

(重点摘要)

亚洲/世界 能源展望 2015

探讨新形势下的原油价格，气候变化对策……

(Translated by Zhang Ping)

The Institute of Energy Economics, Japan © 2015

重点摘要

国际原油市场引起的大变革

为何要关注原油价格

从2014年下半年开始的油价大跌、使人们重新认识到原油价格对世界政治，经济和能源的走势所起到的重大影响。原油价格，不仅决定着作为世界最大宗能源石油的价格、还因其对亚洲等地的天然气价格具有指标性意义，影响着世界能源供求的平衡和能源结构的选择。同时，作为世界最大宗交易商品，原油的价格变动，伴随着庞大的贸易量产生财富收入的移动，搅动着世界经济与国际政治的力量平衡。自2012年以来保持在每桶100美元左右的原油价格，因其大跌，重新提高世界对原油价格重要性的关心。

图1 实质原油价格与OECD的经济增长率



今后原油价格的走向存在诸多不确定因素。以往，在我们的预测分析中都是以油价中长期攀升为前提来设定具体的价格水平。我们设想今后世界石油需求坚挺，为满足持续增长的需求就要不断扩充现有油田，为确保产量就不得不开发成本更高的油田。具体而言，如果今后世界石油需求年平均增加1Mb/d，到2020年累计将增加5Mb/d。目前的国际石油市场，虽存在超过1Mb/d的供给过剩，但考虑上述的需求增加，尽管中东主要产油国有增产的可能性，但现存油田产量会有衰减，有必要开发一定量的“高成本石油”。为此，我们设想2020年原油价格将向着到达或超过\$75/bbl的水平行进。进而2020年以后，从满足需求的持续增长确保增加供给投资（包括高成本石油）的观点，我们认为原油价格存在上升压力，2030年以后将超过\$100/bbl的水平。

鉴于2014年下半年开始的原油价格大跌、使预测（起始点）的价格水平显著下降。还考虑到页岩油革命的进展，以及石油输出国组织（OPEC）中，伊拉克与伊朗等产油国的增产潜力，以及因节能带来的石油需求增速的减缓因素，不能完全确定今后原油价格会象

当初设想的轨道上升。为此，进行了大幅度抑制原油价格攀升的低价格情景分析，具体请看第4页所示。由于需求增速的降低和非常规石油的大幅增产，2020年的原油价格停留在\$70/bbl(有时会低于此价格)，其后价格继续停滞，设想到2030年也只能达到\$75/bbl。2014年下半年原油价格跳水所引起了背景环境因素的变化，从而产生与我们以往设想的远景趋势有相当不同的变化结果的可能性。正是为了回答世界对以上问题的关注，我们增加了该项预测分析。

原油市场的历史及当前的油价下跌，原油价格形成的诸要素

回顾原油市场的历史，这次原油价格的跳水与1980年代的油价暴跌式的“石油危机”有些相似之处。其相似处有三，(1)高油价催生新开发供给源的扩大，(2)并非因经济危机而产生的需求减少，(3)OPEC产油国间增产竞争(见表1)。因原油市场有其特有的规律，我们预想原油价格迟早还是会上升的。但是这可能意味着，与1980年代具有相似性的油价下跌，不会在短期内结束。

表1 历次原油价格跳水的异同

	1986年	1998年	2008年	2014年
下跌率	-74%	-34%	-37%	-56%
下跌要因	<ul style="list-style-type: none"> 石油危机后的高油价引起的需求减退、非OPEC供给的增加 OPEC内部有份额竞争的激化 由于采用沙特的净回值计价方式，使供求关系趋于缓和 	<ul style="list-style-type: none"> 亚洲金融危机使新兴国家的需求减少 OPEC内部超份额生产 OPEC的生产份额扩大缓解供求关系 	<ul style="list-style-type: none"> 金融海啸引起世界需求锐减 沙特等国产油能力的扩充 	<ul style="list-style-type: none"> 非OPEC供给的增加 OPEC维持产量 世界需求减速 OPEC(伊拉克, 沙特, 伊朗等)增产

注: 跌价率是指半年内从NYMEX市场的最高价到最低价间下降比率。

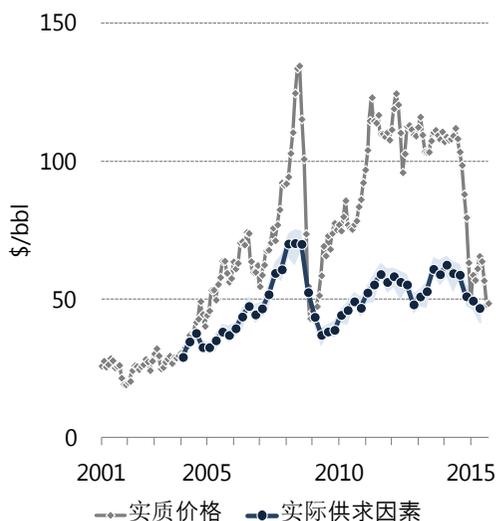
在现实市场(期货市场等)中，原油价格是由市场参与者对需求，供给，风险，金融·投资4个要素的不同“期待”而形成的(图2)。换言之，原油价格的形成，也反映了除纯粹供求关系以外因素的影响。据我们的测算¹显示，在2011年开始的价格攀升期间、现实原油价格要高于按供求关系应有的价格水平(见图3)。今后，在国际石油市场的运行中，还可能受到供求关系以外因素的巨大影响。

