

HPCIのデータ共有基盤として365日連続稼働を目指すHPCI共用ストレージ



Gfarm Symposium 2019

2019/10/25@市ヶ谷

理化学研究所 計算科学研究センター 原田 浩

HPCI共用ストレージ

Overview of HPCI

出典：http://www.hpci-office.jp/pages/e_what_is_hpci

What is HPCI?

The innovative High-Performance Computing Infrastructure (HPCI) is a shared computational environment built with recommendations from the pre-establishment organization of the HPCI Consortium. Its operation has started since September 24, 2012.

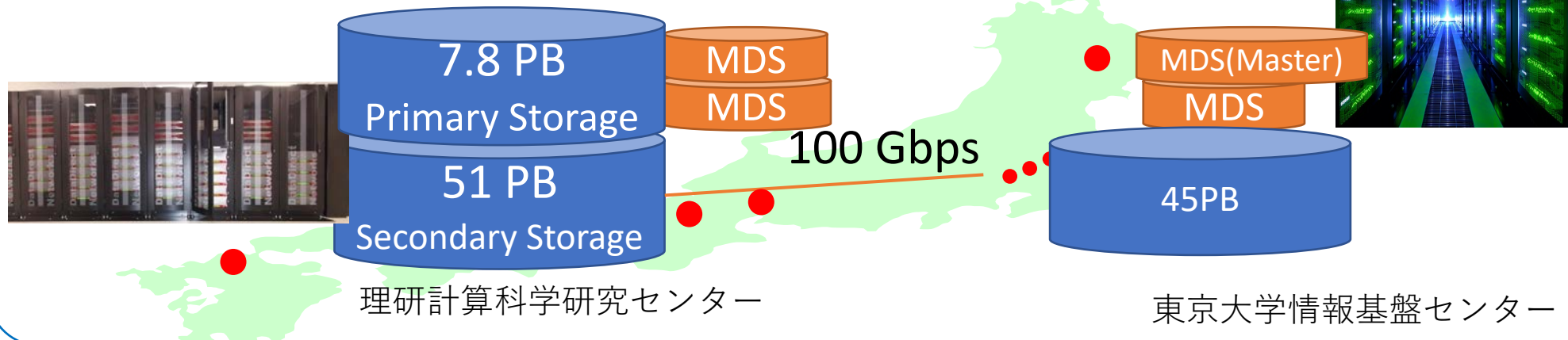
HPCI connects the flagship "K computer" of RIKEN and other major supercomputers as well as storages of universities and research institutions in Japan via high speed networks. The mission of HPCI is to realize the scientific and technological computing environment where a wide range of HPC users in Japan can access national HPC resources efficiently.

To achieve this goal, HPCI seeks to answer to various users' needs and to promote the sharing of the innovative computational environment, to accelerate the scientific breakthroughs and development of the technologies, but also will contribute to increase the industrial competitiveness and expansion of the user base.



2020HPCI課題公募中
ストレージ単体でも応募可能
JHPCN課題も応募可能

- ・ HPCI 資源としてストレージ資源を提供
- ・ 全国のHPCI計算機資源からデータ共有可能な高速・大容量の単一ファイルシステム
- ・ シングルサインオンで全国のスパコンセンターから利用可能
- ・ データ冗長化やデータの自動一貫性チェックによるデータ保護
- ・ 広域分散ファイルシステムGfarmを利用
- ・ 通信内容をGSI(Grid Security Infrastructure)で暗号化

