

# Technology Reports

## Technology Reports

### ユーザ体感品質のリアルタイム監視を実現する サービスオペレーションシステムの開発

スマートフォンに代表されるように、移動端末の利用形態は多様化しており、従来のNE監視のみによって安定したサービス品質を維持することが困難になりつつある。この課題に対処するため、サービス品質を直接監視する機能を具備したサービスオペレーションシステムを開発した。本稿では、サービス監視の必要性と本システムの概要について解説する。

ネットワーク開発部 あおやま しんや 青山 晋也 とうべ ひでき 藤部 秀樹  
むらまつ ひろき 村松 宏基  
 サービス運営部 いわみ さき 岩見 早紀

#### 1. まえがき

近年、移動端末が生活インフラとして定着するに従い、スマートフォンに代表されるようにさまざまな利用形態が提供されるようになった。

これまでは、通信ネットワークにおいて安定した品質を維持するために、ネットワーク装置（NE：Network Equipment）監視を行うことで対応してきた。NE監視とは、NEから通知される情報、または、NEに対して定期的に状態問合せを実施して得られる情報を基に、ネットワーク上の故障検知や故障解析、復旧措置を実施することである。しかし、NE監視でサービスの提供状況を把握するためには、NEから取得した状態や警報を基に、監視者のノウハウや経験からサービスへの影響を判断することが多く、サービス提供状況を可視化する

ることには限界があった。さらに、前述のような利用形態の多様化や変化において安定したサービス品質を維持するためには、ユーザ1人ひとりの体感品質をリアルタイムに監視し、高度な分析や解析をすることが求められることになる。

そこで、ドコモでは従来のNE監視だけでなく、サービスそのものを監視できる機能を開発した。本稿では、サービス監視の必要性と本システムの概要について解説する。

#### 2. サービス監視の必要性

##### 2.1 NE監視の課題

従来、用いられてきたNE監視には以下のような課題があった。

- (1) 課題①：サービスへの影響を的確に判断することが困難  
 検出された異常が提供サービスにどのように影響を与えているか

については、監視者の経験やノウハウに基づいて判断されることがあった。装置の故障箇所とそれが影響をおよぼすサービスを紐付けて管理し、影響が出るサービスを特定する手法もあるが、装置故障のパターンは多岐に渡るため、確実に特定することは難しい。さらに、近年の移動端末の利用形態の多様化により、提供されるサービスもさまざまであるため、装置とサービスの紐付けは一層困難となっている。

- (2) 課題②：サイレント故障の検出が困難

NE監視はNE自身が異常を検出した場合にのみ警報が通知される。このため、NE自身が異常を検出できないサイレント故障の場合は発見が難しい。さらに、NEの設定変更誤りなどに起因する場合は、NE自身は設定内容に従って正常に動

作しているが、実はサービスは正常に提供できていないという状況も起こりうる。この種の故障は発見が難しいため、ユーザ申告によって明らかになることが多い。結果として、復旧対処が遅延し、時として大規模障害として多くのユーザに影響をおよぼしてしまうこともある。

(3)課題③：再現性の低い事象の原因調査が困難

ユーザ申告などにより発見された事象については、NEの警報だけではその解析が困難となる場合がある。このような場合、通常は、試験的に呼を発生させて再現を試みたり、特定の電話番号に対してロ

グ取得の設定を行ったりしてその再現を待つといったことが行われる。しかし、再現性の低い事象であった場合、その事象の確認ができず、結果、調査が長期化し対処が遅れてしまうことがある。

2.2 サービス監視の概念

2.1節で述べたように、NE監視だけでサービスへの影響を的確に検知するには限界がある。そこで、NEがどのような状態であれ、サービス自体が正常に提供できているかどうかを監視する手段（サービス監視）が必要となる。NE監視とサービス監視の違いを図1に示す。

NE監視の課題から、サービス監視に求められる要素は以下であると考えられる。

(a) サービスの見える化

サービスが提供できているかどうかは、推測ではなく、客観的な事実に基づいて判断されるべきである。また、どのサービスに、どの程度の影響を及ぼしているかを正確に把握できるべきである。

