

# 한국의 레이저개발 초창기 이야기

이인원\*

## 시작하는 말

1960년은 레이저가 발명된 의미 있는 해이다. 그 당시에 세계적인 선진 연구실들이 레이저를 먼저 개발하기 위해 전력을 다하고 있었던 것으로 보인다. 1953년에 이미 미국의 Charles H. Towns 와 소련의 Nikolay Basov, Aleksandr Prokhorov가 마이크로파 증폭장치인 Maser(Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)를 발명하였고 광증폭장치도 가능할 것이라는 생각들을 하고 있었다.

Bell Lab은 1958년에 Optical maser 라는 이름으로 특허를 출원했으며 Bell Lab의 Charles H. Towns와 Arthur L. Schawlow는 이론적인 계산결과를 1958년 Physical Review 에 투고하였고 그들의 논문은 그해에 게재되었다. Gordon Gould는 1959년에 학술대회에서 Laser(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)라는 이름을 사용하면서 공진기의 개념을 발표하였고 1959년에 레이저 장치의 아이디어에 대한 특허를 출원하였다. 소련에서도 Prokhorov에 의해서 공진기 장치에 대한 아이디어가 1958년에 발표된 상황이었다.

Hughes Research Lab의 Theodore H. Maiman은 1960년 5월에 루비레이저의 작동에 성공함으로써 최초의 레이저 발명자가 되었다. Maiman은 합성 루비결정을 증폭매질로 사용하였고 섬광램프로 광펌핑하여 643.1 nm 파장의 펄스 레이저광을 얻었다. 뒤이어서 컬럼비아 대학의 Towns, Bell Lab의 Schawlow, TRG회사의 Gould도 레이저 개발에 성공하였으며 1960년에는 Ali Javan, William R. Bennett, Donald Harriot에 의해 연속출력 HeNe 레이저도 개발되었다.

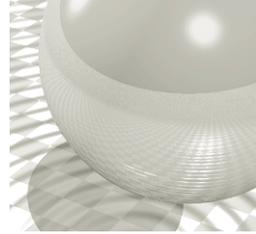
레이저 발명 50 주년을 맞아 우리나라에서의 레이저연구 활동을 돌아보는 것이 좋겠다는 의견들이 있었다. 원고 작성 책임을 떠맡고 고민하다가 넉넉하지 않은 시간을 거의 보내고 나서야 가닥을 잡기를 50년을 전반기와 후반기로 나누어 전반기의 활동을 주로 대상으로 하되 그 중에서도 레이저 개발을 위주로 이야기 해보기로 하고 주요 기관 위주로 정리하기로 하였다.

많은 분들이 자료를 적어 주셨고 문의에 답해 주셨다. 정확하면서도 부담 없이 읽을 수 있는 글이 되도록 노력해 보았지만 알려주신 자료를 제대로 해석하지 못하여 오류를 저질렀을까 걱정이 되기도 하고 소개되었어야 할 기관이나 연구 중에서 누락된 부분도 있을 것으로 염려된다. 하지만 먼저 초안이 만들어 져야 수정, 보완이 가능할 것이기 때문에 앞으로 좋은 의견과 자료가 추가되어 보완될 수 있는 계기가 되기를 기대하며 위안을 삼는다.

## 한국원자력연구원의 레이저 연구

우리나라에서 레이저 연구를 맨 처음 시작한 연구소인 한국원자력연구소에서는 물리연구실장이었던 이상수 박사를 중심으로 박대운 연구원 등이 레이저 연구를 개척하고 있었다. 1967년에 HeNe 레이저 실험 결과를 원자력연구소에서 발간한 논문집에 발표할 정도로 세계적인 레이저 연구를 빠르게 따라 가고 있었다. 초창기의 HeNe 연구에서는 충분한 강도의 레이저광을 얻지는 못한 것으로 이상수 박사 본인이 한국광학회 10년사에서 기술하고 있으며 이중스리트를 이용한 복사광의 결맞음 특성을 측정한 것으로 보고되어 있다.

