

Webベースのシミュレーションプラットフォーム 「Advance/Websimulation – CAE / GIS」

富永 直利* 中井 祐希** 北川 リサ** 松尾 深景** 森越 彩楓** 富塚 孝之*

Web based simulation platform - “Advance/Websimulation – CAE/GIS”

Naotoshi Tominaga* Yuki Nakai**, Risa Kitagawa**, Mikage Matsuo**, Sayaka Morikoshi ** and
Takayuki Tomizuka*

アドバンスソフトでは研究開発や受託開発で培った技術力をもとに、研究開発と実用性テストを重ね Web ベースのシミュレーションプラットフォームとして、パッケージソフトウェア (Advance/Websimulation – CAE/GIS) を開発した。本稿ではその内容を紹介するとともに、利用シーンや、技術トレンドなどについても解説する。

Keywords: Web-based simulation、REST API、ドキュメント型データベース、WebGIS

1. 背景

アドバンスソフトでは研究開発[1]を自社で継続し Web ブラウザ上からシミュレーションの前処理、計算、後処理と可視化を一貫して実施することが可能なフレームワークを自社開発し、デモを Web サイト上[1]に公開している。本稿ではその内容を紹介するとともに、応用の利用シーンや、技術トレンド、周辺技術について解説する。

2. 技術背景、情報モデル

2.1. 従来のシミュレーション

一般的に構成される数値シミュレーションの一連の処理は、図 1 のように、デスクトップ PC やサーバーPC に、数値シミュレーションソフトウェアや可視化ソフトなどをインストールした

うえで利用する。ここでは、一般的に用いられるスタイルの数値シミュレーションと（以降、「従来のシミュレーション」とする）、Web を活用した数値シミュレーション（Web-based simulation ともいう。本稿では「Web シミュレーション」とする）とのシステムの差を対比して論述する。

この PC で利用されるシミュレーションソフトウェアは図 1 のように、プリ・ポスト処理とソルバー部分にプロセスが別れる。

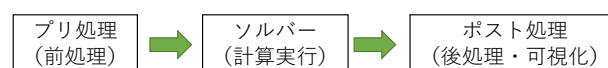


図 1 従来のシミュレーションの一連の処理

ソルバー部分は計算部分であるが、プリ処理においては、計算条件を作成し、ポスト処理では結果のプロットや可視化を行う。プリ処理はモデル作成と計算条件の設定であり、たとえば流体解析においてはメッシュ作成や、ソルバー部分の入力形式に従った計算条件を記述した入力ファイル作成を意味し、ポスト処理はたとえば 2 次元グラフやコンター表示などが例としてあげられ、計算結果が妥当であったか確認をするためにも重要である。

* アドバンスソフト株式会社 熱流動エンジニアリングセンター

Thermal Hydraulics Engineering Center,
AdvanceSoft Corporation

**現所属 お茶の水女子大学大学院博士後期課程
人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学領域
Currently Ph.D. Student at Department of
Humanities Data Engineering / Information
Sciences, Ochanomizu University

2.2. Web シミュレーション

図 1 で示した従来のシミュレーションは、プリ・ポスト処理とソルバー部分のソフトウェアは多種多様で、それぞれの仕様を理解しなければ、利用できず、またシミュレーションソフトのメッシュや入力インターフェースが独自形式の場合もあり、熟知していない場合、妥当な結果を得ることは難しい。また、ソルバーの計算においても、コンピューターの構成やそれに応じた計算ジョブの理解など、シミュレーションソフトの利用者においても学習コストは高い。また、サーバー PC や高スペックのデスクトップ PC の調達費用も検討の必要がある。

この課題に対して、利便性を向上させるためのインターフェースを従来のシミュレーションに追加したものが Web シミュレーションである。近年の Web ブラウザの進化と可視化ライブラリの充実化、さらにはクラウドサーバー技術の進化により、従来のシミュレーション環境を用いれば、低学習コスト、低価格で利用することが可能となる。さらに、Web ブラウザやサーバー技術によりインストール等が不要なため、容易に結果の共有や、シミュレーションの再現、パラメータの変更が容易となる。図 2 に概念図を示した。

図 2 のオンプレミスサーバーとは、従来のシミュレーションのように、物理サーバー PC とクラウドサーバーを区別する用語である。Web シミュレーションに必要な要素技術は、Web ブラウザを利用するための HTML、CSS、JavaScript と、計算処理を Web ブラウザとつなげるために処理を行う WebAPI と、サーバーに関するネットワーク技術に対しての理解が必要となる。

