



コンピュータエンジニアリング 領域 (J07-CE)

Computer Engineering Discipline (J07-CE)

J07

大原茂之 東海大学

CE 領域策定の背景

CE 領域策定の狙い

コンピュータエンジニアリング領域 (以下、CE 領域) を考える場合、我が国における CE 領域の具体的な経済規模、その経済規模を支える産業と大学教育の関係を明確にしていく必要がある。多くの技術者にとって、コンピュータは LSI としてチップ化された利用対象であり、実数は分からないもののコンピュータを設計する技術者は全体としてはきわめて少数派であると見てよいであろう。したがって、学部という課程でのコンピュータ教育は、コンピュータチップを利活用できる段階をきちんとクリアさせ、コンピュータの設計等は大学院以上で本格的に修得させることが妥当であろう。

CE 領域策定にあたっては、こうした事情を仮説とし、IEEE/ACM の CE2004 を参考にし、さらに我が国の産業そのものの特性を産業実態調査などから抽出する一方で、産業界などから出ている即戦力となる人材を育成せよという声についても検討した。こうした検討結果を、全国の大学が CE 領域のカリキュラムを設計する中で反映できる標準カリキュラムを提供できるように設計することを心掛けた。

CE2004 の概要

CE2004 では CE 領域を「現代のコンピュータシステムとコンピュータ制御機器に使用されているソフトウェアとハードウェアの要素の設計、組み立て、実装および維持する科学/技術を扱う分野」として定義している。この定義からは、ハードウェアからソフトウェアまできわめて広い領域定義となっている。しかし、この領域を特徴付ける具体的な観点からは、コンピュータの応用による自動車の燃料噴射システム、医療機器などをあげている。こうした応用例は日本が得意とする組み込み技術に相当しており、少なくとも 6 年以上前から CE 領域は組み込み技術を出口とする BOK の開発に取り組んでいたことが理解できる。

CE2004 は、以下に示すようにアルゴリズムから始まり、VLSI の設計および製造に至るまで全部で 18 の領域から構成されている。

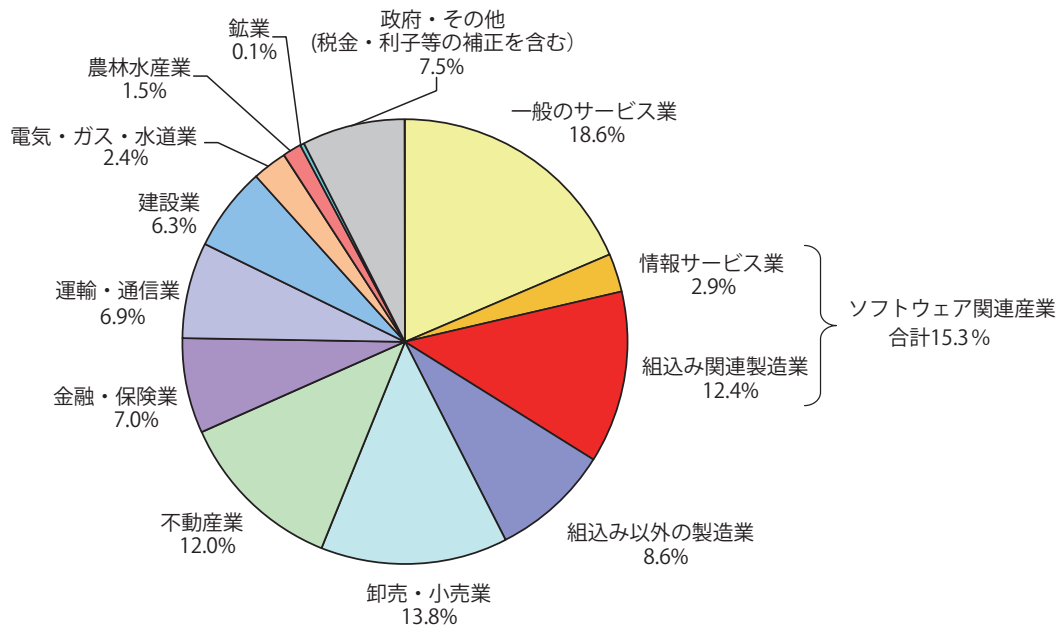
CE-ALG	アルゴリズム
CE-CAO	コンピュータのアーキテクチャと構成
CE-CSE	コンピュータシステム工学
CE-CSG	回路および信号
CE-DBS	データベースシステム
CE-DIG	デジタル論理
CE-DSC	離散数学
CE-DSP	デジタル信号処理
CE-ELE	電子工学
CE-ESY	組み込みシステム
CE-HCI	ヒューマンコンピュータインタラクション
CE-NWK	コンピュータネットワーク
CE-OPS	オペレーティングシステム
CE-PRF	プログラミングの基礎
CE-PRS	確率・統計
CE-SPR	社会的な観点と職業専門人としての問題
CE-SWE	ソフトウェア工学
CE-VLS	VLSI の設計および製造

CE2004 ではこれらの領域をコンピュータ工学に関するすべてのカリキュラムに取り入れるべきとしている。

CE2004 と我が国の状況

CE2004 では組み込み技術が取り上げられており、構想段階から体系的に練られてきたことが伺える。すなわち少なくとも今から 6 年以上前に遡ることになる。

一方、我が国が得意とする技術であると喧伝される組み込み技術は 2003 年に経済産業省に組み込みソフトウェア開発力強化推進委員会準備会が設けられた。さらに 2004 年に (独) 情報処理推進機構 (IPA) にソフトウェアエンジニアリングセンター (SEC) が設けられ本格的に産学官による組み込みエンジニアリング領域と組み込み技術者のスキル標準の研究が開始された。しかし、組み込み



内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部企画調査課「国民経済計算年報」, 特定サービス産業実態調査(平成18年), 2007年版組込みソフトウェア産業実態調査

経済産業省 Copyright © 2007 Ministry of Economy, Trade and Industry All Rights Reserved.

