

世界をリードする ソフトウェア・エンジニア像とは？

国立情報学研究所 (NII) 副所長
東京大学大学院 教授
本位田 真一



SEC 所長
松本 隆明

IT が社会を支える昨今、ソフトウェアの安全性はますます重要な課題となってきた。IT の利用形態はますます多様化しており、ユーザー層も広がる一方である。パソコンだけでなく、スマートフォンやタブレットなどのモバイル端末、クラウドサービス、スマートシステムといった様々な製品やサービスが連携して、システムはより複雑化している。しかし、ソフトウェア業界は相変わらず中核となるエンジニアが不足しており、学生にも人気がない状態にある。そこで、次世代を担うソフトウェア・エンジニア像とその育成について、国立情報学研究所 副所長の本位田真一氏と考察した。

松本：ソフトウェアの重要性が高まってきた昨今、開発時の要求条件はより厳しくなってきました。優秀な開発者を揃えていくことは必要不可欠な課題ですが、エンジニアの数はなかなか増えません。そこで本日は、世界を

リードするソフトウェア・エンジニア像とその育成について考えていきたいと思えます。まずは先生が代表を務めていらっしゃる、研究者育成センターについて聞かせていただけますか。

本位田：次世代の中核を担う技術者・研究者を育成する「GRACE センター（先端ソフトウェア工学・国際研究センター）」は、2008 年に設立された組織です。IT 技術者の教育拠点として、2004 年からご支援を受けていた科学技術振興調整費を活用して立ち上げました。ソフトウェアシステムの開発現場に最新の研究成果を導入できる、次世代リーダーになりうる人材

「トップエスイー」（トップ SE）を育成しています。

当初は教育をメインに活動していましたが、教育だけでは不十分だと感じ、その後は研究・実践との連携を目指しました。例えば、研究成果を教育の現場に提供したり、教育で生まれた新たな課題を受講生と共に深掘りして共同研究に発展させたり、現場で実践した研究成果をまた教育の場にフィードバックしたりというように、教育・研究・実践を三位一体にするスパイラルを作ったのです。また、国内だけにとどまらず、世界各国の教育機関と連携しているのも特徴です。英国、ドイツ、フランスなど様々な国の大学と共に教育を進めています。

松本：教育を受けているのはどのような方々ですか。

本位田：大学院の学生も受講していますが、主な対象者は社会人です。当初は研究部門の方が多かったのですが、最近は開発現場の方のほうが増えています。修了後の進路は様々で、また自らの現場に戻って教育成果を活かそうとする社会人もいれば、学んだ課題を突破したいと社会人博士課程に進む修了生もいます。ただ、開発現場へ戻って学んだ成果を適用しようとする、修了生は様々な課題に遭遇します。そこで、一年間の研修修了後も、それぞれの課題を持ち寄って共有したり解決策を議論できる場を提供することや、勉強会を開催するというフォローもしています。

「トップエスイー」の受講生はこれまでで 230 名ほどが修了しており、現在は 45 名が受講中です。



本位田 真一 (ほんいでん しんいち)

1978 年早稲田大学大学院理工学研究所修士課程修了。(株) 東芝を経て 2000 年より国立情報学研究所教授、2012 年より同研究所副所長を併任、現在に至る。
2001 年より東京大学大学院情報理工学系研究科教授を兼任、現在に至る。
現在、電気通信大学、英国 UCL などの客員教授を兼任。
2005 年度パリ第 6 大学招聘教授。
日本ソフトウェア科学会理事、情報処理学会理事、日本ソフトウェア科学会編集委員長、IEEE Computer Society Japan Chapter Chairman、ACM 日本支部会計幹事を歴任。日本学術会議連携会員。
博士 (工学)。

