

Technology Reports

分散データ駆動型アーキテクチャを用いた ナレッジシステムの更改

LTEサービスやALL-IPネットワーク導入によりネットワークが高度化・複雑化し、それらを監視するOSSに求められる機能も多様となり、開発期間が増加傾向にある。このため、ネットワーク変更に柔軟に追従できるOSSが求められている。ナレッジシステムの設備更改に伴い、D3A（分散データ駆動型アーキテクチャ）化および保守者が機能追加を容易にできるシステムを開発した。これにより、多様な機能追加やネットワーク変更に柔軟な対応が可能となる。

ネットワーク開発部
 くの ゆうや 久野 友也
 みなかた のぶや 南方 伸哉
 あべ まさひろ 阿部 政浩
 ふるたに まさのり 古谷 雅典

1. まえがき

近年通信網では、ニーズの多様化によりスマートフォンやフォトフレームといった幅広い機能を持った端末が増加している。それに併せて各サービスを提供する装置や、LTE^{*1}のような高速通信方式をもった新装置が日々導入される傾向にあり、新サービスや新装置の開発サイクルが短縮してきている。その結果、装置の種類および数量が飛躍的に増加し、それら装置を監視する保守業務も多様化、複雑化してきた。通信事業者にとって、OSS（Operation Support System）^{*2}を利用して高度化・複雑化した装置を確実に監視し安心した通信状態を提供し続けることは、1つの命題である。

この命題に対し、OSSの1つであるネットワーク・オペレーション・

ナレッジシステム^{*3}（以下、ナレッジシステム）は、保守者自らが保守方法を保守業務フローとして作成・変更できる環境を提供し、装置の追加や保守方法の高度化に柔軟に追従してきた[1]～[4]。

ドコモでは、2010年度に設備老朽化によりナレッジシステムの設備更改を実施した。設備更改にあたり、さらなる利用向上を図るため、更改するだけでなく、今までの使用状況から改善すべき点を検討した。本稿では、ナレッジシステム更改に伴って取り入れた新たなアーキテクチャについて紹介する。

2. ナレッジシステム

2.1 ナレッジシステム概要

ナレッジシステムは、保守者の保守ノウハウをワークフロー形式で記述した保守業務フローを自動実行

し、保守者の業務をサポートするシステムである。ナレッジシステムの位置付けを図1に示す。

ナレッジシステムには大きく3つの機能がある。

①警報発生に伴うリアルタイムな情報収集、および一次措置

各警報のソフト or ハード要因切分け、解析情報の収集など。

②定型業務のバッチ作業

即時手配が必要ではない警報に対する予防保全業務、トラブルフィック分析によるサイレント故障^{*4}検出およびハード故障に対する自動での現地修理手配など。

③保守者によるインタラクティブ措置

収集した情報を基にした措置方法の選択など。

これらの機能を実現するためのナ

*1 LTE：3GPPの第3世代移动通信方式の拡張規格であり、第3.9世代の通信方式のこと。ドコモでは、Xiにて2010年12月より商用サービスを開始している。

*2 OSS：事業者の運用支援システム。通信事業者の場合、提供しているサービスを

運用するために、ネットワークやシステムの「障害管理」「構成管理」「課金管理」「性能管理」「セキュリティ管理」のすべて、もしくは一部を行う。

レレッジシステムの構成を図2に示す。
 ナレッジシステムは、保守業務フローをワークフロー形式で記載した業務シナリオと、業務シナリオを解釈して自動実行する業務シナリオエンジンと、業務シナリオエンジンにAPI (Application Programming Interface)^{*5}として各種機能を提供するプラットフォームの3つに分かれている。保守者は保守業務フローの追加や変更が生じた場合、リアルタイムに業務シナリオを編集・修正することで、ナレッジシステム上で自動実行される保守業務を変更することができる[1]。

しかし、更改前のナレッジシステムでは、図3のように必要な情報の種類によって業務シナリオの記述難易度が異なっており、保守者が利用しにくい部分があることが分かった。そこで、更改後のナレッジシステムにおいては、業務シナリオの高度化のために、作成方法の簡易化および記述方法の範囲拡張を目指し、GUI^{*6}での部品組合せで業務シナリオが作成できるアーキテクチャを目指した。

