

과학기술과 인류발전

세계 인류와 함께 발전해 온 과학기술의 역사를
과학문명(이집트, 메소포타미아), 고대과학(그리스, 로마시대)
중세과학(서양봉건시대, 이슬람시대), 근대과학(르네상스시대, 과학혁명시대)
현대과학(산업혁명시대, 20세기 시대)으로 나누어 정리·요약하고,
이로부터 과학기술과 관련한 주요 시사점을 분석하여 보고드릴

※ 『3일만에 읽은 과학사』, 『과학사 신문』 등 과학사 관련 저서 참조

1. 과학문명(BC. 3000년경)

- 과학이란 자연세계에 관한 경험과 지식이며 자연을 변형하고 활용하는 힘으로 인류최초의 문명인 이집트와 바빌로니아에서는 실용적인 목적에서 과학문명이 싹틈
- 구체적으로 ‘과학’은 자연세계에 숨겨져 있는 질서를 찾아내어 이론화하고 체계화하는 활동과 지식을, ‘기술’은 인간이 생존하기 위해 주변의 환경을 변화시키고 활용하면서 축적한 경험과 물질적 산물
- 이집트와 바빌로니아에서는 회계·측량·건축 등을 위한 수학의 발전, 농업·종교의식·점성술을 위한 천문학의 발전 그리고 질병치료와 사회의 평온을 유지하기 위한 의학의 발전이 이루어지면서 인류 문명의 찬란한 꽃을 피움

	이집트	바빌로니아
사회	지리적으로 폐쇄되어 안정된 사회	잦은 전쟁과 상업이 활발한 개방된 사회
천문학	태양력 사용 - 나일강이 1년에 한번 넘치며, 이때 오른쪽 지평선 위에 ‘사리우스’별이 태양과 함께 뜬다는 사실을 관측하여 1년 계산	태음력 사용 - 달이 주기적으로 차고 기움에 대한 관찰에 근거 점성술 발전 - 불안한 국내외적 여건을 이겨내고, 국가의 흥망, 전쟁, 기아 등을 별의 운동으로 예측함
수학	기하학 발전 건축과 토목기술 발전 - 피라미드는 기하학적 건축물의 극치	10진법, 60진법 등 숫자체계 발달 - 상업과 무역을 위한 산법 체계가 발달
의학	미이라 - 인체구조에 대한 많은 지식을 획득	주술적 성격이 강함

2. 고대과학(BC. 6세기~AD 4세기)

① 그리스 과학

- 자유와 토론을 중시했던 그리스 도시국가 아테네에서는 뛰어난 자연철학자들이 자연세계를 철학의 대상으로 삼으면서 본격적으로 만물의 본질*에 대한 과학탐구를 시작하였고 이로부터 고대 과학의 기본 틀이 완성되면서 서구 문화의 중심으로 부상함

* 최초의 자연철학자(과학자)들: 탈레스(물), 피타고라스(수), 헤라클레이토스(불), 플라톤·아리스토텔레스(4 원소: 물, 불, 공기, 흙)를 만물의 본질로 파악함

❖ 그리스 시대 이후에도 계속해서 4 원소가 만물의 본질로 생각되었으나 18세기에 기체를 발견하면서 원자론이 제기됨

18세기(캐번디쉬, 라브와지에)	수소, 산소, 질소, 이산화탄소 등이 발견됨
19세기(돌턴)	기체를 구성하는 가장 작은 알갱이로 '원자'를 상정
20세기(톰슨, 러더포드)	원자는 다시 '전자'와 '핵', '양성자' 로 구성됨
21세기(입자물리학)	핵 안에 더 작은 '쿼크' 존재 발견 가장 작은 단위는 알갱이가 아니라 끈 모양의 '슈퍼스트링'

② 헬레니즘 과학

- 알렉산더 대왕은 제국의 번영을 위해 '무세이온(Museion)*'이라는 세계 최초의 과학연구기관을 설립, 국가 차원에서 제도적·재정적 지원을 하는 과학진흥정책을 펼침으로써 동서양을 아우르는 황금기를 맞이함

* 왕국 내 최초의 국립학술원으로 75만권을 소장한 도서관을 비롯하여 동물원, 천문대, 실험실이 구비되었고, 해부실에서는 국가가 기증한 사체해부가 이루어지는 등 여러 국가에서 초빙된 100여명의 인재들의 자율적인 연구 활동을 적극 지원

수학 분야	유클리드(기하학의 아버지), 아르키메데스(부력발견), 아폴로니우스
천문학 분야	에라토스테네스(지구둘레측정), 히파르코스(지구의 달의 크기 계산), 프톨레마이오스(지구중심설), 아리스타코스(태양중심설)

