



해외 주요 도시의 신재생 에너지 활용 사례

신재생에너지를 중심으로 한 통영시의
지속가능한 에너지 자립 구축 방안

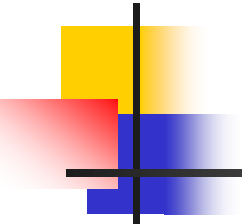
2007년 11월 8일

부 경 진

에너지경제연구원



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



차 례

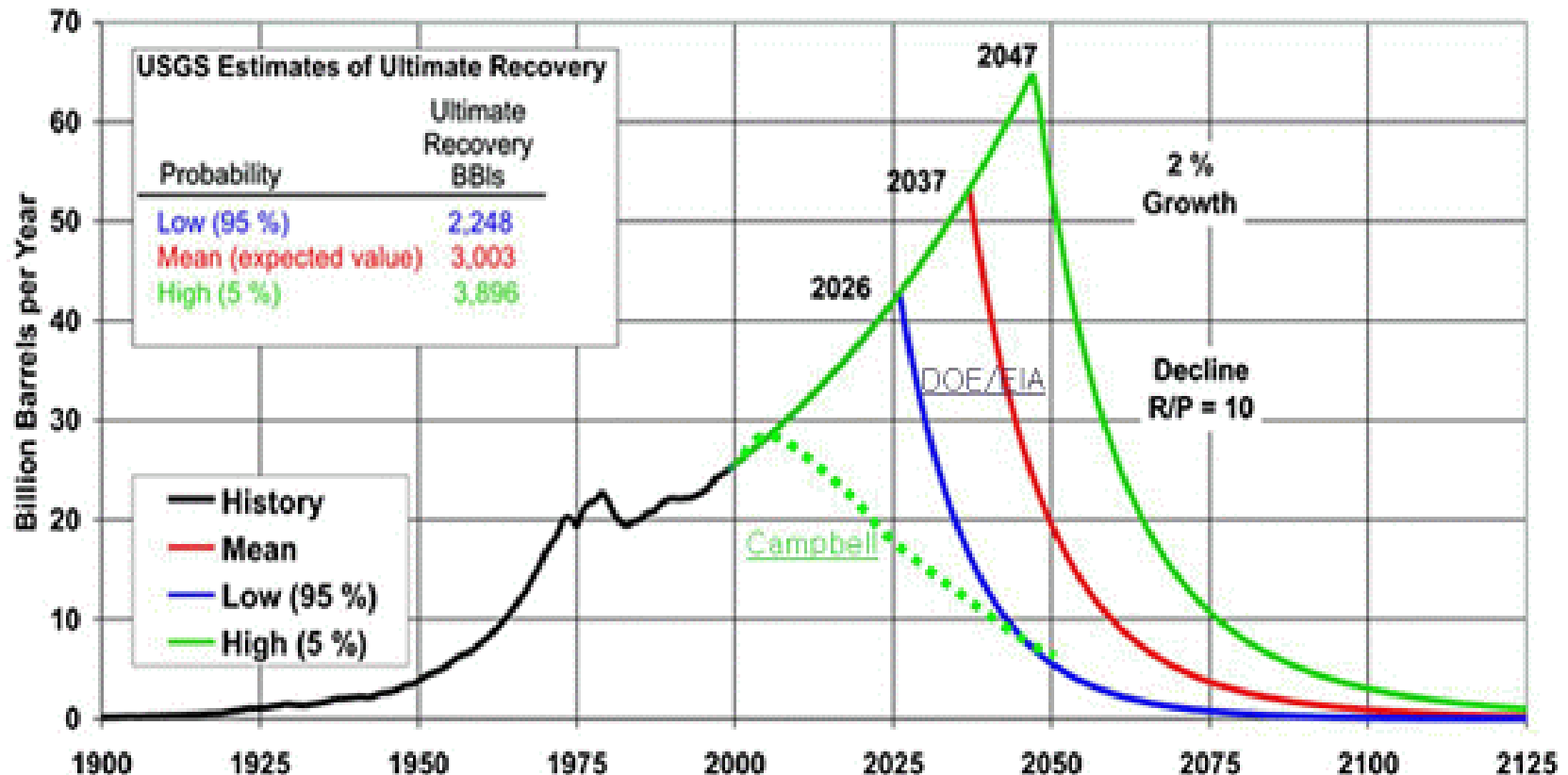
- 신·재생에너지를 둘러싼 해외동향
- 도시 지속가능발전과 신·재생에너지
- 해외 주요 도시의 신·재생에너지 활용실태
- 해외사례의 시사점
- 대도시의 신·재생에너지 활용방안
- 맺는 말

