

풍력발전 산업 분야의 중소기업형 R&D 과제 발굴 기획연구

권영일*

I. 서론

풍력발전 기술은 바람으로부터 전기를 발전시키는 풍력발전 시스템 기술과 각각의 풍력발전 시스템을 설치하여 발전단지를 구축하는 발전단지 기술로 나눌 수 있다. 그 중 풍력발전 시스템은 블레이드의 공력(空力) 특성을 이용하여 바람의 운동에너지를 회전에너지로 바꾼 후, 회전에너지를 발전기에서 전기에너지로 변환시키는 장치로 설치 위치에 따라 해상용과 육상용으로 나눌 수 있다.

해상용 풍력발전 시스템의 기본적인 구조는 육상용과 동일하나 해상에서의 하중 특성에 맞게 설계하며 해상 특성상 염분에 견딜 수 있도록 설계 변경이 이루어진다. 풍력발전 시스템의 구성품으로는 에너지 전달 경로의 주요 부분을 차지하고 비용 면에서 높은 비중을 차지하는 블레이드, 기어박스, 발전기, 제어시스템 등이 있으며 이외에도 타워, 피치 시스템, 요 시스템, 전력변환시스템 등이 있다.

풍력발전은 신재생에너지 중 발전단가가 비교적 저렴하고 소요면적이 작아 국내 보급이 2006년 이후 연평균 20%씩 급증하여 2030년에는 신재생에너지원의 13%를 차지하는 우리나라 핵심 에너지산업으로 성장할 전망이다. 국내 풍력발전 시스템의 보급 여건 조성은 상당히 진전되었으나 거의 대부분의 풍력발전 시스템을 수입에 의존하고 있으며, 기술력은 선진국에 비해 5~10년 정도의 기술격차가 존재한다.

우리나라 풍력산업은 메인샤프트, 타워플랜지 등 단조품을 중심으로 수출에 주력하나 신규진입장벽이 낮고 풍력터빈 원가(가격)의 5~7%에 불과한 단조품 등의 부품이 대부분이다. 중소기업의 경우 소형 풍력발전 시스템이나 대형 풍력발전기의 고부가가치 핵심부품 개발에 선택과 집중할 필요가 있다.

지식경제부 중심의 그린에너지 전략 로드맵, 그린IT 전략 등을 통해 녹색기술에 대한 R&D 지원이 시행되고 있지만, 중소기업형 녹색기술 발굴에 대한 연구가 미흡하였다.

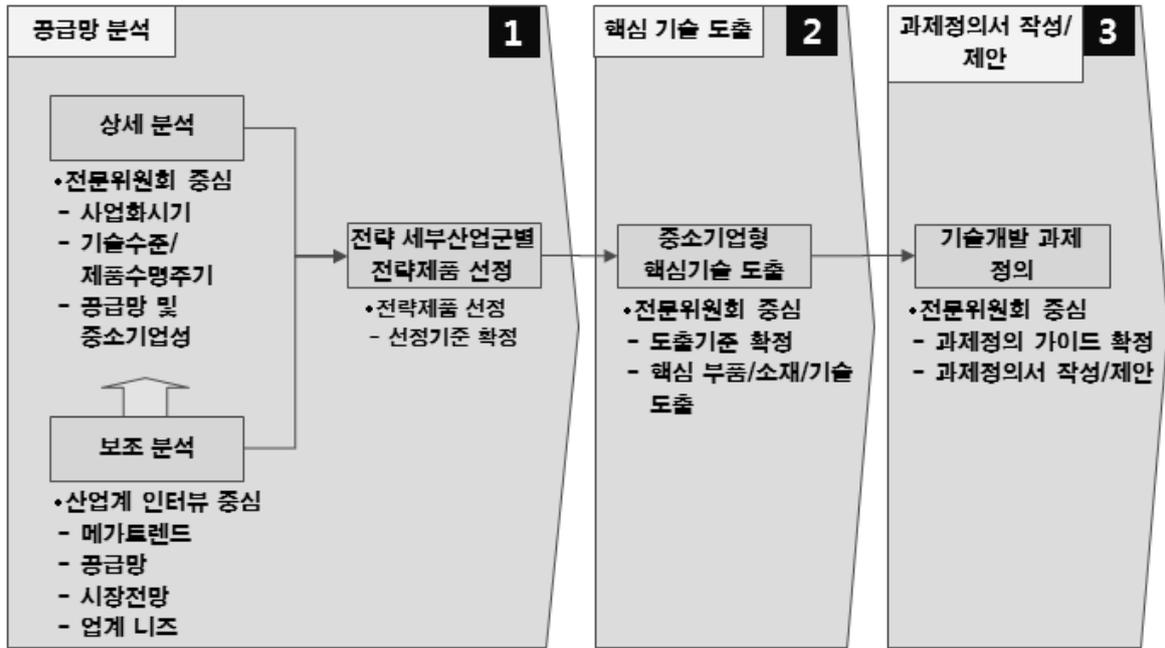
중소기업형 R&D과제 기획이 요구되는 이유는 교육과학기술부가 기초/원천 연구를 추진하고, 지식경제부가 응용개발 연구를 추진한다고 할 때, 중소기업청은 교육과학기술부와 지식경제부가 지원하기 어려운 투자규모가 작은 단기 제품 상용화 연구를 추진하는 것이 바람직하기 때문이다.