(b) サービス異常のリアルタイム検出

NEが異常と判断できない事象でもサービス品質に影響が出る可能性があるため、サー

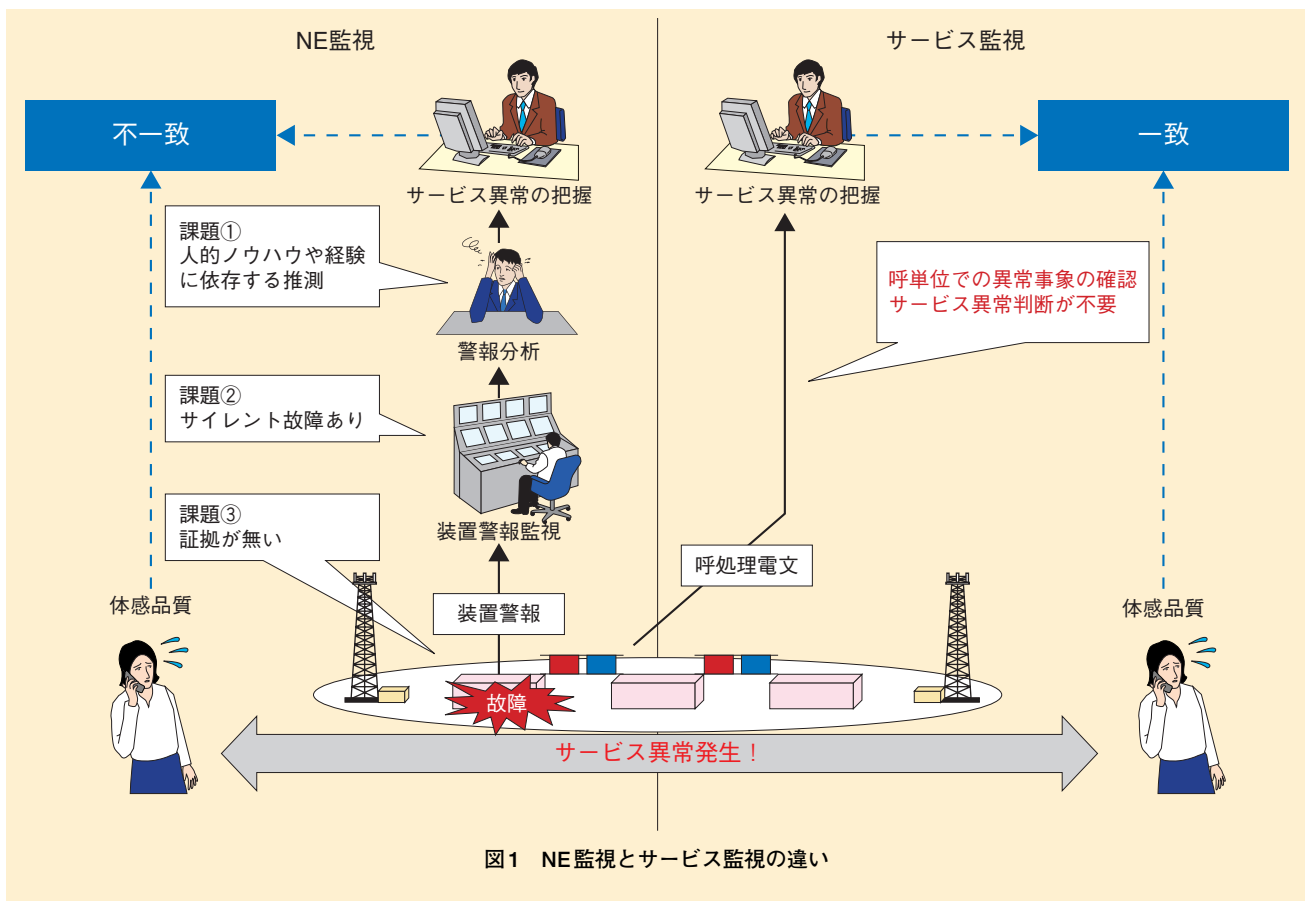


図1 NE監視とサービス監視の違い

ビス品質そのものをリアルタイムに監視することが必要である。

(c) 事象の根拠確認

再現性の低い問題事象に備えるため、事実を確認できる根拠を残すべきである。

つまり、NE自身がどういった状態であるかということではなく、NEがどのような動作をしているかが重要となる。これは、どのような呼処理が行われているかを把握し、それを唯一の事実として扱うということである。

