

제2차 신·재생에너지기술개발  
및 이용·보급 기본계획  
(2003-2012)

(

2003. 12

산업지원부

## 목 차

I. 기본계획 수립 경위 .....	1
II. 현황 및 전망 .....	3
III. 평가 .....	5
IV. 기술개발 · 보급 및 발전량 목표 .....	6
V. 세부 추진계획 .....	13
VI. 소요예산 및 조달방안 .....	18
VII. 신 · 재생에너지 원별 세부 추진계획 .....	22

## I. 신·재생에너지기술개발 및 보급 기본계획 수립

### 1. 수립 경위

□ 2002.12월 『제2차 국가에너지 기본계획』 수립시 총 1차 에너지 기준 신·재생에너지의 공급비중을 2006년 3%, 2011년 5%로 설정함

○이의 달성을 위하여 『제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2003~2012)』 수립을 위한 정책연구를 수행함

- 주관기관 : 에너지관리공단(신·재생에너지 센터)
- 참여기관 : 에너지경제연구원
- 기간 : 2002. 12 ~ 2003. 8

○그간 각계의 의견을 수렴하여 기본계획(안)을 마련함

- 신재생에너지 11개 분야 기술연구회를 총 44회 개최
  - \* 산,학,연 전문가 총 115명 참여
- 신재생에너지기술개발및보급기본계획(안) 간담회 개최(2003.6.13)
  - \* 산,학,연 관계자 총 70명 참여
- 신·재생에너지산업 활성화를 위한 정책세미나(2003.6.27)
  - \* 산,학,연 관계자 총 200명 참여
- 기본계획(안) 종합검토회의 : 산, 학, 연 관계자 20명(2003.7.15)

□ 신·재생에너지정책심의회회의 심의를 통해 동 기본계획을 확정함

#### 기본계획의 주요사항(대체에너지법 제4조)

- 기본계획은 10년이상을 계획기간으로 하고 다음사항을 포함함
  - 기본계획의 목표 및 기간
  - 신·재생에너지원별 기술개발 및 이용·보급의 목표
  - 총전력생산량중 신·재생에너지 발전량이 차지하는 비율의 목표
  - 기본계획의 추진방식
  - 신·재생에너지의 기술수준의 평가와 보급전망 및 기대효과

## 신·재생에너지의 정의 및 특징

- 신·재생에너지는 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 다음의 에너지로 정의함
  - 태양에너지, 바이오에너지, 풍력, 소수력, 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유를 가스화한 에너지, 해양에너지, 폐기물에너지, 지열에너지, 수소에너지, 기타 대통령령이 정하는 에너지(대체에너지법 제2조)
- 신·재생에너지 특징
  - 화석연료 사용에 따른 CO<sub>2</sub> 발생이 없는 환경친화성
  - 주로 재생가능한 비고갈성
  - 연구개발에 의해 확보가 가능한 기술주도형
  - 장기적으로 선행투자와 정부지원이 필요한 공공성이 강한 미래에너지

## 2. 개발·보급의 필요성

- 기후변화협약(교토의정서)에 의거, 우리나라는 2차 공약기간중(2013~2017) 온실가스 감축의무부담이 가시화될 전망으로 2002년말 현재 온실가스 배출량 세계 10위인 우리나라가 감축의무 부담시는 산업·경제활동에 미치는 영향이 매우 큼
- 신·재생에너지는 에너지의 해외 의존도를 낮추고 에너지수급 불안정에 대비하여 에너지 안보를 확보할 수 있는 에너지원이며, 황화물(SO<sub>x</sub>), 질산화물(NO<sub>x</sub>), 미세먼지 등 환경오염물질의 배출이 없음
- 태양광, 풍력 등의 신·재생에너지산업은 세계적으로 연평균 20~30% 급신장하여 IT, BT 산업 등과 함께 21C 첨단 신산업으로 급부상하고 있음
  - 적극적인 기술개발을 통해 2011년까지 기술선진국으로 도약이 가능하며, 기술개발 완료된 국산 제품의 보급 프로그램 추진으로 획기적인 생산비용 저감을 달성할 수 있음

## II. 현황 및 전망

### 1. 수급현황

○ 우리나라 신·재생에너지 공급은 2002년 기준 1차에너지의 1.4%를 점유하고 있음

< 신·재생에너지 공급실적 >

(단위: 천TOE)

구 분	1990	1995	2002	연평균증가율(%) (1990~2002)
1차에너지 공급	93,192	150,437	209,111	7.6
신·재생에너지 공급	336	909	2,922	22.5
공급비중	0.4%	0.6%	1.4%	-

○ 신·재생에너지중 폐기물(산업 및 도시폐기물)의 소각열 이용이 높은 비중을 차지하고 있음

- 폐기물에너지가 93.5%를 차지하고 있으며, 폐기물을 제외한 신·재생에너지는 6.5%에 불과함
- 신·재생에너지중 열과 전력의 비중을 살펴보면 열이 98.1%이고 전력은 극히 낮은 수준에 머물러 있음

< 신·재생에너지원별 공급비중(2002년) >

(단위 :%)

구분	폐기물	바이오	태양열	소수력	태양광	풍력	계
공급비중	93.5	4.0	1.2	1.0	0.2	0.1	100

## 2. 여건변화

□ 신·재생에너지는 환경친화적인 청정에너지로서 화석에너지 고갈, 국제 환경 규제강화로 인해 향후 주요 에너지원으로 부상할 전망이다

○ 선진국은 기후변화협약과 관련, 온실가스 감축의무를 준수하고 지속 가능한 경제발전을 위해 신·재생에너지 개발·보급목표를 정하여 중점 투자하고 있음

\* 선진국은 1차 공약기간중(2008~2012) 1990년 배출량 대비 평균 5.2% 감축의무 설정

○ 태양광, 풍력 등의 신·재생에너지 세계시장은 연평균 20~30% 급신장하고 있으며, OECD 국가의 신·재생에너지 비중은 1993년 3.9%에서 2010년에 4.9% 수준으로 증가할 전망이다

○ 특히, 미국과 국제에너지기구를 중심으로 화석연료 사용을 줄이면서, 수소·연료전지 등 신에너지 경제로의 이행을 강력히 추진하고 있음

### < 선진국들의 신·재생에너지 기술개발 및 보급계획 >

미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2010년까지 1백만호 Solar Roofs Program</li> <li>○ 2010년까지 총 자동차중 25%를 연료전지 자동차로 보급</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ New Sunshine 계획(1993~2020)의 일환으로 2010년까지 160만호 태양광주택 보급</li> <li>○ 2010년까지 5만대의 연료전지 자동차, 40만가구의 가정용 연료전지 보급</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2010년까지 신·재생에너지 사용비중 12%로 확대 추진</li> <li>- CO<sub>2</sub> 15% 감축 목표(1990년 수준 대비)</li> </ul>

\* 자료출처 : IEA, Renewable Energy World 2002

□ 우리나라도 신·재생에너지 확대보급 정책을 적극적으로 추진중

### III. 추진현황

#### 1. 기술개발 및 보급실적

○ 정부는 신·재생에너지 개발·보급에 1988년부터 2002년까지 총 5,333억 원을 지원하였음

- 기술개발사업에 1,507억원(민간포함 2,482억원), 시설설치 보조사업에 768억원, 그리고 보급용자사업에 3,058억 원을 각각 지원하였음

< 신·재생에너지 분야별 기술개발 추진실적 >

(단위 : 억 원)

구 분	연료전지	태양광	IGCC	바이오	폐기물	풍력	태양열	기타	계
투자액	707	375	282	275	240	230	152	221	2,482
비중(%)	28.5	15.1	11.3	11.1	9.7	9.3	6.1	8.9	100.0

○ 그 결과 신·재생에너지는 2002년말 현재 연간 6,650억원의 원유수입 대체 효과와 910만톤의 CO<sub>2</sub> 절감효과를 거두었음

#### 2. 문제점

○ 우리나라 신·재생에너지는 현 추세감안시 2011년 총 1차에너지 기준 2.2%로 전망되는 낮은 수준이고, 이를 위한 기술개발 및 보급투자도 적은편임

- 기술개발 투자는 미국의 2%, 일본의 3.5% 수준이며, GDP 규모를 감안하더라도 선진국은 우리나라의 2~3배 수준임

○ 신·재생에너지 이용확대를 위한 보급정책과 지원 인프라가 미약

- 1988~2002년 동안 보급을 위한 지원은 768억원으로 기술개발지원 1,507억원 대비 34%수준이며, 기술개발된 제품에 대한 초기 시장창출 및 신뢰성 제고 시책이 미흡

○ 신·재생에너지원 Mix는 2002년말 폐기물에너지가 93.5%로서 대부분을 차지하고, 특히 열이 98.1%로서 전력비중이 낮은 수준임

## IV. 기술개발 · 보급 및 발전량 목표

### 1. 보급 목표

○ 계획기간은 10년으로 2003년부터 2012년까지로 함

○ 신 · 재생에너지 보급목표는 2010년 OECD 평균 전망치를 감안하여 2006년 1차 에너지 소비량의 3%, 2011년 5%로 설정함

- 동 목표 달성시 OECD 등 신 · 재생에너지 선진국으로 발돋움하는 계기 마련

- 대수력을 포함한 공급량은 2002년 대비 2006년은 2.4배, 2011년까지 4.6배 증가 전망

○ 풍력, 태양광등 재생 가능한 에너지의 비중을 확대하고, 폐기물 에너지의 편중을 완화토록 함

#### < 신 · 재생에너지 공급 목표 >

(단위: 천TOE)

분 야	2003년		2006년		2011년(%)	
	공급량	비중(%)	공급량	비중(%)	공급량	비중(%)
태 양 열	41.4	0.93	101.5	1.45	318.1	2.39
바 이 오	197.0	4.43	495.0	7.07	1,050.0	7.87
폐 기 물	3,080.0	69.20	5,050.0	72.13	7,540.0	56.54
태 양 광	2.7	0.06	21.9	0.31	341.2	2.56
풍 력	13.1	0.29	125.9	1.80	1,311.4	9.83
소 수 력	50.0	1.12	111.0	1.59	446.0	3.34
연료전지	-	-	0.4	0.01	147.1	1.10
지 열	0.8	0.02	12.1	0.17	160.8	1.21
해 양	-	-	0.7	0.01	431.5	3.24
수 소	-	-	-	-	1.3	0.01
석탄이용	-	-	-	-	374.6	2.81
소 계	3,385	76.05	5,919	84.54	12,122	90.90
수 력	1,066	23.95	1,082	15.45	1,213	9.10
합 계	4,451	100	7,001	100	13,335	100
총 에너지 대비 신 · 재생에너지 비중(%)	2.06		3.0		5.0	

\* 2003년 이후에는 신 · 재생에너지에 대수력을 포함



## 2. 발전량 목표

○ 총 전력소비중 신·재생에너지 발전량이 차지하는 비율의 목표도 OECD 전망치를 감안하여, 2006년까지 2.4%, 2011년까지 7.0%로 설정

- 풍력, 태양광, 소수력 등 재생에너지는 지속확대하고 연료전지, IGCC 등 신에너지를 새롭게 도입 추진

- 대수력을 제외시 2006년 1.1%, 2011년 5.6%로 예상됨

< 총 전력소비중 신·재생에너지 공급비중 >

(단위 : GWh)

분 야	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
태양광	8.3	15.5	39.1	87.6	158.2	261.6	409.9	767.0	1,365.0	1,793.0
풍 력	52.6	153.3	273.8	503.7	919.8	1,445.4	2,606.1	3,525.9	5,245.7	6,639.1
소수력	202.2	223.9	247.6	444.6	681.2	917.7	1,193.6	1,469.5	1,785.9	2,139.7
IGCC					79.2	79.2	79.2	2,138.4	4,356.0	6,336.0
LFG	616.3	1,232.6	1,848.8	2,465.1	3,081.4	3,383.7	3,697.7	4,000.0	4,313.9	4,616.3
연료전지		0.8	0.6	4.6	12.6	42.2	175.4	894.3	1,710.9	2,621.7
해 양				3.0	3.0	573.0	573.0	843.0	1,726.0	1,726.0
소 계	879.4	1,626.1	2,409.9	3,508.6	4,935.4	6,702.8	8,734.9	13,638.0	20,503.0	25,871.0
총전력 소비량	288,594	299,981	311,051	321,179	330,452	339,452	347,673	355,321	362,924	369,973
총전력소비량 비중(%)	0.3	0.5	0.8	1.1	1.5	2.0	2.5	3.9	5.6	7.0
대수력	4,264	4,271	4,268	4,327	4,233	4,363	4,435	4,644	4,851	5,067
총 계	5,143.4	5,897.1	6,677.9	7,835.6	9,168.4	11,065.8	13,169.9	18,282.0	25,354.0	30,938.0
총전력소비량 비중(%)	1.8	2.0	2.1	2.4	2.8	3.3	3.8	5.2	7.0	8.4

1) IGCC : Integrated Gasfication Combined Cycle (가스화복합발전)

2) LFG : Land Fill Gas (매립지가스)

3) 총전력소비량 : 제2차 국가에너지기본계획(2002.12)의 수요관리후 전력소비량임

## 3. 기술개발 목표

○ 현재 선진국대비 50~70% 기술수준을 2011년까지 70~90%까지 육성

- 수소·연료전지, 풍력, 태양광 등 3대 분야를 전략적으로 집중 지원하여 2011년까지 연료전지와 태양광 부문을 세계3위 수준까지 끌어올리고, 세계 시장의 10~20%를 차지하는 수출전략 산업화를 추진함

#### 4. 신·재생에너지 원별·연차별 설비규모

- 연료전지는 2004년 가정용 연료전지발전시스템(RPG) 20kW 보급 및 충남 보령에 분산전원용 100kW급 설치
- IGCC는 2007년에 10MW급 합성가스플랜트를 건설하고 2010년에 10MW급 합성가스플랜트, 전남 여수에 250MW급 중질잔사유발전소를 건설
- 매립지가스발전은 2006년까지 인천 수도권 위생매립지에 59MW를 설치 하고, 2007년부터 광역 지자체의 위생매립지에서 연간 8MW 규모의 건설
- 해양에너지는 2006년에 1MW급 울돌목 조류발전, 2008년에 252MW급 시화호 조력발전, 2010년에 1MW급 해안형 파력발전, 90MW급 울돌목 조류발전, 2011년에 480MW급 충남 서산 가로림만 조력발전을 각각 건설
- 연료전지 자동차는 2006년 10대 시범보급후, 2010년부터 양산 추진

(단위 : MW)

구분	발전원	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	합계
전 력	풍력	17	40	55	105	120	200	300	300	550	550	2,237
	연료전지	-	0.1	0.1	0.6	1.6	5	20	150	160	180	517
	태양광	1	5	14	35	50	75	110	230	450	330	1,300
	IGCC	-	-	-	-	10	-	-	260	280	250	800
	LFG (메탄가스 포함)	14	15	15	15	15	8	8	8	8	8	114
	소수력	8	10	10	40	60	60	70	70	80	90	498
	해양에너지	-	-	-	1	-	252	-	91	480	-	824
소 계		40	70	94	197	257	600	508	1,109	2,008	1,408	6,290
열	폐기물(천toe)	3,080	3,850	4,350	5,050	56,30	6,150	6,870	7,110	7,540	8,930	58,560
	바이오(천toe)	200	340	440	500	740	770	800	830	1,050	1,050	6,720
	지열(천RT)	3	7	15	24	45	75	115	160	210	260	914
	태양열(천대)	40	150	180	240	270	310	360	480	550	640	3,220
	수소(연료전지 자동차 포함)	-	-	-	10	10	100	100	1,000	1,000	1,000	3,220

## 5. 열 에너지 및 전기에너지 비중

○ 열에너지는 2003년 3,266천TOE(73.4%)에서 2006년 5,447천TOE(77.8%), 2011년 8,699천TOE(65.2%)로 신재생에너지 공급량 중 비중이 감소할 전망

