플렉서블 디스플레이용 플라스틱기판 '선택과 집중'

글 | **박효주 연구원**
디스플레이뱅크

플렉서블 디스플레이를 위한 이상적인 기판을 찾는 일은 여전히 과제로 남아 있지만, 현재 플라스틱기판 몇 가지는 플렉서블 디스플레이시장에서 주목을 받고 있다. 사실 플라스틱기판은 예전부터 디스플레이분야의 관심사였다. 90년대 중후반에 PM LCD의 최고 관심사 중 하나는 PES 기판이었고, 현재에는 AMOLED 모드용 기판으로 PI(폴리이미드)가 주목받고 있다.

〈그림 1〉 디스플레이 모드별 플라스틱 기판 요구 특성

자료 : 디스플레이뱅크

다양한 플라스틱기판 소재 중 플렉서블 디스플레이에 적용하기 위한 최고의 기판재료를 찾는 숙제가 디스플레이업계와 광학필름업계에 함께 찾아왔다.

플렉서블디스플레이에 적합한 특성이 있는 플라스틱기판 재료로는 PC(Polycarbonate), PES(Polyether Sulfone), PET(Polyethylene Terephthalate), PEN(Polyethylene Naphthalate), PI(Polyimide), PAR(Polyarylate), COC(Cyclo Olefin)가 있으며 복합재료로는 FPR(Glass Fiber Reinforced Plastic)이 있다. 여기서는 다양한 플라스틱 재료들 중 플렉서블디스플레이 기판의 요구특성을 소개하도록 한다.

플라스틱기판의 요구특성과 재질의 선택

플라스틱기판의 요구특성과 그에 따른 재질의 선택은 플라스틱기판 위에 형성되는 TFT Array의 공정조건과 디스플레이 모드에 따라 달라진다.

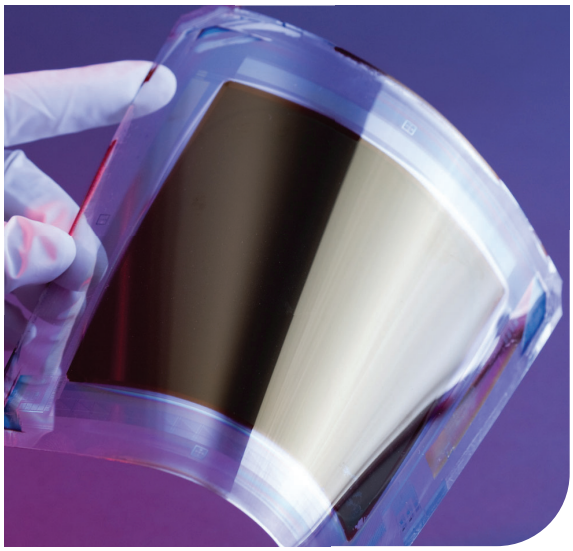
유리전이온도(Tg; glass transition temperature)란 플라스틱이 가열되었을 때 발생하는 기계적, 물리적인 변화를 대표하는 특성인데 보통 고분자유기물을 이용한 플라스틱필름의 유리전이온도(Tg)는 300℃ 이하인 경우가 대부분이다.

참고로 기존 평판디스플레이에 사용되는 유리기판의 전이온도(Tg)는 660℃이다. 일반적으로 플라스틱기판 상에서 수행되는 공정의 최대공정온도는 유리전이온도 근처에서 결정되므로 플라스틱기판 위에 TFT를 형성하기 위해서는 TFT 공정온도를 낮추거나 플라스틱의 내열성을 높여야 한다.

그러나 적당한 플라스틱기판이 선정되고 모든 공정이 해당기판의 유리전이온도보다 낮은 온도에서 진행된다고 해서 플렉서블디스플레이용 TFT Array를 플라스틱기판 위에 구현할 수 있는 것은 아니다. 기판의 내열특성 못지않게 중요한 것이 ㎛급 정밀도를 갖는 TFT Array 구현을 위한 치수안정성이다.

TFT Array의 제작공정은 기능성 박막의 성막(Film Deposition), 사진패턴(Photo Lithography), 식각(Etching), 세정(Cleaning) 등의 공정이 반복된다. 공정에 따라 기판온도를 상승시키는 가열과정과 온도를 낮추는 냉각과정이 교차되며, 물을 포함한 각종 화학약품에 수시로 노출되고 건조되는 과정이 되풀이되면서 기판이 팽창 또는 수축하는 치수의 변동이 나타난다.

이 때문에 TFT 패턴이 플라스틱기판 위에서 정상적으



로 형성되지 못하는 불량이 발생된다.

특히, 포토패터닝 공정에서 기판과의 정밀한 위치제어를 위한 align key 정렬시 각각의 패턴이 틀어져 잘못된 크기 및 위치로 패턴이 형성된다.

일반적으로 플라스틱기판의 치수안정성에 영향을 주는 대표적인 인자로 플라스틱필름이 가지고 있는 열팽창계수(CTE; Coefficient of Thermal Expansion)가 있다.

온도증가에 따른 기판변형의 정도를 나타내는 열팽창계수(CTE)의 단위는 'ppm/℃'로, 유리기판의 CTE는 5~9ppm/℃ 정도이며 PC, PES, COC 등 플라스틱필름은 약50~80ppm/℃ 정도이다.

이처럼 CTE 차이가 큰 물질이 플라스틱기판 위에 박막형태로 성막되면 온도변화에 따라 수축 및 팽창이 서로 다르게 일어나 TFT 패턴의 치수변동이 커지게 되며 심한 경우 기판이 휘어지거나 후속공정이 불가능할 정도로 심하게 변형된다.

플렉서블디스플레이 기판 개발관련 쟁점들

〈그림 2〉는 각 재료의 유리전이온도에 따른 열팽창계수(CTE)와 각 모드별 요구되는 공정온도를 나타낸다.

플라스틱필름 기반의 플렉서블디스플레이 기판은 여전히 많은 개발쟁점들이 남아있다.

개발자들은 고온에서 안정적인 플라스틱재료를 계속 연구하고 있지만, 고열팽창계수가 하나의 단점으로 남아있다.

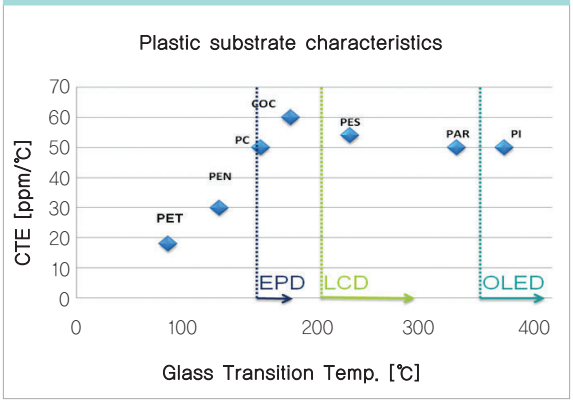
디스플레이업체들의 관심은 플렉서블디스플레이 생산만 가능한 디스플레이 기술이 아니라 대면적, 대량생산이 가능한 플렉서블디스플레이를 제작하는 기술개발에 있다. 그래서 그들이 시장에 내놓을 플렉서블디스플레이의 경제적 영향력이 현재 사업규모를 결정지을 정도로 크지 않다면, 플렉서블디스플레이는 실질생산을 위한 사업결정 과정에서 의미가 없을 것이다.

