

自律型コンピューティング技術により情報システムの問題判別を迅速化する DNCWARE ClusterPerfect™ EX

DNCWARE ClusterPerfect™ EX for Accelerated Problem Determination by Autonomic Computing Technology

安藤 真也

■ ANDO Shinya

統合クラスタソフトウェア DNCWARE ClusterPerfect™ EX で、情報システムの問題判別を迅速化する機能を実現した。この機能は、自律型コンピューティングの考えに基づくもので、Common Base Event (CBE) 標準フォーマットを採用したログ^(注1)と、障害の症状とそれへの対処方法を記述した症状データベース (DB) を基盤としている。これらを連携利用することで、情報システム全体の動作の流れが容易に把握でき、障害原因の特定にかかる時間を短縮できる。

Toshiba Solutions Corp. has newly developed an additional function for DNCWARE ClusterPerfect™ EX to accelerate problem determination in a clustered information system. This function, based on the concept of autonomic computing, uses common base event (CBE) standard format logs and a symptoms database that describes system problems and countermeasures against them. Appropriate combination of the logs and symptoms database makes it possible to easily determine the details of system problems from an overall perspective, which reduces the time required to identify the true cause.

1 まえがき

近年、高度な情報インフラを持つことが企業間の競争を勝ち抜くための重要な要素になっており、情報システム (以下、システムと略記) はますます巨大で複雑なものとなっている。このシステムの複雑化に伴い、システム障害に対する迅速な復旧が困難になる、といった問題が発生している。

DNCWARE ClusterPerfect™ EX (以下、ClusterPerfect EX と略記) は、大規模なクラスタシステムの構築やサーバ統合を可能にする統合クラスタソフトウェアである。待機ノード^(注2)を用意することで冗長性を持たせておき、システム障害発生時に、障害発生ノード上で実行されるサービスを待機ノードに引き継ぐことで、サービスの継続を実現する機能を提供している。しかしサービスの冗長性は、障害発生ノードの存在により待機ノード数が減少しているため、低下している状態となる。

システムの運用管理者は、今後発生する障害に備えるため、システムで発生した障害の要因を特定する問題判別を行って、障害の要因を取り除くことで、サービスの冗長性を障害発生前の状態に復旧する必要がある。この問題判別は、システムが複雑な場合、非常に困難な作業である。

東芝ソリューション (株) は、クラスタソフトウェアがシステムの問題判別を迅速化するための鍵と考えた。クラスタソフトウェアは、システムの状態をサービスという単位で把握して

いる。また、障害の発生を検出し、サービスの制御を行っている。サービスは、アプリケーションソフトウェア (以下、アプリケーションと略記) やミドルウェアなどから構成され、これらはクラスタソフトウェアの管理下に置かれる。

これらのことから、問題判別迅速化の機能をクラスタソフトウェアである ClusterPerfect EX 上に開発した。この機能の実装には、標準化の目的で自律型コンピューティング技術を採用した。自律型コンピューティングとは、これまで人間の手で行っていたシステムの運用管理をシステムに自律的に行わせることで、システム運用管理の工数削減を目指す考え方であり、その一部で問題判別に関する標準化がなされている。

2 クラスタシステムでの障害のライフサイクル

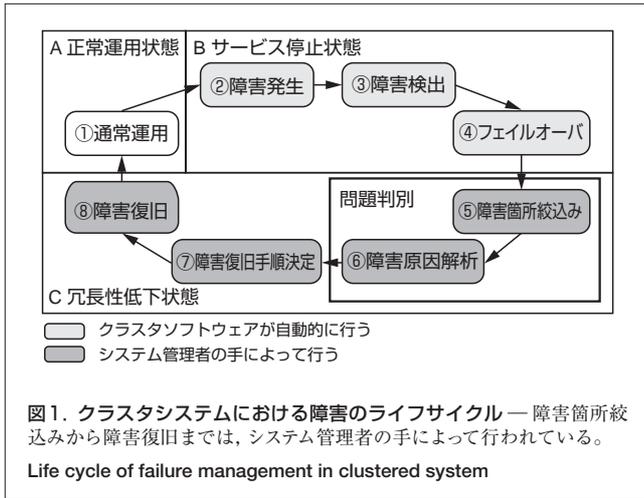
クラスタシステムにおける障害発生から障害復旧までの障害のライフサイクルを図1に示す。

