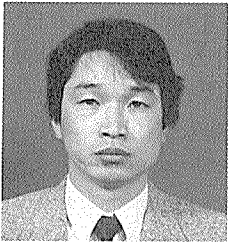


93년도에 본 미래기술 예측



韓國電氣研究所
技術政策研究室
高 饒

1. 개 요

이제 세계는 냉전시대를 탈피하고 기술개발을 통한 기술주권주의 내지는 기술패권주의 시대에 진입하고 있다. 이는 국가의 생존권과도 직결되는 중요한 문제이기때 우리나라도 2000년대까지는 선진 G7 수준의 기술대국에 진입한다는 목표아래 연구개발에 박차를 가하고 있다.

우리나라가 2000년대를 대비하고 있는 동안 선진국들은 이보다 먼 미래인 2020년대 내지는 2075년대 심지어는 3000년대의 미래기술을 예측하여 이에 대비하고 있다. 선진각국에서는 미래기술 예측을 국가 주도아래 수행하고 있다. 그러나 아직 우리나라에서는 2000년대 초반을 대비하고 있을 뿐이며 결국 우리나라 산업계, 학계, 연구계에서는 이들 선진국의 미래기술예측 결과 활용하는 것이 차선택이 될 수 있을 것이다.

여기에서는 이러한 취지를 바탕으로 선진국의 미래기술예측 결과중에서 전기공업과 전력산업에 관련된 사항을 조사, 분석한 내역을 소개하고자 한다.

2. 21세기로 향한 전력사업

21세기의 기본적 조류를 감안하면 전력사업의 변모, 수요전망, 전원구성, 전력수송설비, 기술개발의 추진, 종합정보시스템의 구축 등의 중요한 문제로 대두된다.

2000년대를 향한 전력기술의 방향은 원자력발전기술의 고도화, 석탄이용기술을 비롯하여 화석연료를 대체할 수 있는 태양광 등의 대체에너지 개발, 연료전지, 석탄가스화 복합발전, 초고압전압 격상, 지중송전, 직류송전의 본격화, 배전자동화, 전력계통종합자동화, 무정전공법, 내뢰기술 개발, 아몰퍼스 및 세라믹재료를 이용한 기기 개발, 설비진단기술의 진전, 고효율 축열조, 고성능 축전지, 전기가열, 뇌해방지기술, 뇌예지기술, 의사결정 지원시스템, 데이터베이스시스템, 종합정보시스템 등의 개발로 귀결될 것이며 이러한 것들은 전력수요의 개발, 양질의 전력공급, 원가저감을 위하여 필수적인 것이다.

3. 2020년대의 미래기술 예측

일본 과학기술청이 전문가에게 의뢰하여 기술예측 위원회를 결성하고 여기에서 2020년대에 실용화될 신기술에 대하여 예측한 자료로서, 테마별 베스트 5와 생명과학을 비롯한 16개 분야의 미래기술 그리고 1998년부터 2020년까지의 미래기술년표를 제시하였다. 여기에서는 이중 전기공업과 전력산업에 관련된 사항만을 정리하였다.

가. 테마별 베스트 5

- (1) 국제공동개발의 필요성이 높은 과제 베스트 5
 - 2015년까지 세계의 이산화탄소 배출량을 현재의 20%로 감축한다(2위).
 - 2006년까지 대기, 수질 등의 오염인자를 지구적으로 감시하는 것을 일반화하고, 위성통신 등에 의하여 환경정보를 국제적으로 일원화하는 시스템을 구축한다(3위).
- (2) 일본우위의 과제 베스트 5
 - 2003년까지 질소산화물을 1km당 0.1-0.2g 이하로 배출규제하는 기술을 모든 차종에 보급

한다(2위).

