

ネットワークオペレーション ナレッジシステムの開発

オペレーション業務の効率化および故障発生時の迅速な回復措置には、ネットワークを構成する装置から出力される故障メッセージを一元的に管理・分析して、回復措置を自動的に決定・実行できるような、ネットワークをトータルに管理できるシステムが有望である。

筆者らは、上記の目的を達成するためにネットワークオペレーションナレッジシステムを開発し、2004年3月よりドコモ中央の商用環境でこのシステムの運用が開始された。

おやまだ さとし ふるたに まさのり おおの たかお
小山田 聡 古谷 雅典 大野 孝生

1. まえがき

現在、移動通信網をネットワークワイドに保守するために、移動通信網を構成するネットワーク設備（NE：Network Element）のオペレーションサポートシステム（OSS：Operation Support System）の制御端末を1つのロケーションに集めることにより、統合的に監視・制御するオペレーション環境を構築している。このような集中保守の形態でのOSS間の連携は、保守者介入を前提としている。そのため、例えばノード系OSSとアクセス系OSSで同一の故障が原因で故障メッセージが出力されている場合には、状況の把握に時間がかかり、結果として故障箇所の特定などの初動が遅れることがあった。また、故障が発生した時、その故障措置を担当している保守者のスキルのレベルにより、故障箇所の特定までに時間がかかり、適切な判断ができないケースも存在した。通信キャリアとしては、通信不能など、お客様に影響を及ぼす故障が発生した場合は、迅速な故障回復措置を実行できることが重要である。

以上のような背景を基に、“オペレーション業務の効率化”と“故障措置時間の短縮”を目的とする、ネットワークオペレーションナレッジシステム（以下、ナレッジシステム）を開発し、2004年3月より、ドコモ中央の商用環境で運用を開始した[1]～[3]。

本稿では、ナレッジシステムのシステム概要および技術的な特徴を述べるとともに、従来の業務が、ナレッジシステムの導入により、どのように改善されるのかを、例を用いて説明する。

2. システム概要

ナレッジシステムは、保守者が故障メッセージ発生契機に実施している故障措置を自動実行するシステムであり、NE-OSS (Network Element-Operation Support System) 経由で故障メッセージを収集し、ネットワーク構成データを基に、故障発生装置間のメッセージ発生状況を収集・分析したり、NC-OSS (Network Control-Operation Support System) を経由してNEのトラヒックに関する情報を収集している (図1)。本システムは、上記の情報収集機能のほかに、故障メッセージの相関を分析するアラームコリレーション機能や、回復措置を表示するアクションプラン表示機能および、回復措置自動実行機能を有し、これら一連の処理は、シナリオの記述により実現される。

3. システムの特徴

3.1 マルチモジュール構成

新規サービスを提供する場合、ネットワークに新しいサーバなどの新たなNEが追加されることがある。また、システムの性能向上や集約化のために、既存NEが新規NEに置き換えられるケースもある。FOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access) サービス開始時のように、新たな通信方式を提供する場合は、多種多数の新規NEが同時に導入されることもある。

ナレッジシステムは、ネットワークワイドに故障措置を実行制御するシステムであるため、上記のような新規NEの追加や変更に対して柔軟に拡張できるアーキテクチャを持つ必要があった。

そこで、本システムは図2に示すような、処理する故障メッセージの種類や数の変化に応じた機能分散、負荷分散が可能なマルチモジュールによるシステム構成を採用している。本システムの主要モジュールの役割と特徴を説明する。

(1) OSSアダプタ

OSSアダプタは、各OSSとナレッジシステム間の通信インタフェースの変換を行うモジュールである。ナレッジシステムの開発のために、OSS側に新規機能の開発が発生しないように、このOSSアダプタが各OSSとのインタフェース変換の役割を担う。このインタフェース変換機能をOSSアダプタというモジュールに集約しており、各OSSとのインタフェースは、OSSアダプタでできる限り吸収するアーキテクチャとした。

(2) データ管理サーバ

データ管理サーバは、故障メッセージや故障措置シナリオとその実行結果、およびネットワーク構成データなどの各種データを管理する。

故障メッセージは、故障発生時にNEから出力される。このメッセージは、OSSアダプタを経由して、自動実行サーバに転送された後、このデータ管理サーバに蓄積される。蓄積された故障メッセージは、保守者への表示、故障箇所の特定制定および故障措置の決定のために利用される。

故障措置シナリオは、故障措置手順を記述したものである。このシナリオは、自動実行サーバにて故障メッセージの関連付け、関連情報の収集、故障回復措置を実行する際に使用される。故障措置シナリオは、ファイル更新無しに入れ替えることが可能である。

