

# 2014년도 국회사무처 연구용역보고서

## 지식 네트워크를 활용한 미래연구 방법론 연구

책 임 연 구 위 원 : 이 각 범 ((재)한국미래연구원 원장)

공 동 연 구 위 원 : 여 현 덕 ((재)한국미래연구원 연구실장)

김 준 호 ((재)한국미래연구원 연구위원)

황 지 연 ((재)한국미래연구원 책임연구원)

오 성 은 ((재)한국미래연구원 선임연구원)

이 지 은 ((재)한국미래연구원 대리)

연 구 기 간 : 2014. 12. 2. ~ 2015. 2. 25.

연 구 단 체 : (재)한국미래연구원

▷이 책자는 2014년도 입법활동연구과제(의정활동지원현안과제 연구 또는 해당 부서예산내역) 용역계획에 의하여 (재)한국미래연구원으로부터 제출 받은 보고서로서 의정활동연구에 활용 되도록 발간한 것입니다.

▷본 보고서의 내용은 연구용역 수행자의 의견으로 국회사무처의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.

*Blank*

## 목 차

<b>제1장 서론</b>	<b>1</b>
제1절 연구의 필요성	1
제2절 연구의 목적	2
제3절 연구의 내용 및 범위	3
<b>제2장 ICT 분야의 미래연구 사례와 방법론</b>	<b>5</b>
제1절 ICT 분야의 미래 연구 사례	5
제2절 ICT 분야의 미래 연구 방법론	14
<b>제3장 인구 분야의 미래연구 사례와 방법론</b>	<b>19</b>
제1절 인구 분야의 미래 연구 사례	19
제2절 인구 분야의 미래 연구 방법론	26
<b>제4장 바이오 분야의 미래연구 사례와 방법론</b>	<b>32</b>
제1절 바이오 분야의 미래 연구 사례	32
제2절 바이오 분야의 미래 연구 방법론	45
<b>제5장 외국의 미래 연구</b>	<b>51</b>
제1절 외국의 미래연구 발전과정 및 동향	51
제2절 국가별 미래 연구	57
<b>제6장 한국의 미래 연구</b>	<b>72</b>
제1절 한국의 미래연구 발전과정	72
제2절 한국의 미래연구 방법론 연구	75
<b>제7장 지식네트워크를 활용한 미래연구 방법론</b>	<b>78</b>
제1절 장기적 미래연구에 적합한 방법론	78
제2절 정책통합에 적합한 미래연구 방법론	81
제3절 연구기관의 유기적 네트워크에 기반한 미래연구 방법론	83
<b>제8장 결론</b>	<b>85</b>
제1절 연구의 결과 및 의의	85
제2절 연구의 기대효과	86
제3절 연구의 한계 및 향후 연구방향	87
<b>참 고 문 헌</b>	<b>88</b>

## 표 목 차

<표 2-1> 단계별 광대역통신망 가입자 계획 .....	10
<표 2-2> 우리나라 주요 TRM 작성 사례의 특징 비교 .....	16
<표 2-3> 아이비엠이 2006년 이노베이션 잼을 통해 발굴한 신사업 .....	17
<표 3-1> 통계적 방법론과 시스템 다이내믹스 방법론간의 비교 .....	16
<표 3-2> 통계청의 인구 성장 시나리오 .....	16
<표 4-1> 2030 바이오 경제의 핵심 동인 .....	34
<표 4-2> BT 5개 분야별 미래부 중점 투자 분야 .....	38
<표 4-3> 한국 바이오 및 제약 산업의 미래 전망 .....	39
<표 4-4> 게놈 프로젝트의 경제적 효과 .....	42
<표 4-5> 선진국의 뇌과학 지원을 위한 대규모 프로젝트 사례 .....	43
<표 4-6> 인공지능분야의 주요 프로젝트 현황 .....	44
<표 4-7> 미국 특허청에 출원 및 등록된 바이오 기술 분류별 특허건수 .....	45
<표 4-8> 국내 제약기업의 해외 인재 영입 사례 .....	46
<표 4-9> 미국내 바이오 및 제약 분야 주요 한인 협회 .....	47
<표 5-1> 미래예측의 흐름 .....	55
<표 5-2> 미국예측의 방법, 목적, 주체 측면의 변화 .....	56
<표 5-3> 제7차 FP 미래 연구 활동 .....	61
<표 5-4> Europe 2020의 주요 내용 .....	63
<표 5-1> 미래예측의 흐름 .....	55
<표 5-2> 미국예측의 방법, 목적, 주체 측면의 변화 .....	56
<표 5-3> 제7차 FP 미래 연구 활동 .....	61
<표 5-4> Europe 2020의 주요 내용 .....	63
<표 5-5> 일본의 미래연구 추진과정과 방법론 .....	67
<표 5-6> 일본 Innovation 2025의 주요 내용 .....	68
<표 5-7> 중국의 과학기술혁신이 지탱하는 8대 경제사회기초전략체제 .....	71
<표 5-8> 중국의 2050 에너지 발전 로드맵 .....	71
<표 6-1> 역대 정권별 국가 미래전략 보고서 발간 현황 .....	73
<표 6-2> 과학기술예측조사 추진 현황 .....	74
<표 6-3> 중국의 2050 에너지 발전 로드맵 .....	74
<표 7-1> 1인당 GDP 평균 성장률 전망(구매력 평가 기준) .....	78
<표 7-2> 피라미드형 지성과 집단 지성 .....	82

## 그 립 목 차

[그림 1-1] 연구 구성도 .....	4
[그림 2-1] 무어의 법칙 .....	5
[그림 2-2] 무어의 법칙의 적용기간 확장(1971-2011) .....	6
[그림 2-3] 퀴즈와일의 특이점 .....	7
[그림 2-4] 미국의 네트워크 정책 .....	8
[그림 2-5] 미국가구에서 다양한 다운로드 속도로 접속가능한 비율 .....	9
[그림 2-6] 초고속저보통신망 구축사업 추진계획 .....	9
[그림 2-7] 전 세계 국가브로드밴드계획의 증가 추이 .....	11
[그림 2-8] 주요국의 국가 브로드밴드 계획의 목표 .....	11
[그림 2-9] 플랫폼 패러다임의 변화 및 전망 .....	12
[그림 2-10] 인텔의 미래연구활동 .....	13
[그림 2-11] Gompertz 분석 적용 사례 .....	14
[그림 2-12] TRM 도형의 형태 .....	15
[그림 2-13] FuturICT 프로젝트를 위한 플랫폼 .....	18
[그림 3-1] 로마클럽 보고서 ‘성장의 한계’ .....	20
[그림 3-2] ‘성장의 한계’에서 사용한 시스템 다이내믹스 모형 .....	20
[그림 3-3] 유엔 세계 인구 전망 .....	21
[그림 3-4] 브래드쇼와 브룩의 세계 지역별 인구 전망 .....	22
[그림 3-5] 한국 인구전략의 전개과정 .....	23
[그림 3-6] 외국 인구전략 적용시 우리나라 총인구 전망 .....	24
[그림 3-7] 주요 인구 트렌드 변화 .....	25
[그림 3-8] 코호트 요인법에 의한 인구 추계 과정 .....	26
[그림 3-9] 시스템 다이내믹스를 이용한 영국의 미래인구 구조와 변화 .....	27
[그림 3-10] 인구팽창 수준별 지속가능한 주요 변화 시뮬레이션 모델링 .....	28
[그림 3-11] 인구모델의 SFD(Stock Flow Diagram) .....	29
[그림 3-12] 시스템 다이내믹스 방법론의 위상 .....	30
[그림 3-10] 인구팽창 수준별 지속가능한 주요 변화 시뮬레이션 모델링 .....	28
[그림 3-11] 인구모델의 SFD(Stock Flow Diagram) .....	29
[그림 3-12] 인구 성장 가정별 총인구 .....	31
[그림 4-1] 바이오 기술 응용분야 .....	32
[그림 4-2] 현재 및 향후 예상되는 바이오 응용 부문간 통합 .....	33
[그림 4-3] 바이오 산업과 바이오 경제 .....	35

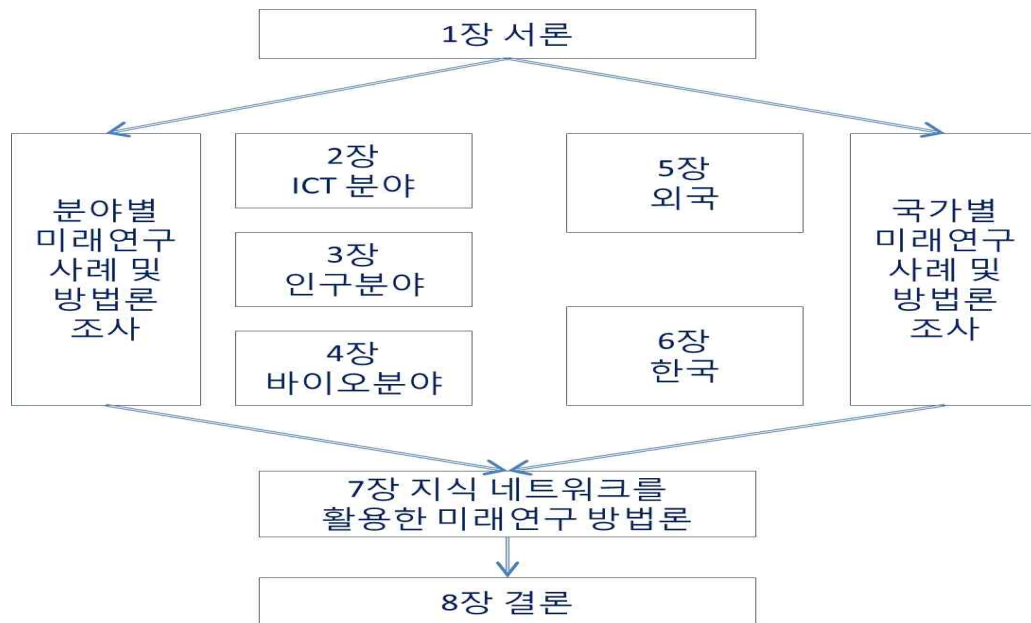
[그림 4-4] 유전체 분석 방법과 적용 응용분야 .....	41
[그림 4-5] 제약 산업의 글로벌 지식 네트워크 형성 .....	46
[그림 4-6] 지멘스 Picture of Future .....	49
[그림 4-7] 지멘스의 미래연구와 전략적 비전 프로세스 .....	50
[그림 4-8] 지멘스의 사업 포트폴리오 변화 .....	50
[그림 5-1] 미래 연구의 진화 .....	52
[그림 5-2] 미래 예측 패러다임의 변화 .....	53
[그림 5-3] 미래예측 방법론 다이아몬드 .....	54
[그림 5-4] 미래예측 방법론의 분류 .....	55
[그림 5-5] 미국의 미래비전과 정책의 연계과정 .....	57
[그림 5-6] 랜드연구소의 북한 붕괴 가능성에 관한 보고서 .....	58
[그림 5-7] 유럽 2020 전략과 Horizon 2020의 관계 .....	62
[그림 5-8] 핀란드의 미래비전과 정책의 연계 .....	66
[그림 5-9] 일본·핀란드 공동 프로젝트의 미래 예측과정 .....	69
[그림 6-1] KITAIP .....	75
[그림 6-2] 미래전략 연구 방법론(FROM) .....	76
[그림 6-3] 미래트렌드와 미래수요의 로드맵 .....	77
[그림 7-1] 우리나라 정책결정의 특징과 주요 문제점 .....	79
[그림 7-2] 백캐스팅 접근법의 특징 .....	80
[그림 7-3] 미래연구 방법론과 예측 기간과의 관계 .....	80
[그림 7-4] 수직적 통제와 수평적 연계 .....	81
[그림 7-5] 혁신 정책의 진화와 정책통합 .....	82
[그림 7-6] 미래연구의 영역 .....	83
[그림 7-7] 매핑의 발전 .....	84

## 요 약 문

가난하고 평범했던 나라들이 강대국으로 성장하는 비결은 장기적인 미래전략이다. 한국의 경우도 1962년에 시작한 총7회의 경제개발 5개년 계획이 국가 발전에 큰 기여를 하였다. 그러나 1998년에 경제개발 계획을 폐기한 이후 장기적인 미래전략이 부족하다는 지적을 받고 있다. 2001년, 2006년, 2012년 등 정권 후반기에 나온 행정부의 미래전략보고서는 다음 정권에서 집행으로 이어지지 못하였다. 5년 단임의 정권교체는 미래연구 책임기관에도 변화를 가져왔고, 미래예측의 기간을 5년 이내로 한정하는 결과를 초래하였다. 범위측면에서도 과거의 미래전략은 경제발전을 중심으로 도출하였다. 그러나 경제성장에도 불구하고 삶의 질이나 행복도는 개선되지 못하고 있어서 경제, 사회, 문화, 복지, 환경 등을 복합적으로 국가 미래전략을 도출하여야 할 필요성이 제기되고 있다. 절차상으로도 과거에는 중앙정부가 미래전략을 주도하였으나, 복잡·다양해진 현대 사회에서는 지방정부, 기업, 민간 단체 및 일반 시민 등 다양한 이해관계자들의 참여와 합의를 기반으로 미래전략을 도출할 필요성이 제기된다. 이렇게 장기적이고, 종합적이면서 다양한 이해관계자들의 참여 및 합의를 기반으로 한 국가 미래전략을 도출하기 위한 미래연구 방법론 연구를 본 연구의 목적으로 설정하였다.

이를 위하여 본 연구에서는 미래 연구의 사례 및 방법론을 조사하였다. 조사 대상은 분야별로는 ICT, 인구 및 바이오 분야를 조사하였고, 국가별로는 미국, 캐나다, EU, 영국, 독일, 프랑스, 핀란드, 일본, 싱가포르 및 중국 등의 사례를 조사한 후 한국의 사례를 조사하였다([그림] 참조). ICT, 인구 및 바이오 부분을 선정한 것은 이 3분야가 미래전략에서 가장 중요한 분야로 파악되었기 때문이다. ICT 부분은 디지털 신문명이라고까지 불리울 정도로 인류의 많은 부분에 큰 영향이 미쳤으며, 그 영향은 아직도 진행중어서 ICT분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다. 인구 부분 역시 인류가 이제까지 경험해보지 못한 인구 폭발, 고령화, 핵가족화 및 1인 가구 증가 등 새로운 현상들이 지속적으로 나타나고 있고, 이러한 요인들이 정치·경제·사회·문화 등 많은 부분에 큰 영향을 미치고 있다, 따라서 인구를 중심으로 한 미래전략도 점점 더 중요해지고 있는 실정이어서 ICT 다음으로 인구분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다. 향후 10년후에는 미래변화를 주도하는 요소가 ICT에서 바이오로 전환될 것으로 전망하는 전문가들이 많아서 바이오분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다([그림] 참조).

[그림] 연구 구성도



ICT 분야에서 미래연구 사례로는 무어의 법칙 적용사례, 로드맵 적용 사례 및 ICT 기업의 미래연구 사례를 조사하였고, 연구방법론으로는 추세외삽법, TRM(Technology Roadmap), 집단지성 활용 등을 조사하였다. 먼저 무어(Moore)의 법칙을 조사한 것은 ICT 분야에서 가장 영향력이 큰 예측 중의 하나이기 때문이다. 이 법칙이 나오게 된 배경으로는 반도체 집적회로(integrated circuit)가 1959년 발명되었는데, 1964년 제품에는 32개의 트랜지스터가 집적되어 있었고, 1965년 제품에는 64개의 트랜지스터가 집적된 사실이다. 무어는 이를 보고 “(집적회로)의 복잡성은 대략 매년 두배의 비율로 증가했다. 길게 보았을 때, 이러한 증가 속도가 앞으로 10년 동안에 일정할 것이라고 믿을만한 근거가 있다”고 미래의 경향을 예측했다. 무어의 이 글은 추후 ‘무어의 법칙’으로 불리우며 현대 사회의 디지털 혁명을 설명하는 주요한 예측이 되었다. 무어가 향후 10년 정도 지속될 것으로 생각하였던 무어의 법칙은 약 40여년이 지난 지금까지 적용되고 있으며, 향후에도 상당기간 이 법칙이 적용될 것으로 전망되고 있다. 이는 군부의 지원을 받은 미국 반도체 산업은 무어의 법칙에 근거해서 반도체산업의 로드맵(roadmap)을 그렸고, 이를 실행하기 위해서 산업체 간의 협력과 공동연구를 진행시켰기 때문이다.

인구 분야에서 미래연구 사례로는 로마클럽 보고서, 유엔 인구보고서 및 한국의 미래 인구 연구 등을 조사하였고, 연구방법론으로는 인구 추계 방법, 시스템즈 다이내믹스 및 인구 추계 시나리오 등을 조사하였다. 바이오 분야에서 미래연구 사례로는 바이오 경제전망, 인간 게놈 프로젝트 및 뇌과학 프로젝트



를 조사하였고, 연구방법론으로는 특허분석과 글로벌 지식 네트워크 그리고 PoF(Picture of the Future) 등을 조사하였다.

분야별 조사에서 나타난 것은 멀리보고 일관성 있는 정책추진의 중요성이었다. 정보화의 후진국이었던 한국이 1990년대 중반부터 10여년간 꾸준히 추진한 ICT 정책으로 ICT 분야의 선진국으로 발전하였고, 국가 경제 및 사회발전에 큰 기여를 하였다. 반면 인구분야는 미래전략이 부재하고 현실대응마저 늦어서 많은 문제점을 노출하였다. ICT 다음으로 인류사회를 변화시킬 것으로 예견되는 바이오 분야의 미래 전략도 다른 국가에 비하여 많이 부족한 것으로 평가되고 있다. 국가별 미래연구의 비교에서도 미국이나 유럽 등에서는 독립된 연구기관들의 유기적 네트워크로 깊이 있는 미래연구가 진행되고 있는 반면 국내에서는 미래연구를 주관하는 정부 부처 및 연구기관의 분산화로 인하여 미래연구 성과의 공유 및 확산이 저조한 실정이다.

분야별 및 국가별 미래 연구 사례를 통하여 우리나라의 장기적, 종합적, 협력적 미래연구를 위한 방법론으로 백캐스팅 접근법, 집단 지성 및 매핑(주요 미래연구 기관과 관련 연구자의 목록을 확보하고, 기타 관련 정보를 수집·공유하는 것을 목표로 삼는 활동)이 필요하다는 것을 도출하였다. 그동안 여러 차례 미래연구 방법론에 관한 연구가 있었지만, 제한된 범위의 단기 예측을 중심으로 한 방법론에 치중하였던 반면 본 연구는 국가차원의 장기 미래전략을 종합적으로 도출하기 위한 방법론을 제시하였다는 점에서 그 의의가 매우 크다고 평가된다.

본 연구의 기대효과로는 정부로부터 국회로 정책의 구심점이 이동한 현재의 정치구조를 반영할 수 있다는 점이다. 정부의 일방적인 발표로 진행되는 정책은 국회에서 여야간의 쌍방논쟁으로 제대로 정착되지 못하였다. 그러므로 국회가 중심이 되어 시간적으로 장기적 전망을 큰 테두리에서 진행하고 방법으로는 한정된 내부(in-house) 연구자만이 아니라 회의체 중심으로 연구를 통하여 관련 당사자간의 중지(衆智)를 모으는 작업이 필요하다. 이제는 국내 전문가 뿐만 아니라 멀리 글로벌 시각에서 사안(事案)에 접근할 수 있는 지식 네트워크가 무엇보다 필요하다.

본 연구에서 제시한 방법론을 활용하면 첫째 국내외 연구기관의 유기적 의사소통으로 미래연구의 수준이 크게 향상될 것으로 기대된다. 둘째로는 정책논의과정에서 여야간의 큰 틀의 합의를 이루어서 정권의 교체에 영향을 받지 않고 연속적인 정책의 집행이 기대된다. 셋째로는 정책논의과정에서 국회의원들의 의견이 충분히 반영되었으므로 법제화가 용이하고 국민의 호응도가 높아 정책의 추진력이 향상될 것으로 기대된다. 넷째 지식 네트워크 중심으로 세계

의 최신 연구동향에 접근함으로써 이미 이루어진 연구를 실시간으로 수용하고 세계적 범위에서 토론이 가능하게 된다. 즉, 글로벌 네트워크를 활용하여 전 세계 최고 수준의 전문가들의 지혜를 모은 정책을 도출하여, 국내적 시각의 논쟁이 아닌 국가 백년대계(百年大計)를 위한 올바른 견고한(solid) 정책 수립이 기대되는 것이다.

행정부에서 진행되는 미래연구가 정권 임기내에 가시적인 성과를 보이기 위하여 단기적이고, 부처별로 구성된 정부 조직의 특성상 분야별이라는 한계점은 쉽게 극복하기 어려운 과제이므로 본 연구에서 제시된 방법론을 수행할 연구조직은 국회에 두는 것도 좋은 대안으로 제시된다. 핀란드의 사례와 같이 국회의 참여는 장기 정책 수립에 있어 전문가 중심의 과정에서 외연확대를 통해 민주적 절차의 정당성을 가진 과정으로 전환할 수 있는 장점이 있으므로 이러한 실천방안도 깊이 있게 연구할 필요성이 제기된다. 국회에서의 미래연구는 장기적이고 종합적인 접근을 하고, 행정부에서의 미래연구는 단기적이고 분야별 접근을 하면 양자가 시너지 효과를 보일 수도 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 한국의 현 시점에서 미래연구의 문제점을 개선할 수 있는 방법론에 집중하였으며, 이 방법론을 활용한 실천전략을 세우는 것은 본 연구의 범위에 해당하지 않으므로 후속 연구에서 실행하고자 한다.

# 제1장 서론

## 제 1 절 연구의 필요성

중국중앙(CCTV)는 세계 주요 강대국의 흥망성쇠를 그린 다큐멘터리: “대국 굴기(大國굴起)”에서 가난하고 평범했던 나라들이 강대국으로 성장한 비결을 제시하고 있다. 그것은 ‘멀리 내다보고 장기적인 미래전략을 세웠다’는 것이다. 한국의 경우에도 1962년에 시작한 총 7회의 경제개발 5개년 계획이 국가발전에 큰 기여를 한 것으로 평가되고 있다. 그러나 1997년 외환위기 이후 1998년에 들어선 정부는 IMF의 지시로 민간 경제활동 자유 보장과 시장경제질서 편입 재정 안정화를 근거로 경제개발 계획을 폐기하기에 이르렀다. 그 이후 한국에서는 멀리 내다보고 미래를 준비하는 장기적인 미래전략이 부족하다는 지적을 받고 있다. 2001년에 ‘2011 비전과 과제’, 2006년에 ‘함께하는 희망 한국 VISION 2040’ 2012년에 ‘대한민국 중장기 정책과제’ 등 국가차원의 미래전략보고서가 없었던 것은 아니다. 그러나 연구의 연속성이 없었던 점과 정권 말기에 나와서 정책 집행으로 이어지지 못하였다는 치명적 단점이 지적되었다. 2008년 이명박 정부 때 대통령자문기구로 미래기획위원회가 설치되었으나 이 기구는 주로 현안의 과제에 집중하였고, 실행을 전제로 한 미래전략의 수립은 부차적 과제에 머물렀다. 지금 전정권의 온라인상의 웹사이트마저 사라진 상태에서 국가미래전략센터를 만들겠다는 박근혜 정부의 대선 공약은 아직도 실현되지 않고 있다. 국가미래전략에서 한국의 현주소는 일부 기술 분야에서만 미래전략 수립이 있을 뿐 국정 전반을 짚은 미래 설계는 거의 이뤄지지 않고 있다(하종대, 2014)는 평가가 지배적이다.

또한 우리나라 정부의 미래예측 활동이 정부의 정책역량을 향상시키는데 많은 기여를 하고 있지 못하며, 정책 효과의 대상인 국민이 소외되고 있고, 단기주의로 인해 미래세대보다는 현 세대의 문제해결에 집중하는 한계점을 보이고 있다는 평가를 받고 있다(박병원, 2012). 새로운 정부가 출범할 때마다 설치되는 미래연구 책임기관들은 정치적 환경의 변화에 따라 기관의 성격이 급격히 바뀌고, 내용 결과물 역시 신뢰성과 진정성에 의심을 받고 있다(양장미, 2012). 행정부의 경우 정책집행을 강조하는 속성 때문에 장기적인 미래보다는 단기 내지 중기적인 미래에 초점을 두는 경향이 있으며, 5년 단임이라는 대통령 임기로 말미암아 행정부의 미래 시계는 제도적으로 5년을 넘어서기 어려운 한

계가 있다(김동환, 2012). 따라서 이러한 단기적이고 부분적인 미래예측의 한계를 극복하고 장기적인 미래전략의 필요성이 절실히 보인다. 이 미래전략은 정권의 교체에 영향을 받지 않고, 연속적이어야 할 것이다. 또한 일부 전문가들이 참여하는 제한적인 분야의 미래정책이 아니고, 국가 전체의 시각에서 바라보는 종합적인 미래전략이어야 할 것이다. 이러한 미래전략을 도출하기 위하여서는 먼저 어떠한 방법론을 적용하여야 할 것인가를 연구의 출발점으로 설정하였다.

## 제 2 절 연구의 목적

20세기에 한국은 경제발전을 위해 모든 정책을 경제중심으로만 운영해왔다. 당장 가시적 성과를 가져오지 않는 사회, 문화, 환경, 교육 분야에는 소홀했던 것이다. 그러나 이런 정부의 선택은 21세기 들어 한국사회에 역풍으로 작용하기 시작하고 있다. 현재 사회자본의 부족으로 인해 국가경쟁력의 하락을 절실히 경험하고 있는 나라가 바로 한국이다. 한국은 경제력으로는 OECD 국가 중 상위권에 있지만, 정작 국민들의 행복도를 말해주는 삶의 질 부분에서는 OECD국가 중 최하위를 벗어나지 못하고 있다. 즉 국가와 기업은 잘 사는, 하지만 국민은 괴로운 사회가 되고 있는 것이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 하나의 이슈를 접근할 때 경제, 사회, 문화, 복지, 환경 등을 복합적으로 볼 수 있는 시각이 필요하다(최항섭, 2012). 경제중심적인 단편적인 미래 예측의 한계를 극복하고 경제, 사회, 문화, 복지, 환경 등을 복합적으로 조망하는 미래연구의 방법론을 도출하는 것을 본 연구의 첫 번째 목적으로 설정하였다.

지금까지 한국은 산학을 망라한 개인들의 연구에 힘입어 세계 주요 트렌드에 빠르게 적응하고 대응해왔으나 이제는 세계의 메가트렌드를 선도할 수 있는 역량의 발굴이 필요하게 되었다. 이미 한국은 과학기술과 정보통신 분야에서 해외 주요국에서도 선례가 없는 독특하고 역동적인 현상들이 많이 나타나고 있다. 한국 사회가 자체적으로 미래의 떠오르는 주요 이슈들을 발견하고 메가트렌드로 발전시켜 나아가야 할 시기가 온 것이다. 과학기술 발전, 산업간 융합, 고령화 사회 도래, 지구 온난화 등 세계 환경은 급속하게 변화하고 있으며 이에 따른 불확실성 또한 확대되고 있다. 이와 같이 위기와 기회가 공존하는 불확실성의 시대를 맞이하여 미래의 지향점을 설정하고 위협요소를 재도약의 기회로 바꾸는 전략이 필요하게 되었다. 이에 따라 미래 사회의 변화방향, 미래사회의 도전과 새로운 기회에 대한 총체적 이해를 위해 세계의 국가와 기업들은 상당한 노력을 기울이고 있다. 우리 사회가 당면하고 있는 문제와 도전은

현 사회-경제 시스템의 최적화와 함께 기존 시스템의 최적화(optimization)를 통한 일차적인 해결보다는 근본적인 시스템의 전환을 이를 사고의 발상 전환 및 실천이 필요하다(박병원, 2013). 사고의 발상 전환을 통해 세계의 메가트렌드의 적용에서 벗어나 세계의 메가트렌드를 선도할 수 있도록 중장기 미래를 예측하고 이에 대한 미래전략을 도출할 수 있는 연구방법론을 도출하는 것을 본 연구의 두 번째 목적으로 설정하였다.

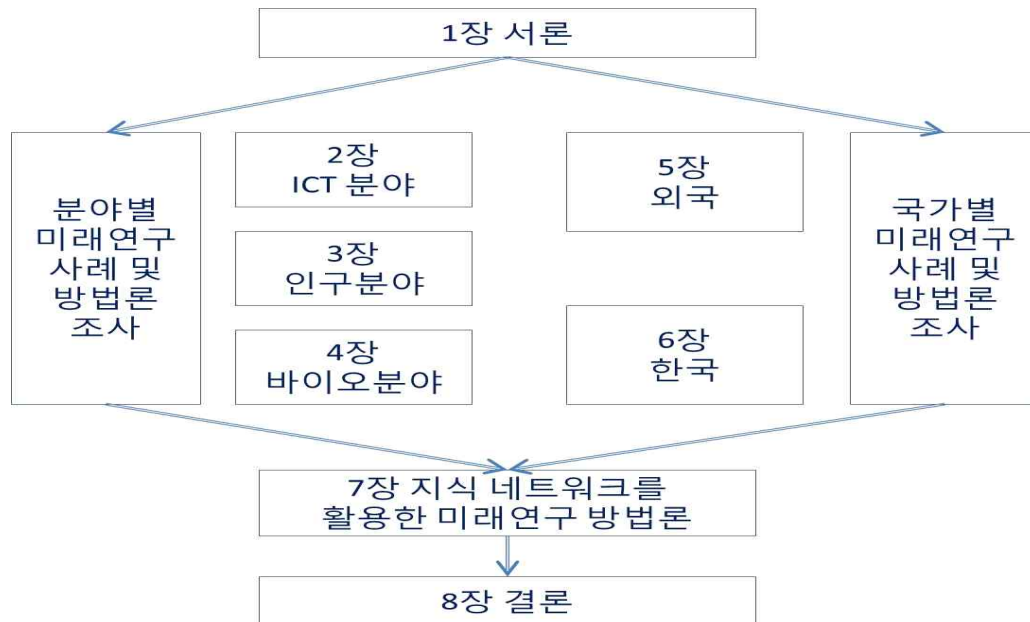
세계의 변화 흐름을 추종해오던 전략에서 벗어나 새로운 트렌드를 선도할 수 있는 창조적 미래 전략이 요구되고 있으므로 미래 흐름을 미리 내다보는 통찰력과 함께 이를 구체적인 미래 비전과 전략으로 연결시킬 수 있는 사회적 합의가 필요하다. 미국 국가정보위원회(NIC: National Intelligence Council)의 경우 중장기전략을 세우기 위해 학계, 민간부문의 비정부 전문가들을 포괄한 광범위한 네트워크를 구성하여 미래 트렌드 파악을 위해 해외 각국의 정보를 수집, 분석하고 중장기 국가발전전략을 연구하여 정책결정자에게 편향되지 않은 다양한 정보를 제공하여 정권의 교체에 영향을 받지 않고 일관적인 장기정책을 입안하고 실행하고 있다. 반면 우리나라에서는 정부 부처간 정보교류와 자료공유가 매우 힘든 실정이며, 국책 연구 기관간에도 지식교류가 활발하게 이뤄지지 못하여 우리나라가 추진해야 할 전략에 있어 정권의 교체에 영향을 받지 않는 장기적인 미래전략의 실행이 어려운 실정이다. 이러한 점을 극복하기 위하여 위하여 정부의 일부 전문가들뿐만이 아니라 학계, 민간부문의 비정부 전문가들을 포괄한 광범위한 네트워크를 기반으로 한 미래연구의 방법론을 도출하는 것을 본 연구의 세 번째 목적으로 설정하였다.

### 제 3 절 연구의 내용 및 범위

본 연구는 총 8장으로 구성되었다. 제1장 서론에서는 연구의 필요성, 목적, 내용 및 범위 등에 대하여 서술하였다. 2장부터 6장까지는 본 연구의 목적을 달성하기 위한 조사 부분으로 구성되었다. 조사부분은 크게 분야별 조사와 국가별 조사 2개 부분으로 분류되는 데, 분야별 미래연구 사례 및 방법론은 ICT, 인구 및 바이오 부분을 조사하였다. ICT, 인구 및 바이오 부분을 선택한 것은 이 3분야가 미래전략에서 가장 중요한 분야로 파악되었기 때문이다. ICT 부분은 디지털 신문명이라고까지 불리울 정도로 인류의 많은 부분에 큰 영향이 미쳤으며, 그 영향은 아직도 진행중어서 제2장에서는 ICT분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다. 인구 부분 역시 인류가 이제까지 경험해보지 못한 인구 폭발, 고령화, 핵가족화 및 1인 가구 증가 등 새로운 현상들이 지속적으로

나타나고 있고, 이러한 요인들이 정치·경제·사회·문화 등 많은 부분에 큰 영향을 미치고 있다, 따라서 인구를 중심으로 한 미래전략도 점점 더 중요해지고 있는 실정이어서 제3장에서는 인구분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다. 향후 10년후에는 미래변화를 주도하는 요소가 ICT에서 바이오로 전환될 것으로 전망하는 전문가들이 많아서 제4장에서는 바이오분야의 미래연구 사례 및 방법론을 조사하였다. 다음으로는 국가별 미래연구 활동을 조사하였는데 제5장에는 외국의 미래연구 발전과정 및 현황을 조사하였고, 제6장에서는 한국의 미래연구 활동 및 현황을 조사하였다. 이를 기반으로 제7장에서는 본 연구의 목적에 적합한 지식 네트워크를 활용한 미래연구 방법론에 대하여 연구하였고, 제8장에서는 결론을 정리하였다([그림 1-1] 참조).

[그림 1-1] 연구 구성도



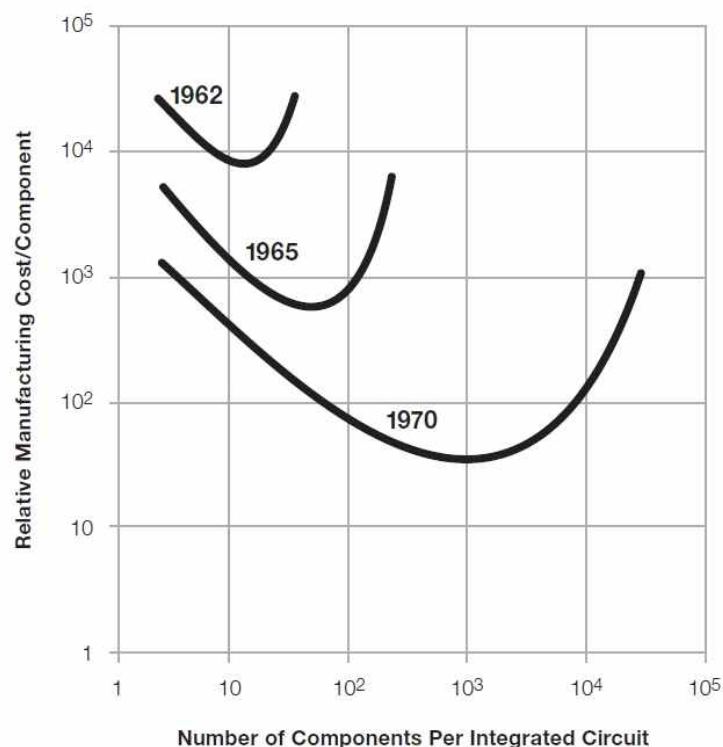
## 제 2 장 ICT 분야의 미래연구 사례 및 방법론

### 제 1절 ICT 분야의 미래연구 사례

#### 1. 무어의 법칙 적용 사례

ICT 분야에서 영향력이 큰 예측으로 무어(Moore)의 법칙을 들 수 있다. 반도체 집적회로(integrated circuit)가 1959년 발명되었는 데, 1964년 제품에는 32개의 트랜지스터가 집적되어 있었고, 1965년 제품에는 64개의 트랜지스터가 집적되어 있는 것을 보고 무어는 “(집적회로)의 복잡성은 대략 매년 두배의 비율로 증가했다. 길게 보았을 때, 이러한 증가 속도가 앞으로 10년 동안에 일정할 것이라고 믿을만한 근거가 있다” 고 미래의 경향을 예측했다(Moore, 1965; [그림 2-1] 참조). 무어의 이 글은 추후 ‘무어의 법칙’ 으로 불리우며 현대 사회의 디지털 혁명을 설명하는 주요한 예측이 되었다. 무어의 법칙은 경험의 일반화였으나 현대 사회에 미친 영향은 지대하며, 기술결정론의 위력을 잘 보여주는 사례로 자주 활용되고 있다.

[그림 2-1] 무어의 법칙



자료: Moore(1965)

무어가 향후 10년 정도 지속될 것으로 생각하였던 무어의 법칙은 약 40여년이 지난 지금까지 적용되고 있으며, 향후에도 상당기간 이 법칙이 적용될 것으로 전망되고 있다([그림 2-2] 참조). 이에 대해 컴퓨터 기술사를 주로 연구하는 “찰스 배비지 연구소”는 흥미로운 연구를 발표했는데 이 연구들은 무어의 법칙으로 대변되는 미국 반도체 기술의 급속한 발전이 세마테크(Sematech) 같은 미국 반도체 산업 전체에 대한 군부의 집중적인 지원 등에 의해서 가능했던 것임을 보이고 있다. 군부의 지원을 받은 미국 반도체 산업은 무어의 법칙에 근거해서 반도체산업의 로드맵(roadmap)을 그렸고, 이를 실행하기 위해서 산업체 간의 협력과 공동연구를 진행시켰다. 무어의 법칙은 이러한 의도적인 노력에 의해서 달성되었다는 것이다(홍성욱, 2011).

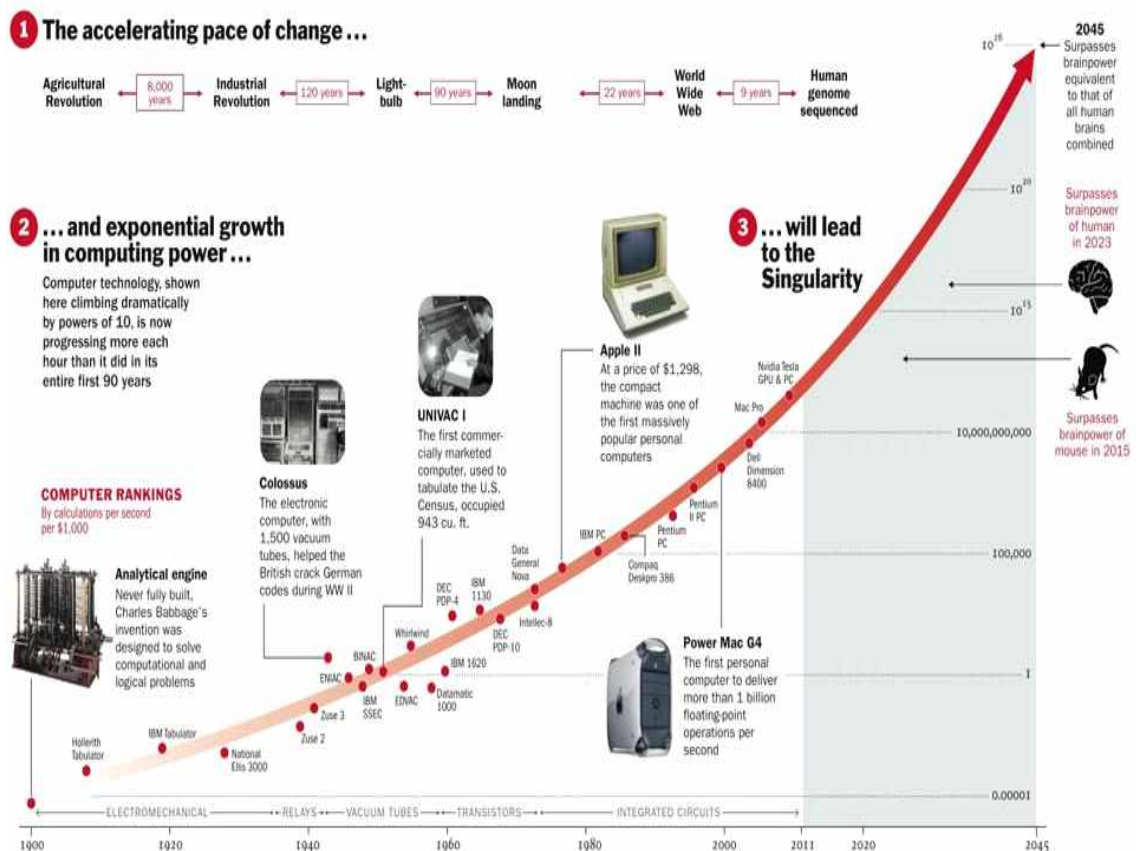
[그림 2-2] 무어의 법칙의 적용기간 확장(1971-2011)

자료: Binkley(2014)



스캐너, OCR, 신디사이저 등을 발명하여, 명예의 전당에 이름을 올린 발명가이자 미래학자인 커즈와일(Kurzweil)은 기술발전이 지금의 속도로 지속되다가 2045년경에는 인간과 기계가 융합하고 더 이상 미래변화를 예측할 수 없을 정도로 빨리 모든 것이 기하급수적으로 발전하는 특이점(Singularity)이 온다고 전망하였다([그림 2-3] 참조). 그는 1980년부터 저술한 여러 저작에서 예측했던 것들을 분석했는데, 147개의 예측 중 126개가 실현된 것으로 나타났다. 1980년대에 월드와이드웹, 검색엔진, 3D 프린터 등을 예측하였고, 1990년에는 2009년에 스스로 운전하는 자동차가 나올 것으로 예측하였는데, 이는 상용화되지 못하여 틀린 것으로 간주하였다. 이렇게 높은 정확도의 예측을 보인 그가 시적 표현이나 농담, 빈정거림 등 언어의 추상성까지 사람수준으로 알아듣는 인공지능이 2029년까지 개발될 것으로 예측하였다(박승혁, 2013).

