

# 信頼性工学的側面から見た公理的工学規範について

## On the study and Proposal on Axiomatic Engineering Criteria through aspects of the Dependability Engineering

夏目 武

Takeshi NATSUME

近年の新聞報道などの社会的規模の事故を顧みるとき、第一福島原子力発電所の地震津波に関連する一連の事故とその対応、先般の笹子トンネルの天井板崩落事故とその後の全国のトンネルの総点検、原子炉廃炉コストの引当金の欠落ないしは不足、放射能廃棄物の処理、非効率な除染処理活動、エレベータでの人身事故、ガス器具による人身事故等多くの社会資本に対する保全管理と保全活動の不完全性及びライフサイクル管理体制の不備が観察される。加えて、全国トンネル、橋梁等の総点検、原子力発電システムの安全性宣言、工学的見地の少ない対象住民の合意という安全、原子炉と発電施設の耐用寿命の40年延長に関する議論、福島事故の終息を待つ間もなく工業後進国への国を挙げての原子力発電系の売り込み等の施策活動が報道されている。システムライフサイクル管理活動の視点から見ると、設計思想の継続的維持管理、中長期保全計画、保全手法と保全支援体制、及び、総合管理責任体制の欠落が観察される。また、社会資本のライフサイクル管理活動としての対処や改善活動、ライフサイクルコスト見積評価に基づく検討もなく、近視眼的経費削減などの経済効果を求め、適正管理が十分に見えず、加えて、工学的視点からの管理能力の未熟さを発露しているとみる。技術者としてこれらの工学的未熟さと短観的な管理体制が社会的に是認されている現状を危惧し、また産業界、経済界、学界等日本国全体が何か尋常でないおかしな状態にあると認識するのは我々著者のみではなからう。

本稿は、現状の問題点を明確にし、社会的工学的水準の低下状態の現状を認識するとともに批判し、あるべき適正で実現可能な道を検討し、次の世代への適正な工学的伝承を配慮しつつ、これからの在り方、道、工学的倫理規範を検討し、新たな提案をおこなう。

**Keywords** : 社会的規模の事故、ライフサイクル管理、設計思想、保全と保全支援体制、工学的伝承、工学的規範、信頼性工学、ディペンダビリティ管理システム

### 1. はじめに

システムや製品のライフサイクルコストを調査研究しているとき、当該対象のライフサイクルを通した一貫した情報の不完全さと関連データの収集の困難さに気付く。又、近年、社会的大規模障害や事故の情報が届く。ライフサイクルコストの視点から莫大な社会的損失が発生していることがうかがえる。それらの損失の穴埋めが、不明瞭な責任体制の不明のまま、自己責任に基づく賠償、補償、支援また対応対処の為に発生する時間と労力を伴う行政経費が国費や地方公共行政機関の中から補填されている現状を認識する。これらの不明瞭で不合理とも思える、しかし、社会的規模への事故対

応の慣行とも思える諸策、諸対応の要因はどこからくるものであろうか。これらの現象の認識の是認に基づいて、現状の実態を観察し、問題を明確にし、本質的な要因を吟味分析した。その結論としての問題解決策「仮定条件下での、総合的システムライフサイクル管理系の導入と確立、そして健全運用である」に至った。本稿においては、この結論への経緯と状況を説明し、解決策としての一モデル、公理的工学規範を提示し、敢えて、学会各位の問題意識を喚起し、意見、批判、仰ぐことを意図している。

### 2. 現状と問題の把握

前段で提示したように尋常でない社会的事象の数々をみるとき、以下に示す事象を観察し、認識する。

- 1) 責任不在と情報報告の不正確、
- 2) ジャーナリズムの意図からの偏り報道と理解、
- 3) 社会的工学的無知と未成熟とから派生される思潮
- 4) 自己、組織体からの問題意識の欠如、
- 5) 問題解決からの逃避または転嫁、放任。
- 6) 多大な社会損失の発生、
- 7) 不完全な工学的要因に基づく社会問題の多発、
- 8) 責任体制と責任の所在の不明瞭さ、
- 9) 保全計画のもとでの管理運営が見えない、
- 10) 保全が対処的、無計画、
- 11) 保全担当組織と設計製造部門の乖離
- 12) 耐用寿命の設定と対応の無計画、
- 13) 廃却と関連コストの無計画性、
- 14) 社会的慣行としての活動、
- 15) ライフサイクル コストの側面の皆無、
- 16) 類似問題の発生と対応の繰り返し、
- 17) 学会としての社会的役割と責任の不明確、

