

28. 전자산업과 산업적 연구

- 20C 산업체에서 과학에 바탕한 기술개발이 보편화.
- 전기공업, 화학공업은 산업적 연구가 기업에 정착하는데 선도적 역할.
그렇지만, 과학(자연현상 탐구)과 산업체(이윤추구)의 관계가 항상 순탄하지 않은 않았음.

[직업적 발명가 시대]

- 19C 중반이후 전기공업분야에 수많은 천재적인 발명가 등장.
 - 과학적 지식과 추상적 이론에 입각한 발명은 아님.
 - 실험이나 경험, 직관에 의존한 발명품.
 - de Forest: 3극 진공관
 - E. H. Amstrong: 피드백회로, Superheterodyne회로, FM.
- 직업발명가 → 조직적인 발명형태
 - Thomas Alva Edison(1847~1931): 기계공, 화학자, 모형제작가 등 고용(Menlo Park 연구실)
- 과학에 기초한 발명은 아직 산업적 연구개발의 지배적인 모습은 아니었음.

[산업적 연구의 시작]

- 전문적인 과학자들을 고용한 산업적 연구형태는 20C초 전기공업분야에서 나타남.
 - GE의 연구실, AT&T의 Bell Telephone Lab.
 - 처음에는 외부에서 특허를 사들였음, 회사가 자체적으로 새로운 기술을 개발하는 단계에 이름.
 - 이 두 회사의 연구소들이 산업체내에서 성공적으로 자리 잡는 과정은 전기공업분야의 산업적 연구정착이라는 역사적 의미를 지님.

[제너럴 일렉트릭의 산업적 연구]

- 19C말 GE의 수석 기술자문 C. P. Steinmetz(1865~1923): 독점적 지위 유지를 원하는 GE 경영진에게 조명문제 연구 화학연구소 설립 제안.
 - 1900년 물리화학박사 Whitney 고용.
(당시 네른스트가 실용적인 금속 필라멘트 램프발명. → GE의 경쟁사 웨스팅하우스가 이 특허를 구입)
 - whitney의 당면 문제: 상품성 있는 램프개발.
 - 높은 연봉과 학문적 분위기의 연구실 - 유능한 과학자 유인(쿨리지, 랭뮤어)
 - 쿨리지: 텅스텐 백열등.
 - 랭뮤어: 수많은 특허출원, 학술논문발표(학문적 연구와 산업적 연구 병행).
1932년 노벨화학상. → 산업체의 과학연구 선전 역할.

[AT&T의 산업적 연구]

- 초창기부터 벨 전화회사의 주된 자산은 Alexander Graham Bell(1847~1922)의 특허.
- 1890년대에 벨 전화의 주된 특허 소멸 → 새로운 특허구매, 회사에서 발명하여 특허를 낼 사람고용 필요.
→ 작은 연구부서 만들: 측정이나 검사목적, 연구개발은 능력 있는 사외 발명가에게 의존.
- 1907년 공황으로 재정위기에 봉착 → J. P Morgan(1837~1913)이 이끄는 은행 신디케이트가 회사에 영향권 행사
→ AT&T의 연구개발 전략 변화.
- T. N. Vail(1845~1920)을 벨의 후임으로 새 회장에 임명.
 - John J. Carty를 연구부서 책임자로 임명.(기술 분야 경험풍부, 공학교육은 받지 않음)
→ 과학자의 필요성(특허로 보호되는 유일하고 질 좋은 장거리 전화서비스 독점을 위해서..)

[원거리 통신문제와 증폭관의 개발]

- 원거리 통신문제
 - Pupin의 loading Coil 특허 → 특허권 매입으로 문제해결.
(동부해안과 서부해안 사이의 통화는 여전히 불가능)
- 연구부서 책임자 Carty는 원거리통신에 이용 가능한 증폭기개발을 핵심 과제로 선정.
 - 실무책임자: F. B. Jewett(1879~1949).
- 1906년 de Forest 3극 진공관 발명(수신기로만 사용).
- 1912년 Jewett 과 Arnold는 de Forest의 3극 진공관 특허권을 사들임(증폭기능의 가능성을 보고서..)
- 1912년 Jewett 과 Arnold는 수은증기 증폭장치 개발(왜곡 심함)
- 독일에서 Gaede 진공펌프도입, 1904년 독일의 베넬트가 개발한 산화막 금속필라멘트를 증폭관에 채용.
→ 고진공 증폭관 개발 → 1915년 1월 25일 뉴욕과 샌프란시스코 사이의 전화통화.
- 대륙횡단 전화통화 성공 → AT&T는 연구개발의 중요성 깨달음. → 연구부서가 독립법인으로 성장
→ 1925년 1월 1일 Bell Telephone Lab. 설립

