

## 分散環境におけるソフト生産の評価メトリクス方式

内藤俊文\* 小泉寿男\*\* 片岡信弘\*

\* 三菱電機 情報システム技術センター

\*\* 三菱電機 生産システム本部

システム開発における生産性ならびに品質向上を図る上で、プロジェクト管理技術の確立と同時に開発プロセスの評価と改善手法に着目したアプローチが盛んになってきている。カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所(SEI)の開発組織を対象としたCMM(Capability Maturity Model)成熟度評価モデルや品質保証国際規格ISO 9000などがこれにあたる。システム開発の形態は、大規模化、複雑化に伴い、同一企業内における形態から、複数のソフトウェアハウスや同一企業内においても複数の工場間での遠隔地間共同開発が増している。本論文では、分散開発環境におけるソフト生産の診断方式と評価メトリクスの提案を行なう。本方式は、個々の開発プロジェクトを対象としたプロジェクト診断と協業先の開発企業・部門を診断対象とした組織診断との二つの評価方式を組み合わせたものである。本評価方式を実プロジェクトに適用した結果では、分散開発の生産性ならびに品質向上に効果的であることが検証でき、本評価方式が分散開発において有効であることが確認できた。

### A Proposal for Software Assessment Metrics under DPS

Toshifumi NAITO\*, Hisao KOIZUMI\*, Nobuhiro KATAOKA\*

\*Corporate Engineering, Manufacturing & Information System

Mitsubishi Electric Corporation

In order to improve productivity and quality in distributed software development (DPS), the critical importance of technologies for process assessment and project management is becoming widely recognized. The Process Capability Maturity Model developed by the Software Engineering Institute (SEI) of Carnegie Mellon University and the ISO Standard on Quality Control and Assurance (ISO-9000) are particularly well known in this area. And development itself is large and complicate, quality problem is increasing in number under DPS. In this paper, we propose a collaboration model and Evaluation metrics of assessment based on the above concepts. We were able to confirm the effectiveness of this model by applying them to many projects.

#### 1. はじめに

ソフトウェア分散開発プロジェクトのプロセス・組織診断方式についてはすでに提案し[4][5]、本方式を品質管理に適用した実証報告を行ってきた[6]。本論文では、プロセス・組織を評価する方式と生産性・品質向上との関連を論じる。診断はプロジェクト診断、組織診断それぞれチェックリストをもとに診断を実施する。本論文で提案する方式では、プロジェクト診断チェックリストは、開発プロセスに対応して、開発計画時に実施する計画時診断チェックリスト、開発途上を実施する遂行時診断用チェックリスト、プロジェクト完了時に実施する完

了時診断チェックリストから構成される。チェック項目では分散開発間の相互インタフェースの強度や組織診断との連携の強度の強いものなど層別して評価できるようになっている。本方式では、プロジェクト診断に関し5段階の評価レベル分け、診断結果をこの5段階に対応して評価する。組織診断では、CMMの評価レベル(5段階評価)[1][3]に対応して評価する。更に、プロジェクト診断と組織診断の組み合わせによる診断を行なう。本方式を個々のプロジェクトに適用した結果 本方式が品質改善ならびに生産性向上に有効に機能することが検証できた。

## 2. 分散協業型開発の評価の課題

### (1) 分散開発における診断の課題

いままでの診断はCMM [1] [3]やISO 9000 [2]など組織全般に亘る評価方式が論じられてきた。限られた適用分野に特化した開発組織においては、組織中心の診断は有効であった。しかし、新規分野への拡大を目指している組織や複数組織で行われる分散開発にとって絶えず、学習効果を活かし切れぬリスクの多い開発プロジェクトを推進することになる。このような組織にとっては、従来の組織診断に加え、個々のプロジェクトを対象とした診断と改善を行うことが必要となってきた。そして組織診断結果とプロジェクト診断結果を相互に活用し、組織改善、プロジェクト改善と結びつけることが必要である。

