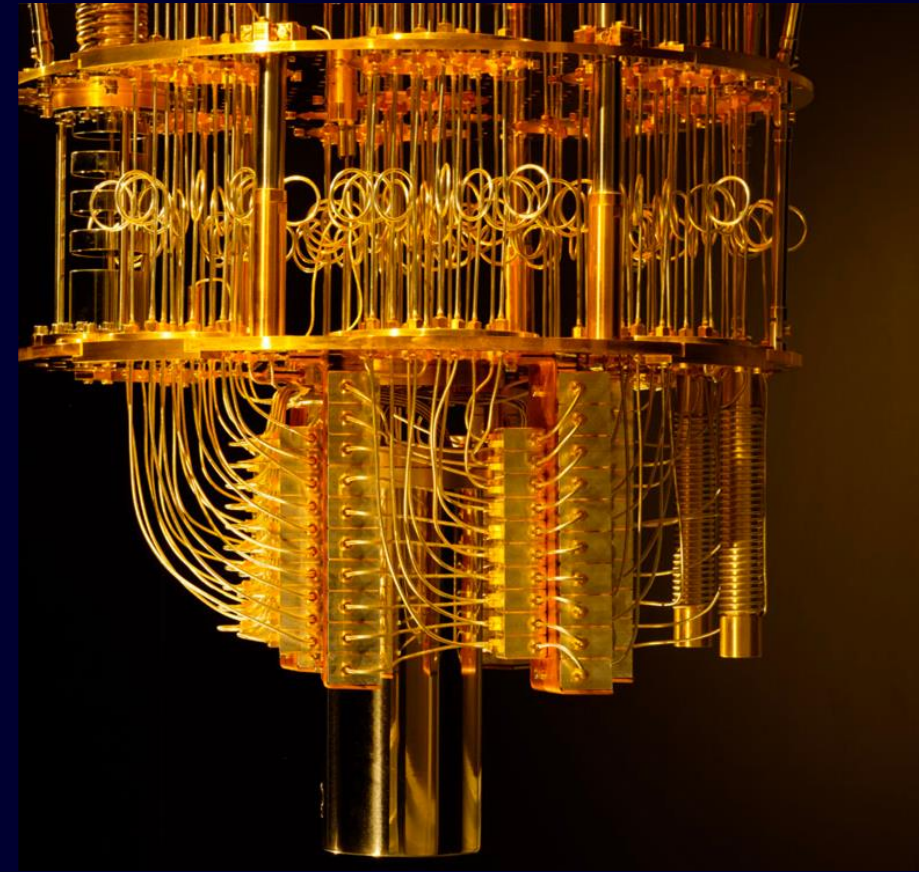


課程代號：  
0474

時間：  
週四 (5,6節)  
週五 (7節)

