

Gfarm Workshop 2023



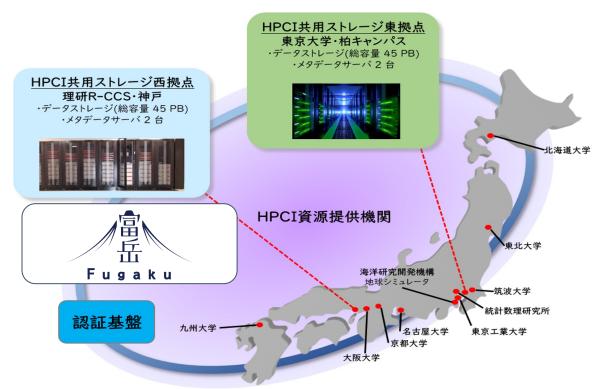
理化学研究所 計算科学研究センター(R-CCS)

金山 秀智



HPCI共用ストレージの紹介

- HPCIのストレージ資源、現在は第2期システムの提供5年目の終わり
- 全国のHPCI計算機資源から、高速・大容量の単一ファイルシステムと してデータ共有が可能
- ファイルシステムGfarmを採用(Gfarm 2.7.20)
- 東大とR-CCSの2拠点で運用
- 容量: 論理45PB (物理90PB)
 - → 拠点間2重化
- 性能:
 - 。 最大100GbpsでのファイルI/O
 - 。 100Gbpsの対外ネットワーク帯域
 - 今後200Gbps, 400Gbpsに拡張予定
- 特徴
 - 。 シングルサインオンで全国のスパコン のログインノードから利用可能
 - Gfarm Clientが導入



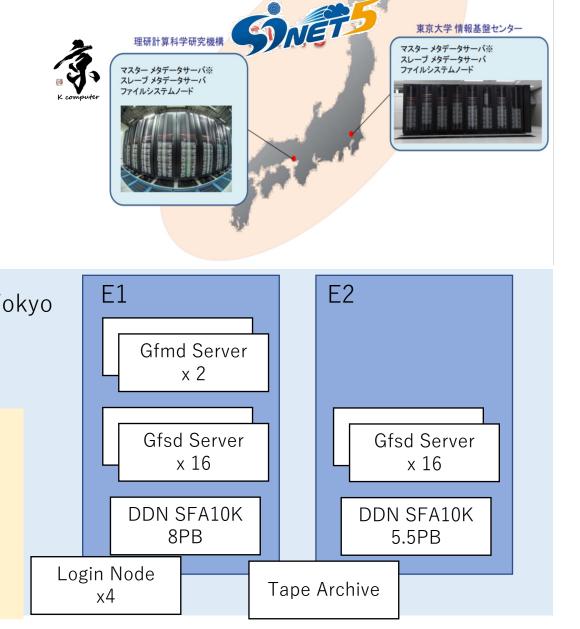
2022年度の変更など

- ・Gfarmは2.7.20を利用 → 次期システムに向けて2.8系への移行を進める
- ・R-CCSネットワーク経路の調整
 - 大阪DC回線を経由した400Gbps接続に変更
 - 共用ストレージの専用線として機能(障害発生時は、神戸DC経路への切替が行われる)
 - R-CCSログインノード/計算ノードの富岳ダイレクトコネクトサービスとの接続
 - 富岳向け仮想マシンなどとの接続が容易に
 - OCI FastConnectサービスとの専用線通信が容易に
 - 富岳のFEFSをSSHFS等でマウントする事が可能に(これは今後の検討中)
- ・東大ネットワーク経路の調整:
 - 100Gbps -> 200Gbpsへの拡張予定
- 容量逼迫対策
 - データの多重化運用 → 2重化運用
 - R-CCS階層化解除(これにより書き込み集中問題も解消)