ネットワーク構成データは、NE間の接続、OSS間の接

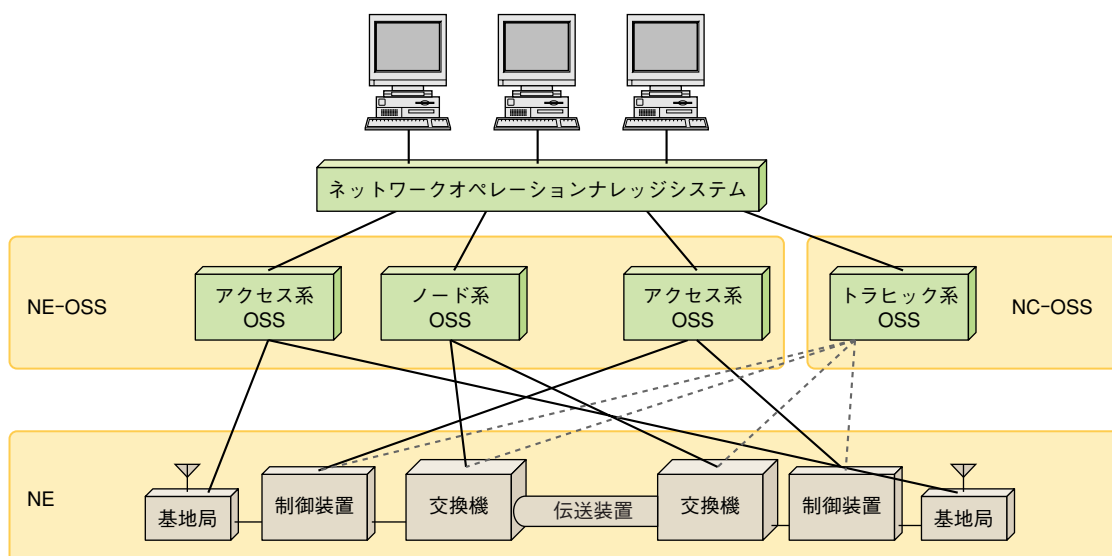


図1 ネットワークオペレーションナレッジシステムの概要

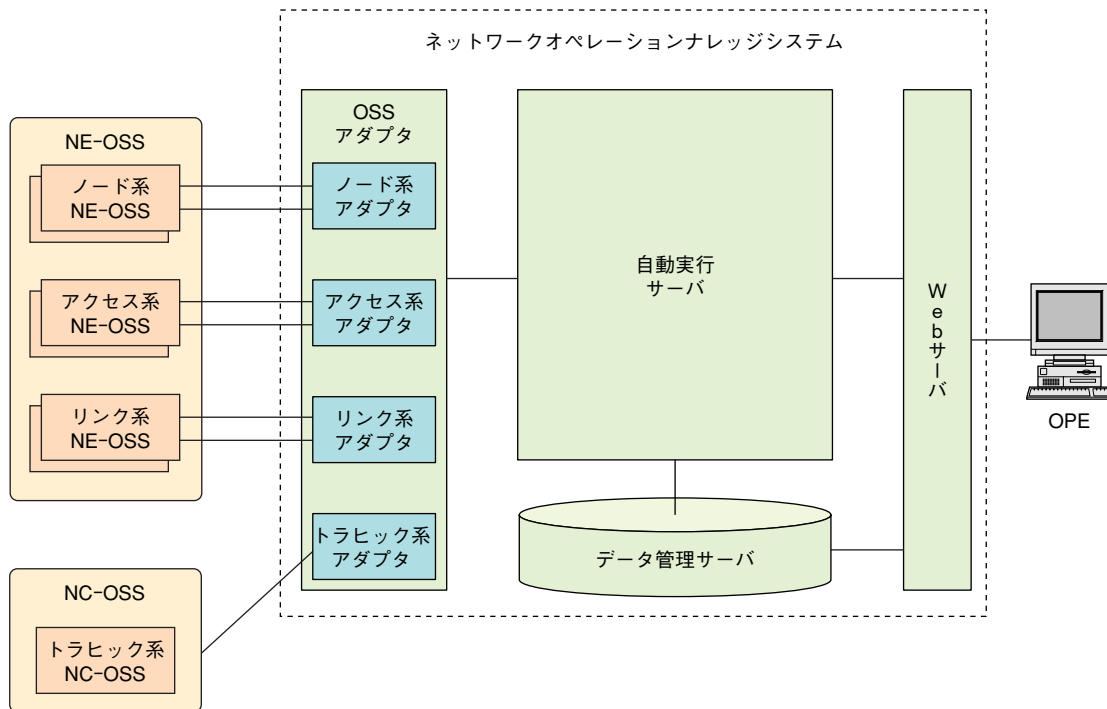


図2 ナレッジシステムのモジュール構成図

続などといった、ネットワークの構成に関する情報である。この構成データは、故障メッセージの関連付けなどを判断するために使用される。例えば、装置のインタフェース部で故障が発生すると、故障したインタフェース部と、インタフェース部に接続される対向の交換機、基地局からも回線の故障が通知されることがある。それぞれから通知された故障メッセージに含まれる接続装置を識別する情報を基に構成データを検索して対向する接続装置を求めることで関連付けができる。