[그림 2-3] 퀴즈와일의 특이점



자료: Grossman(2011)

## 2. 로드맵 활용 사례

찰스 배비지 연구소의 무어의 법칙 적용 사례 연구에서 밝힌점은 ICT의 발전 예측은 ICT 자체의 예측보다 중요한 것이 정책당국의 의지가 포함된 로드맵이 중요하다는 점이다. ICT 분야에서 로드맵 적용의 대표적인 사례는 브로드밴드 보급이다. 브로드밴드 보급의 직접적인 계기는 미국의 슈퍼 하이웨이 구상이었다. 1992년 대통령선거에서 빌 클린턴 후보의 러닝메이트로 나선 고어 상원 의원은 ‘정보슈퍼하이웨이’ 건설을 선거공약으로 내세웠다. 당시는 일본과의 경제대전이란 용어가 나오고 있을 무렵이어서 미국은 마침내 정보슈퍼하이웨이 건설에 미국의 자존심을 걸게된다. 이후 클린턴정부는 93년 ‘국가안보 인프라스트럭처(NII) 행동계획’을 발표하였다. 이때부터 정보슈퍼하이웨이 대신 NII를 공식용어로 사용하면서 본격적인 정보고속도로 건설이 시작되었다(이정오, 1995). 미국의 네트워크 정책은 1994년 초고속정보망 사업(NII)을 중심으로 지속적으로 이루어지고 있으며, 차세대 인터넷 구축계획(NGI), 전략계획(Strategic Plan)을 거쳐 오늘날 국가 광대역 계획(NBP)에 이르고 있다(손상영·김사혁, 2011; [그림 2-4] 참조).

[그림 2-4] 미국의 네트워크 정책

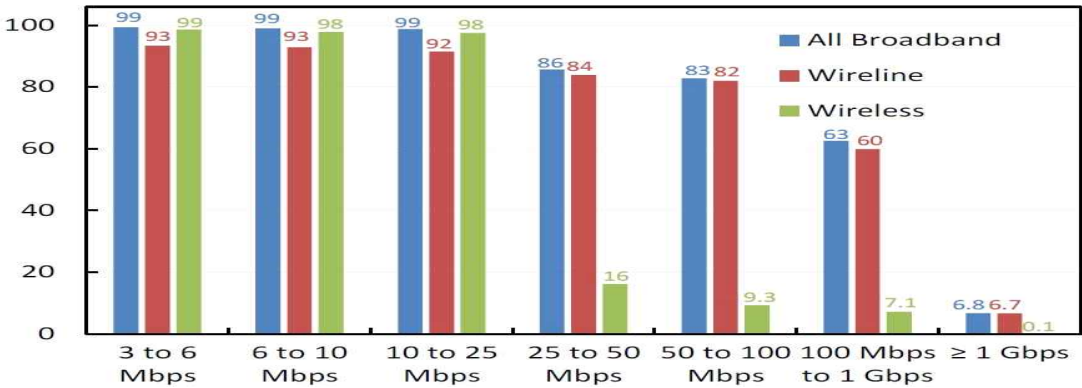


자료: 손상영·김사혁(2011)

미국 정부는 브로드밴드 보급률을 높이기 위하여 많은 정책을 폈으나, 넓은 국토와 빈부 및 교육 격차 등으로 브로드밴드 보급률은 세계 10위권 밖에 머물렀다. 2008년 세계 금융위기 이후 미국 정부는 오바마 대통령 취임과 함께 경제위기 극복을 위한 대규모 투자를 취지로 하는 ‘America Recovery and Reinvestment Act(ARRA) of 2009’를 승인하면서, 2009 ~ 2019년 간 총 7,870억 달러 규모의 전체 투자 금액 중 약 5%에 해당하는 420억 달러를 광대역 통신

망 확충과 활용에 배정하고, 최소 1억 가구에서 적어도 실제 다운로드 속도 100Mbps, 업로드 50Mbps 수준의 광대역 서비스를 받을 수 있도록 시장 경쟁 활성화 및 수요창출을 권고하였다. 그러나 아직도 100Mbps의 다운로드 속도로 브로드밴드 접속이 가능한 비율은 63%에 불과한 실정이다(The White House, 2015; [그림 2-5] 참조).

[그림 2-5] 미국 가구에서 다양한 다운로드 속도로 접속가능한 비율



자료: The White House(2015)

한국도 1993년 문민정부 출범과 함께 수립된 ‘신경제5개년계획’에서 정보고속도로를 주요 정책으로 제시하였다. 미국 등 선진국은 이미 이와 비슷한 정보화 전략을 수립해 실행에 들어갔기 때문에 “산업화는 늦었지만 정보화는 앞서야 한다”는 목표를 전면에 내세우고, 적극적인 정책을 수립하였고,(김시소, 2012). 1995년부터 추진된 초고속정보통신망 구축계획은 한국을 세계최고 수준의 정보인프라 강국으로 발전시켰다([그림 2-6] 참조).

[그림 2-6] 초고속정보통신망 구축사업 추진계획

구 분	1단계 (1995~1997)	2단계 (1998~2000)	3단계 (2001~2005)
선도망 신기술 개발·검증	기간망	서울~대전간 2.5Gbps급 구축	전국 5대 주요 도시에 2.5Gbps급 구축
	광전송망	전국 80개지역 (최대 5Gbps)	전국 144개지역 모든 통화권역 (최대 5Gbps)
국가망 신기술 적용	ATM망	5개 지역에 ATM 시범망 구축	품질보장형 인터넷망 (MPLS) 구축
	기간망	광전송망(시·군까지) (최대 40Gbps)	광전송망(동여촌까지) (최대 40Gbps)
공중망 확산	가입자망	주요 건물에 FTTO구축	ADSL, CATV (FTTC: 전구간의 10%)
			VDSL, CATV, FTTH (FTTC: 전구간의 90%)

자료: 정보통신부(2004)

초고속국가망 구축사업은 2005년까지 전국 모든 지역에 정부·공공기관이 사용하는 초고속정보통신망을 구축하는 사업이었는데, 이 목표는 2003년 말로 조기 달성되었다. 가정에 대한 초고속 인터넷 보급 정책도 1990년대 말부터 시작되어 2000년대에 본격화되었으며, 경제성이 없는 농어촌지역을 위한 정책으로 KT에 공익성 보장의무를 부과하기 위한 “한국전기통신공사의 공익성보장에 관한고시”(제2002-4호, 2002년 1월) 등의 정책으로 2005년 말 전체 농어촌 377만 가구의 94%인 353만 가구에 초고속인터넷이 보급되었다(손상영·김사혁, 2011).

초고속정보통신망 구축계획이후 정부는 세계 최초의 광대역통합망 구축을 통해 정보통신 일등국가를 실행하고 국민소득 2만불 시대를 선도한다는 목표로 <표 2-1>과 같은 구체적인 로드맵을 작성하였었다. 이 목표도 2010년 유선 가입자망의 경우, 초고속 인터넷 가입자 1,700만 가구, BcN 가입자 1,337만 가구로 초과 달성하였고, 무선 가입자망의 경우도 2007년에 전국망 구축을 완료하여 목표를 조기에 초과달성하였다.

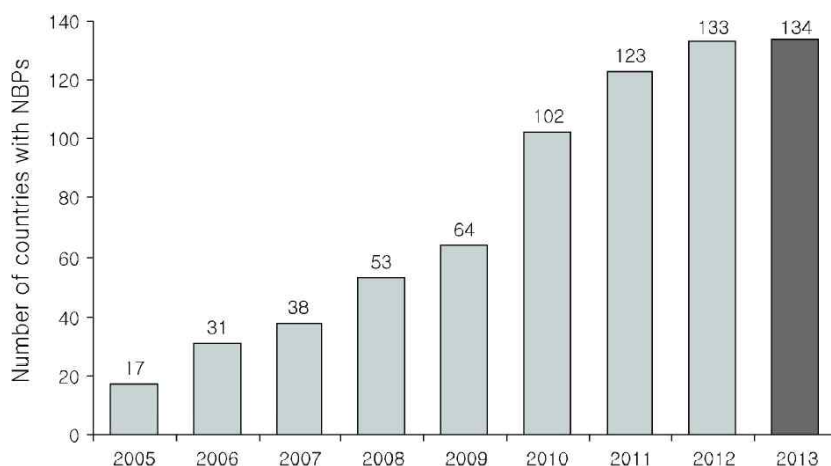
<표 2-1> 단계별 광대역통신망 가입자 계획

구 분		기반조성 단계 (‘04~‘05)	본격구축 단계 (‘06~‘07)	완성 단계 (‘08~2010)
통합서비스(예시)		유·무선연동 영상전화 고품질 VoIP	휴대인터넷 양방향 DMB	HD급 품질보장형 멀티미디어 서비스
유선 (가입자)	50~100Mbps	120만	350만	600만
	100Mbps급	30만	100만	400만
	소 계	150만	450만	1,000만
무선 (가입자)	WLAN/ 휴대인터넷 (최대50Mbps급)	50만	350만	950만
	4G (최대100Mbps급)	-	-	50만
	소 계	50만	350만	1,000만
합 계		200만	800만	2,000만

자료: 정보통신부(2004)

ICT의 발전과정에서 한국을 포함한 몇몇 국가들은 국가주도의 전략 및 정책을 통해 탁월한 성과를 거두어낸 바가 알려지면서 국가 브로드밴드 계획을 수립하는 국가들이 증가하고 있다(김태은, 2013). ITU와 브로드밴드위원회의 조사 결과 2013년에 134개의 국가가 국가차원의 브로드밴드계획을 가졌고 있으며, 아직 국가 브로드밴드 계획이 없는 국가중에서도 12개 국가는 가까운 미래에 이러한 조치를 도입할 계획이었다([그림 2-7] 참조).

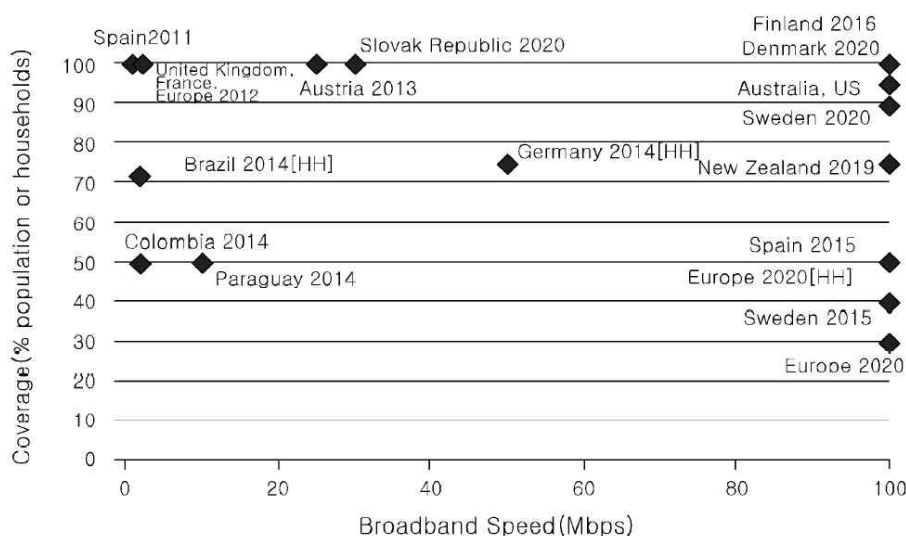
[그림 2-7] 전 세계 국가브로드밴드계획의 증가 추이



자료: Broadband Commission(2013)

주요국의 브로드밴드계획 목표를 보면 속도와 보급률에 대한 목표를 포함하고 있다([그림 2-8] 참조). 한국의 경우 이들 목표들의 최고치인 100Mbps 브로드밴드 보급률 100%를 2010년에 달성했다는 점은 목표달성을 위한 정책들이 매우 성공적이었음을 보여준다. 그러나 2008년 세계 경제위기로 국가브로드밴드계획의 목표달성을 못하고 달성시기를 몇 년 뒤로 늦춘 국가들도 많은 경우를 고려하면, 로드맵의 작성과 목표 달성은 정책 당국의 의지와 목표달성의 정책 효율성 및 효과성이 매우 중요하다는 점이 강조된다.

[그림 2-8] 주요국의 국가 브로드밴드 계획의 목표



자료: Broadband Commission(2013)

### 3. ICT 기업의 미래 연구 사례

ICT산업에서는 패러다임의 전환이 있었다. 이 과정에 적응하지 못한 기업은 몰락하였고 새로운 기업이 산업을 선도하는 사례가 발생하였다. [그림 2-9]에서 보듯이 HP, Sun, IBM 등의 서버업체들이 주도한 1세대 패러다임의 플랫폼은 Microsoft의 등장으로 데스크톱 기반의 PC가 주를 이루는 2세대 패러다임의 플랫폼으로 변화되었다. 최근 Google, Apple, Facebook 등의 웹 및 모바일 기반 플랫폼의 등장으로 다시 한번 플랫폼의 패러다임이 변경되었으며, 제 4세대 플랫폼의 패러다임은 방대한 데이터로부터 고수준의 지식창출이 가능한 인공지능 기반의 지능형 플랫폼으로 발전될 것으로 전망되고 있다(이형직 외, 2014).

[그림 2-9] 플랫폼 패러다임의 변화 및 전망



자료: 이형직 외(2014).

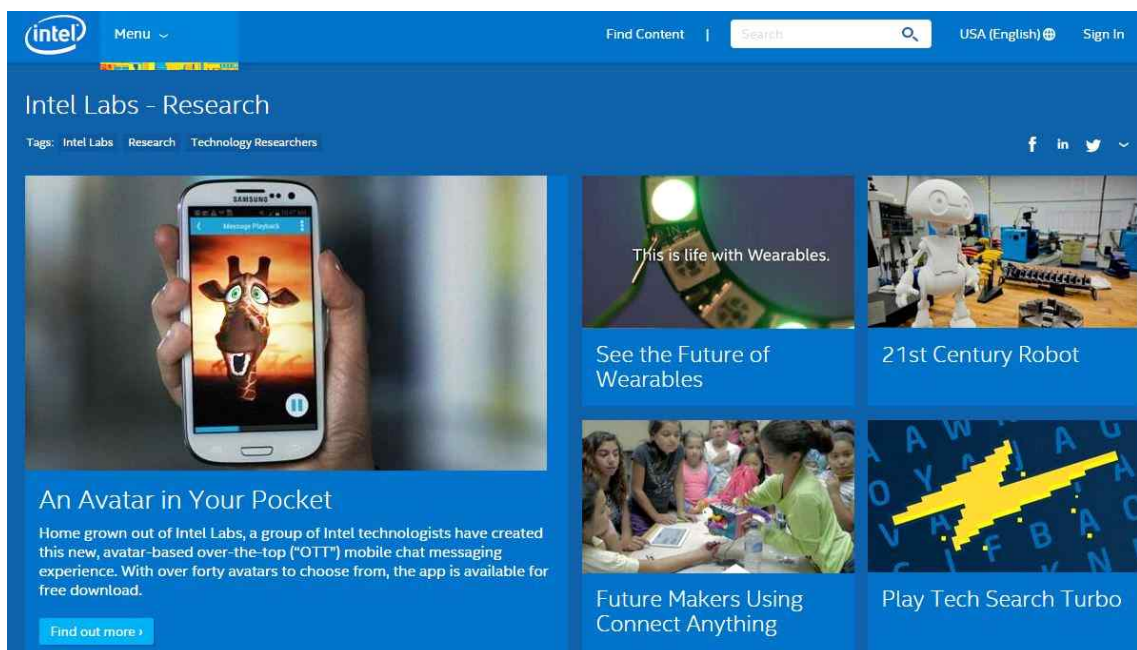
2세대 패러다임 전환과정이 늦어서 많은 어려움에 처했던 아이비엠은 GTO(Global Technology Outlook)활동을 2000년부터 시작하였다. GTO는 미래 혁신·이머징(emerging) 기술 트렌드를 파악함과 동시에 분야별 전문가들이 모여 이를 심도있게 분석하고 기술전략을 수립하는 활동이다. GTO는 연구분야 선정과 기술전략 수립에는 매우 유용하나, 그 자체로 사업기회를 포착하기에는 어렵다는 한계가 있었는데 이를 보완하고자 2004년 시작된 것이 GIO(Global Innovation Outlook)이다. ‘혁신(innovation)이 기술에서만 창출되



는 것은 아니다.’ 라는 시작에서 출발한 만큼 GIO는 종합적인 시각에서 혁신을 예측하기 위하여 연구부문과 사업부조직이 공동으로 작업에 참여하며, WEF, JP 모건, 로이터 등 외부 전문기관과의 협력을 통해 통찰력을 높여 유망 사업기회 포착에 주력하고 있다(박재범, 2014). 아이비엠의 현 최고경영자(CEO)인 지니 로메티(Ginni Rometty)는 미래를 예측할 수 있는 다섯 가지 방법으로 직접 조사, 연구하는 것, 세계의 대학들과의 협업, 고객에게 묻는 것, 벤처캐피탈과 네트워크, 그리고 기업내 소통을 들었다(Bort, 2013).

인텔은 2010년 미래 컴퓨터, 인터넷, 모바일 기술의 발전 방향 및 인간과의 소통방식 연구를 강화하기 위해 ‘상호작용 및 경험(Interaction & Experience Research)’ 연구소를 설립하였다. 이 연구소는 문화 인류학 박사인 제네비브 벨(Genevieve Bell)소장의 주도하에 사회적 통찰, 경험 디자인, 이머징 기술 및 미래 전망의 4개 팀으로 구성되어 있으며, 엔지니어, 소프트웨어 전문가, 하드웨어 전문가, 디자이너, 인류학자, 심리학자 및 SF 소설 작가까지 다양한 인력으로 구성되어 있다. 이 연구소에서는 2020년까지 ‘컴퓨터와 경험방식을 재창조’ 하자는 미션아래 다양한 관점과 지식의 융합을 도모하며 다가올 미래환경을 전망하고 있다(한일영 외, 2011; [그림 2-10] 참조).

[그림 2-10] 인텔의 미래연구활동



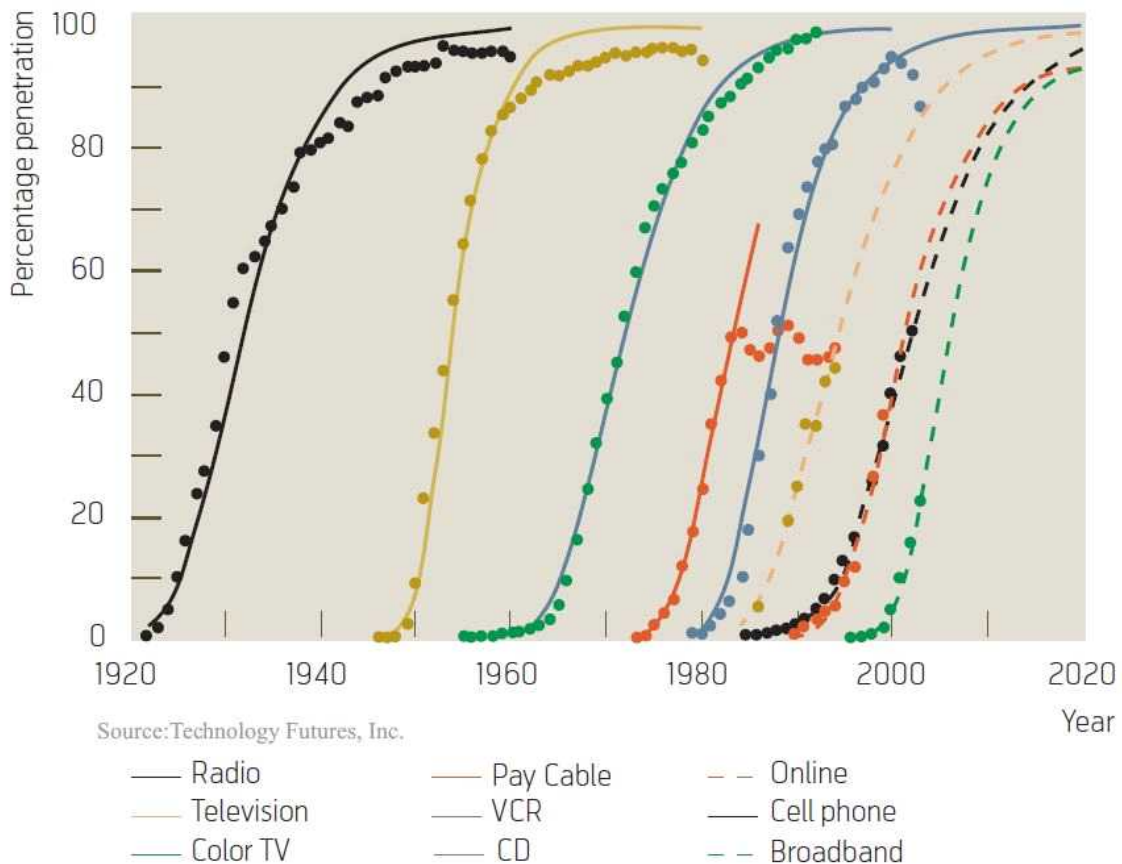
자료: 인텔

## 제 2절 ICT 분야의 미래연구 방법론

### 1. 추세외삽법

무어의 법칙에서 보듯이 과거의 추세가 장래에도 그대로 지속되리라는 전제 아래 과거의 추세선(趨勢線)을 연장해 미래 일정 시점에서의 상황을 예측하고자 하는 외삽법(外插法, extrapolation)이 기술분야의 예측에 많이 활용되고 있다. 외삽법은 학습곡선(Learning Curve), 피셔 프라이(Fisher-Pry) 분석, 고펜퍼츠(Gompertz) 분석 등이 있으며, [그림 2-11]과 같이 기술 수요 등의 예측에 주로 활용된다(Vanston and Hodges, 2004). 2006년 순수 국내 기술로 개발된 와이브로는 2010년 가입자 800만명이 넘을 것으로 예측되었으나, 2013년 까지 가입자는 103만명에 불과하였다. 와이브로의 실패 요인으로는 세계 표준경쟁에서의 주도권 상실, 국내 정책적 지원 부족 등의 다양한 원인이 제기된다(김준엽, 2013). 따라서 기술 수요 예측에서도 외삽법과 같이 정량적인 모델로는 한계가 있으며, 이해관계자 분석 등 다양한 변수를 고려하여야 한다는 점을 보여준다.

[그림 2-11] Gompertz 분석 적용 사례



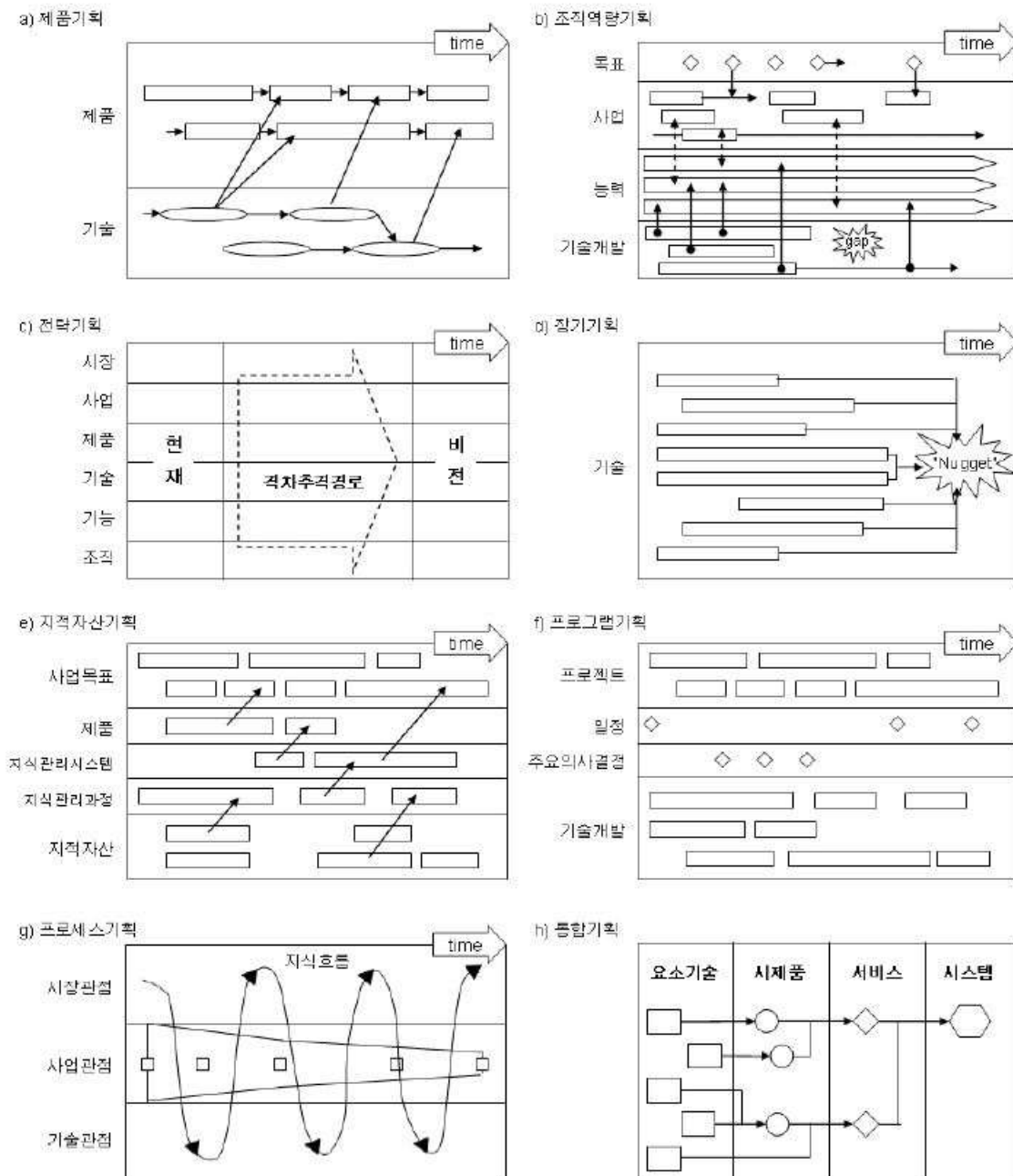
자료: Vanston and Hodges(2004)



## 2. TRM

TRM(Technology Roadmap)은 ‘과학기술 요소들 간의 시간적 또는 구조적 관계를 시각적으로 표현한 것’으로 기술집약적 대기업에서 기술예측 및 연구 기획을 위해 사용되기 시작했으며, [그림 2-12]와 같이 다양한 형태로 발전하였다(윤문섭 외, 2004).

[그림 2-12] TRM 도형의 형태



자료: 윤문섭 외(2004)

TRM은 5~10년 또는 그 이상의 중장기적 관점에서 대안기술의 개발을 위한 상위 전략으로 활용되며, 보다 상세한 계획은 기존 방식의 프로젝트 실행 계획으로 구체화된다(<표 3-2> 참조). TRM에서는 추세외삽법의 한계를 극복하기 위하여 미래 전망 분석을 포함하는 것이 일반적이다. 또한 기존 기술의 연장선에서만 미래를 전망하는 것은 시야가 너무 좁아지므로, 다학제(multi-disciplinary) 및 학제간(inter-disciplinary)의 흐름을 파악하여 새로운 혁신 가능성을 탐색하는 과정이 추가되어야 한다. 또한 정부이외에 다수의 기업들이 참여하여 작성하는 산업 TRM의 경우는 산업의 공통된 니드와 주체간 협력 방안 도출을 통해 중복연구개발투자를 조정하는 과정이 추가될 필요성이 제기된다. TRM은 조직의 전략기획과 지속적으로 연계되지 않으면, 단지 페이퍼 작업에 그치게 되므로 전략 기획과 연계시켜야 한다. 2002년 작성된 국가기술지도(NTRM)은 실행으로 연결하는 데 어려움을 겪었다(윤문섭 외, 2004; <표 2-2> 참조). 실행 연결에의 어려움에는 여러 가지 요소가 있었으나, 현재 부처별로 상당한 칸막이가 있는 정부시스템과 5년 단임의 정권도 주요 요소로 지적되고 있다. 따라서 이를 극복하고 10~20년의 장기 미래의 시각과 국가 전체를 조망하면서 정책을 집행할 수 있는 주체가 미래연구에 참여하는 것의 중요성이 부각되고 있다.

<표 2-2> 우리나라 주요 TRM 작성 사례의 특징 비교

로드맵	유형	연구기획의 시각	목적	강조점	성과/영향
반도체 로드맵	기업주도의 Product Roadmap	Opportunity-based Strategy - 미래 비전으로부터 기술 파악	중장기(5~10년)의 핵심 제품군을 위한 필요기술과 핵심기 술을 명확히 규정	신제품 시장진 입 일정	- 전략기획에 직 접적인 활용 및 실행
국가 기술 지도	정부주도의 S&T Roadmap	Need-driven Strategy - 미래 시장전망에서 기술 파악	10년 후 유망제품 및 핵심 기술 도출 및 기술개발 이정표 제시	- 신산업 전망 및 전략분야 도전	- 실행으로 연결 어려움
부품 소재 기술 로드맵	정부주도의 Industry Roadmap	Need-driven Strategy - 현재 수요를 기반으 로 하는 Bottom-up 방식과 미래지향적인 부품·소재기술 개발 기획의 통합	고착화된 부품소재 의 수입유발적 산업 구조 탈피를 위한 국산화 기술개발	- 부품소재산업 의 제품/기술 구조 파악 및 산업화 기대	- 실행계획으로 연계되나 이전 과 차별성 미흡

자료: 윤문섭 외(2004)

### 3. 집단 지성 활용

정량적인 예측 기법들이 단일 분야의 단기 예측에 많이 활용되는 반면, 넓은 범위의 장기 미래를 예측하는 데에는 한계를 보인다는 지적에 따라 이를 보완하는 기법들이 많이 개발되고 있다. 대표적인 사례로 아이비엠의 ‘이노베이션 잼’을 들 수 있다. 이노베이션 잼은 하나의 주제를 놓고 IBM 직원, 가족, 고객, 협력사, 업계 인사가 벌이는 세계 최대 온라인 토론이다. 3~4일 동안 이어지는 집단지성 활동이다. 경우에 따라 참여 인원이 40만명에 이른다. ICT 플랫폼 패러다임 전환으로 위기에 몰린 아이비엠은 혁신방안의 하나로 2001년 내부 게시판을 중심으로 시작한 온라인 토론인 이노베이션 잼을 실시하였다. 한 사람이 연주를 시작하면 도중에 흥이 내키는 대로 다른 사람이 뛰어 들어가 다른 악기로 협주하는 연주방식 ‘잼’에서 유래했다. 실험적으로 도입한 이노베이션 잼에 대한 반응은 폭발적이었다. 처음 열린 잼에는 5만2000개 아이디어가 나왔다. 결과가 성공적이라 아이비엠은 이슈나 직군별로 월드 잼, 벨류 잼, 매니저 잼, 컨설턴트 잼 같은 다양한 주제 토론을 진행했다. 아이비엠은 10여년간 진행한 이노베이션 잼에서 다수의 신사업 아이디어를 발굴했다. 특히 2006년 진행된 잼에서 발굴한 아이디어들은 아이비엠의 신성장 동력인 ‘스마터 플레닛’의 근간이 됐다(안호천, 2013; <표 2-3> 참조).

<표 2-3> 아이비엠이 2006년 이노베이션 잼을 통해 발굴한 신사업

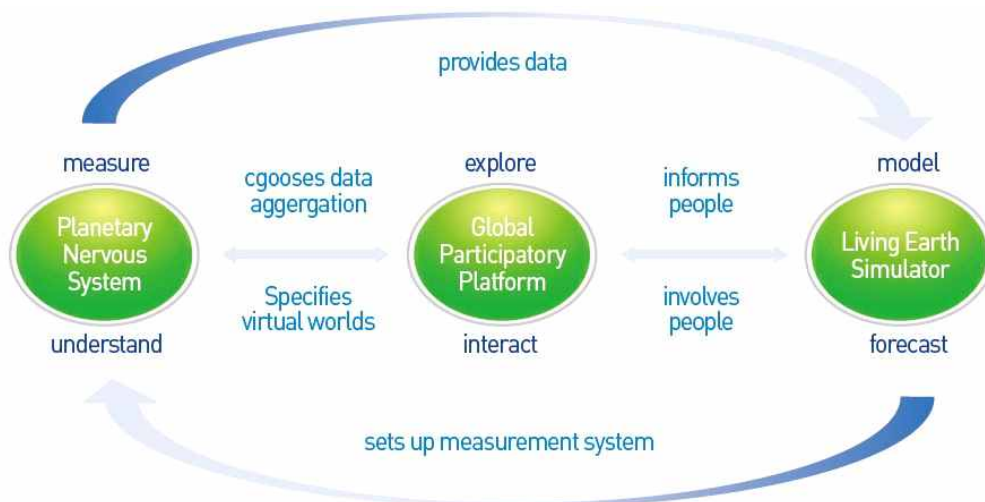
사업	내용
지능형 건강관리 지불시스템	개인용 wdkql를 활용하는 건강관리 지불 및 관리시스템
간략화된 비즈니스 엔진	웹 2.0 서비스와 블레이드 서버
실시간 번역 서비스	세계 주요 언어를 실시간 번역해주는 서비스
지능형 공공 설비 네트워크	지능형 장치로 전력망 관리 능력을 향상시키는 시스템
3차원(3D) 인터넷	가상 환경을 위해 전자상거래와 일상 비즈니스 운영의 새 플랫폼
디지털 미	개인 디지털 콘텐츠를 저장·운영하는 사용자 중심 서비스
대중을 위한 지점 없는 은행	원격 무선 네트워크 등으로 입출금, 소규모 대출 등이 가능케 하는 기술
통합 대중교통 정보시스템	실시간 교통 정보 관리하는 주문형 시스템
전자 건강기록시스템	개인 건강검진 기록 자동 업데이트 등 환자기록 통합관리
빅 그린 이노베이션	수자원관리, 나노기술을 이용한 수처리 필터, 효율적 태양광 발전 시스템 등 책임지는 새로운 무서 출범

자료: 안호천(2013)

집단지성을 활용한 미래 연구는 기업뿐 아니라 정부 차원에서도 진행되고 있다. EU의 연구프로젝트인 FuturICT에서는 기존의 데이터마이닝과 컴퓨터 시뮬레이션으로 경험적 결과를 추론하지만, 이러한 데이터 분석만으로는 근본적 한계를 가진다고 인식하여 기존의 정보공학적 접근을 탈피하고 빅 데이터(Big Data)를 활용한 복잡성 과학(Complex System Science)를 바탕으로 추진되었다. 이 프로젝트에서는 사회과학자들과 함께 대용량의 데이터를 처리하는 데 익숙한 자연과학자, 공학자, 컴퓨터과학자, 물리학자, 복잡계 과학자들이 협업을 추진하였다. FuturICT 프로젝트를 위한 플랫폼으로 지구 신경망 시스템(Planetary Nervous System), 전 지구 시뮬레이터(Living Earth Simulator), 글로벌 참여 플랫폼(Global Participatory Platform) 등이 사용되었다.

지구 신경망 시스템은 글로벌 센서 네트워크를 이용하여 지구 전체의 사회, 경제, 환경 및 기술 분야에 정적 및 동적 데이터 확보하는 것으로 MIT 미디어랩(Media Lab)과 함께 실시간 데이터 마이닝(real time data mining), 시멘틱웹 기술을 개발하고 의사결정을 지원하기 위해 수행하였다. 전 지구 시뮬레이터는 이질적 데이터(heterogeneous data)를 경험적이고 이론적인 과학적 방법론에 접목함으로써, 미래에 대한 시나리오 연구에 활용되었다. 유럽의 슈퍼컴퓨팅센터들이 대용량의 데이터와 시뮬레이션 기법을 활용하여 현실 세계를 모델링하였다. 글로벌 참여 플랫폼은 시민, 기업인 등 일반인들이 데이터와 시뮬레이션에 동참하고 토론할 수 있는 오픈 플랫폼이다. SW개발자들이 모바일앱 등을 통해 데이터 생성에 기여하고, 정책분석자 혹은 연구자 들을 위한 시각화 기술 개발에 참여하였다(한국정보화진흥원, 2013).

[그림 3-13] FuturICT 프로젝트를 위한 플랫폼



자료: 한국정보화진흥원(2013)

## 제 3 장 인구 분야의 미래연구 사례 및 방법론

### 제 1절 인구 분야의 미래연구 사례

#### 1. 로마클럽 보고서

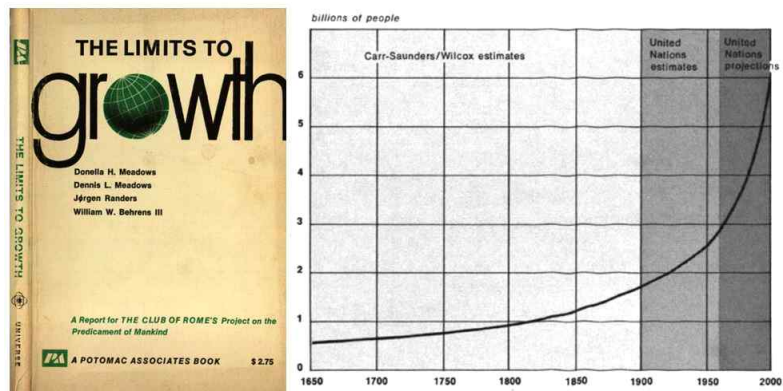
인구분야의 미래연구의 대표적인 사례 중 하나로 꼽히는 것이 1972년 발간된 로마클럽(The Club of Rome) 보고서이다. 로마클럽은 1968년 세계의 지도급 인사들이 이탈리아 로마에 모여 인류의 미래를 예측하기 위해 결성한 연구단체이다. 설립후 1970년 스위스 베른에서 개최된 회의에 MIT 슬론 경영대학원의 포레스터(Jay W. Forrester) 교수를 초대하였다. 포레스터 교수는 자동귀환 제어장치(servomechanism), 비행 시뮬레이터 등 컴퓨터 연구에서 탁월한 업적을 쌓은 후 컴퓨터 시뮬레이션을 적용하여 사회체계를 분석하고 정책을 탐구하는 시스템 다이내믹스를 창안하였다. 동적 체계를 구성하는 요소 사이의 상호작용을 모의하는 시스템 다이내믹스를 처음 적용한 사례는 1961년 출간된 ‘산업동태론(Industrial Dynamics)’ 였다. 그 후 시뮬레이션의 범위를 도시계획으로 확장한 ‘도시동태론(Urban Dynamics)’ 이 1969년 출판된 것이 로마클럽과 포레스터 교수의 인연이었다.