松本：どのようなカリキュラムを組んでいるのですか？

本位田：設立当初は「アーキテクチャー」や「形式手法」に関する講義時間を多く行っていました。その後どのような教育が必要なのかを協賛企業にインタビューしたうえで「要求工学」や「クラウド」などを追加し、カリキュラムに反映してきました。また、来年度からは、新しく「プロジェクト・マネジメントコース」を設立します。これまでの「トップエスイー」は、プロジェクトの中心となる“スーパー・アーキテクト”を育成するプログラムでしたが、時代の流れを考えると、プロジェクト・マネージメントの視点が欠かせなくなっています。そこで、「勘と経験と度胸」のプロジェクト・マネージメントの世界に、いかにサイエンスの視点のマインドを持ち込むかという教育を推し進めようとしています。

松本：IPAでもプロジェクト・マネジメントやプロセス改善の方法論を開発し、普及・展開してきています。ところが、現場で活かされている様々な知見を、なかなかうまく体系化できません。生産性や品質のレベルアップを支えてきた暗黙知を継承していくためには、サイエンスな視点での整理・体系化が必要だと考えています。今は、人から人へ伝えていく徒弟制度の域を出ていないのが実情ではないでしょうか。

本位田：冒頭にあったエンジニアが不足気味という現状も踏まえると、やはり徒弟制度では限界がありますね。何らかの方法で形式化し、広めていかないといけません。

松本：先生も私も企業出身ですが、現状はやはりアーキテクチャーがわかる人間は限られています。全体のアーキテクチャーの設計に失敗すると、システムの開発は最後にどうしても破綻してしまう。機能だけでなく、非機能にかかわる部分をきちんと設計できるエンジニアがなかなかいないので、今後の育成が課題ですね。

本位田：これまでの多くのシステムは継続案件が多く、従来の開発経験が再利用できるものも少なくありませんでした。しかし、今後どんどん新しいサービスを展開することを考えれば、やはり新規開発課題が出てきます。そうした場面でも必要な技術を持ってきて開発プロセスを提示し、自分のプロジェクトに落とし込めるようにならなくてはなりません。

GRACE センターの新しい講義システム

松本：GRACE センターには、最先端のソフトウェア工学ツール開発や研究理論の構築ができる「トップ・リサーチャー」を育成するための「edubase」という教育システムがありますね。

本位田：はい。教室で充分理解できなかつたり、欠席してしまった講義の録画を、パソコンやスマートフォンで復習できるシステムです。Java や C プログラミング入門といった初級の話は一切なく、非常に高度な内容ですが、訪問者は月3万人、ひと月で26万PVとかなりのユーザーがついています。ソフトウェア工学という限られたフィールドでは、非常に誇れる数字だと思っています。

松本：IPAでも様々なセミナーを録画し、インターネットで閲覧できるようにしていますが、とてもそれほどのPVはありません。地方の皆さんには大変有効という意見ですが、いかがでしょうか。

本位田：インターネット配信で19科目を遠隔受講でき、4名が実際に受講中です。例えば、ツールを使った演習では、ツールの使い方戸惑う人も少なくありません。そんなとき、リモートでもその場で手をあげるような感覚で気軽に質問できる環境が整っています。今はまだテレビ会議の性能が追いついておらず、ディスカッション中心の講義を遠隔で受講するのは難しいですが、ゆくゆくはその点も解消したいと思っています。

松本：インタラクティブなシステムで、非常に有意義ですね。今後は、どのような方向性で進めていく予定ですか？

本位田：これからどのよう



松本 隆明 (まつもと たかあき)

1978年東京工業大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社（現NTT）に入社、オペレーティング・システムの研究開発、大規模公共システムへの導入SE、キャリア共通調達仕様の開発・標準化、情報セキュリティ技術の研究開発に従事。2002年に株式会社NTTデータに移り、2003年より技術開発本部本部長。2007年NTTデータ先端技術株式会社常務取締役。2012年7月より独立行政法人情報処理推進機構（IPA）技術本部ソフトウェア高信頼化センター（SEC）所長。博士（工学）。

