

개요

# 아시아 / 세계 에너지 전망 2015

- 신정세하의 원유가격, 기후변화대책을 어떻게 생각하는가? -

(Translated by Lim Eui Soon)

The Institute of Energy Economics, Japan © 2015

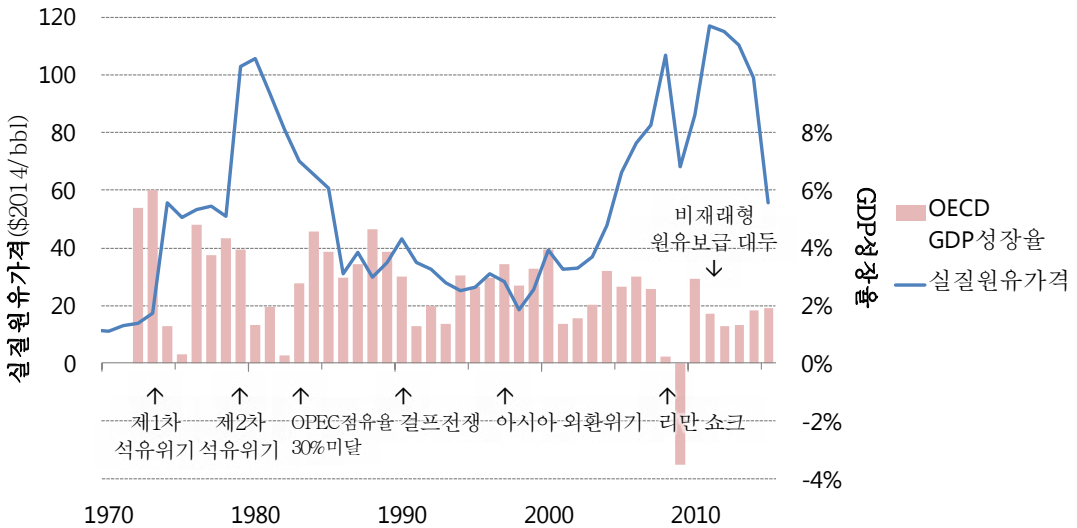
# 개요

## 크게 변화한 국제원유 시장을 둘러싼 환경

### 왜 지금 원유가인가 ?

2014년 후반부터 원유가격 하락은 세계의 정치·경제·에너지 정세에 대한 유가의 중요성을 일깨우는 결과가 되었다. 원유가는 세계최대의 에너지원인 석유의 가격뿐 아니라 지역에 따라서는 천연가스 가격의 산출지표가 되고 있으므로, 세계의 에너지 수급 균형이나, 에너지 선택에도 큰 영향을 미친다. 또한, 세계최대의 무역상품인 원유가격 변동은 그 엄청난 무역량에 따른 소득·부의 이전을 좌우함으로써 세계경제와 국제정치에서의 세력 균형을 크게 뒤흔드는 효과를 가져온다. 2012년 이후 \$100/bbl 부근에서 안정적으로 추이를 보이고 있던 원유가격이 급락하면서 이러한 유가가 가지는 중요성에 다시 세계의 관심이 높아졌다.

그림1 실질 원유가격과 OECD의 경제성장률



향후 원유가격의 장래에는 수많은 불확실성이 존재한다. 예년에는 본 장기전망에서는 유가는 중장기적으로 상승경향을 유지한다라는 전제하에 구체적인 가격수준을 상정해 왔다. 이는 세계의 석유수요는 앞으로도 꾸준히 증가세를 이어 나가고, 그러한 수요증가를 충족하기 위해서는 기존유전의 축소를 보완하고 새로운 공급원을 확보할 필요가 있기때문에 보다 고비용의 유전개발을 추진하여 나갈 수밖에 없게 된다는 생각에 근거한 것이다. 구체적으로는 향후 연평균 1 Mb/d에서 세계석유수요가 증가하면 2020년까지 누계 5 Mb/d의 수요 증가가 발생한다. 현 시점에서는 국제석유 시장에는 1 Mb/d이상의 공급과잉이 존재하지만, 상기의 수요를 바탕으로 향후 주요 중동 산유국의 증산 가능성을

감안하더라도, 기존 유전생산 감소도 있으며, 일정한 「고비용 석유」 생산이 필요하다. 그래서 원유가는 2020년에는 \$75/bbl 혹은 그 이상이 될 것이라고 생각한다. 더우기 2020년 이후는 수요증가의 지속과 그것을 조달(고비용 석유도 포함)공급투자 확보의 관점에서 원유가격은 상승압력을 받고, 2030년 이후에는 \$100/bbl이상이 된다는 견해를 취하고 있다.

그러나 2014년 후반이후의 원유가격 폭락으로 향후 가격전망은 바로결의 「발사대」로 가격수준이 현저히 떨어졌다. 또 셰일가스 혁명의 진전이나 이라크과 이란 등 석유수출국기구(OPEC) 산유국에서의 증산능력 등을 고려하면 반드시 앞으로의 가격이 당초 상정하고 있던 상승경향을 따라가지 않는 상황을 나타내고 있다. 그렇기 때문에 올해 장기전망에서는 연례적으로 실시하고 있는 레퍼런스 케이스, 기술 케이스의 시나리오 분석외에 유가상승이 크게 억제되는 저유가 케이스에 대하여 가격상정과 분석을 실시했다. 구체적으로는 8쪽에 나타낸것 같이 수요둔화와 비재래형 석유의 대폭적인 증산 등을 토대로 2020년의 원유가격은 \$70/bbl(경우에 따라서는 그것 이하)에서 그 후에도 가격상승이 억제된다면 2030년에도 \$75/bbl에 그칠 것이라는 생각이다. 바로 2014년 후반부터 유가급락과 그것을 만든 배경요인을 감안해서 이전과는 상당히 다른 미래의 가능성에 대한 관심이 세계적으로 커지고 있어, 이에 답변하기 위한 분석을 실시할 필요가 있다.

