

IT융합 분야의 연구기간에 따른 연구개발 성과 변화에 관한 연구

박재현* · 배용국**

I. 서론

최근 과학기술의 발전이 가속화되고 경제사회적 환경도 급변하면서 새로운 가치 창출의 필요성이 제기되고 있다. 이러한 상황에서 융합기술은 단일기술의 한계를 극복하면서 기존 산업의 경쟁력 제고, 신산업 창출은 물론 시급한 사회문제 해결의 역할을 해내고 있으며 그 범위가 점차 확대될 것으로 기대된다(류성한, 2015; Laband & Tollison, 2000). 특히 IT융합은 4차산업 분야에서 가능성이 탐색되고 있는데, 최문기(2008)는 그 광범위함 때문에 이전의 어떤 기술혁신이 가져온 파괴력보다 한층 더 큰 영향을 미치게 될 것이라 예측했으며, 소아영 외(2015)는 6T분류에 따른 영향요인 분석 결과 IT가 BT, NT, ST, ET, CT보다 융합R&D 과제의 효율성에 더 큰 영향을 준 것으로 분석했다. 한국의 IT융합의 기술수준은 '13년 기준, 1위 국가 대비 79.5%에 이르렀으며, '16년에는 90%에 다다를 것으로 예상된다(미래창조과학부, 2014).

본 연구에서는 산업융합의 촉매제로서 새로운 제품서비스 시장을 창출하는데 주도적인 역할을 하고 있는 IT융합기술을 중심으로 연구기간에 따른 연구개발 성과의 변화에 대해서 분석한다. 제II절에서는 기존 문헌 자료의 검토를 통해 연구목적 설정하고, IT융합과 IT일반 간의 성과 추이를 분석하기 위해 사용한 방법 및 자료를 기술한다. 제III절은 기술수명주기별, 연구개발단계별로 연구기간에 따른 성과 추이 및 IT융합의 요소기술에 대해서 분석한 결과를 제시한다. 마지막으로 제IV절에서는 분석결과를 해석하고 연구결과를 정리한다.

II. 연구목적 및 방법

2010년 7월에 발표된 「IT융합 확산전략」에서는 IT융합을 IT의 Sensing, Networking, Computing, Actuating 기술이 부품 또는 모듈로서 내재화되어, 타산업의 제품, 서비스 및 공정을 혁신하거나 새로운 부가가치를 창출하는 현상으로 정의하였다. Schumpeter는 주어진 자원을 재배치·재결합하여 새로운 가치를 창출함으로써 혁신이 가능하다고 하였는데 IT기술은 기계, 의료, 농업, 바이오, 금융 등 4차산업과의 융합을 통해 기존 산업에 새로운 가치를 부가한다는 점에서 기술혁신의 촉매제로서 역할이 가능할 것으로 보인다. 한편, 「IT 기술예측조사 2025」에 따르면 IT기술은 융·복합화가 급진전되고 있으며, 기술수명주기가 단축되고 R&D 투자의 위험성이 증대됨에 따라 전략적 기술기획을 위한 기술 예측의 중요성이 증대되고 있다(한국산업기술평가관리원, 2012).

기술수명주기는 시간이 경과함에 따라 성과가 창출되는 정도를 나타내는 지표로 사용(홍사균 외, 2006; Brockhoff, 1991)되는데 이는 연구개발 자원을 효율적으로 배분하기 위한 기준이 되는 매우 유용한 개념으로 연구개발 투자 회수 시점을 예측하는데 활용할 수 있다(Dussauge et al., 1987). 또한 그래프에서 가로축을 노력으로 놓고 세로축을 기술수준이라고 놓았을 때, 초기에는 느린 개선을 보이다가 그 후 급속도로 높은 개선을 보이고 기술의 한계선에 접근함에 따라 다시 느려지는 S-curve의 형태를 보이는데 이는 기술수준의 진

* 박재현, 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-2188, jaehyeon@kistep.re.kr

