

# 制御系組込みシステムアーキテクト養成プログラム

実施予定期間：平成20年度～平成24年度  
総括責任者：伊東幸宏（静岡大学・学長）

## I. 概要

地域企業の製品開発力の向上には、多くの製品に用いられている組込みシステムの開発技術を高める必要がある。当該プログラムでは、ソフトウェア、電気／電子、機械の部門を横断的に俯瞰し統合できるシステムアーキテクトを5年間で110名程度育成する。さらに、浜松市の進める人財育成体系の中に位置づけ学内の「組込みシステムアーキテクト研究所」が教育を担当し、地域産業界と協力し、組込みソフト業界参加者を募集、雇用し育成するしくみも設ける。

### 1. 地域の現状と地域再生に向けた取組状況

#### a. 地域の現状と課題

浜松地域は先人の努力により数々の世界的企業が生まれ、独特の発展を遂げ現在に引き継がれている。中でも、輸送機器（四輪、二輪、船舶機器、特機）や電子楽器、AV機器などの生産が盛んであり、国際的に競争力を持つ製品も多い。それらの製造物の多くに組込みシステムが用いられている。したがって、浜松地域の製品開発力を向上させるためには、組込みシステムの開発技術を高める必要がある。

組込みシステム開発においては、ソフトウェア開発技術、電気／電子回路技術、機械制御技術など複数の技術の統合が必要である。浜松地域の製造業では、以前は同一の技術者が複数の技術領域を担当することも多かったが、近年のシステムの複雑化、規模増大により、技術領域毎に部門が分かれることが増えている。例えば、ソフトウェア開発部、回路設計部、機構設計部のような部門構成である。したがって、技術者はそれぞれ異なる部門に所属し、自身の担当分野の技術力を発揮しながら、必要に応じて連携を取り、開発を行っている。

このような現状がある中、浜松地域の組込みシステムの開発に関しては、技術的に以下の問題を抱えている。

- ・ソフトウェアの複雑化、規模増大が見られるにも関わらず、ソフトウェアは工学的な開発が行われていない。そのため、ソフトウェア品質の確保や保守が難しくなっている。
- ・部門が分断されたことにより、複数の技術を経験する機会が少なくなったことから、技術領域を横断してシステム全体を俯瞰できる人材が育成されにくくなった。したがって、若手のシステムアーキテクトが育ちにくい状況となっている。

全ての領域の技術者が全ての技術をエキスパートレベルまで極める必要はない。重要なことは、情報技術、電子回路技術、機械制御技術の中核となる基礎技術を身につけ、システム開発を実際に行う統合力を身につけることである。しかし、基礎技術の深い理解、実践への応用力、及び複数技術間の統合力を育成することは容易ではなく、教育としての大きな課題である。

地域企業として、これらの能力を開発することは喫緊の課題であり、実践的な教育を開発する機関として静岡大学が期待されるのは大きい。

### 2. 地域再生人材創出構想の内容

#### a. 人材養成の目的

##### (1) 養成の対象者、養成すべき人材像

浜松及び周辺地域の製造業における組み込みシステム開発に従事する企業の技術者を主な対象者とする。中でも、組込みソフトウェア開発技術者全般、及び組込みシステムのハードウェアとソフトウェアの基本構成を決める立場にある組込みシステムアーキテクトが対象である。

養成すべき人材は、ソフトウェア工学と制御技術の基本を深く理解し、実践に応用できる技術者、及びソフトウェア、電気／電子、機械の部門を横断的に俯瞰し統合できるシステムアーキテクトである。いずれも、基本かつ中核をなす原理原則を深く理解し、厳密に合理的に考えることのできる技術者を養成する。

ソフトウェア工学に関しては、要求分析及びモデリング技術、設計技術、開発プロセス、品質管理技術を身につける。目標は、ソフトウェア開発にて必要な要求、機能、振る舞い、構造などの考察や概念化を突き詰めて行うことができ、かつ概念の正しいモデル化が可能であり、結果として要求分析から実装までを合理的に進められる人材を育成することである。

