセスがブラックボックス的である点に留意し、その解釈について技術者による解説が（今後の技術発展には）必須だと思う。

現象の理解については、AIにはブラックボックス的なものがあるので難しいと考えています。一方で、予測については、経験がある出水に対して予測可能と考えます。AIが有力な手法になるためには、経験のない出水に対してどの程度予測ができるかにかかっていると考えています。数値解析における粗度係数などの経験的に決められているパラメータの設定には、AIが活用されるようになって考えています。今後、数値解析とAIは、両者を補う形で発展していくと考えています。

河川技術分野の数値解析は、個別の地形などの要素が結果を大きく左右するためAIとの相性は良いとは言えないように思うが、新たな取り組みも必要と感じる。

パラメータフィッティング、計算結果の妥当性評価（定量的評価）へのAIの活用

計算ありきではなく、観測をもっとしっかりやった上で計算モデルを組むべきと考えています。計算だけ、という事例が多すぎる。

データの蓄積期間が短い場合に限ってはAI利用自体を考える必要があると思う。

AIの活用が、河川技術の何がどの程度向上されるのか、積極的に検討すべき。

最終的にはAIで全てできる時代になるのかもしれませんが、現象の成り立ちや数値解析のロジックが分かる人材はこれからも重要だと考えています。

単に洪水を対象とするならば学習期間が極端に少ないので適さないと考えられる。しかし、経年的な河床の掘削等であれば、河床データ、流量データ等必要なデータが何十年分も存在しているのであればAIでも計算ができそうな気がする。

何を対象・目的にするか。求めるべき精度をどのレベルに着目するか。

解析に用いる与条件に不確実性がある中で、計算機の機能向上と計算技術の向上により、1つの解が意味を持つのではなく、複数の解をもち、幅をもった結果の整理が重要になってきているものと考えられます。

その中で、膨大な実測値と与条件の組合せ別の解析結果をAIにより分析することで、より高度な解析結果の解釈ができるようになるものと期待できますが、AIによりもたらさせる結果に対し、どのような論理を持って取り扱うかが技術的共通認識のもとで整理された上で、数値解析結果の解釈・活用がされていく必要があると考えます。

AIの得意分野（画像解析等）はどんどん取り入れていくべきだが、AIによるデータ解析は物理現象を解いているわけではないので、適用範囲を踏まえて活用していく必要があると思います。

洪水予測の見える化。例えば、水位上昇の予測結果をメディアで知らせる仕組み。

AIによるデータ解析技術の発展は良いと思いますが、同時に、入力条件が適切かどうか、また計算された出力データが実現象にあったものになっているかを判断できる技術者が必ず必要であると思います。

着目するスケールによるかもしれませんが、セグメントやリーチスケールくらいのざっくりした長期的な変化を予測する手法として有用な気がしますし、1 m以下のグリッドでの変化の記述などは物理ベースの方法が適しているように思います。

相補的な関係

AIの活用部分はある。ただし、過去のデータとのする合わせ研究が必要。粗度係数はAIの使い道があると思う。

両者の関連性を確認しながら進めていくべき

実績の時系列データの高精度取得が必要

AIの精度が高まっていき、様々なビックデータが使用されていきつつある一方、実現象との乖離が懸念されます。

AIを用いた解析も重要であるが、上記にもあるようにそもそもの解析手法の妥当性や入力されるデータの質や量などをもっと突き詰めて考えるべきだと考える。研究などにおいては基礎的な研究を今後も行うべきだと考える。

基本となるデータベースのアップデート（水文・水質DBなど）

AIと電子国土化に期待している。データを拾い集める苦勞が多い。

よりリアルタイムが求められる

水衝部などの局所的問題の解決が求められる

全て総合的に使用して現象の理解や予測に役立てることが望ましい。

まずは新しい技術であるAIを積極的に発展させるべき。そのかわりで、物理的な数値解析手法との使い分け・併用方法を徐々に考えていけばよい。

補完しあう関係が望まれる。

将来、膨大なデータから解析に必要な情報（地形、植生、粒度など）を抽出する必要が出てくる。その際にAIは有用技術となる。また、広範囲を対象とした解析の必要性、詳細な物理現象の解析に伴い計算格子数が増大し、出力結果の分析等にもAIが生かされるものと想定される。

