

ECE プログラムの開発と運用 ー国際競争力向上に向けてー

平成 25 年 3 月

日本工学会 CPD 協議会

ECE プログラム委員会

ECE プログラムの開発と運用

―国際競争力向上に向けて―

まえがき

ECE プログラムは、平成19年、日本工学会 CPD 協議会傘下の ECE ワーキンググループによって立ち上げられ、関係者の多大なご努力により、今日までに、“ナノエレクトロニクス”、“先端計測とナノ物質”の二つのプログラムが好評裏に運用されるに至っている。また、エネルギー関係、情報関係などでも、より分野横断的総合能力をもった質の良い高度技術者を育成すべく、次のステップに向けての検討も鋭意進められている。

この間、わが国を取り巻く環境は、グローバル化やイノベーション競争激化など大きく変化し、高度な課題解決型人材への社会的需要がこれまで以上に増大している。加えて、あの3.11大震災は、これまで専門化と細分化とに進んできた工学に、われわれが直面する課題を具体的に解決する、“工学の社会的使命”のあり方を、あらためて問いかける契機となった。

この報告書はこうした背景のもとに、従来のECEプログラムの理念を継承、再確認するとともに、あらたに、国際競争力強化のための人材育成、イノベーション力、課題解決能力強化のための人材育成の観点を加味し、中期的には、国内外に通用する個人のキャリア形成の“場”としてのECEプログラムの再定義を試みるとともに、その国際的な認知度向上を図ることを展望してまとめたものである。限られた期間の中で、これだけ中身の深い内容にまとめていただいたECEプログラム幹事会の諸賢の人材育成に賭ける熱意に、あらためて敬意を表する次第である。

平成25年3月

日本工学会 CPD 協議会
ECE プログラム委員会委員長
広崎 膨太郎

日本工学会 CPD 協議会

ECE プログラム委員会

委員長	広崎膨太郎、NEC(株)、特別顧問
委員	中村道治、JST 理事長、ナノエレクトロニクス ECE プログラム推進委員会委員長
	岸 輝雄、東京大学名誉教授、物質・材料基礎 ECE プログラム推進委員会委員会委員長
幹事長	川島一彦、東京工業大学大学院土木工学専攻、教授
幹 事	秋永広幸、産業技術総合研究所ナノデバイスセンター
	小松生明、(公)化学工学会人材育成センター、部長
	高草木明、東洋大学理工学部建築学科、教授
	但田 潔、NEC ラーニング(株)
	長井 寿、物質・材料研究機構
	秦 信宏、産業技術総合研究所ナノデバイスセンター
	持田侑宏、ドイツ連邦共和国バイエルン州駐日代表部
	盛山保雄、日本技術士会
	山本 明、東京理科大学機械工学科、教授
	横山直樹、産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門
	奥津良之、アズビル(株)

目次

1. ECE プログラムの目的と要件	
1. 1 ECE プログラムの目的	1
1. 2 ECE プログラムの到達目標	1
1. 3 ECE プログラムの要件	2
2. ECE プログラムが求められる背景	
2. 1 プロフェッショナルとしての専門能力の向上／Employability の向上	5
2. 2 多様性を受け入れ、異分野技術を取り入れていける能力	7
2. 3 国際競争力に資する人材の育成	8
2. 4 社会人基礎力の向上	11
2. 5 技術のイノベーションを起こす／創造性の必要性	14
2. 6 人材の育成に関する企業の姿勢の変化	15
3. ECE プログラムの開発と運用	
3. 1 ECE プログラムの開発・実施体制	19
3. 2 ECE プログラムの企画立案と実施	20
3. 3 ECE プログラムの実施形式	20
3. 4 ECE プログラム設計に当たっての様々な視点、問題意識	22
3. 5 ECE プログラムの進め方の例	25
4. ECE プログラムの例	
4. 1 はじめに	29
4. 2 ナノエレクトロニクス ECE プログラム	29
4. 3 先端計測とナノ物質 ECE プログラム	36
4. 4 今後、期待される ECE プログラム	44
参考資料	48

1. ECE プログラムの目的と要件

1. 1 ECE プログラムの目的

技術力向上教育プログラム (Engineering Capacity Enhancement Program、以下、「ECE プログラム」と呼ぶ。)は、時代が要請する技術領域にまたがる課題と CPD 取得者やその雇用者のニーズに基づいた明確な課題を、日本工学会に属する学協会が協力して提供する継続教育プログラムである。世界最高の技術を含む ECE プログラムを学ぶことにより、大きく変化する国際社会のニーズに対応できる独創性と高い志を持つ優れた技術者を育成することを目的とする。

国際的な技術者を育成していくためには、明確な課題と到達目標を定め、これに向けて体系化され、チューニングされた良質な ECE プログラムの実施が有効である。

1. 2 ECE プログラムの到達目標

下記の到達目標を満たしているプログラムを ECE プログラムと呼ぶ。

1) プロフェッショナルとしての専門能力の向上

多くの技術者がプロフェッショナルとして生涯を通じて多様な働き方を選択可能とするように、深い専門能力と倫理観を基礎とし、資格と Employability を身につけること。

2) 多様性を受け入れ、異分野技術を取り入れていける能力の向上

専門領域分野ばかりでなく、多様性を受け入れ、異分野も見渡せる幅広い視野と新技術に対する目利きのセンスが身に付くこと。

3) 国際競争力の強化に寄与できる能力の向上

世界最先端の技術を開発し、世界各国の研究状況を学ぶことにより、国際社会に通用する高い技術・研究開発を実施できる人材を育成すること。

4) 社会人基礎力の向上

基礎学力と専門知識の向上を通して、社会人基礎力の強化をはかること。

以上に示した 4 項目に対して、具体的に優れた技術者に求められる到達目標を示すと、表 1-1 のようになる。

表 1-1 優れた技術者に求められる能力の要素

ECE プログラムの到達目標	優れた技術者に求められる能力の要素
プロフェッショナルとしての専門能力の向上	・専門分野に関する高度な知識と業務遂行能力 ・専門分野の基本を理解できる能力 ・独創的な新技術を開発できる能力 ・原理原則に立脚し、物事の本質を見抜く能力 ・的確な問題設定能力 ・将来の動向や問題を洞察できる能力 ・国際性 ・専門技術を教育し、伝承する能力 ・技術者倫理、コンプライアンスの理解
多様性を受け入れ、異分野技術を取り入れていける能力の向上	・技術分野を統合して理解できる能力 ・技術全般を見渡せる広い視野と知識 ・異分野技術を活用できる能力 ・学際領域や新しい技術領域を知る能力
国際競争力の強化に寄与できる能力の向上	・国際的に通用する技術者を育てるために、世界最先端の研究を生み出し、将来の研究課題をリードできる能力 ・異文化を理解できる能力 ・国際的な人脈形成 ・P. E. など国際的に評価される資格の取得 ・技術分野に限らず、日本の経済や文化を海外で伝えられる能力
社会人基礎力の向上	・海外の技術者と人的チャンネルを開拓できる能力 ・異分野の技術者と人的チャンネルを開拓できる能力 ・説明力とコミュニケーション力 ・高い職業倫理観 ・生涯にわたって新しい知識を獲得し、活用していける能力 ・経営・管理能力 ・リベラルアーツを理解できる能力

1. 3 ECE プログラムの要件

以上の目標を達成するために、ECE プログラムは、以下の要件を有していなければならない。

1) 複数の学協会が協力して実施するプログラムであること

多様性を受け入れ、異分野技術を取り入れていける能力の向上を目指した ECE プログラムは、単独の学協会や企業だけで提供することはなかなか容易ではない。このため、日本工学会に参加する工学系学協会が協力して ECE プログラムを提供する。

2) CPD 取得者やその雇用者のニーズに基づいて課題と到達目標を定めること

ECE プログラムは、プロバイダーが提供する講習会や研究発表会等を受講するだけでなく、プロフェッショナルとしての専門能力の向上を目指すため、CPD 取得者やその雇用者のニーズに基づいて課題と到達目標を定めなければならない。

3) プロフェッショナルとしての専門技術力を身につけることができるコース制プログラムであること

ECE プログラムは、単発の講義の寄せ集めで多方面の知識を有するのではなく、プロフェッショナルにとって重要な専門技術力を基礎から身につけることができるように、コース制プログラムでなければならない。

4) 世界の最先端技術を取り入れたプログラムであること

国際的に通用する技術者を育てるために、世界最先端の研究を生み出し、将来の研究課題をリードできるプログラムであること。

5) 社会人基礎力の向上を取り入れたプログラムであること

優れた技術者を育てるためには、受講者の自律的な関心を高め、自ら考え行動できる能力（社会人基礎力）の向上が重要である。このため、ECE プログラムは、講義だけでなく、異分野や異なる年齢層からなる受講者間のグループディスカッション、自ら設定した課題に対する調査や分析、現場見学、報告書のとりまとめ、上司、同僚に向けたプレゼン、などを適切に取り入れ、社会人基礎力の向上に資するものでなければならない。

以上に示した ECE プログラムの目的と特徴を図 1-1 に示す。また、ECE プログラムを一般の CPD プログラムと比較して示すと、表 1-2 のようになる。

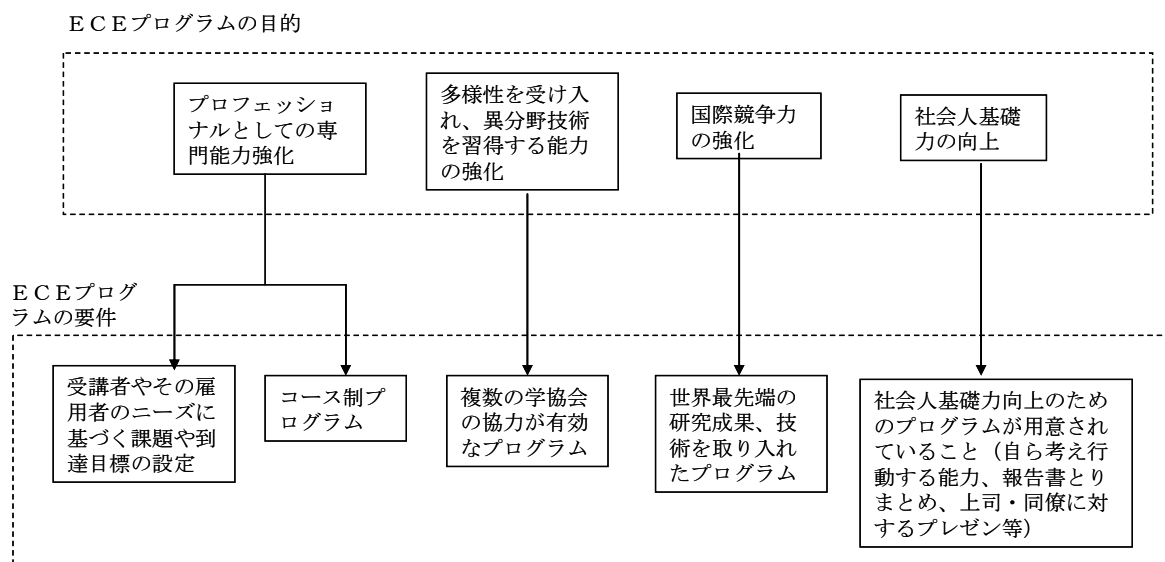


図 1-1 ECE プログラムの目標と要件

表 1-2 CPD プログラムと比較した ECE プログラムの特徴

名称	CPD (Continuing Professional Development Program、継続的能力開発プログラム)	ECE (Engineering Capacity Enhancement Program、技術力向上教育プログラム)
技術領域	一般に、単独の学協会が提供可能な技術領域を対象とするプログラムが多い。	単独の学協会や企業では取り組めない幅広い技術領域を対象とし、日本工学会に参加する多くの工学系学協会がその特性を活かして協力して提供するプログラムである。
課題と到達目標の設定	一般に、CPD プログラムを提供する学協会が課題と到達目標を設定する。	CPD 取得者やその雇用者のニーズに基づいて、課題と到達目標を定める。
プログラム形態	一般に、学協会が提供する講習会や研究発表会等の受講が中心のプログラムである。	プロフェッショナルにとって重要な基礎から連続する当該分野の専門技術力を身につけられるようにした、コース制プログラムである また、講義だけでなく、異分野や異なる年齢層からなる受講者間のディベート、自ら設定した課題に対する調査や分析、報告書のとりまとめ、上司、同僚に向けたプレゼンなどを適切に取り入れ、社会人基礎力の向上を目指したプログラムである。

2. ECE プログラムが求められる背景

2. 1 プロフェッショナルとしての専門能力の向上／Employability の向上

1) 付加価値の高い技術者の必要性増大

従来、我が国が得意としてきたキャッチアップ方式の大量生産時代には、必ずしも創意工夫能力が高くなくても、均質な思考ができ、グループとしてまとまった行動の取れる技術者が必要とされてきた。しかしながら、グローバル化が進展した今日では、欧米の後追いでは国際競争を勝ち抜くことができないことは明らかである。天然資源に恵まれない我が国が有する人的資源を有効活用して国際的な貢献を果たしていくためには、今後、付加価値の高い技術課題に取り組む必要がある。特に、技術者の役割をエンジニア、テクノロジスト、テクニシャンに分けた場合、エンジニアには、より本質に近づき、深い思索と将来の展望を持った技術開発を進めることが求められている。このためには国際的な視点と視野、確かな基礎力を基本とした技術展開能力、ビジョンを持つと同時に、良好な人間関係の中で自らの考えを科学的合理性を持って実行できる、優れた技術者の育成が求められている。

しかしながら、図 2-1 に示すように、最近の新卒を含む技術人材の問題点として、「基礎学力が低い」「オリジナリティーの欠如」、「問題の発見や解決能力不足」、「意欲低下、目的意識の欠如」、「コミュニケーション能力を含めた人間力が足りない」といった点が指摘されている（日本経団連「大学における人材育成の重要性」）。一方、人材採用に際して「大学の成績」や「学部・学科」、「取得資格」があまり重要視されず、「人柄」や「熱意」、「今後の可能性」といったあいまいな尺度でしか評価されていないというのが実情である。

2) 人材育成をする人材不足と時間・資金がない

従来、我が国の技術者の育成では、産業界が採用した社員を社内教育して能力を高めるというのが代表的なキャリアパスであった。入社後の OJT に代表される社員教育は我が国の産業競争力の向上に大きな強みであると言われてきたが、グローバル化の進展とともに企業の経営環境が大きく変化し、企業は採用した技術者を正社員として育て上げ、長期雇用を維持する体力が無くなりつつあるのが実情である（日本学術会議「大学教育の分野別保証の在り方検討委員会」）。これは、中小企業において特に深刻で、表 2-1 に示すように、「人材育成にかかる時間と金がない」「経験ある人材や即戦力人材を中途採用できない」、「社内に若手技術者を教えられる人材がいな

