

科学技術シミュレーション問題解決環境 支援のためのフレームワーク(PSE Park)の開発

Development of a PSE framework (PSE Park) for Scientific Simulations

海老原龍夫¹⁾, 小橋博道¹⁾, 石原隆¹⁾, 寺元貴幸²⁾, 松本正己³⁾
早勢欣和⁴⁾, 真鍋保彦⁵⁾, 宇佐見仁英⁶⁾, 川田重夫⁷⁾

Tatsuo Ebihara, Hiromichi Kobashi, Takashi Ishihara, Takayuki Teramoto, Masami Matsumoto
Yoshikazu Hayase, Yasuhiko Manabe, Hitohide Usami and Shigeo Kawata

- 1) 宇都宮大学大学院工学研究科 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
- 2) 津山工業高等専門学校 (〒708-8509 岡山県津山市沼 624-1)
- 3) 工博 米子工業高等専門学校 教授 (〒683-8502 島根県米子市彦名町 4448)
- 4) 富山高等専門学校 (〒933-0293 富山県射水市海老練合 1-2)
- 5) 沼津工業高等専門学校 (〒410-8501 静岡県沼津市大岡3600)
- 6) 工博 玉川大学学術研究所 教授 (〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1)
- 7) 工博 宇都宮大学大学院工学研究科 教授 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)

We study a framework of a problem-solving environment(PSE) : PSE Park. The PSE Park is a PSE for PSE. PSE can be constructed in the framework of PSE Park. Each component of PSE Park is a kind of module. The PSE Park is a module-based meta PSE. Each module is called as “Core” in the PSE Park. In this Paper a steering function and a navigation function are presented.

Key Words: Problem Solving Environment, Simulation Support, meta PSE, PSE Park,

1. 序論

PSEとは問題解決環境(Problem Solving Environment)[1][2]の略称である。定義は「コンピュータ関係の特別な知識やスキルを必要とせず、問題を解決するための計算ハードウェアとソフトウェア環境」である。

PSEはコンピュータシミュレーションを支援する目的で誕生した。PSE研究はコンピュータの性能とネットワーク環境の向上に伴い発展した。

コンピュータシミュレーションを支援するために誕生したPSEの研究は様々な分野で行われている。例として、NCAS[3][4][5][6], TSUNA-TASTE, NAREGI-PSEの三つを紹介する。NCASは偏微分方程式問題用のPSEである。動作としては、物理式や種々の条件を入力することによって、シミュレーションに必要な作業をコンピュータが行いプログラミング、プログラム実行、可視化までを代行して行うPSEである。NCASの最大の特徴はホワイトボックス型であるということである。NCASはシミュレーションのための一連の作業をするが、一連の作業の途中経過を閲覧することができる。例えば、基礎方程式を離散化する作業をPSEの利用者は確認し必要とあれば編集することができる。このように利用者がPSEに介入するこ

とをステアリングという。NCASは利用者を最大限に意識して作られたPSEの一つである。

TSUNA-TASTEはプログラミングの授業を支援する着教育支援PSEである。情報系の知識が何の知識もない学生に対してプログラミングを教えるのは、難しく授業をしても身に付かない学生は多い。そこで、開発されたのがTSUNA-TASTEである。

NAREGI-PSEはグリッドコンピューティング環境をコンピュータの素人でも使えるようにするためのPSEである。グリッドコンピューティングは計算資源としてはとても有用なものである。しかし、素人が利用するとなるととても不便なものであった。そこで、Webを通して簡単にグリッドコンピューティングを利用する環境を提供するために開発されたのがNAREGI-PSEである。

紹介したPSEは非常に高機能であり開発するのにも多く人手と労力を要した。しかし、現実では問題には様々な種類があり、早急に解決したい問題や、急ぎではないが便利にしたいなど多種多様である。そこで、早急に解決したい問題にも対応出来るように、PSEを構築するPSEが必要であると考えた。そこで、メタPSEとしてPSE Park

