

# 物理在生活中的應用！

陳洋元

中研院物理所研究員  
加州大學，物理博士. 1987

林暉閔 洪圖均 碩士助理  
cheny2@phys.sinica.edu.tw



# 奈米材料與低溫物理實驗室 實驗室的巡禮

## Nanomaterial and Lowtemperature Physics Laboratory

<http://www.phys.sinica.edu.tw> 研究群

### • 學術上

#### • 低溫物理&奈米材料：

高溫超導之研究

磁性材料之研究

奈米尺寸材料之研究

重費米化合物之研究

特殊薄膜製造與研究

### • 應用上

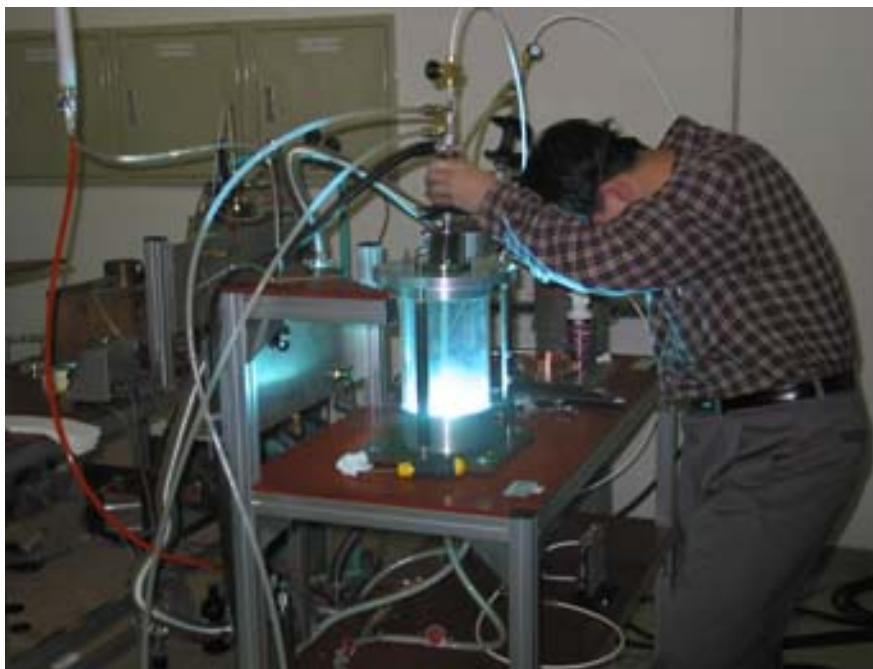
• 熱電材料與溫差發電

• 溫度與紅外光感測器之研究

• 液氮冰凍工法之研究

• 液氮滅入侵紅火蟻之研究

Arc welder



Thermal evaporator for nanoparticles



# Sample fabrication systems

## Sputter Chamber

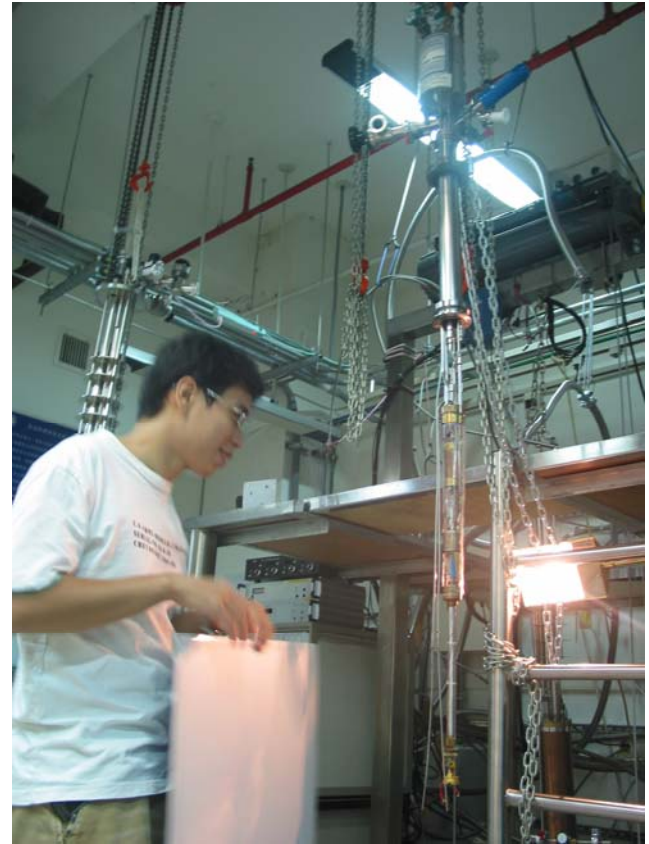


## Thermal evaporator



Dilution refrigerator  $T=10$  mK  $H=9$  Teslas

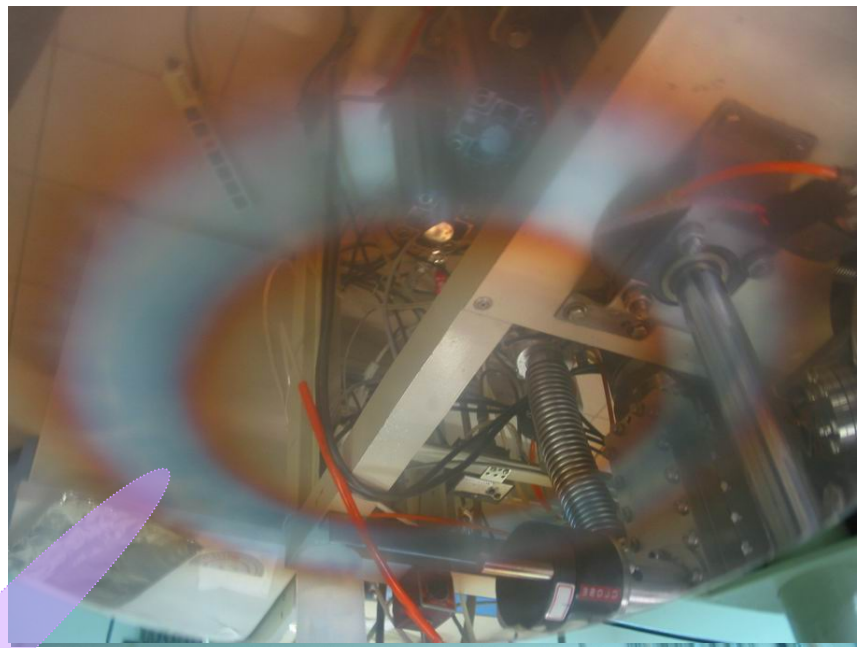
$\text{He}^3$  Measurement systems



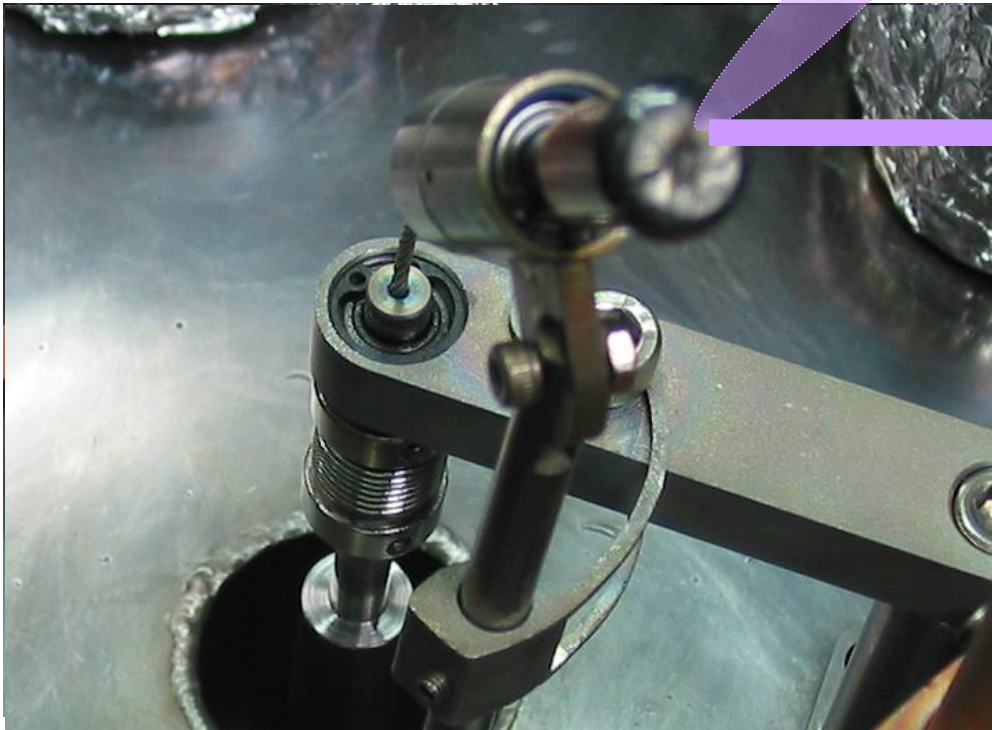


準分子雷射濺鍍 (Excimer Laser Ablation 簡稱 ELA ) (建於2003/3)  
及奈米成長真空系統 (建於1993/1)。

收集盤



靶材



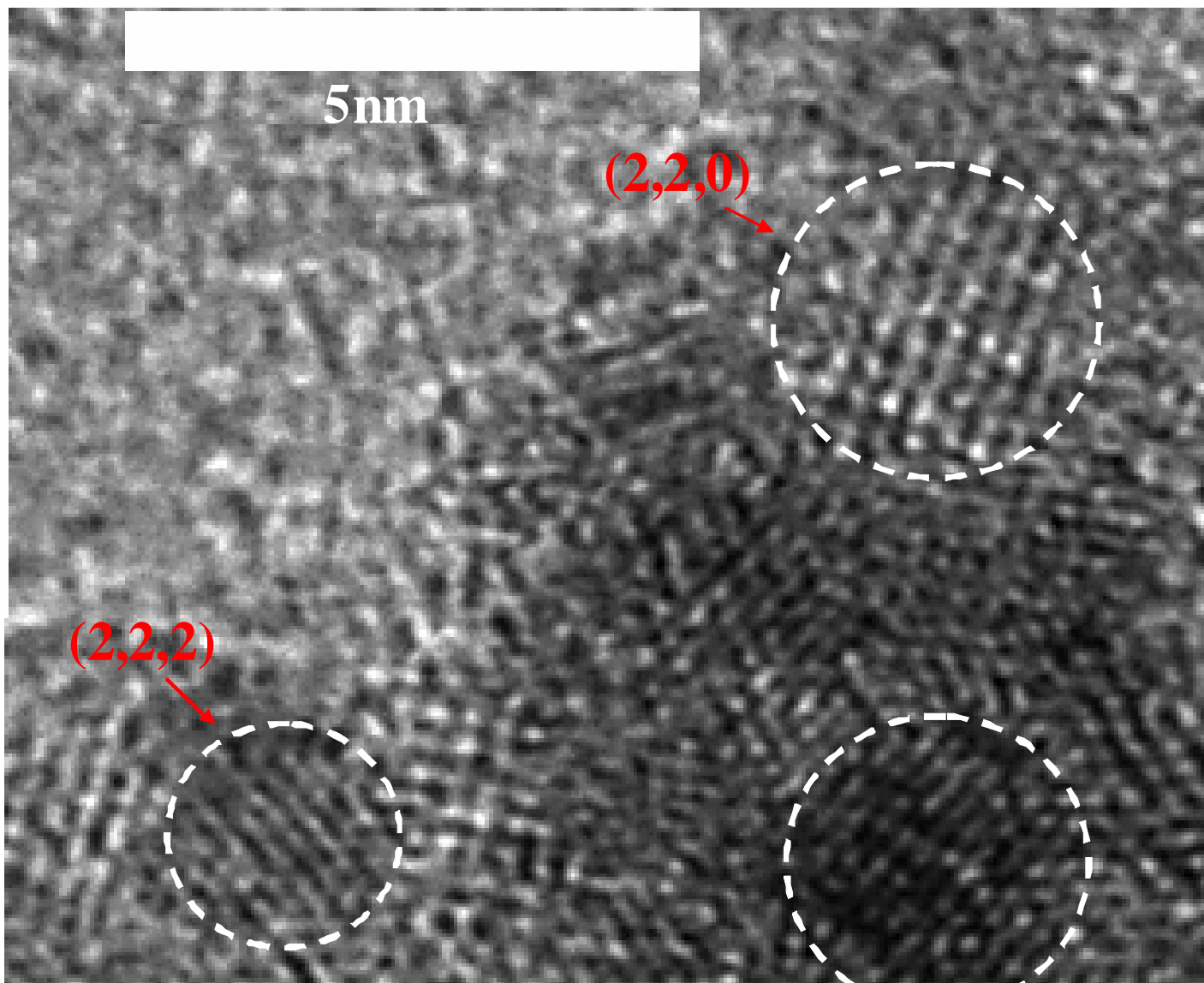
$$\lambda = 193\text{nm}$$

# 雷射濺鍍奈米製程影片





# 樣品製備 $\text{CePt}_2$ 奈米微粒





Group members, exchange students, summer school students

# 物理簡介

- 描述自然界萬物運行所遵循的道理：
- 1. 力學（古典力學）－描述物體運動
- 2. 聲學－介紹物質的波動
- 2. 電學、磁學－說明電與磁、進而發現電與磁之間的交互作用
- 3. 光學－電磁波

# 1. 力學（古典力學）

## 1. 物體的線性運動 $F=ma$ ；

$F$ =力、 $m$ =質量、 $a$ =加速度

線性運動、自由落體、圓周運動

## 2. 物體的轉動 $\tau = I \alpha$

$\tau$ =力矩、 $I$ =轉動慣量、 $\alpha$ =角加速度；

物體的轉動、

## 3. 介質的波動或振動； 聲波、水波

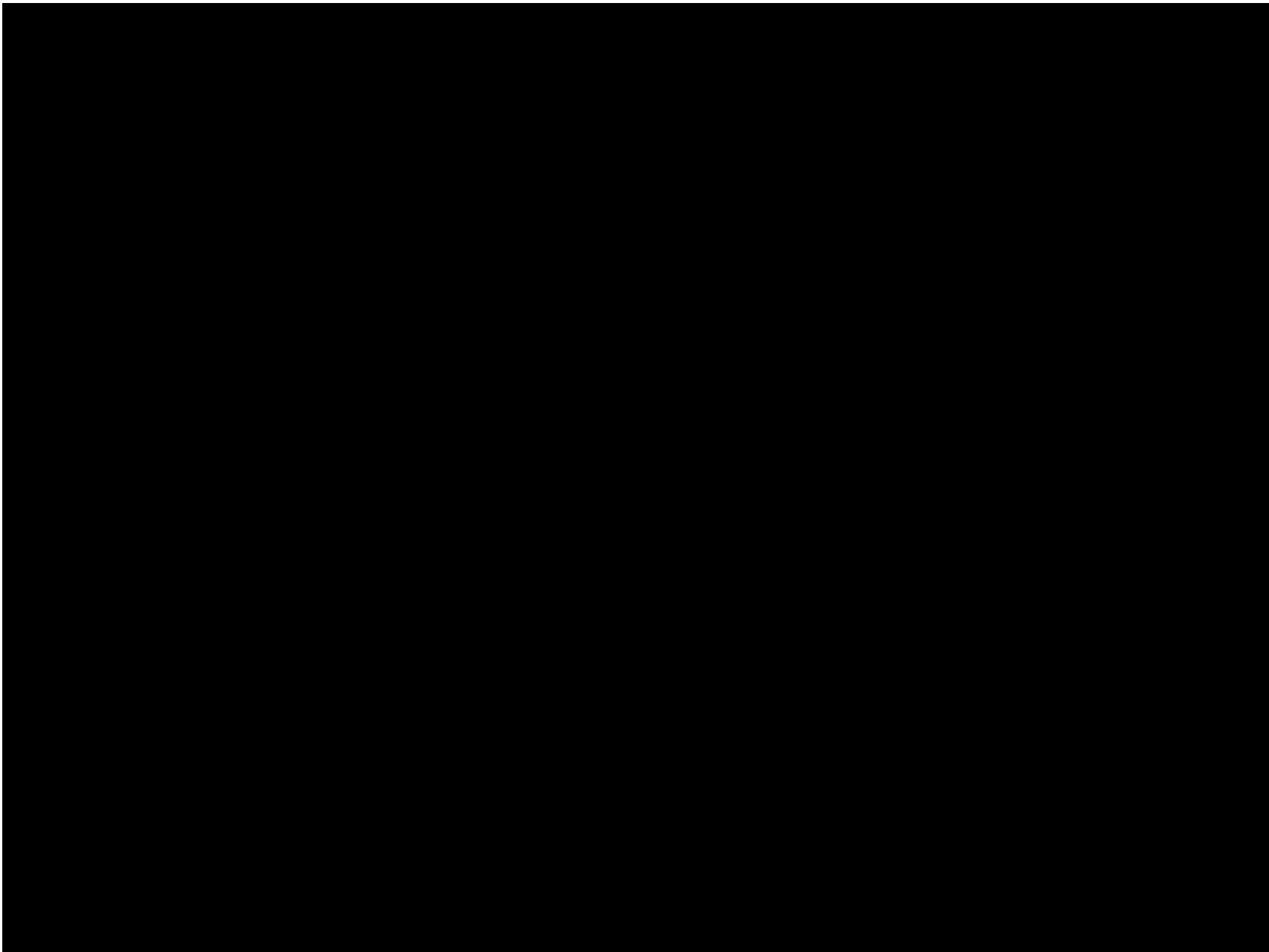
## 4. 能量：對物體作功、物體的運動、轉動到介質的波動都具有能量

## 2. 電學與磁學

1. 電學：電荷、電場、電荷具有電位
2. 磁學：磁極、磁場、磁鐵間的作用
3. 安培定律：電生磁； 法拉第定律－磁生電
4. 電場+磁場的交互作用，也即是電磁波－>光

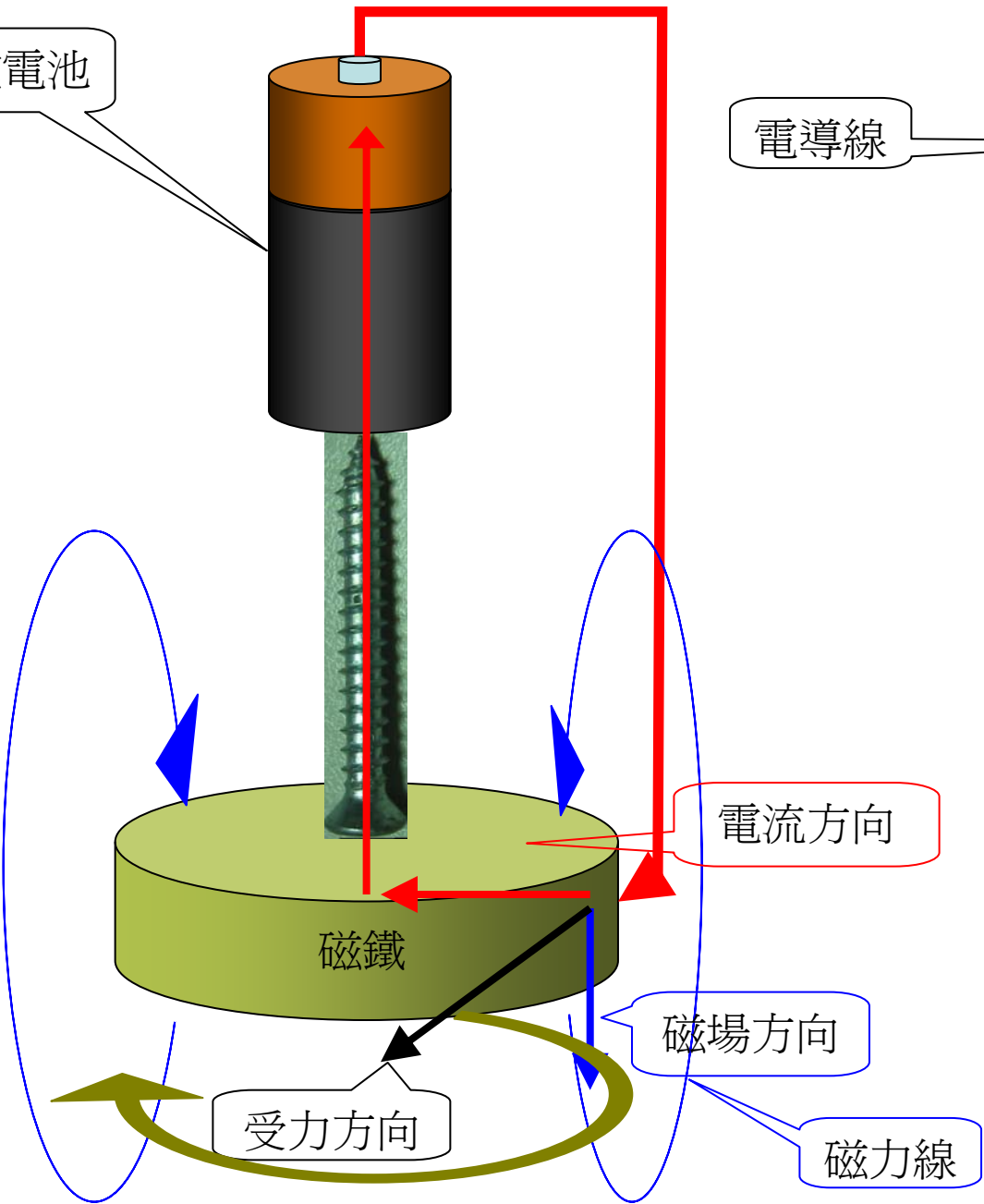
.電能、磁能、光均具有**能量**

# 電磁學示範



乾電池

電導線



電流方向

磁場方向

受力方向

磁力線

磁鐵

# 物理的妙用

- 燈泡（燈絲加熱），日光燈（電子與螢光）
- 微波爐（電磁波－微波）
- 磁浮（磁力相斥）
- 超聲波測距、超聲波檢查胎兒
- .....