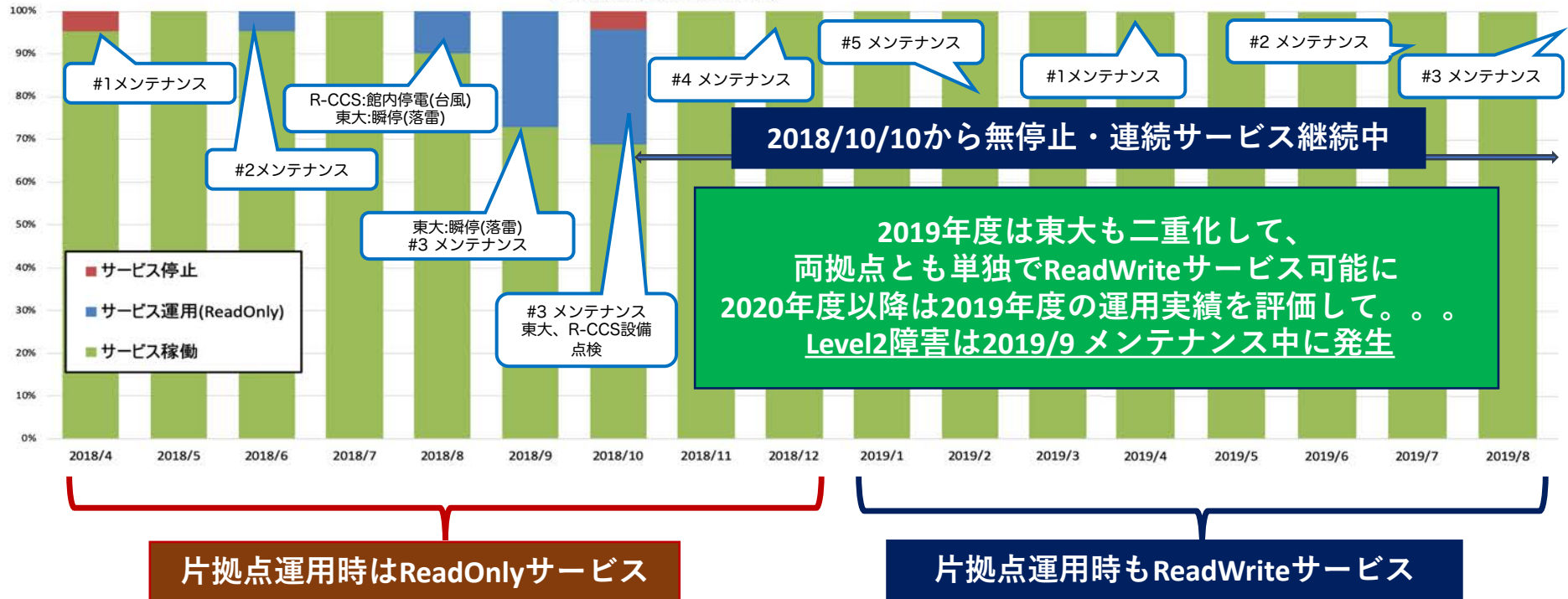


理研計算科学研究センター

東京大学情報基盤センター

HPCI共用ストレージの稼働実績

サービス稼働率(2018年度~2019年度)



- 2019年度は、稼働率100%継続中(無停止)&無停止連続稼働1年達成
- 2018年度は、時間割合で99.3%サービスを提供(ReadOnlyサービス：6.84%)
 - 92.3%ReadOnlyの原因はR-CCS 台風による館内停電、東大 落雷による瞬停、第3回メンテナンス
 - サービス停止は計画した二回だけ。不意のサービス停止は発生していない
 - 2018年12月4日にR-CCS内でもデータ二重化し、R-CCS単独運用でReadWriteサービス提供可能に
 - 2018年12月14日開始の第4回メンテナンスでは、ReadWriteサービスを継続
- サイト間データ多重化運用の効果は予想以上
- 10月から東大機材で片拠点運用、R-CCS機材停止中(富岳導入に向けた設備工事中)11月にR-CCS 機材が無事に起動すると期待
- オープンソース、広域分散ファイルシステム、国プロのデータ共有基盤としてこれだけ安定稼働したシステムは初めてでは？

HPCI共用ストレージの特徴

- ・ 2018年10月10日から、無停止運転継続中 来週に連続稼働1年間達成!
現行システムは2世代目。2017年度に導入。

2019年度から45PB+45PBを提供
SINET5を介して理研・東大間でデータを二重化

高信頼システム(ネットワーク、データサーバ、
ストレージを冗長化)

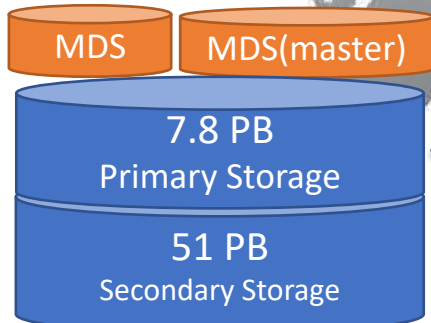
メタデータは東大:2、R-CCS:2
に分散して4重化
東大/R-CCS間フェイルオーバ