この尋常でないという主観的観察と感性が是認されているとした場合、信頼性学会やその関連知識人、その道の専門家はこれらへの対応を如何にとったのであろうか。例えば福島原発事故を顧みただけの場合、信頼性工学による支援が十分に与えられたのであろうか。対象系の各水準の安全関連リスク評価は行われ、技術的根拠に立った適切な意思決定のもとに管理

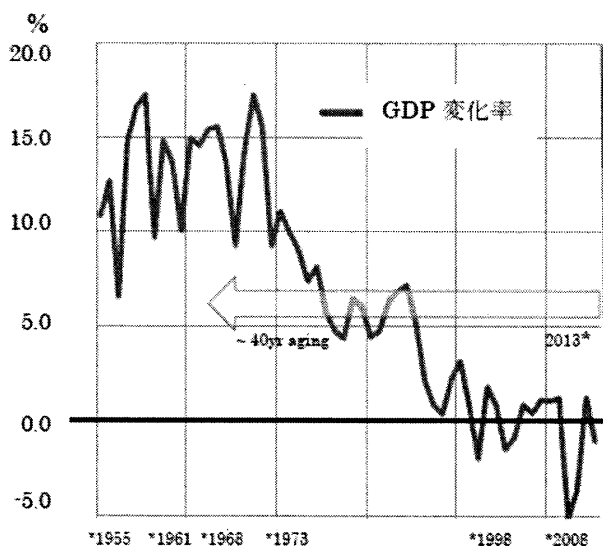


図1. 国民総生産量変化率 1955-2011

運営と支援が行われていたのではあろうか。多くの疑点の浮上と併せて情報不足による観察の不完全を危惧する。

一方、社会的要因の中には時間経緯的視点からの観察が必要である。図1は内閣府統計表に基づいた

国民総生産量の変化率を計算し図示したものである。図より高度成長期の1960年代と1970年代前半の設計製造の社会資産が現時点ではほぼ40-50年の運用期間を過ぎていることが分かる。これらが現在、老朽化対策、安全性対策、延命化対策、社会規模の諸システム障害と対策、廃却引当金の準備対策等の社会的問題を引き起こしている。急速な経済成長という環境下での経済システムの活性化は適切な技術準備、対応や支援の可能な水準になく、技術技術的妥協や遅延、割引、打ち切り、設計概念の縮小等の遠因となり、経営管理上の制約や圧力が付加されたとみる事は大きな間違いではない。

### 3. 基本要件の確認

ここでの論旨の技術的基盤となり討議検討上の同一水準に整合すべき主要概念と関連資料および主な用語の定義の確認を行う。

DMS: Dependability Management System IEC 60300-1 2<sup>nd</sup> Ed (2003), IEC 60300-2, 2<sup>nd</sup> Ed (2004): Dependability Management は本論の規范文書である。技術各論に展開した45子規格を含む体系であり、ディペンダビリティ管理システムとそのガイドライン、JIS Z 5750-1、同 -2 および 5750-3-xx シリーズの規格群の日本工業規格として制定刊行されているが、十分に普及し、活用されているとはいえない。それはQMS: ISO 9001(2008)の品質管理プログラムの要求規格の主旨に合わせて改訂された版であるが、技術推奨規格であること、対象製品やシステムのライフサイクルが理想的な形態を提示し、現実の社会的ニーズや要求、産業構造に十分に適合していない。近年は適用範囲として安全関連リスクが含まれてきて、関連規格が生まれている。概念の基本はISO/IEC Guide 51(2000) Safety aspects に基づく安全、リスクの定義およびリスク管理と関連技術の規格であり、間接的にディペンダビリティと安全性とを一つの管理系として整合させ、結合している。ISO/IEC 15288 (2008): System Life Cycle Process は本来ソフトウェアシステムを基に開発されたものであるが、新たに総合的ライフサイクルシステム構築のために見直され、新たな管理基準として適用されている。

ライフサイクル コスティングは規格 IEC 60300-3-3 2<sup>nd</sup> Ed(2004): Life Cycle Costing は同様に日本工業規格、JIS Z 5750-3-3 として制定発刊されている基本規格である。元来はディペンダビリティプログラムを所定のプログラムを遂行するのに要するコスト、即ち発

生した、発生する、及び発生の見込まれる各種関連コストのライフサイクルで計画されたプログラムに沿った分析、算定、見積評価によるディペンダビリティプログラムの適正管理への支援技術である。使用した技術用語は IEC 60050 Chapter 191 (1990) による、古典に近く改訂版が発刊されているが基本用語の概念に変更はない。ディペンダビリティ関連用語の定義と安全関連のリスクを含む定義への拡張、信頼性、保全性、保全支援、安全管理、ソフトウェア、ソフトウェアシステム、総合ライフサイクル管理、支援システム管理など総合的体系としてのディペンダビリティ系での活用の為に展開されている。

