

진짜 문제, 목표 트리, 마인드맵

Introduction to Engineering Design

공학설계입문

이번 주 강의 개요

이번 시간에는 진짜 문제, 목표 트리, 마인드맵과 관련하여 아래 내용을 살펴봅니다..

- 비정형 문제와 진짜 문제
- 합리적인 설계 방법론
- 원인-결과 다이어그램과 팀워크



비정형 문제와 진짜 문제

공학 문제의 특징

- 공학 문제의 특징
 - 해답이 일정하지 않은 비정형(ill-structured) 문제 또는 하나 이상의 해답을 가진 열린 사고력(open-ended) 문제가 많음
 - 공학설계는 명쾌하고 정형적인 수학/과학과 밀접한 관계를 맺고 있지만, 설계의 초기 단계에서는 이러한 수학/과학이 별로 쓰이지 않는 경우가 많음
- 의자 설계의 예
 - 어떠한 용도로 만들 것인가?
 - 어떠한 형태와 색깔로 만들 것인가?
 - 의자의 재질을 무엇으로 할 것인가?
 - 생산 비용은 어느 정도로 할 것인가?



일반 학교 의자



비정형적이거나 열린 사고력적 특성을 찾을 수 있는 의자 설계

정형적 문제와 비정형 문제

- 비정형 문제의 정의
 - 어떠한 측면에서는 정의가 부족한 구조를 가지는 문제" (허버트 사이먼, 1973)
 - 불명확한 목표와 완전하지 못한 정보들을 가지는 문제" (보스, 1988)
 - 다수 개의 해결책과 컨셉, 규칙, 원칙 등에서 불확실성을 가지는 문제" (요나센, 1997)
- 정형적, 중간 정형적, 비정형 문제의 비교

표 7.1 정형적, 중간 정형적, 비정형 문제의 비교

	정형적 문제	중간 정형적 문제	비정형 문제
목표	잘 정의됨	통상 잘 정의됨	정의되지 않음
시작 상태	잘 정의됨	잘 정의됨	잘 정의됨
실행	잘 정의됨	가능성 있는 많은 실행	정의되지 않음
최종 상태	잘 정의됨	잘 정의됨	정의되지 않음
제한 요소	잘 정의됨	통상 잘 정의됨	통상 잘 정의되지 않음
예	차 운전을 시작하는 경우	차를 고치는 경우	차를 설계하는 경우

진짜 문제의 정의

- 잘못된 문제 정의는 실패로 이어질 수 있음
- 고대로부터 피라미드 등 거대한 건축물이 실제 진짜로 세워짐
- 20세기 후반 CT, MRI, 원자로 등 과학적 발전이 이루어짐
- 반면 수백 년에 걸쳐 연구되어온 연금술은 실현 불가능한 문제
 - 연금술 문제는 원래부터 정의될 수 없는, 진짜 문제가 아님
- 진짜 문제(real problem)를 정의하고 다룰 수 있어야 함
 - 증상(symptom)을 문제의 본질로 혼동할 수 있으므로, 증상과 문제를 분리시켜 사고할 필요가 있음

The Real Problem

뉴 코크

- 1980년대 초반 펩시콜라의 점유율이 코카콜라를 위협하는 수준에 도달
- 그 결과, 코카콜라 회사에서 코카콜라와 펩시콜라 간 맛 간의 블라인드 테스트 실시
 - 코카콜라보다 펩시콜라의 선호도가 높은 것으로 결과가 나옴
- 테스트 결과를 토대로 1985년 "뉴 코크"라는 새로운 콜라를 출시하고, 기존 콜라의 생산 중단
- "내 추억이 사라졌다" 는 소비자들의 강력한 항의
 - 3개월 후 기존 콜라를 "코카콜라 클래식"으로 재출시
- 이후 인기가 적어진 뉴 코크가 퇴출되고,
2009년 코카콜라 클래식에서도 클래식 마크 삭제
- 코카콜라 회사는 점유율의 감소가 맛 때문이라고만 생각
 - 감정적인 문제, 기존 브랜드에 대한 충성심을 간과
- 블라인드 테스트로는 진짜 문제 판단이 어려움을 인식 못함



그림 7.2 코카콜라 클래식과 뉴 코크

뉴 코크

- [1985년 코카콜라 실종사건, 기묘한 이야기와 연관이 있다?! - YouTube](#)



자동차 에어백 팽창 문제

- 자동차 에어백 생산 회사에서 에어백 팽창 실패율이 높은 문제점을 발견
- 전문 엔지니어에게 이 문제를 해결하는 작업을 의뢰
 - 엔지니어는 부품 결함으로 문제를 정의하고 작업했으나 실패
- 다시 문제를 정의하고 연구한 결과, 포장 과정에서 에어백이 접히면서 발생한 문제임을 알아냄
- 에어백을 접는 과정에서 견고성을 일정하게 하여 문제를 해결



그림 7.3 에어백의 팽창

배가 아픈 이유

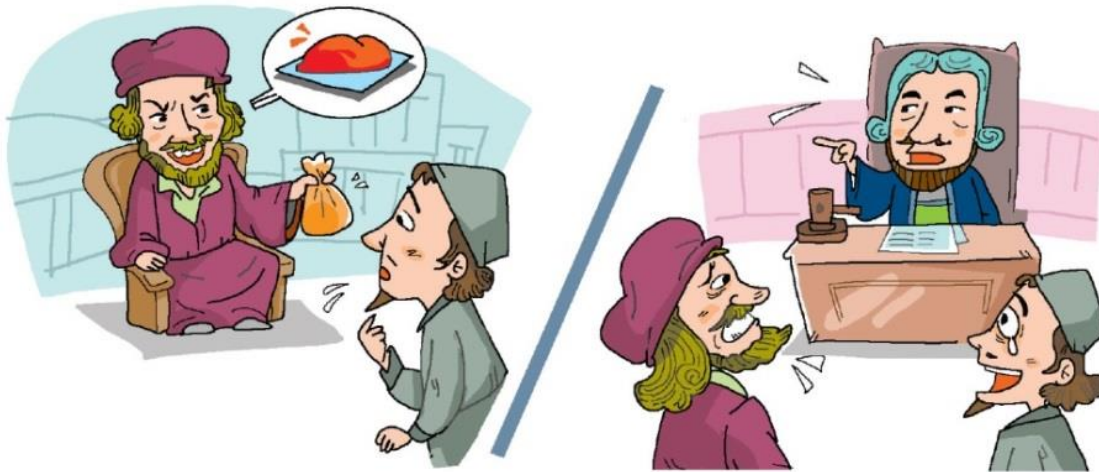
문제) 중학교 2학년 아들이 배가 아프다며 며칠 째 조퇴하여 집에 왔다. 가족들은 병원에 데려가 진료를 하였지만 이상소견이 없었다. 이런 경우 어떻게 진짜 문제를 파악할 수 있을까?



풀이) 현재 상황을 회피하려는 징후일 가능성이 크다. 아마도 학생이 학교생활에 염증을 느꼈거나, 친구와의 다툼이나 집단 따돌림을 당하고 있을 가능성에 맞추어 문제를 파악하는 것이 좋을 것

<베니스의 상인>의 살점 1파운드

문제) 셰익스피어의 명작 '베니스의 상인'에서, 어느 상인이 빌린 돈을 약속한 날짜에 갚지 못하면 살점 1파운드를 베어내기로 했다. 그러나 그는 사정상 돈을 갚을 수가 없게 되어 살점 1파운드를 베어내게 될 순간을 맞이하였다. 그는 어떻게 위기를 모면하였을까?



풀이) 위급한 순간에 재판관이 "정확히 1파운드를 베어내지 못하면 큰 처벌을 받을 것이다"라는 판결을 내려, 돈을 빌려준 사람은 감히 칼을 대지 못했다. 재판관의 문제 정의의 문제점을 날카롭게 지적하는 논리적 주장을 통해, 상인은 생명이 위태로울 수도 있는 위기를 모면하게 되었다.