2.3 サービス監視の必要機能

サービス監視に必要な機能を図2

に示す。

・サービス異常監視機能

サービス異常（サービス中断やサービス品質低下）を検出し、警報化して表示する機能。サービス異常の影響を明確にするため「影響サービス名」「影響範囲」「影響数」をリアルタイムに警報表示することが求められる。

・サービス品質管理機能

サービス品質指標の生成、蓄積、検索を可能とする機能。定義したサービス品質指標に対する満足度を明確にし、問題があった場合はその要因を分析可能とするため、柔軟な品質指標の検索が実施できる

ことが求められる。

・通信履歴表示機能

ユーザクレーム受付時などに、事象の確認、問題解析をするために、通話詳細記録（CDR：Call Detail Recording）を蓄積／検索／表示する機能である。

膨大な通信履歴の中から、日時、サービス種別、加入者番号などを指定することで、即時に検索結果を表示することが求められる。

また、必要に応じて、異常のあったCDRに対応した通信電文そのもの（Rawデータ）も表示できる必要がある。

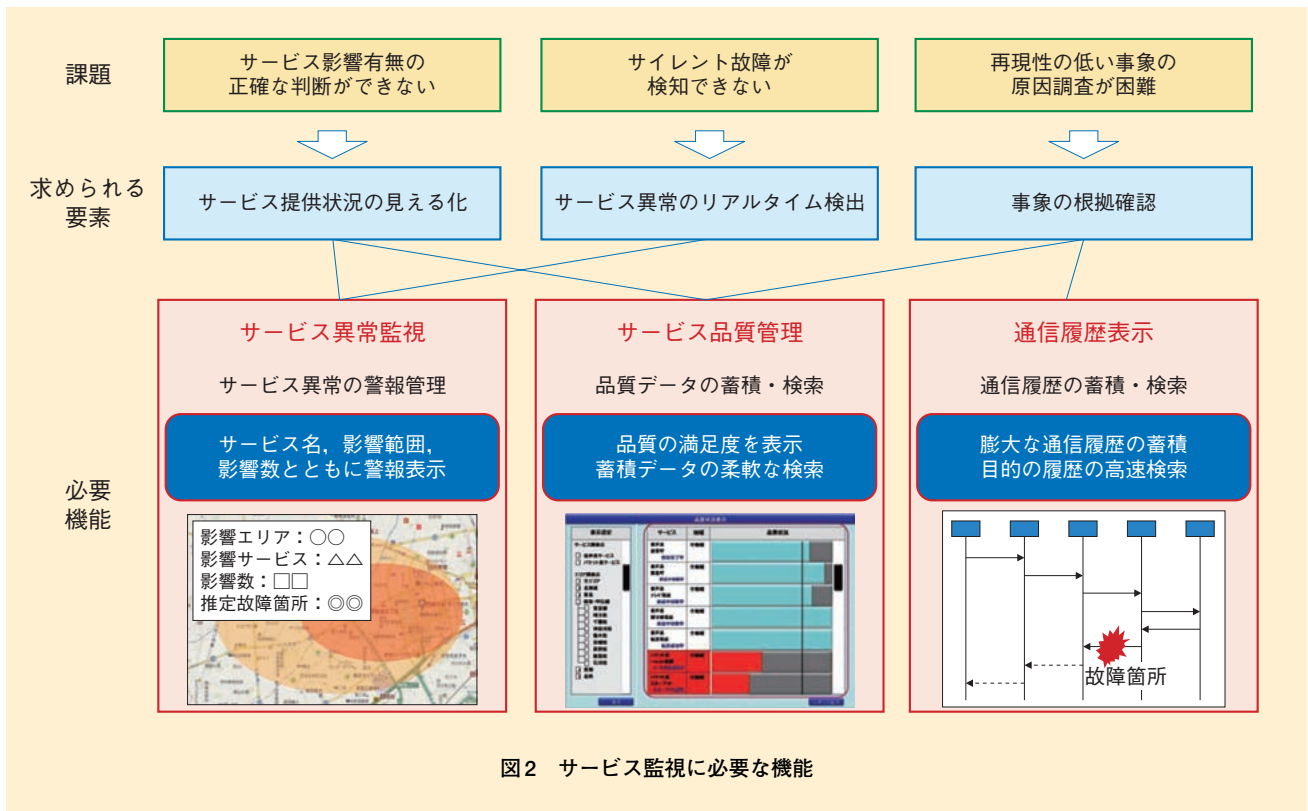


図2 サービス監視に必要な機能

### 3. サービス監視オペレーションシステムの実現方式

#### 3.1 実現方法

(1) サービス異常監視機能およびサービス品質管理機能の実現方法

一般に、サービス品質の管理を行うための手段として、ネットワークの品質指標であるネットワーク性能指標値 (KPI: Key Performance Indicator) を基に、サービス品質指標であるネットワーク品質指標値 (KQI: Key Quality Indicator) を算出し、管理する手法がある[1]。KQIは、複数のKPIを複合的に演算し、監視対象単位に集約することで、サービス単位の品質指標、あるいは、局舎単位の品質指標を算出したものである。このKQIを統計分析し、異常をリアルタイムに検出することで、サービス異常の影響範囲を明確に監視することが可能となる。

KPIの取得方法としては、大きく2つの方法がある。

①NEトラフィックとして取得する方法

NEトラフィックとしてKPIを取得する方法は、特別な設備投資が不要である点が長所となる。また、装置単位に、かつ単純な信号数カウントといったものであれば容易にKPIを生成可能である。ただし、NEにとってはあくまでも呼処理が最重要であり、トラフィックの生成は、呼処理に影響を

