

プログラミング言語* AIDA

会津大学

渡部有隆

yutaka@u-aizu.ac.jp

<http://www.u-aizu.ac.jp/~yutaka/>



- *AIDAはモデリング・プログラミング・ドキュメンテーションを同時に行う言語。



- モデルとアルゴリズムを表現する形式として連想される**空間**と**時間**から、日本語では「**間**」と表記・発音します。正式名称は「Star-aida」と呼びます。
- *AIDAのプログラムはアプリケーションに関するモデルとアルゴリズムの“**説明書**”そのものであり、実行可能なコードが**自動生成**されます。
- ピクチャによる**拡張文字**、**図形**、**動画**を用いてアルゴリズムを記述します。

- プログラマは「効率の良い安全な実装」に労力を費やすのではなく、**モデル設計**や**シミュレーション**の実験に集中することができます。
- *AIDAは専用の開発環境（Fモデリング環境）によってサポートされており、パワーポイントのスライドを作成する感覚で**簡単にコーディング**ができます。
- *AIDAは、後継者が理解しやすいソフトウェアや**情報資源**を作成することができ、**技術継承**を円滑にします。
- *AIDAは永続的な**データ・知識の収集**によって、アプリケーションドメインに適用（特化）することが可能となり、言語全体がより知的に進化していきます。
- *AIDAは現場実験あるいは数値シミュレーションの結果に基づいて積極的に改良することができる**信頼性の高いソフトウェア**を作成することが可能な言語です。

情報技術の発展

- 様々なプログラミング言語とライブラリ
- ハードウェアの発展（ハイパフォーマンスコンピューティング）
- ビッグデータとクラウドコンピューティング

課題

- 円滑な**技術継承**・保守
- プロセスの高速化：現場の**ユーザ**による**編集**が理想
- ソフトウェアの多様化とアルゴリズム・プログラムの複雑化
- 並列計算機の平等な利用（情報格差の排除）

プログラミング言語* AIDAの特徴

- 空間・時間的構造で現実の問題をモデリング・コーディング
- 多角的視点とアノテーションによる閲覧・編集・検証・実行
- アプリケーションに特化した知識の獲得

欠点

- プログラマ（専門家）のための技術
- ブラックボックス化されたコンポーネント
- 技術移転・継承が困難
- 高い学習コスト

中・長期的な視点で
ユーザ指向の
プログラミング言語が必要

利点

- ユーザ指向の言語
- ホワイトボックス化されたコンポーネント
- 問題に適応・特化できるライブラリ
- 低い学習コスト

言語 : *AIDA (Star-aida)