신·재생에너지를 둘러싼 세계동향

- 21세기 지속가능한 개발/에너지시스템 구축
 - 세계 에너지소비 증가와 석유자원 고갈, 기후변화 가속화
 - 환경보호, 에너지안보, 분산전원(DGs)
 - 수소경제의 대두 (청정, 무한 에너지원, 신성장 동력)
- WSSD('02)→Int'l Conf. for RE (본, '04)→BIREC2005 (북경, '05)→CSD14/15 ('06/'07)→Int'l RE Conf. (워싱턴, '08 개최예정)
 - 세계 총 에너지소비 중 재생에너지 비중 확대
 - Global target 합의에는 실패, 신·재생에너지 위상정립에는 성공
 - JREC, RETD, REEEP, REN21 등 창설 및 적극적 활동 전개
- 기후변화협약과 교토의정서, 신·재생에너지
 - COP 8-11, 델리선언(COP 8), WSSD ↔ UNFCCC
 - 교토메카니즘 → CDM 프로젝트(CERs) → 국제탄소거래 활성화
 - 아·태기후파트너십(APP)의 재생에너지/분산전원(REDG)TF

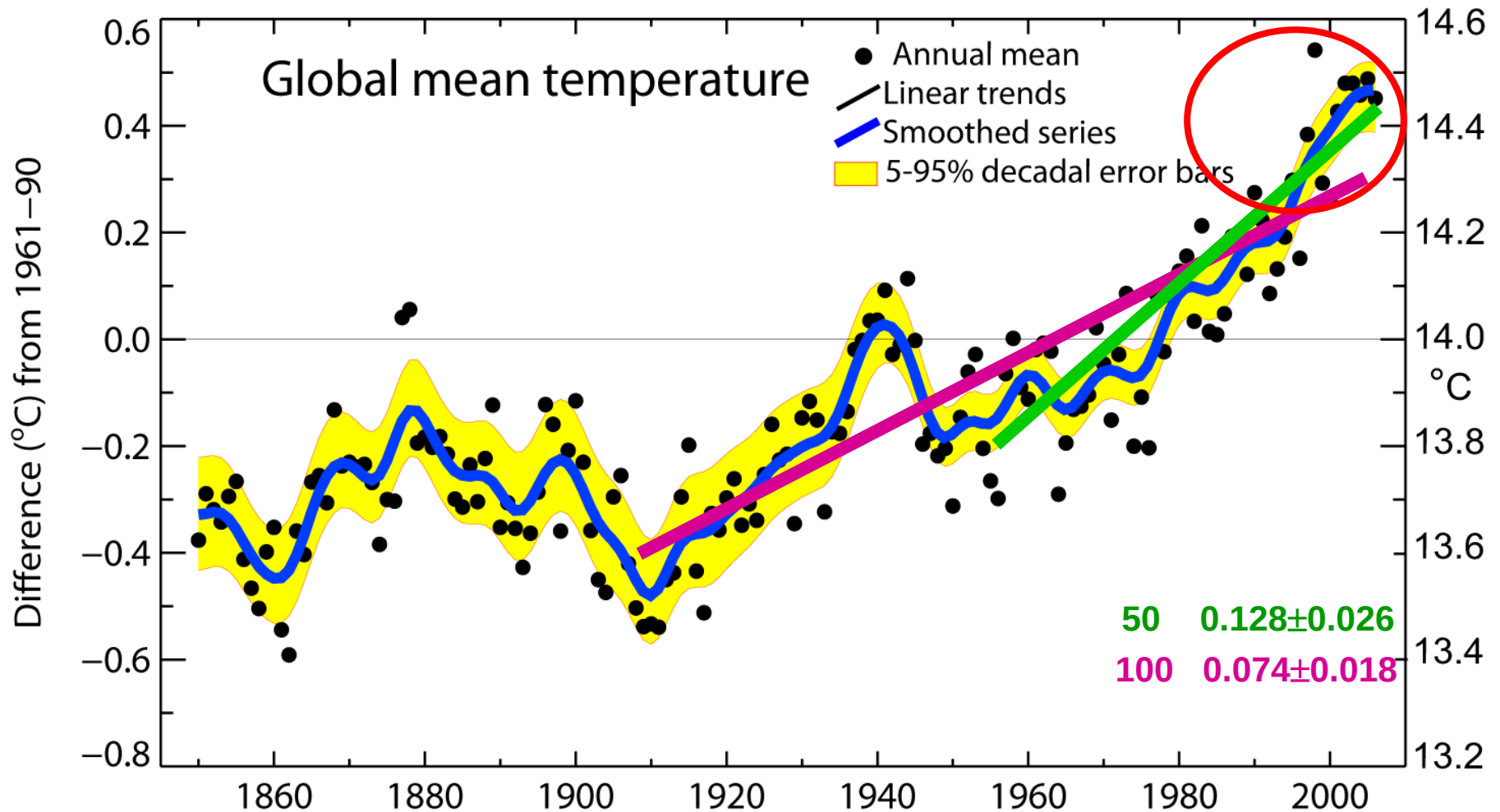
기관별 Oil Peak의 시기 전망

- Campbell & Laherrere ('98): 2010 (궁극매장량 6조배럴 중 30% 회수)
- US DOE/EIA('00, '04) : 2026~2047 (궁극매장량 6조배럴 중 50% 회수)



IPCC 4차 보고서-1

지표 및 해수면 평균온도의 변화



IPCC 4차 보고서-2

- 지구규모적 **온난화** 현상 (Global Warming)의 가속화
 - 북극빙하의 축소: 10년주기로 2.7% 감소 (하절기 7.4% 감소)
 - 영구동토대(permafrost)의 온도상승: 80년대에 비해 3°C 상승
