

Evaluation of Program Effectiveness Using Panel Data : Focused on Fusion Technology Program

Heung-Kyu Kim*[†] · Won-Jin Kang** · Jin-Hee Bae***

*School of Business Administration, Dankook University

**Management of Technology Division, TECHNOVALUE

***Industry and Technology Policy Center, Korea Institute for Advancement of Technology

패널자료를 이용한 사업의 효과성 분석 : 산업융합원천기술개발사업을 중심으로

김흥규*[†] · 강원진** · 배진희***

*단국대학교 경영학부

**기술과가치 MoT본부

***한국산업기술진흥원 산업기술정책센터

When evaluating effectiveness of a program, there is a tendency to simply compare the performances of the treated before and after the program or to compare the differences in the performances of the treated and the untreated before-after the program. However, these ways of evaluating effectiveness have problems because they can't account for environmental changes affecting the treated and/or effects coming from the differences between the treated and the untreated. Therefore, in this paper, panel data analysis (fixed effects model) is suggested as a means to overcome these problems and is utilized to evaluate the effectiveness of fusion technology program conducted by Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea. As a result, it turns out that the program has definitely positive impacts on the beneficiary in terms of sales, R&D expenditure, and employment.

Keywords : Panel Data Analysis, Fixed Effects Model, Program Effectiveness, Fusion Technology Program

1. 서 론

어느 사업이 소기의 목적을 달성하였는지를 평가할 때 단지 수혜대상자의 수혜 전·후의 성과를 단순 비교하거나, 수혜집단과 비수혜집단의 수혜 전·후의 성과차이를 비교하는 경향이 있다[4, 5].

그러나 이러한 사업의 평가방법은 수혜대상 주변의 환경변화로 인한 영향을 고려하지 못하거나, 수혜집단과

비수혜집단 간의 차이로 인한 영향을 통제하지 못하여 잘못된 결론에 도달하게 할 수 있다.

다시 말해서 단지 수혜대상자의 수혜 전·후의 성과를 단순 비교할 때에는 성과에 영향을 미치는 관측되지 않은 요인이 시간에 고정적인 경우에만 타당하다고 할 수 있다. 또한 수혜집단과 비수혜집단의 수혜 전·후의 성과 차이를 비교할 때에는 수혜집단과 비수혜집단 사이에 사업에 따른 효과를 제외하고 성과에 영향을 주는 다른 요인에 차이가 없는 경우에만 타당하다고 할 수 있다[3, 4].

한편, 성과에 영향을 미치는 관측되지 않은 요인이 시간에 고정적이지 않으며, 수혜집단과 비수혜집단 사이에

사업에 따른 효과를 제외하고 성과에 영향을 주는 다른 요인에 차이가 있는 경우가 일반적이므로 위와 같은 사업의 평가방법은 바람직하다고 할 수 없다.

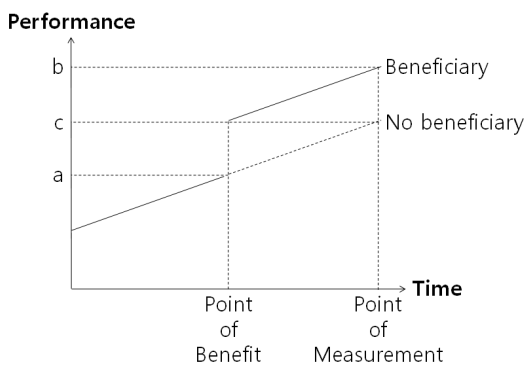
따라서 본 연구에서는 사업의 효과를 제대로 파악하기 위한 한 가지 방법으로 패널자료 분석(Panel Data Analysis)을 제안한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 이론적 배경으로 패널자료 분석을 살펴본다. 다음으로 패널자료 분석을 적용하여 산업통상자원부에서 시행하는 산업융합원천기술개발사업(IT융합)의 효과를 도출한다. 마지막으로 지금까지의 논의를 바탕으로 산업융합원천기술개발사업(IT융합)의 개선방안을 살펴본다.