합리적인 설계 방법론

어피니티 다이어그램(Affinity Diagram, 친화도)

- 일본 카와키타 지로(Kawakita Jiro, KJ)가 개발한 방법론
 - KJ법이라고도 불림
- 데이터의 연관성 등에 따라, 데이터를 구조화해 가는 기법
 - 다양한 아이디어나 정보를 연관성 그룹으로 분류하고 파악
- 장점
 - 간단한 분석 기법을 이용, 사용자 관점에서 현상을 분석
 - 현상으로부터 규칙을 찾아낼 수 있는 유용한 분석 방법
 - 아이디어와 데이터를 조직화하는 비즈니스 도구로 사용

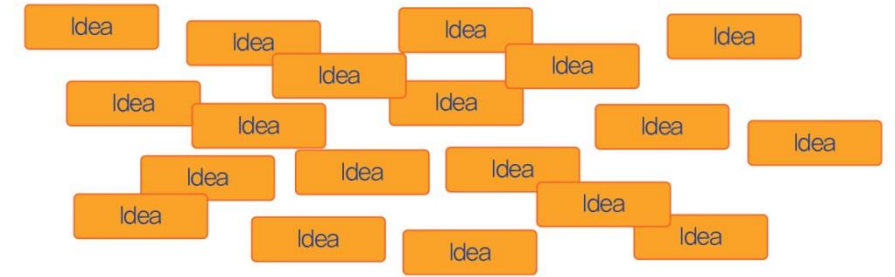


그림 7.4 브레인스토밍에 의해 생성된 아이디어들

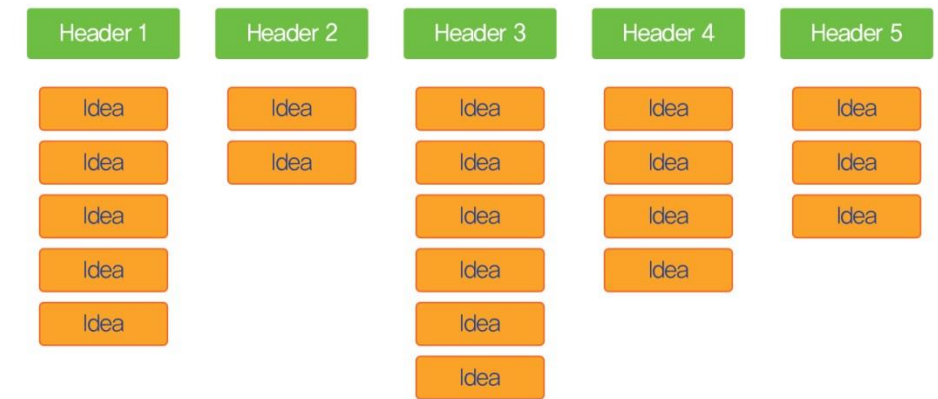
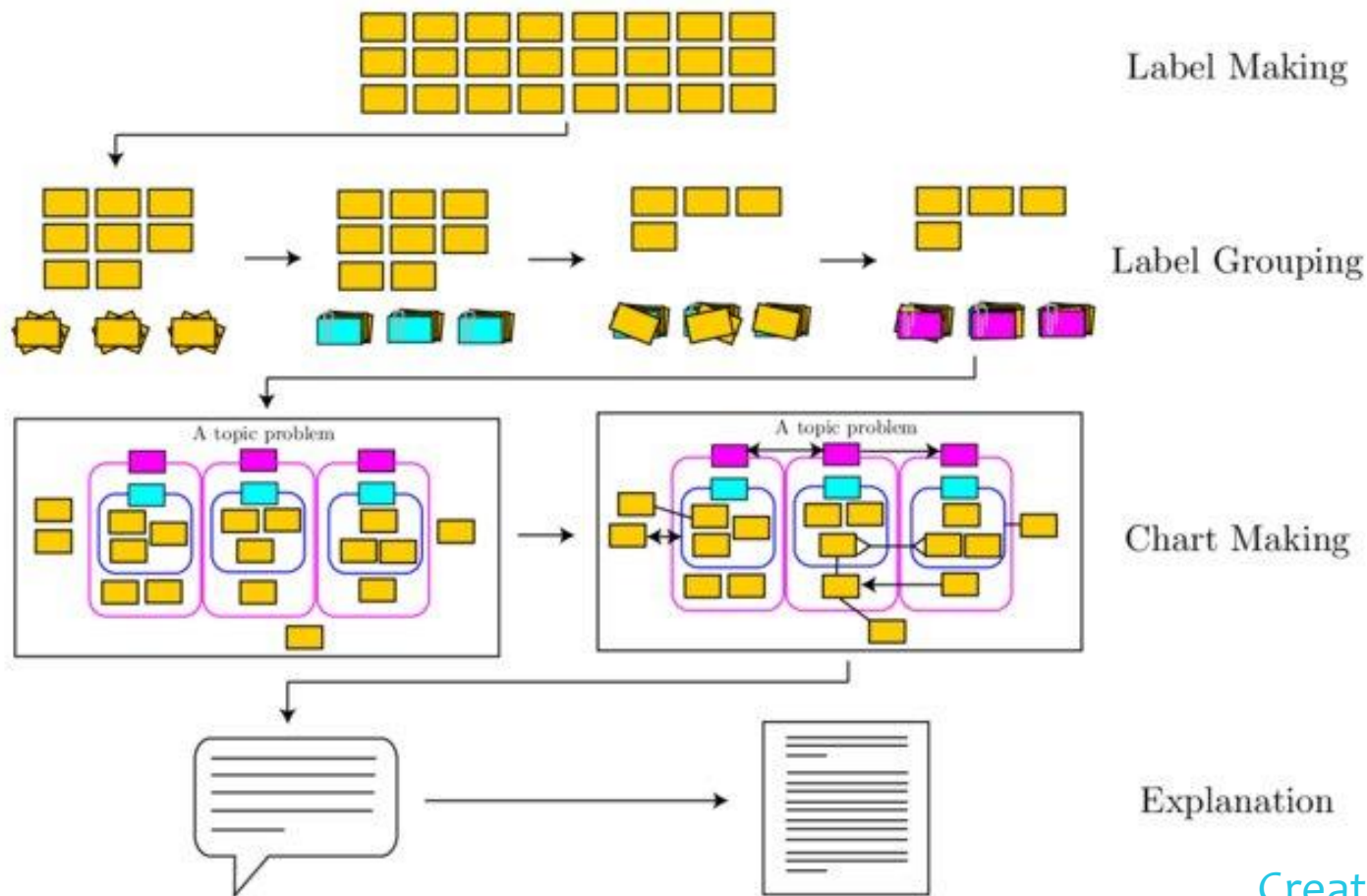


그림 7.5 5개의 그룹으로 분류된 아이디어들

어피니티 다이어그램(Affinity Diagram, 친화도)

