

これからの工学・技術者教育





2005年6月13日

吉田 眞
東京大学大学院 工学系研究科
工学教育推進機構 教授
TMF Fellow, Board Advisor
IECIE フェロー
JNSA顧問

趣 旨

- 国際性豊かで真のリーダーシップを備えた人材を育てる、
- 研究だけでなく、幅広い視点を持つ技術者教育にも力を注ぐ、
- このための、カリキュラム、実学での改善、支援を行う
- 教育での産学連携の仕掛けを構築し、生きた協力を行う。

内 容

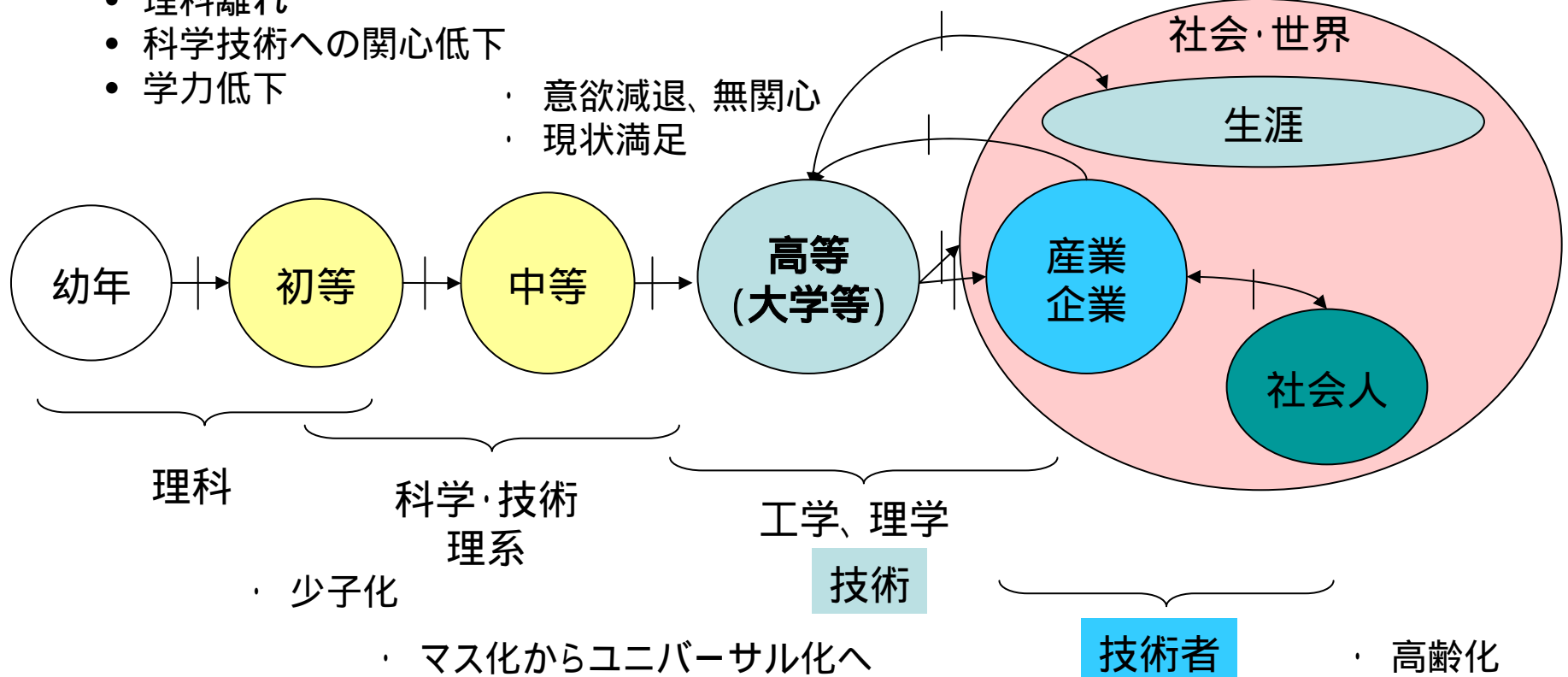
-  **高等教育の環境と問題**
-  **工学・技術者教育における状況**
 - 学生数の変化と層化
 - 技術者としての期待、役割
 - 進路の多様化
 - 複合的・融合的視点
-  **ギャップを埋める**
 - Good Engineers
 - どこからでもいつでも学べる、探求できる
-  **教育交流**

