

Title	開発コンセプトの変更をともなう業務システムメンテナンスの支援手法
Author(s)	西岡, 健自
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/12102
Rights	
Description	Supervisor:落水 浩一郎, 情報科学研究科, 博士

開発コンセプトの変更をともなう

業務システムメンテナンスの支援手法

北陸先端科学技術大学院大学

西岡 健 自

博士論文

開発コンセプトの変更をともなう
業務システムメンテナンスの支援手法

西岡 健 自

指導教員： 落水 浩一郎 教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

平成26年3月

要 旨

業務システムのメンテナンスは、ビジネスやInformation and Communication Technology (ICT) の変化に応じて頻繁に発生している。その多くは従来にない機能・性能の拡張や強化等をともなうため、新しい開発コンセプトの作成が必要となる。しかし、現状では、ヒューリスティックなアイデア生成の方法によってこの作成を行っているため、多大の負担と時間を要する場合が多い。本研究では、新しい開発コンセプトの作成に要する負担と時間の削減を目的として、一貫した作成支援手法を提案する。この手法では、業務システムのメンテナンスをビジネス等の変化にともなう問題に対するトラブルシュートととらえ、新しい開発コンセプトをその解消策と位置づける。すなわち、新しい開発コンセプトの作成を、トラブルシュートの手順である問題の定式化、原因の追求、検証の考え方の応用による3つのフェーズによって手順化する。この手法を実際の業務システムのメンテナンスに適用した結果、新しい開発コンセプトの品質を維持したまま、打合せの負担が軽減し、作成に要する時間を短縮したことから研究の目的の達成を確認することができた。本論文では、この手法をSPC (Systematic Process of Conceptualization) と呼ぶ。

目 次

1	はじめに	1
1.1	ICT の社会への浸透	1
1.2	メンテナンスの位置づけ	6
1.3	本研究における業務システムのメンテナンスとは	10
1.4	拡張コンセプトの課題	13
1.5	本研究の目的と達成点	15
2	SPC の関連技術	18
2.1	関連技術分野から見た SPC の位置付け	18
2.1.1	ソフトウェアの進化 [7]	19
2.1.2	超上流工程	21
2.1.3	BPR と BPM	23
2.2	SPC に適用する関連技術	24
2.2.1	TS と TQC	25
2.2.2	IDEF0	28
2.2.3	TOC	29
2.2.4	コンテキスト図	33
2.2.5	オブジェクトポイント法	34
3	SPC の基本的考え方	35
3.1	拡張コンセプト作成方針の明確化（課題 1 の対処）	35
3.2	顧客のビジネスの把握方法の提供（課題 2 の対処）	39
3.3	収集した情報の分析方法の提示（課題 3 の対処）	45
3.4	分析結果の確認方法の提供（課題 4 の対処）	46
3.5	分析結果の整理方法の明確化（課題 5 の対処）	48

3.6	SPCにおける一環した手順の構成	49
4	SPCの構成と運用	51
4.1	SPCのフェーズ構成	51
4.2	SPCにおける最初の繰返し：初期仮説の立案	52
4.3	対象領域の把握フェーズ	55
4.3.1	BSによる情報の収集	55
4.3.2	業務フローの作成	57
4.3.3	問題点一覧の作成	59
4.4	対策の策定フェーズ	61
4.4.1	ボトルネックの抽出	61
4.4.2	ボトルネックの解消法の策定	64
4.5	確認と具体化フェーズ	66
4.5.1	顧客のビジネス上の期待との整合性の確認	66
4.5.2	拡張コンセプトの整理	68
4.6	SPCの全体構成	71
4.7	分析以降の開発フェーズへの移行	72
5	SPCの適用事例と評価	74
5.1	適用事例	74
5.1.1	CRMへのプロジェクト管理機能の統合 (S1) [44]	75
5.1.2	機器在庫管理システムの拡張 (S2)	76
5.2	SPCの評価	77
5.2.1	課題への対処	77
5.2.2	従来の手法との比較	78
5.2.3	SPCの定量的効果	80
5.2.4	SPCの今後の課題	83
6	関連研究	84
6.1	Conceptualization 手法 [3]	84
6.2	TOCとCDMを用いた業務分析手法 [28]	85

6.3 要求工学の展望 [6]	86
7 まとめ	90
謝辞	93
参考文献	94
本研究に関する発表論文	99
付録A ICT の社会への浸透	100
付録B 国内における ICT に関する統計	102
付録C SPC による SPC のための拡張コンセプトの導出	104

第 1 章

はじめに

情報通信技術（ICT）の社会への浸透は目覚しく、業種に関わらずほとんどの企業は事業遂行の様々な側面で ICT に基づく情報システムを必要としている。コンピュータとネットワークなしでは、ビジネスの遂行は困難であり、日常生活にも支障を来す状況が到来している。

本章では、この ICT の社会への浸透の状況とそれともなう ICT の社会的責任について述べ、次に本論文のテーマである業務システムのメンテナンスの位置付けと、特に、開発コンセプトの変更をとともなうメンテナンスの課題について述べる。また、この課題に対して本研究でどのように対処したか、どのような効果を確認したかについて概要を述べる。

1.1 ICT の社会への浸透

ICT はこの 20 年ほどの間に急速に社会に広まり、生活に欠くことのできない要素となっているが、ここでは国の対応を出発点として、ICT の社会への浸透を概観する。

内閣官房情報セキュリティセンター（NISC）は、国の情報セキュリティ政策の基本戦略の遂行機関だが、その設立の目的や活動から国内における ICT の位置付けを窺うことができる。

NISC は、以下のような背景に基づいて設置されている。なお、以降の NISC 関連の文献からの引用では、ICT を IT（情報技術）と表記している。

背景 ITの急速な発展と普及にともない、ITは生活のあらゆる部分に浸透し、いまや社会基盤として必要不可欠のものとなっています。ITの重要性が増す反面、ITに障害が起きた場合には、国民生活や経済活動へ大きな打撃を与える可能性があります。(文献 [34] より)

NISCの目的は、国内の主要産業をICTセキュリティの観点で防護することであり、この防護に関する第2次行動計画では、防護の対象を次のような重要インフラと呼ぶ10分野としている(文献 [35] より)。

重要インフラ 「重要インフラ」とは、他に代替することが著しく困難なサービスを提供する事業が形成する国民生活及び社会経済活動の基盤であり、その機能が停止、低下又は利用不可能な状態に陥った場合に、わが国の国民生活又は社会経済活動に多大なる影響を及ぼすおそれが生じるものである。第2次行動計画では、「情報通信」、「金融」、「航空」、「鉄道」、「電力」、「ガス」、「政府・行政サービス（地方公共団体を含む。）」、「医療」、「水道」及び「物流」の10分野の重要インフラを防護対象とする。「重要インフラ事業者等」とは上記10分野に属する事業を営む者のうち、別紙1の「対象となる事業者」に指定された者及びこれらの者から構成される団体である。

なお、上記の別紙1は付録Aの表A.1に対応する。

NISCのような取り組みは、各国で行われているが、重要インフラに相当するものは国によって異なり、欧米ではICT事業も重要インフラとみなしている国が多い。

重要インフラの提供するサービスは上記のように、ライフラインから主要な産業に及ぶが、NISCでは、重要インフラサービスとして次のように定義している(文献 [35] より)。

重要インフラサービス 重要インフラ事業者等が提供するサービス及びそのサービスを利用するために必要な一連の手続きのうち、国民生活や社会経済活動に与える影響の度合いを考慮して、特に防護すべきとして重要インフラ分野毎に定めるものである。

各重要インフラでは、業態によってシステムの種類は異なるが、多種多様な情報システムを利用している。これらの情報システムは日々の事業活動の遂行に必要な業務システムからライフラインの供給を司る制御システムにおよび、各分野は自分野のサービス提供のために必要な情報システムを重要システムと位置づけている。この重要システムの定義は以下のとおりである(文献 [35] より)。

重要システム 重要インフラサービスを提供するために必要な情報システムのうち、重要インフラサービスに与える影響の度合いを考慮して、重要インフラ事業者毎に定めるものである。

重要システムには、列車の運行管理システムや証券取引システム等が含まれるが、内訳の詳細については、付録 A を参照されたい。

NISC の調査 [36] によると、ほぼ半数の分野は、自分野の重要システムが人手による作業等の代替手段の効かない必須のシステムであるという認識を持っている。

NISC では、このような必須のシステムをサービスの提供に不可欠のシステムとして、「重要システムとサービスの独立性」が低いシステムと表現する。

独立性の低い重要システムでは、システムに機能不全が生じたときに、重要システムを用いずに（手作業等による代替手段により）サービスの維持・提供が困難となるが、この観点で重要インフラ 10 分野は以下のように分類することができる [35]。

a. 重要システムとの独立性の低い分野：

情報通信（通信）

金融

航空

政府・行政サービス

b. 重要システムとの独立性の高い分野：

情報通信（放送）

鉄道

電力

ガス

医療

水道

物流

なお、情報通信分野は放送と通信の2つに分かれ、放送は独立性が高いとしている。

このように半数弱の重要インフラ分野は独立性が低く、自分野の重要システムがマニュアル等の代替手段の効かない必須のシステムであるという状況にある。この状況からも、ICTが生活に深く根付き、社会にとって不可欠の存在であることを窺うことができる。

また、このような情報システムの開発を含む情報サービス業の売上げは、経済産業省による業務種別売上高の調査 [37] によると、表 1.1 のように、平成 24 年度で約 10 兆円に達し、この内の 7 兆円超がソフトウェアの開発、プログラムの作成に充てられている。

表 1.1: 情報サービス業の業務種別売上高（抜粋）

(単位:百万円)

年	売上高合計	ソフトウェア開発、 プログラム作成	受注ソフトウェア		ソフトウェア プロダクツ	うち ゲームソフト
				うち システム インテグレーション (SI)		
平成22年	10,150,413	7,203,705	6,077,066	3,817,071	1,126,639	495,428
23年	9,880,699	7,008,405	6,025,338	3,864,745	983,068	365,991
24年	10,120,231	7,262,141	6,242,420	3,970,248	1,019,721	377,838
構成比(%)	100.0	71.8	61.7	39.2	10.1	3.7

この表 1.1 は、経済産業省の表特定サービス産業動態統計調査 [37] における 2013 年 8 月 8 日発行の 6 月分速報を抜粋したものである（統計の詳細は付録 B を参照）。

なお、受注ソフトウェアはユーザからの受注による開発であり、そのうち一括契約によるものをシステムインテグレーションとしている。

平成 25 年度国家予算（歳出）が約 103 兆円、税収が約 43 兆円であることを考え合わせると、ソフトウェア開発の対するこの投資の大きさから、社会の ICT に対する期待の大きさを推し測ることができる。

逆に、ICT、特にソフトウェアによって成り立つシステム開発はこの期待の大きさに応える社会的責任を負うことになる。この責任を果たすためには、費用対効果において社会的な付加価値の高いシステムを開発する必要がある。

付加価値には、セキュリティを含むシステムの信頼性や、高い保守性を実現するシステムの柔軟性等の技術面の価値も含まれる。しかし、社会的に有用な付加価値としては、産業、ライフライン、生活にかかわるビジネス上の機能・性能上の価値が必須である。この付加価値には、社会と生活を豊かにし、システムのユーザの信頼を勝ち取るサービスの向上、コストの削減、事業の業容・生産能力を拡大する競争力や差別化要素が含まれる。

システムのビジネス上の付加価値を決定するのは、システム開発における最上流フェーズであり、このフェーズに適用する技術は要求工学 (Requirement Engineering) の技術である。この要求工学分野では、詳細は 6 章の関連研究で述べるが、従来の要求と実装に関わる課題に変わって、ICT の社会、ビジネスへの深いかわりど期待を背景として、次のような新たな 4 つの基本的課題 (Principle) が提案されている [6]。

1. 要求と社会との深い結びつきへの対応
2. 進化を続ける要求への対応
3. アーキテクチャへの注目
4. 複雑性への対処

この提案は、ドイツの Matthias Jarke 等の研究の成果であり、2012 年にポーランドで開催された 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS2012) では、基調講演の一つとして取上げられている。

文献 [6] では、これらの課題の基づいて社会やビジネスからの期待に応える、要求工学分野の多くの新しい研究テーマを提案している。これらの研究テーマには、

企業のような社会組織を情報システムと切り離した形で考えることができるだろうかといった議論も含まれる。

これまで述べてきたように、ICTは社会に浸透し、ICTへの社会的な期待や責任が大きくなり、その期待や責任に呼応してICTが新しい局面を迎えるという、社会と技術が連携する好循環が始まろうとしている。

1.2 メンテナンスの位置づけ

Jarkeの研究[6]で注目する必要がある点は、2番目の基本的課題として要求の進化を取上げていることである。

この課題は、システムの開発の終了後に要求が収束しない状況を前提としいる。すなわち、この課題は、ビジネス環境を含む運用環境や技術の変化によって、一旦開発されたシステムに対する要求がめまぐるしく変化することに、要求工学はどう対処するかを問うものである。

システムの開発の終了後に要求が収束しない状況の例として、東京証券取引所の株式売買システムがある。このシステムは、重要インフラである金融分野の重要システムの一つであり、顧客が安心して証券取引を実施できる高度な安全性を保障することを重視したシステムとして運用されてきた。このシステムは、人による代替の効かない必須システムにあたる。

しかし、近年の金融テクノロジーの高度化を背景として、証券の注文レスポンスや市場情報の配信の高速化に対するニーズが高まり、従来のシステムでは応答性が十分とは言えず、このままでは海外のシステムとの競争力の面で太刀打ちできないことが明らかとなってきた。

この状況が、ビジネス環境を含む運用環境や技術の変化であり、この変化に応じて東京証券取引所は、取引の安全性を保障しながらミリ秒単位の応答性を実現する新システムとして、アローヘッド (arrowhead) [2] を企画・開発した。最終的には、アローヘッドは従来のシステムに置き換わり、現在では海外の投資家にとっても魅力的なシステムとなっている。

第2の基本課題では、このような新たな要求に対し、要求の変化の方向性を把握し、新しい要求にシステムをどのように適合させるか等が研究テーマとなる (研

究課題については6.3節の一覧参照)。

このような、既に運用の始まっているシステムを修正・改造する活動をメンテナンスと呼ぶ。メンテナンス (Operation and maintenance) はソフトウェアのライフサイクル上は、図 1.1 のように最下流に位置する。

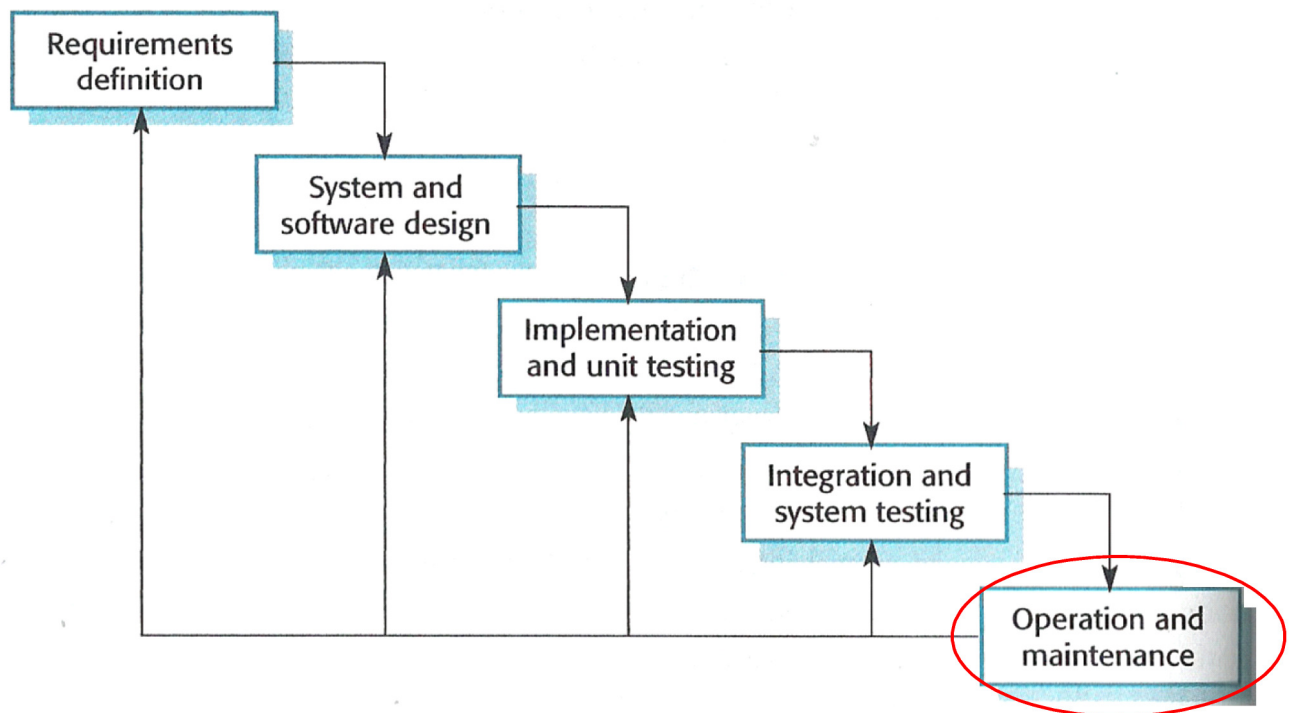


図 1.1: ソフトウェア開発のライフサイクル (文献 [4] Figure 4.1)

図 1.1 はソフトウェアの個々の開発活動を矩形として、上流から下流に向かう一筋の流れとして表したものである。このようなモデルを **waterfall** モデルと呼ぶ。このモデルはソフトウェアの全貌を直感的に把握する点で有用だが、実際のソフトウェアの開発では、個々の活動が下流側の活動のフィードバックを受けて一連の開発活動に繰返しの発生する、繰返し型の **spiral** モデル [5] を適用する場合が多い。

しかし、ソフトウェアの開発を構成する個々の開発活動は、図 1.1 の表現の粒度では双方のモデルで大きな相違はない。

要求工学を適用する開発活動は、図 1.1 の最上流に位置する要求定義（Requirement definition）であり、メンテナンスは図 1.1 の最下流の活動である保守運用（Operation and maintenance）の一部である。

しかし、開発終了後に始まるシステムの修正・改造であるメンテナンスは開発プロジェクトの形をとる場合が多く、メンテナンスの流れも図 1.1 の構成をとる。したがって、メンテナンスでも最初の開発活動は要求工学に基づく要求定義であり、最下流はメンテナンス後のシステムに対する更なる要求に対応するためのメンテナンスとなる。

このように、システムを運用する事業が継続し、要求が進化する限りメンテナンスは続くため、他の開発活動に較べて最も長い期間を占めることとなる。したがって、要求工学においても、要求の進化を基本課題として取上げて注目する必要がある。

メンテナンスへの投資についても、JUSA の 2011 年の IT 動向調査 [38] によると、一企業あたりの開発費と保守運用費の比は、表 1.2 のように、凡そ 2:3 となり、メンテナンスへの投資の大きさを窺い知ることができる。これを単純に表 1.1 のソフトウェア開発・プログラム作成売上げ高約 7 兆円に適用すると、約 4.5 兆円が保守運用関連の投資と考えることができる。この額は情報サービス業の売上の半分弱にあたる。

表 1.2: 企業あたりの開発費と保守運用費（抜粋）

IT予算(百万円)	開発費	保守運用	合計
11年度予測	657 (40%)	974 (60%)	1,630
10年度計画	658	971	1,629
09年度計画	680	981	1,660
08年度計画	839	978	1,816

改造のないシステムは使われていないシステムであると言われるが、保守運用の投資の大きさは、開発された多くのシステムがビジネスや生活において実際に運用されている傍証となる。運用によって、新たな要求が生まれ、その要求をシステムに反映させるために必要な費用を賄えるまで、そのシステムが付加価値を発揮しているからである。

特に、業務システムでは継続的なメンテナンスが重要である。なぜなら、図1.2のように業務システムに関わるビジネス分野の状況は好不況や市場の成熟度等を反映して刻々と変化し、そこで活動する業務システムのオーナーのビジネスにおける位置付けも多様に変化するからである。また、業務システムの実現手段であるICTの変革も目まぐるしく、この変革が業務システムの機能・性能を高めるチャンスとなるからである。

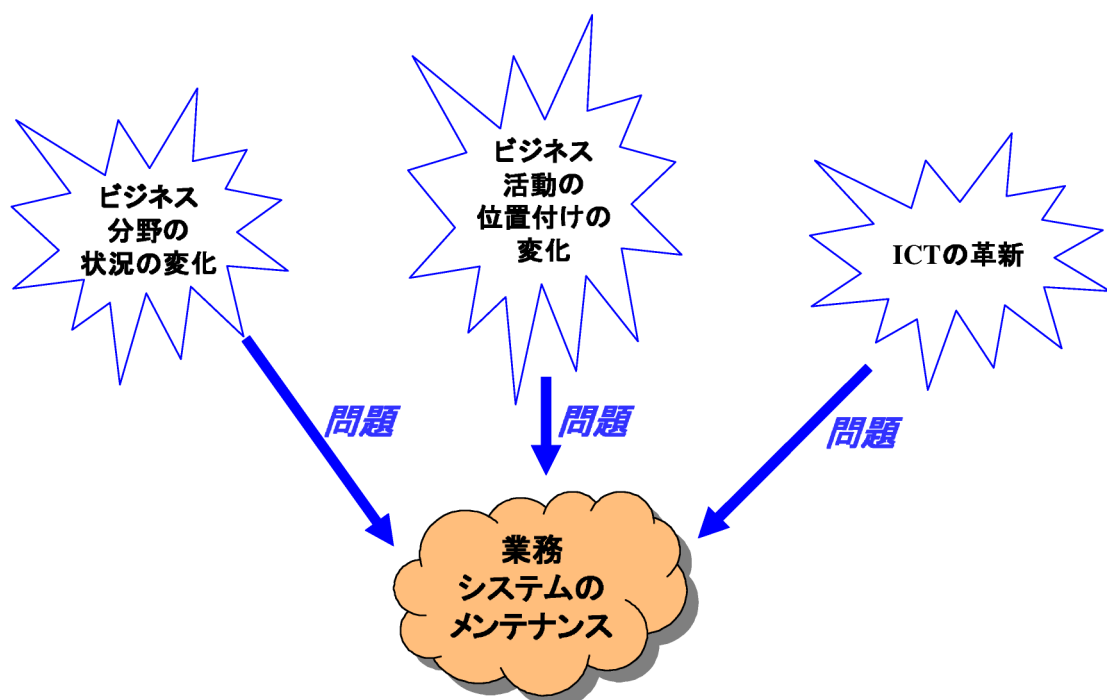


図 1.2: 業務システムのメンテナンスの背景

企業はこれらの変化に対応し、他社との競争を優位に進めるために、業務システムの機能強化や守備範囲の拡張等のメンテナンスを継続的に展開してビジネス

を有利に展開することを目指している。

この結果、顧客のシステム開発等を請け負う SI (System Integration) ビジネスでは、前述の保守運用関連の投資の規模の大きさからも窺えるように、業務システムのメンテナンスの割合が増大している。しかしながら、要求工学が 2 番目の基本的課題として取上げるように、メンテナンスの上流フェーズにおける課題は少なくない。

1.3 本研究における業務システムのメンテナンスとは

本論文では、業務システムのメンテナンスに焦点を当て、メンテナンスの上流フェーズにおいて、システムの付加価値を見極める支援手法について述べる。

本節ではこの手法について述べる前に、本論文に現れる用語の定義を明確にする。

最初に、業務システムとは企業がビジネスを遂行するために必要な業務を処理するシステムであり、近年、企業のビジネス遂行に定着した情報システムである。このシステムには業務の特定部分を遂行するための小規模のものから、重要インフラの重要システムの一部のように大規模なものまでが含まれる。

具体的には ERP (Enterprise Resource Planning), PDM (Product Data Management), CRM (Customer Relationship Management), 在庫管理システム, プロジェクト管理システム等がある。

各企業は業務システムを利用することで、業務上の作業コストの削減、蓄積した情報の活用による売上の拡大等のビジネス上の利益を享受することができる。

次に、メンテナンスは、一般にエラーの修正、実装の改善、サービスの強化に大別できる [4]。これまでに述べてきた要求の変化に応じたシステムの改造はサービスの強化のカテゴリーに属するメンテナンスにあたり、JIS X 0161 では適応保守 [27] にあたる。

この適応保守のうち、本論文の支援の対象は開発コンセプトの変更をともなうものである。たとえば、在庫管理で蓄積した情報を新たにビジネスチャンスの拡大に利用するような業務システムの目的の拡大等がこの変更にあたる。以降、本論文ではメンテナンスという用語は、特に説明のない限り、上記のような開発コンセプトの強化・拡張等の変更をともなうメンテナンスを指すものとする。

なお、開発コンセプトとは、開発対象となるシステムの付加価値を明らかにし、技術的にも開発を方向付けるものである。開発コンセプトは、システム開発の目的、機能・性能の守備範囲、システムの特徴、凡その開発スケジュール等を含んでおり、以降の分析や仕様定義の出発点となるものである。

要求定義の流れでは、図 1.3 のようにフィジビリティスタディから始まるが、開発コンセプトはこのフィジビリティスタディの活動結果となる報告書に記載する「要求の概要」に相当する [4]。

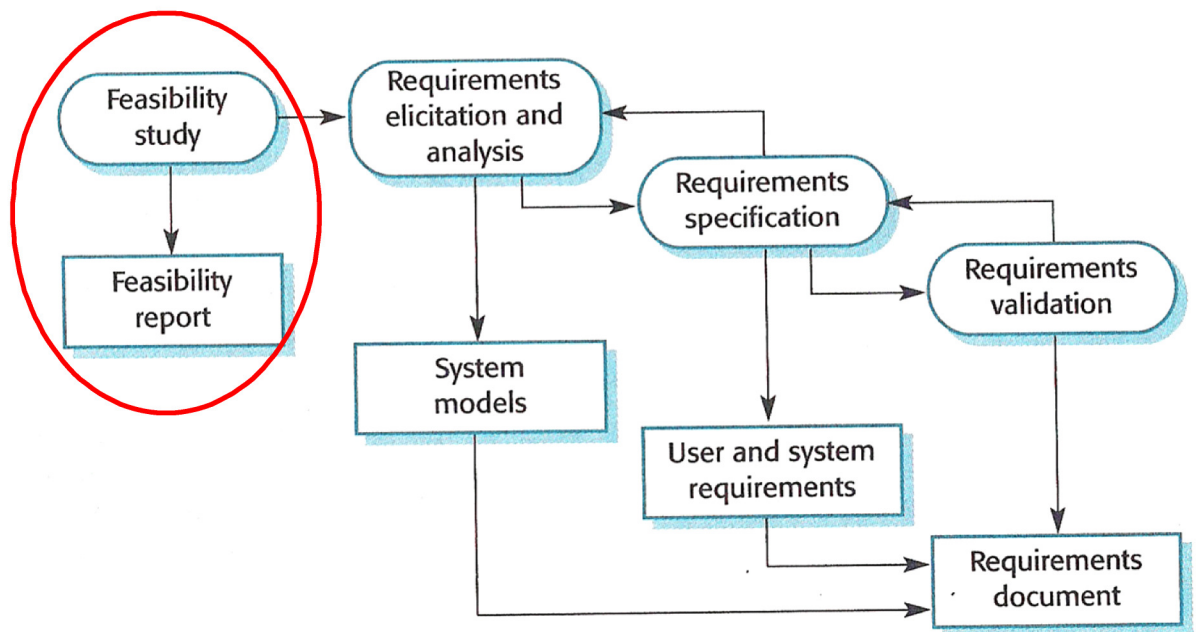


図 1.3: 要求定義の流れ (文献 [4] Figure 4.6)

ちなみに、文献 [4] の 4.3 節では、フィジビリティスタディを以下のように解説している。

- フィジビリティスタディ: 所与のユーザのニーズが現状のソフトウェアとハードウェアの技術によって満たすことができるかを見積もること。提案するシステムがビジネス的に費用対効果を満たすか、所定の予算の制約の中で開発できるかを検討する。フィジビリティスタディは比較的低予算、短期間で実

施する必要がある、その結果として、より詳細な分析を進めるか否かの決定に資する情報を提供する必要がある。

このように、フィジビリティスタディは、詳細な分析を進めるか否かの決定を左右するクリティカルな活動とすることができる。

また、文献 [4] では、図 1.3 を要求工学プロセスとしているが、このプロセスは、前述のように、既存の業務システムのメンテナンスの最上流でも、新規開発プロジェクトと同様に実施される。ただし、メンテナンスでのフィジビリティスタディのアウトプットは、既存の開発コンセプトに強化・拡張等の変更を施した新しい開発コンセプトとなる。