3) 職業倫理、応用力、問題意識、経営管理能力等の必要性

平成 14 年の科学技術学術審議会技術士分科会の一般部会報告によれば、科学技術の高度化、

総合化、複合化等の急速な進展や人材流動化等、社会環境が大きく変化する状況において、優れた技術者には、①基本的な資質として、高い職業倫理と柔軟で創造性に富む思考力、生涯にわたって新しい知識を獲得し、それを統合していく能力が、また、②技術的能力として、自らの専門領域（複数領域）に関する知識とその応用力、技術分野全般を見渡す広い視野や幅広い知識、的確な問題設定力・洞察力を持ち、必要とする技術を組み合わせ、統合して問題解決する能力が求められている。さらに、③として、技術者として大成するために必要不可欠な経営・管理能力や説明力、コミュニケーション能力等を有し、国際的に通用することが求められている。

今後、多くの技術者がプロフェッショナルとして生涯を通じて多様な働き方を選択するようになる時代を迎えつつある現在、基礎から繋がる深い専門能力と倫理観を基礎とし、資格と Employability を身につけることがますます重要になってきている。

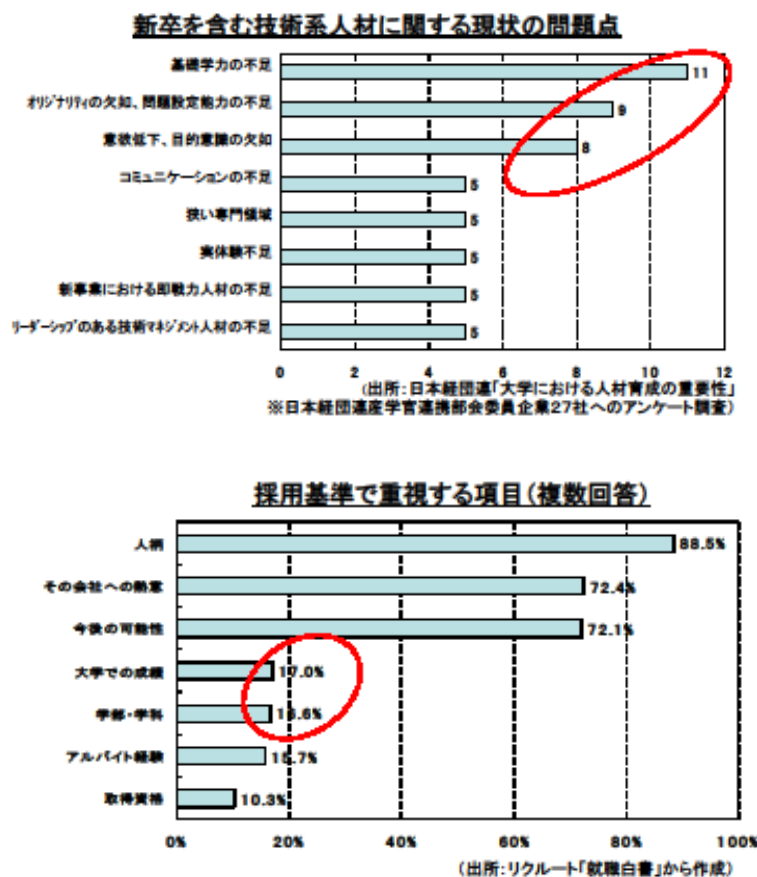


図 2-1 産業ニーズをとらえ切れていない教育界と教育界の取り組みを重視しない産業界(文部科学省・経済産業省：産学人材育成パートナーシップについて、平成 19 年)

表 2-1 人材の確保・育成の課題（平成 19 年度中小企業産学連携製造中核人材育成事業成果報告書による）

選択肢	回答
①人材育成にける時間とお金がない	47.6%
②経験ある人材や即戦力人材を途中採用できない	28.8%
③今後、ベテラン技術者が相次いで退職予定で、技術継承が課題	20.9%
④大学・工業高専・工業高校卒の人材をなかなか採用できない	19.9%
⑤教える側と教わる側の年代・レベルの差が大きく、コミュニケーションが難しい	19.9%
⑥社内に、若手技術者を教えられる人材がいない	18.3%
⑦技術革新のスピードが速く、新しい技術の習得が間に合わない	13.6%
⑧必要とされる技術分野が広がっており、対応できない	12.0%
⑨社内の現有施設では新しい技術習得に対応できない	9.9%
⑩その他	1.0%
⑪無回答	5.2%
⑫特になし	12.0%

2. 2 多様性を受け入れ、異分野技術を取り入れていける能力

1) 細分化しすぎた専門技術

図 2-2 に示すように、技術分野の専門化と高度化が著しく進展した結果、技術開発や問題解決にあたって、関連技術分野が俯瞰できず、全体像が把握しにくくなっている点が、現在の技術界が抱える問題の一つとして指摘されている。ばらばらに専門化し高度化した粒としての技術ではなく、関連分野を構造化し、有機的に技術を関連づけることが重要である。このためには、専門領域分野ばかりでなく、多様性を受け入れ、異分野を含めた幅広い領域における新技術の有望性、有効性を見渡すことができる目利きのセンスが重要である。

2) 企業ニーズと大学教育のミスマッチ

我が国の大学教育における専門の分化が古典的な学術目的からスタートしており、産業界が求める専門領域とはマッチしていなくなっている分野があることも、異分野技術を取り入れる必要性の一つとして指摘されている（たとえば、日本学術会議「大学教育の分野別保証の在り方検討委員会」）。たとえば、大学では機械工学と電気・電子工学は別の学科で教えられているが、もの造りの視点から見れば、何れも技術基礎力として重要である。学協会も基本的に大学の学部・大学院における研究領域を基本に組織されてきており、単独の学協会で提供可能な CPD プログラムだけでは、これからの技術ニーズに応えられない領域が多数ある。

一方、大学においても、研究領域や分野の拡大につれて、研究の最前線と学部教育の距離が開きすぎ、このギャップを埋める対応に迫られている。学部においては学生に基礎力を定着させることが求められるが、即戦力を求める産業界から寄せられる技術能力の範囲と内容が拡大する一

方で、大学では教えられない内容が産業界から求められるといった企業ニーズと大学教育のミスマッチングが顕著になってきているためである（たとえば、文部科学省・経済産業省「産学連携パートナーシップ」）。

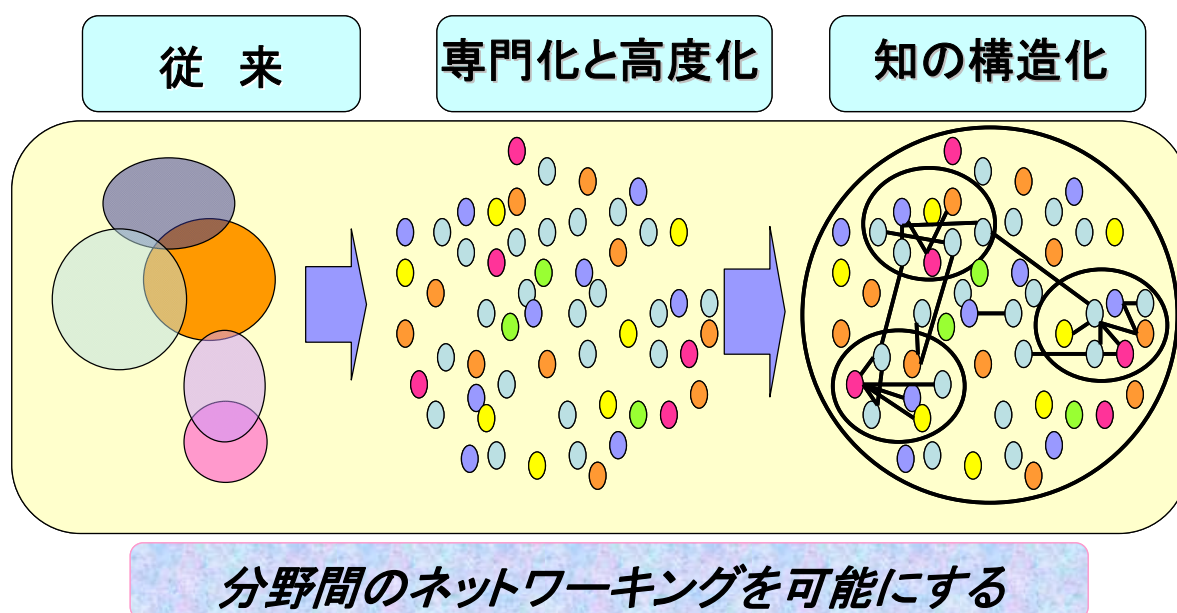


図 2-2 知の構造化（東京大学 小宮山元総長による）

3）東日本大震災と ECE の新たな必要性

2008 年（平成 20 年）版の前回報告書 ECE プログラムの必要性和要件に関する検討、日本工学会 CPD 協議会 ECE ワーキンググループ、平成 21 年 3 月以降に我が国が受けた最大のインパクトは、2011 年（平成 23 年）3 月 11 日の東日本大震災である。科学技術が、人類の幸せや健康・安心・安全という「質」の面での向上を目指すために一層の貢献を求められることになったからである。同時に、この貴重な経験に基づく新たなイノベーションは、ビジネス面でも世界に対して大きく貢献できる可能性を持つと考えられる。しかも、この新たな挑戦は異分野の技術者間の連携により実現可能と考えられるので、日本工学会の果たすべき役割は大きく、その一つが ECE プログラムであると考えられる。

その意義は、（１）高度な π 型技術者を育てる、（２）異分野技術者との人的ネットワークを作るという点にあると考えられる。また、日本工学会らしい ECE プログラムの実現形態としては（１）単独分野の優れた講演会に他分野の学協会から聴講者を募る、（２）単独分野の講演者ではカバーしきれない場合に、複数の学協会から講演者を招くといったことが求められている。

2. 3 国際競争力に資する人材の育成

1）新たなグローバル化の側面（グローバル化経験を阻む内向き化の進行）

国際競争力の強化の必要性がますます増大している。製造業拠点の海外シフトや海外製造委託の進展に伴い、日本国内での活動もグローバル化への要求も強くなり、以下に示すように、国内だけ、海外だけと分けて活動することがもはや難しくなっている（2010 年度経済産業

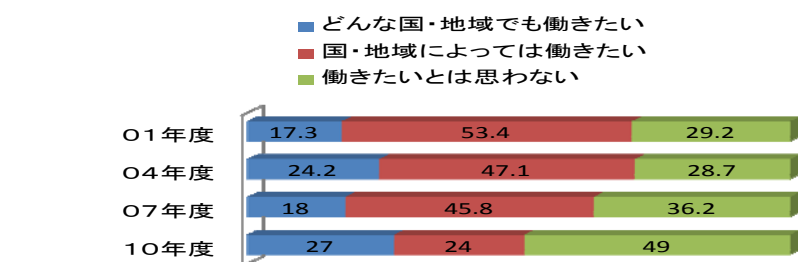
省第 41 回「海外事業活動基本調査」。

- ・海外生産比率は 18.1%、海外設備投資比率は 17.1%とそれぞれ前年度と比べ上昇
- ・現地法人の売上高は 2 桁増。経常利益、当期純利益、当期内部留保額は、大幅増
- ・製造業現地法人の現地販売比率ではアジアが、域内販売比率では北米が上昇、現地調達比率ではアジア、北米が上昇
- ・「今後の需要拡大等が見込まれる」を投資の決定ポイントとする割合が高い
- ・日本向け支払はほぼ横ばい

そういった状況への対応のため、人材の多様化や多国籍人材の雇用も進んでいる。そこでは、多様な文化理解機能を身につけることが必要であるが、これには経験の付与によるのが一番であろう。しかしながら、海外への日本人留学生の減少や、海外勤務者は増加しているのだが、海外勤務を希望する人材の減少ということにも見られるように（表 2-2、図 2-3）、内向き志向が指摘されており、その結果、日本の国力のダウンも危惧される。海外からの留学生も減少しており、元気のない日本になっている（図 2-4）。

そこで、ECE プログラムには、グローバル視点のテーマ設定や議論が期待されている。

表2-2 新入社員のグローバル意識調査（産業能率大学、2010年4月）



10 年度

働きたい理由(複数選択)N=204

自分自身の視野を広げたいから	82.8%
日本ではできない経験を積みたい	77.9%
語学力を高めたいから	55.4%
外国人と一緒に仕事をしたいから	31.5%
その他	6.1%

働きたくない理由(複数選択)N=196

海外勤務はリスクが高いから	56.1%
自分の能力に自信が無いから	54.6%
海外に魅力を感じないから	44.4%
家族に負担がかかるから	28.6%
その他	6.1%

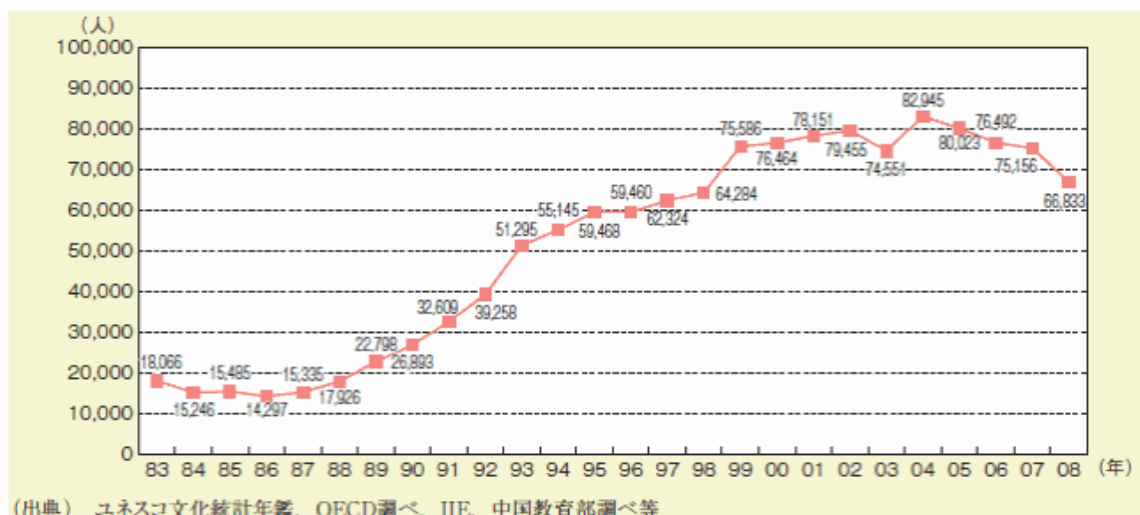


図 2-3 海外の大学等に在籍する日本人学生（文部科学省 平成 24 年 1 月「日本人の海外留学者数」及び「外国人留学生在籍状況調査」並びに「外国人留学生の 10 月渡日状況」について）

