

透過 Capstone 課程 檢視 畢業生核心能力

劉曼君 博士

IEET 辦公室主任兼認證委員會副執行長

2015年12月21日



大綱

1. 教育 RPG 世代
2. Capstone 課程為國際趨勢
3. Capstone 課程開課模式參考
4. Capstone 課程評量畢業生核心能力
5. 參考資源

大綱

1. 教育 RPG 世代
2. Capstone 課程為國際趨勢
3. Capstone 課程開課模式參考
4. Capstone 課程評量畢業生核心能力
5. 參考資源

教育 RPG 世代 (角色扮演遊戲世代)



- Phenomenon-based Learning : Teaching by Topics (主題式學習)
- Problem/Project-based Learning (專題實作)
- Case Study (案例學習)

資料來源：2015 天下雜誌教育專刊

大綱

1. 教育 RPG 世代
2. **Capstone 課程為國際趨勢**
3. Capstone 課程開課模式參考
4. Capstone 課程評量畢業生核心能力
5. 參考資源

Capstone 課程須為「必修」！

2014年後入學學生，畢業前定要修Capstone

| EAC (Capstone) | TAC (Project) | CAC (Capstone) | AAC (Studio) | DAC (Studio) |
|--|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 規範 <p>4.1.2 工程專業課程須占最低畢業學分的八分之三以上，其中須包括<u>整合工程設計能力的專題實作</u>。</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 規範 <p>4.1.2 培養學生技術專精的專業與實務課程須占最低畢業學分八分之三以上，其中須包括：(1) <u>整合實務技術能力的專題或實作</u>。</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 規範 <p>4.1.2 專業課程須占最低畢業學分八分之三以上，其中須包括<u>展現整合資訊設計能力的專題實作</u>。</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 規範 <p>4.1.2 建築專業及實作課程須占最低畢業學分的八分之三以上，其中，<u>建築設計實作</u>須占最低畢業學分的四分之一以上。</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 規範 <p>4.1.2 設計專業與實作課程須占最低畢業學分的八分之三以上，其中，<u>設計實作課程</u>須占最低畢業學分的四分之一以上。</p> |

美國 ABET 要求學程須提供學生 整合性設計課程的經驗

■ 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 要求學程 需有工程設計課程，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

韓國 ABEEK 要求學程開設 Capstone 課程

- 韓國 ABEEK 在課程及學生的規範，即要求要開設 Capstone 課程
 - **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 要求學程開設 畢業實作 (Final Year Project)

- 澳洲EA要求須有20%的工程設計課程
 - 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

大綱

1. 教育 RPG 世代
2. Capstone 課程為國際趨勢
3. **Capstone 課程開課模式參考**
4. Capstone 課程評量畢業生核心能力
5. 參考資源

Capstone 開課模式參考

| 例子 | 開課教師 | 主題 | 修課時間 | 優缺點 |
|--|-------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Stanford-CE UC Berkeley-CE NTU-CE | 少數/ 特定教師 | 單一主題 (教師決定) | 學生依對主題的興趣規劃 修課時間，但須為高年級 學生 | 結構性強，主題多元， 學生自由度大，較能 引發學習動機。 |
| MIT-CE Michigan-CE | 特定教師 | 由學生和教師 共同討論後擇定 | 例如：所有大四上學生 | 教師負擔較重，須 指導不同主題。 |
| - | 少數/ 特定教師 | 單一主題 (教師決定) | 例如：所有大四上學生 | 結構性強，但學生可 嘗試的主題較沒彈性。 |
| - | 多數/ 全部教師 | 由學生和教師 共同討論後擇定 | 學生依教師專長選擇指導 教師，但須為高年級學生 | 教師負擔較均衡 |

*無論哪種開課模式，**學生都須分組**執行計畫，而非執行個人計畫。

*無論哪種開課模式，**系應有統一的執行規則**，例如要求課程對應核心能力(應對應多數系訂能力)，一致的評量標準和表單，也可辦理全系成果發表會，並由所有教師對所有學生小組評分。

美國主要大學 Capstone 課程規劃 (以土木系為例)

依組別開設不同課程

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**.