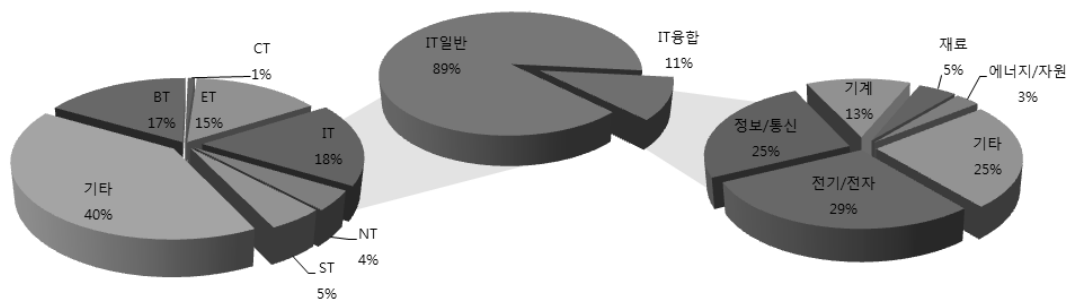
** 배용국, 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-2913, gook@kistep.re.kr

보율이나 기술이 시장에서 받아들여지는 수용률을 측정하는데 활용된다(Schilling, 2005).

본 연구는 IT가 기존 산업과 융합됨으로써 신기술의 등장을 촉진시킬 것이라는 가정 하에 기술수준의 진보 관점에서 분석하였다. 가로축을 연구연차로 놓고 세로축을 성과건수로 하는 분산차트를 이용하여 연구기간에 따른 성과추이를 비교하고 IT융합 내의 주요 요소기술의 특징에 대해서 분석하였다.

성과추이의 분석을 위해서 연구개발과제의 특성 중 연구개발단계와 기술수명주기를 활용하였다. 연구개발 단계는 Frascati Manual(OECD, 2002)의 정의에 따라 기초, 응용, 개발 연구의 3단계와 기타로 분류되며 기술 수명주기는 국가연구개발사업 조사 분석 보고서(KISTEP, 2015)에 따라 도입기, 성숙기, 성장기, 쇠퇴기와 기타로 구분된다. 성과 정보로는 SCI논문과 출원특허의 건수를 기준으로 하였는데 출원특허의 관측치가 등록특허에 비해 약 2.6배 많아 보다 명백한 성과 추이를 비교하기 위해 출원특허를 기준으로 채택했다.

자료는 2009년부터 2013년까지 5개년의 국가연구개발사업 조사 분석에 포함된 과제정보를 사용하였다. 6T분류 중 IT 분야 29,882개의 과제 정보를 대상으로 특징에 대해 분석하였다. 각 과제에는 국가과학기술표준분류체계에 따라 총 3개의 요소기술이 포함될 수 있는데 본 연구에서는 단일 기술로 연구된 과제를 IT일반으로, 2개 이상의 다른 기술이 활용된 과제를 IT융합으로 구분한다.

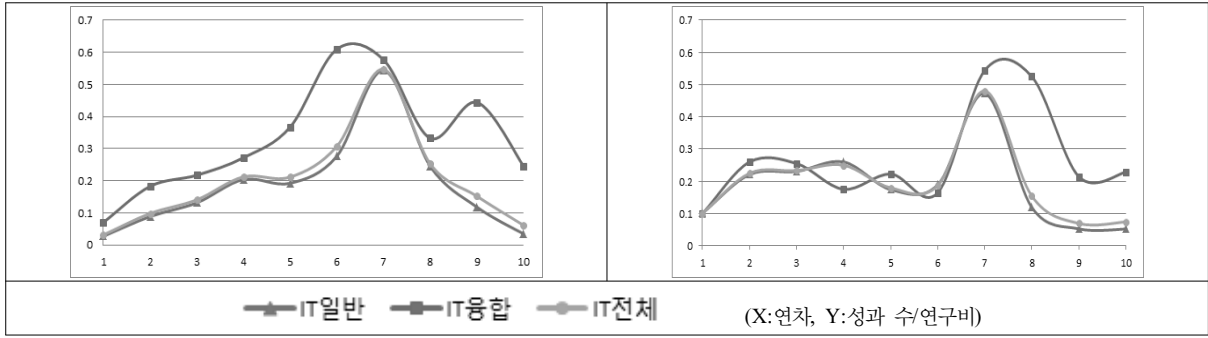


(그림 1) 5년간 IT융합 분야의 정부 R&D 투자 규모('09-'13)

