

21세기 기계산업 발전을 위한 연구계의 역할과 발전 방안

이 중 원 | 한국과학기술연구원

머릿말

21세기 과학기술의 한 축을 담당할 출연연구기관이 정체성 위기와 연구생산성 약화라는 열병을 앓고 있다. '60년대와 '70년대 국가 유일의 기술원천기관으로 자리 매김 했던 출연연구기관은 '80년대 이후 산업계와 학계의 급속한 연구능력 향상에 따라 국가 기술혁신 체계에서의 선도적 위치를 양보하게 되었으며, '90년대에 들어 국가 연구프로그램의 산학연 자유경쟁체제 도입으로 출연연구기관은 원천기술의 창출과 첨단제품의 개발이라는 측면에서 학계와 산업계에 비하여 상대적으로 연구경쟁력이 감소되었으며, 연구투자 효율성을 중시하는 정부로부터 연구생산성이 저조하다는 불신을 초래하게 되었다. 연구 경쟁력 약화와 정부로부터의 연구생산성 저하에 따른 불신은 '90년대 이후 수차에 걸친 출연 연구기관 역할 재정립 시도를 불러왔고 이 과정에서 연구기관의 정체성에 대한 혼란과 유능한 연구인력의 유출로 이어지는 연구 능력의 저하를 맞게 되었다.

출연연구기관이 21세기 기계산업 발전을 위하여 산업계와 학계와 더불어 기계분야 국가 지식 생산체계의 주도적인 역할을 하기 위해서는 국가 기술혁신체계 내에서의 출연연구기관의 역할이 설정되어야 하고 이에 합당한 국가 지원체계가 이루어져야 할 것이다. 이 글에서는 출연연구기관의 정체성 위기의 원인을 역사적으로 고찰하고 출연연구기관이 택할 수 있는 대안을 분석한 후 출연연구기관이 국책연구기관으로 재 정립할 수 있는 방안을 검토하려 한다.

출연연구기관 역할의 역사적 변천

우리나라의 국가 출연연구기관 출발은 1960년대 후반 한국과학기술연구소의 발족으로 보는 것이 타당하다. 당시 출발한 출연연구기관은 외국과 다른 우리나라의 독특한 연구 패러다임을 가지고 있었는데 그 하나는 출연연구기관으로 국가의 출연을 받으면서도 연구에 대한 자율성을 가지고 연구를 수행한다는 것이고 다른 하나는 국책연구기관으로 국가 전략분야에 대한 핵심적 연구를 주도한다는 것이었다. 일면 모순이 되는 이 두 패러다임은 국내 기술환경의 변화에 따라 출연연구기관의 위상에 많은 영향을 미치게 되었다. 출연연구기관이 발전되어온 과정을 연구기관의 역할이 변천 되어온 측면에서 살펴보면 대개 세 단계로 나눌 수 있다.

기술 독점 시기('60~'70년대)

초기의 출연연구기관 특히 한국과학기술연구소는 미국의 바텔연구소를 모델로 설립되어 산업기술에 대한 연구 용역기관으로 출발하였으나, '60년대와 '70년대 출연연구기관의 주요 역할은 산업계에 필요한 기술의 연구개발보다 당시 경제개발의 기반이 되는 과학과 기술에 대한 정부정책의 두뇌집단의 역할이 컸으며, 기술이 부족한 국내 산업계에 선진기술을 소개하고 이를 흡수, 파급하는 역할을 담당함으로써 국가의 기술을 선도하는 국책연구기관 또는 국가 연구기관으로서의 역할을 수행했던 것이었다. 국가 연구자원이 부족했던 당시로서 정부는 기술개발 정책에 대하여 출연연구기관의 두뇌집단에 전적으로 의존하게 되었으며, 출연연구기관은 기술 공급의 독점과 국가의 파격적인 대우를 영유할 수 있었다.