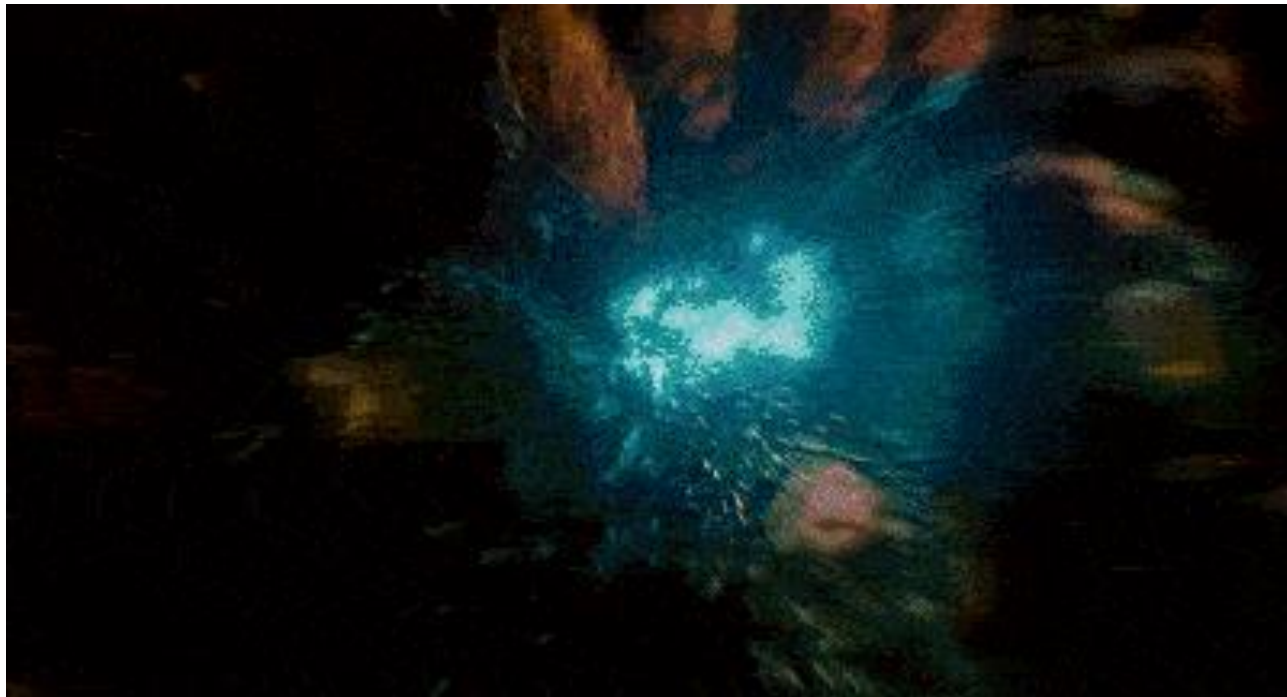


---

# 量子資訊與量子計算

- 
- 電影「蟻人與黃蜂女」中出現了量子世界。量子力學可不是電影故事，它是這個世界上所有事物組成和運行的本質規律。當一切縮小到微觀狀態，你將發現一個充滿詭異現象、一切皆有可能的世界

## 量子尺度

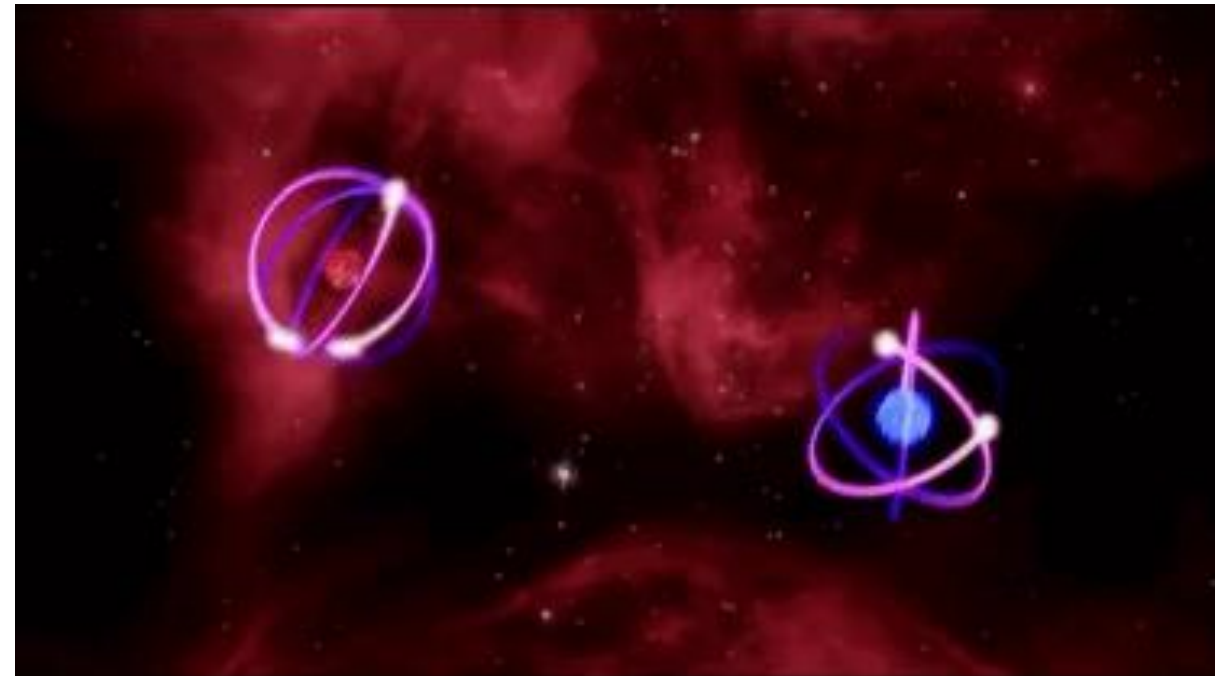


- 
- 在奈米 ( $10^{-9}\text{m}$ ) 尺度下顯示出來的量子現象，像是「量子穿隧」(Quantum Tunneling)，「量子糾纏」(Entanglement) 等等現象；

