

特集

企業技術者への
化学工学教育

社会人技術者向け 継続研さん支援について

長澤 英治・永井 敏之・川瀬 泰人

Supporting Continuing Professional Development for Professional Engineers

1. はじめに

化学工学会では、社会人技術者の生涯学習を支援している。その支援プログラムを運営する組織としては、支部、部会や人材育成センターなどが挙げられる。それらの企画の中には講演会などの単発企画も多数あるが、ここでは不定期開催の講演会などの情報は除き、定期的に継続開催されている内容に絞って紹介する。

2. 社会人技術者の生涯学習に対する活動

本会の「技術者の生涯学習支援全体イメージ」を図1に示す。縦軸は能力レベル、横軸は実務経験を表している。レベルの目安は、L0（入門）、L1（初級：実務1～2年）、L2（中級：実務3～5年）、L3（中上級：実務6～10年）、L4（上級：実務10年以上）である。本センターでは、各組織で継続的に開催されるプログラムを「化学工学会技術者教育体系」¹⁾に纏めて、更新しているので、そちらを参照されたい。

まず、L0のプログラムとしては、無料で利用できるJSTの「研究人材のためのe-learning」²⁾がある。2002年に運用を開始したこのe-learningプログラムは、諸般の事情で2019年3月27日にいったん運用を終了したが、2022年3月29日に全103コースが再開されている。本プログラムの特徴は、各コースには複数のレッスンがあり、1レッスンあたり10～15分で学習できる内容となっている。ま

た、各レッスンには「自己診断テスト」が用意されており、習得度の把握にも活用できる。なお、本会人材育成センターでは、表1の通り20プログラムを制作している。一部の講座では、社会情勢の変化に伴い、内容が多少古くなったプログラムも存在するが、化学工学の基礎や安全など普遍的なプログラムにおいては、現在も十分活用できる内容である。その他に、本会教科書委員会が制作した化学工学の入門的教科書『実例で学ぶ化学工学 課題解決のためのア

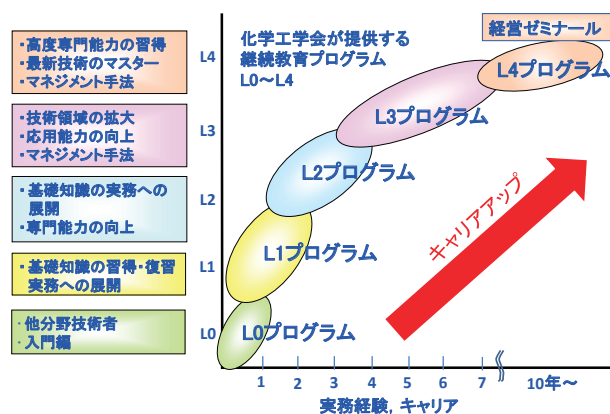


図1 技術者の生涯学習支援全体イメージ

表1 JST「研究人材のためのe-learning」教材（本会作成分のみ）

分野	コース名	制作年月
化学	化学工学基礎-伝熱コース	2002年2月
化学	化学工学基礎-流動コース	2002年2月
化学	化学工学基礎-膜分離コース	2002年2月
化学	化学工学基礎-蒸留コース	2002年2月
化学	化学工学基礎-化学プロセスにおける計測と制御コース	2002年2月
安全	化学プラントの安全入門(蒸留)コース	2002年3月, 2003年8月
安全	化学プラントユニットプロセスの安全コース	2003年8月, 2004年3月, 2005年2月
安全	化学プロセスの安全コース	2006年2月
安全	化学反応の安全コース	2005年2月
安全	化学物質の安全コース	2004年3月
安全	化学プラントの安全-管理コース	2006年2月
プラント機器と安全	プラント機器と安全-設備管理コース	2006年9月
プラント機器と安全	プラント機器と安全-運転管理コース	2006年9月
環境	廃棄物処理・リサイクル技術コース	2003年2月
環境	大気汚染対策技術コース	2003年2月
環境	水・土壌の汚染と浄化技術コース	2003年2月
環境	地球を温暖化から救う科学技術	2010年2月
材料	技術者のための腐食診断と防食技術コース	2011年2月
電気電子	技術者のための新エネルギーと分散電源コース	2012年2月
技術者教養	科学技術者のためのデータ解析技術	2010年2月

