

세계 빛의 해 (IYL) 2015 특집 ■ 우리나라 광학 연구 및 개발의 역사 (개인적인 소회 및 경험을 바탕으로)

내가 함께한 광통신 기술개발



강민호*

1. 여는 말

20세기 중반의 트랜지스터, 디지털 컴퓨터, 광섬유의 발명으로 통신 분야를 디지털화하기 시작하면서, 미국에서는 1960년대부터 PCM 전송기술이 실용화되고, 1970년대 후반에는 기계식의 아날로그 교환장치도 전자식의 디지털교환기로 대체되기 시작하였다. 우리나라도 1962년에 시작된 경제개발 5개년 계획의 성공으로, 1980년대에 들어서면서 국민소득 1,000불 시대를 열게 되었고, 당시에 집 한 채 값인 백색전화를 일반 가정에 보급하기 위한 “1가구 1전화시대의 개막”을 정책 과제화 하였다.

아날로그방식으로는 통신기술 후진국이 선진국을 단기간에 따라잡을 수는 없지만, 디지털 기술이 성숙되면서 1970년대 전반에 KIST가 디지털 전전자 교환 기술과 광섬유 제조 기초연구에 착수하였고, 1977년에 TDX교환기 등의 통신기술 연구를 주 임무로 설립된 한국전자통신연구원(ETRI)에서 광섬유를 이용하는 PCM 광통신 기술개발에 눈을 돌린 것은 자연스러운 발상으로 생각된다. ETRI는 1978년 9월에 광통신

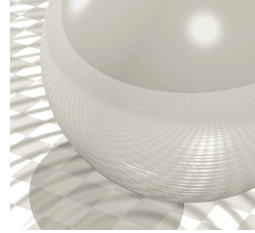
시스템 국산화 개발을 목표로 광통신연구실(실장: 강민호)을 설치해서 광섬유를 이용한 초고속 디지털 전송기술 개발에 착수함으로써 우리나라가 1980년대의 1가구 1전화시대, 2000년대의 초고속인터넷 1등 국가로 도약하는 결정적인 계기가 되었다고 생각된다(<그림 1>참조).

본 “광학과 기술“ 특집호에서는 <표 1>과 같이 1978년 9월부터 2011년 8월까지 필자가 33년간 함께하고 가까이서 지켜 본 우리나라의 광통신 기술개발과 광인터넷 국제화를 회고하고자 한다.



그림 1. 광통신 기술발전에 따른 정보통신사회의 변모(1978-2011)

* KAIST 명예교수



2. 광통신기술 개발 회고

1978년 9월에 설치된 한국전자통신연구원(ETRI)의 광통신연구실은 <표 1>과 같이 지난 30여 년간 우리나라의 광통신 시스템기술 개발과 실용화를 주도하였다. 다음은 이러한 개발 활동을 편의상 탐색연구, 상용화 개발, 고속화 개발, 네트워크화 단계로 구분하여 회고하겠다.

가. 1970년대의 탐색연구

1978년 가을의 광통신연구실은 필자와 김장복, 정신일, 이상호, 공비호로 구성된 단출한 식구이었다. 광화문의 체신부 청사 연구실에서 다중모드 광섬유로, PCM 부호화된 전화신호 96개를 광섬유 2가닥으로 보내는 6.3 Mb/s 광전송장치를 연말에 개발하여, 1979년 2월의 대통령 연두순시에 시범한 것이 우리나라 최초의 광전송 시험이었다(<그림 2>참조). 이어서 연구실에도 정학근, 이만섭, 유강희, 이경식 연구원이 보강되어서, 44.7Mb/s 광섬유통신 시스템을 개발하여, 1979년 9월에 광화문전화국과 중앙전화국간에서 국내 최초의 현장시험에 성공하였다.

또한, 광섬유의 영구접속에 필수적인 용착접속기와 광케이블의 절단·고장 위치를 찾기 위한 Optical Time Domain Reflectometer도 이상호, 이용탁 연구원들이 개발하여 현장시험에 직접 활용하였다.

