

長崎大学工学部における安全・安心教育

Safety and Security Education, Faculty of Engineering, Nagasaki University

高橋 和雄^{*1} 林 秀千人^{*1} 小山 敦弘^{*1}
 Kazuo TAKAHASHI Hidechito HAYASHI Atsuhiko KOYAMA

1. まえがき

文部科学省の現代GP事業に、長崎大学工学部の「健全な社会を支える技術者の育成」（平成18～20年度）が選定された。本プログラムは、「安全・安心教育」と「ものづくり教育」を融合した地域に学ぶ総合キャリア教育の実践を目指したものである。長崎という「地域に学ぶ」総合的・実戦的キャリア教育により、工学が社会の安全・安心と人類の平和のためにあるという意識が体に染み込んだ技術者を育てることを目的としている。

工学には安全・安心なものを作るという至上命題があるが、その教育については、従来から個々の講義の中で断片的に行われ、工学倫理、技術者倫理等の教育を科目として実施するに留まっていた。このような工学教育の状況の中、大学入学当初からの周到に準備された安全・安心教育とものづくり教育が融合したカリキュラムにより、社会の安全・安心と人類の平和のための工学を常に意識したものづくりを行う技術者を育てることが望まれていた。

長崎大学工学部は長崎大水害、雲仙普賢岳火山災害などの災害に対する安全確保、斜面地や離島における安全・安心な生活の確保等に長い間地域に貢献してきた。また、工学力（ものづくりを支える総合的な力）教育を本学部の特色として、充実・強化を図ってきた（平成15年度特色GP採択）。このような背景から、現行のものづくり教育、安全教育や工学倫理教育に加えて、火山災害対策や斜面地・離島の安全対策などに取り組む自治体や事故発生防止・安全なものづくりに取り組む地域企業との連携のもとに、安全・安心教育とものづくり教育が融合した実践的かつ体系的な総合キャリア教育プログラムを開発・実施するに至った。本報告で、このような長崎大学工学部の安全・安心教育の教育プログラムを紹介する。

なお、本教育プログラムを実施するために、工学部内に安全・安心教育を担当する「安全工学教育センター」を設置した。

2. 教育プログラム

本教育プログラムの概念図を図1に示す。安全・安心教育とものづくり教育を融合させるとともに、それらを実践的に行う総合キャリア教育である。

1年次に実践教育、安全・安心教育、ものづくり教育の各分野の導入科目により各教育分野の内容を理解させた後、2年次、3年次と専門科目との関連を学ばせながら、各分野の教育が融合して進んでいく構成である。1年次から卒業まで途切れることがないこのようなキャリア教育は、安全・安心ものづくりに関する総合キャリア教育といえる。

2.1 教育課程

安全に関しては、1年次の安全・安心教育特別講義による安全・安心の導入に始まり、卒業までに工学倫理、安全工学セミナー、フィールドワークを取り入れた安全教育や環境教育を実施する。ものづくりに関しては、初年次の入門科目から卒業研究まで学科で多くのエンジニアリングデザイン科目を教授する。キャリア教育に関しては、1年次の企業調査による職業意識の向上に始まり、第一線で活躍する技術者によるキャリア教育講演会、企業や現場の見学会、インターンシップ、産学官連携プロジェクト実習と続くカリキュラムを編成する（図2）。

2.2 教育方法

安全工学科目とものづくり関連科目を用意し、安全・安心教育とものづくり教育を融合させた教育を行うことが特徴である。特にエンジニアリングデザイン科目は両者を融合させた科目である。また、安全工学セミナー、産学官連携プロジェクト実習などを通じて、常