- 2007년까지 최고시속 500km 정도의 초전도 자기부상철도를 실용화한다(5위).
- (3) 해외우위의 과제 베스트 5
 - 2014년까지 정지궤도, 달에서의 유인궤도간 수송시스템을 개발한다(5위).
 - (4) 기술적 저해요인이 큰 과제 베스트 5
 - 2005년까지 고분자 겔이 기능성재료로써 인공근육, 바이오리액터, 정보처리 소자 등에 실용화된다(1위).
 - 2007년까지 인간수준의 감도와 밀도를 갖는 촉각센서가 실용화된다(2위).
 - (5) 제도적 저해요인이 큰 과제 베스트 5
 - 유선방송 케이블, 진공집진 파이프라인, 물류파이프라인, 지역냉난방 배관 등을 격납한 도시형 공동구시스템을 2004년까지 보급한다(5위).
 - (6) 문화적 저해요인이 큰 과제 베스트 5
 - 텔레비전화, 컴퓨터에 의한 온라인시스템, 팩시밀리 등의 발달에 의하여 면담, 절충이외의 일반사무를 주택에서 처리하는 주택근무시스템을 2005년까지 보급한다(3위).
 - (7) 자금적 저해요인이 큰 과제 베스트 5
 - 달에 남극기지와 같이 우주관측용 항구유인기지를 2015년까지 설치한다(1위).
 - 정지궤도, 달에의 유인궤도간 수송시스템을 2014년까지 개발한다(2위).

나. 분야별 미래기술

- (1) 세부분야: 생명과학, 우주, 소립자, 재료 및 프로세스, 정보 및 전자, 환경, 농림수산, 해양 및 지구, 광물 및 수자원, 에너지, 교통, 보건의료, 사회생활, 생산, 도시건축토목, 통신 등 16개 분야이며 이중 전력산업과 전기공업에 직간접적으로 관련있는 사항만을 정리하였다.
- (2) 재료 및 프로세스
 - 상온에서 전이점을 갖는 초전도체 개발(2017년)
 - 변환효율 50% 이상의 적층 태양전지 개발(2010년)
- (3) 환경
 - 세계의 이산화탄소 배출량을 현재의 20%로 감축(2015년)

- 질소산화물을 1kg당 0.1-2.0g 이하로 배출하는 차종 개발(2003년)
 - (4) 해양 및 지구
 - 화석연료의 이용과 지구환경보전의 균형을 유지하는 기술(2011년)
 - (5) 에너지
 - 핵융합발전로 개발(2020년)
 - 변환효율 20% 이상의 대면적 박막전지 실용화(2004년)
 - (6) 교통
 - 환경기준을 만족하는 시속 300km 이상의 고속전철 실용화(1998년)
 - (7) 사회생활
 - 대기오염물질 제거기술(2003년)
 - 공공용건물 및 주택에 태양열(광) 냉난방시스템 적극 보급(2004년)
 - 초고층 빌딩 재해발생시 대책 기술(2002년)
 - (8) 통신
 - 광섬유를 이용한 광 헤테로다인 방식 등의 광통신 기술에 의하여 장거리 대용량 광통신 방식 개발(1999년)
- 다. 미래기술년표
- 앞에서 예측한 기술이 개발될 시점을 연도별로 정리한 것이다.
- 1998년 : 환경기준을 만족하고 연속 주행가능한 시속 300km의 고속전철 개발
- 1999년 : 광섬유를 이용한 광 헤테로다인 방식 등의 광통신 기술에 의하여 장거리 대용량 광통신 방식 개발
- 2000년 : 과일, 누전, 가스누설 등을 체크하여 자동적으로 안전장치가 동작하는 부재중 혹은 노령자 세대에도 안심할 수 있는 가정보안시스템을 보급한다.
- 2001년 : 지구환경보전, 지구자원개발, 보전 등에 공헌하는 국제적 과학기술자를 육성하는 광의의 지구과학기술교육기관이 발족한다.
- 2002년 : 1칩당 1기가 메모리급 이상의 초 LSI가 실용화 된다.
- 2003년 : 텔레비전화, 컴퓨터에 의한 온라인시스템, 팩시밀리 등의 발달에 의하여 면담, 질충이의 일반사무를 주택에서 처리하는 주택근무시스템을 보급한다.