### 원유시장의 역사와 이번의 유가하락, 원유가격을 형성하는 여러가지 요인

원유시장의 역사를 돌이켜 살펴보면, 지금의 원유가격의 하락에는, 80년대의 역 오일쇼크때와 비슷한 부분이 있는것을 알 수 있다. 그것은, (1)그것까지 고유가에 의한 새로운 공급원에서의 증산이 크게 기여하고 있는 것, (2)경제쇼크에 따른 수요축의 요인에 의해서 생긴것이 아닌 것, (3)OPEC산유국 간의 증산경쟁에 의해서 일어나는 일이라는 점이다(표1). 원유시장은 본질적으로는 순환적인 성격을 지니고 있어 결국 유가는 상승세로 돌아설 것이다. 그러나 이런 1980년대와 유사성은 지금의 원유침체가 단기간에 종결하는 것이 아니라는 가능성을 강력히 시사하고 있다.

표1 과거 원유가격 하락기의 차이

	1986년	1998년	2008년	2014년
하락율	-74%	-34%	-37%	-56%
하락요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>•오일쇼크후의 고유가에 의한 수요감퇴,</li> <li>•비OPEC공급증가</li> <li>•OPEC내 점유율 분쟁의 격화</li> <li>•사우디 아라비아에 의한 순가격 방식 채용에 따른 수급 완화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•아시아 경제 위기에 따른 신흥국에서의 수요 감소</li> <li>•OPEC내에서 생산 한도 초과생산</li> <li>• OPEC에 의한생산 비율 확대에 따른 수급 완화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•리먼쇼크로 세계적 수요 급감</li> <li>•사우디 아라비아를 중심으로 생산 능력 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•비 OPEC공급 확대</li> <li>•OPEC의 생산량 유지</li> <li>•세계의 수요 둔화</li> <li>•OPEC(이라크, 사우디 아라비아, 이란 등)의 증산</li> </ul>

주:하락률은 NYMEX시장에 의한 피크때부터 반년이내의 기간중 가장 낮은수치로 하락률을 나타냄

현실시장(선물시장 등)에서는 원유가는 수급, 위험, 금융·경제의 3요인을 바탕으로 조성되는 시장 참가자 사이의 「기대」에 의해서 형성된다(그림2). 바꾸어 말하면, 유가의 형성은 순수한 수급요인 이외의 요인도 작용한다. 우리연구소의 추정연구<sup>1</sup>에 따르면 2011년부터 가격급등기 등에서는 현실의 유가수급 요인이 나타내는 이상의 가격수준이 나왔다(그림3). 앞으로도 국제석유 시장전개에 따라서 다시 비수급 요인이 큰 영향을 가질 가능성도 있다.

그림2 원유가격을 형성하는 여러가지 요인

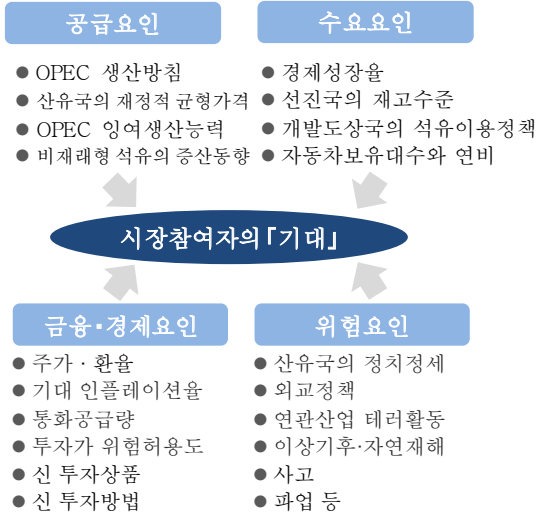
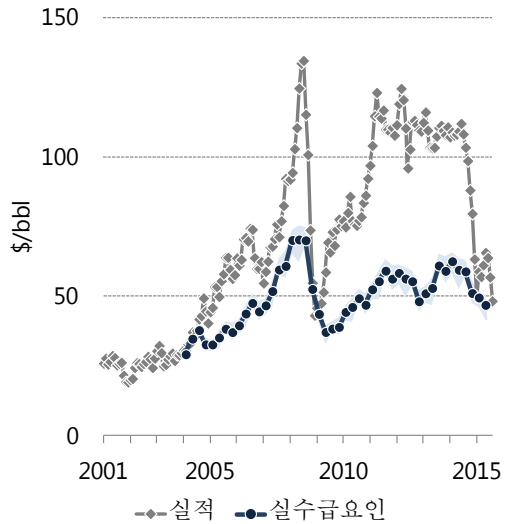


그림3 원유의 실적가격과 실수급요인



주: Brent유 정기 현물거래

향후 원유가격에 대한 비수급 요인 중에서 지정학적 리스크가 미치는 영향을 무시할 수 없다. 이란·시리아를 중심으로 활동을 전개하고 있는 과격파조직 「이슬람 국가」(IS)의 존재, 경제제재 해제후의 국제복귀를 위하여 차곡 차곡 준비하고 있는 이란과 그것을 경계하는 주변국과의 관계, 군사력에 의한 상황변경이 유지되고 있는 러시아·우크라이나 정세위기, 그리고 호르무즈 해협에서 말라카 해협에 이르는 해상교통로의 안전보장 문제등, 수급요인을 넘어선 프리미엄을 유가에 부여하는 리스크 요인에는 걱정이 없다. 또 러시아에 의한 중동의 새로운 공습개시 등의 움직임과 그 영향에 유의할 필요가 있다.

<sup>1</sup> Akira Yanagisawa (2015) 「원유 펀더멘털 가격재고-유가급락은 수급외의 요인이 크게 기여」, [http://eneken.ieej.or.jp/report\\_detail.php?article\\_info\\_id=6284](http://eneken.ieej.or.jp/report_detail.php?article_info_id=6284).

