

## 第3章 教育訓練プログラムの開発



## 第3章 教育訓練プログラムの開発

### 第1節 教育訓練プログラムの策定

教育訓練プログラムの開発分野を機械設計分野と電子情報制御分野として、受講対象者をそれぞれの分野の中堅技術者とした。

具体的な開発は、企業ヒアリング及びアンケート調査結果より、教育訓練プログラムを開発するために必要となるキーワードを抽出し、それらを開発の材料とすることとした。

#### 1-1 教育訓練プログラムの目標（目的）の決定

教育訓練プログラムの目標（目的）は、企業ヒアリング調査における、「開発・設計・製造に関する課題」結果をもとに作成することとし、調査結果から分かる現場の課題キーワードをまとめ、教育訓練プログラムの目標（目的）とした。

##### ○ヒアリング調査から分かる「現場の課題」のキーワード

開発コストの低減、新製品・新技術、開発期間の短縮（短納期化）、CAE、AI等新技術への対応、設計品質、開発能力（プロセス）、生産性の向上、手戻り

##### ○課題解決に関するキーワード

プロジェクトマネジメント、自動化・AI、設計図面の共有化、AIによる稼働監視、自動検査、CAEの整備、手作業の自動化

##### ○能力・技術に関するキーワード

製品企画力、新製品開発のための情報収集、分析能力、設計標準化、CAEの活用、熱解析、流体力学、熱力学、ソフトウェア PLC、EtherCAT、AI 関連開発技術、画像、信号処理設計、Python™のつかいこなし

教育訓練の目標（目的）は、研究会における検討によって、「現場の課題」のキーワードであげられた課題をまとめ以下とした。

- ①顧客要求の高度化、短納期化、新技術への対応→「CSの向上」
- ②設計品質の向上、開発コストの低減、開発期間の短縮→「QCDの推進」
- ③設計品質の向上、開発能力（プロセス）、新技術への対応→「品質の向上」
- ④生産性、短納期化、設計の効率化、新技術への向上→「生産性の向上」

さらに「生産性の向上」は、「生産設備の安定稼働」と「生産の自動化」に分け、5つの教育訓練の目標（目的）とした。

最終的に決定した教育訓練の目標（目的）は以下の5つである。

- ① CSの向上
- ② QCDの推進
- ③ 品質の向上
- ④ 生産設備の安定稼働
- ⑤ 生産の自動化



(2) 電子・情報・制御グループの教育訓練プログラム開発方針

電子・情報・制御グループは、生産設備の設計や生産設備の保守・保全の職務に従事する中堅技術者を対象とした2つの目的「生産設備の安定稼働」、「生産の自動化」を達成する教育訓練プログラムを開発することを決定した。

