

HPCI 共用ストレージの ITIL 視点での運用分析

中 誠一郎¹⁾, 原田 浩²⁾, 三浦 信一³⁾, 建部 修見⁴⁾, 埴 敏博¹⁾, 田川 善教⁵⁾

1) 東京大学 情報基盤センター スーパーコンピューティング研究部門

2) 理化学研究所 計算科学研究機構 運用技術部門

3) 東京工業大学 学術国際情報センター

4) 筑波大学 計算科学研究センター

5) 東京大学 情報システム部 情報基盤課

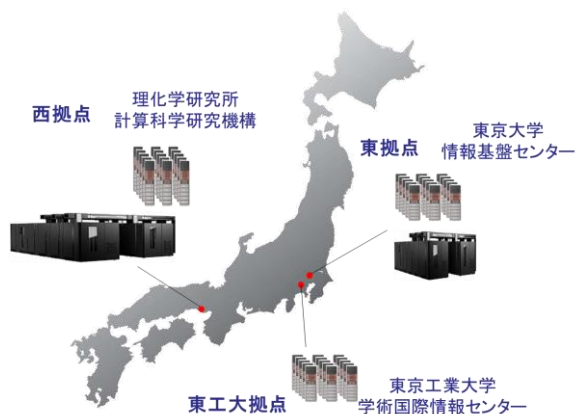
s-naka@cc. u-tokyo. ac. jp

概要：革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）では、データ共有基盤として、HPCI 共用ストレージを提供している。本稿では、HPCI 共用ストレージの大規模なシステム障害の再発防止策の一環として、本年 8 月から実施中の Information Technology Infrastructure Library の視点での運用分析について、報告する。

1 はじめに

革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）[1] では、データ共有基盤として、HPCI 共用ストレージ（以降、共用ストレージ）を提供している。この共用ストレージは、広域ファイル共有システム Gfarm [2] を利用したもので、図 1 に示すように、東京大学 情報基盤センター（以降、東拠点）、理化学研究所 計算科学研究機構（以降、西拠点）および、東京工業大学 学術国際情報センター（以降、東工大拠点）の 3 拠点で共同運用している。

図 1 HPCI 共用ストレージの構成拠点



本年 4 月に共用ストレージの大規模なファイル消失障害が発覚しており、その再発防止策の一環として、本年 8 月から Information Technology Infrastructure Library（以降、ITIL）[3]の視点での運用分析を以下の手順で進めている。

1. アセスメント
2. 運用ガイドライン策定
3. 高可用運用ガイドライン策定
4. 運用プロセス改善策策定

本稿の執筆時点（10 月中旬）では、上記の 2. の運用ガイドライン策定まで完了しており、本稿では、その成果と今後の運用プロセスの改善に向けた活動について報告する。

2 ITIL 活用の目的

2.1 共用ストレージの障害発生状況

共用ストレージの運用を開始した平成 24 年 11 月から平成 27 年 10 月までのシステム障害の発生件数、および対応状況を表 1 に示す。

本障害件数では、共用ストレージのサービス提供に影響を与えた障害件数をカウントしており、ファイル消失に至った重大障害 4 件も含まれている。

表1 障害発生状況（カッコ内は対応済件数）

	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
システム全体	0	0	0	2(2)
東拠点	0	1(1)	2(2)	0
西拠点	0	1(1)	2(2)	2(2)
東工大拠点	0	0	4(4)	1(1)

本稿の執筆時点（10月中旬）で計上されている15件のシステム障害は、全て対応済みであることに加え、システム面でより強固なシステムにするべく、本年4月よりGfarm 2.6にバージョンアップし、安定・効率的なデータ共有や可用性の向上を図った[6]。

しかしながら、本年4月に発覚した共用ストレージの大規模ファイル消失障害に関し、原因の深堀を進めていった中で、運用現場における問題点も、システム障害の潜在的な要因として浮き彫りになってきた。

