

[グローバルに活躍する]

# ① 海外への道 ～オフショア組込みソフトウェアの 最前線と日本からの技術導入について～



井倉将実 | 豊田通商ネクスティエレクトロニクス (タイランド)

## 日本の工業を支える組込みソフトウェアのオフショア開発最前線

### 組込みソフトウェア開発の主流は徐々に海外へシフト

組込みソフトウェアを搭載した製品は、家電および民生品、車載、産業機器、医療、物流、交通機関、また基幹系システムのUI等一部など、ありとあらゆる市場に浸透しており、暮らしを支えている。さらに加速するネットワークインフラの高性能化と広域対応により、2010年以降に第4次産業革命と謳われているインダストリー4.0やコネクテッドと呼ばれる、ヒト、モノ、キカイを相互に繋げるツナガル系市場は急速な市場拡大が始まっている。この市場では、センサ、信号処理、通信機能、ネットワーク機能、サーバ側アプリ、人工知能、ニューラルネットワーク等による解析と情報予測など、多くの組込みソフトウェア開発リソースの投入が必要である。

日本では2005年以降、組込みソフトウェア技術者の人材不足が叫ばれ、現在でもたびたび取り上げられており、今後もこの状況は続くものと推察される<sup>1)</sup>(図-1参照)。また、2018年度における組込みソフトウェア技術者の新卒求人倍率は4.7倍を超える売り手市場<sup>2)</sup>となる規模まで拡大しているともいわれる。

また、ソフトの開発ニーズは増加し続けるため、開発手法の改善や自動コード生成ツールの成熟、また体系だった教育による人材育成などの改善活動は進化しているが、これら対策をもってしても慢性的な人材不足である国内の組込みソフトウェア技術者の状況から、「作業人員数×月単価」で算出する方法が用いられるソフトウェア開発の原価低減を短期的に実現することは難しく、2000年度以降は人件費の安い海外での組込みソフトウェア開発を行う技術者リソース獲得が進んだ。その行先の多くが、経済的／文化的につながりの深い10カ国が加盟する東南アジア諸国連合(通称ASEAN)に加盟する各国である。このように発注主である日本から出て海外において開発支援を行う業務形態をオフショア業務と言う。対義語として顧客の同一オフィスや近場にある受託開発企業をニアショアと呼ぶ。

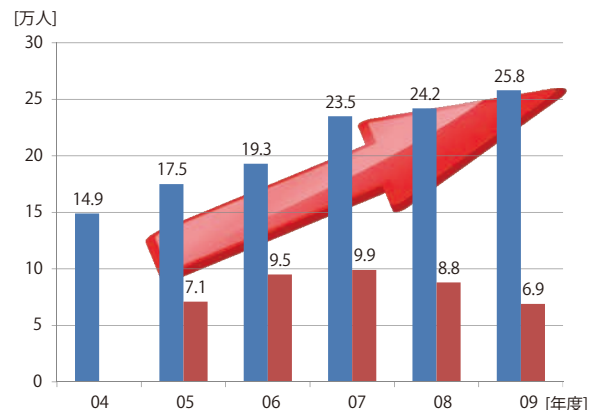


図-1 年度別・組込ソフトウェア人材の不足数推移

筆者の企業は、このASEAN 域内でのタイ王国で、日本企業に向けた高品質な車載向け組込みソフトウェア開発を支援するオフショア企業であり、現在子会社連結で330名強の人材を有する（2019年3月）。特に、ASEAN 諸国では日本人技術者よりも安い人件コストを背景に、ほとんどの国に組込みソフトウェア開発を行うオフショア企業が置かれている。それらの国の中でも、特にタイ、ベトナム、フィリピンでは車載系、基幹系、家電民生／工業系、および通信市場に強みを持つオフショア企業が台頭している。例としてベトナムでは1万人を超えるリソースを有する企業で車載／基幹系、またフィリピンにも東証一部上場企業の関連会社として500～1,000人規模の車載向け組込みソフトウェア会社が複数社ある。