- 2004년 : 통근이동에 견디는 충전용량의 밧데리가 개발되어 도시내 교통이 가능한 전기자동차를 보급한다.
- 2005년 : 고체 계면의 구조와 성질을 원자수준에서 제어하는 기술이 개발된다.
- 2006년 : 인공위성에 의한 광물자원의 준정량적 예측 기술이 개발된다.
- 2007년 : 주택전력공급용 태양전지가 보급된다. 최고시속 500km 정도의 초전도 자기부상철도를 실용화 한다.
- 2008년 : 가정에서 사용가능한 입체영상 표시장치를 사용한 입체방송이 실용화된다.
- 2009년 : 소프트웨어 검증기술이 발달하여 오차없는 대규모 소프트웨어의 단기개발이 가능해진다.
- 2010년 : 변환효율 50% 이상의 적층태양전지가 실용화된다.
- 2011년 : 수소흡수저장합금을 이용한 수소연료 자동차가 생산대수의 10%를 차지하게 된다.
- 2012년 : 초전도 전자추진선이 실용화된다.
- 2013년 : 우주환경을 이용한 반도체 및 약품 등의 상업생산용 우주공장이 실현된다.
- 2014년 : 뇌의 발생 및 성장과정이 분자수준으로 밝혀진다.
- 2015년 : 달에 남극기지와 같이 우주관측용 항구유인기지를 설치한다. 세계의 이산화탄소 배출량을 현재의 20%로 감축한다. 높이 1000m 이상의 쾌적한 거주공간을 갖는 초초고층 빌딩을 건설한다.
- 2016년 : 유전자결손질환을 치료하는 유전자치료가 실용화된다.
- 2017년 : 상온에 전이점을 갖는 초전도체가 개발된다.
- 2018년 : 주요 어자원의 10~20년 예측이 가능하고, 자원 및 어업의 관리를 위하여 생산조정시스템이 개발된다.
- 2019년 : 양수발전소 정도(100만 kWh)의 용량을 갖는 초전도 에너지 저장시스템이 실용화된다.
- 2020년 : 동면등에 의한 생체보존법이 개발된다.

4. 2075년의 세계

동경대학 전기공학과에서 2075년의 신에너지, 전력 수송, 변전기술, 전력시스템, 공장내의 풍경, 교통과 생활 등을 예측한 것을 조사분석한 것이다.

가. 2075년의 신에너지

선진국의 에너지 소비 형태는 이산화탄소 배출이 없는 전기 및 수소에너지에 의존하고, 에너지 수송을 위하여 초전도 케이블과 수소수송의 네트워크가 결성되고 있다. 석유는 중요한 자원으로 고분자 및 생물화학재료로 이용되고 석탄은 남아 있으나 배출가스인 이산화탄소는 회수하여 심해에 저장한다. 가동 중인 고속증식로는 의존하기에 충분하지 않아 전력회사는 이산화탄소 배출 제로를 목표로 핵융합발전소 도입을 시도하고 있다.

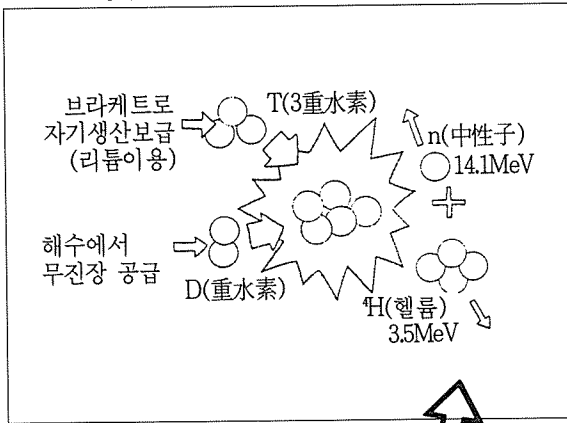
집중형 신에너지원은 핵융합이고 분산형 신에너지

원은 태양전지, 바이오 수소제조시스템이다. 일반 수용가에서도 자가발전설비를 갖추고 전력회사와 전력수수를 한다. 신에너지가 보급되면 수소에너지 형태로 에너지를 수출하기도 한다. 환경보존이 쉬운 수소 에너지를 얻는 기술이 각국에 보급된다.

