

複数領域を横断した問題発見力と解決力を目指した取組みと学修成果の測定



芝浦工業大学

システム工学部
機械制御システム学科

長谷川浩志

2015.12.20

二十一世紀を拓くシンセシス主導型の工学教育を目指して(大学時報, 1991)



要求項目:

テクノロジーの光と影を見据えて、環境問題、資源問題、あるいは伝統的文化・価値観などの調和を基本に据えて総合的、学際的に問題解決を図るセンスと具体的技法を身につけること。

方策: シンセシス主導型教育の具体的な展開としての「システム思考の工学」

課題を文化や価値観などを踏まえて柔軟に設定し、その計画・設計・製作・管理運用をシステムとしてとらえ、目的達成に向けて一連の要素とその機能を合理的かつ学際的に統合する考え方、手順、方法。

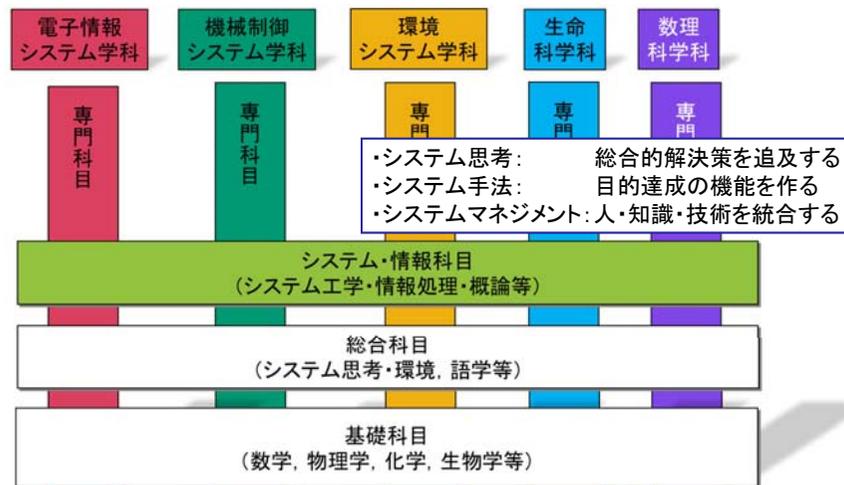
システム工学部 学習・教育目標

- A 地球的視点から多面的に物事を考えるシステム思考とその素養(広い視野)
- B 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、ならびに技術者及び科学者が社会に対して負っている責任を理解し、社会に貢献する職業人として倫理観に基づき行動できる能力(職業倫理)
- C 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを応用できる能力(専門基礎)
- D 現代社会の問題を創造性を発揮して探求し、目的達成に向けて関連する科学技術や知識を統合し、総合的解決策を導き出す能力 (システムズ・エンジニアリング能力)
- E 問題解決のために必要な人・知識・技術を統合し、マネジメントできる。(システムマネジメント)・・・プロジェクトマネジメント
- F 学際的チームで仕事をするための能力 (チーム活動能力)
- G 理工学の専門知識とそれらを問題解決に応用できる能力(専門知識とそれを用いた問題解決)
- H 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および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力(コミュニケーション能力)
- I 自主的、継続的に学習できる能力(生涯学習能力)