制御技術に関しては、物理及び応用数学のうち制御に関わる項目を身につける。目標は、フィードバック制御やデジタル制御の真の意味を理解しており、かつ回路と伝達関数の関係や、機械と伝達関数の関係など、モノの振る舞いと理論との関係を把握しており、理論的考察と実験により構造及び制御設計を合理的に進められる人材を育成することである。

システムアーキテクトは、それらを応用し、システムアーキテクトチャートを構築できる能力を養成する。目標は、複数の技術領域、部門を横断的に俯瞰し統合できる技術リーダーを育成することである。

##### (2) 養成修了者の活躍の場、地域再生への具体的な貢献

浜松及び周辺地域の製造業における組み込みシステム開発において、開発担当者、社内外での教育者、及びシステムアーキテクトとして活躍する。

ソフトウェア工学及び制御技術の基礎を身につけた技術者は、組込み開発の現場において即戦力となる人材となる。また、それらの技術を開発のメンバに教育し展開することも期待される。

システムアーキテクトは、製品開発の上流で、製品要求に応じてハードウェアとソフトウェアの基本構成を適切に定義することができる。したがって、部門を超えて複数の技術領域を統合する技術者としての活躍が期待される。

これらの技術者の活躍により、地域で生産されている、国際的な競争力を持つ製品の開発力が向上し、地域の産業が活性化されることが期待される。

##### (3) 人材養成の手法

###### (a) 養成手段及び目標とする人材像

養成の目標は、ソフトウェア工学の基礎や制御技術の基礎を深く理解し実践に応用できる人材、及び複数技術を横断して統合できるシステムアーキテクトの育成である。

目標を上記のように置いた場合、基礎の深い理解の促進や統合力育成をどのように行うかが課題となる。ソフトウェア工学や制御技術の基礎を深く理解させるためには、座学の講義だけでは不足であり、実践を通じて本質を理解し、

技術者同士のコミュニケーションを通じて理解を深めることが望ましい。また、システムアーキテクトは異なる技術領域の人材と連携する能力が求められるため、異技術領域の技術者とコミュニケーションを取る演習を行うことが望ましい。

そこで、本プログラムのコースは、ソフトウェア工学基礎、制御技術基礎、制御系組込みシステム実践演習の3つとする。ソフトウェア工学基礎ではソフトウェアモデリング、分析、設計、品質、プロセスに関する技術を習得する。制御技術基礎では、物理と応用数学のうち制御に必要な技術を習得する。制御系組込みシステム実践演習では、ソフト、電気/電子、機械の各設計をシミュレーションで行うモデルベース開発を実践し、実際にものづくりを行うことで、複数技術を横断的に統合するアーキテクトとしての技術を育成する。

また、3つのコースは全て、講義、実習、レビューを含むゼミ形式の合宿を行う。合宿には、講師となる静岡大学の教員や近隣の企業の方と受講生が一堂に集まり、同一の課題に対して実習とレビューを何日か連続して行う。実習では、実際のシステムや仮想開発プロジェクトに対して、品質目標の設定、分析、設計、プロセス構築などの演習を実施する。レビューには、プレゼンテーション、質疑応答などが含まれる。

講師は課題に対して責任を持ち、受講生はシステム分析や設計の成果、及びプレゼンテーション内容に対して責任を持ち、なおかつ発表の場では講師、受講生ともに質疑など周囲からのチャレンジに対応する義務を伴う。このようなルールづけをすることで、ゼミを適切な緊張感を伴う充実したものとし、より深い理解を促進する。受講生にとっては、先進的な技術を持つ講師陣と数日間過ごしながら指導を受けられることも大きな魅力になると考えられる。また、合宿形式にすることで、近隣の技術者同士の交流を促進することも期待される。