출연연구기관의 기술 독점 패러다임이 위기를 맞게 된 것은 모순되게도 출연연구기관의 성공에서 기인한다. 출연연구기관의 성공은 정부 각 부처로 하여금 앞

다투어 필요한 기술분야마다 전문 출연연구기관을 설립하게 하였으며, 출연연구기관의 희소가치 감소와 급성장한 산업계와 학계의 연구능력 향상은 출연연구기관의 기술 독점시기를 마감시켰다.

국책연구 주도 시기('80년대)

'80년대는 출연연구소 통·폐합과 국책연구과제의 시작으로 특징지어진다. 각 부처 산하에 산재 되어있던 출연연구기관은 '80년대 초에 들어 과학기술처 산하에 통합되며, 출연연구기관 평준화 시대를 맞았다. 연구기관의 통·폐합은 출연연구기관의 연구역량을 결집하여 국책연구개발사업에 집중토록 하는 긍정적 역할을 하였으나, 모든 연구기관이 국가에서 추진하는 첨단 국책과제에 경쟁적으로 참여함으로써 연구기관의 특성이 고려되고 각 부처 고유의 기술요구에 부응하는 다양한 연구를 할 수 있는 기회가 상실되었으며, 특히 첨단 원천기술을 강조하는 국가 연구개발사업에서 산업 기반 기술과 전통적 기계기술 개발은 상대적으로 소홀히 취급되었다. 이 기간 동안 출연연구기관은 국가 연구개발사업의 주도적 수행기관으로 인식되었으나, 국가 연구개발사업의 결과가 쌓여감에 따라 정부는 연구개발 결과와 산업화의 연계를 강조하게 되었고 출연연구기관은 국가 연구개발사업의 주도적 위치를 산업계와 학계에 많이 양보하게 되었다.

역할 재정립 시기('90년대)

'90년대에 들어 정부는 연구개발 정책의 다양화를 시도한다. G7사업이라 이름지어진 선도기술개발사업은 10 년이라는 국가적 대형 장기 연구개발사업과 정부 각 부처의 유기적 기술개발정책의 시대를 열었고, 산업기반기술사업, 창의적 연구진흥사업, 국가 지정연구실 사

업, 민·군 겸용 기술사업 등은 출연연구기관 위주의 연구개발방식을 탈피하여 사업 성격에 따라 산업계 또는 학계가 주가 되어 수행하는 범 국가적 연구개발 동원체제를 이루었다. 이에 따라 제품 관련 연구는 산업계가 비교우위를 발휘하게 되었고 원천기술 연구는 학계가 주도하게 되면서 출연연구기관의 입지와 연구수주 능력이 상대적으로 약화되었다. 출연연구기관이 국가의 연구개발을 주도하는 국책연구기관으로서의 위상이 약화됨에 따라 출연연구 기관들은 새로운 위상을 정립하기 위하여 내부적으로 진통을 겪었으며, 정부는 설립 당시와 달라진 국내 기술환경에 맞도록 출연연구기관의 역할을 재정립하려는 시도를 시작하였다. 이러한 노력은 주로 약화된 출연연구기관 연구생산성의 향상, 민간부문이 비교우위를 가진 연구부문의 정리, 국가 차원의 연구기관 고유기능설정, 연구기관 간 또는 민간부문과의 중복연구 배제, 연구기관 경영효율의 향상 등이 포함되어 있었으나, 출연연구기관의 역사성과 구성원 합의도출의 어려움으로 추진의 한계성에 부딪혔다.

표 1과 표 2에 보여진 연구개발 주체별 연구원 비중과 연구개발비 비중의 역사적 변천추이는 이러한 변화를 단적으로 보여준다. 국가 총 연구인력 중 연구기관에 속한 연구인력의 비중은 1970년대 43%이었던 것이 1985년에는 17%, 1997년에는 11%으로 급감한 반면, 기업체에 속한 연구인력의 비중은 1970년대 21%에서 1985년 46%, 1997년 54%로 급증하였다. 대학의 연구인력은 비교적 변동이 적어 약 35%를 유지하였다. 연구개발비의 추이는 더욱 변화가 심해 1970년 국가 총 연구개발비 중 연구기관에 투입된 연구비가 84%이었던 것이 1985년에는 24%, 1997년에는 17%로 급격히 그 비율이 줄었으며, 기업에 투입된 연구비는 1970년 13%에서 1985년에는 65%, 1997년에는