다시 말해, 플렉서블디스플레이는 대량생산라인에서 생산되어야 하고 디스플레이기판은 1세대 생산라인보다 커야 한다.

이러한 관점에서 디스플레이기판의 열팽창계수가 핵심이슈가 된다. 실제 휴대전화용 디스플레이사이즈가 더 작더라도 여러 용도의 디스플레이가 하나의 모기판(Mother Substrate) 위에 동시에 구현된다.

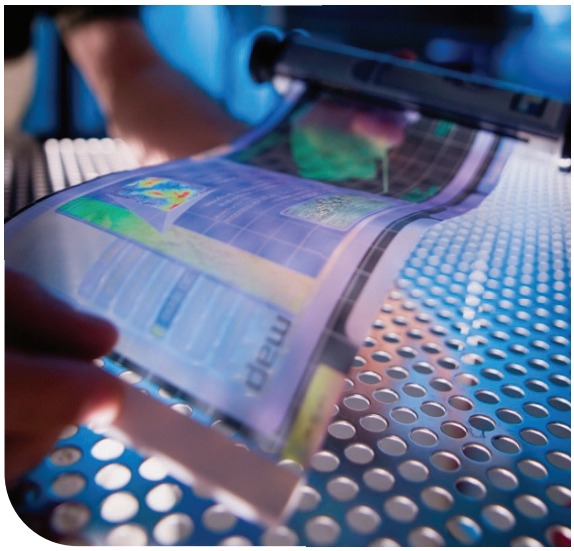
PET, PEN을 제외한 비결정질(Amorphous) 고분자필름(PC, PAR, PES, PI)의 열팽창계수가 현재수준(50ppm/°C)으로 유지된다면 모기판은 팽창하여 고온에서 실제 디스플레이 프로세스존(Processing Zone)을 벗어나게 된다.

〈 그림 2 〉 AMOLED 시장점유율(2011)



자료 : 디스플레이뱅크

플렉서블기판용 TFT 공정에서 PI 경화온도가 가장 높은 수준이라고 보도되고 있다. 이에 플렉서블 OLED업체에서는 PI를 이용하여 기판을 제조하고 있다. 플렉서블 OLED의 기판기술은 크게 3가지 방법이 있는데 첫 번째는 유연한 유리기판에 공정을 진행하는 방법, 두 번째는 PI기판을 유리나 메탈기판에 고정시킨 후 공정을 진행하는 방법, 세 번째는 유리기판에 PI monomer resin을 바른 후 열경화를 이용하여 유리기판 위에서 PI기판을 만든 후 공정을 제작하는 방법이다. 현재 삼성디스플레이를 포함한 패널업체들은 세 번째 방법으로 플렉서블 OLED 기판을 제조하는 기술을 개발 중이다. 열경화공정으로 형성한 PI 기판 위에 기존의 OLED 공정이 적용된다. TFT를 형성하고, 유기재료층을 증착하여 Backplane 공정을 완료한 후 유리기판에서 분리하는 공정을 진행한다. 이때 PI 기판은 유리기판 위에서 형성되었기 때문에 강한 접착상태를 유지하고 있다. 이에 PI기판의 손상을 최대한 억제하면서 유리기판을 분리하기 위해 레이저를 이용한 LLO(Laser Lift Off)공정이 적용된다. 이러한 공정을 통해 PI 기판은 열팽창계수 이슈를 극복할 수 있을 것으로 보인다. 현재 플렉서블디스플레이가 시장진출을 본격화하면서 디스플레이산업체에서는 각 디스플레이 모드에 알맞은 기판소재의 선택과 집중 개발이 필요하게 되었다. 불과 몇 년 전 만해도, 디스플레이업계는 적합한 기판을 찾아 헤매고 있었지만 이제 서서히 플렉서블기판 사업을



주도하는 구체적인 제품이 등장할 준비를 하고 있다.

참고로, 산업통상자원부는 국내부품소재산업의 도약을 위해 세계시장 선점 10대소재(World Premier Materials)와 20대 핵심부품소재를 선정하였으며, 이 프로젝트에서 정부는 플렉서블디스플레이용 소재 등 세계시장 선점을 위해 2018년까지 총 1조2,000억원을 투자하기로 하였다. 세계시장 선점 10대 소재에서 플렉서블디스플레이용 플라스틱기판 소재가 2위를 차지하였다. WPM 사업을 통한 플렉서블디스플레이용 플라스틱기판 소재에 대한 정부의 적극적인 투자로 플렉서블디스플레이 발전에 더욱 한 걸음 가까워질 것으로 보인다.

한국 광확산필름 및 소재 시장

– 중국 중심으로 해외판매 확대가 과제, 마이크로비즈는 국산 채용 진행 중

글 | 후나키 토모코 연구원
야노경제연구소

한국의 광확산필름 시장 개요

광확산필름의 종류에는 마이크로비즈를 분산한 도액을 웻 코팅(Wet Coating)한 비즈코팅 타입과 미세한 광학패턴을 가진 금형롤을 사용해 UV 경화성이 있는 도제를 필름 위에 전사하고 UV조사를 통해 경화 · 정착시킨 UV코팅 타입(마이크로 렌즈필름, 렌티큘러 렌즈 등)이 있다.

UV코팅 타입은 2000년대 중반 국내 패널 메이커가 채용하기 시작했다. 그 전까지는 백라이트 소재를 대부분 일본에서 수입했지만, Buy Korea 정책 하에 FPD 소재의 국산화가 추진됐다. 그러나 일본산 비즈코팅 타입은 대규모 설비가 필요해 국내에서는 비교적 진입장벽이 낮은 UV코팅 광확산 필름 개발이 진행됐다. UV코팅 타

〈 표 1 〉 한국기업의 광확산필름타입별 판매량 추이(World wide)

(수량 : 2009년-2012년, 단위 : 만㎡)

구분	2009	2010	전년대비	2011	전년대비	2012 (전망)	전년대비
비즈코팅	7,190	10,350	143.9%	12,490	120.7%	13,710	109.8%
UV코팅	5,180	5,419	104.6%	5,880	108.5%	5,540	94.2%
합계	**12,370**	**15,769**	**127.5%**	**18,370**	**116.5%**	**19,250**	**104.8%**

자료 : 야노경제연구소 추정

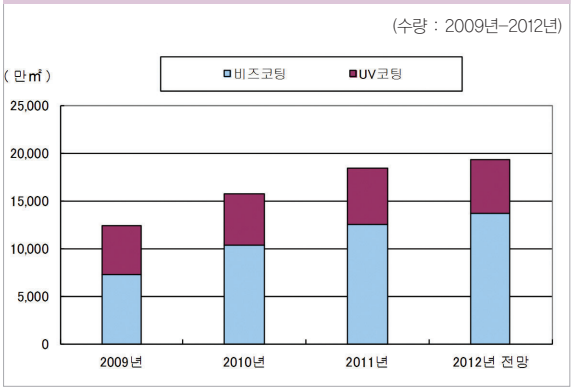
입은 비즈코팅에 비해 빛의 발산 및 확산 방향, 각도의 제어가 용이하고, 비즈코팅 타입보다 휘도 향상효과가 높은 점도 한국기업의 입장에서는 플러스로 작용한 것으로 판단된다.

