

PVA/PNIPAAm 半
互穿聚合物網絡
水凝膠敷料

PVA/PNIPAAm
semi-IPN
Hydrogels Dressing

組員：廖姿硯、林雅嫻、張善羽、李雅綸
指導老師：林鴻儒



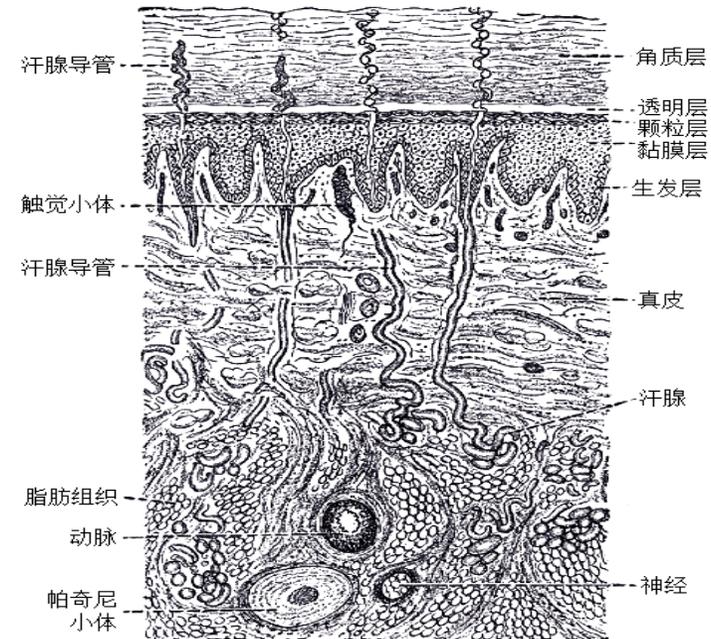
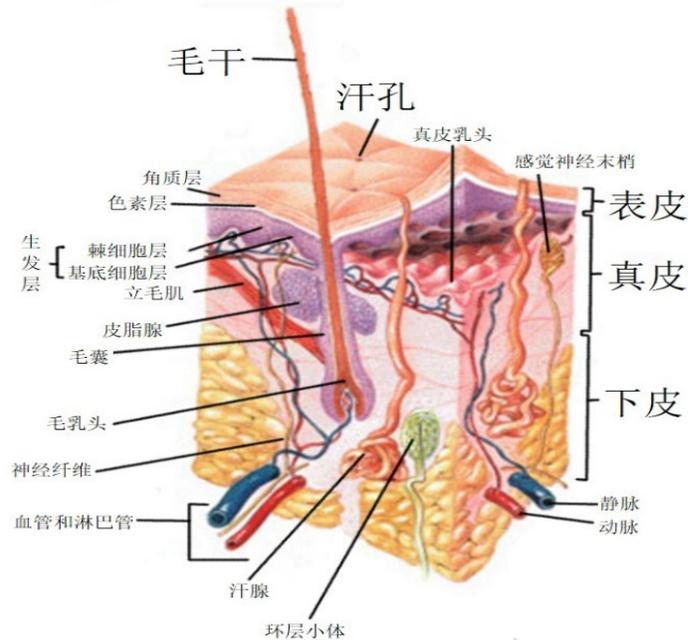
課堂應用 (Classroom application)

表1 課堂應用

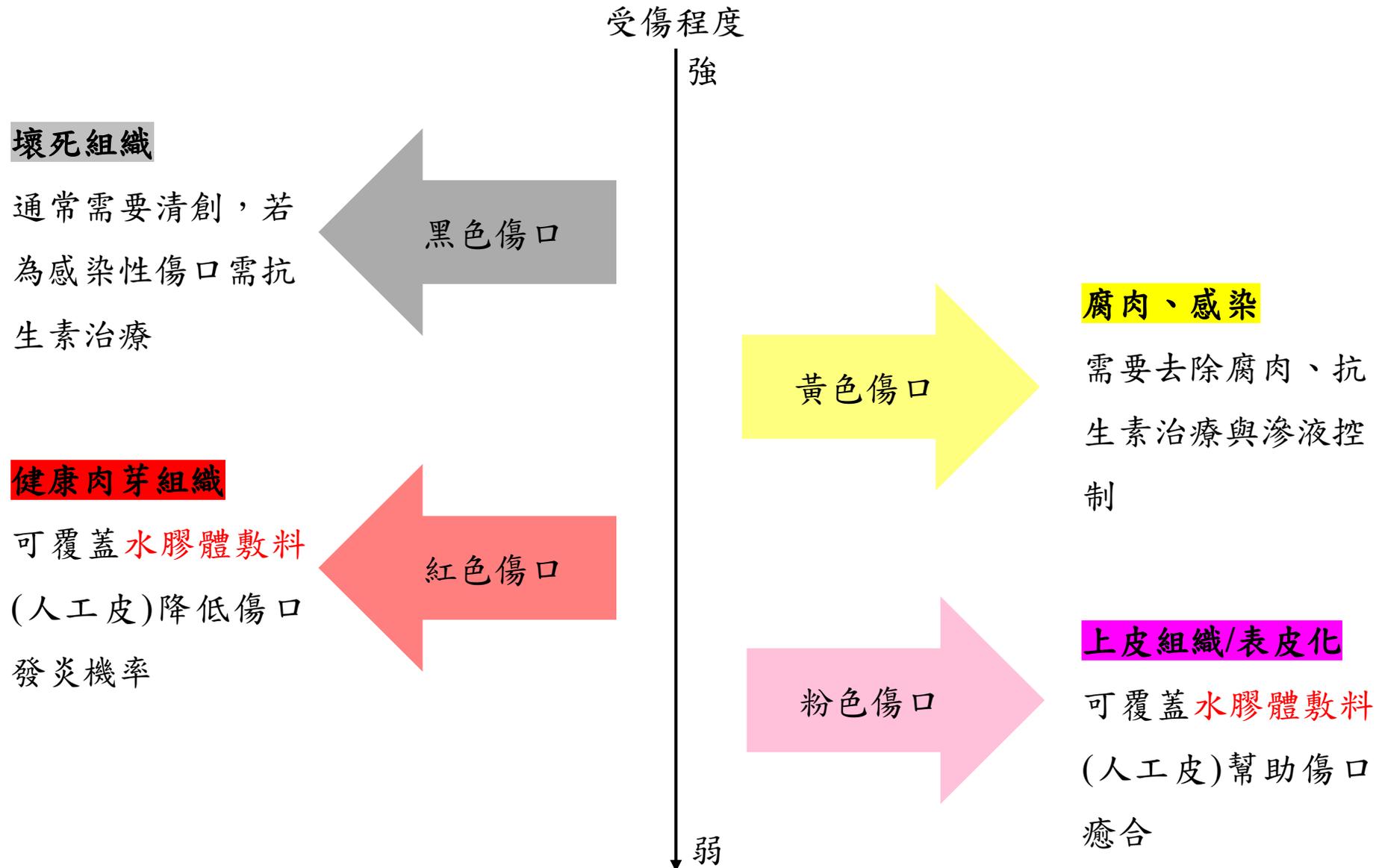
課程名稱/開課年級	課程學習歷程
普通化學(一)/一上	認識化學基本知識，學習 化學鍵的種類 及 化學分子間作用力 ，了解這些鍵與作用力對合成的水膠之物性與化性會產生什麼影響。
化學工程概論/一下	認識「水膠面膜或燒燙傷敷料之製備」之實務專題內容。
材料技術實習 (一)/一下	<ul style="list-style-type: none">• 學習如何利用自由基聚合反應製備水膠，測試其吸水性，認識水膠內有哪些官能基，所以導致它有很好的吸水性。• 學習智慧型水膠之製備與物性測試。• 學習自我修復水膠之製備與物性測試。• 認識有機化學官能基與反應。
有機化學(一、二)/二上下	<ul style="list-style-type: none">• 了解參與水膠製備的化學反應，如酸類或醇類之有機化學反應。• 了解官能基如何調控水膠之pH與膨潤度。