クラスタシステムは、あらかじめ待機ノードを用意しておき、あるノードでシステム障害が発生した (②) とき、発生した障害を検出し (③)、障害が発生したノードで実行していたサービスを待機ノードに引き継ぐ (④) 機能を持つ。この機能によって、システムが提供するサービスを自動的に引き継ぎ、サービスが停止している時間 (図1のB) を短縮している。

しかし、システム全体としては、待機ノード数が減少しているため、サービスの冗長性が低下した状態 (図1のC) となる。今後障害が発生したときに備えるため、障害の問題判別を行って障害原因を取り除くことでシステムを復旧し、正常運用状態 (図1のA) の冗長性に戻す必要がある。このシステ

(注1) ログは、コンピュータや通信の利用状況、DBの変更履歴など、自身の動作に関する記録のこと。

(注2) ノードは、クラスタシステムを構成する1台1台のコンピュータのこと。



ムを復旧する作業は、運用管理者の手によって行われる。運用管理者は、障害の発生箇所を絞り込み(⑤)、障害の原因を解析して特定し(⑥)、障害の復旧手順を検討し(⑦)、実際に障害の復旧作業を行う(⑧)。

⑤の障害箇所絞り込みと⑥の障害原因解析を合わせて問題判別と呼んでいる。クラスタシステムの問題判別は、一般的に次の手順で行われる。

- (1) クラスタソフトウェアを含む複数のアプリケーションやミドルウェアのログを関連付けながら、システム全体の動作の流れを理解し、障害が発生した時刻と箇所を絞り込む(⑤)。
- (2) 絞り込んだ範囲に出力されているログを解析し、発生した障害を特定する(⑥)。

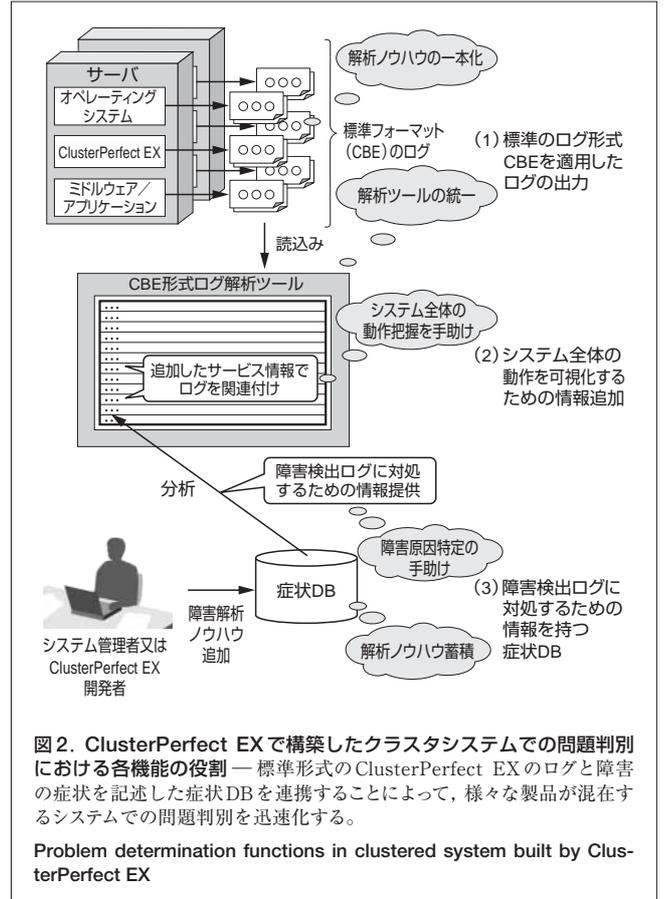
しかし、以下の理由で問題判別は困難であり、サービスの冗長性を正常運用状態に迅速に戻す妨げとなっている。

- (1) ログの形式がアプリケーションやミドルウェアごとに異なるため、ログの関連付けが困難、又は不可能である。
- (2) アプリケーションやミドルウェアが複数のノード上で複雑に連携して動作しているため、システム全体の動作の把握が困難である。
- (3) アプリケーションやミドルウェアのログから障害の原因を特定するには、アプリケーションやミドルウェアに関する専門の知識が必要である。