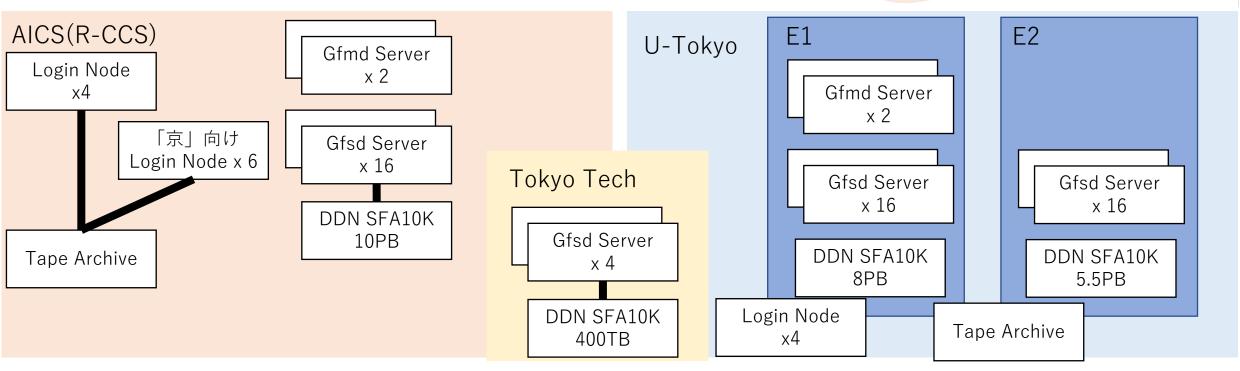
これまでのHPCI共用ストレージ

第一期システム概要 $(2014 \sim 2018)$

- もちろんGfarmを利用
- 第一期システムでは論理容量10PB
- 通信経路は10Gbps(Ethernet)
- 「京」ユーザの利用増加に伴い容量逼迫が発生し、最終期は多重化は解除して運用
- gfmdは基本的には東大側で運用



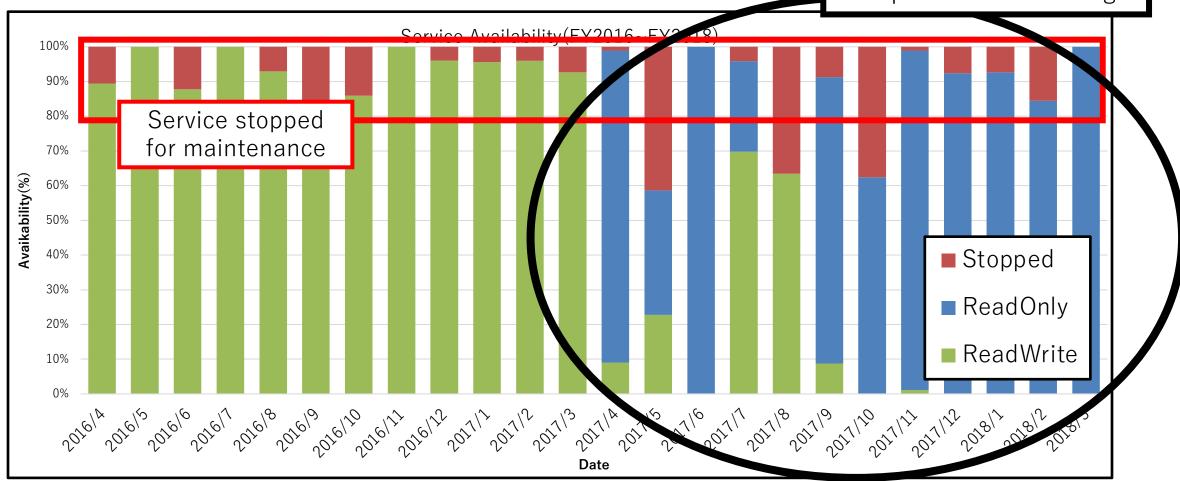
東京大学情報基盤センター



第一期: 運用状況

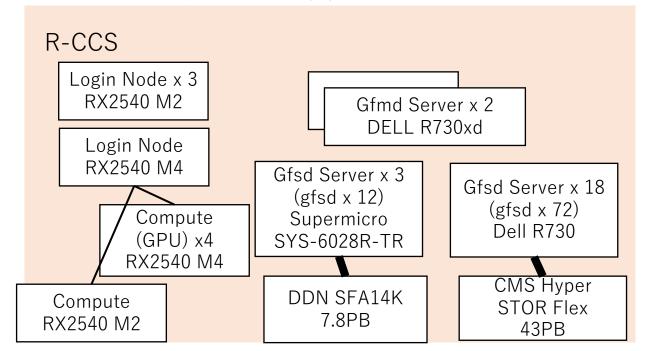
第一期システムの運用→第二期システム

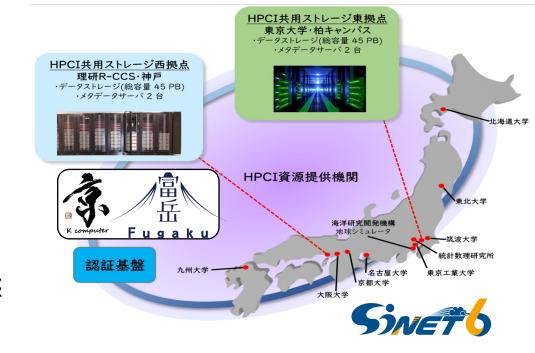
Data migration to 2nd phase shared storage

