

エクサスケール時代に向けた 国プロアプリの実証・実用化に対する 考え方・将来展望

— ADVENTURE／ADVC等の開発経験から —

吉村 忍

ADVENTUREプロジェクト・リーダー
東京大学大学院 工学系研究科 システム創成学専攻
<http://adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp>
E-mail: adv-info@save.sys.t.u-tokyo.ac.jp

1

ADVENTUREプロジェクトの経緯(1)

1997.8–2002.3

日本学術振興会 未来開拓学術研究推進事業「計算科学」分野
「**設計用大規模計算力学システムの開発**」プロジェクト

2002.4–現在

オープンソースCAEソフトウェア開発プロジェクト(ADVENTUREシステム)
オープンソース版を基に商用ソフトADVCをアライドエンジニアリングが開発

2002.7–2009.3

日本原子力研究所 計算科学技術推進センター(現 JAEA システム計算科学
センター)との協力研究
「**ADVENTUREシステムのITBLシステムのコミュニティソフトウェア化**」

2002.12–2008.9, 2009.4–2013.3

地球シミュレータへの展開、地球シミュレータ2への展開
「**バーチャル実証試験のための次世代計算固体力学シミュレータの開発**」
「**安全・安心な持続可能社会のための次世代計算破壊力学シミュレータの開発**」 2

ADVENTUREプロジェクトの経緯(2)

2005.7-2008.3

文科省革新的シミュレーションソフト開発プロジェクト

「**革新的連成シミュレーションシステム**」へのADVENTURE基幹技術の展開

2008.10-2013.3

文科省イノベーション基盤シミュレーションソフトウェア開発プロジェクト

「**マルチ力学解析システムREVOCAP**」へのADVENTURE基幹技術の展開

2007.10-2013.3

JST-CRESTマルチスケール・マルチフィジクス統合シミュレーション

「**原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション**」

⇒ 京コンピュータを念頭においた研究開発

3

ADVENTUREプロジェクトの経緯(3)

2011.4-2016.3

HPCI戦略プログラム・分野4「次世代ものづくり」

課題5「**原子力施設等の大型プラントの次世代耐震シミュレーションに関する研究開発**」の中核に参画

HPCI戦略プログラム・分野3「防災・減災に資する地球変動予測」

課題「**都市全域の自然災害シミュレーション**」の中核に参画

2011.9-2017.3

JST-CRESTポストペタスケール高性能計算に資するシステム・ソフトウェア技術の創出「**ポストペタスケールシミュレーションのための階層型領域分割型数値解法ライブラリ開発**」

