

クレジット:

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2017 北森武彦

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

学術俯瞰講義

2017年度 S semester 主教科目／学術フロンティア講義 2単位 1、2年生対象

工学とは

コーディネータ・ナビゲータ：北森武彦、光石 衛、小関敏彦（工学部）

<講義概要>

この講義は「工学とは？」の問いかけに始まり「工学とは」の答えに終わることを目標とする。どこの大学にも有り高校までに習うことのない「工学」とはいったいどのような学問なのか。学ぶ方も教える方もわかっていそうでもない「工学」について、具体的な例から俯瞰してみよう。

講義期間：4月10日～7月10日

北森武彦（工学部）

- ・序1：学問と組織（工学と工学部）
- ・序2：学問と社会（震災と工学）
- ・私の工学：液体の集積回路を創ると？

吉村忍（工学部）

- ・工学教育の体系：シリーズ東京大学工学教程

Dario Gil (IBM Research, Vice President)

- ・学問と産業の急接近：情報社会を創る工学

合原一幸（生体情報研究所）

- ・情報社会の工学1：ソフト（脳型コンピューター）

古澤明（工学部）

- ・情報社会の工学2：ハード（量子コンピューター）

藤田香織（工学部）

- ・歴史と文化と工学：伝統的な木造建築と地震

小関敏彦（工学部）

- ・環境・安全と工学：移動体における材料工学
- ・持続可能社会と工学：エネルギー、インフラと材料工学

光石 衛（工学部）

- ・医療と工学：医療用ロボット工学
- ・工学とは何か。

駒場キャンパス 21 KOMCEE West 月 曜日 5 時限 (05:50-18:35)
レクチャーホール

<http://www.gfk.c.u-tokyo.ac.jp/>



学術俯瞰講義 工学とは

北森武彦(工学部)

工学とは？

序1: 学問と組織(工学と工学部)

4月10日

序2: 学問と社会(震災と工学)

4月17日

私の工学: 液体の集積回路を創ると？

5月 1日

吉村忍(工学部)

工学教育の体系: シリーズ東京大学工学教程

4月24日

合原一幸(生産技術研究研)

情報社会の工学1: ソフト(脳型コンピューター)

5月 8日

Dario Gil (IBM Research)

学問と産業の急接近: 情報社会を創る工学
Novel Engineering opening Information Society

5月15日

古澤明(工学部)

情報社会の工学2: ハード(量子コンピューター)

5月22日

藤田香織(工学部)

歴史と文化と工学: 伝統的な木造建築と地震

6月 5日

小関敏彦(工学部)

環境・安全と工学: 移動体における材料工学

6月12日

持続可能社会と工学: エネルギー、インフラと材料工学

6月19日

光石衛(工学部)

工学とは

医療と工学: 医療用ロボット工学

6月26日

工学とは何か。

7月 3日

講義の内容

- 1) 工学という言葉は何を指す？
- 2) 組織としての工学
- 3) 学問としての工学
- 4) これからの講義の進め方

工学という言葉は何を指す？

工学という言葉から

質問1) 「工学」の英語は Engineering or Technology ?

質問2) Engineering > Technology or Engineering < Technology ?

使い方	科学技術	Science and Technology
	日本科学技術振興機構	Japan Science and Technology Agency
	東大工学部	School of Engineering, The University of Tokyo
	東京工業大学	Tokyo Institute of Technology
	北陸先端科学技術大学	Japan Advanced Institute of Science and Technology
	日立エンジニアリング	Hitachi Engineering
	東レエンジニアリング	Toray Engineering

辞書	広辞苑	テクノロジー	技術学。工学。
		エンジニアリング	—————（記載なし）
		サイエンス	学問。科学。特に自然科学。
岩波国語辞典		テクノロジー	科学技術。工学技術。
		エンジニアリング	—————（記載なし）
		サイエンス	学問。（自然）科学。

講義の内容

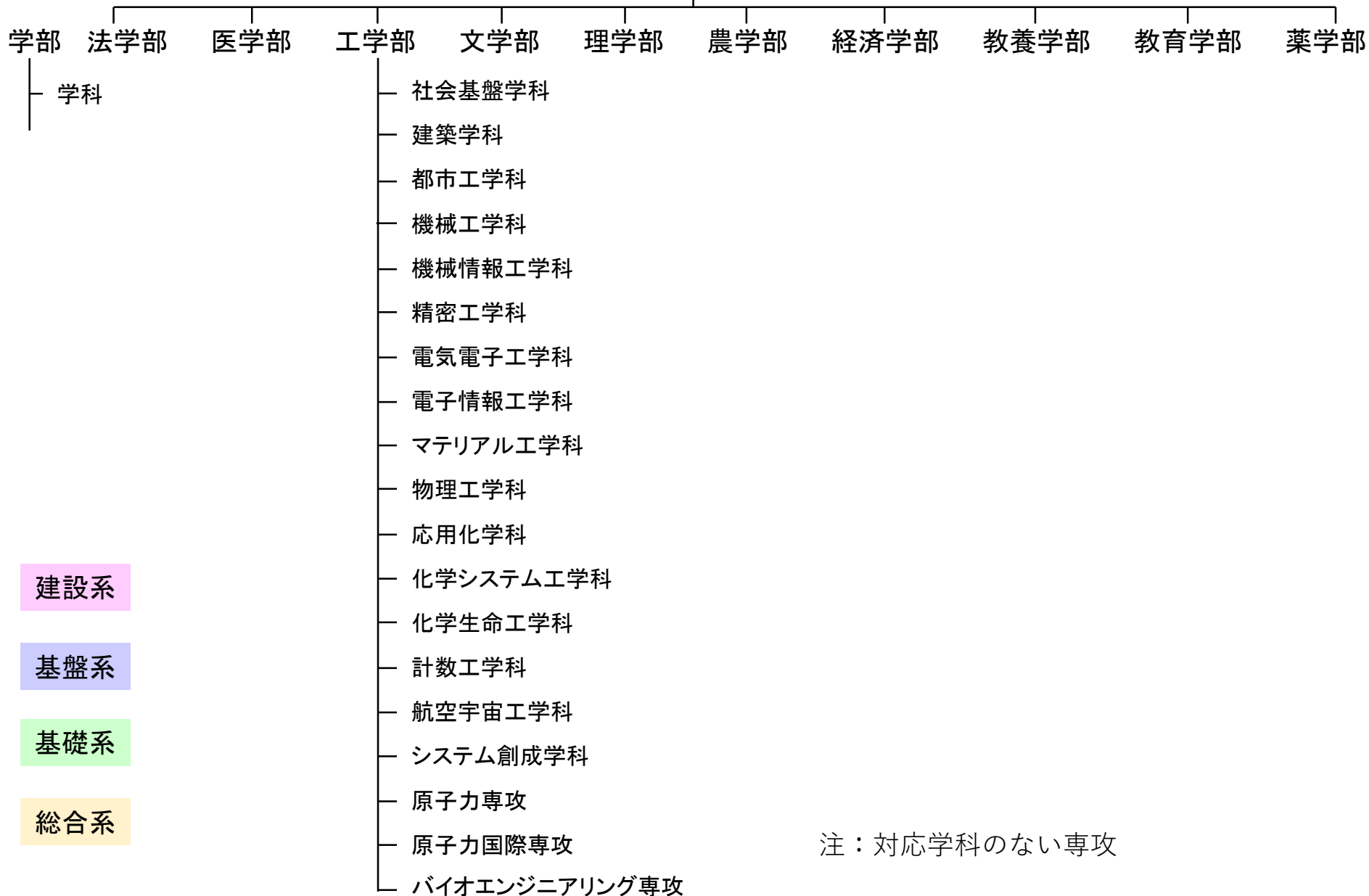
2) 組織としての工学

組織としての工学

- 1- 東京大学工学部
- 2- 世界の工学部
- 3- 組織としての「工学」の慣用
- 4- 東京大学工学部の歴史

東京大学の学部構成

東京大学



東京大学の学部構成

東京大学

学部 法学部 医学部 工学部 文学部 理学部 農学部 経済学部 教養学部 教育学部 薬学部

学科

社会基盤学科

建築学科

都市工学科

機械工学科

機械情報工学科

精密工学科

電気電子工学科

電子情報工学科

マテリアル工学科

物理工学科

応用化学科

化学システム工学科

化学生命工学科

計数工学科

航空宇宙工学科

システム創成学科

原子力専攻

原子力国際専攻

バイオエンジニアリング専攻

建設系

基盤系

基礎系

総合系

注：対応学科のない専攻

工学の構成 Structure of Engineering

基礎基盤工学 Fundamental Engineering

(含 建設系)

土木 Civil

建築 Architecture

都市 Urban

電気電子 Electrical and Electronics

情報 Information

機械 Mechanics

物理 Physics

化学 Chemistry

材料 Material

生命 Life

総合工学 General Engineering

原子力 Nuclear Energy

建築 Architecture

電気電子 Electrical and Electronics

機械 Mechanics

物理 Physics

化学 Chemistry

材料 Material

航空宇宙 Aeronautics and
Astronautics

システム創成 Systems
Innovation

バイオエンジニアリング Bioengineering

東京大学の学部構成

東京大学



世界の工学系トップ大学と連携した教育・研究 (Deans' Forum in Engineering)