(2) 診断と生産性ならびに品質向上について  
診断の目的は、組織基盤の強化とプロジェクト推進方法の改善を継続的に行うことによって生産性および品質向上を実現することにある。すなわち、診断結果の評価と併せて、生産性ならびに品質向上との関連評価を行なう必要がある。

### 3. 分散協業型開発を対象とした評価方式の提案

本提案の狙いは、被診断側（開発プロジェクトならびにプロジェクトが所属する組織）が開発するソフトの生産性・品質向上にある。そのため各プロジェクトならびに組織が実施している開発状況ならびに管理状況を診断・評価し、改善と結びつける方を提案するものである。[4] [5] [6]

#### 3.1 プロジェクト診断方式

ここでは、プロジェクト診断の評価方式について述べる。分散協業における診断について各診断は、診断チェックリストをもとに5段階評価するものである。図1に分散開発の診断と改善のサイクルならびに評価の位置づけを示す。ここでは、組織A、B、C、Dの分散協業開発によるプロジェクトならびに組織診断と改善への関連について示している。

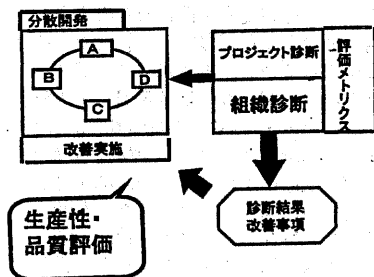


図1 分散開発の診断と改善のサイクル

プロジェクト診断は、個々のプロジェクトの品質リスクへの対応、生産性向上施策の適切性を中心にプロジェクト管理状況を診断する。組織診断は、組織としての生産性ならびに品質への取り組み状況の適切性を診断する。プロジェクト診断結果と組織診断結果は、それぞれプロジェクト管理方式強化、組織基盤強化（設備、技法、ツール、標準）にそれぞれ反映される。さらに本方式では、複数のプロジェクト診断結果から組織共通の改善課題と判断されるものについては、関連組織への改善と結び付け、その後の組織診断の対象要素に反映する。一方、組織診断においてプロジェクトへの改善と結び付けられるものについては、プロジェクトに反映させる。このように各診断結果を有機的に関連付けすることにより、改善サイクルが廻る方式とした。

#### (1) 診断チェックリストと評価方式

ここでは、診断チェックリストを活用しどのように協業先を診断するか述べる。診断チェックリストによる協業先総合評価について図2に示す。

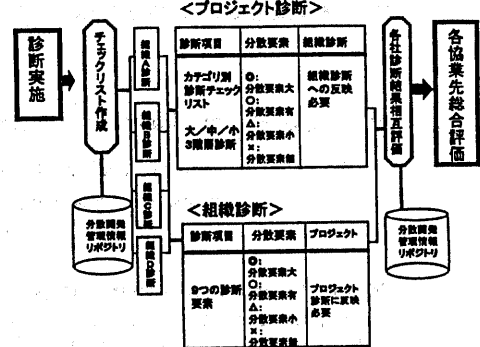


図2 チェックリストを活用した協業先診断  
診断実施にあたり、分散開発情報リポジトリから協業間のインタフェースを確認し、標準チェックリストから、分散開発に対応したチェックリストを作成する。チェックリストは大分類、中分類、小分類の3階層から構成されている。各チェック項目に対応して、分散の影響度の強度を4段階でランク付けしている（◎：非常に強い、○：強い、△：普通、X：関係無）。これにより、分散開発における診断強化を可能としている。この分散開発に影響のある診断結果については、各分散先の評価情報をリアルタイムに情報アクセスし、相手先とのインタフェース相互診断を実施し、診断精度を上げる。また、プロジェクト診断の結果、組織の基盤整備事項と評価されるものを、このプロジェクトチェック

