

棟朝雅晴 (北海道大学)

スパコンとインタークラウドの連携による大規模分散設計探索フレームワークの構築



スパコンとクラウドシステムを連携させた、最適設計のフレームワーク、システムを構築

- ・ シミュレーションを各拠点のスパコンで実行
- ・ 全国規模で実現されたスケーラブルな分散データベース上で入出力パラメータを管理
- ・ スケーラブルなオブジェクトストレージ上でシミュレーションにおいて生成される付随的な情報を管理
- ・ 多目的設計探索を実現する多点探索による最適化エンジンをクラウド上で並列分散実行
- ・ 可視化システムとも連携し、設計者との密なインタラクションを実現

研究の背景および方針

- ・ スパコンとクラウドからなる「インタークラウド」を最大限活用する
- ・ 大規模なパラメータサーベイなど「最適設計」を支援する環境を整備
- ・ 規模の経済やネットワークを生かす「スケーラブル」なシステム整備
- ・ 現実の設計問題を解決する「多目的設計探索」システムの開発
- ・ ユーザーインターフェイスや設計者間の情報共有など人的側面も考慮

多目的設計探索

- ・ 航空宇宙関連分野での大規模かつ複雑な設計問題を解決
 - 多目的最適化問題: $f^* = \max_s \text{ or } \min_s f(s)$: パレート解の探索、解析
- ・ データマイニングや機械学習の活用
- ・ パレート最適解などの情報可視化