나. 1980년대의 상용화 개발

1980-1981년에는 이상은, 박희갑, 주흥로, 박흥준연구원들이 보강되어서, 구로전화국-시흥 중계 전화국-안양 전화국간에 (주)금성전선과 (주)대한전선이 국산화 개발한 광섬유케이블을 초 겨울에 포설하여 1983년 2월까지 상용시험을 하였다. 추운 초겨울임에도 불구하고 밤늦도록 할당된 일을 마칠 수 있도록 술선수범해 주신 체신부의 현장 케이블포설 인력 수십 명과 케이블 제조회사 기술진들의 헌신이 눈에 선하다.

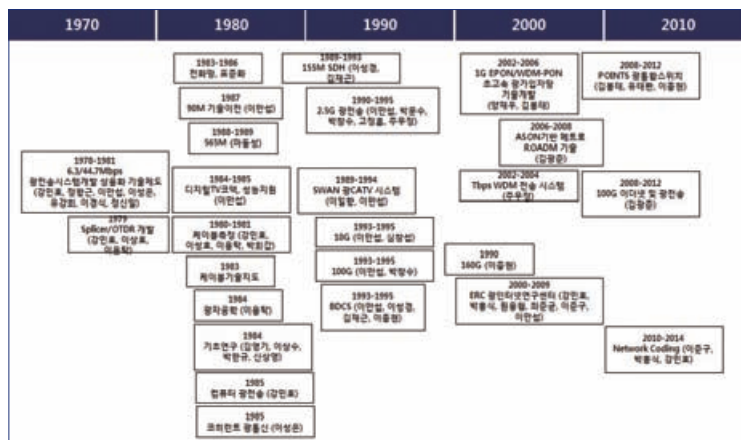
또한, 장거리 중계에 필요한 광 중계기도 개발하여, (주)금성전기와 (주)광진전자에 기술이전을 하고, 개발한 광섬유 케이블의 전송손실 측정장치와 고장위치 판별기술을 이전하여 연봉에 버금가는 기술료를 받기도 하였다. 이 때, 연구원 대상으로 광섬유의 도파원리를 체계적으로 강의해 주신 신상영교수와 함께 “광섬유통신개론”을 출판하여서 인기리에 광통신기술의 대중화에 앞장섰다.

1982-1983년에는 앞서의 상용시험을 계속하면서, 상용규격 안을 제시하고, 0.8미크론의 단파장에서 1.3미크론의 장파장 90Mb/s 시스템을 예비설계하고, 시스템을 개발하였다. 이 시험을 통하여, 광케이블이 기존 동선 페어케이블이나 PCM 케이블보다 전송 특성, 중계기 거리, 전송품질, 전송비용 측면에서 월등하다는 것을 실증하여, 체신부와 KT에서 광통신방신을 표준 유선전송 방식으로 채택함으로써 동선케이블은 역사 속으로 사라지게 되었다.

같은 시기에, 아날로그 텔레비전 신호를 45Mb/s로 디지털화해서 보내는 디지털 텔레비전 코덱을 개발하였고, WDM용 광 입력 및 출력장치 연구, 광섬유절단면 관측장치의 실용신안특허를 등록하였고, 레이저의 통신응용 외에도, 계측, 군사, 핵융합, 의료응용 등을 다룬 “레이저 응용”을 오명 체신부 차관과 공저로 출판하고, 1986년에는 개정증보판을 내었다.

1984-1985년에는 광통신연구

표 1. ETRI의 광통신기술 개발과제의 변천



배가 함께한 광통신 기술개발



President Park Chung Hee tried a locally produced modern switchboard system when he visited the Ministry of Communications as part of his current New Year inspection tour of government ministries yesterday.



연구원 박문수는 지난 3월 31일 안국동 별관 501호T Room 회의실에서 박정호 장관을 영접하였다.