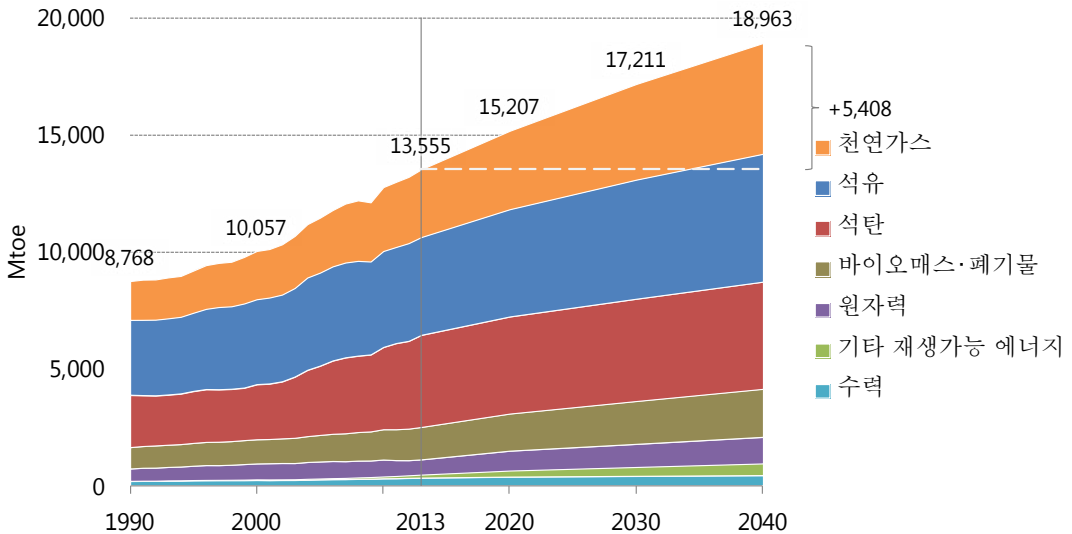


## 세계 · 아시아의 에너지 수급전망

에너지소비는 이후 27년간 1.4배 증가예상. 그 대부분은 화석연료가 계속유지

- 세계 1차 에너지소비는 최근, 증가가 둔화되고 있다. 그러나 에너지수급에 관계한 사회·경제·정책 기술도입 등의 추세적인 변화의 지속이 예상된다. 「레퍼런스 케이스」는 2013년 석유환산 13,555백만톤(Mtoe)에서 2040년에는 18,963 Mtoe로 5,408 Mtoe이 증가했다. 이 증가분은 세계 최대 소비국인 중국과 제2위인 미국의 현재 소비량을 합친 것보다 상회한다.
- 에너지 소비증가의 중심은 비OECD이며, 2040년까지 소비증가분(4,871 Mtoe)은 세계 전체의 증분의 90%를 차지한다. 그 중에서도 중국, 인도, ASEAN의 3개국·지역에만 그 기여율은 55%에 달한다. 이에 OECD의 증가는 세계의 소비증가의 5% 밖에 안 된다.
- 현재, 일차에너지의 소비중 81%를 화석연료(석유, 석탄, 천연가스)가 차지하고 있지만, 앞으로 새로 발생하는 수요의 70%가 화석연료에 의해서 충족될것이고 향후에도 이 구조는 크게는 변하지 않을것이다. 비화석연료의 이용이 기대되지만, 이것을 모두 합쳐도 한 종류의 화석연료에 미치지 못한다.

그림4 세계의 1차 에너지소비



- 2013년 석유 하루소비량은 87.1만 배럴(Mb/d)로 자동차를 중심으로 한 수송부문의 수요증가를 견인했고, 2020년대의 반은 100 Mb/d을 초과하고, 2040년에는 113.7 Mb/d에 달할것이다. 그 증가분 26.6 Mb/d는 중동·북아프리카 OPEC현재의 원유생산량을 25.4 Mb/d상회한다. 2040년에도 석유가 제1의 에너지원이다.
- 지금, 미국의 비재래형 석유증산, OPEC의 시장 점유율 중시전략, 신흥국 경제의 변화 등에, 수급은 순조로운 상태에 있다. 그러나, 2020년 경까지는 미국의 대폭적인 증산후에는 공급을 전통적인 생산국 그 중에서도 특히 중동의

생산확대에 의존하는 섹터가 다시 농후하게 되고 있다. 석유자원개발에는 상응의 시간과 투자가 필요하고, 또한 외부의 자금을 제한하는 지역도 적지 않게 있고, 기동적인 신규 공급능력의 확대는 쉽지 않다. 지금의 가격저하가 공급확대 투자에 어떤 영향을 미칠것인지 신중한 확인과 전략적인 대응책의 검토가 중요하다.

그림5 석유소비증감

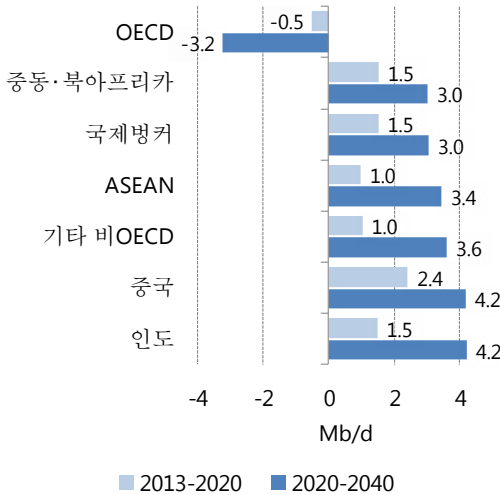
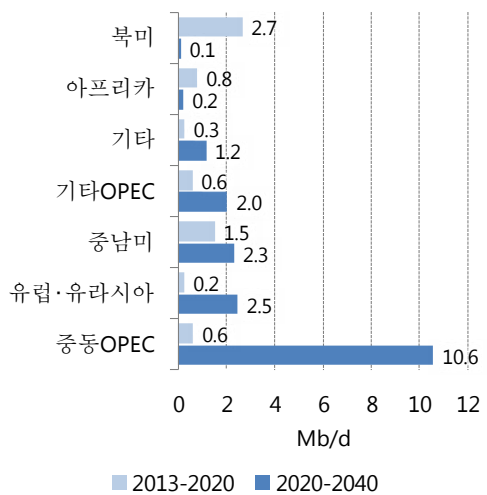