人體皮膚結構(Skin structure)

- 皮膚可分為**表皮**、**真皮**與**皮下組織**三部分，具有保護、吸收、感覺、體溫調節、代謝與排泄等六大功能。
- 表皮是皮膚最外層組織，是**身體表面的保護層**，可以**維持體內的水份**，並且避免致病原進入體內。
- 真皮是皮膚中位在表皮以下的組織，其包含使皮膚具有彈性的彈力纖維，可以**緩衝身體受到的壓力及應變**。



傷口分類介紹(Wound classification)



傷口敷料介紹(Wound dressing)

敷料類型

傳統敷料
天然紗布/合成纖維

覆蓋傷口和吸收滲液
為傷口提供**有限**的保護作用



新型敷料
水凝膠/水膠體敷料/藻類敷料/泡沫敷料

吸收滲液、允許氣體交換、預防傷口發炎、防止外環境微生物侵入、**為癒合創造理想環境**

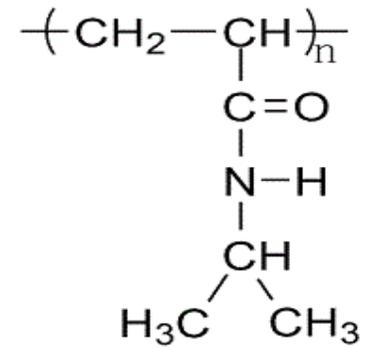


水凝膠(Hydrogels)

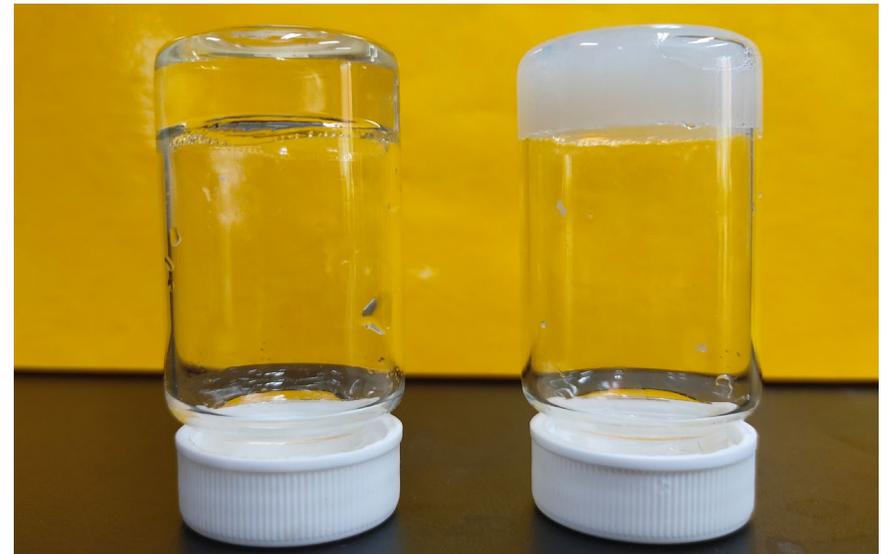
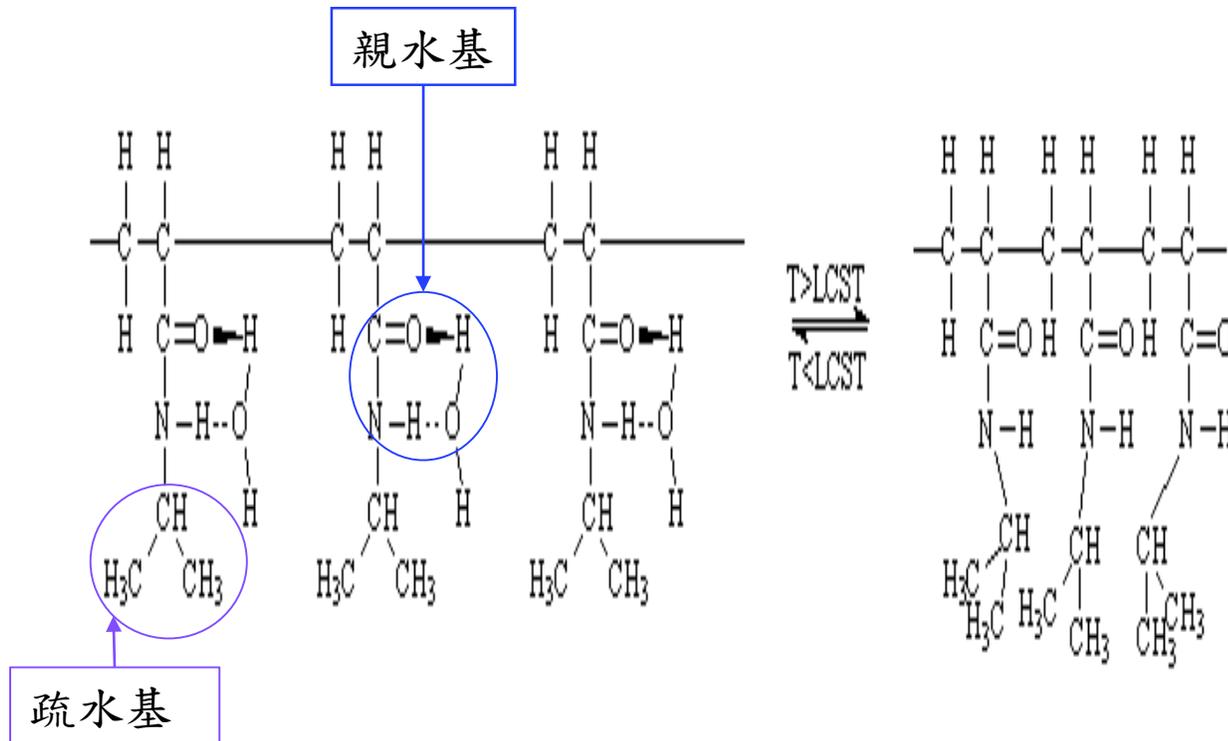
- **水凝膠(Hydrogels)**是一個極為親水的三維網狀結構凝膠，它在水中迅速膨潤並在此膨潤狀態可以保持大量體積的水而不溶解。
- 由於存在**交聯網絡**，水凝膠可以膨潤和**保有大量的水**，水的吸收量與交聯度密切相關。交聯度越高，吸水量越低。
- 水凝膠中的水含量可以低到百分之幾，也可以高達99%。