を開発した。

2. PSE Park

PSE Park[7]とは、問題解決環境のフレームワークである。フレームワークとは、汎用的な機能を提供し、それらを使ってアプリケーションを構築するための土台(プラットフォーム)として機能するソフトウェアのことである。つまり、PSE Parkとは、「PSEを構築するための様々な機能と、それら機能を扱うことができるプラットフォーム」のことである。PSE Parkの全体像をFig.1に示した。PSE Parkの特徴はモジュールベースになっていることである。モジュールベースにすることによって二つのメリットがある。

一つ目のメリットは一つの機能を作るのにあまり労力をかけずに済むという点である。今までのPSEは一つのプログラムに全ての機能を組み込んでいたため、作るのに多大な労力が必要であった。しかし、機能ごとにプログラムを作ることによって、一つの機能を作る際の労力は少なくなる。

二つ目のメリットはPSEの柔軟性が向上することである。ここで言う柔軟性とは、機能の内容を容易に書き換えることができるということである。今まで開発されたPSEでは書き換えたいと感じた時に様々な箇所を修正する必要が出てくるため柔軟性が低かった。PSE Parkでは機能ごとにプログラムを構築するため、機能の内容を書き換えるのが容易になる。

また、PSE Parkはクラウドコンピューティングにも対応している。クラウドに対応させた理由は計算環境にある。通常シミュレーションをする場合、スーパーコンピュータやクラスターPCなど、計算速度が速いコンピュータを用いる。個人でこのコンピュータ環境を作り出すことは困難だ。そこで、PSE Parkでは計算環境にクラウドを採用した。このようにすることで、簡単なシミュレーションから大規模なシミュレーションまで行うことができる。

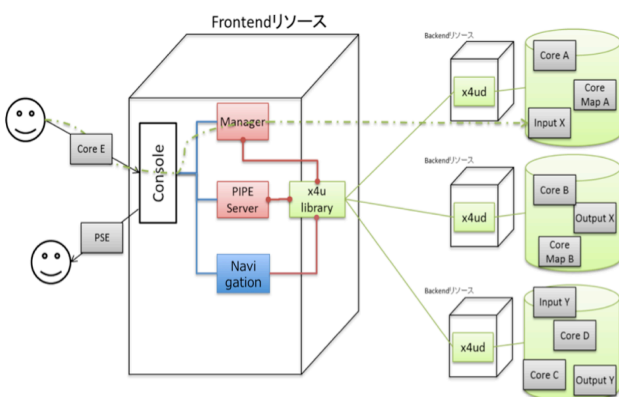


Fig.1 PSE Parkのアーキテクチャ

ここでPSE Parkを構成する要素としてCoreとCoreMap、

PIPE Server, Manager, Console, x4uの六つを紹介する。

(1) Core

CoreとはPSE Parkにとってモジュールである。PSE ParkではCoreを用いてPSEを作る。Coreは一つの機能を持っている場合もあり、Coreの一つが様々な機能を持つPSEである場合もある。Coreはどのようなプログラミング言語でも構わない。しかし、Coreを作るにあたってルールがある。

入出力情報をJSONにすることである。JSONとはJavaScript Object Notionの略称で、プログラミング言語のJavaScriptの一部をベースに作られた。データ交換フォーマットのことであり、入出力情報にJSONを採用したことでプログラミング言語を統一するという制約をなくした。更にモジュールベースを採用することで、機能の再利用をすることができるようになる。CoreのイメージをFig.2に示した。

PSE Parkでは入出力情報がJSONではないレガシープログラムも再利用が可能である。このようにレガシープログラムを再利用してCoreとして使えるようにしたものをWrapped Coreという。Wrapped Coreはレガシープログラム固有の入出力情報をJSONに変換して、次のCoreへ渡している。Wrapped CoreのイメージをFig.3に示した。

