

펄토 융합기술 기반구축사업 타당성 분석 연구*

김대호(목원대학교 서비스경영학부)**

김태형(목원대학교 대학원 석사과정)***

국 문 요 약

펄토 융합기술은 펄토초(10^{-15} 초) 레이저 및 이를 활용한 융합 기술을 의미한다. 펄토 융합기술은 공간상의 극한기술인 나노(10^{-9})기술과 비견되는 기술로 시간영역의 극한 기술이다. 국가주력성장산업인 모바일, 반도체, 디스플레이 산업은 모두가 초소형화, 고집적화가 진행되고 있으며, 이를 구현하기 위해서는 초미세, 초정밀 펄토 융합 공정기술들의 개발이 필요하다. 하지만 펄토 융합기술 개발에 필수적인 펄토초 레이저 제작 기술은 국내 일부 연구진만이 보유하고 있는 실정이다. 이런 국내 현실을 반영하여 정부 차원에서 정보통신산업 연구기반 구축 사업으로 “펄토 융합기술 기반 구축” 사업을 시행하고 있다. 본 연구는 펄토 융합기술 기반 구축” 사업의 타당성을 분석을 하는데 그 목적이 있다. 사업 타당성 분석 방법으로 AHP (analytic hierarchy processing) 분석 방법을 적용하였고, AHP 분석결과 종합평점이 0.55이상이면 그 사업이 타당성이 있는 것으로 판단하며 평가자 전원 모두가 종합 평점에 있어서 0.55이상의 평가를 하고 있으며, 종합평점이 0.846 이므로, 이 사업에 대한 타당성이 있는 것으로 분석되었다

핵심주제어: 펄토초, 융합기술, 벤처창업, 타당성분석, 기반구축사업, AHP

I. 서론



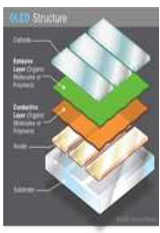
1.1 펄토 융합기술 동향

펄토 융합기술은 펄토초(10^{-15} 초) 레이저 및 이를 활용한 융합 기술을 의미한다. 펄토 융합기술은 공간상의 극한기술인 나노(10^{-9})기술과 비견되는 기술로 시간영역의 극한 기술이며 차세대 기술 선점을 위해 세계적으로 경쟁이 치열한 기술이다.

1960년에 루비레이저가 발명된 이후 레이저 기술은 많은 진보를 이루어 왔다. 특히 레이저의 펄스폭을 줄여 보다 많은 에너지를 짧은 시간동안에 쏟아내는 고휘력 레이저를 개발하기 위한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다. Q스위칭 기술의 등장으로 나노초의 레이저 펄스를 생성할 수 있었으며, 모드록킹 기술이 개발되어 레이저 펄스폭은 피코초에 도달하였고 펄토초 영역의 펄스 생성도 가능해졌다(Lopez-Martens 2005). 이런 극초단 고휘력 레이저 기술의 발달은 그 자체로도 의미가 있지만 이를 이용한 산업기술은 광범위한 첨단 산업을 지원하는 핵심 기술로 자리 잡고 있다(Lee et al. 2005).

펄토 융합기술은 모바일, 반도체, 디스플레이, LED, 태양전지 등의 제작 공정에서 초미세, 초고속, 비열, 재료무의존 가

공기술을 이용함으로써 소내 내부 재질 공정, low-K material 공정, pattern repair 공정, wafer dicing 공정과 같은 신공정에 도입되고 있으며, 또한 펄토초 레이저 라식, 스텐트 제작과 같은 의료 산업 전분야로도 급속히 확산되고 있다. 이런 광범위한 첨단 산업 분야에서 펄토초 레이저를 활용한 신기술 확보가 가능함에도 불구하고, 국내에서는 관련 기업들의 전문성, 인력 부족, 재정 부담 등의 이유로 펄토 융합기술 개발 및 응용이 초기 단계에 머물러 있는 실정이다.

모바일	반도체	디스플레이
		
<ul style="list-style-type: none"> - 소재 표면 처리 공정 - 소재 내부 개질 공정 - 모서리(edge) rounding 	<ul style="list-style-type: none"> - Low-K material 공정 - Pattern repair 공정 - Wafer dicing 공정 	<ul style="list-style-type: none"> - Pattern 제작 공정 - 나노 박막 절단/수정 공정 - 기타 나노 난가공

<그림 1> 펄토 융합기술 공정 예

* 이 논문은 2013년도 목원대학교 학술연구 지원사업에 의하여 연구되었음.

이 논문은 2011년도 정부재원(교육과학기술부 사회과학연구지원사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-330-B00205).

** 주저자, 목원대학교 서비스경영학부 교수, mis6306@daum.net

*** 공동저자, 목원대학교 서비스경영학 석사과정, rucachi@naver.com.

· 투고일: 2013.02.22

· 게재확정일: 2013-03-19

1.2 연구 목적 및 필요성

국가주력성장산업인 모바일, 반도체, 디스플레이 산업은 모두가 초소형화, 고집적화, 초박막화가 진행되고 있으며, 이를 구현하기 위해서는 초미세, 초정밀 펄스 융합 공정기술들의 개발이 필요하다. 하지만 펄스 융합기술 개발에 필수적인 펄스 레이저 제작 기술은 국내 일부 연구진(고등광기술연구소, 한국과학기술원, 한국원자력연구원, 한국표준연구원)만이 보유하고 있는 실정이며, 대학 및 연구소 등에서 펄스 융합기술 개발 연구가 일부 수행되고 있으나, 기초 연구 및 초미세 가공기술 개발에만 국한되고 있다.