\* 광주과학기술원 고등광기술연구소



1971년에는 이상수, 박대운이 연구해오던 저속축류형 수냉식 CO<sub>2</sub> 레이저의 연속발진을 국내에서 처음으로 성공하였으나 1964년에 Bell Lab의 Kumar Patel이 CO<sub>2</sub> 레이저를 발명한 것과 7년의 시차가 있는 기록이다. 당시의 CO<sub>2</sub> 레이저는 유효방전길이가 80 cm 이고 10.6 μm 파장에서 78 W의 출력을 얻었던 것으로 보고되고 있다. 눈에 보이지 않는 적외선 레이저광이 내화벽들을 벌겋게 달구는 것을 목격하고 레이저를 처음 보는 당시의 많은 사람들이 대단히 신기해했다고 한다.

1970년대에 원자력연구소에서는 많은 연구진이 여러 가지 레이저를 개발하였는데 박대운, 이계철, 서두환, 고정덕, 김은가, 김태수, 황철규, 이인원, 성낙진, 이수호 등이 레이저 연구를 수행하였고 CO<sub>2</sub> 레이저의 Q-switching, N<sub>2</sub> 레이저, TEA CO<sub>2</sub> 레이저, 색소레이저, 루비레이저, 아르곤 레이저 등의 자체 개발을 통한 레이저 발전에 성공하였다.

서울 태능의 원자력연구소에서 활발하게 추진되던 레이저 연구는 1970년대 말에 대전 핵연료공단으로의 실험실 강제 이동, 그 후 서울로 다시 이동과 1981년 레이저연구 과제 강제 중단 등의 외압을 겪으면서 많은 연구원들이 퇴직, 이직 또는 다른 연구실로 이동하게 되어 사실상 중단 되기에 이른다. 박정희 대통령의 서거에 따른 정치적 불안정 시기에 핵무기와 관련된 가능성이 있는 연구들에 대한 미국의 압력이 거세었고 우리 정부가 제대로 대응할 수 없었기 때문에 일선의 연구원들에게 닥쳐온 시련이었다.

4년간 중단되었던 원자력연구소의 레이저 연구는 대전으로 옮긴 연구소의 소장으로서 1984년에 한필순 박사가 부임하면서 재탄생하게 된다. 김철중 박사가 전자광학연구실 실장으로, 이종민 박사가 기초연구부 부장겸 원자분광학연구실 실장으로 새로이 영입되고 이종민 박사의 주도로 새로이 실험실을 꾸미게 된다. 원자로에서 사용되는 핵연료 다발의 지지격자를 용접하기 위한 레이저장치의 개발과 핵연료 소결체의 외경 측정용 레이저장치 등이 개발되고 동위원소분리를 위한 레이저들도 개발되었으며 80년대 말에는 수은의 동위원소분리 실증에도 성공하게 된다.

1980년대 이후에도 원자력연구소에서는 다양한 정밀분광학기술이 개발되었고 다양한 종류의 동위원소를 분리하는데 성공하였으며 이에 필요한 고출력 색소레이저, 색소레이저를 펌핑하기 위한 고출력 금속증기레이저, 다이오

드여기 고체레이저 등이 개발되었으며 Nd:YAG 레이저, 아르곤 레이저, HF 레이저, 고출력 화학요드레이저(COIL), 자유전자레이저, 30 TW 급 고출력 레이저가 개발되었고 일본 오사카 대학에서 기증받은 1 kJ 급 고에너지 레이저도 구축되었다.

이종민, 김철중을 포함하여 한재민, 차형기, 차병현, 김중복, 이종훈, 이용주, 이병철, 정영욱 등, 박사급 인력 30여명이 레이저 연구를 수행하면서 국내의 레이저기술 향상에 크게 기여하였는데 국내의 많은 연구팀에게 기초연구과제를 위탁하여 연구역량 제고에 기여하였으며 국제 레이저분광학심포지움(SOLS)을 주관하여 국제교류를 활성화하는데 기여하였다. 또한 Lidar 기술을 기업에 이전하였으며 레이저 전문기업인 한빛레이저(김정목)와 금광레이저(김광석)도 원자력연구소 연구진이 창업하여 잘 성장하고 있다.