Hideharu NAGASAWA（正会員・上席化学工学技士）

現在 化学工学会 資格制度委員会 委員長
長澤技術士事務所 代表

Toshiyuki NAGAI

現在 化学工学会 継続教育委員会 委員長
日揮グローバル(株) プロセステクノロジー本部 プロセスエンジニアリング部 プロジェクトコーディネーションマネージャー

Yasuhiro KAWASE（名誉会員）

現在 化学工学会 経営ゼミナール委員会 委員長
リファインホールディングス(株) 代表取締役社長

2024年11月21日受理

ブローチ』(本会編・丸善出版刊)の解説動画³⁾もある。本動画では、書籍のエッセンスを凝縮し、解説している。

その他のL0～L1のプログラムとして、若手技術者を対象に5つの地域支部が開催している「基礎化学工学」講座・講習会を紹介する。これらの各支部の講座・講習会では、化学工学の基礎から様々な単位操作を学べる内容であり、

コロナ以後はオンラインで開催しているケースも多い。学生時代に化学工学を十分に学ぶ機会がなく、企業に入社後に“化学工学”を必要とする業務に就いた社会人にとっては、化学工学を基礎から学ぶことができる貴重な機会となっている。表2に講義範囲を示した通り、各講座にはそれぞれ特徴があるので、詳細は各講座のシラバスをご確認

表2 各地区での「基礎化学工学」講座・講習会

実施支部	講座・講習会名(L0～L4は図1を参照)	講義範囲	日程
関東	初心者のための化学工学入門講座	L0 化学工学基礎、流体工学、熱工学、反応工学、分離工学	例年6～7月(全3日)
関東	基礎化学工学講習会	L1 化学工学基礎、流体工学、熱工学、反応工学、分離工学	例年9～10月(全6日)
関東	化学工学基礎講習会(新潟)	L1 「First Stageシリーズ」化学工学概論」各章(年によって異なる)	時期は不定期(全5日)
東海	基礎化学工学演習講座	L1 化学工学基礎、拡散、流動、伝熱、蒸留、粉流体、抽出・吸着、ガス吸収、攪拌・混合、固液分離、調湿・乾燥、反応工学、プロセス制御	例年7～8月(全14日)
関西	実践化学工学講座	L1 化学工学基礎、反応工学、蒸留、晶析、吸着、粉粒体、流動・伝熱、乾燥、攪拌・混合、プロセス制御	例年10～12月(全10日)
中国・四国	化学工学基礎講習会(広島)	L1 化学工学量論、流動、伝熱、反応、蒸留、粉粒体	例年9月(全2日)
中国・四国	化学工学基礎講習会(山口)	L1 化学工学基礎、流動・流体操作、蒸留、粉体工学、反応速度・反応操作、熱移動・熱移動操作	例年3月(全3日)
九州	化学工学の基礎講習会	L1 化学工学基礎、流動、伝熱、ガス吸収、抽出、攪拌・混合、蒸留、粉粒体操作、固液分離	例年7～8月(全9日)