### 3. 自治体との連携・地域再生の観点

#### a. 自治体との連携の具体的な内容

浜松市では、創業都市構想作成において「人材」を表記する場合、人は財産であるという意味を込めて「人材」と表記するなかで、はままつ産業創造センターを中心に、浜松市や商工会議所、大学・企業関係者等から成る「産業人材育成コンソーシアム」を立ち上げ、体系的な人材育成プログラムの運営を行っている。

はままつ産業創造センターでは、人材育成プログラムの窓口・運営事務局として全体プロデューサー、コーディネーションを行っているが、組込みソフトを中心とした、機械、電気、ソフトに関する人材の育成は、体系を構成する重要な要素として位置づけ、静岡大学情報学部、浜名湖国際頭脳センター及び地元企業が継続的に実施していく。

#### b. 地域再生の取り組み等との関連性

地域再生計画において『最先端の技術に習熟した人材などが研究開発や実用化技術開発に積極果敢に取り組み、当地域製造業の高度部材・基盤技術の高度化と次世代産業の創出を実現することにより、都市間競争や国際環境層に勝ち抜くことができる「ものづくり」のまちとして復興・再生を目指すものである。』と方向付けされており、そのために、知の拠点である大学等がそのノウハウを活かし、教材やプログラムの開発・実施・改善等を行い、地域の企業や自治体は、養成された人材が研究開発や実用化技術開発を行うことで企業の成長・発展を支えることを標榜している。

これにより、当地域が大学等と連携し、国の支援とあい

まって、大学等を核としたものづくり人材の創出と地域活力の好循環の形成を進めていく。

今回の申請もこの地域再生の取り組みを推進するための人材養成を目的とした、地域の大学の個性を活かした人材養成ユニットとなっている。

#### c. 地域としての個性・特色及び地域のニーズの内容

浜松地域は「山葉寅楠」「本田宗一郎」「鈴木道雄」「高柳健次郎」「宮本甚七」などの現在の産業の基点となる人材を創出し、現在もその発展を継続し輸送機器（四輪、二輪、船舶機器、特機）や電子楽器、AV機器、光関連機器などの生産が盛んであり、国際的に競争力を持つ製品も多い。それらの製造物の多くに組込みシステムが用いられており、製品の競争力を向上させるために組込みシステム開発の技術力向上が求められている。そのエンジニア（組込みソフトウェアエンジニア）は全国的に不足傾向にあり、浜松地域もその例外ではない。電子楽器、電気製品メーカー（楽器、AV機器など）では、上級技術ニーズとして、大規模ソフトウェアの開発技術が課題となっている。また、輸送機器メーカー、工作機械メーカーでは、上級技術ニーズとして、機械、電気、ソフトの統合技術が課題となっている。特に、大手企業では、異なる技術領域のつながりを作っていくことが求められていると想定され、ベースとなる技術ニーズとしては、共にソフトウェア工学、制御技術が必要となる。

#### d. 地元の企業等からの協力の内容

（株）浜名湖国際頭脳センターでは引き続き、組み込みソフトウェアキャリアアップセンター事業として、新たなキャリア形成にチャレンジする志のある若者の受け皿となり、OJTとなる開発現場を提供していくこととしており、「組込みシステムアーキテクト研究所」のコース運営に協力していく。

（株）システックをはじめとする地元企業には上記の活動に協力いただく。

OJTとなる開発現場、開発案件は、若手の技術者を求める地元企業と協力して（株）浜名湖国際頭脳センターが継続的に開拓していく。

また並行して、静岡大学情報学部にもこの中の代表的な企業からOJL（オン・ザ・ジョブ・ラーニング）という形で、組込みソフトに関して学生と企業のプロジェクトマネージャが共同で開発する案件を提供していただく。

#### e. 成果として見込まれる地域再生への貢献度

(1) 浜松地域における製品において組込みシステムの技術は高度な製品の開発の鍵を握っており、そのような中で高度な技術を持った組込みソフトウェア技術者を養成することは地域の製造業に大きな貢献が期待できる。