故障措置シナリオのソフトウェア構造は3.2節、ネットワーク構成データの管理の仕組みは3.4節にて説明する。

(3) 自動実行サーバ

自動実行サーバは、故障措置シナリオに従って故障回復措置に必要なネットワーク構成データの検索、NEの制御などを実行する。この自動実行サーバは、故障措置手順を記述したシナリオ（ルール）を実行するためのルールエンジンと、シナリオに汎用的な機能を提供する各種部品から構成されている。

(4) Webサーバ

Webサーバは、ブラウザで表示されたナレッジシステム画面を介して、ナレッジシステムで管理する各種情報や故障メッセージの関連付け、故障回復措置の実行結果などを検索し、閲覧するユーザインタフェースを提供している。

3.2 シナリオを利用したソフトウェア階層構造

ナレッジシステムが扱う故障メッセージは、NEの構成の変更やNEへの機能追加により変更される。また、このシステムで用意されていない故障パターンが発生した場合には、それに応じた故障メッセージの関連付け、故障回復措置を保守者の判断により実施しなければならない。このような故障メッセージの内容、措置内容の追加・変更に対して柔軟に対応するために、故障メッセージの関連付けを行う手順、措置を行う手順を実現するシナリオ（シナリオは複数のルールで構成）と、その実行環境とを階層化し、シナリオの追加・変更のみで対応できる構成としている。さらに、実行環境は、シナリオ（ルール）を実行するルールエンジンと、ネットワーク構成データの検索、NE向け各種コマンド送受信など、シナリオに共通機能を提供するAPI（Application Interface）部品とで構成され、シナリオはこのAPI部品を利用することで容易に作成できる構成とした。

図3に、故障措置シナリオ実行環境の概念図を示す。NEで故障が発生すると、NE-OSSを経由してOSSアダプタにて故障メッセージを受信する。OSSアダプタでは故障メッセージを自動実行サーバに転送し、自動実行サーバでは実行環境にて故障メッセージに対応するシナリオを起動する。シナリオが起動されると、以降は、シナリオに記載された手順に従い、例えば、ネットワーク構成データの検索、NEへの状態確認、制御指示などのコマンド送受信、NE-OSSへの履歴情報検索、トラヒック収集などの作業をAPI