# 如何證明空氣的存在？

- 1. 呼吸
- 2. 煽扇子：有風
- 3. 吹氣球：氣是東西

# 熱漲冷縮？

- $PV=nRT$  理想氣體公式
- $P$ ：氣體壓力
- $V$ ：氣體體積
- $n$ ：氣體莫耳數
- $R$ ：氣體常數
- $T$ ：溫度 (K)
- 室溫 = 300 K, 液態氮 = 90 K

# 液氮降溫檢視氣體理想公式 $PV=nRT$

器材：氣球  
液氮

液氮 = 90 K

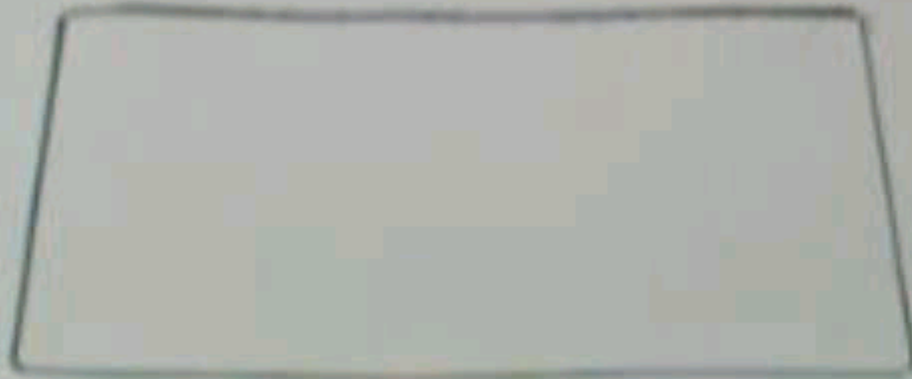
• 室溫 = 300 K

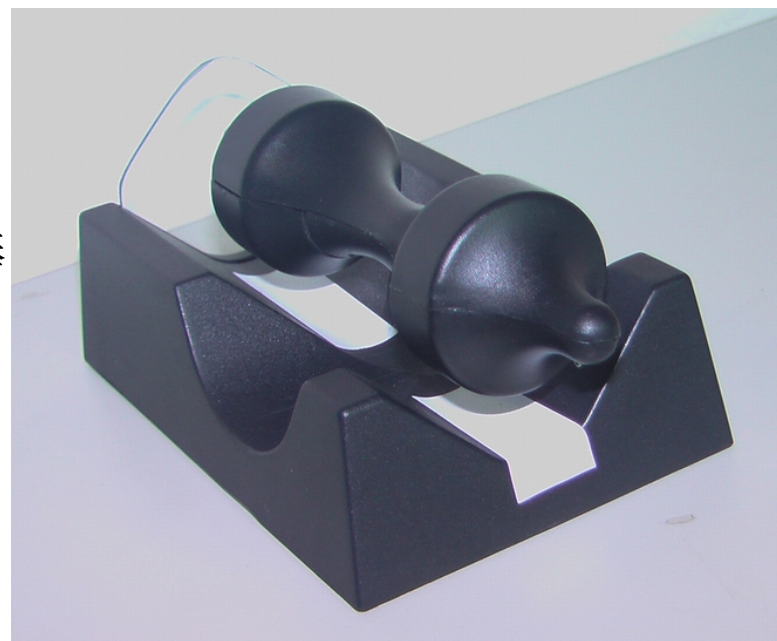
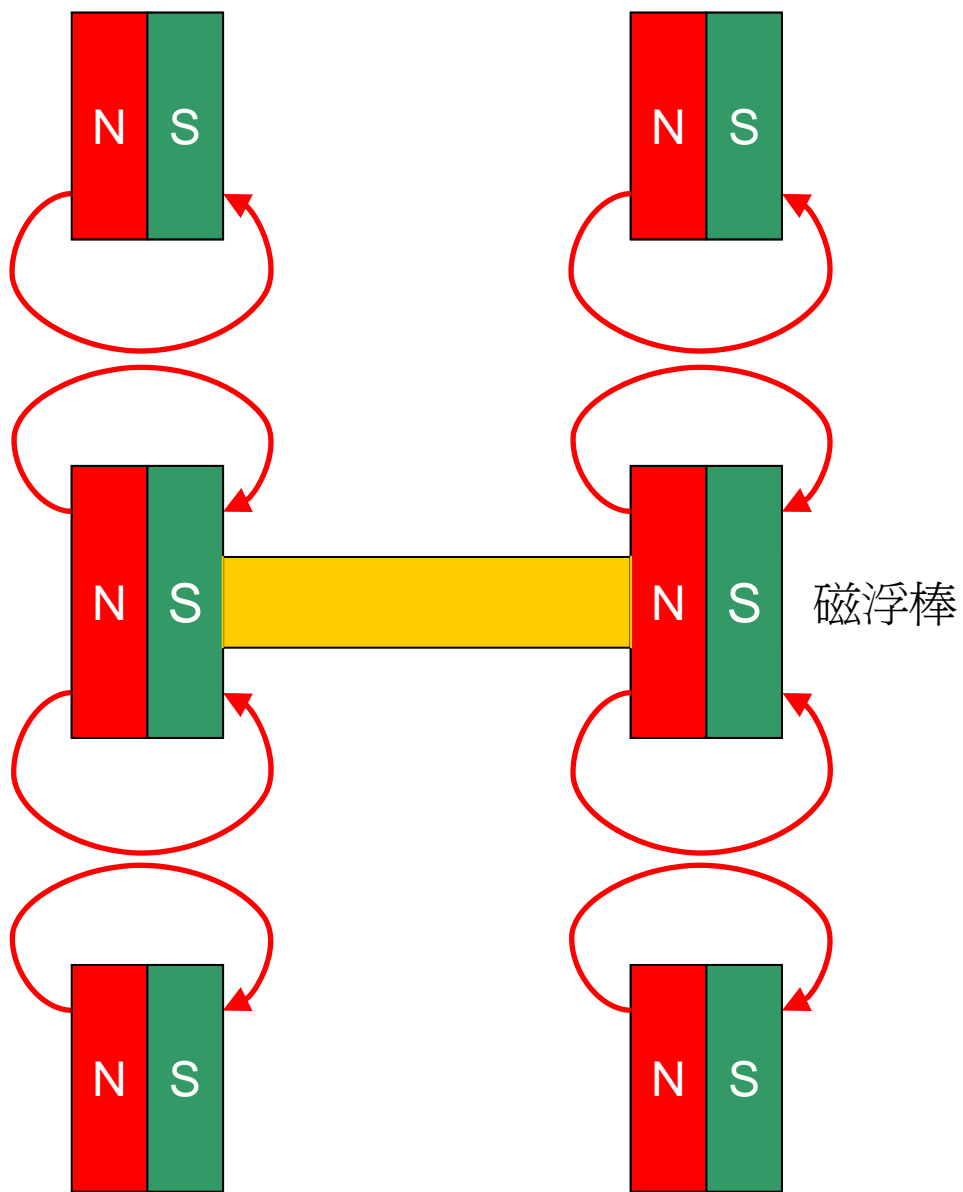
• 浸泡到液氮的氣球體積縮小為原來幾分之幾？

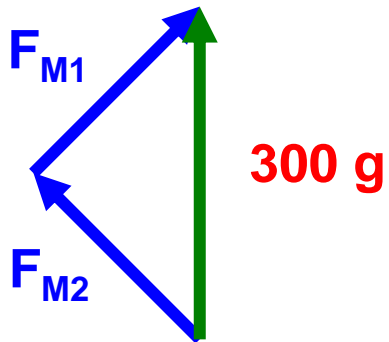
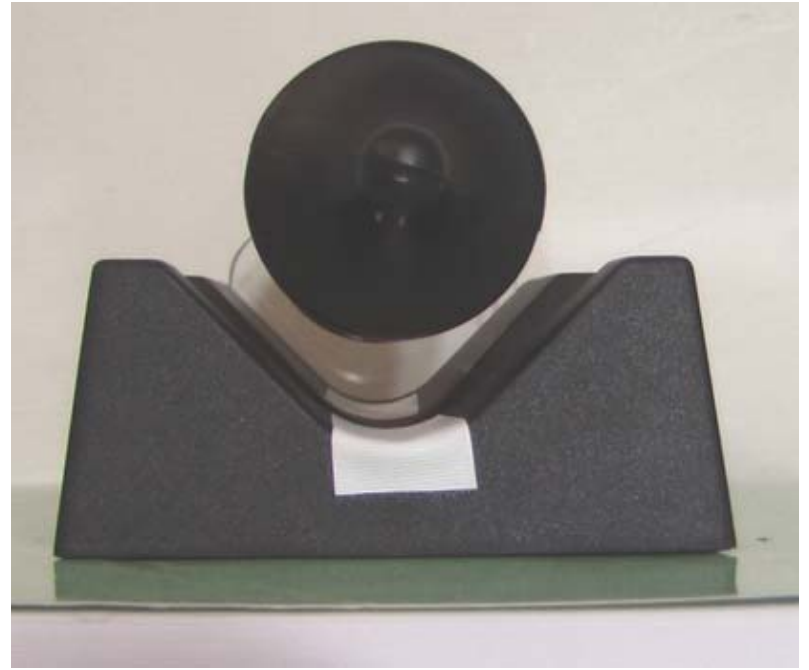
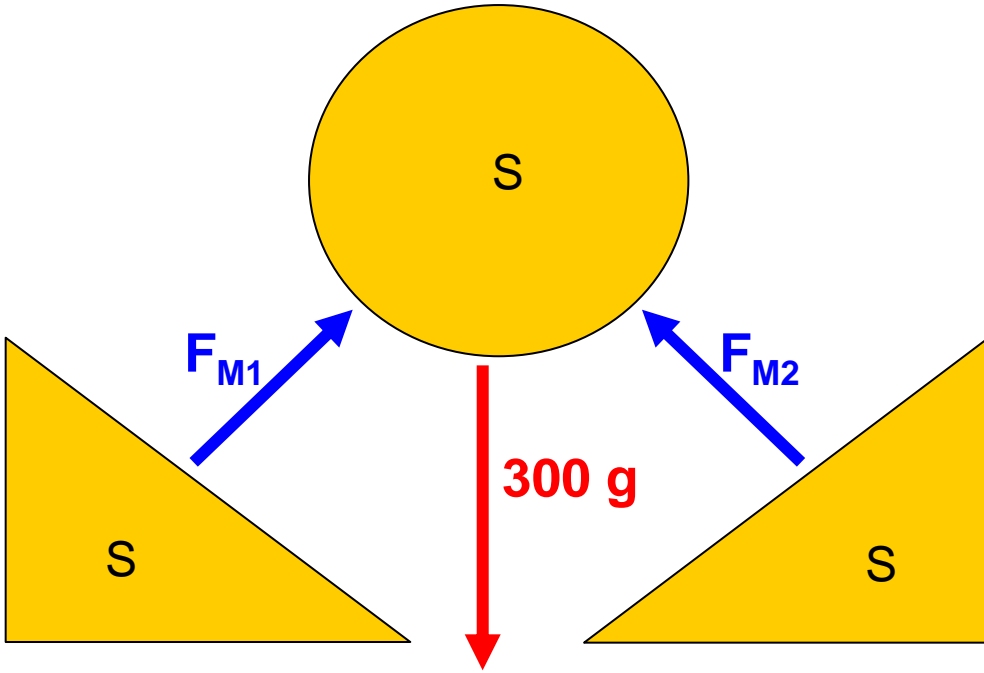
實驗示範