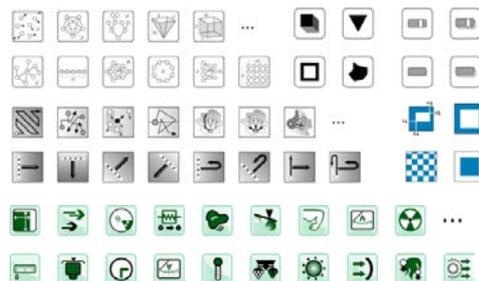


モデル

コード

ドキュメント

オープンな言語要素



ダイアグラム
空間構造
スキーム
変数
計算式
関数
物理属性
など

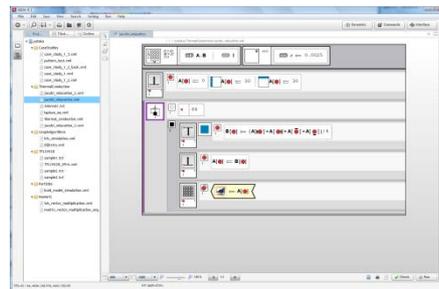
実行可能なモデル : CyberFilm



文字、図形、
動画等の
様々な媒体

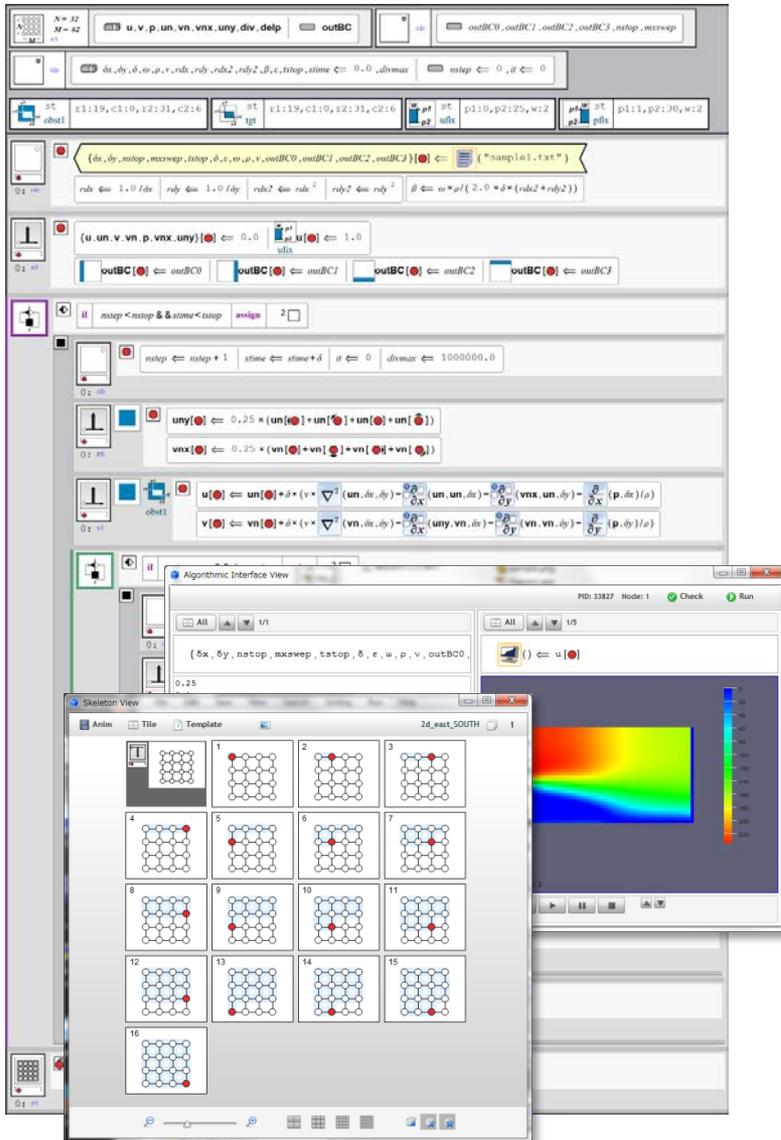
多角的なビューと階層的なアノテーション

開発環境: Fモデリング環境



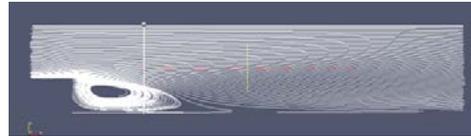
管理
閲覧
編集
実行
可視化
分析

*AIDAメインビューコード

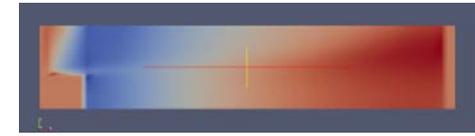


- 流体解析コードTFLOW2D
- 安全解析コードの頻出スキーム・アルゴリズム・保存式を含む

計算結果（速度）



計算結果（圧力）

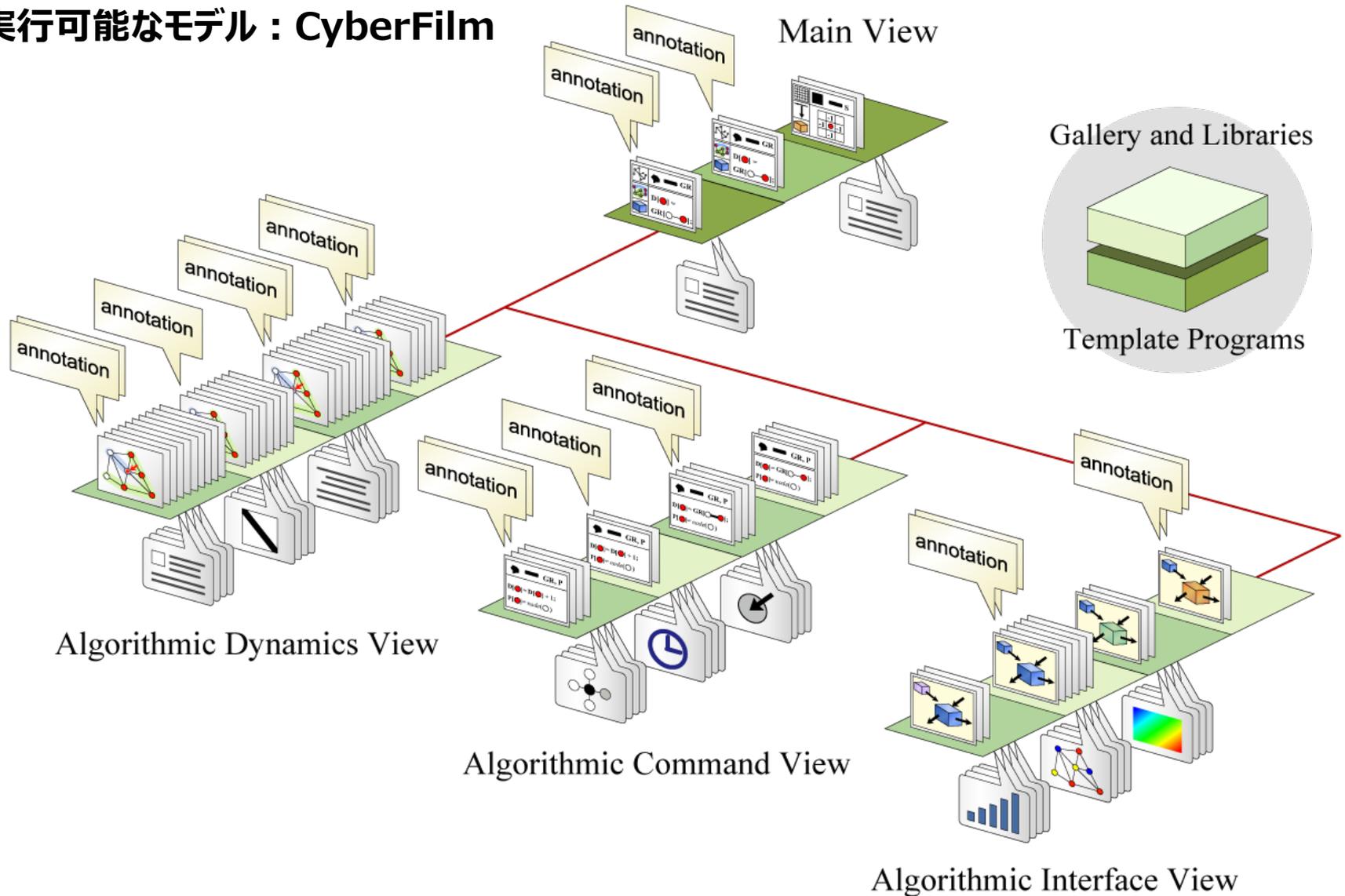


- マルチレベルでコンパクト化を実現
 - コンポーネントレベル：サブルーチン等をアイコンとして圧縮・展開