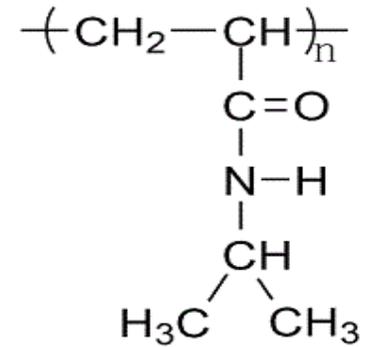
聚(*N*-異丙基丙烯醯胺)水凝膠 (PNIPAAm Hydrogels)



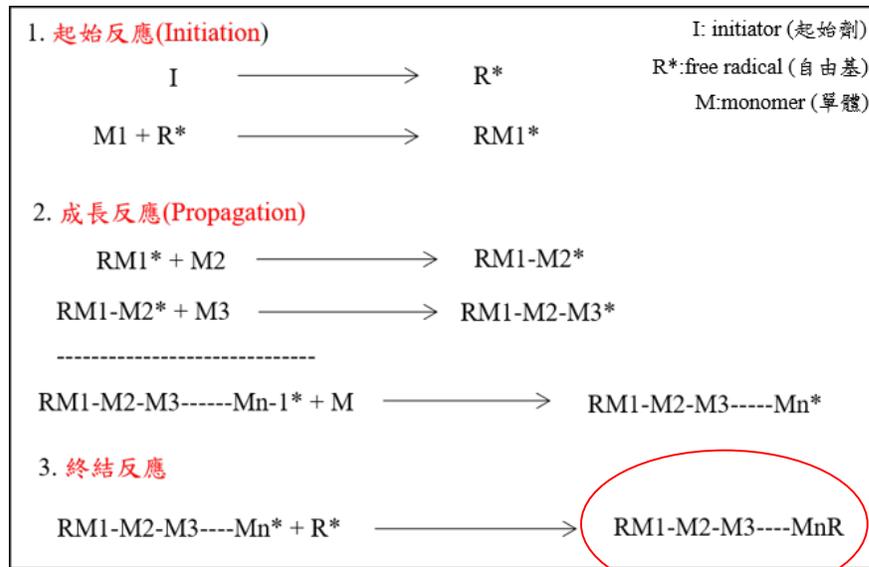
- *N*-異丙基丙烯醯胺(NIPAAm)是熱敏感型材料，可用來製作溫度敏感型水凝膠敷料。另外，它具有較低的臨界溶液溫度(LCST)，大約介於30~35°C之間，接近於人體溫度。



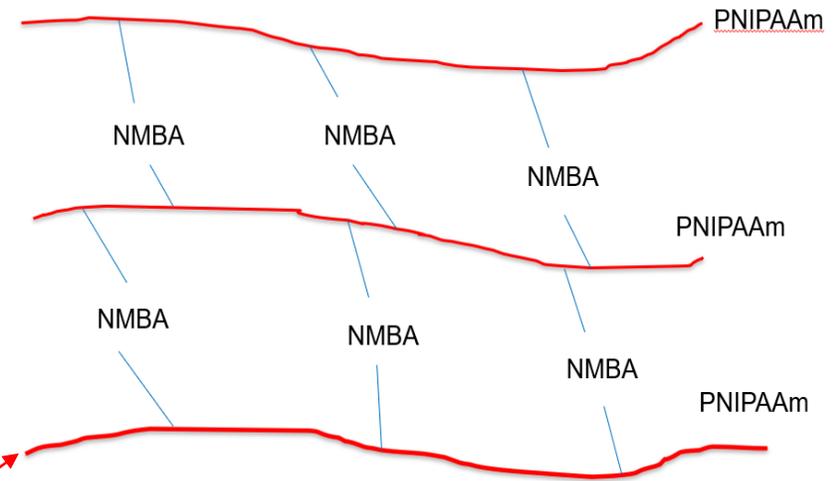
聚(*N*-異丙基丙烯醯胺)水凝膠 (PNIPAAm Hydrogels)



- 成膠原理**：NIPAAm單體與起始劑(APS)裡的自由基產生聚合反應，形成PNIPAAm長鏈，接著再與交聯劑(NMBA)發生交聯反應(架橋反應)，製成PNIPAAm水凝膠。