2002.4-現在

様々な産業界(自動車、電力、鉄鋼、重工、情報機器など)の実用問題への応用研究

2003.4-現在

日本機械学会 計算力学技術者認定事業・付帯講習用ソフト

4

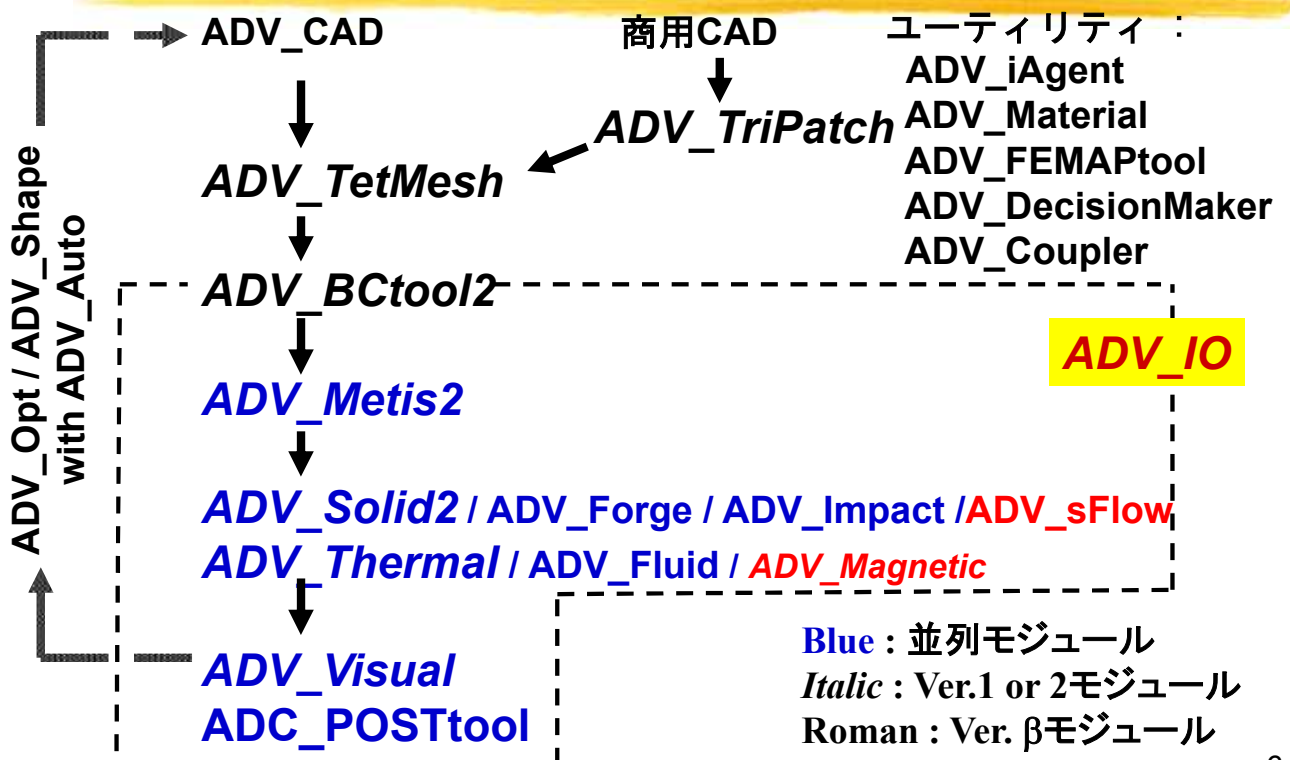
ADVENTUREシステムの特徴

- (1) 数百～数10億自由度メッシュによる丸ごと解析
- (2) 数千～数万プロセッサの超並列計算機環境でも90%超の高並列効率
- (3) 優れた移植性：単一プロセッサ, PCクラスター, 超並列計算機(ES, ES2, 京など), 非均質計算機環境(ITBLなど)
2005.3.10 Windows版公開(登録ユーザ数3,584人)
- (4) ライセンスフリー / オープンソース：登録ユーザー数7,791人
ダウンロードされたモジュール数38,359本
商用バージョン ADVENTUREcluster(アライドエンジニアリング)
⇒ IEEE/ACM SC2006 Gordon Bell Award finalist
2008年日本機械学会賞(技術)
2009年科学技術分野の文部科学大臣表彰
2013年日本計算工学会賞・技術賞
- (5) 拡張性と保守性：モジュール構造とIOの標準化、Commodity技術

5

ADVENTUREシステムのモジュール構造

(23 モジュール) <http://adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp>



6

ADVENTUREシステムの設計・開発・運用思想(1)

特徴1: モジュール構造 + 標準化IO (ADV_IO)

特徴2: 各モジュールは数千から数万行のプログラム

特徴3: 産学連携ネットワーク型研究・開発・保守体制

adv-info@save.sys.t.u-tokyo.ac.jp

理由1: 大学中心 (+ 中小企業) のプロジェクト (リーダー + 分散型組織)

⇒ 自由と統制のバランス

理由2: 背景知識・理論、プログラミングスタイルの異なる多様な機能の実現

⇒ 高速性能 (HPC性能) と保守性の同時追求

理由3: プロジェクト終了後も持続可能 (sustainable) な開発体制

⇒ 少数のスーパープログラマーではなく、普通のプログラマーがメンテナンス可能

理由4: 多様な解析用途 (構造、熱、流体、・・・、連成解析、設計解析)

⇒ システムの柔軟性の確保、設計現場のニーズに応える

7

ADVENTUREシステムの設計・開発・運用思想(2)

特徴4: コモディティー技術 (C, C++, MPI, Linux) のみ

特徴5: ライセンスフリー / ゼロからプログラムを書く

(例外は Metis/ParMetis のみ)

特徴6: Kernel 部分と GUI の分離

(Kernel 部はコマンドベースで起動)

full の GUI は ADV_iAgent が提供

理由1: ソフトの長寿命化

⇒ 特殊な技術・環境やライセンス付き技術を使用しない

理由2: 多様な並列分散環境での高い移植性 (Portability)

⇒ 多様な並列分散環境 (PC, ES, ES2, 京, エクサなど) に対応

理由3: インタラクティブ操作と自動解析の両方に対応

理由4: 一般ユーザーへの便宜

8

ADVENTUREシステムの設計・開発・運用思想(3)