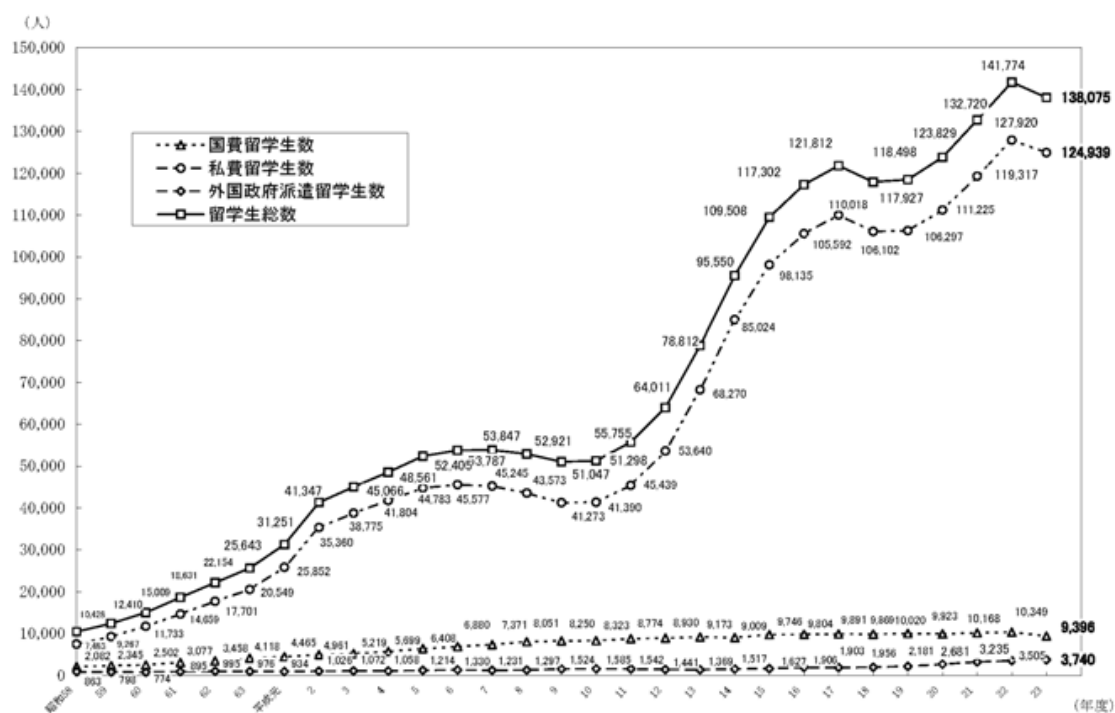


図 2-4 日本学生支援機構 「日本への留学生 2011」（文部科学省、平成 24 年 1 月「日本人の海外留学者数」及び「外国人留学生在籍状況調査」並びに「外国人留学生の 10 月渡日状況」について）

2) 少子高齢化と雇用延長の中での経済拡大の必要性

まだ復興途上である 2011 年 3 月 11 日東日本大震災や、リーマンショック後の日本経済が依然として浮上する兆しが弱いこと、さらに少子高齢社会がすぐ目の前に現れて労働人口の減少

と高齢化が世界に類を見ないスピードで進んでおり、日本の国内市場の拡大が見込まれない中での成長を国内外に求めなければならない。また、労働人口が減る中での雇用延長された人を含めた労働人口の活用等、大きく技術者の育成をとりまく環境が変化している（図 2-5）。

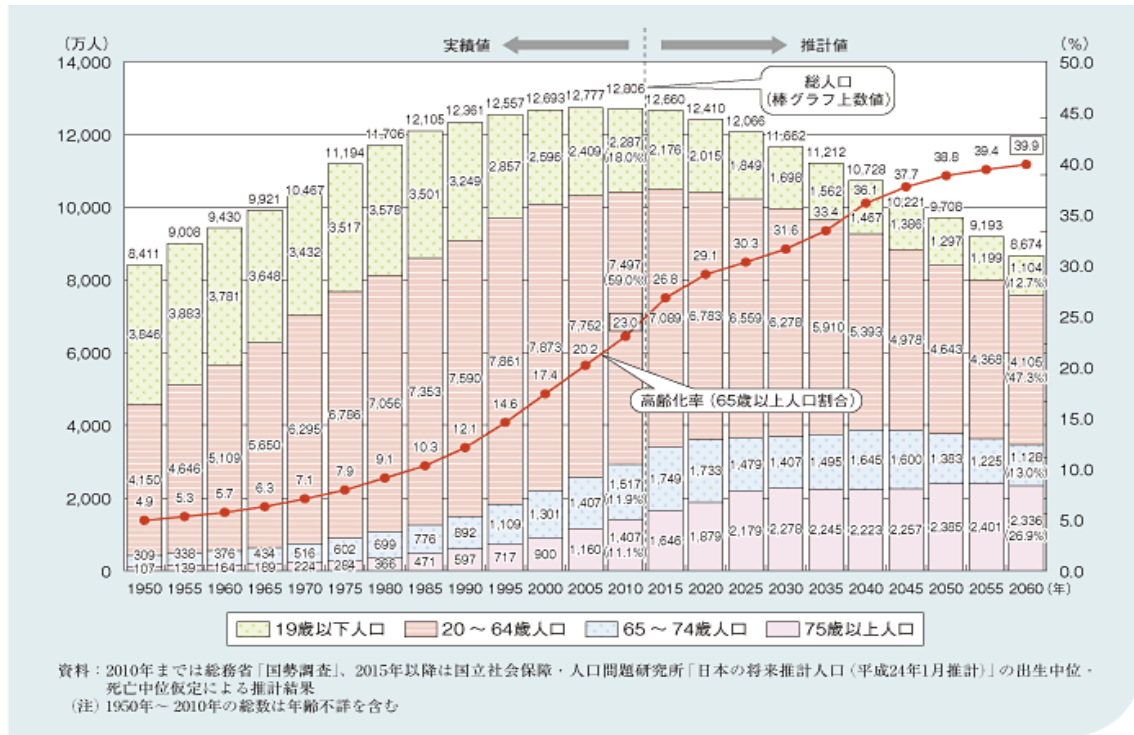


図 2-5 高齢化社会の推移と将来計画（平成 24 年度高齢社会白書、内閣府）

3）貿易収支赤字という新しい段階のグローバル化

グローバル化といっても、国内市場が拡大しないので海外に市場を求めるといった図式から、例えば製造業の多くが海外に拠点をシフトしたり、海外への製造委託が進んでいる。国内にも海外の企業や製品の輸入や進出が進み、海外に出ることのできない企業は国内でも生き残れないというように、環境が複雑化しているというのが、昨今の特徴である。日本は日本企業の海外法人からの輸入も含めて輸入に頼り、貿易収支赤字が構造的なものとなるアメリカ型のグローバル化を進めなくてはいけなくなっている。グローバル化の中身、イノベーションの必要性の中身が、より具体的に課題として現れているというのが昨今の状況である。

内向きでは、活動が成り立たない状況にあり、これを打破する技術者が要求されている。

2. 4 社会人基礎力の向上

技術者の育成のためには、これを支える社会人としての基礎的な力の重要性が、近年強く指摘されるようになってきている。たとえば、平成 18 年度の経済産業省「社会人基礎力に関する研究会」の中間とりまとめでは、表 2-3 に示すように、産業界が大学教育に求める人材像として、前に踏み出す力（アクション力）、考え抜く力（シンキング力）、チームワークで働く力（チーム

表 2-3 社会人基礎力（= 社会人力）の 12 の能力要素（2025 年の日本の産業界が求める人材像（産業競争力懇談会、大学・大学院教育プロジェクト、2007 年(H19 年）11 月）

分類	能力要素	内容
前に踏み出す力（アクション）	①主体性	物事に進んで取り組む力 例) 指示を待つのではなく自らやるべきことを見つけて積極的に取り組む。
	②働きかける力	他人に働きかけ巻き込む力 例) 「やろうじゃないか」と呼びかけ、目的に向かって周囲の人々を動かしていく。
	③実行力	目的を設定して確実に行動する力 例) 言われたことをやるだけでなく自ら目標を設定し、失敗を恐れず行動に移し、粘り強く取り組む。
考え抜く力（シンキング）	④問題発見能力	現状を分析し、目的や課題を明らかにする力 例) 目標に向かって、自ら「ここに問題があり、解決が必要だ」と提案する。
	⑤計画力	課題の解決に向けたプロセスを明らかにし準備する力 例) 課題の解決に向けた複数のプロセスを明確にし「その中で最善のものは何か」を検討し、それに向けた準備をする。
	⑥創造力	新しい価値を生み出す力 例) 既存の発想にとらわれず、課題に対して新しい解決方法を考える。
チームで働く力（チームワーク）	⑦発信力	自分の考えをわかりやすく伝える力 例) 自分の意見をわかりやすく整理した上で、相手に理解してもらうように的確に伝える。
	⑧傾聴力	相手の意見を丁寧に聴く力 例) 相手の話しやすい環境をつくり、適切なタイミングで質問するなど相手の意見を引き出す。
	⑨柔軟性	意見の違いや立場の違いを理解する力 例) 自分のルールややり方に固執するのではなく、相手の意見や立場を尊重し理解する。
	⑩状況把握力	自分と周囲の人々の物事との関係を理解する力 例) チームで仕事をするときは、自分がどのような役割を果たすべきかを理解する。
	⑪規律性	社会のルールや人との約束を守る力 例) 状況に応じて、社会のルールに則って自らの発信や行動を適切に律する。
	⑫ストレスコントロール力	ストレスの発生源に対応する力 例) ストレスを感じるがあっても、成長の機会だとポジティブに捉えて肩の力を抜いて対応する。

ワーク力) の3分野からなる計12の能力要素が重要であるとしている。

この考え方の基本となっているのは、おもいやりや公共心、倫理観、基礎的なマナーの他、身のまわりのことを自分でしっかりできる等、人間として社会と向き合うことのできる能力を社会人基礎力として重要視していることである。この背景には、人とのコミュニケーションが満足に取れないとか、自らの考えを体系的、論理的に伝えられないといった人間としての基本的な力(社会人基礎力)が不足している若者が多くなっているためである。また、社会人基礎力の中には、正しい倫理観に基づいた行動が取れることも強く求められている。

図 2-6 に示すように、社会人基礎力を介して、基礎学力と専門知識をバランスよく取得することが優れた技術者に欠かせない要件である。

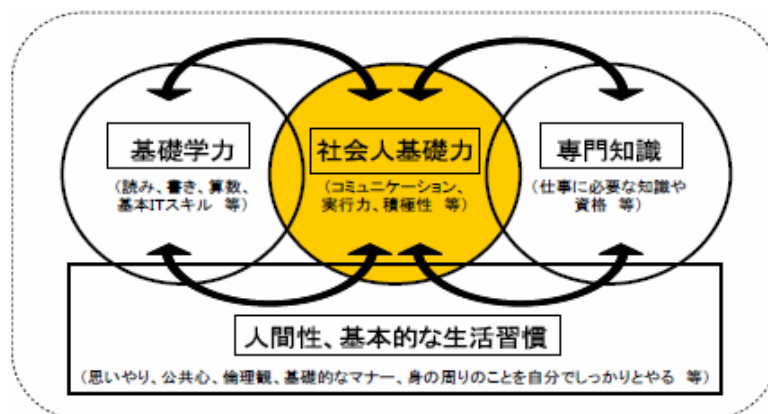


図 2-6 バランスの取れた社会人基礎力を基本にした基礎学力と専門知識の習得（経済産業省『社会人基礎力に関する研究会「中間とりまとめ」報告書』、2006年（H18年）2月）

2. 5 技術のイノベーションを起こす／創造性の必要性

1) 異質性の経験

異分野／他分野との交流要求が非常に強くなっている。またこの要求は技術者本人からも出てくるようになってきている。異質な人が混在し、異なった土俵を持つことがダイバーシティの観点からも重要であるし、異質なもの、新鮮なもの、水準の高いものに直接触れる機会を増やすことによって、学際的な教養の向上を図り、かつ知の伝承に寄与することが求められている。

ただ、これも闇雲に異分野を結びつけるのではなく、ニーズオリエンテッドな分野から見た異分野との協働が有効である。この意味でも、主となる学協会がありそれに関連する分野が協働するという ECE プログラムの要求はますます高くなるだろう。

また、知識の標準化、伝承の側面からイノベティブな技術がどのようにして生まれてくるかを、実例に基づいて示すことに対して強い要請がある。

2) 他流試合の実現

他流試合の実施は、人材発掘の場であり異分野交流の場であり、新しい知識・情報の獲得や異なる事業体間でのディスカッションの場であり、他分野・異分野の人脈づくりの場である。これらは、タコつぼからの脱却に寄与する。

具体的場面では、異なる企業／組織での同じ問題意識をもつ人をグルーピングし、ディスカッションしたり発表をすることが求められている。

他流試合を実施する際には、複数学会で共催するのが望ましい。いろいろな分野を横断的につなぐ横串プログラムにすることが有効である。

このような観点から、新たな意義を持つ分野横断的 ECE プログラムのテーマとしては以下のようものが挙げられる。

- a) 再生可能エネルギーやエネルギー分配システム
- b) スマートシティ
- c) 決してダウンしないネットワークシステム
- d) ユーザーの生命を救えるシステム（携帯電話，自動車，住宅，など）
- e) 環境
- f) センサー
- g) ロボット
- h) ヘルスケア・医療
- i) 大規模災害時の社会システム

3) 内向きになった日本人

海外留学率の低さ等については既にふれたが、現状は、いわば「普通」であることに安住する、あるいは「普通」になることが目標になっているといえる状況にあるのではないか。自らがプロアクティブであることが要求される時代に、むしろ受け身の日本人が多数出てきているわけであり、要求される人材とのミスマッチが生じている。