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 | <ul style="list-style-type: none"> • 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>

美國主要大學Capstone課程規劃 (以土木系為例)

所有學生修習同一課程
但學生可以自訂題目

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**

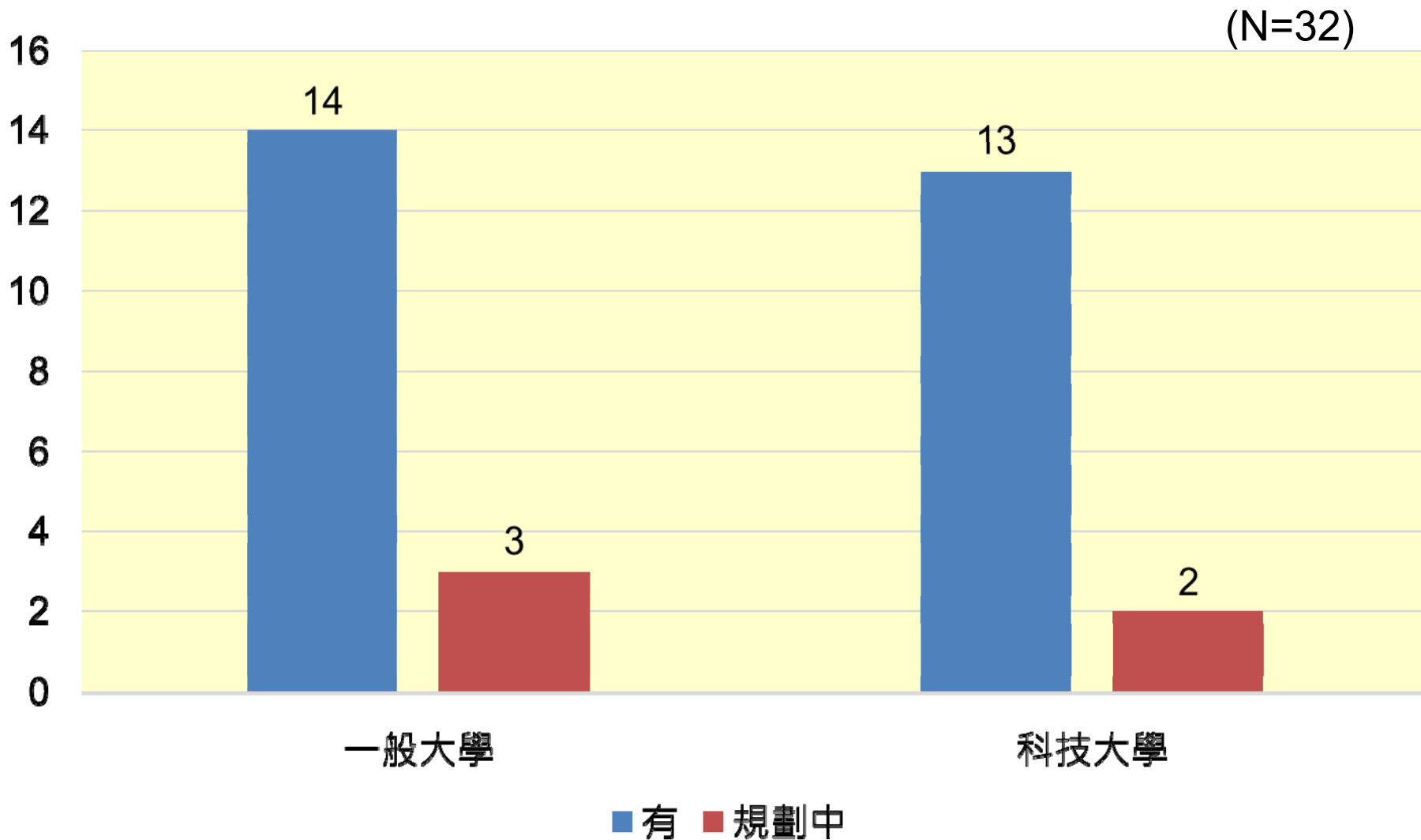
- Students work with classmates from their own concentration, along with students from each of the other CEE disciplines.

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.