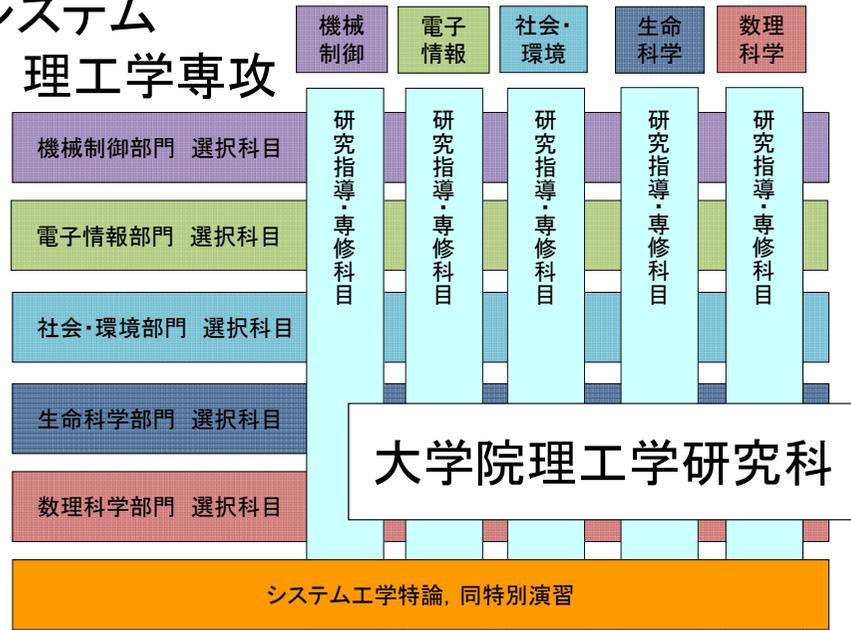
システム工学部の紹介



予測困難な時代の中で、問題発掘。「どれもが答え」の中から選択、総合的問題解決能力の育成。



システム 理工学専攻



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

これから生きていくために 社会人基礎力の養成



リテラシー:
知識を基に問題解決にあたる力で、
知識の活用力や学び続ける力の素養。

コンピテンシー:
経験から身に付いた
行動特性で、どんな
仕事にも移転可能な
力の素養。

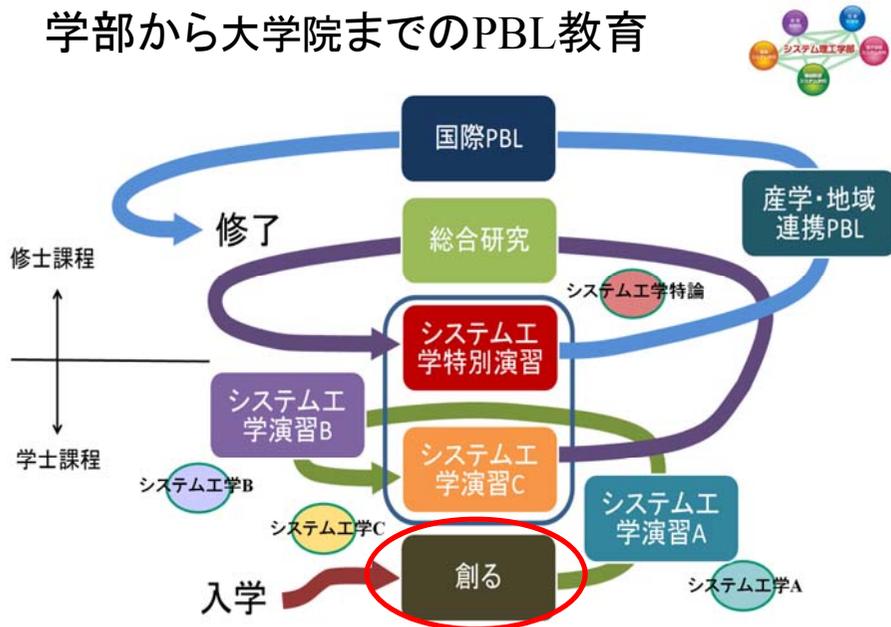


5つの学習・教育目標	社会人基礎力	大学新卒者の採用選考で求められる基礎能力	PROGのコンピテンシー
「システム思考」- 学問体系を横断し関連づけるシステム工学のプロセスを理解し、総合的な解決策を導出・評価できる	考え抜く力	課題創造・達成力*	対課題基礎力
「システムマネジメント」- 問題解決のために必要な人・知識・技術を統合し、マネジメントできる	前に踏み出す力	課題創造・達成力* コミュニケーション能力	対自己基礎力 対人基礎力
学際的なチームで活動できる	チームで働く力	コミュニケーション能力	対人基礎力
システムデザイン能力 - 各種制約下でニーズに合致するシステム、プロセスを設計できる	考え抜く力	課題創造・達成力*	対課題基礎力
リーダーシップ	チームで働く力	コミュニケーション能力	対人基礎力

* 課題創造・達成力: 自ら問題を見つけ、解決法を考えだし、実行した結果、目標を達成し、成果を上げる、または達成したいという意欲

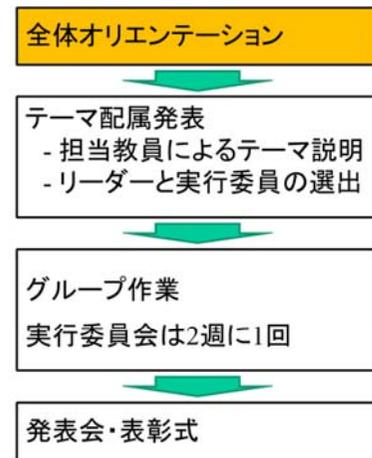
All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