신영우 원장(왼쪽)은 4월 1일 새만금연구단지에서 광통신 분야 전문가들과 함께

그림 2. 1970년대, 1980년대의 미래지향적인 리더십

실이 광통신개발부로 확장되어, 구로-간석간의 단파장 35 km와 대전 ETRI-대전시외전화국간의 장파장 17.3 km의 광섬유케이블 기술지도, 다중모드 광통신용 장치 기술전수, 광통신기술 개발사업과 기초 확산을 위한 자공학기술개발 과제를 김영기, 이상수, 박한규, 신상영 교수들에게 위탁하였고, 코히런트 광통신기술연구, 광전송-교환기술연구, 장파장 광통신시스템 표준화연구, 장파장 광통신시스템개발연구를 수행하였다. 또한 국내 연구개발 방향을 정립하고 생산기술을 지도하며, 기술정보를 교류함으로써 광통신기술의 체계적인 발전에 기여하기 위하여 “광통신기술 육성방안에 관한연구”를 체신부 광통신분과회의의 지정연구과제로 수행하였다.

1986-1987년에는 박문수, 김동현 연구원들의 광대역 스위칭 device의 연구, 이만섭 연구원 등의 표준화 90Mb/s 광통신 시스템 기술전수, 마동성박사 등의 광

는 시기였다.

1980년대의 ETRI는 TDX개발에 이어 광통신시스템의 상용화개발 성공으로 “1가구 1전화시대”를 앞당겼고 통신기술 선진화에 자신감을 얻게 되었다.

다. 1990년대의 고속화 개발

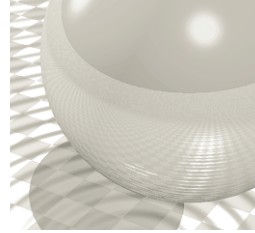
1990년대에 들어서서 기술의 디지털화, 서비스의 광대역화 붓물이 터지자, 더 빠른 광통신기술의 요구도 더욱 거세졌다. ETRI는 1993년에 국제 광전송 표준인 Synchronous Digital Hierarchy 방식의 155Mb/s SDH 시스템기술을 이성경, 김재근 연구원 중심으로 개발한 데 이어서, 1997년까지 이만섭 연구원 주도로, 2.5Gb/s, 10Gb/s, 100Gb/s 대용량 고속 광전송시스템 기술을 개발하고, 광대역 Optical Cross Connect 시스템도 개발하였다. 이원웅, 이일항, 이만섭 등은 SWAN(Social Welfare Advancement Network)로 일컫는 광 CATV 시스템 개발과제를 수행하면서 많은 외부 전문가들을 모시고 국책 사업화를 시도하였다.

라. 2000년대의 네트워크화 개발

2000년대에 ETRI는 PON(Passive Optical Network) 개발, KAIST(ICU)에서는 광인터넷(Optical Internet) 연구에 역점을 두어서, 인터넷 트래픽의 급속한 신장에 대응한 네트워크화에 역점을 둔 연구개발이 진행되었다.



그림 3. 광인터넷연구센터의 초기 주역들



ETRI는 양재우, 김봉태, 김병휘, 이상수 등의 1G EPON, WDM PON, 김광준의 ASON기반 ROAD M 기술, 주무정의 Tb/s WDM전송시스템, 김봉태, 고재상 등의 2.5G/10G GPON 기술, OFDM-PON, 김봉태, 유태환, 이종현 등의 POINTS 패킷광 통합스위치, 김광준 등의 100G 이더넷 및 광전송 등의 네트워크화 과제가 수행되었다.