アドバンスソフトでは、2.2 節で述べた要素技術を用いたライブラリをパッケージングして簡単に利用できるようにしたうえで、Advance/Websimulation をフレームワークとして提供し、クラウド環境も含めた、ネットワーク技術に熟知した技術者による環境を構築するサービス含めて展開している。本節では[1]にデモとして示した利用シーンについて例を挙げ、技術面も踏まえて解説する。

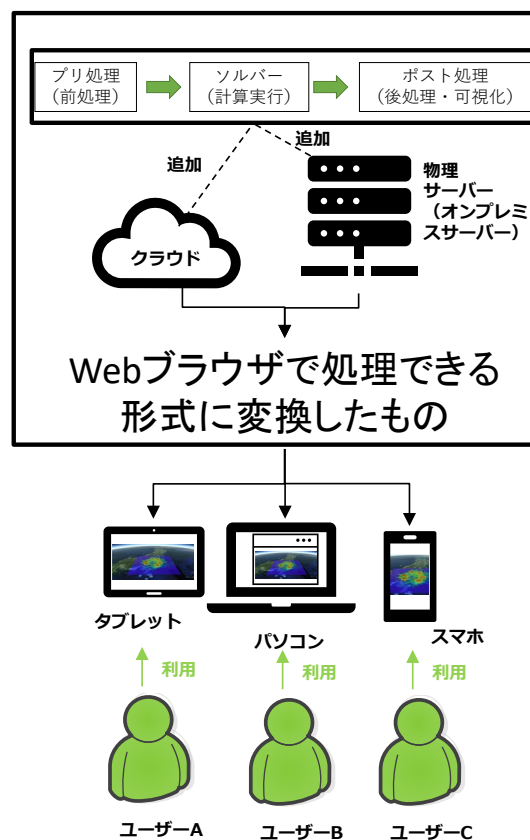


図 2 Web シミュレーション

2.3. RESTful な API

WebAPI とはインターネットを介して利用できる API であり、URL を使ってリクエスト、すなわち HTTP リクエストとレスポンスを行う仕組みで、例を挙げると国土地理院で提供される

```
http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2st_calc.pl?[パラメータの指定]
```

の URL で

```
http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2st_calc.pl?outputType=json&ellipsoid=GRS80&latitude1=35.699380&longitude1=139.765260&latitude2=35.698805&longitude2=139.765158
```

のように入力すると図 3 のように 2 点間の緯度経度から算出した距離[m]が json 形式のデータでブラウザ上に表示される。仕様は表 1 のように定められており、ここで使われているものはクエリパラメータといい、Web サービスでは一般的に使われているものである。URL の後ろ部分で?outputType=json&ellipsoid=GRS80 のように?から始まり、=でパラメータを変数 outputType は json

形式といった形で表現し、複数のパラメータは&で結合する形で表現する。パラメータの設定方法としては、もうひとつ、パスパラメータというものがありこれは/ (スラッシュ) でパラメータの値のみを表現する方法もある。

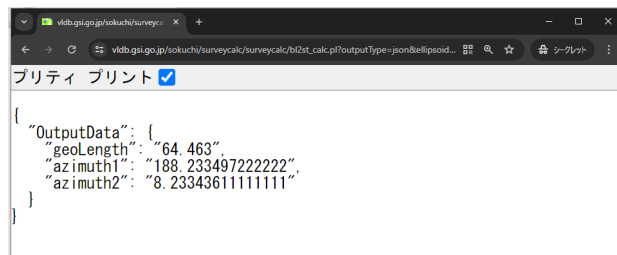


図 3 WebAPI によって得た json 出力

表 1 パラメータの詳細

必須	項目	パラメータ名	説明
●	出力タイプ	outputType	=xml[XML形式] =json[JSON形式]
●	楕円体	ellipsoid	=GRS80[世界測地系で計算する] =bessel[日本測地系で計算する]
●	出発点緯度	latitude1	degree
●	出発点経度	longitude1	degree
●	到着点緯度	latitude2	degree
●	到着点経度	longitude2	degree

API は RESTful な設計を取り入れており、リソース管理や計算、可視化などは WebAPI をもとにシミュレーションを操作することができる。ここでいう RESTful な設計とは、REST (Representational State Transfer) と呼ばれる設計原則に基づいて設計した Web API で、REST はシンプルな Web システムの設計思想を指し、具体的には、状態を定義した情報のやりとりを行うことを意味する。REST には以下の 4 つの原則がある。

