

LOGO

공학설계입문

1주차: 공학과 창의성

강의 : 신경섭

Email: ksshin@smu.ac.kr

11101001110000111110101110010101010011001010011010111101001110000111110101110010101010011001010011010111101001110
11100110000011011101001011101011111010101010010101111100110000011011101001011101011111010101010010101111100110000
110100111001101010101001011011111010100110101001010111010011100110101010100101101111010100110101001010111010011100



1.1 공학과 공학자 이해하기

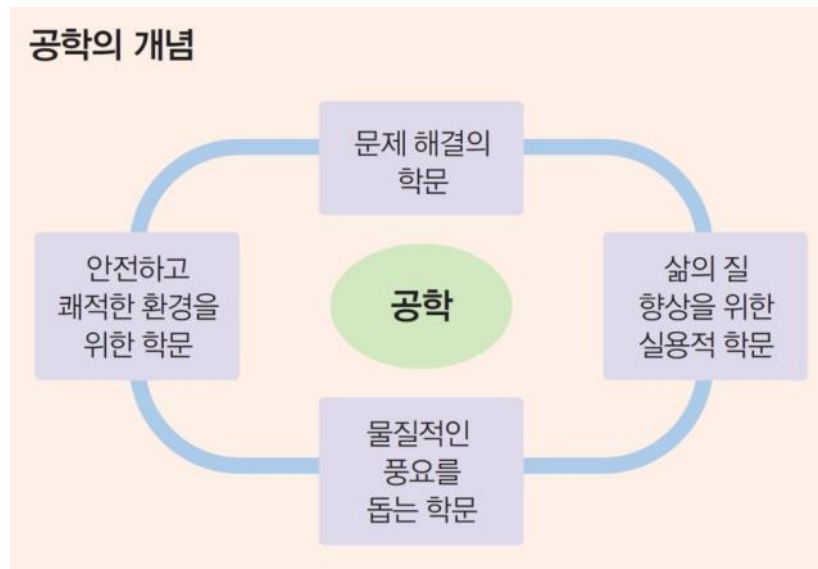


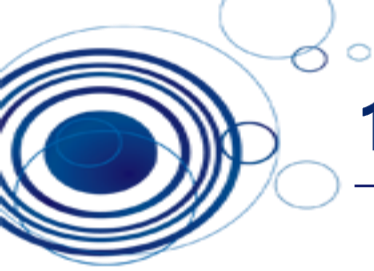
1.1.1 공학이란?

★ 공학(engineering)이란?

- **문제 해결**의 학문이며 **인간 삶의 질을 향상시키기 위한 실용적인 학문**
- 인간의 삶을 물질적으로 더 풍요롭게 하고, 환경적으로 더 안전하고 쾌적하게 만들기 위한 지식과 활동을 모두 포함하는 매우 광범위한 학문

공학의 개념





1.1.2 공학자의 기본 소양

★ 공학자(engineer)란?

- 공학 분야에 종사하는 사람

★ 과학자와 공학자의 소임 비교

- 과학자의 소임 : 지식을 얻는 것, 즉 '아는 것(to know)'
- 공학자의 소임 : 지식을 실행하는 것, 즉 '하는 것(to do)'
- 과학자는 물리계의 실증적이고 체계화된 지식에 새로운 지식을 추가하고,
공학자는 이런 지식을 실용적인 문제에 적용해서 문제를 해결해야 함

✓ 21C 공학자의 기본 소양

- 수학이나 기초 과학에 기초한 **분석적 사고력** 외에 **판단력, 창의력, 예측 능력, 팀워크와 의사소통 능력, 자기 계발, 공학윤리** 등





1.1.2 공학자의 기본 소양

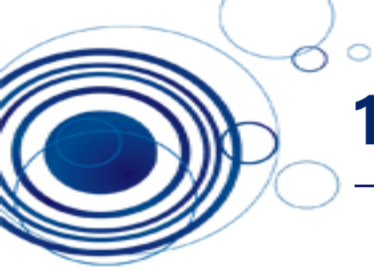
★ ABEEK 공학교육인증기준(KEC2015)의 10가지 학습 성과

번호	학습 성과
1	수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보 기술을 공학 문제 해결에 응용할 수 있는 능력
2	데이터를 분석하고 주어진 사실이나 가설을 실험을 통해 확인할 수 있는 능력
3	공학 문제를 정의하고 공식화할 수 있는 능력
4	공학 문제를 해결하기 위해 최신 정보, 연구 결과, 적절한 도구를 활용할 수 있는 능력
5	현실적 제한 조건을 고려하여 시스템, 요소, 공정 등을 설계할 수 있는 능력
6	공학 문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력
7	다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력
8	공학적 해결 방안이 보건, 안전, 경제, 환경, 지속 가능성 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력
9	공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력
10	기술 환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식하고 지속적·자기주도적으로 학습할 수 있는 능력