로마클럽은 산업과 인구의 기하급수적 성장으로 말미암아 지구의 수용력에 큰 부담을 줄 것이고, 이는 장차 인류의 위기(the predicament of mankind)로 나타날 것을 우려하고 있었다. 그들은 시스템 다이내믹스가 이 문제를 다룰 수 있는가를 포레스터 교수에게 문의하였다. 포레스터는 세계사회경제체계를 시스템 다이내믹스로 구현한 모형인 World 1을 설계하였고 후에 이를 World 2로 개선되어 1971년 ‘세계동태론(World Dynamics)’ 를 출판하였다. ‘세계동태론’ 은 World 2 모형을 통하여 세계인구와 산업생산, 오염, 자원, 식량 등 주요 변수 사이의 상호관계를 묘사했고, 지구의 수용력에 주는 압력을 경감시키는 조치를 취하지 않으면, 21세기 어느 즈음에 세계의 사회경제체제가 붕괴될 것이지만, 정책적 개입을 통하여 어느 정도 높은 생활수준을 먼 미래에까지 지속할 수 있다는 가능성도 밝혀, 출간되자마자 커다란 관심을 끌었다(SD연구회, 2014).

로마클럽은 세계동태론 연구의 확장을 요청하였고 포레스터교수는 그의 박사과정 학생이었던 데니스 메도우스를 추천하였다. 데니스 메도우스와 그 동료들은 World 2를 개선하여 World 3이라고 명명하고, 이를 바탕으로 ‘성장의 한계(The Limits to Growth)’ 를 연구하였다. 로마클럽 결성후 첫 보고서로 출판된 ‘성장의 한계(The Limits to Growth)’ 는 비전문가도 읽을 수 있도록 평

이한 용어로 쓰여져 전 세계적인 관심을 받았고, 30개국의 언어로 번역돼 수백 만부가 팔려나갔다. 이 연구에서 인구는 UN의 예측치를 활용하였다([그림 3-1] 참조).

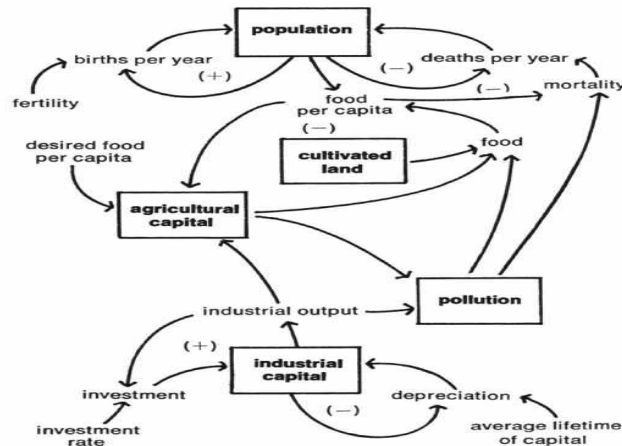
[그림 3-1] 로마클럽 보고서 ‘성장의 한계’



자료: Meadows et al.(1972)

이 연구는 인구, 식량 생산량, 천연자원, 산업발전, 환경오염 등의 다섯 가지 요소가 상호작용하는 것을 시뮬레이션하였고(Meadows et al., 1972), 보고서의 주요 내용은 인구가 기하급수적으로 증가할 것이기 때문에 미래의 경제발전은 제약을 받아 성장의 한계는 100년 안에 올 것이고 이를 예방하기 위하여 멀리 미래까지 지속될 수 있는 생태학적 및 경제적 안정 상태를 만들자는 것이었다 ([그림 3-2] 참조).

[그림 3-2] ‘성장의 한계’에서 사용한 시스템 다이내믹스 모형



자료: Meadows et al.(1972)

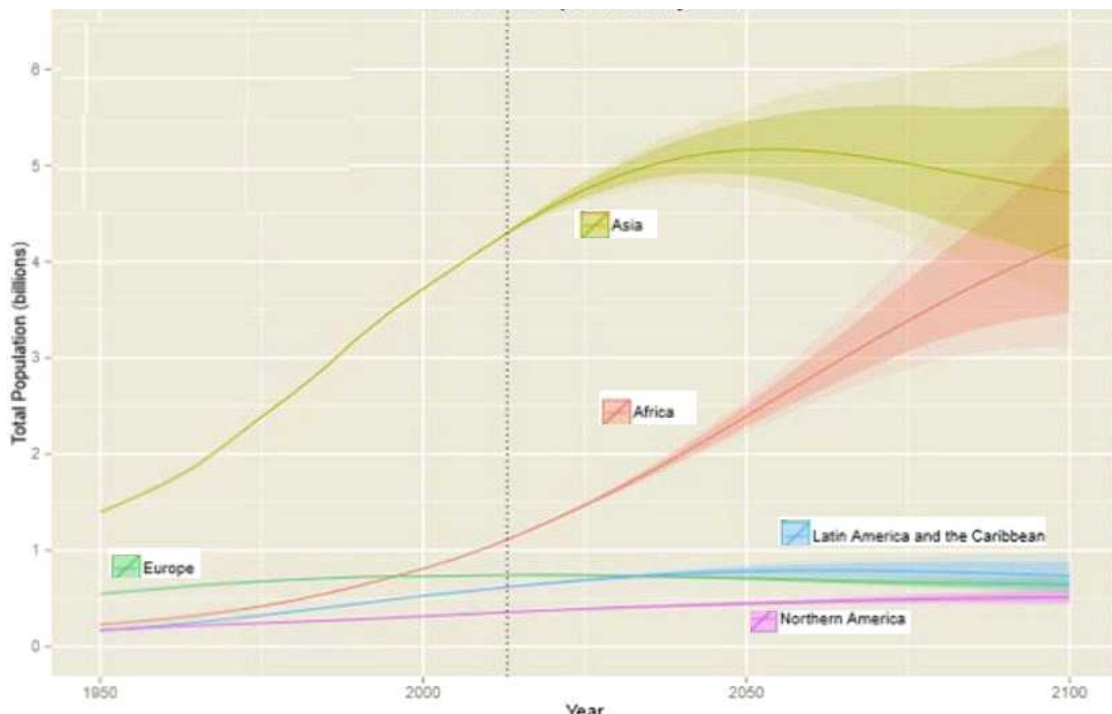


## 2. 유엔 인구 보고서

로마클럽 보고서에서 활용한 세계 인구 예측은 유엔의 인구예측 보고서이다. 이 보고서에서 30년전에 예측한 데로 2000년의 인구는 60억명으로 증가하였으나, 기술의 발전으로 성장의 한계는 극복할 수 있었다. 2012년 발간된 유엔미래보고서에서는 세계인구가 2050년 90억, 그리고 저출산 고령화로 인해 2100년에는 62억명으로 감소할 것으로 예측하였다.

그러나 최근 유엔의 인구 전망 보고서는 21세기 말까지 인구 증가가 멈추지 않고 최고 123억명까지도 늘어날 수 있을 것으로 전망하였다(Gerland et al, 2014; [그림 3-3] 참조). 유엔의 인구 전망 보고서는 향후 세계 인구 지형이 극적인 변화를 겪는 근거로, 아프리카에서 높은 출산율이 계속되고 에이즈 퇴치 노력이 기대 이상의 성과를 거둘 것이라는 점을 들었다. 종전의 연구들은 그동안 아시아와 라틴아메리카에서 보여준 출산율 패턴이 아프리카에서도 재현될 것이라고 추정했다. 이번 연구진은 그러나 그런 일이 실제로 일어나지 않고 있다고 지적했다. 기술발전으로 세계 인구가 100억명이상이 되어도 성장이 지속될 수 있을 것 인가에 대하여서는 이견이 많다. 특히 향후 아프리카의 인구가 급증할 것으로 예측되는 데 이에 따른 국제 이주 문제, 다문화 사회 대책 등의 필요성을 유엔 보고서가 제시하고 있다.

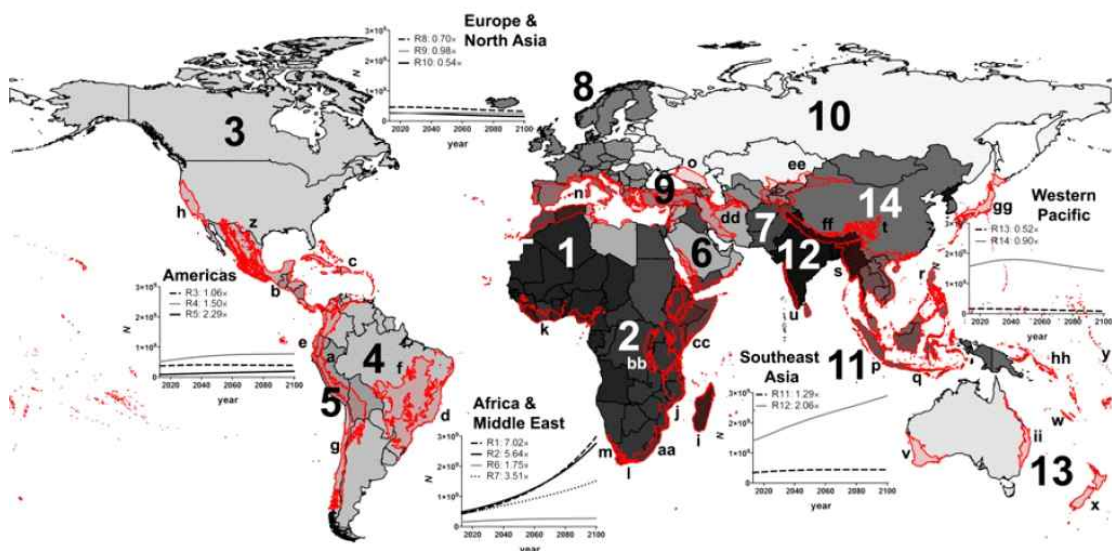
[그림 3-3] 유엔 세계 인구 전망



자료: Gerland et al.(2014)

다른 연구들도 비슷한 결과 및 주장을 보이고 있다. 호주 아들레이드대 인구 생태학 교수인 코레이 브래드쇼(Corey Bradshaw) 교수와 배리 브룩(Barry Brook) 교수는 2013~2100년 기간의 세계 인구 변화에 대한 예측 모델을 작성하였다. 이 연구에서는 세계보건기구와 미국 센서스기관이 보유하고 있는 데이터베이스에서 사망자 수, 출생자 수, 평균 가족 규모를 비롯한 지역별 인구 데이터를 기반으로 여성의 첫 출산 연령의 변화, 글로벌 차원의 한 자녀 갖기 정책 실시, 세계적 규모의 전쟁이나 전염병 창궐 등 여러 변수들을 추가해 9가지의 다양한 인구 변화 시나리오를 만들어냈다. 2013년 사망률과 출생률 추세가 그대로 이어질 것을 전제로 한 ‘BAU’ (business-as-usual) 시나리오에서 예측된 2100년 세계 인구는 120억명이었으며, 역사상 최대의 희생자를 낸 1, 2차 세계대전이나 스페인 독감과 같은 사건이 발생하는 시나리오에서도 2100년의 세계인구는 100억명으로 예측되었으며 아프리카와 남아시아는 인구 밀도가 세계 최고 수준에 달할 것으로 전망되었다. 연구진은 인류의 뿌리깊은 인구 추동력은 매우 강력해서 향후 수십년 안에 인구 흐름을 바꿀 방법은 없으며, 현실성이 떨어지는 인구 대책 대신 자연자원에 대한 소비 패턴을 바꾸는 정책을 도입하고, 자원 절약형 기술을 개발하자는 것이 지구와 인류의 지속가능성을 확보하는 좀 더 현실적이고 직접적인 효과를 낼 수 있는 방식이라고 역설한다 (Bradshaw and Brook, 2014; [그림 3-4] 참조).

[그림 3-4] 브래드쇼와 브룩의 세계 지역별 인구 전망



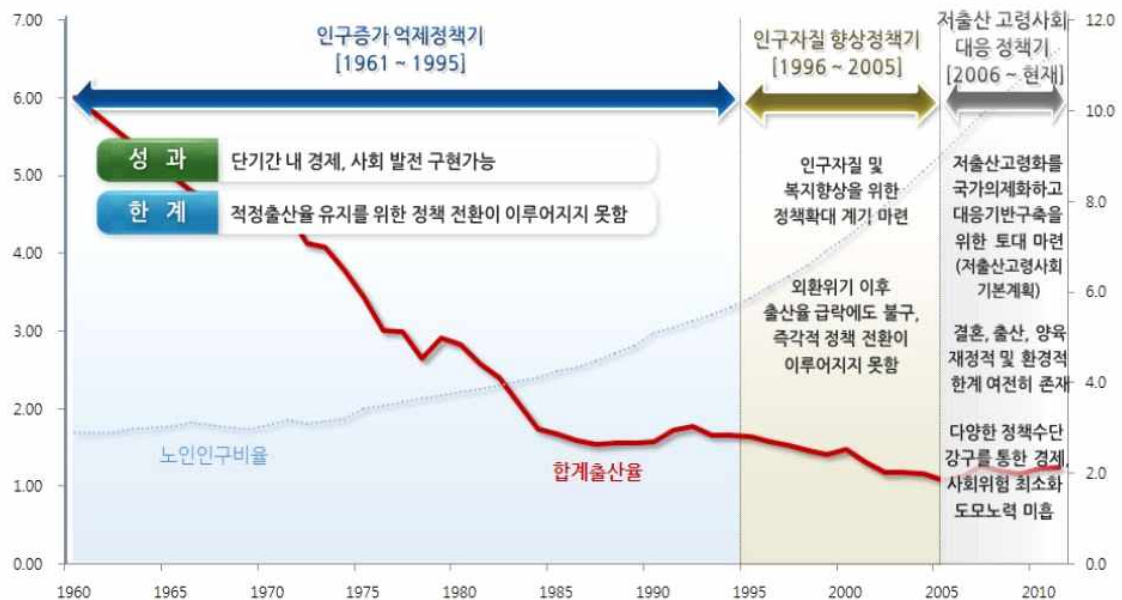
자료: Bradshaw and Brook(2014)



### 3. 한국의 미래 인구 연구

우리나라의 인구는 1960년대 초 폭발적인 인구증가율을 보였다. 정부는 강력한 가족계획사업을 통해 산아제한정책을 실시하였고, 그 결과 출산율이 1960년 6.0명에서 1983년 인구대체수준(2.1명)으로 낮아졌다. 출산율이 인구대체수준보다 낮게 유지됨에 따라 1996년 인구증가 억제정책을 폐지하고, 인구자질 및 복지증진정책으로 전환하였다. 2000년대에 들어 1.2명 미만의 초저출산율이 장기화되고 향후 인구 고령화가 급진전될 것이 2006년부터 저출산·고령사회 정책을 실행하기 시작하였다(김용하 외, 2011). 프랑스 등의 경우 출산율 증대 정책 추진 후 10~20년 후에 출산율이 상승하였다는 점을 감안하면, 출산율이 인구대체수준이하로 낮아진 후 20년이 지난 후에 저출산 대응 정책을 시작하였다는 점은 국가 중장기 전략의 대표적 실패 사례로 지적된다(이정남·강신우, 2015; [그림 3-5] 참조).

[그림 3-5] 한국 인구전략의 전개과정

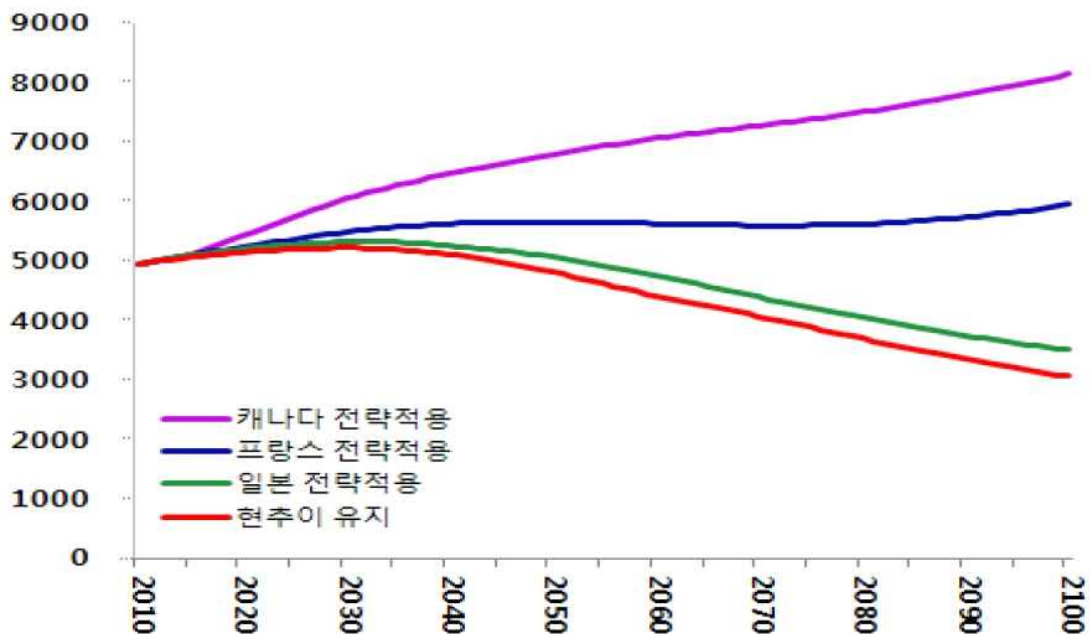


자료: 김용하 외(2011)

국가 차원에서 적정 인구를 유지하기 위한 정책으로 미국과 캐나다 등은 이민에 의한 인구의 양적 및 질적 조정을 도모하고 있으며, 영국과 프랑스 등은 출산율 유지를 통하여 인구의 안정적 유지를 주요 인구전략으로 채택하고 있다. 일본과 독일 등은 강한 혈통주의로 이민자 배척 경향이 있으며 제2차 세계 대전 중 우생학적 출산정려정책을 도입한 배경이 있다. 일본은 1994년부터 보

육서비스 확장, 육아 휴직, 자녀 세액공제 확대 등의 정책을 펼치고는 있으나, 영국이나 프랑스와 같이 적극적인 정책을 펼치는 것은 아니어서 정책적 효과는 미흡한 실정이다. 한국보건사회연구원에서는 캐나다, 프랑스, 일본의 인구전략을 우리나라에 적용하였을 경우 한국의 미래인구에 관한 전망을 하였다(김용하 외, 2011; [그림 3-6] 참조).

[그림 3-6] 외국 인구전략 적용시 우리나라 총인구 전망



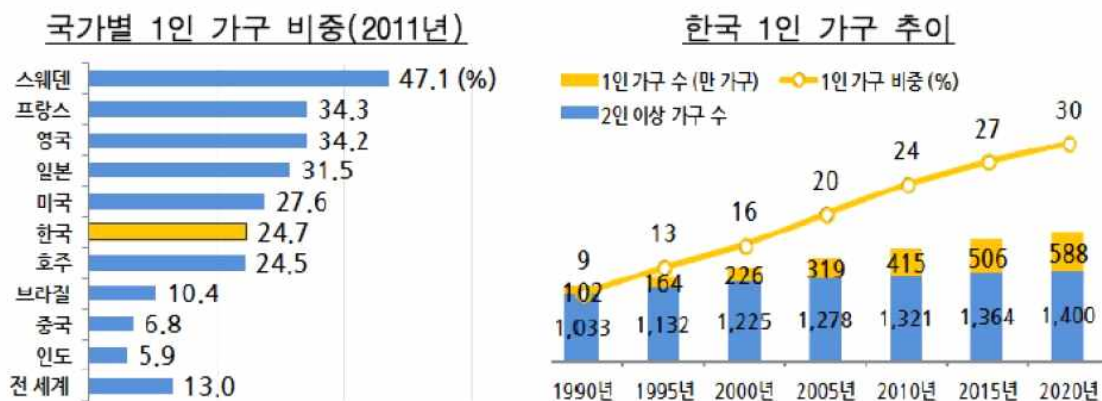
주: 캐나다 인구전략 가정 : 출산율 1.7(2030년 도달), 순이동률 6.6  
 프랑스 인구전략 가정 : 출산율 2.0(2045년 도달), 순이동률 1.6  
 일본 인구전략 가정 : 출산율 1.4(2020년 도달), 순이동률 0.4  
 한국 (통계청 연장) : 출산율 1.42(2035년 도달), 순이동률 0.7~0.6

자료: 김용하 외(2011)

인구 수 및 인구 구조는 경제정책, 교육정책, 국방정책 등 국가정책의 입안에 많은 영향을 미치는 요인이다. 영국이나 프랑스와 같이 적극적인 출산율 유지 정책을 펼것인가 혹은 미국이나 캐나다와 같이 이민에 의한 인구의 양적 및 질적 수준을 유지할 것인가에 대하여서는 전국민적인 논의를 통하여 방향을 결정하고, 이를 기반으로 적극적인 정책을 집행하여야 할 것이다. 현 수준은 인구전략이 다소 모호한 것으로 평가받고 있는 독일이나 일본보다 정책의 효과가 부진한 것으로 전망되고 있어서 인구 분야의 미래 연구 및 정책 개발이 보다 활성화될 것이 요구된다.

현재 저출산·고령화 대응을 위한 국가적 차원의 역량결집에는 여전히 한계가 존재한다. 기본계획은 중·장기 대응방안과 실행전략을 제시해야 하나, 단기 현안인 행정(실행)부문에 초점이 맞춰져 선제적인 대응전략을 제시하지 못하고 있다. 기본계획의 경우 5년 단위로 정책을 수립하고 집행하고 있지만, 실무에서는 현안 대응 위주로 사업을 운영함에 따라 정책대응과의 괴리가 발생한다. 또한 저출산·고령화 문제에 대한 통합 대응 시스템의 부재와 정책 수립-실행 단계 간의 연계가 부족한 측면이 있다. 정책 각 사안들이 여러 부처 별로 산재되어 있어 통합관리시스템 구축이 미비하고, 관련 전문 인력이 부족한 실정이다. 저출산·고령화 관련 정책을 수립하는데 있어 과학기술 분야와의 상호교류와 이해 부족으로 인해 문제해결에 적극 활용하는 시도는 미흡하다. 새로운 저출산·고령화 시대를 대비하기 위해 ‘예측하지 못한’ 미래상에 대한 패러다임과 정책대안 제시 또한 부족하다. 저출산·고령화 관련 정부의 장기적인 국정 목표를 이행하기 위한 중·장기적인 관점의 대안이 제시되지 않고 있으며, 저출산·고령화의 근본적인 문제를 해결하고 새로운 기회요인을 창출하기 위해 과학기술의 역할변화 및 활용 강화방안에 대한 구상이 부족한 실정이다. 또한 전통적인 가족 개념의 변화와 그에 따른 라이프 스타일 변화도 인구 구조를 변화시키는 주요한 요인으로 연구되고 있다. 우리나라의 경우 1인 가구, 편부모가구, 비친족가구, 존손가구 비중이 2000년 25%에서 2020년경에는 32%로 증가할 전망이다, 이로 인해 기존의 전통적인 가족 개념이 또한 변화하고 있다(원유형, 2014). 이러한 인구 구조의 변화에 따른 대응전략도 단위 부서가 아니라 국가차원에서 종합적으로 수립될 필요성이 제기된다.

[그림 3-7] 주요 인구 트렌드 변화



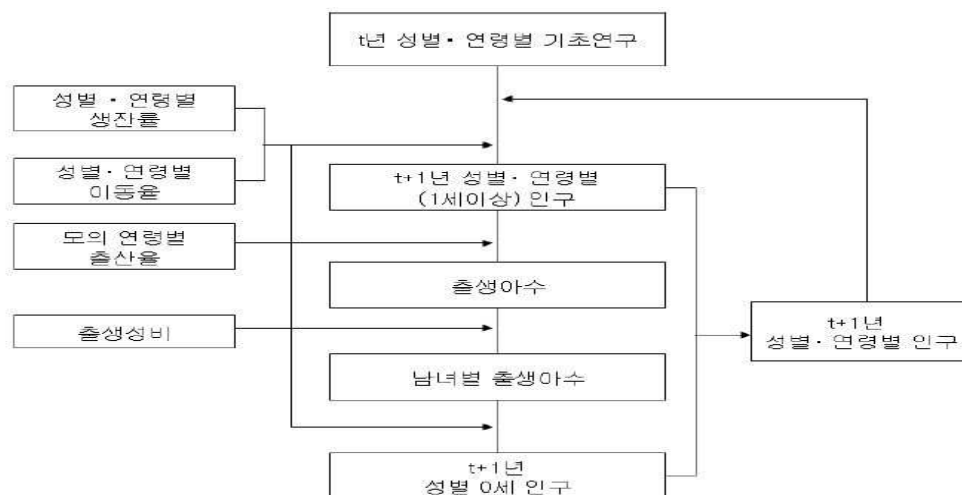
자료: 원유형(2014)

## 제2절 인구 분야의 미래연구 방법론

### 1. 인구 추계 방법

인구추계방법은 크게 수학적 방법, 경제적 방법 및 인구학적 방법으로 구분된다. 인구추계를 위한 수학적 방법은 동일한 또는 유사한 인구의 증가율을 이용하여 총인구를 추계하는 방법으로 인구학적 추계방법이 개발되기 이전 시기에 단기간 추계에 주로 적용되었다. 경제적 방법은 경제 상황의 변화를 통해 인구를 추계하는 방법이다. 인구변동요인(출생, 사망, 국제이동)이 경제 상황에 따라 변화하여 결과적으로 인구가 변화하는 연계성을 기초로 한다. 코호트요인법(cohort component method)은 동시출생집단(코호트) 생애과정에서 매년 발생하는 출생, 사망 및 국제이동을 계산하여 장래의 인구를 구하는 방법이다. 코호트요인법은 인구변동요인(출생, 사망, 인구이동)의 변화를 반영하여 추계함으로써 인구변동지표를 산출할 수 있다는 것과 성, 연령, 종교, 인종 등의 인구 구성 요소로 구분하여 추계할 수 있다는 강점이 있어서 오늘날 대부분 국가에서는 코호트요인법을 적용하여 인구추계를 실시하고 있다. 인구추계는 인구수에 영향을 받는 모든 정부 계획 수립의 시작점이나 인구학적 행동에 내재하는 불확실성 때문에 어떤 추계도 범위가 크든 작든 미래 인구학적 사건이나 인구 구조를 예측하는데 잘못된 것으로 드러날 수 있다. 따라서 인구추계에서는 미래의 불확실성을 반영하기 위해 인구변동 요인을 중심으로 시나리오를 작성하는 경우가 많다(이삼식 외, 2013; [그림 3-8] 참조).

[그림 3-8] 코호트 요인법에 의한 인구추계 과정

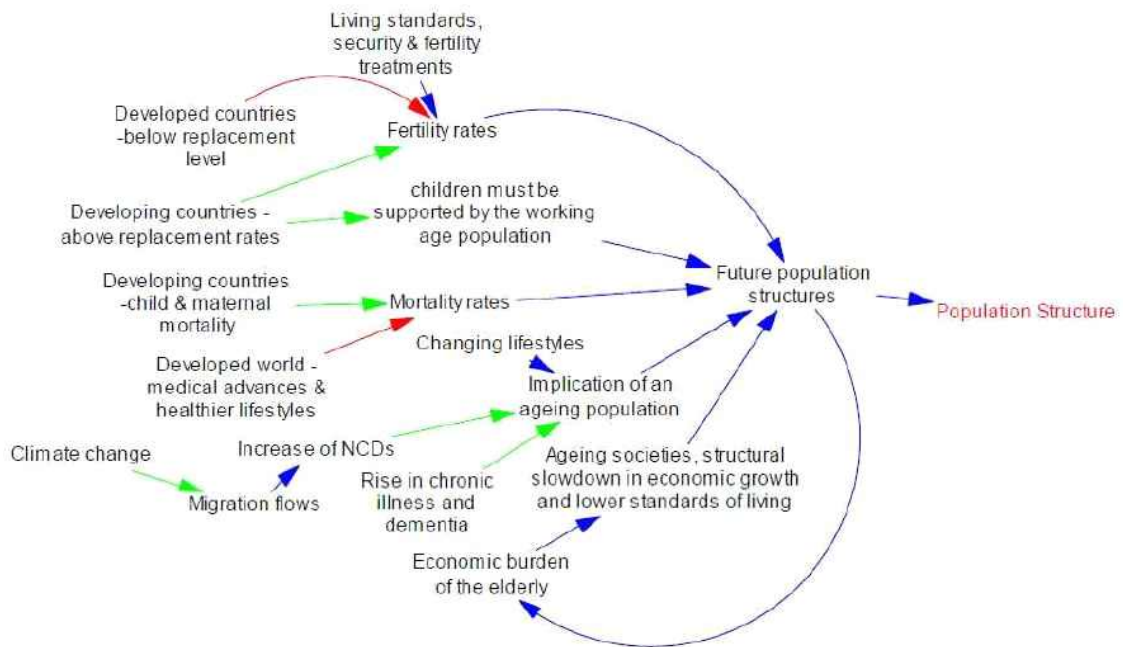


자료: 이삼식 외(2013)

## 2. 시스템즈 다이내믹스

인구 수 및 구조는 정치, 경제, 사회, 문화 등 많은 부분과 상호작용을 한다. 따라서 인구정책을 연구할 때는 이들 요인들과의 상호 영향을 분석하는 것이 중요하다. 이러한 분석의 주요한 방법론으로 로마클럽의 보고서에서 시스템즈 다이내믹스를 활용한 이후 현재까지도 많이 사용되고 있다. 영국 경영혁신기술부(Department for Business, Innovation and Skills) 소속의 호라이즌스캐닝센터(The Foresight Horizon Scanning Centre)에서도 미래 인구구조가 고령사회, 인구 증감율, 삶의 질, 이민자, 재정, 기후변화, 경제통합, 안보 등과 관련이 있음을 시스템 다이내믹스(system dynamics)를 통해 제시한 바 있다(송영조, 2012; [그림 3-9] 참조).

[그림 3-9] 시스템 다이내믹스를 활용한 영국의 미래인구 구조와 변화



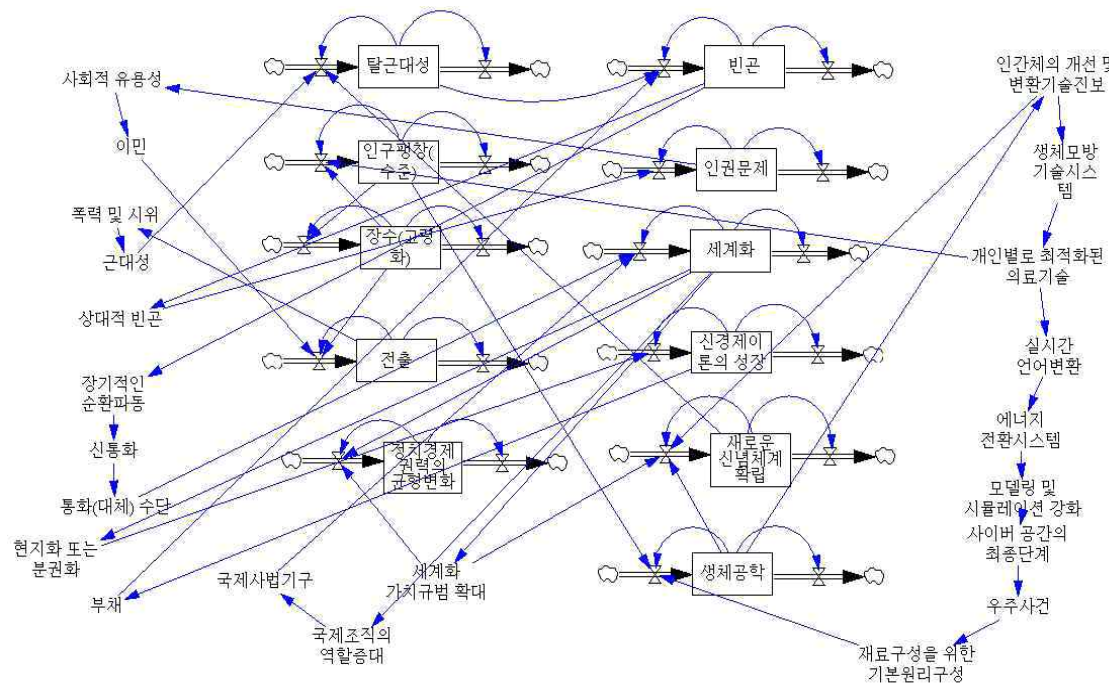
자료: 송영조(2012)

국내에서도 시스템즈 다이내믹스를 활용하여 인구팽창(수준)과 장수(고령화)를 중심으로 한 변화를 분석한 연구가 있었다([그림 3-10] 참조). 이 연구에서는 첫째 인구팽창에 따른 인권문제는 사회적 유동성을 증대시키고, 이는 이민 및 전출과 같은 상황을 형성할 것이며, 집단화되고 집약된 지역에서는 폭력 및 시위가 발생할 수 있으며, 이것이 근대적 속성에 영향을 주어 탈근대성의 관념에 영향을 주고 이러한 관점들은 빈곤문제(빈곤 및 상대적 빈곤)에 특히 초점화 될 것인데, 이것이 다시 인권문제를 형성하는 것으로 보았다. 둘째 세계화



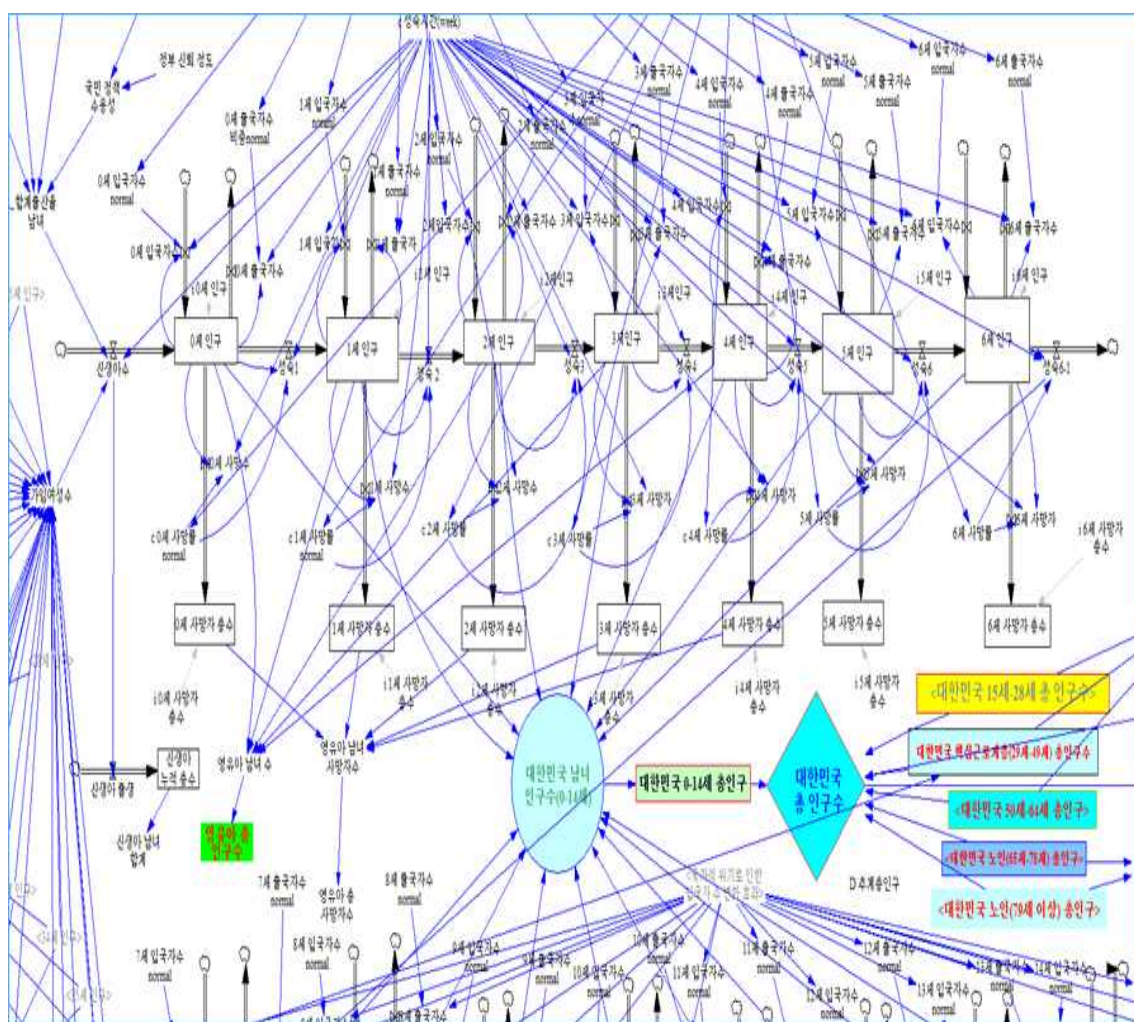
는 현지화 또는 분권화를 촉발함과 동시에 국제조직의 역할을 증대시키며, 세계화 가치규범 확대를 증폭시킨다. 이러한 상황들은 신경제이론을 촉발하게 될 것이며, 경제이론의 부상은 부채 및 경제적 악화를 야기할 수 있고, 이것이 빈곤의 틈(gap)을 벌리게 됨으로써 장기적인 경제순환과동을 불러올 것으로 보인다. 이러한 문제들을 해소하기 위해서 국제사회에 공용으로 사용될 수 있는 신통화 및 통화(대체)수단을 대안으로 제시함으로써 이 것이 또 다시 세계화의 강화를 불러올 것으로 보았다. 셋째 생체공학이 발달함에 따라서 인간체의 개선 및 변환기술이 진보하고(natural human repair), 이는 생체모방기술 시스템이 활성화시킴으로써 개인별로 최적화된 의술이 발달하게 되고, 이것이 인구팽창(수준) 및 고령화에 영향을 주면서 동시에 기술의 인간화(개인적으로 누구나 활용할 수 있도록 실시간 언어변환이 가능해짐)가 가능해지고, 인간을 중심으로 한 에너지 전환시스템을 개발하면서 이를 위해 모델링 및 시뮬레이션으로의 예측이 강화될 것으로 보았다. 기술의 확장은 사이버공간의 완성을 통해 지리적인 차원에서 한계로 느껴지는 우주에 초점을 맞추게 될 것이고, 우주를 향한 도전은 상응하는 적합한 물리적 기술재료구성을 보편화할 것으로 보인다. 이것은 우주차원에서의 인간기술에 관심을 돌림으로써 또 다시 생체공학에 관심을 가지는 상황을 가져오게 될 것이다.(이동규 외, 2012).

[그림 3-10] 인구팽창 수준별 지속가능한 주요 변화 시뮬레이션 모델링



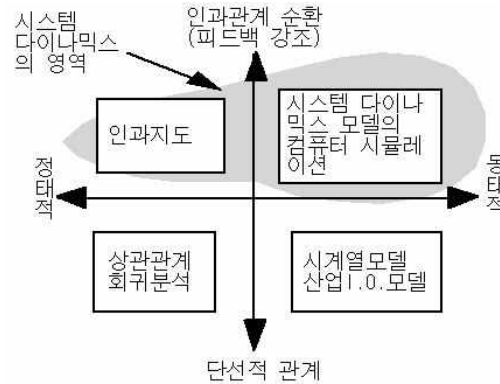
자료: 이동규 외(2012)

[그림 3-11] 인구모델의 SFD(Stock Flow Diagram)



시스템 다이내믹스의 방법론적인 위상은 단선적인 인과관계가 아닌 순환적인 인과관계에 기초하고 있다는 점, 그리고 정태적인 분석이 아닌 동태적인 분석을 수행할 수 있다는 점에서 기존의 단선적이고 정태적인 연구방법에 비해 고유한 위상을 갖는다고 할 수 있다(김동환, 2004; [그림 3-12] 참조).

[그림 3-12] 시스템 다이내믹스 방법론의 위상



자료: 김동환(2004)

피드백 구조에 대한 강조와 동태적 분석에 대한 강조로 인하여 시스템 다이내믹스는 기존의 연구방법들과 상이한 연구방법으로서의 위상을 지닐 뿐만 아니라 정책연구에서의 응용에 있어서도 상이한 접근을 취한다. 시스템 다이내믹스와 통계적 방법의 대표적인 특성의 차이는 <표 3-1>와 같다. 이러한 특성의 차이는 시스템 다이내믹스와 통계적 방법론이 상호 경쟁적인 위치에 있기 보다는 상호보완적인 위치에 있음을 시사하여 준다. 즉, 동일한 정책연구과제에 대하여 시스템의 구조를 강조하는 시스템 다이내믹스와 시스템의 행태를 강조하는 통계적 방법을 동시에 사용함으로써 양자의 장점을 취할 수 있다는 점이다(김동환, 2004).

