

# 우수유망 연구개발 성과관리 체제에 관한 연구

## 1. 연구 배경 및 필요성

### 1.1 연구의 배경

#### - 과학기술 격차가 산업경쟁력 등에 미치는 영향 (우수 유망기술의 중요성)

산업마다 차이는 있겠지만 우리나라의 전반적인 기술 수준은 세계 최고 대비 60~70%, 기술격차는 평균 5.8년인 것 평가되고 있다. 또한, 등재 논문과 국제특허출원 건수는 빠른 속도로 증가하고 있으나 질적인 수준과 경쟁력은 아직 미흡한 것으로 보여 진다. 이러한 기술의 격차는 바로 산업 경쟁력의 격차로 이어진다. 국가 과학 기술 역량을 근원적으로 확충하면서 신산업 창출 효과가 큰 미래 유망기술을 발굴하고 집중 투자하여 발전시켜 나가는 것은 매우 중요한 과제이다.

#### - 주요 경쟁국의 동향

미국, 유럽, 일본, 중국 등은 국가적 차원에서 미래 유망기술 분야를 선정하고 이를 토대로 기술우위 확보전략을 마련하고 있다. 미국은 세계 경쟁력 우위의 지속적인 유지·강화에 정책의 중점을 두고 생명공학, 우주, 에너지 분야 등에 우선 투자하고 있으며, 유럽은 유럽 경제 성장과 지식 유럽의 건설에 정책의 중점을 두고 생명공학, 정보, 에너지 분야 등에 주력하고 있다. 일본은 국가·사회적 요구를 해결할 수 있는 연구개발을 추진하고 생명공학, 정보통신, 환경, 나노·재료 등에 중점 투자하고 있으며 중국은 혁신형 국가 건설을 목표로 한 중국과학기술발전 비전을 제시하고 에너지, 환경, 건강 등에 우선 투자하고 있다. 이러한 경쟁 환경에 대응하기 위해 우리나라도 한국주도형 기술개발로 블루오션(Blue Ocean) 영역 확대와 경쟁력 제고 및 강력한 국가기반 확보를 위해 「미래 국가유망기술 21」의 실현을 위한 「미래 국가유망기술개발 종합계획」 수립하여 추진 중에 있다(국가과학기술위원회, 2005).

### 1.2 연구의 필요성과 목적

#### - 우수 유망기술의 체계적 관리의 필요성

미래 국가 유망기술 분야의 선정과 더불어 기술이 우수하고 사업화가 유망한 연구 성과<sup>1)</sup>를 발굴하여 활용하는 전략적인 관리가 매우 필요한 시점이다. 그동안 우리나라는 연구성과의 활용을 염두에 둔 기획이 부족했고, 연구성과의 공유 및 사업화를 위한 지원체계가 미흡하여 연구성과가 활동되는 실적이 선진국에 비해 저조했다.

1) 논문게재 성과, 특허출원·등록 성과, 기술료 성과, 사업화 현황, 과학기술인력 지원성과, 학술 및 기술연수 지원성과

연구기획 단계에서 활용 가능성이 높은 기술분야의 발굴을 위해 노력하고 있으나, 아직 초기단계이며 관련 규정도 미흡한 상황이다. 또한, 기술료 책정 및 징수, 기술료 수입의 배분, 지적 재산권 경비 지원 및 정산 등의 규정이 부처별로 상이하여 기술이전에 애로요인으로 작용하고 있다.

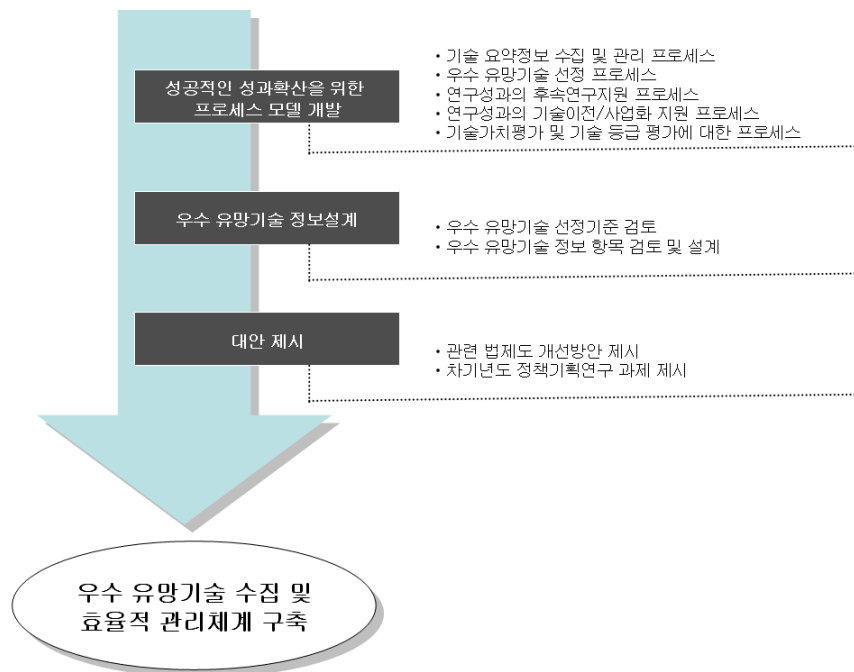
### - 본 연구의 목적

본 연구는 다음과 같은 추진목표를 가지고 그 추진목표 달성을 위한 방안을 마련하는 것이다.

- \* R&D 과제에 대해 기술요약정보 수집을 통한 우수 유망 연구성과의 발굴
- \* 우수유망 연구성과 Pool의 구축을 통한 종합적이고 체계적으로 관리
- \* 기술이전 및 사업화에 대한 활용도 제고
- \* 유망 연구성과 관리를 통해 체계적인 후속 연구 지원

### - 본 연구의 추진 전략

본 연구의 추진전략은 다음 그림과 같다. 본 연구는 성공적인 성과확산을 위한 프로세스 모델을 개발하고 우수 유망기술을 체계적으로 관리할 수 있는 정보설계와 이를 통한 대안제시로 우수 유망기술 수집 및 효율적 관리체계를 구축하고자 한다.



<그림 1> 우수 유망기술 기획포럼 연구 추진전략

## - 본 보고서 구성

2장에서 우수 유망기술의 정의와 주요 기술분야를 소개하고, 3장에서 우수 유망기술의 국내외 관리현황에 대해 설명한다. 4장에서 우수 유망기술의 수집 체계 및 효율적인 관리 방안을 설명하고, 5장에서 우수 유망기술의 체계적 관리를 위한 정보항목을 설계한다.

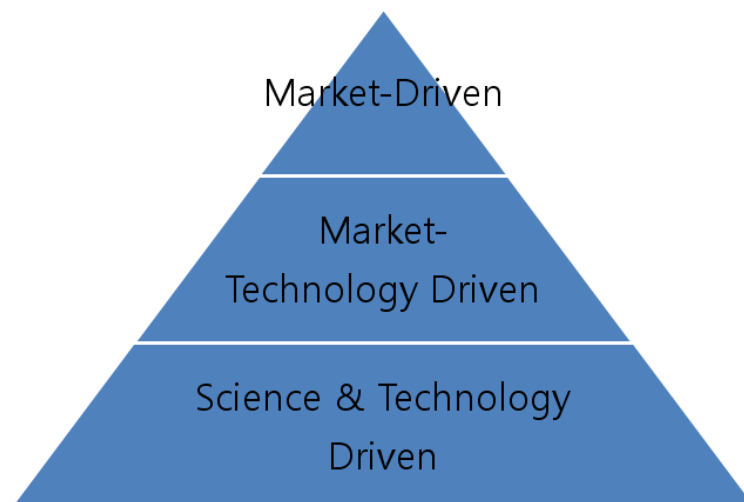
## 2. 우수 유망기술의 정의

### 2.1 유망기술의 개념

유망기술(emerging technology)이란 과학적 원리나 이론, 그리고 유용한 적용방법은 개발되었으나 뚜렷한 제품이나 시장수요의 부족으로 그 잠재력이 활용되지 못하고 있는 기술을 의미한다. 유망기술을 도출하는 방법은 과학기술에 대한 체계적인 예측을 통해서 가능한데 다양한 모형에 근거한 기술예측을 의미한다.