2.2 運用現場における問題点

システム障害の潜在的な要因となった運用現場における主要な問題点は、専門性・属人性、および、ガバナンス不足の2点に集約される。

A) 専門性・属人性

HPCI 共用ストレージの運用では、HPC 分野、かつ、Open Source Software 前提の運用という高い専門性故に、属人的なスキルと個人の経験に大きく依存している。

そのため、運用現場では、作業の代替やノウハウの継承が難しいのが実態である。また、一部の実務担当者しか実施できていない業務もあり、負荷の平準化もできていないケースも見受けられた。

結果的に、実務担当者に大きく依存し、運用プロセスの透明性が確保されていないことが、一つ目の問題点である。

B) ガバナンス不足

アカデミック分野のためか、拠点間の統一性より独立性を尊重する傾向があり、拠点毎のシステム構成や運用プロセスに以下のような差異が見られる。

- ・ 拠点毎に、運用作業の守備範囲、運用業務に対する期待値に差がある
- ・ 拠点毎にベンダーの保守作業の内容・報告事項に差異がある

- ・ 拠点（担当）毎にパッチ適用、バージョンアップの是非の判断が異なる
- ・ 他拠点の構成情報、稼働情報、統計情報等の参照が容易ではない

結果的に、拠点全体に亘るガバナンス不足により、上記の差異を最小化する運用プロセスが確立していないことが、二つ目の問題点である。

2.3 ITIL 視点での運用分析

ITIL は、より良い IT サービス提供のための運用設計・管理のベストプラクティス集大成であり、網羅性・緻密性を備えていることから、民間の IT 分野での導入が盛んである。

共用ストレージは、ITIL で言うところの典型的な IT サービスであり、ITIL 視点での運用分析は従来も可能ではあった。実際には、ITIL の適用ノウハウ欠如に加え、アカデミック分野での ITIL 適用の先例が見当たらないこと、また、各拠点の計算機センターでの運用経験が共用ストレージの運用にも十分転用可能と思い込んでいたことが、ITIL を共用ストレージに適用して来なかった背景と考えている。

しかしながら、システム障害の原因の深堀を進めていった中で、HPCI 共用ストレージは、専門性の高いサービスを独立した3拠点で共同運用するという難易度の高い運用が要求されることと、それ故、各拠点の従来の運用経験やノウハウでは太刀打ちできないケースもあることが、明らかになってきた。

ITIL は、網羅性・緻密性を備えていることから、今回浮き彫りになった共用ストレージの運用現場の問題点を整理し、効果的な対策を講じるために活用できると考えた。

共用ストレージに対し実際に ITIL を適用し、その効果を検証することが、ITIL 視点での運用分析を進める目的である。

本年8月より以下の手順に従い、共用ストレージの ITIL 視点での運用分析を実施しており、本稿の執筆時点（10月中旬）では、2. の運用ガイドライン策定まで完了している。

1. アセスメント

現状の運用レベル把握のためのアセスメント実施

2. 運用ガイドライン策定

共用ストレージの構成機関として参入可能な運用レベルの要件を、運用ガイドラインとして策定

3. 高可用運用ガイドライン策定
高可用なサービス提供を可能とする目標レベルの要件を、高可用運用ガイドラインとして策定
4. 運用プロセス改善策策定
目標レベルと現状レベルのギャップを埋めるための運用プロセス改善策の策定

3 アセスメント

本年8月から約2週間に亘って、東拠点3名、西拠点3名、東工大拠点2名の協力を得て、アセスメントを実施した。本アセスメントの目的は、各拠点の現状の運用レベルを正確に把握することと、運用ガイドライン策定にあたっての検証材料を収集することである。加えて、本アセスメントの結果は、高可用運用ガイドライン策定、および、運用プロセス改善にあたっての検討材料とする。