•  $90/300=3/10$

# 磁浮



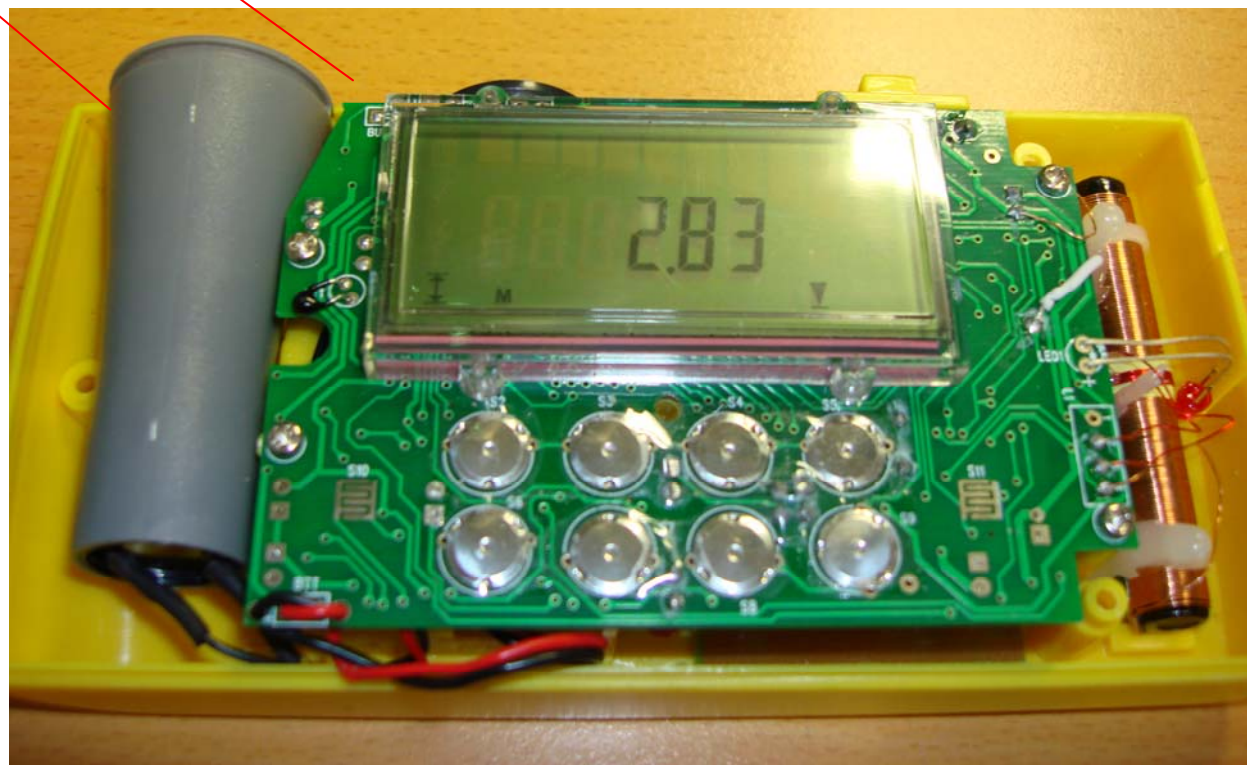




# 測距誰比我準？



# 超聲波測距







Chen, Pauline

Before The Stork

05-09-2007

A07013-2007-05-09-0005

RAB 4-8L/Obstetric

2.3/ 7.5cm

1.9Hz

3:36:35 PM

# 超聲波的應用





Chen, Pauline

Before The Stork

05-09-2007

A07013-2007-05-09-0005

RAB 4-8L/Obstetric

2.3/ 7.5cm

1.9Hz

3:36:35 PM





Chen, Pauline

Before The Stork

05-09-2007

A07013-2007-05-09-0005

RAB 4-8L/Obstetric

2.3/ 7.5cm

1.9Hz

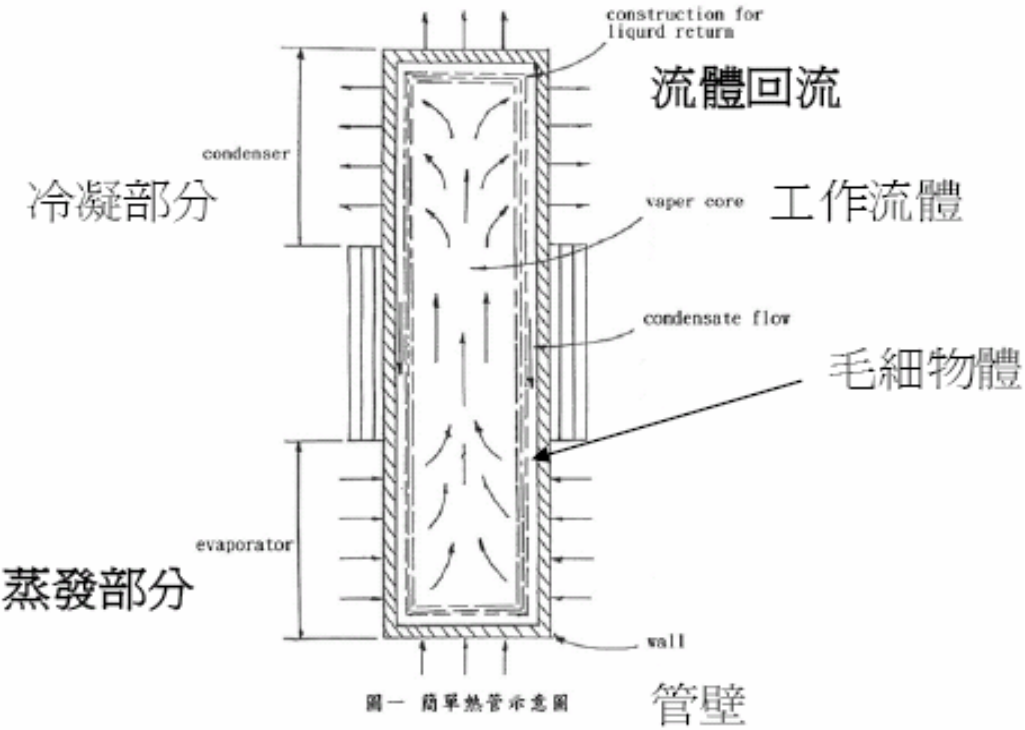
3:36:35 PM



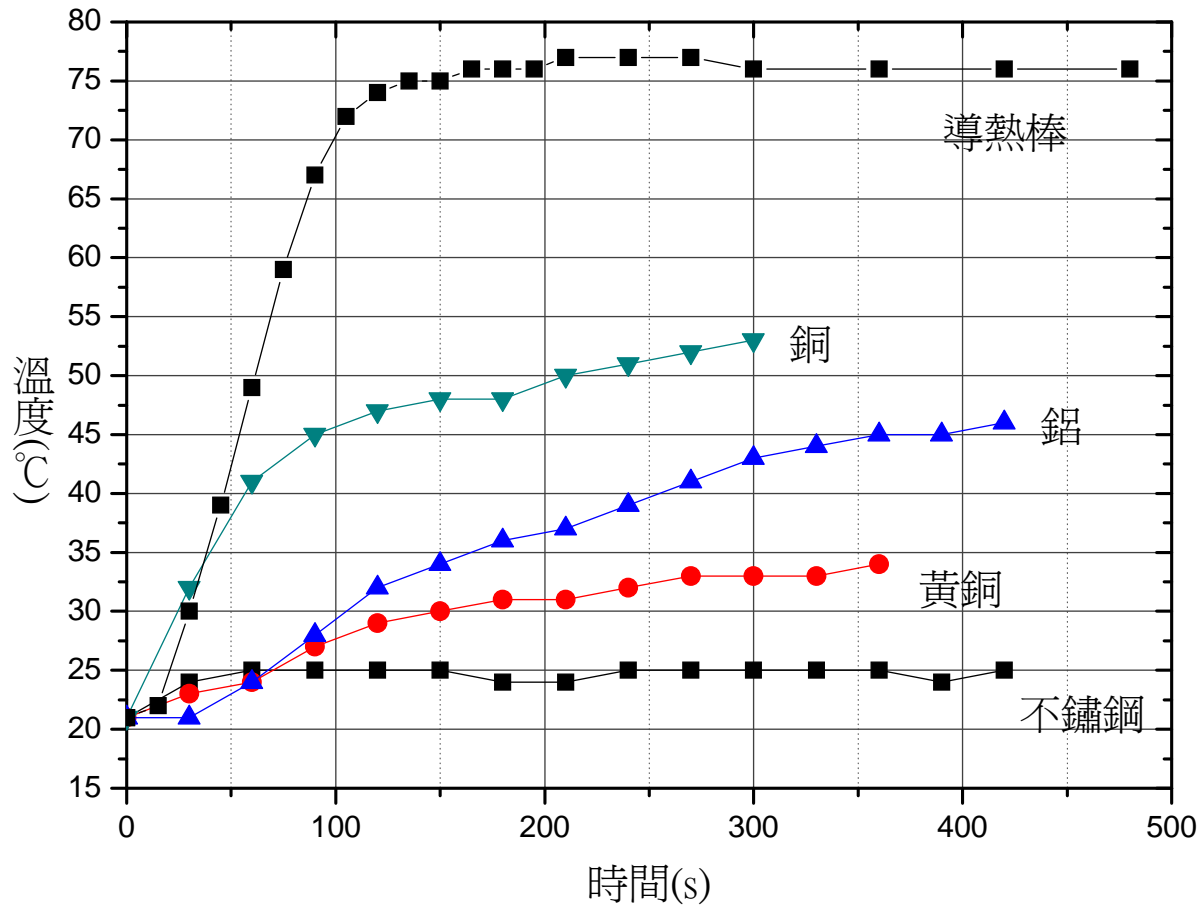
有比金屬導熱還快的東西嗎？

實驗示範

# 導熱棒



# 各種材質溫度上升比較圖



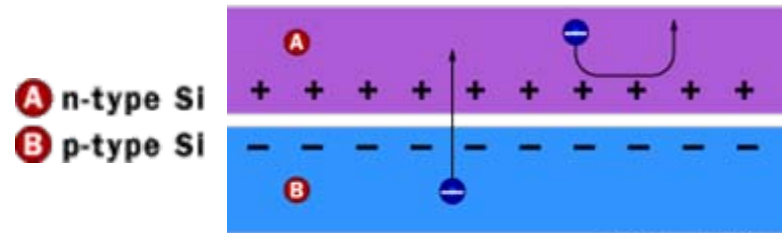
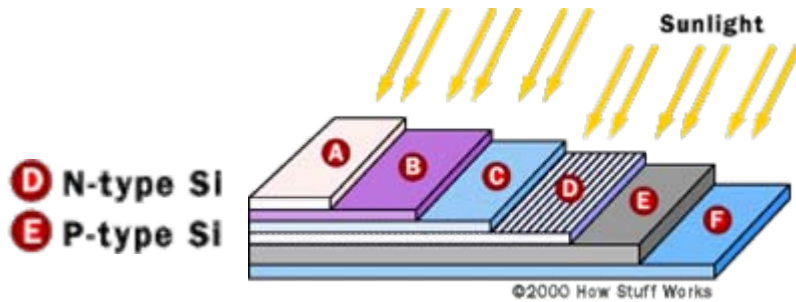
# 熱電材料

爲一種「熱—電」轉換之材料，

熱電偶的原理

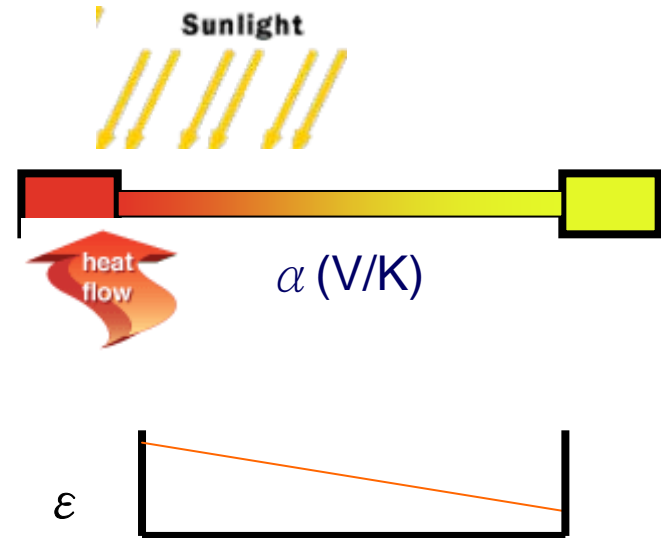
# 壹. 研究動機—Renewable Energy Harvest

## Solar cell



Basic structure of a generic silicon PV cell

## Thermoelectric material

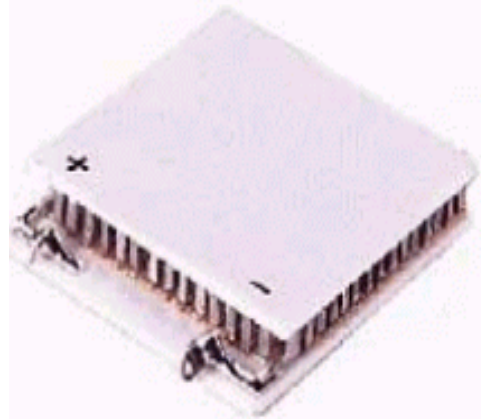


優點：  
無 band width of light





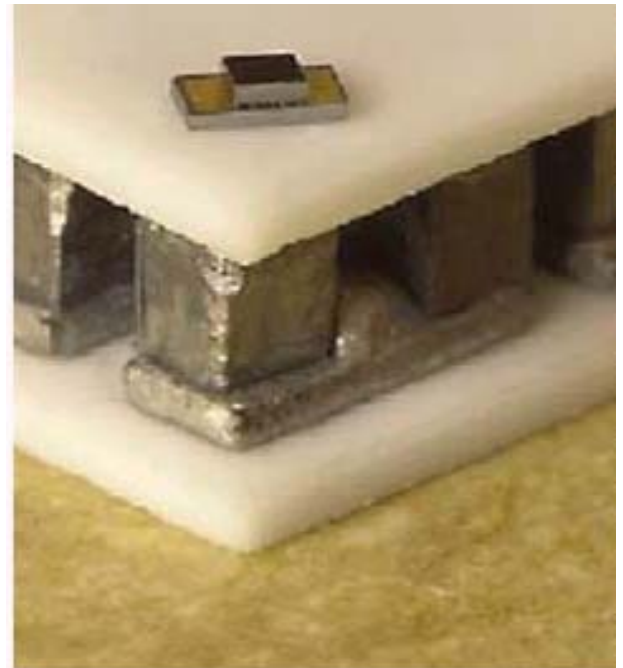
Both are capable of cooling 70W, however the Thin Film TEC reduces the size by 30X



