

「化学工学教育に関するアンケート」結果報告



化学工学会人材育成センター高等教育委員会 副委員長 吉見智之 ((株)カネカ)
副委員長 吉岡朋久 (神戸大学)



表1 企業会員向け化学工学教育アンケート内容

1. はじめに

高等教育委員会(以下、本委員会)では、高等教育機関(大学、工業高等専門学校など)における化学工学教育の実態の把握や改善に資するための各種活動をおこなっている。近年では高等教育機関において「化学工学」の名の学科が減っており、化学工学のカリキュラムを組むことが困難なケースが見られること、化学工学会の会員数も減少していることが課題として挙がっている現状である。今後学会としての価値、そして化学工学教育の場としての学会の立ち位置も重要となってくる。

化学工学は実学的要素が強いため、今なお産業界への貢献が大きな活動の一つであり、特に企業会員にとって、企業で活躍できる人材育成としての高等教育機関での化学工学教育、化学工学会(以下、本会)としての化学工学教育は、変わらず学会の価値として認識されていると考える。

本委員会では、2017年度より議論を開始し、化学工学教育は如何にあるべきかの意識調査アンケートを企業にお勤めの方を対象に実施することとし、2020年8月～9月に373名もの企業にお勤めの方の貴重な回答をいただき、現状の分析をおこなった。

2. アンケートの概要

アンケートの概要は、以下の通りである。

アンケートの内容について表1にまとめた。アンケート内容は、化学工学教育に対する高等教育機関および本会への期待、化学工学専門技術者への期待およびそれらへの教育環境、更には日本技術者認定機構であるJABEEに関しても問うものであった。

図1～8に回答者の種別や本会への参画頻度についてまとめる。アンケートは373名の企業会員より寄せられ、これまで同様化学関連はその約半数と多いものの、多岐にわたっている(図1)。役職についても多岐にわたっているが、比較的技術者を指導する側の立場の管理職層(課長以上)に多く(図2)、年齢層も40代以上で約4分の3を占めている(図4)。職種についてはやはり研究開発、生産技術、製造/生産に関わる方が4分の3を占めており、製造業の生産に関

質問No	質問内容
Q1	あなたの勤める会社の業種を教えてください(複数回答可)。
Q2	あなたの役職を教えてください。
Q3	あなたの職種を教えてください。
Q4	あなたの年齢を教えてください。
Q5	あなたの化学工学会の会員種別を教えてください。
Q6	あなたはどのくらいの頻度で学会(年会・秋季大会)または各種部会、研究会に参加しますか。
Q7	Q6で「数年に1回」、「数年に1回未満」、「参加したことはない」と回答した方に伺います。どんな企画があればまたはどんな研究開発の題材があれば参加してみようと思いますか(複数回答可)。 1)企画編 2)題材編
Q8	あなたの所属する企業では、化学工学を修得した研究員・技術者の採用は十分おこなえていますでしょうか。
Q9	Q8で「なかなか確保できない」と回答された方にお伺いします。確保できない理由としてあてはまるものはどれでしょうか(複数回答可)。
※以下は化学工学教育に絞ってお伺いします。	
Q10	高等教育機関(大学・大学院・高等専門学校)において、化学工学教育のどの部分に期待していますか(複数回答可)。
Q11	高等教育機関(大学・大学院・高等専門学校)における化学工学教育は十分でしょうか。率直な印象でお答えください。
Q12	全国的に「化学工学」を掲げる学科やカリキュラムが減少し、それに伴い教員も減少していく中で、化学工学教育を高等教育機関で十分におこなえないという学側の声が多くなっています。化学工学教育の教育キャパシティの減退を実感することはありますか。
Q13	Q12で「ある」と回答した方にお伺いします。それはどのようなケースでしょうか。(自由記入)
Q14	あなたの所属する企業での社員教育で化学工学に関する教育を受ける必要はあると感じますか。
Q15	あなたの所属する企業での社員教育で化学工学に関する教育を受ける機会がありますか。
Q16	Q15で「ある」と回答した方にお伺いします。それはどのような分野でしょうか(複数回答可)。
Q17	化学工学会でもインターンシップ制度があります。化学工学会として実施するインターンシップ制度の意義についてどうお考えでしょうか(複数回答可)。
Q18	社員への化学工学教育としてどのような教育の機会が化学工学会はお手伝いできますでしょうか(複数回答可)。
Q19	化学工学会が産業界への貢献事業としての社員への化学工学教育のありかたについてほかにご要望がございましたら是非お聞かせください。(自由記入)
Q20	今後の化学工学教育について、思うところ、ご意見がございましたら、是非お聞かせください。(自由記入)
Q21	JABEE認定プログラムの化学工学関連の内容について