一方、新たな社会的基盤を可変革することが予想されている2つの規格が制定発刊されようとしている。即ち、ISO 26000 (2010) Social Responsibility、社会的責任、および ISO FDIS 55000(2010) :Asset Management – Overview and Principle, ISO DFIS 55001(2010): Asset management–Assets Management System –Requirements ISO DFIS 55002(2010): Asset management – Application of 55001、の資産管理に関する要求事項である。前段で述べた社会的規模の事故問題事例に深く関連するものである。前者の主張する社会的責任(SR)とは労働慣行、消費者問題、公正な事業慣行、環境問題への取り組み、コミュニティへの参画と発展、人権問題、これらの要件への配慮する組織統治が要求されている。適用範囲は産業、政府機関、消費者、労働組織、NGO、サービス関連、支援団体、研究開発などすでに先行している企業の社会的責任、CSRの適用範囲を超えたものである。この思潮は各種団体が倫理規定、Code of Ethics を独自に作り自らの立場を表明している、興味ある現象である。が、当該製品やシステムの障害による社会損失、混乱、事前予防対策による最小限の被害防止、責任体制など関連事項は謳われていない。後者は社会資本の管理を所定のライフサイクルにもとづいて、全行程を責任を持って適正に管理運営する要求事項である。要求要件はライフサイクルの設定のもとに体系的、全体配慮、持続維持、組織的、系統的管理運営、リスク管理、および適正化を長期にわたる継続的な管理の中で適正化を図ることである。当然、前者と融合して当該資産のシステム障害を皆無又は最小限に抑えた管理運営への要求が発生する。

その他の検討すべき要因として日本固有の「モノづくり」促進が法制化され且つ民間指向で促進されている。これ自体には何の問題もない伝統文化の促

進としての利点がある。が、「モノづくり」には完全性の追求があり、完全性を創造し、完成したモノには保全は不要であるという概念が発生する、もしくは運用の為に保全活動が従属的になる恐れがあることである。要求システムのディペンダビリティの実現と維持の為に設計製造と運用保全活動の一体化した系のもとでの健全な活動に最適運用があるディペンダビリティ管理システムの思想とは相反することになる。これは完成した技能と技術の混在と思想的混乱が内在しているからであろう。大規模システムのシステム障害や事故の多発はここにも遠因を観察するのである。

#### 4. 工学的市場空間モデルの導入

主題の「信頼性工学の側面から見た公理的工学的規範」の基本として工学的市場モデルを提案する。工学的市場とは、経済システムにおける健全な市場空間では買い手と売り手もしくは供給者と需要者の合意点もしくは相互の妥協点が必ず存在することである。この拡張として、ライフサイクルプロセスでの技術的側面からの意思決定の場面が発生する。新技術の採用の是非、技術の選定、仕様値の信頼水準の決定、安全率の設定、部品の選定、寿命試験等の打ち切り時点、製造プロセスの成熟度と生産率基準と生産ラインの認定、保全計画の承認、診断時間と水準の決定、予備部品の在庫量決定、保全時間の設定、保全要員の配置、システム保証の宣言時機、運用管理とリスク管理、耐用寿命時機の決定など多くの場面がある。これらをX群とすると、幾つものライフサイクル コスティング活動からの経験を通して見えてくる事は当該プロジェクトでの総ての意思決定がコストという指標により影響を受けていることがわかる。このコストに代用される要因として、仕様変更、予算制限、スケジュールの制約、納期変更、諸資源の限界、組織変更、技術完成度未成熟、部品等構成要素の遅滞、プロセス変更と認証、規格、規定などの法的規制、ビジネス状況の変更などが考えられる、これらをY群とするとX群とY群のそれぞれの要因の総合調整が行われ、各ライフサイクルの場面においてプロジェクト管理内での妥協領域Zにおいて調整点が決定される。これらはすべて経験則であり、証明された事象はない。米国におけるシステム エンジニアリングに基づくライフサイクル コスト見積評価による総合的プロジェクト管理運営が定常化していることを証明の一つの根拠としたい。