3.1 アセスメントの実施

アセスメントの実施にあたっては、エクセルシートにより、各拠点の運用管理者と実務担当者にアンケート形式で回答を頂いた。アンケート内容は、運用現場での作業項目を ITIL 準拠の大分類・中分類・詳細として列挙した上で、各作業項目に対して以下の内容を回答する形とした。

- ・ 作業実施主体は誰か
- ・ 作業確認は実施しているか
- ・ 作業報告を実施しているか
- ・ 作業完了時に承認を得ているか
- ・ 作業実施にあたり、手順書等、どのようなドキュメントを使用しているか
- ・ 作業実施にあたり、どのようなツール・スクリプトを使用しているか
- ・ 任意のコメント

3.2 アセスメントの内容

運用現場の問題点に関しては、作業確認/作業報告/完了時承認の実施有無が、詳細レベルでの裏付けとして得られた。

また、アセスメント結果として、従来から実施してきた各拠点での運用方法が検証材料とし

て得られたため、運用ガイドライン策定にあたっての貴重な材料となった。

さらには、運用現場の問題点として挙がっている専門性・属人性、拠点毎の差異を解消するための検討材料も得られ、「高可用運用ガイドライン」策定と、運用プロセス改善検討に供することができる。と考える。

3.3 アセスメントのフィードバック

アセスメントのフィードバックとして、追加で実施すべき内容が、以下の通り得られており、今後の運用分析で活用予定である。

- ・ 拠点毎の管理者と担当者間の役割分担の違いが見受けられるとともに、拠点内の記入者間でも不整合も見受けられる。意識合わせ不足による運用のエアポケットを発見するための拠点毎の追加議論を進める必要がある
- ・ ドキュメント整備状況、ツールの使用状況にも拠点差が見られたため、今後の運用プロセス改善にあたり、ドキュメント・ツールの共通化を目指して、詳細度を上げたドキュメント・ツールの棚卸を進める必要がある
- ・ 拠点間での負荷平準化、および、各拠点での担当者間での負荷平準化のため、各作業項目の工数詳細データを検討材料として収集する必要がある

4 運用ガイドライン策定

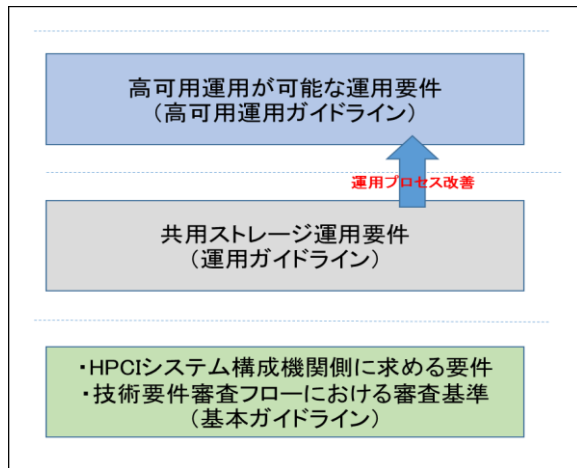
アセスメント実施と並行して、本年8月から約1ヶ月半に亘って、運用ガイドラインの検討を進め、9月末にガイドライン策定が完了した。運用ガイドライン策定の目的は、共用ストレージの構成機関として参入するための最低限満たすべき運用要件を定義することであり、本ガイドラインを ITIL に準拠してガイドライン策定を進めることで、網羅性、緻密性を担保する。

なお、アセスメント実施結果は、策定したガイドラインの検証材料として使用し、各要件の妥当性を確認した。

4.1 運用ガイドラインの定義

指標とすべき運用レベルの要件を整理したものを図2に示す。

図2 運用レベル要件



各要件に示されるガイドラインは、以下のとおりである。

A) 基本ガイドライン

HPCI では、HPCI の資源提供機関となるための要件を「HPCI 技術要件審査基準」として定めているが、共用ストレージの構成機関となるための要件としても、「HPCI 技術要件審査基準」を流用しており、共用ストレージに特化した要件は追記されていない。この要件（ガイドライン）は共用ストレージ運用に参加するための必要条件としての位置付けであり、「基本ガイドライン」と定義する。