本論文では、この新しい開発コンセプトを、新規開発する場合の開発コンセプトと区別して、拡張コンセプトと呼ぶ。

SI ビジネスにおける拡張コンセプトの作成は、図 1.4 のように、顧客から開発企業に対する業務依頼のための最初の打合せである引合いから始まる。

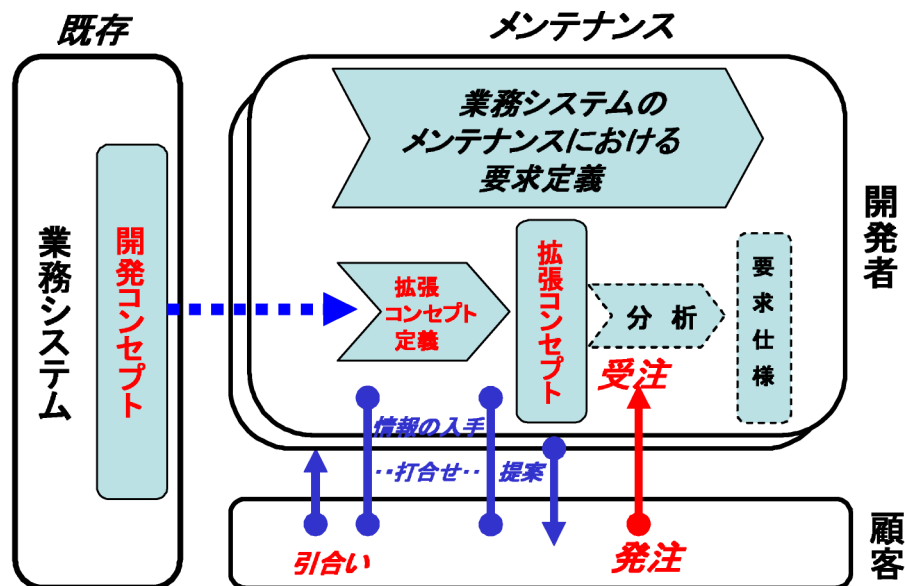


図 1.4: SI ビジネスにおける拡張コンセプトの位置付け

開発者は要求定義の最初の活動として、既存の業務システムの開発コンセプト

を参照し、顧客のビジネスの状況や期待を把握したうえで拡張コンセプトを作成し、顧客に提案する。顧客はこの提案に基づき、開発を発注するか否かを決定する。発注の場合、開発者は拡張コンセプトに基づいて分析以降の開発を進める。

したがって、拡張コンセプトの作成は、顧客にとって業務システムのメンテナンスにおけるビジネス展開の成否を左右し、開発者にとって受注の成否と以降の開発を左右するクリティカルな活動ととらえることができる。

なお、図 1.4 は SI ビジネスを例にとっているが自社で実施する場合は、顧客は自社の経営者・管理者に、開発者は自社のシステムエンジニアにあたる。また、引合いは検討指示に、受発注は社内プロジェクトのスタートにあたる。いずれの場合も拡張コンセプトの意味と重要性は変わらない。

1.4 拡張コンセプトの課題

業務システムのメンテナンスにおける顧客満足を達成できる拡張コンセプトを作成するためには、開発者は顧客のビジネスの状況を的確に把握する必要がある。また、業務システムとビジネスとのかかわりを的確に把握しておく必要がある。

しかし、開発者が動的に変化する顧客のビジネスの状況をプロジェクトごとに個別の方法で把握することは容易ではない。なぜなら、開発者は ICT に精通しているが、必ずしもビジネスに精通しておらず、業務システムのオーナーである顧客のビジネスの状況を正しく理解するための経験は十分でない場合が多いからである。したがって、顧客のビジネスの状況を十分理解しないうちに、プロジェクトを見切り発車させがちである。

また、顧客は必ずしも ICT に精通していないため、変化の激しい ICT を正しく理解することは困難であり、ICT によって実際に何を実現することができるか、ICT に基づく業務システムにどこまで期待を寄せられるかを把握することは容易ではない。したがって、メンテナンスによって実現する新業務システムへの顧客の要求は、過大、あるいは、過小なとなりがちである。

この結果、顧客と開発者との業務システムのメンテナンスの方向付けに関して、理解の食い違いの発生する恐れが高くなる。

この理解の食い違いを回避するには、新業務システムへの顧客の要求よりも、業

務システムのメンテナンスの背景にある顧客のビジネス戦略に基づいて拡張コンセプトを作成する必要がある。

本論文では、顧客のビジネス戦略のうち、業務システムのメンテナンスに特化したサブセットのねらいが新業務システムの新しいビジネス上の利点にあることから、この利点を顧客のビジネス上の期待と呼ぶこととする。

また、このビジネス戦略のサブセットに顧客の把握している ICT の知見を加えて顧客が立案した、新業務システムの新しい機能・性能の概要を顧客の要求と呼ぶこととする。

この定義に基づくと、顧客が必ずしも ICT に精通していないことから、顧客が満足する新業務システムの具体的なゴールである出発点を顧客の要求とすることはリスクがある。顧客の精通しているビジネス戦略の一部であるビジネス上の期待を拡張コンセプト作成の出発点とすることが適切である。

しかしながら、現状では、顧客のビジネス上の期待の把握法を含め、開発現場に定着した拡張コンセプトの作成手法は存在せず、特に実施の手順で属人性の高いアイデア生成の手法に開発者が依存しているため、以下のような課題がある。

課題 1) 拡張コンセプトの作成方針の規範がない：顧客への提案までの比較的短い期間で、拡張コンセプトを作成するプロジェクトに依存した手順を工夫する必要がある。

課題 2) ビジネスの把握方法の規範がない：顧客のビジネス上の期待を正しく理解するために何を把握・収集すべきか、プロジェクトに依存した情報を特定する必要がある。

課題 3) 収集した情報の分析方法の規範がない：収集した情報から有効な結論をどのように導き出すか、プロジェクトに依存した分析方法を工夫する必要がある。

課題 4) 分析結果の確認方法の規範がない：分析の確認方法を、プロジェクトに依存して工夫する必要がある。

課題 5) 分析結果の整理方法の規範がない：顧客に提案しやすく、以降の開発フェーズへの移行が容易な文書化の形式をプロジェクトに依存して工夫する必要がある。

この課題 1～5 により、拡張コンセプトの作成では、ビジネスについて確実な

知見を持っている顧客に開発者が頼る傾向が強まるため、打合せが頻繁に発生している。このような打合せは、顧客、開発者双方にとって大きな負担となるため、拡張コンセプトの作成の収束に多大の時間を要するが多かった。

さらに、拡張コンセプトの作成は、顧客の引合いから発注までの短期間で行う必要があるため、顧客、開発者双方の認識の食い違いを埋めるための時間を十分とれず、適切な拡張コンセプトに到達できない状況も少なからず発生している。この結果、拡張コンセプトの問題はシステムの運用が始まった後に気付く場合が少なくないことから、完成した新業務システムが費用対効果を達成できない状況に到る場合もある。

設計・プログラミング上の問題であればテストフェーズで発見でき、運用開始前に修復できる場合が多い。しかし、上流フェーズの機能・性能の見極めに問題のあった場合は、このように、運用開始後に期待した効果が得られないことから問題に気付く場合が多い。

また、一般に上流フェーズで発生する問題ほど対応に要するコストは大きく、機能・性能に問題のある場合は、顧客にとっても開発側にとっても、通常の開発上の不具合で発生するコストと比べ物にならない損失となる場合が多い。

したがって、拡張コンセプトの問題が運用開始後に明らかとなった場合、業務システムの作り直しが必要となる場合が多く、作り直しに多大なコストが発生するほか、業務システムのユーザや業務にも支障をきたす恐れが高い。また、最悪の場合は、システムの運用を見合わせることもなりかねない。結果として、システムのオーナーの信用が損なわれ、開発側は顧客満足を得ることができないばかりか、社会的な評価の低下にもつながる恐れがある。

1.5 本研究の目的と達成点

本研究は、業務システムのメンテナンスを担当する開発者による拡張コンセプトの作成に要する、負担と時間の削減を目的としている。本論文ではこの目的達成のために、上記の5つの課題の解決に基づく、拡張コンセプトの作成を一貫して支援する手法、SPC (Systematic Process of Conceptualization) を提唱する。

SPC は、5つの課題に以下のように対処することにより、拡張コンセプトの作

成を、アイデアを重視する方法から、顧客が抱えるビジネス上の問題に対する問題解決の方法に転換する。この転換によって、開発者は拡張コンセプトの作成に取組みやすくなり、少ない負担で、収束の早い有効な拡張コンセプトを導くことができる。

課題1の拡張コンセプトの作成方針として、業務システムのメンテナンスを顧客のビジネス上の問題の解決手段ととらえ、問題を明らかにしてその問題の解消策から拡張コンセプトを導く手順を導入する。具体的な手順としては、因果関係に基づくため見通しが良く、先入観を避けて部分最適に陥りにくく、かつ、経験の深い開発者が精通しているトラブルシュート (TS) の方法を応用する。この作成方針は、以下の課題2から5の対処方法を一貫した問題解決手順として含んでおり、開発者は顧客の抱えるビジネス上の問題を理解し、分析し、その解消策として拡張コンセプトを導くことができる。

課題2のビジネスの把握方法として、メンテナンスに寄せる顧客のビジネス上の期待と、その背景にある顧客の抱えるビジネス上の問題の把握に絞って、ビジネスステータス (BS) と呼ぶ情報収集の具体的なガイドラインを提供する。このガイドラインによって、開発者はビジネスに関する情報収集に取組みやすくなり、拡張コンセプトの作成に向けた品質の高い情報や適正な問題を収集することができる。

課題3の分析方法として、収集した問題を先入観を持たずに分析して問題の原因を見つけ出すために、TOC (Theory Of Constraints) のツールを導入する。このツールによって、開発者はビジネス上の問題を分析することができ、解決すべき問題の原因とICTに基づく解消策を導くことができる。

第4の分析結果の確認方法として、解消策が顧客のビジネス上の期待と乖離していないことを確かめるための新たなツールを導入する。このツールによって、開発者は解消策の信頼性を高めることができる。

第5の分析結果の整理方法として、拡張コンセプトを3つの観点で整理・表現する方法を導入する。この方法によって、開発者は顧客が分かりやすい提案を行うことができ、分析以降の開発への移行を円滑に進めることができる。

また、このSPCを実際のメンテナンスに適用した結果、顧客・開発者双方の負担と要する時間を従来より少く抑えて、顧客のビジネス上の期待に基づく有効で

信頼性の高い拡張コンセプトを導き出せることを確かめた。

本論文の以降の章では，2章でSPCに関連する技術，3章でSPCの基本的考え方，4章でSPCの構成の詳細，5章でSPCの適用事例と評価，6章で関連研究について述べ，7章で全体をまとめる。

付録Aでは，ICTの社会への浸透の一例として重要インフラの内訳を掲げ，付録Bでは，情報産業に関する売上などの統計情報を示す。また，付録Cでは，SPCの効果の思考実験として，SPC以前の拡張コンセプトの作成支援システムの改善にSPCを適用してSPCを導く試行について述べる。

第 2 章

SPCの関連技術

1 章では SPC を必要とする背景と，その目的，概要を述べた．本章では，SPC の関連技術分野から SPC の技術的位置付けを明らかとし，また，SPC が利用・参照する技術について述べる．

2.1 関連技術分野から見た SPC の位置付け

Jarke は，1 章で述べたように，要求工学の 2 番目の基本的課題として要求の進化 [6] を取上げているが，メンテナンスにおける拡張コンセプトの作成を支援する SPC は，この基本課題に取り組む研究テーマの一つとすることができる．

したがって，SPC の研究はソフトウェア進化研究に位置付けることができるとともに，要求工学のフィジビリティスタディに対応する活動であることから超上流工程の活動の一つに位置付けることができる．

ソフトウェア進化の分類（表 2.1 参照）では，SPC の研究は拡張コンセプトの作成に要する負担と時間の削減を目的としていることから，要求を対象とし，実践的手法に基づく，進化の実現を目的とする分類に位置づけることができる．

超上流工程における位置付けとしては，SPC の研究は拡張コンセプトの作成支援手法であることから，4 つの超上流工程の 2 番目であるシステム化の方向性に位置づけることができる．また，SPC では最初の事業戦略・事業計画の工程については顧客の結論を尊重して活用し，3，4 番目のシステム化計画，要件定義の工程については，それらに必要な情報を獲得し，提供する．

したがって、SPCの研究はBPRのような、超上流工程の最初の事業戦略・事業計画における企業全体を対象とした総括的な改革 [12] を直接対象とするものではない。しかし、BPRの一環として既存のシステムから新しい情報システムを構築する場合、実務ユーザの意図を正しく反映させた拡張コンセプトを作成することによって、BPMSとして有効性の高いシステムの構築に寄与することができる。

本節では、SPCを上記のように位置づけるソフトウェア進化、超上流工程、BPRとBPMについて概要を述べる。

2.1.1 ソフトウェアの進化 [7]

ソフトウェア進化 (software evolution) とは、一旦出荷されたソフトウェアに対する変更を受け入れる仕組や活動を指している。

したがって、ソフトウェア進化はソフトウェアの変更を積極的に取り入れる立場であることから、稼働中のソフトウェアを維持・修復することを主眼とし、変更を容易に行うための技術を含む従来のソフトウェア保守と区別されてきた。

しかし、保守コストが1980年代後半から増大し、2000年代では総コストの50～90%を占める状況に至っていることから、現在のソフトウェア保守技術の多くはソフトウェア進化技術と区別がつかなくなっている。

この状況から、ソフトウェア進化だけに特化した技術が存在するわけではなく、ソフトウェアの開発や保守に関連する様々なアプローチが重要とする観点から、ソフトウェア進化の研究を分類したものが表2.1である。

この表では、ソフトウェア進化の研究を以下の3つの視点で整理して、96項目に分類している。

手法 (method) 目的を達成するためのアプローチ (4分類)

対象 (Target) 進化の対象 (6分類)

目的 (Object) 手法の利用目的や手法による達成目標 (4分類)

論文 [7] では、この分類に基づき2001～2011の10年間に発表されたソフトウェア進化に関する主な論文73篇をサーベイしている。

視点	分類項目	説明
手法	形式的 (Formal)	数学的モデルに基づき厳密解を求める手法. 論理と推論, 形式言語と意味論, 抽象解釈など
	解析的 (Analytic)	言語モデルや式に基づき厳密解を求める手法. 静的コード解析, 動的プログラム解析, ソフトウェア計測など
	実践的 (Pragmatic)	経験に基づき近似解を求める手法. 経験則 (heuristics), パターンや原則, 知識ベースなど
	実証的 (Empirical)	統計や事例に基づき近似解を求める手法. データ処理, リポジトリマイニング, 事例研究 (case study), メトリクスの利用など
対象	コード (Code)	ソースコード, 実行コードなど
	モジュール (Module)	設計仕様, 設計文書, フレームワークなど
	アーキテクチャ (Architecture)	アーキテクチャ記述, コンポーネント, プロダクトラインなど
	システム (System)	システム全体, 複合システム (system of systems) など
	要求 (Requirement)	要求仕様, 要求文書, マニュアル, ゴールなど
	プロセス (Process)	開発プロセス, アクティビティ, ワークフローなど
目的	進化の分析 (Analysis)	ISO 14764 の Problem and modification analysis, Process implementation に対応. 変更要求の把握, 進化箇所の特定, 進化内容の決定など キーワード: fault-prone analysis, clone detection, requirements analysis, change request analysis, impact analysis, visualization, reverse engineering, program understanding/comprehension, design recovery, change prediction
	進化の実現 (Implementation)	ISO 14764 の Modification implementation, Migration, Retirement に対応. 進化の実施, システムの移行, システムの破棄など キーワード: code/model transformation, code/model generation, refactoring, restructuring, consistency management, change propagation
	進化の検査 (Review)	ISO 14764 の Maintenance review/acceptance に対応. 進化の評価, 進化の検証, 妥当性の確認, リリース管理など キーワード: regression testing, ripple effect analysis, release management, configuration management, change management
	進化の解明 (Investigation)	科学的観点 (ISO 14764 に対応なし). 進化の観測, 進化現象の理解など キーワード: phenomenologic(al) observation/investigation, formalization, empirical study, large-scale experiment

図 2.1: ソフトウェア進化研究の分類 (文献 [7] の表 2 より)

SPC の研究は, この分類では, 対象が要求, 目的が進化の実現, 手法が実践的となる研究に属する.

また, サーベイ結果の考察として, ソフトウェアに関する研究のほぼ全領域がソフトウェア進化研究にかかわるといっても過言でないとしている. SPC に関連する主な考察としては, 以下の 4 点を述べている.

- 実践的手法の必要性: ソフトウェア進化という広い研究分野の中で, 経験則やベストプラクティスが重要な役割を担う領域は継続的に存在している.
- 実践的手法の特徴: プロジェクト全体の成否に大きな影響を与えるドメイン分析やアーキテクチャ設計等の上流工程は実践的経験に裏づけされた方法論によって支えられている.

- 実践的手法の最近の傾向：アーキテクチャから更に上流の、進化のための要求分析を支援する成果が最近になって現れつつある。
- ソフトウェア進化研究の今後：進化研究の全てが実証的手法にとって代わられることはなく、広大なソフトウェア進化を一つの手法で解決することはありません。特に、抽象度の高い創造的な進化の実現については実践経験等に裏付けられたモデルが必要である。

SPC は、この考察の典型的事例といえることができる。なぜなら、SPC は開発現場における実践的手法の必要性に基づいて生まれた研究だからである。また、業務システムのメンテナンスの実施を左右する実践的経験に裏づけされたクリティカルな活動であることから実践的手法の特徴を満たし、メンテナンスの最上流の拡張コンセプトの作成に焦点をあわせている点で最近の傾向にも合致しているからである。

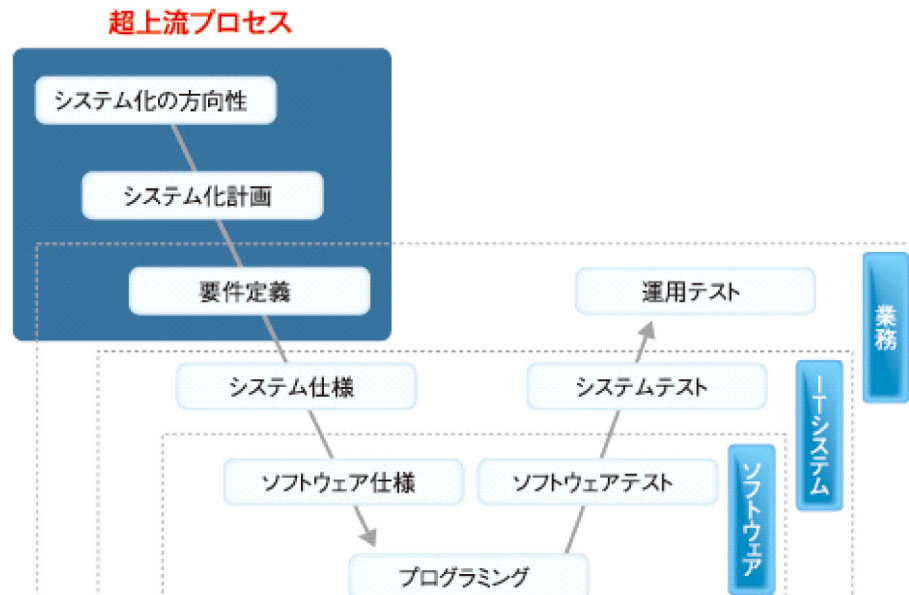
しかし、論文 [7] では、SPC の分類にあてはまる 2 篇の論文を紹介しているが、拡張コンセプトの作成に関連するものではない。これらの論文は、システムのステークホルダから要求を引き出す系統的な手法 [8] と、システムの機能・非機能要求の対立を整合させる手法である。

2.1.2 超上流工程

超上流工程は IPA/ISC（独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター）が重要性を喚起している、設計等より更に上流の工程である。超上流工程は、事業戦略・事業計画、システム化の方向性、システム化計画、要件定義の 4 工程よりなる [9]。

これらの工程のうち、企業のビジネス戦略にかかわる事業戦略・事業計画を除き、ソフトウェア開発に直接関わる部分と他のライフサイクルとの関係を表したものを図 2.2 に示す。

システム化の方向性は、共通フレーム [30] のシステム化構想の立案に対応することから [11]、経営上のニーズ・課題の確認、事業環境・業務環境の調査分析、対象となる業務の明確化、業務の新全体像の作成等の活動を含む。



(出典)『経営者が参画する要求品質の確保』(IPA ソフトウェア・エンジニアリング・センター編、オーム社、2006/6、P35)

図 2.2: 超上流工程の位置付け (文献 [11] より)

したがって、SPC は、拡張コンセプトの作成支援手法であることから、第2の工程であるシステム化の方向性に位置づけることができる。また、SPCにおいて拡張コンセプトを整理することによって、分析以降の開発に移行しやすい情報を提供することは、超上流の第2.第3の工程であるシステム化計画、要件定義に運用しやすい形で情報を提供することにあたる。

なお、超上流工程の最初の事業戦略・事業計画の工程については、SPCでは顧客の結論を顧客のビジネス上の期待として汲み取り、この期待を満足する拡張コンセプトを作成する。

ちなみに、IPA/ISCの調査によるシステム化の方向性の課題49件[10]のうち、16件は経営戦略と業務システム開発・保守との整合性がとれていない問題、システム化の目的が明確でない問題等である。

これらは、SPCが直接、間接に課題として取り組み対処してきた問題で、1章

の5つの課題、特に、ビジネスに関する情報の把握方法の不備（課題2）による
ところが多い。しかし、システム化の方向性に関する問題/課題への解決策/取
組には、SPCのような拡張コンセプトの作成を問題解決に持ち込み、ビジネス情
報の収集から分析、検証等の一貫した手順を導入するアプローチは現れていない。

2.1.3 BPR と BPM

BPR (Business Process Reengineering) とは、顧客指向の考え方に基づく企業改
革で、提唱者のマイケル・ハマー (Michel Hammer マサチューセッツ工科大学,1990)
の定義は次のようになる。

- コスト、品質、サービス、スピードのような重大で現代的なパフォーマンス
を劇的に改善するために、ビジネス・プロセスを根本的に考え直し、抜本
的にそれをデザインしなおすことである [13]。

ここで、プロセスとは最終的に顧客に対する価値を生み出す一連の活動と定義
している。

BPR 後の企業はフラットな組織、知識重視、エンパワメント指向となるため、
ICT が情報共有や意思決定、プロセスの可視化等で重要な役割を果たし、分業型
プロセスを自動化するためのものとは決定的に異なる設計の情報システムが必要
となる。

このような情報システムを含めて、継続的な BPR を支援するものとして BPM
(Business Process Management) がある。

BPM は、ビジネスプロセスを統合的・集中的に管理することで、複数の業務プ
ロセスや業務システムを統合・制御・自動化し、業務フロー全体を最適化するた
めの技術やツールである。

また、BPM のためのプラットフォームとして BPMS (Business Process Man-
agement System) がある [14]。

BPMS は、現場の業務プロセスを対象として ERP/CRM 等の業務システムの
データ連携、システム連携を担うもので、業務システムと人との間に立って業務
を仲介・実行する。

BPMS の実現するシステムの特徴の一つは、実務ユーザが業務プロセスのモデル化・可視化を行うことである。開発技術者は、この可視化された業務プロセスから BPMS ベースの情報システムを構築するが、基本的な知見として業務知識は要求されない [15]。

このように BPMS では実務ユーザと開発技術者で責任の担当を明確にすることによって、円滑なシステムの構築を目指している。

SPC は、BPR のような企業全体を対象とした総括的な改革 [12] を直接対象とするものではない。しかし、既存システムのメンテナンスの形で情報システムを構築する場合、SPC は、BPMS で実務ユーザの描く業務プロセスのビジネス上の背景、必要性等を、開発技術者が的確に把握することに貢献できる。この把握によって、実務ユーザの意図を正しく反映させた拡張コンセプトを作成でき、BPMS として有効性の高いシステムを構築することができる。

2.2 SPC に適用する関連技術

本論文の以降の章で、SPC が利用・参照する関連技術について述べる。各関連技術と SPC との関係は以下のとおりである。

- ・ **TS と TQC** SPC が拡張コンセプトの作成の一貫した手順として応用した問題解決手法の選択肢。
- ・ **IDEF0** SPC のフェーズ構成等の表記に適用した表記手法。
- ・ **TOC** SPC が分析手法として利用する問題解決の一般的手法。
- ・ **コンテキスト図** SPC が拡張コンセプトの 3 構成要素のひとつであるシステムの輪郭に適用したモデル表記手法。
- ・ **オブジェクトポイント法** SPC の評価で、規模の異なるプロジェクトを正規化して比較するための、ソフトウェア開発のプロジェクト規模の見積法。

2.2.1 TS と TQC

本節では、2つの問題解決の手法について述べる。一つはトップダウンで原因を追求する、TQCにおける特性要因図の方法であり、他の一つはボトムアップで原因を追究する、ソフトウェアシステムにおける Troubleshooting (TS) である。

(1) TQC (Total Quality Control)

TQCは、組織全体として統一した品質管理目標の実現に取り組む品質管理 (QC : Quality Control) 活動である。

品質管理は、生産現場では一般に狭義の品質管理を指しており、JISでは、「品質保証行為の一部をなすもので、部品やシステムが決められた要求を満たしていることを、前もって確認するための行為」と定義している [16]。また、JIS Z 8101では、「買手の要求に合った品質の品物又はサービスを経済的に作り出すための手段の体系」としている。品質管理を行うために、現象を数値的・定量的に分析する技法として、グラフ、ヒストグラム、管理図、チェックシート、パレート図、特性要因図、散布図、層別等がある。

このうち、基本形を図 2.3 に示す特性要因図は、問題抽出に用いられるツールである。

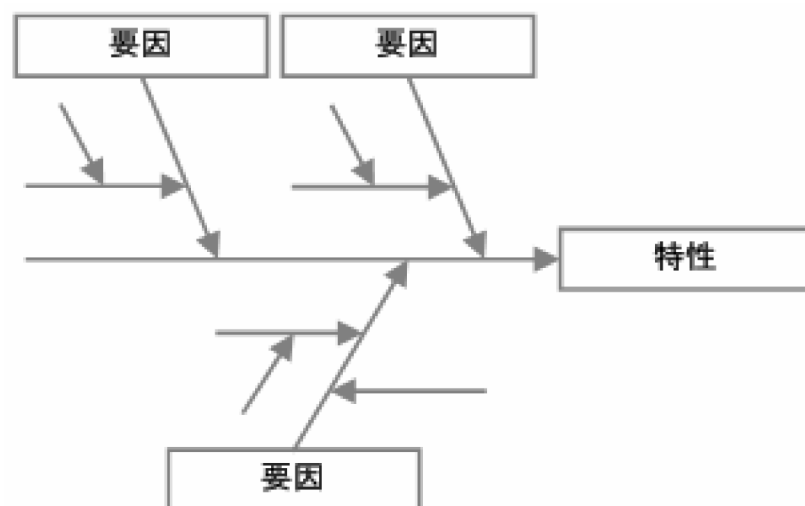


図 2.3: 特性要因図の例 (文献 [19] より)

特性要因図は、解決すべき課題である特性のさまざまな要因を整理した図であり、特性がはっきり絞り込まれているとき、発生原因を追究するツールとして活用することができる [19]。すなわち、特性要因図は図 2.3 のように、特性を出発点としてその原因となる問題をトップダウンで見付ける方法である。

この図は、製造現場で見つかる身近な問題点に対して、原因を追究し、対策が可能な原因から改善を進める場合に有効である

なお、現在では、TQC を発展させ経営戦略に適用した TQM (Total Quality Management) という言葉を用いることが多い [17]。

(2) TS (Troubleshooting)

TS は、ソフトウェアシステムの開発・運用現場で発生する問題を解決する活動である。

TS は、一般に、時間を要する困難な仕事であるが、デバックから総合テストにおける問題解決に通じる技術でもあり、ソフトウェアエンジニアにとって最も身近であり、経験を積む機会の多い業務である。したがって、経験の深いソフトウェアエンジニアの多くはこの技術に精通している。