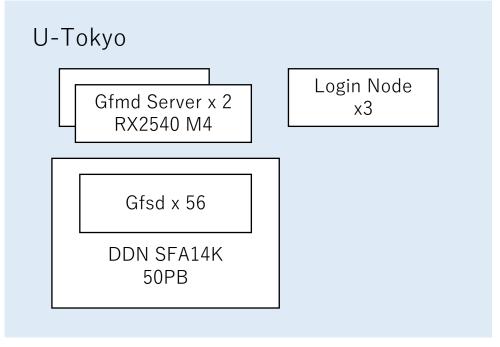


第二期システム概要 (2018~)

- 第二期システムでは論理容量45PB
- 通信経路は基本的に100Gbps Bonding(Ether or IB)
 - R-CCSはSINET6と400Gbps接続
 - 東大はSINET6と現状100Gbps、今後200Gbps拡張予定。
- 容量はユーザからの申請ベースではほぼ埋まっている状態 (毎月2PB程度の容量増が続いている状況)
- Gfmdの運用は東西で持ち回り

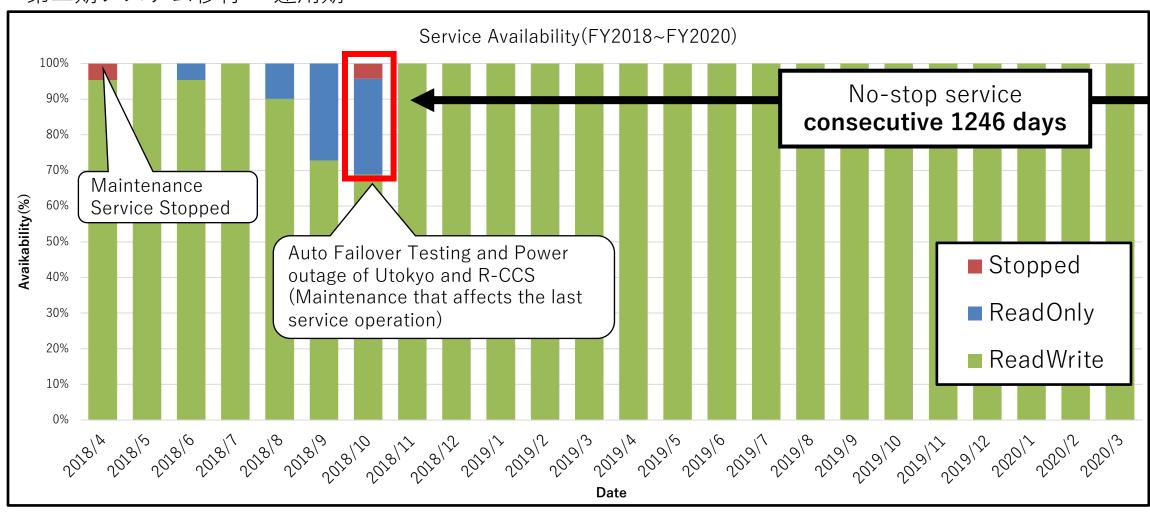






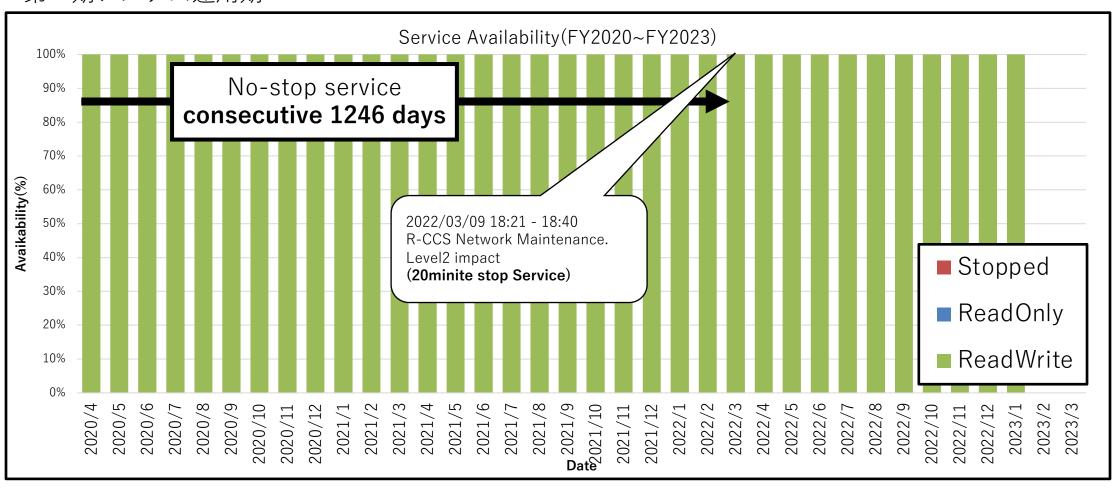
第二期: 運用状況

第二期システム移行 ~ 運用期



第二期: 運用状況

第二期システム運用期



運用状況まとめ

- 第二期システム以降(特に2018/11以降)、 ユーザへのサービス提供(ユーザがI/Oできる期間)は大きく改善
 - ・サービス停止は以下の3件。
 - (1) メンテナンス(2018/04) : 33時間
 - (2) 東西停電(2018/10) : 32時間
