

組込みソフトウェアシンポジウム 2005 報告

二上 貴夫† 野中 誠‡

2005年10月17日から19日に開催した組込みソフトウェアシンポジウム2005の概要について報告する。

Report on Embedded Software Symposium 2005

TAKAO FUTAGAMI † MAKOTO NONAKA ‡

This article reports on overview of Embedded Software Symposium 2005 held on October 17-19, 2005.

1. はじめに

情報処理学会ソフトウェア工学研究会（以下、SIGSE と表記）では、組込みソフトウェア分野を特集テーマとした研究会を2002年に実施して以来、組込みソフトウェアシンポジウム（以下、ESS）を毎年開催してきた。組込みソフトウェアの品質問題が一般メディアなどでも頻繁に報じられ始めたのが2001年頃であることから、本研究会における一連の活動はまさに時宜を得ていたといえよう。

これまでのシンポジウムを通じて、組込みソフトウェアの問題をソフトウェア工学の立場からどう解決すべきか、また産学連携に向けた取り組みをどう推進するかなど、議論と実践を重ねてきた[1]。こうした経緯を踏まえて、2005年10月17日から19日の3日間をわたって、シンポジウム形式となってから第3回目となるESS2005を日本未来科学館で開催した（17日はMDD (Model Driven Development) ロボットチャレンジのみ実施）。

ESS2005では、シンポジウムテーマに「産学による組込みソフトウェア工学へのアプローチ」を掲げた。大規模・複雑化が急速に進んでいる組込みソフトウェアの開発にソフトウェア工学技法を導入し、技術と管理の両面で一層の高度化を図ることは、ソフトウェア開発現場の問題解決だけでなく、企業および産業の競争力強化のためにも重要な課題である。そのためには、基礎技術の研究開発、技術や手法の有効性実証、開発事例で得られた知見の共有、組込み技術者教育の実践など、「組込みソフトウェア工学」の確立を目指した多面的な取り組みが必要である。

このような問題意識に基づき、ESS2005では、組込みソフトウェアに関わる産学の様々な方にお集まりいただき、問題解決に向けた議論を実施することを目標とした。具体的には、

- 学から産へ、産業で役立つ有用な工学モデルを提供する
- 産から学へ、研究対象になりうる開発試行結果を提供する

など、ESS2005が産学の有益な情報交流の場となることを目指した。

さらに、ESS2004と同様、飛行船ロボットの自動制御というドメインを対象に、モデル駆動開発に基づいた制御プログラム開発の成果をチーム間で競う「MDDロボットチャレンジ（以下、MDDロボチャレと表記）」を開催した（詳細は後述）。

ESS2005関係者各位の多大な貢献により、207名（内訳は表1）の参加者を得て、盛況のうちに閉会を迎えることができた。本稿では、その準備段階を含めた運営とシンポジウムの概要を報告する。

2. シンポジウム開催に至る過程

2.1 準備スケジュール

表2に、論文発表を中心とした主要な準備スケジュール

表1 参加者の内訳

区分	人数
SIGSE 登録会員	41
情報処理学会正会員	39
一般	66
学生	61
合計	207

†(株)東陽テクニカ ‡ 東洋大学 経営学部

ールを示す。ほぼ一年間を費やして準備を進めたが、随所でタイトなスケジュールとなった。例えば、CFP 正式公開から論文投稿締切までわずか4ヶ月であり、投稿者の負担となった。また、論文投稿締切からプログラム委員会開催まで1ヶ月足らずであり、プログラム委員に十分な査読期間を与えられなかった。さらに、カメラレディ原稿の遅れのため、論文集発行もシンポジウム間際となった。今後の研究会主催シンポジウムにおける反省の種となれば幸いである。

なお、表2に挙げた以外にも、基調講演候補者の調整、MDD ロボチャレの準備・チャレンジャー募集・教育、ソリューション展示およびツール紹介、運営、広報、論文集出版など、運営組織メンバーの多大な貢献の上にESS2005が成立したことを付記しておく。