Total Area 16.0 cm<sup>2</sup>



Total Area 0.5 cm<sup>2</sup>

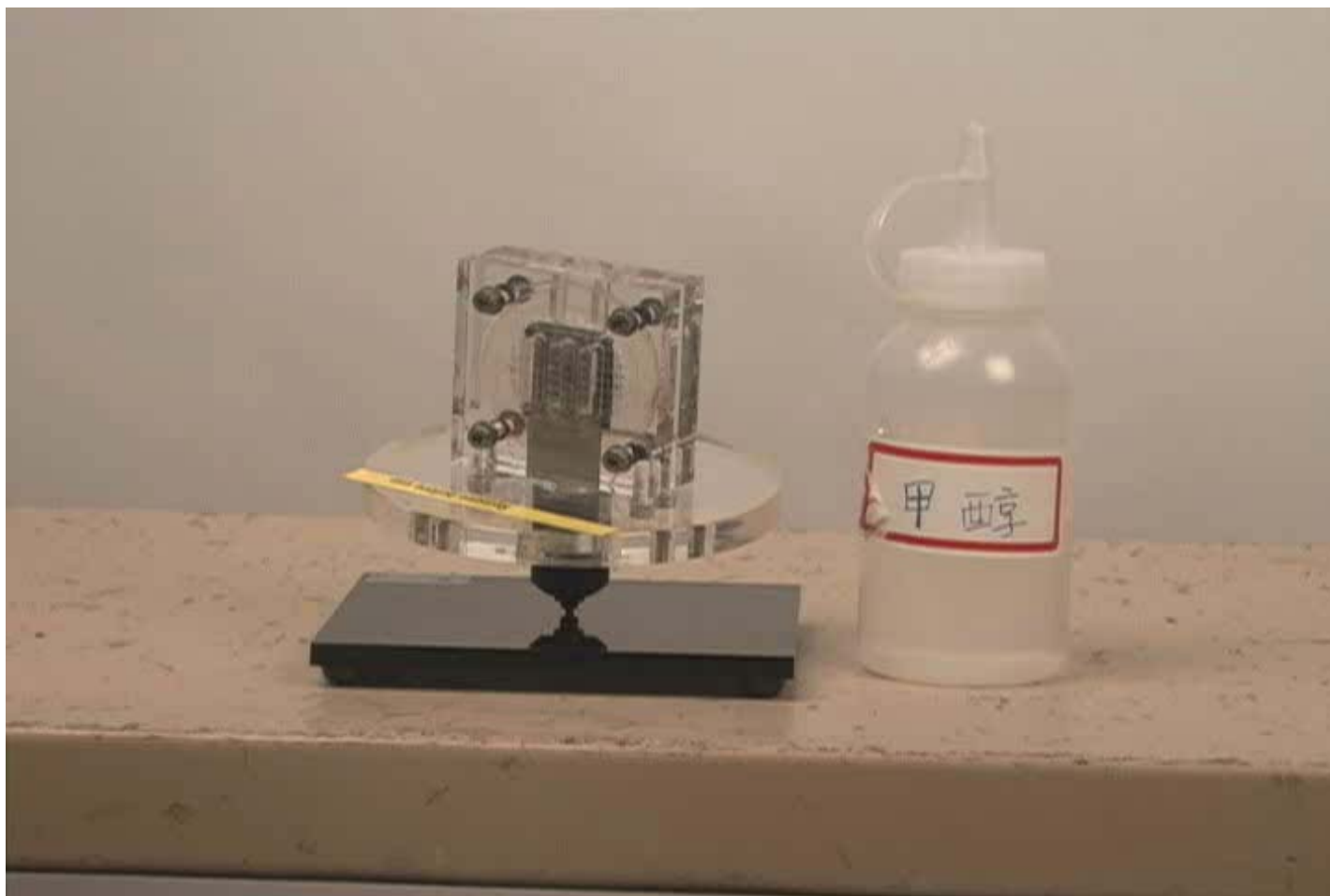


# 熱電風扇

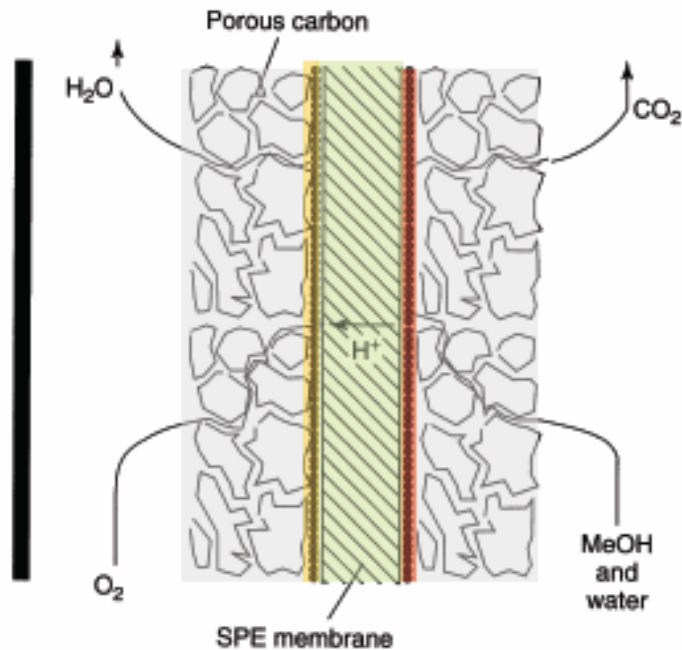
實驗示範



# 燃料電池



# Components in MEA



## Gas Diffusion Layer (GDL)

Composition: carbon powder, carbon fiber, and Teflon

Thickness: 200-400  $\mu\text{m}$

## Anode

Composition: PtRu catalyst, carbon, and ionic conductive polymer

Thickness: 10 - 100  $\mu\text{m}$

## Membrane

Composition: Nafion, ionic conductive polymer

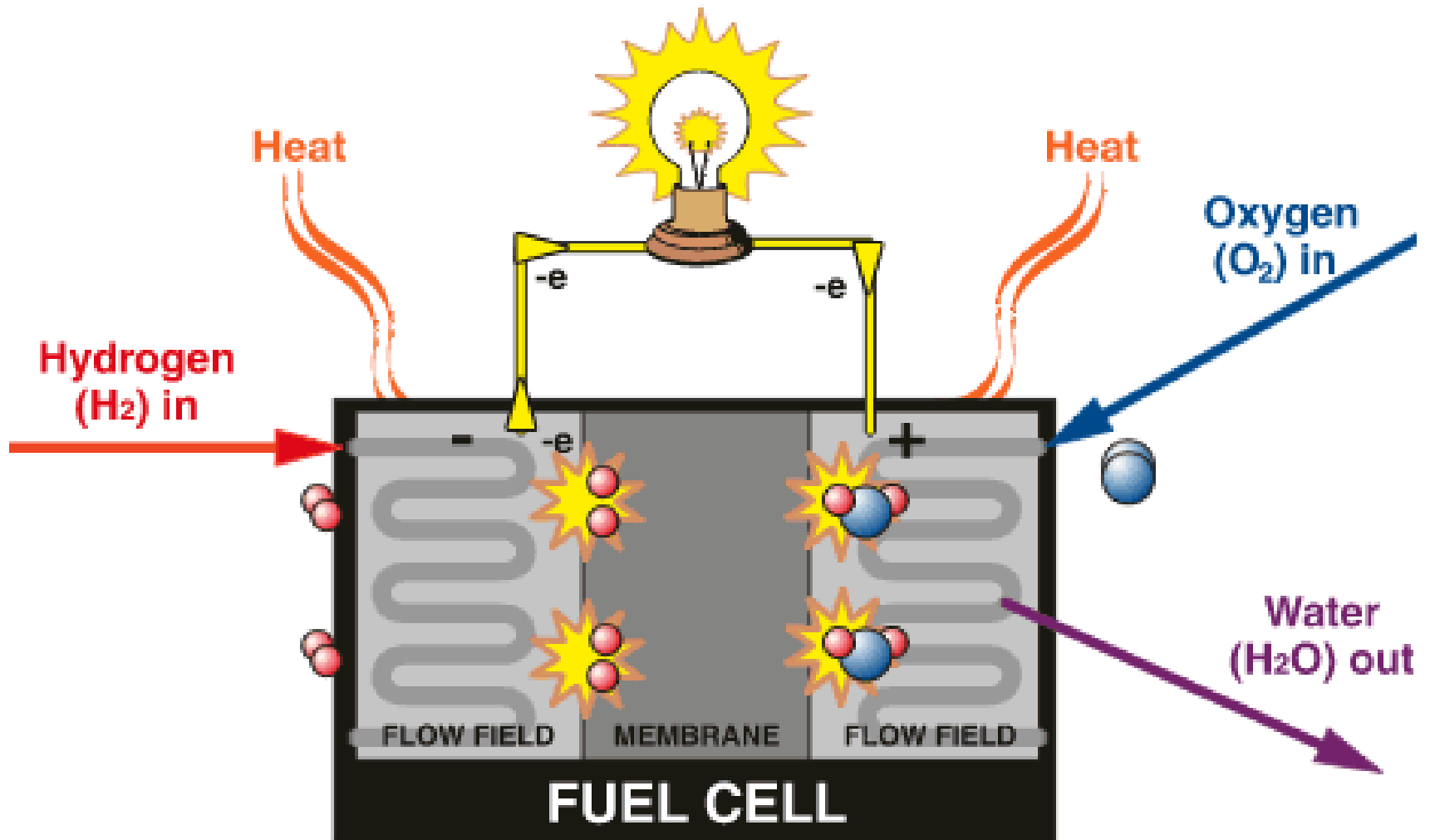
Thickness: 50 - 200  $\mu\text{m}$

## Cathode

Composition: Pt catalyst, carbon, and ionic conductive polymer

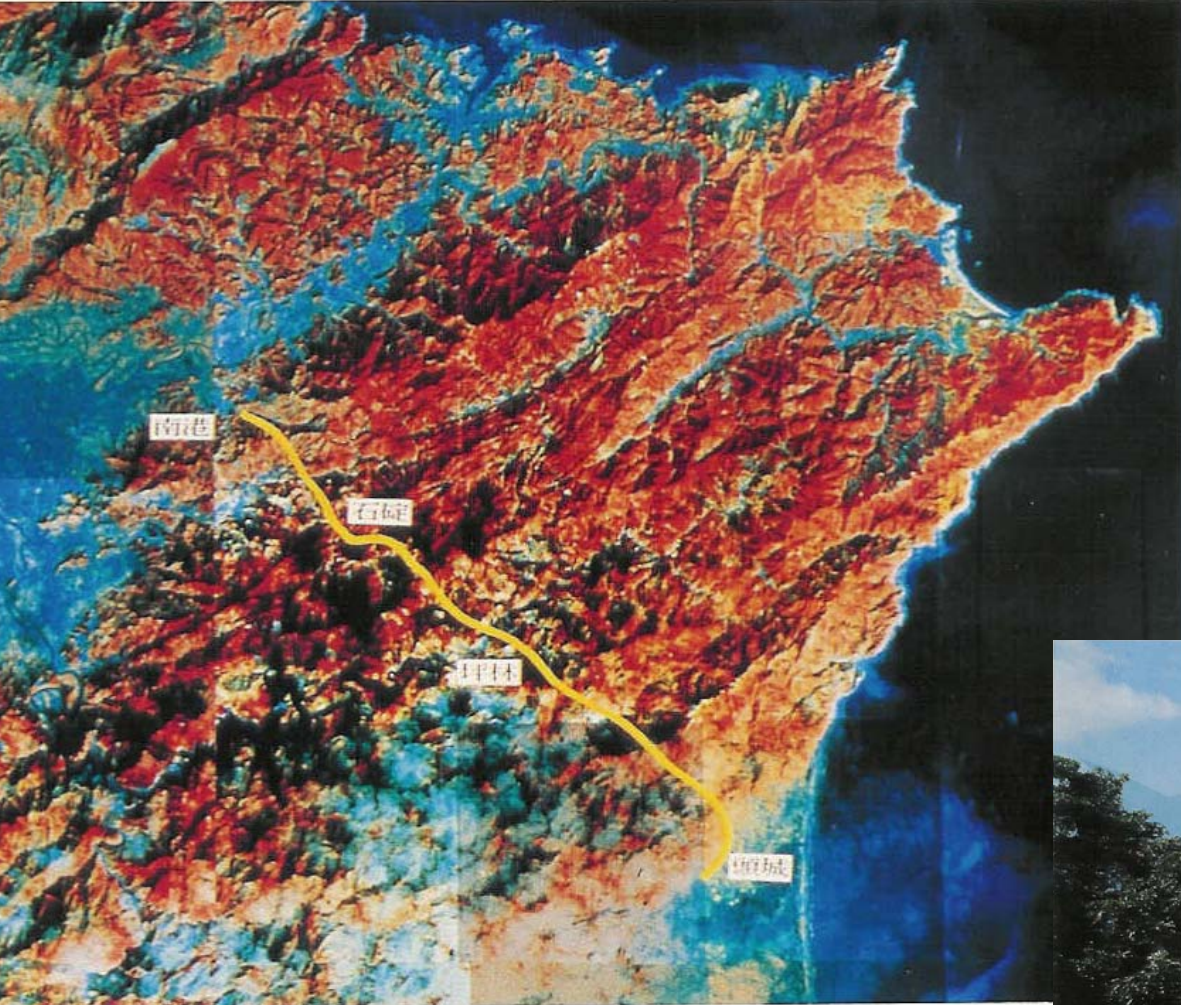
Thickness: 10 - 100  $\mu\text{m}$

非常棒的動畫



# 液氮的妙用：隧道冰凍

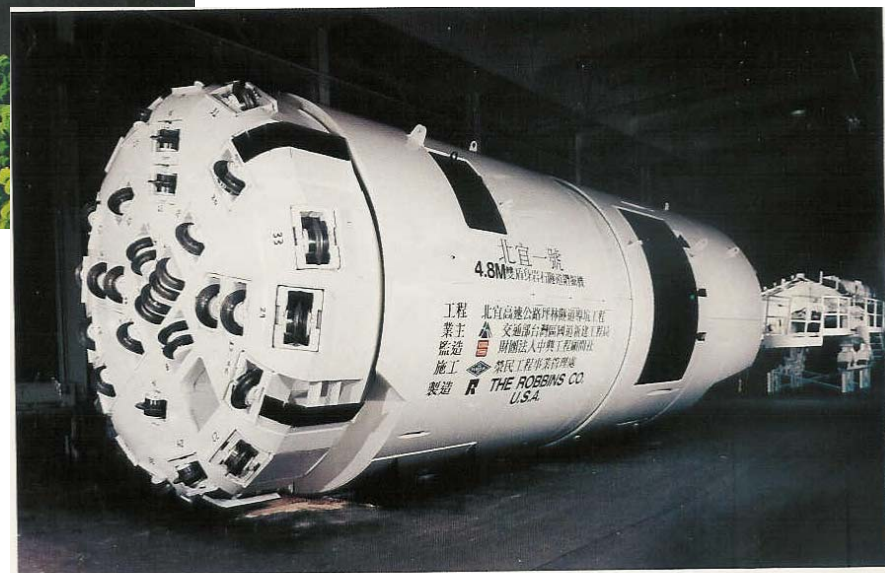
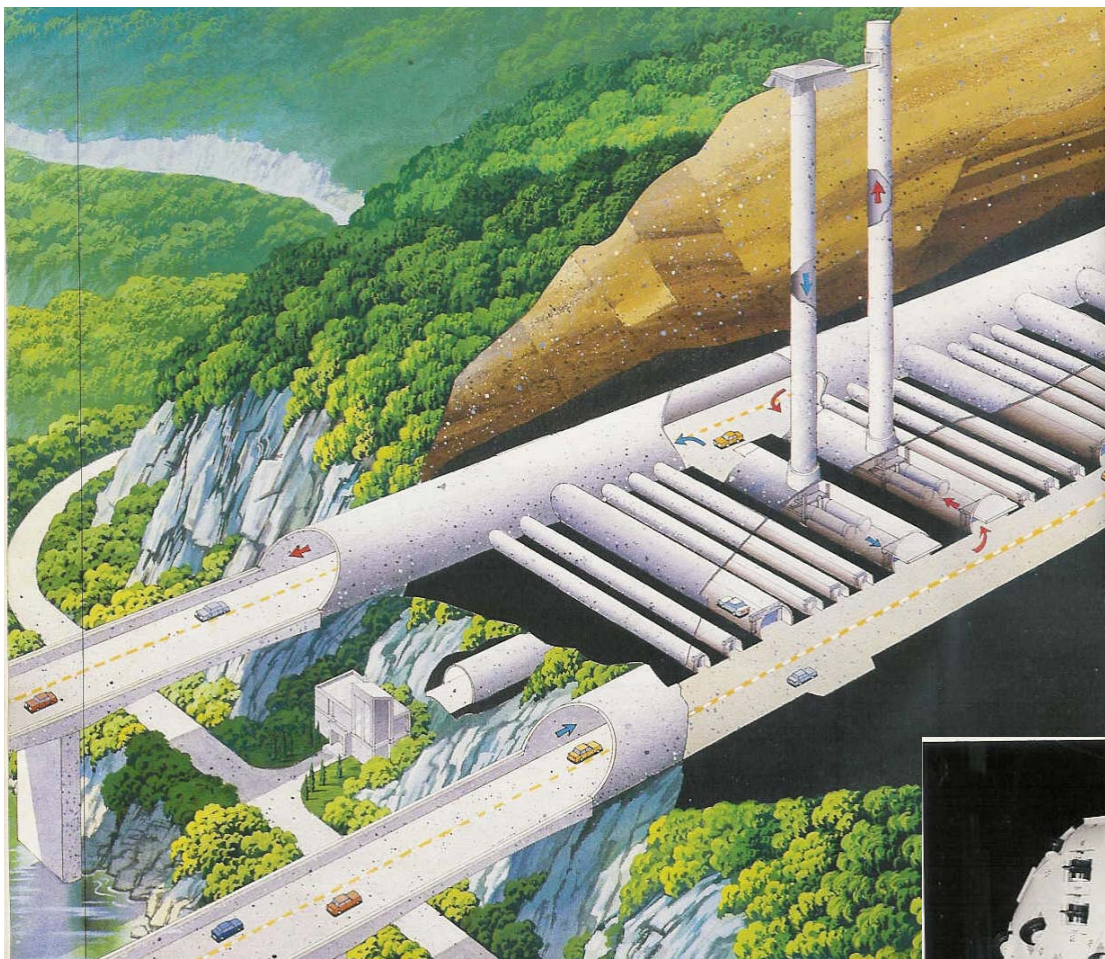




衛星照片圖

坪林隧道全長約 12.9 公里，沿線通過之地層由西而東

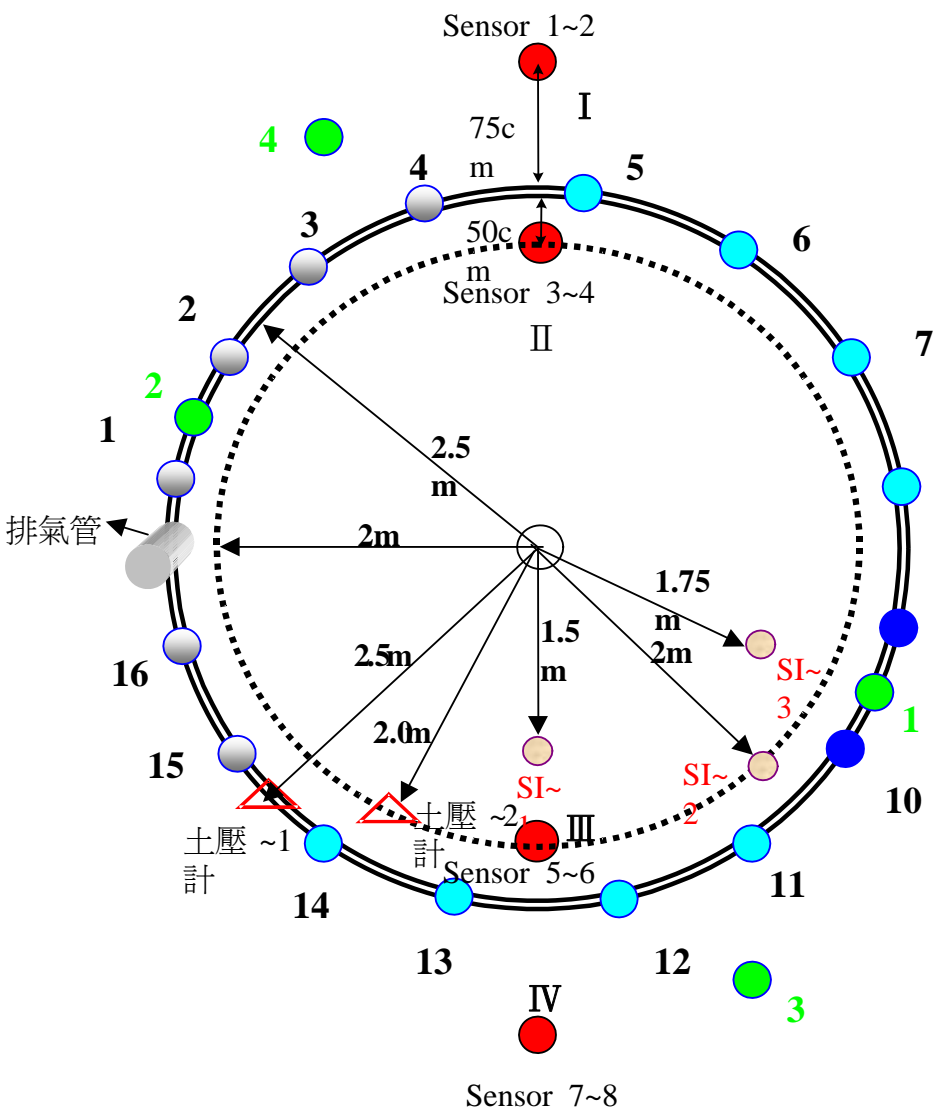




●坪林隧道導坑全断面隧道鑽掘機(TBM)







- △ : 土壓計埋置位置
- (grey) : 鋁合金冰凍管
- (cyan) : 碳鋼冰凍管
- (blue) : 不銹鋼冰凍管
- (red) : 溫度探測管
- (pink) : 傾斜管
- (green) : 解壓孔