 - 북반구 계절적 동토대의 최대면적이 1900년대 이후 7% 감소
 - 북남미, 북유럽, 북부 및 중앙아시아에서의 폭우 (강수량 증가)
 - 지중해, 남아프리카, 남아시아에서의 한발(가뭄)
- CO₂ 대기농도가 현재보다 45% 높은 수준에서 안정화 시 산업혁명 이전에 비해 2-4.5°C (평균 3°C) 상승 (2100년)
 - **인간활동**이 주범?: 3차보고서 “**likely**”→4차보고서 “**very likely**”
 - 2°C 이상의 대기온도 상승은 “**위험한**” 변화를 초래
 - 현재의 대기온도가 12만5천년 전에 비해 3°C 상승함으로써 해수면은 4-6m 상승
- 청정 에너지공급원 확대와 온실가스 배출 저감 대책이 시급함을 호소 (IPCC WG-III 정책보고서. 4/30-5/4, 방콕)

지속가능개발세계정상회의(WSSD)

■ EU 주장

- 2010년까지 세계 신·재생에너지비중 15%까지 확대
- 목표달성을 위해 Global RPS 설정 필요

■ 기타국의 입장

- 미국과 캐나다, 호주, 일본 등은 2010년 까지 2000년의 신·재생 에너지 비중보다 2%포인트 증가로 목표 설정

■ 최종 채택안 (Plan of Implementation)

- 자발적 지역목표 설정(Voluntary Regional Targets)
- 긴급성을 갖고 신·재생에너지의 비중을 상당한 수준으로 증대
- 목표 달성을 주기적으로 평가토록 합의

■ 정책적 시사점

- 신·재생에너지 비중 확대 논의(미국과 EU의 대립)
- 신·재생에너지 글로벌 공급 목표 설정에는 실패
- 신·재생에너지의 위상 크게 향상

세계재생에너지총회 (Bonn, 2004)