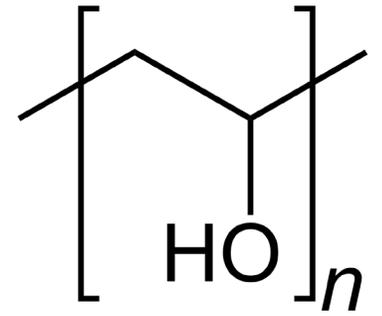
自由基的聚合反應



交聯反應

PNIPAAm長鏈

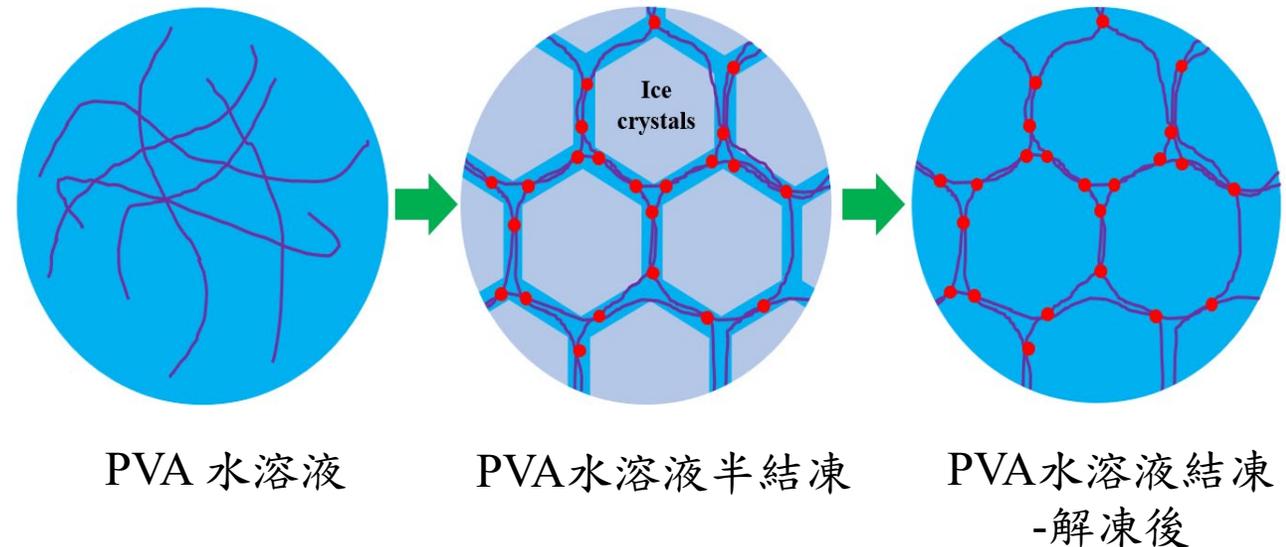
聚乙烯醇水凝膠 (Polyvinyl alcohol Hydrogels)



- **聚乙烯醇(PVA)**是一種用途廣泛的水溶性高分子聚合物。
- **特色**：無毒，對皮膚無刺激作用，不會引起皮膚過敏。
- **成膠原理**：利用凍融循環法製備而成。凍融循環法是透過將聚乙烯醇反覆結凍解凍的步驟，以致分子間氫鍵和微晶區間的形成三維網狀結構。通過變更凍融次數可以大略控制結晶度或物理交聯度，從而調整水凝膠的機械性能。

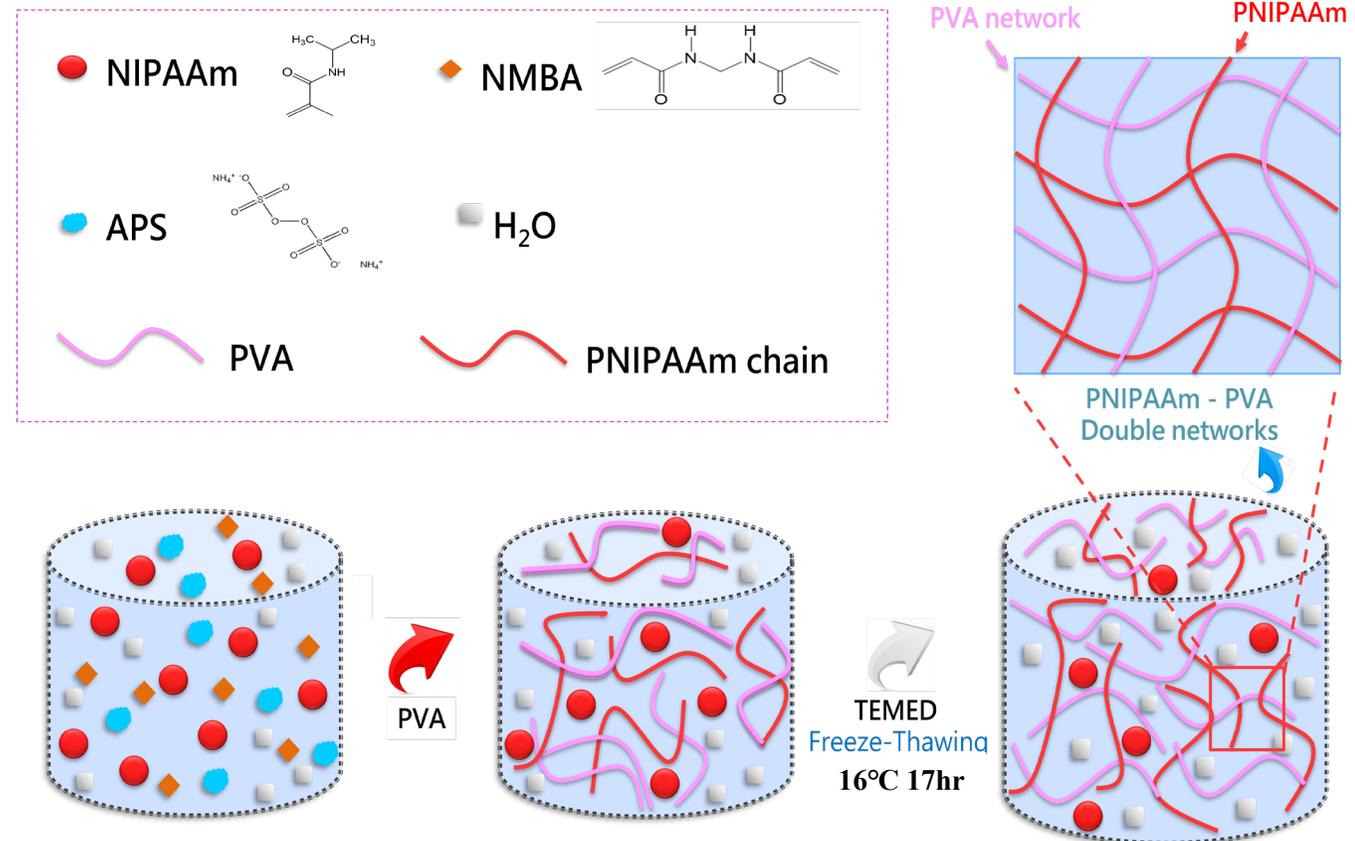
~ 聚乙烯醇長鏈

• 氫鍵鍵結及產生微晶點



半互穿聚合物網絡水凝膠(Semi-IPN Hydrogels)

