

신문정보 분석에 기초한 기술 기대의 특성 연구

최봉기*·배국진**·박영욱***1)

I. 서론2)

정부, 연구소, 기업체는 미래사회에 어떤 연구 분야가 부상할 것인지를 미리 알고 싶어 한다. 정부는 제한된 재원으로 어떤 연구 분야를 지원해야 하는지가 궁급하다. 과학기술계에서는 다양한 분야의 연구개발 지원을 요청하지만, 한정된 재원으로 모든 분야의 연구개발을 정부가 지원할 수도 없는 형편이다.

‘어떤 분야를 선택하고 투자를 할 것인가’라는 문제는 조직의 발전에서 매우 중요한 부분을 차지하며, 이러한 전략적 판단을 하는 데에는 체계적으로 분석된 자료가 요구된다. 이러한 배경하에서 세계적으로는 미국 국가정보위원회(NIC), 랜드연구소(RAND), 세계경제포럼, 가트너(Gartner) 등의 저명한 기관에서 유망기술을 전망하고 있으며, 국내에서도 매년 한국과학기술정보연구원, 한국과학기술기획평가원 등에서 미래유망기술을 체계적으로 발굴하여 발표를 하고 있다. 이러한 미래의 유망한 기술개발 아이টে임을 도출하는 방법으로는 정치, 경제, 사회, 기술적 거시적인 전망분석과 문헌 및 특허 분석을 통한 기술트렌드 분석, 과학기술 전문가 및 일반인을 대상으로 하는 인터뷰 및 설문에 기초하는 방법 등이 이용되고 있다(한국과학기술기획평가원 2013, 한국과학기술정보연구원 2012a,2012b)

그러나 기존의 여러 방법론들은 기술의 사회적 맥락을 고려하는 보다 심층적인 기술 분석으로 나아가지는 못하고 있다. 기술을 둘러싼 이해당사자들의 해석적 유연성을 고려하여 기술발전과 사회와의 상호작용에 주목하면 기술개발과정을 보다 흥미롭고 다채롭게 해석할 수 있지만, 기존의 유망기술 발굴활동은 서로 다른 아이টে임들간의 상호비교를 통해 특정한 아이টে임을 선별하는 데 초점을 맞추고 있기 때문에, 기술의 변화과정을 고찰 하는 것을 지향하고 있지 않다.

이머징 기술(New Emerging Science and Technology) 분야의 경우에는 일반적으로 성취하고자 하는 기술적 비전은 제시되지만, 실제적인 경제적 효과와 사회적 영향은 미지수이기에, 기술적 비전사이의 경쟁 속에서 정부나 기업이 지원해야하는 기술을 선택해야만 하는 기로에 놓이기 쉽다. 이때에는 기대 속에 담긴 과장된 하이프(hype)를 제거하고 사실을 직시하는 작업이 중요해진다. 기술적 기대에 대한 실망은 향후 ‘명성의 저하’, ‘자원분배의 실패’, ‘투자실패’ 등을 초래하여 정부와 연구계, 산업계 그리고 시장의 신뢰도에 지속적인 해를 끼칠 수 있기 때문이다. 그러나 과학기술에 대한 기대는 미래사회에 구현될 기술에 대한 약속이나 진솔이기에 현재 시점에서 기대의 진위를 판별할 수가 없다. 실현가능한 시점이 오기 전까지 기대의 진위에 대한 판단을 내리기 힘들기 때문이다.

이러한 문제의식에 기초하여 본 연구에서는 기술이 창조해내는 ‘기대(expectation)’를 고찰함으로써 기술변화를 조망하는 새로운 시각을 제시해보자 하였다. 분석대상 기술 아이টে임으로는 ‘그래핀(graphene)’을 선정하였는데, 그래핀은 최근 국내에서 급부상하고 있는 주요한 연구분야인 나노기술 분야에서 주요한 아이টে임이면서, 산업계에서도 사업화 기회를 모색하는 유망한 아이টে임이다. 국

* 최봉기, 한국과학기술정보연구원, 선임연구원, 02-3299-6011, boongkee@kisti.re.kr

** 배국진, 한국과학기술정보연구원, 책임연구원, 02-3299-6063, baekj@kisti.re.kr

*** 박영욱, 한국과학기술정보연구원, 선임연구원, 02-3299-6297, ywpark@kisti.re.kr

2) 본 연구는 한국과학기술정보연구원에서 펴낸 “KISTI 정보분석보고서 - 신문 텍스트 분석을 통한 신기술의 기대 연구”(최봉기)의 연구내용중 ‘기대분석 내용’에 기반하고 있다.

가별로도 한국은 중국, 미국 다음으로 활발한 연구가 진행 중인 경쟁력 있는 아이템이기도 하다³⁾. 과거 신문 기사 분석에 기초하여 그래핀(graphene)에 관한 ‘기대’의 내용과 특성을 추세분석과 기대의 내용을 다각적으로 관찰한 정성적인 내용분석을 통하여 기술변화를 추동하는 주요한 인자인 ‘기술 기대(technological expectations)’의 특성을 고찰하였다.

II. 연구 배경

1. 기술변화의 패턴⁴⁾

기술개발의 발전과정을 설명하는 아버나시-어터백 모델(Abernathy-Utterback Model)과 기술의 하이프를 전형적으로 보여주는 가트너(Gartner)의 ‘하이프 사이클(Hype cycle)’ 그리고 이러한 이론의 한계점을 보완하는 기술기대이론을 고찰하였다.

아버나시-어터백 모델은 기술동역학의 주요한 모델로서 혁신활동을 제품 및 공정혁신으로 구분하고, 유동기(fluid phase), 과도기(transitional phase), 경화기(specific phase)인 3단계의 시기로 설명한다.