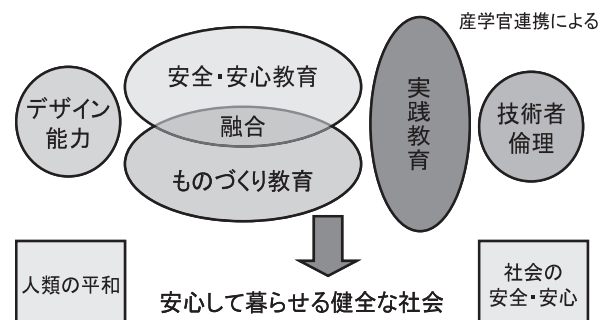


図1 安全・安心ものづくり教育の概念図

平成22年11月5日受付

*1 長崎大学工学部

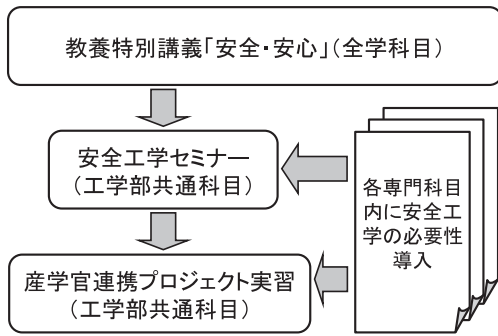


図2 入学からの体系的安全工学教育

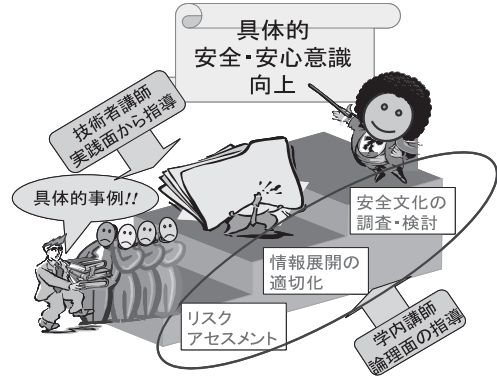


図3 安全工学セミナー

に社会の問題点とその解決策を意識させる実践的な教育方法を採用している。

3. 安全・安心に関する導入教育

3.1 全学生対象の導入講義「教養特別講義」

安全・安心を長崎大学の全学生が履修できるように、全学科目に選択で、安全・安心の科目設定を行うとともに、長崎大学の全学生の必修科目「教養特別講義」のなかで、安全・安心を1つの柱としている。「地域の暮らし・高齢者」、「ものづくりと事故」それに「地域の災害と減災」の観点からそれぞれ安全・安心への取り組みの重要性を教授している。学生へのアンケートによると、85%ほどの学生が「安全・安心に対する重要性を再確認した」と肯定的な評価を得た。

3.2 意識付けのための安全・安心教育特別講演

安全・安心に根ざしたものづくりができる技術者を育成するための入門として工学部1年次の終わりに、安全・安心教育特別講演を開講している。また、工学部の教員に対して、学生へ教育を行う上で、安全工学の意識を持って授業を行うために、本講演会により安全・安心の考え方の基本を理解し、講義で生かしてもらうよう、FDとして実施した。学内外の安全に関する専門家から、安全・安心の具体的な取り組みを教授して貰った。具体的には、三菱重工業長崎造船所元所長の福島昭二氏による「船つくりにおける安全管理の実践」や、横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター特任教授の関根和喜先生による「安全を確保するためのリスクの考え方」、本センターのセンター長・高橋和雄による「防災の考え方」などを企画した。

4. 安全工学セミナー

この科目は、演習科目として単位化されている。後期に集中講義として開講し、全学科の2,3年生が受講できる。

4.1 実施目的

安全なものづくりや自然災害などの問題を調査、討論することにより、安全に対する意識の向上を図る。特に、安全なものづくりや災害対策の実務・研究を行っている企業・地方自治体の技術者や教員から講義

を受けるとともに、教員からの1方向の講義ではなく、学生が調査したことを自分の考えを織り込みながら発表・討論を行うことが特徴である(図3)。

4.2 実施状況

平成21年度の受講学生は10人(機械システム工学科3年生6人、構造工学科2年生1人、3年生3人)である。学生を3,4人ずつの3班に分け、安全なものづくりや交通機関の安全に関して、講義、調査、発表、討論からなる演習形式で集中講義として実施した。