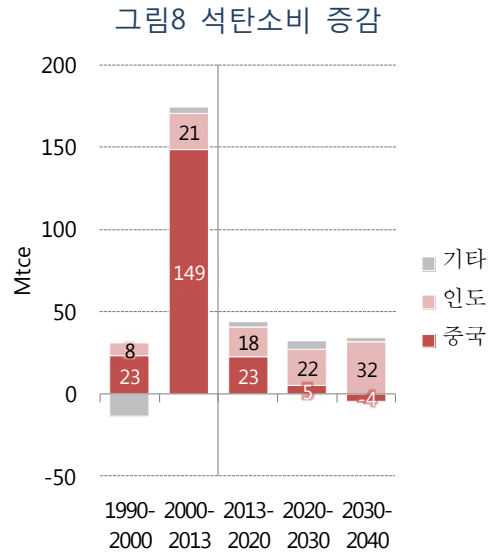
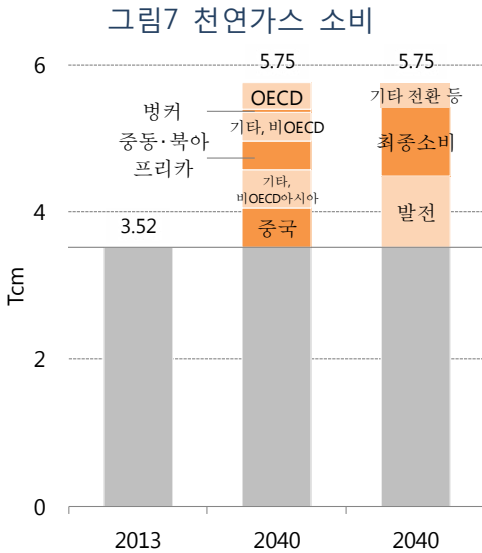
그림6 원유생산증감



- 천연가스는 다른 에너지원보다도 소비량의 증가가 많고, 2040까지는 석탄을 제외하면 석유 다음으로 제2의 에너지원이 될 것이다. 2006년 까지는 반정도가 최종소비부문(민생, 산업, 비에너지소비, 수송)에 사용했지만, 2040년의 5.75조 입방미터(Tcm)의 증가분은 2.23 Tcm이 되고, 발전부문과 최종소비부문의 기여가 거의 같은 정도(약 40%씩)가 될것으로 추정한다.
- 액화천연가스(LNG)의 수요는 2014년 239 Mt(0.33 Tcm)에서 527 Mt (0.74 Tcm)로 2배이상 증가하고, 주요 지역간의 천연가스 무역량의 46%를 차지하고 있다(2014년 33%). 천연가스 무역은 비재래자원의 이용확대 등을 배경으로 생산지·소비지가 넓게 확대되어 다양하게 발전하고 있다. LNG는 그것 때문에 중요한 역할을 담당하고 있다.
- 석탄의 소비는, 금세기에 들어와서 1차에너지 소비량 전체 증가분의 45%를 충당할 정도로 크게 신장하였지만, 이후에는 증가가 대폭 축소될것이다. 2040년의 6,539백만톤(Mtce<sup>2</sup>)로 증가율은 17%이고, 에너지원중에서 최고 낮다. 이것은 큰 변화이고 중국의 동향에 따른 것 때문이다. 한편, 단기전망의 후반부에는, 인도의 영향력이 매우 강해질것으로 예상된다. 세계 석탄소비증가분의 반정도는, 발전용의 일반탄이다. 구미 등 싼가격의 천연가스에 대한 접근에서 상대적으로 어려운 지역에서는 탈석유의 조류가 있지만, 아시아에서는 석탄을 효율적으로 활용하는 것이 중요한 의미를 가지고 있다.

<sup>2</sup> 1 Mtce = 0.7 Mtoe

석탄무역은 수요가 증가하는 아시아시장에서 일반탄을 중심으로 확대된다. 그동안 급속히 수입물량을 확대한 중국대신 인도와 ASEAN에서의 수입이 증가할것이다. 수출국에서는, 급속히 일반석탄 수출을 확대한 인도네시아가 국내수요의 확대와 석탄 자원보호에 따른 수출물량이 줄면서 호주에 대한 의존도가 높아졌다.



주 : 각기간의 1년당 평균 증감량

전력최종소비는 세계금융위기가 영향을 준 2009년을 제외하고 일관되게 증가했지만 이후에도 경제발전단계와 지리적 조건없이 각지에 계속적으로 증가할것을 나타내고 있다. 그 중에서도 증가가 두드러진 것은 비OECD국가(그 전력 소비량은 2012년에 OECD를 넘어섰다)이다. 특히, 중국에서는 일본의 현 소비량의 4.0배, 인도에서는 이 2.5배에 상당하는 새로운 수요가 발생한다.

발전은 화력중심(약 70%)의 전원구성이 유지된다. 다만 석탄화력은 서구에서 감소하여 점유율이 35%에서 7%p로 낮아지는 반면, 천연가스 화력은 모든 지역에서 증가하고 점유율을 7%p 늘어난 28%까지 확대시킨다. 원자력, 재생가능 에너지도 각각 현상황 정도의 전력원 구성비로 예측한다.

재생가능에너지 발전의 구성비는 2040년에도 23%로, 현재의 22%에서 크게는 변하지 않을것이다. 다만, 풍력·태양광 등에 의한 발전량은 정책지원이나 기술개발로 2013년 789 TWh에서 2040년에 2,778 TWh까지 급속히 확대되고, 총 발전량의 7%를 차지할것이다. 그 때문에 필요한 설비용량은 풍력이 998 GW, 태양광은 749 GW와 현재의 3.1배 및 5.5배의 양이다. 한편, 수력발전은 양이 증가하지만 대규모 개발이 둔화하는 것에 따른 구성비로서 떨어질것이다.

원자력 발전량은 2013년 2,478 TWh에서 2040년에는 4,321 TWh이지만, 재생가능 에너지처럼 2040년의 세계 발전량에서 차지하는 구성비는 현재의 11%과 다르지 않다. 설비용량은 2040년까지 23 GW감소하는 일본, 2020년대에 모두 정지되는 독일 등 7개국·지역에서 감소하는 한편 신규 도입하는 13개국을



포함한 32개국이 증가함으로써 2013년 389 GW에서 2040년에는 610 GW로 확대된다.