Van Wyk (1995)에 따르면 기술예측의 방법은 연구개발투자, 연구개발 과정, 연구개발 산출물 등을 통한 방법으로 구분될 수 있다. 또한 예측의 기법에 따라 전문가판단법, 시나리오기법, 수리적모델에 의존하는 방법으로 구분하기도 한다(Lemos,1998). 반면에 수요(시장)에 근거한 예측방법과 과학기술적 성과에 근거한 예측방법, 그리고 현재까지의 정보를 기준으로 하는 방법과 미래에 대한 예측을 기준으로 하는 방법으로 구분하여 기술예측 방법론을 구분할 수 있다.

#### <그림> 유망기술 도출을 위한 기술예측 방법론의 분류



본 연구목적에 비추어 볼 때 이러한 분류기준을 고려하여 유망기술의 선정기준은 1) Market-Driven 2) Market-Technology Drive 3) Science & Technology Driven 으로 구분할 수 있겠다.

첫째, 거시적 수요예측을 통해 미래 시장을 예측하고 관련된 기술을 유망기술로 정의하는 방법이다. 한 사회 또는 국가차원에서 10년 이상의 장기간에 걸쳐 어떠한 욕구와 가치가 충족되어야 하는지를 전망하고 이를 예측하여 산업 또는 경제활동 단위의 수요로 나타내는 것이다.

둘째, 산업별 중장기 기술로드맵을 통해 도출된 핵심기술을 유망기술로 정의하는 방법이다. 기술로드맵이란 특정한 제품수요를 충족시키기 위한 기술적 대안의 정립, 의사결정, 개발활동을 지원하는 수요중심적인 기술계획과정이라고 볼 수 있다 (Walsh,2004). 또한 이러한 방법론은 기본적으로 미래에 특정한 제품이나 가치에 대한 수요가 존재한다고 가정하고 다양한 기술적 대안들간의 장단점을 판단하는데 필요한 정보를 제공할 수 있다(Sandia Nt'l laboratories). 따라서 미래에 대한 수요예측이 정확하다면 어떠한 기술이 중장기적으로 널리 이용되거나 활용될 것인지에 대한 비교적 정확한 예측이 가능하다.

셋째, 특허, 논문 등 과학기술적 성과통계를 분석하여 유망기술을 정의하는 방법이다. Bibliometric 또는 Scientometric 분석이라고 불리는 이 방법론을 통해 우리는 단기적인 시간범위 내에서 유망기술을 탐색할 수 있다. 기술과 관련된 특정한 키워드 등을 이용하여 주어진 기간 동안의 출판물,특허 등의 빈도를 측정하여 유망기술을 예측할 수 있다(Bengisu,2006). 단순한 빈도분석 이외에 인용분석, 수명주기분석 등의 고도화된 방법을 이용하면 유망기술의 예측결과의 신뢰성을 높일 수 있다.

### <표> 유망기술의 분류체계

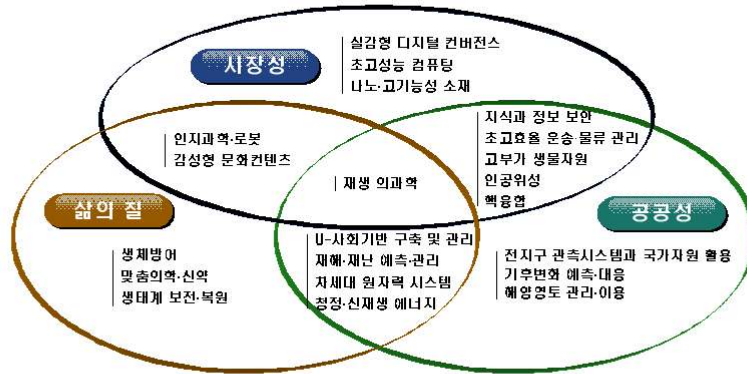
접근방법	내 용	시평
거시적 수요예측	국가 또는 사회전체적인 관점에서 장기적인 수요예측을 기반으로 유망기술을 탐색,분류	10년 이상
중장기 기술로드맵	산업 또는 핵심기술군별로 기술의 발전방향과 기술발전구조를 전망하여 유망기술을 탐색,분류	5년~10년
과학기술 성과통계분석	학회발표,논문,단행본,특허 등의 과학기술 성과의 출현빈도와 추세를 분석하여 유망기술을 탐색,분류	5년 이하

## 2.2 거시적 수요예측을 통한 유망기술의 분류

거시적 수요예측이란 한 사회 또는 국가차원에서 10년 이상의 장기간에 걸쳐 어떠한 욕구와 가치가 충족되어야 하는지를 전망하고 이를 예측하여 산업 또는 경제활동 단위의 수요로 나타내는 것이다. 이러한 수요예측은 단지 일정기간에 있어서의 기업의 전제품 또는 한 제품의 매상 전망, 즉 개별기업의 범위 내에서의 예측에

국한하지 않고, 널리 다른 산업과의 관련, 경제 전체의 추세로까지 그 범위를 확대하는 것이 바람직하다.

국가과학기술위원회는 10~20년 후 우리 사회를 ① 풍요롭고(시장성), ② 건강·쾌적하며(삶의 질), ③ 안전한(공공성) 선진사회로 만드는 데 기여할 핵심기술분야 21개를 선정하여 「미래 국가유망기술 21」로 명명하였다(Top-down, Needs-driven).



- ※ ① 시장성(경제성) : 세계시장에서 우선적 지위 확보에 기여할 수 있거나 이미 우위를 확보한 분야로서 지속적인 투자를 통해 우위를 계속 유지할 필요가 있는 분야
- ※ ② 삶의 질 : 국민의 삶의 질 향상에 크게 기여할 것으로 기대되는 기술분야
- ※ ③ 공공성(국가위상 제고) : 국가의 안전 보장과 국제적 위상을 높이는 데 기여할 수 있는 기술분야

## - 주요 기술분야

미래 국가유망기술 21로 선정된 기술분야는 다음과 같다.

- 1] 핵융합기술(핵융합기술)
- 2] 유비쿼터스 사회기반 구축관리기술(유비쿼터스 사회기반시설 구축관리기술, 미래 도시관리기술)
- 3] 해양영토 관리와 이용기술(해양영토 관리와 이용기술)
- 4] 초고성능 컴퓨팅기술(초고성능 컴퓨팅기술)
- 5] 인공위성기술(인공위성기술)
- 6] 고부가 생물자원기술(고부가·친환경·안전 생물자원기술, 생물기능 신소재·의약품 생산기술)
- 7] 재생 의과학기술(줄기세포·이종장기치료기술, 암의 발생·전이 메커니즘 규명·치료기술)
- 8] 나노·고기능성 소재기술(기능성소재기술, 친환경소재기술)
- 9] 기후변화 예측·대응기술(기후변화 예측·대응기술)