2007年版 組込みソフトウェア産業実態調査: 経営者・事業責任者向け調査

図-1 平成17年の国内総生産(名目)に占めるソフトウェア関連産業の割合

技術者育成を標榜する大学および大学院の数は少ない。CE2004以上の段階に達した系統的なコンピュータ領域のカリキュラムを持つ大学が果たして国内にいくつあるのか興味深いところである。CE領域における日本の大学教育は国内の産業界が持つ組込み技術のアドバンテージを活かしたカリキュラムをアピールする機会を失いつつあり、世界に対する人材育成の求心力を失う可能性が強まっている。

こうした、我が国のCE領域の教育面での危機的状況を打破する意味でも、J07のCE領域の活動はきわめて重要なミッションであると考え、さらに、我が国が抱える少子化や若年層の理工系離れなども視野に入れてカリキュラム策定に取り組んだ。

少子化と電子系、情報系志望者の減少

日本の大学が抱える大きな問題は、少子化と電子系および情報系志望者の減少である。特に、CE領域は両者の共通領域であり、この分野のカリキュラムを掲げての学科運営はきわめて厳しい状況になることは容易に予想できるところである。特に、電子系や情報系は機械、建築あるいはバイオなどに比べると、抽象度が高く具体的な結果が見えないため、障壁が高く若者の興味を引き付

けるには難しさがある。

こうした観点から見ると、組込み技術は製品開発という視点から説明できるので、視覚的に訴えることが可能であり障壁を低くすることができる。その意味でも、CE領域の出口としてはCE2004が掲げるエンジンの燃料噴射と同じように、家電製品、ロボット、車、通信機器などを例示して、関連性を強調できるようなカリキュラムを設計すべきである。

CE領域への組込み技術の取り込み

産業実態調査に見る組込み技術の重要性

経済産業省による2007年版組込みソフトウェア産業実態調査によると次のデータが公開されている。

調査対象(有効回答): 国内全域 293社(311事業部門)
 組込みソフトウェア技術者数: 約23万5,000人
 不足する組込みソフトウェア技術者数: 約9万9,000人
 組込みソフトウェア開発費: 3兆2,700億円
 組込みソフトウェア技術者1人当たりの開発費: 1,390万円