- 由於PNIPAAm水凝膠之機械性質太低，因此引入PVA互穿在其中，藉此來提升PNIPAAm水凝膠之機械性質。
- **特點**：結合PVA與PNIPAAm，使其同時擁有兩者的優點及特性。
- 經過上述方法，Semi-IPN水凝膠將同時擁有PVA優異的機械性質，以及PNIPAAm的溫感特性，包含其臨界溶液溫度(30 ~ 35 °C)。

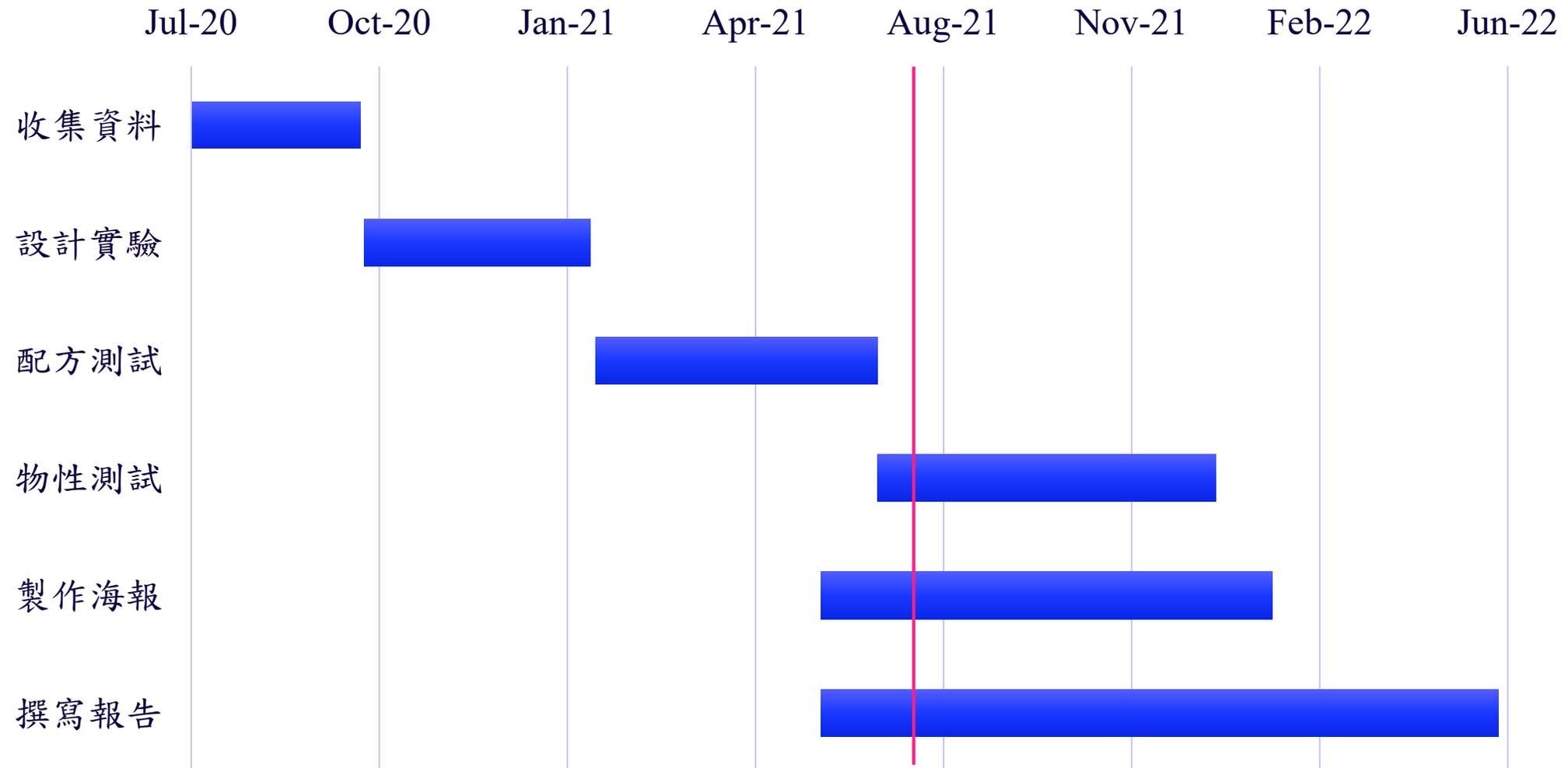


研究目標(Research goal)

