

# S S R 産学戦略的研究フォーラム平成 2 3 年度応募書類

国立情報学研究所

中島 震

## 1. 調査研究テーマ

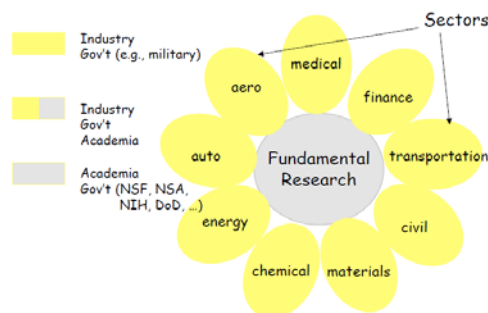
C P S 時代のソフトウェア工学に関する調査研究

## 2. そのテーマの戦略的意義／位置付け

CPS (Cyber-Physical Systems) という北米発のキーワードが、情報学のパラダイムに新しい方向を示すものとして注目を集めている。パラダイムであることから、特定の技術を指すものではない。CPS という言葉から示唆される将来技術に対する総称である。新しい有用なサービスや情報基盤を築く上で、CPS をどのように定義すれば良いか、どのような基盤技術が重要となるか、について、多面的な調査研究が必要な段階に来ている。

ソフトウェア工学の観点からみると、CPS は、組込みシステムと呼ばれている技術分野を発祥とする。車載ソフトウェアに代表される組込みシステム開発では、従来、各システムの特徴にチューニングした個別技術による「一点突破型アプローチ」が採用されてきた。高信頼な組込みシステムへの関心が高まると共に、個別アプローチを超えた統一かつ系統的な技術体系の確立が求められるようになってきている。欧米では、組込みシステムが、日常生活を支える基盤となると同時に、新しい市場を開拓し、雇用を創出する鍵となる、という認識のもと、戦略的な研究開発体制を持つに至った。歴史的な発展から、欧州では ESD (Embedded Systems Design)、北米では CPS (Cyber-Physical Systems) と呼ぶ。

CPS を説明する際、J. Wing 教授 (CMU) が作成した「CPS フラワー (下図を参照)」を引用することが多い。多様なビジネスセクター (花びらで示す) に共通する基盤技術を切り拓く新しい科学の研究を推進すると述べている。



CPS フラワーは、同時に、固有の原理・理論に基づく多様な工学分野で、ソフトウェア技術が中心的な役割を果たすということを示す。すなわち、「ソフトウェア技術者だけが理解できるソフトウェア技術」は、大多数の技術者にとって使うことが難しく、未成熟なものといえる。特に、日常生活を支える基盤システムが安心して使えることを客観的に示す系統的かつ一般的な技術が必要とされている。従来の生産性向上やコスト低減から、高い信頼性の達成に技術の関心が変化してきたといえる。CPS に求められることは、工学基礎としてのソフトウェア技術の確立である。

### 3. 調査研究の概要

昨年度の調査研究によって、ソフトウェア工学の技術としてみる時、CPS の特徴を以下の2つに整理できることがわかった。

#### (1) ソフトウェアの振る舞いに対する定量化

リアルタイム性、ハイブリッド性は、システムのダイナミックな性質として重要である。これらの性質を保証するために、WCET(最悪実行時間)解析、性能解析、故障解析などの離散的な振る舞いを表すデザイン記述やプログラムから定量的な特徴を抽出・解析する基礎研究が活発に行われてきた。今後、CPS のソフトウェアにおいて大きな発展が必要な分野である。

#### (2) モデリングと形式検証の統合

形式検証は自動化の方向に技術開発を進んでいるが、多くの場合、決定不能であり自動検証が不可能なことがわかっている。一方、対象ソフトウェアをモデル化する方法の特徴を生かすこと、適切な近似手法を導入すること、等の工夫を行い、可能な限りの自動化を達成する試みが有用な成果を生んでいる。今後、上記、(1)の技術分野と整合の良い方法の確立が必要である。

また、CPS や ESD では、技術的な観点からの話題だけではなく、研究開発の進め方についても新しい視点の議論を行っている。技術の複雑さが際立つこと、多くのアプリケーションに共通する基盤技術であること、等から、産官学連携の戦略的な研究開発の進め方に関する議論が活発であることがわかった。一方、国内の状況は、欧米に比べると、出口からみた戦略性に乏しい。研究開発を取り巻く社会科学的な観点（イノベーション）からの議論、理解が重要である。