しかし、初心者が TS を実施する場合は以下のような問題に陥りやすい [1]。

- 1) **情報過多** コード等のドキュメンテーションに頼りがちだが、大量の情報から必要な情報を取得することは容易ではない。
- 2) **階層的な取組みの欠如** 全体から部分へと取組みを絞り込む方法に精通しておらず、適切な対応ができない。
- 3) **取組みの準備不十分** システムに対して把握している情報が不十分であり、論理的な対応が難しい。
- 4) **知識不十分** システムに対する基本的な知識が不十分で、適切な対応ができない。
- 5) **取組みの戦略の欠如** TS に戦略的に取組むことが十分にできない。

一方、経験を積み、上記のような問題を克服した多くのプロジェクトマネージャは全く接したことのないシステムのトラブルについても、発生の状況や開発の進め方などの手がかりから問題の原因を導き出すことができる。

このとき、彼等は、ソフトウェアシステムに依存しない、TSのためのサブタスクを順次実践している。このサブタスクは、図2.4のように問題の定式化、原因の追求、検証、修復と評価の4つからなる [1]。

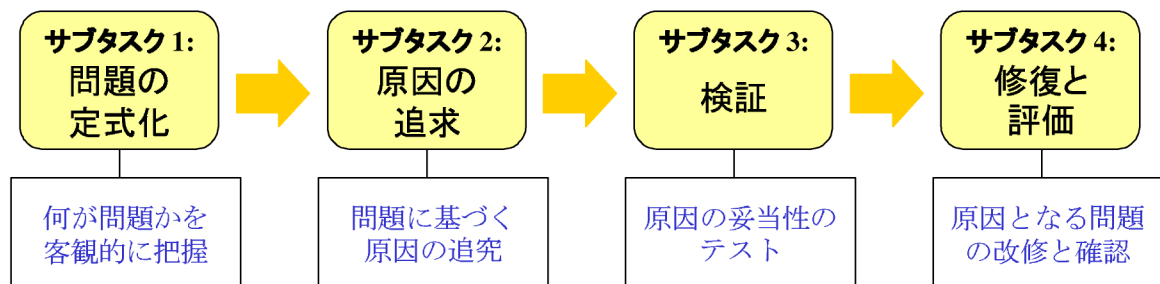


図 2.4: トラブルシュートを構成するサブタスク

各サブタスクの概要は以下のとおりである。

- 1) **問題の定式化** 何が問題であるかを把握すると同時に、何が正常かも把握し、調査を行う必要のない部分を明確にする。
- 2) **原因の追求** 問題の定式化で絞り込んだ広大な問題空間からトラブルの原因を探す作業であり、対処してきたトラブルの経験を活用して、膨大なドキュメントの参照等に多大な時間をかけないようにする。
- 3) **検証** 状況に応じた適切なツールを選択し、テストを実施し、原因の解決が事前に想定した結果に合致するかを確認する。
- 4) **修復と評価** 検証の結果特定された原因を解消し、実装して動作の評価を行う。

このサブタスクの構成から、TSは、問題の定式化で何が問題かを把握し、原因の追及では把握した問題空間からトラブルの現象に合致する原因を探すボトムアップの方式とすることができる。

2.2.2 IDEF0

本論文では，拡張コンセプトを作成する活動の流れ等の表記には IDEF0 を使用する．この表記法は，プロセスの機能分析ツールである SADT（構造化分析及び設計技術）から派生した図式モデリング言語であり，組織の意思決定や活動，あるいは，開発手法をモデルとして表現する方法である [18]．

また，1970年代より，コンピュータ・システムの体系的応用による製造生産性の向上を目的とする，米国空軍の ICAM（Integrated Computer Aided Manufacturing）プログラムの IDEF 技術の一つとなっている．

IDEF0 では，個々の行動を図 2.5 のようなボックスで表現し，ボックスの四方に配置した矢印によって入出力などを表す．

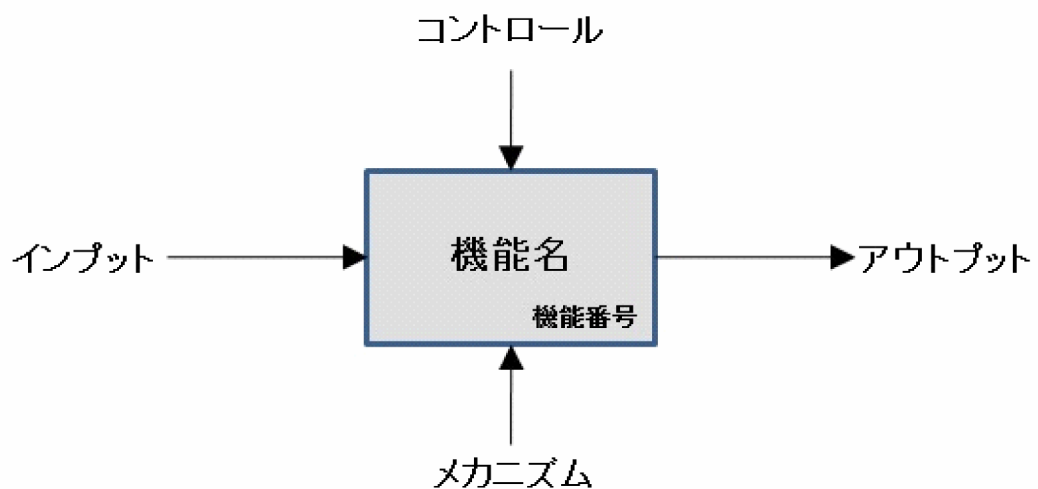


図 2.5: IDEF0 の表現（文献 [18] より）

この矢印の意味は次のとおりである．

インプット 行動の入力

アウトプット 行動の出力

コントロール 行動に必要な情報

メカニズム 行動に使われる手段

この IDEF0 の 2 通りの記述例を示す（文献 [18]）。

最初の例，図 2.6 は 1 個のボックスで一つの行動を表現したものである。

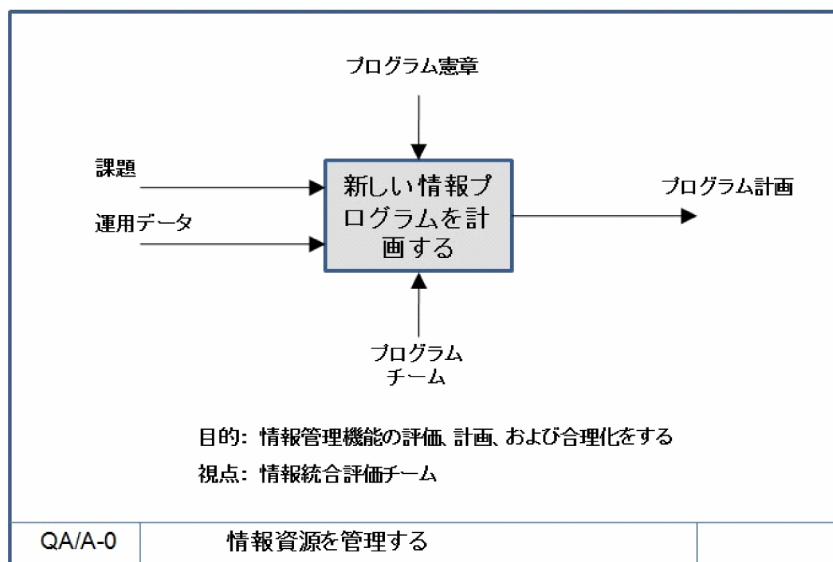


図 2.6: IDEF0 の記述例 1 （文献 [18] より）

2 番目の例，図 2.7 はアウトプットの矢印を他のボックスのインプットとすることによって，複数の活動の依存関係を表すもので，この形式は開発手法のモデル表現等に活用されてきた。

2.2.3 TOC

TOC は，システムのアウトプットが，その最も弱い部分の能力で制約されるとする理論である [23]。

TOC は，小説の形で公にされる点に特徴があるが，以下の分野等に適用した小説が継続的に発表されている。以下に主な適用事例の概要を述べる [26]。

生産管理 [20] 工場の複数の生産工程で，与えられている仕事量を賄いきれない処理能力の工程が工場全体の生産能力を決定することから，その工程を見つけ，その能力を高めることによって在庫と経費を減らし販売量を増やす方法の提

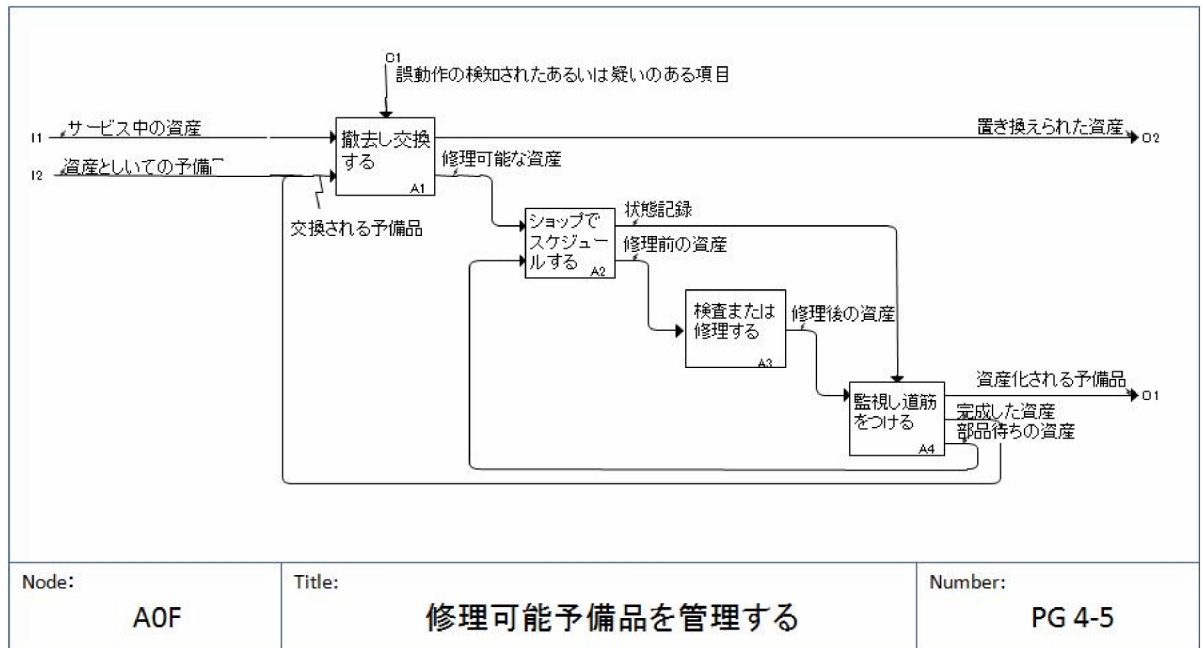


図 2.7: IDEF0 の記述例 2 (文献 [18] より)

案. 従来の細分化して個々にコストダウンする方法とは異なり, 全体最適を目指すことができる.

思考プロセス [21] 図と因果関係を重視して, 一般的な問題を解決する方法の提案. 内容は本節の後半を参照されたい.

組織の改善 [22] 企業の成功を阻む最大の制約は, 部分最適をベースとしたルールを持ち続けることとする考え方の提案. たとえば, 生産がフル稼働の状態であれば, 個々の改善が効果を発揮するが, 生産能力過剰の現代では, ほとんどの改善活動が, 企業にとって何の利益ももたらさないとする.

プロジェクト管理 [23] 各部の開発が並行して進むプロジェクトで, 最も期間を要する開発の経路 (クリティカルパス) を見つけ, 各担当者の見込む期間の余裕を削り, この経路の後に緩衝期間 (バッファ) を設けることにより開発期間を短縮するプロジェクト管理方式の提案.

このように TOC の適用分野は多岐にわたるが、企業が経営環境の変化に対応するための思考プロセスでは、図 2.8 のように、何を変えるのか、どのような状態に変えるのか、どのようにして変えるのかという質問に繰り返し答えることを重視する [25].

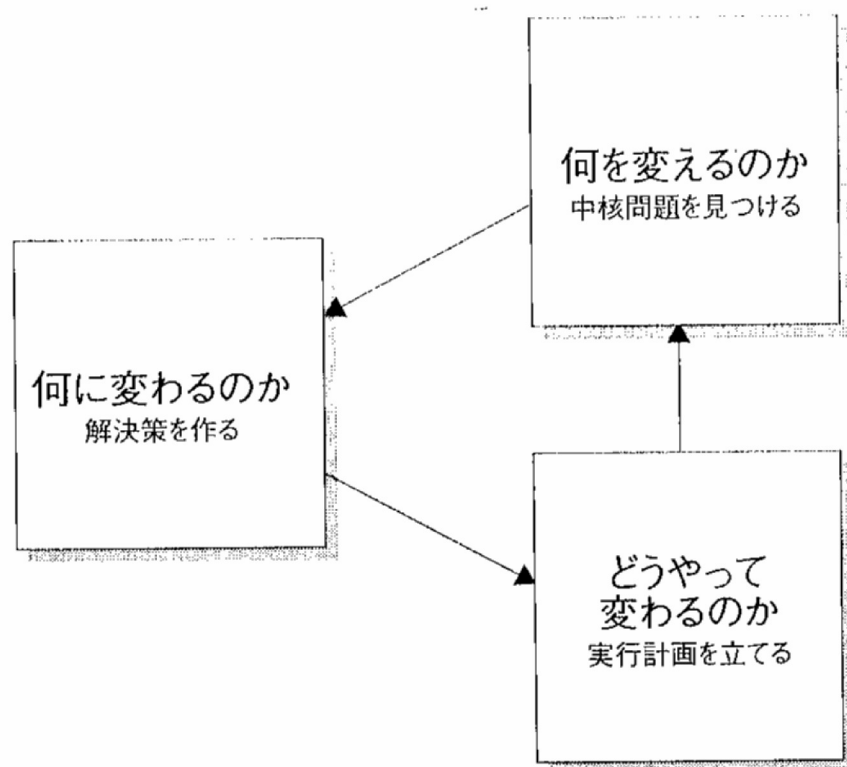


図 2.8: TOC 思考プロセスの 3 つの質問 (文献 [25] より)

この質問に答えるためのツールとして、TOC は次のような 5 種類のツールを用意している [21].

- 現状問題構造ツリー：現状の問題の因果関係から変えるべき根本的問題を見つけ出す方法
- 対立解消図：議論の矛盾や対立を解消することにより、根本的問題をどう解消するか立案する方法

- 未来問題構造ツリー：問題解決策の実効によって、現状問題構造ツリーがどう変化するか示すことにより新たな問題を見つける方法
- 前提条件ツリー：問題解決の中間目標を達成する順序関係を検討するための方法
- 移行ツリー：問題解決の中間目標を達成するために必要な行動を時間的順序関係を配慮して計画する方法

これらのツールのうち、SPCで活用するのは現状問題構造ツリーと対立解消図である。

現状問題構造ツリーの作成は、UDE (Undesirable Effects) と呼ぶ現状の問題点を列挙することから始まる。各問題点の因果関係を矢印で結びつけた2次元の図形が現状問題構造ツリーである。

この図では、矢印の根元にあるUDEが原因となり、矢印の先にあるUDEが結果となる。2次元表現をとることから複合的な因果関係を表すことができ、図全体のUDEの大部分の原因となっているコアとなる根本原因が明らかとなる [21]。

すなわち、現状問題構造ツリーにより、複数の現状の問題を、因果関係のみに基づいて予断を許さず公平に扱い、ボトムアップで根本原因をみつけることができる。

また、対立解消図はコアとなる根本原因の解消策に複数の代替案のある場合、それらの比較からより良い解消策を導出するための支援ツールである。

2.2.4 コンテキスト図

コンテキスト図は、構造的な設計手法であるデータフローダイアグラム (DFD) を用いた場合のトップレベルの表記法で、システムとシステム外部とのデータの遣り取りを俯瞰することができる作図方法である [41].

図 2.9 にコンテキスト図の例を示す.

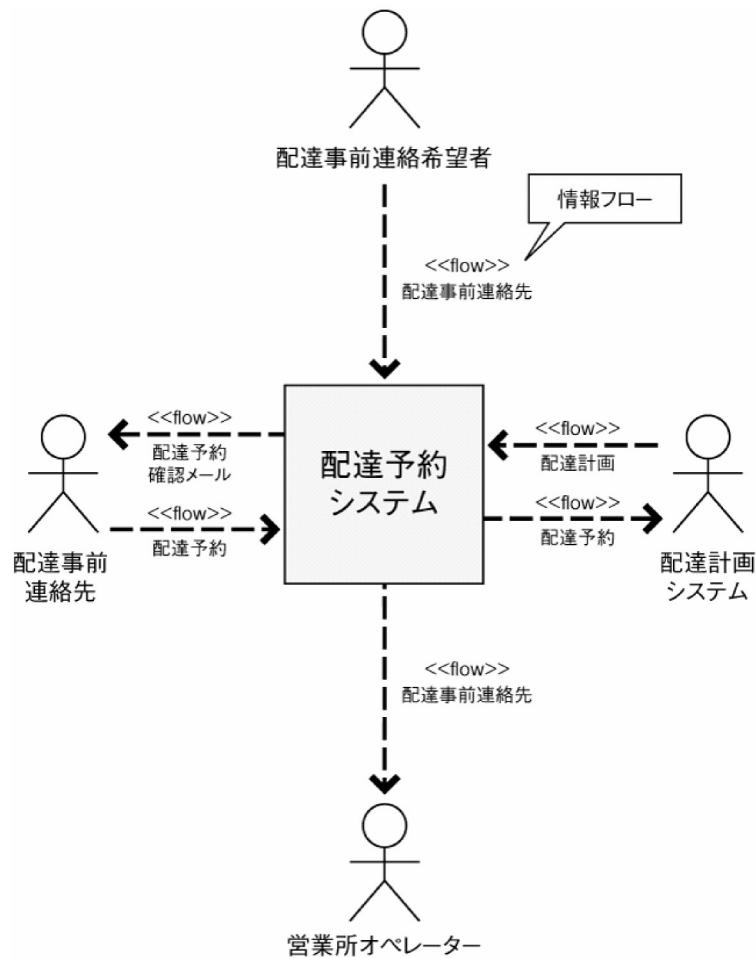


図 2.9: コンテキスト図の例 (文献 [41] より)

この図のようにコンテキスト図は、システムのユーザ、あるいは、システムとデータを遣り取りする他のシステムであるアクターと、システムとの間の外部イベントを把握することができる.

2.2.5 オブジェクトポイント法

オブジェクトポイント法は開発の初期段階で全体のソフトウェアの機能を測定する方法で、次のように成果物を重み付けすることによって測定する [4].

1. [表示画面の数] 単純なものは1オブジェクトポイント, 複雑なものは2オブジェクトポイント, 非常に複雑なものは3オブジェクトポイントとして加算する.
2. [帳票の数] 単純なものは2オブジェクトポイント, 複雑なものは5オブジェクトポイント, 帳票の構造が複雑で生成が困難なものは8オブジェクトポイントとして加算する
3. [データベース処理で必須のモジュール数 (Java や C++ のような言語で記述したもの)] 各 10 オブジェクトポイントとして加算する

測定法にはプログラムやドキュメントのサイズに基づくものがあるが, 開発の初期段階で全体のソフトウェアの機能を測定する方法として, ファンクションポイント法とオブジェクトポイント法が良く知られている.

第 3 章

SPCの基本的考え方

1 章の 5 つの課題にどう対処するかを出発点とし、2 章のいくつかの関連技術に基づいて、SPC における拡張コンセプトの作成の基本的考え方を述べる。

3.1 拡張コンセプト作成方針の明確化（課題 1 の対処）

ソフトウェアの開発者のキャリアパスは下流から上流に向かう形がほとんどだが、プログラミングや設計については現場で定着した手法があるものの、上流の活動ほど体系的な技術の修得は難しくなる。特に、拡張コンセプト、あるいは、新製品開発のための開発コンセプトの立案については現場に定着した手法がなく、初めてこれらの作成を担当する開発者は戸惑うことが多い。

このような時、公開された手法としては 6 章の関連研究に述べる Conceptualization 手法がある。この手法は開発コンセプトを立案するために開発の対象となるビジネス上の情報を収集し、ブレインストーミングを重ねて開発コンセプトのアイデアを生成するものである。この手法は、要求工学が新規の開発のみでなくメンテナンスの上流フェーズにも適用できるように、拡張コンセプトの作成にも適用できることから、本研究の初期では実際の業務システムのメンテナンスにこの手法を適用してきた。

しかし、Conceptualization 手法に基づく開発コンセプトや拡張コンセプトの作成では、顧客への筋道を立てたアイデアの説明が困難であり、レビューで関係者の納得を得ることが難しいため、多大な時間を要するが多かった。また、

Conceptualization 手法の基本にあるアイディア生成の手順は担当者やプロジェクトの状況に依存し、手順を Know-how として蓄積することが困難なため、開発コンセプトや拡張コンセプトの作成の初心者が容易に運用できる手法とは言い難い。

すなわち、手順の観点で属人性の高いアイディア生成の方式は拡張コンセプトの作成方針の規範として適切ではない。

SPC では、メンテナンスの企画の背景に顧客の抱えるビジネス上の問題があり、この問題の解決策が拡張コンセプトに対応することから、拡張コンセプトの作成方針を問題解決に持ち込むことが可能であることに着目する。この結果、問題解決の既存の手順の内、適切なものを拡張コンセプトの作成の手順として応用することができる。

問題解決の手順はトップダウンとボトムアップの2つに大別できる。

トップダウンの手順は、2.2.1 節で述べた TQC で行っている特性要因図（図 2.3）により、特性から発生原因を洗い出し、対応可能な原因の解消法を導くものである。

拡張コンセプトの作成への応用としては、業務システムのメンテナンスに対する顧客の要求を解決すべき特性ととらえる。顧客の要求が”業務システムの作業効率の向上”であれば、特性を”業務システムの作業効率が低い”として、特性要因図を描き、特性からのトップダウンで原因を追求する。この原因の解消法が拡張コンセプトに対応する。

ボトムアップの手順は、2.2.1 節で述べた TS で行っている4つのサブタスクの内、最初の3つのサブタスクで問題の根本原因を見付け、検証するものである。

拡張コンセプトの作成への応用としては、業務システムのメンテナンスに対する顧客のビジネス上の期待を、ビジネスの状況の変化等によって現れた一種のトラブルの現象とみなす。顧客の要求が”業務システムの作業効率の向上”であれば、顧客のビジネス上の期待は、ビジネス戦略に依存するため一概には特定できないが、たとえば、”業務システムのコスト改善”となる。この顧客のビジネス上の期待から、コスト改善が必要となった背景にある業務システムに関連する問題を広く洗い出し、それらの問題からボトムアップで根本的な原因を抽出し、検証する。この原因の解消法が拡張コンセプトに対応する。

TS は、根本的な原因の抽出にツールを特定していないが、2.2.3 節で述べたボトムアップで複数の問題から根本原因を見付ける現状問題構造ツリーをツールとし

て適用することが可能である。

アイデア生成の方式を含め、拡張コンセプトの作成の方針として以上の選択肢を比較した結果を表 3.1 に示す。

表 3.1: 拡張コンセプトの作成方針の選択肢比較

		アイデア生成型		問題解決型			
典型的方法		Conceptualization (開発コンセプトの定義法)		TQC: Total Quality Control (生産現場の問題解決法)		TS: Trouble Shoot (ソフトウェアシステムの問題解決法)	
典型ツール		—		特性要因図		現状問題構造ツリー	
拡張コンセプト 定義への 適用		顧客とビジネスに関する情報を収集し ブレインストーミングを繰返して ブレークスルーを得る方式		顧客の要求を特性として 解決すべき問題を抽出する トップダウン方式		顧客のビジネス上の期待を妨げる 根本原因を現状の問題から見つける ボトムアップ方式	
特徴	手順化可能?	×	担当者とプロジェクトに 強く依存	○	TQCに基づく手順を 応用できる	○	TSIに基づく手順を 応用できる
	理解・説明が 容易?	×	論理的な説明が困難	○	因果関係に基づくため 説明しやすい	○	因果関係に基づくため 説明しやすい
	基となる情報 は確実?		—	△	顧客の要求は 曖昧な場合がある	○	顧客のビジネス上の期待は ビジネス戦略のサブセット
	部分最適に なりにくい?		—	×	可能な所から取組むため 部分最適に陥るおそれがある	○	先入観を排して分析するため 部分最適になりにくい
	事前の検証?		—	×	言及なし	○	3番目のサブタスクとして明示
	開発者との 親和性?		—	×	TQCは開発手法ではなく 親和性は低い	○	TSIは開発につき物であり 親和性は高い

TQC を応用した方法は、因果関係に基づく特性要因図を利用していることから手順が分かりやすく、結果も理解しやすい。しかし、追求した原因の内、実施可能なものから日ごろの活動として対策を実施して効果を確認するため、事前の原因の検証はなく、拡張コンセプトが部分最適に陥る恐れがある。

また、顧客の要求は、1.4 節で述べたように、ビジネス戦略のサブセットに顧客の把握している ICT の知見を加えた、新業務システムの新しい機能・性能の概要である。したがって、顧客が必ずしも ICT に精通しているとは限らないことから、業務システムの機能・性能への言及をそのまま特性とすることはリスクをとまう。

手順の親和性の面では、TQC は必ずしも開発者との親和性の高い活動ではなくなっている。

一方、TSを応用した方法は、サブタスクの構成が一貫した因果関係に基づくことから手順が分かりやすく、結果も理解しやすい。また、TSは複数の問題を公平に扱って根本原因を追究することから、因果関係のみに基づいて複数の現状問題を公平に扱う現状問題構造ツリーを活用することができるため、拡張コンセプトが部分最適に陥る恐れが少ない。さらに、TSではシステムに対策を適用する前に検証のサブタスクを実施して、誤った対策による多大のコストの発生を防止するが、拡張コンセプトの作成でも事前の検証は誤った拡張コンセプトによる膨大な手戻りを防止する手段として有効である。

また、顧客のビジネス上の期待は、1.4節で述べたように、業務システムのメンテナンスに特化した顧客のビジネス戦略に基づく、新業務システムの新しいビジネス上の利点である。これは、顧客のビジネスを把握する課程で明確になるものだが、顧客の精通しているビジネス戦略の一部であることから情報としての確実性は高い。

手順の親和性の面では、開発者はTSをいろいろな形で日頃実践していることから、TSの手順は身についた手順ということができる。

SPCは以上の議論から、TSを応用した拡張コンセプトの作成手順を作成方針とすることとした。

SPCではTSの応用により、従来属人性が高いため手順化困難なアイデア生成として取組みがちだった拡張コンセプトの作成は、問題解決として取組めるようになり、その結果、作成の過程を手順化することができた。この手順によって開発者は、現場で培ったきた問題解決能力の課題として拡張コンセプトの作成に取組むことができる。また、この手順は多くの問題から根本的な問題を絞り込む手順であることから、全体として最適な拡張コンセプトを作成することができる。

しかし、担当する開発者はソフトウェアシステムにおけるTSに精通していても、ビジネスに精通しているとは限らないため、顧客のビジネス上の期待を出発点とする拡張コンセプトの作成を担当する開発者はTSの初心者としての側面を持つ。したがって、2.2.1節で述べたTSの初心者の問題点に陥る恐れがある。

SPCは、以降で述べる課題への対処法であるBSや分析ツール等を、ビジネスに精通していない開発者でも運用できる形で提供することによって、TSの初心者の陥りやすい問題点を回避する。

また、SPC は、TS の手順を応用して上記のツールを配置した一貫性のある拡張コンセプトの作成手順（3.6 節参照）を構成する。この結果、開発者がソフトウェアシステムにおける TS に対する経験を発揮して、ストレスの少ない形で拡張コンセプトの作成に取り組めるようになる。

3.2 顧客のビジネスの把握方法の提供（課題 2 の対処）

TS における問題の定式化は、TS 担当者が障害の現場に入って最初に行う状況の把握である。まず、エラーコードや発生時の状況等から障害にともなう現象を把握する。あわせて仕様書や現場の担当者からシステムの機能、アーキテクチャ、規模、特徴等の全体像を取得し、発生している障害を客観的に理解する。

この理解に基づき、現象に関連するサブシステムやモジュールを参照して設計上の疑問点やコード上の問題等を広く洗い出す。この問題点が次の原因の追究サブタスクにおける根本的な原因の候補となる。この洗い出しでは、次のサブタスクにおける原因の追求を誤りなく進めるために、全体像や客観性を重視し、先入観による偏った結論に陥らないようにする。

また、詳細な情報が必要であれば、開発者へのインタビューや関連するソースプログラム等のドキュメントの参照を行うが、正面から膨大なソースプログラムやドキュメントに分け入ることは避けて限られた時間を有効に活用する。