III. 분석 결과

1. IT융합기술과 IT일반기술의 성과 추이

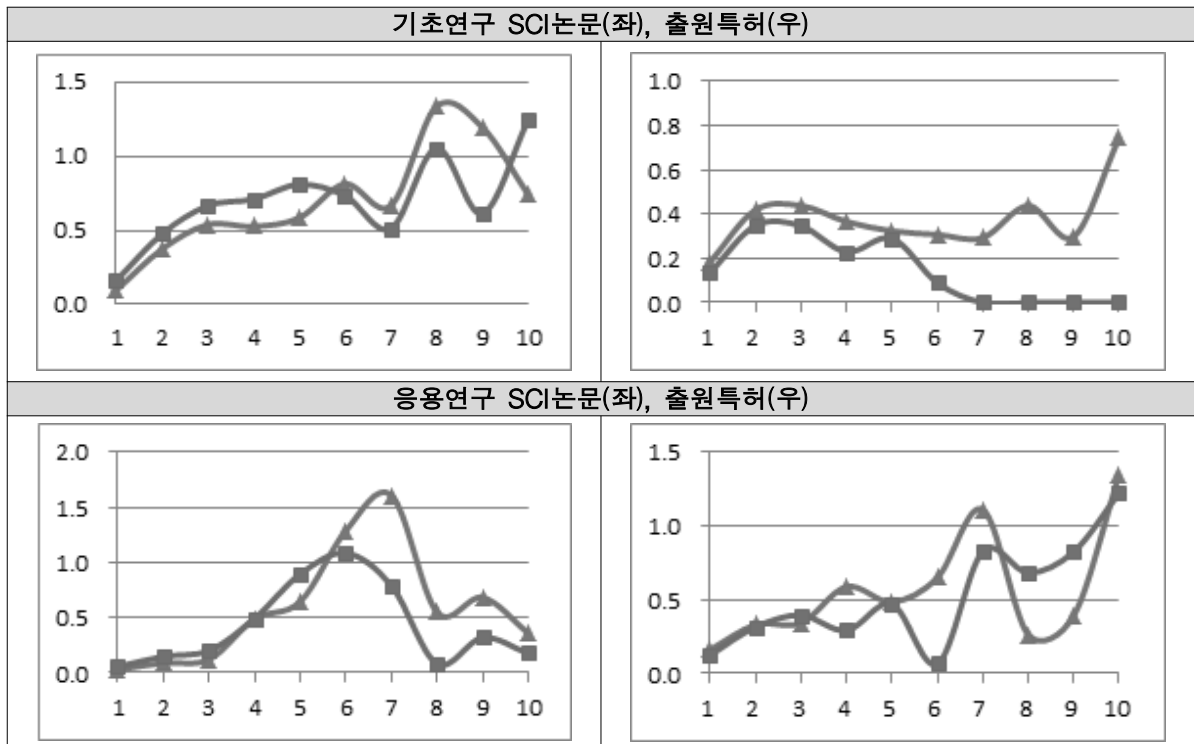
(그림 2)의 연구기간에 따른 SCI논문과 출원특허 성과추이를 살펴보면, IT융합기술은 IT일반기술에 비해 대부분의 연차에서 성과에서 우위를 점하고 있다. 특히 최대값을 기록하는 연차가 SCI논문이 6년차, 출원특허가 7년차, 등록특허가 8년차에 나타남으로써 기술이 연구되어 사업화에 이르는 일련의 과정을 보여준다. IT일반기술은 IT전체의 성과추이에 수렴되는 경향을 보이며 7년차에 SCI논문과 출원특허 성과 모두 최대값을 기록하고 8년차에 급격한 감소를 보인다.