圖3-9 中研院土壤冷凍實驗之配置圖

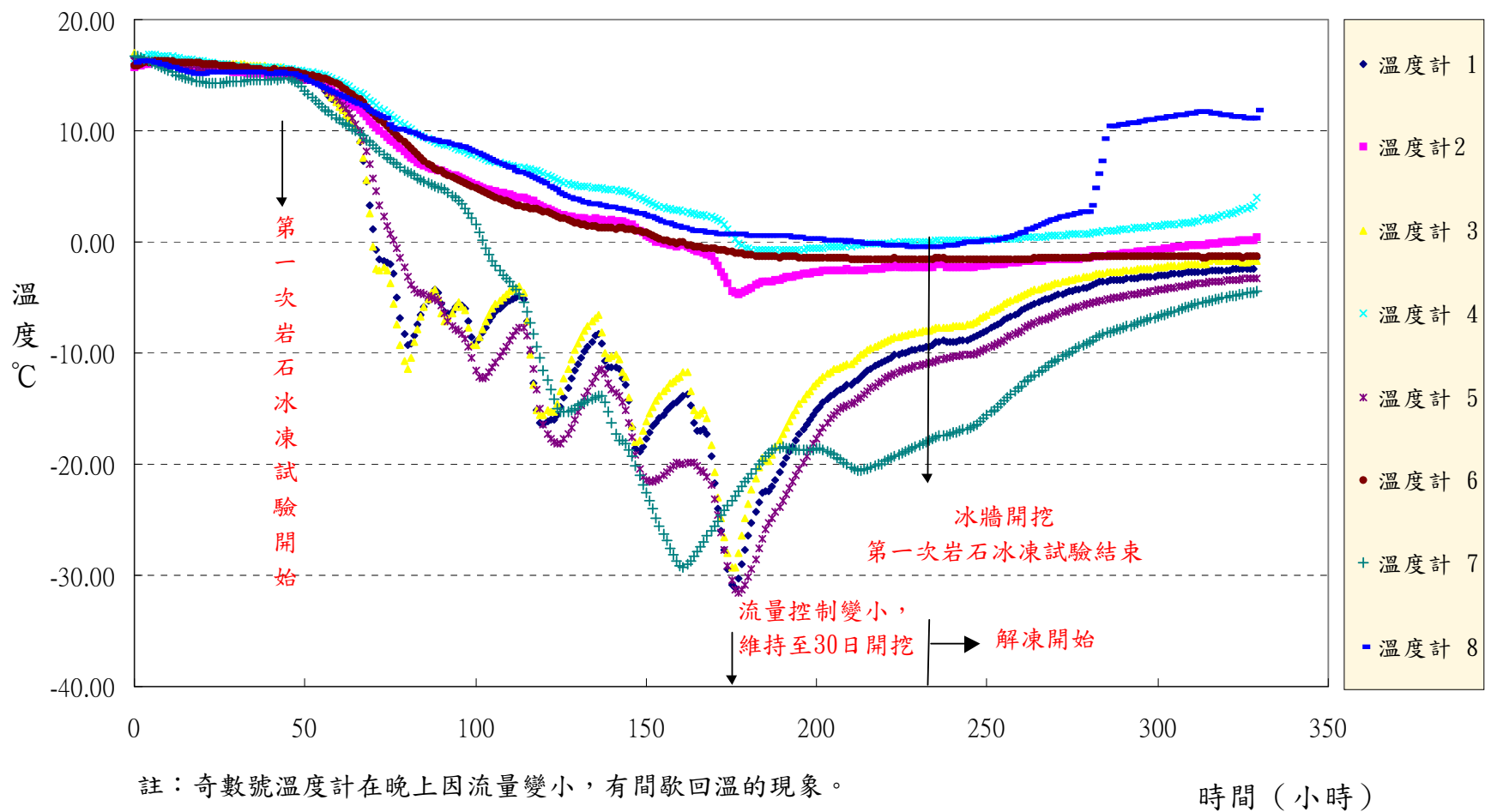


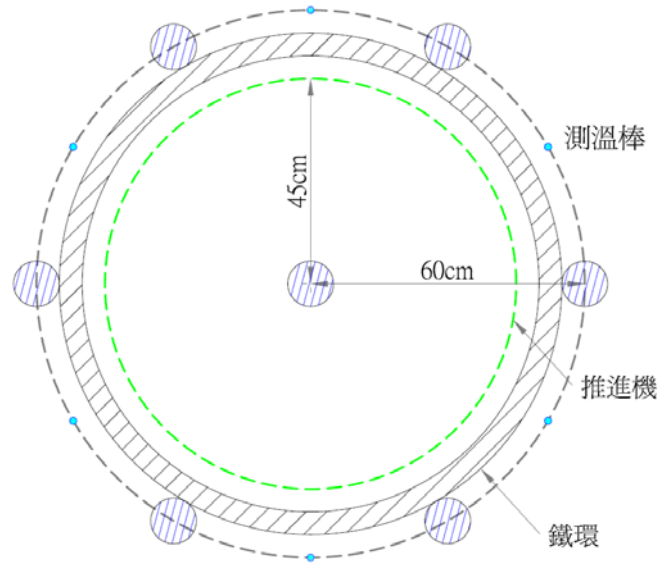
圖5-1 第一次岩石冷凍實驗溫度變化之記錄

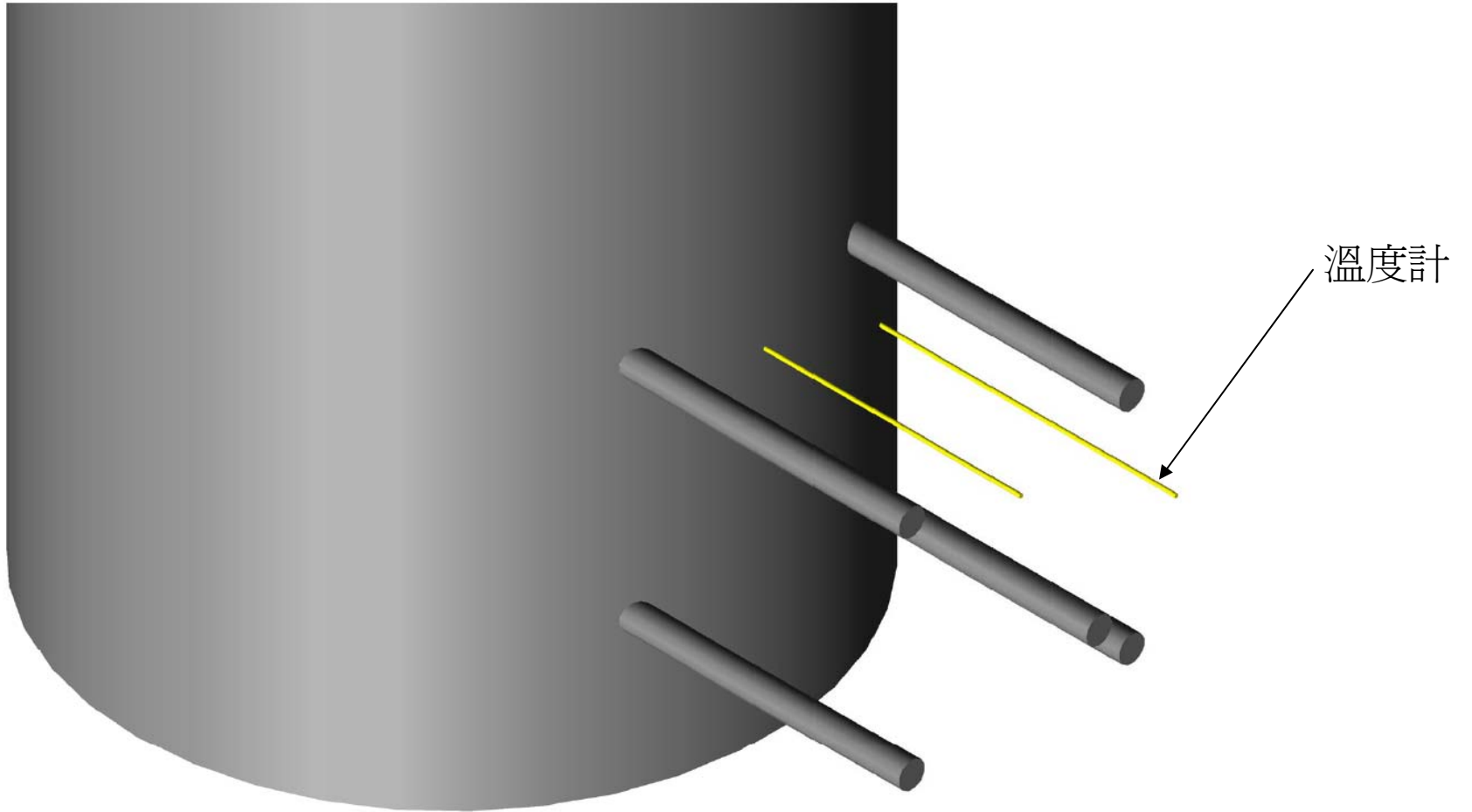




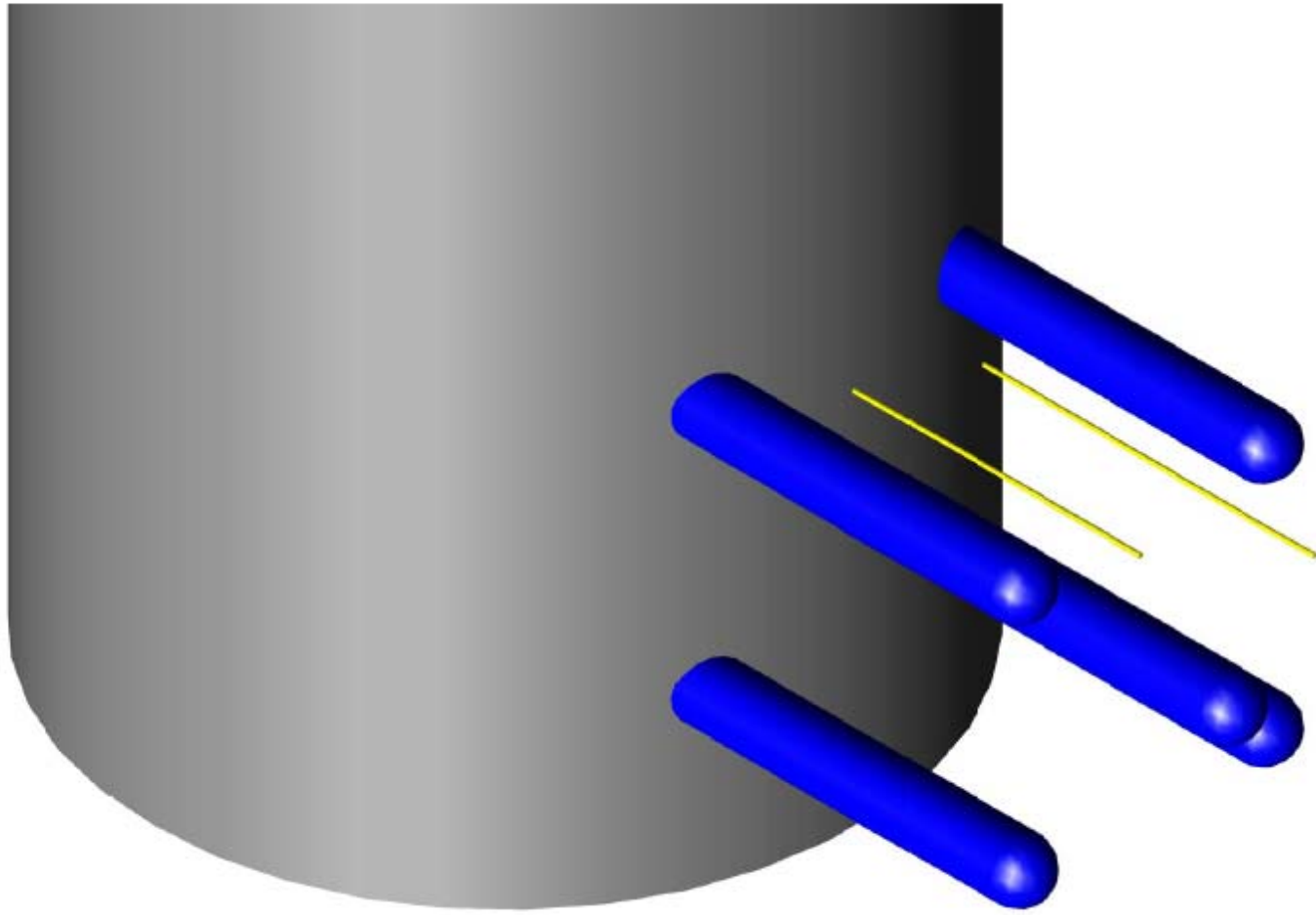
圖二十九 B 開炸後之坑洞

# 液氮冰凍工法於地下污水工程

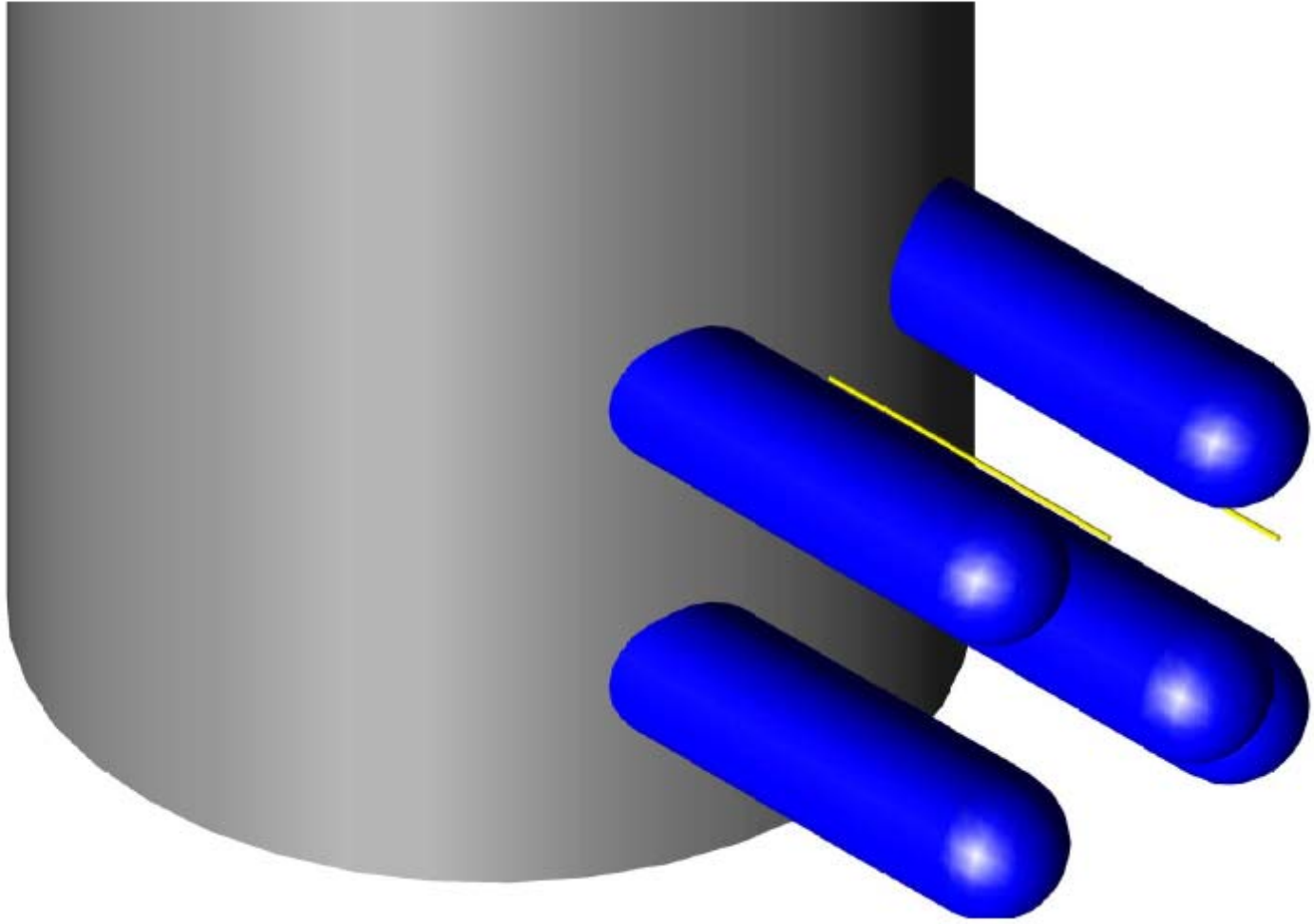


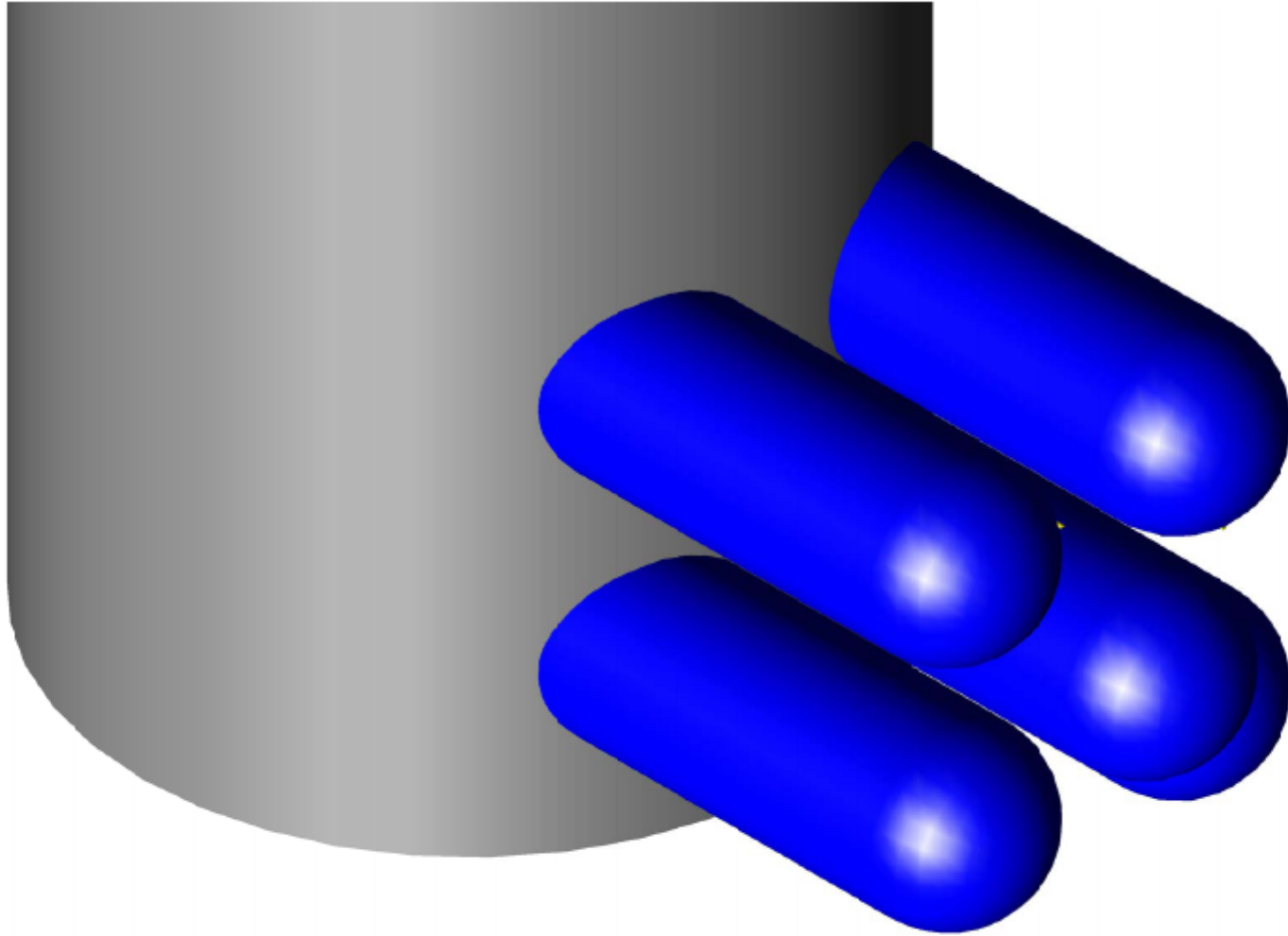


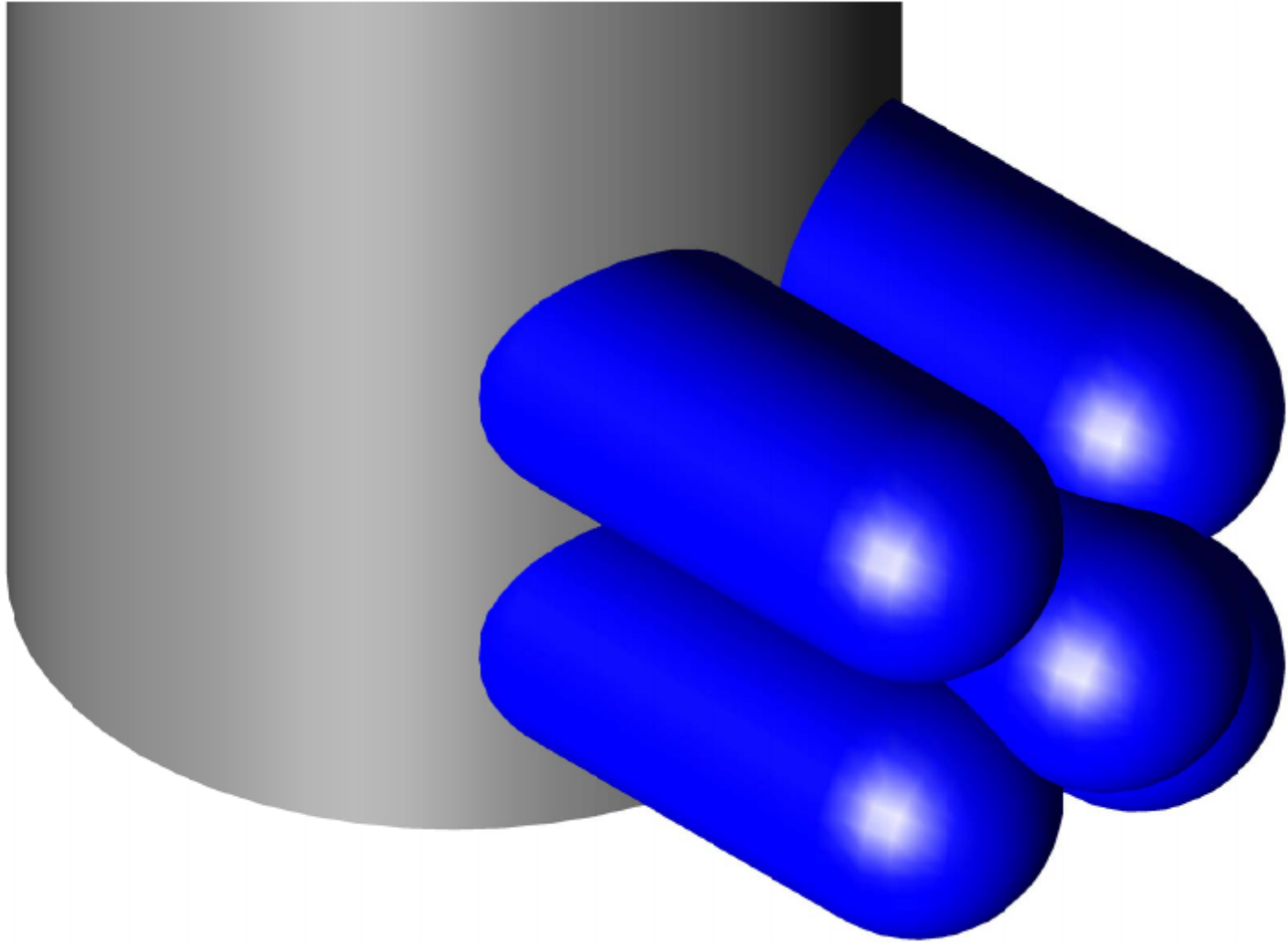
溫度計

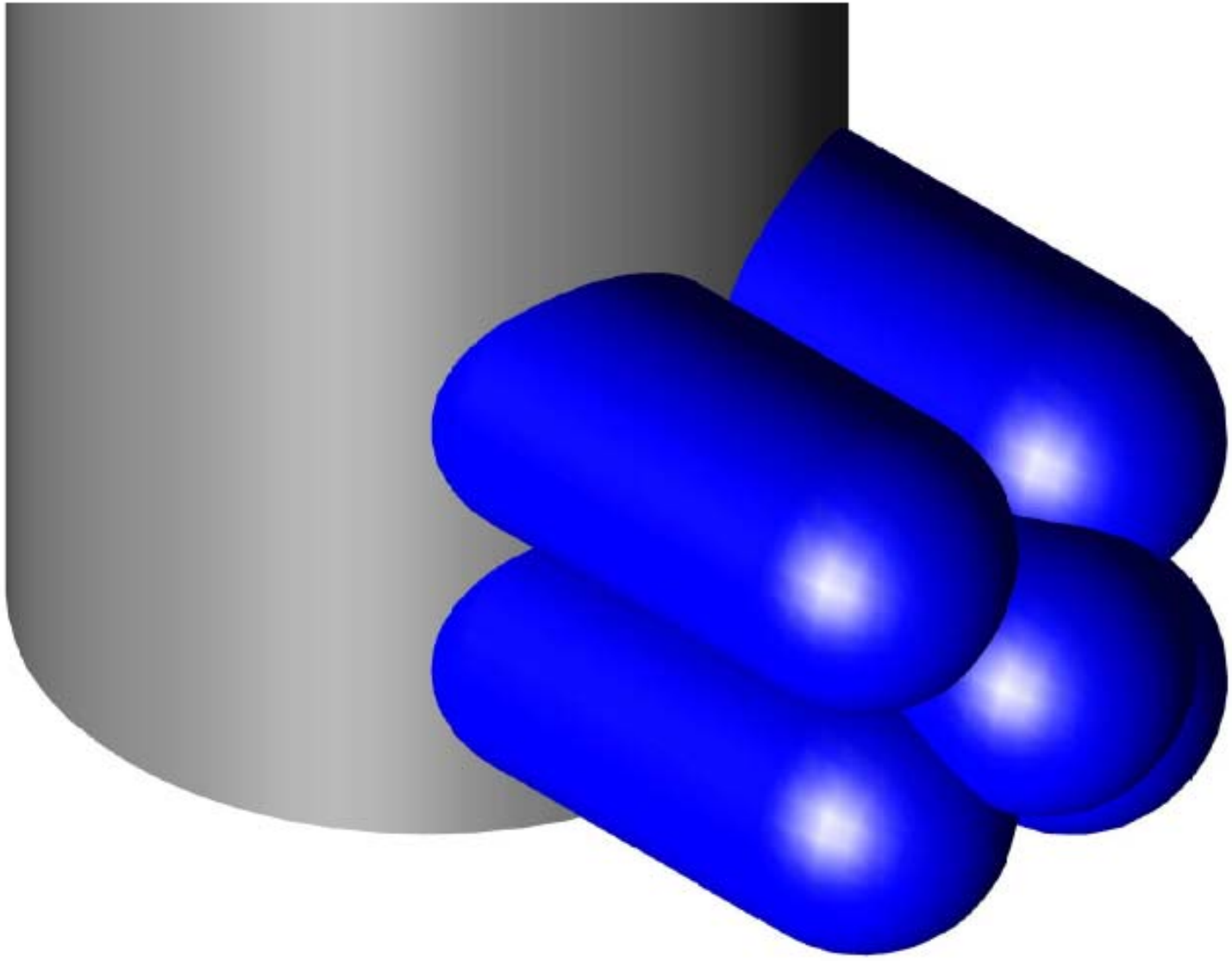


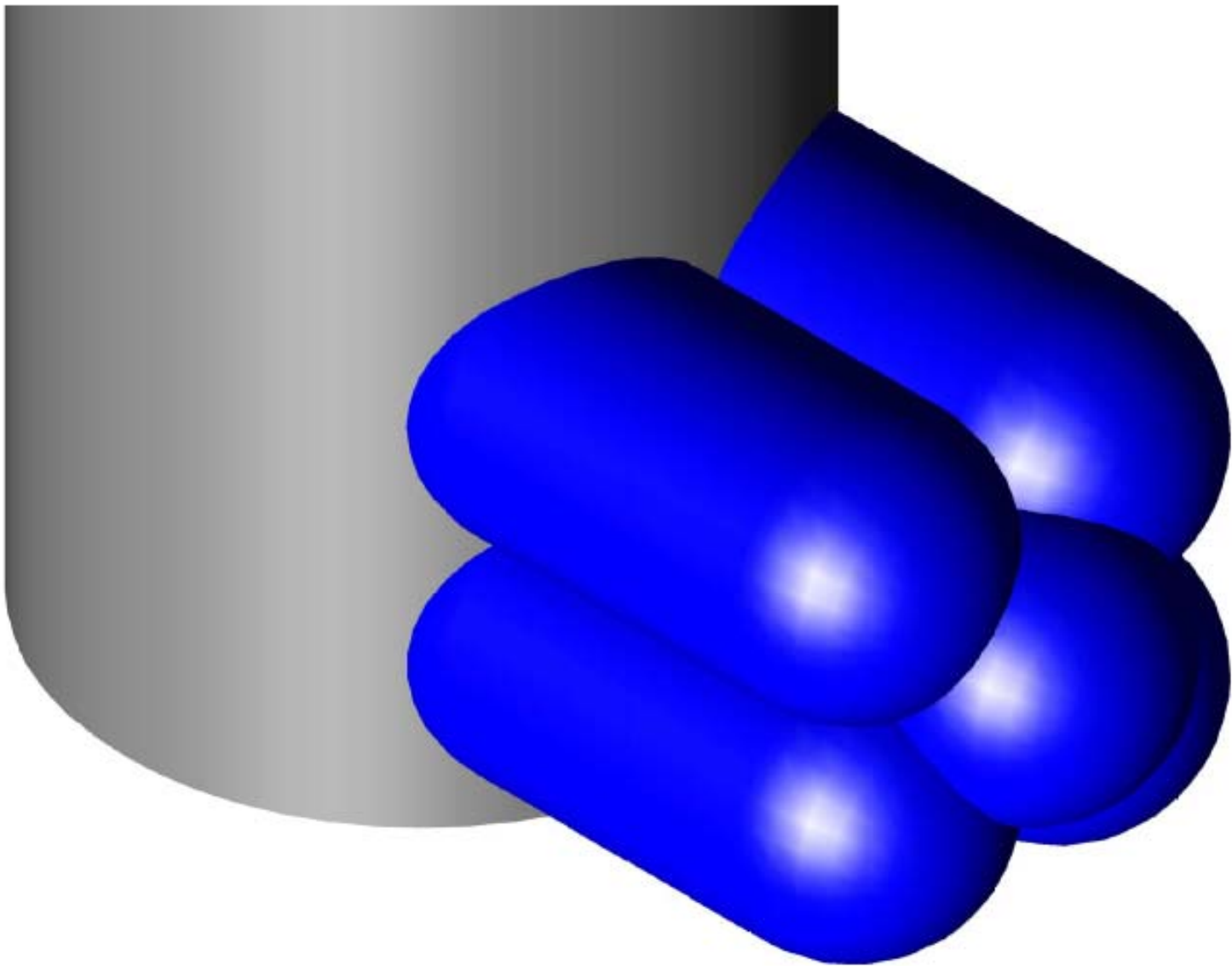




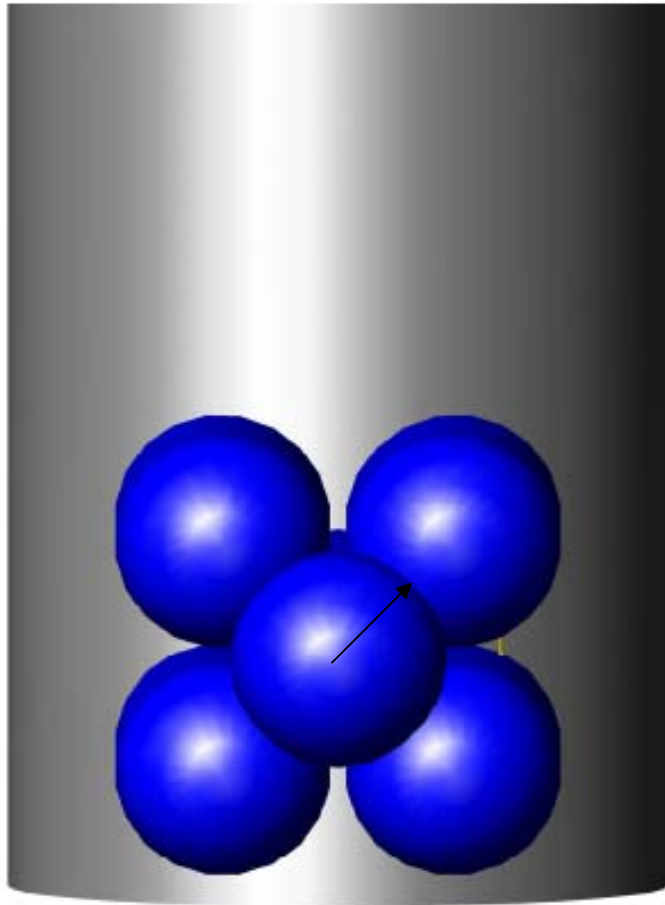




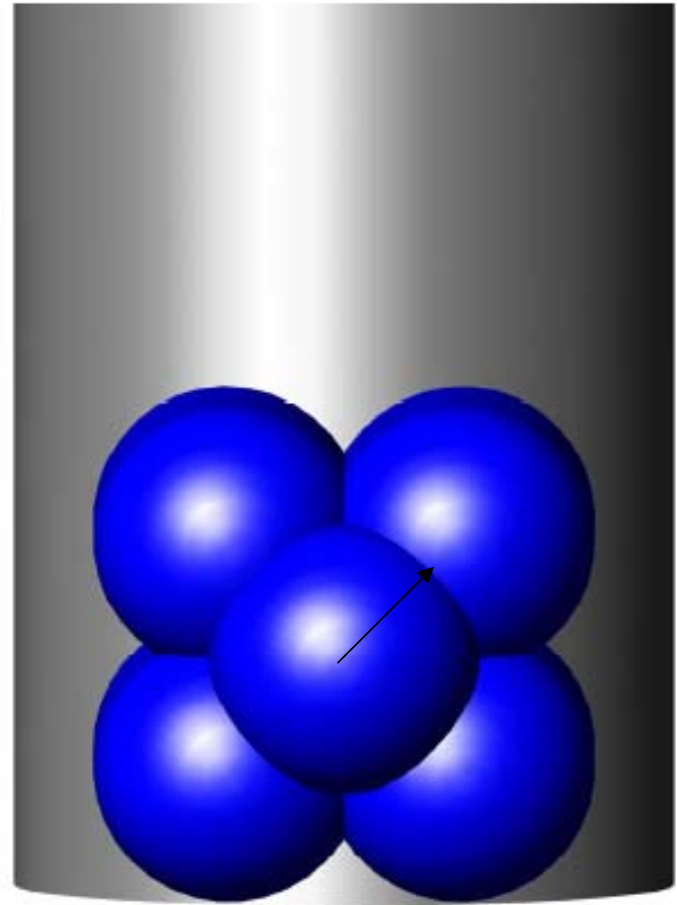