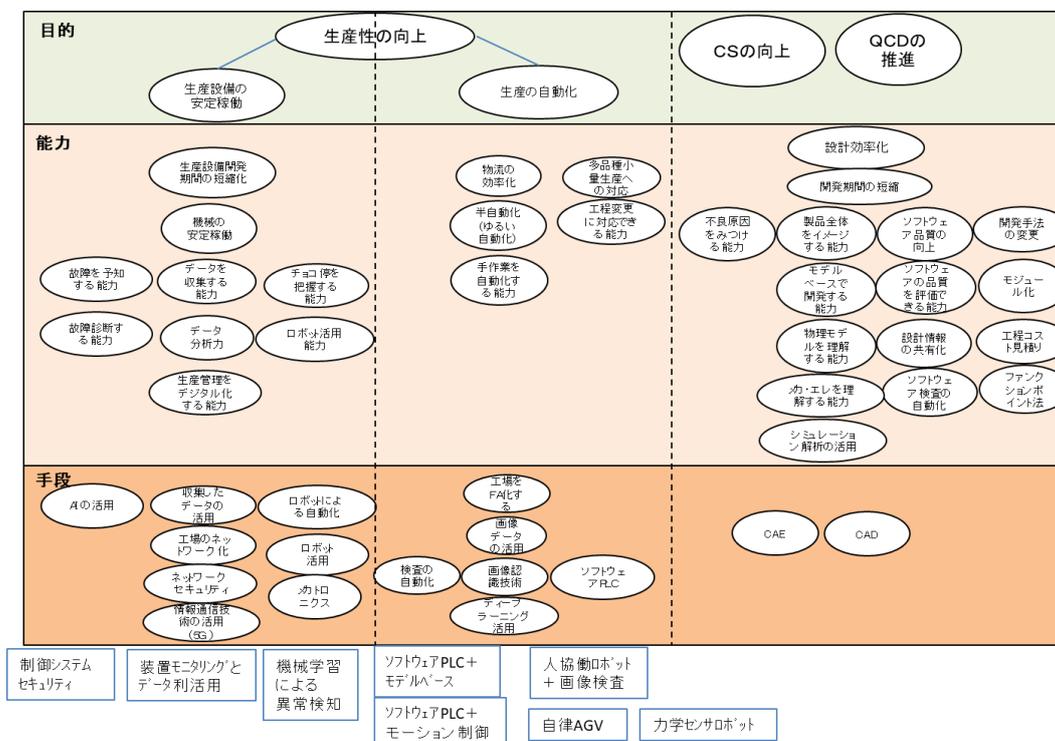


図3-2 教育訓練プログラム開発方針（電子・情報・制御グループまとめ）

第2節 教育訓練プログラム開発

2-1 教育訓練プログラム案の作成

機械設計グループは、図3-1のように「CSの向上」「品質の向上」「QCDの推進」の各目標ごとに1プログラムずつ開発することとし、3プログラム開発することとした。

電子・情報・制御グループは、図3-2のように2つ目標各々に必要と思われる技術要素を追加しており、それをもとに各目標に対して、3プログラム開発することとした。

両分野併せて、9つの教育訓練プログラム案が開発した。

(1) 機械設計分野

製品の企画・開発・設計に関する職務の方を対象として、以下の3プログラムを開発した。

①顧客満足向上のための顧客要求からの機能展開 (No. ①)