リストに明記し、組織基盤整備活動への提案とする。  
この事項は組織診断項目として反映するしくみとしている。

組織診断も同様で、プロジェクト改善ならびに診断に反映すべき事項を切り出すしくみとしている。

(2) 評価メトリクス

プロジェクト診断では計画時診断、遂行時診断、完了時診断と開発ライフサイクルをとおして診断し改善するしくみとなっておりその各々において5段階のレベル評価を行なう。計画時診断の評価結果のレベルとプロジェクトの状況について表1に示す。また各診断要素毎の評価方法について表2に示す。プロジェクト診断においては、計画時診断として、プロジェクト計画の見通し、妥当性をリスクの観点からそれぞれ5段階評価する。見通しについては、リスクの大きさに応じた対策が上手に切り出され対応策が適切に計画されているかといった観点で評価する。妥当性については、プロジェクトリーダーの改善への意志が反映され、かつ定量的評価に基づいた計画であるか評価する。

プロジェクト遂行時の診断においては、見通しと管理の適切性を5段階評価し、完了時については、プロジェクトの成功度評価(満足度評価)、計画・実績の妥当性、達成度の3つのカテゴリで5段階評価する。

表1 計画時診断結果のレベルとプロジェクトの状況

診断スコア	状況
レベル5 高	要求分析、リスク分析も十分で、プロジェクト計画も定量的目標管理ができている。生産性・品質目標値も高く達成可能。
レベル4	過去の類似プロジェクトも反映し、計画を立てている定量的目標設定もリスク分析を反映して設定している。リーダーの意識も非常に高い。このままではほぼ間違いなくプロジェクトである。
レベル3	プロジェクト計画にリスク分析結果が反映されている。推進リーダーの改善意識が高い。管理方式もリスク分析に基づいて計画されている。ただし、定量的分析や目標管理が弱い。プロジェクト遂行時診断でのフォローアップが必要。
レベル2	プロジェクト計画は立案されているがリスク分析が弱く、推進リーダーの意識も弱い。管理方式も確立されていない。要求仕様とリスク分析を再度実施し計画書に盛り込む必要あり。
レベル1 低	プロジェクトの抱えるリスク認識がなく対応策もない。プロジェクト計画も無くこのままでは増量たりの推進となる。根本的見直しが必要。再計画時診断必要プロジェクトである。

表2 プロジェクト診断評価方法

区分	計画時診断		遂行時診断		完了時診断	
	評価基準	見通し	見通し	見通し	成功度	達成度
見通し	1 リスク大 根本的対策あり	1 リスク大 根本的対策あり	1 リスク大 根本的対策あり	1 リスク大 根本的対策あり	1 進捗が非常に早い	1 進捗が非常に早い
	2 リスク大 対策実施中	2 リスク大 対策実施中	2 リスク大 対策実施中	2 リスク大 対策実施中	2 進捗が早い	2 進捗が早い
	3 リスク中 対策実施中	3 リスク中 対策実施中	3 リスク中 対策実施中	3 リスク中 対策実施中	3 進捗が普通	3 進捗が普通
	4 リスク小	4 リスク小	4 リスク小	4 リスク小	4 進捗が遅い	4 進捗が遅い
	5 リスク無	5 リスク無	5 リスク無	5 リスク無	5 進捗が遅い	5 進捗が遅い
妥当性	1 計画書および実施のない計画	1 計画書および実施のない計画	1 計画書および実施のない計画	1 計画書および実施のない計画	1 計画書および実施のない計画	1 計画書および実施のない計画
	2 顧客に合ったものである計画	2 顧客に合ったものである計画	2 顧客に合ったものである計画	2 顧客に合ったものである計画	2 顧客に合ったものである計画	2 顧客に合ったものである計画
	3 一部実務の一部にまで基づく計画	3 一部実務の一部にまで基づく計画	3 一部実務の一部にまで基づく計画	3 一部実務の一部にまで基づく計画	3 一部実務の一部にまで基づく計画	3 一部実務の一部にまで基づく計画
	4 実務の一部にまで基づく計画	4 実務の一部にまで基づく計画	4 実務の一部にまで基づく計画	4 実務の一部にまで基づく計画	4 実務の一部にまで基づく計画	4 実務の一部にまで基づく計画
	5 実務の一部にまで基づく計画	5 実務の一部にまで基づく計画	5 実務の一部にまで基づく計画	5 実務の一部にまで基づく計画	5 実務の一部にまで基づく計画	5 実務の一部にまで基づく計画