我々には今、均質を目的とすることから、でこぼこやとがりも容認或いは積極的に生みだして

いくというパラダイムシフトが要求されている。

また、研究論文発表数の伸びが鈍化しているということも憂慮すべきである（図 2-7）。

新しいビジネスモデルの創造のための創造性が必要であり、イノベーションの起こし方といったことを教えるというような、新たな取り組みが要求されている。

1998年－2000年(平均)				2008年－2010年(平均)			
論文数				論文数			
国名	整数カウント			国名	整数カウント		
	論文数	シェア	世界ランク		論文数	シェア	世界ランク
米国	213,229	31.3	1	米国	297,191	27.5	1
英国	62,662	9.2	2	中国	120,156	11.1	2
日本	62,457	9.2	3	英国	82,218	7.6	3
ドイツ	56,795	8.3	4	ドイツ	79,952	7.4	4
フランス	42,267	6.2	5	日本	71,149	6.6	5
カナダ	28,918	4.2	6	フランス	58,261	5.4	6
イタリア	27,291	4.0	7	カナダ	48,344	4.5	7
ロシア	24,560	3.6	8	イタリア	47,373	4.4	8
中国	24,405	3.6	9	スペイン	39,985	3.7	9
スペイン	20,006	2.9	10	インド	39,555	3.7	10
オーストラリア	18,571	2.7	11	韓国	34,643	3.2	11
インド	16,558	2.4	12	オーストラリア	34,055	3.1	12
オランダ	16,088	2.4	13	ブラジル	29,296	2.7	13
スウェーデン	13,202	1.9	14	オランダ	26,712	2.5	14
スイス	12,042	1.8	15	ロシア	26,082	2.4	15
韓国	10,701	1.6	16	台湾	21,831	2.0	16
台湾	8,720	1.3	17	トルコ	20,786	1.9	17
ブラジル	8,616	1.3	18	スイス	19,795	1.8	18
ベルギー	8,614	1.3	19	スウェーデン	17,825	1.6	19
イスラエル	8,169	1.2	20	ポーランド	16,974	1.6	20
ポーランド	7,728	1.1	21	ベルギー	14,765	1.4	21
デンマーク	6,860	1.0	22	イラン	14,147	1.3	22
フィンランド	6,262	0.9	23	イスラエル	10,565	1.0	23
オーストリア	6,026	0.9	24	デンマーク	10,345	1.0	24
トルコ	4,927	0.7	25	オーストリア	10,187	0.9	25

26位以降

図 2-7 国、地域別の論文発表数(全分野の上位 25 カ国、地域（文部科学省科学技術研究所、2011 年 12 月）

4) 若者の理工離れ

若者の理工離れがいわれて久しい。大学の理工系の入学希望者の減少や理工系を卒業しても関連した理工系の仕事に就かない人も多くなっている。若者の間では、理工系は苦勞の多い割には世間からの評価が低いと言われたりしている。知的資産や科学技術立国と言われたりもするが、さびしいものがある。やりがいや生きがいと繋がるためにも、日本のモノづくり、技術の結集、ノウハウの蓄積を行い、すばらしい知識や知恵の連携を行うことが要求されている。

5) 企業では、右肩上がりの時代が過ぎて余裕が無い

企業にとっても技術革新のサイクルが早くなったり、短期的な業績の公開が要求されたりと短期志向の経営が求められている。失敗を許さない文化であったり、プロセスを見ず結果主義（成果主義）が蔓延している。その結果、イノベーションが生まれにくくなっている。また、技術的差異化が難しくなると、各企業の業務内容が均一化し、ますます差異化の困難化に向かうという

悪循環に陥ることもある。イノベーションのための取り組みが必要になっている。

以上のような要求により、技術のイノベーションを起こすことが求められており、ますます ECE プログラムによる対応が強く求められている。

2. 6 人材の育成に関する企業の姿勢の変化

1) 中途採用の増加、中途採用の多様化、海外採用を前提とした人材育成策

最近では事業が拡大しても新卒の数を増やさず中途採用で対応したり、そもそも採用計画に中途採用を一定数組み込むことが多くなっている。この結果、新卒からの人材育成だけではなく即戦力の人材投入であったり、様々なタイプ、経歴の人材が採用されることになっている。また、採用される人も日本人だけではなく、外国人の採用も増加している。人材育成も従来とはニーズが変化している。

2) 多様性への要求（人材、人種、価値の多様性、社会貢献という多様性）

多種・多様な人材が入ってくるというのは、採用の結果としてではなく、むしろ様々な人材や様々な価値を持つ人材を採用したいという意図の結果である。この中には、女性の活躍という視点も重要であり、女性についてはもはや多様性にとらえるべきではないが、現状ではまだ諸外国に比較してハンディキャップを負っており、意図的に環境の整備や機会の提供等を進める必要がある。ワーク・ライフ・バランス（仕事と生活の調和）は、女性だけの問題ではなく、男性、企業／団体、社会全ての問題である。

また、最近では、社会貢献という視点も組織の存在意味（corporate citizenship）として求められている。

3) キャリアパスの明示と認知

最近では、個人のキャリア形成という視点、つまり自らの能力アップを自分で図るという視点が重要になっている（自己投資、自己啓発）。すなわち、自分の人生は自分で作るという姿勢である。そして、そのキャリアも自分の満足が重要視されるということに加え、キャリアの多様化という視点も重要になってきている。かつては、入社／入職したあとは、企業はその組織にとって必要な人材を育成するという視点が強かったが、今後ますます、企業のためだけではなく、本人のため、というキャリアが重要になり、さらにそれに加えて社会のための技術者教育という視点も重要になっている。個人、企業、社会の各々にプラスになる関係の構築が重要であり、どの一つも犠牲にしてはいけない。

また、個人を中心とした価値観が広まる中で、キャリアパスを社員／職員に示し、認知をしてもらい、納得してキャリアを目指してもらうということが重要になる。

学校等の教育機関と社会に出てからの継続教育についても、今後さらに位置づけの明示と理解が進むようにしなければならない。社会での最先端教育としての ECE プログラムにおいても、大学教育と ECE との関係を示す（＝社会に出てからの技術者教育の位置づけ）ことが求められる。さらに、一つの水準を保証するものとして、公的資格も幅広い知識習得には重要であり、是非取

得を推奨するようにすべきと考えられる。

ECE プログラムにおいても是非とも社会的評価の向上が図られ、これを受けることの価値が認識されることにより、より求められる人材育成に寄与し、本人にとっても受講モチベーションが向上するようにならなければいけない。

このように、企業／個人として、どういう方向に技術者を育てるかを示すと同時に、個人として「自分の人生は自分で作る」というようなキャリアデザインを持つことが重要である。これを示すと、図 2-8 のようになる。なお、このようなことを個人の視点で考えさせるきっかけを作ることが ECE プログラムであると、世間に認められるようにすべきである。

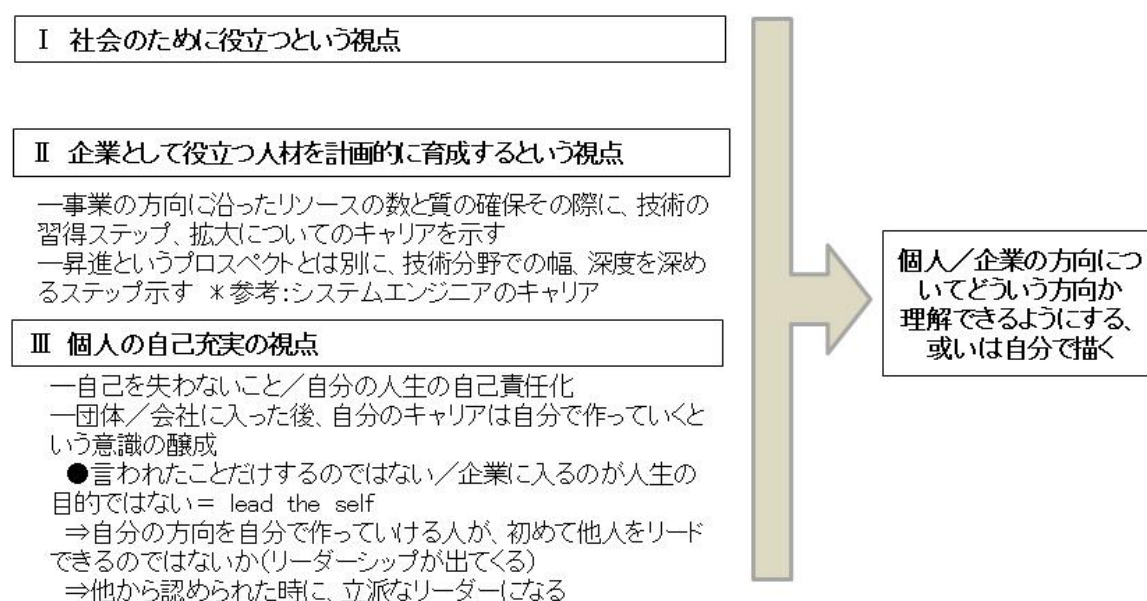


図 2-8 キャリアデザインを持つことの重要性

4) エンジニアリング・キャリアデザインによる人材育成

固有分野の知識に加えて、事業創造、リーダーシップ、コミュニケーション力等、必要とされる力が身につくというエンジニアのキャリアをデザインしていくことが必要である。

その結果として、難局を切り開くことができる人材を体系的に育成していくことが可能になると考えられる。ベースとなるのは、自責化、課題発見、行動であり、まず自分の問題としてとらえ、何が問題でどのようにすればよいかを見極め、行動するということであろう。行動の後には、レビューをして軌道修正するという PDCA サイクルを新しいニーズに合わせて習得させる必要がある。

5) 雇用延長と継続教育の視点

少子高齢化社会が進展する中で、2013 年度からは、高齢者雇用安定法が改正され 65 歳雇用も本格的になる。現役で活躍を続けるという視点からも継続教育が重要になる。労働人口の減少に対しても対応のために必要である。ある程度のレベルに達している人の技術の深化と幅を広げること、或いは新技術への対応はまさに ECE プログラムにより対応が期待されている。

6) 今後の日本の持続的発展に向けて

今後日本経済の生き残りのためには経済成長の維持・拡大が必要とされるが、グローバル化の波に晒されながらも海外留学の急激な減少にも表れているように、内向き志向が続いたりしているようでは、今後の発展はおぼつかない。プロフェッショナルとして専門能力を向上しながらも、多様性、異質化に対応し、国際競争力を保ち、技術のイノベーションを推し進めるために、ECEプログラムがイニシアティブをとることにより、複雑化した環境に対して具体的な施策を提案することが求められている。また、ECEプログラムのベースには社会人基礎力も含めなければならない。

技術者の継続教育として社会的に認知され役にたつものとして、異分野／他分野交流をひとつの切り口にしながら、学協会、大学、企業の枠を超えて参加する技術者に対して、具体的機会を提供することにより、自らおかれた状況と課題を考え、感じ取る施策を提供することが求められている。

3. ECE プログラムの開発と運用

3. 1 ECE プログラムの開発・実施体制

ECE プログラムの開発と実施には、日本工学会加盟の多数の分野別学協会群や学協会の協力が不可欠である。ECE プログラムのテーマや対象領域、担当する分野別学協会群や学協会の特性に応じて実施されるべきであるが、ECE プログラムを強力に実施し、その実績を挙げ、さらにその権威を高めるために、全体を一元的に開発・実施するための体制を図 3.1 に示すように構築する。

まず、日本工学会に ECE プログラム委員会を設置する。ECE プログラム委員会は ECE プログラムを開発・実施する際の各分野の責任者から構成する。ECE プログラム委員会は、実施すべき ECE プログラムについて審議し、承認する。委員会の構成メンバーは、ECE プログラムの開発と実施に全責任を負う技術者で、主要な学協会の会長経験者や日本学術会議会員、産業界にあっては大手企業執行役員や技師長クラスの技術者であり、当該分野における研究者はもちろん、一般技術者にも名を知られた著名で実力と動員力を兼ね備えた技術者、研究者であることが重要である。なお、ECE プログラム委員会の下に幹事会を置き、各 ECE プログラム実施、企画などの日常的な管理・運営に責任を持たせる。

テーマごとに当該プログラム名を冠した ECE プログラム推進委員会を置く。ECE プログラム推進委員会は ECE プログラム委員会における議論に基づき、当該 ECE プログラムの開発と実施を担当する。

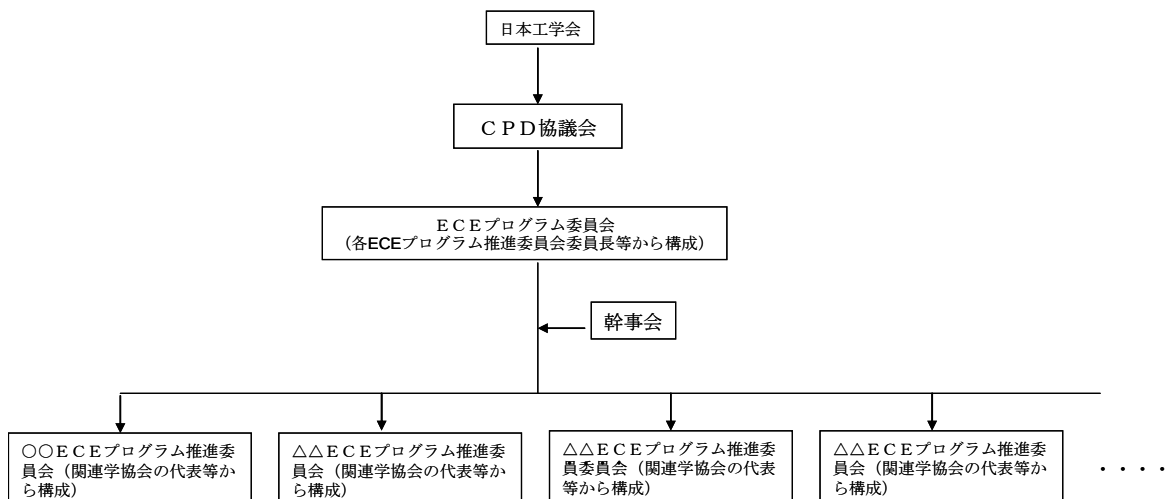


図 3-1 ECE プログラムの開発・実施体制

3. 2 ECE プログラムの企画立案と実施

ECE プログラムを実施する場合の流れは、以下の通りである。

- a) 対応する ECE プログラム推進委員会を設立する。
- b) ECE プログラム推進委員会は、個別 ECE プログラムの実施単位毎に設置する。
- c) ECE プログラム推進委員会は、個別 ECE プログラムの終了に当って、実績書を作成する。実績書の提出によって ECE プログラム委員会への報告とする。
- d) ECE プログラム推進委員会は、個別 ECE プログラム修了者に対してそれぞれが定める基準に基づいて修了成績評価を実施する。所定の成果を挙げた修了者に対して、ECE プログラム認定証を発行することができる。

