

기술혁신과 미래부산

2017년 여름호 **통권 제6호**

미래기술과 부산

4차 산업혁명시대 한국산업 경쟁력 강화 전략
부산의 미래먹거리, 과학기술에서 찾기
미래의 트렌드와 부산의 유망산업
미래유망기술 선정을 위한 전략적 방법론과 절차



바다 1

정지용

오.오.오.오.오. 소리치며 달려가니
오.오.오.오.오. 연달아서 몰아 온다.

간밤에 잠 살포시
머언 뇌성이 울더니,

오늘 아침 바다는
포도빛으로 부풀어졌다.

철석, 처일석, 철석, 처일석, 철석,
제비 날어들 듯 물결 새이새이로 춤을 추어.

정지용(1902~1950)

충북 옥천에서 출생. 참신한 이미지와 절제된 시어로 한국 현대시의 성숙에 결정적인 기틀을 마련한 시인이라는 평가를 받는다. 대표작품으로 <향수>, <바다>, <유리창> 등이 있다.



S&T Leader

- 5 4차 산업혁명시대 한국산업 경쟁력 강화 전략
산업연구원 원장 유 병 규
- 9 아름답고 재미있고 강한 수학 이야기
국가수리과학연구소 소장 박 형 주

BISTEP Insight

- 13 부산의 미래먹거리, 과학기술에서 찾기
부산과학기술기획평가원 전략기획본부 선임연구원 한 용 규

S&T Trend

- 21 인공지능과 부산의 미래
연세대학교 전기전자공학과 교수 홍 대 식
- 29 미래의 트렌드와 부산의 유망산업
산업연구원 산업경쟁력연구본부 본부장 정 은 미

S&T Policy

- 37 공공R&D의 반성, 사회문제 해결형 R&D에 눈뜨다
한국화학연구원 대외협력본부 본부장 고 영 주
- 44 국가경쟁력의 마지막 이정표 : 기술 표준
성균관대학교 기술경영전문대학원 교수 최 갑 홍

Busan Issue

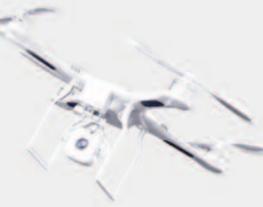
- 50 재생과 전환의 도시 이야기 : 영국 셰필드와 부산
전북대학교 과학학과 교수 이 은 경
- 55 동남권 방사선의과학단지 성공의 조건과 과제
동남권원자력의학원 핵의학과 주임과장 양 승 오

Academic Article

- 59 미래유망기술 선정을 위한 전략적 방법론과 절차
한국과학기술기획평가원 미래예측본부 본부장 최 문 정

4차 산업혁명시대 한국산업 경쟁력 강화 전략

4차 산업혁명의 파급 영향과 국내 산업의 대응책



S&T Leader

4차 산업혁명시대 한국산업 경쟁력 강화 전략

산업연구원 원장 유 병 규

아름답고 재미있고 강한 수학 이야기

국가수리과학연구소 소장 박 형 주

BISTEP Insight

부산의 미래먹거리, 과학기술에서 찾기

부산과학기술기획평가원 전략기획본부 선임연구원 한 응 규



글_유병규
산업연구원 원장

4차 산업혁명의 적용과 파급영향

대내외적으로 4차 산업혁명에 대한 관심과 논란이 커지고 있다. 지금 전개되고 있는 4차 산업혁명은 어느 날 갑자기 생겨난 것이 아니다. 지난 수십 년 동안 논의되고 발전해 오던 인공지능과 같은 신기술들이 이제 현실 경제사회에 적용되기 시작하였고, 이것이 앞으로 급속하게 확산될 것이라는 것이 매우 중요하다.

현재 진행되고 있는 4차 산업혁명이 미치는 파급 영향은 크게 세 가지 측면에서 핵심내용을 파악할 수 있다. 첫째는 정보통신 기술의 급속한 발달로 초연결 네트워크 사회가 형성되면서 생산, 유통, 금융 방식 등 모든 경제 산업 활동 양식이 이전과는 근본적으로 달라지는 것이다. 언제 어디서든 자가 생산을 가능하게 하는 3D 프린팅, 우버와 같이 갈수록 다양화되는 전자상거래 기반 서비스, 새로운 금융회사 핀테크 등이 이의 대표적 사례들이다. 두 번째는 빠르게 발전하는 인공지능, 빅데이터와 같은 신기술이 기존 제조업이나 서비스업과 융합하면서 새로운 사업과 산업을 생성하는 것이다. 이를 통해 자동차산업처럼 기존에 통용되는 업의 장벽들은 점차 붕괴될 전망이다. 자동차 동력원을 전기로 바꾸고

무인자동운전시스템이 장착되면 자동차는 제조업을 벗어나 각종 정보를 제공하고 오락이나 작업 공간의 역할까지 하는 정보통신업이나 서비스업으로 변신하게 된다. 기업 측면에서는 제품 생산단계별 부가가치사슬 곡선의 상향이동이 이루어진다. 4차 산업혁명은 단순한 공장 자동화나 업무 효율화 이상의 의미를 지닌다. 현재 4차 산업혁명을 주도하고 있는 독일과 미국의 제조업체들은 제조과정 혁신은 물론 제품기획, 신모델 개발과 시제품 제작, 물류 유통, 판매제품에 대한 원격관리 등을 통해 15%~25%의 비용절감과 수익성 증가 효과를 향유하고 있는 것으로 알려진다. 이른바 제품 생산 단계별 부가가치사슬 곡선인 스마일 곡선 자체가 위로 올라가는 것이다.

국내 산업의 위기 극복 방안

한국산업은 4차 산업혁명이 전개되는 상황에서 총체적인 위기국면에 처해 있다. 그동안 한국 경제 성장을 이끌던 제조업의 매출과 수출 그리고 수익성은 악화추세다. 국내 서비스업은 만성적인 영세성과 낮은 생산성에 머물러 있다. 그 결과, 영업이익으로 부채 이자도 장기간 갚지 못하는 한계기업들이 빠르게 늘고 있다. 국내 산업의 전반적인 경기 부진으로 공급과잉 업종도 쌓여간다. 이에 반해 한국경제에 새로운 활력을 불어 넣어줄 신성장산업은 여전히 눈에 띄지 않는다. 한국산업의 경쟁력과 산업발전 가능성은 중국에 밀리고 있으며 4차 산업혁명에 대한 국내 산업의 대응상황도 전반적으로 크게 미흡한 상태에 머물러 있는 것으로 평가된다.

국내산업의 위기를 극복하고 4차 산업혁명 시대에 대응하려면 '총체적 산업경쟁력 강화' 전략의 추진이 필요하다. 우선 기업주도의

4차 산업혁명이 미치는 파급영향



01
정보통신 기술 발달로 인한
경제 산업 활동 양식 변화



02
신기술과 기존 산업의 융합으로
새로운 사업 및 산업 생성



03
기업 제품 생산단계별
부가가치사슬 곡선의 상향 이동

선제적 사업 구조조정이 원활히 이루어질 수 있는 상시 구조조정 체제를 확립해야 한다. 국내 산업은 1970~80년대 중화학공업 과잉투자와 1998년 외환위기 때 신속한 구조조정을 시행하여 산업경쟁력을 되살린 경험이 있다. 중화학공업 구조조정은 강력한 권한을 지닌 정부가 주도했고, 외환위기 당시는 부실기업들을 금융 측면에서 정리했다. 지금은 정부의 기업경영 개입 권한이 사라지고 세계적인 초과공급과 기술 혁신이 급속히 전개되는 상황 속에서 살아있는 기업들의 경쟁력을 살리기 위한 구조조정을 해야 하는 시기다. 기업들 스스로 국내외 경영환경 변화에 신속적으로 대응하여 사업을 전환하고 투자할 수 있는 여건을 조성하지 않으면 국내 산업의 위기상황은 계속 심화될 수밖에 없게 된다. 현재 시행하고 있는 기업 활성화법에 의한 사업재편제도를 기업들이 더욱 적극적으로 활용하도록 금융 세제 등의 참여유인책을 보강하는 것이 이를 위한 효과적 방안 중 하나다. 또한, 조선, 철강, 석유화학 등 주요업종의 기업별 사업간 교환인 빅딜, 스몰딜의 활성화 대책도 적극 강구해야 한다.

신성장동력을 확보하기 위해 정부의 신산업 정책을 일관성 있게 추진하는 일도 중요하다. 그동안 정부마다 신성장산업 정책을 추진했으나 일관성과 연계성이 부족하였다. 앞으로는 정권을 초월하는 일관성과 연계성을 갖춘 신산업 육성 정책의 수립과 추진이 필요하다. 이를 위해 '국가 신성장동력 창출위원회'를 구성하여 정권 변경과 관계없이 지속적인 신성장정책을 추진할 수 있는 정책기구를 신설할 필요가 있다. 또한, 산업발전 유형에 대응하여 R&D, 자원, 시장조성 지원책을 일괄 종합적으로 공급하는 '맞춤형 패키지정책'을 추진하는 한편, 신산업 창출이 원활히 이루어지는 창업생태계를 조성하기 위한 과감한 선제적



규제개혁과 제도개선을 추진해야 한다. 이와 함께 4차 산업혁명 기반기술과 주력산업을 융합한 새로운 사업과 산업을 육성하는 산업융합 정책에도 힘을 쏟아야 할 것이다.

또한, 중소벤처기업을 산업발전의 핵심주체로 키우도록 중소기업 정책을 혁신해야 한다. 그동안 대기업 중심의 성장 과정에서 중소기업은 경제적 약자로서 단순히 보호와 지원의 대상이었다. 새로운 사업과 산업이 창출되는 산업혁명기에는 창의력과 도전정신이 투철하고 글로벌 경쟁력을 지닌 벤처중소기업 역할이 그 무엇보다 중요하다. 보호 지원 중심의 중소기업 정책을 세계적인 강자로 키우기 위한 혁신과 경쟁 정책으로 과감히 전환해야 새롭게 경제성장을 주도해나갈 주체들을 양성할 수 있게 된다.

다음은 디지털 무역전략을 수립하는 것이다. 인터넷과 통신기기 발달 등에 기반을 둔 디지털 경제의 확산으로 국제무역 환경 역시 빠르게 변모하고 있다. 세계 경제 활동의 급속한 글로벌화와 4차 산업혁명의 전개 등으로 소비재와 전자상거래 무역이 급증하는 것이다. 보다 구체적으로 보면 1) 디지털 상품, 가상재화, 데이터 무역 증가, 2) IT기술 활용으로 서비스의 교역재 化 급진전, 3) 국경을 초월한 기업과 소비자간 거래인 국경 간 전자상거래 확산으로 소규모 다국적 기업 등장, 그 결과 4) 기업과 국가 간 경쟁압력이 높아지고 제품 생명주기는 더욱 단축되는 현상들이 나타나고 있다. 이러한 무역 변화에 대응하기 위해서는 디지털 인프라와 디지털 환경에 적합한 인적자본에 대한 지속적 투자가 실현되어야 하고, 부처별로 분산된 전자상거래 무역의 통합적 지원 등이 필요하다.

4차 산업혁명 도래에 따른 근본적 대응법

보다 근본적으로 4차 산업혁명에 대응하기 위해서는 경제사회시스템의 대전환을 이루어 나가야 한다. 기존 산업의 존재 기반을 무력화하고 새로운 사업과 산업영역을 빠르게 확장하고 있는 4차 산업혁명에 대응하기 위해서는 그 어느 나라보다도 이에 신속하고 원활히 적응할 수 있는 경제사회 전반의 구조개혁을 선제적으로 실천해가야 한다. 미국, 일본, 독일, 중국 등 해외 주요국은 이미 4차 산업혁명의 도래를 가장 중요한 산업 대응 상황으로 인식하고 국가 차원에서 경제사회 역량을 이에 대한 대비에 집중하고 있다. 한국도 국내경제의 새로운 도약을 이루는데 절실한 산업 구조조정, 신산업 창출의 동인으로서 4차 산업혁명을 적극적으로 활용해야 한다. 한국의 저출산 고령화, 산업경쟁력, 기술 수준 등을 감안하여 직면한 경제 사회적 수요를 충족시킬 수 있는 '한국형 4차 산업혁명 전략'의 수립이 필요하다. 이를 토대로 새로운 경제산업 시스템에 부합하도록 금융, 노동, 교육 등 각종 제도와 법 규제를 혁신해야 한다. 한국은 4차 산업혁명을 주도하는 기반기술뿐만 아니라 관련 기술을 경제, 산업, 사회에서 수용하고 새로운 활동에 적용하는 각종 제도 및 법 규제 체계가 크게 미흡한 것으로 분석된다.

우선 신기술이 발전하고 성과를 낼 수 있는 새로운 시장을 형성할 수 있도록 산업 전반의 규제개혁을 끊임없이 추진해야 한다. 모든 산업 규제는 각 시대의 산물이다. 시대에 뒤떨어진 규제는 과감히 철폐하고 새로운 경제 환경에 맞는 규제체제를 구축해야 새로운 산업들이 성장할 수 있게 된다. 산업화 시기에 전통 제조업이나 사업을 육성하기 위해 만들어진 각종 인허가 등 시대에 부적합한 불필요한 규제들은

근원적으로 폐지하고 새로운 시장 창출을 막는 과잉규제들도 폐지해야 한다. 예를 들어 인공 지능이나 빅데이터 등을 활용한 신사업 발전에 가장 큰 장애가 되는 것이 과도한 개인정보 보호법이다. 규제개혁과 함께 창의성을 중시하는 교육혁신을 통해 4차 산업혁명 시대에 적합한 인재를 확보하고, 유연근무제와 성과급제 정착 등 노동시장 개혁과 선진화를 통해 고용을 유지 확대하는 한편 작업성과를 높여야 한다. 시대에 맞지 않는 불합리한 규제들을 한발 앞서 해소하지 않으면 한국산업이 4차 산업혁명 시대에 결코 중국이나 일본과 같은 경쟁국들을 앞서 나갈 수 없다.

한편으로는 기술변화의 부정적 효과를 최소화 하는 '사회적 융화체제' 구축도 요구된다. 신기술과 새로운 시스템은 필연적으로 실업증가와 소득 격차 확대와 같은 부정적 효과를 야기한다. 기술 혁신으로 인한 대량실업, 소득격차로 인한 사회적 갈등을 완화하고 해결할 수 있는 사회적 타협과

협력 체제를 갖추어야 한국의 혁신역량을 높여 경제성장력을 확충할 수 있게 된다.

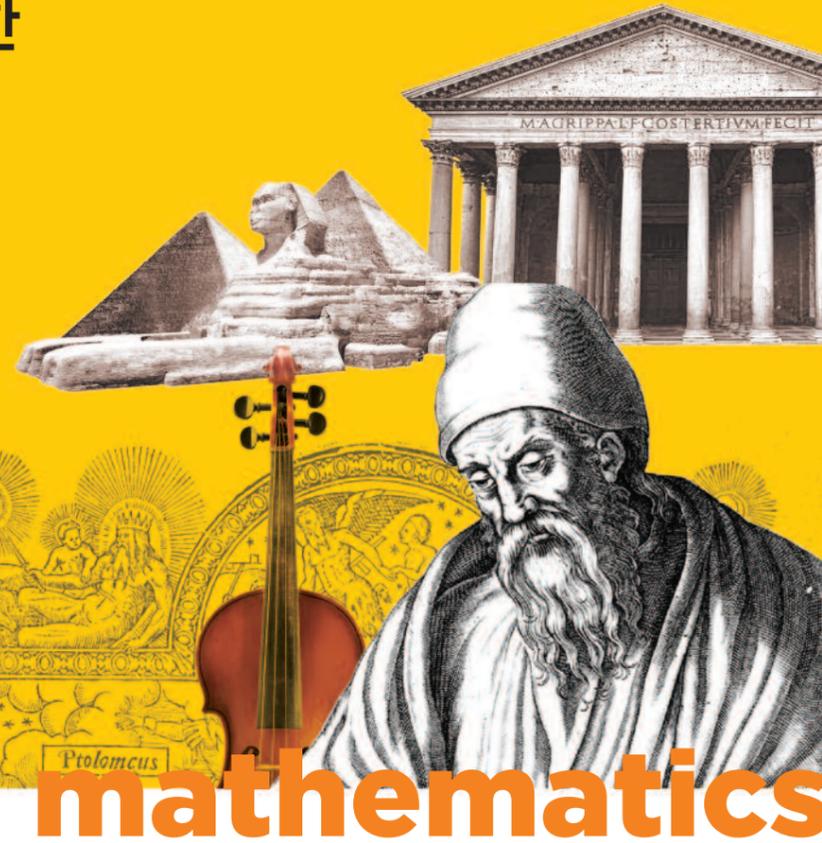
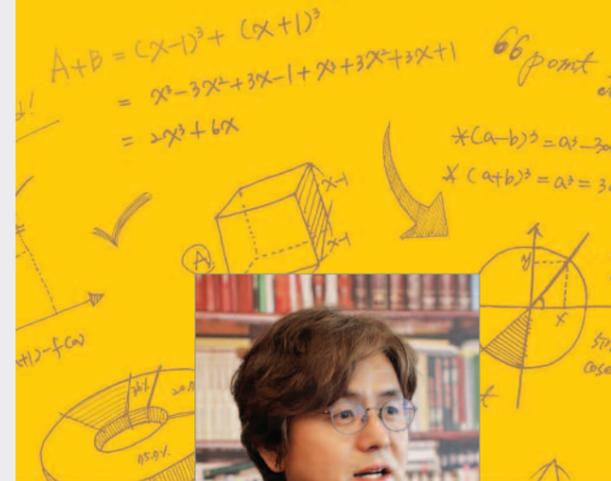
산업발전의 거점이 되는 각 지역의 산업혁신정책 역시 새롭게 구상해야 한다. 국내 주요산업들이 특정 지역 중심으로 발전해 온 결과 산업구조 조정이 진행되면 지역경제가 타격을 입게 된다. 이미 해양조선산업 집적지인 부산, 울산, 거제와 같은 지역들이 경기침체와 실업난에 빠져들고 있다. 4차 산업혁명으로 인한 새로운 기술 산업 여건 아래 과거 산업의 영화를 대신할 수 있는 지역 특성에 맞는 신산업을 선정하고 이의 발전을 뒷받침할 수 있는 지역 중심의 혁신 체제를 새롭게 구축해야 한다. 부산과학기술기획평가원(BSTEP)과 같은 지역 내 연구개발혁신기구를 중심으로 대학, 산업체, 지방정부, 지역 사회단체 등이 합심하여 새로운 지역특화산업을 찾고 이를 발전시키는 방안을 지속적으로 추진해야 4차 산업시대에 한국산업의 경쟁력이 더욱 강화될 것이다.



[그림 1] 지역 중심의 혁신체제 구축

아름답고 재미있고 강한 수학 이야기

수학의 발전과 산업현장 문제의 수학적 해결



글_박형주
국가수리과학연구소 소장



이상고 뼈

수학의 역사

인류 역사에서 예술의 개념은 언제쯤 출현했을까? 빌렌도르프의 비너스 같은 고고학적 출토품에 그 실마리가 보인다. 기원전 2만 5천 년 정도에 만들어진 것으로 추정되고, 부족의 생존을 위해 다산(多産)에 대한 소망을 표현한 것이라는 등의 여러 해석이 있는 여인상이다. 선사시대의 절박한 인류 생존의 필요 속에서 예술의 개념이 자연스럽게 출현했다는 것이다. 음악의 존재도 4만 년 전으로 거슬러 올라간다. 동물 뼈로 만든 플루트 같은 출토품은 소리를 통해 뜻을 표현하는 음악의 장구한 역사를 보여준다.

수학은 언제쯤 출현했을까? 기원전 2만 5천 년의 것으로 추정되는 이상고(Ishango) 뼈에는 세로줄이 많이 표시되어 있어서, 당시 인류가 사냥감의 수를 기록했을 뿐 아니라 기본적인 연산을 수행했음을 보여준다. 생존을 위해 사냥감이 겨울나기에 충분하지 판단하는 과정에서 셈의 개념이 출현한 것으로 해석할 수 있다. 이렇게 시작된 수학은 발전을 거듭해서, 이집트 피라미드에서 관찰되는 건축의 수학은 건물의 안전성과 미학적 요구를 충족시키는 최적의 비율을 이해하고 있었다. 유럽과 아프리카 및 아시아를 연결하는 국제교역의 요충 지역인 바빌로니아에서는 자연스럽게 상거래의 수학이 발전했다.

이러한 수학을 전혀 새로운 차원으로 옮겨다 놓은 것은, 추상화와 공리화를 통한 사유체계를 만들어낸 고대 그리스 문명이었다. 성경 다음으로 많이 인쇄되고 읽혔다는 알렉산드리아의 수학자 유클리드의 책 '기하학 원론'에서 관찰되는 논리의 전개 방식은 서양 문학과 철학의 곳곳에서도 찾을 수 있다. 실용적 측면이 강했던 이집트와 바빌로니아의 수학 이후에 사변적인 그리스 수학이 출현한 것은 변증법적 대립 과정으로 볼 수 있다. 실용의 세계에만 머물러서는 그로부터 일반적 원칙을 깨달아 다음 단계로 발전시키는 지적 작업이 불가능했다. 아테네 중심의 그리스 문명은 알렉산더 대왕의 정복 전쟁 이후인 기원전 3백 년 경에 이집트의 알렉산드리아로 본거지를 옮긴다. 소위 헬레니즘 시대로 불리는 알렉산드리아 시대에는 추상적이던 그리스 수학도 지구의 지름을 재고 달까지의 거리를 재며 항해의 문제를 해결하는 등 실용적 성과를 낸다. 실용과 추상의 변증법적 합을 시도한 것이다.

그리스의 철학적 사유체계는 중세 이후에 그 실체적 힘을 입증하기 시작했다. 유럽에서 식민지 확보가 국가의 존망을 좌우하던 시절에는 항해 기술이 경쟁력의 핵심이 되었는데, 삼각 함수론이 출현해서 바다 한가운데서 배의 위치를 확인하는 것을 가능하게 했다. 20세기 후반에 GPS 데이터로부터 가장 빠른 길을 안내하는 내비게이션이 일상화된 것도, 그래프 이론이 발전하며 딥스트라의 알고리즘이 출현했기 때문이다. 농사와 계절 예측의 필요는 천체의 운동을 이해하려는 노력으로 이어졌고, 이 과정에서 뉴턴은 미적분학을 만들었다. 당대의 혁신이라 부를만한 이러한 사건들은, 인류가 추상적 사유의 단계로 가지 못하고 실용적 수학에만 머물렀다면 아마도 이루지 못했거나 훨씬 더

시간이 걸렸을 일들이다.