教育の環境

- グローバル化
(人的交流、課題レベル、活動の場)
- IT不況、研究職域の縮小

- 理科離れ
- 科学技術への関心低下
- 学力低下

- 意欲減退、無関心
- 現状満足



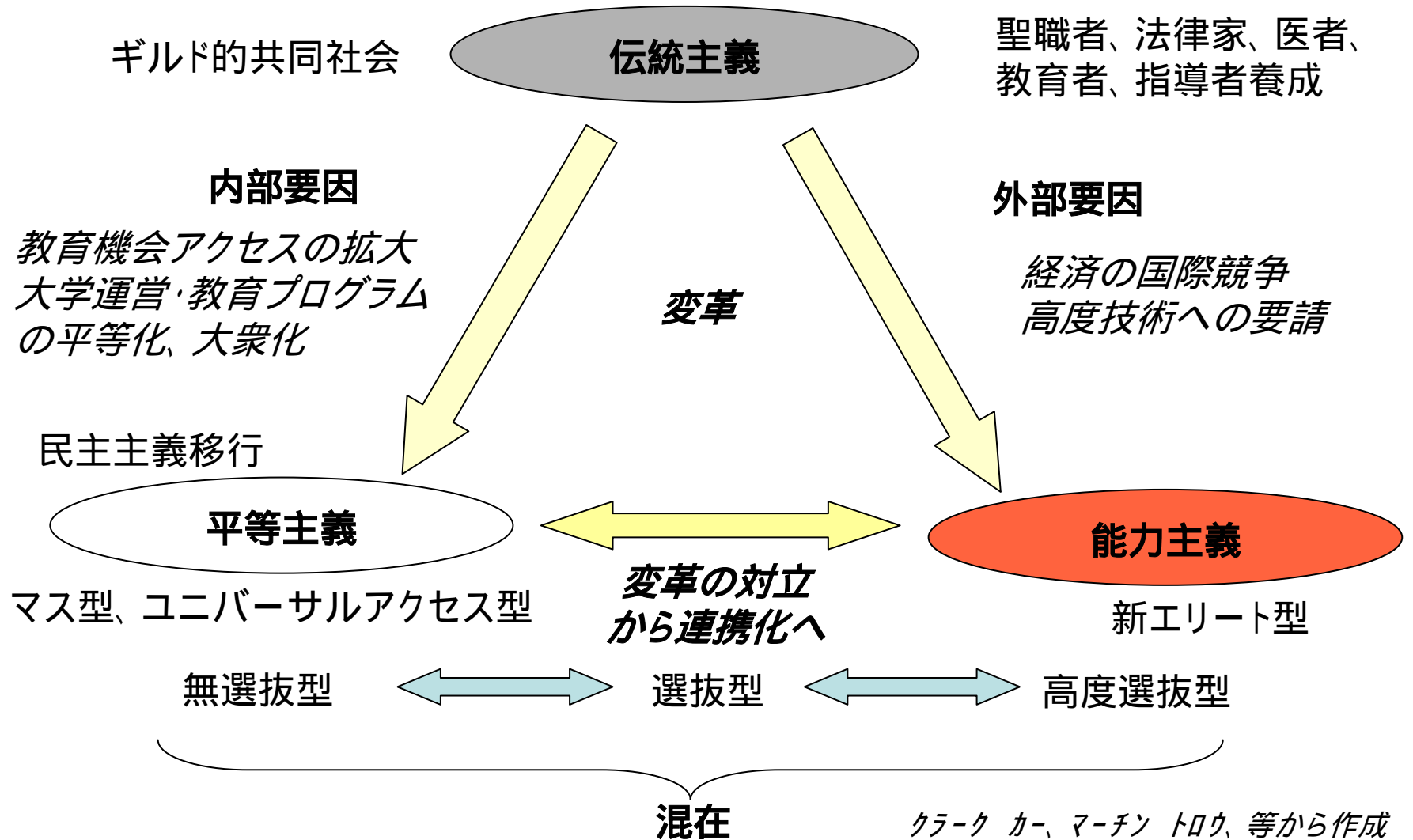
- 少子化

- マス化からユニバーサル化へ

- 複合・融合的問題の急増
- 工学知の細分化・膨大化



高等教育に影響する3つの対立



クラーク カー、マーチン トロウ、等から作成



高等教育における問題意識 - 種々の指摘

社会側面からの問題

- ユニバーサル化と大衆化による、**学生の多様化、多層化**
- 一方で少子化(18歳人口 = 顧客の減少: これ自体は大学の経営問題であるが)と、高齡化:
- 大学院の学生数増と**学力低下**、さらに**意欲低下**、
- 大学院強化の一方での**研究者需要の減少**、
- グローバル化の急速な進行と、対応(**国際人教育**)の遅れ、
- 社会と産業界の要望の変化:
 - 企業内教育での素材からの育成から、即戦力人材・自立性へ
 - 無形資産を生み出せる自立型人材、国際感覚

教育側の問題

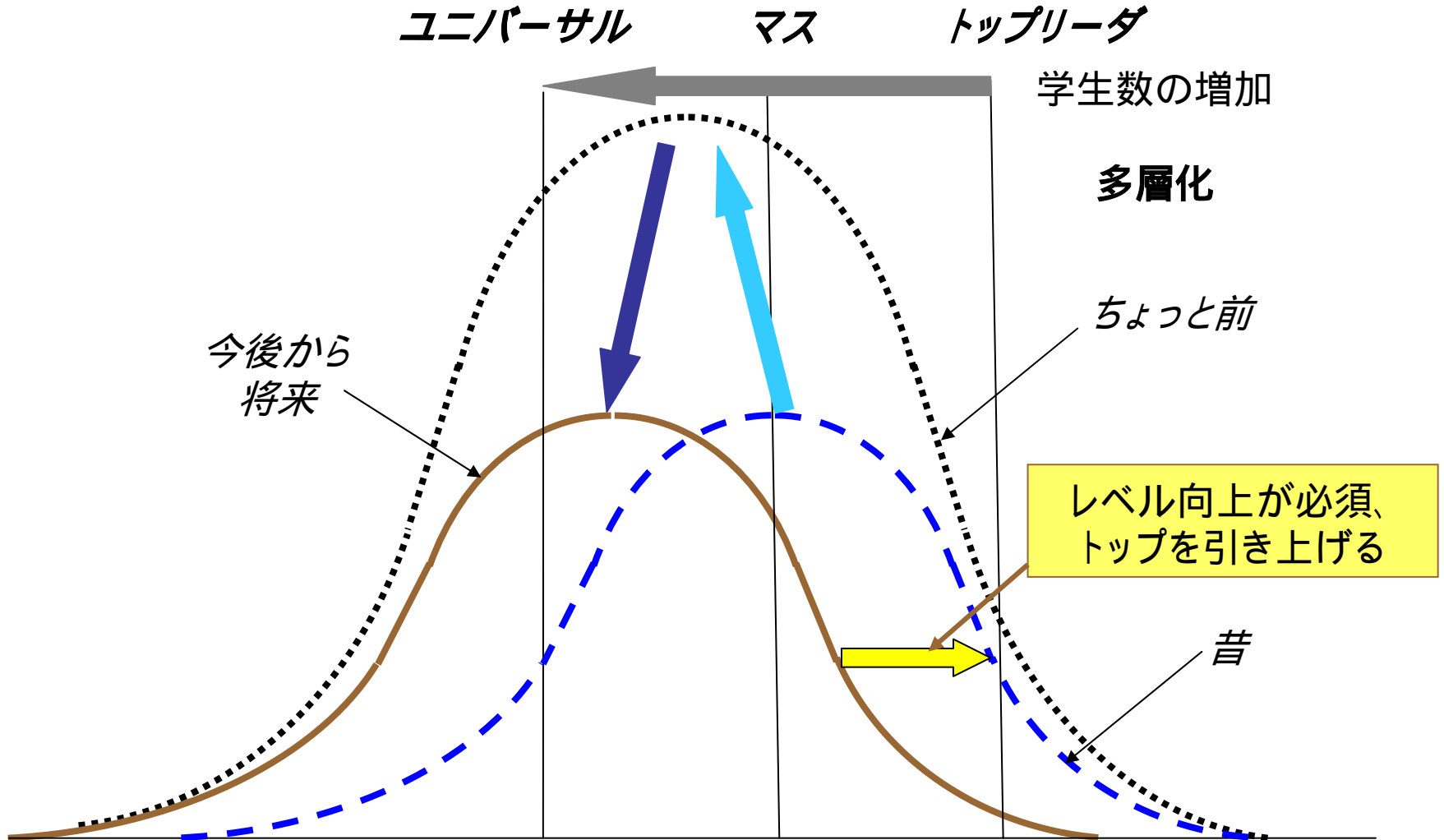
- 以上の環境変化に対する、**教育基盤、環境の全般的な不備**、整備の遅れ、
- 研究重視と学術のための“**学術研究**”重視、
- 教育側の**教育訓練開発**の不足、
- 学部教育と大学院教育に亘る“**総合的視野**”の不足、
- 社会的要請の強い分野のカリキュラム不備。

工学・技術者教育を取り巻く問題

問題は以下のように多種多様であり、しかも相互に関連する：

- ▶ 社会活動の**高度化・膨大化**に符合した、**工学知の細分化、専門深化、膨大化**、
- ▶ グローバル化「**取組む問題、留学・人的交流、職場・活動の場**」の急速な進展、
E.g., 社会基盤学の現場は東南アジアへ、EUでは就職先として東欧、中東、アジアを想定
- ▶ 人材力、技術の担い手、技術伝承への危機感、
- ▶ **大学側の対応のズレと遅れ**、方針の不透明さ、古い体制と新しい要求の不整合：
 - ▶ どのような人材を出すのか？ 研究者、技術者、行政官、管理者、、、？
 - ▶ 研究大学での、後継研究者の徒弟修業意識の一方で、学生側も研究者志向
- ▶ 輩出人材への企業の期待と現実とのギャップ、**人材の国際競争力の低下**、
- ▶ IT分野の不況にも起因する、電気系分野での人気低下、さらには情報分野での人気低下の兆候：就職先としての不安の伝播
 - ▶ 米国での海外アウトソーシング市場拡大によるCS分野への進学者減少の波及、
 - ▶ 基幹分野での抜けきらない、“古き伝統意識”、新しい魅力アピール精神の欠如
- ▶ 広い分野での**研究職域の長期的縮小**
 - ▶ 中央研究所の終焉、研究機能の「より開発寄り」への転換、
- ▶ 等々。

