

중성자빔 이용장치별 실험안내

(하나로 중성자빔 이용시설, 2020.12.~현재)

1. 시료양

- **HRPD** : 5cc 이하(HRPD 시료양에 대한 자세한 설명은 3.2 항 참고하십시오.)
- **18M-SANS/40M-SANS**
 - 액체시료 : 1cc 이상
 - 고체시료 : 0.2mm<thickness<1.5mm, 10mm<diameter<20mm
- **RSI**
 - **금속판재** : 두께 2mm ~ 80 mm, 크기 2 mm x 2 mm ~ 300 mm x 300 mm
 - **파이프** : 직경 300 mm, 두께 30 mm 이하
 - 일축인장(~20KN) 시료환경장치 : 협의 필요
- **NRF** : 시료크기와 무게가 50kg 이하
- **REF-V** : 2" 이상 웨이퍼에 증착 박막 두께 10nm ~ 150nm
- **Cold-TAS**
 - 단결정 : 5g 이상
 - 분말 시료 : 20g 이상
- **FCD**
 - 단결정 구조연구: 1x1x1(mm³)~5x5x5(mm³)
 - 집합조직 측정시료 : 박판을 적층한 10mm x 10mm x 10mm의 정육면체 형

2. 실험조건

- **HRPD**
 - 상온(자동시료교체기) : 한번에 12개까지의 시료를 장전할 수 있음.
 - 저온(CCR) : 4K~300K
 - 고온(Vacuum Furnace) : RT~950°C
 - 전자석/저온 : 0~0.87T / 9~300K
 - Helmholtz Coil Magnet : 0~50mT, 4K-CCR에 결합하여 약자기장/저온 실험가능.
- **18M SANS**
 - 상온(자동시료교체기) : 한번에 20개까지의 시료를 장전할 수 있음.
 - 저온/고온(circulation bath type) : 15~80°C, 6 position
 - 저온(CCR) : 4K~RT
 - 고온(Vacuum Furnace, cartridge type) : RT~900°C, RT~200°C/3 position
 - 전자석/저온 : 0~1.2T / 4K~300K
 - 인장 : ~20kN
- **40M SANS**
 - 상온(자동시료교체기) : 한번에 20개까지의 시료를 장전할 수 있음.

- 저온/고온(circulation bath type) : -10~80°C, 10 position
- 저온(CCR) : 4K~RT
- 고온(cartridge type) : RT~300°C, 개별 온도제어 가능, 3 position
- 전자석/저온 : 0~1.2T / 4K~RT
- 인장 : ~20kN

■ RSI

- 고온 : RT ~ 700°C (사전 협의 요망)

■ NRF

- 상온실험만 가능 / 연료전지의 경우 영하 20°C에서 실험 가능(2009년도)
- 조사시험 결과: 필름크기 8x10", 14"x17" 두 종류가 제공
- Tomography는 3차원 영상이 제공, 시료크기는 필름 방법과 동일
- Dynamic Radiography: 초당 10 frame/sec 영상 수집가능

■ REF-V

- 상온, 진공(<250C)

■ Cold-TAS

- 탄성 산란(2축) 및 비탄성 산란(3축) 측정 가능
- 4K CCR 사용 가능 (사전 협의 요망)

■ FCD

- 저온(CCR) : 4K-RT

3. 실험요구시간

3.1 실험요구시간은 아래와 같은 방법으로 산출하여 주십시오.

- 시료수 x 실험조건 x 시료당 측정시간(추정)
- 각 장치별 실험요구시간 계산 예

실험장치	시료 종류	시료수	실험 조건	시료당 측정시간(hr)	실험요구 시간(hr)
HRPD	-	1	RT, 200, 400, 600, 800, 900°C(6조건)	3.5hr(한조건 당 측정시간) +0.5hr(한조건 당 온도조절시간) = 4hr, 2.0hr(냉각시간)	26
SANS	마이셀 고분자 금속재료	10	RT, 30,50,70°C(4조건) 시료검출기간거리(3조건) 총12조건	0.5 ~ 1	60 ~ 120
RSI	-	1	RT(1조건)	24	최소 2일, 48hr 일반 7일, 168hr
NRF	-	20	RT(1조건)	Film법(준비8, 조사8, 현상8) Tomography법(준비8,조사6, 영상복원24) Dynamic법(준비8,조사16,분석24) Phase법(준비24, 조사24, 현상24)	Film 법(24) Tomography (48) Dynamic(48) Phase Contrast Radiography(72)
REF-V		1	RT	4(d-Polymer), 8(h-Polymer) 1(시료정렬)	5(d-Polymer) 9(h-Polymer)

