

# 技術者教育とPBL

大阪大学名誉教授  
日本技術者教育認定機構顧問  
学びフォーラム会長 大中逸雄

1. 専門家としての技術者(エンジニア)
2. エンジニア教育の国際的動向
3. デザイン教育とPBL
4. 今日のlearning outcomes

# 今日のlearning outcomes

- performance 評価、ルーブリックの意味と重要性を同僚、学生に説明できる
- 例題として挙げたような（類似の）PBLのルーブリック素案を一人で作成できる
- 種々のPBLのルーブリックを作成する手順を同僚に説明できる

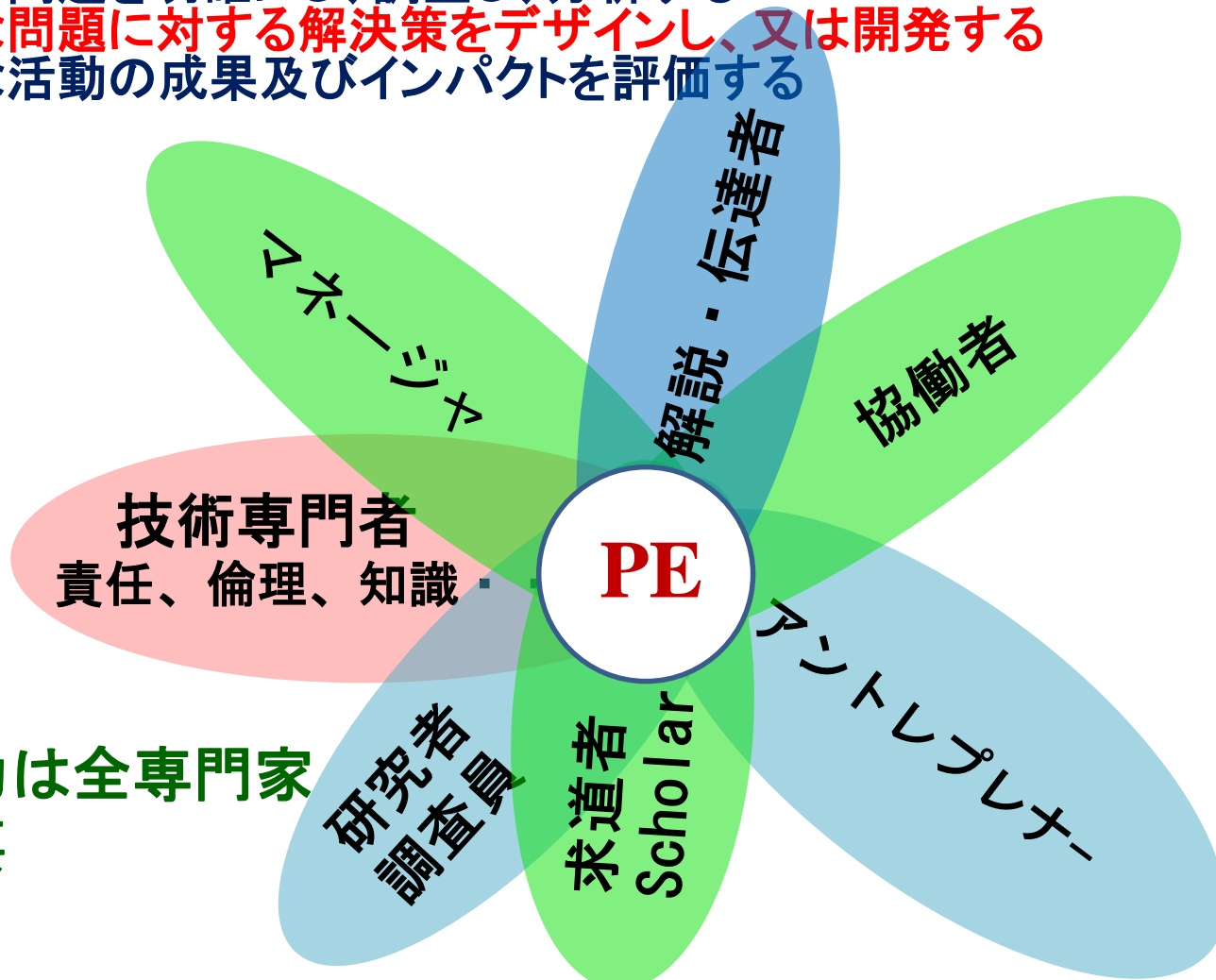
PBLを体験する

# 専門家としての技術者(エンジニア)

- 高度工業化社会：相互関係する多くのブラックボックスから構成される複雑なシステム、不安定、不確実、不確定、価値観の葛藤、正解のない社会  
経済のグローバル化、生産の国際分業化進行、急速な市場・技術変化、生涯雇用・社内教育の困難化、その他
- 社会での問題は単なる理論的知識だけでは解決困難。科学・技術知識をいくら持っている人でも、それだけで解決できる問題は少ない  
例：福島原発事故等
- 「**専門家Professional**」が、**倫理観と責任、使命感professionalism**を持って、**専門知識や経験を創造的に活用し、絶えず謙虚に省察し、他の専門家や市民と協力して活動しなければ、安全・安心な社会は構築困難**
- 技術活動は安全・安心、経済に深く関係し、エンジニア人材の優劣が、社会の安全、安心、経済性に大きく影響