2. 이론적 배경

사업의 효과를 제대로 파악하려면, 사업의 수혜를 받은 개체의 성과(factual outcome)와 만일 그 개체가 수혜를 받지 않았을 때의 성과(counter factual outcome)를 비교해야 하나, 후자는 관측될 수 없기 때문에 이를 대리할 수 있는 뭔가를 찾아야 한다. 한편, 가상성과를 대리할 수 있는 비교근거는 자신에게서 혹은 타인에게서 찾을 수 있다.

먼저 자신에게서 찾는 경우는 자신의 과거성과와 비교하는 것인데 이는 성과에 영향을 미치는 관측되지 않는 요인이 시간에 고정적인 경우에만 타당하다고 할 수 있다. 즉, 사업의 효과를 제대로 평가하기 위해서는 <Figure 1>에서 \bar{cb} 를 측정하여야 하나 사업으로부터 수혜를 받은 개체의 참여시점의 전·후 성과를 단순 비교하면 \bar{ab} 로 측정하는 오류가 발생한다[4].



<Figure 1> Comparing Performances

다음으로 타인에게서 찾는 경우는 자신과 동일한 특성을 갖는, 그렇지만 수혜여부만이 차이가 나는 타인의 성과와 비교해야 할 것이다. 이를 위한 계량경제학적 방

법으로 DID(Difference in Differences)가 있다[4].

DID는 사업이 시행됨으로써 영향을 받은 집단(처리 집단)과 그 영향을 받지 않은 집단(통제 집단)과의 차이를 통하여 그 사업의 효과를 측정하는 방법이라고 할 수 있다[4].

한편, DID를 적용하기에 앞서 필요한 가정이 있는데 이는 처리 집단과 통제 집단 간에 사업에 따른 효과를 제외하고 성과에 영향을 주는 다른 요인, 예를 들어 개체가 기업인 경우 업종, 업력, 지역, 규모 등에 차이가 없다는 것이다[4].

만약 이러한 가정이 만족되지 않는 경우, 즉 사전에 성과에 영향을 주는 다른 요인을 알 수 없거나 이러한 요인에 관한 충분한 시계열자료를 얻을 수 없을 때 사용할 수 있는 방법 중의 하나로 패널자료 분석을 고려할 수 있다.

여기서 패널자료(panel data)란 횡단자료(cross sectional data)와 시계열자료(time series data)를 하나로 통합한 자료라고 할 수 있다[1, 10].

따라서 패널자료의 분석으로부터 개체 간의 차이는 물론 시간경과에 따른 개체의 변화추이를 고려할 수 있다. 패널자료 분석의 가장 큰 장점은 무엇보다도 관측되지 않은 개체간의 이질성(unobserved heterogeneity)을 통계적으로 제어할 수 있다는 것이다.

<Figure 2>의 패널자료에서 종속변수 $y_{i,t}$ 는 개체 i 의 t 기에서의 성과를 나타내며, 독립변수 $x_{i,t}$ 는 개체 i 의 t 기에서의 사업의 수혜여부를 나타내는 더미변수이다.

Cross Section	Time Series	Y	X
1	1	y_{11}	x_{11}
1	2	y_{12}	x_{12}
1	3	y_{13}	x_{13}
...
1	T	y_{1T}	x_{1T}
2	1	y_{21}	x_{21}
2	2	y_{22}	x_{22}
2	3	y_{23}	x_{23}
...
2	T	y_{2T}	x_{2T}
...
...
...
...
...
...
...
N	1	y_{N1}	x_{N1}
N	2	y_{N2}	x_{N2}
N	3	y_{N3}	x_{N3}
...
N	T	y_{NT}	x_{NT}

<Figure 2> Panel Data

한편, N 개의 개체를 T 기간 동안 관찰하여 얻은 <Figure 2>의 패널자료에서 개별 관측치 $y_{i,t}$ 는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 x_{i,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

식 (1)에서 개체간의 이질성이나 시간효과가 존재하는 경우, 즉 설명변수 $x_{i,t}$ 와 교란항 $u_{i,t}$ 사이에 상관관계가 있는 경우, 사업의 효과 β_1 을 추정하기 위하여 합동최소자승법(Pooled Ordinary Least Square Method)을 이용하게 되면 편의된(biased) 결과를 얻게 된다[5, 9].