UV코팅 타입 광확산필름은 삼성전자, LG디스플레이 등 패널 메이저들이 앞장서서 채용했지만, 일본이나 대만 등 한국 이외 지역에서의 채용은 진전되지 않고 있다. 비즈코팅 타입에 비해 휘도 향상이라는 장점은 있지만 최근에는 광원인 LED의 성능 향상, DBEF(휘도향상필름)의 저가격화에 따라 광확산필름이 패널의 휘도에 미치는 영향은 적어지고 있다. 따라서 지금까지 UV코팅 타입을 채용했던 수요처를 제외한 신규 채용은 저조한 것으로 나타났다.

한편, 비즈코팅 타입은 지금까지 주로 CCFL(냉음극형 광램프) 광원을 사용한 직하형 백라이트가 탑재된 LCD-TV에 2~3장을 겹쳐 채용되는 경우가 많았다. 그러나 2010년 후반에서 2011년 전반에 걸쳐 엣지라이트

〈 그림 1 〉 한국기업의 광확산필름 타입별 판매량 추이(World wide)

(수량 : 2009년-2012년)



자료 : 야노경제연구소 추정

방식의 LED 백라이트가 탑재된 TV가 보급됨으로써 백라이트의 휘도 개선 요구가 높아져 광확산필름이 비즈코팅 타입에서 UV코팅 타입으로 전환될 것으로 예상됐으나, 2011년에도 신흥국에서는 여전히 수요가 많은 기종을 중심으로 CCFL 직하형 백라이트가 탑재된 TV를 주로 생산했기 때문에 비즈코팅 타입 수요는 순조롭게 확대됐다.

그러나 기존의 CCFL 직하형 백라이트가 비즈코팅 필름 2~3장으로 구성되는 것에 비해 엣지라이트식 LED 백라이트는 프리즘시트 1~2장과 비즈코팅 필름 1장으로 구성되어 있어 2012년 이후 신흥국 TV 시장의 엣지라이트식 LED 백라이트의 탑재 증가와 맞물려 비즈코팅 필름의 수요증가는 지금까지에 비해 둔화될 전망이다. 하지만 광원의 휘도 해소 및 도광판의 흠집을 커버하는 용도로는 지속적으로 수요가 증가할 것으로 예상된다.

광확산필름 연구개발 동향

광확산필름 메이커들은 지금까지 PC(폴리카보네이트) 압출부형 UV 코팅필름의 대체 및 PET(폴리에스터) 필름에 CLC를 코팅한 DBEF 대체필름 등 고부가가치화를 위한 연구개발을 진행해왔지만, 상업화에 도달한 제품은 찾아보기 어려운 상황이다. 백라이트 소재는 수요처의 가격 요구가 매우 엄격한 편으로, 개발을 통해 성능을 개선해도 공급가격에 반영하기 어려운 편이다.

패널 메이커가 백라이트의 휘도를 개선시킬 경우 일반적으로 광원인 LED를 휘도가 높은 제품으로 변경한 후 그 다음으로 DBEF의 채용을 검토하거나 프리즘 시트,

광확산필름 등 필름의 조합을 검토하는 단계를 거치게 된다. 다만, 소재를 신규 개발제품으로 바꾸면 수요처인 패널 메이커로부터 인증을 받아야 하는 등 시간이 소요되기 때문에 새로운 소재를 개발하는 케이스는 많지 않다.

비즈코팅 타입의 휘도 향상 대책으로는 확산입자(마이크로비즈)를 기재필름 위에 한 층만 정렬한 모노레이어 타입으로 만들어 이것을 2~3장 겹치는 방법이 있다. 모노레이어 타입의 확산성능은 기존 제품과 동일하지만 투과율이 높아 백라이트가 밝아지는 효과가 있어 이것을 2장 사용함으로써 휘도 향상 효과를 얻을 수 있다. 가격은 일반적인 비즈코팅에 비해 10~20% 정도 낮은 수준이다.

광확산필름 메이커 동향

한국의 주요 광확산필름 메이커 가운데 비즈코팅 타입은 SKC Haas, 상보, 신화인터텍, 코오롱, 도레이첨단소재 등 5개사가, UV코팅 타입은 신화인터텍, 미래나노텍, LG화학, SKC Haas, LG전자, 코오롱의 6개사가 메이저를 형성하고 있다.

광확산필름 메이커들은 모두 삼성전자, LG디스플레이 등 국내 패널 생산기업의 판매량 확대와 소재 국산화 추진에 따라 공급량을 확대해왔다. 특히 SKC Haas, 도레이첨단소재, 코오롱 등 PET 필름 메이커 또는 PET 필름 메이커의 그룹사들은 코스트경쟁력이 유리한 상황이다.

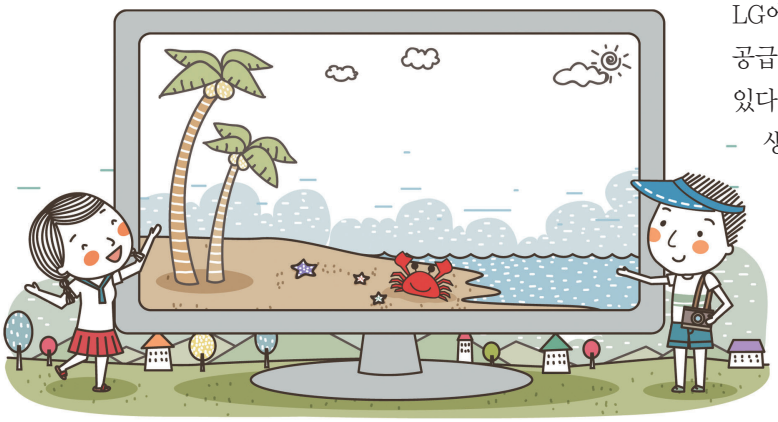
한국기업들은 과거 선두주자인 일본기업의 점유율을 빼앗는 형태로 성장해왔지만, 참여기업이 증가함에 따라 한국기업 사이의 점유율 쟁탈전이 벌어지면서 가격경쟁이 심화돼 수요(면적 베이스) 증가에도 불구하고 수익성 확보가 어려운 상황이다.

SKC Haas Display Films

한국광확산필름 시장의 선두주자인 SKC Haas는 2003년 제조 · 판매에 돌입한 이후 2007년 마이크로렌즈필름(MLF)을 양산했다. 2008년에는 반사필름, 2009년에는 ERM 공법을 이용한 프리즘필름에 이어 다양한 신제품 출시에 주력했다.

한국 시장에서 LCD 소재 메이커들은 보통 삼성계 서플라이어와 LG계 서플라이어로 나뉘는 경향이 있지만 SKC Haas는 어느 쪽 진영에도 속하지 않은 채 삼성과 LG에 일정 비율로 공급하고 있다. 또한 AUO, CMI 등 대만의 패널 제조사는 물론 일부 일본 패널 메이커에도 필름을 공급하고 있다. 이에 따라 중국 · 대만에서는 30% 정도, 일본에서는 10% 정도의 시장점유율을 확보하고 있는 것으로 추정된다.