## 국방과학기술연구소의 레이저 연구

한필순 박사를 실장으로 이종민 등이 참여하여 레이저 및 야시장비 연구실이 국방과학기술연구소에 생긴 것은 1973년이지만 레이저연구는 1972년부터 시작되었다. 국방과학연구소에 근무 중이던 한필순 박사는 1972년에 서울공대의 정기형 교수와 육군사관학교 교관이었던 이종민, 이진무 박사를 초청하여 저속축류형 CO<sub>2</sub> 레이저 개발을 시작한다. 진공관 부품을 레이저 전극으로 사용하여 처음에는 20 W 정도의 출력을 얻었고 개선을 통하여 100 W 출력을 얻게 된다. 1971년에 원자력연구소에서 얻은 78 W 보다 좀 더 개선된 결과이며 1973년 말 경에는 장치를 확대하여 250 W 출력을 얻었다. 이 레이저 장치는 박정희 대통령과 정부 관료들, 군 관계들에게 레이저에 대한 깊은 인상을 주는 역할을 담당하였다.

레이저 연구에 대한 제안이 받아들여져서 1974년부터 레이저 거리측정기 연구개발 사업이 시작되었다. 휴대용과 전차용으로 나누어 수행되었으며 국내 연구기관과의 동반 성장을 목적으로 원자력연구소에는 레이저 거리측정기용 송광부, 한국과학기술연구소에는 수광부, 한국과학원에는 광정렬장치의 연구개발을 위탁하여 장기간 공동연구를 수행하였다.

이종민 박사가 실장을 맡고 있었던 레이저연구실에서는

## 한국의 레이저개발 초창기 이야기

1978년에 10 ns, 10 mJ 의 펄스로 작동되는 Nd:YAG 초소형 레이저 카트리지 개발에 성공함으로써 휴대용 거리 측정기를 독자적으로 개발할 수 있는 능력을 갖추게 되었다.

레이저로 목표물을 조명해 주고 목표물에서 반사된 레이저광을 미사일이 추적하여 정밀 타격할 수 있도록 하는 첨단무기 체계가 선진국에서 사용되기 시작하였는데 국방과학연구소에서도 정밀유도무기체계에 사용할 수 있는 표적 조사용 레이저 연구가 수행되어 1983년에는 400 mJ, 20 ns 정도의 고출력 Nd:YAG 레이저가 성공적으로 개발되었다.

1980년대 이후에도 국방과학연구소에서는 레이저 연구가 지속적으로 수행되었다. 레이저광으로 직접 목표물을 파괴시키는 고출력 레이저무기 개발연구는 김재기 박사가 주도하여 수행되었으며 10 kW 급의 화학레이저 개발에 성공하였다. 최근에는 고출력 DPSSL(Diode-pumped Solid-state Laser) 연구도 수행되고 있다.

### KIST의 레이저 연구

김용 박사가 실장을 맡고 있었던 KIST 응용광학연구소에서도 저속축류형수냉식 CO<sub>2</sub> 레이저 연구가 수행되었으며 1973년에 130 W의 출력을 얻는데 성공하였고 수냉식 밀봉형 CO<sub>2</sub> 레이저 개발도 수행되어 1977년에 2.5 W의 출력을 얻었다. 초창기의 레이저 연구실들이 저속축류형수냉식 CO<sub>2</sub> 레이저를 공통적으로 연구했던(1971년에 원자력연구소 78 W, 1972년에 국방과학연구소 100 W, 1973년에 KIST 130 W) 이유는 비교적 레이저 발진이 쉽고 산업적 응용이 가능했기 때문이었지만 한 편으로는 레이저의 위력을 보여 주기에 적당했기 때문일 것이라고 생각한다.