 - シーンレベル：構造上の計算手順をアイコンとして圧縮・展開
 - マスクレベル：数式実行の分岐処理をマスクのアイコンで指定
 - 数式パタンレベル：数式のパタンや分岐構造をアイコンで圧縮・展開
 - オペレーションレベル：複雑な数式・スキームをアイコンとして圧縮・展開
 - インデックスレベル：配列インデックスをノード点滅で記述
 - 変数レベル：変数名の簡略化、変数群のパッキングによる圧縮・展開
- 7ページ半のFortranプログラムを約 1 ページ半で表現

評価項目	FORTRAN	*AIDA
ページ数	8	1
行数	323	22
変数宣言の数	92	50
代入演算(=)の数	89	41
インデックス内のシンボル数	492	49
ループ構造文 (for、while 文) の数	48	2
分岐構造文(if 文) の数	15	2

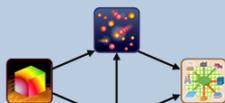
*AIDAプログラムの構造 : CyberFilm

実行可能なモデル : CyberFilm



階層的なアノテーションと用途

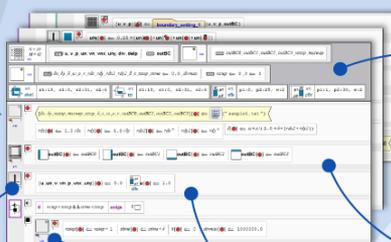
グローバルビュー



データフローダイアグラム
ステートマシンダイアグラム
etc.