CS向上を目的とした顧客の要求にこたえる製品企画力の向上と仕様への落とし込みがで

きる手法等について習得する。

②機械設計のためのモデルベース設計（MBD）（No. ②）

品質の向上と開発期間の短縮を目的としたモデルベースの開発手法を用いた製品設計手法について習得する。

③製品開発のための開発プロセスマネジメント（No. ③）

QCD の推進を目的としたプロセスマネジメントの手法による開発プロセスの標準化とプロセス管理について習得する。

## （２）電子情報制御分野

生産設備の設計や保守・保全に関する職務の方を主対象として、以下の6プログラムを開発した。

①設計・製造におけるデータ収集と統計データ分析技術（No. ④）

生産性向上のための生産設備の安定稼働に必要なデータ収集とデータ分析、利活用について習得する。

②機械学習による異常検知技術（No. ⑤）

生産性向上のための生産設備の安定稼働に必要な機械学習による異常検知法について習得する。

③生産現場における制御システムセキュリティ技術（No. ⑥）

生産性向上のための生産設備の安定稼働に必要な制御システムのリスクアセスメントとセキュリティ対策について習得する。

④モデルベース開発によるモーション制御システム設計（No. ⑦）

生産設備を自動化するために必要な制御システムの効率的な設計手法（モデルベース開発）について習得する。

⑤人協働ロボットを活用した画像検査の自動化技術（No. ⑧）

生産設備を自動化するために必要な人協働ロボットを活用した画像検査の自動化技術を習得する。

⑥スマート自律走行ロボットの制御と活用技術（No. ⑨）

生産設備を自動化に必要な自律走行ロボットの活用による自動搬送技術について習得する。

教育訓練プログラムは、機構の在職者訓練での活用も見据え、在職者訓練カリキュラムモデルに近い形式でまとめることとし、教育訓練プログラムシートと名付けた。

教育訓練プログラムシート

| ①              |  | コース番号   | No. ① | コース名 | 顧客満足向上のための顧客要求からの機能展開 |          |     |
|----------------|--|---|-------|------|-----------------------|----------|-----|
| 設定背景           |  | 製品企画・開発業務において顧客要求を正確に把握し、製品を設計するためには、顧客要求を設計仕様に正確に落とし込む技術が求められている。  |       |      |                       |          |     |
| 対象者            |  | 製品全体の企画・設計・開発業務に従事する技能・技術者であって、指導的・中核的な役割を担う者又は候補者（中堅企画・開発・設計技術者）   |       |      |                       |          |     |
| 教育訓練目標         |  | 製品企画／製品開発業務の新たな品質及び製品の創造をめざして、高付加価値化に向けた機能展開やロジカルモデリング実習を通して、顧客の要求を製品機能およびユニット機能に落とし込み顧客に提案する能力・手法を学び顧客満足度の高い製品を企画・開発する技能・技術を習得する。  |       |      |                       |          |     |
| ②              |  | 教科の細目   | 内 容   |      | 訓練時間                  | うち実習・まとめ |     |
|                |  |   |       |      | (H)                   | (H)      |     |
| 1. コース概要及び留意事項 |  | (1) 訓練の目的<br>(2) 専門的能力の確認<br>(3) 安全上の留意事項   |       | 0.5  |                       |          |     |
| 2. 開発概要        |  | (1) 開発プロセスの概要<br>(2) 開発プロセスと価値分析<br>(3) 開発プロセスとツール（Kanoモデル、QFD等）  |       | 1.0  |                       |          |     |
| 3. コンテキスト分析    |  | (1) コンテキスト分析概要<br>(2) コンテキスト分析演習<br>(顧客要求の分析と価値・開発目標の定義と共有化)  |       | 2.0  | 1.0                   |          |     |
| 4. 機能展開        |  | (1) ユースケース概要<br>(2) VA概要<br>(3) FFD概要<br>(4) 機能展開演習   |       | 4.0  | 2.5                   |          |     |
| 5. アーキテクチャデザイン |  | (1) アーキテクチャデザイン概要<br>(2) アーキテクチャ演習<br>(機能の構成要素への割当てと要素間の関係性)  |       | 1.0  | 1.0                   |          |     |
| 6. ロジカルモデリング   |  | (1) ロジカルモデリング（1DCAE）概要<br>(2) ロジカルモデリングに必要な知識<br>イ. 製品の価値の定義（Kanoモデル、VA、QFD）<br>ロ. 製品の価値を表現する機能（機能展開、FFD）<br>ハ. 機能の論理（ロジック）のモデル化<br>ニ. 機能安全<br>ホ. 仕様決定<br>(3) ロジカルモデリング演習<br>(4) 評価 |       | 3.0  | 2.0                   |          |     |
| 7. まとめ         |  | (1) 質疑・応答<br>(2) まとめ  |       | 0.5  | 0.5                   |          |     |
|                |  |   |       |      | 訓練時間合計                | 12.0     | 7.0 |
| 使用器具等          |  | 分析ソフトウェア、モデルベースソフトウェア   |       |      |                       |          |     |

図3-3 教育訓練プログラムシート

シートの構成は、教育訓練プログラムシートの①の部分に、コース番号、コース名、設定背景、対象者、教育訓練目標を記載した。②の部分には、プログラムを実施する教科の細目や教科の細目に関する内容、訓練時間、実習時間及び使用機器等を記載した。

## 2-2 教育訓練プログラム案に対するヒアリング

### (1) ヒアリング実施者

教育訓練プログラム（案）に関するヒアリングを行った学識経験者を表3-1に示す。

表3-1 教育訓練プログラムに対する回答者一覧

| 回答者 | 専門分野                         |
|-----|------------------------------|
| A   | 設計工学、機械機能要素                  |
| B   | 知識工学                         |
| C   | 制御・FA                        |
| D   | 制御・FA                        |
| E   | ソフトウェア工学、要求工学                |
| F   | 制御・プロセスオートメーション、制御システムセキュリティ |
| G   | 制御工学                         |

### (2) 教育訓練プログラムに関する意見（主なもの）

- ・教科の細目が多いが、全てのプログラムはよくまとまっている。
- ・教育訓練プログラム内容は実習に作成されており、その点に好感が持てる。
- ・教科の細目がプログラムによって多いものがあるので、少し整理してはどうか。
- ・コース内容に重なりのあるものがあるので、内容を再度検討してはどうか。
- ・最新の新しい手法が取り入れられないか検討してはどうか。
- ・安全に関する内容を入れることを検討してはどうか。
- ・セキュリティのプログラムは、リスクアセスメントに重点をおいた内容にしてはどうか。
- ・ロボット活用のプログラムは、ロボットの活用に重点を置き、「ロボット運動学と制御」の項目は削除してはどうか。
- ・異常検知の判断に、他の方法（ワイブル分布）などを用いてはどうか。
- ・プログラムの内容によっては、訓練時間を12時間から18時間に変更してはどうか。