- 専門家、特に、エンジニアを育成することは理工系学部を有する多くの大学にとって極めて重要な役割

# IEA-Professional Engineer(PE)

- 1.優れた実践に必要な汎用的な原理に関する高度な知識を応用する
  - 2.特定の国又は地域に関する知識と理解し応用する
  - 3.複合的な問題を明確にし、調査し、分析する
  - 4.複合的な問題に対する解決策をデザインし、又は開発する
  - 5.複合的な活動の成果及びインパクトを評価する
- その他



研究力は全専門家に必要

# エンジニア教育の国際的動向

- 1) 知識偏重教育から人間教育へ
- 2) 教員中心の教育から学習者中心の「学び」と質の保証へ
- 3) 積み上げ方式から知識と応用の同時教育へ
- 4) 実物、社会、自然等実体に触れることのできる教育へ
- 5) エンジニアリング・デザイン、チームワーク力、アントレプレナーシップ教育（社会での必要性・価値を察知し、新たな価値を生み出す能力育成）などの重視へ
- 6) 細分化された講義主体の授業からモジュール化された授業へ  
講義、演習、実験、実習、討議、PBL等を適切に組み合わせた「体験⇒省察⇒抽象化⇒体験⇒・・・」の経験的学習サイクルを実現
- 7) 講義は少なくして、個人学習からグループ学習あるいは協調的学習へ
- 8) MOOCs(Massive Open Online Courses )の活用とPBL主体の授業
- 9) アウトカムズ(Outcomes、JABEEでは学習・教育到達目標)を重視した教育、評価、認定へ

