

成果報告書

本報告書は、文部科学省の生涯学習振興事業委託費による委託事業として、一般社団法人全国専門学校情報教育協会が実施した令和2年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果をとりまとめたものです。



目 次

1. 事業概要	4
1. 委託事業の内容	4
2. 事業名	4
3. 分野	4
4. 代表機関	4
5. 構成機関・構成員等	4
(1) 教育機関	4
(2) 企業・団体	4
(4) 事業の実施体制（イメージ）	5
(5) 各機関の役割・協力事項について	6
6. 事業の内容等	7
(1) 本年度事業の趣旨・目的等について	7
(2) 当該教育カリキュラム・プログラムが必要な背景について	7
(3) 開発する教育カリキュラム・プログラムの概要	10
(4) 具体的な取組	14
(5) 事業実施に伴うアウトプット（成果物）	21
(6) 本事業終了後※の成果の活用方針・手法	22
2. 事業の成果	24
1. モデル・カリキュラム	24
2. 教材	28
(1) 産学連携 IoT ユニット教材	28
(2) ビデオ教材	32
(3) 教員用講座資料	34
3. 実証	35
3. 次年度以降の活動	39
1. 事業成果普及	39
2. 事業の継続	39

1. 事業概要

1 委託事業の内容

Society5.0 等対応カリキュラムの開発・実証

2. 事業名

情報通信技術に対応した組込みシステム開発技術者育成のモデルカリキュラム開発と実証事業

3. 分野

情報（組込み・IoT）

4. 代表機関

法人名 一般社団法人全国専門学校情報教育協会

所在地 〒164-0003 東京都中野区東中野 1-57-8 辻沢ビル 3F

5. 構成機関・構成員等

(1) 教育機関

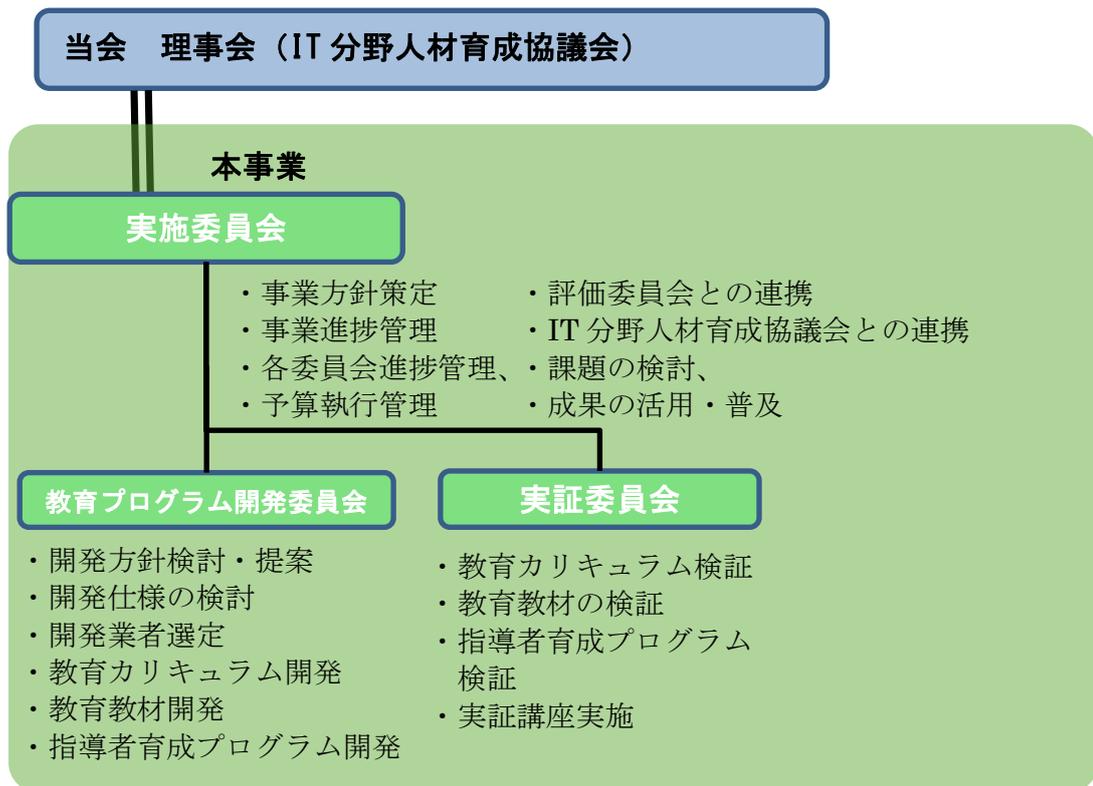
- 1 日本電子専門学校
- 2 東北電子専門学校
- 3 名古屋工学院専門学校
- 4 浜松情報専門学校
- 5 大阪工業技術専門学校
- 6 日本工学院専門学校
- 7 トライデントコンピュータ専門学校
- 8 横浜システム工学院専門学校
- 9 ECC コンピュータ専門学校

(2) 企業・団体

- 1 合同会社ヘルシーブレイン
- 2 有限会社ワイズマン

- 3 有限会社カイコウ社
- 4 株式会社サンライズ・クリエイティブ
- 5 株式会社日本教育ネットワークコンソシアム
- 6 一般社団法人 TukurouneMono 振興協会
- 7 一般社団法人全国専門学校情報教育協会

(4) 事業の実施体制 (イメージ)



(5) 各機関の役割・協力事項について

○教育機関

- ・ 育成人材像の明確化（専門学校のエド育領域の検討）（各校の今後の方向性に関する資料提供）
- ・ エド育プログラムの検討～作成協力（各校のエド育カリキュラム・シラバスの提供及び今後のエド育カリキュラムの協議・検討、エド育項目の洗い出し、教材内容の洗い出し、参考資料の提供）
- ・ 指導者育成プログラム作成協力（今後不足する教員の知識・技術の洗い出し、研修項目の洗い出し、研修時間の設定に関する意見、参考資料の提供）
- ・ 実証講座実施協力（実証講座の告知（学生・卒業生）、講座運営補助（教室のセッティング、機材にセッティング等））
- ・ 指導者育成研修会運営・実施協力（研修会の告知（自校の教員）、受講する教員の派遣、研修会運営補助（教室のセッティング、機材にセッティング等））
- ・ モデルカリキュラムの正規課程への導入検討
- ・ 成果の活用・普及

○企業・団体

- ・ 組込み業界の IoT への対応状況調査支援・協力（調査依頼先候補の紹介、団体の会員一覧の提供、会員企業への協力依頼）
- ・ 組込み技術・IoT 技術の最新情報提供（組込み・IoT の業界情報提供、業界団体が行った調査情報の提供）
- ・ 産学連携エド育カリキュラム作成支援・協力（産学連携事例とエド育カリキュラムの資料提供、産学連携の企業ニーズの意見集約、実施・連携先企業の紹介）
- ・ 企業内実習実証実施協力（企業内実習実施、実施先紹介、実施結果の所感取りまとめ）
- ・ 学内実習実証実施協力（学内実習課題設定、講師派遣、学生評価、実施結果所感取りまとめ）
- ・ エド育プログラムの評価、検証協力（企業の視点の評価項目作成、評価者の派遣）

