R&BD사업기획 역량 강화

R&D 프로젝트 리스크 관리 및 연구노트

2021

Research & Business Development

C O N T E N T S

01 R&D 프로젝트 리스크 관리 개요

1. R&D 프로젝트 리스크 관리 기초
2. R&D 프로젝트 리스크 관리 체계

02 R&D 프로젝트 리스크 식별 도구 및 기법

1. 리스크 식별 도구 및 기법 개요
2. 브레인 스토밍
3. 델파이 방법
4. 명목그룹 기법
5. 전문가 판단 기법
6. 유사 프로젝트로부터의 학습
7. 시스템 실패 방법

03 R&D 프로젝트 리스크 분석

1. 리스크 분석 개요
2. 리스크 분석 방법

04 R&D 프로젝트 리스크 통제 및 대응

1. 리스크 대응 개요
2. 리스크 대응계획
3. 리스크 모니터링과 통제

05 연구노트 작성 및 활용방법

1. 연구노트 개요
2. 연구노트 요건
3. 연구노트 작성 방법

01 R&D 프로젝트 리스크 관리의 기초

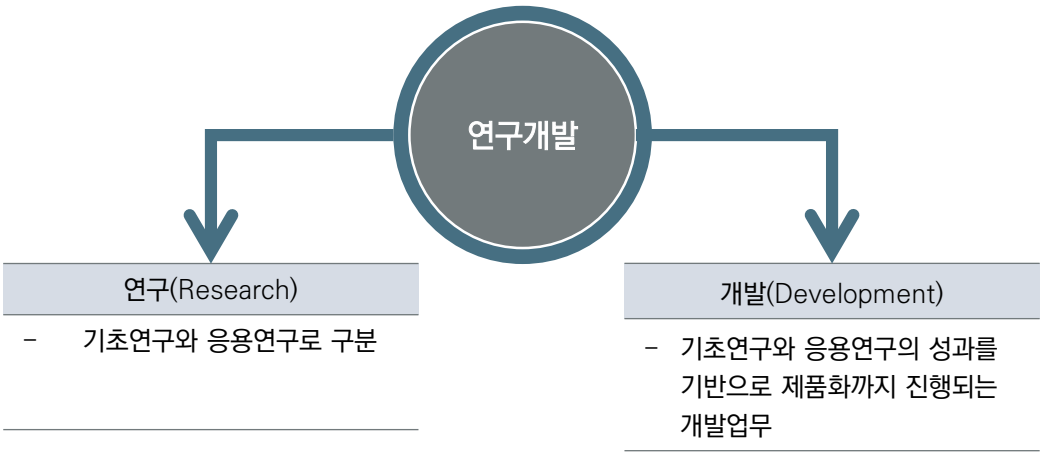
1. R&D 프로젝트 리스크 관리 기초
2. R&D 프로젝트 리스크 관리 체계

제 1절 R&D 프로젝트 리스크 관리 기초

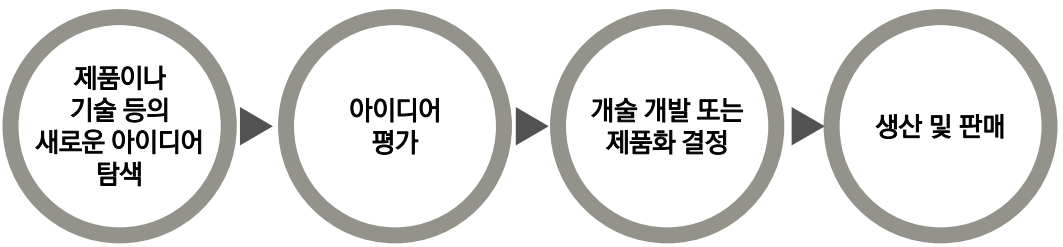
1. R&D와 리스크

1) 연구개발 정의

자연과학 기술에 대한 새로운 지식이나 원리를 탐색하고 해명해서 그 성과를 실용화 하는 일



[R&D 전체 과정의 4단계]



2) R&D 프로젝트관리자의 자세 및 실패원인

R&D 프로젝트 관리자는 프로젝트를 진행하기 전, 그리고 프로젝트를 진행하면서 항상 리스크를 예측하고 이에 대한 대비를 해야한다.

리스크를 정확히 예측하지 못하고, 대비책이 부족하기 때문이다.

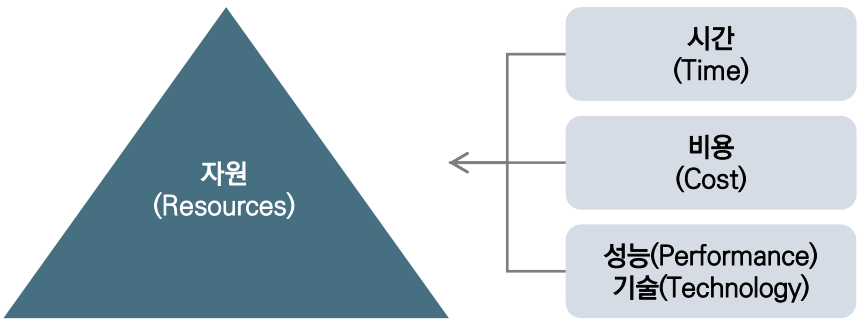
3) PMI의 PMBoK상의 리스크 정의

프로젝트 목적 수행에 긍정적 또는 부정적 영향을 미칠 수 있는 불확실한 이벤트나 조건이며, 예측가능, 예측불가능을 포함한다.

PMI (Project Management Institute)	프로젝트 관리 표준과 지식체계를 연구하고 프로젝트 관리분야의 자격증 관리 등을 하는 국제적인 기관
PMBoK (Project Management Body of Knowledge)	PMI에서 제시하는 프로젝트 지식관리체계

4) 성공적인 R&D 프로젝트관리

할당된 자원을 효과적이고 효율적으로 활용하여 정해진 시간과 예산 범위 내에서 요구되는 성능과 기술수준으로 고객이 원하는 것을 만들어 주는 것이다.



2. 프로젝트 리스크의 개념

1) 리스크 정의

미래에 프로젝트에 해로운 것을 안겨줄 수 있는 어떤 사건이다.

- 0% 〈 가능성 〈 100%
- 기회 or 위협

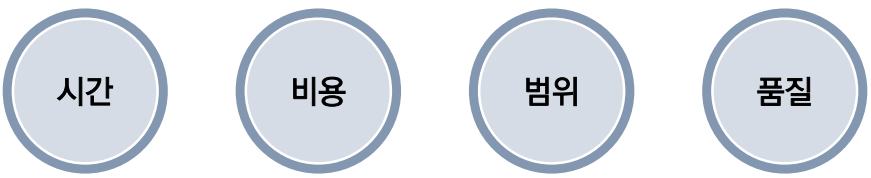
2) R&D 프로젝트에서 리스크

모든 프로젝트는 리스크를 수반하게 되어 있다.

R&D 진행과정에서 계획된 대로 정확히 결과가 일어나지 않을 개연성을 의미한다.

리스크는 예측 불가능하므로 프로젝트관리는 리스크에 대하여 통제가 어렵다.

3) R&D 프로젝트 리스크의 영향



긍정적 또는 부정적 영향을 미친다.

프로젝트의 리스크를 감소시키는 확실성은 선행된 프로젝트에서 얻은 지식이나 경험으로부터 나올 수도 있고, 또는 프로젝트 성과를 통제하고 현안문제에 대응할 수 있는 관리능력으로부터 나올 수도 있다.

3. 리스크의 종류와 수준

1) 리스크 종류

알려진 리스크

- 프로젝트 관리 조직이 발견하고 분석하여 이에 대처하기 위한 계획의 수립과 관리 가능

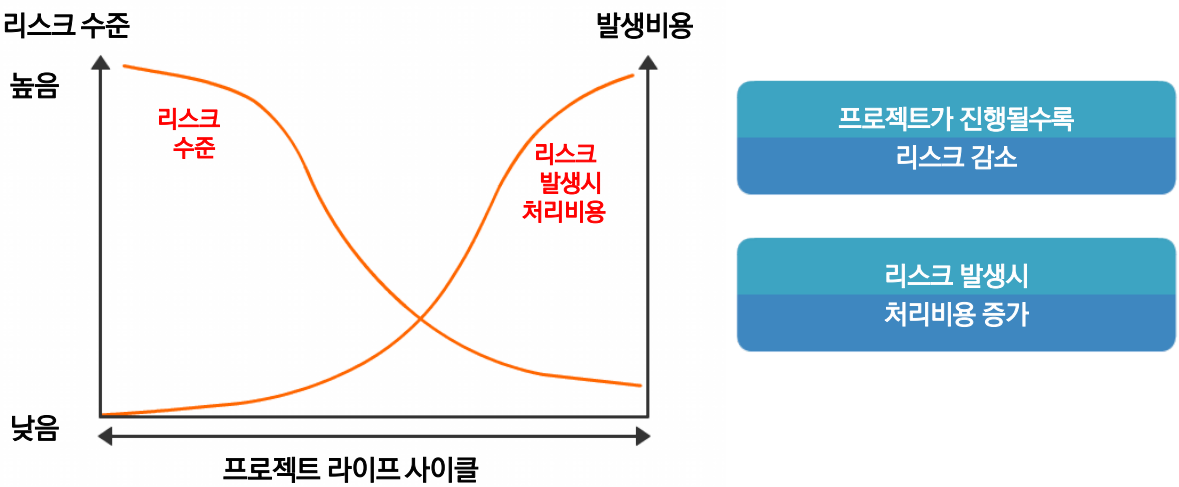
알려지지 않는 리스크

- 리스크의 정도가 알려지지 않아서 사전의 관리될 수 없는 리스크
- 이에 대응하기 위해서는 사전 대응계획의 개발 필요

2) 리스크 수준

기술적 불확실성, 프로젝트 완료일정상의 불확실성, 소요비용상의 불확실성에 대한 것을 특정한 레벨로 표시한다.

[리스크 수준과 처리비용 관계]



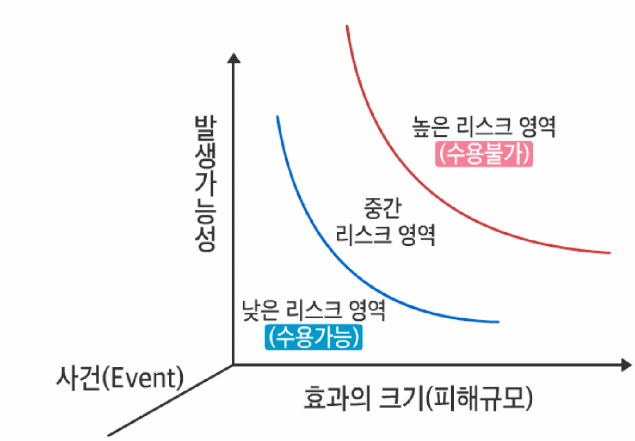
3) 리스크 표현

리스크는 발생가능성과 그 효과, 즉 피해규모의 두 가지 요소들의 결합함수로 표현한다.

리스크의 발생가능성이 증가하거나 그로 인한 파급효과가 증가할 경우 리스크는 증가한다.

리스크(Risk) = f(발생가능성 likelihood, 효과 impact)

[리스크 영역 그래프]

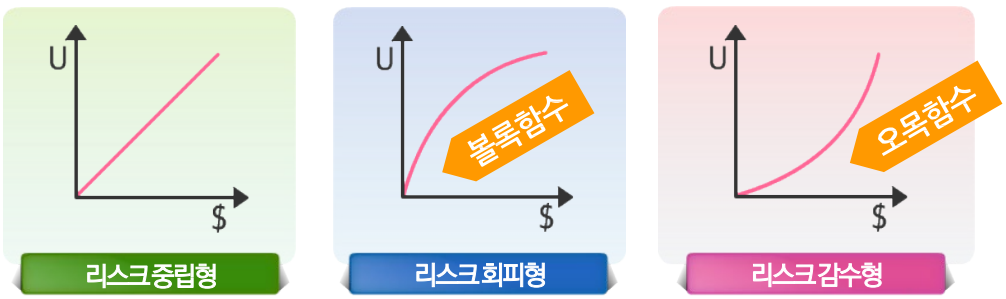


4) 리스크 효용함수

리스크 허용도에 따른 세 가지 유형의 리스크 수용자로 분류한다.

- 리스크 회피형 (Risk Averter or Avoider)
- 리스크 감수형 (Risk Taker or Seeker)
- 리스크 중립형 (The Neutral Risk Taker)

[리스크 허용 정도에 따라 리스크 효용함수 결정]



4. R&D 프로젝트 리스크 관리

1) R&D 프로젝트에서 모든 종류의 리스크

회피할 수 없으며 조기에 식별 시 손해를 감소시킬 수 있다.

2) R&D 프로젝트 리스크 관리

리스크 요소들이 체계적으로 식별, 평가, 제공된다.

원하지 않는 결과 또한 변화를 사전에 예방할 수 있다.

리스크 요소들을 식별하고 분석하고, 대응하는 체계화된 과학적 방법이다.

3) 이론적 관점에서 프로젝트 리스크 관리

심오한 관리기법에 기초를 둔 하나의 개념이다.

예측되지 못한 문제에 대한 비용은 사전에 잘 계획된 리스크 대응 비용보다 항상 크다.

리스크 관리를 체계적으로 잘 할 경우 그 성과는 실제로 리스크 발생으로 인하여 생기는 대가 그 이상이다.

4) 실무적 관점에서 프로젝트 리스크 관리

프로젝트를 빨리 수행해야 하는 압박에 시달린다.

프로젝트관리자들은 더 많은 사람들을 만나야 하며, 더 많은 절차를 수행해야 한다.

프로젝트관리자는 리스크를 최대한 빨리 수습해야 하는 소방관 역할을 해야 한다.

제 2절 R&D 프로젝트 리스크 관리 체계

1. 리스크 관리 싸이클

1) 리스크 관리 중요성

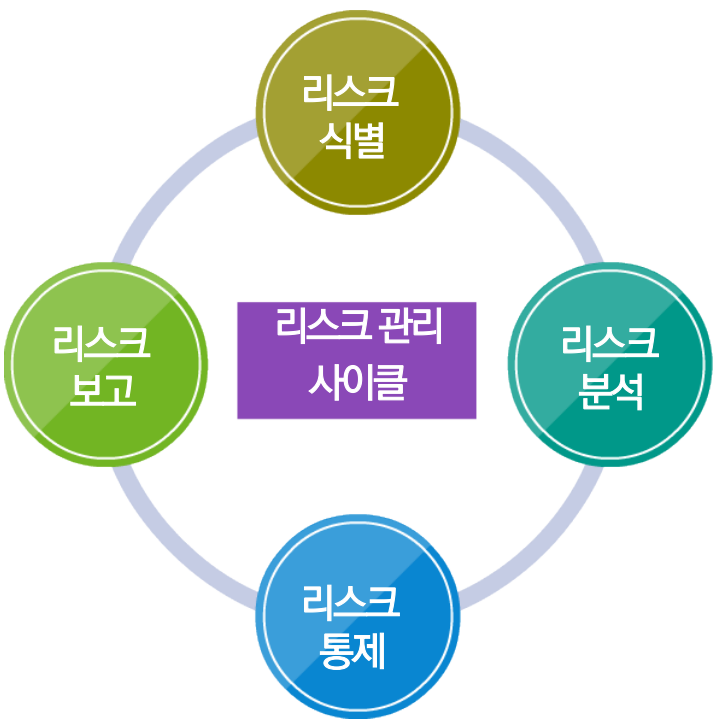
리스크는 계획된 것으로부터의 편차를 정량적으로 측정한 것으로 나쁠 수도 좋을 수도 있다.