¹ 柳泽明(2015)《对原油基本定价的再思考—原油价格跳水，供求关系以外的因素巨大》
http://eneken.ieej.or.jp/report_detail.php?article_info_id=6284。

图1 形成原油价格的诸要素



图3 原油实质价格和实际供求因素



注：布伦特(Brent)原油短期期货

今后的原油价格，非供求关系因素中地缘政治风险的影响是不可忽视的。活跃在伊拉克·叙利亚的激进组织“伊斯兰国”(IS)的存在，解除经济制裁后逐步回归国际社会的伊朗与其高度警惕的周围各国的关系，持续以军事实力改变现状的俄·乌局势，从霍尔木兹海峡到马六甲海峡的海上通道航行安全的问题，脱离供求关系因素而附加于原油价格的风险不胜枚举。同时还必须关注俄国在中东开始的空袭行动的影响。

世界·亚洲能源需求展望

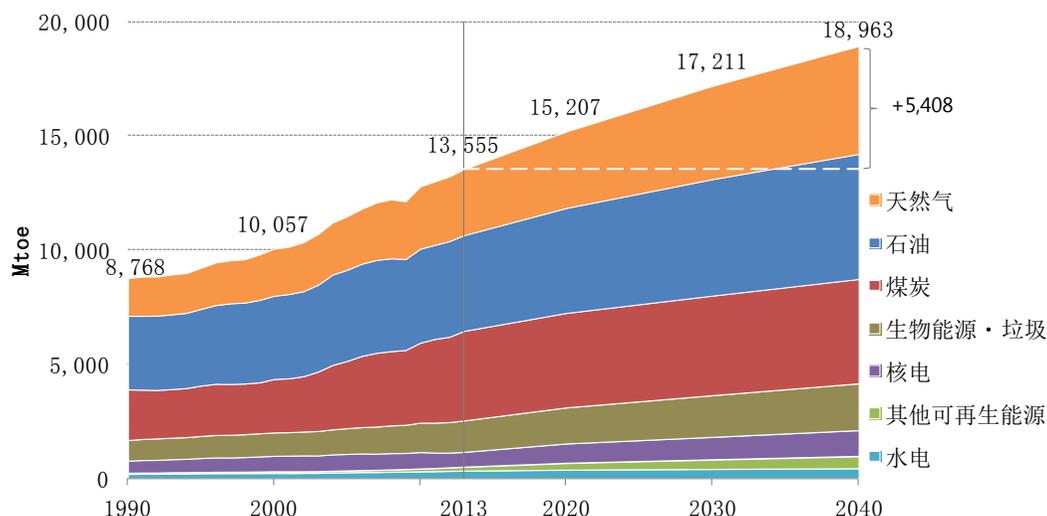
能源消费今后27年扩大1.4倍。其大半仍为化石能源

世界一次能源消费，目前的增速虽然有所减慢，但在能源供求相关的社会·经济·政策·技术引进等的变化趋势仍将持续为前提的“基准情景”预测结果中，从2013年的油当量13,555百万吨(Mtoe)将增到2040年的18,963Mtoe，增加5,408Mtoe。其增量超过现在世界最大的消费国中国和第2位美国的消费量的总和。

拉动能源消费增加的主力是非OECD国家，到2040年其消费增量(4,871Mtoe)占世界增量的90%。其中，中国，印度，ASEAN这3国·地区的贡献率达55%。相比之下，OECD的增量只占世界增量的5%。

现在，一次能源消费的81%为化石能源(石油，煤炭，天然气)，今后新增需求的7成仍将为化石能源，因此能源构成不会有大的变化。倍受期待的非化石能源的利用量，其总和与化石能源相比都难望其项背。

图4 世界一次能源消费



受汽车为主的交通部门需求增加的带动，2013年每日87.1百万桶(Mb/d)的石油消费，到2020年代后期将超过100Mb/d，2040年将达到113.7Mb/d。其增量的26.6Mb/d超过中东·北非OPEC目前原油产量的25.2Mb/d。到2040年，石油仍将是第1大能源。