[데이비슨-저머의 전자회절 실험]

- 벨연구소 : 기초 과학연구도 부수적으로 진행.
 - 1927년 Davisson과 Gemen가 드브로이 물질파를 실험적으로 입증하는 전자회절 실험에 성공.
- Bell Lab.은 3극 진공관 특허권을 놓고 GE와 소송.
 - GE의 랭뮤어가 1913년 고진공 텅스텐 필라멘트를 이용한 삼극 진공관 증폭기 개발
 - Bell Lab.의 아놀드가 개발한 산화피복을 이용한 증폭기.
- 데이비슨 - 저머의 회절실험을 이 소송과 간접적 관련.
 - 1919년 양이온충격에 의한 열전자 방출 연구 시작.
(진공관의 부수적인 연구로 전자를 금속에 충돌 시키는 실험 실시)
 - 기초연구에 회사차원의 지원은 없었음.
- 1923년 데이브슨과 쿤스먼이 백금과 마그네슘에 대한 전자산란실험.

- 1926년 데이비슨이 영국과학진흥협회 학술회의에서 드브로이 물질파 이론과 슈뢰딩거 파동 역학을 접합
→ 1923년보다 진전된 새로운 실험 계획 세움. → 1927년 연구소의 좋은 설비를 이용 니켈단결정에 의한 전자회절 실험에 성공.
⇒ 실용적 연구 추구하는 기업체 연구실에서도 순수기초연구 가능 예.

[벨연구소내의 기초과학연구체계의 확립]

- 벨 연구소에서 본격적인 기초과학연구는 1930년대부터 시작.
 - 1920년대 일급도서관 마련, 자체 잡지 출판
 - 1930년대 학술활동, 교육과 연구 병행.
- 1930년 초 대공황기 벨 연구소의 인력수급정책은 산업체 연구소 운영의 모범사례.
 - 대대적인 감원에도 저학력 기술부인력을 많이 감축.(고학력자의 유지)
→ 우수한 과학자의 잔류. → 1936년 Shockley입사 → 1937년 데이비슨이 노벨상수상 : 기초 과학연구허용 분위기 확산 (벨 연구소 기업철학으로 정착) → 양자고체론 연구 진행 → 1947년 점접촉 트랜지스터 발명(바딘, 브래튼).

[트랜지스터의 발명 및 과학기술혁명]

- 1945년 7월 벨연구소 부사장으로 승진한 켈리.
 - 고체물리연구와 다분야적인 팀 연구를 강조하는 정책 표방.
 - 물리연구부를 대학을 방불케 하는 연구조직으로 재편.
- 고체이론물리학자 John Bardeen이 1945년 Shockley의 반도체 연구팀에 합류.
 - 다분야적인 팀 연구방식에 따라 검파기, 저항기, 서미스터 등을 연구하는 피어슨, 브래튼과 같은 실험물리학자들과 함께 연구.
 - 1946년 초 Shockley의 반도체연구소 그룹은 광범위한 분야 전문가의 결집체.
(고체이론 물리학자 (쇼클리 와 바딘), 실험물리학자 (브래튼, 피어슨), 물리화학자 (기브니), 전자공학자 (무어), 두 명의 기술조수)
⇒ 1947년 12월 바딘과 브래튼 : 점접촉 트랜지스터 발명.
 - 쇼클리는 자신의 전계효과 증폭기에 관한 이론을 발전시켜, pn접합 트랜지스터를 예언. → 접합형 트랜지스터 → 새로운 반도체 시대.
- 1956년 쇼클리, 바딘, 브래튼 노벨물리학상 수상(트랜지스터 효과 발견 공로)
 - 회사의 집단적이고 조직적인 연구개발 전략이 이루어 낸 기초과학연구이자 응용연구.
- 산업체에서 기초과학연구 가능성 확인: 과학 그 자체가 기술도 됨.