### 量子穿隧 (Quantum Tunneling)



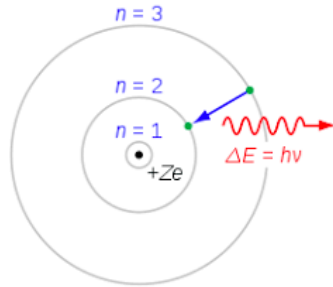
### 量子糾纏 (Quantum entanglement)



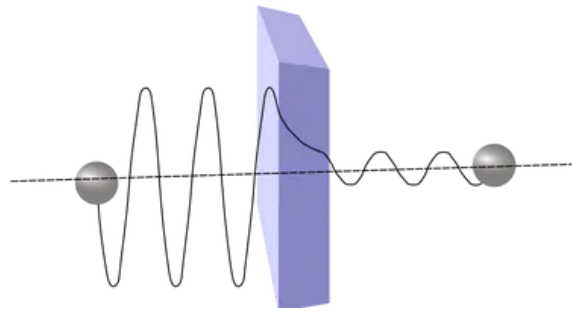
- 而量子力學的影響，不僅僅只出現在電影中。更影響你我的生活。

# Main effect of quantum physics and its application

Energy-level quantization



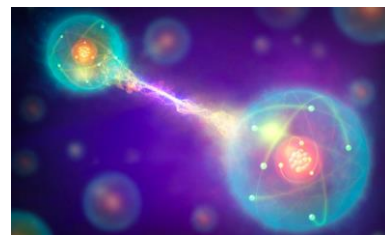
Quantum tunneling



Quantum superposition



Quantum entanglement



Generation of quantum physics and its application

第一次革命



laser technology



MRI



flash memory

第二次革命

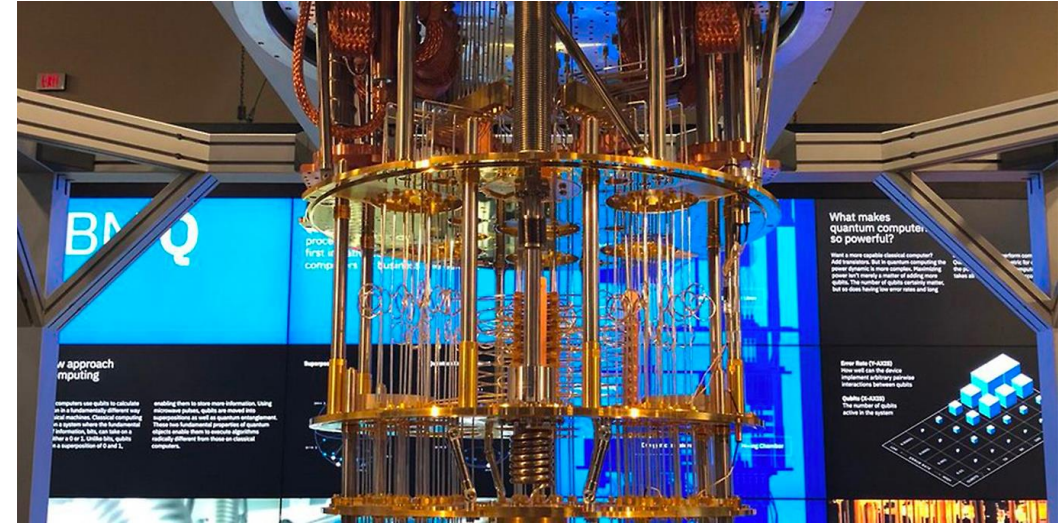


quantum communication cryptography



# Quantum computer

- 量子電腦為一種遵循量子力學規律進行高速的數學和邏輯運算，儲存及處理量子資訊的物理裝置。
- 量子電腦可以帶來龐大的運算速度。  
相同的位元數，量子電腦的運算速度是傳統電腦的