図-1は、国内総生産に占めるソフトウェア関連産業

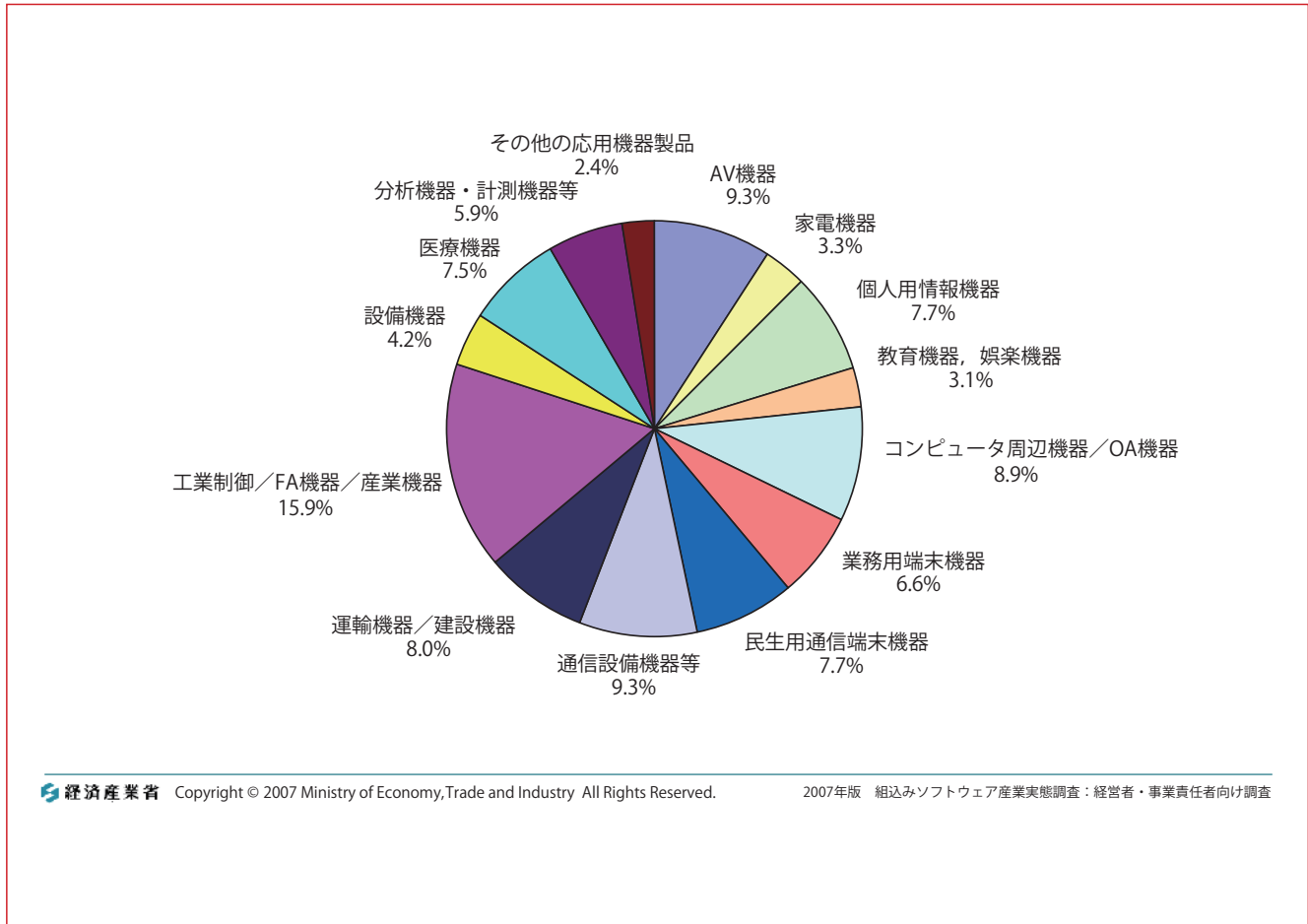


図-2 開発している組込み製品

の比率である。総生産全体で 501 兆円、そのうち組込みシステム産業規模は 62 兆円で 12% 強を占めている。この割合は、一般のサービス業、卸売・小売業に次いで第 3 位の規模である。輸出競争力を強化する意味でも組込み技術を CE 領域のコアとすべきであると判断できる。

図-2 は、調査対象となった企業が開発している組込み製品の割合である。きわめて広い領域に渡って組込み技術が応用されていることが分かる。したがって、CE 領域のコアを組込み技術とすることは、学生の出口確保という観点からも大きな意味がある。

図-3 は、組込み産業関連分野で最も重要と考えられる施策を北海道・東北地域から九州・沖縄地域まで地域

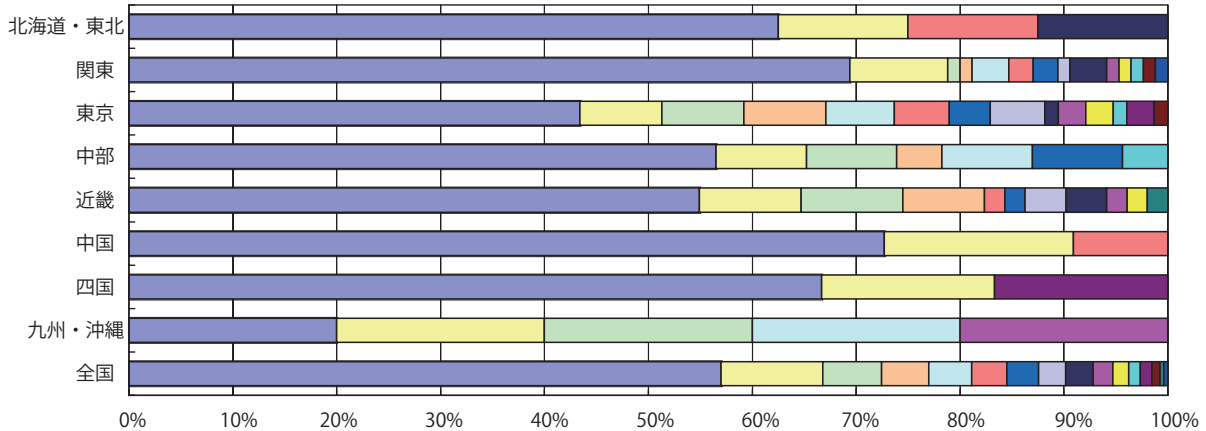
別に集計したものである。すべての地域で組込みソフトウェアの開発を担う人材の育成がトップを占めている。その割合も、東京、九州・沖縄地域を除いて 50% を超えて中国地域などはさらに 70% 以上となっている。日本の全地域共通に、組込みソフトウェア人材の育成ニーズが高いことが分かる。こうしたことは、日本全国の大学が各地域に根ざした組込み技術者育成で貢献できることを示唆している。こうした地域特性の観点からも、CE 領域のカリキュラムのコアとして組込み技術を位置づけることは我が国の優位性を強化することにつながると判断できる。

図-4 は、経済産業省が策定した組込みスキル標準 (ETSS) に基づいて調査した結果である。ETSS で定義したキャリアのうち、組込みソフトウェア技術者とプロジェクトマネージャを採用する時点で重要視するスキル分布と、企業が要求する大学で教育すべきスキル分布を比較したものである。

企業が大学教育に期待するスキル分布は、ほぼ組込みソフトウェア技術者の採用時のスキル分布と同じである。技術要素の分布傾向などはほとんど同じと見てよいであろう。特に、通信技術、情報処理技術、制御技術、OS などのプラットフォーム技術などはスキルレベル 1 以上

