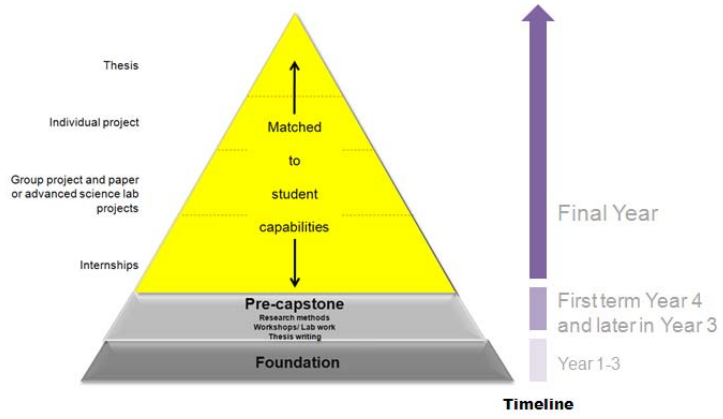
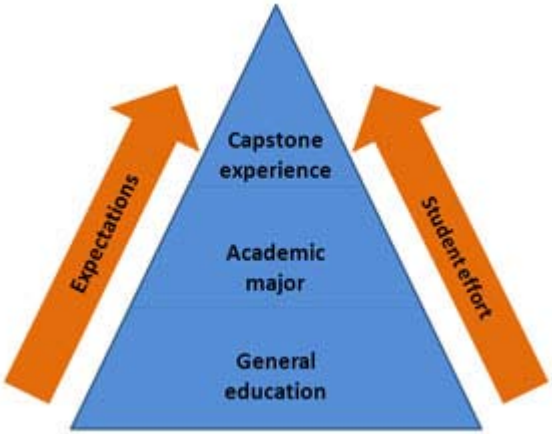
透过 Capstone 课程
检视
毕业生核心能力

吕良正教授
IEET 副秘书长兼认证委员会副执行长
台湾大学土木工程学系教授
土木水利工程学会理事长
结构工程学会理事长
刘曼君博士
IEET 办公室主任兼认证委员会副执行长

2017年3月3日（廣東）





大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

IEET 中華工程教育學會

Capstone 课程须为「必修」！
2014年后入学学生，毕业前定要修Capstone

EAC (Capstone)	TAC (Project)	CAC (Capstone)	AAC (Studio)	DAC (Studio)
• 规范 4.1.2 工程专业课程须占最低毕业学分的八分之三以上，其中须包括整合工程设计能力的专题实作。	• 规范 4.1.2 培养学生技术专精的专业与实务课程须占最低毕业学分八分之三以上，其中须包括：(1) 整合实务技术能力的专题或实作。	• 规范 4.1.2 专业课程须占最低毕业学分八分之三以上，其中须包括展现整合信息设计能力的专题实作。	• 规范 4.1.2 建筑专业及实作课程须占最低毕业学分的八分之三以上，其中，建筑设计实作须占最低毕业学分的四分之一以上。	• 规范 4.1.2 设计专业与实作课程须占最低毕业学分的八分之三以上，其中，设计实作课程须占最低毕业学分的四分之一以上。

Capstone 课程

受认证学程须能培养学生将所学应用在工程实务的能力，因此在课程组成中必须包括整合工程设计能力的专题实作，藉此让学生运用过去所学的知识及技术，尝试解决复杂且整合性工程问题 (complex problem)

- 需较深的知识才可解决的问题。
- 问题本身是多面向的，或在技术、专业与其他层面上相互冲突的。
- 是一个实际的问题，没有显而易见的解决方法。
- 需创新应用专业基本原则及实务上最新研究成果才可解决的问题。
- 需考虑现实环境的多方限制，如人力、成本、设备、材料、信息及技术等。
- 问题本身可能对社会及环境有广而远的影响。