유동기에는 새로운 기능을 가진 제품이 등장하며, 기존 기술로 해결해 주지 못하던 부분을 해결해 준다. 그러나 기능이 만족스럽지는 않으며, 기술이 어느 방향으로 발전할 지는 미지수이기에 기술 변화가 매우 심하다. 따라서 매우 강도 높은 제품혁신이 진행된다. 대표적인 예로 자동차 산업 초기시절에는 수많은 자동차 생산업체들이 매우 다양한 자동차를 시장에 출시하였다. 제품혁신이 높게 나타나며 공정혁신은 매우 낮게 나타났다. 과도기는 유동기를 거쳐 신제품에 대한 소비자의 욕구가 매우 구체화 되는 시기이다. 제품개발은 구체적인 소비자의 욕구를 충족시키는 방향으로 흐르며, 혁신제품의 생산성을 높이는 공정혁신이 중요해진다. 이 시기에는 지배제품(dominant design)이 등장하며, 제품형태가 특정한 형태로 정착하게 된다. 자동차 산업에서도 대중의 선택을 받은 지배적인 모델이 등장하게 되고, 이후에는 생산비용을 절감하는 공정혁신이 중요해지게 되었다. 마지막으로 경화기의 제품은 명확히 정의되고, 경쟁 제품 간의 차이가 별로 없고 비슷해진다. 지배제품에 작은 변화만이 가미될 수 있다. 복잡한 자동차조차도 매우 유사한 디자인과 제조방식을 갖게 되며 몇 개의 자동차 기업이 시장을 과점하게 된다.

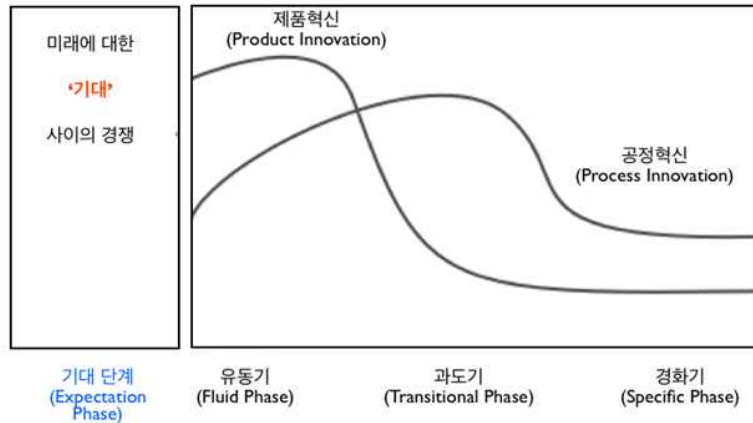
아버나시-어터백 모델은 특정한 기술들이 제품혁신과 공정혁신으로 발전해나가는 현상을 잘 설명해주고 있다. 그러나 적용할 수 있는 대상이 기존기술이나 제품을 주 타겟으로 하기에, 시장에 제품이나 기술이 등장하지 않은 이머징 과학기술의 경우에는 이러한 모델을 적용하는 것이 한계를 보인다. 국내 과학기술학(STS) 연구자인 손향구는 국내에서는 드물게 과학기술에 대한 기대연구를 진행하였는데, ‘배아줄기세포를 둘러싼 기대역학’이라는 제목으로 세포응용연구 사업단의 설립과정에 대한 사례연구를 진행하였다(손향구, 2008). 이를 통해서 “과학기술의 태동기에 관련 연구개발의 성과를 좌우하는 재정지원을 위해서는 사회구성원의 관심을 집중시켜야 하기 때문에” 기대의 구성이 반복되고 있다는 점을 밝혔으며, 기대를 구성하는 힘이 사업단장의 선정에도 영향을 끼칠 정도로 크게 작용하였다고 보고하였다. 손향구의 연구는 기대의 역학에 중점을 두고 있지만, 이와 함께 이머징 기술의 경우에는 기술기대가 기술개발의 주도권과 향후 발전방향에 큰 영향을 끼치고 있음을 실지 사례로 예시하고 있다. 이는 아버나시-어터백 모델에서 고려대상이 되지

3) 국가별 순위정보는 Web of Knowledge의 2013년 8월 검색결과이며, “graphene”이 포함된 문헌은 2004년 20건에서, 2010년 2665건, 2012년 6,173건을 기록하고 있다. 전체 발표된 논문건수에 대한 국가별 랭킹은 중국(33%), 미국(25.4%), 한국(8.1%), 독일(5.9%), 일본(5.9%), 싱가포르(4.5%), 영국(3.9%), 인도(3.4%), 프랑스(3.4%) 순이다

4) 최봉기(2012) “부상기술의 기대동역학 특성연구”에 게재 내용을 재정리하여 게재하였다.

않았던 '기대'가 실제적인 힘으로 작용하고 있다는 사실을 확인시켜 준 셈이다.

Lente et al(2010)는 이머징 기술의 경우 아직 시장의 요소가 활동하기 이전이며 다양한 기술들의 가능성이 경쟁을 하는 단계이기에, 경쟁의 기준도 달라지게 된다고 보고, 아버나시-어터백 모델에서 제기된 유동기 이전 단계에 '미래의 기대'에 기초해서 기술적 가능성들이 경쟁하는 '기대 단계(expectation phase)'를 제안하고 있다. 그는 이러한 기대단계에 대한 연구가 기술변화를 보다 통찰적으로 고찰하는 데 기여할 것으로 전망한다.



(그림 1) 아버나시-어터백 모델(Utterback, 1994) 과
 신흥기술에서 '기대단계'가 추가된 혁신 모델(Lente)

한편 컨설팅기업들은 과학기술의 하이프(hype)에 대한 통찰을 기업의 전략적 투자결정 분야의 자문을 하는데 이용하고 있는데, 대표적인 사례가 가트너(Gartner)의 하이프 사이클이다(Gartner). 가트너는 1995년 이후부터 매년 기술의 하이프 사이클을 발표하고 있는데, 황축은 기술의 성숙도(maturity), 종축은 기술의 가시성(visibility)을 나타낸다. 가트너 하이프 사이클은 기업의 최고경영자, 전략분석가, 연구개발자 등에게 기술개발 및 사업화 기획시에 참고해야 하는 기술변화에 대한 유용한 정보들을 제공해 주고 있다.

