

# 大学における人材育成の重要性

日本経済団体連合会 産業技術委員会  
産学官連携推進部会長 山野井昭雄

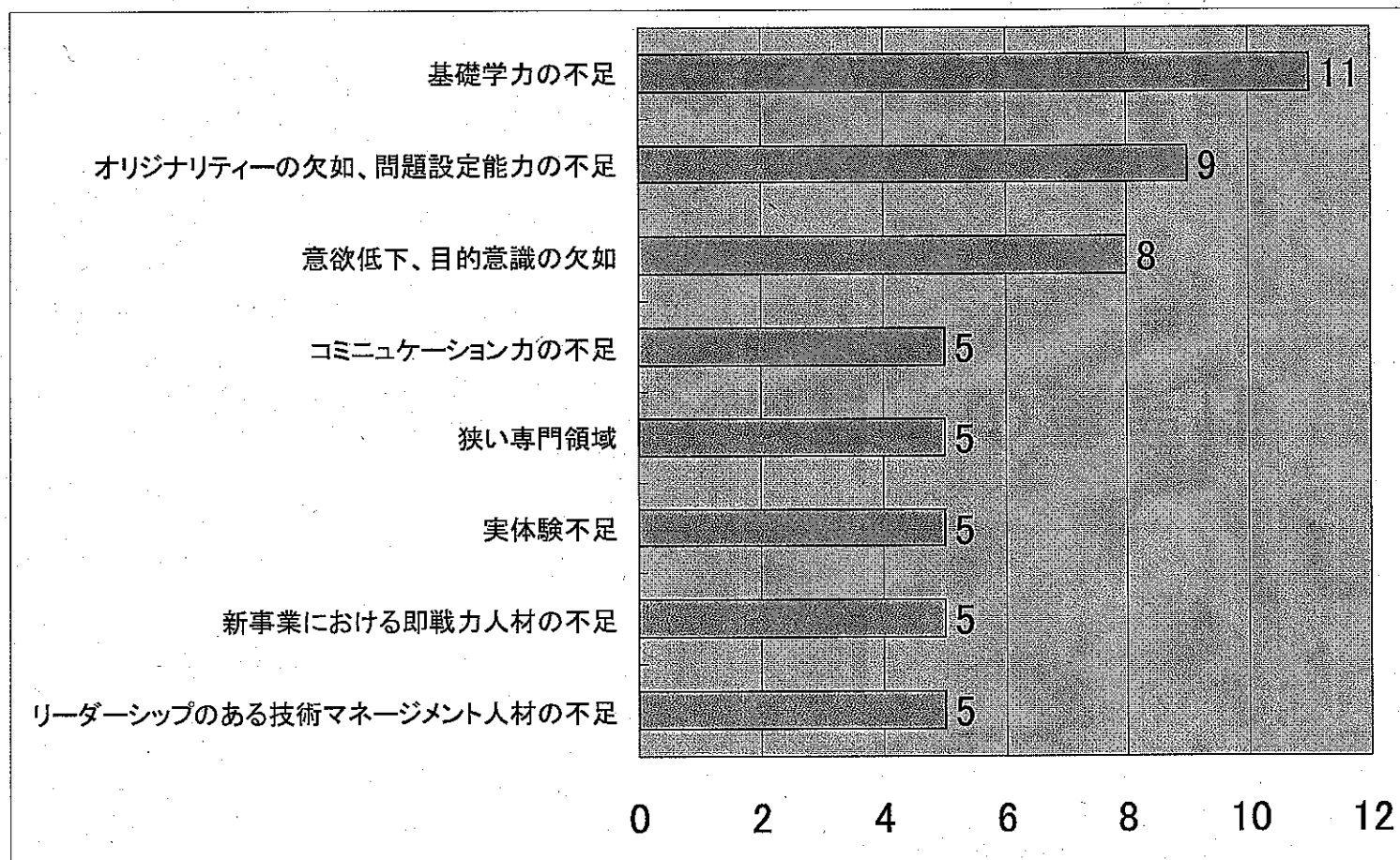
2004年5月21日

# 技術系人材育成に関する企業の現状

## I. ー日本経団連産学官連携推進部会アンケート調査よりー

(2003年1月実施、30社中27社・複数回答)

### ○新卒を含む技術系人材に関する現状の問題点



# 大学における人材育成の重要性

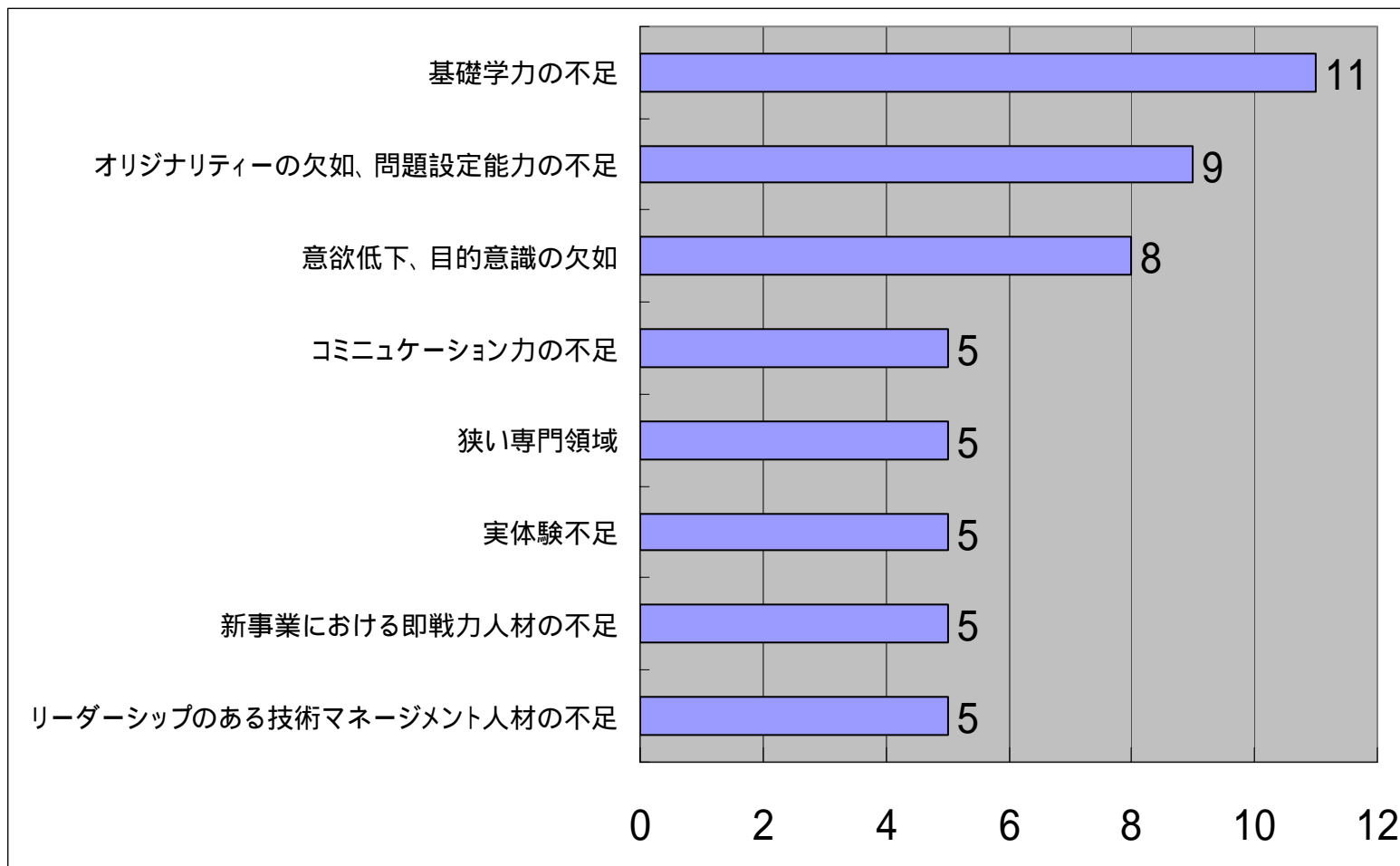
日本経済団体連合会 産業技術委員会  
産学官連携推進部会長 山野井昭雄

2004年5月21日

# 技術系人材育成に関する企業の現状

・ - 日本経団連産学官連携推進部会アンケート調査より -  
(2003年1月実施、30社中27社・複数回答)