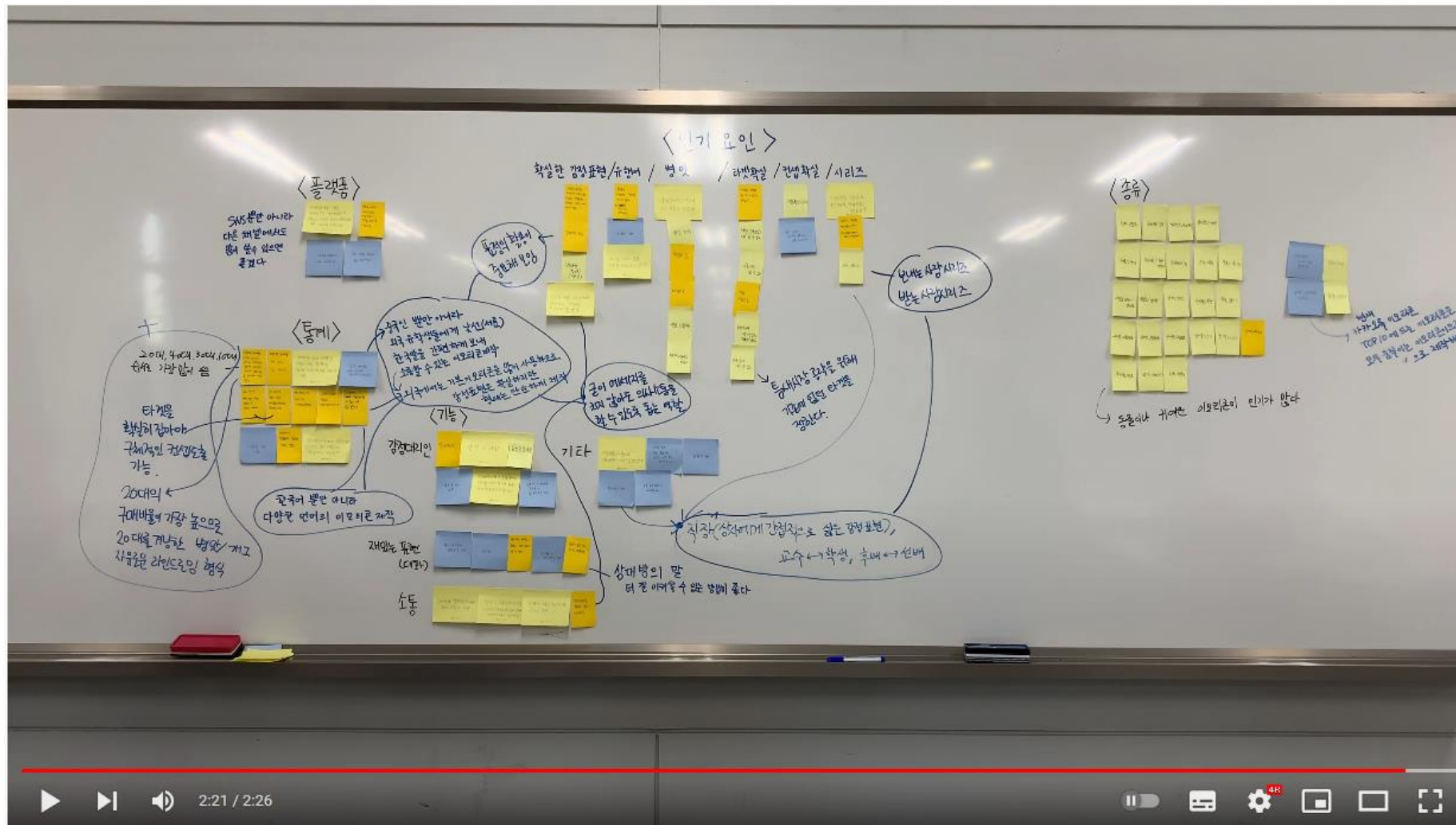
- KJ법의 전체 프로세스



[Creativity assistants and social influences in KJ-method creativity support groupware \(jaaist.ac.jp\)](http://jaaist.ac.jp)

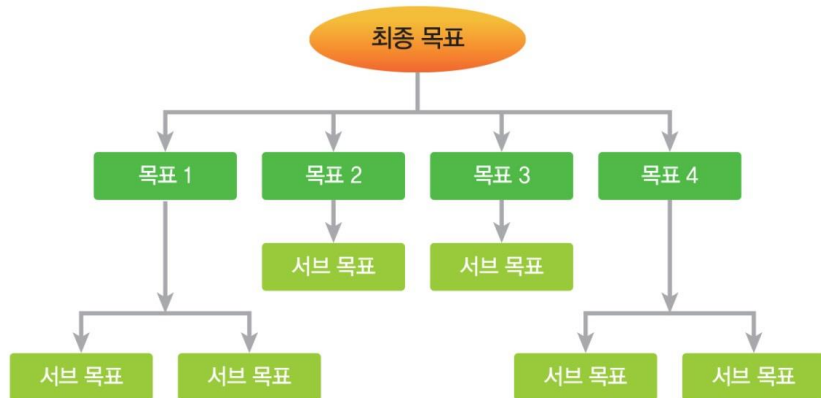
어피니티 다이어그램(Affinity Diagram, 친화도)

- [이모티콘 틈새시장을 찾기 위한 어피니티 다이어그램 - YouTube](#)



목표 트리 (Object Tree)

- 목표
 - 의뢰인이 원하는 상품의 속성이나 기능을 표현한 것
 - 현재의 상태에서 앞으로 개선되어야 할 특성
- 목표 트리
 - 문제를 여러 개의 하부 구조를 가지는 계층적 다이어그램으로 정리하는 방법
 - 애매한 문제 해결 목표를 요구사항에 맞춰 지속적으로 재정의하고 구체화
예) '매우 좋은 냉장고' → '편의성 등의 기능을 갖춘 냉장고'



목표 트리 작성 방법 예시

[1단계] 설계 목표 리스트 작성

- 설계 문장과 요구사항을 검토한 후에 시작
- 추가로 제한점, 기능, 구현 등도 살핌
- 목표 리스트의 개수 제한은 없음
- 토론을 통해 유사한 내용끼리 모음

[2단계] 어피니티 다이어그램을 이용하여 리스트를 그룹화

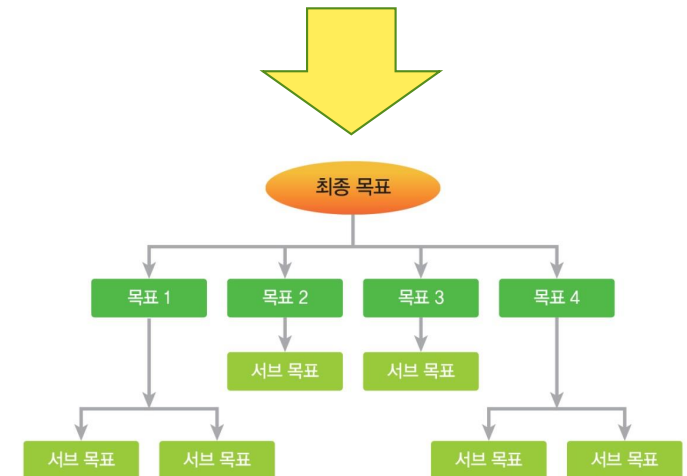
- 설계 목표들을 포스트잇 종이에 옮겨 적고 보드에 붙임
- 첫 번째 종지와 내용이 비슷한 종지는 바로 밑에 두고, 다른 종지는 새로운 열(column)에 놓음
- 같은 열에서 우선순위가 높은 것은 위에, 낮은 것은 아래에 배치
- 이와 같은 방법으로 정돈된 목표 리스트를 얻음

[3단계] 목표 트리를 차례로 그려나가기

- 그룹화된 리스트를 바탕으로 목표 트리 그리기
- 포괄적인 개념은 위로 배치, 상세한 개념은 아래로 배치



어피니티 다이어그램



목표 트리

김치냉장고 회사의 목표 트리 작성

[예제 7.1] 김치냉장고 제조 회사에서 더 나은 제품을 만들기 위한 다양한 제안을 수렴하였다. 김치 냉장고의 목표 리스트와 들어쓰기 목표 리스트, 그리고 목표 트리를 차례로 만들어보자.

[1단계] 설계 목표 리스트 작성

- 내용물 찾기가 편리해야 함
- 넉넉한 저장 공간이 필요함
- 상하로 문을 여닫을 수 있으면 좋음
- 여러 개의 칸으로 나누어져 있으면 좋음
- 고기 저장 칸, 채소 칸, 또는 음료수 칸이 따로 있으면 좋음
- 김치 칸이 단기, 장기로 나뉘어져 있으면 좋음
- 김치를 익히는 정도를 상, 중, 하로 선택할 수 있으면 좋음
- 적절한 온도와 습도 조절이 필요



김치냉장고 회사의 목표 트리 작성

[2단계] 들여쓰기 목표 리스트 작성

1. 김치냉장고는 편리해야 함
 - 1.1 내용물 쉽게 찾기
 - 1.2 넉넉한 저장 공간
 - 1.3 상하로 문 열기
 - 1.4 여러 개의 칸으로 나누어짐
2. 보전성
 - 2.1 익히는 정도 선택
 - 2.1.1 상
 - 2.1.2 중
 - 2.1.3 하
 - 2.2 저장 선택
 - 2.3 온도 조절
 - 2.4 습도 조절

3. 다양성
 - 3.1 장기 김치 칸
 - 3.2 단기 김치 칸
 - 3.3 고기 및 채소 칸
 - 3.3.1 고기 칸
 - 3.3.2 채소 칸
 - 3.4 음료수 칸

[3단계] 목표 트리 작성



가정용 커피포트의 목표 트리 작성

[예제 7.2] 가정용 커피포트의 목적 트리를 만들어 보자.

