

CEA-LISTとの国際連携活動について

—CEA-LISTとその研究成果を展開するパートナー企業との意見交換を実施—

SEC
副所長
杉浦 秀明

SEC 統合系プロジェクト
主任
八嶋 俊介

システム統合技術応用研究所(CEA-LIST)は、フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)の1機関として、714名の研究者と技術者(PhD136名含む)を擁し、ソフトウェア・エンジニアリング、エネルギー、交通、スマート・デジタルシステム等の各分野に関する研究開発を実施しており、産官連携の橋渡しを行うことで、開発した技術や研究の成果を社会に有効移転している。

IPAは、CEA-LISTとの間で2011年に相互協力協定を締結しているが、2012年10月にCEA-LISTを訪問し、今後の相互協力活動についてのディスカッションを行った。ここではCEA-LISTが重点分野としているモデルベースや形式手法などに関する研究の最新の取り組み内容や、民間企業との共同研究、技術移転の枠組みなどパートナー企業との連携状況について、パートナー企業6社でのCEA-LISTの研究成果の展開も含め報告する。

1 | CEA-LIST フォントネーオーローズ研究所

パリ中心部から南西7~8kmの場所にあるCEA-LISTのフォントネーオーローズ研究所で、CEA-LISTが経済的・社会的ニーズが高いとして力を入れている Ambient Intelligence & Interactive Systems 部門の研究内容について意見交換を行った。この部門の研究テーマは、バーチャルリアリティ、インタラクティブロボット工学、感覚インターフェースなどとなっている。研究対象となっているシステムの中には、実際に動作する試作機もあった。

アームを身体に装着して身体の動きを画面上に投影させるシステムでは、画面上のモデル化された仮想の障害物に当たると、

現実にも何かに当たったかのようなリアルな感覚を再現することが出来、将来は遠隔での手術など、医療現場での利用を想定している。また、自由度の高いリンク機構を有するアームを腕に装着し、重量物をわずかな力で持ち上げることや、力を要する緻密な作業の安定性を高めることが出来るシステムでは、器具が身体の動きをサポートすることで、将来は身体の不自由な人でも多様な動きが出来るようになる。更に、人間の五感のうち、コンピュータに再現させることが難しいと言われている「触覚」を実現するシステムでは、等身大ロボットの頭を指で触れた場合、手のひらで触れた場合、指で搔いた場合の3種類の違いを明確に判別することを可能としている。

IT融合システム時代に向け、飛躍的な操作性向上技術の1つとなりうるユーザインタフェース技術や、新たな産業分野としてのロボティクス技術に関する取り組みが行われていた。

また同じサイト内のZOEという施設では、フランスで実現した初めての原子力発電の原子炉が当時のまま保存されている。小電力ではあったが、1948年12月15日に初めて発電した際には、フランス大統領だけでなく、世界中から多くの研究者が訪問し、CEA-LISTのソフトウェア・エンジニアリング研究の端緒となった。

2 | CEA-LIST ナノ・イノブ・センタ

次にパリ中心部から南西約15km、サクレーに新しく設立されたCEA-LISTの拠点であるナノ・イノブ・センタを訪問した。



写真1 フォントネーオーローズ研究所の主要メンバーと

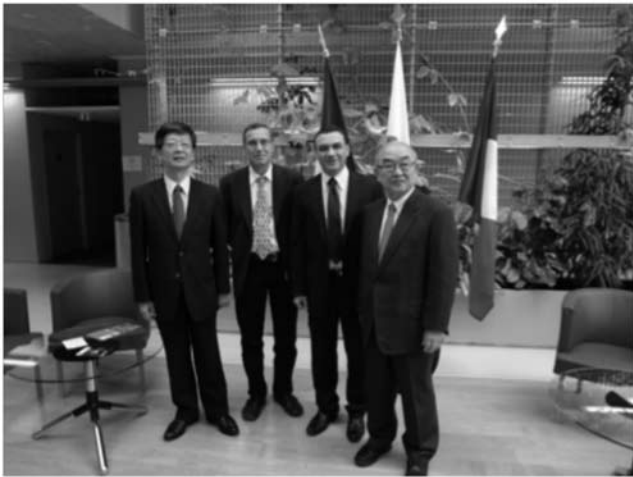


写真2 CEA-LIST の副所長と

ここでは、CEA-LIST の APOLINARSKI 副所長、IPA の藤江理事長など関係者を交えて、CEA-LIST と IPA の相互協力の具体的な内容についてディスカッションを行うと共に、CEA-LIST の形式手法やモデルベースをはじめとするソフトウェア信頼性向上技術に関する最近の研究内容について説明を受けた。