(2) 組込みソフトウェアの大規模化への対応や、機械、電気、ソフトウェアの統合力が向上することが期待される。これにより、地域で生産されている、国際的な競争力を持つ製品の開発力が向上し、地域の産業が活性化されることが期待できる。

(3) この技術を獲得することによって、浜松地域の企業間の協業及び新しい分野への参入の可能性が高くなることが期待できる。

### 4. 3年目における具体的な達成目標

本プログラムのコースであるソフトウェア工学基礎、制御技術基礎、制御系組込みシステム実践演習によって養成される対象者の到達目標を以下に示す。

#### a. ソフトウェア工学基礎

- ・分割統治、抽象化、汎化の基本概念を身につけている
- ・ERモデル、ユースケース図、クラス図、シーケンス図

の記法を身につけている

- ・システムの振る舞い、構造、機能を適切にモデリングできる
- ・品質要求を分析できる
- ・優先度設定、トレードオフ分析、リスク分析を遂行できる
- ・ソフトウェアプロセスの用語を適切に用いることができる
- ・ソフトウェアプロセスをモデリングできる
- ・ライフサイクルプロセスモデルと標準について理解できている
- ・ソフトウェア品質特性モデルに関して理解できている
- ・ソフトウェア品質に関与する要員、プロセス、ツール、技術の役割を理解している

b. 制御技術基礎

- ・フィードバック制御の利点と欠点について理解できている
- ・伝達関数に関して理解できている
- ・インパルス応答とステップ応答に関して理解できている
- ・デジタルフィルタを設計できる
- ・制御の安定性や応答性を評価できる
- ・制御理論を実践に適用することができる

c. 制御系組込みシステム実践演習

- ・機能、振る舞い、構造の因果関係について理解できている
- ・CAD/CAM ツールを用いて、構造設計及び振る舞いのシミュレーションを実施できる
- ・振る舞いのシミュレーションから、適切なソフトウェア仕様を導くことができる
- ・ソフトウェア、電気/電子、機械の関係と責務分担を理解し、適切に統合できる
- ・設計結果を複数の異なる技術領域の技術者に対して説

明し、合意を得ることができる

1年目は、地域連携企業の技術者をを中心に10名ほどコースを試行する。2年目、3年目はソフトウェア工学基礎、制御技術基礎、制御系組込みシステム実践演習の3つのコースを通して年間約20名程度教育する。3年間で50名程度の技術者を教育することを目標とする。

5. 実施期間終了後の取組

各コースの到達レベルは4と同様とする。さらに、4～5年目は年間約30名程度教育する。5年間で110名程度の技術者を教育することを目標とする。

6. 期待される波及効果

ソフトウェア工学及び制御技術の基礎を身につけた技術者は、組込み開発の現場において即戦力となる人材となる。

また、それらの技術を開発のメンバに教育し展開することも期待される。

システムアーキテクトは、製品開発の上流で、製品要求に応じてハードウェアとソフトウェアの基本構成を適切に定義することができる。したがって、部門を超えて複数の技術領域を統合する技術者としての活躍が期待される。

これらの技術者の活躍により、地域で生産されている、国際的な競争力を持つ製品の開発力が向上し、地域の産業が活性化されることが期待される。

また、ビジネススクールでは参加者同士が激しく議論する場が存在することが多いのに対し、組込みシステム開発の教育現場ではレビューを行う程度で、技術者同士が激しく技術について議論する場というのはあまり提供されていない。合宿形式となると、一部の大企業の企業内教育以外には全国的にもほとんど存在しないと思われる。したがって、本プログラムの合宿と議論による教育の効果が確認されれば、他の教育機関の参考にもなると思われる。