初めに、本科目の内容と進め方の説明を行い、学生は調査テーマの検討に入った。第3回目の授業では、本学共同研究交流センター環境安全マネジメント部門の久保隆先生に「化学物質のリスクアセスメント」のタイトルで、リスク評価の具体例を示しながらリスクアセスメントの考え方について、授業を受けた。4回目の授業では横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター特任教授の関根和喜先生に「事故から学ぶ・安全文化と安全管理」のタイトルで、安全の考え方からリスクの評価法と適正について、また事故災害の構造的な問題などを踏まえて、安全文化のあり方について授業を受けた。これらを踏まえて第5回目以降、調査対象テーマ(事故)を決定した後、事故の状況の詳細を調べるとともに、水平展開、リスクアセスメント、安全文化の観点から調査を行った。最後に、それぞれ調査した結果をまとめて報告を行った。そこでは、横浜国立大学大学院環境情報研究院の大谷英雄先生を講師として招き、調査結果についての評価を受けた。また、大谷先生からは「私たちが行う判断に潜む罠」という題で、人間の情報処理方法とヒューマンエラーについてお話し頂いた。

学生が調査した事故は以下のとおりである。

(1) 六本木森ビル回転ドア事故

この事故については、それまでの企業の安全に対する意識の問題と事故への対応その後の問題についての分析を行うとともに、リスクアセスメントにより危険性の低減可能性を検討した。

(2) JR西日本福知山線脱線事故

この事故では、経済性と安全性について企業文化の

あり方と事故発生への背景を分析して、企業のシステムとしての問題点と技術的な指摘を行った。

(3) ヒューマンエラーによる航空機事故

航空機の事故等については、世界的に対策への取り組みがなされている。しかしながら、まれに事故が発生している。このほとんどが人の行動に基づくものであることを指摘し、機械システムとしてどのようにしてそれを回避するのかとの観点から分析を行った。

4.3 安全工学セミナーのまとめ

工学部学生にとって、安全・安心の考えが非常に大事であることを認識できた授業であると思われる。すなわち、日々の専門科目の講義だけでは、安全・安心について漠然とした認識しかもたなかったであろうが、本科目で具体的にそのための調査を進めることによって、実際に安全・安心を実行することの意義を学んだと思われる。学生のレポートにも「リスクアセスメント、安全文化、水平展開などを良く知ることができ重要性がわかった」という記述があった。また、「プレゼンテーションのノウハウを得ることができた」、「プレゼンテーションは良い経験になった」ということがレポートに書かれており、プレゼンテーション能力の向上にも役立つ授業であったと言える。

5. 産学官連携プロジェクト実習

この科目は平成19年度より実施されており、集中講義として後期に開講し、全学科の2, 3, 4年生が受講できる、いわゆるPBL型の実習科目である。

5.1 実施目的

産学官連携プロジェクト実習は、地元企業・自治体等から安全・安心に関することをはじめとする具体的な問題の提供を受けて、関係者からのアドバイスや教員の指導・支援のもとに、製品の開発、地域社会・環境に関する問題の解決を学生自身が試みる講義である。産学官が連携して教育することにより、工学が社会のためにあるという強い意識を持たせることを目的としている(図4)。

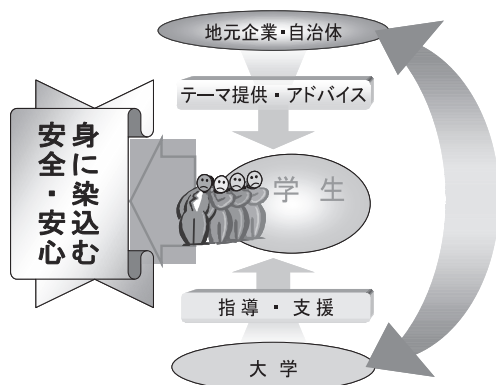


図4 産学官連携プロジェクト実習

5.2 実施状況

平成21年度は、以下の6テーマについて実施し、平成22年1月25日に各テーマを担当した学生による成果報告会を開催した。各テーマの実施内容およびその成果を示す(図5)。

(1) 新しいウィングモップ絞り器の開発

(a) 連携先：(株)ウィング

(b) 参加学生数：5人

(c) 指導教員：吉武教授、林教授

(d) 実習内容

ウィングモップおよび絞り器の改良と幅の広いスポンジも絞れるようにすることが、(株)ウィングより依頼された。その後、依頼者も含めた本テーマの実習参加者全員でモップと絞り器の両方について多くのアイデアを出し合い、実現可能なアイデアについて議論し、絞り器の改良器を試作することとし、絞り器の設計、製作、実験、改良を重ねた。また、試作機の製作と並行して、既存特許の調査を行い、モップおよび絞り器が特許出願可能か否か判断し、出願可能という結論に達し、出願書類の作成と出願を行った(特許電子出願(特願2010-009951)、出願者(株)ウィング嶽本氏)。