AIの活用については水位観測結果からのリアルタイム予測などいろいろな使用方法があると思いますが、3次元流体解析では、メッシュサイズや入力条件に氾濫解析のようにマニュアル化されたものがないため、良好な現象再現が可能なメッシュサイズ、解析条件のデータを蓄積していき、それを学習データとして解析方法、条件の最適化にAIを用いるということも考えられます。

定数の同定や予測手法の1つとして活用すべき

河床変動解析を例にすると、従来かつ発展が進められている数値解析において、ナローマルチ等による河道内の三次元地形変化の再現のためのパラメータ設定等の部分をAIで担えるようにする等。

教師データ作成の負担軽減がないと普及しないと思います。

AIが何を意味しているのか？漠然としている。

AIによる解析結果を人間が正しく理解・解釈できるのかが問われていると思う。検証データ（現地観測データを含む）の整備と合わせて実現象の観察・分析も重要だと考えます。

AIも数値計算も素人なので回答が的外れだったらすみません。

現象の理解、予測を行う上で数値計算の役割は高く、経験した事象（例えば降雨と出水の関係性）を精度よく再現可能で、しかも未経験（教師期間外）の洪水も推定可能であれば、事前に多数の再現・推定を数値計算で行った結果をAIに教え込んでおくことで、防災面でAIが素早い判断を行い、迅速な避難行動に結び付けていく、というような形で数値計算とAIが連携していくことも可能ではないかと感じました。

膨大な処理を短時間で行うのは数値解析の本質的メリットであり、特に流れの計算では研究者がAIにとって代わられるのはやむをえないことである。研究者はAIを使う側にまわれるようがんばるしかない。

気候変動や降雨帯、降雨量の予測など、AIの活用範囲は検討が進んでいくと考える。課題は、その信頼性と人間の判断をどの様に加味していくか、ということだろう。結果の責任は人間が取ることをしっかりと認識すべき。

基本的な物理機構を理解したうえでAIを利用することが重要。

積極的に取り入れるべき。ただし、ユーザーはAIに関する基礎は身につけるべき。特にAIができること、特性を理解すべき。私は数値解析をAIに応用する研究も行っているが、AIが苦手なことを理解して研究に取り組む必要があると感じる。また、数値解析はAIに必要なデータを補完する役割も果たすことから大変有効である。

膨大なデータを的確に処理できるAIによる解析は必要であると考えますが、学習範囲外の外挿した事象を解析、予測する場合、物理事象を無視した結果となっていることも多くみられ、物理事象を的確に反映できるモデル構築が必要

AIの学習による解析結果は膨大なデータから導かれた最適な結果と考えられるので、いわば経験値の集約と推察されます。数値解析については水理学的な理論に基づいた結果なので、2つの解析手法は根幹が異なるものと思われます。お互いに長短があると思いますので、両方の解析を比較して使い分けを考えるべきだと思います。特に経験のない既往災害以上の予測結果は大きな乖離が出る可能性があるので、お互いに足りないところを補うシステムに成熟させていく必要があると思います。

膨大なデータからそれらに潜む普遍性や類似性を客観的に読取るには、AIの活用も大切ですが、現象の因果関係を考察する事は科学技術者の責務だと思います。

防災の観点でAIが担える場面が今後多くなると思われ、物理モデルを使わずに数理モデルだけでも十分に使えるようになると思われる。但し、経験のない事象に対する予測の評価は課題となるので、注意が必要と思われる。

他の科学技術の分野では、データ駆動型の解析法が少し前にピークを迎え、最先端の研究方法は、データ駆動型とモデル駆動型の協調型の解析法が模索されているようになっている。一方で、河川技術の分野では多量のデータの取得法

が未確立のためにそもそもデータ駆動型の解析法の適用ができない。今後の河川技術向けの数値解析の研究方針は、闇雲に精度向上を図るのではなく、明確な目的を定めて行われることが望ましい。また、数値解析のモデルの精度向上の余地が残されていることは間違いないなく、そのためには実河川と模型実験における時間と空間のどちらにも高分解能なデータの取得と蓄積が極めて重要となると考えられる。