業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの作成でも、顧客のビジネスの全体像を把握したうえで顧客のビジネス上の期待とその背景にある問題を客観的に理解することが出発点となる。また、TS の問題の定式化と同様、偏った情報に依存した先入観や、徒に業界の膨大な情報に分け入ることは避ける必要がある。

予備知識のない顧客のビジネスの全体像を把握することは、初見のシステムで TS を行うことに類似している。TS 担当者は別プロジェクトの障害対策を依頼されることもあり、この状況は必ずしも珍しくないが、ICT に関する経験の深さから着目すべき情報を心得ており、初見のシステムでも短時間で全体像を把握することができる。

しかし、拡張コンセプトの作成を担当する開発者は ICT に精通していても、拡

張コンセプトの作成の鍵となるビジネスには必ずしも精通していない。また、顧客のビジネスを把握するための現場に定着した手法もないため、SPCはビジネスステータス（BS）と呼ぶ情報収集のガイドラインを提供する。

BSは、次に述べる過去の拡張コンセプトの作成経験に基づき、収集する必要がある情報項目をまとめたガイドラインである。BSにより顧客のビジネスの全体像や変化を把握し、この把握に基づいて顧客のビジネス上の期待の背景にある問題を、正しく理解しながら収集することができる。

顧客のビジネスに関する情報は膨大だが、実際に拡張コンセプトの作成を担当したプロジェクトに基づいて、顧客が業務システムのメンテナンスの企画・実施に踏み切った背景を集計すると、表3.2のようになる。

表 3.2: メンテナンス・プロジェクトにおける企画の背景

No.	顧客/納品先		メンテナンス 対象システム	メンテナンス実施の背景			
	分野	製品種類		市場の変化	顧客の変化	技術の変化	新しいアイデア
1	電機	機器	機器UI	○	○		
2	SI	パッケージ	PDM			○	
3	アプリ	パッケージ	EIS		○	○	
4	エネルギー	エネルギー	CRM	○	○		
5	装置	基盤	CRM		○		
6	SI	システム	CRM	○			
7	サービス	旅行	CRM		○		○
8	装置	健康計測	EIS			○	
9	SI	システム	CRM	○	○		
10	不動産	不動産管理	CRM	○	○		
11	SI	システム	PM	○	○	○	
12	流通	小売	EIS		○		
13	サービス	マーケティング	PDM		○		
14	電機	セキュリティ	在庫管理	○	○		
15	電機	セキュリティ	保守システム	○	○		
16	機械	販売	EC	○	○		
			計	9	13	4	1

表3.2の16プロジェクトは、本研究の実施期間を通して担当した50件以上のメ

メンテナンスのプロジェクトのうち、開発コンセプトの変更をとまなう主なものである。これらのプロジェクトは、新規開発、修正や積み残し機能の実装、あるいは、拡張コンセプトの検討にほとんど時間を要さない軽微なメンテナンスのプロジェクトは含んでいない。

顧客がメンテナンスの企画を行うことが必要となったきっかけを、表 3.2 では、メンテナンス実施の背景として、次のような 4 項目に分類する。

市場の変化 顧客のビジネス分野の長期的、あるいは、短期的な変化

顧客の変化 ビジネス分野における顧客の状況の変化

技術の変化 業務システムの構築、運用に関わる ICT の変化、あるいは、ICT の技術革新

新しいアイデア 現状のビジネスの状況と直接関わらない、顧客、あるいは、開発者から提案のあった技術、あるいは、ビジネス上のアイデア

表 3.2 から、顧客の変化に起因して、業務システムのメンテナンスに踏み切るケースが最も多いことが分かる。この変化は、顧客自身のビジネス戦略等によるビジネス状況の変化である。この変化には売上げの拡大にとまなない、さらに業容を拡大するための業務システムの整備、下請けなどの自社のビジネス状況から脱却するための機能強化、ビジネス分野全体の変化に歩調を合わせるための拡張等がある。

次に多い背景は市場の変化であり、市場の拡大や、市場が成熟しユーザの増大が見込めない状況での自社ビジネスの維持・拡大のための施策の一環として業務システムのメンテナンスを実施するケースである。多くの場合、市場の変化は顧客のビジネスに影響して顧客のビジネスの変化を招き、その結果、業務システムのメンテナンスが必要となる。

また、技術の変化に起因する例としては、ERP や CRM 等への注目の高まりから自社の業務システムにそれらを組み込むケースがある。

したがって、市場の変化や顧客の変化等のビジネス面の変化に着目すれば、偏った情報に依存した先入観に陥らず、いたずらに業界の膨大な情報に分け入ること

なく、企画の背景にある顧客が直面しているビジネス上の問題を客観的に理解しやすくなる。

この変化を把握するためのガイドラインがBSである。BSの情報項目には、以下のように顧客のビジネス分野の概要と変化、ビジネス分野における顧客固有の状況の変化、これらの変化を背景に業務システムのメンテナンスに寄せる顧客のビジネス上の期待を含む対象システムに関する情報等がある。

一般：顧客のビジネス分野の変化の把握 以下の項目について、顧客のビジネス分野の業界情報を調査し、市場の売上額の推移とその理由等の定量的な資料を収集したもの。

- ①ビジネス・製品の種類
- ②当該ビジネス市場の過去、現在、将来にわたる趨勢

顧客の状況：顧客固有のビジネスの状況の変化の把握 以下の項目について、顧客から取得した社内資料等を調査し、売上額の推移と扱う製品の変化、及び、変化の理由等の定量的な資料を収集したもの。

- ③顧客企業におけるビジネスの過去、現在、将来にわたる趨勢
- ④顧客企業における当該ビジネスの位置付け
- ⑤取り扱う製品の特徴

対象システム：業務システムのメンテナンスに寄せる顧客のビジネス上の期待の把握

以下の項目について、上記の変化を背景に業務システムのメンテナンスに寄せる顧客のビジネス上の期待に関する具体的な資料を収集したもの。⑦については現状の業務フローとなる。

- ⑥対象業務システムの種類
- ⑦対象業務システムのビジネス上の役割
- ⑧顧客のビジネス上の期待

これらの項目の情報収集のために、SPCは表3.3のような記入シートを提供する。

拡張コンセプトの作成を担当する開発者は、この記入シートの項目に基づいて、業界情報の調査や顧客へのインタビューを行い、内容欄に調査結果を記入する。この記入内容が、拡張コンセプトの作成に必要な顧客のビジネスに関する基本的な情報となる。

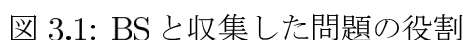
表 3.3: BS の記入シートの構成

分類	No	項目	内容	資料
一般	1	ビジネス・製品の種類		定量的な表・資料等へのインデックス
	2	当該ビジネス市場の過去、現在、将来にわたる趨勢		
顧客の状況	3	顧客企業におけるビジネスの過去、現在、将来にわたる趨勢		
	4	顧客企業における当該ビジネスの位置付け		
	5	取り扱う製品の特徴		
対象システム	6	対象業務システムの種類		インデックス
	7	対象業務システムのビジネス上の役割		
	8	顧客のビジネス上の期待		
その他				

なお、技術の変化や新しいアイデアを背景とするメンテナンスについて、直接BSに記入する項目は設けていない。しかし、それらの多くは、表3.2のNo.3,7,8,11のように、市場や顧客の変化を合わせて背景としているため、BSにはそれらの変化に関する情報を記入する必要がある。

また、表3.2のNo.2のような、技術の変化以外の背景を持たないメンテナンスもあるが、この場合は、対象システム、特に顧客のビジネス上の期待について情報を収集する必要がある。

以上で述べてきたように、BS の役割は顧客のビジネスに対する基本的な認識を形成することだが、特に、収集した問題が適正であるか否かを裏付ける拠り所となる点が最も重要である。



44

ると分析の結果が信頼できないものとなるからである。

この図 3.1 は、BS とその一部の詳細である業務フローの調査・作成に並行して、業務システムのメンテナンスに関連する現状の問題点の収集を行うことを示している。収集した問題は、BS と業務フローによる裏づけを取った上で次節で述べる分析の素材となる。

3.3 収集した情報の分析方法の提示（課題 3 の対処）

TS における問題の定式化に続くサブタスクは、把握した情報に基づく原因の追究である。影響の大きい障害は、複数の原因の相互作用から発生する場合が多い。したがって、最初のトリガとなる根本的な原因を見つけることが重要である。しかし、問題の定式化により、問題や疑問点を偏りなく十分収集できていれば、経験の深い TS 担当者が根本的な原因を見つけることは、必ずしも困難ではない。

また、根本的な原因が見つければ、他の関連する原因を見つけることは、彼らにとって比較的容易であり、それらの原因に基づいて、リスクの少ない対策を最小限の工数で実施する方策について検討することができる。

拡張コンセプトの作成でも、収集した問題から根本的な原因を見つけることができる。その対策によって顧客のビジネス上の期待を満たすことができる。しかし、開発者は必ずしもビジネスに精通しておらず、収集した問題から根本的な原因を導くための現場に定着した分析方法もない。

SPC では、先入観を排除し、所定の手順によりボトルネックの抽出を行う方法として、問題相互の因果関係に着目した TOC（Theory of Constraints）[21] の現状問題構造ツリー（2.2.3 節参照）を利用する。現状問題構造ツリーにより、図 3.1 のように、BS の作成に並行して収集した現状の問題から根本的な原因を抽出することができる。

なお、以降では、このように抽出された他の多くの問題の原因となる根本的な原因をボトルネックと呼ぶ。

ボトルネックの抽出とその解消法の策定方法の詳細は、4.4 節で詳細に述べるが、ボトルネックは顧客のビジネス上の期待を妨げるほとんどの問題の原因となる問題点である。したがって、ボトルネックの解消によって顧客のビジネス上の期待

を妨げる問題が解消し、結果として、顧客のビジネス上の期待が新しい業務システムとして具体的に実現する。

このボトルネックの解消法が拡張コンセプトの原型となる。

具体的には、現状問題構造ツリーを辿り、ボトルネックが原因となる顧客のビジネス上の期待を妨げる問題をすべて解消できるようなボトルネックの解消法を策定する。この策定は問題が明確であることから ICT の課題として開発者が取り組むが、解消法の代替案が複数現れる場合がある。

この複数の代替案から、最終的な解消法を代替案を求めるツールが対立解消図である。

対立解消図は、代替案の利点、弱点を明らかにし、それらを相互に補う形で洗練し、新たなより有効な解消法を見つけることを支援する。

現状問題構造ツリーと対立解消図を分析ツールとして導入することにより、ビジネスに必ずしも精通していない開発者が、ボトルネックを見つけ、その解消法を策定することが可能となる。

ところで、現状問題構造ツリーでは、収集した現状の問題に基づいてツリーを作成し、分析を行うことから、収集した問題が適正であるか否かが分析結果を左右することとなる。したがって、どのように現状の問題を見つけるかが重要だが、TOC では適正な問題収集の具体的な方法には言及していない。TOC は問題を抱える当事者、すなわち、その分野の専門家が問題収集にあたることを想定しているため、方法への言及を必要としないと考えられる。

しかし、業務システムのメンテナンスでは、ビジネスとは異なる ICT の専門知識を持つ開発者が、顧客のビジネスの状況から収集した問題が適正であることを保証するための拠り所が必要となる。

前節の BS は顧客のビジネスの状況を把握することによって、収集した問題の背景や理由を考察して、適正であることを確認するための拠り所を提供する。

3.4 分析結果の確認方法の提供（課題 4 の対処）

TS における原因の追究に続くサブタスクは、追究によって取得した原因の確認にあたる検証である。ここでは、原因の正当性を、テスト環境やシミュレータ等

の実験ツールを使って客観的に検証し、正しくない場合は先行するサブタスクに戻って修正する。

拡張コンセプトの作成でも、ボトルネックから導出した解消法が顧客のビジネス上の期待を満たしていることを確認する必要があるが、現場に定着した確認方法は存在していない。SPCでは、極力客観的な確認を行うために期待/問題解決対照表と呼ぶ書式を導入し、分析結果と顧客のビジネス上の期待に食い違いのないことを確認する。確認の結果、食い違いがあれば、TS同様、先行する活動に戻って修正する。

期待/問題解決対照表の構成を図 3.2 に示す。

この表に、BSで収集した顧客のビジネス上の期待、収集した問題から導いたボトルネックと主要な問題、ボトルネックの解消法から導いたビジネス上の目的を対比させて記入し、整合性を確認する。

	ビジネス上の期待	ボトルネックと主要問題	ビジネス上の目的
見出し			
項目			

図 3.2: 期待/問題解決対照表の構成

なお、ビジネス上の目的は、現状問題構造ツリー上の問題を解消する技術課題の解の形を取るボトルネックの解消法を、ビジネス観点で表現しなおしたものである。

この表現によって、期待/問題解決対照表で他の要素との対応付を行いやすくなり、顧客への提案を円滑に行うことができるようになる。

3.5 分析結果の整理方法の明確化（課題5の対処）

確認の結果、問題がなければこれまでのアウトプットを拡張コンセプトとして整理する。拡張コンセプトの形式は、従来、プロジェクトごとに独自に工夫していたが、SPCでは、3つの構成要素に分けて整理する。この整理によって、ステークホルダーが理解しやすく、顧客への提案を行いやすく、分析以降の開発に移行しやすい拡張コンセプトを明確に表現することができる。

なお、システムの輪郭はボトルネックの解消法をシステムのアーキテクチャの観点で具体化したもので、2.2.4節で述べたコンテキスト図で記述する。この図は、顧客に新しいシステムのイメージを直感的に理解しやすい形で提供できるとともに、分析以降の開発フェーズではユースケース分析等に繋げやすい上流ドキュメントとして活用できる。

この3つの構成要素で整理された拡張コンセプトのイメージを図3.3に示す。

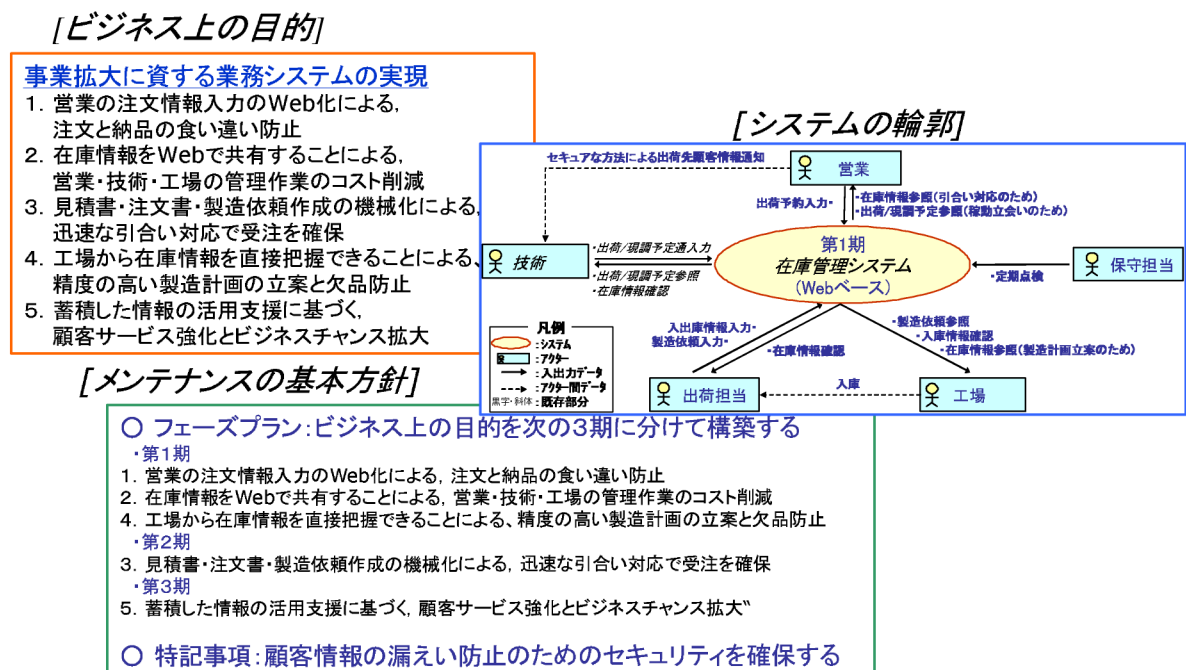


図 3.3: 整理された拡張コンセプトのイメージ

3.6 SPCにおける一環した手順の構成

SPCにおける拡張コンセプトの作成は、図 3.4 のように5つの課題への対処を組み込んだ一貫した手順として構成する。

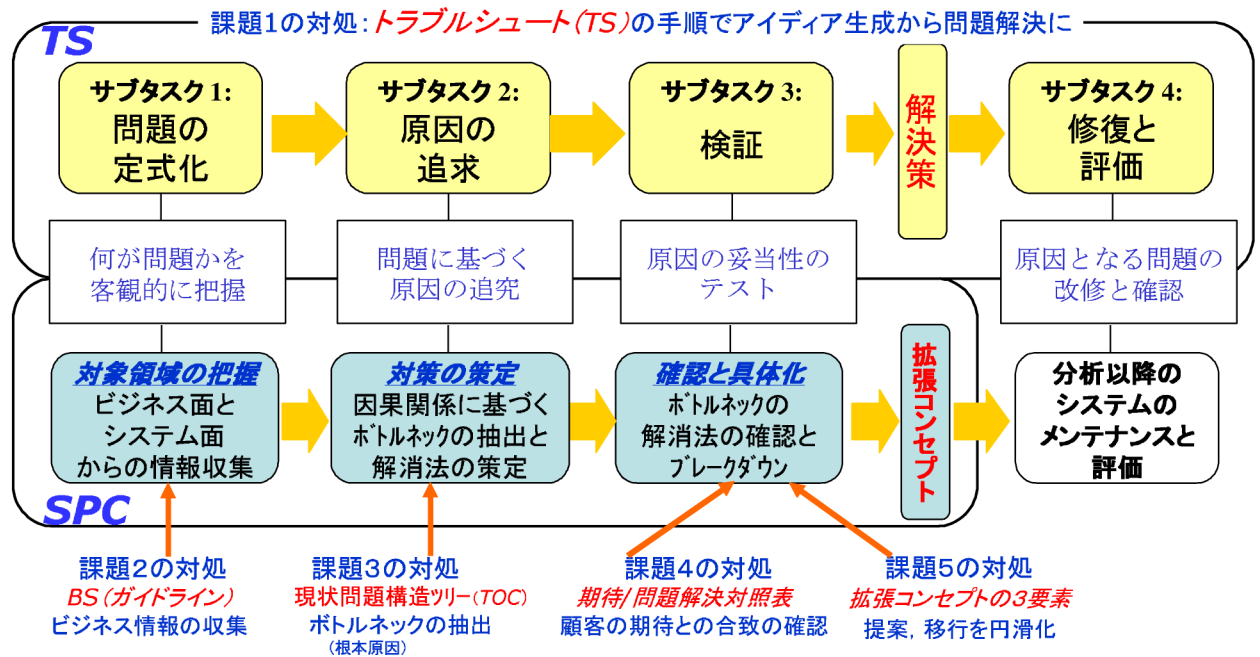


図 3.4: 拡張コンセプトの作成のための一貫した手順の構成

第一の課題への対処では、拡張コンセプトの作成を問題解決の課題とするために、TSの最初の3つのサブタスクに対応した3つのフェーズからなる手順として構成する。

最初のフェーズである対象領域の把握では、ビジネス関連情報の収集を支援するガイドラインであるBSを提供する。開発者は、BSによって顧客のビジネスの状況を把握するとともに、業務システムのメンテナンスに踏み切った顧客のビジネス上の期待を明確にし、この期待を現状で妨げているの問題を広く洗い出す。なお、洗い出した問題はBSによって裏づけをとる。このフェーズはTSによる問題解決における、問題の定式化サブタスクに対応する。

第2のフェーズである対策の策定では、収集した問題を分析するためのツールとしてTOCを導入する。開発者は、前フェーズで収集した問題を現状問題構造ツリーで分析することによってボトルネックを抽出し、対立解消図によってボトルネックの解消法を洗練する。このフェーズはTSによる問題解決における、原因の追究サブタスクに対応する。

第3のフェーズである確認と具体化では、分析結果の妥当性の確認ツールとして、期待/問題解決対照表を提供する。開発者は、前フェーズで得られたボトルネックや、その解消法の正しさを顧客のビジネス上の期待と対比することによって検証する。正しいことを検証できた場合は、分析結果を顧客への提案しやすく、分析以降の開発へ円滑に移行させやすい3つの構成要素に整理する。このフェーズはTSによる問題解決における、検証サブタスクに対応する。

以上のような、開発者の親和性の高いTSを応用した問題解決の枠組みにより、従来各開発者がプロジェクトごとに工夫してきた拡張コンセプトの作成を、担当者やプロジェクトに依存しない一貫した手順とすることができた。この結果、開発者の負担は大幅に軽減でき、これにともなって、拡張コンセプトの作成の収束を早めることができた。

なお、TSにおける、検証した原因に基づく対策を施し、システムが正常に復することを確認するサブタスクである修復と評価に対応する活動は、業務システムのメンテナンスでは分析以降の設計、実装、テスト等の活動と新しいシステムの運用の評価に対応する。

第 4 章

SPC の構成と運用

本章では，TS を応用した SPC のフェーズ構成の詳細を述べ，次に，以下の具体例への SPC の適用をとおして，SPC の各フェーズにおける拡張コンセプトの作成活動の詳細を述べる．

本章で取上げる業務システムのメンテナンスの具体例は以下のとおりである．

- セキュリティ機器の装置製造・販売ビジネスにおける在庫管理システムのメンテナンス

4.1 SPC のフェーズ構成

SPC では，3 章で述べたように，修復と評価を除く TS の 3 つのサブタスクの考え方を応用して，業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの作成活動を 3 つのフェーズに分ける．この 3 つのフェーズは，業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの作成活動を構成する対象領域の把握（TS の定式化に対応），対策の策定（TS の原因の追求に対応），確認と具体化（TS の検証に対応）からなる．

このフェーズ構成を 2.2.2 節の IDEF0 の表現手法でまとめたものが図 4.1 である．

IDEF0 の表記法に沿って，図 4.1 を眺めると，SPC の 3 つの各フェーズは左から右に活動が進行するボックスとして表現される．

SPC による拡張コンセプトの作成の流れは，先行するフェーズ等からの水平方向の入力に付加価値をつけて水平方向に出力する一連の段階的詳細化の形をとる．

また、先行するフェーズは後続するフェーズの垂直方向上からのフィードバックを受けてアウトプットの品質を高めるための繰返し型の構成でもある。このフィードバックが IDEF0 表現のコントロールにあたる。

各フェーズでは、図 4.1 のように垂直方向下に提示する活動を支援するツールを利用することができ、これらのツールが IDEF0 表現のメカニズムにあたる。

また、IDEF0 のコントロールの位置にある、顧客担当者への打診による合意、あるいは、顧客参加のレビューが終了条件となる。

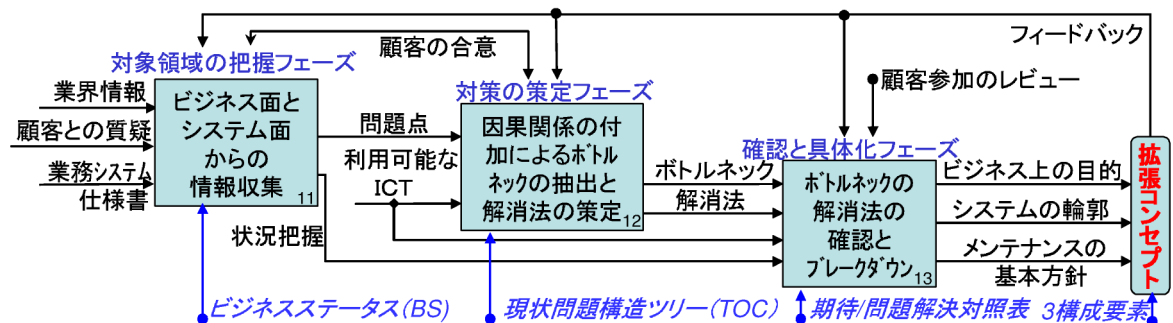


図 4.1: SPC に基づく拡張コンセプト作成のフェーズ構成

4.2 SPCにおける最初の繰返し：初期仮説の立案

具体例は顧客から開発企業に対する引合いから始まる。引合いとは業務依頼のための最初の打合せである。

引合いでは、顧客の担当者が開発企業の営業と開発者に対して、在庫管理システムのメンテナンスについての要求の概要を提示し、開発者に具体的な提案を依頼する。この提案が拡張コンセプトに当たる。

開発者はこの依頼を受けて、検討に必要なより具体的な情報の開示を求めるとともに、情報交換を円滑に進めるために顧客との守秘契約を取り交わし、拡張コンセプトの作成の最初のフェーズである対象領域の把握フェーズがスタートする。

規模の大きい案件や、顧客のビジネス上の期待が複雑で見通しにくい場合等、SPC では、拡張コンセプトの初期仮説を顧客に提示することによって、引合い後のできるだけ早い時期に顧客との情報交換の場を設けて、情報収集のスピードアップを図る。

SPC による拡張コンセプトの作成の流れは、繰り返し型の構成をとると述べたが、初期仮説の作成は最初の繰り返しにあたる。

この繰り返しでは、顧客からの引合いで取得した情報等、初期の限られた情報に基づき、以降の節で詳細に述べる SPC の各フェーズのツールを活用して、手早く拡張コンセプトの初期仮説を作成する。この仮説を提示する打合せが、最初の繰り返しの終了条件であるレビューとなり、次の繰り返しのスタートとなる。

初期仮説は顧客に対する拡張コンセプトの例示となり、情報交換の立ち上がりをも早めて、有効な情報収集を実現できる。図 4.1 では、初期仮説に関する顧客との打合せ結果を、開発コンセプトの仮説によるフィードバック（垂直方向上からの矢印）として表している。このフィードバックのループが SPC における最初の繰り返しとなる。

初期仮説の作成は、いたずらに検討時間を取って顧客の関心をそらすことのないよう、引合い後のできるだけ早い時期に行う。顧客に対する初期仮説の提示は、顧客に拡張コンセプトの作成の進め方と必要な情報についてのイメージを提供して円滑な情報収集と協業の糸口とすることに効果がある。初期仮説の作成は、以下の手順によって行う。

- ① 秘密保持契約の締結：顧客、開発側双方が情報の秘守義務を負うことで情報交換を活性化する。
- ② 拡張コンセプトの初期仮説作成：引合いから得た情報等、手持ちの情報に開発経験を加え、SPC プロセスを適用してできるだけ早く作成する。
- ③ 仮説の論議：仮説を引合い後最初の打合せの題材として顧客と自由に論議し、開発コンセプトに必要な情報のイメージを作る。

具体例では、“販売件数が増加し、表計算ツールで作成した紙ベースの在庫管理では賄い切れない”等の情報から、SPCの各フェーズのツールを手早く適用して、最初の仮説として拡張コンセプトを作成する。図4.2は、具体例で作成した拡張コンセプトの初期仮説の3つの要素のうちのシステムの輪郭を示したものである。

なお、初期仮説の作成では、SPCの3つのフェーズを全て適用するが、手早く拡張コンセプトの仮説を立てるために、各フェーズのアウトプットに対して行う顧客との合意は、初期仮説の打合せでまとめて行う場合が多い。

この初期仮説の打合せで、顧客は仮説の過不足を指摘しながらSPCの全体の流れを俯瞰することができる。

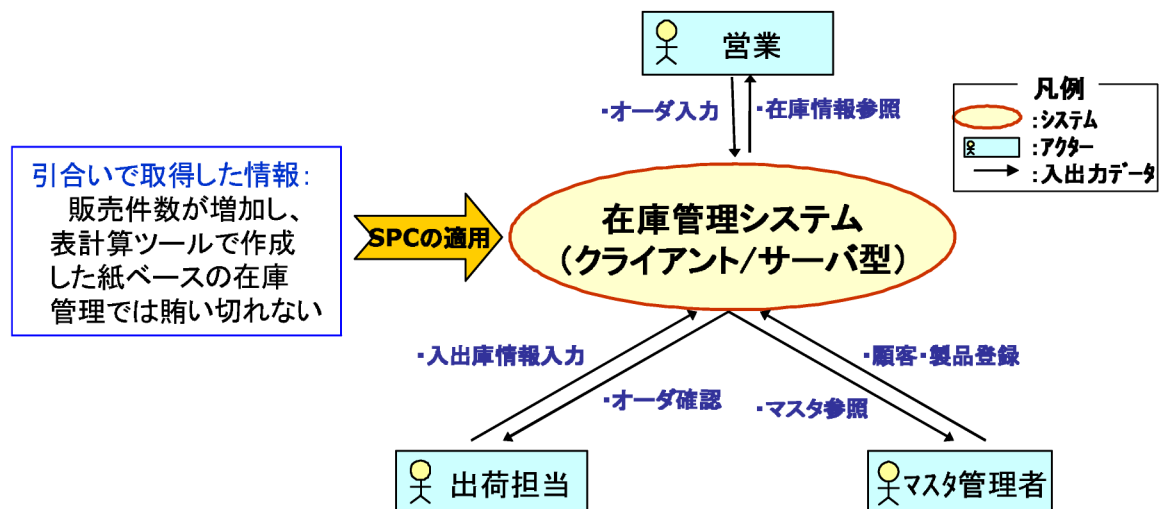


図 4.2: 初期仮説の事例

具体例の初期仮説に対する顧客の指摘は、遠隔地の工場とも情報共有する必要がある、情報共有だけでは投資に見合わない等である。この情報交換の過程で、図4.2のマスタ管理者は現状では技術者が兼務していると言った情報も明らかとなる。