- 統一インターフェース: あらかじめ定義・共有された方法でやりとりされる。例えば、「GET・POST・PUT・DELETE」などの HTTP メソッドでやりとりすることや、やりとりするデータを JSON 形式にすることなどが含まれる。
- アドレス可能性: 全ての情報が一意な URI (Uniform Resource Identifier) を持ち、提供する情報を URI で表現できる。Web の場合、通常は URL で与えられる。
- 接続性: やりとりされる情報にはハイパーリンクを含めることができ、RESTful なシステム同士なら円滑に情報連携を行うことが可能である。
- ステートレス性: やりとりが 1 回ごとに完結する。REST では「状態がない」という意味合いとなる。

Advance/Websimulation は同様に HTTP リクエストから計算結果を取得したり、計算を開始したりことができる。例えば、

- preprocessing
- runprocessing
- postprocessing

の 3 つのキーワードをもとにした URL として、

```

http://
localhost:3000/api/v1/webserver/postprocessing?id=d34c7ded380aa7962dc756ab4d857a11e0d20ce5&solver=foam&type=bike

```

の URL により計算結果を取得することができる。この場合は計算 ID や、利用する数値計算ソルバーとして、foam を指定した場合や、計算の種類を指定している。この API は表 2 に示す REST なメソッドで利用できる。

表 2 計算に用いる HTTP メソッド

リクエスト	操作の例
GET	計算の状況を確認
POST	計算開始
PUT	計算を一時停止
DELTE	計算をストップ

表 3 データベースに用いる HTTP メソッド

リクエスト	操作の例
GET	DB の情報を取得
POST	DB のレコード登録
PUT	DB のレコード更新
DELTE	DB のレコード削除

2.4. データベース

Advance/Websimulation は、ドキュメント型の軽量データベースを備えており、ここでは便宜上 advancedb という。このデータベースは、サーバーを必要とせずファイルベースで取り扱うことができることに特徴がある。

図 5 によく利用されるリレーショナルデータベースと、ドキュメント型データベースの対比を示すが、本データベースではサーバーによるネットワークを必要とせず操作できる。またこのデータベースは REST API から利用可能で、例えば、表 3 に示す処理をすることができる。レコードは連想配列で表現されており、図 4 に示したような id, status, timestamp などデータベースとして登録するような形で用いる。

```
{
  id: "dce1628e-43e6-4834-e93f-92afb0ffb1f6",
  status: "done",
  timestamp: 20240415161800
  ...
}
```

図 4 連想配列

なお、本データベースは図 6 に示したような Web インターフェースを備えており、また API は OpenAPI[3]の形式によって整理されており、図 7 のように、ブラウザ上から、API 仕様を確認することもできる。

本データベースは図 8 に示したように、バックアップもファイルをコピーペーストするのみで完結するため、サーバーからデータを引き上げる (dump) が必要ない。これにより、クラウドサーバーからローカル環境に移設する、あるいは逆を行うなどは容易に可能である。