2.2 論文募集・審査

ESS2005では、組込みソフトウェアと関連性のある内容全般を対象に、研究論文、経験論文、事例報告、およびツール紹介の4つのカテゴリで論文募集を行った。各カテゴリに投稿された論文数は、研究論文18件(フルペーパー13件、ショートペーパー5件)、経験論文10件(フル7件、ショート3件)、事例報告1件、ツール紹介5件であった。

有意義なシンポジウムとするためには、まずは、数多くの論文が投稿されることが必要条件である。今回、全カテゴリ合計で34件の投稿を得ることができ、シンポジウムとして十分な投稿数を得ることができた。

投稿された論文(事例報告とツール紹介を含む)は、

表2 ESS2005準備スケジュール(主に論文発表)

月日	内容
2004/10	実行委員長・プログラム委員長の打診
2004/11/26	ESS企画案をSIGSE運営委員会で審議
2005/1/25	CFP(Call for Papers)の検討
2/17	ESS2005 webサイトを正式立ち上げ
2/25	領域委員会への開催申請
3/21	CFP 第1版公開 この間、PC委員の諾否確認、協賛調整
5/26	CFP 第2版公開
7/25	論文投稿締切
8/22	プログラム委員会開催、論文採否判定
8/26	論文採否通知
9/16	カメラレディ原稿締切
10/17-19	ESS2005開催

3名のプログラム委員が並列かつ独立に査読した。査読にあたっては、新規性(研究論文の場合)、有用性、信頼性、理解性、ESSとの関連性、および総合評価の観点から評価した。プログラム委員のメンバーは、産学のバランスを考慮し、大学など研究機関の方だけでなく、産業界で組込みシステム開発に関わっておられる方にもできるだけご参加いただいた。

各論文の採否は、査読者の評価結果に基づき、プログラム委員会による厳正な審査により判定した。採否の決定にあたっては、投稿者に関係のあるプログラム委員を退出させた上で審査したり、査読者の意見が大きく分かれた論文は査読者に再度意見を述べてもらったりするなど、公平性、妥当性をできるだけ高めるよう配慮した。

審査の結果、研究論文14件(フルペーパー採録7件、フルペーパー投稿をショートペーパーとして採録3件、ショートペーパー採録4件)、経験論文7件(フル採録4件、研究フル投稿を経験ショートとして採録1件、ショート採録2件)、事例報告0件、ツール紹介5件、合計26件を採録した。論文採録率を、シンポジウムの中心的な論文であるフルペーパーに限って調べると、研究論文のフルペーパー採録率は53.8%(13件中7件の採録)、経験論文は57.1%(7件中4件の採録)であった。この採録率は、決して容易ではない水準である。

ただし、残念ながら、産業界における実践的な論文の採録件数が少なかった。採録された論文21件のうち、第一著者が一般企業に所属している論文数はわずか5件だけであった(投稿も6件のみ)。ESS2005では「産学による組込みソフトウェア工学へのアプローチ」をテーマに掲げたが、研究論文または経験論文として採録された論文のうち、産業界の方による実践的な論文はごく少数となった。

3. プログラム

3.1 概要

ESS2005では、3会場の並列トラックにて実施した。ESS2005プログラムの概要を付表に示す。特徴的なのは、オープニングと基調講演を18日の午後に配置した点である。通常は、初日最初のプログラムに基調講演を配置するが、昨年ESS2004では短時間に多くの参加者が来場したため、少なからず混乱が生じた。ESS2005では、この混乱を回避するため、変則的ではあるが基調講演を午後に配置した。結果として、受付時における混乱を大幅に緩和できた。受付業務を研究

会で実施することの多い SIGSE のシンポジウムでは、午後に基調講演を配置するというのは 1 つの有効な方法であろう。

3.2 基調講演と討論

基調講演は、「モデル中心組込みソフトウェア開発 (MDD) が変える世界」と題して、IBM の Branislav Selic 氏、Mentor Graphics の Stephen Mellor 氏にご講演いただいた。Selic 氏は UML (Unified Modeling Language) 2.0 標準の父と呼ばれるリアルタイム組込みシステムエンジニアである。Mellor 氏は、MDA の生みの親でトランスレーション技術界のリーダーである。また、基調講演に引き続き、SIGSE 主査の羽生田氏と、実行委員長である著者(二上)を交えて討論を実施した。