③ 로마 과학

- 로마인들은 그리스의 이론적이고 사변적인 과학을 무기개발이나 도시와 제국건설을 위한 토목공학, 건축기술 등의 발전에 활용함으로써 제국의 지배력을 강화하고 대로마 제국의 위상을 떨침

과학기술자	구체적인 기술
아르키메데스	투석기(200kg의 돌을 500m까지 던짐)
아피우스	‘아피가’ 가도 건설(29만 km 포장도로망)
비트루비우스	『건축론』, 오늘날 콘크리트와 같은 공법발견
-	아치형 공법 콜로세움, 공중 목욕탕 설립
헤론	증기터빈

※ ‘기하학에는 왕도가 없습니다’라는 말은 과학을 쉽게 가르쳐달라는 황제의 요구에 유클리드가 과학은 힘들고 인내를 요구하는 일임을 알리기 위해 한 말임

3. 중세과학(AD. 5세기~15세기)

① 서양봉건시대 과학

- 서양 중세 천년 동안에는 과학의 발전은 거의 이루어지지 못했는데, 이는 기독교가 국교화되면서 신학이외의 학문이 억제되었기 때문임
- 실용적 측면에서 중세전기에는 농업기술이, 중세후기에는 수공업과 동력 기술이 부분적으로 발전되기는 했지만 과학으로 뒷받침되지 못하여 중세는 사회적 발전이 거의 없는 정체된 시기였음
- 12세기에는 ‘작은 르네상스’가 일어나고 대학이 설립되어 과학활동을 위한 움직임이 있었는데, 이는 같은 시기에 번성한 이슬람제국의 문명이 유입되었기 때문임
- 옥스포드 대학, 파리 대학 등은 이슬람 과학을 수용하기 위해 설립되었으며, 대학의 교수들은 신학자 및 교회와의 갈등을 겪으면서도 새로운 과학을 위해 부단히 노력함

② 이슬람 과학(AD. 7세기~11세기)

- 서구중세과학이 침체되었던 반면, 이슬람세계에서는 이슬람교 창시자인 **마호메드가 종교적, 민족적 차별을 관용적으로 수용하면서 과학활동을 대대적으로 연구토록** 장려함으로써 이슬람이 유럽의 **과학과 문화의 중심지로 번성하게** 됨

* 제왕인 칼리프는 ‘지혜의 집’을 설립하여 그리스 과학을 번역하도록 했으며, 톨레도에 설립된 과학아카데미를 중심으로 의학과 천문학, 수학이 발전함

과학의 분야	업적
천문학	별자리표 작성, 천문학에 구면삼각형법 도입 점성술, 연금술(화학의 기원)이 특히 발전함
수학	아라비아 숫자 체계 완성 대수학(algebra), 알고리즘(algorithm) 발전
의학/광학	병원설립, 종합의학서 『의학정전』 발간 인체의 안구, 신기루현상, 무지개 등 연구 수행

※ 오늘날 사용되는 과학용어 중 알(al)로 시작되는 것 대부분은 이슬람의 산물임:
알칼리, 알코올, 알마낙(달력), 알타이르(견우성) 등

4. 근대과학(AD. 15세기~18세기)

① 르네상스 과학

- 지리상의 대발견, 문화와 예술을 숭상하는 **인문주의 부활운동***이 일어나고 그리스 이래의 합리성과 장인들의 실천주의 전통이 만나면서 근대과학을 위한 기반이 마련되었으며, 이로부터 유럽이 다시 **과학과 문화의 중심무대로** 떠오를 수 있게 됨

- 특히, **쿠텐베르그의 인쇄술(1455년)**이 발명되어 지식이 재빠르게 확산·보급되면서 ‘종교개혁’ 등 급격한 사회변화를 야기하였고, 선박기술의 발달과 함께 활발한 지리상의 대발견 및 해외 식민지 개척이 있었으며, 토목 건축기술의 발달로 성당을 비롯한 다채로운 건축물 등장

- * 르네상스 시대의 전인으로 과학기술자이자 예술가인 레오나르도 다빈치는 과학과 예술, 과학과 기술의 결합을 통해 세계적인 성과들을 남김: 해부학(인체해부도, 근육도), 예술품(『암굴의 성모』, 『모나리자』), 기계발명품(다방향 이동 전차, 헬리콥터, 이중선체 선박, 태엽시계)

② 과학혁명기 과학

- 자연을 바라보는 세계관의 변화와 과학의 주된 내용(생리학, 천문학, 물리학, 화학) 및 과학적 방법(관찰과 실험), 과학이 실행되는 방식(과학 단체출현)*에서 커다란 변혁이 일어난 과학혁명기는 근대과학의 틀과 내용을 형성하였을 뿐만 아니라 인류 역사에서 가장 커다란 가치관의 변화에 따른 사회적 진보가 이루어짐