나쁜리스크(Bad risk)	좋은 리스크(Good risk)
그 조직의 자원과 재무상태를 악화시키며 미션 수행 방해	기대된 결과 이상을 가져오거나 때론 기대하지 못한 기회 제공

나쁜 리스크로부터 조직을 보호하기 위하여 리스크를 분석하고 대비책을 만듦으로써 기회의 이점을 취한다.

2) 4단계 리스크 관리 모델

리스크는 계획된 것으로부터의 편차를 정량적으로 측정한 것으로 나쁠 수도 좋을 수도 있다.



1단계
리스크 식별 (Risk Identification)단계
프로젝트 구성요소들과목적, 그리고 위험 요소들을 식별하고 순위를 매김

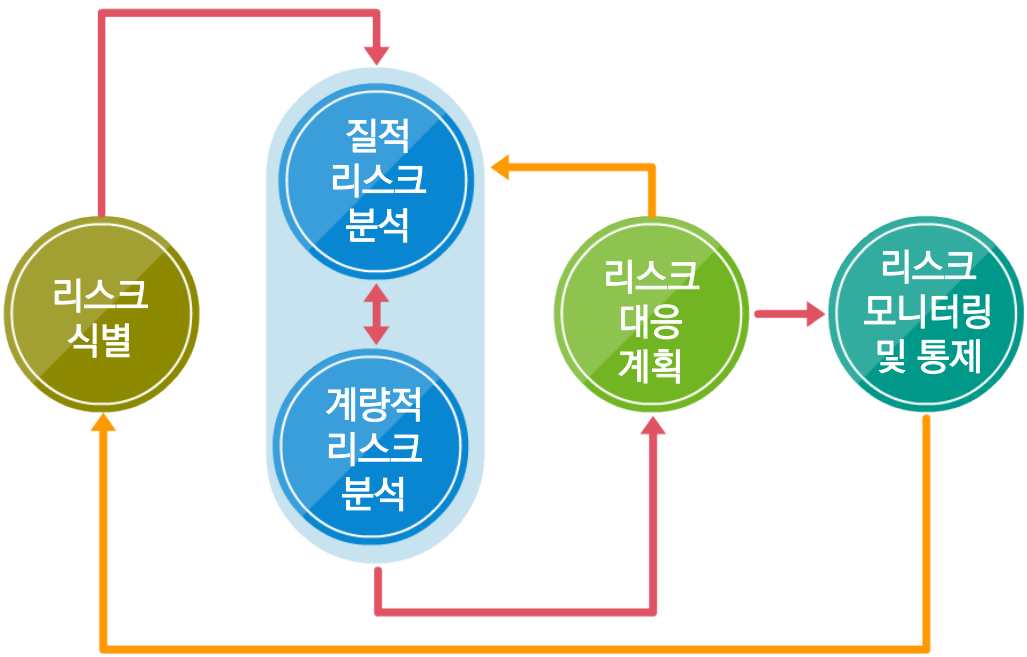
2단계
리스크 분석 (Risk Analysis) 단계
리스크 식별단계에서 수집된 자료들을 활용하여 프로젝트의 리스크 이해

3단계
리스크 통제 (Risk Control) 단계
리스크 요소들의 영향효과를 완화하거나 회피하기 위하여 리스크를 측정하고 통제활동 수행

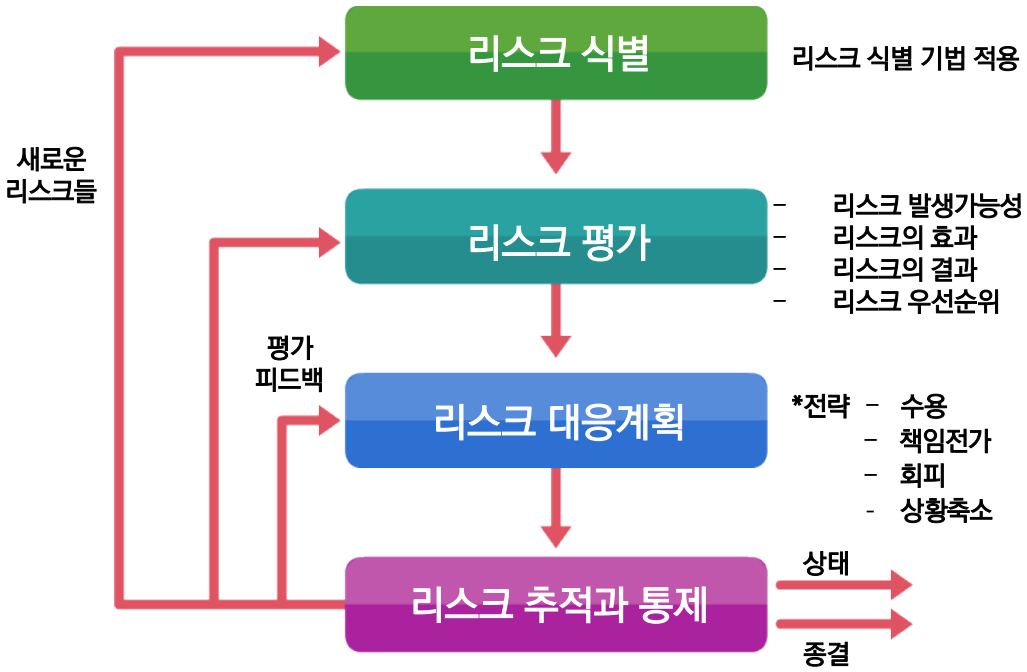
4단계
리스크 보고 (Risk Reporting) 단계
식별된 리스크들을 다른 사람들과 공유하고, 리스크 요소들에 대한 토의와 평가 실시

2. 리스크 관리 프로세스

1) 리스크 관리 프로세스



2) 리스크 관리 요소


리스크 식별
리스크 식별 기법 적용
새로운
리스크들
리스크 평가
- 리스크 발생가능성
- 리스크의 효과
- 리스크의 결과
- 리스크 우선순위
평가
피드백
리스크 대응계획
*전략 - 수용
- 책임전가
- 회피
- 상황축소
상태
리스크 추적과 통제
종결

3) 통합된 리스크 관리 프레임워크

출처 : Integrated Risk Management Framework, Treasury Board of Canada, Secretariat, 2001. Reproduced with the permission of the Minister of Public Works and Govemment Services. Goverment of Canada, 2004.

- 1단계: 리스크 이슈의 식별과 상황설정
- 2단계 : 핵심 리스크 영역의 평가
- 3단계 : 리스크의 발생가능성과 효과 측정
- 4단계 : 리스크 순위결정
- 5단계 : 바람직한 결과의 설정
- 6단계 : 해결가능대안의 개발
- 7단계 : 전략의 선택
- 8단계 : 전략의 실행
- 9단계: 리스크 모니터링과 평가 및 조정

3. 프로젝트 리스크 관리 향상

1) R&D 프로젝트

R&D 프로젝트 리스크 관리의 적용에 대하여 만족하는 조직은 소수에 불과하다.

리스크 관리를 성공적으로 할 수 있다는 확신을 가진 조직은 더 적다.

R&D 프로젝트 리스크 관리 능력을 향상시키기 위해 목표를 수립한다.

[R&D 프로젝트 리스크 관리 능력을 향상시키기 위한 목표 수립 예시]

프로젝트의 전수명주기에 걸쳐서 위험요소들을 식별하고 리스크에 영향을 미칠 수 있는 역량 향상

리스크 관리를 프로젝트의 진행과정 속에 자연히 녹아 들게 함

[관리가 잘 된 R&D 프로젝트]

성공 가능성 증가

지연 및 예산초과 발생하지 않음

2) 효과적인 R&D 프로젝트 리스크 관리

최선의 프로젝트관리 실천을 수행하기 위한 일부분 이다.

매끄럽고 성공적인 프로젝트 개발과 실행에 기여한다.

프로젝트의 계획단계에서 잠재된 위험요소에 초점을 맞추고 그 리스크의 발생으로부터 불러올 부정적인 영향을 감소시키는 전략을 전개함으로써 엄청난 손실을 사전에 방지한다.

3) 엄격한 리스크 관리 프로세스

정해진 스케쥴과 예산범위 내에 맞출 수 있게 한다.

회피할 수 없는 리스크들을 적절하게 방지할 수 있는 하나의 프레임워크 제공한다.

4. 리스크 관리 계획

1) 프로젝트 헌장

프로젝트에 관한 상세한 식별과 분석에 관한 명시다.

2) 리스크 관리계획

- 각각의 프로젝트 리스크에 대한 명세서와 그것이 프로젝트에 미치는 영향
- 리스크가 발생할 가능성과 그것이 프로젝트에 미치는 영향
- 리스크에 대한 평가(낮음, 중간, 높음, 치명적임 등)
- 리스크를 완화시킬 수 있는 전략 : 예방방법, 대응조치 등
- 리스크 완화전략을 맡을 책임자 기술
- 리스크 완화전략에 대한 현재 상태 기술

3) R&D 프로젝트 리스크 관리계획

리스크를 찾아내는 전제 계획과 이것을 관리하기 위해 사용되는 전략이다.

4) 리스크 관리계획의 구성요소 – PMI(Project Management Institute)

- 방법론 : 프로젝트 수행기간 동안 리스크를 관리하는 접근법
- 프로젝트 리스크 관리계획 속에서 식별되어진 리스크 활동들에 대한 프로젝트관리자의 역할과 책임
- 예산 : 리스크 관리예산의 준비
- 시기 : 리스크 관리활동들을 프로젝트 수명주기 내에 어떻게 적용할 것인가에 대한 명시
- 평정과 해석 : 점수화를 위한 파라메트와 이에 대한 해석
- 경계 : 어떤 리스크들이 다루어질 것인가에 대한 적용기준

5. 리스크 식별

1) R&D 프로젝트에서 리스크 식별

프로젝트 진행에서 발생하는 기회와 위협요인을 밝히는 것이다.

프로젝트를 이해하고 그 속에 내포된 일어날 수 있는 리스크들을 결정하고, 리스크의 특성들을 문서화 하는 과정

리스크 식별 작업은 프로젝트가 완성될 때까지 결코 멈추어서는 안 됨

프로젝트의 전 수명주기에 걸쳐서 수행해야 할 하나의 프로세스

[리스크 식별과 관련된 프로젝트관리 지식체계(PMBoK)]

입력요소	도구와 기법	산출물
① 기업환경요소	① 사업관련 문서의 세부 검토 (Documentation Reviews)	① 리스크 레지스터 (Risk Register)
② 조직프로세스 자산	② 정보수집기법	
③ 프로젝트 범위기술서	③ 체크리스트 분석 (Checklist Analysis)	
④ 리스크관리계획	④ 가정분석 (Assumptions Analysis)	
⑤ 연구개발 실행계획서	⑤ 다이어그래밍 기법	
⑥ 사업관리계획서		

6. 리스크 레지스터

1) 리스크 레지스터

모든 프로젝트의 리스크를 기록한 목록으로 리스크 관리의 본질을 설명한다.

2) PMI에서 제시한 리스크의 범주

리스크의 범주	리스크의 예
기술적 리스크	– 새롭거나 미검증된 기술에 대한 의존
품질 및 성과 리스크	– 산업표준의 변화 – 쉽게 도달하기 어려운 성과 목표
프로젝트관리 리스크	– 부실한 계획에 따른 리스크 – Risk associated with poor planning
조직상의 리스크	– 목표의 불일치, 구성원들 간의 불협화
외부 리스크	– 자연재해, 법적 변화 및 공표

3) R&D 프로젝트에서 리스크 식별 목록표

R&D 프로젝트의 수행에 따른 리스크들을 식별하여 그 원인이 무엇이며 이로 인하여 발생할 수 있는 효과는 무엇인가 규명한다.

참조 번호	리스크 내용	리스크원천 (How can the risk occur)	리스크의 효과 (What is the impact of the risk occuring)
1			
2			
3			
4			

- 각 리스크별로 그것이 발생할 가능성(likelihood)를 평가하고, 그것이 발생 시 그 영향이 어느 정도 심각한 지를 평가함
  - (L : 낮음, M : 중간, H : 높음)

리스크 평가등급					
	심각성의 정도				
발생 가능성		낮음	중간	높음	극단적임
	낮음	E	D	C	A
	중간	D	C	B	A
	높음	C	B	A	A

- 리스크 평가 등급은 발생가능성과 심각성의 정도에 따라 결합된 효과로 나타남

번호	리스크내용	발생가능성	심각성정도	등급	등급변경	조치사항	책임자
1	프로젝트를 완성하는데 있어 자금 부족	M (중간)	M (중간)	B	신규	-프로젝트 범위 조정 -시간과 자원조달 집중	프로젝트 관리자
2	스텝들의 기술적 능력 부족	H (높음)	H (높음)	A	상향 조정	-스텝훈련계획개발	컨설턴트
3							
4							

02 R&D 프로젝트 리스크 식별 도구 및 기법

1. 리스크 식별 도구 및 기법 개요
2. 브레인 스토밍
3. 델파이 방법
4. 명목그룹 기법
5. 전문가 판단 기법
6. 유사 프로젝트로부터의 학습
7. 시스템 실패 방법

제 1절 리스크 식별 도구 및 기법 개요

1. R&D 프로젝트의 리스크 식별을 위한 주요 도구와 기법

정보수집기법

- 문서 검토 기법
- 브레인스토밍(Brainstorming)
- 델파이 방법(Delphi Method)
- 명목그룹기법(Nominal Group Techniqe)
- SWOT 분석

과학적기법

- 다이어그래밍 기법 (diagramming Techniques)

전문가판단

유사프로젝트로부터의학습

제 2절 브레인 스토밍

1. 브레인스토밍의 개념

R&D 프로젝트의 위험을 식별하기 위해 가장 많이 사용하는 방법으로 여러 사람들이 한자리에 모여 자유로운 분위기를 조성하며 참여자들의 자유로운 발상을 유도함

2. 브레인스토밍의 단계

1	2	3	4
브레인스토밍 진행자(Facilitator) 선정	필기사 선정	문제의 범주화	다양한 리스크와 기회 포착에 집중
프로젝트 관리자는 진행자에서 제외	프로젝트의 리스크와 기회 포착을 위함	함부로 판단하거나 결과 를 내는 분석하지 않기	

3. 브레인스토밍의 기본규칙

- 다른 사람이 제시한 아이디어 비판 않아야 함
- 기존 아이디어의 활용 종합이나 개선하는 것은 적극 환영
- 아이디어의 수가 많이 나오도록 유도
- 아이디어에 대한 최종평가는 마지막까지 유보

4. 브레인스토밍의 장단점

장점

- 자유로운 분위기 조성을 통한 창의적 아이디어 창출
- 소수의 의견도 존중하며 특정 영향력 집단의 회의주도를 배제 가능
- 학습의 기회 제공뿐만 아니라 새로운 시각을 갖도록 함