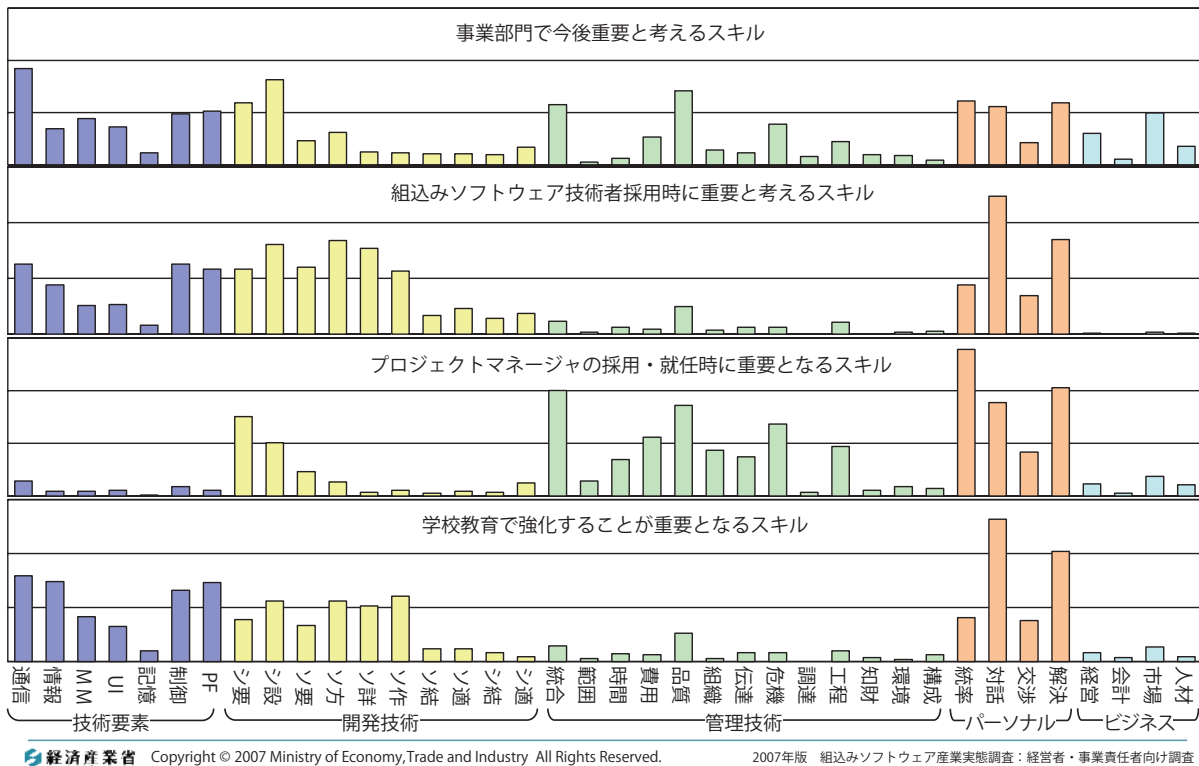


- 組み込みソフトウェアの開発を狙う人材の育成
- 職種別スキル標準の整備等による、人材育成の強化
- 標準化課題の整理と国際標準化の主導権の確保
- 国際的なビジネス展開・市場拡大のための環境整備
- ものづくり基盤技術分野の戦略に基づく中小企業への支援策の強化
- 安全性の確保、PL法上の取扱い、各種保険制度等の制度整備
- ルール整備、情報開示、政府調達などによる市場の創出・拡大
- 経営資源の潜在力を引き出すIT活用推進
- 基礎的な重要技術や重要基盤技術の開発
- 人材・研究開発・IT投資等の促進税制
- 川上企業・川下企業間のネットワーク構築支援
- 高付加価値部材・技術の醸生に向けた、高リスク研究開発の支援
- 知的資産の評価・管理・活用・開示のための手法作り
- ものづくり分野・戦略分野における専門職大学院の設置
- 地域独自の戦略に基づく地域基礎力（産官学連携、地域ブランド）
- 国際的な連携強化による、海外リソースの活用



経済産業省 Copyright © 2007 Ministry of Economy, Trade and Industry All Rights Reserved. 2007年版 組み込みソフトウェア産業実態調査：経営者・事業責任者向け調査

図-3 組み込み産業関連分野で、我が国の今後の施策として最も重要な地域別課題



経済産業省 Copyright © 2007 Ministry of Economy, Trade and Industry All Rights Reserved. 2007年版 組み込みソフトウェア産業実態調査：経営者・事業責任者向け調査

図-4 今後重要になると考える組み込み技術のスキル分布

科目名称	概要	教育項目
組み込みシステム技術	組み込みソフトウェア技術者として必要な組み込み基礎技術を習得する。	組み込みシステムの歴史、組み込みシステムの特徴、組み込みシステムの現状、I/O制御、スタートアッププログラム、メモリ管理、割り込み処理、ハードウェア監視、排他制御、トレードオフ設計、ハードウェアアーキテクチャ、MPU周辺技術、基本I/O、外部周辺機器、実装技術、高信頼性設計、安全性設計、システムLSI、組み込みソフトウェアの概要と歴史、組み込みソフトウェアの特徴、リアルタイムカーネル、デバイスドライバとミドルウェア、マルチタスクプログラミング、実行環境、開発環境、組み込みソフトウェア開発技術、・・・ など
組み込みプログラミング演習	組み込みソフトウェア技術者として必要なC言語を中心とするプログラミング技術を習得する。	メモリ配置、スタックサイズ、スタートアッププログラム、割り込み処理、I/Oアクセス、コーディング作法、最適化、開発支援ツール（統合開発環境、コンパイラ、デバッガ、・・・）、アセンブリ言語、要求定義、ソフトウェア設計、プログラム実装、テストとデバッグ、・・・ など
組み込みシステム開発プロジェクト型演習	組み込みシステム開発未経験者向け教育カリキュラムの総まとめとの位置づけとして、組み込みソフトウェア開発に従事するために必要な技術や知識をプロジェクト型演習にて体験の上、習得する。	本研修コースの履修条件である、「ET入門コース」カリキュラムにおける「組み込みシステム技術」、「組み込みプログラミング演習」の関連する知識項目、及びこれらの履修条件となっている、ITスキル標準の教育ロードマップにおける「IT基本1」、「IT基本2」の研修コース群の関連知識項目をプロジェクト型演習で実際に活用し、より実践的な知識や技術の習得を行う。

経済産業省 Copyright © 2007 Ministry of Economy, Trade and Industry All Rights Reserved.

