

情報システム構築のための 「システム設計論」の研究

牧 野 勝*

Research of SDT (Systems Design Theory) for the construction of information system

Masaru MAKINO

I think that systems design is most important activity in the development project for information systems.

Information systems project has the following stages, that are Needs requirements, Feasibility study, Information strategy, Project planning, systems design, Software development, Software test, and Customer using.

According to my experience, the systems analysis and design stages are most important to SE (Systems Engineer) activities.

Therefore I should like to present SDT (Systems Design Theory) and make a future estimation about information systems.

まえがき

当論文では、コンピュータの高度利用を前提とする情報システムを構築するための SDT (Systems Design Theory ; システム設計論) について解説しながら、その重要事項について研究する。

コンピュータは年々高度利用されつつあり、情報システムの内容も世の中の技術進歩や経済活動の進展に従って大きく変りつつある。

そこで、情報システム構築のための SDT (システム設計論) が、ますます重要性を増して来た。ただ単に、システムを設計すれば事足れりというのでは、情報システム構築の成功はおぼつかない。

当論文では、システム設計の理論を整理すると共に、現在および将来を含むシステム設計論のあるべき方向について摸索してみたい。

1. 情報システムの変遷

情報システムの設計に関する理論を研究するに当たっては、やはり現実的側面を無視するわけに

* 経営工学科

は行かない。数学や物理学等と少々異なる点は、社会的要求とそれらを実現する情報処理システムの進歩発展のスピードが非常に速いということである。

ここ10数年における情報システムの技術的進歩は驚異的である。コンピュータの進歩と通信システムの進歩が、情報システムの進歩を裏付けています。

従って「システム設計の理論」を追求するに当たって、まず最近の情報システムの変遷を見ておきたい。(図1)

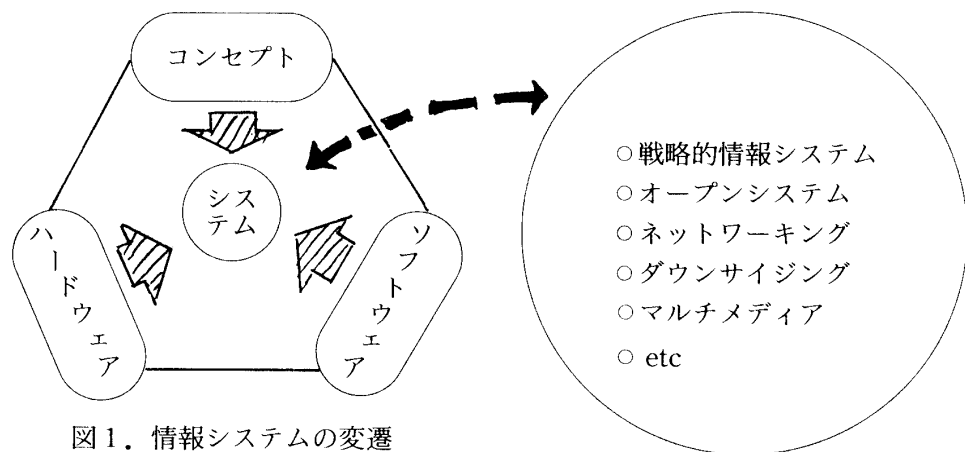


図1. 情報システムの変遷

図1にあるように、情報システムの設計にあたり、最も大事な柱は“コンセプト”と“ハードウェア”と“ソフトウェア”である。

コンセプトは、システム設計の戦略的な概念であり、システムの果すべき“ねらい”である。

ハードウェアは、情報を処理する物理的機器であり、これにはコンピュータ機器と通信システム機器が中心的存在となる。

ソフトウェアは、主としてコンピュータのプログラム(オペレーティングシステムからアプリケーションシステムまで)が中心的存在である。

さて、情報システムの設計にあたり、コンセプトは最も大事なポイントである。その情報システムの“ねらい”を明確にし、如何なる概念を実現させるのかが最大のポイントであることは言を待たない。しかし、世の中に只、漠然と作られるシステムも無いわけでない。いや、むしろ当該システムのコンセプトが不明確であるようなものの方が多いように思われる。

大事なシステムコンセプトなるものは、ハードウェアとソフトウェアの技術的進歩に大いに影響される。

例えば、“戦略的情報システム”を実現しようとする場合、販売管理や生産管理システムにおいて、商品や製品、部品などを一品一品個別に、どこに(在庫場所、棚番など)、何が(個別品番ごと)、何個(数量、袋や箱の中味の個数まで)、金額は個別にいくらか、納入品の納入日、時刻な

