

## IEA 「2013 再生能源中期市場報告」簡評

陳中舜

核能研究所-能源經濟及策略研究中心

2013/07

IEA 於 2013 年 6 月發表了最新版的再生能源中期市場報告 (Medium-term Renewable Energy Market Report)，於文中樂觀的預估 2016 年時<sup>1</sup>，再生能源即將會超過核能與燃氣成為全球第二大電力的供應來源，而這其中將近七成的電力則來自於傳統的水力發電 (水力 4276TWh；其他 1828TWh)。根據 IEA 先前的年度報告世界能源展望 (WEO 2012) [1]，如表 2-1-1，在扣除水力後至少要到 2035 年全球再生能源發電量才有可能超越核能。

本報告前提是需基於 IEA 最佳實踐政策原則(best-practice policy principles)假設下，以 IMF 之各國 GDP 成長做為需求推估，再考慮各技術發展現況後針對全球 21 個主要市場進行預測，最後並提出若要達成上述目標所需要解決的經濟或非經濟政策方面之問題。換言之，未來再生能源發電實際可達成的程度，則相當有賴於所列出問題是否皆能獲得實質解決。

本報告認為近來『太陽光電』與『陸域風機』因成本已能接近市電平價，故將是未來五年內非水力再生能源中最有可能被大量擴張及發電的技術 (請見表 2-1-2、表 2-1-3)，預估 2018 年時兩者總發電量可達 1512TWh<sup>2</sup>，約佔當年全球

<sup>1</sup>較 IEA (2012) World energy outlook 延後了一年

<sup>2</sup>約為 2010 全球核能發電(2756.29 TWh)的 54.86%

再生能源發電量的 22.1%。而 2018 年時的全球再生能源電力分佈，主要將集中在中國(26.1%)、OECD-歐洲(19.2%)與 OECD-美洲(18.5%)等國的貢獻。然由於這些區域（或國家）擁有完整的自主產業鏈、大規模水力發電設施、廣大腹地與跨域電網等優勢，實非其他國家所能輕易仿效的。

報告中亦提出了，未來各國仍會依自身條件擬定合適政策，並不全然會選擇太陽光電與陸域風機的發展趨勢。就以與我國國情、秉賦相仿的日韓兩國為例(表 2-1-4 與表 2-1-5)，5 年內日本太陽光電因在核電廠僅 50%重啟的假設條件與躉購電價(Feed-in tariff FIT)的帶動下會有顯著增加(由 11.4GW 增加至 38.9GW)。但陸域風機日韓兩國則受到各種限制，預估 2018 年時裝置量合計僅為 7.1GW 約佔全球總量的 1.3%。報告中亦指出，日本政府實際上仍期待既有核電能陸續恢復併網發電，韓國則除了已建立的核電產業外則正致力於發展自主離岸風機技術。

相較於日韓兩國，在陸域風機方面其實我國起步較早但受腹地面積、人口密度的限制，地面上優秀的風場多已開發，因此未來的增長速度與規模皆將不如前述的兩國。在太陽光電方面，台灣相較於日韓的規劃，在人均裝置量 (kW/人) 上表現更為積極 (表 2-1-6)，其中有相當程度亦是為了能兼具發展國內自主能源產業之故。此外我國目前持續推動離岸風機示範計畫與選擇穩健減核政策，基本上與前述兩國的短期方向並無太大差異。

而針對太陽能與陸域風機發電的均化成本來看<sup>3</sup>，如表 2-1-7 所示，比較各國差異可以發覺，台灣在這兩類發電技術成本上並不具備相對優勢。實因目前國內缺乏系統廠，故我國儘管生產了許多重要零組件，但仍為產品輸入國，且又腹地有限難以達到最適經濟規模，導致均化成本相較於他國仍屬偏高，該現象短期內尚無可立即改善的態勢，其亦將直接影響到我國再生能源部署的進程與規劃。

在考量國家總體競爭力與吸引投資的需要，維持亞鄰最低價的電費已成為我國長期的基本政策，若要在短期內大幅擴張再生能源的佔比，FIT 配合太陽光電將成為最快看見成效的方式，但此舉不僅將使得電價迅速攀升、亦將導致電網操作上的不穩定與備載容量的增加，將更進一步提高了整體電力系統的成本。類似的問題現已衝擊到德國、日本等國的長期電力規劃。