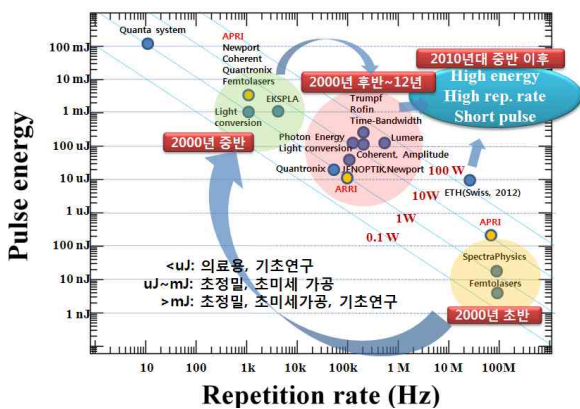
일부 대기업(삼성 전자, 삼성 코닝, LG 디스플레이, LG 이노텍 등)에서 펄스 레이저를 활용하여 대량 생산에 적합한 펄스 레이저 가공공정 및 융합공정 개발을 시도하는 단계이며 중소기업(오스템, 한빛레이저, 한국전광, 우리로광통신, 읍도원, 마이크로인스펙션(주), (주)골드텔, (주)퍼니스텍, 포코)에서는 펄스 융합기술을 고부가가치 소량 생산에 적합한 펄스 융합제품 개발에 활용하기 시작했지만 아직까지는 초기 단계에 있다.

국내 대기업 및 중소기업은 펄스 융합기술의 중요성은 깊이 인식하나, 펄스 융합기술 개발용 장비의 부족과 기술적 한계 및 전문 인력의 절대 부족으로, 펄스 융합기술을 신공정 및 신제품 개발에 적극 활용하지 못하는 실정이다.

이런 국내 현실을 반영하여 정부 차원에서 2010년 지식경제부 R&D 사업 체계 개편을 통해 정보통신산업 연구기반 구축 사업으로 “펄스 융합기술 기반 구축”사업을 시행하고 있다.

펄스 융합기술 기반구축 사업은 총 기간 3년으로 40.02억원의 소요 비용을 계획하고 있으며, 정부가 75%에 해당하는 30억원, 민간 종자 기업들이 25%에 해당하는 10.02억 원을 부담하는 사업이다. 2012년 1차년도 추진 목표를 보면 <표 1>와 같다.

본 연구는 정보통신 연구기반구축 사업 중 “펄스 융합기술 기반 구축” 사업의 타당성을 분석하고 나아가 국가연구개발사업의 타당성 분석에 새로운 발전방안을 제시하는데 그 목적이 있다.



<그림 2> 산업용 펄스초/피코초 레이저 기술 로드맵(2012년)

<표 1> 펄스 융합기술 기반구축사업 연차별 주요 연구시설·장비 구축내용

구분	주요 연구시설·장비 구축내용	과제내용과의 연관성
1차 년도	- 수십 MHz, 1 W급 피코초 오실레이터 - 1 kHz 펄스초 레이저용 초정밀 가공 시스템 - 100 kHz, 펄스초 레이저 출력 업그레이드 - 고차조화파 EUV 광원 발생 시스템 - 양성자 발생용 박막 타겟 제조 시스템 - T-ray 발생 및 검출 시스템	펄스 융합기술 산업화 기반 구축을 위한 펄스초 레이저, 초정밀 가공장비, 2차선원 발생 장치
2차 년도	- 수십 MHz, 10W급 피코초 오실레이터 - 100 kHz 펄스초 레이저 초정밀 가공 시스템 - EUV/X-ray용 1 kHz 펄스초 레이저 시스템 - 양성자/전자 radiography 시스템 - T-ray 기반 비접촉 측정 시스템	펄스 융합기술 산업화 기반 구축을 위한 펄스초 레이저, 초정밀 가공장비, 2차선원 이용 장치
3차 년도	- 불투과형 x-ray 발생 장치	펄스 융합기술 산업화 기반 구축을 위한 2차선원 발생 장치

1.3 기존 사업성 평가방식

최근까지 예비사업의 사업성 평가방식은 순현재가치법, 비용편익분석, 그리고 내부 수익률 등이 대표적이며, 경제성 확보에 초점을 두고 있다. 주요내용은 다음과 같다.

첫째, 순현재가치법(NPV; Net Present Value)은 사업추진에 따른 총 편익과 총 비용의 현재가치화한 차이를 기준으로 결정된다. 즉, 그 차이가 양(+)이면 경제성이 있고, 음(-)일 경우에는 경제성이 없는 것으로 평가한다. 따라서 2개 이상의 예비 사업의 경제성을 평가할 경우, NPV가 큰 순서대로 우선 순위를 결정할 수 있다.

둘째, 비용편익분석(B/C; benefit-cost ratio)은 총 편익을 총 비용으로 나눈 값을 가지고 예비사업의 경제성을 평가한다. 즉, B/C 값이 1보다 클 경우, 해당사업이 경제성이 있으며, 작을 경우에는 경제성이 없는 것으로 평가한다.