6. 事業の内容等

(1) 本年度事業の趣旨・目的等について

i) 事業の趣旨・目的

組込みシステム（携帯電話、家電機器、自動車、航空機、ロボット、産業機器などコンピュータを組み込んだ機器）を実現する組込みソフトウェアはハードウェア性能の向上や機能要求の高度化に伴い、飛躍的に規模が大きくなり、複雑になった。組込みソフトウェア技術は、今後の日本の国際競争力やものづくりの水準を押し上げるものと期待されている。

Society5.0 で提言されている今後の社会基盤や人間生活を大きく左右する **IoT**（**Internet of Things**:あらゆるものにコンピュータが入り、ネットワークでつながれる環境）は、大量の組込みシステムがネットワーク化するシステムのため、従来の組込みシステム技術に加え情報通信ネットワーク技術を有する組込みシステム技術者の育成が急務である。

本事業では、IT分野人材育成協議会と連携して、**Society5.0** 実現に向け、今後さらに人材不足が予測される、高度化、複雑化に対応した組込みシステム開発技術とIoTに対応するための組込みネットワーク技術を有する技術者育成の教育プログラムを開発する。本事業の成果を全国の情報系専門学校に、組込み技術者育成のモデルとして広く公開し、教育の導入と活用を推進する。

ii) 学習ターゲット、目指すべき人材像

これから組込みシステム技術者を目指す情報系専門学校学生及び現役の組込み技術者を対象に高度化・複雑化した組込みシステム開発技術に加え組込みネットワーク技術を付加して、IoT機器に対応したシステム開発技術者を育成する。

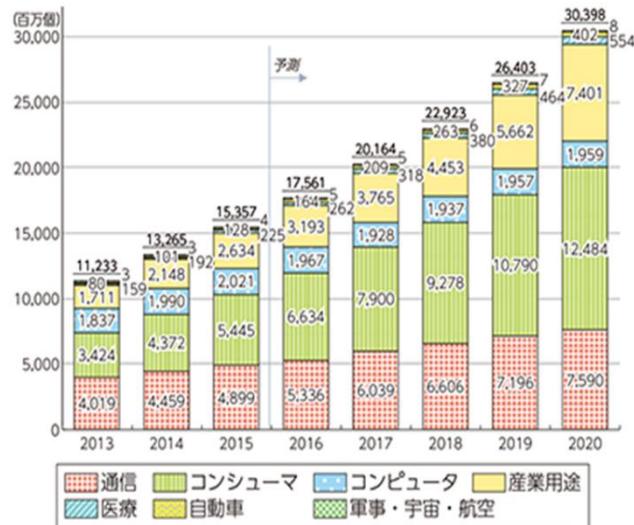
(2) 当該教育カリキュラム・プログラムが必要な背景について

情報通信技術の進展、デバイスの進化、また、クラウドによる大容量データの分散管理技術に発展により、従来、単独のシステムとして稼働していた組込みシステムが、ネットワークに接続し、様々なデータをネット上のサーバーに送信するとともに、ネットワークから情報を取得するようになった。組込みシステムをネットワーク上に接続するためには、これまでは、情報通信モジュールを別に用意し、組込みシステムと連携するように設計されていたが、現在では、組込みチップにあらかじめ通信機能を

備えているものも出現し、多くの機器がネットワークに接続するシステムとして稼働するようになっている。

図は、世界の IoT デバイス（通信機能を持った組み込み機器）数の推移及び予測（出展：平成 30 年度情報通信白書）である。5 年間で約 2 倍になると予測されている。今後の技術の進展等により、さらに数量が増加することが予測される。

世界の IoT デバイス数の推移及び予測 出展：平成 30 年度情報通信白書



Society5.0 は、サイバー空間とフィジカル空間が融合した豊かな人間社会の実現を目指しているが、IoT 機器により収集された各種データを情報通信によりサーバーに蓄積し、集計分析の結果を IoT 機器やロボットシステムに送信して最適化を図る仕組みが想定されている。現在ネットワークに接続されている IoT 機器の 10 倍、100 倍の機器がつながり、相互の情報のやり取りを行うこととなる。このため、情報通信は、新たな通信規格や方式の導入が予定され、組み込みシステムもその対応が迫られている。また、現在、ネットワーク上のサーバーに無造作に蓄積されている情報データについて、流通量の急増からサーバーの保存容量、集計分析処理時間の増加等の課題が指摘され、これについての対応も急務である。

このような課題について、エッジコンピューティングによりある程度処理をした情報データをサーバーに送る仕組みが考えられている。さらに情報通信による相互間のデータのやり取りでは、取得データの形式やエッジコンピューティングで処理したデータ形式等に互換性が求められ、標準化やデータ処理の知識や技術が求められるようになっている。

これまでの組込み技術は、ハードウェアの性能を 100%引き出すことを目指して、ハードウェア特有のプログラムが組み込まれてきた。これまで、チップの容量の問題やシステムの稼働処理、メモリの制約の中で最大のパフォーマンスを引き出すことが求められてきた。これは、組込みシステムが単独で稼働し、閉じたシステムとして成立していたための設計の方向性であった。情報通信ネットワークに接続された組込みシステムでは、組込み機器とネットワーク上のシステムや組込み機器が相互にデータを送受信する状態となるため、単独の機器のパフォーマンスのみでシステム設計ができなくなっている。また、急速な IoT デバイスの普及、ネットワークへの接続に対応した技術を持った人材にも不足が生じており、エッジコンピューティング等新たな技術への対応を含め、人材育成が課題となっている。

専門学校における組込み技術者教育は、従来の単独での組込みシステム開発が中心となっている。Society5.0 に対応するためには、情報通信ネットワークへの通信・接続技術や組込み機器そのもののシステム開発だけではなく、その機器がつながり、データを送る先のシステムやデータを送ってくるシステムの知識や構造を理解している必要があり、俯瞰的に全体のシステムを理解できる知識と専門技術が必要である。

これからの IoT、ビッグデータに対応し、Society5.0 の実現においては、組込み技術はその根本であるデータ収集を担う重要な技術である。これまでの組込みシステム開発技術に加え、高度化、複雑化したソフトウェアのプログラム技術、品質管理の知識と技術、組込みネットワークによるデータ通信システムの開発技術、取得データの標準化等の技術、エッジコンピューティング実現のためのデータベース技術及びデータ処理技術等の複合的な技術を有する人材が求められている。

専修学校においては、これまでの組込みシステム開発の教育に、組込みネットワーク技術、データベース技術等を付加し、IoT 時代に対応した組込みシステム技術者の育成が急務である。

Society5.0 では、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）を目指しているため、組込みシステム開発とネットワーク技術を融合させて学習する必要があり、組込みシステム開発技術とネットワーク設計・開発技術を併せ持った人材の育成が必要であると思われる。現状の教育カリキュラムは、それぞれ独立の教育領域を設定しているため、融合した人材の育成が十分に行われて

