

## 第 2 回知識構造化シンポジウム レポート

### 「先行各社が明かすSSM実践の考え方とその成果」

※SSM (Stress-Strength Model)について詳しく知りたい方は、以下のウェブサイトをご参照下さい。  
[\(株\)構造化知識研究所](#)

#### 1. はじめに

昨年10月の第1回に続いて、今回は(財)日本科学技術連盟の主催、(財)日本規格協会、(社)日本自動車部品工業会、(社)日本品質管理学会、日本信頼性学会の後援によって、第2回知識構造化シンポジウムが2010年9月3日に幅広い産業分野から総勢204名の参加者を得て、日科技連本部ビル(千駄ヶ谷)にて開催された。昨年のメインテーマは、『SSMが実現する新しいトラブル予測・未然防止の世界』<sup>(1)</sup>、今回は『先行各社が明かすSSM実践の考え方とその成果』であった<sup>(2)</sup>。



\*SSM (Stress Strength Model: スレス-スレングスマデル)とは、トラブルの経験・ノウハウを広くトラブル未然防止に活用できるように、知識を構造的に表現するモデルである。

このシンポジウムの目的とするところは、参加者へのアンケート項目の中に一目瞭然であると思われるので、最初に触れておきたいと思う。

(1) 御社の未然防止活動に、特にどのような点が参考になりましたか？(複数回答可)

- 日本のもづくり再構築のための知識構造化の意義
- SSM/構造化知識マネジメントの仕組みのポイント
- 知識構造化による部署横断的なノウハウ共有と活用
- 未然防止のフロントローディングに対する構造化知識マネジメントの有効性
- 構造化知識マネジメントの組織的な導入展開の方法

(2) 現在の御社には、どの項目が当てはまりますか？(複数解答可)

- 過去の不具合を記録して残している
- 過去の不具合はメカニズムを解析した上でデータベースにしている
- 過去の不具合は新たな設計に際して関係部署で有効に活用されている
- FMEA表を作成している
- FT図を作成している
- FMEAやFTAを未然防止に有効なレベルまで掘り下げて使っている
- 情報や知識がいろいろなところにあり適切に取り出すのが難しい
- 不具合データベースやチェックリストはあるが、項目に無駄が多い
- 不具合情報・基準・関連情報が構造化され有効に活用されている

#### 2. シンポジウムのプログラム

今回は、表1に示すように基調講演、特別解説、事例講演2件、及び最後に総合討論と質疑応答が行われた。

『題名』, 講演者(敬称略)
1) 基調講演 『SSMの推進によるものづくりの再構築』 ダイキン工業(株) 常務執行役員 岡田慎也
2) 特別解説 『SSM/構造化知識マネジメントの概要と最新動向』 (株)構造化知識研究所 執行役員 松坂ユタカ
3) 事例講演 II『SSMを活用した設計ノウハウの再構築と実務適用』 日産自動車(株)パワートレイン開発本部 パワートレイン計画部 パワートレイン品質向上推進グループ 黒川隆之
4) 事例講演 II『知識の構造化によるナレッジ活用型設計環境の構築について』 三菱電機エンジニアリング(株) 技術推進部 品質・業務改革グループ 五十嵐和之
総合討論

表 1 第 2 回知識構造化シンポジウムプログラム

### 3. 講演要旨

ここでは、本シンポジウムで講演された 4 件の講演発表の要旨を紹介する。

#### (1) 基調講演

シンポジウムの最初は、「SSM の推進によるものづくりの再構築」と題して、ダイキン工業(株)常務執行役員の岡田慎也氏による基調講演であった。ダイキン工業(株)は世界 5 極の中で、国内 2 拠点、海外 47 拠点を有している。そのなかで、滋賀製作所は空調生産本部のマザー工場であり、従業員約 1,000 人、支援従業員約 1,000 人、研究所他 200 人の規模である。