IEET 整合性專題實作課程 (Capstone Course)現況調查

- 發放時間：2015年5月
- 發放對象：各大學校院土木工程名稱學程
- 發放份數：36份
- 回收份數：32份
- 回收率：89%

是否有整合性專題實作課程

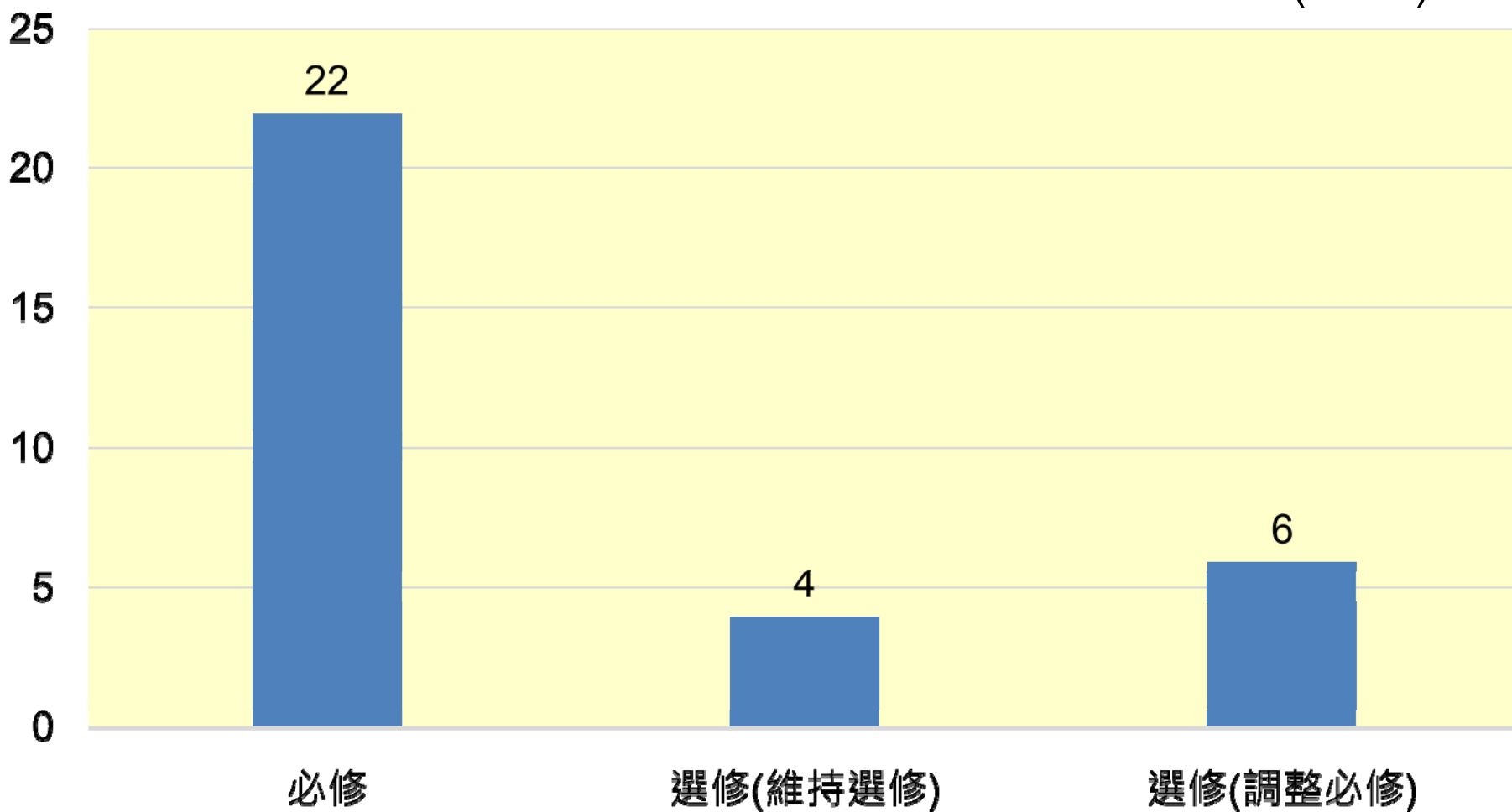


Capstone 課程中文名稱