学部から大学院までのPBL教育



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

創る: 知的好奇心, 知的遊び心で何らかの「もの」を想像する。

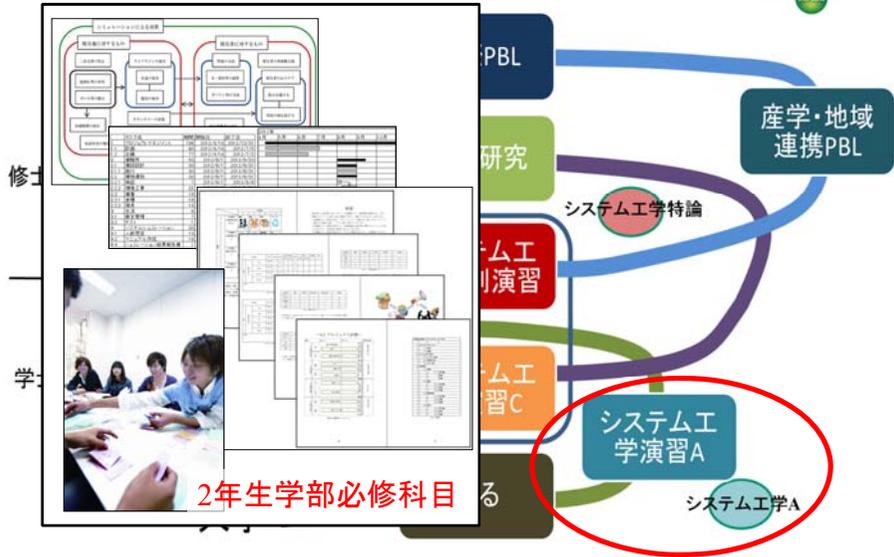


・教員側は、テーマ設定のみ
・学生にテーマだけ与え、自主性に任せて創らせる
・20名程度のグループワーク
・工具の使用, 画像・動画処理編集ソフトウェアの簡単な研修あり
・制作費あり



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

システム工学演習A

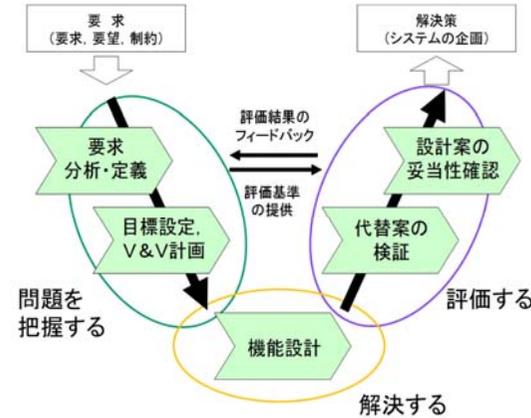


システム工学A: 問題解決の方法は？



品質を意識した問題解決プロセスのためのシステムズアプローチを学ぶ。

プロジェクトという集団作業にて、規定された期間内に、問題解決作業を完了し、システムを実現するための企画書を取りまとめる。



2014年度:
「芝浦工大と海外をつなぐ新システム」

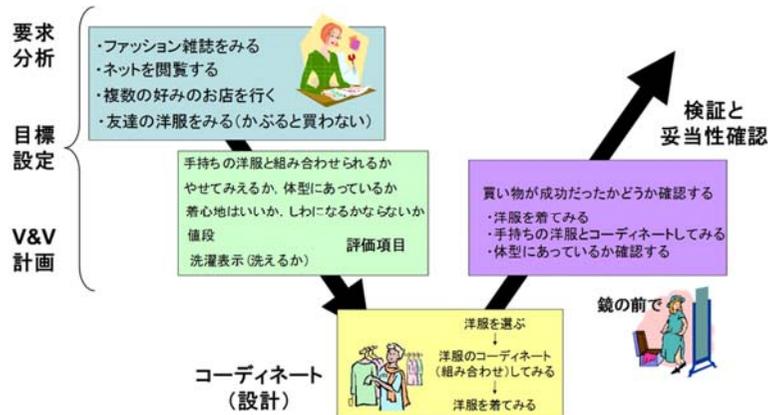
2015年度:
「芝浦工大と地域をつなぐ新システム」

システム工学A: 問題解決の方法は？



品質を意識した問題解決プロセスのためのシステムズアプローチを学ぶ。

プロジェクトという集団作業にて、規定された期間内に、問題解決作業を完了し、システムを実現するための企画書を取りまとめる。



システム工学演習Aの学習・教育目標とルーブリック(部分)

