



S I 事業におけるモデリングとシミュレーション - SDとUMLによるアナリシスとシンセシス - Modeling and Simulation in System Integration Business -Analysis and Synthesis by System Dynamics and UML-

明神 知 (Myojin, Satoru)
オージス総研
Myojin_Satoru@ogis-ri.co.jp

Abstract :

System integrators today widely use UML as an international standard notation in designing information systems. Although UML acts as a common communication tools between various stakeholders, insufficient analysis of running environment such as business, task and IT restriction does not lead to the optimum design. This kind of trouble tends to happen in case when you make much synthesis in advance and little analysis. This paper describes an idea on information system design approach using system dynamics to analyze restrictions of IT running environment.

キーワード : UML、システム・ダイナミクス、シンセシス、アナリシス、エンタープライズ・アーキテクチャ

要旨 : SI 事業では情報システムの設計ツールとして UML が国際標準として定着してきている。しかし情報システムの稼働環境である事業や業務、さらに情報技術に関する制約の分析が十分でないために最適な設計にならない場合がある。これはシンセシスが先行してアナリシスが不十分であるときに発生しやすい。本稿では、このアナリシスにシステムダイナミクス(SD)を活用し、情報システムの稼働環境の制約に関する分析を生かした設計アプローチを考察する。SD モデルとしては、業務とシステムに関する最適化を図るために業務、データ、アプリケーション、テクノロジーについての計画を作成すべきであるというエンタープライズ・アーキテクチャ(EA)に倣い、SI 事業構造、情報構造、ソフトウェア構造、ハードウェア構造が考えられる。ここでは SI 事業構造を中心に SD モデルを提案し、UML による情報システム設計との連携プロセスについて提案したい。

SI 事業は顧客の事業構造のなかに人工物である情報システムを組み込んで生産性や戦略性を高めるソリューションを提供するものである。そのプロセスは顧客の現実のビジネスをコンピュータが理解できるプログラミング言語にマッピングしていく過程である。

1.2 情報システム開発のシンセシスとアナリシス
シンセシスとは「要求を実現する具体的な手段や方法を案出する思考活動」である。一方、既に存在している対象を部分に分けそこに成立する法則を求め全体

(1)シンセシス(合成)

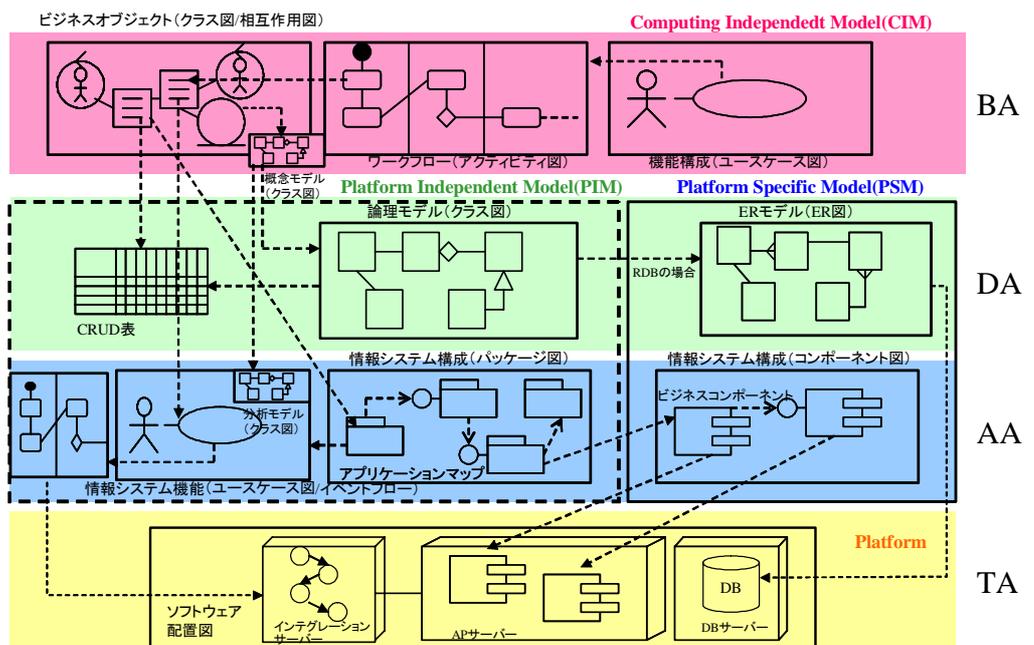


図 1-1 情報システム開発のシンセシス

1. はじめに 1.1 SI 事業構造

(2) アナリシス(分析)

