材料リスク情報プラットフォームメインシステムの開発計画

野邊 潤 辻 禎之 丸 貴 徹 庸 寺 邊 正 大

株式会社 三菱総合研究所

J. Japan Inst. Metals, Vol. 66, No. 12 (2002), pp. 1271-1277
Special Issue on Materials and Technologies for Risk Society
© 2002 The Japan Institute of Metals
Overview

Project Plan of Main System of the Material Risk Information Platform

Jun Nobe, Yoshiyuki Tsuji, Tetsu Maruki and Masahiro Terabe

Mitsubishi Research Institute, Inc., Tokyo 100-8141

“Risk-based design”, “risk-based manufacturing”, and “risk-based maintenance” are increasingly being applied to the area of mechanical equipment. These are very useful concepts and methods for plant management, etc.; however, when the risks associated with mechanical equipment are examined from the viewpoint of materials, it is often difficult to obtain risk information for use as a basis for study. One reason is that most materials-related databases tend to be built separately for individual fields of study, and are limited to digitized numerical data. As an approach to solving this problem, our team began in the middle of 2001 an investigation of the feasibility of setting up a platform system for material risk information. This project was cooperated in and supported by the National Institute for Material Science. The concept of this system is a portal site to be used via the Internet, designed to collect information related to material risk from a distributed network environment and to provide it to users. “Life test data on materials”, “information on problems or accidents attributable to materials”, “standard information”, “information related to various evaluations”, “other risk information” etc., comprise the material risk information used. This paper gives an overview of our platform system for collecting information on materials-related risks and the overall project plan.

(Received August 27, 2002; Accepted September 30, 2002)

Keywords: material risk, platform system, portal site, distributed network environment, web service, metadata

1. 緒 言

昨今、機械設備においてリスクベース設計、リスクベースマニュファクチャリング、リスクベースメンテナンスという考え方や手法が聞かれるようになった¹⁾。これらの考え方が注目される理由としては、現代社会において使用される機械設備の曝される環境が非常に多岐に渡ることにより、特定の基準や規則によって設計、製造、管理することが必ずしも合理的でないことが分かってきたためと考えられる²⁾。これは多くの経験とデータの蓄積によっても裏付けられている。また社会的に見ると、規制緩和や自己責任という概念のもと、競争市場で生き抜くためにいかにコストとメリットをバランスさせるかというシビアな問題もリスクベースの考え方に注目が集まる背景にある。

しかし、材料の視点から機械設備のリスクを捉えようとした場合、その基盤となるリスク情報の入手は容易ではない。これは、首藤等が指摘しているように現在ある材料関係のデータベースのほとんどが専門分野ごとに独立して構築され、電子化された数値ファクトデータにとどまっていることに一因がある³⁾。また、それらをリスクベースで捉える場合

に必要となるバラツキや確率に関する情報の不足なども原因と言える。

そこで、物質・材料研究機構が中核機関となり、2001年半ばより、材料リスク情報プラットフォームシステム(以下、本システム)の検討ならびに開発プロジェクト(以下、本プロジェクト)を開始した⁴⁾。本プロジェクトでは、開発当初のターゲットとして火力発電プラントにおけるボイラ回りの金属材料を中心に据えている。また、本システムは、インターネットでの利用を前提としたポータルサイトであり、分散ネットワーク環境に散在する材料のリスクに関する情報を有機的に繋げて材料リスク情報として提供することを目指すものである。材料リスク情報としては、「材料の寿命試験データ」「材料に起因する事故情報」「規格・基準の情報」「各種評価関連情報」「その他のリスク情報」等を想定している。本プラットフォームにより、リスクの視点を持った者が独自に情報収集していた従来の状況が改善され、少ない労力で材料リスク情報が入手できるようになる。

本報告では、材料のリスクに係わる情報を収録しインターネットで提供する本プラットフォームのメインシステムの機能を説明すると共に、仕様構想を報告する。

Table 1 Example of risk information focusing on material.