1974년에 선임연구원으로 KIST 응용광학실에 입소한 최상삼 박사는 76년에 김용 실장이 국방과학연구소로 이직한 이후 연구실을 이끌게 되며 1977년에는 HeNe 레이저 개발에 성공하여 관 길이 15 cm 정도, 관 내경 2 mm 정도 되는 방전관을 이용하여 0.2 mW의 출력을 얻는데 성공한다. 원자력연구소에서 1967년에 발표한 HeNe 레이저 연구가 충분한 출력을 얻지 못하였다고 저자들이 말하고 있고 결맞음성 특성을 위주로 보고하고 있는 점을

고려하면 HeNe 레이저의 정상적인 동작은 KIST가 처음 달성한 것으로 판단된다.

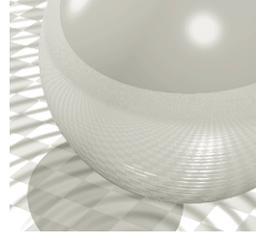
이 밖에도 다양한 종류의 레이저가 KIST에서 연구되었다. 1981년에는 구입한 GaAs 반도체 레이저에 구동회로를 만들어 904 nm 파장에서 250 ps 광펄스를 얻었으며 1984년에는 김선호 박사가 펄스형 CO<sub>2</sub> 레이저를 개발하였고 1990년대에는 XeCl 엑시머 레이저, 치과 수술용 Nd:YAG와 Er:YAG가 개발되었다. 1990년에는 이상배 박사가 Nd 첨가 광섬유 레이저를 발진시켜 1.096 nm 파장에서 1.88 mW 출력을 얻는데 성공하였고 이상배 박사는 광섬유 레이저 연구를 계속하여 Er과 Al이 함께 첨가된 광섬유를 만들고 1.534 nm에서 발진하는 광섬유 레이저도 제작하였으며 400 W 급 고출력 레이저도 개발하였다.

### KAIST의 레이저 연구

KAIST 물리학과 광학연구실은 KAIST 초창기부터 시작되었으며 1973년에 시작된 석사 과정 1회 학생으로는 이민희(인하대)와 이인원(GIST, APRI)이 이상수 교수의 지도로 광학 연구를 시작하게 된다. 이후 광학연구실은 1984년에 공홍진 교수가 부임할 때까지 10년 이상의 기간 동안 이상수 교수 혼자서 연구실을 이끌었으며 공홍진 교수 이후에 1989년에 남창희 교수, 90년에 김병윤 교수, 91년에 이용희 교수가 광학분야 교수로 부임하게 된다.

이상수 교수 연구실에서는 고출력 레이저에 관한 연구로 광분해 요오드 레이저와 이산화탄소 레이저의 개발 및 응용연구를 주로 수행하였다. 광분해 요오드레이저는 고출력을 얻을 수 있으며 레이저 파장이 1.315 μm 이기 때문에 광학유리를 레이저 출력경 등에 사용할 수 있다는 장점이 있고 광섬유로도 전송할 수 있는 장점이 있다. 고출력 TEA CO<sub>2</sub> 레이저는 레이저 가공에 활용 될 수 있으며 다광자 광해리 반응을 일으킬 수 있기 때문에 동위원소 분리 등에 활용될 수 있는 장점이 있다.

광분해 요오드 레이저는 요오드 화합물이 자외선 광을 받아서 분해되면서 생기는 여기상태의 요오드 분자에 의해서 빛의 증폭이 일어난다. 이때 여기상태의 요오드 분자가 기체간 충돌에 의해서 열전이 하면서 약 10 us 이내에 에너지를 잃게 되므로, 빠르게 광펄스를 하여 밀도반전을 일으켜서 레이저를 동작시키는 것이 매우 중요하다.