## 2-3 完成した教育訓練プログラムシート

教育訓練プログラムシートは、教育訓練プログラムシート（案）に対する学識経験者へのヒアリング結果をもとに、第3回研究会において教育訓練プログラム（案）への内容の追加、修正等を含めた精査を実施した。

最終的に、第3回研究会で教育訓練プログラム（案）を精査し完成させた。9つの教育訓練プログラムシートを図3-4のコースNo①～⑨に示す。

## (1) 顧客満足向上のための顧客要求からの機能展開

## 教育訓練プログラムシート

| コース番号              | No. ①   | コース名 | 顧客満足向上のための顧客要求からの機能展開 |                 |
|--------------------|---|------|-----------------------|-----------------|
| 設定背景               | 製品企画・開発業務において顧客要求を正確に把握し、製品を設計するためには、顧客要求を設計仕様に正確に落とし込む技術が求められている。  |      |                       |                 |
| 対象者                | 製品全体の企画・設計・開発業務に従事する技能・技術者であって、指導的・中核的な役割を担う者又は候補者（中堅企画・開発・設計技術者）   |      |                       |                 |
| 教育訓練目標             | 製品企画／製品開発業務の新たな品質及び製品の創造をめざして、高付加価値化に向けた機能展開やロジカルモデリング実習を通して、顧客の要求を製品機能およびユニット機能に落とし込み顧客に提案する能力・手法を学び顧客満足度の高い製品を企画・開発する技能・技術を習得する。  |      |                       |                 |
| 教科の細目              | 内 容   |      | 訓練時間<br>(H)           | うち実習・まとめ<br>(H) |
| 1. コース概要<br>及び留意事項 | (1) 訓練の目的<br>(2) 専門的能力の確認<br>(3) 安全上の留意事項   |      | 0.5                   |                 |
| 2. 開発概要            | (1) 開発プロセスの概要<br>(2) 開発プロセスと価値分析<br>(3) 開発プロセスとツール（Kanoモデル、QFD等）  |      | 1.0                   |                 |
| 3. コンテキスト<br>分析    | (1) コンテキスト分析概要<br>(2) コンテキスト分析演習<br>(顧客要求の分析と価値・開発目標の定義と共有化)  |      | 2.0                   | 1.0             |
| 4. 機能展開            | (1) ユースケース概要<br>(2) VA概要<br>(3) FFBD概要<br>(4) 機能展開演習  |      | 4.0                   | 2.5             |
| 5. アーキテク<br>チャデザイン | (1) アーキテクチャデザイン概要<br>(2) アーキテクチャ演習<br>(機能の構成要素への割当てと要素間の関係性)  |      | 1.0                   | 1.0             |
| 6. ロジカル<br>モデリング   | (1) ロジカルモデリング（1DCAE）概要<br>(2) ロジカルモデリングに必要な知識<br>イ. 製品の価値の定義（Kanoモデル、VA、QFD）<br>ロ. 製品の価値を実現する機能（機能展開、FFBD）<br>ハ. 機能の論理（ロジック）のモデル化<br>ニ. 機能安全<br>ホ. 仕様の決定<br>(3) ロジカルモデリング演習<br>(4) 評価 |      | 3.0                   | 2.0             |
| 7. まとめ             | (1) 質疑・応答<br>(2) まとめ  |      | 0.5                   | 0.5             |
| 訓練時間合計             |   |      | 12.0                  | 7.0             |
| 使用器具等              | 分析ソフトウェア、モデルベースソフトウェア   |      |                       |                 |

図3-4 教育訓練プログラムシート（コースNo.①）

(2) 機械設計のためのモデルベース設計 (MBD)