どまで明らかにする必要がある。

これらの基礎数値が明確に雌握されなければ、“戦略的情報システム”の“戦略展開”が不可能となってしまうからである。

ところで、この基礎数値（何が、どこに、何個、金額、その他）を完全に把握することは、そんなにたやすいことではない。

現在、バーコードやPOSレジなどで、一見、何事もなく実現させているように見える個品管理も、その裏に、ハードウェア、ソフトウェア（コンピュータ&通信システム）の並々ならぬ技術的進歩変遷の道があったのである。

早く（スピード）、安く（価格）、大量（ボリューム）のデータ処理を、通信回線経由でシステムの効率的に、しかも安全保障の下に実現するということは、言うは易くして行うは難しである。そんなに簡単にできることではない。

現在、ハードウェアの中心をなすLSI（大規模集積回路）ないしは超LSIの概要は次のようになっている。（表1）

表1. LSI/超LSI

	CISC	RISC
クロック周波数	16～25MHz	20～50MHz
MIPS	5～9 MIPS	10～100MIPS
メーカー	インテル80386 モトローラ68030 日電、日立、三菱、 その他	SPARC(サンマノクロ) HP(ヒューレットパカード) インテル80870 MIPS コンピュータ モトローラ88100

(注) MHz(メガヘルツ、百万ヘルツ)

MIPS(Million Instructions Per Second、百万命令/秒)

CISC (Complex Instruction Set Computer) は、コンピュータの命令を複合的に1つのLSIないしは超LSIとして実現したもので、RISC (Reduced Information Set Computer) はCISCとは反対に使用頻度の高い簡単な命令から成る命令セットのみ超LSIにチップ化して動作速度を上げ処理時間を短くしたものである。

ハードウェアは、これらの他に、記憶装置（メモリ）としてもLSIや超LSIが使われ、キャッシュメモリなど超高速の記憶処理が行われたり、大容量のハードディスクが高速処理されるようになって来た。

今、UNIX (OS) を中心とするRISC系のワークステーションが小型で高速安価な情報処理システム実現のハード・ソフトとして脚光を浴びている。100MIPS（1秒間に1億回の命令を実行する）という驚異のスピード、超大型コンピュータと小型ワークステーションが、対等の競争を行うことができるということを示している。

次に、ソフトウェアは UNIX (OS) の時代となりつつある。これは、情報処理言語の C 言語と UNIX の相性の良さが大きな原因で、さらに LAN (Local Area Network, 近距離高速通信網) と UNIX の相性の良さも見逃せない。

ソフトウェアは、今“オープンシステム”という表現で述べられることが多い。

オープンシステムは、各種ソフトウェアの相互交換可能性、LAN による異機種コンピュータの相互接続によるネットワーク化等を実現することをねらったシステムである。

どこのメーカーのコンピュータ (ワークステーション、パソコン、汎用コンピュータ) も、どのような言語で作成されたソフトウェアも、あらゆる相互交換が可能であることというのがコンピュータユーザ (顧客) の願いであり、強い要求である。

オープンシステムは、この要求に応えるべく誕生したシステムであり、現在は UNIX によるシステムとクライアント・サーバ・モデルのネットワーク接続とが存在する。

以上のように、情報システムの設計に当っては、システムコンセプトとハードウェアおよびソフトウェアの相互関連性と時代の流れに目を向けて、顧客の要求に応えねばならない。

2. システム設計の位置付け

2.1 システム設計の位置付け

情報システム構築のための「システム設計」の作業は、単独の作業ではなく、その前後を含める必要がある。(表2)

表2. システム設計の位置付け

ステップ	フェーズ	概 要	工学的な方法 (事例)
I. 企画	要 求 分 析	ユーザーの要求仕様を調査・分析し、システム仕様を定義する。	構造的解析 (Structured Analysis) DFD (Data Flow Diagram)
II. 設計	基 本 設 計	システム設計、外部設計ともよばれ、情報システムの基本的(概要)設計を行なう。	構造化設計、モジュール化設計 HIPO (Hierarchy plus Input-Process-Output) デザイン・レビュー
	詳 細 設 計	ソフトウェア設計、内部設計ともよばれ、ソフトウェアに関する詳細な設計を行なう (データを含む)。	構造化プログラミング (Structured Programming) CPT (チーフ・プログラマー・チーム) デザイン・レビュー
III. 製作	プ ロ グ ラ ム ミ ン グ	ソフトウェア設計書にもとづいてプログラム・コーディングを行なう。	構造化コーディング Σ プロジェクト方式
	テ ス ト	プログラムの品質を保証するために実行テストを行なう。	単体テスト、結合テスト、システム・テスト (品質管理)
IV. 運用	運用・評価 保 守	完成した情報システムを日常業務として運用し、必要に応じてシステムを評価し保守改良を行なう。	応答時間評価 稼動時間評価

