

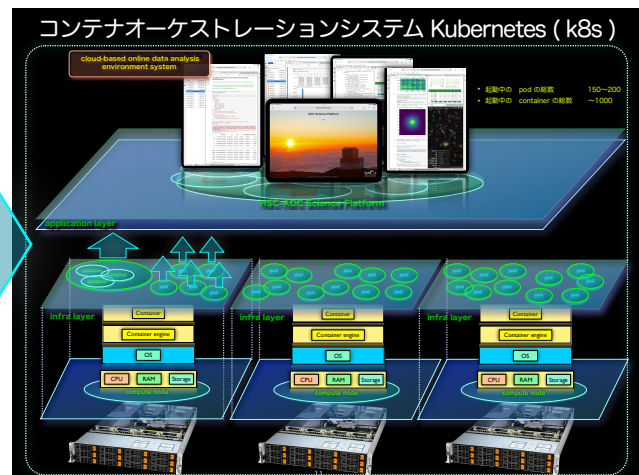
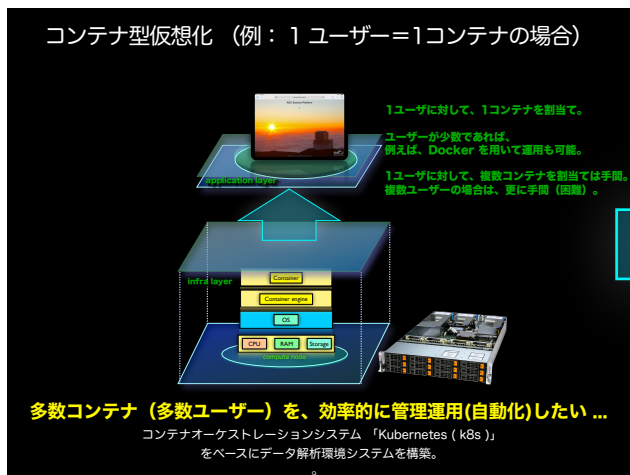
HSC-ADC サイエンスプラットフォームの実装（インフラ編）

○森嶋隆裕、小池美知太郎、古澤久徳、田中賢幸、他（国立天文台）

概要（Abstract）

国立天文台ハワイ観測所は、天文データセンターと共同で、『サイエンスプラットフォーム』と呼ばれるクラウド型データ解析環境システムの研究開発を行っています。データ利活用した更なるサイエンス推進のため、ユーザー支援策の1つとして、クラウド型データ解析環境システムという新しいタイプのサービス導入を検討しています。現在、コンテナオーケストレーションシステム Kubernetes と、インタラクティブなプログラム実行環境（および開発環境）をサポートした Jupyter Notebook などを組み合わせたクラウド型データ解析環境システムを構築し、各種の実証試験を実施中です。サイエンスプラットフォームの利用ユーザーは、対象となる天体情報の検索／絞り込み、当該データをファイル出力（FITSファイル）として書き出したり、必要に応じてデータを加工し、画像やグラフとしてデータの描画が可能で、一連のデータ解析処理を、Webブラウザを通じたオンライン操作で、全て完結させることが可能となります。本発表は主に、サイエンスプラットフォームのアプリケーションより下層のインフラ層の実装についての紹介となります。

1. コンテナオーケストレーションシステム Kubernetes を用いたクラスタ環境システム



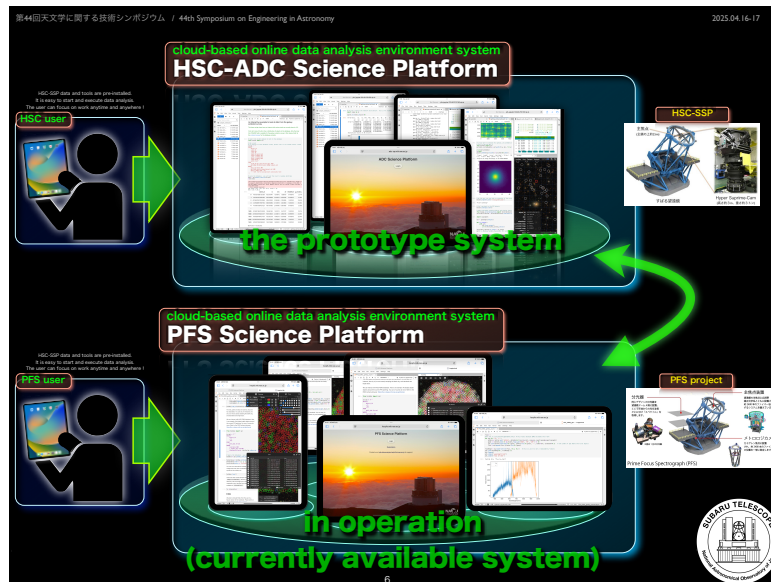
Kubernetes (k8s) を用いたクラスタ環境システムを構築。コンテナのデプロイ（起動）や停止、スケールリング、コンテナアプリケーションの運用管理などの自動化を目的として設計されたソフトウェア。コンテナオーケストレーションシステムの標準。Google が開発していたもの。2014年に公開され、現在はオープンソースソフトウェアとして開発中。サイエンスプラットフォームの場合、約1000個ほどになるコンテナの操作を可能な限り自動化が可能。