学習・教育目標	水準			評価者
	5	3	1	
多分野の人とコミュニケーションができる	積極的にアイデアを出した。他人の発言を聴き、尊重した。 ・自分の専門以外の分野に関心を持ち、積極的に理解しようとした。 ・自分の専門以外の分野を体系的に理解しようと努め、意見をまとめ、最適の問題解決策を得るための活動をした。	積極的にアイデアを出した。他人の発言を聴き、尊重した。 ・自分の専門以外の分野に関心を持ち、積極的に理解しようとした。	消極的に活動し、アイデアを出さなかった。他人の発言を尊重しなかった。 ・自分の専門以外の分野に関心を持たず、理解しようとしなかった。	学生自身 班内相互 評価
チームで協力して活動できる	・仕事を発見し、進め方を検討し、実行できた。必要な支援を班員に行った。 ・仕事の全体像を把握し、仕事を適切に分割し、進捗をチェックし、班が重点的に注力できるように活動した。	・仕事を発見し、進め方を検討し、実行できた。必要な支援を班員に行った。	・他人から言われたことだけを実施した。必要であることが分かっていながら、班員を支援しなかった。	学生自身 班内学生 相互評価
文書で適切な報告ができる(レポート)	・章節項が適切に構成され番号で区分されている ・ページ数が適切にふつてある ・丁寧に作成されている ・レイアウトが工夫されており、分かり易い	・章節項が構成され、番号で区分されている ・ページ数がある	・章節項の構成が不適切、また番号が適切に振られていない ・ページ数が記載されていない ・乱雑に、作成されている	教員評価
	・理解しやすい文章で書かれている。 ・論理的な飛躍や誤りがない ・レポート全体が一貫している ・図表を、適切に説明している	・理解できる文章で書かれている。 ・論理的な飛躍や誤りが少ない ・レポートがつぎはぎでない ・図表を説明している	・文章は理解しにくい。 ・論理的な飛躍や誤りが多い。 ・レポートがつぎはぎであり、一貫していない ・図表に対し文章説明がない、図表の羅列である。	教員評価
	・図表の番号が適切、図表のキャプションが適切な位置にあり、適切な説明がされている。 ・図表に工夫があり、丁寧に、分かり易く描かれている	・図表の番号が適切、図表のキャプションが適切な位置にある。	・図表の番号が無い、または不適切である。 ・図表のキャプションが無いまたは、不適切な位置にある。 ・図表が乱雑で、分かりにくい	教員評価
・課題に対し、深く理解し、検討したことが文章から読み取れる ・適切な文章、例示、図表で明確に表現されている ・主張の妥当性が適切に説明されている ・技術的(理工学的)誤りがない	・課題に対し、ある程度理解し、検討したことが文章から読み取れる ・文章、例示、図表を使い、表現されている ・主張の妥当性がある程度説明されている ・技術的(理工学的)誤りが少ない	・課題に対し、理解しておらず、検討が不十分である。 ・文章が不適切、例示、図表がないまたは不十分で、明確でない。 ・主張の妥当性が説明されていない。 ・技術的(理工学的)誤りが多い。	教員評価	



ルーブリック (レポート部分)

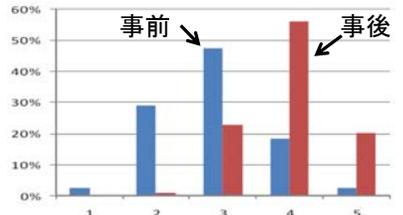
行動特性	高 5	4	3	2	1	評価者	
・システム工学のプロセスを理解し、問題解決に適用できる ・問題の発見、要求分析、解決策の導出、評価を行うことができる	11 発想法 (第1回レポート)	・BS法やKJ法など各種発想法を用いてテーマ(または目的)を検討した。結果をわかりやすい図表で表し、文章で明瞭に説明している。 ・テーマの目的を目的展開図で検討し、トップダウンとボトムアップの両面から検討し、最終的に1つの目的展開図としてまとめている。また、それを文章でわかりやすく説明している。	中間				
	12 要求分析・ニーズ分析 (第2回レポート)	・現行のシステムやサービスを分析し、利用者に提供している機能、利用者の利用方法、業務やサービスの流れを図と文章を使って明瞭に示すことができる。 ・利用者毎にニーズを整理し、さらに、システムのニーズを、わかりやすいニーズ展開図に整理することができる。 ・要求項目リストを作成することができる。この際に、要求と要望を適切に区別し、要望については重要度を適切に定義できる。 ・上記を踏まえ、システムの目標を、文書でわかり易くまとめることができる。文章中には、背景、目的、効果を簡明に記載することができる。	中間				
	13 設計・プロジェクト計画 (第3回レポート)	・品質機能展開(QFD)を用いて、要求品質-品質要素展開表を作成し、要求品質ウエートを適切に求め、その結果を説明することができる。 ・機能の構造を明確に示した上で、複数の代替案を体系的に設計することができる。 ・適切な評価基準を設定し、複数の代替案から、設計案を選択し、その結果を文章で説明できる。 ・プロジェクト計画を適切に表したWBSとガントチャートを作成でき、文章でわかり易く説明できる。	中間				

All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College & Division of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