学生数と層化



多層化の影響

工学系修士課程における教育に関する調査結果

(日本学術会議第5部調査H15)

- 大学院生で他大学出身者が占める割合： 12.3%
- 東大の場合： 工学系全体で、 32.3%
専攻別で、 10% から 59% まで

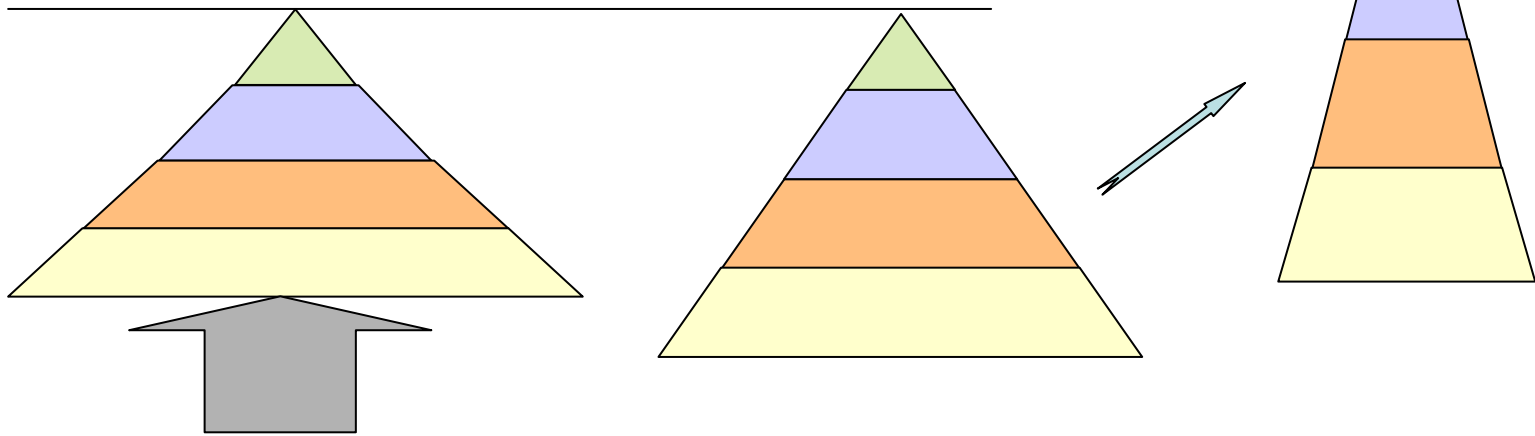
要望

- 基礎レベルの科目設定 (68.3%)
- 学部授業の受講と単位化 (59.2%)
- カリキュラム体系化 (55.7%)
- 他専攻科目履修が重要 (79.2%)