R=40 mm



R=50 mm



板橋地區

4/07 (第1天)

安裝冷凍管及溫度計

20:30 開始灌液氮



4/08~4/09 (第2-3天)

持續充灌液氮，

結霜已包覆鐵環



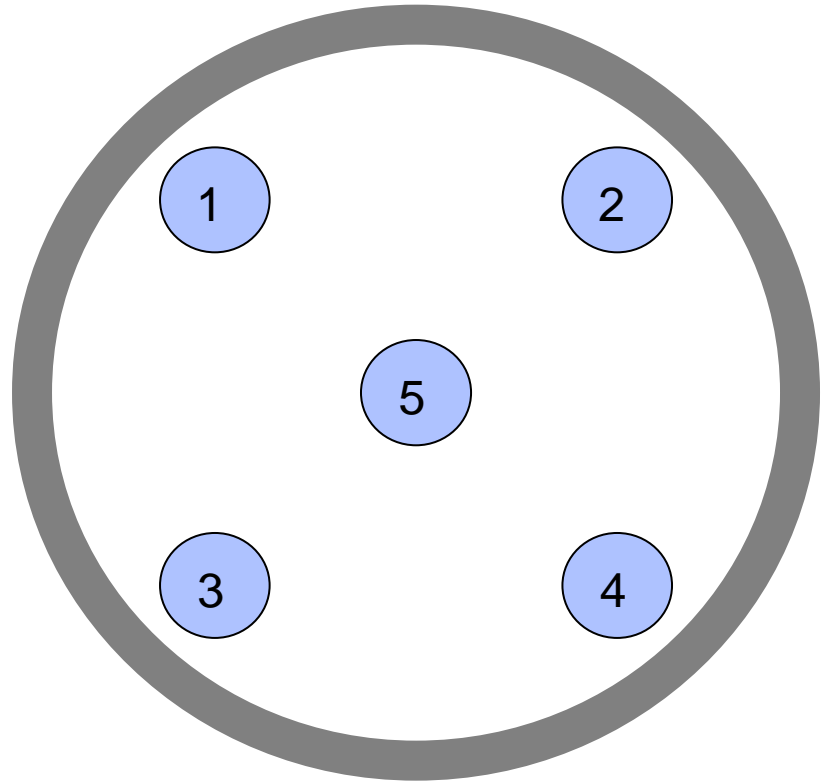
4/10 (第4天)  
持續充灌液氮

4/11 (第5天)  
土體溫度降至零下





## 14:40 冷凍管全數拔除



- 10:25 開始施作
- 10:48 拔出第一支
- 11:05 拔出第二支
- 11:52 拔出第三支
- 14:40 全部抽出

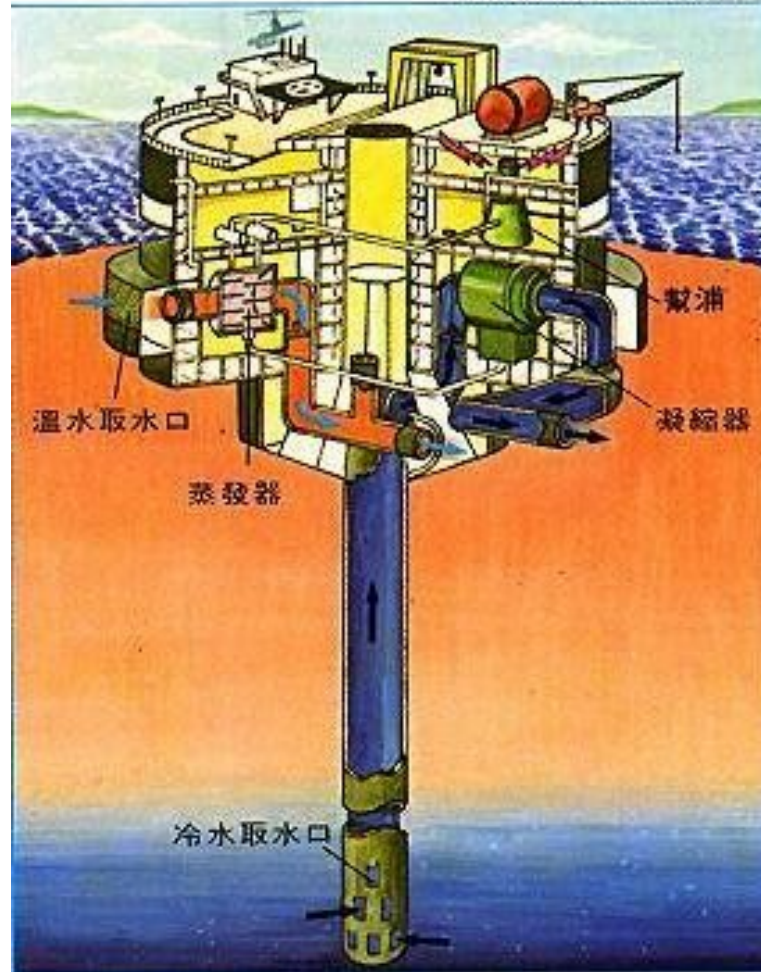
2005科學季—探索物理博覽會

# 溫差發電

陳伯仲、劉佳誠 (研究助理)

# 海洋溫差發電

▼ 溫度差發電廠的構造



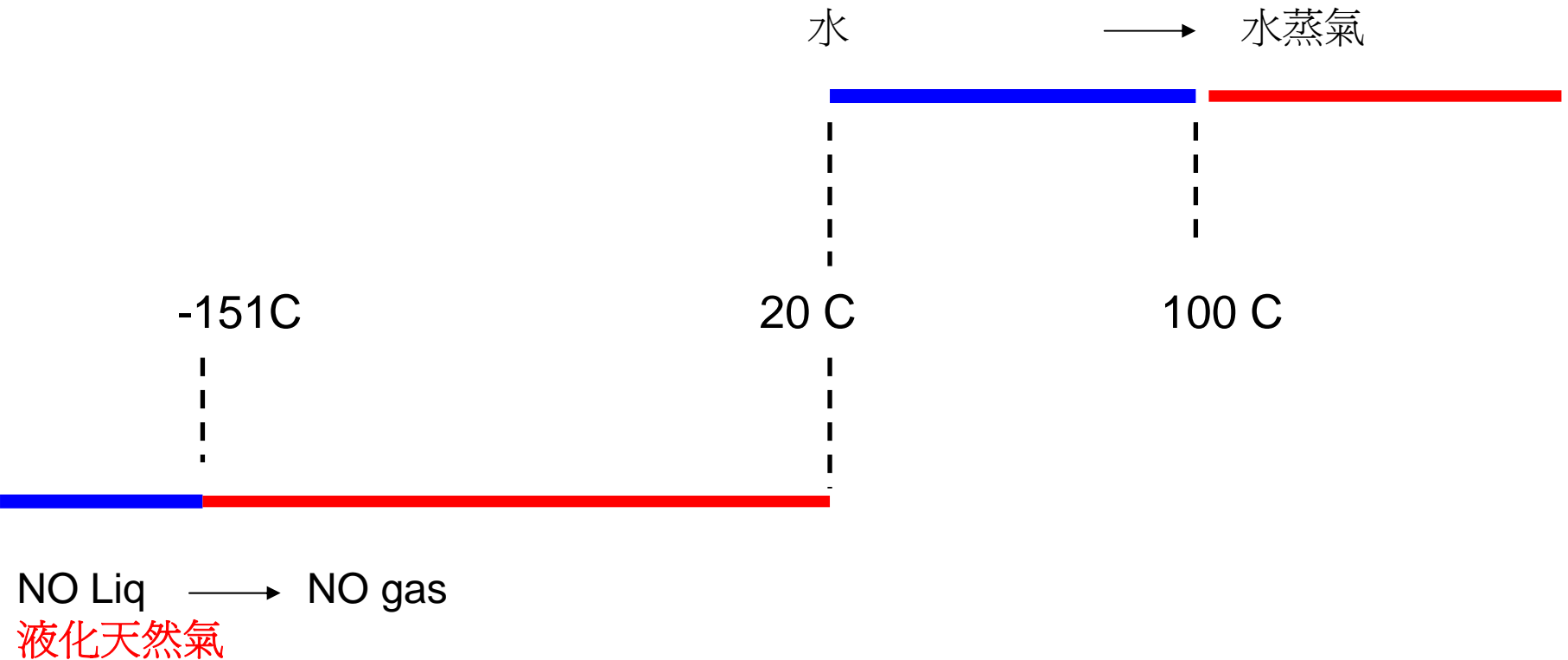
# 液化天然氣溫差發電

- 液化天然氣(-162°C)與周圍環境(20°C)間的溫差進行溫差發電。
- 每年進口約600萬噸的液化天然氣，進口量預計可達1200萬噸/年。
- 
- 完全無二氧化碳產生。