○ 전기에너지(발전)는 2003년 1,185천TOE(2.7%)에서 2006년 1,554천TOE(22.2%), 2011년 4,636천TOE(34.8%)로 공급비중이 증가할 전망

< 신·재생에너지중 열/전기 에너지의 공급량 및 비중 >

(단위 : 천TOE)

구 분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
열에너지	3,266	4,141	4,707	5,447	6,259	6,838	7,631	7,967	8,699	10,227
비중(%)	73.4	76.5	77.5	77.8	77.7	75.7	74.3	69.9	65.2	65.8
전기에너지 (발전)	119	203	299	472	713	1,100	1,535	2,256	3,423	4,037
비중(%)	2.7	3.8	4.9	6.7	8.9	12.2	14.9	19.8	25.7	26.0
수 력	1,066	1,068	1,067	1,082	1,081	1,091	1,109	1,161	1,213	1,267
비중(%)	23.9	19.7	17.6	15.5	13.4	12.1	10.8	10.3	9.1	8.2
총공급량 (100%)	4,451	5,412	6,073	7,001	8,053	9,029	10,275	11,384	13,335	15,531

< 열 에너지 공급추세 >

(단위 : 천TOE)

분 야	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
태양열	41.4	52.9	74.4	101.5	133.8	169.1	208.4	258.1	318.1	385.1
수 소	-	-	-	-		0.1	0.1	1.3	1.3	1.3
폐기물	3,080	3,850	4,350	5,050	5,630	6,150	6,870	7,110	7,540	8,930
바이오	144	236	277	283	472	477	483	489	679	685
지 열	0.8	2.5	6.2	12.1	23.1	41.5	69.7	108.9	160.8	225.5
소 계	3,266	4,141	4,707	<b>5,447</b>	6,259	6,838	7,631	7,967	<b>8,699</b>	10,227
비 중(%)	73.4	76.5	77.5	<b>77.8</b>	77.7	75.7	74.3	69.9	<b>65.2</b>	65.8
총공급량 (100%)	4,451	5,412	6,073	7,001	8,053	9,029	10,275	11,384	13,335	15,531

< 전기 에너지 공급전망 >

(단위 : 공급량 천TOE, 발전량 GWh)

분 야		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
태양광	공급	2.7	3.9	9.8	21.9	39.5	65.4	102.5	191.81	341.2	447.9
	발전	8.3	15.5	39.1	87.6	158.2	261.6	409.9	767	1,365	1,793
풍 력	공급	13.1	38.3	68.4	125.9	229.9	361.4	651.5	881.5	1311.4	1456.4
	발전	52.6	153.3	273.8	503.7	919.8	1,445.4	2,606.1	3,525.9	5,245.7	6,639.1
소수력	공급	50	55	62	111	170	229	298	367	446	534
	발전	202.2	223.9	247.6	444.6	681.2	917.7	1,193.6	1,469.5	1,785.9	2,139.7
IGCC	공급					6.81	6.81	6.81	183.8	374.6	544.9
	발전					79.2	79.2	79.2	2,138.4	4,356.0	6,336.0
바이오 (LFG)	공급	53	106	159	212	265	291	318	344	371	397
	발전	616.3	1,232.6	1,848.8	2,465.1	3,081.4	3,383.7	3,697.7	4,000.0	4,313.9	4,616.3
연료 전지	공급		0.08	0.11	0.40	1.09	3.62	15.11	76.9	147.14	225.5
	발전		0.8	0.6	4.6	12.6	42.2	175.4	894.3	1,710.9	2,621.7
해 양	공급				0.75	0.75	143.3	143.3	210.8	431.5	431.5
	발전				3.0	3.0	573.0	573.0	843.0	1,726.0	1,726.0
소계(천TOE)		118.8	203.3	299.3	<b>472.0</b>	713.1	1,100.5	1,535.2	2,255.8	<b>3,422.8</b>	4,037.2
비 중(%)		2.7	3.8	4.9	<b>6.7</b>	8.9	12.2	14.9	19.8	<b>25.7</b>	26.0
수력(천TOE)		1,066	1,068	1,067	1,082	1,081	1,091	1,109	1,161	1,213	1,267
비 중(%)		23.9	19.7	17.6	<b>15.5</b>	13.4	12.1	10.8	10.3	<b>9.1</b>	8.2
총공급량 (100%)		4,451	5,412	6,073	7,001	8,053	9,029	10,275	11,384	13,335	15,531

< 신 · 재생에너지 원별 · 연도별 보급목표 >

(단위 : 천TOE)

분 야	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
태양열	41	53	74	102 (1.5%)	134	169	208	258	318 (2.4%)	385
태양광	2.7	4	10	22 (0.3%)	40	65	103	192	341 (2.6%)	448
풍 력	13	38	68	126 (1.8%)	230	361	652	882	1311 (9.8%)	1,456
소수력	50	55	62	111 (1.6%)	170	229	298	367	446 (3.3%)	534
수 소	-	-	-	-	-	0.1	0.1	1.3	1.3 ( - )	1.3
IGCC	-	-	-	-	6.8	6.8	6.8	184	375 (2.8%)	545
폐기물	3,080	3,850	4,350	5,050 (72.2%)	5,630	6,150	6,870	7,110	7540 (56.5%)	8,930
바이오	197	342	436	495 (7.1%)	737	768	801	833	1050 (7.9%)	1,082
연료전지	-	0.08	0.1	0.4 ( - )	1.1	3.6	15	77	147 (1.1%)	226
해 양	-	-	-	0.8 ( - )	0.8	143	143	211	432 (3.2%)	432
지 열	0.8	2.5	6	12 (0.1%)	23	42	70	109	161 (1.2%)	225
소 계	3,385	4,345	5,006	5,919	6,973	7,938	9,167	10,224	12,122	14,264
총에너지 비중(%)	1.57	1.95	2.17	<b>2.49</b>	2.86	3.17	3.56	3.88	<b>4.5</b>	5.19
수 력	1,066	1,068	1,067	1,082 (15.5%)	1,081	1,091	1,109	1,161	1,213 (9.1%)	1,267
총 계	4,451	5,413	6,073	7,001 (100%)	8,054	9,029	10,276	11,385	13,335 (100%)	15,531
총에너지 비중(%)	2.06	2.42	2.63	<b>3.00</b>	3.30	3.60	3.99	4.32	<b>5.00</b>	5.60

\* 2003년 이후에는 신 · 재생에너지에 대수력을 포함

< 신·재생에너지 발전원별 주요 보급계획 >

분 야	사 업 명	비 고
○ 태양광	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2012년까지 총 1,300MW 보급(총17만개소)</li> <li>- 주택용 : 300MW(10만가구)</li> <li>- 공공 및 상업용 : 400MW(4만개소)</li> <li>- 산업용 : 600MW(3만개소)</li> </ul>	기술중심의 분산형전원
○ 풍력	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2004년 경북 영덕 : 40MW</li> <li>· 2005~6년 강원 대관령 : 98MW</li> <li>· 2007~9년 전남 신안 : 300MW</li> <li>· 2010년 전북 새만금 : 45MW</li> </ul>	풍황여건이 양호한 지역
○ 소수력	· 2012년까지 총 543MW 건설	일반하천, 농업용 저수지 등 소규모 전원
○ 가스화 복합발전 (IGCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2010년 전남 여수, 중질잔사유 IGCC 250MW</li> <li>· 2011년 울산, 중질잔사유 IGCC 250MW</li> <li>· 2012년 충남, 석탄 IGCC 250MW</li> </ul>	석유화학단지 지역
○ 매립지가스 (LFG)발전	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2012년까지 105MW</li> <li>- 인천 수도권 위생매립지 56MW('03~'06)</li> </ul>	도시지역
○ 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2012년까지 370MW 보급(총 12,300개소)</li> <li>- 주택용 : 30MW(1만가구)</li> <li>- 건물용 : 20MW(2천개소)</li> <li>- 분산형 : 320MW(3백개소)</li> </ul>	기술중심의 분산형전원
○ 해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2008년 시화호 조력(안산) : 252MW</li> <li>· 2010년 울돌목 조류 : 90MW</li> <li>· 2011년 가로림만 조력(충남 서산) : 480MW</li> </ul>	해수여건이 양호한 남서해안 지역

○ 2011년까지 보급목표가 달성되는 경우, 신·재생에너지를 이용한 발전 설비용량은 총 490만kW로 전망되며, 설비이용률 등을 감안할 때 이는 원자력 발전소(100만kW급) 약 2기를 대체할 수 있는 수준임

## V. 세부 추진계획

### 1. 전략적인 기술개발 추진

○ 신·재생에너지 보급을 위해 선택과 집중에 의한 개발효과를 극대화함

- 선진국과의 기술격차가 적고 시장잠재력이 큰 수소·연료전지, 풍력, 태양광 등 3대 분야를 중점적으로 추진함
- 개별 기술개발 추진방법(일반개발사업)보다는 이를 통합하여 그랜드 컨소시엄을 구성하여 기술개발뿐만 아니라 성능평가, 실증연구를 마친후 이를 보급까지 연계할수 있는 사업 추진(프로젝트형 개발사업)

#### < 3대 중점분야 기술개발 프로그램 추진계획 >

태양광	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3kW급 주택용 발전시스템 개발</li> <li>- 반도체기술을 기반으로 태양광분야를 수출산업으로 육성</li> </ul>
풍 력	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 750kW급, 1MW급 풍력발전기 개발</li> <li>- 국산화 개발로 대체에너지전원 보급</li> </ul>
수소 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 250kW급 건물용 연료전지 발전시스템 개발</li> <li>○ 3kW급 주택용 연료전지 발전시스템 개발</li> <li>- 선진국과 기술격차 해소 및 분산형 전원 보급</li> </ul>

○ 이미 시장에 형성되고 있는 태양열, 바이오, 폐기물 분야 등은 보급중심으로 사업을 추진하되, 기술개발을 병행하여 지원함

○ 국제협력사업에 능동적으로 참여하여 기술선진화를 도모함

- 국제에너지기구(IEA)내 공동연구프로그램에 적극 참여하며, 3대중점 분야를 중심으로 기술협력 사업을 강화함
- 중국, 일본, 몽골 등이 참여하는 동북아 신·재생에너지 포럼창설을 통해 동북아시아장을 개척하고 기술개발을 선도하는 장으로 활용함

## 2. 기술개발 인프라 및 보급인프라 구축

### ○ 신·재생에너지 성능평가 및 인증제도 도입·실시

- 국내개발 또는 수입된 설비를 『신·재생에너지 성능검사기관』에서 기준에 적합한지 평가하고, 국제표준화 경쟁에 능동적으로 대응함
- 성능검사를 받은 설비에 대해 공인기관의 인증을 부여함으로써 수요자의 신뢰성 확보로 보급을 확대하고, 국고보조사업에 우선 참여하도록 지원

### ○ 『신·재생에너지 실증연구단지』 확대 운영

- 개발된 신제품을 장기간 설치·운전할 수 있는 실증연구단지를 확대 조성하여 내구성과 신뢰도를 향상시키고 엔지니어링 기술을 확보함
- 제품의 시스템구성, 운전기법, 성능유지, A/S방법 등의 실시로 보급에 연계되도록 추진함

### ○ 인력양성사업 추진

- 대학에 인력, 연구기자재, 설비 등의 구축을 위한 자금지원을 통해 신·재생에너지분야 연구기반 확충

### ○ 신·재생에너지 시범마을(Green Village) 조성

- 신·재생에너지를 이용하여 필요한 에너지를 최대한 이용하는 환경친화적인 시범마을 조성을 추진함
- 실증연구가 완료된 신재생에너지이용설비를 적용, 50호규모의 주거단지를 지속적으로 확대조성함

#### < Green Village 조성현황 및 계획 >

연도	개소	조 성 방 법
2002년	2	· 태양에너지를 실증연구단지에서 검증후 설치
2003년	3	· 풍력, 태양에너지등 복합기술 적용
2004년이후	95	· 민간주도로 추진가능토록 유도



### 3. 신·재생에너지 보급기반 조성

#### 가. 신·재생에너지 시장창출 및 확대

##### ☐ 공공부문의 시장창출

###### ○ 공공기관 신축건물의 신·재생에너지 시설설치 의무화

- 국가기관, 지방자치단체, 정부투자기관 등의 공공기관의 건물신축시 신·재생에너지 설비를 의무적으로 설치토록 함
- 공공기관의 선도적 역할을 통한 신·재생에너지 설비의 양산체계 구축 및 생산비용 저감으로 자발적인 민간수요 확산에 기여할 전망임

###### ○ 지역특성에 적합한 지역에너지사업 활성화

- 지자체를 중심으로 지역자연 특성에 적합한 신·재생에너지를 적극 활용토록 유도함
- 제주도, 대관령, 새만금 등에 풍력발전단지를 조성하고 수도권 위생매립지 등을 중심으로 LFG발전소를 건설함

##### ☐ 민간부문의 투자 유도

###### ○ 기술개발의 성숙도 및 상용화 수준 등에 따른 신·재생에너지 보급 프로그램을 추진

- 신재생에너지 설치 이용자가 경제성을 확보할 수 있는 수준의 보조금 지원제도 도입

- 2012년까지 태양광 주택 10만호 보급

- 2012년까지 주택용 연료전지 1만기 보급, 연료전지 자동차 3,000여대 보급

###### ○ 신·재생에너지 ESCO 사업 도입 검토

- 에너지절약에만 적용되는 ESCO 사업을 신·재생에너지 사업까지 확대 적용

## 나. 신·재생에너지 생산 및 이용촉진을 위한 지원

### ○ 신·재생에너지를 이용하여 생산된 전기의 우선구매 및 차액 보전

- 태양광, 풍력, 소수력, 매립지가스, 폐기물 등으로 생산된 전기의 기준가격을 고시하고 전력거래가격과의 차액을 지원함
- 차액지원실적을 분석하고 지원제도를 보완해 나가고 기술개발 및 상용화 수준에 따라 연료전지, 조력 등 신규 차액지원대상에 대한 기준가격 고시

### ○ 소규모 신·재생에너지 발전사업 지원 확대

- 전기사업법에 따른 소규모 신·재생에너지 발전사업자가 부담하는 인·허가 비용 등을 경감하고, 계통접속관련 규정 등을 정하도록 함

### ○ 보급된 신·재생에너지 설비의 사후관리

- 보급된 태양에너지 설비 등의 하자문제 해결을 위한 A/S 체제 지원방안을 강구함
- 전국 권역별로 업계 공동의 A/S망을 구축하여 설비의 신뢰성을 보장하는 방안을 검토

### ○ 세제 및 금융지원제도의 개선

- 조세특례제한법에 의한 관세감면(세율 8% → 2.8%) 대상을 연차적으로 확대함
- 신·재생에너지 시설투자금에 대한 세제감면 확대를 추진하고, 융자금 대출기간도 개선함

#### 4. 제도 · 정책 개선

##### ○ 신 · 재생에너지 발전의무비율할당제 도입 검토

- 발전사업자등이 적정비율의 신 · 재생에너지 발전전력을 구매토록 하기 위해 사전예고제를 도입하고 비용부담 증가분은 전기요금에 적절히 반영토록 함

\* RPS(Renewable Portfolio Standards) : 발전사업자의 총 발전량, 판매사업자의 총 판매량의 일정비율을 신 · 재생에너지원으로 공급 또는 판매하도록 의무화하는 제도

##### ○ 녹색가격제도(Green Pricing) 도입 검토

- 녹색가격제도는 소비자가 신 · 재생에너지를 사용함으로써 인상되는 추가적인 에너지비용을 자발적으로 부담하는 제도로써, 중 · 장기적으로 동 제도의 도입을 검토하여 추진함