3. 3 ECE プログラムの実施形式

1) 個別プログラムの開発と運営方式

ECE プログラムの開発と運営には、以下の 2 つの方式が参考になる。いずれの式においても、個別 ECE プログラム推進委員会が当該 ECE プログラムの開発に責任を持ち、講師陣が作成した ECE プログラムを審査し、ECE プログラムを実行する。

a) ECE プログラム推進委員会における合議方式

個別 ECE プログラム推進委員会の審議に基づいて、ECE プログラムの骨子や講師を定めるものである。関係する分野別学協会群や学協会に講師の推薦や公募を依頼することも有効と考えられる。

b) ECE プログラムコーディネータ(仮称)による責任プログラム方式

講師の選定から ECE プログラム開発までを ECE プログラムコーディネータに一任するものである。ECE プログラムコーディネータは講師陣も含めて個別 ECE プログラム推進委員会を組織し、ECE プログラムを開発、実施する。この方式は、ECE プログラムコーディネータの明確な意志の下に、1 つの考え方に基づいて ECE プログラムを開発・実行できるメリットがある。

2) ECE プログラム運用上参考にするべき留意事項

(1) 受講者の選定

ECE プログラムの受講対象者は、何らかの選考を経て選定することが望ましい。これは、ECE プログラムに参加することが技術者にとってステータスであることを自覚させるためである。

選考には、企業からの推薦、各学会からの推薦、職歴や実績の評価、該当する個別 ECE プログラム推進委員会による試験など、いろいろの方式が考えられる。

受講者数は、テーマに応じて異なるが、20 名程度の少人数が基本である。できるだけ異分野・異業種の技術者を参加させ、参加者の年齢層をばらつかせたりする等の配慮も重要である。

（２）講師の選定について

ECE プログラムの講師は当該分野の一流の講師でなければならない。ただし、講義の質を決める要因は講師の話のわかりやすさと事前の十分や準備にあり、著名な研究者や技術者が良い ECE プログラムの講師とは限らない。ECE プログラムの内容に応じて、適切な講師を選定することが必須である。また、多くの講師によるオムニバス方式は一般に講義内容に一貫性が保てないため、ECE プログラムとして適当ではない。講義全体に責任を持つ立場で講義に臨むのと、1 コマだけの講義を担当する立場の違いがあるためである。ECE プログラムコーディネータが一貫した考えの下に講義内容を定め、これに適した講師が緊密な連携を取って講義するような運営の仕方が重要である。

（３）教材の出版について

ECE プログラムに用いる教材は ECE プログラム推進委員会もしくは ECE プログラムコーディネータが監修者として、日本工学会の事業として出版することが望ましい。言い換えれば、出版できないようなテキストを用いて講義することは、ECE プログラムとして失格である。

テキストの作成に際しては、執筆者以外の講師でも使用できるように配慮しておく必要がある。なお、テキストは参加者だけでなく学生や一般技術者等にも購入されるようにしておくことが重要である。このためには、体系的にまとめた内容にしておくことが基本であり、さらに、基本式の導出を省略せず、懇切丁寧な記述とするのがよい。

また、できるだけ写真や図表を多く使用し、できればカラーページを設けることが有効である。さらに、当該技術の歴史や由来など、教養知識を適宜取り入れることも読者の関心と興味を高めるために有効である。

（４）ECE プログラム受講証明の発行及び日本工学会認定指導技術者の称号の付与

ECE プログラム参加者には、日本工学会と関連する分野別学協会群や学協会と連名で受講証明書を発行する。

受講証明書の裏面には日本工学会の由来や来歴などを解説することが有効である。日本工学会は明治 12 年に創立され、工学分野で最も長い歴史を有し、工学分野の統合として象徴的存在である。近年、大学工学部の志願者の減少など、工学系の凋落傾向が指摘されているが、工学各領域の学際連携の必要性はますます高まっている。このような状況において、全工学分野の技術者の統合としてのアイデンティティを確立することは重要であり、このためには日本工学会がそのプレゼンスを高め、工学系学協会のアイデンティティのシンボルとなり、企業の CI (Corporate Identity) のような、シンボルマークを具体的に提供することが重要である。

なお、受講証明書は一定の成績を修めた人にだけ授与することが望ましい。

また、ECE プログラム受講者には、「日本工学会認定指導技術者（分野）」の称号を与え、名刺や経歴書に記載できるようにするのが良い。

（５）参加費について

ECE プログラムの運営に要する費用は、参加者の自己負担の他、企業の賛助費（1 口 10 万円程

度か)を当てる。

賛助費を負担する企業は、個別 ECE プログラム推進委員会に参加させ、ECE プログラムの内容や実施方式に関する議論に参加できるようにする。

(6) ECE プログラム開発・実施費用

ECE プログラムの開発と実施に要する費用内訳はおおよそ以下の通りである。

(a) 委員会経費

ECE プログラム委員会、及び、個別 ECE プログラム推進委員会に要する経費

(b) 教材開発費

講師 5 名で各 50 ページ、全体で約 250 ページの教材を作成することを想定した場合の経費はおおよそ以下の通りである。

①講師謝金：5 名×30 万円＝150 万円

②出版費用：出版社と交渉が必要

(c) プログラムの広報費用

日本工学会、分野別学協会群、学協会の学会誌、広報誌に対する広告掲載費用、ポスター作成費用

(d) ECE プログラムの実施費用

①会場借り上げ費

②講師謝金

③教材以外の配付資料等、雑費

(e) 宿泊費（泊まり込みの場合）

会場とペアになった研修所を使用することが望ましい。

(f) 事務経費、間接経費

3. 4 ECE プログラム設計に当たっての様々な視点、問題意識

1) 工学会プログラムとしての独自の視点やポテンシャルを活かすことへの期待

*セミナー専門業者によるものとは違う、日本工学会独自の視点が重要である。

*高校、大学の教育課程の中で、どのような位置づけかをはっきりさせる必要がある。

*テーマを選び、それに関連する現状の取り組み、問題点などを学会を通して専門家に講演してもらうのが、企業から見て有効ではないか。

*テーマからかなり外れた分野も取り入れ、他分野、異分野の活動を紹介することが、技術者に対する気づきとして重要であり、また、人脈作りにも有効である。

*異質なものの、新鮮なものの、水準の高いものなどに直接触れる機会を増し、それらと本音で付き合える能力（方法論）をいかに付けさせるかが最重要な鍵だと考えられる。

*Needs-oriented な分野から見た、異分野との協働が重要である。

*学会が多すぎて、技術者が分散されすぎている。たこつばに閉じこもらないことが重要である。学会の横楡が求められる。

- * 単独学会ではできない他分野を取り入れたプログラムが重要である。
- * 企業内でも技術者に論文を読ませる等して新規情報を集めるようにさせているが、そもそも論文を読む機会がとれないので、それに替わる機会となると良い。
- * Green Innovation 等、Innovation の起こし方に関するプログラムに関心がある。
- * 「日本の再生可能エネルギー技術を探る技術力」といった内容がおもしろいのではないかな。
- * 多様な文化を理解できる能力を強化する必要性に迫られている。こうしたニーズに応えられるメカニズムにできないかな？
- * 内向きになりすぎた日本人に海外で普通の国際性を持たせることが重要である。
- * ここにきて「負の経済成長」もしくは「日本企業の没落、低迷」という局面がより深刻化してきており、この事態に対応し、難局を切り拓くことができる人材育成という視点が大事になってきているという視点で設計すべきではないかな。
- * 「趣味のために働く」とか、「ボランティアのために働く」とかの能力発揮による社会貢献実現の多様性も入れ込むべきだと考えられる。
- * 企業のための技術者教育、職員のための技術者教育の他に、社会のための技術者教育という視点が重要ではないかな。
- * 技術者の処遇が改善されれば人材の流出は防げるのが道理である。

2) グローバル・イノベーションを産み出す技術者の育成が求められている

- * 技術者にいろいろ周辺技術の開発が許されていた時代と違い、短期の目標管理主義と合理化の結果、企業全体としては新規技術が出にくくなっている。
- * 技術者は閉塞感に包まれている。グローバル市場で求められる価値を提案しろと言われても、そんな課題は考えたこともない技術者が多い。
- * 結果主義ではなく、プロセスを見るべきである。失敗を許さない文化からはイノベーションは生まれない。
- * コツコツとした積み上げがイノベーションにつながることを見落としてはいけない。
- * iPad には驚くほどなにも新しい技術は使われていないが、新しい需要を喚起した。従来の技術を組み合わせ、イノベーションを生み出すという点では日本は弱いのではないかな？
- * ”必要は発明の母”とよく言われるが、”発明は必要の母”の方が正しいのではないかな。James Watt は蒸気機関の発明者と言われるが、彼の貢献はガバナ（調速器）機構を発明し蒸気流量を意のままに調節できるようにしたことにある。それまでの人力や馬や牛を動力としていた移動手段から蒸気機関へのパラダイムシフトを実現する素地を築いた。イノベティブな技術がどのようにして生まれてくるかを ECE プログラムで取り上げると有効ではないかな。
- * 大企業はアセンブル中心になってしまい、イノベティブなアイデアは規模の小さい企業からしか出てこない。中小企業ではあるが世界シェアの 70% を持っている超優良企業がある。Diversity を理解する力が重要である。
- * 親会社、子会社、下請け企業では求められる技術が異なる。ECE では暗黙のうちにトップクラスの技術者育成を目的としているが、本当は一番弱い立場にある下請けの技術が本物の技術であり、この技術の向上が重要であるという視点を持つ必要がある。日本の技術を支えている下請けの技術の役割を論じないと、ECE としては貢献できないのではないかな。

3) 企業教育の在り方の変化への対応が求められている

- *最近、各企業がやっていることに差が無くなってきた結果、社員の流動性は当然という方向に変わってきた。中途採用が半分以上になってきている場合も多い。
- *グローバル化の急速な進行により、人材確保策の多様化が当然となっている。中途採用（同業種間の人材の奪い合い）、海外採用（人材のグローバルな奪い合い）という状況を前提とした人材育成策であるべきではないか。
- *企業が社員の能力を高め、資格アップすると、転職する社員も出てくるため、技術士の資格を取らせたがらない企業もあるという意見が出されたが、この方向は間違っているのではないか。
- *大企業も大規模リストラをせざるを得ない状況が頻発するようになり、日本でも、技術者のための教育はいかにあるべきかという視点が重要になってきた。
- *社員の能力向上は企業にとって必須であり、グローバル時代の競争を勝ち抜くためには、人的資源のレベルアップは当然なことである。あるパーセンテージで社員が流出していくことはやむを得ないし、これを見込んだ人事構想を立てる時期になっている。

4) 若者意識の変化への対応が求められている

- *新技術の開発に対して職員の能力がないわけではないが、失敗に対する評価を恐れるあまり、提案することが怖くなってきている。
- *「信用の収縮」が起っている。職員は上司を信用しなくなった。
- *いま若者の中では「普通」という表現は、自分としては達成度が70%から場合によっては95%程度に高いものであり、それ以上望む必要はないとしている。かつて「普通」では不満であった世代から見ると信じられないことが多い。
- *一方、一部には「理学部は夢を求めるが、工学部は夢を実現する」と考え、工学部にやってきたという高専の学生もいる。技術は社会を変えるイノベーションであることを理解している若者がいる。
- *先端計測とナノ物質 ECE プログラムの参加者と話してみると、異分野、他分野の技術者とのコミュニケーションを求めて参加した技術者が多い。

5) 自己啓発を基本にすべきである

- *米国等では早くから自らに投資して自分の能力アップを図ることが当たり前で、これが欧米型の CPD の基本となってきたが、日本においては、外部講習会等への参加費用は企業が支払うもので、自ら支払ってまで参加する必要は無いという考え方が支配的であった。
- *産業界も優秀で均質で素直な労働力を求めてきた。現在は、企業が求める人材と、受け身の立場で普通のサラリーマンになりたい若者間で大きなミスマッチングが起り、この結果、20社以上の企業訪問を繰り返しても職を得られない若者が増えてきている。
- *職場の他に、学会、産業界、大学など教育機関の非常勤など、多様な場に積極的に関わり、人脈と経験作りをすることも重要である。「ソロ活動」と呼ばれている。
- *なにができるかで職種とサラリーが決まるという国際的な常識の方向に日本も大きく動いており、技術者は自分で自分に投資し、自らの能力を高めることが必要な時代になってきた。

＊技術者は自らの能力アップをどのようにとらえるべきかという視点が日本でも急速に高まりつつある。

6) 企業や社会にキャリアパスを見せることが大事になる

＊公的資格は幅広い分野の知識が要求されると見なされており、キャリアアップとして重要視されている。自分で手を挙げるだけでなく、「おまえ、行けよ！」と言ってやることが重要。エース級を出し、昇進の条件の一つにさせることが重要。キャリアパスをきちんと社員に見せることが重要である。

＊技術士に相当する専門キャリアを海外では Professional Engineer と呼んでいるが、日本ではかつて Consultant Engineer と呼んでいた時代があった。現在は PE と表現している。技術士の 30%は官公庁が占めているが、官公庁では名刺に技術士とは書かせないのが一般的である。

＊米国では”パイプライン”といわれる次の人材を次々に育て上げる仕組みを持っている。

＊化学工学会の経営ゼミナールは、将来経営者クラスに上がろうとする技術者の登竜門的な位置づけと見なされており、ディスカッション中心の運営が評価されている。

＊鉄鋼協会関係者の間では、「おまえ、協会主催の〇〇セミナーに出ないか」と言われることが、その人がこの分野において評価されていることの証明に、また、このセミナーの講師に抜擢されることが、この分野で良い仕事をしていることの証明と見なされている。

＊社会的評価が残る仕組みが重要である。役に立ちやすいプログラムで、ECE を受講したことが昇進等において高い評価を得ることが重要。

＊現在、各企業では雇用延長しなければならないが、管理職を終えた後の社員に、どのようにして付加価値を付けさせるかが重要な検討課題となっている。継続教育という範疇でこうした対応に貢献できないものか。

3. 5 ECE プログラムの進め方の例

ECE プログラムの進め方として参考になる事項を示すと、以下の通りである。

(1) ECE プログラムのコーディネータや講師は、参加者に権威をもってある見解を押し付けることを控える非指示的な運営を行うことが求められる (Rogers, Carl, R, アメリカの臨床心理学者、非指示的な授業方法の理論を提唱)。