与えない余力のリソース内で実施せざるを得ない。よって、より細かい単位で分析したい場合、例えば、端末種別ごとやプロトコル単位ごとに情報を取得したい場合は、処理負荷の増大や蓄積領域の切迫といった懸念が発生する。さらに、トラフィック情報をサービス監視に使用する場合は、異常検出を即時に行う必要があるため、トラフィック情報からリアルタイムにKPIを生成する必要があり、NEに対する負荷増大の原因となり得る。

②プローブ\*1により、ネットワーク上の通信電文データを取得する方法

プローブによりKPIを取得する方法は、カウント処理自体を外部サーバで実施する方式である。カウントの処理負荷が呼処理に影響を与えないため、そのリソースのすべてをKPI生成に費やすことができる。よって、より細かい単位のカウントが可能であり、さらに詳細な品質の測定、例えば、音声品質測定、ピークスループットの測定、レスポンスタイムの測定、プロトコルごとの分析などが可能となる。

(2) 通信履歴表示機能の実現方法

通信履歴としては、CDRと通信電文データがある。CDRは、呼処理を実施した要約情報である。呼処理を行っているNEで生成することは容易であり、負荷もそれほど

問題とならない。通信電文データの生成は、膨大な呼処理電文を内部ディスクに保存し、さらにそれを検索用にCDR単位に紐付ける必要がある。この処理を、呼処理に影響を与えないように行うことは現実的ではない。プローブは、呼処理を実施していないため、通信電文データ生成およびCDR単位へ紐付けることが可能である。

#### 3.2 実現方針

近年、移動端末の利用形態が多様化しており、より細かなサービス単位でのKPI取得が必要となる。今回の開発ではKPI/通信履歴の取得において、直接NEから取得する方法も検討した。取得方法の比較結果を表1に示す。比較結果に加え、プローブ取得には以下の利点があるため、プローブを用いることとした。

- ・サービス異常時の切り分けには、通信電文データを基に異常解析を実施するため、通信電文データを参照できる機能が必須である。
- ・プローブは製品として市場で広く提供されており、価格も低減していく傾向がある。また、用途に合致したプローブ製品を選択して購入することが可能である。
- ・市販のプローブ製品には、KPIを外部システムへ出力するためのインタフェースを備えている場合が多い。