Application	Required function	Example of loss of function
Structural material	<ul style="list-style-type: none"> Bearing a static load Bearing a dynamic load 	Ductile fracture, Brittle fracture, Fatigue <i>etc.</i>
Pressure vessel	<ul style="list-style-type: none"> Bearing an internal pressure 	Ductile fracture, Brittle fracture, Creep, Stress corrosion cracking, <i>etc.</i>
Pipe	<ul style="list-style-type: none"> Prevention of leak 	Corrosion, <i>etc.</i>
Radioactive shield	<ul style="list-style-type: none"> Shields of radiation 	Deterioration, Thinning, <i>etc.</i>

2. 材料リスク情報とは

2002 年に発行された ISO / IEC Guide 73 ではリスク (Risk) を “combination of the probability of an event and its consequence” と定義している。この定義に示されるように、一般にリスクは「発生確率(または頻度)」と「その結果(被害)」で表現される。この場合の被害としては、金銭的な損失や人命の損失、物的な被害などを対象にすることが多い。しかし「材料リスク情報」と言った場合に、材料だけを特定してもどのような被害が発生するか特定できないことがほとんどである。つまりどのような環境やどのような機器、またはシステムにおいてそれらの材料が使用されるか決まらなないと、その被害形態の発生確率は見積れない。

そこで、材料を中心にリスクという体系を見直してみる。材料単体(ステンレス鋼の板やコンクリートの塊)が存在するだけでは、リスクの同定は困難であることは先に述べた通りである。もう一步進めて、材料の利用状況まで考慮してみる。例えば、材料が建造物の柱や高圧ガスの圧力容器に用いられる状況を考える。この場合、材料には建造物の荷重を支える機能であるとかガス圧に耐える機能が求められていることがわかる。この機能を失うことは材料を中心に考えた場合のリスクと言えないであろうか。つまり、材料の用途が決まった段階で既にその材料に求められた機能があり、その機能が失われること自体が損失であり、その発生がどのような確率で起るかということを材料に関するリスクとして捉えることができるのでは無いかと考える。この考え方に基くと、材料リスク情報とは材料に求められる機能を喪失する事象に関する情報と言える。材料を出発点とした機能喪失の例とその関連情報例を Table 1 に示す。なお、Table 1 に示したような機能喪失の要件は一般的なリスクのハザードに相当すると思われる。

本システムではこの概念のもとに材料リスクに関連する情報を位置付け、開発するものとした。

3. 材料リスク情報プラットフォームとは

本システムは「材料リスク情報プラットフォームシステム」と名付けられている。情報システム系の分野では、「プラットフォーム」を、アプリケーションソフトに対するハードおよびオペレーティングシステムを総称したコンピュータシステム自体として用いることがあるが、最近はかなり広い意味

Table 2 Concept of the platform system.

① The base system which can widely provide the information relevant to material risk.
② The open system which can add the various tools relevant to material risk.
③ The standard system which can link with other tools and information system relevant to material risk.

で用いられる。小野等は、「情報プラットフォーム」の概念を「情報を集めて組織化するところ(収集・構築)、保存しておくところ(蓄積)、流通するところ(流通)、情報を取り出し利用するところ(利用)となる共通基盤」と見なしている⁵⁾。本システムで言う「プラットフォーム」とは、概念的に単なるコンピュータシステムではなく、小野等の定義に近いものである。具体的には Table 2 に示す要素を満たすシステムと位置付けられるものである。

本システムにおけるプラットフォーム機能とは同じプラットフォームという用語を用いる鉄道におけるハブ的な中央駅と捉えたと理解しやすい。ハブ的な中央駅においては重要な列車の発着場所として、基盤的な位置付けがある。目的となる情報へのスタート地点や情報獲得のための乗り継ぎ地点というイメージであり、Table 2 の①に相当する。また、ハブ的な中央駅においては基盤という位置付けだけで無く、その空間を利用して宿泊案内や嗜好品の販売など様々なサービスの提供がなされる場所でもある。これは、本システムを利用して新たなサービスが展開されることを可能にすることに相当する。これが Table 2 における②のオープンなシステムに相当する。さらに、他の鉄道会社の列車と乗り入れが可能であれば、その駅の利用者には遠くまで旅する可能性を提供するが、そのためには線路等の共通規格を使う必要がある。これは Table 2 における③のスタンダードなシステムに相当する。