한편, 식 (1)의 교란항 $u_{i,t}$ 는 식 (2)에 나타난 바와 같이 개체 만에 의한 영향 v_i , 시간 만에 의한 영향 τ_t , 그리고 오차항 $\epsilon_{i,t}$ 로 구분할 수 있다. 식 (2)에서 개체 만에 의한 영향 v_i 는 개체 i 의 고유한 특성(예 : 기업의 경우 CEO의 경영철학, 종업원의 열정 등)이 성과에 미치는 영향을 나타낸다. 그리고 식 (2)에서 시간 만에 의한 영향 τ_t 는 시간이 경과함에 따라 개체 모두에게 미치는 사건(예 : 거시적인 경제충격, 제도의 변화 등)이 성과에 미치는 영향을 나타낸다[1, 10].

$$u_{i,t} = v_i + \tau_t + \epsilon_{i,t} \quad (2)$$

따라서 패널자료 분석에서는 개체 만에 의한 영향 v_i 와 설명변수 $x_{i,t}$ 사이의 상관관계를 고려하는 것이 관건이 된다.

한편, 일반적인 패널자료에서는 개체의 수 N 이 관측기간 T 보다 매우 크므로 시간 만에 의한 영향 τ_t 는 시간을 나타내는 더미변수를 이용하여 쉽게 파악할 수 있다[6].

패널자료 분석에서는 개체 만에 의한 영향 v_i 와 설명변수 $x_{i,t}$ 사이에 상관관계가 존재하면 고정효과 모형(fixed effects model)을, 그렇지 않으면 확률효과 모형(random effects model)을 사용한다[1].

본 연구의 분석대상인 산업융합원천기술개발사업(IT융합)에 참여하는 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 원래 진취적이고 건강한 기업일 가능성이 크므로, 즉 개체 만에 의한 영향 v_i 와 설명변수 $x_{i,t}$ 사이에 상관관계가 존재하리라 예상되므로 본 연구에서는 고정효과 모형을 고려한다.

고정효과 모형의 경우 개체별로 각 변수의 편차를 계산하여 얻은 식 (3)에 합동최소자승법을 이용하여 사업의 효과 β_1 을 추정한다[1, 10].

$$(y_{i,t} - \bar{y}_i) = \beta_1(x_{i,t} - \bar{x}_i) + (\tau_t - \bar{\tau}) + (\epsilon_{i,t} - \bar{\epsilon}_i) \quad (3)$$

식 (3)으로부터 개체 만에 의한 영향 v_i 는 더 이상 사

업의 효과 β_1 의 추정량에 편의를 발생시키지 않음을 알 수 있다. 따라서 패널자료 분석의 고정효과 모형을 사용함으로써 개체 간의 차이로 인하여 사업효과를 나타내는 추정량에 편의가 발생하는 현상을 방지할 수 있다.

3. 분석절차

3.1 사업소개

융합기술은 단일 기술의 한계를 극복하고, 새로운 제품 및 서비스 시장의 블루오션 영역을 창조하는 기술로 인식되고 있으나, 우리나라의 경우 융합을 위한 기반 및 사업화 인프라가 부족한 상태라고 할 수 있다.

이에 정부에서는 ‘국가융합기술 계획’(‘08. 11, 관계부처 공동), ‘국가융합기술 기본계획’(‘09. 6, 관계부처 공동), ‘국가정보화 기본계획’(‘08. 12, 행안부) 등에 산업융합기술개발 지원을 반영하였다.

그러나 이러한 차세대 혹은 고부가가치 산업을 위한 ‘IT융합’은 연구개발의 위험부담이 매우 크며 고가의 연구개발 장비가 요구되는 첨단인프라 및 기반투자형 분야라고 할 수 있다.

즉, 최근 선진국의 기술견제와 신흥 개도국의 시장잠식 등에 의해 반도체 · 자동차 · 조선 등 주력 수출산업이 성장한계에 직면함에 따라 이종 기술과 IT의 융합화, 예를 들어 이에 대한 돌파구 마련을 위한 방안이 되고 있다. 예를 들어 기존의 자동차에 IT · 반도체 · 콘텐츠 등을 융합하여 고품격 ‘스마트 카’로 차별화할 수 있다.