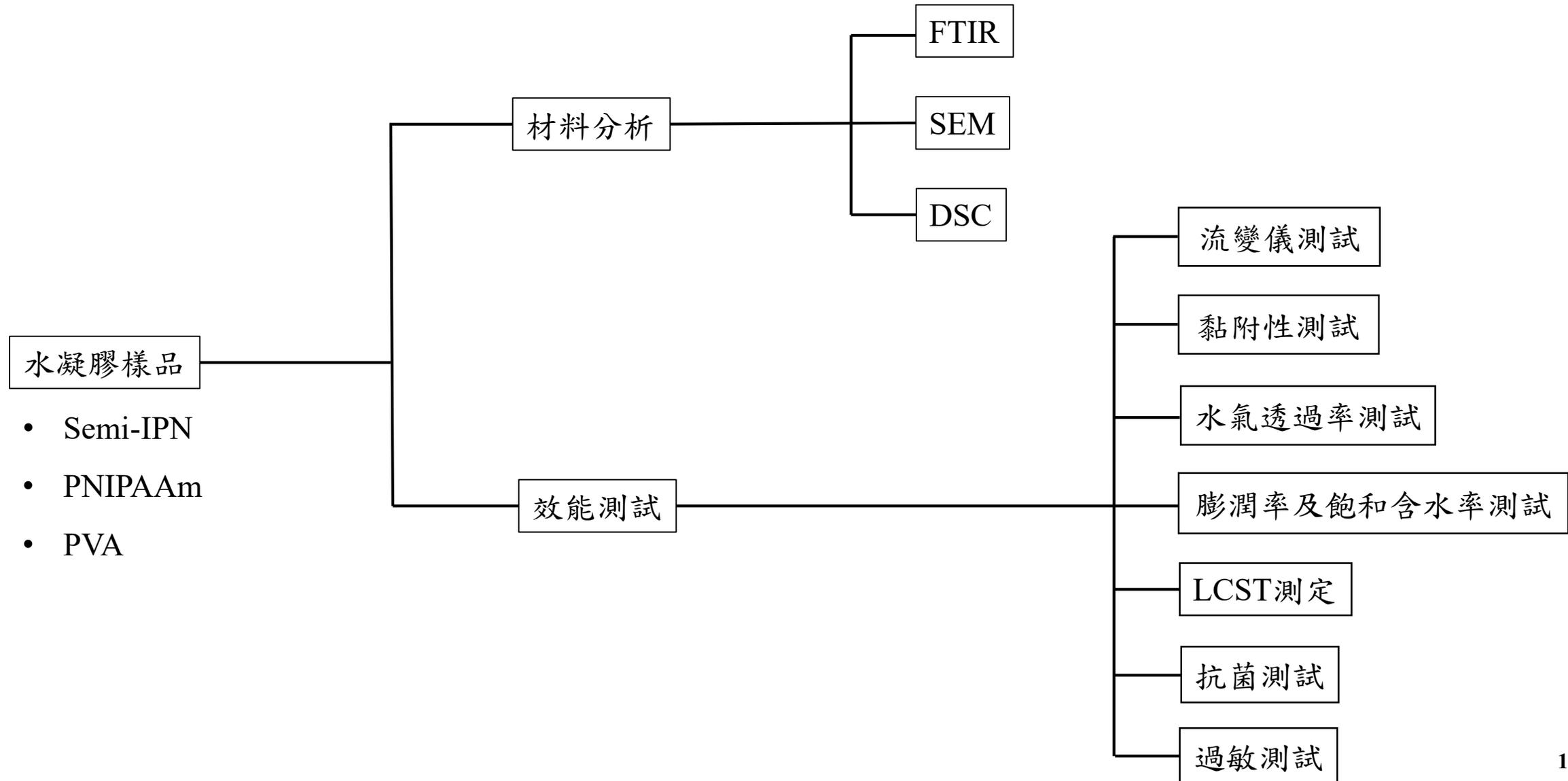
- 有黏性
- 延展性佳
- 吸水率高
- 膠體透明可觀察傷口



研究排程(Research schedule)

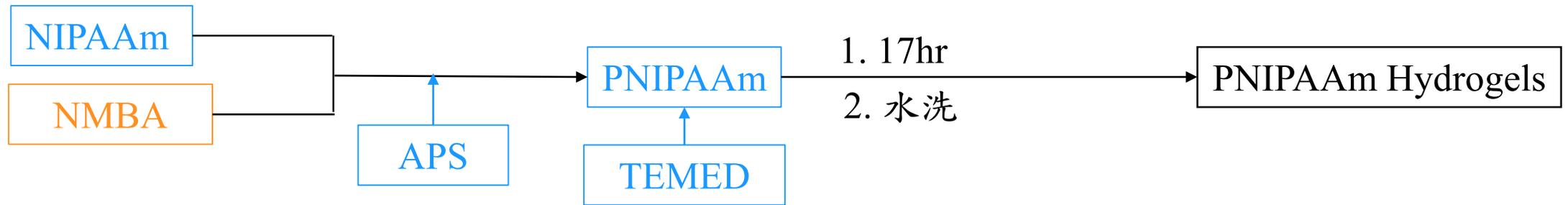


實驗流程(Experiment process)

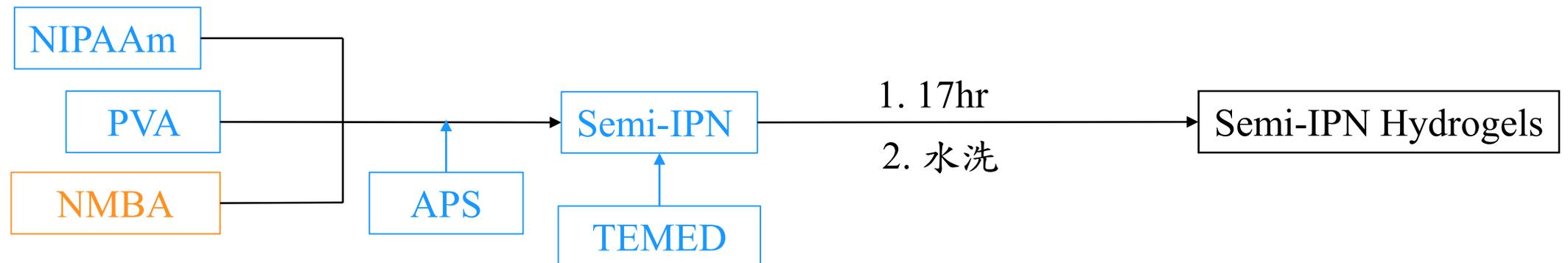


實驗流程-水凝膠製作(Preparation of hydrogels)

1. PNIPAAm Hydrogels



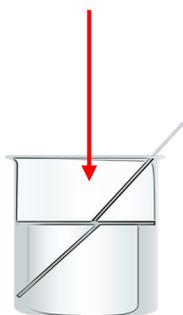
2. Semi-IPN Hydrogels



實驗步驟(Preparation of PNIPAAm hydrogels)

系統溫度：16 °C

10mL 8 wt.% NIPAAm
16mg NMBA



0.125mL 10 wt.% APS



0.1mL TEMED



PNIPAAm (aq)

1. 17hr

2. 水洗



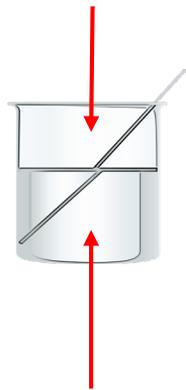
PNIPAAm Hydrogels

實驗步驟(Preparation of PVA/PNIPAAm semi-IPN hydrogels)

系統溫度：16 °C

Semi-IPN-1

8.5mL 8 wt.% NIPAAm
1.5mL 4 wt.% PVA
16mg NMBA



0.125mL 10 wt.% APS

0.1mL TEMED



Semi-IPN (aq)