(2) 参加メンバーが寝食を共にし、共通の課題に携わる時間を設定することが社会人基礎力を高めるために有効である。

(3) 「世界一の〇〇を作ろう」という開発目標を掲げ、これを可能とするためのステップを考えさせることは、問題解決型の思考力を強化し、参加者の創造性を高めるために有効である。

(4) 現在抱える問題は何かを知るために、PDCA の“P”ではなく、“C”から開始し、問題点を参加者が共有した後、“A”を考えるという方式も ECE プログラムには有効である。

(5) 国際的な動向を認識し、グローバルな視点で将来の開発計画を立案するためには、海外調査を ECE プログラムに加えることが有効である。

(6) これまでの技術者としての履歴を統括し、今後の目標や技術者としてのアクションプランを立てさせる方式も有効である。

(7) ECE プログラムの最後には、必ず成果発表会を開催し、同じ職場の上司や同僚にも参加させることが、参加者の意欲の向上と目的意識の明確化と同時に、ECE プログラムの重要性を広く職場に認識させるために有効である。

(8) ECE プログラムとしては、3 日程度の短期コースから、5 日コース、1 ヶ月コース等が考えられる。たとえば、3 日コースであれば、以下のようなメニューが考えられる。

1 日目

AM：オリエンテーション（課題設定と到達目標、評価方法の説明）

講義 1（1 時間半）

PM：講義 2

自由課題の設定（参加者による課題設定）

グループ討議 1

夕方：参加者間の交流会

2 日目

AM：講義 3

講義 4

PM：グループ討議 1

グループ討議とりまとめ

夕方：参加者間の交流会

3 日目

AM：講義 5

講義 6

PM：成果プレゼン（上司や同僚も参加）

終了式（評価結果、受講証明授与、日本工学会認定指導技術者（分野）の授与

(9) また、3 ヶ月程度仕事を離れて集中的に ECE プログラムを実施する場合には、以下の方式が考えられる。

- A) 受講者がこれまで取り組んできた仕事の統括をする。
- B) 受講者が今後挑戦したい新分野の世界動向を調査する。
- C) 関連技術の基礎を学び直す。
- D) 市場予測など発展可能性に対する見通しを立てる。
- E) 場合によっては調査のために海外出張する。
- F) 挑戦する場合の体制案，企画案，リスクの分析を行う。
- G) これら提案について小論文を書き，社外の有識者による批判を受け，さらに練り上げる。
- H) プレゼンを行い，参加者相互のディスカッションを行う。
- I) 帰社後，企業トップの前で提案のプレゼンを行う。外国人アドバイザーも同席させ、英語でプレゼンする。

(10) ECE プログラムとしては、上記 (9) の短期集中方式以外に、数日ごとに集まって合宿

することを繰り返す方式も有効である。

たとえば、(社)化学工学会人材育成センターでは、「経営ゼミナール」と呼ばれる教育プログラムが1975年以降、毎年開講されている。経営ゼミナールは社会経済の動きに即応し、リーダーシップを発揮できる技術系経営者の育成をめざし、各界から一流の講師による講話と同時に、参加者相互の触れあいや研鑽の時間を十分設け、化学産業の中核経営者育成の場として高く評価されている。平成24年度までの参加者は、延べ約1,388名に及ぶと言われている。

経営ゼミナールでは、通常、月1回の土日研修を4回、計8日間にわたって実施される。平成24年8月～11月にかけて実施された第33回経営ゼミナールを例に挙げると、プログラムは以下の通りである。

(A) 9月28日(金)：東海

オリエンテーション

講話「激変する世界経済と構造転換を迫られる日本製造業」

グループ討議、夕食/懇談会

9月29日(土)

グループ討議

講話「伊勢の神宮と日本人 ～まつりと神饌からその原点を探る～」

グループ討議

(B) 10月26日(金)：三島

グループ討議、夕食/懇談会

講話「現場力と企業変革 ～課長こそが競争力の源泉だ～」

グループ討議

10月27日(土)

グループ討議

講話「アジアで生き抜く会社の創り方 ～僕が15で社長になった理由～」

グループ討議

(C) 11月16日(金)：大阪

グループ討議

講話「タイムマネジメントとリーダーシップ」

夕食/懇談会

11月17日(土)

グループ討議

講話「ポストものづくりのビジネス・パラダイムとは？」

グループ討議

(D) 12月7日(金)：東京

講話「日本経済の課題」

グループ討議

夕食/懇談会

12月8日(土)

グループ討論

講話「エンジ業界のパラダイムシフト」
ゼミ終講式

4. ECE プログラムの例

4. 1 はじめに

2009 年 3 月に ECE プログラムが提案されてから、現在までに 2 つの ECE プログラムが実施されている。これらのプログラムの目的と特徴、効果について示すと同時に、今後、ECE プログラムとしての実施が望まれる例に関して示す。

4. 2 ナノエレクトロニクス ECE プログラム

1) プログラムの目的、対象、構成

最高の教授陣による最先端ナノエレクトロニクス技術の知識ベースに対する社会人向け継続教育プログラムである。企業の技術系幹部候補生およびビジネス・企画戦略部門幹部候補生他を対象としている。ただし、当該プログラムにおける創発的な議論の深まりを期待して、大学や公的機関で研究開発に従事する研究者や技術者も対象としている。

講義参加人数は毎年約 30 名であり、このうち、現在までに修了証や ECE プログラム認定証は毎年 3~4 名程度に授与されてきている。

プログラムを実施するために、本分野の専門家から構成されるナノエレクトロニクス ECE プログラム推進委員会を設立している。ナノエレクトロニクス ECE プログラム推進委員会では、ナノエレクトロニクス ECE プログラムの開発、実施、評価基準の策定及び評価、推進に関する事項を検討している。

ナノエレクトロニクス ECE プログラムでは、以下の内容が実施されている。

- a) 開講式
- b) 講義 5 日間、全 13 コマ、コマ当たりの講義時間は 90~180 分
- c) 産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設（NPF）見学会
- d) ECE プログラム推進委員会委員長、推進委員、講師と受講生の意見交換会
- e) NPF 実習
- f) 製造現場実習
- g) 最終審査会

図 4-1 はナノエレクトロニクス ECE プログラムの実施状況を示す。



(a) 講義



(b) ECE プログラム推進委員会



(c) 推進委員長と受講生の意見交換会



(d) NPF 実習

図 4-1 ナノエレクトロニクス ECE プログラムの実施状況

2) 講義内容

【コマ1】デバイス・プロセス技術総論（180 分、講師：鴨志田元孝（東北学院大学大学院））

LSI 生産技術の全体像と技術動向の講義。デバイスプロセスの材料・微細加工・洗浄・研磨などの固有技術、品質・生産・工場管理技術、品質工学など、幅広く IC 技術の全体についての概説を行う。

【コマ2】リソグラフィー技術（90 分、講師：岡崎信次（ギガフoton））

LSI の微細化を牽引するリソグラフィー技術について、光リソグラフィーを中心に、歴史、露光装置・マスク技術・レジストプロセスの現状の課題と研究成果を最新の EUV 露光技術まで説明し、さらに EB 露光やナノインプリント技術等を含めて解説する。

【コマ3】TCAD 技術（90 分、講師：大倉 康幸（半導体理工学研究センター））

LSI 開発に必須のデバイスプロセス・シミュレーションである TCAD を、基礎から応用までの技術と、TCAD のコンピューター環境・システム、さらに Selete で開発中の ENEXSS について現状を解説する。

【コマ 4】計測・分析技術 (90 分、金山敏彦 (産業技術総合研究所))

LSI プロセスでの計測・分析技術を説明。微細パターンの測長・形状評価、電気的特性を左右する局所歪や不純物分布計測、多層配線 Low-K 膜の構造・機械強度などの評価技術を紹介する。

【コマ 5】ゲート絶縁膜技術 (90 分、講師：山部紀久夫 (筑波大学))

LSI の心臓部となる薄いゲート SiO₂ において、最大の課題である信頼性確保の点から、SiO₂ 膜中の電荷の挙動とストレス印加時の絶縁破壊耐圧特性を破壊モード別に詳細に解説する。

【コマ 6】High-k/Metal Gate (90 分、講師：由上二郎 (ルネサスエレクトロニクス))

LSI 微細化の世代交代に伴い SiO₂ から移行している high-k 絶縁膜の研究開発動向、材料の選定、課題と対策をメタルゲート CMOS プロセスについて詳細を説明する。

【コマ 7】多層配線 I (多層配線技術) (180 分、講師：柴田英毅 (東芝))

ULSI 製造のキープロセスである多層配線技術において、材料、構造、プロセスの歴史的変遷と Cu 配線及び Low-k 層間絶縁膜の基礎と最新動向、Post-Cu/Low-k としての CNT/Air-Gap 技術の課題と展望について解説する。

【コマ 8】多層配線 II (配線信頼性) (90 分、講師：上野和良 (芝浦工業大学))

配線の微細化に伴い、信頼性の確保が困難になっている。エレクトロマイグレーション (EM)、ストレス誘起ボイド (SIV)、配線 TDDB 等の代表的な故障メカニズムとその対策、最近の動向について解説する。

【コマ 9】半導体集積回路のロードマップ (90 分、講師：石内秀美 (東芝))

国際半導体技術ロードマップ (ITRS) の最新動向を紹介。プロセス要素技術、ウェーハ大口径 化等の他、スケーリング則の More Moore、それ以外の領域の More than Moore の展望を示す。

【コマ 10】Emerging Research Devices (90 分、講師：平本俊郎 (東京大学))

集積回路デバイスの微細化極限追求 (More Moore) と CMOS デバイスの機能的な極限性能を考える Beyond CMOS、及びそれらの研究開発のあり方・コンセプトを論じる。

【コマ 11】Emerging Research Materials (90 分、講師：栗野祐二 (慶応義塾大学))

半導体集積回路を構成するトランジスタや配線、実装、各種プロセス技術において期待されている新材料・ナノ材料によるブレークスルー全般と、ナノカーボン材料として注目されるグラフェンに関する話題を紹介する。

【コマ12】パワーエレクトロニクスの技術動向（90分、講師：木全政弘（日本工学会、三菱電機））

パワーエレクトロニクスの定義と概要を説明した後、パワーエレクトロニクスの基本原理、技術課題、省エネルギー効果について解説し、また最新の技術動向として、階調制御型変換器、集積化技術、SiC デバイスについて述べる。

【コマ13】MEMS とナノ製造（90分、講師：前田龍太郎（日本工学会、産業技術総合研究所））

MEMS の概要と必要性を説明した後、製膜、パターニング、エッチング、接合、パッケージング、ナノインプリントなどの製造プロセスの解説を行う。また、MEMS センサ、アクチュエータと各種のシステム応用について述べる。

3) NPF 実習内容

産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設（NPF）を用いて、以下の実習を行っている。

- a) 裏面金属電極を形成した Si 基板に P イオン注入を行い、pn 接合を形成する。マスクスパッタリングにより表面電極を形成した後、デバイスパラメータ測定装置を用いてダイオード特性を測定する。
- b) 電子線描画装置 と小型真空蒸着装置 を用いて Si 基板上に Ni 薄膜の微細構造体を作製し、SEM によりその構造を観察する。
- c) 予め電極パターンを作製した酸化膜 Si 基板上に Ti 薄膜の細線構造体を作製し、4 端子測定方法で抵抗測定を行う。
- d) Si 基板上に TiO_2/Ni 薄膜の微細構造体を作製し、X 線解析によりその酸化膜の構造を観察する。

4) 製造現場実習内容

製造現場においてナノカーボン材料の作製、プロセス、構造評価、電気伝導評価の実習を行い、最終審査会において、実習結果を報告させ、質疑応答を行って、理解度を確認している。

5) ECE プログラム認定証

ナノエレクトロニクス ECE プログラム推進委員会において審議の上、成績の優秀者に対して、ナノエレクトロニクス ECE プログラム認定証を授与した。図 4-2 にナノエレクトロニクス ECE プログラム認定証を示す。

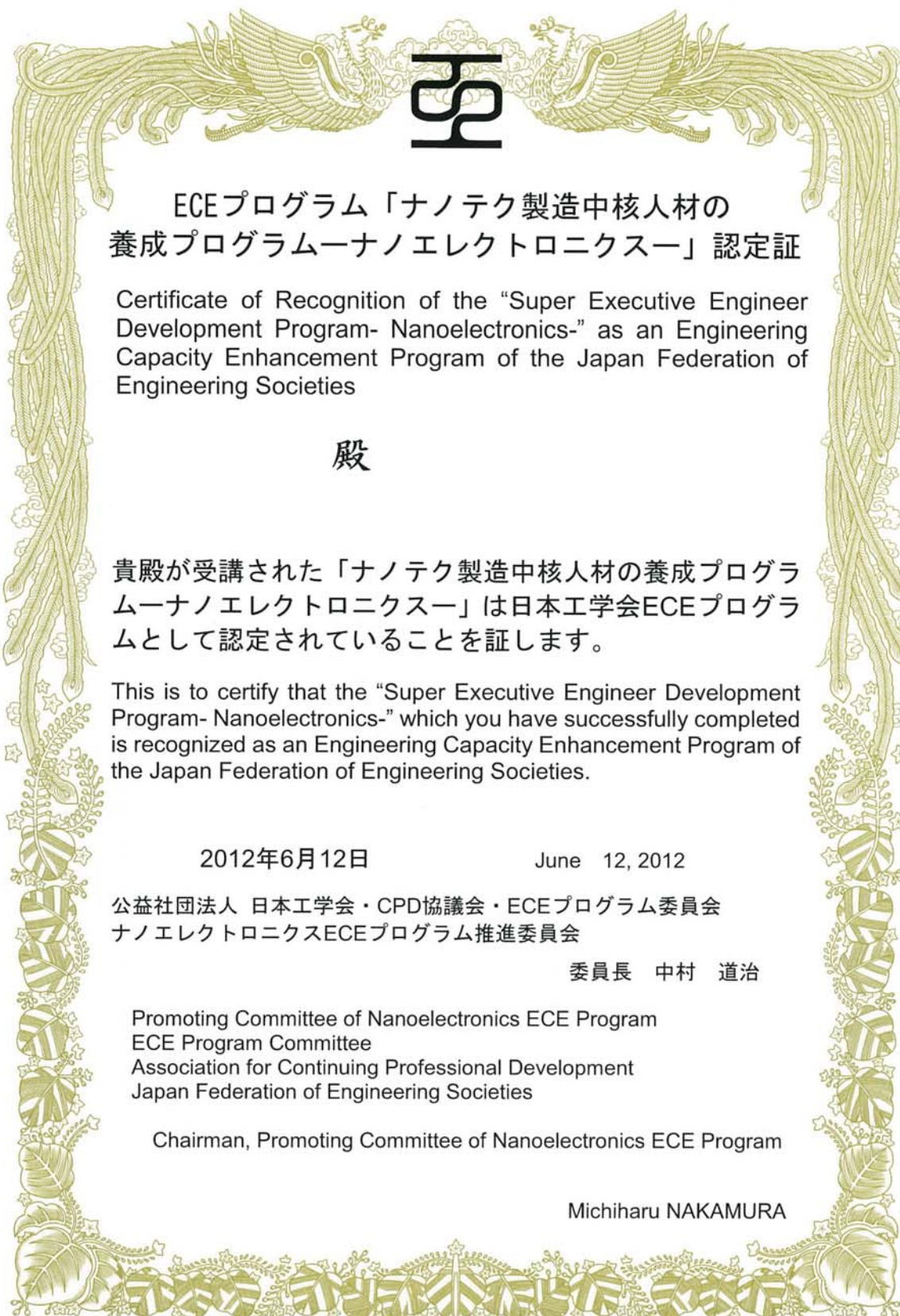
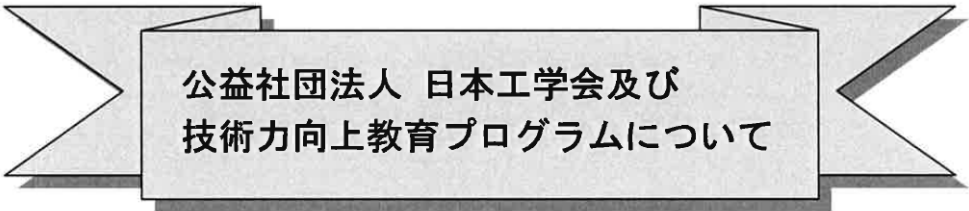


