

病院建築へのシステム・エンジニアリング手法の応用計画

嶋津恵子[†]

慶應義塾大学[†]

1. はじめに

現在の病院建築は、各法令を中心とする構造的な安全性や衛生面に重点を置き設計デザインが行われている。一方、外来患者等の特定のステークホルダの快適性を十分考慮した上で、具体的な建築設計に方法論に展開しているとは言えず、その結果病院完成後、これらのステークホルダが利用上、不快な状態に置かれている事実が報告されている。この問題を解決するための新たな病院建築デザイン手法開発が、本研究の狙いである。実現のアプローチとして、利用者の視点にたったvalidationを重要視しているシステム・エンジニアリングの手法を採用する。本書では、前述のステークホルダの快適性を判定できる状態にすることを旨とし、計測と判定用の属性を特定するまでの計画を記載する。

2. 病院建築をシステム・エンジニアリングで捉える際の基本的な考え方

システム・エンジニアリング (Systems Engineering; SE) は、アポロ計画時に当時の貧弱な技術力を最大に生かし、月面着陸を達成するために生み出された技術統合工学である。ISO/IEC12588として標準が制定され、INCOSE(The International Council on Systems Engineering)が、実践的利用方法を展開している。これらは、IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)や米国国防省、それに欧州宇宙標準協会等の報告と産業界からのベストプラクティスを研究した成果であり、一般に広く展開できるモデルとフレームワークとして整備されている。欧米では、国防や航空宇宙のみならず、すでに広く産業界で応用され、例えば医療・エンジニアリングの領域では標準手法として導入されている。SEは、機械部品や工学的技術だけを統合対象としてはおらず、最終的に「人」と「(彼らの)生活環境」を統合することを想定していることが大きな特徴である。つまり、我々人間が安全・安心で快適な生活を送ることを想定し、必要なすべての要素を統合する工学がSEである。

一方、病院に限らず建築物は「箱・モノ」として表現されるように大型建造物の代表として取り扱われてきた。従って病院建築プロジェクトではPMBOK (Project Management Body of Knowledge)

の示すProduct Life Cycle Modelが適応されてきたと見なすことができる。これに対し、本研究では、構造物である病院をコンポーネントの一つとしてとらえ、その中で活動する人を統合した結果、つまりシステムが最終成果物となる。従って、病院システム用のシステム・ライフサイクル・モデルの特定と、実際にシステムとして完成させるための工学的作業を支援するVモデルの考案が、本研究の最終成果となる。

2.1 システム・ライフサイクル・モデル

システム・ライフサイクル・モデルは、統合型システムの必要性が検討され始めた段階から、設計後製造され完成品を利用し、最終的に廃棄されるまでの時間軸に沿った状態変化の汎用型を指す[1]。システム・ライフサイクルは、時系列に大きく3つのperiod (study, implementation, operation)に区分され、それぞれが複数のstageから構成され、さらにそれらはphaseに分解される(図1)。INCOSEはISO/IES15288だけでなく、NASAや米国国防省そしてDoE (US department of energy)が開発した専用モデルや、ハイテク商品開発用のモデルも整備している。

Generic Life Cycle (ISO 15288:2002)

Concept Stage	Development Stage	Production Stage	Utilization Stage	Retirement Stage
			Support Stage	

Typical High-Tech Commercial Systems Integrator

Study Period				Implementation Period			Operations Period		
User Requirements Definition Phase	Concept Definition Phase	System Specification Phase	Acq Prep Phase	Source Select. Phase	Development Phase	Verification Phase	Deployment Phase	Operations and Maintenance Phase	Deactivation Phase

Typical High-Tech Commercial Manufacturer

Study Period			Implementation Period			Operations Period		
Product Requirements Phase	Product Definition Phase	Product Development Phase	Engr Model Phase	Internal Test Phase	External Test Phase	Full-Scale Production Phase	Manufacturing Sales, and Support Phase	Deactivation Phase

図1 システム・ライフサイクル・モデル[1]

2.2 Vモデル

Vモデルは、システム・ライフサイクル上の、どのphaseから、どのphaseまでの作業を、SE手法で実施するかを決定した後に利用される(図2)。Vモデルの左辺には、実現する統合型システムを必要となるコンポーネント群とインタフェース群に分解する視点で、また右辺にはそれらを統合する視点で、最適なphaseを配置する[1]。Vモデルは、この分解と統合を効率的に行うための作業組み合わせ

を決めるために用いられる。SEにおけるVモデル利用の目的は、システム・ライフサイクル・モデルの狙いである phase の後戻りをさせないことを、より確実にこなせることである。ソフトウェア開発でよく知られた滝型モデル(図3)も同様の狙いを持つが、滝型モデルはそれぞれの phase での作業を、誤りなく完璧に完成させることで、以降に続く phase では、前 phase での作業の欠陥による修復を発生させないことを目指している。一方、Vモデルは循環型モデル内包し、従って一連の作業をすべての phase で再実施することを想定している。換言すると、Vモデルは正面から見ると滝型モデルで説明でき、横から見ると循環型モデルとして解説できる(図4)[2]。