表3 人材育成センター 継続教育プログラム 一覧

コース名	講座名	日数	受講対象者(LL1～L4は図1を参照)	
プラント	プロセス設計 化工物性、蒸留計算 編 ※	3日間	★ * 化工物性、蒸留計算の基本を学びたい方 * シミュレータの蒸留計算の原理を知りたい方 他	L2
プラント	プロセス設計 塔・槽、熱交換器の設計 編 ※	半日 ×4回	★ * 塔・槽の設計基礎を学びたい方 * 熱交換器の設計基礎を学びたい方 他	L2
プラント	プロセス設計 ハイドロリックの設計 編 ※	2日間	★ * ハイドロリックの設計基礎を学びたい方 他	L2
プラント	プロセス設計 プロセス基本制御とPFD作成 編 ※	2日間	★ * 流体の流れや機器情報と合わせてPFDとして具現化する手法を学びたい方 他	L2
プラント	プラント計装制御-1 ※	3日間	★ * プロセス技術者(2～5年程度の経験者) * 計装制御技術者(2～3年程度の経験者)	L2
プラント	プラント計装制御-2	2日間	★ * プロセス技術者(5～7年程度の経験者) * 計装制御技術者(3～5年程度の経験者)	L3
プラント	バッチ操作を伴うプロセス設計	1日間	★ * バッチプロセス、プラントの設計に携わる方(2～3年程度の経験者)	L2
プラント	P&IDの作り方	3日間	★ * P&IDを読む、あるいは、作成する必要がある人 * プロセス設計技術者、プロジェクトエンジニアなど(3～5年程度の実務経験者)	L3
プラント	反応器の設計 ※	2.5日間	★ * 化学反応を扱う研究者・技術者 * パイロットプラントの設計を行う技術者 * プロセス設計技術者(2～5年程度の経験者)	L2
プラント	ガス分離膜・浸透気化膜分離プロセス及び膜反応器の設計	2日間	★ * 膜分離や膜反応器を扱う研究者・技術者(3～5年程度の経験者) * プラントのプロセス設計を行う技術者(3～5年程度の経験者) * 膜分離設備設計技術者(3～5年程度の経験者)	L3
プラント	モデリング技術の基礎と実践	2日間	★ * 反応や各種単位操作に関連した現象のモデリング技術を学んで実践に生かしたい方 * 企業経験3年程度以上の技術系の方	L3
プラント	Pythonで気軽に化学工学 ～データ解析・機械学習入門～	3日間	★ * 大量な現場データ解析をどう進めれば良いか悩みを抱えている方 * データ解析・統計処理・可視化・推定モデル等に興味のある方 * Pythonを使ったデータ解析に興味がある人。Pythonでできるデータ解析の概要を知りたい方	L3
プラント	回転機械(ポンプ・圧縮機)の基礎	2日間	★ * 化学プラントの研究、設計、運転、設備管理などを担当している方(3～5年程度の経験者) * ポンプ、コンプレッサーを使うエンジニア(3～5年程度の経験者)	L2
プラント	レイアウトとプロットプランの考え方	2日間	★ * レイアウトやプロットプランを考えなければならない方 * プロジェクトエンジニア、配管エンジニア、プラントエンジニアなど	L3
プラント	仕様書の書き方 ～要求を正しく伝えるために～	1日間	★ 化学会社、石油精製会社等でエンジニアリング企業、装置メーカーまたは機器ベンダーなどへの、プラント建設の引き合い・発注業務 * プラント関連機器の調達・発注業務に、未経験または2、3年従事された経験がある方	L2
プラント	化学プラントの装置材料技術	2日間	★ * 腐食を中心とした装置材料技術に関する基礎から応用の技術を習得したい方 他	L3
安全	化学プロセスの安全性評価手法入門	2日間	★ * 製造業におけるプラント設備設計・運転管理技術者(1～5年程度の経験者) 他	L2
その他	発酵・培養技術の基礎と実践 ～乳酸菌の発酵・培養を題材にした課題解決の考え方～	半日 ×4回	★ * 発酵・培養技術について、基礎から応用まで習得されたい方 * 開発から実装までの流れを知りたい方	L3
その他	知的生産性を高めるチームづくり	1日間	★ * 知的生産性が高く競争力があるチームの立ち上げ、運営を求められている方 他	L4
粉体	粉碎	2日間	化学・薬品・素材製造企業の技術者 主催 日本粉体工業技術協会、共催 化学工学会人材育成センター	L2
粉体	混合・混練	2日間		L2
粉体	粒子加工	2日間		L2
粉体	乾燥	2日間		L2
粉体	粉体ハンドリング	2日間		L2
粉体	集塵	2日間		L2
粉体	ろ過	2日間		L2