 - (3) ネットワーク(作業)障害(2022/03): 20分
 - 2018年04月 2023年02月のサービスの稼働率は99.845%
- 今後の改善点
 - (3)のようなマスタメタデータを運用している拠点のネットワークトラブルなどが発生すると、現在は自動で東西フェイルオーバしないため、サービス停止の可能性あり。
 - Gfarm的には対応されている。次期システムでは改善必須。

第三期システムへの期待

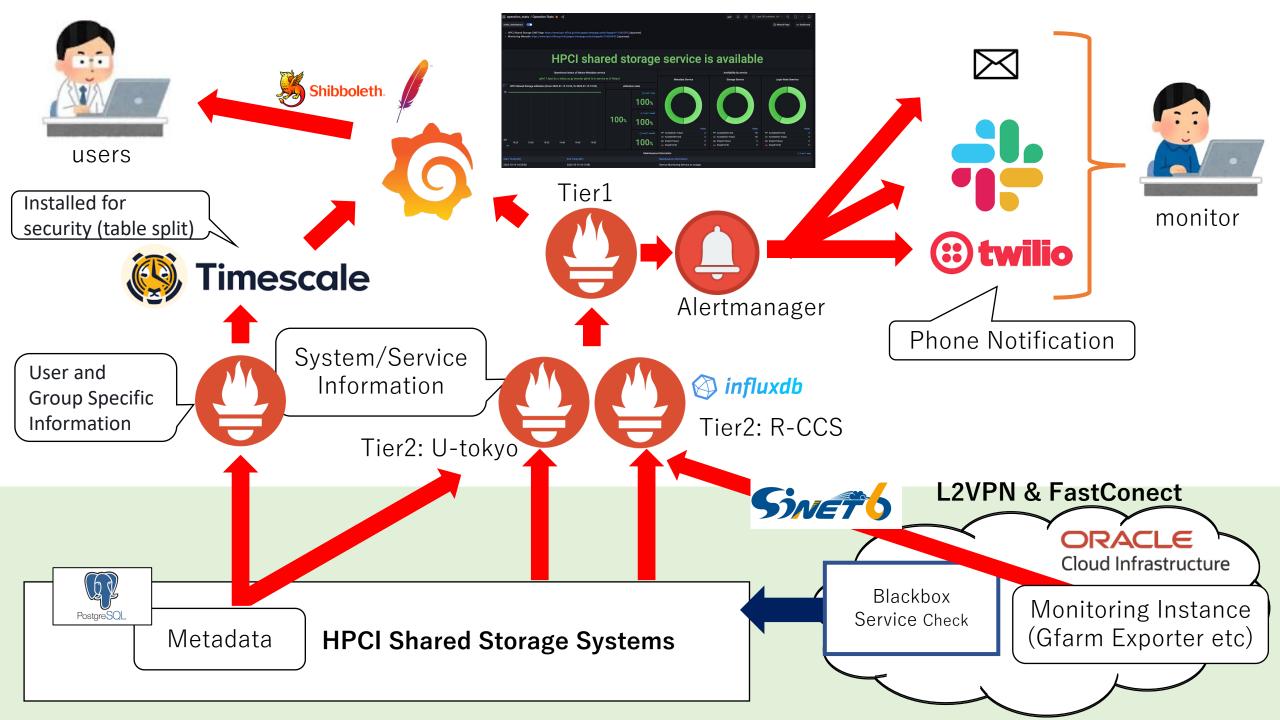
• 容量増

- ユーザの要望はあるため容量増加は必須
- ・メタDBの書き込み性能向上
 - 帯域を効率よく利用するためには、多並列での転送が必要
- ・ファイルサーバ転送帯域
 - SINET6が東西400Gbpsで利用可能な状況
 - 高帯域でファイルサーバへ書き込める環境が必要
 - メタデータと合わせストレージ装置の書き込み性能は必要

・運用省力化

- 現状運用エンジニアのマンパワーが足りていない状況
 - 新規作業になかなか手が出ていない
- 運用簡略化のために効率が良いシステム
- 監視システム・自動化推進

