

システムエンジニアリング業務経験の学術論文への展開方法

An instruction how to organize SE's experiments in their scholarly papers

嶋津 恵子
Keiko Shimazu[†]

[†] 慶應義塾大学 デジタルメディア・コンテンツ統合研究機構

[†] Research Institute for Digital Media and Content, Keio Univ.

要旨

現在多くの学会で、実用システムの開発経験を材料にした学術論文投稿の需要が高まっており、特に、産業界からの報告に対する期待が大きい。これに応えることのできるシステムエンジニアや開発者は多く存在するが、彼等のほとんどは学術論文の執筆経験がない。また、学界に籍を置く多くの研究者は産業界での実用システムの開発実務経験が乏しく、システムエンジニアに対する彼らの経験を学術論文に展開する具体的な指導に難航する。

今回筆者は、実用システムの開発と学術的研究の両方の経験を基に、システムエンジニアリング経験を学術論文へ発展させる方法を、特に“有用性”に注目して提案する。

1. はじめに

情報システムに関する学術的研究は、システムエンジニアの実用学的側面と、情報理論的側面がある。最近になり、学界(学術論文誌や国際会議)では後者の代表であるCS(Computer Science: コンピュータサイエンス)の学術論文と同様に、前者の代表のIS(Information Systems: 情報システム)に焦点を置いた報告を重要視している。具体的な施策として、企業からの論文を奨励するIndustry Truckの設置や、専門の研究会の開催と学会の発足がある。例えば、情報処理学会の“情報システムと社会環境研究会”や、電子情報通信学会の“情報システムソサイエティ”，および2005年の情報システム学会の設立と同学会主催の「産業界からの論文発表を促進するためのワークショップ」の3回に渡る開催^{1,2,3}は代表的な例である。情報システムを対象にした学術論文の執筆と評価に関する解説論文も発表された[1]。

しかし、依然として情報システムに関する学術論文の国内の発表件数は少ない。FIT2003のニュースレターによると、「情報システム」に関する投稿件数は、前年のそれと比較すると2倍以上に伸びているが、それでも「アルゴリズム・基礎」の半数である。また、情報システムを題材にした投稿論文に関する講評記事には、情報システム論文に特有な問題よりむしろ、学術論文としての基本的要素の未達が取り上げられている[2,3,4]。具体的には、学術論文の基本である“新規性”や“有用性”が不明であったり、“正確性”⁴を満足する説明になっていない点である。

一方、多くの情報システム導入の決定は、SE(システムエンジニア)が作成した提案書や企画書によって判断される。SEはこれらのドキュメントの作成に際し、顧客の潜在的な問題を的確に把握し、その原因を論理的導き出し、さらに合理的な解決策を考案する。また、主張を顧客が直感的に理解できるような優れた表現力も求められる。それに加え、複数の(企業が提出する)提案から1件だけが選択される競争性を考えると、SEが、学術的研究の実施や論文の作成に必要な素養(“新規性”と“有用性”と“正確性”の高い技術作業と論理的な説明を行う能力)に欠落しているとは言いがたい。

今会筆者は、情報システム論文審査の講評記事中の「(多くの投稿が)開発事例報告やカタログ的な記事内容にとどまっている」という点に注目した[5]。我々は、SEが質の高い学術論文を作成する素養と経験を持ちながら、業務報告書との明確な差を理解していないことが、現在の不採択率に影響していると考えた。本書は、先行して発表されている情報システムを題材にした論文作成手法に関する解説記事を

¹ <http://www.maebashi-it.ac.jp/~sig/is/ISws200604.html>

² <http://www.maebashi-it.ac.jp/~sig/is/ISws200608.html>

³ <http://www.maebashi-it.ac.jp/~sig/is/ISws200703.html>

⁴ “正確性”は、評論記事により“正確さ”、“信頼性”等とも表現される。

前提に、SEの主たる業務であるシステムエンジニアリングの経験を、学術論文へ展開する方法を提案する[2,3,4]。その際、筆者の20年以上のSE経験と、学位取得に際し習得した学術論文作成ノウハウを基に、特に“有用性”に注目した学術論文への展開方法の提案をおこなう。