- 10] 인지과학로봇기술(휴머노이드 로봇기술, 뇌-기계 인터페이스기술)
- 11] 초고효율 운송·물류 관리기술(차세대 비행체기술, 초고속운송기술)
- 12] 청정·신재생 에너지기술(신재생에너지기술, 신에너지 소재기술, Zero-emission 기술)
- 13] 지식과 정보 보안기술(통합정보보호 시스템기술, 테러방지기술-신원인식시스템기술 포함)
- 14] 감성형 문화컨텐츠기술(오감 체험형 엔터테인먼트기술, 차세대 디스플레이기술)
- 15] 실감형 디지털 컨버전스기술(실감형 통방융합(WiBro/DMB) 이동통신기술)
- 16] 생체방어기술(바이오 디펜스기술, 인체안전·위해성평가기술, 특정유해 오염물질 제어기술)
- 17] 맞춤형약·신약기술(맞춤의학기술, 유비쿼터스-Healthcare기술, 생체정보 수집·관리·활용 첨단 의료기술)
- 18] 전지구관측시스템과 국가자원 활용기술(전지구관측시스템 관리·활용기술)
- 19] 재해·재난 예측·관리기술(풍수해·지진 예측·대응기술-재해기상 예측·감시기술 포함, 미래재난관리기술)
- 20] 생태계 보전·복원기술(생태계보존·복원기술, 순환형 환경시스템 구축기술, 고효율 수처리기술)
- 21] 차세대 원자력시스템기술(원자력 안전관리·폐기물 처리기술)

### 2.3 중장기 기술로드맵을 통한 유망기술의 분류

기술로드맵이란 중장기 미래의 제품이나 시장의 요구를 충족시킬 수 있는 기술적 대안을 발굴, 선정하고 그들 간의 시간적 선후관계나 발전방향을 나타낸 것이다. 이러한 기술로드맵을 기반으로 관련 기술개발 프로젝트의 세부 계획을 수립하는 기술 기획(technology planning)이 추진된다. 기술기획 내에는 예산계획, 로드맵의 발전을 측정,평가하기 위한 마일스톤, 연구개발 주체간의 역할분담 등에 대한 계획안이 포함된다.

기술 로드맵을 통해 기술개발 목표(performance target)에 도달할 수 있는 핵심 기술 또는 기술 격차(technology gap)를 확인할 수 있으며, 관련 구성원들 간 연구 활동을 조정함으로써 연구 개발(R&D) 투자 관련 의사 결정을 조율할 수 있는 수단을 제공한다. 따라서 동일한 기술에 과도한 투자를 하거나 중요 기술들을 간과하는 일을 피할 수 있고 핵심 기술들을 공동으로 개발할 수 있는 기반을 제공함으로써 정부 차원에서는 R&D 예산의 효율적인 배분을 가능하게 한다. 기술 로드맵은 작성 주체에 따라 기업, 산업·협회, 정부 주도의 기술 로드맵으로, 용도에 따라 제품 기술(product technology) 로드맵, 유망 기술(emerging technology) 로드맵, 이슈 관련(issue-oriented) 로드맵 등으로 구분할 수 있다.

우리나라 정부는 2003년 국가기술위원회를 통해 21세기 성장 원동력 이 될 정보 기술(IT)·생명공학기술(BT)·나노기술(NT)·우주항공기술(ST)· 환경기술(ET)·문화기술(CT) 등 미래유망 신기술에 대한 국가중점투자대상 6대 기술분야를 발표하였다. 이들 6개 분야는 21세기 지식기반경제·세계화 시대에 국가 발전의 원동력이며, 경제·사회 변화를 주도할 핵심요소인 과학기술이라고 정의되었다.

- 1] 정보통신기술 (IT, Information Technology )
- 2] 생명공학기술 (BT, Biology Technology)
- 3] 나노기술 (NT, Nano Technology, 초정밀기술)
- 4] 환경공학기술 (ET, Environment Technology)
- 5] 우주항공기술 (ST, Space Technology)
- 6] 문화콘텐츠기술 (CT, Culture Technology)

이들 6개 기술분야에 대해서는 부처, 출연연, 대학 등이 공동으로 필요한 핵심기술과 요소기술 등을 확정하고 이를 연구개발과제로 세분화하여 필요한 기술을 단계적으로 구축해나가는 기술개발로드맵을 구축한다

<그림> 기술개발로드맵의 예(지능형로봇)



<표> 6대 유망기술군의 예(IT)

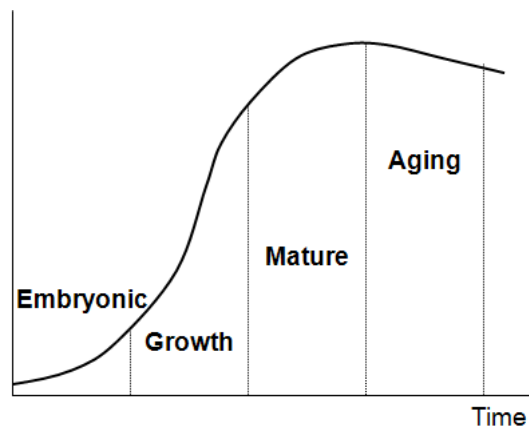
구분	코드값	기술명	분류 기준
핵심부품	010111	테라비트급 광통신 부품기술	초광대역 광전송용 광증폭기 핵심소재 및 소자·모듈 기술, 광 ADM·광 회선 분배·광 패킷 라우터 등의 광 네트워크 노드용 광신호처리소자 및 모듈 기술(Tunable LD, 고속 광스위치 등), 광 가입자용 저가격 광통신 소자 및 모듈 기술 등
	010112	집적회로기술	메모리 IC(고속D램, Fe램, Flash Memory, SET메모리 등)·설계·재료·공정기술, 비메모리 반도체(MPU, DSP, ASIC, SoC 등)·설계·공정기술, 시스템 IC·화합물반도체 기술 등, CAD를 통한 회로설계 기술, 신 반도체 공정을 위한 Lithography·E-beam 등 장비 기술, 프로세서·디지털 통신·디지털 방송 등 시스템 설계기술
	010113	차세대 디스플레이 기술	- 유기발광디스플레이(OLED) 기술 : 유기발광 재료분야 기술, Active-Matrix OLED 패널분야 기술, 구동회로가 일체화된 system-on-display(SOD) 분야 기술 등 - 전계방출디스플레이(FED) 기술 : 대면적 전계 에미터 분야 기술, 진공 패키징 분야 기술, 저전압 형광체 재료분야 기술 등 - 3D 기술
	010114	고밀도 정보저장장치 기술	-광 저장장치: 경량 헤드 및 매체의 핵심기술 (설계, 제작) -자기 저장장치: 고밀도 하이브리드형 저장장치 헤드 및 매체기술 -기타 저장장치: 차세대 고밀도 저장매체 및 헤드기술 (신개념 저장장치 기술) -표준화 기술: 국제표준화에 대처한 유연성 핵심기술
	010115	기타 정보통신 부품기술	기존 디스플레이(PDP, LCD, CRT 등) 기술, 기존 저장장치(HDD, CD-ROM, DVD 등) 기술 등, 디지털/위성 방송용 부품기술, 디지털 가전부품 기술, 모터·커넥터·PCB 등 기타 정보통신 부품기술 등
차세대 네트워크 기반	010211	4세대 이동통신	PHY 기술(고속 전송 및 품질 확보), 다중 안테나-AMC-MUD-coding 기술, 무선 MAC 기술 및 IP 기술, Mobility-Qos 및 Security 해결기술 등
	010212	대용량 광전송 시스템기술	DWDM, 40Gbps OTDM, WDM over IP, Optical Fiber amplifier 등 네트워크 관련 기술, 새로운 Fiber 및 LD-PD-All optical ADM-switch 등 부품기술, ATM-PON-E-PON-WR-PON 등 차세대 가입자 망을 위한 기술
	010213	고속인터넷 네트워킹기술	유무선 통합 네트워크 기술, 유무선 인터넷 통합 멀티서비스 기술, 개방형 네트워크 기술, IP 및 IPv6 관련 무선 및 이동통신 분야의 Mobility, QoS 및 Security 분야 기술, 고속 라우터 기반기술 등
	010214	기타 네트워크기술	기존 통신망(전력, 전화, xDSL, 케이블 등) 기술, 씰러 및 PCS 이동통신 네트워크 기술, 고정 네트워크(LAN, WLL 등) 기술, 기타 네트워크 기술
정보처리 시스템 및 S/W	010311	멀티미디어 단말기 및 운영체제기술	이동전화 단말·인터넷 정보가전 단말·무선인터넷 단말(PDA 등) 기술 등, 유무선 통신 인터페이스 기술, 저전력·고성능 단말 설계 기술, 동영상 복원 및 화면 출력 기술, 내장형 실시간 운영체제 기술
	010312	정보보안 및 암호기술	정보인증·보안기술, Secure Networking 인프라 및 서비스 기술, 초고속 유무선 통합 네트워크 보안기술, IT-BT 응용 정보보호 서비스 기술 등
	010313	전자상거래 기술	B2C·B2B 기술, 차세대 e-비즈니스인 U-비즈니스 기술, 글로벌 비즈니스 기술·협업 비즈니스 기술, 모바일 비즈니스 기술, 디지털 비즈니스 기술, 지능형 비즈니스 기술 등
	010314	신호처리기술 (영상·음성처리·인식·합성)	생체인식기술, 대화형 휴먼 인터페이스 기술, 언어 및 지식 처리 기술, 다국어 자동 번역 기술, 언어 정보 인식 기술, 영상 정보 인식 기술, 내용 기반 영상정보 검색기술, 영상정보 서비스 응용기술, 바이오 정보 분석 기술·바이오 신호전달망 상호작용 예측 기술, 바이오 정보검색 기술, 바이오 정보 통합관리 기술 등
	010315	정보검색 및 DB기술	웹·DB·XML 통합 정보 기술, 웹 마이닝 및 정보 클러스터링 정보구조화 기술, 분산 검색기술, 렉스터 마이닝 기반 지능형 정보검색 기술, 통합정보의 검색 인터페이스 기술, 사용자 프로파일링 및 맞춤형 정보 서비스 기술 등
	010316	기타 정보처리시스템 및 S/W 기술	전통 가전기술, 기존 컴퓨터·서버·주변장치 기술, 기타 소프트웨어 기술 등
기타 정보기술	010411	기타 정보기술	ITS, GIS 기술, 기타 전기전자 요소기술(센서 등), 달리 분류되지 않는 정보통신 기술