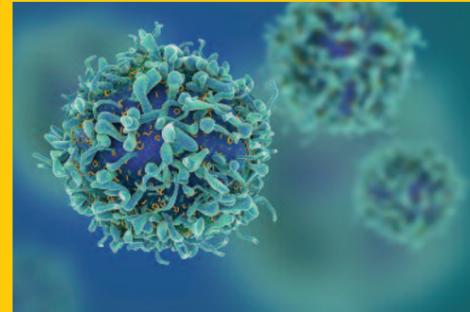
예술과 수학의 교류

인류 역사에서 가장 오래된 예술과 수학은 서로에게 영향을 끼치며 진화해 왔다. 고대 그리스의 피타고라스는 현악기의 길이에 따라 서로 다른 높이의 음이 나옴을 관찰하고는 현의 길이가 정수배가 될 때 협음이 생기는 비밀을 알게 된 첫 번째 사람이 되었다. 18세기 요한 세바스찬 바하는 반음이 올라갈 때마다 음높이가 지수 제곱으로 올라간다는 수학적 사실에 기초해서 어떤 음에서 시작해도 완벽한 한 옥타브를 만들 수 있는 음계를 만들어 냈다. 19세기의 프랑수아 수학자 푸리에에 복잡한 소리도 단순한 음들로 쪼갤 수 있다는 수학 이론을 전개해서 음의 모든 비밀을 푼 사람이다. 단순음이란 하나의 음높이를 갖는 소리인데 이 소리의 진동을 기록해보면 주파수가 하나인 사인함수가 된다. 두 개의 단순음이 합쳐져서 합성음을 만든다는 것은, 수학적으로는 사인함수 두 개를 합쳐서 복잡한 함수를 만드는 과정과 같다. 오늘날 악기를 평가하고 분석하거나 음향기기를 제작할 때 모두 푸리에의 수학 이론을 사용한다. 단순음에 가까운 소리를 내는 플루트와 여러 배음이 합쳐지는 오보에 등 서로 다른 악기들의 음질 차이도 푸리에의 음 쪼개기로 설명할 수 있다.

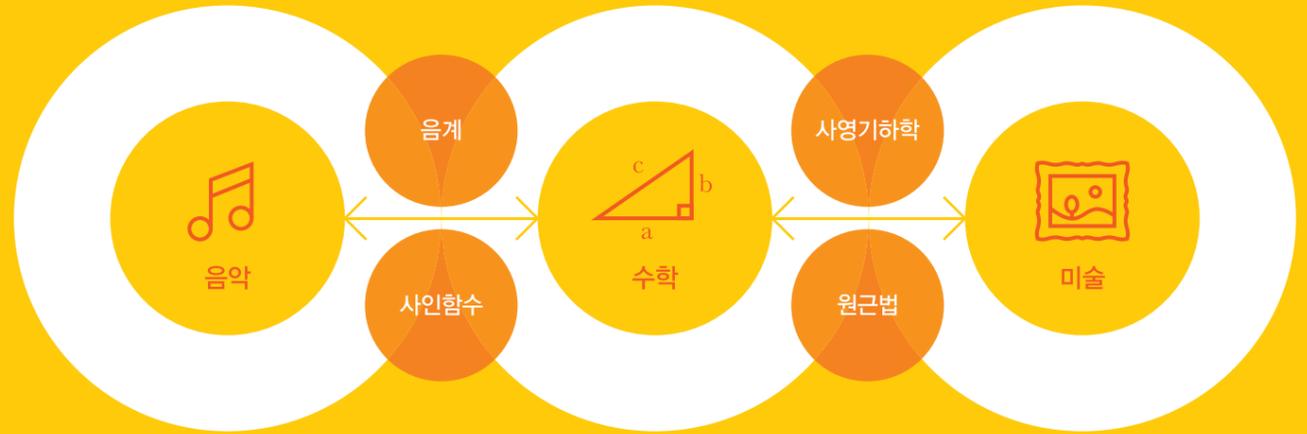
미술도 수학과 교류를 멈추지 않았다. 고대 이집트의 피라미드나 고대 그리스의 판테온 신전뿐 아니라, 16세기 미켈란젤로의 작품에서도 수학적 비율이 중요한 역할을 했다. 유클리드의 기하학은 미술가들에게 영감을 주기도 했지만, 그들을 시험에 빠트리기도 했다. 평행한 두 선분은 만나지 않아야 하는데, 철로는 저 멀리서



미켈란젤로 '노아의 홍수'



mathematical Interventions



[그림 1] 서로 영향을 주며 진화하는 수학과 예술

만나는 것으로 보이기 때문이다. 결국, 중세 유럽의 미술가들은 원근법을 만들어내어 한계 극복에 성공했고, 이는 역으로 수학에 큰 영감을 주어서 17세기 파스칼이 사영기하학을 만들어 내는 데 기여했다.

물리적 세계의 불완전함 이면에 있는 질서를 찾아내고, 수학적 단순화 과정을 거쳐 대칭과 조화를 표현하는 일에 매료된 수학자들은 역사 곳곳에서 관찰된다. 우아함과 완전함에 대한 열망은 추상과 사변의 옷을 입고 나타나지만, 베이컨과 데카르트가 외쳤던 자연정복의 열망 또한 실용의 모습으로 곳곳에서 출현하며 대립하곤 한다. 그리스적 수학과 바빌로니아적 수학은 각각 진화된 모습으로 21세기에도 대립하고 융합하며 인류의 진보를 이끌고 있으니, 실용과 추상의 변증법은 고대 문명에서부터 현재까지 계속되고 있는 것이다.

제4차 산업혁명에 따른 문제점과 수학적 해결책

2016년 세계경제포럼에서 '제4차 산업혁명'

이라는 신조어를 주제로 설정하면서 우리 사회의 논의가 뜨겁다. 아직 외국에서 일반적으로 사용되지 않는 이 표현이 우리나라에서 유달리 사용 되는 것 아니냐는 의견도 있는데, 아마도 알파고 충격을 눈앞에서 직접 겪은 결과일지도 모른다. 가상세계와 실물세계 연결의 가속화와 이로 인한 제조 생산성의 폭증이 일상에서 선명하게 드러나는 건 아니지만, 거대한 변화가 오고 있다는 데에는 큰 이견이 없다. 과격한 수준의 일자리 변화를 동반할 것으로 예측돼 우려도 크다.

이러한 결합 과정에서 나타나는 문제 중에는 수학적 방식으로 해결될 수 있는 것이 놀라울 정도로 많다. 문제의 성격과 필요에 따라 순수 수학의 전 영역을 활용하는데, 산업수학이라 부른다. 이러한 방식의 성공 사례로 주목받는 미국 스타트업 아이스디가 개발한 소프트웨어는 비슷한 생체 데이터를 가진 환자 중에서 추가 암 검진이 필요한 이를 구별해 낸다. 기본적인 생체 데이터로부터 당뇨병 유무와 유형까지 자동으로 알아낸다. 위상수학이라고 하는 수학 이론으로 이런 결과를 냈다. 산업수학은 사회 문제 해결의 주요 도구가 되기도 한다. 2012년



노벨경제학상을 받은 수학자 로이드 새플리의 알고리즘을 공립학교 배정에 적용한 뉴욕시에서는 원하지 않는 학교에 배정된 학생이 적응하지 못해 중간에 전학을 가는 경우가 크게 줄었다.

산업과 과학기술 영역에서 빅데이터 등의 이슈가 쏟아지지만, 이미 개발된 수학적 도구를 기업이 활용하는 게 쉽지는 않다. 결국, 협업이 답이다. 다행히 시적이 늦은 우리나라도 빨리 따라잡고 있다. 산업 현장에서 나오는 많은 문제를 수학적 방식으로 해결하기 위해 기업이 수학자들과 협업하는 사례가 늘고 있고, 이런 협업을 가능하게 하는 인프라도 빠른 속도로 마련되고 있다. 딥러닝 방식을 에너지 관리에 적용해 건물의 전기 비용을 크게 줄인 국내 스타트업이 출현했고 위상수학 빅데이터를 사용해 조류독감의 감염 경로를 알아낸 기업도 나왔다. 의료 및 영상 처리를 위한 데이터를 분석하는 과정에서 기업과 수학자들의 협업이 진행되는 중이고, 대형 병원과 함께 심장 문제를 연구하는 수학자도 있다.

수학적 도구 활용과 지속을 위한 방안

여기에 그치지 않고 지속성을 가지려면, 수학을 전공한 학생들이 학계뿐 아니라 산업계에 진출해 기업의 난관을 수학적 방식으로 돌파할 수 있도록 교육 과정과 제도의 마련이 필요하다. 산업 현장의 문제를 해결하는 젊은이들의 일자리도 늘어날 것이다.

언젠가부터 수포자(수학 포기자)라는 신조어가 들리더니 이제는 우리나라의 사회적 문제로 여겨진다. 유사한 문제를 반복해서 푸는 방식의 수학 학습에 지친 학생들은 배워서 어디 쓰는지 몰라서 관심이 떨어지고 싫어하게 됐다고 한다. 모든 학생에게 수학의 우아함과 언어적 측면을 이해하라고 할 수는 없지만, 사회와 산업의 문제를 성공적으로 해결한 사례를 학생들이 함께 접한다면 수학 학습의 새로운 동기가 마련될 수 있다. 이런 활용성의 측면에 더해 하늘에서 뚝 떨어진 것처럼 보이는 수학 개념을 누가 왜 만들었는지까지 얘기해주는 역사성의 측면도 필요하다.



부산의 미래먹거리, 과학기술에서 찾기

부산형 전략기술 확보를 통한 미래 설계



글 **한웅규**
부산과학기술기획평가원 전략기획본부 선임연구원





영화 「관상」

미래를 두려워했던 권세가, 한명회

2013년 900만 명 이상의 관객 수를 기록했던 영화 「관상」의 첫 장면에서 노쇠한 한명회가 목이 베일 두려움에 벌벌 떠는 모습을 보인다. 한 관상가 송강호 ④가 날아가는 새도 떨어뜨리던 젊은 한명회에게 '목이 잘릴 팔자'라고 미래를 예견한 후 수십 년이 지난 상황을 묘사한 것이다. 한명회는 살아생전에 형벌을 받지 않았으나, 사후 폐비 윤씨 사건에 분노한 윤씨의 아들 연산군에 의해 무덤에서 파헤쳐져 목이 잘리는 부관참시 ⑤를 당한다. 영화 속 한명회가 미래를 두려워했던 이유는 '미래는 알 수 없다'는 단순한 진리 때문이다. 한명회와 마찬가지로 우리는 미래를 기대함과 동시에 불안해한다. 이에 많은 사람들이 미래를 알기 위해 관상, 사주팔자 등을 보고자 점집을 드나든다. 사실 한명회의 '목이 잘릴 팔자'는 그를 둘러싸고 있는 정치적 상황과 개인의 영달을 위해 취했던 수많은 행동들이 원인으로 축적되어 현실이 된 이른바 「기억된」 미래라 할 수 있다.

「기억된」 도시 미래상의 뿌리, 과학기술

그렇다면 우리가 살고 있는 부산이라는 도시의 미래는 어떨까? 지금까지 많은 지자체장들과 연구자들이 부산의 역사와 현황을 바탕으로 관광도시, 창업도시, 스마트시티, 영화도시, 해양수도 등 다양한 부산의 「기억된」 미래상을 전략적으로 설정해 왔다[그림 1]. 찰스 다윈 Charles Robert Darwin, 1809~1882이 그린 생명의 나무 Tree of Life가 있다. 모든 종은 하나의 뿌리에서 시작되어 진화한 결과라는 것이 그 핵심이다. 이처럼 비록 부산의 미래모습은 다양하게 정의되고 있지만 이 모든 도시유형의 근간은 바로 과학기술이라 해도 과언이 아니다.



찰스 다윈의 생명의 나무



[그림 1] 찰스 다윈의 생명의 나무와 부산의 「기억된」 미래상들



부산시는 과학기술을 토대로 지역발전을 이루려는 정책기조를 강하게 유지해 왔다. 특히 민선6기에는 과학기술로 부산의 도시 부활을 위한 TNT2030 플랜을 설계하고, 선진형 지역 R&D전담기관인 부산과학기술기획평가원(이하 BISTEP)을 설립하였다.

여기에 2016년 1월에는 다보스포럼에서 클라우스 슈밥 Klaus Schwab 회장이 「제4차 산업혁명」을 언급하면서 이 새로운 패러다임이 세계를 휘감고 있어, 그 실체의 진위와 무관하게 이탈하지 말아야 할 미래 사회의 궤적을 그리고 있다. 또한 과학기술의 영향력이 과거의 연구개발 영역에서 이제는 사회경제를 비롯한 개인 일상까지 스며드는 등 과학기술의 역할이 일반영역까지 확대되고 있다. 이러한 상황 속에서 부산이 선제적으로 「기억된」 미래를 실현하기 위해서는 부산이 잘할 수 있는, 소위 「부산형 전략기술과 유망산업」을 선정하여 육성할 필요가 있다. 그래야만 부산은 미래먹거리를 지속적으로 창출하고 안정적인 일자리를 확보할 수 있으며 궁극적으로 부산을 미래 첨단 도시로 변화시킬 수 있다.

BISTEP은 제4차 산업혁명에 능동적으로 대비하고 「To-Be 미래」를 구현하기 위한 지역주도형 미래전략을 수립하고자 「부산 90개 전략기술과 9대 유망산업」연구(이하 BISTEP 미래연구)를 추진하였다.

BISTEP 미래연구의 개요

BISTEP 미래연구는 부산시가 정책적으로 갈망하는 도시형태를 만들고 시민이 일상을 긍정적으로 경험하며 미래에 선제대응하기 위한 부산의 차세대먹거리 기술과 산업을 발굴하는 것을 목적으로 한다.

부산의 주요 성장동력이 될 것으로 예상되는 부산시 3대 서비스분야¹⁾ 혁신형 기술(하향식^{top-down} 접근)과 부산시민이 인식하는 주요 미래이슈²⁾ 대응형 기술(상향식^{bottom-up} 접근)을 도출하고, 이 기술들이 구성하는 유망산업을 발굴하였다[그림 2].

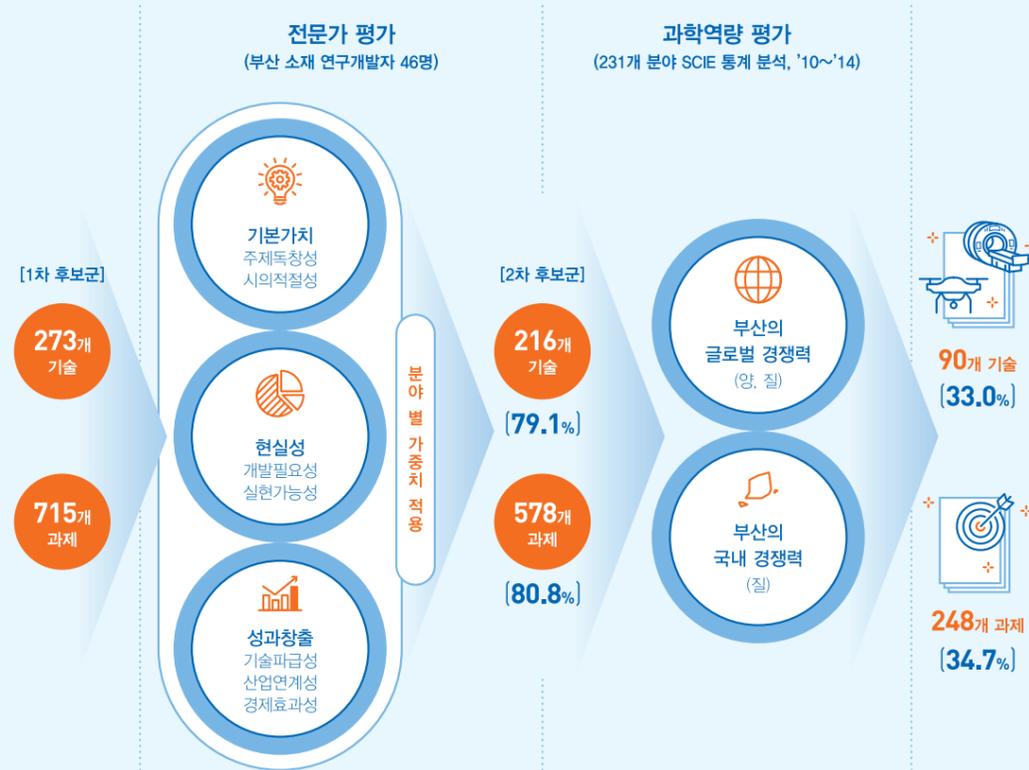


※ 본고에서는 「단계 3.2.」까지의 내용만 다룸

[그림 2] 연구절차

1) 창조문화(CT, 디자인패션, 영상콘텐츠), 바이오헬스(고령친화기기, 방사선외과학, 의료서비스, 항노화), 지식인프라서비스(관광MICE, 금융, 물류)
2) ① 고령화, ② 재난재해, ③ 제조업혁명, ④ 글로벌화, ⑤ 공유경제, ⑥ 디지털경제, ⑦ 재미와 즐거움

각 접근별 기술제안요청서 양식에 맞추어 전국 91명의 전문가들이 273개 기술과 715개 과제를 제안하였고, 해당 후보기술들의 부산 밀착성을 주제독창성, 시의적절성, 개발필요성, 실현가능성, 기술파급성, 산업연계성, 경제효과성 등 7개 세부 기준으로 47명으로 구성된 부산 소재 전략기술평가단이 정성평가하였다. 이후 SCIE 논문 통계정보를 토대로 해당 기술의 근간이 되거나 연계활용 가능한 영역의 글로벌 및 국가 대비 5년간 성장추세가 과거 20년 대비 최근 5년간 뚜렷한 기술을 계량적으로 추출하여 최종적으로 총 90개의 부산형 전략기술을 도출하였다(그림 3).



[그림 3] 부산의 전략기술 선정 과정

부산 90개 전략기술의 특성

90개 전략기술은 전반적으로 공공부문(중앙정부(49.1%), 지자체(30.2%))의 투자가 필요하다. 예외적으로 로봇기술은 민간영역(43.3%)의 투자가 많이 기대되는 것으로 인식되는데, 이는 생산설비 등 산업영역에서 로봇의 실질적 활용성이 높기 때문으로 해석된다. 기업(44.9%)과 연구기관(41.6%)이 연구개발 활동을 주도하며, 특히, 로봇 분야에서 기업은 투자와 더불어 기술 개발의 핵심주체가 될 필요가 있는 것으로 나타난다. 반면에 미래지향적인 기술 개발에 대한 대학의 역할은 매우 저조하게 나타나, 미래에 대비하기 위한 연구개발 노력에 있어서 대학의 기능을 재정립할 필요가 있다.



연구개발 단계별로 실용화 및 상용화를 목적으로 하는 응용(37.6%) 또는 개발연구(36.8%) 중심의 활동이 필요한 것으로 나타난다. 이는 대학에 비해 상대적으로 목적형 연구개발을 주로 하는 기업과 연구기관이 핵심 연구개발 주체로 지목된 것과 맥이 같다 할 수 있다. 8대 기술분야 중 바이오(31.0%), 나노(47.0%), 로봇(33.3%)은 기초연구적 성격 역시 큰 비중을 차지하고 있어, 이 세 분야에서는 원천기술 확보가 주요 이슈인 것으로 보인다. 연구개발 결과물은 정보통신, 환경, 해양분야가 ICT를 중심으로 융합되는 형태로 기술을 발현하는 것으로 나타난다.

부산의 전략기술은 세계 최고 대비 63.3% 수준을 보이며, 격차는 4.9년으로 나타난다. 우주항공 분야의 기술수준은 76.3%로 높게 나타났고, 바이오, 로봇, 해양 관련 기술들의 격차가 6년 이상으로 나타나 타 분야보다 상대적으로 기술선진국에 크게 뒤떨어져 있는 것으로 판단된다. 기술와해성 측면에서는 완전히 새로운 기술(파괴적 기술혁신, 41.1%)보다 기능개선형 기술(점진적 기술혁신, 58.9%)을 추구하고, 해양기술의 경우 점진적 기술혁신이 8.9%인데 반해 파괴적 기술혁신이 17.8%로 타 기술분야들에 비해 도전적인 연구개발 수행이 필요하다.

선정된 부산의 전략기술들은 정보통신, 해양, 환경기술을 중심으로 태동기(24.4%)와 성장기(67.8%)에 많이 몰려 있어 불확실성을 안고 있으나 발전 가능성이 높은 젊은 기술들이라 할 수 있다. 이렇게 확보된 기술들은 부산의 7대 주요 미래이슈 중 최상위 이슈인 사회안전, 기후변화, 환경오염 등 재난재해 대응에 활용될 수 있다. 그리고 부산의 전략기술은 5대 삶의 질(건강한 삶, 안전한 삶, 쾌적한 삶, 편리한 삶, 즐거운 삶)을 향상시키는 데 일조하는 것으로 나타난다. 특히 환경기술은 해양 재난재해 감시 기술, 연안 환경 복원 기술 등을 통해 시민들이 안전한 삶과 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 해준다. 또한, IoT나 클라우드와 같은 정보통신기술과 스마트 해상물류시스템 등의 해양기술은 우리 삶에 편리함을 제공할 것으로 기대된다.

부산은 전략기술을 이용하여 제4차 산업혁명 패러다임의 일부 생태계 영역을 주도하거나 창출할 기회를 얻는다. IoT를 매개로 생산설비 간 정보가 실시간 공유되어 빠르고 정확한 제품생산을 가능하게 하고, VR을 통해 가상과 실제 간, 물체 또는 시스템 간 운영의 동조화가 이뤄지는 등 유무형의 객체 간 연결의 무한확대를 경험하게 된다. 그리고 정밀의료기술이 DNA라는 극소단위까지 면밀하게 파악하여 우리는 나노생활(nano life)을 한다. 또한 인공지능과 RFID가 물류시스템에 혼용되어 대량물품을 빠르고 정확하게 처리하는 등 부산의 항만시스템을 거대 로봇으로 변모시킨다.

부산의 9대 유망산업

90개 전략기술과 248개 단·중·장기 과제의 키워드들을 토대로 네트워크 분석과 군집 분석을 시행하여 키워드들의 연결성, 밀집성, 중심성 기준 아래서 세 가지 대분류로 묶이는 아홉 가지 유망산업을 발굴하였다(표 1).

〈표 1〉 부산의 9대 유망산업

대분류	소분류(9대 유망산업)
 복지·의료 분야	재난안전 정밀의료 방사선의료
 연안·해양 분야	연안 환경·에너지 스마트 물류
 정보통신융합 분야	지능형 부품·소재 빅데이터·초고속통신 자율무인이동체 첨단영상



「복지·의료 분야」는 삶의 질과 밀접한 관련이 있다. 부산은 가까운 경주와 포항, 일본에서 지속적으로 발생하는 여진의 공포에 상시로 놓여 있으며, 시민들이 다양한 유형의 자연적·사회적 재난재해에 노출되는 빈도가 증가하고 있다. 부산은 우리나라 17개 시·도 중 고령화 지수 1위로 노인을 대상으로 한 의료기술의 테스트베드이자 의료메카가 될 가능성이 높다. 따라서 재난안전, 정밀의료, 방사선의료 등 시민의 안전과 건강을 증진시키는 복지·의료 분야가 유망산업으로 적절하다 할 수 있다. 특히, 재난안전 산업은 지역 전략산업 선정 이후 처음으로 지목되는 새로운 부산형 유망산업으로 시민들이 일상에서 직접 피부로 산업발전의 혜택을 느끼는 시민체감형 분야이다.