KAIST(ICU)에서는 강민호교수를 주축으로 한 광인터넷연구센터(OIRC:Optical Internet Research Center)를 2000년 7월에 기초과학연구진흥법 제9조의 규정에 따른 "우수연구센터(Engineering Research Center)"로 지정받아서, 2009년 2월까지 9년간에 100억 원 이상의 연구비를 지원받았다. 우리는 어떻게 하면 이 새로운 Interdisciplinary기술 분야에서 세계를 이끌어 나갈 수 있을까에 많은 시간을 고심한 결과, 국제공동연구, 국제협력의 강화를 주요전략으로 삼았다. 참여연구원은 박홍식, 원용협, 최준균, 이준구, 이만섭, 윤찬현, 박효훈, 모정훈, 유명식, 김영천, 차영욱, 이수경, 이혁재, 최보훈 등으로서 광 MPLS, OBS, GMPLS AOB S, AOB S 라우터 구현과 함께, 벨버런대학 내에 설치한 현지연구실 등을 활용한 광인터넷 인력양성, 국제광인터넷학술대회(COIN)창설 및 12회에 걸친 학술대회 운영, 한국 광인터넷포럼(KOIF) 지원 등의 성과를 거두었다.

3. 광인터넷의 국제화

광인터넷이 인구에 회자되기 시작한 때는 1998년 말 즈음으로 생각된다. 인터넷이 호기심을 넘어서 상업적인 트래픽이 기하급수적으로 늘어나기 시작하던 때이다. 기존 전화회선에 모뎀을 부가하거나, ISDN, ADSL등을 이용한 서비스보다 고속으로 멀티미디어 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 WDM 광수송 기술과 인터넷 기술을 효율적으로 결합하는 기술, 즉 광 인터넷이 필요할 것이라는 논리 때문이다. 여기서는 광인터넷연구센터(OIRC)와 ETRI를 중심으로 한 국제광인터넷학술대회(COIN)와 KT, ETRI, 산 업계를 주축으로 태동한 한국광인터넷포럼(KOIF)활동을 소개한다.

가. COIN 국제학술대회

본인이 KAIST에 부임한 이듬해인 ERC 지정 광인터넷연구센터 설립 신청 시에 광통신으로 인터넷서비스를 하는 광인터넷기술의 국제협력을 위해서 아태지역이 주도하는 학술대회인 International Conference on Optical INternet(COIN)의 창설을 제안하였다.

잘 알다시피, 이때는 아태지역을 포함한 전 세계가 광인터넷이 통신네트워크의 메가트렌드라는 데 인식을 같이 하였다. 태동되는 IP와 WDM의 결합을 위해서는 부품, 시스템, 프로토콜, 네트워크측면에서 극복해야 할 이슈와 문제점들이 많이 도출되었다. 광학, 통신, 네트워크 전문의 선지자들이 꿈꾸는 광 MPLS, 광 버스트 스위칭, 광 패킷네트워크 등은 많은 연구·교육자들의 훌륭한 연구·교육과제가 되기에 충분하였다. 이런 매력적인 광인터넷 분야에서 기술발전과 마음어린 국제협력을 우리나라가 선도하기 해보자는 취지로, COIN의 주제로 optical Internet related architecture, signaling, OAM, physical and link layer, optical control plane, optical packet layer, optical packet Internet testbed and application 등을 선정하였다.

이러한 국제학술대회를 태동시키기 위해서는 여러 사람의 찬동과 지원이 필요하였다. 국내에서는 OIRC 이외에도 ETRI, KOIF(Korea Optical Internet Forum, 2001년 3월 태동) 등 핵심기관들이 참여하고, 국외에서는 호주, 일본, 중국이 COIN의 산파가 되었다. 호주는 비슷한 시기에 태동된 국가 프로젝트인 "초광대역 정보연구센터(CUBIN)"의 Rodney Tucker 소장과 "광전자 협동연구센터" Mark Sceats 사장의 찬동을 얻고 나서, 2002년 초에 우리 대표단이 일본을 방문해서 일본의 광네트워크 연구에 영향력이 높고, "일본광인터넷포럼(PIF)"을 태동시킨 동경대의 Tomonori Aoyama 교수와 오사카대학의 Kitayama 교수의 찬동을 우여곡절 끝에 얻음으로서, 한국, 일본, 호주가 산파가 된 COIN이 태동하게 되었고, 곧 이어서 중국이 참여하였다.