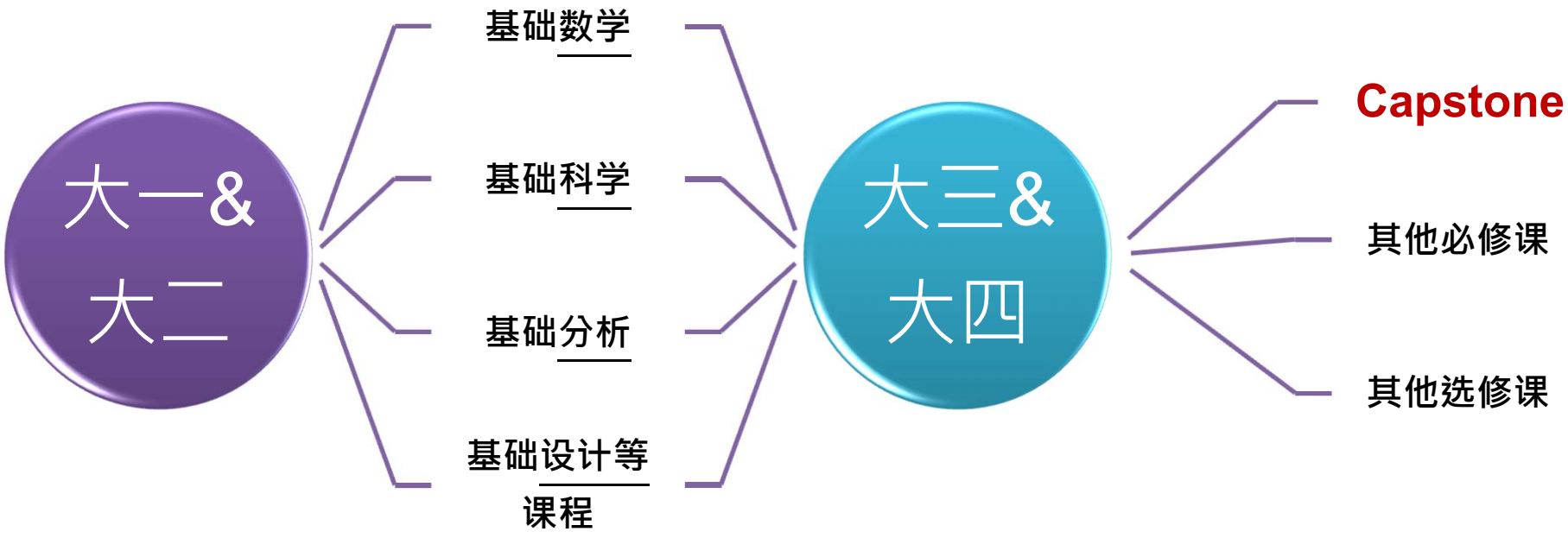
过去可能有专题课程，
但几乎都未对应核心能力

Capstone 要对应多数系订的核心能力，若不同教师带课，可对应不同核心能力

核心能力	1 具有应用科学、物理学、微积分、工程数学及工程统计知识之能力	2 具有设计及执行实验，以及分析解释数据的能力	3 具有设计工程系统、组件或流程之能力	4 具有辨识、分析规划及解决工程问题的能力	5 具有有效沟通、团队合作及领导统御的能力	6 具有宽广的国际视野及外语能力	7 具备专业伦理、人文素养及社会责任	8 具备跨领域之学习能力
土木工程设计实务 (Capstone)	V	V	V	V	V		V	V

Capstone是大学教育最后一哩

Capstone课程要求
仅对应学士学位课程
非硕博士学位课程



Capstone 關鍵在強調
團隊合作、動手做、整合所學

非個人參與

教師授課少，
轉換為指導性質

目的不在學習
新知識、新技能

更多關於Capstone課程定義、設計、評量、報導及簡報內容，
請參考IEET網站「Capstone Course」專區。

因为 Capstone 是整合性课程，可检视专业性&通用性的核心能力

Hard-专业性

- 解决整合性问题
- 执行设计

Soft-通用性

- 团队合作、领域整合
- 有效沟通
- 项目管理(含经费)
- 主动学习、终身学习

Capstone 关键在
团队合作、动手做、整合所学

非个人参与

教师授课少,
转换为指导
性质

目的不在学习
新知识、
新技能

端看领域和课程内涵，
实作成果可以是多元

- 实体成品
- 实体模型
- 计算机仿真或其他形式的设计结果 (设计图说呈现)

应要求学生小组制作书面报告，并简报说明，以做为教师评量依据

宜提供成果发表会，让学生口头报告，教师共同评量学生成果

宜提供竞赛机会，以提高学生学习动机

Capstone 课程之实作成果展现

大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

美国 ABET 要求学程须提供学生整合性设计课程的经验

- **Criterion 5. Curriculum**

  (b)one and one-half years of engineering topics, consisting of engineering sciences and engineering design appropriate to the student's field of study.