新卒を含む技術系人材に関する現状の問題点



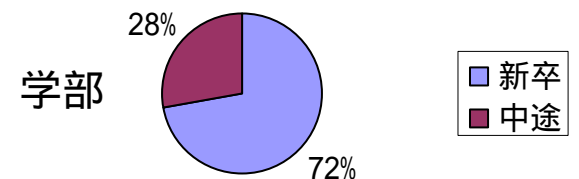
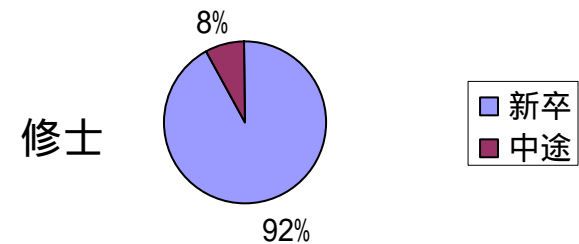
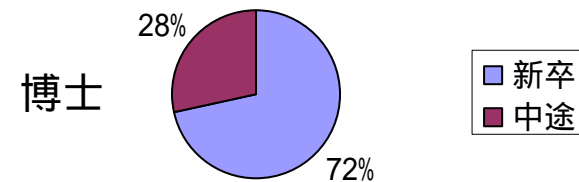
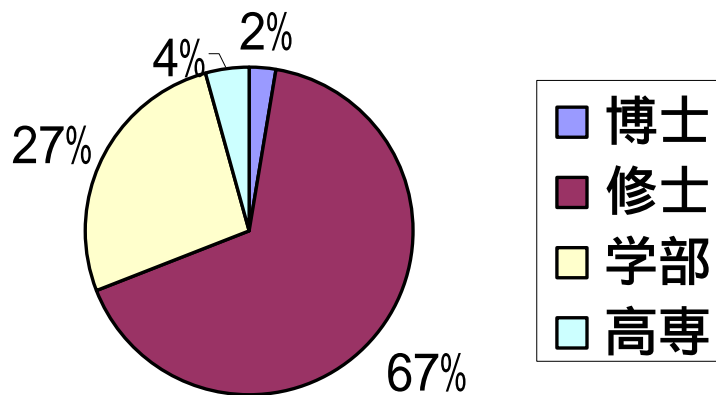
・日本経団連産業技術委員会アンケート調査（124社中70社）

1. 技術系人材の採用実績(過去5年間の年平均)

企業が採用する約7割は、修士課程修了者

博士課程修了者の採用の約3割は中途採用

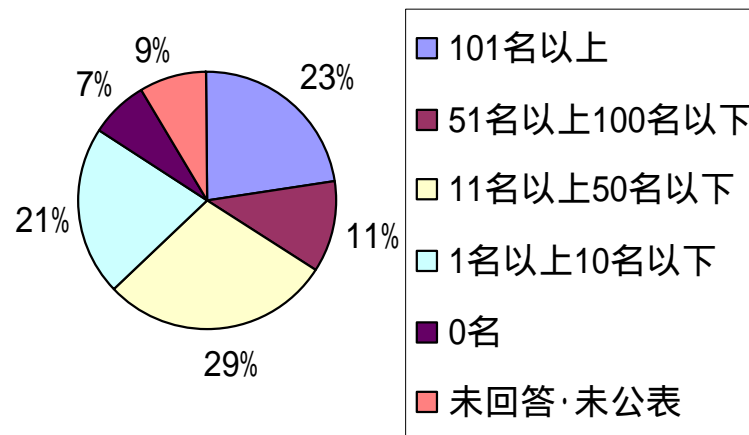
技術系人材の採用実績  
(70社 - 8093名)



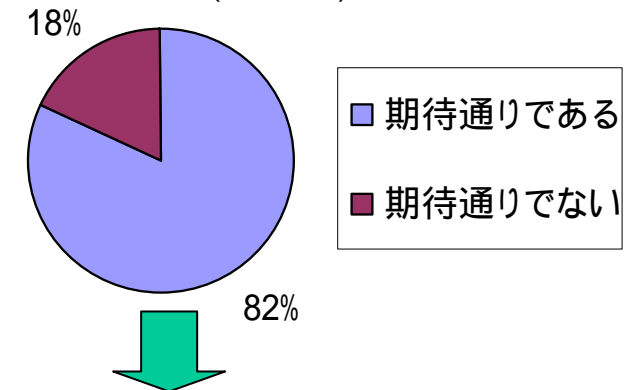
## 2. 博士号保有者の人数とその資質について

約2割の企業が、自社の博士号保有者の資質に疑問を感じている。  
 専門分野以外の幅広い知識や経験、独創的な発想力を求めている。

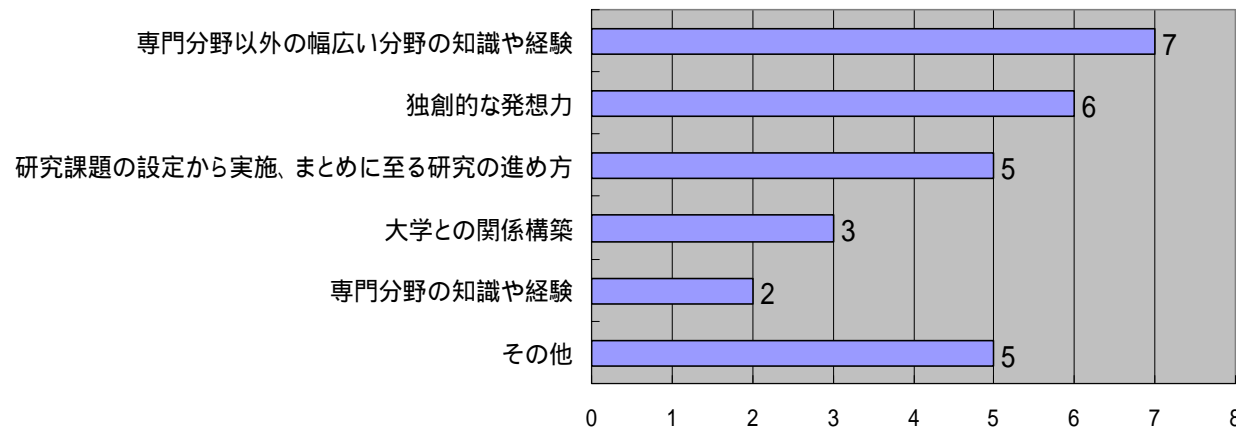
博士号保有者の人数 (70社 - 4615名)



博士号保有者の資質について (n=61)



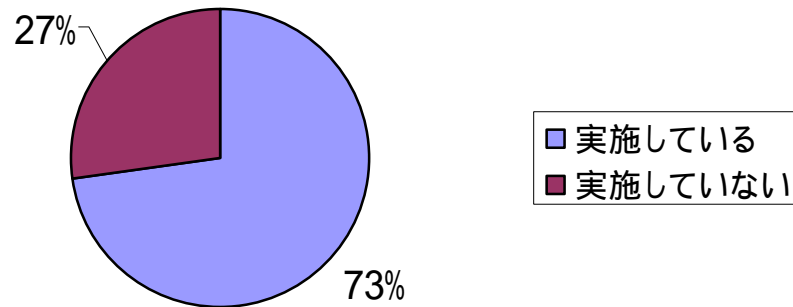
博士号保有者の資質が期待どおりでない理由(n=12, 複数回答あり)



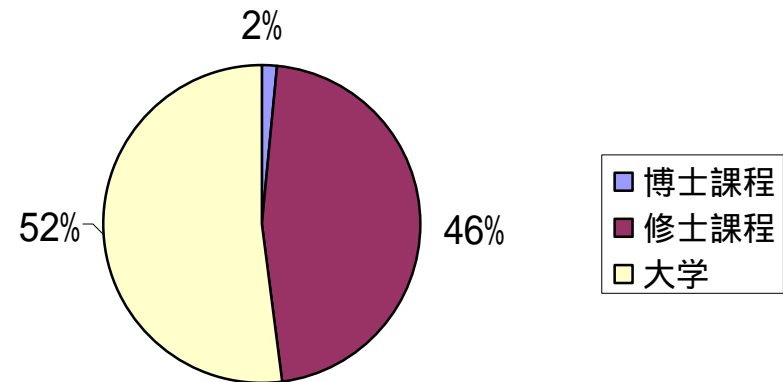
### 3. インターンシップの現状

7割以上の企業が、インターンシップを実施している。  
受入れ人数は1社平均30人弱で、修士と学部生が中心。  
博士課程の受入れは51社中5社に留まっている。

インターンシップの実施の有無 (n=70)



受入れ人数 (51社 - 1394人)



## 4. インターンシップに関する自由意見

### 費用の問題

日当、交通費、宿泊所、昼食代、被服、保険代等、受入れ企業の負担が大きいことから、国による制度的助成をお願いしたい。

### 受入れ期間の問題

学生・企業双方に有効に機能するためには、3カ月～半年間程度の長期の受入れが望ましい(1～2週間では見学・作業が主体。長期であればテーマを付与しある程度自分で考え主体的に行動することが可能)

### 制度統一の問題

大学によって、単位認定基準、実施期間、受入期間中の処遇等が異なっており、制度としての統一をお願いしたい。

### 意義の徹底

参加する学生への就業意識・目的意識の醸成、事前指導の徹底をお願いしたい。(アルバイト感覚、単なる工場見学の感覚の学生が散見される)