いない。本事業では、これまでに行われていなかった組込みシステム開発・ネットワーク設計技術を融合して学習する教育プログラムの開発・専門学校教育への導入・普及を目指している。

(3) 開発する教育カリキュラム・プログラムの概要

i) 名称

組込みシステム・ネットワーク開発学科教育プログラム

ii) 内容

本事業では、これまでの組込みシステム開発の教育に、組込みネットワーク技術、データベース技術等を付加し、それら技術を用いて、IoT時代に対応した組込みシステム開発ができる組込み技術者を養成するための教育カリキュラム・プログラムを開発する。

名称：組込みシステム・ネットワーク開発学科

ポリシー：高度化・複雑化した組込みシステム開発技術に加え組込みネットワーク技術を付加して、IoT機器に対応したシステム開発技術者を育成する。実践的な職業人育成のため、組込み（IoT）システム開発企業と連携し、ネットワークに接続する組込みシステムの設計・開発および組込み・IoTに関する最新技術動向の情報提供を受けると共に産業界に求められる技術習得のため、演習、企業内実習を取り入れた教育課程を設計する。

科目構成：コンピュータ基礎	120 時間
ソフトウェアエンジニアリング	180 時間
組込みシステム設計・開発	480 時間
産学連携教育	60 時間

各科目の目的：

- コンピュータ基礎（既存の教育プログラムを活用）
組込み技術者としてコンピュータを使用するための基本となる、ソフトウェア、ハードウェア、ネットワーク、プログラミング、セキュリティ、OSに関する基本知識及び技術を学習する
- ソフトウェアエンジニアリング（既存の教育プログラムを活用）

組込みシステム開発に携わる技術者として、ソフトウェア作成の基本技術、開発・構築、品質管理、保守、運用、作成ツール等の専門知識と技術を学習する

- 組込みシステム設計・開発（本事業で開発する教育プログラム）
高度化・複雑化した組込みソフトウェアの開発技術、組込みネットワークの基本知識とネットワークシステム開発技術、他のソフトウェアとの連携、結合の専門技術を学習する。
- 産学連携教育（既存の教育プログラムを活用）
実践的な職業教育のため、産学が連携した実習・演習を行い、実務で通用する技術習得を目指す。



本教育プログラムは、専門学校での2年制課程を想定して時間数、科目等を設計しています。初学者（高校卒業者、組込み技術を有していない者）については、すべてのプログラムを履修することとなります。

既存の組込み技術者については、本事業で教材を開発する「組込みシステム開発技術、組込ネットワーク設計・構築技術、組込みプログラミング技術、ソフトウェア結合・連携技術」が、知識・技術を向上させる対象科目となります。（その他の科目は、学生時代または社員研修等で学習済みと思われるため）

また、社員教育、自己啓発等ですでに学習しており、技術として保有している科目、学習内容があれば、あらためて学習の必要はないと思われる。既存の組込み技術者については、保有技術・業務実績等により、学習科目の検討・選択が必要である。

●開発する教育カリキュラム・プログラム

- ・モデル・カリキュラム
- ・組込みシステム開発技術教育カリキュラムと教材
- ・組込ネットワーク設計構築技術 教育カリキュラムと教材
- ・IoT（組込み）統合システム開発 教育カリキュラムと教材
- ・産学連携IoTユニット開発教材（品質管理技術含む）
- ・教員育成研修プログラム（カリキュラム・スケジュール・演習課題）
- ・指導書 ・評価手法

これまでの組込みシステム開発技術教育は、単独の閉じたシステムとしての開発が中心に実施されて、組込みネットワークや相互間のデータのやり取りによるシステム稼働等に対応した技術者育成はほとんど進んでいなかった。クラウドサービス、ビッグデータ処理技術、IoT機器の進展により、組込み機器が相互で連携するシステム開発が求められるようになり、この技術に対応した技術者の育成が課題である。

この数年でネットワークに接続する機器は爆発的に増加し、日本が目指す **Society5.0** の社会ではさらに多くの機器がネットワークに接続されることが予測される、また、IoT機器や情報システムが社会を支える基盤となり、そのシステムの開発、運用、保守は **Society5.0** を維持発展させるために必要不可欠である。

本事業では、**Society5.0** 実現と維持発展のため、技術的な観点から、組込みシステム開発、組込みネットワークシステム構築、新たな通信規格への対応、エッジコンピューティングのシステム開発、データの標準化等の技術に対応した組込みシステム開発技術者を育成する。

○これまでのカリキュラムとの違い

情報通信技術が進展し、これまでネットワークに接続していた機器とは異なる、新たな機器の接続が予測されている。その機器のほとんどが IoT 機器（従来の組み込み機器がネットワークで接続されている機器）となると思われ、ネットワークに接続する機器の爆発的な増加が予測されている。現在のネットワークでは、パソコンとサーバー、IoT 機器とサーバーのような接続が中心であるが、今後 Society5.0 の進展に伴い、IoT 機器と IoT 機器が相互に通信をして、その結果、人の判断を介さず結果を出力するようなシステムが出現しつつある。本事業では、このような組み込みシステム・組み込みネットワークシステムの学習を行うためのこれまでにない教育プログラムの開発を行い、来るべき Society5.0 の社会に対応した組み込み技術者の育成を目的としている。