モニタリング&ユーザへの情報提供環境

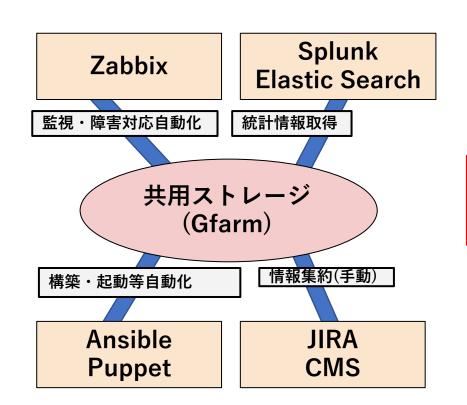


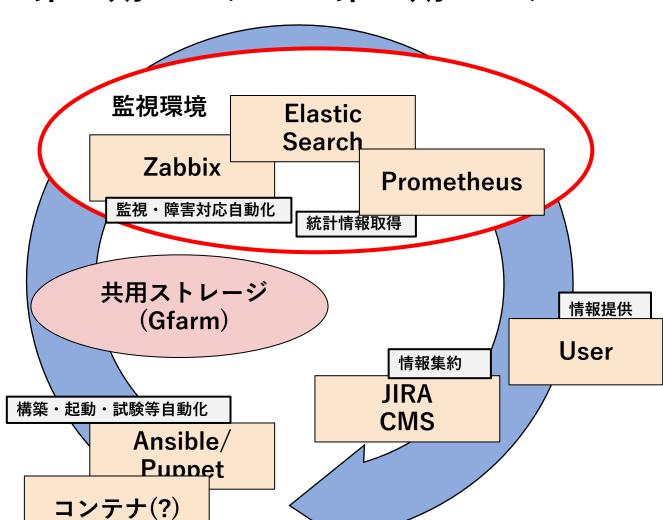
監視環境の構成 2022年度版

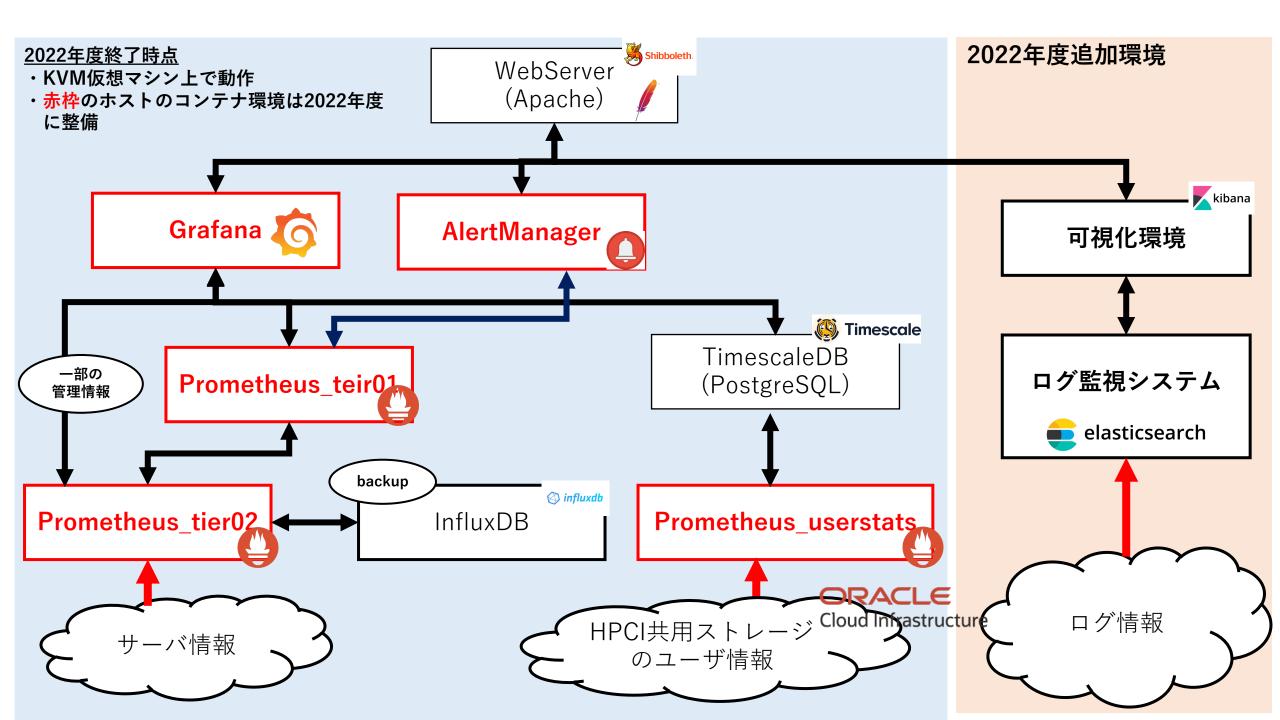
- ・ユーザに稼働率やノードの稼働状況、レプリケーション情報を提供
- ・ユーザにユーザやグループ別の利用容量やファイル数 を提供(課題代表者には課題のユーザ利用量を提供)
- Twilioを用いた電話自動連絡開始
- •OCIを利用したクラウドからの外形監視を開始
- GfarmのメタDBからのユーザ情報収集を強化
- 運用情報収集を強化