な人材が必要になるかで、教育の方向性は変わっていきます。今は、発注のあったソフトウェアをただ作ればよいという時代ではありません。設計の段階でも、納品後の運用に関しても留意する必要があります。また、新しいサービスを展開しようとするれば、社会や法律との関わりも大切になってきます。特に、著作権などは、大きな問題となってきます。例えば米国で、テレビ局が配信した番組のある事業者がサーバーに置き、ユーザーがそのサーバーから閲覧を楽しんだという判例があります。こうしたサービスの提供は日本の感覚では完全に法律違反ですが、米国では個人使用なので問題ないという判決でした。このように、法律には各国で差があります。ですから、今後のエンジニアは法的な諸問題に対応するところまで、トータルに検討しなくてはなりません。諸外国において新たなサービスを提供する場合、そうしたスキルを身に着けながら国内外の実態をしっかりと把握し、実践できるようにしなければ、大きなビジネスチャンス逃す可能性もあるでしょう。

GRACE センターの人材育成プロジェクト

松本：昨年6月に政府から発表された「世界最先端IT国家創造宣言」には、「IT人材強靱化計画」として“国際的にも通用・リードする実践的な高度なIT人材の育成”が謳われています。しかし、なかなか日本では国際的に突出した人材が出てきません。GRACE センターでは、通常の教育プログラムのほか、グローバル人材という意味ではどのような取り組みを行っていますか。

本位田：IT人材にとってもステークホルダーがどんどん変化するなか、国際的なプロジェクトで活躍できる人材を育成するため、「UCL（ロンドン大学）」と連携して、相互に受講生を派遣し合う共同プロジェクトを実施しています。前回は、UCLから修士の学生が約40名、こちらからは8名ほどの社会人が参加しました。日本人1名につき、年下の外国人が5名という構図です。そこで、考え方やカルチャーが全く違うメンバーで5日間の集中開発演習を体験します。実は、言語の壁よりもカルチャーの違いが大きく、「日本人ならこれでわかってくれるのに……」といった悩みが尽きません。付き合う人間も多

様化してくる時代で、よい経験となっているようです。そのほか、ビッグデータの専門家を招いたイブニングセミナーを開いて、データサイエンティストからソフトウェア技術者に向けての要望を汲み上げるなど、様々なプログラムを用意しています。また、要求工学の講義では、組込み系とエンタープライズ系のコミュニティの違いを肌で感じ、全く異なる要求定義の仕方をお互いに勉強できるのです。

さらにこれからは、継続的デリバリーとも呼ばれる大規模なシステムを24時間365日運用しながらソフトウェアシステムを適宜更新していくスキルが要求されます。その課題をクリアするために、従来のプロジェクトではプロジェクト・マネージャー、アーキテクト、設計者、プログラマー、運用者などと役割が分担されていましたが、設計者は運用を、運用者は設計を理解するなど、今後は一人で何役もこなさなくてははいけません。また、何役もできるメンバーでプロジェクトを構成することが求められます。

そこで、OSSにより構築しているCloud基盤演習として、GRACEセンターの所有するクラウドシステムにわざと不具合を与え、実際に一人が何役もこなす問題解決の流れを体験してもらったりもしています。

松本：これまでの開発プロジェクトは納品したら終了で、以降の問題は見えませんでした。そもそも日本では運用開始時にかなりの高品質が求められているため、「以降はバグが出ないのが当然」という風潮が強い。そのため、余計に納品後のことが見えづらいところがありました。これからは、たとえバグが出てもしっかりと対処して、現場にフィードバックする仕組みが必要ですね。最近いわれているDevOpsなどは、まさにこれですね。アジャイルなどの手法はいかがでしょうか？

本位田：近ごろはScrumなどもごく普通に見受けられますが、受講生には、実例や演習中心で体験してもらい、必要があり、教科書中心の講義では難しいのがネックです。そのため、教育の現場できちんと教えられる人は多くありません。GRACEセンターにはトレーナーの資格を持っている講師がいますので、Scrumで開発する際のスキルセットを身に付ける教育をしてもらっています。