기술발전단계는 크게 5단계로서, 촉발기(technology trigger), 과잉기대기(peak of inflated expectations), 실망기(trough of disillusionment), 재조명기(slope of enlightenment), 보급기(plateau of productivity)로 구분한다. 촉발기에는 잠재적 기술도약이 출현하는데, 초기의 개념이 언론의 관심을 촉발시키고 대중적으로 알려지게 되지만, 아직은 사용 가능한 제품이 등장하지 않았고 상용화 가능성도 증명되지 않았다. 과잉기대기에는 초기에 일부에서 성공스토리가 등장하며 수많은 성공스토리로 확대되어 나간다. 그러나 실패 소식도 들려오기에 대응조치를 마련하는 기업활동도 시작된다. 실망기는 실험적 시도와 조치들이 실패함에 따라 관심이 시들어지는 시기이다. 제품 제조사는 도산하거나 망하게 되는데, 살아남은 업체가 초기 수용자를 만족시킬 정도로 제품을 개선시킬 경우에만 투자가 지속된다. 재조명기에는 기술이 사업에 혜택을 줄 수 있는 많은 사례들이 다시금 등장하고 알려지게 된다. 기술공급자는 2차, 3차세대의 제품을 출시하고, 보다 많은 기업들이 파일럿 투자를 하지만 보수적 기업은 여전히 신중하게 관망한다. 보급기에서는 메인 스트림에 포함되는 시기로서, 공급자의 생존능력을 평가하는 기준이 보다 명확하게 정의가 되며, 기술이 보다 넓은 시장에 적절하게 적용되어 성공을 거두게 된다. 즉 가트너하이프 사이클은 촉발기, 기대기, 실망기, 재조명기, 보급기 단계로 이루어지는데, 본 글에서는 크게 4단계로 나누어 실망기 이후 단계를 '회복기'로 표현하였다.

Borup et al(2006)은 가트너 사이클이 기술적 변화에서 기대를 특징짓는 변이(variation)나 비예측성(unpredict ability)에 대해 설명할 수 없는 한계가 있다는 점을 지적한다. Ruef와

Markard(2010)는 하이프 이후에 등장하는 다양한 실망의 종류에 대한 개념적틀을 보고하였는데, 이들은 실망의 여러 종류에 대한 개념을 사회적 영향과 결부시킨 ‘프레임(frame)’과 ‘일반화된 기대(generalized expectation)’로 관찰하였다. 프레임은 광범위한 사회적, 정치적 어젠다 이슈와 연결되거나 영향을 받지만, 일반화된 기대는 실제 기술적 성취에 대한 해당 분야의 플레이어들의 담론활동과 관련되어 있다고 보았다. 또한 프레임과 일반화된 기대는 서로 독립적으로 전개된다는 가정하에서 프레임이 긍정적이거나 부정적일 때, 또는 일반화된 기대가 긍정적이거나 부정적일 경우에 각각 발생할 수 있는 혁신 활동의 잠재적 영향을 개념적으로 제시하였다. 이 연구는 프레임과 일반화된 기대가 부정적일 경우에는 혁신활동이 중단될 수 있음을 시사 하고 있다.

2. 기술의 기대 이론

기술변화의 핵심 추동자로서의 기대 개념은 1990년대 초반 Van Lente(1993)가 도입하였으며, 이후 ‘기대의 사회학’으로 발전하였다. STS 연구자들은 “기술적 기대(technological expectations)”는 “보다 구체적으로 미래 기술의 상황과 능력을 실시간으로 대변하는 것”으로 설정하고 있으며.(Borup, et al, 2006), 이러한 기대는 미래에 대한 진술(statement)이며 텍스트나 물질에 표명되거나 각인 되어져 있다고 보고 있다. 이러한 연구들을 통하여 기술 혁신 활동에서의 ‘기대’가 차지하는 다양한 역할을 보다 다차원적으로 이해할 수 있게 되었다.

기대는 연구개발 사업에 대한 정당성을 확보하고 관련 투자를 유치할 수 있으며, 연구개발의 방향설정과 사회적으로는 연구개발 내용을 조정해 나가는 힘을 지닌다(Lente(2012), Lente et al(2010), Borup et al(2006)) 기대가 수행하는 핵심 기능의 하나는 무엇보다 ‘정당화(legitimation)’ 기능이다. 기술 기대는 해당 분야에 대한 대중적 또는 상업적 관심을 끌어 모으고, 연구개발을 지속하게 할 수 있는 투자를 정당화시켜 낸다. 기술개발의 정당성을 ‘유망한 미래’를 언급함으로써 확보해내고, 관련 프로젝트나 프로그램은 이를 통해 지원과 보호를 받을 수 있는 것이다. 그러나 기술적 기대는 가트너 하이프 사이클에서 보여지 듯이 ‘부풀린 기대’ 또는 ‘과도한 기대’를 수반한다. 이렇게 기대가 부풀려지고 선전되는 현상을 기술개발의 특수한 현상으로 보기 보다는 일반적 현상으로 나타나고 있다. 특정한 기대가 일반적으로 받아들여지게 되면서 “보호공간(protective)” 또는 “니치(niche)”를 만들어 내는 힘이 생기는 것도 기대의 중요한 특성이자 역할이다. 즉 현재 기술로는 성공가능성이 희박해 보이는 프로젝트이지만, 미래사회의 어젠다를 해결하기 위하여 필요하다고 판단되어지는 경우, 연구개발의 지원을 받게 되는데, 이러한 공간을 보호공간(protected space) 또는 니치라고 한다(Alireza Parandian et al, 2012).

또한 기대는 개인적 차원을 벗어나 집단적으로 공유하게 되면 미래에 대한 기대가 아니라, 기술개발 과정에서 따라야 하는 필수요구사항이 된다. Borup et al(2006) 등은 가장 중요한 기대는 필수적인 동맹(혁신네트워크내의 다양한 행위자, 투자자, 규제담당자, 사용자 등)의 관심을 끌어 모으고, 역할을 정의 내리고, 상호 결합하는 구속과 어젠다를 만들어내는 데 있어서 ‘구성적(constitutive)’ 또는 ‘수행적(performative)’ 이라고 보았다. 이렇게 구성하는 힘을 갖는 기대는 더 이상 정당화요청을 받지 않으며, 다른 주장의 정당성까지도 평가하며 나아가 다른 사람에게 자기의 기대를 따르도록 하는 권한도 지니게 된다. 구체적으로 연구개발의 방향설정과 연구개발 과정의 조정 등에서 기대의 수행성이 나타난다. 기대의 수행성과 관련된 대표적 사례로 기대가 실제 기술혁신과 산업변화에 어떤 영향을 주는지를 보여주는 무어의 법칙(Moor’s law)이 종종 인용되고 있다. 페어차일드 세마이컨덕터의 디렉터였던 고든 무어(Gordon Moore)는 1965년 집적 메모리 칩의 복잡도가 18개월마다 2배가 될 것이라 예측하였다. 그는 집적회로(IC)가 도입된 1959년 이후부터의 기술개발 트렌드를 외삽해서 얻어낸 결과에 기초하여 이러한 전망을 하였다. 그리고 이러한 예측은 실제 현실로 구현되었는데, 메모리 칩 제조사 사이에서 이런 예측이 핵심적 역할을 한 것이다. 기업은 연구개발 목표나 투자규모를 결정할 때 무어의 예측을 고려하였다. 집단적 기대로

받아들이지는 수간, 무어의 법칙은 현실적 힘을 발휘하며 자기실현적 예언(self-fulfilling prophecy)을 나타낸 것이다.