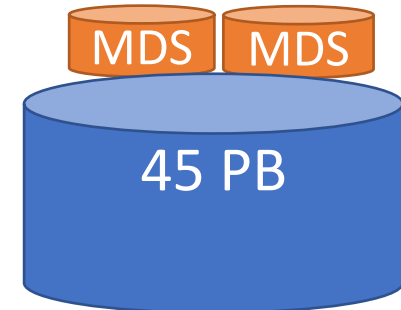
データ完全性チェック
チェックサムの自動照合

高性能化 ストレージ、ネットワーク

高いサービス継続性を実現
東大またはR-CCSによる単独運用可能



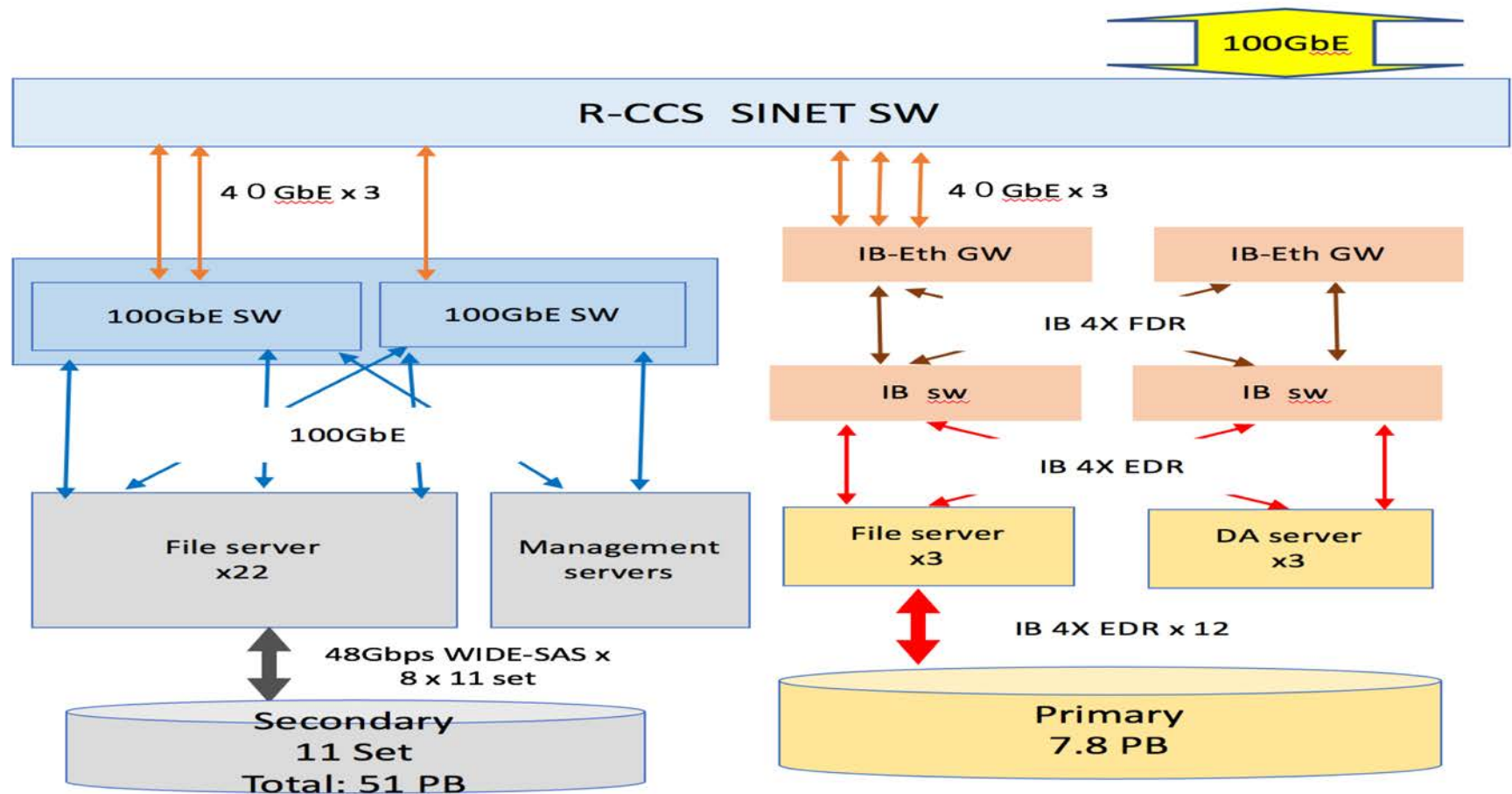
理研計算科学研究センター



東京大学 情報基盤センター

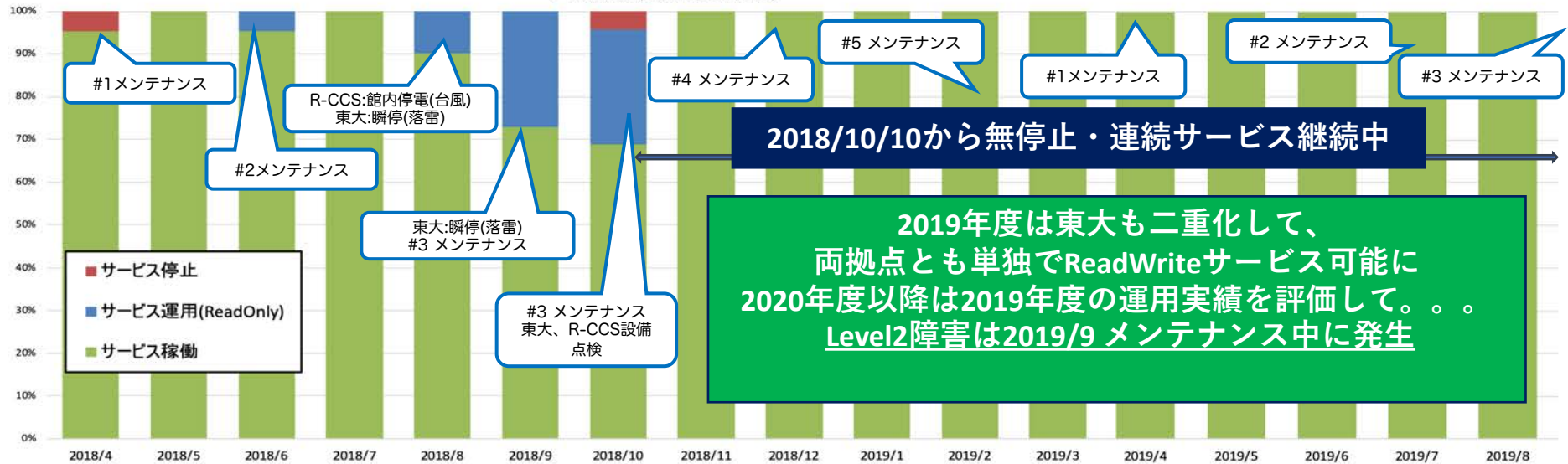
FY2018からデータ二重化サービス
東大、R-CCSにそれぞれ一つ複製を自動配置

HPCI共用ストレージ(R-CCS)



HPCI共用ストレージの稼働実績

サービス稼働率(2018年度~2019年度)