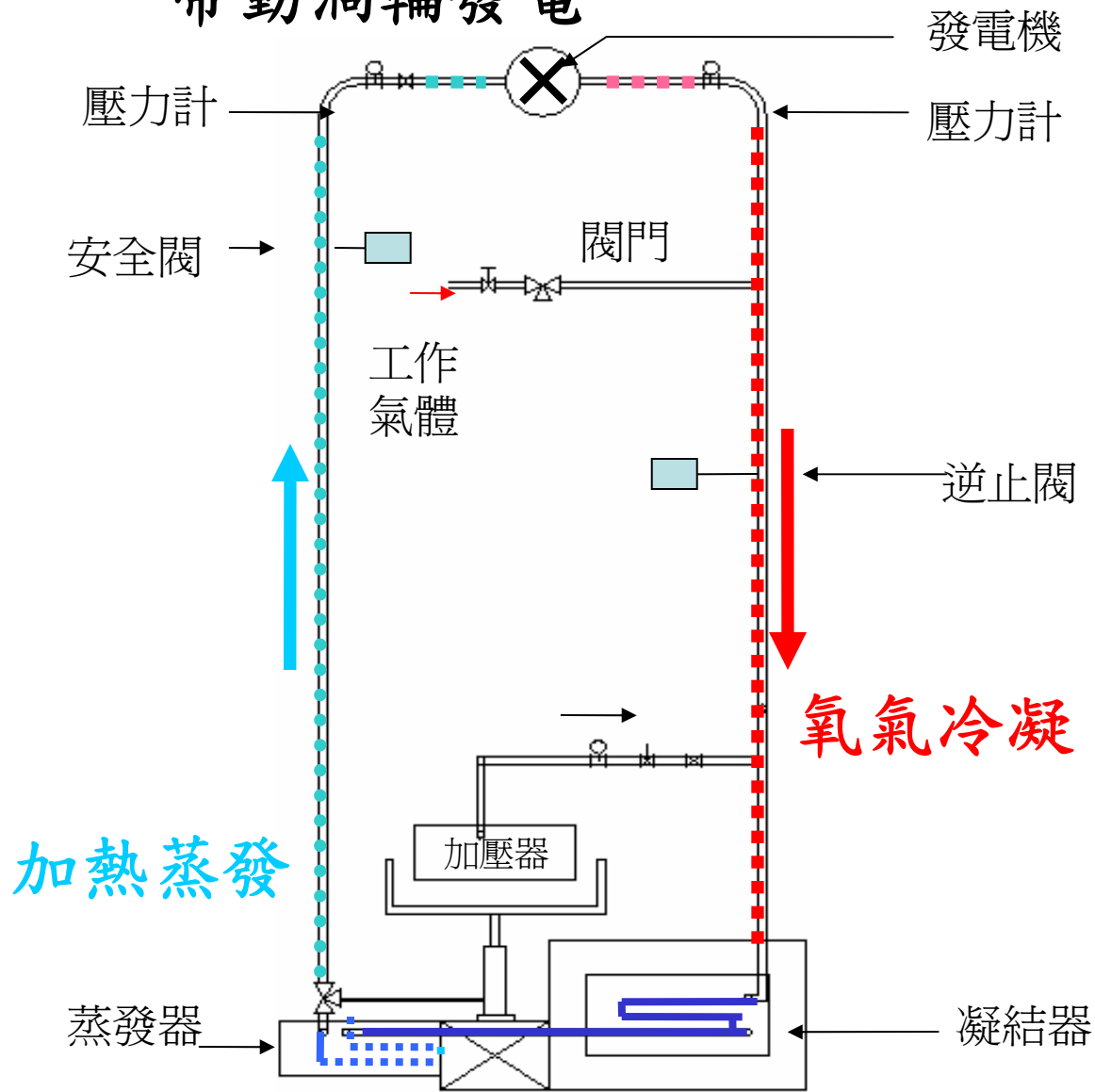
# 液化天然氣溫差發電工作原理 -

如火力發電用高壓蒸氣推動渦輪發電機，

液化天然氣溫差發電則為液化天然氣冷凝一氧化氮，然後以高壓一氧化氮氣體推動渦輪發電機



# 帶動渦輪發電



# 液化與汽化發電影片





## 紅火蟻的物理防治:

- I. 入侵紅火蟻簡介
- II. 液氮滅紅火蟻物理防治之緣起與方法
- III. 其他各種物理防治方法之研發



# 為什麼叫做入侵紅火蟻？

- 入侵紅火蟻的名稱由來：
  1. 為入侵之外來種
  2. 其體色偏紅
  3. 被叮咬後會有如火灼傷般疼痛感，之後還會出現如灼傷般的膿皰，因此而得名。



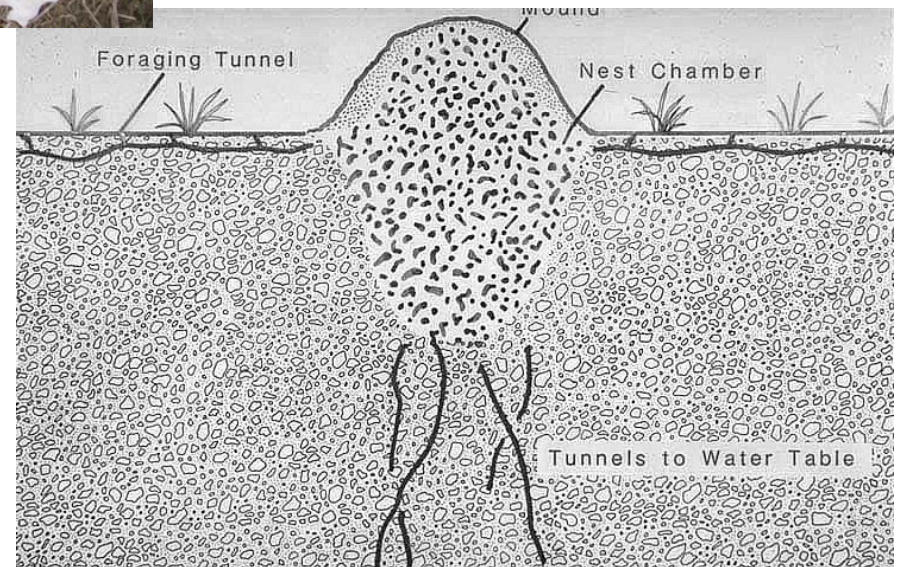
入侵紅火蟻腹部末端的螫針及其造成之膿皰

入侵紅火蟻巢具有蟻丘的結構，照片中的蟻丘高度約40公分。



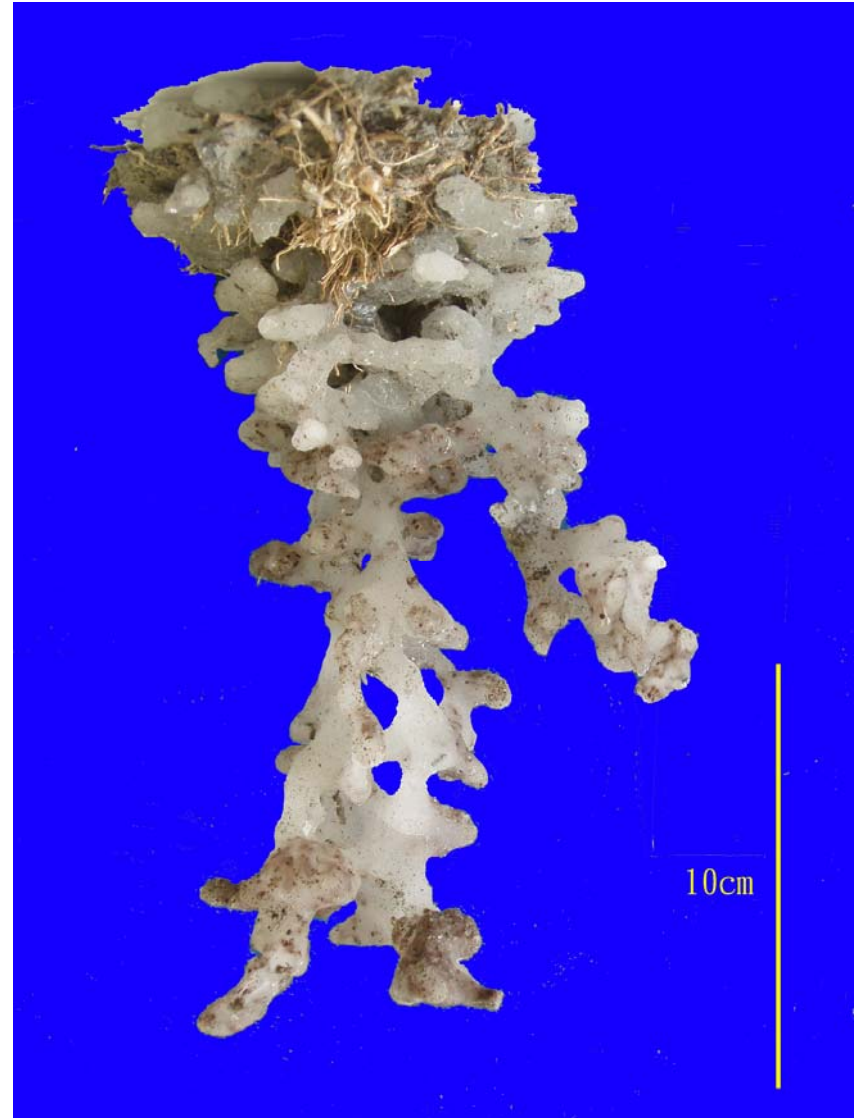
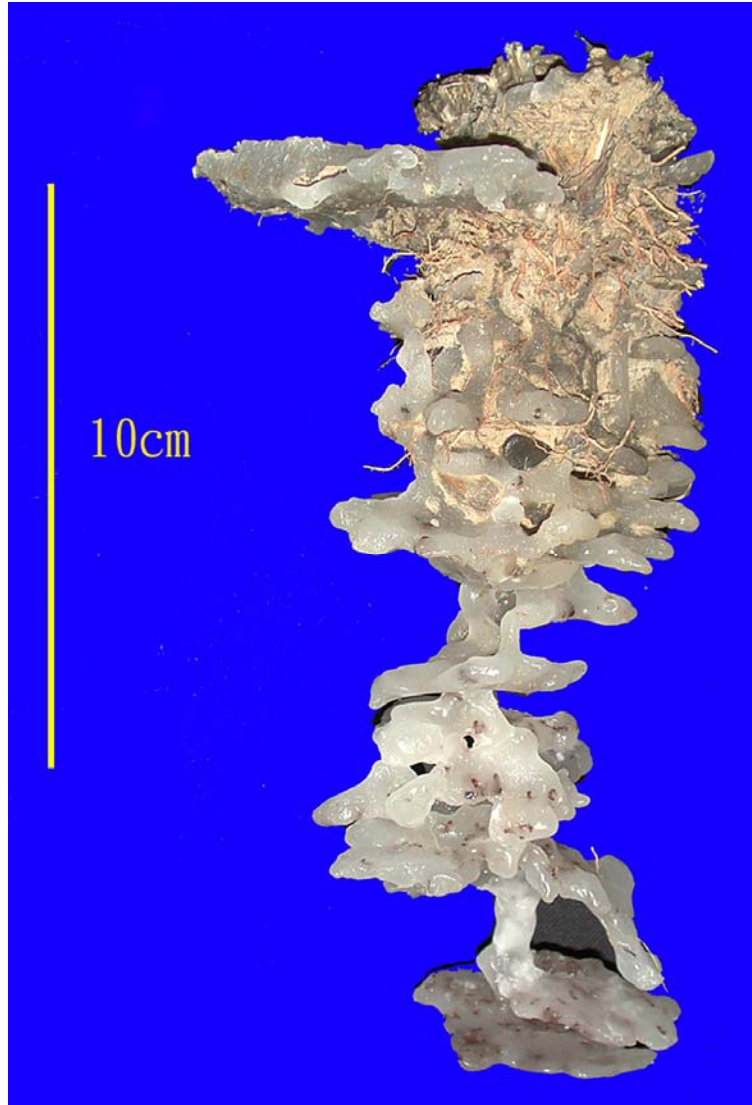


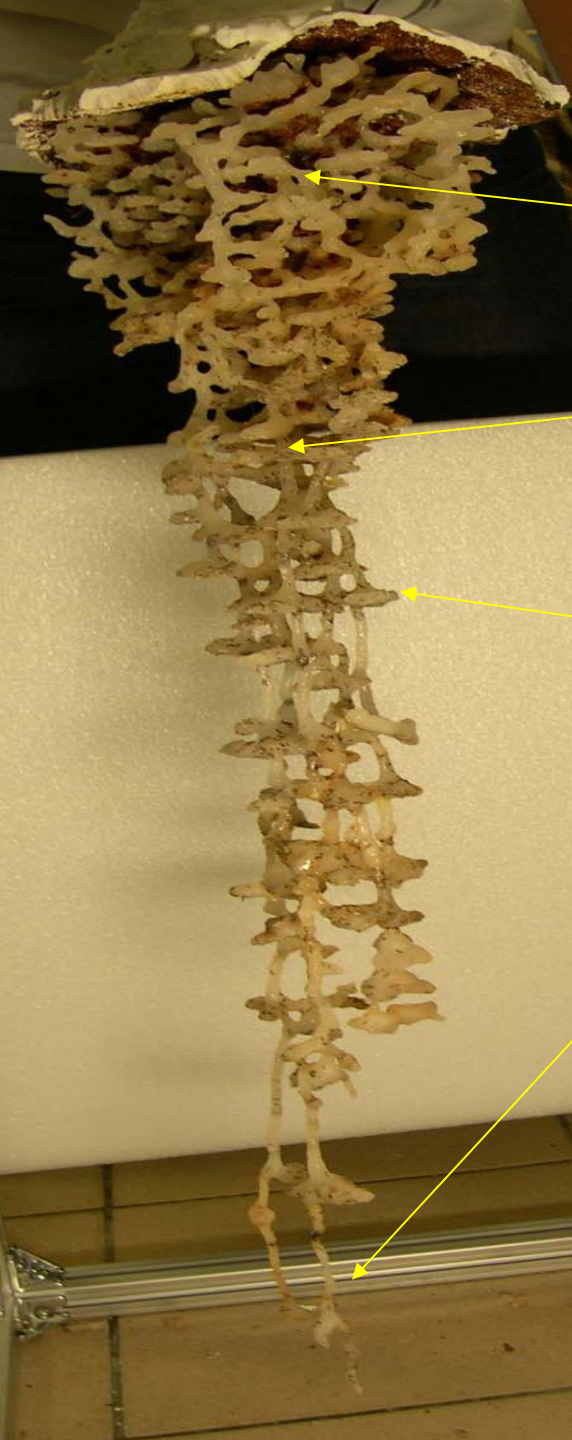
水平覓食搜索通道離地表約3cm



<http://www.ocvcd.org/fireants/pics/RIFAmount.jpg>

• 蟻巢模型: 初期之蟻巢結構





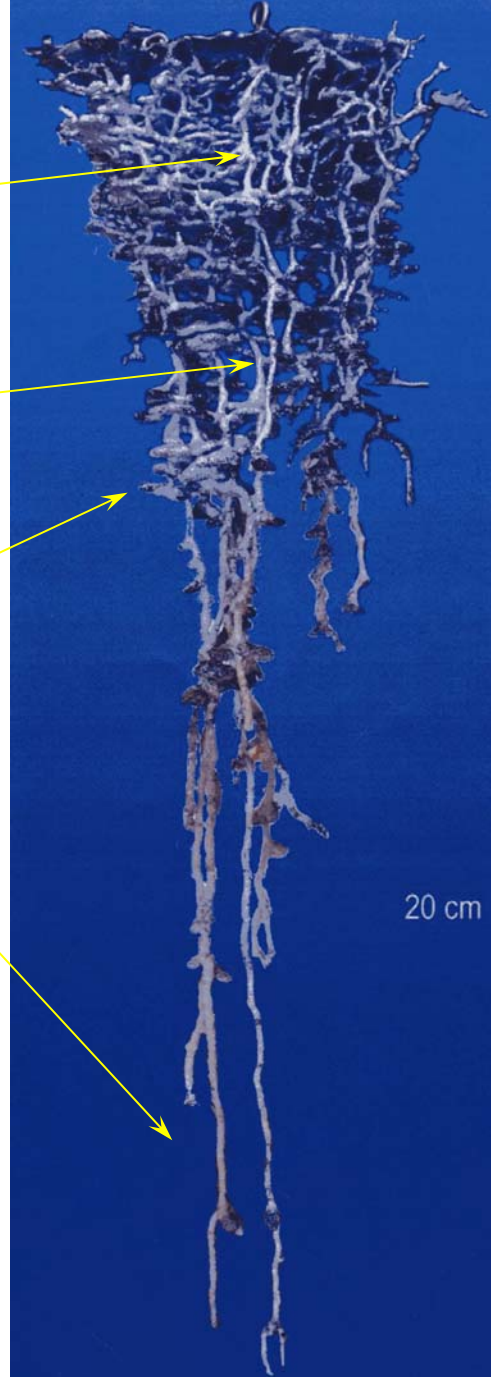
中央車站

垂直通道

橫向蟻穴

取水通道

左圖為本實驗室灌鑄之蟻巢模型；右圖為Dr. Walter Tschinkel灌鑄之蟻巢模型。



20 cm

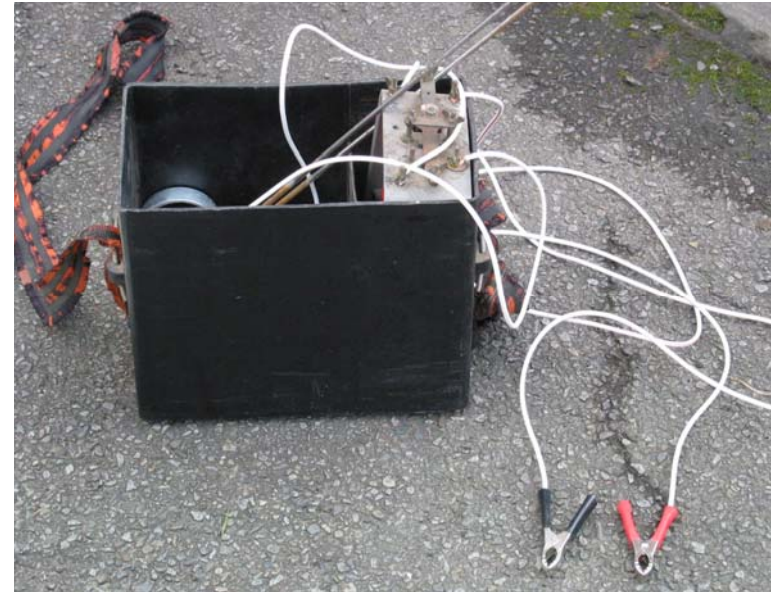
## II. 其他各種物理防治方法之研發

- 電擊法
- 窒息法
- 凍死
- 熱死

# 電擊棒與電魚器

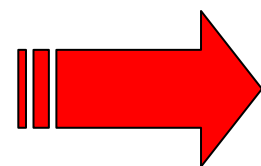


- 高壓電擊棒(電壓30 KV, I~ 5 uA)



- 民間電魚器  
(平均電壓 430 V~1000 V)

# 電魚器測試



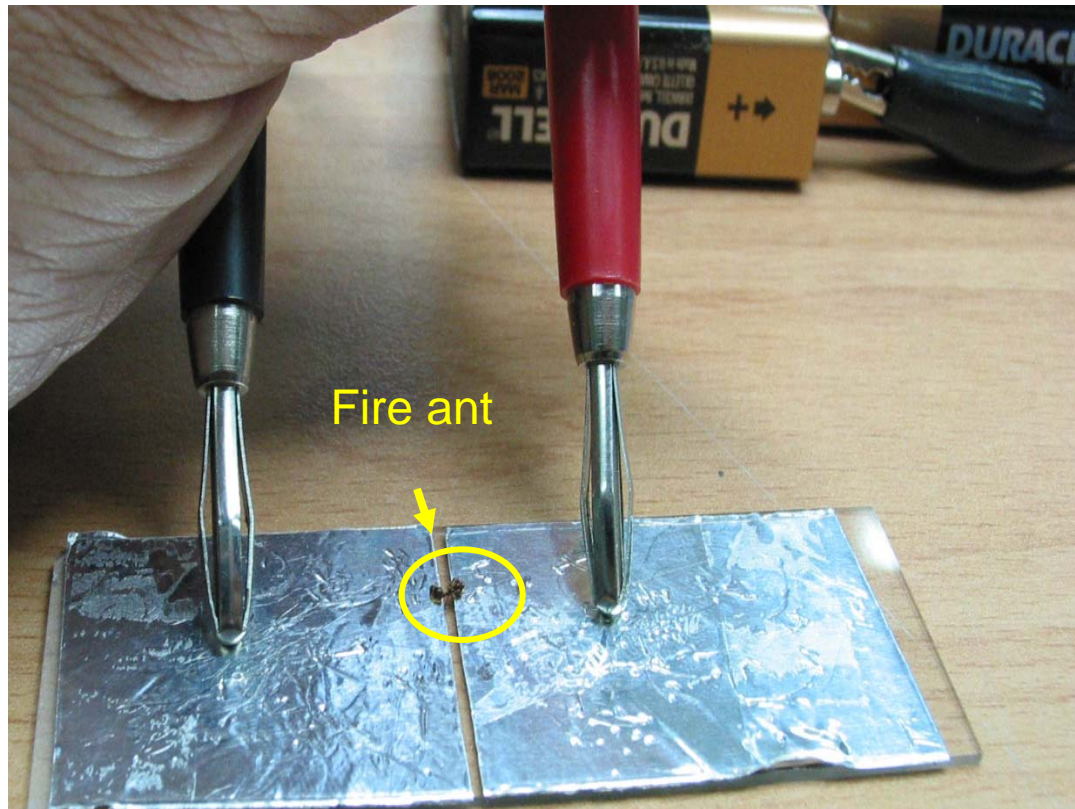


# 以電擊棒電擊火蟻



- 兩放電極間產生高壓電弧遭電擊之螞蟻立刻死亡！
- 缺點：螞蟻僅於放電路徑上死亡，兩極間距超過十公分無效。

## 1b 直流電擊實驗- (跨接於火蟻兩端)



電壓	狀態	電流 ( $\mu\text{A}$ )	電阻 (Mohm)
40V	抽動	1.5	26
50V	抽動	2.3	22
60V	昏	2.7	22
70V	死	3.8	18
80V	死	4.5	18

- 將螞蟻用膠帶輕輕黏貼於兩金屬膠帶之間，

# 電擊結論：火蟻需要之電壓與電流

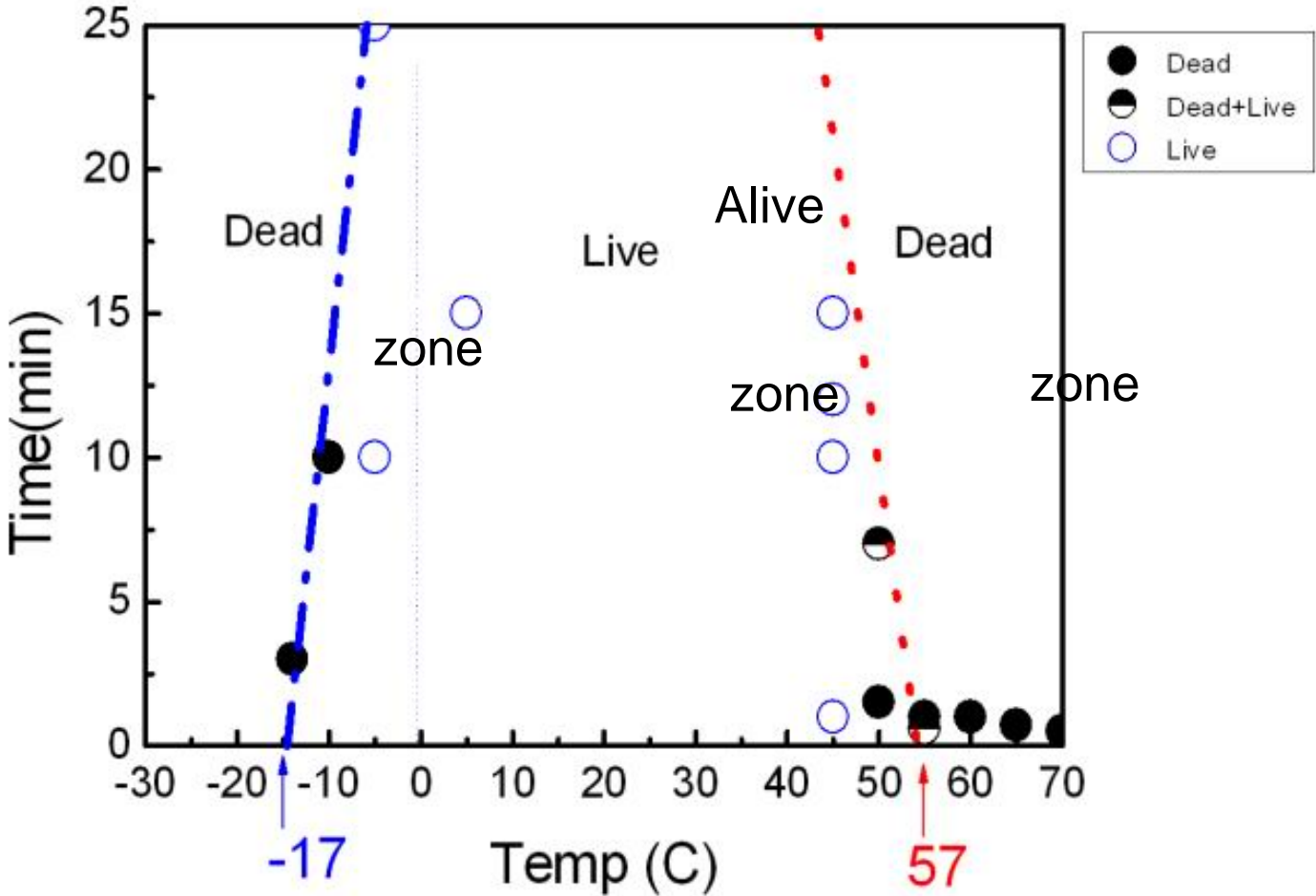
- 因火蟻本身有蠟與角質層電阻很大~ 20 Mohm
- 電擊如要有效
- $V \sim 10000 V$
- $I \sim \text{數 } A$
- 對人員造成危險