<표 3-1> 통계적 방법론과 시스템 다이내믹스 방법론간의 비교

특 성	통계적 방식	시스템 다이내믹스
1. 추론의 방식	기존의 경험적 자료	변수들간의 인과적 관계
2. 분석의 대상	정태적 행태 (점 추정)	동태적 행태 유형
3. 분석의 초점	두변수간의 상관관계	다변수들간의 순환관계
4. 분석의 목표	수치적 정확성의 추구	구조적 정확성의 추구
5. 정책예측	단기적 예측	장기적 예측
6. 정책처방의 실험	어려움	쉬움 (정책수단의 발견)

자료: 김동환(2004)



### 3. 인구 추계 시나리오

통계청의 인구 추계에서는 미래의 불확실성을 반영하기 위해 인구변동요인(출산, 사망, 국제이동)의 장래 수준을 중위·고위·저위로 설정한다(<표 3-2> 참조). 출산, 사망, 국제이동의 중위가정을 조합, 추계의 기본 시나리오인 인구성장 중위가정을 설정하고, 합계출산율은 2010년 현재 1.23명에서 2045년 1.42명까지 증가 후 지속하는 것으로 설정하였고, 기대수명은 2010년 남자 77.2세, 여자 84.1세에서 2060년 각각 86.6세, 90.3세 도달하는 것으로 전망하였다. 국제이동에 의한 유입인구는 2010년 인구 천명당 1.67명에서 감소, 2060년 0.53명 수준으로 설정하고, 출산, 사망, 국제이동의 고위(저위)가정을 조합, 인구성장 고위(저위)가정을 설정하였다.

<표 3-2> 통계청의 인구 성장 시나리오

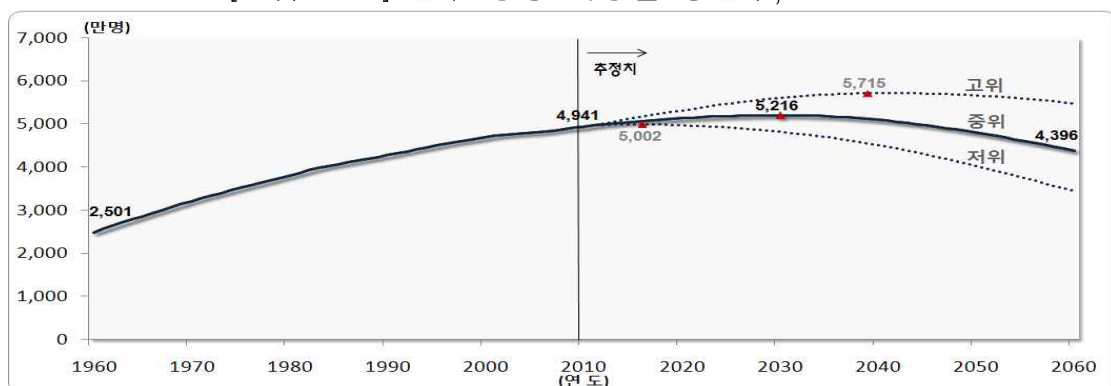
인구성장 시나리오		2010년	2060년		
			고위	중위	저위
합계출산율(명)		1.23	1.79	1.42	1.01
기대수명(세)	남자	77.20	89.09	86.59	83.64
	여자	84.07	92.53	90.30	87.81
국제순이동률(인구 천명 당)		1.67	1.50	0.53	-0.07

주: 국제인구이동은 국경을 넘어 체류기간 90일을 초과한 입출국자(내외국인 포함)를 의미하는데, 2010년 국제순이동률은 2000년 이후 최고 수준임.

자료: 통계청(2011)

인구변동요인별 가정을 모두 조합할 경우 총 27개( $3 \times 3 \times 3$ )의 시나리오가 산출되나, 이중 장래 인구성장(규모) 측면에서 차이가 큰 3개의 시나리오를 선정된다(통계청, 2011; [그림 3-12] 참조).

[그림 3-12] 인구 성장 가정별 총인구, 1960-2060



자료: 통계청(2011)

## 제 4 장 바이오 분야의 미래연구 사례 및 방법론

### 제 1절 바이오 분야의 미래연구 사례

#### 1. 바이오 경제 전망

바이오산업은 생명공학기술을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류의 건강 증진, 질병예방 진단 치료에 필요한 유용물질과 서비스 등 다양한 부가가치를 생산하는 산업을 총칭하며, [그림 4-1]에서 보듯이 생명공학기술을 중심으로 IT 등 신기술과의 융합을 통해 창출되는 신산업과 함께 의약, 화학, 전자, 에너지, 농업, 식품 등 다양한 산업부문에서 생명공학기술의 접목을 통해 창출되는 새로운 개념의 산업들을 포함한다(한국산업기술진흥원, 2013).

[그림 4-1] 바이오기술 응용분야

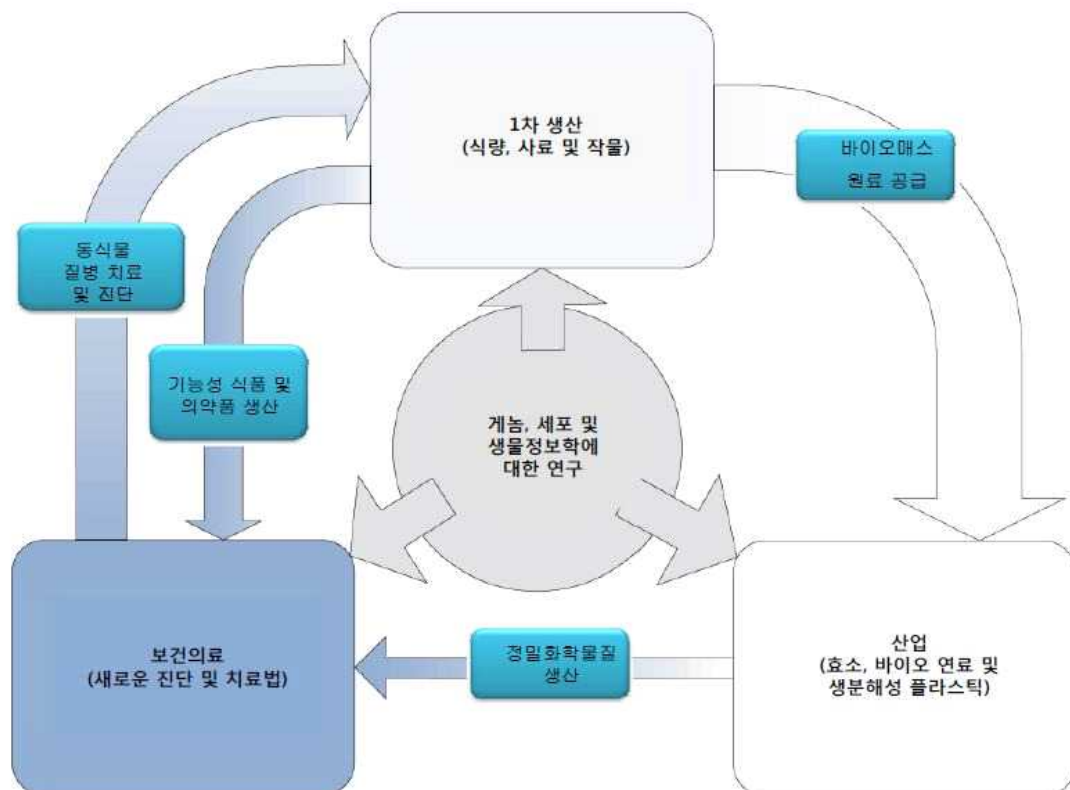


자료: 한국산업기술진흥원(2013)

바이오산업에 대한 관심은 OECD는 2009년 4월 ‘2030년까지의 바이오 경제 - 정책 아젠다 도출(The Bioeconomy to 2030 - designing a policy agenda)’ 보고서를 출간하면서 고조되기 시작하였다. 그 직후 2009년 7월 미국 시카고에서 개최된 세계미래학회(World Future Society)에서 경제활동 전반에 변화를 가져오는 범용기술(General Purpose Technology: GPT)인 IT 기술을 대체할 기술로

‘바이오 기술(Biotechnology)’ 이 발전하기 시작하여 2018년경에는 두 기술이 경쟁단계에 이를 것으로 전망하였다(한성구 외, 2009). OECD는 생명공학기술을 ‘지식, 재화 및 서비스의 생산을 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체, 혹은 생물체의 일부, 제품 및 제품관련 모델에 과학적인 논리와 기술을 적용하는 활동’으로 정의하고, 바이오 경제를 “바이오 기술이 경제적 산출량의 상당부분에 기여하고 있는 경제”로 정의하였다(OECD, 2009). 2030년경 IT혁명을 넘어서는 ‘바이오경제시대’가 도래할 것으로 예측하면서, 바이오경제는 [그림 4-2]과 같이 1차 생산(Primary production), 보건(Health), 산업(Industry)이라는 세가지의 주요 응용측면으로 형성되며, 독립적으로 개발되던 세가지 응용분야가 향후 서로 연계되어 개발될 것으로 전망하면서 향후 바이오기술은 보건산업 분야의 비중은 감소하고, 농업(Primary production)과 산업(Industry) 분야가 75% 이상의 경제적 기여를 할 것으로 예상하였다(한성구 외, 2009).

[그림 4-2] 현재 및 향후 예상되는 바이오 응용 부문간 통합



\* 화살표의 폭은 통합의 상대적인 중요성을 나타냄

자료: 한성구 외(2009)

바이오 경제의 핵심 동인은 <표 4-1>과 같이 인구와 경제, 인구학적 추이와 인적 자원, 에너지와 기후 변화, 식량 가격 및 수자원, 의료 비용, 경쟁 기술 등 다양한 동인이 작용한다(한성구 외, 2009). 이들 요인들은 바이오 경제의 수요와 공급 측면에서 다르게 작용하기도 한다.

<표 4-1> 2030 바이오 경제의 핵심 동인

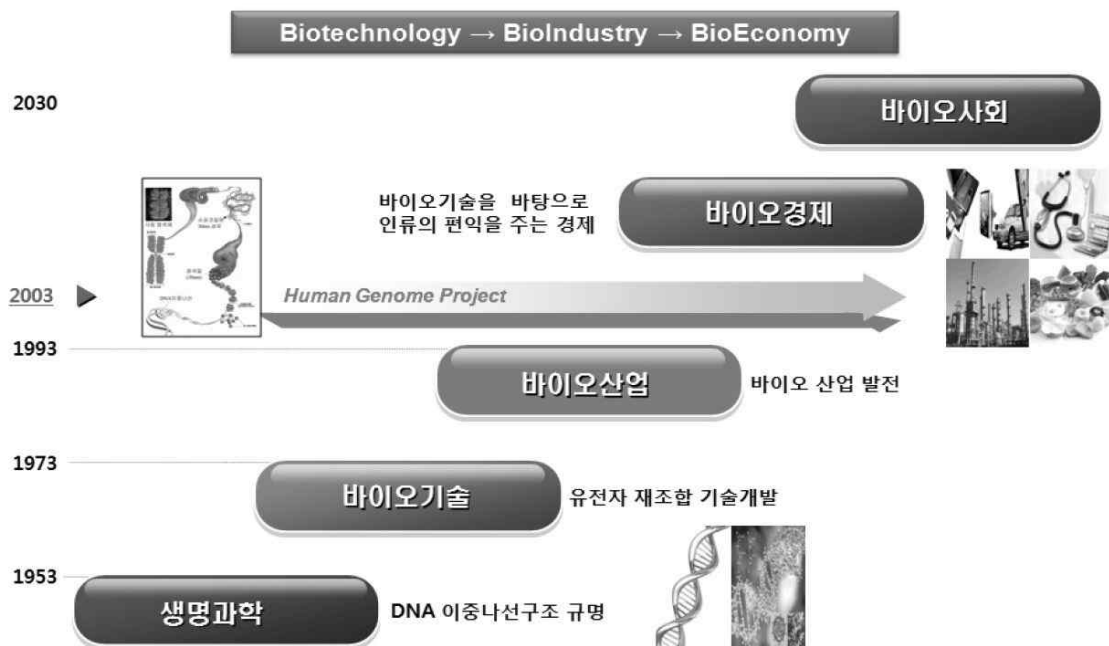
구분	2030년 상황	바이오 경제	1차 생산	보건의료	산업
인구와 경제	세계인구 83억 명으로 증가. 세계 GDP는 2005년 수준의 두 배로 증가	더 많은 자금이 R&D 및 투자로 유입. 개도국의 소득수준이 소비습관 변화 야기	인구 증가 및 육류와 생선에 대한 수요 증가. 식량가격 상승 야기	소득수준 상승으로 증가한 세계인구에 대한 의료 서비스 수요 증가	인구 증가가 환경상 문제를 유발하여 산업 바이오 기술의 기회 창출
인구학적 추이와 인적 자원	전세계 노동력 25% 증가. OECD 국가들은 근로 연령의 젊은이 수 감소	고등교육 인력 증가. 연구개발 인적자원 가용성 증가	개도국의 농업 기계화로 에너지 수요 증가	노인 인구 증가로 의료, 건강 관리, 퇴행성 질환 수요 증가	농업 폐기물 전 IB 활용
에너지와 기후 변화	에너지 수요 증가로 온실가스 배출 증가. 지구 온도 섭씨 1도 상승	온실가스 감축 및 기후변화 완화 위한 R&D 증가	산출량이 많고 스트레스 내성이 높은 품종의 개발 및 도입 촉진	온도 상승으로 일부 지역에서는 전에 없던 새로운 질병 확산	온실가스 배출 위량 감소를 위한 IB 사용
식량 가격 및 수자원	식량가격은 높은 수준으로 유지. 전세계의 67%가 하수도 시설 미비	높은 식량 가격이 경제적 상쇄, 농업과 환경 위한 R&D 투자	음식과 수자원에 대한 수요가 농업에 대한 관심 견인	깨끗한 식수/위생 부족으로 일부 질병 발병률 증가	물 소비를 줄이고 오염된 수자원을 시키기 위해 IB 사용
의료비용	신기술은 전 세계적인 의료 지출 증가에 기여	의료비용에 대한 우려가 의료 R&D의 잠재적 수익성을 제한	질병 예방과 절감을 위한 식물을 통한 약품 생산 가능성 모색	비용이 드는 새로운 의료 시스템을 실행을 어렵게 함	질병 예방을 위해 IB 활용 방안 탐색
경쟁기술	비 바이오 기술과의 경쟁 심화	컴퓨터 발전이 생명정체도 보학에도 이 됨	정밀 영농과 수자원 절약 기법 모색	나노기술의 발전이 약품 전달 및 실험적 치료법 관련 문제 해결	나노기술이 환경 회복 기법의 발전을 촉진

자료: 한성구 외(2009)

수요측면에서 바이오산업의 성장을 견인하는 첫 번째 동인은 개발도상국가들의 GDP가 빠르게 상승중이어서 이들 국가에서의 의료수요 증가가 세계 제약시장의 성장을 견인하는 것으로 전망된다. 둘째 동인은 선진국에서의 고령화

로 인한 수요 증대이다. 노령 인구의 증가 및 자산에 대한 소유비중 증가로 건강 및 well-being 에 대한 관심 증 인구 고령화는 만성질환 및 장애 발생률의 증가를 수반하며, 이에 대한 예방 및 해결책 마련을 위해 생물학적 노화연구, 임상 및 역학분야 연구, 사회 행동학적 연구, 노인 관련 질환의 예방·치료 기술, 제품 개발 등이 필요하게 된다. 선진국의 65세 이상 인구 비중은 현재 16%에서 25%로 증가할 것으로 예상되며, 특히 일본의 60세 이상 인구비율은 2050년 40%에 이를 전망이다, 유럽의 경우 연금수혜 노인 인구비율이 현재 35%에서 2050년 75%로 증가할 것으로 예측된다(한국산업기술진흥원, 2013).

[그림 4-3] 바이오 산업과 바이오 경제



자료: 이민석(2013)

공급측면에서 첫 번째 동인은 바이오 기술 연구와 과학자들의 교육에 대한 공공적 지원을 들 수 있다. [그림 4-3]에서 보듯이 바이오 분야가 산업으로 발전하기까지는 오랜 기간이 소요되었었고, 그 동안의 기술 발전은 주로 공공적 지원에 의존하였었다. 바이오 산업을 바이오 경제로 발전시킨 계기로 평가되는 인간게놈프로젝트는 미국 에너지부와 보건부의 30억 달러의 예산으로 수행 되었었으며, 오바마 대통령의 지시로 진행되는 ‘뇌지도 작성 프로젝트’는 기존에 투자된 6조원외에 향후 10년간 3조원을 더 투자할 예정이다(이홍표, 2014). 반면 바이오 분야는 규제 정책도 영향을 많이 받는 분야이다. 바이오

제품의 안전성과 효과성을 확보하기 위한 기준을 제시하고, 일부 배아줄기세포 연구에 연방 기금 사용을 불허했던 부시 행정부의 방침이나 몇몇 EU 국가에서 유전자 조작 작물 승인을 거부하여 EU 내에서 유전자조작작물 재배를 실질적으로 금지시키는 결과를 가져왔던 사례 등 명령, 금지, 일시중지 등등이 대표적인 사례 등이다. 또한 바이오 분야의 잠재적 시장에 영향을 미치는 중요한 요인은 바이오 기술 및 제품에 대한 일반 대중의 태도이다. 바이오 기술에 대한 수용 정도는 응용 부문이 보건의료나 1차 생산이나 산업이나에 따라 다르지만 동일한 응용 내에서도 차이를 보일 수 있다(자료, 한성구 외, 2009).

미국 정부는 ‘국가 바이오경제 청사진(National Bio-Economy Blueprint)’를 2012년 발표하고, 미국 바이오경제의 완전한 잠재력을 실현시키기 위해 연구개발 역량강화 등 5대 전략 목표를 제시하였다. 미 행정부는 세계 1위의 바이오 기술 경쟁력을 바탕으로 바이오 산업을 전략적인 국가개발육성분야로 선정하고 정부의 지속적인 관심과 투자를 강화하고 있다. 맞춤형 의료를 위한 유전자 연구에 50억 달러 지원하는 등 국립보건원(NIH)이나 국립과학재단(NSF) 중심의 연구비 지원으로 연구개발 및 산업분야의 연구 촉진과 우수 연구인력 창출을 촉진하고, 정부의 집중적인 투자를 바탕으로 대학·연구기관·기업의 상호 협력과 세계의 고급 인력의 유치 등으로 지속적인 연구역량 제고하고 있다.

유럽은 2020년까지 글로벌 경쟁력을 갖춘 바이오기반 경제를 본격화한다는 목표를 수립하였다. EU 차원에서 유럽집행위원회의기업 총국 정책 사업부는 산업 바이오기술을 5대 ‘핵심 기반기술(Enabling Technologies)’ 중 하나로 선정하였으며, 바이오기술 사업부는 ‘선도시장 이니셔티브(Lead Market Initiative)’의 일환으로 바이오기반 신제품의 조기 도입을 촉진하고 있다. 리서치 총국(DG: Directorate General)은 “연구와 기술개발을 위한 프레임워크 프로그램(Framework Programme for Research & Technological Development)”을 통해 바이오 산업의 연구 및 혁신을 지원하고 있으며 2007년부터 시작되어 2013년까지 진행된 7차 프레임워크 프로그램(FP7)의 예산은 505억 유로였다. 바이오와 관련이 있는 프로그램은 협력 프로그램으로써, 총 10개의 세부 프로그램이 있고, 그중 건강과 식품·농업·생명공학 세부 프로그램들이 바이오관련분야에 해당되는 데, 건강 세부 프로그램이 협력 프로그램의 주요주제이며, FP7 기간 동안 60억 유로의 예산이 배정되었으며 미생물 저항, HIV/AIDS, 말라리아, 결핵, 유행병 등에 관한 연구가 진행되었다. FP7에 이어 2014년부터 2020년까지 진행 될 예정인 FP8은 유럽이 직면하고 있는 도전과제와의 연관성, 연구경영 및 관리 개선, 상호보완적 접근, 로드맵 기반의 연구 수행 등에 중점을 두고 있다.



영국 정부는 2010년에 ‘바이오 전략계획 2010-2015 (The Age of Bioscience-Strategic Plan 2010-2015)’를 수립하여 집중분야 및 세부 전략을 제시하였는데, 집중 연구분야는 크게 식량안보, 바이오에너지 및 산업생명 공학, 건강유지를 위한 기초생명공학의 3가지이다. 독일정부는 2011년 ‘바이오 경제 2030년 국가 연구 전략’을 통해 ‘정상적인 범위에서의’ 생태계 순환에 가장 큰 초점을 두고 있으며, 이를 통해 전세계에 양질의 제품·식료품을 제공하는 등과 같은 지속가능한 바이오 기반의 경제 시대를 구축하고, 글로벌 경쟁력제고를 도모하고 있는 데, 독일 산업 경쟁력 강화와 바이오기반 경제 구조 변화 추진을 위해 식량안보, 지속가능한 농업분야 생산, 건강하고 안전한 식품, 재생가능한 산업 자원, 바이오매스 기반 에너지 수단 개발 등 5대 핵심 분야를 제시하였다. 프랑스는 정부와 지자체 간의 긴밀한 협력으로 연구기관·기업·대학병원 등으로 형성된 바이오산업클러스터를 육성하고, 클러스터 중심으로 바이오산업 진흥을 촉진하고 있는 데, 알자스 Bio Valley, 리옹 Biopole, 파리 Medicine Paris Region 등이 주요 바이오클러스터이다.

일본은 재생의료 분야에 대한 범부처 연구개발, 뇌과학연구의 단계적 추진, 기관 간 통합 데이터베이스 센터 구축 등 고령사회를 대응하기 위한 생명공학 분야의 전략적 육성을 추진하고 있다. 또한 미국국립보건원(NIH)을 벤치마킹하여 ‘일본판 NIH’ 설립을 계획하고 있다. 올해에만 약 301억 달러(약 31조 원)에 이르는 예산을 다루는 NIH는 미국 보건의료 연구개발(R&D) 예산의 95%를 운영하며 생명공학 분야의 강력한 컨트롤타워 역할을 수행하고 있다. 일본은 2014년 5월 관련 법률이 참의원 본회를 통과하면서 총리 중심의 ‘건강·의료 전략추진본부’를 설치할 수 있게 됐다. 2015년 4월에는 독립행정법인인 ‘의료연구개발기구(AMED)’도 생길 예정이다(이재웅, 2014)

중국도 ‘12차 5개년 계획’의 8대 과학기술전략 분야에 바이오산업, 건강 보건, 환경 등 3개 분야를 포함하고 있으며, 동 계획 기간(2011~2015)동안 4백억 위안(약 7조원)을 바이오 제약 업계에 투자함으로써 신약개발을 위한 역량 강화를 추진하고 있다.

한국은 2013년 6월 수립된 ‘창조경제 실현계획’의 BT분야 후속계획으로 바이오 기반 ‘창조경제 실현을 위한 미래부 BT분야 투자전략’을 11월 발표하였다. 이 투자전략은 그간 BT분야 전문가 의견수렴(5회), 바이오·의료기술개발 추진위원회 검토 등의 절차를 거쳐 수립되었다(〈표 4-2〉 참조). 이 계획은 타산업에 비하여 안전성 검증기간·생명윤리 문제 등으로 인해 실용화가 어려운 BT분야의 특성을 감안하여 R&D 기획단계부터 병원 및 산업계의 참여를 확대하고, 기초연구·원천기술, 더 나아가 실용화 지원 기술까지 체계적으로 지

원할 수 있는 체계를 마련할 예정이다. 또한, BT 주요 5개 세부분야(신약개발, 줄기세포, 뇌연구, 유전체, 차세대 의료기반)별로 중점적으로 투자하게 될 분야도 함께 제시하여, 현장의 연구자들이 앞으로 미래부의 투자방향에 맞추어 창조경제 실현에 기여할 수 있는 연구를 준비할 수 있게끔 하였다(미래창조과학부, 2013).

<표 4-2> BT 5개 분야별 미래부 중점 투자 분야

구분	중점 투자분야
신약개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 혁신신약 개발을 위해 기초연구부터 임상단계까지 단절없는 R&amp;D 연계 시스템 구축</li> <li>· 신약개발 역량 + (유전체/줄기세포/뇌연구) ⇒ 신영역(심혈관질환 치료제 등) 개척</li> <li>· 복제약·개량신약 등 특허만료제품 기술개발 지원</li> </ul>
줄기세포	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기 개발된 성체줄기세포 치료제 효능강화 지원</li> <li>· 희귀난치질환 세포치료제/세포유전자치료제 개발지원</li> <li>· 신기술분야 중장기 원천기술 확보(유도만능줄기세포, 직접교차분화기술 등)를 위한 선도연구팀 육성</li> </ul>
뇌연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ‘치매 예측 뇌지도 구축’ 및 조기진단 서비스 등 사회 이슈 적극 대응기술 개발</li> <li>· 뇌연구 4대분야(뇌질환, 뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학)별 요소기술 개발(맞춤형 뇌질환 치료, 신경재활 뇌자극기, 학습능력 최적화 기술 등)</li> <li>· 한국뇌연구원을 통한 생애 주기(유아-청소년-청년-노년기) 뇌손상 극복 융합연구 지원</li> </ul>
유전체	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 질병 조기 진단 및 개별 환자의 특성에 맞는 치료(맞춤의료) 구현에 필요한 ‘개인 유전체 정보 분석’ 기술 등 개발</li> <li>※ ‘포스트게놈 신산업 육성을 위한 다부처 유전체 사업’과 연계하여 추진</li> </ul>
차세대 의료기반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모바일기기를 이용한 기기진단 헬스케어 시스템 원천기술 발굴·개발</li> <li>· 생체진단 바이오칩, 분자영상 진단기기, 의료용 로봇 등의 원천기술 개발</li> </ul>

자료: 미래부(2013)

한국의 바이오 및 제약산업의 미래 전망 조사에서 대부분의 전문가들은 비관적이라는 견해를 보였었다(<표 4-3> 참조). 10년후의 전망은 아주 비관적으로 나타났고, 20년후의 전망은 다소 나은 전망을 보였다. 이는 전자 및 자동차 산업의 경우도 1970~80년대에는 국제경쟁력이 매우 취약하였었으나, 정부 및 대기업의 노력으로 국제경쟁력이 크게 향상한 점 등을 감안한 것으로 해석된다.



<표 4-3> 한국 바이오 및 제약 산업의 미래 전망

항 목	응답	10년 후				20년 후			
		비관적	중립적	낙관적	계	비관적	중립적	낙관적	계
매출기준 세계50대기업 2개사 배출 가능성	전 체	152	56	6	214	81	101	32	214
		71.0	26.2	2.8	100.0	37.9	47.2	15.0	100.0
매출기준 세계20대기업 2개사 배출 가능성	전 체	196	17	1	214	151	57	6	214
		91.6	7.9	0.5	100.0	70.6	26.6	2.8	100.0
매출기준 세계50대기업 2개사 배출 가능성	기업경영 및 소속	44	12	1	57	22	26	9	57
		77.2	21.1	1.8	100.0	38.6	45.6	15.8	100.0
매출기준 세계20대기업 2개사 배출 가능성	기업경영 및 소속	56	1	0	57	41	16	0	57
		98.2	1.8	0.0	100.0	71.9	28.1	0.0	100.0
매출기준 세계50대기업 2개사 배출 가능성	대학및 공공기관	101	40	5	146	56	68	22	146
		69.2	27.4	3.4	100.0	38.4	46.6	15.1	100.0
매출기준 세계20대기업 2개사 배출 가능성	대학및 공공기관	131	14	1	146	102	38	6	146
		89.7	9.6	0.7	100.0	69.9	26.0	4.1	100.0

자료: 김형주 외(2010)

이와 같이 현재 상태의 한국 바이오 산업의 전망은 밝지 못한 실저이며, 세계 경제에서 바이오 경제가 차지하는 비중이 증가할 것을 고려하면, 국가 차원의 바이오 경제 활성화 전략이 필요한 상황이다. 미국의 ‘인간 게놈 프로젝트’ 나 ‘뇌 지도 프로젝트’ 와 같이 국가차원의 연구 프로젝트가 필요한 데, 여기에는 생명과학 분야는 파급효과가 크기 때문에 관련 전문가뿐만이 아니라 인문사회 등 다양한 분야의 전문가가 깊이 있는 토론을 거쳐서 미래를 전망하고 이에 대한 전국민적인 공감대가 형성될 필요성이 있다. 인문사회와 과학기술을 포괄하는 국내외 전문가 네트워크를 형성하여 과학기술 정책 및 전략 수립의 기반을 마련하는 사례로는 KISTEP이 주최하고 (재)한국미래연구원이 주관하는 ‘KISTEP 미래포럼’ 이 있다(손병호, 2014). 이러한 국내외 전문가 네트워크를 기반으로 한 바이오 분야의 국가 전략을 마련하고 이를 기반으로 공공부문의 선도(Big Push)가 필요하다. 미래연구를 기반으로 1970년대 KIST를 중심으로 한 생산기술 발전, 1990년대 IT 기술발전을 정부주도로 이끌어서 국가

발전에 크게 기여한 바와 같이 2030년 이후 바이오 경제시대 한국의 국가경쟁력을 향상시키기 위하여 미래연구에 기반한 바이오 경제 전략을 실행하여야 할 시기이다.

다만 1970년대 생산기술, 1990년대 IT 기술은 인바운드형 지식 네트워크를 활용한 반면, 바이오 기술은 사람과 지식의 교류를 중심으로 한 교량형 지식 네트워크를 기반으로 한 미래전략을 수립하는 것이 바람직하다. 미래창조과학부가 미 국립보건원(NIH)과 손잡고 ‘한-미 BT분야 기술가치제고 공동연구 통한 창업 유도사업’ 신규과제를 실행하고 있으며, 한국보건산업진흥원이 영국 보건부에서 한·영 양국 정부간 치매, 줄기세포·유전체 등 보건의료 공동연구개발 및 의료기기, 제약 등 보건산업 협력 방안을 논의하고 가시적 성과창출을 위한 협력체계를 구축하기 위한 제1회 ‘한·영 미래의료 포럼’을 개최하는 등 지식 네트워크가 조금씩 확장되고 있는 데, 이를 체계적이고 지속적으로 발전시킬 필요성이 있다.

특히 국내 바이오 및 제약 분야가 지식 네트워크를 견인한 임계 규모에 도달하지 못하고 있고, 해외의 전문가 인력풀 역시 상대적으로 작은 상태임을 감안하고 이를 확대하기 위한 종합적인 대책마련이 필요하다. 바이오 및 제약 분야가 갖는 암묵지(tacit knowledge)의 중요성을 감안하여 선진국에 해외 거점을 확보하고 이를 중심으로 교량형 네트워크를 확대하는 것이 바람직하다고 보여진다. 가장 넓은 시장이면서 바이오 및 제약 분야의 지식 역량이 강한 동시에 한인 전문가들의 네트워크가 풍부하게 존재하는 미국의 보스턴 지역, 뉴저지, 샌프란시스코 등의 지역에 기관을 설립하고 단기적으로 교류 네트워크의 채널 역할을 수행하며 중장기적으로는 연구개발 기능을 수행하는 방안이 유력할 것으로 생각된다. 이런 거점을 통해 국내의 바이오 및 제약 관련 연구소나 기업들이 미국 현지의 다국적 기업과의 접촉을 시도하고, 또한 FDA 승인 등 현지에서의 독자적인 상용화를 모색할 수 있을 것이다. 이러한 거점은 한국의 바이오 및 생명공학 연구소의 컨소시엄(consortium)이나 첨단의료복합단지의 사무소, 혹은 이공계 출연연 연구회 산하의 해외법인일 등의 형태로 가능할 것이다. 해외 거점에는 국내공공 기관뿐만 아니라, 민간 기업들의 해외연구소 등도 동반 진출하여 시너지 효과를 높일 수도 있도록 하는 방안이 필요할 것이다(김형주 외, 2010). 국가전략의 실효성 있는 추진을 위해 부처·분야를 초월해 유기적으로 기획하고 실행할 종합조정기구인 (가칭) 바이오전략위원회 설립이 2014년 7월 개최된 제11차 국가과학기술자문회의에서 제안된 바 있는 데, 이 위원회가 설립되면, 이를 중심으로 바이오 경제 국가 전략을 수립하여 1970년대 생산기술, 1990년대 IT 기술 발전이 국가 발전을 견인한 것과 같이 2030년

대 바이오 기술이 국가 발전을 견인할 수 있도록 깊이 있는 미래연구에 기반한 바이오 국가전략의 수립 및 실천이 요구된다.

## 2. 인간 게놈 프로젝트

국가 차원의 대규모 연구 프로젝트의 대표적인 사례가 인간 게놈 프로젝트(Human Genome Project; HGP)인데, 이 프로젝트는 인간 DNA를 구성하는 30억 개의 염기서열을 모두 밝혀 질병의 원인을 규명하고 치료법을 개발하는 것으로서, 1990년에 미국 에너지부(DOE; Department of Energy)와 보건부(NIH; the National Institutes of Health)에서 30억 달러의 예산을 가지고 발족시켰다. 미국의 국립보건원(NIH) 중심으로 한 이 작업에 프랑스, 영국, 일본 등 15개국이 합류하여 2003년 인간게놈의 염기서열을 약 99% 정도 밝혀냈다는 사실을 발표하였다.

[그림 4-4] 유전체 분석 발전과 적용 응용분야



자료: 동양증권(2013)

2003년 당시 분석비용이 30억 달러였으나, 기술발전으로 2007년에 100만달러, 2008년 10만달러로 하락하였고, 2013년 천달러 이하로 하락하여 개인 유전체 분석 시장이 형성되기 시작하였다. 개인유전체 분석이 활발해지면서 부수적으로 맞춤 의학, 맞춤 치료 등의 많은 새로운 산업이 발전할 것으로 전망된다([그림 [3-6] 참조; 동양증권, 2013). 이로 인하여 38억 달러의 예산이 투입된 게놈 프로젝트는 31만개의 일자리(380만개/12년)를 창출하고 7960억 달러의 경

제적 과급효과를 보여 투자대비 141배의 효과를 거두었다고 분석되었는 데 (Tripp & Grueber, 2011; <표 4-4> 참조), 이 보고서에서 평가하지 않은 2011년 이후의 효과까지 계산하면 수백배의 경제적 효과가 나타날 것으로 전망된다 (선웅, 2014).

<표 4-4> 게놈 프로젝트의 경제적 효과(1988년-2010년 누적; 단위:M\$)

Impact	Employment (Job-Years)	Personal Income	Output	State/Local Tax Revenue	Federal Tax Revenue
Direct Effect	710,819	71,350.0	264,819.6	3,522.3	13,028.0
Indirect Impacts	1,298,216	89,183.0	265,779.8	10,804.8	17,955.6
Induced Impacts	1,818,459	83,328.8	265,663.4	15,163.8	17,899.8
<b>Total Impact</b>	<b>3,827,495</b>	<b>243,861.8</b>	<b>796,262.8</b>	<b>29,491.0</b>	<b>48,883.4</b>
Impact Multiplier	5.38	3.42	3.01	8.37	3.75

자료: Tripp & Grueber(2011)

### 3. 뇌과학 프로젝트

바이오 분야에서 인간 게놈 프로젝트 (Human Genome Project; HGP)에 비견되는 대규모 프로젝트가 뇌과학 프로젝트이다. 2013년 4월, 미국의 오바마 대통령은 향후 미국 연구개발의 중점 목표로 인간의 뇌 설계도를 확보하는 것을 골자로 하는 ‘Brain Activity Map’ 프로젝트를 제안하였다. 이후 국회의 예산심의 과정 중 ‘Brain(Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) Initiative’로 이름을 바꾸었으나, 그 골자는 그대로 유지되고 있으며, 이 프로젝트를 기반으로 뇌지도 제작을 위한 핵심 기술을 개발하고, 이를 통하여 치매, 뇌손상 등 위협적인 뇌질환 해결을 목표로 하고 있다. 미국뿐만 아니라 유럽 및 일본에서도 국가 차원의 대규모 프로젝트가 진행되고 있다. 또한 미 육군은 약속되고 훈련된 형태의 메시지만 생각을 통해 주고받는 소통방식인 ‘인공 텔레파시(synthetic telepathy)’ 연구를 미 캘리포니아 주립대 어바인 캠퍼스, 카네기 멜론, 메릴랜드대 연구팀에 400만달러의 용역을 준 바 있다(박종세, 2010). 미국뿐만 아니라 유럽 및 일본 등도 뇌과학 분야의 대규모 연구 프로젝트를 진행하고 있다(선웅, 2014; <표 4-5> 참조).

<표 4-5> 선진국의 뇌과학 지원을 위한 대규모 프로젝트 사례

국가 (지원시작 연도)	과제명	내용 및 예산 규모
미국 (2013)	BRAIN Initiative	새로운 신경공학기술을 통한 뇌 연구: Brain Activity Map 프로젝트 - 10년간 30억달러
유럽연합 (2013)	Human Brain Project (HBP)	뇌활성 정보를 집대성하여 인공뇌 시스템 구축을 목표로 함 - 10년간 10억 유로
일본 (2011)	뇌과학 연구전략추진 프로그램(腦Pro)	제4기 국가과학기술기본계획을 통하여 ‘사회에 공헌하는 뇌과학’을 목표로 함 - 5년간 연 300억엔

자료: 선웅(2014)

민간기업들도 바이오 분야의 미래연구 및 미래기술 개발에 활발한 활동을 보이고 있다. 구글은 ‘구글 X’로 불리는 캘리포니아 마운틴 뷰의 비밀연구소에서 100여가지의 미래기술을 개발하고 있으며, 2012년에는 세계적 미래학자인 레이먼드 커즈와일도 영입을 하였다. 뇌과학 및 컴퓨터 분야를 융합한 인공지능 분야의 전문가인 그는 대뇌의 신경회로 연구를 직접 인공지능에 활용하여 인간의 뇌와 컴퓨터를 수술없이 연결해 세계의 정보를 뇌가 ‘클라우드’처럼 쓸 수 있을 것을 연구하고 있다(김보영, 2013). 2013년에는 유명 바이오 제약사 제넨텍 최고경영자(CEO)였던 아서 레빈슨과 공동으로 칼리코(Calico)라는 바이오 회사를 설립하여 노화와 질병 예방 연구에 착수하였다. 2014년에는 미국 제약사 애브비와 암, 신경퇴행 등 노화 관련 질환 치료제를 공동 연구·개발하기로 제휴를 체결하고 향후 10년간 약 10억 달러를 투자할 것을 밝혔다. 구글의 바이오 분야의 활동으로는 스마트 콘택트렌즈와 구글 핏(Google Fit)등이 있다. 스마트콘텐트 렌즈는 눈물 성분에서 사용자의 포도당 수치를 판독해 당뇨 환자가 간편하게 혈당을 측정할 수 있도록 돕는다. 구글핏은 사용자의 운동량 측정기와 헬스 관련 어플리케이션(이하 앱)이 확보한 데이터를 수집해 건강 관련 정보를 통합할 수 있게 된다. 뇌과학에 정통한 인터넷 기업은 비단 구글뿐만은 아니다. 온라인서점인 아마존, 페이스북, 야후, 마이크로소프트를 비롯해 압도적인 경쟁우위를 자랑하는 인터넷 기업 전략의 핵심에는 바로 이러한 ‘뇌과학’이 자리 잡고 있다는 것이 전문가들의 진단이다. 이들 인터넷 기업들은 대부분 스탠퍼드, 하버드, MIT 출신의 두뇌 전문가를 고용하고 있다.

뇌과학 분야의 연구는 생물학적인 접근 외에 컴퓨터 공학적 접근으로 인공지능 분야의 연구도 활발히 진행되고 있다. 미국의 경우 정부의 주도하에 대규모의 장기 프로젝트를 진행 중인데, Siri 서비스의 모태가 된 인공지능 분야의 PAL(Personal Assistant that Learns) 프로젝트와 심층 질의응답 시스템을 연구하는 AQUAINT(Advanced Question Answering for Intelligence) 프로젝트 등이 대표적 사례이다. EU에서는 미래 유망 6대 기술 중의 하나로 The Human



Brain 프로젝트를 선정하고 인간의 뇌 동작방식에 대한 보다 정확한 이해와 활용을 통해 컴퓨팅 아키텍처, 신경과학, 의학 등의 분야에서 발전을 도모하고 있다. 일본의 경우 2011년부터 Fujitsu 연구소와 NII(National Institute for Informatics)가 공동으로 2021년 동경대학교 입시 합격이 가능한 수준의 인공지능 시스템개발을 위해 Todai 프로젝트를 진행 중이다.