\*1 プローブ: NWに流れているデータを取得し、プロトコル解析を行い、KPIを算出する機器。

### 3.3 システム構成

データキャプチャ部 (DC部)、監視機能部 (MT部) からなるサービス監視のシステム構成を図3に示す。DC部は、モバイルネットワーク

で使用されているさまざまなプロトコルに対応するために、市場で広く提供されているプローブ製品の中から、取得用途にあったKPIを生成できるものを適材適所に採用

することが可能な構成とした。MT部はDC部から取得したKPIを一元管理するためのサービス監視基盤となる。

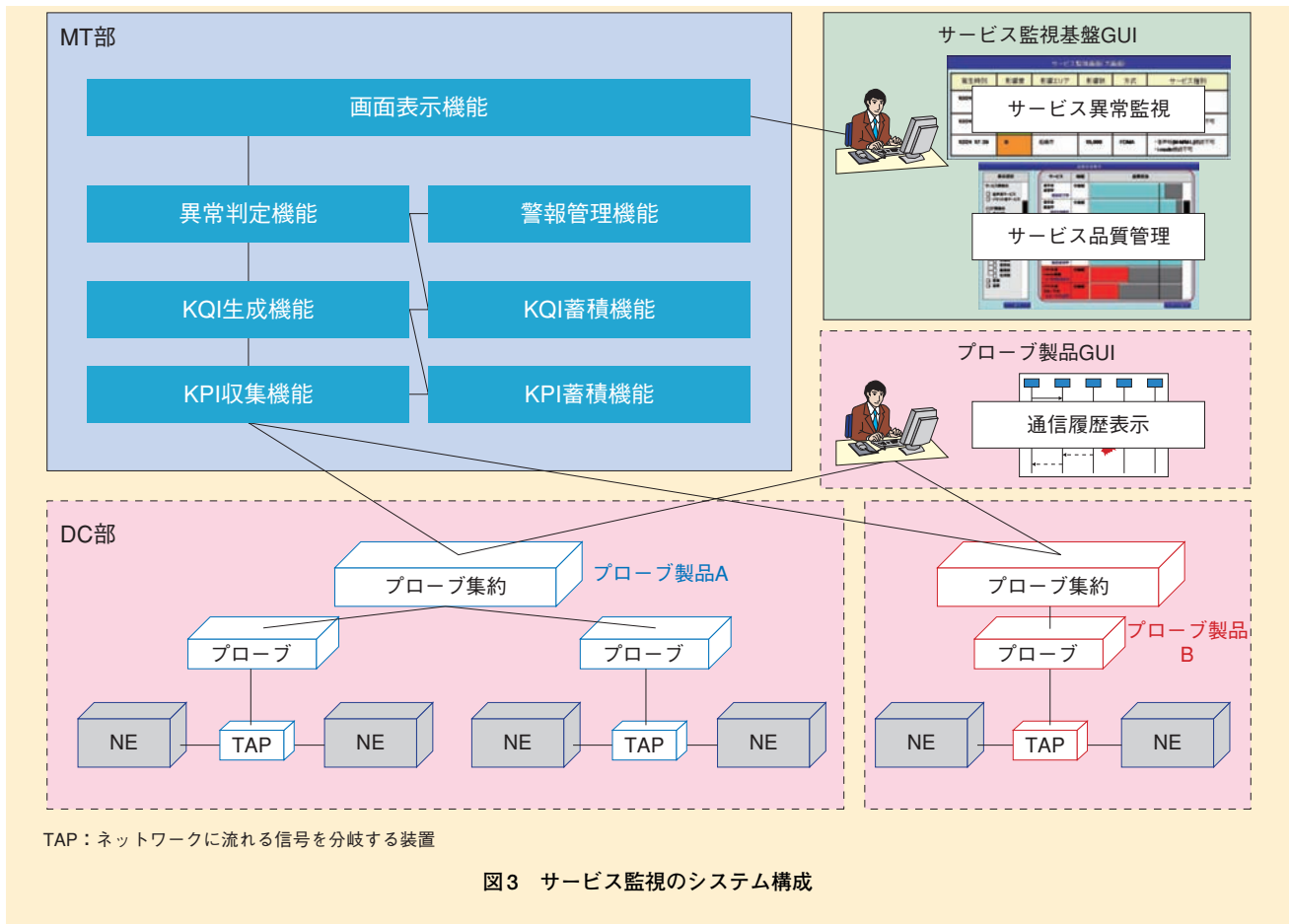
さらに、MT部で必要となる、KQI生成/異常判定機能については、我々の監視方針や監視対象サービスに応じて柔軟にカスタマイズできる必要がある。また、他のオペレーション装置と操作性を合わせることにより、保守者の操作方法もあわせる事ができるので、独自に開発をしている。

(1) MT部の実現課題

MT部開発にあたり、性能面・運

表1 取得方法の比較

分類	項目	NE取得	プローブ取得
KPI	リアルタイム性	△	○
	信号数カウント	○	○
	品質測定	×	○
	カウント単位	装置単位 など	装置単位 端末種別単位 プロトコル単位 など
通信履歴	CDR	○	○
	Rawデータ	×	○