4. 本システムの機能

本システムの特徴は、先述のように材料を中心にリスクを捉え、それらに関する情報をプラットフォームという概念のもとにシステム化することにある。システム化にあたっての機能の柱は以下の三つに集約される。

- 材料リスク情報に関するポータル機能
- 材料リスク情報と WEB サービスの追加機能
- 材料リスク評価情報の提示機能

以下に各機能の内容を示す。

4.1 材料リスク情報に関するポータル機能

本システムの第一の機能としては、インターネットにおけるポータルサイトに相当する機能を基礎として、その機能を高めたものである。

本システムにおけるポータル機能のイメージを Fig. 1 に示す。本システムにおけるポータル機能とは、あらゆるジャンルを検索対象にしたようなシステムとは異なり、材料リスク情報に特化したものである。Fig. 1 では材料リスクに関連する情報を 6 つに分類し、材料を起点としてそれらの情報

Fig. 1 Image of portal function of this system.

Table 3 The portal function of material risk information.

Group	Content	Examples
Basic material data	Characteristic data about the material, which is needed to grasp the risk resulting from materials.	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturing condition • Physical, mechanical, chemical and electrical character
Material test data	The information containing raw data about the test to functional loss of material. Moreover, research data about the result of functional loss material.	<ul style="list-style-type: none"> • Data of Creep Test • Micrograph of fracture surface
Standard information	Various kinds of specification or safe standards, which are consulted when designing using material	<ul style="list-style-type: none"> • Margin of safety • Allowable stress
About evaluation	Present function of new information what utilizes characteristic data about materials and various kinds of knowledge bases.	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive method of Life expectancy • Structure analysis system
Accident information	Database of accident or trouble information resulting from material	<ul style="list-style-type: none"> • Domestic accidents • Overseas accidents
Other information	Other Useful information as material risk information	<ul style="list-style-type: none"> • Related organization • References

源にたどり着くことができることを示している。

材料リスクに関連する情報間の材料リスク情報の区分を Table 3 に示す。なお、実際に格納される情報は単一の情報区分にのみ属するとは限らず、複数の区分に属するものもありえると考え。

また、本システムは単一のサーバーだけで閉じるものではなく、インターネット上にある材料リスク情報に資する各種のサーバーと分散協調できるシステムである。

4.2 材料リスク情報と WEB サービスの追加機能

材料リスク情報と WEB サービスの追加機能を実現することは、本システムが将来に渡り、情報を追加可能で拡張可能なインターフェイスを提供することを意味する。そのためには、新たなサービス追加や情報提供をする際に、情報提供側

もプラットフォームのメインサーバー側も極力省力化し、融合できることが望ましい。そのような課題をクリアするシステム構築の方向としては以下の二つの視点が重要となると考える。

- 統一されたアーキテクチャによるシステム構築
- 標準化された規格の下でのシステム構築

前者は、プラットフォームに接続可能な仕様を予め決めて、その仕様に従ってメインサーバーを構築すると共に、そのアーキテクチャの仕様を公開することによって、相互の接続を可能にするものである。サービスを提供する他のサーバーにおいては、本アーキテクチャを参照してシステムを構築すれば、本システムと融合可能となる。後者は、先に示したアーキテクチャ自身において、標準的な技術を用いてシステム構築するものである。標準を採用することは、物理的なネットワークレベルからサービス提供のアプリケーションソフトの中身に至るレベルまで、全ての階層において独自にアーキテクチャを定義する膨大な作業を大幅に削減する。さらに、サービスを提供する側にとっても、基本的な部分は一般的な標準に準拠すればよく、材料リスク情報に特有な部分にのみ注力して開発することが可能になり双方のメリットがある。

以下にここに示した二つの視点を取り込んだアーキテクチャの仕様構想を示す。

4.2.1 WEB サービスに関するメタ情報の記述と登録

本システムにおいて、プラットフォームを構成する分散された WEB サービスが相互に利用し、円滑に新しい WEB サービスが提供されるためには、各 WEB サービスに関する情報を統一的に管理する仕組みが必要である。これは、材料リスク情報プラットフォームの各種サーバーにおけるメタ情報を定義し、登録管理することになる。ここで言うメタ情報とは WEB サービス内容自身を記述した情報である。