松本：開発の現場では、受発注の枠組みの中でアジャイルを実施しようとする、いかに発注側の人間を巻き込んでいけるかがキーになります。ところが現状は、受注側と発注側の溝がなかなか埋まらない。それが、日本でアジャイルがあまり広まっていない原因のひとつではないでしょうか。発注サイドにも、開発手法のわかる人がいればよいかもしれません。

本位田：まさにその通りです。欧米と違って、日本ではベンダー主体となっている弊害ですね。

日本の長所を活かせるエンジニアに

松本：では、現場で求められるIT人材像とその育成について話を進めたいと思います。これだけソフトウェアを取り巻く環境が多様で複雑になってくると、ビジネスの仕組みや、IT融合などという点では農業や医療のことも知る必要があります。このように多くの知識を得なければならぬ状況で、そうした人材を育成するには、どうすればよいのでしょうか。

本位田：全体設計をするためにエンジニアに求められる幅が広がってきた今、大学での人材育成には、教員でもある研究者の養成が必要です。現状では、学際的な分野を自分のメインテーマとしている研究者が少ないのも問題のひとつでしょう。国が学際領域により予算を投資して、よい研究成果を出せる環境を整えなければいけません。そのプロジェクトに、ドクターや修士の学生が入れるようにできれば理想的です。

松本：確かにそうです。ただ、一つの分野でとんがったものを追求していると、学際分野で世界に手が届く成果が出せるようになるのは厳しいのではないのでしょうか。

本位田：だからこそ“官”が道を作らなくてはなりません。きちんと予算を投入して、学際領域を育てていく必要があるのです。ソフトウェアエンジニアにも、学際領域に関する深い知見と同時に、自分のアイデアを実現できるスキルが不可欠となってきます。

松本：開発スキルだけの話であれば、中国などにも優秀な技術者は大勢いるため、外注で済んでしまいます。そうならないために、アプリケーションのことなども総合的に理解している人材を育てなくてはならないでしょ

う。しかし一方で、町工場に息づく手作業を磨くなど日本独特の“ものづくり文化”を伸ばすことが、日本の生きる道だとする意見もあります。

本位田：海外の方が来日すると、やはりサービスのきめ細かさや安全性、正確性がフィーチャーされます。“おもてなし”の意識は日本の誇るべきカルチャーです。そうした文化があるからには、ソフトウェアシステムやサービスも単に機能を提供するだけではなく、相手に合わせた細かいカスタマイズなどの工夫をすることが大切なのではないでしょうか。日本人にもとから備わっている感覚をうまく活かすことで、国際的な差別化が図れるはずですよ。

松本：確かに、日本の鉄道は1分以上遅れると監視システムで表示が出るよう運用されています。海外の方が見学に来ると「1分なんて誤差だ」と驚かれるそうです。正確性という文化を実現できる緻密な技術があるというのも、日本の長所。その安全で正確な鉄道技術が海外で認められ、輸出されているケースもあります。そういった日本ならではの技術のグローバル展開がこれから求められていくでしょう。

本位田：技術力をベースとしたサービスの提供が重要で、ソフトウェア・エンジニアリングも、機能要求だけでなく非機能要求の取り扱いが大切ですね。

松本：今、自動車分野では「ISO26262」という機能安全規格が海外主導で定められています。一方で、性能のよい車というのは安全性だけがポイントではありません。燃費がよくて壊れにくい優れた日本車が生まれたのは、日本なりの細かな“すりあわせ”を続けてきた結果だと思っています。最近では、IPAでもトヨタなどと共同ですりあわせのやり方も取り入れた開発方法論の海外提案を行い、標準となりつつあります。