基調講演で Selic 氏は、組込みソフトウェア開発では依然としてモデルを伴わないコード中心の開発スタイルでソフトウェアを開発しているプロジェクトが多数派だが、今日要求されている高度なシステム開発において、もはや適切な方法ではないと主張した。モデリング言語、開発支援ツール、技術標準などが進化してきたため MDD の適用も現実的になっており、MDD によって信頼性の高いソフトウェアを短期間で開発できるとの主張がなされた。

討論では、羽生田氏から非組込み系の、ビジネス系システムにおけるソフトウェア要求やアーキテクチャに関する議論が投げかけられ、MDD の範囲を超えた議論が展開された。示唆に富んだ意見が随所に聞かれたが、翻訳を介したためか、ややスピード感に欠ける議論となってしまったのが残念であった。また、主張が対立しないメンバーの討論となったため、全体として大人しい雰囲気となった。それ自体、悪いことではないが、シンポジウムを盛り上げるには、カウンターパートの意見があってもよい。

3.3 招待講演

国立情報学研究所の佐藤一郎氏に、「モバイル・ユビキタスコンピューティングのソフトウェア開発・試験手法」と題した招待講演を実施していただいた。講演では、ネットワーク接続性や接続先サーバとの協調動作が重要な要求であるという主張に基づき、モバイルエージェント技術の利用による開発・試験方法が提案された。また、次世代の組込みコンピュータ向けのソフトウェア開発方法の展望が紹介された。

実際のソフトウェア開発では、最後の砦としてのテストに多大な工数をかけることでソフトウェアの品質を確保しているのが実状である。こうした状況に対し

て、モバイルエージェント技術の適用によって改善の可能性があることが示されたことは、産学での交流という観点からみても意義深い。

3.4 論文発表

さて、シンポジウムの中心的役割を担う論文発表については、2.2 節で述べたとおり研究論文 18 件、経験論文 10 件 (フル 7 件、ショート 3 件)、事例報告 1 件、ツール紹介 5 件を採録した。研究論文と経験論文は、システム基盤技術、モデル検査、パターン&フレームワーク、教育(ロボットコンテスト)、自動車・ロケット・ユビキタス、モデル化技法、要求&開発プロセスの 7 セッションに分かれて発表され、それぞれ活発な質疑応答がなされた。以下に、各セッションで発表された論文の概要を紹介する。詳細はシンポジウム論文集をご覧ください。

システム基盤技術セッションでは、従来のソフトウェア工学の範疇からシステム技術へと範囲を広げ、シークエンス制御システム、分散マルチプロセッサ技術、組込み機器向け Linux の拡張に関する論文が発表された。

モデル検査セッションでは、リアルタイムスケジューリングにおける仕様解析技術、モデル検査用のソフトウェアライブラリ、組込みソフトウェア設計へのモデル検査技術の適用実験に関する報告がなされた。

パターン&フレームワークセッションでは、パターンの重要度評価技術、コンポーネント指向開発向けフレームワーク、プロダクトライン開発の事例報告に関する論文が発表された。

教育 (ロボットコンテスト) セッションでは、ET (Embedded Technology) ロボットコンテストを対象に、審査対象モデルのソフトウェア品質評価事例の報告、オブジェクト指向技術の修得事例、モデリング経過と得られた知見など、事例を通じて得られた知見が報告された。

自動車・ロケット・ユビキタスセッションでは、階層化スケジューラによる自動車制御システム向けの時間保護環境の提案、ロケット搭載用の超小型データロガー開発を通じて得られた経験報告、タグ付けされた世界における個人の行動意図の推測方法に関する論文が発表された。

モデル化技法セッションでは、UML モデリングの思考過程表現方法、組込みシステムの性能に応じた UML 変形、組込みソフトウェアにおける非正常処理の抽出方法に関する論文が発表された。

要求&開発プロセスセッションでは、大衆向け組込みソフトウェア製品のユーザ指向要求工学方法論、プロセスラインの提案、カラーベトリネットに基づく開発プロセス記述手法に関する論文が発表された。