## 2.4 Bibliometric을 이용한 유망기술의 분류

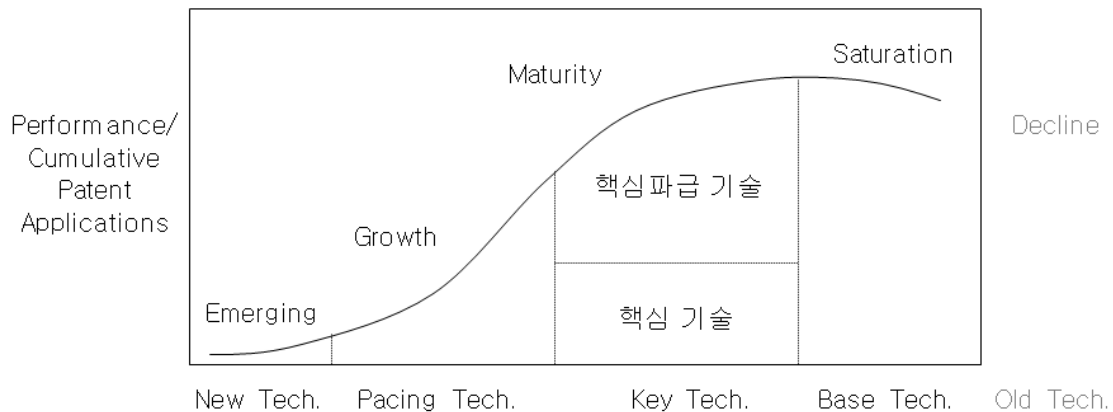


연구개발을 통해 확보된 기술은 제품수명주기와 마찬가지로 기술 요소시장에서 기술적 우월성과 상업적 가치의 복합적인 경쟁과정을 거치며 일정한 수명단계를 거쳐 쇠퇴하거나 사라지게 된다. 그러한 일련의 기술적 현상을 기술확산(Technology Diffusion), 기술변화(Technology Change) 또는 기술진화(Technology Evolution) 등으로 개념화하고 있으며 유망기술이란 그러한 기술적 발전의 초기단계에 놓인 기술을 의미한다. 기술적 진보의 평가와 예측을 위한 다양한 방법들이 제기되고 있으며 크게는 계량적인 접근방법과 질적인 접근방법으로 구분되며, 계량적인 접근방법은 다시 구조화된 방법과 비구조화된 방법으로 구분할 수 있다.

[그림] 기술수명주기의 개념(ADL,1981)



[그림] 기술수명주기의 개념(Ernst,1997)



본 연구의 목적에 비추어볼때 유망기술을 도출하기 위한 분석기법으로서는 기술 수명주기 모형이 가장 합리적인 방법으로 판단된다. 기술수명주기 모형은 성장곡선(growth curve)과 기술의 확산(technology diffusion)개념으로 구성되어 있는데 성장곡선이란 시장에 도입된 기술의 효용이나 성과가 경영환경 및 경쟁기술과의 상호작용 과정을 통해 성장하고 성숙기에 접어든 이후에 쇠퇴하는 전형적인 패턴(예를 들면 S-curve)을 가지는 것을 의미한다. 또한 기술확산이란 혁신의 확산(innovation

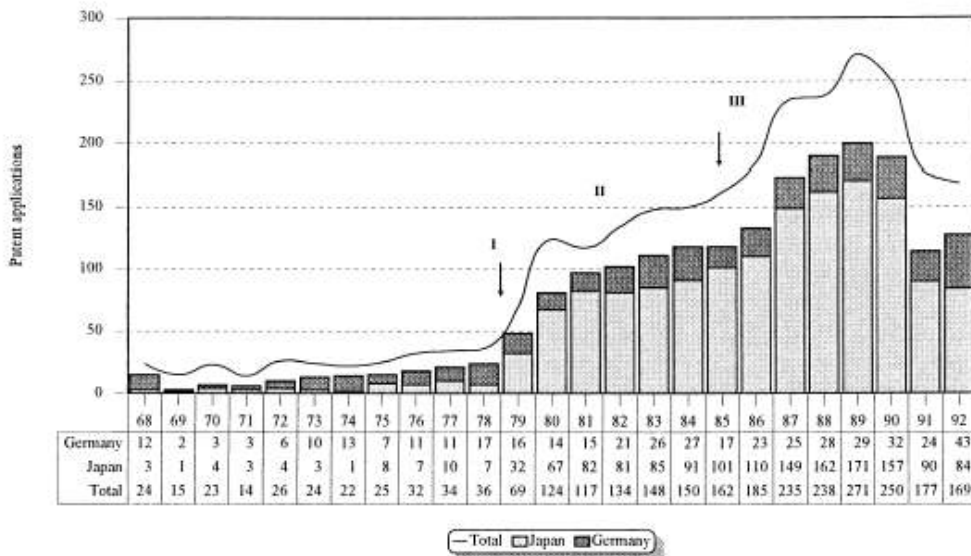
diffusion) 개념을 이용한 것으로, 동일한 가치를 지닌 기술이 시장에서 상이한 수용 메커니즘 (adoption mechanism) 통해 순차적으로 수용되는 것을 의미한다. 즉 요소 시장에 도입된 개별 기술들에 담긴 혁신의 가치는 동시에 받아들여지거나 일시에 쇠퇴하는 것이 아니고 점진적인 확산과정을 통해 발현됨을 의미한다.

유사한 기술군 내에서 논문, 특히 건수를 조사하여 절대적인 건수와 증가율을 고려하여 해당 기술군의 기술수명주기를 판단하는 방법은 가장 전형적인 분석기법 중의 하나이다. 또한 특정한 개별기술의 수명주기는 인용빈도의 절대적인 건수와 증가율을 고려하여 유망기술여부를 판단할 수 있다.

[그림] 특허데이터를 이용한 기술수명주기(CNC 기술)

Diffusion of CNC-Technology

369



Source: PATDPA.

