

芝浦工業大学でのシステム工学およびプロジェクトマネジメント教育

芝浦工業大学 学長補佐、システム理工学部教授
井上雅裕

(1) 教育理念と学修・教育目標

芝浦工業大学システム理工学部は、1991年にシステム工学部として開設され、科学的知識 (Science) と体系的な方法論 (Systems theory) の相乗効果 (Synergy) により、社会・環境・生命等の分野や新たな境界領域分野に積極的に進出できるパイオニアを育成する教育・研究を実施することを理念としている。学部は、現在、電子情報システム学科、機械制御システム学科、環境システム学科、生命科学科、数理科学科の5学科から構成され、各学科がそれぞれ専門教育を実施するだけでなく、「システム思考の工学」(すなわち、システム工学とプロジェクトマネジメント教育)を学部全学科の共通教育として実施している。

教育の理念を達成するための学修・教育目標と教育体系を図1に示した。教育体系は、数学・自然科学・情報技術などの工学基礎教育、総合科目(人文社会科目)、外国語科目、各学科の専門科目に加え、共通教育としてのシステム工学教育を据えている。システム工学教育では自分の専門以外の広い分野を俯瞰し、分野を横断した課題発見・解決の体系的な方法論を学ぶと同時に、5学科横断のPBL(Project Based Learning)により、学際的チームで活躍できる力(チーム活動能力)、コミュニケーション能力などのジェネリックスキルを育成する。

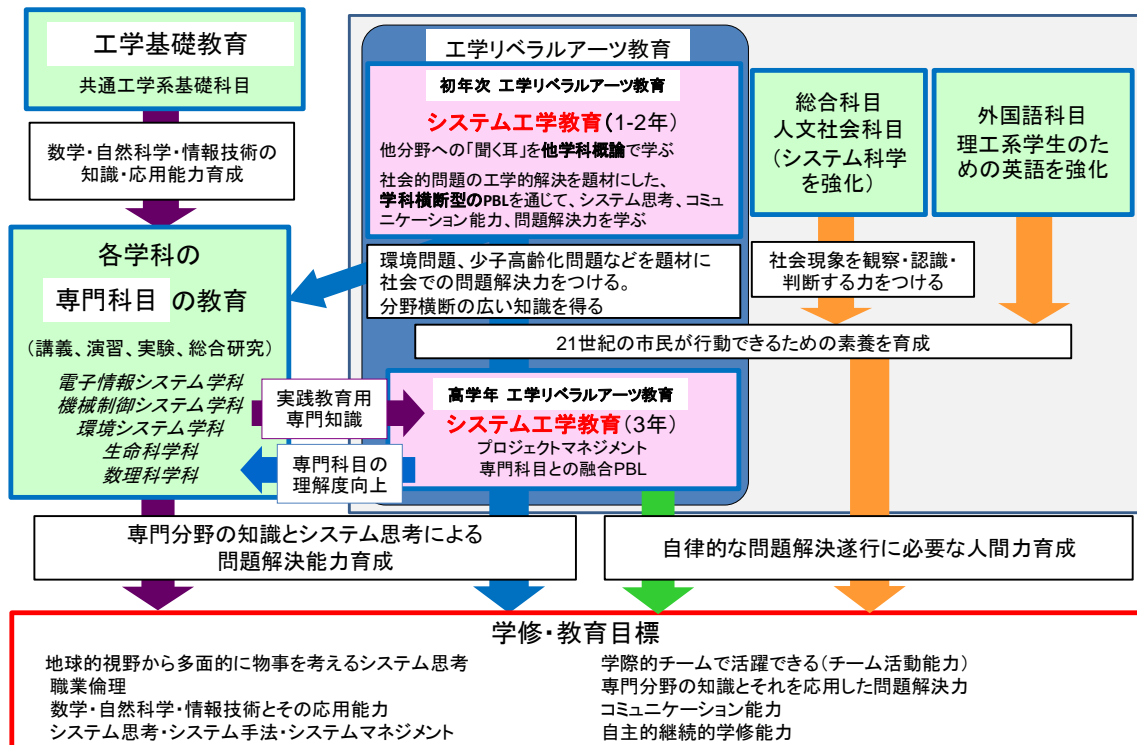


図1. 芝浦工業大学 システム理工学部の学修・教育目標と教育体系

(2) 教育カリキュラム

分野を越えた課題の発見, 解決方法の修得, 異なった専門性を持った人たちとのチームワークがイノベーションの創出には必要である。本プログラムでは、その基礎教育と演習を学部の1-3年生の学部共通のシステム工学教育(プロジェクトマネジメントが含まれる)として実