셋째, 내부수익률(IRR; Internal Rate of Return Method) 방식이 있다. IRR은 순현재가치가 '0'이 될 때의 수익률을 의미한다. 즉, 내부수익률 방식은 예비사업의 예상되는 투자액의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜주는 할인율에 의해서 대상 사업의 경제성을 평가한다. 따라서 IRR 방식은 장기간에 걸친 해당사업의 현재가치를 '0'으로 하는 수익률이 얼마인가를 알아보는 방식으로 IRR이 예상수익률 보다 클 경우 경제성이 있으며, 작을 경우에는 경제성이 없는 것으로 평가된다. NPV와 B/C는 이자율을 사전에 결정해야 하는 어려움이 있으나, IRR 방식은 이자율을 사전에 추정할 필요가 없다는 장점이 있다.

한편 전통적인 평가방식 이외에도 기업에서는 투자비회수 기간(Pay-Out), 투자회수율(ROI 또는 ROE), 탐사성공률 같이 다양한 평가방식을 활용하고 있다. 예를 들어,자원개발의 경우, 탐사성공률이 사업추진의 중요한 평가기준이 되며, 약 20% 이상의 성공률이 있을 경우, 투자를 긍정적으로 검토하

는 경우가 여기에 포함된다. 또한 환경사업의 경우, 규제강도(예: 총량 또는 농도규제 등)에 따라 사업추진에 대한 결정이 달라지며, 해외 진출 시에는 해당국가의 리스크(country risk)는 사업 추진의 중요한 의사결정의 한 부분을 차지한다.

따라서 해당사업의 추진여부는 예비사업의 특성에 따라서 적합한 평가방식을 적용함이 무엇보다 중요하다. 특히, 팜토 융합기술 기반건축사업의 사업성 평가는 기존의 경제성 중심의 평가방식을 고려함은 물론, 최근 중요시되고 있는 환경적, 사회적 측면을 어떻게 고려하는가에 대한 고민이 필요하다.

이에 본 연구에서는 팜토 융합기술 기반건축사업의 사업성 평가를 위해서 제반 여건을 동시에 반영할 수 있는 평가방식으로서, 평가지표를 선정하고 이에 대한 중요도(가중치)를 반영한 AHP 평가 방식을 제안하였다.

1.4 계층분석법(AHP)

사안별 가중치 결정에 대해서는 다양한 방식이 활용되고 있다. Hinkle(1965)의 경우 지표의 중요도에 대해서 ‘개인의 심리적 측면’을 강조하였다. 즉, 자신이 중요시하는 부분의 변화에 대해서 부정적이라는 점을 주장하면서, 개별사안에 대한 중요도의 상대적인 크기는 달라질 수 있으나, 우선순위가 바뀌지 않음을 강조하였다. 즉, 수많은 지표 중에서 개별 지표의 중요도를 정확하게 파악하는 것은 어려워도 그 순서를 파악할 수 있다는 것이다.

한편 Hokkanen(1994)은 사안별 가중치를 결정하는 과정에서 응답자가 중요하다고 생각하는 점수를 매기도록하여, 가장 많은 점수를 받은 사항의 평균값을 가지고 가중치를 결정하였다. 응답자는 1~7의 값을 선택하도록 하여, 가중치를 결정하였는데, 특정 사안에 대해서는 응답자의 최고 높은 점수가 집중됨으로써, 극단적으로 높은 평가를 받게 되거나 극단적으로 낮은 평가가 나올 수 있다는 단점이 있다. 이는 중요도를 표현하는 값(예; 1~7의 값)이 중복 적용하도록 함으로써, 발생한 문제였다.

통계학자 Simos(1990)은 각각의 평가기준에 대해 중요도의 점수를 한 번씩만 적용하도록 하여 가중치를 결정하였다. 즉, 15개의 평가기준이 있다면 중요도에 대한 점수는 1~15점으로 하여, 가중치를 결정하는 방식이다. 이는 극단적인 가중치의 차이를 극복할 수 있는 방안이지만 실제 평가대상이 10개 이상이 될 경우, 실효성은 적은 것으로 나타났다.

한편 Saaty(1980)는 가중치 결정방식으로 계층적 분석방법(analytic hierarchy process; 이하 AHP)을 제안하였다. AHP는 의사결정의 전 과정을 여러 단계로 나누어 단계별로 쌍대비교(1:1비교)를 수행함으로써, 최종적인 의사결정(가중치 결정)에 도달하는 방법이다. AHP는 정량적인 분석이 곤란한 의사결정 분야에서 전문가들의 정성적인 지식을 활용하여, 경쟁요소의 가중치를 도출하는데 유용하게 적용되는 것으로 평가되고 있다.

특히, AHP 분석과정에서 응답자의 논리적 일관성 유지 여

부를 확인할 수 있는 일관성비율(Consistency Ratio)1)을 통해 의사결정의 합리성과 논리성을 높일 수 있는 것으로 평가받고 있다.

이에 본 논문에서는 평가지표의 중요도에 대한 가중치 결정은 구체적인 분석프로세스가 정립되어 있으며, 분석결과에 대한 신뢰성을 신속하게 확인할 수 있는 AHP 방식을 활용하여 결정하도록 하였다.