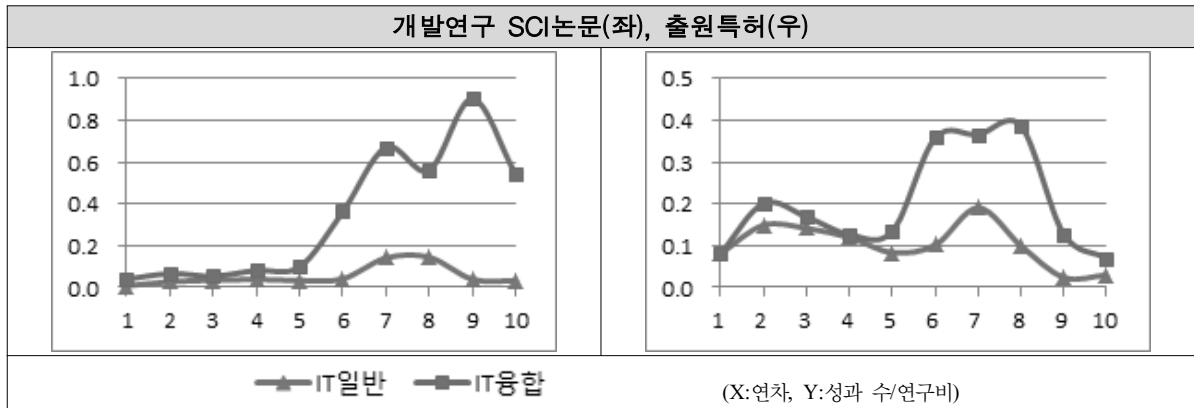


(그림 2) 연구기간에 따른 SCI논문(좌) 및 출원특허(우) 성과 추이

기술수명주기별로 IT융합과 IT일반 간의 성과 추이를 비교해보면, 기술의 불확실성이 존재하는 도입기에서는 전체적으로 IT일반기술이 IT융합기술에 비해 SCI논문과 출원특허 건수에서 높은 성과를 보인다. 반면 기술이전이 가능해지는 성장기에는 IT융합기술이 IT일반기술에 비해 우위를 차지한다. 기술이 표준화 일반화된 성숙기에서는 두 기술이 비슷한 성과 추이를 보이며 SCI논문 건수에서 융합기술의 최대치가 4년차, IT일반기술의 최대치가 7년차에 나타났다. 쇠퇴기는 과제 수 기준 관측치(0.06%)가 적어 분석에서 제외하였다.

(그림 3)의 연구개발단계별로 살펴보면 새로운 지식을 획득하기 위하여 이론적 또는 실험적 연구를 수행하는 기초연구 분야에서는 IT일반기술이 IT융합기술에 비해 상대적으로 높은 성과를 보여준다. 특히 출원특허의 경우 연차가 경과할수록 두 기술간 성과의 격차는 벌어지는데 이는 특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않는 기초연구의 특성으로 인해 목적 중심형 특징을 갖춘 융합연구의 성과가 낮게 나타난 것으로 보인다. 응용연구 분야에서는 IT일반기술이 다소 높은 성과를 보이며, 새로운 제품 및 장치를 생산하기 시작하는 개발연구에서는 연차가 지남에 따라 IT융합기술의 압도적인 우위가 나타난다.