또한 이종기술과 IT기술간 융합, 예를 들어 도심 친화형 고안전 자율주행 자동차 기술, 선박 내 · 외부 고신뢰 통신기술 및 디지털 항해 기술, 기능성, 편리성을 극대화한 인텔리전트 섬유 기술, 결빙, 안개 등 재해발생상황을 사전 인지 및 능동적으로 제거하는 건설 인프라 기반 기술, 제조공정에 IT를 융합하여 공정상황을 모니터링 및 제어할 수 있는 지능형 제조 기술, 개인맞춤형 케어 시스템 기술 등은 기존 산업을 재편하거나 전혀 새로운 산업을 창출하리라 예상된다.

한편, ‘IT융합’은 연구개발의 위험부담이 매우 크며 고가의 연구개발 장비가 요구되는 첨단인프라 및 기반투자형 연구분야이다.

이에 정부에서는 국가주도의 안정적이고도 중장기적인 계획 하에 ‘IT융합’ 연구수행이 필요하다고 판단, 산업기술혁신촉진법 제11조(산업기술개발사업)에 근거하여 산업통상자원부 주관으로 주력산업의 경쟁우위 확보, IT융합기술경쟁력 확보, 산업화 조기 추진 등을 위하여 산업원천기술개발사업(IT융합)을 실시해오고 있다.

3.2 분석개요

본 연구에서는 산업통상자원부에서 시행하는 산업융합 원천기술개발사업(IT융합)의 효과를 파악하기 위해 사업 수혜에 의한 기업 성과에의 영향의 정도를 추정하고자 한다.

먼저 사업의 효과성 분석 대상은 수혜기업의 성과로 볼 수 있는 매출성장, R&D투자유인, 고용증가, 그리고 노동생산성증가이다. 한편, 연구소·대학을 포함한 비영리 법인은 성격상 성과변수가 매출, 고용 등이 아니기 때문에 영리기업만을 대상으로 한다.

수혜기업의 분포는 <Table 1>에 나타난 바와 같이 2007년 수혜기업 10개에서 2008년 수혜기업 14개로 다소 증가하다 이후 2009년 수혜기업 7개로 줄어드는 추세이다.

<Table 1> Distribution of Beneficiaries

Year	2007	2008	2009	Sum
f	10	14	7	31
%	32%	45%	23%	100%

먼저 (주)기업데이터 DB에서 수혜기업 31개과 비수혜기업 17,087개에 관한 자료를 수집한 다음 이로부터 수혜기업과의 비교를 위한 비수혜기업을 선정한다.

(주)기업데이터 DB에서 비수혜기업에 관한 표본크기가 수혜기업에 관한 표본크기보다 매우 크므로 사업분야(SIC소분류코드)를 기준으로 수혜기업과 동일하거나 가장 근접한 5개의 비수혜기업을 비교대상으로 선정하여, 수혜집단과 비수혜집단이 전혀 다른, 즉 소위 사과와 오렌지를 비교하는 오류를 범할 가능성을 배제한다[2, 8]. 이러한 비수혜집단의 선정을 위하여 통계S/W인 R 2.8.1, SPSS 18.0, 그리고 SPSS R plug-in을 사용한다[8].

여기서, 1개의 수혜기업당 5개의 비수혜기업을 비교대상으로 선정한 이유는 비수혜기업에 관한 표본크기가 수혜기업에 관한 표본크기보다 매우 큰 경우 일반적으로 1 : N 매칭이 1 : 1 매칭보다 추정치의 정확도 측면에서 우수하나, 이러한 장점은 1 : 5 매칭으로 충분하다고 알려져 있기 때문이다[7].

다음 패널자료 분석(고정효과 모형)을 위의 수혜집단과 비수혜집단에 적용하여 사업의 수혜 후 경과기간별 사업의 효과를 추정한다. 패널자료 분석(고정효과 모형)의 적용을 위하여 통계 S/W인 Stata 12.0을 사용한다[1].