[1단계] 설계 목표 리스트 작성

- 사용자 안전이 중요하므로 과전압시 전기 자동 차단
- 물이 끓어도 넘치지 않고, 물이 끓으면 자동으로 꺼짐
- 안전한 부품 사용으로 환경에도 안전할 것
- 가급적 낮은 소비자 가격 책정, 전기에너지 절약
- 고장이 잘 나지 않고 내구성이 좋을 것
- 고장시 수리가 매우 간단하게 만들 것
- 내부의 청결 유지가 용이할 것
- 자동 타이머를 부착할 것 등

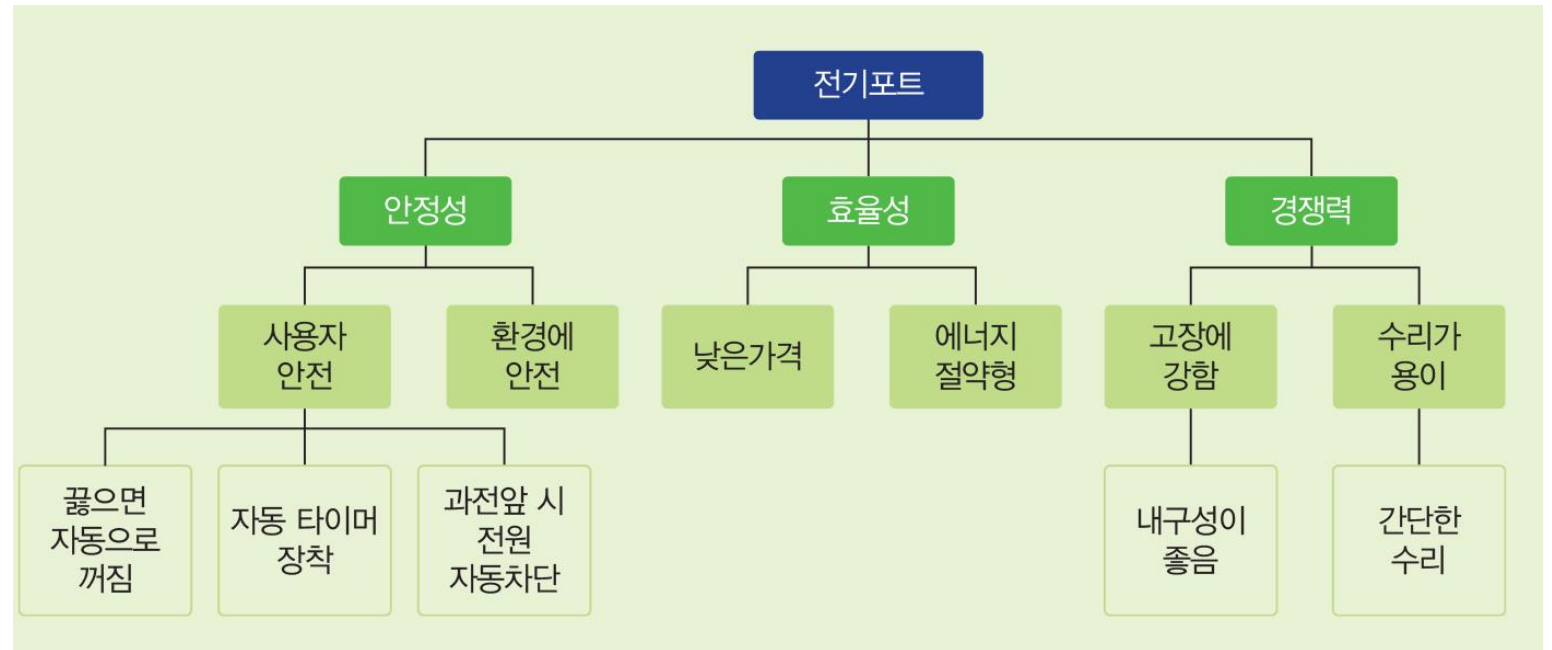


가정용 커피포트의 목표 트리 작성

[2단계] 들여쓰기 목표 리스트 작성

1. 전기포트는 안전해야 함
 - 1.1 사용자 안전
 - 1.1.1 끓으면 자동으로 꺼짐
 - 1.1.2 자동타이머 장착
 - 1.1.3 과전압시 전원 자동 차단
 - 1.2 환경에 안전
2. 효율성
 - 2.1 낮은 가격
 - 2.2 에너지 절약형
3. 경쟁력
 - 3.1 고장에 강함
 - 3.1.1 내구성이 좋음
 - 3.2 수리가 용이
 - 3.2.1 간단한 수리

[3단계] 목표 트리 작성





원인-결과 다이어그램과 팀워크

원인-결과 다이어그램(Cause-Effect Diagram)

- 일명 어골도(Fish Bone Diagram) 또는 이시카와 다이어그램
 - 결과에 영향을 미치는 여러 원인들을 생선뼈와 같은 그림으로 표현하는 도표
 - 일본의 카오루 이시카와(Kaoru Ishikawa) 제안
- 회사의 품질관리와 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍 등에 사용 가능
- 문제의 근본 원인을 찾는 데 도움
 - 전체 팀원이 원인 규명에 집중할 수 있음
 - 문제의 근본 원인에 대한 다양한 의견들을 시각화한 도표로 나타낼 수 있음
 - 부족한 원인에 대한 정보는 브레인스토밍으로 보완
 - 원인 분석을 통해, 추후 해결책을 찾는 데 사용

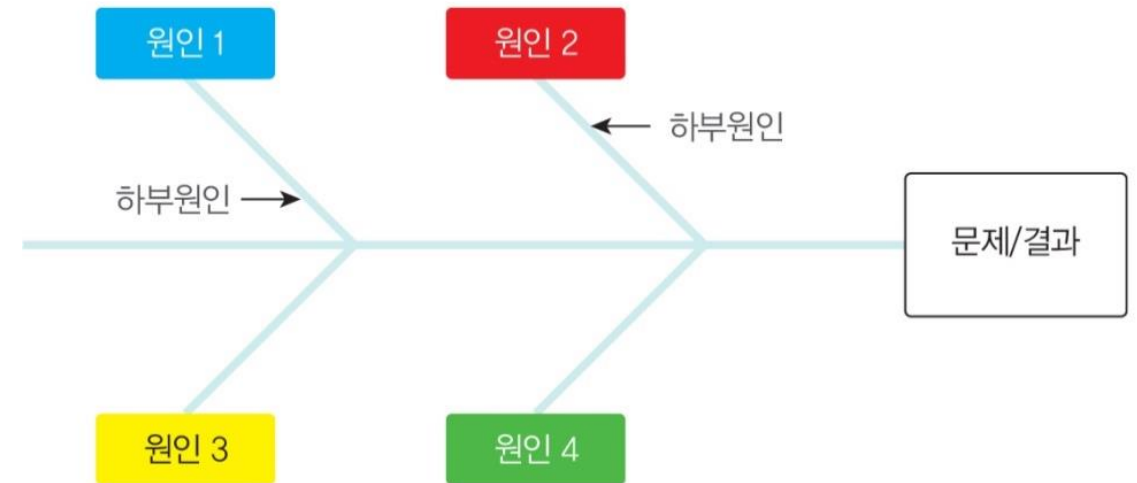


그림 7.13 원인-결과 다이어그램

원인-결과 다이어그램(Cause-Effect Diagram)

- 적용 단계

- ① 큰 종이, 자, 펜을 준비
- ② 문제나 결과를 가장 오른쪽에 적고 생선의 척추처럼 큰 수평선 긋기
- ③ 주요 원인들을 찾아 이름을 붙이고 사선으로 중심축에 연결
- ④ 각 원인과 관련된 하부원인들을 찾아 화살표를 긋고 그 옆에 작성. 필요한 경우 하부원인들을 추가 조사

