

6 생명과 건강

‘삶의 질 향상’ 이 궁극 목표

글_ 손현석 서울대학교 보건대학원 교수 hss2003@snu.ac.kr

미래의 기술을 예측한다는 것은 자칫 하면 공상과학소설의 소재를 제안하는 것과 같을 수 있다는 생각이 ‘예측’에 참여한 전문가들의 한결 같은 고민이었다. 대략 25년 안팎의 멀지도 가깝지도 않은 장래에 실현 가능하고 정책적으로도 합리적인 과제를 도출해야 하는 것은 결코 쉬운 일은 아닐 것이다. 더구나 ‘생명과 건강’은 우리 모두의 관심이 집중된 분야라 더욱 그렇다. 왜, 그리고 무엇을 위하여 미래의 기술을 예측하여야 하는가가 다른 모든 것에 선행되어 정의되어야 할 것이었다. 참여한 전문가들 사이에 많은 대화와 의견 교환이 있었고 결국은 근본적인 정의에서부터 시작하여 목표점에 도달하는 것으로 합의가 이루어졌다.

인간을 포함한 모든 생명체는 연속성을 추구한다. 하지만 ‘죽지 않는 것이 적어도 예측 가능한 미래에는 불가능할 것’이라는 것을 전제로 하면, 남는 것은 삶의 질을 향상시키는 문제뿐이었다. 생명과 건강에 대한 미래 기술 예측 역시, 그러한 바람을 바탕으로 풀어나가는 것이 마땅하다는 것이었다. 생명과 건강을 하나로 묶어 미래 기술 예측을 시도한 것은 생명과학과 건강이 기초연구부터 보건, 의료, 식품, 농업, 환경 등에 이르기까지 하나의 공통분모로 묶여져 있기 때문이다. 윤리적인 측면을

고려하여 파괴적이거나 악용될 여지가 크다고 판단되는 기술 등은 설사 실현 가능하더라도 포함되지 않도록 했다. 또한 대중화와 산업화를 고려하여, 추측 가능한 기술들 중 많은 것을 다음 기회로 미루었기에 이번에 예측된 기술이 모든 것은 아니라는 것을 염두에 두어야 할 것이다.

환경·정보기술에 큰 영향 받을 것

생명과 건강 분과는 ‘생명과학’ 분야와 ‘의료보건’ 분야로 크게 두 개의 영역으로 구분하고 각각의 영역에서 세부적인 분야를 설정하여 미래 기술 과제를 도출하였다. 생명과학 분야에서는 8개의 관련 영역을 설정하고 38개의 미래기술과제를 제시

〈표 1〉 실현 예측시기가 빠른 10개 기술과제(국내기준)

과제 번호	과제	중요도 지수	실현시기(연)		연구개발 수준(%)
			국내	해외	
62	RF, 마이크로파를 이용한 피부 및 치과용 등 의료기기가 개발된다.	64.3	2012	2009	52.1
76	의료 one-stop 서비스가 실용화 된다.	69.5	2012	2011	58.1
61	초전도체를 이용한 MRI, 뇌자도, 심자도 등의 의료기기가 보급된다.	74.3	2013	2010	52.4
84	암을 초기에 진단할 수 있는 기술이 개발된다.	79.5	2013	2010	56.5
43	독서평가를 위한 Lab-on-a-Chip 방식의 DNA 칩이 개발된다.	69.6	2013	2011	57.0
73	병원과의 통신이 가능한 개인의료 정보관리용 칩 및 정보단말기가 실용화된다.	71.6	2013	2010	60.2
75	병원내에서의 효과적인 감염관리 시스템이 실용화된다.	73.9	2013	2010	54.1
86	뇌 혈류 개선방안이 개발되어 치료법이 실용화 된다.	72.2	2013	2010	53.9
67	재택 질병진단 및 치료시스템이 보급된다.	70.6	2013	2011	59.5
60	생체활력을 최적화시켜줄 수 있는 캡슐형 침대가 보급된다.	59.3	2013	2010	50.6

하였는데 그 8개 분야는 유전자·단백질·세포·생체, 질병원인 규명 기술, 효소·호르몬, 신약개발, 비교생물학, 식품, 방사선 및 방사선 동위원소, 환경들이다. 보건의료 분야에서는 11개의 영역을 설정하고 57개의 미래 기술 과제를 제시하였고 그 11개 분야는 유전자·염색체·세포·생체, 호르몬·미량원소, 식품, 제약, 의료기기, 정보, 병원관리, 전자소재, 지능소재, 진단 및 치료, 재활 및 복지이다.