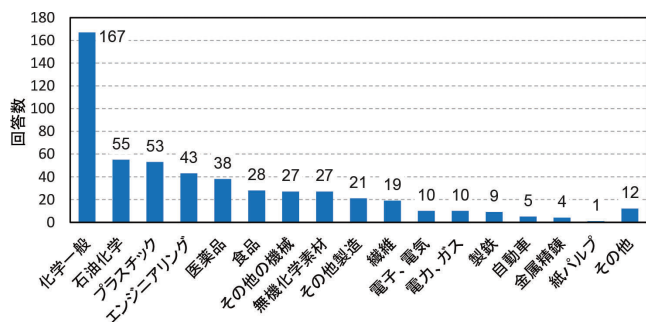


図1 業種

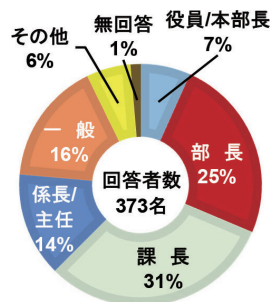


図2 役職

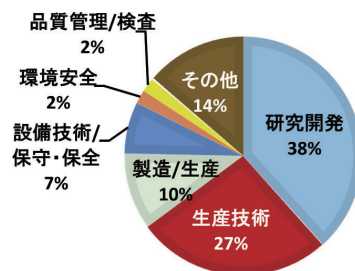


図3 職種

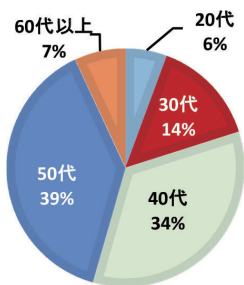


図4 年齢層

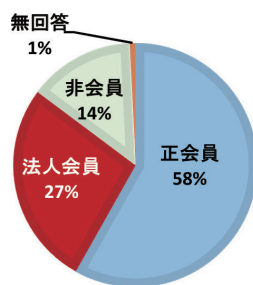


図5 会員種別

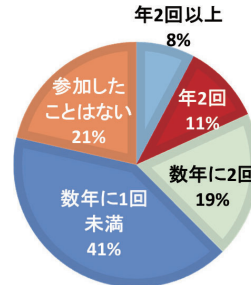


図6 学会参加頻度

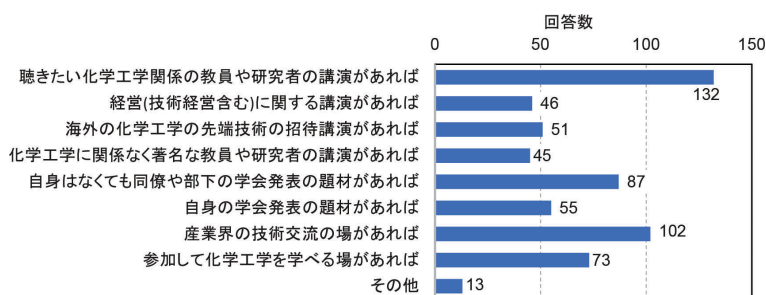


図7 学会参加における希望企画

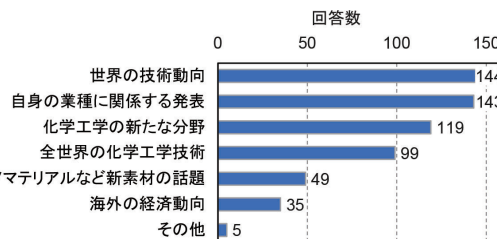


図8 学会参加における希望の話題

わる最前線の職種で86%であった(図3)。会員種別については、正会員が6割近く、今回は多くの正会員の方に回答いただけたが(図5)、参加頻度については「数年に2回」以上で40%弱にとどまり(図6)、学会を有効に活用いただけない現状も浮き彫りになっている。図6の問いで「数年に1回」以下の方への質問に対する回答を図7、図8に示す。希望企画としては、「聴きたい講演があれば」は当然として、「産業界の技術交流の場」、「化学工学を学べる場」などへの期待は大きいと考えられる。これらは、年会での産業セッションなど企業間交流企画の今後の盛り上がり期待するところであろう。一方で、アンケート回答時は少数であったが、「リモート開催」、「Web形式の企画」などの声もあり、オンライン開催となった第51回秋季大会、第86年会などの状況から、世の中の流れも考慮して今後の各種の部会や支部活動も含む開催形式は議論となるであろう。また、希望の話題としては、選択肢にあるものは絞り込めず、やはり多岐にわたる話題を期待されている(図8)。その他には、最近話題のAI・ITデジタル技術や低炭素・脱炭素など最近のトレンドについても言及があったほか、化学工