B) 運用ガイドライン

HPCI では、HPCI 基本仕様として、共用ストレージ資源に関する管理者、資源提供視点での運用シナリオを定義しており、Gfarm の具体的な運用プロセスを策定している[7]。共用ストレージの構成機関として参入し、この運用プロセスを実行するための最低限満たすべき運用要件を、「運用ガイドライン」と定義する。

C) 高可用性運用ガイドライン

B)の運用ガイドラインの充足を前提に、さらに可用性向上を目指し、「拠点毎の差異が最小化されたシステム構成や運用プロセス」を今後の運用プロセス改善の目標レベルと定め、それを実現するための運用要件を、「高可用性運用ガイドライン」と定義する。

ITIL では運用プロセス自体の継続的な改善が求められており、運用ガイドラインも継

続的にレベルアップしていく必要がある。そのため、この「高可用性運用ガイドライン」は、今後予定されている共用ストレージ機器更新後は、参入レベルで最低限満たすべきガイドライン、すなわち、新たなB)の運用ガイドラインとして位置付ける予定である。

4.2 運用ガイドラインの策定手順

ガイドラインの策定にあたり、まず、運用に関する以下の4つの視点（以降、運用4P）で、共用ストレージの運用に即した「運用4P視点の運用要件」を定義した。

- ・ Process:プロセス
- ・ People:要員
- ・ Products:ツール活用
- ・ Partners:外部組織連携

次に、運用現場の作業種別を定めた ITIL のサービスサポートの以下のカテゴリで、共用ストレージの運用に即した「カテゴリ別の運用要件」を定義した。

- ・ サービスデスク
- ・ インシデント管理
- ・ 問題管理
- ・ 変更管理
- ・ リリース管理
- ・ 構成管理

上記の運用要件を定義した後に、運用4Pの観点から、参入レベルで最低限満たすべき運用要件は何か、議論を積み重ねるとともに、アセスメントで収集した従来の運用方法・運用ルールも参考にしつつ、「運用4P視点の運用ガイドライン」を策定した。

さらに、カテゴリ別の参入レベルで最低限満たすべき運用要件の議論と、アセスメントで収集した従来の運用プロセスを基に、「カテゴリ別の運用ガイドライン」を策定した。

4.3 運用ガイドラインの策定結果

ガイドラインの策定手順に従い、議論を積み重ねた結果として、下記の4点の要件、および、ガイドラインの策定が本年9月末に完了した。

- A) 運用4P視点の運用要件
- B) カテゴリ別の運用要件
- C) 運用4P視点の運用ガイドライン
- D) カテゴリ別の運用ガイドライン

これらの運用要件、運用ガイドラインの策定にあたり、当初の想定通り、網羅性、緻密性の観点から ITIL 適用の効果は十分あったと結論付けている。

A) 運用 4P 観点の運用要件

1. プロセス

<作業の見える化、標準化>

- ・ 作業の PDCA サイクルによる管理 (計画/実施/確認/評価)
- ・ 手順書の管理 (作成/更新/最適化、共有/標準化/テラリング)
- ・ 作業の定量的管理、品質管理、継続的な最適化

2. 要員

<他の 3P (プロセス、ツール活用、外部組織連携) を遂行可能な要員の確保、維持>

- ・ 他の 3P を管理・監督する立場の管理者
- ・ 他の 3P を実施・報告、改善提案する実担当者
- ・ 上記管理者、実担当者のスキルマップの管理、維持

3. ツール活用

<自動化による作業工数削減、作業品質向上>

- ・ カテゴリ毎の適切なツールの選定
- ・ ツールによるドキュメントの自動生成、更新
- ・ 運用作業発生のトリガーの検知、通知

4. 外部組織連携

<関連する外部組織も含んだ運用プロセスの確立>

- ・ HPCI サービスデスクからの問合せ回答対応、構成機開発のトリガーの共有
- ・ 運用部会および上位組織へのインシデント発生時の対応レベル、通知ルートの確立
- ・ 保守ベンダーとの問合せルート、報告ルート、インシデント対応手順の確立