양쪽 분야 총 19개의 항목을 살펴보면 제목만으로는 미래에만 존재하는 아주 새로운 분야는 아니라는 것을 알 수 있다. 현재의 기술과 발전된 미래의 기술을 구분하는 것은 그 내용과 도출되는 과제를 살펴보아야 가능한데, 한 예로 ‘신약개발’은 관련 분야에 종사하는 사람이라면 이미 익숙한 용어이다. 하지만 내용을 살펴보면 미래의 신약개발은 기존과는 다른 특성을 지닌 기술이라는 것을 쉽게 알 수 있다.

미래의 신약개발은 환자 개개인의 특성에 맞는 맞춤형 약물을 개발하는 기술이 될 것이며 그 전제조건은 컴퓨터를 이용한 자동화된 약물개발이고, 이러한 ‘인 실리콘 스크리닝’ 기술만이 필요한 신속성을 보장해 줄 것이다. 이와 더불어 신약개발의 전과정을 통합해 관리하기 위한 통합시스템과 신약물질합성의 전과정을 자동화할 수 있는 정보 및 로봇 시스템의 개발도 미래에는 단계적으로 이루어 가야 할 중요한 전략분야 중의 하나로 제안되었다.

‘유전자·단백질·세포·생체’는 ‘생명과학’ 분야와 ‘의료보건’ 분야 양쪽에서 모두 첫번째 항목으로 도출되었는데 이는 생명현상에 대한 이해가 다른 모든 것에 선행되어야 하는 주요 분야로 인식되어 있

〈표 2〉 실현 예측시기가 늦은 10개 기술

과제 번호	과제	중요도 지수	실현시기(연)		연구개발 수준(%)
			국내	해외	
21	생명현상 이해를 위한 in silico 인간이 개발된다.	57.3	2024	2022	37.0
16	뇌의 인지기능이 규명된다.	70.2	2022	2019	47.7
23	무산소 작업을 위한 인공체액이 실용화된다.	59.8	2021	2019	40.8
59	개인의 질병정보를 이용하여 순간적으로 약을 조절할 수 있는 순간 맞춤형 제약기기가 실용화된다.	65.8	2021	2019	44.9
5	유전자 및 단백질을 이용한 연산 및 기억장치가 개발된다.	62.6	2020	2018	41.6
20	컴퓨터를 이용한 in silico organ 구현기술의 가상인체로의 응용기술이 개발된다.	60.8	2020	2019	43.7
26	바이오펜에 대한 인위적인 조절기술이 개발된다.	58.7	2020	2018	43.8
24	생체 광합성을 통한 에너지 생산 기작이 규명된다.	60.4	2020	2018	45.3
50	생체시계를 이용한 노화방지 기작이 규명된다.	69.7	2020	2018	49.1
53	비침투성 방법을 이용하여 두뇌기능이 규명된다.	69.2	2020	2017	46.6

다는 것을 의미한다. 주목하여야 할 것은 ‘환경’에 대한 기술이 주요 항목으로 분류되었다는 것이다. 이것은 단순히 주변을 깨끗이 하고 오염원을 회피하는 소극적인 차원에서 진일보한 것으로 환경 분야가 첨단 기술을 이용하여 적극적으로 접근해야 할 주요 미래기술의 분야로 인식되었다는 것을 의미한다. 또한 주목하여야 할 것은 ‘정보’이다. 이것은 정보기술의 발전으로 그 기술이 생명과 건강 분야에 깊숙이 파고들어 기술 혁신에 많은 도움이 될 것이라는 인식을 바탕으로 깔고 있다는 것을 의미한다.

BT·IT 접목 등 융합기술 주목받아

이상과 같은 분야의 항목을 설정하고 해

당되는 과제가 도출된 후 한국과학기술기획평가원의 주관으로 전자설문이 실시되었다. 이 설문조사는 1차 8천291명의 국내 해당 전문가들을 대상으로 진행되었는데 설문 목적은 미래 기술로 도출된 과제들이 갖는 중요성과 시급성, 그리고 실효성을 검증하는 것이었다. 1차 조사의 결과로 17.2%인 1천427명이 응답하였고, 그들을 대상으로 한 2차 조사에서 850명이 응답하였다.

원고에 제시된 표를 살펴보면 일부만이 아니라 예측의 결과로 도출된 과제들을 살펴볼 수 있다. 〈표1〉은 실현예측시기가 빠른 것으로 예상되는 10개 과제를, 그리고 〈표2〉는 실현 예측시기가 늦은 것으로 예측되는 10개 과제를 표시한 것이다. 전문가