중국의 검색엔진 업체 바이두도 인공지능 연구를 활발히 하고 있다. 바이두는 뉴스와 주식시장·바이두의 검색엔진 데이터에 AI 기술을 적용, 분석해 주가와 테마주를 예측하고 주식시장이 어떻게 돌아갈지 전망하는 주식 앱 ‘스톡마스터(StockMaster)’를 출시했다. 이외에도 지난해 5월 실리콘밸리에 인공지능 연구소를 세운 바이두는 구글에서 인공지능 연구를 시작했던 앤드류 응 스탠포드대학 박사를 총 책임자로 영입했다. 바이두는 이미 식물·옷·책 등을 스마트폰 카메라로 구별할 수 있는 이미지 인식 기술 ‘바이두 아이(Baidu eye)’를 가지고 있다. 이 이미지인식 기술 에러율은 5.98%로 사람의 에러율 5.1%에 근접하다. 이 기술은 온라인쇼핑할 때 상품을 쉽게 찾을 수 있도록 해준다. 바이두는 더 나아가 음성으로 물품을 찾을 수 있도록 음성 인식 기술도 연구 중이다(이유미, 2015).

<표 4-6> 인공지능 분야의 주요 프로젝트 현황

프로젝트명	수행기관 및 기간	주요 내용
Watson DeepQA	IBM 2006 ~ 2011	- Factoid 형태의 복잡한 신뢰성 높은 빠른 응답 제시 - <a href="http://researchweb.watson.ibm.com/deepqa/">http://researchweb.watson.ibm.com/deepqa/</a>
Knowledge Graph	Google	- 위키피디아 콘텐츠 위주 5억 개의 객체에 대한 Knowledge Graph를 구축, 질의응답 서비스 제공 - <a href="http://www.google.com/insidesearch/features/search/knowledge.html">http://www.google.com/insidesearch/features/search/knowledge.html</a>
AQUAINT Program	NIST* 2003 ~ 2008	- 다국어 기반의 Advanced QA 연구, 텍스트, 음성, 이미지, 비디오 지원 - <a href="http://www-nlpir.nist.gov/projects/aquaint">http://www-nlpir.nist.gov/projects/aquaint</a>
Project HALO	Vulcal Inc. 2003 ~ 2006	- Digital Aristotle: 어려운 과학문제 질문에 답변 - 파일럿 프로젝트(2004년, 6개월): domain expert 개발 - AURA(Automated User-Centered Reasoning and Acquisition System) 프로젝트(SRI*, 2004~2006)
Wolfram Alpha	Wolfram Alpha 2009 ~ 현재	- Siri 서비스의 질의응답 부분 담당, 수식, 알고리즘, 모델을 적용하여 사용자 의도에 맞는 정답을 제시 - <a href="http://www.wolframalpha.com">http://www.wolframalpha.com</a>
Human Brain Project	EU 2013 ~ 2023	- 인간 뇌의 작동방식에 대한 정확한 이해, 활용을 통해 컴퓨팅 아키텍처, 신경과학, 의학 분야 등에 적용 예정 - EU 미래기술 주력 사업 프로그램의 6대 연구과제 선정 - <a href="http://www.humanbrainproject.eu">http://www.humanbrainproject.eu</a>
Google Brain Project	Google 2008 ~ 현재	- 9계층의 신경망, 10억개의 연결구조로 인간 인지방식의 자율학습 모델 연구 - 2만여개의 객체 카테고리를 인식하는데 15.8%의 정확도 - <a href="http://www.mpi-inf.mpg.de/yago-naga/yago">http://www.mpi-inf.mpg.de/yago-naga/yago</a>

\*NIST(National Institute of Standards and Technology)

\*SRI(Stanford Research Institute)

자료: 이형직 외(2014)

## 제 2절 바이오 분야의 미래연구 방법론

### 1. 특허 분석과 글로벌 지식 네트워크

바이오 분야의 세부 기술 개발 트렌드는 <표 4-7>와 같이 특허건수의 출원 및 분석 건수의 추이를 분석하는 방법도 많이 사용하고 있다(김우용·감주식, 2012).

<표 4-7> 미국 특허청에 출원 및 등록된 바이오 기술 분류별 특허건수

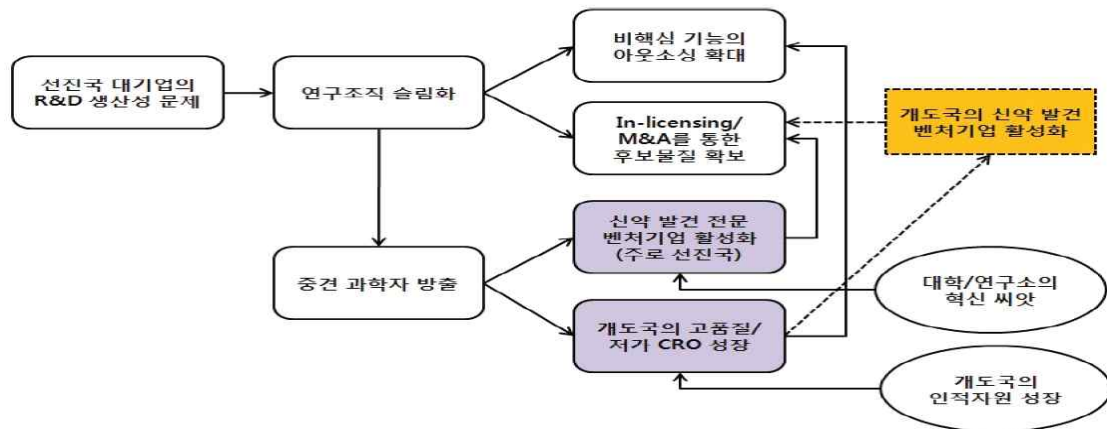
분 류	1990	2000	2010	합 계
식물신물질	474	1115	1987	3,576
신규동물	18	247	425	690
생물농약	76	221	186	483
생물신약	1197	5064	8934	15,195
미생물이용 폐수처리	128	221	231	580
당류	196	789	3493	4,478
단백질	1031	4185	5124	10,340
발효 및 장치	174	476	1435	2,085
미생물, 효소, 유전공학	1018	4807	8185	14,010
발효생성물	605	1391	2639	4,635
시험, 측정, 분리정제	410	2485	4582	7,477
진단시약	686	2137	3523	6,346

자료: 김우용·감주식(2012)

바이오 산업에서 오픈 이노베이션이 확산되면서 글로벌 지식 네트워크의 중요성이 강조되고 있다([그림 4-5] 참조). 글로벌 지식 네트워크는 이주형(migration) 네트워크와 교량형(bridge) 네트워크로 분류되며, 이주형 네트워크는 다시 아웃바운드(outbound)와 인바운드(inbound)로 구분되며, 교량형 네트워크는 인적 교류, 지식 교류 및 자금 교류 등으로 분류된다.

아웃바운드 이주형 네트워크의 대표적인 사례로는 프랑스 파스퇴르 연구소를 들 수 있다. 이 연구소는 1887년 설립 이후 1897년 베트남 사이공 연구소를 최초로 토착병 연구를 위해 해외에 연구소를 두기 시작하였고, 2000년대에는 보다 전략적인 질병퇴치와 의약품 개발을 위한 공동연구를 위하여 홍콩, 캐나다 등에 연구소를 두기 시작하였다. 2004년 한국에도 연구소를 설치하였는데, 외국인 인력 30명을 포함하여 130여명의 연구인력을 보유하고 있다.

[그림 4-5] 제약 산업의 글로벌 지식 네트워크 형성



자료: 김형주 외(2010)

인바운드 이주형 네트워크의 대표적인 사례로는 싱가포르 바이오폴리스(Biopolis)를 들 수 있다. 싱가포르는 1999년 외환 위기 이후 새로운 성장동력을 바이오 및 제약산업에서 모색하여 열대병에 특화한 연구기반을 확보하는 전략을 구사하기 시작하였다. 연구 거점으로서의 경쟁력을 위하여 미국 국가암연구소 소장인 Edison Liu박사, 노벨상 수상자인 Sidney Brenner 박사, 복제양 돌리를 만든 Alan Colman 박사들 세계적인 학자들을 유치하였고, 생산거점인 Tuas Biomedical Park에는 GSP, MSD(Merck), Pfizer, Novartis 등 굴지의 다국적 기업들을 유치하였다.

한국은 과거 국내 시장을 대상으로 한 복제약 중심으로 생산하여 협력 채널이 빈약했으나 최근 들어 다양한 채널을 형성하기 위한 노력이 진행 중이다. 가시적인 성과를 보인 부분은 해외 인재의 영입 부문이다(<표 4-8> 참조). 글로벌 지식네트워크의 활용 수준을 평가하면, 프랑스나 싱가포르에 비하여 떨어지는 것으로 평가되며, 국내의 IT 등과 비교하여도 많이 떨어지는 것으로 평가되고 있다.

<표 4-8> 국내 제약기업의 해외 인재 영입 사례

기업	인물 (영입시 직위)	영입시기	이전 소속 기관
녹십자	장종환 (연구소장)	2005	Bristol-Myers Squibb
대웅제약	박영환 (연구개발본부장)	2009	Merck
중외제약	배진건 (연구본부장)	2008	Schering
유한양행	남수연 (R&D전략실장)	2010	Bristol-Myers Squibb

자료: 김형주 외(2010)



2000년대 이후 바이오 및 제약산업의 발전과 더불어 <표 3-7>과 같이 재미 한인들의 네트워크가 형성되고 있으며, 한국과의 교류 파트너의 역할을 하고 있다. KASBP (The Korean American Society in Biotech and Pharmaceuticals)은 신약개발과 생명과학에 대한 학술정보 교류 및 유대 강화를 위해 2001년에 조직된 비영리단체로 미국 동부지역을 중심으로 활발하게 활동하고 있으며 현재 400여명의 회원이 주축을 이루고 있다. 한국과 미국에서의 한인과학자들의 인력교류에 핵심적인 역할을 담당하고 있다. BAKAS(Bay Area Korean-American Scientist in Biotech and Pharmaceutical)는 미국 캘리포니아 주 샌프란시스코 근방에 위치한 바이오텍에 근무하는 생명과학자들이 결성한 학술단체로서, Bay 지역의 바이오텍 한인과학자의 친목과 정보 교류를 주목적으로 하지만, 한국에 소재하는 바이오텍 또는 제약업체와의 정보교류 및 네트워킹 또한 적극적으로 지원하고 있으며, 아울러 미국 동 부의 다국적 제약업체에 종사하는 한인 과학자 단체와도 긴밀한 협조 체계를 갖추고 있다. 그러나 아직 선진국의 기관에서 경험을 쌓은 인재들의 수가 아직은 상대적으로 작은 편이고, 선진국 시장과 국내 연구개발을 연결하는 전문가는 극소수인 실정이다.

<표 4-9> 미국내 바이오 및 제약 분야 주요 한인 협회

협회 명칭	설 명
KASBP	- Korean American Society in Biotech and Pharmaceuticals - 설립년도: 2001, 회원수: 430, <a href="http://www.kasbp.org">www.kasbp.org</a> - 뉴저지주의 제약회사 소속의 한인들이 주축이 되어 정보교류를 목적으로 세워진 협회로 보스턴과 필라델피아에도 지회를 두고 있음
BAKAS	- Bay Area Korean-American Scientist in Biotech and Pharmaceutical - 설립년도: 2007, 회원수: 200 (정회원: 70), <a href="http://bakasnetwork.org">bakasnetwork.org</a> - 1999-2007년의 BSA(Bay Area Scientist Association)을 모태로 하여 2007년 바이오 및 제약 분야에 특화된 전문가들의 협회로 출범함
Biopharmers	- 회원수: 80, <a href="http://biopharmartis.com">biopharmartis.com</a> - 바이오 및 제약 기업에 근무하는 한인들의 협회
KOLIS	- KOREan Life Scientists in the bay area - 설립년도: 2002, 회원수: 200, <a href="http://www.kolis.or.kr">www.kolis.or.kr</a> - 1980년대 중반에 bay area의 생명공학자들이 교류에서 시작했으며 Stanford, UC San Francisco, UC Berkeley, US Davis 소속의 학생, 포닥, 교수들이 중심임
NEBS	- New England Bioscience Society Inc. - 설립년도: 1984, 회원수: 500(누적회원가입수는 2000), <a href="http://nebskorea.org">nebskorea.org</a> - 보스턴을 중심으로 한 한인 생명과학 분야 학생과 연구자들로 구성

자료: 김형주 외(2010)

바이오 기업 중에서 가장 흔하며 전통적인 비즈니스 모델로 일컬어지는 것은 “연구 집중형 중소기업”이며 “바이오 기술 전문기업(Dedicated Biotechnology Firm, DBF)”으로도 불린다. 바이오 기술 전문기업은 대학이나

병원의 연구진이 발견한 주요 지식 및 기술적 발명에서 상업화할 수 있는 잠재력을 발견하여 개발하는데 집중하는 모델인데, 바이오 기술 전문기업이 잠재력 있는 발견·발명을 찾아내더라도 이것을 시장에 출시하기 위해 필요한 제조, 유통, 마케팅 능력을 가지고 있지 못한 경우가 많으며, 제품화가 가능하고 시장에 출시하기 위한 자원이 있더라도 수~수십 년의 소요기간을 감당할 수 없는 경우가 많이 발생한다. 따라서 바이오 기술 전문기업의 비즈니스 모델은 벤처캐피털로부터 자금 확보, 주식시장에서의 주식 공모, 대기업으로 특정 지식의 라이선스 판매, 대기업에서 위탁받거나 조인트 벤처의 형식으로 연구를 수행해 주는 것 등으로 한정되어 있다. 대부분의 바이오 기술 전문기업은 부가가치 사슬에서 제품 출시, 즉 상업화 이전의 단계에 존재하며, 특히 바이오 기술의 3개 주요 활용부문 중 보건의료에 집중되어 있는 양상을 보이는데, 이는 보건의료 부문에서의 연구개발 기회가 훨씬 많기 때문이다.

바이오 기업이 이용하는 또 다른 비즈니스 모델은 “수직 통합 대기업(the large vertically integrated firm)”이다. 대기업들은 새로운 바이오 제품 및 공정의 연구개발, 생산, 유통, 마케팅에 이르는 과정의 전체 혹은 대부분에 참여하며, 의약품, 작물 품종, 산업용 효소 등 바이오 제품의 판매를 통해 매출을 올린다. 대기업은 바이오의 3개 활용부문 모두에서 바이오 제품과 공정을 상업화하는 것을 담당하고 있으며, 바이오 기술 전문기업이 가지고 있는 발명이나 발견을 구입해주는 시장으로서의 역할 또한 수행한다.

두 비즈니스 모델은 상호 공생의 관계를 형성하고 있으며, 이는 바이오 경제의 가장 두드러진 특징이다. 바이오 기술의 범위가 갈수록 넓어지고 복잡해짐에 따라, 대기업이라도 모든 기술을 스스로 확보하거나 사업에 필요한 연구개발 전체를 수행할 수 없게 되므로, 대기업이 바이오 기술 전문기업의 기능에 의존하게 되는 경향이 강해지고 있으며 이런 현상은 바이오 기술의 발전 속도가 빨라지는 한 지속될 것으로 전망된다(한성구 외, 2009).

현재의 비즈니스 모델을 보완할 수 있는 새로운 모델로 시스템 통합자 모델(System integrator model)이 제시되고 있다. 연구개발 혹은 가치사슬 전반에서 관계를 가지고 있는 여러 행위자들을 조율해주기 위한 것이 ‘시스템 통합자’이며, 이는 공공조직, 기업, 비영리기구 등의 형태를 가질 수 있다. 시스템 통합자의 주요 역할은 조율 없이는 발전하기 어려운 기능이나 시장을 만들어주는 것인데, 예를 들어 1차 생산 부문에서 생산한 작물이 산업용으로 부적합하다면 바이오 관련 물질의 정제시설은 애초부터 시설이 불가능하게 된다. 따라서 표준이 성립되어 있지 않을 경우 시스템 통합자가 가치사슬 전반에 존재하는 여러 행위자들을 조율하여 문제를 해결하게 된다(한성구 외, 2009).

## 2. PoF

세계 3대 의료기기 업체 중 하나인 독일 지멘스는 향후 우리 생활을 획기적으로 바꿀 수 있는 신사업 기회와 미래 기술을 발굴하기 위한 ‘Picture of the Future(PoF)’ 라는 미래 연구 프로그램을 2001년부터 운영하고 있다. 매년 2회 발간되는 PoF 보고서에는 매호별 3개의 미래 주제(산업 · 미래키워드)에 대해 각각 트렌드, 시나리오, 관련 세부 기술 분야별 전망 및 전문가 인터뷰 등으로 정형화된 형식으로 담고 있다([그림 4-6] 참조).

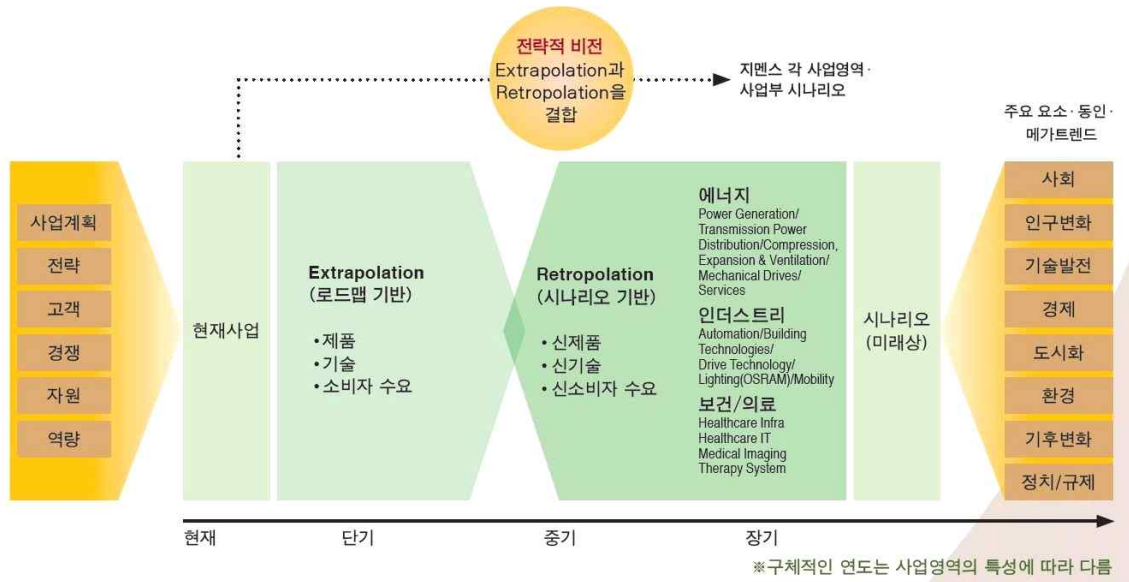
[그림 4-6] 지멘스 Picture of Future



자료: 지멘스(2014)

지멘스 미래 연구는 내부의 전문 컨설턴트가 전체 PoF 과정을 주도하고, 각 사업부에서는 관련전문가를 파견하여 태스크포스 형태로 운영되는 점이 특징이다. 초기에는 PoF 결과의 활용성, 각 R&D 과제와의 연계성 및 산출물의 확실성 때문에 주저했으나, 이 과정을 통해 사업부와 협업이 강화되고 구체적인 성과가 나오게 따라 매우 활발해졌다([그림 4-7] 참조). 또한 전체 연구 과정 중에 인터뷰 등을 통해 외부 전문가를 활용하여 새로운 시각을 도입 하는 것은 매우 중요시된다(박병원, 2011).

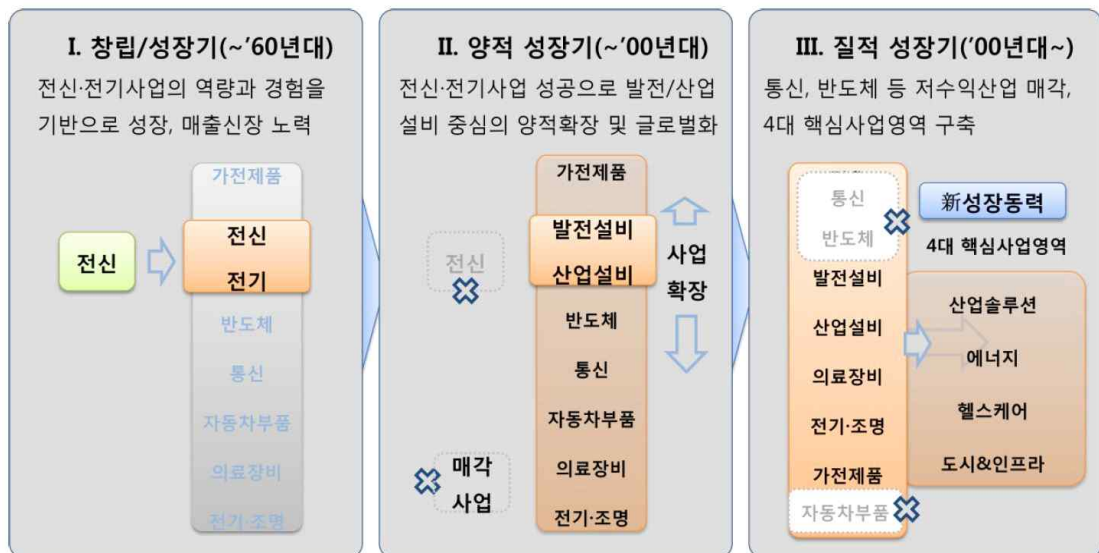
[그림 4-7] 지멘스의 미래연구와 전략적 비전 프로세스



자료: 박병원(2011)

[그림 4-8]에서 보듯이 지멘스는 전신업체로 출발한 지멘스는 헬스케어 등의 신성장 동력으로 사업 포트폴리오를 변화시켰는데 이 과정에서 PoF 등의 미래연구가 큰 역할을 한 것으로 평가되고 있다(박재범, 2014).

[그림 4-8] 지멘스의 사업 포트폴리오 변화



자료: 박재범(2014)

## 제 5 장 외국의 미래 연구

### 제 1절 외국의 미래연구 발전과정 및 동향

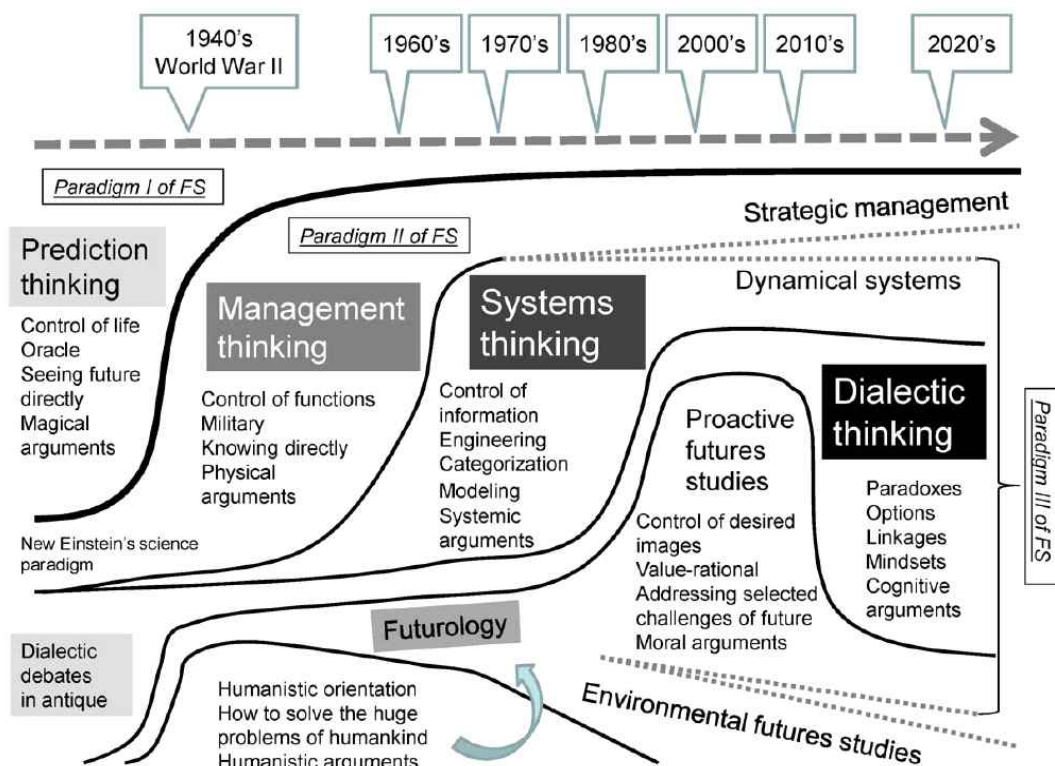
현대적 미래연구는 1950년대 미국의 랜드 연구소 및 프랑스의 예측연구센터(Centre d' études Prospectives)에서 시작되었다. 랜드연구소에서의 미래 연구 과정에서 전문가 의견을 반영하기 위한 기법으로 개발된 것이 델파이 방법이었고, 다양한 정책 대안을 허용하는 미래 환경을 파악하기 위하여 개발된 방법이 시나리오 기법이었다(Bradfield et. al., 2005). 델파이 방법은 단기 예측의 방법으로 개발되었는데, 시나리오 작성의 일부분으로 사용되기 시작하였다(Fusfeld and Foster, 1971). 델파이 방법은 예측항목 간에 존재하는 상호관계를 고려하고 있지 않다는 문제점을 지적되어, 이를 해결하기 위하여 1966년 랜드연구소에서 고돈(Gordon)이 교차영향분석(Cross Impact Analysis) 기법을 개발하였다(Glenn and Gordon, 2003). 시나리오 방법론의 연구는 1950년대 랜드연구소(Rand Corporation)의 허만 칸(Herman Kahn)의 ‘공군 미사일 방어 조기경보 시스템(Air Defense System Missile Command)’ 시나리오에서 시작되었다(Reger and Mietzner, 2005). 그는 군대의 계획이 ‘합리적 기대(reasonable expectations)’ 보다는 ‘희망적인 사고(wishful thinking)’에 근거하고 있었다는 점을 지적하면서, ‘잘못된 계산에 의한 핵전쟁(nuclear war by miscalculation)’을 포함하는 시나리오를 작성하였다. 그는 ‘생각할 수 없는 것을 생각하는(thinking about the unthinkable)’ 도구로 시나리오를 사용하여 전멸과 항복(annihilation and surrender)에 대한 진지한 대안(serious alternatives)을 도출하였고, 미국 국방성의 계획에 심대한 영향을 미쳤다(Kahn, 1960). 이 시나리오 방법론은 1961년 허만 칸이 랜드연구소를 떠나, 허드슨연구소(Hudson Institute)를 설립하고 시나리오 방법론을 사회 예측 및 공공 정책에 적용하기 시작하면서, 일반에 널리 알려지기 시작하였다(Kahn and Wiener 1967; Kahn, 1968).

Kahn이 미국 공군을 위하여 시나리오를 개발하던 1950년대에 프랑스에서는 철학자 Gaston Berger가 예측연구센터(Centre d' études Prospectives)를 설립하고 예측(La Prospective)으로 명명된 시나리오 기법을 개발하였다(Godet, 1987). Berger는 미래가 ‘미리 결정된 일시적 연속성(redetermined temporal continuity)’의 일부가 인간에 이익이 되는 방향으로 창조될 수 있다는 전제하에 규범적 시나리오(normative scenarios) 방법론을 연구하였다(Huber, 1978). 이 방법론은 1960년대에 지방정부계획청(DATAR; la Délégation



interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale, (the Office for Regional Planning and Development)에서 지역의 미래연구에 적용되었고, 제4차 프랑스 국가계획(the fourth French National Plan; 1960-1965)에도 적용되었다(Godet, 2001). 이렇게 시작된 미래연구는 1980년대 이후 환경의 불확실성이 증가하면서 전향적(proactive) 미래 연구가 급격히 증가하였고, 향후 주관적 가치관을 반영하는 미래연구가 증가할 것으로 전망하였다(Koasa, 2011; [그림 5-1] 참조).

[그림 5-1] 미래 연구의 진화

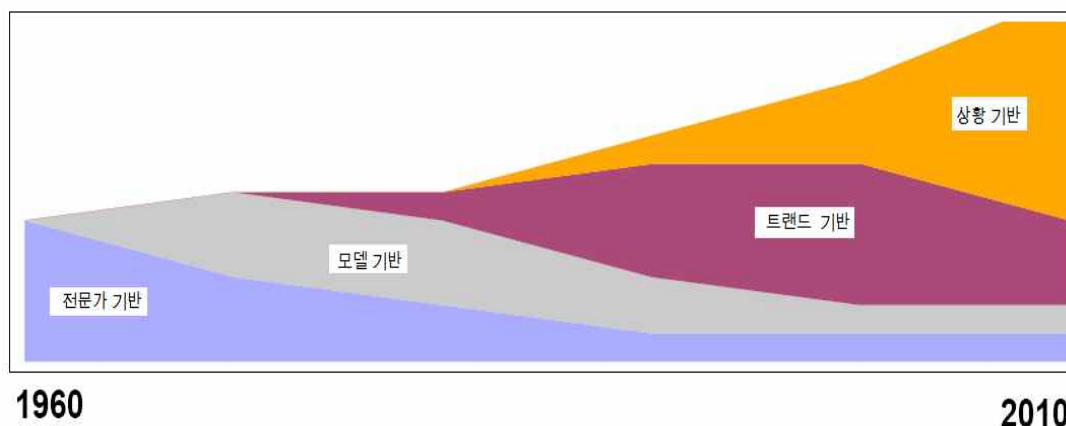


자료: Kuosa(2011)

예측전문회사인 독일의 Z-Punct에서는 예측의 종류를 전문가 기반 예측(Expert-based Foresight), 모델 기반 예측(Model-based Foresight), 트렌드 기반 예측(Trend-based Foresight), 상황 기반(개방적) 예측(Context-based (Open) Foresight)으로 분류하고 있다. 이 회사에서 유럽의 주요 미래 연구 기관의 미래 연구 활동을 조사하여, 1960년대 미래 연구의 초기에는 전문가 기반 예측이 대부분이었으나, 이후 모델 기반 예측, 트렌드 기반 예측, 상황 기반 예측으로 예측 패러다임이 변화하고 있음을 밝혔다([그림 5-2] 참조). 전문가 기반 예측

에서는 전문가들의 의견을 수집하고, 비교함으로써, 미래를 예측할 수 있다는 가정으로 델파이나, 로드맵 등의 기법이 많이 활용되었으나, 미국에서 1890년부터 1940년까지 실행된 1,556개의 예측을 조사한 바 10년 이상의 장기 예측에서 전문가들의 예측이 비전문가들의 예측보다 유의하게 정확도가 높지 않았던 것을 밝혀 내면서 전문가 기반 예측이 퇴조하기 시작하였다. 모델 기반의 예측에서는 적용 모델이나 계수의 조정에 의하여 복수의 미래 예측이 가능하나, 불연속적인 미래의 예측에는 한계가 있어서, 트렌드 기반의 예측이 확산되기 시작하였다. 트렌드 기반의 예측은 불연속적인 미래의 예측이 가능하나, 새로운 트렌드가 언제까지 지속이 가능할 지와 새로운 트렌드에 대한 조직의 대응이 어떤 결과를 가져올 지 등의 예측에 한계가 있어서 상황기반의 예측 모델이 트렌드 기반의 예측을 보충하고 있다(Daheim, 2007).

[그림 5-2] 미래 예측 패러다임의 변화

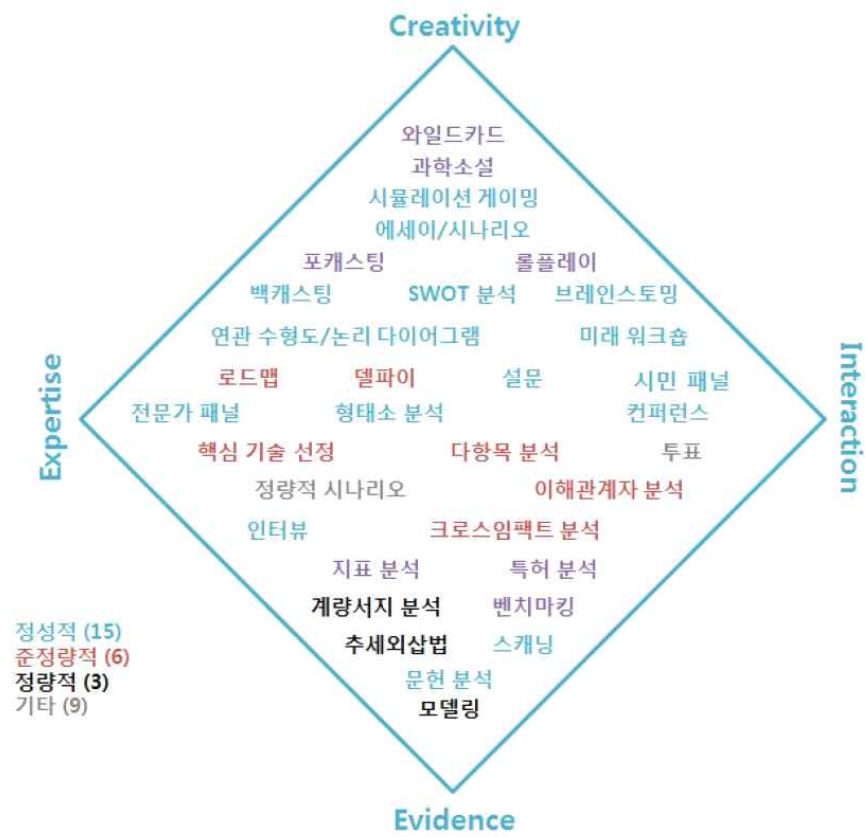


자료: Z-Punct (Daheim, 2007)

이렇게 시작된 미래연구는 많은 발전을 하여 활용되는 방법론으로는 시나리오, 트렌드 분석, 브레인스토밍 등 알려진 것만 수십여 가지에 이를 정도로 다양해졌다. 이와 관련하여 2008년 포퍼(Popper)는 자신의 연구를 통해 미래연구자들이 선택하는 미래연구 방법론들을 분석하고, 이를 크게 두 가지 기준에 따라 구분하여 “예측방법론 다이아몬드(The Foresight Diamond)”라는 프레임을 제시하였다([그림 5-3] 참조). 그는 미래연구자들이 자주 활용하는 33개의 미래연구방법론을 방법론 자체의 본성(nature)과 방법론의 역량(capabilities)을 기준으로 하여 다음과 같이 구분하였다. 이 미래연구 방법론 분류에 따르면, 미래연구는 개인이나 집단의 창의적이고 상상적인 생각들을 전문가들이 이끌어내고 이에 대한 분류 및 분석 결과를 전문가가 도출하는 창의성 기반(creativity-based) 방법, 특정영역에서의 경험과 전문성 그리고 이들 간의 상호

지식공유에 의존하는 전문성 기반(expertise-based) 방법, 사실과 자료에 근거하는 근거기반(evidence-based), 토론과 지식교환 등 상호학습과 상호식 의사결정을 강조하는 상호작용 기반(interaction-based) 등 네 가지 유형으로 미래 연구를 구분해볼 수 있다(박병원 외, 2013).

[그림 5-3] 예측 방법론 다이아몬드

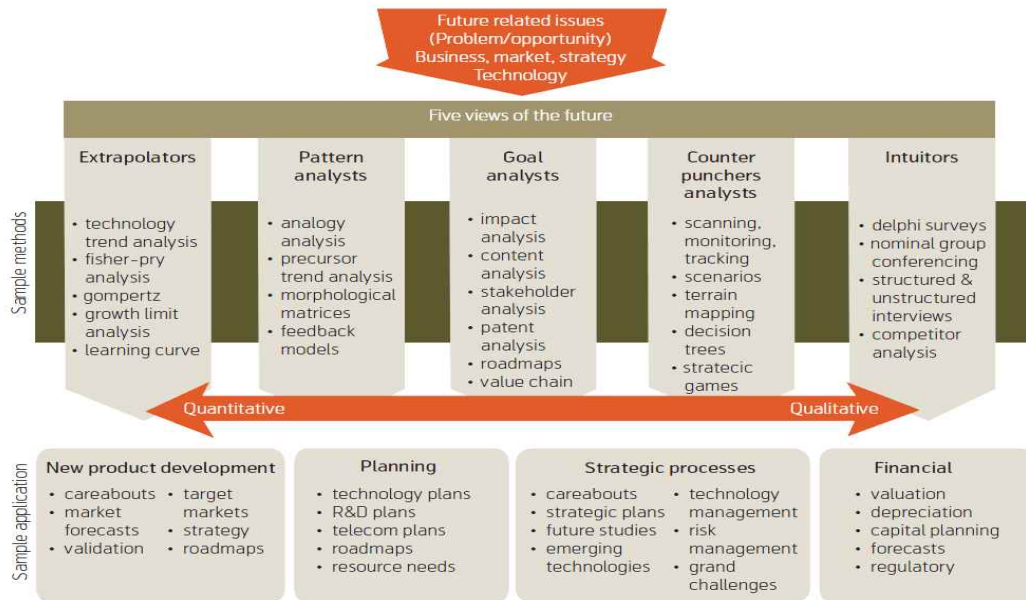


자료: Popper(2008)[박병원(2013)에서 재인용]

반스톤과 호지(Vanston and Hodges, 2004)는 미래 예측 방법을 직관법, 상황 대응법, 목표분석법, 패턴분석법 및 외삽법 등으로 나누고, 안정적인 미래는 외삽법 및 패턴분석법으로 불확실한 미래는 직관법 및 상황 대응법 등을 적용할 것을 제시하였다([그림 5-4] 참조). 예측의 정확성은 예측 기간이 증가할수록 감소하여 단기 예측에서 많이 사용되는 정량적인 통계적 기법들이 장기 예측에는 한계를 보여 장기 예측에는 정성적인 기법들의 활용이 증가하고 있다. 행정부 중심의 단편적인 단기 예측에서는 정량적인 기법이 적합하고, 입법주 중심의 장기적인 종합 예측에서는 정성적인 기법이 적합할 것으로 평가된다.



[그림 5-4] 미래 예측 방법론의 분류



자료: Vanston and Hodges(2004)

미래예측은 과거 기술예측 중심에서 전반적인 미래사회 예측으로 변화하고 있는 것이 주요 특징이다. 최근의 미래기술예측은 전문가 중심의 기술적 실현 시기 등 과학기술 관점에서 한정된 1, 2세대의 예측이 아니라 광범위한 사회적 이해관계자를 포함해 사회적으로까지 포함된 문제를 고려한 3세대로 변화 중이다(<표 5-1> 참조). 2000년대 이후부터 환경, 보건, 고령화, 고용 등 삶의 질 향상 측면의 주제를 다루기 시작하였고 기술과 사회 발전의 상호작용으로의 관심이 전환되면서부터 지향점이 변화되어 각종 사회·경제적 분야로 확대되어 정책과 제도형성의 기반이 되는 미래예측으로 발전하고 있다(김대원, 2013).

<표 5-1> 미래 예측의 흐름

구분	1세대 (1960년대)	2세대 (1980년대)	3세대 (1990년대 이후)
인식변화	추격형 전략수립을 위한 과학기술중심의 미래예측 필요성 인지	추격형 전략수립을 위한 과학기술중심의 미래예측 필요성 인지	미래사회 전망과 니즈가 반영, 국민 삶의 질 향상을 위한 미래연구 인식 확대
주요행위자	과학기술 전문가	산업계, 학계 공동참여	학계, 산업계, 정부, 이해관계자
프로그램 구조	과학, 기술	산업, 서비스 분야	주제별 사회·경제적 문제 해결
주요 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학과 기술의 내부동학만을 연구</li> <li>과학기술을 통해 경제발전을 달성할 수 있다는 사고에 기반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업 및 서비스 부문을 통해 시장발전과 기술발전의 상호관계를 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>복잡한 사회트렌드와 제도 환경의 변화를 분석하기 위해 다학제적 연구 도입 및 방법론의 다양화</li> <li>사회경제적 이슈에 대한 과학기술적 차원의 전망 수립</li> </ul>

자료: Georghiou, L., and Keenan(2005)[김대원(2013)에서 재인용]

세계화 추세가 가속화함에 따라 각국 정부 및 미래연구자들사이에서 기존의 시계열적 예측이나, 추세연장적 관점만 가지고는 미래에 대한 이해에 한계가 있다는 문제의식이 도출된다. 무엇보다 사회를 이루는 시스템의 복잡도가 증가하고 있으며, 하나의 현상이 전체에 미치는 영향을 단선적으로 예측하기 힘들어졌기 때문이다. 게다가 기존의 방식으로는 예측하기 어려운 초대형 사건이나 재해 등이 빈번하게 발생하면서 그간의 지식과 인식의 한계를 넘어서는 과감한 예측과 대담한 미래연구를 수행함으로써 미래 대응력을 높여야 할 필요성도 증대한다(박병원 외, 2013).