##### ○ 신 · 재생에너지 지원자금 확충

- 신 · 재생에너지에 대한 지속적인 자금지원을 위하여 에특회계의 지원뿐 아니라 전력산업기반기금을 통한 지원도 가능하도록 하는 방안을 강구함

##### ○ 신 · 재생에너지 이용촉진을 위한 특별법 도입 검토

- 신 · 재생에너지 도입에 장애가 되는 각종 관련법령을 의제하는 특별법을 한시적으로 도입함

## VI. 소요예산 및 조달방안

### □ 소요 예산

○ 2011년 신·재생에너지 공급 5% 달성을 위해서는 2004~2011년까지 약 8조원(용자예산 포함시 11조 9천억원)의 예산소요가 전망됨

- 기술개발자금(출연금)은 기술개발, 실증연구, 성능평가사업 등에 1조 9,645억원이 소요(총 예산중 17%)
- 보급지원자금(보조금)은 발전차액보전, 시설보조사업등에 5조8,861억원 소요(총 예산중 49%)
- 보급지원자금(용자금)은 용자사업에 4조220억원이 소요(총 예산중 34%)
- 동기간동안 민간투자는 13조 3천억원이 matching fund로 이루어질 것으로 전망됨

○ 신·재생에너지의 기술수준과 산업성숙도에 따라 분야별로 지원수준의 전략적 차별화를 추구함

- 계획기간중에 개발부문, 보급부문, 보급용자부문을 살펴보면 신·재생에너지는 타에너지에 비해서 경제성이 떨어지므로 보급확대를 위해서는 보급부문(차액지원, 보급보조)의 지원금은 적정수준을 일정하게 유지할 필요가 있음
- 계획 초반기에는 개발부문(기술개발, 실증연구, 성능평가)에 집중하여 기술력과 경제성을 확보하도록 함
- 이를 통해 조성된 산업기반을 토대로 후반기에는 기업이 시장에서 자력으로 성장할 수 있도록 용자비중을 상대적으로 높여 나가도록 함. 단, 분야별 절대금액은 지속적으로 확대해 나감

< 분야별 예산비중 전망 >

(단위: %)

	개발부문 (기술개발, 실증연구, 성능평가)	보급부문 (차액지원, 보급보조)	보급용자
2004	27	47	26
2007	21	49	30
2011	14	46	40

□ 조달 방안

○ 소요예산은 에너지특별회계로 충당하며, 부족시 전력산업기반기금으로 보충토록 함

< 공급목표달성을 위한 연차별 소요예산 >

(단위 : 억원)

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	계
○ 개발부문	950	1,130	1,405	1,625	2,025	2,460	2,895	3,335	3,820	19,645
- 기술개발	650	755	1,005	1,110	1,275	1,560	1,945	2,300	2,670	13,270
- 실증연구	200	225	235	315	450	550	600	650	700	3,925
- 성능평가	100	150	165	200	300	350	350	385	450	2,450
○ 보급부문	1,670	2,110	3,412	3,824	5,352	7,217	8,888	12,108	14,280	58,861
- 차액지원	105	485	827	1,319	2,217	3,297	4,918	7,643	9,445	30,256
- 보급보조	1,565	1,625	2,585	2,505	3,135	3,920	3,970	4,465	4,835	28,605
소 계	2,620	3,240	4,817	5,449	7,377	9,677	11,783	15,443	18,100	78,506
○ 보급용자	900	1,340	1,800	2,280	3,300	4,100	6,300	10,600	9,600	40,220
합 계	3,520	4,580	6,617	7,729	10,677	13,777	18,083	26,043	27,700	118,726
○ 민간투자	1,300	4,900	7,000	9,000	12,400	18,300	21,700	28,500	30,100	133,200

< 신재생에너지원별 · 분야별 소요예산 >

(단위 : 억원)

분 야	구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	계
태양광	기술개발	120	130	150	170	210	280	350	410	450	2,270
	보급보조	300	300	820	630	840	1,000	960	680	500	6,030
	차액보전	15	85	190	350	570	900	1,700	3,000	3,900	10,710
풍 력	기술개발	110	130	150	170	200	260	350	400	450	2,220
	보급보조	230	230	440	140	240	360	360	360	360	2,720
	차액보전	20	145	265	485	765	1,380	1,870	2,780	3,520	11,230
연 료 전 지	기술개발	140	140	150	180	210	280	400	450	500	2,450
	보급보조	50	50	100	100	200	-	-	-	-	500
	차액보전	-	5	5	5	20	70	100	-	-	205
태양열	기술개발	30	45	65	70	80	100	110	150	200	850
	보급보조	280	280	400	470	560	680	920	1,100	1,300	5,990
바이오	기술개발	50	60	80	80	85	95	110	140	200	900
	차액보전	40	200	275	345	380	410	450	480	520	3,200
폐기물	기술개발	40	60	130	135	150	170	210	230	250	1,375
	보급보조	630	690	585	800	740	1,140	370	755	895	6,605
	차액보전	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
석 탄 이 용	기술개발	40	40	60	65	70	80	90	100	120	665
	보급보조	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	차액보전	-	-	-	2	2	2	58	118	170	352
소수력	기술개발	20	20	30	30	35	40	45	60	80	360
	보급보조	15	15	130	155	155	180	180	170	190	1,190
	차액보전	30	50	90	130	180	235	290	350	420	1,775
수 소	기술개발	60	70	100	110	120	130	150	200	250	1,190
	보급보조	-	-	10	10	100	100	600	600	600	2,020
	차액보전	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지 열	기술개발	40	40	60	70	80	90	95	110	120	705
	보급보조	60	60	100	200	300	460	580	800	990	3,550
	차액보전	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
해 양	기술개발		20	30	30	35	35	35	50	50	285
	보급보조	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	차액보전	-	-	2	2	300	300	450	915	915	2,884
실증연구		200	225	235	315	450	550	600	650	700	3,925
성능평가		100	150	165	200	300	350	350	385	450	2,450
보급융자		900	1,340	1,800	2,280	3,300	4,100	6,300	10,600	9,600	40,220
총 계		3,520	4,580	6,617	7,729	10,677	13,777	18,083	26,043	27,700	118,726

\* 성능평가, 실증연구사업은 원별 구분없이 기술개발(출연) 예산으로 추진  
 융자사업은 원별 구분없이 지원

< 신·재생에너지원별 소요예산 >

(단위 : 억원)

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	계
태양광	435	515	1,160	1,150	1,620	2,180	3,010	4,090	4,850	19,010
풍력	360	505	855	795	1,205	2,000	2,580	3,540	4,330	16,170
연료전지	190	195	255	285	430	350	500	450	500	3,155
태양열	310	325	465	540	640	780	1,030	1,250	1,500	6,840
바이오	90	260	355	425	465	505	560	620	720	4,000
폐기물	670	750	715	935	890	1,310	580	985	1,145	7,980
석탄이용	40	40	60	67	72	82	148	218	290	1,017
소수력	65	85	250	315	370	455	515	580	690	3,325
수소	60	70	110	120	220	230	750	800	850	3,210
지열	100	100	160	270	380	550	675	910	1,110	4,255
해양	-	20	32	32	335	335	485	965	965	3,169
성능평가 실증연구	300	375	400	515	750	900	950	1,035	1,150	6,375
융자	900	1,340	1,800	2,280	3,300	4,100	6,300	10,600	9,600	40,220
총계	3,520	4,580	6,617	7,729	10,677	13,777	18,083	26,043	27,700	118,726

\* 성능평가, 실증연구사업은 원별 구분없이 기술개발(출연) 예산으로 추진

\* 융자사업은 원별 구분없이 지원함

## VII. 신·재생에너지 원별 세부 추진계획

1. 태양광 .....	23
2. 연료전지 .....	27
3. 풍력 .....	31
4. 태양열 .....	35
5. 바이오에너지 .....	39
6. 폐기물에너지 .....	43
7. 수소에너지 .....	47
8. 석탄 액화·가스화 및 중질잔사유 가스화에너지 .....	52
9. 소수력 .....	56
10. 지열에너지 .....	60
11. 해양에너지 .....	64



## 1. 태양광

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 태양광 발전은 태양빛을 반도체 소자인 태양전지(Solar Cell)에 쏘이면 전기가 발생하는 원리(Photovoltaic effect)를 이용하여 전력을 생산하는 기술로 태양전지로 구성된 모듈, 축전지 및 전력변환장치로 구성되어 있음

#### □ 특징

- 태양광 에너지는 빛에너지를 전기에너지로 직접변환하여 이용하므로 청정하고 무한한 미래에너지원임
- 시스템 구성이 간편하여 단시간에 설치가 가능하며, 전력생산과 소비가 인접한 장소에서 이루어지므로 송배전손실이 적음

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 태양광 발전은 1970년대 초부터 대학과 연구소를 중심으로 기초연구를 시작하였고, 88년부터 본격적인 기술개발을 추진하였음
- 1988~2002년까지 태양광 분야의 기술개발에 총 375억원을 투자(60개 과제, 정부 228억원)하였으며, 『주택용 3kW급 태양광 발전시스템 개발('01~'04년)』 사업을 추진중임
- 핵심요소기술은 이미 확보하였으며, 특히 단결정 실리콘 태양전지 기술은 세계적인 수준이나, 양산기술과 시스템이용기술은 선진국에 비해 미흡함
- 태양광에너지 총 설비용량은 2002년말 현재 5,419kW이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 0.2%(6,735toe)를 차지함
- 기술의 신뢰성 확보를 위한 시범보급사업 중심에서 공공기관, 학교, 복지시설, 도서·벽지 등으로 보급확대를 추진중에 있음

- 향후 태양전지 효율향상, 시스템 단가 저감 등 경제성 확보를 위한 기술 개발이 핵심과제이며, 시장창출을 위한 정부주도의 보급활성화 시책이 필요함

## □ 세 계

- 태양광 발전시장은 2002년 35억불에서 2010년 275억불로 확대될 전망으로 이는 2010년 기준으로 연간 생산량 25GW 규모임
- 설비용량은 1994년 69MW에서 2002년 530MW로 7.6배 성장하였으며, 매년 20~30% 수준으로 급신장하고 있음
- 미국, 일본, EU 등 주요선진국은 1970년대 오일쇼크이후 태양광발전 중장기계획을 수립하여 연구개발과 보급 정책을 병행추진하고 있음

### < 주요 선진국의 태양광 기술개발 프로그램 >

미 국	○ National Photovoltaics Program : 2000~2004년, 에너지부(DOE) 주관 - 2005년까지 4\$/W의 시스템 단가 목표를 설정, 2001년 420억원을 투자
일 본	○ New Sunshine Program : 1982~2000년, 경제산업성(METI) 주관 - 2010년까지 100엔/W의 태양전지 가격 목표를 설정, 2002년 590억원 투자
E U	○ Framework Program : 2002~2006년 - 2010년까지 1유로/W의 태양전지 가격 목표를 설정, 1998~2002년 중 1,440억원을 투자

### < 주요 선진국의 태양광 보급 프로그램 >

구 분	미 국	일 본	독 일	이탈리아
사 업 명	Million Solar Roofs Program	주택용 태양광 발전도입사업	100,000 Roofs Program	10,000 Roof-Top PV Program
기 간	1999~2010	1994~2010	2000~2004	1999~2003
예 산	2001년 1,015억원	2002년 2,653억원	2001년 421억원	2002년 412억원
보급목표	2010년 3,025MW	2010년 4,820MW	300MW	50MW
보급실적	2001년 168MW	2002년 453MW	2001년 195MW	2002년 22MW

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 세계최고의 반도체기술을 활용, 차세대 수출산업화 추진
  - 2010년 세계시장의 7% 점유(30억불), 5만명의 고용효과 창출
  - 태양전지 효율향상 : 12%(2003년) → 15%(2006년) → 18%(2010년)
  - 시스템단가 저감(백만원/KW) : 15(2003년) → 8(2006년) → 6(2010년)
- ◇ 2012년까지 주택용, 건물용, 산업용 태양광 발전설비 1,300MW 보급
  - 주택용 태양광발전시스템 : 1만호(2006년) → 10만호(2012년)
  - 건물용 태양광발전시스템 : 500기(2006년) → 700기(2012년)
  - 산업용 태양광발전시스템 : 1,000기(2006년) → 1,400기(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 주택보급형 3kW급 시스템 개발
- 건물, 상업용 10kW급 시스템 개발
- 태양전지 저가화, 고신뢰성 제품 개발 및 양산체제 확립

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



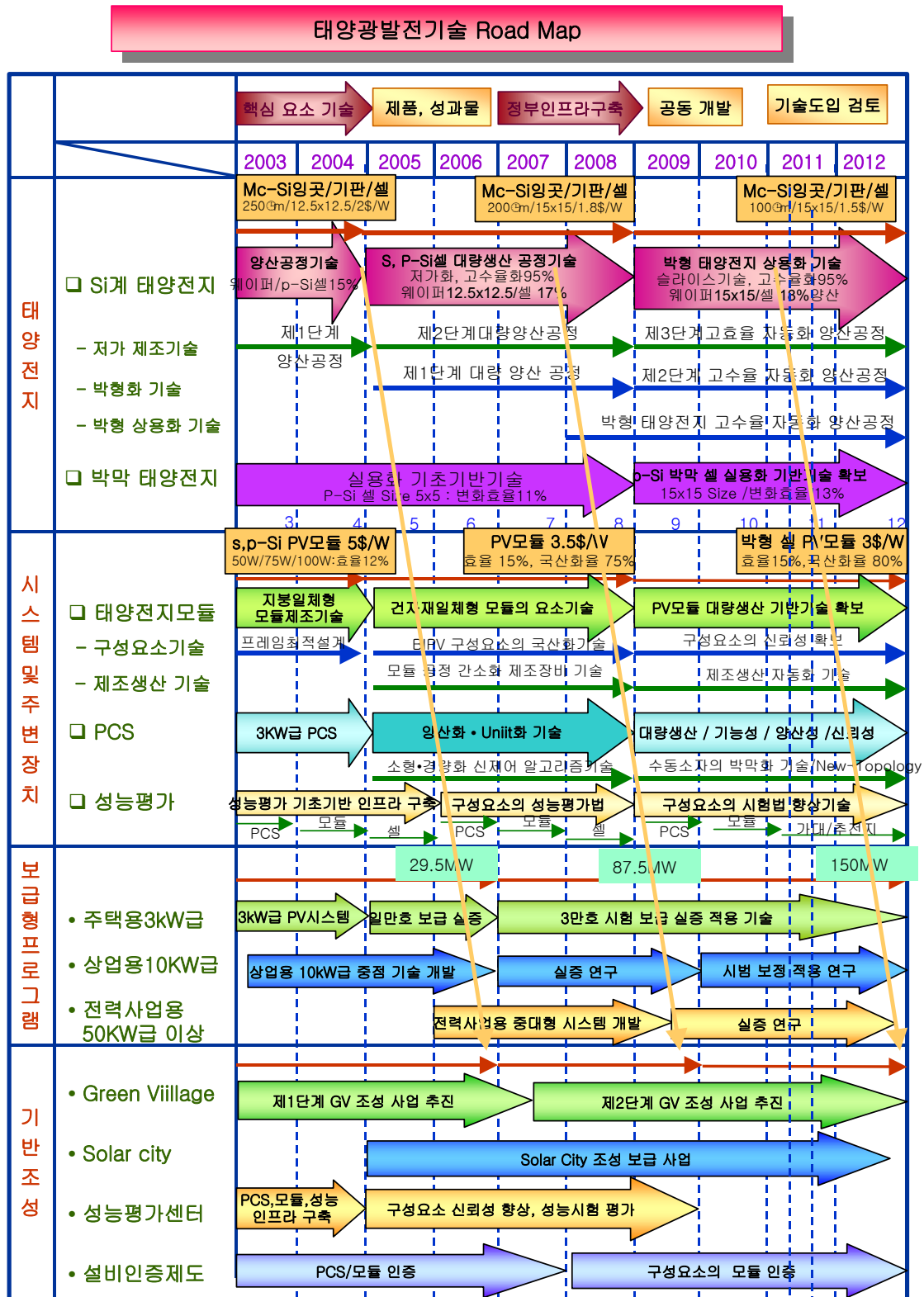
- 결정질 초박형 태양전지 기술개발
- 차세대 박막 태양전지 기술개발
- 태양광 발전시스템 보급형 유니트화 개발