2.2 新システムのコンセプト

新ナレッジシステムでは、下記を方針として更改した。

(1)方針① 業務シナリオの記述可能範囲の拡大

ナレッジシステムは保守者をサポートすることを目的としているため、頻度の高い定型業務範囲をターゲットとしてきた。これらの業務はOSSからの情報のみで分析や措置が

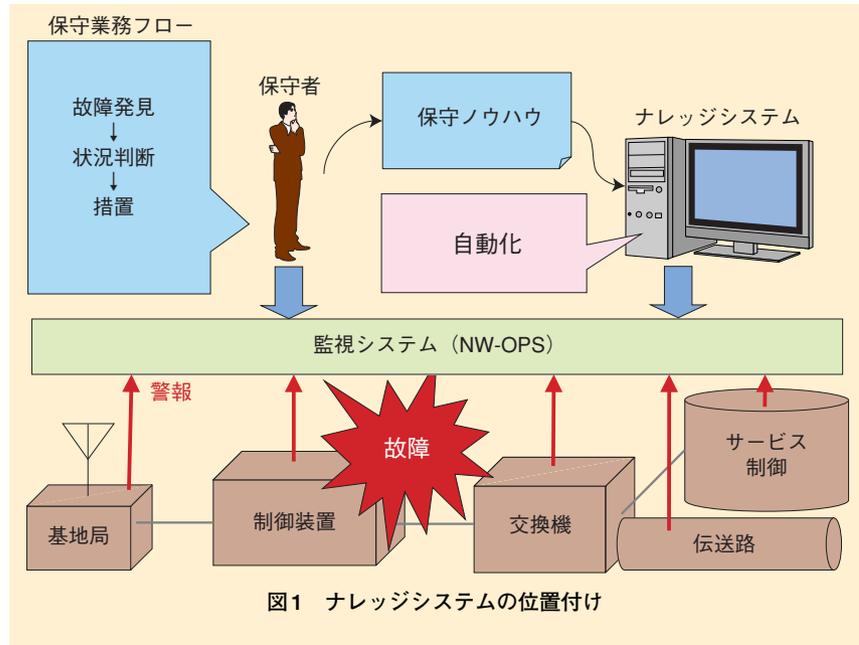


図1 ナレッジシステムの位置付け

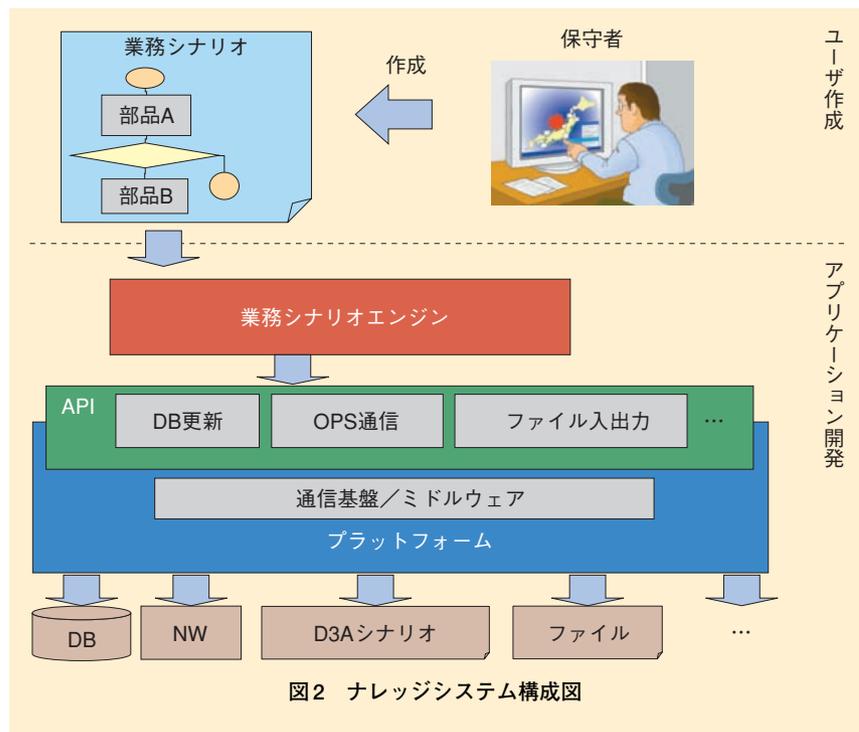


図2 ナレッジシステム構成図

できる業務が多かったため、ナレッジシステムはOSSからの情報収集を主眼としていた。しかし、今後業務シナリオを高度化する場合、下記の

ような機能が必要であることが分かった。

- ・台風発生地帯や豪雪地帯などの地域特性、および、日中帯と深

*3 ネットワーク・オペレーション・ナレッジシステム：ドコモのOSSの1つであり、保守業務をフローに置き換え、その業務フローを自動実行することで保守者の業務をサポートするシステム。
 *4 サイレント故障：障害検知部およびメイ