例えば、ソフトウェアのコードからリスクを検出し、安全性の分析を行う“Frama-C”は、CEA-LIST が開発に参画した C 言語の静的解析ツールである。実行の各時点でプログラムの変数の取り得る値のチェックを行い、プログラム上のデータの流れをトレースする機能を有する。導入事例の中には、エアバスの大型旅客機 A380 の組込みプログラムも含まれている。

“FLUCTUAT”は、制御系等における C 言語での浮動小数点演算の丸め誤差の伝播を解析するために開発された静的解析ツールである。ソフトウェアの数値誤差が引き起こした障害の例としては、1996 年のアリアン 5 ロケット爆発事故や、1991 年のパトリオットミサイル迎撃失敗事故などが挙げられるが、このようなソフトウェアの安全性を追求する研究は極めて重要である。

CEA-LIST では研究開発成果を積極的に外部に展開するため、共同研究の枠組みに積極的に参加すると共に、パートナー企業との連携も促進している。欧州における R&D 投資の特色として、民間 R&D 投資が低く、公的部門の比率が高くなっており、民間 R&D 投資の比率を増やすため ETP^{※1} という民間主導の枠組みが導入されている。CEA-LIST は“ARTEMIS”という組込みシステムのための ETP に参画している。その他にも、フランスの DIGITEO^{※2} や SYSTEMATIC^{※3} などと連携し、欧州レベルでは、EICOSE^{※4} など、多くの研究団体に加盟して有意義なイノベーションエコシステムのもとに、共同研究を実施している。

また、年間活動予算の内の 2/3 以上(2011 年は約 4,600 万ユーロ)を政府外の補助金で賄っている。例えば、パートナー企業

からの研究費や欧州委員会から委託されたプロジェクトの研究費等、多くの企業や研究機関との連携形態により、様々なビジネスモデルを提供している。現時点でのパートナー企業数は 100 社に及び、共同プログラムの件数も年々増え続けている。

3 | CEA-LIST の ビジネスパートナー企業視察

応用技術研究所である CEA-LIST は、産官連携の橋渡しを行うことで、開発した技術や研究の成果を社会に有効に移転している。

研究技術が実用化段階に入ると、IP (知財管理) を中心とする独自のビジネスモデルを提供している (図 1)。インテグレーターからの依頼に基づき、CEA-LIST はソフトウェア、システム、ツール等の開発を担い、その後のアップデートやトレーニングについては、ライセンスを譲渡したテクノプロバイダがインテグレーターに対し直接的なサポートやメンテナンス役務を提供する。該当するテクノプロバイダが存在しない場合は、必要に応じて、下述 (2) のようなベンチャー企業を新たなテクノプロバイダとして立ち上げる補足的ビジネスモデルを採用している。

今回 CEA-LIST のパートナー企業 6 社を訪問し、事業内容や共同研究の取り組み、CEA-LIST との連携によるソフトウェア・エンジニアリングを適用した製品・ツール等の市場展開の状況・展望等に関して意見交換を行った。

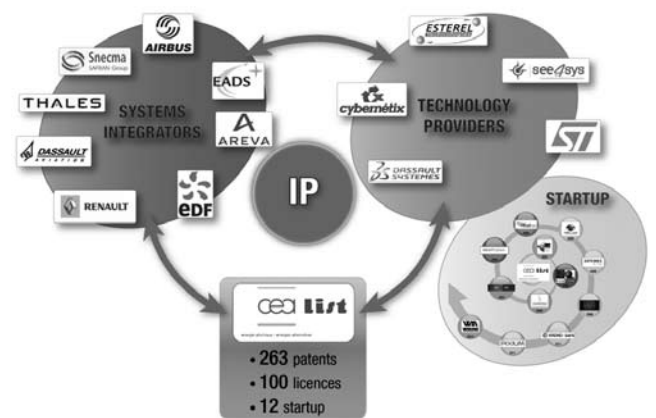


図 1 CEA-LIST 独自のビジネスモデル

脚注

- ※1 ETP : European Technology Platform
- ※2 DIGITEO : 情報通信技術連合会
- ※3 SYSTEMATIC : 複雑系産業クラスター
- ※4 EICOSE : European Institute for Complex Safety Critical Systems Engineering
- ※5 CESA : フランスにおける Automotive Electronics 会議
- ※6 SASHA : Safety check of Automotive Software & Hardware Architecture

(1) STmicroelectronics 社

世界有数でヨーロッパ最大の総合半導体メーカーである、STmicroelectronics 社は、エネルギーマネジメント、セキュリティ、ヘルスケアスマートデバイスなど、幅広い半導体ソリューション事業を展開している。従業員は約 50,000 名、うち約 1/4 の 12,000 名が R & D または製品設計に従事しており、2011 年度の研究開発費は売り上げの 1/4 を占めている。創業以来、政府機関である CEA-LIST との密接な連携を継続しており、研究開発に対する積極的な取り組みを続けている。