  Students must be prepared for engineering practice through a **curriculum culminating in a major design experience** based on the knowledge and skills acquired in earlier course work and incorporating appropriate engineering standards and multiple realistic constraints.

- **Self-study Report in Criterion 5.**

  Describe the major design experience that prepares students for engineering practice. Describe how this experience is based upon the knowledge and skills acquired in earlier coursework and incorporates appropriate engineering standards and multiple design constraints.

加拿大 CEAB 要求学程
需有工程设计课程，包括 Capstone

- **3.4 Curriculum content and quality**
  - ✓ Engineering design: **A minimum of 225 AU in engineering design is required**.
  - ✓ **Significant design experience**: The significant design experience is based on the knowledge and skills acquired in earlier work and it preferably gives students an involvement in team work and project management.
- **Engineering design AU allocation is generally found in:**
  - ✓ **design projects** (significant design experience, or "**capstone project**")
  - ✓ subject courses in which elements of design are taught, often in combination with other curriculum categories

*** 1 AU (Accreditation Units) = one hour of lecture (corresponding to 50 minutes of activity ; 0.5 AU = one hour of laboratory or scheduled tutorial**

韩国 ABEEK 要求学程开设 Capstone 课程

■ 韩国ABEEK在课程及学生的规范，即要求要开设Capstone课程

- **Criterion 3. Curriculum**

  3.3 The curriculum must require minimum of 54 credits of engineering topics including design and experiments/practices. **Design courses must include basic design and capstone design course**.

- **Criterion 4. Students**

  4.2 **Students must be advised in course design and learning**.

澳洲 EA 要求学程开设 毕业实作 (Final Year Project)

■ 澳洲EA要求须有20%的工程设计课程

- **3.2.3. Program Structure and Implementation Framework**
  - ✓ **engineering design and projects** (approximately 20%)
  - ✓ integrated exposure to professional engineering practice, including management and professional ethics (approximately 10%)
    -an industry based final year project
    -industry research for feasibility studies

大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

美国主要大学 Capstone 课程规划 (以土木系为例)

依组别开设不同课程

- Stanford Univ.
- UC Berkeley

Stanford University Civil Engineering

Integrated Civil Engineering Design Project

- for **Structures & Construction Track**
- Spring in **Senior Year** / 4 units
- **Studio format**. Design concepts for civil engineering facilities from schematic design through construction, taking into account sustainable engineering issues. **Design exercises culminating in the design of a civil engineering facility**, emphasizing structural systems and materials and integration with construction and other project requirements.

Environmental and Water Resources Engineering Design

- for **Environmental & Water Studies Track**
- Spring in **Senior** Year / 5 units
- Application of fluid mechanics, hydrology, water resources, environmental sciences, and engineering economy fundamentals to the **design of a system addressing a complex problem** of water in the natural and constructed environment. **Problem changes each year**. Student **teams prepare proposals, progress reports, oral presentations**, and a **final design report**.

http://explorecourses.stanford.edu/search?view=catalog&filter-coursestatus-Active=on&page=0&catalog=&q=CEE183

University of California, Berkeley Civil and Environmental Engineering

Areas	Design Elective	Time / Units
Engineering and Project Management	Design, Construction, Maintenance of Civil and Environmental Engineered Systems	Spring in Senior Year / 4 units
Environmental Engineering	Environmental Engineering Design	Fall in Senior Year / 3 units
GeoSystems (Geoengineering)	Foundation Engineering Design	Spring in Senior Year / 3 units
Structural Engineering	• Design of Steel Structures • Structural Steel Design Project	Senior Year / 3+1 units
Transportation Engineering	Transportation Facility Design	Fall in Senior Year / 3 units

http://engineering.berkeley.edu/academics/undergraduate-guide/academic-departments-programs/civil-environmental-engineering#civil-note7