なお、車載向け組込みソフトウェアだけに絞った場合、多くのオフショア企業では組込みソフトウェア開発の下流工程である実装や検査系業務が主であるが、これは費用対効果とともに会社の位置づけにも絡むものであり、企業によっては高度な技術スキル獲得の教育を施すことで要求分析以降の業務を担い、要求分析や結合試験等の上流工程まで含む仕事をこなす日本企業と同等の会社も出てきている（図-2 下段部）。

またASEAN加盟国として、世界最大のイスラム国家であるインドネシア、豊富な地下資源とタイ／ラオス／ベトナムに囲まれて貿易の要になり

得るカンボジアも、国策的に工業系技術者の輩出を進めるためにITシステムを活用して教育水準を向上させるとともに各国と優秀人材の交換留学を通じて、オフショア業務を担える人材の育成を行っている。これら両国でのオフショア開発が可能となった先にはラオス／ミャンマー、そしてバングラデシュと、さらなるリソース確保先を求めている。このため、日本からのオフショア開発は当然のことながら、変わった例では当社のようなすでにオフショア機能を持つ日系企業が前記の下流工程を切り出して発注をするためにASEAN 諸国内でオフショア活動を検討するということが始まっている。

このように、市場規模の拡大に反して補うことが難しい人員リソースを海外に求める国内事情下で、コストに見合った開発を今後続けるとするならば、設計手法の改革や生産性改善も大切なことではあるが、それと準備期間と効果を得るには時間がかかる。対して、相応の技術を持つ組込みソフトウェア人材を有するオフショア企業への業務発注量の拡大は、費用対効果の即応力のある対策として、ますます顧客からの要望が増加するものと推察する。

## オフショア企業での上流工程への取り組みの重要性

タイを例にとると、東京から4,800km離れた場所で仕事を依頼する上での最大の懸念事項は「業務の管理」である。業務の管理という言葉には、品質確保、各種監査、プロジェクト管理、納期／費用管理、人員リソースなど多岐にわたる。その中でも筆者の経験で特に業務管理で気を遣うのが「人員リソース確保」と「品質確保」の2点である。

### 1) 人員リソース管理の課題

ASEAN 諸国の多くは経済成長が著しいため、賃金上昇に伴い失業率が大変低くなっている（例：タイでは0.7%、特にコンピュータ関連では失業者

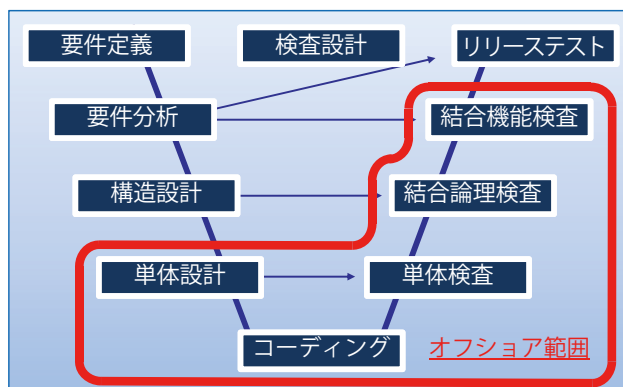


図-2 組込みソフト開発工程とオフショア企業の主たる業務領域

は皆無)。会社への帰属意識は薄く、独立心が高く、多少の賃金上昇で転職を繰り返すジョブホッピングが盛んである。このため、3年程度の開発期間がかかる車載／医療系の長期プロジェクトを遂行する場合には、人員リソースのスケジュール管理が大切である。そしてこのような長期的展望になったスケジュール管理は、ある程度場数を踏んだ業務経験の中で培われるものであるため、完全に現地化を行うということは難しい。

## 2) 「日本風品質確保」の課題

あえて日本風と述べたのには理由がある。日本も含めて各国の委託で実施する中国／インドやASEAN諸国のオフショア企業は、与えられた要求内容に応じて着実にこなす能力を各社とも保有する。これは成果物の品質確保に向けて、多くの企業がISO 9001/9002や特にソフトウェアではCMMI-MLx, A-SPICE, ISO 26262などの市場別品質管理体制を保有するためである。よって、発注時に合意した品質対応力の範囲であれば、相応の品質を持つ成果物が提供される。ここで筆者は発注時に示された製品の機能を満たすことを「要求品質」と呼称している。