Deans' Forum 2011, Tokyo



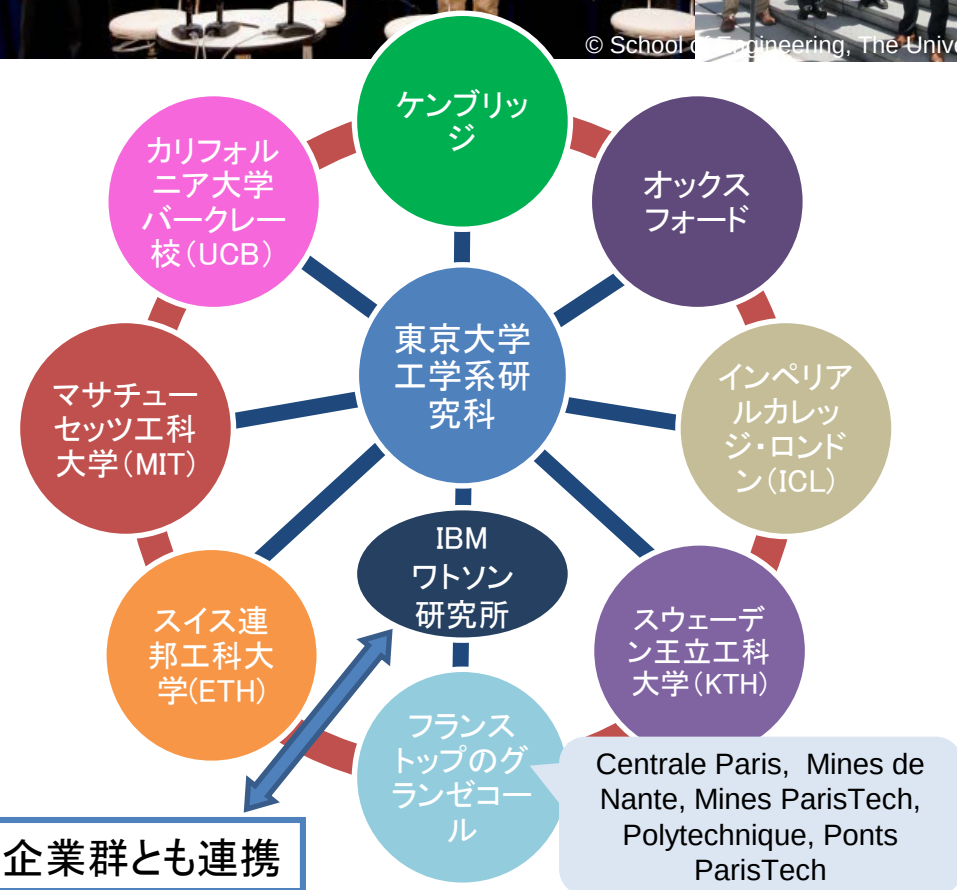
Deans' Forum 2015, New York



© School of Engineering, The University of Tokyo

著作権等の都合により、ここに挿入されていた画像を削除しました。

Dean's Forum 2016, Cambridge



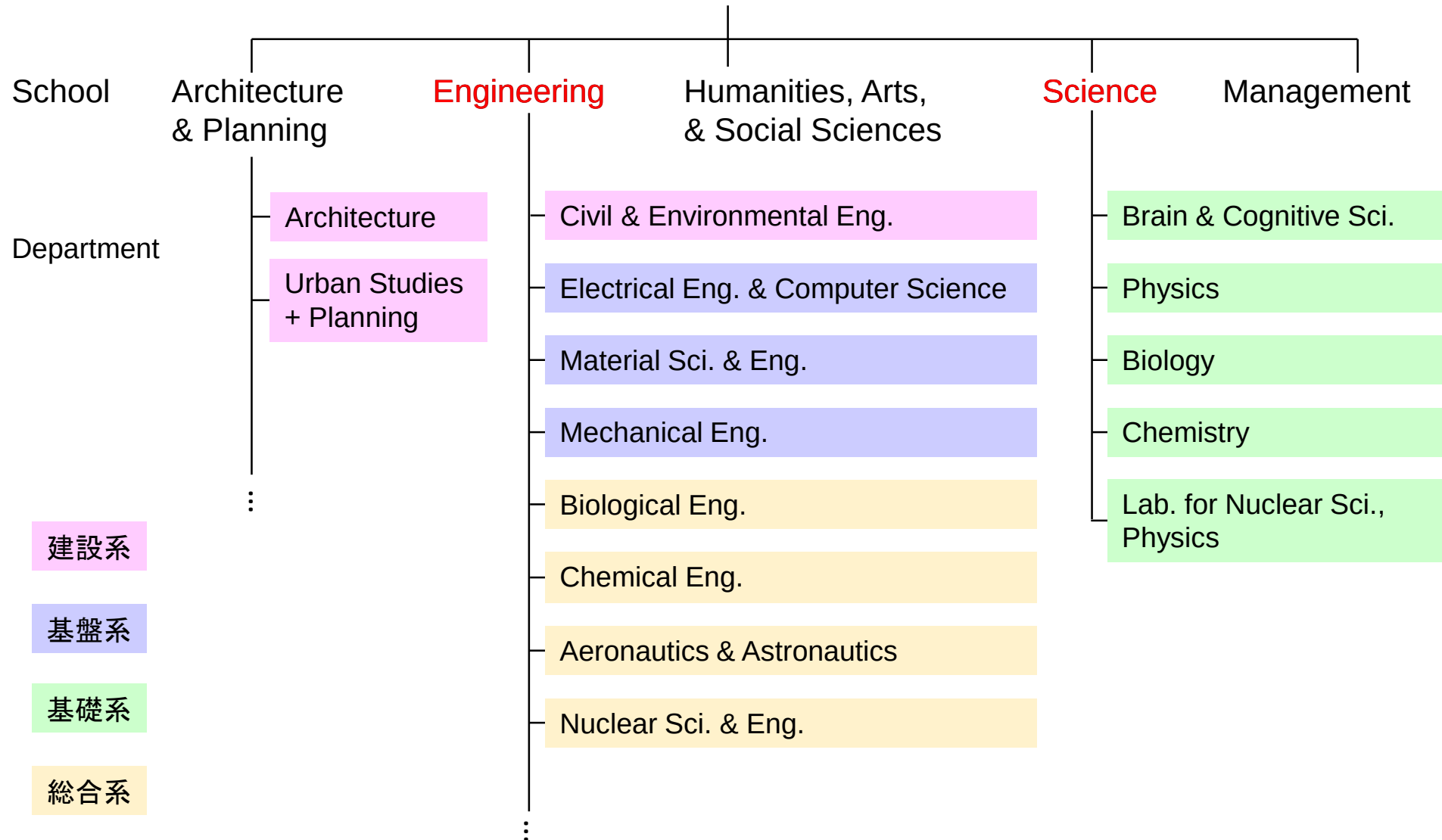
- 世界の工学系トップ大学とDeans' Forum (工学部長フォーラム)を東京大学工学系が主動して組織し、今後の工学教育のあり方と連携について検討する会合を定期的開催.
- 連携大学・企業と次を開催し、国際的な切磋琢磨教育研究環境を実現.
 - ワークショップ(レジリエンス, 脳模倣型計算, エネルギー, バイオエンジニアリング)
 - 集中講義(マイクロ・ナノ流体工学)
 - 国際インターンシップ
- 全体会議は、2011年(東大), 2014年(KTH), 2015年(IBM), 2016年(ケンブリッジ)で開催, 次回2017年(グランゼコール)で開催予定.

Dean's Forum <http://iiee.t.u-tokyo.ac.jp/df-internship/>

About the Dean's Forum <http://iiee.t.u-tokyo.ac.jp/df-internship/about-the-deans-forum/> (最終閲覧日2017年4月12日)

