

5A-2

オープン・システム上での障害発生部位特定方法の提案

Discussion of how to reach to a root failure point in open systems problem

篠原 昭夫

泉 隆

Akio Shinohara

Takashi Izumi

日本オラクルインフォメーションシステムズ

日本大学

**Discussion of how to create a function chain, and how to reach to a root failure component. Using a function chain method enables to draw down a problem without waring the difference of hardware and software. Also it provides a thinking for logical structure of the function chain.**

1. はじめに

オープン・アーキテクチャ製品で構成されるシステムは様々なメーカーの製品を統合するため、障害発生時の原因部位特定が困難なことが多い。また近年ではソフトウェア、ハードウェアを統合してひとつの製品としたアプライアンス品が増加しており、このことも障害の原因部位特定を困難にする要因となっている。さらにこれらは商品寿命が短く、未知障害の発生率が低下しない傾向が続いている。このような場合の障害原因究明は人手で行われるがその手法は確立されておらず、多くの場合は経験則などに頼っているのが実情である。そこで、原因部位特定を容易にする方法として機能線を提案する。

提案する機能線は、データの流れて配置されるコンポーネントを結んだグラフ構造で、障害をシステム内のある二点間でデータの転送に問題が発生したと捉えることに基づくものである。すなわち機能線上にシステムを構成するコンポーネントを配置する図表現により、障害部分を視覚化し、障害調査の対象、方向を明確にするものである。また機能線は、その分解レベルを順次上げてゆくことで調査をより詳細かつ絞り込んだ段階へと効率的に運ぶことができる。本報告では提案する機能線の考え方、作成方法などについて述べる。

2. 対象システムの規模と障害の定義

オープン・アーキテクチャ製品で構成されたシステムの殆どは中・小規模である。小規模システムはサーバ台数が1から数台程度、中規模はサーバが数台から数十台程度のもを指すとする。本報告ではこの規模を対象とする。一般にシステム障害は以下の二つに大別されると考えられる。

- A: 必ずしも製品の不具合、故障等の問題が発生しておらず、システム管理者、利用者が問題と指摘している事象。(例)パフォーマンス問題
- B: ソフトウェアまたはハードウェアで不具合、故障等の問題が表面化している事象。

Aは使用者の視点で、Bは技術的な視点の障害である。本報告ではBを対象とする。

障害発生時に使用者は何らかのエラーメッセージを受けてこれを認識するのが一般的である。また調査はこのエラーメッセージを出した箇所から開始される。この開始箇所を発動点と呼ぶ。発動点は障害部位と一致しているとは限らない。発動点と障害部位の例を挙げる。

- 例1: ftpクライアントからのファイルget操作途中で転送が中断して失敗した(図1a)。  
障害部位: ftpクライアントPC内蔵のfirewallに設定された同時転送制限量を超え強制中断された。
- 例2: ディスク・ドライブからの読み出し中にOSのシステム・ログにASC/ASCQ=0x3/11が記録され、

読み出しが失敗した(図1b)。  
障害部位: ディスク・ドライブ内で該当ブロックが読み出せない状態となっている。

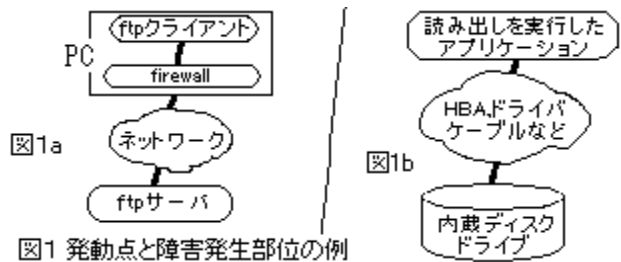


図1 発動点と障害発生部位の例

例1の発動点はftpソフトウェア自体である。一方、例2ではASC/ASCQを報告したのは問題が発生したディスク・ドライブ自体なので、発動点と障害部位が一致している。

3. 機能線による障害発生部位特定

3-1 機能線の定義

障害をシステム内のある二点間でデータの転送に問題があると捉え、データの流れて配置されたコンポーネントが配置されたグラフ構造で表し、これを「機能線」と定義する。

図1の2例を比較すると様相の異なる障害の概観記述が類似していることに気付く。図1aの中でftpクライアントからftpサーバ上の目的ファイルのデータに至る経路が機能線となる。同様に図1bではアプリケーションから内蔵ディスク・ドライブ上の目的ブロックに至る経路が機能線となる。これらを踏まえ、機能線は以下の規則に則る。

- 1. 分岐のない1本の線とする
- 2. 始点は目的データの格納場所とする
- 3. 終点は目的データを要求した場所とする

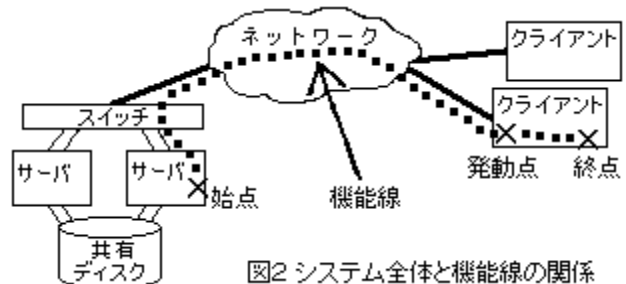


図2 システム全体と機能線の関係

障害は機能線上でのデータ転送の失敗であると考え。この考えに基づく機能線上には障害原因部位が必ず存在する。つまり障害とは目的データの転送が正しく行われなかった、またはそれが期待する場所に正しく格納されていなかったことが要因と考える。上記規則による機能線で記述困難な障害は、データ遅延到達で障害が発生している場合など、時間要素を含んだ事象である。機能線に時間要素を含めることも可能であるが、本報告では言及しない。