開発者はこの指摘をとおして遠隔地との情報交換手段を検討するほか、顧客が情報共有を手段としてどのようなビジネス上の期待を持っているのかを掘り起こす機会を得る。

また、開発者はSPCの流れの概略を説明して顧客の理解を補強する。

顧客はこの打合せで拡張コンセプトの作成に何が必要かイメージを把握して、開発者の要望する関連資料の提示や、業務や経営のキーマンの紹介に対して、どのような情報や人材を提供するのが適切であるか具体的な検討を行えるようになる。

多くの場合、SPCでは、初期仮説の提示とそれに続くSPCの3つのフェーズの実施の2度の繰返しにより拡張コンセプトは収束するが、規模の大きい場合、あるいは、顧客の方針の変化等によってレビューが収束しない場合は、更に繰返しを重ねることとなる。

4.3 対象領域の把握フェーズ

初期仮説に関する打合せにより、顧客の業務システムのメンテナンスに対する姿勢や状況が見えてくる。

本フェーズでは、あらためて業務システムのメンテナンスに基づく顧客のビジネス上の期待やその背景にある問題点を具体的に把握して、拡張コンセプトの作成の発端とするために、顧客の置かれているビジネス上の状況や問題を正しく理解する。

ビジネス上の状況の把握としては、顧客のビジネスドメインとそこでの顧客のビジネス活動の動向を情報収集してBSとして整理する。特に、メンテナンスの対象となる業務システムの位置づけをビジネス活動の一面として情報収集し、BSの作成と並行して業務フローの形に整理する。

顧客のかかえる問題の理解としては、上記の情報収集と整理の過程で現れる問題を整理し、収集した情報にBSに基づく考察を加えることにより、以降のフェーズの分析の基となる資料として適正であることを確認する。

4.3.1 BSによる情報の収集

一般に顧客のビジネスの全体像は、顧客のビジネス領域の定義・社会的位置づけ・特徴・歴史・最近の状況・主な企業の動向、および、この領域における顧客のビジネスの特徴・位置づけ・他社との競合状況・現状等、膨大な情報を含んでいる。

しかし、顧客の業務システムのメンテナンスの企画は、ビジネスの成熟度やICTの革新等にとまなう市場の拡大や縮小等の変化や、売上の増減等を含む顧客のビジネス上の位置付けの変化を契機とする場合が多い。BSは、3.2節で述べたように、これらの変化に焦点を絞ってガイドラインを構成している。

ここでは、このガイドラインに沿った情報の収集方法について述べる。

BS（表4.1）は、記入シート3.3に沿って、以下の手順で作成する。

表 4.1: セキュリティ機器ビジネスのビジネスステータス例

分類	Nd	項目	内容	資料
一般	1	ビジネス・製品の種類	セキュリティ機器の開発販売	定量的な表・資料等へのインデックス
	2	当該ビジネス市場の過去、現在、将来にわたる趨勢	セキュリティへの認識の高まりから、市場規模は右肩上がりに推移。3年前の10%増が、今年は15%増に転じる模様。更に成長する傾向にある。	
顧客の状況	3	顧客企業におけるビジネスの過去、現在、将来にわたる趨勢	2年前に新規参入。付加価値の高い製品投入で売上・販売台数が拡大中。初年度の販売台数約100台、昨年は約200台、今年は更に倍増見込み。	
	4	顧客企業における当該ビジネスの位置付け	新規参入ビジネスの一つとして立ち上げたが、この数年の内にビジネスの柱の一本とする方向で取り組み中。	
	5	取り扱う製品の特徴	当初の3機種が現在5機種、オプションも数十に及び、更に増加予定。	
対象システム	6	対象業務システムの種類	セキュリティ機器の在庫管理システム	
	7	対象業務システムのビジネス上の役割	製品の在庫、出荷予定、出荷履歴等の情報の管理による入庫、出庫関連業務を円滑に進めることが目的。	
	8	顧客のビジネス上の期待	事業拡大への以下のような寄与 ・在庫管理コストの削減 ・顧客の信頼確保 ・売上拡大への貢献	
その他			今期計上の予算額で今期中に新しい業務システムの運用開始希望	

① BSの項目に基づく調査：BSの“一般”の項目では顧客のビジネス分野の業界情報を調査し、市場の売上額の推移等の定量的資料を収集する。“顧客の状況”と“対象システム”の項目では、顧客から取得した社内資料等を調査して、ビジネス上の状況の変化やメンテナンスへの顧客のビジネス上の期待を把握し、業務システムの現状として業務フローを作成する。“その他”の項目では、顧客の希望する予算やメンテナンスに実施時期等の特記事項を収集できた範囲で記入する。また、変化が発生した理由や、変化と顧客のビジネス上の期待との関連に注目し、疑

問のある場合は項目に沿って質問票としてまとめる。

② キーマンへのインタビュー：顧客から経営のキーマンの紹介を受け、①の調査結果の確認、質問票に基づく質疑を実施して、極力定量的な回答を収集する。なお、顧客が ICT に精通しておらず、ビジネス上の期待が ICT に対する過大、あるいは、過小な評価に基づいていると考えられる場合は実現可能な技術についてコメントする。

③ まとめ：疑問が解消するまで、①、②を繰返し、収集した情報を表 4.1 の形式にまとめ、顧客からの確認を受ける。また、調査の過程では顧客の直面するビジネス上の問題を広く収集する。

具体例に関して表 4.1 の BS から分かる主なポイントは、ビジネスドメインの急成長とともに、顧客の事業が急速に拡大して在庫管理の仕組が間に合わなくなり、コストや顧客からの信用上の問題が発生し始めていることである。

4.3.2 業務フローの作成

顧客のビジネス上の期待の背景を理解するためには、業務システムの仕様書や現状を通して、現状のシステムが当初の開発コンセプトをどこまで実現しているか知る必要がある。これは、BS の対象システムに関する、” 7 対象業務システムのビジネス上の役割 ” の詳細にあたる。この情報はメンテナンスの対象となる業務システムの現状を示すものであり、拡張コンセプトとして業務システムの変更を特定する出発点となる。SPC では、このようなシステム面からの情報収集には、BS を補う情報として業務フローの作成を推奨する。この作成を通して、業務システムのビジネス上の役割や位置付け、あるいは、顧客のビジネス上の期待を妨げるシステム上の問題点を把握できる。

業務フローの作成には、直感的に把握でき、細部にこだわらず俯瞰しやすい、シーケンス図表現を導入する。この図は、UML のシーケンス図でオブジェクトを記述する位置に業務システムとアクターを配置する表現であり、図 4.3 に示すように業務上典型的ないくつかの状況で業務システムとアクターのやり取りを時系列（図の上から下）で把握することができる。アクターとしてはユーザや外部システムを含むが、図 4.3 では業務で作成する主な紙資料を業務システムに代わるアク

ターとしている。

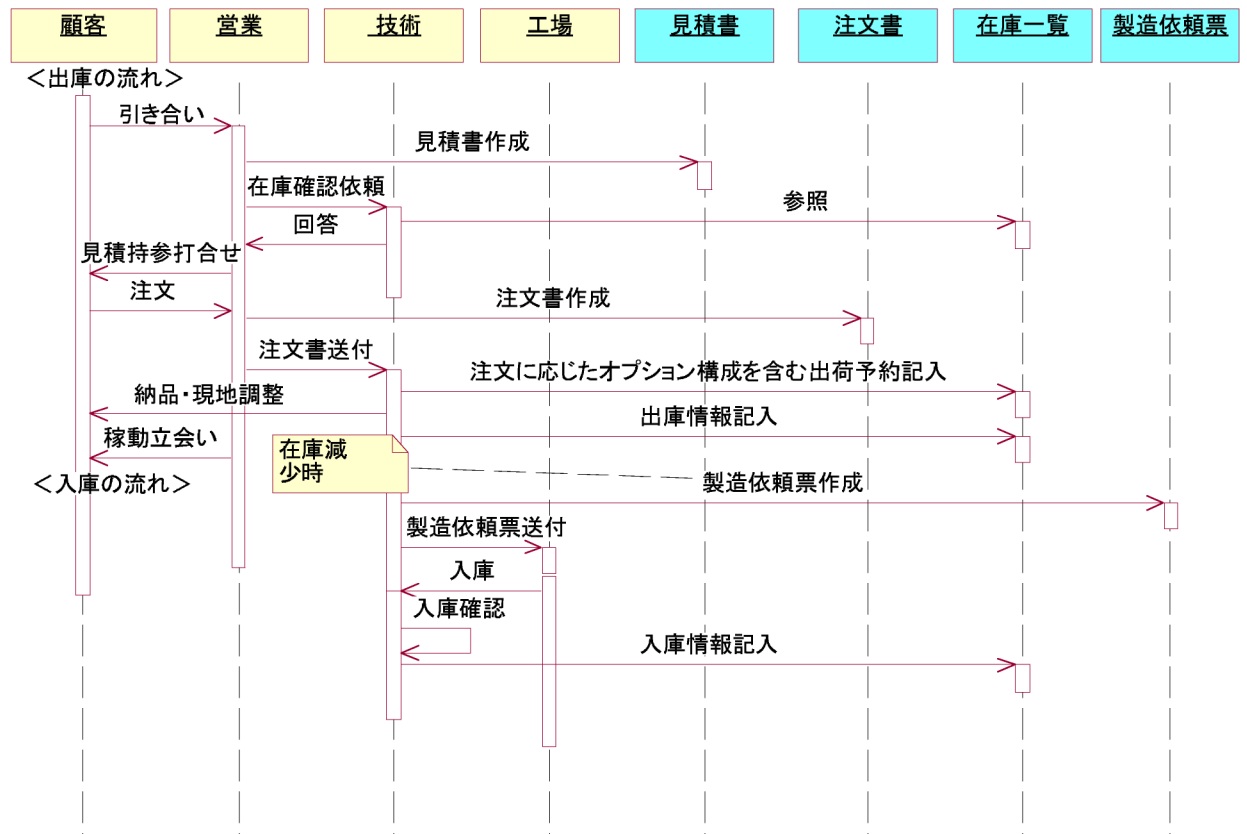


図 4.3: セキュリティ機器の在庫管理業務フロー例

業務フロー図の作成手順は以下の通りである。

- ① 業務システムの仕様の把握：仕様書、マニュアル等で調査し、疑問点をまとめる
- ② 典型的業務とアクターの洗い出し：業務のキーマンとの質疑、ヒアリングに基づき、業務システムに関わる典型的な業務とアクターを明確にする。
- ③ 情報授受の調査：各典型業務におけるアクターと業務システム、および、アクター間でやり取りする情報を洗い出して、業務フロー図の形に整理する。
- ④ まとめ：疑問が解消するまで、①～③を繰り返し、本プロセスのアウトプットとして業務フローをまとめ、顧客からの確認を受ける。また、調査の過程で見聞した問題点を広く収集する。

具体例に関して図 4.3 の業務フロー図から分かる主なポイントは、在庫管理が紙管理ベースであり、技術に管理作業が集中していることである。従って、負荷が過度に高まると、工場等に必要な情報が行き渡りにくくなる恐れがある。

4.3.3 問題点一覧の作成

TS 担当者は、問題の定式化サブタスクで状況の全体像を把握すると同時に、障害の根本的原因の候補として疑問点や問題点を収集する。拡張コンセプトの作成でも、開発者は顧客のビジネスや業務システム等に関する問題点を漏れのないよう、できるだけ広く収集する必要がある。これらの問題は顧客のビジネス上の期待を実現するために解決すべき根本的問題の候補となる。

これらの問題の収集は、業務フローを含む BS の作成の過程を第一に含め、いろいろな機会を利用して行う必要がある。また、これらの問題は、次の対策の策定フェーズにおける分析の出発点となるため、問題の実態とともに背景や発生理由を明確にし、分析の材料として適正であることを保証する必要がある。

この保証を遂行するために、業務フローを含む BS の情報に基づき、収集した問題を精査し、考察を加える。この考察により新たな問題の糸口が見つかる場合があり、BS、業務フロー図との食い違いが見つかる場合もある。

問題の考察については、業務フローを含む BS に基づき、以下に留意して各問題点が適正なものであることを確認する。

i) 問題点の正確な理解：たとえば、作業コストが嵩むという問題であれば、その要因が作業自体の難しさか、作業頻度の多さか等を明らかにしたうえで定量的な裏付けをとる。また、BS の“顧客企業における当該ビジネスの位置付け”等に基づいて必須の作業であるか否かも吟味し、BS によるビジネスの把握と食い違いのないようにする。

ii) 背景・理由の追求：たとえば、なぜ作業コストが嵩むのか、作業の方法や量が変化したのであれば、その背景、変化した理由を BS に即して明確にする。納得のいく理由・背景を得られない場合は、仮説を立てて顧客に確認する。

顧客のビジネスの状況や業務フローの理解は、いくつかの試行錯誤を経て、より正しい理解に到達するケースが多いが、収集した問題に対する考察は、この思い違

いに気付くきっかけを提供し、業務フローを含むBSの情報の品質を向上させる。

この考察を滞りなく実施するために、SPCでは、問題一覧と呼ぶ表4.2のような書式を導入する。

表 4.2: セキュリティ機器の在庫管理における問題一覧例

No	現状問題	考察	疑問	回答	情報源
1	営業の在庫確認が技術経由のため手間がかかる	在庫情報は技術が作成し、定期的に配布する。問合せずに不正確な在庫関連情報を提供して顧客に迷惑をかけたこともある模様。			
2	営業の残業が多い	引合件数の増大が直接の原因だが、非効率な情報管理が負荷を増大させている。正しい認識と対策が必要。			
3	営業による見積書の作成に手間がかかる	在庫状況と価格を把握した上で、手書きで作成、確認する件数が増大しているため、負荷も増大している。			
4	注文書から転記する出荷予約に記載漏れが発生	注文書、在庫一覧への転記の誤記入がチェックされないまま出荷に結びつくことがある。			
5	技術による在庫一覧の記入に手間がかかる	営業の注文書からの転記、入庫票と製造依頼票の照合に伴う転記が必要。件数が多くなるにつれ誤記の発生も多くなる恐れ大。			
6	納品時に注文との食い違いが発生	転記による入力に伴う最悪の事態。			
7	在庫の補充が間に合わない	技術の負荷増に伴う工場への指示遅れ、機種やオプションの増加による指示漏れもありうる。欠品状態となりビジネスチャンスを失う。			
8	技術による製造依頼票の作成に手間がかかる	手作業による作成のため手間がかかるが、販売数量の増加と共に補充も頻繁に行う必要が発生し、技術の負荷増につながる。			
9	工場による製造計画が立てにくい	技術の発行する製造依頼票のみに頼らざるを得ない。リードタイムの長い機種もあり、予測を行えないと製造計画も立てにくい。			
10	技術の残業が多い	出荷に伴う現地調整や保守作業の増大が直接の原因だが、非効率な情報管理が負荷増に拍車をかけている。正しい認識と対策が必要。			
11	過去の販売履歴情報が不完全	表管理ソフトの過去の出力が個人管理であることが問題。既に散逸してしまっているものがある模様。			

問題一覧の整理手順は以下のとおりである。

① 問題の収集：顧客のビジネス全般や業務フローに関するヒアリング等を通して経営や業務担当者が感じている問題点を広く収集する。

② 問題の考察：把握した業務フローを含むBSに基づいて考察し、顧客との質疑等を通して先行プロセスを調整する。

③ まとめ：疑問が解消するまで、①、②を繰り返し、本プロセスのアウトプットとして収集した情報を問題一覧の形式にまとめて、顧客からの確認を受ける。

なお、顧客との質疑やインタビューでは必ずしも業務システムのメンテナンスに関係しないと思われる問題も現れるが、理解が進むにつれて重要性を認識する問題もありこの段階では予断や取捨選択を避けて広く収集する必要がある。ただし、本質的でない問題が増大することは分析を進める上で好ましくないため、BSにおける顧客のビジネス上の期待と照らし合わせて、関係の極端に薄いものは割愛する。

具体例に関して表 4.2 の問題一覧から分かる主なポイントは、売上増による管理の負荷の増大と、それにともなうヒューマンエラーの発生であり、これはBSの情報と合致している。

4.4 対策の策定フェーズ

対策の策定フェーズでは、広く収集した問題点からボトルネックを抽出し、その解消法を策定する。

4.4.1 ボトルネックの抽出

本フェーズでは、問題の原因の分析において先入観を排除するために、最初に問題を特定せず、収集した多数の問題からボトルネックを抽出する分析方法である TOC (Theory of Constraints) [21] の現状問題構造ツリーを利用する。現状問題構造ツリーは、2.2.3 節でも述べたが、図 4.4 のように複数の問題相互の因果関係に基づいてボトルネック候補を抽出することができ、各問題を公平に扱うため、部分最適に陥りにくい方法である。

ボトルネック候補は、後述するように現状問題構造ツリーから容易に導けるが、SPC では独自の方法として、主要問題を導入することによって最終的なボトルネックに絞り込む。この絞り込みによって、最優先で解決する問題を特定することができる。

主要問題は顧客のビジネス上の期待を直接妨げる問題である。BS で収集した顧客のビジネス上の期待と現状問題構造ツリー上の問題点とを照らしあわせることにより、期待の実現にとって直接的な障害となるものを主要問題として特定する。

ビジネスチャンスを失う”という売上に直接影響する表現のあることから、この問題（7）を期待③の主要問題と特定する。また、問題（補6）、（補9）もビジネスチャンスを損なう問題であることから、期待③の主要問題と特定する。

この主要問題を使って、最終的なボトルネックを選定する具体的手順は、以下のとおりである。

① 現状問題構造ツリーの作成：収集した問題相互の因果関係を見つけ、原因から結果に至る矢印を付けて現状問題構造ツリーを作成する（図4.4）。因果関係上の補足が必要であれば、新たな問題（図4.4の補1～8）を補足する。

② ボトルネック候補の抽出：多くの問題の原因となる問題、すなわち、問題から出る矢印の数が多い問題をボトルネック候補とする（図4.4では問題10、補4、補8）。

③ ボトルネックの選定：主要問題を図上でマークし（図4.4では緑色）、ボトルネック候補のうち、多くの主要問題の原因となり、かつ、その解決が実現可能なものを最終的なボトルネックとして顧客の確認を受ける（図4.4では矢印をたどると、補4、補8が全主要問題の原因となるが、補8は直ちに解決できない問題であるため、補4がボトルネックとなる）。

なお、現状問題構造ツリー上でボトルネックを原因としない（矢印をたどっても到達しない）主要問題の残る場合は、フェーズを遡って見直すと同時に、企画が独立の複数のテーマを含む可能性についても顧客に確認する。

具体例では、“紙ベース情報管理（補4）”を当初から大きな問題として注目していたが、図4.4のような客観的な方法でボトルネックであることを説明することが先入観を避けるために必要である。場合によっては、販売件数の増加は現状の紙管理で賄え、あるいは、小改造で対応できる範囲であることもあるからである。

また、ボトルネックの解消により、ボトルネックと主要問題を結ぶ因果関係の矢印上にあるすべての問題点が解消することから、顧客は現状問題構造ツリーから解消される問題を直感的に把握でき、ビジネス上の期待を満たしていることを確認することができる。

一方、開発者は、現状問題構造ツリー上の解決すべき問題から、ICTの適用可能な技術に基づき、新システムの基本的なアーキテクチャや大筋の開発手順等を想到することができ、結果としてボトルネックの解消法を策定することができる。

このボトルネックの解消法は拡張コンセプトの原型にあたる。

4.4.2 ボトルネックの解消法の策定

ボトルネックの解消法の策定では最初に、現状問題構造ツリーを精査する。たとえば、図 4.4 の主要問題（7）の解消の検討では、現状問題構造ツリー上でボトルネック（補 4）から主要問題（7）に至る経路（補 4）→（5）→（10）→（補 1）→（7）に着目する。開発者は、顧客のビジネス上の期待を念頭に置き、利用可能な技術と経験に基づいて、この経路上の問題をすべて解消するようなボトルネックの解消法を検討する。この例では、ボトルネック候補（10）は解消されるが、ボトルネック候補（補 8）は解消の対象とならない。したがって、主要問題（7）の 2 つの直接の原因のうち（補 8）を遠因とする問題（9）は解消の対象とならないが、（補 1）が解消されれば主要問題（7）は解消する。図 4.4 では、直接の原因のいずれかが解消すれば問題が解決する形式で原因を表記しているためである。

他の主要問題についても同様の検討を行い、最終的に各検討結果と重複や矛盾のない整合のとれた全主要問題を解消するボトルネックの解消法を策定する。さらに、ボトルネックの解消法としては、BS のその他欄に顧客の予算、期間の記載があれば、それらを勘案して段階的開発の必要性等についても言及する。

したがって、現状問題構造ツリー上のボトルネックから主要問題に至る因果関係をはじめ、予算、期間等も制約条件となるため、ボトルネック単独の解消法の策定に比べ、開発者は多数の可能性を吟味する必要がなくなり、解消法の策定の負担が軽減する。

しかし、解消法をつねに一個に絞り込むことができるとは限らない。SPC では、この場合 TOC の対立解消図の利用を推奨する。対立解消図は 2 つの対立する解消法の特長と欠点を図として表すことにより、両者の特長をあわせ持ち、欠点を補うような第 3 案を検討するための方法である [21]。

SPC では、代替案の対立を解消法の洗練の機会としてとらえ、対立解消図を使って対立する案の利害得失を分析し、より有効な第 3 案を作成する。

具体例では、解消法の検討の過程で図 4.5 に示すように、対立する上下 2 案が

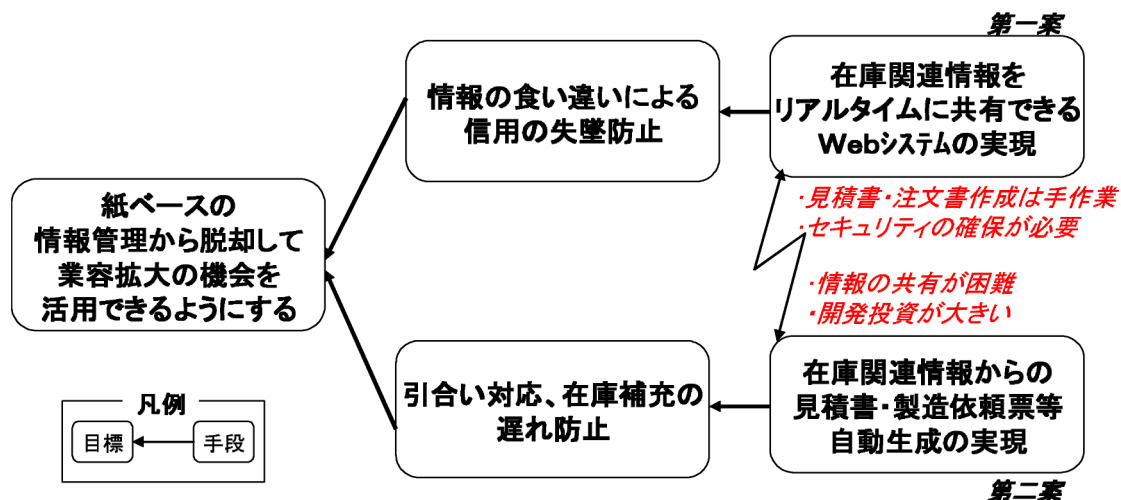


図 4.5: セキュリティ機器に関する対立解消図の例

残った。いずれもボトルネックの解消法ではあるが、図の赤字/斜体のような弱点もある。また、両案共、蓄積した販売情報を売り上げ増に結びつける施策への言及がない。そこで、この対立解消図に基づき、第3案として両案の欠点を極力抑えながら有用で現実的な案を導く。この第3案をボトルネックの解消法として顧客から合意が得られるまで調整を続ける

なお、上記の第3案は業務システムの全面的な更改にあたるため、予算・期間に配慮して開発は以下のように段階的に行うこととする。

- ボトルネックの解消法 ハイブリット構成の Web 型情報管理システムの段階的構築
 - － 第1期：在庫情報を営業、工場、技術で共有できるセキュアで作業性の高い Web システムの開発
 - － 第2期：在庫情報から見積書・注文書・製造依頼票等の作成を自動化
 - － 第3期：履歴情報からリプレース候補顧客等を予測することによるビジネスチャンスの拡大

4.5 確認と具体化フェーズ

ボトルネックの解消法の策定で、拡張コンセプトの原型が出来上がるが、確認と具体化フェーズでは、ボトルネックとその解消法が顧客のビジネス上の期待から逸脱していないことを相互の整合性に基づいて確認する。

この確認で問題がなければ、これまでのアウトプットを、顧客とのレビューに提案しやすく、分析以降の開発つなげやすい拡張コンセプトとして整理する。

4.5.1 顧客のビジネス上の期待との整合性の確認

プログラミング等のソフトウェア開発の下流の活動では、作成したプログラムを直ちにデバッグ、テストできるツールや仕組みが整っており、信頼性の確認は日常業務として定着している。しかし、設計や分析等の上流の開発活動では、問題が発生した場合の影響が大きいにもかかわらず、必ずしもツールや仕組みが整っておらず信頼性の確認がおざなりとなることが少なくない。

最上流のアウトプットである拡張コンセプトの確認についても、従来は関係者のレビューに頼るほかなく、信頼性の確認が十分とはいえない状況にあった。

SPCでは、レビュー前にボトルネックから導出した解消法と顧客のビジネス上の期待との基本的な整合性の確認を行い、拡張コンセプトの信頼性を上げ、レビューの負担を削減する。

この確認は、期待/問題解決対照表と呼ぶ書式に基づいて行う。

この表によって、後述するようにボトルネックの解消法と顧客のビジネス上の期待、および、主要問題を整理し、対比することができる。ただし、ボトルネックの解消法については、ビジネスの視点で他の項目と対比しやすくするために、ビジネス上の目的の形に整理する。

ビジネス上の目的は、ボトルネックの解消法に基づいて実装したシステムから得られるビジネス上の具体的な利点を列挙したものである。たとえば、コスト削減や欠品防止等がこの利点にあたる。

具体例における、ビジネス上の目的の導出例を図4.6に示す。この図では、図4.5の対立解消図から得られたボトルネックの解消策第三案と対応付けて、ビジネス上の目的を導出する。

[ボトルネックの解消策(第三案)]

[ビジネス上の目的]

ハイブリット構成の
Web型情報管理システムの段階的構築

事業拡大に資する業務システムの実現

- 第1期:在庫情報を営業、工場、技術で共有できる
セキュアで作業性の高いWebシステムの開発
- 第2期:在庫情報から見積書・注文書・製造依頼票
等の作成を自動化
- 第3期:履歴情報からリプレイス候補顧客等を予測
することによるビジネスチャンスの拡大

1. 営業の注文情報入力のWeb化による、
注文と納品の**食い違い防止**
2. 在庫情報をWebで共有することによる、
営業・技術・工場の管理作業の**コスト削減**
3. 見積書・注文書・製造依頼作成の機械化による、
迅速な引合い対応で**受注を確保**
4. 工場から在庫情報を直接把握できることによる、
精度の高い製造計画の立案と**欠品防止**
5. 蓄積した情報の活用支援に基づく、
顧客サービス強化と**ビジネスチャンス拡大**

図 4.6: ビジネス上の目的の導出例

このような確認は、従来、顧客との打合せを通して行っていたことから、この書式の導入によって顧客との打合せによる負担の軽減を見込むこともできる。期待/問題解決対照表（表 4.3）の作成手順は以下のとおりである。

① ビジネス上の期待の記載：“ビジネス上の期待”欄にBSの“8 顧客のビジネス上の期待”を転記する。見出し欄にはビジネス上の期待を一言で表現した概要を記入する。

② ボトルネックと主要問題の記載：“ボトルネックと主要問題”欄に図 4.4 の現状問題構造ツリーからボトルネックと主要問題を抽出し、ビジネス上の期待と対応させて記入する。見出し欄にはボトルネックを記載する。

③ ビジネス上の目的の記載：ボトルネックの解消法から導いたビジネス上の具体的な利点を“ビジネス上の目的”欄に“主要問題”欄の内容に対応させて記入する。主要問題とビジネス上の目的の項目が1対1に対応しない場合は適宜グループ化して対応を明確にする。また、見出し欄には、ビジネス上の目的を一言で表現した概要を記入する。

④ 対応関係の確認：顧客のビジネス上の期待、主要問題、ビジネス上の目的の対応関係を精査し、矛盾、乖離、過不足がないかを確認する。十分な対応のと

表 4.3: 期待/問題解決対照表の例

	ビジネス上の期待	ボトルネックと主要問題	ビジネス上の目的
見出し	事業拡大	補4 紙ベース情報管理	事業拡大に資する業務システムの実現
項目	・顧客の信頼確保	6 納品時に注文との食い違いが発生	1. 営業の注文情報入力 of Web 化による, 注文と納品の食い違い防止
	・在庫管理コストの削減	補3 管理コストの増大	2. 在庫情報を Web で共有することによる, 営業・技術・工場の管理作業のコスト削減
	・売上拡大への貢献	補6 対応しきれない引き合いが発生	3. 見積書・注文書・製造依頼作成の機械化による, 迅速な引合い対応で受注を確保
		7 在庫の補充が間に合わない	4. 工場から在庫情報を直接把握できることによる, 精度の高い製造計画の立案と欠品防止
		補9 顧客サービスへの情報活用困難	5. 蓄積した情報の活用支援に基づく, 顧客サービス強化とビジネスチャンス拡大

れない場合は, 対応を確認できるまで, 先行するフェーズの見直しを行う. 相互に対応付けて表を完成させることができれば確認は完了する.