コンポーネント

Mainビューのフレーム



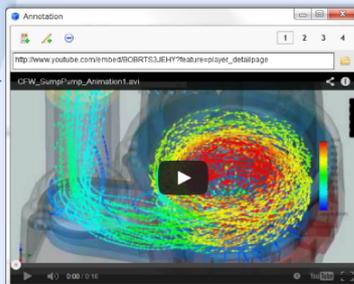
テンプレートによるローレベルな実装

```
Annotation
void SCENE(Grid2D &_st){
  /* PROFILER */
  int _d[4] = {0, 1, 0, -1};
  int _j = 0, _j = 0, _r = 0;
  Index _p = Index(&_st);

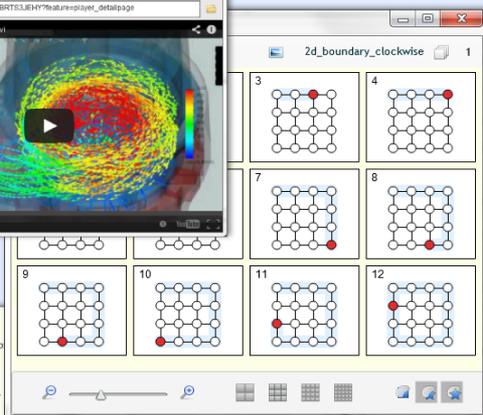
  for (int _c = 0; _c < 2*_st.numOfRow()-_st.numOfCol()-1; _c++)
    _p = *_st.numOfCol()-_j;
  /* FORMULA_0_BODY */
  if (_j+_d[_r] < 0 || _j+_d[_r] > 0 ||
      _j+_d[_r] > _st.numOfRow() || _j+_d[_r] > _st.numOfCol())
    _j = _d[_r]; _j = _d[_r];
}
```

アノテーション

動画、画像、HTML、PDF、その他のメディア



アニメーションフレーム



計算式の詳細

Basis equations
Equations of 2D mass conservation and momentum conservation for incompressible fluid are described as follows:

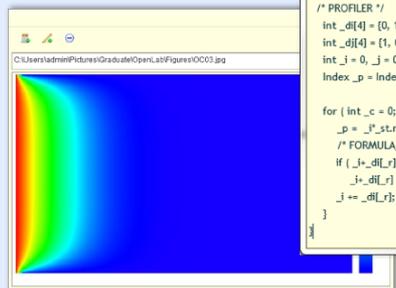
Conservation of mass: $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$ (1)

Conservation of momentum:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \text{buoyant force}$$

t: time x_j: j-distance ρ: fluid density u: x-velocity v: y-velocity
u_j: j-velocity component ν_μ: dynamic viscosity p: pressure
α = λ / ρc_p: thermal diffusion coefficient g_y: y-gravitational acceleration

実行結果の可視化



ドキュメント



プレゼンテーションスライド



実行可能なモデル

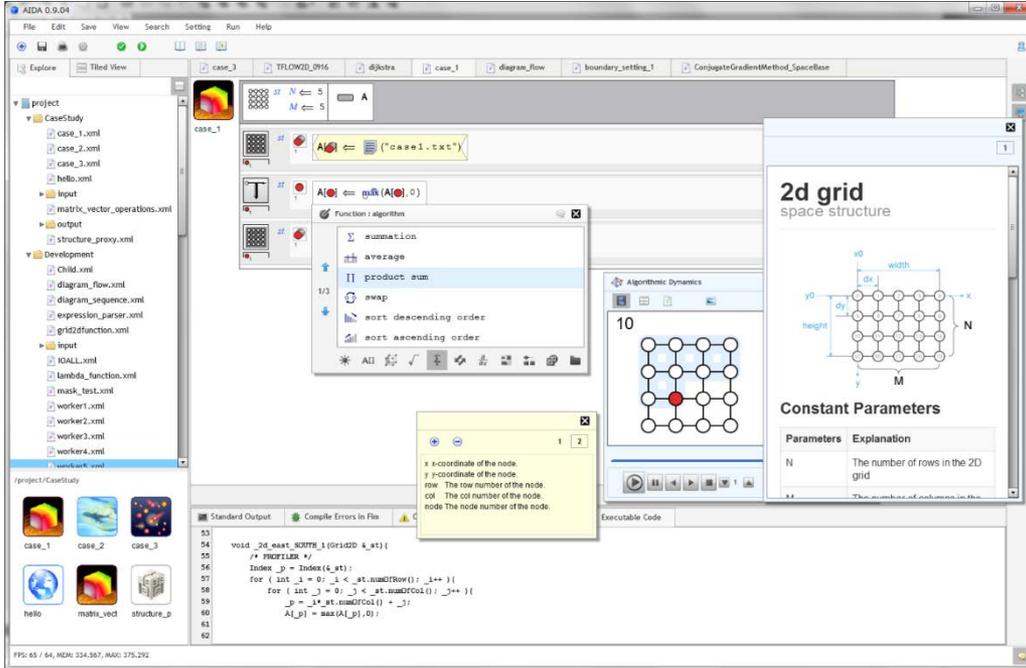


クラウドコンピューティング

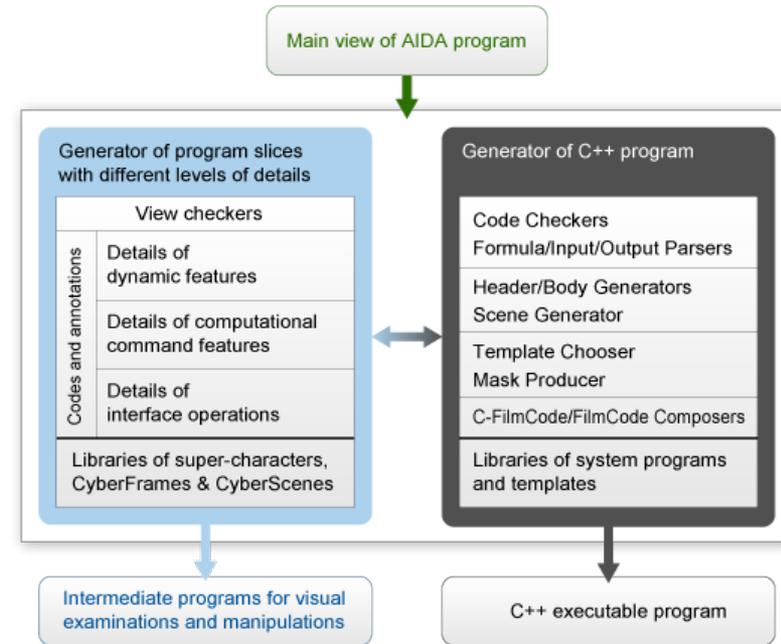


ソフトウェア開発、教育資料の作成、その他のあらゆる情報資源の作成に応用することが可能

ユーザインタフェース



コンパイラ



- *AIDAによるソフトウェア開発、シミュレーション、プレゼンテーションのための開発環境。
- 実行可能なプログラムを自動生成。
- 継続的に開発・リリース <http://aida.u-aizu.ac.jp>

ユーザインタフェース



*AIDAの特長: 応用分野

*AIDAはプログラミング言語であり、様々なタイプの情報資源を生成するための言語でもある。



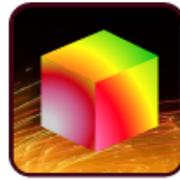
グラフ
アルゴリズム



粒子運動
シミュレーション



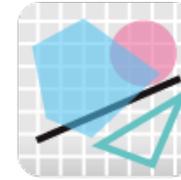
流体力学
シミュレーション



熱伝導
シミュレーション



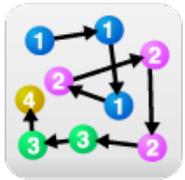
マルチエージェント
シミュレーション



計算幾何学



画像処理



ネットワーク



ツリー
アルゴリズム



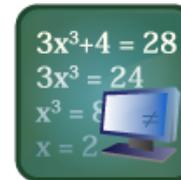
情報処理



交通
シミュレーション



並列
アルゴリズム



数値解析



データ
マイニング



人工知能



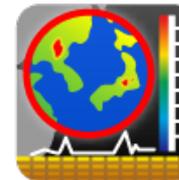
医療情報



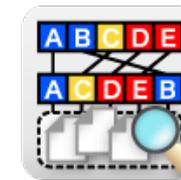
ロボティクス



スマートグリッド



天気シミュレーション



文字列処理



パズル

...

- 第三者・後継者が理解・検証しやすいソフトウェアの開発を支援し、**保守性**の高い情報資源を作成することができる言語であり、**技術継承**を円滑にします。
- アプリケーションモデルと数値計算を**簡潔**に表現し、**可読性**があり、バグを埋め込みにくいコードを作成することができます。
- **学習コストが低い**ため、プログラマは数夜で言語を習得することができます。
- ユーザによる検証・実験に加え、システム（コンパイラ）の自動検証が行われ、**信頼性**の高いソフトウェアを作成することが可能です。
- 外部ライブラリ（OpenFOAM, MPI等）を透過的に組み込むことで**応用範囲**が広がります。
- **クラウドベース**のプログラミング環境により分散処理・遠隔操作・知識の共有が可能になります。