# カリキュラム、授業改革

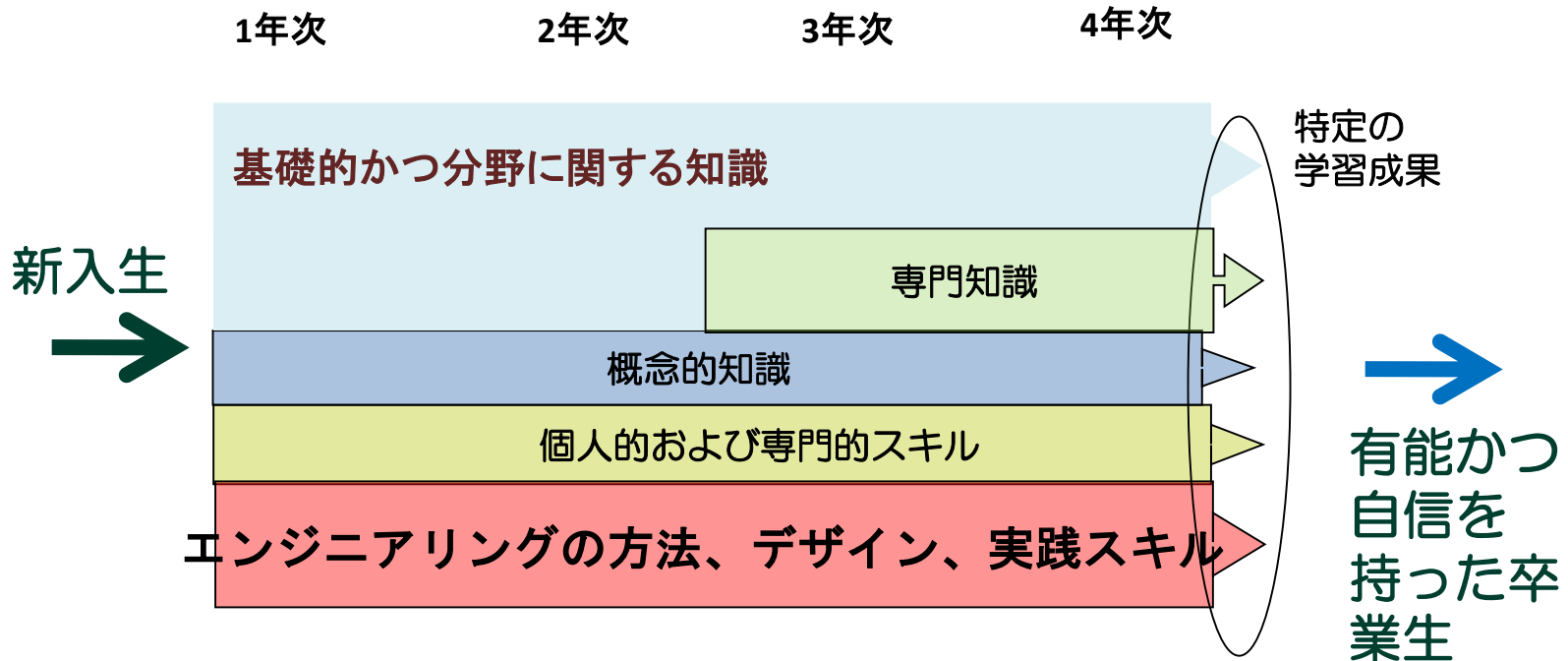
従来

教養教育 専門基礎教育	専門基礎教育 専門教育	専門教育	卒業研究 (応用)
----------------	----------------	------	--------------

今

基礎学習 専門学習 自主性・応用・ 創造性学習	基礎学習 専門学習 自主性・応用・ 創造性学習	基礎学習 専門学習 自主性・応用・ 創造性学習	基礎学習 専門学習 自主性・応用・ 創造性学習
教養学習			