“在量子科技的世界中，人們完全拋棄傳統資訊處理器的概念，即拋棄利用電晶體控制電流開關來實行數位化的手段，而是用量子疊加態處理資訊的數位化，並用量子糾纏實現平行計算。”

<量子科技時代的來臨>

# Quantum computing and big data

從基因定位到太空探索，產生了巨量資料。而量子電腦對big data的處理，可能扮演中要角色

量子電腦在解決某些問題上，如大數分解與隨機資料庫搜索，具大規模加速作用

量子演算法 作業系統及應用軟體

糾錯 Error Correction

需發展高精度，高效率的量子位元的備置與操作

量子電腦硬體

量子電腦的整體架構

# Quantum Algorithm

- 在有些任務上，量子電腦

開發新的 Quantum Algorithm 也是現今量子電腦發展的一重要課題

任務	量子	時間複雜度	傳統	時間複雜度
搜尋	Grover 演算法	$\sqrt{n}$	快速搜尋	$n/2$
大數質因數分解	Shor 演算法	$\log(n^3)$	樹域篩選法	$\exp\left(1.9 \log(n^{1/3}) \times \log(\log(n))^{2/3}\right)$

簡單舉個例子，傳統計算機如果要進行質因數分解，算法是用除法計算，然後看看餘數是否為0。

## Why we need quantum computing



量子電腦主要會應用在複雜的大規模資料與計算難題

量子電腦也可以從經驗中學習，進行自我校正。 Ex. 量子電腦可以修改出現亂碼的程式碼

Oh! This is Machine learning on Quantum computer !!

量子電腦的機械學習，也可應用於人臉辨識，影像了解，自駕車的影像辨識及決策等等





此外，現有的加密系統會受到量子電腦的威脅 (RSA大數分解)。



What should we do?



量子金鑰分配，量子加密通訊，量子密碼學的發展可以讓資訊更安全

That's great!



量子電腦比傳統電腦更適合進行某些需要挑選最佳化解決方案的工作

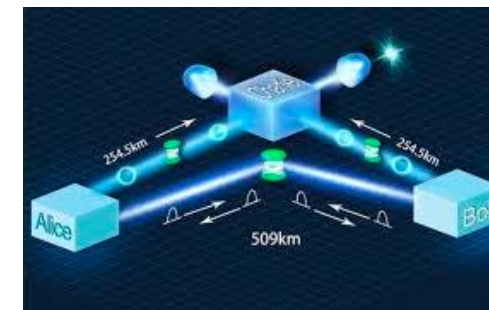
## 金融行業

- 量子加密
- 投資組合優化和風險詐欺預測
- 資產貶值和應用系統分布優化



## 互聯網行業

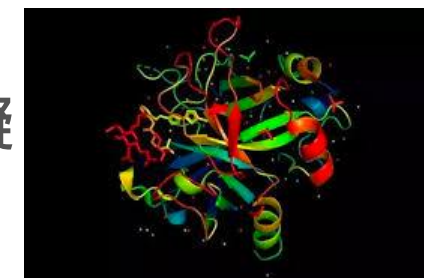
- 量子通信
- 網路安全
- 機械學習模型訓練



## 量子電腦在各行業的 應用機會

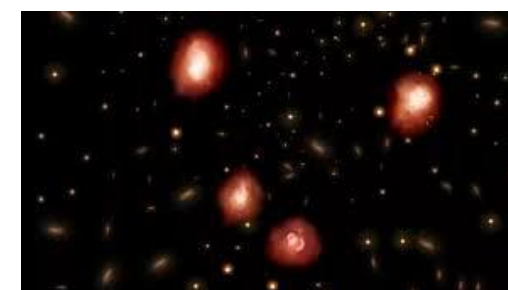
## 醫療行業

- 加速蛋白質摺疊模擬
- 藥物發現



## 科學研究

- 模擬複雜分子模型
- 模擬大腦資訊處理的過程
- 模擬宇宙演化



## 廣告行業

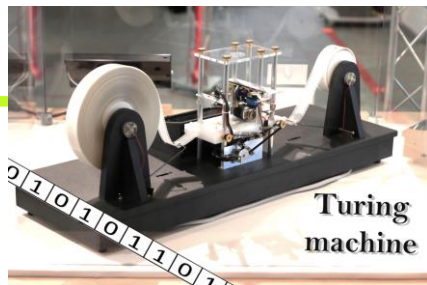
- 廣告編輯和廣告收益最大化

## 後勤行業

- 計算配送最佳路線



- ✓ Turing machine
- ✓ The circuit model of computation
- ✓ Energy and information