2007年版 組み込みソフトウェア産業実態調査：経営者・事業責任者向け調査

表-1 ETSSにおける未経験者向け教育カリキュラムの概要

が求められている。同様に、ソフトウェアの開発に関しては、システム要求定義からソフトウェア作成に至る分布の中には、スキルレベル1以上を要求するものがある。ETSSのスキルレベル1は、上位者の指導があればスキルを発揮できるレベルであるが、レベル1以上ということは1人前に近いレベルが要求されることになる。

CE領域の教育目的と国際的同等性確保

これまで述べてきたように、日本のCE領域のカリキュラムのコア部分は組み込みソフトウェアを柱とする組み込み技術とすることがカリキュラム策定上の戦略となる。組み込みソフトウェアは純粋にソフトウェアのみでなくハードウェアの技術も要求されることから、CE領域に位置づけても矛盾は生じない。

表-1は、ETSSで提示されている未経験者向け教育カリキュラムの概要である。この概要では3つの科目が提示されており、教育項目にはBOKが示されている。こうした状況を踏まえてCE領域の教育目標を次のように設定する。

「日本の各地域において活躍でき、コンピュータを組み込みシステムを応用した製品開発に応用できる人材を育成する」

こうした人材を育成するカリキュラムの設計方針は次の通りである。

- ① CE2004のBOKを吸収する。
- ②日本の企業が期待するスキル分布を持つ組み込み技術者を育成できる。
- ③大学を卒業後も持続的に成長していくことができるモチベーションを持った人材育成を可能にする。
- ④技術者として倫理感を持った人材を育成する。

CE領域のカリキュラム

CE領域の知識体系

CE2004をベースにしたCE領域の知識体系を表-2に示す。CE2004に対して、以下の方針でCE領域の知識体系を策定した。

- ① CE2004では420時間をコアとしているが、日本の組み込み系教育の実情に合わせるため、CE領域のコア時間は308時間に削減し、差分は選択項目とした。
- ② CE2004では、コンピュータ制御機器を広範囲に網羅していたが、CE領域では、特に組み込み系を対象を絞

コンピュータ工学の知識領域とユニット

CE-ALG アルゴリズム [コア 22 時間]

- CE-ALG0 歴史と概要 [1]
- CE-ALG1 基本アルゴリズムの分析 [2]
- CE-ALG2 アルゴリズム戦略 [6]
- CE-ALG3 アルゴリズムの複雑性 [2]
- CE-ALG4 アルゴリズムと問題解決 [4]
- CE-ALG5 データ構造 [5]
- CE-ALG6 再帰 [2]
- CE-ALG7 基本的計算可能性理論
- CE-ALG8 コンピューティングアルゴリズム
- CE-ALG9 分散アルゴリズム

CE-CSG 回路および信号 [コア 22 時間]

- CE-CSG0 歴史と概要 [1]
- CE-CSG1 電気量 [2]
- CE-CSG2 キルヒホッフの電流則, 電圧則 [2]
- CE-CSG3 回路素子 [2]
- CE-CSG4 直流回路 [3]
- CE-CSG5 交流回路 [3]
- CE-CSG6 過渡応答 [3]
- CE-CSG7 演算増幅器 [2]
- CE-CSG8 フーリエ解析 [2]
- CE-CSG9 ラプラス変換 [2]
- CE-CSG10 抵抗回路網
- CE-CSG11 リアクタンス回路網
- CE-CSG12 周波数応答
- CE-CSG13 正弦波解析
- CE-CSG14 たたみこみ
- CE-CSG15 フィルタ
- CE-CSG16 雑音
- CE-CSG17 波形解析

CE-DIG デジタル論理 [コア 23 時間]

- CE-DIG0 歴史と概要 [1]
- CE-DIG1 スwitching理論 [2]
- CE-DIG2 組合せ論理回路 [2]
- CE-DIG3 組合せ回路のモジュラ設計 [4]
- CE-DIG4 順序論理回路 [6]
- CE-DIG5 デジタルシステムの設計 [8]
- CE-DIG6 記憶素子
- CE-DIG7 モデリングとシミュレーション
- CE-DIG8 形式的検証
- CE-DIG9 故障モデルとテスト
- CE-DIG10 試験性を考慮した設計

CE-CAO コンピュータのアーキテクチャと構成 [コア 27 時間]

- CE-CAO0 歴史と概要 [1]
- CE-CAO1 コンピュータアーキテクチャの基礎 [4]
- CE-CAO2 メモリシステムの構成とアーキテクチャ [4]
- CE-CAO3 インタフェースと通信 [5]
- CE-CAO4 デバイスサブシステム [1]
- CE-CAO5 CPU アーキテクチャ [6]
- CE-CAO6 性能・コスト評価 [2]
- CE-CAO7 分散・並列処理 [2]
- CE-CAO8 コンピュータによる計算 [2]
- CE-CAO9 性能向上