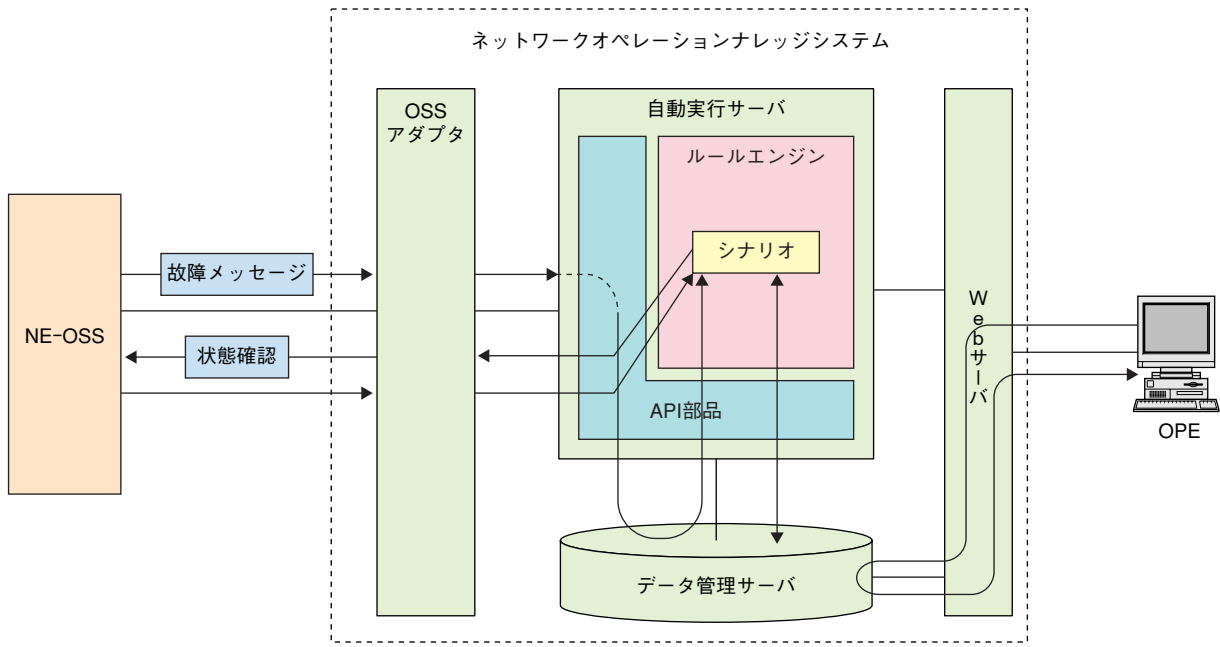


図3 故障措置シナリオ実行環境の概念図

部品を用いて実行し、故障メッセージの関連付けおよび故障措置が実行される。実行結果は、データ管理サーバに記録され、オペレーション端末（OPE：Operation Equipment）から参照することができる。シナリオはデータベースで管理し、必要な際にデータベースから読み込み、起動できる仕組みであるため、システムを停止することなく運転中にシナリオを入れ替えることが可能である[4]。

3.3 故障メッセージコリレーションの実現方式

従来のOSS間の連携は、保守者介入を前提としている。NE種別間に関連する故障が発生し、かつ、ノード系OSSとアクセス系OSSで同一の故障が原因で故障メッセージが出た場合、ネットワークの運用状況の把握に時間がかかり、結果として初動回復措置が遅れる。

この初動回復措置の遅れを短縮化するためには、同一のNE、異なるNEを問わず、同一故障が原因で故障検出し、通知された複数の故障メッセージの因果関係を明確にした後、保守者に真の故障原因、故障メッセージと、関連して通知されたその他の故障メッセージとを選別して表示し、通知することが重要である。これを実現するためには、通知された故障メッセージ間の相関関係を分析し、統合化していくというコリレーション技術[2]、[5]～[6]が必要となる。

図4に故障メッセージのコリレーションの例を示す。ナレッジシステムにおける故障メッセージのコリレーションの仕組みは、故障メッセージごとに対応する故障措置シナリオを起動した後、各シナリオに記述された手順に従って

関連する故障メッセージを自動的に検索して、故障事象と合致する故障メッセージとの因果関係を導き出すという自律分散型コリレーション方式である。この方式の処理概要について図5を用いて説明する。

あるNEで故障が発生し、真の故障原因を通知する故障Aメッセージ（主原因メッセージ）と、故障に影響されて故障Bメッセージ（関連メッセージ）が発生するものとする。OSSアダプタは、故障Aメッセージ、故障Bメッセージを受信し、自動実行サーバのイベント受信部に通知する。イベント受信部では、それぞれの故障メッセージをイベントキャッシュと呼ばれる発生中の故障メッセージを管理するメモリ領域に保存し、その後、故障Aメッセージ対応の故障措置シナリオ、故障Bメッセージ対応の故障措置シナリオを独立に起動する。起動されたそれぞれの故障措置シナリオは、シナリオの記述内容に従ってイベントキャッシュを検索し、コリレーションの対象となる故障メッセージ情報を取得し、主原因の故障メッセージか否かを分析する。分析の結果、故障Aメッセージ対応の故障措置シナリオでは、主原因のメッセージが故障Aメッセージ、関連して発生したメッセージが故障Bメッセージ、自シナリオが主原因に対応したシナリオであると判定し、導き出した主原因特定結果をデータ管理サーバに登録する。一方、故障Bメッセージ対応の故障措置シナリオでは、主原因のメッセージが故障Aメッセージ、関連して発生したメッセージが故障Bメッセージ、自シナリオは関連メッセージに対応したシナリオであると分析でき、関連メッセージに対応したも