1. 17hr

2. 水洗



Semi-IPN Hydrogels

Semi-IPN-2

6.5mL 8 wt.% NIPAAm
3.5mL 4 wt.% PVA
16mg NMBA

進度報告

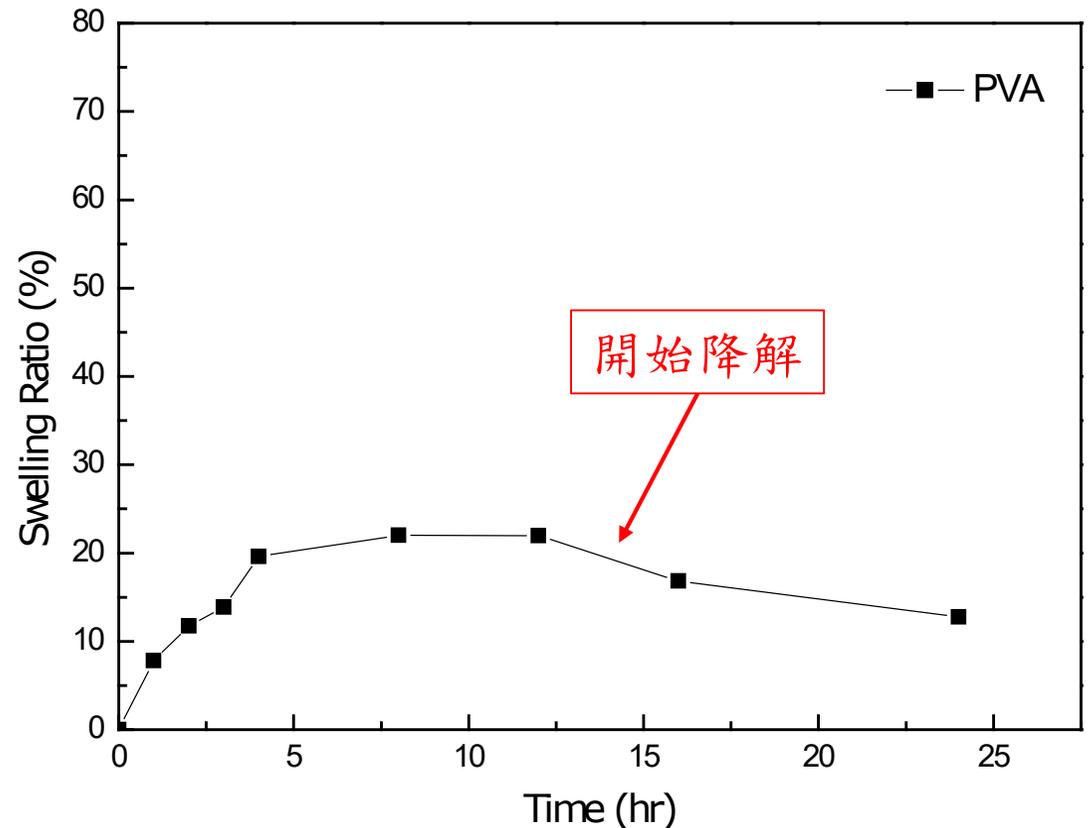
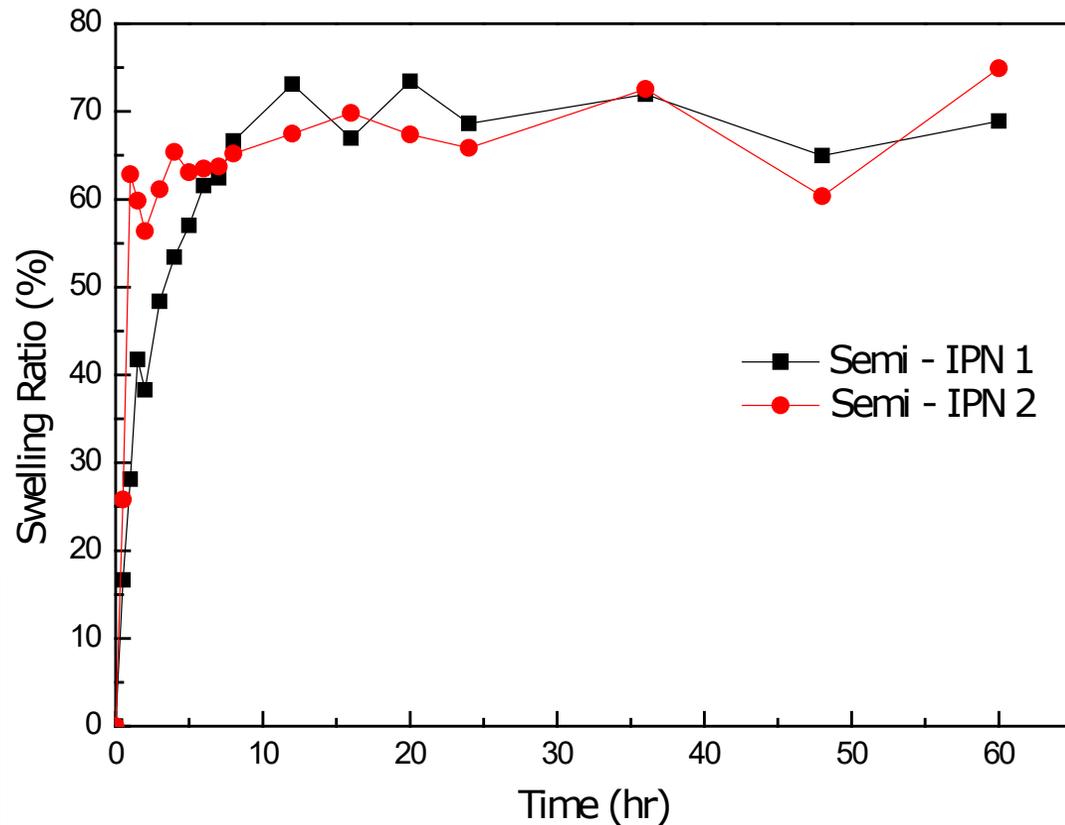
膨潤率測試 (Swelling ratio measurement)