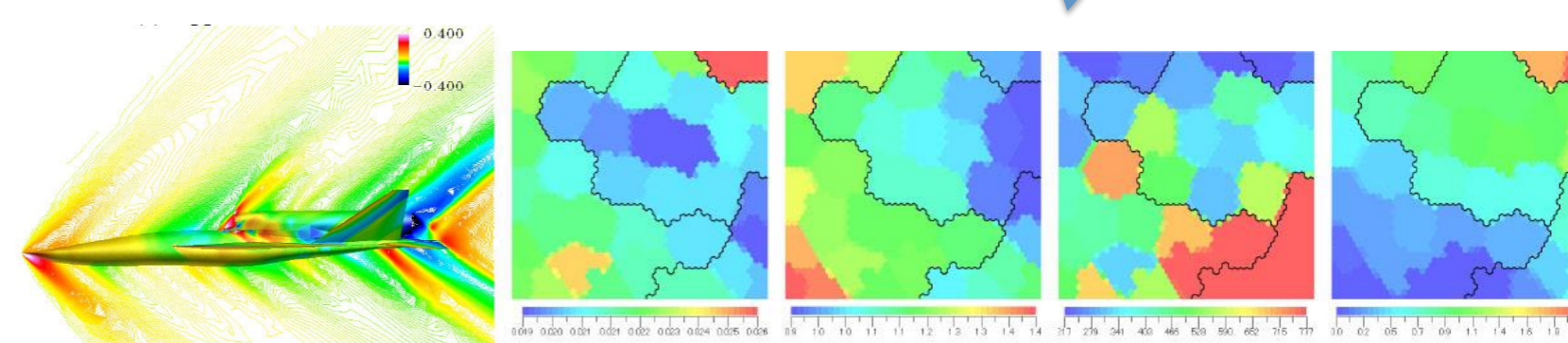
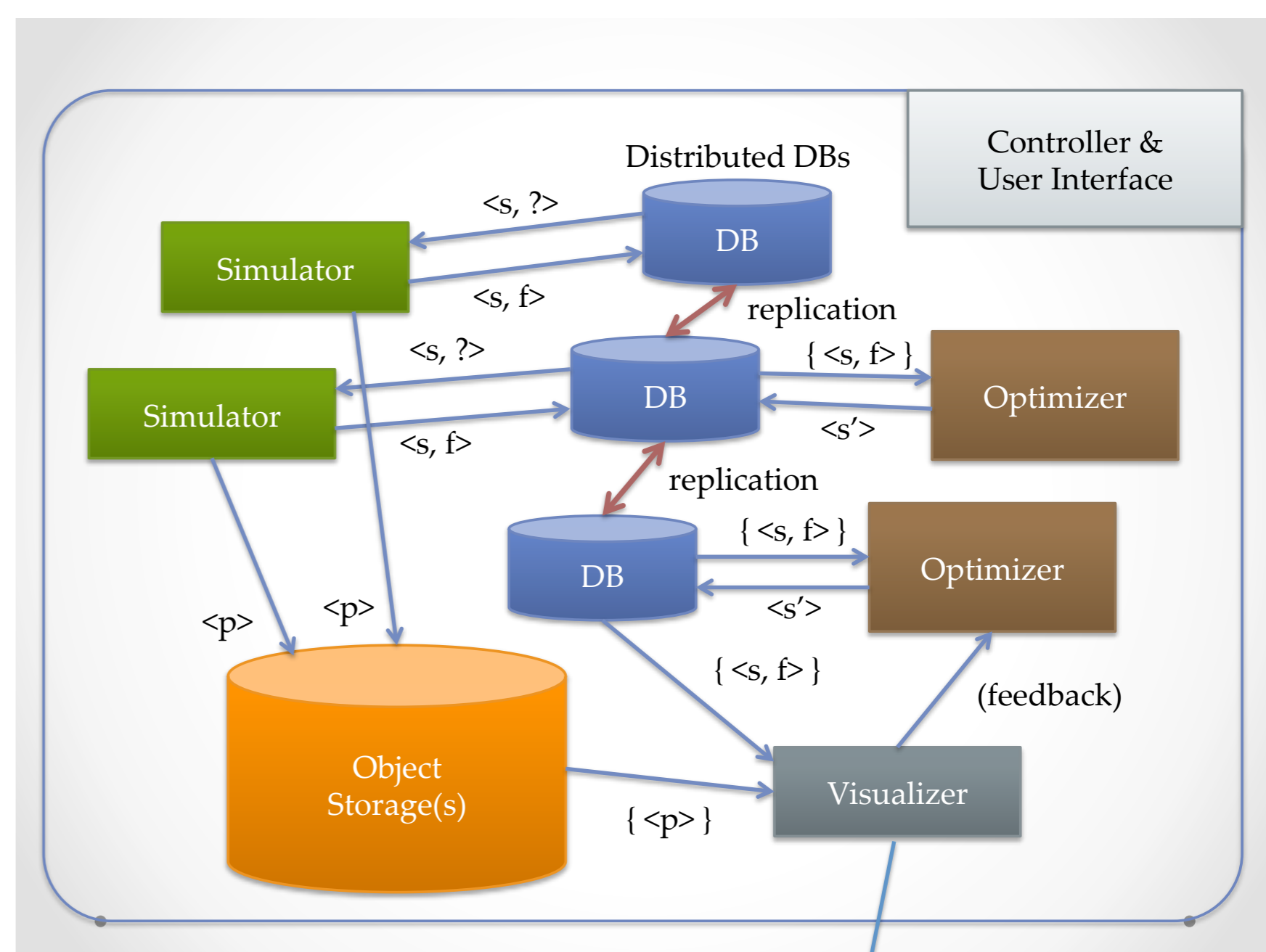
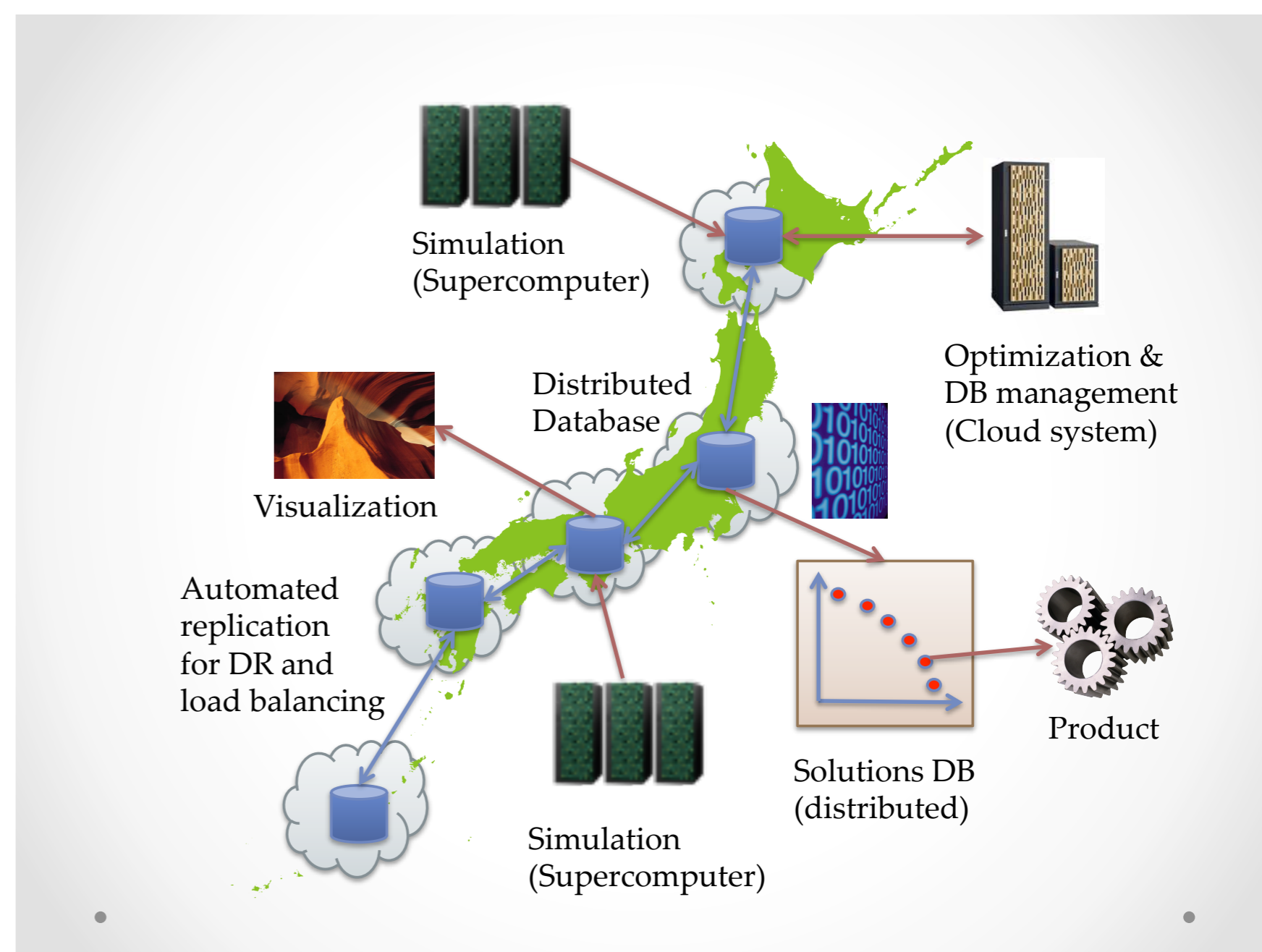
システム設計: 構成要素