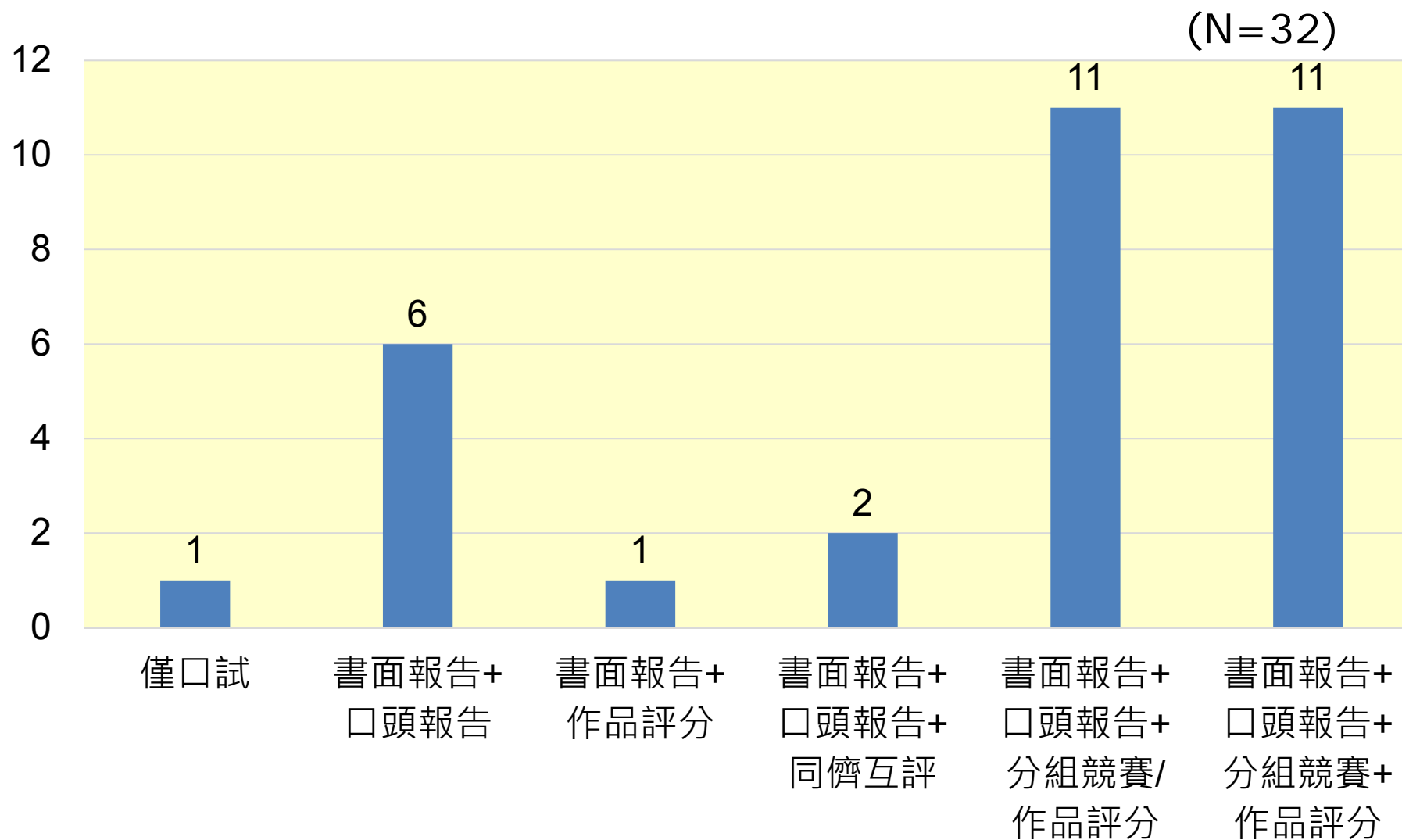
- 土木工程專題
- 土木工程專題研究
- 土木工程設計實務
- 土木工程實作專題
- 土木實務專題
- 土木與水資源設計實務
- 工程專案實作
- 工程設計與實務專題
- 建築物耐震評估與補強
- 專題研究
- 專題製作
- 畢業專題
- 畢業設計
- 頂石課程
- 頂石總整課程
- 實務專題
- 電腦輔助工程技術與實作

