

디자인이 연구개발 성과에 미치는 영향 및 성공 사례 분석

Analysis of the impact of design on research and development performance and success cases

주 저 자 : 김락현 (KIm, Rock Hyun) 홍익대학교 국제디자인대학원 디자인학 박사과정
rock@velup.co.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2024.3.251>

접수일 2024. 08. 14. / 심사완료일 2024. 09. 02. / 게재확정일 2024. 09. 09. / 게재일 2024. 09. 30.

Abstract

The Technology Readiness Level (TRL), which is a research and development stage, is an indicator of the maturity of technology and is used to judge the progress of research and technology. As the TRL stage increases, the development is completed and the level of commercialization is nearing completion. During this process, design intervention is acting as an essential element in commercialization and technology transfer, unlike in the past. In particular, the definition of design concepts and detailed design elements must be made at the prototyping stage of TRL stage 3, which is very advantageous for future technology commercialization. Accordingly, we analyzed the impact and success factors of design by reviewing major domestic and international cases that achieved results through design in various research and development fields (6T) and research purposes. In addition, we investigated the contribution of design through interviews with experts in the field of advanced industrial technology (IT, ET, etc.) using the Good Design evaluation index. In particular, we specified the role of design applicable to each TRL stage based on the design process and presented specific methods such as the definition of design specifications. In conclusion, we have once again confirmed that recognizing the need for designers' active participation in R&D projects and establishing a convergence process centered on commercialization through design convergence are very important factors in creating R&D results.

Keyword

Research Technology(연구기술), Good Design (굿디자인), Design Convergence(디자인융합), Success Story(성공사례)

요약

연구개발 단계인 TRL(Technology Readiness Level)은 기술의 성숙도를 나타내는 지표로서 연구기술의 진전 상황을 판단하는 데에 사용되고 있다. TRL 단계가 높아질수록 개발이 완료되어 상용화가 가능한 수준에 가까워지는데, 이 과정 중에 디자인의 개입은 상용화 및 기술이전에 과거와는 달리 필수적인 요소로 작용하고 있다. 특히 TRL 3단계 정도의 시제품 제작(Prototyping) 단계에서 디자인 컨셉 및 세부 디자인 요소의 정의가 이루어져야 추후 기술 상용화에 매우 유리한 실정이다. 이에 따라 다양한 연구개발 분야(6T) 및 연구 목적에 맞는 디자인으로 성과를 도출한 주요 국내외 사례를 검토하여 디자인이 미친 영향과 성공 요인을 분석하였다. 또한 굿디자인 평가 지표를 활용하여 첨단산업 기술 분야(IT, ET등)의 관련 전문가 인터뷰를 통한 디자인 기여도를 조사하였다. 특히 디자인 프로세스를 기반으로 하여 각 TRL 단계에 적용 가능한 디자인의 역할을 명시하였으며 디자인 사양의 정의와 같은 구체적인 방법을 제시하였다. 결론적으로 연구개발 사업에 디자이너의 적극적인 참여의 필요성을 인식하고 디자인 융합을 통한 사업화 중심의 융합 프로세스를 구축하는 것이 연구개발 성과 창출에 매우 중요한 요소임을 다시 한번 확인하였다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 방법

2. 연구개발에서 디자인 역할의 중요성

- 2-1. 연구개발(R&D)의 분야별 특성
- 2-2. 연구개발에서 굿디자인의 중요성 및 역할

3. 연구개발 사업화(기술이전)를 위한 디자인 성과 사례 분석(6T를 중심으로)

- 3-1. 국내 연구기술과 융합한 디자인 사례 분석
- 3-2. 해외 연구기술과 융합한 디자인 사례 분석

4. 연구개발 성과에 대한 디자인 기여도

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

근대의 디자인은 산업혁명을 기점으로 하여 시작되었으며 산업혁명의 결과로 자연과학과 기술이 급속도로 발전되어 공예적, 심미적 관점보다는 기계에 의존하는 제품이 제조 생산되었다. 이렇게 19세기 산업화의 영향력에 대한 반작용으로 영국에서 미술공예운동이 태동하여 기술과 기능에 기반한 장인 정신적 디자인 활동을 추구하였다. 또한 기본적으로 디자인 대상이란 그것이 만들어진 목적에 적합해야 한다는 개념을 기반으로 출발하여 단순하고 유기적인 형태로 발전하였다.

현대의 디자인은 그 영역이 실로 방대해져서 일반 소비자 제품 생산부터 공공디자인, 연구기술 개발에 이르기까지 과거와는 달리 필요 영역이 더욱 증가하였으며 (공공) 연구기술에 디자인이 적용된 사례는 국내의 경우 아직 초기 단계이나 해외의 경우는 심심찮게 주요 사례를 찾아볼 수 있다.

특히 사업화 성공에 영향을 주는 굿디자인의 적용이 매우 중요하게 인식되고 있고 독일의 디자이너 디터람스¹⁾는 ‘굿디자인은 제품을 쉽게 이해하도록 해준다’고 하였다. 따라서 연구기술로 개발된 제품의 사용 과정에서 작동원리가 직관적으로 파악된다면 그 기술의 가치는 보다 높아질 것이다.

[표 1] 굿디자인의 조건

구분	조건
합목적성	대상의 본질을 기초로 하여 다양한 목적을 추구할 수 있고 또한 특정한 목적에 따라 좋은 디자인에 필요한 요소들의 비중을 조정해 나갈 수 있는 것

1) 시즈 드 중, 송혜진 번역, 디터람스: 디자이너들의 디자이너, 디자인하우스, 2018, p.12.