UV코팅 필름은 삼성에 MLF(마이크로렌즈필름)를, LG에 렌티큘러 렌즈시트를 각각 공급하고 있다. 프리즘시트도 생산하지만, 삼성에서는 신화인터텍과 미래나노텍이 메인 서플라이어로 입지를 굳혔으며, LG에는 그룹사인 LG전자, LG화학이 메인으로 공급하고 SKC Haas는 그 다음 순서에 위치해 있다.



- 생산거점은 한국과 중국, 폴란드 3곳으로, 패널 메이커와 가까운 위치에 생산 및 공급체제를 구축하고 있다. 중국 후이저우(Huizhou) 공장은 2010년 본격 가동했다. AUO, CMI 생산거점과 가까워 납기 단축 및 수송비용 감축 효과가 큰 편이다. 폴란드 공장은 폭 1,500mm의 광폭

기 1대를 보유하고 있다. 2009년 1개 라인을 증설할 계획이었지만, 한-EU 자유무역협정(FTA)이 발효되면서 패널 메이커의 동 지역 생산량이 대폭 감소해 증설계획을 보류하고 현재 체제를 유지하고 있다.

상보

상보는 비즈코팅 필름을 주요 수요처인 LG전자를 비롯해 중국, 대만, 일본의 패널 메이커 및 TV 메이커에 공급하고 있다.
따라서 주요 수요처인 LG의 수요에 따라 동사의 광확산필름 판매량이 좌우되는 경향이 있다. 최근에는 LG가 중국 TV 시장에서 점유율을 확대하고 있고, 중국이나 대만, 일본에서 동사의 필름 채용이 확대되고 있어 판매가 호조를 보이고 있다. 상보가 생산한 비즈코팅 필름의 약 90%는 TV용으로 공급되고 있으며 나머지 10% 전후를 모니터용이 차지하고 있다.

신화인터텍

신화인터텍은 2002년 하확산필름 시장에 진입한 이후 2006년부터는 상확산필름을 생산 · 공급하기 시작했다. 2011년 오성엘에스티에게 경영권을 양도하는 과정에서 생산 및 영업을 일시적으로 중단했기 때문에, 2011년 판매실적은 전년대비 마이너스를 기록했지만, 그 전까지는 비교적 순조로운 성장세를 유지해온 것으로 나타났다. 2012년에는 생산거점의 재편 등의 영향으로 1~2월 중순경까지는 설비 가동률도 낮았으나 그 이후부터는 순조롭게 가동한 것으로 추정된다.
생산거점은 화성과 천안, 중국 소주(Suzhou), 슬로바키아 거점까지 총 4곳으로, 화성과 천안에서는 비즈코팅 타입과 UV코팅 타입을, 소주에서는 비즈코팅 타입을, 슬로바키아에서는 UV코팅 타입을 생산하고 있다.
지역별 판매비중을 살펴보면, 2011년까지 한국 내 판매가 전체의 70% 안팎을 차지했지만, 2012년 들어 중국 판매에 힘을 쏟고 있다. 한국시장은 삼성 위주로 공급하기 때문에 판매 확대를 위해서는 신규 수요처의 개척이 불가피하기 때문이다. 이에 따라 앞으로도 신화인터텍은 현지 TV 메이커를 중심으로 중국 사업을 강화해나갈 방침이다.

코오롱인더스트리

코오롱은 광확산필름을 주로 LG디스플레이에 공급하고 있다. 비즈코팅 타입, UV코팅 타입 모두 1차 서플라이어가 아닌 2차 또는 3차의 위치에 있는 것으로 알려졌다.
LG디스플레이는 TV용 광확산필름은 LG전자 및 LG화학, 모니터용은 코오롱, 노트북용은 도레이첨단소재에서 조달하고 있는데, 주력 애플리케이션인 TV용 제품을 공급하지 않는 코오롱의 입지는 LG디스플레이 내에서 높지 않은 편이다. 따라서 동사는 LG디스플레이만으로는 판매 확대에 한계가 있는 것으로 보고 2011년부터 중국의 TV 및 패널 메이커를 상대로 영업을 강화함으로써 서서히 실적을 늘려가고 있는 상황이다.

도레이첨단소재

도레이첨단소재는 2005년 광확산필름 생산을 개시했지만, 본격적인 양산은 2007년부터인 것으로 알려졌다(당시 회사명은 도레이세한). 지금까지 삼성전자, LG디스플레이에 모두 채용 실적을 가지고 있지만, 삼성전자

가 2009년 백라이트의 구성을 광확산필름이 아닌 프리즘시트나 MLF 등의 UV 코팅 타입으로 전환함에 따라 현재 도레이첨단소재는 LG디스플레이와 일부 대만 및 중국계 기업에 공급하고 있는 상황이다.

도레이첨단소재 역시 2006~2007년 경에는 다기능 필름 및 MLF 시장 참여를 검토했으나, 자사에서 생산하는 PET 필름 원판 수요처와의 경쟁이 불가피하기 때문에 앞으로도 시장 참여계획은 없는 것으로 알려졌다. 대신 광확산필름의 수율 향상 및 생산성 향상을 통한 가격경쟁력 강화 등에 주력함으로써 판매량을 꾸준히 늘려나갈 계획이다. 광확산필름 시장은 참여기업의 증가와 함께 가격경쟁이 심화되면서 수익성 확보가 어려워지고 있어 해외생산의 필요성이 대두되고 있지만, 현재 시점에서 구체적인 계획 등은 정해지지 않은 것으로 보인다.

마이크로비즈 시장 개요

광확산필름용 마이크로비즈는 일반적으로 PMMA(메타크릴수지) 비즈가 사용되고 있다. 입경은 5㎛, 10㎛, 15㎛, 20㎛ 등으로 5㎛는 주로 백코트용이며 확산재로는 10㎛ 이상인 제품이 채용되고 있다.

과거 국내 비즈 생산기업은 성진케미칼 등 일부 중소기업이 전부로, 화장품이나 도료용을 주력으로 생산했기 때문에 광학용은 소켄, 세키스이화성, 간츠화성 등 일본계 메이커에 의존해왔다. 그러나 2005년 코오롱이 생산 · 공급 체제를 정비해 마이크로비즈 시장에 진입했고, 2011년에는 제일모직이 후발주자로 나섬으로써 대기업에 의한 폴리머비즈의 국산화가 이루어지게 됐다. 이에 따라 광확산필름 메이커들은 일정 수준 이상의 품질을 갖추면서도 가격경쟁력을 가진 비즈를 선택할 수 있게 되었다.

일본산과 한국산 비즈는 품질(분산계수, 입경 정밀도)과 가격에 따라 구분되고 있다. 마이크로비즈에는 단분산(미립자 사이즈의 균일성이 90% 이상), 중분산(70~80%), 다분산(70% 미만)이 있으나, 한국기업은 기본적으로 중분산 제품을 생산하고 있다.

마이크로비즈 메이커 동향

2011년까지 국내 광확산필름용 비즈 시장은 코오롱이 독점하고 있었으나 2011년부터 제일모직과 성진케미칼이 신규로 진입했다.

국내 주요 광확산필름 메이커 중 SKC Haas, 신화인터텍은 아직도 일본산 비즈 사용량이 많은 편이지만, 코오롱은 사용량의 90%를 국산(자사 제품)화 하고 있으며, 상보는 수요처로부터 특별한 지시가 없으면 국산을 사용한다는 방침이다.