ESS2005 では、採録されたフルペーパー論文(研究論文7件、経験論文4件)の中から、それぞれ優秀論文賞と奨励論文賞の審査を行った。審査は、査読を担当したプログラム委員により論文賞推薦のあった論文を対象に、シンポジウムに参加したプログラム委員が発表時の質疑応答も含めて評価した。これらの評価結果を総合して、すべての発表が終了した時点で臨時プログラム委員会を開催し、次の論文を受賞対象として決定した。

研究論文：優秀論文賞(2件)

- RTOS に基づいたソフトウェアのためのモデル検査ライブラリ/青木利晃、片山卓也(北陸先端大)
- 大衆向け組込みソフトウェア製品のユーザ指向要求工学方法論：花子メソッドと携帯電話を対象とするフィールド調査による評価/青山幹雄(南山大)

研究論文：奨励研究賞

- 組込みソフトウェア設計へのモデル検査適用手法の提案と実験・評価/丸山陽太郎(NEC)、岸 知二、片山卓也(北陸先端大)

経験論文：優秀論文賞

- 組込みソフトウェアの開発者によるプロダクトライン開発の実際/島田和明、安部田章(九州日立マクセル)

経験論文：奨励研究賞 該当なし

これ以外にも受賞候補として挙がったが、僅差で受賞を逃した論文もあった。総じて、レベルの高い論文が集まったシンポジウムであったと言える。

3.5 企画セッション

企画セッションでは、平成18年度より正式な研究会として発足する組込みシステム研究会(SIGEMBと表記)と、SIGSEに設置されている組込みソフトウェアWG(Working Group)が、それぞれにテーマを企画してセッションを実施した。以下に、各セッションの概要を報告する。

SIGEMB：組込みソフトウェア技術者教育

SIGEMB 担当セッションでは、「組込みソフトウェア技術者教育」について、次のメンバーをパネラーとしたミニパネルが実施された：平山雅之(東芝/SEC、

司会)、清尾克彦(三菱電機)、山本雅基(名古屋大学)、横井尚子(SESSAME)、菅谷みどり(早稲田大学)。

パネラーは、NPO法人組込みソフトウェア管理者技術者育成研究会のSESSAME、組込みソフトウェア技術者人材養成プログラムを展開するNEXCESS、組込みシステム技術に関するサマースクールを実施しているSSEST-1の主要メンバー、および産業界での技術者教育に長らく関わられてきた方である。これらのメンバーによって、組込みソフトウェア技術者教育を有効なものとするための工夫や現状の技術者教育に関する課題などについて議論がなされた。特に、技術者教育に関する投資対効果、実務経験を中心とするスキル形成について重点的に議論がなされた。

SIGSE 組込みソフトウェア WG：組込みソフトウェアの『アーキテクチャ』を語る

一方、SIGSE 組込みソフトウェア WG 担当セッションでは、実務家、経営学分野における「ものづくり」の研究者、ソフトウェア工学におけるアーキテクチャ研究者にご参加いただき、多様な意味合いを持つ「アーキテクチャ」という言葉に関連してそれぞれの立場から話題をご提供いただき、ミニチュートリアルを意識したセッションを実施した。参加者は次の通り：野中 誠(東洋大学、司会)、福井信二(オムロン株式会社)、立本博文(東京大学COEものづくり経営研究センター)、岸 知二(北陸先端科学技術大学院大学)。

話題が多岐にわたったが、立本氏の「製品の機能と構造の対応関係をアーキテクチャと呼び、それが複雑であるほど、製品の競争力に結びついている事例が多い」という議論は興味深かった。ソフトウェア工学では、「機能と構造の対応関係」の複雑度を低くするために努力している。工学の立場として、複雑度を下げるための手法開発が必要であるが、様々な産業における結果を見ると、複雑度の低下によって参入障壁が低くなるという指摘である。

もちろん、ものづくり経営分野におけるアーキテクチャと競争優位性の関係が、ソフトウェア分野においてどこまで有効であるかは議論の余地はある。岸氏が指摘したように、アプリケーションドメインに対する深い理解がなければ良いアーキテクチャが生み出せない、といったあたりに、ソフトウェア分野におけるアーキテクチャと競争優位性の関係があるように思う。