参加学生は本テーマの実習を通じ、製品の開発・改良、特許出願など、非常に良い経験ができたものと思われる。

(2) オリーブオイルの簡易搾り器の開発

(a) 連携先：(株)サンコーユニティー

(b) 参加学生数：2人

(c) 指導教員：矢澤准教授、林教授

(d) 実習内容

数年前より長崎でオリーブの植林を行い、オリーブの実を収穫できるようになってきたものの、オリーブオイルの抽出は小豆島で行っているのが現状である。さらに、オリーブは酸化しやすいため、収穫からオイル抽出までをできるだけ早くしたい。以上のことを考慮して、従来のオリーブオイルの搾油方法を調べるとともに、小型の搾り器の開発および上質なオイルの搾油方式の検討が(株)サンコーユニティーより依頼され



図5 成果報告会

た。その後、オリーブの木の見学や従来の搾油方法の問題点など実験を通して検証し、長崎方式の搾油方法として、オリーブの実を圧縮し、遠心分離方式を採用することを提案するに至った。さらに、本搾油方式により得られたオリーブオイルに対して検討を行い、今後の搾油器の開発のための準備を行った。

(3) 自動車用燃料電池の現状と今後

- (a) 連携先：ケー・エム・テクノロジー(株)
- (b) 参加学生数：4人
- (c) 指導教員：山口准教授
- (d) 実習内容

燃料電池の種類、原理から調査を開始し、自動車用として用いられる燃料電池とその特徴についてまとめた。次に、車載用燃料電池として固体高分子形燃料電池(PEFC)を取り上げ、燃料である水素の製造過程から消費まで、さらに水素インフラについても調査し、現状と普及に当たっての問題点を抽出した。これらの予備調査をもとに、車載用燃料電池の一次エネルギー利用効率とCO₂に関するLCAを対象を絞り、書籍、インターネット、特許資料、学術論文を調査して、自動車用燃料電池の現状と最新の開発状況を調べた。その結果、(1)現状ではディーゼル・ハイブリッドが一次エネルギー消費効率およびCO₂のLCAにおいて高性能であること、(2)燃料電池においては、水素の製造過程におけるエネルギー消費およびCO₂の排出が大きいこと、(3)水素の製造技術とあわせて、水素貯蔵の高密度化および燃料電池の高効率化が必要であること、(4)自動車用燃料電池の普及に向けて、現在、活発に研究開発が進められていることを明らかにした。

(4) 土砂災害危険地域における災害時要援護者の避難支援プランの検討

- (a) 連携先：長崎県危機管理防災課
- (b) 参加学生数：4人
- (c) 指導教員：高橋教授
- (d) 実習内容

近年の災害において、高齢者等の災害時要援護者の被災が多いことから、避難支援計画の策定が必要であると考えられる。そこで、まず連携先である長崎県危機管理防災課の担当者に長崎県における災害時要援護者の避難支援対策について説明を依頼した。次に長崎市で実際に災害時にさまざまな活動を行っている長崎市十人町みのり会地域ふれあいボランティアの会にヒアリング調査を行い、現状と問題点を明確にした。その結果、十人町には坂と高齢者が多く、障害者自ら地域福祉を考え活動し、地域の活性化と共生することで住みよい町づくりを目指しているものの、自治会への加入者が少ないこと、地域の少子高齢化、若い世代、特に学生の参加が少ないことなどが問題であり、高校生や大学生などの若い人の参画が求められていることが明確となった。そこで、大学生が住んでいる地域ご