「연안·해양 분야」는 부산의 지리적 특성이 반영된 연안환경, 신에너지, 항만물류 기능에 적합한 영역이다. 최근 국가 간 환경오염 영향의 증대, 국내 조선분야의 침체, 풍력발전의 효율성 논란, 홍콩 등 전통적인 해외 항구도시들과의 힘겨운 경쟁으로 인해 부산의 해당 산업은 어려움을 겪고 있다. 그러나 연안을 배경으로 한 물류도시라는 부산의 태생적인 천혜의 환경을 활용할 가치는 앞으로도 지속될 것이다. 그리고 환경과 에너지에 대한 국제적 관심이 증대하고 있고, 과학기술분야별 역량 평가에서도 부산의 해양기술이 세계적으로도 최고 수준을 유지하고 있기 때문에 미래먹거리로서 손색이 없다.

「정보통신융합 분야」는 정보통신 분야의 기술변화가 나노, 바이오, 인지과학 등 타 분야의 기술진흥에 커다란 영향을 미칠 뿐 아니라 상호 융복합에 의한 파급효과가 매우 큰 영역이다. 이는 정보통신기술의 적용 범위가 우리가 체감하는 것보다 매우 빠르고 깊게 확산되고 있는 현상을 반영한 결과라 할 수 있다. 이에 정보통신을 활용한 인공지능, 빅데이터, 첨단영상 등 타 분야와의 융합연구 역시 부산이 잘할 수 있는 분야로 설정하여 부산만의 블루오션을 만들어 갈 필요가 있다.



〈그림 4〉 부산 90개 전략기술과 9대 유망산업 공청회 (2017. 5. 30., BEXCO)

과학기술로 지역의 「기억된」 미래를 만들어 나갈 적기

사실 과학기술만으로는 미래이슈에 완벽히 대응할 수 없고 우리의 삶의 질을 100% 충족시킬 수 없으며, 제4차 산업혁명이라는 패러다임의 방향을 의도대로 이끌어 나갈 수 없다. 대국민 설문조사 결과에 따르면 국민의 삶의 질을 높이기 위한 중요 요소 순위에서 과학기술이 경제, 문화에 이어 세 번째로 나타나 최상위 수단이 아닌 것으로 인식된다³⁾. 그럼에도 다수 국민(70.6%)은 삶의 질을 개선하기 위해 과학기술의 발전이 필요하다고 생각한다. 게다가 과학기술의 영향 범위가 비과학기술 영역으로 퍼져나가고, 영향의 깊이는 개인에게까지 흘러들어 왔으며 그 속도가 빨라지고 있다는 것은 자명한 사실이다. 이에 부산시와 BISTEP은 과학기술을 활용하여 부산을 과학기술중심도시로 변모시키고 더 나아가 미래먹거리를 발굴·육성하기 위해 노력을 기울이고 있다.

BISTEP 미래연구 결과가 부산의 「기억된」 미래 실현을 담보하지는 않는다. 선정된 전략기술들이 부산의 미래상황을 다른 방향으로 전개할 가능성도 있으며, 현실적으로 선정된 90개의 미래지향적인 기술들만으로 부산이 안고 있는 미래의 모든 산업, 경제, 사회문제를 보듬을 수 없을지도 모른다. 그러나 미래연구는 앞날을 예견하는 관상가적 굴레에 놓여 있는 것이 아니라, 선제적으로 바라는 미래상을 의도적으로 규정하여 세상의 발전 방향을 설정하고 그 방향으로 이끌어가기 위한 전략적 대안을 제시하는 정책연구 활동이라는 것을 주지해야 한다.

BISTEP 미래연구는 그동안 중앙부처 산하 전문연구기관들에 위탁하여 추진해 왔던 기존 연구들과는 달리, 지역이 스스로 기획하고 총괄한 국내 지역 미래연구 버전 1.0이라 할 수 있다. 비록 본 연구의 절차, 방법론, 논리, 결과가 완벽하다고는 할 수 없으나 아직 비활성화되어 있는 지역차원의 미래유망기술과 산업 선정 분야에 일종의 연구플랫폼을 제공하는 벤치마킹 사례가 되길 기대한다. 또한 부산을 포함한 17개 시·도가 함께 과학기술을 중심으로 미래를 고민하여 지역과학기술혁신시스템의 자립화와 고도화 방향을 스스로 정립하는 계기가 되길 바란다. 지방자치 시대가 다가오는 이때, 과학기술로 지역의 「기억된」 미래를 설계할 적기이다.



3) 과학기술정책연구원(2007) 「국민의 삶의 질」에 관한 설문조사.

BU SAN AI



S&T Trend

인공지능과 부산의 미래

연세대학교 전기전자공학과 교수 홍 대 식

미래의 트렌드와 부산의 유망산업

산업연구원 산업경쟁력연구본부 본부장 정 은 미

S&T Policy

공공R&D의 반성,
사회문제 해결형 R&D에 눈뜨다

한국화학연구원 대외협력본부 본부장 고 영 주

국가경쟁력의 마지막 이정표 : 기술 표준

성균관대학교 기술경영전문대학원 교수 최 갑 홍

인공지능과 부산의 미래

첨단 ICT와 인공지능 기술의 발전 및 융합에 따른 부산의 도전



홍 대 식
연세대학교 전기전자공학과 교수

미래 부산의 새로운 도전 과제

부산은 대한민국 제2의 도시이자 최대의 항구도시로서 20세기 한국의 산업 발전을 이끄는 데 큰 역할을 수행해 왔다. 지금 부산은 새로운 도전에 직면해 있다. 변화된 기술적, 경제적 패러다임 하에서 지역의 혁신 역량을 키우며 미래 발전 아이디어의 창출에 구체적으로 대응해야 할 과제를 맡게 되었다. 앞으로 다가올 사회의 산업적, 기술적, 경제적 이슈와 대응 방안을 다루려면 먼저 이미 익숙해져 있는 기존의 사회적, 기술적 관행이나 편견들을 검토해 보는 것은 물론이고, 예측되는 여러 가지 이슈들을 균형 있고 차별하게 살펴볼 필요가 있다.

이 글은 최근 많은 관심을 받고 있는 인공지능(AI, artificial intelligence) 기술에 대한 여러 상이한 관점들을 간략히 소개하면서 인공지능의 기술적 궤적이 어떠했는지, 인공지능이 갖는 산업적 가능성은 무엇인지에 관해 제시하고자 한다. 인공지능은 우리 사회의 모든 문제를 해결할 만능통치약도 아니고 인류의 미래를 암울하게 만들 괴물도 아니다. 하지만 부산의 미래, 우리나라의 미래와 연결된 유망한 산업 발전의 중요한 요소인 것은 분명하며 그런 차원에서 향후 지속적인 연구와 개발, 관련 논의들이 이루어져야 할 것이다.

인공지능을 바라보는 여러 시각

미국의 컨설팅 회사인 액센츄어(Accenture)는 인공지능이 근본적 산업혁신에 미칠 영향이 매우 클 것이라고 예측한다. 예를 들어

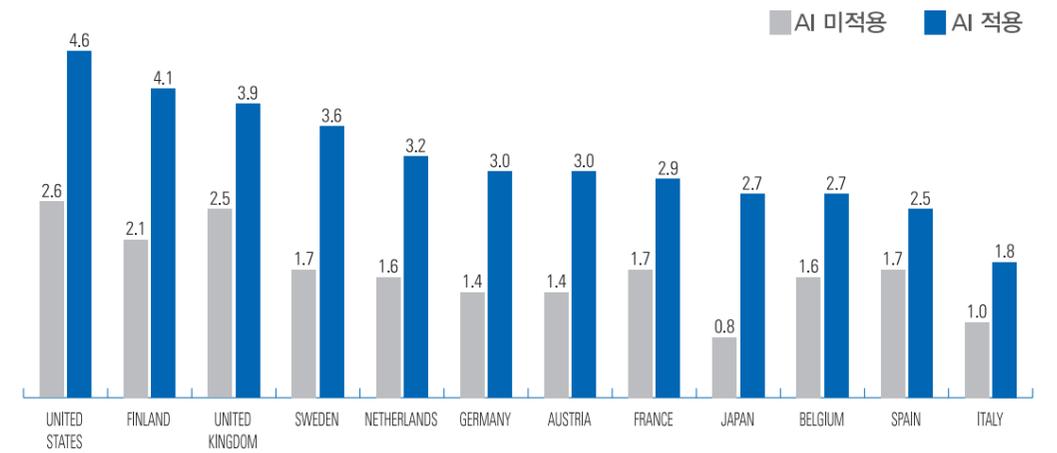


인공지능을 사용하지 않았을 때와 비교해 볼 때, 인공지능을 사용할 경우 2035년까지 경제성장률이 적게는 0.8%에서 많게는 2%까지 향상될 것이고, 노동생산성은 최대 40%까지 증가할 것이라는 예측이다. 실제로 많은 연구에서 인공지능의 데이터 수집 및 처리, 분석 능력으로 인해 다방면에서 뛰어난 성과가 나타나고 인간 생활의 여러 측면에서 편의성이 증대될 것이라고 나타난다. 보다 낙관적인 견해로는 인공지능이 인간을 고된 노동으로부터 해방시키고 인간의 수명 증가가 급격히 이루어질 것이라는 기대도 있다.

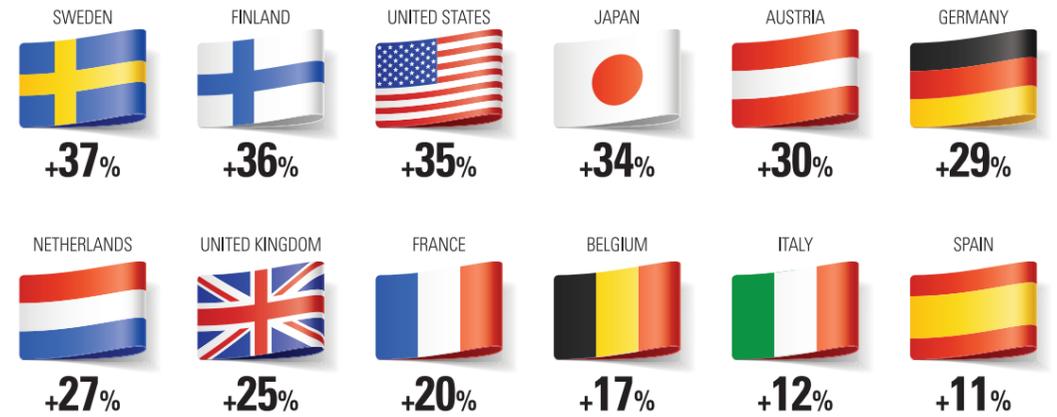
하지만 이에 못지않게 걱정하는 시선도 적지 않다. 2016년 다보스 포럼에 따르면, 2020년까지 총 200만 개의 새 일자리가 창출될 것이지만 사라지는 일자리가 더 많을 것이라고 한다. 일례로 폭스바겐에서는 작업자가 한 명도 없는 완전 무인화

된 자체 조립 공장을 운영하고 있다. 이러한 흐름 때문에 일각에서는 21세기판 러다이트 운동, 즉 일자리를 빼앗는 원흉으로 여겨진 기계를 파괴하는 데 앞장섰던 19세기 초의 사회운동이 또다시 일어날지 모른다는 경고가 나올 정도다. 다른 한편으로는 산업사회에서 지식기반 혹은 정보사회로 이동하는 과정에서 육체노동과 지식노동의 간극이 커지고, 그에 따른 양극화 현상이 심화할 것이라는 우려가 있다. 심각하게는 기계에 의한 인간의 지배 가능성까지 점쳐지기도 한다.

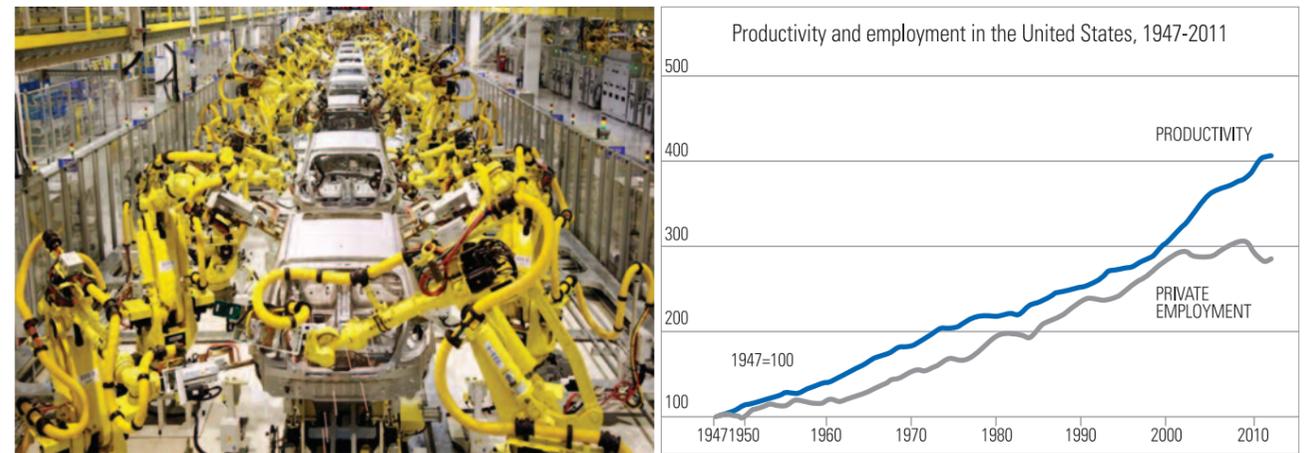
이러한 우려에 대해 구글 답마인드의 CEO 하사비스(Demis Hassabis)는 “인간을 대체할 수 있는 수준의 인공지능은 아직 멀었다”고 안심시키고 있다. 인공지능이 인간처럼 다양한 일을 동시에 수행하는 수준에 이르기까지는 아직 갈 길이 멀고, 어쩌면 도달할 수 없는 길일 수 있다는 것이다.



[그림 1] AI 도입 시 연간경제성장률 예측(액센츄어, 2016)



[그림 2] 인공지능을 활용한 노동 생산성 향상 예측(액센츄어, 2016)



[그림 3] 생산성과 고용창출, 미국 노동통계청

필자는 관련 전공자의 한 사람으로서 인공지능이 가져올 사회적 영향력을 진지하게 고민할 필요가 있다고 판단한다. 그러려면 먼저 인공지능이 무엇인지에 대해 알아볼 필요가 있다.

인공지능이란 무엇인가?

인공지능이란 일반적으로 인간의 지적 작업의 일부 또는 전체를 인공적으로 구현하는 컴퓨터 프로그램이다. 다시 말해서 인간의 뇌 구조를 모방하여 인간의 뇌처럼 학습하고, 환경의 변화에 적응하며, 지식을 활용하여 추론하거나, 그 일부가 동작하는 인공적인 뇌를 소프트웨어적으로 구현한 것을 의미한다. 또한, 그와 같은 지능을 만들 수 있는 방법론이나 실현 가능성 등을 연구하는 과학 분야를 지칭하기도 한다.

사실 이 방식은 생물의 진화와 학습 방식에 착상한 아이디어다. 인공지능 기술이 생물의 진화 방식을 따르게 된 동기는, 인간에게 매우 쉬운 일들을 기계에서 구현하기가 대단히 어렵다는 경험에 따른 것이었다. 예를 들어, 태어난 지 얼마 안 되는 아기들도 부모의 기분을 쉽게 알아챈다. 개와 고양이를 분간하지 못하는 경우는 거의 없다. 인간은 여러 면에서 실수하는 경우가 많지만 경험을 바탕으로 끊임없이 배운다. 반면 복잡한 계산을 수행하거나 예측하는 측면에서는 기계를 따라가기가 힘들다. 그렇다면 서로 잘하는 분야가 다르다는 것인데, 왜 기계는 인간의 뇌를 모방하여 문제를 해결하고자 할까? 인간의 뇌에는

어떤 특별한 점이 있을까?

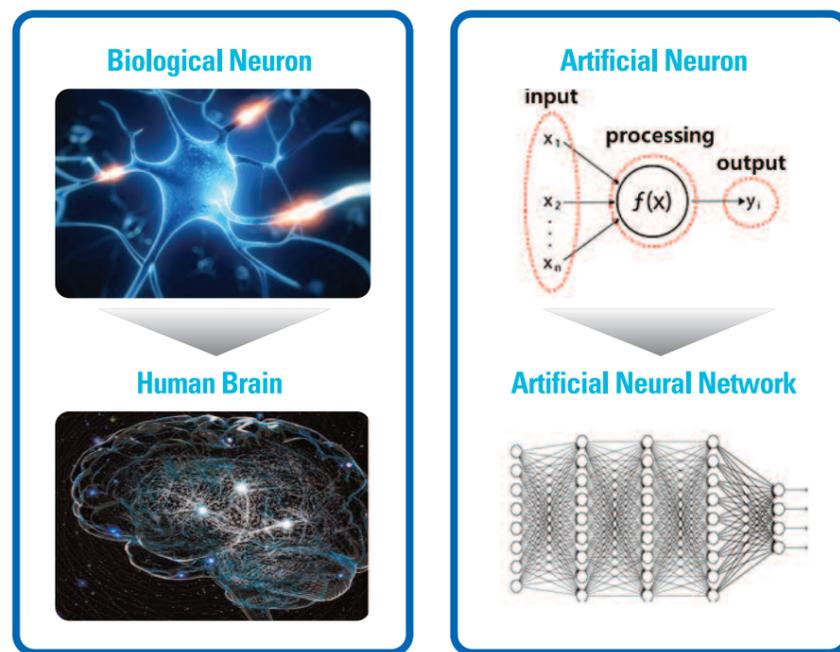
인간의 뇌는 1,000억 개의 뉴런과 이들을 연결하는 100조 개의 시냅스로 연결되어 있는 결합체로, 일종의 병렬적인 정보 처리 시스템이다. 이 모델을 컴퓨팅의 한 형태로 구현하려는 것이 인공 신경망(artificial neural network)이다. 이것은 인간의 뇌처럼 외부 입력에 반응하여 동적으로 정보를 처리하고, 그 처리 요소들이 고도로 상호 연결된 컴퓨터 시스템이라고 할 수 있다.

인공지능의 발전

인공지능이란 용어는 1956년 여름 미국의 다트머스 칼리지에서 존 메카시가 주최하고 클로드 새너, 마빈 민스키 등 10명의 과학자가 참여한 콘퍼런스에서 처음 논의되고

사용되기 시작했다. 이렇듯 인공지능은 최근에 새롭게 개발된 기술이 아닌데도 불구하고 왜 최근이야 열풍을 일으키고 있는 걸까?

첫 번째 이유는 빅 데이터를 활용할 수 있게 되었기 때문이다. 인공지능이 어떤 의미 있는 임무를 수행할 수 있으려면 엄청난 양의 데이터를 학습할 수 있어야 한다. 그런데 최근 우리는 페이스북·유튜브·트위터 등의 소셜 네트워크 서비스를 통해 엄청난 양의 빅 데이터를 수집할 수 있게 되었다. 두 번째는 이러한 엄청난 양의 데이터 및 정보가 교환될 수 있는 유무선 통신 인프라 및 플랫폼의 역할이 가능해졌기 때문이다. 우리는 인터넷에 접속해서 정보를 얻고 공유하고 전 세계의 다양한 사람과 소통할 수 있다. 만약 전 세계



[그림 4] 인간의 뇌와 인공 신경망



[그림 5] 현재의 시를 가능하게 한 원동력

곳곳에 보급된 통신 네트워크 인프라가 없었더라면 인공지능의 학습에 필요한 엄청난 양의 데이터를 생산해내지 못했을 것이다. 2014년 글로벌 아이피(IP, internet protocol) 트래픽은 월평균 59.9엑사바이트(EB, 10¹⁸바이트)에 달했고 매년 23%가량 성장할 것으로 전망했다. 특히 2020년에 사용 표준이 완성되는 5세대 이동 통신과 사물 인터넷이 실용화되면 그 영향력이 더 커질 것이다. 세 번째 이유는 그래픽 처리 장치(GPU, graphics processing unit)가 개발되었기 때문이다. 일반 컴퓨터에는 대개 범용 중앙처리장치(CPU, central processing unit)가 탑재되어 있다. GPU는 CPU와 달리 그래픽

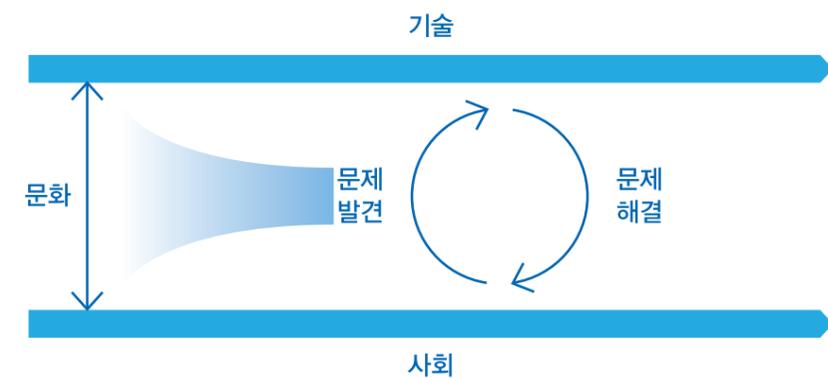
영상처리라는 특수 목적을 겨냥하여 설계되었으며, 병렬 처리를 효율적으로 수행할 수 있도록 수천 개의 코어를 장착하고 있다. 요약하면, 그동안 오랫동안 연구되어왔던 인공지능이 최근 진행된 다른 정보통신기술의 획기적인 발전들과 결합하면서 새롭게 재조명되고 있는 것이다.

하지만 이렇게 진전된 인공지능 기술조차도 여전히 특정한 분야에만 적용 가능하며 이 경우에도 슈퍼컴퓨터를 활용하기 위해 엄청난 전력을 사용해야 한다. 이런 측면에서 보면, 인공지능이 과거에 기대하지 못한 뛰어난 성과를 보이고 있는 것은

사실이지만 다양한 일을 동시에 수행하는, 소위 범용적 지능으로의 발전은 아직 요원한 상황이다

인공지능의 미래와 공학

아마도 이 글을 읽는 독자들은 인공지능의 미래에 대해 어떻게 판단해야 할지 여전히 혼란스러울지도 모른다. 아직 가지 않은 미래의 일을 특정 분야의 관점에서 재단하기보다는 개방되어 있는, 그래서 함께 설계하고 디자인해야 할 영역으로 바라볼 것을 제안하고자 한다. 신기술에 대한 막연한 두려움이나 핑크빛 낙관론 모두를



[그림 6] 기술과 사회의 관계

경계하려면 무엇보다 인공지능과 같은 신기술에 대한 공학 연구가 실제로 어떻게 이루어지는지에 대한 이해가 선행될 필요가 있다고 본다.