그림9 주요지역의 전력 최종소비증감

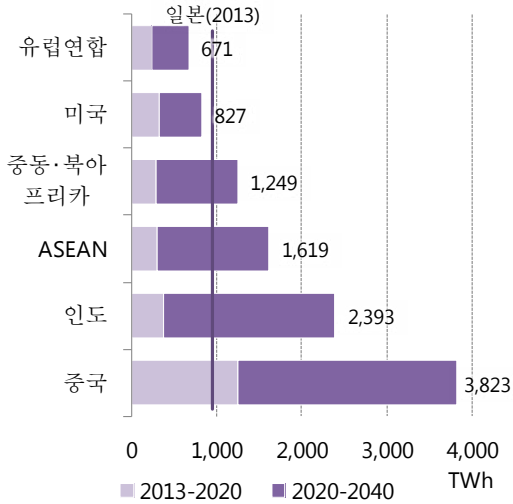
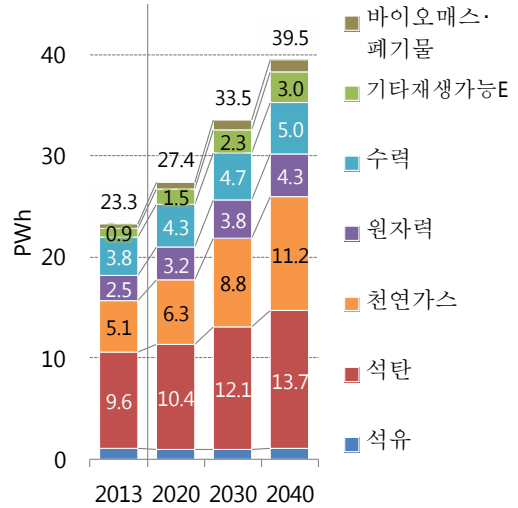


그림10 세계의 발전구성



주 : 선은 2013년 일본의 소비량 950 TWh

## 에너지절약 · 저탄소화의 실현추구

왕도없는 에너지 절약에도 정해진 방법은 있다.

에너지 절약 5대 원칙:에너지 절약을 실현하려면 우선(1) 에너지절약의 효과를 이해하는 것. 다음으로(2)에너지의 사용량을 파악하고, (3)에너지절약을 위해서 행동하는 것이 중요하다. 한편 가전이나 자동차 등 사용, (4)기기의 효율 개선, 더하여, (5)사물인터넷(IoT)등의 최신기술에 의한 기술혁신의 추진이 필요하다. 기기의 이용에 즈음해서는 적절한 이용·운용(필요없는 이용줄이기)와 성능유지 차원의 보수가 중요한 역할을 한다.

에너지절약 대책은 많은 경우 상응하는 비용을 필요로 하는 한편, 편익이 발생한다. 예를들어, 고효율조명의 도입이, 2040년까지 누적으로 4,000억달러의 추가비용이 발생하지만, 주로 발전운영료 투입감소에 의한 누적 1조 4,000억 달러의 편익이 발생하여, 차감 1조 달러의 초과편익을 얻을 수 있다.

그림11 에너지절약 5대 원칙

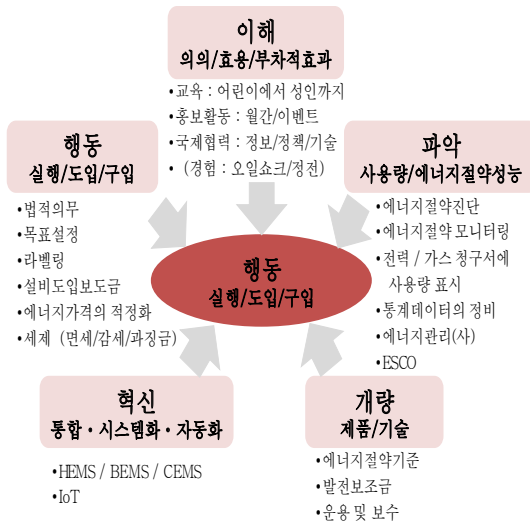
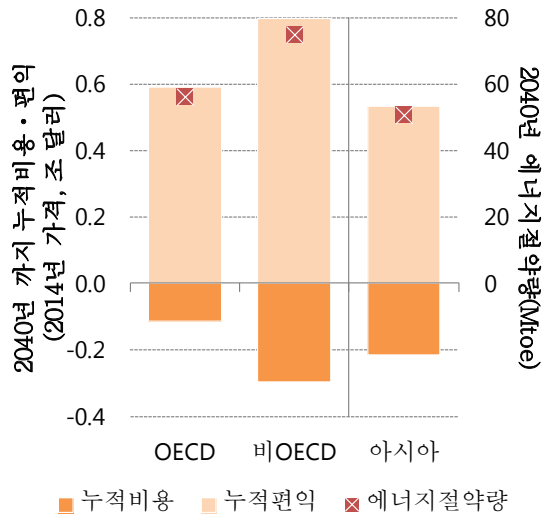


그림12 고효율조명 비용·편익과 에너지절약



현실사회에서 적용기회·수용성을 고려한 최대한의 CO<sub>2</sub> 배출감소 대책을 「기술진전 케이스」 전망에는 2040년까지 에너지 소비증가분이 레퍼런스 케이스의 비 2,902 Mtoe 절감되고, 이후의 증분은 같은 53%로 억제된다. 중국과 인도를 중심으로 한 아시아는, 절감량이 45%차지하며 이결과는 큰 역할을 한다. 특히 석탄절감량은 74%로서 상당히 높다. 또한 원자력 및 태양광·풍력 등 수력이외의 재생가능에너지의 증가에 대해서도 아시아의 기여는 56% 정도로 예측한다.

그림13 1차 에너지 소비

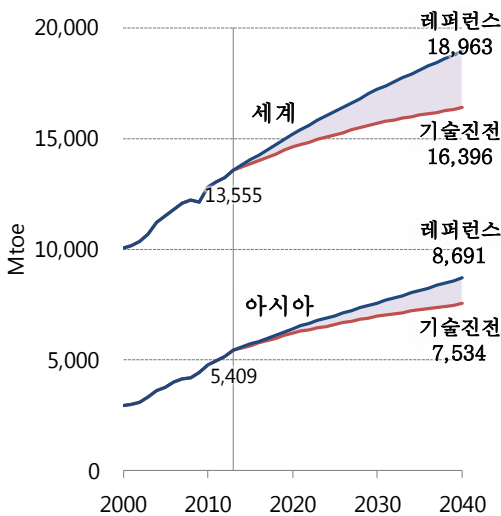
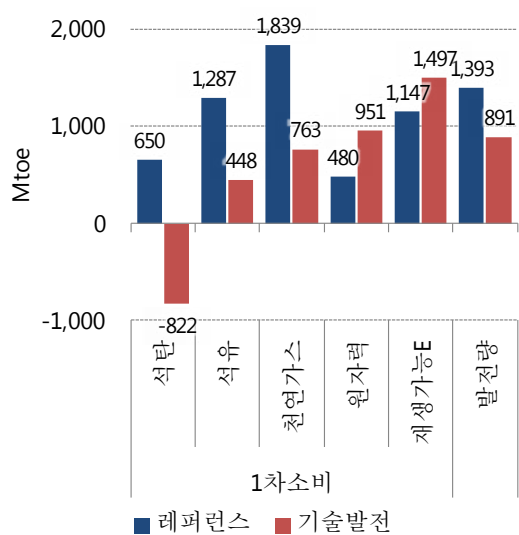