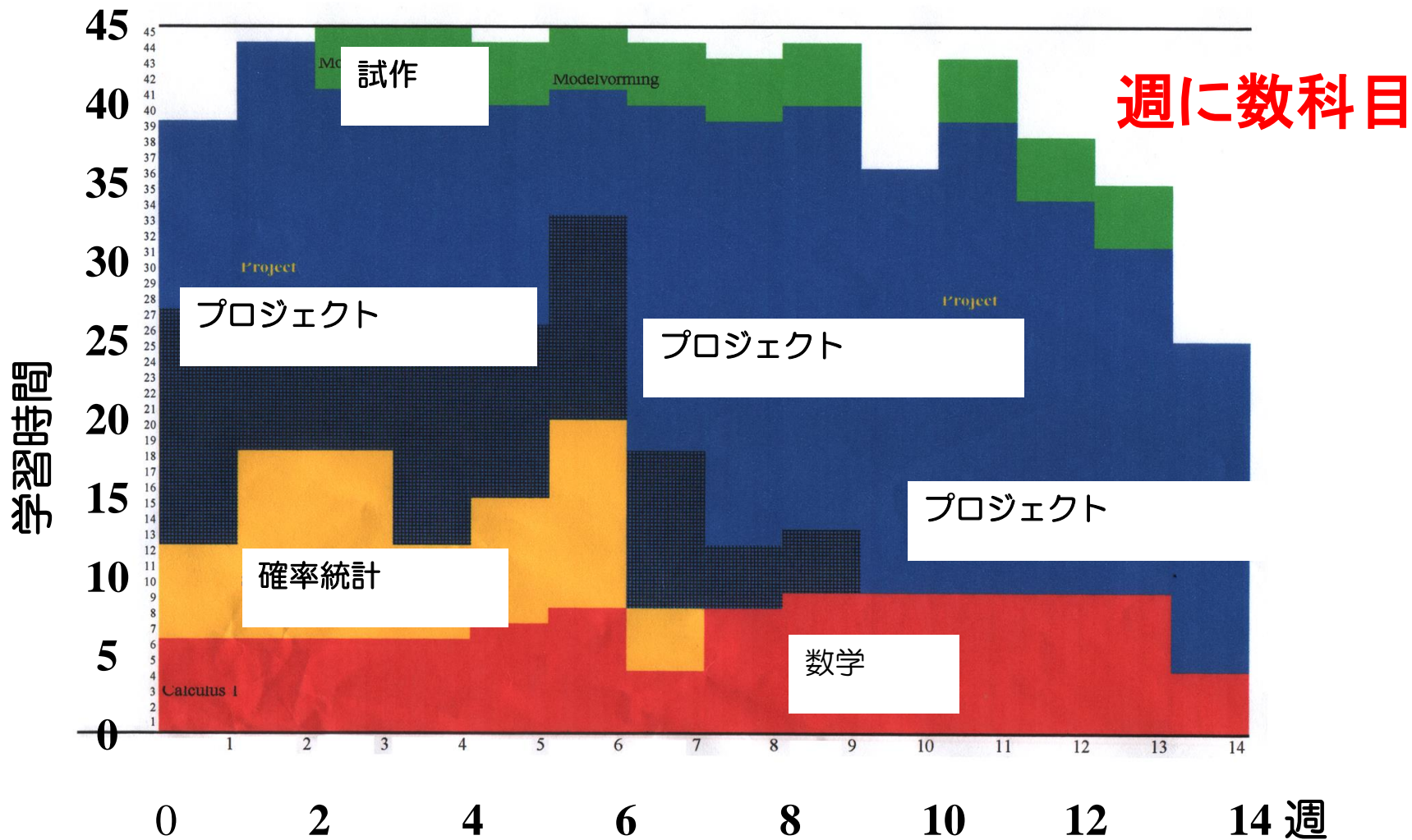
# カリキュラムの例 (オーストラリア、Robing King)



- 数学と基礎科学 (~ 20%)
- エンジニアリングサイエンス (~ 20%)
- エンジニアリング専門分野 (~ 20%)
- エンジニアリング・デザインとプロジェクト (~ 20%)
- エンジニアリング実践、管理およびその他 (~ 20%)