본 연구에서는 중소기업형 R&D 과제 발굴에 있어서 기술수명주기, 수입의존도, 중소기업 국산화 가능성, 중소기업 참여비중 등을 고려하였다. 공급망 구성요소별로 이러한 특성을 분석하고 비교하여 중소기업형 전략제품을 선정하였으며, 전략제품별로 중소기업형 핵심기술 및 과제를 정의하였다. 분석과정에는 풍력발전 시스템 관련 기업인터뷰를 수행하였고, 산/학/연 전문가로 구성된 위원회를 활용하였다.

* 권영일, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 02-3299-6031, ylkwn@kisti.re.kr

II. 풍력발전 산업 분야 연구의 프로세스

본 연구는 공급망 분석 및 전략제품의 선정, 중소기업형 핵심기술의 도출, 핵심기술별 과제정의서 작성/제안의 단계를 거쳐 추진하였다. 모든 프로세스에 있어서 풍력발전 산업 분야별 전문가로 구성된 위원회를 중심으로 자문을 통해 단계별로 의사결정을 진행하였다. 공급망 분석에 있어서는 산업계 전문가 인터뷰를 통한 업계 현황 정보 수집/분석을 통해 국내 중소기업의 현실을 반영한 분석이 될 수 있도록 하였다. 전체 기획 연구의 프로세스는 (그림 1)에 도시하였다.