표 1 연구개발 주체별 연구원 비중 추이 (단위 : %)

	1970	1975	1980	1985	1990	1996	1997
연구기관	43	30	25	17	15	12	11
(비영리법인)	(9)	(8)	(13)	(11)	(11)	(8)	(8)
(정부출연 연)					(8)	(7)	(6)
대학	36	44	47	36	30	34	35
기업체	21	26	28	46	55	54	54
계	100	100	100	100	100	100	100

주: 연구기관=국·공립연구기관+비영리법인 연구기관정부출연 연 포함

표 2 연구개발 주체별 연구개발비 비중 추이 (단위 : %)

	1970	1975	1980	1985	1990	1996	1997
연구기관	84	66	49	24	22	17	17
(비영리법인)	(25)	(27)	(27)	(20)	(18)	(14)	(14)
(정부출연 연)					(16)	(13)	(12)
대학	4	5	12	10	7	9	10
기업체	13	29	38	65	71	73	73
계	100	100	100	100	100	100	100

주: 연구기관=국·공립연구기관+비영리법인 연구기관정부출연 연 포함

73%로 급증하여 국가의 연구개발 주체가 국가 연구기관으로부터 기업으로 천이 되는 것을 단적으로 보여 주고 있다.

출연연구기관의 다양한 모델 대안

국가 연구개발체제에서 출연연구기관이 담당했던 역할은 역사적으로 많은 변천이 이루어졌으나, 기본적으로 '60, '70년대 설립 당시 택했던 정부출연과 국책연구라는 패러다임은 그대로 유지되고 있었다. 현재도 정부는 일부의 예산을 기관고유사업이라는 형태로 출연하고 있으나, 출연연구기관의 대부분의 예산은 정부 및 민간으로부터 수탁용역을 받아 충당하고 있다. 정부의 출연예산이 감소됨에 따라 출연연구기관의 연구 자율성은 강화된 반면 국책연구기관으로서 정부가 지원하는 예산의 효율성과 연구결과의 효율성에 대한 시비가 그치지 않고 있다. 이는 기본적으로 출연연구기관이 택하고 있는 출연연구와 국책연구 두 패러다임 사이의 갈등에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

출연연구와 국책연구라는 두 축 사이에서 출연연구기관이 택할 수 있는 대안은 완전 국립기관 화하는 모델에서 완전 민영화하는 모델까지 다양하다고 볼 수 있으며, 이를 정리하면 다음과 같다.

민영화 모델 : 점진적으로 정부예산을 축소하여 자립 경영체제로 전환하고 기업 경영 모델을 도입하여 운영권을 독립하는 방안으로 정부부담을 경감시키고 경영효율을 높일 수 있다는 장점이 있으나, 구성원의 합의도출의 어려움을 내포하고 있다.

半 民營化 모델 : 현재 출연연구기관이 운영되는 형태로 정부에서 일부 예산을 지원하고 대부분의 예산을 연구기관 능력에 따라 정부와 산업계에서 수탁하여 운영하는 방안으로 연구의 자율성과 정부의 지원논리사이의 끊임없는 갈등요인이 내재되어 있다.

태스크 기반 모델 : 한시적 연구기관 형태로 국가가 필요로 하는 연구를 효율적으로 수행하기 위하여 국가 프로젝트기간에 맞추어 한시적(예 : 10년)으로 연구기관을 형성하는 모델로 설립초기에 연구결과에 따른 지적재산권 배분과 청산절차를 사전에 합의하고 프로젝트관련 산학연 연구원으로 연구기관을 구성하는 방법이다. 정부가 연구기관에 대한 부담을 줄일 수 있다는 측면에서 일본 등에서 시작된 모델로 우리나라에서도

국가 지정연구실사업이나 21세기 프론티어 연구개발사업에서 이와 유사한 개념을 도입하고 있다.