- ✓ Linear vector spaces
- ✓ The postulates of quantum mechanics
- ✓ The EPR paradox Bell's inequality

Introduction to classical computation  
古典計算理論  
簡介

Introduction to quantum mechanics  
量子力學簡介

## 課程內容

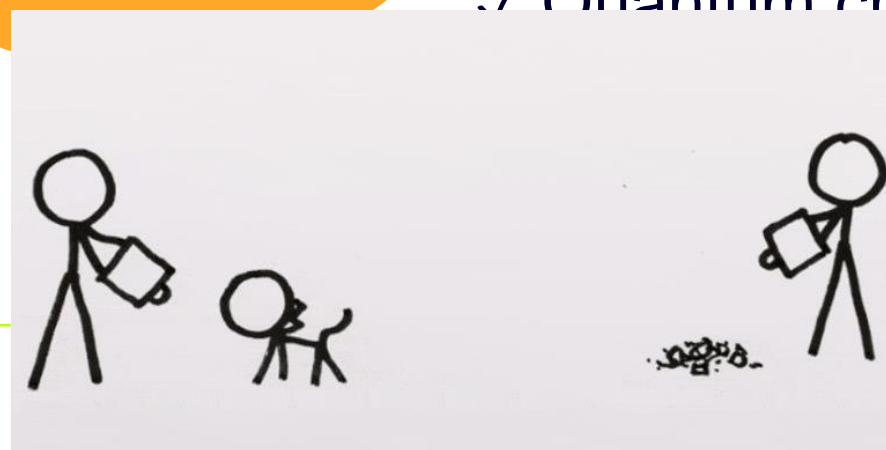
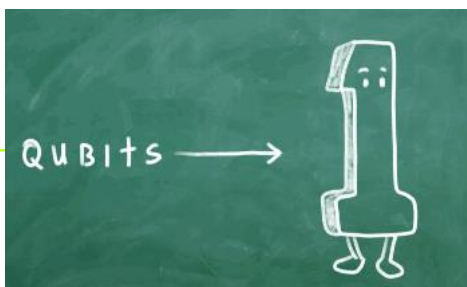
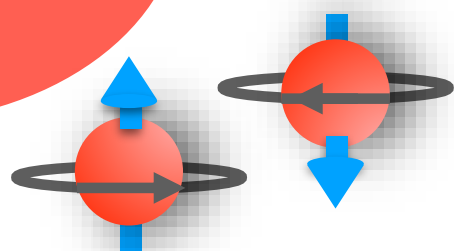
Quantum computation  
量子計算