3 ClusterPerfect EX での問題判別迅速化の実現方法

問題判別迅速化の実現方法について述べる。ClusterPerfect EX では、問題判別を迅速化するために、以下の機能を実装した。

- (1) 標準のログ形式 Common Base Event (CBE) を適用したログの出力



- (2) システム全体の動作を可視化するための情報追加
 - (3) 障害検出ログに対処するための情報を持つ症状DB
- これらは、2章で述べた問題判別が困難な要因を解決する機能であり、その概要と役割を図2に示し、以下に詳述する。

3.1 標準のログ形式 CBE を適用したログの出力

ClusterPerfect EX は、システムで障害が発生したときのため、自身の動作に関する情報をログとして記録している。このログに、標準化団体である OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) によって制定された CBE 形式を採用した。

従来は、システムを構成するアプリケーションやミドルウェアはそれぞれ独自の形式でログを出力しており、ClusterPerfect EX も独自の形式のログを出力していた。クラスタシステムの障害解析では、クラスタソフトウェアを含む複数のアプリケーションやミドルウェアのログを関連付けて解析する必要がある。しかし、ログの形式が異なることにより、ログの関連付けの効率が悪く、更には、ログを関連付けられない場合もあり、問題判別を困難にする原因の一つとなっていた。

今回、標準のログ形式である CBE を ClusterPerfect EX に採用したことで、CBE 形式のログを出力するアプリケーションやミドルウェアとログの統一が図れ、ログ解析を効率

よく行うことが可能となった。異なるソフトウェアでもCBE形式に対応したログ解析ツールを共通して利用できることで、効率的にログの関連付けが行え、ログの不統一に起因する作業時間の短縮につなげることができる。

3.2 システム全体の動作を可視化するための情報追加

システム全体の動作の流れを可視化するために、ClusterPerfect EXのログに拡張情報(サービスの情報)を追加した。CBE形式のログを解析するツールは、一般的にログ間の関連性を可視化する機能を持っている。サービスの情報をキーとしてClusterPerfect EXのログを関連付けることで、サービスの制御や監視の流れ(システム全体の動作の流れ)を可視化できる。

クラスタシステムでは、クラスタソフトウェアが行うサービスの引継ぎにより、サービスを構成するアプリケーションやミドルウェアが実行されるノードは変化する。そこで、システム全体の動作を把握するために、ノードにまたがってログを関連付けて解析する必要がある。しかし、アプリケーションやミドルウェアのログには異なるノード間でログを関連付ける情報がないため、システム全体の動作の流れを把握することは困難な作業であった。

ClusterPerfect EXは、サービスという機能単位でノードをまたがってアプリケーションやミドルウェアを制御及び監視するために、サービスに関する情報を持っている。そこで、ClusterPerfect EXがアプリケーションやミドルウェアを制御及び監視するときのログに、拡張情報としてサービスの情報を追加した。このサービスの情報をキーとしてログを関連付けることで、ノードにまたがったアプリケーションやミドルウェアの動作の流れを可視化することができる。

ノード単位で記録されたClusterPerfect EXのログを同じサービスというキーで時間順に関連付けた場合の、解析ツールでの表示例を図3に示す。この例では、ログの個々のイベ

ントを小さい四角、関連を矢印で表している。矢印を見ることで、ノードAで動作していたあるサービスがノードBに引き継がれたことがわかる。

システム全体の動作の流れを視覚的に把握できることで、運用管理者は、障害が発生した箇所の絞込み(ノードをまたがるアプリケーションなどのログの関連付け)にかかる時間を短縮できる。

3.3 障害検出ログに対処するための情報を持つ症状DB

ClusterPerfect EXでは、ログが出力される状況とそのときの対処方法を記述した症状DBを用意した。

ClusterPerfect EXは、アプリケーションやノードを管理しており、各アプリケーションや各ノードで発生した障害を検出したときのログを出力している。この障害検出ログから実際にアプリケーションやノードで発生した障害を推測するには、従来はClusterPerfect EXが出力するログに関する知識が必要であった。