4.5.2 拡張コンセプトの整理

期待/問題解決対照表による確認の後, 拡張コンセプトを, ビジネス上の目的, システムの輪郭, メンテナンスの基本方針の 3 つの要素に整理する. この整理によって, 拡張コンセプトはステークホルダに理解しやすくなり, 顧客のビジネスの視点で提案できるものとなり, 分析・設計以降の開発に円滑に移行しやすくなる.

ビジネス上の目的は, 期待/問題解決対照表の右端の項目のとおりで, 具体例では次のようになる.

- ビジネス上の目的 事業拡大に資する業務システムの実現
 1. 営業の注文情報入力の Web 化による, 注文と納品の食い違い防止
 2. 在庫情報を Web で共有することによる, 営業・技術・工場の管理作業のコスト削減

3. 見積書・注文書・製造依頼作成の機械化による、迅速な引合い対応で受注を確保
4. 工場から在庫情報を直接把握できることによる、精度の高い製造計画の立案と欠品防止
5. 蓄積した情報の活用支援に基づく、顧客サービス強化とビジネスチャンス拡大

システムの輪郭はビジネス上の目的を満たす業務システムの具体的基本構成であり、分析・設計に繋げやすい、2.2.4節で述べたコンテキスト図を使って表現する。具体例のコンテキスト図は、図4.7のように表現できる。

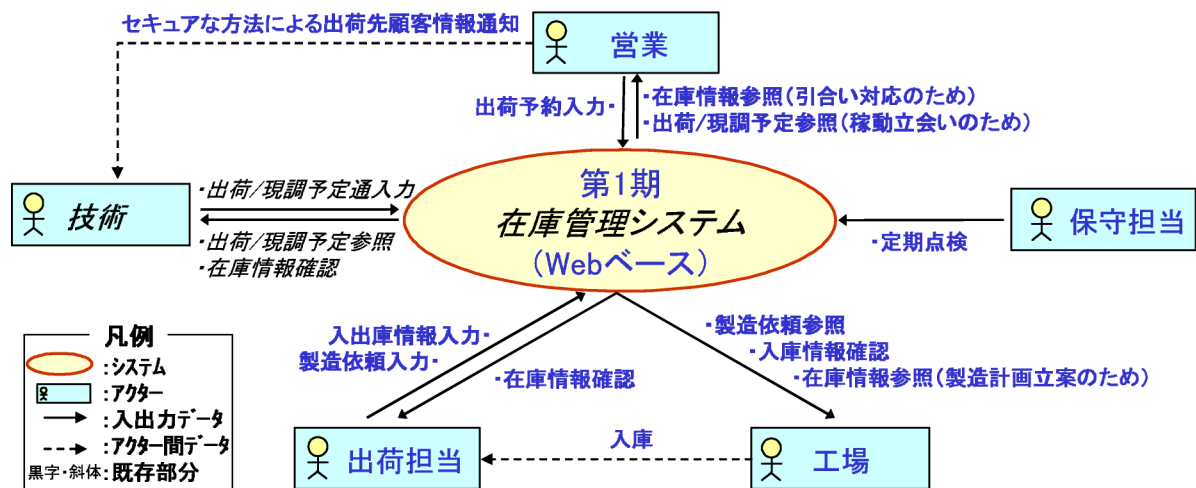


図 4.7: 新しい在庫管理システムのコンテキスト図例

メンテナンスの基本方針は、ボトルネックの解消法とシステムの輪郭に基づき、所与の予算、期間等の制約条件を満たしてビジネス上の目的を達成する新業務システム開発のためのフェーズプラン、特記事項等の方針である。

システムの輪郭とメンテナンスの基本方針の作成手順は以下のとおりである。

- ① アクターの洗い出し：ボトルネックの解消法と利用可能な技術に基づいてビジネス上の目的を満たすことができるように、新業務システムにアクセスする

アクターと、アクターがシステムと交換する情報を洗い出す。なお、アクターとはシステムと操作や通信によって情報を交換する担当者、あるいは、他のシステムである。

② コンテキスト図の作成：アクターと新業務システムとの情報交換を図4.7のような、コンテキスト図としてまとめる。このとき、業務システムで変更のない既存部分は色等を変えて、メンテナンスによる変更点を特定できるようにする（図4.7では黒字・斜体が既存部分にあたる）。コンテキスト図の内容は、顧客に対して開発の守備範囲を明らかにするものである点に留意し、過不足のないように作成する。

③ メンテナンスの基本方針の策定：限られた予算と期間で新業務システムを開発するためのフェーズプラン、および、特記事項等をメンテナンスの基本方針としてまとめる。ボトルネックの解消法で開発手順に言及している場合は、この手順とコンテキスト図に基づきビジネスへの貢献のシナリオが明確になるように整理してフェーズプランとする。

具体例では、ボトルネックの解消法で想定した段階的な開発を、ビジネス上の目的の実現の手順として表現を変えて、顧客の視点に立ったフェーズプランとする。主なメンテナンスの基本方針は以下のようなになる。

- フェーズプラン：次のように3期に分けて構築する。
 - － 第1期:ビジネス上の目的1,2,4の実現による情報共有に基づきコストを削減
 - － 第2期:ビジネス上の目的3の実現による帳票作成の自動化に基づき受注を確保
 - － 第3期:ビジネス上の目的5の実現による蓄積した情報の活用に基づき売上を拡大
- 特記事項：Web型のシステムとし、顧客情報の漏えい防止のためのセキュリティを確保する。

本フェーズでは、ビジネス上の目的、システムの輪郭、および、メンテナンスの基本方針をあわせて、最終的な業務システムのメンテナンスにおける拡張コン

セプトとして顧客に提案し、顧客参加のレビューを開催して、顧客・開発側の合意を形成して、プロジェクトをスタートさせる。

4.6 SPCの全体構成

本章では、これまでSPCを構成する3つのフェーズ（図4.1）の詳細を述べてきた。各フェーズで実施する作業を、業務フローの作成等まで含めて、プロセスとしてとらえると、図4.8のように、SPCを7つのプロセスに詳細化したSPCの全体像としてまとめることができる。

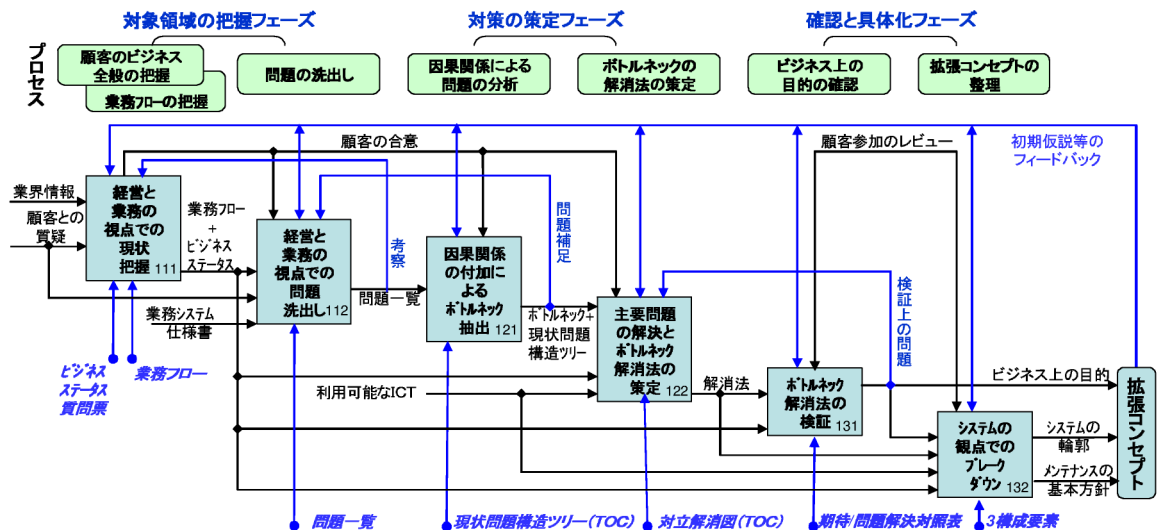


図 4.8: SPC の全体像

なお、図4.8では、本章の冒頭で述べた初期仮説に対する顧客の指摘を、初期仮説等のフィードバック（垂直上方の矢印）として表している。

初期仮説の作成は、前述のようにSPCによる拡張コンセプトの作成手順の最初の繰返しとなり、この仮説を題材とする打合せが、最初の繰返しを終了させるレビューとなり、次の繰返しのスタートとなる。

SPC では、通常この 2 度の繰返しにより拡張コンセプトの作成は収束するが、顧客の方針の変化等によってレビューが収束しない場合は、更に繰返しを重ねることとなる。

4.7 分析以降の開発フェーズへの移行

SPC の守備範囲は拡張コンセプトを立案し、レビューで顧客との合意に達し、受注が確定するまでである。

この活動は以降の活動を大きく左右するものの、メンテナンスの出発点であり、この後、分析・設計、プログラミング、テスト、運用等の活動が続く。

ソフトウェア開発におけるテストを含む基本的な開発活動の全貌を図 4.9 に示す。この流れは、新規開発かメンテナンスに関わらず、すべてのソフトウェア開発プロジェクトに適用することができる。

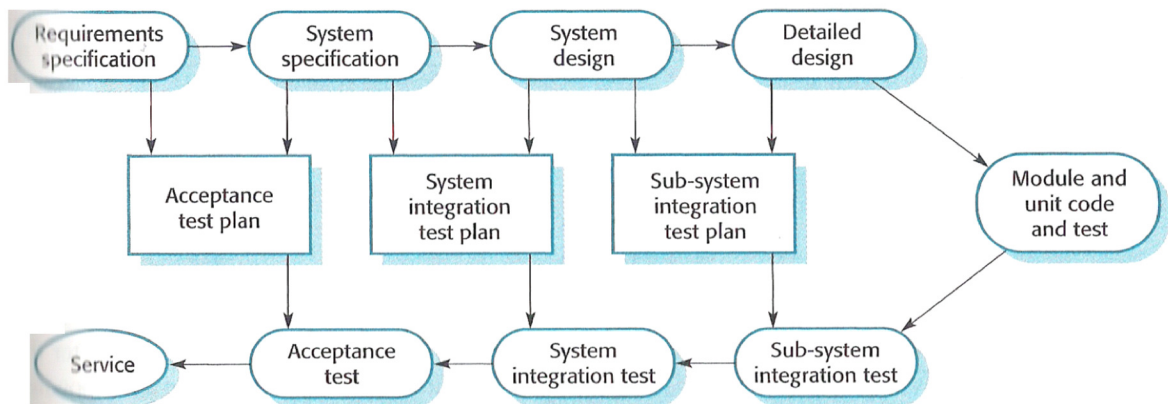


図 4.9: ソフトウェア開発の流れ（文献 [4] Figure 4.10)

このような後続する活動を通して、コンテキスト図は、図 4.9 における要求仕様 (Requirement specification) の上流ドキュメントとして、そのまま使用することができる。

たとえば、コンテキスト図におけるアクターと業務システムとの情報の遣り取りからユースケースを抽出して、ユースケース分析の糸口とするUP(Unified Process) [43] 等の開発手法を適用することができる。なお、UP はオブジェクト指向設計における代表的な反復型開発プロセスである。

ビジネス上の目的は、業務システムの運用によって実現する期待効果を示しており、開発者は分析・設計における、顧客との合意に基づく信頼できる指針として開発を円滑に進めることができる。

また、メンテナンスの基本方針は、スケジュールやリソース配分等の指針を提供する、プロジェクト管理の基本的な目安となる。

以上の、拡張コンセプトの3つの要素の分析移行の開発における役割を、図 4.10 にまとめる。

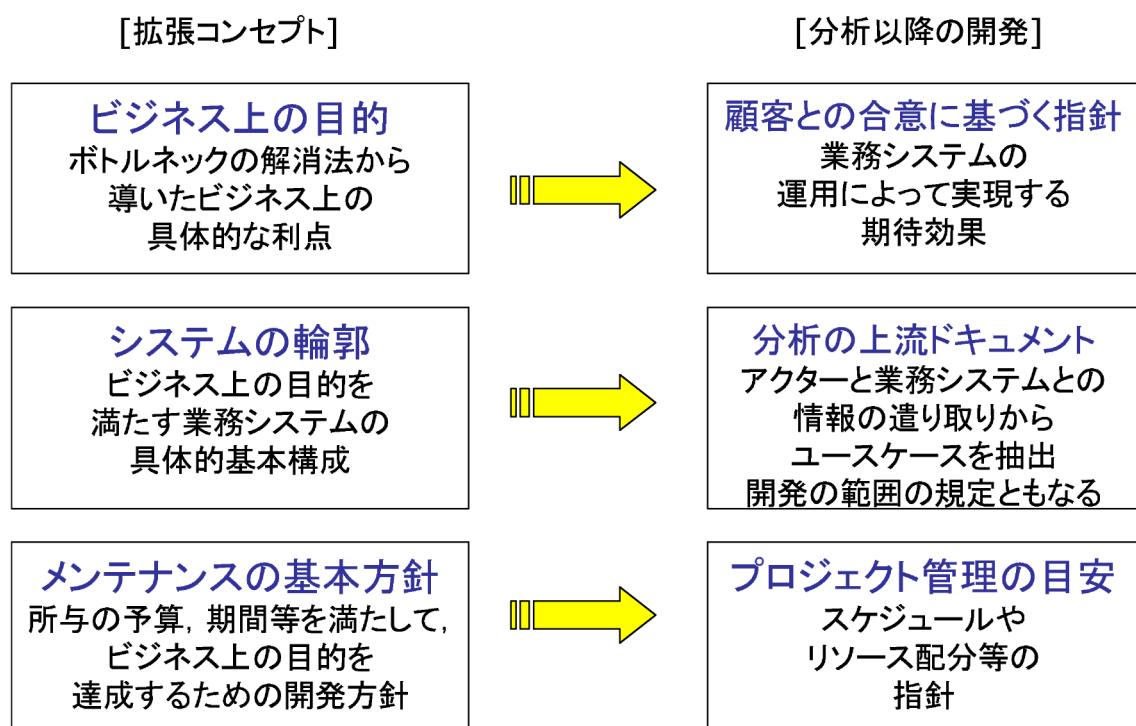


図 4.10: 分析・設計への移行における拡張コンセプトの役割

第 5 章

SPCの適用事例と評価

本章では、実際の業務システムのメンテナンスにSPCを適用した事例を紹介し、この実績等からSPCにより拡張コンセプトの作成の負担が軽減し、収束に要する時間が短縮したことを確認する。

5.1 適用事例

業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの主な成功プロジェクトを表5.1にあげる。

表 5.1: 業務システムメンテナンスの事例

プロジェクト C1:SPC使用前 S1,S2:SPC使用后		開発側 顧客	製品種別 開発形態	拡張コンセプト 提案手法	規模 比	コンセプト 決定ま での 打合せ 回数比	打合せタイプ比率			
							情報 収集	意見 交換	レ ビ ュ ー	計
ID	メンテナンス対象									
C1	CRM	メーカーA ITメーカー	C/S型 受注SI	Conceptualization 手法	100%	100%	35%	41%	24%	100%
S1	SI管理	メーカーA メーカーA	C/S型 社内開発	SPC	-	-	-	-	-	-
S2	在庫管理	SIベンチャ メーカーB	Web型 受注SI	SPC	66%	24% (36%)	25%	25%	50%	100%

注) 括弧内の数字は規模に比例するものとして規模比で正規化したもの

表の各行がプロジェクトを示している。いずれも業務システムのメンテナンスであり、C1は拡張コンセプトの作成にConcetualization手法を適用したSIプロジェクト、S1、S2はSPCを適用した社内開発プロジェクトとSIプロジェクトである。

本節では、SPCを適用したS1、S2プロジェクトの詳細を守秘義務に抵触しない範囲で一般化して紹介する。

なお、表5.1のプロジェクトは拡張コンセプトの作成の後、いずれもオブジェクト指向に基づく分析・設計を行った。

また、次節では、C1,S2プロジェクトの比較によるSPCの定量的評価を行う。

5.1.1 CRMへのプロジェクト管理機能の統合（S1） [44]

本事例は、CRM関連のSIビジネス部門が自部門の業務システムのメンテナンスとして、CRMとプロジェクトマネジメントとを統合した例である。この例では、ビジネス上の期待に相当するメンテナンス企画の目標は、“CRMをSIビジネスの管理に活用して売上を拡大する”である。

当初は自部署で運用中のCRMの強化を図ったが細部の議論に終始し、売上に結びつかないためSPCを適用した。

対象領域の把握フェーズでは、顧客情報管理に関して約60件の問題点を収集し、営業と開発の情報共有に関する問題が多いことが判明した。これらの問題には、開発に顧客のビジネス等の状況が伝わらない、プロジェクトの進捗状況が営業に伝わらない、営業・開発各々のドキュメントの図番体系が異なる等が含まれる。また、SIビジネスの管理システムとして営業はCRM、開発はプロジェクト管理ツールを使用しているが、双方が相手のシステムにアクセスできないことも明らかとなった。現状問題構造ツリーで分析すると、営業・開発の管理手法の不統一がボトルネックとなっていることの裏付けがとれ、BSの作成過程では、CRM部門の売上拡大策として新製品の市場投入の期待のあることが判明した。

以上から、CRMとプロジェクト管理を統合した営業・開発双方の情報共有を促進するシステムを社内開発し、自部門での運用経験を反映させて製品化することをビジネス上の目的とする拡張コンセプトを作成した。この拡張コンセプトに基

づき，SI ビジネス部門向けと役員向けの 2 回のレビューを実施し，ほぼ同一の内容で承認された。

SPC では，拡張コンセプトの作成の手順が明確であったため，情報収集や分析等について方法をそのつど新たに工夫せずに検討に専念でき，さらに問題解決を基調としたドキュメントは分かりやすかったために提案の説得力を高めることができた。その結果，従来に比べ短時間で有効な拡張コンセプトの提案を行うことができた。

5.1.2 機器在庫管理システムの拡張（S2）

在庫管理システムのメンテナンスとして SPC を適用した SI ビジネスの事例である。

このプロジェクトにおける顧客のビジネス上の期待は“在庫管理システム強化によるユーザ確保”である。

分野は特定の機器のレンタルビジネスであり，当初は在庫不足で欠品が起こらないよう技術的に強化する程度の認識で初期仮説を作成した。しかし，顧客の指摘を受け，BS に基づいて情報を収集すると，大きな市場ではないが一社で多くの機器をレンタルするユーザを確保することがビジネス上重要であることが分かった。したがって，欠品はビジネスチャンスを失うことより，ユーザが競合他社に移るものの損失が大きいことになる。

顧客にとって，ビジネスの細部を部外者に説明することは大きな抵抗があることから，当初は BS に基づき開発者の調査した内容の質疑から始める。適切な質問であれば，質疑を繰返すうちに双方の状況を把握でき，顧客は情報を提示しやすくなる。特に，話題に載せにくい業務上のトラブル情報，頻度，被害額等は，新システムで留意すべきポイントとして把握しておく必要がある。

現状問題構造ツリーの分析では，“スタンドアローンの在庫管理システムのパワー不足”がボトルネックとなり，データベース強化，運用管理の効率化，資産管理のコスト削減等が，主要問題を視野に入れたボトルネックの解消法となった。そして，ビジネス上の目的には“在庫管理情報の運用拡大と情報の信頼性強化に

よるユーザ確保”等を掲げて、拡張コンセプトを作成し受注することができた。

このプロジェクトは、ビジネスの状況等の情報を確認するために、顧客との密なコミュニケーションを要するケースだったが、現場見学の機会を活かして質疑を行い、BSに基づく情報収集の過程で現れた疑問点の多くを解消することができた。結果として、表5.1のように情報収集や意見交換の打合せの割合が大幅に減少し、全体の打合せの回数も月1～2回に抑えることができた。

5.2 SPCの評価

SPCの評価として、1章の5つの課題への対処、従来の手法との比較、拡張コンセプトの作成の負担の軽減について述べ、最後にSPCの今後の課題について述べる。

5.2.1 課題への対処

SPCは、以下のような方法やツールの導入により、拡張コンセプトの作成に関する1章の5つの課題に対処した。

課題1への対処 拡張コンセプトの作成方針の明確化：業務システムのメンテナンスをビジネスの変化にともなう問題に対するTSと見なし、TSの考え方を応用した一貫性のある拡張コンセプトの作成の手順を導入した。

課題2への対処 ビジネスの把握方法の提供：顧客のかかえる問題を適正に収集するために、BSをガイドラインとしてビジネスの変化とそれにとまなう顧客のビジネス上の期待を把握する方法を導入した。

課題3への対処 収集した情報の分析方法の提示：収集した問題点からボトルネックとその解消法を容易に導ける、TOCの現状問題構造ツリーと対立解消図を利用する方法を導入した。

課題4への対処 分析結果の確認方法の提供：顧客のビジネス上の期待、主要問題、ビジネス上の目的の整合性を確認するための期待/問題解決対照表を導入した。

課題5への対処 分析結果の整理方法の明確化：顧客が理解しやすく、以降の開発に移行しやすくするために、拡張コンセプトをビジネス上の目的、システム

の輪郭，メンテナンスの基本方針に整理する方法を導入した。

SPC は，TS の考え方を応用することに関連して，拡張コンセプトの作成活動を 3 フェーズに分ける．各課題に対応する活動をこれらのフェーズに配分することによって無駄のない段階的詳細化の手順で，顧客，開発者双方の負担の少ない形で拡張コンセプトを作成することができる。

また，顧客からの引合い直後に，SPC の流れを簡易的に適用した拡張コンセプトの初期仮説を短時間で作成し，顧客に提示して SPC の進め方を顧客にも理解を得た上で，SPC を本格的に適用して拡張コンセプトの作成を行う繰返し型の構成をとる．したがって，アウトプットの品質を高めるとともに作成活動の収束を早めることができる。

5.2.2 従来の手法との比較

情報サービス産業の標準的ソフトウェアライフサイクルプロセスである共通フレーム 2013 [30] では，保守プロセスの改善を喫緊の課題とし，企画，要件定義等の開発の上流プロセスを保守に利用する場合もあるとしている．しかし，上流，保守プロセス共，情報の収集・分析等に関する具体的な方法には触れていない．JIS Q 9001:2008 [31] は ISO9001 に基づいており，製品実現の章に要求事項の明確化に関する記載があるが，情報の把握方法等の具体的な方法については触れていない [29]，[33]．また，ソフトウェア工学の標準である DoD2167A [32] は，拡張コンセプトの作成に関連する記述として，要件定義に関する部分があるが具体的な方針・手順については触れていない [29]．

具体的な方針・手順を取上げている手法では，6 章の関連研究の 2 件，Conceptualization 手法，TOC と CDM を用いた業務分析手法が拡張コンセプトの作成に関連している。

Conceptualization 手法 [3] は，6.1 節に述べるように一般的な開発コンセプトの作成手法である．分析・設計に移行しやすい形式で整理する方法により課題 5 の一部に対処できており，この点を評価して C1 プロジェクトの拡張コンセプトの作成で使用した．しかし，ブレインストーミングとブレイクスルーをアイデア生成の基本としているため，対応する取組みの具体的方針（課題 1）に欠け，プロ

ジェクトごとに取り組みの手順を検討する必要が発生している。また、顧客のビジネスの把握、問題の収集と分析・検証（課題2～4）についても具体的な方策の言及がない。

TOCとCDMを用いた業務分析手法[28]の、業務がかかえる問題の根本原因を特定して導き出す業務改善策は拡張コンセプトにあたり、CDMによる業務分析に先立って、TOCを分析手法として使って事業領域と使命を導く部分は課題3の一部に対処できている。しかし、TOCによる分析に必要な問題点の収集方法（課題2）、分析結果の確認方法（課題4）を含め、業務改善策に到達するための具体的な方針と手順（課題1）に関する言及がない。また、論文では情報システム開発への円滑な移行（課題5）を今後の課題としている。

拡張コンセプトの作成における課題への対処の観点で、SPCと以上の2つの手法とを比較した結果を表5.2に示す。この表5.2では、○が拡張コンセプトの対応する課題に対処できていることを表し、△が一部対処できていることを表す。

表 5.2: SPC と他の手法との比較

		SPC (拡張コンセプトの定義手法)	Conceptualization (開発コンセプトの定義手法)	TOCとCDMによる業務分析 (業務分析手法)	
手法を適用する対象		拡張コンセプト	開発コンセプト	拡張コンセプト	
基本方針		問題解決	アイデア生成	問題解決	
拡張 コン セプ ト定 義の 課 題	①拡張コンセプトの定義方針の規範がない	TSの考え方を手順として応用	△ コンテキスト図の作成を目標とする	△	CDMにつなげるためのTOCに基づく手順
	②ビジネスの把握方法の規範がない	BSをガイドラインしてビジネスの変化を把握	× 調査、インタビューが基本	×	
	③収集した情報の分析方法の規範がない	ボトルネック抽出とその解消法にTOCのツールを利用	× ブレインストーミングとブレークスルーが基本	○	TOCの現状問題構造ツリーを利用
	④分析結果の確認方法の規範がない	期待/問題解決対照表により分析の整合性を確認	×	×	
	⑤分析結果の整理方法の規範がない	コンテキスト図を含む開発に移行しやすい形に整理	○ 開発に移行しやすいコンテキスト図に基づく整理	×	開発への移行方法が課題

5.2.3 SPCの定量的効果

5つの課題への対処による定量的な効果を把握するため、SPCを適用した実際のプロジェクトS2と、Conceptualization手法を適用した実際のC1プロジェクトとを比較し、SPCによる拡張コンセプトの作成における負担と時間の軽減を確認した。なお、S1プロジェクトもSPCに基づくが、社内開発の事例のため、受注プロジェクトであるC1、S2と同様の比較が困難なため具体的な数値化を控えた。

C1、S2プロジェクトの対象となる業務システムは3年以上現場で運用してきたものである。C1プロジェクトはCRMの機能拡大にともなうリプレース、S2プロジェクトは在庫管理システムの大幅な拡張であり、両プロジェクトとも拡張コンセプトの作成を要するメンテナンスである。

いずれもGUI、帳票、関係データベースからなるビジネス支援のための一般的な業務システムであり、顧客も一般の企業であることから、拡張コンセプトの作成の位置付けに差異はない。また、両プロジェクトのスタートは2年の差があるが、その間、関連する大きな技術革新はなく、拡張コンセプトの作成とプロジェクト管理は同一の担当者が行っているため、担当者の属人性による差異も発生していない。したがって、両プロジェクトにおける拡張コンセプトの作成の負担の差は、プロジェクト規模と適用した手法の差と言うことができる。

プロジェクトの規模については表5.1のようにS2がC1の66%であるが、これは2.2.5節で述べたオブジェクトポイント法[4]に基づいて、両プロジェクトの画面数、帳票数等に重みをつけて集計し、算出したものである。