- WSSD 후속조치로서 “International Conference for Renewable Energies” 개최 (2004년 6월 1-4일, 독일 Bonn)
 - 동 회의를 앞두고 지역별로 사전준비회의 개최
 - 154개국의 정부대표, 국제기구, NGOs 등 약 2,500명 참석
- 주요 의제
 - 신·재생에너지 **시장개발**(전략목표, 공정 경쟁, 난방 및 수송부문)
 - 신·재생에너지 **금융**(공공/민간 파트너십, ODA 및 IFIs, 탄소금융)
 - 에너지시장전환을 위한 **능력형성**(인적, 제도적, R&D 능력)
 - **이해당사자**의 역할(정부, 국제기구, 기업 및 소비자, 시민단체)
- 주요 성과
 - Policy Recommendations for Renewable Energies
 - International Action Plans
 - Political Declaration

북경재생에너지총회(북경, 2005)

■ Beijing Renewable Energy Conference (BIREC2005)

- WSSD(2002)의 후속조치로 개최된 Bonn Int'l Conference for Renewable Energy (2004)의 차기회의
- 200여개국과 UN 등 국제기구, NGO, 산업계 등 이해당사자 회의
- 20여개국은 장차관 참석

■ 핵심의제 (Agenda)

- 신·재생에너지 개발현황 및 전망, 도전, 이슈분석, 평가
- 기업 및 금융기관의 투자 참여, 확대 방안 모색
- 신·재생 기술개발 전망, 기술이전을 통한 신·재생에너지 개발 지원
- 남남협력 강화 및 개도국의 신·재생에너지 이용촉진

■ 회의성과 (Outcomes)

- 정치적 선언 (The Political Declaration)
- 신·재생에너지 수요창출을 위한 공공 및 민간부분 자원조달 방안
- 신·재생에너지에 대한 능력배양 강화

도시 지속가능발전과 신·재생에너지

■ 도시팽창과 에너지소비 증대

- 세계인구 과반수 도시거주, 전 세계 에너지의 2/3가 도시에서 소비
- 지속가능한 지역에너지정책은 도시생활의 핵심요건
- **지방의제 21 (Local Agenda 21: LA 21)**

■ 도시 지속가능발전과 신·재생에너지의 역할

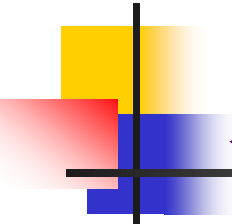
- 온실가스 배출량의 저감과 도시 생활의 질 향상 (대기오염 저감)
- 건설과 제조부문에서 **고용창출** 효과 → **지역경제**의 활성화

■ 지자체와 신·재생에너지의 관계

- 신·재생에너지 프로젝트를 통한 지자체의 **홍보효과**
- 지자체의 정책방향에 대한 지역주민의 **수용성** 제고
- 주거환경개선과 지역경제 활성화 → **이주현상**에 대응
- **분산에너지**원에 대한 지역소비자의 니즈(needs)

역사적 배경 및 목적

- **Int'l Solar Energy Society (ISES, 1954)**
 - UN 인가의 NGO로서 50여개국이 참여
 - 신·재생에너지 기술개발과 보급, 교육홍보
- **1987년 Brundtland Report, “Our Common Future”**
 - Brundtland City Energy Network (BCEN)의 결성 (1987)
 - Int'l Council for Local Environmental Initiatives (ICLEL, 1990)
 - European Green Cities Network (EGCN, 1996)
 - Int'l Solar Cities Initiatives (ISCI, 2004)
- **Int'l Conference for Renewable Energy (Bonn, 2004)**
 - Local Governments' Renewable Declaration
 - Local Government Issue Paper for the Multi-Stakeholder Dialogue of Renewables 2004
 - ICLEI와 독일 BMZ의 공동협력협정, “Local Renewables Model Communities Network”