기술은 어떻게 발전하는 것일까? 보통 연구와 기술개발이라고 하면 기호와 수식, 실험을 떠올리지만, 이런 일들이 무균실과 같은 특별한 환경에서 수행되는 것은 아니다. 먼저 사회의 문제나 요구를 발견하고, 이를 해결하기 위한 세계적인 연구 동향을 파악해야 한다. 그리고 우리나라 정부와 기업의 수요에 적합한지도 따져야 하며, 연구비 확보가 가능한지, 연구를 통해 질 높은 수준의 논문을 생산할 수 있는지, 함께 연구할 팀의 구성과 연구 능력은 적절 한지 등 수많은 요소를 고려해야 한다. 연구 과정에서 윤리적 지침이 손상되지 않도록

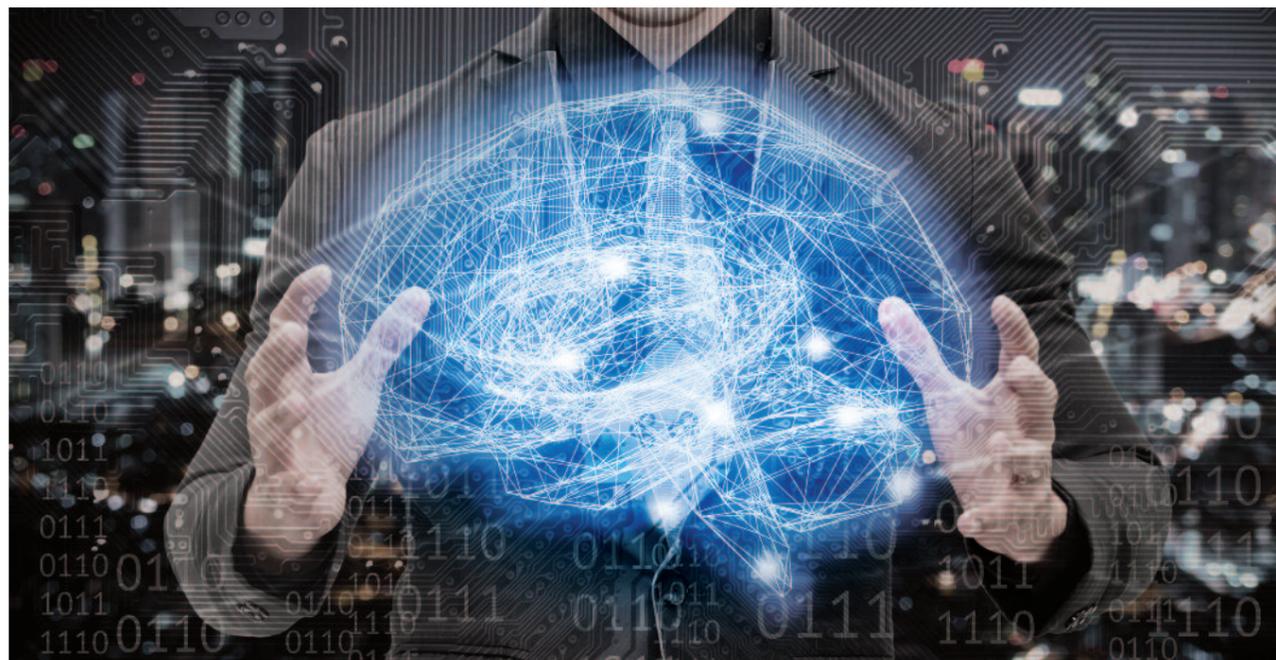
신경 쓰는 것은 물론이고 궁극적으로는 연구의 결과물들이 내가 사는 사회에 좋은 영향을 미치기를 또한 바란다. 이것이 공학에서 이루어지는 연구의 실제 과정이다.

그렇다면 이렇게 개발된 기술들은 어떻게 가치를 담아낼까? 당신 앞에 휴대폰이 있다고 가정하자. 엔지니어들에게 이것은 컴퓨터로 보이지만, 사회학자에게는 소통과 연결의 도구로 보이기도 한다. 누구 말이 맞을까? 우리 모두가 이미 알고 있듯이, 이것은 맞고 틀리고의 문제가 아니다. 그 모든 판단과 상상이 우리가 사용하고 있는 휴대폰이라는 기술과 제품을 구성하고 있다. 엔지니어들에게 휴대폰이 컴퓨터로 보인다고 해서 소통과 연결의 도구라는 또 다른 상상과 가치가 사라지는 것은 아니다. 그것은 기호와 규칙을 지닌 알고리즘, 물질적

실체인 회로와 기기를 통해 구현되고 있다. 만약 사용자가 추구하는 가치들이 휴대폰이라는 기술 안에서 상충하거나 제대로 조화되지 않는다면, 엔지니어들은 그것을 구현할 최적의 솔루션을 찾기 위해 노력할 것이다. 공학이 갖는 전문성은 바로 이런 점에 있다. 공학은 우리가 살고 있는 다양한 사회 요소들이 미치는 영향에 주목하며 우리가 추구하는 가치를 어떻게 구체적으로 구현할 것인가에 관심을 가지고 실제로 가시화하는 데 힘을 쏟는다. 이런 관점에서 보면 기술도 우리가 사는 사회처럼 완벽하지 않지만 시행착오를 거치며 더 나은 방향을 향해 발전해왔으며, 그 방향을 멈출 정도의 상당한 위협을 걱정하기에는 아직 이르지 않은가 하고 전망해본다.



[그림 7] 추구하는 가치에 따른 휴대폰의 모습



인공지능이 만들 세상, 우리가 만들 인공지능

얼마 전 미국 UCLA의 데니스 흥 교수는 언론과의 인터뷰¹⁾에서 인공지능과 로봇이 모든 문제를 해결할 마법 상자는 아니라고 말했다. 나는 이 말에 동의한다. 그런데 사실 이 기사에서 내 관심을 끈 것은 다른 내용이었다. 그는 “4차 산업혁명이요? 실리콘밸리에선 모르는 용어다”라고 하면서 최근 한국에서 일어나는 4차 산업혁명 열풍이 잘 이해되지 않는다고 말했다는 것이다.

연구와 교육 현장에 있는 나로서도 이런 열풍과 관심이 새삼스러울 때가 있다. 왜 그럴까? 여기에는 한국 산업 발전의 역사가 지니고 있는 독특한 특성이 관련된 것으로 보인다. 급속한 산업화와 추격형 기술

개발의 역사를 지닌 우리나라는 늘 쫓기듯 기술을 개발하고 연구를 진행해왔다. 국가 발전과 기업 성장을 목표로 다른 것들은 살펴볼 겨를도 없이 바쁜 것을 미덕으로 삼아왔다. 그런데 어느 정도 산업 시스템이 구축되고 경제 성장을 이룬 뒤에도 그 습관은 여전히 영향을 미치고 있다. 주요 이슈들의 도출과 대응이 빠르다는 장점이 있지만, 본질적이고 체계적으로 접근하기 어렵다는 문제가 있다.

인공지능 열풍과 관련해서도 비슷한 일이 발생하고 있는 것처럼 보인다. 지금까지 살펴본 것처럼 기대든 걱정이든 인공지능이 만들 세상에 대해서는 많은 이야기가 있지만, 아이러니하게도 막상 우리가 만들 인공지능 기술과 그것의 영향에 대해서는 덜 고민하고 있다는 생각이 든다. 인공지능

기술이 앞으로 사회에 미칠 영향이 적지 않기 때문에 그것을 어떻게 잘 개발하고 활용할 것인지, 인공지능 기술로 야기될 여러 가지 사회적·경제적·문화적 이슈에 어떻게 대응할 것인지를 준비해야 한다. 그러기 위해서는 공학뿐 아니라 관련된 전공 분야, 인문사회 분야와의 개방된 토론과 연구의 플랫폼을 조성해야 할 것이다.

인공지능을 포함한 ICT 기술 발전과 부산

부산은 자체적으로 미래 사회의 이슈들, 생활안전, 경제사회, 재난 안전 분야의 주요 이슈에 대응하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 또한, 부산시의 전략산업 들인 해양, 융합부품소재, 창조문화, 바이오

1) 한국일보, 2017년 1월 2일

헬스, 지식인프라 서비스 등을 고도화하기 위해 융합 및 신기술 개발 및 제도 혁신, 지역 혁신체제 구축 등 새로운 도전과 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 인공지능 및 ICT 기술을 기존의 기술 시스템과 결합하고 새로운 산업적, 시장적 가능성을 모색하며 확대하는 일이 더욱 주목받게 될 것이다.

부산항은 2015년 기준 컨테이너 화물 처리 부문에서 1,950만여 티이유^{TEU, twenty-foot equivalent unit}를 처리했고, 전국 총 컨테이너 물동량의 75.8%를 차지했다²⁾. 따라서 우리나라의 강점인 ICT 기술 및 유무선 통신 인프라 그리고 더 나아가 인공지능 기술이 부산항의 물류 시스템과 융합되면 우리

나라 물류 산업에 큰 부가가치를 제공할 것이다. 이미 부산항에는 화물 운송과 항만 물류처리 정보를 실시간으로 제공하는 실시간 통합모니터링 시스템이 구축되어 서비스가 제공되고 있다. 이러한 기본적인 인프라 시스템에 고도화된 ICT 통신 기술 및 인공지능을 활용한 제어, 판단 기술이 접목되면 더 높은 수준의 정보를 제공할 것으로 기대된다.

그뿐만 아니라, 부산에는 우리나라의 대표적인 관광 명소인 해운대, 광안리 해수욕장 및 한국 최대의 수산물 시장인 자갈치 시장이 있고, 아시아 최대 규모의 영화제인 부산국제영화제가 매년 개최된다. 여름마다 수많은 관광객이 몰리는 해운대나

광안리 해수욕장 등 인파가 몰리는 부산의 명소에 첨단 ICT 기술과 고도화된 인공지능 기술 융합이 이루어지면, 관광객들의 편리성 향상뿐만 아니라 새로운 볼거리를 제공하여 더 많은 관광객을 유치할 수 있는 원동력이 될 수 있다.

인공지능의 발전과정에서 살펴보았듯이, 지금의 새로운 기술발전은 특정한 영역의 성과가 아닌 다양한 기술 부문들과의 융합, 지역 및 사회적 수요에 대한 대응, 제기되는 문제점 및 이슈에 대한 학제적 접근 등을 필요로 한다. 다양한 산업과 문화, 인프라가 풍성하게 존재하는 부산에서 새로운 도전과 실험이 성공적으로 이루어지기를 기대한다.



[그림 8] 스마트 항구 예시

2) 부산항만공사, 2015년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계

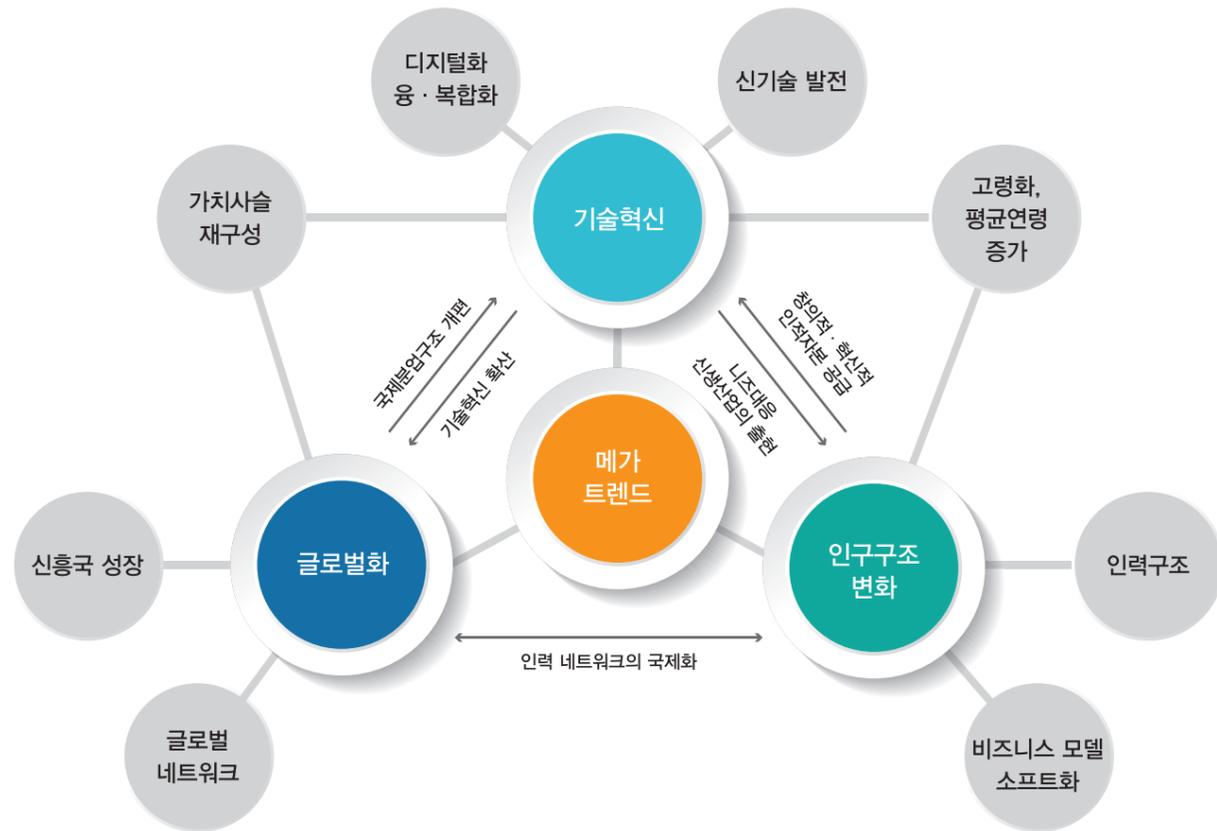
미래의 트렌드와 부산의 유망산업

메가트렌드 변화의 성공적 대응과 부산의 미래 발전 비전



글_정은미
산업연구원 산업경쟁력연구본부 본부장





[그림 1] 주요 메가트렌드와 산업여건의 변화

미래의 메가트렌드, 불확실성의 증가

미래의 사회가 어떻게 변할지 예측하고 준비하기 위한 목적으로 작성된 '유엔미래보고서 2050'에서는 지식의 창조와 사용의 관점에서 볼 때 세계화, 인구통계학적 변화, 기술의 가속화를 3대 미래의 메가트렌드로 종합하고 있다. 세계화는 국제적으로 연결성이 더욱 높아지고 다극 체제로 전환되면서 경제적 확산되며, 국제금융, 무역, 개발, 기후변화 등에서의 새로운 균형과 아울러 혁신의 방식이 달라진다. 도시화율의 증가와 고령화, 가족과 사회규범의 변화로 대표되는 인구통계학적 변화는 라이프스타일, 교육, 연구시스템을 바꾸게 된다. 다양하고 급속하게 변화하는 기술혁신은 파괴적인 잠재력이 있으며, 인공지능, 빅 데이터, 사물인터넷 등으로 대표되는 혁신 기술에 의해 산업경제뿐만 아니라 인류의 사고방식과 생활방식까지 변화시킬 것으로 보고 있다.

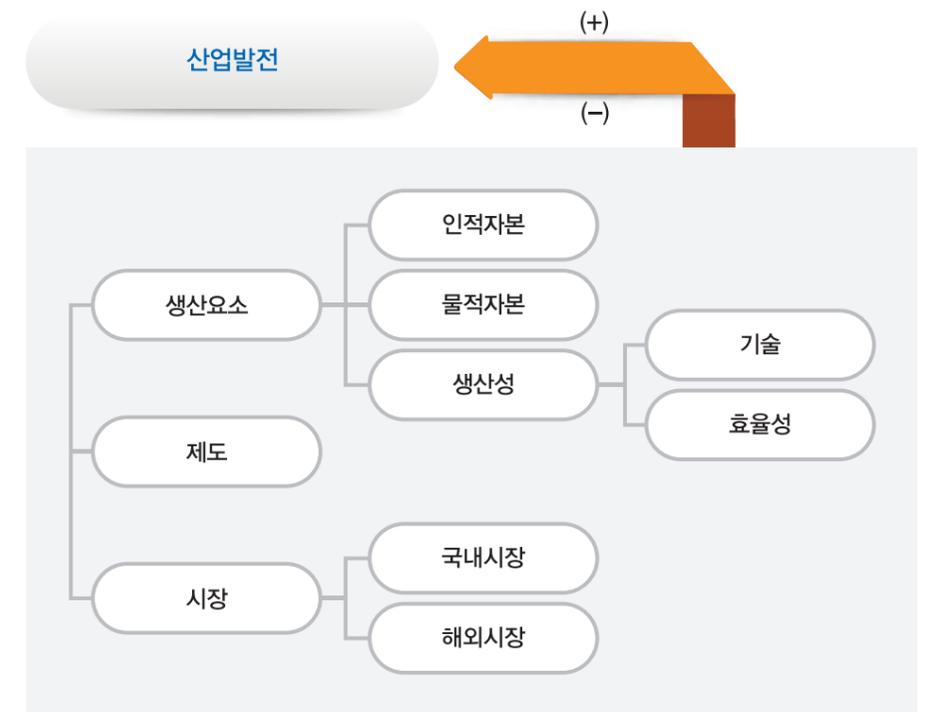
이에 따라 뉴 노멀(New Normal)로 대표되는 저성장시대로 진입하면서 4차 산업혁명은 산업경제뿐만 아니라 교육, 문화, 정치에서도 주요 화두가 되고 있다. 그동안의 산업혁명이 기술적 발전 이후 장기간 이루어진 사회경제적 변화에 의해 정의되었다면, 4차 산업혁명은 사전적으로 제시되고 있다는 점에서 진행형이다. 이에 따라 우리는 미래의 메가트렌드에 대한 방향과 지향점을 예상하지만 속도와 범위, 그리고 변화과정에 대해서는 불확실성이 높다.

미래 트렌드가 산업발전에 전달되는 경로

기술혁신의 가속화, 글로벌화의 진전, 인구구조 변화로 집약되는 메가트렌드의 변화는 크게 생산요소와 시장, 제도를 통해 산업발전의 경로에 영향을 미친다. 본원적 생산요소로는 노동과 자본을 들 수 있으며, 제도는 생산요소 시장과 제품 및 서비스의 구조, 시장의 각종 인센티브 구조와 작동메커니즘에 작동한다. 시장은 메가트렌드가 가장 강력하게 작동하는 전달경로인데, 국내시장과 해외시장, 각 시장에서의 수요패턴의 변화가 있다.

메가트렌드의 변화는 공급 측면에서 노동과 자본, 생산성 등 3대 성장 원천에 영향을 미친다. 메가트렌드의 변화로 새로운 경영환경 아래에서 기업들이 기존의 노동력의 지적능력을 높이기 위한 교육훈련 투자를 확대할 경우, 이제 이 기업이 보유한 노동 인력은 노동력의 투입시간만을 의미하지 않게 된다. 이들의 지적능력과 창의성은 투입된 노동시간과는 무관한 생산성 효과로 이어질 수 있게 된다. 또한, 새로운 환경에서 기술혁신을 반영하여 정보통신기술 투자를 확대할 경우 기존의 설비는 더는 과거의 자본이 아니다. 새로 설치한 소프트웨어의 역량과 성능에 따라 이전과는 비교할 수 없는 새로운 형태의 설비가 되는 것은 물론 자본 효율성 역시 이전의 설비와는 비교할 수 없는 수준에 이를 수 있다. 한편, 메가트렌드의 변화는 궁극적으로 생산성의 변화를 가져오는데, 이러한 생산성의 변화는 개별 기업이 보유한 기업 특유의 기술 수준 또는 산업 전반의 공통적인 기술 수준과, 주어진 생산요소와 기술을 활용하여 최대의 성과를 추구하는 효율성에 의해 좌우된다.

〈Mega Trend〉



[그림 2] 메가트렌드의 산업에 대한 전달경로

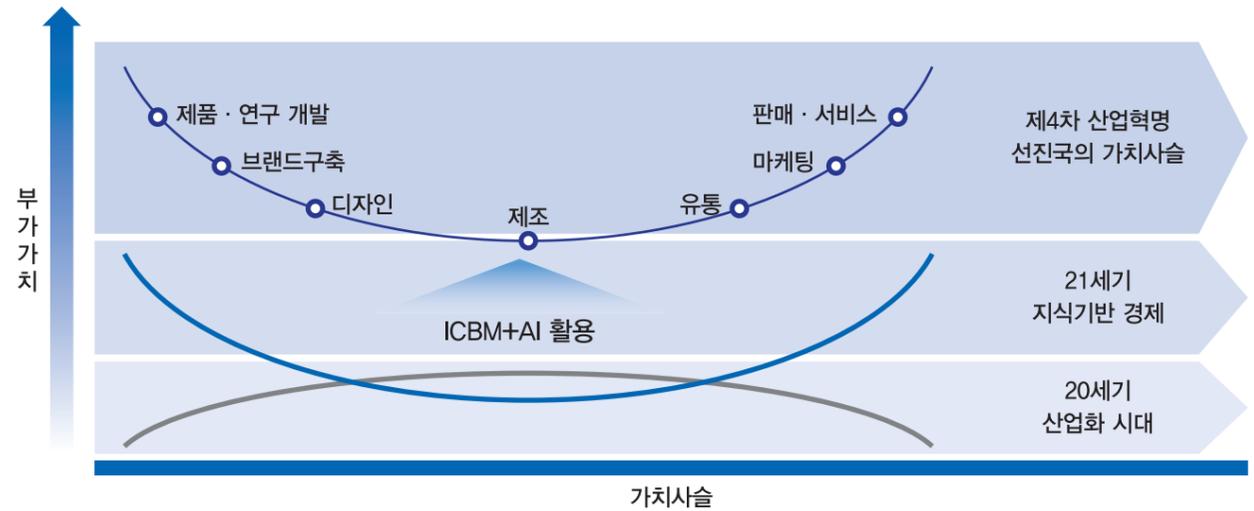
메가트렌드는 노동과 자본 등 생산요소의 공급체계와 관련된 각종 제도의 변화를 통해 산업구조와 미래 발전경로에 영향을 미친다. 즉, 금융기관의 자본조달시스템, 인적자본 확충을 위한 교육훈련 기관, 생산성, 좀 더 구체적으로는 생산성의 구성요소인 기술 획득과 효율성 제고와 관련된 각종 제도, 예컨대 기술혁신시스템과 기업 거버넌스, 기업경영시스템 등이다.

메가트렌드의 변화는 시장의 수요패턴 변화 및 국내외 시장을 통한 산업구조와 미래 발전경로에 영향을 미친다. 인구구조의 변화는 시장에서 특정 제품에 대한 특정 소비자 집단의 수요규모와 패턴을 변화시키거나, 특정 소비자 집단의 소득탄력성을 변화시켜 제품수요에 변화를 초래한다. 따라서 특정 산업이 인구구조의 변화로 인해 어떤 제품에서 어떤 소비자 집단이 어떤 소비패턴을 보이는지를 밝혀내는 것은 전략적 관점에서 매우 중요하다. 특히, 우리나라처럼 국내산업의 해외 의존도가 높은 경우 해외시장의 구성, 특정 해외시장에서의 수요패턴 변화, 글로벌 시장에서의 경쟁국 등장, 대체품과 보완제품의 등장과 같은 구조적 변화는 향후 산업발전 경로와 전략선택에 결정적인 영향을 미치기 때문이다.