美国主要大学Capstone课程规划 (以土木系为例)

所有学生修习同一课程

但学生可以自定义题目

- MIT
- Univ. of Michigan

Massachusetts Institute of Technology Civil and Environmental Engineering

Senior Civil and Environmental Engineering Design

- 2-6-4 units
- **Synthesizes prior coursework and experiences** through a semester-long design project and related assignments. **Students form teams to work on projects of their choosing**, focusing in depth on the diverse areas within civil and environmental engineering. Teams demonstrate creativity in applying theories and methodologies while considering their project's technical, environmental and social feasibility.
- Includes lectures on a variety of related engineering concepts, as well as scholarship and engineering practice and ethics. Provides **instruction and practice in oral and written communication**.
- Students **are required to prepare a portfolio describing his or her work in the class. Displayed and tested outside Student Center.**

- http://student.mit.edu/catalog/m1a.html
- http://cee.mit.edu/news/releases/2011/senior-bridge-design
- http://cee.mit.edu/news/releases/2013/senior-civil-and-environmental-engineering-design-course

University of Michigan
Civil & Environmental Engineering

- **Professional Issues and Design**
- Students work with classmates from their own concentration, along with students from each of the other CEE disciplines. **Multidisciplinary team design experience** including consideration of codes, regulations, alternate solutions, economic factors, sustainability, constructability, reliability and aesthetics in the solution of a civil or environmental engineering problem. It also covers professionalism and ethics in the practice of engineering.

http://cee.engin.umich.edu/CEE402

大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

透过 Capstone 课程评量核心能力 (1/2)

课程：土木工程设计实务　　年级：大三下(必修)　　教师：吕〇〇教授
学生：A组/ 李〇〇、林〇〇、沈〇〇　　专题题目：淡江大桥规划与设计
成绩：82分

核心能力	权重	得分	权重得分
1. 具有应用科学、物理学、微积分、工程数学及工程统计知识之能力	10%	90	9
2. 具有设计及执行实验，以及分析解释数据的能力	15%	80	12
3. 具有设计工程系统、组件或流程之能力	20%	70	14
4. 具有辨识、分析规划及解决工程问题的能力	20%	90	18
5. 具有有效沟通、团队合作及领导统御的能力	15%	80	12
6. 具有宽广的国际视野及外语能力	0%	-	-
7. 具备专业伦理、人文素养及社会责任	10%	87	8.7
8. 具备跨领域之学习能力	10%	85	8.5
		总分	82

IEET 中華工程教育學會

透过 Capstone 课程评量核心能力 (2/2)

核心能力	权重	A组	B组	C组	D组	....组	全班平均
1.具有应用科学、物理学、微积分、工程数学及工程统计知识之能力	10%	90	90	91	89	…	90
2.具有设计及执行实验，以及分析解释数据的能力	15%	80	67	87	74	…	80
3.具有设计工程系统、组件或流程之能力	20%	70	85	90	85	…	88
4.具有辨识、分析规划及解决工程问题的能力	20%						68
5.具有有效沟通、团队合作及领导统御的能力	15%	80	70	75	65	…	72
6.具有宽广的国际视野及外语能力	0%	-	-	-	-	…	-
7.具备专业伦理、人文素养及社会责任	10%	87	80	93	80	…	85
8.具备跨领域之学习能力	10%	85	78	90	85	…	86
各组总分		82	76	86	76		80

须加强第4及第5项核心能力的养成

IEET 中華工程教育學會

全系透過Capstone瞭解到
核心能力4＆5要加強，建議檢討相對應課程

課程	核心能力1	核心能力2	核心能力3	核心能力4	核心能力5	核心能力6	核心能力7	核心能力8
…	v	v						
土木工程概念設計	v	v	v					
工程圖學	v	v		v	v	v		
…			v	v				
工程數學	v	v						
流體力學	v		v	v			v	v
…		v				v	v	v
鋼筋混泥土學	v		v		v			v
水利工程			v	v		v	v	
…								
鋼結構設計			v	v	v	v		
土木工程設計實務(Capstone)	v	v	v	v	v		v	v
…								