(3) 診断結果と改善例

図1に示すように診断結果は分散開発部門の改善に結び付けてはじめてその効果が現れる。ここではプロジェクト診断の時診断結果と改善例を表3に示す。ここでは顧客との契約インタフェース、受入条件となる性能目標値の設定、生産性向上の立場からの再利用促進、分散開発における役割の明確化など改善に結び付けている。

表3 プロジェクト計画時診断結果と改善例

計画時診断結果	改善内容
客先との仕様承認・変更ルールが無い	ルールの確立と当該ルールを客先に承認を得た(推進計画書に盛り込む)
類似開発のレビュー結果が再利用計画に反映されていない	再利用を計画に盛り込んだ
性能目標とその条件が不明確	性能目標を明確にし、そのための設計審査方法と組み合わせ試験での確認方法を予め設定した
協業先との役割分担が不明確(担当モジュールや受入方法)	構成管理を徹底し、協業先を明確にし、試験計画に反映した

(4) 組織診断

組織診断については、9つのプロジェクト管理要素をCMM [1] の5段階評価のレベル相当にマッピングして評価する。この際 マネージメントサイクルPDCA (Plan Do Check Act ion) の状態も加味した評価を行なう。CMMモデルと本提案モデルの関連について表4に示す。評価要素とその内容について表5に示す。

表4 CMMモデルと本提案モデルの評価レベル

レベル	CMM	本組織診断モデル
5 最進化レベル	プロセスの絶え間ない改善と最進化の基礎ができていない	新技術への適用など育成を見通したPDCA改善サイクルが積極的に進んでいる
4 管理されたレベル	組織としてプロセスを計画・分析し改善している	プロジェクトに対する組織的基盤を企画、実施、確認、改善するPDCAが定期的に経営層により実施されている。ドメインに対応した組織基盤がある。
3 定義されたレベル	プロジェクト推進プロセスが確立され、一部定量的な部分もあるが管理基盤も確立している	プロジェクト診断結果を反映するしくみが確立している。ドメイン対応の基盤も一部確立できている。
2 反復可能レベル	構成管理を基にした変更制御が可能で、限られたプロジェクトではバランクな進行できる	プロジェクトを構成管理をもとに管理するしくみが確立されている。組織間の改善サイクルは弱い
1 初期レベル	プロセスが管理状態に無い各プロジェクトに依存している	組織としてのプロジェクトを推進する基盤が無く個々のプロジェクトで対応

表5 組織診断要素とその内容

診断要素	内容
総合評価	開発環境の整備、構成管理、コミュニケーション教育、イノベーションなど
工程管理	協業先を含めた進捗フォローと遅延への対応など
品質管理	協業先を含めた設計審査、テスト計画・テスト実施、障害管理など
体制管理	要求仕様を実現する要員のスキル分析、分業先選定、仕様変更時の体制組み替え、組織力向上など
外注管理	外注先評価と選定、開発途上の管理方法、協業の環境整備
ドキュメント管理	技術文書の改廃、配布(伝達)、仕様書の管理など
原価管理	仕様変更時の工数、外埠コスト、環境整備コスト管理など
仕様管理	仕様変更の伝達徹底、品質、コスト、工程への影響評価など
設備管理	協業先も含めたコラボレーション環境、設備計画など

(5) 診断と生産性・品質向上との関連評価  
 総合生産性を 売上高/工数ととらえ、3つの要素から展開し評価することとした。この関連について図3に示す。診断においては、再利用向上と品質に起因する再作業抑制に着目することで、診断を実施し改善に結びつけることとする。これにより、生産性と診断を関連付けた。この診断チェックリスト項目と生産性・品質の関連について図4に示す。