本位田：ただ、すりあわせ文化はよくないという指摘もありますね。開発の速さだけからみれば、機能を追求し、コンポーネントを組み合わせで作ったほうがスムーズではありますが……やはりそれだけではありません。

松本：もちろん、ある程度はモジュール化して機能を分割していかなければなりません。やはり全体の細かな部分の課題は、すりあわせをしないと解決できないと思います。それができることを、日本のエンジニアの強み

にしていきたいですね。

本位田：そうですね。日本のある企業では、ずっと同じ部門で同じアプリケーションを作り続けているエンジニアもいます。ある意味では、これも強みです。ノウハウが形式化されていないといった弊害もありますが、こうした働き方ができるからこそ、すりあわせも可能になります。これまでのように米国の長所だけを追いかけて、日本の長所をつぶしていくようなやり方は、今後の発展に向けていません。

松本：まずは日本ならではの長所を活かして、ひとつずつ具体的な成果を出していくことが必要ですね。

得たスキルを現場で活用するためには？

松本：これからの日本に求められるエンジニア像が徐々に見えてきました。「トップエスイー」プロジェクトには企業に属している受講生が多いようですが、講義で得たノウハウや知見は修了後、どのようにそれぞれの職場で活かされるのでしょうか。

本位田：学んだことをそれぞれの現場でどう展開するかというのは、実は大きな課題です。現場に戻ってからギャップを感じ、深く悩んでしまう受講生もいます。そうした状況をサポートするため、カリキュラムの修了後も定期的な勉強会や、受講生とセンターが交流を保てるようなイベントを実施しています。

日本の企業には残念ながら、新技術の導入に否定的なカルチャーが存在します。「トップエスイー」が新しい技術を現場に持ち帰っても、なかなか受け入れられないケースがままあるのです。そのため、「トップエスイー」のカリキュラムには、どのようにプレゼンすれば社内ですぐ展開できるかを検討する演習も用意しています。また、所属する現場の課題や開発プロセスのどこに、どの手法を導入すればいいのかを議論する講義もあります。この講義では、各受講生が持っているそれぞれの問題を取り上げて企画書を作り、ケーススタディを行うのです。

松本：具体的なケースを挙げると、企業文化の違いがあるのではないのでしょうか。

本位田：もちろん様々な違いはあります。しかし、それ

がまた大きな刺激になるのです。また、国内外の文化の違いを考慮することも重要です。例えば、著作物の問題例では、O社が提供しているAPIをG社のシステムがそのまま利用したことで、O社がG社を訴えた裁判があります。しかし、APIを実現するコードが異なっていたため、裁判ではG社の主張が通りました。「トップエスイー」プロジェクトではこの事例に基づき、原告・被告・裁判官に別れて模擬裁判をする演習を実施しました。

松本：非常に興味深いですね。企業内でも大学でも難しい内容なので、そのような教育を行っているところは日本ではほかにないのではないのでしょうか。

本位田：はい。おそらくないと思います。自分たちが優れたサービスを提供しても、輸出したとたんに訴えられる可能性もあるということを知る、よい演習です。

松本：しかし、エンジニアがそこまで担わなくてはいけないのは大変ですね。

本位田：法的な問題が起きたとき、日本の企業ではたいてい法務部門などが処理を担当しますが、ベンチャー企業にはそうした部門がない場合もあります。証人として、開発担当者が入廷しなければいけない事態もあるでしょう。

松本：日本車がアメリカで訴えられた事例があります。電子スロットル制御システムのソフトウェアが問題となったのですが、自動車メーカーはそれが正しいことをきちんと説明できませんでした。エンジニアは力を尽くしたようですが、最終的には第三者に解析を依頼したことで問題がないと証明でき、解決につながったようです。この事例を通じて、ソフトウェアに問題がないことを、第三者にきちんと説明できないといけない時代が来たことを痛感しました。