数値解析の精度向上や効率化のためのツールとして役立つが、結果の判断や分析として使用するには時期尚早と思われる。

過去最大、超過洪水といった低頻度もしくは未経験の事象を扱う場面が多いことから、既存のデータを重視しすぎてはならないと考える。

7. 今後の河川技術にどのような解析法が必要と考えていますか？（自由意見）

54 件の回答

観測データとの同化により、高精度でほぼ流域全体の水理量(水位, 流速)を把握できる技術や, リアルタイムで水位分布や浸水範囲(内外水)を予測できる技術。

河道スケールの解析技術は成熟しつつある。流域スケールの解析技術の構築が必要。現在, 流域スケールの議論の多くは水文分野の研究者が担っており, 河川分野の研究者が流域スケールに視点を拡大する必要がある。

現状では, 最も現象に近いシミュレーション法は水理模型実験と考えられる。しかし, 移動床（特に混合粒径）の水理模型実験は, 相似則の問題や実験の大変さもあるため, 水理模型実験を代替できるような3次元解析技術が必要と考える。

種々のスケールに対応したより精度の高い水と土砂, 植生の推定技術

項目3で記載された解析技術と観測データの統合環境、iRICのような使いやすい形で。

跳水などエネルギー減衰が著しい流れ場を正確に解ける解析法（オイラーにこだわらない, ラグランジュ的なアプローチで粒子法の適用可能性に着目している）

河道の維持管理を実施するためには、河床高変化を長期的に高精度に予測できる解析法が必要と考える。

維持管理を考えると10～20年程度の中期予測技術が、総合土砂や流域特性などを踏まえた場の特性を理解するためには、100年レベルの長期予測技術が必要と思う。

上流から下流（土砂生産域から河口）までの、洪水・土砂・流木の流動および侵食・堆積を再現でき、被災範囲の予測ができる解析手法。

特にありません。

土砂崩れによる河床変動、河道閉塞等を含めた大規模災害の一体的解析

山地河川での長期間にわたる再現計算（計画のため）

・水理計算と生態適地ポテンシャルを同時にはじき出すような、治水と環境の両立した川づくりを支えることが出来る解析ツールの開発。

・災害時に河川管理者を支援できるような解析法。イメージとしては、実測データを同化しながら精度良いリスク情報を示せるような解析。

使用データの高精度化に伴う境界条件の不明瞭さへの対応

他分野でも使えるような平易な解析法と専門家が用いる精緻な解析法との棲み分けがあると、学際領域における数値解析の有益性が高まると思う。基本的には、専門家の専売特許的なイメージがある。

- ・水・土砂・流木の複合災害を予測できる解析法
- ・流域からの供給土砂の質と量を予測できる解析法

解析の目的に応じた精度管理（求められる精度の定量的評価）

実現象をまずは観測でしっかり捉えるべき。その上で、より精度の高いモデルを検討すべきと考えている。

解析法の前に観測データが必要。水面下を含む詳細な横断面測量や正確な河川への流入量の測定。そちらの観測手法の開発が必要。横断面測量はグリーンレーザがあるが、河川への流入量の測定は確立されていない。

洪水予測等に代表される長時間予測の精度向上に資する解析法が必要。また、説明責任の観点からも、ブラックボックス的な予測ではなく、現象に至る過程が説明できる手法が望ましいと考える。

実測を活用したリアルタイムで出力できる解析法

流出、はん濫、侵食、土砂生産など、今まで個別に解析されてきた技術の融合ができると良いと思います。各解析の境界条件をつなぐ知見の蓄積など。

複雑な計算とは別のアプローチ。例えば、ある地点の水位がこれだけ上昇したら、下流では何分後にどれだけ水位が上がるのか等、水位観測点の情報を利用して経験的な指標はつくれないものか。

今後の河川技術の発展に向けて、高密度なデータ観測技術とそれに見合った数値解析手法が必要であると思います。

河床変動の予測について、一洪水くらいはある程度実用的に予測できるかもしれませんが、複数洪水のあとの変化などは、その水理量（ハイドログラフ）を正確に与えたとしても、ほとんど定量的に把握できていないように思います。実際には、どんな洪水がくるか事前にわからないということも、河床変動の中長期的な難しさだと思いますが、このような条件のなかで、例えば護岸の洗掘の危険性などを適切に評価しているようなアプローチがあるとよいのではないかと思います。