本書は次の構成を取る。2章にシステムエンジニアリングにおける“新規性”、“有用性”、“正確性”の3要素を、研究のそれらと比較する方法で整理する。引き続き3章では、システムエンジニアリングで作成されるドキュメントの特徴を記し、4章にシステムエンジニアリングの経験を“有用性”の高い学術論文へ展開する方法を説明する。そして、5章にまとめを述べる。

2. システムエンジニアリングにおける“新規性”・“有用性”・“正確性”

一般に、研究の目的は未知の事実の発見や解明であり、システムエンジニアリングの目的は、顧客の問題や課題を解決することである[5]。このため、それぞれにおける“新規性”、“有用性”、“正確性”の本質的な意味と重要性は、下表に示すとおり異なる。

システムエンジニアリングにおいて最も重要視されるのは“有用性”である。これは、顧客の問題や課題を解決した時に、その顧客が得るビジネス上の(もしくは生命維持上の)価値の大きさを指し、実用性・有益性と言い換えることができる。例えば、「目の不自由な人にとっては色が変わるだけの信号機は危険である」や、「ある部品製造工場の不良品の発生率が今年になって3割を超えている」が、顧客の問題の例である。両例とも解決したときの“有用性”は高い。一方、これらの例における研究上の“有用性”をみると、特に後者は、特定の企業や工場等で成立する解決手法であることが多く、高いとは言えない。システムエンジニアリングにおける“有用性”は、同じ問題を持つ読者に対する再利用性の高さは意味しておらず、特定の顧客にとっての価値の大きさとなる。

さらにシステムエンジニアリングでは、“費用対効果”が“有用性”と並んで、最重要視される。この評価が高いほど、“有用性”の価値も上昇する。そしてシステムエンジニアリングの“正確性”は、“有用性”を主張するための、問題や課題の分析と解決策の選択に至った工程の論理的妥当性の高さを指す⁶。またシステムエンジニアリングにおける“新規性”は、顧客にとっての新しさである。SEは顧客の問題や課題に関係する事象を調査と、それらを引き起こしている最大の要因の特定を行い、最も効果的・効率的に解決する方法を提案する。この要因や解決方法が、顧客がそれまでの経験から推定したものと大きく異なるとき“新規性”が認められるが、多くの場合重要性はほとんど必要とされない。

このようにシステムエンジニアリングでは、“投資対効果”とともに“有用性”を最重要視し、他の要素もこれに対する貢献が求められる。また“有用性”の意味する内容は、研究のそれとは異なっている。これらを明確に意識しないと、業務報告書の域から出ない学術論文が作成される可能性が高くなる。

	目的	新規性		有用性		正確性	
		重要度	本質的な意味	重要度	本質的な意味	重要度	本質的な意味
研究	未知の事実の発見や解明	高	(世界中で)未発表であること	高	同様の対象に対し再利用性が高いこと	高	研究工程のすべてが真実・真正であること
システムエンジニアリング	顧客の問題や課題の解決	低	顧客にとって斬新であること	高	顧客にとって実用性・有益性があること	中	課題や問題の解決策が的確であること

〔注〕対象が情報システムである「研究」では、“新規性”の重要性はかならずしも高くない[1]。

表 新規性、有用性、正確性の重要度と意味

3. システムエンジニアリングで作成されるドキュメント

図1に、システムエンジニアリングの工程で作成されるドキュメントを、研究のそれらと比較した。システムエンジニアリングにおいて最も重要度の高い“有用性”(と“投資対効果”)を示すのは、問題の

特定と仮説の構築後に作成されるシステム提案書(企画書)である⁵。またシステムエンジニアリングでは、作業進行中に定期的に作成される報告書がある(図1では「(定期進捗)報告書」と記載)。このドキュメントの目的は、消費したコスト(作業時間と使用経費)と達成したシステム品質が、報告段階で当初の計画どおりであることを顧客(もしくは管理者)に示すことである。一般に提案書や企画書は、ある程度の経験を持ち、責任権限のあるSE(や企画担当者)が作成する。一方、定期的に作成される報告書は、システムエンジニアリングにかかわるすべての担当者が作成する。つまり、SEのドキュメンテーション経験の多くは、この進捗報告書の作成経験とも言える。これも、情報システムに関する論文の多くが、報告書の域におさまってしまう理由であると考えられる⁶。