講演の冒頭において、「SSM にはいろいろ異なる関心をお持ちだと思いますので経緯をありのまま紹介したい」と前置きして、2002 年に遡って現在までの業務改革活動の経緯を講演された。

改革の源流は、1990 年代の事業低迷期から 1999 年の飛び抜けた機能と超低価格の大ヒット商品によって、ルームエアコン事業が立ち直りを遂げた 2002 年に遡る。この間の業務改革活動の経緯が次の様に紹介された。

・第 1 ステップ 2003 年～:課題の対処(シックスシグマ活動)

全工程で不良を洩らさない、業務の標準化活動

・第 2 ステップ 2005 年～:課題の発見(スルー改革)

早期発見、早期リカバー、早い意思決定と協業

しかし、この様な従来型の業務改革施策を重ねても、商品設計部門では重大クレームの発生や開発手戻りの頻発、業務品質の低下によるレベルの低い図面の流出や設計不具合の次工程流出、納期遅延と長時間労働の常態化、短納期・多品種・グローバル化などの高まる達成目標や設計者の分業化と専門特化、契約社員やキャリア新人の増加、働く人の価値観の多様化や人材の質的育成の不足といった職場の構造的な課題など、従来型の改革施策だけでは対応できない基本的な問題が残った。また製造部門では、高い技能を持つベテランの退職、世界 5 極生産のグローバル化に伴う日本のマザー工場化と海外への人的支援、キャリア採用者の短期育成など、グローバル生産や形式知化が困難な知識・技能の世代間伝承などが解決できていないことに悩んできた。

筆者には、これらのどれもが日本の製造業に共通する重要な課題・問題であろうと思われる。

・第 3 ステップ 2007 年～現在:課題の予測(情報・知識マネジメント)

最新の品質管理手法である SSM による、真のフロントローディング、課題を事前に予測対処する知識・再利用活動による業務改革活動を組織全体に導入

組織の全部門に SSM を進める中では、次のような段階とブレイクスルー(BT)が必要であった。

・FS 活動(2006 年):技術的、業務別に可能性を探索

・有効性検証と知識構築の実行(SSM を導入する場合には、確実に実行することを推奨された。)

・最初の BT(2006 年):トライアルを決断・実行

・電子設計、構造設計分野で数名が挑戦

・数ヶ月掛かり、やっとなら約 100 分節完成

・SSM は簡単でないが手応えを実感し、推進リーダーが SSM 導入を意思決定した。

・2 度目の BT(2007 年):分節作成をスタート

・電子設計、商品開発、品質管理、圧縮機設計、製造保全の分野でスタートした。

・ベテラン層が短時間合宿で 200 分節追加

・SSM の実用性が初めて社内認知され、電子設計分野で FMEA への実務運用開始

・3 度目の BT(2007 年):電子設計以外で推進が低迷

・特定メンバーに依存、効果が実感できない

・推進方法の手詰まり

そこで、SSM を全職場の小集団活動に採用して適用を拡大し、現在では知識再利用活動は空調生産本部方針と小集団活動に組み込まれて、SSM master システム\*による FMEA、FTA、評価計画書、DR 資料の自動作成に活用され品質作り込みに貢献している。

更に、サプライヤ監査への利用、ベテランから若手への知識伝承、製造(設備)保全に活用を拡大して有効に利用している様子が紹介された。

\*SSMmaster は、SSM による構造化知識マネジメントをサポートし、解析者が必要な知識を有効に検索でき未然防止に必要な「気付き」を与えることができる支援ツールである。SSM 知識の登録、検索辞書の作成・編集、文書の関連付け、チェックリスト出力、FMEA・FTA 作成などを WEB 上で実行できる。設計開発、設備保全、品質保証、サービスなどの部門で仕事のフロントローディングや品質向上が可能になる。

この講演で、トップマネジメントの業務改革への強い意思によって幾度かの壁をブレイクスルーし SSM の導入から組織全体に拡大してきた過程は、多くの参加者の共感を得たものと思われる。