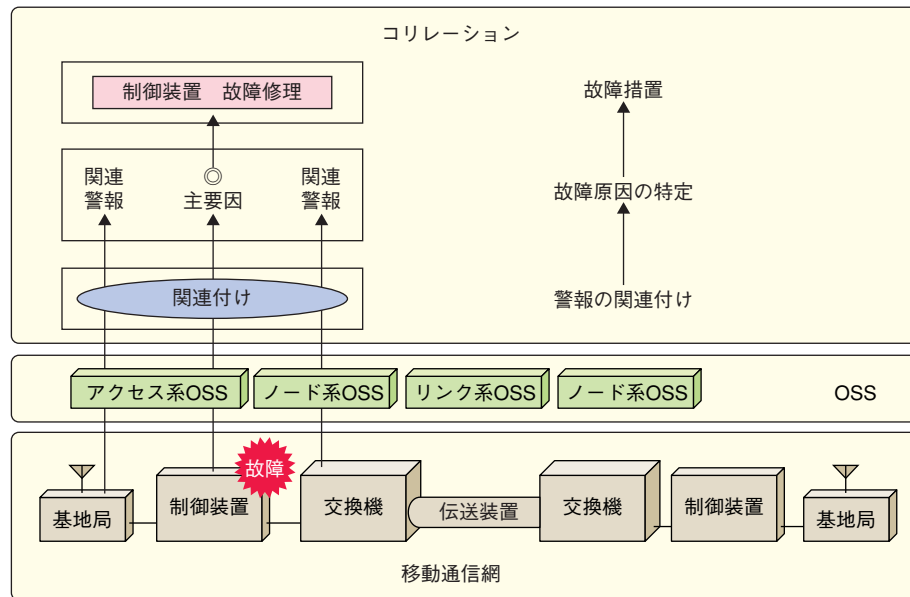


図4 コリレーション例

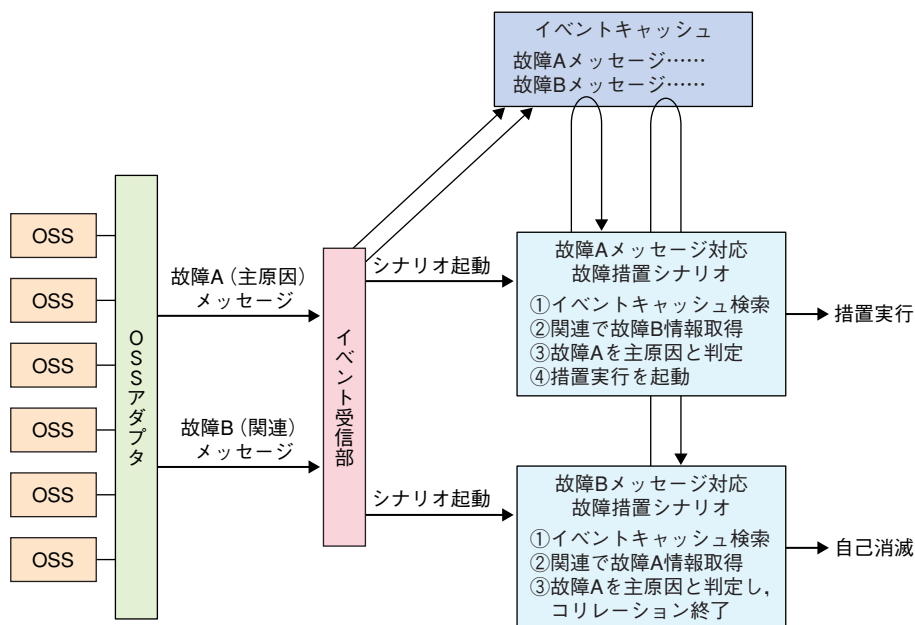


図5 自律分散型コリレーションイメージ

のであると判定した段階でシナリオを自己消滅させる。この動作により、主原因である故障メッセージに対応したシナリオのみが残り、結果コリレーションが成立する。

この自律分散型コリレーション方式は、故障メッセージごとに故障措置シナリオを起動できるため、関連メッセージ全体の受信順序に従ったシナリオ記述（作業）が不要となり、故障メッセージごとに故障措置シナリオを記述することが可能となる。これは、シナリオの独立性を高め、かつ、シナリオ記述を容易にするという特長を有する。

3.4 構成データ管理の仕組み

故障メッセージのコリレーションを行うためには、故障メッセージに含まれる情報を基に故障装置に接続されている他のNEなど接続装置を特定することが必要である。そのためには、故障メッセージに含まれる情報をキーに接続先の装置を検索できるようなNE間の接続関係、あるいは、NE内の装置間接続関係を管理したネットワーク構成データが必要となる。ネットワーク構成データ量は、膨大であり、かつ、常に最新データの状態で管理されることが要求される。ナレッジシステムでは、既存NE-OSSが利用して

いる情報を利用し、上記課題を解決するべく最低限の機構の追加で実現した。

(1) ネットワーク構成データの階層

既存NE-OSSには、各OSSに必要な情報を共通的に管理する構成情報管理システムが存在する。ナレッジシステムでは、データ管理を、既存OSSの階層とネットワーク全体の階層との2階層構成とし、既存OSS階層のデータは既存NE-OSSの仕組みを利用して構成情報管理システムよりダウンロードする方式とした。ネットワーク階層のデータは、既存OSS階層のデータを基にコリレーションに必要な新規のデータとして構築されている。ネットワーク階層のデータを作成することで、コリレーションに必要な最適なデータの高速検索を可能とした。