(意図せずに)基礎力不足と視野拡大の基盤不足

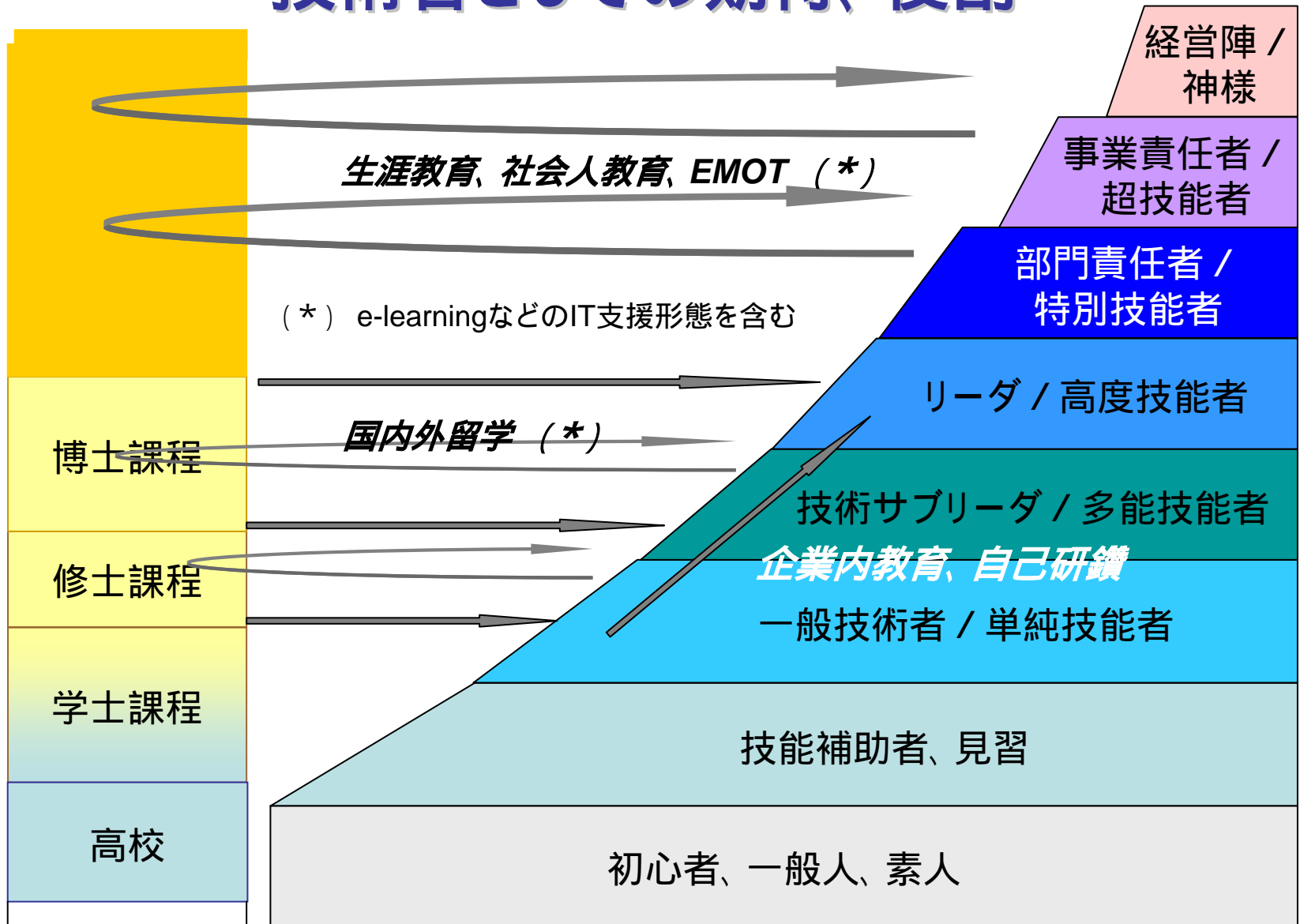
トップアップは全体を引っ張る

トップを引っ張れば、全体がついて上がってくる

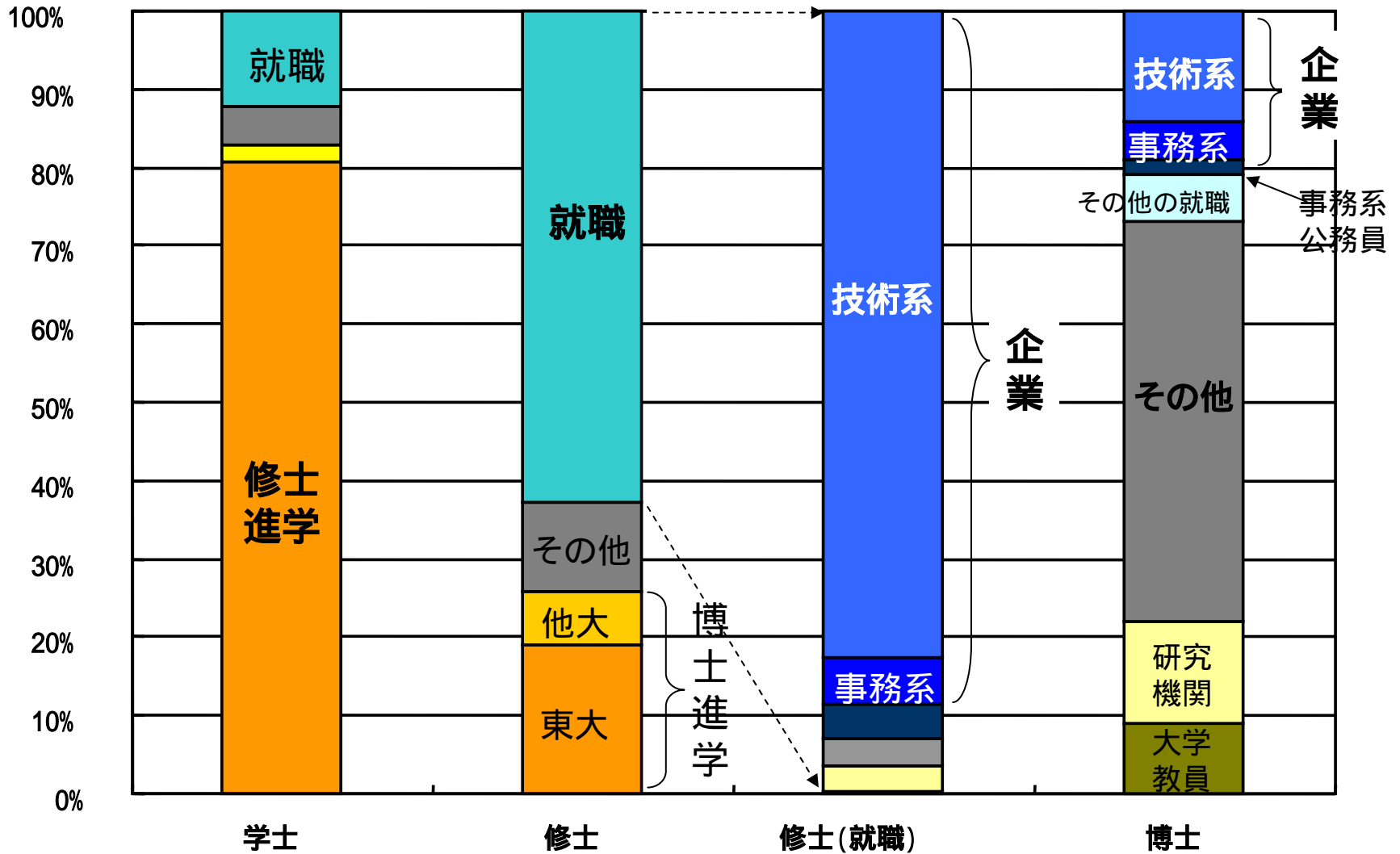