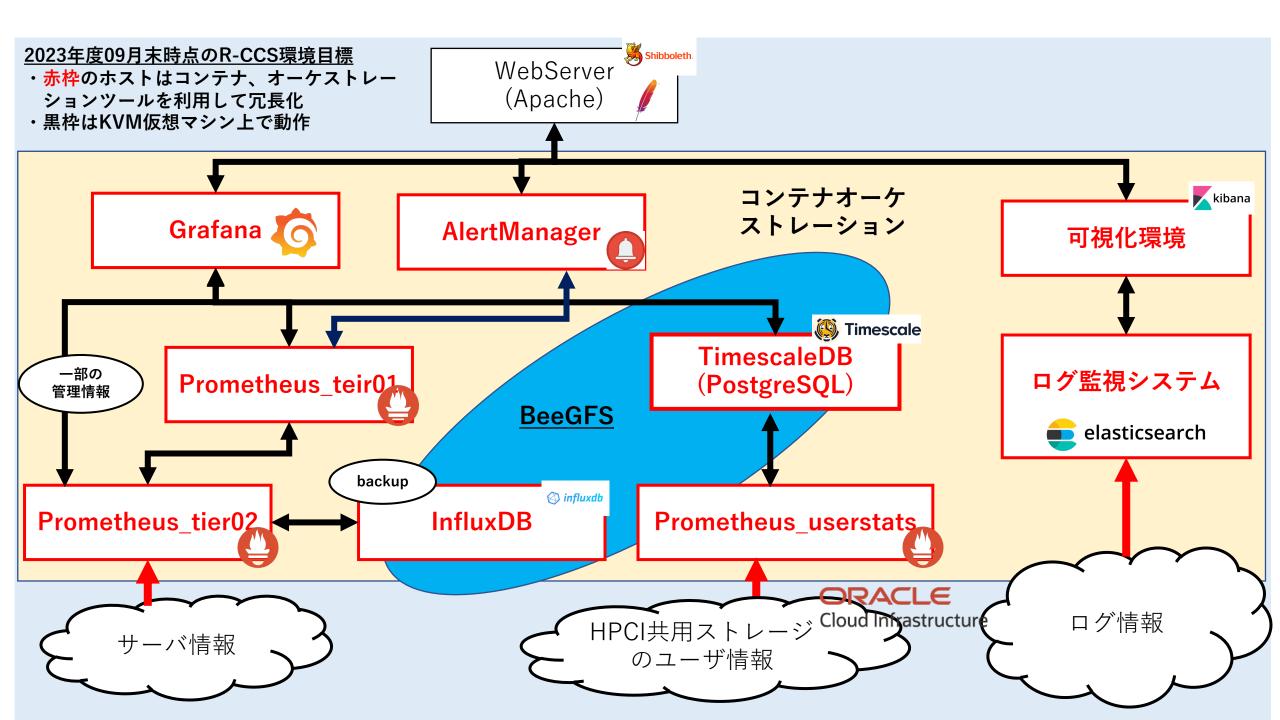
第一期システム – 第二期システム

第二期システム – 第三期システム









第三期に向けたサービス監視環境課題

- ・ユーザへの情報提供強化
- ・運用メンバへのフィードバック強化
 - ・東西間データ共有
 - ネットワーク情報や障害検知強化
 - メタDB情報収集強化
 - 非同期状況だと情報取得が遅れる
 - メタDBへの負荷など
 - Exporter開発
 - ログインノード/計算ノード環境(jobシステム)整備
 - ・ユーザ連絡・障害連絡自動化
- ・運用コスト削減/ストレージ運用の半自動化への取り組み
 - 障害復旧の自動化
 - アップデートの自動化