特徴7:オープンソース戦略 + 商用バージョン

特徴8:自己完結した機能

(CAD、プレ、ポスト、カプラー、設計最適化まで)

特徴1:モジュール構造+標準化IO

理由1:システムの普及から大規模並列CAE解析のデファクトスタンダード
(de facto Standard)へ

理由2:並列計算力学技術(プログラミング、アルゴリズムレベル)の底上げ

理由3:幅広いユーザーの獲得

⇒ 大学・研究所ユーザー、中小零細企業から大企業まで

理由4:信頼性テスト及び開発プロセスのアウトソーシング

9

ADVENTUREシステムのコピーライト

(1) 記載されている著作権者

当初:吉村忍・東京大学・日本学術振興会

→ 現在:「ADVENTUREプロジェクト」

(2) 自由なライセンス形態

ADVENTUREを利用している旨を明記すれば、

改変しても、商用化してもOK。ただし、軍事利用、反社会的な利用は不可。

2012年8月公開のADVENTURE_Solid Ver.2.0については、上記要件を明文化した契約書に同意することが条件。

このライセンスゆえに、

アライドエンジニアリングが商用コードADVCを開発販売
他の国家PJや企業との共同研究に自由に利用可能

10

ADVENTUREの研究開発保守における今後の課題

- (1) PJ開始16年目となり、次を担う研究者・技術者の養成が必須
→ プログラムが大規模化、高度化しているので高い学術・技術レベルが必要。
- (2) 商用版のADVENTUREcluster (ADVC) と比べると機能向上のスピードが遅く、非計画的になりがち。
→ 商用版にない画期的な機能、先導的な機能を優先的に研究開発する。
- (3) ADVENTUREに参加するメンバーのメリットは？
→ 1人ではできないことができる。
→ ADVENTUREライセンスゆえに、いつでもどのような目的にも自由に使えるという安心感がある。すなわち、開発者自身が同時にユーザーでもある。

11

ADVENTURE vs ADVC (2013.8)

	ADVENTURE (オープンソース、産学連携)	ADVC (商用、企業)
超並列対応	◎	◎
ソルバー	HDDM-BDD	CGCG
要素	3次元ソリッド	たくさん
シェル要素	×	◎
材料非線形	○	◎
幾何学的非線形	○	◎
MPC	○	◎
接触	×	◎
固有値	×	◎
プレ機能	○	◎
ポスト機能	◎	○
オープンソース	◎	×
連成	双方向連成	一方向連成
価格	無料	他汎用コードと同じ (使用PE数と関連)

12

CAEソフトの超並列化の向き、不向き

- 陰解法ソフト** 一般には×。ADVENTURE とADVCは例外。悪条件のマトリックスに対しても、強力な収束性を有し、高い並列処理性能を発揮する、前処理を有する反復法ソルバーを独自に開発し、採用
また、MPC、接触、シェル、固有値解析、用のそれぞれにソルバーの改良が必要
- 陽解法ソフト** 一般には○。簡単に並列化できるが、粒度が小さいので並列効率を出すのは難。
また、大域的探索を必要とする接触アルゴリズムの並列化で効率を上げるのは難しい。
- 連成解析(一体型、分離型など)** 汎用性、使いやすさと高並列効率の両立はなかなか困難 →
REVOCAP_Coupler / ADVENTURE_Couplerはそれを克服

13

ADVENTURE vs ADVC

ADVENTURE

- ◎コード再利用
- ◎超並列対応
- △汎用性
- ◎チャレンジ的な研究課題へ挑戦
(ペタ・エクサ対応、連成、国家PJ)
- △開発の計画性



研究成果・
ノウハウを
無料で提供



モデル作成、解析、
可視化を有料で提供

ADVC

- ×コード再利用
- ◎超並列対応
- ◎汎用性
- 国PJ対応
- ◎直近の産業界ニーズを重視
- ◎開発の計画性

京やエクサが産業界ニーズにまで高まらない間は、**国の動機づけ及び支援が必要**

14

京やエクサが産業界ニーズにまで高まらない間に必要となる、**国からの動機づけ及び支援**

前提： 京やエクサで稼働する可能性のあるコードかどうかを見極める
何か作業すれば必ず労力・コストがかかる

動機づけ・支援：

- (1) チューニング環境の無償提供
- (2) チューニングのための作業費用の提供
- (3) チューニングしたコードのV&Vのためのベンチマーク問題の設定と、参画支援