### 3-2 機能線とコンポーネント

機能線上にはコンポーネントが配置されている。コンポーネントとは、システムを構成している要素で目的とするデータ転送に関与するものである。

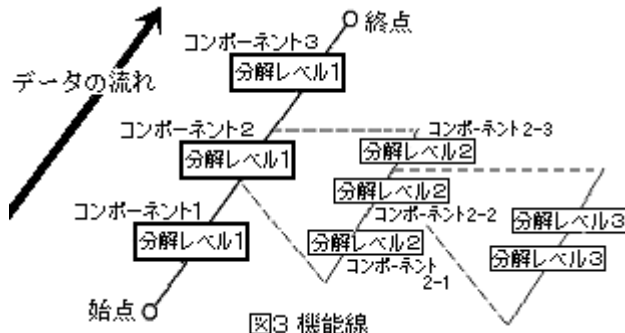


図3 機能線

図3ではコンポーネント1から3が障害発生被疑部位である。調査結果からコンポーネント2が障害部位と判明した場合は、このコンポーネントのみ分解レベルを上げより詳細な部位特定を行えばよい。つまり分解レベルを上げるとは障害発生部位をより絞り込むこととなる。

### 3-3 機能線の生成

機能線の生成は以下の手順で行う。

- step1 発動点での情報を元に始点と終点を決定する
- step2 始点-終点間に存在するコンポーネントを可能な限り低い分解レベルにて列記する
- step3 一列記されたコンポーネントをデータの流れ(終点方向)に向かって並べる
- step4 補助機能線の作成 (可能な場合)

構成要素	実装形態	コンポーネント分解	
		分解度(低)	分解度(高)
ユーザ・アプリ	ソフト	コンポーネント	コンポーネント
プレゼンテーション	ソフト		コンポーネント
セッション管理	ソフト		コンポーネント
TCP/IP, UDP	ソフト	コンポーネント	コンポーネント
Ethernetハード2層	ハード		コンポーネント
Ethernetハード1層	ハード		コンポーネント

図4 構成要素とコンポーネントの関係

なお補助機能線は、調査対象の機能線と一部が重複する別の機能線で障害が発生していないものとする。図5でftpの成功したクライアントBから点3までが補助機能線である。この例では補助機能線を用いて点1から点3の区間を調査除外区間と判断し、調査対象を点3から点2に絞り込む。



図5 補助機能線

### 3-4 機能線を用いた障害箇所探索

機能線を用い障害部位を特定する例を挙げる。図5ではftpが失敗したクライアントPCはAで、調査対象の機能線は区間1-3-2となる。また付帯情報でftpクライアントBでは、同じサーバーから同じファイルの取得に成功したことが判明しているので補助機能線は区間3-4となる。補助機能線の情報からftpサーバーを発して区間1-3に到る区間まで

は障害は発生していないと考えられる。よって調査対象は区間3-2に絞り込まれる。実際には区間3-2の間にネットワーク機器等が存在する可能性が高いが、図5の例での分解レベルではftpクライアントA自体が次の調査対象となる。この結果ftpクライアントAに問題がないと判定されれば、その次の調査対象は区間3-2上のネットワーク機器となり、区間3-2の分解レベルを1段上げ調査を進める。

実際の機能線を用いた障害原因調査では、補助機能線を多用する。また無意識のうちに補助機能線の情報を利用して調査している事例は数多く見受けられる。

### 3-5 分解レベル決定指針

コンポーネントの分解レベルは、製品構成を意識する必要がある。これは障害調査の最終目的が対策立案であることが殆どのためである。例えばSCSIカードのファームウェアは一般にCode部分とNVRAMが組で提供される。しかしながらこれらは互換制約が厳しく、どちらか一方が障害原因部位と判明しても単独で修正版を投入することが難しい。このような場合は分解レベルが高すぎると考えられる。

## 4. 機能線の考察

### 4-1 オープン・システム障害調査における有効性

オープン・システムでは同一の機能が必ずしも同じ実装形態とは限らない[1]。ある製品がハードウェアで実装している機能を、別製品ではソフトウェアで実装していることがある。図4からわかるように機能線ではこの違いを意識せずに調査を行うことができる。

### 4-2 機能線と分解レベルの関係

図3からわかるように機能線の分解レベルを上げるとは、レベルを上げるコンポーネント自体を新しい機能線全体とみなすことと同じである。すなわち機能線は分解レベルを通して階層的な構造を持つ[2]。また機能線は、大規模ネットワークで相互接続された複数システム上での障害調査にも応用可能である。この場合は各システムをより大きなシステム内の構成コンポーネントと解釈すればよい。

## 5. まとめ

システム内で発生した障害発生部位特定に有効な機能線を提案した。これは、システム内の隣接コンポーネント同士が通信を行っていることに着目し、目的データが要求された地点に到達しないことを障害と考えたことによる。すなわち、機能線上には必ず障害発生部位を含んだコンポーネントが存在することになる。機能線を用いる手法によれば製品の実装をハードウェア、ソフトウェアの違いで意識せずに、一様にコンポーネントとして扱えるという特徴がある。さらに補助機能線を用いれば調査対象区間を削減することもできる。オープン・システムの障害調査では既知の障害情報をもとに調査を自動化したシステムも日々進歩を続けているが、未知の障害調査に対しては機能線を用いた手法は有効であると考えられる。

### [参考文献]

- [1] John L. Hufferd  
iSCSI The Universal Storage Connection  
Addison Wesley, 2003
- [2] Robert W. Kembel  
Fibre Channel A Comprehensive Introduction  
Northwest Leading Associates, Inc, 2001