1.5 계층구조 설계

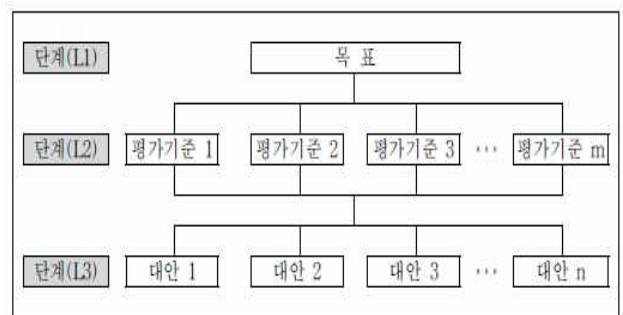
계층분석법은 계량적 접근이 어려운 분야의 의사결정을 하는 경우 경험을 조직화 구조화 및 체계화하여 평가요소의 가중치를 설정하는 방법으로 의사결정단계에서 수학적 모형으로 적합하도록 고안한 의사결정기법 이다(Saaty & Vargeas 2001). 다시 말해 의사결정의 목표, 또는 평가기준이 다수이며 복잡한 경우 상호 배반적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원 기법으로 하나의 정성적(qualitative)요소를 포함하는 다기준 의사결정 기법이다. 이 AHP를 통한 의사결정은 일반적으로 다음 7단계를 거친다(Park, 2007).

단계 1. 목표의 설정 및 주요 요인 도출

우선 계층 구조를 설정하기 위해 평가 목표와 대안을 명확히 하고, 평가에 중요한 요인들을 도출해 낸다.

단계 2. 의사결정모델 설정

전 단계를 통해 파악한 요소들 사이의 종속관계를 찾아내고 군집화하여 최상위 계층에는 평가 목표를 명시해 두고, 그 다음 계층(level 1)에 목표에 영향을 미친다고 파악된 평가요소를, 그 다음 계층(level 2)에는 세부 평가기준들을 나타내고 최하위 수준에는 평가 대안들을 위치시킨다.



<그림 3> 계층분석법의 의사결정구조

단계 3. 쌍대비교를 통한 요소들의 평가

우선 평가요소 계층(level 1)들 각각에 대해 쌍대비교를 수행한다. 각 평가요소 계층에 대해서 얻어진 쌍대 비교치에 대해서 각 행렬 요소 값을 계산하여 쌍대행렬을 생성한다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

<그림 4> 일대일 비교에 의한 쌍대비교 행렬

단계 4. 평가 요소간의 상대적 중요도 계산

요소들의 상대적 중요도는 일반적으로 합이 1인 가중치 (weight)들로 나타낸다.

단계 5. 대안들 사이의 상대적 중요도 계산

각 요소들에 대한 대안들의 중요도를 얻기 위해서 요소 간 상대적 중요도 단계 4에서와 동이과 과정을 수행함으로써 대안들의 상대적 중요도를 나타내는 가중치 벡터를 구한다.

단계 6. 총 중요도 계산

요소 간 상대적 중요도 단계 4에서 얻은 요소들 사이의 중요도와 대안들 사이의 상대적 중요도 단계 5에서 얻은 각 요소에서의 대안들 간의 중요도를 곱함으로써 각 대안의 만족도를 산출해 낼 수 있으며, 이 값을 비교하여 대안들을 평가하게 된다.

단계 7. 논리성 일관성의 검증

쌍대비교를 통한 요소들의 평가결과를 통합하기 전에 각의 사결정 참여자의 판단에 대한 타당성 검증이 필요하다. AHP 분석은 각 응답자 판단의 논리적 일관성을 일관성 비율 (Consistency ratio: CR)을 기준으로 하여 신뢰도를 측정할 수 있다. 이러한 일관성 비율의 값은 일반적으로 0.1 이하가 되어야 판단의 일관성이 있고, 각 항목별 가중치가 의미가 있는 것으로 간주된다. 그러나 사회과학 분야의 연구 조사에서는 설문 문항의 특성상 각 상·하위 기준간의 독립성 확보가 어렵다는 점을 감안하여 0.2 이내까지를 허용범위로 하고 있다(Saaty, 1994).

1.6 자료의 수집

1.6.1 각 평가 항목별 설문 구성

우선순위 분석을 위한 설문구성은 첫째, 최상위 평가항목 (기술, 정책, 경제 등) 대하여 중요도를 조사하기 위한 쌍대비교 문항으로 구성되어 있으며, 둘째, 각 대항목별 세부항목과 세세항목들에 대한 상대적 중요도를 조사하기 위한 쌍대비교 문항들로 구성하였다.

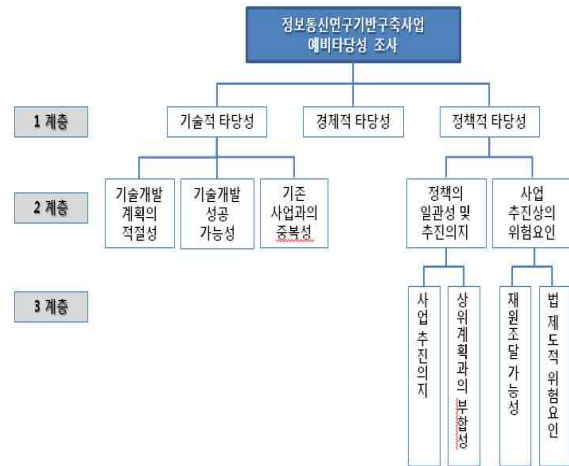
설문을 위한 척도는 9점 리커트(Likert) 등간척로 하여 상대적 중요도에 따라 표기하였다. 또한 성과평가의 기준에 대한 쌍대비교를 묻는 문항에서는 양극단의 것을 쌍대비교하는 것으로 중간의 1을 중심으로 중요도가 크다고 생각되는 쪽에 가깝게 표기된다.