국립연구기관 모델 : 국가에서 대부분의 예산을 지속적, 안정적으로 지원 받으며, 정부가 위탁하는 기술인프라 구축을 전담하는 모델로 국가 표준사업, 기술이전센터, 지역 기술혁신센터, 신기술 창업지원 등이 그 대상이 된다.

이화학연구소 모델 : 일본의 이화학연구소는 국가 연구기관 중에서도 독특한 형태를 지니고 있다. 형태는 정부산하 특수법인인면서 연구비는 전액 정부에서 지원 받으며, 연구 자율성은 최대로 보장받으며, 뇌, 신경과학연구 등 국가 전략 기초 연구를 수행하고 있다. 자체 연구인력을 최소화하고 유능한 계약연구원과 저명한 외국 석학을 초빙하여 연구역량을 높이는 모델이다.

半學半研 모델 : 출연연구기관의 감소된 연구 수요로 인한 잉여기능을 교육 훈련기능으로 전환하는 방안으로 출연연구기관에 축적된 기술을 효율적으로 활용하여 교육 훈련기능을 제공하는 형태이다. 구체적 방법으로는 출연연구기관에 특수 연구중심 교육기능을 부가하는 방안과 대학의 교육기능과 연계하여 학위 수여권을 부여하는 방안이 제시되고 있다.

이러한 다양한 모델 중에서 어떠한 모델이 현 출연연구기관의 국가적 역할에 합당할 것인가를 결정하는 것은 쉽지 않다. 출연연구기관의 역할 재정립문제는 정부의 국가 연구개발체제 구축을 위한 정책과 아울러 관련 출연연구기관의 특성과 역사적 발전과정이 함께 고려되어야 할 문제로 정부와 국민 그리고 관련 연구기관 구성원의 합의도출이 이루어져야 가능하기 때문이다.

산학연 협동체제에서의 출연연구기관 역할

국가 연구개발체제 내에서의 출연연구기관 역할을 규정하는 문제는 정책적으로 다각적인 측면에서 검토되어야 할 사항이다. 이러한 정책적 검토사항 중 하나가 현재 산업계, 학계 및 연구계 3축이 담당하고 있는 역할과 기능이 완전한 국가 연구개발시스템을 형성하는데 필요하고도 충분한 것인가를 살펴보는 것이다.

국가 연구개발시스템이 제대로 작동하여 국내 기업이 세계시장에서 기술적으로 비교우위를 가지기 위해서는 지속적인 원천기술의 창출과 이를 시장과 연결하여 국가의 부로 거둬들이는 과정이 일관성 있게 이루어

여야 한다. 또한 이러한 국가 연구개발 프로세스의 효율성과 더불어 이를 밑받침할 수 있는 기술개발 인프라 및 고급 기술인력의 공급이 동시에 이루어져야 한다.

이러한 측면에서 볼 때 산학연 협동체제 중 학계가 담당하여야 할 주 기능은 고급 기술인력의 육성과 창의성 있는, 다시 말해, 저명 학회지에 발표될 수 있는 원천기술의 연구에 있다고 볼 수 있으며, 산업계가 담당하여야 할 주 기능은 제품과 관련된 기술, 제품을 적기에 시장에 공급할 수 있는 생산기술 등 기업의 핵심 기술역량을 확보하는 데 있다.

역사적 관점에서 볼 때 출연연구기관이 담당했던 역할은 대개 이 두 연구개발 주체의 부족한 역량을 보완 하였던 행태로 규정지을 수 있다. 예를 들어 '60, '70년대 기술 독점시기에는 학계와 산업계의 기술역량이 한정되어 출연연구기관은 국가 연구개발 전 프로세스와 인프라 구축 역할까지를 담당하였으며, '80년대 국책 연구 주도 시기에는 출연연구기관은 국책연구를 주도 하면서 학계와 산업계가 가진 연구역량 사이의 격차를 연결시키는 연결고리 역할을 자처하였다. '90년대 들어 출연연구기관이 어려움을 겪는 이유 중의 하나도 학계의 원천기술 역량과 산업계의 제품기술, 생산기술 역량이 밀접히 연계되어 출연연구기관의 연결고리 역할이 더 이상 필요치 않게 되면서 출연연구기관의 국가 연구개발시스템에서의 위상에 대한 의문이 제기되었던 측면이 많다.