(2) ネットワーク構成情報の更新

図6にネットワーク構成情報の更新方法の概要を示す。既存OSS階層のデータは、構成情報管理システムに備えられる最新化機能を利用し最新化されている。ネットワーク階層のデータは、この既存OSS階層のデータを基に構築され、既存OSS階層のデータ更新に同期して更新される仕組みとした。したがって、ネットワーク構成データは、常に最新化され、この情報に基づき精度の高いコリレーションが可能となる。

3.5 設備管理システムとの連携

ナレッジシステムが扱う故障メッセージは、故障発生時

以外に、保守作業のために発生する場合がある。例えば、システムファイルの更新作業、NE内パッケージの交換作業などの中で発生することがあり、保守作業により発生した故障メッセージに対しては、ナレッジシステムでの故障措置シナリオ動作を抑止し、保守作業に影響を与えない仕組みが必要である。

ナレッジシステムでは、NEの保守作業を管理している設備管理システムと連携し、設備管理システムより保守作業の対象NE、作業の開始、終了の情報を流通し、管理している。故障措置シナリオが起動されると、措置に関連するNEの作業中状態を確認し、作業中状態であれば、措置を抑止する仕組みとした。

4. ナレッジシステムによる故障措置業務実施例

デジタル携帯電話方式（PDC：Personal Digital Cellular）のアクセス系の装置は、発信呼の接続完了率が低下すると、「発信完了率低下ALM（アラーム）」という故障メッセージを出力する。この故障メッセージは異常状態を意味し、保守者に通知される。

ナレッジシステム導入前、保守者は、この故障メッセージだけでは、アクセス系装置に起因するのか、あるいはノード系装置であるのか、さもなくば、交換作業などの工事が原因で発生したのか、要因の特定が困難であった。そのため、保守者は、図7に示すように、関連装置での故障メ

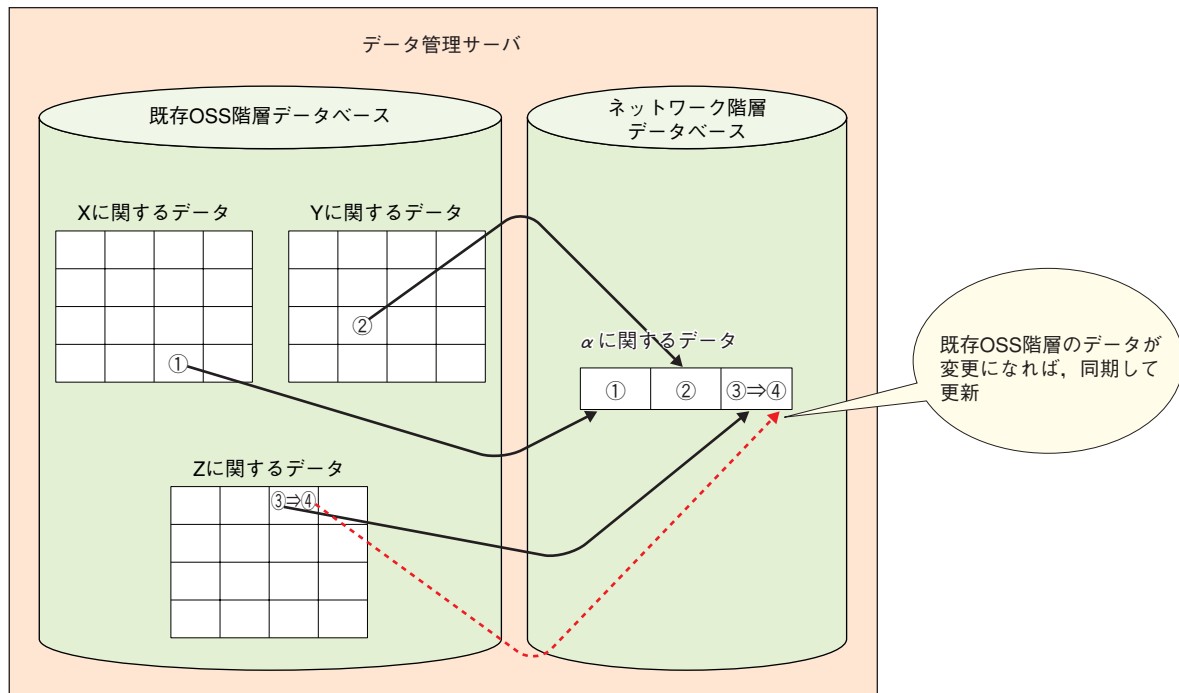


図6 ネットワーク構成データの更新方法の概念図

ッセージ発生状況を確認し、近傍の時間帯で当該装置で工事が実施されていないかどうかの整合確認を行い、故障被疑箇所を絞り込んで行った。この絞り込みは、工事実施担当者のヒアリングなどが付随するため、人的稼働が余分に発生する。また、人的作業であるため、故障箇所や原因の特定には、ある程度時間を要する。