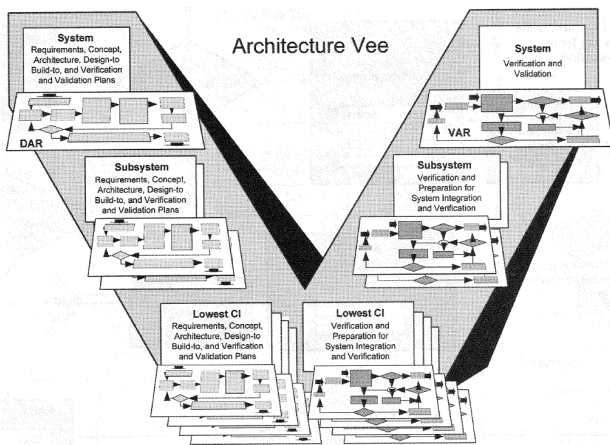


図2 システムの分解と統合を示すVモデル [2]

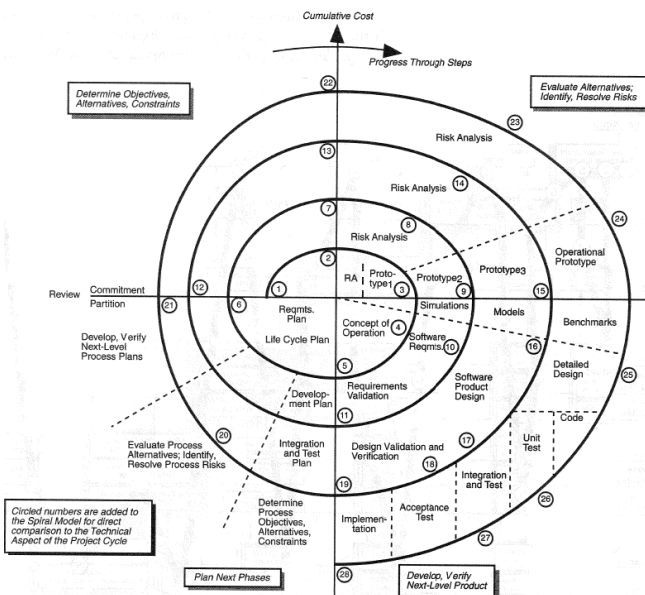


図3 巡回型モデル [2]

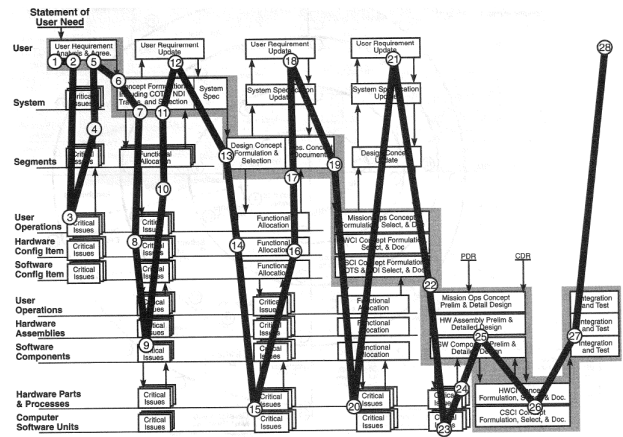


図4 巡回型モデルを内包したVモデル [2]

3. 外来患者の快適性のシステムへの反映

SEのVモデルに従って、外来患者の快適性を実現する病院システムを構築するには、設計の段階 (Concept Stage) の初期つまり "User Requirement Definition Phase" で、この快適性の計測方法と、現状の状態と目標とする状態を決定しておく必要がある。そして、フェーズが移行するたびに循環型作業により繰り返される Stakeholder Requirements Definition Process(図4の楕円内)で、特定した目標状態が維持されていることを確認する。

4. 外来患者の快適性測定属性の抽出計画

我々は、外来患者の快適性計測用の属性を特定するために実存する総合病院の現状を観察する。外来患者の往来が想定される病院建屋内に、死角が発生しないように数個の録画用カメラを天井からつり下げ型で一定期間設置する。記録を目視で分析することで、待合室内待ち時間や、順路迷い回数とその時間、また他のステークホルダとの予定外接触など事前に想定される不快適性を生む事象の発生状況を確認する。また、特に想定以外の状況が属性として発生し、不快適性に影響を与えていないかどうかを吟味する。そして属性を記録したデータを対象に、データマイニングを適用することで、不快適性を特定するルールを抽出する。

この作業により、来患者等の特定のステークホルダの快適性を十分考慮した新たな病院建築デザイン手法開発に向けて、大きく前進すると考える。

参考文献

[1] Haskins, C.: Systems Engineering Handbook, A guide for system life cycle processes and activities, INCOSE-TP-2003-002-3.2, January 2010, pp.5 (2010).
 [2] Forsberg, K., Mooz, H. and Cottnerman, H.: Visualizing Project Management: Charts and Frameworks for Mastering Complex Systems, Wiley, 3rd edition, pp.245-247 (2005)