

平成27年度第2回CPD協議会シンポジウム
「産業競争力を支える課題解決型人材育成について」

創新・課題解決力と倫理観の育成

三木 哲也
(電気通信大学)

2015.12. 15

科学者の行動規範 一改訂版一

日本学術会議 2013. 1.25 発表

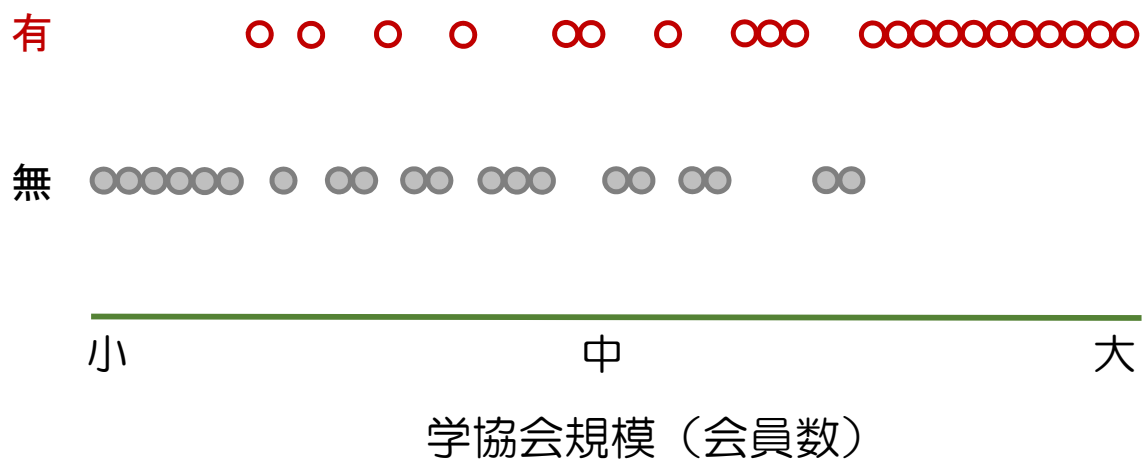
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| I. 科学者の責務 | Ⅲ. 社会の中の科学 |
| 1. 科学者の基本的責任 | 11. 社会との対話 |
| 2. 科学者の姿勢 | 12. 科学的助言 |
| 3. 社会の中の科学者 | 13. 政策立案・決定者に対する科学的助言 |
| 4. 社会的期待に応える研究 | 14. 法令の遵守 |
| 5. 説明と公開 | 15. 差別の排除 |
| 6. 科学研究の利用の両義性 | 16. 利益相反 |
| Ⅱ. 公正な研究 | |
| 7. 研究活動 | |
| 8. 研究環境の整備及び教育啓発の徹底 | |
| 9. 研究対象などへの配慮 | |
| 10. 他社との関係 | |

電子情報通信学会の倫理綱領

1. [基本原則] 公正と誠実を重んじ、他者の権利を尊重する。
2. [技術の目的] 電子情報通信技術の研究開発と活用を通じて、人々の安全、健康、福利の向上と社会の発展を目指す。
3. [技術の重要性の認識] 電子情報通信の社会活動における重要性を理解し、電子情報通信技術とその活用によって生じる人間・社会および地球環境への影響を客観的に明らかにする。
4. [品質保証] 専門家として職務に最善を尽くし、成果の品質維持と向上を図る。
5. [契約遵守] 公益に配慮しつつ、職務上取り交わした契約を遵守する。
6. [事実の尊重] 事実に基づき誠実に行動し、信頼性の高い発表と評価を行う。
7. [オリジナリティの尊重] 他者の創意工夫や成果を尊重する。
8. [相互協力] 専門家としての良心に基づいて自由な討論を促し、進んで他者と協力する。
9. [自己啓発と教育] 自己の専門能力の維持・向上に努めるとともに、技術者および公衆に対する教育を積極的に行う。
10. [法令の学習] 職務に関連する法令や規則を継続的に学習し、遵守する。

倫理綱領・倫理規定等の有無

日本工学会会員学協会へのアンケート調査
(2013年度実施、回答数：41)



志向倫理と予防倫理

	志向倫理 (Aspirational Ethics)	予防倫理 (Preventive Ethics)
側面	善・正	悪・不正
目的	優れた意思決定と行動 (Good Works)を促す	やってはならないことや 守るべきことを示す
方向	福利(well-being)への貢献	安全・健康の確保
傾向	外向き	内向き
効果	鼓舞・動機付け	萎縮