2002년 7월 21-25일에 제주 하얏트 리젠스에서 열린 제1회 COIN의 주최는 한국광학회, IEEE-LEOS,

내가 함께한 광통신 기술개발

OSA, IEICE, 후원은 정보통신부, OIRC, ETRI, KOIF, IEEE대전지부이고, 발표자는 136명, 일반참가자는 285명이었으며, 예산은 154백만원이었다. COIN 창립주도국으로서 제 1회 대회인 만큼, 내용과 형식에서 많은 신경을 썼다. 제12회이자 마지막 COIN은 COIN의 태동지인 제주에서 4번째로, 2014년 8월 27- 29일만에 김봉태 대회장 주관으로 열렸다. 이때, 필자가 태동시킨 COIN을 필자가 해산시킬 때라고 판단하고, ISC에서 COIN의 해산을 결의하고, 총회에서 필자가 다음과 같이 공포하였다.

The ISC members of COIN2014 decided to terminate the COIN as following:

- The ISC committee members appreciate every organizing committee members and participants of

the past twelve successful COIN Conferences held at Korea, Japan, Australia, and China.

- Considering changing environment and technological maturity of the optical internet as a whole, the ISC committee decided that COIN of today's form terminates here.
- The committee welcomes any continuing efforts of this COIN particularly in the Asia Pacific Region by new leaders in our area to promote the international cooperation and friendship.

Professor Kang(Chair) specially thanks all the ISC members for their untiring devotion given to COINs: Bongtae KIM, Tomonori AOYAMA, Ken-ichi KITAYAMA, Keping LONG, Hequan WU, Rodney TUCKER, Thas Nirmalathas, and Shum Perry.

표 2. 20012-2014 기간의 COIN 행사 개요

회차	개최장소	개최일시	주요내용	비고
1	한국 제주 하얏트 리전시	2002 7. 21 - 25	제1회 창립 대회 발표자 136명, 일반참가자 285명	한국, 호주, 일본 PS 2002
2	호주 멜버런 Hilton on he Park	2003 7. 13 - 16	논문 230편 OIRC-CUBIN 워샵, Student 워샵	ACOFT
3	일본 요코하마 Pacifico Yokohama	2004 7. 12 - 16	참가자 640명, 한국측 100여명 OBS/OPS 워샵	OECC
4	중국 重慶 우전대 호텔	2005 5. 29 - 6.2	122명 참석, 127 논문 OBS/OPS, Student 워샵	망명 국민정부소재지, 충칭 공업단지 시찰, 대한민국 임정 청사
5	한국 제주 하얏트 리전시	2006 7. 2 - 6	초청강연: S. Shimada박사, R. Tucker교수, 경상현 전임장관	COIN Awards, COIN Coventions
6	호주 멜버런 멜버런대 홀	2007 6. 24 - 27	OIRC-CUBIN Collaboration Workshop, OIRC-CUBIN Students Workshop	ACOFT2007
7	일본 도쿄 아키하바라 컨벤션 홀	2008 10. 14 - 16	Iwao Sasase, TPC chair 12 session, IEICE Miyahara, Lee, Long	APCC2008
8	중국 成都 Tibet 호텔	2009 10. 13 - 16	전자과학기술대 규모 대단, 四川城 城都, 외교문제로 일본 참여 저조	K. Long TPC의장 주도
9	한국 제주 신라호텔	2010 7. 11 - 14	Y. Suematsu교수 초청강연	OIW2010
10	일본 요코하마 게이오대 강당	2012 5. 28-30	Aoyama교수 주도, 2011년에서 순연	2011 일본 후쿠시마 참사
11	중국 북경 호텔	2013 10. 18 - 20	ISC에서 COIN의 미래 논의	Keping Long 교수 지도력
12	한국 제주 하얏트 리전시	2014 8. 27 - 29	한상국 TPC Chair, ETRI 헌신, 성공적 마무리	ISC회의, COIN폐쇄 결정