CE-DBS データベースシステム [コア 23 時間]

- CE-DBS0 歴史と概要 [1]
- CE-DBS1 データベースシステム [3]
- CE-DBS2 リレーショナルデータベース [4]

- CE-DBS3 データモデリング [3]
- CE-DBS4 データベース問合わせ言語 [3]
- CE-DBS5 リレーショナルデータベースの設計 [3]
- CE-DBS6 トランザクション処理 [2]
- CE-DBS7 分散データベース [2]
- CE-DBS8 組込みデータベース [2]
- CE-DBS9 データベースの物理設計

CE-DSP デジタル信号処理 [コア 21 時間]

- CE-DSP0 歴史と概要 [1]
- CE-DSP1 理論と概念 [3]
- CE-DSP2 デジタルスペクトル分析 [1]
- CE-DSP3 離散フーリエ変換 [4]
- CE-DSP4 デジタルフィルタ [8]
- CE-DSP5 音声処理 [2]
- CE-DSP6 画像処理 [2]
- CE-DSP7 サンプリング
- CE-DSP8 変換
- CE-DSP9 離散時間信号
- CE-DSP10 窓関数

CE-ESY 組込みシステム設計 [コア 31 時間]

- CE-ESY0 歴史と概要 [1]
- CE-ESY1 低電力コンピューティング [2]
- CE-ESY2 高信頼性システムの設計 [2]
- CE-ESY3 組込み用アーキテクチャ [6]
- CE-ESY4 開発環境 [2]
- CE-ESY5 ライフサイクル [1]
- CE-ESY6 要件分析 [1]
- CE-ESY7 仕様定義 [1]
- CE-ESY8 構造設計 [1]
- CE-ESY9 テスト [1]
- CE-ESY10 プロジェクト管理 [1]
- CE-ESY11 並行設計(ハードウェア, ソフトウェア) [1]
- CE-ESY12 実装 [2]
- CE-ESY13 リアルタイムシステム設計 [9]
- CE-ESY14 組込みマイクロコントローラ
- CE-ESY15 組込みプログラム
- CE-ESY16 設計手法
- CE-ESY17 ツールによるサポート
- CE-ESY18 ネットワーク型組込みシステム
- CE-ESY19 インタフェースシステムと混合信号システム
- CE-ESY20 センサ技術
- CE-ESY21 デバイスドライバ
- CE-ESY22 メンテナンス
- CE-ESY23 専門システム
- CE-ESY24 信頼性とフォールトトレランス

CE-NWK テレコミュニケーション [コア 22 時間]

- CE-NWK0 歴史と概要 [1]
- CE-NWK1 通信ネットワークのアーキテクチャ [3]
- CE-NWK2 通信ネットワークのプロトコル [4]
- CE-NWK3 LAN と WAN [2]
- CE-NWK4 クライアントサーバコンピューティング [1]
- CE-NWK5 データのセキュリティと整合性 [4]
- CE-NWK6 ワイヤレスコンピューティングとモバイルコンピューティング [2]
- CE-NWK7 データ通信 [3]
- CE-NWK8 組込み機器向けネットワーク [1]
- CE-NWK9 通信技術とネットワーク概要 [1]
- CE-NWK10 性能評価