出典: 札野 順, “技術者倫理教育の最前線,” 日本工学会
技術倫理協議会 第11回公開シンポジウム, 2015年11月2日

これまでの技術者倫理が直面する2つの問題

- 伝統的モデルの限界
 - 予防倫理のネガティブな側面：技術者は、安全や健康を守るためだけに技術者になるのではない
 - 科学技術で人類に貢献する側面を忘れさせる
 - 「福利」に対する検討の欠如している
- 「行為」に注目する倫理の「倫理的統合失調症」問題
〔「行為者」の軽視〕
 - 「行為」に注目する義務論と功利主義の対立

M. Stoker, “The Schizophrenia of Modern Ethical Theories,” 2003

出典: 札野 順, “技術者倫理教育の最前線,” 日本工学会
技術倫理協議会 第11回公開シンポジウム, 2015年11月2日

IEA Graduate Attributes

1	Engineering knowledge	エンジニアリングに関する知識
2	Problem Analysis	問題分析
3	Design / Development of Solutions	解決策のデザイン/開発
4	Investigation	調査
5	Modern Tool Usage	最新のツールの利用
6	The Engineer and Society	技術者と社会
7	Environment and Sustainability	環境と持続性
8	Ethics	倫理
9	Individual and Team Work	個別活動およびチームワーク
10	Communication	コミュニケーション
11	Project Management and Finance	プロジェクト・マネジメントと財務
12	Life Long Learning	生涯継続学習

JABEE認定基準：基準1の要点

基準1：学習・教育到達目標の設定

学習・教育到達目標は、下記の(a)～(i)の各内容を具体化したものであり、かつ、その水準も含めて設定されていること。

- (a)地球学的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
- (b)技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、及び技術者が社会に対して負っている責任に関する理解
- (c)数学及び自然科学に関する知識とそれらを応用する能力
- (d)当該分野において必要とされる専門的知識とそれらを応用する能力
- (e)種々の科学、技術及び情報を活用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
- (f)論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力
- (g)自主的、継続的に学習する能力
- (h)与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力
- (i)チームで仕事をするための能力

大学等での「技術者倫理」科目の典型的な教育内容

- 第 1回 インTRODクシヨン
- 第 2回 倫理規定と技術者の義務
- 第 3回 環境問題と倫理
- 第 4回 安全の倫理
- 第 5回 専門家としての技術者
- 第 6回 集団思考と技術者の自律
- 第 7回 企業倫理とCSR
- 第 8回 公益通報、PL法
- 第 9回 技術者の地位向上
- 第10回 ケーススタディ1 (グループ討論)
- 第11回 ケーススタディ2 (グループ討論)
- 第12回 課題発表
- 第13回 ケーススタディ3 (グループ討論)
- 第14回 ケーススタディ4 (グループ討論)
- 第15回 課題発表

技術者に求められる能力と役割

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6	レベル7
必要とする能力	確立された課題を解決する能力		事例のある課題を解決する能力	複合的な課題を解決する能力	新技術、新手法の創出が必要な課題を解決する能力		
	汎用的な手順・手法による業務の実践力		専門的業務を遂行する実践力	チームで業務を遂行する実践力	組織を牽引する実践力	組織を越えて牽引する実践力	業界を先導する実践力
プロジェクト・業務での役割							高度なPJを遂行する
							組織を越えてPJを遂行する
							リーダーとしてプロジェクトを遂行する
							業務を分担してプロジェクトを実施する 指導も行う
							専門的知識・技術を用いて任された業務を実施する
国際的な呼称	Technician		Technologist	Engineer (Professional Engineer)			

エンジニアリングデザイン (Engineering Design)

- **解が一つではない複雑な課題 (Complex Problem)** に対して、種々の知識と技術を応用して実現可能な解を見つけ出していく能力。
- エンジニアリングデザインは、**理工系教育を特徴づける**最も重要なものであり、対象とする課題はハードウェアでもソフトウェア（システムを含む）でも構わない。
- 日本の理工系大学では卒業生の多くが技術者となるが、従来はエンジニアリングデザイン能力の育成が軽視されていた。
- **PBL (Project Based Learning)** は、エンジニアリングデザイン能力を育成する最適な教育方法である。