これに対して、日本からの業務の場合、上流側の受託開発は言うまでもなく、また下流工程業務であっても、あいまいな要求定義や未定義状態からの機能実装から始める中で、徐々に要求を固めていく仕事の進め方が少なからず求められる。オフショア企業にとってこの行為は、業務開始前の見積作業段階で合意がなされていない場合には、見積範囲で受託を開始し、そのコストの中で仕事を遂行するものの、追加工数が発生したという印象を持つことになる。この問題は、「(日本で委託しているニアショア企業ができてい)すり合わせ対応可能な使い勝手のよい企業」をオフショア企業に求めるために引き起こされる問題である。業界でよく言われる話として、日系企業に勤める海外オフショア企業への発注担当から、「委託先は

要求に書かれたことしか仕事をしない」という類の嘆きはよく耳にする。プロトタイプやコンセプトのように、まずは機能実証用の製品開発であればそういう発注の仕方もあるだろうし、当社のみならず昨今では研究／開発機能を持つ企業も増加傾向である。しかしながら、彼ら＝日本国内の発注側が求める、あるべき受託企業の姿は「(仕様書のすり合わせはオフショア側で)行間を読み解いてほしい」「(定義する段階では書ききれなかったから)過不足については受託側から提案して」という、受託側に仕様設計や要求分析も丸投げするような、非常に高度な能力を要求される場面を数多く見ている。これのあるべき論の延長で納品物を作り上げる要求のことを、前述の「要求品質」に対して「期待品質」と呼称する。

筆者個人の意見ではあるが、このような業務発注の仕方は、世界で唯一、数千文字もの、かな漢字交じり文を表音／表意で表すことのできる日本人独特の文化と価値観から来るものではないだろうかと推察する。つまり異国との文化的な差異があるにもかかわらず、「相手もできるだろう」という期待を持って仕事を始めると、双方が不幸になるのを、筆者の経験から述べておく。

## 現地スタッフへの教育の大切さ

このように、オフショア企業への発注量の増加に応じた、こなす業務範囲の拡大により、発注先の業務姿勢に対する期待値が高まるというのは自然の流れである。また、オフショア企業も旧態依然とした単純検査業務のような受託だけを進めていくことは、競争力低下というリスクも伴うことになる。

2)の品質確保にも関連づくことであるが、高度な業務を継続して実施している企業は上流工程を上手にこなしている。極端な例では、数ページのメモ程度の客先要望から、受託企業側のアーキテクチャデザイナーが中心となり、組込みソフト

ウェアとして必要な機能を洗い出して客先に提案し、すり合わせを行って仕事を回す。アイデアからプロトタイプ製品をまず構築し、徐々に要求仕様を固めていく手法を手の内化している企業のカタチである。オフショア企業とはいえ、今後はお客の立場に立って要求分析支援や、場合によってはより良い提案を行い、顧客の信頼を獲得することが今後の競合優位性を高めることになると考えている。

そのために、各国で業績が伸びているオフショア企業では、日本からの業務期待値＝期待品質に合わせるべく、現地スタッフの教育を強化している。例として、技術者に対して日本語教育を施すことで、日本語で書かれた要求仕様書を読み書きし、対応する能力を身に付けてもらう。

技術的な育成視点としては、各社独自のカリキュラムを日本から現地の言葉に翻訳して体系だった教育を行う企業が増加している。また、業績優秀なローカルスタッフを日本に送り込み、講師役としての育成を通じて、リーダーシップマインドやチームビルディングのトレーニングを並行で実施する。ASEAN 諸国の技術者、特に英語が使える人材はおおむね比較的裕福な家庭で育ち、各国で大学／大学院を出た高等教育を受けており、人一倍自分のキャリアアップを考える。