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 결정질 초박형 태양전지 상용화 기술개발
- 차세대 박막 태양전지 상용화 기술개발
- 태양광 발전시스템 보급형 패키징 상품화 개발

## □ 기술개발 Road Map



## 2. 연료전지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 연료전지는 수소(천연가스, 메탄올 등)와 산소(공기)의 화학에너지를 전기화학 반응에 의해 전기에너지로 직접 변환하는 발전장치로 전기와 열을 동시에 생산하는 기술로 개질기, 스택 및 전력변환장치로 구성되어 있음

#### □ 특징

- 공해 배출이 거의 없는 청정에너지이며 열병합발전이 가능하여 시스템 효율이 높은 미래에너지원임
- 천연가스, 석유, 물의 전기분해 등 다양한 연료를 사용하며 소규모 면적에 단기간 건설이 가능한 특성으로 도심건물에 적용이 가능함

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 연료전지 분야는 1980년대 중반부터 대학과 연구소를 중심으로 기초 연구를 수행하였고, 1988년부터 본격적인 기술개발을 추진하였음
- 1988~2002년까지 연료전지 분야의 기술개발에 총 1,301억원을 투자(54개 과제, 정부 498억원)하였으며, 『100kW급 외부개질형 용융탄산염형 연료전지 개발('01~'05년)』, 『연료전지 하이브리드 추진차량 개발('99~'03)』 사업 등을 추진중임
- 핵심기본기술은 상당부분 확보하였으나, 시스템 제작 및 부품 소재기술은 선진국에 비해 미흡함
- 향후 기술의 신뢰성 및 경제성 확보를 위한 Prototype 실증연구가 필수적이며, 상용화 및 초기시장 창출을 위한 정부주도의 기술개발, 보급활성화 시책이 필요함

- PEMFC, DMFC 분야를 제외하고 투자의 위험성이 높아 민간기업의 참여를 위해 정부주도의 기술개발 지원이 필요

## □ 세 계

- 연료전지 세계시장은 2010년 1,000억불로 확대될 전망이며, 가정용 연료전지시스템(RPG)은 240억불의 시장이 형성될 전망이다
- 전력산업용 연료전지 시장은 2005년부터 본격적인 시장이 형성되어 2010년경 12,000~22,000MW 규모로 시장이 확대될 것으로 예상함
- 미국, 일본, EU 등 주요선진국은 정부주도로 중장기적인 기술개발 프로그램과 보급촉진 정책을 추진

### < 주요 선진국의 연료전지 기술개발 프로그램 >

미 국	○전력산업용 Vision21, 연료전지자동차 PNSV, 이동형전원 DARPA : 에너지부(DOE) 주관 - Prototype 개발완료후 실증사업 추진중, 2003년 1,730억원을 투자
일 본	○New Sunshine Program : 신에너지산업기술개발국(NEDO) 주관 - 자동차용은 2003년 시판, MCFC 개발후 고분자연료전지 개발착수 2002년 2,260억원 투자
E U	○Joule Program : EC, RWE 주관 - 시스템 및 고분자연료전지 개발에 주력, 1999~2002년중 334억원을 투자

### < 주요 선진국의 연료전지 보급 현황 >

기 술 명		미 국	일 본
PAFC	보급용량	200kW급	50~100kW급
	보급대수	236대	61대
	보급규모	1.8억\$	80억엔
	제조회사	ONSI	후지, 도시바 등
SOFC	Sultzer-Hexis(스위스), 1~3kW급 RPG규모 2002부터 시판		
PEMFC	Ballard 250kW급 미국, 일본, 유럽 6기 보급 미국 가정용 550기(1~20kW)보급, 정지형 530기(10kW이상) 보급		
DMFC	Smart fuel cell(독일) 휴대용 및 군수용 2003년 상용화 예정		

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 세계 3위의 연료전지 기술보유국 진입, 세계 일류상품화 추진
  - 2010년 세계시장의 20% 점유(80억불), 1만명의 고용효과 창출
  - MCFC는 발전효율 45%, 수명 4만시간 이상 달성
  - RPG는 시스템단가 5백만원/kW를 달성
- ◇ 2012년까지 보급형 연료전지의 집중적인 개발로 전력사업용 300기, 가정용 RPG(Residential Power Generator) 1만기를 보급
  - 가정용 연료전지시스템(RPG) : 10,000기(2012년)
  - 건물용 연료전지시스템(PEMFC) : 2,000기(2012년)
  - 전력사업용 연료전지시스템(MCFC) : 300기(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 가정용 3kW급 연료전지 시스템 개발
- 건물용 10kW급 연료전지 시스템 개발
- 경제성, 고신뢰성 확보를 위한 실증연구 추진

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



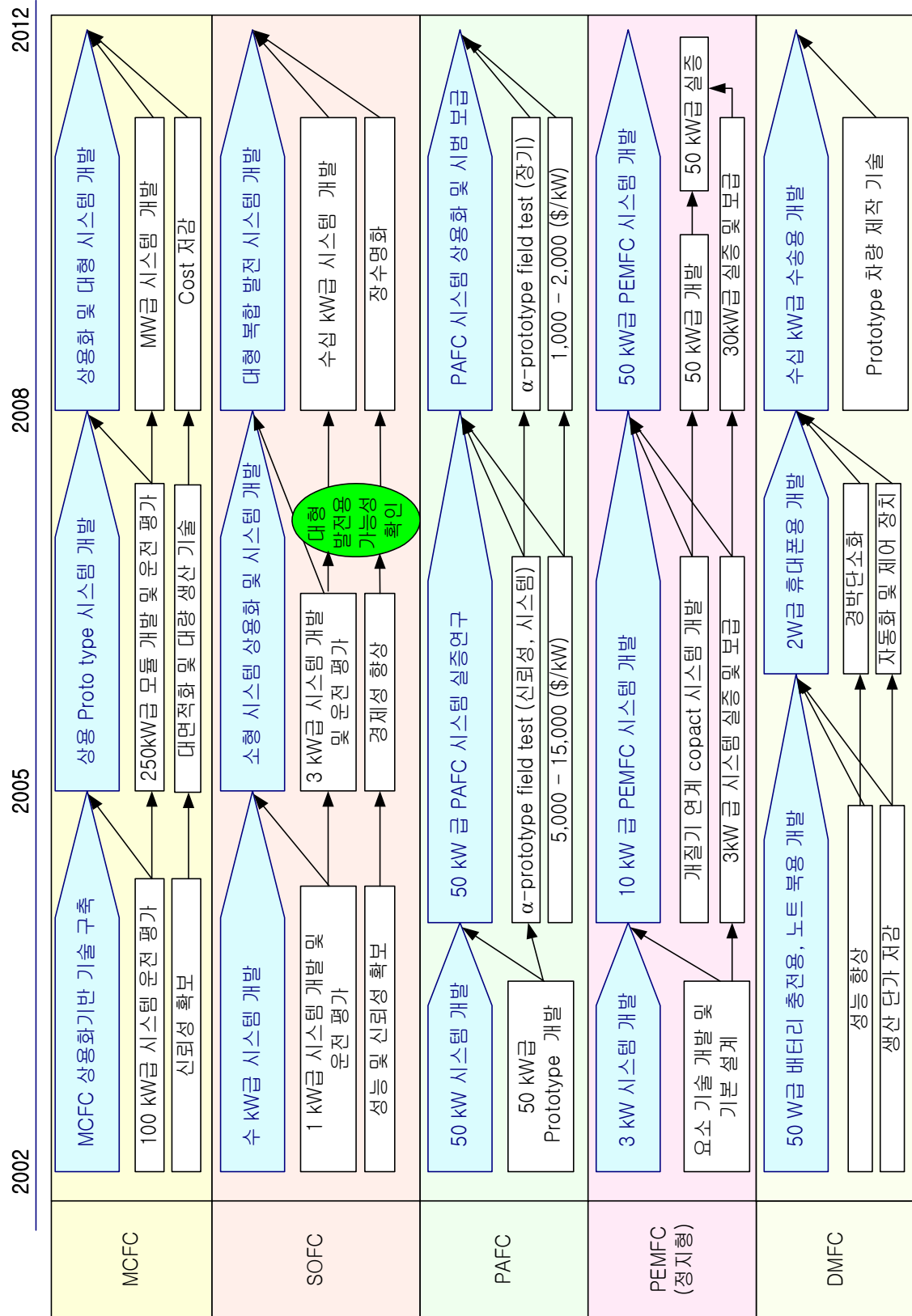
- 전력사업용 250kW급 MCFC 모듈 개발
- 가정용, 보조전원용 소형 SOFC 개발
- 분산전원용 발전기술의 실증연구 추진

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 전력사업용 MCFC의 상용화 기술개발
- 건물용 50kW급 고분자 연료전지시스템 기술개발
- 분산전원용 발전기술의 실증사업 추진

# □ 기술개발 Road Map





### 3. 풍 력

#### 가. 개념 및 특징

##### □ 개 념

- 풍력 발전은 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 전력을 전력 계통이나 수요자에 직접 전력을 공급하는 기술로 풍차, 동력전달장치, 발전기, 축전지 및 전력변환장치로 구성되어 있음

##### □ 특 징

- 풍력 발전은 자연상태의 에너지를 전기에너지로 직접변환하여 이용하므로 청정하고 무한한 에너지이며 신·재생에너지원 중 경제성이 우수한 미래에너지원임
- 산간이나, 해안오지 및 방조제 등 부지를 활용함으로써 국토이용효율을 높일수 있음

#### 나. 국내외 현황

##### □ 국 내

- 풍력 발전은 1988년부터 본격적인 기술개발을 추진하여 20kW급, 300kW급등의 소형 풍력발전기를 개발하였음
- 1988~2002년까지 풍력 분야의 기술개발에 총 230억원을 투자(18개 과제, 정부 139억원)하였으며, 『750kW급 중형 풍력 발전시스템 개발('01~'05년)』 사업을 추진중임
- 기본기술은 상당부분 확보하였으나, 풍력발전에 대한 핵심요소기술의 미흡으로 국내 설치, 가동중인 풍력발전기의 국산화율은 매우 저조한 실정임
- 풍력발전 총 설비용량은 2002년말 현재 13,259kW이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 0.1%(3,720toe)를 차지함
- 기술의 신뢰성 확보를 위한 시범보급, 지역에너지사업 중심에서 민간사업자의 풍력단지(Wind Farm) 설치 유도를 통한 보급확대를 추진중에 있음

- 향후 풍력발전기의 대형화, 시스템 단가 저감 등 경제성 확보를 위한 기술개발이 핵심과제이며, 초기시장 창출을 위한 정부주도의 보급활성화 시책이 필요함

## □ 세 계

- 풍력 발전시장은 2002년 58억불에서 2010년 249억불로 확대될 전망으로 이는 2010년 기준으로 연간 설치용량 45GW 규모임
- 설치용량은 1997년 1,568MW에서 2002년 7,227MW로 4.6배 성장하였으며, 매년 30% 이상으로 급신장하고 있음
- 미국, EU 등 주요선진국은 1980년대 초부터 정부주도로 기술개발 및 보급확대 정책을 병행추진하고 있음

### < 주요 선진국의 풍력발전 기술개발 현황 >

미 국	○에너지부(DOE), 신재생에너지연구소(NREL) 주관으로 대형화 기술개발 - NASA에서는 풍력발전 핵심기술인 Blade개발을 지원 - 2010년까지 750~5,000kW급 풍력발전기의 상용화 추진
E U	○EC 주관하에 THERMIE Program으로 대형풍력발전시스템 개발 - 2,000kW급 풍력발전시스템의 상용화 달성 - 독일은 5,000kW급 풍력발전시스템 개발을 추진중

### < 주요 선진국의 풍력발전 보급 현황 >

구 분	독일	스페인	미국	덴마크	인도	기타	세계 합계
설치용량(MW)	11,968	5,043	4,674	2,880	1,702	5,770	32,037
점유율(%)	37.4	15.7	14.6	9.0	5.3	18.0	100

- 세계 풍력발전시설이 2002년 기준 32,037MW가 설치되어 64.81TWh의 발전량으로 전세계 전력수요의 0.40%를 차지함
- 독일, 스페인, 미국, 덴마크, 인도 5개국의 보급량이 전세계의 82%를 점유
- 발전단가가 3¢/kWh로 낮아져 가스발전설비와 경쟁이 가능한 수준에 도달함

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 풍력발전기술의 산업화 기반구축 및 대규모 풍력발전단지 육성
  - 풍력발전기 대형화 : 1MW(2005년) → 1.5MW(2008년) → 3MW(2012년)
  - 시스템 단가 저감 : 1,200 \$ /kWh(2003년) → 600 \$ /kWh(2012년)
  - 발전 단가 저감 : 10 ¢ /kWh(2003년) → 3 ¢ /kWh(2012년)
  
- ◇ 풍력 발전시스템의 국산화 및 대형화 개발로 2012년까지 2,250MW의 발전시설을 보급
  - 육상용 풍력발전시스템 : 207MW('06) → 1,587MW('12)
  - 해상용 풍력발전시스템 : 5MW(06) → 680MW('12)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 중형급 750kW급 시스템 개발, 상용화
- 소형 분산형 30kW급 시스템 개발, 상용화
- 풍력자원 데이터베이스 구축 및 예측기술 개발

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



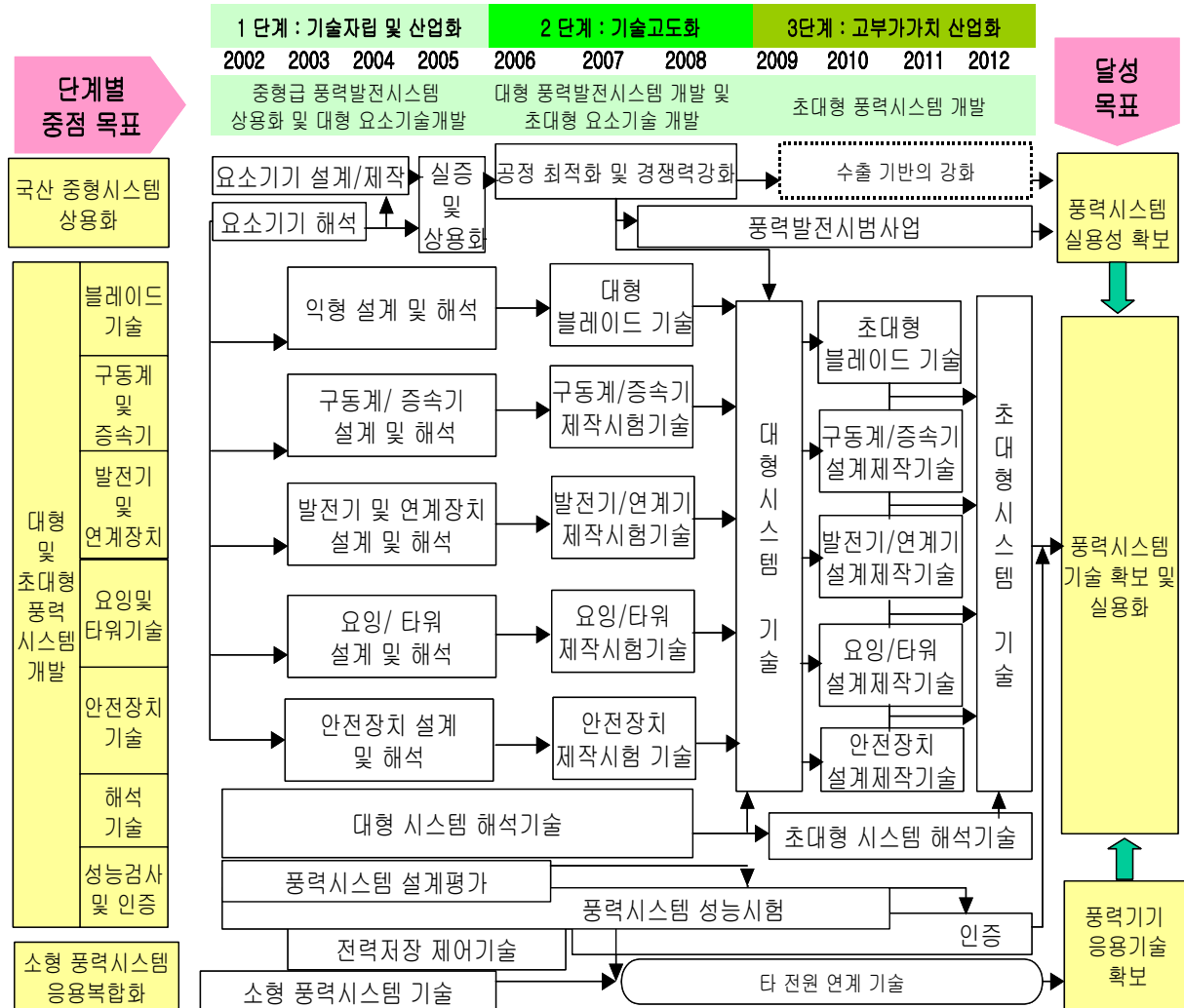
- 대형급 1~1.5MW급 풍력발전기 기술개발
- 1MW급 풍력발전기 실증사업을 추진
- 해양 풍력발전기 기술개발