图5 石油消费增减

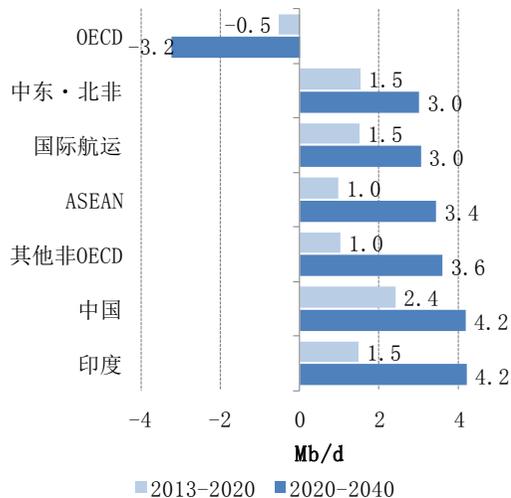
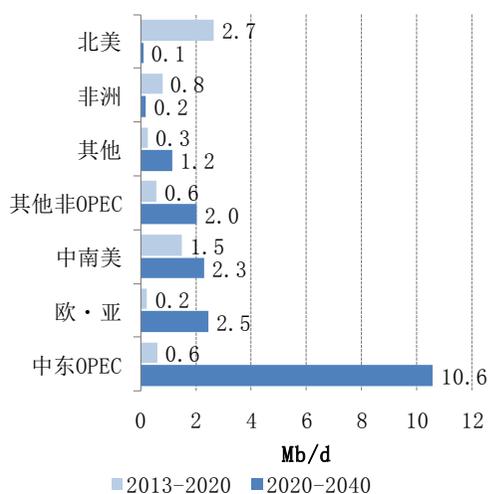


图6 原油供给增减



目前，因美国非常规石油的产量增加，OPEC重视争夺市场份额的战略，新兴国家的经济转型等使供求关系趋于缓和。但是到2020年前后，美国大幅增产以后，石油供给有极大可能重归依赖中东为传统的传统产油国的产量调节状态。石油资源的开发必须要花费相当长的时间和巨额投资，还有不少国家仍限制外资，临机应变地增加新生产能力并非易事。谨慎地看待目前的价格低落对增产投资的影响，探讨战略性的应对策略尤为重要。

与其他能源相比，天然气消费的增量最为突出，到2040年将超过煤炭跃为仅次于石油的第2大能源。截至到2006年其半数以上被终端消费部门(居民生活，服务业，工业，非能源消费，运输业)消费。到2040年，消费量将达到5.75万亿立方米(Tcm)，在其增量的2.23Tcm中，电力部门和终端消费部门显示基本相同的贡献率(同为40%以上)。

液化天然气(LNG)的需求，将从2014年的239Mt (0.33Tcm)增2倍多达547Mt (0.74Tcm)，将占到主要地区间天然气贸易量的46%(2014年为33%)。在非常规资源利用不断扩展的背景下，连接产地与消费地的天然气贸易呈多样化进展。LNG起着重要的支撑作用。

进入本世纪其增量曾占到世界能源增量45%的煤炭消费，今后其增幅将大幅回落。2040年达标准煤6,539百万吨(Mtce²)，增幅为17%，是各种能源中增速最慢的。此变化来自经济增长速度减缓，逐步推进能源消费结构清洁化的中国的影响。另外，预测的后期，印度的影响力将特别增强。世界煤炭消费的大半为发电用的动力煤。在欧洲，受惠于廉价天然气的地区，出现以气代煤的趋势，在亚洲，利用清洁煤炭技术具有重大意义。

图7 天然气消费

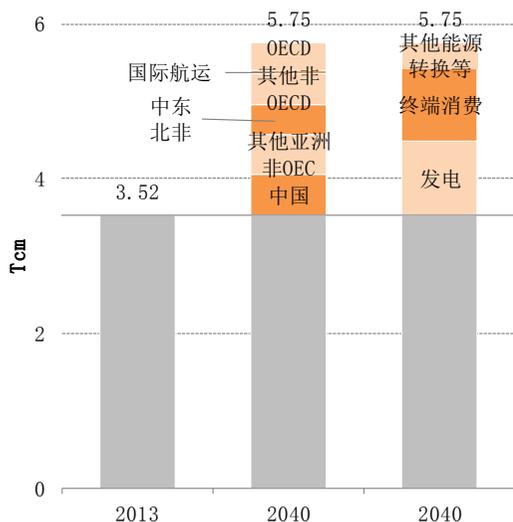
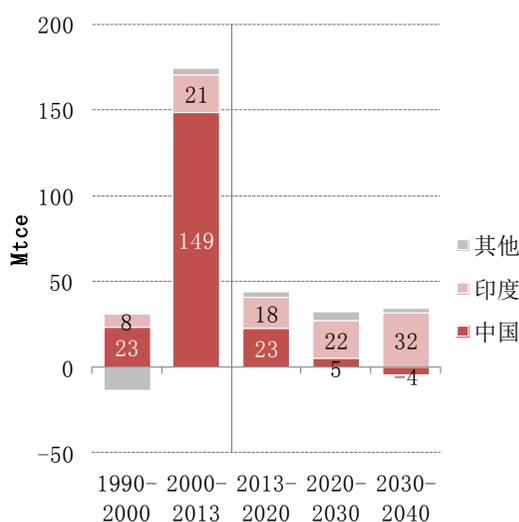