그림14 에너지 소비증분[2013-2040]



가장 큰 변화가 나타나는 것은 전력수요 감소, 발전효율 향상, 다른 에너지대체 영향으로 주로 발전용이 감소하는 석탄이다. 화석연료가 총 3,387 Mtoe 감소되는것에 대하여 원자력은 레퍼런스 케이스를 471 Mtoe, 재생가능에너지는 350 Mtoe 상회한다. 이것의 결과로, 화석연료의 점유율은, 2013년 81%에서 2040년에 70%까지 저하된다.

## 에너지 저가격이 초래하는 것

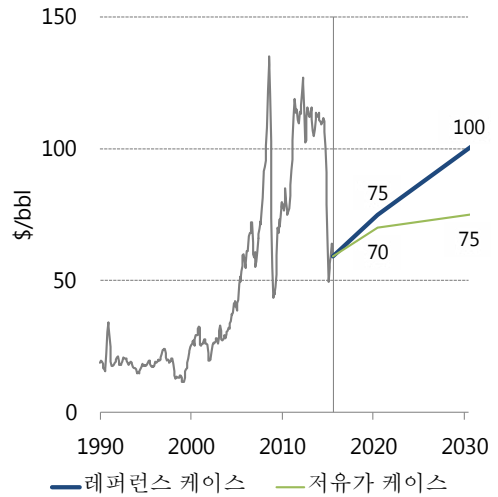
소비절감, 자원개발에 의한 저가격이 세계를 바꾼다.

「저가격 케이스」 전제로서, 에너지 안전보장·기후변화 문제에 대한 대응등을 배경으로 화석연료의 수요억제가 정책적으로 도모하는 것과, 동시에 비재래형석유·가스자원 개발이 기술진보 등으로 세계에 크게 진전하는것에 공급능력이 대폭 확대하고, 수급 균형이 완화하는 상황의 분석을 실시했다. 레퍼런스 케이스는 \$100/bbl까지 재상승하여 2030년 원유가격은, 저가격 케이스는 \$75/bbl에 그칠것으로 예상하고 있다.

표2. 원유가격 추정의 배경

	레퍼런스	저가격
수요	에너지절약·수송부문에 의한 연료대체와 추세적으로 진전	에너지절약의 발전 수송부문에서 연료대체가 진전
재래형 자원공급	각국상황수준에 알맞는 진전	OPEC와 러시아등 저유가 산유국간의 증산 계속  OPEC는 카르텔조직으로서 실질적으로 붕괴
비재래형 자원공급	미국 2020년대 이후 증산  베이스 저하 타국과소량진전	미국, 미국이외에도 최고 수준까지 진전

그림15 원유가격 예측



주:장래치는 2014년 실질가격

저가격 케이스에는, 강력히 추진된다고 생각할 수 있는 에너지절약 대책에 따른 효과가, 에너지 가격저하에 따른 세계경제의 확대(후술)와 리바운드효과를 크게 상회한다. 2030년 필요한 에너지 공급량은 16,048 Mtoe이 될것이고, 레퍼런스 케이스와 비교하면 1,163 Mtoe 정도로 낮을것이다. 이 가운데 석유는 다른 에너지원 전환도 생김으로써, 2030년 생산량은 96.5 Mb/d이고, 현재부터 7.7 Mb/d 약간의 증가에 머무른다. 이것 중에는 북미를 중심으로 하는 비재래형석유의 대폭적인 생산확대도 있고, 중동의 이후로부터 생산량 증가는 1.0 Mb/d에 머무를 것이고, 러시아는 0.8 Mb/d감산에 진입하게 된다.

천연가스도 에너지절약의 영향이 있는 반면 석유와 다른 천연가스의 연료전환 효과가 있다. 2030년 생산량은 4,355 Bcm로, 현재보다 825 Bcm 증가한 것이다. 그러나, 레퍼런스 케이스의 4,971 Bcm는 밀돈다. 다른 지역에서의 수요억제의 영향으로 북미, 구소련, 중동 등 순수출 지역에서 생산 저하가 커질 것이다.

그림16 주요지역의 원유생산[2030년]

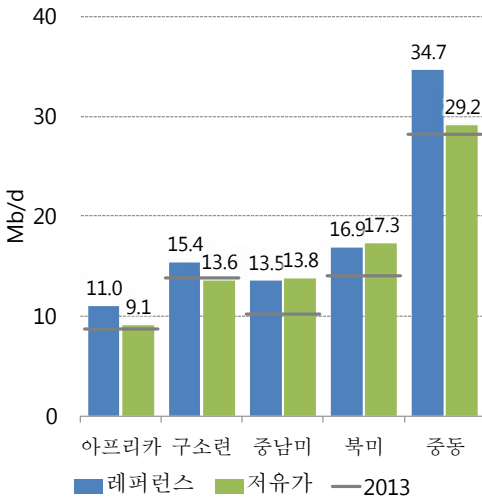
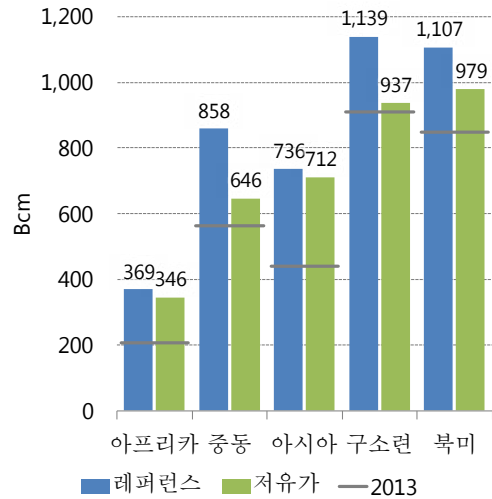