ところが、ナレッジシステム導入後、図8に示すように、故障メッセージ発生と同時に、当該装置での工事実施の有無の判定、構成データ検索による関連装置の特定、関連故障メッセージとのコリレーションが自動で実行され、故障情報のデータベースの更新まで自動的に処理される。

導入前後で比較すると、「発信完了率低下ALM」の場合の故障回復までに要する人的稼働は、限りなくゼロに削減され、かつ故障箇所お

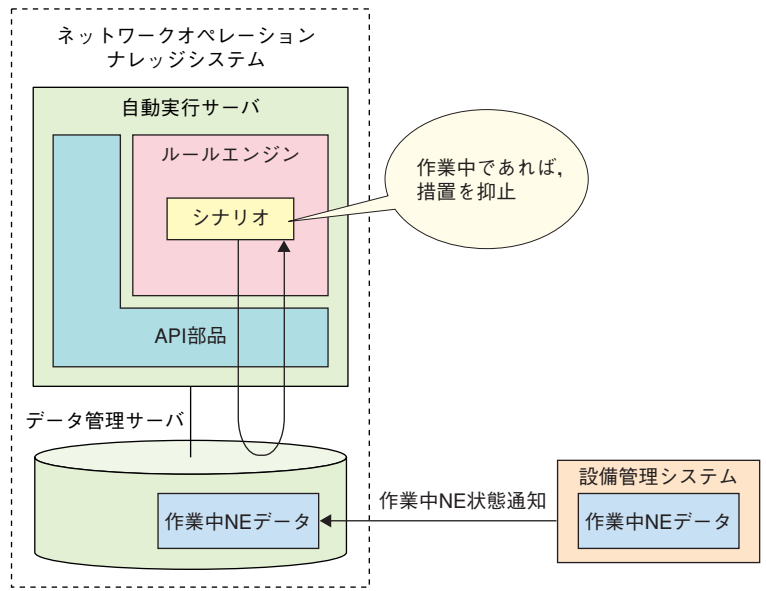
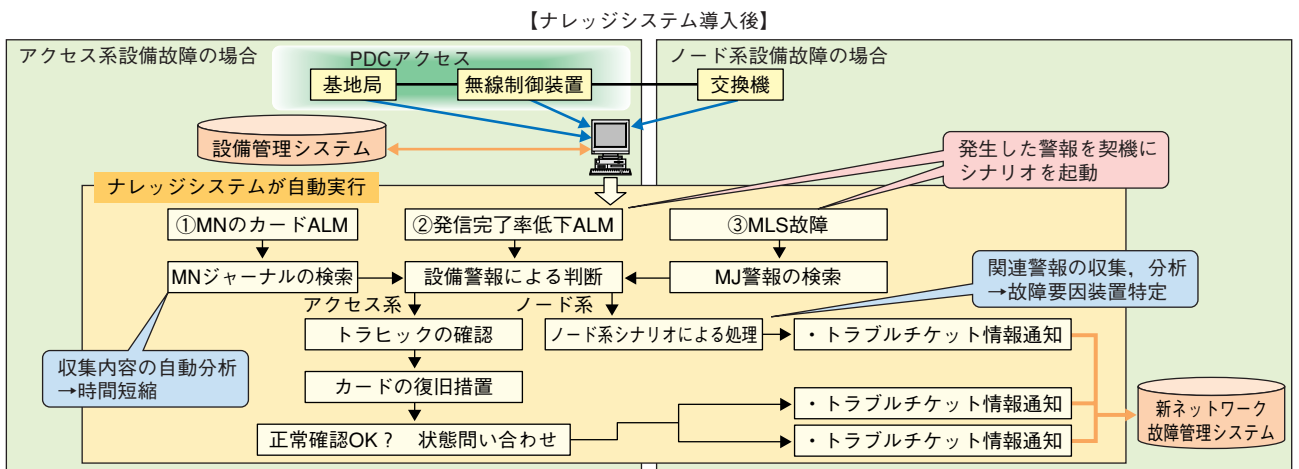
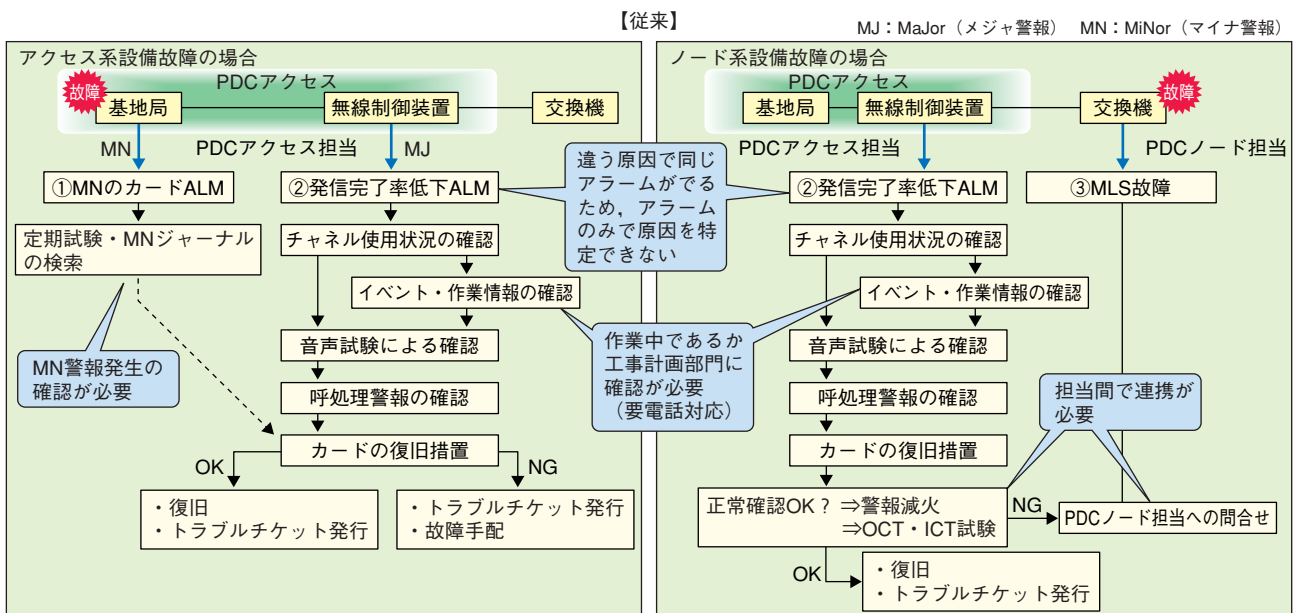