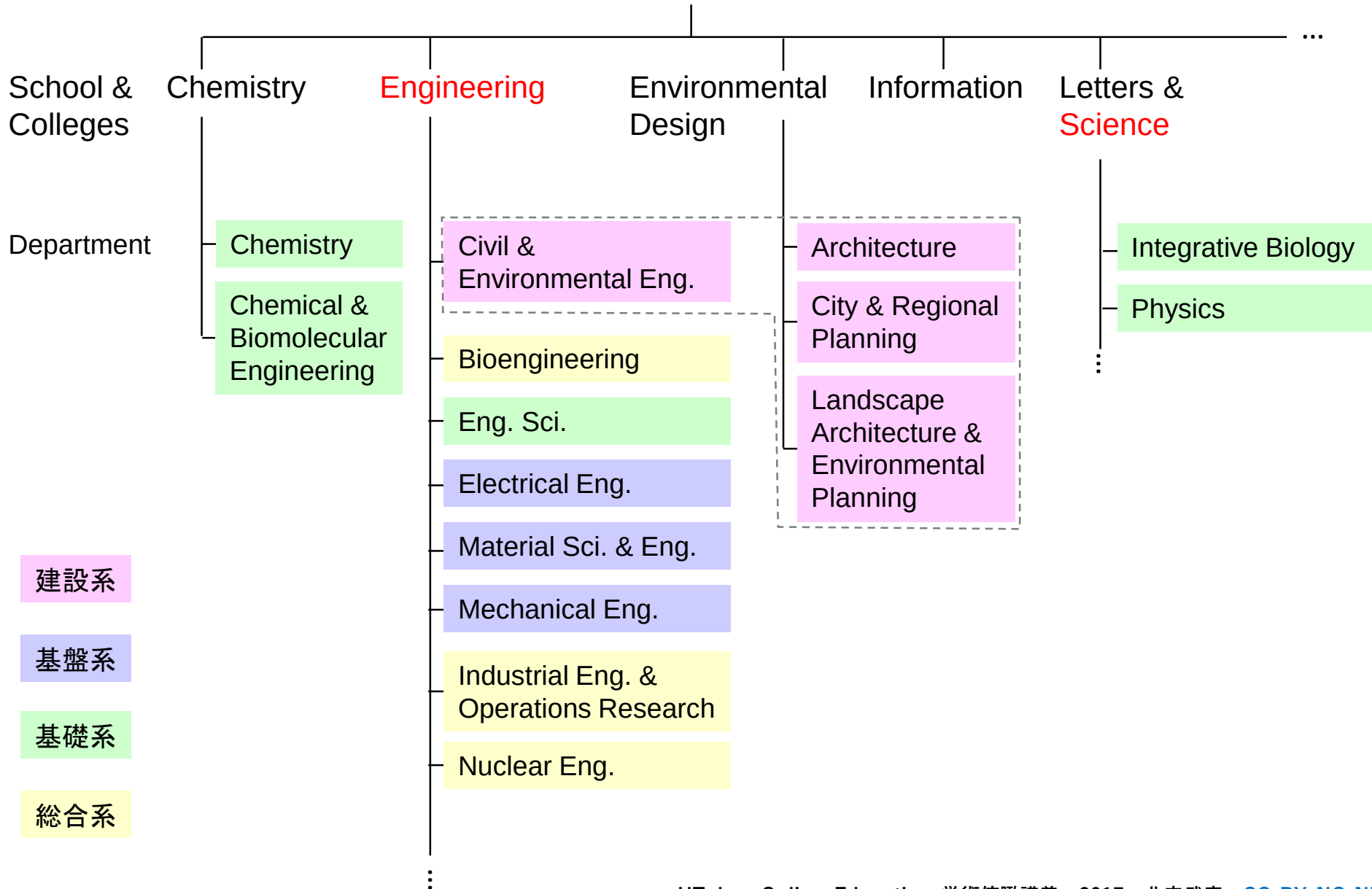
MIT マサチューセッツ工科大学

Massachusetts Institute of Technology



UCB カリフォルニア大学バークレー校

University of California, Berkeley



ETH スイス連邦工科大学

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology in Zurich

Architecture
& Civil
Engineering

Engineering
Sciences

Natural
Sciences &
Mathematics

System-oriented
Natural Sciences

Management &
Social Sciences

Architecture

Civil,
Environmental
& Geomatic
Eng.

Mechanical &
Process Eng.

Information
Technology &
Electrical Eng.

Computer science

Materials

Eng. Sci.

Biosystems Sci.
& Eng.

Mathematics

Physics

Chemistry &
Applied
Biosciences

Earth Sci.

Environmental
Systems Sci.