4-1. 디자인 기여도 분석

4-2. 디자인 융합에 대한 고찰

5. 결론

참고문헌

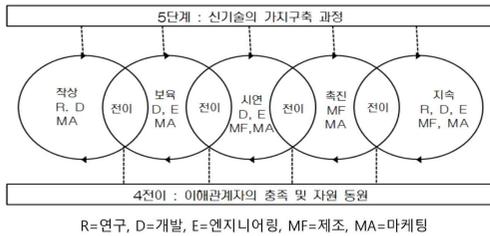
심미성	대상의 기능과 조화로운 형태와, 색 그리고 재질 등의 아름다움을 뜻하며 시대, 국가, 민족, 사회, 유행, 개성에 따라 다르고 기능성과 밀접한 상호 관계를 가지고 있음. 형태, 색채, 질감, 공간, 명암 등의 표현으로 성립
독창성	다른 디자인과의 차별성, 주목성, 특징 등을 통하여 주어진 정보와 새로운 지식 및 경험을 바탕으로 디자이너의 창조적 상상력을 합쳐 창의적인 발상에 의해 새롭게 탄생
경제성	최소의 투자로 최대의 효과를 얻으려는 부분을 말하며 주어진 조건 안에서 가장 좋은 결과물을 만들기 위한 것으로 재료, 기술 등 전체적 계획이 필요
질서성	굿디자인의 4대 조건인 합목적성, 심미성, 독창성, 경제성 등이 서로 조화롭게 유지되어 합리적인 부분(합목적성, 경제성)과 비합리적 부분(심미성, 독창성)의 조화를 이루는 것

굿디자인(good design)²⁾은 사용하기 쉽고 아름다운 제품의 디자인으로, 제2차 세계대전 이후 대량생산 제품의 품질 향상 운동 중 하나로 일어났다. 기준은 시대에 따라 다소 다르며 초기의 무장식, 심플한 것부터 따뜻한 인간적 감촉을 주는 것에 이르기까지 폭이 넓어지고 있다. 또한 굿디자인을 연구개발의 영역에서 실현하기 위해서는 일반 소비자 제품을 디자인하는 시각을 벗어나 ‘기술이 아닌 연구자의 경험을 디자인한다’는 관점으로 접근하는 것이 필요하다.

특히 공공기술을 연구하는 정부 연구기관, 대학 등,은 과거 단순히 연구개발에만 머물러 있었던 단계를 넘어 성과 창출 차원에서 기술이전 및 사업화를 목표로 하고 있다. 기술 사업화를 추진하면서 간과해서는 안되는 주요 요인은 기술성, 시장성, 사업성이다. 연구기술에 대한 우수성은 기술 수준, 지재권 확보 여부, 표준화 및 인증, 제품완성도(디자인), 대체기술여부 등이 있는데 특히 현시대에는 디자인의 참여가 매우 중

2) 네이버 굿디자인 정의(용어해설), <https://terms.naver.com>.

요하며 기술개발 단계(TRL9)에서 적절하게 융합되어 디자인 개발이 병행되어야 더 큰 성과를 이룰 수 있다. Jolly(1997)³⁾의 기술사업화 5단계(subprocess) 4전이(bridge)이론과 사업화 핵심요소에 따르면 Jolly는 기술사업화를 기술에 가치를 첨가하는 과정으로 규정하고 세부적으로 각 단계 사이를 연결하는 전이과정의 역할과 중요성을 강조하고 있다.



[그림 1] Jolly의 기술사업화 5단계 4전이 이론개요

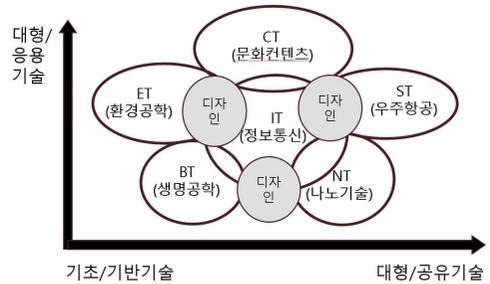
Jolly의 기술사업화 이론은 단계별 전문화 추세를 잘 설명하고 있고 이해관계자를 비롯한 외부에서 인식하는 사업화 가치에 기반한 전이 활동을 강조하고 있으나 아쉽게도 디자인의 역할 및 영향을 간과하고 있다. 따라서 본 논문에서는 연구기술 개발 목적에 맞는 곳 디자인이 도입되어 성과를 도출한 주요 사례를 검토하여 디자인이 미친 영향과 성공 요인을 분석하고 주요 국내의 디자인 적용 사례를 살펴보고자 한다. 또한 기술개발에 미치는 디자인의 영향과 기술사업화까지 이어진 성공사례를 분석하여 향후 공공기술과 연계한 디자인의 영향력을 제고하는데 도움이 되고자 한다.

1-2. 연구방법

굿디자인을 통해 연구기술의 사업화 또는 기술이전 등의 주요 성과를 달성한 국내외 주요 사례를 살펴보고 디자인의 역할성을 객관적 지표로 확인하고자 한다. 특히 오늘날 국가 R&D의 미래를 주도하는 첨단 산업기술(6T)의 종류에 따른 디자인의 특성을 분석하고 기술사업화에 미친 성과를 가시화하고자 한다. 이를 위해 국가연구개발기관(ETRI, DGIST)의 연구원들과 일대일 인터뷰를 통해 연구개발 성과에 대한 디자인 기여도를 평가 지표를 통해 정량적으로 조사하였다. 기본적으로 5인 정도의 연구자와 인터뷰하였으나 향후에 연구의 전문성 및 신뢰도 향상을 위해 조사 대상을 늘리

3) 박중복, 기술사업화 이론과 기술경영 적용방안(JOLLY의 이론을 중심으로), KEIT (산업경제분석), 2008.2월, p.10.