- 1) シミュレータ... 入力パラメータ列 $\langle s \rangle$ → 評価値 $\langle f \rangle$ 、付加情報 $\langle p \rangle$
- 2) 最適化エンジン... 過去の探索履歴 $\{ \langle s \rangle \}$ → 次の探索候補 $\langle s' \rangle$
- 3) 可視化システム... 解情報、付加情報の可視化
- 4) a) 解情報データベース... パラメータ列、評価値の保存
b) 付加情報ストレージ... シミュレーション付加情報の保存
- 5) 管理制御システム... 全体の制御およびユーザーインターフェイス

システム実装の概要

- 北海道大学データサイエンス統合クラウドストレージを中心に構築
- ・ L+サーバ x 1台 (10 core, 1TB): CloudStackによる制御(仮想マシン)
 - 2) 最適化エンジン: 多目的進化計算を並列実装
 - 4-a) 解情報データベース: Apache Cassandraを複数ノードで実行
 - 5) 管理制御システム: ポータルシステム + 全体制御

- ・ Amazon S3互換ストレージ (1TB)
 - 4-b) 付加情報ストレージ: オブジェクトストレージで直接管理、制御システムと連携
- ・ 大阪大学可視化システム
 - 3) 可視化システム: 解情報データベース、付加情報ストレージと連携した可視化実行
- ・ 2Lサーバ x 1台 (20 core, 1TB): 物理サーバ + 各拠点のスーパーコンピュータ(北大等)
 - 1) シミュレータ実行環境: 管理制御システムと連携し、入力パラメータ列から評価値等を出力
 - システム制御: WebサービスAPI (REST)による制御 → API設計および制御処理の詳細化



Chiba, et. al. : "Design-Informatics Approach Applicable to Real-World Problem", Journal of Aircraft (2010)

研究参加大学
 ・北海道大学(統括、クラウド、分散DB)
 ・北海道科学大学(シミュレーション、最適化)
 ・東北大学(シミュレーション、可視化)
 ・お茶の水女子大学(可視化)
 ・北見工業大学(クラウド、分散DB)
 ・室蘭工業大学(最適化)
 ・首都大学東京(シミュレーション)
 利用拠点:
 北海道大学、東北大学、大阪大学、九州大学