Health Sci.
& Technology

Management
Technology &
Economics

Department

建設系

基盤系

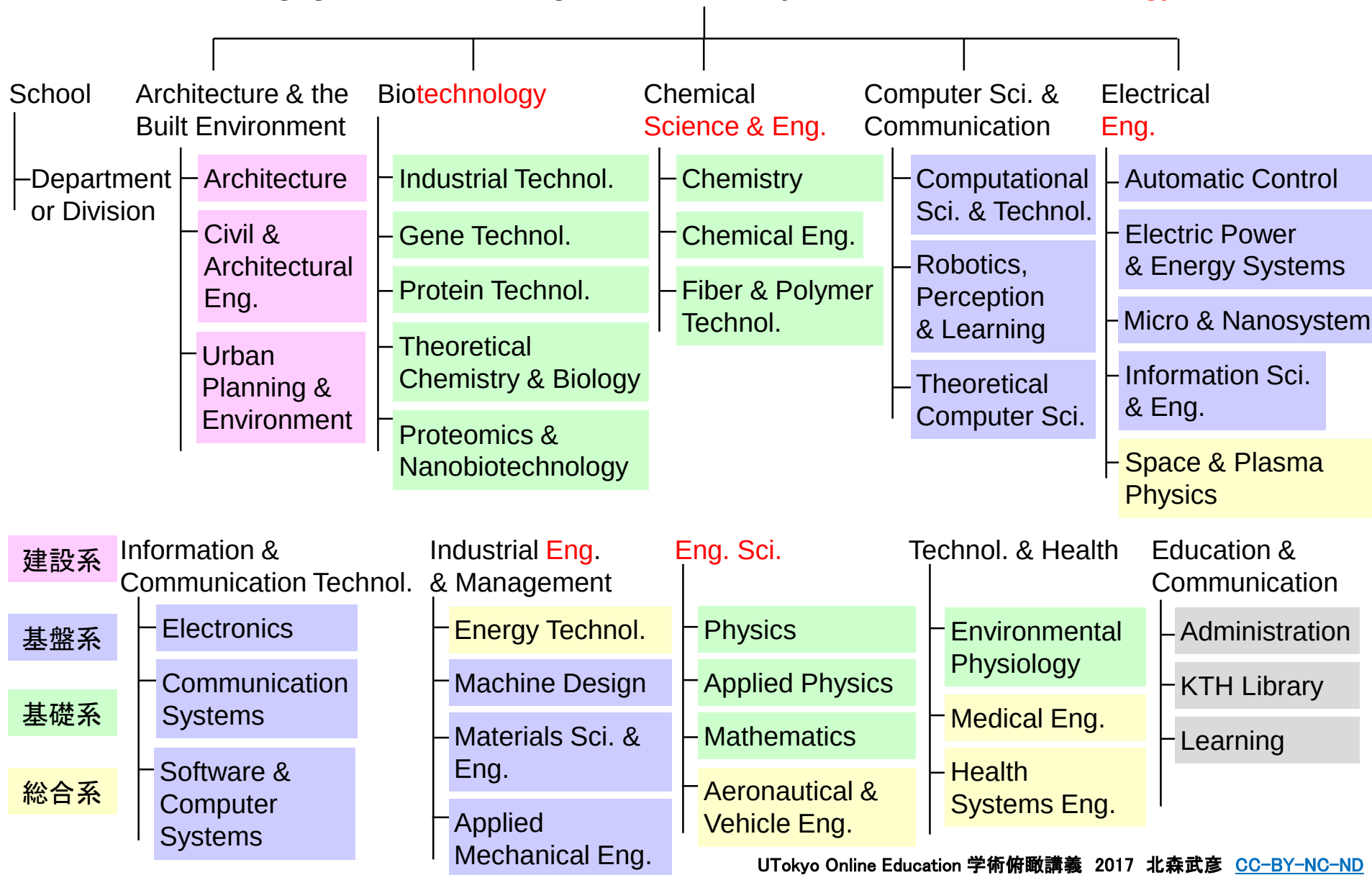
基礎系

総合系

KTH スウェーデン王立工科大学

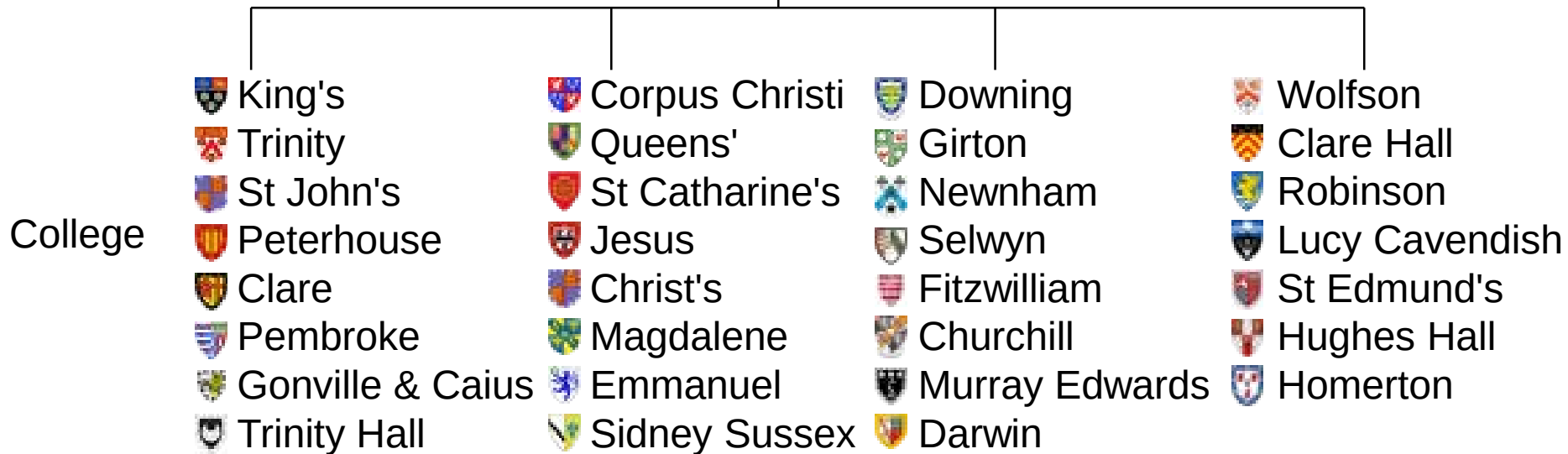
Kungliga Tekniska Högskolan

Royal Institute of Technology



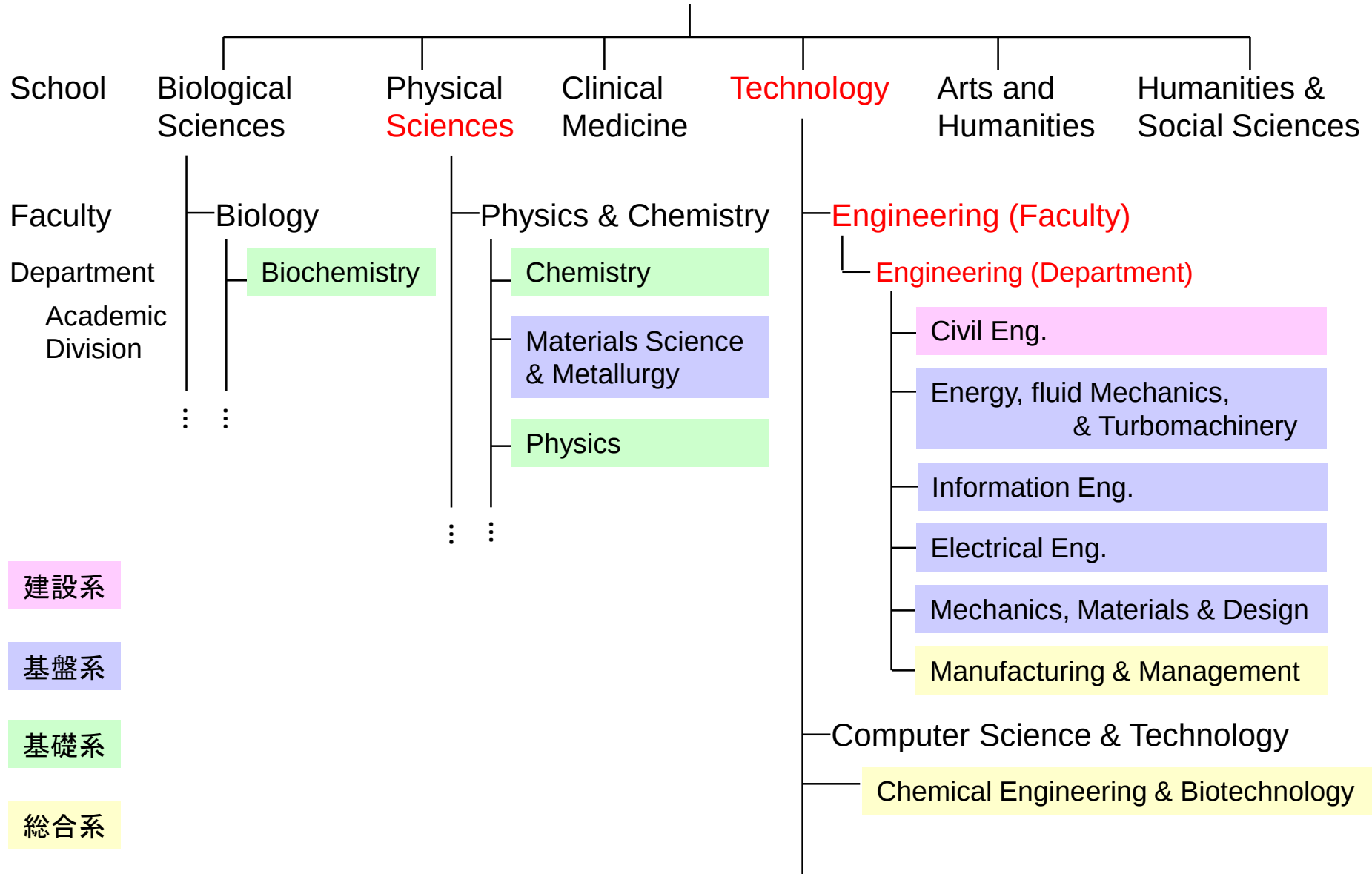
ケンブリッジ大学のカレッジ

University of Cambridge



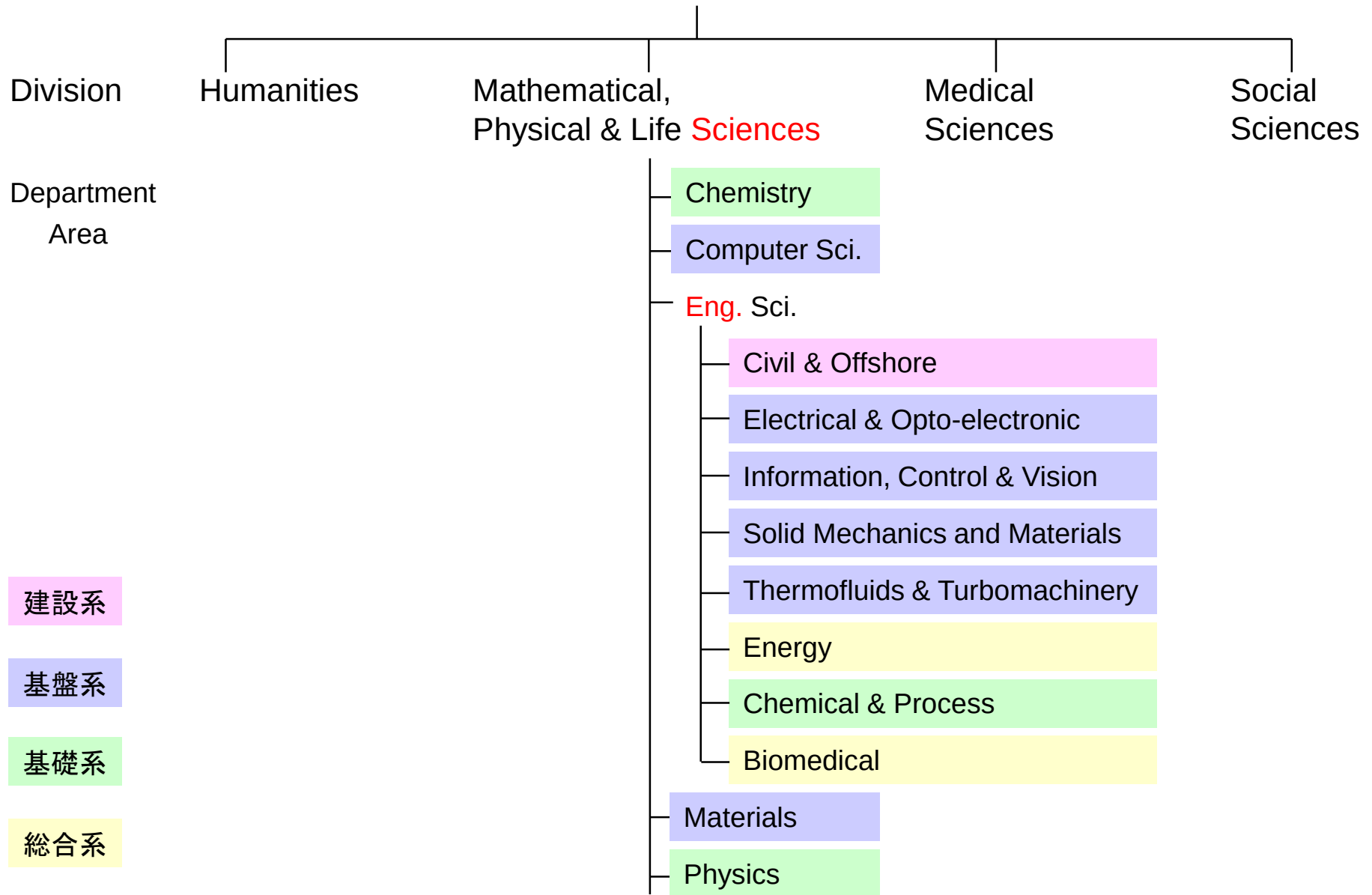
ケンブリッジ大学の学部

University of Cambridge

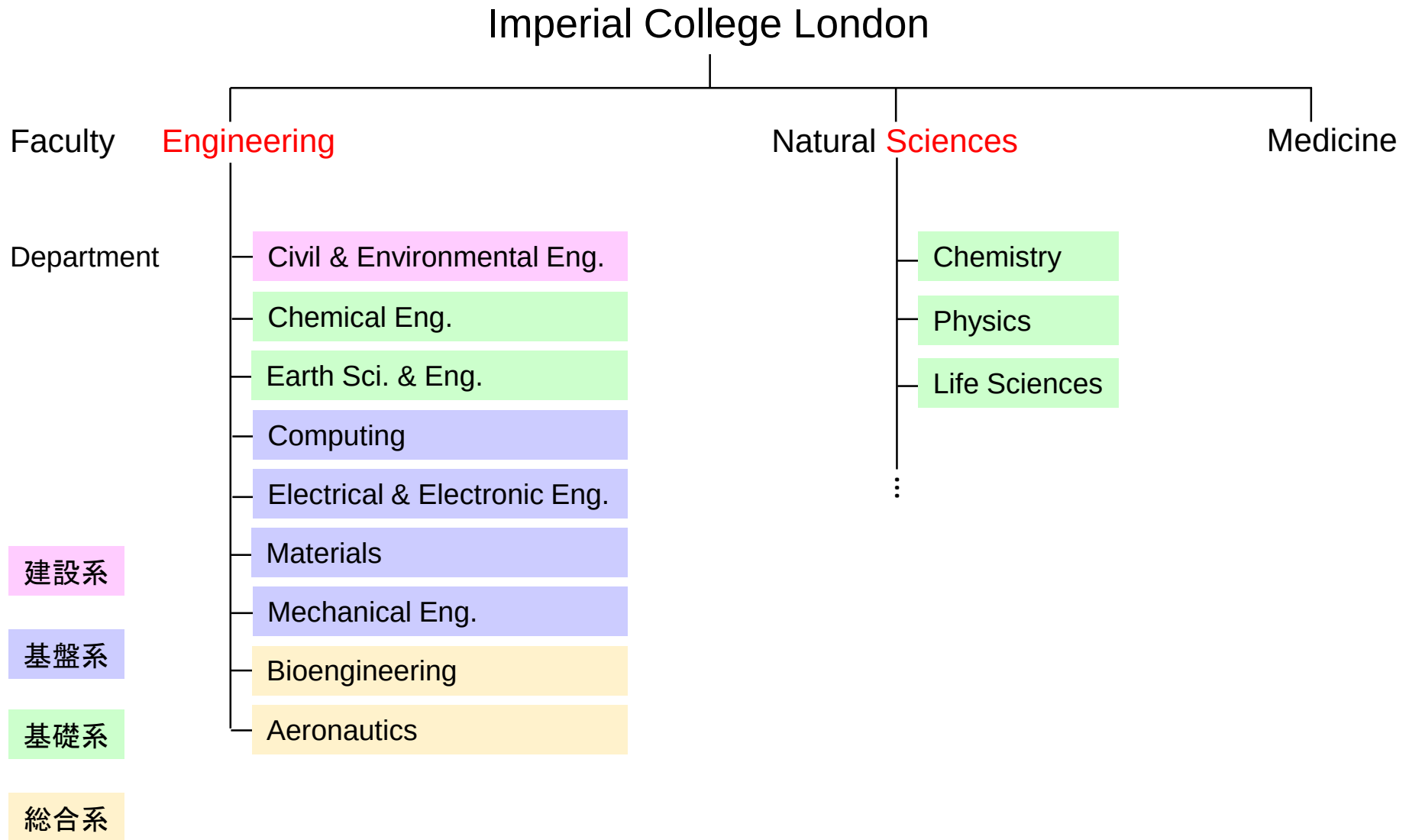


オックスフォード大学の学部

University of Oxford



インペリアル・カレッジ・ロンドン



東京大学

東京大学

School of Engineering

学部 法学部 医学部 工学部 文学部 理学部 農学部 経済学部 教育学部 薬学部

学科

- 社会基盤学科
- 建築学科
- 都市工学科
- 機械工学科
- 機械情報工学科
- 精密工学科
- 電気電子工学科
- 電子情報工学科
- マテリアル工学科
- 物理工学科
- 応用化学科
- 化学システム工学科
- 化学生命工学科
- 計数工学科
- 航空宇宙工学科
- システム創成学科
- 原子力専攻
- 原子力国際専攻
- バイオエンジニアリング専攻

建設系

基盤系

基礎系

総合系

組織としての「工学」の慣用定義

- 1) EngineeringとScienceは横並び
- 2) TechnologyのもとにEngineeringとScience
- 3) Engineeringの中にはScienceは含まない

Institute of **Technology** 工科大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

基礎系

東京大学

工学部

School of **Engineering**

建設系

基盤系

総合系

基礎系

理学部

School of **Science**

基礎系

Comprehensive University 総合大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

基礎系

組織としての「工学」の慣用定義

- 1) EngineeringとScienceは横並び
- 2) TechnologyのもとにEngineeringとScience
- 3) Engineeringの中にはScienceは含まない