7. システム改革の実現性とその実施体制

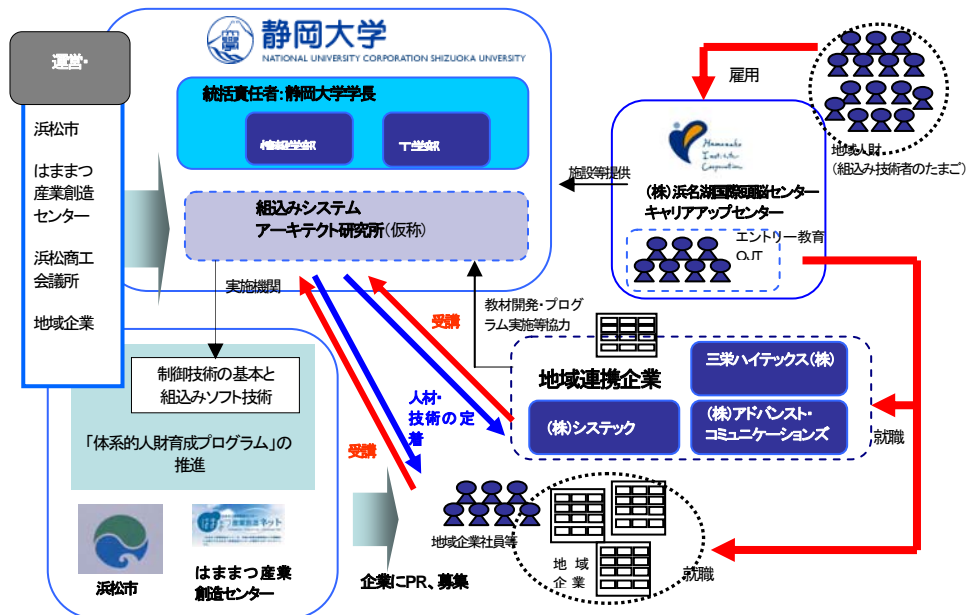


図1. 実施体制図

表1. 実施メンバ

氏名	所属部局・職名	提案課題における役割
伊東 幸宏	静岡大学・学長	統括責任者
荒川 章二	静岡大学・情報学部・学部長	部局責任者
加藤 博万	静岡大学・情報学部・特任教授 組込みシステムアーキテクト研究所長	独立のための基盤確立作業
島 聡司	静岡大学・情報学部・特任教授	講師・技術指導
塩見 彰睦	静岡大学・情報学部・教授	講師・コース作成
野口 靖浩	静岡大学・情報学部・特任助教	講師・技術指導
松澤 芳昭	静岡大学・情報学部・助教	講師・技術指導
上田 芳伸	静岡大学工学研究科・教授	技術指導
森 孝夫	名古屋大学大学院情報科学研究科 附属組込みシステム研究センター研究員	講師・コース作成
矢田 祐一	(有)バイナリー・代表取締役	技術指導
坂田 全弘	(株)システック・ソリューション事業部長	コース作成支援
夏目 和久	(株)浜名湖国際頭脳センター・IT事業部長	コース開発・普及

## 8. 各年度の計画と実績

### a. 平成20年度

#### 【計画】

- 静岡大学内に「組込みシステムアーキテクト研究所」を設置する。
- 「ソフトウェア工学基礎」、「制御技術基礎」及び「制御系組込みシステム実践演習」の教材を開発する。
- 10名程度の受講生に対して、「ソフトウェア工学基礎」、「制御技術基礎」及び「制御系組込みシステム実践演習」をそれぞれ実施する。
- 実施後、それぞれに対して評価し、改善点を明らかにした上で、次年度に向けた改善を行う。
- 運営委員会を3回開催し、業務を推進する組織を確立する。
- 評価委員会を2回開催し、業務全体の推進が効果的に行われているか、上記演習の実施評価や試行評価に対する改善点が着実に改善されているかを確認する組織を確立する。
- 制御系組込みシステムアーキテクトの必要性を普及啓発し、受講生募集セミナーを開催する。
- 運営委員会ワーキングを毎月開催する。