Quantum communication  
量子通訊

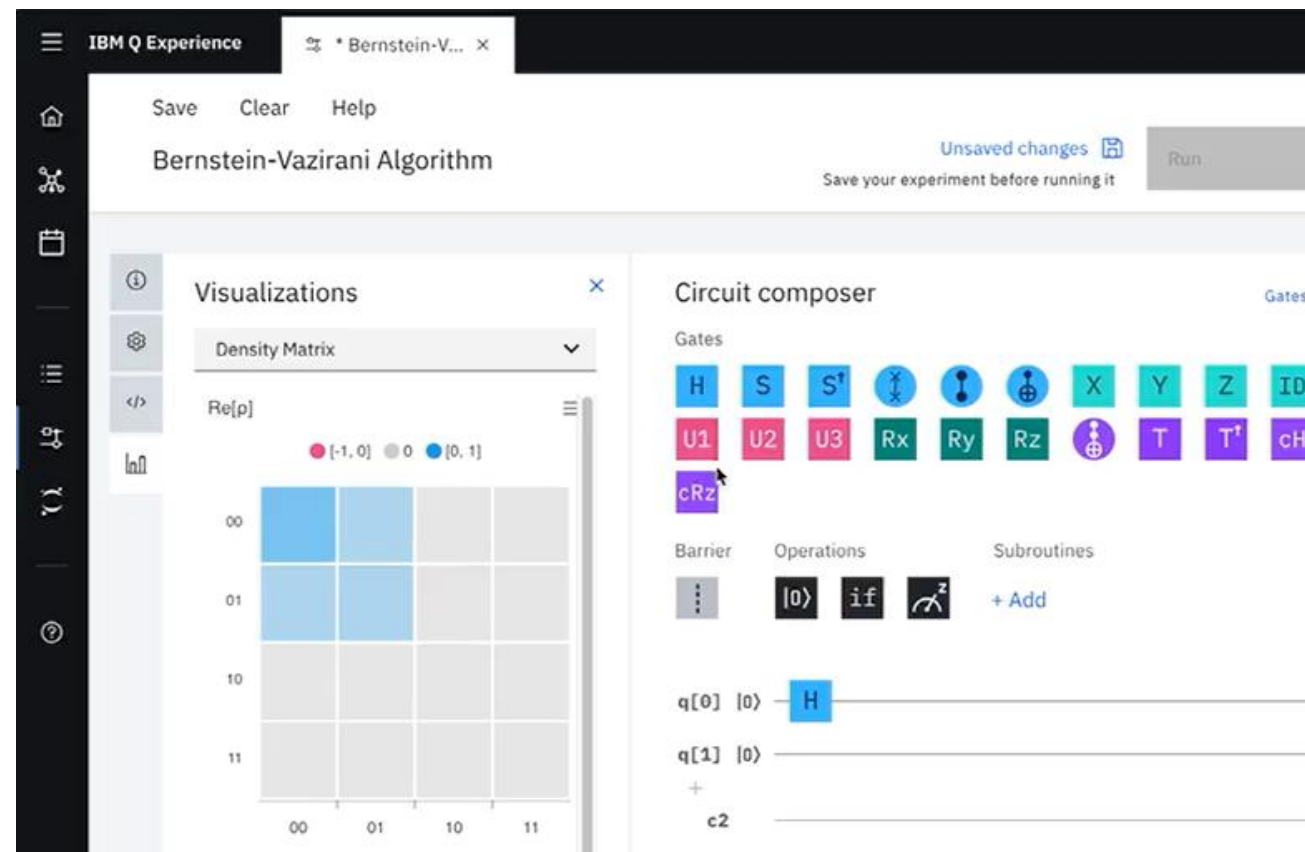


- ✓ Quantum bit
- ✓ Quantum gates
- ✓ Quantum Algorithm

- ✓ Quantum entanglement
- ✓ Quantum cryptography:



Quantum teleportation



線性代數 矩陣  
運算

簡單 Python  
操作

量子電腦程式

你將會學到....