また、研究における実験工程は、構築した仮説を検証することが目的であり、仮説の正しさを実証できる確かな手段と精巧な方法で、十分なデータ量を対象に実施される。また、他の要件が影響しないよう、多くの場合、実社会には存在しない閉じた環境で実験される。一方、システムエンジニアリングにおける実装工程は、顧客が実際に日常的に利用するシステムに仕上げる(実用化)までを含めて実現する。従って、導入時教育やシステム運用体制整備など純粋には技術活動でない作業も含まれる。そのため、計画通りのシステムを導入し、当初の目的が達成されたとしても、複数の施策や周辺の要件が複合的に効果した結果と考えられる。この時、各手法と効果の関係を正確に把握することは困難である。また、投資対効果の関係から、(致命的な失敗が発生した場合を除き)これらの関係把握に別途工数を取ることは無い。そこで、システムエンジニアリング経験を学術論文に展開する場合、別途検証実験を行うことが必要になる。

主張する“有用性”を検証するための、妥当性の高い実験無しには、学術論文としての品質に達しない。

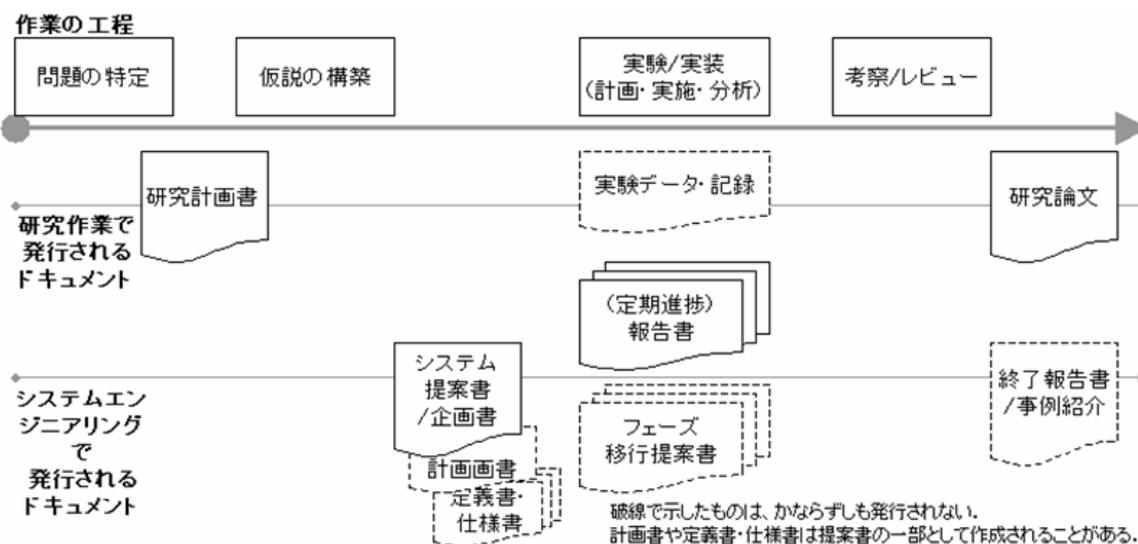


図1 研究とシステムエンジニアリングで作成されるドキュメント

4. システムエンジニアリング経験の学術論文への展開戦略

2章と3章の考察を基に、“有用性”に注目した、システムエンジニアリング経験の学術論文への展開方法を提案する。ここに挙げる手順に従い、システムエンジニアリングの業務内容の再整理と学術上の“有用性”の特定を行い、必要な検証実験を補完することで、学術論文へ展開することが可能になる。

4.1. 研究の視点にたった“有用性”の候補挙げ

研究における“有用性”は、システムエンジニアリングのそれと明確に異なる(2章)。そこで、任意のシステムエンジニアリング経験から、研究上の“有用性”として認められる点をあらためて列挙する。例えば、インターネット上のデジタル情報検索サービス・サイトの構築の経験を取り上げる⁷。この場合の情報