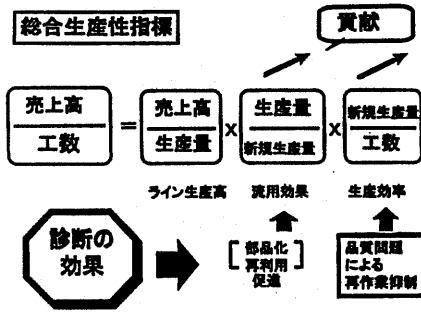


図3 生産性評価指標について

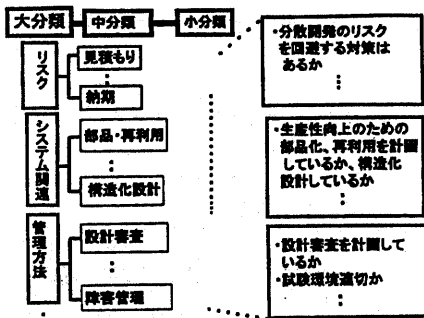


図4 プロジェクト診断チェックリストと生産性・品質向上の関連

### 3. 2 プロジェクト診断・組織診断の組み合わせによる診断

プロジェクト診断結果と組織診断結果の組み合わせ診断方法について、図5に示す。複数のプロジェクト診断を通して共通な課題は組織基盤として改善活動に反映する。具体的な事項として、開発・試験設備、ツール、技法、規程類、教育などが挙げられる。これらの事項は、該当組織の組織診断時に診断対象として反映される。一方、組織診断時に新規に整備されたしくみ（ドメイン対応の規程類、構造化・部品化技術、オブジェクト指向技法<クラスライブラリ化>や品質管理教育、C/Sシステム構築法など整備されたものについては、プロジェク

ト診断時に該当プロジェクトが活用を計画時に盛り込んでいるか、徹底度合いなど診断対象とする。また、組織基盤として弱部分については、個々のプロジェクト側で補う必要があり、プロジェクト診断時に、これらの基盤リスクとして認識して対応をとっているか診断する。このようにプロジェクト診断と組織診断の改善サイクルを廻すしくみとしている。

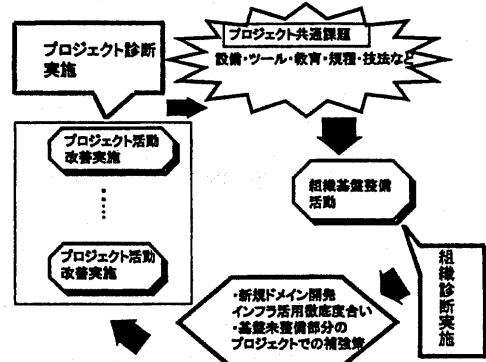


図5 プロジェクト診断と組織診断の改善サイクル

### 4. 本方式の実施と検証

以下の分散開発プロジェクトならびに組織について本診断方式を実施した。

#### ①診断対象協業先組織 — 14社

②企業規模 200名~1000名

③プロジェクトプロフィール

- ・開発期間：6ヶ月~20ヶ月
- ・開発規模：16KL~400KL
- ・協業比率：社内・直系会社—協力会社  
2 : 4 : 4

#### 4. 1 分散協業開発プロジェクト・組織診断の実施と検証

##### (1) プロジェクト診断の実施

診断結果を表6に示す。プロジェクト診断の適用を2プロジェクト(1991年)から12プロジェクト(1996年)へと適用を拡大し、この間にコラボレーション環境での診断も実施した[10]。1991年から1996年にかけての診断結果は、計画時診断結果は、2.1から2.4、遂行時診断結果は、1.9から3.1、完了時診断結果は、2.2から3.7となった。