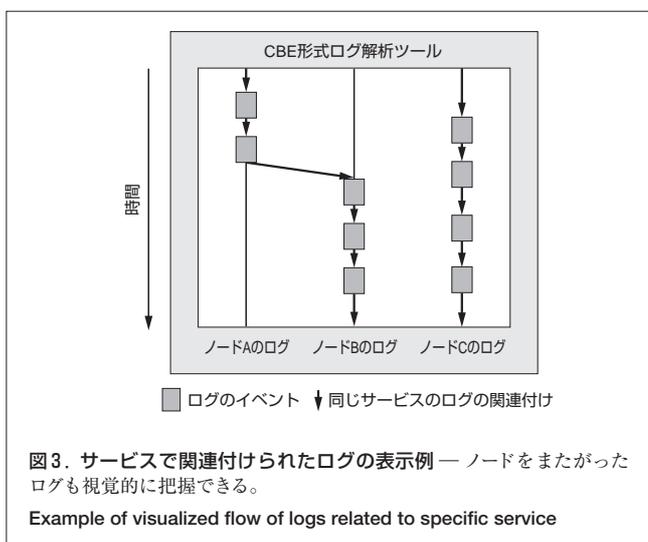
そこで、障害検出ログに対して症状DBを用意した。運用管理者は、症状DBを用いてこのログを分析することで、アプリケーションやノードで発生した障害の原因を特定するためのヒント(どこでどのような障害が発生した可能性があるか)を得ることができる。このヒントから、解析すべきほかのアプリケーションなどのログを特定し、そのログを解析する観点を知ることができるため、障害の根本原因を特定するまでにかかる時間が短縮できる。

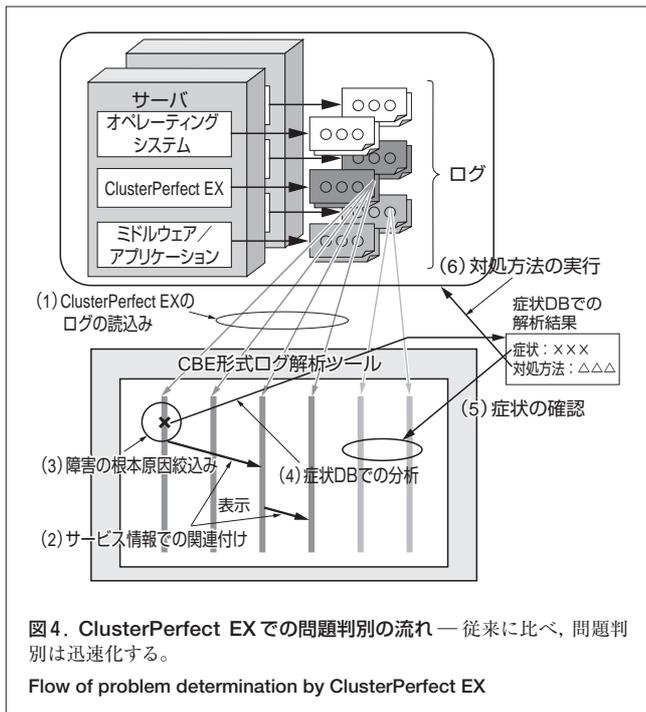
なお、症状DBは、クラスタシステムで発生するすべての障害をカバーしているものではなく、既知の障害に対するノウハウを蓄積したものであるため、情報が不足している場合がある。この問題を解決するため、症状DBは、新たに発生した障害と対処方法の情報を随時追加及び変更することで、ノウハウを蓄積していくことができる。運用管理者やClusterPerfect EXの開発元、更にはほかのアプリケーションやミドルウェアのベンダーが協力して症状DBを充実させることで、発生する障害のカバー率が上がり、問題判別のいっそうの迅速化につながっていく。

3.4 問題判別の流れ

障害管理者が前節までに述べた機能やツールを利用したときの問題判別の流れを図4に示し、作業の概要を以下に述べる。

- (1) ClusterPerfect EXのログの読み込み CBE形式のログを解析するツールに、ClusterPerfect EXのログを読み込ませる。
- (2) サービス情報での関連付け サービスの情報をキーとしてClusterPerfect EXのログを自動で関連付けることで、解析ツールにシステム全体の動作の流れを表示させる。
- (3) 障害の根本原因絞込み 障害解析者は、システム