(4) 具体的な取組

i) 計画の全体像

平成30年度

●調査

組込み業界 最新技術調査

●開発

カリキュラム・シラバス

・組込みシステム開発技術

・組込ネットワーク設計・構築技術

教育教材

・組込みシステム開発技術教材

・組込ネットワーク設計・構築技術教材

●実証講座

・組込みシステム開発技術講座

・組込ネットワーク設計・構築技術講座

2019年度

●開発

カリキュラム・シラバス

・IoT（組込み）統合システム開発

教育教材

・IoT（組込み）統合システム開発教材

教員用ビデオ教材開発

●実証講座

・組込みシステム開発技術講座

・組込ネットワーク設計・構築技術講座

●教育育成

・教員研修会

2020年度

●開発

モデルカリキュラム

・組込みシステム・ネットワーク開発学科

教育教材

・産学連携IoTユニット開発教材

教育育成

・指導書・評価手法

●実証講座

・IoT（組込み）統合システム開発講座

・産学連携IoTユニット開発講座（品質管理含む）

●教育育成

・教員研修会

ii) 今年度の具体的活動

○実施事項

【開発】

●教育カリキュラム・シラバス開発

組込みシステム・ネットワーク開発学科 モデルカリキュラムの開発

●教育教材開発

・産学連携 IoT ユニット開発

モデル工場に開発した IoT ユニットを取り付け、計測、データ取得の実習を通して、IoT ユニットの開発から品質管理までを体験的に学習する教材

●教員用教材

・産学連携 IoT ユニット開発を教えるための教員用教材の開発

【実証講座】

●IoT（組込み）統合システム開発講座

目的：IoT（組込み）統合システム開発教材を用いて講座を行い、内容・効果の検証を行う。

対象：専門学校学生、IT 技術者（卒業生等）

期間：2020年9月 2日間（6時間×2日 12時間）

●産学連携 IoT ユニット開発講座

目的：産学連携 IoT ユニット開発教材を用いて講座を行い、内容・効果の検証を行う。

対象：専門学校学生、IT 技術者（卒業生等）

期間：2020年10月 3日間（6時間×3日 18時間）

●教員研修会

目的：本年度に開発する IoT（組込み）統合システム開発教材を用いて講座を行い、指導方法等を学習する。

対象：専門学校教員

期間：2020年11月 2日間（6時間×2日 12時間）

【成果の普及】

●成果物の配布

●成果報告会の実施

●成果のホームページでの公開

【委員会】

- ・実施委員会 3回開催 9名

受託機関および協力専門学校・企業・団体、事務局の責任者で構成する。
事業計画の承認および全体の方向性の確認、事業の進捗状況の確認と予算執行管理。

- ・教育プログラム開発委員会 4回開催 7名

受託機関および協力専門学校・企業・団体、事務局の担当で構成する
教育カリキュラムの開発仕様・モデル化の関する検討・協議、教材開発仕様に関する検討協議、

- ・実証委員会 3回開催 8名

受託機関および協力専門学校・企業・団体、事務局の担当で構成する。
実証講座企画・運営、効果計測

- ・評価委員会 3回開催 3名

受託機関および協力専門学校・企業・団体、事務局の担当で構成する。
教育プログラムの評価、事業の評価を行う

○事業を推進する上で設置する会議

会議名①	実施委員会
目的	・ 事業目的および内容の承認、 ・ 事業の進捗管理、 ・ 事業結果の確認 ・ 事業会計の監査、 ・ 成果の活用、普及
検討の具体的内容	・ 事業方針策定 ・ 事業進捗管理 ・ 各委員会進捗管理、 ・ 予算執行管理 ・ 評価委員会との連携 ・ IT 分野人材育成協議会との連携 ・ 課題の検討、 ・ 成果の活用・普及
委員数	9人
開催頻度	年3回
実施委員会の構成員（委員）	
1	飯塚 正成 一般社団法人全国専門学校情報教育協会 専務理事
2	谷口 英司 日本電子専門学校
3	坂藤 健 東北電子専門学校
4	永井 昌寛 愛知県立大学情報科学部 情報科学科 教授
5	柴原 健次 合同会社ヘルシーブレイン 代表 CEO
6	原田 賢一 有限会社ワイズマン 代表
7	羽曾部 恭美 有限会社カイコウ社 代表
8	菊嶋 正和 株式会社サンライズ・クリエイティブ
9	吉岡 正勝 一般社団法人全国専門学校情報教育協会

会議名②	教育プログラム開発委員会
目的	・ 教育プログラム開発、教育領域・範囲・レベルの設計、 検証の確認、成果の活用の設計、IT 分野人材育成協議会との連携
検討の具体的内容	・ 開発方針検討・提案 ・ 開発仕様の検討

	<ul style="list-style-type: none"> ・開発業者選定 ・教育カリキュラム開発 ・教育教材開発 ・指導者育成プログラム開発 ・IT分野人材育成協議会との連絡・協議、情報共有
委員数	7人
開催頻度	年4回

教育プログラム開発委員会の構成員（委員）

- 1 船山 世界 日本電子専門学校 校長
- 2 岡田 靖志 浜松情報専門学校 教務課長
- 3 堀部 達也 大阪工業技術専門学校
- 4 村上 登昭 大阪工業技術専門学校
- 5 石川 浩 日本工学院八王子専門学校
- 6 柴原 健次 合同会社ヘルシーブレイン 代表 CEO
- 7 菊嶋 正和 株式会社サンライズ・クリエイティブ

会議名③	実証委員会
目的	教育プログラムの実証・評価
検討の具体的内容	<ul style="list-style-type: none"> ・教育カリキュラム検証 ・教育教材の検証 ・指導者育成プログラム検証 ・実証講座実施
委員数	8人
開催頻度	年3回

実証・評価委員会の構成員（委員）

- 1 吉岡 正勝 一般社団法人全国専門学校情報教育協会
- 2 岡野 正信 日本電子専門学校 コンピュータグラフィックス科
- 3 松島 秀夫 日本電子専門学校 ゲーム制作科・ゲーム企画科・ゲームCGデザイン科 科長
- 4 中原 千賀子 トライデントコンピュータ専門学校 教務チーム
- 5 谷口 順一 名古屋工学院専門学校メディア学部 メディア学科

-
- 6 荒川 巧也 日本工学院専門学校 ゲームクリエイター科
 - 7 青木 聡 横浜システム工学院専門学校 教育指導室主幹（授業環境総括）情報システム科学科長
 - 8 納谷 新治 ECC コンピュータ専門学校 副校長

会議名④ 評価委員会

目的 教育プログラムの実証・評価

検討の具体的内容

- ・教育カリキュラム評価
- ・教育教材の評価
- ・教員用教材評価
- ・実証講座評価
- ・事業評価

委員数 3人

開催頻度 年3回

実証・評価委員会の構成員（委員）

- 1 飯塚 正成 一般社団法人全国専門学校情報教育協会 専務理事
- 2 永井 昌寛 愛知県立大学情報科学部 情報科学科 教授
- 3 羽曾部 恭美 有限会社カイコウ社 代表

○開発に際して実施する実証講座の概要

実証講座①の対象者 専門学校学生、IT技術者（卒業生等）

期間（日数・コマ数） ●IoT（組込み）統合システム開発講座

期間：2020年9月 2日間（6時間×2日 12時間）

●産学連携IoTユニット開発講座

期間：2020年10月 3日間（6時間×3日 18時間）

実施手法

- ・協力校に実証講座受講の学生募集を依頼する
- ・実習を中心に実際にIoTシステムを開発して、結果を検証する
- ・産学で連携し、モデル工場で実際にIoT機器を使ったシステムを稼働させる実習を行い、実践的にシステム開発を学習し、現場に求められる品質についても学習する
- ・アンケート及び評価者による評価を行い、教育プログラムの検証をする

想定される受講者数 ●IoT（組込み）統合システム開発講座 20名

●産学連携IoTユニット開発講座 14名

実証講座②の対象者 IT・組込み系専門学校教員

期間（日数・コマ数） ●研修会

期間：2020年11月 2日間（6時間×2日 12時間）

実施手法

- ・産学で連携し、モデル工場での実体験を通して、実践力を身に付ける
- ・学生に伝えるべき内容を、実習を通して把握する
- ・品質管理によりアウトプットを学習し、学生の評価を検討す

想定される受講者数 12名

iv) 開発する教育カリキュラム・プログラムの検証

実証講座受講者の演習課題の完成度・達成度により教育カリキュラム・教材の効果を計測する。

実証講座受講者の演習課題の完成度・達成度の結果を教育カリキュラム・教材の開発に携わった企業・業界団体等と共有し、時間数、受講者の技術の向上の観点から分析する。設定された教育目標に到達している受講者の割合で、効果を検証し、内容、時間数、前提知識・技術について検討協議する。