表6 プロジェクト診断結果

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
診断対象プロジェクト数	2	5	10	11	15	23
計画時診断スコア	2.1	2.2	2.6	2.3	2.5	2.4
遂行時診断スコア	1.9	2.2	2.4	2.6	2.9	3.1
完了時診断スコア	2.2	2.4	3.2	3.5	3.5	3.7

(2) 組織診断の実施

1995年から1996年にかけての組織診断のスコアを図6に示す[10]。流用率の変化ならびにシステム試験時の障害発生率の変化ならびに出荷後の発生不具合の実績を表7に示す。

全般的に1996年のスコアは、1995年と比較して改善されている。ただし、文書管理、コスト管理のスコアは余り改善されていない。設備管理、総合管理（標準類の整備度、構成管理、コミュニケーション）、工程管理が大きく改善されている。流用率は、91年から94年まで下降が横ばいであったが、95年から96年にかけて向上した。システム試験時の障害発生件数も91年度を1とした場合、96年度は0.3と着実に減少している。主な障害要因別指標の1995年から1996年の変化を図7に示す。全般的にメトリクスからも改善されているものが見える。特に、協業先への仕様変更伝達ミス率、開発途上の技術仕様変更こともなうインタフェース誤りが大きく改善されている。共同レビューの実施率とレビュー指摘件数はあまり改善が見られていない。

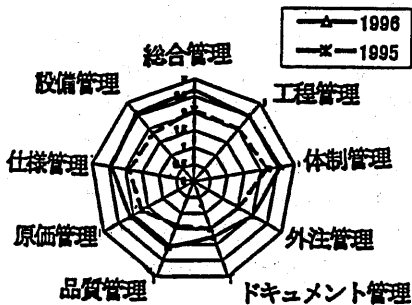


図6 組織診断結果

表7 流用率・障害発生率・出荷後障害発生率の変化

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ソフト流用率 (%)	60	58	46	51	71	77
障害発生率 (システム試験時)	1	1.3	1.1	0.9	0.8	0.3
出荷後の障害件数	1	0.9	0.8	0.8	0.6	0.3

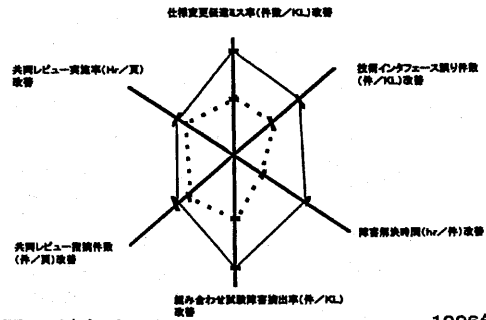


図7 障害要因別の変化

4. 2 評価と考察

(1) プロジェクト診断

プロジェクト遂行時ならびに完了時診断スコアは着実に改善されてきているが、計画時診断スコアは、ソフトウェアの適用分野などが拡大していることもあり、リスクを計画段階で見極めることが難しいことを表わしている。しかし、以下の事項については診断内容から改善が図られてきている。

①顧客の要求仕様変更の手続きが曖昧なものは、計画時診断で必ず明確にすることができ、明確になるまで開発をスタートできないしくみを確立したことによって、開発途上の変更にも適切に対応可能となり、設計変更の再作業が大きく減少できた。これは、障害要因別の仕様変更伝達ミス率や技術インタフェース誤り率の改善からも分かる。

②分散開発の協業先とのコミュニケーション方法や設計審査方式をあらかじめ計画することをチェックするようにしたことで、協業先との技術インタフェースによる障害を改善できた。これは、各協業先の単体試験や関連部分の組み合わせを十分実施後に他組織（企業）で開発した部分と組み合わせることが可能となったことによるものである。

③開発途上の遂行時診断については、計画時診断時の計画精度・見通しの精度を高めても、客先の新たな要求事項が発生したり、実現仕様がハードウェアや汎用パッケージの仕様変更や改版などで前提が変わり、新たなリスクを抱えるケースも多い、