ルーブリックを用いた学生自身による事前・事後評価

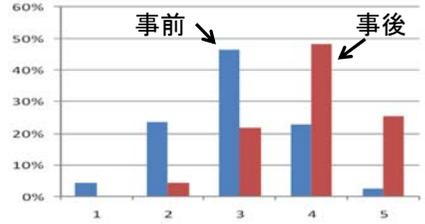
井上雅裕: 工学教育のなかでのプロジェクトマネジメントの位置づけと芝浦工大の事例, PMI日本フォーラム2012-アカデミックトラックJ-2, 2012

(1) 多分野の人とコミュニケーションができる システム工学演習A



- 学生の事後アンケート結果
- 他学科の人と課題について意見を交換したり、アイデアを出すことができるようになった。
 - 自分から積極的に意見を言うようになった。他学科の人と同じことを目標に活動していたので、自分の専門以外の分野にも関心を持って理解しようとした。

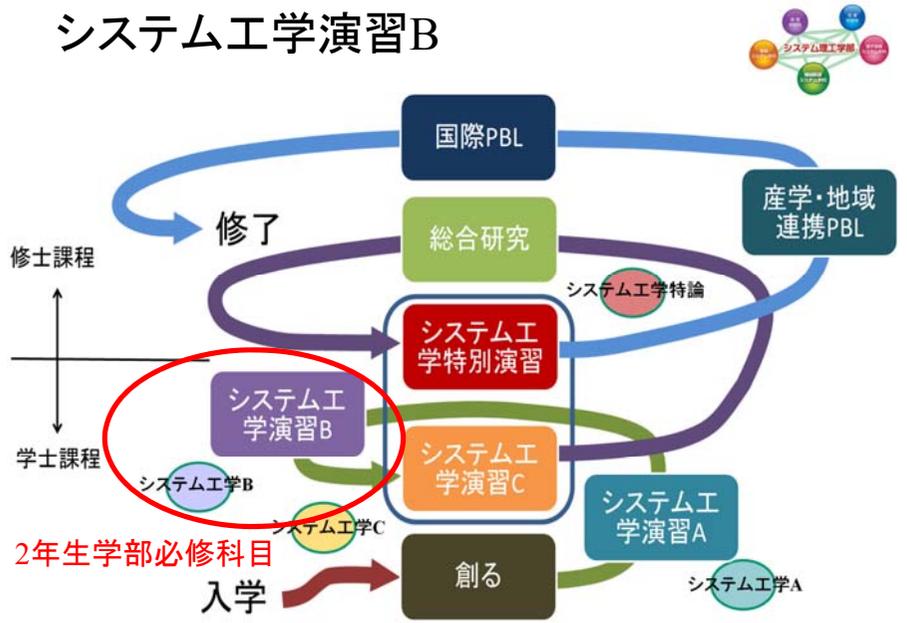
(2) チームで協力して活動できる



- 学生の事後アンケートの結果
- 毎週のグループワークの始めに今回の作業を示し、作業の分担をうまく行うことができるようになった。また、班員の負担に偏りが生じないよう活動できた。
 - グループ作業後にパソコン室などで集まって活動したり、自分でできる仕事を見つけ、自分からみんなの役に立つ行動を取れるようになった。

All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College & Division of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

システム工学演習B



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

システム工学B(数理計画法)のルーブリック(部分)

行動特性	高 5	4	3	2	1	評価者	
体系的な手法を用いて計画立案、意思決定、最適化ができる	11 階層化意思決定法 (第1回レポート)	・個別問題では、階層化意思決定法の代替案が定量的に説明され、階層図が丁寧に記載され、意思決定の結果を主に1案取り上げている。 ・多分野の人とコミュニケーションができる ・チームで協力して活動できる ・文書、口頭で適切な報告、プレゼンテーションができる (システム工学Aと同じ)	中間				
	12 スケジューリング (第2回レポート)	・個別問題では、階層化意思決定法の代替案が十分な程度に説明されている。さらに、プロジェクトの開始時期や納期について検討し、上記に基いて計画立案、意思決定、最適化がされている。 ・総合問題では、実施するうえでの作業項目を十分に検討し、WBSの形式にて階層構造化している。また、どの順番にて作業が行われるべきか、実施順序までを明示している。	中間				
確率統計を理解し、モンテカルロ法を用いたシミュレーションができる	13 確率統計 (第3回レポート)	・個別問題では、プロジェクトの達成可能性を土台として、あらゆる観点から先行現象を予測し、中間程度まで、先行現象をある程度予測し、スケジューリングを土台として最適化がされている。	中間				
	14 システムシミュレーション (第4回レポート)	・適切なシミュレーション手法を用いて、結果を十分に考察している。 ・得られたシミュレーションを適切な方法で実行し、結果を理論値と比較して考察している。	中間				