事業に参画する企業が社員研修で活用するための改善や教育の設計（技術レベル・教育レベル・教育内容等）に関する意見を集約し、教育プログラムの設計に活用する。また、社員教育への導入を促進する。

(5) 事業実施に伴うアウトプット（成果物）

【2018年度】

●調査報告書

組込み業界 最新技術調査の結果および育成人材像を取りまとめた報告書

●教育カリキュラムシラバス

・組込みシステム開発技術 60時間

・組込ネットワーク設計・構築技術 60時間

●教育教材

・組込みシステム開発技術教材 テキストと演習課題

・組込ネットワーク設計・構築技術教材 テキストと演習課題

【2019年度】

●教育カリキュラムシラバス

・IoT（組込み）統合システム開発 コマシラバス 120時間

●教育教材

・IoT（組込み）統合システム開発教材 テキストと演習課題

●教員育成

・教員用ビデオ教材 組込み系専門学校教員を対象とした講座（授業）を進めるためのビデオ教材

【2020年度】

●教育カリキュラムシラバス

- ・組込みシステム・ネットワーク開発学科

モデルカリキュラム（カリキュラム・学科構成・相関図） 800時間

●教育教材

- ・産学連携IoTユニット開発（品質管理含む） テキストと演習課題

●教員育成

- ・指導書及び評価手法 組込み系専門学校教員を対象に、本事業で開発した教育プログラムを用いた学習を進めるための指導方法と学習者の効果計測のための評価手法をまとめる

（6）本事業終了後※の成果の活用方針・手法

- 本事業に参加する専門学校に、教育カリキュラム・教材の利用及び学科の設置について調整を行い、導入を促進する。
- 本事業に参加する企業に、開発した教育プログラムの社員教育への利用を検討いただき、成果の活用を促進する。
- 本会会員校及び全国の組込み・情報系専門学校に成果を配布するとともに、教員研修会を通して、教育カリキュラム・教材の活用および学科の設置を促進する。
- 組込み産業の業界団体を通して、成果物について、企業の研修等への利用を打診し、活用を促進する。
- 教員の研修プログラムを用いて、本会の行う教職員研修を企画し、教員の育成を行い、教員研修プログラムの活用とともに教育カリキュラム・教材の専門学校への導入を促進する。
- 組込みシステム・IoTを取り巻く環境は、今後、さらに進展することが予測されるため、事業終了後も情報収集や教育プログラムの更新を行い、常に最新の状態で教育が実施できる継続的な体制を構築する。

-
- 専門学校教員を対象に当会 Web サイトにより「組込み (IoT) 技術教育」に関する情報提供を行い、教育実践の支援を行う。
 - 専門学校教員を対象とした「組込み (IoT) 技術教育」に関する情報提供サイト・コミュニティサイトを整備し、教育実践の支援を行う。

2. 事業の成果

1. モデル・カリキュラム

組込みシステム・ネットワーク開発学科 モデル・カリキュラムを整備した。

- ・コンピュータ基礎 120 時間
- ・ソフトウェアエンジニアリング 180 時間
- ・組込みシステム設計・開発 480 時間

※コマごとの学習内容概要をまとめたカリキュラム表を作成した。

カリキュラム項目

- コンピュータ基礎
 - 情報処理知識と技術 15 コマ
 - ハードウェア・ソフトウェア 15 コマ
 - ネットワーク・通信技術 15 コマ
 - 情報・組込みセキュリティ 15 コマ
 - プログラミング (C 言語) 30 コマ
 - OS・プラットフォーム 30 コマ
- ソフトウェアエンジニアリング
 - 要求・設計 30 コマ
 - ソフトウェア開発・構築 30 コマ
 - テスト・品質管理 30 コマ
 - ソフトウェア保守・システム保守 30 コマ
 - プロセス管理 30 コマ
 - 開発ツールと手法 30 コマ
- 組込みシステム設計・開発
 - 組込みシステム開発技術 45 コマ
 - 組込みネットワーク設計構築技術 45 コマ
 - IoT 統合システム開発 60 コマ

カリキュラム表 (抜粋)

学科：IoT（組込み）エンジニア学科		担当講師：
科目名：コンピュータ基礎 セキュリティ		授業回数：10コマ（回）
科目概要：情報セキュリティに関する基本的な技術や対策について学習する。		
評価方法：試験・レポート		
前提知識：特になし		
回数	学習項目	備考
1	情報セキュリティの基本概念、定義	
2	主なリスクと具体的な攻撃事例（個人対象、組織・不特定多数対象）	
3	主なセキュリティ技術①暗号技術、認証技術	
4	主なセキュリティ技術②利用者認証、生体認証技術、公開鍵基盤	
5	主なセキュリティ技術③ファイアウォール、VPN	
6	人的・物理的セキュリティ対策（人的ミス、不正行為、侵入、盗難、水害など）	
7	技術的セキュリティ対策（クラッキング、不正アクセス、情報漏えいなど）	
8	利用者のセキュリティ対策	
9	セキュリティ実装技術（セキュアプロトコルなど）	
10	情報管理体制とセキュリティに関する法制度	

学科：IoT（組み込み）エンジニア学科		担当講師：
科目名：組み込みシステム設計・開発 IoT プラットフォームとシステムの統合開発		授業回数：14 コマ（回）
科目概要：IoT プロトタイピングなど、IoT プラットフォームとシステムの統合開発について学習する。		
評価方法：試験・レポート		
前提知識：特になし		
回数	学習項目	備考
1	クラウドコンピューティング①概要	
2	クラウドコンピューティング②種類	
3	クラウドコンピューティング③パブリッククラウドとプライベートクラウド	
4	分散処理（Apache Hadoop、ファイルシステム、分散アルゴリズム、Apache Spark、Apache Storm）	
5	データ処理（REST フレームワーク、JSON、Python、Node.js）	
6	データベース①概要	
7	データベース②キーバリュ型データベース、ドキュメント指向型データベース、グラフデータベース	
8	IoT プロトタイピング開発検討概要	
9	IoT プロトタイピング・ハードウェア環境	
10	IoT プロトタイピング・プログラミング事例	
11	IoT プロトタイピング・ソフトウェア環境①IoT システム構築開発環境、デバイス・ゲートウェイ・サーバ間の通信技術	
12	IoT プロトタイピング・ソフトウェア環境②スマートデバイス向け IoT アプリ・Web サービス	