도레이첨단소재는 한국산과 일본산의 채용 비중이 거의 50%씩을 차지하는 것으로 보인다.
가격은 국산이 수입제품보다 20~30% 정도 낮으며, 앞으로 코스트 감축 요구가 심화되면 한국산 채용이 주류를 이룰 것으로 예측되고 있다.

코오롱인더스트리

코오롱은 2004년 광확산필름용 마이크로비즈를 개발하기 시작해 2005년 양산에 돌입했다. 2008년에는 한국산업기술진흥회가 주최하고 한국과학기술처가 후원하는 선진기술상품에 선정되어 'IR52 장영실상'을 수상한 바 있다. 현재는 PMMA 비즈만 양산하고 있지만, R&D 레벨에서는 PBMA, PS, 실리콘 등 다양한 소재의 비즈를 개발하고 있다. 다만, PMMA 비즈 사업을 본궤도에 올리는 것을 우선시 해 나갈 방침이다.
PMMA 비즈의 양산으로 코오롱은 원판인 PET 필름-비즈-광확산필름의 재료에서 가공에 이르는 수직계열화를 구축했다.
광확산필름 사업의 폴리머비즈 사용량 중 자사제품의 사용비율은 80~90% 정도로, 분산계수나 입경 측면에서 자사 대응이 불가능한 부분만 일본 메이커로부터 조달하고 있다.
폴리머비즈 주요 수요처로는 SKC Haas, 상보, 신화인터텍, 대만 이터널 등이 있는 것으로 추정된다.
비즈 생산거점은 충북 음성 공장으로, 생산능력은 2개 라인에서 연간 600톤에 달하고 있다.

제일모직

제일모직은 확산판용 실리콘 비즈를 개발한 것을 계기로 마이크로 비즈 사업에 뛰어들어 2007년 양산을 개시했다. 그 후 단일 제품만으로는 비즈 사업의 경쟁력을 발휘하기 어렵다고 판단하고, 베이스필름 위에 코팅하는 광확산필름용 PMMA 비즈의 개발에 착수해 2011년 상업화에 성공했다.
PMMA 비즈는 양산을 시작한 단계이기 때문에 2012년 초반에는 영업실적이 저조했던 것으로 보이지만, 동사는 조기에 월 20~30톤 정도의 판매량을 확보하기 위해 노력하고 있다.
제일모직의 실리콘 비즈는 확산판용, PMMA 비즈는 광확산필름용으로, 모두 FPD 관련 분야에 채용되고 있지만, 현재 잉크 및 도료용에 대한 프로모션을 진행하고 있어 앞으로는 비 광학분야의 사업도 강화해 나갈 방침이다.
여수 공장에서 생산하고 있으며, 생산능력은 실리콘 비즈, PMMA 비즈 모두 1개 라인에 연간 500톤인 것으로 알려졌다.

연구노트의 필요성 및 작성방법 (하)

글 | 이상찬 대표변리사
특허법인 정안

연구노트 작성방법 및 사례

연구노트의 바람직한 기재 방법

1 연구노트의 기본 원칙

연구노트는 연구자 1인이 각각 수행 프로젝트별로 연구노트를 작성하는 것이 원칙이다. 일반적으로 연구실에서 수행하는 연구 프로젝트의 경우 참여연구원이 다수인 경우가 많고 연구자가 여러 개의 프로젝트를 동시에 수행하는 경우에는 연구자별, 프로젝트 별로 개인의 연구노트를 작성하여 향후 연구결과에 대한 지분책정이나 연구진실성 확보를 위한 수단으로 활용될 때 연구자의 연구실적을 증명할 수 있는 개별 연구노트가 중요한 역할을 할 수 있다.

2 연구노트의 내용

연구노트에는 연구과정에서의 모든 착상과 아이디어를 기재한다. 착상의 동기나 착상의 실행을 위한 연구 계획, 선행기술 조사 결과 등도 기재하도록 한다. 별도의 주제에 대해서는 제목을 기재하고 기재한 날짜를 반드시 적도록 한다. 용어, 차트 및 번호기입은 일관성 있는 방식으로 기재하도록 한다. 연구노트에 기재하는 난이도의 정도는 동 기술을 이해할 수 있는 제3자가 연구노트를 보고 연구내용을 이해하고 실시가 가능한 정도까지 구체적이고, 상세하게 데이터를 기술해야 한다.

연구노트에는 발명의 착상, 착상의 실행을 위한 연구계획 등 실험이 시작되기 전의 내용과 실험 중 데이터, 실험이 끝난 후 고찰에 대한 내용까지 포함하여 진행된 연구에 관한 히스토리를 파악할 수 있도록 해야 한다. 특히 국가연구개발 사업을 수행하는 경우 연구초기에 연구제안서나 계획서 등을 관리기관 등에 제출하게 되는데, 제출되는 계획서는 간단한 개요 등을 연구노트에 기록하고 사본 등은 상호 인용하여 연구노트와 함께 보관해야 한다.

3 연구노트의 기록방식

연구노트에는 각종 아이디어나 실험경과, 결과 등을 즉시 기재하도록 한다. 메모지에 일시적으로 기재했다가 연구노트에 옮기기보다는 연구노트에 바로 기재하도록 한다. 아이디어의 착상일은 연구노트에 기재된 날짜로 인정되기 때문이다.

연구노트에 연구결과를 기재할 경우 가능한 한 부정적인 코멘트는 피하는 것이 좋다. 예컨대 다양한 시료를 사용하여 전도성 실험을 한 결과 특정 시료의 전도성 측정 결과가 다른 시료보다 낮게 나와 앞으로 연구할 필요가 없다라는 코멘트를 할 경우 추후 해당 시료에 대해서는 권리를 포기한다는 것으로 해석될 수 있어, 이러한 경우에는 다른 시료보다는 전도성이 낮게 나왔으며 추후 다시 확인해 볼 필요가 있다는 정도로 언급하는 것이 바람직하다.

연구노트의 기록 방식은 원칙적으로 조작 없이 진실성을 유지하며 잘 관리되고 있음을 증명할 수 있어야 하므로 수정하는 경우 볼펜으로 줄을 그어 수정하고, 중요한 수정인 경우에는 오기를 설명하는 주석에 날짜를 기재하고 증인과 함께 서명하도록 한다.

4 연구노트의 서명

앞서 설명한 바와 같이 연구노트에는 기록자의 서명 이외에 반드시 증인의 서명란을 두어 증인이 정기적으로 연구노트에 기재한 내용을 확인하고 서명 날인해야 한다. 이는 기록자의 주관적인 주장에 대해 객관적인 제3자가 확인하여 증거력을 보강(corroboration)해

주는 기능을 한다. 미국의 법원에서 증거를 채택하는 기준인 연방 증거법(Federal Rules of Evidence)에 따르면, 일단 연구노트는 직접적인 증거가 아니라 전문(전해들은 말; Hearsay)에 해당되므로 전문 증거 법칙(Hearsay Rule)의 예외 요건에 해당되어야만 증거로서 채택될 수 있다.

그 요건은 다음과 같다.

첫째, 기록이 지식을 갖고 있는 자에 의해 해당 사실이 발생한 시점 또는 그와 인접한 시점에 이루어졌을 것.

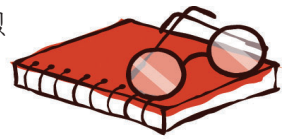
둘째, 기록이 평상시 수행되는 업무 활동 과정에서 이루어졌을 것.