本論分で取上げる業務システムは、SPCの適用の有無にかかわらず、データベース処理を中心とし、ユーザとGUIで対話するシステムで、各種帳票を自動生成するものである。したがって、測定する担当者の判断やシステムのタイプに依存するファンクションポイント法に比べ、オブジェクトポイント法の適用は容易であり、プロジェクトの規模の比較を容易に行うことができる。

なお、オブジェクトポイント法は、プロジェクトの初期段階での測定法だが、C1、S2プロジェクトでは実績データの算出法が異なるため、公平を期してアウトプットの数量で測定するオブジェクトポイント法を適用した。

本論文では、拡張コンセプトの作成の負担を定量的に示す指標として、顧客との打合せ回数を採用する。顧客との打合せとは、複数の顧客、開発者とその管理

者を含む担当者が参加する情報収集、情報交換、レビュー等の、開発者による議事録の発行を必要とする会議を指している。この打合せはコミュニケーション上有益だが、過度に実施すると顧客にとって本来業務の妨げとなる。また、開発者にとって事前の分析、説明資料の作成、顧客の指摘事項の反映等の準備に多くの工数を要する。このように、打合せ回数の増減が顧客、開発者双方の負担を大きく左右することから、顧客との打合せ回数を拡張コンセプト作成活動の負担の指標ととらえることができる。

拡張コンセプト決定までの打合せ回数は、表 5.1 のように SPC を適用した S2 プロジェクトでは、従来の作成手法を適用した C1 プロジェクトの 24 % に減少している。また、C1 の規模に対する S2 の規模の比率は 66 % であり、規模と打ち合せ回数は比例するものとする、S1 の打合せ回数比は C1 の 36 % となる（表 5.1 のカッコ内）。

この打合せ回数の減少は、顧客との打合せを軽減する SPC の一貫した拡張コンセプトの作成の支援によるが、特に、以下の 4 点の効果が大きい。

① BS 導入による情報収集のための打合せの減少：C1 では、現状のビジネス、システムの情報源として顧客に多くを頼ったため情報収集の打合せ回数が増大した。しかし、S2 では BS に基づく情報収集の手順化により自律的に情報収集を行うことができるようになった。したがって、打合せは情報の収集結果の確認の場となったため情報収集タイプの打合せ回数比は、表 5.1 のように全回数の 35 % から 25 % に減少した。

② 一貫性の高い分析・確認に基づいた情報の提示による打合せの減少：C1 では、ヒューリスティックな方法で得たアイディアの説明と調整に時間を要したため、顧客との意見交換の打合せ回数が増大した。しかし、S2 では BS に基づく適正な問題の収集に基づいて、問題相互の因果関係からボトルネックを抽出し、その解消策を策定する一貫性の高い分析手順を導入した。また、期待/問題解決対照表等による分析結果の確認を徹底した。したがって、分析結果の客観性が増し、顧客への説明・提案が分かりやすくなったため、意見交換タイプの打合せ回数比は、表 5.1 のように全回数の 41 % から 25 % に減少している。

③ 拡張コンセプトの作成と TS との良好な適合による無駄の削減：C1 では、顧客のビジネスの状況や顧客のメンテナンスに対する動機を把握しきれず、また、準

抛できる手順もないため、顧客のビジネスの状況の把握、把握した情報の分析、分析結果の表現方法等に多くの試行錯誤が発生した。しかし、S2では、開発で日頃実践しているTSを応用した一貫した手順に準拠して調査、原因追求、解消策の策定等を見通しよく進めることができた。したがって、顧客のビジネス上の問題や動機を把握した上で、顧客の立場に立って拡張コンセプトを円滑に作成できたため、従来の試行錯誤の負担と時間を削減することができた。

④ 初期仮説の導入による顧客とのコミュニケーションの円滑化：C1では打合せの状況に合わせて手順や提示する情報の形式を変化させたことから混乱を招き、打合せ回数が増大した。しかし、S2では初期仮説の顧客への提示により、顧客にSPCの一貫性の高い進め方の理解を得ることができた。したがって、コミュニケーションが円滑に進、打合せ回数が減少し、拡張コンセプトの作成の早い収束にもつながった。

以上の結果、顧客との打合せは情報収集や意見交換中心から拡張コンセプトを確認するレビュー中心に変化し、打合せ頻度はC1プロジェクトにおけるほぼ毎週のペースが、S2プロジェクトでは月1～2度に減少した。

打合せに要する時間は、特にC1プロジェクトでは数時間から1日とバラツキが大きかったが、C1、S2とも平均すると0.5日となる。また、打合せの準備、打合せ後の議事録作成や指摘事項の検討等を合わせて2.0日とすると、一回あたりの打合せに要する総時間は約2.5日となる。

SPCの適用で、上記のように毎週の打合せペースが月1～2度となったことから、月2～3度の打合せ時間が削減されたことになり、日に換算すると月あたり5～7.5日の短縮となる。すなわち、SPCを適用した場合、拡張コンセプトの作成は月5～7.5日収束が早まったということができる。

このように、SPCの適用により、顧客との打合せ頻度が減り、拡張コンセプトの作成に要する時間も短縮したが、SPCを適用したS1、S2プロジェクトとも運用開始後も大きな問題は発生していない。

したがって、SPCはアウトプットの品質を劣化させることなく、本研究の目的である拡張コンセプトの作成に要する負担と時間の削減を達成できたということができる。

5.2.4 SPCの今後の課題

S1, S2プロジェクトへの適用過程で、SPCの各種支援ツールの自動化に改善の余地のあることが分かった。すなわち、SPCの現状のツールは手順・書式の提供が主であり、ツール間のアウトプットの自動変換等、作業効率の点でツールを強化する余地が残っている。

拡張コンセプトの作成は情報の収集、分析、整理の過程で多くの機械的作業が発生し、人の手作業ではエラーが混入する恐れが大きいため、ツールによる支援は、信頼性、生産性の面で大きな支えとなる可能性が高い。

また、SPCはSIビジネスの件数で多数を占める業務システムのメンテナンスに焦点を絞っているため、新規ビジネスモデル等に向けた業務システムの開発コンセプトの作成は対象外となり、今後の検討が必要である。

第 6 章

関連研究

拡張コンセプトの関連研究として、アイディア生成に基づく手法の一つであり、本研究の過程で使用経験のある Conceptualization 手法と、TOC と CDM を用いた業務分析手法、および、要求工学の最近の動向について述べる。

6.1 Conceptualization 手法 [3]

Conceptualization 手法は、米国 Lockheed Martin 社の Advanced Concept Center (ACC) が提唱しているもので、ソフトウェアの開発に際しビジネス上の Needs と適用可能な技術に基づいて、「何が作るに値するか」を議論する一般的な手法である。

この手法は、収集した対象ドメインの情報に基づくブレインストーミングとブレイクスルーから開発コンセプトを導く、アイディア生成型の方法である。

特徴は開発コンセプトを開発の目標であるビジネスゴールとコンテキスト図によるシステムの輪郭によって表すことである。

図 6.1 (IDEF0 表記) に示すように、開発コンセプトを“ビジネス上の目標”と“システムの輪郭”とを合わせたものとし、輪郭の表現にコンテキスト図を採用して分析・設計へ繋げやすくしている。

これらのアウトプットは直感的に理解しやすく、チーム内のコミュニケーションやステークホルダへのプレゼンテーションに有効である。ACC はこの手法をオブジェクト指向開発の最上流に位置づけており、コンテキスト図から OOA, OOD へのシームレスな移行を実現している。

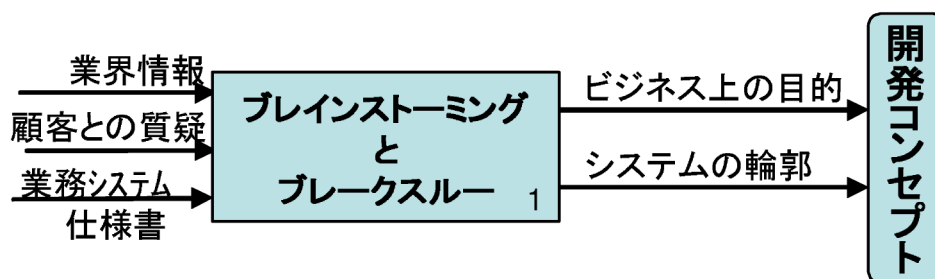


図 6.1: Conceptualization 手法の構成

SPCでは、アウトプットの表現にコンテキスト図を踏襲しているが、業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの作成に絞って一貫した手順を導入している。

6.2 TOC と CDM を用いた業務分析手法 [28]

CDM（概念データモデリング）による業務分析では、対象とする事業領域と使命の決定を業務担当者のヒアリングに依存していた。

文献 [28] では、図 6.2 のように TOC の思考プロセス [21] を導入して、事業領域と使命を論理的に導き出し、CDM の分析につなげる手法を提案している。

手法は 4 つのステップからなり、最初のステップでは、TOC により分析対象業務のかかえる問題の根本原因とそれに有効な業務改善策を導く。続く 3 ステップでは、業務改善策から事業領域と使命を決定して CDM への導入とし、CDM の業務モデルを作成し、詳細な問題を to be の形で導き出す。

CDM の分析手法に TOC の現状問題構造ツリー等のツールを導入することによっ

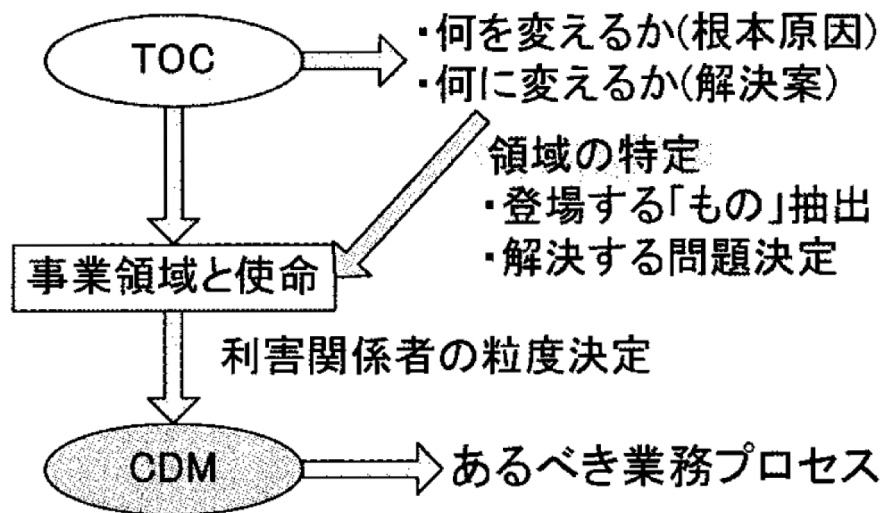


図 6.2: TOC と CDM を用いた業務分析手法の構成

て、改善策の幅を広げる効果をあげているが、文献 [28] で述べているように、情報システム開発に繋げる点に今後の課題がある。

SPCでもボトルネックを抽出する分析ツールとしてTOCの現状問題構造ツリーを利用しているが、入力となる問題点の収集、分析結果の確認等の具体的方法を提供している。また、拡張コンセプトの表現にコンテキスト図を適用することによって、以降の開発に移行しやすくしている。

6.3 要求工学の展望 [6]

30年以上にわたり要求工学はICTの基本的な問題であり続け、その必要性は依然として継続的に増大している。しかし、ICTと社会の位置付けの変化にともなって研究の焦点は次の4つの基本的課題（Principle）に移っている。

1. 要求と社会との深い結びつきへの対応：従来の要求工学は要求を実装に適切に反映することに注目してきたが、現在は社会やビジネスからの要求をシス

テムに適切に反映することが同様に重要となっている。

2. 進化を続ける要求への対応：システムを適切に進化させるためには、ステークホルダの流動的な要求の変化や技術革新を見極めて、それらを選択し、制御することが必要である。
3. アーキテクチャへの注目：システムの運用環境を形成するものとして、アーキテクチャに注目する必要がある。
4. 複雑性への対処：システムの進化に相関する要求の複雑化を理解することが重要であり、複雑化にともなう課題や要求を管理する新しい方法が必要である。

最初の基本課題は、要求工学がビジネスとシステムとの結びつきによる、新しいイノベーションや差別化を生み出す要因となる可能性を示している。

2番目の基本課題は、顧客の要求の進化に関するもので、業務システムのメンテナンスに深いかかわりを持つものであることは本文の第1章で述べた。

これらの基本的課題取組みにはソフトウェア工学をはじめビジネス開発や工業デザインを必要とするため、論文 [6] では Software Requirement に代わる Design Requirement という言葉を提唱し、基本的課題毎に多くの研究テーマの可能性を示唆している。この論文では、各基本的課題毎に今後想定される研究課題をリストアップしている。

業務システムのメンテナンスの拡張コンセプトの作成手法である SPC は、特に2番目の基本的課題（進化を続ける要求への対応）との関係が深いことから、以下に、論文 [6] にある2番目の基本的課題に関する研究テーマを紹介する（表 6.1, 表 6.2）。

表 6.1: 基本的課題 2 の研究テーマ 1 (文献 [6] より)

テーマ	内容	研究課題
デザインと環境の進化	・デザインに携わる関係者やステークホルダの展望から、要求は絶え間なく進化する. ・進化とは、不完全な要求定義やシステムの高度な適応の帰結であるデザインの流動性を意味する. ・実行しながら進化できる、モデルとシステムとの新しい相互作用. ・デザインにおける一時的な要求がデザイナーやステークホルダの考えに影響を及ぼす.	① 環境の絶え間なのない、次第に大きくなる変化により、デザインはどのように進化するのか？ ② 新しい技術の可能性によって要求における何が変わるのか？ ③ 許容できる、変化の最大の範囲や程度とは？ ④ 従来の形式に加え、意味があり、確認できる変化の新しい”非形式”とは？ ⑤ 要求の満足度の監視・評価を運用中に行う方法とは？ ⑥ 流動的に変化するデザインの好適なメトリクスを形成・選択し、”デザインダッシュボード”を作ることができるか？

表 6.2: 基本的課題 2 の研究テーマ 2 (文献 [6] より)

テーマ	内容	研究課題
	・要求の変化は多様で強力となつてゆく. この結果, デザイナは要求に交渉の余地がないように感じるため, 要求の交渉の様相に影響する.	⑦ 要求はしばしば実装の後に現れる. このような要求を伴う変化の方向性を, どのように交渉し意味のある議論を行うことができるか? ⑧ 何が, デザインを安定に保つ制約条件か? 不完全なデザインの許容範囲について何に基づいて決定するのか? ⑨ 進化する好みに基づき, 決定的で柔軟な要求と良好なデザインを統合する方法とは? ⑩ 監視と評価をとおして, 新しい要求にどのように適応するか, あるいは, 既存の要求をどのように満たすか? ⑪ 新しい技術沿って, どのように要求が定着し, 普及するか分析できるだろうか?

第 7 章

まとめ

本論文では、開発コンセプトの変更をともなう業務システムのメンテナンスにおける拡張コンセプトの作成を支援する手法である SPC について述べた。

ICT は社会に浸透し、ビジネスの競争力を支える業務システムはビジネスや技術の変化に応じて継続的にメンテナンスを必要とする状況が到来している。しかし、業務システムのメンテナンスの成否を左右する拡張コンセプトの作成については、開発現場に定着した手法がなく、アイデア生成に頼る状況にある。

この結果、拡張コンセプトの作成の収束は遅くなり、顧客と開発者の打合せが多く発生するため双方の負担も多大なものとなっている。

SPC は、拡張コンセプトの作成の負担を軽減して収束を早めることを目的とし、従来のアイデア生成から、顧客のビジネス等の変化にともなって発生する問題の解決へと拡張コンセプトの作成方針を転換する点に特徴がある。

具体的には、ソフトウェアシステムの開発・運用で発生するトラブルを解決する TS の考え方を応用して、次のような拡張コンセプトの作成のための、一貫性のある 3 つのフェーズと 7 つのプロセスを導入する。

また、これらの各プロセスにおいて、拡張コンセプトの作成を支援するツールや書式を提供する（下記のカッコ内）。

- 対象領域の把握フェーズ
 - － 顧客のビジネス全体の把握プロセス（BS）
 - － 業務フローの把握プロセス（業務フローの書式）

- － 問題の洗出しプロセス（問題一覧）
- 対策の策定フェーズ
 - － 因果関係による問題の分析プロセス（現状問題構造ツリー）
 - － ボトルネックの解消法の策定プロセス（対立解消図）
- 確認と具体化フェーズ
 - － ビジネス上の目的の確認プロセス（期待/問題解決対照表）
 - － 拡張コンセプトの整理プロセス（3つの構成要素）

特に、開発者が必ずしも精通していない顧客のビジネスを理解するために、ビジネスステータス（BS）と呼ぶ情報の収集のガイドラインを提供する。このBSによって、開発者は顧客のビジネスの状況の変化、ビジネス上の期待などを把握しやすくなり、メンテナンスの企画の背景にある顧客の抱える問題を正しくとらえることができる。

また、顧客の抱える問題を分析して、解決すべき根本的問題を抽出し解消するための、因果関係に基づく、部分最適に陥りにくい分析手法として、TOC（Theory of Constraints）の現状問題構造ツリー等を導入する。

さらに、往々にして見過ごされる、分析結果の確認のためのツールとして、顧客のビジネス上と期待と業務システムのメンテナンスの目的の整合性を確認する期待/問題解決対照表を提供する。

他の支援ツールとしては、拡張コンセプトを整理して、顧客に提案しやすく、分析以降の開発に移行させやすい表記方法等を含んでいる。

これらの手法により、拡張コンセプトの作成に関する現場の5つの課題が解消する。

実プロジェクトへのSPCの適用実績では、顧客との打合せの回数が減少して拡張コンセプトの作成の負担が軽減し、これによって作成の収束が早まったことを確認した。

一方、SPCの今後の課題としては、拡張コンセプトの作成活動の負担をさらに軽減する支援ツールの強化がある。

また、SPC が対象としていない、新たなビジネスコンセプト等に基づく業務システムの開発コンセプトの作成の手法についても今後の検討が必要である。

謝辞

本研究を行なうに当たり、長期間にわたってご指導を賜った落水 浩一郎先生に深く感謝いたします..

技術用語をできるだけ使わず、直感的理解に訴えることを重視するビジネスの世界と、学術的表現と実証を重視する学問の世界との隔たりは想像以上のものがありました。しかし、落水先生の根気強いご指導の結果、これまでソフトウェア開発の世界でビジネスとして実践してきたことを、何とか独自の研究成果の形として残すことができ、今後の活動にもつなげてゆける目処が立ちました。

特に、あるべき論文の姿をご提示いただき、研究のポイントを明確にし、全体の構成から内容に適した作図表現の方法にわたり、多岐に及ぶ懇切なご助言をありがとうございました。

また、審査において的確なご示唆とご助言をいただいた、鈴木正人先生、岸知二先生、青木利晃先生、緒方和博先生に深く感謝いたします。ありがとうございました。

参考文献

- [1] Schaafstal,A., Schraagen,J.M., and van Berlo,M.: Cognitive Task Analysis and Innovation of Training: The Case of Structured Troubleshooting, Human Factors, The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol.42, No.1, pp.75-86 (2000).
- [2] 東京証券取引所ホームページ:arrowhead とは？,
<http://www.tse.or.jp/rules/stock/arrowhead/info.html>.
- [3] Lockheed Martin ACC, Rational Software: Succeeding with the Booch and OMT Methods, A Practical Approach, p.378, Addison Wesley (1996).
- [4] Sommerville,I.: Software Engineering Eighth Edition, p.840, Addison Wesley (2007).
- [5] Boehm, B.W.: A spiral model of software development and enhancement, Computer, Vol.21, pp.61-72(1988).
- [6] Jarke,M., Loucopoulos,P., Lyytinen,K., Mylopoulos,J., and Robinson,W.: The brave new world of design requirements, Information Systems, Vol.36, pp.992-1008(2011).
- [7] 大森隆行ほか: ソフトウェア進化研究の分類と動向, コンピュータソフトウェア, Vol.29, No.3 (2012).
- [8] Anton,A.I. and Potts,C.: The Use of Goals to Surface Requirements for Evolving Systems, in Proc. Int'l Conf. Software Engineering: ICSE'98, pp.157-166(1998).

- [9] 独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター, 高品質のための超上流工程における企業の課題・取組み事例集を公開,
http://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/reports/20130327_2.html.
- [10] 独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター, 【付録 1】 超上流工程における課題と解決策一覧.
- [11] ITmedia エンタープライズ, 間違いだらけの IT 人材育成 (5) : なぜ、超上流プロセス担当人材を育成できないのか,
<http://www.itmedia.co.jp/im/articles/1010/06/news118.html>.
- [12] ITpro 情報・通信用語事典, BPR とは,
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/word/page/10002162/>.
- [13] PM 資料ガイド, BPR とは,
<http://www.pmaj.or.jp/JPMF/library/open/education/PMGuide-04bpr-1A.pdf>.
- [14] “経営と IT の融合”を実現する BPM と BPMS の基礎知識,
<http://www.atmarkit.co.jp/im/cae/articles/bpms/01/01.html>.
- [15] BPM システムが変える企業システム開発の在り方,
<http://www.atmarkit.co.jp/im/cae/articles/bpms/02/01.html>.
- [16] Wikipedia, 品質管理,
<http://ja.wikipedia.org/wiki/>
- [17] Wikipedia, TQM,
<http://ja.wikipedia.org/wiki/TQM>.
- [18] IDEF0 - Wikipedia,
<http://ja.wikipedia.org/wiki/IDEF0>.

- [19] 情報マネジメント用語辞典：特性要因図,
<http://www.itmedia.co.jp/im/articles/0606/29/news117.html>.
- [20] Goldratt,E.M.(著), 三本木亮 (訳): ザ・ゴール 企業の究極の目的とは何か,
p.552, ダイヤモンド社 (2001).
- [21] Goldratt,E.M.(著), 三本木亮 (訳): It 's Not Luck ザ・ゴール 2 思考プロセス, p.375, ダイヤモンド社 (2002).
- [22] Goldratt,E.M.(著), 三本木亮 (訳): チェンジ・ザ・ルール なぜ, 出せるはずの利益がでないのか, p.328, ダイヤモンド社 (2002).
- [23] Goldratt,E.M.(著), 三本木亮 (訳): クリティカル チェーン なぜ, プロジェクトは予定どおりに進まないのか?, p.398, ダイヤモンド社 (2003).
- [24] 石田忠由, 佐々木俊雄, “思考を変える! 見方が変わる! 会社が変わる!”,
p.190, 中経出版 (2003).
- [25] 稲垣公夫, “TOC革命”, p.193, 日本能率協会マネジメントセンター (1997).
- [26] 生産管理講座, TOC(制約条件の理論)
<http://www1.harenet.ne.jp/noriaki/link71-4.html>.
- [27] JIS X 0161: 2008 ソフトウェア技術 ソフトウェアライフサイクルプロセス 保守 (2008).
- [28] 吉澤憲治ほか: TOC と CDM を用いた業務分析手法の提案, 情報処理学会研究会報告, 2008-IS-103(6), pp.35-42 (2008).
- [29] Sommerville,I., and Sawyer,P.(著), 富野 壽 (監訳): 要求定義工学プラクティスガイド, p.333, 共立出版株式会社 (2000).
- [30] 独立行政法人情報処理推進機構技術本部: 共通フレーム 2013, p.389 (2013).
- [31] 一般財団法人日本規格協会: JIS9001 2008 品質マネジメントシステム-要求事項 (2008).

- [32] Department of Defense: DOD-STD-2167A Defense System Software Development (1988).
- [33] 中條武志: ISO9000 の知識, 第3版, p.225, 日本経済新聞出版社 (2010).
- [34] 内閣官房情報セキュリティセンター, 内閣官房情報セキュリティセンター (NISC) とは,
<http://www.nisc.go.jp/about/index.html>.
- [35] 内閣官房情報セキュリティセンター, 重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第2次行動計画
http://www.nisc.go.jp/active/infra/pdf/infra_rt2_2.pdf.
- [36] 内閣官房情報セキュリティセンター, 情報セキュリティ政策会議 第17回会合 (平成20年4月22日) 資料4-5 (2008).
<http://www.nisc.go.jp/conference/seisaku/dai17/pdf/17siryou0405.pdf>.
- [37] 経済産業省 特定サービス産業動態統計調査,
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tokusabido/>.
- [38] 社団法人 日本情報システム・ユーザー協会 (JUAS), 第18回企業IT動向調査2012 (11年度調査) .
- [39] 小坂 満隆, 船橋 誠壽 (編), 横断型科学技術とサービスイノベーション—人を包含したサービスシステムに対するシステム論的アプローチ, p.268, 社会評論社 (2010).
- [40] 小坂 満隆, 角 忠夫 (編), 「産業サービス化論」へのアプローチ, p.268, 社会評論社 (2010).
- [41] コンテキスト図の作成 - マイナビニュース
http://news.mynavi.jp/series/UML_zero/011/.
- [42] OGIS-RI Co.,Ltd, オブジェクト指向の広場 UML とオブジェクト指向分析・設計が開発リスクを軽減する (1999),

<http://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/DDJ/04.html>.

- [43] 基本設計の基礎 - Part3 オブジェクト指向の基本設計を理解する : ITpro

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/lecture/20070702/276411/>.

- [44] 西岡健自ほか: SI のための CRM/開発管理統合システム : Y-CMS, 情報処理学会研究報告「ソフトウェア工学」, No.140, pp.101-108 (2003).

本研究に関する発表論文

- [1] 西岡健自, 他: SI のための CRM/開発管理統合システム : Y-CMS, 情報処理学会研究報告 「ソフトウェア工学」, No.140, pp.101-108 (2003).
- [2] Kenji Nishioka; Koichiro Ochimizu: Systematic Process of Conceptualization for Enterprise Information System Renewal and Integration: ICEIS 2012-14th International Conference on Enterprise Information Systems Proceedings, Vol.2, pp.63-69 (2012).
- [3] 西岡健自、落水浩一郎: 開発コンセプトの変更をともなう業務システムメンテナンスの支援手法, 情報処理学会論文誌, Vol.54 No.09 (2013).