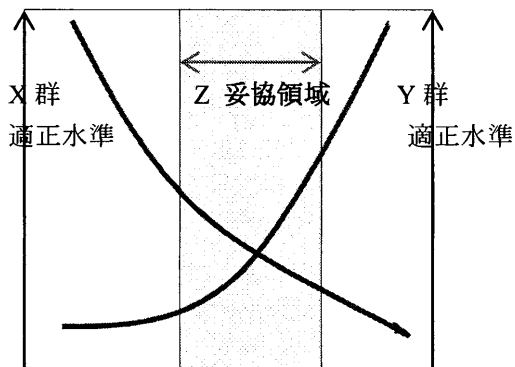


図2. 工学的市場空間

図2. に工学的市場空間モデルの説明図を示した。系として見たとき、これらのトレードオフの累積は系の不完全性と不整合の要因をつくる。大規模長期プロジェクトにおいては複雑化と時間経緯の要素がこれらを加速し、障害の要因もしくは誘因をつくる。

## 5. 総合的システム ライフサイクル管理

ライフサイクルにもとづいた総合的管理体制によるプロジェクト遂行は米国の事例の中に適正さと合理的的効率的な手段として定着している。古人の智慧、総てのものには時機と時、有時があるという教を踏まえてこれも一つの公理と定める。総合計画の中には対象システムもしくは製品の実現の為の要件以外に社会的使命と責任の表明、適用される規格群と法規類の明記がある。この計画のもとにライフサイクルコストリング活動を通じた管理指標、コストがこれらの市場空間での主要なパラメータとなる。

## 6. 公理的工学的規範として

まとめとして主題の「信頼性工学の側面から見た公理的工学的規範」が以下のように提示できる。

- プロジェクトにおける人、組織による諸活動とその成果においては完全性が保てない。
- ライフサイクルに基づく時経的方策が最適である。
- プロジェクト遂行時には工学的市場空間が常に存在し、流動化している。
- 全体的ライフサイクル コストとその評価に基づく意思決定プロセスに適正領域がある。
- ライフサイクルを通じた段階毎のフィードバック プロセスを持つ総合的累積的進捗が最適である。

これらを仮説として設定したときに以下のような公理的工学的規範条項が生まれる。

- 設計開発、製造試験、運用保全、廃却にいたる所定のライフサイクルは期間の長短に拘わらず一貫して

- 担当管理部門により継続的に維持管理されること。
- 供給者の当該システムまたは製品に関する責任はライフサイクルを通して維持されること。
- ライフサイクルにもとづいたディペンダビリティプログラムは継続維持されること。
- ライフサイクル全般での当該システムもしくは製品の設計思想は維持されること。
- 保全活動及び廃却に伴う総ての作業は供給者の管理責任下で継続的に維持されること。
- 当該システムまたは製品において発生する変更管理と文書化は支援されること。

## 7. 今後の課題

ここに提示したことは新規創造的なことではない。本来当たり前のことで、前述のように先進国は政府機関、公共行政機関、主要産業で定常化した工学的方策として定着している。ここでは潜在能力のあるものにも拘わらず、全体的には工学的水準の低下をもたらしている現状を認識し、新たにライフサイクル管理方策の意義を認識し工学的規範を確立するとともに伝統的社会構造下にある多くの現産業界の生産体系の改革と打破の必要性を説き、併せて当該学会としての使命と活躍を期待するものである。

## 参考文献

- [1] IEC 60300-1(2003): Dependability Management - Part 1. Dependability management system
- [2] IEC 60300-2(2004): Dependability Management - Part 2. Guideline of Dependability management
- [3] ISO/IEC 15288(2008): System Lifecycle Process
- [4] 日本信頼性学会誌 2010年9月号, Vol. 32, No. 6 ライフサイクル コスティングの展望 2010年
- [5] 夏目武著/編 日本信頼性学会 Lcc研究会 ライフサイクル コスティング 日科技連出版社 2009年
- [6] 国有財産におけるPRE(Public Real Estate) 戦略について 財務省 平成22年12月 耐用年数に関するWGからの報告 資料2-1
- [7] JIS C 5750-3-3:ディペンダビリティ管理- 3-3部: 適用の指針- ライフサイクル コスティング 2008年 日本規格協会、
- [8] IEC 60300-3-3: Dependability management - Part 3-3 2nd Ed. : (20054) Application guide-- Life cycle costing
- [9] JIS C 5750-1:ディペンダビリティ管理システム
- [10] JIS C 5750-2:ディペンダビリティ管理2プログラム
- [11] MIL-STD-499C(2005): System Engineering
- [12] ISO 26000(2010): Social Responsibility
- [13] NATO C-M(2005)0108-AS1: NATO Policy for System Life Cycle Management Action sheet
- [14] 内閣府 統計情報・調査結果 <http://www.esri.cao.go.jp/index.html>
- [15] 山田武正 アセットマネジメントシステムに関する国際規格化の動向 JICE Report Vol. 20, No. 11, 12

(なつめ たけし / 元国立筑波技術短期大学)