土砂移動、河床変動を大きく伴う場での洪水解析

複数河川・水路に囲まれた氾濫原での浸水実態を広域的かつ精度よく解析可能ないわゆるトップダウン手法

準二次元レベルの単純さが必要。ただし入力断面データを密にする方法が望まれる

河川は治水を目的を第一とすべきであるため、洪水時の河道内外の解析精度向上が必要。

これまでも部分的に試みられていますが、生態系の情報をリンクさせた解析が必要と感じます。

河川水位や降雨量は機器の普及や進化によって高精度なデータが得られるようになってきたが、土質定数（ C 、 ϕ ）については試験値が現実の堤防盛土の状態を再現できていないのでは？という疑問をよく聞く。既存データの見直し（高精度化）も必要なのでは無いかなと思う。

現場事務所、学校でも取り扱い可能な簡易的ツール

氾濫解析はハザードマップへの利用から、技術があがり、リアルタイムシミュレーションやVR、スマホ（ストリートビュー）等で利用されるようになってきているので、今後は、仮想の避難シミュレーションソフトを作成し、普及させることで、災害時のソフト対策となるのではないのでしょうか。

降雨をランダム（1/100確率から1/2程度）に降らせ、災害（洪水氾濫、堤防決壊、土石流等を数値解

析で再現)が発生し、仮想の天気予報やハザードマップ、避難警報を頼りに避難行動を行うというシミュレーションソフトを開発、普及させることで、子供からお年寄りまで、災害時に適した行動を学び促すことができます。降雨がランダムにすることで、避難が必要ない場合の判断も経験とすることが期待できます。

可能であれば、ポケモンGoのような位置情報ソフトのようにスマホをかざすと災害を視認できるようにし、大勢の人が参加するシステムとすることで、避難時に逃げ遅れる人への対応を判断する等の帮助や倫理等を学ぶことも可能ではないでしょうか。

各種流出形態や土砂移動等不明な点が多く、それらを考慮した水循環や洪水時氾濫流を解析する総合的な解析法

- ・社会との対話を通じ、世の中のニーズとのすり合わせが必要。
- ・国内の現状としては、不確実性に対する議論が弱い。

大規模洪水発生時に河道に流入する土砂流入量ハイドログラフを考慮して、洪水流と河床変動を解析し、河岸・堤防侵食危険箇所を予測するための解析法。河川横断構造物の破壊危険性を予測し、今後どのような観測データが必要か考えるきっかけにするための解析法。石礫河川の河床変動解析法。

物理的根拠に基づいた破堤モデル（浸透、越水、侵食）

3次元流体解析は非常に計算時間がかかるため長時間の再現計算、長い河川区間の計算に適しておりません。そのため実務的な2Dと3Dをハイブリッド化した解析手法（堰など構造物があるところのみ3D）が一般化されると色々な場面・目的で使えると考えます。

レーダ雨量等の知見を河川計画に活用できる手法

河床変動解析を例にすると、河道内の詳細なデータが時系列的にも密も取得できるようになれば、既存の数値解析の必要部分に調整変数を持たせて、データと同化させるような解析法。

植生の影響の検討が必要だと思います。

より高解像度、より速く

河床変動計算では、流れの解析精度は十分であるが流砂量の計算精度が低いために、河床変動計算結果を河川管理にそのまま活かすことができていない。言い換えれば、河床変動計算はまだ河川管理には使い物になっていない。流砂量式の整備は永遠の課題である。

防災に役立つよう、災害発生後の影響、状況変化を経過時間ごとに推測する技術を発展させていく必要がある。

起こりうる降雨等に基づく流出・氾濫解析に係る境界条件・入力値の具体的設定において避けることのできない様々な不確実性を踏まえ、目的に応じた境界条件・入力値の設定方法、解析結果の解釈方法の確立が必要。

粒子法、粒子法と他の手法（異なる特性の手法）の連成解析

データの高密度、高品質化していく中で事象を適切に再現できる解析方法かつ、防災に活用できるリアルタイムにその情報を配信できる高速化した手法

観測技術の高度化によって、今まで得られなかった情報が得られるようになってきました。例えば、洪水時の河床変動の詳細な状況が観測で把握できるようになると、二次元河床変動計算の粗度（抵抗）の与え方を変化させていくなどの工夫を加えることで、解析結果の精度向上を期待できます。観測技術と数値解析は両輪で発展させていくべきと思います。