고자 한다.



[그림 2] 디자인과 첨단산업기술(6T)간의 관계도

또한 국가연구개발의 주체가 되는 정부출연연구소의 디자인 접목 사례와 그 성과를 확인하고 문제점을 분석하여 개선사항을 도출하였다. 디자인의 과정의 결과물인 프로토타입(목업) 및 시제품 제작 사례를 통해 기술사업화의 가능성을 살펴보고 특히 TRL 단계에 접목되는 디자인의 역할에 대해 구체적으로 제시하였다. 연구개발 사업에 디자이너의 참여의 중요성을 인식하고 궁극적으로 디자인 융합을 통해 연구개발 사업화 성공률을 높이기 위한 방법을 모색하였다.

2. 연구개발에서 디자인 역할의 중요성

2-1. 연구개발(R&D)의 분야별 특성

앞서 언급한 바 있는 국가첨단산업기술(6T)의 각분야에 따라 디자인의 적용 방향은 상이하며 그 중요성 또한 각 연구기술별로 다르기 때문에 연구기술의 특성에 맞는 디자인 프로세스와 문제점 분석, 기술목적에 맞는 결과물(목업, 시제품 등)을 도출하는 것이 무엇보다 중요하다. 하기의 표에서는 연구개발의 분야적 특성을 파악하고 디자인 관여도를 함께 검토 하였다.

[표 2] 첨단산업기술별 특성에 따른 디자인 관여도

첨단산업기술(6T)	주요 특성	디자인관여도		
		낮음	보통	높음
IT(정보통신)	정보를 생성, 도출, 가공, 전송, 저장하는 모든 유통과정에서 필요한 기술			●
BT(생명공학)	생체나 생체유래물질 또는 생물학적 시스템을 이용하여 산업적으로 유용한 제품을 제조 또는 공정을 개선하기 위한 기술		●	

NT(나노기술)	물질을 원자분자 크기의 수준(10~9mm)에서 조작 분석하고 이를 제어할 수 있는 과학 기술	●		
ET(환경공학)	환경오염을 저감·예방·복원하는 기술로 환경기술, 청정기술, 에너지기술 및 해양 환경 기술			●
ST(우주항공)	위성체, 발사체, 항공기 등의 개발과 관련된 복합기술로서, 전자, 반도체, 컴퓨터, 소재 등 관련 첨단기술을 요소로 하는 시스템 기술			●
CT(문화컨텐츠)	디지털 미디어에 기반한 첨단 문화 예술 산업을 발전시키기 위한 기술			●

〈출처: freecolumn.co.kr '6T시대의 생명공학에서 내용일부 발췌〉

첨단산업 기술에 따라 디자인의 관여도가 상이한 것은 연구개발과정상 시제품으로 도출되는 결과물의 제품적 가치화의 여부가 중요한 것으로 판단된다. IT 기술의 경우 일반적으로 제품형태의 시제품이 도출되는 경우가 많으며 기술사업화로 이어지기 위해서 TRL3단계에서는 디자인의 적극적인 개입이 필요하다. 특히 일반 소비자에게 판매가 주요 목적이라면 소비자의 호감도를 상승시키고 제품의 내구성 및 고급성을 고려한 디자인 정체성을 부여하는 것이 필요하다. 형태 및 컬러, 재질 등, 다양한 디자인 속성을 대입하여 연구개발과정에 융합된 디자인 역할을 통해 IT기술 개발의 최종 완성도를 높일 수 있는 것이다. 그에 반해 BT와 NT 분야에서는 상대적으로 디자인의 관여도가 낮은 이유는 도출되는 결과물이 소프트웨어이거나 프로그램일 경우가 많아서이다. 물론 앱(APP)을 통한 제어용 소프트웨어 같은 것을 도출한다면 사용자 경험을 고려한 시각적 요소가 많기 때문에 디자인의 관여도는 높아질 수 있다.

ET 기술은 갈수록 증가하는 지구환경문제와 같은 환경오염을 저감·예방·복원하거나 에너지를 보존하는 기술로 일정한 형태의 시스템이나 제품의 형태로 연구 결과물이 도출되는 경우가 많다. 일례로 태양광, 수소 에너지 등 ESS(에너지저장장치)와 같은 시스템 장치부 분야에서 사용성 강화 및 제작의 고도화 등, 산업 디자인의 개입이 매우 필요하다. ST 기술에서는 위성체, 발사체, 항공기 등, 사용자 안전을 기반으로 한 디자인이 중요하며 우주와 같은 특수한 외부환경을 고려하여 엔지니어링과 연계한 CMF(Color, Material, Finishing) 적용이 반드시 필요하다. CT 기술은 현재 디자인 분야를 포함하고 있으며 디자인과 디지털기술이 융합하여 AI(인공지능)를 활용하는 단계로 진입하고 있다.

2-2. 연구개발에서 굿디자인의 중요성 및 역할

도널드 노먼(Donald A. Norman)은 “기술은 충분히 발전했다. 이제는 디자인과 브랜드 등 감성적 요소를 고려해야 한다.”고 디자인의 중요성을 강조하였다.⁴⁾ 현재는 과거의 가격 경쟁력과 품질 경쟁력이 아닌 디자인 경쟁력이 기업의 중요한 요소로 작용하고 있는 것은 이미 많은 사람들이 공감하고 있다. 그러나 아직까지 연구개발(R&D)의 영역에서는 디자인의 중요성 및 필요에 대한 인식이 일반화되어있지 않다. 왜냐하면 국내에서는 디자인이라는 개념이 무언가를 단순히 꾸미거나 치장한다는 이미지가 강조되어 디자인의 역할성에 제한이 생김으로써 많은 연구개발 분야에서 디자인과의 융합이 부족한 상황이다. 또한 국가 R&D의 사업화 결과가 중요해지면서 디자인의 참여 역할이 점차 증가되고 있고 연구 결과물 도출에 있어서 전문 디자인 개발 프로세스(디자인씽킹 프로세스 등)에 기반한 디자인의 문제 해결 프로그램이 필요하다는 것이 증명되고 있다.