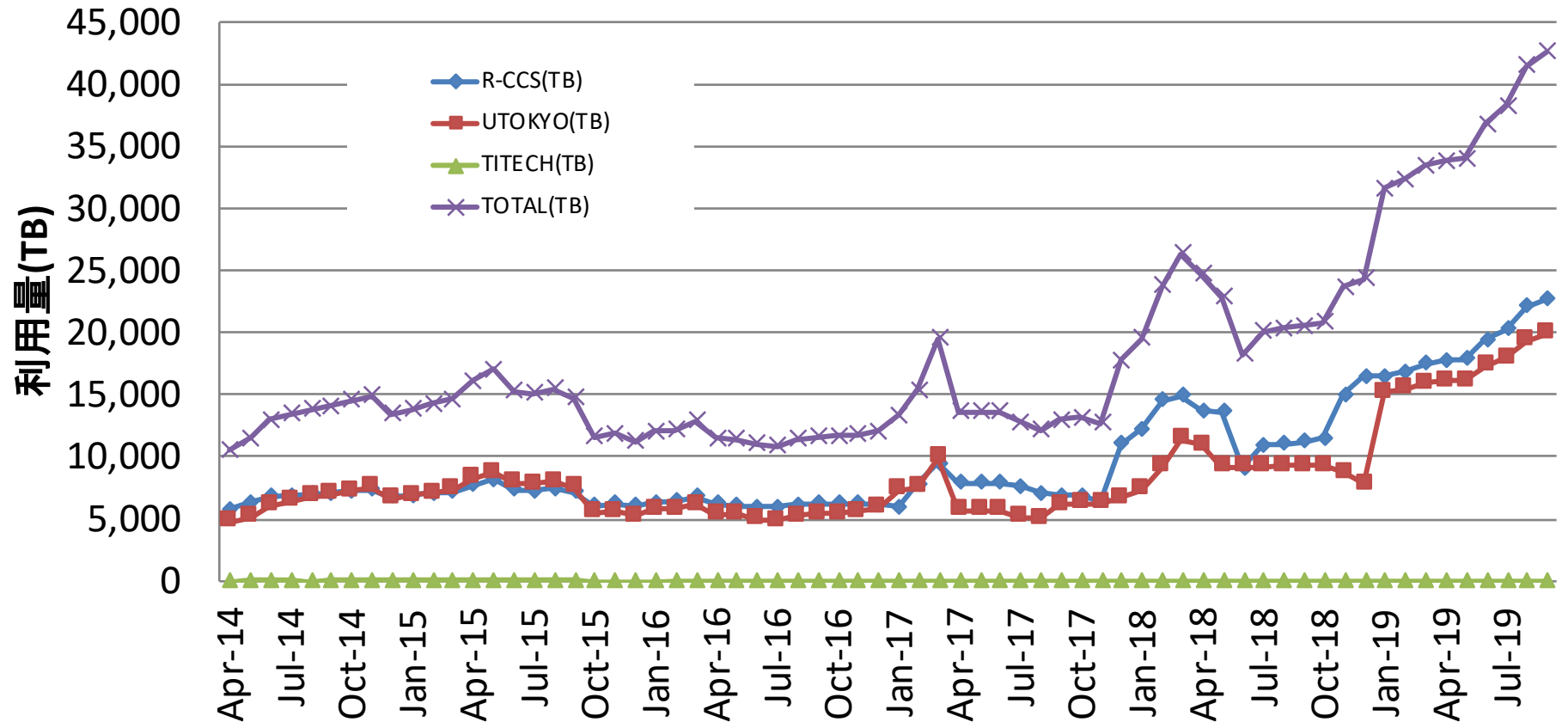
片拠点運用時はReadOnlyサービス

片拠点運用時もReadWriteサービス

- 2019年度は、稼働率100%継続中(無停止)&無停止連続稼働1年達成
- 2018年度は、時間割合で99.3%サービスを提供(ReadOnlyサービス：6.84%)
 - 92.3%ReadOnlyの原因はR-CCS 台風による館内停電、東大 落雷による瞬停、第3回メンテナンス
 - サービス停止は計画した二回だけ。不意のサービス停止は発生していない
 - 2018年12月4日にR-CCS内でもデータ二重化し、R-CCS単独運用でReadWriteサービス提供可能に
 - 2018年12月14日開始の第4回メンテナンスでは、ReadWriteサービスを継続
- サイト間データ多重化運用の効果は予想以上
- 10月から東大機材で片拠点運用、R-CCS機材停止中(富岳導入に向けた設備工事中)
- 11月にR-CCS 機材が無事に起動できるように。。。

HPCI共用ストレージ

HPCI共用ストレージ利用実績(ディスク利用量)



データ二重化運用

- 2018年度からファイルデータを東京大学、理研にそれぞれ一つ以上自動配置する運用を本格的に開始
 - 運用側によるファイルデータの複製管理(運用側が、ファイルのロケーション、多重度を管理)
 - ユーザは複製管理不要(ユーザは、ファイルのロケーション、多重度を意識せず利用可能)
 - 旧機材からのデータ移行も完了