⁵ 名称は様々であるが、ここでは、顧客の問題や課題を分析し発生要因と対策案を説明しているものを指す。

⁶ “正確性”には、論文の記述の正確性という意味もあるが、SEにも文書作成時の正確性は厳格にもとめられる[1]。

⁷ システムエンジニアリングの有用性と研究のその違いを示す架空の例であり、Google等の実例を指してはいない。

システムの“有用性”は、広告サイトへのリンククリックによる収益性の高さである。一方、研究の“有用性”は、読者に対する再利用性の高さであるから、例えば、検索サービス用プラットフォームの標準アーキテクチャ提案や、実用性の高い検索結果の表示順位決定アルゴリズム(Page Rank等)の発明が候補に挙がる。この2例は、いずれも開発した情報システムの設計の「視点」に立っている。前者がシステム全体の“有用性”であり、後者は部品のそれである。次に「視点」を変えて、“有用性”の候補を挙げることを検討する。システムエンジニアリングはシステム開発そのものだけでなく、業務分析やそのためのインタビュー、もしくはシステム導入時の手順や運用手法など周辺作業もすべて含まれる[5]。つまり、これらの純粋な技術作業以外の要素から、研究上の“有用性”の発見を試みる。このように①対象とする情報システム開発経験で“有用性”を主張できる「視点」を整理することと、②それぞれの全体と部分による“有用性”を整理することで、学術論文に展開できるテーマの候補をリストアップする。

4.2. “有用性”を裏付ける検証実験

学術論文では、主張した“有用性”を実験によって検証する必要がある。これはシステムエンジニアリング作業では、常時発生するものではない(3章)。情報システムを主題にした学術論文を検討する際、この点を見逃したままテーマ選定を行うと、(時間的制約から)近視眼的に検証実験を計画し、結果的に主張する“有用性”と、それを立証するはずの実験が不整合を起こすことがある。例えば、同様のシステムを開発する際の大幅な工数削減を主張しながら、検証実験で実装モジュールの稼働処理時間を計測してしまう例である。本来は主張する“有用性”を検証するため、提案する手法を再利用した十分な数の開発事例を収集し、“有用性”を確認すべきであるが、検証の工程だけで長期に及んでしまう。そこで、計測可能な検証テストに代替するのであるが、多くの場合(付け焼刃的な作業になり)主張する“有用性”を示すことにつながらない。研究としての質を保つため、前節でリストアップした“有用性”あるテーマ候補の中から、検証実験の実施が可能なものを選択する。

4.3. 効率的・効果的な優位性を示す要素の収集

“有用性”に注目し、訴求力のある研究論文を作成しようとするすると、大きな“有用性”を主張できるシステム全体を取り上げる傾向が強まる。ところが、それを検証する実験は前節のとおり大掛かりになり、効率的に研究成果をあげることとのトレードオフが発生する。これを解決するために、システム全体ではなく部品を取り上げ(i)システム全体で実現する“有用性”に対する貢献度を明確にする、また(ii)異なる目的への転用の可能性を提示し、再利用性の高さを示す、加えて(iii)“新規性”を示す事実を付加することで、研究の価値をより効果的に主張することを検討する。

さらに前掲の稼働処理時間計測結果など、実用性に関する値を加えることで研究価値を高められる。

5. まとめ

システムエンジニアリング業務経験を学術論文作成へ発展させるための具体的な方法を、“有用性”に注目して提案した。学術論文の発表件数と産業界での発展の実態はかならずしも一致しているとは言えないが、過去において、コンピュータサイエンスの分野で高品質の研究結果が学術論文で共有されるようになり、日本全体のこの領域での水準向上に貢献した事実と照らすと、情報システムの分野における学界の役割も非常に大きいといえる。

今回、可能な限り具体的な展開方法を記載することを目指したが、紙面の都合上満足できる品質には至らなかった。今後、事例を充実させ、より具体的な展開方策を提示することと、“新規性”と“正確性”に関しても議論を広げることを実現し、論文として発表することを検討したい。

参考文献

- [1] 永田守男, 特別議題 情報システム論文の書き方と査読基準の提案, 情報処理学会, 情報システムと社会環境研究会, 2001-IS-77(4), 2001
- [2] 神沼靖子, ジャーナル IS 特集号の総括と次への期待, 情報処理学会, 情報システムと社会環境研究会, 2005-IS-91(10), 2005
- [3] 神沼靖子, 情報システム特集論文号の総括, 情報処理, Vol.46 No.4, pp.447, 2005
- [4] 金田重郎, 論文誌「新たな適応領域を切り開く情報システム」特集号の総括, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.3, p. 657, 2006
- [5] The International Council on Systems Engineering (INCOSSE), What is Systems Engineering?, <http://www.incose.org/>, 2007.11.1.参照