このような状況を再度 第三者の立場で診断し、改善を結び付けることは効果的である。

④完了時診断については、今後のプロジェクトにノウハウを蓄積し、反映するしくみとして有効であると同時に、顧客のみならず技術者の満足度として協業先も含めて評価することは、今後の開発プロジェクトに良い影響が出ている。

#### (2) 組織診断

文書管理については、大規模化や分散開発における改廃の不徹底やデザインレビューの反映が徹底されていないことによるものである。外注管理、コスト管理については、仕様変更と負荷（工数）計画へのリンクが弱いことによる。一方 コラボレーション環境を整備してきた結果から、コミュニケーション標準に関するスコアが高い、これは協業の診断と改善施策が効果的であることが証明できた。ただし、図7から考察すると協業先間のコラボレーションによる共同レビュー支援環境は今後の課題となっている。また、分散開発において構成管理を基にしたシステム構成要素と分業先との関連や同一組織においても遠隔地開発している場合などの関連付けを情報管理し、品質管理を行なうことならびに分散協業の品質管理マトリクス開発と適用が有効であることがわかった。

#### (3) プロジェクト診断と組織診断の組み合わせ 診断

表6のプロジェクト診断結果ならびに図6の組織診断結果から、着実に改善が図られていることが判る。これは、診断の評価方式からプロジェクト、組織の個別の課題が浮き彫りにできたことによるものである。このことは、従来の組織診断に加えプロジェクト診断と両輪で改善サイクルを廻す本方式が有効に機能していることである。また、評価マトリクスを使うことによって改善が定量的に把握でき、どの部分に強化する必要があるか明確になり、また、診断員のバラツキもチェックリストの適用で解消できたと思える。

#### (4) 生産性・品質向上と診断結果の関連

プロジェクト診断を計画時、遂行時と行なうことによって、分散開発上流での品質確保が実現できた。これが、表7の後工程のシステム試験時の障害件数の削減効果があったといえる。生産性についても、表7の流用率の向上と併せて、図3で定義した生産性の診断が効果があることを表わしている。この結果、製品出荷後の製品ステップ数あたりの障害件数も1991年に対して1996年には、1/3に減

らすことができた。

#### 5. まとめ

本稿では、分散開発環境における協業先開発現場のコラボレーション型診断方式を提案し、1991年から1996年に亘り 実プロジェクト・組織に適用した。その結果、出荷後のソフトウェアの障害件数を削減でき、本診断方式が効果的であることが実証できた。今後は、協業組織間のプロジェクト診断・組織診断においてインターフェース診断ならびに遠隔作業診断診断要素を考慮した成熟度診断体系の強化を行うと同時に成熟度向上とソフト開発プロジェクトの生産性・品質向上との関連や見積もり精度との関連やバラツキ改善などとの関連など検証を進め、より効果的な診断方式を目指し改善を進めていくこととしたい。また、診断と改善のノウハウをDB化し、開発ドメイン対応のナレッジデータベース化などにも今後取り組んでいきたい。

#### 参考文献：

- [1] Paulk, M 他 Capability Maturity Model for software, version 1.1, Tech. Report CMU/SEI-93-TR-24 software Engineering Institute, 1993
- [2] ISO 9001 : quality Systems — Model for quality Assurance in Design/development, Production, Installation, and Servicing, International Organization for Standardization, 1994
- [3] Humphrey, watts "Software Process maturity/Processmaturity" Proceedings of the CASE WORLD " Conference . Andover, MA : Digital Consulting , October 1990
- [4] 内藤他 ソフトウェア分散開発におけるプロセス・組織診断方式 情報処理学会 モバイル研究会 1997年12月
- [5] 内藤他 ソフトウェア開発プロセス診断におけるコラボレーション 情報処理学会 DPS研究会 1998年1月
- [6] 内藤他 モバイル環境における分散処理ソフトウェア開発の品質管理方式 情報処理学会 モバイル研究会 1998年2月