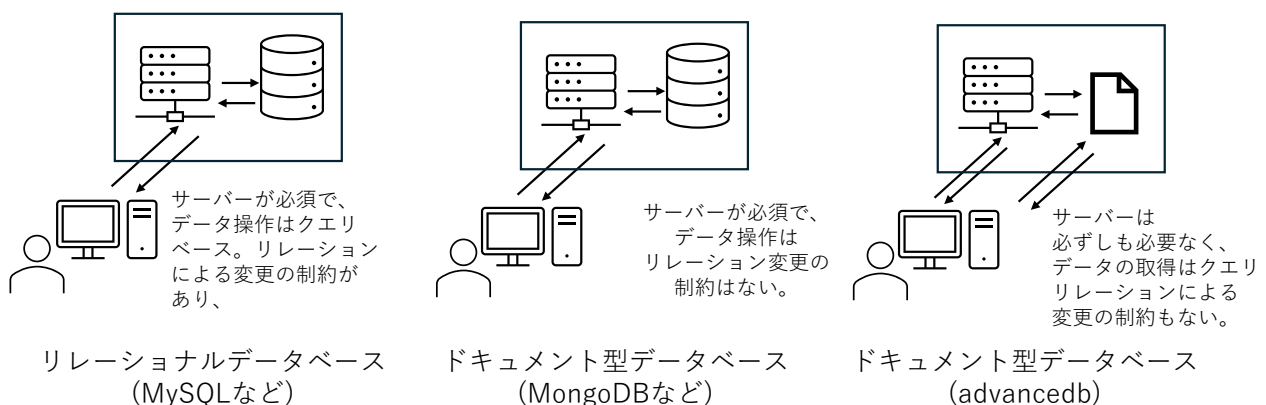


図 5 データベースの対比

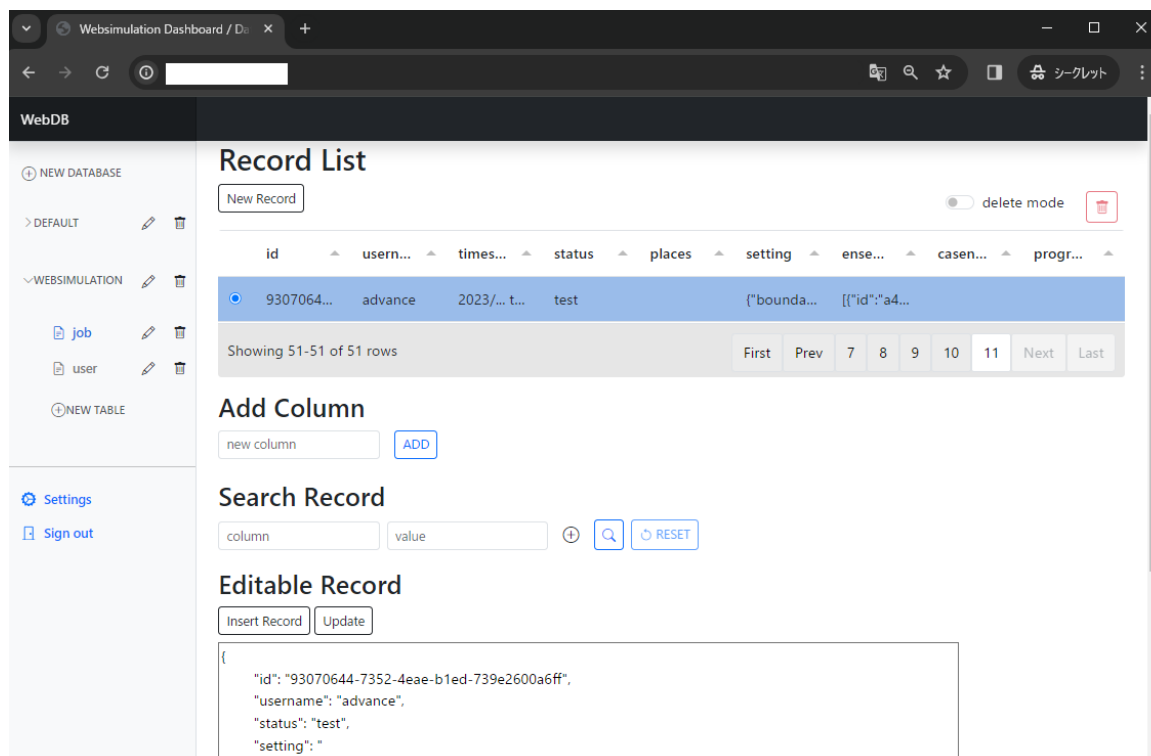


図 6 データベースの GUI インターフェース

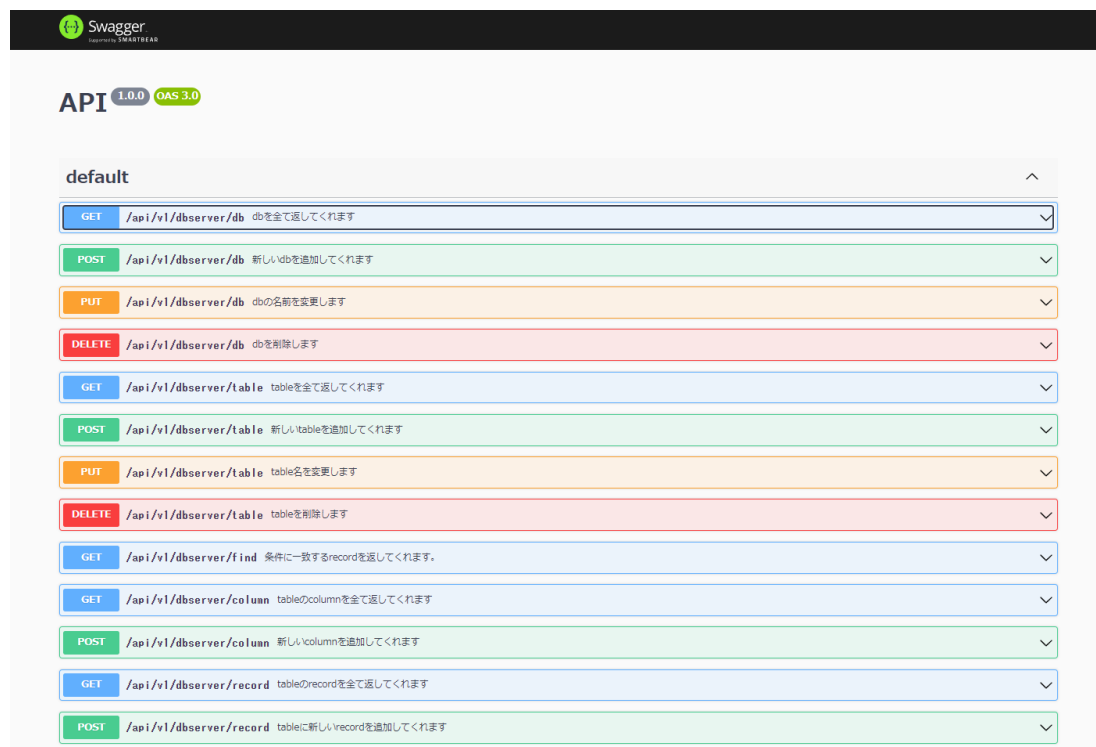


図 7 データベースの OpenAPI 仕様

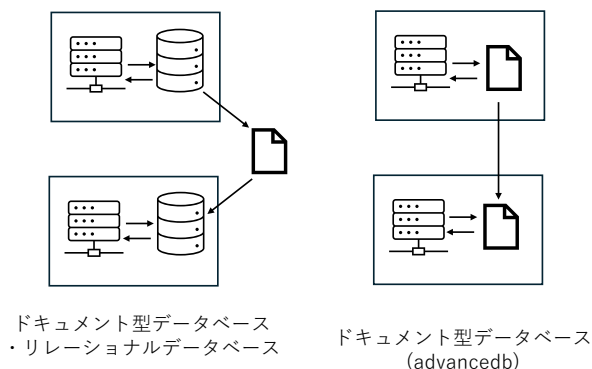


図 8 データベースのバックアップと移設

2.5. 認証機能

Advance/Websimulation は、認証サーバー備えており、前節のデータベースと連成することで、認証ユーザー認証のシステムを手軽に、セキュアに構築することができる。図 9 は認証画面の例である。

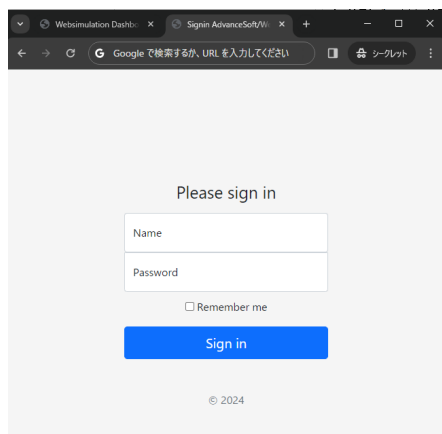


図 9 ログイン画面

2.6. 柔軟性のあるマイクロサービス連成

Advance/Websimulation は、前節の認証サーバーの例のように、種々の小さなサービスを組み合わせた構成となっており、これをマイクロサービスと呼んでいる。このマイクロサービスを組み合わせ、連成することで、データベースだけでなく計算のアルゴリズムや、AI、また数値計算・地理情報システムの可視化やデータ処理を水平統合し、GUI アプリケーションとして利用することが可能となっている。このアプリケーションは、Web アプリケーションとしても、デスクトップアプリケーションとしても利用可能で、オフライン利用を行いたい数値計算アプリや GIS アプリなど、ニーズに柔軟に対応しかつ、構成をミニマムにするこ

とができるフレームワークとなっている。図 12 は流体計算を行うソルバーに対して、複数の人間がシミュレーションを行い、可視化も含めたその結果を共有するアプリケーションの例となっている。