Institute of **Technology** 工科大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

基礎系

東京大学

工学部

School of **Engineering**

建設系

基盤系

総合系

基礎系

理学部

School of **Science**

基礎系

Comprehensive University 総合大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

基礎系

組織としての「工学」の慣用定義

- 1) EngineeringとScienceは横並び
- 2) TechnologyのもとにEngineeringとScience
- 3) Engineeringの中にはScienceは含まない

Institute of **Technology** 工科大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

基礎系

東京大学

工学部

School of **Engineering**

建設系

基盤系

総合系

理学部

School of **Science**

基礎系

基礎系

School of **Technology**?

Comprehensive University 総合大学

Engineering

工学部

建設系

基盤系

総合系

Science

理学部

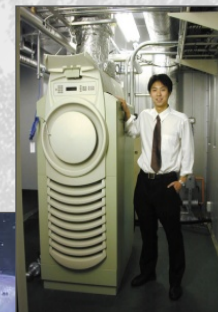
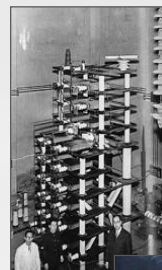
基礎系

欧米科学技術導入

高品質・大量生産

問題発見・問題解決

1871 工学寮
1873 大学
1877 工部大学校



1886 世界で最初の
工科大学設置(7学科)
(明治19年)



殖産興業

高度成長

技術革新・新技術創成

Meiji (明治)

Taisho (大正)

Showa (昭和)

Heisei (平成)

学士

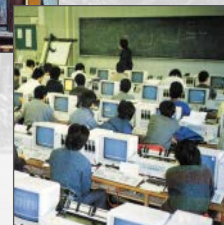
1912

1926

修士

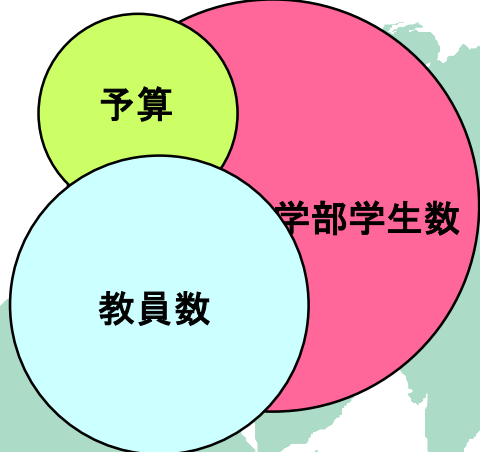
1989

高度博士人材

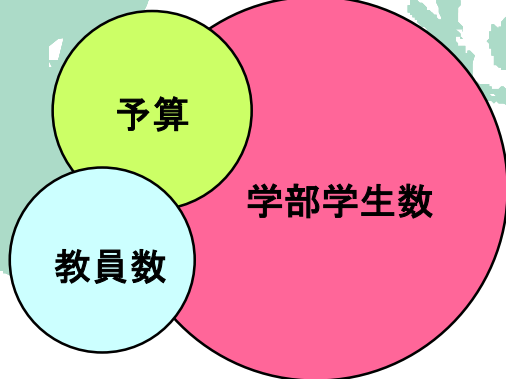


Imperial College London

(理・工・医)

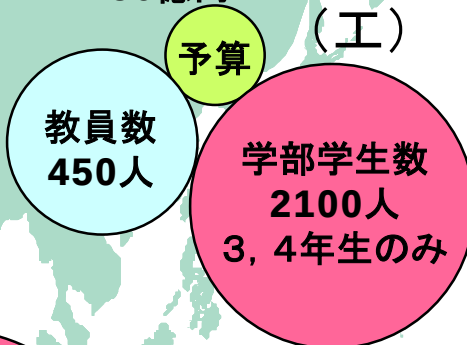


ETH



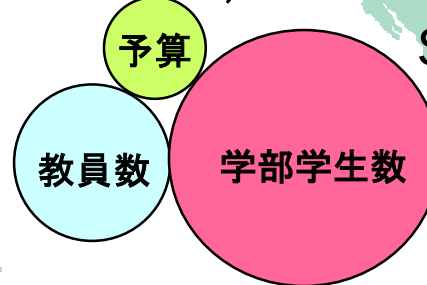
250億円 東京大学

(工)



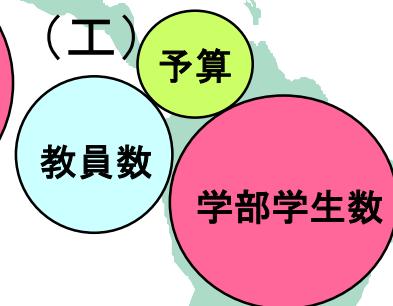
UC Berkeley

(工)