用面の観点から4つのポイントがある。

・リアルタイム性

サービス監視の実現のためには、蓄積したKPI/KQIを基にリアルタイムに異常判定する必要がある。この場合、データベースに対する参照や蓄積を、頻繁に、かつ、リアルタイムに行うため、検索量を減らす工夫が必要となる。

・生産性

サービス品質指標は、ユーザニーズの多様化によって日々変化するため、監視者にてそれらの指標（KQI生成・異常判定）をタイムリーに変更可能とする必要がある。そのためには、開発を伴わず、KQIまたは異常判定ロジックを監視者自身が必要なタイミングでカスタマイズできると良い。

・拡張性

取得するKPI/KQIの増加や監視対象範囲の増加に伴う蓄積量や処理量の増加に対して、容易に拡張可能なシステム構成である必要がある。

・可用性

ハードウェアやソフトウェアの故障に対して運用中断なく迅速に回復できる冗長構成方式が必要である。さらに、故障発生時の影響を局所化できることが望ましい。

(2) MT部の課題解決案

・リアルタイム性

異常判定対象をグループ化

(例：サービスごと) し、そのグループ情報を各KPIに付与し、DB登録する。この手法により、グループ単位で警報判定を行う場合、対象となるKPI/KQIを特定でき、余分な検索量を軽減することが可能となる(図4)。

・生産性

監視者が直感的にイメージできるように、KQIや異常判定ロジックをKPIで構成される数式や判定式で定義・編集し、その定義からSQL<sup>\*2</sup>文を自動生成し、DBへ蓄積を行う(図5)。つまり、数式や判定式の定義作業のみ監視者で行い、DBアクセスにかかわる作業は自動生成されたSQL文に任せるこ

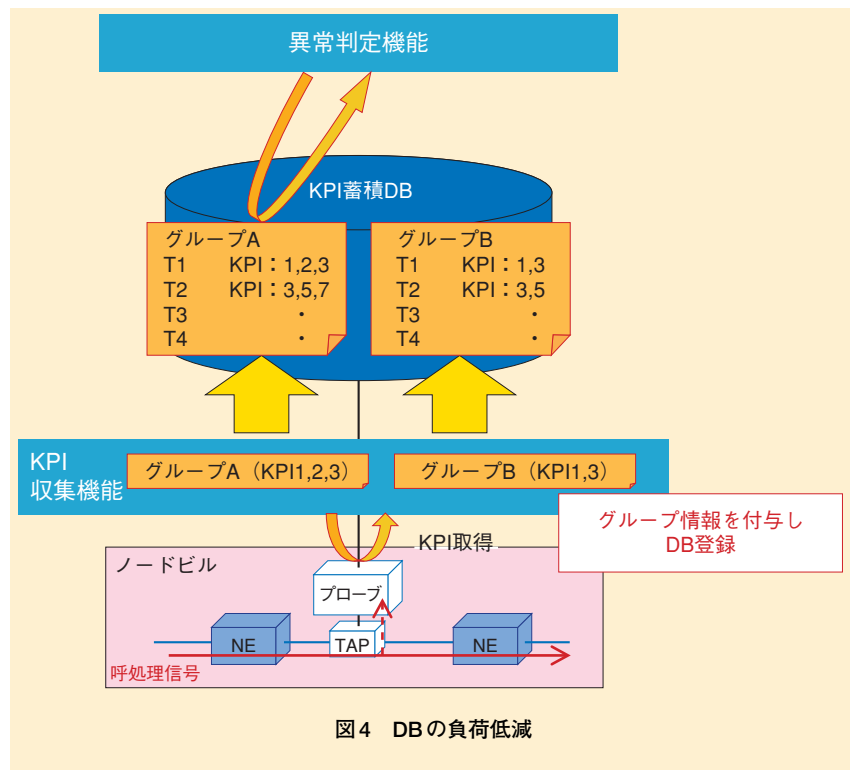
とができる。

・拡張性、可用性

他のオペレーション装置が使用しているD3A<sup>\*3</sup>基盤を使用する[2]。

取得するKPI/KQIの増加や監視対象範囲の増加に伴う蓄積量や処理量の増加に対しても、D3A基盤を使用することにより、影響するEL(KPI蓄積DB)のハードウェア(IAサーバ<sup>\*4</sup>)の追加による拡張が可能である。