앞서 서술한 첨단산업기술(6T) 분야에 접목된 굿디자인의 국내외 주요 사례를 살펴보고 연구성과 및 기술사업화 과정에서 기술 완성도 향상을 통한 사업화 성공을 제고에 기여하는 디자인의 중요성을 분석하여 국가 연구산업의 성장을 위한 올바른 디자인 융합 방향을 설정하고자 한다.

3. 연구개발 사업화(기술이전)를 위한 디자인 성과 사례 분석(6T를 중심으로)

3-1. 국내 연구기술과 융합한 디자인 사례 분석

국내 IT분야 연구기술과 융합한 디자인 사례를 먼저 살펴보면 지난 2022년부터 정부출연연구소와 산업디자인기업이 IT기술과 디자인전문기술을 융합하여 성공적인 기술이전을 이룬 주요 사례들이 있다.

첫 번째로 DGIST(대구경북과학기술원)에서는 초정밀 측위기술(OSR/RTK)을 연구개발하였는데 이 기술은 수m~수십m 이상 발생하는 GNSS의 위치 오차를 최대 cm급으로 줄일 수 있도록 RTK(DGPS) 위치 정밀도가 높은 초정밀 GNSS 측위 기술로 개발되었다. 특징적으로는 위치정밀도 상상을 위한 초정밀 측위기술인 OSR/RTK를 적용하였다. 또한 광대역 LTE 모듈을 내장

4) 신익수, 디자인의 사회적 참여를 제고하기 위한 굿디자인 평가지표에 관한 연구 2013. 5p

하여 RTK 측위에 필요한 보정 데이터를 실시간 수신하고 내·외장 안테나 및 배터리를 적용하여 상품성을 높였다. 위치정보 수집 및 분석 플랫폼을 통해 실시간 초정밀위치 모니터링 및 분석 가능한 이 단말기는 디자인 개발 이후 시제품으로 제작되어 민간기업에 기술이전(사업화)되어 빠르게 기술사업화가 진행되었다.



[그림 3] 초정밀 측위기술 RTK단말기 시제품

산업디자인 전문 기업의 IT 분야에 대한 높은 이해도를 바탕으로 디자인이 진행되었으며, 사용자 분석, 적용 스펙에 대한 재배치 및 기능 검토를 통해 필요 없는 부품은 제거하였다. 또한 기술을 숨기는 심플한 트랙 형태의 디자인을 통해 제품의 전문성을 강조하였다. 연구자가 연구개발 단계에서 고려하지 못한 제품 생산을 위한 설계와 제작에 대한 디자인 기술이 적용된 사례로서 완성도 높은 시제품의 도출과 기술이전기업의 높은 만족도를 토대로 사업화가 진행 중이다.

BT기술분야에서도 ETRI(한국전자통신연구원)의 연구 성과를 충남대병원으로 기술이전하여 사업화 성공률을 높인 사례가 있다. 병원에서 상처치료에 활용되는 의료용 드레싱 테이프의 수동적인 의료 처치방식을 개선하여 효율성과 정확성을 높이기 위해 자동으로 드레싱 테이프 절단 및 이형지 분리기능을 개발하고 테이프의 장착 및 교체와 휴대가 용이하게 디자인한 사례이다. 양산을 위한 단순구조를 강조하여 생산성을 높였다. 디자인 개발시에 별도로 특허출원이나 MVP(Minimum Viable Product)⁵⁾가 구현되어 있지 않아 연구자와 제작과정상 애로사항이 많았으나 다양한 리서치와 사용자 및 기술분석, 요구사항 협의 등을 통해 성공적인 연구 결과물로서 스마트 의료용 디스펜서의 시제품이 도출되었다.

특히 ETRI의 시제품제작에 필요한 외부 기술전문가의 연계를 통한 기술자문과 고가의 제작장비지원, 시제품 성능검증을 통한 성공적인 시제품 제작환경이 제공 지원되어 기술가치의 제고에 기여하였다.



[그림 4] 스마트 의료용 드레싱테이프 디스펜서 시제품

나노기술(NT) 분야에서는 아직 가시화된 디자인 성과는 찾기 어려우나 관련 실험 장비나 어플리케이션 형태로 결과물이 도출되고 있어서 향후 지속적인 디자인 융합이 기대되고 있다. ET(환경공학) 분야 R&D에서 주목되는 부분은 연구개발 결과물이 사용자 중심으로 디자인되어야만 보다 성공적인 기술사업화를 기대할 수 있는 부분이다. 일례로 에너지 보존장치인 ESS의 경우 성능과 사용성을 고려하여 기술개발이 이루어짐과 동시에 설치장소와 사용자를 고려한 적합한 형태와 칼라, 후가공처리와 같은 디자인 요소가 기술사업화를 위해 매우 중요하다. 특히 에너지 저장장치(ESS)는 방열을 위한 벤트홀을 충분히 적용하고 조작을 위한 패널부를 일체형으로 디자인하여 사용성을 높였다. 이처럼 굿 디자인의 적용유무에 따라 시스템의 가치가 달라지며 기술가치도 다른 평가를 받는 것이다.