1.6.2 평가자의 선정

연구개발부문 예비타당성조사의 최종결론을 도출하는 평가자는 총괄기관의 연구진과 사업별로 구성된 연구진의 기획위원으로 하였다. PD를 포함한 총괄기관의 연구진과 7인 내외의 자문위원이 최종평가자로 참여하였으며, 균형 잡힌 의견 반영을 위해서 자문위원 집단을 기술전문가 집단과 정책 및 경제 전문가 집단으로 구분한 후 각각의 집단에서 최대 최소 점수를 제외하고 나머지 응답결과를 가지고 종합평점을 도출하는 것을 원칙으로 하였다.

II. 본론

한국개발연구원 예비타당성조사 일반지침에서는 일관성비율의 허용치를 0.15로 설정하였으며, 0.15를 초과하는 응답자에 대해서는 환류과정을 통하여 응답일관성을 높일 것을 제안하였다. 또한 본 조사에는 당초 7명이 참석하였으나, 1명은 1차 응답을 잘못하여 재차 응답을 요청하였으나 끝내 답변을 하지 않아 총 6명의 응답으로 분석을 실시하였다. 1계층 평가 항목인 기술적 타당성, 정책적 타당성 그리고 경제적 타당성의 쌍대 평가 결과는 다음과 같다.



<그림 5> 연구기반구축사업 예비타당성조사 AHP 기본 계층구조

2.1 제 1계층 평가 항목 분석

제1계층에 있는 3가지 기준들의 가중치는 <표 2>에서 보는 바와 같이 평가자 개인마다 가중치를 부여하는 기준에 많은 차이가 있는 것으로 나타났다.

제 1계층 분석 결과 정책적 타당성의 가중치가 0.461로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 기술적 타당성이 0.405 그리고 경제적 타당성 0.134 순으로 나타났다.

<표 2> 제1계층 평가자 분석 결과

	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1	5	0.420
정책성		1	9	0.511
경제성			1	0.069
평가자 1		불일치도 = 0.04		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1	1	0.333
정책성		1	1	0.333
경제성			1	0.333
평가자 2		불일치도 = 0.00		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1	8	0.479
정책성		1	7	0.458
경제성			1	0.063
평가자 3		불일치도 = 0.02		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	3	3	0.600
정책성		1	1	0.200
경제성			1	0.200
평가자 4		불일치도 = 0.00		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1	5	0.435
정책성		1	7	0.487
경제성			1	0.078
평가자 5		불일치도 = 0.01		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1/5	1	0.143
정책성		1	5	0.714
경제성			1	0.143
평가자 6		불일치도 = 0.00		
	기술성	정책성	경제성	가중치
기술성	1	1/1.09	2.90	0.405
정책성		1	3.61	0.461
경제성			1	0.134
통합평균		불일치도 = 0.00		

2.2 제 2계층 평가항목 분석

제 2계층인 기술적 타당성, 정책적 타당성 그리고 경제적 타당성에 각각 3개, 2개 그리고 1개의 평가항목이 속해 있다. 기술적 타당성과 정책적 타당성 별로 가중치에 대한 분석을 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 기술적 타당성의 하위 계층 분석

기술적 타당성의 하위계층은 기술개발계획의 적정성(계획성), 기술개발 성공의 가능성(성공성) 그리고 기존 사업과의 중복성(중복성) 등으로 구성되며, 이들 간의 쌍대비교 분석 결과는 다음과 같다.

제 2계층 3가지 기준들의 가중치는 <표 3>에서 보는 바와 같이 평가자 개개인마다 가중치를 부여하는 기준에는 차이가

있는 것으로 나타났다. 기술개발 계획의 적정성이 0.557로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 기술 개발의 성공 가능성으로 0.257로 나타났다. 또한 기존 사업과의 중복성이 0.186로 나타났다.

<표 3> 제2계층(기술적 타당성) 분석결과

	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	1	1/3	0.185
성공성		1	1/5	0.156
중복성			1	0.659
평가자 1		불일치도 = 0.03		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	1	5	0.435
성공성		1	7	0.487
중복성			1	0.078
평가자 2		불일치도 = 0.01		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	3	3	0.594
성공성		1	1/2	0.157
중복성			1	0.249
평가자 3		불일치도 = 0.05		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	1	5	0.455
성공성		1	5	0.455
중복성			1	0.091
평가자 4		불일치도 = 0.00		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	5	4	0.687
성공성		1	2	0.186
중복성			1	0.127
평가자 5		불일치도 = 0.09		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	7	7	0.778
성공성		1	1	0.111
중복성			1	0.111
평가자 6		불일치도 = 0.00		
	계획성	성공성	중복성	가중치
계획성	1	2.17	2.98	0.557
성공성		1	1.38	0.257
중복성			1	0.186
통합평균		불일치도 = 0.00		

2.2.2 정책적 타당성의 하위 계층 분석 결과

정책적 타당성의 하위계층은 정책의 일관성 및 추진의지(일관성) 그리고 사업 추진상의 위험요인(위험성) 등으로 구성되며, 이들 간의 쌍대비교 분석결과는 다음과 같다.

제 2계층 3가지 기준들의 가중치는 <표 4>에서 보는 바와 같이 평가자 개개인마다 가중치를 부여하는 기준에는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 정책의 일관성 및 추진의지(일관성) 그리고 사업 추진상의 위험요인(위험성) 각각의 가중치는 0.745, 0.255로 분석되었다.