綜括來看，IEA 報告因是由全球觀點，所以得出 2016 年再生能源發電量將超越核能的結果。但若仔細分析各類技術的發電佔比與成本之後，對於如台、日、韓等缺乏天然能資源的國家，即期投入大量發展陸域風機與太陽光電，實非最佳之選擇。基於能源安全考量，我們建議應持續密切關注國際上如淨碳技術、燃料電池、智慧電網等先進潔淨能源科技的發展與商業化進程（根據 IEA 2012 年預估至少要到 2025 年之後潔淨能源的投資才能與節約的燃料費用達到平衡，要能真正大規模部署則約在 2040 年之後[2]），期間並應盡可能維持能源的多元化，才是國家確保可永續發展的關鍵。

---

<sup>3</sup>電廠生命週期中所花的總成本折現後除以所發的總電力，即是均化成本。

表 2-1-1：全球能源與電力需求推估

	Energy demand (Mtoe)						Shares (%)		CAAGR (%)	
	2020	2030	2035	2020	2030	2035	2035		2010-35	
	Current Policies Scenario			450 Scenario			CPS	450	CPS	450
<b>TPED</b>	<b>15 332</b>	<b>17 499</b>	<b>18 676</b>	<b>14 176</b>	<b>14 453</b>	<b>14 793</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.5</b>	<b>0.6</b>
Coal	4 417	5 115	5 523	3 569	2 580	2 337	30	16	1.9	-1.6
Oil	4 542	4 855	5 053	4 282	3 908	3 682	27	25	0.8	-0.4
Gas	3 341	3 999	4 380	3 078	3 278	3 293	23	22	1.9	0.7
Nuclear	886	1 013	1 019	939	1 360	1 556	5	11	1.4	3.1
Hydro	377	435	460	401	500	539	2	4	1.8	2.4
Bioenergy	1 504	1 664	1 741	1 568	2 003	2 235	9	15	1.2	2.3
Other renewables	265	419	501	340	823	1 151	3	8	6.2	9.8
<b>Power generation</b>	<b>6 173</b>	<b>7 432</b>	<b>8 136</b>	<b>5 455</b>	<b>5 640</b>	<b>5 982</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.1</b>	<b>0.9</b>
Coal	2 951	3 539	3 896	2 232	1 294	1 069	48	18	2.2	-2.9
Oil	229	180	173	194	111	91	2	2	-1.8	-4.3
Gas	1 306	1 609	1 808	1 178	1 204	1 126	22	19	2.0	0.1
Nuclear	886	1 013	1 019	939	1 360	1 556	13	26	1.4	3.1
Hydro	377	435	460	401	500	539	6	9	1.8	2.4
Bioenergy	198	293	346	221	438	577	4	10	4.7	6.9
Other renewables	226	362	434	291	733	1 025	5	17	6.5	10.2

資料來源：IEA(2012a)

表 2-1-2：全球再生能源發電裝置量 (GW) 預測

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hydropower	1 071	1 102	1 138	1 173	1 209	1 249	1 291	1 330
Bioenergy	75	82	89	96	105	112	119	125
Wind	236	282	321	368	413	459	508	559
Onshore	232	276	313	357	399	442	486	531
Offshore	4	5	8	11	14	17	22	28
Solar PV	69	98	128	161	194	230	268	308
Solar CSP	2	3	4	6	7	8	10	12
Geothermal	11	11	12	12	13	14	14	15
Ocean	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>1 465</b>	<b>1 579</b>	<b>1 693</b>	<b>1 815</b>	<b>1 941</b>	<b>2 073</b>	<b>2 211</b>	<b>2 351</b>

Notes: capacity data are rounded to the nearest GW and are generally presented as cumulative installed capacity, irrespective of grid-connection status. Grid-connected solar PV capacity (including small-distributed capacity) is counted at the time that the grid connection is made, and off-grid solar PV systems are included at the time of the installation.