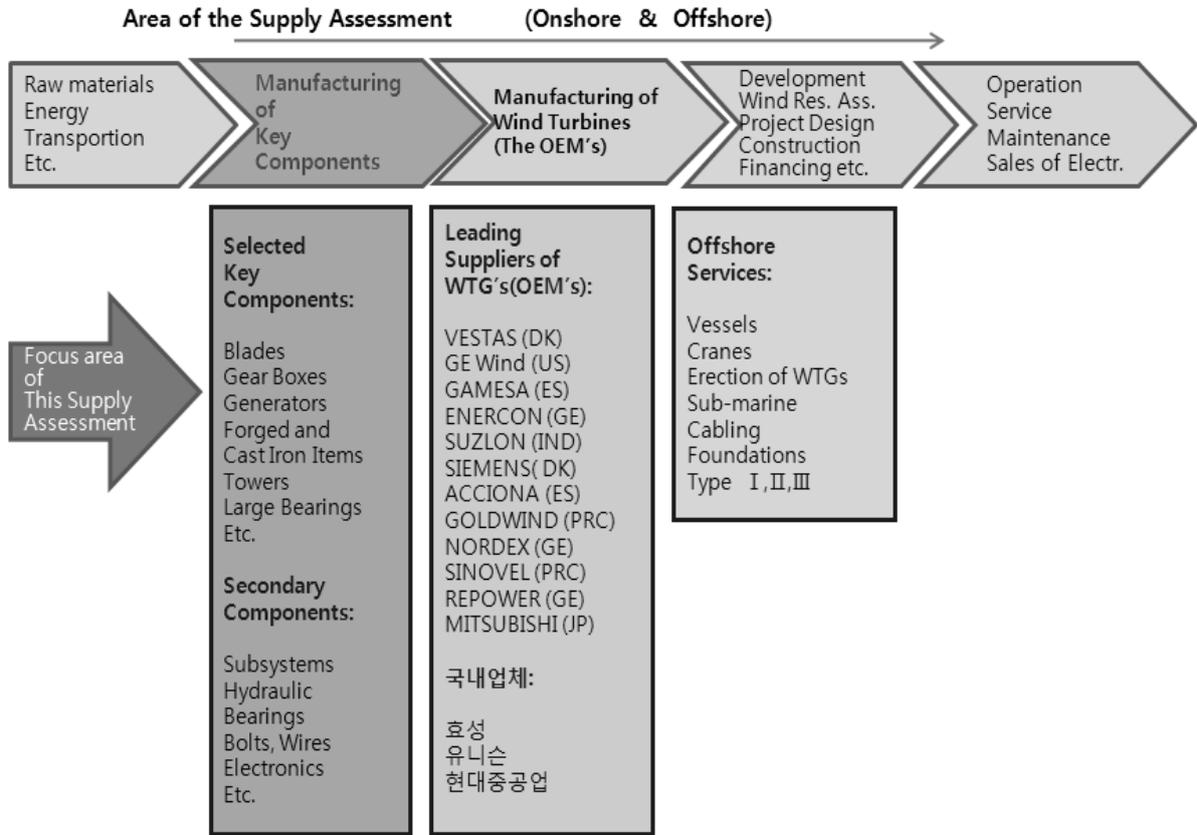
(그림 1) 기획 연구의 프로세스

연구 범위는 풍력발전기 부품, 풍력발전 시스템을 대상으로 하였으며, 초대형 풍력발전 시스템의 경우는 활성화 시기가 중소기업형 과제도출 범위에서 벗어나기 때문에 분석에서 제외하였다. 따라서 최종 결과물이라 할 수 있는 과제정의서의 경우도 풍력발전기 부품, 풍력발전 시스템 분야에 한정하여 작성하였다.

III. 풍력발전 산업의 공급망 분석

풍력발전 산업은 부품·기자재 부문, 발전기 부문, 설치·시공 부문, 발전서비스 부문 등으로 이루어진다. 부품·기자재 부문은 발전기 제작에 필요한 구성품 혹은 부품의 생산, 발전소 건립에 필요한 기자재를 생산하는 분야이다. 발전기 부문은 발전기의 구성품을 조립하여 발전기를 제작하는 분야이다. 설치·시공 부문은 발전소 건립을 위한 엔지니어링, 건설 등을 수행하는 분야이며, 발전서비스는 발전소를 운영, 발전하여 전력을 제공하는 부문이다.

풍력발전 산업은 부품, 풍력발전 시스템, 풍력단지개발, 운영연계, 발전서비스 분야를 중심으로 공급망 분석을 수행하였다.



(그림 2) 풍력발전 산업의 공급망 분석

최근에는 풍력발전 시스템 주요 생산업체들이 부품사업의 분야까지 수직계열화 하여 일괄적으로 생산하는 체계이며, 단지 개발 및 전력 사업은 전문화된 특수목적 기업체들에 의해 별도로 수행되고 있는 상황이다.

본 연구에서는 공급망 분석을 기술개발 과제 도출을 위한 사전 단계에서 중소기업형 전략제품을 도출하기 위한 사전 분석으로 활용하였다. 따라서, 각 공급망 구성 요소별 원가비중, 수입여부, 중소기업 국산화 소요기간, 국내 참여기업, 중소기업 참여여부 등을 주요 분석 내용으로 하였으며, 이에 대한 결과는 <표 1>과 같다.