〈표 3〉 중요도 상위 10개 과제

과제 번호	과제	중요도 지수	실현시기(연)		연구개발 수준(%)
			국내	해외	
36	방사선을 이용한 고기능성 식품, 대체의약품 개발 기술과 안전성 검증기술이 보급된다.	80.0	2017	2014	49.8
84	암을 조기에 진단할 수 있는 기술이 개발된다.	79.5	2013	2010	56.5
70	범세계적으로 발생한 급성 바이러스 및 박테리아에 대비하기 위한 방어시스템이 보급된다.	79.0	2015	2013	49.4
85	암의 치료방법이 개선되며 효과적인 예방기술이 실용화된다.	78.3	2014	2012	54.7
54	암세포 또는 질병부위를 정확하게 공격하는 나노입자가 개발된다.	77.0	2018	2015	51.9
27	암의 생물학적 지식 및 발생원인이 규명된다.	76.7	2018	2014	57.6
90	고혈압 및 당뇨병에 대한 획기적인 치료제가 개발된다.	76.7	2015	2012	58.1
95	장애인 및 노인의 안전을 위한 복합기술이 보급된다.	75.6	2015	2011	44.0
72	난치병, 성인병 환자의 국가적인 통합관리 시스템이 보급된다.	75.2	2014	2012	52.2
87	심혈관계, 뇌질환 등과 같은 성인병에 대한 혁신적인 예방치료 기술이 실용화된다.	74.6	2014	2013	54.6

들은 기초적인 연구가 이미 완성단계에 이르러 즉시 개발되고 보급될 수 있는 기술들을 실현 시기가 빠를 것으로 예측하였고 원리의 규명이 필요하거나 인체 위험도가 있다고 판단되는 기술들을 실현 시기가 늦을 것으로 예측하였다. 하지만 중요성을 묻는 설문 결과인 〈표3〉을 살펴보면 과제번호 84인 ‘암을 조기에 진단할 수 있는 기술개발’을 제외하고는 ‘중요하다’고 응답된 10개의 과제가 실현 예측 시기가 빠르거나 늦다고 응답된 과제의 목록에는 포함되어 있지 않았다. 즉, 우리가 중요하다고 생각하는 기술은 그리 빠르지도 늦지도 않은 장래에 실현된다고 예견되었는데, 이것은 응답자의 희망과 우려가 동시에 표출된 것으로 보인다.

부가 설문으로 최고 기술 보유국을 묻는 질문에 98.9%의 비율로 미국을 꼽았으며 1.1%의 비율로 한국을 꼽았다. 이는 줄기세포 연구 등 근래 국내의 연구성과에 대한 긍정적인 인식이 작용된 것으로 보인다. 또한 국내 연구개발 수준별 과제분포의 대부분은 선진국들과 비교하여 어느 정도 개발 능력이 있음을 나타내는 41~60% 사이에 90.5%의 과제들이 집중되어 있는데, 조사 방법상 설문으로 개인적 의견을 물어 취합한 것이어서 그 객관성이나 정확도가 떨어지고 또한 기술력의 척도가 무엇인지에 대한 고려 없이 나타난 숫자이므로 보다 정밀한 검증이 요구된다. 나열된 기술에서 보여지는 경향은 BT와 IT의 접목과 같은 융합기술이 크게 주목되고 있다는

것이였다. 우리 나라가 IT강국으로 칭송 받는 만큼 나름대로의 강점을 갖는 기술 분야가 될 것이다.

‘투자’ 만이 미래기술 실현의 열쇠

미래 기술 예측의 결과로 현재 접근 가능한 기술 분야 19개에 걸쳐 95개의 미래 기술 과제가 도출되었다. 미래기술을 예측하고 전문가들의 의견을 묻는 과정에서 도출되는 과제가 관찰자의 입장에서 과학기술의 발전으로 인한 당연한 현상을 예측한 것이었는지, 아니면 어느 정도 의도적으로 설정한 것이었는지에 대한 의문이 제기되기도 하였다. 결론적으로 두 가지 형태의 예측이 모두 큰 흐름에서 벗어나지 않는 한 타당하다는 판단이 내려졌다.

미래 기술 예측이 단순한 예측보다는 미래의 목표를 설정하는 쪽으로 치우쳐진 면이 없지 않지만 중요한 것은 예측되고 도출된 영역과 과제가 초기에 설정한 궁극적 목표인 ‘삶의 질 향상’에 긍정적으로 기여할 수 있다는 점이다. 또한 주지하여야 할 것은 예측의 전과정에서 참여자 다수에게 과학기술의 발전과 국가 정책에 대한 낙관이 짙게 깔려 있었다는 점이다. 즉, 예측된 미래의 기술들은 모두 최상의 조건 하에서만 가시적인 기간 안에 이루어질 수 있는 것들이므로 도출된 미래의 기술이 실현되는 것은 관심을 가지고 투자해야만 이루어질 수 있는 것이다. 우리의 생명과 건강을 지켜 줄 기술을 개발하는 것은 누군가 대신 해줄 수 있는 것은 아니기 때문이다. ⑤



글쓴이는 영국 옥스퍼드대학에서 박사 학위를 받은 후 독일 막스플랑크 연구소에서 연구원을 지냈다.



김정호