- 흐릿한 사진에 대한 원인-결과 다이어그램

- 환경, 하드웨어, 사용자, 방법 등의 원인들을 분석

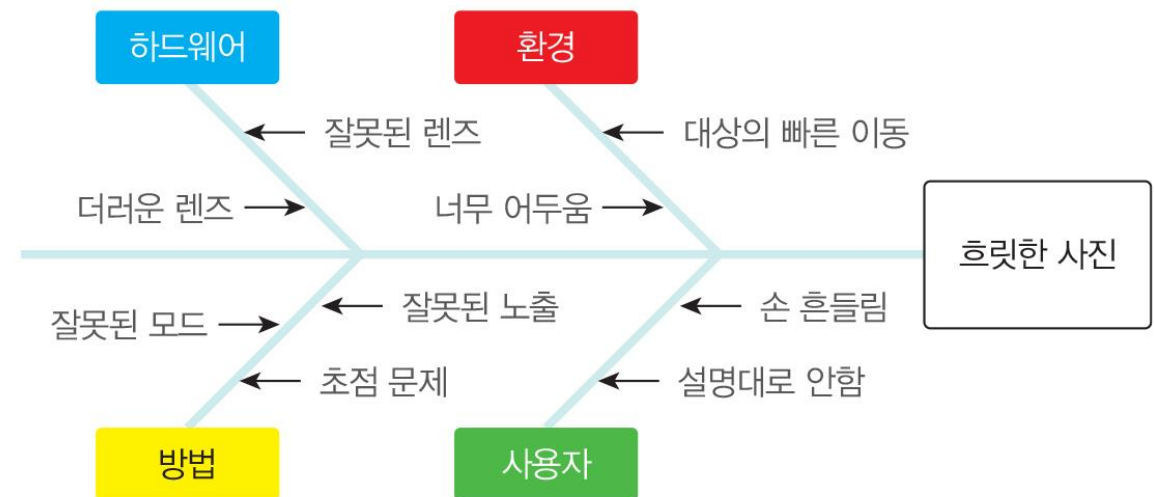
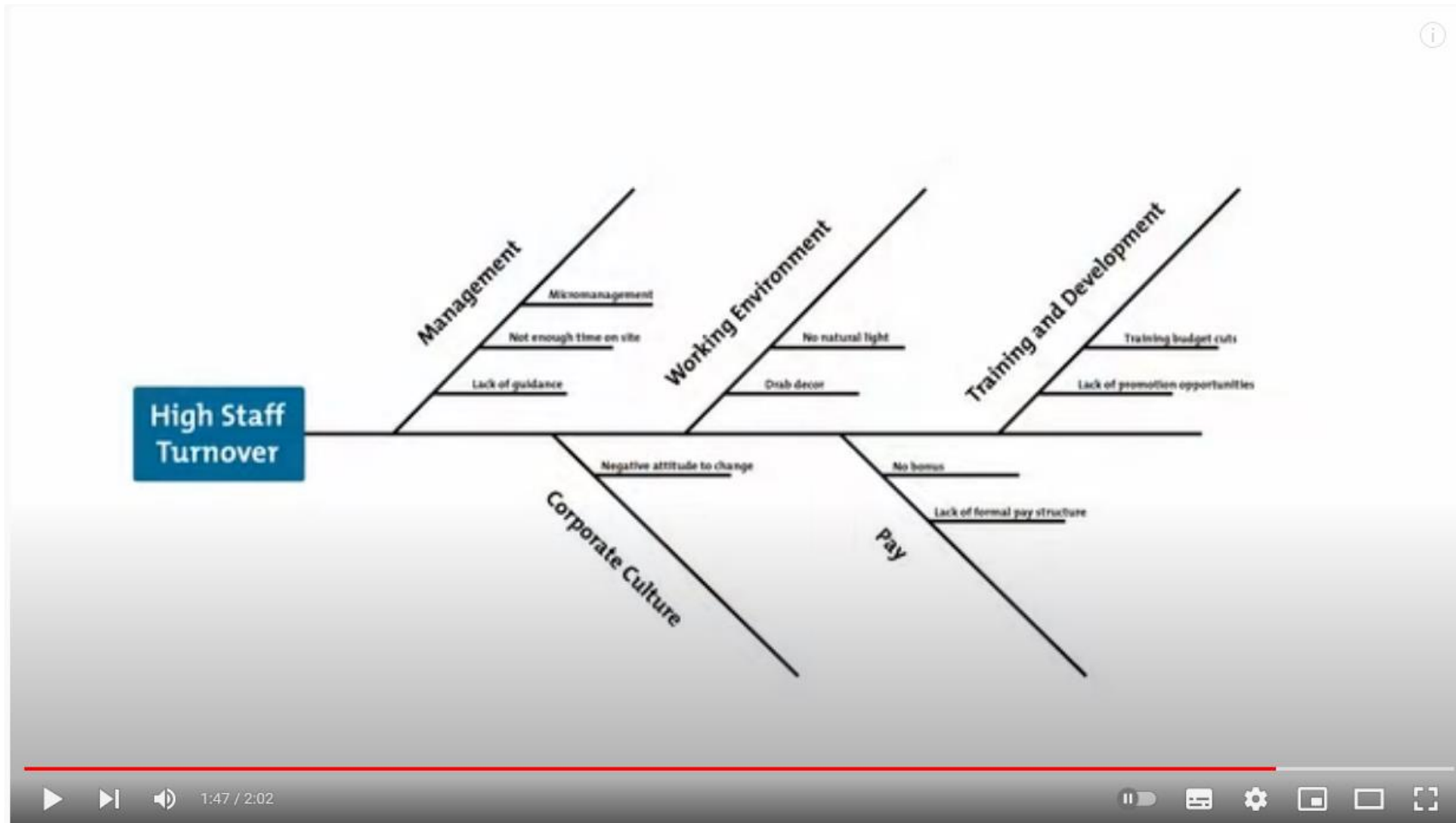


그림 7.14 원인-결과 다이어그램

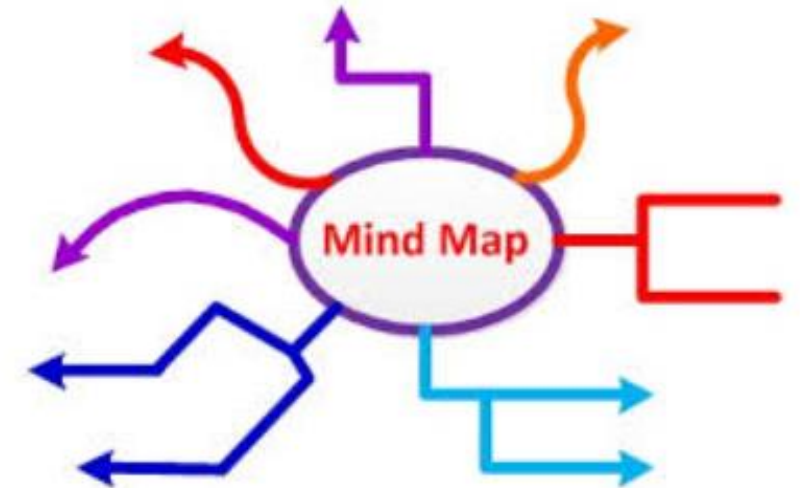
원인-결과 다이어그램(Cause-Effect Diagram)

- [Cause and Effect Analysis - YouTube](#)



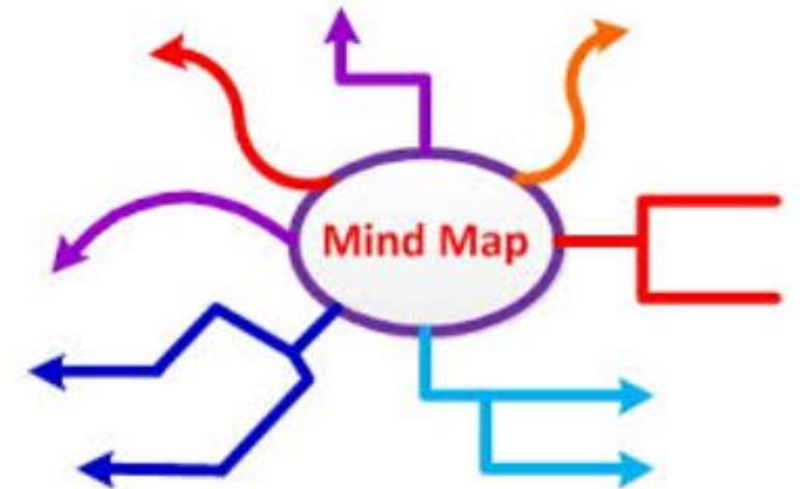
마인드맵 (Mind Map)