施している。

教育カリキュラムの構成を図2に示した。まず、学部1年生の前期では、学部全学科の学生約500名が、創造のワークショップ「創る」に参加する。学部2年前期は、総合的な問題解決の流れとその定性的手段を講義「システム工学A(システム計画方法論)」(図3)で学び、工学的な問題解決に必要な課題発見、課題定義、設計、評価に至るシステムズエンジニアリングの流れをPBL科目「システム工学演習A」で経験する、この段階では、個々の定量的な手法には立ち入らず、問題解決全体の流れを修得することに重点を置く。

次のステップは、定量的なシステム手法を学ぶ段階である。2年後期の講義「システム工学B(数理計画法)」とPBL科目「システム工学演習B」では、既に学んだシステム思考の各ステップで必要な定量的な手段であるモデル化の手法、数理的最適化手法、定量的意思決定手法を学ぶ。学生は全体の問題解決の流れを理解できているため、定量的な手法の位置付けが理解しやすい。さらに、3年前期に講義「システム工学C」を配置し、プロジェクトマネジメントの教育を行っている。

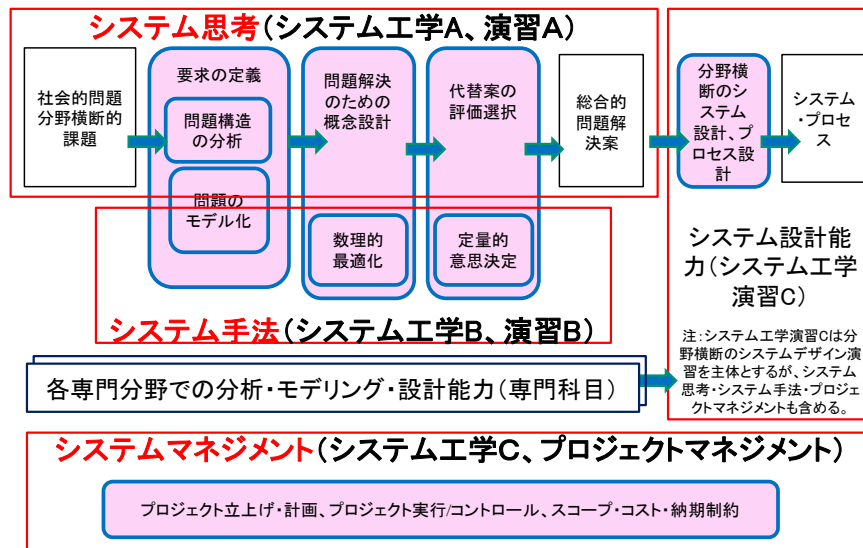


図2. システム工学とプロジェクトマネジメント教育科目間の関係

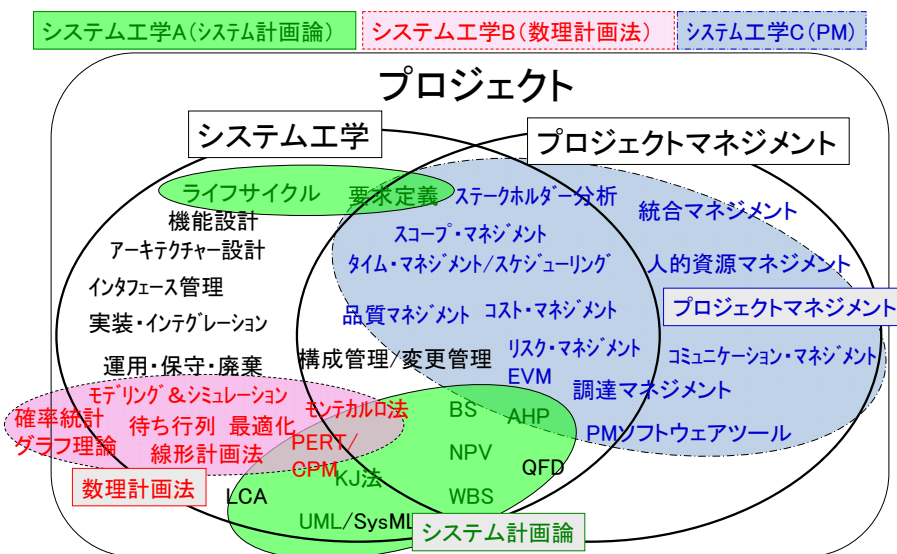


図3. システム工学とプロジェクトマネジメント教育の体系

(3)学修の方法：体系的なアクティブ・ラーニング(体験から理論、そして実践へ)