특히 주요 선진국의 국가주도 미래예측조사는 방법, 목적, 주체라는 세 가지 측면에서 변화하고 있다. 미래를 바라보는 관점, 인식의 측면에 있어서 가장 두드러진 변화는 미래를 단순한 과거나 현재의 연장이 아닌 다원적이고, 중층적이며 복합적인 세계로 인식하게 되었는데, 이러한 인식의 변화는 급격한 글로벌화, 사회변화, 과학기술의 발전에 따른 복잡성과 불확실성의 증가에 기인된다. 이는 복잡성과 불확실성이 높아진 고도화된 산업사회에서 과거의 갖고 있던 사회 및 변화를 바라보는 시각이 더 이상 적절하지 않으며 미래를 능동적으로 대처하기 위해서는 새로운 관점과 도구가 필요함을 의미하며, 현재 우리에게 던져진 문제들을 해결하기 위해서는 개별적인 사안들에 대한 기술적, 단기적 해결이 아니라 전체적인 차원에서 새로운 접근이 필요하다고 시각이 확대되고 있다(<표 5-2> 참조). 즉 미래예측방법에서는 소수의 전문가 중심에서 다양한 이해관계자들의 참여와 협업 중심으로 변화가고 있다. 목표에서는 단순한 미래예측에서 공공정책의 수립 및 대안을 제시로 변화하고 있으며, 주체에서는 행정부 중심에서 입법부 중심으로 변화하고 있다(박성원, 2009).

<표 5-2> 미래예측의 방법, 목적, 주체 측면의 변화

방법의 변화	- 선형적인(linear) 미래예측 지향, 비선형적(non-linear)적 미래예측을 지향 - 소수의 전문가 중심에서 다양한 이해관계자들의 참여와 협업 중심으로 변화
목표의 변화	- 불확실성 제거에서 불확실성 인정으로 변화 - 과학기술중심에서 전반적인 미래사회 변화 예측으로 변화(다양한 이해관계자 참여와 함께 광범위한 경제·사회적 도전 과제들을 포괄) - 단순한 미래예측에서 공공정책의 수립 및 대안 제시
주체의 변화	- 행정부 중심에서 입법부 중심으로 변화

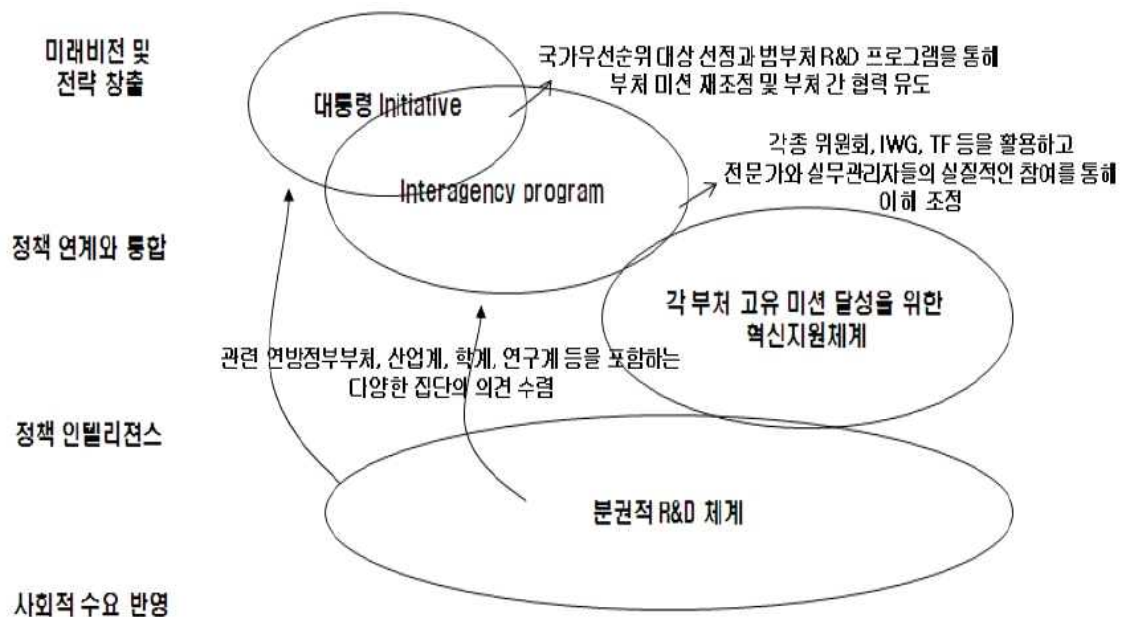
자료: 박성원(2009)

## 제2절 국가별 미래 연구

### 1. 미국의 미래연구

미국은 타 국가들과 달리 국가 수준의 중앙집권적인 미래연구를 수행하고 있지 않다. 이는 미국의 과학기술전략 및 정책 활동이 중앙 계획에 따라 추진되기보다는 일반적으로 개별 정부기구나 행정기관에 의해 수행되기 때문이다. 또한 국가차원의 최상위 국가 의제의 설정이나 예산수립 역시 담당 집행부처와 의회 사이의 정치적 역학관계에서 결정되곤 한다는 점도 주요 원인으로 작용하고 있다(윤정현, 2010b).

[그림 5-5] 미국의 미래비전과 정책의 연계과정



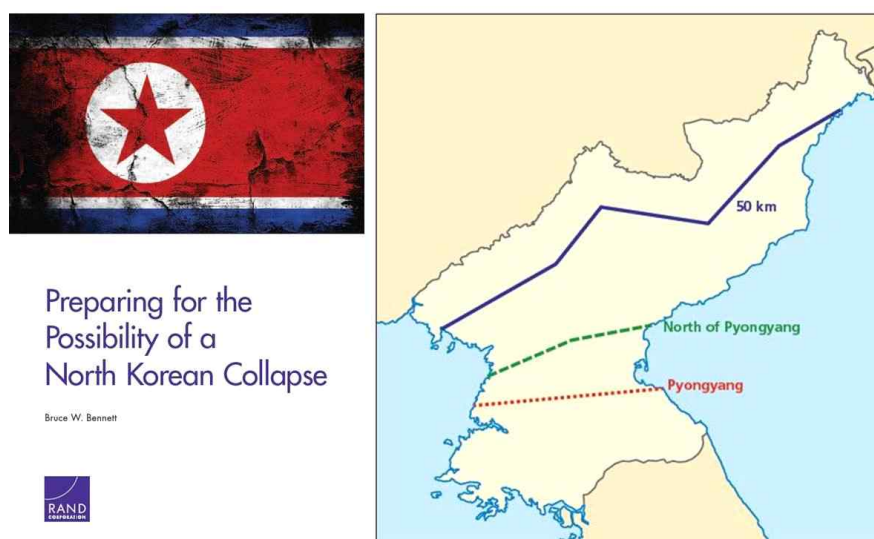
자료: 성지은 외(2010)

미국은 분산형 R&D 체계를 유지하면서도 국가우선순위 대상 선정과 범부처 R&D 프로그램을 통해 부처 미션 재조정 및 부처 간 협력을 유도하고 있다. 범부처 R&D 프로그램은 주로 국토안보나 국방 등 장기적인 국가목표를 달성하기 위해 정부의 참여가 요구되는 파급효과가 큰 분야이거나 에너지·환경·기후 변화 대응 등과 같이 범부처 조정과 통합이 필요한 분야에서 추진된다. 이러한 분야는 다양한 채널의 의견수렴을 거쳐 설정된다. 범부처 연구개발 조정·통합 체계를 강화하기 위해 국가과학기술위원회(NSTC), 과학기술정책실(OSTP), 대통령과학기술자문위원회(PCAST) 등 대통령 직속 핵심 기관들의 역할과 기능이 강화됐으며, 각종 위원회 및 소위원회, IWG 및 TF 등을 활용한 전문가·실무관

리자들의 실질적인 참여를 통해 방대한 이해주체들을 성공 적으로 종합조정하고 있다(성지은 외, 2010).

미국의 미래연구는 랜드연구소(RAND Corporation) 및 랜드연구소 출신자들이 설립한 허드슨연구소(Hudson Institute), 미래연구소(Institute for the Future), 시스템개발연구소(System Development Corporation), 미래전략그룹(Future Group) 등과 과학기술 분야의 민간연구소인 바텔(Battelle), 그리고 스탠포드 대학의 신탁하에 1946년에 지역 경제발전을 지원하는 혁신센터로서 만들어진 SRI(Stanford Research Institute) 등의 민간연구소를 중심으로 진행되고 있다. 민간연구소를 중심으로 진행되는 미국의 미래 연구는 정부기관에서 다루기 어려운 민감한 이슈도 구체적으로 다루고 있다. 이의 대표적인 사례가 랜드연구소에서 2013년 발간한 ‘북한 붕괴 가능성에 대한 준비(Preparing for the Possibility of a North Korean Collapse)’ 보고서 등이 있다.

[그림 5-6] 랜드연구소의 북한 붕괴 가능성에 대한 준비 보고서



자료: Benneth(2013)

이 보고서의 포인트는 북한 급변사태 즉, 현 정권이 갑작스럽게 무너질 경우에 대비하는 방안을 밝히는 것으로서, 북한 정권의 붕괴 과정, 중국의 개입, 북한을 장악하는 데 필요한 한미 연합군사력의 규모에 대한 예측, 한국이 북한 영토를 접수할 때 발생할 수 있는 정치적, 사회적, 법적 이슈들을 다루고 있다. 이 가운데 논란이 될 만한 내용은 북한 붕괴 후 한국, 미국, 중국이 군사 충돌을 막기 위해 각각 북한 내 관할구역을 설정한다는 시나리오다. 특히 중국이

북·중 국경선에서 북한 영토 내 50km까지 진군해 완충지대(buffer zone)를 세운다는 이야기는 상당한 파장을 야기했었다.

미국정부의 미래연구로는 미국 국가정보위원회 NIC(National Intelligence Council)의 활동을 들 수 있다. NIC는 1979년 7월 美 정부 정보기관의 대표적인 싱크탱크로 설립한 조직으로, 정보커뮤니티(IC: Intelligence Community)를 지원하고, 국가미래전략을 수립하기 위해 설립한 기구다. 9/11 이후 NIC는 미국 모든 정보기관을 총괄하는 국가정보국장(DNI: Director of National Intelligence)을 지원하는데, 주로 국가안보문제 등 중장기적으로 미국의 국익에 영향을 줄 만한 글로벌 트렌드를 파악하여 정부 및 의회 정책입안자들에게 정보를 제공한다. 조직 내 뿐만 아니라 외부에서 각 분야의 최고 전문가들을 활용하여 정보를 수집·분석 및 제공하고 있다(박병원, 2012). NIC가 미국 연방정부의 중장기 전략을 구상하는 중심 기관이라 볼 수 있지만, NIC의 연구는 주로 대통령과 고위 정책입안자들을 위한 대외정책 및 글로벌 이슈 측면에 집중하고 있다. 따라서 미국의 미래연구는 각각의 관심분야에 부합하는 목적을 가진 개별 부처, 민간, 학회들의 역할이 두드러진다.

NIC에는 ‘정보공동체 준회원 프로그램(IC Associates Program)’이라는 외부 전문가 활용 제도가 운영된다. 정부 외부 학자들의 전문성을 적극 활용하여 IC의 글로벌 커버리지(Global Coverage)를 확대하고자 하는 것이다. IC 준회원들은 학계, 산업 분야, 싱크탱크 등에서 뽑힌다. IC 준회원들에 의해 다루어지는 주제들은 중앙아시아의 안정과 갈등 문제부터 세계 인구통계학적 경향, 사하라 이남 아프리카에 있어서의 테러리스트 도전, 물 관련 갈등, 생물학적 혁명 등의 이슈까지 매우 다양하다. 보통 준회원은 그들의 전문 영역에 있어 정기적인 보고서를 준비하고 비공식적 세미나에서 분석가들과 만나 관점을 교환한다(김동욱·윤건, 2010). 다양한 연구 주체들은 공공영역과 민간영역에서 유사 미래연구 활동을 활발히 하고 있으며, 방법론 등의 개발에도 기여하였다. NIC는 핵심트렌드를 규명함으로써 미래에 대한 전략적 사고를 고양시키고자 네 차례에 걸쳐 글로벌 트렌드보고서를 발표하였다.이 중 ‘글로벌 트렌드 2025’는 전 세계 싱크탱크와 전문가들이 역대 최대 규모로 참여함으로써 정확성과 신뢰도에서 가장 높은 점수를 획득하였던 보고서이다. 글로벌 트렌드 2025는 3년간에 걸쳐 미국뿐 아니라 5대양 6대주에 분포한 거의 모든 전문 인력들이 참여했다고 할 만큼 그 어느 때보다 규모있게 준비되었던 프로젝트였다. 뿐만 아니라 이들이 효과적으로 소통하고 아이디어를 공유할 수 있도록 온·오프라인 토론회가 활발히 개최되었으며 그 내용은 대부분 초안에 반영되었다. 주요 내용을 보면, 글로벌 트렌드 2025는 향후 20년 동안 글로벌 정치·경제 권력이

다극적 질서로 재편되면서 세계가 극심한 갈등을 경험할 가능성을 전망한다. 인구감소와 고령화는 사회문제를 심화시키는 보편적인 국내 이슈로, 기후변화와 자원문제, 테러리즘, 지역 안보불안 등은 국제공조가 필요한 글로벌 의제로 부상하게 된다(윤정현, 2010b).

## 2. 캐나다의 미래연구

캐나다 정부는 1966년부터 1993년까지 캐나다 과학위원회(Science Council of Canada) 운영을 통해 미래사회 패러다임의 변화를 예측하고자 노력해왔다. 과학위원회는 정부에 과학교육과 대학연구의 중요성을 강조하고, 국가산업전략에 대한 투자방향을 조언하는데 중요한 역할을 담당하였다. 그 예로 1970년대 초반 제1차 오일쇼크 당시, 기존 패러다임 하에서의 ‘성장의 한계’를 지적하고 캐나다를 ‘소비자 사회(consumer society)’에서 ‘보존 사회(conservation society)’로 변화시키기 위한 심층적인 연구를 주도하기도 하였다. 그러나 과학위원회는 특정 이슈를 공론화시키고 정책적 논의 환경을 조성하는데는 기여했지만, 정부의 정책마련을 위한 구체적인 청사진을 제공하는 데 있어서는 한계를 보였다. 이를 보완하고자 1996년 연방정부의 수평적 이슈를 관리하고 부처간 협력을 개선시킬 수 있는 정책전략청(PRI: Policy Research Initiative)이 창설되었다. PRI는 연방정부 차원의 프로젝트와 민·학 또는 국제기구와의 공동 프로젝트, 중장기 정책이슈 개발 등에 관한 보고서를 생산하였다. 나아가 이를 연방정부의 정책의사결정에 반영하는데 크게 공헌하였다(윤정현, 2010a).

캐나다 정책전략청은 2011년 기구명칭을 미래전략청(Policy Horizons Canada)으로 변경하였다. 미래전략청의 미래 예측 연구는 이머징 이슈를 정의하고 규명하는 데 있으며, 이러한 규명의 목적은 중장기적인 정부정책 아젠다 설정을 위한 것이며 궁극적으로는 캐나다 국민의 삶의 질을 증진하는데 있다. 주요 업무인 메타스캔 프로젝트(MetaScan Project)는 캐나다와 연방정부의 차기 정책대응을 위해 해당되는 행정부처와 공동작업으로 진행되는 데, 이 프로젝트는 미래변동을 예측하고, 예측된 가설에 따라 미래 정책을 전망함으로써 잠재적 위험요인과 기회요인을 정책결정자들에게 제시하는 것이 목적이다. 또 다른 업무로 예측 및 스캐닝(Foresight and Scanning)은 미래 변동 요인과 환경을 살펴보는 것으로, 미래에 대하여 문제를 인식하고, 가능한 선택지를 찾아봄으로써 미래의 전략을 수립하고 원하는 결과물을 얻도록 하는 작업으로서 유사한 기능을 수행하는 기구 또는 인력과의 공동업무 수행 및 국제동향이나 우선성, 발전전략 등의 모니터링, 미래스캐닝 및 동향분석에 관한 비정부 자료 등을 종합하여 정리하는 작업을 수행한다(김혜영 외, 2011).



### 3. EU의 미래연구

EU 차원의 미래연구(Foresight)는 Framework Program 4(1994~1998)부터 시작되었으며, EU공동체 차원에서 함께 해결해야 할 미래이슈를 미리 발굴하고 공동체 전체의 정책대안을 마련하기 위해 중요한 수단으로 활용하고 있다. EU의 미래연구는 <표 5-3>에서 보듯이 제7차 Framework Program 내의 사회과학 및 인문학(Social Science and Humanities) 영역에서 FLA(Forward looking Activity)라는 이름으로 진행되었다. FLA은 기존의 미래연구(Foresight)에 Forecast, 기술영향평가(Technology Assessment) 및 미래이슈탐구(Horizon Scanning)를 포함하는 활동으로 확대되었다(송중국·박병원, 2011).

<표 5-3> 제7차 FP 미래 연구 활동

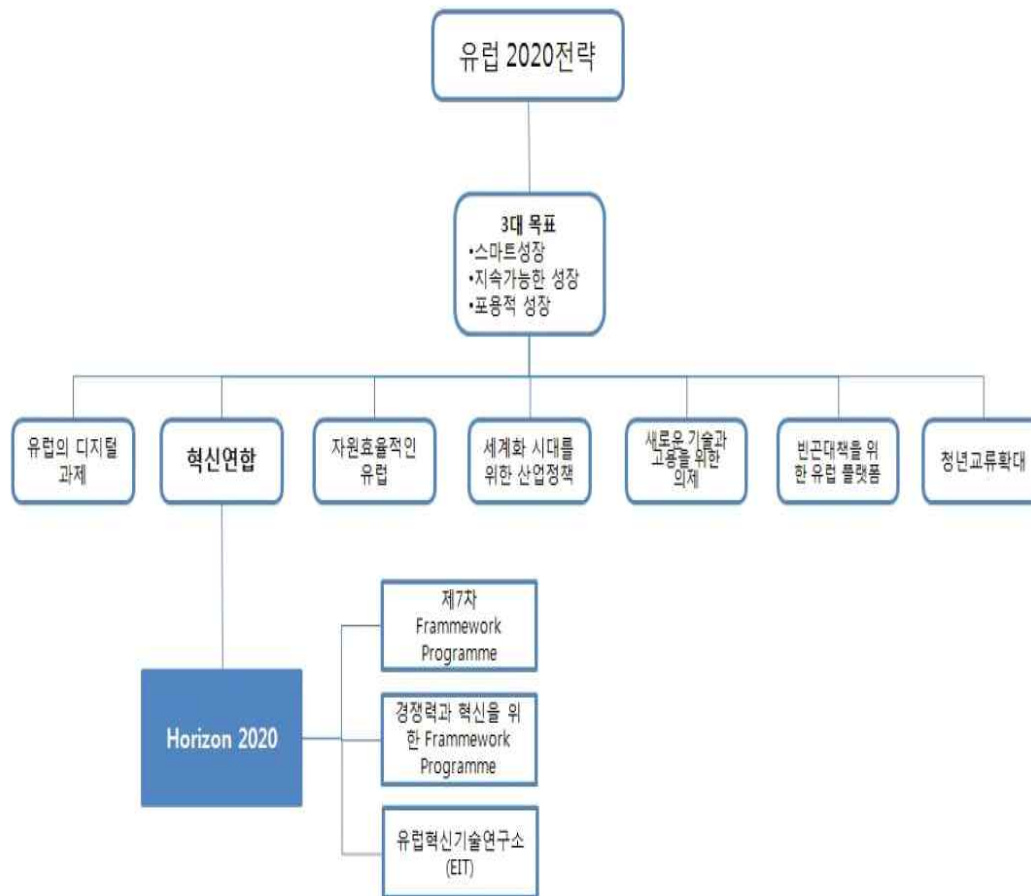
EU research activities	Title	Coordinator
<b>Global Europe 2050 (Expert group)</b>	The world and Europe up to 2030/2050 — EU policies and research priorities	Domenico ROSSETTI European Commission, DG RTD
<b>320330 FLAGSHIP</b>	Forward-looking analysis of grand societal challenges and innovative policies	Andrea RICCI ISIS
<b>244565 AUGUR</b>	Challenges for Europe in the world of 2030	Pascal PETIT CNRS
<b>The world in 2025 (Expert group)</b>	The world in 2025	Domenico ROSSETTI European Commission, DG RTD
<b>266809 GREEN</b>	Global reordering: Evolution through European networks	Richard HIGGOTT University of Warwick
<b>266941 URBACHINA</b>	Sustainable urbanisation in China: Historical and comparative perspectives, mega-trends towards 2025	François GIPOULOUX CNRS
<b>244578 MEDPRO</b>	Prospective analysis for the Mediterranean region	Rym AYADI CEPS
<b>Euromed-2030 (Expert group)</b>	Forward-looking in the long-term challenges for the Mediterranean area	Domenico ROSSETTI European Commission, DG RTD

자료: EC(2014)

범유럽 차원의 R&D 사업 프레임워크 프로그램(Framework Programme, FP)은 '경쟁력·혁신 사업(Competitiveness and Innovation Framework Program, CIP)', '유럽혁신기술연구소사업(European Institute of Innovation and Technology, EIT)'과 통합되어 Horizon 2020(2014년~2020년)으로 통합되었다([그림 5-7] 참조).



[그림 5-7] 유럽 2020 전략과 Horizon 2020의 관계



자료: NIPA(2013)

Horizon 2020은 유럽의 향후 10년을 준비하기 위한 미래 전략인 Europe 2020에 연계되어 추진된다. 유럽의 장기 성장 전략인 Europe 2020은 <표 5-4>과 같이 '스마트 성장(smart growth)', '지속가능한 성장(sustainable growth)', '포용적 성장(inclusive growth)'의 세 가지 비전으로 구성되어 있다(NIPA, 2013). 'Horizon 2020'은 기반 산업 및 유망 산업 기술 개발, 인재양성 및 인프라 구축 등을 육성 및 지원 등 EU의 과학기술 혁신을 촉진하는 정책으로써 산업간 융복합을 통한 시너지효과 창출, 사회적 문제 해결에 중점, 중소기업 참여 강화 등에 초점을 두고 있다.

첫째 'Horizon 2020'은 각 산업간 상호보완을 촉진하여 단일산업의 경제적인 이익 창출의 효과뿐만 아니라 신규 산업 및 생태계를 창출하도록 하여 시너지 효과를 유도하는 전략으로서 기반기술인 에너지, 화학, 자동차 산업의 역량과 통신과 IT를 융합하여 새로운 개념의 산업인 스마트 그리드, 지능형 수송 시스템

템 등의 신 시장을 개척하고 선도하려는 의도를 보이고 있으며, 과학기술 혁신 기관과 인프라 증설을 통해 일자리 창출과 연구 성과는 물론 공공서비스, 시민 안전 및 문화 증진 등의 기대효과를 가져 올 것으로 전망 된다.

둘째 ‘Horizon 2020’은 EU가 직면한고령화, 기후변화, 식량문제등의사회적 문제해결에가장큰역점을두고 가장 많은 예산을 투입 하고 있다. 사회문제로 대두되고 있는 인구 고령화 추세를 대비하기 위해 보건 및 의료 서비스 개발 및 인프라 구축과 바이오 생명 연구에 대한 R&D 투자를 증액 하였고, 미래 사회 문제로 대두되고 있는 식량자원 고갈을 해결하기 위해 첨단 농수산업 기술과 해양자원 개발 등에 대한 R&D 투자를 증액하였다.

셋째 ‘Horizon 2020’은 과학기술혁신 R&D의 성패는 중소기업의 경쟁력 강화로 보고 모든 전략항목에 중소기업의 참여를 독려하는 지원을 제시하고 있다. 특히 중소기업 발전을 이끄는 중소기업 전담기구를 설치하며 모든 전략 항목을 통틀어 전체 예산 중 15%를 중소기업 발전에 투자 할 계획을 명시 하였다. ‘Horizon 2020’은 약550억유로를 투입한 ‘FP7’ 보다 약46%의 예산이 증가한 약800억유로를 투자할 계획이다. ‘FP7’은 민간, 산학, 국가 간 연구 및 기술 교류를 확대하는 ‘협력’ 과제에 가장 많은 예산(약 338억유로, 67%)을 지원한데 반해 ‘Horizon 2020’은 녹색에너지, 보건, 건강 등의 ‘사회적 문제 ‘해결’ (약317억 유로, 41%)에 가장 많은 예산이 투입되는 점이 특징이다.

<표 5-4> Europe 2020의 주요 내용

Flagship Initiative	추진 전략
스마트 성장	① 이노베이션 연합 : 연구, 혁신을 위한 기본 여건과 자원 접근 개선을 통한 혁신 역량과 투자를 강화하고, 과학과 시장 사이의 갭을 메워 혁신과 제품화 연계 강화 ② 젊은이의 자유로운 이동 : 교육시스템 개선과 유럽 고등 교육기관의 경쟁력 강화 ③ 유럽의 디지털 과제 : 시민들의 창조성 제고와 연계 강화, 혁신 촉진을 위해 2013년까지 전유럽 시민에 초고속 인터넷 보급
지속가능한 성장	④ 자원 효율적인 유럽 : 자원 효율적이며 저탄소 경제로의 이행을 지원 ⑤ 환경 우선의 성장 산업 정책 : 기업이 정신 함양을 통해 새로운 기술·기능을 개발하고 수백만의 고용 창출 추진
포용적 성장	⑥ 새로운 기능과 고용을 위한 의제 : 노동 이동성 증대를 통한 노동 시장 현대화, 노동 참여 증대를 평생 기술 교육 추진 ⑦ 빈곤 대책을 위한 유럽 플랫폼 : 경제적·사회적·지역적 통합 촉진, 빈곤 및 소외 계층의 사회 참여 지원

자료: NIPA(2013)

#### 4. 영국의 미래연구

영국정부의 미래사고(Future thinking)의 시작은 2차대전 이후 영국 수상 해롤드 맥밀란(Harold Macmillan, 1959)이 전후 영국 경제와 세계 경제의 수준에 대한 평가를 수행하면서 차기 정부에 제시할 정책 방향과 청사진을 구상한 것에서 기원을 찾는다. 그는 영국 정책(Future British Policy)의 지속성과 차기정부의 정책적 일관성 유지를 위해, 전 내각의 문제인식과 정책을 담은 보고서를 작성하였다. 이 보고서는 첫째, 향후 10년 동안 세계에는 무슨 일이 일어날 것인가에 대한 고민인 정책배경(the setting)을 제시하고, 둘째, 총국민생산(GNP)과 연금과 교육, 국방 등에 대한 불가피한 지출에 대한 고려로 ‘영국의 자원’을 제시한 후 셋째로, 영국정부가 따라야 할 외교정책, 연방정책, 식민지 정책 그리고 경제정책에 대한 목표를 제시하였다(송영조, 2012).

영국에서 국가차원의 미래연구가 시작된 시점은 1993년으로 합의와 과정에 중점을 두어 왔다. 제1차 미래연구 프로그램은 과학기술의 우선 순위를 결정하기 위하여 패널분석과 델파이 기법을 중심으로 수행되었다. 제2차 프로그램은 비즈니스와 사회와의 대화를 주제로 시나리오 기법을 중심으로 한 방법론을 활용하였으나, 대상주제의 포커스 결여로 부정적인 평가를 받았다. 제3차 프로그램에서는 새로운 정책주제의 변화와 위험을 예측하기 위하여 시나리오 기법을 비롯하여 시뮬레이션, 게이밍, 델파이, 워크숍 등 다양한 미래연구 방법론을 도입하였다. 이 프로그램에서 기마다 미래연구와 관련한 새로운 아이디어와 혁신적인 사고를 지닌 전문가로 구성된 정기 포럼을 갖고, 그 결과를 뉴스레터 형식으로 제공하고 있다(윤정현, 2009).

영국 정부는 2002년 성과혁신실(Performance and Innovation Unit)과 미래전략실(Forward Looking)을 통합하여 미래전략처(Prime Minister's Strategy Unit)를 설치하였다. PMSU는 총리직속기관으로 내각에 위치하고 있으며, 정책과 조정분야(Policy and Coordination) 중, 국가정책 및 전략 수립 업무 영역을 담당하고 있었다. SU는 80명 내지 100명의 직원으로 구성된다. 일반적으로 정부부처에서 차출되지만, 이 외에도 공공기관, 기업, 학계, 싱크탱크, NGO 등 민간부문, 심지어 외국 정부(독일, 미국, 캐나다, 호주, 프랑스 등)에서 선발되기도 한다. SU는 장기적인 국가전략을 재검토하고 총리에 대한 정책 자문을 통해 국가 정책의 우선순위 설정을 돕는다. 사회정의, 공공서비스 개혁, 복지, 경제 인프라 구조, 에너지, 환경, 지방발전 등 다양한 영역에 걸쳐 업무를 수행한다(김동욱·윤건, 2010). 광범위한 국가적 이슈 연구와 국가 중장기 발전전략 마련, 정부의 전략적 역량 제고 및 정부부처 정책수립 지원 등의 역할을 수행

하였고, 미래사회예측과 기회포착, 미래전략 수행 평가 등 주요 업무 성과를 중심으로 130여 개가 넘는 보고서를 발간한 바 있다. 이후 PMSU는 정책부서(Policy Unit)와 좀 더 확대된 시민사회실(Office of Civil Society)로 분리되었다(박병원, 2012).

## 5. 독일의 미래연구

‘Futur - the German Research Dialogue’는 2001년부터 독일에서 시작된 새로운 방식의 미래연구 수단으로서, 워크숍 방식을 기본으로 하는 프로젝트였다. 이 프로그램에는 사회와 인간의 삶과 연관된 모든 분야의 전문가들과 미래의 문제에 관심 있는 시민들이 적극적으로 참여하였다. 면대면 회의와 온라인 투표 등을 활용한 본 프로젝트의 전 과정을 BMBF(General Federal Ministry for Education and Research)가 관리하기로 하였으며, 사회의 요구가 반영된 미래연구 의제들을 다루는 것이 목적이었다(Hafner & Cuhls, 2004). 본 프로젝트의 수행 절차는 크게 다섯 단계로 이루어졌는데, 참여와 우선순위 설정, 리드 비전의 설정, Futur 성과의 이행, 성과의 확산으로 구성되었다. 우선 참여 단계에서는 직접 Futur의 대면 활동에 참여하고 주요 토픽을 선정하는 내부 그룹과 피드백 활동을 통해 프로젝트에 참여하는 외부 그룹을 조직하게 된다. 이 과정에서 선정된 이슈와 직접적인 이해관계를 맺는 이해당사자는 물론 다양한 입장을 가진 참여자 그룹을 조성하는 것이 목적이었다. 두 번째 단계인 우선순위 설정 과정은 2020년에 영향을 미칠 수 있는 트렌드 중 12개의 주요 토픽을 뽑고, 이중 워크숍 및 온라인 투표를 통해 5개의 핵심 트렌드를 선정하는 것을 목표로 삼았다(박병원 외, 2013)

## 6. 프랑스의 미래연구

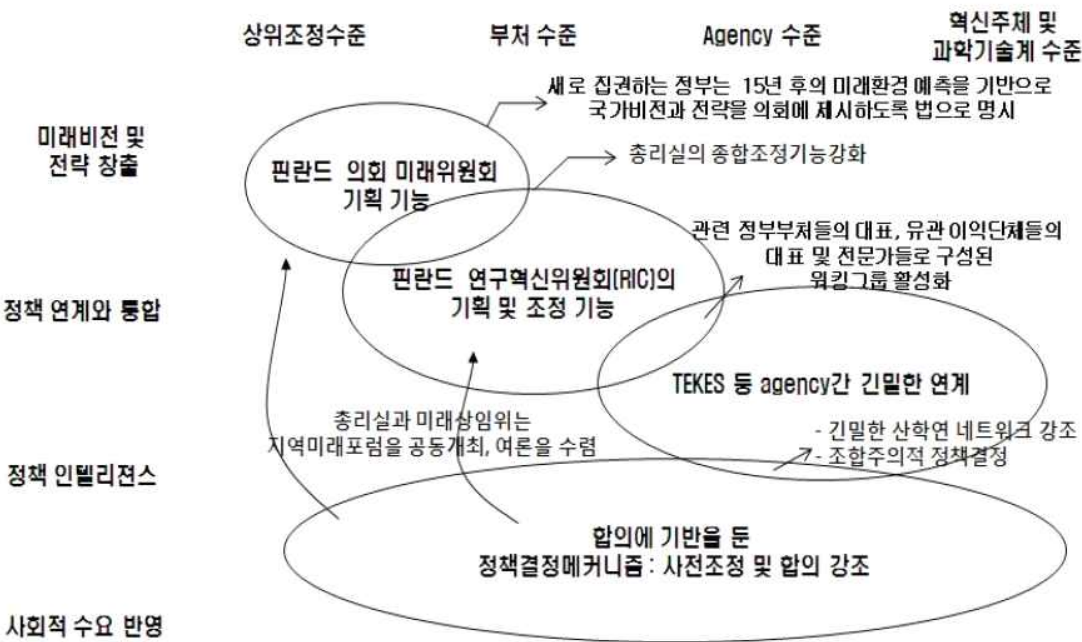
프랑스의 국가미래전략기구인 전략분석센터(Centre d'analyse stratégique)라고 볼 수 있다. 전략분석센터는 총리의 직접 지휘 하에 있다. 조직은 내각에서 임명되는 소장, 부소장 및 경제재정분과, 연구기술지속가능발전분과, 노동고용훈련 분과, 제도사회분과, 사회이슈분과 등의 5개 분과와 전망연구국제정보센터(Centre d'études prospectives et d'informations internationales, CEPII)로 구성된다. 프랑스 전략분석센터의 목적은 프랑스 국민의 삶을 개선시키고 이에 맞게 제도를 정비하며 정부활동을 보다 효율적으로 변모시키는 것이다. 최근 센터의 프로젝트들은 유럽연합 관련기관에 의해 수립된 장기적 목표를 고려하여 진행된다. 프랑스 국내 정책적 목표와 유럽의 통합 전략에 기여

할 수 있는 방향으로 나아가고 있다. 이에 따라 오늘날 전략분석센터가 출간하는 보고서들은 주로 장기 전략, 특히 리스본 전략(the Lisbon strategy)에서 규정된 유럽연합 차원의 연구라고 볼 수 있다.(김동욱·윤건, 2010).

### 7. 핀란드의 미래연구

핀란드의 미래상임위원회는 미국, 영국 등 다른 국가의 미래조직과 달리 입법부에 만든 미래기구다. 행정부 산하의 미래기구가 집권세력의 영향에서 자유롭기 어렵다는 점에서, 핀란드의 미래상임위는 나름대로 처음부터 이상적인 거버넌스 구조를 가진 셈이다. 핀란드 행정체제의 두드러진 특징은 내각의 출범과 함께 집권기간 동안 추진할 정책 내용을 의회로부터 사전 신임 받는다는 것이다(성지은 외, 2010; [그림 5-8] 참조).

[그림 5-8] 핀란드의 미래비전과 정책의 연계



자료: 성지은 외(2010)

핀란드에서는 국회의 장기적 정책개발 로드맵 요구에 따라, 새 집권정부는 15년후의 과학적인 미래예측 후 ‘국가미래전략’을 제시하도록 하는 법이 제정됐다. 정부의 미래보고서가 나오면 국회의 미래상임위에서 검토한 후 이에 대한 결과를 국회에 제출한다. 미래상임위원회는 각 부처의 미래 전략적 시각

도입 및 국가전략의 조감도 파악, 부처 간 협력 여부 등을 파악하여 정부예산 배정을 위한 심의를 한다. 상임위 산하에 60여 명의 전문가로 이뤄진 ‘미래연구소’를 두고, 신 성장 동력 발굴을 위한 미래 기술·사회예측 연구 및 방법론 개발하고 있다. 총리실에서는 15년 후의 미래상과 그 당신의 문제해결 방안, 이를 위해 현재 필요한 정책 등을 도출하여 국가미래보고서 발간한다.

미래상임위원회는 각 상임위원회 소속 의원 17명으로 구성돼 일주일에 두 번 정도 모여서 회의를 한다. 미래연구소를 산하에 두고, 미래사회변화예측과 첨단과학기술발전에 대한 전문적인 보고서를 작성한다. 미래연구소는 세계미래포럼을 개최하여 타국의 미래연구를 배우고 지구촌의 미래 성장동력, 기술예측 및 사회예측에 대한 연구를 위해 각 분야의 전문가 60여명을 모아 미래연구소에 배치하고 있다. 민간전문가들은 국가미래정책제안 뿐만 아니라 자신의 영역에서 국민설득을 하는 역할을 담당하며, 국민 참여 및 설득을 위해 다양한 연령층의 민간전문가로 이루어져 있다.

## 8. 일본의 미래연구

일본정부는 국가차원에서 미래기술 우선순위에 대한 장기적 비전이 필요함을 인식하였고, 이를 위해 1971년부터 5년마다 과학기술예측조사를 실시해왔다(윤정현, 2009). 2001년 이후 일본의 미래 연구활동은 과학기술정책과의 연계성을 더욱 강화하면서도 비기술과제를 포함하는 사회경제적 수요를 폭넓게 반영하는 모습을 보이고 있다. 따라서 미래연구방법론도 <표 5-5>과 같이 문헌분석을 비롯하여 델파이 기법, 시나리오 기법 및 전문가·시민패널 방법론 등을 다양하게 활용하고 있다(송종국, 2009). 일본의 과학기술예측조사는 초기의 단순한 기술예측을 넘어 사회·경제적 니즈와 기술예측을 결합시키는 방법론 체계를 구축하고 있다.

<표 5-5> 일본의 미래연구 추진과정과 방법론

구분	방법론 및 내용
서지분석(논문)	급속히 발전하고 있는 과학기술 영역을 조사하여 과거 수년간 논문 수의 급격한 증가가 나타나고 있는 과학기술 영역을 추출
시나리오 작성	약 50여 개 정도의 주목해야 할 과학기술 영역에 대해 현재 상황을 검토하고 발전 시나리오를 작성하고 외부 의견을 수집
사회·경제 니즈 조사	과학기술 전문가 이외의 참가를 바탕으로 제 7회보다 강화된 사회·경제니즈 조사 실시
사회·경제 니즈 리스트 종합	각 부처에서 발행하는 백서 등 각종 보고서에 기술된 수요항목, 산업계의 시점에서 본 니즈항목 등을 추가하여 시민에게 보다 친숙한 수요항목 초안 작성
클러스터 분석을 통한 니즈 항목의 구조화	4,000명 규모의 웹양케이트 조사 시행, AHP(analytic hierarchy process)를 적용해 니즈의 중복 여부를 분석하고 각각의 중요도 분석을 실시
패널 및 델파이 조사를 통한 예측	<ul style="list-style-type: none"> <li>앞서 도출된 니즈리스트를 근거로 3개의 패널(전문가패널, 시민패널, 경영자패널)에서 향후 10년에 서 30년을 전망하면서 바람직한 사회상을 검토하고, 사회·경제적 수요를 집약</li> <li>니즈에 대한 과학기술의 기여도에 관해 109명의 전문가를 대상으로 설문 실시</li> </ul>

자료: 박병원 외(2007)



2006년에는 일본의 사회시스템 개혁, 기술혁신을 위한 장기 전략인 innovation 2025가 공표되었다(<표 5-6> 참조). 여기서는 일본이 직면하게 될 차후 20년간의 메가트렌드로 급속한 노령화, 지식기반 사회, 지속가능성의 위협을 도출하고 이를 토대로 평생 건강한 사회, 안전·안심 사회, 다양한 삶의 사회, 세계문제 해결에 공헌하는 사회, 세계에 열린 사회라는 5대 정책비전을 수립하였으며, 그 실천수단으로 생명과학, 정보통신, 환경, 나노·재료, 에너지, 생산, 사회기반, 사회기반, 프론티어 등 8대 과학분야와 기술혁신 전략 로드맵을 제시하였다. Innovation 2025는 미래 일본의 모습을 구현하기 위한 개발대상 과학기술을 구체적으로 열거하고 혁신을 창출하기 위한 사회, 교육, 연구시스템의 개선방안을 제시한 점이 중요한 특징이다(윤정현, 2009).

