

19. 독일 과학의 성장.

- 18C말까지 독일은 후진국.
 - 사회경제적(봉건상태), 정치적(군소국가로 분할상태), 언어와 문화만 통일된 상태.
- 18C~19C에 형성된 독일 지식인집단 세습신분이나 부가 아니라 교육과 지식을 바탕으로 형성됨.(비경제적 지식 부르주아).
 - 영국과 프랑스의 지식인: 정치•경제적 관심이 강함. 실용적, 물질적인 지식 선호.
 - 독일의 전통적인 지식인: 추상적•형이상학적•미학적 지식추구, 학문에서도 인격도야 및 전인적인 교양형성을 강조하는 신인문주의 전통 공유.

[신인문주의와 대학교육개혁]

- 나폴레옹 전쟁기 군소국가들이 프로이센을 중심으로 결집, 중세적 잔재 청산(경제체제 개혁).
- 독일의 후진성을 자각한 지식인의 주도 아래 대학 및 중등학교 교육개혁이 추진.
 - 훔볼트(1767~1835)를 비롯한 신인문주의자들이 대학개혁 주도.
 - 독일 대학 내 철학부 강화, 학생자질 향상.
- 신인문주의자들의 대학개혁: 국가권력 + 독일적 철학전통
 - 19C 독일대학: 절대적인 학문의 자유, 대학의 진리탐구에 대한 헌신, 반실용주의.
 - 훔볼트(프로이센의 교육부장관)의 교육개혁 철학이 초기 독일 대학의 성격규정에 결정적 영향. ‘대학의 의무는 지식의 주입•전수가 아니라 적극적인 새로운 진리 추구 및 헌신’, ‘자유로운 연구와 상호비판이 대학교육에 필수적’
 - 교수는 교육자이면서 연구자(근대적 사고방식).
- 상호 비판적 연구는 문헌학을 중심으로 시작 → 1820년테 자연 과학 분야에도 상호비판이 흡수되어 체계적인 연구 분위기 형성에 기여.
- 1820년대 독일에 프랑스의 분석적 과학방법론이 도입되기 시작.
 - 리비히: 기센대학내에 유기화학 연구실 설립.
 - 야코비: 쾰니히스베르크대학에서 수학 세미나 시작.
 - 베를린대학의 요하네스 뮐러: 생리학, 해부학, 동물분류, 병리학 분야 전통 세어나감.
 - 헬름홀츠: 생리학전통(하이델베르크대학), 물리학연구 전통(베를린대학)

[19세기 초반 독일 대학에서의 과학연구의 제도적 정착요인]

- 19C 초반 독일 대학의 높은 과학적 생산성의 요인은?
 - 독일 대학의 지방 분권적 성격과 경쟁의 메커니즘: 학문적 자유와 이동의 자유
 - 대학사이의 경쟁 유발 → 수준 높은 과학자 사회형성
 - 성공적인 과학자에 대한 보상으로 과학연구의 동기 부여.
 - ⇒ 1840년대까지 기존 분야의 새로운 연구성과 전파에 기여.
 - 1840년대 이후 가능성 있는 하위분야 개척으로 과학의 세분화, 전문화에 기여.
 - 프로이센 국가의 대학행정장악과 그에 따르는 경쟁기준의 변화
 - 18C 독일 대학의 교수평가 기준: 학생수, 특정대학 내 교수집단의 평가, 지방영주의 영향력 (대학 내적인, 제도적인, 교육적인 역할 강조).
 - 나폴레옹 전쟁이후 결집된 프로이센: 지방 영주의 교육에 대한 권한을 프로이센 정부가 행사, 교수의 임용/승진 기준을 국가가 정함. → 학문적 업적에 바탕을 둔 학문분야 내적 기준이 작용 → 젊은 교수와 강사들의 경쟁 → 독일 대학의 학문의 질을 경쟁적으로 향상.

[독일통일과 중등교육개혁]

- 1870~1914년 사이 독일은 고도의 산업사회로 탈바꿈.
- 빌헬름시대에 고도의 경제적·물질적 성장과 아울러 대학과 고등기술학교의 성장이 뚜렷하게 나타남.(학생수의 증가)
 - 전통적인 독일 지식인들의 교육수준하락 우려 및 새로운 사고방식의 대중 집단으로부터의 위협.
- 1870년 이전까지 독일의 모든 대학생들은 그리스어와 라틴어를 비롯한 고전어를 배움(김나지움) (수학자, 물리학자들도 수학과 자연과학보다 고전어 위주의 교육을 받음)
 - 중등학교 내에서 수학과 자연과학의 위치는 인문학에 비해 열악.
- 19C중반 ‘실업계 김나지움’ (라틴어만 가르침), ‘상급실업학교’(고전어×)생김, 수학과 자연과학을 가르침.
 - 실업계 김나지움 졸업자에게 대학에 진학할 권한이 주어짐(현대어, 자연과학 전공)
 - 1882년에는 상급실업학교에도 권한이 확대됨.