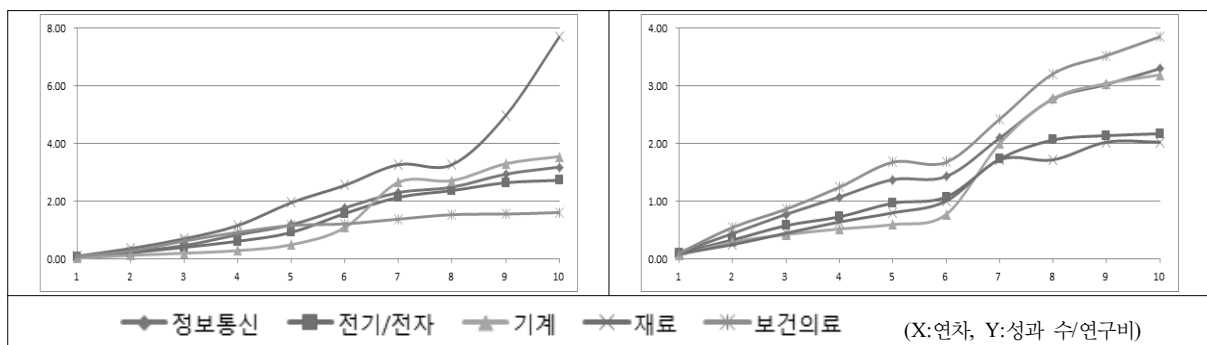




(그림 3) 연구기간에 따른 연구개발단계별 IT일반기술과 IT융합기술의 성과 추이

2. IT융합의 요소기술

앞서 IT일반기술과 IT융합기술 간의 성과 추이를 비교했다면 본 절에서는 IT융합에 활용되는 요소기술의 특징에 대해서 분석한다. IT융합을 구성하는 요소기술 중 융합빈도가 높은 순으로 살펴보면 정보/통신이 2,080회(27.4%)로 가장 높은 빈도로 융합이 발생했고, 전기/전자 1,832회(24.1%), 기계 685회(9.0%), 재료 387회(5.1%), 보건의료 276회(3.6%) 순으로 나타난다. 융합빈도 상위 10개 요소기술의 연구기간은 IT 전체 기술의 평균 연구기간인 1.8년보다 모두 길었으며, 연구비(1억원) 대비 SCI논문 건수는 물리학(0.56), 수학(0.56), 환경(0.46), 생명과학(0.46), 화학(0.38) 순으로, 출원특허 건수는 심리(0.56), 과학기술과 인문사회(0.43), 인지/감성과학(0.39), 보건의료(0.33), 교육(0.32) 순으로 나타난다. 융합빈도가 높은 상위 5개 요소기술을 대상으로 연구기간에 따른 누적 성과의 추이를 살펴보면 (그림 4)와 같다. 재료 관련 기술은 SCI논문 성과에서 9년차부터 가파른 상승 곡선을 보이며 he기술에 비해 우위를 보이지만 출원특허 성과에서는 연차가 지남에 따라 완만한 곡선을 보인다. 반면, 보건의료 관련 기술은 출원특허 성과에서 지속적인 성장세를 보이지만 SCI논문 성과에서는 연차가 거듭 될수록 가장 작은 성장 폭을 보인다.