ンプロセッサ部の故障などに起因する障害が発生した場合に、通信装置自身が障害を認識できないため、故障が発生したことをオペレータが把握できない故障。
 *5 API：プラットフォーム向けのソフトウェアを開発する際に使用できる命令や関

数の集合体。
 *6 GUI：アイコンなどのグラフィックを多用し、基礎操作のほとんどをポインティングデバイスを用いて行えるユーザーインタフェースのこと。

記述方法		記述の難易度	業務フロー実行時に必要な情報									
			監視対象装置に関する情報					保守ノウハウ				
			警報	トラフィック	装置状態	履歴	構成情報	作業情報	実行結果	統計情報	業務特性	現地状況
機能記述	プログラミング	難 ↑ ↓ 易	更改前のナレッジシステム対応箇所									
	スクリプト											
	コンポーネント組合せ											
パラメータ記述	直接入力SQL発行											
	プルダウンによる選択		記述の難易度を容易化									
条件分岐	意思決定表での条件記述		ユーザが対応できた箇所は主にこの部分									
	フローによる記述		更改後のナレッジシステムはGUIでの編集のみで実現									
業務記述	部品組合せ											
	自動生成											

図3 業務シナリオの拡張

夜帯などの時間特性（以下、業務特性）により、分析手法や優先順位が異なってくる。

- ・過去の制御回数や故障手配状況の措置結果（以下、実行結果）により、ソフトウェア故障からハードウェア（以下、HW）故障に対応を切り替える必要がある。
- ・実行結果と付随するトラフィックやアラーム量などの統計解析による付加情報や、業務特性にかかわる花火大会などのイベント、基地局の立地場所に伴う特異な警報傾向など、非言語的な保守者ノウハウを利用する必要がある。

更改後のナレッジシステムでは、上記の特徴を踏まえ、業務シナリオで利用可能な入出力情報を業務特性や実行結果に拡大し、さらに業務特性に応じて複数の業務シナリオを起

動できるようにする。

(2)方針② スケールアウトによる性能向上

方針①を達成することで、保守ノウハウの蓄積を伴いながら業務シナリオの高度化が可能となる。業務シナリオが高度化されると、必要性能もそれに伴い高くなる。また、監視対象装置の数量やメッセージ量は長期的な将来予測が難しいため、必要に応じて都度性能を向上できることが望ましい。

更改前のナレッジシステムは、保守に必要な情報を一元化して原因推定を行う必要があるため集中型モデルとする必要があり、スケールアップ（高性能サーバへの置き換え）により性能向上をしていた。

更改後のナレッジシステムでは、より柔軟に性能向上に対応できるようにHWの追加による性能向上（スケールアウト）を目指すこととした。

(3)方針③ 自社製品およびオープンソースの利用促進

ナレッジシステムは、ミドルウェア^{*7}として有償ミドルウェアを使用している。主なものは以下が挙げられる。

- ・OS：Solaris^{TM*8}
- ・通信エンジン：CORBA（Common Object Request Broker Architecture）^{*9}
- ・ルールエンジン：JRules^{TM*10}

更改にあたっては、既存の機能を踏襲しつつ方針①および②を達成することができるミドルウェアを選定する必要があるが、その際に自社製品（D3A: Distributed Data Driven Architecture）^{*11} [5]やオープンソース利用を促進した。

3. 実現内容

2章で述べた方針を達成するため、

*7 ミドルウェア：OSとアプリケーションとの間に位置し、さまざまなアプリケーションに対して共通の機能を提供するソフトウェアのことで、アプリケーション開発の効率化が可能となる。

*8 SolarisTM：Oracle社が開発・販売しているUNIX系OS。
OracleとJavaは、Oracle Corporationおよびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標。文中の社名、商品名などは各社の商標または登録

商標である場合がある。
*9 CORBA：コンピュータ上で多様なプログラミング言語で書かれたソフトウェアの相互利用を可能とするアーキテクチャ。OMG（Object Management Group）が定義した標準規格。

今回の更改にあたって以下の対策を行った。

3.1 業務シナリオの記述可能範囲の拡大

方針①の達成に向けて、ナレッジシステムのカスタマイズ可能範囲を拡大した。更改前のナレッジシステムでは、処理ロジックを業務シナリオという形でカスタマイズ可能としているが、今回の更改では、業務シナリオの入出力情報についてもカスタマイズを実施できるようにした。