エンジニアリングデザイン教育

以下のような能力が育成される複合的で解が複数存在する課題（の大枠）を提示して、チーム（または個人）で課題解決を行う。

- (1) 複数のアイデアを提案できる。
- (2) 大学で学ぶ複数の知識を応用できる。
- (3) コミュニケーション力ならびにチームワーク力。
- (4) 創造性（既存の原理や知識を組み合わせ、新規の概念または物を創り出せる）。
- (5) コスト等の制約条件や評価尺度を考慮できる。
- (6) 自然や社会への影響（公衆の健康・安全、文化、経済、環境、倫理等）について考察できる。

エンジニアリングデザインで身につける能力

- (1) **構想力・課題発見力**: アイデアを提示し、課題を設定する。
- (2) **課題解決力**:
 - ・制約条件と社会的影響を考慮して解決法を導き出す。
 - ・自然や社会への影響(健康・安全, 環境, 経済, 制度、倫理等)について考察し、認識する。
 - ・解決する上で、これまでに学んだ知識・技術を応用する。必要な知識は自ら学習して応用する。
- (3) **計画力**: 実施する事項を整理してスケジュールを作り、実行する。
- (4) **評価力**: 構想・目標に対して、解決結果の妥当性を評価する。
- (5) **コミュニケーション力**:
 - ・他者の話を良く理解し、自分の考えをわかり易く伝える。
 - ・論理的な文章を記述する。
- (6) **チームワーク力**:
 - ・自他の行うべきことを的確に判断して協働する。
 - ・分野、文化の異なる人と協働する。

MITによるCDIO Initiative

Conceive(考え出す):

customer needs, technology, enterprise strategy, regulations, and conceptual, technical and business plans.

Design(設計する):

plans, drawings, and algorithms that describe what will be implemented

Implement(実行する):

transformation of the design into the product, process, or system, including manufacturing, coding, testing and validation

Operate(運営する): the implemented product or process delivering the intended value, including maintaining, evolving and retiring the system

日本の博士レベル人材育成の問題点

(1) 大学院教育の実情

- ①理工系のみならず人文社会科学系も含め、博士課程への進学を敬遠
- ①従来の専門分野にとらわれない新しい分野を開拓する気構えの学生が少ない

(2) 大学院教育に求められている課題

- ①学術界(大学、研究機関等)で高い学術成果を目指す学生の確保と共に、企業、官公庁などアカデミア以外の分野を目指す博士課程学生（特に日本人学生）の増加
- ②自ら起業して新しいベンチャーを興すチャレンジ精神の涵養

大学だけでは解決困難

スーパー連携大学院における人材育成

イノベーション創出
地方創生

実社会で活躍する人材輩出

共同研究の成果

修士・博士一貫
総合人材育成カリキュラム

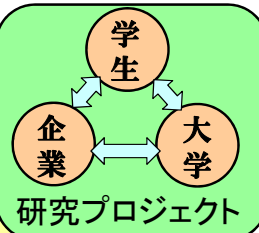
産学共同研究による
学位研究

日本の博士課程の問題点

- ① 大学、研究機関への就職を志向(ポストク問題)
- ② 視野が狭い・実経験が乏しい(人間的実力の不足)

スーパー連携大学院プログラム<7つの「志」教育>

1. ベンチャー精神旺盛で自立を目指す
2. 実社会のさまざまな分野で創造的能力を発揮し活躍する
3. 専門分野への深い造詣の上にマネジメント力を兼ね備える
4. 未来志向の先見性と革新性を有する
5. 質の高いコミュニケーション力を発揮する
6. リーダーとして尊敬される深い教養を備える
7. 国際的感覚を備え、世界で活躍できる



欧米における博士育成の潮流

問題意識

- イノベーションを先導する高度な人材が必須
- 世界的な「人材育成競争」+「人材獲得競争」
- 従来のPhD育成システムでよいか疑問 変革が必要
＜養成する博士人材のミスマッチ+就職問題＞

事例 The future of the PhD (2011年4月号 Nature No. 7343)

- ・Fix the PhD: 「PhDを修理せよ」
- ・Reform the PhD system or close it down: 「PhD systemを変革しろ、さもなければやめろ」
- ・Education: The PhD factory: 「PhD生産工場」 (小林信一先生のインタビュー)
- ・Education: Rethinking PhDs: 「PhDを見直す」
- ・What is a PhD really worth? : 「PhDは本当に価値があるか」