### 窓口の設置

大学との個別の関係に基づいて実施しているが、纏められた情報や依頼があれば、より協力が可能。



## ・大学等における人材育成に関する企業の若手技術者へのアンケート調査

入社3～5年程度の若手技術者計26人に対する自由アンケート(2003年10月～11月に実施)  
構成:学部卒2名、修士課程17名、博士課程7名  
主な専攻:機械工学、電機工学、電子通信工学、電子情報工学、応用科学、生物化学、有機化学、  
金属工学、航空宇宙工学、船舶海洋工学、建築工学 ほか

### 1. 社会人となり改めて大学(院)教育に対し要望したい事項

#### (1) 目的意識や動機付けがあればより有意義であったという意見(7割近くが言及)

- ・目的意識を持って学ぶことで研究態度に雲泥の差。社会人となって研究の目的がわかり後悔した科目が多い。
- ・知識の使用事例を示し、必要性を認識させることが重要。
- ・大学教育後の進路は社会人、研究者と多様であるのに対し、大学教育はアカデミックな研究を主目的としている。
- ・大学においても技術が社会にどのように役立つかというユーザーの視点が必要。

#### (2) 専門を超えたより幅広い連携が必要という意見

- ・大学では研究室の横の連携が少ない。「実設計」といった点を総合的に結ぶ教育プログラムがあっても良いのではないか。

### 2. 社会人となり改めて必要と感じ、大学で充実しておくべきと考える能力

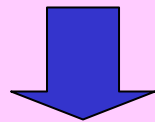
- ・英語によるコミュニケーション力(4割近くが言及)
- ・プレゼンテーションやディベート力(4割近くが言及)
- ・3D-CAD、解析ソフトなど
- ・一般製図の能力は機械系のみならず、材料、化学などでも不可欠

## ・産業界の視点からの大学(院)での人材育成について

### 1. インターンシップの制度的充実

#### (1) インターンシップの必要性

企業入社後3～5年程度の若手技術者へのアンケートからも、若者の問題設定能力や意欲低下の原因の1つとして、大学(院)で学ぶ学問が実社会において、どのように活かされているかが不明確で、動機付けやインタレストが不足していたという点が指摘されている。



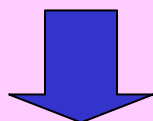
この点に関しては、産学官連携によるインターンシップの制度的充実が有効。

インターンシップは、将来、産業界、アカデミアいずれの進路を選択するかに関わらず、極めて意義が大きい。

産業界の現場を理解してもらい、間接的に大学へのフィードバックを図ることは、産業界にとっても有用。

(2)現状でも、インターンシップは実施されているが、以下のような問題点があり、制度的な改善の余地が多い。

- ・受入れ企業の費用やリスク負担の問題
- ・履修単位としての取扱い
- ・短期間のものが大半
- ・個人的繋がりで実施される場合が多く、制度的統一性がない
- ・組織的な対応窓口がない



(3)以下の点に配慮しつつ、大学(院)教育の必須単位としてインターンシップを制度として組み入れることを検討すべきである。

・学生には企業の研究者と同様に自立した研究者として相応の給与を支払い、同時に、相応の成果を求める。

・学生に対する給与、設備費、リスク負担ほかに関しては、高等教育の一環として国が相応の予算措置を行う(例えば、官民折半)

・実施に係る組織的窓口として各学協会を活用することを検討する。

## 2. 産学の人材交流の促進

相互理解の深化のために大学教員の民間企業への就職や兼業、企業人の大学教員への登用や任期つき任用、兼職、更に研究員の相互派遣等の促進。厳しい競争原理の大学教員や学生への浸透にも有益と判断される。

## 3. 予算の流れを変え博士のプロジェクトリーダーとして資質を向上させる

産業界が博士学生に期待する資質として、専門性のみならずマネジメント能力、若手の育成・指導、研究資金管理など、企業においてプロジェクトリーダーとして活躍し得る能力があげられる。そのためには、博士学生に独立した研究者として、組織や資金、計画等に係る管理権限と責任を与え、成果を求める制度が必要である。

例えば、資金面に関しては、国の科学技術予算の一部を産学共同研究を行う民間企業に支出し、産業界ニーズに合致した研究テーマに対し、契約ベースでより多くの博士を参加させ、プロジェクトリーダーとして資質の向上に資することが考えられる。また、プロジェクトでは、博士学生が複数の修士学生(修士学生は複数の外部学生を)を指導することを通じ、マネジメント能力や組織力の向上を図ることが可能になると考えられる。

また、より多くの予算を、成果約束型(マニフェスト型)の研究開発プロジェクトに措置し、予め明確にされた研究成果、期限のもとで、博士学生に対し、成果、期限、資金の管理等を一任するといった研究方式も考えられる。

## 産業界から見た科学技術系人材のあり方についての自由意見(その1)

### 科学技術系人材全般、大学教育のあり方

- ・ 技術系新入社員の学力低下が現場から指摘されている。海外の大学から研修生を受入れているが、外国人の方が日本人の若手社員よりも質の高いアウトプットをする。特に数学や物理の基礎学力でレベルの差が目立つ。国の教育として技術教育をしっかり行うことを期待する。
- ・ サマーキャンプ等を実施して、外国と日本の博士課程の学生を一緒に議論させると、日本の学生は全く存在感が無くなってしまう。また、同じ期間大学院生として勉強してきた割には知識が浅い。自ら課題を設定しその解決方法を見出す訓練ができていない。さらに、自分と少し違う分野の研究者と全く議論ができない。自分の守備範囲を確立してそこから出て行こうとしない。
- ・ わが国の産業界はこれまで問題解決型の技術者を多く活用してきたが、産業構造のシフトにより問題提起型技術者へのシフトが望まれる状況にある。高等教育機関には問題提起力のある技術者を多く輩出することを期待する。
- ・ 現在、大学の工学部でもハイテク関連の学科を希望する学生が増加している。ハイテク分野での競争力強化はもちろん重要であるが、ほとんどの産業は基盤技術に支えられており、これが空洞化すれば由々しき事態に陥る。工学の基盤技術を支える若い人材が誇りと夢を持てるような施策が必要である。

## 産業界から見た科学技術系人材のあり方についての自由意見(その2)

### 基礎学力(工学的基盤)

- ・今後の科学技術を担う人材に最も必要な資質は「創造力」である。しかし現在の画一的な受験指向の教育と並行して、別途創造力教育を行うのは難しい。したがって、受験指向の中に創造力教育を取り込む工夫が必要であり、大学受験の一定の割合を創造力が評価できる出題とすべきである。そうすることにより、受験対策として、物事の本質を深いレベルで理解し自分のものにする必要が生じるので、創造的発想が出来る基盤が作れると考える。
- ・大学教育がテクノロジーでなくサイエンスに偏っている感じがある。修士課程で電気を専攻していても回路を組めない学生、機械を専攻していても図面を読めない学生等、授業で学んでも論文作成に向けての実用段階で手を動かしていないため、授業内容・時間が無価値化しているのではないか。
- ・企業特にメーカーに必要な基礎知識(機械図面・電気回路等)に欠ける学生が増加している。旧来からの機械、材料、電気、化学といった工務分野での基礎が揃っていないと技術者としての根底がしっかりしない。
- ・修士、博士課程への進学率がアップする中、企業においては、それに対応して優秀な人材が増加しているという実感が持てない。知識よりは思考・応用・実学を重視した教育に期待したい。

## 産業界から見た科学技術系人材のあり方についての自由意見(その3)

- ・入学難易度を下げ、進級・卒業・修了時のスクリーニングを強化する。
- ・抽象的、あるいはカタカナの名称の学科を作る大学も多いが、採用する企業や受験生にとって大事なものは、わかりやすい名称と何よりもカリキュラムの充実と公開である。こうした問題の解決には、教育分野での競争資金を増やしていくことが必要であり、研究分野の競争資金と同様に総合科学技術会議が関与したらどうか。

### 初等中等教育段階での取り組み

- ・第三期科学技術基本計画においては、科学技術人材の育成を柱の一つとすべきと考える。そこでは、産・学・公的研究機関における人材育成・流動化はもちろんのこと、全体のリソースとなる「初等・中等教育における科学的素養の醸成」までを視野に入れた施策の検討をお願いしたい。
- ・初等・中等教育における数学・理科教育の強化(教員の育成・増加、スーパーサイエンスハイスクールの対象の大幅な増加)。

### 技術者再教育

- ・企業等の研究者技術者が最先端の科学技術を習得するための再教育システムの構築を望む。

## 今後求められる人材養成の方向性に関する提言等

(総論)

■平成20年版 労働経済の分析—働く人の意識と雇用管理の動向—(平成20年7月 厚生労働省)