(그림 4) 요소기술별 연구기간에 따른 SCI논문(좌) 및 출원특허(우) 누적 성과 추이

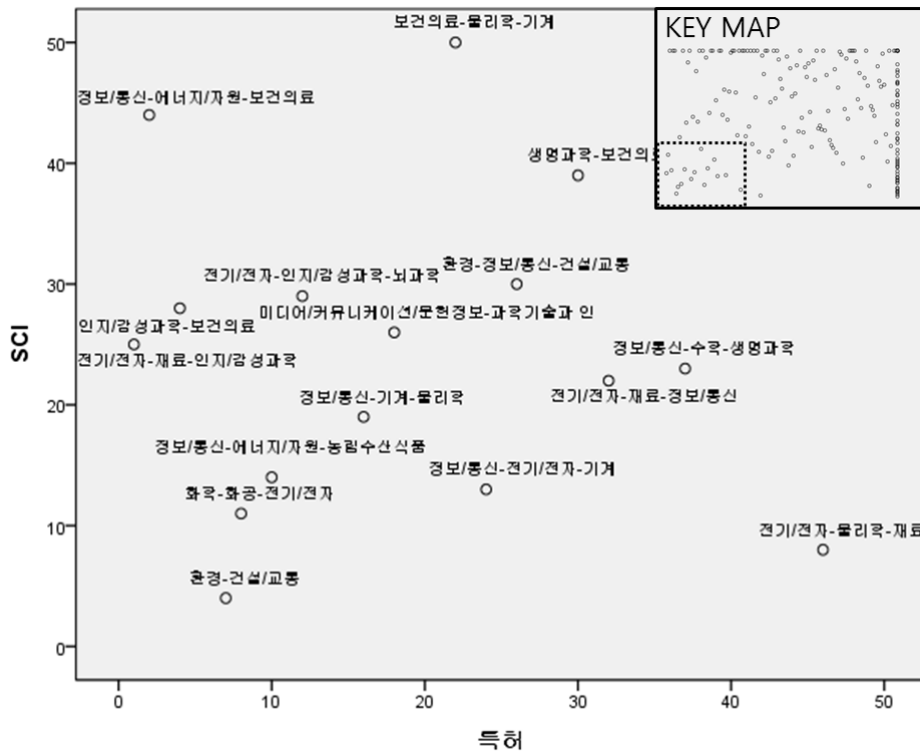
1개의 과제에는 최대 3개의 요소기술 정보가 포함되는데 분석대상에서 IT융합은 총 323개의 쌍을 이루고 있다. 그 중 연구비 대비 SCI논문 건수와 출원특허 건수가 높은 상위 10개 기술은 <표 1>과 같다. 수학-기계-정보/통신 융합기술이 SCI논문 건수에서 가장 높은 수치(3.50)를 보이며 전기/전자-물리학-생명과학(3.49), 원자력-물리학(3.33) 순으로 나타난다. 출원특허 건수는 전기/전자-재료-인지/감성과학(6.06), 정보/통신-에너지/

자원-보건의료(2.31), 정보/통신-인지/감성과학-심리(1.61)순으로 산출된다. 평균 연구기간을 살펴보면 환경-건설/교통, 정보/통신-에너지/자원-보건의료 2개의 기술이 3년 이상으로 비교적 장기간의 연구를 진행했으며 나머지 기술들은 평균과 비슷하게 나타난다.

<표 1> SCI논문과 출원특허 성과 상위 10개 융합기술

구분	요소기술1	요소기술2	요소기술3	연차(평균)	성과(건수)/정부연구비(억원)
SCI	수학	기계	정보/통신	2.0	3.50
	전기/전자	물리학	생명과학	2.0	3.49
	원자력	물리학		1.5	3.33
	환경	건설/교통		4.2	3.19
	농림수산식품	건설/교통	지리/지역/관광	1.0	3.03
	정보/통신	경제/경영	수학	1.8	2.83
	전기/전자	뇌과학	보건의료	2.0	2.33
	전기/전자	물리학	재료	2.6	2.29
	정보/통신	미디어/커뮤니케이션/문헌정보	법	1.0	2.24
	화공	전기/전자	건설/교통	1.0	2.22
출원특허	전기/전자	재료	인지/감성과학	2.0	6.06
	정보/통신	에너지/자원	보건의료	5.5	2.31
	정보/통신	인지/감성과학	심리	1.5	1.61
	인지/감성과학	보건의료		2.2	1.50
	정보/통신	문화/예술/체육	보건의료	2.0	1.39
	보건의료	기계	전기/전자	1.8	1.19
	환경	건설/교통		4.2	1.14
	화학	화공	전기/전자	2.0	1.12
	정보/통신	물리학	에너지/자원	2.0	1.11
	정보/통신	에너지/자원	농림수산식품	2.0	1.00

<표1>의 분석결과를 바탕으로 SCI논문과 출원특허의 연구비 대비 성과 건수에 따라 순위를 부여하고 두 성과 모두 50위 내에 해당하는 융합기술을 추출하면 16개의 요소기술이 나타난다. 환경-건설/교통(SCI논문 4위, 출원특허 7위), 화학-화공-전기/전자(SCI논문 11위, 출원특허 8위), 정보/통신-에너지/자원-농림수산식품(SCI논문 14위, 출원특허 10위) 등의 요소기술이 SCI논문과 출원특허 성과 모두 우수하게 나타나며, 16개의 요소기술 중 2개 기술을 제외한 14개 기술이 평균보다 장기간의 연구가 수행되고 있다.