#### (2) 特別解説

続いて、『SSM/構造化知識マネジメントの概要と最新動向』と題して、(株)構造化知識研究所 執行役員の松坂ユタカ氏による特別解説があった。最初に SSM の基本的な解説があり、続いて導入から活用方法、最近の活用状況などの内容であった。

1)不具合に関する設計知識の問題点と構造化の狙い

製品やプロセスの企画・構想から廃却に至るライフサイクルの各段階で収集・蓄積される不具合に関する設計技術、知識、情報が、有効に

活用される"知識の循環"を形成していくためには、知識の構造化が必要である。

SSM の狙いは、

- ・設計で使える知識自体の再利用性向上
- ・設計、計画時に必要な知識の検索性向上
- ・不具合情報の基盤整備(知識の一元化と関連付け)
- ・論理的な思考の質向上

である。

殊に、トラブルに関する知識の再利用性を高めるために知識を構造化する際に考慮すべきは次の点であり、これによって構造化された知識の抽出が可能となることが図表的に事例を交えて解説された。<sup>(3)</sup>

- **知識の分節性**: 予測・未然防止すべき因果連鎖内の各不具合事象の発生メカニズムが、将来、それぞれ 設計・評価する対象とライフサイクル段階の単位で切り出されて、整理されていること。ここでは、この因果連鎖の予測すべき不具合事象発生メカニズムの分解を分節化といい、分解された知識の一つひとつの知識を"知識分節"と呼ぶ。
- **知識の一般性**: 各不具合が様々な対象に水平展開されるように、その事象の発生に関わる一般的な設計属性に基づいて整理されていること。ここでは、前述の知識分節を具体的な不具合発生アイテムではなく、一般的な属性で整理することを"知識の一般性"と呼ぶ。
- **知識の関係性**: 将来の予測・未然防止に必要な不具合事象の要因間の関係や分節性のつながりを構築し、また不具合 対策や詳細解析のための知識との対応を関連付けること。一般性と分節性を考慮して整理される不具合事象の発生メカニズムには、"なぜ発生するのか"という要因の整理と、"どういう仕様にしたら未然防止できなくなるのか"という設計・計画上の仕様の不備も明確にしておく必要がある。原因分析時には、ストレス・ストレスの中における事象の要因間の関係性をきちんと把握することが重要な点であると強調されていた。

## 2)不具合に関する構造化知識の獲得方法

SSM は不具合の因果連鎖の知識を構造化するモデルである。すなわち、どこで?(定義属性)、何が起きる?(不具合モード)、どんな要因で?(ストレス、ストレス、制御属性)を因果連鎖の単位(知識分節)として獲得し、これらの知識分節を対象アイテム毎の因果階層に構造化する\*。

\*なお、これらの用語の定義は、以下のとおりである。

- ・不具合モード: ライフサイクル上、着目対象に発生する望ましくない現象や状態・特性変化
- ・定義属性: 不具合モードの発生メカニズムを適用する対象の範囲を定義する属性、特性
- ・ストレス: 定義属性にライフサイクル上与えられる不具合モード発生時の制約条件・異常入力(使用・環境条件、原因故障モード、外部規定特性、制御できないパラツキ等)
- ・ストレス: 定義属性において、不具合モード発生防止のために確保すべき総合的な耐性や狙いの不足や不備
- ・制御属性: ストレスのつくりこみに関わる具体的な設計パラメータ・設計内容のまずさ

次のような3種類の不具合モード発生要因メカニズムの記述方法の事例紹介があった。<sup>(3)</sup>

### [例 1]相対的因果メカニズム

ストレス(運転条件・異常入力等)、ストレス(耐性・狙いのまずさ)、制御属性(設計パラメータ要因)の相対的な関係に基づいて不具合モードが発生すると解釈する場合

### [例 2]絶対的因果メカニズム

対象の定義属性にストレスを持たせないために、絶対的に不具合モードが発生すると解釈する場合

### [例 3]断片的因果メカニズム

不具合の発生に関係するストレスとストレス、及び制御属性の関係性を強く意識しないか、これらの情報が部分的に不足している場合。この場合にはわかる範囲で表現し、不明な場合は空欄とする。