(1)入力情報カスタマイズ

入力情報カスタマイズのイメージを図4に示す。

方針①より業務フローに必要な入力情報は、監視対象からインタフェースを介して入手する監視／制御／検索／配信データ、業務フローの実行結果、業務特性の3つとなる。更改前のナレッジシステムにおいては、業務シナリオは監視対象装置から入手できる情報を利用していましたが、新ナレッジシステムでは業務フローの実行結果および業務特性を業務シナリオの入力情報として利用できるようにした。これらのデータは、保守者が直接入力したり、保守者が作成した業務シナリオで入力・参照したりするデータなので、簡易に利用できるようにする必要がある。そこで、更改後のナレッジシステムでは、保守者が自由に利用できるデータベース（以下、DB）およびDBにアクセスする部品を用意し、業務シナリオお

よび保守者の直接入力業務を単純化した。

(2)出力情報カスタマイズ

保守者が業務シナリオの実行結果を確認するためには画面が必要になる。保守者にとって画面表示が必要な情報とは、監視対象装置に関する情報（警報履歴やトラフィックなどのデータ）と業務シナリオの実行結果となる。更改後のナレッジシステムにおいては、図5

のように業務シナリオの実行結果を含め、画面に表示すべき情報はすべてDBに保存し、画面はDBアクセス部品を利用して該当のDBから必要情報を取得する方式とした。また、取得した情報は、画面表示部品によって自由な形式およびレイアウトで表示できるようにすることで、ユーザビリティを向上させた。画面のカスタマイズ方法としては、DBの内容を表示するコンポ

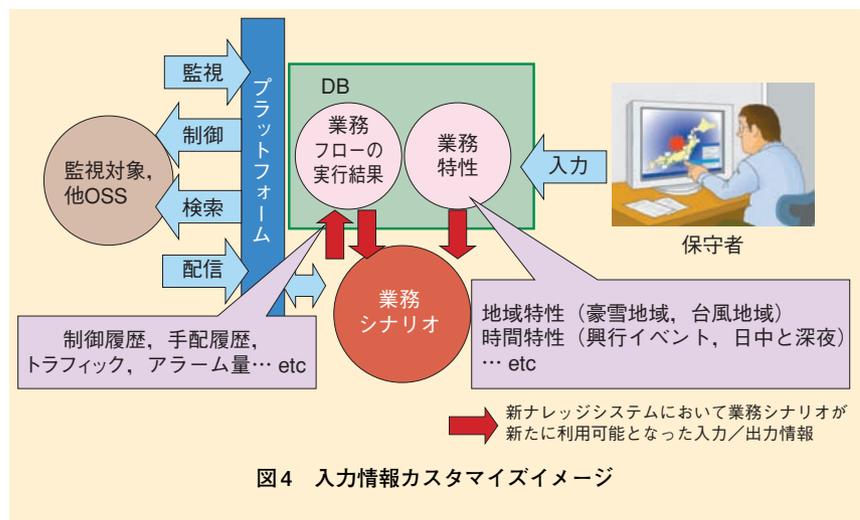


図4 入力情報カスタマイズイメージ

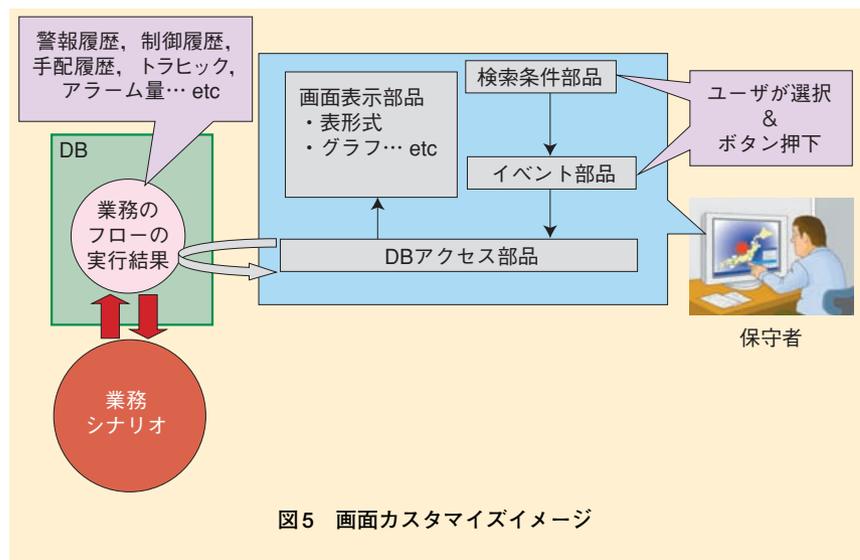


図5 画面カスタマイズイメージ

* 10 JRules™：ILOG社製(現在はIBM社と合併)のビジネス・ルール管理システム、アプリケーション開発からビジネス・ルール管理のライフサイクルまでユーザ間の共同作業を可能とする。米国IBM社の登録商標。