한편 기대의 속성에 영향을 주는 요소는 시간, 집단, 수준 등이 있다(Lente et al(2013), Lente et al(2010), Borup et al(2006)). 먼저, 기대는 고정불변하지 않고 시간에 따라 변화한다. 가트너의 하이프 사이클은 기대가 시간에 따라 상승과 하강을 하는 역동적인 모습을 보여 주고 있다. 일반적으로 기술개발의 초기에는 과도한 선전이 제시되고 기대가 부풀러지는 상황이 나타난다. 그러나 일정시간이 지나도 기대한 성과가 도출되지 않으면, 과도한 기대는 급속하게 실망으로 내려앉는다. 또한, 연구자, 기업가, 일반 대중 등 다양한 집단들이 기대를 접하는 반응이 서로 다르게 나타날 수 있다. 이는 기대가 기초하고 있는 정보에 접근하는 것이 비대칭적이기 때문에 집단별로 기대에 대한 “해석적 유연성”이 발생하기 때문이다. 예를 들어서, 과학자 집단 속에서는 기술개발에 대한 보다 많은 정보를 접하게 되면서 기술적 불확실성을 높게 평가할 수 있지만, 정보접근에 제한을 받는 일반인에게는 기술의 확실성이 높게 보이게 된다. 이로 인해 과학자 집단은 급진적 기대에도 쉽게 동요하지도 않지만, 실망 단계에서도 일반인이나 산업계 보다 덜 민감하게 반응한다. 그리고 기술의 성격에 따라서도 기대의 특성이 변화한다. 바이오가스, 상호작용형 TV 등과 같은 구체적 기술에 대한 기대와 나노기술, 줄기세포 등의 일반적 기술의 기대는 지속성에서 차이가 발생한다. 구체적 기술의 기대는 견고하지 못하며, 하이프-실망(hype-disappointment) 동역학이 이들 영역에서 보다 잘 발생한다.

최근 들어서는 기술기대의 특성을 관찰하여 기술개발의 시사점을 제공하는 연구작업들이 진행되고 있다. 네덜란드 위트레흐트 대학교(Universiteit Utrecht)의 Lente 음성 인터넷 프로토콜(VoIP), 유전자치료, 고온초전도체 등의 기술에 대한 사례연구를 진행하고, 기술이론정립을 위한 일반적인 이론을 제시하였는데, 신문기사의 출현건수에 기초하는 주목패턴(attention pattern)에 대한 정량적 분석과 기사의 내용분석을 통한 기대내용(content of expectation)에 대한 정성적 분석을 진행하였다. 기대가 작동하는 레벨을 프로젝트의 마이크로 레벨, 기술영역의 메조 레벨, 사회적 트렌드와 프레임의 매크로 레벨 등 3가지로 구분하였으며, 기대의 값은 매우공정, 긍정 등 5가지로 구분하여 기대를 평가하였다. 그의 연구는 기술개발에 대한 과도한 낙관이 가져올 수 있는 문제점을 보여주는데, 급격한 기대와 급격한 실망기의 특징을 보인 초전도체(superconductivity) 분야에 대한 기대연구를 통해서, 1987년 초전도체가 발견 당시에는 매우 열광적인 기대가 급상승했지만, 그 후 별다른 연구 성과가 없으면서 급격하게 관심도가 저하되는 현상을 소개하였다. 구체적 기술에 기반한 기술적 기대는 구체적, 일반적, 사회적 수준에서 비록 기대수준이 매우 긍정적으로 나타나도, 부정적인 기대로 급변하는 취약성이 있음을 보여주었다(Lente, 2013)

3. 연구 방법

신문 텍스트는 특허 및 논문 정보와는 다른 특성을 지니고 있다. 신문 텍스트는 특허 및 논문에 비해서 전문성이 낮으며, 기사화' 될 수 있는 내용을 선택적으로 보도하는 경향이 있기에, 신문보도 내용만으로 혁신활동을 분석하는 것은 한계'를 지닌다. 그러나 텍스트 분석 및 신문분석의 여러 가지 한계에도 불구하고 신문 기사 정보를 활용하여 도출된 다양한 분석 지표들은 현 단계 주목받는 주요한 기술과 제품의 혁신활동 현황을 가늠하게 하는 역할을 수행할 수 있다. 신문은 신속하게 알려주는 속보성이 뛰어나며, 신기업 활동 및 연구개발 전과정의 다양한 정보 제공 등을 제공한다. 그리고 사회적 이슈에 대한 어젠다 셋팅기능도 있다. 즉, 사업 유망성을 평가할 때 언론 보도 등에 출현하는 관련 아이템의 가시성(visibility) 정보는 기업 및 연구개발 전략수립에서 중요한 판단 근거가 될 수 있다. 또한 언론을 통해 배포되는 '기대'의 내용은 '대중'의 과학기술 이해와 태도에 상당한 영향을 주게 된다(도로시 벨킨, 2010 : 15)⁵⁾ 언론을 통해 접하게 되는 새롭게 부상

5) "대다수의 사람들에게 과학의 실상은 그들이 언론에서 읽은 내용 그대로이다"(도로시 벨킨, 김

하는 기술이 제기하는 '기대'는 정부의 연구개발 전략 수립과 추진 그리고 투자자, 산업계에 투자 계획에도 영향을 끼친다. 따라서 신문 기사에 나타난 '기술적 기대는 강도와 방향으로 나누어 강도는 언론의 주목도, 방향은 내용분석을 통하여 살펴 볼 수 있을 것이다.

연구 작업은 크게 데이터 검색과 정제, 분석 그리고 연구결과의 고찰 단계를 순차적으로 진행하였다.