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 초대형급 3MW급 풍력발전기 기술개발 및 상용화
- 전원연계 및 응용기술 상용화 달성
- 해양풍력자원 데이터베이스 구축

## □ 기술개발 Road Map



## 4. 태양열

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 태양으로부터 방사되는 복사에너지를 흡수, 저장 및 열변환 등을 통해 얻어지는 무공해, 무한정의 청정 에너지원으로 집열부, 축열부 및 이용부로 구성되어 있음

#### □ 특징

- 태양열 에너지는 집열온도에 따라 저온분야, 중·고온분야로 분류하며 저온 분야는 건물의 냉·난방 및 급탕 등에 이용되고 중·고온 분야는 산업 공정열 및 열발전 등에 이용함

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 태양열 분야는 1988년부터 본격적인 기술개발을 추진하여 평판형 집열기 및 태양열 온수급탕시스템의 상용화를 달성하였음
  - 1988~2002년까지 태양열 분야의 기술개발에 총 152억원을 투자(54개 과제, 정부 120억원)하였음
  - 핵심요소기술은 이미 확보하였으며, 특히 저온용 태양열시스템은 국내에서 생산, 보급되고 있으나, 산업용 및 태양열 발전 등 중고온용 태양열시스템은 선진국에 비해 미흡함
- 태양열에너지 총 보급실적은 2002년말 현재 온수기 18.7만대, 급탕설비 3천대이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 1.2%(34,777toe)를 차지함
  - 기술의 신뢰성 확보를 위해 실증연구사업을 추진중이며, 사후관리 미흡으로 태양열에너지에 대한 부정적 시각을 불식코자 A/S지원체계를 확립하여 보급확대를 추진할 예정임

- 향후 보급형 Solar House 및 시스템 설치비 저감 등 경제성 확보를 위한 기술개발이 핵심과제이며, 시장활성화를 위한 정부주도의 시책이 필요함

## □ 세 계

- 미국은 태양열에너지 산업육성을 위해 에너지효율 용자제도, 녹색가격 제도(Green Pricing) 등을 시행하고 있으며,
  - 저온용 태양열 집열기는 세계 각국이 생산·보급하고 있으며 유럽, 미국, 일본, 호주 등에서 많이 보급함
  - 중·고온용 집열기는 미국과 일본에서 생산·보급되고 있으며, 특히 미국에서는 고온용 집열기도 보급
- 미국, 일본, EU 등 주요선진국은 1970년대부터 국가별 특성에 적합한 태양열 이용기술을 중점 개발하여 보급 활성화 정책을 추진하고 있음

### < 주요 선진국의 태양열 기술개발 현황 >

미 국	○Loan Star Project : 태양열건물 통합프로그램으로 120만호 적용 ○태양열발전 및 산업이용기술 개발, 상용화 : 365MW
일 본	○New Sunshine Program : 산업용 태양열시스템 개발 ○태양열 온수기 500만기 보급 및 태양열 냉·난방시스템 개발, 상용화
E U	○Joule Program : 건물용 태양열이용시스템 개발 ○THERMIE Program : 주택의 냉난방 및 급탕용 태양열이용시스템 개발, 상용화

### < 주요 선진국의 태양열 집열기 생산현황, 단위 : m<sup>2</sup> >

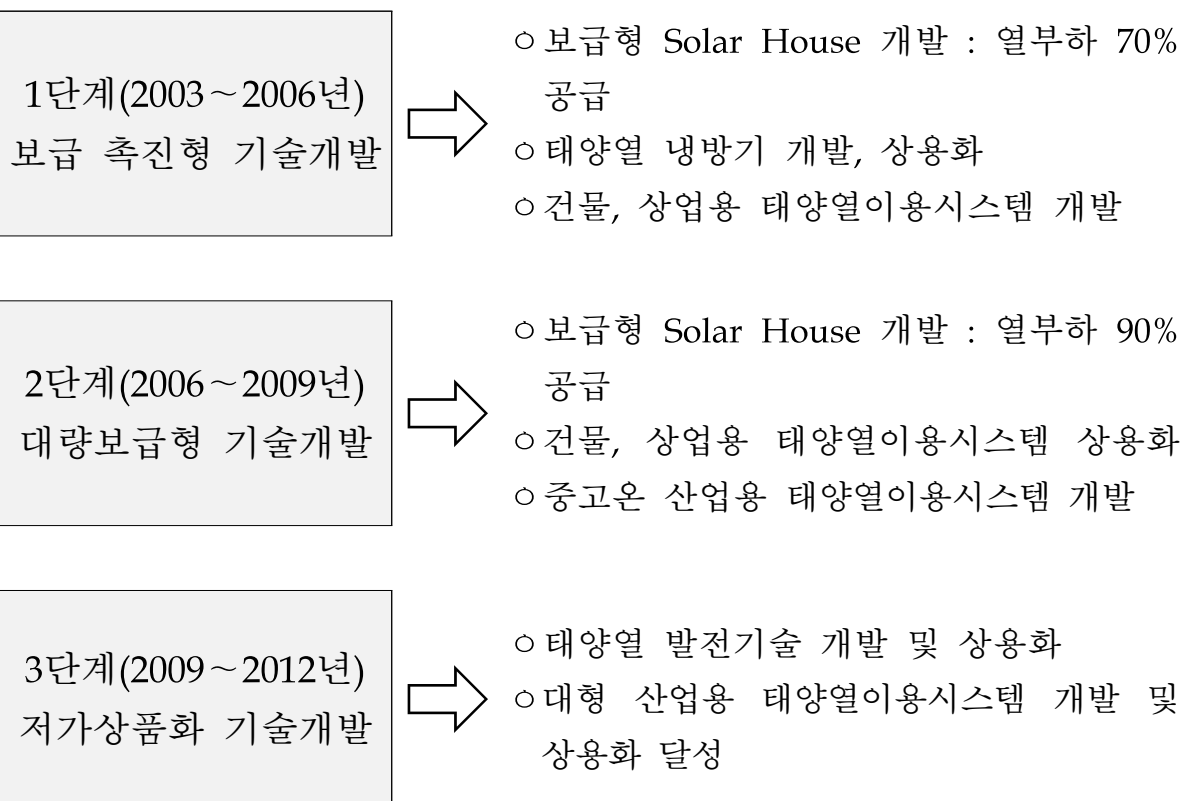
년 도	독일	그리스	오스트리아	네덜란드	미국	중국
2000년	645,000	180,000	167,700	26,670	38,460	5,000,000
2001년	900,000	169,000	160,000	35,000	N.A.	N.A.
계	4,265,200	2,976,000	1,476,000	146,000	750,000	10,000,000

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

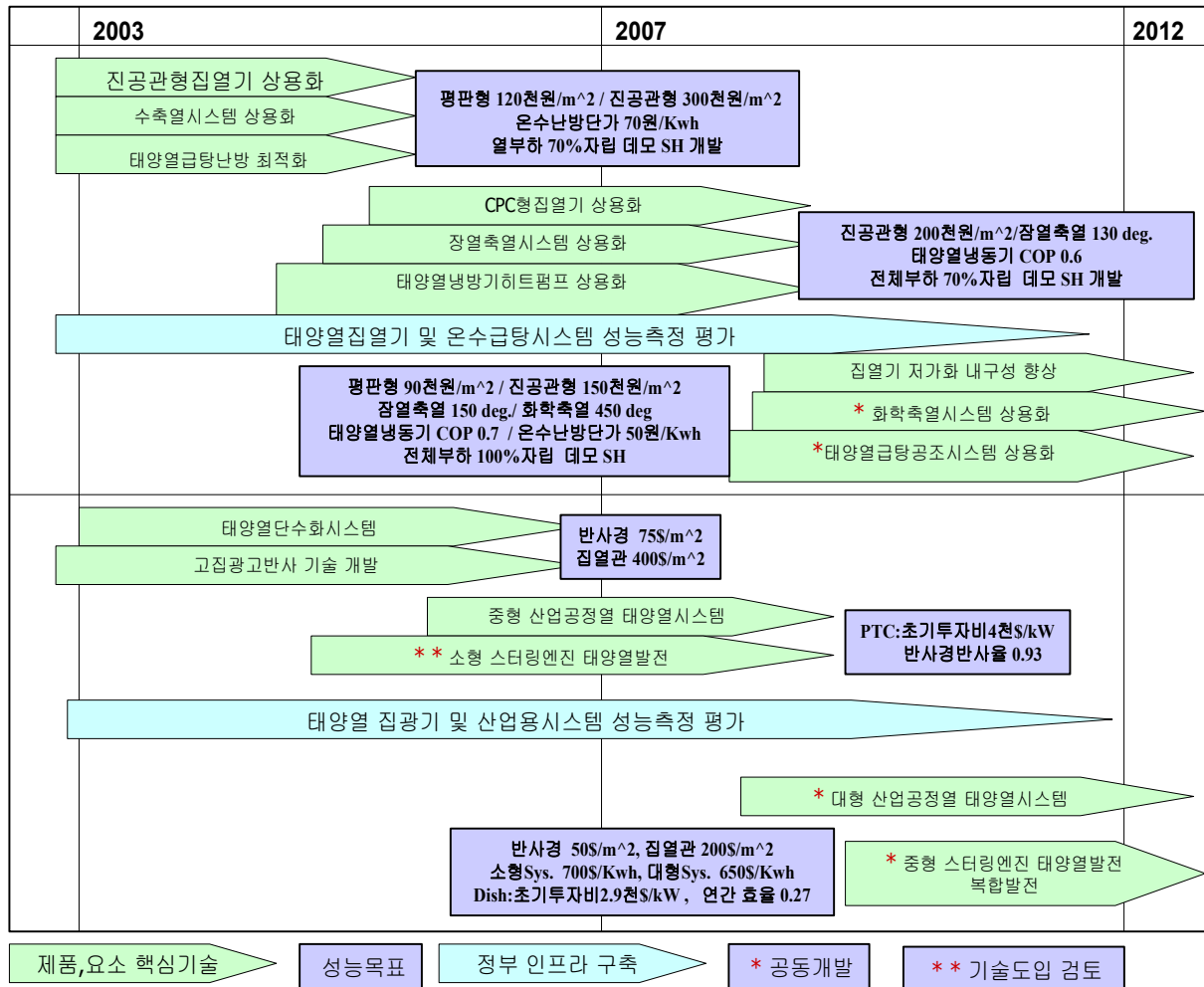
### □ 개발목표

- ◇ 가정용, 건물용 및 중고온 산업용 태양열이용시스템 등 보급대상을 차별화하여 시장수요를 창출하고 보급확대 기반을 조성
  - 보급형 Solar House 개발 : 열부하의 70%에 해당하는 에너지를 공급
  - 건물·상업용 태양열이용시스템 개발 : 시스템효율 35%, 보급단가 650\$/kW을 달성
  - 중고온 산업용 태양열이용시스템 개발, 상용화
- ◇ 2012년 보급형 Solar House 및 건물·상업용 태양열이용시스템 개발로 385천toe/년을 보급
  - 41천toe/년(2003년) → 102천toe/년(2006년) → 385천toe/년(2012년)

\* Solar House: 태양에너지를 이용하여 건물 냉반방, 온수, 조명 등에 사용



## □ 기술개발 Road Map





## 5. 바이오에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 바이오 에너지는 생물자원, 유기성 폐기물 등을 생물학적/열화학적 전환을 통해 액체 연료나 기체 연료를 생산하는 기술

#### □ 특징

- 연료용 알콜, 메탄가스, 매립지가스(LFG), 바이오디젤 등을 생산하여 에너지원으로 활용하는 기술로서 차량용, 난방용 연료 및 발전분야 등에 이용이 가능함

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 바이오 에너지는 1970년대 초부터 대학과 연구소를 중심으로 기초연구를 시작하였고, 1988년부터 본격적인 기술개발을 추진하였음
- 1988~2002년까지 바이오 분야의 기술개발에 총 275억원을 투자(79개 과제, 정부 177억원)하였음
- 핵심기반기술은 상당부분 확보하였으며, 바이오디젤 및 메탄발효 분야는 상용화를 달성하였으나 에탄올 연료와 LFG 및 바이오가스화 발전기술은 선진국에 비해 미흡함
- 바이오에너지 보급실적은 2002년말 현재 매립지가스, 주정, 식품공정등 119개소이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 4.0%(116,790toe)를 차지함
- 기술의 신뢰성 확보를 위한 시범보급사업 중심에서 매립지 가스를 이용하는 LFG 발전은 지자체와 연계, 개발하여 보급확대를 추진중에 있음

- 향후 바이오연료 생산가격 저가화, LFG의 정제 및 발전기술 개발로 바이오에너지의 대량 보급기반을 구축하는 것이 핵심과제이며, 시장형성을 위한 인프라 구축 및 정부주도의 적극적인 지원시책이 필요함

## □ 세 계

- 바이오 에너지 선진국 시장은 1997년 31억불에서 2010년 280억불로 약 9배정도 확대될 전망이다
  - 2010년에 바이오연료는 204억불, LFG를 포함한 메탄분야는 78억불로 급신장 할 것으로 예상하고 있음
- 미국, EU 등 주요선진국은 온실가스 저감효과가 크고 환경오염의 해결 방안으로 1970년대부터 정부주도로 연구개발과 보급 정책을 적극 추진하고있음

### < 주요 선진국의 바이오에너지 기술개발 현황 >

미 국	○바이오에너지 및 원료개발 촉진명령 발효 : 1999년 8월 - 2010년까지 바이오에너지 생산량을 3배 증대가 목표, 2000년 보급촉진 및 연구개발에 2,900억원을 투자 ○에너지성과 농무성 주관으로 바이오연료, 바이오매스 및 LFG 발전 기술개발 추진중
E U	○도약의 캠페인 계획을 발표 : 1999년 5월 - 2010년까지 바이오에너지에 840억유로를 투자하여 바이오 열병합발전, 바이오매스 개별난방, 메탄가스발전 추진중