단점

- 질보다는 양에 치중하게 됨
- 아이디어의 구조화가 어려움
- 피상적 아이디어만 제시될 가능성이 높음

제 3절 델파이 방법

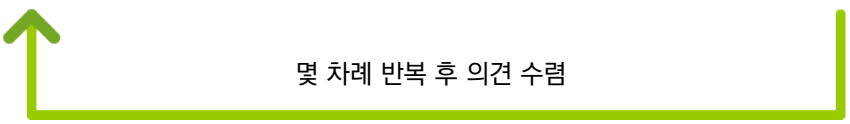
1. 델파이 방법의 개념

미국의 유명한 마케팅 연구기관인 Rand 연구소에서 개발한 기법으로 여러 명의 전문가들을 참여시켜 패널을 구성하여 의견을 수렴하는 방법

2. 델파이 방법의 일반적 단계

- 1단계: 조직의 내부와 외부로부터 전문가 패널을 선정하고, 이들 전문가들은 서로 대면 접촉을 하지 않으며, 실제로 누가 참여하였는지도 모르게 함
- 2단계 : 각각의 전문가들은 특정 주제에 대하여 예측을 하도록 함(익명으로 처리)
- 3단계 : 각 전문가들이 예측한 값들을 정리하여 다시 전체 패널참여자들에게 피드백을 하며, 이것에 근거하여 다시 예측을 함
- 위의 과정을 전문가패널들이 수렴할 수 있을 때까지 필요한 만큼 수 차례, 일반적으로 3~5라운드 계속적으로 진행

1	2	3
진행자 선정 및 패널 전문가 구성	진행자는 패널 참여자 들에게 의견을 서면으로 받은 후 요인분석 실시	분석된 정보는 검증을 위하여 다시 전문가 패널에게 전달하고 이것을 서로 공유



3. 델파이 방법의 장단점

장점

- 집단 내 사회적인 상호작용으로 인한 부작용(상사의 눈치나 특정인의 의견주도 등)의 개입 최소화

단점

- 더 많은 시간 소요
- 아이디어를 명확히 하는데 있어 한정된 기회를 가짐
- 의견 불일치 시 완전한 해결책을 내지 못함

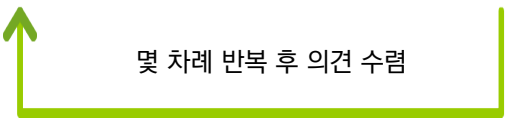
제 4절 명목그룹 기법

1. 명목그룹 기법의 개념

- 7~10명 정도의 참여인원이 상호대면 접촉은 허용하나 논쟁을 하지 않고 상호간의 의사소통을 이끌어내는 방법
- 팀의 구성원들이 모여 문제나 이슈들을 식별하고 순위를 정하는 가중서열화 기법
- 브레인스토밍의 구조화된 형태
- 집단으로부터 아이디어를 얻고 그 아이디어들이 그룹 내에서 어느 정도나 지지를 받는지를 확인하기 위한 방법으로 활용

2. 명목그룹 기법의 수행절차

1	2	3
진행자 선정 및 패널 전문가 구성	제출된 아이디어 들을 기록 아이디어에 대하여 패널에 참여한 사람끼리 토의	토의된 아이디어에 대하여 우선순위를 매기도록 하고 이것을 종합하여 (수학적 방법) 순위를 매김



3. 명목그룹 기법의 장단점

장점

- 침착한 아이디어 생성과정과 구조화된 토론을 진행 가능
- 구성원 상호간의 갈등 해소와 소수의 지배 배제
- 도출 단계와 평가단계가 분리되어 있어 창조적 아이디어 개발 가능
- 하나의 의견에 집착하는 경향을 줄일 수 있음

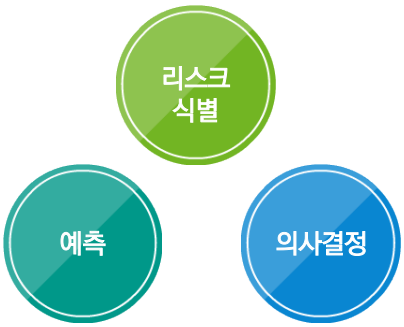
단점

- 리더가 의사결정과정에 대한 확실한 지식을 가지고 있어야 함
- 문제에 대한 사전 지식과 관련 자료의 충분한 준비 필요
- 의사결정과정이 고도로 구조화되어 있어 융통성이 적음

제 5절 전문가 판단 기법

1. 전문가 판단 기법의 개념

- 해당분야의 오랜 경험을 가진 전문가들의 의견을 수렴하는 방법
- 전문가는 어떤 조직에서는 중요한 자산으로 취급되어짐
- 전문가는 계획수립이나 평가에 항상 투입되어짐
- 전문가의 의견이 결정적인 경우가 많음



2. 전문가 판단 기법의 장단점

장점

- 질적으로 우수하고 현실적인 문제 예측

단점

- 전문가 개인의 편견(bias)이 개입될 잠재성이 있음

3. 전문가의 편견에 영향을 미칠 수 있는 요인

제 6절 유사 프로젝트로부터의 학습

1. 유사 프로젝트로부터의 학습개념

- 선행 프로젝트 중에서 그 특징이 비슷한 프로젝트를 찾아 분석함으로써 이들의 실패나 성공요인, 위험요인들을 찾아 프로젝트 계획에 반영하는 방법

2. R&D 프로젝트 위험식별에 있어 유사 프로젝트로부터의 학습 과정

1	2	3	4
프로젝트 특성 분석을 이용하여 비교 가능한 프로젝트 찾기	유사 프로젝트에서 발생한 실제 리스크 사건들의 목록을 이용하여 학습해야 할 학습문서 검토	또 다른 새로운 리스크 요소들을 식별하고 리스크 사건 발생 시 효과 분석	리스크 사건에 대한 대비책마련

제 7절 시스템 실패 방법

1. 시스템 실패 방법의 개념

과거의 실패사례를 이용하여 실패원인을 분석하고 미래의 리스크를 예측하여 다시 실패를 반복하지 않는 방법이다.

과거 유사한 운영 사례에서 발생한 실패들을 분석하는 체계적인 방법이다.

실패사례를 분석하여 어떤 위험이 실패의 원인이 되었는가를 분석한다.

부정적실패

- 상당한 자원을 투여한 후에 프로젝트를 상당부분 수정하거나 교정하거나 심지어 포기해야 하는 정책의 변화를 가져오게 하는 의사결정을 불러옴

긍정적실패

- 불확실성을 다소 내포고 있으나 프로젝트를 지속하여 마무리
- 프로젝트는 그 결과물을 만들어 내었지만 여전히 핵심 사용자들에게는 만족을 가져다주지는 못함

03 R&D 프로젝트 리스크 분석

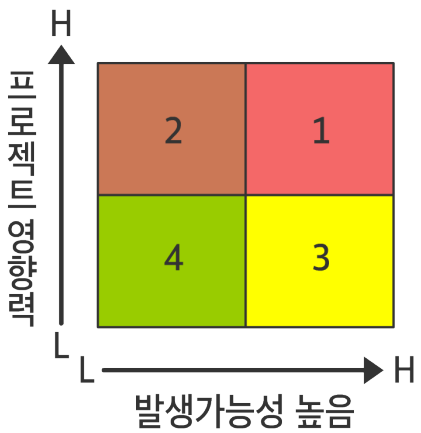
1. 리스크 분석 개요
2. 리스크 분석 방법

제 1절 리스크 분석 개요

1. 리스크 분석

프로젝트에서 발생하는 리스크 요소들을 정의하고 분석하는 과정이다.

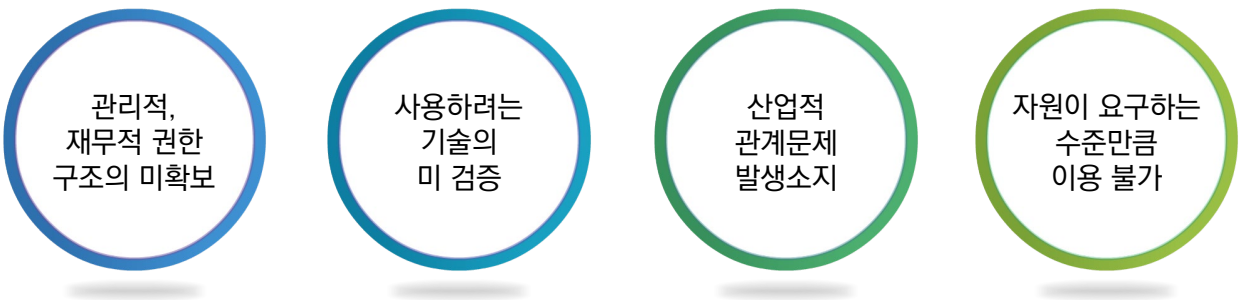
적절하게 잘 수행되어진 리스크 분석과 관리는 비용, 시간, 성과목표 면에서 프로젝트의 성공적인 완성가능성을 높인다.



2. 리스크 분석의 선행 단계

불확실성의 결과로 리스크가 존재한다는 것을 인식하는 것이다.

여러 종류의 리스크와 불확실성이 상존한다.



3. 리스크 분석 체계

입력요소	도구와 기법	산출물
① 조직의 프로세스 자산 ② 프로젝트 범위 기술서 ③ 리스크 관리계획 ④ 리스크 레지스터 ⑤ 프로젝트 관리계획 – 프로젝트 스케쥴 계획 – 프로젝트 원가관리계획	① 리스크 가능성 효과 평가 ② 리스크 확률-효과 매트릭스 ③ 리스크 데이터 질적평가 ④ 리스크 범주화 ⑤ 리스크 긴급성 평가 ⑥ 자료수집과 표현기법 ⑦ 계량적 리스크 분석과 모델링 기법	① 갱신된 리스크 레지스터

특정 사건이 발생할 경우 그 발생가능성을 확률로 계산하고 리스크에 따른 득실을 수치화 하여 계산

계량적 분석

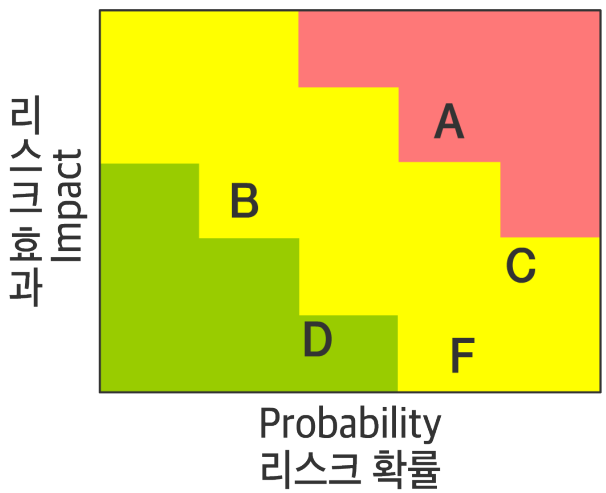
질적 분석

리스크 발생의 확률이나 손실 예측을 수치로 나타내기 어려운 경우 종종 사용

4. 질적 리스크 분석

리스크의 확률과 효과의 크기에 따라 리스크 발생 시 대응조치를 강구한다.

- 리스크 확률(Risk Probability) : 리스크 사상이 발생할 개연성(likelihood)
- 리스크 효과 (Risk Impact) : 프로젝트에서 리스크 사상이 발생할 경우 직면하게 되는 이슈의 스케일 (Scale of the issue)



제 2절 리스크 분석 방법

1. 리스크 평정 매트릭스

1) 리스크 평정 매트릭스의 개념

프로젝트 리스크를 분석하기 위하여 그 발생가능성과 프로젝트 성과에 대한 효과를 매트릭스로 표현한 유용한 도구이다.

확률 스케일(Probability Scales)

- 일반적으로 0과 1사이의 값으로 측정

영향점수(Impact Scores)

- 확률 스케일로 표현되어지며, 잠재적인 효과에 대하여 구체적인 값이 할당

리스크 평정 매트릭스를 이용하여 위험도 식별하고 이것에 기초하여 리스크 수준별로 적절한 대응전략을 개발한다.

2) 리스크 평정 매트릭스의 예시

3) 리스크 수준과 대응전략

구분	경제적/환경적/사회적 결과				
리스크 발생 가능성	Negligible	Low	Medium	High	Extreme
Extremely high	H	H	E	E	E
High	M	H	H	E	E
Medium	L	M	H	E	E
Low	L	L	M	H	E
Negligible	L	L	M	H	H

- E (Extreme Risk) : 리스크를 감소시키기 위하여 특정한 행동이 즉각적으로 요구되어짐
- H (High Risk): 중도에 가능한 빨리 일반적인 리스크 처방계획이 채택되어져야 하며, 리스크 감소를 위한 특정한 행동이 요구되어짐
- M (Moderate Risk) : 일반적인 리스크 처방계획의 채택이 상당한 수준까지 리스크를 감소시킬 수 있음
- L (Low Risk) : 일상적인 리스크 대응절차에 따라 관리함
- N (Negligible Risk) : 무시해도 좋을 만큼의 리스크

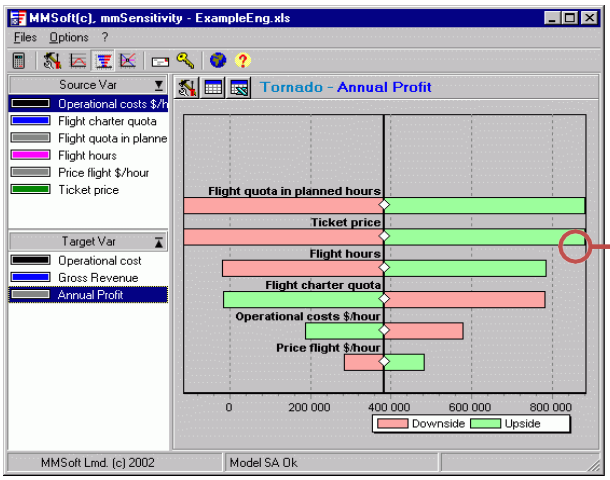
2. 민감도 분석

- 민간도 분석의 개념

  프로젝트에 대하여 특정 리스크의 잠재적 효과를 점검하기 위해 사용되는 기법이다.

[토네이도 분석 다이어그래밍 기법 이용]

프로젝트 리스크를 시각적으로 분석하기 위한 민감도 분석기법



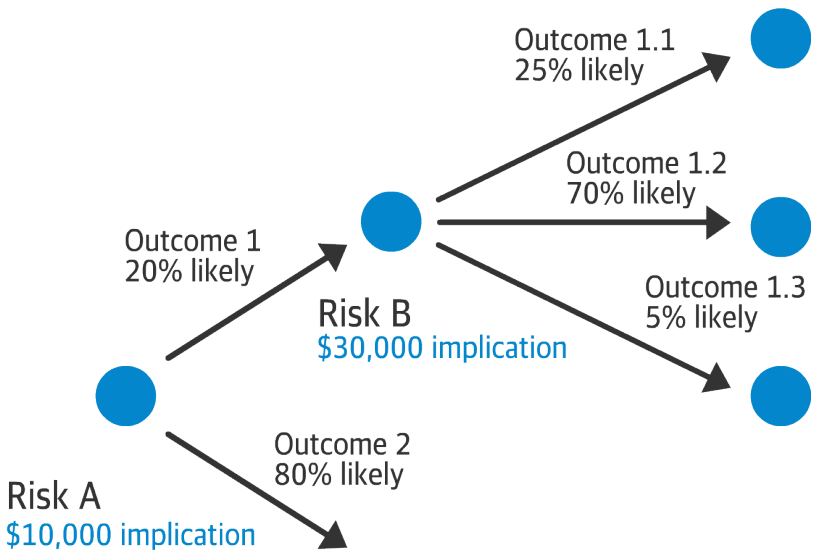
토네이도 챠트

입력 파라메트들을 산출물에 대한 효과의 크기 순으로 정렬하여 나타냄

3. 의사결정 트리와 EMV 개념

1) 의사결정 트리의 개념

- 각각의 행동대안들을 잠재적인 비용과 효익의 관점에서 다른 대안과 상대적으로 비교하여 평가할 수 있게 하는 다이어그램 기법이다



2) EMV(기대화폐가치) 분석의 개념

- 통계적 기법으로 발생 가능한 프로젝트 성과 뿐만 아니라 그 성과의 화폐가치로 환산된 재무적 결과까지도 분석이다.