3.6 ソリューション展示およびツール紹介

ESS2004 では、2 ページの予稿を伴ったツールのみ

を展示対象としていたが、ESS2005では、予稿を伴ったツール紹介と、予稿なしでも出展できるソリューション展示の2つの制度を設けた。ツール紹介には、モデル検証、Eclipse用の組込み開発プラットフォーム、リファクタリング支援のコードクローン分析ツール、アスペクト指向によるプログラム理解支援ツール、組込みコンパイラに関する5件の紹介があった。ソリューション展示には5件のツールが出展された。

技術に関する議論を中心としたツール紹介と、商用目的をメインとしたソリューション展示を区分して募集したことにより、シンポジウム全体として参加者メリットの向上に貢献したと思う。ただし、出展側からすると両者の違いが明確であったとは言えず、改善が必要である。

3.7 MDD ロボットチャレンジ

今やESSの主要イベントになったMDDロボチャレは、組込みソフトウェア技術者の育成と、ソフトウェア工学実践による「ものづくり」の場を提供することを狙いとして、過去の経験を踏まえてより高いレベルの課題を与えての実施となった。MDDロボチャレの準備には相当な工数がかかっているが、11チームの参加を得て実施された。参加チーム一覧はESS2005 webサイト[2]に掲載されている。

ESS2004に比べると、参加チームのモデルおよび飛行結果は確実に進歩した。仕様書の完成度の高いチーム、洗練されたモデルを提出したチーム、完璧なフライトを演じたチームなど、各者各様であった。17日に競技を終え、講評が翌18日の審査員ワークショップで紹介され、同日夜の情報交換会において表彰された。総合優勝は金沢工業大学とNECソフトウェア北陸の連携チームである「ムンムン工房」が、完璧な飛行結果を伴って受賞した。審査委員側の配慮により、多種多様な賞が用意され、数多くの学生チームが受賞対象となったのは、参加チームとくに学生にとって励みになったようである。

ESS2004に比べて運営面も進歩しつつあるが、依然として課題も多い。例えば、競技仕様書の決定がMDDロボチャレ直前になったり、ソフトウェア工学として良いモデルでも飛行結果との結びつきが強い競技仕様であったり、「MDD」らしさが必ずしも前面に出していないなど、課題は残っている。しかしながら、このようなソフトウェア工学の実践の場を、SIGSEとして提供することの意義は大きく、ESS2005の経験を踏まえてさらに高度な実践ができる場になることを期待

する。

また、ESS2005では「キッズデー」を設け、日本科学未来館と連携して教育・体験の機会を提供した。具体的には、スプーンを叩いた音を制御信号に変換し、飛行船を浮上させるといった体験の場を提供するなどした。近年は生徒の理科離れが騒がれているが、このような取り組みにより、その抑止に少しでも貢献することは、学会の活動として望ましいと考えている。

3.8 チュートリアル

ESS2005では、3件のチュートリアルを行った。ソフトウェア工学と組込みシステム技術の両方でバランスをとり、以下のチュートリアルを実施した。

- 「低消費電力化ソフトウェア技術」/石原 亨 (九州大学)、富山 宏之 (名古屋大学)
- 「組込みソフトウェアとソフトウェアプロダクトライン技術」/落水 浩一郎 (北陸先端科学技術大学院大学)
- 「次世代のリアルタイム OS 技術」/高田 広章 (名古屋大学)

いずれのチュートリアルも多くの参加者を集め、アンケート結果も好評であった。

3.9 クロージングパネル

「北米-アジア 組込みソフトウェア開発のパラダイムは変わるのか?」と題して、著者(二上)が司会を務め、次のパネラーにご参加いただいて議論した: Branislav Selic (IBM), Stephen Mellor (Mentor Graphics), 松岡 正人 (日本アイ・ビー・エム), 田村 直樹 (三菱電機), 中島 震 (国立情報学研究所)。

4. おわりに

3回目を迎えるESSも、運営ノウハウも蓄積され、全体としてはスムーズな運営であったと思う。また、投稿件数も増え、投稿に貢献いただきながら残念ながら不採録となった方には申し訳ないが、採択率も例年に比べて厳しくなり、シンポジウムとしての質も向上したと認識している。