지자체의 지속가능 에너지개발 조건

- 기후변화의 불가피성→지역사회 차원의 적응과 대응전략
- 다양화와 분산화를 통한 에너지공급의 안정화
- 지역에너지의 최적 이용
- 지역적으로 지속가능한 에너지시스템으로의 전환
- 신·재생에너지 공급비율 확대를 위한 지자체의 정책개선
- 민주적 절차를 통한 지역사회 주민의 참여
- 국가와 지역차원의 네트워크 구축을 통한 사업추진의 위험 감소와 수익의 증대

포트랜드 市 (미국 오레곤 州)

- 1970년대 미국 최초로 지역에너지정책을 도입
 - **에너지절약** 정책: 대중교통, 자전거, 도보전용도로, 대중교통에 근접한 거주빌딩에 대한 인센티브, 도심지 주차시설 제한
 - **재생에너지** 보급촉진 인센티브: 주택당 25% 에너지세액공제, 35% 법인세 공제, Energy Trust of Oregon의 펀드 제공 (전기료에 3%의 공익세 부과, 연간 6천만달러 정립)
- 1993년 미 지자체 중 최초로 GHG배출저감계획을 수립
 - 2001년 수정→ 2010년까지 1990년 수준 보다 10% 이하
 - 재생에너지 발전비율(2004년 10%→2010년 100%)
 - 1990-2003년 인당 온실가스배출량 13% ↓ (인구는 16%↑)
 - 인당 휘발유소비 8%↓, 세대당 전력소비 10%↓
- “녹색건물 (Green Building)” 프로그램
 - 에너지와 물질약, 건축자재 재활용, 환경보전전략출 통합
 - 미녹색건물협회(US Green Bldg Council)의 LEED를 준수 명령

로스엔젤레스 市 (미 캘리포니아 州)

- 1970년대부터 LA의 스모그현상을 줄이기 위한 노력을 경주
 - 에너지절약과 수송용 대체연료의 개발 보급을 중심으로 한 신재생 에너지 보급에 중점
 - RPS 도입(2005): 5.5%(2004년) → 13%(2010년) → 20%(2017년)
 - 2006년 LADWP위원회: 20% 목표를 2010년으로 앞당기도록 권고
- 1990년대부터 Green LA Program을 전개
 - Green Pricing 등 자발적 시민참여로 친환경 에너지를 보급
 - 녹색전력 구매계약을 통해 green power 설비투자 자원 마련
 - 프리미엄은 전기료의 20% 수준에서 결정 (3센트/kWh): LADWP가 무료로 제공하는 에너지효율제품이나 서비스로 만회
- 기타 재생에너지 보급 프로그램
 - Pine Tree Wind Project: 2007년 120MW 풍력단지 조성
 - Solar Rooftop Program: 2010년 697GWh의 PV 전력 공급
 - Green Path Project: Imperial Valley Irrigation District 파트너십을 통해 지열에너지 발전에 참여

프라이부르크 市(독일)

- 태양에너지연구소인 Fraunhofer Institute가 소재: “**프라이부르크 모델**”
 - **정부보조 및 매입**의 방식, 즉, 시민의 태양 자가발전을 장려하면서 남은 전력을 시정부가 매입
 - 국가에서 민간에 보조금이나 매전수입 등 인센티브 제공을 통해 재생에너지발전에 **민간참여** 활성화
- 1986년부터 신·재생에너지 정책을 전개
 - 1988년 **GHG배출량** 2010년까지 1992년 수준의 25% 이하로 감축
 - **재생에너지공급비율**: 2002년 3.7% → 2010년 10%
 - **태양에너지프로젝트**: 시정부가 투자비를 조달
 - 태양광발전을 위한 지붕임대사업, 연구개발지원, 보조금, 도시구획사업, 도시계획, 교육홍보 사업을 활발히 전개
- 신·재생에너지 정책의 **성공 요인**
 - 지역주민, 시정부, 정계의 **핵발전소**에 대한 갈등→협력관계로 발전
 - 지역사회 **리더**들이 지자체, 정계, 업계에 진출

아헨 市 (독일)