3) 분석 예시

현재 당신의 조직에서 오래 전에 구축된 통합되지 못한 레거시 소프트웨어(Legacy Software)를 사용한다고 가정하여 보아라. 몇몇 영향력 있는 이해관계자들은 현재의 소프트웨어를 업그레이드함으로써 당신의 조직이 수백억을 절약할 수 있을 것이라 믿는 반면, 다른 사람들은 레거시 소프트웨어가 비록 현재 회사의 요구사항을 충족시키지 못하더라도 가장 한정한 옵션이므로 현재의 상태로 머물러 있어야 한다고 생각할 것이다.

더 나아가 소프트웨어 업그레이드를 지지하는 이해관계자들은 두가지 분파로 나누어질 것이다. 즉, 한 그룹은 새로운 소프트웨어를 구매하는 것(buying the new software)을 지지하며, 또 다른 그룹은 자체적으로 새로운 소프트웨어를 개발하는 것(new software in-house)을 지지할 것이다. 소프트웨어 개발을 둘러싸고 회사 내의 회의실에서 여러 이해관계자들의 자신의 주장이 옳으며, 각각의 대안들에 대한 부정적 리스크 요소들을 지적할 것이다.

신규 소프트웨어 시스템 구축 (Build the new software)

- 새로운 시스템을 구축하기 위해서는 관련 비용이 5억원 임

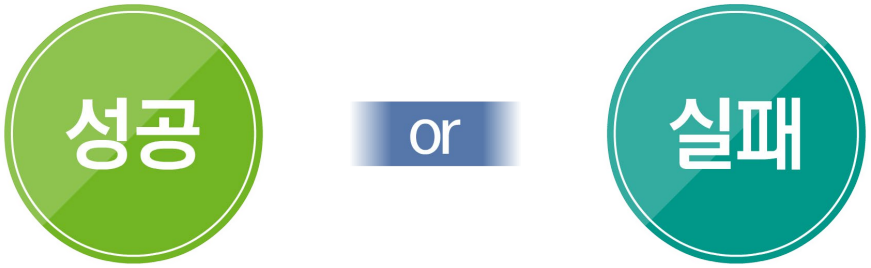
신규 소프트웨어 구입 (Buy the new software)

- 새로운 소프트웨어를 구입하기 위해서는 관련 비용이 7억5천만 원

레거시 시스템으로 남음 (Stay with the legacy software)

- 만일 회사에서 레거시 시스템으로 남기로 결정할 경우 대부분의 비용은 유지보수비이며 그 액수는 1억 원

▪ 신규 소프트웨어 구입이나 신규 시스템 구축 옵션의 경우



"손실 없음"

"상당한 리스크 손실
20억원 추산"

▪ 그 외 경우

자체 개발의 경우

실패 리스크 확률은 40%

외부에서 신규로 전문 소프트웨어를 구입할 경우

실패 리스크 확률은 5%

레거시 시스템으로 남아 있을 경우

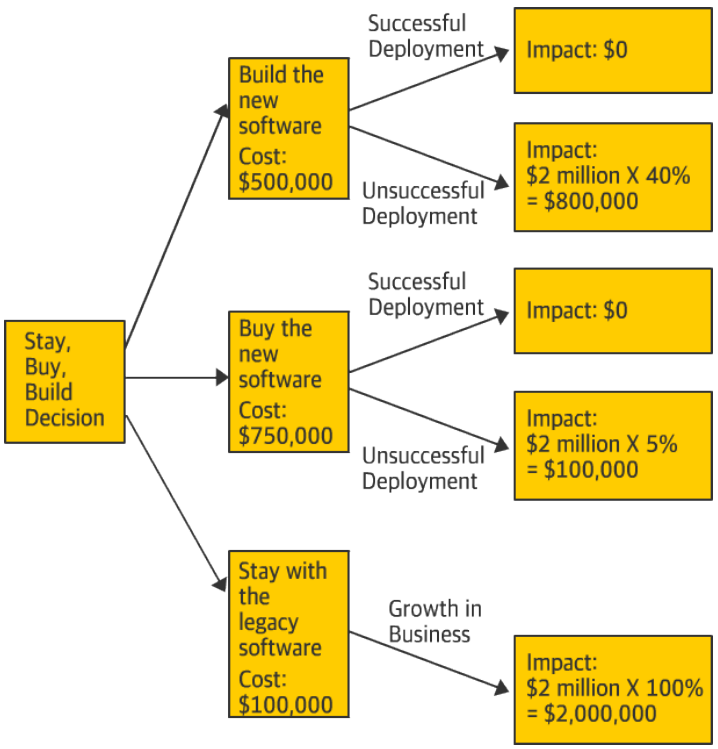
20억 원의 손실(효과) "사용자의 요구사항 증가"

- 세 가지 제안에 대한 EMV

자체 개발(Build the new software): 20억 원 * 0.4 = 8억 원

'신규 구입(Buy the new software): 20억 원 * 0.05 = 1억 원

레거시 고수(Staying with the legacy software): 20억 원 * 1 = 20억 원



신규 시스템 개발

- 5억원 + 8억원 = 13억원

신규 소프트웨어 구입

- 7.5억 원 + 1억 원 = 8.5억 원

전통적인 레거시 시스템 고수

- 1억원 + 20억원 =21억 원

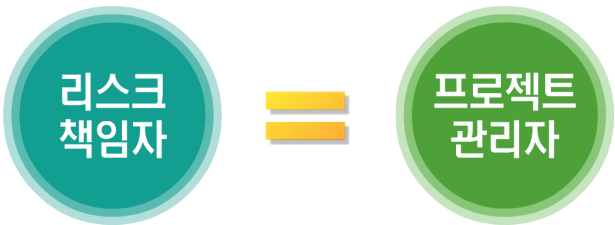
04 R&D 프로젝트 리스크 통제 및 대응

1. 리스크 대응 개요
2. 리스크 대응계획
3. 리스크 모니터링과 통제

제 1절 리스크 대응 개요

1. 리스크 대응 방안

- 리스크에 대응하기 위한 다양한 방법들이 개발되어져야 함
- 예상되는 리스크의 역효과에 기초하여 개발되어져야 함
- 특정한 리스크의 결과로 나타날 기회요인들도 찾아야함
- 최악의 리스크 상황, 프로젝트 유형, 비용 효익 정보 등 고려
- 적절한 리스크 관리전략을 개발하고 누가 그리스크를 다루는데 책임을 질 것인가 결정
- 리스크 책임자는 프로젝트 구성원들의 특정한 리스크 활동 결정에 대한 책임을 져야 함



2. PMI에서 제시하는 리스크 대응계획

입력요소	도구와 기법	산출물
① 리스크 관리계획 ② 리스크레지터	① 부정적 리스크 또는 위협에 대한 대응전략 ② 긍정적 리스크 또는 기회에 대한 대응전략 ③ 위협과 기회에 대한 양측면의 대응 전략 ④ 상황대응전략	① 갱신된 리스크 레지스터 ② 갱신된 프로젝트관리 계획 ③ 리스크와 관련된 계약 협상

제 2절 리스크 대응계획

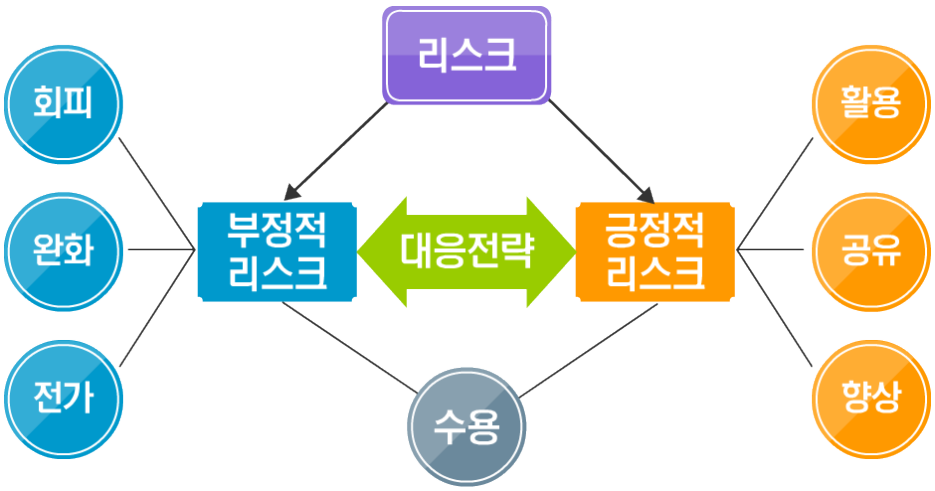
1. 리스크 대응 계획의 개념

- 다양한 상황의 위험에 처할 경우 이를 가이드 할 수 있는 문서화된 계획
- 각 리스크별 대응 전략 수립
- 각 리스크를 책임질 한 명 또는 그 이상의 책임자를 식별하고 배정
- 비상계획(Contingency plan) 및 대체 계획(Fallback plan) 수립

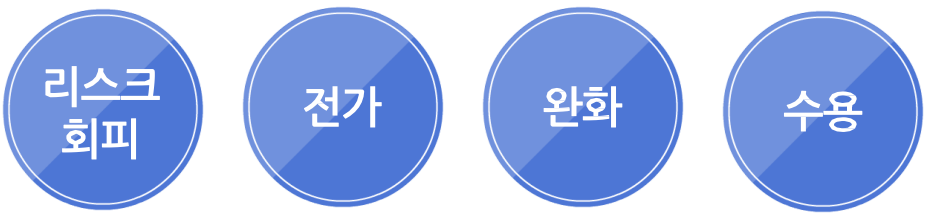
2. 리스크 대응 계획서의 구성요소

- 리스크 ID : 해당 리스크에 대한 고유식별번호
- 담당자 : 해당 리스크를 모두 모니터링하고, 비상계획을 조치할 담당자
- 리스크 발생원인 : 해당 리스크를 발생시킨 원인
- 리스크 요소 : 리스크에 대한 설명
- 영향력 : 리스크가 발생할 경우 프로젝트 목표에 미치는 영향력
- 리스크 노출도 : 리스크의 발생가능성과 그 영향력에 대한 정량적 평가 점수
- 리스크 대응전략 : 회피, 이관, 완화전략의 내용
- 리스크 징후(Trigger) : 리스크가 막 발생하려 한다는 것을 나타내는 징후 (일종의 경고 신호)
- 비상계획 : 리스크 징후가 발생한 경우의 수행해야 할 시나리오
- 비상계획 조치일 : 해당 비상계획을 실행시킨 일자
- 조치 결과 : 비상계획의 실행으로 인해 처리된 결과

3. 일반적인 리스크 대응전략의 유형



4. 부정적인 리스크 대응전략의 유형

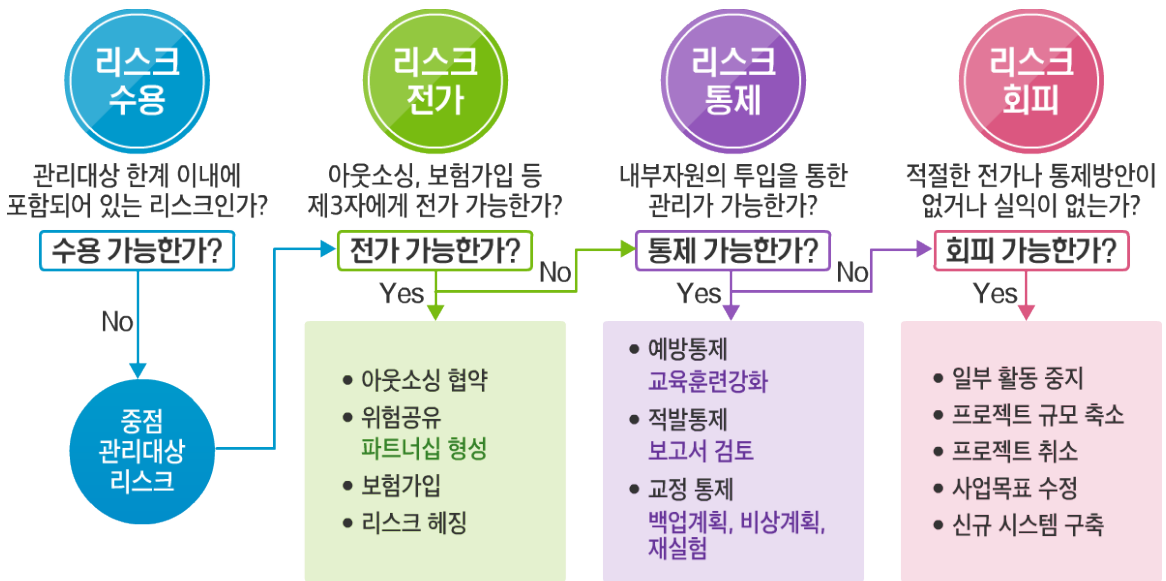


- 리스크 회피 : 잠재적 프로젝트 리스크를 피하기 위해 고안된 리스크 대응전략
- 리스크 전가 : 리스크를 다른 부문에 전가하기 위해 고안된 리스크 대응전략
- 리스크 완화 : 리스크 발생의 가능성을 줄이거나 제거하거나 전가하기 위하여 사용되어지거나 또는 프로젝트 목표에 미치는 리스크의 효과를 줄이기 위해 사용되는 대응전략
- 리스크 수용 : 특정의 리스크에 대하여 효과적인 대응책을 개발할 수 없을 경우 궁여지책으로 리스크를 감수하는 대응전략

5. 긍정적인 리스크 대응전략의 유형

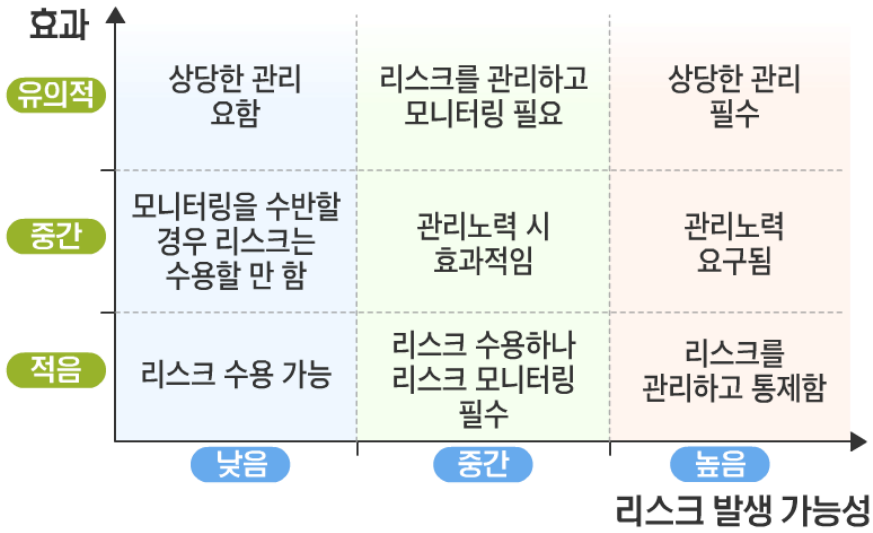
- 리스크 활용 : 리스크 이면에 숨어 있는 기회를 활용하는 전략
- 리스크 공유 : 상호간의 장점을 최대한 활용하기 위하여 파트너십을 형성하는 전략
- 리스크 향상 : 일을 올바르게 수행하여 결과를 얻으려는 전략, 리스크 사건에 대하여 이를 해결하여 발전시킬 수 있는 드라이버를 찾고, 일을 올바르게 수행함으로 성과를 향상시킬 수 있는 가능성이나 효과를 높이도록 함
- 리스크 수용 : 리스크가 발생하면 아무것도 할 수 없어 속수무책으로 수용하는 전략, 가장 최악의 부정적인 대응 전략이나 긍정적인 리스크의 경우 괜찮은 방법임

6. 리스크 프로세스와 그 대응 전략



7. 리스크 관리모델의 예시

[리스크 관리 조치사항]



특정 리스크 발생가능성과 그 효과의 크기에 따라 대응방안이 구분되어질 수 있으며, 이것에 따라 리스크를 관리하기 위한 조직전략과 대응이 달라진다.