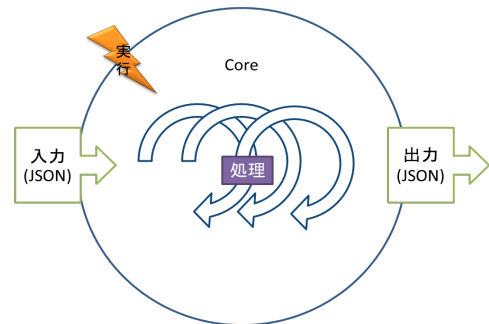


Fig.2 Coreのイメージ図

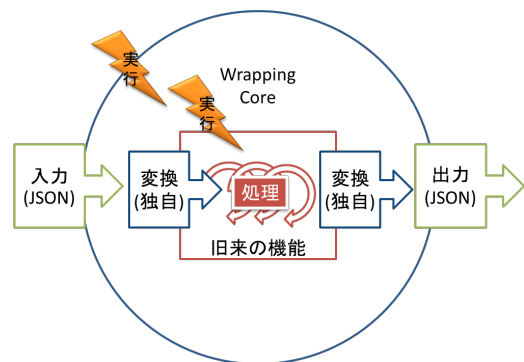


Fig.3 Wrapped Coreのイメージ図

(2) CoreMap

CoreMapとはCoreの繋がりを表したものである。いわゆるCoreの実行の順番を記述したファイルである。PSE

ParkではPSEを構築するが、モジュールベースになっているので基本的に様々なCoreを利用することで、PSEを作る。Core同士の情報の受け渡しはJSONファイルを使う。

(3) PIPE Server

PIPE ServerはCoreMapを読み込んで、Coreをデータストアから呼び出し、実行を行う機能を持っている。

PIPE Serverの特徴として、データを引き継ぐ機能を持っている。

(4) Manager

主にPSE Parkのデータの操作をする機能である。プログラムをPSE ParkのCoreとして取り込んだり、CoreMapをPSE Parkに取り込む役割を持つ。

(5) Console

PSE ParkのGUIである。Consoleはウェブブラウザを利用したGUIである。PSE Parkの利用者はConsoleを通してPSE Parkの操作を行う。

(6) x4u

x4uはPSE Parkのデータストアである。PSE Parkのように様々なユーザが利用をするシステムの場合、容易にデータベースのアクセス性能が向上できることが望ましい。また、科学技術シミュレーションでは、最終結果やその途中結果のデータ量が大量になることがある。したがって、保存することのできるデータの容量が容易に増やせることは重要だ。x4uはコンピュータを追加するだけで、スループットと容量の向上を図ることができる。以上のことから、x4uは、PSE Parkに適したデータベースであると言える。

3. PIPE Serverステアリングシステム

PIPE Serverステアリングシステムとは、利用者がCoreの処理結果を編集することができる機能のことである。

通常PIPE ServerはCoreMapを読み込んで、Coreを呼び出して処理を実行する。その際、利用者はCoreの処理の結果を見ることは可能である。

しかし、シミュレーションをする中で少しパラメータを変えてシミュレーションをしたいということも考えられる。そこで、利用者が作ったPSEに介入することができるシステムがPIPE Serverステアリングシステムである。ステアリングシステムの概念図をFig.4に示した。

PIPE Serverステアリングシステムの利用者は編集したいデータを受け取るCoreの名前(Core B)を入力すると、PIPE Serverはテキストエディタを起動してCoreから出力されたJSONファイルが編集出来るようにする。

利用者は表示されたテキストエディタでCoreの出力したJSONファイルを編集する。編集するにあたり注意も必要である。そこで、編集後もデータの形式が変わらないように、編集してもいい部分を指定しておく。編集を終えてテキストエディタを閉じるとその結果を入力としてPIPE ServerはPSEの実行を続ける。