- 19C동안 고등기술학교는 대학과 동등한 지위를 부여받지 못함.
(입학자격 수준 낮음, 교육기간 짧음, 박사학위 수여불가, 교수의 차별)
- 빌헬름시대 중등교육 및 대학교육 개혁운동이 거세게 일어남.(중등학교 수학/자연과학교사, 고등기술학교 기술자와 교수요원, 대학의 수학/물리학교수 주도)

[알트호프의 대학교육개혁]

- 개혁운동 활동가: 수학자 펠릭스 클라인(1849~1925)
 - 수학의 물리학/기술에 대한 응용에 관심.
 - 빌헬름시대 대학 및 중등교육 개혁과정에서 수학, 자연과학, 공학의 통합노력.
 - 프리드리히 알트호프의 협력(1882~1907에 프로이센 교육부의 고등교육 및 대학행정 책임자)
- (독일의 개별국가들 중 가장 크고 영향력이 강한 프로이센) → 프로이센의 교육정책은 다른 개별 국가의 모범(알트호프의 영향력이 큼).
- 고등기술학교와 대학의 통합을 추진하던 클라인이 독일 공학자협회에 가입, 공학자에게 박사학위 수여, 1899년 고등기술학교가 박사학위 수여 권한을 갖게 됨(대학과 '공과대학'의 동등한 대우)
- 중등학교 교육개혁의 강력한 추진 → 실업계 김나지움과 상급실업학교도 전통적인 김나지움과 동등한 대우를 받게 됨.

[과학연구의 제도화와 학문의 분화]

- 1870~1895년 사이 근대적인 '물리학연구소'등장.
 - 국가에 의한 재정지원, 훌륭한 실험시설, 강의실, 실험 실습실, 정교수-부교수-사강사-조교체제, 정기적인 세미나 및 콜로키움.
(과학연구의 제도적 정착 및 연구여건 조성)
- 19C후반 이론물리학과 실험물리학의 체계적인 분화.
 - 이론물리학 부교수 자리.(정교수: 실험물리학자).
 - 막스플랑크의 임용과 승진 과정.(이론물리학 부교수 → 이론 물리학교수가 됨).
 - 베를린대학에서 이론물리학과 실험물리학 분야의 분화가 제도적으로 정착.

[경쟁적 과학연구 풍토의 조성]

- 제도적 정착 + 독일대학내의 치열한 경쟁구조 → 19C말 독일 대학의 높은 과학적 생산력.
- 분권화된 교육정책, 상이한 역사적 배경에 따른 강한 지역감정.
 - 개별국가의 우수 교수 유치노력.
- 교수들은 좋은 연구시설, 나은 직위, 높은 연봉이 보장되면 조수, 학생과 함께 집단이주. → 치열한 스카우트 경쟁이 교수의 연구 의욕 높임.
- 빌헬름시대 독일의 급격한 산업화 → 과학기술인력의 필요성 급증, 학생수 증가 → 사강사의 수 늘림(교수수의 증가는 계속 억제)
 - 사강사가 교수가 되기 위한 치열한 경쟁을 하는 과정에서 19C말과 20C초 독일과학이 급성장.(사강사 시절의 우수한 업적들)

[제국 차원의 연구소 설립]

- 19C말부터 독일 제국 차원 지원에 의한 거대한 연구소.
 - 1887년 제국물리기술연구소(PTR, 지멘스와 독일제국 정부의 협력)~ 순수물리연구소 설립을 주창•지원했던 지멘스, 국가산업표준 정함, 독일제국의 정치적인 힘과 권위의 상징.
 - 베를린은 세계 물리학의 중심 도시가 됨.
- 현대 양자물리학의 시발점인 막스 플랑크의 흑체복사이론.
 - PTR의 비약적 성장
 - 급성장한 독일 조명산업은 필라멘트에서 방출되는 스펙트럼의 가시영역과 가시영역 밖의 전자기적 에너지 분포를 비롯한 복사현상에 대한 넓은 이해 필요.
 - PTR 실험 물리학자의 복사현상에 대한 면밀한 실험.
 - 실험물리학자의 실험결과를 바탕으로 베를린 대학의 이론 물리학교수 막스플랑크는 고전물리학의 범위를 벗어나 새로운 흑체복사법칙과 작용양자의 개념을 얻어냄.
 - 이 복사법칙을 1905년 아인슈타인(1879~1955)이 광양자가설로 재해석, 양자의 불연속성이라는 새로운 양자물리학개념 등장.

[과학과 제국주의 이데올로기]

- 빌헬름시대에 과학과 산업의 연결이 본격화.
 - 과학은 산업적•군사적 의미 이상을 지니고 있었음.

- 과학은 국가 명예와 위신 차원에서 진흥·육성됨.
- 빌헬름시대의 과학기술 발전은 국수주의적 발상과 맥을 같이함.
- 과학은 국내외 정치·문화와도 밀접한 연결, 정밀과학은 문화적 제국주의 정책의 한 요소.
- 독일은 제국주의 식민지 쟁탈과정에서 외국의 경쟁자를 문화적으로 압도하고 경제적·정치적 이득을 얻기 위해 해외 과학 연구소 설립.(정밀과학을 비롯한 추상적·문화적 활동을 대외 정책적으로 이용).

[카이저 빌헬름 협회의 창립]

- 과학의 중재자 알트호프의 새로운 형태의 물리·화학 연구소설립 계획.
 - 유능한 젊은 과학자의 일상적인 교육업무 중과문제 → 과학자들이 강의로부터 벗어나서 전적으로 연구에 전념할 연구소설립 구상.
- 1911년 카이저 빌헬름 협회의 설립에 의해 실현.
 - 기초과학의 연구는 산업발전에 필수적.
 - 독일 지탱 두 기둥은 군사력과 과학.
 - 이 협회는 정부로부터 재정적 지원에도 불구하고 협회운영 자율성 확보.
 - 아인슈타인이 1913년에 설립된 카이저 빌헬름 물리학연구소의 초대소장에 임명됨(순수물리학 연구).
 - 거대규모 과학연구 가능(정부의 막대한 지원, 학문적 자율성)
 - 하버의 물리화학 연구소 등 다른 연구소도 설립
 - 베를린은 세계과학의 중심지.
- 제 1차 세계대전이 발발하기 직전까지 독일은 세계의 과학을 주도할 충분한 능력과 그 바탕이 되는 구조적 조건을 갖추게 됨.