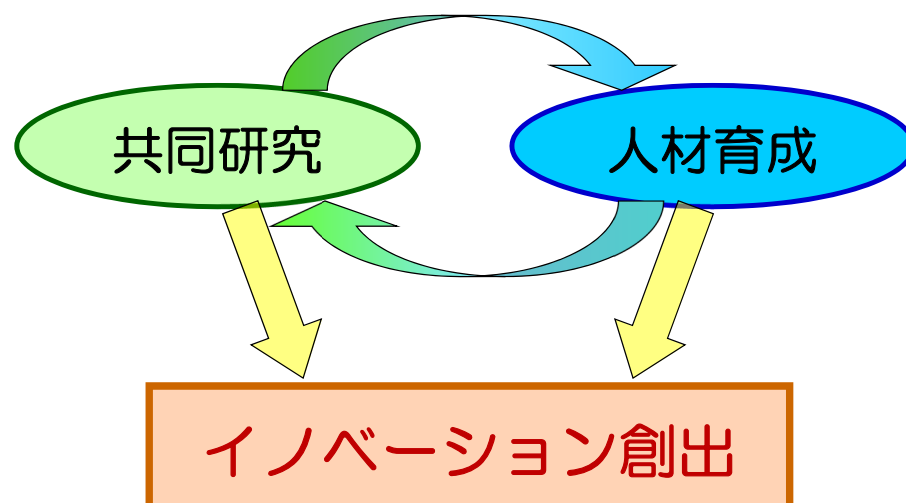
アカデミア博士とは異なる博士育成の動き⇒Industrial PhD

- 様々な名称で新たな博士の育成を試行
Professional Doctorates (イギリス・オーストラリア)
Work-based Doctorates, Professional practice doctorates (アメリカ)
Industrial PhD (ヨーロッパ大陸)

◎ 共通点 : 企業と協力して学位研究 (学生は企業に雇用)