图8 煤炭消费的增减



注: 各期间年平均增减量

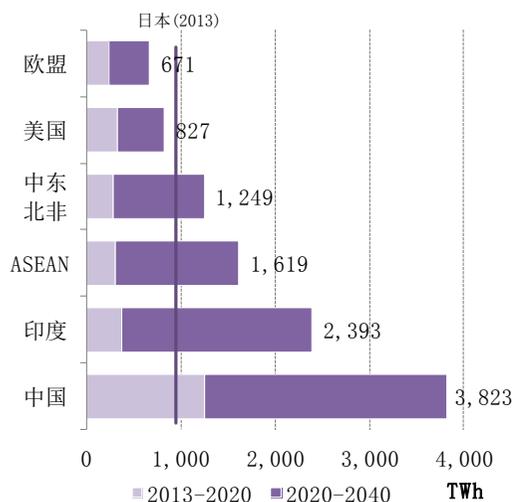
煤炭贸易的增加，以需求不断扩大的亚洲市场所需的动力煤为主。印度和ASEAN的进口持续扩大取代了以前进口激增的中国。出口国方面，曾经出口激增的印尼，出于内需急速扩大和保护国内资源的原因，其出口量锐减，将会使对澳大利亚的进口依赖增高。

电力的终端消费，除受世界金融海啸影响的2009年以外，在逐年增加。今后尽管经济发展阶段和地理条件有所不同，各地都会稳步增加。其中，增速显著的非OECD电力消费量将超过2012年OECD消费量。特别应指出的是，中国和印度的新增消费量将分别达到相当现在日本消费量的4.0倍和2.5倍。

发电方面，仍将维持以火电为主（近7成）的电力结构。煤电由于欧美的减少使其比率将降到35%，降7个百分点，同时天然气发电在所有地区都会增加，其比率将扩大7个百分点达到28%。核电和可再生能源发电将维持现在的构成比率。

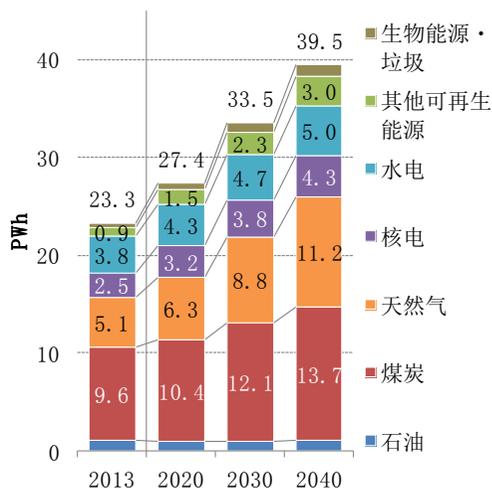
² 1 Mtce = 0.7 Mtoe

图9 主要地区电力终端消费的增减



注: 竖线表明2013年日本的消费量950TWh

图10 世界发电构成



可再生能源发电的比率，即使到2040年也只占23%，与当下的22%无大变化。但风电·太阳能发电的发电量，因政策支持和技术开发，将从2013年的789TWh激增到2040年的2,778TWh，将占总发电量7%。所需的装机容量，风电998GW、太阳能发电749GW，分别是现在的3.1倍和5.5倍。相比之下，水电的绝对量虽有所增加，但因大规模开发的减少其比率将有所下降。

核电量将从2013年的2,478TWh增到2040年的4,321TWh，与可再生能源相同，到2040年在世界总电量中的占比将保持现在的11%不变。关于装机容量，德国到2020年全面废止，日本截至2040年将削减23GW等，共有7国·地区的核电会遭削减，但同时共有32国(包括13个国家首次引进核电)会增建，世界核电装机容量将从2013年的389GW扩大到2040年的610GW。

迈向节能·低炭

节能虽无捷径却有定法

节能的5大原则：为实现节能目标，首先(1)理解节能的意义，其次(2)把握能源使用量，(3)节能要付诸行动最重要。另外，当使用家用电器和汽车等时(4)改善能耗，进而(5)推进物联网(IoT)等最新技术的革新。使用机械设备时，合理使用·运行(减少浪费)和维护保养至关重要。

节能对策多数场合需花费相应的成本同时也产生利益。例如采用节能照明，到2040年累计发生4,000亿美元的附加费用，但单计算发电燃料投入的减少也累计发生4,000亿美元的利益，相抵会得到超过1万亿美元的超额利益。