셋째, 기록을 하는 것이 평상시 업무 활동일 것.

그리고 이러한 세 가지 요건은 연구노트의 관리자나 증인이 증언을 통해 진정성을 확인하여야 한다. 따라서 연구자가 연구노트를 연구과정에서 그때그때 평상시의 업무로서 기록하였다는 것을 입증하더라도, 증인이 이 사실을 입증해주지 않으면 연구노트를 법원에서 증거로서 채택되지 않는다.

5 연구데이터의 관리

연구를 진행하다보면 다양한 종류의 산출물들이 나오게 된다. 필름, 도면, 계획서, 컴퓨터 결과물 등 모든 종류의 결과물들은 연구에 있어서 중요한 데이터이므로 가능한 연구노트에 부착하는 것이 가장 좋다. 노트에 기입할 수 없는 결과물들은 발생된 일자나 시간 순으로 풀 등으로 고정하고 서명하는데 부착된 측면이나 하단에는 데이터에 대한 간략한 설명을 기재해주는 것이 좋다.



연구노트에 부착이 어려운 형태의 데이터도 많기 때문에 이러한 경우 별도의 보관방식을 정해두는 것이 좋다. 분량이 많아 부착시킬 수 없는 경우는 별도로 프린트하여 바인딩하고 자료가 발생된 부분의 연구노트에 상호인용(Cross-reference)하여 연구완료 후 연구노트와 함께 보관해야 한다. 일반적으로 Raw Data의 경우 별도로 보관을 하는 경우가 많은데 이러한 경우에도 디지털카메라 등을 이용하여 사본을 노트에 부착시키고 상호 인용하여야 향후 데이터가 섞이지 않도록 보관할 수 있다.

연구노트 작성 사례

1 연구노트 작성시 기본적으로 기록해야 할 사항들

연구노트에 기본적으로 기재되어야 할 내용은 연구과제명, 기록일자, 실험명칭, 실험목적, 실험방법, 실험결과, 기록자 및 점검자의 서명과 서명일자 포함되어야 하며 그 외에는 아래 내용에 대해서도 정리하는 것이 바람직하다.

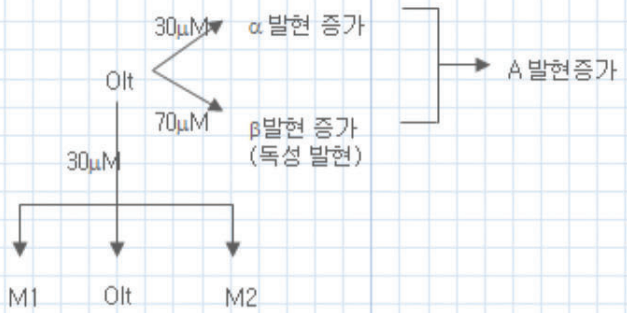
- ▶ 실험과정 중 특이하거나, 예측치 못한 현상 및 결과
- ▶ 동일한 실험에서 다른 주변 환경적 요인들과의 상관관계에 대한 설명
- ▶ 연구에 대한 실험 과정 및 실험결과에 대한 해석 비평(예기치 못했던 평가에 대해서는 다른 연구목적에서 이용 가능할 것으로 긍정적인 표현이 필요함)

실험의 계획을 정리한 예[1]

과제명 (Title) : Olt의 주요 대사체 M1과 M2의 세포 신호 전달 연구

과제번호 (Project No.) : KIST-101

3. 정리 및 가설



(1) 각 대사체의 A 발현?
- 다른 2상효소를 발현 시켰으므로 A도 발현시킬 것이다.

(2) 각 대사체의 α, β 발현?
- Olt와 화학구조가 비슷한 M1은 α를 발현시킬 것이다. β는?
- M2는 β를 발현시킨다고 알려져 있으나 α를 발현 시킬까?

(3) Olt의 α, β, A 발현에 대해 대사체가 어느 정도 영향을 주는가?
- M1은 α를, M2는 β를 주로 발현시키고 M2가 Olt의 독성발현에 영향을 미칠 것 같다.

(4) 그렇다면 M2의 생성을 줄이는 것이 좋고, M1은 더 이상 대사가 되지 않고 배출되므로 M1이 더 좋은 신약 후보 물질이 될 수 있지 않을까?

4. 실험계획

(1) Olt, M1, M2 : 농도와 시간에 따른 A 발현 (Immunoblot assay)

(2) Olt, M1, M2 : 30μ에서 시간에 따른 α 발현(Immunoblot assay)

(3) Olt, M1, M2 : 30μ에서 시간에 따른 β 발현(Immunoblot assay)

확인자/증인 (Witnessed and Understood by)	일 자 (Date)	발 명 자 (Invented by)	일 자 (Date)
	2008.3.14		2008.3.10
확인자/증인 (Witnessed and Understood by)	일 자 (Date)		
	2008.3.14		

www.ipr-guide.org

1) KIIP(지식재산연구원) 2008 연구결과물 보호와 활용을 위한 연구노트 작성전략 64p 인용

▶ 실험과정에서의 측정 데이터 및 결과를 얻은 조건(예: 실험 장치의 조정값, 준비사항에 대한 설명, 반응체 대한 기준, 장비 등 데이터를 처리한 계산방법, 연산방식)에 대한 기재