그림17 주요지역의 천연가스[2030년]

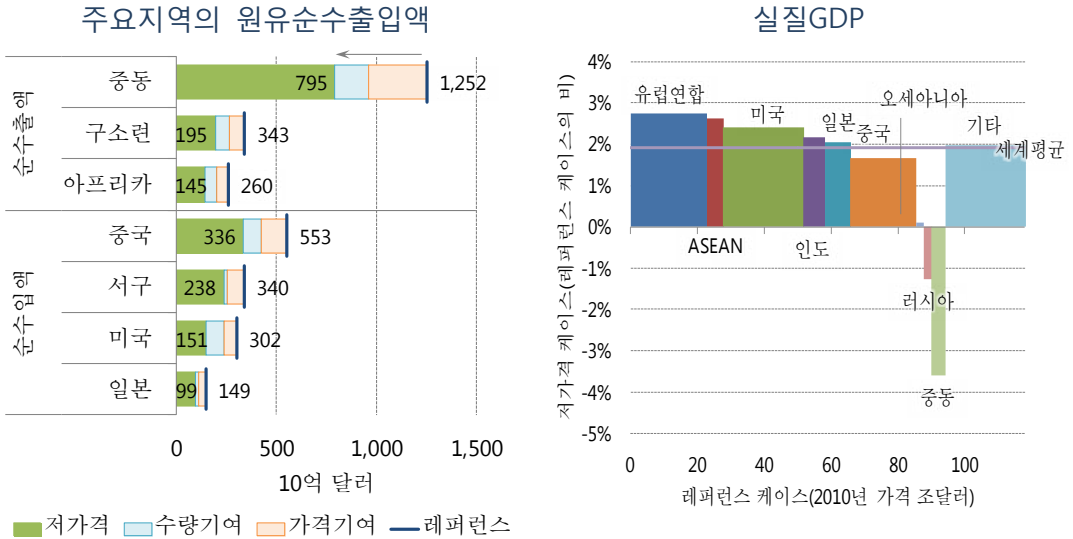


원유가 하락은 단기·직접적 영향으로 소득유출의 저감이나 실질구매력 상승을 통해 수입국에 경제활성화를 가져온다. 2015년 8월 원유가격은 전년 동월비 \$55/bbl 낮아지고 있지만, \$55/bbl의 가격 하락이 계속된다면, 석유순수입 국가의 지급액을 8,600억 달러 이상 절감하고, 경제를 1.5% 끌어올리는 효과가 있다. 역으로 석유순수출국 경제에는 3.7%의 부진요인이지만, 그래도 세계경제에 대해서는 0.7% 확대에 기여된다.

석유 수요억제 및 원유가격 하락이 발생하는 저가 케이스에는, 원유의 순수출액·순유입액<sup>3</sup>이 대폭 축소한다(그림 18). 더욱더 다른 화석연료의 순유입액도 억제함으로써 수입국가·지역의 경제에 좋은 영향이 되어, 세계 전체에서도 2030년에는 1.9%의 경제확대 효과가 있다. 한편 세입의 대부분을 에너지자원의 수출 수입에 의존하는 중동산유국 등에서는 에너지순수출액 감소는 경제의 큰 하강 요인이다.

<sup>3</sup> 명목금액

그림18 에너지수급 완화· 저가격에 의한 영향[2030년]



주 : 에너지가격 저하, 화석연료 절감, 비재래형 석유·천연가스 자원의 활용에 의한 복합효과

지나치게 불안정한 에너지가격 하에서는 적절한 투자(공급측도 수요측도)가 저해되고 미래의 수요공급 불안이 초래될 수 있다. 예를 들어 석유·천연가스·LNG 등 여러분야에서 생산국과 소비국 사이의 시장의 건전한 발전을 위한 건설적 대화를 촉진하고 시장전망 등에 관한 정보·이해의 공유화 등을 도모하는 것은 에너지시장 안정화의 바탕이 되고 지속적인 발전의 발판이 될 만큼 가치가 있다. 그래서 국제 에너지·포럼(IEF) 등을 통한 국제 에너지 기구(IEA)와 OPEC의 대화는 한층 촉진해야 하며, 소비국 간 의사소통을 위해서는 IEA와 앞으로 석유수입이 증가하는 중국·인도와 의 협력도 강화해야 한다.

## 요구되는 기후변화 문제에 대한 현실적 대처

기후변화대응 초안의 실현만으로는 온실가스 대폭 삭감은 불가능

세계 에너지기원 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출은 레퍼런스 케이스에는 2050년에 2013년 보다 39% 많은 49.5 Gt에 달할 것으로 추정한다. 한편, 기술진전 케이스에 서는 이산화탄소배출회수·저장(CCS)을 추가하면, 현재보다 29% 적은 23.3 Gt까지 삭감할 수 있다. 그러나 반으로 줄이는 것은 불가능하다.

주요8개국·지역<sup>4</sup>에 의한 자율적으로 삭감안(INDC)을 바탕으로, 2030년 세계 전체의 온실가스(GHG)배출량을 추계하면, 기술진전 케이스보다도 레퍼런스 케이스에 더 가깝다. 미국 및 일본은 기술진전 케이스에 가깝고, 유럽연합(EU)은 기술진전 케이스와 레퍼런스의 사이에 있다. 또한 중국은 레퍼런스케이스에

<sup>4</sup> 2010년 세계 총배출량의 65%를 차지함.



가깝고, 인도는 레퍼런스 케이스를 넘어서고 있다. 각국은 기술진전 케이스 정도의 노력이 바람직하므로 이를 위해서는 개발도상국으로 기술이전 추진이 중요하다.