기술혁신의 가속화와 4차 산업혁명

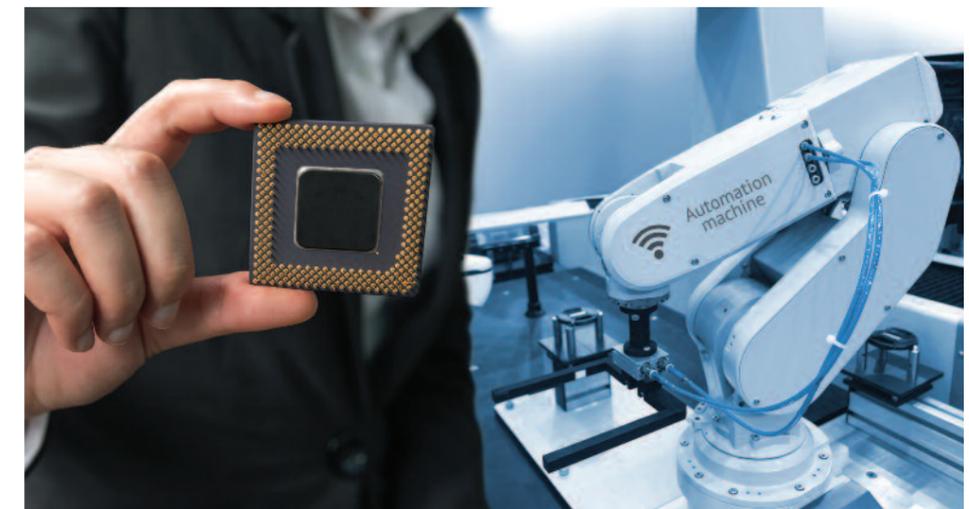
향후 국내외 시장의 새로운 균형은 경제주체의 선택에 따라 달라질 수 있다. 특히 기술혁신의 가속화는 이미 4차 산업혁명으로 예상되듯이 미래 산업발전의 방향과 경로에 새로운 패러다임을 만들어가고 있다. 기술혁신의 가속화와 광범위한 확산은 서로 시너지 효과를 주며 새로운 생산방식과 산업 구조를 창출할 것으로 예상된다. 더 나아가 기술혁신의 가속화와 확산은 특정 국가 또는 기업이 이미 보유하고 있는 우위를 바탕으로 기존 산업의 틀을 타파하면서 산업발전과 기술 간의 상호작용 프레임워크를 변화시킬 수 있다. 여기에 글로벌 경쟁압력은 전략적 선택과 그 변화를 촉진하게 될 것이다. 그리고 이러한 변화의 기저에는 새로운 생산시스템을 형성하는 필요자본 구성의 변화, 시장에서의 소비패턴의 변화, 그리고 관련 제도적 여건들이 부단한 상호작용을 한다. 이는 신기술융합형 신생



[그림 3] 4차 산업혁명을 통한 가치사슬상의 상향이동¹⁾

산업, 정보가전, 의료·보건 등의 성장산업을 출현시키는 한편, 소재부품 등 성숙 산업의 기능개선과 새로운 기능 수요 등을 통해 산업혁명을 가속할 것으로 전망된다. 따라서 기술변화에 대한 적극적이고 효과적인 대응에는 인력구성 및 노동의 질, 설비투자의 질적 수준 제고, 기술·정보·지식 기반의 새로운 생산시스템에 부합하는 사회 인프라의 업그레이드가 필요하며, 이는 기존 산업의 고도화뿐만 아니라 차세대의 성장동력 창출 과정에서도 필수요소가 된다.

4차 산업혁명은 단순한 공장자동화 혹은 업무 효율화 이상의 의미를 지니며, 기업 가치사슬 전반에서 비용절감 또는 새로운 가치창출 과정으로 이해되어야 한다. 또한, 4차 산업혁명의 기술발전, 그에 따른 생산 혁명과 소비시장의 변화는 선진국과 후발국 사이의 국제분업 유인을 약화시킬 가능성을 제기하고 있다



1) 자료 : 장석인, 4차산업혁명시대, 한국 제조업의 발전전략과 과제, 산업연구원 세미나 발표자료, 2017. 4.



글로벌화와 국제경쟁의 새로운 균형

글로벌화의 진전은 세계시장을 하나로 통합하여 경영자원을 최적 배치하는 것을 의미하며, 국경으로 분리된 시장들이 점진적으로 통합되어 가는 과정이다. 이러한 글로벌화는 선진국과 후진국 간 수급 관계, 인력 계층 간 활동영역 및 수요관계에서 비대칭적 구조를 더욱 심화시킬 것으로 전망하고 있다.

글로벌화는 기술인력 및 관리자급의 전문인력 수요를 크게 증가시킬 것이며, 기술이전 촉진과 기술유출 우려라는 양면성을 지니게 될 것이다. 글로벌화에 따른 자본의 변화는 대형화, 소요소본 조달방식의 변화, 신형시장 진출 확산으로 대표된다. 생산성에 미치는 비교우위 제품 특화생산, 해외에서의 기술이전 기회 확대, 독점과 같은 비효율성 시장형태 개선 등을 통해 나타날 것이다. 글로벌화 수준이 강할수록 무형자산의 가치도 커질 것이므로 미래의 경쟁력 있는 경영 활동은 자원집약에서 지식집약으로 이동할 것이다.

또한, 글로벌화는 고급인력이 인력이동의 주류를 형성할 것이며, 서비스 산업의 성장과 더불어 제조업과 서비스 분야가 융합되는 비즈니스 모델이 확산될 것으로 보인다. 글로벌화가 동인으로 작용하면서 혁신적 신산업의 등장도 주목된다. 시장여건에서는 중국의 등장과 세계적 경쟁 심화, 다양한 비즈니스 모델의 등장, 산업 구조조정 촉진, 글로벌 브랜드의 영향력 증대, 보유자원의 최적 배분 추구가 강화될 전망이다.

고령화와 인구구조의 변화

전 세계적으로 확산되는 고령화와 인구구조변화는 기존 경제 시스템을 변화시키고 이에 대해 어떻게 대응해야 하는지에 대한 과제를 던지고 있다. 인구구조 변화는 경제·사회 시스템의 근간을 이루고 있어 사회, 정치, 기술, 경제, 환경, 문화 등 다방면에 걸쳐 영향을 미치는데, 우리나라는 특히 급속하게 고령사회로 전환되고 있어 이에 대한 준비와 대응의 필요성이 여러 분야에서 제기되고 있다.

우선 생산요소 면에서 고령화와 저출산은 생산 가능 인력과 저축률을 감소시켜 투자 여력을 낮추고 있다. 저출산 고령화의 진전으로 '인구증가' 패러다임에서 '인구감소'의 패러다임으로 전환되면서 복지, 고용 등 많은 사회제도의 변화가 요구되어 이에 부응한 산업의 발전이 예상된다. 고령층의 증가로 인하여 소비패턴에 변화가 초래되고, 해외시장 역시 글로벌 노동 수급 구조와 소비의 변화가 예상된다. 국가 간 고령화 속도의 차이와 수요패턴의 변화로 인해 장기적으로 시장구조와 산업 입지 등 글로벌 경제에서의 각국의 비교우위도 적지 않은 영향을 받을 것으로 예상된다. 수요 측면에서는 안전, 환경, 삶의 질, 문화 등에 대한 요구가 높아지면서 관련 산업이 커지게 될 것이다.



부산의 발전비전과 유망산업

부산은 '2030 발전비전'을 통해 주요 메가트렌드에 대해 분석하고 도시로서 부산의 역할을 설정하며, 2018년까지 해양, 융합부품소재, 창조문화, 바이오헬스, 지식인프라 등 5대 전략산업, 18대 유망 분야를 도출하여 육성하는 마스터플랜을 발표한 바 있다. 대체로 메가트렌드와 부산의 산업구조 및 경쟁력을 고려하여 전략산업과 유망분야가 도출되었다고 볼 수 있다.

그러나 과거와는 달리 기하급수적으로 빨라지는 기술변화에 의해 4차 산업혁명의 도래가 예상보다 빠르게 진행될지도 모른다는 예상과 함께, 미래 유망산업에 대한 요구가 '제조'보다는 '삶의 질', '인간'에 대해 더욱 집중하고 있다는 점을 고려해야 한다. 부산의 5대 전략산업과 유망분야에도 연결성, 사이버물리시스템(CPS, cyber-physical system)의 발전을 반영하는 전략이 수립되어야 한다. 완성된 수준의 인공지능의 적용은 중장기로 진행된다 하더라도 빅데이터, IoT, 클라우드 컴퓨팅은 이미 다양한 형태로 활용되고 있기 때문이다.

아울러 부산의 유망분야가 각각 비전과 발전전략을 추진하는 것이 아니라 메가트렌드의 변화를 반영하여 새로운 제품과 서비스를 도출하여야 하며, 이를 실현하기 위한 기반도 고려되어야 한다.

<표 1> 부산의 5대 전략산업('14 ~ '18)

5대 전략산업	18대 유망분야
해양산업	해양플랜트, 그린선박, 해양수산물
융합부품소재산업	기계, 자동차, 항공, 친환경에너지, 신발섬유
창조문화산업	영상콘텐츠, ICT, 디자인패션
바이오헬스산업	항노화, 고령친화기기, 의료서비스, 방사선의과학
지식인프라서비스산업	관광 MICE, 금융, 물류

자료 : 부산시(2014), 민선 6기 신전략산업마스터플랜(2016-2018)

예를 들면 자동차산업이 지능형 자동차, 친환경 자동차로 발전할 때 이에 대응하는 융합부품소재가 도출되어야 하며, 영상콘텐츠, 디자인패션의 발전을 위해 증강현실AR, augmented reality 과 가상현실VR, virtual reality 을 어떻게 결합할 것인가가 고려되어야 한다. 고령화에 따른 실버관광, 노동시간의 단축에 따른 관광형태의 변화에 대응해야 하며, 부산이 가진 도시의 매력과 신기술의 활용을 통한 새로운 관광상품이 제시되어야 한다. 특히 기술변화와 글로벌화는 금융, 물류, 의료 등 서비스부문에서 비즈니스 모델의 변화를 통해 주요 경제주체 및 경쟁방식이 크게 변화하고 있어 수시로 롤링 플랜의 검토가 필요하다.

메가트렌드에 성공적으로 대응하는 경우 부산의 미래산업은 지속성장 기반을 구축하고 새로운 성장 모멘텀을 강화할 수 있을 것이다. 그러나 지속적인 발전 시나리오를 현실화시키기 위한 전략을 도출하고 선택하는 과정에서는 필요한 인적자본의 적기 공급이 이루어져야 한다. 그리고 글로벌화 및 산업구조 변화에 대응하여 상시적인 산업 및 기업의 구조조정이 이루어져야 하며, 유망분야에 대한 투자가 활성화될 수 있는 여건이 조성되어야 한다.



공공 R&D의 반성, 사회문제 해결형 R&D에 눈뜨다

우리나라 사회문제 해결형 연구개발의 문제점과 대처 방안



사회문제의 확산과 원인

최근 구제역과 조류독감으로 사회가 시끄럽다. 메르스 사태도 있었다. 앞으로도 어떤 바이러스와 감염 질병이 인간과 동물을 괴롭힐지 알 수 없는 상황이다. 경주를 포함한 한반도 여러 지역의 지진은 그 크기와 범위가 확대되며 국민적 불안을 가중하고 있다. 또한, 지진 지역 인근의 원자력발전소에 대한 근심과 함께 태풍으로 인한 해일 피해까지 겹쳐 재난재해의 불안을 키우고 있다. 가슴기 살균제로 인한 어이없는 피해는 유례가 없을 정도로 커져서 생활 속의 화학물질 안전을 의심하게 하고, 4대강의 녹조 피해도 광범위하게 퍼져서 원인과 해결책을 놓고 사회적 갈등을 일으키고 있다. 이 밖에도 미세먼지, 에너지 및 자원 고갈에 따른 위험, 저출산, 고령화, 치매, 소득 양극화 등 국가적 차원의 사회문제와 더불어 기후변화 등의 글로벌 차원의 문제도 날로 확산되고 있다.

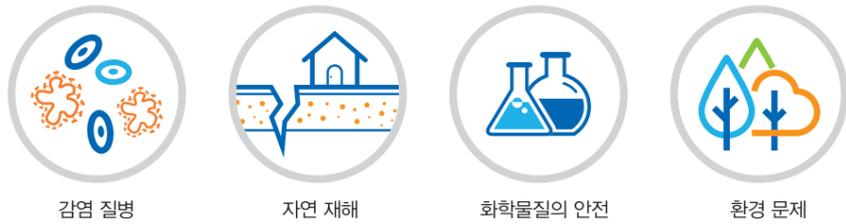


글_고영주
한국화학연구원 대외협력본부 본부장

이러한 사회문제의 원인은 다양하지만, 분명한 것은 상당 부분의 사회문제가 과학기술의 위험과 관련이 있거나 과학기술로 해결할 수 있다는 점이다. 실제로 신문 지면에서 매일 다루는 다양한 사회문제나 사회적 이슈가 되고 있는 사안 중에서 과학기술과 관련이 있는 것을 고르면 상당한 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 물론 사회문제의 원인은 다양하고 복잡하며, 잘 알 수 없는 것도 있다. 그러나 상당부분의 사회문제는 과학기술의 발전에 따른 위험이거나 과학기술을 잘 통제하지 못하는 데서 온다. 또한, 그 사회의 비과학적 정책과 제도, 사회문제를 대하는 정부 및 국민의 태도와 대응시스템은 물론, 어떤 방식의 태도와 대응방식을 택하느냐 하는 그 사회의 문화적 환경에도 원인이 있다.



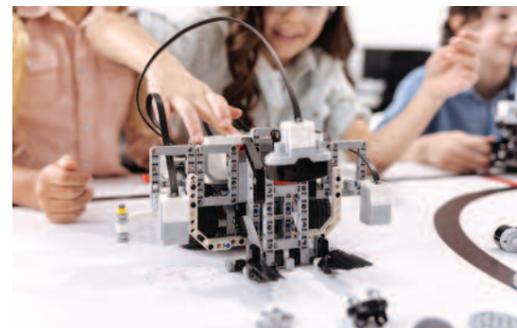
다양하게 대응하는 사회문제의 원인들



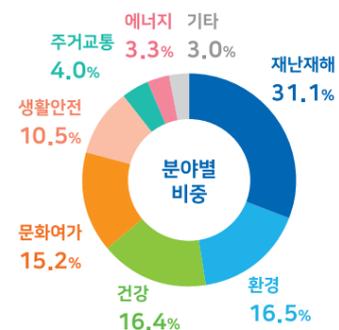
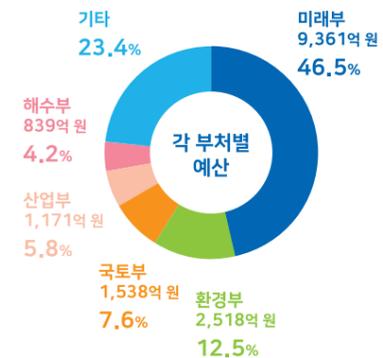
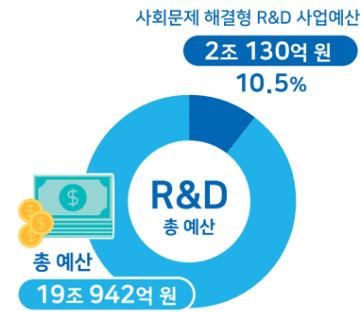
해외의 과학기술적 대응

미국, EU, 일본 등의 선진국은 많은 사회문제가 과학기술과 관련되어 있음을 인식하고 사회문제 해결형 R&D를 지속적으로 강화해왔다. 미국은 지난 2006년, 국립과학재단의 1,500만 달러 재정지원 및 카네기멜론 대학과 피츠버그대학의 협력으로 Quality of Life Technology^{QoLT}를 설립하여 삶의 질과 관련한 기술을 적극적으로 연구하고 있다. 일본은 더 이른 2001년에 사회기술 연구개발센터^{RISTEX, Research Institute of Science and Technology for Society}를 설치하여 사회문제해결에 도움이 되는 다양한 연구개발을 추진하고 있다. EU 역시 다자간 공동기술개발 프로그램인 제7차 Framework Programme('07~'13)에서 예산의 69.1%인 368억 유로를 사회문제 해결형 연구 개발에 투자하였다. 이어서 연구혁신 프로그램인 Horizon 2020('14~'20)을 추진하면서 사회적 현안 해결을 3대 우선 과제 중 하나로 설정하고 359억 유로를 투자하고 있다.

그리고 Horizon 2020에서는 책임 있는 연구와 혁신^{RRI, responsible research and innovation}의 개념을 제시하고, 혁신의 경제적 측면과 연구의 사회적 측면을 모두 포함하여 '사회와 함께하고 사회를 위한 과학'을 표방하고 있다. 과학기술을 단지 경제성장의 도구로 보는 시각에서 벗어나 더 나은 사회를 위한 도구의 역할로 확대하고 있는 것이다. RRI는 연구 및 혁신 활동의 목적과 결과가 결국 보다 좋은 사회를 만드는 데 도움이 될 것인가에 대한 자기 성찰을 하는 것을 연구자의 중요한 책무로 간주하는 특징이 있다.



또한, 연구와 혁신활동에 일반 시민을 포함한 다양한 이해당사자의 참여를 확산하고, 이해관계자의 책무도 확대하는 방식을 강조하고 있다. 영국 EPSRC^{Engineering and Physical Sciences Research Council}는 2013년에 공식적으로 RRI를 채택하여 연구과제 평가 과정에 도입하였고, 덴마크와 노르웨이는 이보다 더 빠른 2009년과 2010년에 RRI 개념을 연구개발사업 프로그램에 도입하였다.



우리나라의 사회문제해결형 연구개발 동향

우리나라는 2007년 국가과학기술위원회에서 '기술기반 삶의 질 향상 종합대책'을 세웠고, 2010년 교육과학부의 '공공복지 안전연구사업'과 지식경제부의 QoLT^{Quality of Life Technology} 기술 개발사업이 추진된 바 있다. 또한, 2013년 12월에는 국가과학기술심의회에서 '과학기술기반 사회문제해결 종합실천계획'을 수립하였다. 이 종합실천계획에서 30개 주요 사회문제를 제시하고, 이중 과학기술을 통해 해결이 가능한 15개 문제에 대해 다부처 공동사업으로 연구개발을 추진 중이다. '14년에 4개, '15년도에 11개 사업이 예산을 확보하여 추진 중이며, 총예산은 '16년에 721.9억 원 규모로 17개 부처가 참여하고 있다. 또한, 각 부처는 단독으로 사회문제 해결을 위한 다양한 연구개발을 추진하고 있다.

'16년의 사회문제 해결형 R&D 사업예산은 309개 내역사업에 2조 130억 원으로, 전체 R&D 사업예산 19조 942억 원의 10.5% 수준이다. 이 중 미래부가 9,361억 원으로 전체의 46.5%를 차지하고 있고 환경부 2,518억 원(12.5%), 국토부 1,538억 원(7.6%), 산업부 1,171억 원(5.8%), 해수부 839억 원(4.2%)의 비중으로 투자하고 있다. 분야별로는 재난재해 31.1%, 환경 16.5%, 건강 16.4%, 문화여가 15.2%, 생활안전 10.5%, 주거교통 4.0%, 에너지 3.3% 등의 비중이다. 또한, 사회문제 해결형 연구개발의 기반구축을 위해서 '13년 과학기술기본법 제16조의 6항에 과학기술을 활용한 사회문제의 해결조항을 신설하였다.

한편 미래부는 다부처 공동 사회문제 해결형 연구개발사업의 문제점을 분석하고, 과학기술을 활용한 사회문제해결 사업의 방법론을 담은 가이드라인을 '16년 11월에 만들어 배포하고 있다. 이는 문제 발굴, 기획, 운영관리, 평가, 성과 활용, 확산의 6단계로 나누어져 있다. 지자체 차원에서는 서울시가 2014년부터 도시문제 해결형 기술개발사업을 추진하고 있으며, 일부 지자체가 소수 과제 단위에서 사회문제 해결형 연구개발사업을 하고 있다. 또한, 정부는 2016년 국가전략 프로젝트를 추진하면서 정밀의료, 신약개발, 탄소 자원화, 미세먼지 분야를 삶의 질 제고 분야로 선정함으로써 사회문제 해결형 연구개발사업을 별도의 분야로 분류하여 확대하였다.

25개 정부출연연구기관은 지난 40~50년간 우리나라 주력산업에 대한 지원과 경제적인 목적의 기술개발에 치중했고, 원자력과 핵융합, 항공우주 등 국가적 차원의 대형 연구개발 사업에 몰두해왔다. 물론 정부부처의 연구개발사업을 수행하면서 일부 국가사회문제 이슈에 대한 대응 기술개발을 해왔으나 이마저도 경제적 목적이 핵심 목표였다. 2014년 6월에 단일 이사회 체제로 국가과학기술연구회가 출범하면서 출연연 간 융합연구사업을 확대하였고 이 중 사회문제 해결형 연구개발사업을 포함하여 추진하고 있다.



무엇이 문제인가?

현재의 체계는 사회문제 발굴을 위한 체계적인 수요조사가 미흡하고 사회문제의 성격과 심각한 정도, 기술적 해결 가능성 등이 제각각 상이하여 일률적인 방법론을 적용하기도 곤란하다. 사회문제가 발굴되더라도 문제 해결에 필요한 종합적인 해결방법이 쉽지가 않다. 어떤 기술을 개발하고 개발된 기술이 실제 사회문제에 어떻게 구현되어 문제를 해결할 것인지에 대한 전반적인 비전을 제시하는 데 한계가 존재한다. 기존 연구개발사업과는 분명히 다른 방식으로 접근해야 하지만 여전히 기술기획 중심으로 진행되기도 한다.

사회문제가 해결하려면 기술 이외에도 법과 제도, 정책이 연계적으로 추진되어야 하고 상용화를 위한 사회혁신기업 혹은 민간 주체와의 협력도 중요한 사항이다. 하지만 전반적으로는 기술이 개발되더라도 실제 제품 및 서비스에 적용하는데 어려움을 겪는다. 문제 해결을 위해서는



기술개발자와 실제 문제에 직면한 이해관계자가 참여하여 사업을 기획하고 추진해야 하나, 과학기술계의 전문가와 이해관계자인 시민이 함께 토론하고 결정해나가는 소통문화 자체가 거의 없어 대화 자체에도 시행착오를 겪고 있다. 또한, 부처 이기주의로 인해 부처별 기획과 추진에 익숙해져 있어, 함께 모여 사회문제해결에 대한 종합적인 청사진을 제시하고 추진하는데 걸림돌이 되고 있다.