## 2.1 유망기술의 분류체계

매년 수많은 과학기술 연구가 이루어지고 있으며, 그 결과 다수의 연구결과물들이 생성되고 있으나 후속연구나 사업화로 활용되는 비율은 높지 않다. 우리나라의 경우 특히 대학의 기술이전/확산율이 낮는데 이는 기초연구의 비중이 높은 대학의 연구개발 성과가 시장에서 활용 및 확산될 수 있는 메커니즘이 구축되지 못하고 있기 때문이다. 왜냐하면 기초연구를 통해 창출된 과학기술은 본질적으로 제품시장이 아직 형성되지 않은 초기단계의 기술이거나 논문, 보고서 등 정형화된 기술이전 단계의 성과일 가능성이 높은 반면 시장에서 요구하는 것은 대량생산이 가능한 단계에 이른 개발기술이기 때문이다. 또한 개발된 과학기술에 대한 충분한 정보가 기술 수요자에게 확산되지 못하는 것도 주요한 이유 중의 하나이다.

〈표〉 공공연구기관의 기술이전 실적 국제비교

	한 국			미 국 <sup>a</sup>			일본 <sup>b</sup>	캐나다 <sup>b</sup>
	대 학	연 구 소	계	대 학	연 구 소	계	(대학+연구소)	(대학+연구소)
연간 기술개발건수(A)	4,616	3,158	7,774	15,002	1,790	16,792	8,725	1,307
연간 기술이전건수(B)	629	951	1,580	4,087	671	4,758	1,171	544
기술이전율 (%) (B/A)	13.6	30.1	20.3	27.2	37.5	28.3	13.4*	41.6

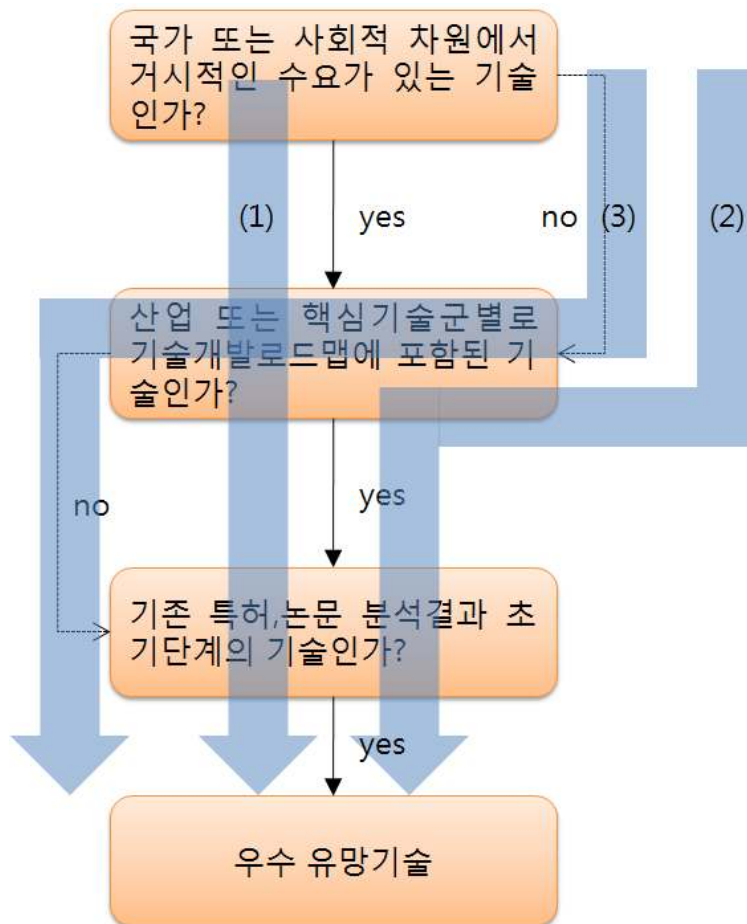
자료 : 산업자원부, 2005년도 공공연구기관 기술이전현황 조사 결과, 2006.6.

주 : 1. 미국 및 캐나다 2004년, 일본 2003년·2004년, 한국 2005년 기준

2. 조사대상 기관 : 미국(대학 164개, 연구소 33개), 일본(대학 및 연구소 63개), 캐나다(대학 및 연구소 34개), 한국(대학 145개, 연구소 111개)

따라서 비구조화된 연구개발 성과로부터 유망기술을 추출하기 위한 분류체계를 앞에서 제시된 유망기술 분류기준에 따라 다음과 같이 구성할 수 있다.

[그림 유망기술 분류체계]



(1) 국가 또는 사회적 차원에서 거시적인 수요를 충족시키는데 필요한 기술으로서 산업 또는 핵심기술군별 기술개발로드맵에 포함된 기술을 의미한다. 아울러 기존의

논문,특허 등의 과학기술정보 분석결과 그 창의성과 신규성이 인정되는 유망기술을 의미한다. 예를 들어 국가유망기술 21에 포함되어 있으면서 관련 부처 또는 핵심 출연연구소의 기술로드맵에 포함되어 있는 기술이 대표적인 사례이다. 이러한 기술 들은 또한 논문,특허 등의 과학기술정보 분석결과 연구개발 성과의 건수,추세,질적 수준 등에 있어 신규성과 창의성이 담보되어야 한다.

(2) 국가 또는 사회적 차원에서 거시적인 수요를 충족시키는데 필요한 기술은 아니 나 핵심기술군별 기술개발로드맵에 포함된 기술을 의미한다. 아울러 기존의 논문,특 허 등의 과학기술정보 분석결과 그 창의성과 신규성이 인정되는 유망기술을 의미한 다. 예를 들어 국가유망기술 21에 포함되지는 않으나 관련 부처 또는 핵심 출연연 구소의 기술로드맵에 포함되어 있으면서 논문,특허 등의 과학기술정보 분석결과 연 구개발 성과의 건수,추세,질적수준 등에 있어 신규성과 창의성이 확보된 기술이다.

(3) 국가 또는 사회적 차원에서 거시적인 수요를 충족시키는데 필요한 기술도 아니 며 핵심기술군별 기술개발로드맵에 포함되지도 않았으나 기존의 논문,특허 등의 과 학기술정보 분석결과 그 창의성과 신규성이 인정되는 유망기술을 의미한다. 논문,특 허 등의 과학기술정보 분석결과 연구개발 성과의 건수,추세,질적수준 등에 있어 신 규성과 창의성이 확보된 기술로서 단기적인 시평에서 유망기술로 분류할 수 있는 기술이다.

### <표> 유망기술의 분류방법

분류수준	분류방법	분류기준	분류결과
거시적 수요예측	-자기평가,동료평가	절대적 기준	Y/N
중장기 기술로드맵	-전문가평가 -국가연구개발사업 조사분석 기술분류	절대적기준+ 상대적기준	Y/N 기술발전단계(도입, 성장,성숙,쇠퇴기)
과학기술 성과통계분석	-논문,특허분석	상대적 기준	기술발전단계(4~5단 계 분류)

### 3. 우수 유망기술의 국내외 관리 현황

#### 3.1 미국의 관리 현황 (NTIS DB)

##### - NTIS DB 개요

NTIS 데이터베이스(DB)는 미국의 NTIS (National Technical Information Service)가 1964년부터 현재까지 확보한 과학, 기술, 공학, 그리고 경영 분야의 정보제(information products)에 대한 요약물을 포함하고 있다. 이 데이터베이스는 여러 상업 벤더(commercial vendors)를 통해 일반에게 제공되며 매주 갱신된다. 지난 10여 년 동안 매년 6만 건의 새로운 타이틀들이 NTIS DB에 추가되었다.

##### - NTIS DB 정보 원천

NTIS DB는 수백 개의 정부기관, 주정부, 연방정부 계약자, 학교기관, 외국정부, 국제조직, 그리고 민간부문 조직에서 타이틀을 제공받는다. 새로운 타이틀의 10% 정도는 캐나다, 프랑스, 일본 등 외국으로부터 확보한다.