浸泡溶劑：RO水

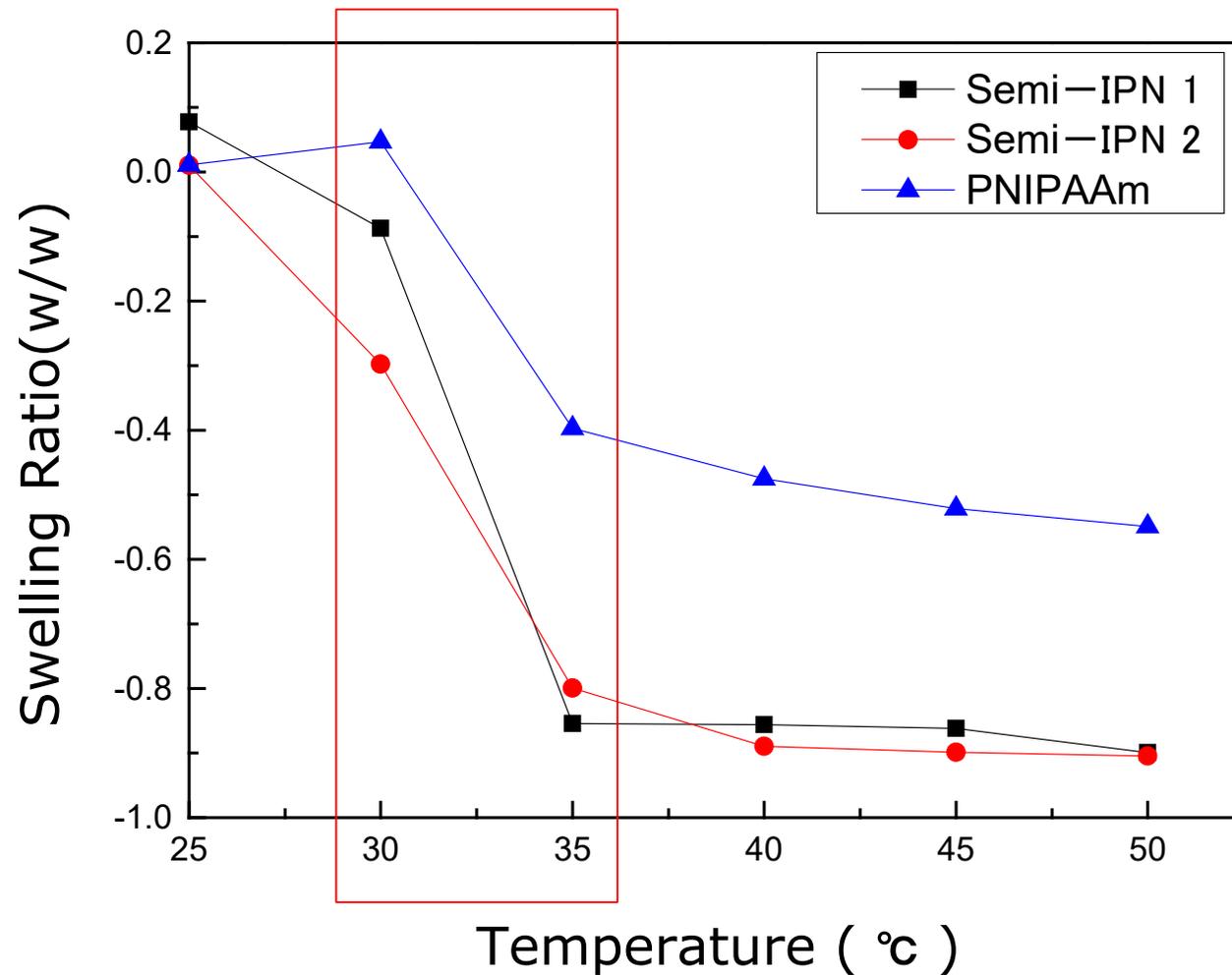
溫度控制：21°C

膨潤率公式： $(W_t - W_0) / W_0 * 100\%$

W_t ：吸水後重量； W_0 ：吸水前重量



LCST測試(LCST test)



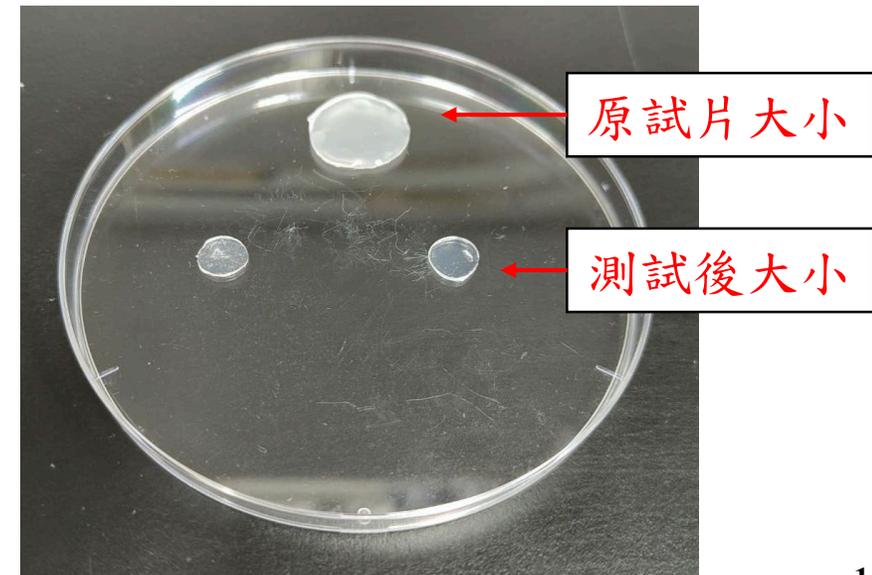
浸泡溶劑：RO水

以恆溫水槽控溫

膨潤率公式： $(W_t - W_o) / W_o$

W_t ：吸水後重量

W_o ：吸水前重量



結論(Conclusion)

- 本次進行了膨潤率測試及LCST測試，試驗所得到的結果：
 - **膨潤率測試**：將semi-IPN及PVA水凝膠置於21°C的環境下進行膨潤測試。semi-IPN擁有較高的膨潤效果，且可以持續吸水至60小時；PVA之膨潤效果則較差，且在吸水達13小時左右開始降解，不再吸水。因此semi-IPN水凝膠較符合目標要求，PVA水凝膠反之。
 - **LCST測試**：semi-IPN會保有兩基材之特性，因此會有PNIPAAm之LCST溫度(30 °C~35 °C)。測試結果顯示，IPN1及IPN2在30 °C~35 °C間會有膠體變白及收縮排水的情況，放入室溫則恢復透明，因此確認其擁有PNIPAAm之溫感特性。

未來工作 (Future work)



- +
-
-
- 膨潤率測試(PNIPAAm)
- 拉伸試驗(Semi-IPN、PNIPAAm、PVA)
- 流變儀測試(Semi-IPN、PNIPAAm、PVA)

報告完畢