- 1970년대 영국의 토니 부잔(Tony Buzan, 1942~)이 고안한, 분석과 기억을 마음속에 지도를 그리듯이 해야 한다는 사고 훈련법
- 원인-결과 다이어그램과 유사한 영역으로도 분류
 - 큰 주제를 중심으로 부주제와 자세한 생각의 가지를 적어나감
- 확산적 사고 방법으로 분류
 - 하이라이팅의 순서를 바꾼 방법과 유사
- 장점
 - 복잡한 문제나 추상적인 생각을 이미지화하고 정리하는 데 유용
 - 창의성 계발 및 이해력과 암기 등의 능력 향상에 효과적



마인드맵 (Mind Map)

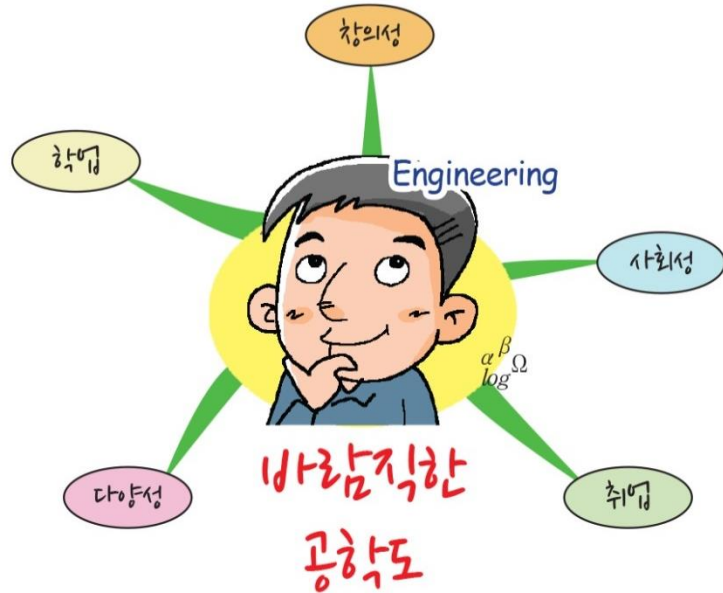
- 마인드맵의 작성 방법과 요령
 - 종이와 필기도구만 있으면 시작할 수 있음
 - 가로로 된 종이의 중심에서 시작
 - 중심 이미지에서 몇 개의 목표를 설정하여 주 가지로 연결
 - 주 가지의 끝에서부터 부 가지로 연결
 - 부 가지의 끝에서 세부 가지를 연결
 - 중심 생각을 나타내기 위해 적절한 이미지나 사진을 활용
 - 전체적으로 잘 구분되는 3가지 이상의 색깔을 사용
 - 흐름을 알 수 있게 약간 구부리면서 가지를 만들
 - 가지 당 하나의 키워드만을 사용



마인드맵의 작성 예

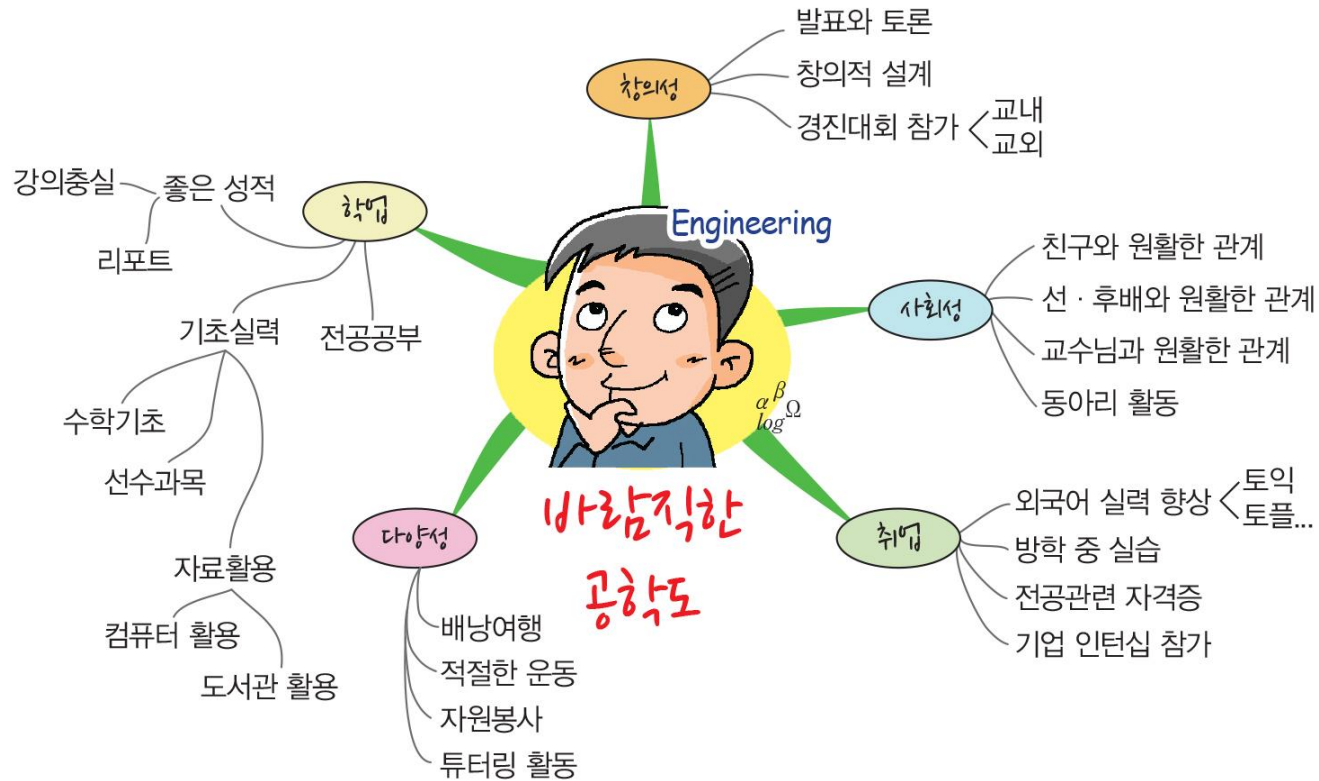
[주제] 바람직한 공학도가 되기 위한 대학생활은 무엇일까?