그림19 CO<sub>2</sub>배출과 삭감기여

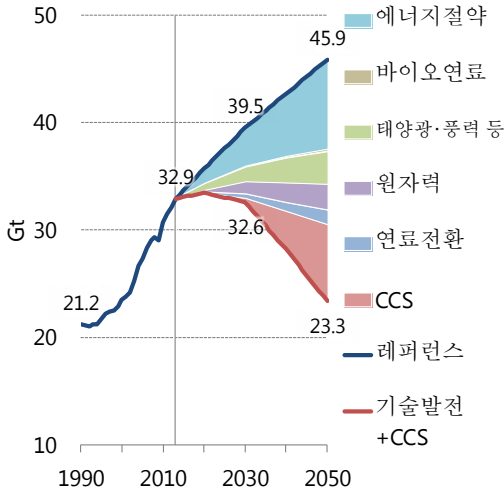
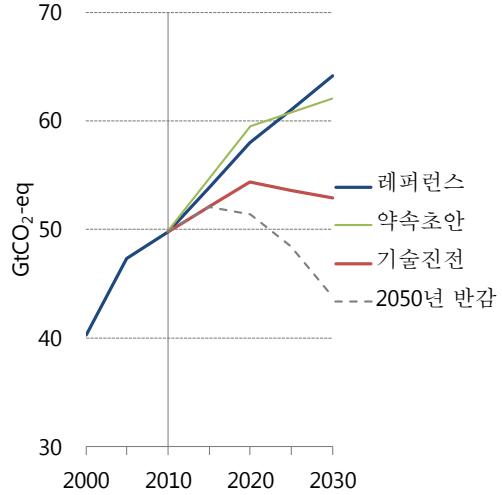


그림20 GHG배출



주 : 레퍼런스 케이스 및 기술진전 케이스+CCS는 에너지기원 CO<sub>2</sub>보다 추정계산에 의함.

아직 남아있는 시간을 활용하고, 향후의 발전기술과 적용도 반영하여 효과적인 대처를 해야한다.

레퍼런스 케이스 상당에서는, 2100년의 대기중의 GHG농도는 760~860 ppm, 1850~1900년 부터 평균기온 상승폭은 2.8~4.0°C에 달한다. 이에 대응한 기술진전 케이스+CCS상당에는, 2100년 GHG농도는 CO<sub>2</sub>환산 540~600 ppm, 기온상승은 1.7~2.4°C정도가 될것이다. 2.5°C를 밀돌고, 2°C를 밀돌 가능성도 있으므로, 적응<sup>5</sup> 대책과 조합함으로써 세계의 CO<sub>2</sub>배출량을 2050년에 2013년의 절반으로, 2100년에 제로를 목표로 하는것에 가까운 선택사항이 될 수 있다.

레퍼런스 케이스를 기준으로, 그것에서 부터 CO<sub>2</sub>배출량 삭감 등의 완화<sup>6</sup>방안을 추진하면, 온화비용이 증대하는 반면, 적응비용과 피해액이 감소한다. 짧은 중기적으로는 적응비용 및 피해액의 영향은 완화비용보다 작지만, 2050년 이후 등, 보다 장기에는 그 영향이 커진다. 이런 금액의 추계에 따른 불확실성은 아직 매우 크지만 레퍼런스 케이스와 「2050년 절반 감소」 케이스와의 사이의 어느

<sup>5</sup> 기후변화에 따른 악영향, 예를들어 해면상승, 농작물의 가뭄, 새로운 질병의 만연 등에 의한 피해 예방을 위한 조치. 하천-해안제방, 저수지, 농업연구, 질병 예방 처치 등을 들 수 있다.

<sup>6</sup> 인적조치로 온실효과가스 등의 발생원을 줄이고 혹은 그 흡수원을 확대함으로써 온실효과를 줄이는 조치

점에서 완화비용, 적응비용, 피해액의 합계(종합비용)이 최소화하는 점이 존재한다고 생각된다. 3가지를 동시에 최소화하는 것은 불가능하다. 종합비용의 최소화를 염두해두고 3자의 발란스를 취하는 것이 현실적이다.

그림21 1850 ~ 1900년 기온상승

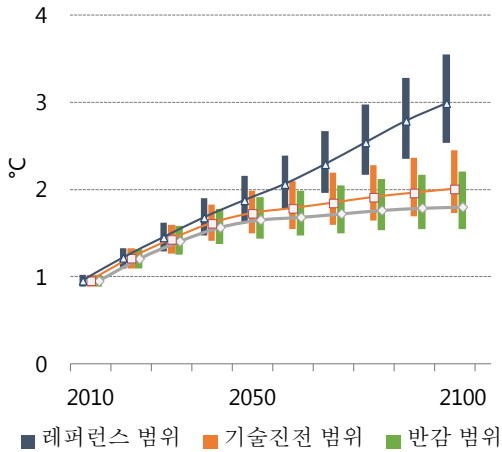
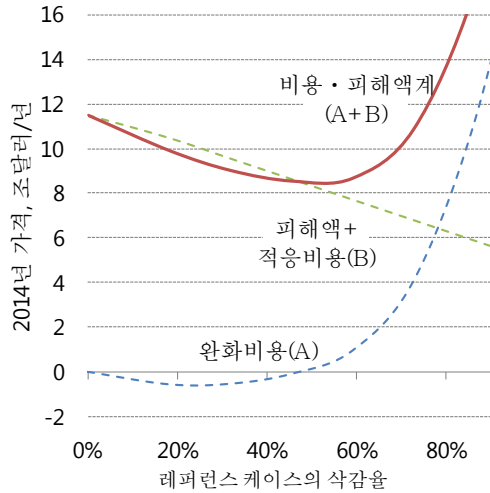


그림22 완화·적응비용 및 피해액[2100년]



주: 완화 비용은 IEEJ에서 추계, 피해액+적응비용은 DICE2013R모델에 따른 추계식을 이용.  
기후감도는 3°C로 상정

기후변화에 의한 영향을 생각할 경우, 장기 미래에 대하여 매우 야심적인 GHG삭감이 필요한 것은 말할 필요도 없다. 그러나 우선은 기술진전 케이스에 가까운 500~550 ppm카테고리를 목표로 하면서, 모두 에너지 절약기술, 저탄소기술, CO<sub>2</sub> 흡수기술 등을 저비용으로 이용 가능하도록 기술개발을 실시함으로써, 더 낮은 GHG 농도를 목표로 해야한다. 중단기적으로 이산화탄소회수·이용(CCU)-특히 인공합성기술-, 차세대원자력, 우주 태양광발전, 핵융합 등 각국에서 개발이 이루어지고 있는것에 대한 세계적인 네트워크를 구축하고 협력형 접근을 추진해야한다.