(契約によるサービスレベルの合意、

具体的な問合せ/報告/対応手順の確立)

B) カテゴリ別の運用要件

1. サービスデスク

- ・ HPCI ヘルプデスク経由でのユーザーからの問合せ、要求等の窓口
- ・ 拠点共通監視ツールからのアラート通知の受信・受付システム
- ・ 保守ベンダーからのアラート通知の受信・受付システム

2. インシデント管理

- ・ HPCI ヘルプデスクのインシデント管理機能を活用
- ・ 一次対応は、HPCI サービスデスクがワンストップとして実施している
- ・ 拠点で発生した障害も、HPCI ヘルプデスクに漏らさず登録している
- ・ 運用担当者がログ監視で検出した機器障害のインシデントも、保守ベンダーに連絡し、全て保守ベンダーで統合管理する

3. 問題管理

- ・ 一次対応で解決しない対象システム (Gfarm/HW・NW 機器) のトラブルの根本原因を特定するにあたり、調査を依頼するための手順
- ・ 運用作業の問題点の真の原因を特定する

4. 変更管理

- ・ 原因が特定された問題点を解決するために、対象システム (Gfarm/SW・NW 機器) の構成要素の変更内容や計画を立案する
- ・ 運用プロセスの改善内容を決定し、改善計画を立案する

5. リリース管理

- ・ 変更内容の確認のため、評価環境での検証を実施する
- ・ 変更計画に沿った、対象システムへの実装作業を実施する

6. 構成管理

- ・ 対象システム (Gfarm/SW・NW 機器)

の構成情報・設定情報のドキュメント管理、変更履歴の管理を実施する

C) 運用 4P 観点の運用ガイドライン

1. プロセス

- ・ 拠点共通のマニュアル（HPCI マニュアル）に従い、拠点毎の作業手順書が作成・維持されている
- ・ 運用作業のプロジェクト管理がきちんと実施され、PDCA サイクルが回っている
- ・ 運用プロセスに関する様々な情報共有・調整・承認の場である運用部会・課題検討会議に参加している

2. 要員

- ・ 運用管理の責任者がアサインされている
- ・ 毎年度、管理者（兼任・複数名可）1人年の作業工数が確保されている
- ・ 毎年度、担当者（兼任・複数名可）1人年の作業工数が確保されている

3. ツール活用

- ・ 拠点共通の管理ツールがインストールされ、定常的に活用されている
- ・ システムのアラートは、共通の監視ツールにより自動的に検出・通知されている
- ・ 構成・設定情報のドキュメントは主に手動で管理・維持されている

5. 外部組織連携

- ・ HPCI ヘルプデスクからの拠点の問合せ対応窓口が設定されている
- ・ 保守ベンダーと拠点共通の保守時間帯（平日 9 時～17 時）のサポート契約を交わしている
- ・ 保守ベンダーとの問合せ/報告ルートが確立している
- ・ 保守ベンダーによるインシデント検出（機器故障等）プロセスが確立している
- ・ 上記が不十分な場合、独自の定期ログ調査プロセスで補っている

D) カテゴリ別の運用ガイドライン

1. サービスデスク

- ・ HPCI ヘルプデスクからの問合せ窓口が設定されている
- ・ 拠点共通の監視システムがインストールされ、日常的に活用されている
- ・ 保守ベンダーのインシデント検出（機器障害等）をメールで受信している
- ・ 運用担当者による定常的なログ監視を実施し、検出・通知漏れを補っている