<표 4> 제2계층(정책적 타당성) 분석결과

	일관성	위험성	가중치
일관성	1	1/7	0.125
위험성		1	0.875
평가자 1		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	7	0.875
위험성		1	0.125
평가자 2		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	5	0.833
위험성		1	0.167
평가자 3		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	5	0.833
위험성		1	0.167
평가자 4		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	5	0.833
위험성		1	0.167
평가자 5		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	5	0.833
위험성		1	0.167
평가자 6		불일치도 = 0.00	
	일관성	위험성	가중치
일관성	1	2.92	0.745
위험성		1	0.255
통합평균		불일치도 = 0.00	

2.3 제 3계층 평가항목 분석 결과

기술개발 계획의 적정성은 “기획과정의 적정성(기획)”, “사업목표의 적정성(목표)” “사업구성 및 내용의 적정성(구성)”, 그리고 “추진 체계의 적정성(체계)” 등 4개의 평가항목이 제 3계층으로 구성되어 있다. 이들 간의 쌍대비교 분석 결과는 다음과 같다.

2.3.1 기술개발계획의 적정성 하위 계층 분석

제 3계층 4가지 기준들의 가중치는 <표 5>에서 보는 바와 같이, 평가자 개개인 마다 가중치를 부여하는 기준에 차이가 있는 것으로 나타났다. “기획과정의 적정성(기획)”, “사업목표의 적정성(목표)”, “사업구성 및 내용의 적정성(구성)” 그리고 “추진 체계의 적정성(체계)” 등 4개의 통합적인 가중치는 각각 0.211, 0.466, 0.184, 0.139 등으로 분석되었으며, 3계층의 기술개발 계획의 적정성의 가중치는 각각 0.211, 0.466, 0.184, 0.139로 나타났다.

<표 5> 제3계층(기술개발계획의 적정성) 분석 결과

	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1	7	1	0.301
목표		1	5	5	0.455
구성			1	1/5	0.051
체계				1	0.193
평가자 1		불일치도 = 0.13			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1/3	1	5	0.189
목표		1	5	7	0.573
구성			1	7	0.193
체계				1	0.046
평가자 2		불일치도 = 0.09			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1/5	1/5	1	0.077
목표		1	3	5	0.534
구성			1	6	0.316
체계				1	0.074
평가자 3		불일치도 = 0.07			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1	1/3	1/3	0.130
목표		1	1/3	1	0.178
구성			1	1	0.389
체계				1	0.303
평가자 4		불일치도 = 0.06			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1/3	1	1/2	0.140
목표		1	3	3	0.495
구성			1	1	0.165
체계				1	0.200
평가자 5		불일치도 = 0.02			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1	5	5	0.417
목표		1	5	5	0.417
구성			1	1	0.083
체계				1	0.083
평가자 6		불일치도 = 0.00			
	기획	목표	구성	체계	가중치
기획	1	1/1.89	1.15	1.27	0.211
목표		1	2.69	3.71	0.466
구성			1	1.43	0.184
체계				1	0.139
통합평균		불일치도 = 0.01			

2.3.2 기술개발 성공 가능성 하위 계층 분석

기술개발 성공 가능성은 “기술 추체분석의 적절성”, “기술 수준 분석의 적절성” 등 2개의 평가항목이 제 3계층으로 구성되어 있다. 이들 간의 쌍대비교 분석 결과는 다음과 같다.

제 3계층 2가지 기준들의 가중치는 앞의 <표 6>에서 보는 바와 같이 평가자 개개인 마다 가중치를 부여하는 기준에는 약간의 상충성이 존재하는 것으로 나타났다. 종합적으로 기술수준 분석의 적절성을 더 중요하게 인식하는 것으로 나타났다. “기술 추체 분석의 적절성”, “기술수준 분석의 적절성” 등 2개의 통합적인 가중치는 각각 0.454, 0.546 등으로 분석

되었다.

<표 6> 제3계층(기술개발 성공 가능성) 분석결과

	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 1		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 2		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	1/5	0.167
기술분석		1	0.833
평가자 3		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 4		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	1/3	0.250
기술분석		1	0.750
평가자 5		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	5	0.833
기술분석		1	0.167
평가자 6		불일치도 = 0.00	
추세분석	1	1/1.20	0.454
기술분석		1	0.546
통합평균		불일치도 = 0.00	

2.3.3 기존 사업과의 중복성 하위 계층 분석

기존 사업과의 중복성은 “사업 수준의 중복성(사업)”, “과제 수준의 중복성(과제)” 그리고 “지원규모의 중복성(규모)” 등 3개의 평가항목이 제 3계층으로 구성되어 있다. 이들 간의 쌍대 비교 분석 결과는 다음과 같다.

제 3계층 3가지 기준들의 가중치는 <표 7>에서 보는 바와 같이 평가자 개개인마다 가중치를 부여하는 기준에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 대체적으로 지원규모의 중복성을 더 중요하게 인식하는 것으로 나타났다.

“사업 수준의 중복성(사업)”, “과제 수준의 중복성(과제)” 그리고 “지원규모의 중복성(규모)” 등 3개의 통합적인 가중치는 각각 0.256, 0.184, 0.559 등으로 분석되었다.