この図では、概念的には各マイクロサービスは歯車として表現しており、ベースとなる Advance/Websimulation のロジック連携の必須マイクロサービスを中心として、その他のマイクロサービスを連成する形で構成している。具体例として、クラウドサーバー上にフレームワークを配置し、アプリをブラウザ上から複数のユーザーが利用するもので、可視化ツールはリンクの URL から共有でき、またデータベースに保存された計算条件を共有することができ、計算メッシュの前処理、結果の再現性確認や自動化、検証などを Web ベースで行うといったことが可能となっているものである。

Advance/Websimulation はこのマイクロサービスの集合体の結果を可視化する GUI をフレームワークとして提供しており、図 10 にその内容を示す。構成として、ブラウザ上であれば、ブラウザのヘッダー部、サービスコンポーネント、設定コンポーネント、可視化コンポーネントで構成されており、サービスコンポーネントはその名の通りマイクロサービスそれぞれに対する切り替え機能を提供しており、その右の設定・可視化コンポーネントはマイクロサービスへの前処理・計算・後処理及び可視化を GUI で表現することで、機能を提供している。



図 10 Advance/ Websimulation の GUI

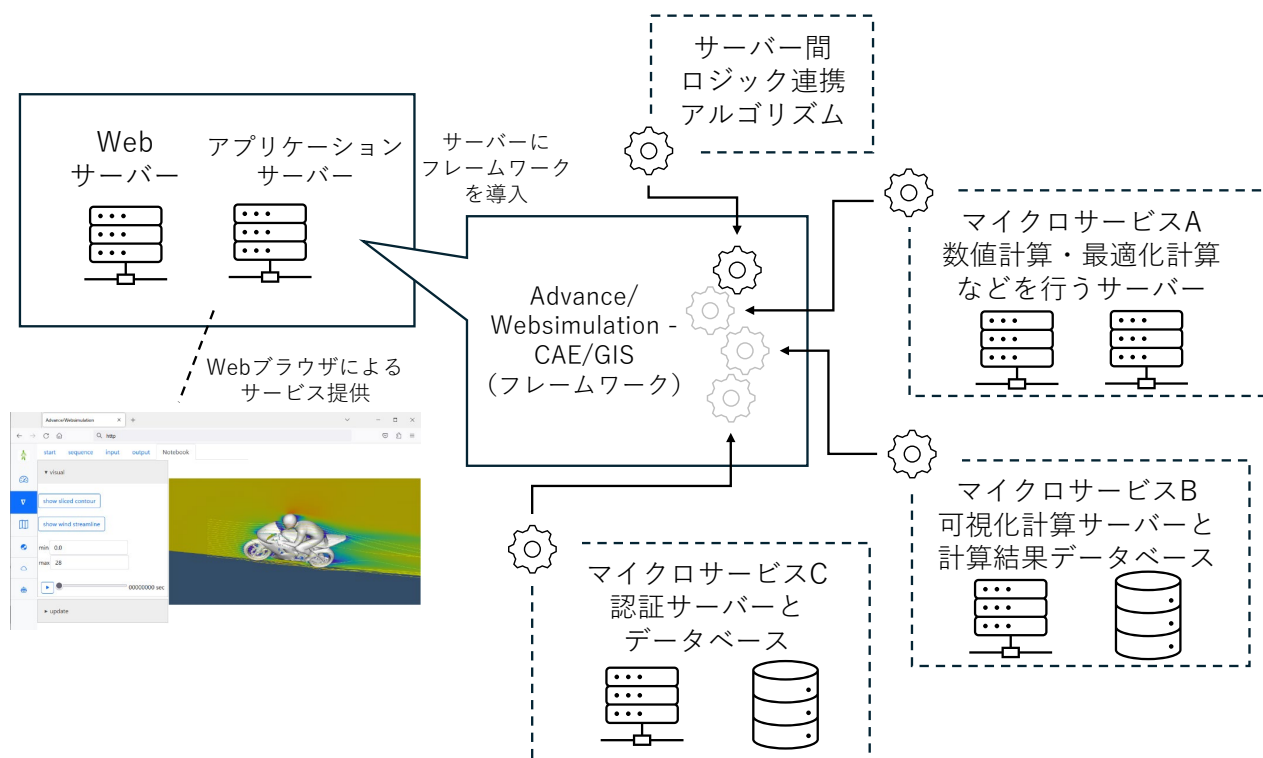


図 11 数値計算アルゴリズムとの連成