풍력발전 시스템 공급망 상의 영역구분과 풍력발전 시스템의 부품별 구성 비율을 감안하여, 공급망 상의 구성 부품별 원가비중과 중소기업 국산화 참여 가능성을 분석하였다. 공급망 상의 영역별 구성비는 소형 풍력발전 시스템을 포함하는 부품산업 60%, 풍력발전 시스템 25%, 풍력단지 개발 5% 및 전력 공급 분야는 10%로 분석하였으며, 향후 수요가 증가 할 것으로 예상되는, 소형 풍력발전 시스템 분야는 부품분야에서 5% 정도로 분석하였다.

부품산업 영역은 타워 25%, 블레이드 20%, 기어박스 10%, 전력변환장치/변압기 및 소형풍력발전 시스템 7%등의 비율로 분석되었다. 풍력발전 시스템 영역은 시스템 조합 생산과 시스템 설계·시험·인증 분야로 구분된다. 현재 중소기업이 참여하고 있지 못한 분야중의 하나인 시스템 조합 생산 분야가 70%, 시스템 설계·시험·인증 분야 30%로 분석되었다.

풍력단지 개발과 전력 공급 영역에서는 자원/입지 조사 40% 및 단지 설계 60%, 감시진단 20%, 운용/유지 보수 30%, 계통연계 30% 및 복합발전 20%의 비율로 분석되었다.

〈표 1〉 풍력발전 관련 공급망 구성요소별 분석

구분	비중 (%)	구성 요소	원가 비중 (%)	수입 여부 ^{주)}	중소기업 국산화 소요기간	국내기업명	중소기업 참여 여부	전략과제 도출
부품	60	블레이드	22	□	5년 이내	KM, 화신FRP, 한국화이버(연구수행)	○	○
		기어박스	13	□	10년 이내	효성, 두산중공업, S&T중공업, 평산	○	○
		발전기 및 제어장치	10	□	10년 이내	현대중공업, 보국전기, 효성, 유니슨	○	○
		전력변환장치/변압기	7	△	5년 이내	현대중공업, 플라스토	○	○
		타워	26	×	-	동국S&C, 스펜코, 유니슨, 씨에스윈드	○	
		주축(main shaft), 허브, 타워플랜지, 닛셀베드	6	×	-	태웅, 현진소재, 평산, 용현BM, 유니슨	○	
		피치/요 시스템	5	○	5년 이내	동성	○	○
		로터/피치/요 베어링	5	○	5년 이내	신라정밀, 태웅, 용현BM, 평산, 삼현엔지니어링	○	○
		유압 및 제동장치	3	○	5년 이내	S&T중공업	○	○
		주 제어장치	3	△	5년 이내	유니슨, 한진, 효성	○	
풍력발전 시스템	25	소형 풍력발전 시스템	10	△	5년 이내	오로라, 서영테크, 금풍	○	○
		시스템 조립생산	60	×	-	효성, 두산중공업, 유니슨, 한진산업, 현대중공업, 삼성중공업	×	
		시스템 설계시험인증	30	○	10년 이내	-	○	○
풍력단지 개발	5	자원/입지 조사	40	×	-	한국에너지기술연구원 (KIER)	×	○
		단지 설계	60	×	-	KIER, 한국전력기술 (KOPEC), 남동발전	×	
운영연계, 발전서비스	10	감시진단	20	×	-	탐스	○	
		단지운용/유지보수	30	△	5년 이내	한전기공, 남부발전	○	
		계통연계	30	×	-	KOPEC, 이노시스템	○	
		복합발전 기술	20	△	5년 이내	금풍	○	
합계			100					

주) : ○ 거의 대부분 수입 ; □ 수입비중 높고, 일부국산화, △ 일부수입, 일부국산화 ; × 국산화
 현진소재는 용현BM과 삼현엔지니어링 지분 보유

공급망 분석을 통해 중소기업성이 높은 전략제품이 11개 도출되었으며, 그 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 풍력발전 분야의 전략제품