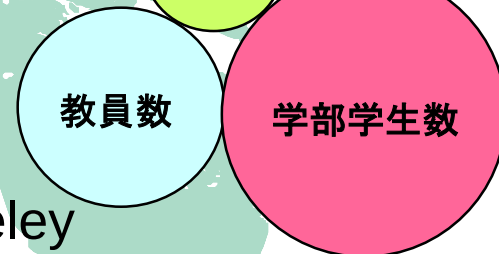
Stanford

(工)



MIT

予算



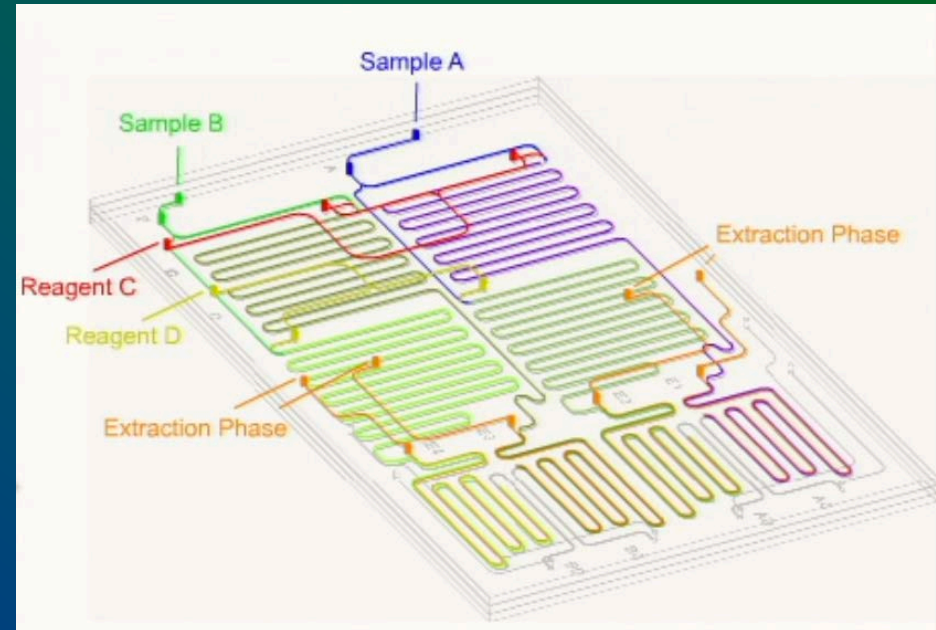
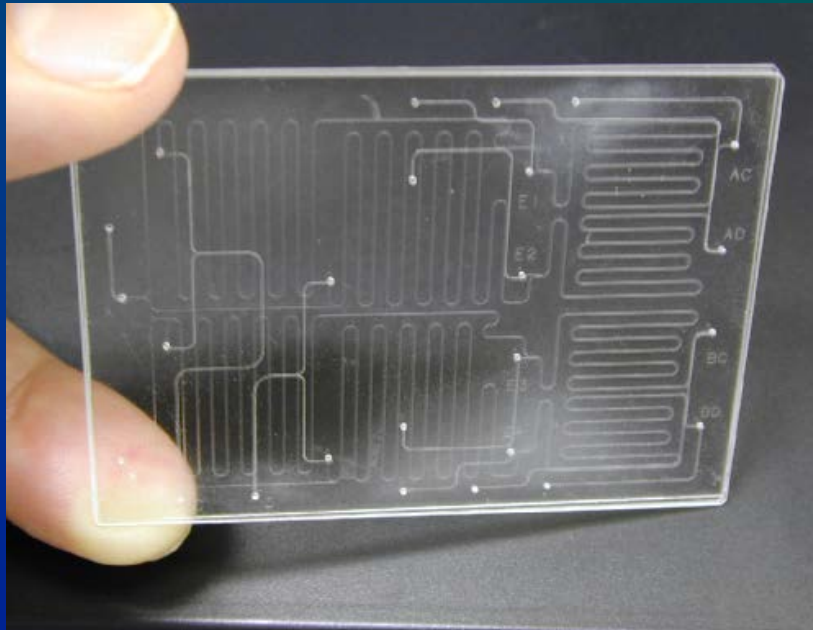
講義の内容

3) 学問としての工学

学問としての工学

- 1- その前に 私の工学予告編
- 2- 工学の体系
- 3- 工学の役割
- 4- 工学の研究と教育

私たちの研究： 液体の集積回路を創った ーマイクロ流体工学の創成ー



液体の回路に薬品を流し化学反応させる → 化学実験装置が小さいチップに
早い 安い 簡単 誰でも使える → エレクトロニクスと同じ技術革新

マイクロ免疫分析装置(μ -ELISA)

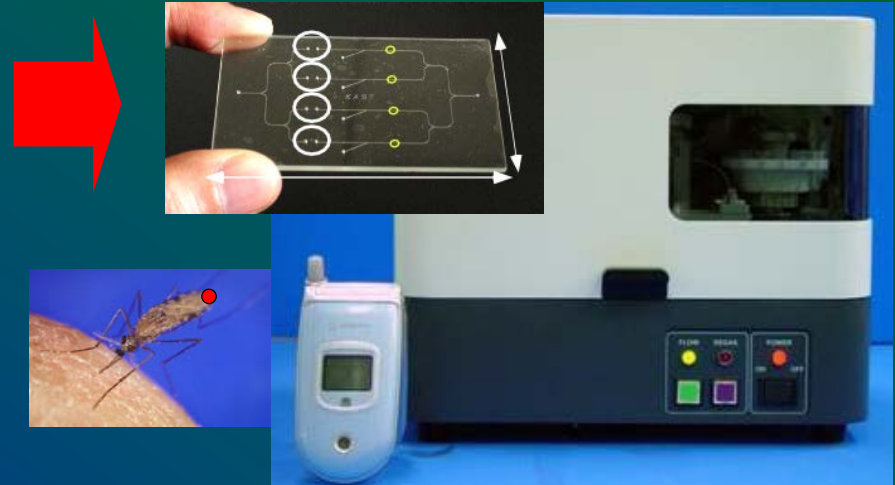
(腫瘍、アレルギー、心筋梗塞、肝炎、覚醒剤、その他)

従来の免疫分析装置



幅 1m超・重さ 200kg程度

マイクロ免疫分析装置

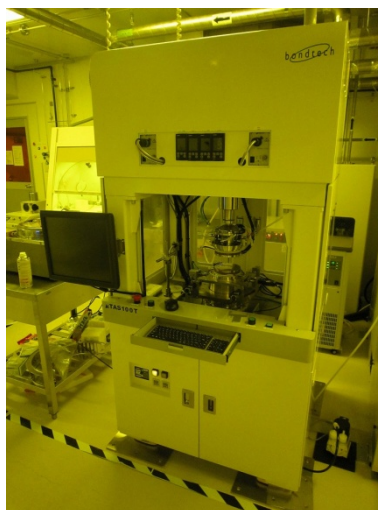


・試料量	: mL	→	μ L	無痛で
・分析時間	: 日, 時間	→	分, 秒	あっという間に
・操作	: 専門技術者	→	非専門家	誰でも
・価格	: 数千万円	→	目標100万円	気軽に簡単に
・ユーザー	: 巨大病院・分析会社	→	小病院・家庭	自分でできる医療診断

北森研マイクロチップ製造用 ナノ加工クリーンルーム実験室



プラズマエッチング装置



ガラス低温接合装置



電子線描画装置

マイクロ流体工学を構成する学問分野 専門は分析化学

流体工学

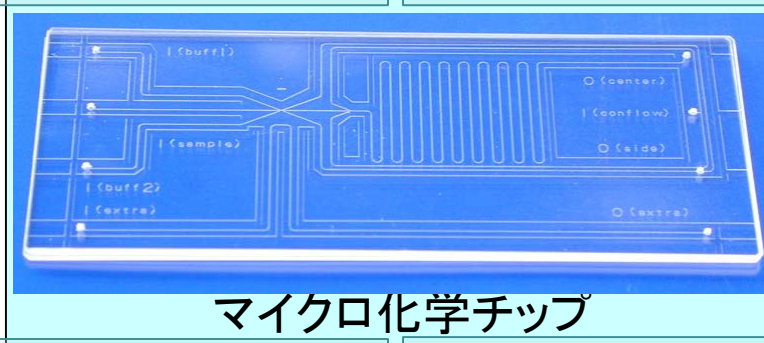
ナノ流体論 ナノ流体物性論 ...
マイクロ・ナノ流体デバイス工学 ...

流体力学 化学工学 伝熱工学
計測学 分子動力学 数値解析 ...

MEMS(微小電気機械システム)

マイクロ・ナノセンシングデバイス工学 ...
マイクロ・ナノアクチュエータ工学 ...

メカトロニクス ソフトウェア 設計工学 ...
加工学 機械材料学 計測学 ...



化学

応用レーザー分光学 ナノ反応化学..
単一分子分析化学 ナノ流体化学 ...