이러한 요오드 레이저 개발을 위하여 축전기를 스파크 갭을 이용하여 급속방전 시켜서 섬광등에 에너지를 인가시켜야 한다. 초기 요오드 레이저 연구에서는 고전압, 고에너지 축전기 방전기술을 개발하는데 어려움을 겪었다. 또한, 값이 비싼 상용 섬광등을 사용하여야 하는 문제도 큰 어려움 중의 하나였다. 초기 연구는 이민희 박사(인하대)가 주도하여 박사학위를 받으면서 레이저를 발전시켰다. 이 과정에서 임기건 박사(전남대), 이용탁(GIST), 그리고 신승호 박사(강원대)는 광분해 요오드 레이저의 이론적 해석연구를 수행하여 연구의 기초를 쌓았다.

1981년 황인헌 박사(도미)가 스파크 갭을 이용하는 고전압 고전류 축전기 방전 회로를 완성하였으며, 아르곤 가스를 이용하는 섬광등을 자체 기술로 개발함으로써 고효율 레이저로 발전시키기 위한 기반을 닦았다. 이어서 김영식 박사(단국대)가 레이저 모드록킹 기술을 연구하였으며, 한재원 박사(연세대)는 레이저 Q-스윗칭 기술을 연구하고 4단 증폭기로 이루어진 1GW 고효율 펄스 레이저 증폭기 시스템을 1986년 완성하였다. 고효율 레이저가 완성된 후 김규욱 박사, 김동환 박사, 최병일 박사를 거치면서 고효율 레이저를 이용한 X-선 리소그래피 기술에 대한 연구가 이어졌다.

횡여기 TEA(Transversely Excited Atmospheric pressure) CO<sub>2</sub> 레이저는 대기압에서 동작되는 펄스형 레이저이다. 저속축류형 종여기 CO<sub>2</sub> 레이저는 대기압의 수퍼센트 정도의 압력에서 동작하고 전극이 방전관의 양쪽 끝에 위치하고 있어 방전이 일어나는 단면적이 적기 때문에 균일한 글로우 방전을 일으키는 것이 상대적으로 쉽다. 반면에 대기압에서 작동되는 TEA 레이저의 경우 넓은 전극이 서로 마주보고 있으며 전극 전체에서 균일한 글로우 방전을 일으켜야 하는데 그것이 대단히 어려운 작업이다.

대기압 횡여기 레이저에서는 균일하게 방전이 일어나도록 하기 위해서 방전 단면적 전체에 균일하게 전하를 분포시킨 다음에 고전압이 전극에 걸리도록 하는 방법이 많이 사용되고 있으며 균일한 전하 분포를 위해서는 전자빔 주입이나 자외선 조사등의 수단이 사용되고 있다. KAIST 광학실에서는 직경이 0.2 mm 정도로 가는 다란 금속선과 주전극과의 사이에 코로나 방전을 일으키고 코로나 방전에서 방출되는 자외선으로 주 전극 사이의 기체를 균일하게 이온화 시키는 방법을 사용하였다.

1970년대와 80년대에는 실험에 필요한 소재나 부품을

종로3가 부근의 장사동에서 찾아서 구입하여 사용하였다. 외국 사람들의 논문에 나와 있는 0.2 mm 굵기의 텅스텐 금속선은 아무리 찾아도 구할 수가 없었고 전문 납품업자에게 부탁을 해도 구하지 못하겠다는 것이었다. 할 수 없이 피복되지 않은 나동선을 대체품으로 구입하여 실험을 하였는데 균일한 방전이 되지 못하고 한두 군데에서 아크 방전이 일어나 버리는 것이었다.

전극 형상이나 표면상태에 문제가 있는가 하여 수정도 여러 번 해보고 전극과 나동선의 세척도 여러 번 해보았지만 효과가 없었다. 많은 시간을 소비하면서 다양한 조치를 취해 보아도 해결하지 못하다가 우연히 0.2 mm 굵기의 몰리브덴 선을 구하여 교체하니 균일한 방전이 깨끗하게 되는 것이었다. 이유는 동선의 경우 쉽게 늘어나는 문제가 있어서 팽팽하게 당길 수 없었고 그에 따라 전극 간의 간격이 동일하게 유지될 수 없었기 때문이었다. 컴컴버스의 달걀처럼 알고 나니 아주 간단한 문제이었다.