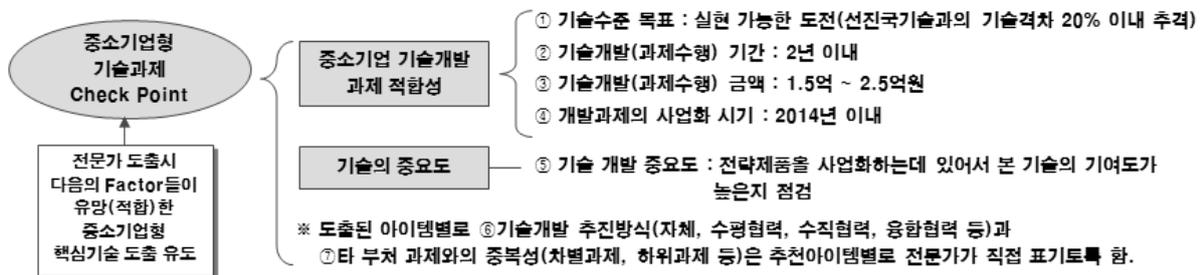
전략제품 ID	전략제품
B-1	피치/요 시스템
B-2	로터/피치/요베어링
B-3	유압 및 제동장치
B-4	발전기 및 제어장치
B-5	전력변환장치/ 변압기
B-6	동력전달장치
B-7	블레이드 소재
B-8	소형풍력발전 시스템
B-9	풍력발전 시스템설계 TOOL
B-10	풍력발전 시스템 시험 기기
B-11	풍력자원 조사기기

IV. 풍력발전 분야 중소기업형 핵심 기술 도출 및 과제정의

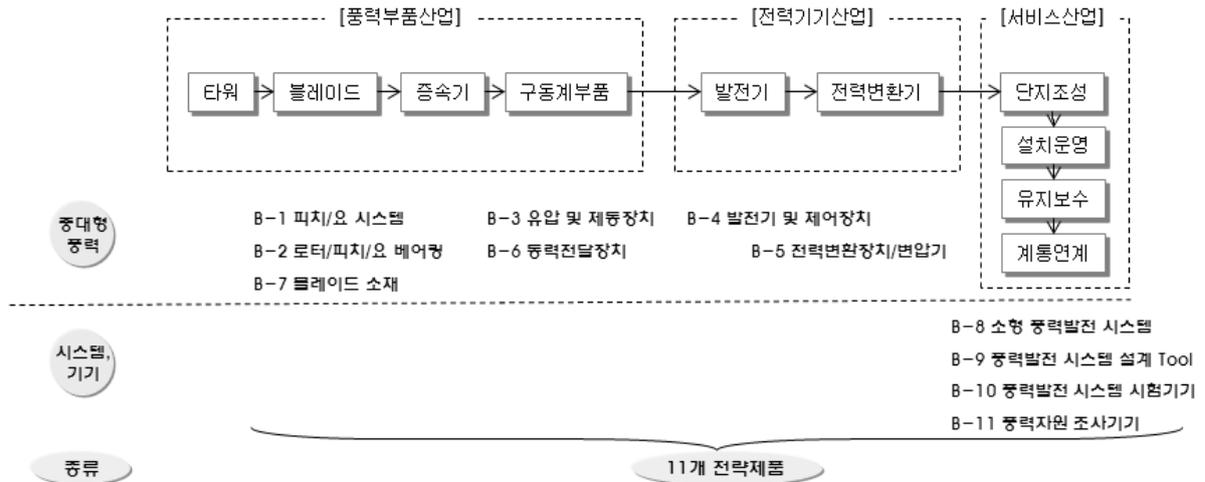
1. 중소기업형 핵심 기술 도출

공급망 분석을 통해 선정된 전략제품별로 중소기업형 핵심기술을 도출하는 것은 풍력발전 분야 전문가로 구성된 전문위원회를 통해 이루어졌다. 공급망 분석 결과(공급망 구성요소별 중소기업의 참여현황, 수입의존도, 중소기업 국산화 가능성 등)와 (그림 3)과 같은 중소기업형 기술과제 점검사항을 고려하여 기술과제를 도출하였다. 점검사항은 크게 ‘중소기업 기술개발 과제적합성’과 ‘기술의 중요도’의 두 가지로 설정하였다.