3.3 효과추정

먼저 수혜집단과 비수혜집단이 포함된 패널자료에 패

널자료 분석(고정효과 모형)을 식 (4)에 적용하여 사업의 수혜여부에 따른 기업의 성과변화를 사업수혜연도별로 분석한다. 즉, 사업수혜연도별로 사업의 순효과를 파악하기 위하여 수혜연도별로 수혜의 효과가 수혜시점 이후 연평균 어느 정도의 크기로 나타나는지를 추정한다.

$$y_{i,t} = \beta_0 + \sum_{j=2001}^{2012} \delta_j \cdot yr_{t,j} + \sum_{k=2000}^{2011} \gamma_k \cdot by_{i,t,k} + \nu_i + \epsilon_{i,t} \quad (4)$$

식 (4)에서 $y_{i,t}$ 는 기업 i 가 해당년도 t 에서 이룬 성과, 즉 매출, R&D 투자, 고용 혹은 노동생산성을 나타내는 종속변수이며, $yr_{t,j}$ 는 해당연도 t 가 j 년도인지를 나타내는 더미변수이며, 그리고 $by_{i,t,k}$ 는 해당연도 t 가 사업 참여 후이고 수혜연도가 k 년도인지를 나타내는 더미변수이다. 한편, 기업 i 가 비수혜기업인 경우 해당연도 t 에 관계없이 $by_{i,t,k}$ 의 값은 모두 0이 된다.

따라서 식 (4)에서 모수 δ_j 를 추정하여 시간 만에 의한 영향을 파악할 수 있고, 모수 $\gamma_k (= \frac{\partial y_{i,t}}{\partial by_{i,t,k}})$ 를 추정하여 사업수혜연도별로 사업 참여로 인한 종속변수에의 영향, 즉 사업수혜연도별 사업의 순효과를 파악할 수 있다.

한편, 본 연구의 목적은 사업효과를 파악하는 것이므로 시간 만에 의한 영향에 관한 분석은 생략한다.

다음 사업수혜연도에 관계없이 수혜집단 전체와 비수혜집단이 포함된 패널자료에 패널자료 분석(고정효과 모형)을 식 (5)에 적용하여 사업의 수혜여부에 따른 기업의 성과변화를 경과기간별로 분석한다. 즉, 경과기간별로 사업의 순효과를 파악하기 위하여 경과기간별로 수혜의 효과가 수혜시점 이후 연평균 어느 정도의 크기로 나타나는지를 추정한다.

$$y_{i,t} = \beta_0 + \sum_{j=2001}^{2012} \delta_j \cdot yr_{t,j} + \sum_{l=2001}^{2012} \gamma'_l \cdot dr_{i,t,l} + \nu_i + \epsilon_{i,t} \quad (5)$$

식 (5)에서 $dr_{i,t,l}$ 는 해당연도 t 가 사업 참여 후 l 년이 경과한 년도인지를 나타내는 더미변수이다. 한편, 기업 i 가 비수혜기업인 경우 해당연도 t 에 관계없이 $dr_{i,t,l}$ 의 값은 모두 0이 된다.

따라서 식 (5)에서 모수 $\gamma'_l (= \frac{\partial y_{i,t}}{\partial dr_{i,t,l}})$ 를 추정하여 사업 참여로 인한 l 년 후 종속변수에의 영향, 즉 경과기간별 사업의 효과를 파악할 수 있다.

4. 분석 결과

4.1 수혜연도별 사업효과

먼저 수혜기업의 매출 증대 효과를 살펴보면 <Table 2>에 나타난 바와 같이 수혜연도별로 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 매출이 많게 나타나고, 이는 대부분 통계적으로도 유의하다. 또한 수혜기업의 경우 시간이 경과함에 따라 매출 증대 효과가 증가하는 경향이 있다.

<Table 2> Increases in Sales
(Unit : Million Won)

Year		t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
2007 (10 [*])	γ_k	5.4	6.0	9.7**	7.3	11.4
	p-val.	0.078	0.051	0.002	0.017	0.000
2008 (14)	γ_k	6.0	6.3	8.5	13.4	
	p-val.	0.020	0.014	0.001	0.000	
2009 (7)	γ_k	14.5	19.2	28.7		
	p-val.	0.000	0.000	0.000		

* The number in the parenthesis represents the number of beneficiaries.
** Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

다음 수혜기업의 R&D 지출 증대 효과를 살펴보면 <Table 3>에 나타난 바와 같이 수혜연도별로 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 R&D 지출이 많게 나타나고, 이는 상당부분 통계적으로도 유의하다. 한편, 2008년, 그리고 2009년 수혜기업의 경우 R&D 지출 증대 효과가 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향이 있다.