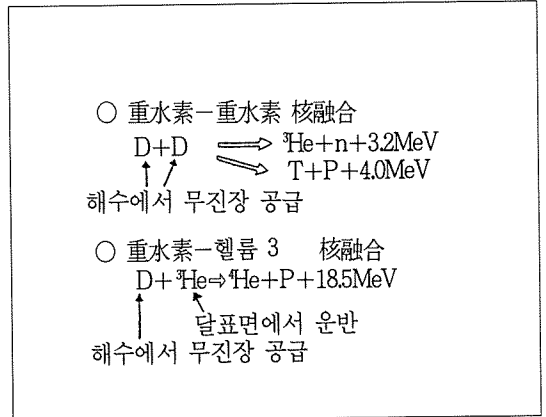
에너지가 무진장 있으므로 모든 식물이 바이오 기술로 공장에서 대량생산된다. 2050년의 식량위기가 해소된 것이다. 리튬을 이용하여 자연에는 없는 삼중수소를 연료로 사용한다. 핵융합 발전기의 내부온도는 1억도이상의 초고온이다. 중수소와 삼중수소의 반응으로 1g의 원료로 석유 8톤에 해당하는 에너지를 얻는다. 삼중수소의 생산은 리튬에만 의존하기 때문에 이상형의 중수소간의 반응으로 에너지를 생산하는 핵융합로를 개발하고 있다. 이것이 개발되면 인류는 에너지문제에서 완전히 해방된다. 리튬의 확보를 달에서 하기 위하여 로켓산업이 발달할 것이다. 핵융합발전기는 신소재의 개발로 점점 축소될 것이다.

핵융합발전의 원리는 다음 그림과 같다.

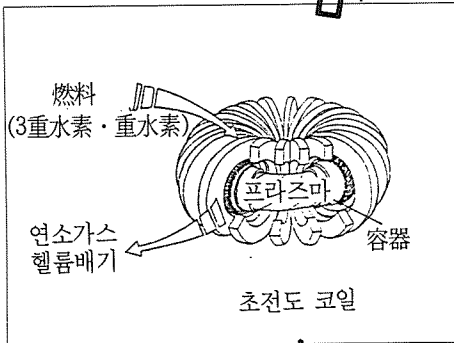
가장 실현성이 높은
중수소(D)와 삼중수소(T) 핵융합반응



장래에 개발될 핵융합반응



초고온 플라즈마 내부의 현상



핵융합로의 구조

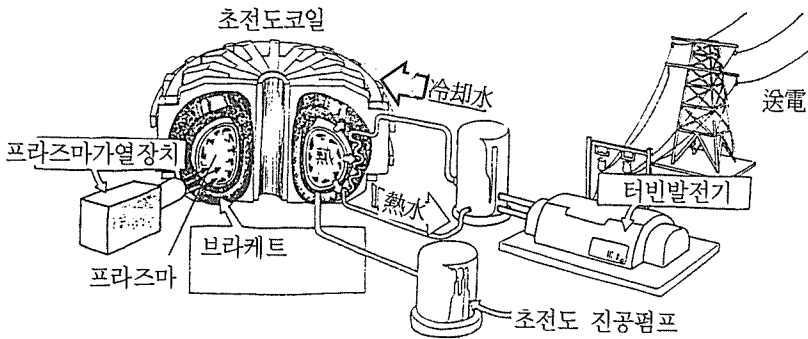


그림 1. 핵융합발전소의 원리

나. 2075년의 전력수송, 변전기술

상온초전도케이블이 연구개발중에 있고, 직류계통에는 고온초전도케이블이 교류계통에는 절연고온초전도송전선이 사용되고 있다. 교류계통은 충전용량의 한계때문에 케이블에 의한 장거리수송이 곤란하고, 가스절연방식의 초전도선로가 사용되고 있다. 종래의 관로기중 송전과 같이 동축원통 구조를 갖고 중심도체와 외측접지 전극간에 질소가스를 충전하고 냉매로는 액체질소외에 LNG를 사용하고 이를 도체내부에 주입한다. LNG는 130K이며 이것은 LNG수송과 배열에 이용되어 일석이조의 효과가 있다. 관로송전선을 간선에 적용할 경우 높은 철탑이 필요없어 환경미관상 좋고 고전압 도체가 완전 차폐되므로 뇌에 의한 피해를 염려할 필요가 없다. 선로의 Sheath 재료초전도재로 하면 완전한 자기차폐가 되고 전자환경 문제도 없어진다. 그러나 대면적 고온초전도 재료의 성능 및 가격의 문제가 있어 Sheath재료로 사용

이 어려워서 저전압 대전력은 전류를 제한하여 고전압 전력수송방식을 채택하고 있다. 그리고 이러한 시스템이 완전히 기간망에 적용되기까지는 10년 정도의 시일이 필요하다. 모든 송배전선로는 지중화되어 경관이 미화된다.