バランスのとれた科目による  
ホリスティックな学習成果

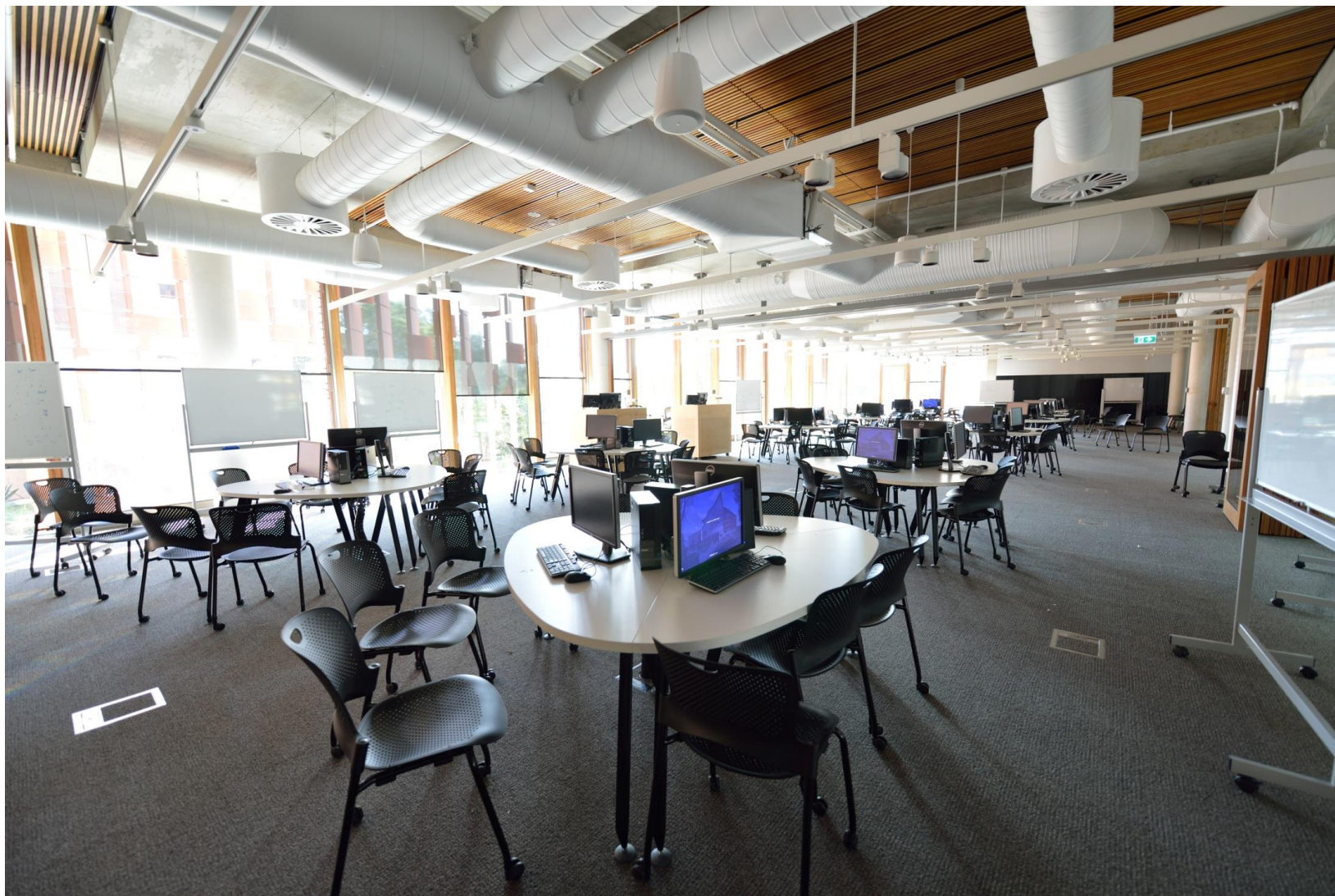
1回だけの教育では不十分  
ある程度の繰り返しが必要



# Twente 大学 (オランダ) のカリキュラムと学習負荷



## 最近の教室 ー 課題探究型授業、PBL等への対応



**The University of Queensland, Australia**

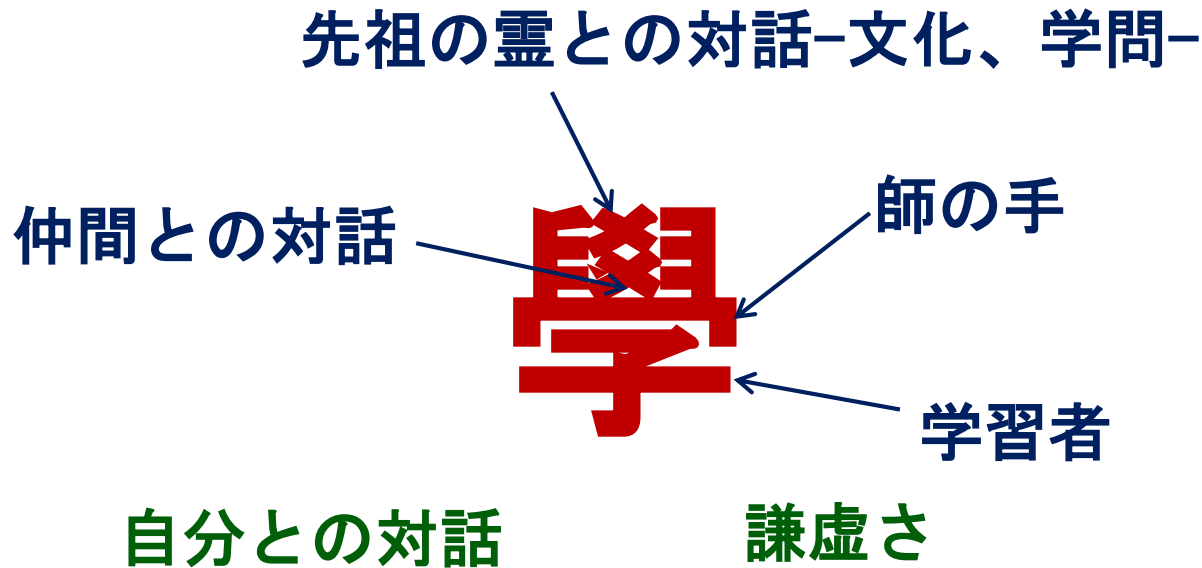




変わるアジアの授業

佐藤学

# 「学び-learning」とは



佐藤学（東京大学名誉教授）

# PBLの特徴

- **従来の授業** : 知識の講義⇒演習⇒応用  
講義の必要性が良く理解できない⇒講義内容が吸収されない、知識の応用方法が分からない、
- **PBL** :  
問題⇒既存知識の応用⇒必要な知識の認識⇒  
⇒知識の獲得⇒応用⇒これを繰り返し問題解決
- **PBLの目的** :  
問題解決力、知識獲得力（自己学習を含む）、  
コミュニケーション力、チームワーク力、分析力、  
批判的創造的思考力、創造性などの涵養、  
学習意欲の喚起

## PBLから課題型学習への展開

# PBL、課題型学習におけるテーマ

- ✓ 学生に身につけてもらいたい内容が含まれている