1.1.2 공학자의 기본 소양

★ ABEEK 컴퓨터·정보(공)학교육인증기준(KCC2015)의 10가지 학습 성과

번호	학습 성과
1	수학, 기초과학, 인문 소양 및 컴퓨터·정보(공)학 지식을 컴퓨팅 분야의 문제 해결에 응용할 수 있는 능력
2	이론이나 알고리즘을 수식 또는 프로그래밍 등을 통해 검증할 수 있는 능력
3	컴퓨팅 분야의 문제를 정의하고 모델링할 수 있는 능력
4	컴퓨팅 분야의 문제를 해결하기 위해 최신 정보, 연구 결과, 프로그래밍 언어를 포함한 적절한 도구 등을 활용할 수 있는 능력
5	사용자 요구 사항과 현실적 제한 조건을 고려하여 하드웨어 또는 소프트웨어 시스템을 설계할 수 있는 능력
6	컴퓨팅 분야의 문제를 해결하는 과정에서 팀 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력
7	다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력
8	컴퓨팅 분야의 해결 방안이 안전, 경제, 사회, 환경 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력
9	컴퓨터정보(공)학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력
10	기술 환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식하고 지속적·자기주도적으로 학습할 수 있는 능력



1.1.3 공학 문제와 공학자의 임무

★ 공학 문제(engineering problem)란?

- 삶의 질을 향상시키기 위해 편의성, 안전성, 효율성, 경제성 등을 개선하는 것과 관련된 모든 문제

★ 21세기 공학자에게 필요한 능력

- 남들보다 먼저 새로운 문제를 발견하고 창안하는 **문제 인식 능력**

★ 21세기 공학자의 임무

- 잠재된 공학 문제를 **인식**하고 **해결**하는 것





1.2 공학윤리 이해하기





1.2.1 공학윤리란?

★ 공학이 실용적인 학문으로서의 가치를 갖기 위해 반드시 충족해야 하는 3가지 요건

- ① 공학은 필요성과 현실성, 즉 실현 가능성을 충족해야 한다.
- ② 공학은 경제성을 충족해야 한다.
- ③ 공학은 윤리성을 충족해야 한다.

★ 공학윤리(engineering ethics)란?

- 공학자가 반드시 지켜야 하는 행동 규범
(일반적인 직업 윤리 + 공학적 행위를 제어하는 규칙과 기준)

- ✓ 윤리 - 사회 구성원이 마땅히 지키거나 행해야 할 도리 또는 규범
- ✓ 직업윤리 - 특정 직업에 종사하는 사람들이 공유하는 행동 규범





1.2.2 공학윤리의 필요성

☆ 공학윤리는 왜 필요한가?

- 공학자가 공학 활동을 하면서 어떤 도덕적·윤리적 딜레마에 직면했을 때 올바른 판단을 하도록 돕는 기준이 될 수 있음

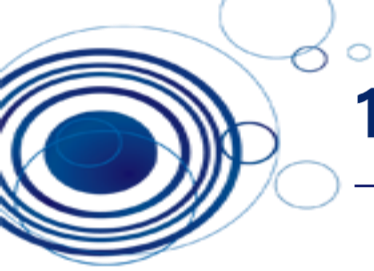
✓ 공학윤리에 대한 논의가 본격화된 계기

- 히로시마 원자 폭탄 투하, 장기화된 베트남 전쟁 등으로 인해 과학 기술의 남용에 대한 강한 비판 확산 및 과학 기술자의 사회적 책임 촉구

☆ ABEEK 공학인증기준(KEC2015 등)의 10가지 학습 성과 가운데 하나로 공학 윤리 채택

‘공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해 할 수 있는 능력’





1.2.2 공학윤리의 필요성

★ 공학윤리는 왜 중요한가?