송전전압은 100만볼트급이다.

변전소는 초전도변압기, 초전도모선, 차단기, 단로기, 썬지흡스기(옛날의 피뢰기) 등이 지하의 저온가스 용기내에 콤팩트하게 설치되어 있다. 기기의 동작은 3차원 그래픽으로 실현되고 차단기도 점점방식이 아닌 교체소자 방식이다. 전기재료는 초전도물질, 고절연내력, 저유전율, 고기계강도, 고열전도율을 갖는 유전체재료와 금속막을 입힌 도전성 플라스틱 등이 이용된다. 절연설계 및 구조설계는 AI를 이용한 EXPERT 시스템을 이용한다.

2075년의 전력수송, 변전기술의 이미지는 다음 그림과 같다.

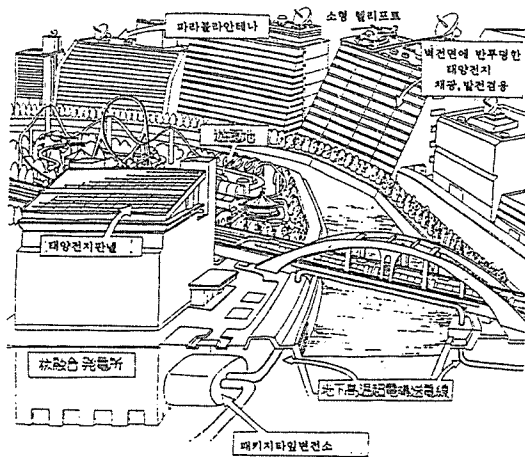


그림 2. 2075년의 전력수송, 변전기술 이미지

다. 2075년의 전력시스템

전력수요는 급상승하고 일반수용가에서는 옥상의 태양광발전, 지하의 밧데리의 잔존전력량, 전력회사로 부터의 전력구입문제 등을 감시, 결정하는 시스템을 갖추게 된다. 즉 전력회사의 시간대별 요금제도를 심분 활용한 전력구매 및 사용을 고려한다. 전력회사 또한 사고시 외에도 필요에 따라 급전을 중지하기도 한다. 수용가에서는 신뢰도가 높은 전력과 낮은 전력을 선택하여 전지저장에는 신뢰도가 낮은 전력을 사용한다. 전력이 부족할 경우는 시베리아에서 전력을 구입하는 것을 검토한다. 이때 직류초전도 해저송전을 고려한다. 계통에는 대응량의 초전도저장장치(SMES)와 초전도발전기가 접속되어 전력의 하이웨이 가 구성된다. 대응량 에너지 저장장치가 있기 때문

에 초전도직류계통은 질이 나빠도 전력을 보내는 데 문제가 없으므로 교류계통정도의 신뢰성은 필요없다. 계통에 뇌가 접근하는 것을 보고 계통구성을 온라인으로 시시각각으로 변경한다. 이것은 급전지령소에서 경보음이 울리면 이에 대응한다. AI를 응용한 EXPERT 시스템의 도움으로 긴급제어, 복구제어를 하여 뇌의 피해를 최소한으로 줄이게 되어 가공송전선의 수를 줄일 수 있다. 가연성 쓰레기를 지하에서 소각하여 열과 전기를 공급하고 공원에는 연료전지 발전소를 세워 변전소없이 열과 전기를 가정에 공급한다.

2075년의 전력시스템 이미지와 비닐하우스 송전 이미지는 다음 그림과 같다.