教育訓練プログラムシート

| コース番号                | No. ②  | コース名   | 機械設計のためのモデルベース設計 (MBD) |      |
|----------------------|--|--------|------------------------|------|
| 設定背景                 | 製品開発における品質向上と開発期間短縮を行うためには、モデルベース開発手法による製品の方向性と製品仕様設定に関する技能・技術が求められている。  |        |                        |      |
| 対象者                  | 製品全体の設計・開発業務に従事する技能・技能者等であって、指導的・中核的な役割を担う者又は候補者(開発・設計に従事する中堅技術者)  |        |                        |      |
| 教育訓練目標               | 製品開発・機械設計業務の新たな品質及び製品の創造をめざして、高付加価値化に向けたモデルベース設計実習を通して、見立てが良い設計・開発を実施するための妥当性のある製品仕様と開発・設計のポイントを明確にする技術を習得する。  |        |                        |      |
| 教科の細目                | 内 容  | 訓練時間   | うち実習・まとめ               |      |
|                      |  | (H)    | (H)                    |      |
| 1. コース概要及び留意事項       | (1) 訓練の目的<br>(2) 専門的能力の確認<br>(3) 安全上の留意事項  | 0.5    |                        |      |
| 2. モデルベース設計概要        | (1) モデルベース設計とは<br>(2) 従来型設計の流れとモデルベース設計の関係<br>(3) モデルベース設計のコンセプト<br>(4) モデルベース設計の具体例   | 1.0    |                        |      |
| 3. モデルベース設計に必要な知識と手順 | (1) 機能展開図、ダイアグラム図との関係<br>(2) ロジカルモデリングに必要な知識概要<br>(機械力学、伝熱工学、流体力学、熱力学等)<br>(3) 製品の価値を実現する機能(機能展開、FFBD)<br>(4) 機能の論理(ロジック)モデル化<br>(5) モデルベース設計例題演習<br>イ. モデリング<br>ロ. シミュレーション<br>ハ. 性能の評価(データ分析手法)<br>ニ. 仕様の決定<br>(6) 機能安全<br>(7) まとめ | 6.0    | 4.0                    |      |
| 4. モデルベース設計演習        | (1) 演習概要説明(要求仕様、機械仕様)<br>(2) ロジカルモデリング演習<br>(3) 評価   | 9.5    | 8.0                    |      |
| 5. 最新技術動向            | (1) CAE、デジタルツインとの関係  | 0.5    |                        |      |
| 6. まとめ               | (1) 質疑・応答<br>(2) まとめ   | 0.5    | 0.5                    |      |
|                      |  | 訓練時間合計 | 18.0                   | 12.5 |
| 使用器具等                | モデルベースソフトウェア   |        |                        |      |

図3-4 教育訓練プログラムシート(コースNo.②)







(6) 生産現場における制御システムセキュリティ技術

教育訓練プログラムシート

| コース番号               | No. ⑥  | コース名 | 生産現場における制御システムセキュリティ技術 |          |
|---------------------|--|------|------------------------|----------|
| 設定背景                | 従来、生産現場の制御機器は独自ネットワーク化され外部との接続は少なかったが、近年のIoT化を背景にフィールドバス等でのオープン化が進み、セキュリティ上の脅威が高まっている。そのため生産設備の設計、管理、保守においては、現場のリスクを正確に分析し、適切なセキュリティ対策を継続的に実施できる技能・技術が求められている。 |      |                        |          |
| 対象者                 | 生産設備の設計・改善・管理・保守に従事する技能・技術者等であって、指導的・中核的な役割を担う者又はその候補者   |      |                        |          |
| 教育訓練目標              | 生産設備の安定稼働による生産性向上をめざして、制御システムのリスクアセスメント実習及び模擬プラントによるセキュリティ対策実習を通して、制御システムの安全性向上に必要なセキュリティ対策に関する技能・技術を習得する  |      |                        |          |
| 教科の細目               | 内 容  |      | 訓練時間                   | うち実習・まとめ |
|                     |  |      | (H)                    | (H)      |
| 1. コース概要及び留意事項      | (1) 訓練の目的<br>(2) 専門的能力の確認<br>(3) 安全上の留意事項  |      | 0.5                    |          |
| 2. 制御システムとセキュリティ    | (1) セキュリティ脅威<br>(2) ITセキュリティとOTセキュリティの違い<br>(3) 制御システムの構成<br>(4) 制御システムを対象としたマルウェア感染の例<br>(5) ネットワーク経由の不正アクセス<br>(6) システム不正による影響                               |      | 2.0                    |          |
| 3. 制御システムのリスクアセスメント | (1) リスクアセスメントの3要素（リスクの特定・分析・評価）<br>(2) 制御システム構成とデータフローの明確化<br>(3) 資産重要度の判定<br>(4) 事業被害レベルの判定<br>(5) 脅威レベルの判定<br>(6) 脆弱性レベルの判定<br>(7) リスク分析シート作成と対策箇所抽出の実習      |      | 4.0                    | 3.0      |
| 4. セキュリティ対策手法       | (1) 暗号技術による対策<br>(2) 標的型攻撃対策<br>(3) ファイアウォールによる対策  |      | 2.0                    | 1.0      |
| 5. 検知からの対応への流れ      | (1) インシデント状況の情報収集と把握<br>(2) 関係部署との連携<br>(3) インシデント対応<br>(4) ポリシー作成実習   |      | 3.0                    | 2.0      |
| 6. 総合実習             | (1) リスクアセスメント演習<br>(2) 模擬プラントによるセキュリティ対策実習<br>（発症防止・侵入防御・検知技術）<br>(3) セキュリティテストによるリスク検証実習  |      | 6.0                    | 6.0      |
| 7. まとめ              | (1) 全体的な講評及び確認・評価<br>(2) 質疑応答  |      | 0.5                    | 0.5      |
|                     | 訓練時間合計   |      | 18.0                   | 12.5     |
| 使用器具等               | 制御システム、模擬プラント実習装置、ネットワーク機器、PC  |      |                        |          |