- ‘과학혁명(Scientific Revolution)’은 코페르니쿠스가 1543년에 『천구의 회전에 관하여』를 출간하여 지구가 우주의 중심이 아니라 태양을 중심으로 회전하는 하나의 행성임을 선포하면서 시작되었고, 1687년에 뉴턴이 『자연철학의 수학적 원리(프린키프)』에서 지구가 운동하는 원인이 바로 ‘만유인력 때문임을 밝히면서 완성됨

- * 영국의 왕립학회(1660년)는 국가의 관여 없이 회비를 내는 회원들이 자유롭게 활동하면서 과학의 여러 분야가 골고루 발전하고 가장 많은 과학자를 배출함
- * 프랑스의 왕립과학아카데미(1666년)는 강력한 왕권 비호아래 소수엘리트의 과학 활동으로 수학과 물리학 집중 발전, 막대한 비용이 드는 대 탐험대를 통해 지구 자오선 길이를 측정하고 이를 기준으로 1m의 표준길이 제정

대표과학자와 분야	주요 내용
갈릴레오(천문학/물리학)	망원경 발명(태양흑점 발견), 관성개념 주창
뉴턴(물리학)	만유인력, 3가지 운동법칙, 빛의 입자적 성질 주장
데카르트(물리학, 수학)	기계론적 세계관, 운동량보존법칙
케플러(천문학)	행성운동의 3 법칙 발견, 타원궤도 이론 주창
호이겐스(물리학)	파동이론
하비(생리학)	피의 순환설 주창
라브와지에(화학)	연소이론주창, 산소발견

5. 현대과학(AD. 19세기~현재)

① 산업혁명기 과학

- 19세기에 영국에서 발명된 제임스와트의 증기엔진과 함께 제 1차 산업혁명이 일어났으며 물리학(열역학, 전자기학), 진화생물학, 지구과학 등 다양한 과학 분야가 발전되었음. 또한 공장제 기계화의 정착으로 도시화된 산업사회가 도래했으며, 신 교통수단인 철도가 등장함으로써 가족단위의 새로운 대중적 여가문화시대가 열림
- 독일정부의 의도적인 노력결과 과학단체가 아닌 대학의 실험실이 과학 연구활동의 주된 무대가 되었으며, 특히 독일 기센대학의 리비히가 이끌던 유기화학 연구소는 세계 최고의 인력들을 끌어 모으면서 실험실의 연구를 산업생산으로 직접 연결하여 단기간 내 독일제국의 번성을 가져옴

주요 산업 분야	발명된 기술
화학염료공업	인공염료(아날린)합성, 염소표백기술
제철공업	패들철강제련법 발명 철도발명(미국대륙횡단철도-1869년) 방적기, 직조기, 시계공업, 자동차 공업 발전
전기공업	전구발명, 전화기 발명

* 전통적으로 과학은 주로 지식인 계층이 산업기술은 장인계층이 담당했으나, 산업혁명을 계기로 기초과학과 응용과학의 직접적인 연결이 가능해짐

발전된 과학분야	주요 내용
물리학(열역학)	카르노(열기관연구), 클라우지우스(엔트로피), 주울(열-일 에너지보존법칙)
물리학(전자기학)	쿨롱(쿨롱의 법칙), 볼타(볼타전지), 패러데이(전자기유도), 맥스웰(전자기방정식)
생물학(진화론)	다윈(자연선택설), 윌러스(종의 진화론), 라마르크(올볼용설)
지구과학(지각의 생성)	퀴비에(격변설), 베르너(수성론), 허튼(동일과정설), 라이엘(지질학의 원리)

② 20세기의 과학

- 양자물리학을 비롯하여 화학, 생물학, 지구과학 등 과학의 제 분야들이 정착되고 전문화·세분화가 가속화되었음. 거대과학출현, 존스홉킨스 대학 같은 연구중심대학 출현, 기업 연구소* 및 첨단과학산업단지 설립**, 노벨상*** 제정 등에 따라 첨단 과학의 시대에 진입하게 됨
- 20세기 초반에 미국은 유대인 과학자의 유입과 미국의 자존심을 보여주겠다는 열망에서 대대적으로 과학연구에 투자하였으며, 산업체가 스스로 기업 연구소를 설립하여 과학연구와 기술혁신을 주도함으로써 20세기 세계 최강국으로 자리매김하게 됨