Cold-TAS	-	1	RT only	Alignment 24 hr, Diffraction 24 hr Const. Q scan 24 hr, Const. E scan 24 hr	96
FCD (단결정)	-	1	RT(1조건) CCR(10K,300K 2조건)	72+6(UB-refine) (72+6)*2+4(진공,냉각,온도조절 등)	RT: 78 CCR: 160
FCD (집합조직)	steel	1	RT (극점도3, 백그라운드1)	12	12

- ※ 측정 시료에 대해 해당장치를 이용한 경험이 있는 경우에는 그 때의 실험결과를 토대로 작성해 주십시오.
 ※ 처음 측정하는 시료의 경우 측정시간을 추정하기가 쉽지 않습니다. 이런 경우는 다음에 제시된 측정 시간을 근거로 하여 실험 요구 시간을 작성해 주십시오.

3.2 장치별 실험요구시간 추정근거

■ HRPD

- 측정가능한 시료의 양은 최대 5cc까지 입니다. 가능하면 시료의 양을 많이 준비하는 것이 좋습니다. 시료의 양은 곧 측정 소요시간에 반비례하므로, 시료가 많을수록 충분한 시간동안 많은(시료 수 또는 측정온도 수의) 측정이 가능합니다.
- 몇 가지 예를 제시하면 다음과 같습니다. (이 예시는 참고용이며 절대적인 것은 아닙니다) 측정시간에 영향을 미치는 요인은 시료의 양, 구성 핵종들의 중성자산란단면적, 입자크기(특히 나노분말인 경우에는 담당자와 충분히 협의의 필요) 결정성(quality) 등입니다.

분류	시료명	시료의 양(g)	소요시간	비 고
산화물	(La,Ca)MnO3	2g	3hr	
	YBCO	7g	2hr	
	ZnO	6g	4~5hr	
	Bi2La2Ti3O12	6g	2hr	
	YMnO3	4g	2hr	
	KD2PO4	4g	3hr	deuterated
	Pb(Y, Ta)O3	4g	3~4hr	
금속	steel	10g	1~4hr	Minor phase 분석일 경우 장시간 소요
	VFe	15g	1hr	
	Ni	10g	0.5hr	
자성체	Zn0.4Cu0.6Fe2O4	4g	0.5~1hr	
	Ba2FeMoO6	5g	2hr	
장시간 소요되거나 측정이 불가능한 것	수소(H)함유 화합물 (중수소는 문제없음)			함유비(mol%)가 클수록 측정이 곤란함. 장치담당자와의 협의가 반드시 필요함.
	중성자흡수가 큰 원소 함유 화합물(Gd, Sm, Eu, Cd, Dy, B 등)			
	극소량(1g 이하)			장치담당자와의 반드시 협의 필요
	박막시료			측정불가

※ 특기사항

- 온도변화 실험의 경우 온도조절에 필요한 시간(저온: 0.5~1.0시간, 고온;0.5시간 이내)을 고려해야 하며, 특히 고온 실험시 한 시료에 대한 일련의 측정이 끝난 후 시료 교체를 위한 냉각에 필요한 시간(1~2시간)을 고려하여야 합니다.
- 고온 실험의 경우 분말시료는 가능한 pellet 형태로 준비하여 주시기 바랍니다.
- 온도실험과 자기장 실험의 경우 분기에 1회 정도로 여러 신청 건을 모아서 수 주간 수행됩니다. 따라서 상온 및 저온 실험과 연속해서 측정하기 어려우며 희망시기를 반영하기도 어렵습니다.

■ SANS

- SANS 장치의 경우 18M-SANS와 40M-SANS 장치의 특성에 따라 측정 Q range와 측정 시간이 달라질 수 있습니다. 그리고 시료의 종류에 따라 산란 단면적이 다르기 때문에 측정 시간이 달라지며, 액체 시료의 경우 시료의 농도, 용매의 종류에 따라서도 측정 시간이 달라집니다. 측정 Q range와 시료의 종류에 따른 대략적인 측정시간은 다음과 같습니다.