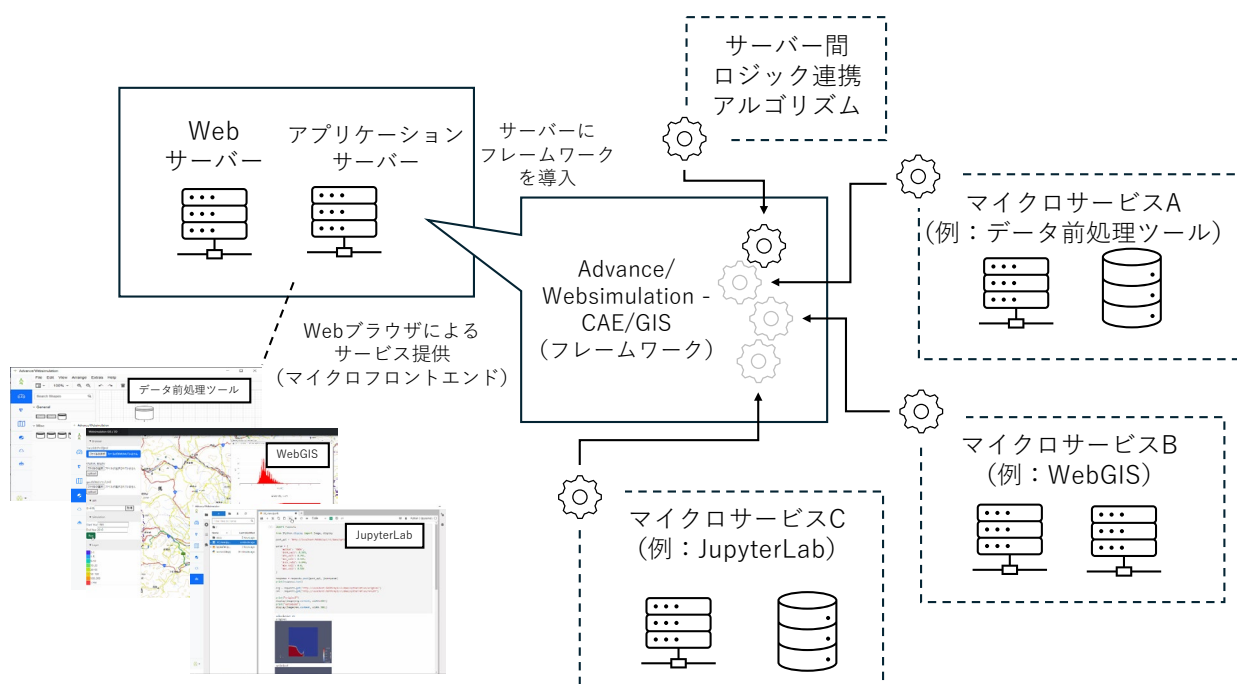


図 12 データとアルゴリズムの連成

その他の例としては、GIS を Web 化した WebGIS を挙げる。防災や建築分野、あるいは農業分野などで IoT を活用した統計処理や AI、あるいはシミュレーションといったアルゴリズムを利用すること、データは土地利用に関する地理空間情報処理の活用により、これまでは分散していたデータとアルゴリズムとリンクさせることによってスマート社会の実現への活用が期待できる。

図 12 はこのデータ、アルゴリズムを組み合わせる 2 次元 GIS の地図[4]上に可視化した例で、図 12 と同様にロジック連携の必須マイクロサービスを中心として、その他のマイクロサービスを連成する形で構成している。構成しては、図 13 から図 16 に示したデータの前処理を行い、WebGIS による可視化と、JupyterLab[5]によるデータ解析を連成させている。図 16 で示した可視化は、GIS 上に数値計算の結果を可視化したものであるが、従来であれば数値計算と GIS は分離しており、数値計算の結果は図 17 に示したような 3 次元 GIS 上に表現することは手軽にできるものではなかった。この例では 3 次元で都市データ[6]と数値計算のコンター表示を表現しつつ、自由にユーザーが視点を操作できるため、豊富で自由な表現力を持つ可視化 GUI となっている。