- ✓ 易し過ぎず、達成感が得られるもの
- ✓ 実社会、現場で遭遇するような正解が不明  
あるいは解が一つでなく、ある程度複雑な課題  
(分析力、判断力などの涵養にも必要)
- ✓ 学生の興味を持続できるようなもの、挑戦的なもの実話、  
物語性がある方が興味を引きやすい
- ✓ 解決までの時間、費用が適切

良いデザイン課題はPBLの課題として最適  
-教員の課題設定能力

# PBL, 課題型学習の問題点

- 教員のデザイン力、テーマ設定力、指導力
- カリキュラム  
モジュール化が望ましいが、学部あるいは大学全体に関係
- 評価に不慣れな教員多く、不十分

## パフォーマンス Performance

- ある特定の文脈のもとで、種々の知識や技能を用いて行われる人の振る舞いや作品、成果

## 能力 Competency

- 能力は直接測定できないし、観察できない
- 能力を知るには、要求に対するパフォーマンスを多くの状況の中で観察し、推論する必要

## パフォーマンス評価

- 能力を可視化し、ルーブリックを使用して能力を推定し、能力向上に役立てる方法



# ルーブリック (Scoring) Rubric

- ・ レベルの度合いを示す数値的な尺度（レベル）とその尺度に対応するパフォーマンスの特徴を示した記述語から成る評価基準
- ・ パフォーマンス評価の主観性を軽減し、教育に役立てる