图11 节能的5大原则

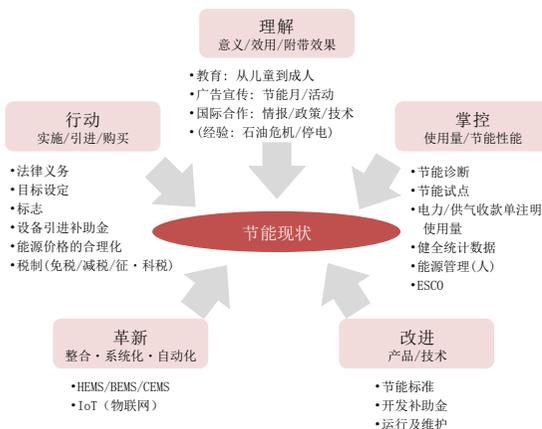
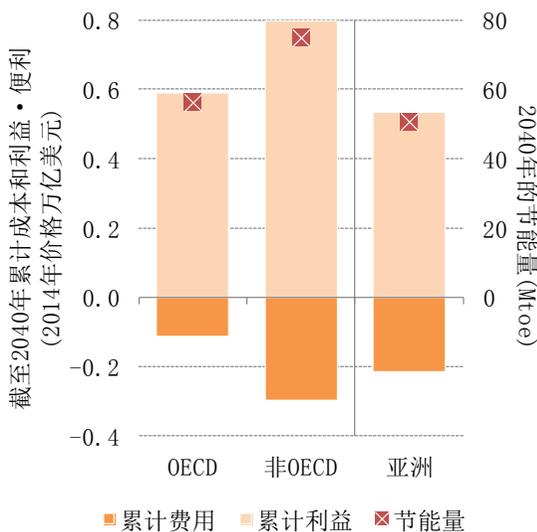


图12 高效照明的成本·利益和节能



设定最大限度削减CO₂排放的对策会被现实社会所接受并得到实施的“技术进步情景”中，2040年的能源消费比“基准情景”节减2,567Mtoe，增量的53%将被缩减。以中国和印度为中心的亚洲，占总节减量的45%，起着重要作用。尤其是节煤量高达74%。再有，除水电以外，对核电及太阳能发电·风电等可再生能源的增加，亚洲的贡献度达56%。

图13 一次能源消费

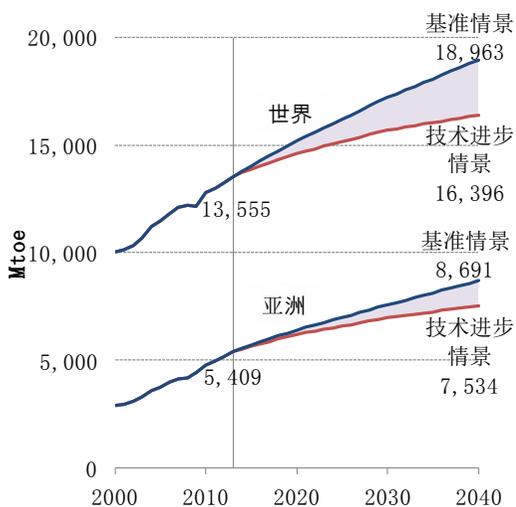
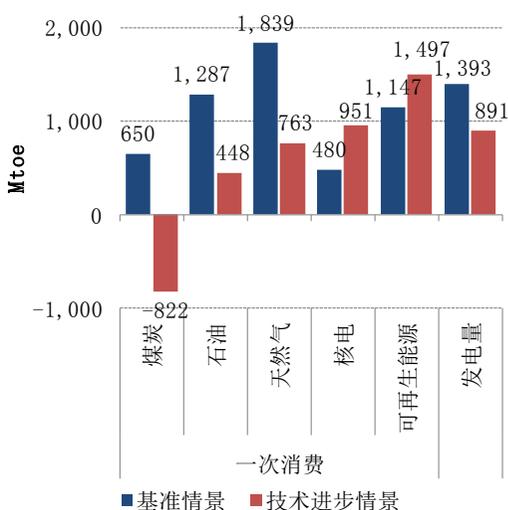


图14 能源消费增幅[2013-2040年]