資料來源：IEA(2012a)

表 2-1-3：全球再生能源發電量 (TWh) 預測

	2006	% of total gen, 2006	2011	% of total gen, 2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hydropower	3 122	16.4%	3 567	16.1%	3 792	3 888	4 010	4 136	4 276	4 423	4 570
Bioenergy	209	1.1%	352	1.6%	373	396	428	463	498	530	560
Wind	133	0.7%	438	2.0%	519	626	725	840	952	1 080	1 220
Onshore	131	0.7%	428	1.9%	505	606	697	803	906	1 020	1 144
Offshore	2	0.0%	10	0.0%	13	20	28	36	46	59	76
Solar PV	6	0.0%	62	0.3%	100	138	178	221	267	316	368
Solar CSP	1	0.0%	3	0.0%	6	9	14	18	22	28	34
Geothermal	60	0.3%	70	0.3%	72	77	80	83	88	93	97
Ocean	1	0.0%	1	0.0%	1	1	1	1	2	2	2
<b>Total</b>	<b>3 531</b>	<b>18.6%</b>	<b>4 492</b>	<b>20.2%</b>	<b>4 862</b>	<b>5 136</b>	<b>5 436</b>	<b>5 762</b>	<b>6 104</b>	<b>6 471</b>	<b>6 851</b>

Notes: gen = generation. Hydropower includes generation from pumped storage, which was reported at 75 TWh for 2011. Data for 2011 and 2012 are estimates; the split for onshore and offshore wind is estimated for historical data.

資料來源：IEA(2012a)

表 2-1-4：日本再生能源發電裝置量 (GW) 預測

Table 23 Japan renewable electricity capacity and projection (GW)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hydropower	48.4	48.8	48.8	49.0	49.3	49.4	49.4	49.4
Bioenergy	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
Wind	2.4	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.2	4.6
Onshore	2.4	2.6	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2
Offshore	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4
Solar PV	4.9	6.9	11.4	15.9	20.9	26.9	32.9	38.9
Solar CSP	-	-	-	-	-	-	-	-
Geothermal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8
Ocean	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total RES-E</b>	<b>57.8</b>	<b>60.5</b>	<b>65.3</b>	<b>70.4</b>	<b>76.2</b>	<b>82.8</b>	<b>89.4</b>	<b>96.0</b>

Note: bioenergy capacity does not include plants that co-fire or have been converted from fossil-fuel-fired plants.

資料來源：IEA(2012a)

表 2-1-5：韓國再生能源發電裝置量（GW）預測

Table 27 Korea renewable electricity capacity and projection (GW)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hydropower	6.4	6.6	6.6	6.6	6.6	7.0	7.4	8.0
Bioenergy	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
Wind	0.4	0.5	0.9	1.3	1.8	2.3	2.7	3.5
Onshore	0.4	0.5	0.9	1.2	1.6	2.0	2.4	2.9
Offshore	-	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.6
Solar PV	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.2	2.5
Solar CSP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geothermal	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
Ocean	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6
<b>Total RES-E</b>	<b>8.1</b>	<b>8.6</b>	<b>9.3</b>	<b>10.0</b>	<b>10.7</b>	<b>12.0</b>	<b>13.2</b>	<b>15.1</b>

資料來源：IEA(2012a)

表 2-1-6：我國再生能源發電裝置量規劃

擴大推廣目標裝置容量 (MW)

能源別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年
陸域風力	519	866	1,200	1,200	1,200
離岸風力	0	15	600	1,800	3,000
水力	1,972	2,052	2,112	2,502	2,502
太陽光電	22	420	1,020	2,500	3,100
地熱能	0	4	66	150	200
沼氣發電	25	29	29	31	31
廢棄物	790	848	925	1,369	1,369
海洋能	0	1	30	200	600
燃料電池	0	7	60	200	500
合計	3,328	4,242	6,042	9,952	12,502
再生能源占當年度電力系統 總裝置容量比例	8.1%	9.9%	10.6%	14.8%	16.1%
與2010年再生能源裝置容量 相較	1(base)	1.27	1.82	2.99	3.76

資料來源：經濟部能源局（2012）

表 2-1-7 太陽能與陸域風機均化成本比較

均化成本 (USD/MWh)	範圍	台灣*	IEA (2013) **
太陽光電 (地面型)	下限	135	預估：120 法國：135 美國：130 印度：120
	上限	279	預估：250
陸域風機 (MW 級)	下限	83	一般：45 美國：60 德國：78 中國：43 巴西：42
	上限	110	一般：160 美國：92 德國：104 日本：160

\*資料來源：核研所研究

\*\*資料來源：IEA(2013)

### 參考文獻

1. IEA, 2012a, World energy outlook 2012.
2. IEA, 2012b, Energy Technology Perspectives 2012.
3. IEA, 2013, Medium-term Renewable Energy Market Report.