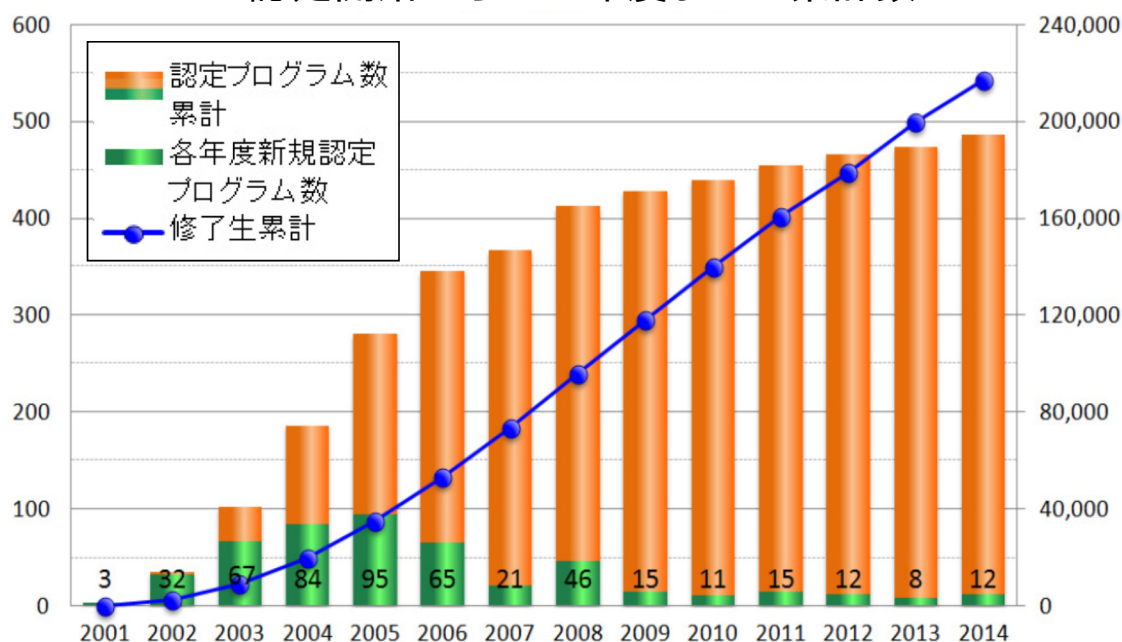
Industrial PhD の基本理念

イノベーションは
産学官連携による研究と人材育成の両輪駆動
によって生まれる博士 (Industrial PhD) が先導する



JABEE認定プログラム数と修了生数

－ 認定開始から2014年度までの累計数 －



ワシントン協定/シドニー協定/ダブリン協定 加盟国の認定プログラム数 2014.6

Accreditation body	WA	SA	DA
ABET (USA)	2402	501	343
EC (Canada)	278		
CCTT (Canada)		181	40
ECUK (UK)	2604	192	151
EA (Australia)	294	20	8
IPENZ (New Zealand)	42	13	2
EI (Ireland)	61	78	48
HKIE (Hong Kong)	126	53	
ECSA (South Africa)	52	96	1
IES (Singapore)	32		
IEET (Chinese Taipei)	373	4	
ABEEK (Korea)	488	13	31
JABEE (Japan)	368		
IESL (Sri Lanka)	12		
BEM (Malaysia)	252		
AEER (Russia)	25		
MUDEK (Turkey)	212		
NBA (India)	25		

第5期科学技術基本計画答申素案 (平成27年10月29日)

第4章 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化

(1) 人材力の強化

- ① 知的プロフェッショナルとしての人材の育成・確保と活躍促進
 - i) 若手研究者の育成・活躍促進
 - ii) 科学技術イノベーションを担う多様な人材の育成・活躍促進
 - iii) 大学・大学院における教育改革の推進
 - iv) 初等中等教育段階からの人材育成と裾野の拡大
- ② 人材の多様性確保と流動化の促進
 - i) 女性の活躍促進
 - ii) グローバル人材の育成と外国人研究者の受入れ促進
 - iii) 分野、組織、セクター等の壁を越えた流動化の促進

第5期科学技術基本計画答申素案 (その2)

第4章 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化

(2) 知の基盤の強化

- ① イノベーションの源泉としての学術研究と基礎研究の推進
 - i) 学術研究の改革と強化
 - ii) 戦略的な基礎研究の改革と強化
 - iii) 世界トップレベルの研究拠点の形成
- ② 研究開発活動を支える共通基盤技術、施設・設備、情報基盤の戦略的強化
 - i) 共通基盤技術と研究機器の戦略的開発・利用
 - ii) 研究施設・設備及び知的基盤の整備・共用、ネットワーク化
 - iii) 大学等の施設・設備の整備と情報基盤の強化

(3) 資金改革を通じた科学技術イノベーションの推進

- ① 基盤的経費の改革
- ② 公募型資金の改革
- ③ 国立大学改革と研究資金改革の一体的推進

第5期科学技術基本計画答申素案（その3）

第5章 イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築

- (1) オープンイノベーションの推進
- (2) 新規事業に挑戦するベンチャー企業の創出強化
- (3) 知的財産等の戦略的活用
- (4) イノベーション創出に向けた制度の見直しと整備
- (5) 「地方創生」に資するイノベーションシステムの構築
- (6) グローバルなイノベーション創出機会開拓と新たな戦略的パートナーシップ形成

第6章 科学技術イノベーションと社会との関係深化

- (1) 共創的科学技術イノベーションの推進
 - ① ステークホルダーによる対話・協働
 - ② 共創に向けた各ステークホルダーの取組
 - ③ 政策形成への科学的助言
 - ④ 倫理的・法制度的・社会的取組
- (2) 研究の公正性の確保

150年前の若者達は？

幕末期の1863年、長州藩の5人（長州5傑）の若者が日本国の存続を懸けイギリスに密航した。彼らはユニバーシティ・カレッジ・ロンドン（UCL）で勉学に励み帰国後、日本の近代化への基盤を築いた。

伊藤博文（当時22歳）：初代内閣総理大臣

井上 馨（当時28歳）：初代外務大臣

井上 勝（当時20歳）：**鉄道の父**

鉄道や鉱山学を学ぶ。帰国後、鉄道頭として日本人だけによる鉄道建設を実現。

山尾庸三（当時26歳）：**工学の父**

見習工として働きながら科学を学び造船技術を習得。帰国後、国力強化を目指す人材育成を主張し、世界初の工学教育を行う工部大学校を設立。

遠藤謹助（当時27歳）：**造幣の父**

大蔵省に入り大阪貨幣局長となり、造幣技術者の養成を行い、日本人の力による造幣技術を確立。



遠藤謹助（上段左）、井上 勝（上段中央）
伊藤博文（上段右）、井上 馨（下段左）
山尾庸三（下段右）