变化最大的要数，因电力需求的减少，发电能耗的进步，被其他能源取代等影响引起的发电用煤炭的减少。技术进步情景与基准情景相比，化石能源总共削减3,387Mtoe，

但核能增471Mtoe，超过可再生能源增量的350Mtoe。结果，化石能源的比率从2013年的81%降到2040年的70%。

低能源价格的效应

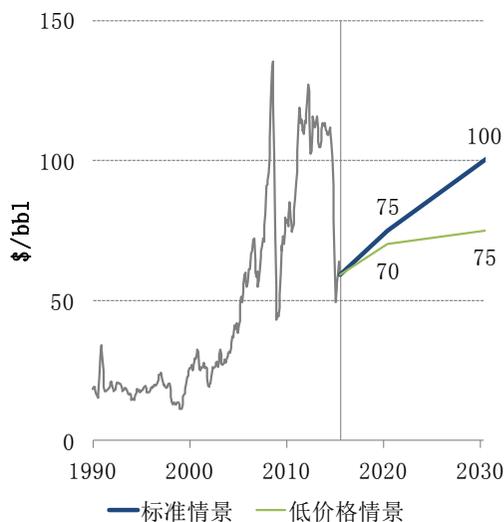
截流，开源，低价格改变世界

“低价格情景”进行分析预测的假设前提是，为保障能源的安全供给并应对气候变化问题，政策性地控制化石能源需求，同时非常规石油和天然气资源的开采技术进步在全世界得到推广，大幅提高供给能力使供求趋于缓和。基准情景中设定到2030年再次上升到\$100/bbl的原油价格，在低价格情景设定为\$75/bbl。

表2 设定原油价格的背景

	基准情景	低价格情景
需求	节能·运输部门燃料替代按现有趋势进展	节能取得进展 非化石燃料替代取得进展
常规资源供给	各国取得和以往相同的进展	OPEC和俄国等产油国间持续增产竞争 OPEC作为垄断组织实际上被解体
非常规资源供给	美国2020年以后增产速度放慢 其他国家缓慢增产	美国、美国以外均达到最高水平

图15 原油价格的设定



注：未来值以2014年实质价格计算

低价格情景中，大力推进节能政策的效果大大超过因能源价格下跌带来的世界经济的增长（详见后文）和反弹效应。2030年所需的能源供给量为16,048Mtoe，比基准情景低1,163Mtoe。其中，石油因有些被其他能源替代的影响，2030年的生产量为96.5Mb/d，比现在只增加7.7Mb/d。其中北美为首的非常规石油将大幅增产，中东的增产停留在1.0Mb/d水平，俄国则被迫减产0.8Mb/d。

天然气同样受节能的影响，但与石油不同的是用天然气替代其他燃料的效应。2030年的产量为4,355Bcm，比现在增加825Bcm，但低于基准情景的4,971Bcm。因受其他地区需求压缩的影响，北美和前苏联以及中东等纯出口地区会有较大幅减产。

图16 主要地区原油产量[2030年]

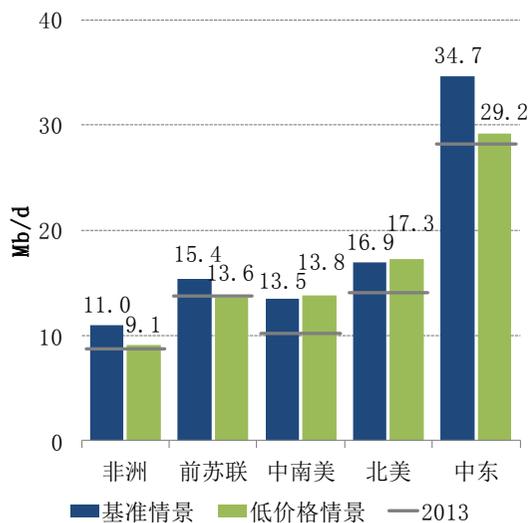
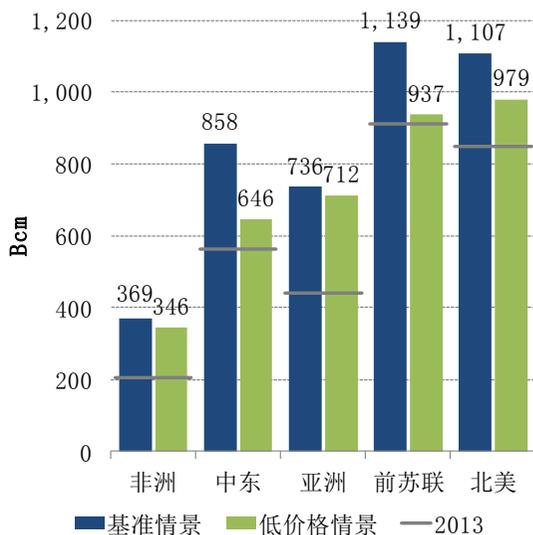
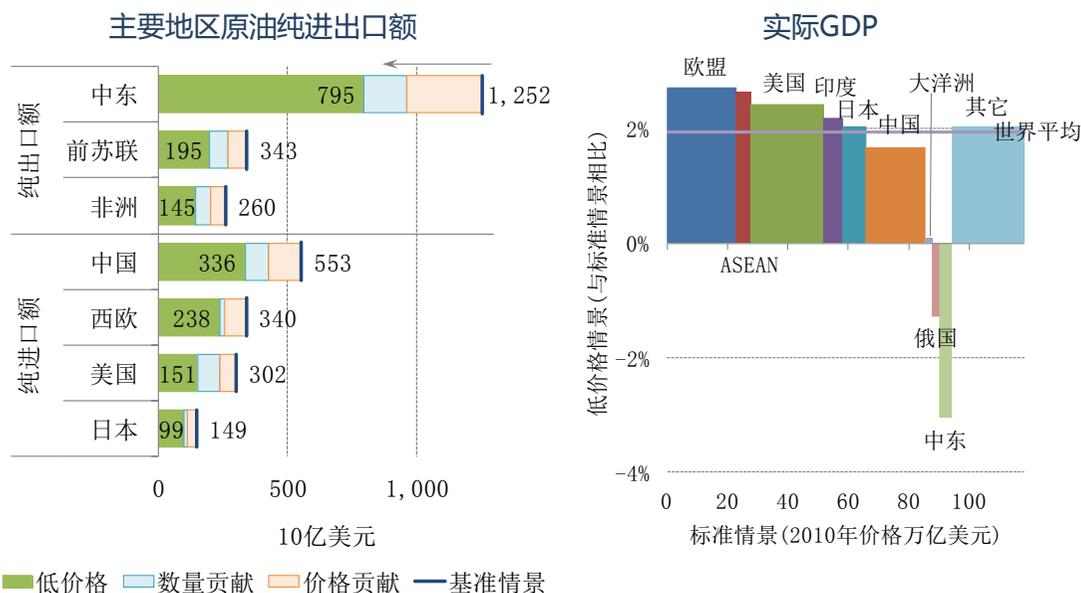