<ul style="list-style-type: none"> ○ CE-NWK11 ネットワーク管理 ○ CE-NWK12 圧縮と伸張 ○ CE-NWK13 クラスタシステム ○ CE-NWK14 インターネットアプリケーション ○ CE-NWK15 次世代インターネット ○ CE-NWK16 放送 	<p>CE-DSC 離散数学 [コア 23 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-DSC0 歴史と概要 [1] ● CE-DSC1 関数, 関係, 集合 [6] ● CE-DSC2 数え上げの基礎 [4] ● CE-DSC3 グラフとツリー [4] ● CE-DSC4 帰納法 [2] ● CE-DSC5 推論 [6] ○ CE-DSC6 ファジー集合
<p>CE-HCI ヒューマンコンピュータインタラクション [コア 7 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-HCI0 歴史と概要 [1] ● CE-HCI1 ヒューマンコンピュータインタラクションの基礎 [2] ● CE-HCI2 グラフィカルユーザインタフェース [2] ● CE-HCI3 I/O 技術 [1] ● CE-HCI4 人間中心のソフトウェア評価 [1] ○ CE-HCI5 インテリジェントシステム ○ CE-HCI6 人間中心のソフトウェア開発 ○ CE-HCI7 対話型グラフィカルユーザインタフェースの設計 ○ CE-HCI8 グラフィカルユーザインタフェースのプログラミング ○ CE-HCI9 グラフィックスと可視化 ○ CE-HCI10 マルチメディアシステム ○ CE-HCI11 次世代インタラクション ○ CE-HCI12 インタラクションデザイン ○ CE-HCI13 バーチャルリアリティ 	<p>CE-SPR 社会的な観点と職業専門人としての問題 [コア 20 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-SPR0 歴史と概要 [1] ● CE-SPR1 公的ポリシー [2] ● CE-SPR2 分析の方法およびツール [2] ● CE-SPR3 社会的な観点と職業専門人としての問題 [2] ● CE-SPR4 リスクと責任 [2] ● CE-SPR5 知的財産権 [3] ● CE-SPR6 プライバシーと市民的自由 [2] ● CE-SPR7 コンピュータ犯罪 [2] ● CE-SPR8 コンピュータにおける経済問題 [2] ● CE-SPR9 人材育成 [2] ○ CE-SPR10 哲学的枠組み ○ CE-SPR11 個人情報保護 ○ CE-SPR12 内部統制 ○ CE-SPR13 環境問題 ○ CE-SPR14 ハイテク製品の輸出入規制 ○ CE-SPR15 各国のハイテク関連法規
<p>CE-OPS オペレーティングシステム [コア 16 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-OPS0 歴史と概要 [1] ● CE-OPS1 並行性 [2] ● CE-OPS2 スケジューリングとディスパッチ [2] ● CE-OPS3 メモリ管理 [2] ● CE-OPS4 セキュリティと保護 [2] ● CE-OPS5 ファイル管理 [2] ● CE-OPS6 リアルタイム OS [3] ● CE-OPS7 OS のシステムコールの使用 [2] ○ CE-OPS8 設計の原則 ○ CE-OPS9 デバイス管理 ○ CE-OPS10 システム性能評価 	<p>CE-VLS VLSI の設計および製造 [コア 8 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-VLS0 歴史と概要 [1] ● CE-VLS1 物質の電子特性 [2] ● CE-VLS2 基本的インバータ構造の機能 [1] ● CE-VLS3 組合せ論理の構造 [1] ● CE-VLS4 順序論理の構造 [1] ● CE-VLS5 半導体メモリとアレイの構造 [2] ○ CE-VLS6 チップ入出力回路 ○ CE-VLS7 処理とレイアウト ○ CE-VLS8 回路の特性決定と性能 ○ CE-VLS9 代替回路の構造と低電力設計 ○ CE-VLS10 セミカスタム設計の技術 ○ CE-VLS11 ASIC 設計の手法
<p>CE-PRF プログラミング [コア 6 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-PRF0 歴史と概要 [1] ● CE-PRF1 プログラムの構造 [4] ● CE-PRF2 オブジェクト指向プログラミング [1] ○ CE-PRF3 機器制御プログラミング ○ CE-PRF4 プログラミングのパラダイム ○ CE-PRF5 イベント駆動プログラミングとコンカレントプログラミング ○ CE-PRF6 API の使用 ○ CE-PRF7 コーディング作法 	<p>CE-PRS 確率・統計 [コア 21 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-PRS0 歴史と概要 [1] ● CE-PRS1 離散確率 [4] ● CE-PRS2 連続確率 [4] ● CE-PRS3 期待値 [3] ● CE-PRS4 標本分布 [3] ● CE-PRS5 推定 [2] ● CE-PRS6 仮説検定 [2] ● CE-PRS7 相関関係と帰帰 [2] ○ CE-PRS8 確率過程 ○ CE-PRS9 待ち行列理論 ○ CE-PRS10 状態遷移モデルとマルコフチェーン ○ CE-PRS11 モンテカルロ法
<p>CE-SWE ソフトウェア工学 [コア 16 時間]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CE-SWE0 歴史と概要 [1] ● CE-SWE1 ソフトウェアプロセス [2] ● CE-SWE2 ソフトウェアの要求と仕様 [2] ● CE-SWE3 ソフトウェアの設計 [2] ● CE-SWE4 ソフトウェアのテストと検証 [2] ● CE-SWE5 ソフトウェアの保守 [2] ● CE-SWE6 ソフトウェア開発・保守ツールと環境 [2] ● CE-SWE7 ソフトウェアプロジェクト管理 [3] ○ CE-SWE8 言語翻訳 ○ CE-SWE9 ソフトウェアのフォールトトレランス ○ CE-SWE10 ソフトウェアの構成管理 ○ CE-SWE11 ソフトウェアの標準化 	

表-2 CE 領域の知識体系 ([2] はコアが 2 時間であることを示す。●は必修を、○は選択を示す。)

り込んだ。具体的には、CE2004の「CE-ELE 電子工学」を「CE-DIG デジタル論理」に編入し、両方でコアを23時間とした。また、「CE-ESY 組込みシステム」では、コア時間を50%増とした。

- ③組込み系の開発技術や能力を育成するため、実践的な開発に関するトピックスを積極的に取り上げた。たとえば、「CE-ESY 組込みシステム」では、要求分析、仕様定義、構造設計など開発面を強化した。

カリキュラムの先修条件

16の知識領域の先修条件を以下に示す。ここでは、数字の少ない知識領域を先に履修し、同じ数字の知識領域の間には履修の順序性はないことを示す。たとえば、「CE-OPS オペレーティングシステム」は、「CE-CAO コンピュータのアーキテクチャと構成」を学習してから履修することを示す。

- ① CE-PRS 確率・統計
- ① CE-DSC 離散数学
- ① CE-ALG アルゴリズム
- ① CE-SPR 社会的な観点と職業専門人としての問題
- ① CE-HCI ヒューマンコンピュータインタラクション
- ① CE-CSG 回路および信号
- ① CE-DSP デジタル信号処理
- ① CE-CAO コンピュータのアーキテクチャと構成
 - ② CE-OPS オペレーティングシステム
 - ② CE-DBS データベースシステム
 - ② CE-NWK テレコミュニケーション
- ① CE-DIG デジタル論理
 - ② CE-ESY 組込みシステム設計
 - ② CE-VLS VLSI の設計および製造
- ① CE-PRF プログラミング
 - ② CE-SWE ソフトウェア工学