メタ情報を構成するメタデータとしては、多様なメタデータを扱うためのコンテナ・アーキテクチャとして提案された Warwick Framework において “internally-referenced meta-

data”と“externally-referenced metadata”があるとされている⁶⁾。前者はコンテンツの作者自身または管理者がコンテンツの一部またはコンテンツから参照されるように記述したものであり、後者はコンテンツ作者や管理者とは別の管理者によって作成されるものを示している。本システムにおいては、単なるデータ提供に留まらず、リスク評価に関するWEBアプリケーションシステムでもあることから、外部の第三者が正確なメタ情報を作成することは困難と思われる。従って、本システムにおいて共通となる仕様を定め、各サーバーがその仕様に準拠してメタ情報を定義することが現実的である。さらに、この定義された情報を各WEBサービスサーバーや本システムの利用者が参照できるように登録管理されていることが望ましい。

4.2.2 UDDI および WSDL による基盤アーキテクチャ

メタ情報を定義すると共にWEBサービスの中核を担うアーキテクチャとして、UDDI(Universal Description, Discovery and Integration)とWSDL(Web Service Description Language)が着目されている。UDDIならびにWSDLは2000年半ばから提示された規格であるが、主要ベンダーが中心になり次世代のWEBサービスの標準技術になると見られているものである⁷⁾。本システムでは、相互参照および情報登録の為の基盤アーキテクチャとして、UDDIおよびWSDLに準拠することを念頭においている。

UDDIを採用することによって、本システムで提供されるサービスの内容やそのアクセス先について、決まった形式で登録保持されることになる。この情報はメインサーバーにおいて管理される。またWSDLは、サービス提供側によって提示されるものであるが、自己のサービスの内容(提供場所、アクセスインターフェイス、実行方法等)を定義するもので、換言すればサービス提供する情報自体のメタ情報につ

いての形式の統一である。

なお、UDDIならびにWSDLに準拠したWEBサービスを採用することは、メインサーバーとサービス提供サーバー(メインサーバー自身も含む)の間での通信プロトコルとデータ形式についても標準が存在する。そもそもUDDIおよびWSDLはXML(Extensible Markup Language)形式で記述される。従って、メタ情報の通信にはXMLをベースにした通信プロトコルであるSOAP(Simple Object Access Protocol)が採用される。XMLは既にWEBサービスの中心的なデータ記述形式として地位を確立しているが、そのXMLデータをSOAPによって通信することで、ユーザーは通信プロトコルの詳細な記述から開放される。

4.2.3 本システムにおけるUDDI, WSDLの利用イメージ

本システムをUDDIおよびWSDLに準拠して開発した場合の、基本的な利用例と応用的な利用例を以下に示す。

(1) UDDI と WSDL の基本的な利用例

UDDI と WSDL の基本的な利用例を Fig. 2 に示す。Fig. 2 では、本システムの情報提供内容を一括管理するサービスブローカ(以下SB)としてメインサーバーを相当させている。さらに、本システムとして情報提供したいサーバー(群)をサービスプロバイダ(以下SP)とし、実際にサービスを利用したいユーザーの端末をサービスリクエスタ(以下SR)と位置付けている。

第一ステップとしてSPはSOAPを利用してSBにサービス内容を登録している。この情報がUDDIとして管理される。第二ステップでは、SRであるユーザーがメインサーバーからなんらかの材料リスク情報を取得しようとアクセスし、サービス内容を検索する。第三ステップとして、SRはSBから提示された情報によりSPにアクセスし、クライアントはSPのサービスを利用する。以上が基本的なUDDIと

Fig. 2 Basic example of UDDI & WSDL.