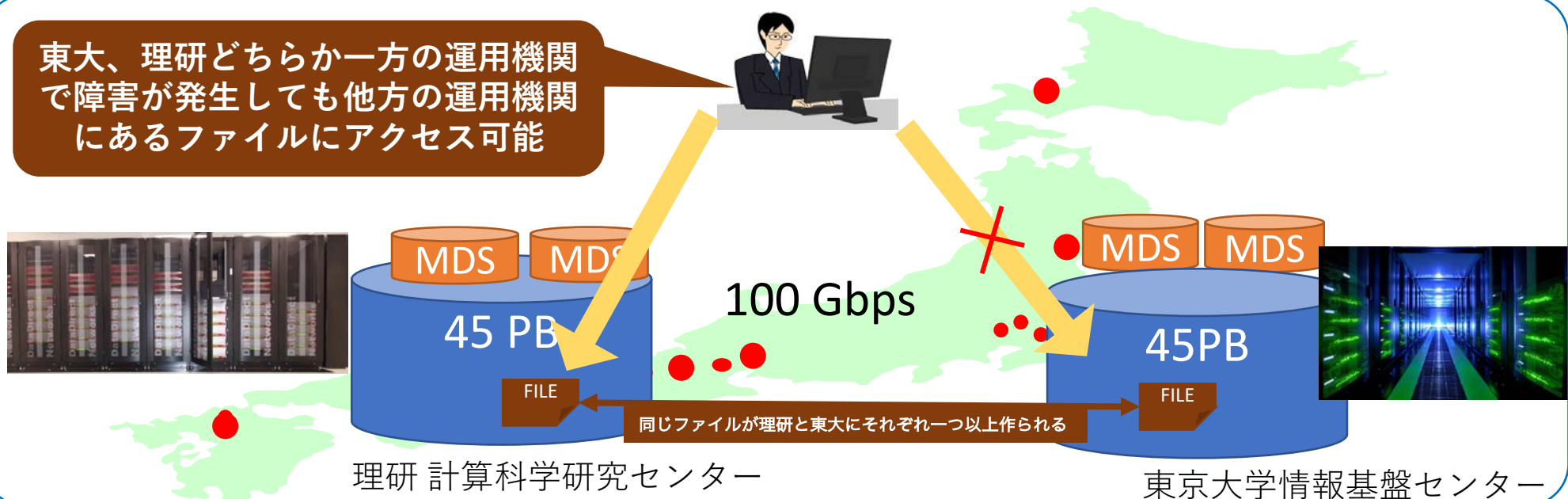
稼働率の向上

- メタデータの四重化+データ二重化により、東京大学、R-CCSいずれか片方の運用機関だけでも継続運用可能
- 計画停電、メンテナンス等によるサービス停止時間の削減
- 2018年度以降は、稼働時間の大幅な向上を達成
- 2018年10月10日から連続稼働継続中

強固なデータ保護

- 東京大学、R-CCSいずれかで重大障害が発生してもデータは保全されます
- データ書き込み時にチェックサムを自動照合
- ファイルデータ二重化時にチェックサム照合も自動実行
- データ書き込み時のチェックサム照合と合わせ、二重、三重のデータ完全性チェック

東大、理研どちらか一方の運用機関で障害が発生しても他方の運用機関にあるファイルにアクセス可能



2019障害・メンテナンス分析(R-CCS機器)

HDD障害

一次ストレージHDD：MTBF 250万h、12TB

二次ストレージHDD：MTBF 250万h、10TB

運用期間	運用時間	運用HDD数	障害HDD数	MTBF
2019/4～2019/8	3672時間	800+6380	5	527.3万時間 (二次ストレージは全ディスクをSMARTで定期検査)

ネットワークsw障害

メタデータサーバ・データサーバは全て100GbE二重化、スイッチも二重化

片系リンクダウン	13	- 多くは、QSFPの抜き差しで復旧、原因不明 10月の停止期間中に対策をしておきたい。基幹スイッチ交換中 - 両系同時ダウンな発生していないので、運用継続中。
----------	----	--

メンテナンス

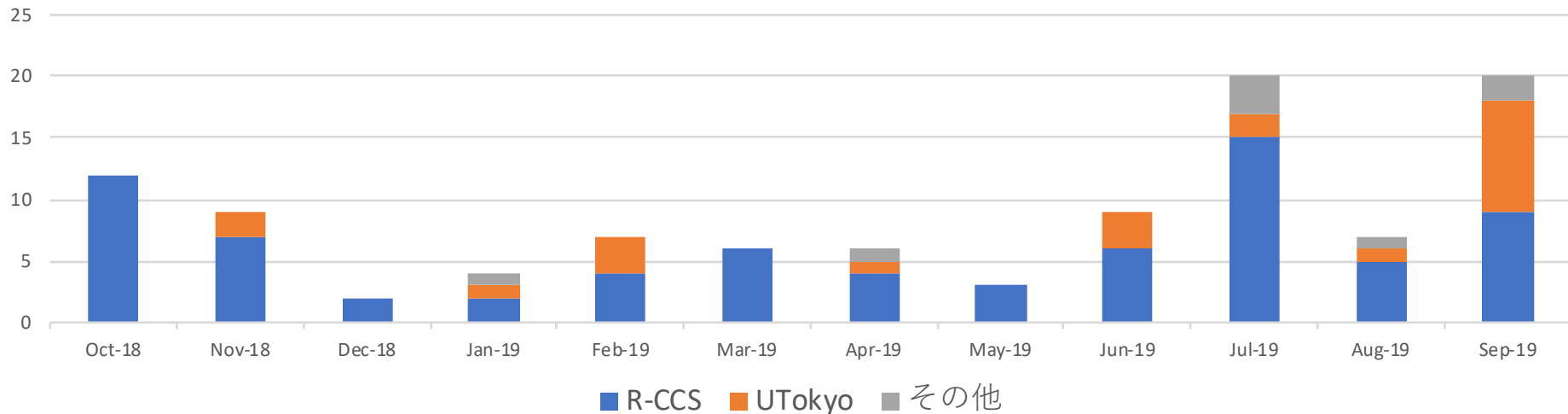
2019メンテナンスはサービス無停止で実施

実施期間	内容	サービス
2019/4/1～2019/4/3	- Gfarm更新 - 電子証明書更新(GfarmはGSI認証)	無停止 片拠点停止
2019/7/8～2019/7/12	- 東大のマスタメタデータサーバ試験運用(R-CCS機器長期停止対策) - R-CCS ローカルメンテナンス - メタデータサーバUPSの電源ケーブル交換 - 各種ファームウェア更新	無停止 「京」運用終了に備えて、データをHPCI共用ストレージに書き込み多数
2019/9/27～2019/9/30	- 東大設備点検(東大機器停止中は、R-CCS機器で片肺運転) - R-CCS機器停止 - R-CCS機器停止中、復帰は11月はじめを予定 - 東大機器で片肺運転中。マスタメタデータサーバにフェイルオーバー	無停止 片拠点停止