ただし、課題も少なくない。全体として産業界の参加者が少なく、理論と実践の融合が必要なソフトウェア工学分野の研究においては、少々淋しいことではある。研究者の発表の場という役割を維持しながら、その成果を産業界にフィードバックする努力が研究会に求められる。加えて、そうした魅力ある研究成果を提供する努力を継続しなければならない。

また、シンポジウムのテーマとして掲げた「組込み

ソフトウェア工学」についても、その特質が何処にあるのか、組み込みソフトウェア開発に工学的手法を導入するための努力として何をすべきか等、実際の組み込みソフトウェア開発の現場との距離感はまだ十分に埋まっていない。こうした目標を掲げながら、継続的に取り組む必要がある。

2006年度は、SIGSEと組み込みシステム研究会と共同開催により、「組み込みソフトウェアシンポジウム」改め「組み込みシステムシンポジウム」になる。ESS2005の経験の蓄積に上乘せされた、内容面でも充実したシンポジウムとなることを期待する。また、その延長上として産業界の一層の発展を願う次第である。

謝辞 ESS2005の開催にあたり、多大なご尽力をいただいた運営組織の皆様、講演・出展者の皆様、各協賛団体に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 渡辺晴美, 沢田篤史: 組み込みソフトウェアシンポジウム 2004 報告, 情報処理学会ソフトウェア工学研究報告, SE-147-16, pp.121-126 (2005).
- [2] ESS2005 web サイト,
<http://ess2005.media.kyoto-u.ac.jp/>

付表: ESS2005 プログラム概要

日	時間帯	会議室 1	会議室 2	みらい CAN ホール
17日	10:00-17:00	MDD ロボチャレ (イノベーションホール) コンパルソリー競技/総合飛行競技/プレゼンテーション		
18日	10:00-11:30	論文 A1: システム基盤技術 座長: 中本幸一(兵庫県立大)	論文 B1: モデル検査 座長: 松本充広(福岡知的クラスター)	MDD ロボチャレ 審査員ワークショップ
	12:30-14:00		論文 B2: パターン&フレームワーク 座長: 渡辺博之(オージス総研)	招待講演 佐藤一郎(国立情報研)
	14:20-14:40	オープニング: 開会挨拶, 山下記念研究賞表彰		
	14:40-17:30	基調講演, 討論: モデル中心組み込みソフトウェア開発 (MDD) が変える世界 Branislav Selic(IBM), Stephen Mellor(Mentor Graphics), 羽生田栄一(豆蔵, ソフトウェア工学研究会主査)		
	18:00-20:00	情報交換会, MDD ロボットチャレンジ 表彰式 (レストラン)		
19日	10:00-11:30	論文 A3: 教育(ロボットコンテスト) 座長: 満田成紀(和歌山大)	企画 1: 組み込みシステム研究グループ 組み込みソフトウェア技術者教育 司会: 平山雅之(東芝, IPA/SEC)	チュートリアル 1: 低消費電力化 ソフトウェア技術/石原亨(九大), 富山宏之(名大)
	12:30-14:00	論文 A4: 自動車・ロケット・ビジネス 座長: 神原弘之(京都高度技術研)	企画 2: SIGSE 組み込み WG 組み込みソフトウェアの『アーキテクチャ』を語る 司会: 野中 誠(東洋大)	チュートリアル 2: 組み込みソフトウェア とソフトウェアプロダクトライン技術/落水 浩一郎(北陸先端大)
	14:20-15:50	論文 A5: モデル化技法 座長: 水野 修(阪大)	論文 B5: 要求&開発プロセス 座長: 中谷多哉子(エス・ラカン)	チュートリアル 3: 次世代のリアルタイム OS 技術/高田広章(名大)
	16:10-17:20	クロージングパネル: 北米-アジア 組み込みソフトウェア開発のパラダイムは変わるのか? 司会: 二上貴夫(東陽テクニカ) パネラ: Branislav Selic(IBM), Stephen Mellor(Mentor Graphics), 松岡正人(日本 IBM), 田村直樹(三菱電機), 中島 震(国立情報研)		
	17:20-17:30	クロージング: 優秀論文賞表彰, 閉会挨拶		