利点

- コンテナのデプロイ、スケールリング、運用管理、ロードバランシング（負荷分散）、自己修復などを自動化。
- コンテナに割当てる CPU, RAM, GPU .. などのリソースを柔軟に管理可能。
- ジョブ管理
- サービス管理
- 他

欠点

- （特に、オンプレミス（自前運用）で構築する場合 ... ）
- 基本的に、大規模な商用サービスで利用されることを前提としたシステム（→ オンプレ利用を考慮していない）
- ストレージ領域のデータは揮発的。データは未保持（→ 永続ストレージの準備が必須）
- サービス管理用のロードバランサが標準では未装備。（→ 別途 OSS 版 ロードバランサの準備が必須）
- 他



- (図上) HSC-ADC Science Platform ハワイ観測所と天文データセンターが共同で**研究開発中**のクラウド型データ解析環境システム。
- (図下) PFS Science Platform PFS プロジェクトの用途として**実運用中**のクラウド型データ解析環境システム。

先行する PFS Science Platform と実装面で多くを共有しており、兄弟姉妹の関係にあります。実運用中の PFS SP における多くの知見を、研究開発中の HSC-ADC SP へ反映させ、その一方で、HSC-ADC SP において研究開発や動作検証された新機能を、実運用中の PFS SP へフォードバックしています。HSC-ADC SciencePlatform は、研究開発フェーズ（プロトタイプ）という位置付けになりますが、実運用の側面を担っています。

2. オンプレ（自前運用）のメリット

- HSC-SSP の大容量データ（ビッグデータ）への対応。
Public Data Release 3 (PDR3) の場合、～600 TB。大きな制約条件の1つ。
自前の大容量ストレージサーバーを準備することで解決可能。
商用サービス利用の試算では、600 TB データ保持のみで、100～1000万円。
- HSC-SSP のビッグデータへ最適化された高性能データベースの利活用。
一連のデータ解析の操作の中で「検索」はしばしば出現。
データベース性能がデータ解析環境システムの利便性を左右する要因の1つ。
オンラインでデータ解析しても、検索性能が低いとインタラクティブ性が台無し。
Amazon Redshift、
Azure Cosmo DB for PostgreSQL 他、商用 DBサービス（上位版）も存在するが、
HSC-SSP データベースシステム（自前）の方が 10～300倍「検索」性能が良い。
この利点を最大限に活かせる。
- CPU リソース、GPU リソースなど、システムリソースを、適宜、追加可能。
- 他

3. まとめ

国立天文台ハワイ観測所は、天文データセンターと共同で、『サイエンスプラットフォーム』と呼ばれるクラウド型データ解析環境システムの研究開発を行っています。サイエンスプラットフォームの利用ユーザーは、対象となる天体情報の検索／絞り込み、当該データをファイル出力（FITSファイル）として書き出したり、必要に応じてデータを加工し、画像やグラフとしてデータの描画が可能で、一連のデータ解析処理を、Webブラウザを通じたオンライン操作で、全て完結させることが可能となります。コンテナオーケストレーションシステム Kubernetes をベースとしたクラウド型データ解析環境システムをオンプレ（自前）で構築しています。

「HSC-ADC サイエンスプラットフォーム」は、研究開発フェーズ（プロトタイプ）という位置付けにありますが、先行する「PFS サイエンスプラットフォーム」（2025年4月より本運用を開始、運用中）と実装面で多くを共有しており、兄弟姉妹の関係にあります。実運用中の PFS SP における多くの知見を、研究開発中の HSC-ADC SP へ反映させ、その一方で、HSC-ADC SP において研究開発や動作検証された新機能を、実運用中の PFS SP へフォードバックしています。HSC-ADC SP は、研究開発フェーズ（プロトタイプ）という位置付けにありますが、その一方で、実運用の側面も担っていると言えます。

商用のクラウドサービスを利用せず、オンプレミス（自前）で、コンテナオーケストレーションシステム Kubernetes をベースとしたクラウド型データ解析環境システムを構築し、商用サービスでは実現が難しい独自性を有しています。例えば、HSC-SSP の Public Data Release 3 (PDR3) の場合では、約 600 TB にもなるビッグデータで、システム構築の際の大きな制約条件の1つです。商用サービス利用の試算では、600 TB データ保持のみで、100～1000万円ほどの費用がかかり、実現が難しく、自前の大容量ストレージを準備することで解決が可能です。加えて、このビッグデータに最適化された高性能な HSC DB システム（自前）の利点を最大限活かし、さらなる利便性の向上も実現可能になります。Amazon Redshift、Azure Cosmo DB for PostgreSQL などの高性能（上位版）の商用 DB サービスよりも 10～300倍「検索」性能が高く、商用サービスでは実現が難しい最大の利点の1つです。

実運用データを精査し、適宜、機能追加を実施し、引き続き「商用サービス」では実現が難しい利便性の優れたクラウド型データ解析環境システムの実現を目指して研究開発の予定です。具体的には、CPU リソースの追加や、GPU リソースを追加し、データ解析環境の性能向上を図ります。また、利用者が増加した場合の対策として、Kubernetes クラスタ内のコンテナ間通信の改善として、L2 ベースから BGP へ移行、iptables から eBPF へ移行など、Kubernetes クラスタの大規模化への対応なども検討しています。