★印の講座は受講後に「修了レポート」を実施
※印の講座は「技士(基礎)応援割引」対象講座
(コース名の列に記載された「プラント」「安全」「粉体」は、それぞれプラントエンジニアリングコース、安全エンジニアリングコース、粉体エンジニアリングコースを示す)

頂きたい。

人材育成センターの継続教育委員会と経営ゼミナール委員会の2つの委員会では、社会人技術者の生涯にわたって、その学習意欲を促すべく、さまざまな学習プログラム（主にL2以降）を提供し、「継続学習」を支援している。特に、継続教育委員会では、技術者の生涯学習の観点からそのキャリアに応じた段階別継続教育プログラムを組んでおり^{4,5)}、内容も産業界のニーズに合わせたものであり⁶⁾、工学原理と実務を融合させた実践的なものを提供している。また、受講者には開講前に、そのプログラムによってどのような能力向上が可能になるかという「OUTCOMES」を示すとともに、受講後には修了レポート⁷⁾を実施、採点し、講座内容を充分理解したと判断される受講者に対しては修了証を授与している。表3⁵⁾に継続教育委員会が主催/共催した、技術者向け継続教育プログラムを示す。これらの多くは、本センターが2007年度、2008年度に経済産業省「産学人材育成パートナーシップ事業」を受託し、「プラントエンジニアリングコース」「安全エンジニアリングコース」「環境エンジニアリングコース」「粉体エンジニアリングコース」を制作した際のプログラムが基になっている。なお、粉体コースは日本粉体工業技術協会に再委託して制作され、現在も表3の通り日本粉体工業技術協会が開催（2021年度より「粉体技術者養成講座」に名称変更。本会が共催⁸⁾）している。

なお、本会のVision2036⁹⁾では「社会実装人材の育成」を挙げているが、「継続教育」の講師の9割以上が企業のベテラン技術者であり、自らが各企業内で実装/社会実装してきた経験を基に講義を行っている。例えば、2023年に新規開設した「発酵・培養技術の基礎と実践 ～乳酸菌の発酵・培養を題材にした課題解決の考え方～」講座¹⁰⁾では、乳酸菌を例にして実装のための課題解決の考え方を軸に講義を行っている。また、デジタル技術等の新しい技術を取り込める人材育成への要望に応えるべく、同じく2023年には「Pythonで気軽に化学工学 ～データ解析・機械学習入門～」講座¹¹⁾も新規開設している。

一方、経営ゼミナール委員会主催の「経営ゼミナール」¹²⁾は、技術者の生涯学習の最終ステージと位置付けられるプログラムである。過去50年間で1,900名を超える人材を輩出してきた、この伝統あるゼミナールでは、著名な経営者や知識人の講演を題材にした討議を重ね、受講者自らの課題（e.g. 新規事業創出、グローバル化戦略、技術の伝承、現場力の向上、リーダーシップ）に対するヒントを得るとともに、経営者や知識人の生き方に触れることで経営マインドを醸成させるものである。毎年、受講者間の交流、議論、自己研鑽の場を提供しており、素材・加工・装置の各分野での人脈形成の場として、同じ悩みを抱える友として、自らの財産にされる方も多い。2006年から毎年1回、経営ゼミ

ナールOBが集まる機会を設けているが、多くは自らが動き、様々な繋がり構築しており、20年以上にもわたり、活発に勉強会などの交流を継続している。

以上の通り、人材育成センターの継続教育委員会と経営ゼミナール委員会の2つの委員会では、社会人技術者の生涯にわたって、その学習意欲を促すべく、さまざまな学習プログラムを提供し、「継続学習」を支援している。