- 공공의 안전과 관련된 경우가 많은 공학 분야는 공학자의 실수나 비윤리적 행동이 수많은 사람의 생명과 안전을 위협하는 대형 참사로 이어질 수 있음

✓ 윤리 의식 부재로 인해 발생한 사건들

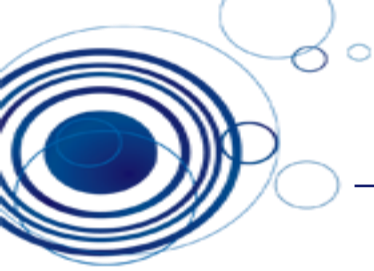
- 체르노빌 원전 사고(1986), 성수대교 붕괴 사고(1994), 삼풍백화점 붕괴 사고(1995), 미국 우주왕복선 컬럼비아호 폭발 사고(2003), 황우석 교수 줄기세포 논문 조작 사건(2005), 미국 미시시피강 교량 붕괴 사고(2007), 세월호 침몰 사고(2014), 빗썸 해킹 사건(2019)





1.3 창의성 바로 알기





창의성은 훌륭한 엔지니어를
위대한 엔지니어로 만든다.





1.3.1 창의성이란?

★ 창의성(creativity)의 정의

- 심리학 문헌에만 60가지 이상의 서로 다른 정의가 존재함

★ 미국의 심리학자 길포드(J. P. Guilford) 박사의 정의(20C 중반)

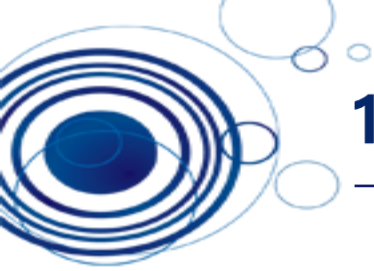
“창의성은 유연성, 유창성, 독창성, 정교성을 의미한다.”

- 일반인도 창의성을 갖고 있다고 보는 중요한 계기가 됨
→ 평범한 일반인의 창의성을 계발하는 방법에 대한 연구 본격화

★ 광의의 창의성이란?

“기존에 없던 새로운 발명이나 발견 뿐만 아니라 기존의 것을 약간 변경하여 더 나은 상태로 개선하는 능력”





1.3.1 창의성이란?

★ 창의성의 어원

1) 영어 단어 'creativity'의 어원

- '성장하는 것(to have grown)'이란 의미를 가진 라틴어인 'creatus'

→ 모르는 것을 알아내기 위해 이미 알고 있는 기존 지식을 재구성 함으로써 성장하는 것을 의미함

2) 한자 창의(創意)의 어원

- 자신이 가진 기존 생각을 파괴하여 이전에 없던 새로운 생각을 만드는 것, 즉 고정관념의 탈피 또는 발상의 전환을 의미함

創

倉(곳집 창) + 刀(칼 도)

意

音(소리 음) + 心(마음 심)





1.3.2 창의성에 대한 오해와 진실

★ 창의성에 대한 오해

창의성은 기발한 아이디어를 도출하는 것이다.

허황된 아이디어가 창의적인 것으로 간주되어 문제 해결 방해

창의성은 주어진 조건과 현실을 무시해도 된다.

주어진 조건과 현실을 무시하고 도출된 아이디어는 실용성이 없음

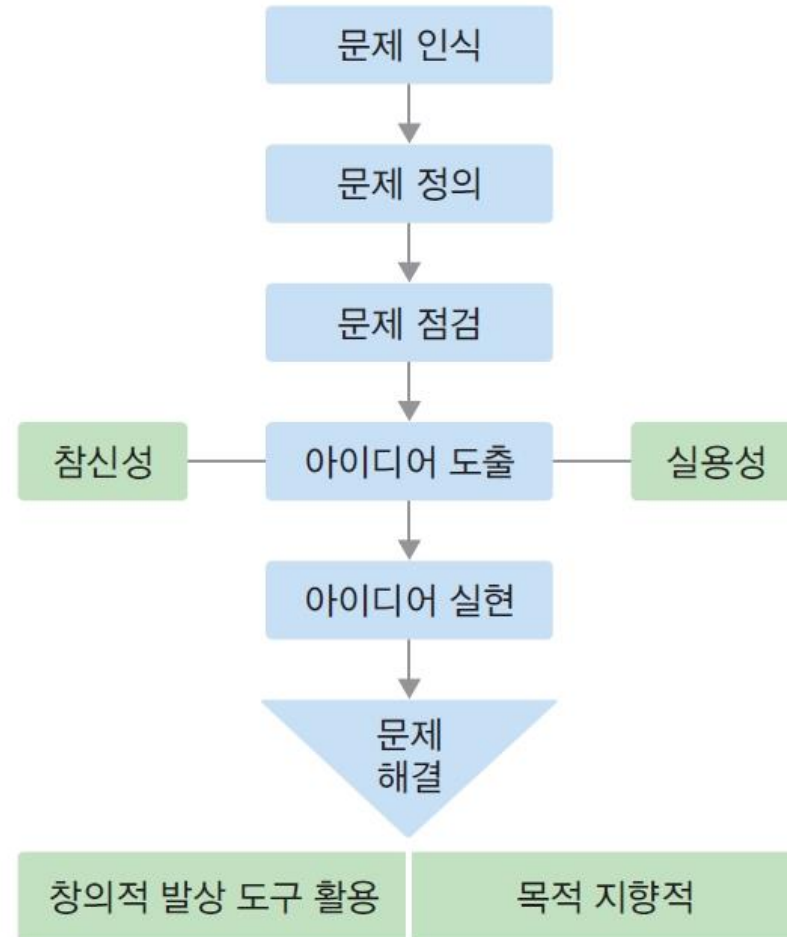
창의성은 정답을 찾는 것이 아니다.

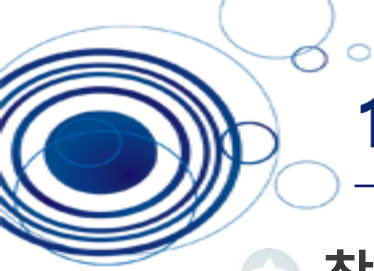
비판적 사고와 의사 결정 능력 저하



1.3.2 창의성에 대한 오해와 진실

★ 창의적 문제 해결의 주요 속성과 연계한 창의성 이해



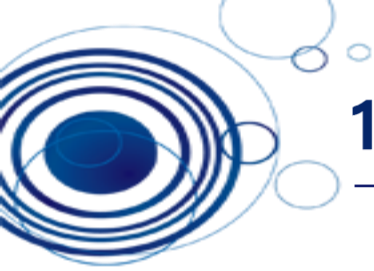


1.3.2 창의성에 대한 오해와 진실

★ 창의성에 대한 진실

- 창의성은 문제 인식 능력이다.
- 창의성은 문제 정의 능력이다.
- 창의성은 문제 점검 능력이다.
- 창의성은 참신성을 내포한다.
- 창의성은 실용성을 내포한다.
- 창의성은 창의적 발상 도구를 통해 증폭된다.
- 창의성은 목적 지향적이다.
- 창의성은 문제 해결 능력이다.





1.3.3 공학자와 창의성

★ 공학자에게 요구되는 창의성

- 실용적인 결과로 연결될 수 있는 창의성

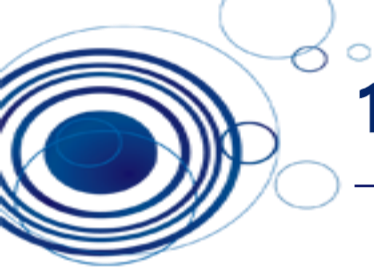
★ 21세기 공학자의 주된 고민

- 왜(Why), 무엇(What), 어떻게(How)

핵심 인재 = 혁신적인 아이디어 + 실행
(전문 지식과 창의성) (추진력과 인내심)

✓ 창의성은 하나의 도구이자 과정이며, 창의성 자체가 목표는 아님





1.3.3 공학자와 창의성

★ 공학자에게 필요한 창의적 역량

창의적 문제 해결의 주요 속성	공학자에게 필요한 창의적 역량
문제 인식	새로운 문제를 남들보다 빨리 발견하고 창안하는 능력
문제 정의	인식된 문제의 근본 원인을 분석하여 진짜 문제를 정의하는 능력
문제 점검	정의된 문제가 해결할 만한 가치가 있는 문제인지, 주어진 제약 조건하에 해결 가능한 문제인지 판단하는 능력
아이디어 도출	문제 해결을 위한 참신하고 실용적인 아이디어를 도출하여 개념적으로 설계하는 능력
아이디어 실현	상세 설계를 통해 개념적 아이디어를 구체화하는 능력
창의적 발상 도구	문제 해결의 단계별로 적절한 창의적 발상 도구를 선택하여 활용하는 능력
목적 지향적	문제 해결이라는 목적을 달성할 수 있는 추진력과 몰입 등의 능력





1.4 창의성 계발하기





1.4.1 창의성 계발의 필요성

★ 21세기는 왜 창의적 인재를 간절히 요구하는가?

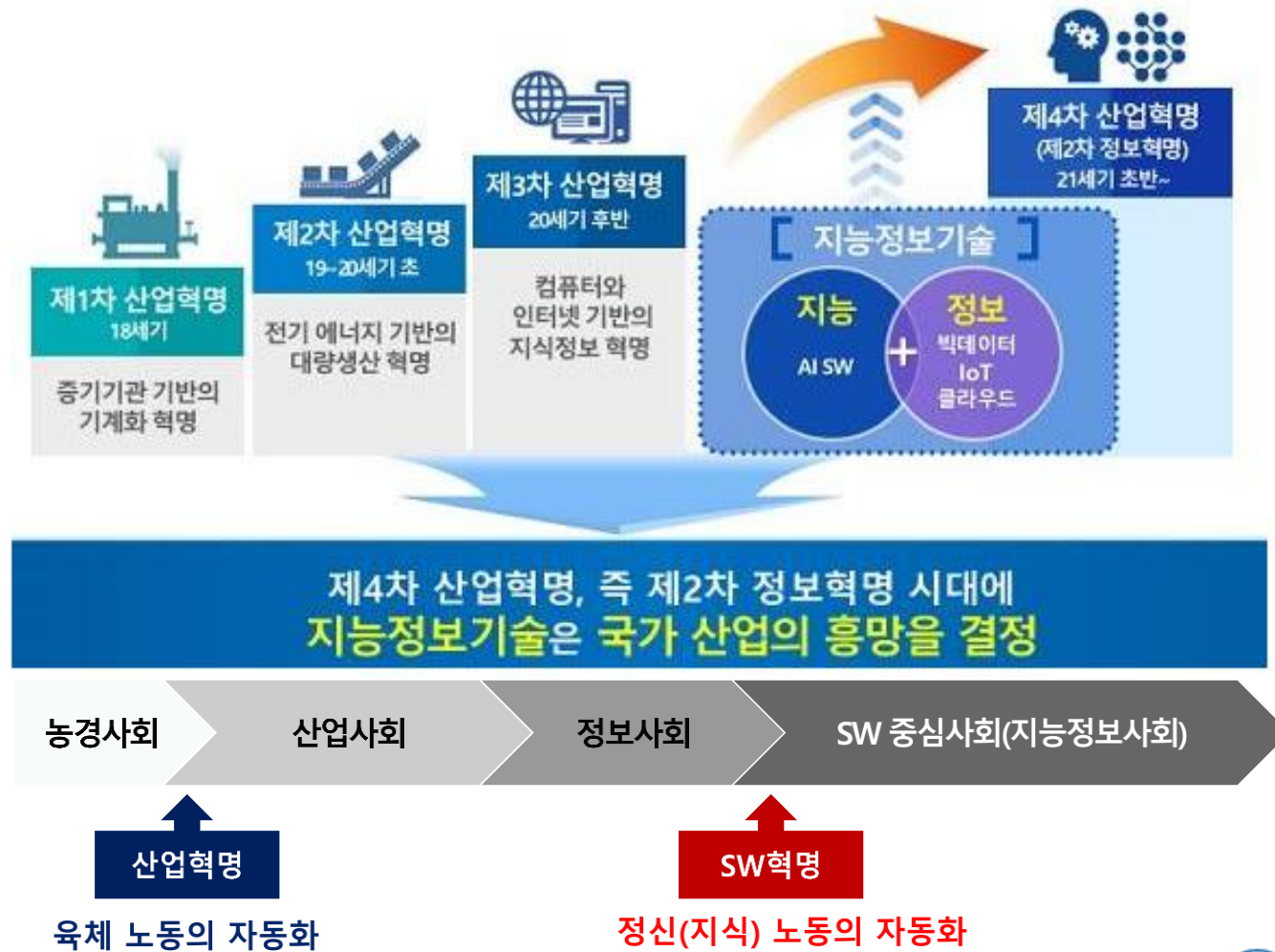
★ 산업 사회와 지식 기반 사회의 차이점

구분	산업 사회	지식 기반 사회
경쟁	제한적 경쟁	무한 경쟁
일	생계 수단	자아실현
조직	수직적 구조	수평적 구조
기업	자본가 중심	지식 근로자 중심
생산 방식	소품종 대량 생산	다품종 소량 생산
경쟁	품질 경쟁	서비스 경쟁
관계	대립과 갈등	참여와 협력
추진력	자본	인적자원
경쟁력	근면·성실	창의성
지식의 개념	know-how	know-where, know-what, know-why, know-who
학습	정규교육, 지식 습득	평생교육, 지식 융합/창출



[참고] 창의성 개발의 필요성

★ 인공지능(AI) 기술 발전에 따른 4차 산업혁명 시대 도래



[참고] 창의성 개발의 필요성

☆ 의사를 능가하는 종양 진단 전문가

■ IBM Watson이 미국 MD 앤더슨 암센터 등에서 암 진단 및 치료법 조언

- 2013년 투입 전 60만 건의 진단서, 200만 쪽의 전문서적, 150만 명의 환자 기록 학습
- 미국종양학회에 따르면 왓슨의 진단 정확도는 대장암 98%, 직장암 96%, 방광암 91%, 췌장암 94%, 신장암 91%, 난소암 95%, 자궁경부암 100%

■ DNA 분석을 통한 질병 예측 및 맞춤형 치료

정보의 홍수 속에 사는 의사들의 딜레마



“향후 80%의 의사가 알고리즘으로 대체될 것이다.”

- Vinod Khosla, TechCrunch 2012. 1.



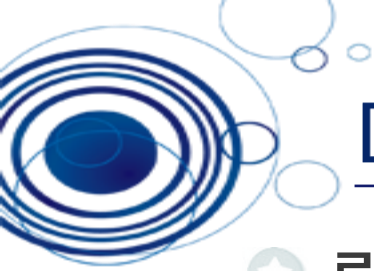
[참고] 창의성 개발의 필요성

★ AI 변호사, 로스(Ross) 등장

■ 미국의 대형 법무법인 Baker & Hostetler사가 채용(2016)

- 실리콘밸리 스타트업인 로스인텔리전스가 IBM의 AI 플랫폼 '왓슨'을 기반으로 제작
- 기계 학습을 통해 수천 건의 관련 판례를 수집, 분석한 뒤, 사건에 도움이 될 내용만 골라서 제공함 (통상 초보 변호사가 담당하던 일)
- 인간 변호사 50명과 함께 판산 관련 업무 담당





[참고] 창의성 개발의 필요성

★ 로봇을 상사로? Robo-boss 등장

If you found out your boss was a robot, would you obey its directives?



By 2018, more than 3 million workers globally will be supervised by a “roboboss.”



Source: Gartner
© 2015 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

Gartner

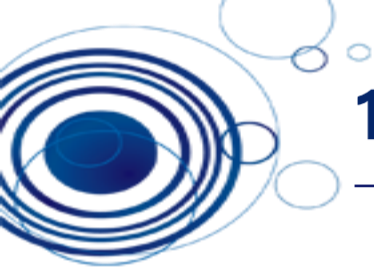


1.4.2 창의융합형 인재의 핵심 역량

★ 올바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재의 6가지 핵심 역량

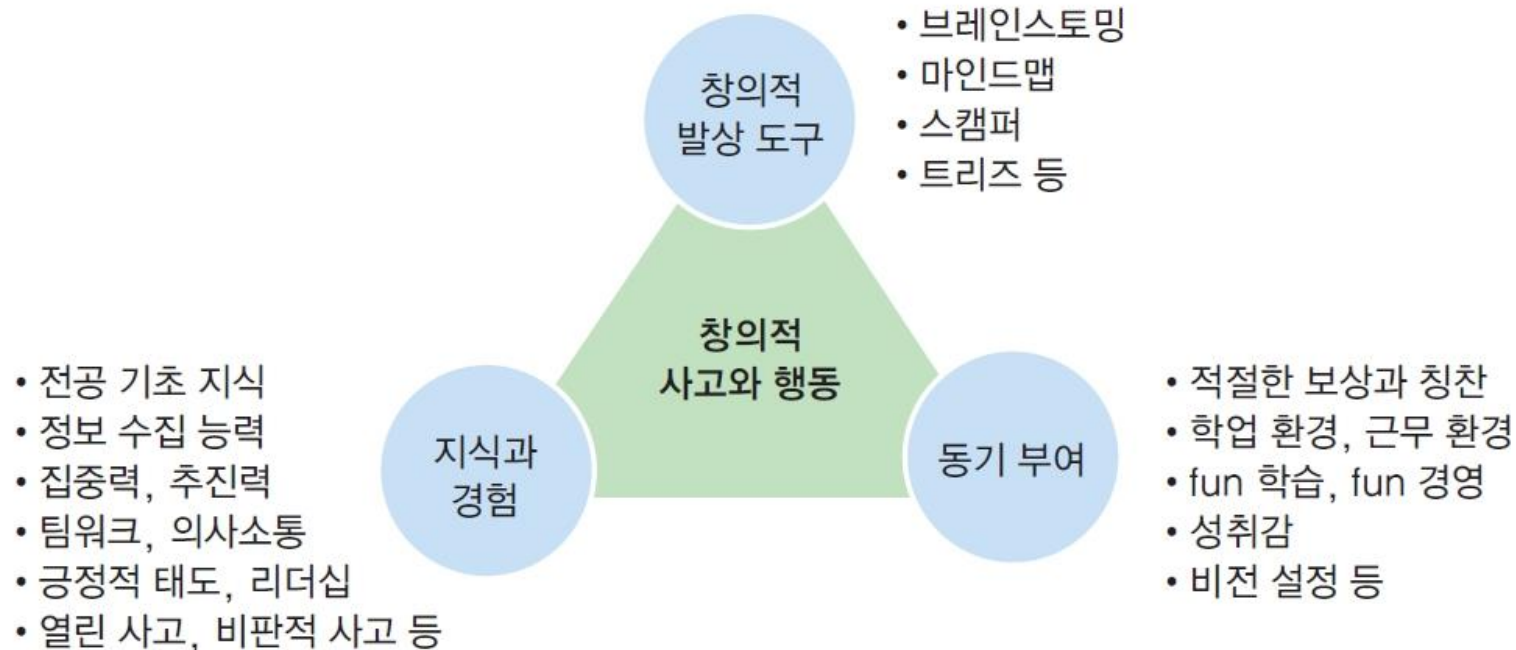
핵심 역량	설명
자기관리 역량	자기주도적으로 살아가는 능력
지식정보 처리 역량	합리적 문제 해결을 위한 지식정보 처리 능력
창의적 사고 역량	다양한 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 능력
심미적 감성 역량	공감과 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 능력
의사소통 역량	자신의 생각을 잘 표현하고 타인의 의견을 경청·존중하는 능력
공동체 역량	지역, 국가, 세계 등 공동체 발전에 적극 참여하는 능력

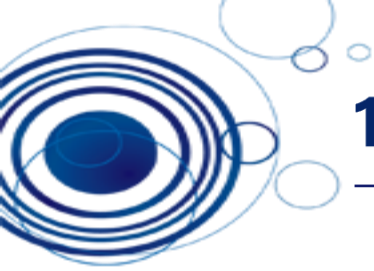




1.4.3 창의성 발휘의 3대 요소

★ 토런스(미국 교육심리학자이자 창의성의 대가)의 창의성 모델





1.4.4 창의성 계발 원칙

- ★ 원칙 1 : 창의성은 관심과 호기심으로 자란다.
- ★ 원칙 2 : 창의성은 유연하고 열린 사고에서 나온다.
- ★ 원칙 3 : 창의성은 긍정적이고 적극적인 태도에서 나온다.
- ★ 원칙 4 : 창의성은 칭찬과 보상으로 증폭된다.
- ★ 원칙 5 : 창의성은 팀워크를 통해 증폭된다.
- ★ 원칙 6 : 창의성은 창의적 발상 도구로 증폭된다.





1.4.5 창의적 발상 도구

발산적 사고(divergent thinking)

- 고정관념에서 벗어나 자유로운 발상을 통해 다양한 아이디어를 도출하는 것
- 확산적 사고 or 생성적 사고
- 도구 :
브레인스토밍, 강제 연결법, 마인드맵, 스캠퍼, 트리즈
(발명 원리, 분리원리 등) 등

수렴적 사고(convergent thinking)

- 발산적 사고를 통해 도출된 다양한 아이디어를 분류하거나 수정.
분석·평가하여 최종적으로 가장 적합한 아이디어를 선택하는 것
- 비판적 사고 or 초점적 사고
- 도구 :
PMI, 하이라이팅, 역브레인스토밍, PPC, 평가 행렬표, 그리고 2안 비교 순위 결정법이나 가중 순위 결정법과 같이 아이디어의 우선순위를 결정하는 방법 등



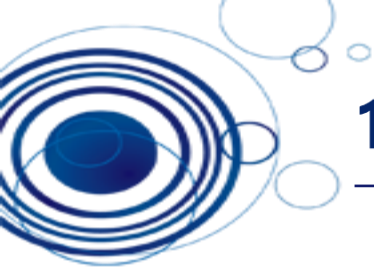


1.4.5 창의적 발상 도구

★ 대표적인 창의적 발상 도구(1)

구분	발상 도구	특징
발산적 사고 기법	브레인스토밍(brainstorming)	비판 금지, 자유분방, 질보다 양, 결합과 개선
	강제 연결법(forced connection method)	서로 무관해 보이는 사물이나 단어를 강제로 연결
	마인드맵(mindmap)	주요 개념을 서로 연결하여 지도를 그리듯 표현
	스캠퍼(SCAMPER)	9가지 아이디어 변형 기법
	트리즈(TRIZ)	매우 구조적인 창의적 문제 해결 이론(모순 개념, 발명 원리, 분리 원리 등)
	브레인라이팅(brainwriting)	떠오른 아이디어를 종이에 써서 제안
	시네틱스(synetics)	서로 관련 없는 요소 간의 결합
	수평적 사고(lateral thinking)	비전통적이고 비논리적인 방법으로 해결 모색
	수렴적/발산적 연쇄 질문 (convergent/divergent chain questions)	문제 범위를 점점 좁히거나 넓혀서 문제의 배경을 찾는 방법으로 전자는 원인 전개, 후자는 목적 전개





1.4.5 창의적 발상 도구

★ 대표적인 창의적 발상 도구(2)

구분	발상 도구	특징
수렴적 사고 기법	PMI(Plus, Minus, Interesting)	장점(P), 단점(M), 흥미로운 점(I)에 집중하여 아이디어 평가
	하이라이팅(highlighting)	적중 영역(hot spots)을 검토하여 최적해 선택
	역브레인스토밍(reverse brainstorming)	비판 장려
	PPC(Positive, Possibilities, Concern)	긍정적인 점(P), 가능성(P), 염려스러운 점(C)으로 구분하여 비판
	평가 행렬표(evaluation matrix)	평가 준거에 근거하여 아이디어 평가
	2안 비교 순위 결정법(paired ranking)	아이디어를 2개씩 비교하여 우선순위 결정
	쌍 비교 분석법(paired comparison analysis)	아이디어를 2개씩 비교하되 점수도 함께 기록하여 우선순위 결정
	가중 순위 결정법(weighted ranking)	가중치를 부여한 평가 기준을 기초로 우선순위 결정



1.4.6 창의성 방해 요인

★ 창의성 방해의 주요 요인

방해 요인	설명
심리적 타성 (psychological inertia)	<ul style="list-style-type: none"> 관습적인 사고가 혁신적인 접근을 방해한다. 자신의 지식과 경험 안에서만 해결책을 찾는다.
잘못된 문제 정의 (wrong problem definition)	<ul style="list-style-type: none"> 문제의 본질과 무관한 목표를 설정한다. 다양한 관점에서 문제를 검토하지 않는다. 표면에 잘 드러나는 문제만을 공략한다.
다학제적 지식 부족 (lack of interdisciplinary knowledge)	<ul style="list-style-type: none"> 많은 문제가 여러 분야의 다학제적 지식을 요구한다. 방대한 양의 전문 지식을 제대로 활용하지 못한다.
모순 회피 (avoiding contradiction)	<ul style="list-style-type: none"> 문제에 숨겨진 모순을 찾지 못한다. 모순에 직면했을 때 회피하는 경향이 있다. 단편적인 절충안으로 쉽게 해결하려는 경향이 있다.



[그림 1-3] 심리적 타성의 예



[그림 1-4] 잘못된 문제 정의의 예



[그림 1-5] 다학제적 지식 부족의 예



[그림 1-6] 모순 회피의 예