제 3절 리스크 모니터링과 통제

1. 리스크 모니터링과 통제의 개념

프로젝트에서 발생할 수 있는 위험요소들을 사전에 탐지하여 리스크 대응전략에 따라 적절히 대응하는 절차와 프로세스이다.

리스크 모니터링은 프로젝트의 베이스라인 계획을 가지고 시작한다.

2. 리스크 모니터링을 위한 기본 결정사항

- 프로젝트 현황정보와 프로젝트 계획정보를 비교, 분석하여 신규 리스크를 파악하고 이를 분석하여 이에 대한 대응책 수립
- 기존 리스크를 재분석하고 파악된 리스크에 대한 지속적 추적과 리스크 대응방안의 유효성을 평가하고 잔여 리스크를 모니터링
- 리스크 대응방안의 실행 검토

3. 리스크 모니터링의 방법

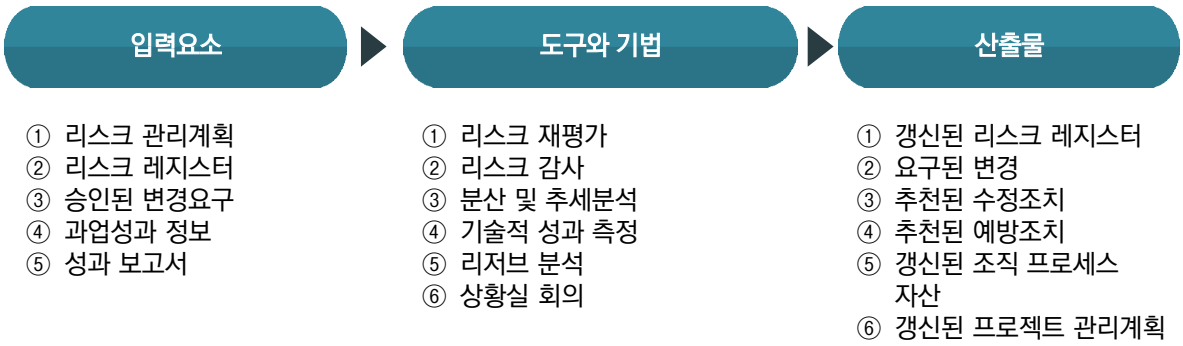
1) 현황정보 수집

- 정량적 정보 (Hard Data)
  - 프로젝트 메트릭스 정보, 대부분 프로젝트 진행상황을 보여주는 진단
  - 메트릭스(Diagnostic Metrics), 일정, 자원(비용/인력), 범위(품질) 정보 등
- 정성적 정보 (Soft Data)
  - 갈등, 개인사기, 상황이슈 등과 관련된 정보, 현 상황에 대한 원인 및 리스크 관련 초기 경고신호 제공 등 수집된 정보는 필요한 사람들과만 공유

2) 편차 및 경향 분석

- 편차분석
  - 현황정보 수집 완료 후, 메트릭스를 활용하여 계획대비 현황정보 비교
  - 계획대비 편차가 큰 사항들을 검증하여 편차가 큰 발생원인 밝힘
- 경향및 추세분석 정보
  - 프로젝트 종료일 조정 필요성, 예산증가 필요성, 추가자원 투입 필요성, 산출물 수정(변경)필요성에 대한 빠른 예측 가능

4. 리스크 모니터링과 통제 지식체계(PMBoK)



1) 리스크 모니터링 및 통제 기법

- 프로젝트 리스크 조치 감사(Project risk response audits)
  - 프로젝트 리스크 대응전략과 리스크 책임자의 효과성을 평가함
- 주기적인 프로젝트 리스크 검토(Periodic project risk reviews)
  - 현행 리스크 대응 활동을 검토하고 프로젝트에 어떤 변화를 주는가를 모니터링 함
- 기술적 성과 측정(Technical perfomance measurement)
  - 중요한 기술적 마일스톤이 충족되어졌는가를 결정하기 위해 사용되는 매우 중요한 도구임

2) 파악되지 않았거나 수용했던 리스크가 이슈가 될 경우 대응방안 수립

- 리스크 대응계획에 있는 리스크가 이슈가 될 경우
  - 대응계획대로 처리
- 대응이 복잡한 상황인 경우
  - 이슈대응 프로세스로 전개

5. 발견적 방법을 통한 이슈 대응조치 방안

[리스크 우선순위별 대응조치 현황]

우선순위	위험 속성			조치
	영향	발생시점	발생확률	
1	크다	가깝다	높다, 보통, 낮다	즉각적인 조치를 취한다
2	크다	보통	높다, 보통, 낮다	추가적인 정보를 수집하고, 세부 대응 계획을 작성하고, 필요한 경우 조치를 취하고, 지속적으로 감시한다.
3	크다	멀다	높다, 보통, 낮다	추가적인 정보를 수집하고, 대응 계획을 작성하고, 지속적으로 감시한다.
4	보통	가깝다	높다, 보통, 낮다	필요한 경우 조치를 취한다
5	보통	보통	높다, 보통,	대응 계획을 (재)작성하고, 지속적으로 감시한다.
6	보통	멀다	높다, 보통,	대응 계획을 작성하고, 정기적으로 감시한다.
7	보통	보통, 멀다	낮다	정기적으로 감시하고, 다음 회의에서 재평가 한다.
8	작다	가깝다	높다, 보통	지속적으로 감시한다.
9	작다	보통, 멀다	높다, 보통	정기적으로 감시한다.
10	작다	가깝다, 보통, 멀다	낮다	발생 후에 처리한다.

리스크 발생시 그 영향이 크고 발생시점이 가깝다면 우선적으로 즉각적인 조치한다.

리스크 발생시 그 영향이 크나 발생시점이 남은 경우, 추가적인 정보를 계속해서 수집하며 그 세부대응계획을 세우고 지속적으로 감시 수행한다.

6. 커뮤니케이션

1) 커뮤니케이션의 개념

- R&D 프로젝트 모니터링의 마지막 단계
- 공식적, 비공식적 의사소통 포함
- 명확하고 빈번한의사소통은 프로젝트 성공의 필수요건

2) 의사소통의 대표적 장벽

- 물리적 거리
- 시간차이
- 다양한 언어와 문화
- 다양한 규율

3) 프로젝트 현황 미팅

- 프로젝트 계획대비 진척 평가 및 리스크 관리상태를 확인하기 위하여 공식적인 모임을 가지는 것
- 비공식적인 의사소통을 통하여 의사소통이 강화되고 팀의 응집력이 높아질 수 있음

4) 현황보고서

- 회사 내에서 발생하는 각종 현황을 보고하기 위한 목적으로 작성하는 문서
- 구체적이고 명료하게 작성

05 연구노트 작성 및 활용방법

1. 연구노트 개요
2. 연구노트의 요건
3. 연구노트 작성 방법

제 1절 연구노트 개요

1. 연구노트의 정의

연구수행의 시작부터 결과보고 때까지 수행하였던 연구과정 및 성과를 모두 기록한 자료이다.

2. 연구노트의 종류

1) 서면 연구노트

- 제본된 노트에 필기구 등을 이용하여 내용을 기록하는 연구노트 (연구노트지침 제8조제1항)
- 조작가능성을 배제하기 위해 일정한 물리적 서식을 갖추어야 하고 작성요령을 준수해야 함
- 제3자의 증언을 확보(효력 증가하기 위해 기록자 외에 점검자 또는 확인자의 열람공개가 필요함

2) 전자 연구노트

- 전자문서 또는 전자화대상문서의 형태로 내용을 기록 저장하는 연구노트 (연구노트지침 제8조제1항)
- 서면연구노트의 불편함(정보재사용, 검색, 보관, 공유)을 보완하기 위해 연구개발정보를 전자파일 형식으로 기록한 노트
- 전자문서의 조작가능성을 배제하기 위해 인증기능(서명 or 시점)이 필요하며, 운영기관에서는 접근통제, 운영관리지침 등이 필요함

3. 연구노트의 중요성

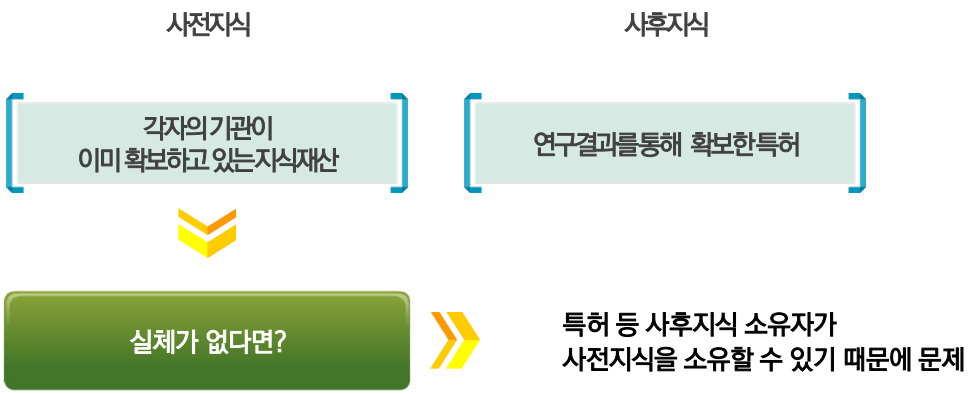
1) 영업비밀, 노하우의 활용 증가에 따른 연구성과 및 기술 보호

- 증빙 가능한 형태의 연구노트는 법관의 심리 형성에 결정적 역할을 한다.

2) 발명에 대한 소유권 귀속의 결정

- 연구기관에서는 발명의 권리에 의한 이견 또는 실적분배를 둘러싸고 반목 및 다툼이 발생할 수 있으며, 이 경우 연구노트는 객관적 증거서류가 된다.

3) 공동연구 수행에 따른 선행의 소유권 문제 및 예방



4) 결과도출이 어려움에 따라 실패 판정을 받는 경우

최근 국가 R&D 과제의 경우 '성실실패(Honorable Failure) 용인제도' 일부 도입

- 국가과학기술위원회(국과)는 중앙행정기관의 장이 정하는 기초연구사업의 성실실패를 인정할 수 있도록 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정을 개정(2012년)했다.
- 국과위는 규정에 '성실실패' 라는 제도를 명문화하고 성실실패로 인정되는 사업에는 연구자가 받을 수 있는 모든 불이익을 면제한다.

성실실패 대상 사업 : 기초연구사업 분야

5) 연구노트는 경쟁적 연구환경에서 자기방어

- 선의의 목적으로 진실하게 연구를 하였어도 증거자료 제출 요구는 갈수록 높아진다.

6) 기술이전 시 연구노트는 중요한 기술자료

- 기술이전 과정 시 연구개발 정보나 노하우가 기록된 기술자료(연구노트) 요청 빈도가 높다.
- 연구노트가 잘 기록·관리되어 있다면 기술이전 협상 시 유리하다.

"남을 위함이 아니라 본인을 위한 것!"

일기는 추억이지만, 연구노트는 분명한 기록으로써 명예, 돈, 또는 자기방어가 될 수 있음

예시

[연구성과 보호 사례]

누가 보더라도 명백하게 그 내용을 이해하고 믿을 수 있는 형태로 기록해야 함

4. 연구노트 기능

1) 기술이전 시 중요한 기술 자료

결과만을 필요로 하지 않고 개발과정에서 겪는 수 많은 시행착오의 경험도 연구노트를 통해 요구하는 경우가 있다.

가치를 3배에서 10배까지 올릴 수 있음

화학이나 바이오 분야는 노하우가 없다면 기술 이전이 성립되지 않는다.

2) 연구노트의 주요기능

- 후발연구자가 빠른 시간 내에 연구실의 노하우를 익히는 교재
- 연구 계획 및 성과 증명
- 연구결과물에 대한 발명자 특정 및 실적 분배 공정성 확보
- 공동연구 시 발명자를 둘러싼 다툼이 있는 경우에도 연구노트를 통해 권리의 귀속과 지분 비율책정에 활용

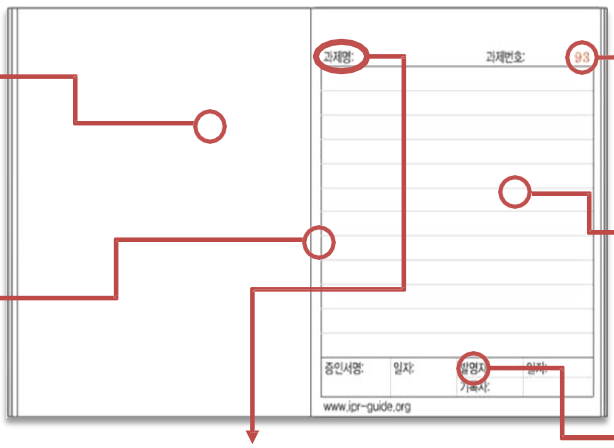
3) 연구윤리 확보 수단

- 학술지에 논문제출 시 연구노트 등 요구

4) 연구노트의 물리적 요건

삽입이나 삭제가 쉬운 바인더 형태의 노트지양
제본된 묶음 노트사용
제8조 1항1호

내구성 및 보존성이 좋은 종이로 된 내지
연구개발 정보를 특정하는 증거물이므로 장기보존필요



페이지 상단이나 하단에 일련번호 기재
제8조 1항1호
연구과정이 순차적으로 적절히 기재, 관리, 보존되는 것을증명

지워지지 않는 필기구사용 제9조 6호
기록내용이 장기간보존되는 필기구로 작성해야 함

테두리가 있는 페이지 구성
제8조 1항3호
테두리 안쪽에 데이터를 기재

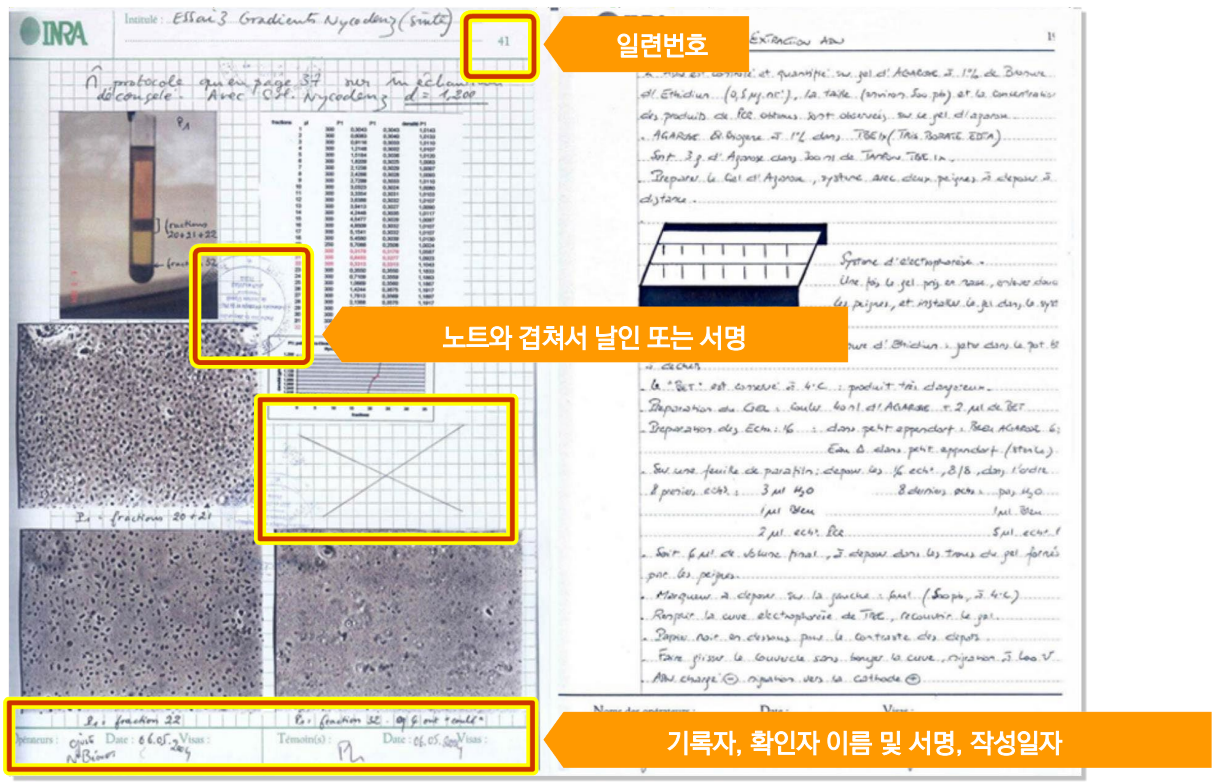
기록자, 점검자의 서명및 각 일자 작성란 구비 제8조 1항2호
기록자, 점검자의 서명인증기능이 포함되어야 함