신 국책 연구기관으로 전환을 위한 혁신 필요성

국가연구개발시스템에서 출연연구기관이 담당할 역할은 임무 지향적이고 정책적일 수밖에 없다. 이는 출연연구기관의 운영형태가 국가 연구개발 환경 변화에 따라 유동적이고 지속적으로 적응하여야 함을 의미하고 정부정책에 따라 신속히 그리고 효율적으로 대처해야 한다는 것을 의미한다. 이러한 필요성은 특히 21세기 진입과 함께 세계화를 지향할 수밖에 없는 산업계와 학계의 연대가 강화될수록 출연연구기관의 역할이 정부 지향적인 곳에서 찾을 수밖에 없다는 데 기인한다. 그런 의미에서 '90년대 들어 경주 되어온 출연연구기관의 역할 재정립을 위한 많은 노력은 그 형태에 있어서 아직도 '60년대의 패러다임과 정적(靜的) 연구구조를 벗어나지 못했던 것도 사실이다. 출연연구기관이 정

부와 국민의 신뢰를 회복하고 산업계, 학계와 함께 국가 연구개발체계의 한 축을 확실히 담당하기 위해서는 21세기에 국가가 필요로 하는 새로운 국책 연구기관으로 다시 태어나야 할 것이다. 이는 출연연구기관이 지금까지 행해왔던 연구개발 행태에서 벗어나 임무 지향적이고 동적이고 환경 적응적인 기관으로 탈바꿈하여야 함을 의미한다.

21세기를 맞이하여 과학기술 개발에 대한 정부의 정책이 세계 기술환경변화에 발 맞추어 빠르게 변화하고 있다. 예를 들어 정부의 과학기술 정책은 '80, '90년대 기술개발 후발국의 이익을 추구하는 단계를 뛰어넘어 선진국과 실시간으로 경쟁할 수 있는 단계를 목표로 삼고 있으며, 연구행태에서도 조직에 의한 연구가 아닌 연구개발자의 창의성과 책임성에 바탕을 둔 연구개발을 추구하고 있으며, 기술 전반의 개발보다 우리나라가 비교우위가 있는 특정 첨단 기술분야를 선택적으로 집중 지원하는 선택과 집중전략을 추구하고 있다. 이는 출연연구기관이 전통적으로 추구해온 조직에 의한 기술개발 패러다임을 버리고 개인의 능력을 극대화시키는 연구개발 체제로의 전환을 요구하고 있는 것이다. 또한 연구분야에서도 정부는 세계적으로 급속한 기술 돌파가 일어나고 있는 정보기술(IT), 생명공학기술(BT), 에너지·환경기술(ET) 및 나노기술(NT)을 대상으로 국가 연구 프로젝트를 형성해 가고 있다. 이는 기계 관련 출연연구기관의 조직과 집중해야 할 연구 분야의 변화도 함께 요구하는 것이다. 아직도 역학(力學)과 전통기계 중심으로 형성된 출연연구기관의 연구조직도 새로운 추세에 따라 정부의 요구에 부응하는 기술 융합형, 태스크 지향적 동적 연구구조로 바뀌어야 할 필요가 있는 것이다.

맺 음 말

국내의 기술환경 변화는 출연연구기관이 '60, '70년대의 정적인 기술개발 패러다임에서 벗어나 21세기에 맞는 새로운 동적 패러다임을 설정할 것을 요구하고 있다.