いくら下を押し上げて、上は上がらない

技術者としての期待、役割

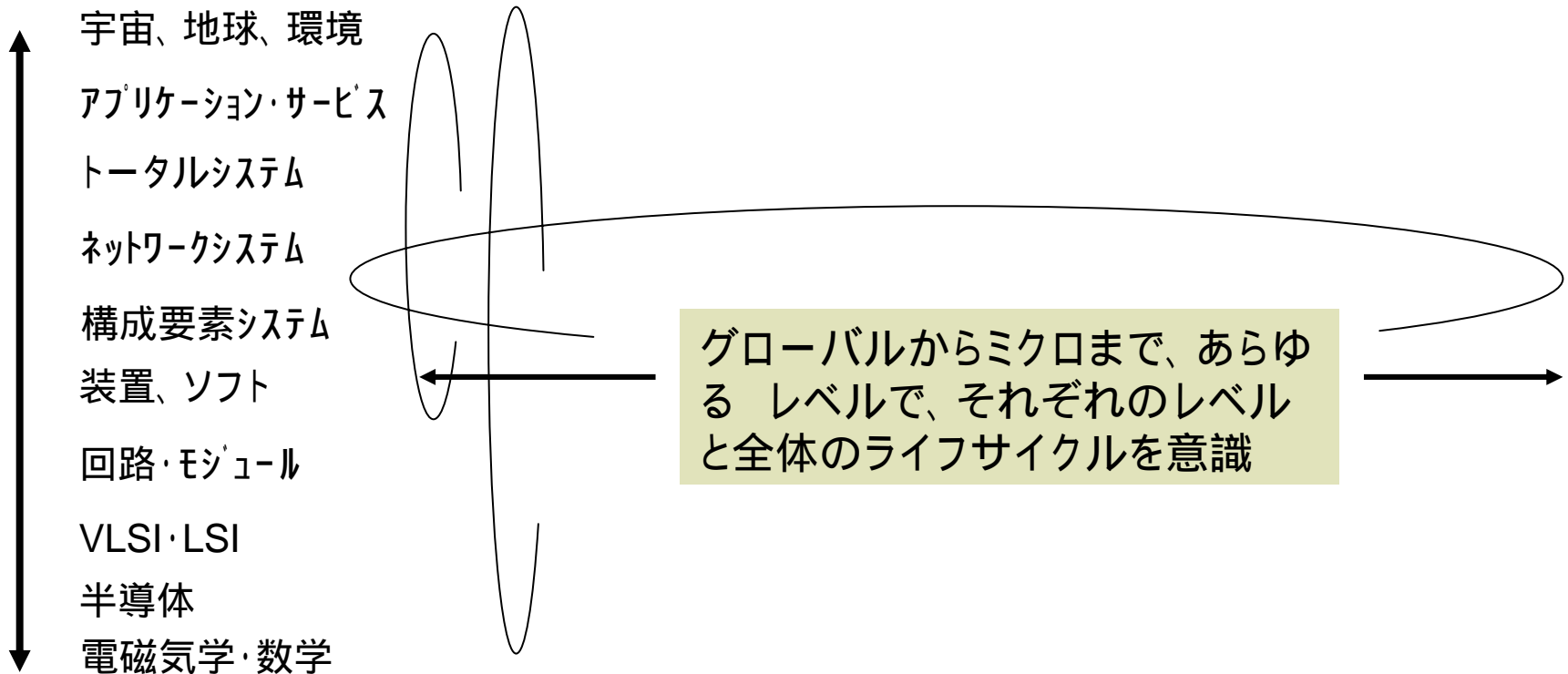
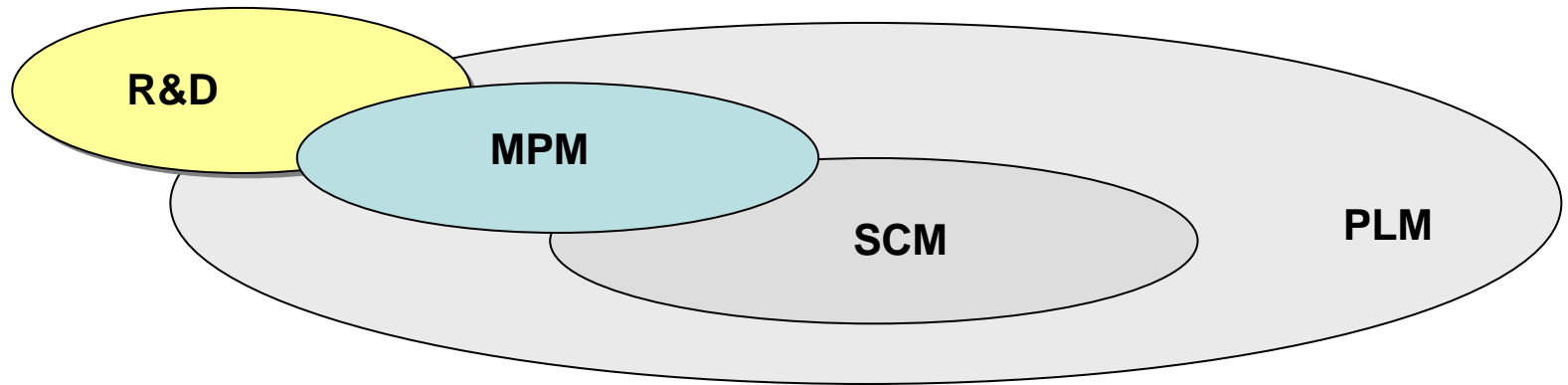