SINET障害・自然災害ともにゼロ

2019障害・障害分析(R-CCS・UTokyo)

拠点別障害発生件数



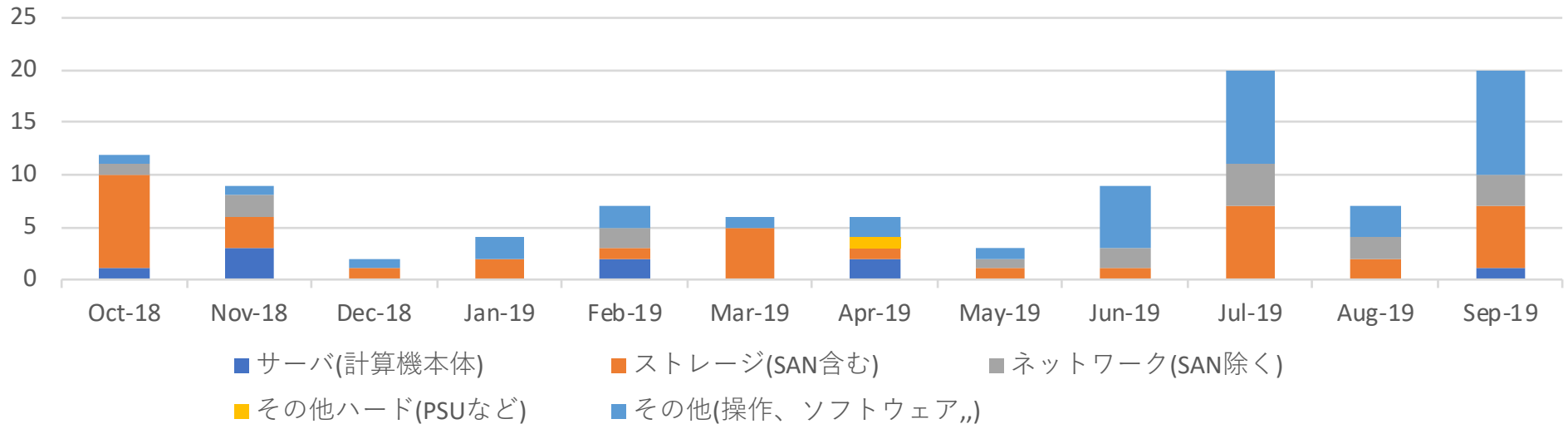
- 1年連続稼働期間(2018/10/10~2019/10/10)のインシデントチケットを分析
- 105チケット/Year。必ずしも障害件数とは一致しない。
- 障害が発生したらJIRAでインシデントチケットを作成・管理
- 障害レベルごとにチケットの記載内容などを定めている
- その他：東大・R-CCS以外に、他のスパコンセンターでも障害は発生する
- R-CCS発生の障害/チケットが多数 理研:75、東大:22、その他:8
- 東大・R-CCSで保守体制が異なる
- メンテナンスの前後で障害が増加傾向(マスタメタデータサーバのフェイルオーバーなど操作の高度化)

対応済 (解決済み、クローズ)

キー	要約	T	作成 *	更新	期限	担当者	報告者	ステータス	解決
IS-7	テスト環境(インシデント)	1	2018/05/31	2017/06/01	2018/05/01	SHIBANO Chikao	SHIBANO Chikao	完了	解決済み
IS-8	テスト環境(インシデント)	1	2018/06/06	2018/06/06		Shimizu MURA	Shimizu MURA	完了	解決済み
IS-139	検索UIの検索結果表示が正常に動作しないため検索UIの修正	1	2018/05/10	2017/10/05		未割り当て	KANEYAMA Hirotomo	完了	終了
IS-140	github更新によるJenkinsビルドエラー	1	2018/05/10	2017/10/05		未割り当て	Akira Kondo	完了	完了
IS-142	error occurred during close operation for writing: bad file descriptor	1	2018/05/12	2018/05/14		未割り当て	KANEYAMA Hirotomo	完了	解決済み
IS-144	network_receive_timeout による 検索UIの動作が正常でない問題について	1	2018/05/16	2017/10/05		未割り当て	Naruyuki Sato	完了	終了
IS-153	UIの自動検索実行中にgithubを呼び出すことができない	1	2018/05/19	2018/05/14		未割り当て	Hirotaka Harada	完了	解決済み
IS-154	高負荷によるgithubの動作が正常でない	1	2018/05/19	2018/05/14		未割り当て	KANEYAMA Hirotomo	完了	解決済み
IS-155	ACS.NETの検索UIの動作が正常でない	1	2018/05/19	2018/05/23		Hirotaka Harada	KANEYAMA Hirotomo	完了	完了
IS-156	OSのインストールが正常でない	1	2018/05/24	2018/10/19		未割り当て	Jun Ohmura	完了	解決済み

2019障害・障害分析(障害発生機器)