도출된 중소기업형 핵심기술은 총 24개로 <표 3>과 같다.



(그림 3) 중소기업형 핵심 기술 도출 점검사항



(그림 4) 풍력발전 연관산업 및 전략제품

<표 3> 전략제품별 중소기업형 핵심 기술

전략제품	중소기업형 핵심 기술(24개)
피치/요 시스템	3MW급 이상 대형 풍력기기용 피치제어 장치 제조기술
	5MW급 대형 풍력기기용 요 제어장치 제조기술
로터/피치/요베어링	5MW급 대형 풍력기기용 로터 베어링 제조기술
	5MW급 대형 풍력기기용 피치 베어링 제조기술
	풍력발전기로터베어링용pitch가공머신 제조기술
유압 및 제동장치	3MW급이상대형풍력기기용200bar이상대압력대용량유압시스템 기술
	3MW급 이상 풍력기기용 장수명 브레이크 패드 제조기술
발전기 및 제어장치	3MW급 가변속 풍력기기용 고효율 저중량 영구자석발전기 제조기술
	풍력발전 시스템용 유도/동기발전기 고품질 제어장치 제조기술
	3MW급 이상 대형 풍력발전 시스템용 주제어장치 제조기술
	웹 인터페이스가 가능한 개방형 풍력발전 단지 운전감시시스템 기술
전력변환장치/ 변압기	3MW급 풍력발전 시스템과 연계된 고효율 전력변환 장치 제조기술
	3MW급 고효율 콤팩트(Compact)한 풍력발전용 변압기 제조기술
동력전달장치	Taper 기어를 이용한 고효율(98% 이상), 저소음 증속장치 제조기술
	풍력발전기용기어박스진동저감용댐퍼(damper)(수직강성150kN/mm이상및 손실계수0.1이상) 제조기술
블레이드 소재	풍력의 블레이드용 탄소섬유 복합소재(Carbon/Epoxy prepreg) 기술
소형풍력발전 시스템	3~5KW급 도시형 소형 풍력발전 시스템 기술
	30~50KW급 연계형 풍력발전 시스템 기술
	10KW급 소규모 도서용 풍력-태양광-디젤 복합발전시스템 기술
	소규모 전원용 고속 고효율(95%이상) 인버터/컨버터 제조기술
	편심축의 멀티사이클로이드 곡선 (EMCS)을 이용한 소형풍력발전기 제조기술
풍력발전 시스템설계 TOOL	풍력발전 시스템용 시스템 해석 소프트웨어 기술
풍력발전 시스템 시험 기기	풍력발전 시스템용 성능시험 기기 제조기술
풍력자원 조사기기	풍력자원 조사용 센서 및 자료처리 장치 제조기술

중소기업형 풍력발전기 부품의 핵심기술별로 <표 4>와 같이 선정배경을 제시하였다.

<표 4> 전략제품인 피치/요 시스템의 중소기업형 핵심 기술 및 선정배경

중소기업형 핵심 기술	선정배경
3MW급 이상 대형 풍력기기용 피치제어 장치 제조기술	모든 풍력발전기의 피치 제어 장치는 외산 도입으로 인해 생산원가의 증가의 주 원인이 되며 AC Type 전기식 또는 고용량의 유압식 피치 제어 장치 등의 국산화를 통해 해결 할 수 있을 것으로 기대됨.
5MW급 대형 풍력기기용 요 제어장치 제조기술	모든 풍력발전기의 피치 제어 장치는 외산 도입으로 인해 생산원가의 증가의 주 원인이 되며 전기장치와 감속기 등의 복합적 제어장치와 friction brake 관련 기술 개발을 통해 해결 할 수 있을 것으로 기대됨.