<표 1> 주목도 분석과 기대분석의 대상 신문

항목	주목도 분석 (10개)	기대 분석 (4개)
대상신문	경향신문, 국민일보, 내일신문, 동아일보, 문화일보, 서울신문, 세계일보, 아시아투데이, 한겨레, 한국일보	경향신문, 동아일보, 한겨레, 한국일보
기사건수	262건	135건
기간	2007.11-2013.5	

데이터수집은 KINDS에서 제공하는 온라인 기사정보와 개별 신문사의 홈페이지에서 제공하는 기사정보를 이용하였다. 검색방법은 검색 키워드인 '그래핀' 또는 '그라핀'이 기사 제목이나 기사 내용에 포함될 경우에 기사를 도출해 내었다⁶⁾.

주제어 "그래핀"과 동시에 등장하는 단어들의 동시출현관계를 살펴보고, 전반적인 이슈들을 시각화하였다. 특정 단어들을 추출하고자 할 때에는 기준이 필요한데, 단순히 키워드의 등장횟수만을 기준으로 삼으면, 일반적인 용어가 대부분 차지하게 되어, 주제를 파악하는 것이 어렵게 된다. 이때 주제어와 함께 등장하는 횟수가 많은 단어를 추출 하고자 할 때에는 t-score가 유용하며(강범모, 2010) 이 값을 기준으로 상위 랭킹 키워드에 대하여 네트워크 분석을 하였다.

주목도 평가는 기사 증가율과 Kendall's tau 값을 계산하여 기사발생의 추세를 살폈다. 증가율은 전년도와 당해연도 기사발생의 차이를 당해연도 기사발생건수로 나눈 값인데, 기대연구에 있어서 정량적으로 관심도의 변화를 측정할 때 기대의 변화를 가늠하게 하는 지표로 활용할 수 있다. 시계열 추세를 살펴보고, 전체적인 기사 발생량의 증감을 진단하는 기준은 기본적으로 Kendall's tau값을 이용하였다⁷⁾.

기대의 레벨과 기대의 값 산정에서 기대는 세 가지 측면에서 평가하였다. 기사 주제가 '그래핀'에 초점을 맞춘 기사를 대상으로 구체적 기대(레벨1), 산업적 응용에 주목한 일반적 기대(레벨2) 그리고 그래핀을 둘러싼 사회적 함의등을 담은 사회적 기대(레벨3)를 평가하였다. '구체적 기대'는 해당기사에서 구체적으로 그래핀의 성능, 기능 등에 대한 기대를 나타내는 표현을 분석하였다. 구체적으로, 기술 기대에 있어서 최상급 표현을 쓸 경우에는 2점을, 점진적인 기술개선을 의미할 때는 1점을, 기술개선의 과제가 많이 있다는 조건을 보고 할 때는 0점을, 기술개선이 여전히 어렵다면 -1점을, 기술개선 가망성이 없다면 -2점을 부가하였다. '일반적 기대'는 해당 분야에서의 그래핀의 활용에 초점을 맞추었다. 즉 산업수준에서의 평가이다. 그리고 특정기업체가 해당분야에서 기업활동을 전개할 경우에도 일반적 기대가 높다고 평가하였다. '사회적 기대'의 수준평가는 정치, 경제, 사회, 기술측면에 대한 장기적 기대에 대한 평가를 진행하였다. 기업체의 시장진출 혁신활동은 시장의 잠재성이 높은 신호로 인식되기에 장기적으로 경제적 영향이 발생한다고 평가하였다. 정부가 그래핀 육성사업을 추진하는 경우도 사회적 기대가 높다고 평가하였다. 기후 변화 및 환경대응,

명진 역, 2010 : 15)

6) 본 연구는 편의상 온라인에서 기사 DB를 획득할 수 있는 경우로 데이터 수집을 한정하였다.

7) 파이썬(Python)을 지원하는 Scipy 모듈 중에서 stats.kendalltau를 적용하여 tau값과 p-value 값을 구하였다.

국가경쟁력 유지, 산업 구조 변화 등의 장기적 관점에서 그래핀의 기술기대를 평가하였다.

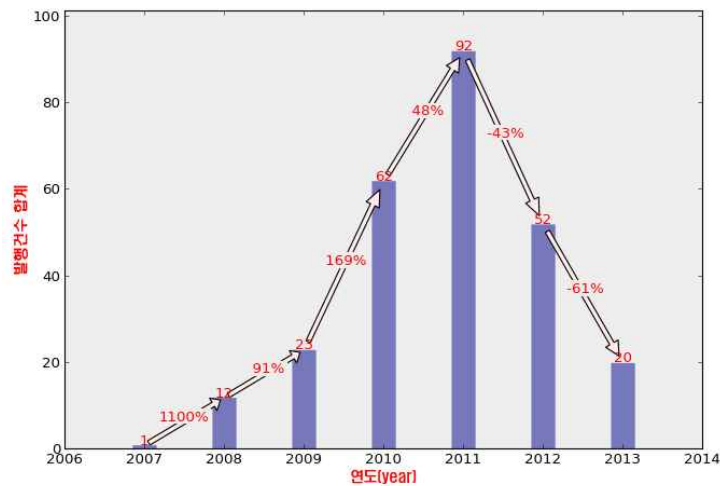
III. 연구 결과

1. 기대의 주목도

그래핀에 대한 언론주목도는 2007년 이후 점진적인 증가세를 보이다가 2010년 이후 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 2010년 수여된 노벨상 수상 소식과 퀘를 같이하여 그래핀 관련 보도가 증가하였는데, 이후 지경부의 그래핀 발전전략, 삼성전자의 그래핀 트랜지스터 개발 등의 연구개발 성과가 크게 주목을 받아, 언론 주목도는 계속 증가하였다. 그러나 2011년 이후 일시적인 감소 현상을 보이고 있다.

그래핀의 기사발생추이에 대한 Kendall's tau값은 0.429이며, p-value는 0.17이다. 즉 증가경향성이 있는 양의 값을 가지지만, 95% 신뢰수준을 만족시키는 0.05보다 크기에 증감을 판단하기는 힘든 상황이다.