とに分担し、災害時において災害時要援護者の避難支援を行う案を提案した。

(5) 溶接ロボットの開発

- (a) 連携先：(株)長菱エンジニアリング
- (b) 参加学生：3人
- (c) 指導教員：石松教授
- (d) 実習内容

(株)長菱エンジニアリングが開発・販売している可搬型小型溶接ロボット「イシマツ」は多層盛り溶接を得意とし、国内の多くの橋梁や建築物の溶接に採用されている。このロボットを用いて多層盛り溶接を行う際に、5回程度の溶接が終了するたびに溶接表面に生じるスケールを機械的に除去する作業が必要であり、「イシマツ」を使う上で、その自動化が望まれていた。本テーマでは、スケールを除去する機能を「イシマツ」に付与する装置を検討し、その有用性を評価することが目的である。そのために本テーマの実習参加学生に、「イシマツ」の見学と機能を理解させ、空気圧式スケール除去装置の機能を実験により確認させた。その後、「イシマツ」に取り付けるスケール除去装置の設計・試作、実験による機能評価を行った。

実用化されているロボットのための機器開発は、学生には初めての経験であり、構想・アイデア段階から企業と合同で作業することは大学では出来ない体験であり非常に有意義であったものと思われる。

(6) DLC薄膜コーティング材に関する調査

- (a) 連携先：ファインコーティング(株)
- (b) 参加学生数：2人
- (c) 指導教員：小山准教授
- (d) 実習内容

ファインコーティング(株)より、DLC(ダイヤモンド・ライク・カーボン)薄膜の特性、製膜方法、DLCの利用方法および強度評価法を調査することが依頼された。依頼内容を実施するために以下の項目を実施した。まず初めに、DLCの特性や現在の利用状況についての調査を行い、調査結果の発表および討論を行い、DLCについての理解を深めた。また、ファインコーティング(株)の工場見学を行い、DLC製造装置や製造方法、DLC製造現場における安全対策や注意事項等について学んだ。さらに、薄膜構造体の強度評価方法として用いられている手法について調べ、発表および討論した。

DLCの文献調査の結果発表・討論を通して、DLCへの理解が深まったものと思われる。またDLC製造現場の見学を行うことで、作業現場における安全・安心対策への関心が高まったものと思われる。

5.3 産学官連携プロジェクト実習のまとめ

産学官連携プロジェクト実習は、安全工学セミナーとは異なり、単位化されていない授業である。そのため、参加学生数を確保することが難しい。また、課題

平成20年度アンケート
産学官連携プロジェクト実習によって、安全・安心、環境への
関心は高める事が出来た。

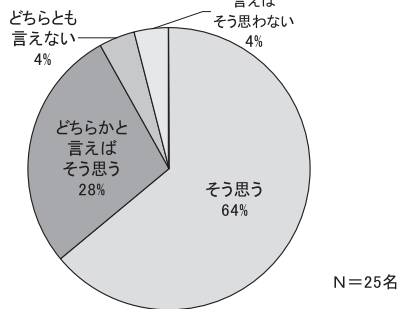


図6 産学官連携プロジェクト実習アンケート結果

を提案していただける企業・自治体にも限りがあるため、テーマ数および参加学生数の確保が課題となっている。参加学生数の確保に関しては、今後授業の単位化を行うことにより、解消されるものと考えられる。課題テーマ数の確保に関しては、企業・自治体への呼びかけをさらに行うことで解消する必要があるものと思われる。

学生に対するアンケートを実施した結果、「本実習によって、安全・安心、環境への関心は高めることができたか」と「本実習によって、安全にもものをつくるという意識を持てたか」という質問に肯定的な意見がほとんどであった（図6）。また、自由記入欄にも、「すごく面白かったし、貴重な体験をすることができた」、「有意義な実習になった」、「専門外のことについて知ることが出来たので良かった」などの記入があった。このことから本実習は学生の安全・安心への意識向上につながるということがわかった。特許を申請した課題や自治体から高く評価された課題もあり、全体的には良い方向に進んでいる。また、いわゆるPBL教育であるため、具体的な問題を解決しようとする企業人の熱心さに学生の意識も変化し、積極的に取り組む姿勢が増した。課題探求心を養成する効果が期待でき、何より、地域と大学と一緒に成長できることに意義がある。

6. 安全工学の専門科目への導入

6.1 JST失敗知識データベースの活用

安全工学教育を各学科のそれぞれの授業で行えるようにするために、工学的な事故事例についての情報収集を行った。主な情報源としては、JST失敗知識データベースであり、このデータベースをもとに、失敗百選の事例を分野別に分類した。この分類結果を安全工学教育センター各委員に配布し、各学科の安全工学教育に用いるのに特に良い事例を選出し、安全工学教育のための資料作成を行った（表1）。いくつかの科目では、これらの資料をもとに具体的に安全工学の必要性を学生に伝えている。