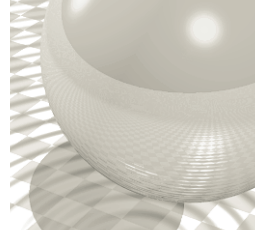


그림 4. 필자의 국민훈장 동백장(1982), 과학기술훈장 혁신장(2011)

(2007년) 등의 단체표준 작성이다. 셋째, 국제 협력체계 구축이다. 2006년 9월에 KOIF, OIFC, PIF간에 체결한 MOU에 따라서, 한·중·일 3국은 광인터넷 협력체계를 구축하여, 워크숍개최 시에 상대국 기관의 전문가를 초청하여 상호 관심사를 논의해 오고 있다.

나. 한국광인터넷 포럼

2001년 3월 15일에 정부, 통신사업자, 산업계, 연구계 중심으로 “광인터넷포럼(Korea Optical Internet Forum, www.koif.or.kr, 의장: 남중수(2001-2002), 강민호(2003-2012), 김봉태(2012- 현재))을 구성하여 국내 광인터넷 기술 표준연구, 해외 기술동향 파악 및 국내 관련업체간의 광인터넷 정보교류에 앞장섰다. 광인터넷포럼은 광인터넷 기술에 대한 정보 제공, 광 인터넷 기술의 표준화 동향 파악, 광 인터넷 시장 및 서비스 분석 등을 통해 광 인터넷 관련 국제 표준화에 대한 적극적인 활동과 국내 광 인터넷 기술기술평화 확대를 목적으로 한다.

운영위원회(위원장: 전경표(2001-2002), 이형호(2003-2004), 김봉태(2004-2010), 이종현(2011-현재))는 김영선, 박진우, 최준균, 김운하, 정기태, 오운제, 유태환, 김진희, 김광준 등이며, 산하에 현재 광인터넷 구조 분과(위원장: 최준균), 광인터넷 핵심기술 분과(위원장: 김광준), 광인터넷 망구축 기술분과(위원장: 김진희)의 3개 기술분과로 운영 중에 있고, KAIST OIRC에서 운영 중이던 사무국은 2013년부터 ETRI에 두고 있다. 간사는 이상수와 유제훈이 맡고 있다.

포럼의 주요 실적으로는 첫째, 광인터넷워크숍(Optical Internet Workshop)의 개최이다. 2001-2003년에는 온양, 평창, 서울에서 열렸고, 2004-2007년에는 온양에서 열렸으며, 2008년에는 제주 피닉스아일랜드, 2009년에는 광주 김대중컨벤션센터, 2010년에는 COIN2010년과 같은 장소인 제주, 2011년에는 무창포 비체펠리스에서 열렸고, 2012-2014년에는 제주 그랜드호텔에서 열렸다. 둘째, FTTH 공법(2003년) 및 WDM-PON 표준

4. 맺는 말

미래부는 최근에 우리나라 과학기술의 대표적인 성과를, 개인차원의 연구성과(1940-1950년대), 정부주도 농업과 초기 공업화(1960년대), 중화학공업 육성 본격화(1970년대), 기업연구개발 활발(1980년대), 거대과학 기술개발 본격화(1990년대), 융복합 기술개발 본격화(2000-2010년대)로 분석하여 발표하였다. 돌이켜 보면 1970년대 후반부터 2010년대 초반까지의 시간은 많은 광통신 연구자들에게 행운과 보람을 안겨준 시간이었다. 이러한 행운은 우리가 <표 3>과 같이 천시, 지리, 인화의 3대 성공요인을 두루 갖추었기 때문일 것이다. 즉, 디지털 세상으로 패러다임이 급격히 변화하는 시대에 개도국에서 선진국으로 도약하기 위한 빠른 추격자 전략으로 대기업 특유의 대량생산 체제구축에 더하여, 정부, ETRI등의 정부연구소, 산업체의 과학기술인들이 혼연일체가 되어서 TDX, 광통신, DRAM, CDMA, 스마트폰, 광 디스플레이 등의 분야에서 성공을 거둘 수가 있었다고 생각한다.