연구 프로젝트명, 제목, 목적 등 기재
한가지 프로젝트에 여러 권의 연구노트가 발생되는 경우 관리를 위해 기본 사항을기재

5) 연구노트 기재 사항

- 환경데이터
  - 실험을 실시한 장소 등 주변 환경은 실험과는 별로 관계가 없다고 생각되지만 만약을 위해 기록을 실시해 두는 것이 좋음
- 실험자 이름, 공동 연구자 이름, 실험실의 기온 습도, 실험을 실시한 지역의 기후 등
- 관찰기록 설정치
  - 실험장치의 설정치 등과 같이 실험의 재현에 필요한 파라미터 및 실험의 결과 얻을 수 있던 데이터 등
- 실험의 절차
  - 연구목적 등 어떤 실험을 하는지
- 사용된 계산식
- 간이 해석 등 기록

6) 연구노트 작성 사례



[참고 사이트]

연구노트확산지원본부 (www.e-note.or.kr]

회원 가입 시 무료로 온라인 강의를 수강할 수 있습니다.

제 2절 연구노트의 요건

1. 서면연구노트의 요건

연구노트가 중요한 법률적 증거로 인정받기 위해서는 기록의 정확성과 함께 기록이 변조되지 않았다는 것을 보장해야 한다. 연구노트의 형태는 연구기관이나 개인에 따라 다양한 형태로 제작할 수 있지만, 법적 증거로 활용되기 위해서는 기본적으로 아래와 같은 형식을 갖춰야 한다.

1) 연구노트 제작형태

- 연구노트는 삽입이나 삭제가 어렵도록 제본된 묶음노트 형태여야 한다. 페이지 탈부착이 가능한 바인더 경우 불리하거나 유리한 증거를 사후에 삽입, 삭제할 가능성이 있으므로 피해야 한다.

2) 내지의 구성

- 내지는 연구내용을 기록하는 곳이다. 미리 인쇄된 페이지 번호, 실험제목, 실험목적, 연구내용, 기록자와 점검자의 날짜 및 서명란으로 구성된다.
- 한 프로젝트에 여러 권의 연구노트가 작성되는 경우 테두리가 있는 페이지에 실험제목, 실험목적 등을 기록하면 관리가 보다 쉽다. 연구내용은 페이지가 인쇄된 내지 앞면의 테두리를 벗어나지 않게 기록한다. 페이지 표시가 없는 속지, 뒷면이나 여백 등에 낙서나 메모를 하는 것은 금물이다.

[연구노트 내지의 구성]

<table>
<tr><td>실험제목</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>실험목적</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Continued from page :

Continued to page :</td></tr>
<tr><td>기록자 Invented by</td><td colspan="2">점검자 Witnessed and Unerstood by</td><td>점검자 Witnessed and Unerstood by</td></tr>
<tr><td>일자 Date</td><td colspan="2">일자 Date</td><td>일자 Date</td></tr>
</table>

3) 표지

- 연구노트 표지에 제목은 연구과제명을 간결하게 적는다. 연구노트의 효율적인 관리를 위해 연구노트 관리부서에서는 체계적으로 관리번호를 부여하며, 연구과제명, 연구책임자명, 기록자 및 관련정보 (소속, 사번, 전화번호 등), 연구기간 등의 조항을 마련해 기재하게 한다.

[연구노트 표지의 구성]

대외비(Confidential)
관리번호:
(Serial No.)

연 구 노 트
The Laboratory Research Notebook

부서명			
연구과제명			
연구기간			
연구책임자			
기록자	1.	2.	3.

4) 30년 이상의 내구성

- 연구노트는 발명자 및 발명일 확인의 증거로 활용되므로 30년 이상 장기간 보전이 요구된다. 따라서 열화 및 산화되기 어려운 재질, 장기간 보존에도 기재된 잉크가 뒷면에 번지지 않을 정도의 두께를 가져야 한다. 연구노트에 출력물이나 사진을 부착하는 경우 출력물이나 사진이 감광에 의해 변색되거나 글씨가 흐려지는 경우가 생기므로 주의해야 한다.

5) 기록자·점검자의 서명 및 날짜

- 연구노트가 증거로서 가치를 가지기 위해서는 각 페이지에 기록자와 점검자의 서명과 날짜를 기록하는 란이 있어야 하며, 점검자의 내용 확인이 정기적으로 이루어져야 한다. 서명을 할 때는 반드시 날짜도 함께 기록한다. 발명 일은 점검자에 의해 서명된 날짜로 결정되므로 점검자도 동시에 서명하는 것이 바람직하지만 현실적으로 어려울 수가 있다. 이런 경우 나중에라도 점검자는 각각의 페이지에 정기적으로 서명을 해야 한다.

- 속지 하단의 기록자 및 점검자 란에는 실제 연구내용을 기록한 사람과 점검자가 본인 이름을 자필로 쓴 후 서명하고, 날짜를 반드시 기록한다. 기록자와 검검자의 서명은 중간에 서명 모양을 바꾸지 말고 처음과 동일하게 한다. 기록자 및 점검자의 서명날짜는 혼돈이 없도록 일관성 있고 정확하게 기입한다. 예를 들면 2016. 5. 28. 등으로 표기한다. 본문 기록내용 중 시간은 오전이나 오후 또는 24시간 기준으로 기입한다.

※ 연구노트 점검자 조건

- 연구노트의 내용을 확인하는 사람은 원칙적으로 이해관계가 없는 제 3자여야 한다. 해당 연구의 공동연구자는 추후에 연구노트 날짜나 내용을 위조할 개연성이 다른 사람보다 높기 때문에 점검자로서 적격하지 않다. 따라서 연구노트를 쓴 연구자가 논문발표나 특허를 출원할 경우 점검자를 공동저자나 공동연구자로 포함하지 않아야 한다.

- 점검자는 연구노트 작성자의 연구내용을 사실로 확인하고 이해할 수 있는 사람, 특허분쟁이 일어날 가능성에 대비해 연구종료 후에도 몇 년간에 걸쳐 증인이 가능한 사람이 바람직하다. 주변 연구실의 연구책임자, 같은 연구실 내에 다른 연구팀의 책임자, 대학이나 연구기관의 지식재산본무나 실험 내용을 자세히 아는 연구원 등이 점검자로 적당하다.

6) 기타 연구노트에 필수적으로 들어가는 요소

- 프로젝트 개요
  - 과제명, 키워드, 목적, 연구내용 요약, 기대효과 등을 연구노트에 미리 기록해두면 편리하다.

[프로젝트 개요]

▪ 목차

- 연구노트에 기록된 내용 중에서 중요하거나 의미있는 결과를 알아보기 쉽게 연구노트 앞부분에 배치한다. 목차에는 쪽번호, 실험내용, 특이사항 등을 정리해 두어 기재된 내용을 쉽게 찾을 수 있도록 한다.

[연구내용 목차]

Contents of Study

쪽번호	내용	비고

▪ 약어표

- 약어표는 연구노트에서 일관되게 이용하는 기호나 코드번호 등의 정보를 간단히 기재할 수 있도록 정리한 표다. 기록자 외에 점검자 또는 후발 연구자 등 제3자가 연구내용을 쉽게 이해하는 데 도움이 되고 작성 시간을 줄일 수 있다.

▪ 연구노트 점검표

- 점검표는 기록자가 연구노트를 올바르게 작성하고 관리하는 습관을 갖도록 형식적, 기록적 사항을 점검할 수 있도록 한 표다. 눈에 띄는 곳에 점검표를 삽입해 연구노트를 적을 때 참고할 수 있게 한다.

[연구노트 점검표]

| 연구노트 체크리스트 |

No.	항목	예	아니오
1	노트 앞면에 노트번호와 기록자 성명이 기재되어 있는가?	☐	☐
2	모든 페이지에 일련번호가 매겨진 묶음형식의 노트에 기록 되었는가?	☐	☐
3	작성된 내용은 지워지지 않는 필기구로 기록되었는가?	☐	☐
4	건너뛴 페이지는 없는가?	☐	☐
5	완료된 페이지에는 공란이 없는가?	☐	☐
6	각 기록들은 연속적으로 작성되었는가?	☐	☐
7	모든 페이지에 기록자의 서명이 되어있는가?	☐	☐
8	수정된 부분은 수정 전의 내용을 확인 가능하고, 수정된 날짜와 기록자의 서명이 되어있는가?	☐	☐
9	정보의 기록이 읽기 쉽고, 시간 순서적이고, 완전한가?	☐	☐
10	후일에 만들어진 기록은 분리된 페이지에 기록되고 이전 기록을 포함한 관련 페이지와 상호 참조되었는가?	☐	☐
11	부수적인 자료는 연구노트에 고정되고, 부착된 날짜와 기록자의 서명이 되어있는가?	☐	☐
12	연구노트에 첨부할 수 없는 데이터의 경우 따로 보관하고 관리하였는가?	☐	☐
13	모든 기록이 공정하고 신뢰할 수 있는 서명자에 의해 통상적인 원칙으로 증명되었는가?	☐	☐
14	연구실의 연구노트들이 적절하게 보관되고 그것들의 위치가 표시되었는가?	☐	☐
15	연구노트는 연구자가 연구의 합법성을 증명하고 싶어하는 만큼 오랫동안 보관 되어지는가?	☐	☐

2. 전자연구노트의 요건

전자연구노트는 전자문서 또는 전자화대상문서 형태로 내용을 기록, 저장하는 연구노트를 말한다. 연구노트 지침(미래창조과학부 훈령 제44호)에는 전자연구노트로서의 자격 및 증거력을 갖추기 위한 세 가지 요건을 설명하고 있다.

연구노트 지침 (미래창조과학부 훈령 제 44호. 2013. 7. 31.
제8조 (연구노트의 요건) ② 전자연구노트는 다음 각 호의 요건을 충족하여야 한다. 1. 기록자·점검자 서명인증 기능. 다만, 필요시 연구기관의 장은 점검자의 서명기능을 제외할 수 있다. 2. 연구기록 입력일과 시간의 공인된 자동기록 기능 3. 기록물의 위·변조 확인 가능

1) 기록자·점검자의 서명인증 기능

전자서명이란 종이에 사용되는 서명 같이 전자문서에 서명한 사람이 누구인지 확인하고, 전자 서명의 변조여부를 알 수 있도록 전자문서에 부착하는 디지털 정보를 의미한다.

- 전자문서 서명
  - 전자문서를 기록한 기록자 정보(이름·소속·직위·작성날짜)를 추가해 기록자가 직접 작성했음을 확인하다. 기록자 정보는 기관 내 전자연구노트 시스템에 존재하는 사용자 로그인을 통해 자동생성한다. 시스템이 없는 경우는 사용자가 직접 기록자 정보를 입력해 텍스트 또는 워터마크 형태로 전자서명하는 방법을 선택할 수 있다.
- 전자이미지 서명
  - 전자문서에 직접 자필로 작성한 전자이미지 서명을 추가함으로써 기록자(점검자)가 전자연구노트에 서명한 것을 확인한다. 자필서명 정보를 입력하기 위해서 전자패드, 스캐너, 전자펜 등과 같은 부가장치가 필요하며, 서명 정보 입력도구를 통해 서명자료를 이미지화해 전자문서에 첨부하는 과정을 거친다.
- 공인인증 서명
  - 법적, 객관적 신뢰성을 확보한 공인인증서를 바탕으로 한 전자서명 방식이다. 인증서 발급시 생성되는 공개키에 대칭되는 개인키는 본인만 소유하며, 개인키 비밀번호는 본인만 알 수 있도록 설정하여 인증서 기반의 전자서명을 한다.

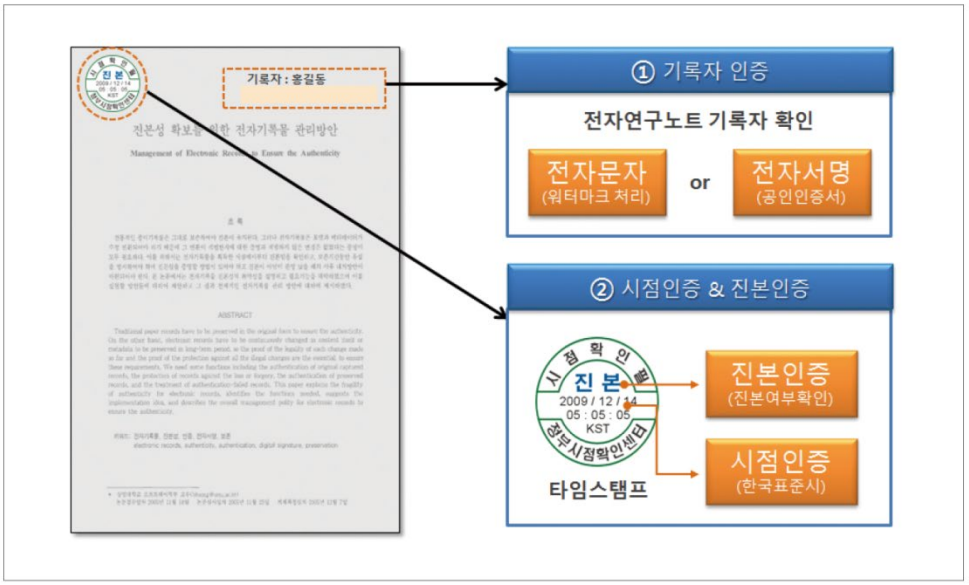
2) 연구기록 입력일과 위·변조 확인 기능

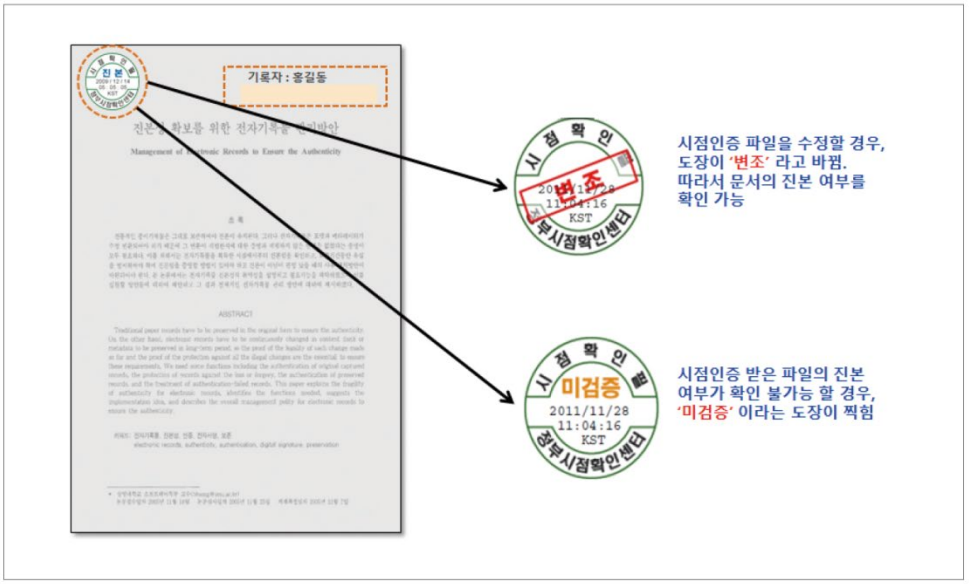
전자연구노트는 해당 시점에 기록자에 의해 작성된 문서임을 입증하는 것과 그 시점이후 위·변조가 되지 않았음(진본성)을 입증하는 것이 필수 요소다.