TEA CO<sub>2</sub> 레이저의 발전과 증폭은 1979년에 이인원에 의해 첫 단계의 성공이 이루어 졌고 그 이후에 많은 석, 박사 과정 학생들에 의해 연구 되었다. 김선호는 레이저의 공진기 모드에 대해 깊이 있는 연구를 하였고 이호성은 연속출력 CO<sub>2</sub> 레이저와 TEA CO<sub>2</sub> 레이저를 결합시킨 병합형 레이저를 구성하여 파장 특성이 좋은 펄스광을 얻었으며 오차환은 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 분광학 연구를 수행하였고 김득영, 이동희, 김기호, 임창문 등에 의해 연구가 계속되었다.

1980년대에 고에너지 펄스레이저를 만들기 위한 연구 과제가 이상수 교수를 포함한 여러 기관의 연구진이 참여하여 수행되었으며 이상수 박사의 호를 따서 이름을 지은 신명 레이저가 대전으로 이사한 KAIST 물리과에 설치되었다. 연구사업이 종료된 1994년에는 100 J, 40 ps의 출력을 얻었으며 공홍진 교수가 과제 수행을 위한 기술 책임자 역할을 담당하였다.

1990년대와 그 이후의 레이저연구 활동으로는 남창희 교수의 극초단 레이저 개발( Ti:sapphire 3.7 fs, 고조파 X-ray 63 as), 김병운 교수의 광섬유 레이저 연구, 이용희 교수의 VCSEL과 나노레이저 등을 들 수 있겠다.

## 표준과학연구원의 레이저 연구

## 한국의 레이저개발 초창기 이야기

국가표준을 확립하기 위해서는 여러 가지 정밀측정이 필요하며 정밀측정에는 레이저가 많이 활용되고 있다. 정밀측정을 위한 레이저는 상용 제품을 구입하여 사용할 수 있는 경우도 많지만 특수한 성능의 레이저를 직접 개발해야 하는 경우도 많아서 KRISS에서는 레이저 개발연구가 활발하게 이루어 졌다.

조정밀 길이측정을 위해서는 레이저 간섭방법을 이용하여 레이저 파장을 기준으로 측정이 이루어진다. 이 때 레이저 파장의 안정도가 중요하기 때문에 레이저 주파수 안정화 연구가 1980년대 후반에 진행되었고 요오드의 흡수선에 안정화시킨 HeNe 레이저가 원중육, 서호성 등에 의해 개발되었다. 시간표준을 위한 표준시계로 사용되는 광펄핑 세슘원자시계의 개발을 위해서도 레이저 주파수 안정화가 필요하며 이 분야의 연구는 이호성, 오차환 등에 의해 수행되었다.

레이저 출력표준을 위해서는 출력이 안정화된 레이저가 필요한데 1989년에는 저속축류형 CO<sub>2</sub> 레이저를 제작하고 보조전극에 의한 자동조절 방식으로 출력안정도를 10 배 이상 향상시키는 결과가 얻어 졌고 고출력 표준을 위하여 고속축류형 CO<sub>2</sub> 레이저도 개발되어 1 m 방전관 길이에서 연속출력 760 W의 출력이 얻어 졌는데 이러한 연구들은 신동주, 이인원 등에 의해 수행되었다.

1989년에 정영봉, 이인원은 색소레이저에 CPM (colliding pulse mode locking) 방법을 적용하여 650 fs의 극초단 레이저 펄스를 얻는데 성공하였으며 김동호 박사는 80년대 후반에 시분해분광학 레이저 장치를 구성하였고 한재원 박사는 레이저 연소진단용 CARS 분광학 장치와 분석 프로그램을 개발하였으며 당시 레이저연구실에 근무하였던 김용평, 김규욱, 최중운 등에 의해 Excimer 레이저, waveguide CO<sub>2</sub> 레이저 등도 개발되었다.