图17 主要地区天然气产量[2030年]



原油价格下跌的短期直接影响，表现在财富外流的减少和实际购买力的上升会刺激进口国的经济。2015年8月的原油价格比去年同期下降\$55/bbl，如果持续55/bbl的价格水平的话，石油纯进口国的支付金额每年能节省8,600亿美元以上，具有拉升经济成长1.5%的效应。相反，石油纯出口国的经济会被拉低3.7%，尽管如此，对世界总体经济会有0.7%的拉升效果。

图18 能源需求减缓-低价格的影响[2030年]



注：能源价格下跌，化石能源的节减，非常规石油·天然气资源的开发利用等的综合效应

在抑制石油需求和原油油价走低的低价格情景中，原油的纯出口额·纯进口额³都会大幅缩减(图18)。进一步会抑制其他化石能源的纯进口额，有助于推动进口国家和地区的经济，到2030年，为世界整体经济带来1.9%的增长效应。另一方面，能源出口额的减少，会对财税收入严重依赖能源出口的中东产油国的经济带来巨大打击。

过度波动的能源价格，对合理的投资以及供需双方都有伤害，可能影响将来的供求平衡的安定。在石油·天然气·LNG等领域，促进生产国与消费国加强对话，为市场的健康发展，互通市场预测所需的信息，加深相互理解，将向益于市场的安定和持续的发展。为此，有必要通过国际能源论坛(IEF)等场合，促进国际能源署(IEA)与OPEC的对话，为强化消费国之间的沟通，需加强IEA与石油进口持续增加的中国和印度的合作。

气候变化问题的现实对策

仅靠实现自主减排方案还不能大幅削减温室气体

世界与能源相关的二氧化碳(CO₂)排放，在基准情景中，到2050年比2013年增加39%达到45.9Gt。另外，技术进步情景之上进一步考虑二氧化碳捕集·封存(CCS)技术的效果时，结果与现在相比减排29%，减少到23.3Gt。但还达不到减半的程度。

基于主要8国·地区⁴的自主减排方案(INDC)推算出的2030年全世界的温室气体(GHG)排放量，在与技术进步情景和基准情景进行比较，结果更接近后者。美国和日本的结果接近技术进步情景，欧盟(EU)介于技术进步情景和基准情景之间。另外，中国接近基准情景，印度超出基准情景。期盼各国努力达到技术进步情景，特别是发展中国家有必要加强采取有效措施。

图19 CO₂排放和减排的贡献

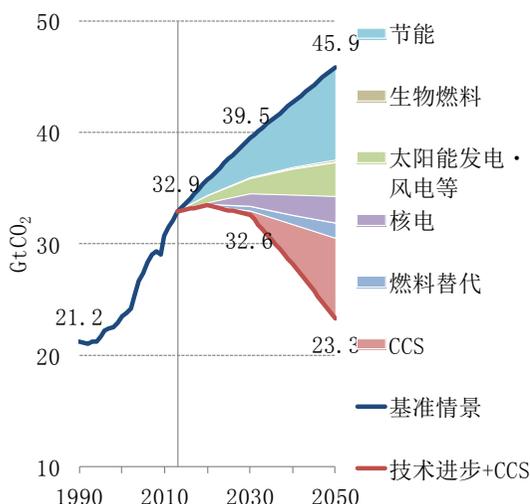
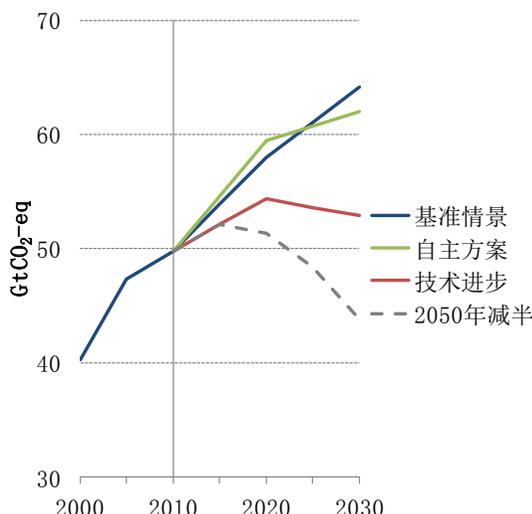