<Table 3> Increases in R&D Expenditure
(Unit : Million Won)

Year		t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
2007 (10 [*])	γ_k	0.1	0.3	0.7**	0.1	0.5
	p-val.	0.684	0.251	0.011	0.689	0.096
2008 (14)	γ_k	0.4	0.7	1.2	1.7	
	p-val.	0.061	0.004	0.000	0.000	
2009 (7)	γ_k	1.7	2.4	4.2		
	p-val.	0.000	0.000	0.000		

* The number in the parenthesis represents the number of beneficiaries.
** Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

또한 수혜기업의 고용 증대 효과를 살펴보면 <Table 4>에 나타난 바와 같이 수혜연도별로 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 고용이 많게 나타나고, 이 중 상당부분은 통계적으로도 유의하다. 특히 2008년과 2009년 수혜기업의 경우 고용 증대 효과가 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향이 있다.

<Table 4> Increases in Employment
(Unit : Person)

Year		t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
2007 (10 [*])	γ_k	.1	3.9	24.8	31.3**	19.1
	p-val.	0.994	0.742	0.059	0.014	0.134
2008 (14)	γ_k	1.9	9.3	22.7	37.5	
	p-val.	0.847	0.400	0.036	0.002	
2009 (7)	γ_k	.6	19.6	26.2		
	p-val.	0.964	0.143	0.041		

* The number in the parenthesis represents the number of beneficiaries.
** Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

마지막으로 수혜기업의 노동생산성 증대 효과를 살펴보면 <Table 5>에 나타난 바와 같이 수혜연도별로 차이는 있지만 대부분 수혜기업이 비수혜기업에 비해 노동생산성이 많게 나타나나, 그 차이는 매우 미미하며 통계적으로는 유의하지 않다.

<Table 5> Increases in Labor Productivity
(Unit : Million Won)

Year		t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
2007 (10 [*])	γ_k	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1
	p-val.	0.559	0.109	0.740	0.998	0.474
2008 (14)	γ_k	0.1	-0.1	0.1	0.1	
	p-val.	0.441	0.273	0.694	0.461	
2009 (7)	γ_k	0.0	0.1	0.3		
	p-val.	0.902	0.725	0.074		

* The number in the parenthesis represents the number of beneficiaries.

4.2 시간경과별 사업효과

먼저 수혜기업의 매출 증대 효과를 살펴보면 <Table 6>에 나타난 바와 같이 수혜 후 경과기간에 따라 다소 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 매출이 많게 나타나며, 이는 통계적으로도 유의하다.

<Table 6> Increases in Sales
(Unit : Million Won)

	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
γ_i	7.5*	9.3	13.5	10.8	11.4
p-val.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f	31	31	31	24	10

* Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

다음 수혜기업의 R&D 지출 증대 효과를 살펴보면 <Table 7>에 나타난 바와 같이 수혜 후 경과기간에 따라 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 R&D 지

출이 높게 나타나며, 이는 대부분 통계적으로도 유의하다. 또한 수혜 후 시간이 경과함에 따라 일정수준까지 R&D 지출이 더욱 증가하다가 이후 증가폭이 둔화하는 경향이 있다.

<Table 7> Increases in R&D Expenditure
(Unit : Million Won)

	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
$\hat{\gamma}_i$	0.7*	1.0	1.7	1.0	0.5
p-val.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087
f	31	31	31	24	10

* Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

또한 수혜기업의 고용 증대 효과를 살펴보면 <Table 8>에 나타낸 바와 같이 수혜 후 경과기간에 따라 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 고용이 많이 나타나며, 이는 상당부분 통계적으로 유의하다. 또한 수혜 후 시간이 경과함에 따라 일정수준까지 고용이 더욱 증가하다가 이후 증가폭이 둔화하는 경향이 있다.

<Table 8> Increases in Employment
(Unit : Person)

	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
$\hat{\gamma}_i$	3.0	10.2	26.3*	35.2	19.1
p-val.	0.657	0.116	0.000	0.000	0.079
f	31	31	31	24	10

* Shaded cell denotes that corresponding p-value is less than .05.