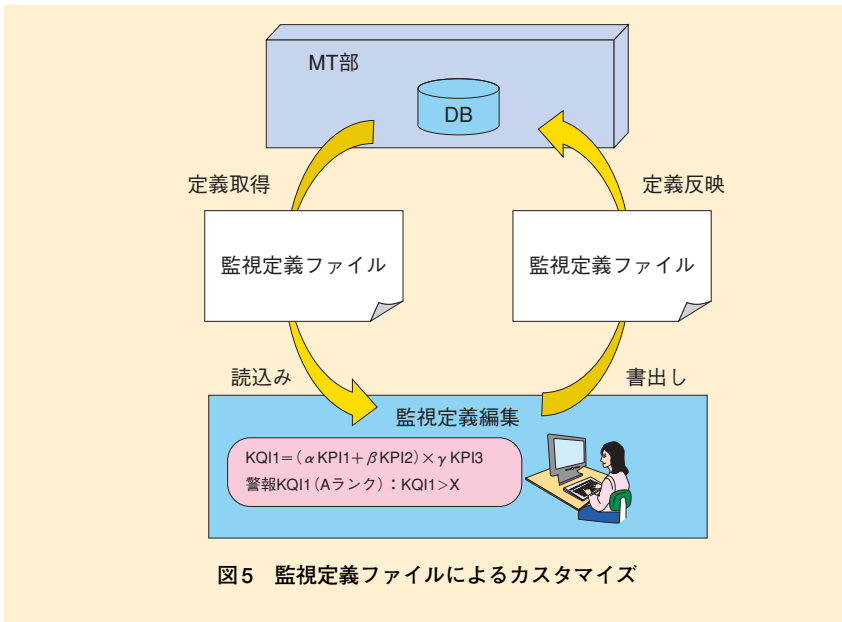
D3A基盤では機能の特性に応じて、n-ACT構成<sup>\*5</sup>(選択実行型)、n-ACT構成(並列実行型)、およびn-ACT/m-SBY構成<sup>\*6</sup>の3つの構成を選択することができる。各機能をIAサーバ



\*2 SQL : 米International Business Machines Corp.が開発したデータベースの定義や操作などに用いるデータベース操作用語のこと。  
\*3 D3A : ドコモにおいて開発した、複数のIAサーバ(\*4参照)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。  
\*4 IAサーバ : Intel社製のマイクロプロセッサを搭載したサーバ。内部構造はパソコンとほぼ同様であり、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ことが特徴。

\*5 n-ACT構成 : N台のサーバが並行稼働して、処理負荷を分散する。1台のサーバで障害が発生した場合、他のサーバで処理を引き継ぐことが可能。  
\*6 n-ACT/m-SBY構成 : N台のACTに対してM台のSBYサーバを配備する方式。