企画構想設計あるいは設計開発の源流段階では[例 3]に該当するものであっても、設計開発や設計検討の進捗につれて [例 1][例 2]の型で確実な知識分節として獲得されていくものが多いと理解すべきであろう。

## 3)不具合に関する構造化知識の活用方法

SSM 知識ベースの構築と活用のためのトラブル未然防止支援システムの環境と検索支援辞書、SSM による再発防止チェックリストへの活用、SSM による FMEA と FTA 支援の事例紹介があった。

この中で、「使用条件や技術要素などの固有技術に関する知識がなければ、FMEA を勉強しても各アイテムで故障モードや故障要因を適切に予測できない」ことが強調されていた。

## 4)構造化知識マネジメントの導入と実践

SSM を導入する時の留意点としては、現行業務の問題と SSM の関連性を整理し、課題や目標を明確にすること、上司方針のもと少人数で周囲からみて分かり易い分野から始めるとよいこと、並びにトライアル活動日程の例などの紹介があった。

最後に、ここ数年の間に急速に自動車分野、電機・電子・半導体分野への普及、製品安全や技能伝承など活用目的の拡大、中堅企業への普及が進んでいる状況が紹介された。

この講演は、SSM の考え方と方法についての基本と導入の仕方を理解し、これから導入を考えている多くの参加者に指針を与えるものであったと思われる。

## (3) 事例講演 I

続いて『SSM を活用した設計ノウハウの再構築と実務適用』と題して、日産自動車(株) パワートレイン開発本部 パワートレイン計画部 パワートレイン品質向上推進グループの黒川隆之氏による事例講演があった。

市場の多様な要求や変化に迅速に対応するためには、開発期間の短縮化が必要であり、設計初期段階から過去に発生したノウハウを蓄積し有効活用を可能にするナレッジシステムが重要である。従来の問題点を明らかにするために過去の設計変更を分析した結果、以前に発生した不具合事象が他部品で発生したために設計変更が必要になったものがあり、既知の設計ノウハウを再利用できていないこと、その原因は

- 1.EXCEL ファイル, 紙ベースであり検索性が悪い
- 2.自部品のみで再利用可能な知識になっている

ためであることが明確になった。そこで、既知の設計ノウハウを再利用可能な形でシステム化するためにSSMの導入と実務適用を進めた実施事例が紹介された。

#### 1) 取り組み範囲・体制

- ・設計検討の頻度が多く、部品共通性が高い「締結(Bolt clamp)・シール(Seal)機能」を選定
- ・SSM 知識構築や管理のための専門家を育成: 既存の設計ノウハウからSSM 知識を作成
- ・この分野の設計ノウハウを熟知した専門家を選任: 作成した知識を確認し、修正・追加を実施
- ・知識の作り込みを専門家間で繰り返し行うことで、抜け漏れの無い知識を構築

#### 2)SSM 知識の構築

- ・異なる設計者個々のノウハウを一つに集約
- ・部品固有の名称は共通的な名称に変更し、汎用性、多様性のある知識を構築

#### 3)構造化した知識の有効性検証

トライアル結果(構築した知識を、既知と未知のノウハウに分類)、熟練者にとっては9%が、新人にとっては47%が新たな設計ノウハウであり、横断的に有効活用できることが確認できた。

#### 4)SSM 知識獲得システムの構築

- ・SSM システムの概要:

各自の端末から必要な設計ノウハウを獲得し、チェックリストが作成できる。

- ・事例のリンク:

過去の事例や画像を閲覧でき、設計経験の浅い担当者でも容易に知識を学習できる。

- ・SSM チェックリストの作成:

知識の因果関係/原因と結果系が分かる階層表示にすることで、真の原因である最下層の知識から結果系の知識まで確認できる。～階層表示～

及び、不具合モードとストレスの入力条件の確認欄と、ストレスと設計パラメータの確認欄を設けることによって 抜け漏れの無い変化点の確認欄などの利便性を工夫した。～確認欄～

更に、変化点の無い知識も削除せずグレーアウトで表示し、設計者への"気付け"ができる。～知識の表示～

また、設計時に必要な検討ツールを統合し、設計者は効率的に検討できる。～ツールの統合～

この他には、設計時に考慮する原因系の項目のみチェックすれば影響系の項目すべてに反映されるようにSSM チェックリストを改善した。

#### 5)運用ルール

- ・設計変更時には設計手配書へSSM を添付する、ホームページへ情報を掲載する、ノウハウをアップデートする仕組みを作り運用した。

講演の最後には、実務への定着の取り組み、実務適用結果として締結・シール機能の不具合事象発生件数が大幅に改善された効果検証結果が紹介された。

この事例講演は、従来の問題点と課題を明らかにして設計ノウハウの有効利用のために工夫をしながらSSMを実務に適用してきた課程と適用の効果など、他の推進リーダーにとっても参考になるものであったと思われる。

## (4) 事例講演 II

次は、『知識の構造化によるナレッジ活用型設計環境の構築について』と題する三菱電機エンジニアリング(株)技術推進部 品質・業務改革グループの五十嵐和之氏による事例報告であった。三菱電機(株)が製造・販売する製品・システムの主にハードウェアの開発・設計を担う従業員 4,500 余名の東京に本社をおくエンジニアリング会社である。

製品サイクルの短縮や機能の多様化といった設計ニーズの変化、及びモジュール化や利用型設計、更に分散設計などの設計環境の変化によってQCDの圧迫や損失コストなどの問題が顕在化してきた。具体的な課題は、製品の構想設計、詳細設計/評価、製造、保守サービスのライフサイクルの中で、

- ・ナレッジ/情報などノウハウを再利用可能な形に深化
- ・設計やDR等のプロセス管理の効率化
- ・設計技法・手法等の設計技術力の向上

を進めることである。この課題を達成するためには、顕在化した不具合や潜在的な不具合のフロントローディングによって品質を早い段階で作り込むこと、その手段としてSSMの導入を開始した。SSMで実現したいことは、次のとおりである。

- ・ノウハウ構造の最適化による再利用性の向上 ⇒ 知識構造の標準化
- ・共通化データベースによる水平展開/相互理解 ⇒ 知識の積み重ね
- ・知識の活用(品質の作り込み) ⇒ 目的に応じたリストの作成:知識を見える化

⇒チェック漏れ/手戻りの削減、ノウハウの展開、知識の気付き、ベテラン/新人の差を減らす

2004年から静岡事業所で構造系設計、続いて2006年に電子設計部門へ拡大、2007年から和歌山事業所で電子設計部門へ展開し、2008年に構造設計部門へ拡大してきた。これらの具体的な活動は、SSMの試行、SSM知識の作成、辞書構築・チェックリスト作成、設計DRへの適用、事業所間の知識データ相互流用などである。

続いて、以下の様なSSM知識の構築とSSM知識の活用について事例紹介があった。

1) SSM知識データベースの構築のために、設計担当者と知識管理者を中心に、なぜなぜ分析により知識を分解・整理するとともに、背景や真因など知識の正確性を確保するために、部品、部位、特徴の整理、トラブルの因果関係の整理、残したい知識と残し方の確認、対策や基準書の紐付けをした。

実際にSSM知識を作成してみると、事例の背景が見えにくいことがあり、解決策としてノウハウの水平展開のために知識を一般化する場合には元の情報もSSMに記載することにした。また、漏れ防止と変更点管理に活用するために定義属性に次の記号を付加して、記号に応じた関連語を設定することによって、知識を見れば元の情報や関連語の設定内容が解りやすく、気付き易いようにするよう工夫した例が紹介された。