마지막으로 수혜기업의 노동생산성 증대 효과를 살펴보면 <Table 9>에 나타낸 바와 같이 수혜 후 경과기간에 따라 차이는 있지만 수혜기업이 비수혜기업에 비해 노동생산성이 많이 나타나나, 그 차이는 매우 미미하며 통계적으로는 유의하지 않다.

<Table 9> Increases in Labor Productivity
(Unit : Million Won)

	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5
$\hat{\gamma}_i$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
p-val.	0.581	0.534	0.735	0.703	0.270
f	31	31	31	24	10

5. 결론

본 연구에서는 성과에 영향을 미치는 관측되지 않은 요인이 시간에 고정적이지 않거나, 사업에 따른 효과를

제외하고 성과에 영향을 주는 다른 요인이 동일한 수혜 집단과 비수혜집단을 구할 수 없을 때 사업의 효과를 제대로 파악하기 위한 한 가지 방법으로 패널자료 분석의 적용을 제안하고, 산업통상자원부에서 시행하는 산업융합원천기술개발사업(IT융합)에 패널자료 분석(고정효과 모형)을 적용하여 동 사업의 효과를 도출하였다.

그 결과 전반적으로 수혜기업은 비수혜기업에 비해 매출이 많고, 이는 대부분 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 또한 R&D 투자와 고용의 경우에도 매출의 경우와 비슷한 경향을 보였다.

한편, 매출은 수혜기업이 비수혜기업에 비해 시간이 경과함에 따라 더욱 증가하는 경향이 보였으나, R&D 투자와 고용의 측면에서는 어느 시점까지 증가폭이 커지다가 이후 증가폭이 둔화하는 경향을 보였다.

이는 사업수혜의 효과는 매출측면에서는 상당기간 지속되나, R&D 투자와 고용측면에서는 일정기간동안만 유지되는 경향이 있는 것으로 해석될 수 있다.

마지막으로 수혜기업이 비수혜기업에 비해 노동생산성이 많다고 할 수 있는 통계적 근거를 발견할 수 없었다.

이는 사업수혜의 효과로 노동생산성의 향상은 배제하여야 한다는 것으로 해석될 수 있다.

따라서 융합원천기술개발사업(IT융합)의 효과를 제고하기 위해서는 수혜기업에서 R&D 투자와 고용의 증가폭이 시간이 경과함에 따라 일정수준까지만 증가하다가 이후 둔화되는 원인을 규명하고, 이에 관한 적절한 대책을 강구하여야 할 것이다.

Acknowledgement

This study has been partially supported by R&D Evaluation Program of Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea in 2013.

References

- [1] Bruderls, J., *Panel Data Analysis*. Germany, University of Mannheim, 2005.
- [2] Caliendo, M. and Kopeinig, S., *Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching*. USA, Institute for the study of Labor, 2005.
- [3] Frankfort-Nachmias, C. and Nachmias, D., *Research Methods in the Social Sciences*. USA, Worth Publishers; 2008.
- [4] Kim, H., Evaluating Effectiveness of a Government's Supporting Program through Sequential Applications of PSM and DID. *Information Systems Review*, 2013, Vol.

- 15, p 141-150.
- [5] Korea Employment Information Service. *A Study on Employment Effect Estimation Methodologies for Major Financial Programs*, Korea, Ministry of Employment and Labor, 2010.
- [6] Mendenhall, W., Wackerly, D.D., and Scheaffer, R.L., *Mathematical Statistics with Applications*. USA, Duxbury, 1995.
- [7] Ming, K. and Rosenbaum, P., Substantial gains in bias reduction from matching with a variable number of controls. *Biometrics*, 2000, Vol. 56, p 118-124.
- [8] Thoemmes, F., *Propensity score matching in SPSS*. Germany, University of Tübingen, 2012.
- [9] Thoemmes, F. and Kim, E.S., A Systematic Review of Propensity Score Methods in the Social Sciences. *Multivariate Behavioral Research*, 2011, Vol. 46, p 90-118.
- [10] Wooldridge, J., *Introductory Econometrics : A Modern Approach*. USA, Thompson, 2003.