* 11 D3A：ドコモにおいて開発した、複数のIAサーバを束ねて高い処理能力を得ることが可能なアーキテクチャ。IAサーバはインテル社のマイクロプロセッサを搭載したサーバで、他社製マイクロプロセッサベースのサーバと比べて安価である

め、低コストで高性能のシステムを構築することが容易になる。

ーネットを、Adobe® Flex™*12 を利用し図6のようにドラッグ&ドロップで選択できる実装とした。

3.2 スケールアップからスケールアウトへ

方針②に記載したとおり、更改前のナレッジシステムの性能向上は、スケールアップによる実現方式であった。今回は仮想化技術を利用することで、性能向上をスケールアウトで対応できるようにした。

データの一元化が必要なシステムにおいて分散システム化する場合は、データの位置の把握、および経路の複数化による処理順序性の確保をどのように担保するかが鍵となる。今回はD3Aを利用することでこれらの課題を解決した。

D3Aは、アプリケーションの機能をエレメント（以下、EL）という形式で分割し、シナリオによって通信先ELの経路選択を実現することで、大規模な分散システムを構築できるミドルウェアである[1]～[4][6]。

D3Aの動作概要を図7に示す。D3Aを利用し、ナレッジシステムの機能をELとして再定義することで、D3Aが必要情報を保持するサーバへ自動的に経路選択を行うため、物理的なHWとしてデータを一元化する必要がなくなり、HW追加による性能向上が可能となった。

同様に更改前のナレッジシステムは、DBを複数サーバ化することはできず、DBについてもスケールアップが必要だった。今回は、図8のようにOracle RAC（Real Application

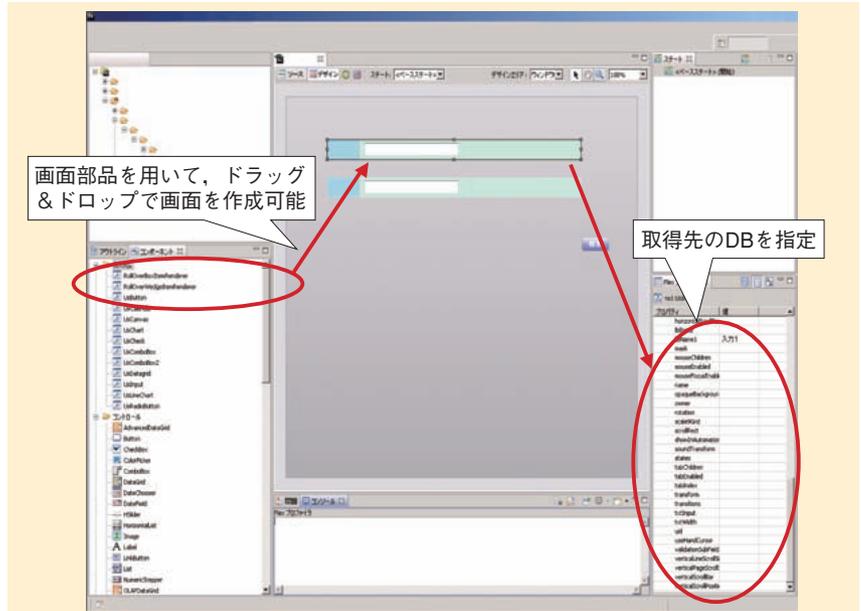
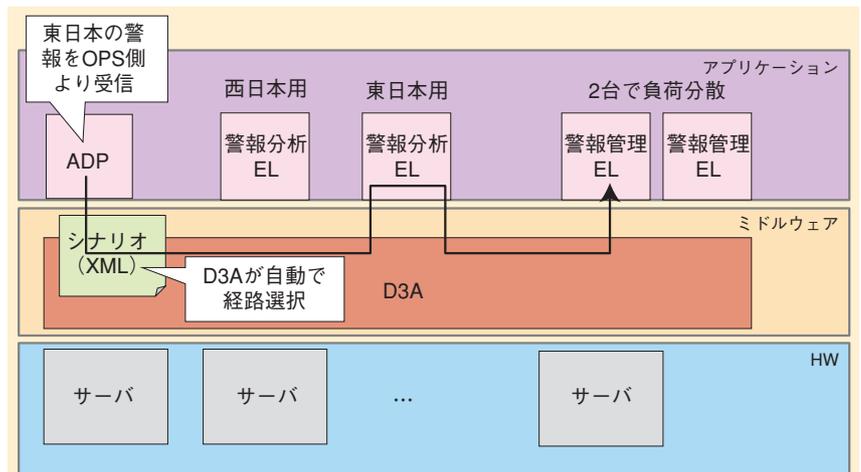