Q range(1/Å)	0.001~0.1	0.02~5
Micelle	1hr	0.2hr
Deuterated polymer	0.5hr	0.1hr
Hydrated polymer	1hr	0.5hr
Metal or ceramic	2hr	0.5hr
방사선 조사 손상 결함	3hr	1hr

■ RSI

- 용접 또는 가공부 주변의 측정위치 수에 따라 측정시간이 결정되며, 일반적으로 용접부 주위의 측정위치수는 10-30 정도입니다. 또한 측정 시간은 측정부피(gauge volume) 및 시편두께에 따라 변할 수 있습니다.
- 최소 측정 시간 = 5-60분/회 x 30 회 x 3 방향(XYZ) : 24 시간
- 실험 준비 및 시료정렬 시간 : 24 시간
- 시험편 두께가 20 mm 이상의 경우 24시간 추가 소요, 50 mm 이상의 경우 48시간 추가
- 기준시험편 측정시(용접부, 열처리시험편등의 필수사항) : 동일하게 48시간 추가 필요
- 따라서, 일반적으로 용접시험편 1개 시험판재의 경우 최소 48시간에서 168시간이 소요됨

■ NRF

- Film법 : 준비시간 8h/시료, 조사시간: 8h/시료/회, 현상시간: 8h/시료/회
- Tomography 법: 준비시간 8h/시료, 조사시간 16h/시료/회,영상복원시간 24h/시료
- 실시간 Digital Radiography 법: 준비시간 8h/시료, 조사시간: 16h/시료/회,
- 영상복원시간 24h/시료

■ REF-V

- REF-V는 장치 특성상 측정 박막의 산란길이밀도(SLD)와 측정 Q 영역 및 측정조건에 따른 장치분해능 정도에 따라 측정시간이 결정됩니다. 일반적으로 고분자 또는 기타 금속, 유전체 등의 반사율 측정에 소요 되는 시간은 다음과 같습니다.

Q range(1/Å), Step(Theta)	0.001~0.15, 0.02deg	0.001~0.15, 0.04deg
Metal 등	7hr	4hr
Deuterated polymer	7hr	4hr
Hydrated polymer	12hr	8hr

※ 특기사항

- 현재는 상온조건에서 측정 가능합니다.
- 측정시간은 박막시료의 크기 3" 이상 기준 입니다. 이보다 크기가 작을 경우 측정시간이 길어질 수 있습니다.
- 위 측정시간에는 시료정렬 및 BKG 측정 시간이 포함되어 있습니다. 이 시간은 박막시료 의 표면 상태에 따라 다를 수 있으며 특히 기판의 두께가 1~2mm로 너무 얇을 경우 시료정렬에 추가로 많은 시간이 소요될 수 있습니다.
- 실험신청서 작성 전에 실험 가능성 등을 필히 상의 하시기 바랍니다. 또한 가능한 사전에 측정하고자 하는 시료에 대한 중성자 반사율상을 Simulation 하시고 그 결과에 대하여 장치 담당자와 미리 상의 하시기 바랍니다.

■ Cold-TAS

- 단결정 시료를 기준으로 비탄성 산란의 경우 한 스텝당 2분~5분 정도가 소요되며, 탄성 산란은 5~10초 정도가 소요됩니다. 아울러 시료 정렬과 냉동기(CCR) 준비 등의 부가시간이 소요됩니다.

- 단결정 시료 측정 예상 시간:

=> 측정 시간 = 측정 스텝수 x 스텝당 측정 시간x 스캔수

=> 부가 시간 = 시료 정렬 (2hrs) + CCR 준비 (4hrs)

■ FCD

(1) 단결정구조 연구

- 시료크기 2x2x2(mm³): 상온측정 기준, a=6시간(peak search + UB-matrix refinement)
 - cubic, tetragonal, hexagonal, orthorhombic system : 24~72시간/set+a
 - monoclinic system : 48~96시간/set+a
 - 저온실험의 경우, CCR 이용에 따른 부가시간을 추가하십시오.
- => 저온실험 = 1시간(CCR 설치)+2시간(진공)+0.5시간/temp point(온도조절)

(2) 집합조직 연구

- 철강재료 Cubic structure 기준(10x10x10(mm))
- => 3개의 완전극점도(phi= 0-360도) + 1개의 background = 12시간