13	IoTシステムのプロトタイピング開発における課題・対策① センサ関連、消費電力とバッテリー、利用環境	
14	IoTシステムのプロトタイピング開発における課題・対策② CPUポート、ワイヤレス通信、IoTデバイス機器、IoTサーバ	

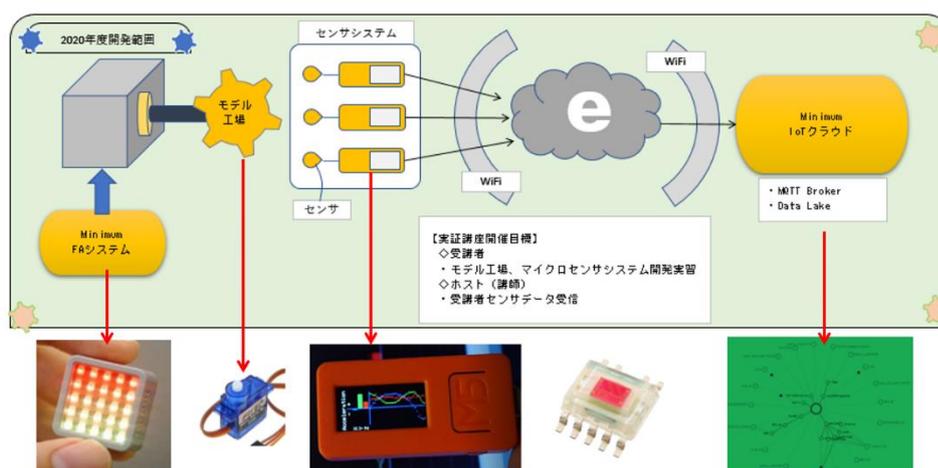
2. 教材

(1) 産学連携 IoT ユニット教材

工場モデルとして、サーボモータを駆動する μ FA を開発、振動を発生させます。その振動を測るセンシングシステムを別のマイコンで開発し、両者を同時に稼働させて計測をして、実際の IoT を体験的に学習できる教材といたしました。また、センシングデータを蓄積する Data Lake 機能も開発し、IoT とビッグデータの関係性も学習できるよう工夫しました。

新型コロナウイルスが原因の感染症流行に伴い、社会的に大きな影響を受けています。このためリモートで講座が展開できるように配慮した実習キットも合わせて開発しました。

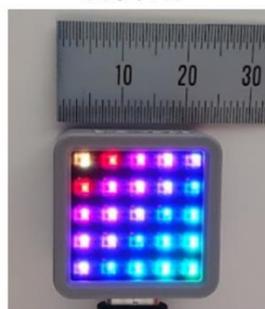
開発範囲



一般社団法人全国専門学校情報教育協会

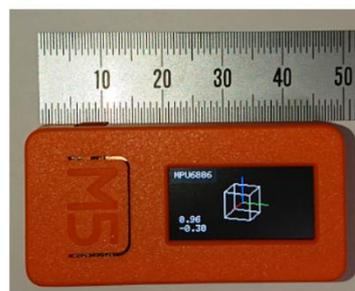
実習で用いるマイコン

制御用



M5ATOM Matrix

センシング用



M5Stick-C



一般社団法人全国専門学校情報教育協会

1

M5ATOM Matrix



- ◇組み込みデバイス開発に適する大きさ(24×24mm)
- ◇Wi-FiとBluetooth通信が可能
- ◇4 MBの内蔵SPIフラッシュメモリ
- ◇ESP32-PICO-D4チップを搭載
- ◇赤外線LED・5×5 RGBマトリックスLED
 - ・内蔵IMUセンサ(MPU6886)・Grove互換I/F
 - ・汎用SW (LEDマトリックス奥)・USB Type-C
 - ・基板取り付け用M2ネジ穴
- ◇電源: 5VDC USBケーブルまたは背面ピンソケット給電

M5ATOM Lite



◇Single LEDのタイプ

M5Sick-C



- ◇0.96インチ80×160TFTカラー
- ◇Wi-FiとBluetooth通信が可能
- ◇80mAh LiPoバッテリー
- ◇電源: 5VDC USBまたはピンソケット給電
- ◇ESP32-PICO-D4チップを搭載
 - ※ M5ATOMと同一
- ◇4MB フラッシュ+520K RAM
- ◇6軸IMU(MPU6886)・赤色LED
 - ・IRトランスミッタ・マイクロフォン
 - ・SW×2・電源SW×1
 - ・Grove I/F・RTC

◇TFTカラー液晶搭載
↓
多彩な表示が可能
↓
【センシング】に用いる

NZR communication mode (NRZとは異なる)

◇このモードの名称については、WEB上でも疑問が投げられている

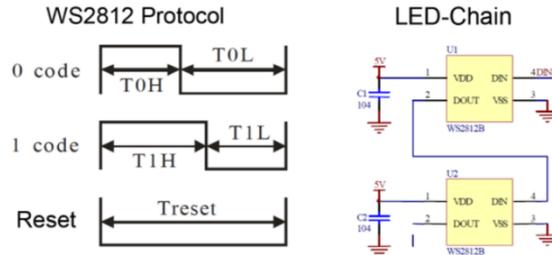
What's the name of signal encoding used by WS2812 LEDs?

The WS2812b color LED uses some kind of duty cycle encoding to encode three states:

- one
- zero
- reset

one zero reset ← これが命名の元になっているらしい(分かり難い)

This can be seen in the following figure:



一般社団法人全国専門学校情報教育協会

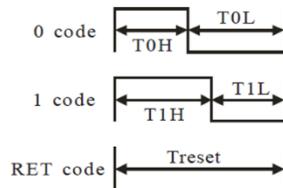
4

データ送信のタイミング

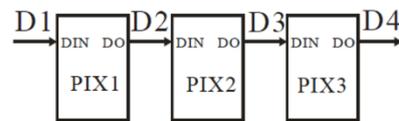
Data Transfer Time

Parameter	Description	Value
TOH	0 code, high voltage time	220ns~380ns
T1H	1 code, high voltage time	580ns~1μs
TOL	0 code, low voltage time	580ns~1μs
T1L	1 code, low voltage time	580ns~1μs
RES	Frame unit, low voltage time	>280μs

Sequence Chart



Cascade Method



一般社団法人全国専門学校情報教育協会

5

ソースコード 1/2 (M5A_LED_1)

◇初期化部分までのソースコード(C++)

```
// M5ATOM LED 1
// LED 巡回点灯

#include <M5Atom.h> // マイコンボードライブラリ

uint8_t idx = 0; // LED番号
uint8_t col = 0; // 色番号 0:G 1:R 2:B 3:OFF

// 初期化
void setup() {
  M5.begin(true, false, true); // SerialEnable, I2CEnable, DisplayEnableの順
  delay(1000); // ここにWaitを入れないと、初めのLEDが点灯しない
               // --->搭載しているLEDには、マイコンが内蔵されているので、
               // そちらとの間の初期化時間も考慮する必要があるのかもしれない
}
```

TABキーで行頭をそろえる

一般社団法人全国専門学校情報教育協会

10

ソースコード 2/2 (M5A_LED_1)

◇初期化部分までのソースコード(C++)

```
// 通常処理
void loop() {
  if (1==1) // このように記述するのは意味が無いように思えるが、
            // 近い将来役立つ
  {
    // LED番号 と 色番号を指定してLED点灯
    M5.dis.drawpix(idx, 0x00ff0000 >> (col*8));
    col++; // 色番号更新
    if (col >= 4){ // 色番号が4になったら、0に戻す
      col=0;
      idx++; // 3色点灯終わったときに、LED番号更新
    }
    if (idx >= 25){ // LED番号が25になったら0に戻す
      idx = 0;
    }
  }
  delay(500); // しばし待つ
}
```