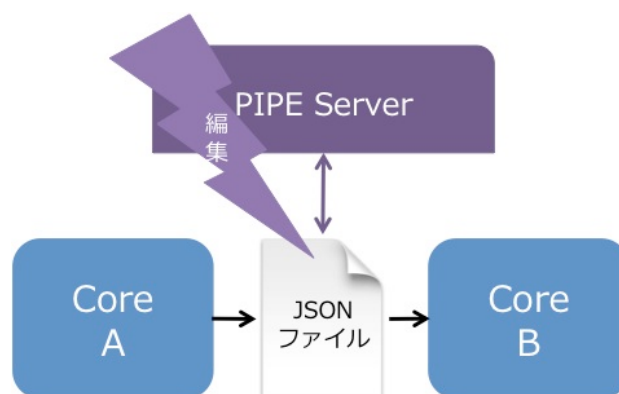


Fig.4 PIPE ServerとJSONの編集

例として、PIPE Serverステアリングシステムを利用して構築したPSEを示す。Fig.5はステアリングを使用していないPSEである。Fig.6はステアリングを使用しユーザが介入して生成したPSEである。Fig.6では誘電体の比誘電率のパラメータをステアリングした。Fig.5では2.0でFig.6では4.0に設定したものになる。

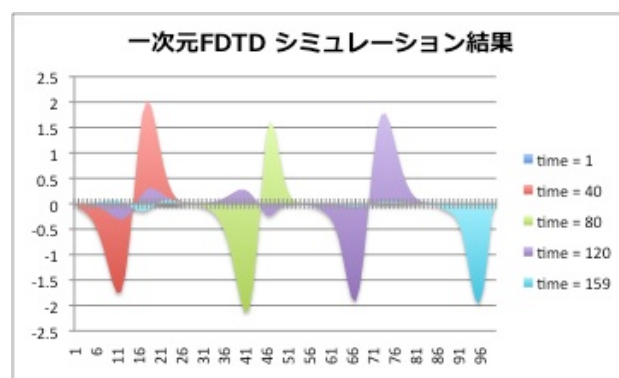


Fig.5 ステアリングを使用していないPSE

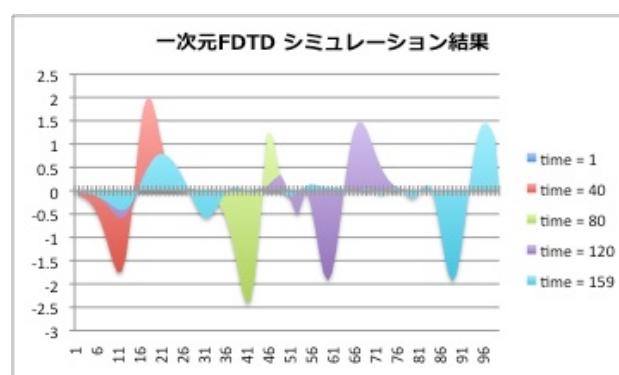


Fig.6 ステアリングを利用したPSE

4. PSE Park Navigation System

我々はPSE Parkを利用するユーザのために利用を補助する機能として、PSE Parkナビゲーション機能が必要であると考える。PSE Parkナビゲーション機能をTable.1に示す。今回は5のCoreMap構築支援機能について述べるので、1のPSE Parkの利用説明書と2のレコメンド機能に

については[8]の計算工学会論文集を参照して頂きたい。

Table.1 PSE Parkナビゲーション機能一覧

1. PSE Parkの利用説明機能
2. レコメンド機能
3. Core構築補助機能
4. 登録Core, CoreMapの紹介機能
5. Core Map構築支援機能

(1) CoreMap構築支援機能

CoreMap構築支援機能は、ユーザがCoreMapを構築する際にサポートしてくれる機能である。ユーザはこの機能を利用する際に2つのCoreを入力する。CoreMap構築支援機能は入力された2つCoreのCoreMapを生成してPIPE Serverで繋がるかをテストする。もしも入力した2つのCoreが繋がらない場合、Coreを繋げるために必要なデータを提示する(Fig.7 & 8)。同時にPSE Parkのデータストアに必要なデータを出力するCoreがあるか検索する。検索してCoreを発見した場合、ユーザに2つのCoreを繋げるために必要であると提示する機能になっている。