図6 画面のカスタマイズ方法



XML (eXtensible Markup Language) : W3C (World Wide Web Consortium) が提案した、文書やデータの意味・構造を記述するためのマークアップ言語の1つ。拡張可能であり、ユーザが独自のタグを指定できる。

図7 D3Aの動作概要

Clusters)*13（以下、RAC）と Oracle ASM（Automatic Storage Management）*14（以下、ASM）の技術を組み合わせて利用することで、DBについてもスケールアウトを可能とした。

RACは、クライアントからの接続を負荷の低いDBサーバへ自動的に振り分けることで、複数のDBサーバを仮想的に巨大なDBサーバに見せる技術である。そのため、DBサーバの処

*12 Adobe® Flex™：アドビシステムズ社製のリッチインターネットアプリケーションの統合開発環境とソフトウェア開発キット。米国アドビシステムズ社の登録商標。

*13 Oracle RAC：Oracle社製のDBを冗長化するソフトウェア。複数のOracle DBが別々のサーバで起動し、すべてのDBがひとつのデータファイルを共有していることから、障害が発生してもサービスにはほとんど支障がないシステム。

*14 Oracle ASM：複数のディスクを仮想的なディスクグループとして管理することで、ストレージグリッドを実現するためのソフトウェア。

理性能が不足した場合は、RACを使用することでDBサーバを増設するだけで性能向上が可能となる。

また、ASMを利用すると、複数のストレージを仮想的に巨大な1つのストレージにみせることができる。そのため、DBのディスクが不足した場合は、ストレージを追加するだけで容量拡張が可能となる。

3.3 ミドルウェアを含めたアーキテクチャの変更

方針③に記載したとおり、更改後のナレッジシステム開発では自社開発ソフトウェアおよびオープンソースソフトウェアを使用することとした。

3.2節のスケールアウト対応および自社製品という理由から、通信基盤にはNW-OPS (Operation System)^{*15}で使用しているD3Aを用いた[5][7]。通信ミドルウェア変更に伴いアプリケーションへの影響変更量を最小化するため、更改後のナレッジシステムではアプリケーションとD3Aの間にCORBAとD3Aとの変換機能 (D3A ラッパー) を開発し、図9の構造とした。これにより、既存のアプリケーションを活用しつつ、D3Aを利用することができた。

また、業務シナリオエンジンにもノード系NW-OPSで使用されているWMS (Work Management System)^{*16} [7]を用いた。WMSはノード系NW-OPSで主に交換機のファイル更新を自動で実行するために使用されているシステムであり、自動実行させたい業務を「シナリオ」に