- 人口減少社会にふさわしい企業経営や業態の姿を検討していくことが重要である。貴重な労働力を適切に配置し、一人一人の労働者が個性を活かし、高い付加価値生産能力を発揮しながら、豊かな社会を創り上げていくことが期待される。
- 今後の、技術革新の動向などを見通しつつ、産業構造の将来像を描き出し、産業が求める高度な人材を生み出すことができるような教育システム、人材養成システムを構築することが求められているように思われる。

(介護)

■社会福祉事業に従事する者の確保を図るための措置に関する基本的な指針(平成19年8月 厚生労働省告示)(抄)

- 認知症等のより複雑で専門的な対応を必要とするニーズの顕在化等を背景として、質的にもより多様化、高度化している状況
- 今後さらに拡大する福祉・介護ニーズに対応できる質の高い人材を安定的に確保していくことが喫緊の課題

(看護)

■看護基礎教育の在り方に関する懇談会論点整理(平成20年7月 看護基礎教育の在り方に関する懇談会)(抄)

- 医療の高度化やニーズの多様化、看護職員の役割の変化、チーム医療・役割分担の推進などが求められる状況
- こうした状況の中、看護職員には、知的・倫理的側面といった基礎的なものから、専門職として望まれる高度医療への対応、生活を重視する視点、予防を重視する視点、及び看護の発展に必要な資質・能力など、広範かつ多岐にわたる資質・能力が求められる

(ものづくり)

■技術・技能継承と技術革新を生み出す人材に関するアンケート調査(平成20年11月 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株))

(出典:2009年度版中小企業白書)

- 中小企業が技術・技能人材に求める知識・能力は、「複数の技術・技能に関する幅広い知識」、「特定の技術・技能に関する専門知識」、「生産工程を合理化する知識・能力」などを重要視する中小企業の割合が高い一方、5年後に重要な知識・能力として「顧客ニーズを把握し、製品設計化する能力」や「革新的技術を創造していく能力」を挙げる中小企業が増加するなど、求められる能力に変化が見られる。

■ものづくり産業における人材の確保と育成—機械・金属関連産業の現状—(平成20年3月 独立行政法人労働政策研究・研修機構)

- 現在、半数以上の事業所が不足していると考えている技能者のタイプは、複数の機械あるいは工程をこなすことができる「多能工」、製造現場のリーダーとしてラインの監督業務を担当する「マネージャー型技能者」、特定の技能領域で高度な熟練技能を発揮する「高度熟練技能者」、高度な技術的知識を身につけた技能者である「テクノワーカー」であり、今後5年間における必要性も高い。
- 一方、「単純作業労働者」が不足していると考えている事業所は16.2%にとどまり、約6割は「適切である」と考えている。

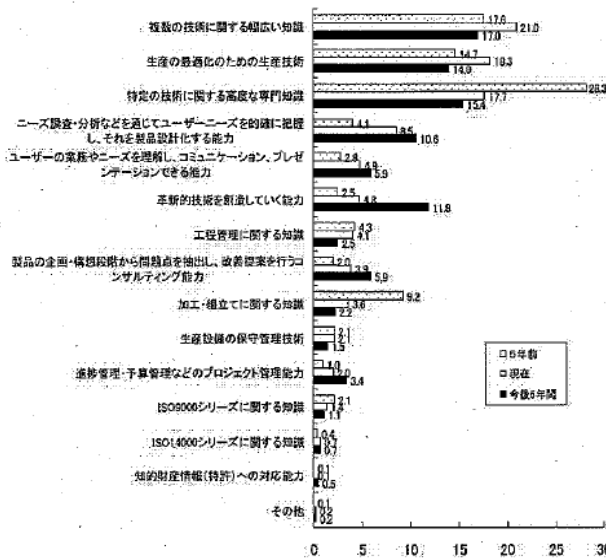
(教育界と産業界の連携)

■産学人材育成パートナーシップ 中間取りまとめ(平成20年7月 産学人材育成パートナーシップ)(抄)

- 社会で求められる人材像や能力は、その時代環境により異なる。他方で、長期にわたり変化しない基本的要素も多分に存在する。
- 産学のコミュニケーションを深め、相互の問題認識・課題等について共有するとともに、優れた人材育成のため共同して取り組むことができる関係を恒常的に築いておくことが重要である。

## 技術者に求められる能力

技術系正社員に求める知識・能力として最も重要なもの  
5年前・現在・今後5年間の比較(単位:%)



技術系正社員:

以下のいずれかの業務を担当する正社員

- ①基礎研究、基盤技術の先行研究などの「研究業務」
- ②製品開発、技術開発などの「設計・開発」業務
- ③既存の商品の改良・改善などの「生産(開発)」業務
- ④高度な技術的知識を生かした「品質・生産管理」、「エンジニアリング・サービス」、「製品販売先への技術的アフターサービス」などの業務

資料:独立行政法人労働政策研究・研修機構  
「ものづくり産業における人材の確保と育成—機械・金属関連産業の現状—」

【出典】

『今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について(審議経過報告)』

(平成21年7月30日 中央審議会 キャリア教育・職業教育特別部会)



**各専攻分野を通じて培う「学士力（仮称）」  
～学士課程共通の「学習成果」に関する参考指針～**

**趣 旨**

分野横断的に我が国の学士課程教育が共通して目指す「学習成果」についての参考指針として示したものの。個々の大学における学位授与の方針等の作成や分野別の質保証の枠組み作りを促進・支援することを目的とする。

**1. 知識・理解**

専攻する特定の学問分野における基本的な知識を体系的に理解するとともに、その知識体系の意味と自己の存在を歴史・社会・自然と関連付けて理解する。

- (1) 多文化・異文化に関する知識の理解
- (2) 人類の文化、社会と自然に関する知識の理解

**2. 汎用的技能**

知的活動でも職業生活や社会生活でも必要な技能

- (1) コミュニケーション・スキル  
日本語と特定の外国語を用いて、読み、書き、聞き、話すことができる。
- (2) 数量的スキル  
自然や社会的事象について、シンボルを活用して分析し、理解し、表現することができる。
- (3) 情報リテラシー  
多様な情報を適正に判断し、効果的に活用することができる。
- (4) 論理的思考力  
情報や知識を複眼的、論理的に分析し、表現できる。
- (5) 問題解決力  
問題を発見し、解決に必要な情報を収集・分析・整理し、その問題を確実に解決できる。

**3. 態度・志向性**

- (1) 自己管理力  
自らを律して行動できる。
- (2) チームワーク、リーダーシップ  
他者と協調・協働して行動できる。また、他者に方向性を示し、目標の実現のために動員できる。
- (3) 倫理観  
自己の良心と社会の規範やルールに従って行動できる。
- (4) 市民としての社会的責任  
社会の一員としての意識を持ち、義務と権利を適正に行使しつつ、社会の発展のために積極的に関与できる。
- (5) 生涯学習力  
卒業後も自律・自立して学習できる。

**4. 統合的な学習経験と創造的思考力**

これまでに獲得した知識・技能・態度等を総合的に活用し、自らが立てた新たな課題にそれらを適用し、その課題を解決する能力

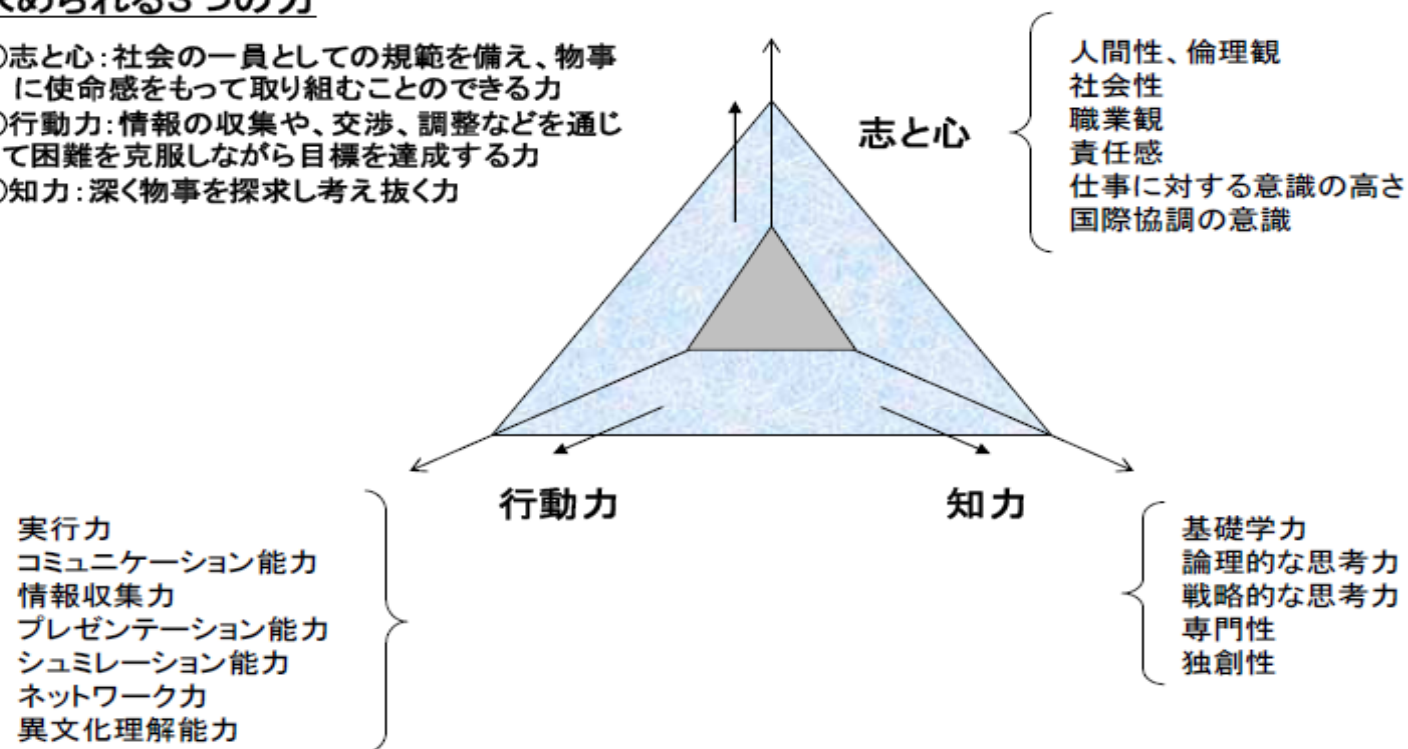
※「学士課程教育の再構築に向けて」（平成19年9月18日中央教育審議会大学分科会 制度・教育部会 学士課程教育の在り方に関する小委員会 審議経過報告）より抜粋