### 산업체에서의 초창기 레이저 개발연구

대우중공업에서는 1981년부터 레이저 사업을 시작하였으며 CO<sub>2</sub> 레이저를 도입하여 레이저 절단기 시스템을 구성하여 판매하였고 레이저 마킹기 개발연구도 수행되었다. 초창기에 권영기, 이재철, 성규동 등이 참여하였고 성규동은 후에 이오테크닉스를 창립하였으며 레이저 마킹기 등의 세계 1등 상품을 개발한 이오테크닉스는 2010년 현

재로는 매출 2000억 원의 세계 10위 이내의 레이저 회사가 되었다. 레이저 분야 고급인력이 산업체로 취업하는 것을 꺼리는 상황 속에서 이룩한 성과이기에 경영진과 회사 구성원들의 노고가 매우 컸을 것으로 생각된다.

국내 레이저 기업의 선두를 달리고 있는 이오테크닉스를 포함하여 국내의 레이저 회사들이 앞으로도 잘 발전해 나아갈 수 있도록 레이저 전문가들의 관심과 협력이 필요하다.

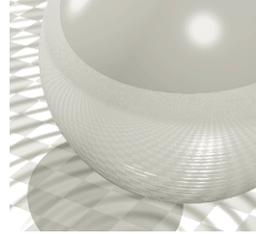
금성전선(현 LG전선)에서는 1984년에 레이저 사업을 시작했는데 장근호 연구소장과 김도열, 김득영, 이병하 등이 초창기 연구원으로 참여하였고 최상삼 박사가 1년간 자문위원으로 레이저 연구를 선도했었다. 대우중공업이 레이저 발전기를 수입하여 시스템을 구성하였던 것과 다르게 금성전선에서는 레이저 발전기 자체를 개발하는 방식을 택했고 1984년 말에 수냉식 저속축류형 CO<sub>2</sub> 레이저 발전에 성공하고 85년에 100 W 급 레이저의 안정적 동작을 달성하였으며 1991년에는 1.5 kW CO<sub>2</sub> 레이저 시스템 개발에도 성공하였다.

금성전선에서 초창기에 팀장을 맡았던 김도열은 후에 나기술(주)를 설립하여 산업용 레이저시스템으로 사업을 하고 있으며 김득영도 (주)오리엔트엠지의 대표로 의료용 레이저 사업을 하고 있다.

산업체에서 레이저 개발을 시작했던 주역들이 설립한 회사들이 성공적으로 발전하여 온 것처럼 출연연구소에서 창업한 초창기 레이저 전문가들도 대부분 사업을 성공적으로 발전시켜 왔다. 원자력연구소에서 창업한 김정묵 사장의 한빛 레이저는 상당한 규모의 레이저 전문 기업으로 성장하였으며 김광석 사장이 창업한 금광레이저도 전설하게 운영되고 있다.

### 기타 기관에서의 초창기 레이저 연구

서울대학교 핵공학과에서는 1972년에 ADD 팀에 합류하여 저속축류형 CO<sub>2</sub> 레이저를 개발한 바 있는 정기형 교수의 지도로 양모가 1974년에 100 W급 CO<sub>2</sub> 레이저를 개발하였고 고승국, 이현주, 이광원 등으로 이어진 CO<sub>2</sub> 레이저 연구는 레이저 성능의 지속적인 향상을 가능하게 하였으며 1988년경에는 고속회류형 1 kW 급 연속출력 CO<sub>2</sub> 레이저도 개발되었는데 후에 전기연구원에서의 CO<sub>2</sub> 레이



저 개발에 도움을 주기도 하였다.

한국전기연구원에서는 보유하고 있던 고전압 기술을 이용하여 용접 등에 활용할 목적으로 1980년대 말에 TEA CO<sub>2</sub> 레이저, 횡류형 연속출력 CO<sub>2</sub> 레이저를 시작하였으며 조연옥, 석희용, 김희제 등에 의해 연속출력 1 kW 급 레이저가 개발되었다.