工学系課程修了後の進路

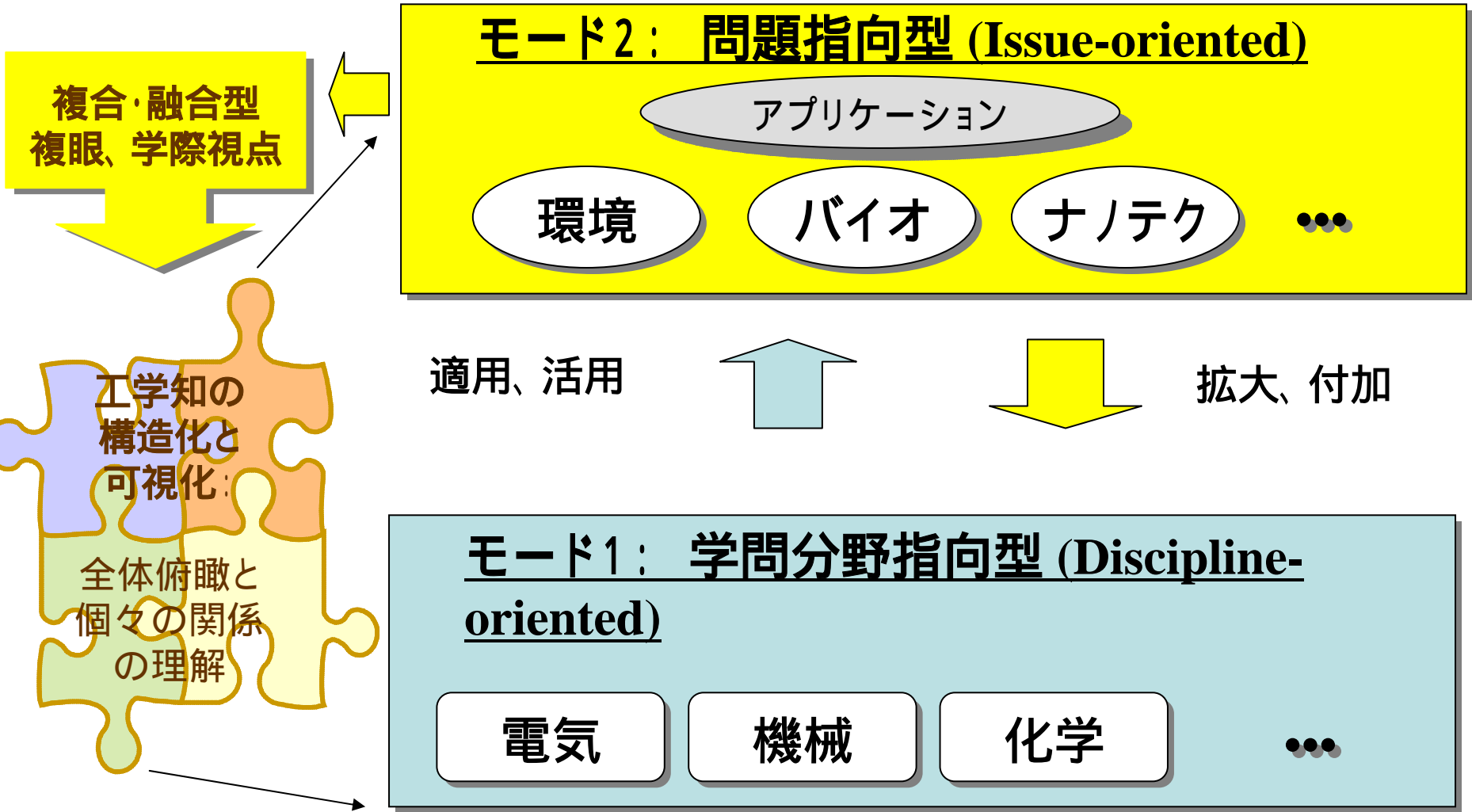


東京大学 15年度修了者

(製品)ライフサイクル - 複合・融合視点

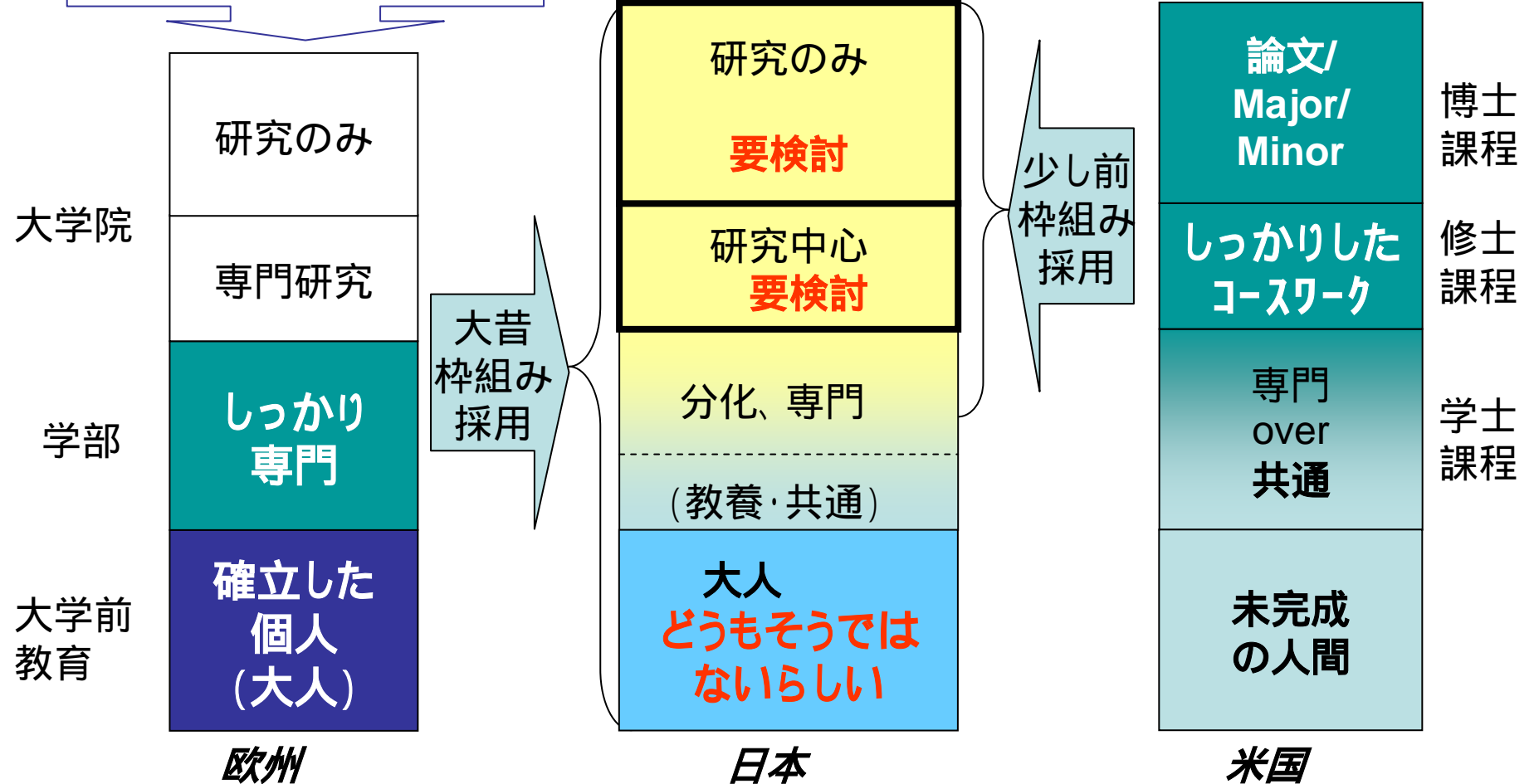


複眼視点： 学問・学習・研究のモード



従来の枠組みと中身

ボローニャ宣言、ヘルシンキ宣言による
改革進行中(B+M=3+2)
博士課程は、ヘルゲン会議(2005)



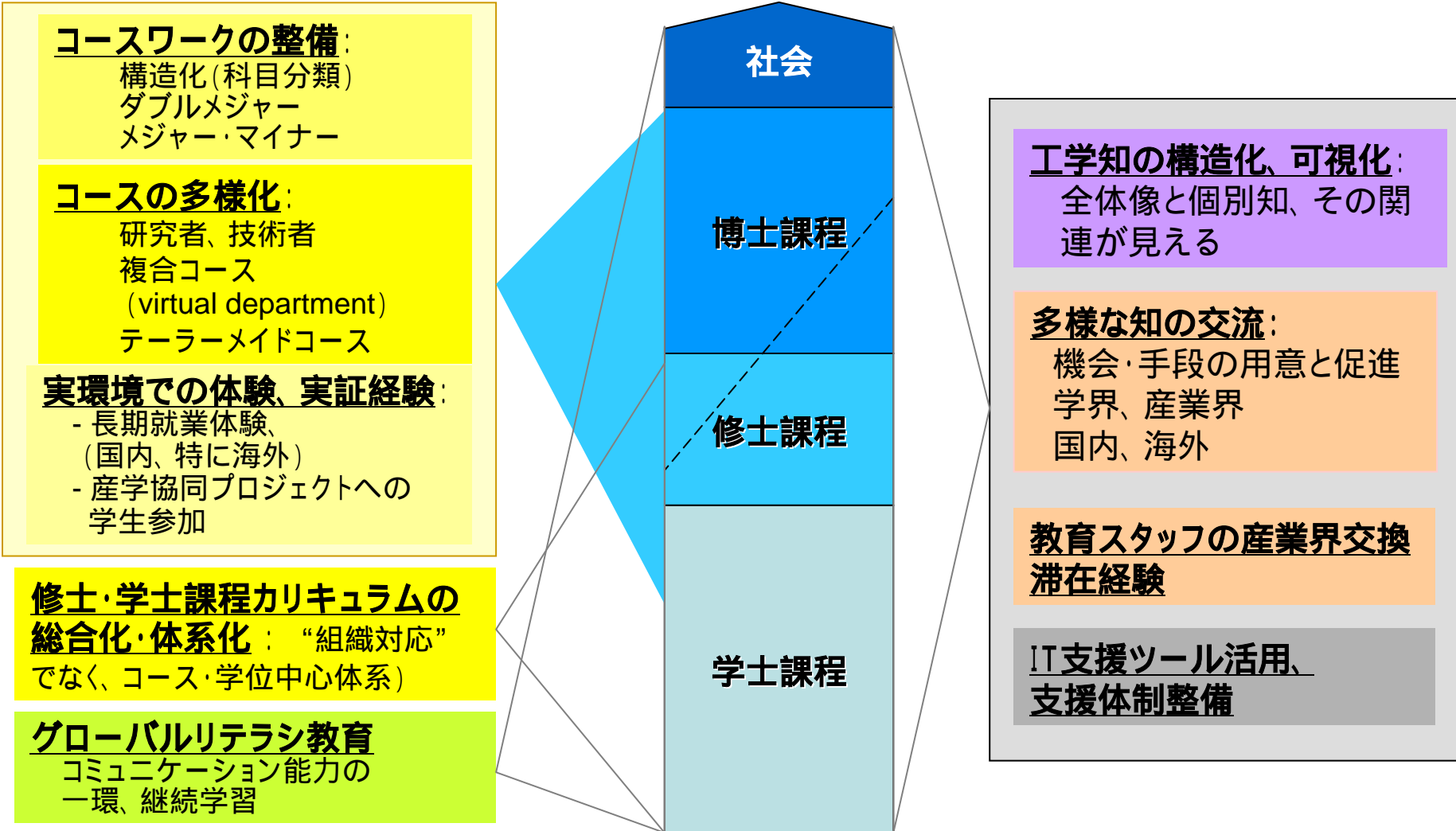
マインドギャップ

- 🎓 授業料を払う
- 🎓 高い(平均)点志向
(平均点が高ければ、万遍なくできればOK)
- 🎓 興味のあるところ、好き
なところだけをやっても
自分の責任
- 🎓 まずは専門志向
- 🎓 正解がある問題が殆ど
- 🎓 考えるよりは、知る
- 🎓 擬似環境(実験室、セミ
ナ室)での体験中心