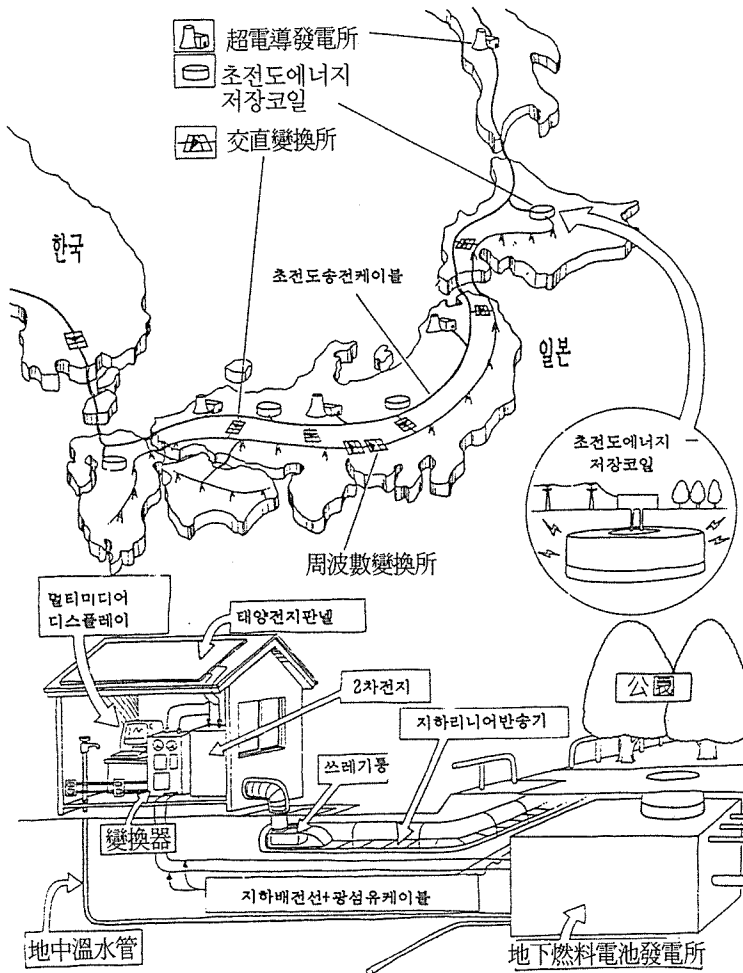


그림 3. 2075년의 전력시스템 이미지

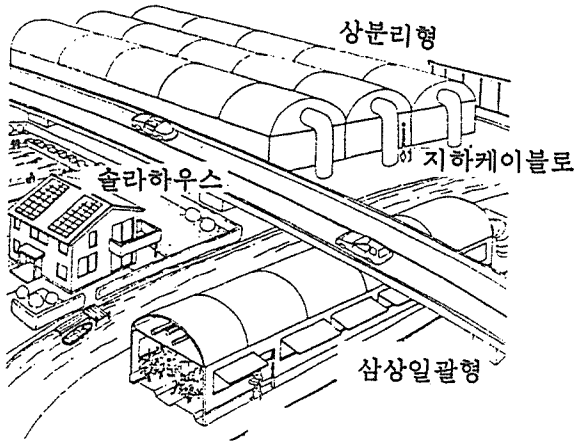


그림 4. 비닐하우스 송전이메지

라. 2075년의 공장 풍경

자동화로 인하여 근무시간이 줄어들고, 폐기물도 용해처리하여 매립한다. 중공업분야도 자동화되어 환경이 개선된다. 즉 인간과 자동생산기계의 협조체제인 공장만이 있게 된다. 제품은 다품종 소량생산 체제가 된다. 결국 생산성이 높은 라인을 개발하는 것이 경쟁력을 키우는 최우선 과제가 된다.

지하플랜트의 이미지는 다음 그림과 같다.