##### - NTIS 정보제(information products)의 종류

NTIS는 다양한 종류의 출판물과 미디어를 포함하고 있다. 다음 표는 2000년 NTIS에 의해 수집된 정보의 종류이다.

<b>Types of Information Products</b>	
<i>U.S. Government Produced</i>	
Technical reports	8,136
Conference proceedings	308
Journal articles	81
Theses	76
Bibliographies	23
Computer Products	124
<i>Foreign Acquisitions</i>	
Technical reports	2,361
Conference proceedings	1,598
Theses	70
Bibliographies	12

<그림 #> NTIS 정보제(information products)의 종류

- NTIS DB 주제 범위

NTIS DB는 대부분 과학과 기술 분야의 정보를 포함하고 있다. 다음 표는 2000년 수집된 타이틀들의 주제 카테고리(subject categories)별 구성 비율을 보여주고 있다. NTIS DB에서 채택하고 있는 주제 카테고리 분류체계는 <부록 I>을 참조하기 바란다.

Approximate Distribution By Subject Headings In NTIS Database - Fiscal Year 2000	
subject heading	percent
Administration & Management	8.4
Aeronautics & Aerodynamics	4
Agriculture & Food	4.4
Astronomy & Astrophysics	1.3
Atmospheric Sciences	1.2
Behavior & Society	1.8
Biomedical Technology & Human Factors Engineering	1.4
Building Industry Technology	1.5
Business & Economics	7.1
Chemistry	4.1
Civil Engineering	2.8
Combustion, Engines, & Propellants	2.5
Communication	2.5
Computers, Control, & Information Theory	4.8
Detection & Countermeasures	1.5
Electrotechnology	3
Energy	6.1
Environmental Pollution & Control	8.9
Government Inventions for Licensing	0.3
Health Care	2.1
Industrial & Mechanical Engineering	2.1
Library & Information Sciences	2
Manufacturing Technology	4
Materials Science	3.7
Mathematical Sciences	1.7
Medicine & Biology	12.4
Military Sciences	13
Missile Technology	0.3
Natural Resources & Earth Sciences	6.1
Navigation, Guidance, & Control	0.4
Nuclear Science & Technology	8
Ocean Technology & Engineering	3
Ordnance	1.3
Photography & Recording Devices	0.24
Physics	9
Problem Solving Information for State & Local Governments	5.3
Space Technology	2.8
Transportation	6.3
Urban & Regional Technology & Development	6.9

*Note: Citations may have been coded with more than one category.  
The citations have been counted for each category used.*

<NTIS 주제 카테고리별 구성 비율 (2000년)>

- NTIS DB 데이터 요소

필드명	설 명	비 고
NTIS Order No.	NTIS에서 타이틀을 주문할 때 사용하는 번호	PB2000-123456
Subject Category Codes	주제 분류코드	70A, 48D
NTIS Prices	NTIS 가격 정보	PC A02/MF A01
Corporate Source(s)	연구를 수행하고 보고서를 준비한 기관의 이름 또는 저자의 이력	Mass Inst. of Tech
Title	문서의 제목	
Journal and Database Issue	발표 저널의 vol.과 issue	
Title Note	문서나 보고서를 명확하게 파악할 수 있도록 하는 추가적인 타이틀 정보(보통 부제목을 기입)	
Personal Author(s)	저자의 이름(들)	
Report Date	보고일자	
Pagination or Number of Items	페이지 수	
Country of Publication	출판한 국가	
Language of Document	문서에 사용된 언어	
Report Number	보고서 번호	TR-93-03-T
Contract or Grant Number(s)	연구 프로젝트의 계약 또는 승인번호	
Monitoring Agency Number	지원기관에서 할당된 보고서번호	
Supplementary Notes	보충정보	
Availability Statement	이용가능성에 관한 내용	Available through FedWorld® by download only
Descriptors	주제 카테고리의 명칭	Air pollution control[68A]
Identifiers	현재 적합한 descriptors가 없을 경우 개념을 표현하기 위해 사용되는 주제 용어	Fugitive dust
Abstract	요약정보	
Title Annotation	정보제에 대한 추가적인 설명 기재	

## - NTIS DB 활용

NTIS 데이터베이스는 여러 온라인 벤더들을 통해 이용할 수 있다. 각 온라인 서비스 벤더들은 각자의 명령어, 메뉴화면, 필드, 디스플레이 및 출력 형태, 검색 소프트웨어와 특별한 기능들을 가지고 있다. 주요 온라인 서비스 벤더로는 Cambridge Scientific Abstract(CSA), Data Star, Elsevier Engineering Information Inc. 등이 있다.

다음은 온라인 서비스 벤더들에서 제공하는 검색결과 화면의 예이다.

Sample Record - CSA		
TI:	Title	Production, Prices, Employment, and Trade in Northwest Forest Industries, Fourth Quarter 1996
AU:	Author	Warren, DD
AV:	Availability	Order this product from NTIS by: phone at 1-800-553-NTIS (U.S. customers); (703) 605-6000 (other countries); fax at (703) 321-8547, and email: at orders@ntis.gov. NTIS is located at 5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161, USA. NTIS Prices: PC A08/MF A02
SO:	Source Performer:	Forest Service, Portland, OR. Pacific Northwest Research Station. July 1997. 143p. Report: FSRB-PNW-226
RP:	Report Number	FSRBPNW226; PB97199830
AB:	Abstract	Provides current information on lumber and plywood production and prices; employment in the forest industries; international trade in logs, lumber, and plywood; volume and average prices of stumpage sold by public agencies; and other related items.
LA:	Language	English
PY:	Publication Year	1997
PD:	Publication Date	19970700
CO:	Country of Origin	United States
PT:	Publication Type	Forest Service resource bulletin
DE:	Descriptors	Wood products; Forest industry; Sectoral analysis; Lumber; Plywood; Production; Prices; International Trade; Industries; Employment; Volume; Exports; Imports; Tables (Data); Agricultural economics
CL:	Classification	48D Natural Resources & Earth Sciences: Forestry; 96A Business & Economics: Domestic Commerce, Marketing, & Economics; 96C Business & Economics: International Commerce, Marketing & Economics
UD:	Update	199722
AN:	Accession Number	PB97199830

<그림 #> Cambridge Scientific Abstract(CSA)의 샘플 레코드



Sample Record – Data-Star		
AN	DE00758362-XAB 200011	Accession No./Update
AU	Milligan-M.	Author(s)
IN	Performer(s): National Renewable Energy Lab., Golden, CO.	Corporate Source
	Sponsor(s): US Department of Energy	Sponsoring Agency
	Performing author code(s): 888888888	Performing Org. Code
TI	Modeling utility-scale wind power plants, Part 1, Economics	Title of the Report
PD:	29, June 2000, 40. P	Publication Date
JN:	u2000102, n199901	Journal announcement Code
RN:	NREL/TP-500-27514	Report Number
CN	Contract AC36-99G010337	Contract Number
PR:	PC A04/MF A01	Price
AV:	Product reproduced from digital image. Order this product from NTIS by phone at 1- 800-553-NTIS (U.S. customers); (703) 605-6000 (other countries); fax at (703) 605-6900; and email at orders@ntis.gov. NTIS is located at 5285 Port Royal Road, Springfield, VA, 22161, USA.	Availability
CC	97I, 97G.	Classification codes
MJ	Wind-Power-Plants, Electrical-utilities, Economics.	Major descriptors
MN	Operation, Reliability, Mathematical-models, Power-Generation, Load Analysis, Life-Cycle-Cost.	Minor descriptors
ID	Wind-Energy, Electricity-Generation, Wind-Power-Plants, Modeling, Production-Cost-Models	Keywords
AB	As the worldwide use of wind turbine generators continues to increase in utility-scale applications, it will become increasingly important to assess the economic reliability impact of these intermittent resources. <i>(Actual abstract abbreviated for this example.)</i>	Abstract