また、学習意欲も高く、修士／博士への再就学も積極的に考える。そのため長期雇用を希望する企業側の提案として、通常勤務時間以外に、特定の日時の業務を一時的に止めて学習の時間に充てる「育成の時間の創出」や、日本から高度専門知識を持つ講師や電子工学系の大学の教員を招聘し定期的に高度な講義を提供する。

さらに踏み込む形では、採用後の社員に対する再就学のスカラーシップ支援、国際学会への出席機会の創出、論文執筆の期間提供を行う企業がある。積極的に教育の機会提供を行うことで、結果的には人材の長期定着とともに、日本風の仕事の

進め方や最新知識を身に付けて、競合優位性のある組織になっていくものと考えている。

また、IT 関連を含む日本の開発会社で勤務した経験、また大学での先端技術研究者は、ここ ASEAN の組込みソフトウェア企業でも重宝される。上流工程に業務内容がシフトしている企業での共通課題は、先にも述べた品質保証体制の継続的な強化とともに、競合優勢の確保に向けた新技術の獲得着手と考える<sup>3)</sup> (図-3 参照)。

豊田通商ネクスティエレクトロニクス (タイランド) の場合にはモデルベース手法での設計開発が主軸となるが、CMMI/A-SPICE 準拠の品質確保には、品質意識が高く経験豊かな日本人スタッフの存在がある。

新技術の獲得には、センサ／アクチュエータ技術、ハードウェア制御はもとより、ADAS：先進安全運転支援系には IT 業界との融合が必須となる。結果、無線通信／ネットワーク、リアルタイム制御やデータ解析は外せない技術となった。

そして新技術の多くは日本の各大学で進められている研究と通じるものがあり、日本からの協力、とりわけ大学からの支援をいただいている。

2018 年の事例として、モデルドリブンとソフトウェア開発プロセスを学んだ日本国内の大学生 2 名に対して、3 カ月間のインターンシップを受け入れた。この期間に、低消費電力Bluetooth 通信方式を用いる車載向けボディ系制御システムの要求分析と基本設計仕様の作成を依頼したところ、仕様書の記載方法さえ教えれば自主的に要求分析を行い、資料を取りまとめ終わることができた。

筆者は日本国内の大学数校との教授陣や学生と会う機会が多く、ASEAN での組込みソフトウェア産業の動向を紹介する中で、前述のような成長著しい ASEAN 市場での組込みソフトウェア開発に必要な新技術について会話をすると、特に多くの学生がすでに学習済み、または今後修士や博士課程で研究テーマとして選んでいる内容であるも

のが非常に多いと感じられる。

機能の集約化が求められる小型の組込機器の上で動作するソフトウェアでは、ミドルウェアやオープンソース化されたソフトウェアの搭載とともに、品質の確保として開発プロセスの順守やソフトウェアテストの知見も必要となる。ところが、この両知見の獲得は、工業系の大学／大学院ではすでに行われて、多くの学問を修めた学生を輩出している状況なのである。それであるならば、新卒採用後、ある程度の研修を日本側で行ったのち、いきなり海外オフショア開発現場で数名のローカルスタッフとともに若手技術者の能力を発揮してもらいたいと願っている。そのような取り組みを積極的に進める企業の到来も十分に予測される。

新技術の到来とともにソフトウェアテスト等の

単純作業からより上流工程への進出が待ったなしの ASEAN オフショア企業での成長戦略のカギは、日本からの若手人材の投入ではないかと強く感じた 2019 年初春である。

参考文献

- 1) 経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課 2009 年版 組込みソフトウェア産業実態調査報告書 経営者及び事業責任者向け調査（2009 年 7 月）。
- 2) 溝上憲文：今、カネで奪い合いになる「人気職種」、プレジデントオンライン PRESIDENT 2018 年 4 月 30 日号, <https://president.jp/articles/-/24865>
- 3) (独) 情報処理推進機構 (IPA) 技術本部組込みソフトウェア産業の同行把握等に関する調査アンケート調査結果（2017 年 5 月）。