- 소위 “**아헨모델**”을 통해 신·재생에너지 강국인 독일에서도 **선도적 역할**
 - 재생에너지 도입에 따라 **주민 전체에게 환경개선 편익이 돌아감 → 비용을 지역사회 전체가 공평하게 분담**
 - **기준가격제** 도입의 철학적 근거
- 독일 최초로 **태양광발전** 보급을 위한 **기준가격 의무구매 제도(Feed-In Tariff: FIT)**의 개발 및 시범실시
 - **전력의무구매법(Electricity Feed-In Law: EFL, 1991)**을 최초로 적용
 - 이는 독일 전체로 확대 실시된 **재생에너지법 (Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG)**의 전형을 제시
 - 특히, 1996년 풍력발전단지 적지를 미리 선정하여 지역계획에 “**풍력단지특별구(Wind Farm Special Area)**”를 지정, 운영

아델라이데 市 (오스트랄리아)

- 호주에서 추진되는 **솔라시티** 개발에 지자체 차원의 선봉장 역할을 담당
- **Adelaide Green City Program**
 - 도시생태학자, 다큐멘터리 작가, Herbert Giradet 보고서, “Creating a Sustainable Adelaide.”
 - 8주간의 지속가능발전 회의, 워크샵, 토론회에 기초 → 33개 항목의 **건의사항** 제시 (30개가 채택됨)
 - 다른 도시계획고 전략적 아젠다와 연계하여 개발
- **전략적 도시관리계획 (Strategic City Management Plan)**
 - 도시의 미래 **비전**과 이의 실현을 위한 **실행계획**
 - 태양광발전과 에너지효율 향상 (Bldg Tune-Ups), 에코주택, 중소기업에 대한 에너지감사, Green Expo, 교육홍보, 국제회의 등 개최
 - **재원조달**: 호주정부의 솔라시티 예산, 연간 75백만 호주달러에서 조달하고 나머지는 South Australia 주정부와 Adelaide 시정부가 조달

옥스포드 市 (영국)

■ 옥스포드 솔라 이니셔티브 “Oxford Solar Initiative”

- 2002년에 옥스포드시와 Brooks University, 지역사회간의 파트너쉽 형태로 출범
- 세가지 주요 목표: 1) 도시기획전략에 지속가능한 에너지요소 추가, 2) 목표설정과 베이스라인 연구 수행 및 장기 시나리오의 개발, 3) 지속가능한 도시에너지 기술 개발
- 최우선 목표로서 2010년까지 모든 주택의 10%에 태양에너지 이용 설비 설치 → 단기적 가시적 성과 → 지역사회의 참여 유도

■ 에너지효율 및 재생에너지 보급 정책수단

- 보조금, 인센티브: 주택소유자가 에너지효율개선설비, 태양열온수급탕시설, 태양광발전 설비를 설치하는 제공
- 태양광발전 설비의 경우 설비 투자비의 50% 까지, 태양열온수급탕의 경우 500파운드 보조

■ “태양의 거리 (Solar Street)” 선구적 프로그램 추진

- 한 주택구역의 모든 가정이 태양열 온수급탕과 태양광발전 시스템을 설치 → power gate를 통해 전력망에 연계 → RO 인증서를 확보

해외 사례 분석의 시사점

- 세계의 우수 도시들은 신·재생에너지에 기반한 친환경 에너지 도시, 지속가능한 에너지 시스템을 지향
 - Int'l Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI, 1990), Int'l Solar Initiative (ISCI)은 바람직한 지속가능한 도시에너지 시스템의 전형을 제시
- 도시 에너지수급 시스템의 지속가능한 발전을 위한 다양한 접근 방식
 - 파워엘리트 육성 → 지속가능한 에너지 도시 건설 (아델라이데, 아헨)
 - 주민의 의사결정과정 참여를 통한 지역사회의 공감대 와 합의점 도출 (프라이부르크시, 런던시)
- 신·재생에너지 보급 정책의 형태
 - 주민의 자발적 참여 (green power market, green pricing): LA, 런던
 - 정부 주도 및 비용 분담 (FIT): 프라이부르크, 아델라이데
 - 트러스트와 시민 포럼 모델: 일본 미야기현 “태양광/풍력 발전 트러스트” NPO 조직