一般社団法人全国専門学校情報教育協会

11

(2) ビデオ教材

産学連携 IoT ユニット教材の内容を動画にした教材を作成した

第1章 組込 IoT の位置づけ

第2章 マイクロ工場 (μ Factory) の開発

- 2 . 1 マイコンの開発実習
- 2 . 2 LED の制御
- 2 . 3 Button クラスの制御
- 2 . 4 シリアル通信の制御
- 2 . 5 WEB 経由の通信制御
- 2 . 6 サーボモータの回転角度制御
- 2 . 7 Bluetooth の活用
- 2 . 8 LED の動作確認
- 2 . 9 Button クラスの動作確認
- 2 . 1 0 シリアル通信計測
- 2 . 1 1 WEB 経由の通信計測
- 2 . 1 2 フルカラーLCD の計測
- 2 . 1 3 加速度センサの活用
- 2 . 1 4 カラーセンサの活用
- 2 . 1 5 IoT クラウドモデルの開発
- 2 . 1 6 自由なデータ分析

ファクトリー体系図

活用ゾーン

- 活用系アプリ (活用系アプリ: 生産管理、品質管理、設備管理、設備保全、在庫管理...)
- 実行系アプリ (実行系アプリ: ERP (Key Performance Indicators) モニタリングシステム (生産効率向上システム))
- 監視系アプリ (監視系アプリ: AI (Artificial Intelligence) モニタリング (Business Intelligence) テンプレート)

データゾーン

- データポート
- データポート

収集/制御ゾーン

- 収集/制御ゾーン (収集/制御ゾーン: フォトリフレクトリコーダ (SR-Light Sensor) 温度・湿度...)
- マイコン/カメラ/センサ/アクチュエータ...

現場 (ライン・設備・人)

工場

企業

国専門学校情報教育協会

M5ATOM Matrix

2020 ATOM

- ◇組み込みデバイス即座に適合する大きさ(24×24mm)
- ◇Wi-Fi/Bluetooth通信が可能
- ◇4 MBの内蔵フラッシュメモリ
- ◇ESP32-PICO-D4チップを搭載
- ◇赤外線LED・5×5 RGBマトリクスLED
- ◇内蔵温度センサ(MPU6889)・Grove正歪計
- ◇赤外線SW (LEDマトリクス裏)・USB Type-C
- ◇基板取り付け用M2ネジ穴
- ◇電源: 5VDC USBケーブルまたは背面ピンソケット給電

M5ATOM Lite

- ◇Single LEDのタイプ

Arduino UI-FLOW
MicroPython

ステッピングモータ制御例

M5Sick-C

80×160TFT

- ◇0.96インチ80×160TFTカラー
- ◇Wi-Fi/Bluetooth通信が可能
- ◇80mAh LiPoバッテリー
- ◇電源: 5VDC USBまたはピンソケット給電
- ◇ESP32-PICO-D4チップを搭載
- ◇MSATOMと同一
- ◇4MBフラッシュ+520K RAM
- ◇0.96インチ(80×160)カラーLED
- ◇IRトランスミッター・マイク・フロン
- ◇SW×2・電源SW×1
- ◇Grove I/F-RTC

◇TFTカラー液晶搭載
↓
多様な表示が可能
↓
【センシング】に用いる

電源ON: 2秒押下 電源OFF: 6秒押下

ESPマイコン用パッケージ

◇検索BOXに ESP と入力しESP32パッケージをインストール

LEDライブラリの修正

◇C:\Users\user\account\Documents\Arduino\libraries\M5ATOM\src\utilityにあるLED_Display.cpp にバグがある → 103行目を訂正する

```

101 int8_t satdata = (offsetx < 0) ? (-offsetx) : (xsize - offsetx);
102 int8_t satdata = (offsety < 0) ? (-offsety) : (ysize - offsety);
103 int8_t satdata = (offsetx < 0) ? (-offsetx) : (xsize - offsetx);
104 int8_t satdata = (offsety < 0) ? (-offsety) : (ysize - offsety);
105 for (int8_t x = 0; x < 5; x++)
106   for (int8_t y = 0; y < 5; y++)
107     ...

```

システム構想

- ◇関数: `M5.dss.drawpx(LED番号, 色)` を呼び出す
- ① LEDの番号は 0~14 で指定すれば良い
- ② 色番号は、0x0000が黒、0x0000が赤、0x0000が青になっている
- ③ 0~0x0000~0x255の範囲でLED各色の明るさを調整する
- ④ 実際の調整に直すときは、これを8ビットに正規化する

緑の場合 → 0x000000
赤の場合 → 0x000000
青の場合 → 0x000000

として直す(実際は4バイトで渡される)中間色の場合は、各色の明るさを次のようにする

紫の場合 → 0x0000FF (赤+青)
黄の場合 → 0x00FF00 (赤+緑)

⑤ 違う順番にすれば各色の明るさを指定できる(ここでは白固定)
OLEDを番号順に、緑→赤→青の順でLEDに移動

- ① LED indexを0~24で繰り返す
- ② 色 indexを0~2で繰り返す
- ③ 色色は、0x000000004バイトを(色 index × 8bit)右シフトして直す
※色indexが0(最初の)時は緑、3回繰り返してindexが3の時は24bit右シフトして0x00000000となりLEDは消灯状態になる

※このプログラムは、全LEDが正しく動くかどうか、確認するテストも兼ねている

```

// M5ATOM LED 1
// LED 高周波対応

#include "M5Atom.h" // マイコンボードライブラリ
uint8_t idx = 0; // LED番号
uint8_t eq1 = 0; // 色番号 0:0 1:R 2:G 3:B

// 初期化
void setup() {
  M5.begin(true, false, true); // Serializable, I2Cable, Displayable
  delay(1000); // ここでM5を初期化しない: 初期化が完了しない
  // 一時的にLEDを消すには、マコンが内蔵されているので、
  // さらさらのLEDの初期化時間も考慮する必要があるらしい
}

// 実行例
void loop() {
  ...
}

```

MQTTメッセージに日付時刻を追加している

- ◇M5Sick-Cが実行しているメッセージは、"Button A was pressed!" のように、日付・時刻は無い
- ◇Node-REDのフローの中で実行したMQTTメッセージに日付・時刻を追加している
- ◇その処理を行っているのは、【時刻取得】ノードである
- ※時刻取得ノードをダブルクリックすると、その処理内容が見える(下記)

```

var now = new Date();
var nowStr =
  "" + now.getFullYear() +
  "-" + (now.getMonth() + 1).slice(2) +
  "-" + now.getDate().slice(2) +
  "T" + now.getHours().slice(2) +
  ":" + (now.getMinutes()).slice(2) +
  ":" + (now.getSeconds()).slice(2) + ".";

msg.payload =
  // 日付
  nowStr + msg.payload;

return msg;