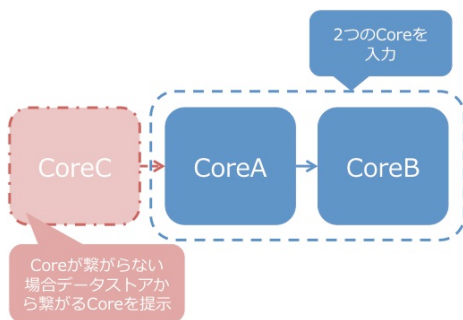


Fig.7 CoreMap構築支援機能イメージ

```

Last login: Tue Aug 16 07:48:22 on console
localhost:~ ebiharatatsu$ cd Desktop/pse_park
localhost:pse_park ebiharatatsu$ python coremap_support.py
exec_one_dimension_fdt input_one_dimension_fdt_params

"start" keyword is not found before exec_one_dimension_fdt
core
"input_one_dimension_fdt_params" core is necessary to connect
before core.
False
Cores are not connectable
localhost:pse_park ebiharatatsu$

```

2つのCoreを指定

Coreを繋げる為に必要な情報を提示

Fig.8 CoreMap構築支援機能実行結果

5. 結論

今回はPIPE ServerステアリングシステムとPSE Park Navigation Systemの一つである、CoreMap構築支援機能を

開発した。PIPE Serverステアリングシステムの開発によりPSE Parkの利用者がPSEを構築する際に介入出来るようになった。この機能の開発によりPSE Parkの柔軟性の向上に貢献することが出来た。CoreMap構築支援機能の構築によりPSE Parkが利用しやすくなった。この機能はCoreが繋がるのかを検証する機能だけではなく、もしも繋がらなかった場合にCoreMapを構築するためにはどのようなCoreが必要なのかを提示する機能もある。そのためCoreMapの構築が容易になった。この機能によりPSE Parkの利用者に貢献することができた。

謝辞：本研究は一部科学研究費補助金により実施された。

参考文献

- 1)川田重夫, 田子精男, 梅谷征雄, 南多善 共編: “PSE BOOK[基礎編] シミュレーション科学における問題解決のための環境”, 培風館, 2005.
- 2)川田重夫, 田子精男, 梅谷征雄, 南多善 共編: “PSE BOOK[応用編] シミュレーション科学における問題解決のための環境”, 培風館, 2005.
- 3)T. Teramoto, T. Nakamura, S. Kawata, S. Machide, K. Hayasaka, H. Nonaka, E. Sasaki and Y.Sanada, “A Distributed Problem Solving Environment (PSE) for Partial Differential Equation Based Problems”, Transactions of JSCES, Paper No.20010018, 2001.
- 4)C. Boonmee and S. Kawata, “Computer-Assisted Simulation Environment for Partial-Differential-Equation Problem: 1. Data Structure and Steering of Problem Solving Process”, Transactions of JSCES, Paper No. 19980001, 1998.
- 5)S.Kawata, C. Boonmee, A.Fujita, T. Nakamura, T. Teramoto, Y.Hayase, Y.Manabe, Y. Tago, M.Matsumoto : “Visual Steering of the Simulation Process in a Scientific Numerical Simulation Environment -NCAS-”, Enabling Technologies for Computational Science, edited by E.Houstis and J.Rice, Kluwer Academic Publisher, 2000.
- 6)C. Boonmee and S. Kawata, “Computer-Assisted Simulation Environment for Partial-Differential-Equation Problem: 2. Visualization and Steering of Problem Solving Process”, Transactions of JSCES, Paper No. 19980002, 1998.
- 7)H. Kobashi, S. Kawata, Y. Manabe, M. Matsumoto, H. Usami and D. Barada: PSE Park: Framework for Problem Solving Environments, Journal of Convergence Information Technology, 2010.
- 8)海老原龍夫, 小橋博道, 石原隆, 寺元貴幸, 松本正己, 早勢欣和, 真鍋保彦, 宇佐見仁英, 川田重夫, “問題解決環境のフレームワーク(PSE Park)における一機能の開発”, 第16回計算工学会講演会論文集, 2011.