統計情報

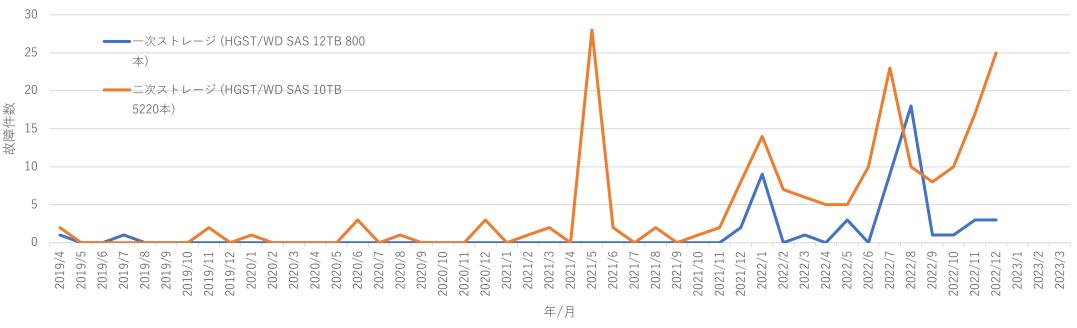
(R-CCS)障害発生状況

・2021年度以降、障害発生が増加気味

- ・R-CCS 二次ストレージの停止トラブル頻度
 - ・2020年度: 0件
 - ・2021年度: 7件
 - ・2022年度: 16件
- サーバの運用データバックアップ領域のHDD(RAID1)が Rebuild中に故障 → 全損
- · HDD交換件数增大

HDDの交換(故障)率の増加

HDD交換件数(月ごと)



	HDD本数	HDD型番	AFR		2022年度(※)	2021年度	2020年度	2019年度
一次ストレージ	800	HUH721212AL4200 (SAS/12TB)	0.35	総障害件数(本)	38	12	0	2
				交換率(%)	6.33%	1.50%	0.00%	0.25%
二次ストレージ	5220	HUH721010AL5200 (SAS/10TB)	0.35	総障害件数(本)	113	70	10	5
				交換率(%)	2.89%	1.34%	0.19%	0.10%

※ 2022/12まで

監視の整備・改善が必須

HDD予防交換や障害チェックの強化

- 障害対応コストを削減しないと新しい取り組みができない
- チェックする項目は増えていくばかりなので自動化自動化自動化...

劣化を把握する難しさ

- ケーブル障害
- IOM障害
 - 検知や予兆チェックが難しい。
 - アクセスチェックやI/O速度の低下をチェックするくらい?

ネットワークトラブルの難しさ

- ・転送の問題発見も、問題箇所の特定も大変
- ネットワークチームとの連携強化

はじめから監視システムと連携してくれるAPIやOSS環境があると嬉しいのだけど…

Gfarmによる障害検知の効果

- ・読み出し時のデータ破損
 - 二次ストレージのデータの読み出し時にHDD障害
 - 読み出し時にHDDのtimeoutが発生/正常データが読みだせず
 - Timeoutの際にGfarmへエラーが帰ってきていないように見えている
 - ドライバ or ストレージ装置側の障害
 - · 読み出し中のchecksumが異なったためGfarmでチェックサムエラー
 - → ユーザには壊れたデータは転送されない
 - → ステルスなデータ転送エラーを防ぐことができている。
- ・ネットワーク遅延(帯域制限)が発生
 - Gfarmのclosing networkエラーにより帯域が極端に悪化している場合に切断
 - 多発傾向などから、障害原因が上位のネットワークにあることが判明

機器劣化や機材の入れ替えによる環境の変更や、 機材の故障や障害が増えているが、

<u>Gfarmのデータ完全性チェック機能やGfarmの詳細なアラートに助けらている</u>

年数別保存データ

Access	File	Space	File Number		
Period	Value	Rate	Value	Rate	
~ 3month	4.08PB	19.74%	29M	15.68%	
3m ~ 1year	8.08PB	39.09%	76M	41.72%	
1y ~ 3y	4.27PB	20.66%	44M	24.23%	
3y ~ 5y	3.19PB	15.43%	18M	9.82%	
5y ~	1.05PB	5.08%	16M	8.56%	

ここ1年での更新ファイルや新規書き込みは増加気味

富岳の利用が進んでいることでバックアップに利用されていると推測。一方で読み出しも増加している。 データ保存が更に活性化する可能性があるため、より効率が良い転送方法の提供は必須

→ 多並列でのアクセスや圧縮・Splitによる転送などなど – Gfarm2.8 + gfptar 一方でアーカイブされているデータはどうすべきか? → まずはユーザへの統計情報提供を予定

ファイルサイズ・数別データ

FileSize	File	Space	File Number		
	Value	Rate	Value	Rate	
~ 10MB	0.21PB	1.00%	119 M	67.55%	
10MB~100MB	0.87PB	4.16%	26 M	14.94%	
100MB~1GB	6.25PB	29.89%	26 M	14.91%	
1GB ~ 10GB	7.25PB	34.68%	4 M	2.49%	
10GB~100GB	3.31PB	15.83%	177 K	0.10 %	
100GB~	3.02PB	14.43%	8579	0.00 %	

Gfarm 2.7.20はファイルベースの転送なので、データサイズは重要

- ・Small-manyの転送はメタアクセスによる速度低下を招く可能性がある → アーカイブ転送 gfptar!!
- ・レプリケーションの時間を要する可能性があるため、大きすぎるデータは多重化に時間がかかる可能性
 - ・今後の課題?
- ・ユーザには100MBの平均サイズをお願い → 今後 転送帯域が増幅するためもう少し大きいデータを推奨すべき?