## II b 窒息

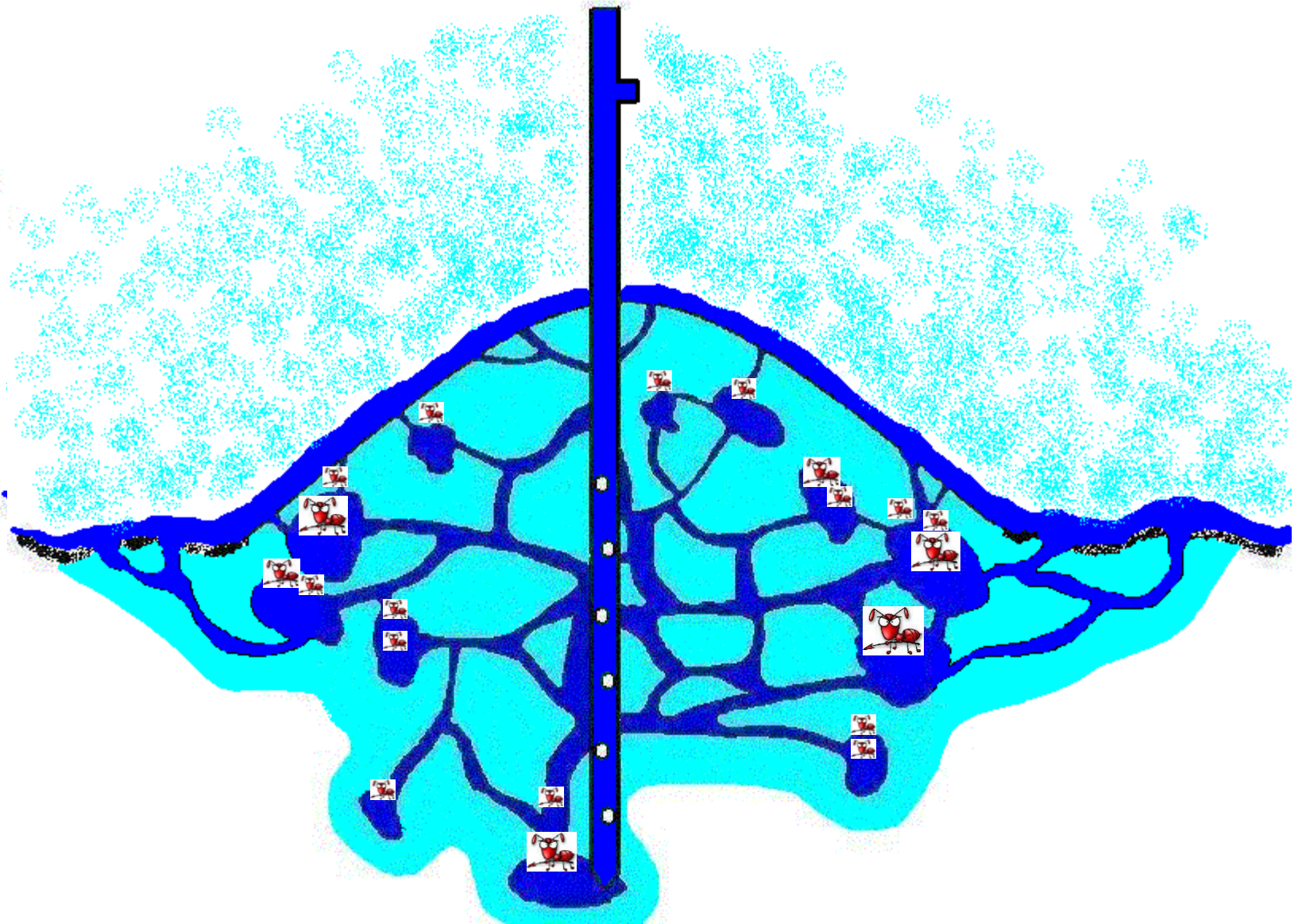


火蟻於純氮氣窒息所需時間~70分

# First we should find the temperature range which fire ant can't stand



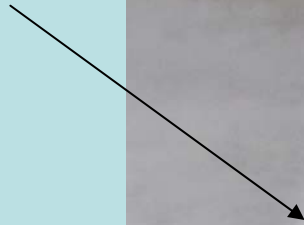
# 液氮撲殺紅火蟻示意圖



# 高壓液氮管



液氮噴出孔



# 影片播放高壓液態氮影片

第三隻眼

SET 三立台灣台

## 火蟻咬人 婦人性命垂危



三眼新聞

北台灣火蟻入侵  
農民叫苦連天  
獨家公佈滅蟻方法



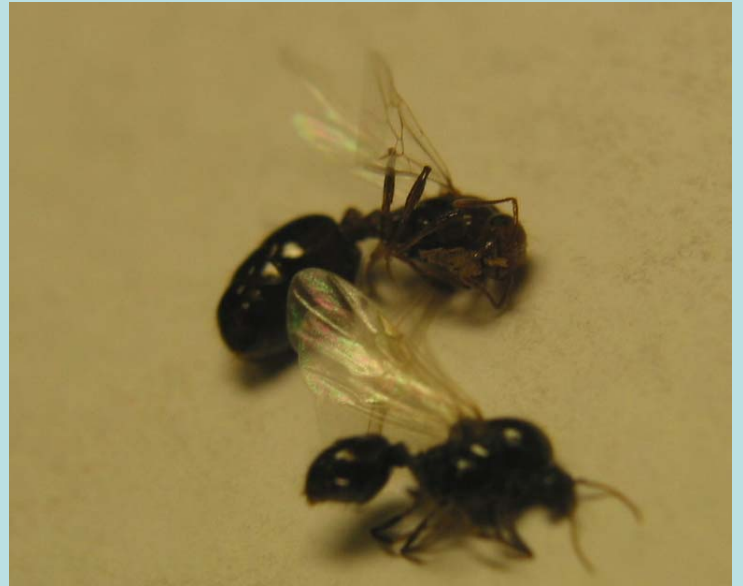


# 蟻巢開挖後見到之死亡個體(成蟻與幼期個體)



紅火蟻與蛹屍體

# 火蟻屍體



# 案例二火蟻經由枯木跨河進入萬大校園 11/22/2004



# 挖開蟻巢之結果



死亡之火蟻成  
蟲、蛹與幼蟲

# IV. 蟻巢的偵測

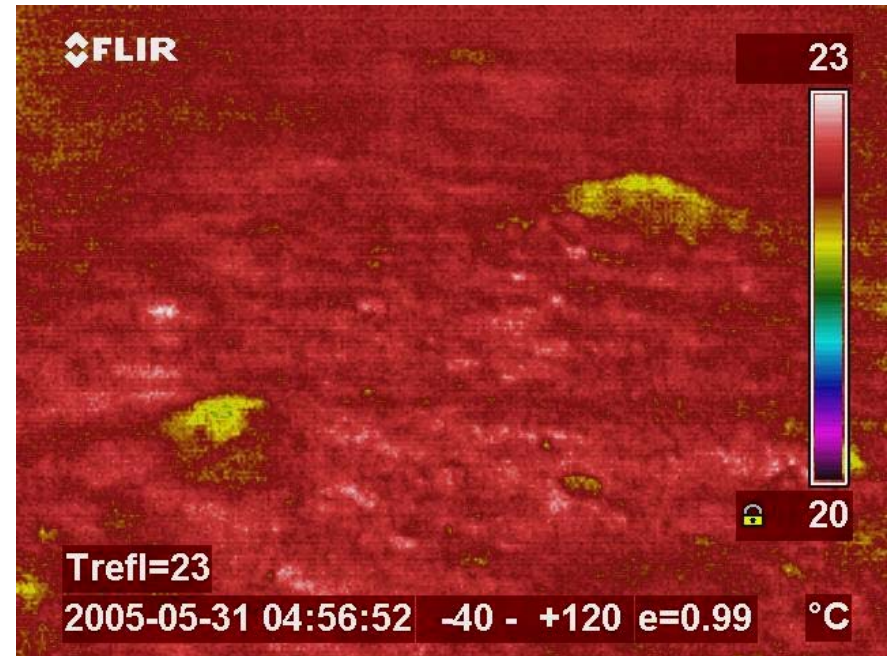
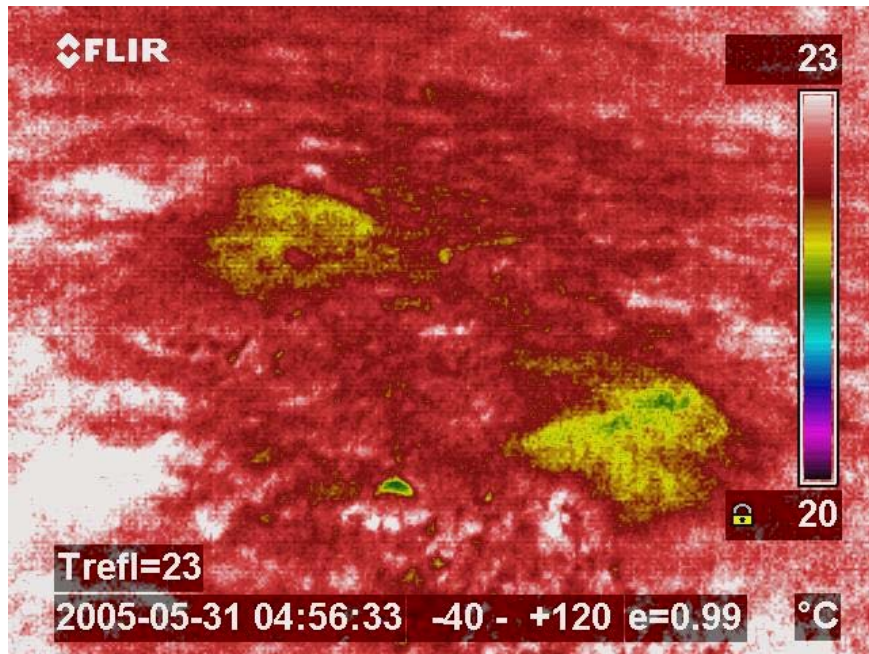
- 蟻巢搜尋的方法

# III A. 蟻丘之偵測

- 遠紅外光顯像儀之測試:
- 動機: 利用蟻巢之溫度有別於背景溫度
- 測試:
  1. 清晨
  2. 日出



## 二.火蟻巢穴之偵測



清晨 4:56 蟻丘溫度比背景低1-1.5 C

日出 7:41 背景溫度迅速上升, 雜草溫度較低蟻丘不易判斷

# 生物偵測： 偵測犬



## 室內與戶外訓練：

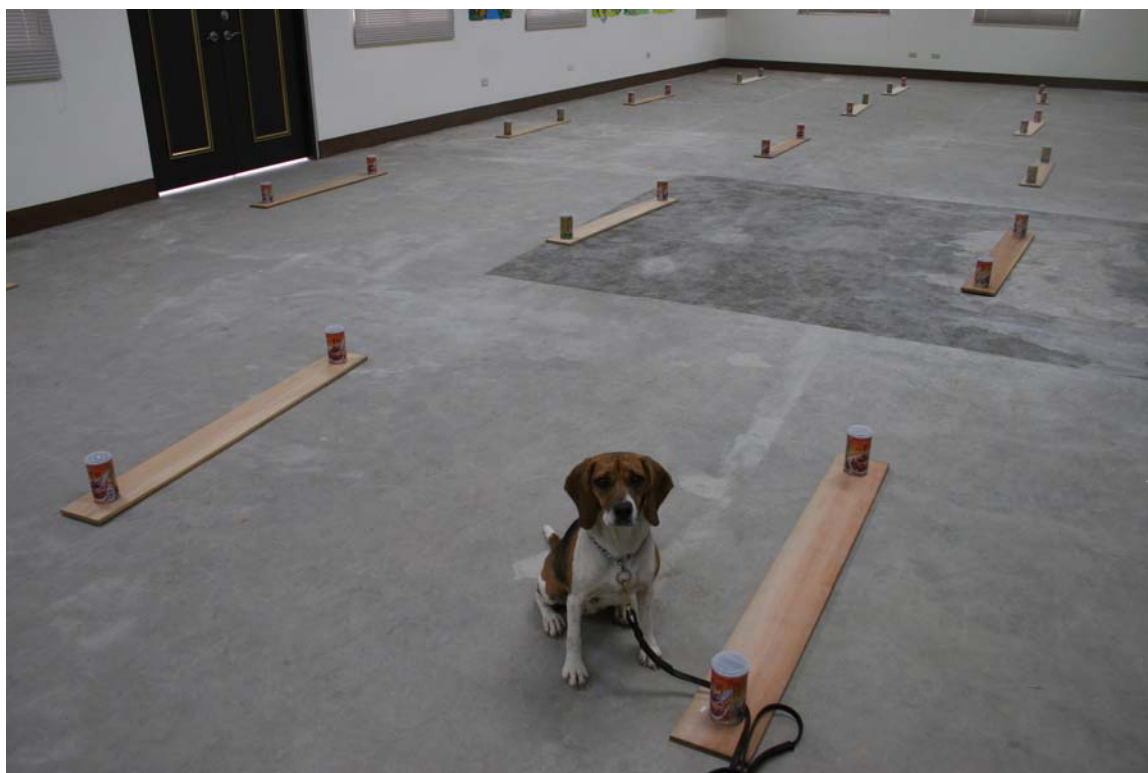
學習辨識紅火蟻,偵測紅火蟻之敏感度，適應不同工作環境,並偵測紅火蟻樣本

**野外實地偵測：** 培養獨立偵測戶外紅火蟻的能力



共計 35 個罐子分三排排列, 讓犬嗅聞死亡的入侵紅火蟻及蟻穴土, 隨即要求以坐下為反應方式。

以食物為  
獎勵



(按一下播放)



# 實驗室之氣相層析儀GC證明可用來偵測紅火蟻

- 院長指示可否進一步使用可攜帶式氣相層析儀(GC)直接偵測紅火蟻？

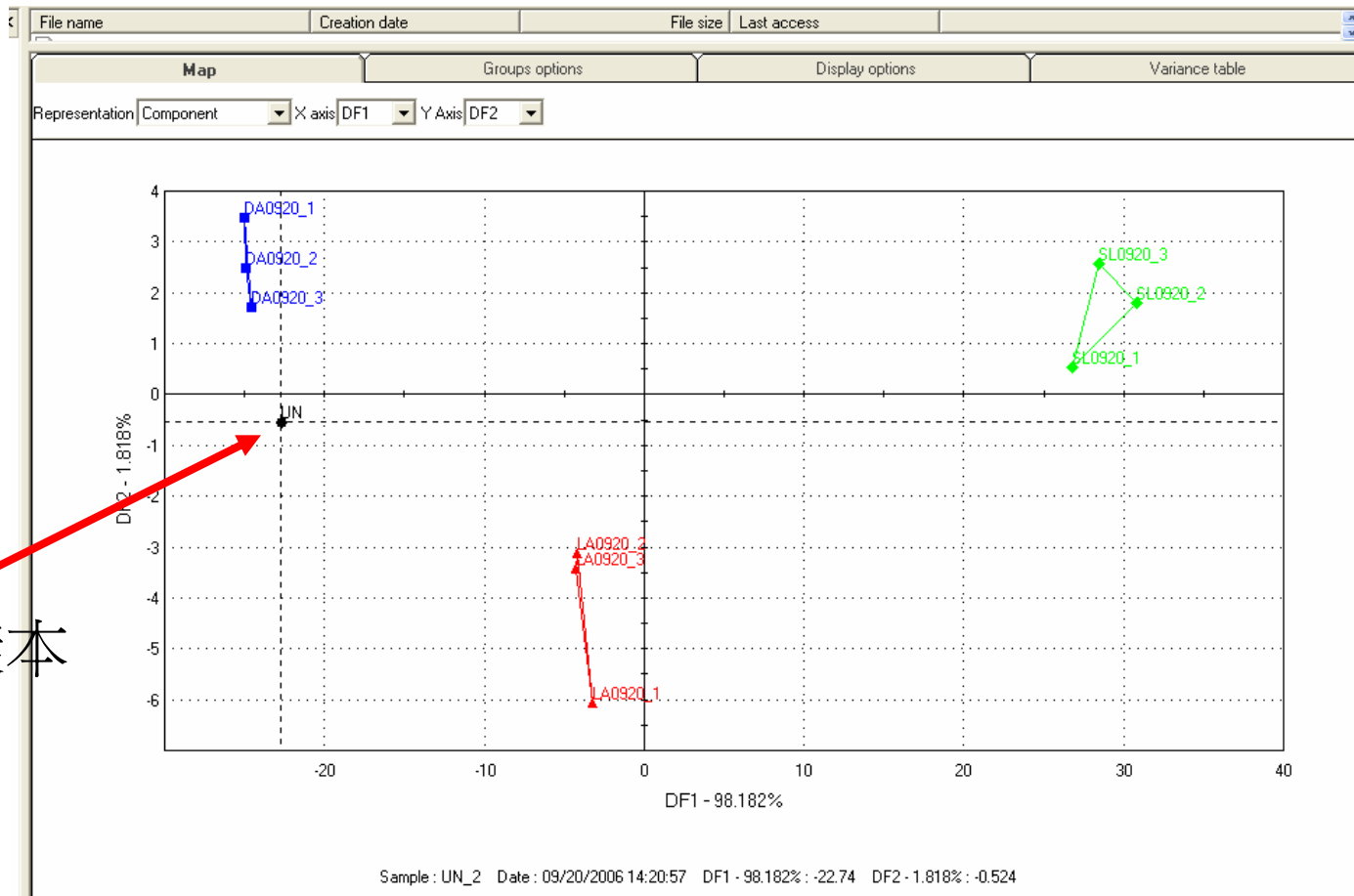


攜帶式氣相層析儀(GC)

分析速度與電子鼻相當 色譜指紋圖 色譜分析時間: 15秒< 通常<60秒

# 攜帶式氣相層析儀(GC)+電子鼻可測得巢土與火蟻

樣品: 死的紅火蟻 (藍色) ; 活的紅火蟻+巢土 (紅色) ; 巢土 (綠色)



結論：以攜帶式氣相層析儀(GC)+電子鼻可用已偵測紅火蟻

物理是不是有很多應用？

物理也是一門訓練邏輯推理的學  
科

如志向尚不清楚可考慮先修物理  
再轉有興趣之科系

Thank you!!!