<표 7> 제3계층(기존 사업과의 중복성) 분석결과

	사업	과제	규모	가중치
사업	1	1	1	0.333
과제		1	1	0.333
규모			1	0.333
평가자 1		불일치도 = 0.00		
사업	1	1	1	0.333
과제		1	1	0.333
규모			1	0.333
평가자 2		불일치도 = 0.00		
사업	1	3	1/5	0.202
과제		1	1/5	0.097
규모			1	0.701
평가자 3		불일치도 = 0.13		
사업	1	1	1/3	0.200
과제		1	1/3	0.200
규모			1	0.600
평가자 4		불일치도 = 0.00		
사업	1	5	1/3	0.297
과제		1	1/3	0.086
규모			1	0.618
평가자 5		불일치도 = 0.13		
사업	1	1	1/5	0.143
과제		1	1/5	0.143
규모			1	0.714
평가자 6		불일치도 = 0.00		
사업	1	1.57	1/2.47	0.256
과제		1	1/2.69	0.184
규모			1	0.559
통합평균		불일치도 = 0.01		

2.3.4 정책일관성 및 추진의지 하위 계층 분석

정책의 일관성 및 추진 의지는 “상위 계획과의 부합성(상위계획)”과 “사업 추진의지 및 선호도(추진의지)” 등 2개의 평가항목이 제3계층으로 구성되어 있다. 이들 간의 쌍대비교 분석 결과는 다음과 같다.

제 3계층 2가지 기준들의 가중치는 <표8>에서 보는 바와 같이, 평가자 개개인 마다 가중치를 부여하는 기준에 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 대체적으로 상위 계획과의 부합성을 더 중요하게 보고 있다. “상위 계획과의 부합성(상위 계획)”과 “사업 추진의지 및 선호도(추진의지)” 등 2개의 통합적인 가중치는 각각 0.300, 0.700 등으로 분석되었다.

<표 8> 제3계층(정책일관성 및 추진 의지) 분석결과

	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 1		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 2		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1/5	0.167
기술분석		1	0.833
평가자 3		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1	0.500
기술분석		1	0.500
평가자 4		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1/3	0.250
기술분석		1	0.750
평가자 5		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	5	0.833
기술분석		1	0.167
평가자 6		불일치도 = 0.00	
	추세분석	기술분석	가중치
추세분석	1	1/1.20	0.454
기술분석		1	0.546
통합평균		불일치도 = 0.00	

2.3.4 사업 추진상의 위험요인 하위 계층 분석

사업 추진상의 위험요인은 “재원조달의 가능성(재원조달)”과 “제도적 위험요인(위험요인)” 등 2개의 평가항목이 제 3계층으로 구성되어 있다.

제 3계층 2가지 기준들의 가중치는 <표 9>에서 보는 바와 같이, 평가자 개개인 마다 가중치를 부여하는 기준에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 재원조달의 가능성을 훨씬 더 중요하게 인식하는 것으로 나타났다.

“재원조달의 가능성(재원조달)”과 “제도적 위험요인(위험요인)” 등 2개의 통합적인 가중치는 각각 0.729, 0.271 등으로 분석되었다.

<표 9> 제3계층(사업추진상의 위험요인) 분석결과

	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	9	0.900
위험요인		1	0.100
평가자 1		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	7	0.875
위험요인		1	0.125
평가자 2		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	6	0.857
위험요인		1	0.143
평가자 3		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	3	0.750
위험요인		1	0.250
평가자 4		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	1/3	0.250
위험요인		1	0.750
평가자 5		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	1	0.500
위험요인		1	0.500
평가자 6		불일치도 = 0.00	
	재원조달	위험요인	가중치
재원조달	1	2.69	0.729
위험요인		1	0.271
통합평균		불일치도 = 0.00	

III. 종합분석 및 결론

본 연구에서는 AHP를 이용하여 사업 타당성 분석을 실시하였다. AHP는 “계층적 분석 과정/방법” 또는 “분석적 계층화 과정”이라고 할 수 있다. 즉, 의사결정의 전 과정을 여러 단계로 나눈 후 이를 단계별로 분석 해석함으로써 합리적인 의사결정에 이를 수 있도록 지원해 주는 방법으로 현존하는 의사결정방법 중 가장 과학적이고 강력한 의사결정 방법이라고 할 수 있다.

3.1 각 항목별 가중치 산정 결과

본 연구의 평가항목 계층구조는 총 3계층으로 구성되며 최상위 계층인 대항목의 가중치도 쌍대비교에 의해 가중치를 설정하였다. 각 계층의 평가항목별 가중치 산정 결과는 다음의 <표 10>과 같다.

기술적 타당성에서 종합 0.405로 나타났으며, 정책 타당성은 0.461, 경제적 타당성은 0.134로 나타났다.