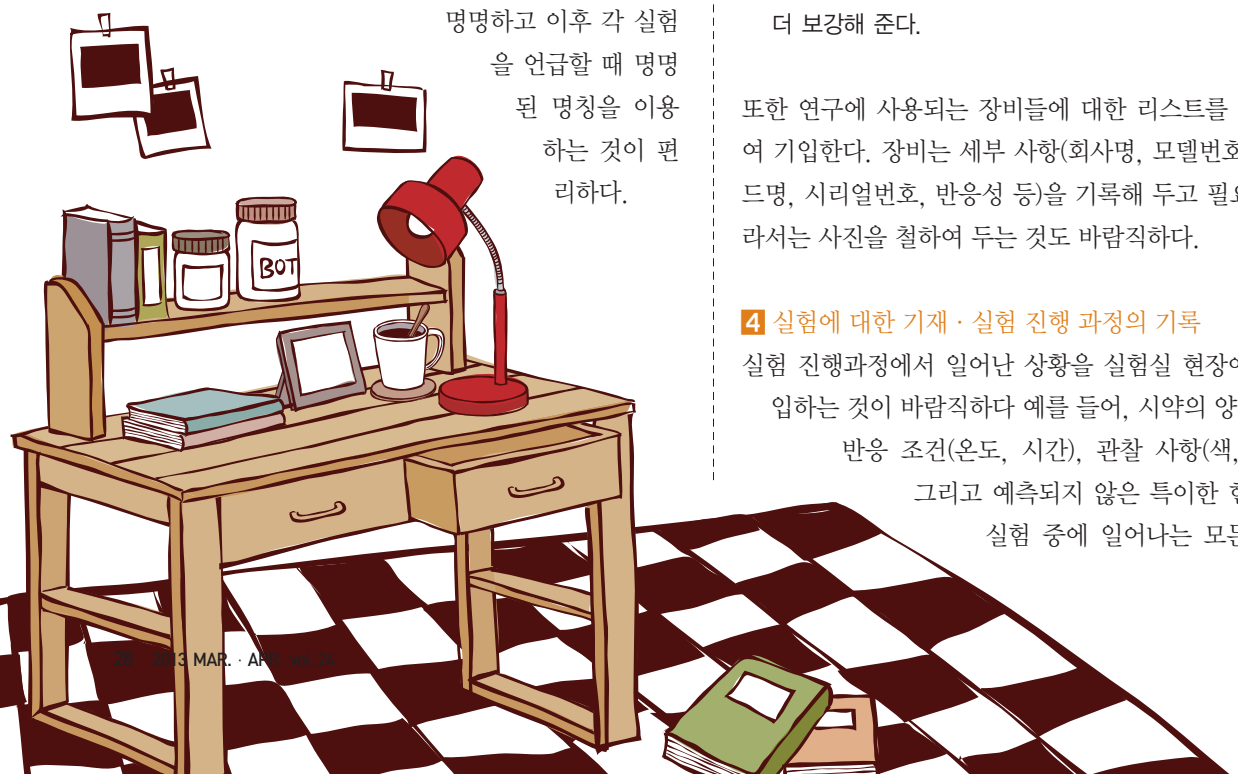
▶ 참고도서 목록

2 연구의 착상 및 연구의 목적에 대한 기재

아이디어를 어디에서 어떻게 얻게 되었는지 그리고 선행기술에 대한 논의연구 및 선행기술에 대한 문제점과 이들의 착상 목적에서 다루게 될 이러한 연구를 왜 시작하게 되었는지, 선행기술에서는 종래기술의 문제점들과 해결방안에 대한 논의 등 발명의 목적 및 발명 효과 등을 언급할 수 있는 발명의 아이디어를 기록해 두어야 한다.

또한 연구의 착상과 연구계획에 대한 기재시에는 반드시 다른 연구자들도 쉽게 이해할 수 있는 정도로 기재되어야 한다.

또한 실험절차에 대한 부분은 가설과 목표가 명확하게 설정되어야 하며, 각 실험마다 해당실험에 대하여 명명하고 이후 각 실험을 언급할 때 명명된 명칭을 이용하는 것이 편리하다.



3 연구활동 및 결과에 대한 기재

연구노트에는 연구내용에 대한 내용을 명확하게 하기 위해 필요한 주석, 도면, 공식 및 실험결과 등을 포함하는 연구진행과정과 활동에 대해 명료한 설명이 기록되어야 한다.

▶ 각 실험대상물에 대한 기록과 어떤 시료들이 투여되었는지, 각 샘플이 어떻게 취급되어있는지, 그리고 예비실험에서 활용된 계산과정과 공식들에 대한 기록도 기재되어야 한다.

▶ 실험 데이터와 결과 역시 연구노트 내에 포함되어야 하고, 그 결과에 대한 요약을 데이터와 함께 제시하고, 상세내용의 수준은 해당 연구노트 내에 인용된 리소스들을 사용하여 다른 사람이 그 실험을 반복 수행하는 것이 가능할 정도로 기록되어야 한다.

▶ 모든 숫자, 농도 등에 대한 완전한 설명이 이루어져 다른 연구자들이 보더라도 이해될 수 있도록 모든 수치계산에 주석을 달아야 하며 반드시 단위를 기입해야 한다.

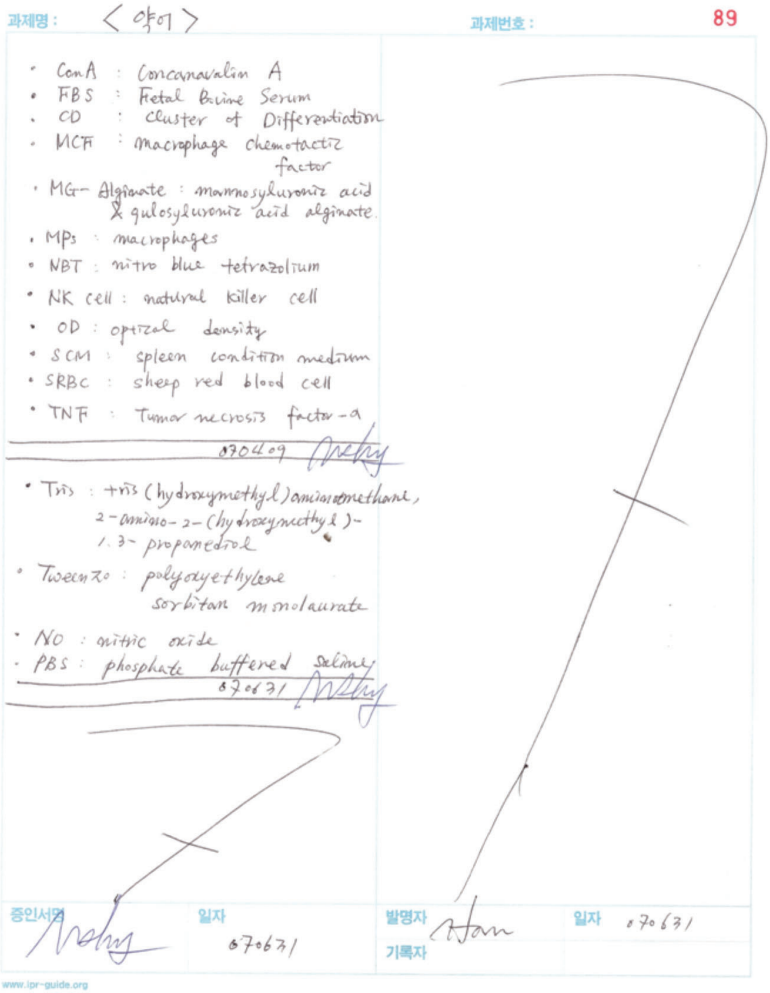
▶ 참고한 논문과 특허정보 및 도서 등 참고문헌은 반드시 연구노트에 기재하는 것이 연구의 진실성을 실질적으로 더 보강해 준다.

또한 연구에 사용되는 장비들에 대한 리스트를 작성하여 기입한다. 장비는 세부 사항(회사명, 모델번호, 브랜드명, 시리얼번호, 반응성 등)을 기록해 두고 필요에 따라서는 사진을 철하여 두는 것도 바람직하다.

4 실험에 대한 기재 · 실험 진행 과정의 기록

실험 진행과정에서 일어난 상황을 실험실 현장에서 기입하는 것이 바람직하다 예를 들어, 시약의 양, 조작, 반응 조건(온도, 시간), 관찰 사항(색, 발열) 그리고 예측되지 않은 특이한 현상 등 실험 중에 일어나는 모든 일들

전문적 · 학문적 약어를 정리한 예[2]



과제명 : < 약어 >

과제번호 : 89

- ConA : Concanavalin A
- FBS : Fetal Bovine Serum
- CD : cluster of Differentiation
- MCF : macrophage chemotactic factor
- MG- Alginate : mannosyluronic acid & gulosyluronic acid alginate
- MPs : macrophages
- NBT : nitro blue tetrazolium
- NK cell : natural killer cell
- OD : optical density
- SCM : spleen condition medium
- SRBC : sheep red blood cell
- TNF : Tumor necrosis factor-α

070409

- Tris : tris (hydroxymethyl) aminomethane, 2-amino-2-(hydroxymethyl)-1,3-propanediol
- Tween20 : polyoxyethylene sorbitan monolaurate
- NO : nitric oxide
- PBS : phosphate buffered saline

070631

증인서명 일자 070631

발명자 일자 070631

기록자

www.ipr-guide.org

2) KIIP(지식재산연구원) 2008 연구결과물 보호와 활용을 위한 연구노트 작성전략 66p 인용

을 연구노트에 기록하도록 한다. 실험과정에서 연구노트를 자세하게 작성하는 것이 어려우므로 자주 반복되는 상황이나, 재료에 대하여는 미리 실험 전 용어 정의를 한 후 사용하고 전문적 · 학문적 약어를 사용할 경우 다음과 같이 용어정의, 약어 및 전문용어 내용을 정리하도록 한다.