All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

システム工学Bの演習運営形態



個別課題とストーリー性のある総合課題との組み合わせ

演習期間:

2週間区切り, 個別課題と総合課題を並列に実施

個別課題の取り組み方:

- 1週目: 個人または2-3名で1問を解答
- 2週目: 班員全員で個別課題の検討, 教え合い

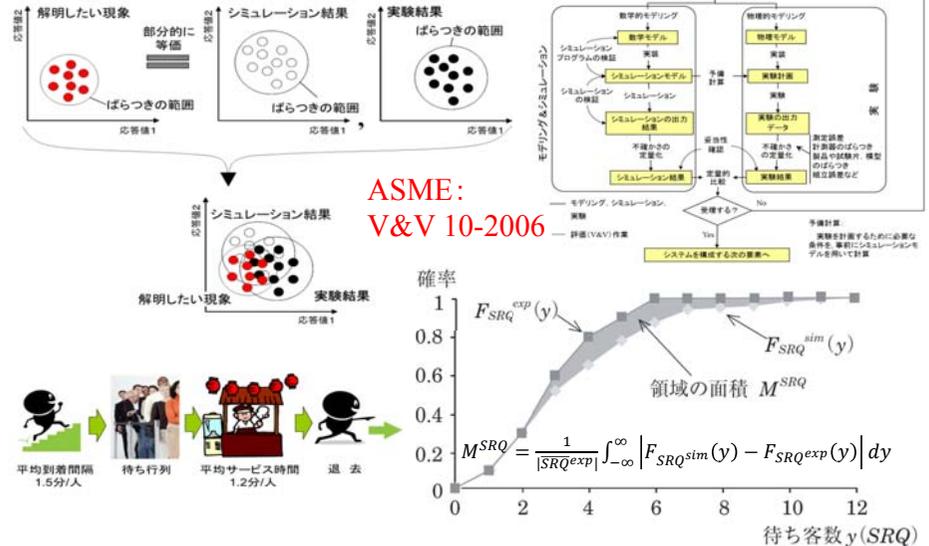
総合課題の取り組み方:

大宮祭で物品販売

- ・班全体で取り組む
- ・数理計画法が現実社会でどう使われるかを理解できるストーリーを取り入れた演習
- ・成果発表会



不確かさを考慮したシミュレーション



学部から大学院までのPBL教育



学部とシステム理工学専攻との連携



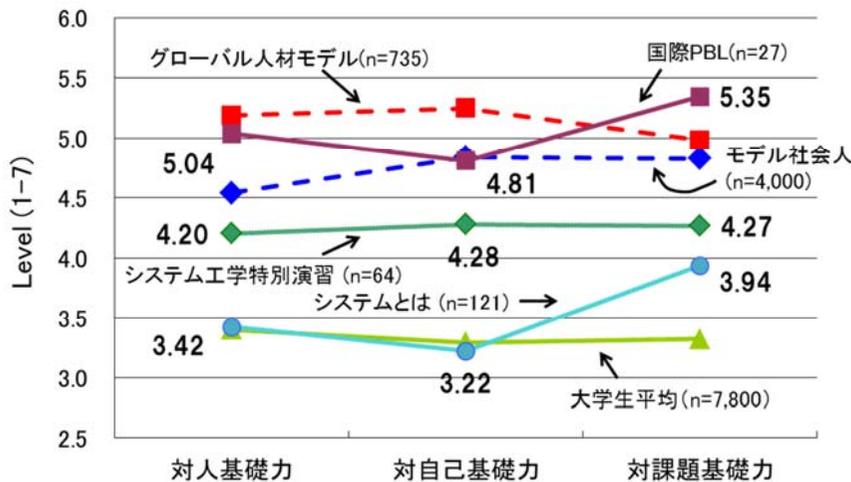
院生の研究分野とその周辺



その解決策は, 環境, 社会生活を通じて, 様々な技術や科学の関連づけにより形成される。

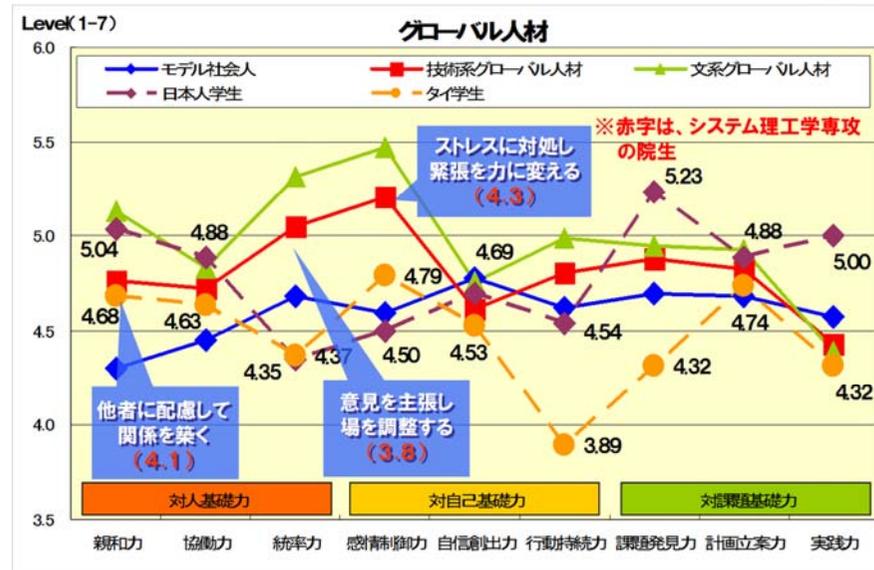
コンピテンシーによる妥当性確認

PBL教育の妥当性確認のために、コンピテンシーの測定と評価を実施



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

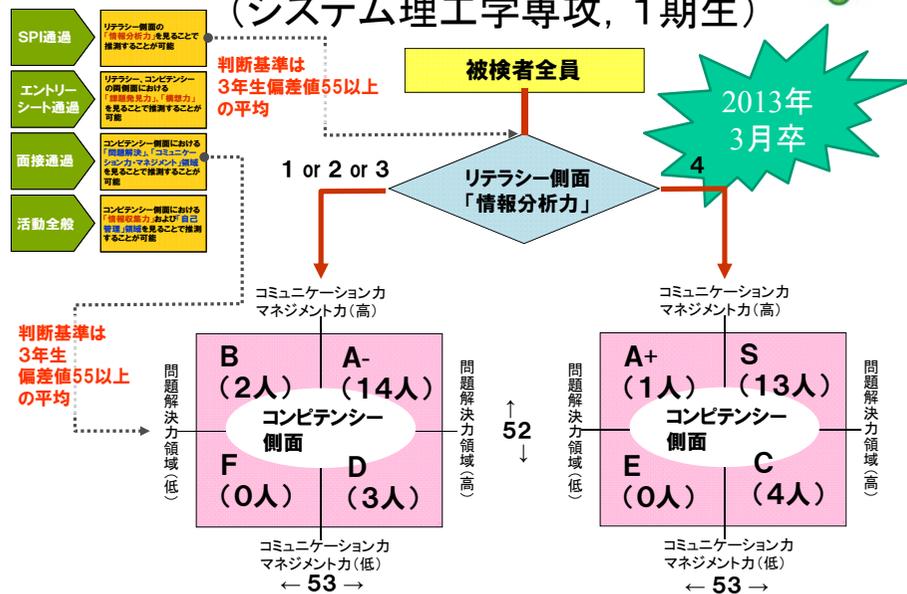
PROG: コンピテンシーによる妥当性確認



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

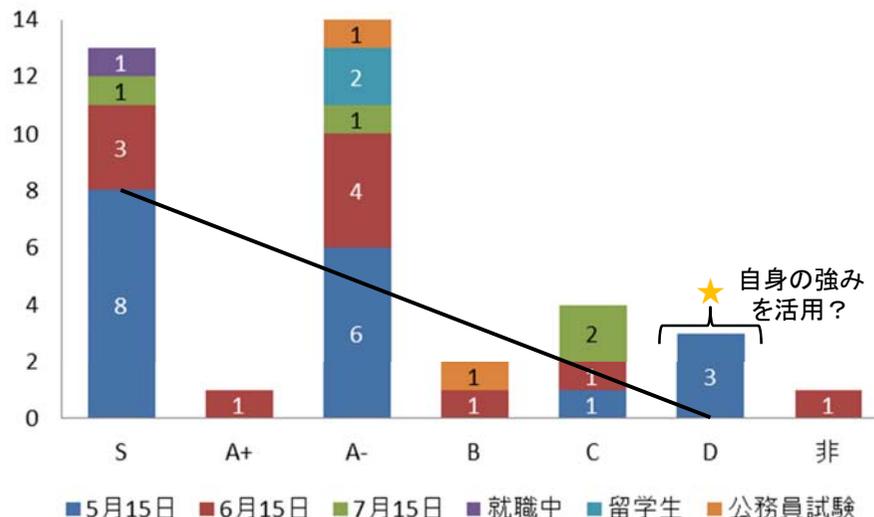
就職活動予測からみた学生のタイプ

(システム工学専攻, 1期生)



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College & Division of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

就職活動予測からみた学生タイプ別内々定時期



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College & Division of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