[그림 5] 에너지 저장장치(ESS) 시제품

국내 ST(우주항공) 분야에서 주목해 볼 만한 디자인 성과사례는 과거와는 달리 드론과 같은 소형항공체 연구개발에서 많이 보여지고 있다. 2023년 한국전자통신연구원(ETRI)의 프로토타입 제작 사례 중에 동신대학교의 ‘태양광 모니터링을 위한 드론 시스템이 있는데 드론을 이용하여 태양광발전소 표면 점검 및 항공촬영 영상을 실시간으로 무선 송수신이 가능한 드론이다. 불가사리의 형상을 모티브로 한 쿼드콥터 타입의 축간거리 900mm의 대형드론이며 R&D과정에 TRL3단계부터 산업디자인이 적극적으로 개입하여 양산성 및 경량화에 초점을 맞추어 개발되었다. 완성도 높은 설계구조와 배터리, 카메라 등 주요부품을 탑재하고 1시간 이상 비

5) 위키백과, https://ko.wikipedia.org/wiki/최소_기능_제품.

행할 수 있는 드론으로서 민간 중소기업으로 기술이전 하여 사업화에 박차를 가하고 있다.



[그림 6] 태양광발전소 모니터링 드론 시제품

CT(문화컨텐츠)분야는 디자인을 포함하여 디지털 미디어에 기반한 첨단문화예술산업을 발전시키기 위한 연구개발영역으로 2020년 이후 더욱 주목받고 있으며, 유튜브 등 SNS의 사용이 증가함에 따라 빅데이터 관리에서 시로의 전환으로 기술적인 변화가 이루어지고 있다. 또한 문화컨텐츠산업은 기본적으로 인문사회화 문화예술을 텍스트(text)로, 기술 기반 경쟁 시장을 콘텍스트(context)로 하는 지식 기반 융합산업이다. 이러한 문화컨텐츠가 지닌 산업화의 재화적 특성을 발판으로 현재 정부는 제반 산업 간 융합의 핵심 매개체가 되는 문화컨텐츠산업의 집중적 육성을 국가 신(新) 성장동력의 전략과제로 채택하고 있다⁶⁾

특히 CT분야에서 세부기술로 분류되는 제품디자인 기술은 다른 미래유망기술(6T)의 고도화를 위해 필요한 요소 기술임과 동시에 CT분야의 자체적 속성중 하나이기 때문에 6T전반을 아우르는 융합기술 분야로서 그 활용도와 영향력이 갈수록 높아진다고 볼 수 있다.

[표 3] 첨단산업기술(6T)분류 중 CT분야 세부기술분류

구분(중분류)	기술명(소분류)
문화컨텐츠	가상현실 및 인공지능 응용기술
	디지털 영상, 음향 및 디자인 기술
	디지털 콘텐츠 저작도구
	게임엔진 제작 및 기반 기술
생활문화 (사이버커뮤니케이션 등)	기타 문화컨텐츠 기술
	사이버 커뮤니케이션 기술
	인터랙티브 미디어 기술
	제품 디자인 기술
문화유산	기타 생활문화 기술
	문화원형 복원 기술
	기타 문화유산 기술

6) 김효영, 박진란, 문화컨텐츠 특수성을 반영한 문화기술(CT) 분류 체계 연구 2013, p.2.

이처럼 국내의 다양한 첨단산업기술분야에 접목된 주요 디자인 사례를 살펴보았으며 디자인의 역할과 중요성에 대해 확인하였다. 또한 연구개발분야에서 디자인의 참여가 많아지려면 관련 국가 R&D사업의 충분한 예산확보가 필요하며 이는 곧 살펴본 바와 같이 연구 개발 성과로 이어지는데 중요한 역할을 한다.

국내의 2023년 기준 연구개발(R&D) 예산은 약 22조 원으로서 미국, 중국, 일본, 독일, 프랑스 다음으로 6위 정도이고 R&D의 집중도는 세계 2위지만 예산 규모는 미국의 14.7%, 중국의 18%에 불과하다. 특히 디자인의 직간접 참여 및 융합이 필요한 정부부처인 과학기술정보통신부, 중소벤처기업부, 산업통상자원부의 연구개발 과제가 대폭 감액되어 디자인 융합에도 다소 어려움이 따르고 있는 실정이다. 그러나 향후 R&D 예산 증가와 첨단산업기술(6T)분야 연구가 더욱 활발해진다면 디자인의 참여도는 물론 연구개발의 성과도 함께 높아질 것으로 기대할 수 있다.

3-2. 해외 연구기술과 융합한 디자인 사례 분석

해외의 경우 연구기술의 이전 또는 사업화가 이루어진 R&D 단계는 37% 이상이 시제품 제작 단계로 조사되었고 시제품 제작을 위한 디자인과 설계가 중요한 요소로 파악되었다. ⁷⁾Jensen et al(2003)에 따르면 양질의 연구기술이 초기에 발명신고로 이어지고 기업으로 이전이 될 수 있도록 효과적인 인센티브 체계를 운영하는 것이 연구개발 성과 창출의 중요한 요소라고 주장하였다. 또한 Bozeman et al.(2000)에 의한 설문 조사에 따르면, 미국에서 공공연구기관의 기술이전에 영향을 미치는 핵심요인은 TLO의 운영, 기술이전 부서의 근접성, 연구개발 홍보활동, 비공식 기술이전 절차의 활성화, 기술수요자의 충분한 자금 확보, 기술수요자의 기술상용화 계획, 기술이전 기관간 인력교류, 기술이전 환경 및 조건 등으로 나타났다. 그러나 정작 기술 이전에 필요한 디자인의 중요성을 강조하는 연구는 아직 눈에 띄지 않으며 성과사례를 분석시에도 시제품 제작이라는 틀 안에서 인식되고 있음을 알 수 있다. 연구기술의 기술이전(사업화)의 요인을 정책적, 전략적 자원, 연구기관의 자체역량 등으로 포괄적 차원으로 분석한 선행 사례연구들이 대부분이기 때문에 디자인의 영향력을 별도로 놓고 독자적으로 파악하기는 매우 어렵다.