2. 중소기업형 핵심 기술개발 과제 정의

중소기업형 핵심기술별로 최소 1개 이상의 과제정의서를 작성하였으며, 이는 전문위원회를 통해 이루어졌다. 과제정의서 작성은 과제정의서 양식(샘플)을 작성하여 전문위원회 위원들에게 전달하고, 각 항목별로 상세한 작성 가이드를 제시하여 핵심기술별 정의수준(상세도)를 일관성 있게 유지되도록 하였다.

과제정의서의 필수 항목은 총 5개 항목으로, 1) 전략제품, 2) 개발과제명, 3)개발목표, 4)개발내용, 5)개발필요성으로 구성하였으며, 참고사항으로 기술개발 추진유형, 타부처 과제와의 연관성 등을 표시하도록 하였다.

중소기업형 기술개발 과제를 정의함에 있어 1년에 2~3억원(최대 2년 4~6억원)의 정부지원 과제로 제안하는 것을 기본 원칙으로 하였다. 단기상용화 과제를 제안하는 것이므로 과제명은 가능한 한 부품, 소재, 장치 등의 개발 목표 및 개발 내용 정의에 있어서는 가능한 한 구체적인 수치 목표 및 단위(unit)을 정의하도록 하였다. 기술개발 필요성 정의에는 국산화 요구, 기술 의존성 탈피, 후행기술/공정으로의 진행을 위한 필수 단계성, 기술 파급효과, 기술로드맵상의 위치 등을 고려하여 작성하였다.

참고사항 중 기술개발 추진유형의 경우, 단독, 수직협력, 수평(융합)협력, 복합협력의 네 가지 유형으로 구분하였으며, 그 의미는 다음과 같다. 공급망 관점에서 동일산업(기술분야) 상하위 단계간 협력요구는 ‘수직협력’, 타 산업간 융합협력은 ‘수평(융합) 협력’, 이의 복합 또는 산학연 3자 이상의 협력이 요구되는 과제는 ‘복합협력’으로 정의하였다. 참고사항 중 타부처 과제와의 연관성 표시부분은 본 과제 정의 작업이 중소기업청의 R&D과제 기획의 일환으로 수행하였으므로, 국가 R&D 과제로서 추천되기 위해 최소한 중복과제는 배제되어야 한다는 측면에서 표시하도록 하였다. 중복 과제의 경우는 기술 개발 과제명 및 목표 등을 다르게 하여 재작업이 이루어질 수 있도록 하였다.

풍력발전 분야 24개 중소기업형 핵심기술에 대해 24개의 과제정의서가 제안되었다. 제안된 과제 정의서 중에서 중소기업형 핵심기술인 “3MW급 이상 대형 풍력기기용 피치 제어장치 개발” 과제 정의서의 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 3MW급 이상 대형 풍력기기용 피치 제어장치 개발 과제정의서

1) 전략제품	피치/요 시스템
2) 개발과제명 (‘핵심부품/소재/ 기술’ 개발)	3MW급 이상 대형 풍력기기용 피치 제어장치 개발
3) 개발목표	○ 3MW급 이상의 풍력시스템에 적용되는 고토크 AC Type 전기식 또는 고용량의 유압식 피치 제어 장치 국산화 개발
4) 개발내용	○ AC Type 전기식 피치 또는 대용량 유압식 제어와 관련 기술(제어기 설계/ 전기 시스템 및 유압시스템 등)의 개발 ○ Battery Pack 관련 기술 (기구 설계 / 용량 증설)의 개발 ○ AC Type 전기식 또는 유압식 피치 제어 장치 테스트 장비 개발
5) 기술개발의 필요성	○ 모든 풍력 발전기의 피치 제어 장치는 외산 도입 설비이므로 빠른 국산화 필요함. ○ 기존 피치 제어 장치보다 가격, 품질 및 용도 적합성 등에서 우수한 대체 개발품 개발이 필요함. ○ 국내 풍력발전 시스템 제작사들 모두 전기식 피치 장치를 채택 사용 중에 있으며, 기존 DC 모터 제어형 피치장치의 한계를 극복함으로써 생산 설비의 원가 절감 등을 위해 국산화 개발이 필요함
참고사항	○ 기술개발 추진 유형 : 단독 <input type="checkbox"/> 수직협력 <input type="checkbox"/> 수평(융합)협력 <input checked="" type="checkbox"/> 복합협력 <input type="checkbox"/> ○ 타부처 과제와의 연관성 : - 풍력발전 시스템의 총괄적인 개발의 과제는 진행되고 있으나, 주요 제어 장치는 수입에 의존하고 있으므로, 피치제어장치의 개별적인 국산화가 필요함 ○ 기술의 핵심성(상, 중, 하) : 상