{参考}: 気付きのために、関連語を設定

[派生]: 拡張のために、関連語+必須選択

【関連】：一般化と水平展開のために、この定義属性でもSSMを検索させたい時  
2)次にSSM知識を活用しやすくするために、部門の業務形態(機種割, 機能割)により知識の引出し方が異なるので、技術要素(回路, ソフト, 構造, 部品, 材料, 加工工作技術)毎の知識辞書を構築すると共に、活用する組織の業務形態単位により活用(知識の組立て)がしやすいように業務単位のキーワードを設定した。この様な辞書構造と関連語の活用によって、

- ・知識の積み重ね(技術要素)と業務形態の違いを吸収
- ・再発・未然防止, 変更点管理の効率化と知識の気付きが図られた。

講演の最後は、以下のように締めくくられた。

- ・SSM活用:類似不具合の再発防止・未然防止のフロントローディングと品質作り込み
- ・SSM構築:技術者のレベルアップと技術伝承
- ・社内(部門)展開のシナジー:知識・ノウハウの水平展開と活動の効率化

この事例講演は、SSM知識を作成するときの工夫とSSM知識を活用しやすくする工夫について、参加者の関心を呼んだものと思われる。

## (5) 総合討論

シンポジウムの最後は、(株)構造化知識研究所代表取締役 田村泰彦氏がコーディネーターとして、講演発表者(岡田氏, 松坂氏, 黒川氏)との総合討論が行われ、次のような事項について活発な討論があった。

- ・SSM導入の動機, 推進者の資質, 上司の理解
- ・SSM構築の業務分担
- ・トップマネジメントへの説得のコツ
- ・過去トラの再発防止と潜在的な不具合の未然防止
- ・潜在的な不具合に対する適切な予防策
- ・他部門へ適用拡大の方法
- ・故障メカニズムの明確化の方法 など

## 4. おわりに

なお、シンポジウムの終了後も、コーディネーター、並びに講演者の前には多くの質問者の列ができていたことも報告しておきたい。筆者は、このシンポジウムのテーマが、「品質立国日本の新たな飛躍の切札」(第1回シンポジウムにおける東京大学飯塚悦功特任教授の基調講演)であることを改めて噛み締める機会であったと思う。

(文責:山崎 謙介)

### 参考資料

- 1.知識構造化シンポジウム報文集, 日科技連, 2009.10
- 2.知識構造化シンポジウム報文集, 日科技連, 2010.9
- 3.(社)日本品質管理学会監修, 田村泰彦著『トラブル未然防止のための知識の構造化』, 日本規格協会, 2008

### ●2011年度 第3回シンポジウムのご案内

第3回知識構造化シンポジウムを以下のとおり開催いたします。ぜひご参加ください！

### 「第3回知識構造化シンポジウム ～拡大が続くSSM適用分野 その多様化と進化を探る～」(2011年9月16日(金))

#### ●関連セミナーのご案内

本シンポジウムの主題である『知識の構造化』『SSM(Stress-Strength Model:ストレス・ストレングス・モデル)』を深くご理解いただくセミナーとして、「設計開発における不具合未然防止のための知識活用セミナー」を2013年1月31日(木)～2月1日(金)の2日間で開催いたします。本セミナーでは、「知識の整理方法・効果的な活用方法」を、演習やケーススタディを通じて習得できます。未然防止活動を進める上で、技術者の能力向上の一環として、本セミナーの活用をおすすめします！

#### 「設計開発における不具合未然防止のための知識活用セミナー」

## お問合せ先

教育推進部 第一課 TEL:03-5378-1213 FAX:03-5378-9842 E-mail:[tgmsemi@juse.or.jp](mailto:tgmsemi@juse.or.jp)