7) 윤기동, 공공연구기관의 기술이전 유형별 성공요인 사례연구 2019, p.496.

따라서 본 해의 사례에서는 디자인중심의 시각으로
 굿 디자인이 어떻게 성공적인 제품출시 또는 사업화에
 영향을 미쳤는지 6T분야에 속한 사례를 중심으로 성공
 분석해 보았다.

첫 번째로 미국의 NASA에서 연구개발한 제임스웹
 우주망원경은 기존의 허블 우주망원경을 대체하기 위해
 개발되었다. 제임스 웹은 빛을 모으려면 더욱 큰 반사
 거울이 필요하지만 우주로 단일화된 하나의 거대한 유
 리를 쏘아 올리는 것은 비용적, 안전적으로 문제가 있
 어 면을 채우는데 가장 효과적인 육각형을 이용해 반
 사면을 최대한 넓히면서 접을 수 있도록 디자인되었다.
 만약 삼각형이나 사각형의 거울을 사용했을 경우 18개
 보다 더 많은 거울이 필요했을 것이다. 제임스웹 우주
 망원경은 Northrop Grumman Corporation에서 디자
 인하였으며 연구개발에 디자인이 적극적으로 개입한 주
 요 사례로 파악된다.



[그림 7] 제임스웹 우주망원경 구성도

두 번째 성공사례로 미 공군에서 연구개발한 스텔스
 기는 첨단 기술과 혁신적인 디자인을 보여주고 있다.
 스텔스 기능을 이용해 비밀리에 적지에 침투, 정찰하거
 나, 공중전에서 승리하거나, 지상을 폭격하여 최종적으
 로 제공권을 확보하기 위한 전술기로 개발 운용되고
 있다. 최근 스텔스 전투기들은 날개 뒤쪽도 일정한 전
 진각을 주어서 날개 모양이 사다리꼴 모양이 되어있다.
 F-22:F-35나 Su-57처럼 다이아몬드 형태를 가진 것도
 있고, YF-23처럼 삼각형 두 개를 이어 붙인 듯한 마름
 모 형태를 가진 것도 있어서 대체로 '다이아몬드익' 또
 는 '능형익'이라 많이 부른다. 이는 공기 역학적인 이유
 가 아니라 스텔스 특성을 높이기 위하여 뒷면에서 날
 아온 적 레이더 전파가 날개 뒷전에 부딪혀도 다른 방
 향으로 반사되어 레이더 반사 면적을 줄이기 위한 전
 략적인 디자인이다. F-22는 미국의 흑히드 마틴과 보
 잉이 합작 개발하여 제작하였다.



[그림 8] 스텔스 전투기의 날개 형상

또한 미 육군의 M1 에이브람스 전차 외형 디자인
 은 경사각이 적용되어 제작되어 있다. 경사 장갑은 같
 은 두께의 수직 장갑보다 적 포탄을 더 두껍게 방어할
 수 있을 뿐만 아니라 경사각으로 인해 적 포탄이 피격
 되는 순간 각도가 틀어져 관통하지 못하고 날아가는(도
 탄) 효과를 유도할 수 있기에 탑승자와 장비를 효과적
 으로 보호할 수 있는 디자인이다.

M1 에이브람스(M1 Abrams) 전차는 1979년에 크
 라이슬러 방위사업부(Chrysler Defence)가 설계하였고
 현재는 제너럴 다이내믹스 육상 사업부(GDLS)가 생산
 하고 있다.



[그림 9] 각도에 따른 도탄 유도 디자인의 M1전차

일본 국유철도(JR)인 신칸센 고속 열차의 머리는 뾰
 족하고 길쭉한 디자인을 하고 있다. 이것은 물총새의
 부리 형상을 모티브로 디자인된 것이다. 초기의 고속
 열차는 시운전 당시 좁은 터널을 빠르게 진입하면서
 터널 내 공기압이 높아지게 되고 출구를 통해 빠져나
 가면서 강력한 저주파 파장을 발생시켜 엄청난 굉음으
 로 운행이 힘들었다. 이에 디자이너들은 물총새가 빠르
 게 비행 중 물속에 다이빙해도 물이 거의 튀지 않는다는
 점에 착안하여 신칸센 고속 열차 디자인에 적용하
 였다. 에어로 다이내믹한 형태를 응용하여 물리적인 장
 점을 극대화한 디자인 전략이 돋보이며 신칸센은 가와
 사키 중공업, 긴키 차량, 닛폰차량제조, 히타치 제작소
 등의 회사들이 합작하여 디자인하였다.