이제 우리나라는 국민소득 3만불에 육박하는 세계 10대 기술대국으로 도약하였으나, 미국 등의 최선진국과 중국 등의 후발국 사이에서 20-30년 전의 일본과 같은 샌드위치 입장이 되고 있다. <표 3>과 같이 앞으로의 Big Data 중심의 초 연결사회, 휴머노이드(humanoid)시대에서 통일과 국민행복을 이루는 최선진국으로 도약해야 하는 시대적 소명을 갖고, 창조적 혁신을 통한 First Mover가 되어야 것이다.

따라서, 지난 30여년의 keyword의 하나이었던 광통신, 광 네트워크, 향후에는 광센서, 광 컴퓨팅과 같은 새로운 keyword들로 진화하기 위해서, 우리의 미래를 책

배가 함께한 광통신 기술개발

표 3. 시대변천에 따른 광 기술의 키워드 변화

성공요인	1970년대 - 2010년대	2010년대 - 2020년대?
천시(天時)	<ul style="list-style-type: none"> Analog시대에서 Digital 시대로 급변 인터넷의 태동과 정보통신기술의 만개 	<ul style="list-style-type: none"> Big Data, Cloud, Cyber Physical System, 사람, 사물, 공간, 데이터 등이 인터넷으로 연결되어 정보의 생성·수집·공유·활용되는 초연결사회 도래
지리(地利)	<ul style="list-style-type: none"> 개도국에서 선진국 도약(전화적체 해소, 스마트폰 일상화) 정보통신 인프라 구축 유무선 통신육구 해소 	<ul style="list-style-type: none"> 최 선진국 도약(통일 대비, 국민행복 추구) 지속가능한 환경 보전 건강, 안전, 편리한 생활
인화(人和)	<ul style="list-style-type: none"> 70, 80년대의 미래지향적 리더십(정부주도, 출연연구소, 민간참여) Fast Follower 정책 성공 	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 리더십 정립 필요(민간, 개인주도, 정부 지원) First Mover, 창조적 혁신
Key Words	광통신, 광 네트워크	광 센서, 광 컴퓨팅

임질 광 과학, 광 기술전문가들은 확실한 산업화 효과(創新)나 확실한 지식창출(創造)의 한 끝에서 세계 최고가 되어서 모두가 승자가 되는 Smile Curve를 그려 나가야 할 것이다.

약 력



강민호

1. 학 력

- 1969. 2 서울대학교 전기공학과, 학사
- 1973. 5 미국 미주리대학교(Rolla) 전자공학과, 석사
- 1977. 12 미국 텍사스대학교(Austin) 전자공학과, 박사