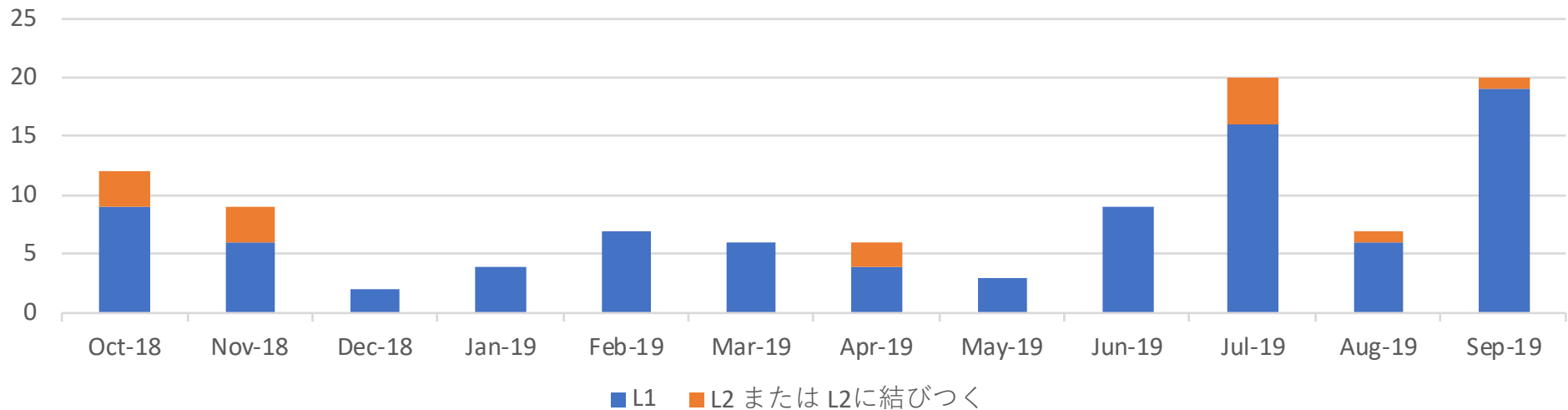
障害発生箇所



- R-CCS・東大とも計算機本体は安定稼働している。 年間9チケット
- ストレージの軽微な障害が比較的多いのは予想通り。 年間39チケット
- ネットワークの障害多い(SINET5は安定)、リンクダウン、サーマルアラート、etc。 年間17チケット
- その他ハードは、R-CCSのメタデータサーバ用電源コンセント障害。 年間1チケット
 - 幸いスレーブサーバへの給電停止→UPSからの自動シャットダウンで事なきを得た。 マスタ側だったら、重大インシデントにつながった可能性あり。
- その他(Operationなど) 年間 39チケット
- メンテナンス実施月は、ハードウェア以外の障害が多数発生
- 2018/10以降のメンテナンスでは、機器停止を行い片拠点運用を行いながらR/Wサービス提供のせいか、その他障害の発生が目立つ。

2019障害・障害分析(R-CCS・UTokyo)

障害レベル別発生数

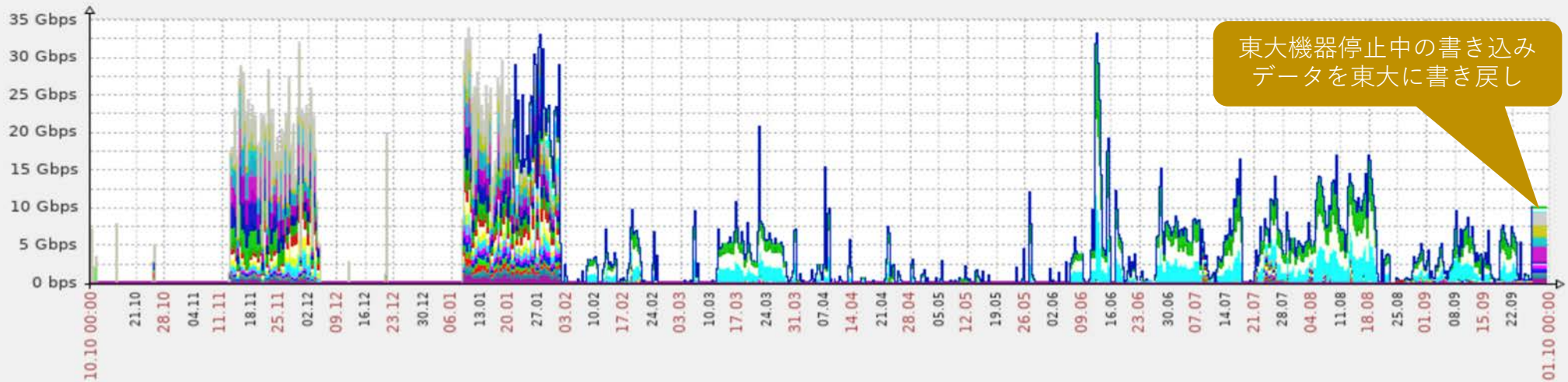


- 障害の多くはL1障害(運用に影響を与えない軽微な障害) 年間 91チケット
- L2障害につながるL1障害も発生 年間 14チケット
- 注目インシデント
- R-CCSでストレージシステム起動時にファイルシステムクラッシュ。
- メタデータサーバの給電障害。 設置作業に問題。 点検ミス。
- メタデータサーバの電源コンセントがユルユルで、正常に給電できなくなっていた。 ネットワークのリンクダウンが発生したため、作業員がネットワークケーブルを抜き差ししたところ、電源ケーブルに触れて給電断。UPSが電源異常を検知して、メタデータサーバを自動シャットダウン。
- 作業員が証明書発行のためのPWを忘れた
- 実際には過去1年でL2障害が一度発生。