日本経団連「求められる3つの力」

日本経団連「21世紀を生き抜く次世代育成のための提言」(平成16年4月19日)

求められる3つの力

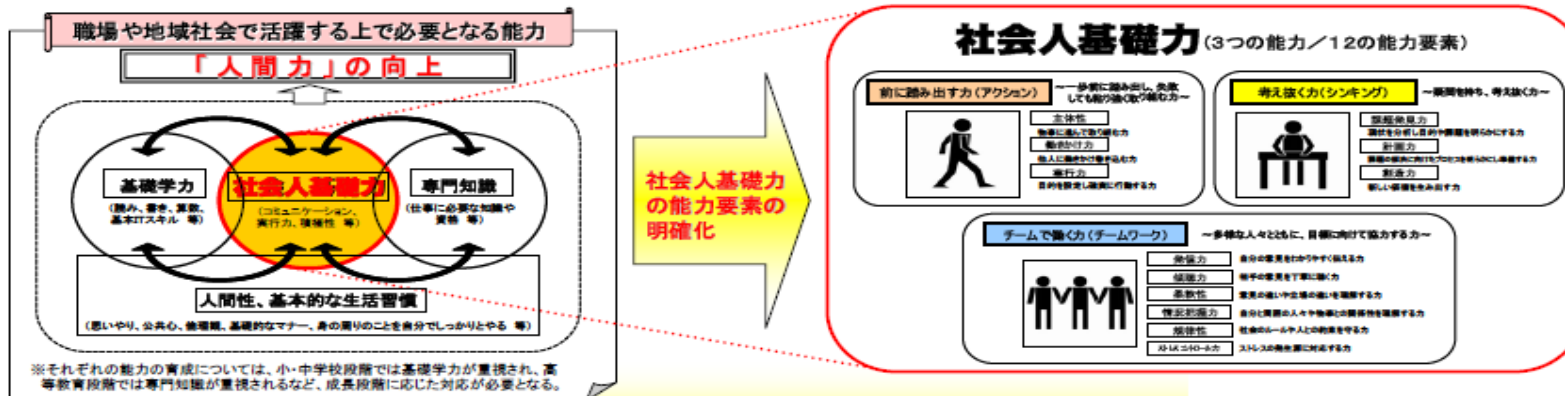
- ①志と心: 社会の一員としての規範を備え、物事に使命感をもって取り組むことのできる力
- ②行動力: 情報の収集や、交渉、調整などを通じて困難を克服しながら目標を達成する力
- ③知力: 深く物事を探求し考え抜く力



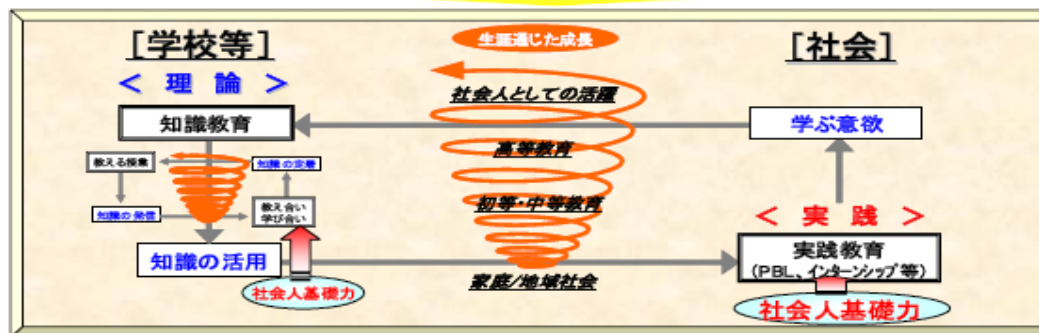
【出典】日本経団連『21世紀を生き抜く次世代育成のための提言』(平成16年4月19日)

## 経済産業省「社会人基礎力について」

- > 従来、職場や地域社会で活躍するために必要な能力は、大人になる過程で自然に身につくものと考えられてきた。しかし、社会環境の変化により、家庭や地域社会の教育力の低下など、こうした能力を身につける機会の減少が指摘。
- > 他方、グローバル化やIT化によるビジネス環境の変化に伴い、企業はスピーディーに新しい価値を創造することが必要となった。それに伴い、コミュニケーション能力、実行力、積極性など、職場や地域社会の中で多様な人々とともに仕事を行っていく能力が強く求められるようになった。
- > 経済産業省では、このような能力を社会全体で育成していくことが必要との認識から、誰にでも分かる言葉でこれを定義(昨年2月)。
- > 以来、学生、学校、企業等から大きな反響。現在、7つのモデル大学において、社会人基礎力の育成・評価手法の開発に取り組んでいるところ。



### 理論と実践の融合による成長の好循環



【出典】経済産業省 HP より抜粋

厚生労働省「YES-プログラム (若年者就職基礎能力支援事業=Youth Employability Support Program)」

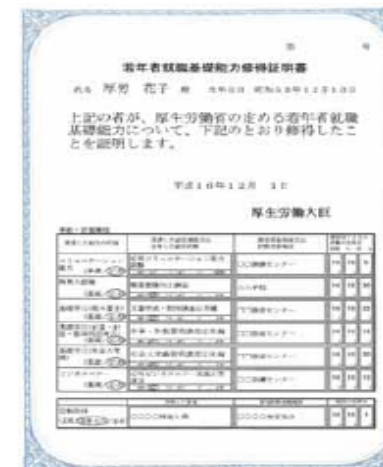
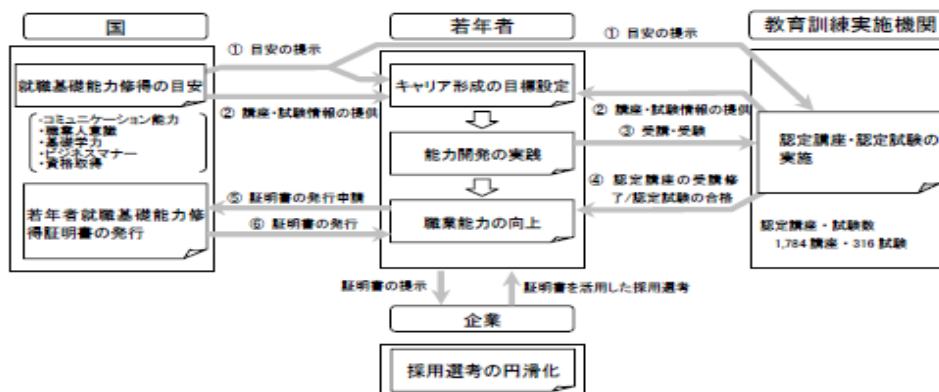
- ・企業が必要としているさまざまな就職基礎能力(下記の5つの領域)を修得したことを公証する仕組み(若年者本人あて証明書を発行)を整備  
(実際の活用 ⇒ 面接時等において証明書を履歴書に添付する等により、就職可能性を高める。)
- ・国は企業が求める能力を修得するための目安の提示や認定講座等の情報提供等を行う(⇒ キャリア形成の目標設定に)

就職基礎能力の領域

- ①コミュニケーション能力(意思疎通、協調性、自己表現力)
- ②職業人意識(責任感・主体性、向上心・探究心(課題発見力)、職業意識・勤労観)
- ③基礎学力(読み書き、計算・計数・数学的思考力、社会人常識)
- ④ビジネスマナー(基本的なマナー)
- ⑤資格取得(情報技術、経理・財務、語学力関係)

<YES-プログラムの仕組み>

YES-プログラムの仕組み



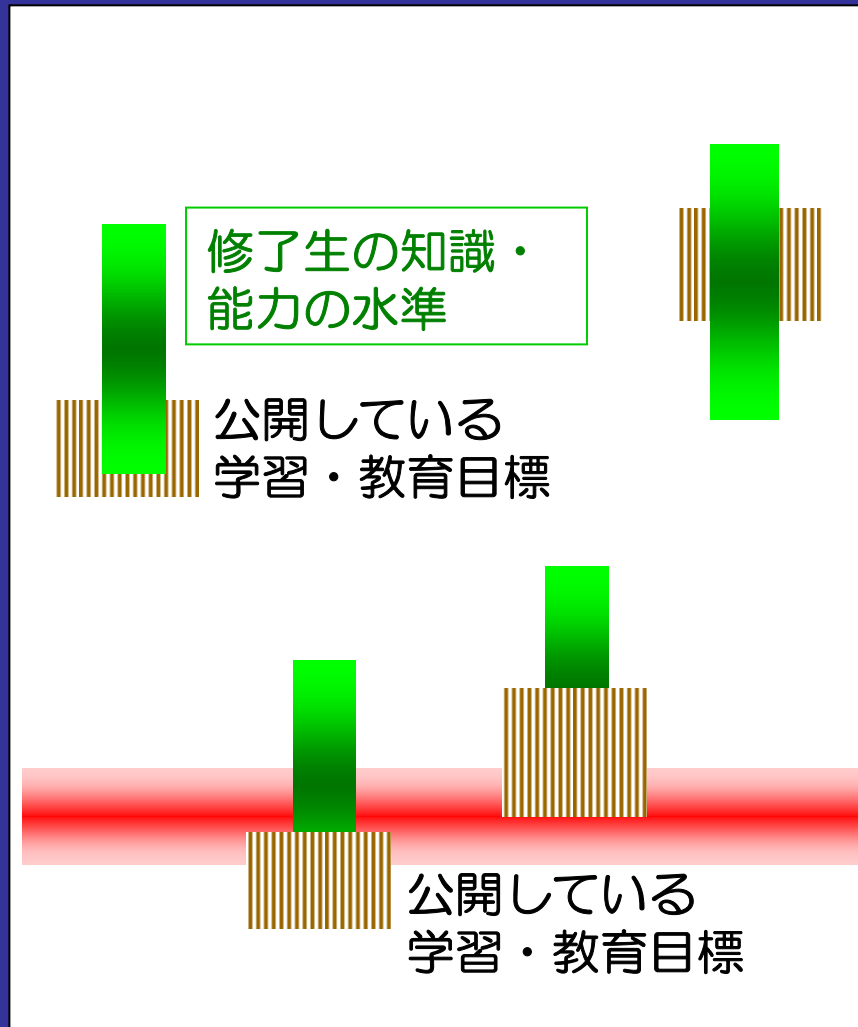
【出典】厚生労働省 HP より抜粋

# 水準

## JABEE水準 (社会の要請する水準)

P2：公開している学習・教育目標が基準1を満たしていない。

P4：修了生の知識・能力の水準が基準5を満たしていない。

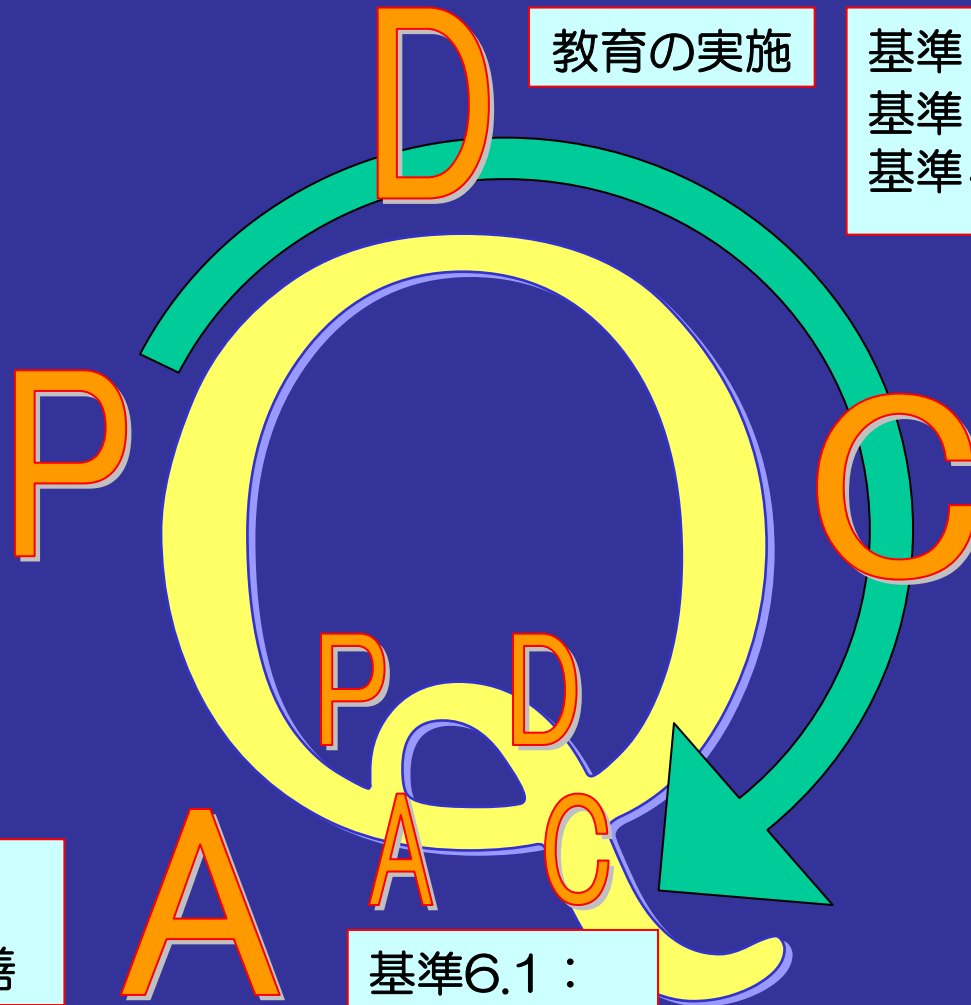


公開している  
学習・教育目標

P1 P2 P3 P4

プログラム

# 教育改善システム：基準6



基準1：  
学習・教育目標  
の設定と公開

教育の実施

基準2：学習・教育の量  
基準3：教育手段  
基準4：教育環境

基準5：  
学習・教育目標  
の達成

基準6：  
教育改善

基準6.1：  
教育点検  
基準6.2：  
継続的改善

## 2.4 審査の方法, 項目ならびに結果の記述(2/2)

- 結果の記述

- (1) 適合 (略号「A」)

当該審査項目が認定基準を満たしている。

- (2) 懸念 (略号「C」)

当該審査項目が現時点では認定基準を満たしているが、改善が望まれる。  
したがって、当該審査項目が認定基準への完全な適合を継続するためには、何らかの対処が望まれる。

- (3) 弱点 (略号「W」)

当該審査項目が現時点では認定基準をほぼ満たしているが、その適合の度合いが弱く、改善を必要とする。したがって、適合の度合いを強化する何らかの対処が必要となる。

- (4) 欠陥 (略号「D」)

当該審査項目が認定基準を満たしていない。したがって、プログラムは認定基準に適合していない。

審査項目とならない認定基準に関する項目がある場合には、当該項目に関する判定は行わず、プログラム点検書ならびに審査報告書の該当欄に「-」の記号を付す。

## 2.5 認定行為と公表の範囲

- 審議・調整後に確定した結果,
  - すべての審査項目に対して「欠陥」がない  
→「認定」
  - 審査項目のうち一つでも「欠陥」がある  
→「不認定」
- その時点で認定されているプログラムの「名称」, 「認定開始年」を公表
  - ※ 認定の有効期間は公表されない
  - ※ 不認定プログラムを特定可能な情報一切は非公開



# The CDIO (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) INITIATIVE

— 思いつく (考え出す)、設計する、実行する、運営する —

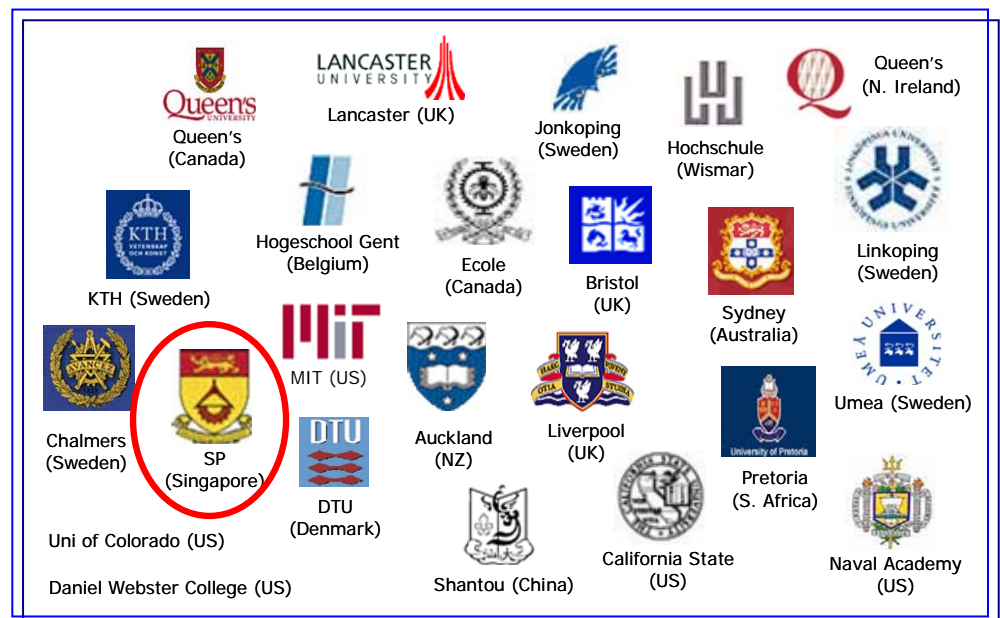
## 1. CDIO の概要

1990 年後半、大学では企業・現実社会において一般的ではない教育が行われており、技術者に必要な技術や態度、自発性、創造性、工み、リーダーシップ、動機づけ、そしてチームワークを身につける教育が求められていた。それに応えるものとして MIT が考案した工学教育が CDIO である。

2000 年 10 月、企業の要求に応え、国際的にも通用する CDIO の実用的ガイドを作成し、世界の一流大学が同じフレームワークを採用した。その後、世界各地で半年毎にシンポジウムを開催し内容の充実を進めている。

CDIO は、様々な技術の要求に応え、2020 年の工学教育を提案するものである。

現在は、23 の高等教育機関が実施している。



CDIO 構想は、次世代のエンジニアを育成する革新的教育のフレームワークとされ、現実のシステムや製品開発における「思いつく (考え出す)」、「設計する」、「実行する」、「運営する」を背景とする工学の基礎教育を学生に提供するものである。

CDIO は、教育フレームワークとしてコースに適用されるもので、単に一つのモジュールではない。この点がエンジニアリングデザイン (ED) との違いである。ED は、しばしば一つのモジュールや卒業研究の中で行っているケースが見られるが、CDIO はカリキュラム全体として考案されたものである。



『Rethinking Engineering Education The CDIO Approach』  
工学教育改革。教員のために CDIO の理論がかかれており、シンガポールポリテクニクの教員より薦められた冊子。金沢高専では、この 3 月に専門学科所属の外国人教員がこの本を読み、ED との違いを含め、学園戦略委員会にて紹介した。

【出典】石川委員ご提供 (第 2 回 WG 参考資料 7)

## 2. CDIO の目標

Deeper knowledge of technical fundamentals

技術的な深い基礎知識

Able to lead in creation & operation of new products/systems

新しい製品やシステムの創造をリードできる

Understand importance & strategic impact of research & technological development on society

社会における研究と技術開発の戦略インパクトと重要性を理解する

Possess a multi-disciplinary system perspective

多くの専門に渡るシステム展望を備える。

Possess good communication skills and able to work in teams

良いコミュニケーションスキルとチームで働くことができることを備える

Possess High ethical standards, etc.

高い倫理感を備える。

And to attract and retain students in Engineering

エンジニアリングに学生を引き付け、それを維持する

## 3. CDIO のシラバス

CDIO stands for Conceive – Design – Implement – Operate

思い付く－設計－実装－運営。これは、技術指導者の次の世代の生産のための革新的な教育の枠組みであり、そのカリキュラムは、CDIO の活動を織り交ぜたものとなる。

The CDIO syllabus (Condensed)

### 1 TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING 技術的な知識と推論

1.1. KNOWLEDGE OF UNDERLYING SCIENCES サイエンスの基礎知識

1.2. CORE ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE コア技術基本知識

1.3. ADVANCED ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE 先端技術の基礎知識

### 2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES 個人的な専門能力と属性

2.1. ENGINEERING REASONING AND PROBLEM SOLVING エンジニアリング推論と問題解決

2.1.1. Problem Identification and Formulation 問題を識別および策定

2.1.2. Modeling モデリング

2.1.3. Estimation and Qualitative Analysis 推定と定性分析

2.1.4. Analysis With Uncertainty 不確実性を伴う分析

2.1.5. Solution and Recommendation ソリューションと勧告

2.2. EXPERIMENTATION AND KNOWLEDGE DISCOVERY 実験や知識発見

2.2.1. Hypothesis Formulation 仮説策定

【出典】石川委員ご提供（第2回WG参考資料7）

- 2.2.2. Survey of Print and Electronic Literature 印刷物および電子カタログの調査
- 2.2.3. Experimental Inquiry 実験お問い合わせ
- 2.2.4. Hypothesis Test, and Defense 仮説のテスト、および防衛
- 2.3. SYSTEM THINKING システム思考
  - 2.3.1. Thinking Holistically 全体思考
  - 2.3.2. Emergence and Interactions in Systems 出現と相互作用システム
  - 2.3.3. Prioritization and Focus 優先順位付けとフォーカス
  - 2.3.4. Tradeoffs, Judgment and Balance in Resolution トレードオフ、判断力とバランスの分解能
- 2.4. PERSONAL SKILLS AND ATTITUDES 技能と姿勢
  - 2.4.1. Initiative and Willingness to Take Risks 構想と意欲をリスク
  - 2.4.2. Perseverance and Flexibility 忍耐力と柔軟性
  - 2.4.3. Creative Thinking 創造的思考
  - 2.4.4. Critical Thinking 批判的思考
  - 2.4.5. Awareness of One's Personal Knowledge, Skills, and Attitudes 個人の意識啓発知識、技能、態度
  - 2.4.6. Curiosity and Lifelong Learning 好奇心と生涯学習
  - 2.4.7. Time and Resource Management 時間とリソースの管理
- 2.5. PROFESSIONAL SKILLS AND ATTITUDES 専門技術と態度
  - 2.5.1. Professional Ethics, Integrity, Responsibility and Accountability プロの倫理、健全性、責任と説明責任
  - 2.5.2. Professional Behavior プロの動作
  - 2.5.3. Proactively Planning for One's Career 自分のキャリアのため積極的に企画
  - 2.5.4. Staying Current on World of Engineer 現在の世界のエンジニアの滞在

### 3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION 対人能力：チームワークおよびコミュニケーション

- 3.1. TEAMWORK チームワーク
  - 3.1.1. Forming Effective Teams 効果的なチームを形成
  - 3.1.2. Team Operation チーム運営
  - 3.1.3. Team Growth and Evolution チームの成長と進化
  - 3.1.4. Leadership リーダーシップ
  - 3.1.5. Technical Teaming 技術的なチームング
- 3.2. COMMUNICATION コミュニケーション
  - 3.2.1. Communication Strategy コミュニケーション戦略
  - 3.2.2. Communication Structure コミュニケーションの構造
  - 3.2.3. Written Communication 書面によるコミュニケーション
  - 3.2.4. Electronic/Multimedia Communication 電子/マルチメディアコミュニケーション
  - 3.2.5. Graphical Communication グラフィカルなコミュニケーション

【出典】石川委員ご提供（第2回WG参考資料7）

3.2.6. Oral Presentation and Interpersonal Communication 口頭発表や対人コミュニケーション

3.3. COMMUNICATION IN FOREIGN LANGUAGES 外国語でのコミュニケーション

3.3.1. English 英語

3.3.2. Languages within the European Union 欧州連合内での言語

3.3.3. Languages outside the European Union 欧州連合以外の言語

#### 4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING CONCEIVING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT 企業及び社会背景におけるCDIOシステム