- 미국, 프랑스, 독일, 이태리, 스웨덴 등은 연료용알콜 및 바이오디젤을 자동차용 연료로 면세 생산, 공급하고 있음
- 미국, EU등은 90년대초 LFG이용 발전기술을 개발하여 760개소에 1,400MW를 설치하여 운영중
- EU 지역에서는 유기성 폐기물(축산분뇨, 음식쓰레기 등)의 메탄화기술 보급으로 240MW의 분산형 전력을 생산하고 있음

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 수송용으로 바이오 디젤, 바이오 알콜을 보급하고 발전용으로 LFG, 메탄가스 이용설비의 보급을 촉진하여 이원화된 시장수요를 창출
  - 저가격의 수송용 바이오 연료 생산기술을 개발, 보급 :  
바이오디젤 : 360원/ℓ, 바이오알콜 : 320원/ℓ
  - 바이오가스의 정제 및 발전기술 개발, 상용화 :  
50MW급의 발전효율 45% 및 발전단가 5¢/kWh를 달성
  - 유기성폐기물의 바이오가스화(메탄가스) 개발, 실용화 등
- ◇ 2012년 기준 바이오 연료생산 및 LFG(Land Fill Gas) 이용기술의 보급으로 1,082천toe/년을 보급
  - 197천toe/년(2003년) → 495천toe/년(2006년) → 1,082천toe/년(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 바이오 자원 데이터베이스 구축
- 바이오연료 생산기술 개발(500원/ℓ)
- LFG활용기술, 메탄가스화 기술개발

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



- 바이오디젤 생산기술 개발(450원/ℓ)
- MW급 바이오가스 발전기술 개발
- 유기성폐기물의 바이오가스 상용화

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 균주육종 및 바이오에너지 기술개발
- 50MW급 바이오가스 발전기술 상용화
- 바이오 정제 기술개발

□ 기술개발 Road Map

구 분	1단계('05)	2단계('06-'08)	3단계('09-'12)
Bioresources	자원/계놈 DB구축 고활성 균주·효소개발	자원/계놈 DB 응용기반 구축 고활성 균주·효소개발	Bioresources 기반 고부가가치 물질 생산기술 확립
Biodiesel	폐식용유 공정개발 (500원/ℓ)	폐유지 공정개발 (450원/ℓ)	해외자원활용 공정개발 (360원/ℓ)
Bioethanol	전분질계 공정개발 (500원/ℓ)	목질계 공정개발 (500원/ℓ)	Biorefinery 기술개발 (320원/ℓ)
BIGCC	kW급 발전, 가스 정제 기술개발	MW급 기반기술, 산업용 열병합발전	50MW급 가스화 발전기술 실용화
Biogas (LFG, 메탄 수소)	기초·기반기술 및 응용기술 개발	응용기술 기반 상용화 기초연구	상용화 기반연구

## 6. 폐기물에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 폐기물 에너지는 사업장, 가정에서 발생하는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해, 고형화, 연소 등의 가공처리를 통해 고체 연료, 액체연료, 가스연료, 폐열 등으로 생산하여 생산활동에 재이용 할 수 있는 재생에너지임

#### □ 특징

- 폐기물 에너지는 폐기물 고형연료(RDF), 폐유 재생연료유, 고분자폐기물 열분해연료유 및 폐기물 소각열등으로 구분함
- 폐기물의 청정처리 및 자원으로서 재활용 효과가 우수한 에너지원이며 단기간내 상용화가 가능함

### 나. 국내외 현황

#### □ 국 내

- 폐기물 에너지는 1980년대에는 폐기물 연소열 이용기술을 개발하였으나, 1990년대 초부터 RDF, 고분자폐기물 열분해 연료유 기술개발을 추진 하고있음
- 1988~2002년까지 폐기물 에너지 분야의 기술개발에 총 240억원을 투자 (39개 과제, 정부 114억원)하였음
- 핵심요소기술은 이미 확보하였으며, 특히 폐기물 연소열, 폐유 재생연료 유 및 RDF 제조기술은 상용화 단계이나, 열분해 연료유 양산기술과 재생 연료유의 고급화기술은 선진국에 비해 미흡함
- 폐기물에너지 총 보급실적은 2002년말 현재 510기가 설치 가동중이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 93.5%(2,732,515toe)를 차지함

- 향후 경제성 확보를 위한 RDF, 고분자폐기물 열분해 연료유 양산기술 개발 등이 핵심과제이며, 폐기물에너지의 산업화를 위한 정부 시책이 필요함

## □ 세 계

- 미국, 일본, EU 등 주요선진국은 1970년대 초부터 폐기물 에너지 자원화를 위하여 RDF, 폐유 재생이용 및 소각열 이용기술을 개발하여 보급을 추진중임

### ○RDF(Refuse Derived Fuel)의 보급현황

- 미국은 RDF가 40기 보급되어 석탄혼소 발전연료 사용
- 일본에서는 60여기 보급 되었으며, 2000년대에는 RDF 사용 발전소 5기 115MW 가동 중
- EU 지역에서는 200~1,000t/일급 공장 20여개 플랜트 가동 중이며 시멘트 소성로 및 화력발전소에서 석탄과 혼소하여 사용중임

### ○폐유 재생연료유의 보급현황

- 미국은 70년대부터 개발하여 중유 대체연료유로 활용하였으나, 90년대 이후에는 고급정제유 생산 판매중
- 폐유재생유를 연료유로 활용 : 미국 67.2%, 일본 61%, 유럽 37% 수준

### ○고분자폐기물 열분해연료유의 경우, 페타이어, 폐플라스틱의 열분해 오일화 기술은 90년대에 미국, 일본, EU 등에서 실용화하여 산업화 단계에 진입 하였음

### ○폐기물 연소열 이용은 일본, 독일, 프랑스 등 민간차원에서 개발 상용화 하여 대량 보급중임

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 보급잠재량 및 파급효과가 큰 RDF 및 고분자폐기물 연료유화 상용화로 대량 보급체계를 구축함
  - 10~20MW급 RDF 전용발전시스템(발전효율 30%) 개발, 상용화
  - 3~10천톤/년 생산규모의 고분자폐기물 열분해연료유 상용화
  - 5~10천톤/년 생산규모의 폐유 재생연료유 상용화
- ◇ 2012년 기준 RDF, 재생 연료유, 폐기물 소각열 등의 보급으로 8,930천toe/년을 보급
  - RDF : 620천toe(2006년) → 3,520천toe(2012년)
  - 연료유 : 570천toe(2006년) → 2,300천toe(2012년)
  - 소각열 : 2,730천toe(2006년) → 3,110천toe(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- RDF 제조, 이용기술 개발, 보급
  - 폐기물에너지의 10%를 RDF로 회수
- 고분자폐기물 열분해연료유 기술개발
- 폐유정제 상업화 공정기술 개발

2단계(2006~2012년)  
대량보급형 기술개발



- RDF 화력발전시스템 상용화 기술개발
- 고분자폐기물 열분해연료유 기술개발, 상용화
- 폐기물에너지 플랜트 기술 상용화

## □ 기술개발 Road Map

년 도		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
폐 기 물 연 료 화	RDF 분야	RDF 화력발전 파일럿 시스템개발				→	RDF 전용화력발전 상용화 플랜트개발				가연성 폐기물 에너지 자원화 기술확립
	석탄/RDF 혼합연소 발전기술 상용화										
	열분해 분야	페타이어/페플라스틱 열분해 연료화 기술 개발				→	페타이어/페플라스틱 열분해 연료화 기술 상용화				
고효율 폐유 정제기술 개발                      →                      고효율 폐유 정제기술 상용화											



## 7. 수소에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 수소에너지는 환경오염과 자원고갈의 문제가 없는 미래 에너지원으로, 수소에너지 경제사회의 실현을 위해서는 제조-저장-수송-이용 기술의 확립이 필요함

#### □ 특징

- 수소에너지는 사용후 환경오염물질 배출이 없는 청정한 미래에너지원임
- 수소에너지의 제조, 저장 및 이용기술이 복합적으로 연계되어 있음

### 나. 국내외 현황

#### □ 국 내

- 수소 에너지는 1990년대 초부터 대학과 연구소를 중심으로 기초연구를 시작하였고, 2000년부터 본격적인 기술개발을 추진하고 있음
- 1988~2002년까지 수소에너지 분야의 기술개발에 총 67억원을 투자(17개 과제, 정부 49억원)하였음
- 수소에너지 분야의 이용기술(연료전지) 및 저장분야의 요소기술개발을 추진하였으나, 수소에너지 제조와 저장 및 이용기술 분야는 선진국에 비해 20~40% 수준으로 매우 미흡함
- 수소 에너지 기술의 상업적 보급실적은 현재 전무한 실정임
- 향후 천연가스화 물로부터 수소에너지 제조기술, 수소저장 기술의 실용화, 연료전지용 수소공급 시스템 구축이 핵심과제이며, 기술개발 및 초기 시장창출을 위한 정부주도의 적극적인 지원시책이 필요함

## □ 세 계

○수송부문의 수소에너지 세계시장은 2004년 300억불에서 2010년 800억불, 2020년 1,400억불로 확대될 전망이다

- 현재 세계 수소시장의 70% 이상을 미국과 EU의 다국적 기업들이 점유하고 있으며, 미국은 2000년 기준 수소소비량이 약 11,000억 Nm<sup>3</sup>으로 추정되며 연평균 10% 증가하는 추세임

○미국, 일본, EU 등 주요선진국은 1960년대 우주용, 군사용으로 기술개발을 시작하였으나, 1990년대에 이용기술이 민수용으로 확대되며 정부주도의 중장기계획을 수립하여 연구개발 및 보급정책을 추진하고 있음

### < 주요 선진국의 수소에너지 기술개발 프로그램 >

미 국	○Vision 21 Program(Hydrogen Future Act) : 에너지부(DOE) 주관 - 2002~2006년까지 17억불을 투자할 계획
일 본	○WE-NET : 1993~2002년, 경제산업성(METI) 주관 - 1993~2002년까지 연간 200억엔을 투자함
독 일	○German Hydrogen Project - 2000년 3,100만DM를 투자

○미국은 2050년이면 재생에너지로부터 경제적으로 수소를 생산하여 수송과 분산전원용으로 사용할 수 있을 것으로 전망

- 2010년 : 미국에서 판매되는 버스의 50%를 수소버스로 함
- 2015년 : 미국에서 판매되는 자동차의 25%를 수소자동차로 함
- 2030년 : 총에너지의 10%를 수소로 공급하는 목표를 설정

○일본은 연료전지 기술의 실용화를 선도하고 해외 기술수출을 추진

- 2003년 연료전지 자동차 시판, 6개의 수소스테이션 시범설치
- 2010년까지 연료전지자동차 5만대, 2020년 5백만대 보급
- 2010년까지 가정용 연료전지 120만kW(약 40만가구), 건물용 연료전지 90만kW 공급목표 설정

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 선진국과의 기술수준 격차를 50%(2006년)에서 80%(2012년)으로 크게 줄여 수소에너지 기술선진국 진입을 위한 기반을 확보
  - 수소에너지 보급은 연료전지와 연계하여 추진하고 수소자동차 보급에 대비하여 수소충전소(Hydrogen Station)의 시범, 보급을 추진
  - 수소연료전지 자동차를 2012년까지 3,200여대 보급
- ◇ 수소에너지 발전시스템 및 수소-천연가스 중대형 동력시스템 개발을 통해 설비부품의 국산화율을 제고하며 실증연구를 연계, 추진하여 보급기반을 구축

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 천연가스, 물의 전기분해에 의한 수소 제조기술 개발
- 고압기체 저장기술 실용화
- 수소이용 기초, 기반기술 개발

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



- Hydrogen Station 설치 및 수소연료전지 자동차의 시범보급 추진
- 저온액체 저장기술 개발
- 수소이용 실용화 기술개발

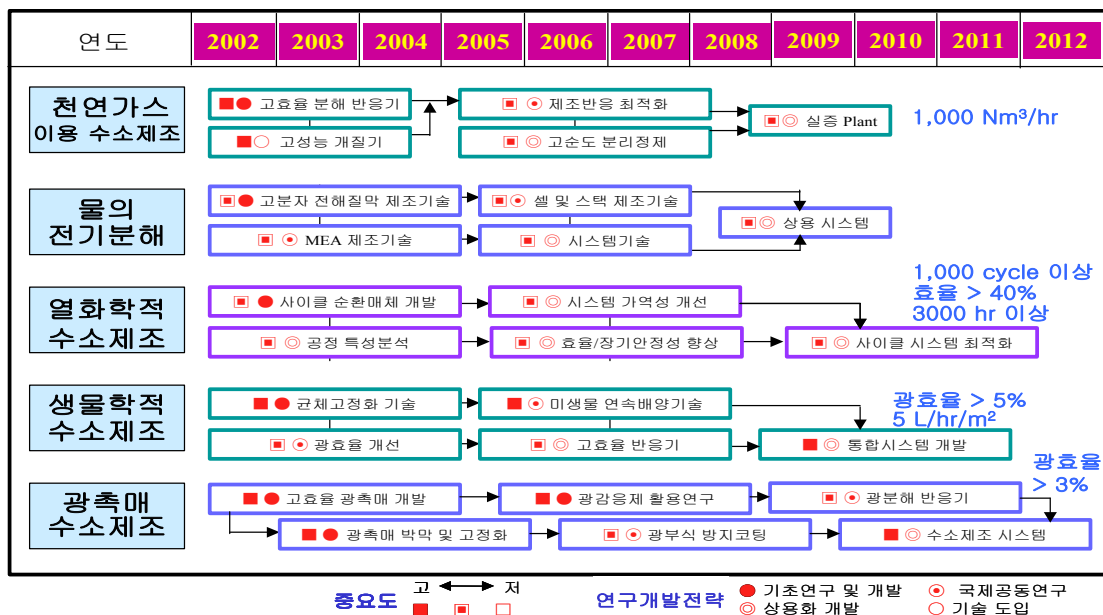
3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



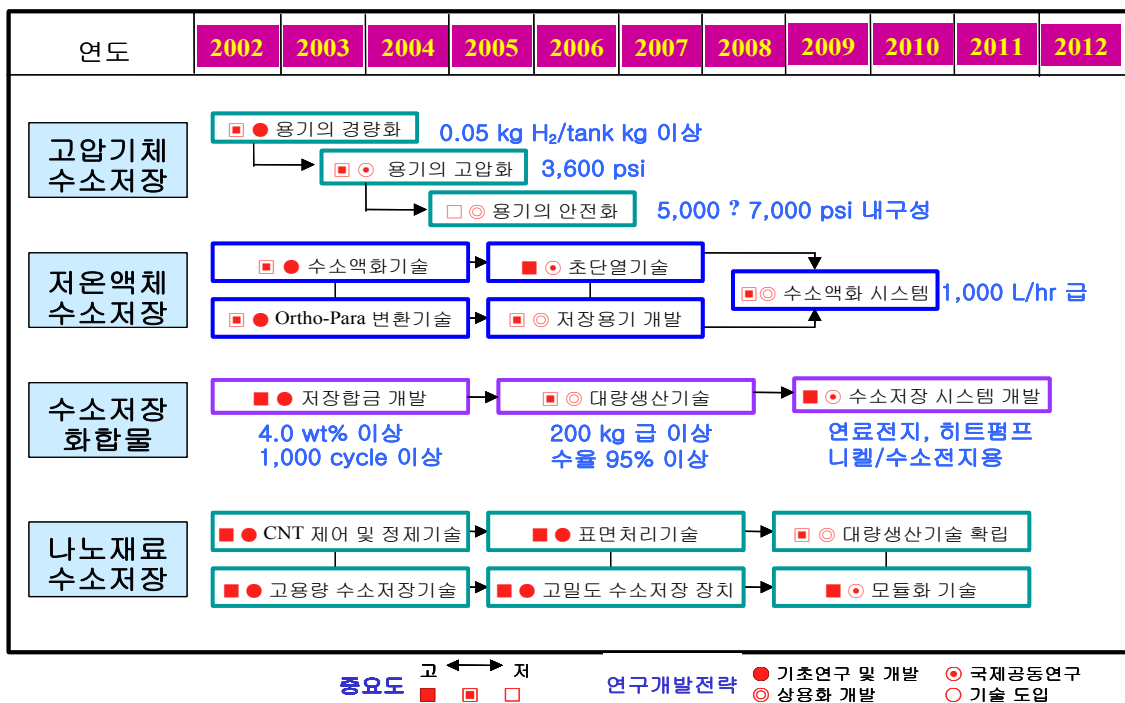
- 수소저장, 나노재료 저장기술 실용화
- 열화학, 광촉매, 생물학적 수소 제조기술 개발, 실용화
- 수소이용기술의 상용화, 보급