- 타임스탬프

  - 타임스탬프 (Time Stamp)란 전자문서의 생성시점 확인 및 진본성 확인을 위한 공개키 기반(PKI : Public Key Insfrastructure)의 국제표준기술로 전자문서가 어느 특정시각에 존재하고 있었다는 것을 증명하는 동시에 그 시각 이후로 작성된 내용이 변경되지 않았음을 증명하는 기술이다.

[전자연구노트 타임스탬프]





제 3절 연구노트 작성방법

1. 기본 작성방법

1) 객관적 사실만을 작성

- 연구노트를 작성할 때 가장 유의해야 하는 점은 조작 없이 기록해 위변조의 오해를 받지 않도록 하는 것이다. 한 페이지 또는 그 일부라도 절대 훼손해서는 안 되며, 한 번 그린 도면이나 그림을 덧그려도 안 된다.

2) 참여자 별로 별도의 연구노트 작성

- 연구노트는 참여자 별로 별도로 작성하는 것이 원칙이다. 다만 연구기관의 특성 및 과제의 성격에 따라 작성 대상에서 제외될 수 있으며, 여러 명의 연구원이 한 권의 연구노트에 같이 기록할 수도 있다. 만약 다른 실험과 병행된다면, 실험내용을 파악할 수 있게 관련 일정, 날짜, 연구 표제를 구별해 기록한다.

3) 제 3자가 재현 가능하게 구체적으로 작성

- 연구노트를 기록할 때는 같은 기술을 이해할 수 있는 제 3자가 연구노트를 보고 연구내용을 이해하고, 재현할 수 있게끔 구체적이고 상세하게 기술한다. 실험제목, 목적, 방법, 프로토콜, 데이터 등의 실험내용뿐 아니라 실시한 장소, 실험실 기온 및 습도 등 외부환경까지 명백한 문장으로 기록한다.

연구노트 작성 원칙
- 연구당일 바로 기록하는 것을 원칙으로 한다. - 연구내용은 시간 순서 별로 기록하며, 최근 기록된 연구내용, 수정, 추가사항 등 연구노트에 기록되는 모든 내용에는 해당날짜를 기록한다. - 기록할 때는 시간상 공백이 없어야 하지만, 장기 휴가나 출장 등 기록지연 사유가 있을 경우 반드시 사유를 기록하고 점검자의 서명을 받는다. - 연구기록을 다음 페이지에 연속으로 작성하는 경우에는 '00페이지에 계속', '00페이지로부터 계속'으로 표기해 기재가 계속됨을 나타낸다.

4) 내용의 수정

- 잘못 기록한 내용을 수정할 경우 수정 후에도 관련 내용을 확인할 수 있도록 줄을 긋고, 서명을 날인한 다음 수정사유를 기재한다. 실험도중 잘못된 계산으로 오류가 발생한 경우에는 간략하게 그 이유를 연구노트에 언급하고 수정한다.

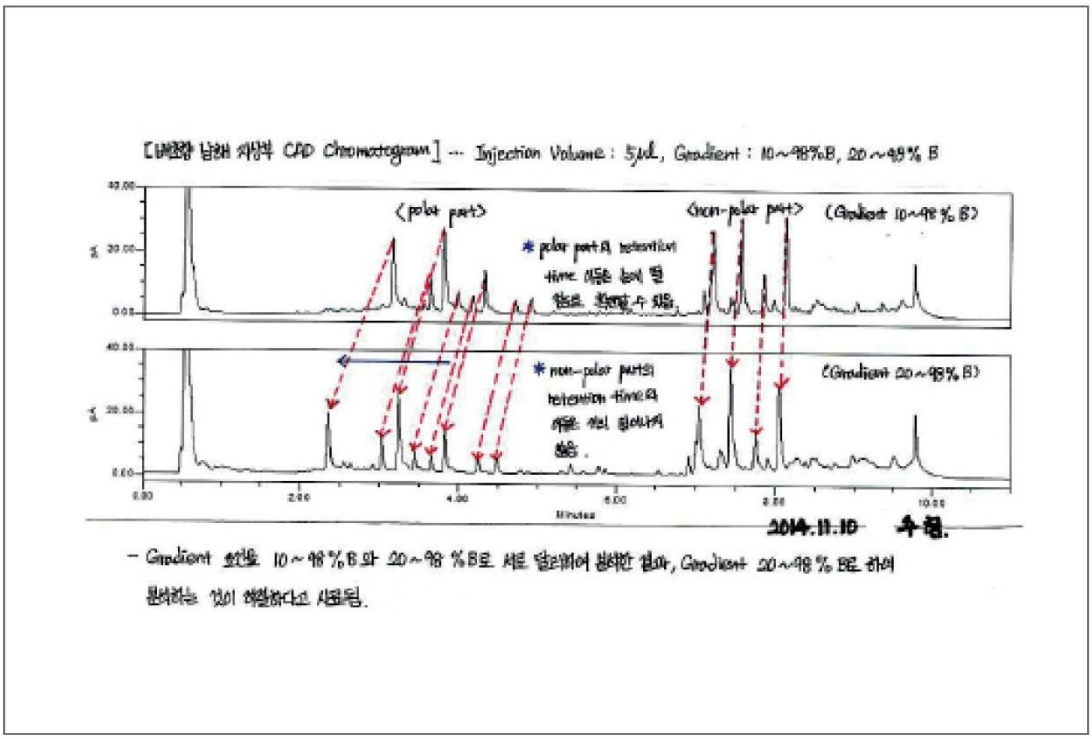
- 연구노트는 연구과정의 충실한 기록이 목적이므로 실패한 실험에 대해서도 절대로 삭제를 하면 안 된다. 불리한 정보를 삭제했다는 의심을 받을 수 있기 때문이다.

- 반대로 기록내용을 추가로 삽입할 경우 삽입표시와 날짜를 기입하며, 삽입공간이 충분하지 않으면 분리된 페이지에 기록하고 상호 참조하도록 한다.

5) 자료 부착 및 여백 처리

- 연구노트는 연구와 관련된 것은 무엇이든 기입해 두는 것이 좋다. 연구노트에 직접 기입하는 것이 불가능한 사진, 출력물, 타 연구실의 실험결과 사본 등은 날짜순으로 풀로 고정시키고, 그 위에 서명을 한 다음 날짜를 적는다. 이 때 서명과 날짜를 연구노트와 교차되도록 적는다.
- 출력을 위한 여백을 제외한 빈 공간은 허용되지 않으므로 연구노트 작성 뒤에 남은 빈 공간에는 반드시 여백 표시를 해야 한다. 빈 공간의 범위는 상식 선에서 연구의 신뢰성을 떨어뜨리고 조작 가능성이 발생할 정도의 공감이므로 한 줄 이상 띄우지 않는다. 여백을 표시할 때는 사선을 그어 표시하고, 그 뒤에는 어떠한 내용도 추가하지 않는다.

[연구데이터 부착 후 서명 및 날짜 기입]



6) 장기보존이 가능한 필기구 사용

- 연구노트를 작성할 때는 내용을 쉽게 삭제, 수정할 수 없으며 장기보존 시에도 변질이 없는 필기구를 선택한다. 또한 동일한 페이지에는 같은 종류의 펜을 사용해 연구노트의 신뢰성을 높이도록 한다.

7) 실패한 실험도 반드시 기록

- 연구노트는 실험과정을 가감 없이 기록하는 것이 원칙이므로 실패한 연구도 그 과정과 결과를 볼 수 있도록 기록한다. 실패요인이나 이유에 대해 기록하는 것은 향후 실험하는 데 도움이 될 수 있다.

2. 작성내용

연구노트를 작성할 때는 다음의 내용을 빠뜨려서는 안 된다.

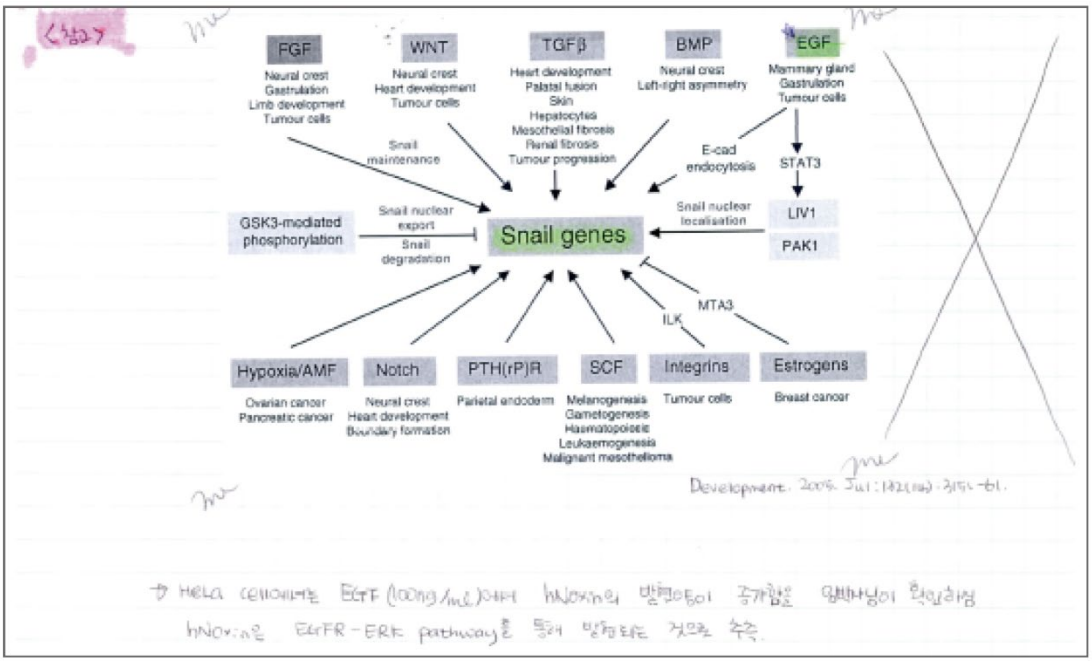
- 첫째, 연구과제·가설·실험의 목적·계획·순서·사용한 장비·재료·실험자료 등 실험결과, 고찰·아이디어 등 연구관련 내용
- 둘째, 발명자나 발명완성일 등을 특별히 저장하기 위한 날짜 및 기록자의 서명
- 셋째, 공동저자 또는 공동 발명자가 아닌 점검자의 서명

또한 연구노트를 작성할 때는 처음부터 끝까지 객관적인 언어, 같은 필체, 획일적인 방식으로 기재해 통일성을 유지한다.

1) 연구의 착상 및 목적

- 연구의 시작에 앞서 연구의 착상·목적·방법 및 예상결과에 대해 기록한다. 착상의 아이디어를 어디서 얻었는지, 선행연구에 대한 논의, 기술적 문제를 어떻게 해결해 연구를 실행한 것인지 등의 내용을 상세히 기술한다. 모든 실험절차에는 가설 및 목표가 정확하게 세워져 있어야 하며, 어떤 실험방식이 사용될지에 대해서도 명시되어야 한다. 다른 자료를 인용할 경우 출처를 밝혀야 한다.

[참고문헌 부착 후 출처 언급]

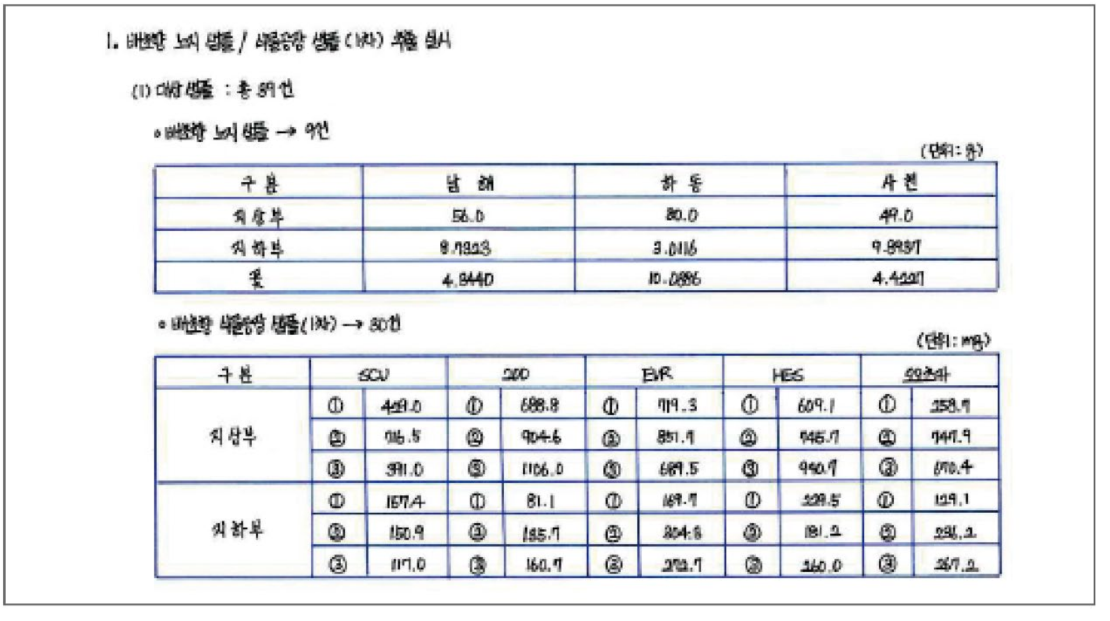


2) 재료 및 장비

사용되는 재료, 장비, 측정조건 등에 대한 목록을 작성한 후 상세히 기록한다.