カリキュラムの構成例

以下に CE 領域の授業の構成例と、各授業に対応する知識領域を示す。この例では、1年生前期から3年生後



期までの3年間で上記の知識領域をすべて包含している。

<1年生前期>

- 確率統計(CE-PRS 確率・統計)
- 離散数学(CE-DSC 離散数学)

<1年生後期>

- アルゴリズム(CE-ALG アルゴリズム)
- 技術者倫理 (CE-SPR 社会的な観点と職業専門人としての問題、および、CE-HCI ヒューマンコンピュータインタラクション)

<2年生前期>

- オペレーティングシステム I (CE-OPS オペレーティングシステム、および、CE-CAO コンピュータのアーキテクチャと構成)
- 電気回路および信号の基礎 (CE-CSG 回路および信号)

<2年生後期>

- オペレーティングシステム II (CE-OPS オペレーティングシステム、および、CE-CAO コンピュータのアーキテクチャと構成)
- テレコミュニケーション (CE-NWK テレコミュニケーション)
- データベースシステム (CE-DBS データベースシステム)

<3年生前期>

- 組込みシステム I (CE-ESY 組込みシステム設計)
- デジタル信号処理 (CE-DSP デジタル信号処理)

<3年生後期>

- 組込みシステム II (CE-ESY 組込みシステム設計、および、CE-VLS VLSI の設計および製造)
- デジタル論理基礎(CE-DIG デジタル論理)
- ソフトウェア工学概要 (CE-SWE ソフトウェア工学、および、CE-PRF プログラミング)

シラバスの例

表-3に「CE-NWK テレコミュニケーション」におけるシラバスの例を示す。

CE 委員会の活動概要

CE 委員活動の概要

CE 委員会は SEC (東京、駒込) にて 2006 年 10 月から 6 回実施し、CE2004 をベースに CE 領域の知識体系のドラフト版を策定した。以降、メールによる討議、意見交換を重ね、2008 年 3 月に最終案を作成。それに対する J07 委員会や公聴会からのコメントを反映させ、CE 委員会による 2 回の最終ミーティングを経て、CE

授業科目名	テレコミュニケーション
単位数	2
開設学期	2年生前期
目的	コンピュータ工学におけるテレコミュニケーションの目的と役割を説明する
概要	コンピュータネットワーキングに必要な要素技術の習得
目標	コンピュータネットワークが激増し、小規模な事務所から国全体までを網羅して、今日の通信の中核となっている。既存のプロトコルを使用したこれらのネットワーク (LAN や WAN) は、サーバやクライアントにとっての伝送路となっている。昨今関心を集めているのは、データの整合性やセキュリティ、さらには情報にアクセスする「権利」などである。ワイヤレスコンピューティングやモバイルコンピューティングの分野では、企業や官公庁がこれらの通信手段の整合性を確保することが、ますます重要になっている。また、データ圧縮により、データ通信の効率性が向上する一方で、通信性能に対する要求の増加が懸念されている。
先修科目	特になし
関連科目	特になし
授業方法	講義中心
評価方法 評価基準	試験 60%, レポート課題 20%, チーム演習での成果物 20%
授業回数	授業内容
1回目	授業の概要と目的および進め方について説明する。 • CE 分野の領域, CE 分野の他の関連分野との関係を説明する。
ユニット	CE-NWK0: 歴史と概要
トピックス	ネットワークアーキテクチャ, プロトコル, セキュリティ, 性能評価 ネットワーク機器, トポロジとその特徴
学習の目標	当該技術の役割を説明する; 歴史的貢献者とその業績, 主要要素技術の概要を実例を挙げて説明する。
2回目	ネットワーク回線の構成 主なネットワーク機器
ユニット	CE-NWK1 通信ネットワークのアーキテクチャ
トピックス	ポイントツーポイント, マルチポイント リピータ, ブリッジ, ルータ, ゲートウェイ
学習の目標	LAN を中心にした身近なネットワーク環境から基本的な機能を学習していく。
(中略)	
15回目	期末試験
教科書・参考書	「ネットワーク技術の基礎」 宮保憲治 (他) 著 森北出版 (2007 年 11 月)
備考	ある程度スキルを必要とする個所に関しては適宜演習を行う。

表-3 シラバスの例示 (CE-NWK テレコミュニケーション)

領域カリキュラムの最終版に至った。

海大学), 村越英樹 (産業技術大学院大学), 二上貴夫 (東陽テクニカ), 山田罔裕 (東海大学), 渡辺のぼる (IPA SEC)

CE 委員

CE 領域のカリキュラム策定を担当した CE 委員は以下の通りである。

(平成 20 年 6 月 2 日受付)

委員長 大原茂之 (東海大学)

幹事 山浦恒央 (東海大学)

委員 天野英晴 (慶應義塾大学), 阪田史郎 (千葉大学), 佐藤和夫 (IPA SEC), 中島達夫 (早稲田大学), 富山薫順 (東海大学), 並木淳治 (東海大学), 西村克信 (東

大原茂之 (正会員)

ohara@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1971 年東海大学大学院修士課程修了。同年同大助手。現在、同大電子情報学部教授。2004 年～IPA/SEC リサーチフェロー, 2005 年～JASA 理事, 2007 年～九州工業大学客員教授。バーチャル空間上のデバイス間同期化技術などの研究に従事。工学博士。