☐ 기술개발 Road Map

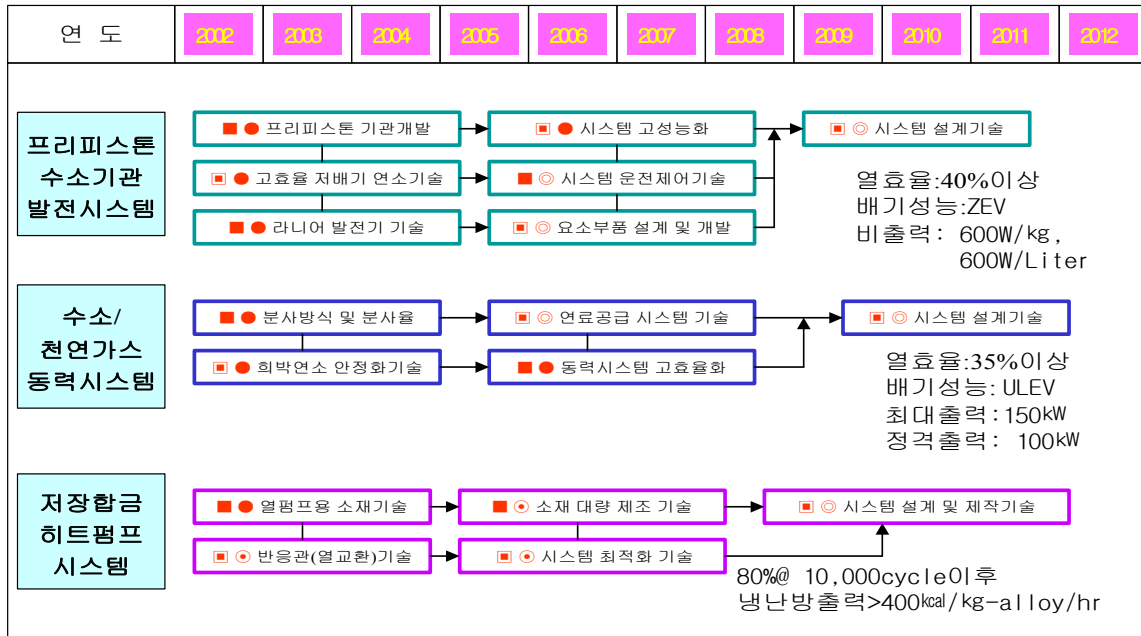
## <수소에너지 제조기술 분야>



## <수소에너지 저장기술 분야>



## <수소에너지 이용기술 분야>



중요도

 고 ■ ■ ■ ← → □ 저
 
연구개발전략

● 기초연구 및 개발    ○ 국제공동연구  
○ 상용화 개발        ○ 기술 도입

## 8. 석탄 액화·가스화 및 중질잔사유 가스화 에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 저급연료를 활용한 고효율, 환경친화적 에너지 생산기술로 석탄액화, 석탄·중질잔사유 가스화를 통해 CO와 H<sub>2</sub>가 주성분인 가스를 제조·정제하여 가스-증기터빈을 구동하는 가스화복합발전(IGCC : Integrated Gasification Combined Cycle)이 대표적 이용 기술임

#### □ 특징

- 저급연료의 고부가가치화가 가능하고 화력발전시스템에 비해 발전효율이 40~60%로 우수함
- 기존 발전기술 대비 SO<sub>x</sub> 90% 이상, NO<sub>x</sub> 75% 이상, CO<sub>2</sub> 25%까지 저감 가능한 청정하고 환경친화적인 에너지임

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 석탄가스화복합발전(IGCC), 석탄액화기술은 대학과 연구소를 중심으로 기초연구를 시작하였고, 88년부터 본격적인 기술개발을 추진하였음
- 1988~2002년까지 IGCC 분야의 기술개발에 총 282억원을 투자(37개 과제, 정부 171억원)하였음
- 핵심요소기술은 상당부분 확보하였으며, 특히 고온탈황 및 고온집진 분야는 선진국 수준의 기술력에 근접하였으나, 플랜트 설계 운전기술 및 석탄 액화기술은 선진국에 비해 미흡함
- 향후 해외 상용규모인 30MW급 대형 플랜트 설치, 운전기술 및 경제성 확보를 위한 설비 국산화율 제고가 핵심과제이며, 민간참여 확대를 통한 기술개발 및 정부주도의 보급활성화 시책이 필요함

## □ 세 계

- 미국, 일본, EU 등 주요선진국은 IGCC 실증플랜트 건설, 운영을 위해 민·관 합동으로 공동 노력중이며 차세대 발전기술 분야의 수출전략 산업으로 육성하고 있음
- 미국(정부지원 50%), 일본(정부지원 90%), EU(정부지원 10%)등은 상용화 전 단계인 석탄가스화 플랜트의 실증사업을 추진중
- 석탄가스화 플랜트는 300MW급 4기가 운전중임

### < 주요 선진국의 IGCC 기술개발 프로그램 >

미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vision21 Program : 에너지부((DOE) 주관</li> <li>- 상용급 IGCC 플랜트에 대해 건설비와 운영비의 50%까지 지원하며 고효율(60%)의 Fuel-flexible 기술개발 추진</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sunshine Project : 경제산업성(METI) 주관</li> <li>- 200톤/일 규모의 IGCC Pilot plant에 대해 90% 지원</li> <li>○ 2004년 250MW급 석탄IGCC 발전플랜트 완공 목표</li> <li>- 총 9,700억원중 정부보조 1/3</li> <li>○ 중질잔사유 IGCC플랜트는 외국기술 도입·상용화 추진 중</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 네덜란드, 독일, 스페인, 이탈리아 중심으로 IGCC 실증플랜트 건설·운영</li> </ul>

### < 미국의 IGCC 보급 지원제도 >

○ Securing America Future Energy(SAFE) Act(2001) 및 Energy Policy Act (2002)

Section 3117(Credit for Investment in Qualifying Advanced CCT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신석탄발전기술 사용한 설비투자비의 10% 만큼 세금감면</li> <li>- 2002년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지 적용</li> </ul>
Section 3118(Credit for Production from Qualifying Advanced CCT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석탄이용발전량(kWh)과 생산된 연료/화학원료의 kWh 환산량을 합한 후, 설비효율에 따라 인센티브 보조</li> <li>- 최초운전 시점으로부터 10년간 지원</li> </ul>
Section 5000(Clean Coal Power Initiative Act of 2001)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 향후 10년간 매년 2억불을 석탄신발전기술의 실증프로젝트에 투입, 이중 80%를 가스화기반 프로젝트에 사용</li> <li>- 2002년-2011년 기간 동안 지원</li> </ul>

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 석탄, 중질잔사유 IGCC는 발전효율이 40~60%로 높고 CO<sub>2</sub>를 25%까지 저감 가능하며 저급원료를 활용한 차세대 발전기술로 시범적인 보급을 추진
  - 상용화 플랜트의 설계, 운전기술력 확보를 위해 실증연구 및 성능평가사업을 추진하여 기술적 신뢰성과 엔지니어링 기술을 확보함
- ◇ 2012년까지 800MW의 석탄, 중질잔사유 가스화 복합발전시설을 보급
  - 중질잔사유 IGCC : 250MW(2010년), 250MW(2011년)
  - 석탄 IGCC : 250MW(2012년)
  - 합성가스 소형플랜트 : 10MW(2007년), 10MW(2010년), 30MW(2011년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 석탄가스화 복합발전 Pilot Plant 개발
- 중질잔사유 가스화, 정제시스템 개발
- 합성가스 활용 DME(Di-Methyl Ether) 제조기술 개발

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



- 석탄가스화 복합발전 Plant 통합운영 시스템 개발
- 석탄가스화 복합발전 공정기술 최적화
- 합성가스 활용 Pilot급 DME 제조공정 기술개발

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 석탄가스화복합발전 핵심설비 설계기술 개발
- 고효율, 고온 정제기술 개발
- 석탄 액화에너지(고청정 디젤유, 휘발유) 제조공정 기술개발



## □ 기술개발 Road Map

	핵심/기반 기술 개발	기술 자립화	고부가가치 산업화
	2003	2006	2009
석탄 I G C C	공정기술/설비별 DB구축 Pilot급 IGCC 발전시스템 개발 단위기기 성능평가 모델링 운전DB구축	설계엔지니어링 SW구축 최적공정모델링기술 연료반응실험, Scale-up, 250MW급 공정해석기술개발 DB통합 운용 시스템 개발	국내 CCT발전소용 소요설비 상세설계 및 Pilot 실증시험 운전제어시스템 및 건설용 Simulation 기술개발 통합 엔지니어링 시스템 설계 및 VR기술 실증적용
중질잔사유 I G C C	분류층 가스화공정 기술개발 Polygeneration 시스템설계 기술 및 전산해석 기술개발 핵심 설비 설계/제작기술개발 5톤/일급 설비용 고온정제시스템 개발	Pilot설비 신뢰도향상 기술 플랜트 설계/제작기술개발 Pilot설비 제작/실증	Pilot 설비 운용기술 개발 고효율고온정제기술 개발 부품 및 고온합성가스 정제용 Sorbent 개발 플랜트 표준화기술
D M E 제조 기술	해외생산DME의 발전소용 연소기 및 자동차 엔진 적용시험 DME제조 고유촉매 개발 LPG 라인 활용 기반기술 개발	석탄/중질잔사유 합성가스 적용 Pilot급 DME 제조공정기술개발 DME사용기기 기술개발 국내 고유 촉매기술 개발 운송 기술개발	상용급 IGCC플랜트 연계 DME제조 실증기술개발 DME사용 대용량설비 기술개발 GTL(Gas-To-Liquid) 설비 국산화기술 개발
석탄액화 기술	Bench급 plant 제작,운전기술 개발 국외 상용화 대응기술 개발 기술개발 기반 pool 확보	시료 특성별 액화 Pilot 설비 실증 DB구축 초청정 대체유류 기반기술 개발	대용량 Pilot설비 구축 및 실증 연속운전 초청정 디젤유 및 휘발유 제조공정 기술개발

## 9. 소수력

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 소수력 발전은 설비용량 10,000kW 이하의 수력발전으로 규정하고 있으며 여타 신·재생에너지원에 비해 에너지밀도가 높고 경제성이 우수한 에너지원으로 수차, 발전기 및 전력변환장치 등으로 구성되어 있음

#### □ 특징

- 소수력 발전은 국내 부존자원을 활용하여 전력을 생산할 수 있으며 환경피해를 최소화할 수 있는 청정한 에너지원임
- 시스템 구성이 간편하여 단기간에 시공이 가능하며, 발전소의 수명이 길고 운영비가 저렴한 장점을 보유하고 있음

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 소수력 발전은 1980년대 초부터 민간주도로 발전소를 설치, 운영하였으며, 1988년부터 본격적인 기술개발을 추진하였음
- 1988~2002년까지 소수력 분야의 기술개발에 총 8.5억원을 투자(3개 과제, 정부 6.6억원)하였음
- 국내 소수력 자원조사 및 저낙차용 수차 기술개발을 추진하였으나, 수차 제조기술, 소수력발전시스템의 자동화기술 및 계통연계 안전기술 등은 선진국에 비해 미흡함

○소수력 발전 총 설비용량은 2002년말 현재 42,400kW이며, 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 1.0%(27,645toe)를 차지함

○향후 소수력 범위의 10,000kW 확대에 따른 부존자원의 정밀조사, 수차의 국산화, 수차 종류별 표준화 등 경제성 확보를 위한 기술개발이 핵심과제이며, 소수력 발전사업자의 투자경제성 확보를 위한 정부 지원시책이 필요

## □ 세 계

○미국, 일본 등 주요선진국은 1970년대 오일쇼크이후 소수력 발전을 위한 부존자원을 조사한 후, 기술개발과 보급정책을 병행추진하고 있음

### < 주요 선진국의 소수력 발전 기술개발 현황 >

미 국	○PURA법에 의거 11,100개소의 부존자원을 조사 - 1980년대 소수력발전소 시범보급 및 수차 기술개발 추진
일 본	○Sunshine Program으로 소수력 부존자원 조사를 4회 시행함 - 1980년대 수차 개발, 소수력발전시스템 자동화 기술개발을 추진하였으며, 1990년대 수차의 표준화를 추진함

### < 세계 소수력 발전소의 설치·운영 현황 >

국 명	발전소 수	용량(MW)	국 명	발전소 수	용량(MW)
중 국	58,000	13,250	오스트리아	1,200	320
일 본	600	538	프랑스	1,479	1,646
한 국	21	38	독 일	5,882	341
미 국	1,715	3,420	이태리	1,420	1,969
캐나다	321	1,056	스페인	1,102	1,010
브라질	232	483	스웨덴	1,346	8,406

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 국내 소수력 자원의 규모별(용량, 낙차 등) 정밀조사 및 민간과 지자체의 적극적인 참여를 유도하여 소수력 발전시설의 보급을 확대
  - 소수력 발전시스템의 저가화를 위한 프란시스, 사류, 횡류형 및 펄튼형 수차의 단계적 국산화로 보급 기반을 구축
  - 수차설비의 규격화, 표준화를 위한 인증제도 및 성능평가사업을 추진하여 기술적 신뢰성을 확보
- ◇ 2012년까지 543MW의 발전시설을 보급
  - 52MW(2003년) → 113MW(2006년) → 543MW(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 프란시스 수차 기술개발
- 무인화 설비, 계통병입 안전설비 개발
- 발전시스템 설치단가 목표 : 200만원/kW

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



- 사류형 수차 기술개발
- 수차 부품, 소재 기술개발
- 발전시스템 설치단가 목표 : 170만원/kW

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 횡류형 및 펄튼수차 기술개발
- 발전시스템 설치단가 목표 : 150만원/kW

□ 기술개발 Road Map

구 분	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
수 차 의 국 산 화	프란시스 수차 (개발중)			사류형 수차			횡류형 수차		펠톤 수차	
부품기술 개 발	무인화 설비 및 계통병입 안전장치 개발			유압시스템의 전동 전자식 시스템 개체 등 부품개발 연구						
자원조사	기존시설물의 이용이 가능한 자원 조사분석			Small hydropower 조사분석			Mini hydropower 조사분석		Micro hydropower 조사분석	
수차 발전 설비 성능 시험 센타 구축, 운영		수차발전설비 성능시험센타 구축		수차발전설비 성능시험센타 운영						
환경연구				친환경 소수력 개발을 위한 제반 환경관련 연구 (예: 어도, 가동보 등)						

## 10. 지열에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 지열은 자연상태의 미래 청정에너지원으로 태양에너지의 약 47%가 지표면을 통해 토양, 지표수, 지하수, 용암 등에 저장되며, 지표면은 10~20℃ 정도이고 지하 수km 지열온도는 40~150℃ 이상을 유지함