그래핀 관련 기사의 출현 건수를 집계한 그래프는 외견상 가트너의 '하이프 사이클'과 유사한 패턴을 보이고 있다. 급격한 관심 집중 이후에 수반되는 급격한 실망의 단계가 뚜렷하게 관찰되고 있다. 그러면 '그래핀'이 이미 과도한 사양 산업 또는 비유망 아이템으로 진입하는 '실망기'에 도달했는지를 검토하기 위해서는 양적인 감소 이면에 있는 질적인 내용분석을 통해서 기대의 내용을 관찰하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 관심도가 떨어지는 것이 기대와 일치하는 지를 내용분석을 통해 살펴보았으며, 결과는 그래핀에 대한 주목도는 떨어지지만, 기대의 내용은 변화하지 않은 것으로 나타나, '실망기'에 진입한 것으로 볼 수는 없다고 분석하였다..



(그림 2) 연도별 기사출현 추이 (tau = 0.43, p-value=0.170)

주로 주목도가 높게 나타난 분야를 주제어와 함께 등장하는 공기어의 네트워크 분석을 진행하여, 가시화툴(VOSVIEWER)로 나타내었다⁸⁾. 그래핀 연구는 크게 (1) 그래핀 발견과 노벨 물리학상,

8) VOSviewer는 네덜란드 라이덴 대학(Leiden)의 과학기술학센터(Centre for Science and Technology Studies CWTS)에서 제작하여 무료로 배포하고 있다. 참고 <http://www.vosviewer.com/>

<표 2> 그래핀 관련 산업계의 전개 현황

기업	연구자	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	주요활동
스타네크	정재창							■	흑연정제
포스코						■			XG사이언스 지분인수
한화케미칼						■			XG사이언스 지분인수
삼성전자	박성준, 정현중						■		그래핀활용 새로운 트랜지스터 구조개발
	최재영			■					그래핀 대면적 제조
삼성테크윈				■					성균관대와 그래핀이용 액정화면개발 착수

국내 기업중 언론보도가 가장 많은 기업은 삼성전자이다. 삼성전자는 성균관대와 함께 2009년 그래핀 대면적 제조기술을 개발하였다. 성균관대 성균나노과학기술원 홍병희 교수와 김근수 박사, 삼성전자종합기술원 최재영 박사팀은 니켈판에 탄소막을 형성시키는 방법으로 그래핀을 대량 합성하는 데 성공했다.(동아일보 2009-01-15) 또한 2012년 그래핀을 활용한 새로운 트랜지스터 구조를 개발하여 언론의 극찬을 받았다. 삼성전자는 실리콘을 그래핀에 덧대 전류의 흐름을 조절하는 새로운 방식의 소자를 개발했는데, 그래핀을 반도체 소자로 사용할 수 있음을 실제로 입증한 세계 최초의 연구 결과라고 보도되었다. 그러나 삼성전자는 당장 상용화되는 것이 아니지만 적어도 2020년 이전에 상용화가 될 것으로 예측하였다. 삼성테크윈은 2009년에 성균관대와 그래핀을 이용한 액정화면개발에 착수했다. 삼성테크윈과 성균관대는 ‘삼성테크윈-성균나노과학기술원 그래핀 상용화 연구실’ 협약서를 체결하고, 양측의 20여 명의 연구원이 참여하였다.

2) 대학

성균관대, KAIST, 서울대, 포스텍, 건국대, 고려대, 한양대, UNIST 등에서 그래핀 관련 연구가 성과를 보이고 있는 것으로 나타났다. 성균관대는 특히 삼성테크윈, 삼성전자, 표준연구원 등과 폭넓은 네트워크를 형성하고 있다. 성균관대의 이영희, 홍병희 교수 등이 주요 연구자로 연구활동을 전개하고 있다.

성균관대는 2008년 이후 주요한 연구성과를 매년 보고하고 있다. 삼성전자와 함께 그래핀 대면적 제조기술을 개발하였으며, 그래프 이용 30인치 크기 터치스크린 개발, 그래핀 상온 대량생산 기술을 개발하였다. KAIST는 2010년 이후부터 그래핀 탄소나노튜브의 입체조립, DNA를 이용한 반도체 회로기술개발, 그래핀 분리 기술 개발, 그래핀으로 액체담는 그릇을 제작하여 액체속의 원자 움직임을 관찰하였으며, 그래핀을 이용한 초용량 축전지를 개발하였다. 그리고 건국대와 함께 그래핀의 표면에서 주름 확인을 하는 성과를 내고 있다. 2012년 정부출연연 중에서는 한국표준과학연구원이 성균관대와 함께 그래핀을 이용한 현미경관찰기술 개발을 하였으며, 한국기계연구원은 그래핀 코팅 기술을 개발하였다.

3) 정부⁹⁾

그래핀 관련한 정부의 정책지원이 본격적으로 부각되는 것은 2011년부터이다. 2011년 11월 지경부는 ‘다기능 그래핀 소재 및 부품’을 ‘6대 미래산업 선도기술’의 하나로 선정하였다. 나머지는 회

9) 본 연구에서는 신문기사 추출이 2013.5로 한정하여 최근 상황은 반영되지 않았다.

어지는 투명 디스플레이와 뇌·신경 정보기술(IT) 융합 뉴로틀(뇌기능연구핵심기반기술), 다목적 소형 모듈 원자로, 심해자원 생산용 해양플랜트, 인쇄전자용 초정밀 연속 생산 시스템 등이다.

3. 수준별 기대의 내용

1) 구체적 기대

그래핀의 기술에 대한 구체적 기대는 2007년 이후 점진적으로 증가하고 있다. 그래핀 분야에 수퍼자기저항, 대면적 생산 기술, 회로 이용기술 개발 등의 성과는 그래핀에 대한 일반적 기대를 고조시켰으며, 특히 성균관대의 대면적 생산기술에 대한 보도는 “실리콘 반도체를 대체할 유력 물질로 꼽히는 ‘그래핀(Graphene)’을 대량생산하는 기술이 세계 최초로 국내에서 개발됐다.”¹⁰⁾며 그래핀 실용화가 성큼 다가왔다는 사실을 널리 알렸다.

국내에서 그래핀 연구는 그래핀의 제조와 특성관찰, 그리고 그래핀을 활용한 연구들이 진행되고 있다. 그래핀에 대한 응용연구는 대부분 반도체(반도체 회로, 트랜지스터, 메모리 소자, 수퍼자기저항소자), 조명(백색 LED, 고품질 LED), 디스플레이(LCD, OLED, 터치스크린) 산업에 관련되어 있다. 또한 인공근육, 축전지, 비소 제거 등으로 활용이 기대되고 있다.