4.1. EXTERNAL AND SOCIETAL CONTEXT 外部および社会的背景

4.1.1. Roles and Responsibility of Engineers 役割と責任技術者協会

4.1.2. The Impact of Engineering on Society 社会に工学への影響

4.1.3. Society's Regulation of Engineering 工学の社会の規制

4.1.4. The Historical and Cultural Context 歴史的文化的背景

4.1.5. Contemporary Issues and Values 現代の課題と値

4.1.6. Developing a Global Perspective グローバルな視点を開発

4.2. ENTERPRISE AND BUSINESS CONTEXT 企業やビジネスの背景

4.2.1. Appreciating Different Enterprise Cultures 異なる企業文化の認識

4.2.2. Enterprise Strategy, Goals and Planning 企業の戦略、目標と計画

4.2.3. Technical Entrepreneurship 技術的な起業家精神

4.2.4. Working Successfully in Organizations 作業を正常組織に

4.3. CONCEIVING AND ENGINEERING CONCEIVING SYSTEMS 思いつくこととエンジニアリングシステム

4.3.1. Setting System Goals and Requirements システムの目標と設定要件

4.3.2. Defining Function, Concept and Architecture 関数の概念およびアーキテクチャ定義

4.3.3. Modeling of System and Ensuring Goals Can Be Met システムを確実にを行うためのモデリング目標を満たすことができる

4.3.4. Development Project Management 開発プロジェクトマネジメント

4.4. DESIGNING 設計

4.4.1. The Design Process デザインプロセス

4.4.2. The Design Process Phasing and Approaches 設計プロセスの段階とアプローチ

4.4.3. Utilization of Knowledge in Design デザインの知識の活用

4.4.4. Disciplinary Design 学問のデザイン

4.4.5. Multidisciplinary Design 学際デザイン

4.4.6. Multi-objective Design 多目的設計

4.5. IMPLEMENTING 実装

4.5.1. Designing the Implementation Process 設計、実装プロセス

4.5.2. Hardware Manufacturing Process ハードウェアの製造工程

【出典】石川委員ご提供（第2回WG参考資料7）

- 4.5.3. Software Implementing Process ソフトウェアの実装プロセス
- 4.5.4. Hardware Software Integration ハードウェアソフトウェアの統合
- 4.5.5. Test, Verification, Validation and Certification テスト、検証、検証、認証
- 4.5.6. Implementation Management 実施管理

#### 4.6. OPERATING 運営

- 4.6.1. Designing and Optimizing Operations 設計と最適化業務
- 4.6.2. Training and Operations 研修業務
- 4.6.3. Supporting the System Lifecycle システムのライフサイクルをサポートする
- 4.6.4. System Improvement and Evolution システムの改善と進化
- 4.6.5. Disposal and Life-End Issues エンド処理と暮らしの問題
- 4.6.6. Operations Management 運用管理

### 4. CDIO のフレームワーク

2004年1月、CDIO イニシアティブはCDIOプログラムの12の基準を採用した。その結果、これらのCDIO基準、教育プログラムの改革と評価のためのガイドラインとして、世界のベンチマークとアプリケーションとの目標を作成し、継続的な改善のためのフレームワークが完成した。



#### プログラム哲学（基準1）

STANDARD 1: CDIO as Context \* 基準1 : CDIOとしてコンテキスト \*  
カリキュラム開発（基準2、3、4）

STANDARD 2: CDIO Syllabus Outcomes \* 基準2 : CDIO シラバス成果 \*

STANDARD 3: Integrated Curriculum \* 基準3 : 統合カリキュラム \*

STANDARD 4: Introduction to Engineering 基準4 : はじめに  
設計の経験やワークスペース構築（基準5、6）

STANDARD 5: Design-Build Experiences \* 基準5 : 設計、構築の経験 \*

STANDARD 6: CDIO Workspaces 基準6 : CDIO ワークスペース

#### 授業や教職員（基準7、8）

STANDARD 7: Integrated Learning Experiences \* 基準7 : 総合学習の経験 \*

STANDARD 8: Active Learning 基準8 : アクティブラーニング  
学習の新しい方法開発（規格9、10）

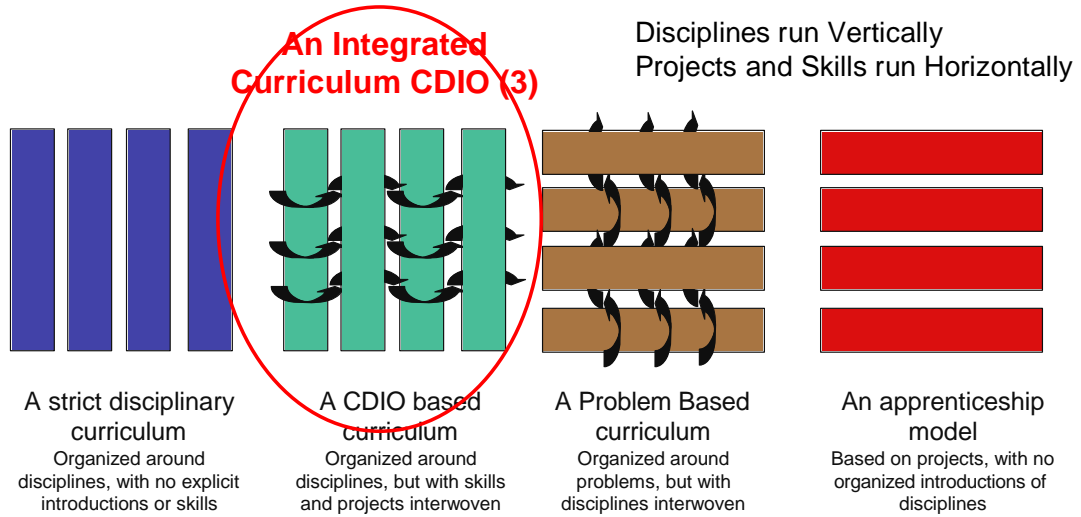
STANDARD 9: Enhancement of Faculty CDIO Skills \* 基準9 : 拡張機能 \*

STANDARD 10: Enhancement of Faculty Teaching Skills 基準10 : 強化スキル教育  
評価と評価（基準11、12）

STANDARD 11: CDIO Skills Assessment \* 基準11 : CDIO スキルアセスメント \*

STANDARD 12: CDIO Program Evaluation 基準12 : CDIO プログラムの評価

# Curriculum structures



**厳格な学問に関するカリキュラム**  
学問体系, 導入やスキルが明確でない

**厳格な学問に関するカリキュラム**  
学問体系, スキルやプロジェクトが織り込まれている.

**問題ベースのカリキュラム**  
問題が計画されているが, 学問分野が織り込まれていない

**徒弟モデル**  
プロジェクトベース, 学問分野の導入がない

技術従事者全体の教育と資格の構図

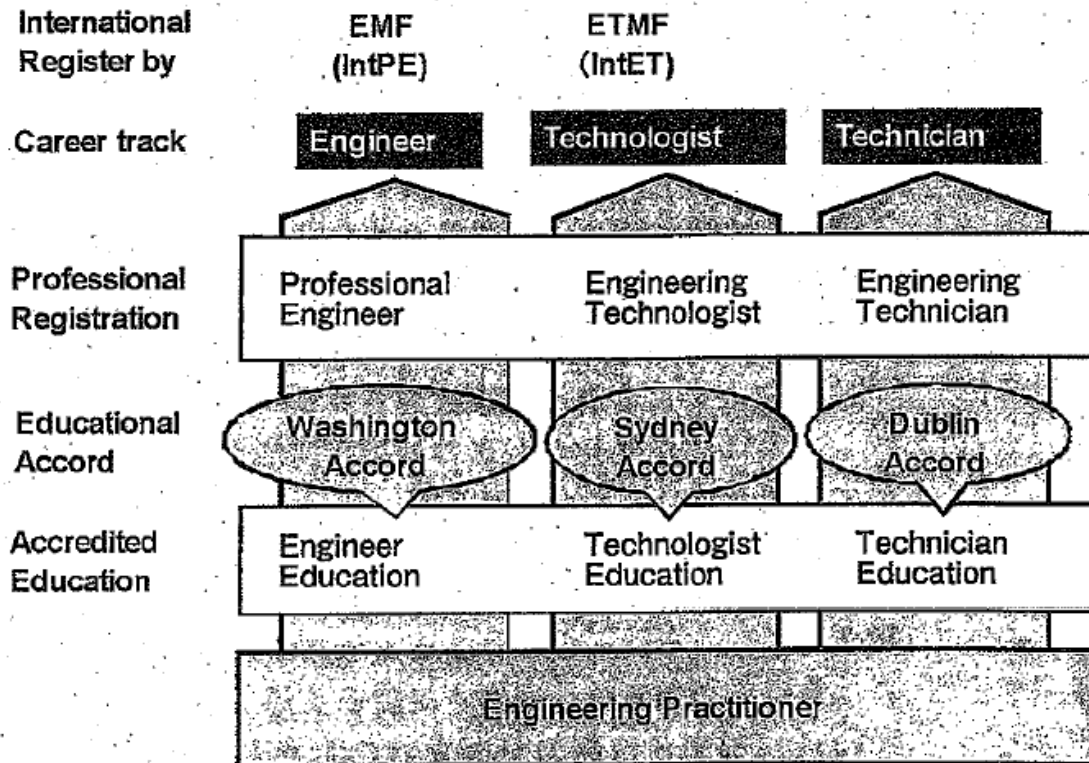


図 1 技術従事者全体の教育と資格の構図

【出典】

大橋秀雄 論説『技術者 日本の認識、世界の認識』  
 (工学教育 Journal of JSEE 57 巻 2 号・平成 21 年 3 月)