6.2 安全・安心関係の書籍、DVDの充実

安全・安心関係の書籍とDVDを新たに購入し、教員・

表1 JST失敗百選のタイトルと利用予定授業科目例

失敗百選のタイトル	利用予定工学部授業
橋が開通するも、人の歩行と強風による揺れで閉鎖	構造振動学
高速列車ICEの脱線転覆	材料力学、材料強度学、工学倫理
阪神・淡路大地震（兵庫県南部地震）	動的設計法
過酸化ベンゾイルの爆発・火災	有機化学、高分子化学、工学倫理
御巢鷹山の日航ジャンボ機の墜落	材料力学、材料強度学、工学倫理
倉庫に保管中の発泡性ポリスチレンビーズより放出された可燃性ガスの爆発と倉庫火災	高分子化学、工学倫理
エチレン製造装置において緊急停止後急いで再立ち上げたことによるアセチレン水添部での火災	有機化学、高分子化学、工学倫理
リバティー船の脆性破壊	機械材料、弾塑性力学、材料強度学、工学倫理
タコマ橋の崩壊	鋼構造設計法

学生が安全についての情報収集をするうえでの参考となる資料の収集を図っている。これまでに収集した書籍・DVDはセンターのホームページに一覧を掲載している。

7. 「安全安心工学入門」の刊行と公開講座の開催

安全・安心教育に関心ある長崎大学工学部の教員と非常勤講師を執筆者として、これまでの教育研究活動の成果をまとめた「安全安心工学入門－安全・安心は長崎から－」を平成22年3月に古今書院から刊行した¹⁾。本書は、安全・安心工学の基礎編と地域の高齢者・災害時要援護者の生活、斜面災害、防災対策に関する安全・安心工学の応用編から構成される。工学の基礎となる安全・安心の考え方と長崎大学工学部が地域の安全・安心に取り組んだことが紹介されている。

本の内容を地域の企業や自治体の職員に知ってもらうために、長崎大学工学部では、平成22年度長崎大学公開講座「安全安心工学入門－サステナブルな社会を目指して－」を計4回にわたって開催した（図7）。

8. まとめ

長崎大学工学部の安全・安心工学教育は、文部科学省の現代GP事業「健全な社会を支える技術者の育成」の支援を得てスタートした。地域や関係者の支援を得た安全を踏まえたものづくりの教育により、工学や技術のあるべき姿を学生の考える能力を充実させるべく、実践的かつ体系的な教育プログラムの開発を進め、試行してきた。この結果、この取組みの重要性が認識



図7 公開講座のポスター

され、平成23年度からの工学部改組では、PBL教育が分野横断的な教育として位置付けられた。また、安全工学セミナーが工学倫理と一体となって、必修化された。

平成16年頃から全国の国立大学法人に安全に関する教育研究センターが続々と設置されている。長崎大学工学部においても安全工学教育センターが設置されている。本センターでは、横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センターと連携して、安全・安心工学の

教育研究に取り組んでいきたいと考えている。

謝 辞

本教育プログラムを計画・実施するに当たり、長崎大学片峰茂学長並びに齊藤寛前学長のご支援を頂いたことに感謝申し上げます。また、本教育プログラムの推進に当たっては、長崎大学工学部吉武裕教授、香川明男教授を始め、工学部教員のご尽力によることが大きいことを付記する。最後に長崎大学工学部の安全・安心教育の実践は、平成22年2月に第12回九州工学教育協会（団体）を受賞したことを付記する。

参 考 文 献

- 1) 長崎大学工学部安全安心工学入門編集委員会編：安全安心工学入門－安全・安心は長崎から－，全187頁，古今書院，2010

著 者 紹 介



高橋 和雄
 1970年 九州大学大学院工学研究科修士課程修了（土木工学専攻）
 1970年 長崎大学工学部助手採用
 現 在 長崎大学教授
 専門は土木構造学，防災科学
 日本災害情報学会理事，日本災害復興学会理事，日本自然災害学会評議員等
 内閣府中央防災会議専門委員等