3. 化学工学会の資格

本会では、技術者が自己の能力を顕示できるように、2006年から資格制度を制定している。「化学工学修習士」は2023年度をもって全ての審査を終了した（但し、永久資格なので保有履歴は継続される）ので、現在、「上席化学工学技士」「化学工学技士」「化学工学技士（基礎）」の3つの資格を運営している。3資格の概要を表4に示す。2024年までに累計で、上席化学工学技士210名、化学工学技士191名、化学工学技士（基礎）2,471名、化学工学修習士1,713名を認定した。詳細はホームページ¹³⁾を参照されたい。なお、各資格を運営している資格制度委員会では、2019年度には、更なるキャリアアップを志向する資格保有者を支援する新たな仕組みとして、プレミアム講座も開講¹⁴⁾している。この中の「しごとの常識」塾では、企業人の自律的で自発的な職務能力向上を支援し、テーマによるディスカッションを通して、マインドセット涵養の動機を与え、多様性と外発性が備わった自由な発想ができる“知的生産性の高い技術者”を目指すことを促してきた。当初は半日のプログラムを全9回にわたり開催したが、現在は、これらの内容を一日に凝縮し、「知的生産性を高めるチームづくり」講座¹⁵⁾として、資格保有者以外にも開放しており、Vision2036⁹⁾が目指す「社会実装人材の育成」にも貢献している。

なお、資格制度の課題は必ずしも周知されていないことにある。ここでは、いくつかの活用方法をご提案したい。

例えば、各大学においては改組により化学工学科が減少し、企業の技術者や人事担当者から「化学工学科がなくなり、化学工学を学んだ学生がどこにいるか分かりにくい。」との声も聞く。これに対しては、「化学工学技士（基礎）」は化学工学の基礎を学び、学会の求める基礎的なレベルの知

表4 各資格概要

資格	能力水準
上席化学工学技士	化学工学を始めとする高度な専門的応用能力を必要とする“ものづくり”に関連する業務を、指導的立場で遂行する能力を有する
化学工学技士	化学工学を主とする専門的応用能力を必要とする“ものづくり”に関連する業務を、自己の判断で責任を持って遂行する能力を有する
化学工学技士（基礎）	化学工学の基礎を学び、学会の求める基礎的なレベルの知識を修得している

識を修得している者を化学工学会が認定する資格であることから、採用活動時に活用することも可能であろう。

また、化工系学科卒以外の学生を採用後に、社内教育で化学工学を教育するケースもあると聞く。これに対しては、「化学工学技士（基礎）」試験の受験者には得点を開示しているの、前述の講座やE-learningでの教育後に「化学工学技士（基礎）」を受験することで、社員の習得度を確認することも可能であろう。一方、技術者として年に一度の健康診断として活用する方¹⁶⁾もおり、様々な活用方法が考えられる。

なお、従来、「化学工学技士（基礎）」の団体受験は大学に限定してきたが、2024年度からは条件付きで高専や企業も設置可能になった¹⁷⁾ので是非、企業でも自社内に団体会場を設けるなどの「化学工学技士（基礎）」の活用方法をご検討頂きたい。

4. 資格制度と継続教育を両輪とした技術者育成

人材育成センターでは技術者の生涯学習を支援すべく、『資格制度と継続教育を両輪として連携させた教育体系』の実現に向け活動している(図2)¹⁸⁾。図2では、化学工学技士(基礎)を取得後の社会人向け活動を中心に記しており、入社後は図1に示したL1～L3レベルの「継続教育プロ