最近の研究成果として、CESA^{*5}では SASHA ツール^{*6}が報告された。SASHA ツールは、機能安全の新しい規格である ISO 26262 に準拠した、自動車組込みソフトウェア開発用ツールである。ハードウェアを使うことなく、前もってデバイスの内部動作の詳細を確認することが出来、機能安全の新基準を適用する際の全体的なコストへの影響を軽減するのに役立つ。またこの他にも、最近ではスマートフォンと連動したシステムの開発や、そのセキュリティへの対策も進めている。

(2) Krono-safe 社、Sherpa-Engineering 社、

See4Sys 社

Start-up 企業として、Krono-safe 社、Sherpa-Engineering 社、See4Sys 社を訪問した。これらの会社は CEA-LIST から投資と技術移転を受け、ルノー社や Delphi 社などと共にテクノプロバイダとして、自動車分野向けの製品やサービスを開発している。

Krono-safe 社は、従業員 12 名で、組込みソフトウェア用リアルタイム OS を開発している。自動車に搭載されている組込みソフトウェアの規模は、1980 年は 5 万行程度だったのに対し、2010 年には 2 千万行にも達しており、リアルタイム OS に求められる要件はますます厳しいものとなっている。CEA-LIST は一昨年、このようなテクノプロバイダを利用したビジネスモデルの成果として、より安全で効果が高い車載向けの新型リアルタイム OS 「PharOS」を開発した。

Sherpa-Engineering 社とそのグループ会社である See4Sys 社は、CEA-LIST と Joint Lab を設立し、共同研究を行っている。Sherpa-Engineering 社の主要顧客はルノーをはじめとする自動車メーカーで、従業員は 250 人、売り上げは 1,600 万ユーロを超える企業に成長しており、CEA-LIST から技術の使用ライセンスを受け、売り上げの一部をライセンスフィーとして支払うビジネスモデルを採用している。

(3) ルノー社

フランスの自動車メーカーであるルノー社は CEA-LIST と、「Sustainable mobility (持続可能な移動手段)」、「電気自動車のためのリチウムイオン電池」、「INNOVIA」の 3 テーマで戦略的パートナー協定を結び、研究開発を行っている。INNOVIA は、CEA-LIST とルノー社がバーチャルリアリティ

の分野において共同で設立した研究所である。ここではパテ、溶接、塗装作業などの動作を検証する研究、複雑な動きをバーチャルリアリティ上で訓練する研究などが行われており、最終的にはこのような動作の遠隔操作を実現することを目指し、研究を行っている。

(4) Esterel 社

Esterel 社はソフトウェア開発のソリューションプロバイダとして、モデルベース開発手法によるセーフティクリティカルな組込み制御ソフトウェア開発支援ツール「SCADE」を開発している。SCADE は、DO-178B、Def Stan 00-56 をはじめとする、航空・軍事・鉄道・原子力・医療などの分野で、ソフトウェアの国際安全規格に多数認証されている。

CEA-LIST と Esterel 社が共同で設立した、通称「LISTEREL」研究所では、CEA-LIST が開発した UML 開発ツール Papyrus と SCADE を組み合わせた、オープンソースツールを開発している。他の Papyrus コンポーネントと操作方法が共通なことや拡張性が高いこと、また SCADE と同等の操作感覚を得られるなど、多くの利点がある。

Esterel 社が提供するモデリングツールは、厳密な数学的モデル定義、トレーサビリティの記述など形式手法によるモデルベースアプローチを利用したものであり、上述の国際標準に準拠している点と相まって、大規模システムのモデル生成をスピードアップ出来る点、マルチユーザとのコラボレーションを可能とする点などの強みを持っている。Esterel 社は、形式手法によるモデルベースアプローチがエンジニアリング及びデザインプロセスを変革していくと捉えている。

4 | まとめ

CEA-LIST のフロントネーオーローズ研究所では、バーチャルリアリティ、ロボティクスなど、経済的・社会的ニーズが高い先進の研究内容について、意見交換を行った。

サクレーのナノ・イノブ・センタでは、相互協力協定に基づく共通のビジョンやこれからの相互協力活動について意見交換を行った。更に形式手法やモデルベースをはじめとする最近の研究取り組み内容など、CEA-LIST の先進的なソフトウェア・エンジニアリング研究の取り組み状況や産業界との連携による成果の展開状況についての議論を行い、SEC の活動に活用出来る有用な情報を入手することが出来た。

また、パートナー企業についても 6 社を訪問して各社の事業内容や CEA-LIST との共同研究の具体的な内容、連携によるソフトウェア・エンジニアリングを適用した製品・ツール等の市場展開の状況・展望等に関して意見交換を行い、有用な情報を入手することが出来た。

IPA は引き続き、CEA-LIST との連携・協力を行っていく予定である。