<그림 #> Data Star의 샘플 레코드

### 3.2 유럽의 관리 현황 (CORDIS DB)

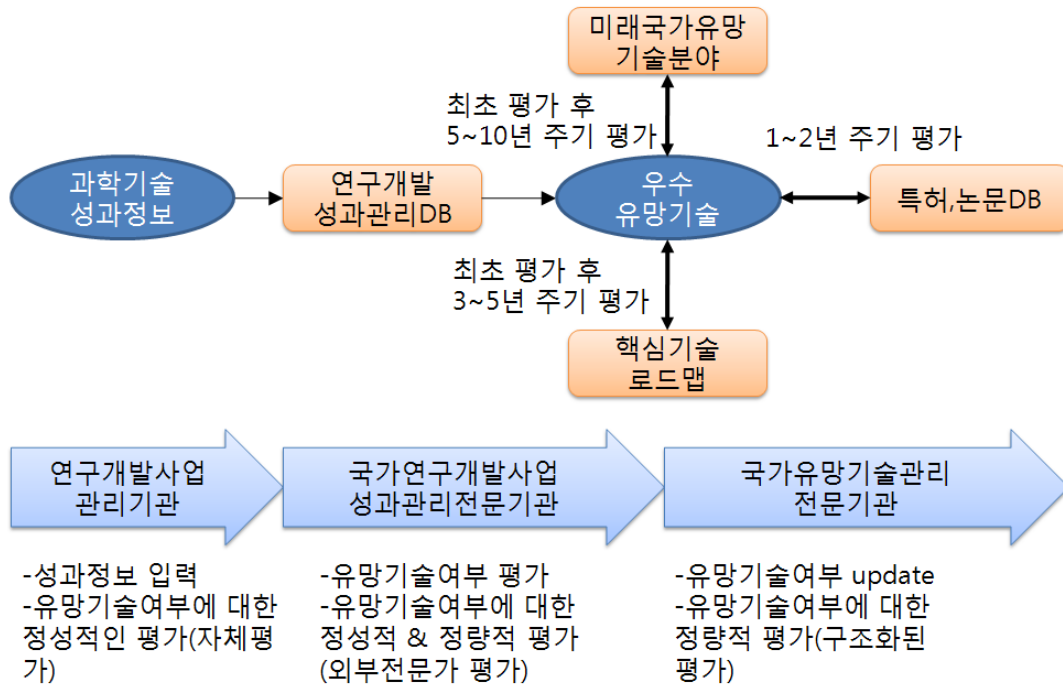
### 3.3 국내 관리 현황

#### 4. 유망기술의 수집 체계 및 효율적인 관리 방안

현재 국가연구개발사업을 통해 창출된 성과정보는 연구개발사업 관리기관이 국가연구개발사업 조사분석 시스템에 입력하도록 되어 있다(2008년 이후 과제 연구책임자가 직접 입력하는 NTIS 시스템으로 개편예정).

연구과제의 결과평가지 연구책임자가 자기평가에 의거하여 유망기술 여부를 체크하고 이를 평가위원이 확인하여 연구개발성과관리 DB에 입력한다(체크리스트를 이용하여 절대적인 평가기준 적용).

유망기술로 평가된 연구개발성과는 다시 국가연구개발사업 성과평가지 사업관리기관에서 “미래국가유망기술”여부 및 “관련 연구기관”의 핵심기술로드맵에의 포함여부를 기준으로 순차적으로 filtering 하여 최초 평가대상 기술의 10% 이내에서 유망기술을 분류한다.



유망기술로 분류된 기술은 최초 분류후 5~10년 주기로 미래 국가유망기술분야에 속하는지를 재평가하며, 3~5년 추기로 주요 연구기관별 핵심기술로드맵에의 포함여부를 재평가한다. 이러한 평가작업은 외부전문가, 평가위원회 등을 구성하여 이루어지는 것이 합리적이다. 또한 1~2년 주기로 논문,특허DB 검색을 통해 핵심기술여부를 평가한다. 매년 신규로 유망기술에 포함되는 건수를 고려하여 전체 유망기술의 총량이 일정하게 유지되도록 재평가지 유망기술군에서 탈락하는 비율을 적절하게 설정하여야 한다.

### 5. 우수 유망기술 요약 정보

1.과 제 명					
2.과제번호		3.과제기간		4.과제기술분야	
5.연구책임자	이름	소속	직위	주민등록번호	전화번호
					유선 H.P
6.연구참여자	이름	소속	직위	주민등록번호	
7.과제요약					
8.과제키워드					
9.논문	논문명	학술지		vol/no/pp	저자수
		학술지명	구분		
10.국내학술대회발표건수	건	11.국제학술대회발표건수	건		
12.특허	특허명	출원/등록구분	출원번호	등록번호	출원(등록)국
13.실용신안건수	14.의장건수	15.소프트웨어등록건수	16.디자인 및 상표등록건수		
건	건	건	건		
17.연구개발단계	17.1 본 과제의 연구개발 단계는? <input type="checkbox"/> 기초연구 <input type="checkbox"/> 응용연구 <input type="checkbox"/> 개발연구				
	17.2 본 과제와 관련된 후속연구의 필요성은? (기초연구 또는 응용연구만 응답) <input type="checkbox"/> 매우 필요 <input type="checkbox"/> 필요 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 필요하지 않음 (후속연구가 필요한 경우 18번 항목으로 이동)				
	17.3 본 과제의 사업화 가능성은? (개발연구만 응답) <input type="checkbox"/> 매우 높음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 높지 않음 (사업화 가능성이 높은 경우 19번 항목으로 이동)				



	후속연구의 필요성 (기초연구 및 응용연구)	점	사업화 가능성 (개발연구)	점
	종합의견			
20. 관련분야 전문가평가				
21. 특허 및 논문인용분석				