<표 10> 팜토 융합기술의 각 항목별 가중치 산정 결과

평가항목	종합	평가자1	평가자2	평가자3	평가자4	평가자5	평가자6
기술적 타당성	0.405	0.420	0.333	0.479	0.600	0.435	0.143
기술개발계획의 적정성	0.226	0.078	0.145	0.285	0.273	0.299	0.111
기획과정의 적절성	0.048	0.023	0.027	0.022	0.035	0.042	0.046
사업목표의 적절성	0.105	0.035	0.083	0.152	0.049	0.148	0.046
사업 구성 및 내용	0.042	0.004	0.028	0.090	0.106	0.049	0.009
추진 체계의 적절성	0.031	0.015	0.007	0.021	0.083	0.060	0.009
기술개발의 성공가능성	0.104	0.066	0.162	0.075	0.273	0.081	0.016
기술추세 분석	0.047	0.033	0.081	0.013	0.137	0.020	0.013
기술수준 분석	0.057	0.033	0.081	0.063	0.137	0.061	0.003
기존 사업과의 중복성	0.075	0.277	0.026	0.119	0.055	0.055	0.016
사업수준의 중복성	0.025	0.025	0.092	0.005	0.024	0.016	0.008
과제수준의 중복성	0.025	0.025	0.092	0.003	0.024	0.005	0.008
지원규모의 적정성	0.025	0.025	0.092	0.018	0.072	0.034	0.039
정책적 타당성	0.461	0.511	0.333	0.458	0.200	0.487	0.714
정책일관성 및 추진의지	0.343	0.064	0.291	0.382	0.167	0.406	0.595
상위계획과의 부합성	0.103	0.056	0.049	0.064	0.042	0.101	0.099
추진의지 및 선호도	0.240	0.008	0.243	0.318	0.125	0.304	0.495
사업 추진상의 위험요인	0.118	0.447	0.042	0.076	0.033	0.081	0.119
재원조달의 가능성	0.086	0.402	0.036	0.066	0.025	0.020	0.060
법 제도적 위험요인	0.032	0.045	0.005	0.011	0.008	0.061	0.060
경제적 타당성	0.134	0.069	0.333	0.063	0.200	0.078	0.143

<표 11> 팜토 융합기술 AHP 결과

평가자	종합		기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.764	0.236	0.633	0.367	0.862	0.138	0.833	0.167
2	0.884	0.116	0.879	0.121	0.873	0.127	0.900	0.100
3	0.860	0.140	0.874	0.126	0.860	0.140	0.750	0.250
4	0.830	0.170	0.847	0.153	0.859	0.141	0.750	0.250
5	0.836	0.164	0.845	0.155	0.856	0.144	0.667	0.333
6	0.812	0.188	0.897	0.103	0.778	0.222	0.900	0.100
종합평점	0.846	0.154	0.861	0.139	0.841	0.159	0.815	0.185
평가자수	6	0	6	0	6	0	6	0

3.2 AHP에 의한 종합 결론

항목별 쌍대비교를 통해 가중치 배정이 완료되면 각 평가항목을 기준으로 분석대상 사업을 시행하는 대안과, 시행하지 않는 대안에 대한 선호도를 점수로 부여하는 대안간 선호도 측정과정을 거쳤으며, 평정부여는 평가기준 가중치 설정과 마

찬가지로, Saaty의 9점 척도를 활용하였다. 다수의 항목별로 분석된 정보를 단일한 종합점수로 환산하고, 이를 근거로 사업 시행 대안과 미시행 대안 간에 최종적인 결론을 내렸다.

그 결과는 <표 11>과 같으며, 평가자 모두가 팜토 융합기술 사업의 시행에 대하여 타당성이 있는 사업으로 일치된 의견을 제시하였다.

Reference

- Hinkle, D.(1965), *The Change of Personal constructs from the viewpoint of a theory of construct implication*, Ph. D. Dissertation, Ohio State University.
- Hokkanen, J. and Salminen, P.(1994), *Choice of a solid waste management system by using the ELECTRE III method, Applying MCDA for Decision to Environment*, New York, NY; Holland Press.
- Lee, Y. S., Sung, J. H., Nam, C. H., Yu, T. J. and Hong, K. H.(2005), Novel method for carrier-envelope-phase stabilization of femtosecond laser pulses, *Optics Express*, 13(8), 2969-2976.
- López-Martens, R., Varjú, K., Johnsson, P., Mauritsson, J., Mairesse, Y., Salières, P., Gaarde, M. B., Schafer, K. J., Persson, A., Svanberg, S., Wahlström, C. and L'huillier A.(2005), Amplitude and Phase Control of Attosecond Light Pulses, *Physical Review Letters*, 94(3), 033001.
- Park, Y. T.(2007), *Knowledge management technology for the next generation of technological innovations*, Seoul; Saengneung Publisher.
- Saaty, T. L.(1994), How to make a decision: the Analytical Hierarchy Process, *Interface*, 24, 19-43.
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G.(2001), *Models, Methods, Concepts and Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Norwell, MA; Kluwer Academic Publishers.
- Evaluer, S. J.(1990), *Impacts on Environment*, Lausanne; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

A Feasibility Study on the Infrastructure Project of Femto Fusion Technology*

Kim, Dae Ho**
Kim, Tae Hyung***

Abstract

The femto fusion technology refers to not only the technology for femtosecond(10^{-15} second) laser and but also the fusion technology of its application. This technology is comparable to the nano technology, the extreme technology on the space, and is of extreme time-domain technology. Now, we need to develop the hyperfine and high-precision femto fusion process technology which allows to miniaturize and highly integrate the products of mobile, semiconductor and display industries, the national main focusing growth industries.

However, The femtosecond laser fabrication technology is essential in the development of fusion technology, but only a few of domestic researchers can handle the former. Under this condition, our government plans to develop the "femto fusion technology infrastructure project" as one of the ICT research infrastructure. So the purpose of this study is to analyze the feasibility of this project. We applied AHP(analytic hierarchy process) for this study. The final result shows that all the respondent's score is over 0.55 and the aggregated score is 0.846. And as a consequence, we can conclude that to do this project is feasible.

Key Words: Femto, Infrastructure Project, Feasibility Study, Analytic Hierarchy Process, Business Venturing

* This study was financially supported by academic research fund of Mokwon University in 2013.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2011-330-B00205).

** 1st-Author, Division of Service Management, Mokwon University, Professor.

*** Co-Author, Graduate School of Mokwon University, Graduate Student.