班内評価方法の検証

システム工学特別演習・システム工学演習C 学習・教育目標(学習成果評価表)

記入日: _____年____月____日

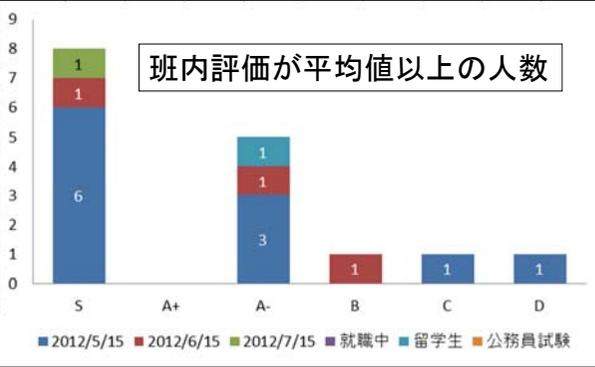
学籍番号: _____ 氏名: _____

自己評価は自分自身を評価してください。相互評価は、プロジェクトチームメンバーに自分を評価してもらってください。(高い5から、低い1で記入)

評価項目	学習・教育目標	学習成果	自己評価					相互評価平均
			1	2	3	4	5	
学習成果	「システム思考」- 学問体系を横断し関連づけるシステム工学のプロセスを理解し、総合的な解決案を導出・評価できる	問題の発見、要求分析、設計、評価、意思決定を行うことができる						
	「システムマネジメント」- 問題解決のために必要な人・知識・技術を統合し、マネジメントできる	プロジェクト遂行能力 - 目標に合致する計画を立案し、的確に仕事を遂行し、スコープ、範囲、コストの制約条件を満たすよう、人に働きかけ、知識と技術を活用し、プロジェクトを遂行できる						
	学際的なチームで活動できる	多分野の人とコミュニケーションができる						
	システムデザイン能力- 各種制約下でニーズに合致するシステム、プロセスを設計できる	チームで協力して活動できる						
リーダーシップ		ニーズに合致し、制約条件を考慮したシステム、プロセスの仕様を作成できた						

自分の意見はプロジェクトチームメンバーと相談する前に数字を記入し、チーム全体での意見は、チーム内で相談してまとまった意見(数字)を

評価項目	学習成果
創造性	創造性の高い成果を得た
有用性	有用な成果を得た
形成度	客観的データや調査に基づいた評価を行い、完成度が高い成果を得た
目標の適切さ	適切な初期段階の成果目標を設定した
目標の到達度	当初の成果目標を達成できた
文書での報告、口頭での発表	文書で適切な報告ができた
	口頭で適切な報告、プレゼン



All Rights Reserved, Copyright (C) 2013, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

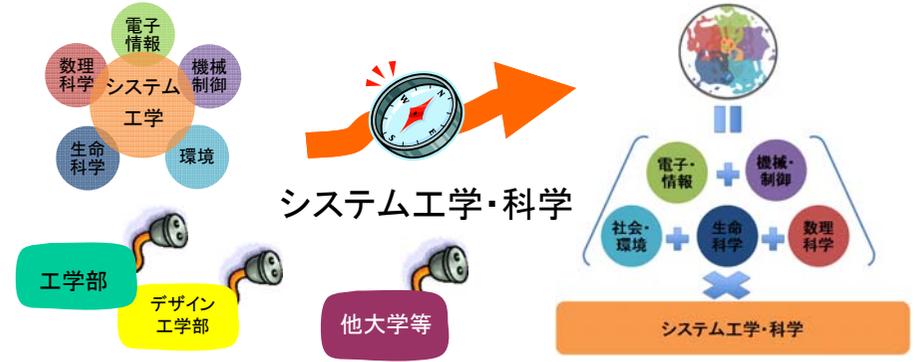
総合から創生・個性へ



専門分野の知識と、他分野の知識を組み合わせるすべを知り、知識が混ざり合い、融合された知識を社会で活躍するための「武器、もしくは他人と違う個性」として発揮できる人材、すなわち領域横断型人材を創出

学部: 個々から総合へ

大学院: 総合から創生・個性へ



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

参考: システム工学教育

教育プログラム:

教科書: 関東工学教育協会
著作賞受賞
日本工学教育著作賞



システム工学A(システム計画)



システム工学
—問題発見・解決の方法—
著者: 井上 雅裕 陳 新開 長谷川 浩志
出版社: オーム社

システム工学B(数理計画法)



システム工学
—定量的な意思決定法—
著者: 井上 雅裕・陳 新開・長谷川 浩志
出版社: オーム社



All Rights Reserved, Copyright (C) 2015, College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology