

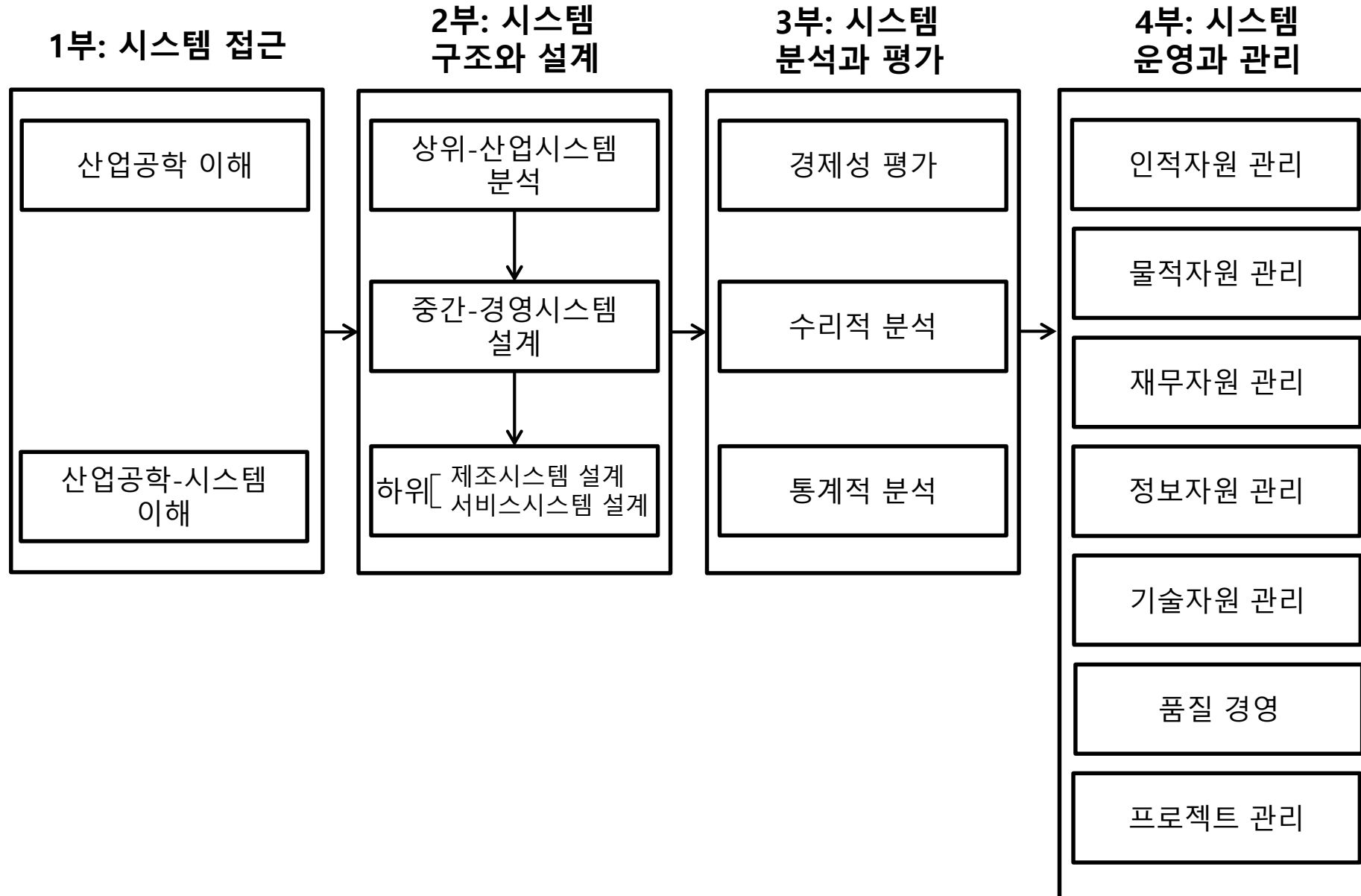
제1부 산업공학과 시스템



1장 산업공학의 기본

2장 산업공학과 시스템 접근

전체적 구조: 주요 내용과 순서





1장 산업공학의 기본

- 1절 산업공학의 정의와 배경
- 2절 산업공학의 성장과 변화
- 3절 산업공학과 사회과학

이 장의 개요

■ 핵심 주제

1. 산업의 정의, 산업의 분류
2. 산업공학의 정의, 산업공학의 성격
3. 산업공학의 태동, 산업공학의 성장과 발전
4. 산업공학과 공학 학제와의 관계
5. 산업공학과 사회과학과의 관계
6. 산업공학과 공학도의 역할

■ 학습 목표

1. 산업이라는 개념이 생겨난 배경을 이해하고 그것이 산업공학이라는 학문으로 연결되는 과정을 알아본다.
2. 산업공학의 발전 과정에서 주요 주제들이 어떻게 변해왔는지를 알아본다.
3. 공학 안에서 산업공학이 가지는 위상과 의미를 알아본다.
4. 산업공학과 사회과학의 공통점과 차이점을 알아본다.
5. 산업공학을 공부하는 공학도가 갖추어야 할 기본소양과 실무지식을 알아본다.



1절 산업공학의 정의와 배경

1.1 산업 개념의 배경 (1/3)

■ 산업 개념 – 20C 초

- 산업혁명 → 산업자본주의 → 산업(industry)과 기업(firm) 개념의 출현
- 산업의 의미: ‘크고, 새로운 제조기업들의 집합’
 - ✓ 특정산업과 연계되지 않는 포괄적 개념



■ 산업 분류 개념 – 20C 중반 이후

- Clark(1951)의 분류
 - ✓ 1차 산업, 2차 산업, 3차 산업
- 표준산업분류(Standard Industry Classification: SIC)
 - ✓ 국가적 차원에서 다양한 기준을 종합하여 산업을 정의/분류하는 공식적 기준



<1차 산업, 2차 산업, 3차 산업>

1.1 산업 개념의 배경 (2/3)

<표준산업분류의 분류체계>

기호	대분류	중분류	소분류	세분류	세세분류
A	농업, 임업	2	6	17	29
B	어업	1	2	4	8
C	광업	3	7	12	18
D	제조업	23	71	174	473
E	전기, 가스 등	2	4	6	7
:	:	:	:	:	:
R	공공, 개인	4	11	24	49
S	가사서비스	1	1	1	1
T	국제, 외국	1	1	1	2
	20	63	194	442	1,121

1.1 산업 개념의 배경 (3/3)

■ 산업공학의 태동

- 크고 복잡한 기업조직이나 생산과정 운영에 따른 다양한 관리문제 발생
- 문제의 과학적 분석, 복잡한 조직의 효율적 관리에 관한 이론과 기법의 개발
- 관련 이론과 기법의 증가 → 지식의 축적 → 학제(discipline)

■ 산업공학의 정의

인간, 재료, 설비 및 에너지로 구성되는 **종합적 시스템**을
설계, 개선 및 설치하는 일

IIE(Institute of Industrial Engineers)

- 대상: 크고 복잡한 모든 조직
 - ✓ 제조기업, 의료기관, 금융기관, 공공기관, 교육기관 등
- 주제: 경영관리 활동 전반
- 특성: 다학제적(multi-disciplinary) 접근

산업공학은 시스템의 운영을 분석하고, 설계하고, 예측하고, 평가하기 위해
수학, 자연과학 및 사회과학의 전문지식과 기법을 활용한다

IIE(Institute of Industrial Engineers)

1.2 산업공학 학제의 배경 (1/4)

■ 효율적 공장과 분업 개념의 등장 (18c~19c) – 영국 중심

- 근대적 공장의 생산관리
 - ✓ 수공업 공장(manufacture) → 대규모의 기계화 공장(factory system)
 - ✓ 생산계획, 공정관리의 효율화, 작업방식의 표준화
- 노동의 분업(division of labor)과 전문화 – Adam Smith, Charles Babbage
 - ✓ 반복적인 작업을 통해 작업자의 기능(skill)이 향상되는 효과
 - ✓ 한 가지 작업에만 사용할 수 있는 전문도구(tool)를 사용하는 효과

■ 과학적 관리의 혁신 (20c초) – 미국 중심

- Frederick Taylor 의 과학적 관리
 - ✓ 과학적 관리의 원리(Principles of Scientific Management)
 - ✓ 테일러 시스템(Taylor system)
- Frank & Lilian Gilbreth의 작업 방법과 측정에 관한 연구
- Henry Gantt의 Gantt 차트



<Frederick W. Taylor>

1.2 산업공학 학제의 배경 (2/4)

■ 과학적 관리의 혁신 (20c초) (cont.)

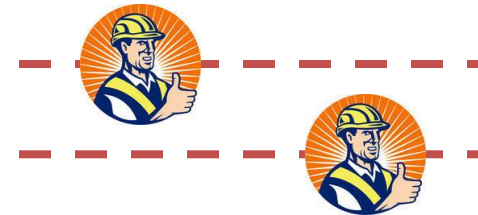
- Frederick Taylor 의 과학적 관리의 원리(Principles of Scientific Management)
 - ✓ 작업의 내용을 하나의 과업으로 설정하고 각각의 과업을 수행하는 방식과 절차를 규격화 및 표준화 → 생산성 증대
 - ✓ 작업의 시간과 동작을 체계적으로 분석하여 직무를 표준화 → 작업 능률 향상
 - ✓ 차별적인 성과급 제도를 운영 → 작업 성과 제고

삽질(shoveling)의 과학



- 삽질 동작의 분해
- 각 동작 별 최선 방식(best practice) 도출
- 최적 동작 및 휴식 시간 분석
- 모범적 작업자의 표준 작업 효율 도출

Time and Motion Study



- 표준 작업자의 선택
- 생산성 향상 정도에 따라 차등적 임금 지급(incentive)
- 모든 작업자의 생산성 향상 유도

Differential Piece Rate

1.2 산업공학 학제의 배경 (3/4)

■ 품질관리에 대한 연구 (1920s)

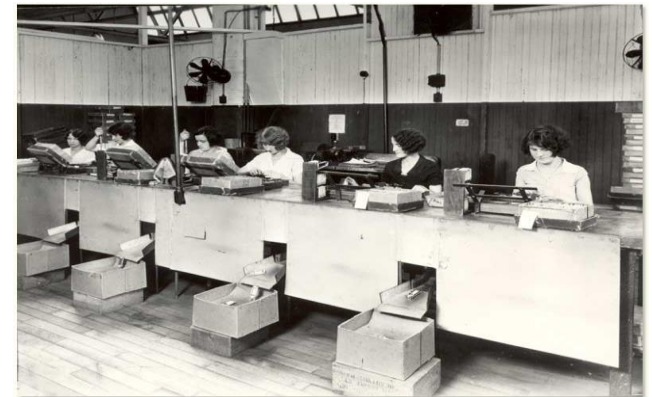
- Shewhart의 품질 관리도(control chart)
- Dodge와 Romig의 표본추출검사(acceptance sampling)
- 통계적 품질관리(Statistical Quality Control: SQC)로 확장

■ 작업심리에 대한 연구 (1920~30s)

- 호손(Hawthorne) 실험
 - ✓ 작업능률에는 작업의 물리적 조건보다 심리적 요인과 인간관계가 더 중요
- 인간공학의 태동

■ 재고관리에 대한 연구 (1910s)

- Harris의 경제적 주문량(Economic Order Quantity: EOQ) 모형
- 완충재고(buffer stock) 개념을 포함하면서 재고관리 주제로 확장



<호손 실험>

1.2 산업공학 학제의 배경 (4/4)

■ 본격적 학제의 형성 – 20C 중반

- 산업공학 전문가 집단의 조직적 활동
 - ✓ Taylor Society (1916)
 - ✓ The Society of Industrial Engineers (1920)
 - ✓ The American Management Association (1922)
 - ✓ Society for the Advancement of Management (1936)
- American Institute of Industrial Engineers (AIIE) 학회 발족 (1948)
 - ✓ 산업공학 학제의 독자적 발판을 마련한 전문조직
 - ✓ Journal of Industrial Engineering 학술전문지 발간
 - ✓ Institute of Industrial Engineers (IIE) (1981)



2절 산업공학의 성장과 변화

2.1 Operations Research(OR)의 공헌과 경제성 공학 부상

■ Operations Research(OR) 분야의 부상 - 2차 대전 전후

- 대규모의 군사작전(operation)을 효율적으로 수행하기 위한 과학적 기법을 연구(research)
 - ✓ 크고 복잡한 Operations 문제의 수리적 설계와 최적해(optimal solution) 도출

■ 경영과학(Management Science: MS)의 등장 - 2차 대전 후

- OR 기법의 민간부문 확산
- OR/MS라는 용어 사용
- 학술단체의 통합
 - ✓ INFORMS(Institute for Operations Research and Management Sciences)

■ 경제성 공학(Engineering Economy)의 부상

- OR/MS 기법을 경제성 분석에 적용
- 재무분석 기법, 경제학 이론과 산업공학의 연계

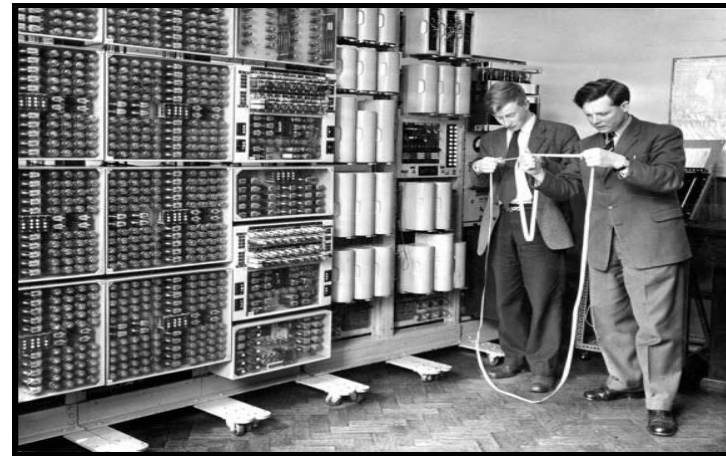
2.2 컴퓨터의 도입과 확산

■ 컴퓨터의 도입과 확산

- 이론/개념의 실용화
 - ✓ 이론적 알고리즘을 구현하여 계산시간 감소
 - ✓ 컴퓨터 시뮬레이션: 크고 복잡한 경영시스템의 문제를 실험실 규모의 문제로 축소
- 생산활동의 혁신
 - ✓ CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing)
 - ✓ 자재관리, 일정관리 시스템

■ 정보관리 분야의 생성

- 정보관리 시스템 설계와 개발
 - ✓ 경영정보시스템(MIS)
 - ✓ 의사결정지원시스템(DSS)
 - ✓ 전사적 자원관리(ERP)
 - ✓ 컴퓨터 시뮬레이션
- 정보 내용과 의미의 분석
 - ✓ 데이터 추출-가공-분석



<초기의 컴퓨터>

2.3 서비스 공학의 부상

■ 산업공학 범위의 확장

- 2차대전 이후 산업공학의 원리와 기법들을 제조업 이외의 산업분야(non-manufacturing)에 폭넓게 적용
- 제조분야에서 축적된 지식과 경험을 서비스 분야에 적용

■ 서비스 공학(service engineering) 주제의 등장

- 서비스 시스템(service system)과 서비스 프로세스(service process)의 설계
- 서비스 시스템의 효율성과 생산성 제고
- 서비스 전략과 서비스 마케팅
- 새로운 서비스의 개발과 비즈니스 모델의 설계

■ Production Management가 Operations Management(OM)로 확대

2.4 시스템 공학의 등장

■ 시스템 접근(Systems Approach)의 강조

- 기업조직의 규모 확대, 복잡성 증가, 이질성 증가
- 시스템 접근: 조직을 전체와 부분으로, 내부와 외부로, 상위와 하위로 나누어 살펴보는 접근

■ 시스템 공학(System Engineering)의 등장

- 시스템 공학: 시스템 개념을 바탕으로 조직을 설계, 분석, 운영
 - ✓ 경영시스템 내의 다양한 구성요소들의 상호작용 이해
 - ✓ 경영시스템 내부와 외부환경과의 인터페이스(interface) 고려
- 산업공학과 → 산업시스템공학과

시스템적 시각 : 나무와 숲을 함께 보자

2.5 산업경영공학으로 확대 (1/2)

■ 공학-경영학의 연계와 다학제적 접근의 강조

- 산업공학 범위의 확장
 - ✓ 기업 내부에서 외부 시장 및 산업, 글로벌 마켓으로의 확대
 - ✓ 기술적 측면에서 전략적 분석으로의 확대
 - ✓ 생산부문에서 마케팅, 재무, 인사부문으로의 확대
 - ✓ 공급자 중심의 관리에서 사용자/소비자 중심의 소통으로 변화
- 산업공학 → 산업경영(industrial management) 공학
- 산업공학과 경영학(사회과학), 산업공학과 여타 공학/자연과학의 연계
 - ✓ 주제의 공통성 vs 접근 방법의 차이



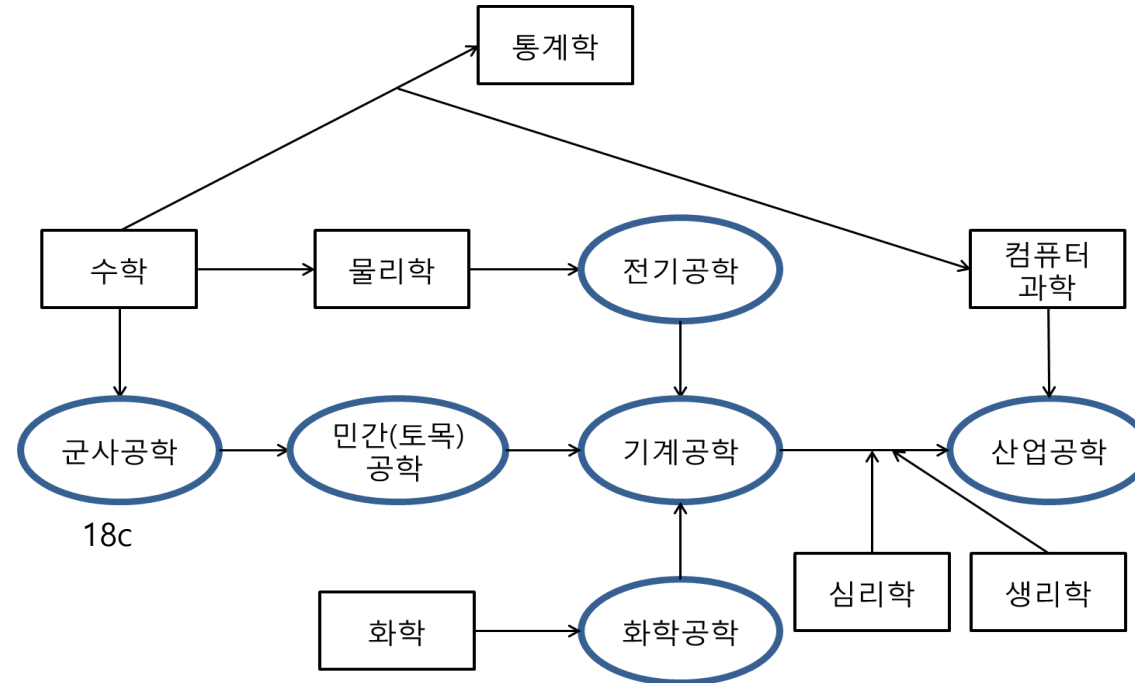
2.5 산업경영공학으로 확대 (2/2)

<산업공학의 생성과 발전과정: 세대별 변화>

세대	기간	키워드
태동기	~ 1900년대	산업혁명 (Industrial Revolution)
도입기	1900년대 ~ 1930년대	과학적 관리 (Scientific Management)
정착기	1930년대 ~ 1950년대	산업공학 (Industrial Engineering)
성장기	1940년대 중반 ~ 1970년대	오퍼레이션 리서치 (Operations Research)
확장기	1980년대 ~ 2000년	산업시스템 공학 (Industrial and Systems Engineering)
전환기	2000년 이후 ~ 현재	산업경영 (Industrial Management)

2.6 공학 학제의 진화과정

■ 공학 학제의 형성



<공학 학제의 형성과 확대 과정>

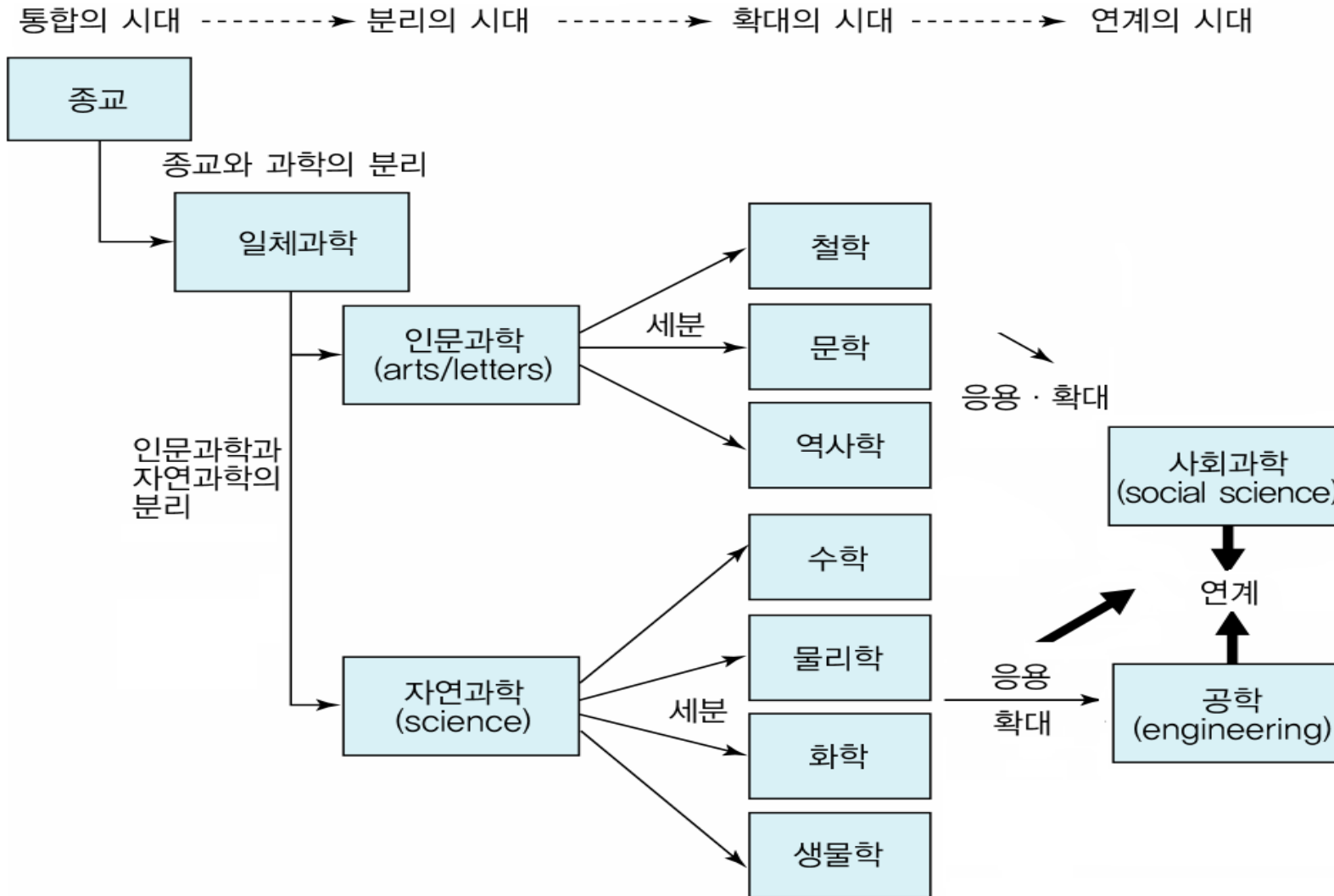
• 산업공학

- ✓ 4대 공학 생성 이후 대규모의 복잡한 시스템 관리를 위해 만들어진 신생학문
- ✓ 모든 공학 학제와 연결, 산업간 연결고리 제공
- ✓ 공학의 오케스트라의 지휘자



3절 산업공학과 사회과학

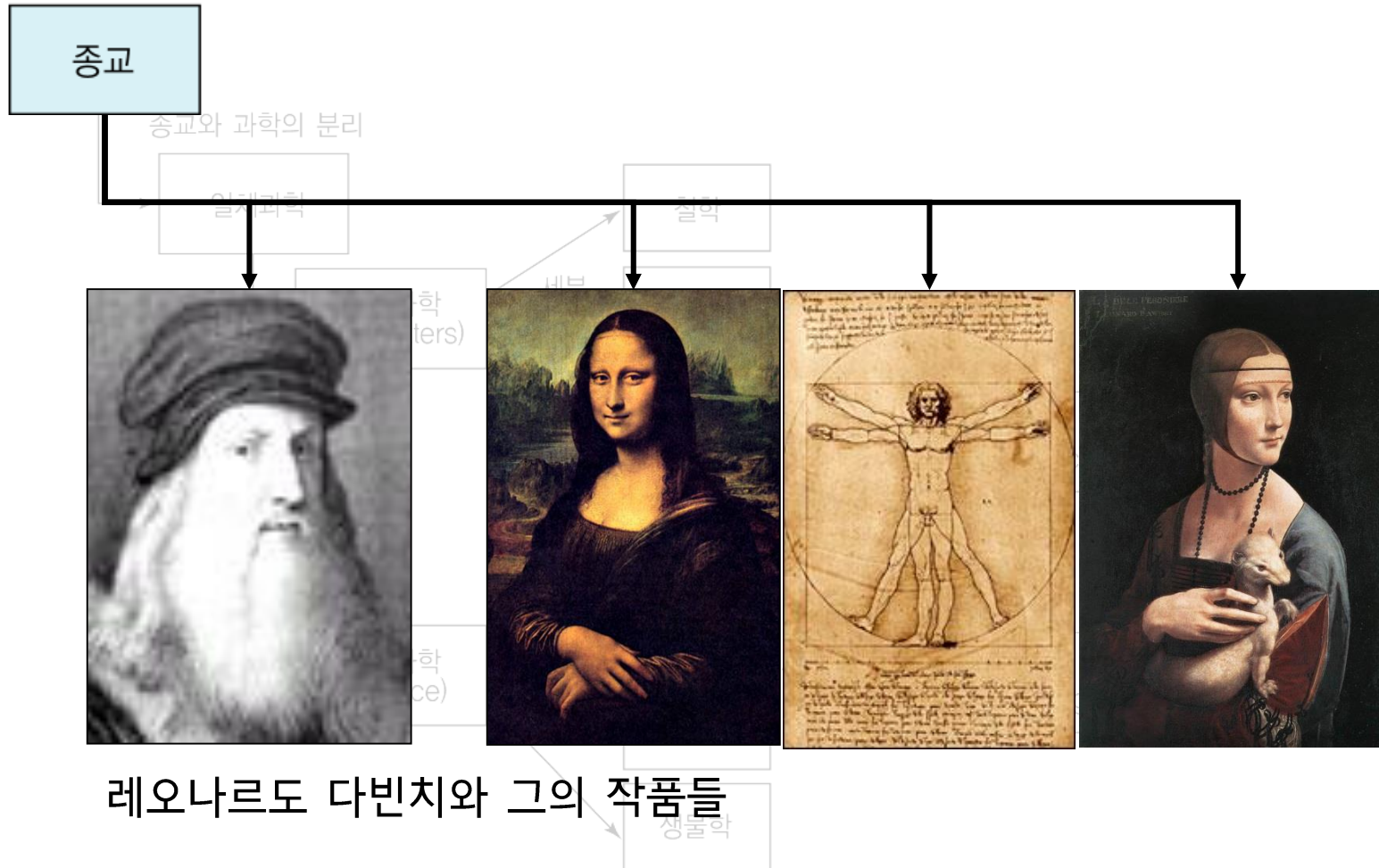
3.1 공학과 사회과학의 분리



<학제의 진화 과정: 분리와 통합>

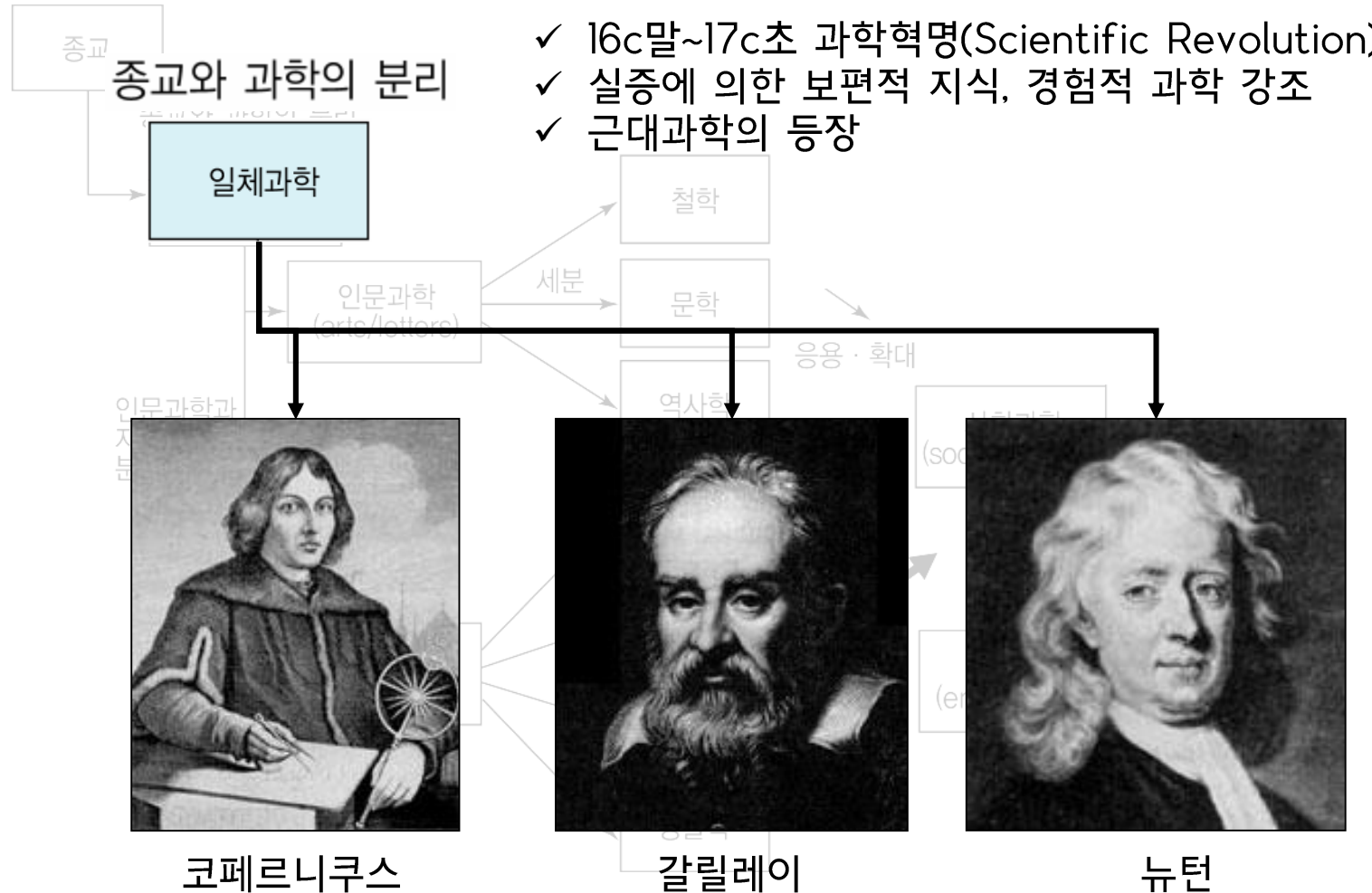
3.1 공학과 사회과학의 분리

통합의 시대 → 분리의 시대 → 확대의 시대 → 연계의 시대



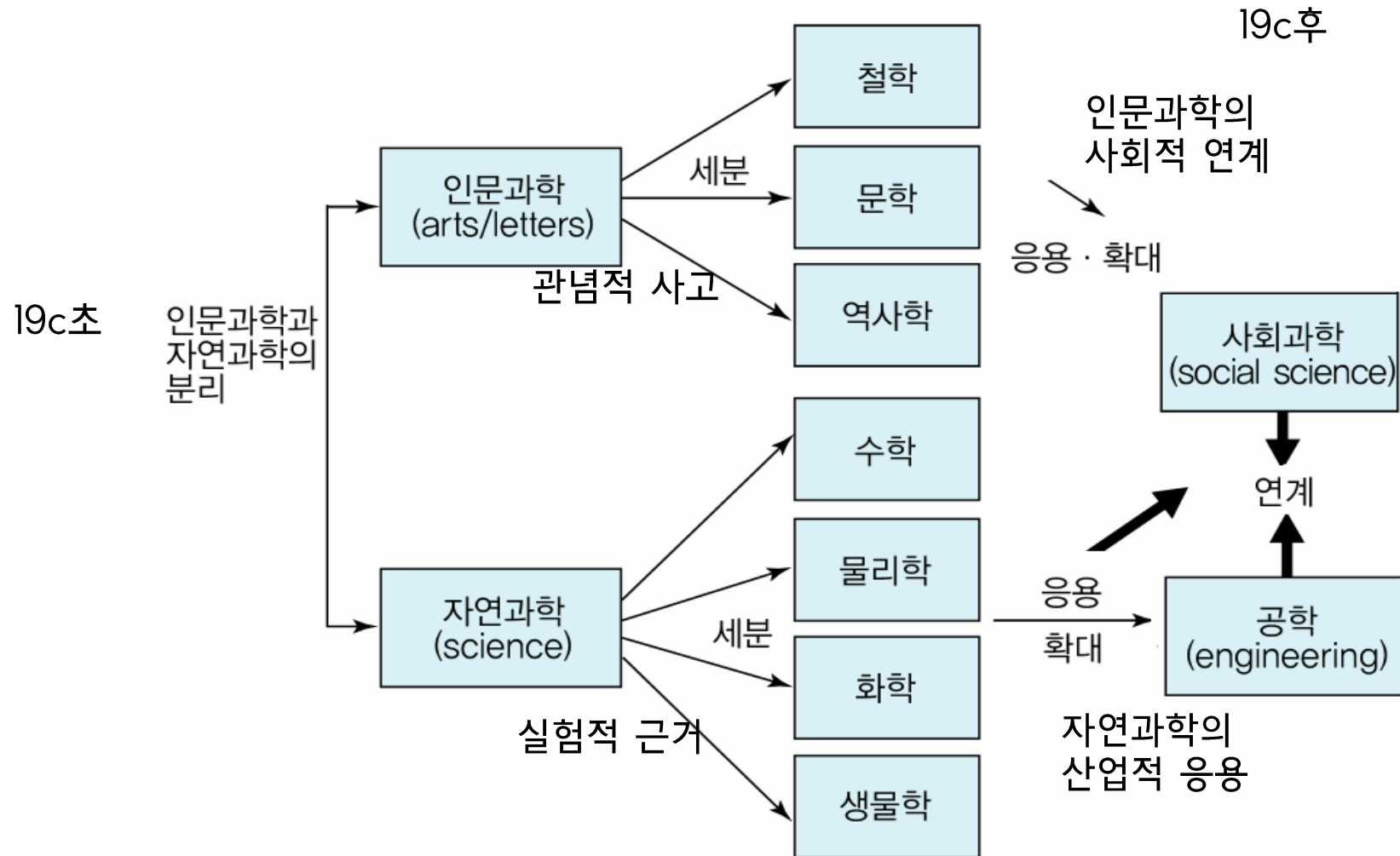
3.1 공학과 사회과학의 분리

통합의 시대 → 분리의 시대 → 확대의 시대 → 연계의 시대



3.1 공학과 사회과학의 분리

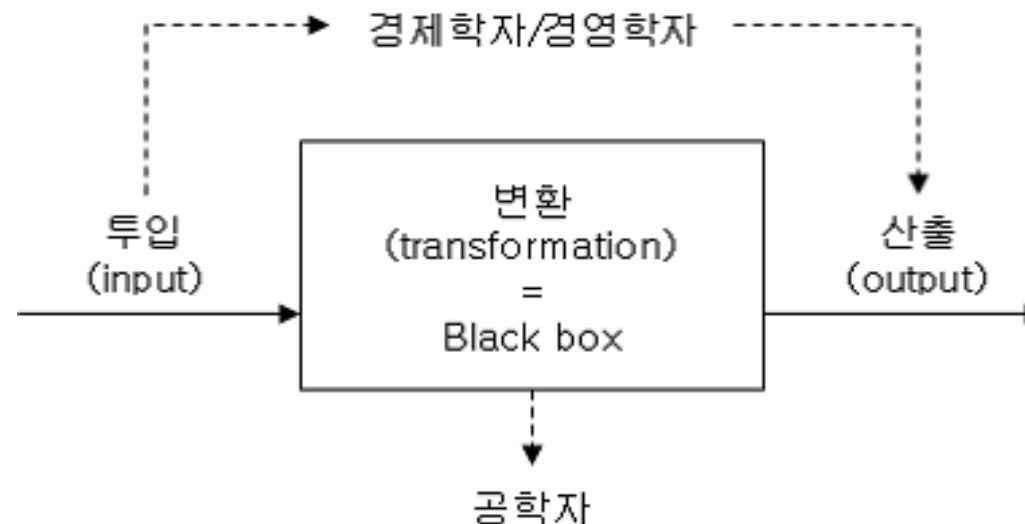
통합의 시대 → 분리의 시대 → → 확대의 시대 → 연계의 시대



3.1 공학과 사회과학의 분리

■ 자연과학과 인문과학

- 데카르트적 이원주의(Cartesian Dualism)
 - ✓ hard science와 soft science로 분리하는 사고
- Black box 이론(Rosenberg, 1982)
 - ✓ 시스템의 변화를 투입, 변환, 산출의 단계로 파악
 - ✓ 경제학자/경영학자와 공학자의 사고와 의식체계 차이를 설명



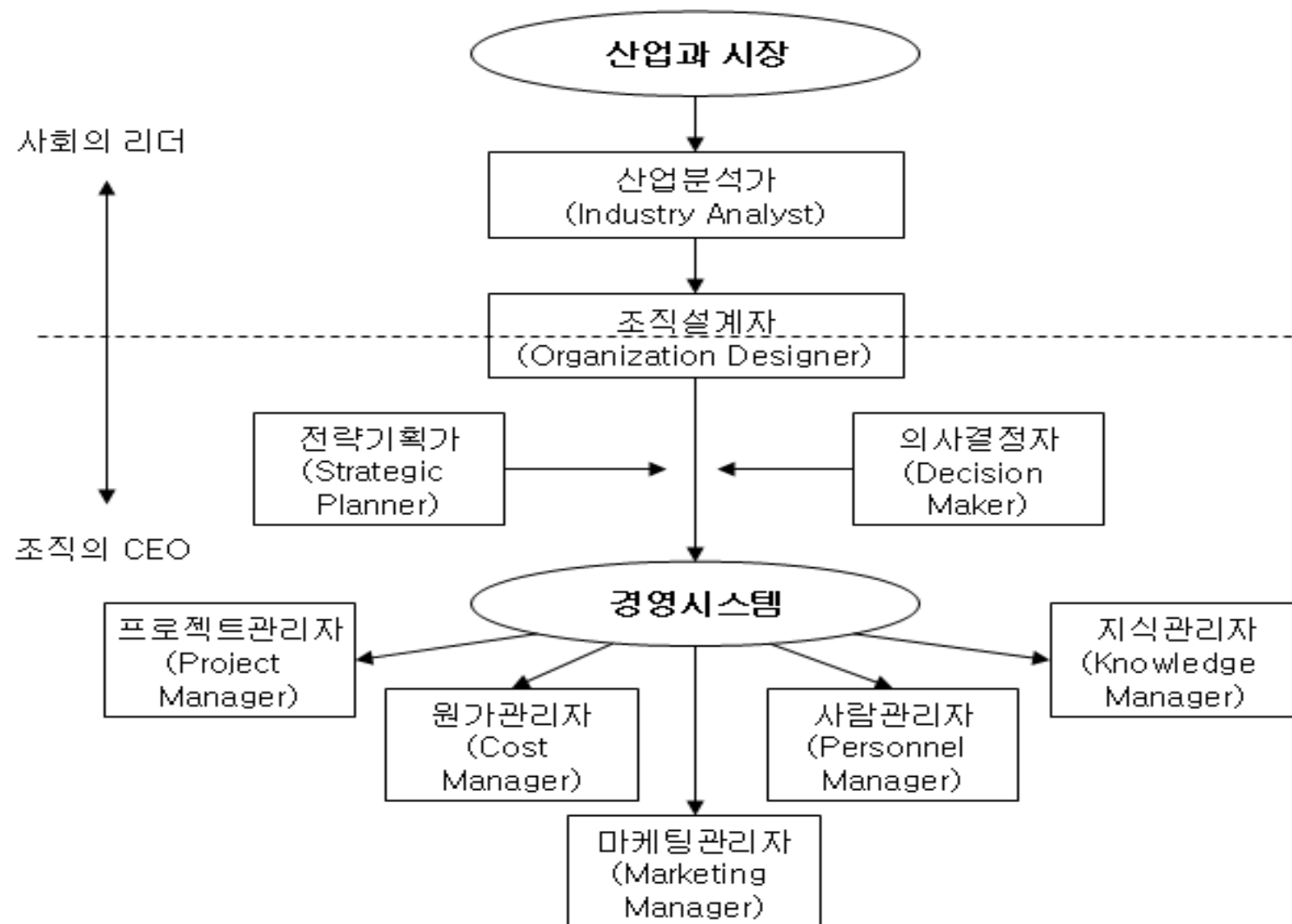
3.2 공학과 사회과학의 연계

■ 학제간 연계의 모색 (20C 후반 ~)

- 1차적인 연계
 - ✓ 사회과학 또는 공학 내에서 독립적인 학제들간의 학문적 연계
 - ✓ 예) 통합 학부 재편, 연합전공, 협동과정 등
- 2차적인 연계
 - ✓ 사회과학과 공학의 결합을 통한 새로운 학제(neo-discipline)의 형성
 - ✓ 예) 융합학과
 - 사회의 변화를 수용할 수 있는 기술을 위한 새로운 지식의 공급
 - 기술의 변화에 적응할 수 있는 사회를 위한 새로운 지식의 공급

산업공학은 본질적으로 다학제적 속성을 지닐 뿐 아니라,
사회과학과 공학의 가교 역할을 수행

3.3 산업공학과 공학도 (1/2)



<다기능 관리자로서의 산업공학도>

■ 산업공학도의 자질과 능력

- 시장과 산업을 분석할 수 있는 자질과 능력(Industry/Market Analyst)
- 경영조직을 설계할 수 있는 자질과 능력(Organization Designer)
- 전략적 사고와 기획을 할 수 있는 자질과 능력(Strategic Planner)
- 경제성에 따라 의사결정을 할 수 있는 자질과 능력(Decision Maker)
- 경영프로젝트를 관리할 수 있는 자질과 능력(Project Manager)
- 재무회계를 이해하는 자질과 능력(Managerial Economist)
- 품질관리와 원가관리를 할 수 있는 자질과 능력(Quality/Cost Manager)
- 마케팅을 이해하는 자질과 능력(Marketing Manager)
- 물적 자산을 관리할 수 자질과 능력(Production/Supply Chain Manager)
- 인적 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Personnel Manager)
- 정보 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Information/Data Manager)
- 지적 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Knowledge Manager)