図7 設備管理システムとの連携の概念図



MLS : Mobile Local Switch (移动通信加入者交換機)

図8 故障措置業務の概念図

よび原因の特定までの時間も、大幅に短縮された。さらに、故障措置業務をナレッジシステムで自動実行することにより、従来の人手中心の作業で発生していた保守者のスキル不足による判定誤りや、故障メッセージの見落としなど、人的ミスも撲滅することが可能となり、結果として故障措置業務も質的に向上した[7]。

5. あとがき

オペレーション業務の効率化と故障措置時間の短縮を目的とするネットワークオペレーションナレッジシステムについて述べた。今後は、その有効性についてさらなる検証を行うと共に、保守者の声をシステム開発にフィードバックして、よりよいナレッジシステムになるよう、継続して機能改善を行っていききたい。

文 献

- [1] 小山田, 古谷, 大野, 谷川: “ネットワークオペレーションナレッジシステムの機能構成方法に関する一考察,” 2002電子情報通信学会NS研究会, NS2002-81, Sep.2002.
- [2] 古谷, 清水, 藤岡, 小山田: “移動通信網ネットワークオペレーションにおける警報コリレーション実現方式,” 2003電子情報通信学会TM研究会, TM2003-15, Jul.2003.
- [3] S.OYAMADA, M.FURUTANI & T.OONO: “Development of Network Operation Knowledge System that Streamlines Mobile Communications Network Operation Work,” 2003電子情報通信学会ソサエティ大会, SB-10-5, 2003.
- [4] 大野, 眞子, 東野, 小山田: “移動通信網におけるシナリオ方式による故障措置自動化の一考察,” 2003電子情報通信学会TM研究会, Jul.2003.
- [5] 清水, 古谷, 小山田, 谷川: “ネットワーク統合管理システムにおけるメッセージ相関方式の検討,” 2003電子情報通信学会ソサエティ大会, B-6-104, Mar.2003.

- [6] 眞子, 大野, 小山田, 谷川: “移動通信網オペレーションにおける警報多発の要因特定方式の検討,” 2003電子情報通信学会ソサエティ大会, B-6-100, Mar.2003.
- [7] Satoshi OYAMADA: “Overview of DoCoMo's Present Network Operations and Introduction of Developing Network Operation System,” APNOMS2003, S1, 2003.

用 語 一 覧

API : APplication Interface
FOMA : Freedom Of Mobile multimedia Access
MLS : Mobile Local Switch (移動通信加入者交換機)
NC-OSS : Network Control-Operation Support System
NE : Network Element (ネットワーク設備)
NE-OSS : Network Element-Operation Support System
OPE : OPeration Equipment (オペレーション端末)
OSS : Operation Support System (オペレーションサポートシステム)
PDC : Personal Digital Cellular (デジタル携帯電話方式)