図 4-2(a) ナノエレクトロニクス ECE プログラム認定証(表面)



公益社団法人 日本工学会及び 技術力向上教育プログラムについて

公益社団法人 日本工学会は、明治12年（1879年）に工部大学校の第1期卒業生により設立されたわが国最初の工学系学会で、工学分野を網羅する100の会員学協会から構成されています。明治23年に宮内庁から御手許金のご下賜をいただき、明治34年に社団法人 許可を得て、法人格を有するわが国唯一の学協会の連合体として、工学および工業の進歩発展に役立つ各種の活動を行っています。その一つが、技術者の継続的な能力開発を目指した継続教育の推進であり、工学分野全般の継続教育について適正なプログラムであることを独自の認定基準に基づいて認定しています。表面に記載された継続教育プログラムは公益社団法人日本工学会の認定を受けたものであることを証しています。

JAPAN FEDERATION OF ENGINEERING SOCIETIES’ ENGINEERING CAPACITY ENHANCEMENT PROGRAM

The Japan Federation of Engineering Societies (JFES) was established in 1897 as the first engineering society in Japan by the first graduates of Imperial College of Engineering. JFES now stands on one hundred member societies covering all areas of engineering. Since JFES became an Association Corporation in 1901 based on donation by the Imperial Household Agency in 1896, it has been promoting the advancement and promotion of engineering and industry as a sole unified organization of engineering societies. One of the activities of JFES is the promotion of Continuing Professional Development. JFES recognizes and approves the soundness and effectiveness of CPD programs in all areas of engineering based on its own criteria. JFES certifies that the program shown in the front of this Certificate is an Engineering Capacity Enhancement Program (ECE Program) of JFES.

図 4-2(b) ECE プログラム認定証（裏面）

6) 参加者に対するプログラム参加の動機や評価に関するアンケート結果

(1) ナノエレクトロニクス ECE プログラム参加の動機

- ・半導体関連の新規事業開発提案を行う予定であるため、参加した。
- ・実際の仕事で役立つ知識、ノウハウ、人脈を構築できればと考えて参加した。
- ・プロジェクト立案、運営等を行うにあたり必要な知識を本プログラムにおいて学習するこ

とができると考えて参加した。

- ・ 上司から紹介され、今後の業務に活かそうな内容だと感じた。
- ・ 弊社で開発した●●に関するアプリケーション探索を念頭に、応用のための●●特性評価、そのための●●等形成、および構造評価を実施したいと考えて、参加した。
- ・ 大学院時にサンプルの製造経験がなく、半導体に対する知見も少ないため、実習を伴う受講を希望した。

(2) 最終審査会合格者の感想

- ・ 半導体製造プロセスの入門としては最適の内容であった。また、最先端の研究としてグラフェンの実験を垣間見られたことは、良い経験になった。
- ・ 化学専攻のため、周囲に微細加工の技術に詳しい方がいなかったが、この実習に参加したことで分からないことを直ぐに質問できたこと、直接、経験のある方から、実際やって見せて頂いたことなど、いい経験になり、非常に満足しました。周囲の方達にも来年度のスクールの座学や実習を受講するように積極的に推薦します。
- ・ 今まであまり使用したことのない機器や、SEM、RAMAN、また、CVD等の機器を使用できたので、貴重な経験になった。

(3) 実習内容に対する理解度と自分の研究に対して役立つ度合い

実習内容に対してどの程度理解できたか、また、実習内容がどのように自分の研究に役立ったかに関するアンケート結果は、図 4-3 に示すとおりである。回答者は 3 人であるが、うち 2 名は実習内容を十分に理解できたと答えており、また、2 名が実習内容が直ぐに役立つと答えている。

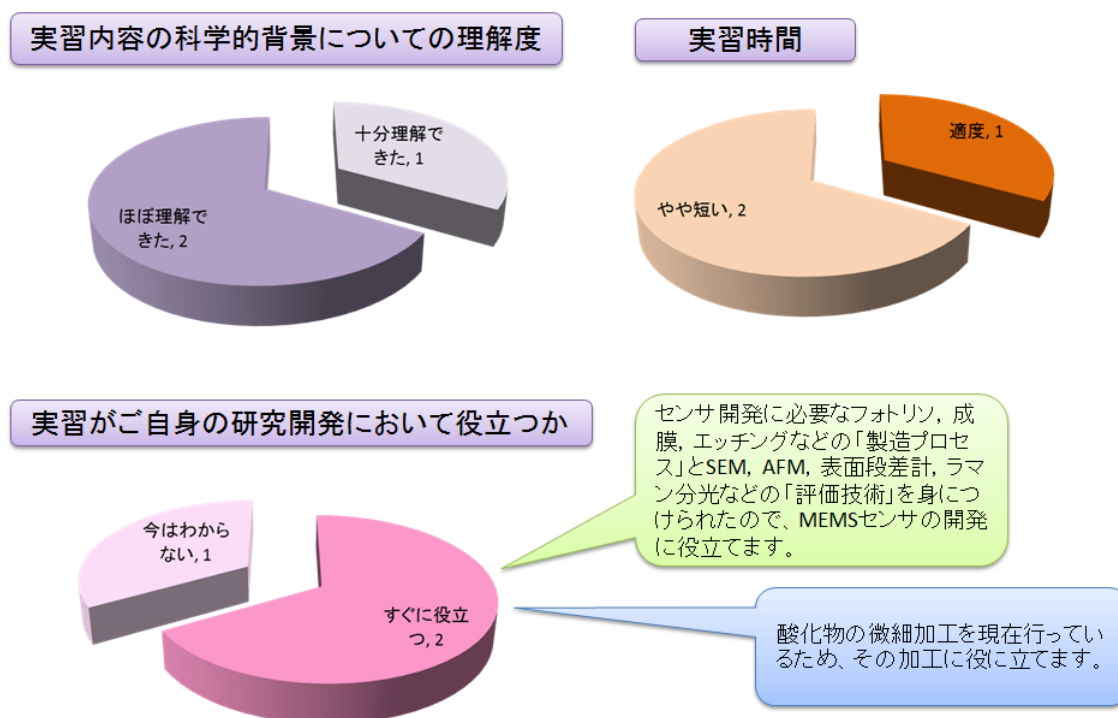


図 4-3 実習内容に対する理解度と自分の研究に対して役立つ度合いに対するアンケート結果

4. 3 先端計測とナノ物質 ECE プログラム

1) 基本設計

(1) プログラムの目的

物質・材料研究の最前線であるナノテクノロジーの基幹となる先端計測技術の原理と可能性について理解し、その社会受容性を勘案しつつ、新機能を持つナノ物質の利用を拡大できる高度技術者を育成することを目的とする。また、最新情報について好奇心を持って学習し、その成果をまとめ、第一線の研究者とのコミュニケーションを通じて、プレゼンテーション能力や討論能力、人間基礎力を磨く。

(2) 実施体制

独立行政法人物質・材料研究機構（以下、NIMS と略称する）が主催し、(社)日本工学会の共催並びに公益財団法人総合工学振興財団の協賛を得て実施している。実施に当たっては、物質・材料研究分野の第一人者である岸輝雄東大名誉教授、NIMS 顧問を委員長とする物質・材料基礎 ECE プログラム推進委員会を設置し、さらに日本工学会、総合工学振興財団および NIMS から推薦された委員から構成されている。同推進委員会での審議を経て、プログラムの認定、受講認定など行う。事務局は、NIMS が担い、プログラムを実施する。

(3) 実施要領

(a) プログラム：年度毎に企画し、実施する。開催頻度は隔月程度とする。講義会場は東京地区（原則、竹橋学術総合センター）とする。

- ・レクチャーの部（17 時～18 時 30 分）：講師が約 60 分講演し、それに基づく質疑応答を行う。この部分は、定着している「NIMS イブニングセミナー」として実施する。ECE プログラム受講者は必修だが、一般受講者も受け入れる。定員の目安は 30 名として、その都度公募する。

- ・ゼミの部（18 時 30 分～19 時 30 分）：ECE プログラム受講者が、講演に関する自分なりの質問をし、それに講師が逐次答える。1 回 1 質問制度で、全員に質問が課せられる。

(b) オーガナイザー制：受講者の理解増進に資するため、オーガナイザーが年度プログラムを通して、レクチャー、ゼミの司会進行を努め、推進に一貫性を持たせる。

(c) 講師：各年度のプログラムに合致する専門家が、NIMS 職員から選定されている。

(d) NIMS 実地研修：受講者の希望を参考に、つくばにあるナノ計測関連装置等を見学し、現場の研究者との質疑応答を通じて見聞を広める。

(e) レポート提出：受講者は毎回レポートおよび最終レポートを提出する。

(f) 受講料：受講者の意識を高める目的で有料化が検討されているが、今のところ、無料とされている。

(4) 受講要件

東京地区で開催するレクチャーを聴講し、引き続きゼミに参加する。また、つくばで開催する NIMS 実地研修に参加する。レポートを毎回提出する。さらに、年度プログラムが修了した後に、最終レポートを提出する。

(5) 修了証および認定証の発行

事務局で採点（出席点、受講態度点、毎回レポート点、最終レポート点などを所定の比率で積算）の上、合格点に達したものに対して NIMS が受講修了証を発行する。さらにその中で優秀な成績を修めた受講修了者には ECE プログラム認定証を ECE プログラム推進委員長名で発行し、顕彰する。

2) 開催状況

(1) レクチャーとゼミ

(a) 受講者募集

2011 年度は、NIMS ホームページ、プレスリリース、従来のイブニングセミナー受講者へのダイレクトメールなどが行われている。2012 年度からは、NIMS 外部連携部門の支援を受け、同部門からの積極的な勧誘とともに同部門のメーリングリストも活用されている。受講者の 70～80% がダイレクトメールによるものである。

(b) 受講者

3 回目位から、受講者の構成が定常化している。およそ半数が固定し、半数が毎回話題によって入れ替わる。表 4-1 に示すように、各回の受講者はレクチャー約 30 名、ゼミの受講者は 15～18 名である。受講者の年齢構成は、表 4-2 に示すように、40-50 代の構成比が上昇しつつある。これは、NIMS 外部連携部門の支援による連携企業への直接の働きかけが功を奏していると分析されている。

(c) レクチャーの実施状況

表 4-3 のプログラムに沿って、図 4-4 のようにレクチャーが実施されている。

- ・目安として 60 分の講義と 30 分の質疑応答の時間が割り当てられているが、概して、講師が講義に熱中し予定時間をオーバーしがちである。
- ・しかし、受講者の評価は概ね良好であり、特に、第一線の研究成果を、その研究を実施している当事者から直接聴くことができることに満足度が高い。質問しても正直な回答がある点にも受講者は好感している。
- ・講師には、テーマのバックグラウンド、社会ニーズ、最も重要な原理の簡単な説明、特徴的な研究成果の具体的な説明、さらに締めとして将来への夢や展望を 60 分の中でまとめて話すように要望している。
- ・原則、配布物はなしにしているので、受講者から一定の不満があるが、受講者の集中度は極めて高い。集中度の高さは、受講者の水準の高さに依るところが大きい。配布物の準備が必要ないので、講師は未公表のものも状況に応じて一部その場限りで見せることもあり、講義コンテンツの自由度を高めることができるという点で講師には好感されている。
- ・必要な資料は別途、講師に申し込めば、講師が後日提供する場合が多い。

(d) ゼミの実施状況

ゼミが併設されていることがこのプログラムの一つの特徴である。図 4-5 にその様子を紹介している。

- ・オーガナイザールール：受講者全員に発言の機会を与えるために、「オーガナイザーの指名なしの発言は許されない」、「一人一回一個の質問に限る」、「質問の形をとった自己宣伝発

言は停止される」、「質問の趣旨と乖離した講師による応答は停止される」という厳しいルールの下で質疑応答が行なわれている。このルールの下で、活発に質疑応答、意見交換が行われており、当日の講演内容を補完する議論にとどまらず、日本の強み、弱みを明らかにして、現在のグローバル環境を生き延びる力を創る方策を模索する議論に発展している。

- ・ 毎回、60 分の間に、20 個以上の違った質問が出される。レクチャーの部を合わせて、30 個以上の質問が出ることになる。受講者はどのような質問が出るかにも関心があり、いろいろな質問が聴けて有意義だったとの感想が主流である。講師も、このようにまとめて多方面からの質問を受ける機会は、学会、大学、企業でのセミナーなどを通じて経験したことがないということで、与えられた機会に大いに満足している。このゼミ形式は、受講者のみならず、講師さらには事務局、オーガナイザーにとっても、貴重な教育機会となっている。
- ・ 受講者評価：ゼミ終了時、講演内容及びゼミを通じて得られた理解を当日のゼミレポートに纏める。提出されたゼミレポート及びゼミでの活動状況により受講者評価を行う。評価者はオーガナイザー、当日の講師および事務局である。