1) '바람직한 공학도'의 목표를 정하여 적고 이를 주 가지로 연결



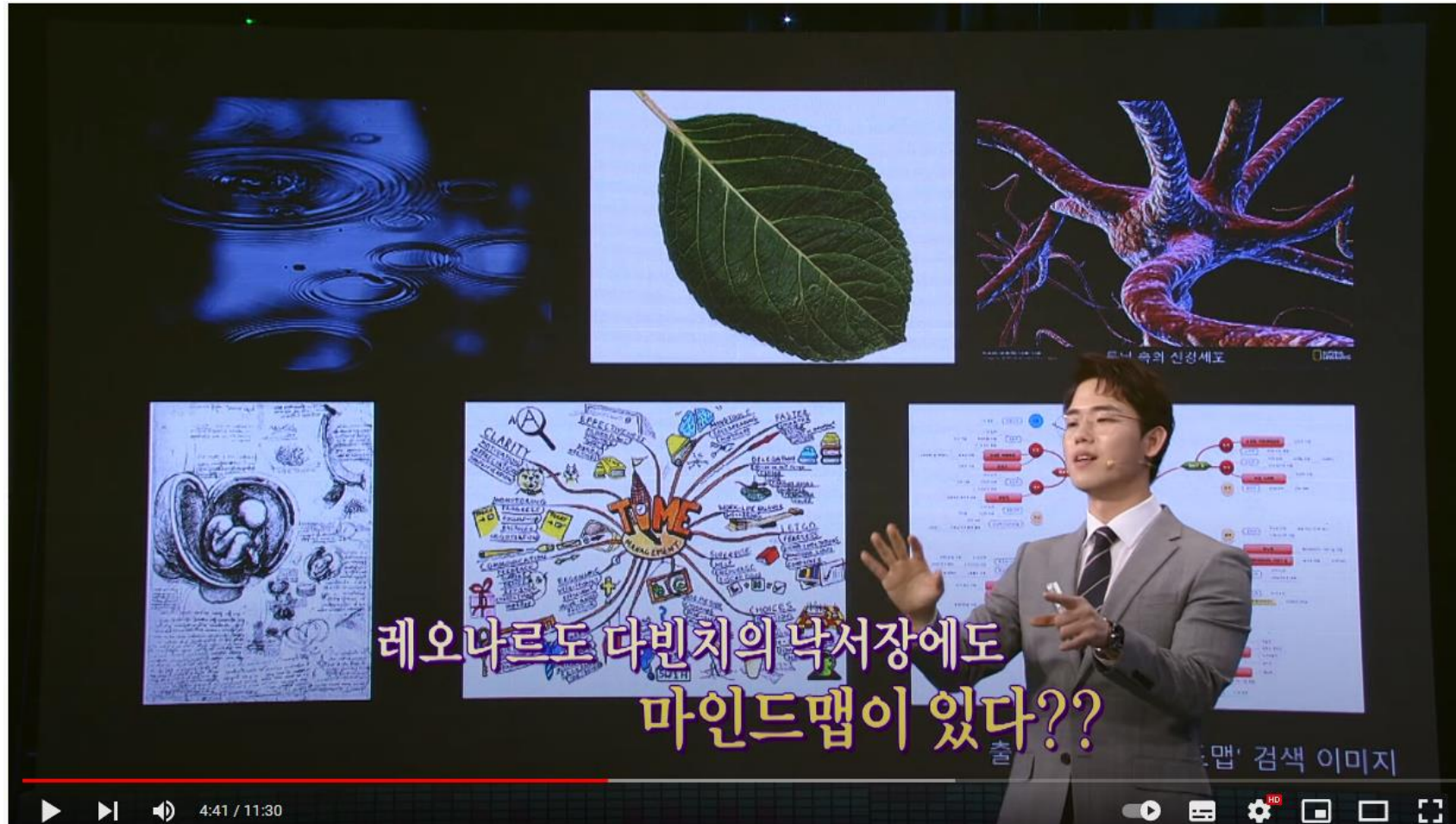
마인드맵의 작성 예

2) '각 주 가지의 끝에 부 가지와 세부 가지를 연결하여 마인드맵 완성



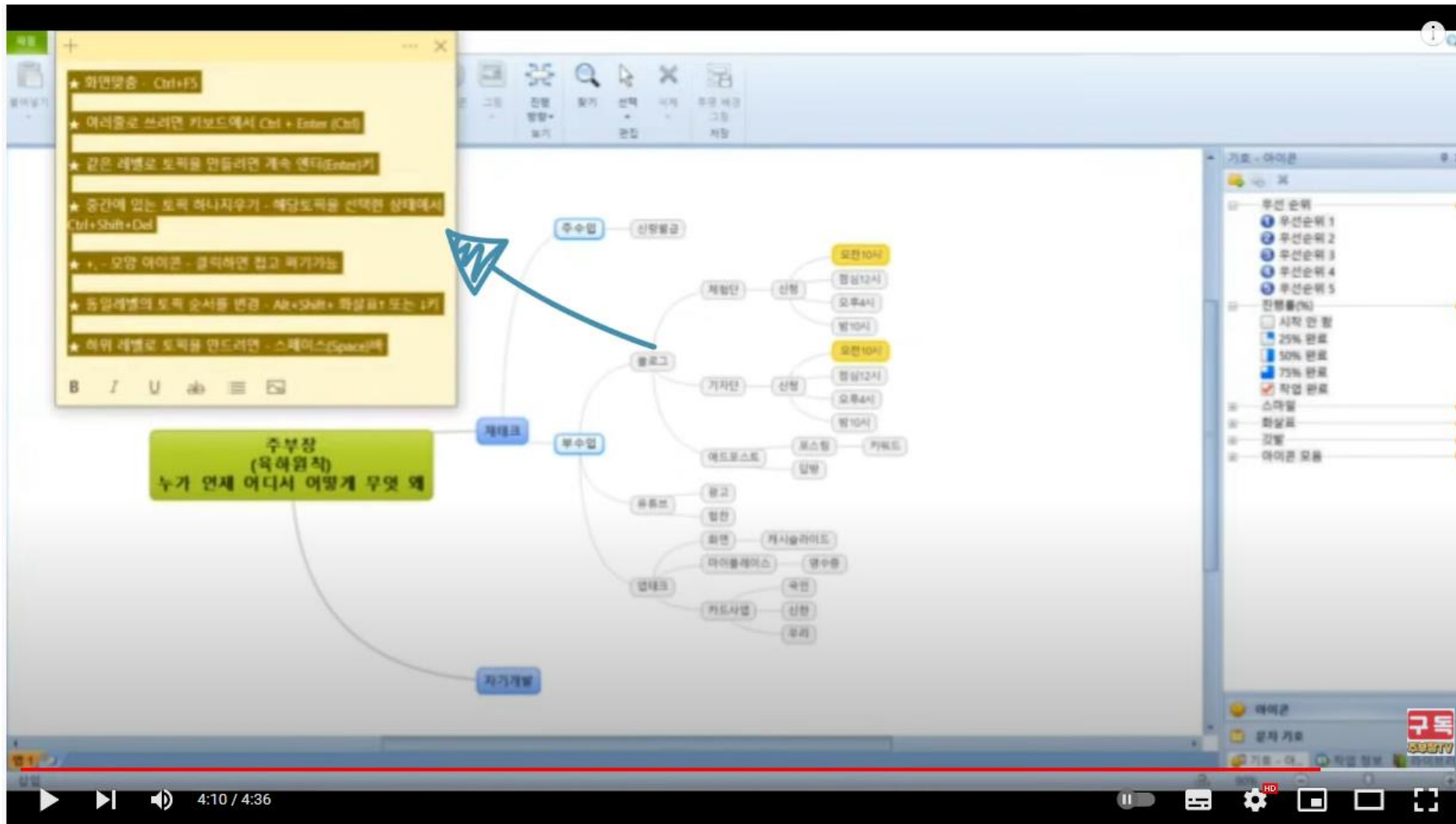
생각정리스킬 마인드맵

- [\[토크콘서트 화통\] 복잡한 생각을 한페이지로 정리할 수 있는 방법 | 생각정리스킬 | 생각정리연구소 대표 복주환 - YouTube](#)