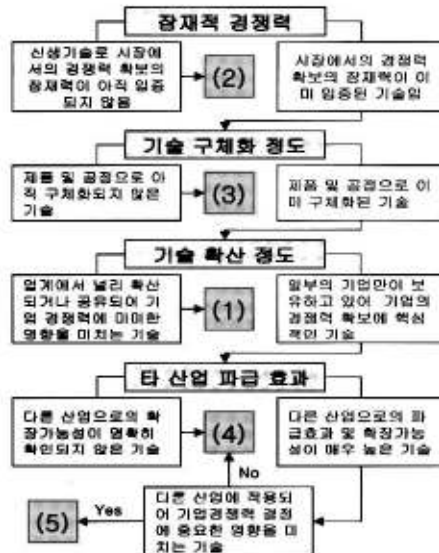
- 작성 지침

1. 과제명: 최종보고서상의 과제명 기재
2. 과제번호: 최종보고서의 관리번호 기재(과제 관리기관별 관리번호)
3. 과제기간: 과제 수행기간 기재 (예, 2004.5.12-2005.5.11)
4. 과제기술분야: 과제 기술분류 코드 값 기재 (NTIS 또는 KORDI의 분류코드 이용. 전산 시스템 구현시 선택 입력)
- 5, 6: 연구책임자/연구참여자 (비공개정보):
  - 주민등록번호를 이용해 연구자의 연구수행 이력 정보를 제공하는 기능 구현 예정
7. 과제요약: 과제의 요약문 기재
8. 과제키워드: 과제의 키워드 기재
  - 특정 키워드에 해당하는 유망기술을 검색하는 기능 구현 예정
9. 논문
  - 논문명: 학술지에 게재된 논문의 명칭 기재
  - 학술지명: 학술지 명칭을 정확하게 기재
  - 구분: 학술지의 종류를 기재
    - . SCI/SCI-E/SSCI/기타국제학술지/학진등재지/학진등재후보지/기타국내학술지
  - Vol/No/pp: 논문이 게재된 vol/no/page를 기재
10. 국내학술대회발표건수: 해당 과제를 통해 산출된 국내학술대회 발표 논문 수를 기재
11. 국제학술대회발표건수: 해당 과제를 통해 산출된 국제학술대회 발표 논문 수를 기재
12. 특허
  - 특허명: 해당 특허의 명칭을 출원(또는 등록)한 정식 명칭으로 기재
  - 출원/등록구분: 특허출원 또는 특허등록을 기재(출원특허, 등록특허)
  - 출원번호: 해당 특허의 출원번호 기재 (출원특허, 등록특허 모두 기재)
  - 등록번호: 해당 특허의 등록번호 기재 (등록특허만 모두 기재)
  - 출원(등록)국: 출원 혹은 등록 국가명 코드값을 기재=> 최초 입력후 전산시스템이 주기적으로 출원/등록 정보 갱신
13. 실용신안건수: 해당 과제를 통해 산출된 실용신안 출원/등록건수 (출원건수와 등록건수를 더함. 등록된 경우 출원건수에서는 제외)
14. 의장건수: 해당 과제를 통해 산출된 의장 출원/등록건수 (출원건수와 등록건수를 더함. 등록된 경우 출원건수에서는 제외)
15. 소프트웨어 등록건수: 해당 과제를 통해 산출된 소프트웨어 출원/등록건수 (출원건수와 등록건수를 더함. 등록된 경우 출원건수에서는 제외)
16. 디자인 및 상표등록건수: 해당 과제를 통해 산출된 디자인 및 상표등록 출원/등록건수 (출원건수와 등록건수를 더함. 등록된 경우 출원건수에서는 제외)
17. 연구개발단계: 세 항목 중 하나 선택
  - 기초연구: 새로운 발견이나 신지식을 얻기 위한 목적으로 수행되는 연구
  - 응용연구: 기초연구의 성과를 구체적으로 이용할 수 있는 가능성을 모색하고 이를 실증하기 위해 이루어지는 연구
  - 개발연구: 제품화나 실용화 또는 공업화를 위한 연구
18. 후속연구: 기초연구 및 응용연구에 해당하는 과제 중 후속연구가 필요한 경우에 후속연

구의 필요성 및 주요내용, 예상후속연구기간, 예상후속연구비용 등을 기재  
 19. 사업화: 개발연구에 해당하는 과제 중 사업화 가능성이 높은 과제에 대해 기술성, 시장성 등을 평가

19-2 개발된 기술의 혁신단계

기술 단계	정의
(1) 기반 기술	기업의 경쟁력에 미미한 영향을 미침. 일반적으로 업계에서 널리 확산되거나 공유되고 있음
(2) 신생 기술	시장에서의 경쟁력 확보의 잠재력이 아직 입증되지 않음
(3) 선도 기술	경쟁력을 확보할 수 있는 잠재력이 입증되었지만 제품, 공정으로 구체화되지 않음
(4) 핵심 기술	제품의 비용, 품질, 기능 면에서 매우 중요한 영향을 미침으로써 경쟁력 확보에 필수적임
(5) 핵심 파급 기술	제품의 비용, 품질, 기능 면에서 매우 중요한 영향을 미침으로써 경쟁력 확보에 필수적이며 다른 산업으로의 파급효과 및 확장가능성이 높음



<그림 9> 기술혁신단계 판정 논리

19-3~19-14

<표> 기술의 우위성

평가항목	세부항목	평가 내용
완성도	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술개발단계</li> <li>기술의 완결성</li> <li>상업화 가능성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기술개발의 완성도가 높은가?</li> <li>-보완적 기술이나 지원기술 없이 적용 가능한가?</li> <li>-기술의 상업화가 용이한가?</li> </ul>
차별성	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규성</li> <li>독창성</li> <li>효율성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기존의 기술과 다른 점이 많거나 전혀 새로운가?</li> <li>-기술에 담긴 지식이 매우 창의적인가?</li> <li>-기존 기술에 비하여 효율적인가?</li> </ul>
응용 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>상업화 소요시간</li> <li>확장가능성</li> <li>상업화 투자규모</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기술을 상업화 하는데 많은 시간이 소요되는가?</li> <li>-다른 제품이나 산업에 확장가능성이 있는가?</li> <li>-상업화를 위한 설비투자 규모가 큰가?</li> </ul>
이전 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>이전의 용이성</li> <li>이전비용</li> <li>이전에 대한 규제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기술을 쉽게 이전할 수 있는가?</li> <li>-이전에 소요되는 비용이 많은가?</li> <li>-이전에 따른 외적인 규제가 있는가?</li> </ul>

<표> 기술의 독점성

평가항목	세부항목	평가 내용
권리성	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪법적인 권리성</li> <li>▪권리의 방어력</li> <li>▪권리범위</li> </ul>	-법적인 권리성이 확실한가? -분쟁이 발생 하였을 때 권리의 방어가 쉬운가? -권리의 범위가 명확하고 넓은가?
대체가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪유사기술의 존재</li> <li>▪신기술 출현가능성</li> </ul>	-비슷한 (특히)기술이 존재하는가? -신기술이 빈번히 출현하는가?
기술보호의 용이성	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪모방의 난이도</li> <li>▪기술보호 비용</li> </ul>	-모방하기 어려운 기술인가? -기술보호에 많은 비용이 드는가?
수요/공급 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪기술수요자의 수</li> <li>▪기술공급자의 수</li> </ul>	-기술을 필요로 하는 수요자가 많은가? -기술을 보유,개발하는 공급자가 많은가?

<표>기술의 제약요인

평가항목	세부항목	평가 내용
시장 제약	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪판매시장의 제한</li> <li>▪제품구매자 제한</li> <li>▪생산,판매자 제한</li> </ul>	-제품판매시장에 제한이 있는가? -제품구매자에 제한이 있는가? -제품의 생산,판매자에 제한이 있는가?
기술적 제약	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪원재료구매 요구</li> <li>▪설비구매 요구</li> <li>▪기술개선 제약</li> <li>▪타기술과의 적합성</li> </ul>	-특정원재료를 구매해야 하는가? -특정설비를 구매해야 하는가? -기술을 개선할 수 없는가? -산업내의 다른 기술들과 적합한가?
사회적 제약	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪환경오염 가능성</li> <li>▪사회적 규제</li> <li>▪법적 규제</li> </ul>	-환경오염의 가능성이 있는가? -사회적 반대나 규제의 가능성이 있는가? -법적인 규제의 가능성이 있는가?
경쟁관련 제약	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪경쟁사의 대응</li> <li>▪핵심성공요인</li> </ul>	-경쟁자가 부정적으로 대응할 가능성이 있는가? -기술과 무관한 핵심성공요인이 존재하는가?

19-15: 해당 기술에 의해 창출되는 제품 또는 서비스의 분류코드(한국표준산업분류이용)

<이하의 두 항목은 연구책임자가 아닌 외부 전문가들에 의해 추후에 작성되는 부분임>

20. 관련 분야 전문가 평가 (전문가들이 평가. 추후 분석)

- 후속연구의 필요성: 기초연구와 응용연구의 경우 100점 만점으로 평가
- 사업화 가능성: 개발연구의 경우 100점 만점으로 평가
- 종합의견: 종합의견을 서술식으로 작성

21. 특허 및 논문 인용분석: 해당 과제를 통해 산출된 특허와 논문의 인용분석을 통해 해



당 기술의 중요도와 기술발전 단계를 종합적으로 분석 (인용분석 전문가들이 추후 분석)

Walsh, Steven T.(2004), "Roadmapping a disruptive technology: A case study The emerging microsystems and top-down nanosystems industry," Technological Forecasting & Social Change, 71, pp.161-185.

Sandia National laboratories: Fundamentals of technology Roadmapping. Available at: <http://www.sandia.gov/Roadmap/home.htm#what02>.

Bengisu, Murat, Ramzi Nekhili(2006), "Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases," Technological Forecasting & Social Change 73, pp.835-844.