学の基礎も根強くあった。

3. 化学工学教育に関する認識

3.1 化学工学技術者に対するニーズ

企業の採用状況については、化学工学修得者へのニーズは少なくとも9割あり、うち半数は「人材が確保できない」実態が明らかになった。また、「修得不足」であるケースが「確保できた」企業のうちでも半数を占めており、化学工学修得者がニーズに対して非常に少ない上に高等教育機関で

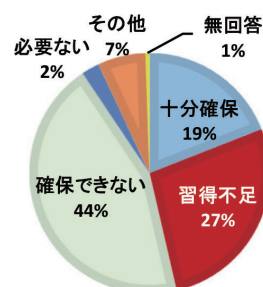


図9 企業における化学工学修得者の確保状況

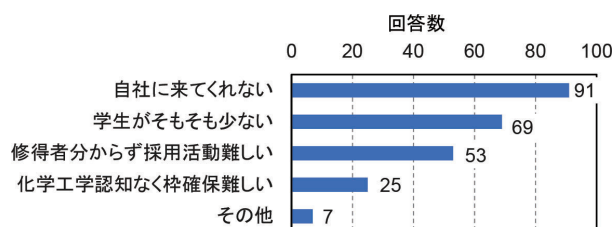


図10 企業で化学工学修得者を確保できない理由

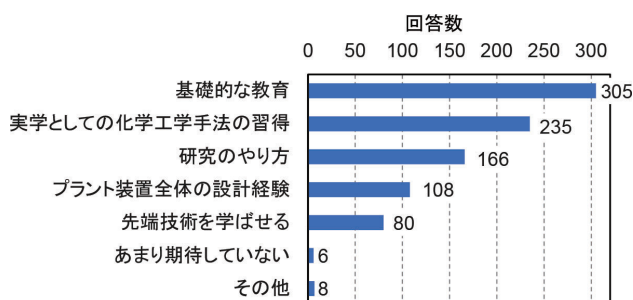


図11 高等教育機関への化学工学教育の期待

の教育機会が不足していることの表れであろうと察せられる(図9)。更に、「確保できない」理由として、約3分の2が修得した学生が見つからない状況であり、「化学工学」を冠した学科がなくなってきているため化学工学修得人材の確保に混乱を招いている実態も浮き彫りとなった(図10)。

3.2 化学工学教育カリキュラムに対する認識

化学工学教育に対する期待は、「化学工学の基礎」と「実学としての化学工学」が圧倒的多数を占めた(図11)。これらは時代の変遷を経ても変わらないものであると考える。少数意見としては、「流行ばかりで基本が身につけていない」など嘆く声や、「理屈で事象を考える力」に対する期待感、具体的に「設計手順、コスト感覚等」への期待する声もあった。

高等教育機関で化学工学教育が十分なされているかの問い(図12)では、企業の立場からであることもあり「どちらともいえない」が圧倒的であったが、それを除外すると、「不足気味」、「完全に不足」が残りの8~9割となっていた。この傾向は化学工学の減退感についても同様の傾向であった(図13)。更にその次の設問では、化学工学の減退感につい