과학 분야	주요 진보 내용
물리학	입자물리학, 고체물리학, 광학 등으로 세분화 드브로이(빛의 이중성), 아인슈타인(상대성이론), 슈뢰딩거(파동방정식), 막스플랑크(흑체복사)
화학	유기화학, 무기화학, 물리화학 등으로 세분화 마담 퀴리(폴로늄 발견), 아레니우스(물리화학정립)
생물학	생리학, 발생학, 세포학, 유전학으로 세분화 와슨과 크릭(DNA 이중나선구조, 인간게놈프로젝트)
천체지구과학	월슨(판구조론), 허블(우주팽창증거)
과학대중화	익스플로라토리움(샌프란시스코), 런던과학박물관(영국), 도이체스박물관(독일), 라빌레트(프랑스)

* 20세기 미국에서는 산업체가 전문적 과학자를 고용하여 연구개발을 담당함:
제너럴 일렉트릭(GE), 미국전신전화회사(AT & T), 벨전화 연구소, 듀폰사의 이스턴연구소

** MIT 주변의 Route 128, 일본 스쿠바 과학단지, 스탠퍼드대학교 실리콘 밸리

*** 노벨과학상은 1901년부터 시행되었고, 물리, 화학, 생리의학상 3분야가 있음

- 정보통신혁명과 인터넷의 발달로 인류발전은 더욱 가속되고 수직적 권력 구조가 해체되는 새로운 수요자 중심의 디지털 평등 민주사회 전개
- 지속가능한 지구발전과 경제현안해결 그리고 국민 삶의 질 향상을 위한 과학기술의 역할 증대와 과학기술에 대한 국민의 이해와 지지 필요

6. 핵심 내용 요약

- 주로 실용적인 목적에서 출현한 과학문명은 고대에 번성하였다가 중세에는 부분적 정체기를 맞이하였으며, 근대에 다시 융성해진 이후 현대까지 지속적인 발전을 이루고 있음
 - ※ 과학문명(이집트, 바빌로니아), 고대과학(그리스, 헬레니즘, 로마), 중세과학(봉건시대, 이슬람), 근대과학(르네상스, 과학혁명기), 현대과학(산업혁명기, 20세기)

- 세계를 바꾼 놀라운 과학의 성과와 발전은 국가가 적극 나서 과학을 재정적, 제도적으로 지원하고 우수한 인재를 육성할 때 이루어졌음
 - ※ 헬레니즘시대(무세이온), 이슬람시대(지혜의 집), 프랑스(왕립과학아카데미)

- 동시에 놀라운 과학적 성과는 과학을 포함한 지적 활동을 존중하고 이해하는 사회문화적 분위기가 널리 조성되었을 때 이루어졌음
 - ※ 그리스(학문의 자유존중), 15세기 이탈리아(르네상스), 19세기 영국(과학 활동이 상류층의 고급문화로 정착되면서 대중문화로 확산)

- 산업혁명기를 거치면서 과학은 대학의 실험실에 제도적으로 정착되어 교육, 연구되었고, 산업체가 설립한 기업 연구소에서는 응용연구에 투자가 확대되면서 과학과 기술의 유기적 연계가 확립되었고, 현대사회를 형성하는 핵심인자로 부각됨
 - ※ 19세기 독일(베를린 대학 실험실), 20세기 미국(AT&T 등 기업 연구소)
 - ※ 기술에 대한 체계적이고 이론적인 연구의 성과로 새로운 과학 분야 발전
(증기력에 대한 탐구 → 열역학 출현)
 - ※ 실험실의 과학적 연구가 산업에 직접 연결되어 기술혁신과 산업의 주도권을 바꿈
(아닐린 인공염료 개발 → 면직물 산업의 혁신)

- 21세기 과학은 ‘지속가능한 경제성장’, ‘더 나은 일자리 창출’, ‘사회적 대통합’이라는 당면과제를 위한 주요인자로 세계가 앞 다투어 투자와 지원을 아끼지 않고 있음

시 사 점

- 고대세계에 인류 문명의 꽃을 피운 이집트와 바빌로니아의 경우에는 과학과 기술이 공존하여 발전하였으며, 이집트와 로마는 과학과 기술의 심도있고 조화로운 발전을 토대로 세계 중심 문화로 부상할 수 있었음
- 하지만 과학의 발전 없이 기술만 존재했던 중세 서구 사회는 폐쇄되고 낙후되었던 것과 대조적으로 국가가 과학과 기술을 조화롭게 발전시켰던 이슬람 제국은 오히려 유럽문화의 새로운 중심지로 번성하였음
- 산업혁명을 통해 과학과 기술의 유기적 관계가 형성되고 국가가 주도적으로 대학을 통한 과학연구를 장려하고, 이를 산업체가 적극 응용하도록 함으로써 독일이 단기간 내 유럽의 최강 산업국으로 부상함
- 우리나라가 21세기 세계 강국으로 나아가기 위해서는 단기적인 기술발전도 중요하지만, 기초과학연구에 대한 장기적이고 지속적인 지원이 시급하며 과학과 기술 간의 조화로운 균형 발전을 꾀해야 할 것임