全体の動作の流れを視覚的に見て、障害が発生した箇所を絞り込む。

- (4) 症状DBでの分析 絞り込んだ箇所のClusterPerfect EXのログに対し、解析ツールが症状DBを用いて自動的に分析し、発生したと思われる障害の状況とその対処方法の情報を取得する。
- (5) 症状の確認 取得した情報をヒントとして、関連するアプリケーションやミドルウェアのログを確認する。このとき、確認するログがCBE形式であれば、同じ解析ツールを利用できる。
- (6) 対処方法の実行 症状DBから取得した状況と発生している状況が一致した場合、症状DBから取得した対処方法を実行する。

従来、熟練の障害解析者の経験と勘に頼っていても時間を要していた複雑なクラスタシステムの問題判別を、標準のログ形式、システム全体の動作の可視化、及び症状DBの三つの技術を使って迅速化を図ることができた。

3.5 今後の展開

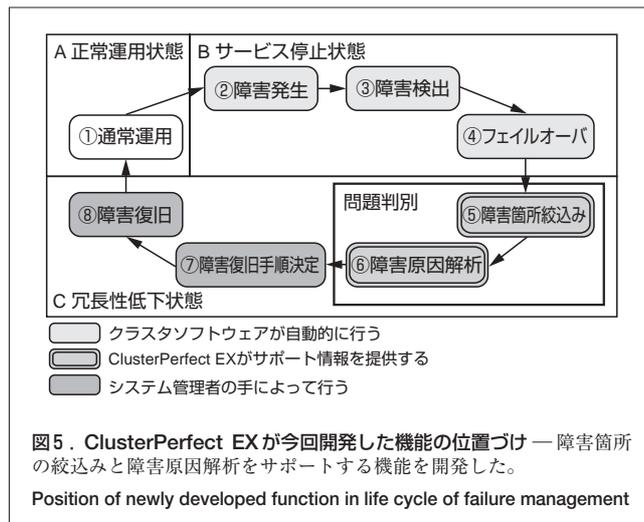
今後は、自動復旧できる既知の障害に対して自動化する範囲を拡大することで、自律型コンピューティングの進展を目指す。

また、ClusterPerfect EXに閉じたログの関連付けや症状DBの提供ではなく、ほかのアプリケーションやミドルウェアのログと関連付けるための情報を追加することや、ほかのアプリケーションやミドルウェアのログと組み合わせた症状DBを用意することで、障害の根本原因により近づいた情報の提供を目指す。

これらにより、問題判別の迅速化を更に進めていく。

4 あとがき

ClusterPerfect EXで構築されたクラスタシステムの問題判別を迅速化する機能として、標準のログ形式であるCBEの適用、システム全体の動作の流れを可視化するための情報追加、及び障害検出ログへの対処を記述した症状DBの提供を行った。この機能は、クラスタシステムにおける障害のライフサイクルの中で、図5に示す⑤の障害箇所絞り込みと⑥の障害原因解析をサポートする機能として位置づけられる。



クラスタソフトウェアの導入効果は、一般的には、障害が発生したときにサービスを迅速かつ自動的に継続できることである。クラスタソフトウェアにClusterPerfect EXを用いると、更に、サービスの冗長性を正常運用状態に戻すために運用管理者が行う問題判別の時間短縮や工数削減の効果を得られる。これは、多数のアプリケーションやミドルウェアから構成されるクラスタシステムに対して、特に効果を発揮すると期待している。

クラスタシステム解析経験者が、実際のクラスタシステムを想定したノード6台の構成でこの機能を試行したところ、問題判別の時間が約1/4に短縮された。この時間は、システム構成や解析者のスキルによって異なるため一概には言えないが、少なくとも問題判別の迅速化が実現されていることを示している。今後詳細な評価を行い、明確な指標を示していきたい。



安藤 真也 ANDO Shinya

東芝ソリューション(株) プラットフォームソリューション事業部 ソフトウェア開発部。DNCWARE ClusterPerfect™, DNCWARE ClusterPerfect™ EXの開発に従事。
Toshiba Solutions Corp.