分析化学 有機化学 物理化学 ...
電気化学 界面化学 量子化学 ...

バイオ

単一細胞プロテオミクス・ゲノミクス ...
マイクロ・ナノ診断デバイス工学 ...

生化学 細胞生物学 遺伝子工学 ...
分子生物学 バイオ分析学 臨床検査学...

東京大学の理学と工学部

工学部

計数工学科	物理工学科	応用化学科 化学システム工学科 化学生命工学科	機械工学科 精密工学科 電気電子工学科 マテリアル工学科 機械情報工学科 電子情報工学科	社会基盤学 建築学科 都市工学科 航空宇宙工学科 システム創成学科 原子力専攻 原子力国際専攻 バイオエンジニアリング専攻
-------	-------	-------------------------------	---	--

生物学科
天文学科
地球惑星物理学科
地球惑星環境学科

数学科

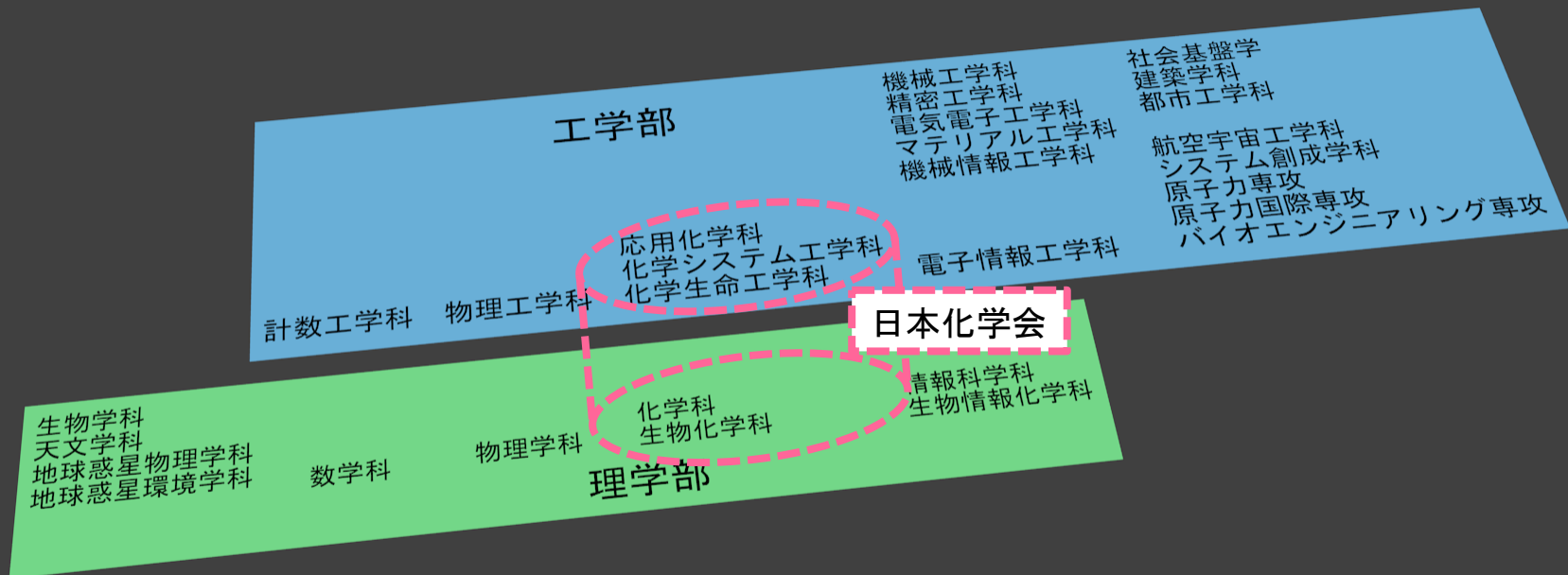
物理学科

化学科
生物化学科

情報科学科
生物情報化学科

理学部

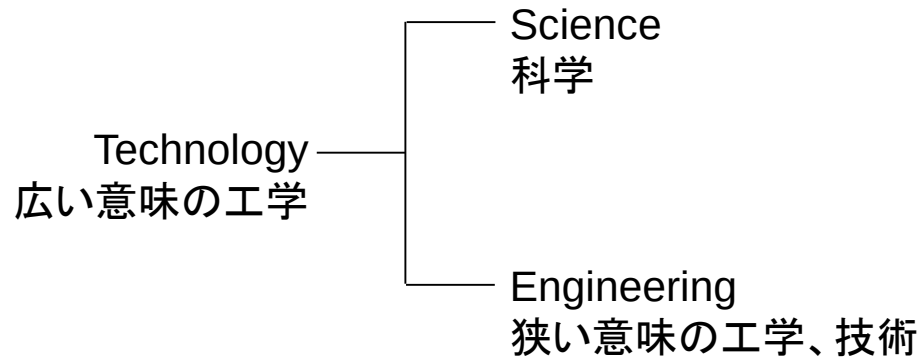
東京大学の理学と工学部



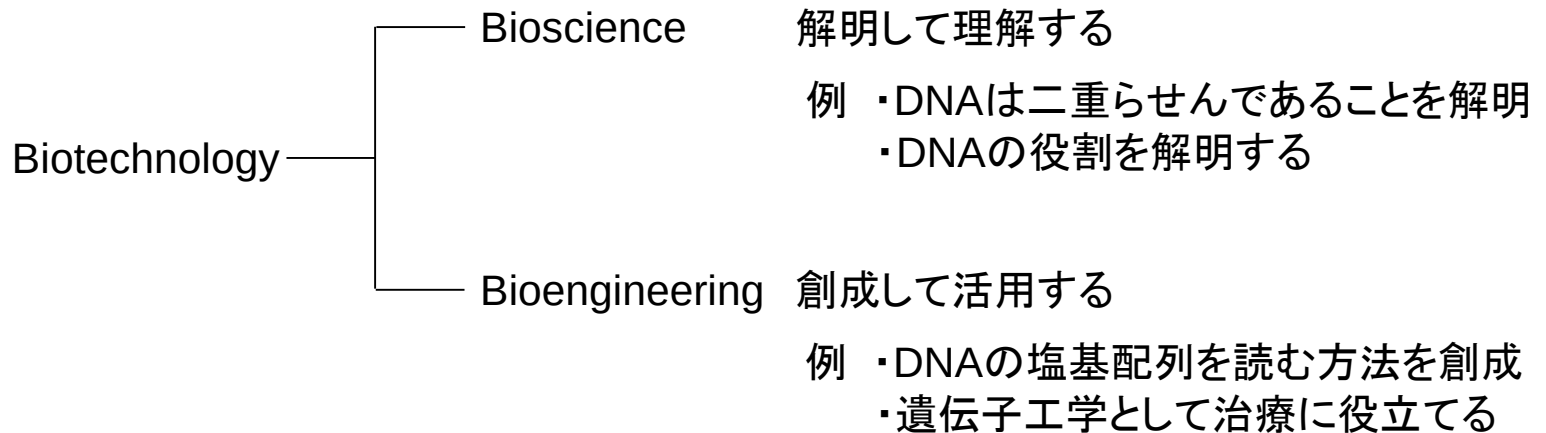
北森教授は化学を専門とする工学者

工学の成り立ち

組織



学問

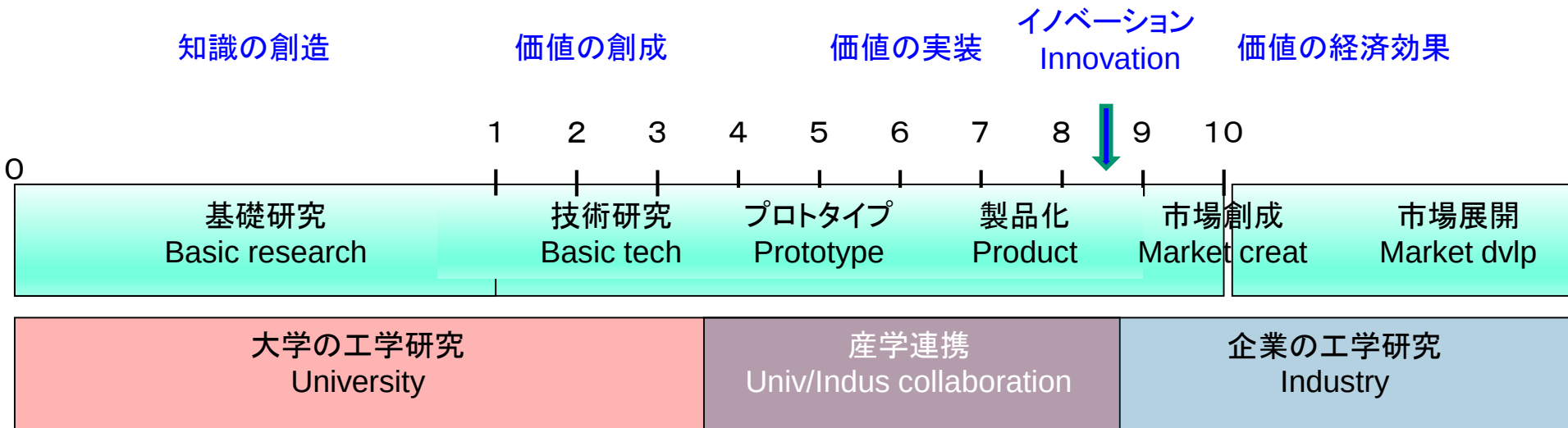


工学 Technology の役割

意思を実現する学問

知識を創造して技術を創成し、
人工物を創って自然現象を制御して活用し、
人類と自然に役立てる方法

工学：知識の創造から価値の創成と社会への貢献



工学 Technology の役割

意思を実現する学問

知識を創造して技術を創成し、
人工物を創って自然現象を制御して活用し、
人類と自然に役立てる方法

工学の研究

知識を創造して技術を創成する

工学の教育

知識を授け方法を学ばせる

工学の教育と研究のDiscipline

実装
Implementation

産業・社会・自然
巨大複雑系システム

Industry・Society・Nature
Huge complicated system

研究
Research

学際化
複合化

Interdisciplinary
Multidisciplinary

単一ディシプリンによる教育から学際ディシプリンによる研究

Continuity of single disciplinary education
and interdisciplinary research

教育
Education

伝統的ディシプリン

Traditional disciplines

工学教程プロジェクト

- ①教えるための教科書(指導要領)
- ②教育内容の宣言
- ③全170冊に集約