現象に忠実なミクロな物理モデル（例えば、粒子単位の3次元解析）とそれに基づくデータベースの構築。さらに、それを用いた数理モデルの構築が必要と思われる。

湖沼の生態系・水質解析

河川技術に関わるモデルの近似精度をデータ駆動型の解析法により向上させる研究が必要。

構造物の劣化に伴う破壊や流木の影響等を考慮すると、粒子法が重視されると思う。

点群データを直接入力して解析できる技術が必要。

8. 河川技術に関する数値解析に関してのご意見がございましたら、記述ください。（自由意見）

47 件の回答

数値解析モデルの検証を行う際、いわゆるベンチマークとなる検証データが整備されておらず、開発者が個別に検証材料を探したり、実験・観測でデータを取得している状況にある。検証データを整備したり、例えばデータベース化することで、解析技術の精度・信頼性の向上に繋がるのではないかな。

河川の数値解析技術の発展のため、学際的に河川の数値解析技術を議論できる枠組みを増やしていくことが重要だと思います。

数値解析モデルがあれば、何でもできている実務者が多い。各モデルの課題やデメリットを理解する必要がある。

解析が高度化、複雑化する中で、数値解析の中身を理解し、適切に使い分けられる技術者を育成する必要があると思う。

特にありません。

地形、流速、雨量などの入力データが精緻になってきているので、そのデータを活かした数値解析が進展することを期待しています。

同上

特になし。

水文気象、降雨流出解析、洪水流解析等の個別の技術はそれぞれ発展しているが、これらの連携は必ずしも十分でないように思う。これらの連携が行われればより発展した研究が行われる可能性がある。例えば、水文分野の知見は洪水流や河床変動の解析を行うことによって地先の問題の解決に役立つし、洪水流解析においても水文気象の解析から得られる流量などの情報を境界条件として用いることができる。

できれば一般の人向けの勉強できる素材を提供してほしい。過去に土木学会でプログラムソース集が出版されているが、ああいったものをどんどん出してほしい。

メッシュデータなどデータが高密度化しているが、そのまま入力すると解析時間を要することになるため、簡素化する解析も必要があると思う。

.....

数値解析の精度を裏付ける実測データの効率的・効果的な取得が重要と考えています。

河川内の局所現象に関しては、3次元流体解析を用いる等、条件に応じて2次元から3次元への高度解析が有効と考えられますが、効果的な適用事例等が共有されていくことが重要と考えられます。

解析結果が独り歩きしないように、課題に対し、どのような数値解析手法を用い、数値解析結果をどのように解釈するかという判断の重要性が増していくと思います。

目的と用途に応じて、適切な解析法がなされるべきだと思います。

氾濫解析などで、グリッドが細くなることで単純に精度があがるというような認識については、問題意識を感じます。（地形の再現性があがるということは良いですが、粗度係数のキャリブレーションとなったり、不自然な水平渦が生じたりすることなど、派生的な課題が生じることがあります）

地盤の不均質性を取り込んだモデルを用いた3次元解析が必要ではないか

数値解析結果を河川技術に対して、論理的で使いやすい形式にまとめることが重要

計算目的別の性能の整理が必要（特に氾濫解析）

例えば、ハザードマップ用、避難計画立案用、治水経済調査用、土地利用・まちづくり計画用

あまり難しい解析より、使う側に浸透しやすいものの方がいい。多少の誤差を許容し、これまで解析や計測されていない中小河川にも解析を行うべき

河川分野の中でも各方面に活用され、成果が得られているため、適用範囲に関する総括的な確認を定期的に行うことが重要と考える。

特になし。

今後も各方面で期待できますが、これまで数値解析と関連性が薄かった環境分野への応用が期待されます。

理論上のモデルを作成することはできても、その結果が実現象を表現しているかの検証が重要だと思われる。

中小河川を含めたデータの集約・蓄積がまず必要（プラットフォームの整備）

適用できる範囲がもっと明確になれば助かる。地球温暖化で豪雨災害が多発しており、想定外を想定した対応を問われて回答に苦しむことが無いようになれば助かる。

数値解析は様々な仮定を元に簡略化してモデル化したものという理解に乏しい。全ての正解ではなく、あくまで現象の傾向を知ることや対策を講じるための予測手段であることを十分に理解すべきである。知らない人ほど精度を追及して、それを全面的に信じてしまう。

河川・水文に関するデータの公開・共有を進めて行けば、研究発展のために有用だと考える。現状は国や自治体などがデータを所有しており、一般からは入手が難しい。是非、学会を中心にデータ公開に向けて働きかけていくべきだと思う。