(그림 5) IT융합 요소기술의 성과 순위

IV. 결론

2009년부터 2013년까지 5개년의 국가연구개발 조사 분석에 포함된 과제 중 6T 기준으로 IT 분야 29,882개의 과제 정보를 대상으로 IT융합(11%)과 IT일반(89%) 간의 연구기간에 따른 성과추이를 비교해보고 IT융합을 구성하는 요소기술들의 특징에 대해서 분석하였다.

IT융합은 IT일반에 비해 SCI논문과 출원특허 성과에서 우위를 점하고 있다. SCI논문 성과는 6년차에 가장 큰 폭의 성과차이를 보였으며, 출원특허 성과는 8년차에 가장 큰 폭의 성과차이를 보였다. 또한, IT융합은 기술수명주기의 성장기, 연구개발단계의 개발연구에서 IT일반에 비해 우수한 성과를 보이는데 이는 융합연구의 목적 중심 방향성이 반영된 결과로 보인다.

IT융합을 구성하는 요소기술 중 융합빈도가 높은 상위 5개 기술을 대상으로 누적 성과를 분석한 결과 재료 기술은 SCI논문 성과에서 9년차부터 가파른 상승 곡선을 보이며 he기술에 비해 우위를 보이지만 출원특허 성과에서는 연차가 지남에 따라 완만한 곡선을 보인다. 반면, 보건의료 기술은 출원특허 성과에서 지속적인 성장세를 보이지만 SCI논문 성과에서는 연차가 거듭 될수록 가장 작은 성장 폭을 보인다. IT융합 요소기술의 분석결과를 바탕으로 SCI논문과 출원특허 모두 우수한 성과를 보이는 16개의 요소기술을 제시하였는데 그 중 87.5%가 평균보다 장기간의 연구가 수행되었다.

본 연구는 급변하는 환경 속에서 IT가 기존 산업과 융합됨으로써 신기술의 등장을 촉진시킬 것이라는 가정 하에 다양한 측면에서 연구기간에 따른 성과추이를 분석했다. 현황을 분석하고 IT융합 분야의 주요 요소기술을 도출한 것에 연구의 의의가 있으나 신기술 예측을 위한 단서를 제공하지 못한 점, 분석 대상이 정부 R&D 과제에 한정된 점, 성과지표가 SCI논문과 출원특허에 한정된 점은 연구의 한계로 판단된다.

참고문헌

- 관계부처 합동 (2010), “IT융합 확산전략”.
- 류성한 (2015), “융합연구의 진화 과정에 대한 고찰”, 융합연구리뷰, 1(5) : 4-25.
- 미래창조과학부 (2014), “정보통신 진흥 및 융합 활성화 기본계획”.
- 소아영, 유제원, 서덕록 (2015), “국가융합연구개발사업의 효율성 분석”, 융합연구리뷰, 1(5) : 26-51.
- 최문기 (2008), “융합시대의 IT R&D 방향”, 「한국통신학회지」, 25(1) : 25-31.
- 한국과학기술기획평가원 (2015), “2014년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서”.
- 한국산업기술평가관리원 (2012), “IT 기술예측조사 2025”.
- 홍사균, 유의선, 황정태, 백훈 (2006), “정부연구개발사업의 추진구조와 성과의 상관관계 분석 기초연구를 중심으로”, 과학기술정책연구원, 정책연구 2006-08.
- Brockhoff K. (1991), “R&D cooperation between firms: a classification by structural variables”, *International Journal of Technology Management*, 6(3), 361-373.
- Dussauge, P., Hart, S. and Ramanantsoa, B. (1987), *Strategic Technology Management*, Paris: McGraw-Hill.
- OECD (2002), “Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development”, 77-82, Paris: OECD Publications Service.
- Foster R. (1986), “Innovation: The Attacker’s Advantage”, New York: Summit Books.
- Laband, D. N., & Tollison, R. D. (2000). Intellectual collaboration. *Journal of Political Economy*, 108, 632-662.
- Schilling, Melissa. A. (2005), *Strategic Management of Technological Innovation*, New York: McGraw-Hill.