本位田：エンジニアの担う役割は、広がっていく一方ですね。

松本：IPAでも“未踏人材”を育成する活動を行っています。特定分野でとがっているだけでなく、幅広い視点を持ち、新たなイノベーションを考え出せる、突出した若手の人材です。ただ、そういった人材はうまく企業に貢献できないケースも見受けられます。国を挙げて、突出した人材に活躍の場を与える仕組みが必要なのかもしれません。

本位田：確かに、企業ではそのような突出した人材が評

働されにくい文化がありますね。それよりも、プレゼンテーションやネゴシエーション、マネジメントに秀でた人物に目がいてしまうのでしょうか。

松本：「出る杭は打たれる」といいますが「出過ぎた杭は打たれない」という説もあるので、周囲が上手に伸ばしていけばよいのかもしれませんが。

本位田：突出した人材をうまくマネジメントできる上司も必要になりますね。知識やスキルの体積が同じだとすれば、それが横に広いか縦に深いかという問題。各個人に合わせた育成プログラムや、総合的な観点での評価が欠かせないはずですよ。

松本：並行して、基本的なITリテラシーを持った層を底上げすることも重要な課題です。誰しもがスマートフォンを使える現代では、やはり使う側が気を付けなくてはならないこともあります。

本位田：「人材はピラミッドを構成している」といわれますが、この底上げを考えた場合、ピラミッド全体を引き上げるのは大変でも、最上位に位置する少人数のトップとなる人材を育成することは可能です。スキルの高い人材が全体を引っ張っていく仕組みを構築できれば、おのずとメンバーはついてくるでしょう。これが「トップエスイー」が目指している効果です。

松本：今、ソフトウェア業界では、2015年問題が大きなテーマとなっています。マイナンバー法案が成立して実際に動き出すため、開発でソフトウェア・エンジニアの手が取られる。そのほかのシステムも更改期を迎えるタイミングで、人材が深刻に不足することが懸念されています。従来は大手のエンジニアが仕上げてきたインフラなどの仕組みを、人手が足りないために中小企業のエンジニアが担う場面もあるでしょう。コストや工期が限られる不景気の中、「仕上がればOK」として開発を進めてきた中小企業のエンジニアは少なくありません。こうした人材をきちんとフォローして、スキルを磨いていかなければ、2015年問題だけでなく、2020年の東京オリンピックを乗り越えられないと指摘する声もあります。そういった人材の育成にIPAも積極的に貢献していきたいと思っています。

本位田：よく、家作りとシステム作りを対比されますが、家作りでも専門性の高い企業が多く参画しています。シス

テム開発でもエコシステムと呼ばれる、専門性の高い企業が役割を分担して連携する姿になってもよいと思います。特に中小企業においては、得意分野を磨いてアピールしていくことが必要になっていくのではないのでしょうか。

松本：確かに、それぞれが得意分野をより明確にしたほうがよいですね。「リアルタイム性に優れたソフトを作るのが得意です」といったアピールは、あまり聞かれませんが……。価格が主体の評価が行われている現状では、実現が難しいのかもしれませんが……。

“産”×“学”のハブとなるIPAとNII

松本：日本のソフトウェア工学の人材育成では大学の教育に期待したいところですが、産業界とのニーズには、まだギャップがあるように思います。最後に本位田先生から、SECに対する期待についてお聞かせください。

本位田：ソフトウェア工学の教員は各大学で1、2名と大変少ないのですが、全国の大学の教員が連携すれば、大きな力になります。国立情報学研究所は大学共同利用機関なので、大学とは一線を画します。多くの大学の教員が連携するためにハブの役割を担う必要がありますし、そのような場を提供していきたいと考えています。

IPAは“産業界のハブ”、国立情報学研究所は“学のハブ”として連携すれば、産×学の距離が近づき、点と点のつながりではなく面と面のつながりが生まれ、国際競争力の強化にもなると思います。

松本：ぜひお互いに連携して、世界をリードする実践的な人材を育てていきたいと思っています。本日はありがとうございました。