- 재료 : 원료 및 성분 등
- 장비 : 회사명, 모델번호, 브랜드명, 시리얼 번호, 반응성 등
- 유기물 : 구입처, 출하상태 등
- 측정 조건 : 온도, 시료상태, 파장 등

[실험 재료의 목록을 분류하여 기록]



1. 배천향 노지 샘플 / 시중유통 샘플 (1차) 측정 실시

(1) 대상 샘플 : 총 89건

• 배천향 노지 샘플 → 9건

(단위 : g)

구 분	남 해	하 동	사 천
지상부	56.0	80.0	49.0
지하부	8.7323	3.0116	9.8937
꽃	4.8440	10.0886	4.4227

• 배천향 시중유통 샘플(1차) → 80건

(단위 : mg)

구 분	SCU		200		EVR		HES		일초차	
지상부	①	409.0	①	688.8	①	719.3	①	609.1	①	258.9
	②	916.5	②	904.6	②	851.9	②	546.7	②	947.9
	③	391.0	③	1106.0	③	689.5	③	940.7	③	870.4
지하부	①	167.4	①	81.1	①	169.9	①	229.5	①	129.1
	②	150.9	②	185.7	②	204.6	②	181.2	②	291.2
	③	117.0	③	160.9	③	272.7	③	160.0	③	267.2

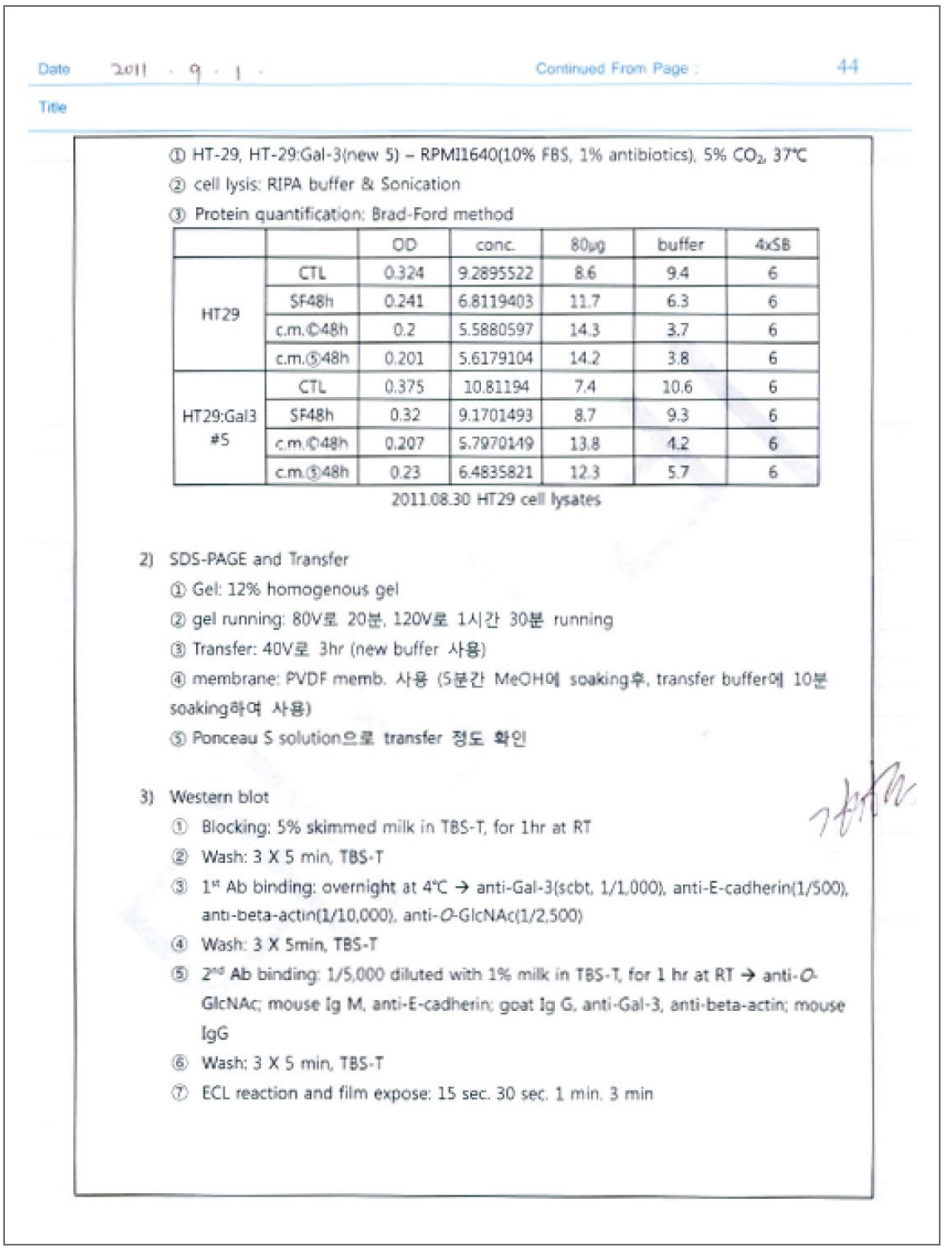
3) 실험 방법

- 실험절차에 따라 구체적으로 빠짐없이 작성하여, 다른 연구자가 그 기록에 따라 실험해도 똑같은 결과를 얻을 수 있도록 한다. 이때 실험과 관련된 조건이 될 수 있는 요소 (재료명·반응온도·반응시·처리농도 등) 뿐 아니라 실험의 세부사항도 빠짐없이 기록한다.

4) 실험 진행과정

- 실험 진행과정을 기록할 때는 무엇보다 경과나 상황 등을 그 자리에서 바로 기록함으로써 기록 누락을 방지하도록 한다.
- 실험과정을 기록할 때는 시약의 양, 조작, 반응조건(온도·시간), 관찰사항(발열·색) 등 실험 중 일어나는 모든 일을 기록한다. 이때 '주관적인 기술표현'(예쁜·더러운)은 허용되지 않고, 전문적, 학문적 약어를 사용할 경우 약어표로 정리한다. 기호나 그림을 그려 실험내용을 간결히 표현할 수도 있다. 도한 실험 중 일어난 시료소비, 기구파손, 실험경과 등도 기록으로 남겨 놓는다. 감상이나 해석, 고찰 등은 진행기록이 아닌 상황기록이므로 여유 시간에 기록으로 남긴다.

[실험방법과 과정을 word로 출력해 서면연구노트에 부착]



Date 2011 · 9 · 1 · Continued From Page : 44

Title

① HT-29, HT-29:Gal-3(new 5) – RPMI1640(10% FBS, 1% antibiotics), 5% CO_2, 37℃

② cell lysis: RIPA buffer & Sonication

③ Protein quantification: Brad-Ford method

		OD	conc.	80μg	buffer	4xSB
HT29	CTL	0.324	9.2895522	8.6	9.4	6
	SF48h	0.241	6.8119403	11.7	6.3	6
	c.m.©48h	0.2	5.5880597	14.3	3.7	6
	c.m.⑤48h	0.201	5.6179104	14.2	3.8	6
HT29:Gal3 #5	CTL	0.375	10.81194	7.4	10.6	6
	SF48h	0.32	9.1701493	8.7	9.3	6
	c.m.©48h	0.207	5.7970149	13.8	4.2	6
	c.m.⑤48h	0.23	6.4835821	12.3	5.7	6

2011.08.30 HT29 cell lysates

2) SDS-PAGE and Transfer

① Gel: 12% homogenous gel

② gel running: 80V로 20분, 120V로 1시간 30분 running

③ Transfer: 40V로 3hr (new buffer 사용)

④ membrane: PVDF memb. 사용 (5분간 MeOH에 soaking후, transfer buffer에 10분 soaking하여 사용)

⑤ Ponceau S solution으로 transfer 정도 확인

3) Western blot

① Blocking: 5% skimmed milk in TBS-T, for 1hr at RT

② Wash: 3 X 5 min, TBS-T

③ 1st Ab binding: overnight at 4℃ → anti-Gal-3(scbt, 1/1,000), anti-E-cadherin(1/500), anti-beta-actin(1/10,000), anti-*O*-GlcNAc(1/2,500)

④ Wash: 3 X 5min, TBS-T

⑤ 2nd Ab binding: 1/5,000 diluted with 1% milk in TBS-T, for 1 hr at RT → anti-*O*-GlcNAc; mouse Ig M, anti-E-cadherin; goat Ig G, anti-Gal-3, anti-beta-actin; mouse IgG

⑥ Wash: 3 X 5 min, TBS-T

⑦ ECL reaction and film expose: 15 sec. 30 sec. 1 min. 3 min

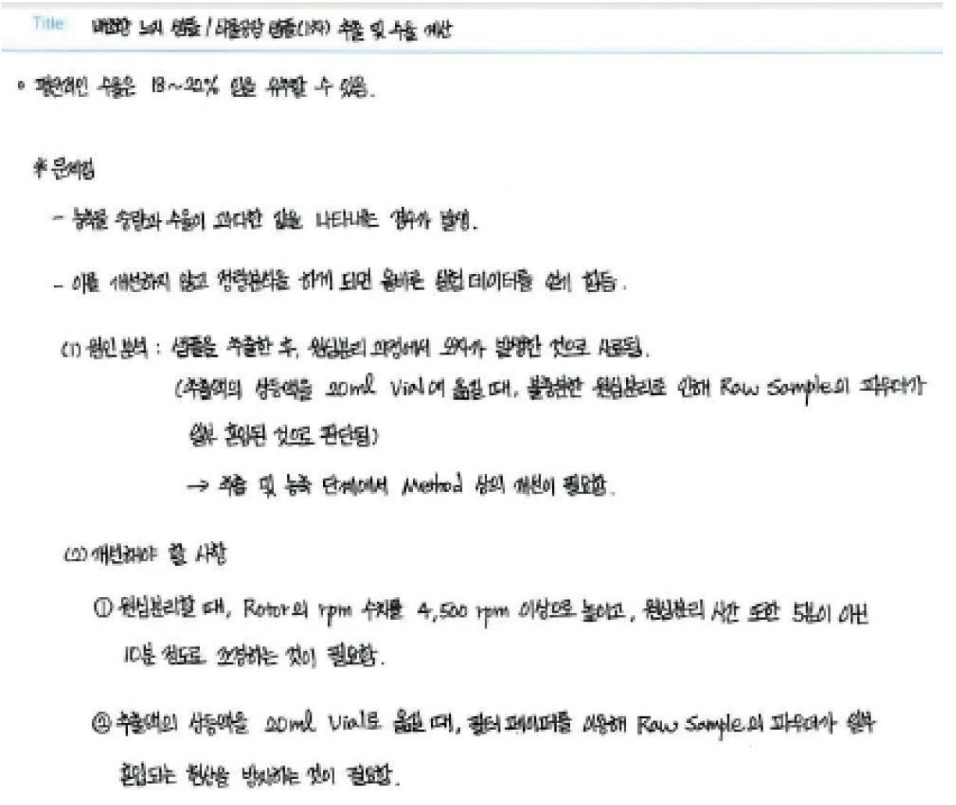
5) 실험 결과

- 실험결과는 시간적 변화, 구체적 조작 등을 알 수 있게 기록한다. 이때 주관성이 배제된 객관적 언어로 기록함으로써 제 3자가 보더라도 실험에 대해 알 수 있게 한다.
- 실험결과 및 데이터는 구체적으로 기록하고, 기호나 약호 사용시 약어표를 삽입하며, 그래프는 축의 수치나 단위를 밝히고, 데이터는 오차 범위 순수데이터를 기록한다. 현미경 관찰을 한 경우 스케일 축적을 바로 표시한다.
- 근거가 되는 참고문헌 및 실험결과의 해석이나 데이터 해석에 필요한 반응식이나 이론식, 수치 등은 미리 기록한다. 또한 측정 알림표 및 획득조건(조작조건·조정값·준비사항·설명·반응체의 기준·장비 및 데이터를 처리한 계산방식·연산방식) 등을 기록한다.
- 실험데이터의 해석과 결과에 대해 내린 결론은 재실험 여부, 실험의 변경, 다음 실험 디자인, 실험 종료, 중지 등 향후 실험방향에 도움이 된다. 따라서 성공한 실험, 실패한 실험 모두 기록하며, 실패한 경우 이에 대한 의견을 기록한다.

6) 고찰

- 실험이 끝난 뒤 실험계획대로 수행했는지, 실험의 목적은 달성되었는지, 실험결과의 의의는 무엇인지 등을 검토하는 작업이 '고찰'이다. 고찰을 작성할 때는 고찰·해석·데이터 평가 등의 표제어를 기입해 다른 항목과 구분할 수 있게 한다. 고찰은 실험에 대한 감상이 아니라 실험 전반에 근거해서 자신이 생각하고 있는 것을 논리적으로 기술하는 단계다. 실험 중 떠오른 생각이나 의문, 실험을 통해 이해한 사실, 추후 검토해야 하는 일, 밝혀진 사실, 실험의 문제점 등 실험관련 내용 등을 빠짐없이 기술한다.
- 예를 들어, 다른 연구자의 논의나 회의 내용도 반드시 기록으로 남긴다. 공동연구시에는 다린 소속 연구자의 이름과 이메일 등 주고받은 메시지를 증거물로 기록해 둔다. 한 때 논의된 아이디어나 아이디어 제안자의 이름, 참석자를 기록하는 것은 연구의 귀속을 명확히 하는 효과가 있을 뿐 아니라 특허를 출원할 경우 발명자 확인에도 도움이 된다.

[연구결과의 고찰을 통해 연구의 문제점과 실험의 개선점을 기록]


Title 배합한 노지 샘플 / 시설유망 샘플(1차) 추출 및 수율 계산

• 평균적인 수율은 18~20% 선을 유지할 수 있음.

※ 문제점

- 농축물 중량과 수율이 과다한 값을 나타내는 경우가 발생.
- 이를 개선하지 않고 정량분석을 하게 되면 올바른 실험 데이터를 얻기 힘듬.

(1) 원인 분석 : 샘플을 추출한 후, 원심분리 과정에서 오차가 발생한 것으로 사료됨.
(추출액의 상등액을 20ml Vial에 옮길 때, 불충분한 원심분리로 인해 Row Sample의 파우더가 일부 혼입된 것으로 판단됨)
→ 추출 및 농축 단계에서 Method 상의 개선이 필요함.

(2) 개선해야 할 사항

① 원심분리할 때, Rotor의 rpm 수치를 4,500 rpm 이상으로 높이고, 원심분리 시간 또한 5분이 아닌 10분 정도로 조정하는 것이 필요함.

② 추출액의 상등액을 20ml Vial로 옮길 때, 필터 페이퍼를 사용해 Row Sample의 파우더가 일부 혼입되는 현상을 방지하는 것이 필요함.

7) 참고사항

- 참고사항은 말 그대로 제 3자가 연구의 환경에 대해 참고할 수 있게끔 기록으로 남기는 것이다. 실험을 실시한 장소 등 주변환경이나 실험실시 지역의 기후 같은 환경데이터, 실험장치의 조건 및 위치 등을 나타낸 연구실 모습 그림, 필드실험의 경우 현장 스케치, 시약의 위치 같은 실험실 관리 체계, 모든 컴퓨터 매체, 자료 바인더, 샘플 등이 보관된 위치를 기록한다. 연구원이나 연구실 환경이 바뀌더라도 환경을 그대로 재현하는 데 도움이 된다.

참고문헌

중소기업청, R&D기획역량강화 교육 프로그램「R&D 프로젝트 리스크 관리 및 연구노트 개요」
국가과학기술인력개발원. 연구노트 표준교재.「연구노트의 올바른 이해」

POSTECH POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
(37673) 경상북도 포항시 남구 청암로 77(효자동 산31)
TEL. 054-279-0114
E-Mail. webmaster@postech.ac.kr