[그림 10] 고속열차 전면부와 물총새 머리형상

캐나다의 풍력발전 연구소 중 하나인 WindEEE 연구소에서는 WhalePower사와 함께 풍력발전기를 연구 개발하면서 성능 향상을 위해 혹등고래의 작은 혹을 모방한 요철 형태의 디자인을 풍력 발전기의 회전날개에 적용하였다. 혹등고래는 몸길이가 11~16m, 몸무게가 30~40t에 달하는 거대한 고래로, 지느러미에는 비행기 날개처럼 볼록한 단면에 혹 같은 돌기가 나 있다. 이 울퉁불퉁한 돌기는 물속에서의 저항을 최소화하는 역할을 해, 혹등고래에게 놀라운 민첩성과 속도를 부여한다. 이와 같은 생체모방 디자인을 성공적으로 적용한 예로서 요철이 있는 날개는 같은 속도의 바람에서도 이전 모델보다 공기저항이 30% 감소하여 높은 회전속도로 에너지 효율 약 20% 향상을 실현하였다. 또한 혹등고래의 지느러미 구조는 선박의 키, 수력 터빈, 헬리콥터 날개 제작에도 영감을 주며 지속적으로 연구되고 있다.



[그림 11] 혹등고래의 지느러미를 모티브로 한 회전날개

우주항공분야(ST)에 특히 NASA의 기술 지원으로 주목할 만한 디자인 성공사례로 꼽히는 우주발사체가 있다. 기존 우주 발사체는 로켓의 연료가 전부 소진되면 분리하여 버리고 대기 중인 다른 로켓을 재점화하며 상승하였기에 비용은 천문학적인 수준이었으며 버려지는 쓰레기양 또한 많았다. 스페이스X사의 팰컨9은 분리되어 떨어지는 로켓을 자동 회수하여 재사용이 가능하도록 디자인되어 우주 항공 발사 로켓 제작 비용을 절감시켰다. NASA에서는 ISS에 화물을 실어 나르는 비용에 부담을 느껴 이를 민간기업에 이양하려는 계획이 있었고, 이러한 8)COTS 계획에 화물수송에 사

8) 위키백과, ko.wikipedia.org/wiki/상업용_궤도_운송_서비스.

용할 수 있는 민간 발사체와 우주선 개발을 지원하기로 하였다. 여기에 스페이스X사가 선정되면서 NASA의 연구자금과 기술지원을 받으면서 개발할 수 있게 되었다.



[그림 11] 팰컨9의 버전별 디자인 변천사

4. 연구개발 성과에 대한 디자인 기여도

4-1. 디자인 기여도 분석

지금까지 국내외 연구기술에 대한 디자인 접목 사례를 살펴보았으며 연구개발 결과물의 기술이전 또는 사업화에 디자인이 미치는 영향력을 확인할 수 있었다. 연구 결과물은 연구 분야에 따라 유무형의 형태로 다양하게 도출되고 있으며, 각 연구 분야에 따라 SW 또는 HW의 형태로 나오고 있다. 9)공공기술의 경우 연구개발 기간이 일반적으로 1년 이상이며 결과물의 형태에 따라 향후 연계되는 기술이전이나 연구개발자의 창업활동 등 다양한 파생이 기대되는 만큼 그 연구가치를 돋보이게 하는 디자인의 관여도가 높아지는 것은 당연한 것이라 볼 수 있다. 이를 확인하기 위해 굿디자인 평가요소와 디자인의 관여도를 조사하였다.

[표 4] 연구자 인터뷰

연구자 굿디자인 평가요소에 대한 조사	
조사대상	연구자(ETRI, DGIST) 총 5명
조사방법	FGI, 1:1심층인터뷰
조사기간	2024년 7월 22일 ~8월 5일

과거와는 달리 기술이전에 필요한 주요 요소에 디자인의 중요성이 강조되고 있으며 연구자들의 디자인 인식률도 높아지고 있다. 특히 연구 분야에 따라 다르지만 굿디자인의 평가요소 중 기술이전 및 사업화에 필요한 기여도가 매우 높은 것은 ‘사용성, 실용성, 시장성’

9) 김락현, 국가 연구기술 사업화(기술이전)를 위한 디자인의 역할 및 시사점 2024, p.4.

부분이다.

[표] 굿디자인 평가요소와 연구개발성과의 기여도

굿디자인 평가요소	기술사업화(기술이전) 기여도				
	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
독창성			●		
심미성			●		
사용성					●
고객지향				●	
소개			●		
환경성		●			
혁신성				●	
실용성					●
편의성				●	
가능성				●	
인간공학			●		
시장성					●
감성		●			
윤리성	●				
경제성				●	

연구자들과 심층 인터뷰 결과 디자인이 접목되거나 융합된 연구개발 결과물의 경우 기술이전 및 사업화가 비교적 잘 이루어지고 있으며 특히 IT 분야 및 ST 분야 등, 디자인의 관여도가 높은 연구기술은 시제품 제작 시 굿디자인 요소를 고려하여 시제품이 도출되었으며 연구성과도 또한 높은 것으로 파악되었다.

4-1. 디자인 융합에 대한 고찰

연구개발의 기술성숙도(TRL)를 살펴보면 기초연구단계(T1)부터 사업화 단계(T5)까지 이루어져 있으며 T3인 시제품 단계에서 특히 디자인의 중요성이 커진다.

기초연구 단계(TRL1~2)는 기초이론, 실험 단계에서 아이디어 및 특허의 개념 정립 단계이며 이를 위해서는 디자인 리서치 방법론이 도입되면 더욱 효과적이다. 사용자 니즈를 파악하고 관련 시장 리서치를 진행하여 향후 사업화를 예측하는 것은 분명 중요할 것이다.

또한 실험 단계(TRL3~4)에서는 기본성능 검증 단계이며 연구개발 시 시험샘플을 제작하여 핵심 성능을 평가하는 단계이다. 여기서 특히 디자인의 개입이 필요한데 시험 샘플(목업)의 모델링 및 렌더링을 통해 제품성을 구체화하고 사용성에 대한 고려도 함께할 수 있다. 이는 연구결과물의 사업화를 위한 목적성에 부합한 디자인 해결 방법이며 특히 사업화 대상이 일반 소비자(B2C)일 경우엔 더욱 필요한 디자인 융합 단계이다.