ラム」などを履修し、その前後で「化学工学技士」も取得する。その際、一部の「継続教育プログラム」では、受講時に一定条件を満たす方を対象に正会員の半額で受講できる「技士(基礎)割引」¹⁹⁾もある。一方、大学等で化学工学を専攻しなかった学生は、市販の教科書²⁰⁾や表1のE-learningや表2の「基礎化学工学講座」などで学び、習得度の確認とともに「化学工学技士(基礎)」を取得し、並行して更なる継続教育プログラムを履修して、「化学工学技士」も取得する。その際、何れのケースにおいても「化学工学技士(基礎)」の取得と「継続教育プログラム」の受講によって、「化学工学技士(基礎)」の取得や受講と修了レポートにより取得した「継続教育ポイント」²¹⁾で、無料で「化学工学技士」を受験することも可能である²²⁾。「化学工学技士」取得後はさらにL3～L4レベルの「継続学習プログラム」や、「化学工学技士」取得者を対象とした、プレミアム講座などを受講して、「上席化学工学技士」取得を目指す。さらには、「上席化学工学技士」取得の前後に「経営ゼミナール」で経営マインドを醸成させる。プレミアム講座の講師は「経営ゼミナール」を修了された経営者であり、「継続教育プログラム」も、約2割が「上席化学工学技士」である。このような形で、先達の知識や技能、ノウハウが次の世代に伝授されてゆく。図2はそのような『資格制度と継続教育を両輪として連携させた教育体系』を継続的に循環させてゆく姿を描いている。