システム工学教育では、分野横断の課題解決能力の育成のために、課題の発見、分析、設計、評価やチームでの活動能力、コミュニケーション、プロジェクトマネジメント能力を学修教育目標としている。チームでの問題解決を行なった経験の乏しい学生に対し、抽象的な理論や技法を講義しても、理解することができず、教育効果はあがらない。そこで、システム工学教育カリキュラムでは、まず問題解決のグループ演習を行なって学生に体験させ、課題発見や課題の分析の難しさ、チームでの活動する際の役割分担などの難しさ、スケジュールどおりに仕事をする難しさを体験させ、ついで、講義と演習を繰り返す方法を取っている。学生は経験と理論の学習をスパイラルに学習することで、実体験があるため、理論が理解でき、理論を知っているから、それを実践することができる。

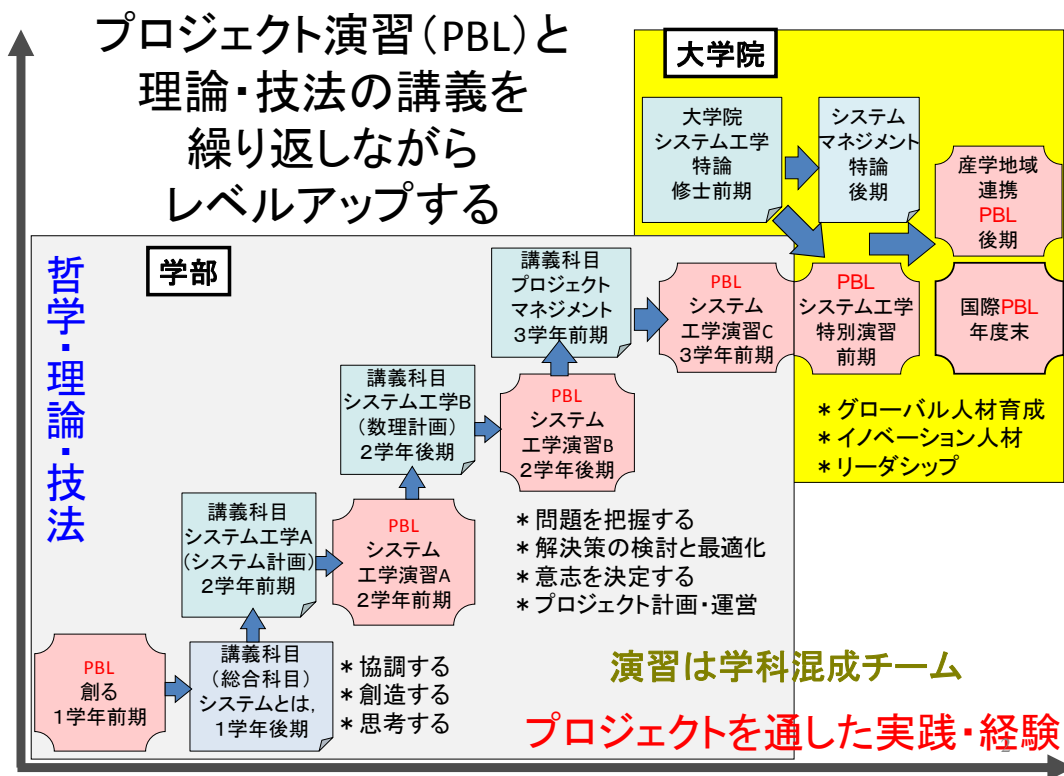


図4. プロジェクト演習(PBL)と講義のスパイラルアップによる体系的アクティブ・ラーニング

(4)グローバル環境でイノベーションを創出する人材教育

4年間の学部教育に加え、大学院修士課程では、グローバル環境でイノベーションを創出するための人材教育として、国際PBLと産学地域連携PBLを設置している。

「国際PBL」は、大学院理工学研究科の共通科目としてタイの King Mongkut's University of Technology Thonburi(KMUTT)と連携し、バンコクで実施している。「国際PBL」は2-3月、期間は、10日間、実働8日間の多分野、多文化混成の集中プログラムである。参加学生の国籍は日本、タイ、インドネシア、カンボジア、マレーシア、ベトナム、ラオス等であり、大学院修士1年から学部3-4年を中心として約70名が参加する。PBLのテーマは、グローバルまたは地域の社会的・技術的分野横断の問題発見・解決策の検討であり、エネルギー、交通、環境、貧困、自然災害、教育など広範囲に及んでおり、理工系を中心としてあらゆる学科の学生が参

加し、問題の発見、課題設定、解決策の提案、プロトタイプ制作までを実施する分野横断のPBLである。「国際PBL」に参加する東南アジアの学生は、各国のトップ大学の学生である。学生は、分析能力、情報収集能力に優れた学生が多いが、新しく価値を創造するトレーニングは経験しておらず、プロジェクトは容易には進まない。教員の重要な役割は、優秀な学生が美しい分析だが、創造性に欠けた内容でプロジェクトの成果を手際よくまとめようとするのを阻止し、課題の発見のために現場・現実・現物を見ること、アイデアを創出すること、手と体を使ってプロトタイプを行うことを要求し続けることである。



(a) 多分野、多国籍の学生のディスカッション



(b) プロトタイプとプレゼンテーション

図5. 国際PBL(タイ バンコク)

(5) 学修成果のアセスメント

実施しているエンジニアリング・リベラツアーツ教育は、分野・文化を横断した問題発見・解決能力、ジェネリックスキルの育成を体系的なアクティブ・ラーニングで実施している。これは、従来の講義中心の専門教育と大きく異なっており、学修成果を測定し、教育プログラムの質保証と継続的な改善する仕組みを新たに構築することが必須であった。