本年度は、技術的な観点からは、上記の2つの方向について、また、社会科学系の研究者とも協力して、研究開発戦略の新たな提言に向けての調査を計画している。

#### 4. 調査研究の進め方（共同研究者など）

昨年度と同様に、本調査研究の対象は広範にわたるので、多様な背景の専門家による調査を実施する。特に、次のような観点で協力して頂ける共同研究者をお願いすることとした。応用領域としては、車載ソフトウェアや鉄道分野などを考えている。

- (1) 定量性解析を中心とした新しいソフトウェア研究に対する調査・研究、
  - (2) モデリングと自動検証の統合ならびに自動検証方式に関する実験を含む調査・研究、
- また、研究開発戦略については、社会科学系の研究者との協業を計画中である。

具体的な進め方は次の通りである。大学側共同研究者を中心に海外調査を含めて、基礎的な研究の動向、欧米の現状の調査を行い、研究マップを整理する。実験については大学側共同研究者が大学院学生の協力を得て実施する。研究動向の調査の報告ならびに実験の結果を、適宜、産業界メンバと共有することで、現状技術を正しく理解することに務める。また、適宜、研究開発戦略についても調査結果を報告し、出口戦略からみたイノベーションに関する議論を産業界メンバと実施したい。そのためのメンバ間打ち合わせについては、本調査研究グループ全体として4回程度、また大学側の個別打ち合わせを適宜実施する予定である。

以上より、調査研究費用 150万円（内訳：国内旅費40万円、海外調査費90万円、学生謝金20万円）を申請する。

最後に、共同研究者の体制を示す。

##### A. 大学側共同研究者

関 浩之	奈良先端科学技術大学院大学 教授（形式言語理論、形式検証）
結縁 祥治	名古屋大学大学院 教授（リアルタイムシステム検証、自動検証手法）
上田 賀一	茨城大学大学院 准教授（モデリング手法、SysML、Simulink）
Franz Weigl	国立情報学研究所 研究員（ロジック・モデル検査、自動検証手法）
小飼 敬	国立情報学研究所 研究員（モデリングと形式検証）

##### B. 産業界（オブザーバ）

デンソー、他

- \* 個別にオブザーバ参加承諾を頂いている。本提案採択後に本務で承認手続きなどが必要になることから社名だけを示した。

##### C. 産業界（賛助企業）

昨年度、大きな関心を持って下さり、日立製作所（6名）、東芝（3名）、日本電気（1名）の参加を得た。今年度も継続して参加して頂けることを期待している。

[提案者]

所属機関：情報・システム研究機構 国立情報学研究所

氏名：中島 震（なかじま しん）

連絡先：[nkjm@nii.ac.jp](mailto:nkjm@nii.ac.jp)

Web：<http://research.nii.ac.jp/~nkjm/>

略歴：

- 1981年 東京大学大学院理学系研究科修士課程修了  
同年 日本電気入社、同社研究開発グループ、その後、法政大学、を経て、  
2004年 国立情報学研究所教授（現在に至る）  
2005年 総合研究大学院大学教授（併任）（現在に至る）  
この間、  
1988－1989年 米国オレゴン大学客員研究員  
2001－2004年 科学技術振興機構さげがけ研究員（兼任）  
2004－2007年 科学技術振興機構SORST研究員（兼任）  
2004－2007年 北陸先端科学技術大学院大学JJREX客員教授  
などを歴任。2000年 学術博士（東京大学）

その他、本調査研究提案に関連する活動として以下の実績がある。

- 2008－2009年 計測自動制御学会 SysML 調査研究会副査  
2008－2010年 日本自動車研究所自動車電子システム調査委員会委員  
2009－現在 DSF（Dependable Software Forum）設立委員  
2010－現在 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会副委員長  
2010年 SSR 調査研究 研究代表者

主要著書・訳書

中島震（著）：SPINモデル検査、近代科学社2008

M. Ben-Ari（著）、中島震（監訳）、谷津弘一、野中哲、足立太郎（共訳）：

SPINモデル検査入門、オーム社2010