開課性質

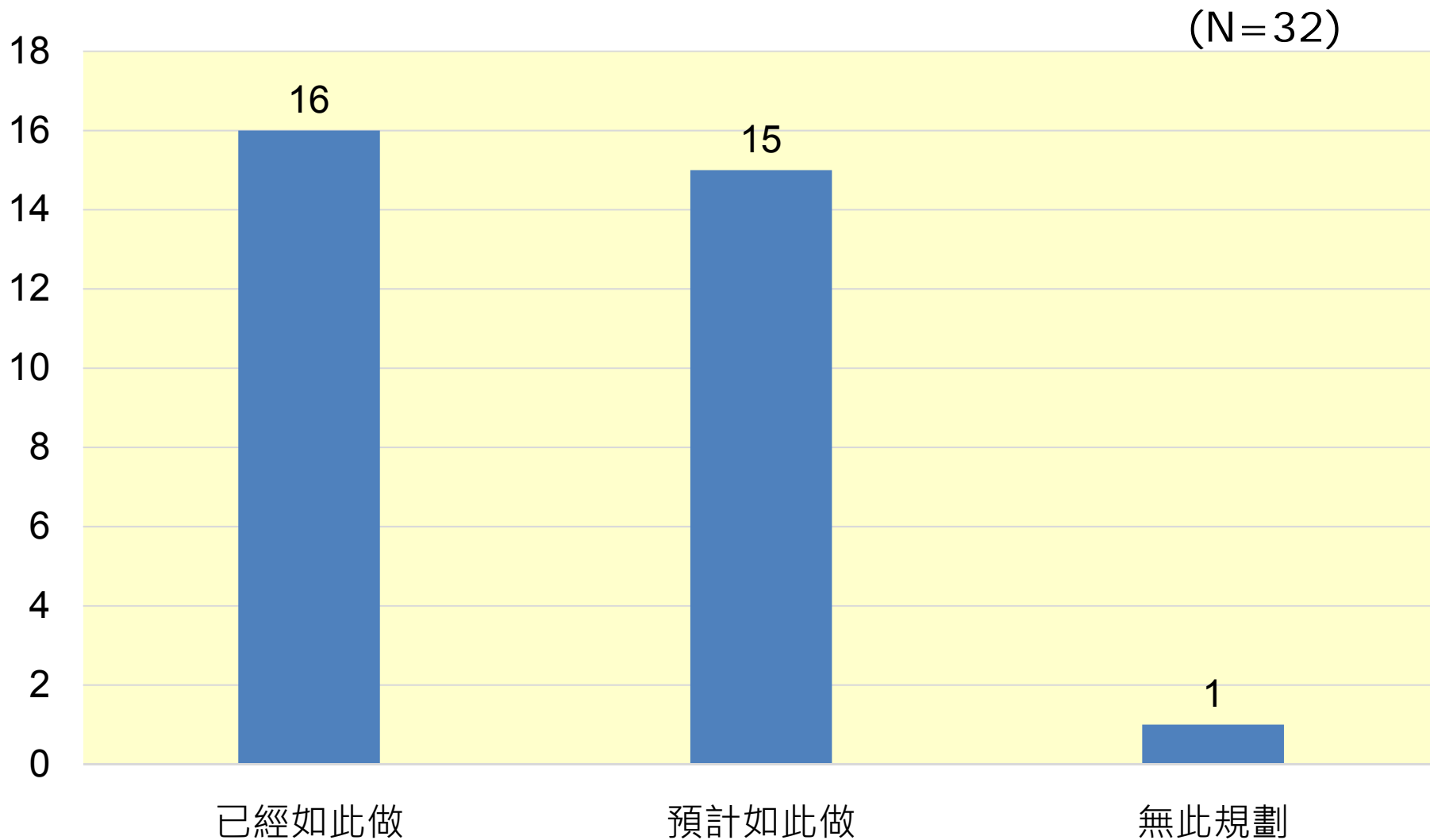
(N=32)



課程評量方式



是否以此課程評量核心能力



大綱

1. 教育 RPG 世代
2. Capstone 課程為國際趨勢
3. Capstone 課程開課模式參考
4. **Capstone 課程評量畢業生核心能力**
5. 參考資源

畢業生核心能力 vs 教育目標



畢業生核心能力
Graduate Attributes
(畢業時)

- 知識
- 技術
- 態度



教育目標
Educational Objectives

(畢業後3~5年)