대도시 신·재생에너지 활용 방안-1

■ 보조금 및 리베이트

- 신·재생에너지 설비를 설치하는 기업이나 주택에 초기 투자비 경감
- 신·재생에너지 사업의 경제성 보완 및 초기 수요 창출

■ 세금감면

- 신·재생에너지 설비에 대한 재산세 면제 또는 감면
- 신·재생에너지 자산가치를 상응하는 전통에너지 설비의 가치로 한정
- 재산세를 상쇄하는 세액공제 제공

■ 금융지원

- 재생에너지 설비의 구매에 대해 지자체나 지역 전력사가 장기 저리 금융지원

■ 정부우선구매

- 지자체가 에너지 대수요자로서 신·재생에너지의 구매목록을 명시 → 수요 불확실성 제거, 시장창출과 상업화 제도적 장애요인 제거 (예: 호주의 아델라이데시)

대도시 신·재생에너지 활용 방안-2

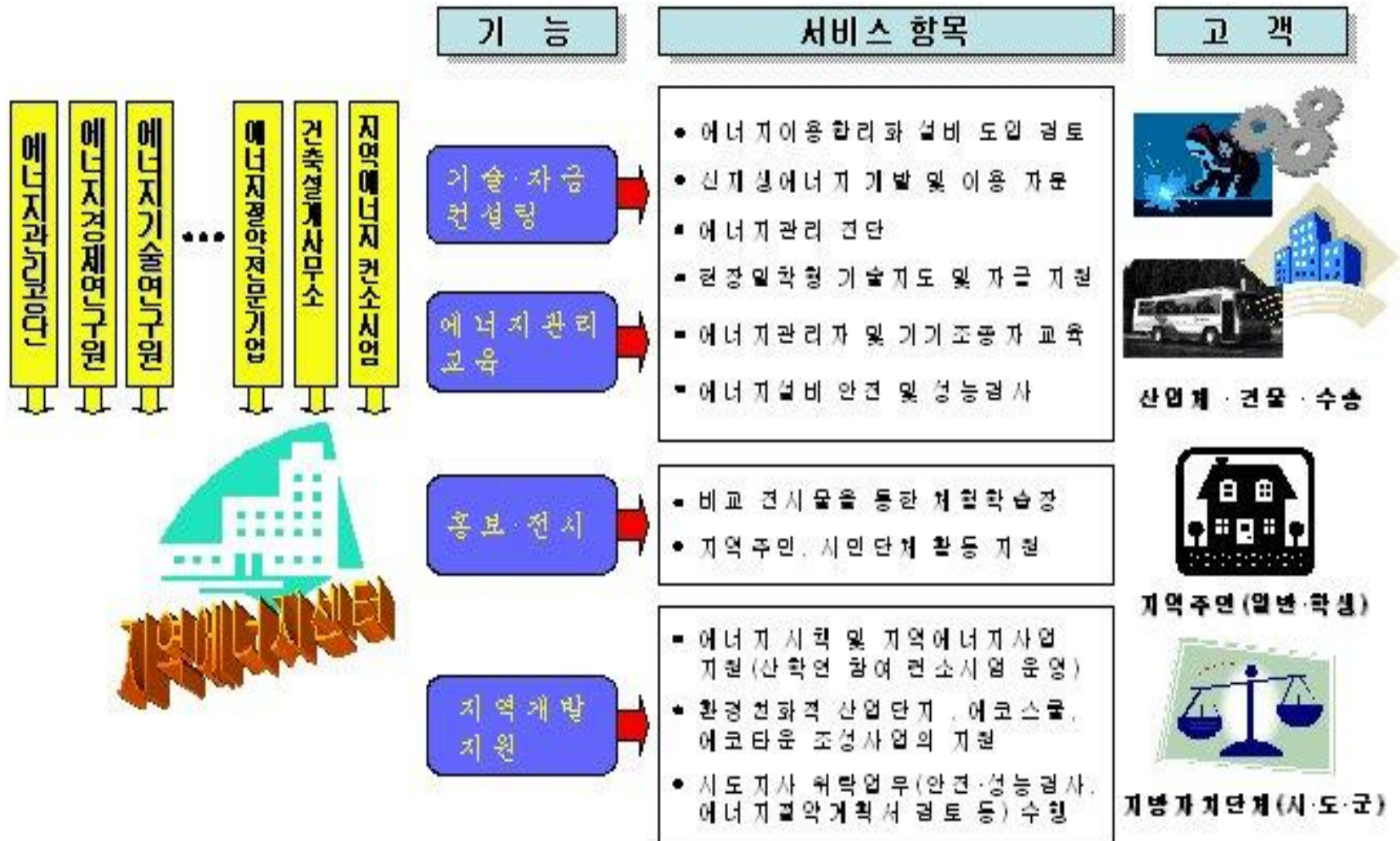
<<인프라 정책의 확립>>

- **계통선 연계:** 도심지와 교외의 신·재생에너지 분산전원의 보급촉진을 위해 독립형 or계통연계형 전원의 비용효과성
- **건설 및 건축기준** 지자체 조례작성: 신축 또는 재건축시 신·재생에너지 사용/설비 비율 등 (예: 바르셀로나)
- **신·재생에너지 산업 유치:** 세액공제나 무상지원, 정부구매 등 재정인센티브 제공 → 일자리 창출, 지역경제 활성화와 稅源 확보
- **직접 설비판매:** 지방정부가 지역전력사의 운영권을 소유한 경우 재생에너지 시스템을 구매하거나 대여
- **대도시 특화 계획:** 매립지 관리와 운영, 지자체 소유 하수처리장에서 메탄가스 처리 및 에너지회수, 태양열/태양광, 지열, 연료전지 등

대도시 신·재생에너지 활용 방안-3

- **능력배양: 지속가능한 지역에너지관리 교육훈련**
 - 지속가능한 도시에너지 시스템 구축을 위해서는 국내외 성공, 실패 사례에 대한 정보교환과 시장을 선도하는 교육훈련이 필요