출연연구기관의 임무와 목적은 국가의 정책목표에 맞추어 국가가 필요로 하는 기술개발과 기술 인프라를 구축하는 국책 연구기관의 역할을 수행하는 것이다.

출연연구기관이 21세기 국가가 요구하는 기술혁신

체계의 한 축을 담당하기 위해서는 새로운 국책연구기관으로서의 정체성을 다시 찾아야 한다. 이를 위하여 출연연구기관은 연구원의 합의도출을 통하여 연구체제를 혁신하고 국가가 예고한 첨단 연구를 비교우위를 가지고 연구해 나아갈 수 있도록 연구 역량을 집중하여야 하며, 정부의 새로운 기술혁신 패러다임 하에서 자유경쟁에 의하여 국책연구를 효율적으로 수행할 수 있다는 것을 보여줌으로써 정부와 국민의 신뢰를 회복하는 것이 필요하다. 이러한 출연연구기관의 혁신노력이 성공하기 위해서는 이를 뒷받침할 정부의 연구자원과 정책

지원이 필수적이다.

21세기 국가가 목표로 하는 산업강국을 이룩하기 위해서는 제품을 실현하는 산업계의 연구, 창의성을 추구하는 학계의 연구와 더불어 국가 기술정책을 효율적으로 수행할 출연연구기관의 연구역량이 협동과 역할분담을 이루는 것이 필수적이며, 이를 위해서는 출연연구기관이 임무 지향적이고 동적이며, 환경 적응적인 새로운 국책연구기관으로 탈바꿈에 성공하는 것만이 유일한 대안이다.

기 · 제 · 용 · 어 · 해 · 설

▶ 가산성(Additivity)

가산성은 가법모델의 성립 정도를 말한다. 가법모델은 중첩모델(superposition model), 변수분리모델(variables separable model)이라고도 하며, 이는 여러 인자들의 총효과는 개별 인자들의 총 효과는 개별 인자의 효과의 합과 같다는 의미를 가진다.

▶ 간섭무늬(Fringe Pattern)

두 개의 물질이 같은 위치에 존재할 수는 없으나, 두 개의 파동은 동일한 시간과 공간에서 존재가 가능하다. 연못에 던져진 두 개의 돌은 각 파동의 상호작용에 의한 무늬가 생긴다. 두 파동이 교차하는 부분에서는 두 파동의 상호작용에 의해 간섭무늬가 만들어지며, 두 파동의 주파수가 같고 위상이 같으면 두 파동의 크기는 보강되며, 위상이 반대이면 파동들의 크기는 상쇄된다. 물, 소리, 그리고 빛 등 모든 파동을 갖는 물질에서는 같은 효과를 보인다. 빛의 경우 동일광원에서 나오는 빛을 적당한 방법으로 둘 또는 그 이상의 빛 통로로 나누고, 그 빛을 다시 모음으로써 간섭을 시킨다. 이러한 두 가지 이상의 빛을 간섭시킴으로써 생기는 교차부분이 생기고 그 모양을 간섭무늬라고 한다.

▶ 교호작용(Interactions)

실험계획법에서 두 인자 이상의 특정한 인자수준의 조합에서 일어나는 효과를 교호작용이라 부른다. 교호작용은 동향적 교호작용(synergistic interaction)과 반향적 교호작용(antisynergistic interaction)으로 분류되며, 일반적인 교호작용을 포함하는 모델은 바람직스럽지 못한 것으로 간주하여 이를 제거하려고 노력한다.

▶ 축방향 주행 현(Axially Moving String)

일정한 경계 사이를 축방향, 즉, 길이 방향으로 주행하는 현으로서 고속으로 주행함에 따라 자이로스코픽 효과가 나타난다. 주행하는 마그네틱 테이프나, 종이 테이프, 광 화이버 등이 축방향 주행 현으로 모델링된다. 주행속도가 증가함에 따라 각 진동모드의 고유진동수는 감소하여, 주행속도가 파속도(wave velocity)에 이르면 고유진동수는 영이 되어 계는 불안정하게 된다.