(2019 年 3 月 31 日受付)

井倉将実 ikura@th.nexty-ele.com

1971 年生。2011 年から豊田通商（株）のグループ企業である豊田通商ネクスティエレクトロニクスの子会社にて、組込系技術面全般の責任者として従事。FPGA/ASIC 開発系で著書多数。東海大学専門職大学院組込み技術研究科修了。修士（専門職）。

現時点で重要な技術、今後強化／新たに獲得したい技術

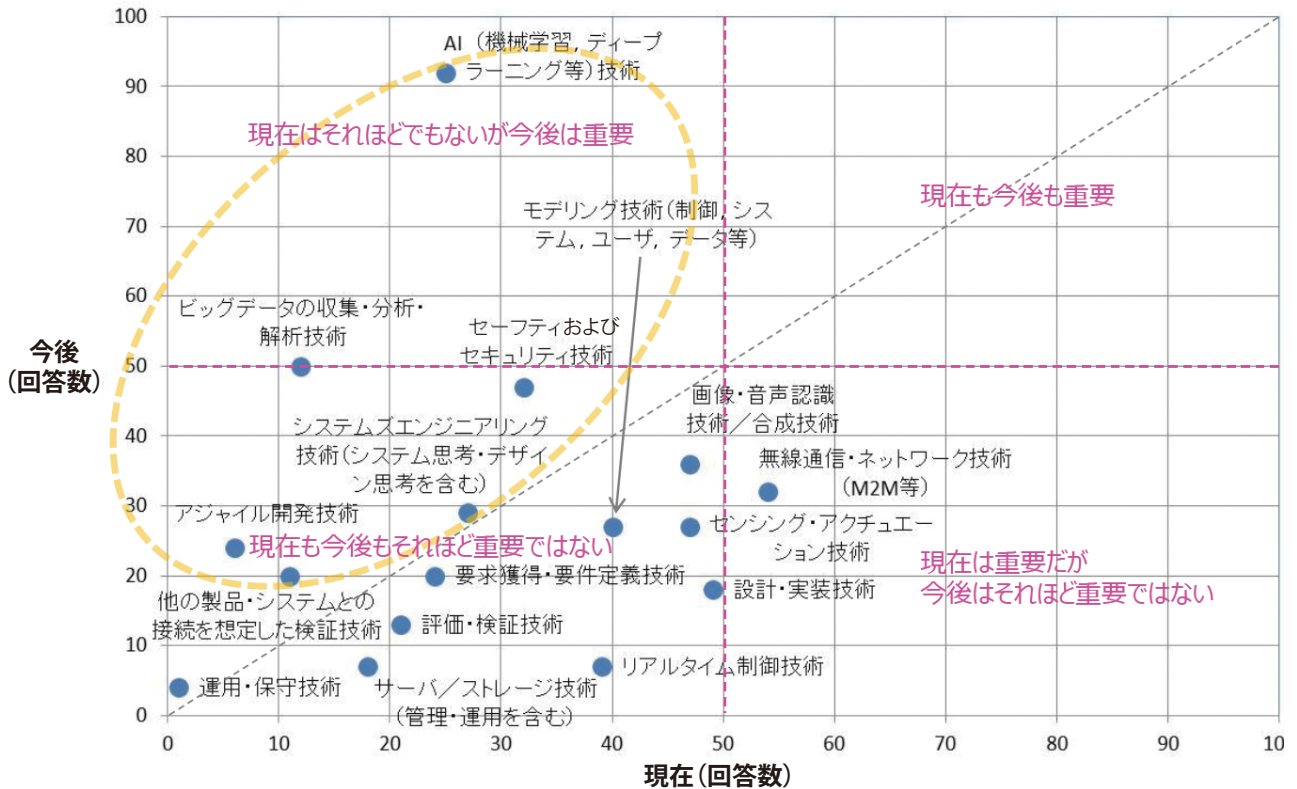


図-3 技術開発の高度化：今後強化／新たに獲得したい技術