기술개발 과정이나 개발된 기술에 대한 실증과 실제 구현에 이해관계자가 참여하는 방법이나 프로그램 등도 거의 없는 실정이다. 게다가 사회문제 해결형 연구개발사업의 특성에 부합하는 적절한 평가 기준과 체계도 부재하여, 실질적인 사회적 효과나 사회적 환경적 가치 등에 대한 평가가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 전체적으로는 정부의 연구개발 투자 중 과학기술을 통해 사회문제를 해결하고 국민의 삶의 질을 높ی겠다는 목적의 과제 비중은 너무 적고, 대부분 기술고도화와 경제적 성과창출 목적의 과제로 구성되고 있다. 전국적이고 장기적인 사회문제 이외에도 지역적 차원의 사회문제도 다양하게 발생하고 있지만, 지자체의 인식과 투자가 미흡하고 지역의 산학연과 주민들의 인식도 아직 제대로 성장하지 못하고 있다.

사회문제 해결형 연구개발의 확대와 체계화를 위한 방안

다양하게 발생하고 있는 사회문제를 해결하기 위해서는 과학기술의 역할이 매우 중요해졌다. 그러므로 과학기술의 기능과 역할을 확대하여 날로 심각해지고 있는 전국적 및 지역적인 사회문제의 효과적인 해결에 적극 나서야 한다. 이를 위해 나아가야 할 방향은 다음과 같다.

첫째, 과학기술투자의 목적을 경제성이 아닌 사회문제해결 및 삶의 질 향상에 두고 이 분야의 국가연구개발사업을 선진국 수준인 40~50% 규모의 비중으로 빠르게 확대해야 한다.

둘째, 과학기술로 해결이 필요한 사회문제가 무엇인지에 대해 전국적, 지역적인 차원에서 지속적인 모니터링과 다양한 방식의 조사사업을 통해 찾아내고, 가능한 순서를 정해 중앙 정부 및 지자체, 대학 및 공공연구기관 차원의 사회문제 해결형 연구개발 사업으로 연결해야 한다. 그리고 이 발굴과정에 사회문제 당사자들이 참여하도록 하고, 이들을 과학기술 전문가들과 연결하는 것을 업으로 하는 시민단체 혹은 전문기관의 육성이 필요하다.

셋째, 전문가와 경제성이 중심인 기존의 국가연구개발 사업 기술기획이 아니라 최종 사용자와 연구자, 사회혁신기업, 중간기관 등이 모두 참여해서 해결해야 할 문제를 고려하여 기술사회 통합기획을 추진해야 한다. 이 과정에서 개발된 기술을 활용하여 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있는 법과 제도, 걸림돌, 전달체계를 함께 고려하는 기획이 되어야 한다.

넷째, 연구개발 수행 과정에서도 산학연 전문가 간의 협업체계를 넘어서서 실제 사용자들의



사용 체험 및 피드백 등을 연구 과정에 효과적으로 반영함으로써 기술개발과 해결을 위한 활용방안이 연구수행 과정에서 찾아지도록 해야 한다. 해외 선진국에서 크게 활용하고 있는 리빙랩방식의 연구개발사업이 좋은 모델이 될 것이다.

다섯째, 평가에 있어서도 기존의 논문, 특허, 기술료, 혹은 여타의 경제성 위주의 평가를 넘어서 개발된 기술이 문제 해결을 위해 적용되었는지, 얼마나 해결에 기여했는지 혹은 기여할 것으로 기대되는지 등을 기준으로 한 사용자 평가를 반영해야 한다.

여섯째, 개발한 기술의 활용과 확산을 위해 정부와 지자체, 공공기관은 공공구매 및 인센티브 제도 등을 적극적으로 추진하고, 사회문제 해결형 기술의 사업화와 지속적인 생산 및 서비스를 전문으로 하는 과학기술기반 사회적 기업, 협동조합, 마을기업, 소셜벤처, 임팩트투자 등의 사회 문제 해결형 혁신 생태계를 구축해야 한다.

일곱째, 사회문제 해결형 연구 및 혁신의 개념과 이론, 모델, 방법론, 전문가와 시민참여방안 등을 지속적으로 연구하고 실제 시범적으로 적용해보는 역할 등을 담당하는 정책 싱크탱크를 전국·지역적, 또 분야별로 확대 및 강화해야 한다. 대학 및 공공연구기관들도 보다 혁신적으로 뛰어들어야 한다.



출연연의 혁신과 사회문제 해결형 연구개발의 확산

공공연구기관의 큰 비중을 차지하는 과학기술계의 25개 출연연은 지난 2016년 8월 31일에 혁신위원회를 구성하고, 5개월여의 활동을 거쳐 2017년 2월 7일에 3대 전략 5대 의제의 출연연 자기 주도 혁신방안을 확정하였다. 사회문제 해결형 연구개발 투자에 대한 자체 예산 확대와 출연연 협업을 통한 문제해결형 사업추진이 그 핵심 의제에 포함되었다. 2014년 이후 국가과학기술연구회를 통해 확대해온 융합연구의 규모와 방식을 대폭 확대하고, 출연금을 사회문제 해결형 연구개발에 함께 투입하여 사회문제 해결에 나서기로 한 것이다. 물론 많은 난제가 도사리고 있다. 이러한 출연연의 혁신이 성공하려면 폐쇄적인 연구개발 관행을 넘어 보다 적극적으로 국민을 포함한 외부의 혁신 주체와 소통·협력해야 하고, 사회문제의 발굴과 연구개발 연결 능력을 키워야 하며 문제 해결을 위한 상용화 역량을 강화해야 한다. 전담조직과 예산의 투입, 전문 인력의 양성도 필수적이다.

맺으며

사회문제 해결형 연구개발은 돈 되는 연구와 구별되는 이분법적 연구가 아니다. 기술과 시장의 관계는 신기후체제와 4차산업혁명 패러다임의 전략적 형성 과정에서 기술-사회-시장의 관계로 전환되고 있다. 4차산업혁명에 대한 찬반논쟁과 수동적인 대응을 넘어 기후변화 대응 및 사회의 통합적 혁신과 함께 진행되는 새로운 문명사적 산업혁명이 되도록 선도해야 한다. 사회문제 해결형 연구개발은 그러한 축을 세우는 중요한 전략이 될 것이다.





국가경쟁력의 마지막 이정표 : 기술 표준

제4차 산업혁명의 전략적 도구로 작동

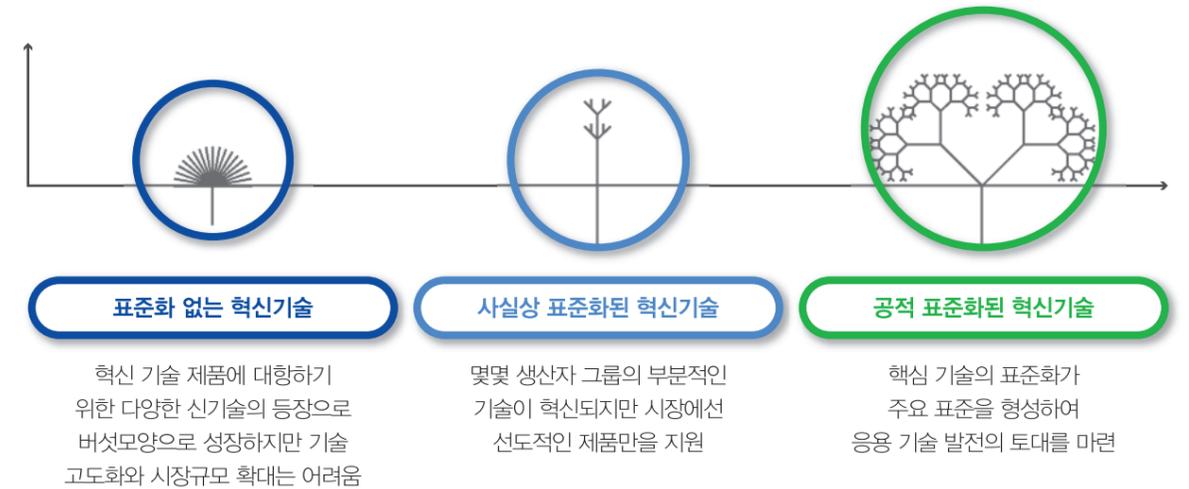


글_ 최갑홍
성균관대학교 기술경영전문대학원 교수

왜, 다시 표준인가?

기술혁신을 지원하는 핵심 소프트웨어

경제 사회 전반의 국가경쟁력의 원천은 끊임없는 혁신이다. 글로벌화된 국제무역 시대에 산업 경쟁력 강화를 위해 기술혁신이 지속되어야 하는 이유이다. 더욱 중요한 것은 기술 혁신이 이루어지도록 경제 전반에 축적된 지식의 유통 채널을 구축하고, 개발된 기술의 확산을 위한 소프트웨어를 확립하는 것이다. 기술표준은 특허, 브랜드, 디자인과 함께 소프트웨어의 핵심축이다. 소프트웨어의 구축 여부에 따라 기술혁신의 확산 형태와 범위가 다르기 때문이다. 특허제도가 잘 정착되어 있을 때 기술개발 노력과 창의적인 혁신 활동이 활발해지는 것과 마찬가지로, 표준제도가 확립되어 있을 때 기술개발을 촉진하고 개발된 기술을 확산하는 효과가 크다. 따라서 표준제도의 확립이 소프트웨어로 국가 경쟁력을 강화하는 핵심이 된다.



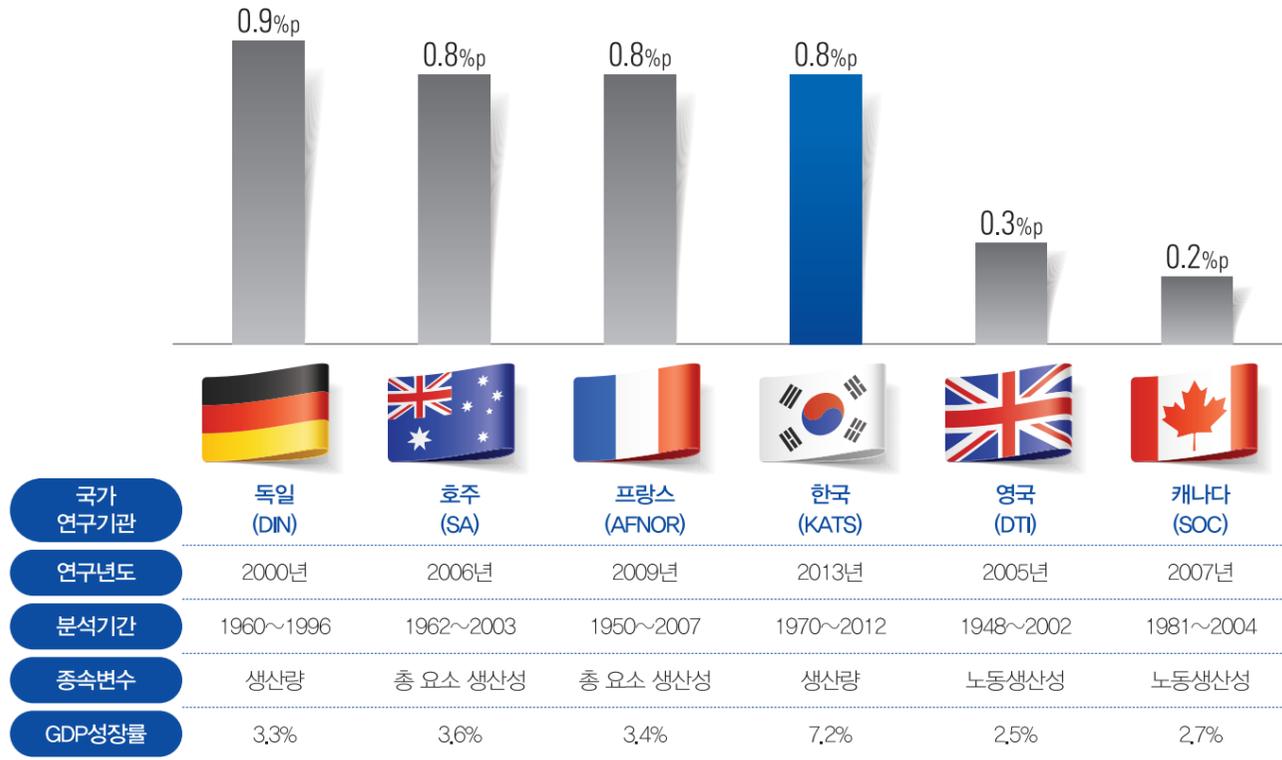
[그림 1] 기술이전과 표준의 역할(독일표준협회)

생산현장 도구에서 경제 전반의 전략적 수단

과거에는 생산 현장에서 제품이나 서비스의 품질 수준을 평가하는 도구로 사용되었던 표준이, 1995년 세계무역기구(WTO, World Trade Organization)의 무역상 기술장벽 협정 이후 경제 전반의 전략적 수단으로 부상되었다. WTO 회원국들은 국제표준이 존재하거나 만들어지고 있으면 또 다른 기술기준을 만들어 국제무역을 저해해서는 안 된다. 기후조건이나 법, 제도의 차이로 인하여 부득이 새로운 기술기준을 만들 경우에는 WTO 사무국에 통보하게 되어 있는데, 이러한 통보문 수량의 추이가 무역장벽의 유무를 판단하는 기준이 되고 있다. 국제표준을 국가표준화하고 그 국가표준과 부합한 기술 기준을 제정하여 활용하면 무역의 기술 장벽이 낮아진다. 반대로 국제표준과 국가표준의 불일치는 국내 산업을 일시적으로 보호할 수는 있지만, 세계시장에서 자국 산업의 고립화를 초래할 수 있다. 한때 세계 시장을 점유했던 일본 가전산업이 디지털표준의 실패로 갈라파고스와 같은 위치로 전락한 경우가 좋은 사례이다. 이처럼 표준이 생산 현장의 품질지킴이 역할에서 국제 무역장벽의 심판자 역할을 수행하게 되었으며, 표준제도의 확립이 국가 경쟁력 확보의 관건이 되었다.

표준이 국가 경제 성장에 직접 기여

표준이 기술혁신의 소프트웨어로서 작동할 뿐만 아니라 무역 장벽 해소를 통하여 국가 경쟁력 향상에 미치는 경제 사회적 효과가 매우 크기 때문에 그 중요성이 점점 높아지고 있다. 그뿐만 아니라 주요국 정부 연구기관의 연구결과에 따르면 표준 자체가 국가 경제 성장에 크게 기여한 것으로 분석되었다. 독일을 비롯한 호주, 프랑스, 한국, 영국, 캐나다의 연구기관들이 표준이 경제에 미치는 효과를 분석한 결과, 분석기간의 국가총생산(GDP) 성장률 중 0.2% 포인트에서 0.9% 포인트 수준까지 기여한 것으로 나타났다. 이는 표준을 생산 활동에 활용함으로써 효율과 능력을 높이고, 원가절감을 통하여 생산성과 품질향상을 기할 수 있다는 표준고유의 역할이 잘 반영된 결과라 하겠다. 또한, 표준은 소비자에게 제품과 서비스의 품질 및 안전성에 관한 정보를 제공함으로써 소비자 선택의 폭을 넓힐 수 있고, 정부 정책의 이행수단으로서 정책의 효율성을 높이는 수단이 될 수 있어 표준의 중요성이 점점 증대되고 있는 추세이다.



[그림 2] 표준이 국가경제성장에 기여한 분석결과(산업연구원)

표준, 산업혁명에 어떻게 기여해 왔나?

표준화로 대량생산 체제를 확립하여 2차 산업혁명을 견인

잘 알려진 바와 같이 20세기 초반에 헨리 포드(Henry Ford)는 단순화, 전문화, 표준화를 통해 자동차의 대량생산 체제를 갖추어서 자동차의 대중화 시대를 열었다. 자동차에 사용된 부품을 표준화하고 조립공정에 컨베이어 벨트를 도입하여 품질을 향상하고 작업 시간은 단축함으로써 대량생산 체제를 구축하여 생산성을 높이고 가격을 낮추었다. 이처럼 표준은 부품, 제품, 공정의 단순화를 통해 대량 생산을 가능케 함으로써 산업경쟁력을 강화할 수 있는 수단으로서 그 기능을 작동해 왔다. 자동차를 비롯하여 조선, 철강, 석유화학 등이 바로 이러한 표준의 특성을 활용하여 성장해 왔으며, 대량생산이 가능한 산업의 국가경쟁력이 일본에서 한국, 한국에서 중국으로 바뀌는 것도 이러한 표준 특성을 국가 경쟁력 제고에 잘 활용하고 있기 때문에 가능한 결과라 할 것이다.

표준화로 호환성 확보를 통하여 3차 산업혁명을 지원

1970년대 이후 디지털기술에 의한 인터넷과 모바일이 혁신 동력으로 작용하여 정보화와 자동화의 제3차 산업혁명이 촉진되었다. 특히, 정보통신기기의 발전으로 하드웨어와 소프트웨어, 네트워크와 관련기기의 호환성 확보가 제품과 서비스의 선택 기준으로 작동하였으며, 소비자 기반을 확장하여 시장 점유율을 좌우하고 네트워크 효과를 극대화시켰다. 표준이 생산현장의 품질 수준을 높이는 도구에서 벗어나 산업혁명을 촉진하는 전략적 수단으로 작동했던 것이다. 그뿐만 아니라 하드웨어와 소프트웨어의 호환성 확보를 통하여 시장을 지배하는 기업과 그렇지 못한 기업들의 사활이 극명하다. 한때 통신기기의 세계적 기업으로 명성을 날렸던 모토로라(Motorola)와 노키아(Nokia)는 스마트폰의 기술표준 확보에 실패하여 각각 구글(Google)과 마이크로소프트(Microsoft)에 넘어가고 말았다. 선진 우수 기업들이 끊임없는 표준 전쟁을 통하여 기술표준을 확보하기 위한 전사적 노력을 기울이고 있는 이유이다.

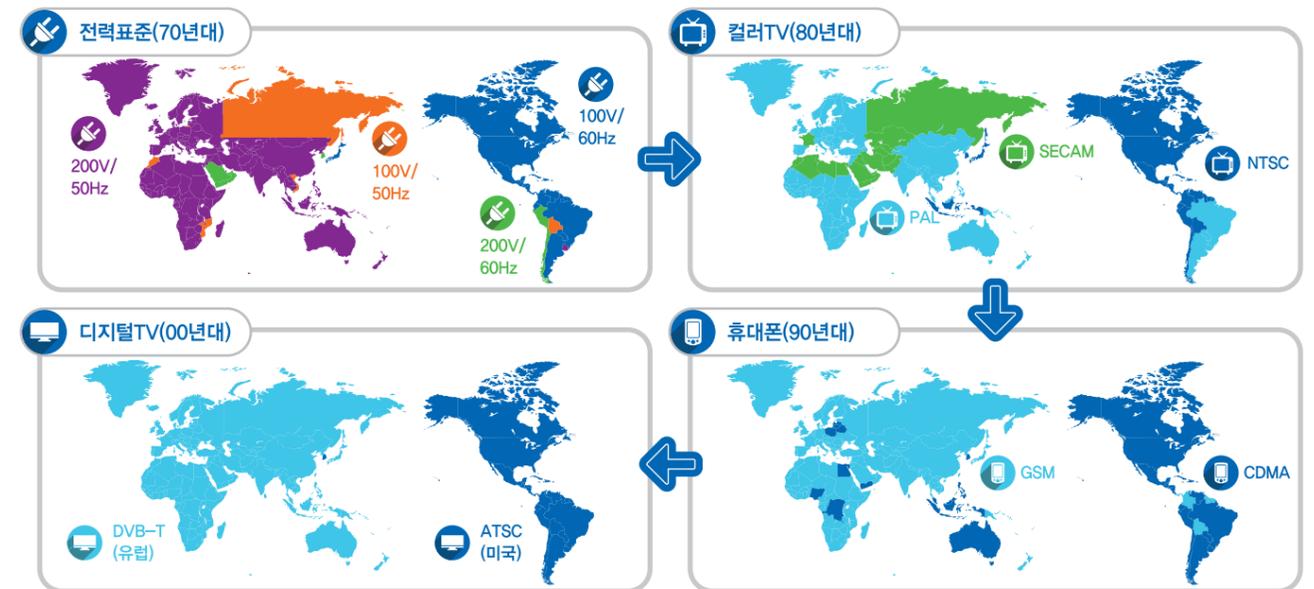


[그림 3] 세계 모바일(Mobile) 4강의 전쟁(조선일보, 2013)

표준의 채택에 따라 세계 표준지형도 변화

산업화 초기의 전력화 시대에는 대륙 간 전력방식의 표준이 달랐다. 이는 대륙 내에서 산업화가 진전되고 교역이 추진됨으로써 대륙 간 표준의 부합 필요성이 높지 않았기 때문이다. 그러나 글로벌화의 진전에 따라 대륙 간 표준채택도 부합되고 동일 표준을 채택함으로써 교역 촉진의 비용도 낮출 수 있게 되었다. 국제표준을

따르지 않고는 무역뿐만 아니라 사회 전반의 비용이 추가 소요되며 이는 곧 국가경쟁력의 약화 요인으로 작동할 것이다. 이처럼 표준은 기술혁신의 결과를 시장과 연계하고 경제 성장을 견인하여 산업혁명을 지원하는 기능을 수행할 뿐만 아니라 지역 간 공통된 소프트웨어를 구축하여 세계화를 촉진하고 경제 사회의 비용을 절감하는 전략적 도구로 부상하였다.



[그림 4] 각 대륙의 연도별 주요 표준 채택 변화



기술표준, 어떻게 전략화할 것인가?

제4차 산업혁명을 견인할 소프트 고속 도로 구축

제4차 산업혁명은 기술 간 또는 산업 간 융복합화를 통해서 시스템 간, 기계와 사람 간, 물리세계와 사이버세계 간 초융합, 초연결, 초지능화를 이룩하여 새로운 산업발전을 가져올 것으로 예견된다. 제2차 산업혁명은 표준의 단순화 기능을 기반으로 대량 생산 체계를 구축함으로써 촉진되었고, 제3차 산업혁명은 하드웨어와 소프트웨어 간 표준의 호환성 기능을 기반으로 자동화와 정보화를 구축함으로써 성장하였다면, 제4차 산업혁명은 표준의 상호 접속성이 매우 중요한 역할을 할 것으로 전망된다. 다양한 네트워크의 연결성이 매우 중요하기 때문에 표준의 접속성 확보는 국가경쟁력 강화를 위한 지식 고속화도로의 역할을 담당할 것이다. 따라서 정부는 국제표준화 활동의 강화를 통해서 국제사회와의 연결망을 확보하는 차원의 소프트인프라를 구축하고 이 기반 위에 기업과 개인이 제4차 산업혁명을 선도해 나갈 수 있도록 해야 한다.

국제표준화 활동에서 국익을 대변할 역량 있는 표준전문 인력 양성

국제표준은 합의와 절차의 정당성 등을 바탕으로 다양한 국제 표준화기구에서 만들어진다. 따라서, 국제표준화기구에서 국익을 대변할 수 있는 역량 있는 분야별 전문가를 조속히 양성하여 활동하도록 해야 한다. 미국, 중국, 일본, 스위스 등은 이미 표준 인재의 중요성을 인식하고 표준전문인력 양성을 위한 대학원

프로그램을 운영하고 있다. 표준 제정은 정부가 모든 것을 조정할 수 없기 때문에 민간 차원에서 다양한 분야의 전문가가 기술 외교관의 역할을 담당할 수 있도록 우수 인재의 육성과 양성 프로그램이 조속히 구축되어야 한다.