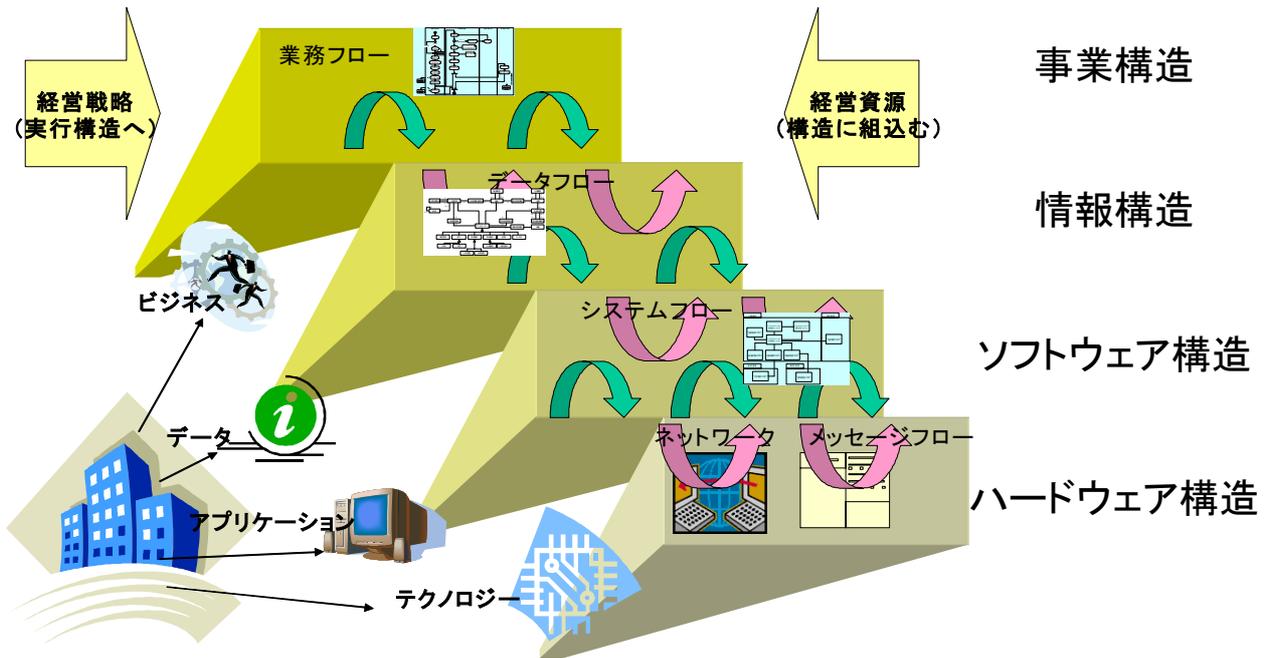


図 1-2 情報システム開発のアナリシス

を理解しようとするのがアナリシスの手法である。工学の分野ではロボット工学や人工知能のように工学的実現によって人体を解明しようという「Analysis By Synthesis」や人体構造や神経回路網を生理学的に解明することによってその分析結果を工学的に活用する「Synthesis By Analysis」という両者の手法が渾然一体となっている。情報システム開発は従来からプログラミング言語や開発ツールなどソフトウェア生産を重視してきたことから後者のアナリシスが十分なされてきたとはいえない。情報システム開発のシンセシスとは図 1(1)のビジネス、データ、アプリケーション、テクニカルの4アーキテクチャを順に開発していく合成のことであり、アナリシスとは図 1(2)の事業構造、情報構造、ソフトウェア構造、ハードウェア構造を分析することである。

2. SI事業におけるモデリングとシミュレーション

2.1 モデリング

SI事業の中核的活動であるシステム開発は概ね「ビジネス分析」「要求」「分析」「設計」「実装・テスト・運用」といったプロセスで実施される。これらのプロセスは従来、各社独自の手順や手法で行われてきたが、最近の企業のグローバルなビジネス展開はSI業界にも大きな影響を与えており、国際的に共通な手法が求められている。多くの乱立していたオブジェクト指向システム開発表記法を統一して国際標準となった

UML(統一モデリング言語：Unified Modeling Language)が注目され利用者が急増しているのも、こうした背景がある。UMLは元々情報システム開発用の表記法であるが、Javaの普及とともに裾野を広げ最近ではビジネスモデリングの領域でも活用されている。このように利用者が増えたために業界ごとにアプリケーションケーションソフトや業務プロセスなどの標準策定のための共通言語として利用されるに至り、そのモデルコンテンツが流通しはじめている。図2の上部に示したようにビジネス分析や要求では「ビジネスパターン」、分析では「アナリシスパターン」、設計では「デザインパターン」といった雛形が整備されている。電子部品業界の電子商取引に関するビジネスプロセスの標準化を推進しているロゼッタネットのPIP(Partner Interface Process)という標準ビジネスプロトコルはUMLで記述されているし、経済産業省推奨資格のITコーディネータのプロセスや日本政府のEA(Enterprise Architecture)の情報モデルではアナリシスパターンを多用したUMLクラス図が利用され中央官庁の業務・システム最適化計画の成果物として公開されている。

2.2 シミュレーション

一方、シミュレーションであるが、熱や構造、制御系設計といった技術計算の分野では早くから活用され

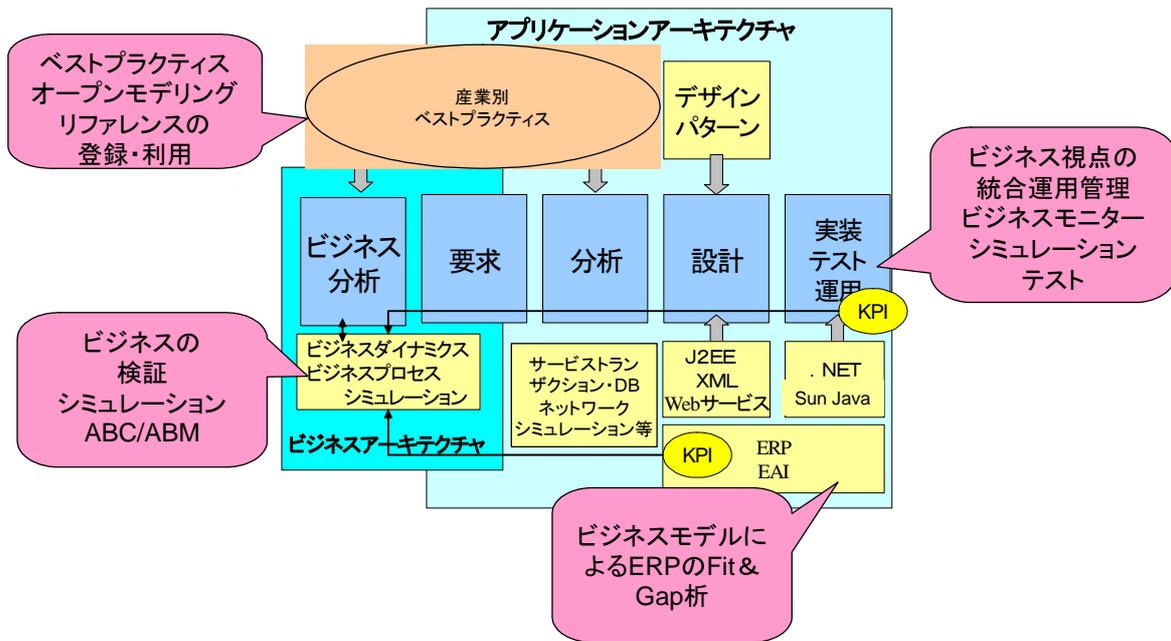


図 2 S I 事業におけるモデリングとシミュレーション

てきたがビジネスアプリケーションの分野では普及はこれからといったところである。本稿で取り上げる SD は事業構造の制約を検討するのに役立つし、ビジネスプロセスシミュレーションは業務プロセスのボトルネックを発見して改善するのに利用されている。またソフトウェアをサービス単位の組み合わせで柔軟なソフトウェア構造を作ろうというサービス指向アーキテクチャ(SOA)ではサービスの粒度と実行時のパフォーマンスが問題となるが、これをシミュレーションで確認するようなツールも出てきている。設計や実装の段階では DB やネットワーク、Web サーバーなどの負荷分析やコンピュータ機器のサインジング (最適なハード構成やスペックを決定する) を行うシミュレータがある。

2.3 モデリングとシミュレーションの融合

工学系の技術計算や組み込みソフトウェアの開発では渾然一体となって開発が進められるモデリングとシミュレーションであるが、前項で見たようにビジネスアプリケーションではソフトウェアの製造に重点が置かれている。UML モデリングによるモデル駆動の開発が主張されるなどソフト生産のためのモデリングは普及しているが分析のためのシミュレーションを多用する開発はまだ一般的ではない。

狭義にはドライバに対するスタブがシミュレータと言えないことはないが実行環境をシミュレーションするというレベルではない。

マイクロプロセッサ基板の設計では、インサーキットエミュレーションといって CPU チップ部分を外に引っ張りだして組み込みソフトウェアのテスト&シミュレーションを行いデバッグをしながら開発を進めて

いる。実装するソフトウェアの実行環境をそのまま利用してソフトウェアを検証することができるわけである。

ここで提唱する「Synthesis By Analysis」アプローチ開発は、このインサーキットエミュレーション方式における実行環境部分をシミュレーションで実現する開発手法といえる。

特にビジネスアプリケーションはお客様の事業構造の制約を受けて業務プロセスの中に組み込まれて利用されることからモデリング&シミュレーション方式が有効と考えられる。

さらに IT コーディネータをはじめとして広く使われている BSC(バランス・スコア・カード)は、経営戦略を部門展開して KPI という評価指標によるモニタリングで会社経営の PDCA をまわすものであるが、この KPI の目標設定において自社の構造的なダイナミクスの理解がないために無理な目標設定が行なわれることがある。SD による分析によれば事業構造の制約を考えて無理のない有効な設定が可能になると考えられる。

3. S I 事業構造 SD モデル

ビジネスアプリケーションのアナリシスの対象である事業、情報、ソフトウェア、ハードウェアの構造のすべてについて SD で分析することは可能であるが事業構造をのぞく情報、ソフトウェア、ハードウェア構図についてはそれぞれ専用のシミュレーション分析ツールが存在することから、SI 事業構造の SD を検討することにした。

3.1 SI会社の事業構造

図3、図4に一般企業とSI会社の事業構造を対比した。それぞれ上部に利益構造、商品・サービス開発構造、営業構造、教育・R&D構造からなる事業構造を、下部に商品・サービス開発構造の詳細を示した。

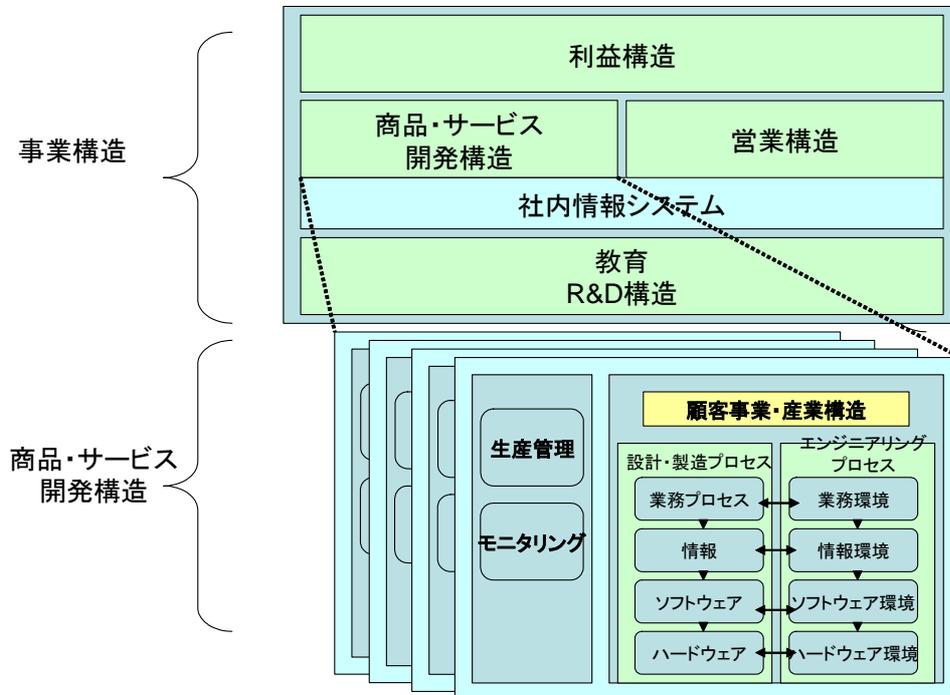


図3 一般企業の事業構造

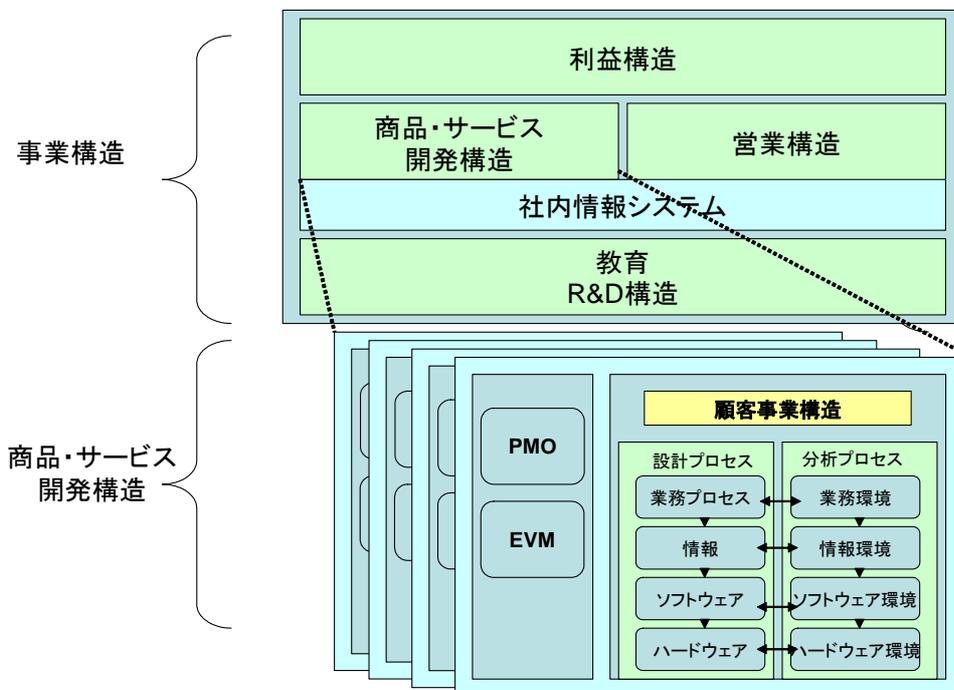


図4 SI会社の事業構造

SI会社は顧客である一般企業の事業構造を支える社内情報システムを「商品・サービス」として製造するのである。

図4のPMOは開発の進捗管理を行うプロジェクトマネジメントオフィスであり、EVMは開発の進捗指標を金額で算出してモニタリングする機能である。いずれもSI会社の収益に直結する機能である。

3.2 問題意識

SDモデルはいくらでも複雑な構造を表現することが可能であるが、モデルは目的に応じた詳細レベルに止めるべきである。制御理論の分野ではロバスト制御という考え方があり、ロバスト制御は「理論」と「実際」とのギャップを埋めることを目指した設計法であり、不確かなモデルを扱う方法、構造的な変動を扱う方法、複数の設計仕様を扱う方法、非線形な対象を扱う方法など、実用的な問題を解決するための数々の強力な方法を含んでいる。モデルベースのシステム開発はモデル構築が目的ではなく、ビジネス上の目標達成が目的である。ビジネスモデルの開発は手段であるがややもするとモデリングに力点が入りすぎる恐れがある。過度にモデリングの精度を求めることを避ける手法として、モデルが不完全であっても経営の目的に合う十分なリターンを得ようとするロバスト制御の制御系設計システムを参考にした経営のシステム設計が考えられるがこれは次の課題としたい。ここでは、検討すべき問題は次の2点と

して SI 事業を図 5 に示すような営業、開発、教育・技術の 3 要素の単純な構造で各機能の関連を分析した。

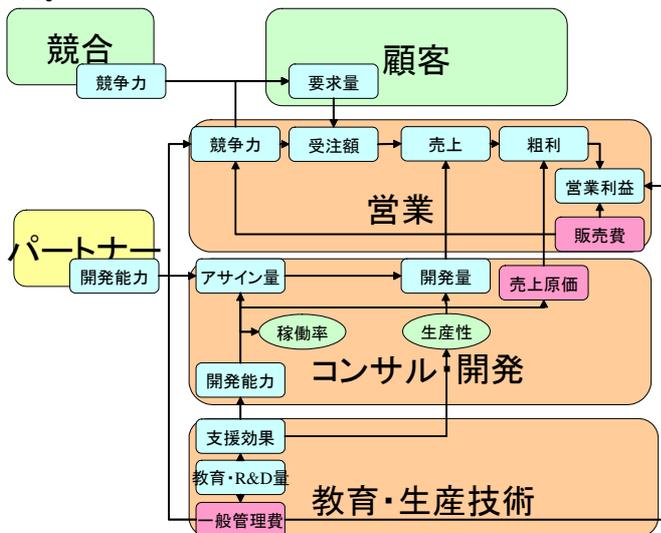


図 5 SI 事業構造モデル

デルを示したが、前項問題意識の(1)(2)を加味したものとした。主な特徴を次に述べる。

(1) 営業

受注量に自社競争力と他社競争力から決まる受注単価を掛け合わせて売上計上して売上として累積する。

これから生産性と受注量から決まる開発コストを売上原価として差し引いたのが売上総利益で、アイドル費用と販売活動費をさらに引いて営業利益とした。潜在ニーズが広告宣伝効果で顕在化して需要量となり、営業力によって引合量となり、他社と自社の競争力から決まる受注率で受注量を計算する。

3 年経過した実績は陳腐化によって消滅させる累積受注実績が 200 人月までを 0.5 とする実績係数と提案力、生産性で自社の競争力を決定する。

(1) 適度な利益を上げながらも売上規模を拡大するにはどの程度の要員稼働率が妥当か、外注化率との関係はどうか

(2) 販売促進活動や技術開発を通したブランド価値形成の効果はどれほどあるのか

その他、以下の項目については問題認識としてあげ、今回の考察結果を受けて継続検討したい。

1) 利益構造

稼働率、粗利、売上には制約関係があるか

2) 教育・R&D 構造

終身雇用制崩壊と技術革新による教育への長期、短期の影響はあるのか

3) 営業構造

SI 事業の営業には何らかの構造的制約はあるのか

4) 商品・サービス開発構造

トヨタはだらりを顕在化して、居候を排除するのに最優秀要員を抛出して現場改善や応援にまわすが SI 企業は抱え込むので改善が進まないのではないか

3.3 SDモデル

図 6(営業)、図 7(教育・技術)、図 8(開発)に SD モ

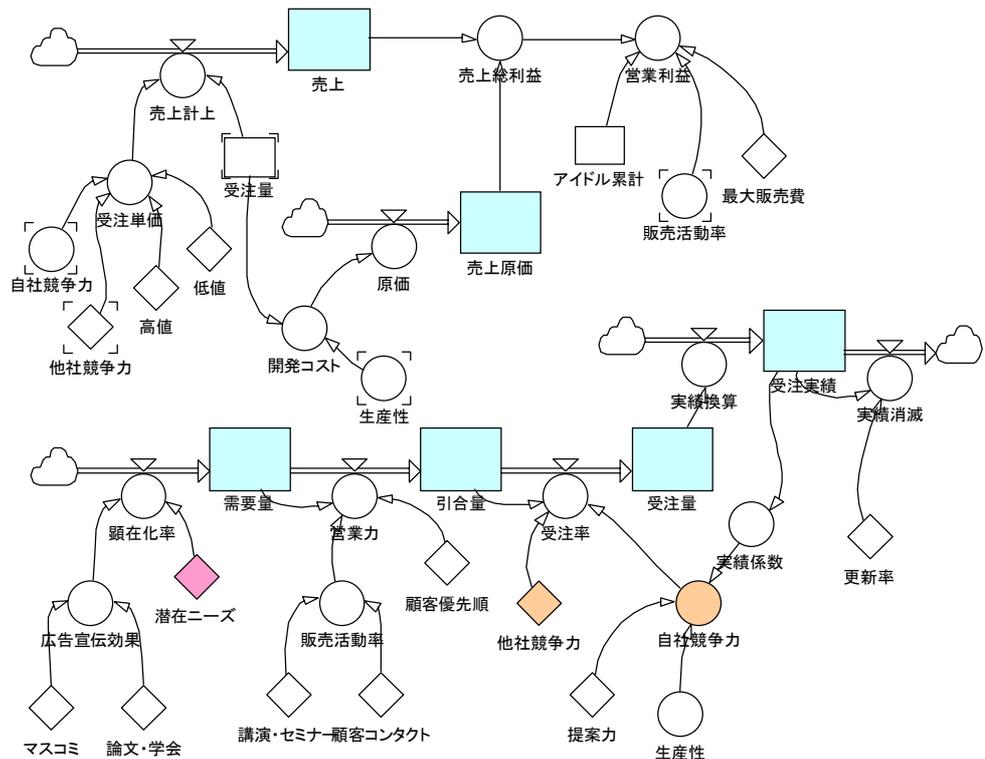


図 6 営業構造

(2) 教育・技術

社内開発要員数は 1000 人をプロパ目標要員数として 3 ヶ月の教育遅れ期間対象となる新人採用と月 5 人の中途採用で増員する一方で平均 3 年で 1 割の退職率と仮定した。開発生産性は 0~1 の技術開発と教育実績の定数の積とした。

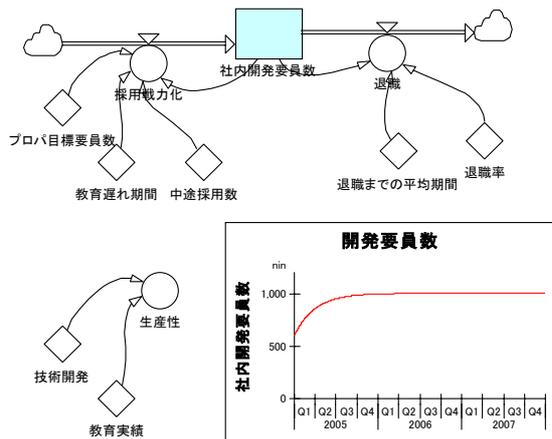


図7 教育・技術構造

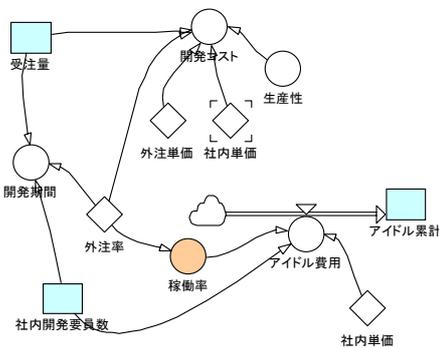


図8 開発構造

(3) 開発

受注量を社内開発要員数で割って開発期間を計算し、これが異常値にならないことを確認する。1 外注率を稼働率とし社内単価をかけてアイドル費用として累計させている。

3.4 シミュレーション結果

シミュレーション結果を図9に示した。社員1000人の会社で3年間で売上977億円、売上総利益率43%、営業利益率14%という結果である。パラメータ設定は表1の「競争力強」の数字を使った場合である。売上が2005年Q3から伸びているのは上段の受注量も同様であるが実績係数の効果によって受注量が200人月を超えるまでは自社競争力を抑制するように設定したからである。表2、3、4にそれぞれ「競争力弱」「稼働率高」「稼働率低」の場合の結果を示した。図6の受注量決定を決める受注率に $(1 - \text{他社競争力}) \times \text{自社競争力}$ という項目を掛け合わせていることからの当然の帰結であるが競合との競争力の差が受注量を大きく左右している。この競争力をブランド価値と考えれば受注量と受注単価に大きく影響を与えるのである。稼働率の差は売上には変化はもたらさないが稼働率が低く外注率の高い場合には、その単価差額が営業利益

に効いてくることになる。

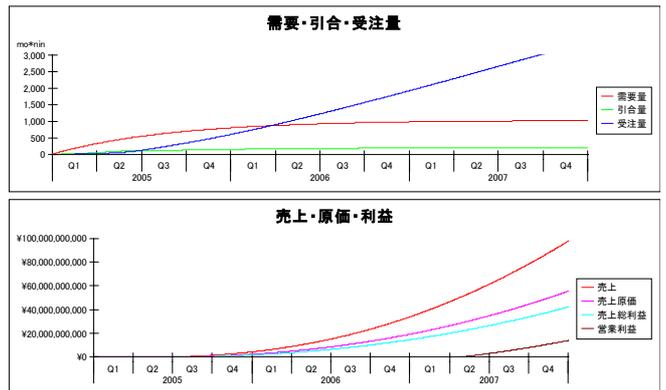


図9 シミュレーション結果

表1 シミュレーション結果（競争力強）

講演・セミナー	0.50	他社競争力	0.20
論文・学会	0.80	中途採用数	5.00 nin/mo
自社競争力	0.81	マスコミ	0.80
稼働率	0.70	プロバ目標要員数	1,000.00 nin
潜在ニーズ	200.00 mo*nin	高値	¥2,000,000 per (mo*nin)
最大販売費	¥30,000,000	顧客優先順	0.50
更新率	36.00 mo	顧客コンタクト	0.50
教育遅れ期間	3.00 mo	退職率	0.10
教育実績	0.90	退職までの平均期間	3.00 yr
提案力	1.00	社内単価	¥1,000,000 per (mo*nin)
技術開発	0.90	稼働率	0.70
外注率	0.30	売上	¥97,696,300,463
外注単価	¥900,000 per (mo*nin)	売上総利益	¥39,199,132,902
低値	¥1,200,000 per (mo*nin)	営業利益	¥28,673,085,994
売上総利益率	40.12 %	アイドル累計	¥10,518,546,908
営業利益率	29.35 %		

表2 シミュレーション結果（競争力弱）

講演・セミナー	0.50	他社競争力	0.20
論文・学会	0.80	中途採用数	5.00 nin/mo
自社競争力	0.81	マスコミ	0.80
実績係数	1.00	プロバ目標要員数	1,000.00 nin
潜在ニーズ	200.00 mo*nin	高値	¥2,000,000 per (mo*nin)
最大販売費	¥30,000,000	顧客優先順	0.50
更新率	36.00 mo	顧客コンタクト	0.50
教育遅れ期間	3.00 mo	退職率	0.10
教育実績	0.90	退職までの平均期間	3.00 yr
提案力	1.00	社内単価	¥1,000,000 per (mo*nin)
技術開発	0.90	稼働率	0.70
外注率	0.30	売上	¥97,696,300,463
外注単価	¥900,000 per (mo*nin)	売上総利益	¥39,199,132,902
低値	¥1,200,000 per (mo*nin)	営業利益	¥28,673,085,994
売上総利益率	40.12 %	アイドル累計	¥10,518,546,908
営業利益率	29.35 %		

表 3 シミュレーション結果 (稼働率高)

講演・セミナー	0.50	他社競争力	0.79
論文・学会	0.80	中途採用数	5.00 nin/mo
自社競争力	0.43	マスコミ	0.80
稼働率	0.70	プロバ目標要員数	1,000.00 nin
潜在ニーズ	200.00 mo*nin	高値	¥2,000,000 per (mo*nin)
最大販売費	¥30,000,000	顧客優先順	0.50
更新率	36.00 mo	顧客コンタクト	0.50
教育遅れ期間	3.00 mo	退職率	0.10
教育実績	0.90	退職までの平均期間	3.00 yr
提案力	0.53	社内単価	¥1,000,000 per (mo*nin)
技術開発	0.90	稼働率	0.70
外注率	0.30	売上	¥33,418,094,791
外注単価	¥900,000 per (mo*nin)	売上総利益	¥68,761,512
低値	¥1,200,000 per (mo*nin)	営業利益	¥10,457,285,396
売上総利益率	0.21 %	アイドル累計	¥10,518,546,908
営業利益率	-31.29 %		

表 4 シミュレーション結果 (稼働率低)

講演・セミナー	0.50	他社競争力	0.20
論文・学会	0.80	中途採用数	5.00 nin/mo
自社競争力	0.81	マスコミ	0.80
実績係数	1.00	プロバ目標要員数	1,000.00 nin
潜在ニーズ	200.00 mo*nin	高値	¥2,000,000 per (mo*nin)
最大販売費	¥30,000,000	顧客優先順	0.50
更新率	36.00 mo	顧客コンタクト	0.50
教育遅れ期間	3.00 mo	退職率	0.10
教育実績	0.90	退職までの平均期間	3.00 yr
提案力	1.00	社内単価	¥1,000,000 per (mo*nin)
技術開発	0.90	稼働率	0.20
外注率	0.80	売上	¥97,696,900,453
外注単価	¥900,000 per (mo*nin)	売上総利益	¥42,239,794,378
低値	¥1,200,000 per (mo*nin)	営業利益	¥14,035,489,728
売上総利益率	43.24 %	アイドル累計	¥28,196,804,651
営業利益率	14.37 %		

4. SI事業における「Synthesis By Analysis」

SI事業におけるモデリングとシミュレーションを融合した開発プロセスの概念図を図10に示した。上

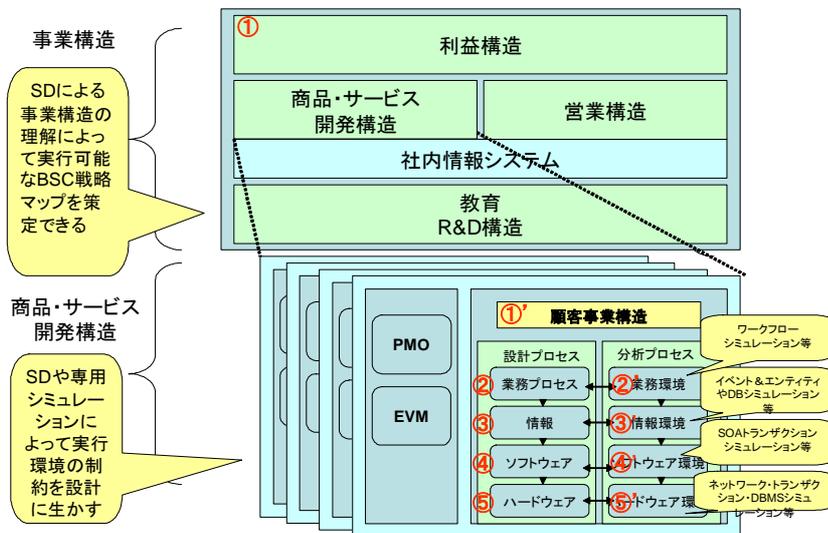


図10 「Synthesis By Analysis」アプローチ開発

段の 事業構造はSI会社のもので下段にある 顧客事業構造は開発対象の会社の事業構造を表している。今回SDで分析を行ったSI会社の事業構造と同様に顧客に関する事業構造を分析して顧客の経営戦略からアクションプランに落とし込んだ戦略マップを作成するときにシミュレーションで明らかになった稼働率や自社競争力と売上、利益の関係といった事業構造の制約を加味してスコアカードの目標値の設定を行うのである。こういったKPIがどの業務プロセスで補足され発生するのか新規の業務プロセスを定義して、その業務プロセスの実行環境である業務上の制約との整合性を確認する(図10のとおり)。以下順に情報、ソフトウェア、ハードウェアについて実行環境の制約を確認しながら設計を進めるのである。ここでUMLと各種のシミュレーションツールとの関係については、UMLが一貫して業務から情報システムに至るまでのデザインを担うことから、シミュレーションツールに必要な対象企業と実行環境に関する属性情報を保管する情報の貯蔵庫(リポジトリ)の役割を担うことを想定している。将来的には専用のリポジトリツールを利用することになると思われるが、当面の解決策としては開発ツールリポジトリを利用するのが現実的と思われる。開発する情報システムの実行環境に関する情報はビジネス、データ、アプリケーション、テクノロジーの各アーキテクチャ策定時に準備されることになる。

図11には経営戦略からBSCの戦略展開を経て情報システムに「リードタイム短縮10%」といった成果目標を担う情報システム開発を行う場合の上流部分の流れを示した。

5 エンタープライズ・アーキテクチャ(EA)

EAは経営資源を構造化して経営戦略の実行体を作り出すための「企業構造設計図による業務とシステムの最適化計画」のことである。今回のモデリングとシミュレーションを融合した開発プロセスとは関係が深いので最後に触れておきたい。図1

ではシナシスとアナリシスを対比したが、この対比は製造する人工物が分析対象である実世界環境に組み込まれるという関係でもある。EAの上流部分は業務に関するアーキテクチャであるから必ずしも情報システムに関係ない手作業の部分や上位の戦略的な要素も対象となる。したがって両者の間には必ずしも明確な境界があるわけではなく両者を表現できるモデルがあれば一体となって開発

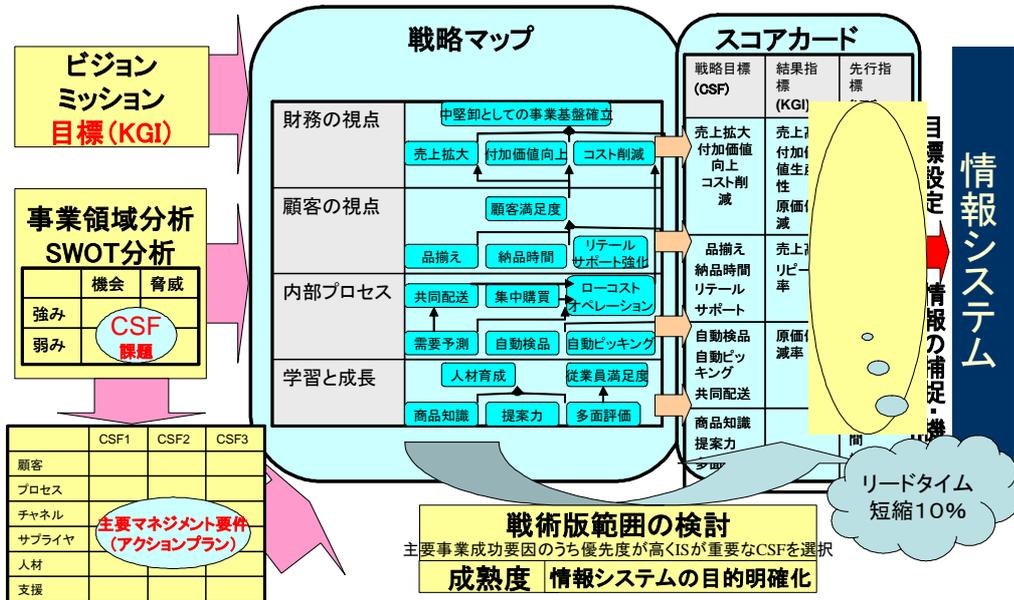


図 11 経営戦略から情報システムへ

ていきたいと考えている。最後になりましたがSDモデルの作成においてはPosy社の松本憲洋博士に大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

ができるはずである。ところがモデルというのは現実世界をある目的に応じて抽象化して切り取ったものであるから目的が異なれば違うモデルになるのである。たとえば製作のためのモデルと模擬するためのモデルは違うようである。図 12 は筆者らが実践している EA 整備プロセスである。EA において様々なモデルが出現するのは将来 EA の策定においてである。将来 EA には経営戦略の部門展開という意味もあれば既存 EA や EA になっていないレガシーやシステム以外の環境との整合性など検討したうえでスムーズな情報システムの開発・導入を図っていくのである。EA における SD の位置づけとしては BSC の戦略マップからスコアカードに展開する部分など情報システムの実行環境である事業構造の分析に有効であると考え



図 12 オーグイス EA プロセス

5. おわりに

今回提示した SD やシミュレーションとモデリングの融合開発プロセスは非常にシンプルなものであり、3.2 であげた問題意識をすべて満たすレベルに至っていない。今後 SD モデルの洗練によって SI 事業における教育、技術開発による競争力強化と稼働率、売上、利益の関係やシステム開発への展開について詳細化し

参考文献

- 1) かんたん!エンタープライズ・アーキテクチャ:翔泳社, 2004年