2) 일반적 기대

일반적 기대는 그래핀이 차세대 신소재 물질이며 다양한 분야에 응용될 것이라는 기대가 지속되고 있다. 2007-2009년에는 반도체, 컴퓨터용량, 디스플레이 등에 관한 기대가 많았으며, 이러한 기대는 현재까지도 계속 지속되고 있다. 2010-2012년에는 이러한 반도체, 디스플레이 분야 이외에도 자동차, 에너지, 조명 분야 등에 관한 기대가 나타났다. 2013년에는 암치료제 등의 의료응용도 제시되고 있다. 전반적으로 구체적 기술의 일반적 응용에 대한 기대는 희망적으로 제시되고 있다.

<표 3> 그래핀 분야의 기대의 변천

항목	격발기	기대기	실망기
주목도			
시기	2007-2009	2010-2012	2013
기대	구체적 기대 (Level1)	연구성과 창출 지속 (수용량축전지, 대면적 생산 기술, 회로 이용기술 개발)	연구성과 창출 지속 (3차원 그래핀)
	일반적 기대 (Level2)	다양한 산업적 응용 (반도체, 컴퓨터, 플렉시블 디스플레이)	다양한 산업적 응용 기대 (자동차, 에너지분야, 조명 등 추가)
	사회적 기대 (Level3)	기술적 진보, 경제 성장	기술적 진보, 경제성장, 국가 경쟁
비고	새로운 기술 등장	장기적 발전 전망 부상	관찰되지 않음

10) 동아일보 2009-01-15 차세대 반도체소재 ‘그래핀’ 대량생산 기술 개발

3) 사회적 기대

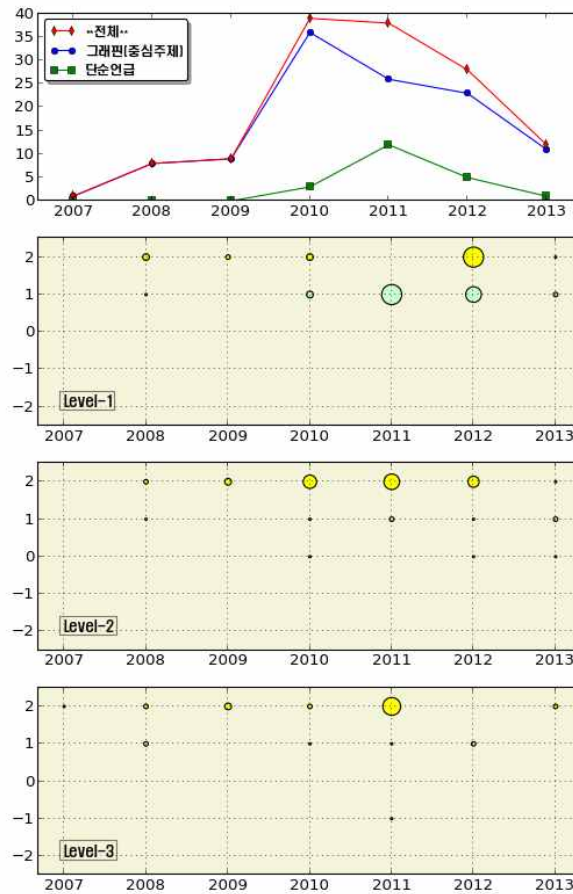
사회적 기대는 “그레핀은 기술적 진보”이며, “기업의 성장”과 “한국의 미래 먹거리”가 될 것이라는 기대가 지속되고 있다. 국가적으로는 그레핀이 국가경쟁력 유지에 기여할 것이라는 기대가 형성되어 있는데, 이 부분은 프로젝트-특정적 기대(project-specific expectations)가 분야별 영역에서 긍정적인 일반화된 기대(generalized expectations)를 촉발한다고 분석하고 있는 기술기대 연구와 케를 같이한다(Letne, 2003).

그레핀과 관련된 사회적 기대분석에서 주목할 만한 점은, 그레핀에 대한 기대내용의 영역이 환경보호, 기후변화대응, 사회적 문제해결, 기술의 혜택과 리스크 등에 대한 담론까지는 형성되지 않고 있다는 점이다. 일반적 기대와 사회적 기대가 “실망기”의 안정적인 착륙 또는 연차적인 착륙을 유도하는 주요한 요소라고 평가받고 있는데, “기술기대”의 관점에서 보면 국내의 “그레핀”분야의 언론보도 내용에는 이러한 다양한 이슈들을 포괄하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

<표 4> 그레핀 관련 프레임

맥락	프레임	그레핀에 대한 기대	출현		
			2007-2009	2010-2012	2013
기술	기술적 진보	꿈의 소재		■	■
	혁명적 잠재성	기존 실리콘 반도체 대체	■	■	■
에너지	새로운 에너지/저장	에너지 기반 산업 기여		■	■
경제	시장 잠재성	전자산업의 패러다임을 바꿀 히트 상품	■	■	■
국가	국가	국가 경쟁력 유지 노벨상		■	■

국내 신문 텍스트 분석을 통해서 고찰한 지금까지의 논의에 기초하여 “그레핀”이라는 신기술(NEST)의 기대 현황을 아래 그림과 같이 정량적으로 나타내어 보았다.



(그림 4) 그래핀 관련 기대값의 변천

IV. 고찰 및 결론

본 연구는 기술혁신 활동에서 기술변화를 추동하는 주요한 인자인 ‘기술적 기대’에 대한 이론들을 고찰하고 국내에서 신형기술로 부상중인 ‘그래핀’의 기술개발 및 사업화에 영향을 주는 ‘기대’의 내용과 특성을 신문텍스트 분석에 기초하여 살펴보았다. 연구를 통해서 아래와 같은 주요한 결과를 확인하였다.

먼저, 국내에서 그래핀에 대한 주목도는 2007년 이후 2011년까지 계속 상승하고 있으며, 기술적 기대의 수준 또한 높은 것으로 나타났다. 산업계, 학계, 정부 등의 이해관계자 집단의 분야에서 기술적 응용에 대한 기대가 높았으며, 구체적, 일반적, 사회적 기대 수준에서 기대값도 긍정적으로 나타나고 있다. 기술의 응용분야도 반도체, 디스플레이, 에너지 분야 등 매우 다양한 분야에서 기술적 기대가 제기되고 있었다. 사회적 기대역시 기술적 진보와 혁명적인 잠재력, 새로운 에너지 저장, 시장 잠재성, 국가 경쟁력 등에서 매우 긍정적인 환경이 관찰되었다. 일반적, 사회적 기대의 우호적인 분위기는 향후 기술개발의 지속적인 전개를 보장하는 데 기여할 것으로 보인다.