국가 기술표준 컨트롤 타워의 재건

기술 간 또는 산업 간의 융합과 복합은 기존 시스템의 재구축을 필요로 한다. 표준이 단순화와 전문화를 바탕으로 합의의 원칙에 따라 제정되고 활용되기 때문에 재구축의 필요성은 더욱 높다. 우리는 이미 가습기살균제의 교훈에서 다양한 부처의 기술표준을 조율하고 조정할 수 있는 시스템의 필요성을 인식하였다.

그뿐만 아니라 국제표준 제정 시스템도 크게 바뀌고 있다. 과거에는 영역별로 관장 업무가 분리되어 있었으나 기술의 융·복합화로 영역이 모호해지면서 국제표준 제정 시스템이 폐쇄성 운영에서 개방성 운영으로 바뀌고 있다. 따라서 국제표준 제정 시스템에 효과적으로 대응할 수 있도록 해야 한다. 그러기 위해서는 각 부처의 기술표준을 종합 조정하고, 국제 시스템에 효율적으로 대응할 수 있도록 국무총리실의 규제개혁단과 국가기술표준원을 통합하여 청 단위의 종합 컨트롤 타워로 재구축되어야 할 것이다.



Busan Issue

재생과 전환의 도시 이야기 : 영국 셰필드와 부산

전북대학교 과학학과 교수 이 은 경

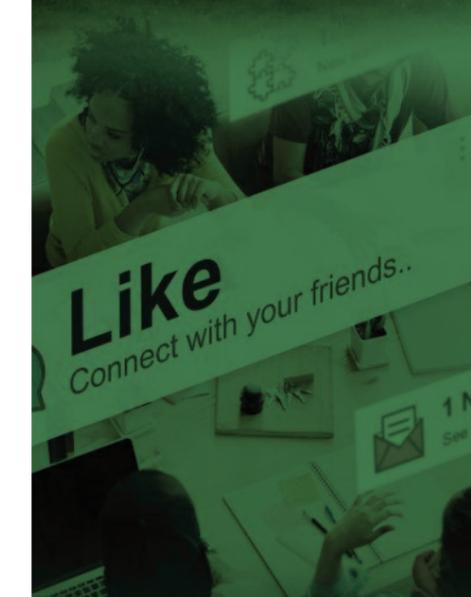
동남권 방사선의과학단지 성공의 조건과 과제

동남권자원과학기술원 핵의학과 주임과장 양 승 오

Academic Article

미래유망기술 선정을 위한 전략적 방법론과 절차

한국과학기술기획평가원 미래예측본부 본부장 최 문 정





[그림 1] 부산의 과학기술 중심도시 비전과 전략

재생과 전환의 도시 이야기 : 영국 셰필드와 부산

부산의 성공적 도시 혁신을 위한 참고 사례 및 방안



클_이은경
전북대학교 과학학과 교수

부산 과학기술의 현주소와 TNT 2030 플랜

방문자의 눈에 비친 부산은 화려하고 활기 넘치는, 그러면서도 뭔가 낯선 설렘을 주는 도시다. 부산에서는 세계 어느 휴가지 못지않게 세련된 해운대, 파도가 예쁘게 부서지는 태종대, 야경이 멋진 광안대교, 해산물이 유혹하는 자갈치 시장, 역사를 배우는 국제시장과 산 같이 큰 배가 드나드는 항구를 모두 만날 수 있다. 또한, 때를 잘 맞추면 거리나 카페에서 세계의 유명 배우와 감독들과 마주치는 판타지를 실제로 경험할 수도 있다. 다이나믹한 부산 말투 때문인지 몰라도 부산에서 만나는 사람들은 에너지가 넘쳐 보인다.

그런데 언론에는 방문객의 인상과는 많이 다른 모습의 부산이 있다. 대한민국 제2의 도시라는 별명이 무색하게 부산의 과학기술 역량은 전국 16개 지자체 중 10위권이다. 전통적으로 부산을 이끌었던 산업이 침체하여 지역 내 총생산 증가율이 전국 평균보다 낮고, 매출액이 높은 큰 기업들의 수도 계속 줄어들고 있다. 이런 상황을 반영하듯 최근 10년간 부산의 전체 인구는 줄어드는 추세이고, 특히 25~34세 청년층 인구의 감소가 두드러진다.

부산시는 이 같은 상황을 이겨내고 새롭게 도약하기 위해 사람과 기술 *talent and technology* 중심의 장기 발전계획, TNT 2030 플랜을 세웠다. 2016년에 발표된 '과학기술 중심도시 비전과 전략'에 따르면 부산은 과학기술 중심의 도시 변혁을 통해 첨단형 미래 도시로 나아가려고 한다. 과학기술 중심도시란 우수한 인적자원과 혁신조직들이 만들어내는 과학기술이 생산과정에 능동적으로 활용되어 관련 산업이 성장하고, 이는 다시 우수한 인력을 부산으로 끌어들이며 새로운 혁신을 자극하는 선순환이 일어나는 도시를 일컫는다. 구체적으로는 5대 전략산업, 즉 해양산업, 융합부품소재산업, 창조문화, 바이오헬스, 지식 인프라 서비스를 선정하고, 각 산업에서 유망한 18개 분야에 집중적으로 투자하며 혁신의 노력을 기울일 것으로 보인다. 이 계획이 성공적으로 수행되면 2030년경에는 방문객이 보는 부산과, 시민들의 일상 공간으로서 부산의 간극은 줄어들게 될 것이다.

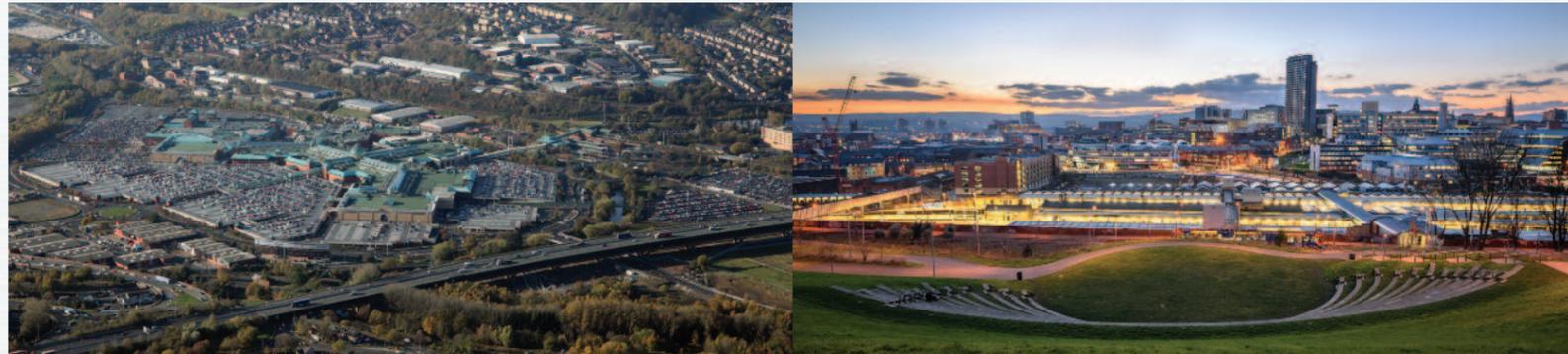
이와 관련해 두 가지 질문을 던져보자. 첫째, 어떻게 이 비전을 실현할 것인가? 한국의 모든 지자체는 부산과 마찬가지로 혁신 계획을 세우고 이를 구현하기 위해 노력 중이다. 지자체마다 조건도 다르고 동원 가능한 자원에 차이가 있으므로 똑같은 계획을 세우고 같은 노력을 기울인다고 하더라도 결과는 다르게 나타날 수 있다. 그러므로 시행착오를 줄이기 위해서라도 실현 방법과 관련해 기존 사례들을 검토하고 타산지석으로 삼을 필요가 있다.



둘째, 이 비전이 실현되면 과학기술 중심도시 부산에서 시민들은 어떤 삶을 살게 될 것인가? 부산시 발전을 위한 모든 계획의 궁극적인 목표는 시민들의 행복한 삶에 있을 것이다. 산업이 성장하고 소득이 증가해도 주거 환경이 만족스럽지 못하거나 그 성장의 열매가 소수에 국한된다면 다수의 부산 시민들에게 과학기술 중심도시의 큰 의미가 없을 것이다.

부산의 혁신 역량 강화를 위한 참고 사례

변화하는 과학기술과 산업 환경에서 도시를 혁신하여 새로운 미래를 만들어가려는 노력은 세계의 많은 나라에서 여러 형태로 시도되었다. 성공한 사례에서 공통으로 발견할 수 있는 것은 도시 혁신에 참여하는 민간 주체들의 파트너십과 지속 가능성이다. 실리콘 벨리처럼 긴 시간에 걸쳐 자연 발생에 가깝게 형성된 과학기술 집적 도시와는 다르게, 계획에 의한 목적 지향적 도시 혁신에서는 특히 이 두 가지 측면이 중요하다. 민간 주체들의 파트너십 없이 관 주도로 이루어진 혁신은 결국 뿌리내리지 못한 채 작은 외부 요인의 변화에도 취약해질 뿐이고 지속 가능하지 않다. 반면 민관의 파트너십이 잘 형성된 경우에는 시간은 좀 더 걸릴지 모르지만, 도시의 혁신 역량을 근본적으로 강화할 수 있다.



셰필드의 쇼핑센터 '메도우 홀'

셰필드의 야경

SHEFFIELD

부산의 도시 혁신에 참고가 될 만한 사례로 영국의 셰필드 Sheffield를 살펴보자. 산업혁명 이래로 번성한 철강 도시였던 셰필드는 철강 산업 부진과 함께 찾아온 도시 침체 상황을 극복하고 창조문화 산업도시로 새롭게 부상하는 중이다. 셰필드는 부산의 1/7 정도 밖에 안 되는 인구 50만 규모의 중소도시이므로 셰필드와 부산을 일대일로 비교하는 것은 별 의미가 없다. 그러나 기반이 전혀 없던 창조문화 산업을 성공적으로 정착시켰다는 점에서, 특정 산업 또는 도시의 특정 구역의 혁신을 추진할 때 참고할 만하다. 부산의 도시 혁신에서는 여러 개의 전략 산업을 육성할 계획이므로 셰필드의 사례는 전략산업별 육성 정책의 측면에서 살펴볼 수 있다.

셰필드는 잉글랜드 중북부, 요크셔 주의 산업도시로서 영국의 대표적인 철강 도시였다. 셰필드에서는 한때 영국 전체 철강 생산량의 90%에 달하는 철강이 생산되었고, 노동 가능 인구의 40%가 철강 산업 종사자였을 정도로 도시 경제에서 철강 산업이 차지하는 비율이 압도적이었다. 그러므로 1970년대 이후 철강 산업이 내리막길을 걷게 되었을 때 도시에 가해진 경제적 충격은 컸고, 1980년대 중반에는 실업률이 15.5%에 이를 정도가 되었다. 인구는 감소했고 도시는 경제뿐만 아니라 사회, 문화에서도 활력을 잃었다.

이러한 상황을 바꾸기 위한 노력은 1986년 셰필드 경제재생 위원회 설립과 함께 시작되었다. 이 위원회는 시 공무원, 중앙

정부가 임명한 민간 관계자, 지역 민간 기관, 시민단체 관계자들로 구성되었고, 중앙정부와 지방의회를 중재하는 역할을 했다. 셰필드 경제재생위원회는 도시의 경제 상황을 진단한 뒤 중장기 도시재생 계획을 세우고 중앙정부로부터 투자받기 위해 노력했다. 이러한 활동에는 처음부터 지역 기업과 시민단체가 함께 했다.

셰필드가 처음 시도했던 것은 새로운 도시 이미지 창조, 즉 도시 브랜딩 branding이었고 그 핵심 내용은 철강 도시 이미지의 탈피였다. 이를 위해 기존 산업시설 부지에 초대형 쇼핑센터를 설립했다. 그리고 1991년 개최되는 유니버시아드 대회를 유치한 뒤 대회 준비를 명분으로 내세워 지원을 확보하고 투자를 끌어들이며 레저 시설, 돈 밸리 스타디움, 전시장, 회의장 등 도시 기반 시설을 확충했다. 셰필드에 쇼핑 도시, 스포츠 도시 이미지를 덧붙여 철강 도시 이미지를 희석하려 한 시도였다. 이에 더해 경제재생위원회는 낙후된 구도심 개선을 원하는 시민들의 요구에 부응하여 도시 중심부 재생 캠페인을 추진했다. 외곽 신도시의 쇼핑센터가 새로 유치한 대자본 중심이었기 때문에 도시 중심부, 즉 구도심 재생 캠페인은 셰필드의 토착 기업과 소규모 상권에 새로운 기회를 주는 것을 목적으로 삼았다. 신도시 구역과 구도심 구역의 균형을 추구하는 이 캠페인은 중앙 정부와 유럽연합의 도시재생 지원금을 확보하는 데 성공했다. 외부의 지원은 단순한 자금 확보를 넘어 셰필드의 도시 혁신을 홍보하는 효과를 거두었다.

재도약을 위한 기반을 갖춘 후에는 본격적인 구도심 재생을 위한 마스터 플랜과 도시 전체의 공공 공간 계획을 수립했다. 전자는 도시 기본 재생 사업으로 1차 정비된 구도심에 창조문화 산업을 육성하기 위한 프로젝트이고, 후자는 도시민의 생활환경 개선을 목표로 하는 공공 공간 확보와 재정비 프로젝트였다. 2000년에 설립된 '셰필드 원 Sheffield One'은 경제재생위원회와 마찬가지로 중앙, 광역, 지방 정부 관료와 민간 대표, 시민단체가 참여하는 위원회로서, 창조문화 디지털 산업을 중점 육성 산업으로 선정했다.

창조문화 디지털 산업을 위해 한 축은 디지털 문화 산업 인력과 기업 육성, 다른 한 축은 전통적인 문화 산업의 성장이라는 양 갈래 전략을 택했다. 디지털 문화 산업과 관련해서는 대학에서 창조문화 관련 디지털 교육 프로그램을 개발하고 집중 운영하여 필요 인력을 배출하고, 관련 중소기업을 유치해 대학의 연구, 교육과 연계를 도모했다. 대학 혁신을 통해 기업은 지식 정보와 전문 인력을 얻을 수 있게 되었고, 기업 유치를 통해 배출된 인력과 생산된 지식이 활용될 수 있었다. 창조문화 산업을 위해서는 구도심에 문화산업 지구 Culture Industry Quarter를 추진했다. 처음에는 일반 산업이 주로 입주했으나 이후 극장, 스튜디오, 공연장이 들어섰고, 창조문화 산업 분야의 지역 소규모 회사들이 이곳에 자리 잡았다. 구도심과 신도시, 도시 곳곳에 흩어져 존재하는 옛 산업 유적과 문화 유적을 연결하는 공공 공간을 구축하여 시민들의 삶의 질을 높이고 새로

셰필드의 도시 혁신 성공

01 정책의 일관성

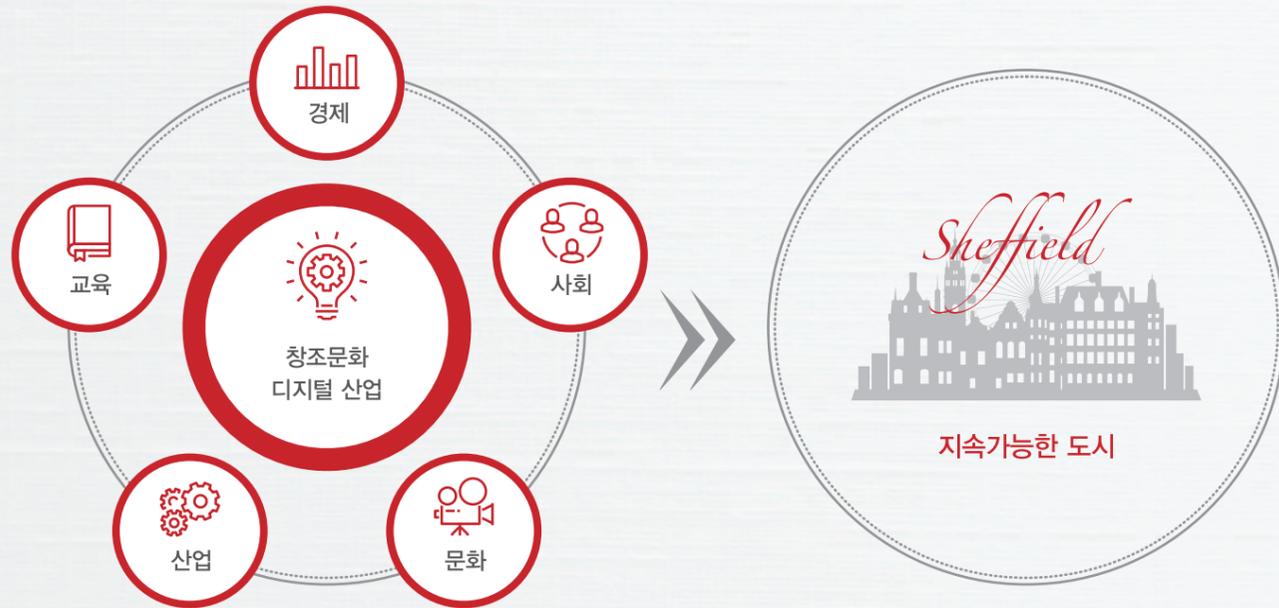
02 참여 주체들의 파트너십



유입된 인력들의 정주 여건을 개선하며 관광 명소로 활용할 수 있게 했다. 이 모든 것이 어우러져 셰필드는 영국에서 런던 다음 가는 창조문화 산업 도시로 변모했다.

셰필드의 도시 혁신 성공 요인과 변화

셰필드의 성공 요인으로 다음과 같은 점들이 거론된다. 첫째, 정책의 일관성이다. 셰필드에는 1980년대 중반에 시작된 마스터 플랜의 기초가 계속해서 이어지고 있다. 둘째, 참여 주체들의 파트너십이다. 사실 셰필드의 도시 재생과 혁신 과정에서는 자금 조달의 어려움, 대형 쇼핑몰과 소규모 상권의 충돌과 같은 이해 집단 간의 의견 불일치 등의 문제가 발생했다. 경제재생위원회와 셰필드원 등 사업 주체는 지역 주민과 이해당사자들을 참여시켜 갈등을 중재하여 타협안을 이끌어내는 역할을 함으로써 시간이 걸릴지라도 도시 혁신 사업이 지역 사회의 적극적인 지원 아래 추진될 수 있도록 만들었다. 특히, 쇼핑·스포츠 신도시 건설과 구도심 재생 산업을 동시에 추진함으로써 도시 혁신에서 균형을 추구했다. 셋째, 중소기업 중심이다. 할 수만 있다면 대기업을 유치하는 것이 경제 활성화와 일자리 문제를 해결하기 위한 가장 쉽고 빠른 방법일 것이다. 하지만 실제로는 대기업을 특정 지역에 유치하기도 어렵고 또한 유치했다 하더라도 특정 기업 의존도가 높아져서 지속가능한 성장을 위한 역량을 키우기 어려워질 수 있다.



[그림 2] 셰필드의 도시 혁신과 변화

셰필드는 소수의 철강 대기업에 절대 의존했던 역사의 경험을 가지고 있는 데다가, 전략산업으로 선택한 창조문화 디지털 산업은 중소기업에도 기회가 열려 있는 영역이므로 중소기업 중심의 산업화 전략을 펼쳤다. 셰필드의 경우 디지털 캠퍼스 추진을 통해 건강한 디지털 문화 산업 생태계가 만들어진 후에 영국의 대형 방송 미디어 회사 SKY가 입주했다.

셰필드의 변화는 주민들의 삶에 어떤 영향을 주었을까? 먼저 셰필드를 떠나지 않고도 창조문화 산업에서 교육, 취업이 가능해졌다. 신도시의 쇼핑 및 레저 시설과 구도심의 문화 시설, 새롭게 정비된 공공 공간은 모두 셰필드 지역 주민의 삶의 질을 높였다. 이런 환경에서 주민들의 일상 속 다양한 경험은 다시 창조문화 산업을 위한 새로운 시도와 아이디어로 이어진다. 한마디로 2000년대 이후 셰필드는 경제, 교육, 산업, 문화, 사회가 한데 어우러져 창조문화 디지털 산업을 중심으로 하는 지속가능한 도시로 바뀌었다.

부산의 도시 혁신을 위한 고민

다시 부산으로 눈을 돌려보자. 5대 전략산업을 키워서 과학기술 중심도시로 나아가려는 부산의 비전을 시 정부와 의회는 민간 기업 및 시민들과 얼마나 공유하고 있을까? 개별 전략 산업들은 부산이라는 거대한 도시에서 공간적으로 어떻게 분포하게 될까? 외부에서 확보할 자원과 활용 가능한 내부 자원은 무엇인가? 전략 산업들 간의 유기적인 관계 구축과 협력은 어떻게 이룰 수 있을까? 이해당사자와 시민 사회 대표자들이 이러한 도시 혁신의 기획, 정책 결정, 갈등 조정, 협력을 어떻게 끌어낼 것인가? 시민들의 삶을 위한 생활공간, 교육, 일자리, 여가, 환경 등의 문제는 각 전략산업과 어떻게 연결될 것인가?

도시 혁신을 추진하는 주체들이 이러한 문제에 대해 많이 고민할 수록 부산의 지역 경제는 지속가능한 형태로 발전되어 나갈 것이다. 그리고 부산 시민들의 삶은 행복해질 것이다.



글 양승오
동남권원자력의학원 핵의학과 주임과장

동남권 방사선의과학단지 성공의 조건과 과제

동남권 방사선의과학단지의 미래를 위한 제언

동남권원자력의학원 중입자치료센터의 현황

미래창조과학부 소속의 동남권원자력의학원은 2010년 7월 16일에 <동남권방사선의과학단지> 내의 제1호 국가시설로 개원한 바 있다[그림 1]. 개원 이후의 계획대로라면 올해는 중입자가속기 암치료센터가 가동되어야 했고, 내년쯤이면 인근에 수출용 원자로(기장로)가 설립되어야 한다. 이에 따라 기장군은 총 7,000억 원대 규모의 국가시설이 중심이 되어 방사선과 방사성동위원소^R, radioisotope 관련 기업들의 유치와 착공으로 활기차게 움직여야 했다. 그러나 아쉽게도 '중입자치료센터'는 1,000억 원의 국고를 들여 건물만 완공되어 있고 내부의 핵심 치료 시설은 텅 비어 있다.