図3-4 教育訓練プログラムシート（コースNo.⑥）





## (9) スマート自律走行ロボットの制御と活用技術

## 教育訓練プログラムシート

| コース名              | No. ⑨  | コース名 | スマート自律走行ロボットの制御と活用技術 |          |
|-------------------|--|------|----------------------|----------|
| 設定背景              | 多品種少量生産の工場においては、工場内レイアウトの変更が頻繁に行われ、搬送作業の自動化・効率化が難しいといった課題がある。そのためレイアウト変更にも柔軟に対応でき自動経路生成も可能な自律走行ロボットの活用に関する技能・技術の習得が求められている。  |      |                      |          |
| 訓練対象者             | 生産設備の設計・改善・管理・保守に従事する技能・技術者等であって、指導的・中核的な役割を担う者又はその候補者   |      |                      |          |
| 訓練目標              | 生産設備の安定稼働による生産性の向上をめざして、自律走行ロボットの制御実習を通して、生産設備の安定稼働に必要な工場内自動搬送の制御に関する技術・技能を習得する  |      |                      |          |
| 教科の細目             | 内 容  |      | 訓練時間                 | うち実習・まとめ |
|                   |  |      | (H)                  | (H)      |
| 1. コース概要及び留意事項    | (1) 訓練の目的<br>(2) 専門的能力の確認<br>(3) 安全上の留意事項  |      | 0.5                  |          |
| 2. 走行ロボットの概要      | (1) 走行ロボットの駆動方式<br>(2) ガイド方式（ガイド式、ガイドレス式）<br>(3) ガイド式走行ロボットの制御方式と課題<br>(4) 生産現場で用いられる自律走行ロボット  |      | 1.0                  |          |
| 3. ガイドレス式自律走行ロボット | (1) ガイドレス式自律走行ロボットの構成<br>(2) 内界センサ（エンコーダ、加速度センサ、ジャイロセンサ）<br>(3) 外界センサ（レーザースキャナ、ステレオカメラ、距離画像センサ）<br>(4) S L A M (Simulation Localization and Mapping) の原理<br>(5) 地図生成と位置同定<br>(6) スキャンマッチング<br>(7) S L A M式自律制御システム |      | 2.0                  | 1.0      |
| 4. 自律走行ロボットの制御実習  | (1) 実習用 S L A M式自律走行ロボットのシステム構成<br>(2) レーザースセンサと磁気センサによる位置同定実習<br>(3) ガイドレス走行制御実習<br>(4) 障害物回避制御の実習<br>(5) 自律走行による工場内搬送ルート・レイアウトのフリー化<br>(6) 自律走行ロボットの安全対策   |      | 3.0                  | 2.5      |
| 5. 総合実習           | (1) 実習課題の概要<br>(2) 課題解決のためのシステム要求分析<br>(3) 自律走行ロボットの機能分析<br>(4) 自律走行システムの設計と実装<br>(5) 動作確認と評価  |      | 5.0                  | 4.5      |
| 6. まとめ            | (1) 応用事例と今後の技術動向<br>(2) 全体的な講評及び確認・評価<br>(3) 質疑応答  |      | 0.5                  | 0.5      |
|                   |  |      | 訓練時間合計               | 12.0     |
|                   |  |      |                      | 8.5      |
| 使用器具等             | 自律走行ロボット、L I D A Rセンサ、S L A Mコントローラ、画像センサ  |      |                      |          |

図3-4 教育訓練プログラムシート（コースNo.⑨）