<표 5-6> 일본 Innovation 2025의 주요 내용

<b>3대 메가트렌드</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급속한 노령화와 인구 감소</li> <li>• 지식기반과 정보기반 사회로의 급속한 이행</li> <li>• 지속가능성을 위협하는 요소의 증가</li> </ul>
<b>5대 비전</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평생 건강한 사회 정보통신 기술의 발전에 걸맞는 사회제도 개선, 예방중심 보건체계로의 개편</li> <li>• 안전하고 안심할 수 있는 사회 첨단 교통시스템 이용 환경 정비 및 보호기술 도입을 위한 법 제정</li> <li>• 다양한 삶을 보낼 수 있는 사회 수명연장에 따른 제도 개선 및 원격근무(Telework) 정착화 제도 마련</li> <li>• 에너지·환경 등 세계 문제의 해결에 공헌하는 사회 실효성 있는 지구온난화 대책의 국제적 추진 선도</li> <li>• 세계를 향해 열린사회 다양한 외국 인재 영입 확대, 지적재산 및 국제표준화 적용 확대</li> </ul>
<b>비전달성을 위한 8대 과학분야</b>	생명과학, 정보통신, 환경, 나노·재료, 에너지, 생산, 사회기반, 프론티어
<b>로드맵</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사회현원을 가속화하는 프로젝트 추진</li> <li>• 분야별 전략적 연구개발 추진</li> <li>• Innovation의 토대가 되는 다양한 기초연구 추진</li> <li>• Innovation 연구개발 체제의 강화</li> </ul>

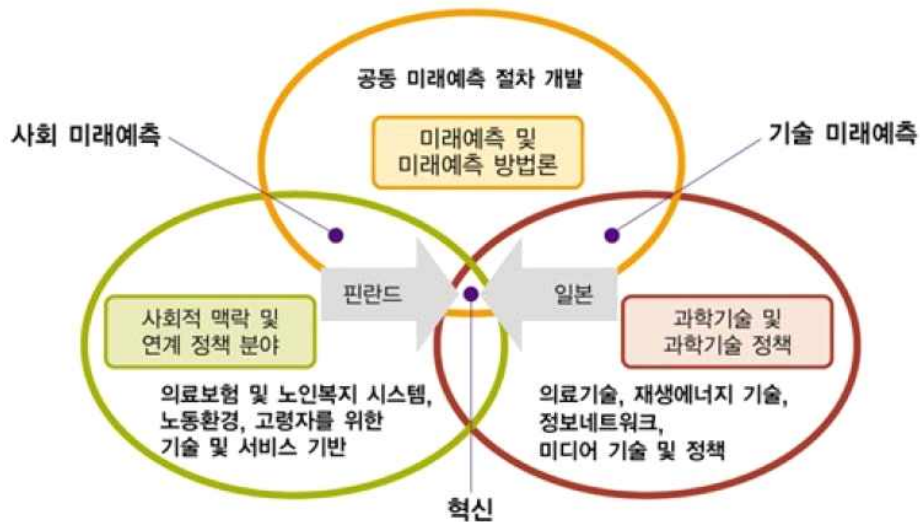
자료: 윤정현(2009)

2007년 일본의 NISTEP(과학기술정책연구소)는 차세대 국가기술 미래예측 조사를 위한 새로운 방법론을 개발하고자 핀란드 Tekes(국립기술청)과 공동 미래예측 프로젝트를 진행하였다. 미래에 직면하게 될 사회적 도전들을 다각적으로 예측하고, 그것을 해결하기 위한 과학기술과 미래지향적인 기술혁신 방안을 찾는 것이 프로젝트의 최종적인 목표였다. 조사과정에서 양측은 델파이 조사를 각각 실시하였으며, 동시에 전문가 패널, 시나리오, 미니 델피아 조사(온라인 설문지), 혁신 로드맵, 워크숍 구성에 관한 회의 등을 통해 공동 미래예측 과정을 지속적으로 점검하였다. 전문가 패널에는 학계와 기업뿐만 아니라



NGO 대표들도 포함시켜 다양한 영역에서 포괄적 미래전망이 가능하도록 하였다. 이 과정에서 일본이 핀란드의 사회 미래예측 노하우를 활용하고, 핀란드가 일본의 세부적인 기술 미래예측 방법을 반영하여 제한된 국가적 맥락을 탈피하여 국제적인 해결책을 모색할 수 있었다([그림 5-9] 참조).

[그림 5-9] 일본·핀란드 공동 프로젝트에서의 미래 예측 과정



자료: NISTEP & Tekes(2009)[윤정현(2009)에서 재인용]

## 9. 싱가포르의 미래연구

싱가포르의 미래연구와 준비는 총리실 산하공공서비스부(Public Service Division)와 국가안보조정사무국(National Security Coordination Secretariat)에서 담당한다. NSCS는 데이터기반으로 국가안전을 위협하는 요소에 대한 평가와 주변 환경변화를 탐지하여 새로운 기회를 발굴하는 RAHS(Risk Assessment Horizontal Scanning) 프로그램을 2004년부터 운영하고 있다. RAHS의 환경탐색은 데이터 분석을 통해 싱가포르의 미래에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 위험요소와 불확실성 요소들을 탐색하여 이머징 이슈를 분석해내는 역할을 수행한다. 분석된 이머징이슈는 주간 및 월간지(SKAN)과 이머징이슈들의 심층분석 보고서(Vanguard)로 발행되고 연말에는 종합적으로 싱가포르의 미래에 영향을 미칠 수 있는 전략적 이슈와 정책방안을 제시한다. 주요 성과 사례로는 해안 안전 시뮬레이션과 조류 독감 시뮬레이션 등을 들 수 있다(송중국, 2011).

## 10. 중국의 미래연구

중국의 국가미래전략기구인 국무원 발전연구센터(Development Research Center of the State Council, DRC)라고 할 수 있다. DRC는 국무원 직속사업기구 중 하나로, 국정 전반을 운영하는 국무원의 포괄적인 연구 자문 기관이다. DRC에서 만들어지는 보고서는 국가주석, 당 정치국 위원, 총리 및 부총리급 이상 국무위원들에게 보고된다. DRC는 연구원 167명을 포함하여 500여명으로 구성된다. DRC는 팀(小組) 형태로 운영되며, 민간의 전문가들을 참여시킨다. DRC는 관련 부처들의 연구를 통합·조정할 뿐 아니라 독자적으로 연구를 수행한다. DRC의 연구원들은 1년의 절반 이상을 현장에 나가 문제점을 파악하고 분석한다. DRC는 매년 국가 우선 사업을 정하고, 국가지도자들이 필요로 하는 연구를 우선적으로 수행한다(김동욱·윤건, 2010).

중국은 2020년까지 국내총생산(GDP)과 주민소득을 2010년에 비해 2배로 높인다는 목표를 정했다(한승호, 2014). 즉 2010년 4000달러였던 1인당 GDP를 2020년까지 8000달러로 높이고 또한 2030년에는 12300달러, 2050년에는 53000달러로까지 높이려는 목표도 발표하였다. 1995년 604달러에 불과하였던 1인당 GDP가 2000년 949달러, 2010년에 4000달러로 증대한 것은 FDI 외자를 포함한 자본투입 규모의 증가, 시장경제를 도입한 실험적인 체제 개혁, 기술진보에 따른 생산성 급증, 무한공급의 저렴한 노동력 등의 4대 요인이 큰 역할을 한 것으로 평가되고 있는 데, 이들 4대 요인들에서 자본 부분을 제외한 나머지 3개 요인은 지속가능하지 않을 것이라는 전망이 지배적이다. 따라서 중국정부는 2015년을 12차 5개년 경제개발계획(12.5계획)을 마무리 짓고, 뉴 노멀 상황에서 새로운 경제성장 모델을 구축하는 중요한 해라고 규정했다. 뉴 노멀은 중국 경제가 고속 성장에서 중속 성장으로 '기어'를 변경하고 있으며 향후 개혁 추진 과정에서 경제성장 속도 둔화를 용인할 것임을 시사하는 것이다(강소영, 2014). 2015년 이후에는 성장곡선이 완만한 곡선을 그리며 급성장이 힘들 것으로 전망하고 있는 데, 이러한 문제에 대한 대책으로 과학기술 부문이 어떻게 전반적인 경제사회 시스템의 변화를 해결할 것인지에 대하여 '혁신(創新)2050: 과학기술과 중국의 미래'라는 보고서가 발표하였다(홍성범, 2010). 혁신2050 보고서의 전체적인 틀을 보면, 경제사회기초전략시스템을 지속가능한 에너지와 자원시스템, 소재부문 지능그린 제조, IT, 유비쿼터스, 정보네트워크, 농업, 생명·의학, 환경·생태·수자원 문제, 우주 및 해양 부문, 국가와 공공안보 8개로 나누어져 있다(<표 5-7> 참조).

<표 5-7> 중국의 과학기술혁신이 지탱하는 8대 경제사회기초전략체제

지속가능한 에너지와 자원체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지와 자원의 이용효율 제고</li> <li>전략적 자원의 대륙붕과 지구심층탐사/개발 발전</li> <li>신에너지/재생에너지/신대체에너지 발전</li> </ul>
첨단소재와 지능그린제조체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>소재와 제조기술의 그린화/지능화/재생순환과정 촉진</li> <li>소재와 제조업의 산업구조고도화와 전략조정 촉진</li> <li>소재/장비의 공급과 고효율, 청정, 재생순환이용을 효과적으로 보장</li> </ul>
유비쿼터스 정보네트워크 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능 광대역 무선네트워크/네트워크/수퍼컴/첨단센서/첨단디스플레이/고신뢰 소프트웨어기술 발전</li> <li>정보화 과정의 수준 제고</li> <li>디지털 갭 해소</li> <li>보편적 혜택의 자원이 정보화 추진</li> </ul>
생태 고부가가치 농업과 바이오산업체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업산업구조의 고도화 촉진</li> <li>다수확/양질/고효율/생태농업과 관련 바이오산업 발전 식량/농산물안전 보장</li> </ul>
중국 수의학 인구가 필요로 하는 일반혜택의 건강보장체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>의학모델의 질병치료위주에서 예측/예방위주로의 전환</li> <li>생명과학 프론티어와 중국 전통의학우위의 상호 결합</li> <li>건강과학분야의 세계 선진대열 진입</li> </ul>
인간과 자연이 상생하는 생태와 환경보육발전체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>생태환경감시제어/보호/복구능력과 글로벌 기후변화 대처능력 제고</li> <li>자연재해에 대한 예측/예보/재해방지/재해감소능력 제고</li> <li>관련 기술/방법/수단 발전 및 체계적 솔루션 제공</li> </ul>
우주해양능력 신규 확장체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양탐사와 응용연구능력 제고</li> <li>우주과학과 기술탐지능력 제고</li> <li>대지관측과 종합정보응용능력 제고</li> </ul>
국가와 공공보안체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>전통/비전통 안전방호기술 발전</li> <li>감시제어/경보/응급대처능력 제고</li> </ul>

자료: 홍성범(2010)

중국이 2050년까지 성장과 발전을 위해 가장 고민하고 있는 분야가 바로 에너지 부문이다. 2050 과학기술 미래예측은 2050년까지 중국의 에너지 과학기술 발전 로드맵을 그리고 있다. 로드맵을 통해 중국은 재생가능에너지 발전기술, 원자력에너지 기술, 대체에너지 기술 등 3대 비화석 에너지 기술을 축으로 하여 미래의 에너지 수요를 충족시켜나간다는 계획이다([그림 5-8] 참조).

[그림 5-8] 중국의 2050 에너지 발전 로드맵



자료: 홍성범(2010)

## 제 6 장 한국 정부의 미래연구

### 제 1절 한국의 미래연구 발전과정

#### 1. 국가미래전략보고서

한국에서 미래연구는 1960년대에 시작되었다. 1963년에 프랑스의 벨트랑 주브넬이 미래연구를 제창했고, 미국의 사회학자 벨(D. Bell)이 편집한 미래연구서(Toward the Year 2000, 1967)를 출간한 일등에 자극을 받아(한국미래학회, 2014), 이한빈, 최정호, 최형섭, 손정목 등을 중심으로 인문·사회·자연과학·정부·기업·언론에 이르는 분야에서 35명의 회원이 모여 1968년 한국미래학회를 설립하였다. 학회의 목적은 ‘미래로부터 기습당하지 않도록 하는 것’이었다. 당시 한국 사회의 미래 고민은 일반적인 개발(development) 논리에 바탕을 두고 있었지만 미래학자들은 특히 발전의 사회·윤리적 영향을 이해하는데 관심을 가졌다. 또한 허먼 칸과 같이 ‘서기 2000년’ 프로젝트를 진행하였다. 이 프로젝트는 1971년 ‘서기 2000년의 한국(Korea in the Year 2000)’이라는 한국 정부의 공식 프로젝트로 이어졌다(짐 데이터, 2011). 칸이 옹호한 ‘발전’과 ‘지속 성장’이라는 미래 이미지에 기초를 두고, 2000년까지 한국의 인구·경제·과학·기술·사회환경·윤리 등의 분야에서 일어날 법한 변화를 예측하는 것을 목표로 삼았던 이 프로젝트의 결과는 ‘서기 2000년의 한국에 관한 조사연구’로 출간되었는데, 이 보고서는 한국에서 델파이(delphi)방법을 미래연구에 적용한 첫 시도였다는 점, 그리고 한국의 서기 2000년의 미래상을 본격적으로 탐구한 최초의 것이었다는 점에서 한국 최초의 미래연구 보고서로 평가되고 있다(한국미래학회, 2014; 서용석, 2010).

이후, 국가의 미래에 대해 장기적인 전망을 도출하고 이를 국가정책에 반영하려는 범정부 차원의 노력은 역대 정권마다 정권 말기에 출판되는 ‘국가 미래전략 보고서’의 형태로 집대성됐다(<표 6-1> 참조). 국가 차원의 미래전략 수립은 불확실한 미래에 대응하여 안정적인 국가 발전을 도모하기 위해 정부가 주도하는 종합적인 지적 활동을 뜻한다. 그 결과물인 미래전략 보고서는 크게 두 영역으로 나뉜다. 하나는 미래 사회의 변동을 예측하고 비전을 제시하는 미래전망 영역이고, 다른 하나는 미래 변동에 대한 선제적 대응을 위해 현재 추진해야 할 정책과제를 제시하는 영역이다. 이러한 국가 미래전략 보고서에 대한 평가 및 모니터링 체계가 없기 때문에 각 미래전략 수립 프로젝트들이 유사하게 진행되었다. 그러한 유사성은 분야별 국책 연구기관이 경제, 사회, 복지, 과학기술, 문화 등의 정책 과제 도출 작업을 담당함에 따라 참여주체의 큰

변동이 없이 매번 유사한 현황 진단에 입각한 원론적 수준의 정책과제 도출을 반복했기 때문인 것으로 지적된다. 또한 미래전망과 정책과제 수립의 주체가 상이하고, 총괄 차원에서도 미래전망과 정책과제 사이의 연계성 강화를 추구하려는 노력이 부족하고, 분야별로 도출되는 전망 및 정책과제에 대한 교차 검토가 이루어지지 않고 있다는 점은 미래전략 보고서들이 안고 있는 근본적 한계로 평가된다(홍성주, 2013).

<표 6-1> 역대 정권별 국가 미래전략보고서 발간 현황

대통령 (임기)	사업명 (주관기관)	사업 기간	발행 보고서 제목
김영삼 (1993~1998)	신경제장기구상 (재정경제원, 한국개발연구원)	1995.7~1997.9 (2년 3개월)	열린 시장경제로 가기위한 국가과제 : 21세기 새로운 도약을 위한 준비
김대중 (1998~2003)	한국경제의 비전과 전략 (한국개발연구원)	2001.3~2001.12 (10개월)	2011 비전과 과제 : 열린세상, 유연한 경제
노무현 (2003~2008)	비전 2030 (한국개발연구원, 정부·민간 합동 작업단)	2005.6~2006.8 (1년 3개월)	함께 가는 희망한국 VISION 2030
이명박 (2008~2013)	중장기보고서 발간 (기획재정부 중장기전략위원회)	2012.4~2012.12 (9개월)	대한민국 중장기 정책과제

자료: 홍성주(2013)

## 2. 과학기술예측조사

우리나라의 과학기술예측조사는 1992년 1회 예측조사부터 2011년까지 총 4 회동안 5년 주기로 추진되었으며, 향후 20년을 예측한 첫 예측조사를 제외하고 는 향후 25년을 대상으로 예측하였다. 4회 모두 델파이조사를 기본적으로 실시 하였으며, 그 조사방식은 시대의 흐름에 따라 우편조사에서 온라인조사로 변 모하였다(<표 6-2> 참조). 조사대상분야 및 조사대상과제수는 1·2회 15개 분 과 1100여개의 대상과제에서 3회부터는 그의 반에 해당하는 8개 분과 700여개 대상과제로 재구성하였다(이정재 외, 2014). 과학기술전문가뿐만 아니라 이루어진 1·2회 예측조사와 달리 3회 예측조사에서는 기술 예측위원회 구성시 과학기 술전문가 뿐만 아니라 경제, 경영, 행정, 복지, 안전 등 인문사회 전문가가 참 여함으로써 다양한 시각 반영 도모한 점이 특징이다.

<표 6-2> 과학기술예측조사 추진 현황

구분		1회	2회	3회	4회
조사기간	예비조사	1992.06-1993.05	1997.05-1998.05	2004.06-2004.08	2011.07-2011.10
	Delphi 예측조사	1993.08-1994.09	1998.06-1999.10		
조사방식		우편 조사		온라인 조사	
조사대상분야		15개	15개	8개	8개
조사대상과제수		1,174개	1,155개	761개	652개
예측시기		20년(1995-2015)	25년(2000-2025)	25년(2005-2030)	23년(2012-2035)
회수율	1차	32.4% (4,905명중 1,590명 응답)	40.7% (4,500명중 1,833명 응답)	16.7% (32,411명중 5,414명 응답)	9.1% (68,991명중 6,248명 응답)
	2차	75.3% (1,590명중 1,198명 응답)	78.8% (1,833명중 1,444명 응답)	61.4% (5,414명중 3,322명 응답)	87.2% (6,248명중 5,450명 응답)

자료: 이정재 외(2014)

4회 예측조사는 추진내용 및 절차에 맞춰 기술예측총괄위원회와 3개의 전문가 위원회(기술예측분과위원회, 미래기술평가위원회, 미래전망 위원회)가 운영되었는데, 1회 및 2회 예측조사에서 예측되었던 기술과제의 실현여부 평가를 위하여 미래 기술평가위원회 구성되었으며, 3회와 마찬가지로 인문사회 및 과학기술 전문가를 활용하여 다양한 시각을 반영하였다(<표 6-3> 참조).

<표 6-3> 과학기술 예측조사 추진체계 비교

	1회	2회	3회	4회
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>foresight활동단계에 따라 위원회와 소위원회 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주관기관의 분리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>예측조사 추진의 3단계에 따라 추진체계 구성</li> <li>기술분석위원회: 추진체계 점검, 기술과제의 검토 및 조정 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술예측 총괄위원회와 3개의 전문가위원회 구성·운영</li> </ul>
분과 구성 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>12개 소위원회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15개 분과위원회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8개 기술분야 전문분과</li> <li>2개 시나리오 작성 분과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8개 분과위원회</li> <li>8개 미래기술 평가위원회</li> <li>3개 미래전망위원회</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>12개 소위원회에서 15개 분야에 대한 예측 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분야별 분과 위원회 구성</li> <li>분야별 과제풀 중심으로 예측 대상과제 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인문사회 전문가 참여</li> <li>키워드 중심의 분과구성체계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 예측 기술과제의 실현여부 평가</li> </ul>

자료: 이정재 외(2014)

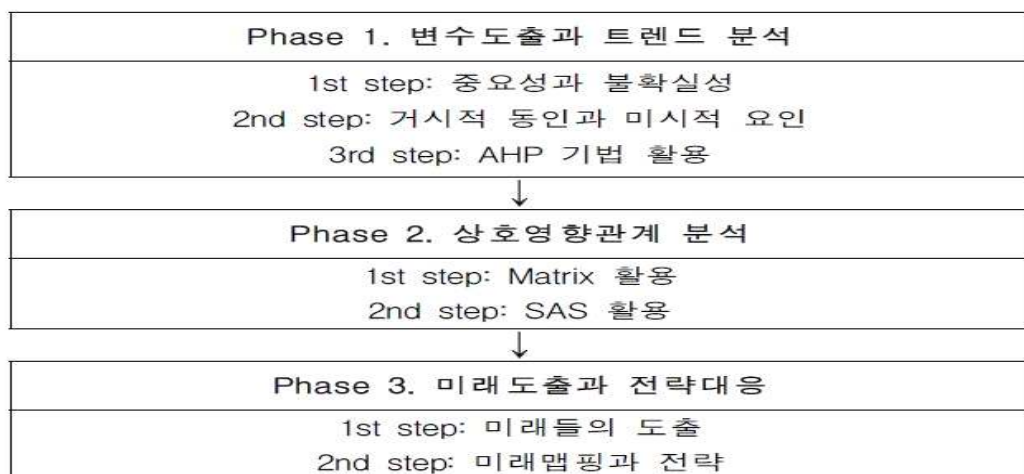


## 제 2절 한국의 미래연구 방법론 연구

### 1. KITAIP

한국에서 미래예측 방법론에 관한 연구는 정보통신정책연구원(KISDI)이 정보통신부의 지원을 받아 2003년부터 수행하였던 ‘IT 기반 미래국가 발전 전략(약칭 21세기 IT 메가트렌드)’ 연구에서 본격화되었다. 이 연구과정에서 KISDI는 2005년 미래 시나리오 방법론 및 시나리오 연구 사례 등을 정리한 보고서를 출간하였고(최항섭 외, 2005), 2006년 보고서에서는 시나리오 기법을 정리하고 이를 활용하여 ‘미래한국 시나리오 2030’을 개발하였다(최항섭 외 2006). 2007년에는 기존의 시나리오 방법론을 개선하여 고유의 미래연구방법론으로 KITAIP(KISDI-Tracking trends-Analysing factors-Imaging futures Process)을 개발하였다. KITAIP는 [그림 6-1]과 같이 총 3 단계의 과정으로 구성되어 있다. 첫 번째 과정은 미래를 예측하고자 하는 대상의 미래변화에 영향을 미칠 변수들을 도출하는 것과 그 변수들의 최근 5년 전부터 앞으로 5년 후까지의 변화트렌드를 포착하는 것으로 시작되며, 두 번째 과정은 첫 번째 과정을 통해 도출된 변수들 간의 상호관계를 분석하는 것으로 구성된다. 그리고 세 번째 과정은 변수들 간의 상호관계를 토대로 하여 발생가능성이 높은, 즉 파급효과가 큰 미래의 상을 N개 도출하고 이에 대응하는 전략을 마련하는 것으로 구성된다. KITAIP는 완전히 새로운 것이 아니나 다양한 미래예측방법론들의 단점들은 극복하고, 장점들을 융합하는 방식으로 정리된 방법론이라는 점에 그 의의가 있다(최항섭 외, 2007).

[그림 6-1] KITAIP

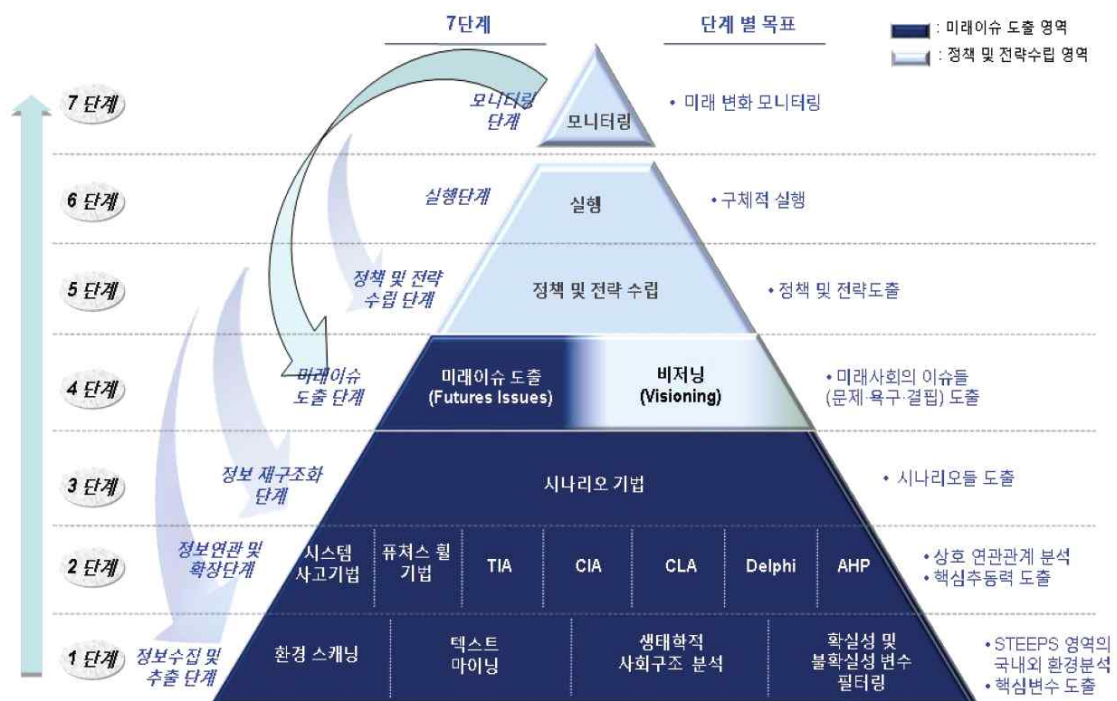


자료: 최항섭 외(2007)

## 2. 미래전략연구방법론(FROM) v1.0

한국정보화진흥원에서는 성공적 공공 정책 수립을 위한 미래전략 연구 방법론(FROM, Future Strategy Research Oriented Methodology) v1.0을 수립하였다([그림 6-2] 참조). FROM은 정보 수집 단계에서 정책 도출까지 절차적이고 단선적으로 구성되어 있으나, 각 단계들로부터 나온 결과들이 상호 입체적으로 연관되어 있으며, 각 단계 및 결과에 대한 토의가 가능하도록 되어 있으며, 이에 따라 정책 및 전략 도출을 위한 최적화된 구조를 갖고 있다. 또한 정책 및 전략 도출이 끝이 아니라, 최종단계에 미래변화 모니터링 단계를 배치하였다. 1단계부터 4단계 까지가 미래연구의 영역이며, 4단계 비저닝 부터 7단계 모니터링 단계까지는 정책수립 및 실행의 영역에 해당한다. 이 같은 영역 구분은 미래연구를 담당하는 기관과 정책수립을 담당하는 기관 간에 각각의 역할을 명확히 구분함과 동시에 효과적으로 상호 영역간의 의사소통을 원활히 할 수 있게 하기 위함이다. 이 연구는 각 단계별로 적합한 세부 미래연구방법론(시스템 사고기법, Futures Wheel, 시나리오 등)을 구성하고 상황에 알맞은 방법론을 선택 활용할 수 있도록 가이드라인을 제공하고 있다(서용석, 2009).

[그림 6-2] 미래전략 연구 방법론(FROM)

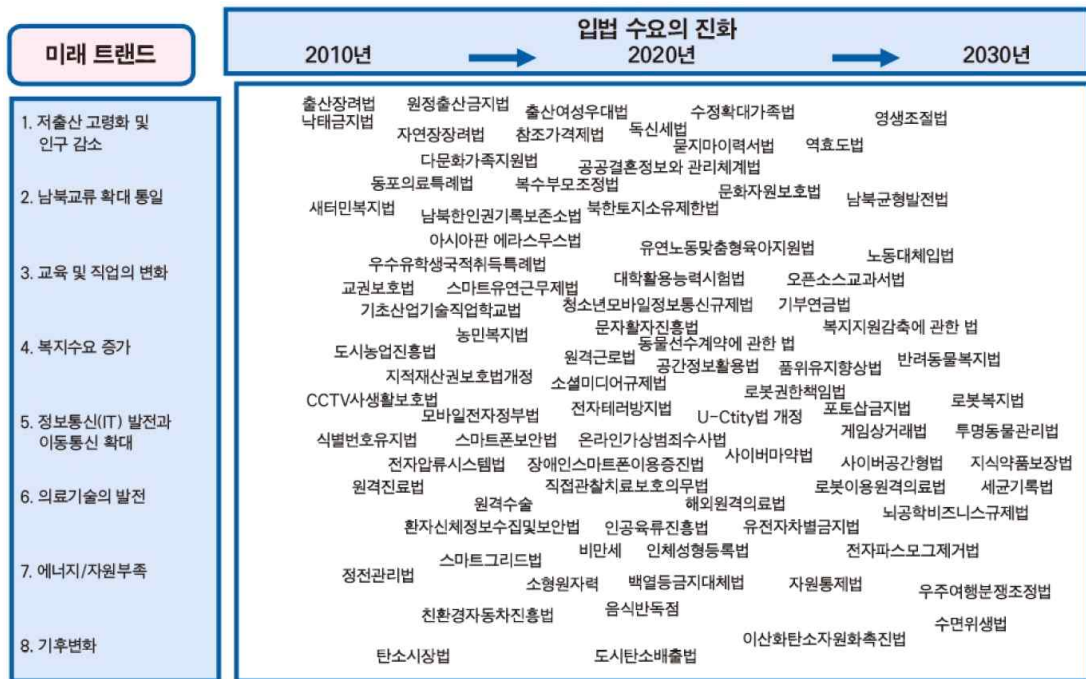


자료: 김현곤 외(2009)

#### 4. 입법을 위한 미래연구 방법론

최근 미래예측 활동의 세계적 흐름은 행정부 주도에서 입법부 주도로 그리고 사법부의 동참으로 이어지고 있다(김동환 외, 2010). 핀란드 의회 내의 미래연구소나 미국 의회가 출연한 평화연구소나 우드로윌슨 센터, 그리고 의회 내 조사 기구인 회계감사처(GAO)에도 장기전략이 활발히 연구되고 있다(박형준, 2014). 우리나라에서도 국회의 조사처나 예산정책처에서 실행하는 단기적인 어젠더에 대한 연구외에 중장기적인 어젠다에 대한 연구를 위한 국회미래연구원의 설립 필요성이 공감대를 형성하여 설립법안이 국회에 제출되었다(박동욱, 2014). 이에 대한 사전 연구 등으로 미래예측 결과를 입법활동에 반영하기 위한 제도개선 방안이 연구된 바 있으며(김동환 외 2010), 입법 수요의 로드맵도 연구된 바 있다([그림 6-3] 참조; 김동환 외, 2011).

[그림 6-3] 미래 트렌드와 미래수요의 로드맵



자료: 김동환 외(2011)

## 제 7 장 지식 네트워크를 활용한 미래연구 방법론

### 제 1절 장기적 미래연구에 적합한 방법론

OECD가 발표한 ‘2060년까지의 세계경제 장기전망 보고서’에 따르면 구매력 평가를 기준으로 한국의 1인당 평균 GDP 성장률이 2011년부터 2030년까지는 2.5%, 2031년부터 2060년까지는 1.4%로, 2011년부터 2060년간의 평균 성장률은 1.6%에 불과할 것 이라고 전망한 바 있다(Johansson et al, 2012). 전망의 주체에 따라 예측의 조금씩 다르지만 우리나라는 지금까지 겪어보지 못한 저성장 기조에 저출산·고령화, 사회경제적 양극화로 사회적 갈등 표출 등에 직면할 가능성은 매우 높을 것으로 전망된다. 이렇게 복잡하면서 빠르게 변화하는 상황에 대응하기 위해서는 기존의 대응적인 정책으로는 그 한계가 분명하며, 국가적인 리더십 뿐만 아니라 정치사회 경제의 모든 영역에서 좀 더 미래지향적인 정책이 선제적으로 추진할 수 있는 시스템의 업그레이드가 필수적이다(박병원 외, 2013).

<표 7-1> 1인당 GDP 평균 성장률 전망(구매력 평가 기준)

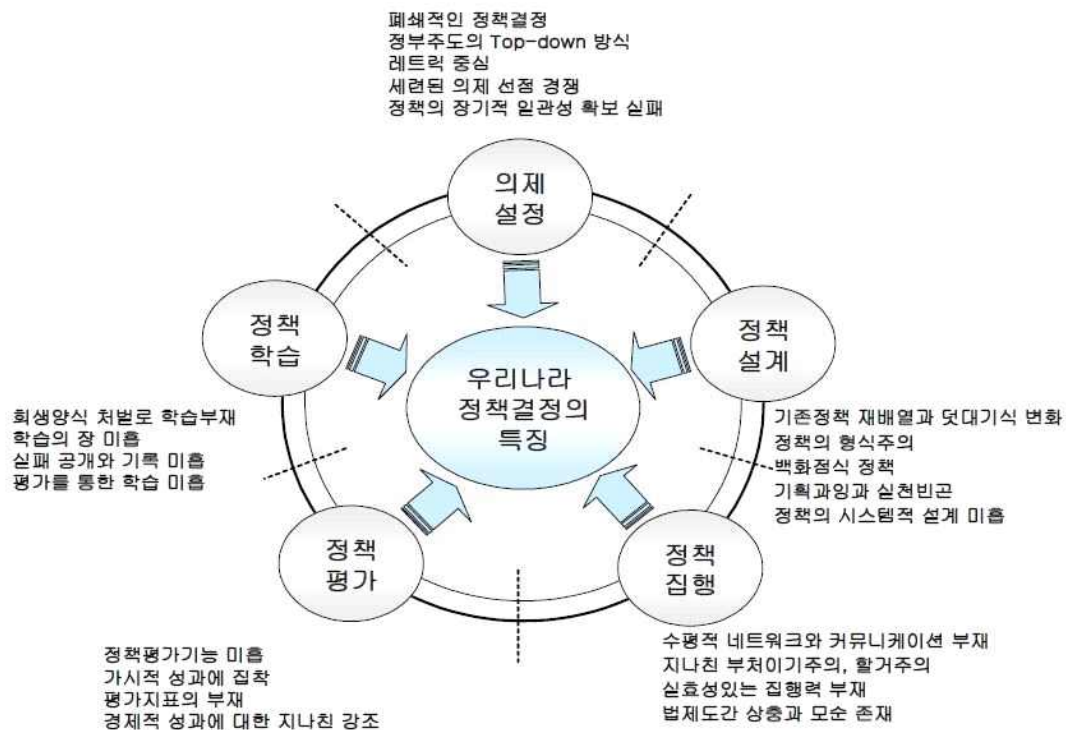
	1995-2011	2011-2030	2030-2060	2011-2060
한국	4.0	2.5	1.4	1.8
일본	0.8	1.4	1.9	1.7
미국	1.5	1.5	1.5	1.5
영국	1.9	1.3	1.8	1.6
중국	9.3	6.4	2.8	4.2
인도	5.8	5.6	3.6	4.4

자료: Johansson et al.(2012)

그러나 아직까지 한국은 미래전략의 부재로 장기적인 정책 수립과 유지가 불가능한 경우가 많다는 평가를 받고 있다. 디지털 문명의 핵심정책부서인 정보통신정책국이 정보통신부, 방송통신위원회, 미래창조과학부 등으로 이관되면서 정책의 연속성을 유지하기 힘들었다는 지적을 받고 있다. 국가 백년대계라는 교육정책은 잦은 변경으로 학생들의 혼란을 가져왔다는 비판을 받고 있다. 인구정책은 출산율이 인구대체수준 이하로 떨어진 후 20년이 지난 후에야 저출산 대응 정책을 시작하는 등 미래전략은 부재했고, 현실 대응조차 너무나 늦게 대응하였다. 이러한 미래전략의 부재로 단기 실적주의가 성행하고, 장기적인 국가경쟁력을 고갈되는 결과를 초래한다는 비판을 받고 있다(하종대, 2014).

이러한 문제는 그동안 선진국을 재빠르게 모방한다는 추격 대상이 존재했기 때문에 우리나라 사회 전반이 나아가야 할 방향을 제시할 수 있는 거대 담론이 거의 존재하지 않았던 점이 주요 원인으로 지목되고 있다. 선진국을 재빠르게 따라잡는 것이 국가의 최우선 과제였으며, 정책과 제도 또한 스스로 개발·설계하기보다 선진국의 정책과 제도를 그대로 도입하거나 변형하여 우리 상황에 적용해 왔다. 이 결과 선진국에서 실시하는 좋은 정책과 제도는 체계적인 분석 없이 그대로 도입되고 시간이 지나 꾸준히 확장되면서 없는 정책이 없는 상황이 벌어지고 있다. 이에 따라 상당한 정책과 제도가 우리 상황에 맞지 않거나 형식화되어 왔다. 각 정책과 제도가 서로간의 정합성에 대한 고려 없이 각개약진하면서 백화점식으로 나열만 되어 있고 장기 비전에 입각한 일관성이나 정책의 우선성, 정책간의 연계성 등이 부족하다는 평가를 받고 있다(성지은, 2009).

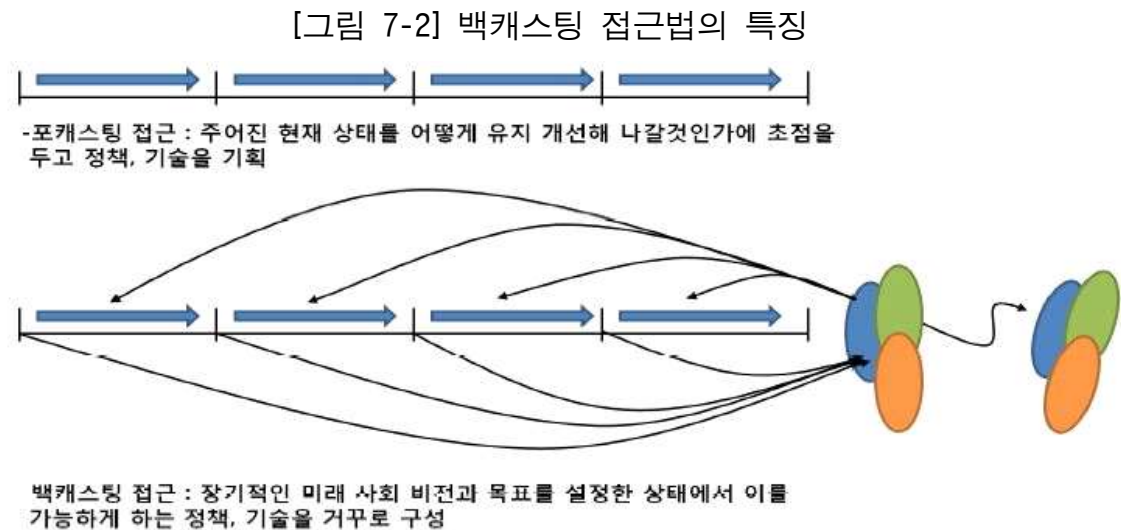
[그림 7-1] 우리나라 정책결정의 특징과 주요 문제점



자료: 성지은(2009)

중장기 미래전략을 위하여서는 단기 미래예측과는 다른 방법론이 필요하다. 단기 미래예측에 많이 활용되는 포캐스팅(Forecasting) 방식은 주어진 현재 상태를 어떻게 유지 개선해 나갈 것인가에 초점을 두어 미래를 탐지·설계하는 방법론이다. 이에 비해 장기 미래연구에 많이 활용되는 백캐스팅 방식

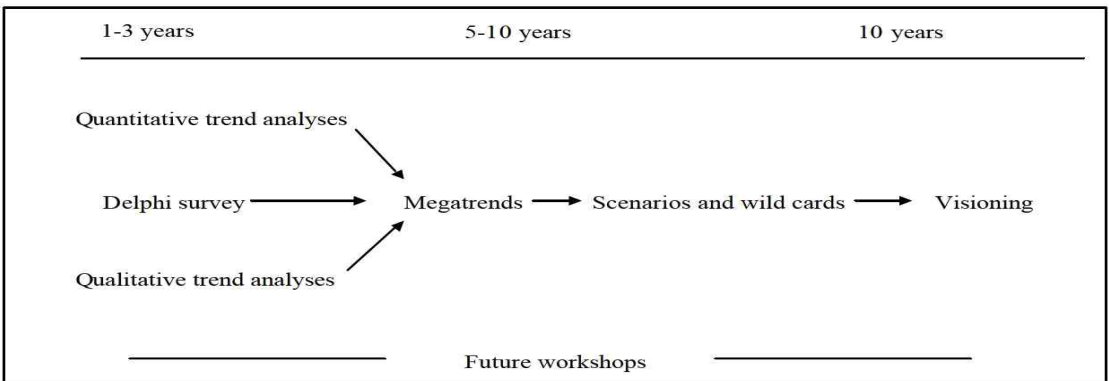
(Backcasting)은 한 세대를 내다본 장기적인 미래 사회 비전과 목표를 설정한 상태에서 이를 가능하게 하는 정책이나 기술을 거꾸로 구성해 나가는 것으로 규범적이면서 문제해결적인 특징을 갖고 있다(김대원, 2013).