시험샘플(목업)의 명확한 형태 및 재질이 정의되고

표면처리와 사용성 검토 등, 다양한 디자인 요소들이 적용되는 단계이기 때문에 연구기술의 사업화에 많은 영향을 미칠 수 밖에 없다.

시작품 단계(TRL5~6)는 확정된 소재, 부품, 시스템의 시제품 제작 및 성능 평가 단계이다. 보통 경제성을 고려하지 않고 실제로 판매될 수 있는 목표성능을 달성하는 단계이나 디자인 사양(시방서)이 명확하게 정의되지 않으면 제품화의 길은 매우 어려우며 시행착오도 많아진다. 디자인 프로세스상에 정의된 디자인 매뉴얼에는 시제품 제작을 위한 세부적인 사양을 명시하고 변경 내용을 업데이트하여 양산을 위한 디자인 시방을 정리할 수 있다. 시제품 적용 재질과 컬러 및 도장 사양, 인쇄(silk print) 및 도금과 같은 후가공사양, 조립 및 테스트 내용 등이 명시되며 이를 활용하여 보다 면밀하게 시제품 제작을 할 수 있다.

제품화 단계(TRL7~8)는 신뢰성 평가 및 수요기업 평가단계이다. 연구기술에 대한 실제 환경에서의 성능 검증이 이루어지며 부품 및 소재, 구조물 같은 HW의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시제품을 현장평가할 수 있다. 이 과정에서 시제품의 형태 및 사용성 등에 대해 전문가에 의한 디자인 평가를 실시하고 개선사항을 도출하여 피드백하는 것이 중요하다. 1차 제작한 시제품은 성능 개선 및 디자인 검증을 거쳐 2차 시제품으로 제작되어 인증기관의 신뢰성 평가 및 관련 인증을 취득하는 것이 사업화 전에 매우 필요할 것이다.

사업화 단계(TRL9)는 본격적으로 양산 및 사업화 단계이다. 6시그마등의 품질관리가 중요하며 특히 대량생산의 경우 명확한 디자인 양산 시방이 필요하다. 일반 기업의 경우 승인원을 통해 디자인 세부사항을 결정하여 제품 생산 시 반영하고 관리한다. 이와 병행하여 사업화에 중요한 마케팅 요소인 브로슈어와 같은 홍보물 디자인이 필요하며 3D 시뮬레이션과 같은 동영상을 제작을 통해 개발 기술의 장점을 부각시키면 보다 성공적인 사업화에 도움이 된다.

5. 결론

지금까지 연구개발 성과에 미치는 디자인의 영향과 국내외 주요 사례를 살펴보고 R&D 단계에 융합할 수 있는 디자인의 역할을 확인하였다. 디자인 융합과정에서는 창의적 사고 방법론인 디자인 씽킹을 활용하여 보다 적극적으로 사업화를 위한 문제 해결이 가능하다.

문제점 파악부터 디자인 컨셉 개발, 프로토타입 제작에 이르기까지 연구개발 과정에 필요한 디자인 프로세스를 적절히 수행한다면 보다 좋은 결과를 기대할 수 있다. 해외의 주요 연구기관의 경우 연구개발 단계 초기부터 디자인이 개입하여 제품의 컨셉은 물론 기술이 종착지인 사용자를 위한 배려까지도 함께 고민하는 경우가 많다. 연구개발의 특성상 기술 구현에 초점이 맞추어져 있지만 기술이전 및 사업화 성과를 달성하려면 연구개발만으로는 부족하며 디자인의 적극적인 개입과 융합을 통해 사업화 중심의 융합 프로세스를 마련하는 것이 무엇보다 필요한 시점이다.

현재 첨단 기술별로 분산된 각 정부부처의 연구개발 사업도 디자인 관여도가 높은 기술은 디자인과 융합한 형태로 재구성되어야 하며 디자이너의 적극적인 참여를 독려해야 한다. 기술을 바라보는 다른 시각 차원에서 다양하고 심도 있는 디자인 프로세스를 반영한다면 연구개발의 사업화 성공률은 높아지고 기술료의 증가와 같은 실질적인 성공사례도 보다 많아질 것이다.

참고문헌

1. 나건, 디자인 발전소(디자인 마인드 갖기), 컬처코드, 2008
2. 조남재, 비즈니스 디자인 씽킹, BOOKSTAR, 2021
3. 도널드 노먼, 디자인과 인간심리, 학지사, 1996
4. 신익수, 디자인의 사회적 참여를 제고하기 위한 굿디자인 평가지표에 관한 연구, 홍익대학교 박사학위 논문, 2013
4. 김효영, 박진완, 문화컨텐츠 특수성을 반영한 문화기술(CT)분류체계 연구, 한국콘텐츠학회, 2013, 6월, 13권, 제5호
5. 박종복, 기술사업화 이론과 기술경영 적용방안(JOLLY의 이론을 중심으로), KEIT (산업경제분석), 2008.2월
6. 조영은, 송영화, 최진우, 중소기업의 개방형 혁신여부에 따른 R&BD형 기술사업화 성과에 대한

- 연구, 한국경영교육학회, 2018.10월, 33권, 제5호
8. 박창현, 2024 미래유망기술 선정에 관한 연구, KISTEP, 2024
9. 이시영, 제품디자인 요소평가의 정량적 분석에 관한 모델 연구, 중앙대학교 석사논문, 2008
10. <https://www.etri.re.kr>
11. <https://www.lawtimes.co.kr>