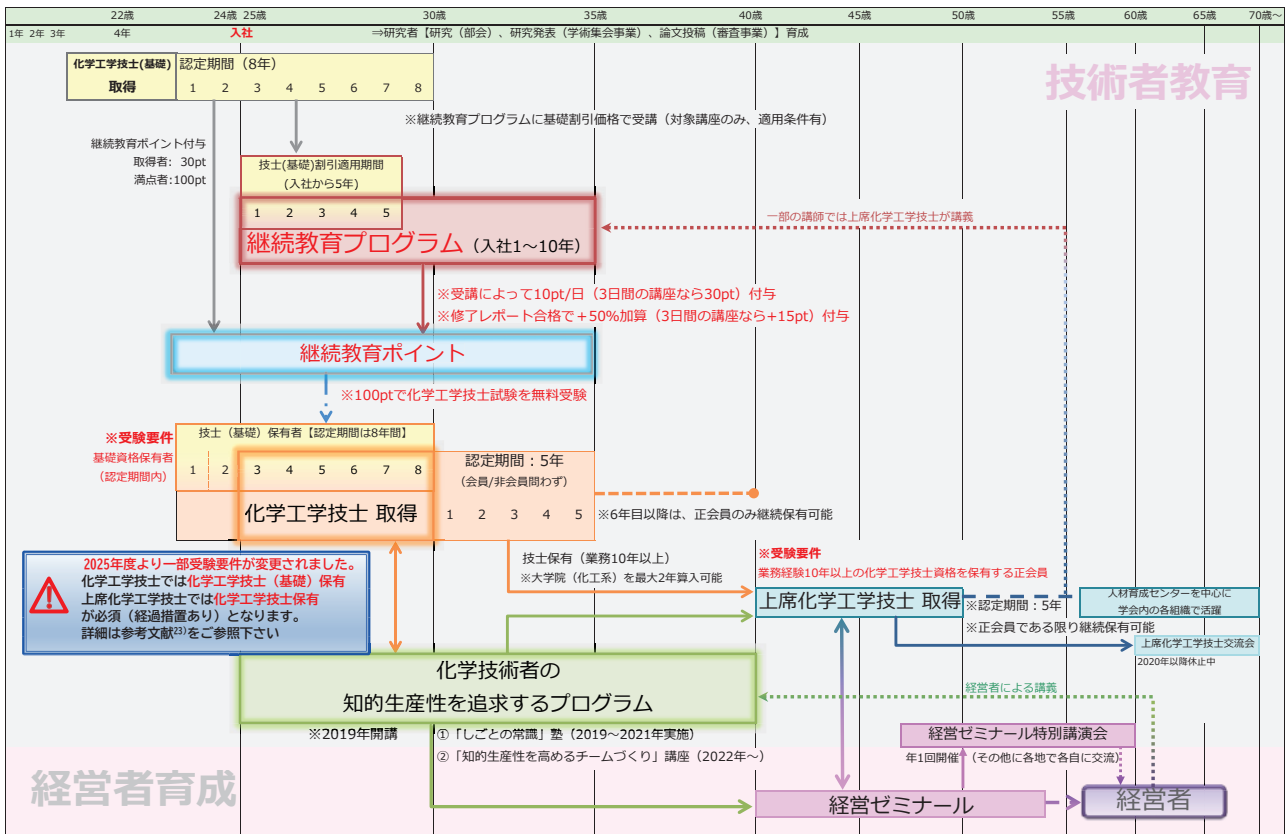


図2 資格付与事業及び人材育成事業による『技術者の生涯にわたる継続学習』支援

5. おわりに

Vision2036⁹⁾では、社会実装を加速させることをテーマに、学会では「社会実装人材の育成」を挙げている。化学工学会では図2に示したように、20代、30代、40代、50代と様々な世代を対象に、化学技術者として、ひいては経営者としてもそれぞれの道で、継続的に学習できるシステムを構築し、上述した継続学習プログラムと資格制度をうまく連携させながら、トータルとしての人材育成を推進し、それぞれの世代に合った技術者教育と経営者育成をそれぞれ深化させてきた。一方で、社会実装に向けては、2019年に「化学技術者の知的生産性を追求するプログラム」で訴求してきたように“自律性”と“自発性”を兼ね備え、プロアクティブな姿勢が求められる。今後は更なる産学協働での人材育成活動が求められており、人材育成センターでは従来のプログラムの継続的实施とともに、新たなプログラムの開発にも努めて参りたい。

なお、2025年1月に資格制度の変更を行っている。受験要件等に変更があるので詳細はホームページ²³⁾を確認頂きたい。

参考文献

- 1) https://www.scej.org/docs/engineering/taikei_list_2023.pdf
- 2) <https://www.scej.org/education/engineering/web-plaza.html>
- 3) <https://www.scej.org/publication/movie.html#no1>
- 4) <https://www.scej.org/education/engineering/intro.html>
- 5) <https://www.scej.org/education/engineering/keizoku-program.html>
- 6) <https://www.scej.org/education/engineering/merit.html>
- 7) <https://www.scej.org/education/engineering/merit.html#h2-02>
- 8) https://appie.or.jp/introduction/organization/technical_center/education/souki/
- 9) 特集「化学工学会 VISION2036」, 化学工学, **88**(10), 518-521 (2024)
- 10) <https://service.kktcs.co.jp/smms2/event/scej/967>
- 11) <https://service.kktcs.co.jp/smms2/event/scej/959>
- 12) <https://www.scej.org/education/engineering/keiei-seminar.html>
- 13) <https://www.scej.org/qualification/>
- 14) https://www.scej.org/docs/qualification/program_for_PCE.pdf
- 15) <https://service.kktcs.co.jp/smms2/event/scej/972>
- 16) 町田雅志：化学工学, **82**(6), 332 (2018)
- 17) <https://www.scej.org/qualification/shikaku-gishi-kiso/shikaku-dantai.html>
- 18) http://www.scej.org/docs/engineering/keizokugakushu_taikei.pdf
- 19) <https://www.scej.org/education/engineering/merit.html#h2-07>
- 20) 内田博久ら：化学工学, **79**(1), 45-49 (2014)
- 21) <https://www.scej.org/education/engineering/merit.html#h2-04>
- 22) <https://www.scej.org/education/engineering/merit.html#h2-06>
- 23) https://www0.scej.org/jinzai/qualification/Modification_on_SCEJ_Qualifications-2025.pdf