WSDL を用いたサービス提供および利用例である。

(2) UDDI と WSDL の応用的な利用例

UDDI と WSDL の応用的な利用例を Fig. 3 に示す。Fig. 3 においても SB と SP および SR の関係は基本的な利用例と同様である。但し、二つの SP (A, B) が示されている。

第一ステップとして基本的なサービスを行っている SP が SOAP を利用して SB にサービス内容を登録する。この情報が UDDI として管理される。次に第二ステップとして、新たなサービスを提供したいと考えた SP (B) が SB (メインサーバー) にアクセスして既存のサービスを検索する。SP (A) が提供するサービス内容およびそのインターフェイスを UDDI と WSDL 情報から知ることができるので、SP (A) のサービスも活用した応用サービスを提供するべく、サービスを構築する。これが第三ステップである。第四ステップとして SP (B) も構築されたサービスをやはり UDDI として SB に登録する。第五ステップとしてユーザーがメインサーバーからなんらかの材料リスク情報を取得しようとしてアクセスし、SP (B) の応用的なサービス提供を知る。第六ステップとしてユーザーは SP (B) が提供するサービスを利用する。この際、SP (B) は SP (A) の提供するサービスも利用して提供していることになる。

このようなサービスの例としては、複数の材料物性データベースを横断して検索し、情報を提供するようなものが相当する。

4.3 材料リスク評価情報の提示機能

ここでは、基本的な材料データのバラツキにともなう機能損失の発生に関する情報支援を中心にした評価情報の提示機能を示す。ここで言うバラツキとは金属材料を想定してお

り、「材料の化学成分の偏析」「熱処理条件の不均一」「加工方法の差異」等に由来する、引張強さや疲労寿命、クリープ強度などの分布である。これらの情報は、材料リスクの発生確率を定量または定性的に考慮する際に有益な情報となる。

材料リスク情報提示・評価機能を包含したフロー図を Fig. 4 に示す。フローは大きく分けて三つの評価ステップまたは評価支援機能により構成される。

第一ステップは、本システムが提供する材料 DB (分散されているインターネット上の DB を含む) やユーザー自身が持っている材料データをシステム内で統合または分離して材料のバラツキ状態の把握を支援する機能である。先述した UDDI や WSDL の定義に従ってこれらの DB サービスが構築されれば、分散されていることの差異のみでデータの読み込みに大きな問題は生じない。読み込んだデータは同一のグラフや帳票上に情報ルーツがわかるように提示し、各種の補間や外挿機能を提供し、評価に用いる材料特性の分布情報を提供することを示している。

第二ステップは、第一ステップの結果を踏まえて、現在想定している材料データ (および使用条件) において各種規格情報 (許容応力規格等) や寿命予測手法 (クリープ寿命予測等) と組み合わせて、どのような危険度があるかを示すものである。ここで言う危険度とは想定荷重と許容強度との関係提示や破損確率情報である。

第三のステップは、使用条件のバラツキ等も含めた破壊確率に相当する情報を提示するステップである。ユーザーの使用環境において、外力の分布等を考慮して評価する WEB サービスが提供されれば、材料特性の分布曲線と重ねることによって、破壊確率を算出することができる⁸⁾。また、財団法人電力中央研究所において本プロジェクトの一環として開発され

Fig. 3 Applicative example of UDDI & WSDL.

Fig. 4 Flow of presentation and evaluation function of material risk information.

る「設備診断支援システム」の FEM 構造解析を利用することで、より詳細な破壊状態(または健全性)を評価することができる⁹⁾。

ここでは、材料データのバラツキに基づく材料リスクの発生確率の考慮を支援する機能について示した。しかし実際に材料リスクを考慮する場合は材料の機能損失にともなう影響度も考慮する必要がある。影響度については、本プラットフォームの機能の一つである事故事例情報をもとに、どのような規模の影響が発生し得るかをユーザーに知識として提供していくことを検討している。

5. ま と め

2001 年度より開始された、材料リスク情報プラットフォームシステム開発における材料リスク情報の考え方とプラットフォームの意味を説明した。本システムでは、材料リスク情報として「材料の基礎データ」「材料の寿命試験データ」「材料に起因する事故情報」「規格・基準の情報」「各種評価関連情報」「その他のリスク情報」の 6 分類を作り、「材料リスク情報に関するポータル機能」「材料リスク情報と WEB サービスの追加機能」「材料リスク評価情報の提示機能」を有することを想定している。これらの機能により、拡張可能な分散システムになるとともに、今までユーザーが独自に情報収集する必要があった材料リスクに関する情報を比較的容易に提供できる環境を実現できると考える。