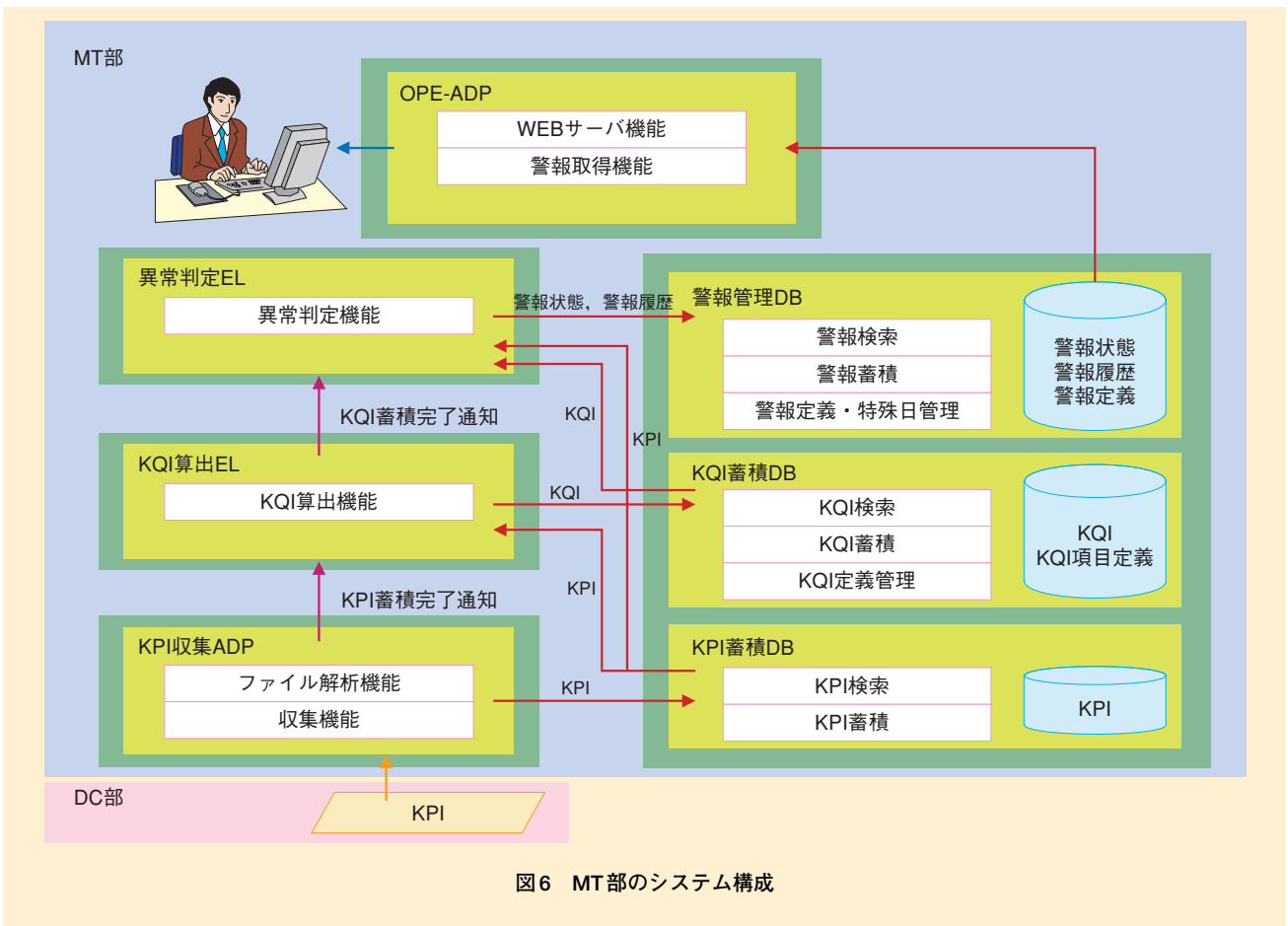
バごとに配置し、それぞれ適切な冗長構成を具備することにより、故障時の業務影響を局所化でき、高い可用性を実現している。

#### 4. サービス監視オペレーションシステムの実装

D3Aを用いたMT部のシステム構成を図6、各部の説明を以下に示す。

- ・ KPI収集アダプタ（KPI収集ADP）

DC部からKPIの取得を行う。



また、KPIを監視機能部内で扱うためのデータ構造に変換する機能を具備し、プローブ製品ごとに異なるKPI取得インタフェースの差分を本ADPで吸収する。

- ・ KQI算出エレメント (KQI算出EL)

KPI収集ADPよりKPIの蓄積完了通知を受信した後、KQI生成を行う。

- ・ KPI/KQI蓄積DB

KPI/KQIそれぞれをDBへ蓄積する機能を有する。

- ・ 異常判定EL

KPI, KQIを分析し、異常判定する機能を有する。

異常判定のロジックとしては、単純なしきい値判定のほ

か、前週同一時間帯のような過去時間帯比較、低トラフィックなどを考慮した複合判定など、警報の誤検出を防止するための異常判定ロジックの設定が可能である。

- ・ 警報管理DB

異常判定ELにおいて判定された結果（警報情報、発生日時、ステータス）を保持する。

- ・ オペレーション表示アダプタ (OPE-ADP)

画面表示機能を保持し、システム監視者のために、ヒューマンインタフェースを提供する。

## 5. あとがき

本稿において、サービス監視の

必要性およびサービスオペレーションシステムの概要について解説した。

すべてのユーザをサービスオペレーションシステムによって監視するためには、プローブが大量に必要となり、その導入費用が課題となる。よって開発初期は、閉域ネットワークを監視することから始め、徐々にサービスオペレーションシステムを拡張していく予定である。

### 文献

- [1] TMF GB917: "SLA Management Handbook, Release 2.5," Jul. 2005.
- [2] 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ー," 本誌, Vol.13, No.2, pp.36-46, Jul. 2005.