자료: Dreborg(1996)[김대원(2013)에서 재인용]

영국정부의 성과혁신실에서 출간된 미래연구 안내서에서도 3년이하의 단기 미래연구에는 트렌드 분석과 델파이를 사용하고, 5년이상의 중장기에서는 시나리오와 비저닝(visioning)을 사용할 것을 제시하고 있다(PIU, 2001; [그림 7-3] 참조). 따라서 국가 미래전략을 위한 장기 미래연구의 방법론으로는 비저닝 및 시나리오로 장기미래 사회의 비전과 목표를 설정하고 이를 가능하게 하는 정책 및 기술을 거꾸로 구성하는 방법이 적절하다.

[그림 7-3] 미래연구 방법론과 예측 기간과의 관계



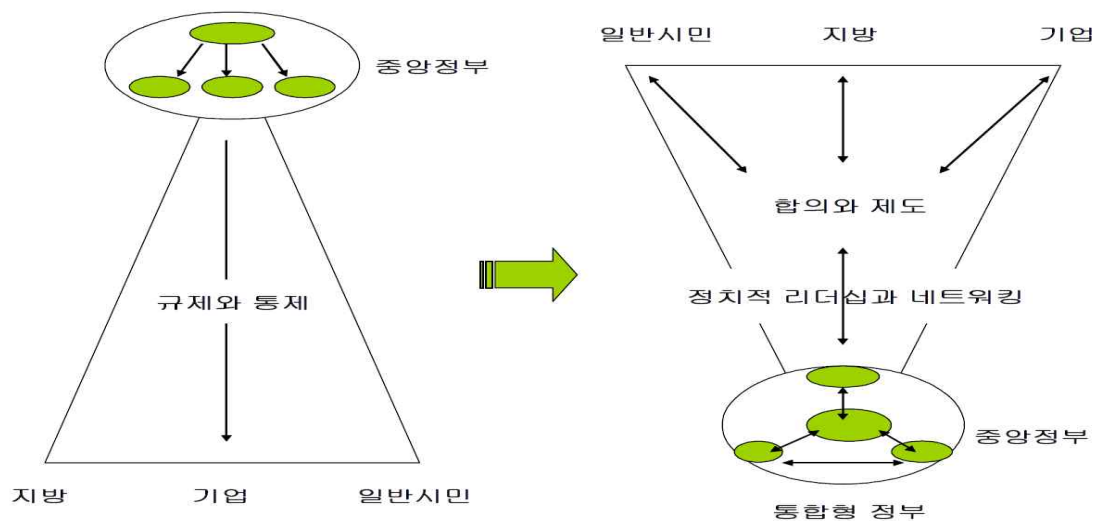
자료: PIU(2001)



## 제 2절 정책통합에 적합한 미래연구 방법론

저성장 기조에 저출산·고령화, 사회경제적 양극화로 발생이 예상되는 사회적 갈등을 해결하기 위하여서는 우리나라가 어디로 가야 할 것인가에 대한 비전공유와 합의가 이루어져야 한다. 우리나라가 나아가야 할 미래를 종합적으로 준비·설계해 나가기 위해서는 미래 예측기능 강화와 더불어 각 부처의 비전공유를 이끌어낼 수 있는 기획 및 통합 기능이 강화될 필요가 있다. 정책기획 및 의제 발굴 단계의 최고 의사결정과정이나 상위 위원회 수준에서 주택, 보건, 노령화, 교육, 문화, 에너지, 인구 등 다양한 사회·경제적 변수를 함께 고려하여야 하며, 이 과정에서 생명, 환경, 미학 등 다각적인 관점에서 포괄적인 의제를 발굴하고 다양한 주체의 합의를 이끌어내는 것이 중요하다(성지은, 2010). 즉 수직적 통제 방식의 정책입안에서 수평적 연계 방식의 정책입안으로 패러다임이 전환되어야 한다([그림 7-4] 참조).

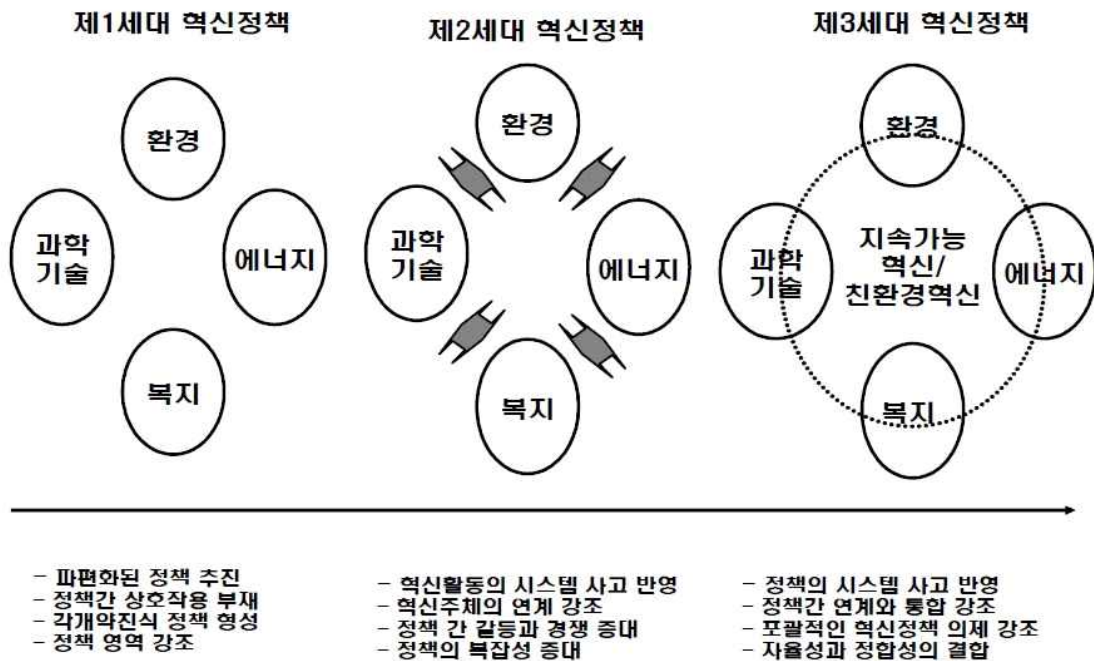
[그림 7-4] 수직적 통제와 수평적 연계



자료: 성지은(2010)

부서단위의 단기 미래예측을 위한 포캐스팅 방식에서는 정책조정이 필요한 반면, 국가단위의 장기 미래연구를 위한 백캐스팅 방식에서는 정책통합이 필요하다. 정책조정은 주어진 목표를 어떻게 신속하게, 그리고 효율적으로 처리할 것인가에 초점을 맞췄다면, 정책통합은 미래예측을 통해 합의를 이끌어낸 장기적인 비전을 향해 서로 개별적으로 때로는 상충되거나 모순되었던 정책을 일정한 방향으로 배열하는 노력이라고 할 수 있다([그림 7-5] 참조).

[그림 7-5] 혁신 정책의 진화와 정책통합



자료: 성지은(2009)

정책통합과정에서는 집단지성을 활용하는 것이 바람직하다. <표 7-2>에서 보듯이 집단지성을 활용한 미래연구는 참여주체의 다양성을 바탕으로 미래에 대한 다양한 시각 및 접근방법 수립이 가능하며, 불확실한 미래가 지닌 위험요소에 대한 인지 능력을 높여주고 난제해결을 위한 공통된 목표를 공유함으로써 효과적인 대응방안 마련이 가능하다는 장점이 있다(김대원, 2013).

<표 7-2> 피라미드형 지성과 집단 지성

구분	피라미드형 지성 (Pyramidal Intelligence)	집단 지성 (Collective Intelligence)
정보 구성	폐쇄적인 환경	개방적인 환경
지식 원동력	수동적인 상의하달 방식	창의적인 발상 및 참여
지성의 분배	중앙 집결적	분산형
변화 형태	정적	동적
경제적 파급력	적음	많음
형성 수단	물질적 재산이나 지식	사람(모든 지적 능력)

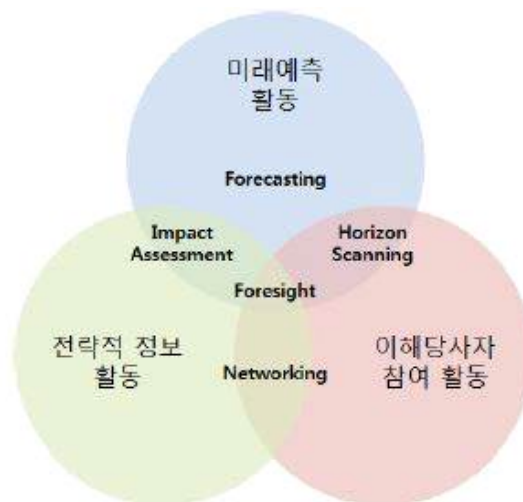
자료: 박재천 · 신지웅(2007)

### 제 3절 연구기관의 유기적 네트워크에 기반한 미래연구 방법론

국내의 경우, 현재까지 미래연구는 부처별, 기관별로 산발적으로 수행되어 왔다. 미래연구를 주관하는 정부 부처 및 연구기관의 분산화로 인하여 미래연구 성과의 공유 및 확산이 저조한 실정이다. 또한 공공부문의 미래연구 결과물은 대개 일회성 사업 보고서 도출로 종료되었다. 그렇다 보니 미래연구 지식과 노하우가 국내 공공부문에서 축적과 진화되기 보다는 유사한 문제의식을 지닌 초기적 수준의 보고서들이 산발적, 반복적으로 생산된다. 뿐만 아니라 국내 미래연구 동향에 대한 기본적인 파악도 미비함에 따라 국내 미래연구에 대한 체계적 관리·운영은 실질적으로 불가능한 상황에 놓여 있다(박병원 외, 2013).

반면 미래연구 성과를 기반으로 주요 미래연구 기관과 관련 연구자의 목록을 확보하고, 기타 관련 정보를 수집·공유하는 것을 목표로 삼는 활동인 매핑의 중요성이 강조되고 있는 추세이다(Popper and Teichler, 2011; [그림 7-6] 참조). 유럽 학계에서는 미래연구의 성과 및 관련 정보의 공유를 통해 미래연구 방법론과 미래 인식측면의 신지식을 창출할 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 미래연구 성과의 질적 제고에도 기여할 수 있을 것으로 판단하고 있다.

[그림 7-6] 미래 연구의 영역

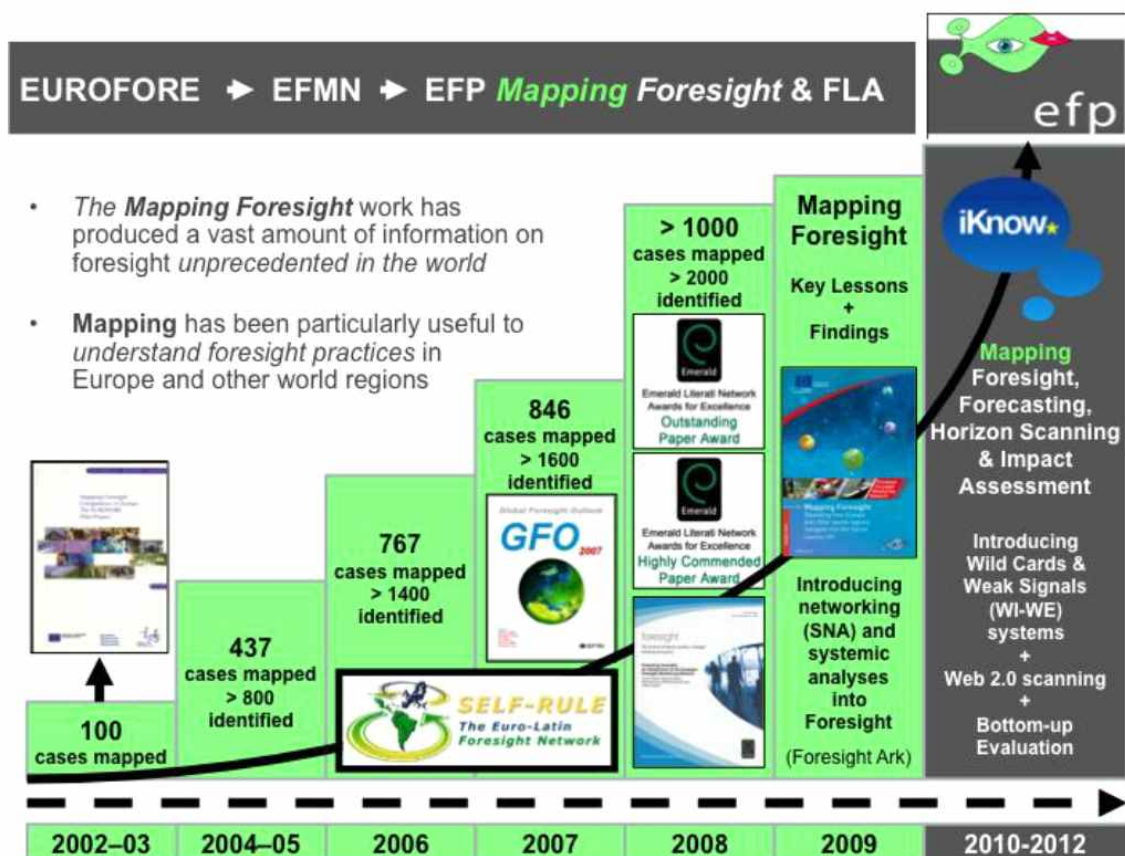


자료: Popper and Teichler(2011)

미래연구에 대한 지속적인 모니터링 및 분석을 위한 매핑 사업이 수행된 것은 2002년 EC(European Commission)의 지원을 받은 EUROFORE Project가 최초였다. 이 프로젝트는 영국 맨체스터 대학(University of Manchester)의 공학

과학기술 정책 연구소(PREST, Policy Research in Engineering, Science and Technology)의 주도하에 스페인, 독일, 프랑스, 핀란드, 이탈리아, 오스트리아, 벨기에, 네덜란드, 터키의 연구진들이 참여하여 추진되었다. 해당 프로젝트를 통해 100건의 미래연구 성과를 매핑하는 데 성공한 연구팀에서는 미래연구 역량의 제고를 위해서는 미래연구 매핑의 확대가 필요함을 역설하였다. 이에 보고서가 출간된 다음 해인 2004년에는 EC의 지원 하에 미래연구 매핑 사업을 전담할 수 있는 협동 연구 조직인 EFMN(European Foresight Monitoring Network)이 출범하였다. 이후 2007년 FP7 출범과 함께 EFMN은 EFP(European Foresight Platform)라는 조직으로 개편되었으나 그 기능은 큰 변화 없이 미래연구 성과에 대한 지속적인 모니터링을 담당하였다(Popper & Teichler, 2011). 2013년 현재 유럽에서 시작된 미래연구 매핑 사업은 99개국 2,100여 명이 참여하는 iKnow 프로젝트로 확대 실시되고 있으며, 미래연구 매핑 사례 수는 기하급수적으로 증가하여 2003년 100개 사례에서 2013년 현재 2,000여 건의 미래연구 사례에 대한 매핑이 완료되어 있다.(박병원 외, 2013).

[그림 7-7] 매핑의 발전



자료: Popper and Teichler(2011)

## 제 8 장 결 론

### 제 1 절 연구의 결과 및 의의

미래연구는 기술중심의 가능성을 예측하는 것과 가치중심의 미래사회를 상상하고 만들기 위하여 지혜를 모으는 것 두 종류로 구분될 수 있다. 그동안 한국의 미래연구는 전자에 집중되어 있었다. 선진국을 추격하는 것이 주요한 국가과제였을 경우에는 전자에 집중하는 것에 큰 문제가 없었으나, 선진국의 모방에서 벗어나 우리가 스스로 바람직한 나라를 만들기 위하여서는 후자가 중심이 되어야 한다. 또한 정권의 교체에 영향을 받지 않고, 국가의 장기적 발전을 향해 일관성있는 정책추진을 뒷받침할 수 있는 미래연구가 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제의식을 가지고 분야별 및 국가별 미래연구 사례와 방법론을 조사하였다.

분야별 미래연구 사례 및 방법론에서는 미래전략의 가장 중요한 부분이라고 일컬어지는 ICT, 인구 및 바이오 부분을 조사하였다. 이 분야별 조사에서 나타난 것은 멀리보고 일관성 있는 정책추진의 중요성이었다. 정보화의 후진국이었던 한국이 1990년대 중반부터 10여년간 꾸준히 추진한 ICT 정책으로 ICT 분야의 선진국으로 발전하였고, 국가 경제 및 사회발전에 큰 기여를 하였다. 반면 인구분야는 미래전략이 부재하고 현실대응마저 늦어서 많은 문제점을 노출하였다. ICT 다음으로 인류사회를 변화시킬 것으로 예견되는 바이오 분야의 미래 전략도 다른 국가에 비하여 많이 부족한 것으로 평가되고 있다.

국가별 미래연구의 비교에서도 미국이나 유럽 등에서는 독립된 연구기관들의 유기적 네트워크로 깊이 있는 미래연구가 진행되고 있는 반면 국내에서는 미래연구를 주관하는 정부 부처 및 연구기관의 분산화로 인하여 미래연구 성과의 공유 및 확산이 저조한 실정이다. 이러한 점을 개선하기 위하여서는 미래연구의 방법론에서 패러다임의 전환이 필요하다고 판단하여 장기적 미래연구, 정책통합 및 연구기관의 유기적 네트워크에 기반한 미래연구의 방법론을 제시하였다.

그동안 여러 차례 미래연구 방법론에 관한 연구가 있었지만, 제한된 범위의 단기 예측을 중심으로 한 방법론에 치중하였던 반면 본 연구는 국가차원의 장기 미래전략을 종합적으로 도출하기 위한 방법론을 제시하였다는 점에서 그 의의가 매우 크다고 평가된다.

## 제 2 절 연구의 기대효과

본 연구의 기대효과로는 정부로부터 국회로 정책의 중심점이 이동한 현재의 정치구조를 반영할 수 있다는 점이다. 정부의 일방적인 발표로 진행되는 정책은 국회에서 여야간의 쌍방논쟁으로 제대로 정착되지 못하였다. 그러므로 국회가 중심이 되어 시간적으로 장기적 전망을 큰 테두리에서 진행하고 방법으로는 한정된 내부(in-house) 연구자만이 아니라 회의체 중심으로 연구를 통하여 관련 당사자간의 중지(衆智)를 모으는 작업이 필요하다. 이제는 국내 전문가 뿐만 아니라 멀리 글로벌 시각에서 사안(事案)에 접근할 수 있는 지식 네트워크가 무엇보다 필요하다.

독일의 미래 과학정책 프로그램(FUTUR)은 인문과학, 자연과학분야의 연구자 뿐 아니라 사회와 인간의 삶과 연관된 모든 분야의 전문가들과 사상가들 기업과 노조, 젊은이들과 미래의 문제에 관심 있는 시민들이 연구개발정책 수립에 적극적으로 참여하였었다. 반면 과거 우리나라는 연구개발정책을 과학기술자들만의 전문분야로 인식돼 폐쇄적으로 집행하면서 국민 공감도 얻지 못했다. 미래연구의 결과도 유럽은 2,000여건의 미래연구 사례에 대한 매핑을 기반으로 깊이 있는 연구를 진행하는 데 비하여, 국내에서는 미래연구를 주관하는 정부 부처 및 연구기관의 분산화로 인하여 미래연구의 지식과 노하우의 공유 및 확산이 저조한 실정이다.

본 연구에서 제시한 방법론을 활용하면 첫째 국내외 연구기관의 유기적 의사소통으로 미래연구의 수준이 크게 향상될 것으로 기대된다. 둘째로는 정책논의과정에서 여야간의 큰 틀의 합의를 이루어서 정권의 교체에 영향을 받지 않고 연속적인 정책의 집행이 기대된다. 셋째로는 정책논의과정에서 국회의원들의 의견이 충분히 반영되었으므로 법제화가 용이하고 국민의 호응도가 높아 정책의 추진력이 향상될 것으로 기대된다. 넷째 지식 네트워크 중심으로 세계의 최신 연구동향에 접근함으로써 이미 이루어진 연구를 실시간으로 수용하고 세계적 범위에서 토론이 가능하게 된다. 즉, 글로벌 네트워크를 활용하여 전세계 최고 수준의 전문가들의 지혜를 모은 정책을 도출하여, 국내적 시각의 논쟁이 아닌 국가 백년대계(百年大計)를 위한 올바른 견고한(solid) 정책 수립이 기대되는 것이다.



### 제 3 절 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 분야별 및 국가별 미래연구의 사례 및 방법론을 조사하고 이를 기반으로 국가차원에서 미래전략의 기반이 될 수 있는 미래연구의 방법론을 제시하였다. 기존 행정부중심의 미래연구는 주어진 현재 상태를 어떻게 유지 개선해 나갈 것인가에 초점을 두어 미래를 탐지·설계하는 방법론인 포캐스팅(Forecasting) 방식이어서 장기적인 전망을 도출하는 데에는 한계가 있었다. 이를 극복하기 위하여, 장기적인 미래 사회 비전과 목표를 설정한 상태에서 이를 가능하게 하는 정책이나 기술을 거꾸로 구성해 나가는 것으로 규범적이면서 문제해결적인 특징을 갖고 있는 백캐스팅 방식(Backcasting)을 도입하는 것을 제안하였다. 또한 주요 미래연구 기관과 관련 연구자의 목록을 확보하고, 기타 관련 정보를 수집·공유하는 매핑으로 미래연구의 성과 및 관련 정보의 공유를 하는 것은 국내 미래연구의 수준을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

다음 과제로는 본 연구에서 도출된 미래연구 방법론으로 미래연구를 수행하기 위한 실천방안을 연구하는 것이 필요하다. 행정부에서 진행되는 미래연구가 정권 임기내에 가시적인 성과를 보이기 위하여 단기적이고, 부처별로 구성된 정부 조직의 특성상 분야별이라는 한계점은 쉽게 극복하기 어려운 과제이므로 본 연구에서 제시된 방법론을 수행할 연구조직은 국회에 두는 것도 좋은 대안으로 제시된다. 핀란드의 사례와 같이 국회의 참여는 장기 정책 수립에 있어 전문가 중심의 과정에서 외연확대를 통해 민주적 절차의 정당성을 가진 과정으로 전환할 수 있는 장점이 있으므로 이러한 실천방안도 깊이 있게 연구할 필요성이 제기된다. 국회에서의 미래연구는 장기적이고 종합적인 접근을 하고, 행정부에서의 미래연구는 단기적이고 분야별 접근을 하면 양자가 시너지 효과를 보일 수도 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 한국의 현 시점에서 미래연구의 문제점을 개선할 수 있는 방법론에 집중하였으며, 이 방법론을 활용한 실천 전략을 세우는 것은 본 연구의 범위에 해당하지 않으므로 후속 연구에서 실행하고자 한다.

## 참 고 문 헌

### 국내 문헌

- 강소영(2014), 중 경제공작회의 3대 키워드 뉴 노멀, 일대일로, 자유무역지대, 『뉴스핌』 (12월 8일).
- 기획재정부(2008), 미래예측 역량 강화를 위한 추진체계 구축방안, 『보도참고자료』 (4월 21일).
- 김대원(2013), 미래상 전망을 위한 ‘집단지성(Collective Intelligence)’ 활용 가능성 모색, 『HT R&D 이슈리포트』 2013-005.
- 김동욱·윤건(2010), 국가미래전략기구 설계에 관한 연구, 『행정논총』, 제48권, 2호, pp. 1-24.
- 김동환(2004), 『시스템 사고』, 선학사.
- 김동환·서용석·송영조(2010), 『미래예측결과를 입법활동에 반영하기 위한 제도개선방안』, 국회입법조사처.
- 김동환·박병원·서용석·송영조·최준호·김헌식·김지수(2011), 『미래입법수요에 대한 예측 및 대응방안에 관한 연구』, 국회사무처.
- 김동환(2012), 미래를 생각하는 국회, 『Future Horizon』, 제12호, pp. 4-5.
- 김무용·감주식(2012), 특허정보 기반의 바이오 연구 트렌드 분석 및 미래유망 연구 테마 도출, 『기술동향 총서』, 제181권, 생명공학정책연구센터.
- 김보영(2013), 커즈와일, 열정 쏟을 일 부딪쳐봐야 기업가정신 생겨, 『한국경제』 (5월 21일).
- 김성태(2009), 지식 기반의 과학적 미래예측과 국가 선진화, 『Future Horizon』, 제2호, pp. 6-7.
- 김시소(2012), 초고속정보통신망 구축 기본계획 수립, 『전자신문』 (9월 17일).
- 김영평·성지은(2005), 한국 정책학 연구의 어제와 오늘, 그리고 내일, 『고려대학교 개교 100주년 및 행정학과 창설 50주년 기념 학술대회』.
- 김용하·이삼식·배다영·최효진·이지혜·김태홍·서문희·이규용·이미화·이석·이진면·장지연·정기선·황수경(2011), 『미래 인구정책의 비전과 전략』, 한국보건사회연구원.
- 김은성·송성수·임인선(2011), 『나노·융합기술의 지식 거버넌스 분석 및 안전관리전략 연구』, 한국행정연구원.
- 김준엽(2013), 와이브로 실패의 교훈...7년만에 애플단지로, 『쿠키뉴스』 (10월 3일).

- 김태은(2013), ITU와 브로드밴드위원회, 국가브로드밴드계획 수립에 관한 “진전을 위한 계획수립” 보고서 발간, 『정보통신정책연구소 방송통신정책』, 제25권 16호, pp. 75-87.
- 김현곤(2010), 미래로의 방향성: 변화와 불변의 융합, 『Future Horizon』, 제7호, pp. 4-5.
- 김현곤·이혜정·송영조·서용석·최윤식(2009), 『성공적 공공 정책 수립을 위한 미래전략 연구 방법론(FROM) v1.0』, 한국정보화진흥원.
- 김형주·김석현·김석관(2010), 바이오 및 제약 산업의 글로벌 지식 네트워크 구축방안 - 해외 전문 인력 활용을 중심으로, 『STEPI Insight』, 제59호.
- 김혜영·장혜경·김은지·김영란(2011), 해외출장보고-가족의 미래와 여성가족정책전망, 한국여성정책연구원.
- 동양증권(2013), 뜨는 시장, 유전체 분석 시장, 『스몰캡 동양전문록』, 제1호, pp. 4-6.
- 미래창조과학부(2013), 바이오 기반 창조경제 실현을 위한 미래부 BT 분야 투자전략 발표, 『미래창조과학부 보도자료』 (11월 7일)
- 박동욱(2014), 국회미래연구원 법안 브리핑, 『뉴시스』 (12월 5일).
- 박병원(2011), 독일 지멘스의 미래 연구, 『Future Horizon』, 제8호, pp. 12-13.
- 박병원(2012), 외국 정부의 미래연구전문조직의 성공과 실패, 『Future Horizon』, 제11호, pp. 16-17.
- 박병원(2013), 제6차 장기혁신과동: 우리는 무엇을 할 것인가? 『Future Horizon』, 제15호, pp. 6-7.
- 박병원·손석호·유지연·임현·이태근·황기하·정혜운(2007), 『과학기술 예측조사를 위한 방법론 및 프레임워크 개선 연구』, 과학기술부.
- 박병원·송치웅·홍성주·박성원·윤정현·장성일·이정환·황윤하·전찬미·윤근희·양설민·박미영(2013), 『과학기술 기반의 국가발전 미래연구 V』, 과학기술정책연구원.
- 박병원·양장미(2013), 정부의 미래역량 중대를 위한 성공요소 및 실천 방안, 『Future Horizon』, 제11호, pp. 18-19.
- 박성원(2009), 『주요국의 미래연구 기법 - 한국의 미래보습과 정책과제 제1권』, 법문사.
- 박승혁(2013), ‘21세기 에디슨’ 도발 예언, --- “2045년 되면 인간은 죽지 않는다”, 『조선일보』 (7월 20일).
- 박재범(2014), R&D 고성과 창출기업의 비밀, 『POSRI 보고서』 (5월 21일).
- 박재천·신지웅(2007), 웹2.0플랫폼에서의 집단지성 활용방안 연구- 교육분야

- 에서의 적용을 중심으로, 『인터넷정보학회지』 제8권 제2호, pp. 15-20.
- 박종세(2010), 식물인간 뇌신호로 전쟁을 지휘하다: 뉴욕대 포펠 교수 인공 텔레파시 연구실, 『조선일보』 (3월 10일).
- 박형준(2014), 여야 공동 중장기전략연구 위해 국회미래연구원 설립해야, 『데일리 한국』 (12월 19일).
- 서용석(2010), 국가주도의 미래예측활동과 대안적 국가미래전략기구의 방향 모색, 『KIPA 연구보고서 2010-22』, 한국행정연구원.
- 성지은(2008), 탈추격형 혁신과 정부의 역할, 『과학기술정책』, 11·12월호.
- 성지은(2009), 정책통합의 의의와 과학기술혁신정책 통합을 위한 과제, 『STEPI Working paper Series』, WP 2009-02.
- 성지은(2010), 새로운 행정개혁기조로서 통합형 정부(Joint-up Government)의 등장과 과제, 『정부와 정책』, 제2권 제2호, PP. 1-19.
- 성지은·송위진·정병걸·장영배(2010), 『미래지향형 과학기술혁신 거버넌스 설계 및 개선방안』, 과학기술정책연구원.
- 선웅(2014), 뇌지도 연구의 동향과 전망, 『한국 분자·세포 생물학회 웹진』 (3월호), pp. 1-6.
- 손병호(2014), 『미래변화 이슈 심층 분석 및 대응방안 연구』, 한국과학기술기획평가원.
- 송위진·박동오·강윤재(2007), 『脫추격형 기술혁신의 불확실성 대응 전략』, 과학기술정책연구원.
- 송영조(2012), 선진국의 데이터 기반 국가 미래전략 추진 현황과 시사점, 『한국정보화진흥원 IT & Future Strategy』, 제2호.
- 송종국(2009), 미래연구(Foresight) 방법론의 활용, 『Future Horizon』, 제3호, pp. 12-13.
- 송종국·박병원(2011), EU의 미래연구 활동, 『Future Horizon』, 제9호, pp. 12-13.
- 안호천(2013). IBM의 초대형 브레인 스토밍 ‘이노베이션 잼’, 『전자신문』 (5월 26일).
- 양장미(2011), 정부의 미래연구(foreseight) SWOT 분석, 『Future Horizon』, 제11호, pp. 12-15.
- 오영민(2012), 인구모델의 활용: 정책, 위기, 발전 시나리오, 『한국시스템다이내믹스학회 하계 학술발표회』.
- 우정재(1991), 오늘이 어두운 한국 미래학: 68년 학회 창립, 출범 빠른 편—장미빛 환상 심어 ‘현실토끼’ 퍼트릴 위험, 『시사저널』 (1월 31일).

- 원유형(2014), 저출산·고령화에 따른 과학기술 관점에서의 정책대안, 『미래 사회 중장기 난제해결을 위한 기술사회적 대응방안 - 미래사회 협동연구 총서』, 경제·인문사회연구회.
- 윤문섭·오해영·이우형·박각로·박상진(2004), 국가연구개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획개발방법론 개발-기술로드맵과 지식맵의 통합적 접근, 과학기술정책연구원.
- 윤정현(2009), 일본의 미래연구, 『Future Horizon』, 제3호, pp. 10-11.
- 윤정현(2010a), 캐나다의 미래연구, 『Future Horizon』, 제4호, pp. 12-13.
- 윤정현(2010b), 미국의 미래연구, 『Future Horizon』, 제5호, pp. 10-11.
- 이동규·김철희·김춘석(2012), 시스템적 미래예측을 통한 인구팽창 위협에 따른 지속가능성 동인 변화 연구-Loveridge의 미래예측 이론과 동인변수를 중심으로, 『한국위기관리논집』, 제3호, pp. 21-44.
- 이민석(2013), 창조경제와 바이오 산업, 바이오 경제, 『서울경제』, 제103호, pp. 3-9.
- 이삼식·이지혜·최효진(2013), 『인구예측모형 국제비교 연구』, 한국보건사회연구원.
- 이세준(2010), 『과학기술정책기획 네트워크 활성화 방안 연구』, 과학기술정책연구원.
- 이유미(2015), 일·중 기업도 가세---판 거진 AI산업, 『이데일리』 (2월 13일).
- 이재웅(2014), 바이오 전략 위원회 설립해야, 『동아사이언스』 (7월 17일).
- 이정남·강신우(2015), 정이화 “국회식 KDI ‘미래연구원’” 올 상반기 확정, 『이데일리』 (1월 22일).
- 이정오(1995), 21세기의 신호탄 초고속정보통신, 『연합뉴스』 (12월 11일).
- 이정재·최한림·최문정·이인혜·민경미(2014), 『과학기술예측조사 결과의 활용도 제고방안』, 한국과학기술기획평가원.
- 이형직·류범모·임수중·장명길·김현기(2014), 빅 데이터 지식처리 인공지능 기술동향, 『전자통신동향분석』, 제29권 제4호, pp. 30-38.
- 이홍표(2014), 뇌과학으로 본 유망 신사업, 『한국경제』 (11월 14일).
- 임현·박병원(2012), 한국의 과학기술예측조사 방법론, 『Future Horizon』, 제12호, pp. 17-18.
- 정보통신부(2004), 광대역통합망(BcN) 구축 기본계획.
- 짐 데이토(2011), 미래의 기습 막아라 ---한국도 60년대부터 미래학 연구: 짐 데이토의 미래학 이야기, 『중잉일보』 (1월 9일).
- 최윤희(2014), 우리 시각에서 본 2030년 동북아 기술과 산업 전망 및 대응방향,

- 『미래사회 중장기 난제해결을 위한 기술사회적 대응방안 - 미래사회 협동연구총서』, 경제·인문사회연구회.
- 최항섭·강홍렬·장종인·음수연(2005), 『미래 시나리오 방법론 연구』, 정보통신정책연구원.
- 최항섭·음수연·전미경(2006), 『디지털사회의 미래예측 방법론 연구』, 정보통신정책연구원.
- 최항섭·김문조·이명진·김희연(2007), 『미래예측방법론』, 정보통신정책연구원.
- 최항섭(2012), 미래연구의 이론과 방법, 『한국사회』, 제13집 1호, pp. 197-230.
- 통계청(2011), 『장래 인구추계: 2010-2060』.
- 하종대(2014), 정권-장관 바뀔때마다 정책 ‘리셋’ ---1년뒤도 못내다봐, 『동아일보』 (8월 25일).
- 한국미래학회, 학회개요 <http://www.koreafuture.net>, 검색일(2014년 1월 12일).
- 한국산업기술진흥원(2013), 미국의 바이오 산업 현황 및 정책 동향, 『KIAT 산업기술정책 브리프』 (1월 28일).
- 한국정보화진흥원(2013), 더 나은 미래를 위한 데이터 분석.
- 한성구·유승준·한민규(2009), 2030년 바이오 경제 실현을 위한 정책방향과 시사점, 『KISTEP Issue Paper』 (2009-10).
- 한승호(2014), 중국 ‘13차 5개년 계획’ 중점 연구과제 발표, 『연합뉴스』 (4월 23일).
- 한일영·한창수·신형원·김진성(2011), 인문학이 경영을 바꾼다. 『SERI Information』 (8월 24일).
- 홍성범(2010), 중국의 중장기 과학기술 미래예측, 『Future Horizon』, 제7호, pp. 16-17.
- 홍성욱(2011), 무어의 법칙과 미래의 기술 사회, 『Future Horizon』, 제9호, pp. 8-9.
- 홍성주·전찬미·양설민(2013), 『미래연구 매핑 및 평가 방법론 개발 - 과학기술 기반의 국가발전 미래연구 V』, 과학기술정책연구원.
- NIPA(2013), EU Horizon 2020 정책분석, 『해외 ICT R&D 정책 동향』, 제6호.
- SD연구회(2014), 포레스터교수와 그의 제자들, <http://cafe.daum.net/SDStudyGroup>



## 해 외 문 헌

- Bennett, B.(2013), “*Preparing for the possibility of a North Korean Collapse*”, Rand Corporation.
- Binkley, S.(2014), “DOE Office of Advanced Scientific Computing Research” , *Presentation to Fusion Energy Sciences Advisory Committee*.
- Bort, J.(2013), “IBM CEO: My five favorite ways to predict the future of the tech industry” , *Business Insider*(Oct. 16).
- Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Cairns, & Heijden, K.V.D.(2005), The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning, *Futures*, Volume 37, pp. 795-812.
- Bradshaw, C and Brook, B.(2014), “Human population reduction is not a quick fix for environmental problems” , *PNAS(Proceedings of the National Academy of Sciences)*, 111(46), pp. 16610-16615.
- Broadband Commission(2013), *Planning for Progress: Why National Broadband Plans Matter*, ITU.
- Daheim, C.(2007), *Corporate Foresight in Europe - Experiences, Examples, Evidence*, WFS(World Future Society) Conference.
- Dreborg, K.H.(1996), Essence of Backcasting, *Futures*, 28(9), pp.813-828.
- EC(2014), *European Union Research in Foresight*.
- Fusfeld, A. and Foster, R.(1971), The Delphi Technique: Survey and Comment, *Business Horizons*, Volume 14, No. 3, pp. 63-74.
- Gerland, P., Raftery, A., Ševčíková, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg, T., Alkema, L., Fosdick, B., Chunn, J., Lalic, N., Bay, G., Buettner, T., Heilig, G., and Wilmoth, J.(2014), “World population stabilization unlikely this century” , *Science*, 346(6206) pp. 234-237.
- Georghiou, L., and Keenan, M(2005), “Evaluation of National Foresight Activities: Assessing Rationale, Process and Impact” , *Technological Forecasting and Social Change*, 73(3), pp. 761-777.
- Glenn, J., and Gordon, T.(2003), *Futures Research Methodology, v2.0*, American Council for the United Nations University/ The Millennium Project.
- Godet, M.(1987), *Scenarios and Strategic Management*, Butterworth.

- Godet, M.(2001), *Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool*, Economica.
- Grossman, L.(2011), 2045: The Year Man Becomes Immortal, *Time*(Feb. 10).
- Huber, B.(1978), Images of the future in: J. Fowles (Ed.), *Handbook of Futures Research*, Greenwood Press.
- Kahn, H.(1960), *On Thermonuclear War*, Princeton University Press.
- Kahn, H., and Wiener, A.(1967), *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, McMillan
- Kahn, H.(1968), “The alternative world future’ approach” , In *New Approaches to international Relations*. M. A. Kaplan (Ed.), St. Martin’ Press.
- Kuosa, T. (2011), Evolution of Futures Studies, *Futures*, Volume 43, pp. 327-335.
- Johansson, Å., Guillemette, Y. and Murtin, F.(2012), *Looking to 2060: Long-term global growth prospects*, OECD.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., and William W. Behrens III, W.(1972), *The Limits to Growth*, Universe Books.
- Mobjork, M.(2010), “Consulting versus participatory transdisciplinarity: A refined classification of transdisciplinary research” , *Futures* 42(8), pp. 866~873.
- Moore, G.(1965), “Cramming more components onto integrated circuits” , *Electronics*, 38(8), pp. 82-85.
- OECD(2009), *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, OECD International Futures Project.
- Popper, R.(2008) “How are foresight methods selected?“, *Foresight*, 10(6), pp. 62-89.
- Popper, R. and Teichler, T.(2011), *Practical Guide to Mapping Forward-Looking Activities (FLA) Practices, Players and Outcomes*, EFP(European Foresight Platform).
- Reger, G., and Mietzner, D.(2005), Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight, *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, Volume 1, No. 2, pp. 220-239.

- Tripp, S and Grueber, M(2011), *Economic Impact of the Human Genome Project*, Battelle Memorial Institute.
- The White House(2015), *Community-Based Broadband Solutions*.
- UN(2004), *World Populations to 2300*.
- Vanston, L. and Hodges, R.(2004), “Technology Forecasting for telecommunications” *Telektronik*(2004.4).
- Voros, J. (2003), “A Generic Foresight Process Framework” , *Foresight*, 5(3), pp. 10-21.