付録

A ICTの社会への浸透

重要インフラ 10 分野の重要システムの内訳については、文献 [35] で以下の表 A.1 のように示している。

表 A.1 重要インフラ 10 分野の内訳

別紙 1 対象となる重要インフラと重要システム

重要インフラ分野	IT 障害やその影響の例	対象となる重要インフラ事業者等 (注 1)	対象となる重要システム例 (注 2)
情報通信	・電気通信サービスの停止 ・電気通信サービスの安全・安定供給に対する支障等 ・放送サービスの停止	・主要な電気通信事業者 ・主要な放送事業者	・ネットワークシステム ・オペレーションサポートシステム ・ニュース・番組制作システム ・編成・運行システム
金融 銀行 生命保険・損害保険 証券会社 金融商品取引所	・預金の払い出し、振込等資金移動、融資業務の停止 ・保険金の支払い停止 ・有価証券売買の停止 等	・銀行、信用金庫、信用組合、農業協同組合等 ・生命保険・損害保険・証券会社 等 ・金融商品取引所 等	・勘定システム ・資金証券システム ・国際システム ・対外接続システム ・保険業務システム ・証券取引システム ・取引所システム 等 (オープンネットワークを利用したサービスを含む。)
航空	・運航の遅延、欠航 ・航空機の安全運航に対する支障等	・主たる定期航空運送事業者 ・国土交通省 (航空管制・気象)	・運航システム ・予約・搭乗システム ・整備システム ・貨物システム ・航空管制システム ・気象情報システム
鉄道	・列車運行の遅延、運休 ・列車の安全安定輸送に対する支障等	・JR 各社及び大手民間鉄道事業者等の主要な鉄道事業者	・列車運行管理システム ・電力管理システム ・座席予約システム
電力	・電力供給の停止 ・電力プラントの安全運用に対する支障等	・一般電気事業者、日本原子力発電 (株) 及び電源開発 (株)	・制御システム ・運転監視システム
ガス	・ガスの供給の停止 ・ガスプラントの安全運用に対する支障等	・主要なガス事業者	・プラント制御システム ・遠隔監視・制御システム
政府・行政サービス	・政府・行政サービスに対する支障 ・個人情報情報の漏洩、盗聴、改ざん	・各府省庁 ・地方公共団体	・各府省庁及び地方公共団体の情報システム (電子政府・電子自治体への対応)
医療	・診療支援部門における業務への支障等	・医療機関	・診療録等の管理システム (いわゆる電子カルテ、遠隔画像診断)
水道	・水道による水の供給の停止 ・不適当な水質の水の供給 等	・水道事業者及び水道用水供給事業者 (ただし、小規模なものを除く。)	・水道施設や水道水の監視システム ・水道施設の制御システム等
物流	・輸送の遅延・停止 ・貨物の所在追跡困難	・大手物流事業者	・集配管理システム ・貨物追跡システム ・倉庫管理システム

注 1 ここに掲げている対象事業者は、重点的に対策を実施すべき重要インフラ事業者等であり、行動計画の見直しの際に、事業環境の変化及び IT への依存度の進展等を踏まえ、対象とする事業者の見直しを行うこととする。

注 2 対象となる重要システムの詳細については、IT 障害やその影響の例を踏まえ、重要インフラ事業者等において定める。

「重要システムとサービスの独立性」については、図 A.2 にあるように、重要システムに機能不全が生じたときに、重要システムを用いずに (手作業等によ

る代替手段により）サービスの維持・提供が可能であることをいう。

なお、図 A.2 は NISC の 2007 年度の報告書 [36] の抜粋であり、これらの重要システムに機能不全の発生した場合に、他の重要インフラの重要システムに影響を及ぼす恐れのあるケースを相互依存性として洗い出している。

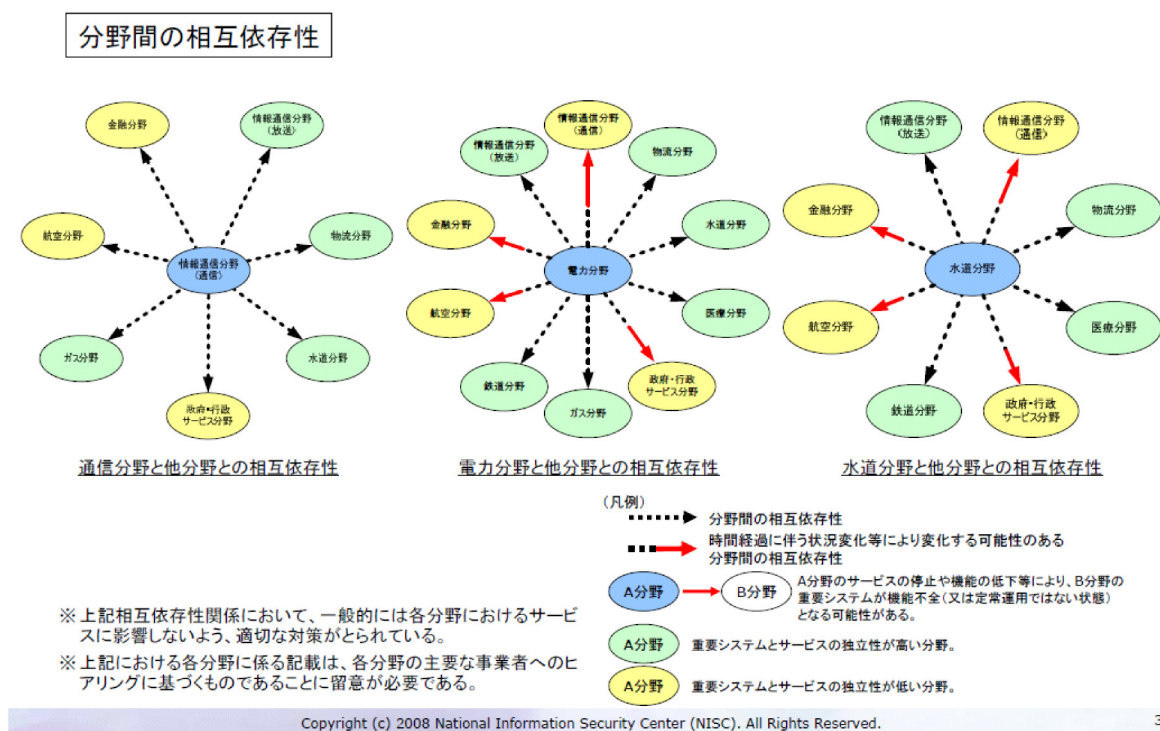


図 A.2 重要インフラ分野間の相互依存性

付録

B 国内におけるICTに関する統計

情報サービス業の売上高に関する統計は表 B.1 のとおりである。この表は、経済産業省の表特定サービス産業動態統計調査 [37] における 2013 年 8 月 8 日発行の 6 月分速報の抜粋である。

なお、表 B.1 の受注ソフトウェアはユーザからの受注による開発であり、そのうち一括契約によるものをシステムインテグレーションとしている。

表 B.1 情報サービス業の業務種類別売上高、事業所数及び常用従業者数

単位：百万円 (Unit: Million yen)														
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計													
	ソフトウェア開発、 メンテナンス作業			ウェブウェア /アプリケーション		その他 ソフトウェア		計算事務等 情報処理		システム等 管理運営等託		データベース		その他
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
	売上高合計			売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		売上高合計		
年・期・月	売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高合計 売上高													

付録

C SPCによるSPCのための拡張コンセプトの導出

拡張コンセプトの作成を支援するシステムを業務システムと見なし、この業務システムを改善するメンテナンスにSPCを適用する試行について述べる。この試行により、SPCの考え方を拡張コンセプトとして導き出すことは、SPCの一つの事例検証とすることができる。

C.1 対象領域の把握フェーズ

文献 [39] によると、企業のICT活用に関する大規模システム開発プロジェクトの成功率は約30%、稼動したが使えないと評価されるシステムは約25%にのぼる。また、その背景には顧客と開発会社の間に存在する「価値ギャップ」があると考えられている。このギャップとは、顧客がビジネス上の経営課題の解決をゴールとするのに対し、開発会社は機能価値の実現までが自分たちの領分であるとしていることに起因する。

これをメンテナンスにあてはめると、拡張コンセプトは顧客のビジネス上の期待を十分把握しないまま作成され、この拡張コンセプトに基づいてメンテナンスが進行し、運用に至る状況と窺うことができる。

本付録では、この状況を出発点として、拡張コンセプトの作成支援システムの改善に取り組むこととする。

C.1.1 ビジネスステータス（BS）の作成

上記の状況で、拡張コンセプトの作成をビジネスとする企業が、自社の拡張コンセプトの作成支援システムのメンテナンスに取り組むケースを想定した BS が表 C.1 である（表 C.1 の分類No.1）。

このケースは自社の業務システムのメンテナンスであることから、この表の顧客は自社に当たり、拡張コンセプトの作成を提案する相手先が顧客にあたる。

この表によると、分析以降の開発に対する手法や支援システムの整備は開発現場に定着する形で進行しているが、上流フェーズの開発活動に対しては、重要性は認識しているものの、現場に定着した手法や支援システムは現れていないことが分かる（表 C.1 の分類No.2）。

表 C.1 拡張コンセプトをとりまくビジネスコンセプト

分類No	項目	内容
一般	1 ビジネス・製品の種類	メンテナンスに関するSIにおける拡張コンセプトの定義
	2 当該ビジネス市場の過去、現在、将来にわたる趨勢	分析以降のソフトウェア開発では、オブジェクト指向、クラウドコンピューティングなどの手法が現場に定着しつつある。しかし、拡張コンセプトの定義はビジネスとのつながりの深まりから重要性は認識されているものの、現場に定着した手法が現れていない。
顧客の状況	3 顧客企業におけるビジネスの過去、現在、将来にわたる趨勢	設計以降の開発技術に精通したエンジニアは多く育ってきたが、拡張コンセプトを含む上流側は手薄であり、少数の上流エンジニアが複数のプロジェクトを兼務する状況が続いている
	4 顧客企業における当該ビジネスの位置付け	拡張コンセプトの定義を発注者が納得するか否かにより受注が決まるが、受注できても拡張コンセプトに基づくシステムの運用が満足の行くものでない場合は社会的信用が失墜する恐れが高い、SIビジネスの成否の決定要因として取り組み中
	5 取り扱う製品の特徴	引合いから受注までの短期間で結果を出す必要がある
対象システム	6 対象業務システムの種類	引合いから提案までの短期間で拡張コンセプトの定義を支援するシステム(手法、ツール等)
	7 対象業務システムのビジネス上の役割	提案の相手先(顧客)が満足する拡張コンセプトを定義するための、定義活動を支援する仕組みの提供
	8 顧客のビジネス上の期待	品質の高い拡張コンセプトを定義するための以下のような寄与 ・ビジネスに精通していない開発者が実施できる ・発注者/開発者双方の負担が大きくない ・分析以降の開発につなげやすい
その他		

注) 項目欄の顧客は、自社のメンテナンスであることから自社に対応する。

また、拡張コンセプトの作成に関しては、文献 [39] にもあるように、手順化が

進まず、一部の才能のある人だけに任せる状況にある（表 C.1 の分類No. 3）。

しかし、拡張コンセプトの作成は以降の開発を進めるか否かを左右する活動であり、顧客からゴーサインを得ることができても、拡張コンセプトに基づく開発の後、運用段階で顧客のビジネス上の期待を満たすことができないことが判明すれば、開発者は社会的信用を失墜することになる（表 C.1 の分類No. 4）。

しかも、拡張コンセプトの作成は、顧客からの引合いから、受注決定までの比較的短い期間で結果を出す必要のあるクリティカルな活動である（表 C.1 の分類No. 5）。

対象システムとしては、拡張コンセプトの作成の支援システムを想定するが、これには作成手法、支援ツールを含むものとする（表 C.1 の分類No. 6）。

このシステムの役割は、顧客の満足する拡張コンセプトの作成を支援することであるが、従来では文書や図形の作成支援等の基本的な支援に限られていた（表 C.1 の分類No. 7）。

以上のような状況から、拡張コンセプトの作成に寄せる期待は表 C.1 の分類No. 8 の内容となる。

C.1.2 業務フローの作成

従来の拡張コンセプトの作成の流れが業務フローに対応するが、本文の定量的評価の C1 プロジェクトにあるように、顧客との打合せが多く発生するものである。

なお、拡張コンセプトの作成の担当者やプロジェクトの状況等に依存して典型的な手順をまとめにくいため業務フローの作成は割愛する。

C.1.3 問題点一覧の作成

サービスは、プロの技術（サービス）を提供して顧客満足と対価を得ることであるという定義がある [39] が、システムのメンテナンスにもこの定義が当てはまる。すなわち、顧客は自分のビジネスの分野に精通していても、IT に精通しているとは限らないため、メンテナンスにおける顧客満足は“顧客の要求どおり作った”ことによって得られるものではない。

したがって、開発者が、顧客のビジネス上の期待を理解した上で ICT の専門知識を動員して、顧客のビジネス上の期待を実現する業務システムのメンテナンスを行う必要がある。しかし、開発者は必ずしもビジネスに精通していないため、顧客のビジネス上の期待を十分把握しきれない場合が生じる。

このような問題は開発者と顧客の間のギャップを形成する要因であり、拡張コンセプトの作成における大きな問題となる。ただし、双方が分野に精通していないことを一朝一夕に解決できると考えることは現実的ではない。

このような問題を含め、拡張コンセプトの作成の問題を収集した結果が表 C.2 であり、この表の考察欄は、表 C.2 の BS 等に基づいて行った考察結果である。

表 C.2 拡張コンセプトに関連する現状の問題一覧

No	現状問題	考察
1	開発者は必ずしもビジネスに精通していない	分析以降の開発技術に精通していても、顧客との接点にあたるビジネスと、業務システムとの関係を十分把握し切れない場合がある。
2	顧客との打合せが頻発	特に、ビジネスに精通した顧客からの情報や意見の収集に打合せが多く発生する傾向にある。
3	顧客のビジネスの状況の把握が困難	ビジネスの情報を収集しても、そこから顧客の直面する状況を理解することが困難な場合がある。
4	顧客は必ずしも ICT に精通していない	顧客は自分のビジネスに精通しているが、ICT に精通しているとは限らず、業務システムへのビジネス上の期待が過大・過小となる場合がある。
5	問題の解決方法が対立してなかなかまとまらない	解決すべき問題を見付けても、業務システムのメンテナンスの具体的な目的や優先度を絞りきれず、解決方法に関する内部の議論が収束しない場合がある。
6	ステイクホルダにとって拡張コンセプトが分かりにくい	拡張コンセプトを技術観点で整理しがちのため、顧客を含む関係者に分かりにくい場合がある。
7	分析以降の開発につなげにくい	現場に定着した拡張コンセプトの定義手法が存在しないことから、プロジェクトごとに拡張コンセプトの形式が異なり、時間的な制約から分析以降の開発への移行を検討する余裕がない。
8	拡張コンセプトの定義方針の規範がない	顧客への提案までの比較的短い期間で、拡張コンセプトを定義するプロジェクトに依存した手順を工夫する必要がある。
9	ビジネスの把握方法の規範がない	顧客のビジネス上の期待を正しく理解するために何を把握・収集すべきか、プロジェクトに依存した情報を特定する必要がある。
10	収集した情報の分析方法の規範がない	収集した情報から有効な結論をどのように導き出すか、プロジェクトに依存した分析方法を工夫する必要がある。
11	分析結果の確認方法の規範がない	分析の確認方法を、プロジェクトに依存して工夫する必要がある。
12	分析結果の整理方法の規範がない	顧客に提案しやすく、以降の開発フェーズへの移行が容易な文書化の形式をプロジェクトに依存して工夫する必要がある。

なお、No.8～12が本文に記載した開発現場の課題である。

C.2 対策の策定フェーズ

C.2.1 ボトルネックの抽出

問題一覧（表 C.2）の各問題の因果関係を分析し、ツリー状に表記したものが図 C.1 の現状問題構造ツリーである。この構造図の作成過程で因果関係等を補うために補足した問題が補1～7である。

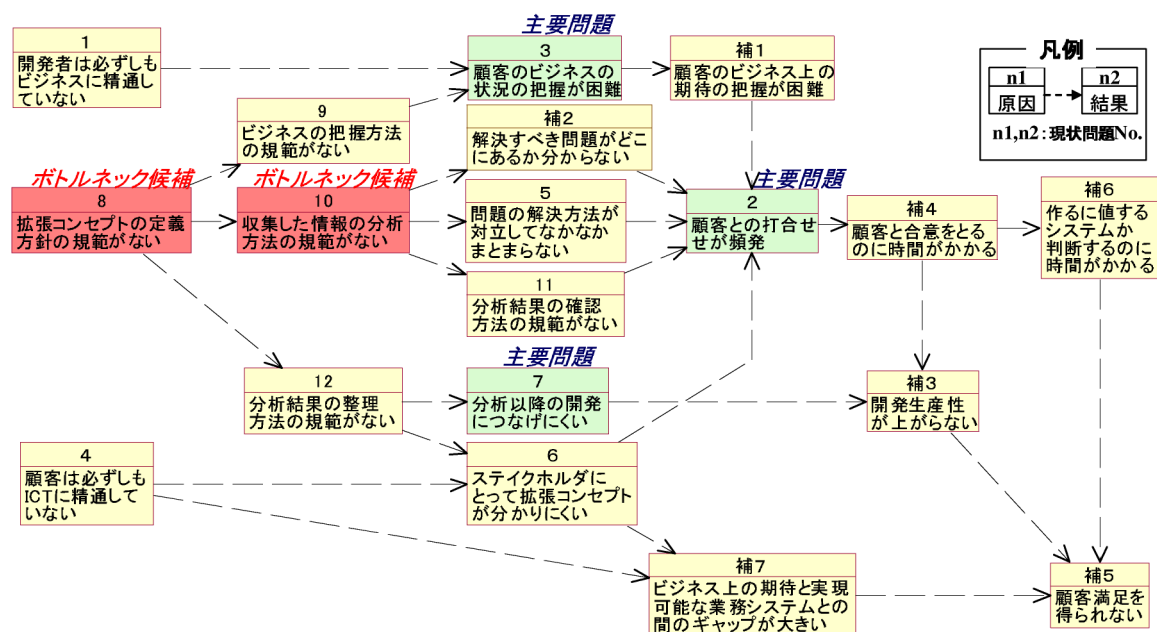


図 C.1 拡張コンセプトに関する現状問題構造ツリー

この図から、各問題が最終的に”顧客満足を得られない”原因となっていることが分かる。また、問題の箱から出ている矢印の数、すなわち、原因として誘発する他の問題の数は3本が最大であることから、問題8、10がボトルネック候補であることが分かる。

主要問題は、No.2，3，7であり，BSのビジネス上の期待を直接妨げている。

この現状問題構造ツリー（図C.1）の分析結果として，全ての主要問題の原因となるボトルネック候補8をボトルネックであることが分かる。

なお，このボトルネックの解決によっても，問題1”開発者は必ずしもビジネスに精通していない”，問題4”顧客は必ずしもICTに精通していない”は解消されないが，これらの問題を原因とする問題は，ボトルネックの解決によって解消される。

C.2.2 ボトルネックの解消法の策定

ボトルネックの解消法としては，ボトルネックが原因となるすべての問題が解決することが，制約条件となる。

検討の過程では，複数の代替案が現れる可能性があるが，代替案の比較検討によりボトルネックの解消策を洗練させることのできる分析ツールが，図C.2の対立解消図である。

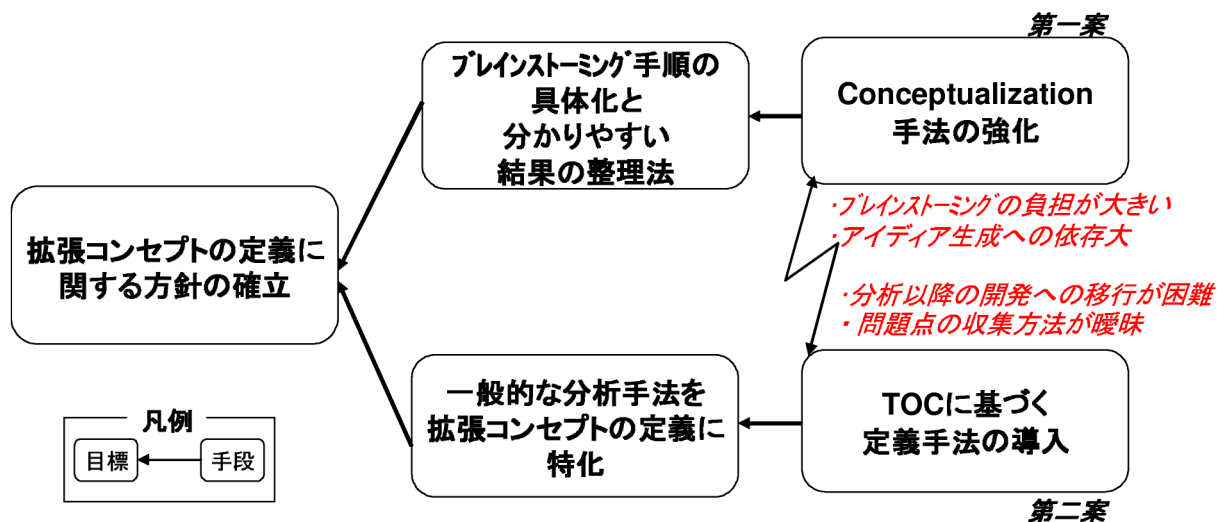


図 C.2 拡張コンセプトに関する対立解消図

代替案の第一案は，Conceptualization 手法のブレインストーミング方法を手順

化し、そのアウトプットを精査する分析方法を導入しようとするものである。しかし、ブレインストーミングは顧客などから得られた情報から問題を発掘するアイデア生成に依存するものであり、分析結果の品質にバラツキが生じる恐れが高く、ブレインストーミングの負担も大きくなる恐れが高い。

第2案は、TOCを分析手法である現状問題構造ツリー等を、拡張コンセプトの作成に特化して導入するものである。しかし、問題点の収集方法、分析結果の整理方法、分析移行の開発への移行方法については明確になっていない。

図C.2は両案の概要と各々の長所と短所を直感的に表現したもので、この図からいずれの案もビジネスに精通していない開発者への手当てが不十分で、分析結果の確認方法が不明確であり、一貫した手順に欠けていることが分かる。

この問題を解決し、両案の長所を活かし、短所を解消する第3案として、業務システムのメンテナンスを顧客のかかえるビジネス上の懸案事項の問題解決と見なし、開発者の経験の深いトラブルシュート（TS）の考え方を、拡張コンセプトの作成手順に適用する方式とすることができる。

この第3案は、TSのサブタスクである、問題の定式化、原因の追求、検証、修復と評価を、一貫した手順として拡張コンセプトの作成にあてはめるものである。すなわち、問題の定式化では、開発者が必ずしも精通していないビジネス上の問題を検討するために、これまでの拡張コンセプトの作成のベストプラクティスから、収集するビジネス関連の情報のガイドライン（ビジネスステータス（BS））をまとめる。また、原因の追究、検証では、ビジネス上の問題の分析や分析以降の開発への移行のために、第1案のTOCのツールや、第2案のConceptualization手法の表現手法を利用する。

ボトルネックの解消法第3案は以下のとおりである。

- ボトルネックの解消法 TSの考え方を応用した拡張コンセプトの作成の一貫性のある手順化
 - ー ビジネスステータスの整備：過去の拡張コンセプトの作成のベストプラクティスから、業務システムのメンテナンスに関する、顧客のビジネス上の期待や問題を把握するための情報項目をガイドラインとして整理
 - ー 分析手法の導入：収集した問題から顧客のかかえるビジネス上の問題

のボトルネックを抽出し、その解消策を策定するための TOC の現状問題構造ツリー、対立解消図の拡張コンセプトの作成における運用方法を整備

- ー 分析結果の確認方法の確立：ボトルネックの解消法が顧客のビジネス上の期待を実現するものであるか整合性を確認できる情報の整理方法を立案
- ー 拡張コンセプトの整理方法の確立：顧客に分かりやすく提案でき、分析移行の開発につなげられる表現方法を、Conceptualization 手法を参考にして整備。

なお、メンテナンスの実施については、上記の案に基づいて拡張コンセプトの作成支援システムを具体化し、実プロジェクトにおける拡張コンセプトの作成に適用して評価を行った後、支援システムとしての強化・改善を行うこととする。

C.3 確認と具体化フェーズ

C.3.1 顧客の期待との整合性の確認

ボトルネックの解消法の目処が立った段階で行う必要があることは、この解消法が顧客のビジネス上の期待に合致しているか確認することである。なぜなら、解消法の検討では、技術面を重視しがちであり、この過程で顧客のビジネス上の期待と過不足が生じ、乖離することに気付かない恐れがあるからである。

この確認は、以下の表 C.3 のように、期待/問題解決対照表を使用して行う。

この表の”ビジネス上の期待”欄は BS の分類 No. 8, ”ボトルネックと主要問題”欄は現状問題構造ツリーのボトルネックと主要問題を書き写したものであるが, ”ビジネス上の目的”欄は、ボトルネックの解消策をビジネス観点で実現できる利点としてまとめなおしたものである。

このビジネス上の目的は、拡張コンセプトの整理項目の一つに対応する。

表 C.3 拡張コンセプトに関する期待/問題解決対照表

	ビジネス上の期待	ボトルネックと主要問題	ビジネス上の目的
見出し	品質の高い拡張コンセプトの定義	8 拡張コンセプトの定義方針の規範がない	TSの考え方に基づく、開発者が取組やすい拡張コンセプトの定義の手順化
項目	・ビジネスに精通していない開発者が実施できる	3 顧客のビジネスの状況の把握が困難	1. 情報収集のガイドラインを整備して、対象ビジネスの問題点を把握できるようにする 2. TOCを導入して、収集した問題点の分析を容易に行えるようにする
	・顧客/開発者双方の負担が大きくなる	2 顧客との打合せが頻発	3. 分析結果の照合手順を導入して、問題の対策の正当性を確認できるようにする
	・分析以降の開発につなげやすい	7 分析以降の開発につなげにくい	4. 拡張コンセプトの整理方法を導入して、内容を分かりやすく表現できるようにする

C.3.2 拡張コンセプトの整理

期待/問題解決対照表で顧客のビジネス上の期待と合致していることの確認の後、ボトルネックの解消法に基づいて、拡張コンセプトをビジネス上の目的、システムの輪郭、メンテナンスの基本方針の3つの要素に整理する。この結果が、SPCの構築に先立つ拡張コンセプトとなる。

ビジネス上の目的は、期待/問題解決対照表の”ビジネス上の目的”欄の内容に対応する。

システムの輪郭は、図 C.3 のようにコンテキスト図の形式で、メンテナンス後のシステムの具体的な守備範囲を示すものである。図 C.3 では、コンテキストは拡張コンセプトの作成支援システムが SPC であり、SPC が拡張コンセプトの作成手法としてカバーする範囲を示している。

なお、図 C.3 の黒字・斜体の部分はメンテナンス前のシステムの既存部分を表している。メンテナンス前のシステムでは、拡張コンセプトの作成は明確な手順化はされておらず、アクターとしては拡張コンセプトを作成する開発者のみの構成となるが、メンテナンス後では、フェーズに応じた役割によって3種類の担当者に分かれている。

メンテナンスの基本方針はメンテナンスのフェーズプランや特記実効である。

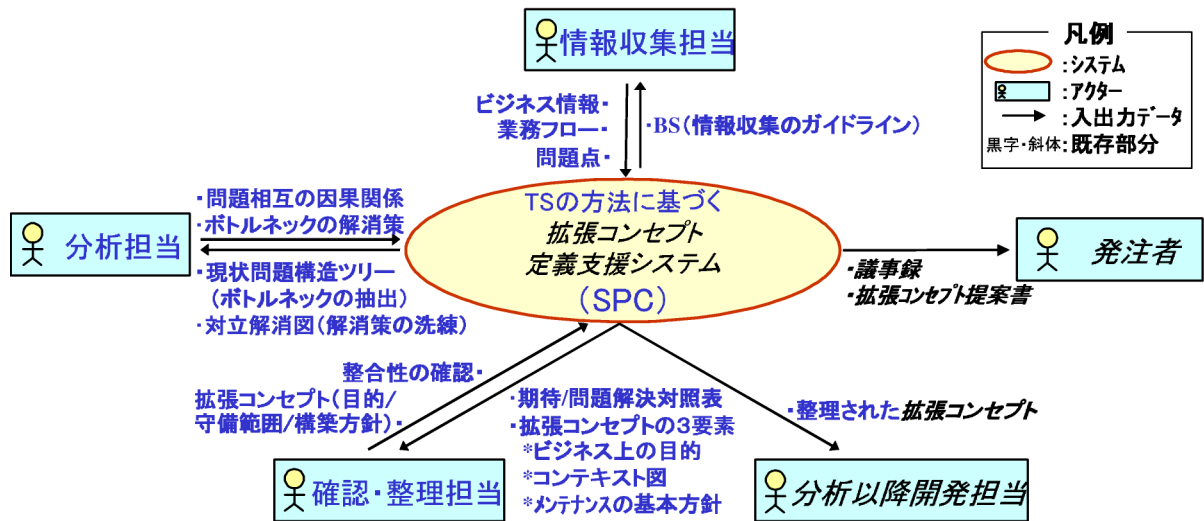


図 C.3 拡張コンセプトの作成手法の守備範囲

SPC については、上記のビジネス上の目的の実現を目指して、コンテキスト図に基づき、拡張コンセプトの作成支援システムを具体化した後、実プロジェクトにおける拡張コンセプトの作成に適用して評価を行い、支援システムとしての強化・改善を行うこととする。本文の評価では各種支援ツールの改善の必要性を明らかになったことから、本メンテナンスの基本方針以下になる。

- フェーズプラン
 - － 拡張コンセプトの作成支援システムを SPC として具体化
 - － SPC を実プロジェクトに適用
 - － 定性的，定量的評価の実施
 - － 評価に基づく強化・拡張（本文の課題に基づく，SPC の各種支援ツール間のアウトプットの自動変換等，作業効率の点でのツールの強化）

C.4 分析以降の開発フェーズへの移行

SPC の拡張コンセプトの作成は、上記の拡張コンセプトの整理までである。

以降の、SPC の具体化は、TS の修復と評価サブタスクに対応するもので、一般のメンテナンスでは分析以降の開発に対応する。

SPC の主な具体化の項目は以下のとおりだが、具体化した結果については本文を参照されたい。

- SPC の拡張コンセプトに基づく主な具体化の項目
 1. BS の具体的な項目や表記方法
 2. 業務フローの表現方法
 3. 問題一覧の構成と考察の記述の要点
 4. 現状問題構造ツリーの拡張コンセプトへの適用方法
 5. 対立解消図の拡張コンセプトへの適用方法
 6. 期待/問題解決対照表の構成と記載方法
 7. 拡張コンセプトの整理方法（特にコンテキスト図の記述方法）
 8. その他