 - 개발된 신기술에 대한 기술전문가 확보 뿐만 아니라 정책전문가의 훈련을 통해 지자체의 정책 개발 및 관리, 추진에 대한 역량강화
- **신·재생에너지에 대한 인지도 향상**
 - 지방의제 21 (Local Agenda 21)의 거버넌스를 통해 지자체는 지속가능한 에너지수급 시스템에 대한 홍보와 지역 이해당사자간에 신·재생에너지 개발 및 보급을 촉진
 - Top-down 방식과 지역주민의 참여, 민주적 절차에 의한 bottom-up 방식이 혼합된 접근이 필요
- **전담조직의 지정 또는 신설**
 - 신·재생에너지 계획 및 관리, 평가를 위한 체계적 효율적 접근
 - 지역사회 이해당사자의 신뢰도 향상, 네트워크 구성

지역에너지 전담조직 설립안



맺는 말

- 도시 발달 형태는 에너지공급원과 사용형태에 의존
 - 저밀도 에너지 (나무와 숯) → 고밀도 에너지 (석탄, 가스, 석유) → 2차전환 에너지 (전기, 도시가스, 수소)
 - 에너지밀도 증대에 따라 도시의 거대화, 집중화, 고밀도화가 진행
- 화석에너지 도시가 초래하는 에너지안보와 기후변화의 가속화를 극복하기 위한 생존전략
 - 청정 및 지역에너지원인 신·재생에너지를 주축으로 한 지속가능 에너지시스템으로의 과감한 전환 (Energy Paradigm Shift)
 - 에너지공급원과 이용소비 행태의 포트폴리오를 실현 (공급 리스크 감소와 편익의 증대 실현)
- 도시는 국가와 세계의 지속가능 발전을 위한 powerhouse
 - 풀뿌리 운동 (grassroot movements)에 기초, building block으로서 정책추진의 경제·사회·정치·문화의 출발점
 - 지속가능발전과 도시정책의 근본적 변화 → 지역 경제의 활성화