‘그래핀’의 주목도 패턴은 가트너의 하이프 사이클과 비슷한 유형을 보이고 있지만, ‘실망기’는 관찰되지 않았다. 언론의 주목도가 감소하였지만, 이것이 가트너의 하이프 사이클에서 제시하는 ‘실망기’로 볼 수 있는 근거들을 내용분석을 통해서 확인할 수 없었다. 한국의 그래핀 연구는 여전히 “기대기”에 진입중인 것으로 보인다.

한편, 기대이론에 기초해서 한국 그래핀 사례에 나타난 기대를 고찰하면, 사회적 기대가 다양하게 형성되지 못하고 특정한 분야에서만 담론이 형성되어가고 있는 것으로 관찰되었다. 구체적, 일반적, 사회적 레벨에서의 기대가 모두 과도한 전망으로 자리잡게 되면, 기술개발에 일정단계에서 실망기에 빠져들게 될 경우에 부작용이 발생할 수 있기 때문에, 향후 기술개발 주체들의 장기적이고 신중한 자세가 필요해 보인다. 기대의 수준이 과도하고, 기대의 내용이 특정한 사회적 기대로만 구성될 경우에는 기술개발 발전과정이 의외로 취약해 질수 있기 때문이다. 기술개발 및 산업계에서 실망기 이전에 기술개발의 장단점과 긍정적 및 부정적 영향에 대한 평가와 대응을 준비하지 못하면, 급격하게 '실망기'에 진입하게 되며, 이런 상황에서는 가트너의 하이프 사이클에서 제시하는 "회복기"가 나타나지 않고, 오히려 장기적인 "실망" 상태에 진입하거나, 대중의 주목도에서 아예 사라질 수도 있다.

기대 연구는 점점 유용성을 발휘하게 될 전망이다. 한국은 이미 과학기술분야에서 기술 선도국에서 개발된 선진 기술을 수용하는 입장이 아니라, 모방해야 하는 기술이 존재하지 않기에 개발할 기술을 선택하는 것이 더욱 중요하게 되는 "탈추격형(post catch-up)기술개발 시대"로 진입하고 있으며, 이런 시대에서는 기술과 관련된 제도나 규범, 표준 등도 기술개발의 초기단계 부터 함께 고려해야 하는 시기이기 때문이다(송위진, 2007). "Fast following" 시절이 아니라 "First Moving" 시대로 진입하기 위해서는 보다 더 많은 과학적 상상력과 아이디어들이 요구되는데, 기술적 기대에 대한 연구 역시 기존의 문헌, 특히, 시장분석적 연구 체도에 새로운 상상력을 불어넣어 줄 것으로 기대한다.

[참고문헌]

- 강범모(2010), "공기 명사에 기초한 의미/개념 연관성의 네트워크 구성", 한국어의미학회, 「한국어 의미학」 32: 1-28
- 김영옥·박성철(2005), 「과학 보도와 과학 저널리즘」, 한국언론재단
- 대니얼 라이프, 스티븐 레이시, 프레드릭 피코 지음, 배현석 번역(2001), 「미디어 내용분석 방법론」(1판), 커뮤니케이션북스, [Daniel Riffe, Stephen Lacy, Frederick G. Fico(1998), Analyzing Media Messages]
- 송위진, 박동오, 강운재(2007), 「탈추격형 기술혁신의 불확실성 대응 전략」, 과학기술정책연구원
- 손향구(2008), "배아줄기세포를 둘러싼 기대 역학 : 세포응용연구사업단 설립과정을 중심으로", 「과학기술학연구」, 8(1) : 55 - 95
- 도로시 넬킨, 김명진 번역(2010), 「셀링 사이언스 - 언론은 과학기술을 어떻게 다루는가」(1판), 궁리출판, [Drothy Nelkin(1995), Selling Science, W.H. Freeman and Company]
- 어터백, 김인수·김영배·서희호 번역(1997), 「기술변화와 혁신전략」, 경문사 [Utterback. J.(1994), Mastering the Dynamics of Innovation]
- 최봉기(2012), 「부상기술의 기대동역학 특성 연구」, 한국과학기술정보연구원
- 최봉기, 배국진, 박진서(2012), "신문 내용분석을 통한 나노기술의 기대 동역학 연구", 2012년

- 「한국과학기술학회 후기학술대회 자료집」 pp. 1 - 27 (2012.12.1)
- 한국과학기술기획평가원(2013), 「2013 KISTEP 10대 미래유망기술 선정에 관한 연구」
- 한국과학기술정보연구원(2012a), 「KISTI가 바라보는 미래유망기술 탐색」
- 한국과학기술정보연구원(2012b), 「미래기술백서 2013」
- Alireza Parandian, Arie Rip & Haico Te Kulve (2012), "Dual dynamics of promises, and waiting games around emerging nanotechnologies", *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(6) : 565-582, DOI: 10.1080/09537325.2012.693668
- Annette Ruef, Jochen Markard(2010), "What happens after a hype? How changing expectations affected innovation activities in the case of stationary fuel cells", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 22, No. 3, April 2010, 317--338
- Borup, Mads; Brown, Nik; Konrad, Kornelia; et al.(2006), "The sociology of expectations in science and technology", *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3-4) : 285-298
- Brown, N; Michael, M(2003), "A sociology of expectations: Retrospecting prospects and prospecting retrospects", *Technology Analysis & Strategic Management*, 15(1) : 3-18
- Gartner, "The Gartner Research Process and Methodologies - How our technology-related insight helps our clients make the right decisions, every day".
(<http://imagesrv.gartner.com/research/methodologies/methodologies.pdf>)
- van Lente, Harro; Bakker, Sjoerd(2010), "Competing expectations: the case of hydrogen storage technologies", *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(6) : 693-709
- van Lente, Harro(2012), "Navigating foresight in a sea of expectations: lessons from the sociology of expectations", *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(8) : Special Pages: 769-782
- van Lente Harro, Charlotte Spitters, Alexander Peine.(2013), "Comparing technological hype cycles: Towards a theory", *Technol. Forecast. Soc.Change* (2013),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.12.004>