- ④共通科目の統一
- ⑤国際展開(日・英)
- ⑥教育改革の根幹

丸善出版株式会社出版 工学教程

http://pub.maruzen.co.jp/book_magazine/news_event/2015/108991.html



東京大学における工学教育

社会人

社会のどこでも通用する能力の養成

博士1, 2, 3年生
(解決と創造の主体)

3年間

博士教育: 知の創造性の方法論の修得

テーマを与え(博士論文研究)、
問題の発見と整理、計画の立案、
実行と評価、発表と独創性の主張
国際力の養成

修士1, 2年生
学部4年生
(問題解決の基礎)

3年間

修士教育: 高度な基礎知識と解決力の修得

課題を与え(修士論文研究、卒業論文)、
解決する体験、解決の方法の取得、発表と討議の訓練

学部1, 2, 3年生
(学問の基礎固め)

3年間

学部教育: 徹底した基礎知識の修得

問題を与え(演習と学生実験)、
発表と討議の訓練

Lund大学学位授与式 (Swedish Academism)

知の創造の担い手である博士は憧れと尊敬の対象



これからの講義の進め方

学術俯瞰講義 工学とは

北森武彦(工学部)

工学とは？

序1: 学問と組織(工学と工学部)

4月10日

序2: 学問と社会(震災と工学)

4月17日

私の工学: 液体の集積回路を創ると？

5月 1日

吉村忍(工学部)

工学教育の体系: シリーズ東京大学工学教程

4月24日

合原一幸(生産技術研究研)

情報社会の工学1: ソフト(脳型コンピューター)

5月 8日

Dario Gil (IBM Research)

学問と産業の急接近: 情報社会を創る工学
Novel Engineering opening Information Society

5月15日

古澤明(工学部)

情報社会の工学2: ハード(量子コンピューター)

5月22日

藤田香織(工学部)

歴史と文化と工学: 伝統的な木造建築と地震

6月 5日

小関敏彦(工学部)

環境・安全と工学: 移動体における材料工学

6月12日

持続可能社会と工学: エネルギー、インフラと材料工学

6月19日

光石衛(工学部)

工学とは

医療と工学: 医療用ロボット工学

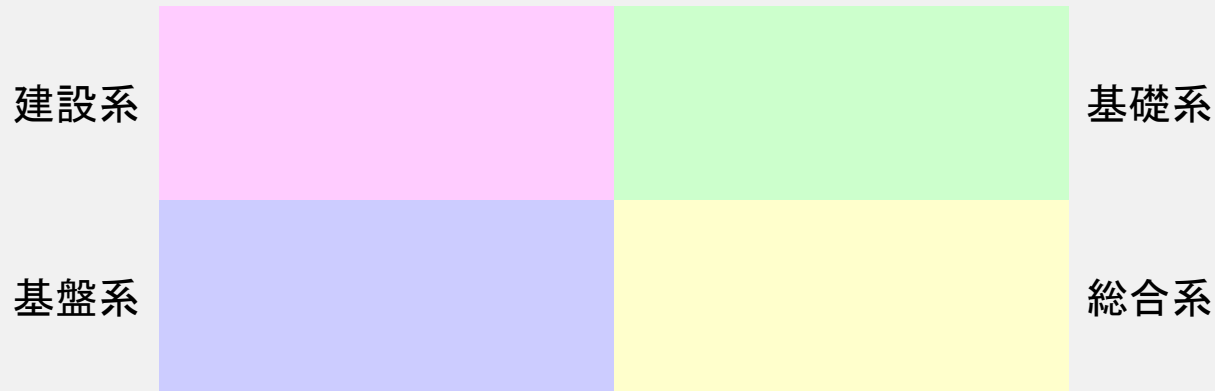
6月26日

工学とは何か。

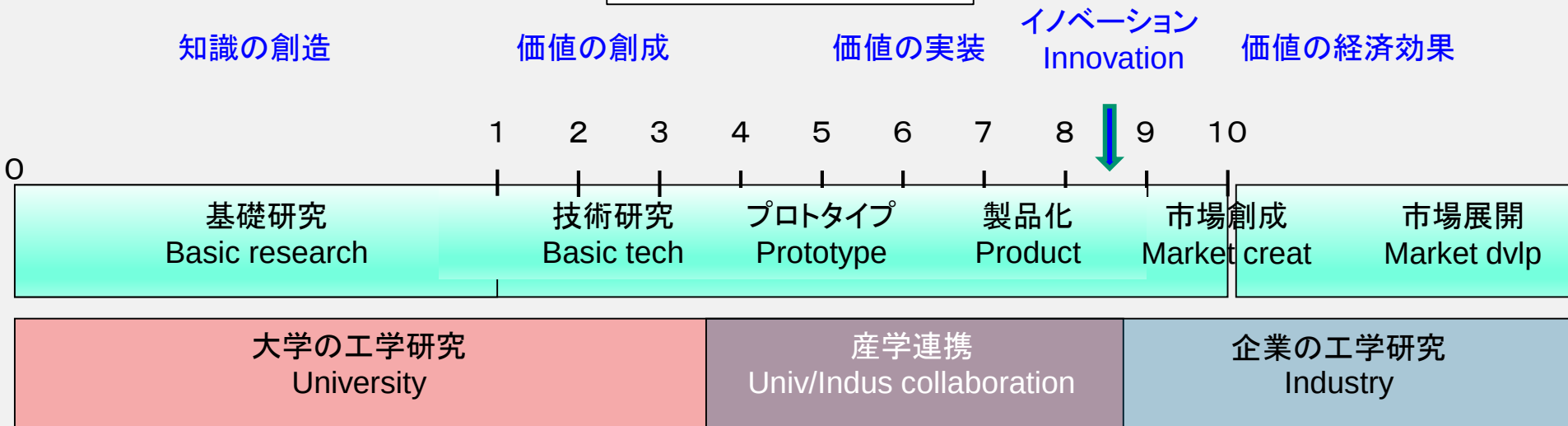
7月 3日

今日の工学の講義はどこに位置する？

工学研究の分野

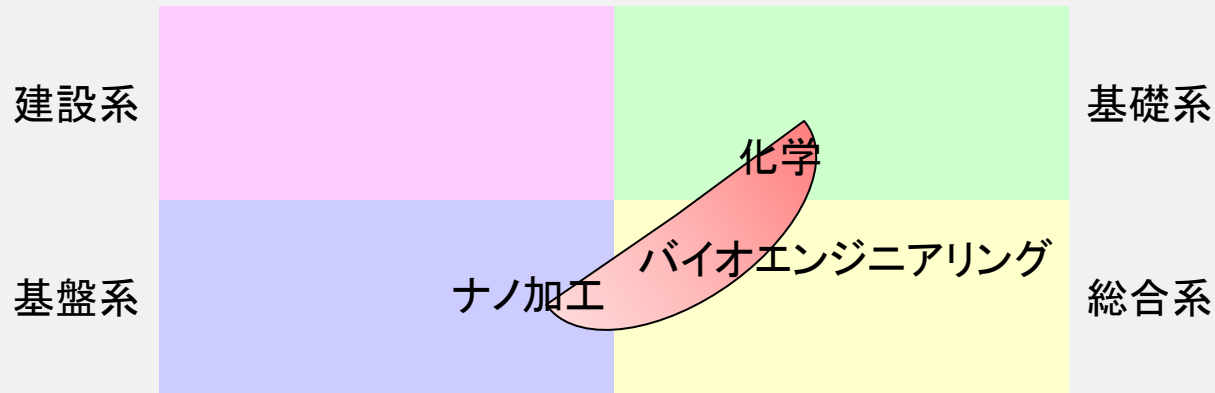


工学研究のフェイズ



今日の工学の講義はどこに位置する？ 北森教授の場合

工学研究の分野



工学研究のフェイズ