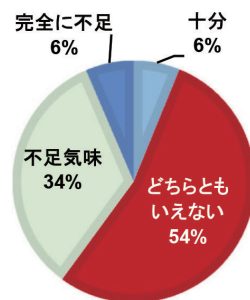


図12 企業からみた高等教育機関での化学工学教育の過不足

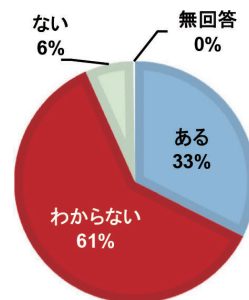


図13 企業からみた高等教育機関での化学工学教育キャパシティの減退感

て111ものコメントが寄せられた。そのうち代表的なコメントを以下リストアップする。

『モノの現象をモデル化し、化学プラントを設計するまでの一連の設計感覚に乏しい』

『化学工学の教育機関は是非とも化学工程設計のカリキュラムを復活させ、本当の業務に役に立つ人材に必要な「マインドセット」をおこなって頂きたいと強く希望する』

『会社に入るまでに「化学工学」を語れるぐらいドップリと「化学工学」に漬かれる環境を提供してあげて欲しい』

『各大学のシラバスを確認すると、ベーシックな単位操作関連の個別の講義がかなり削減されており、「化学工学」とひとくくりにしたものしかないところが多い』

『大学院を卒業して配属された学生の実学への理解が低く、30年前の学卒レベルではないか』

『ラボスケールからパイロットへのスケールアップの考え方が甘い』

なお、『化学工学系の修得者と言いながら化学工学をまったく知らない』という声だけでもそのうち11件あった。

3.3 企業における化学工学教育

社員教育として企業において化学工学教育の実態についても調査した。社員への化学工学教育の必要性については8割が必要と回答しており、化学工学教育を必要としていると言ってよい(図14a)。ここで注目すべきは、更にこの結果を職種ごとに比較すると、必要性を感じている方が研

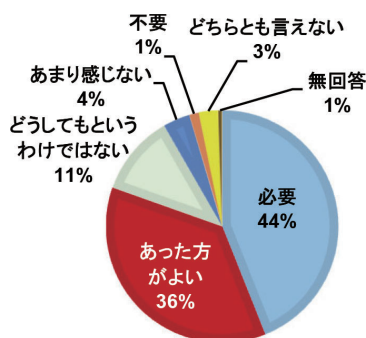


図14a 企業の社員教育における化学工学教育の必要性

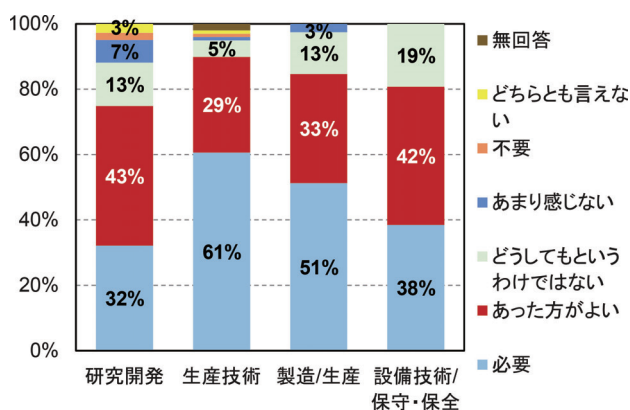


図14b 企業の社員教育における化学工学教育の必要性(職種別)