ETRI에서는 1980년부터 이용탁의 주도로 통신용 InP 계열 반도체 레이저 연구가 시작되었는데 해양대학의 홍창희 교수도 합류하여 반도체레이저용 소재를 성장시키는 연구를 수행하였고 80년대 전반기에 레이저 발전에 성공하였고 80년대 후반에는 현대전자에 기술이전을 하게 된다. 현대전자팀은 후에 삼성전자로 옮겨다가 일부 연구자는 중소기업 (주) OE Solutions를 설립한다. ETRI의 이용탁은 후에 GIST 교수로 옮겨가게 되고 김홍만 등의 일부 연구진이 중소기업 빛과전자를 창업하여 반도체 레이저를 패키징하여 생산하고 있다.

경희대학교에서는 이주희 교수가 1981년에 부임하여 전자범으로 여기시키는 Excimer 레이저 개발을 시작하였고 90년대 중반에는 레이저 시스템을 응용하여 대기층을 관측하는 Lidar(light detection and ranging) 연구도 시작하여 국내의 Lidar연구를 선도하는 역할을 수행하였다.

서울대학교 물리과의 레이저 연구는 레이저 개발보다는 레이저 응용 위주로 진행되었다. 장준성 교수가 1970년대에 홀로그래피 연구등의 광정보처리 연구를 위한 HeNe 레이저와 아르곤 레이저를 확보하여 연구를 시작하였고 1982년에 이재형 교수가 부임하면서 장비도 보강되고 연구 분야도 비선형광학 등으로 확장되어 90년대 초부터는 국제적으로 경쟁력 있는 논문을 발표하게 되었다. 90년대와 2000년대에 제원호, 김대식, 안경원 등이 보강되어 원자광학, 근접장 광학, THz 광학, 표면 플라즈몬 연구, 양자광학 등의 연구가 활발하게 수행되고 있다.

## 맺는 말

레이저 발명 50주년을 맞이하여 우리나라의 초창기 레이저 개발에 대해 되돌아보면서 우리나라의 레이저 연구가 선진국에 비해 크게 뒤지지 않을 정도로 시작되고 발전되어 왔음을 알 수 있었고 소재나 부품, 주변기술이 열악한 환경 속에서도 성공적으로 레이저 장치를 개발하고 응용연구를 수행하면서 세계적인 역량을 키워 왔음을 알 수 있었다.

우리나라 레이저 산업체의 대표주자인 이오택크닉스는 세계 10위권 이내의 레이저 전문 기업이 되었고 고등광기술연구소의 PW (10<sup>15</sup> W)레이저는 고출력 펄드초 레이저 시설로는 세계 최고 수준의 성능을 자랑하고 있으며 국내의 레이저 연구자들이 Science, Nature 등의 세계 최고 학술지에 논문을 발표하고 있다.

세계적인 경쟁력을 갖추기 시작한 우리나라의 레이저 분야가 세계를 선도하는 수준으로 발전해 나아가기 위해서는 정부의 지속적인 지원이 필요하며 레이저 전문가들이 혼자서 잘 하려는 생각에서 벗어나서 다른 전문가와 상승적으로 협력하려는 자세를 가져야 한다.

우리나라의 레이저 개발 초창기 이야기를 쓰기 위해 여러분께 자료를 부탁드리면서 시간도 넉넉히 드리지 못해서 송구스러웠다. 원자력연구소의 초창기 자료를 보내 주신 박대운 박사님, ADD 자료와 원자력연구소 후반기 자료를 주신 이종민 박사님, KIST의 레이저 연구를 요약해 주신 이상배 박사님, KAIST의 요오드레이저 개발에 대해 요약해 주신 한재원 박사님, 기업체 레이저 개발을 요약해 주신 김도열 사장님께 깊이 감사드리며 면담이나 전화를 통하여 좋은 정보를 들려주신 남창희, 이용탁, 성규동, 김용평, 이현주, 석희용, 이호성, 오차환 박사님께도 감사의 말씀을 드린다.