[그림 1] 동남권원자력의학원 전경

중입자 치료기는 종양을 치료하는 지금까지의 방사선 치료와는 차원이 다르게 중성자 치료와 양성자 치료의 장점을 결합하였다. 암세포 살상력이 국내에 설치된 양성자 치료기에 비하여 약 3배 높고, 저산소상태의 암조직에 효과적이어서 정상조직의 부작용도 최소화한 '꿈의 암 치료기'라고 불린다. 중입자 치료기는 세계에서 10대 정도가 운영되고 있으며, 뇌암, 두개저암, 망막암, 침샘암, 두경부암, 연부조직종양, 전립선암, 간암, 췌장암 등에 우수한 치료 성적이 보고되어 있다. 원자력과 방사선 에너지의 활용분포를 살펴보면 선진국은 비발전분야가 7:3 정도로 높은 데 비해, 우리나라는 발전 분야가 8:2로 높아서 이의 수정이 필요하다.

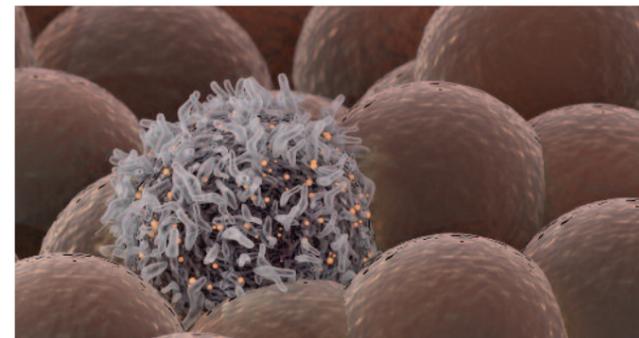
원자력발전소가 밀집한 기장군에 비발전분야인 중입자가속기의 도입이 결정된 지 6년이나 지났다. 기장군민과 부산시민들의 염원과 노력으로 이뤄낸 총 1,950억 원의 예산이 소요되는 국책사업이지만, 기존의 사이클로트론 방식의 중입자가속기에서 싱크로트론 방식으로 변경된 2014년 5월까지 4년이 허비되었다. 기종 변경 후에도 예산 부족과 기술력의 한계로 2016년 상반기까지 건물 외관만 완공된 채 정작 핵심인 중입자가속기 장비는 설치하지 못한 것이다. 주관기관인 한국원자력의학원이 투자 키로 한 750억 원이 투입되지 않았고, 가속기단장이 세 번 바뀌는 동안 지역의 의과학자와는 소통 없이 예산집행과 진행 상황이 캄캄이었던 것도 사실이다. 부산시와 기장군이 한국원자력의학원의 기술력을 평가할 수준의 총괄기구를 갖추지 않은 점도 이번 사태를 수수방관하게 된 큰 이유이며, 지금이라도 관련 전문가들로 중입자가속기 사업추진단을 재구성하는 것을 고려해 볼 수 있다.

원자력발전소의 밀집지역인 기장군에 대한 보상 차원으로 도입이 결정되었던 중입자치료센터는, 비발전 의료분야로 사업성보다 공공성이 앞선다. 그러므로 반드시 성공해야 할 국책사업이다. 최근 연세대의료원에서 중입자가속기 도입을 결정하면서, 수도권 환자까지 치료할 야심 찬 계획을 가지고 착수한 기장 중입자치료센터의 선점효과가 현저히 감소하며 부산 의료의 중대한 '티핑 포인트'를 놓칠 위기에 봉착했다.



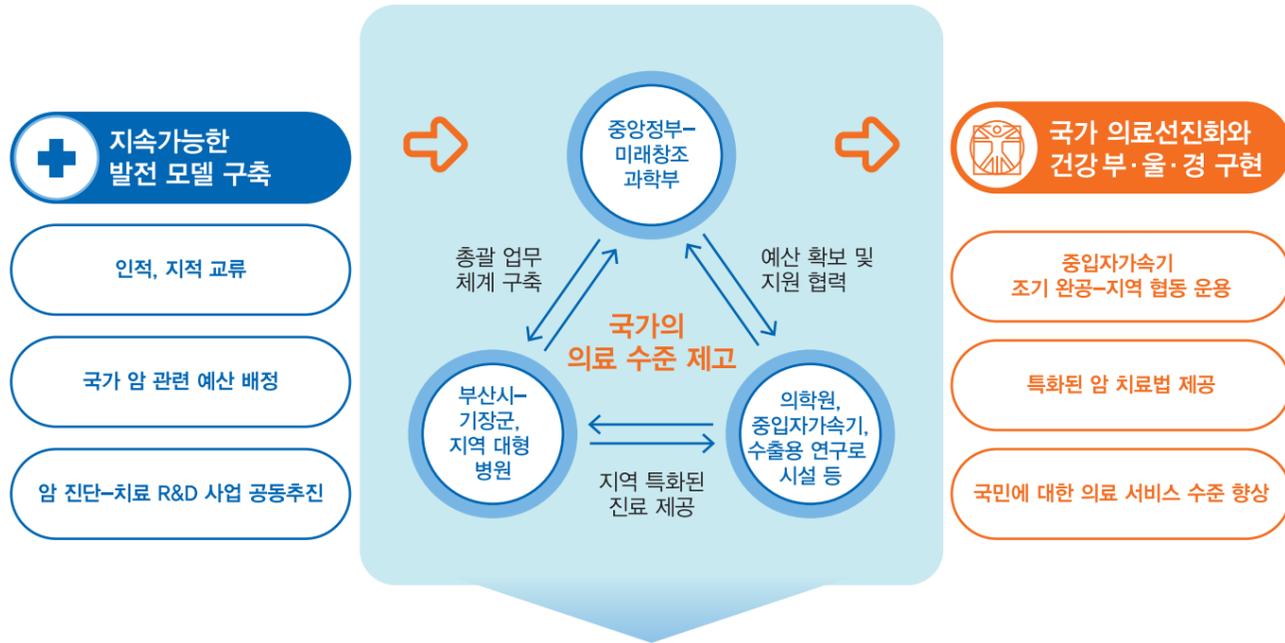
동남권방사선의과학단지 성공을 위한 가온머리 발족

'가온머리(컨트롤 타워)'의 필요성은 인체에서 뇌의 문제가 다른 장기에 있을 수 있다는 인체 내 장기간의 상호작용과 같이 넓은 범위로, 생명체의 모든 부분이 연결되어 있다는 관점에서 매우 중요하다. 두뇌가 없는 장기는 그야말로 지능이 없이 분업화된 작업만을 행하는 로봇일 뿐이다. 2010년 상반기에 도입이 결정된 중입자가속기 치료센터가 750억 원이라는 예산을 확보하지 못해, 부산시는 그토록 자랑스럽게 홍보해 오던 동남권원자력의학원의 위탁경영까지 패키지로 묶어 넘기려는 중이다. 이런 지경이 되도록 방치한 정부의 책임이 크다 하겠으나, 한국원자력의학원과 부산시·기장군의 담당자, 기타 관련자들의 대처가 안일했다는 점도 반성해야 할 것이다. 이렇게 지역의 거대 숙원 사업이 예산 부족으로 표류할 경우, 다른 지방이나 국가에서는 이를 어떻게 해결할지 궁금해진다.



또 다른 예로 대중교통인 '동해선'이 '부전~일광' 구간까지 1차로 개통되었다는 소식은 좋은 것임에도 불구하고, <동남권원자력의학원>을 지역의 대표 공공의료 암센터로 수년간 홍보해오던 부산시와 기장군의 평소 입장에 비추어보면 이해하기 어려운 점이 있다. 교통 접근성의 문제로 양질의 국가 의료시설이 서부산 등지의 시민에게는 이용하기 불편했던 점을 고려하였다면, 병원 경영진과 관계 공무원의 원활한 협의로 지난 1차 동해선 개통 때 5km 정도만 더 연장하여 의학원이 위치한 '좌천역'까지 운행할 수도 있었을 것이다. 이러한 교통 인프라의 문제점 역시 중입자가속기 치료센터의 개원 난항과 더불어 '가온머리' 체제가 동남권방사선의과학단지에 없었기 때문에 발생한 아쉬운 일이라고 여겨진다.

이제부터라도 동남권방사선의과학단지의 성공을 위해서 미래창조과학부와 부산시·기장군, 그리고 동남권원자력의학원을 포함한 지역의 대형병원들이 합심하여 협업할 수 있게 '가온머리'의 발족을 서둘러 고려해야 한다. 이 '가온머리'의 목표는 동남권원자력의학원, 방사선융합기술 대학원과 연계한 연구 및 의료역량의 강화, 암 치료 기술 R&D 사업의 지속적인 시행, 중입자가속기의 조기 완공 및 지역병원과의 협동 운용, 사이버나이프 등의 고가 장비 공동운영체계 구축, 의료관광의 선봉에 자리잡을 수준 높은 의료기술 제공, 2,950억 원 규모의 수출용 원자로 사업과 연계한 새로운 RI 기반 암치료시설 유치 등으로, 동남권방사선의과학단지의 차별화된 빛나는 성공을 견인하는 것이 될 것이다[그림 2].



- 4대 목표**
- 01 부-울-경 지역과 국가의 의료 수준 제고
 - 02 동남권 방사선의과학단지의 성공 건인
 - 03 첨단 방사선 치료시설 공동 이용(의료관광)
 - 04 신개념 RI 암치료센터 유치-지속운용

[그림 2] 동남권방사선의과학단지의 성공을 위한 '가온머리' 개념도

지역의 전문가와 공무원들이 함께 국가 의료선진화와 건강한 지역사회를 뒷받침하는데 열정과 진정성을 가지고 노력해야 하고, 이들의 피와 땀이 어린 수고가 있어야만 완전한 동남권방사선의과학단지의 발전을 이루어 낼 수 있을 것이다. 그러므로 서울지역으로 유출되던 환자를 감소시키고, 수도권을 포함한 타 지역, 다른 나라에서도 치료목적으로 부산을 찾게 하는 동남권방사선의과학단지의 꿈을 현실로 이루고자 하는 순수한 마음가짐이 절실하다.

구체적으로 대구 성서지역과 충북 오송의 첨단의료산업단지에는 '첨단의료산업진흥재단'이 설립되어 7년째 운용되는 사실에서 배울 것이 있다고 본다. 이곳은 국무총리를 위원장으로 하는 충북단지 위원회를 정점으로 하고 있다. 또한, 최악의 경우에는 작년 6월에 완공된 중입자치료센터를 인수 하려는 병원의 부재로 인해 이 1,000억 원짜리 국가시설이 유령건물이 될 수도 있다는 것을 인식해야 한다. 이렇게 되는 것을 방지하기 위해서는, 정밀의료의 분야로 새롭게 발달 중인 RI 테라노스틱스 기술이나 표적, 면역치료와 같은 첨단 암 치료법을 연구하고 적용하는 신개념의 치료센터로의 전환 까지도 부산시와 동남권원자력의학원, 지역 전문가들이 머리를 맞대고 진지하게 의논하여야 할 것이다. 늦었다고 생각할 때가 시작해야 할 가장 빠른 때가 아닌가!



미래유망기술 선정을 위한 전략적 방법론과 절차

KISTEP 미래유망기술 선정을 중심으로

글_최문정
한국과학기술기획평가원 미래예측본부 본부장

미래유망기술 선정의 배경

문명이 발달할수록 과학기술이 우리 사회에 미치는 영향이 점점 더 커지고 있다. 과학기술의 발전으로 우리 생활이 더 편리하고 윤택해졌으며 건강한 삶을 누릴 수 있게 되었다. 미국 공학한림원은 20세기에 우리 생활을 획기적으로 변화시킨 과학기술로 전기, 컴퓨터, 전화, 영상 기술 등을 들고 있다. 컴퓨터는 20세기 기술의 상징이며, 전화는 통신방법을 변화시켰으며, 영상기술의 발달로 인해 의료진단의 혁명이 일어났고 우주 사진을 처리할 수 있게 되었다. 그리고 전기는 가로등부터 슈퍼컴퓨터까지, 우리 삶을 더 안전하고 편안하며 건강하게 한 원동력이다. 작년 1월 다보스포럼의 주제로 언급된 이후 전 세계적으로 주요 키워드가 된 4차 산업혁명의 바탕에도 다양한 기술들이 자리하고 있으며, 국가적으로는 이들 기술을 기반으로 삶의 질을 높이고 경제를 성장시키기 위하여 여러 정책을 펼치고 있다.

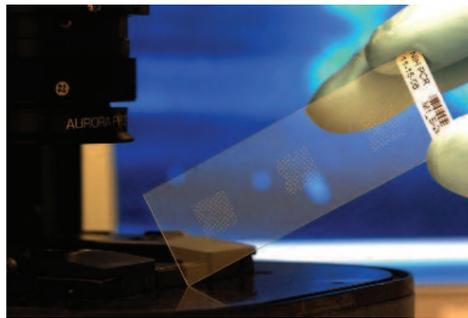
이렇게 과학기술 경쟁력이 더욱 중요해지고 기술 발전 속도가 가속화되는 상황에서 미래 사회에 필요한 유망기술을 선정하는 작업의 중요성 또한 널리 인식되고 있으며, 국내외 많은 기관에서 매년 정기적으로 미래유망기술을 선정·발표하고 있다. 본고에서는 국내외 여러 기관의 미래 유망기술 발표 사례를 소개하고 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 사례를 중심으로 미래유망 기술 선정 방법론과 절차를 설명하고자 한다.

국내외 미래유망기술 발표 사례

미래유망기술이라는 명칭으로 우리나라에 가장 잘 알려진 해외 사례는 미국 MIT에서 매년 Technology Review를 통해 발표하는 '10 Break-



through Technologies'이다. MIT는 2001년부터 경제적·사회적 파급효과가 매우 클 것으로 전망되는 10개 기술을 발표하고 있으며, 선정된 기술의 적용 시기는 현재부터 10년 후까지 다양하다. 2017년에 선정된 기술에는 자율주행 트럭, 얼굴 인식 지불 방법, 360도 셀카 등이 있다. 매년 다보스포럼을 개최하는 세계경제포럼(WEF)은 2012년부터 'The Emerging Technologies'를 발표하고 있다. WEF는 기술이 현대사회에서 가장 큰 변화의 원동력이고 기술 혁신이 글로벌 과제에 대한 해결방안을 제시할 수 있다는 인식 하에 위원회를 구성하여 공동체의 전문지식을 바탕으로 최신 기술 동향을 파악한다. 그리고 미래유망기술 선정을 통해 이 기술들의 잠재력에 대한 인식을 제고하고 투자, 규제 및 대중 이해의 갭을 좁히는 데 기여한다. 2016년에 발표한 10대 기술에는 나노센서와 나노사물인터넷, 차세대 배터리, 블록체인 등이 포함되어 있다. 또한, IT 분야의 리서치기업인 가트너(Gartner)의 'Top 10 Strategic Technology Trends', 컴퓨터 및 기술 전문지인 TechSpot의 '10 Tech Predictions' 등도 매년 발표되는 미래유망기술 목록이다.



[그림 1] 2017년 KISTEP 미래유망기술 선정 절차

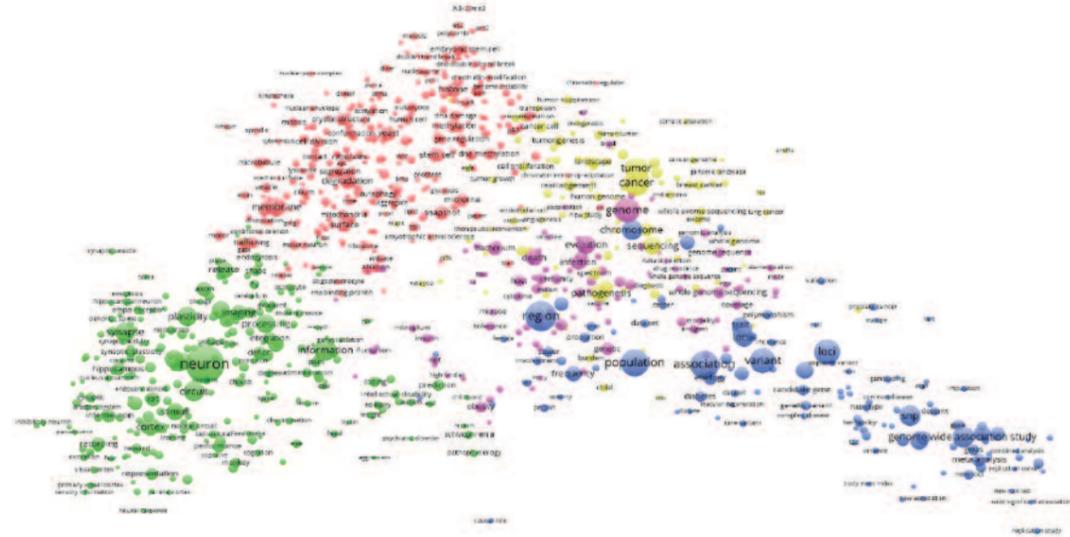
국내 여러 기관들도 특색에 따라 각기 다양한 목적으로 미래유망기술을 발표하고 있다. 국내에서 미래유망기술을 가장 먼저 발표한 기관은 한국과학기술정보연구원(KISTI)이다. KISTI는 2006년부터 매년 미래유망기술을 발표하고 있으며, 2016년에는 국내 및 주요 선진국 간의 투자 선행도와 집중도를 비교·분석하고 국내 과학기술정책 부합성, 국내외 이슈 및 트렌드 동조성 등을 고려하여 국가경쟁력을 뒷받침할 10대 미래유망기술을 선정하였다. 선정된 기술은 바이오 프린팅, 합성세포 기술, 신체증강 기술, 자동차 경량화 소재 기술 등이다. KISTEP은 2009년부터 10대 미래유망기술을 발표하고 있는데, 2013년부터는 바람직한 미래국가상 관점에서 고령화, 안전, 불평등 등의 주요 사회적 이슈를 해결할 있는 기술들을 제시하고 있다. 2017년에는 공해 및 오염에 대응하는 KISTEP 10대 미래유망기술을 발표하였는데, IoT 기반 상황 인식형 조광 기술, 시 팩트 체크 보조 기술, 초미세먼지 제거 기술 등이 포함되어 있다. 한국 전자통신연구원, 한국생명공학연구원 등에서도

기관 특성을 반영하여 ICT나 BT 분야의 미래 유망기술을 발표하고 있다.

KISTEP 미래유망기술 선정 방법론

KISTEP은 2013년부터 지속해온 미래 이슈 대응 관점의 유망기술 선정 방법론을 매년 개선하고 있다. 2017년 미래유망기술 선정 절차는 미래 이슈 해결을 위한 요구를 찾는 미래니즈 분석과 그 요구사항을 해결하기 위한 미래유망 기술 선정으로 구분할 수 있다[그림 1].

두 번째 단계로 해당 이슈에 대한 공공의 여론을 살펴보고 세부 이슈 및 니즈를 도출하기 위해 소셜미디어 빅데이터 분석을 진행한다. 빅데이터 분석은 온라인 빅데이터 수집, 통계 및 의미망 분석, 그리고 분석 결과 해석 및 시사점 도출의 절차로 이루어진다. 2017년 연구에서는 2012년부터 2016년 기간의 10대 공해·오염 이슈들과 관련된 뉴스와 블로그 데이터를 수집하였다. 그런 다음, 기술 관련 기사에 대한 빈도수 패턴의



[그림 4] 논문 네트워크 분석 예시(생명분야, '10~'14)

네트워크 분석을 실시하였다[그림 4]. 네트워크 분석 결과를 해당 기술 전문가들이 검토(표 2)하여 새롭게 부상하는 연구 분야를 미래기술 후보로 도출하였다.

위에서 살펴본 바와 같이 국내외 기관들이 미래 유망기술 선정을 위하여 활용하는 방법론은 미래유망기술 선정 목적과 기관 특성에 따라 다양하다. MIT와 WEF는 전문가의 자문과 심층 토론 방법을 활용하며, KISTI는 전문가 의견과 계량정보 분석결과를 융합하여 미래유망기술을 선정한다. KISTEP의 미래유망기술 선정 절차는 해를 거듭하면서 진화되어왔다. 2009년에는 협업지성^{Wiki}을 활용한 전문가 토론을 거쳐 미래유망기술을 선정하였으며 그 이후에는 일반 국민 또는 전문가 평가나 설문조사를 활용하였다.

2013년부터 미래 사회 핵심이슈 대응을 위한 미래유망기술을 선정하기 위하여 뉴스나 SNS 문서 등 소셜데이터 분석, 특히 텍스트마이닝 등을 활용하였으며 2016년부터는 미래유망 기술 DB를 활용하고 있다. 한편, 한국생명공학 연구원의 연구나 KISTEP의 과학기술예측조사에서는 논문 데이터 분석이 활용되었다. 미래 유망기술의 선정에는 관련 분야 전문가들의 식견을 활용하는 것이 필수적이나 전문가들의 판단에 도움을 줄 수 있는 객관적 자료를 제공하는 것도 중요하다. 이런 객관적 자료로는 미래이슈 전망을 위해서 뉴스, 문헌 등을 분석한 자료가 활용될 수 있고, 미래기술 도출을 위해서는 논문이나 특허를 분석한 자료가 활용될 수 있다.

참고문헌

- 박종화 외(2017) 2017년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구, 한국과학기술기획평가원
- 한국과학기술기획평가원(2017) 제5회 과학기술예측조사
- 한국과학기술정보연구원, KISTI가 꼽은 10대 미래유망기술과 300개의 유망 사업화 아이템은?, <http://www.kisti.re.kr/promote/post/news/3370#>
- 한국생명공학연구원(2016) 2017 바이오 미래유망기술
- Gartner, Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017, <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>
- Greatest Achievement, Great Engineering Achievements of THE 20th CENTURY, <http://www.greatachievements.org/>
- MIT Technology Review, 10 Breakthrough Technologies 2017, <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2017/>
- World Economic Forum, Top 10 Emerging Technologies of 2016, http://www3.weforum.org/docs/GAC16_Top10_Emerging_Technologies_2016_report.pdf

오늘을 미래의 가치로 이어갑니다

부산을 향합니다.

사람과 기술, 문화가 융합된 과학기술 기반을 갖추고
미래를 선도할 청년들이 찾아오는 부산을 만들어나갑니다.

맘 흘릴 수 있는 터전이 가득한 부산을 설계하고
시민들을 웃게 할 혁신을 꿈꿉니다.
지금보다 더 큰 부산을 그립니다.

부산 과학기술 발전의 새로운 비전



통권 제6호 발행인 민철구 발행일 2017. 6. 30. 발행처 부산과학기술기획평가원

편집위원

- 위원장 임종세 (한국해양대학교 에너지자원공학과 교수)
- 위 원 윤홍주 (부경대학교 공간정보시스템공학과 교수)
- 위 원 송성수 (부산대학교 물리교육과 교수)
- 위 원 손동운 (국립부산과학관 전시연구본부 본부장)
- 위 원 이종률 (부산과학기술기획평가원 전략기획본부 팀장)
- 위 원 정형구 (부산과학기술기획평가원 사업개발본부 선임연구원)
- 위 원 한용규 (부산과학기술기획평가원 전략기획본부 선임연구원)

주소 48058 부산광역시 해운대구 센텀중앙로 79 센텀사이언스파크 13F, 17F

전화 051.795.5000 팩스 051.795.5009 홈페이지 www.bistep.re.kr

인쇄·제작 디자인글꼴 Tel. 051.636.1210 www.ggad.co.kr