表 4-1 受講者数推移

2011 年度	講演会	ゼミ	2012 年度	講演会	ゼミ
10 月 28 日	31 名	15 名	5 月 25 日	30 名	17 名
11 月 25 日	32 名	18 名	7 月 20 日	36 名	24 名
12 月 16 日	25 名	15 名	9 月 21 日	25 名	14 名
1 月 27 日	26 名	18 名	10 月 25 日	24 名	19 名
2 月 17 日	23 名	12 名	11 月 30 日	28 名	18 名
3 月 23 日	23 名	14 名			

表 4-2 受講者年齢構成の推移（40-50 代の比率が上昇中）

	60 代以上	50 代	40 代	30 代	20 代
2010 年度	50%	20.5%	20.5%	6%	3%
2011 年度	36%	24%	24%	13%	3%
2012 年度	24%	30%	31%	10%	5%

表 4-3 レクチャー開催状況

開催日		講演題目	オーガナイザー	講演者
2011 (平成23) 年度	2011 年 10 月 28 日	元素戦略概論	長井 寿	原田幸明
	2011 年 11 月 25 日	ナノ物質（フラーレン、ナノチューブ）の最前線		宮澤薫一
	2011 年 12 月 16 日	材料研究のニーズに応えるナノ・先端計測		藤田大介
	2012 年 1 月 27 日	計算科学による材料科学進展の最前線		大野隆央
	2012 年 2 月 17 日	自然から学ぶナノテクノロジー		細田奈麻絵
	2012 年 3 月 23 日	ナノテクノロジーの社会受容について		竹村誠洋
2012 (平成24) 年度	2012 年 5 月 25 日	超伝導線材の高性能化と応用開発	長井 寿	北口仁
	2012 年 7 月 20 日	次世代太陽電池		韓礼元
	2012 年 9 月 21 日	省エネ、省希少金属に貢献する磁性材料のナノ構造制御		高橋有紀子
	2012 年 10 月 25 日	特別講演「新鉄器時代：生産量 15 億トン時代」の鉄鋼研究		津崎兼彰
	2012 年 11 月 30 日	ナノ光触媒材料—その可能性への挑戦		葉金花
	2013 年 1 月 25 日	CO2 削減を可能にする超耐熱材料と耐酸化コーティング		川岸京子
	2013 年 3 月 22 日	物質材料の夢		高野義彦



図 4-4 レクチャーの様子（スクール式で受講者が講師の話を聴く）



図 4-5 ゼミの様子（受講者が車座式に講師を囲み、オーガナイザーの司会で質疑応答）

（２）NIMS 実地研修

セミナー受講者アンケートに基づき見学先を選定し、参加希望者を受け入れている。

(a) 2011 年度：2012（平成 24）年 2 月 23 日（木）

- ・金属リサイクル実験室（元素戦略材料センター・金属リサイクル）
- ・ナノ物質（フラーレン、ナノチューブ）の最前線（先端的共通技術部門・フラーレン）
- ・材料科学をリードする計算科学（先端的共通技術部門・理論計算科学）
- ・ナノ物理分析電子顕微鏡（中核機能部門・ナノ物理分析 TEM）

(b) 2012 年度：2013(平成 25)年 2 月 22 日（金）

- ・NIMS-GREEN オープンラボ関連事業
- ・光触媒材料（環境再生材料ユニット）
- ・超伝導線材（超伝導線材ユニット）
- ・Ni 基超合金（先進高温材料ユニット）
- ・He イオン顕微鏡（極限計測ユニット）

(c) 2011（平成 23）年度 ECE プログラム認定について

①採点方式

ECE プログラム認定に関しては、その希望者には全スケジュール終了後に最終レポートを課

すこととし、出席率（NIMS 実地研修含む）、ゼミ評価、最終レポートを総合評価して認定候補者が決定される。得点配分は、出席率 30 点、ゼミ評価 40 点、最終レポート 30 点とし、80 点以上が合格とされている。

②認定希望者

当初 11 名が ECE 認定を希望していたが、出席状況から終盤には有資格の希望者は 8 名となり、このうち 5 名から最終レポートが提出された。

③採点結果

出席、ゼミ評価、最終レポートを厳正に審査した。この結果、最終レポートの提出があった 5 名はいずれも 80 点を上回っており、物質・材料基礎 ECE プログラム推進委員会において審議し、先端計測とナノ物質 ECE プログラム認定証を授与することが決定された。先端計測とナノ物質 ECE プログラム認定証の例を図 4-6 に示す。なお、ここには表面しか示していないが、裏面には図 4-2(b)に示したと同じように、日本最古の歴史を有する日本工学会の来歴を示している。各認定証には、物質材料基礎 ECE プログラム推進委員会岸輝雄委員長による自筆署名が入っている（図 4-7 参照）。

④修了証授与

同様の基準で採点した総合点 60 点以上の受講者、計 12 名に、別途 NIMS イブニングセミナー修了証が、図 4-8 に示すように授与された。上述したように、このうちの 5 名には物質・材料基礎 ECE プログラム認定証授与されている。

⑤H23 年度 ECE プログラム認定証授与式

2012（平成 24）年 7 月 20 日 NIMS イブニングセミナー開始前に 2011 年度先端計測とナノ物質 ECE プログラム認定証の授与式が開催された。認定証被授与者は 5 名（当日 1 名欠席）であった。図 4-9 に授与式の様子を示す。



図 4-6 先端計測とナノ物質 ECE プログラム認定証(表面)

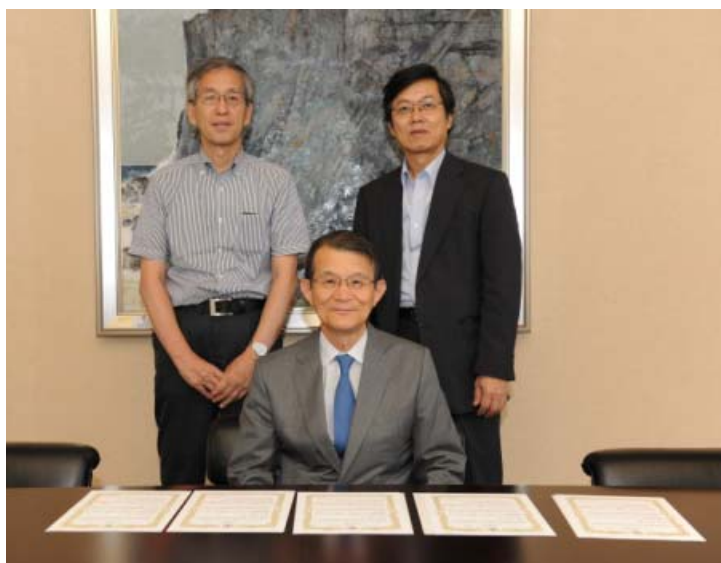


図 4-7 岸輝雄物質・物質・材料基礎 ECE プログラム推進委員会委員長による認定書への署名



図 4-8 NIMS イブニングセミナー修了証の授与



図 4-9 物質・材料基礎 ECE 認定証授与（2012（平成 24）年 7 月 20 日）

4. 4 今後、期待される ECE プログラム

4. 4. 1 SICE 続プロセス塾

1) 概要

(公益社団法人) 計測自動制御学会 (以下、SICE と記す) により現場に強い骨太の計測制御技術者の育成を目指して 2006 年度から 3 年間および 2010 年度から 3 年間のプロセス塾が運営されてきた。最初の 3 年間はプロセス塾、後の 3 年間は続プロセス塾と呼ばれている。2013 年度より続々プロセス塾 (仮称) を 3 年の時限企画として開催予定されており、これを ECE プログラム委員会との連携・協業することにより、今後さらにパワーアップした SICE 塾プログラムとして発展させていく予定とされている。

以下、現在までに実施されてきた続プロセス塾の概要を示す。

2) 実施体制

続プロセス塾は SICE の教育認定委員会人材育成塾ワーキンググループにより実施されたものである。この分野の権威である北森俊行東京大学名誉教授を塾長に、6 ヶ月コースとし 34 名を対象に実施された。プログラムの企画はコーディネータである主査(塾長)のリーダーシップの下で、WG 合議で進められた。できるだけ講師候補にも参加してもらい、塾の趣旨、進め方、他の講座との関連などについて相互理解を深めながらプログラムが計画された。特長は次の通りである。

- (1) 続プロセス塾は実用性のある高度な計測・制御技術の伝承を第一の目的とする。
- (2) 技術そのものを教育するばかりでなく、現場がわかり、自律でき、社外人脈を活用できる人材を育成する。
- (3) 修了生はプロセス制御分野の核となっており、産業界の各種プロジェクトの推進エンジンとなるべく骨太な専門家に育成する。
- (4) 1000 ページを超えるテキストを用意し、課題に解答し、理解を確認する通信教育方式とする。
- (5) ただし、3 回のスクーリングを宿泊含め合計 5 日間実施し、実習を含めた講師と塾生間のインタラクティブな講義と討論を行う。
- (6) 最終日には講師を交えて工場現場の見学を行う。
- (7) 修了生には修了証書を授与すると共に、SICE の資格制度である「計測制御エンジニア(補)」資格認定試験の試験免除合格者とする。
- (8) 講師は各分野の第一線の研究者・技術者とする。
- (9) 参加費用 10 万円とする。
- (10) 参加条件はプロセス制御・計測の分野における経験が 10 年程度あり、通信教育講座(自己学習と課題提出)を行いスクーリングに原則的に全て出席可能なこととする。

3) 現在までの実施状況

続プロセス塾はプログラムを開発し運営する WG が責任をもって進めることとし、WG 主査は講師陣が作成するテキストの管理、講演準備、課題と解答の管理、スクーリング準備、予算執行

と管理などに責任を持ち、各WGメンバはそれに協力する体制の下に実施された。

（１）受講者の選定

参加条件はプロセス制御・計測の分野での経験が10年程度あること、通信教育講座（自己学習と課題提出）を行いスクーリングに原則的に全て出席可能なこととし、申込者に対してWGが書類審査して、受講者を決定の上、本人に通知された。計測と制御の活用分野は広く、受講者は石油、電力、鉄、紙パルプなど多岐の分野にわたっている。

（２）講師の選定

続プロセス塾の講師は各分野で実績のある技術者および研究者から選出された。個別の講義が全体のカリキュラムの中でどのような位置づけを理解し、他の講義と重複しないように、全員がプログラムの作成に参加して、各講義の意義を確認しあった。

（３）教材の扱い

1000ページを超えるテキストは貴重な人類の財産であるが、現時点では全て各講師に著作権を委ねてあり、SICEとして著作権を獲得していない。講義の趣旨から最新のアイデア、企業のプラントデータ、新規発明に近い内容を含んでいるため、参加費を払った受講生およびWG委員にのみ開示されている。ただし、将来は、デリケートな部分を削除した上で、一般公開できるテキストを作成し外部出版することが計画されている。

（４）修了書と資格付与

スクーリングの最終回（2010年度は第3回目、2011年度、2012年度は第5回目に修了式を開催して、修了証が授与されている。修了者はSICEが認定する資格制度のうち、計測制御エンジニア（補）の資格認定試験の試験免除合格者となる。

（５）塾参加費用と必要経費

参加費は2010年度には10万円、2011年度及び2012年度には講義回数や工場見学等を増加させたため、それぞれ12万円、13万円である。これらを委員会経費、教材開発費（執筆謝礼500円/頁）、広報費（コピー代金、郵送費用）、スクーリング会場費、宿泊費、講師謝金（2万円/人）、テキスト雑費として使用した。

6）塾のフィードバック改善

毎回のアンケート、交流会での忌憚りの無い塾生との語らい、メールでの意見聴取などを反映して、毎年、講義内容の改善が行われてきている。例えば2010年度には計測講座と工場見学が新設された。2011年度はアクチュエータ（操作端）の講義が新設されると同時に、工場現場見学会が2回に増加された。

2012年度には、コミュニケーション力の向上を目指して、スクーリング当日の夕刻に不定期に交流会が行われてきたが、これが毎回必ず開催されるようになった。これにより、講師と塾生間のインタラクティブな議論が活発になった。また、異業種の塾生間の自主企画勉強会が自然発生的に始まり、スクーリングの前後に塾生の有志が集まり、課題を設定して議論し合うグループ

活動に成長するに至っている。こうした機会に集まった異企業社員どうしのグループ活動は 今後の技術者の横の連絡を広げるために有効と考えられる。

4. 4. 2 再生可能エネルギー

地球温暖化対策や化石燃料の枯渇に対して、再生可能エネルギー（自然エネルギー）への期待は年々高まっている。また、2011 年 3 月東日本大震災への対応の一つとしても新エネルギーや分散型電源の確保が望まれるようになってきた。

「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」（新エネルギー法）において規定されているエネルギーに関連する技術に関して、将来の技術について学び、これらの知識を企業活動に生かせることができれば、地球温暖化やエネルギー問題の解決に大きく貢献できる。

また、現在の集中型大容量電源、水力、火力、原子力の事故や災害に対しての対応として、分散型電源、太陽光発電、風力発電等との協調に向けてのシステムについても学習する。

このコースを学ぶことにより、技術者が自然エネルギーの利用に関する技術と開発状況、また分散型電源システムを知ることにより、エネルギーへの意識と地球温暖化対策への関心を高め、新たな技術開発に生かせるようにしたい。

各分野の技術者が、各々の方面から、再生可能エネルギー技術課題を抽出し、これらの技術を各視点から検討し、解決していくようにしたい。

1) 工学技術から考える再生可能エネルギー

あくまで、工学技術を中心にし、制度的な政策も若干含めて、再生可能エネルギー技術を創造できる技術者を養成する。

○現状技術と延長技術

単独の技術：太陽光発電

風力発電

小型水力発電

バイオマス発電

地熱発電

○政策

分散型電源：ガス網

電力網

資源型：シェールガス

メタンハイドレード

補助金、税金、制度

2) 再生可能エネルギー技術の創造

新しい技術の創造技術立国として、既存の技術の延長ではなく、創造的技術を発掘する。今までにない技術を創造する。例えば SF などが上げられる。

3) 再生可能エネルギーの利用技術 ― ネットワーク化

それぞれ特長を持つ再生エネルギーを，情報通信技術や都市計画，建築技術との連携で最適に配分、利用する

スマートグリッド

デジタルグリッド

スマートシティ

海外事例 ― ドイツにおける「脱原発」方針のもとでのエネルギー・情報通信技術の
連携活動

参考文献

日本工学会 CPD 協議会 ECE ワーキンググループ: ECE プログラムの必要性と要件に関する検討、
平成 20 年度報告書、平成 21 年 3 月