現在は、本報告に示した仕様のもとにシステム開発を行っているがいくつかの課題がある。本システムに関する主な課題を最後に整理する。

5.1 材料リスクにおける課題

本システムの特徴として材料を中心においたリスクの体系が前提にある。この体系では、材料の用途により目的とする

機能を損失することがリスクであると捉えている。しかし、一般的なリスクの体系においては、材料を原因または原因の一つとするリスクにおいて、当初想定していた機能損失以外においても結果的な被害が発生する場合がある。例えば、機器の保守交換等で当初と異なる材質の備品を設置したために異材接触の問題が生じて、想定外の腐食が起るようなことである。また、設計時に想定していなかった雨水の浸透などによって生じる破壊である。これらは材料が使われる用途だけを考えていただけでは想定されない被害シナリオである。現在これらの材料起因の一般的なリスク情報は、事故事例として示されたものや関連情報として提供されたものはシステムに取込むことが可能である。しかし、これらのリスクシナリオ自体を評価する枠組みを本システムは有していない。このような知見情報を今後プラットフォーム全体で蓄えて行くことも課題と考える。

5.2 メタ情報記述および登録の課題

本システムでは、拡張性と標準を意識して、WEB サービスの次世代標準となり得る UDDI と WSDL に準拠したシステム開発をコンセプトにしている。現在は本報告でも言及した UDDI, WSDL, SOAP 等の仕様が拡張されている段階である¹⁰⁾。この仕様の推移は、システム開発の見極めを多少難しくしている。

さらに、UDDI における登録データ内容の限界や WSDL におけるメタ情報の記述において詳細な API まで定義できる訳ではないので、この部分の詳細仕様においてメインサーバー側と将来を鑑みた提供サーバー側でいかに矛盾ないように開発を進めるかが大きな課題といえる。

また、新規サービスが提供される際、UDDI 情報を自動登録することも技術的には可能であるが、材料リスク情報と無関係なサービスが登録されると意味が無い。従って、いかに有益な情報が WEB サービスとして提供されるかを判断する

尺度や機能が運用にあたっては必要となると考える。

文 献

- 1) H. Kobayashi: Proc. of the 46th, 47th Shiraishi Kinen Kouza (2001) pp. 33–48.
- 2) M. Higuchi: Journal of Japan Society for Safety Engineering **39**, No. 3 (2000) 150–158.
- 3) T. Shuto, H. Tsuchiya and Y. Oyatsu: Proc. of The 22nd Japan Symposium on Thermophysical Properties (2001) pp. 335–337.
- 4) K. Yagi: Proc. of the 50th Annual Conference of the Society of Material Science, Japan (2001) pp. 229–230.
- 5) K. Ono and K. Maruyama: NII Journal No. 3 Nov. (2001) pp. 1–5.
- 6) Lagoze, Carl, C. A. Lynch and R. Daniel Jr.: Cornell Computer Science Technical Report TR96–1593 (1996) pp. 1–26.
- 7) T. Shimamoto, A. Kakigi, S. Nishimoto, K. Noma, S. Nogami, R. Kamekura, K. Matsumoto and N. Fukuhara: *Web Service Kanzen Kouchiku Guide*, (Nikkei BP, 2001) pp. 104–108.
- 8) T. Sakai, K. Tokaji, N. Hasegawa, M. Nakajima, H. Nakayama, T. Torii, Y. Kimura, Z. Maekawa, T. Tanimoto and T. Hoshide: *Zairyou Kyoudo no Toukeiteki Seisitsu*, (Youkendou, 1992) pp. 1–5.
- 9) T. Fujioka, T. Ogata, T. Yoshida, D. Kato and Y. Matsumura: Proc. of The 14th Computational Engineering Conference (2001) pp. 353–354.
- 10) Y. Yonemochi: *Web Service Perfect Guide*, (Shoueisha, 2002) pp. 83–96.