图20 GHG排放



注：基准情景和技术进步场景+CCS推算因使用能源所排放的CO₂

³ 当年价格

⁴ 2010年的排放量占全世界的65%

利用剩余时间，考虑今后的技术进步和适应策略来作出周全的对策

在与基准情景相当的情况下，2100年大气中的GHG浓度将达到760~860ppm CO₂当量，1850~1900年的平均气温上升2.8~4.0度。相比之下，在相当于技术进步情景+CCS的情况下，2100年的GHG浓度为540~600ppm CO₂当量，气温上升1.7~2.4度左右。低于2.5度，也可能达到2度以下，再加适应⁵策略的话，2050年世界CO₂排放比2013年减半，2100年能达到接近零排放。

以基准情景为基准，推进削减CO₂等的减排⁶策略，减排成本会增加，同时适应成本和损失额会减少。短期看适应成本和损失额的影响比减排成本要小，但长期看2050年以后其影响会变大。对成本的推算虽然有非常大的不确定性，但考虑基准情景和“2050年减半”情景之间，减排成本，适应成本，损失额的合计(综合成本)应存在一个最低点。减排成本，适应成本，损失额之间存在牵制互换的关系，不可能寻求3者同时减低。只能寻求综合成本的最小化，平衡3者利弊才是现实选择。

图21 1850~1900年以后的气温上升

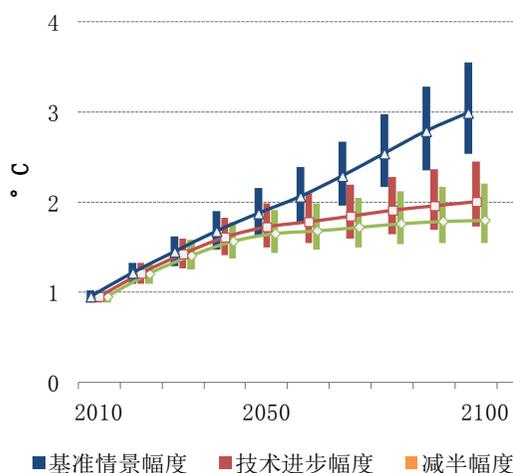
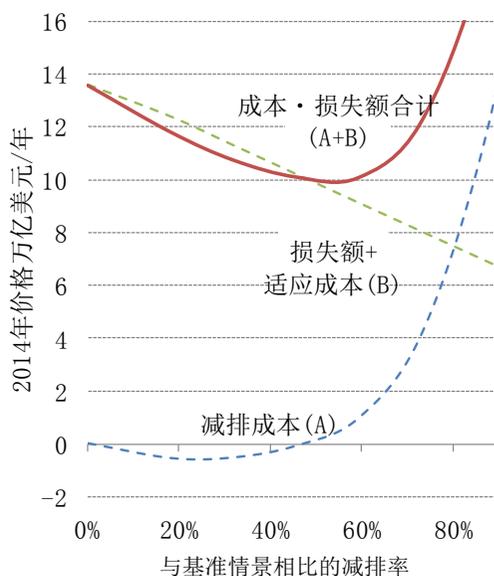


图22 减排·适应成本和损失额[2100年]



注: 减排成本为我所推算, 损失额+适应成本利用DICE2013R模型推算。设定气候敏感度为3°C。

考虑气候变动的影晌时，长期而言当然需要有极具挑战性的GHG削减目标。但目前应以接近技术进步情景的500~550ppm范围为目标，再加上开发可行的低成本的节能技术，低炭技术等，来实现更低的GHG浓度。中长期，积极推进二氧化碳捕集和利用(CCU)特别是人造光合成技术，新一代核电技术，宇宙太阳能发电，核聚变等新技术的研发，打造各国技术研发合作交流型的世界网络。

⁵ 对气候变化造成的不良影响，如海面上升，农作物的旱灾，新传染病等危害的对应预防措施。可举例，河流·海岸的堤坝，貯水池，农业研发，疾病预防·医治等。

⁶ 削减人为温室气体发生源，或扩大温室气体吸收以达到减排的措施