2. インシデント管理

- ・ HPCI ヘルプデスクのインシデント管理を活用している
- ・ HPCI ヘルプデスクを一次対応のワンストップとするため、直接問合せは受けず、HPCI ヘルプデスクに回している
- ・ 拠点で発生した障害も、HPCI サービスデスクに漏らさず登録している
- ・ 運用担当者がログ監視で検出した機器障害のインシデントは、保守ベンダーに連絡を取って確認している
- ・ 拠点で発生した重大インシデントは、規定に従い速やかに報告している

3. 問題管理

- ・ 問題解決に必要なデータの採取方法、手順を把握し、調査依頼の際は必要データをきちんと提示している
- ・ 個々の運用作業について、PDCA サイクルによる管理を実施している

4. 変更管理

- ・ 変更計画に沿った拠点毎のシステムへの実装作業の手順を作成している
- ・ ミス防止のため、重要な変更作業については、ダブルチェックを実施している

5. リリース管理

- ・ 対応不要

6. 構成管理

- ・ 提供機器の HW/SW 構成情報、NW 構成情報、システム/Gfarm の設定情報は手動ながら、きちんと管理・維持している

5 今後の予定

本年 8 月から ITIL 視点での運用分析を以下の手順で進めてきており、今後は 3. 以降の運用分析を引き続き実施する予定である。また、アセスメントのフィードバックとして得られた内容についても、今後の運用分析の中で追加アセスメントとして実施し、その結果を活用していく予定である。

1. アセスメント
2. 運用ガイドライン策定
3. 高可用運用ガイドライン策定
4. 運用プロセス改善策策定

5.1 高可用運用ガイドラインの策定

可用性向上を目指し、「拠点毎の差異が最小化されたシステム構成や運用プロセス」を目標レベルと位置付けている。その目標レベルの要件としてのガイドラインであり、アセスメント結果を受け、ドキュメント、ツールの棚卸を進めつつ、拠点間で議論を積み重ねて、策定する予定である。

5.2 運用プロセス改善策の策定

高可用運用ガイドラインの策定後、現状の運用レベルとのギャップを埋めるための、下記に示すようなプロセス改善策を策定する予定である。

- ・ 拠点共通のサービスレベル定義
- ・ ベンダー保守作業の均一化
- ・ ドキュメントの共通化、相互参照
- ・ ツールの共通化

これらの改善策は本年度末までに策定し、保守契約の更新タイミングから順次、改善策を適用することを目標とする。

6 おわりに

共用ストレージの運用分析は、未だ道半ばであるが、今までの分析においても、ITIL の網羅性、緻密性故に、その適用効果が実証されており、今後の高可用運用ガイドライン策定や運用プロセス改善策の策定においても、ITIL を引き続き活用していく所存である。

謝辞

共用ストレージを共同運用している西拠点および東工大拠点の諸氏、アセスメント実施に協力頂いた諸氏、東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門の教員の諸氏、情報システム部情報基盤課スーパーコンピューティングチーム、および、情報システム部情報戦略課研究支援チームの諸氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ、http://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/jouhou/hpci/1307375.htm
- [2] Osamu Tatebe, Kohei Hiraga, Noriyuki Soda, Gfarm Grid File System, New Generation Computing, Ohmsha, Ltd and Springer, Vol.28, pp. 257-275, 2010
- [3] ITIL v2 service support (青本) / service delivery (赤本)
- [4] 原田浩、共用ストレージの構築と運用、AXIES2013 年度大会、2013
- [5] 實本英之、HPCI 共用ストレージの運用、AXIES2014 年度大会、2014
- [6] 原田浩、HPCI 共用ストレージにおける遠隔地間メタデータサーバのフェイルオーバー、HPCS、2015
- [7] 建部修見、HPCI 基本仕様 -ストレージ資源利用のための基本仕様-、HPCI ストレージ SWG 報告資料、2013