#### □ 특징

- 5~30℃의 저온 지열은 열펌프(Heat Pump)를 이용하여 여름에는 냉방, 겨울에는 난방용으로 최근 관심이 높아진 열원임

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 지열 분야는 1988년부터 기초적인 기술개발을 추진하였음
  - 1988~2002년까지 지열 분야의 기술개발에 총 23억원을 투자(6개 과제, 정부 15억원)하였음
  - 국내 자원조사 및 중·저온 지열에너지 개발을 위한 저온지열 열펌프 시스템에 대한 초기단계의 기술개발을 추진하고 있음
- 지열 에너지 공급량은 2002년말 총 신·재생에너지 공급량 2,922천toe중 122toe로 아직은 미미한 실정임
  - 현재 외국제품이 소용량으로 일부 보급되는 실정이나 시범보급, 지역 에너지사업, 공공기관 의무화 등으로 보급확대를 추진중에 있음
- 향후 지열이용 시스템 설계 및 시공기술, 국내에 적합한 지중열교환기 기술개발이 경제성 확보를 위한 핵심과제이며, 초기시장 창출을 위한 정부주도의 보급활성화 시책이 필요함

## □ 세 계

○미국, 일본, EU 등 주요선진국은 지열의 신뢰성, 안전성 및 청정에너지원 확보차원에서 기술개발과 보급 정책을 병행추진하고 있음

- 지열을 이용한 열펌프 시스템을 주거용 및 건물용 등에 보급함

### < 주요 선진국의 지열에너지 기술개발 프로그램 >

미 국	○National Earth Comfort Program : 에너지부(DOE) 주관 - 1994~2000년까지 지열 열펌프 프로그램에 1,200억원을 지원
일 본	○지열 열펌프 시범사업 : - 중앙정부 및 지자체에서 설치비용의 2/3을 지원하며, 설치장소당 약 1억원 정도로 예상함

### < 주요 선진국의 지열에너지 보급 현황>

미 국	○2000년 기준 지열이용 열펌프 35만여대를 보급 - 관공서, 군부대, 학교등 공공기관에 설치함 - 미국의 전체 냉난방에너지중 지열에너지가 1% 정도를 점유 ○2010년에는 지열이용 열펌프 150만여대를 보급할 전망이다
일 본	○고효율 지열이용 열펌프를 시청, 병원, 도서관 등에 시범사업으로 300여대를 보급함 ○2010년에는 10만여대를 보급할것으로 예상함 : NEDO
E U	○독일, 스웨덴 등을 중심으로 보급이 활발하며, 1998년 기준 약 12만대가 보급된 것으로 추정함

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 지열 냉난방시스템 개발로 국제경쟁력 확보 및 일류상품화 달성
  - 공공건물의무화 관련 신축건물의 냉·난방부하를 지열 이용시설로 공급하여 보급기반을 구축
  - 지열 냉난방시스템의 품질인증, 실증연구를 통해 기술적 신뢰성을 확보하고 제조업체, 시공업체, ESCO업체간 전략적 제휴를 통해 보급을 촉진
- ◇ 2012년 기준 920천RT(Refrigeration Ton)를 보급하여 225.5천toe의 지열에너지를 공급
  - 주거용( 4RT급) : 2,000호(2006년) → 50,000호(2012년)
  - 건물용(50RT급) : 500건(2006년) → 8,000건(2012년)
  - 산업용(80RT급) : 200건(2006년) → 4,000건(2012년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 3~10RT급 지열 열펌프시스템 개발
- 지중열교환기 시공기술 개발
- 지열 열펌프 설계 및 프로그램 개발

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



- 50RT급 지열 열펌프시스템 개발
- 고성능 보오링 기기 및 그라우팅 소재 기술개발
- 고성능 지중열교환기 기술개발

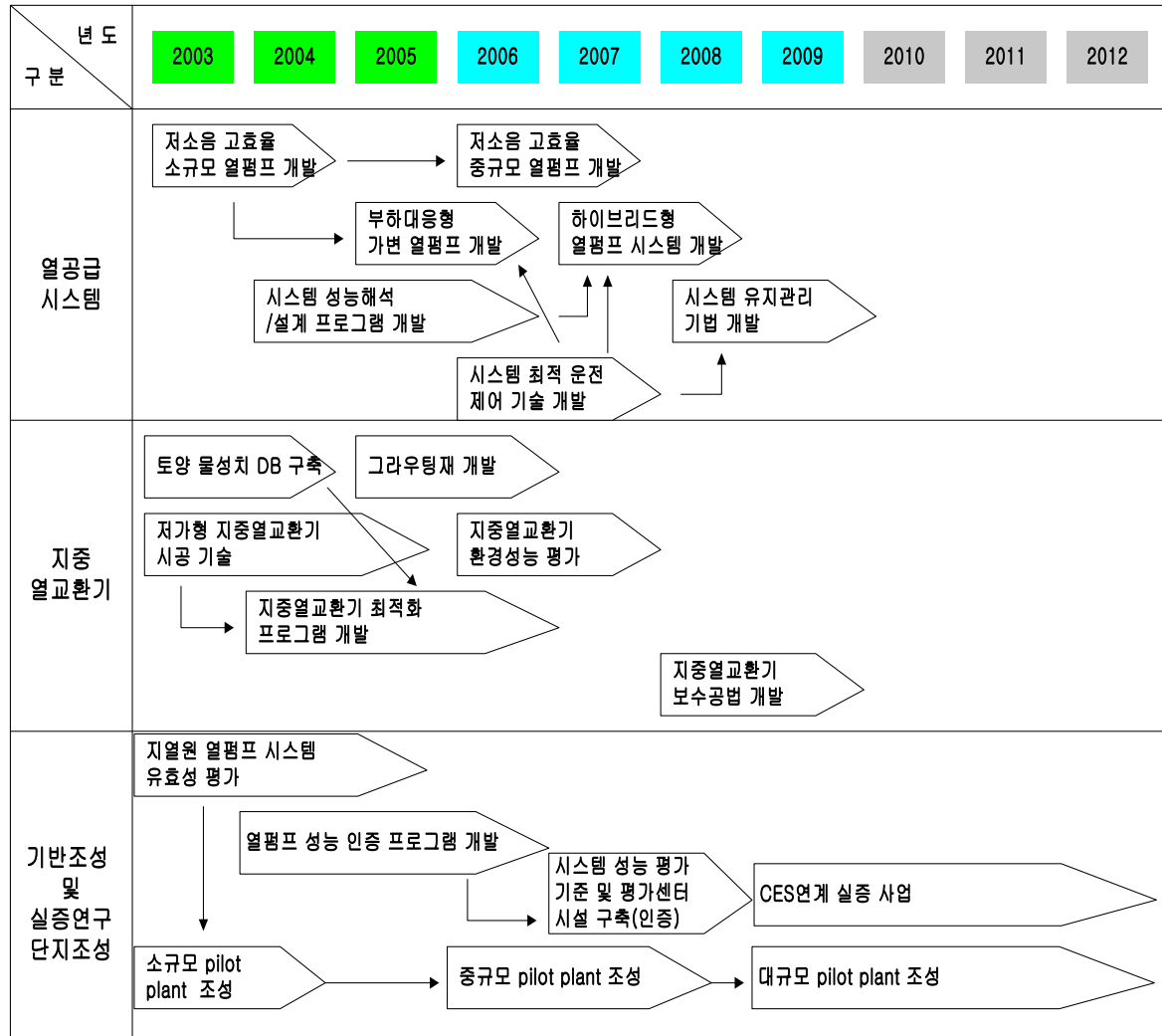
3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 지열 열펌프시스템의 콤팩트화 개발
- 지열 냉난방시스템의 모듈화 기술개발
- 지역 냉난방 실증플랜트 개발, 운전



## □ 기술개발 Road Map



## 11. 해양에너지

### 가. 개념 및 특징

#### □ 개념

- 해양 에너지는 조석, 조류, 파랑, 해수 수온 밀도차 등 여러 가지 형태로 해양에 부존하는 에너지원으로서 조력, 조류력, 파력은 국내 부존량이 풍부하고 경제성 측면에서 전력의 생산과 이용에 대한 개발가치가 지대

#### □ 특징

- 에너지 밀도가 매우 낮기 때문에 현재 사용되고 있는 기존의 타 에너지원에 비해 상대적으로 큰 규모의 에너지 추출장치가 필요함
- 해양에너지로부터 전력을 생산할 경우 출력변동과 육상으로의 송전문제 등이 현실적으로 존재함

### 나. 국내외 현황

#### □ 국내

- 해양에너지 분야는 1988년부터 대학과 연구소를 중심으로 기초연구를 시작하였음
- 1988~2002년까지 해양에너지 분야의 기술개발에 총 13억원을 투자(2개 과제, 정부 12억원)하였음
- 조력, 조류력, 파력 개발을 위한 기초조사와 수치모델 기술을 개발한 초보단계로서 에너지 집적·추출·변환기술과 발전시스템 기술은 선진국에 비해 미흡한 실정임
- 향후 1MW급 시험조류발전소 건설을 위한 에너지 집적, 추출, 변환 등 핵심요소 기술개발이 주요과제이며, 상용발전소 건설시 민자유치를 위한 정부의 적극적인 지원시책이 필요함

## □ 세 계

○선진국은 오염물질 확산, 해수유동 등을 감안하여 최적 개발 후보지를 선정하고 개발에 따른 부작용을 최소화하는 해양에너지 활용방안을 집중적으로 연구

- 실용화를 위한 해양에너지 발전시스템 개발 및 동일 지점에서 서로 다른 에너지를 이용하는 복합발전시스템 개발을 추진중

○영국, 프랑스, 일본 등 주요선진국은 파력, 조력, 조류발전의 기술개발 및 보급 정책을 추진하고 있음

### < 주요 선진국의 해양에너지 기술개발 및 보급 현황 >

영 국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○2MW급 상용 파력발전장치(Osprey) 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Islay에 파력발전장치를 운영중</li> <li>- 2MW급 부유식 파력 발전장치(HYDRA)를 연구중</li> </ul> </li> <li>○Bristol Channel에 조류바런시스템 설치를 추진중</li> </ul>
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>○Rance 조력발전소를 운영중 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설용량 240MW급으로 평균가동율은 97%임</li> </ul> </li> </ul>
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> <li>○Annapolis 에 시험발전소를 설치, 운영중 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설용량은 20MW급으로 Straflo 수차</li> </ul> </li> </ul>
일 본	<ul style="list-style-type: none"> <li>○수면에서는 파력발전, 수면하에서는 조류발전하는 복합방식을 추진중</li> </ul>

## 다. 기술개발 및 보급 Road Map

### □ 개발목표

- ◇ 국내 주변해역의 해양에너지 자원을 조사하고 발전시스템의 국산화로 조력, 조류발전의 보급기반 구축
  - 울돌목에 1MW급 시험 조류발전소 건설을 계기로 해양특성평가, 발전기, 전력변환기술 등 핵심기술을 개발
  - 장기적으로 해양에너지와 해양풍력으로 구성된 복합발전시스템의 상용화를 추진
- ◇ 2012년까지 조력, 조류발전소 건설을 추진하여 824MW의 발전시설 보급
  - 울돌목 조류발전 : 1MW급(2006년), 90MW급(2010년)
  - 시화호 조력발전 : 252MW급(2008년)
  - 가로림만 조력발전 : 480MW급(2011년)
  - 해안형 파력발전 : 1MW급(2010년)

1단계(2003~2006년)  
보급 촉진형 기술개발



- 울돌목에 1MW급 시험조류발전소 건설
- 해양에너지 특성평가 및 환경영향 평가 등 인프라 구축

2단계(2006~2009년)  
대량보급형 기술개발



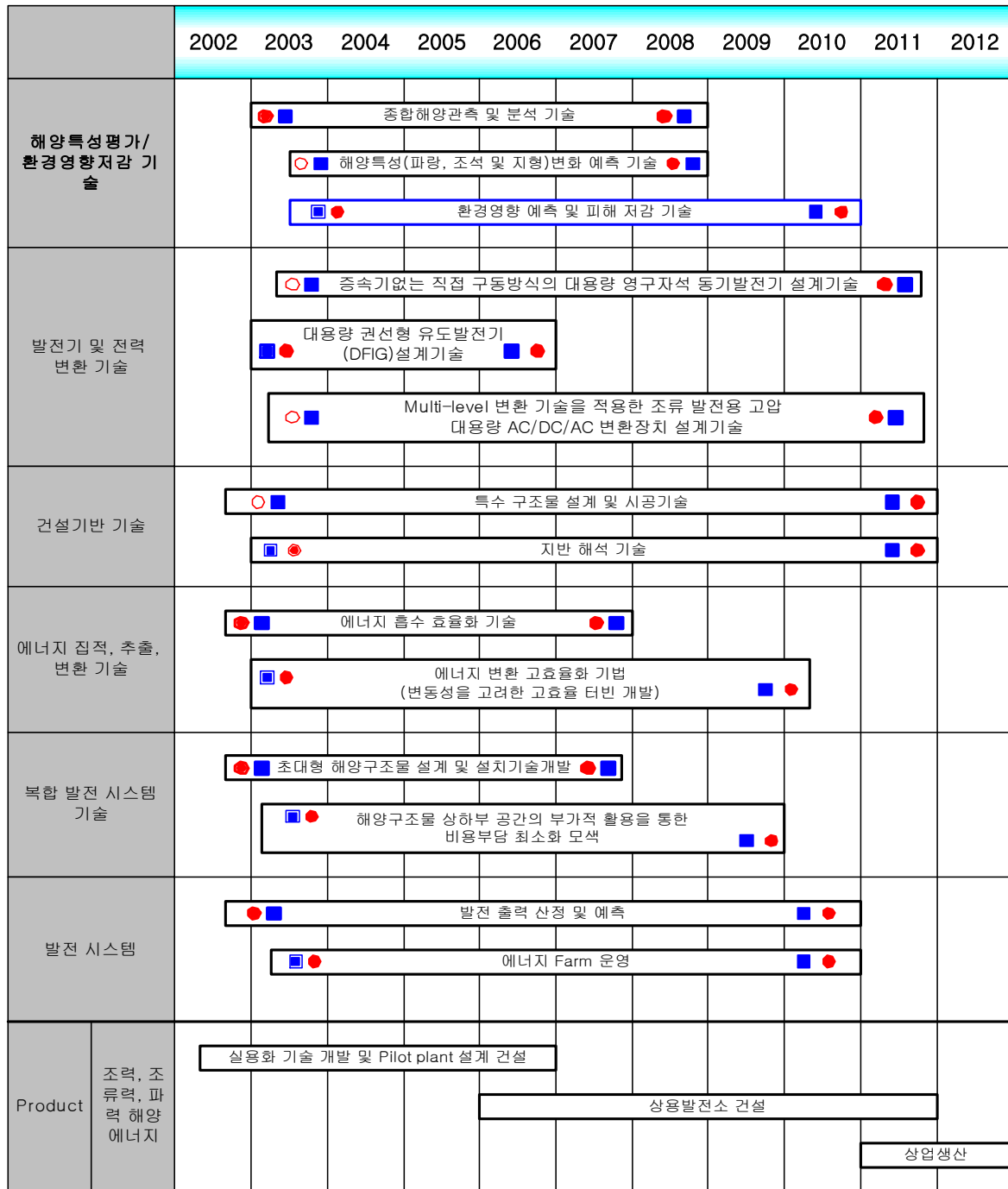
- 시화호에 240MW급 조력발전소 건설
- 울돌목에 90MW급 조류발전소 건설
- 해양에너지와 해양풍력의 복합발전시스템 기술개발

3단계(2009~2012년)  
저가상품화 기술개발



- 가로림만에 480MW급 조력발전소 건설
- 해양에너지와 해양풍력의 복합발전시스템 상용화 추진

## □ 기술개발 Road Map



기술적  
Priority

고 → 저  
Probability

Research

Development

Standard

Outsourcing