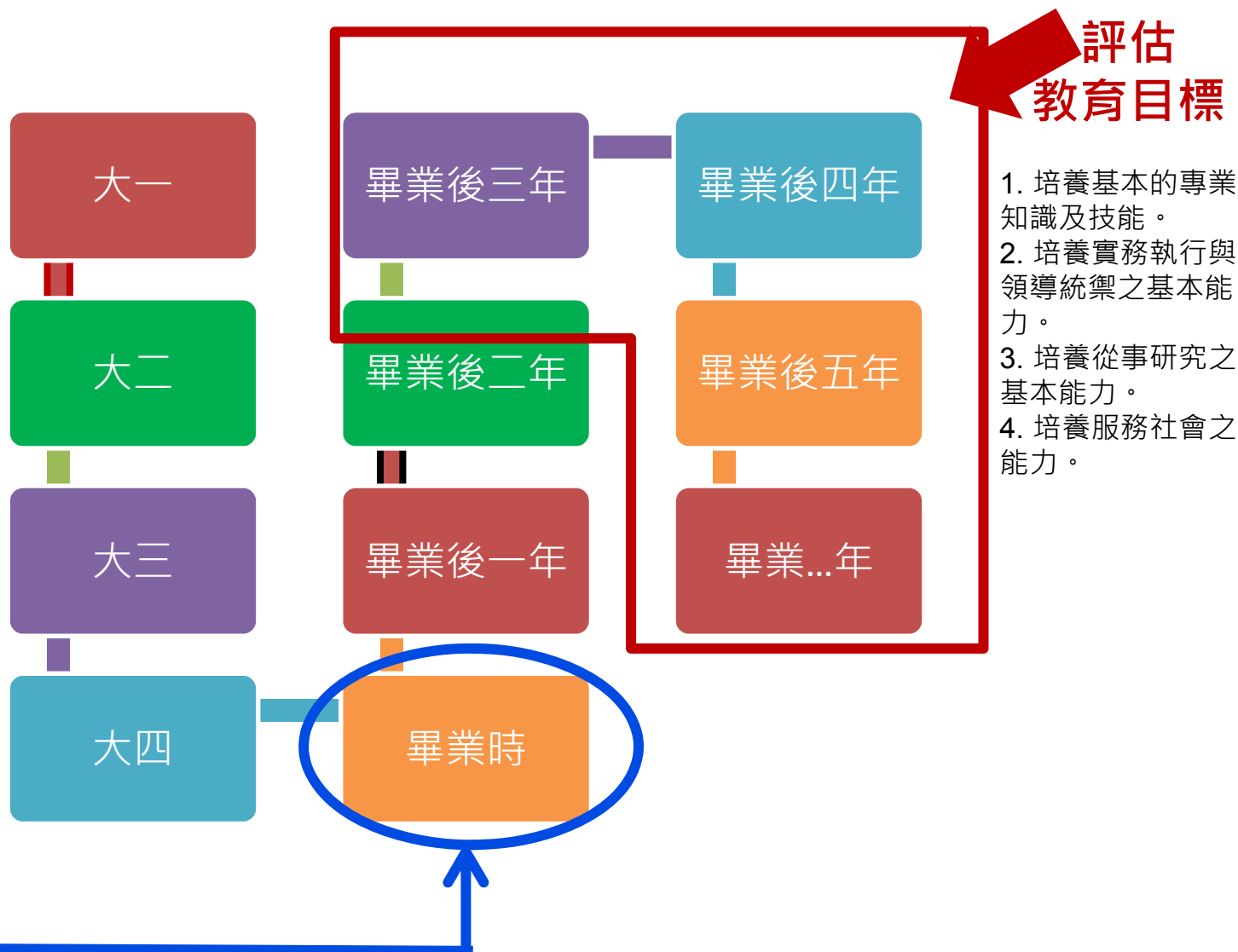
- 能解決問題，造福社會的工程師
- 能持續成長的工程師

核心能力、教育目標評估時間點

評量

畢業生核心能力

- 3.1 運用數學、科學及工程知識的能力。
- 3.2 設計與執行實驗，以及分析與解釋資料的能力。
- 3.3 執行工程實務所需技術、技巧及使用現代工具的能力。
- 3.4 設計工程系統、元件或制程的能力。
- 3.5 專案管理（含經費規劃）、有效溝通、領域整合與團隊合作的能力。
- 3.6 發掘、分析、應用研究成果及因應複雜且整合性工程問題的能力。
- 3.7 認識時事議題，瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力。
- 3.8 理解及應用專業倫理，認知社會責任及尊重多元觀點。



檢核畢業生核心能力的方式

1. 畢業生問卷調查

2. Capstone 課程評量

檢核畢業生核心能力方式 1： 畢業生問卷調查 (範例)

| 程度 核心能力 | 5 高 | 4 中上 | 3 中 | 2 中下 | 1 低 | 平均分數 |
|------------|--------|---------|--------|---------|--------|------|
| 核心能力1 | 20% | 36% | 28% | 10% | 6% | 3.54 |
| 核心能力2 | 36% | 38% | 16% | 6% | 4% | 3.96 |
| 核心能力3 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 核心能力7 | | | | | | |
| 核心能力8 | | | | | | |

注：以問卷(或其他評估方式)有效樣本50人為例，若核心能力1得分5、4、3、2、1之人數各為10、18、14、5、3，則相應比率(除以50)各為20%、36%、28%、10%、6%。平均分數=5x20%+4x36%+3x28%+2x10%+1x6%=3.54。