この
ギャップ
を
埋める

- 🎓 対価を得る
- 🎓 高平均点よりも「ここぞ！」
の100点
- 🎓 “明日の100点”は、“0点”
- 🎓 興味の無いこと、好きでな
いことでも、結果を出す
- 🎓 正解の判らない所で、考え
抜き、解決策を見出す
- 🎓 セカンドベストを、選べる力
- 🎓 “考えられる力”がカギ
- 🎓 夢はいつも2-3暖めて、
絶え間ない勉強と向上
- 🎓 自分を磨くのは自分

ギャップを埋める

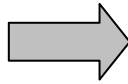


大学関係者全体と個々の意識改革、そして自らの参画と相互協力

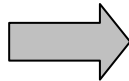
改善の取組み例 - 工学教育推進機構

問題

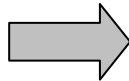
工学の分野拡大、専門の深化:



地球規模での複雑で、多様な問題の顕現化



グローバル化の進展



取組み

工学知の高度化教育

- ・ 工学部・大学院のカリキュラムの体系化、
- ・ 工学教育の構造化・可視化、シラバス体系化、
- ・ 教育へのIT支援の適用、遠隔講義 (キャンパス間、e learning)環境の整備

創造性工学教育

- ・ 学融合領域の工学教育の創出、
- ・ 工学系共通教育の充実・推進、
- ・ ものづくり実験教育、ものづくりグループへの支援

国際連携教育

- ・ 国際的なコミュニケーション能力開発、
- ・ 海外大学・大学院との相互乗入教育、
- ・ 工学系国際シンポジウム推進等の、国際的な教育・研究活動の支援

Good Engineers

- ☞ 技術能力よりは、チームワーク、会話(コミュニケーション)、倫理、工学問題の社会的、グローバル面からの評価などのスキル
- ☞ 技術分野の急速な変化に対応：工学教育の核は常に再評価が必須
- ☞ 卒業後も、継続学習が、恐らく特定技術の概念を修得することよりも重要

T.E. Bell: "Proven Skills: the new yardstick for schools, IEEE Spectrum, Sept. 2000



ABET Engineering Criteria

E001 05-06 EAC Criteria 11-17-04

同様の内容となっている

MIT EECS Undergraduate Objectives

- PO 1 EE及び / またはCS分野で、直に職業に就けるようになるための、**専門家**としてのスキルを身に付ける
- PO 2 EE及びCS分野において必要となる、**数学的道具、科学基礎、基礎的知識**を応用する能力を身に付ける
- PO 3 **多様なキャリアパス**において**リーダーシップ**を発揮できるようになるための、**教育的基礎**を提供される
- PO 4 自己の**技術貢献**が活用される場での、**社会、ビジネス、技術、そして人間の関係(コンテクスト)**に対する理解を身に付ける

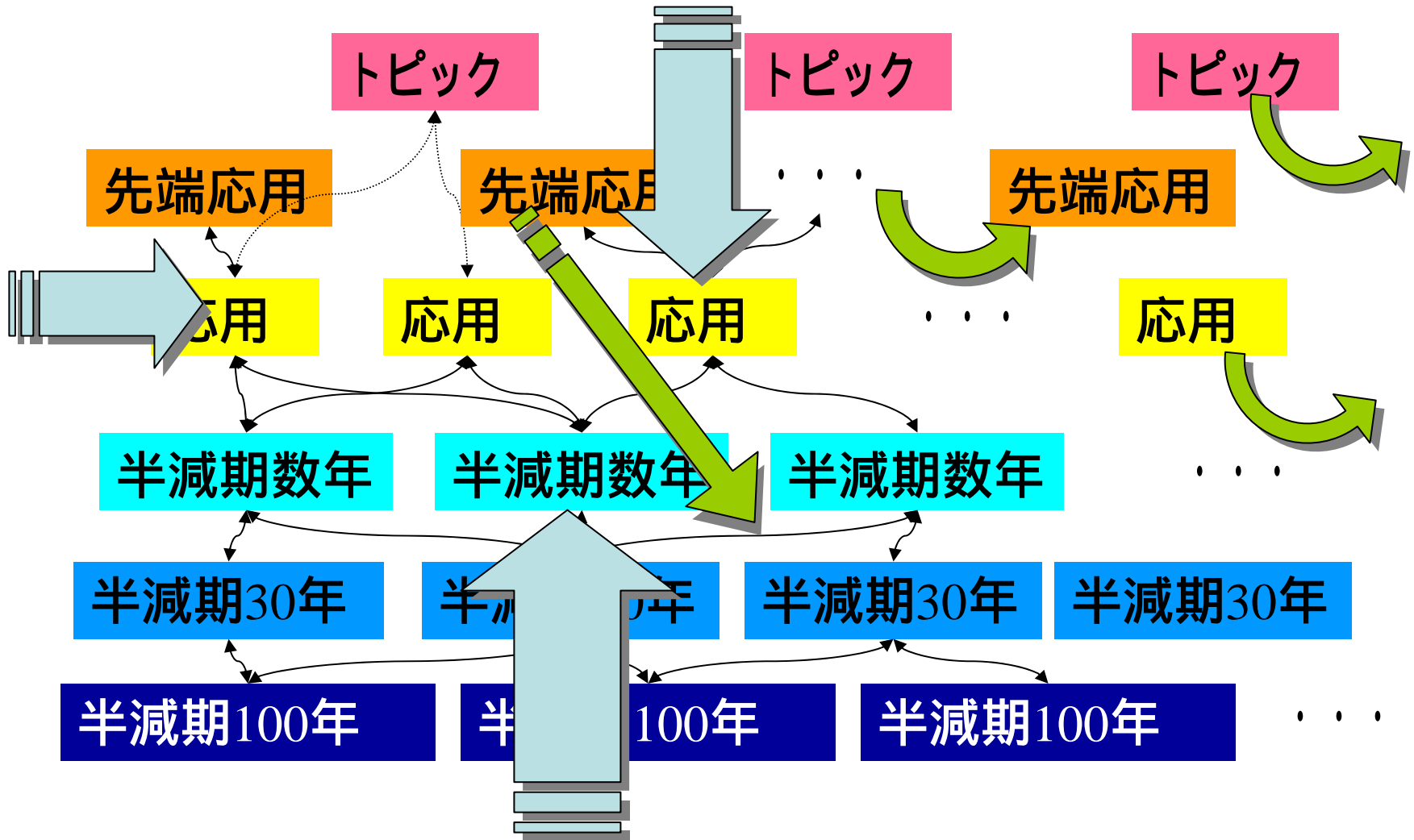
MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science
<http://www.eecs.mit.edu/ug/objectives.html>