例えば、横断測量、流量観測（HQ式）、観測生値（水位や雨量の10分データ）、堤防高、など。最近でいえば、危機管理型水位計のデータ。

詳細なデータが広域的に観測できるようになってきており、数値解析で行える範囲も拡大している。今後、河川の維持管理、設計に数値解析の積極的活用が図られるものと期待される。その時に、解析結果の可視化技術は住民への説明等も想定し重要となる。例えば、VRやAR技術を活用し、改修後の河道や堰等の構造物、土石流の迫ってくる様子を見える化する技術に関する研究等も重要になるのではないかと。

今後ALB測量により河床形態の3次元点群データが得られていくので、それに適応した解析手法が必要となる。

河川分野でのこれまでの解析は河川分野独自で発達したものが多く、河川専用解析プログラムが実務ではよく使われています。そのため、他分野で発展した解析プログラムを河川技術に適用する際に、抵抗を受けるお客さんも多くいる印象です。そのため、河川以外で発達した解析技術などを取り込んでこれまでの河川技術に関する数値解析と融合させていくような仕組みが発達していくことが今後の解析技術高度化につながると考えます。

グリーンレーザ等の地形の3Dデータを用いた解析(流出・河道・氾濫)

AIについて、流出解析等と比較して河床変動解析は、河道内は各河川の特長があり、時系列的に密に、空間的にも密なデータを取得、蓄積が予算的に難しいと感じる。

河道断面データの取得方法の検討が必要だと思います。

流出計算、浸透流計算などは、地中の細密な3次元情報を得る手段がないためこれから先も河川管理にとって参考情報を生産するおもちゃ的役割しか担うことができない。この状況を抜け出す直接的な方法は、地中の細密な3次元情報を得る調査方法を確立することであろうが、現実的には不可能に近いので、むしろ逆計算によって地中の3次元情報を推定するスキームを考えた方がいいのかもしれない。膨大なデータを処理できるようになった現在、もしかすると使い物になるスキームができるかもしれない。

単に現象を捉え再現予測するのではなく、どのような社会ニーズに基づくものなのか、必要性和結果の実用性とのマッチングを予め認識したアプローチであるべき。

解析目的に応じて、重視すべき事項を適切に反映した解析手法・境界条件・入力データの選定・設定手法の確立が重要。

数値解析が有効か有効でないかと考えると確実に有効である。誰もが使いたいと思っていると考えられる。例えば、私は、計算力学が専門のため、最近粒子法で流体解析をお願いされることがあるが、数値解析法はツールであると同時に、数値解析法自体が重要な研究として世界中で多くの人が研究をしている。現場や企業の方が、実際に使ってみて、どのような解析ができたらいいかと意見をくださることが、さらなる手法の高精度化、高速化などにつながる。そのため、そのような場が積極的に開催されることは重要であり、パネルディスカッションが盛況であることを期待します。

洪水時の非定常性、不確実性をどのように数値解析で再現できるか・・・

解析の目的次第であるが、異常時と平常時の双方で、精度の高い解析が望まれる。

河川技術における数値解析の目的は災害などに対峙する住民への有効な情報提供と考えます。ところが、中小河川の場合は、一級河川のように地形測量データやリアルタイム水理データ（水位や雨量など）が揃っていません。災害は中小河川を含めて複合的に発生するため、データの品質や数は揃っていない中小河川での数値解析の精度をどのように高めていくかを、観測技術を含めて総合的に議論していくものと思います。

実務において、外力の方も不確定で精度にも課題がある中で、不必要に数値解析結果の精度のみが求められる場面があるように思われる。外力を含めた様々な誤差範囲を考慮した評価が重要と思われる。

Verification & Validationの手法を標準化・系統化しておく必要があるとおもいます。

現状の河川技術は、モデルからは大量のデータが容易に得られることに対し、一般的な測定法はモデルから得られるデータ量と比べると時空間解像度が乏しく、対等な関係の構築が難しい。このため、モデルとデータの均衡が欠かれているような状況にあり、河川技術において数値解析をさらに活用するためには、モデルとデータの均衡の向上が必要がある。

単に解析結果を公表するのではなく、解析条件を明示、あるいはモデルとともに他者が確認できるようなネット上で公開するなど解析方法がブラックボックスとならないようにすることが重要。解析方法が高度化するに従い、境界条件等を操作して答え合わせされてもわからなくなっている。