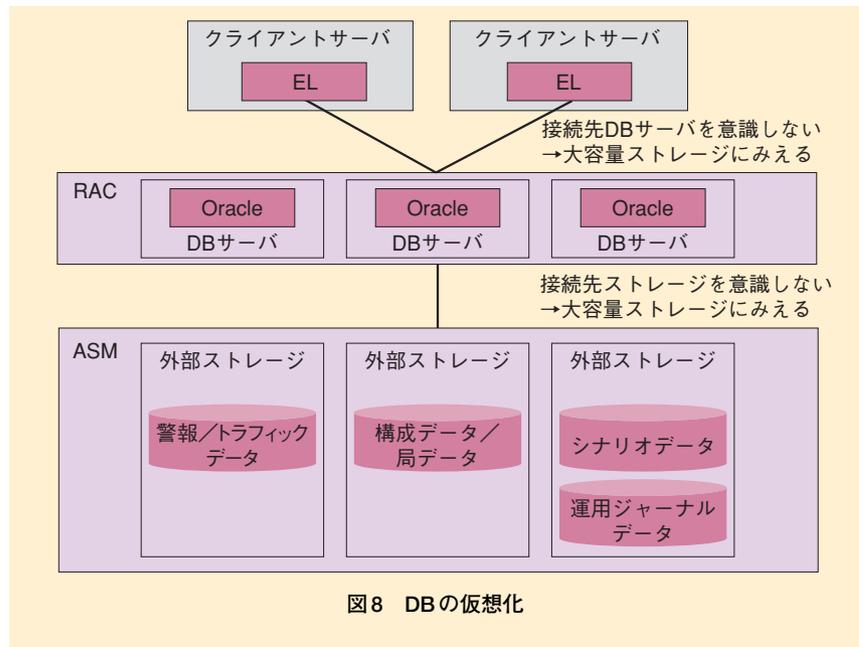


図8 DBの仮想化

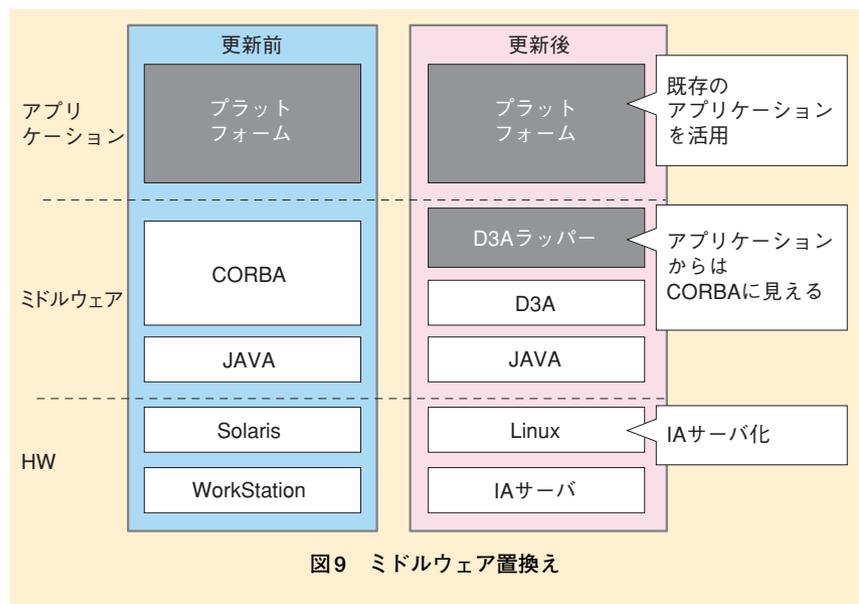


図9 ミドルウェア置換え

記載することで実現している。WMSを用いた業務シナリオエンジン開発においては、JRulesの業務シナリオをWMS用の業務シナリオへ変換するツール、およびJRulelsとWMSとの変換機能を開発することで、更改前のナレッジシステムで使

用していた業務シナリオを活用することができた。

また、業務シナリオの作成には、従来JRulesで提供されていたフローエディタ機能が必要となるが、今回、オープンソースであるEclipseTM*17とJWT (Java^{*}18 Workflow Tooling)^{*19}

*15 NW-OPS：ドコモのネットワーク内の装置に対する保守監視を行うためのシステム。
 *16 WMS：ドコモのOSSの1つであり、ネットワーク管理業務を自動化するシステム。
 *17 EclipseTM：IBM社製の統合開発環境 (IDE) の1つ。Eclipse Foundation, Inc.の登録商標。

*18 Java：オブジェクト指向のプログラミング言語。Javaにより実装されたアプリケーションは仮想マシン上で実行されるため、異なるプラットフォーム上で動作可能である。

*19 JWT：Eclipse Foundationが作成したEclipseプラットフォームに対応したワークフローエディタ。オープンソースのビジネス・プロセス設計・開発を可能とするツール。

を採用することにより、業務シナリオ要素のドラッグ&ドロップで、業務フローを作成可能とした。業務シナリオの作成イメージを図10に示す。

D3A ラッパー、JrulesとWMSとの変換機能、業務シナリオ変換ツールを開発することで、アプリケーションを流用しつつ、D3AやWMSといった自社開発ソフトウェアや、オープンソースの導入推進を達成できた。

3.4 新アーキテクチャを利用したさらなる改善

更改後のナレッジシステムのアーキテクチャを応用することで、新規装置追加時に他システム（NE-OSS：Network Element-OSS^{*20}）との間のインタフェースを制御するアダプタ（以下、ADP）の変更量を削減することができた。

インタフェースの基本要素は、シーケンス制御とデータ変換である。そのシーケンス制御およびデータ変換表（StyleSheet^{*21}）の呼出を、業務シナリオで実現できるようにした。ADPに前述のWMSエンジンを適用することで、業務シナリオとStylesheetの変更のみで新規装置への対応が可能となり、開発の容易化が実現できる。