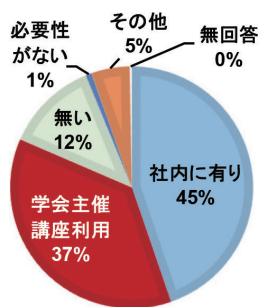


図15 企業における社員教育としての化学工学教育を受ける機会

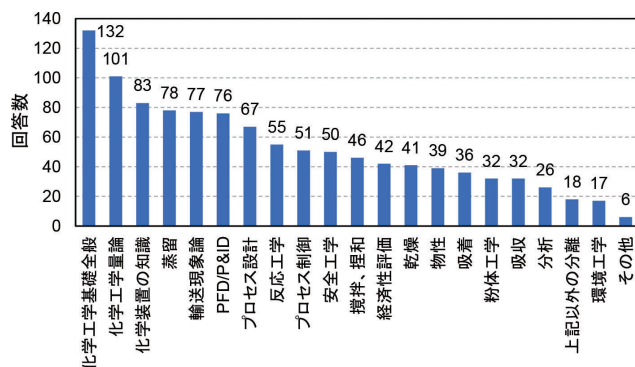


図16 企業における社員教育としての化学工学教育分野

究開発より生産技術や製造／生産といったモノづくりの最前線で活躍されている方によりその傾向が強いことがわかる(図14b)。

その上で、教育の機会については、「社内に機会がある」が45%、「学会の講座など利用」が37%となっており(図15)、なんとか学習の機会を得ている企業は多い。ただし、これは社内に指導する人材を確保できる企業や学会の講座を利用できる立地に限られているであろうことも察せられる。また、その内容は、化学工学量論、化学装置の基礎知識、蒸留、輸送現象論、PFD/P&ID、プロセス設計、反応工学、プロセス制御、安全工学、と基礎的かつ実学としての化学工学の側面を重視されている(図16)。

このような状況下、本会が社員への化学工学教育で役に立てる活動としては、「基礎的な教育」が圧倒的に多く、「実学的化学工学的手法」、「スケールアップ手法」、「プロセスのモデリング」などとなっており(図17)、企業ニーズがそのまま表れている。その他の意見として、「継続講座の教育では社内とは違う経験を積まれたベテランのエンジニアの方の話が聞けて参考となる」など、本会の継続教育プログラムは一定役割を果たしていると考えられる。

3.4 インターンシップ制度の意義

本会では、インターンシップ制度もまた人材育成の一環として本委員会で推進している。その意義としては、正直なところ「人材採用活動の一環」が多いが、同等あるいはそれ以上に「化学工学を実学として体感できる」、「学生の社

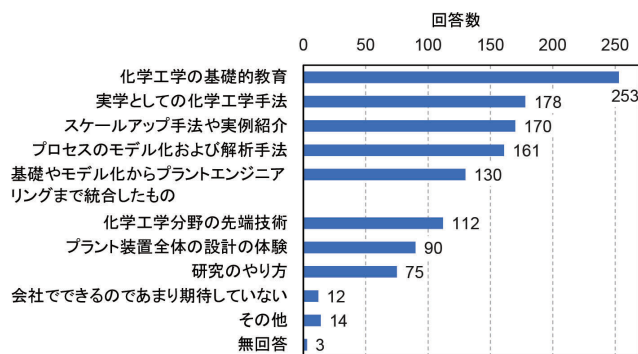


図17 本会が企業の社員教育に貢献できる化学工学教育のイメージ

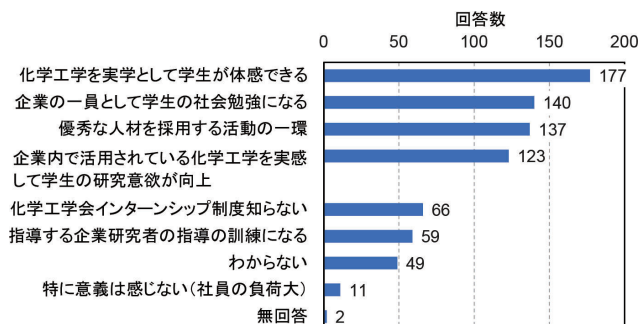


図18 企業からみた本会のインターンシップ制度の意義

会勉強」、「学生の研究意欲向上」というものも多い(図18)。実学体験、社会勉強、研究意欲としての位置づけで企業からの理解とサポートも得られている活動となっている。

4. アンケート全体を通して

今回のアンケートを通じて、化学工学教育の必要性を企業は感じており、化学工学教育の必要性はモノづくりの最前線である製造のフィールドで業務する技術者により必要とされている側面もあることから、特に実学的であるが故に基礎的な学力を強く求めていることが改めて明らかになった。一方で、化学工学の減退感は企業側も実感として感じており、本会への期待の大きさおよび責任の重さが感じられるものとなった。

本会は、これまで人材育成センターを軸として継続教育プログラムを構築するなど生涯教育体系を充実させてきているが、この活動はますます重要度を増してくることが予想され、一方で高等教育機関における化学工学教育の充実化は待ったなしの状況でもあると言える。

COVID-19感染拡大の影響も後押しして、ビジネスの形態もAI/IoT化およびオンライン化の時代の流れの中で急速な変化を見せており、一方でカーボンニュートラルの各施策も国家レベルで始動し始めている。時代に沿いながら産業への存在感ある貢献を本会が果たしていくためにも、化学工学教育の施策はますます重要になってくると言って過

言ではない。

5. 謝辞

本アンケートを実施するにあたり、2017・2018年度高等教育委員会、2019・2020年度高等教育委員会の皆様、人材育成センターの関係者の皆様で、多くの議論をさせていただきました。また、アンケートには373名の方にご協力いただきました。紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

また、本アンケートで自由記入欄を比較的多く用意させていただいたところ、非常に多くのご意見、ご指摘や本会への暖かい激励のお言葉もいただきました。あわせて御礼申し上げます。

6. アンケートをふりかえって

6.1 吉見副委員長(企業側委員)

本アンケートでは、上述の通り、大変多く貴重なご意見を賜うことができました。その他記入欄も含め279件にのぼる数となりました。また1つの欄に600字以上描いてくださる方もおられ、化学工学に対する熱い思い、本会に対する叱咤激励を書いてくださる方もおられました。紙面の関係上掲載はできませんがお寄せいただいた貴重なご意見は高等教育委員会で共有化させていただいており、小生自身も全部読ませていただきました。ありがとうございます。

また、これまでの本会人材育成センターの継続教育プログラムなどの取り組みや年会などの企画は時代にも則した非常に有意義なものとなっております。COVID-19感染拡大が後押ししたりリモート活用など時代は変わりつつあり、学会の各種活動の姿も変わっていくであろうと思います。企業のみならずにおかれましても、このような活動を是非ご活用いただきながら本会への温かいご支援と忌憚のないご意見を今後も賜りたく思います。

6.2 吉岡副委員長(高等教育機関側委員)

本誌2014年11月号(Vol.78, No.11, 854-858)に「企業技術者に聞いた化学工学教育」と「応用化学系での化学工学教育の現状」と題して高等教育委員会による前回(2013～2014年度)のアンケート調査の結果が掲載されています(委員長:同志社大学 塩井章久教授)。この調査は、企業において必要とされる化学工学教育とはどのようなものであるかをメインテーマとして、実際に大学・高専で実施されている化学工学関

連教育と企業で期待されている教育内容を明らかとするためのものでありました。結論としては、教育における産学連携が必要であり、社会が求めている総合的、実践的な工学教育のカリキュラムやシラバスを産学協同でつくるような試みが必要であろうことが述べられていました。

今回のアンケート調査では、もう少し広い視点で「学会の意義」と「化学工学教育の必要性」に関して産業界からいただいたご意見をまとめたものであります。学会に関しては、上にも述べられております通り、「産業界の技術交流」や「化学工学を学ぶ」ことと、更に、「世界の最新技術を知る」(図8)という点も重要なところかと思えます。そのような内容の展望講演や最新国際会議報告のような枠が、各専門分野のシンポジウム・セッションにあっても良いかもしれません。化学工学教育に関しては、産業界からの期待は依然として大きい一方で、それに対する大学教育・人材供給が十分ではないということが明確に現れています。前回の調査では大学教育の内容と企業が求めるもののミスマッチをどのように解消するかという見方でしたが、今回の結果はそのような生易しいものではなく、大学での化学工学教育および人材が質的にも量的にも不足していることを突きつけているように思います(図9～13)。大学における学科やカリキュラムの見直し・再編に伴って、化学工学教育を担える教員・研究者の確保がますます難しくなるとともに、生粋の化学工学を学んだ学生の減少が必然的に起こる現状は、大学人としてなんともしがたい歯がゆさがあります。ただ、今回のアンケート結果における救いは、このような現状が化学工学に対する社会的要請の低下によるのではなく、ぶれることなく需要と期待は存在していることを再認識できたところ(図14a)。特に、「図14b 企業の社員教育における化学工学教育の必要性(職種別)」に示されているように、製造/生産技術における化学工学の必要性はもちろんのこと、研究開発においても7割を超えるポジティブな回答をいただいたことは、化学工学の教育・研究に携わる一人としてたいへん嬉しく感じます。

この少子化の時代に、如何に社会の要請に質的・量的に応えられる教育・研究を大学で遂行していくかは、喫緊の課題であります。人的リソースに限られる現在、学会・大学における企業との共同研究、リカレント教育、および企業におけるインターンシップなど、これまで以上に産学の密な連携と協力が今後の化学工学の発展には不可欠であろうと思います。