**一般評価基準（メタルーブリック）**  
ある分野、領域で共通する基準

**課題別評価基準**  
課題、特性ごとに作成する基準

# ルーブリックの例

## 豪州ウーロンゴン大学の教育目標・行動特性とそのルーブリック(部分)

評価する能力 (学習・教育到達目標)	観点 (行動特性)	評価レベル		
		レベル4	レベル3	レベル2
<b>効果的なコミュニケーション能力を持つ</b>  自分の考えをはっきりと述べ、様々なメディアを使ってそれらを効果的に伝えることができる。  さらに、異なった環境において共同作業ができ人と交わることができる。文化がどのようにコミュニケーション形成するか理解している。	<b>書面によるコミュニケーション</b>  多様な意見を集約した、また根拠をまとめた、内容の充実した文書を書くことができる。 論点の長所や短所を批判的に評価できる。 結論をサポートするために根拠をうまく使い、提示できる。	読者に対して自らの立場をサポートするために効果的な構造やスタイルを用い、証拠によって裏づけをした文書を書くことができる。 情報伝達に効果的な図、表、式、フローチャートなどを用いて情報を伝え、また受けとることができる。	基本情報を文書で提供することができる。 論理的構造において、わかりやすい構文や正しい文法を用いて要約、説明ができる。	
	<b>口頭によるコミュニケーション</b>  主な提案に対するフィードバックに、口頭による弁護・回答ができる。 回答のスタイルや様式を聴衆や異文化のニーズに合わせることができる。 様々な利害関係者と協議、交渉ができる。	聴衆に合った正式なプレゼンテーションをデザインし発表することができる。 フィードバックや違った観点からの説明を引き出せる。	個人やグループと公式的にも非公式的にも効果的に情報の提供、受け取りができる。	
	<b>チームワーク</b>  様々な制約条件(例:時間、技術的・金銭的制約など)に応じながら、また対立を最小化・解決しながら、チームを重要なプロジェクトの成功へ導くことができる。	より複雑なグループ作業の成功に適時貢献できる。 チーム内での役割を理解し、どのようにチームが発展していくかを理解している。 メンバーのスキルを最大限に活用できる。	グループの意思決定に貢献できる。 容易な作業におけるグループワークの一員として義務を果たすことができる。	

各行動特性に関する各レベルの記述語

## パフォーマンス評価における 主観性の軽減、恣意性・独断性の排除

- 1) ルーブリックによる採点基準の共有化
- 2) 複数採点者間での調整（モデレーション）
- 3) 採点者のトレーニング
- 4) 採点事例の蓄積、提供

# パフォーマンス評価の手順

- 1) パフォーマンス課題のデザイン、選択、決定  
報告書、作品、・・・ 評価したい能力がなるべく直接現れるもの
- 2) 2,3人の採点者で、採点とルーブリック素案を作成する（一般ルーブリックの観点や特性とレベル参考）
- 3) 素案に基づいて採点者ごとに、採点する
- 4) 採点結果を1部づつつきあわせ、違いを比較し、  
同一得点になるようルーブリックを修正、変更する
- 5) ルーブリックを完成し、そのルーブリックに従って、採点を見直し、  
得点を確定する
- 6) ルーブリックの説明や能力の傾向の分析に役立つように、特徴的な  
採点事例を抽出する。
- 7) 学生個人の能力向上、授業の改善にフィードバックする

松下佳代 パフォーマンス評価-子供の思考と表現を評価する- (株)日本標準、2012、一部記述変更（大中）

## **最大の問題点-多くの時間と労力が必要**

- **教育の質の向上に役立つ  
教育的鑑識眼が訓練される**
- **教育的鑑識眼が向上することで、時間は短縮**

# デザイン教育の [評価観点-1]

---

1. デザイン能力に関して**具体的な達成目標を設定しているか。**
2. 学生に**デザインあるいは問題解決策についての学習体験**をさせているか。
3. 学生に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を提示しているか。**
  - (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。

# デザイン教育の [評価観点-2]

---

4. 以下のような内容を含む達成度評価を実施しているか。
  - (1) 解決すべき課題の内容を良く考えている。
  - (2) 制約条件を考慮したデザイン（あるいは解決策）となっている。
  - (3) デザイン（あるいは解決策）の結果を分かりやすく提示している。
  - (4) その他、当該プログラムのデザイン教育に関連する学習達成目標を満足している。（例えば、構想力／構想したものを図、文章、式、プログラム等で表現する能力／計画的に実施する能力など）
5. 上記 2.～4.についての裏付け資料があるか。