(注) 参考文献(1)参照

情報システム構築のための全活動は、企画・設計・製作・運用の四つの段階 (ステップ) に分けることができる。この中で、企画・設計と製作の一部が「システム設計」の作業である。

さらに、表2にある通り、要求分析、基本設計、詳細設計、プログラミング、試験 (テスト)、そして運用・評価・保守などのように細分化 (フェーズ分け) できる。

表2では、これら各フェーズで使用される工学的な方法 (技術的手法) の事例もあげてある。

例えば、構造的解析(Structured Analysis), DFD(Data Flow Diagram)構造化設計(Structured Design), モジュール化設計, HIPO, デザイン・レビュー, 構造化プログラミング(Structured Programming), CPT (Chief Programmer Team), Σ プロジェクト方式, 各種テスト方式 (品質管理), 各種評価方式 (応答時間, 稼働時間) などである。(詳細は参考文献を参照されたい。)

2.2 情報システム構築プロジェクト

前節であげた各種活動項目（フェーズごと）を連結することによって、情報システム構築のためのプロジェクトが達成されることになる。

次にプロジェクトの計画事例（大日程計画）をあげてみよう。（表3）

表3. 情報システム構築プロジェクト

[illegible]

この表で、矢印は日程を示しており、このような表をガントチャートと呼んでいる。日程表には、この他に PERT チャート（ネットワーク・チャート）や、マイルストーン・チャート（作業の開始日/完了日が作業アイテム（作業内容）ごとに詳細に管理される。）などがある。

表3のガントチャートの場合、作業は企画（プランナ）と設計（SE、システムエンジニア）と製作（プログラマ）と運用（オペレータ）の四段階に大別できることは前節で述べた。

そこで、プランナと SE プログラマの作業量(××人日)を比率で計画し、プランナは15%、SE は25%、プログラムは60%と仮定することにしよう。

その場合、プログラムの規模（プログラム・ステップ数）が判明すれば、当該プロジェクト全体の計画（日程、人工数、費用など）が立案できる。（表４）

この表の算出手順は、まず作業比率（プランナ15%、SE25%、プログラマ60%）を決め、続いてプログラム・ステップ数を推定する。（例えば200本×200ステップ＝40,000ステップ）そして1日当りのプログラム製作量（20ステップ/日）を定めると製作段階の作業量（プログラマ2,000人

表 4. 作業計画

ステップ	比 率	作 業 量	金 額
企 画 (プランナ)	15%	500人日 (2人年)	2,000万円 (1,000万円/人年)
設 計 (SE)	25%	833人日 (3.3人年)	2,300万円 (約700万円/人年)
製 作 (プログラマ)	60%	2,000人日 (8人年)	4,000万円 (500万円/人年)
運 用 (オペレータ)	—	α	β
合計	100%	3,333人日 + α	8,300万円 + β

日)が算出できる。

企画段階、設計段階は製作段階より比例配分することができるので全作業量(人日、人年など)は決る。金額は、企画(プランナ)1,000万円/人年、設計(SE)700万円/人年、製作(プログラマ)500万円/人年として計算して、合計8,300万円となる。

ただし、情報システム構築のためには、コンピュータの費用を加算しなければならないし、諸経費等も考えると、当プロジェクトは約1億円のシステム開発費がかかることになろう。

3. システム設計の技術項目

ひと口に「システム設計」と言っても、いろいろである。人によって「システム設計」に対する解釈がかなり“まちまち”であろう。

前章では、システム設計を単に“設計”の段階のみならず、企画・設計・製作・運用の四段階に関係することを見たのである。

さて、これらの各段階で、システム設計に直接・間接の関係のある“技術項目”をあげると次のようになる。(表5)

表 5. 技術項目

ステップ	項 目
企 画	予備調査, 現状調査, 要求定義, フィージビリティ・スタディ, 構想立案, 情報戦略, プロジェクト計画, システム開発計画, システム評価(事前評価)
設 計	システム設計, 基本設計, 概要設計, 外部設計, 機能設計, 詳細設計, 内部設計, 開発設計, 構造設計, 論理設計, データ設計, ソフトウェア設計, モジュール設計, テスト設計, デザイン・レビュー
製 作	プログラム設計, ファイル設計, プログラム・モジュール設計, プログラミング, モジュール・テスト, システム・テスト, 本番移行テスト, 品質テスト
運 用	運用マニュアル, システム評価(事後評価), 保守, 改良

この表で、各技術項目について、いちいち解説しないが、ここで言いたいことは、よく似た技術項目がたくさんあるということである。

たくさんあるだけではなく、これらの技術項目は互に重複していたり、作業の位置関係が明確でなかったり、一般的に認知されないような項目名称であったりするものも混在している。

当論文は、システム設計論の立場から、この技術項目の位置関係を“システム設計”を中心に、明確に整理しておきたい。(図2)

フェーズ ステップ			企 画		設 計	
			(A)調査分析	(B)計画立案	(C)システム設計 (外部設計)	(D)ソフトウェア設計 (内部設計)
基 本 (外部設計)	ステップ1	利用 部門	(1) ニーズ調査 (問題提起)	(3) 基本構想 (戦略計画)	(5)基本設計 (機能設計/構造設計)	
	ステップ2	開発 部門				(7)基本設計 (機能設計/構造設計)
詳 細 (内部設計)	ステップ3	利用 部門	(2) 要求分析	(4) 開発計画	(6)詳細設計 (業務設計/情報設計)	(論理設計/データ設計)
	ステップ4	開発 部門				(8)詳細設計
職 種			システム・プランナー (SP)		システム・エンジニア (SE)	ソフトウェア・エンジニア (SFE)

図2. システム設計 (注: 参考文献(1)参照)

この図を簡単に解説しておこう。すでに述べた情報システム開発プロジェクト四つの段階(企画・設計・製作・運用)のうち、前の二段階(企画・設計)を横軸(フェーズ)にとり、縦軸(ステップ)に基本と詳細をとる。ステップは情報システムの利用部門と開発部門にわけ、縦横ともに四分割する。そして、各区画にシステム設計関係の技術項目を配置した。

すなわち、システム設計の技術項目としては、(1)ニーズ調査、(2)要求分析、(3)基本構想、(4)開発計画、(5)基本システム設計、(6)詳細システム設計、(7)基本ソフトウェア設計、(8)詳細ソフトウェア設計の8項目となる。

これらのシステム設計技術項目には(1)ニーズ調査から始って(8)詳細ソフトウェア設計まで、情報の戦略的内容からシステムの機能設計/構造設計そしてソフトウェアの論理設計/データ設計まで、必要なシステム設計の全技術項目を大系的に網羅している。

4. システムアプローチ

システム設計の研究に限らず、すべての物事の研究にはいろいろなアプローチの仕方がある。静的な把え方、動的な把え方、多次元的な把え方、5W2H アプローチなど……。

システム設計の研究は、システム設計を成功させるために行うべきであろう。

システム設計を行う場合のシステムアプローチとは分析的アプローチが統合的アプローチかまたは第三のアプローチかということである。分析的(Analysis)とは主として現状調査を行う場合であり統合的(Synthesis)とはシステムの構造を設計する場合である。

また、ボトムアップ・アプローチ（部分から全体へ）とトップダウン・アプローチ（全体から部分へ）がある。ボトムアップは分析的でトップダウンは統合的と言えよう。

さらに、システムアプローチとシステム・ライフサイクルの関係も研究の対象となる。前章までに述べた企画・設計・製作・運用の四段階は必ずしも順に進めるとは限らない。順進行方式をウォーターフォール・モデルと言い、試作モデルを使う方式をプロトタイピング・モデルと言い、両者ミックス方式をスパイラル・モデルと言うが、何れのモデルが最適かはシステム化の対象となる内容と条件によって異なると思われる。

あ と が き

システム設計をどのように行えば良いかという研究は、システム設計を成功させるために行うべきである。それでは“成功”とは何だろうか？便利なシステムを作ること、正確なシステム、安全なシステム、経済的なシステム、……一体どれを満せば成功と言うのだろうか。

それは、顧客の要求要望を満すシステムであることが第一である。しかし近い将来の要求変更ということも考えられる。だからどこから突っ込まれても耐えられるシステム設計であること。

当論文ではシステム設計の位置付けとシステム設計の技術項目について整理を行った。次の論文ではこの中の個別技術に焦点を当て、オンラインネットワークやデータベースを追求したい。

参 考 文 献

- 1) 佐藤・牧野：「SE プロジェクト成功の鍵」，日科技連出版，1989.
- 2) 情報処理学会：「システムの計画と設計」，共立出版，1992.
- 3) T. DeMarco：「構造化分析とシステム仕様」，日経マグロウヒル，1986.
- 4) B. Dickinson：「システム設計の構造化手法」，日経マグロウヒル，1987.
- 5) マインドリサーチ：「Mind-SA ハンドブック」，マインドリサーチ，1992.

(平成4年10月5日受理)