R-CCSネットワークトラフィック(データ多重度2から4へ)

Outbound

東大機器停止中の書き込み
データを東大に書き戻し



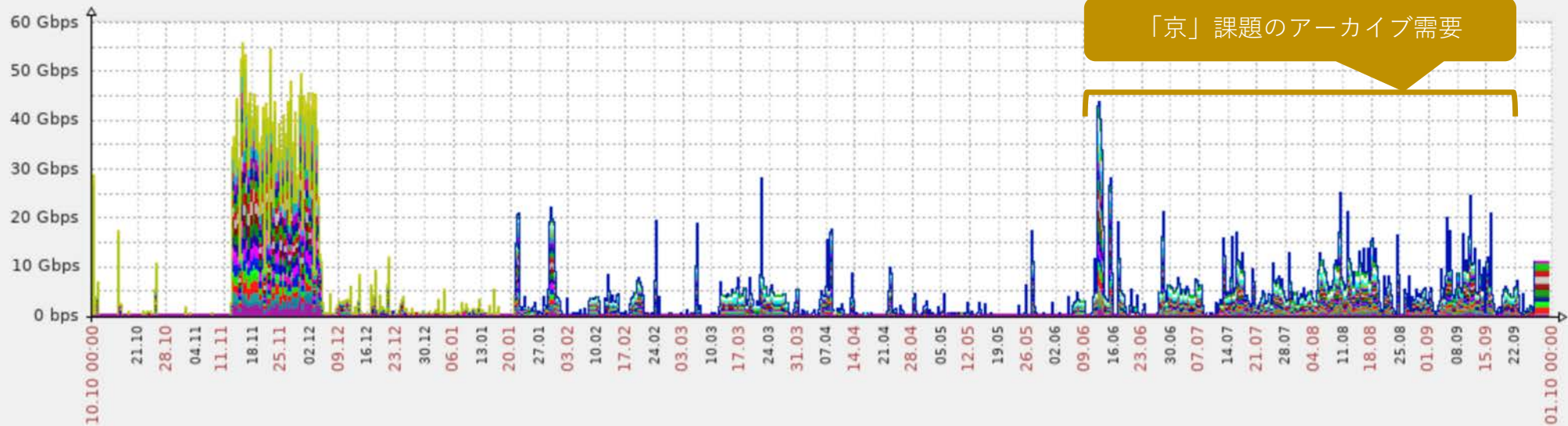
東大:1+R-CCS:1

東大:1+R-CCS:2

東大:2+R-CCS:2

東大:2+R-CCS:2

「京」課題のアーカイブ需要



Inbound

対サイトレベル障害

自然災害などで、DCそのものの機能が停止

- 2019年台風19号は、施設関係者の努力で障害発生無し
- 今日も心配？ 耐える東大柏キャンパス

- 2018年8月23日深夜：台風20号の影響でR-CCS設備(電源供給)障害
- 翌2018年8月24日に緊急で電力の一時停止(事前通知あり)
- マスタメタデータサーバを東大にフェイルオーバーして、機材停止
- R-CCS機材停止中はReadOnly運用
- 復電後に機材起動、マスタメタデータサーバをフェイルバック

- 2018年8月31日18時：落雷の影響で東大柏キャンパス情報基盤センター停電発生
- 東大メタデータサーバ、ファイルサーバダウン
- 復電後、全サーバ起動
- 幸い、マスタメタデータサーバはR-CCSで運用中

- Gfarm：メタデータ独立型は保護しやすい
- 耐障害対策のシステム設計がしやすい
- メタデータを最優先で保護
- R-CCSは商業電源+CGSで電源二重化
- メタデータサーバと基幹スイッチだけUPSで保護。 スプールサーバはUPS保護無し
- メタデータ・データ一体型は、ストレージ全体を保護する必要
- 2拠点に地理的分散をしても、全体保護が必要なのでは？

年間無停止運用とGfarm世界征服

共用ストレージ

【共用ストレージ】R-CCS設備工事(サービス無停止)のお知らせ (2019年10月ごろ)

作成者 理化学研究所 計算科学研究センター、最終変更日2019/01/18

お世話になっております、HPCI共用ストレージ担当です。

理化学研究所 計算科学研究センターでは2019年10月頃に大規模な設備工事を予定しております。

工事期間中は、R-CCS設置の共用ストレージ機器は運用を停止する予定です。

R-CCS設置機器の停止期間中も、東京大学設置機器による片拠点運用を予定しているため、

通常通りHPCI共用ストレージをご利用いただける予定です。

現在、R-CCS設置機器停止に備え東京大学設置のストレージ機器におけるデータ二重化を進めております。

停止期間などの詳細につきましては、決まり次第このページに記載する予定です。

ご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。

--

HPCI共用ストレージ担当

- ReadOnly運用時間を削減して、過去最高の稼働率を目指したい
- 2019年度も9月~10月は鬼門 R-CCS停止&東大片肺運転中。
- R-CCSは12月ころまでCGS保護無し (K運用終了のため、CGS最低発電量を消費できない)
- R-CCS長期設備工事のため11月まで機器停止中
- 東大片肺運転でサービス継続中→現在東大機器で片肺運転中(データは二重化)
 - マスタメタデータサーバの東大運用
 - 東大設置ストレージによるデータ多重化
- 9月10月をしのげれば、さらなる稼働率向上を目指せる
- 2019年度でデータ多重化運用の評価も固まると見込まれる。2020年度以降のデータ多重化方針も決められる

ありがとうございました。