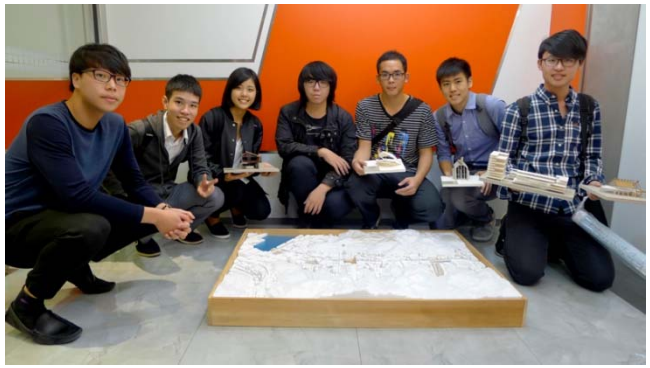
大纲

1. Capstone 课程的内涵
2. Capstone 课程为国际趋势
3. Capstone 课程开课模式参考
4. Capstone 课程评量毕业生核心能力
5. 参考资源

Capstone 课程必须满足这些条件...

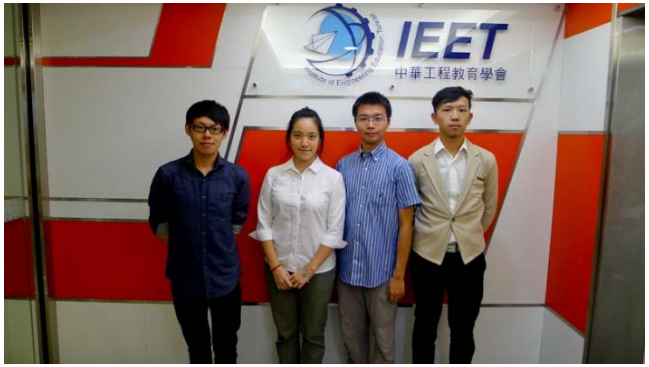
1. 规划面
   - ✓ 须是必修课程
   - ✓ 须在课程纲要中显示对应毕业生核心能力
   - ✓ 须将学生分组，不是各别学生进行
2. 执行面
   - ✓ 须主要由学生动手做
   - ✓ 须重视团队合作、项目管理的培育
   - ✓ 须要求学生口头报告、书面报告
   - ✓ 须针对毕业生核心能力进行评量
3. 回馈面
   - ✓ 授课教师对课程有回馈心得
   - ✓ 课程委员会针对课程评量结果思考讨论

2015 全国大专校院工程创意竞赛



工程技术顾问商业同业公会
中国土木水利工程学会
中华工程教育学会

共同主办

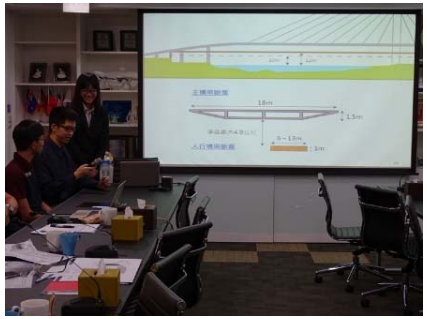


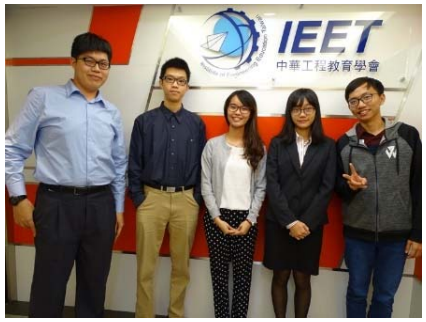
金奖得主
木款队
台大土木系

技术顾问商业同业公会：http://www.caec.org.tw/webc/html/news/show.aspx?pg=1

2016 全国大专校院工程创意竞赛





Capstone Course网页资源

IEET 网站左方选单→知识库→Capstone Course