



EFD/CFD融合研究会
(JAXA航空宇宙技術研究センター)



VIDELICETにおける EFD/CFDデータの並置化



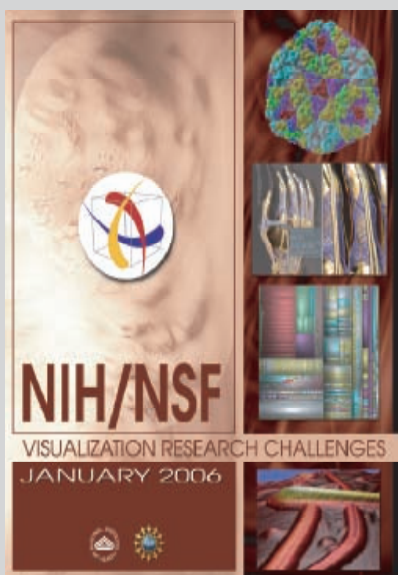
藤代 一成

東北大学 流体科学研究所

2008.2.26



VRCLレポート



- **ViSCレポート**
[SIGGRAPH+NSF:1987]の
フォローアップ
- NIH/NSF主催による2回の
ワークショップの成果物
- 暫定版: IEEE Vis05で配布
- <http://vgtc.org/wpmu/techcom/national-initiatives/nihnsf-visualization-research-challenges-report-january-2006/>

※ViSC: Visualization in Scientific Computing



VRCLレポートの提言1



■ 可視化オントロジー

- *“The ontological organization of visualization itself, organizing the very structure, utility, and expressiveness of visual tools along guidelines and design principles. The resulting frameworks help us move beyond simply asking whether something helps by offering tools to answer questions of why and how it helps.”*
- 可視化の品質評価 (quality issue)

2008/2/26

VIDELICET

3



VRCLレポートの提言2



■ ケースリポジトリ

- *“Creating and maintaining open data and task repositories is critical for the health of the visualization field.”*
- “Toy”データからの脱却
- 可視化専門家と科学技術者の協同

2008/2/26

VIDELICET

4

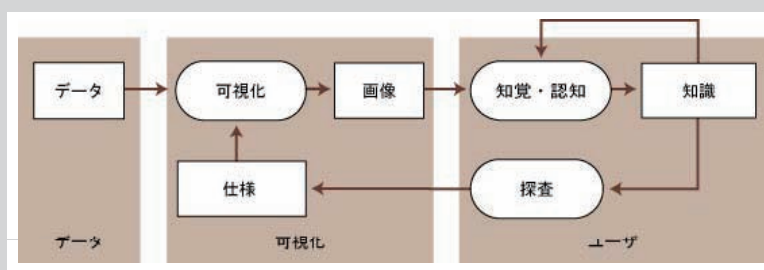


VRCLレポートの提言3



■ 可視化の版管理 (Human in the Loop)

- “Computational science now encompasses modeling and simulation using data from many sources, requiring *data management, mining and interrogation.*”
- 可視化発見過程の明示的支援の必要性



2008/2/26

VIDELICET

5



VIDELICETシステム

Visualization Design and Life Cycle managemenT

Videlicet = viz. (<Latin): Let one see, it is permitted to see

協調的可視化環境 (CVE†)

VRCLレポートの3課題への取り組み

- 可視化オントロジー
- ケースリポジトリ
- 可視化の版管理

Provenance Management
(出自管理)



† Cooperative Visualization Environment

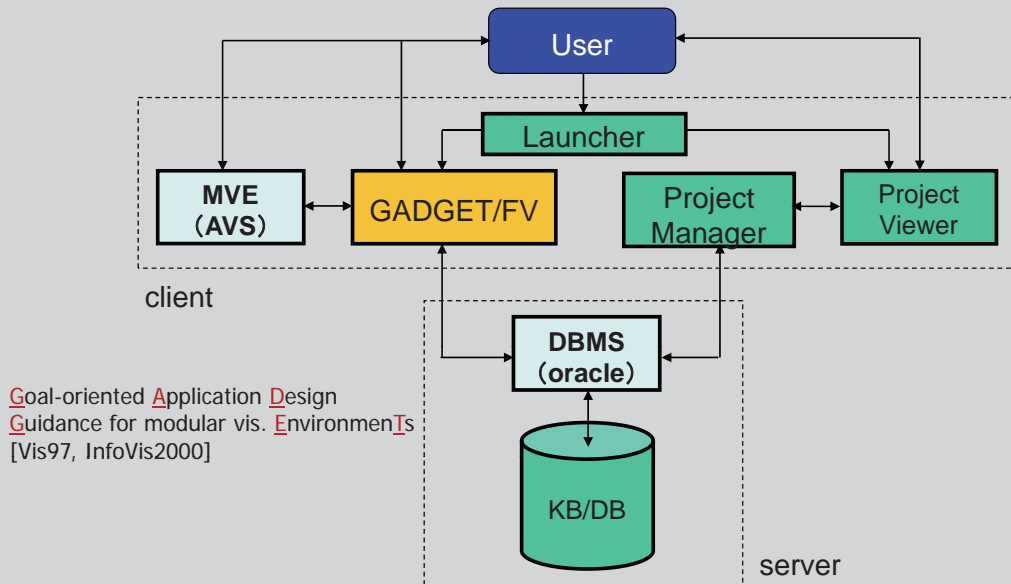
2008/2/26

VIDELICET

6



システムアーキテクチャ



2008/2/26

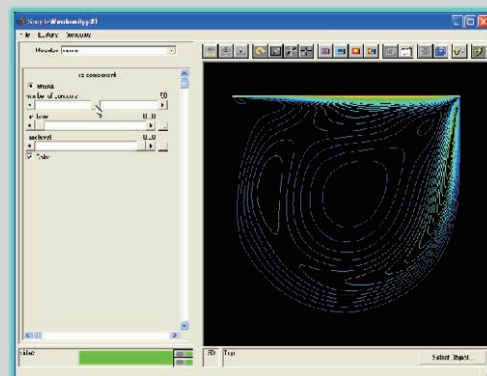
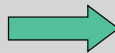
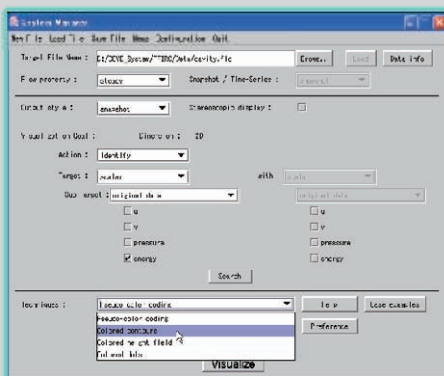
VIDELICET

7



GADGET/FVを用いた初期設計

例: 2Dキャビティフローデータの可視化



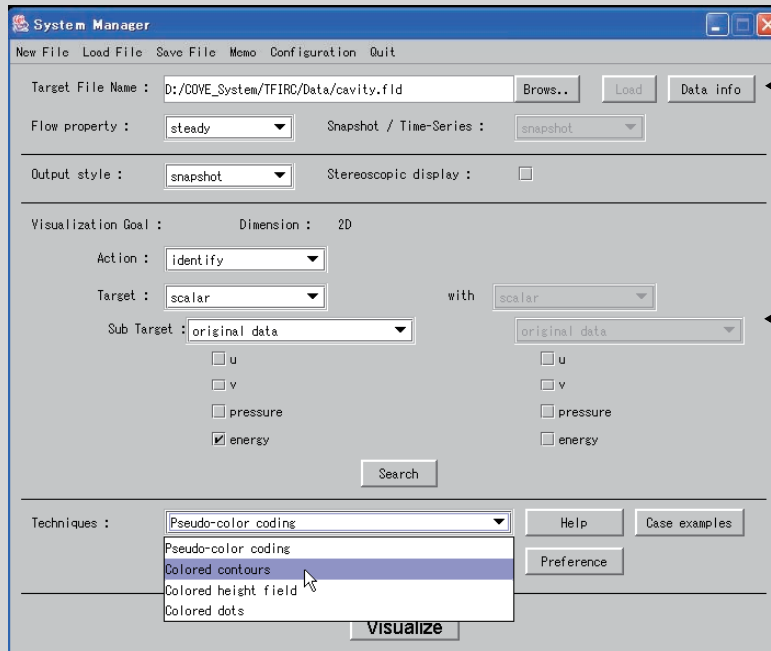
2008/2/26

VIDELICET

8



2種類の分類学



← **[Bottom-up]**
Domain Property

- * Dimension
- * Mesh topology
- * Mesh size
- * The orders of fields
- * :

← **[Top-down]**
Wehrend Matrix
(1990)

2008/2/26

VIDELICET

9



拡張Wehrend Matrix

- Action
 - Associate*
 - Compare
 - Correlate*
 - Identify
 - Locate
 - Superimpose*

- Target & Sub-target
 - nominal
 - critical points (maxima, minima, saddles)
 - vortices(pressure)
 - vortices (velocity)
 - exact value/region/scalar
 - original data
 - magnitude
 - magnitude of vorticity vector
 - magnitude of gradient
 - vector
 - original data
 - vorticity vector
 - gradient

2008/2/26

VIDELICET

10

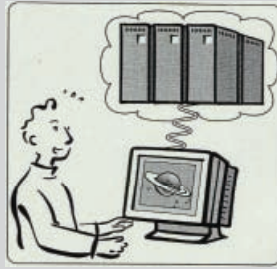


並置化(juxtaposition)

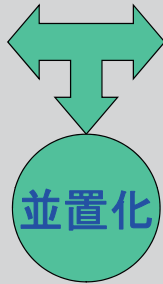
Zabusky & APS Viz Group (Physics Today 1993)



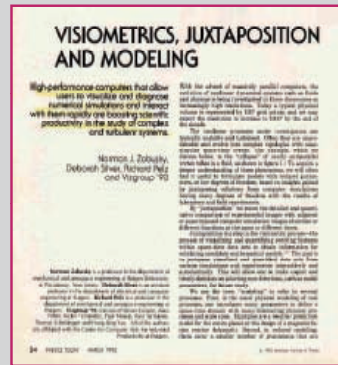
実世界の観察



データ対象の可視化



- 可視化計量学: 観察・実験と理論の照合
- ウィンドウの横並びでは得られない
認知地図の劇的改良 ⇒ serendipity



2008/2/26

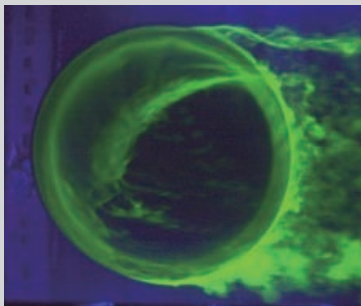
VIDELICET

11



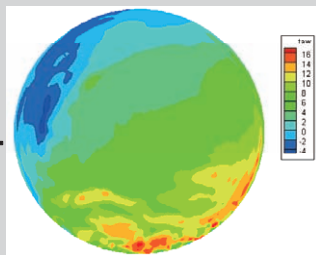
並置化の実例1

Superimpose "shear stress" (CFD) on "vortices" (EFD)



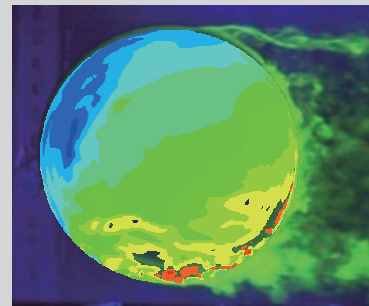
染料流しによる渦の実像

+



せん断応力の可視化

=



因果関係を示す並置化画像

フリスビーの周りにできる渦構造(実写)とせん断応力(シミュレーション)の因果関係

事例提供: 河村哲也(お茶大)

2008/2/26

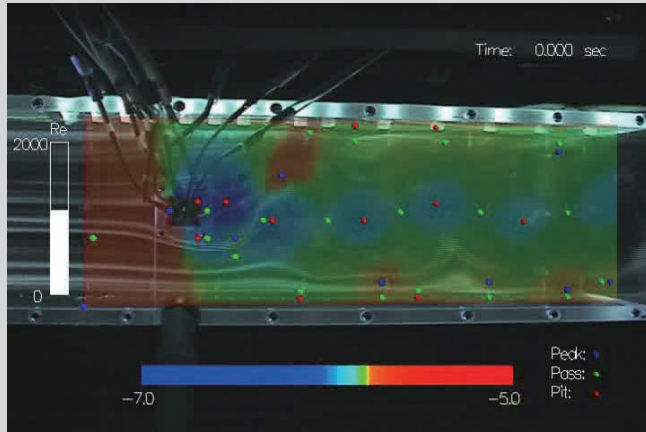
VIDELICET

12



並置化の実例2: 早瀬研ハイブリッド風洞

Superimpose "(topologically-accentuated) pressure" (CFD)
on "streaklines" (EFD)



圧力場の微分位相解析
→特異点(極大・極小・鞍点)
の同定
→極小点周りを強調表示し、
渦構造を見逃さない
カラーマップ

2008/2/26

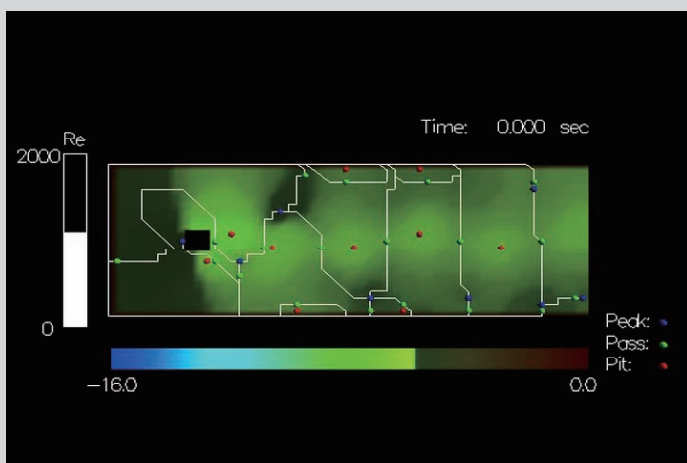
VIDELICET

13



並置化の実例3: 早瀬研ハイブリッド風洞

Superimpose "ridge circles" (CFD) on "pressure" (CFD)



圧力場の微分位相解析
→尾根環(極小点を取り囲む
最小の尾根線ループ)
→渦領域の候補抽出

2008/2/26

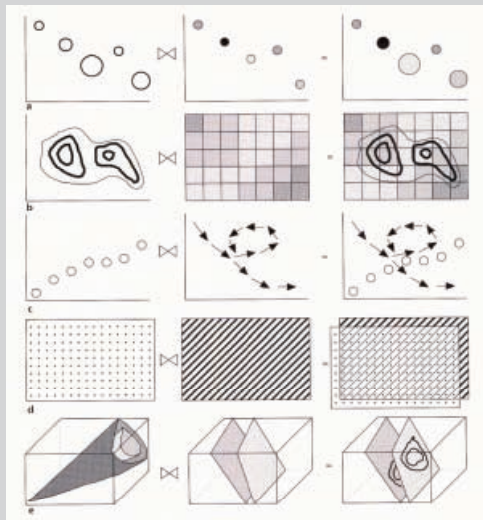
VIDELICET

14



視覚合成ルール

Vista [Senay: SIGGRAPH90 CN]



Mark composition

comp. by super-imposition

comp. by union

comp. by transparency

comp. by intersection

2008/2/26

VIDELICET

15



並置化の論理的分類

■ EFD v.s. CFD

- 単一フィールド: 分布の整合比較
- マルチフィールド: 変量間の相関性解析

■ EFD v.s. EFD-CFD v.s. CFD

- モデル並置化: シミュレーションモデル・計測の段階的詳述化
- パラメタ並置化: パラメタスタディ

2008/2/26

VIDELICET

16



可視化設計ファイル

- **gdtファイル (.gdt)**
 - 設計要求 (design directive)
 - ✓ 対象データファイル属性
 - ✓ 拡張Wehrend Matrix属性
 - AVS Vファイル
 - ✓ モジュールネットワーク
 - ✓ 可視化パラメタ
 - 研究メモ
 - 結果画像・アニメーション
- ケースリポジトリに格納し、検索の対象に！

2008/2/26

VIDELICET

17



Design by Example



2Dキャビティフローにおけるエネルギー場の可視化
→ 2D角柱後流における圧力場の可視化

The screenshot displays the 'System Manager' software interface. The main window shows configuration options for visualization, including 'Target File Name', 'Flow property' (set to 'steady'), 'Output style' (set to 'snapshot'), and 'Visualization Goal' (set to '2D'). The 'Action' is set to 'identify', the 'Target' is 'scalar', and the 'Sub Target' is 'original data'. The 'Techniques' section shows 'colored contours' selected. A '3D' window in the foreground shows a visualization of a flow field with colored contours. To the right, a 'Case examples' panel lists various projects like 'BuildingWind', 'Cavity', and 'BluffBody'.

2008/2/26

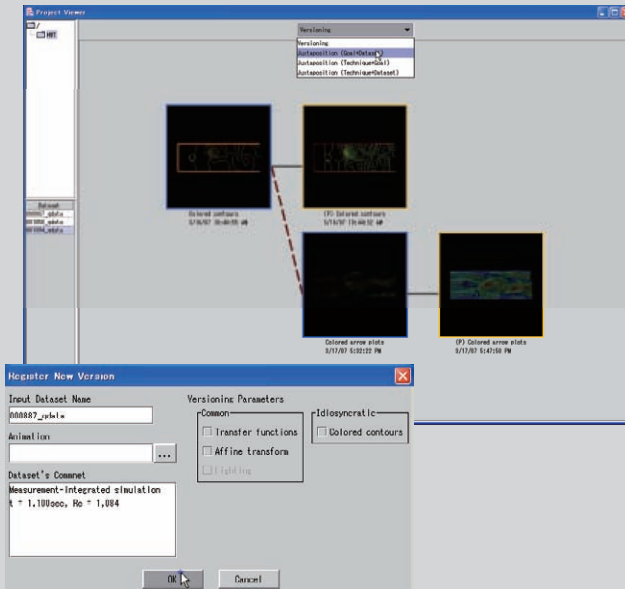
VIDELICET

18



バージョンによるモデル並置化

バージョンツリー: バージョンの更新過程を記述



- 仮定: バージョンは単一のデータセットだけを扱う
- 各バージョンは異なるタイムスタンプをもつ
- 版の更新タイミング
 - 可視化目的
 - 使用技法
 - 可視化パラメタ
 - ✓ 伝達関数
 - ✓ 視点
 - ✓ 照明
 - ✓ 技法特有
 - 研究メモ

2008/2/26

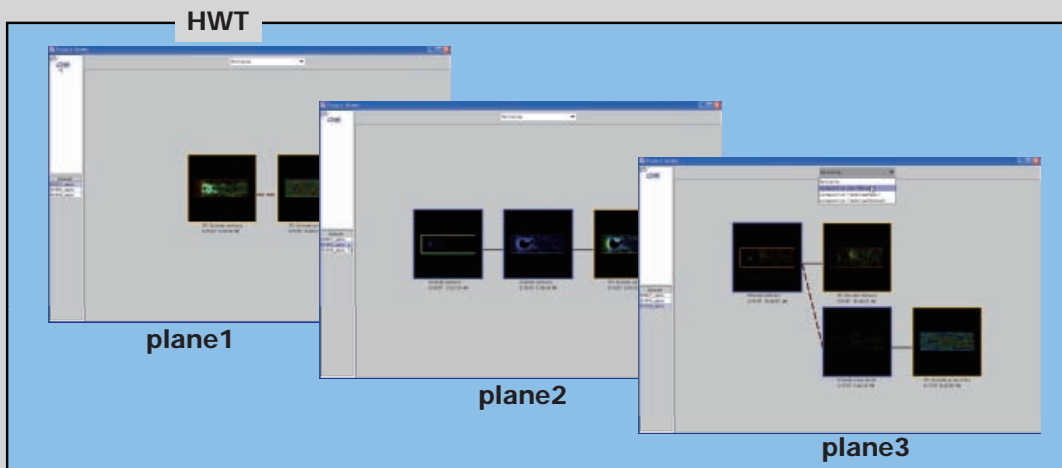
VIDELICET

19



プロジェクト

- 階層構造
- プレーン: バージョンツリーを有する最下位プロジェクト



2008/2/26

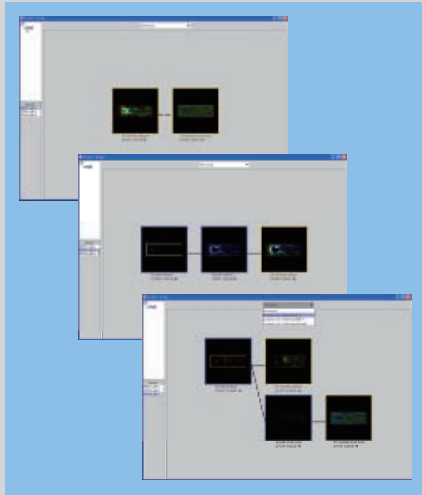
VIDELICET

20



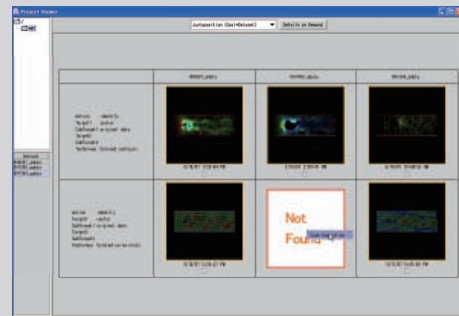
構造化によるパラメタ並置化

各プレーンの最新バージョンを目的Xデータセットの表形式で一覧できる上位の並置化バージョンを生成



圧力場
速度場

レイノルズ数



2008/2/26

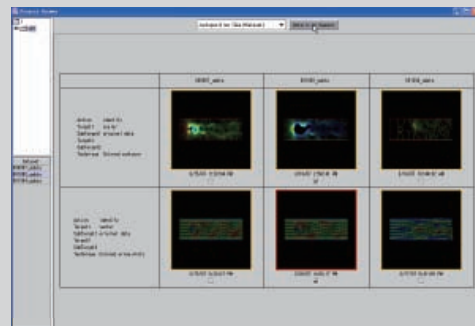
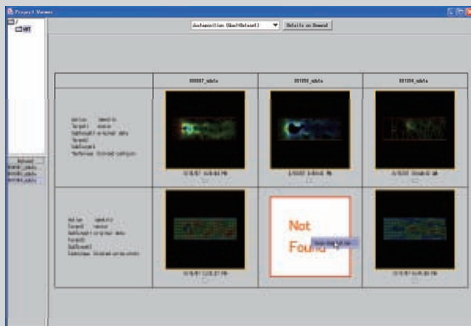
VIDELICET

21



ケース補完

特定のバージョンをプロジェクト管理者が代行し
並置化テーブルを補完



2008/2/26

VIDELICET

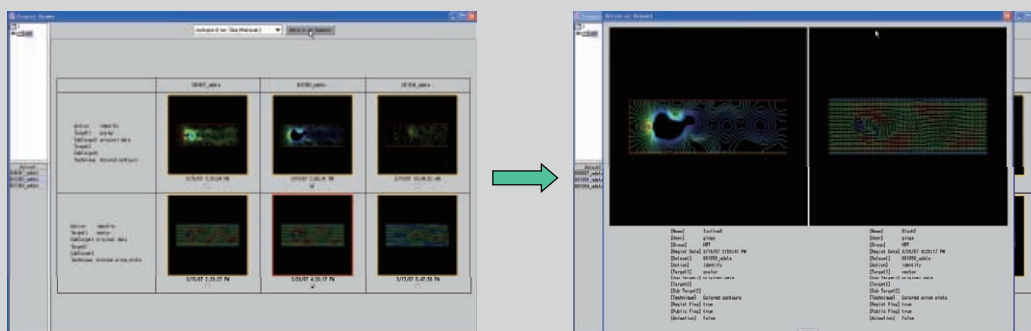
22



詳細表示



- 特定の行や列だけを選択して、属性も含め詳細を表示
- 並置化により得られた知見は上位プロジェクトのメモに追加



2008/2/26

VIDELICET

23



今後の展開

2009年度中に所内公開予定：事例蓄積と運用評価

- 複数の研究分野での横断的適用
- オントロジの詳述化
- 高次操作の同定と組み込み
 - ✓ 例：バージョンツリーの簡単化・類似検索
 - ✓ 例：可視化画像のスプレッドシート演算

2008/2/26

VIDELICET

24



謝 辞

- 平成17年度東北大学総長裁量経費
- 科研費基盤B 18300026