4. あとがき

ナレッジシステムの更改における新たなアーキテクチャの導入について説明した。更改後のナレッジ

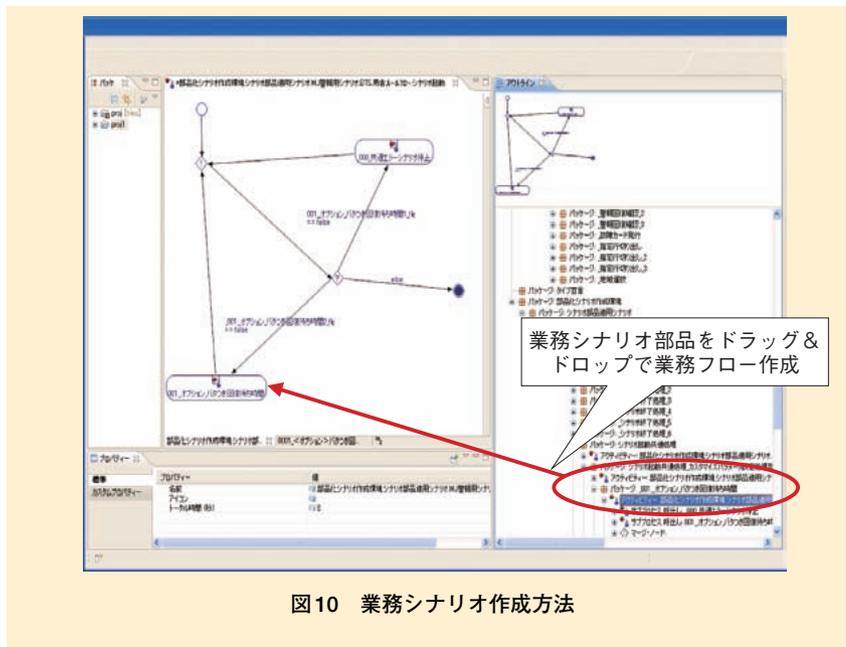


図10 業務シナリオ作成方法

システムは2011年1月から本格運用を開始している。今回の更改により、導入コスト、ランニングコストの低減が図られるとともに、保守者カスタマイズの範囲を拡張したことによって、さらなる保守業務へのサポート拡張が可能になると考えられる。今後はこれらの効果確認や、カスタマイズアーキテクチャの、他システムへの水平展開などを検討していきたい。

文献

- [1] 小山田, ほか: “ネットワークオペレーションナレッジシステムの開発,” 本誌, Vol.12, No.2, pp.43-50, Jul. 2004.
- [2] 小山田 聡, 古谷 雅典, 大野 孝生, 谷川 延広: “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,” 信学技報, NS, Vol.102, No.348, pp.99-104, Sep. 2002.
- [3] 小山田 聡, 田原 拓永, 古谷 雅典, 大野 孝生: “ネットワークオペレーションナレッジシステムにおけるシナリオ生成環境に関する一考察,” 信学技報, NS, Vol.103, No.442, pp.103-106, Nov. 2003.
- [4] 眞子 昌一, 大野 孝生, 小山田 聡, 谷川 延広: “ネットワークオペレーションナレッジシステムにおけるジャーナルデータ収集の効率化に関する一考察,” 信学総大, B-6-38, Mar. 2004.
- [5] 藤井 邦浩, 渡邊 稔也, 秋山 一宜, 高橋 和秀, 谷川 延広: “分散データ駆動型アーキテクチャの実装と性能評価,” Technical report of IEICE, TM 103(43), pp.1-6, May 2003.
- [6] 秋山, ほか: “オペレーションシステム経済化技術—分散データ駆動型アーキテクチャ—,” 本誌, Vol.13, No.2, pp.36-46, Jul. 2005.
- [7] 田村 宏直, 秋山 一宜, 高橋 和秀, 神宮 司 誠: “2次元分散データ駆動型アーキテクチャの実用化 (品質とコスト・及び一般),” Technical report of IEICE, TM 104 (327), pp.7-12, Sep. 2004.

* 20 NE-OSS：移動通信網のネットワーク装置にて発生している故障や輻輳の発見と、それに対する制御・措置を行っているOSS。

* 21 StyleSheet：XMLで記載されたデータをXSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) を利用して変換するときの変換処理内容。変換元XML文書とStyleSheetを基に、XSLTプロセッサを利用してXMLデータ構造変換を行うことが

できる。StyleSheet自体もXMLで記述されている。