HPCI共用ストレージのアクセス統計

・アクセス状況

• 2022/10/ – 2023/01(4ヶ月間)のR-CCSファイルサーバへのアクセス

• Read: 4,978,859ファイル

• Write: 24,477,009ファイル

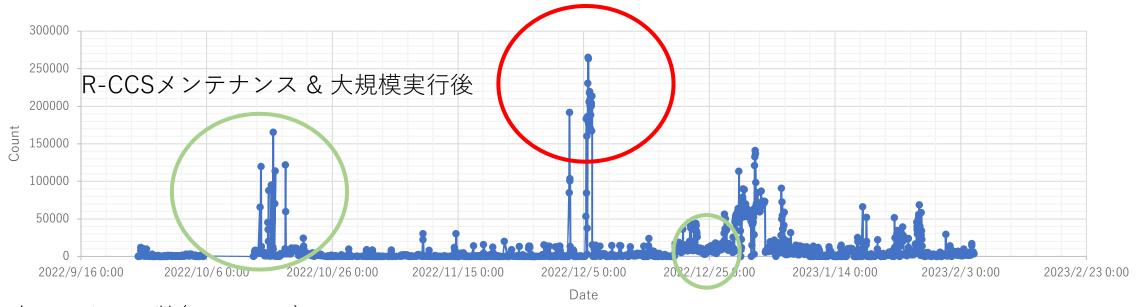
Write頻度のほうが5倍程度多いが、読み出し件数もそれなりに。

→保存して終わりにしない環境作りが大事

I/Oが突出しているタイミングが存在。

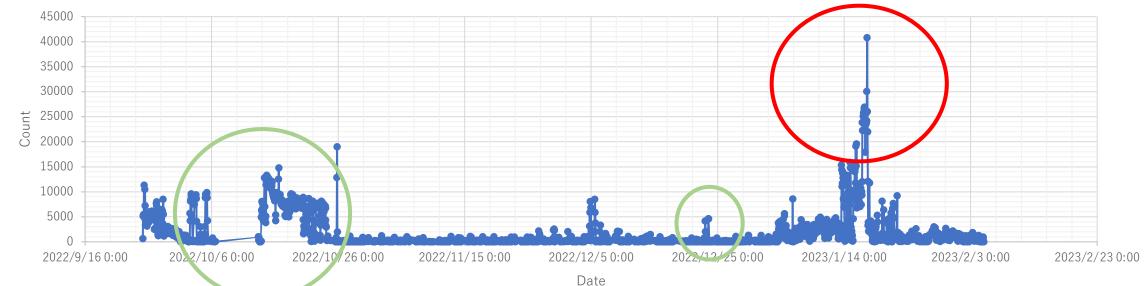
- 富岳のメンテナンス中は少ない傾向
- 富岳やストレージのメンテナンス後は増加する傾向
- ユーザはまとめて転送することがあるので急激に増加することがある(年度末など)
 - → 継続的に書き込んでもらうようなworkflowの提供や バランスして高効率な利用を目指す?

書き込みアクセス数(per 1hour)



読み出しアクセス数(per 1hour)

大規模実行



今後の宿題

- ユーザ利用
 - S3 nextcloud-gfarm
 - 環境的な問題があったので改善予定
 - データ公開 政治的に… + S3(+RDMなど)
 - 高効率転送: 圧縮転送・split転送 gfptar
 - GUI OpenOndemand? RDM? Nextcloud?
 - ・ユーザ提供情報拡張
 - 東西間の情報集約 + ログ情報提供
- 運用について
 - 自動化, CI/CD
 - モニタリング環境の改善から一
 - データバランシング
 - 急激な読み出しの集中化は?



いっしょに働きませんか?

- ファイルシステムを学びたい
- Gfarmが大好きです。
- ・ 大規模ストレージの運用をしたい
- モニタリングサービス環境の構 築が得意だ!
- コードも書きたいし、システム・サービス・ネットワーク構築もしたいし全部やりたい
- 省力化ならまかせてくれ。
- AIや可視化ソフトがわかります。

などなど

https://www.riken.jp/careers/openings/index.html