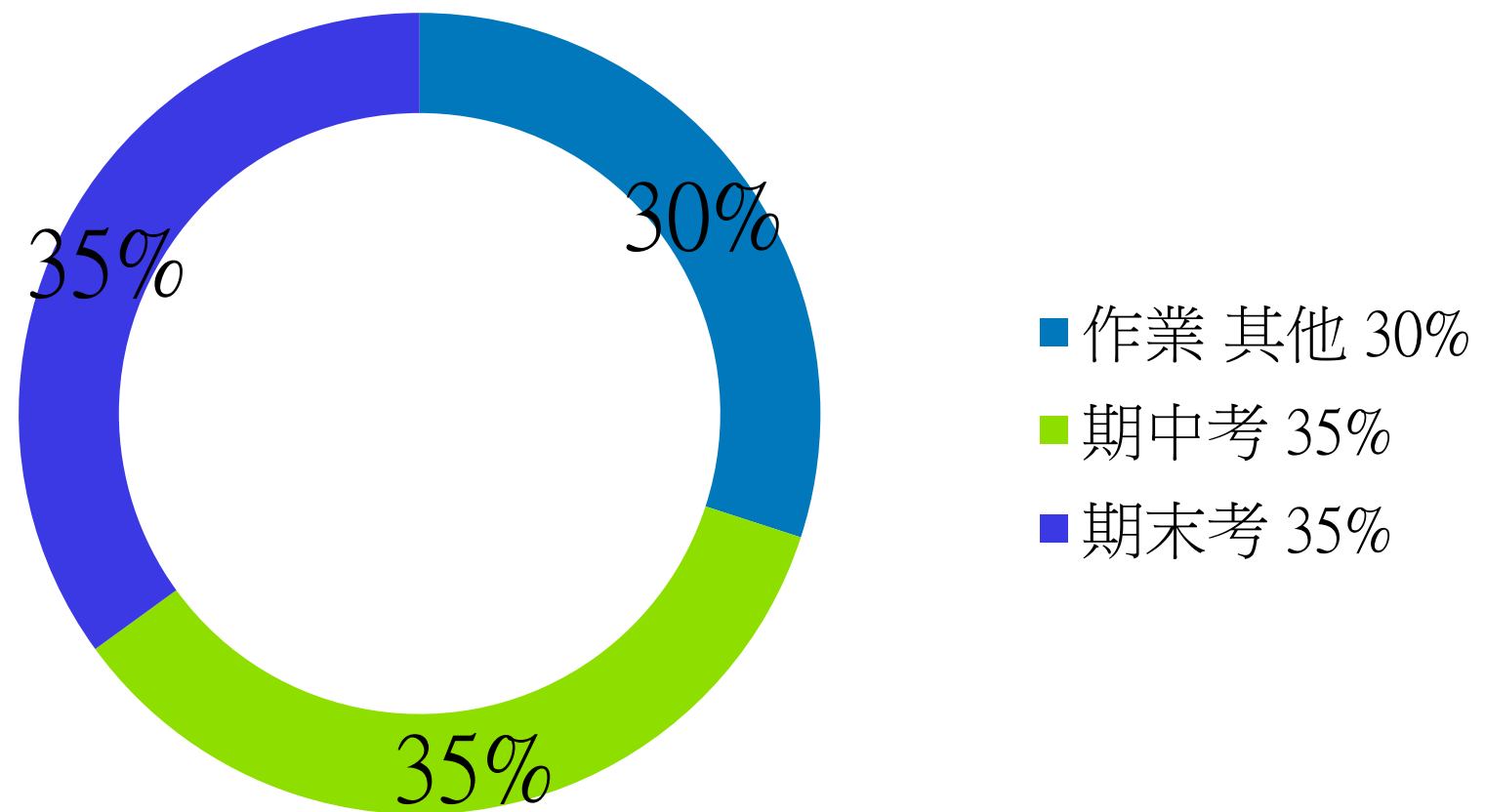
量子力學假設

量子計算

量子資訊

# 評分方法

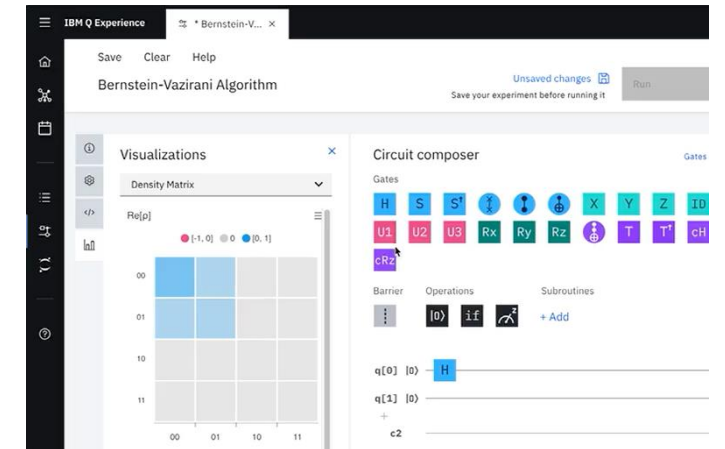
---





森本典繁(日本IBM東京研究所所長):

“量子電腦發展需要一批不受古典物理學限制的「量子原住民」(Quantum native) 加入”



課程代號：  
0474

時間：  
C220  
週四 (5,6  
節)  
週五 (7節)

歡迎你們一起進入量子的世界