2. 주요 경력

- 1977. 8 ~ 1990. 1
 - AT&T Bell Laboratories, ETRI 광통신연구실장, 통신정보연구단장
 - 광통신 및 광전자공학 기초연구
 - 광섬유통신 시스템 기술의 국산화 개발, 국내 최초 상용화 주도
 - 정보통신 기초기술, 기술표준 활성화
- 1985. 6 ~ 1988. 3
 - 과학기술처 전기전자연구조정관(겸직), 이사관 상당
 - 4M DRAM 관산학연 공동개발사업 기획 및 개발관리
 - 전기, 전자, 정보 통신 분야 국책연구사업 기획, 추진
- 1990. 2 ~ 1999. 8
 - 한국통신 연구개발단장, 품질보증단장, 해외사업본부장(전무이사)
 - 연구개발 체제구축 및 전문 연구소 발족
 - 통신 제품의 개발 품질과 운용품질의 연동체계 구축
 - 유, 무선 통신 서비스 분야 해외투자사업 개척(11개국 14개 사업)
 - 멕시코 투자법인 MIDTEL 사장(1998.4 ~ 1998.7)
- 1999. 8 ~ 2011. 8 한국정보통신대학교, 한국과학기술원 교수, 부총장, 명예교수
 - 한국과학재단 지정ERC 광인터넷연구센터 소장(2000. 7. 1 ~ 2009. 2. 28)
 - ICU교학처장(2001. 12 ~ 2004. 7), KAIST ICC부총장('09. 3. 1 ~ 2011. 3. 9)
 - KAIST 교육3.0추진단장(2011. 3. 10 ~ 2011. 8. 31), 명예교수(9.1 ~ 현재)
- 2011. 10 ~ 현재
 - (사) 한국기술경영연구원 앙코르코리아(EncoreKorea)사업단장
 - 고경력 과학자들의 개도국 지원단체 창설, 에티오피아 등 가시적 성과
 - 초, 중등 과학영재 아카데미창설, 운영 중
 - 미래부, (주)에쓰-오일 지원

3. 대외 활동

- 1979. 3 ~ 1985. 6 서울대학교 전자공학과 대학원 강사
- 1989. 1 ~ 1990. 12 대통령 과학기술자문회의 전문위원
- 1992. 9 ~ 1992. 12 한국과학기술원 대우교수(정보통신 강좌 개설)
- 1992. 6 ~ 1992. 6 미국 MIT 기술경영 하계강좌 수료
- 1997. 3 ~ 1997. 8 서울대학교 경영대학 AMP과정 수료
- 1995. 1 ~ 1997. 6 통신기술협회(TTA) 통신표준총회 의장
- 1996. 1 ~ 2005. 12 Int. Computer Comm. Council, Governor(Washington, D.C.)
- 1996. 10 ~ 1999. 12 Asia Pacific Telecom. Study Group Chairman(Bangkok)
- 2000. 12 ~ 2001. 5 미래이통통신 기획조사연구회 회장(정보통신부 IMT-2000사업관리단)
- 2003. 3 ~ 2011. 12 한국 광인터넷포럼 의장
- 2002. 7 ~ 2014. 8 Int. Conference on Optical Internet 창설 및 년차 대회 개최

4. 논문 및 출판 실적

- 국내외 저명학술지 논문 - 초고속 광 인터넷 관련 121편
- 국내외 저명학술회의 논문 - 광 버스트 스위치 개발 등 156편, 연구보고서 67권
- 전문서적 출판: 13권 공저
 - Broadband Telecom Tech., Artech House, Boston(1993, 1996),
 - 정보통신 2000(1999), 광대역정보통신(1994, 1996), 레이저응용(1983, 1987),
 - 광섬유 통신기술 개론(1981), 전기통신기술개론(1989) 등

5. 학 회

- 한국공학한림원 정회원
- 한국엔지니어스클럽 회원
- IEEE(Member, Senior Member)
- 한국광학회 부회장 역임
- 한국통신학회, 대한전자공학회 및 대한전기학회 종신회원, 이사 및 평의원 역임

6. 상 훈

- 1982. 10 국민훈장 동백장(광통신 기술개발)
- 1983. 11 대한전자공학회 공로상(학회발전)
- 1984. 1994, 1998 Marquis Who's Who 수록(Frontier Science and Technology 등)
- 1985. 6 대한전자공학회 학술상(광통신 기술개발)
- 1985. 12 한국통신학회 기술상(광통신 기술보급)
- 1991. 4 21세기 경영인 클럽, 신 산업 경영대상(기술부문)
- 2007. 6 COIN 2007 Award 수상(펠버런, 호주)
- 2008. 12 ICU Best Research Award 2008
- 2011. 4 과학기술훈장 혁신장(광 네트워크 개발 및 과학기술 혁신)

7. 요 약

37년간 研官産學에서 光通信, 과학기술 선도, 다양한 조직 경영.