#### 【実績】

- 静岡大学情報学部内に「組込みシステムアーキテクト研究所」を設置した。
- 「ソフトウェア工学基礎」、「制御技術基礎」及び「制御系組込みシステム実践演習」の教材を開発した。
- 12名の受講生に対して、「ソフトウェア工学基礎」、「制御技術基礎」及び「制御系組込みシステム実践演習」をそれぞれ実施した。
- 実施後、それぞれに対して評価し、改善点を明らかにした上で、次年度に向けた改善を行った。

- 運営委員会、評価委員会を計画どおり開催して、課された用務を遂行した。
- 制御系組込みシステムアーキテクトの必要性を普及啓発し、受講生募集セミナーを開催した。
- 運営委員会ワーキングを毎月開催した。

### b. 平成21年度

#### 【計画】

- 前期（4月～9月）、後期（10月～3月）それぞれ10名の受講生に対して「ソフトウェア工学基礎コース」、「制御技術基礎コース」及び「制御系組込みシステム実践演習コース」の3コースを実施する。
- 前半期のコース実施後、受講生のスキルチェック及び演習内容等を評価するため評価委員会、改善を実施する運営委員会、WGメンバによるFD研修会を実施し次年度に向けて改善を行う。
- 他の項目は、20年度とほぼ同様。

#### 【実績】

- 前期（4月～9月）、後期（10月～3月）それぞれ10名の受講生に対して「ソフトウェア工学基礎コース」、「制御技術基礎コース」及び「制御系組込みシステム実践演習コース」の3コースを実施した。
- 半期のコース終了後、受講生のスキルチェック及び演習内容等を評価するため運営委員会WGメンバーによる検討会を実施、改善点を明らかにした。
- 他の項目は、20年度とほぼ同様に行った。

### c. 平成22年度

#### 【計画】

- 前期（4月～9月）、後期（10月～3月）それぞれ10

- 名の受講生に対して「ソフトウェアウェア工学基礎コース」、「制御技術基礎コース」及び「制御系組込みシステム実践演習コース」の3コースを実施する。
- 前期のコース終了後、受講生のスキルチェック及び演習内容等を運営委員会WGで評価して、改善点を明らかにして、次回のコースに活かす。
  - 組込みシステムアーキテクト研究所の自立のための準備と継続方法の検討を開始する。
  - 他の項目は、21年度とほぼ同様
- d.平成23年度  
【計画】

- 平成22年度とほぼ同様の内容を実施する。
  - 受講生を前期15名、後期15名の年間30名を募集する。
  - 組込みシステムアーキテクト研究所自立のための準備と継続方法の検討を進める。
- e.平成24年度  
【計画】
- 平成22年度とほぼ同様の内容を実施する。
  - 受講生を前期15名、後期15名の年間30名を募集する。
  - 組込みシステムアーキテクト研究所自立のための準備を行う。

### 9. 年次計画

項目	1年度目	2年度目	3年度目	4年度目	5年度目
セミナー開催 事業環境準備	⑤ ↕				
教育プログラム開発 (1) 制御系	準備期間 ↕	準備 ↔ 改善		改善 ↔	
		準備 ↔	改善 ↔	改善 ↔	
		準備 ↔	改善 ↔	改善 ↔	
(2) ソフト系					
(3) 制御機械系					
養成対象者の 募集・選考		↔	↔	↔	↔
講義・演習 (1) ソフトウェア工学 基礎	↔	↔	↔	↔	↔
(2) 制御技術基礎	↔	↔	↔	↔	↔
(3) 制御系組込みシ ステム実践演習	↔	↔	↔	↔	↔
	開発及び試行	本格立ち上げ	改善	拡大	評価
自立の準備・検討			○		→
養成目標人数 <累積人数>	10 <10>	20 <30>	20 <50>	30 <80>	30 <110>