```

これはJavaScriptである

(3) 教員用講座資料

ビデオ教材に使用したスライドを授業を行う教員が活用できるよう編集可能なパワーポイントファイルで提供した。

3. 実証

組込みユニット開発講座

開発した「産学連携 IoT ユニット教材」を用いて、専門学校学生を対象に実証講座を行った。

■日程：2020年12月10日（木）9:30～17:30

2020年12月11日（金）9:30～17:30

■会場：東北電子専門学校

〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院1丁目3-1

■対象者：専門学校学生（組込み系学科）

■参加者：18名

■講師：原田 賢一（有限会社ワイズマン 代表）

■スケジュール：

○【12月10日（木）】

時間	内容	講師
9:30	講座趣旨説明 マイコンの開発実習 LED の制御 Button クラスの制御	原田 賢一
12:00		
13:00	シリアル通信の制御 WEB 経由の通信制御 サーボモータの回転角度制御 Bluetooth の活用 LED の動作確認 Button クラスの動作確認	原田 賢一
17:30	終了	

○【12月11日（金）】

時間	内容	講師
9:30	シリアル通信計測	原田 賢一

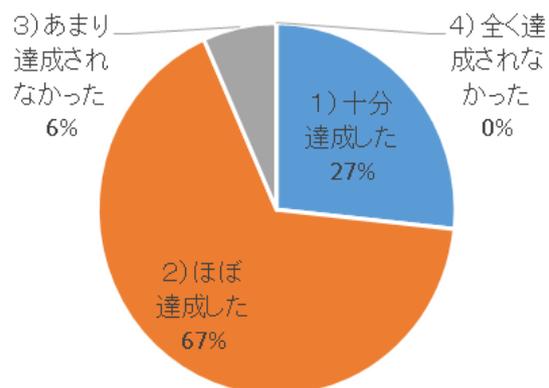
	WEB 経由の通信計測 フルカラーLCD の計測 加速度センサの活用 カラーセンサの活用 IoT クラウドモデルの開発 自由なデータ分析	
12 : 00		
13 : 00	加速度センサの活用 カラーセンサの活用 演習 IoT クラウドモデルの開発 自由なデータ分析 まとめ	原田 賢一
17 : 30	終了	

●受講者アンケート

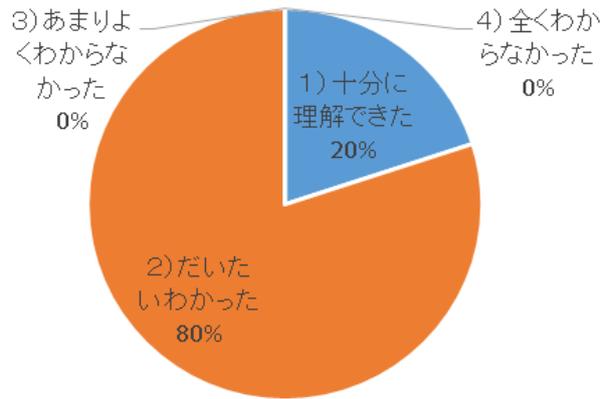
1. 講座の受講目的

- ・IoTに興味があったから
- ・組み込みのプログラムにもネットワークでデータを相互交換するようになってきたので
- ・これからの技術に必要と思ったから
- ・組み込みIoTの概観と学習内容を知るため
- ・IoTの技術を理解する為

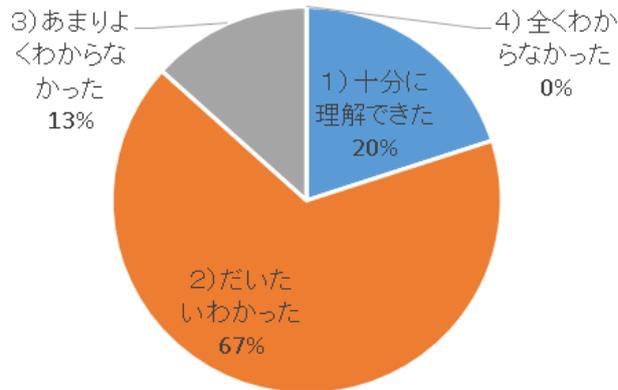
2. 上記目的はどの程度達成されましたか？



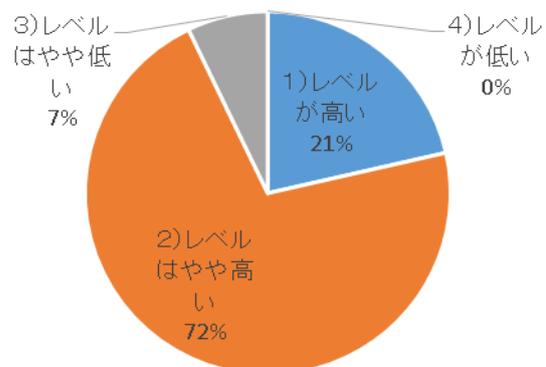
3. 組み込み・IoT の講座内容は理解できましたか？



4. IoT ユニットの内容は理解できましたか？



5. 今回の講座のレベルについてお伺いします。



6. 使用したテキスト・演習データについて改善点があればお教えてください。

- ・簡単に実行できたのはとても良かったと思います。
- ・環境構築の点で足りない部分があったかもしれない
- ・情報量が多く充実していました。特に演習データが良かった。
- ・特にありません。実際に授業で使ったものという事で、興味を持った。
- ・深い内容がもりこまれて良いと思います。
- ・もう少し詳しく記述してほしかった。

8. 今回の講座について、良い点、悪い点などあればご記入ください。

- ・具体例を入れて説明してくださって、イメージしやすかったです。
- ・とても聞き取りやすい話し方でした。良かったです。
- ・演習がある形式だったのは理解が深まりとても良かったです。
- ・全体として学習内容が多く、消化するのがやっとだった
- ・できればもう少し時間を取って学習したい。

3. 事業終了後の活動

1. 事業成果普及

- 本事業に参加する専門学校に、教育カリキュラム・教材の利用及び学科の設置について調整を行い、導入を促進する。
- 本事業に参加する企業に、開発した教育プログラムの社員教育への利用を検討していただき、成果の活用を促進する。
- 本会会員校及び全国の情報系専門学校に成果を配布するとともに、教育カリキュラム・教材の活用および学科の設置を促進する。
- 情報産業の業界団体を通して、成果物について、企業の研修等への利用を打診し、活用を促進する。
- 教員の研修プログラムを用いて、本会の行う教職員研修を企画し、教員の育成を行い、教員研修プログラムの活用とともに教育カリキュラム・教材の専門学校への導入を促進する。

2. 事業の継続

- 組込み・IoTを取り巻く環境は、今後も大きく変化することが予測されるため、事業終了後も情報収集や教育プログラムの更新を行い、常に最新の状態で教育が実施できる継続的な体制を構築する。
- 専門学校教員を対象とした「組込み技術・IoT 機器プログラミング教育」に関する情報提供サイト・コミュニティサイトを整備し、教育実践の支援を行う。

令和2年度「専修学校による地域産業中核的人材養成」事業
情報通信技術に対応した組込みシステム開発技術者育成のモデルカリキュラム開発と実証事業

成果報告書

令和3年3月

一般社団法人全国専門学校情報教育協会
〒164-0003 東京都中野区東中野 1-57-8 辻沢ビル 3F
電話：03-5332-5081 FAX 03-5332-5083

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。