V. 결론

본 연구에서는 중소기업형 풍력발전 분야 총 11개 전략제품, 24개 핵심기술, 24개 과제정의서를 도출하였다. 연구의 과정에서 공급망 분석을 통해 중소기업형 전략제품을 선정하기 위해, 공급망 구성요소별로 중소기업 참여현황, 수입의존도, 국산화 가능성을 분석하였다.

중소기업형 R&D과제의 속성 정의 및 이를 통해 과제정의서를 작성하였다. 이렇게 작성된 과제 정의서는 풍력분야의 중소기업을 대상으로 한 설문식 수요 조사 결과로 도출된 Bottom-up형 과제 정의서와 함께 통합 과제정의 전문위원회를 통해 최종적으로 검토하였으며, 2010년 중소기업 기술

혁신개발사업 선도과제 제안요청서(RFP)로 선정되어 연구비가 지원되었다.

기술로드맵은 시장의 트렌드에 따른 제품의 출현 시기 예측, 이를 가능하게 하기 위한 기술 개발 목표, 개발 시점, 기술개발 과제간 선후행 관계 등이 모두 고려되는 체계화된 R&D 기획방식으로 널리 활용되고 있다. 중소기업형 R&D 과제발굴도 향후 기술로드맵의 형태를 취함으로써, 체계적으로 정책 시행 결과를 모니터링하고, 변화사항을 업데이트 할 수 있는 체계로 추진되는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

풍력발전 산업이 활성화 되기 위해서는 3MW급 풍력발전기의 대규모 실증/보급 연계 상용 실적을 확보하고 국산 풍력 발전기의 신뢰성, 저가격화, 유지보수성 향상을 통한 경쟁력을 확보하여 관련 구성부품 국산화 및 수직계열화로 안정된 부품 공급망을 확보하여야 할 것으로 전망된다.

풍력발전 기술 개발은 보급계획과 연계되어 추진되어야 하며, 풍력발전기 보급과 관련하여 먼저 국내 시장에서 국내 기업이 개발한 풍력발전기를 보급시키고 성능 안정을 통해 풍력단지 개발자들도 국내 제품을 사용하도록 유도하는 정책이 필요할 것으로 예상된다.

참고문헌

- 국가과학기술위원회, 녹색기술 연구개발 종합대책(안), 2009.1.13.
- 노현숙, 「기술평가지표를 활용한 중소기업형 전략과제 선정 프로세스 개발」, KOSTI2006, 2권, pp.360-366, 2006
- 녹색성장위원회, 2009년 녹색기술 연구개발 시행계획(안), 2009. 5. 13.
- 박창걸, 「중소기업 유망 사업분야 선정 방법론에 대한 고찰」, KOSTI2007/한국콘텐츠학회 공동학술대회, 15권, 10호, pp. 250-258, 2007
- 삼성경제연구소, “신재생에너지 산업화 촉진방안 연구” , 2008.
- 지식경제부, 녹색성장을 위한 IT산업 전략(Green IT), 2009.1
- 한국과학기술정보연구원, 중소기업형 유망 녹색기술 발굴 및 지원전략 연구, 중소기업청, 2009.8.31
- 한국과학기술정보연구원, 기술혁신 전략과제발굴 기술수요조사, 중소기업청, 2005.
- 한국에너지기술평가원, 그린에너지전략로드맵, 2009.8
- 홍지승, 「공공부문의 중소기업 R&D지원 실태와 과제」, KIET, 2008.11.18
- EWEA, “The Economics of Wind Energy” , 2009.