学修成果の測定手段としてのルーブリックの設計、電子ポートフォリオ、ジェネリックスキルテスト(Progress Report on Generic Skill: PROG)を導入し、学修成果を体系的に測定し、教育の質保証のPDCAサイクルを回している。

参考文献

- 1) 井上雅裕, 長谷川浩志, 発展型プロジェクト演習と連携したシステム工学教育, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.58, No.1, pp.89-94, Jan. 2010.
- 2) 長谷川浩志, 井上雅裕, 渡部英二, 吉川倫子, システム思考の工学による領域横断型大学院教育プログラムの開発, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.61, No.5, pp.59-67, Sep. 2013.
- 3) 長谷川浩志, 井上雅裕, 渡部英二, 松村直樹, ジェネリックスキルによる領域横断型大学院教育プログラムのアセスメント, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.61, No.5, pp.68-75, Sep. 2013.
- 4) 井上雅裕, 長谷川浩志, 陳新開, 分野横断教育の体系的カリキュラム構築とその学習成果のアセスメント, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.61, No.2, pp.55-61, Mar. 2013.
- 5) 井上雅裕, 陳新開, 長谷川浩志, システム工学 ―問題の発見・解決の方法―, オーム社, 2011.
- 6) 井上雅裕, 陳新開, 長谷川浩志, システム工学 ―定量的な意思決定法―, オーム社, 2013.
- 7) Masahiro Inoue, Hiroshi Hasegawa, Kazunori Mano, Yoshimi Furukawa, Atsuko Yamazaki,

and Anak Khantachawana, Development of an Engineering Education Program for Innovation in Global Environment, The World Engineering Conference and Convention (WECC2015), December 2, 2015.

8)古川修, 長谷川浩志, 山崎敦子, 井上雅裕, 間野一則, 産学・地域連携 PBL による実学教育の試み, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.3, pp.35-40, Sep. 2016.

9) 井上雅裕, 長谷川浩志, 間野一則, 古川修, 山崎敦子, Anak Khantachawana, グローバル環境でイノベーションを創出するための人材育成プログラムの開発, 工学教育 (J. of JSEE), Vol. 64, No. 5, pp.101-108, Sep. 2016.