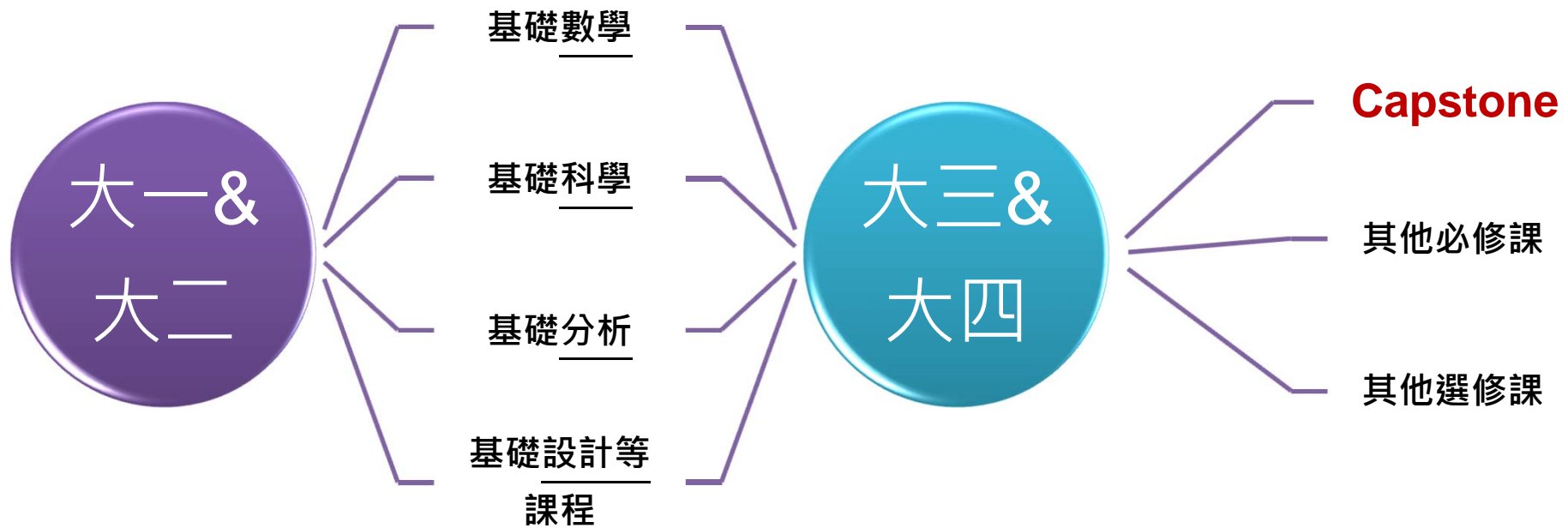
檢核畢業生核心能力方式 2： Capstone 課程

受認證學程須能培養學生將所學應用在工程實務的能力，因此在課程組成中必須包括整合工程設計能力的專題實作，藉此讓學生運用過去所學的知識及技術，嘗試解決複雜且整合性工程問題 (complex problem)

- 需較深的知識才可解決的問題。
- 問題本身是多面向的，或在技術、專業與其他層面上相互衝突的。
- 是一個實際的問題，沒有顯而易見的解決方法。
- 需創新應用專業基本原則及實務上最新研究成果才可解決的問題。
- 需考慮現實環境的多方限制，如人力、成本、設備、材料、資訊及技術等。
- 問題本身可能對社會及環境有廣而遠的影響。

Capstone是大學教育最後一哩

Capstone課程要求
僅對應學士學位課程
非碩博士學位課程



Capstone 要對應多數系訂的核心能力

| 核心能力 | 1 具有應用科學、物理學、微積分、工程數學及工程統計知識之能力 | 2 具有設計及執行實驗，以及分析解釋數據的能力 | 3 具有設計工程系統、元件或流程之能力 | 4 具有辨識、分析規劃及解決工程問題的能力 | 5 具有有效溝通、團隊合作及領導統禦的能力 | 6 具有寬廣的國際視野及外語能力 | 7 具備專業倫理、人文素養及社會責任 | 8 具備跨領域之學習能力 |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 土木工程設計實務 (Capstone) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |

因為 Capstone 是整合性課程， 可檢視專業性&通用性的核心能力

Hard-專業性

解決整合性
問題

執行設計

Soft-通用性

團隊合作、領域整合

有效溝通

專案管理(含經費)

主動學習、終身學習

Capstone 關鍵在 團隊合作、動手做、整合所學





端看領域和課程內
涵，實作成果可以是
多元

- 實體成品
- 實體模型
- 電腦模擬或其他形式的設計結果 (設計圖說呈現)



應要求學生小組製作
書面報告，並簡報說
明，以做為教師評量
依據



宜提供**成果發表會**，
讓學生**口頭報告**，教
師共同評量學生成果



宜提供**競賽機會**，以
提高學生學習動機

Capstone 課程之實作成果展現

透過 Capstone 課程評量核心能力 (1/2)

課程：土木工程設計實務 年級：大三下(必修) 教師：呂○○教授
 學生：A組/ 李○○、林○○、沈○○ 專題題目：淡江大橋規劃與設計
 成績：82分

| 核心能力 | 權重 | 得分 | 權重得分 |
|----------------------------------|-----|----|------|
| 1. 具有應用科學、物理學、微積分、工程數學及工程統計知識之能力 | 10% | 90 | 9 |
| 2. 具有設計及執行實驗，以及分析解釋資料的能力 | 15% | 80 | 12 |
| 3. 具有設計工程系統、元件或流程之能力 | 20% | 70 | 14 |
| 4. 具有辨識、分析規劃及解決工程問題的能力 | 20% | 90 | 18 |
| 5. 具有有效溝通、團隊合作及領導統禦的能力 | 15% | 80 | 12 |
| 6. 具有寬廣的國際視野及外語能力 | 0% | - | - |
| 7. 具備專業倫理、人文素養及社會責任 | 10% | 87 | 8.7 |
| 8. 具備跨領域之學習能力 | 10% | 85 | 8.5 |
| 總分 | | | 82 |