또한 연구 노트의 각 페이지에 반드시 알기 쉬운 표제를 붙인다. 같은 실험은 같은 표제로 계속되게 함으로써 부득이 하나의 실험 기록이, 복수의 페이지에 걸치게 되는 경우는 어디에서 어디까지가 하나의 실험인가 알 수 있도록 전의 페이지와 다음에 계속되는 페이지를 분명히 해 둔다. 예를 들어, '7페이지에 계속된다', '15페이지로부터의 계속' 등이라고 표시한다.

· 실험 결과의 기록

실험결과에 대한 기록은 구체적이고 객관적인 내용을 기술하며, 가능한 한 정량적인 수치로 기술하여 제3자 누구나 연구노트를 보아도 실험결과를 주관적으로 판단할 수 있는 요소를 배재시키도록 하며 그 결과를 동일하게 파악할 수 있도록 기재하는 것이 바람직하다.

예를 들면 "리트머스지에 묽은 염산를 늘어뜨리면 붉어졌다"라고 하는 실험 결과일 경우 가능한 한 "세로 1cm, 가로 3cm의 유리봉으로 농도 00%의 식용 식초(OOO회사 제품, OOTM을 ×○배 희석) 1 방울을 푸른 리트머스 종이에 떨어뜨리면, 스며든 부위가 OO초 내에 붉어졌다"와 같이 가능한 한 '정량적' 으로 기술하는 한편 그 '정확함의 평가', '시간적인 변화', '구체적인 조작' 을 알 수 있도록 적는다.

5 실험데이터의 기록

실험 데이터로서의 기록은 제3자가 객관적으로 실험 진행과정에서 얻어진 데이터임을 분명하게 알 수 있도록 연구 노트에 기재하거나 붙이거나 하고 기록에 남겨야 한다.

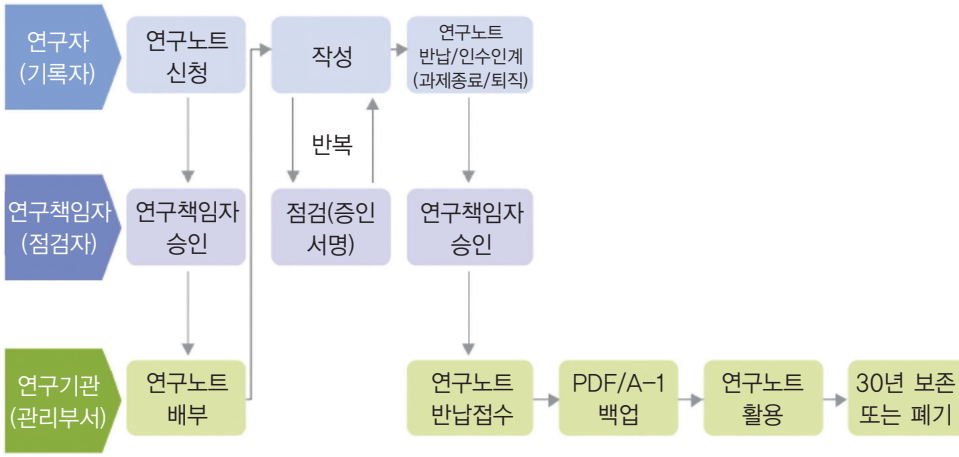
그러나 실험데이터가 방대하거나, 연구노트에 부착하기 어려운 사진인 경우 원본 데이터가 파손되지 않는 봉투에 별도로 분류하여, 데이터의 조작이 객관적으로 불가하거나 원본성을 유지토록 하고, 기록자와 점검자가 서명하여 증거물로 사용 가능토록 보관한다.

또한 연구노트에는 어떤 실험데이터가 어떤 장소에 어떻게 별도로 보관되어 있는지에 대하여 연구노트에 반드시 기록하여야 한다.

6 고찰에 대한 기재

고찰에서는 실험 결과, 실험 과정, 혹은 실험 과제 전반에 근거하여 실험자의 생각을 주관적으로 기재한다. 다만 실험에 대한 고찰은 실험에 대한 감상을 기재하는 것이 아니므로 제3자가 논리적으로 이해할 수 있도록

연구노트 관리 주체별 역할 및 관리 흐름도



기재해야 한다. 또한 연구노트의 고찰 부분에서는 타인으로부터 아이디어를 받거나 공동으로 착상했을 경우에는 언제 누구로부터 어떠한 아이디어를 받았는지, 누구와 공동으로 실시했는지를 날짜와 이름, 구체적인 내용 등을 기록하여 향후 연구의 결과에 대한 소유문제를 사전에 방지하는 것이 바람직하다.

연구노트의 관리

연구노트의 중요한 역할 중 하나인 연구 진실성의 확보는 연구노트의 체계적인 관리가 담보되어야 한다. 즉 연구노트의 관리 주체인 연구자(기록자), 연구책임자(점검자), 연구기관(관리부서)이 각각 자기의 역할을 다해야만 한다.

관리방법

1 연구기관 차원의 관리

연구노트 관리지침에 따른 체계적인 연구소 자체 관리규정을 제정하여 시행하고 연구노트의 관리자를 결정하여 그 관리자가 상술한 관리정보와 함께 연구노트를 일원적으로 보관해야 하며, 연구노트형식요건에 맞는 연구노트를 제작 및 배부해야 한다.

작성자의 서명을 기재하는 것과 동시에 정기적으로 작성자 이외의 사람이 서명 및 확인한 날짜 기재를 확인한다.

연구노트는 장기간 적절히 보관할 수 있는 물리적/기술적으로 보안이 확보된 수납창고나 서고에 보관해 관리한다.

2 연구책임자 차원의 관리

연구책임자는 연구노트의 중요성 및 작성방법 등의 정기적 교육과 보관의 2차 책임자로 연구원에게 연구노트의 중요성 및 노트 작성 방법을 교육하고 연구원간 지식공유를 위한 연구노트의 활용을 권장하며, 또한 연구과정의 진실성 검증을 위해 연구노트를 바탕으로 연구프로젝트를 관리한다.

3 연구자차원의 관리

연구노트로써 제3자가 연구내용을 잘 이해하고 실시할 수 있도록 자세하게 작성하되, 간결하고 정확한 용어로 기재하고, 연구노트를 기재요건에 맞추어 기록하며, 연구노트를 안전하게 보관하고 외부 반출시 연구책임자를 통해 승인받아야 하며, 과제 완료시나 연구자의 퇴직 및 신분변경 등의 사유가 있는 경우 해당 시점까지 작성한 연구노트 관련된 모든 자료를 연구책임자에게 반납한다.