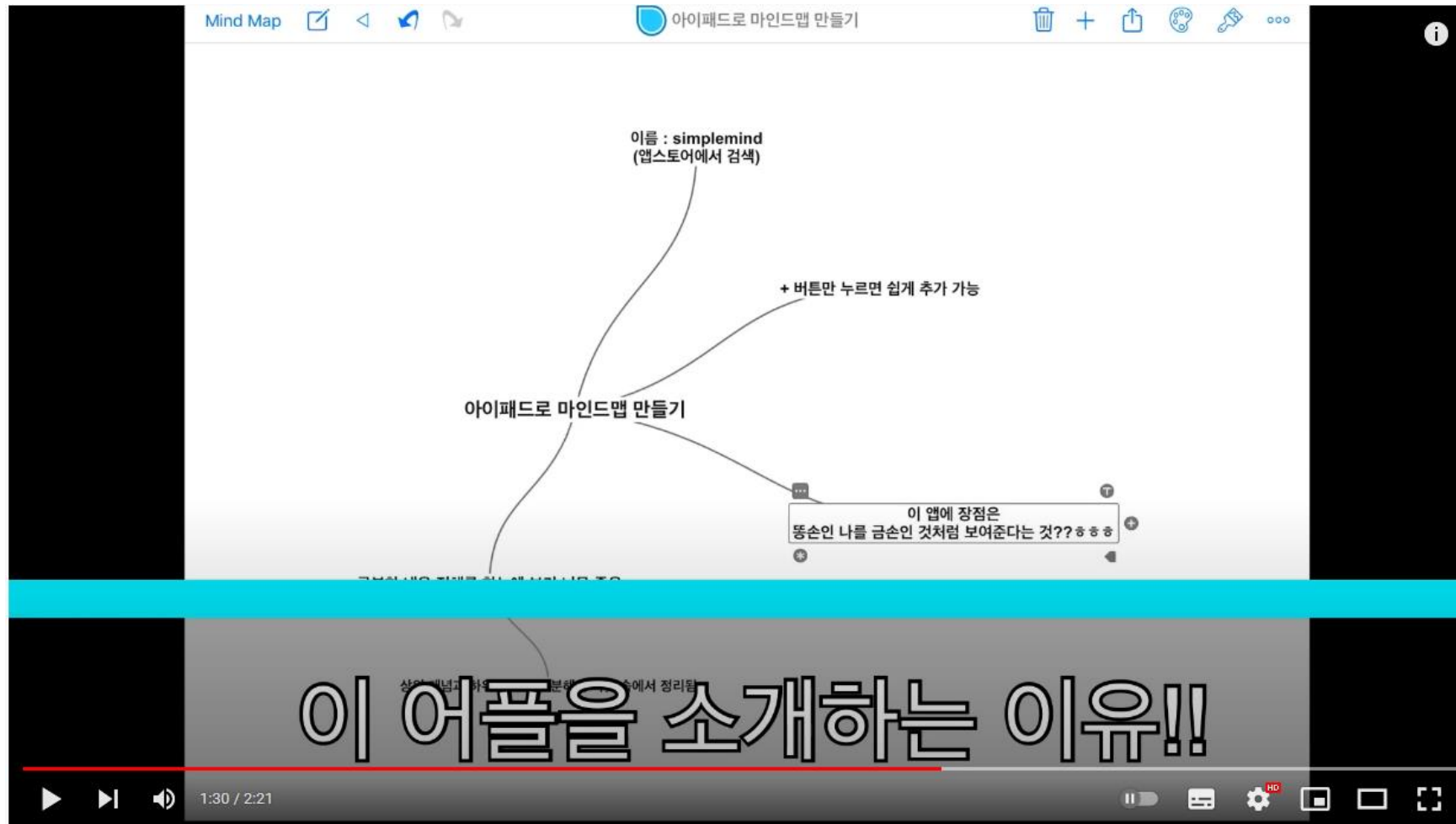
마인드맵 소프트웨어 - 알마인드

- 알마인드 사용방법 2분만에 터득하기! - YouTube



마인드맵 소프트웨어 - 심플마인드

- [아이패드로 마인드맵 만들기\(feat. Simplemind\) - YouTube](#)



팀워크

- 팀 (team)
 - 두 사람 이상이 모여 목표 달성을 위해 협력하고 노력하는 조직
- 팀워크 (team work)
 - 팀의 목표 달성을 위해 구성원들이 상호 협조적으로 일하는 과정
 - 스포츠, 공학, 기업, 행정조직 등에서 사용되는 개념
 - 팀워크 내의 소통 및 협력이 중요
 - 팀워크가 효과적으로 수행되기 위해서는 지속적인 노력이 필요
- 팀워크에 필요한 핵심요소들
 - 명확한 목표의 설정
 - 원만한 의사소통
 - 훌륭한 리더십
 - 의견 충돌의 원만한 해결
 - 분명한 역할 설정



역할	이름	역할
팀장	김은지	회의 소집, 팀의 리더, 팀의 사기 고무시킴
서기	김수현	회의 내용과 논의사항을 정확히 기록
팀원	이수지	의견 제시, 회의 촉진
팀원	박동현	의견 제시, 회의 관찰
팀원	최수정	의견 제시, 회의 관찰 및 중재

팀워크 활동의 장단점

장점	단점
많은 지식과 정보의 공유가 가능하다	구성원들이 서로 순응의 압력을 받는다.
이용자들 사이에 의사소통이 용이하다.	가벼운 토론만으로 경솔한 결정 가능
서로 다른 관점을 가지고 아이디어들과 논점들을 검토하고 평가한다.	의사소통 과정이 복잡하고 조정하기가 어렵다.
중복되는 기능들을 감소시킨다.	명확한 역할 정의의 결여와 기능의 중복으로 인해 혼돈과 갈등이 초래된다.
더 포괄적인 영역의 서비스를 제공한다.	직위의 차이로 인해 긴장과 갈등을 느낀다.
구성원들 사이에 상호 의지할 수 있다.	여러 가지 엇갈린 의제들로 인하여 팀의 의도가 분산된다.
구성원들 사이에 열정과 동기, 의욕이 생긴다.	운영하는 소수가 다른 유능한 구성원들을 억누를 수 있다.
구성원들에게 일이 좀 더 의미 있고 개인적으로 만족하게 제시된다.	회의의 일정을 잡는 데 어려움이 있다.

효율적인 팀워크에 필요한 핵심요소들

- 명확한 목표 및 규칙의 설정
 - 모든 구성원들이 팀의 목표에 대해 구체적이고 명확하게 이해
 - 팀의 구조와 효율적인 운영을 위한 규칙이나 원칙이 있어야 함
- 원만한 의사소통
 - 상호 존중하는 분위기
 - 계획과 목표에 대한 자신의 의사를 다양하게 표현
 - 서로 아이디어를 공유하고 이를 각기 다른 관점에서 볼 수 있어야 함
- 훌륭한 리더십
 - 팀의 리더는 긍정적인 작업 환경을 만들고 유지할 수 있는 리더십을 보유해야 함
 - 팀 구성원들에게 고무적인 동기를 부여, 각기 맡은 분야에서 최선을 다하게 함
 - 팀 내에서 조정자의 역할을 충실히 수행



효율적인 팀워크에 필요한 핵심요소들

- 분명한 역할 설정
 - 어떤 역할은 권리와 의무를 동시에 포함
 - 각 팀원은 자신의 역할 분담에 따른 임무와 책임 한계를 명확하게 이해해야 함
 - 팀장은 팀 구성 초반 분명한 방식으로 각기 맡은 역할을 공지

역할	이름	역할
팀장	김은지	회의 소집, 팀의 리더, 팀의 사기 고무시킴
서기	김수현	회의 내용과 논의사항을 정확히 기록
팀원	이수지	의견 제시, 회의 촉진
팀원	박동현	의견 제시, 회의 관찰
팀원	최수정	의견 제시, 회의 관찰 및 중재

- 의견 충돌의 원만한 해결
 - 갈등을 신속하고 원만하게 해결할 수 있는 갈등 조정 방안 필요
 - 충돌 발생시 팀 리더가 중간에서 객관적으로 충돌을 해결

회의록 (Minutes)

- 회의가 있을 경우, 회의 결과를 회의록에 기록하여 이를 명료화하고 불필요한 오해를 방지
- 일반적으로 공식적인 회의의 경우 별도 회의록 양식이 존재

회의록			
회의 목적:			
일시: ____년 ____월 ____일 ____시 ____분 ~ ____시 ____분			
회의 구성원:			
팀장: ____ 서기: ____ 촉진자: ____ 과정 관찰자: ____ ____: ____ ____: ____ ____: ____ ____: ____			
참석자:			
불참자:			
의사 일정 항목	논의 결과	책임자	기한

회의록 양식 예시

- 실무자 회의에서는 주로 회의 내용을 이메일로 간단히 정리하여 회의 직후 공유



마무리

마무리

이번 시간에는 진짜 문제와 여러가지 설계 방법론에 대해 살펴보았습니다.

- 비정형 문제의 개념과 진짜 문제의 정의
- 어피니티 다이어그램, 목표 트리, 원인-결과 다이어그램, 마인드맵
- 팀워크

다음 시간에는 창의적 문제해결 방법론과 응용에 대해 다룹니다.

- 발명과 트리즈
- 문제해결 방법과 트리즈 적용 방법
- 발명과 문제해결