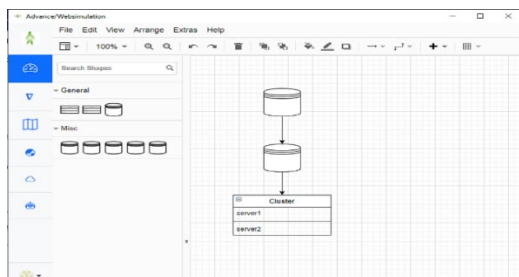


図 13 計算入出力データベースの可視化

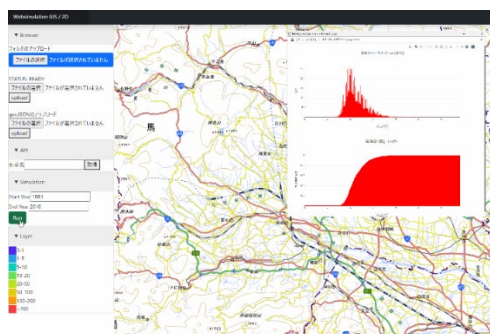


図 14 2 次元 WebGIS

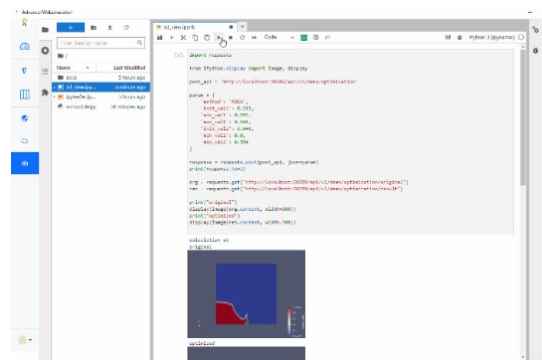


図 15 JupyterLab との連携

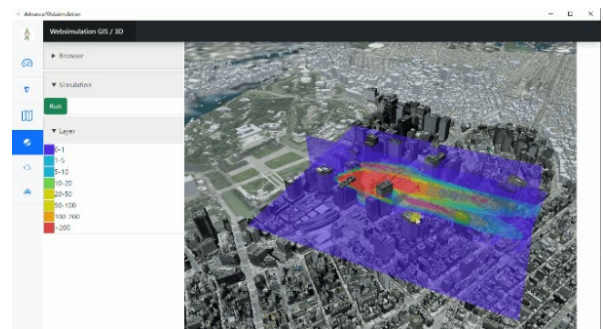


図 16 Advance/Websimulation の数値計算の可視化 (3 次元 WebGIS)

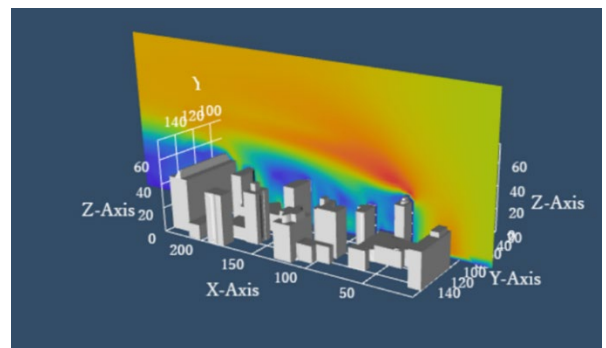


図 17 従来の数値計算の可視化

3. まとめと今後の期待

本稿においては、新たに研究開発した Web を用いたシミュレーション環境（Advance/Websimulation）に関し、流体解析の可視化、WebGIS の事例を挙げた。紙面の都合上詳細を省いたが、物理サーバーではなく、クラウド上で処理可能にすることで CPU コアの多いサーバーを必要な時にスポットで用意し、qsub を利用して大規模計算を一時的に行うなど、柔軟な運用による

多くの利用シーンも想定できる。Web を活用したシミュレーション環境は情報の共有が簡単であることから、Advance/ Websimulation を用いることで、DX を加速することも期待できる。今後は、ノーコード、ローコードツールとしての発展形の開発を検討している。

参考文献

- [1] アドバンスソフト技術情報誌「アドバンスシミュレーション Vol.28」
- [2] Advancesoft Websimulation 情報ページ
<http://websimulation.advancesoft.jp>
- [3] About Swagger Specification
<https://swagger.io/docs/specification/about/>
- [4] 地理院地図 | 地理院タイル一覧,
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- [5] Project Jupyter <https://jupyter.org/>
- [6] 3D 都市モデル : Project PLATEAU
<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau-tokyo23ku-3dtiles-2020>

※ 技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイル(カラー版) がダウンロードできます。(ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。)