MIT EECS Program Learning Outcomes

- PLO1. **基礎**: 基盤となる不変価値を持つ科学的及び工学を応用する能力と理解 (AC 3a, 3b, 3e, and 3k)
- PLO2. **幅**: EE & CS (の学生向け) を含み、多くの技術分野に親しみ通じていること (ABET Criteria 3a)
- PLO.3 **深さ**: EECSでの、一つないしそれ以上の専門分野の深い知識を応用できる能力 (AC 3a)
- PLO.4 **リーダーシップ**: 判断力と、大きな視野・思考への評価と理解 (AC 3f and 3h)
- PLO.5 **設計**: EEまたはCS設計において、創造的、合成的、統合的活動に参画する能力 (AC 3c and 3e)
- PLO.6 **好奇心**: 生涯を通じた学習を継続する熱意と能力 (AC 3i)
- PLO.7 **コミュニケーション能力**: 説得力ある文章、口頭で、考えを表現する能力 (AC 3g)
- PLO.8 **社会スキル**: 専門の世界や社会的状況において、他者と協働する能力 (AC 3d)
- PLO.9 **グローバルの視点**: 知的分野や世界レベルでの多様性の評価・理解 (AC 3h and 3j)
- PLO.10 **専門家としての倫理**: 専門的な業務における倫理基準の重要性を認識し、評価・理解する能力 (AC 3f)

MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science
<http://www.eecs.mit.edu/ug/objectives.html>

どこからでもいつでも学べる、探求できる

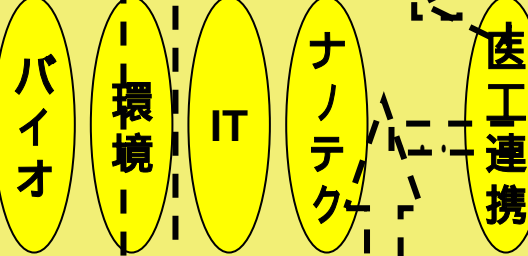


多様な選択の拡大

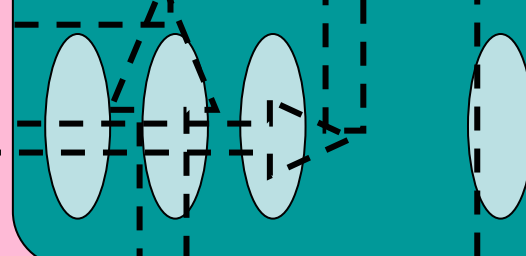
国際社会(産・学・官)をリードする人材

グローバルリテラシ(国際連携) / フィールド実践経験 / 知の交流

複合・融合領域



専門深化領域



人工物系

社会基盤

機電

機械

物理系

...

化学系

生命化学

材料系

マテリアル

工学共通

教養・共通

工学系
及び
関連
研究科

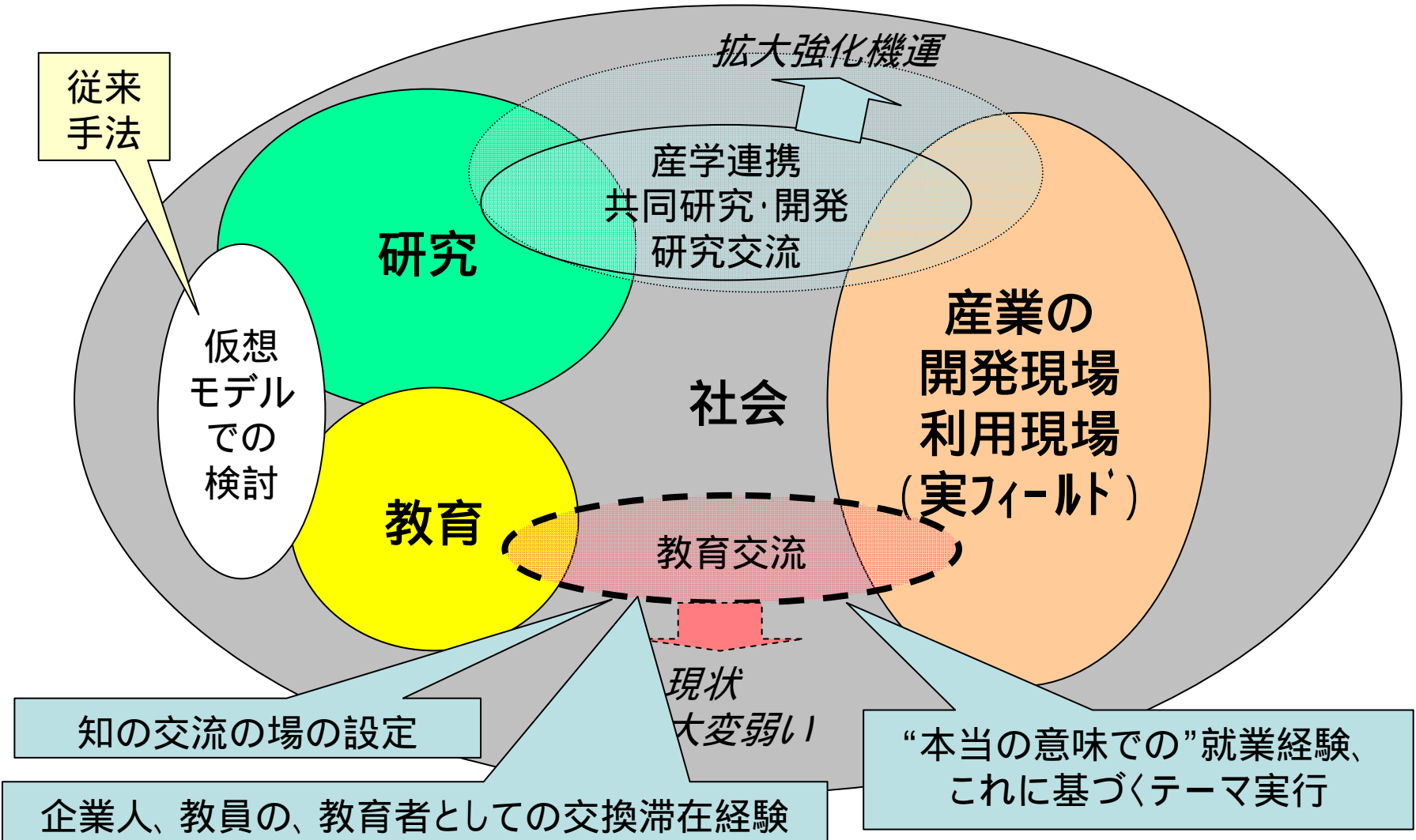
工学部

教養学部

多様なコースをセルフオリエンテーションで選択可能



教育交流



人材育成軽視が問題

問題はどこにあると考えるか
「教員の研究重視、教育軽視。これにつぎる。」

しかも過度に専門化、細分化した研究をするので、教育効果が全く不十分。院生が教員の研究テーマの続きしかできなくなり、産業界とのミスマッチにつながっている。

広く基礎をたたき込めば応用研究を主とする産業界でも通用するはずだ。」

大学院重点化の弊害も指摘されている。

「重点化は質と量の両方が大切なのに、量を優先し質を軽視したことが問題。院生の数が増え、質は低下。加えて基礎的な教育をせずに教員の研究の手伝いをやらせるので、社会が望む基礎学力を持った院生が育つはずがない。」

“人間に知識を与える唯一の方法は、
学びたくなるようなきっかけを与えることだ”

Alan Kay

ありがとうございました

Q & A :

ご連絡先:

macyoshida@t-adm.t.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院 工学系研究科

工学教育推進機構 教育プロジェクト室

<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/esp/>