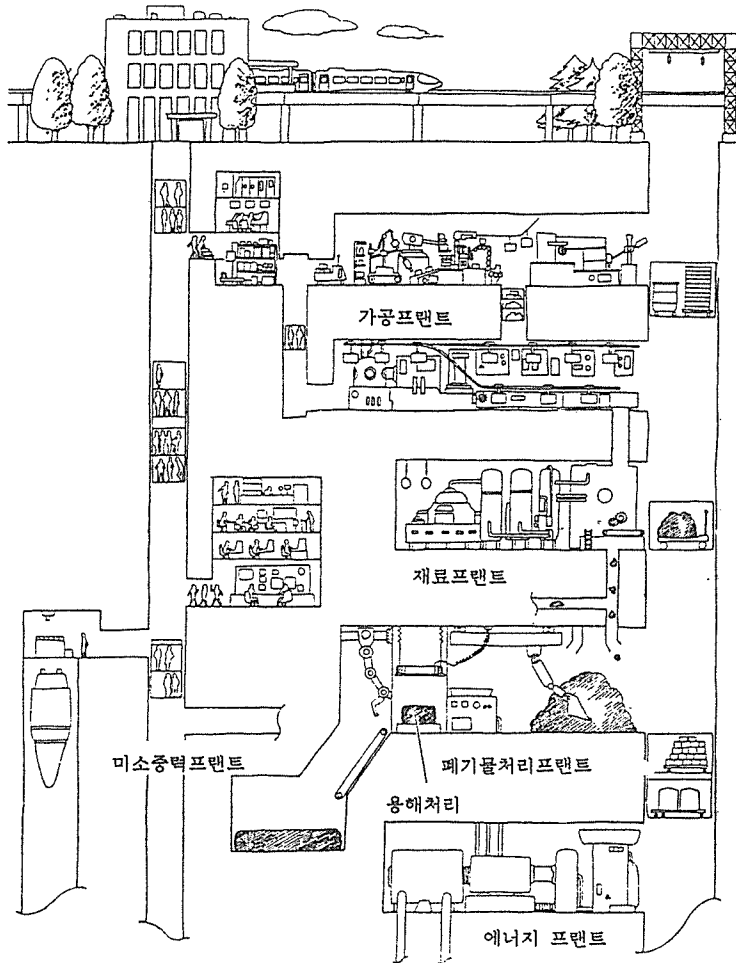


그림 5. 지하플랜트의 이미지

마. 2075년의 교통과 생활

식기는 자동식기세척기, 세탁은 자동세탁기, 청소는 청소로봇에 의뢰한다. 그외에 텔레비디오, 심부름로봇, 요리로봇, 팔목시계겸용전화 등이 등장한다. 대형제트기 시대는 지나가고 성층권을 동서 양방향으로 순회하는 대형쌍동기에 각지에서 소형 셔틀기로 도착한다. 남북방향이동은 50인승 소형비행기가 주류를 이룬다. 연료는 수소를 이용하고 승차감 등 모든 것이 개선된다. 한때 통신의 발달로 사람의 교류가 줄어들었으나 이제는 비즈니스의 세계화로 교류가 대폭 증가한다. 전기자동차가 주류를 이루고, 자동항법장치에 의하여 복잡한 도로에서도 신속히 움직인다. 도로도 시속 350km정도의 자동반송도로가 등장한다. 주택근무도 일반화된다. 하나의 크레디트

카드로 모든 대금을 결제한다. 좌석의 예약도 집의 컴퓨터로 처리한다. 이때 사용하는 컴퓨터는 퍼스널 슈퍼컴퓨터이고 Data Network로 세계의 컴퓨터와 연결되어 있다. 열차는 상온초전도 자기부상식으로 시속 700km수준이다. 한국과는 해저터널로 연결되어 있다. 중거리 수송에는 영구자석과 상전도부상방식의 시속 300km인 열차가 담당한다. 야간열차는 비즈니스 호텔로 꾸미고 운행한다. 관광용으로 재래식 열차와 호화열차를 운행한다. 초전도추진을 이용한 쌍동선을 시속 120km로 운행된다. 해변에는 비닐하우스로 된 야채공장이 있다.

다음 그림은 2075년의 교통이미지와 생활이미지를 나타낸 것이다.

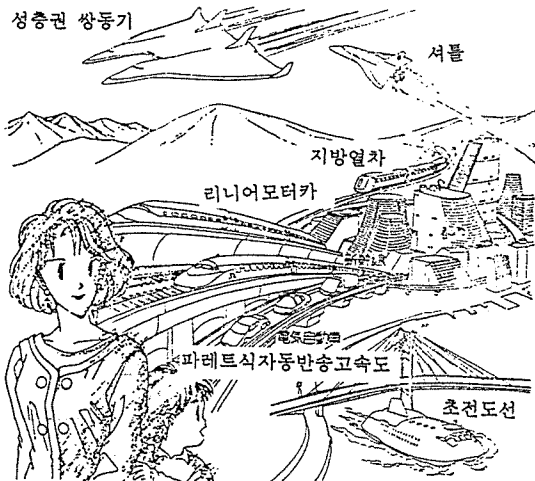


그림 6. 2075년의 교통 이미지



그림 7. 2075년의 생활 이미지