透過 Capstone 課程評量核心能力 (2/2)

| 核心能力 | 權重 | A組 | B組 | C組 | D組 | ...組 | 全班平均 |
|----------------------------------|-----|----------------------|----|----|----|------|------|
| 1. 具有應用科學、物理學、微積分、工程數學及工程統計知識之能力 | 10% | 90 | 90 | 91 | 89 | ... | 90 |
| 2. 具有設計及執行實驗，以及分析解釋資料的能力 | 15% | 80 | 67 | 87 | 74 | ... | 80 |
| 3. 具有設計工程系統、元件或流程之能力 | 20% | 70 | 85 | 90 | 85 | ... | 88 |
| 4. 具有辨識、分析規劃及解決工程問題的能力 | 20% | 須加強第4及第5項 核心能力的養成 | | | | | 68 |
| 5. 具有有效溝通、團隊合作及領導統禦的能力 | 15% | | | | | | 80 |
| 6. 具有寬廣的國際視野及外語能力 | 0% | - | - | - | - | ... | - |
| 7. 具備專業倫理、人文素養及社會責任 | 10% | 87 | 80 | 93 | 80 | ... | 85 |
| 8. 具備跨領域之學習能力 | 10% | 85 | 78 | 90 | 85 | ... | 86 |
| 各組總分 | | 82 | 76 | 86 | 76 | | 80 |

透過 Capstone 課程評量核心能力，請留意：

1

- 此課程的評量除任課教師外，尚可邀請如其他教師、業界專家、學生同儕共同參與評量，如任課教師評量占50%，業界專家20%，其他教師20%，學生同儕10%等。

2

- 任課教師的評量應對應核心能力，但其他人員的評量無需對應核心能力。

大綱

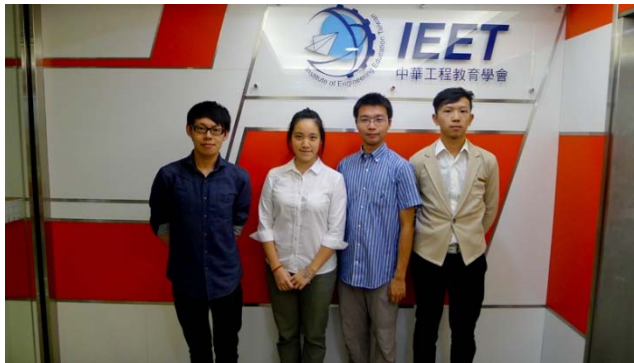
1. 教育 RPG 世代
2. Capstone 課程為國際趨勢
3. Capstone 課程開課模式參考
4. Capstone 課程評量畢業生核心能力
5. 參考資源

2015 全國大專校院工程創意競賽



中華民國工程技術顧問商業同業公會
中國土木水利工程學會
中華工程教育學會

共同主辦



← 金獎得主
木款隊
台大土木系



Capstone 課程資源



The screenshot shows the IEET website with the following elements:

- Navigation Bar:** Includes a Google search bar, social media icons (Facebook), and language options (中文, English, 聯絡我們).
- Left Sidebar:** A list of navigation links including "關於IEET", "關於認證", "認證對誰有利", "工程教育會議", "國際接軌", "關於免評鑑", "教學成就獎", and "知識庫". The "知識庫" link is highlighted with a red box.
- Main Content Area:**
 - 知識庫 (Knowledge Base):** Features a sub-menu with "IEET要求", "課程定義", "課程設計", "課程評量", and "課程報導". The "IEET要求" button is selected.
 - Text:** "自103學年度起入學的大一生，於畢業前一定要修習專題或實作課程。此課程之成果佐證：
1. 課程內涵符合IEET規範要求。
2. 評量學生於此課程上核心能力的達成度。
3. 核心能力評量的分析、檢討及改進成效。"
 - Table:** A table with columns for accreditation types: 認證範疇, EAC (Capstone), TAC (Project), CAC (Capstone), AAC (Studio), and DAC (Studio).
- Right Sidebar:** Titled "最新消息" (Latest News), it lists several dates and events, such as "2014-11-17 2015年工程及科技教育認證座談會開放報名".
- Bottom:** A Windows taskbar with various application icons and a system tray showing the date and time (2014/11/21, 上午 09:44).

謝謝聆聽！

www.ieet.org.tw