

日本 2012 年前減碳策略演進

環科工程顧問股份有限公司

一、前言

1979 年石油危機爆發，日本政府為降低國內產業石油依存度，旋即實施「節約能源法」與「能源稅」，促使能源大用戶進行能源管理、改善能源效率，抑制整體能源需求量，及加速電廠建設開發，同時與時俱進不斷修正節能目標；而後因應 1997 年京都議定書通過，為達國家承諾減量目標¹，日本政府以 1998 年「地球溫暖化對策推進法」全面展開一系列國內氣候變遷因應工作，包含自願性碳排放交易機制、中小企業減量專案等，及 2005 年「京都目標達成計畫」，基於過去 30 餘年節能有成之經驗²，該政策擴大推廣各部門進行能效改善，並將日本經濟團體聯合會發起之產業自願減量行動計畫(Keidanren Voluntary Action Plan, VAP)³作為產業部門核心策略，政府則以推廣應用核能、再生能源、燃氣汽電共生為主力。

另一方面，日本政府為確保能源安全穩定供給，以推動能源多樣化來減少進口能源依存度，於 1997 年頒布「促進再生能源利用特別措施法」推廣高效率、低成本的再生能源技術開發與設置、2003 年課予電力事業再生能源售電配比義務(Renewables Portfolio Standard, RPS)間接創造再生能源發電需求，整體以多元政策推動溫室氣體減量、能源供需結構改變及能源效率改善；故本專題針對京都議定書生效後(2005 年)至 2012 年間日本主要節能減碳策略，包含碳定價工具、再生能源推廣、能效提升策略等，深入研析其推動演進、制度設計特點及實施成效，供作我國能源產業減量管理之啟示。

二、碳定價策略

日本產業部門減量行動由日本經濟團體聯合會⁴（以下簡稱經團連）

¹ 2012 年相較 1990 年減量 6%。

² 日本於 2008 年 G8 高峰會上主張「提升能源效率」為因應氣候變遷最有效的對策。資料來源：IEA (2008) Energy Policies of IEA Countries (Japan) 2008 Review

³ 由參與產業（包含電力業、煉油業、礦業、製造業、商業等）提出相對 1990 年之 2010 年產業別自主減碳目標與減量措施，目標形式包括排放總量或排放強度目標。

⁴ 日本經濟團體聯合會係由眾多日本大型企業、公協會加盟，橫跨製造業與非製造業，於日本產業界具有舉足輕重的地位。

1997 年自主實施之「產業自願減量行動計畫」揭開序幕，與政府於 2005 年至 2008 年間陸續推動之「國內自願性排放交易制度」及「國內減量額度抵換機制」，構建出 2008 年至 2012 年間施行之「國內碳排放交易整合市場」，逐步完備日本碳排放交易制度與相關配套，包含減量目標設定及提供排放量抵減來源，藉以累積產業碳排放交易經驗，及釋放碳價格訊號，為未來可能實施之總量管制預做準備。

(一)產業自願減量行動計畫

「產業自願減量行動計畫(Voluntary Action Plan，以下簡稱 VAP)」係由各行業公協會於尚無政府政策監管下，考量政治與經濟條件後所提出以業別為一整體之 2010 年自願減量目標與對策⁵，其自提高能源使用效率著手，推動設備採高效能操作條件、進行燃料轉換或引進汽電共生系統，參與行業橫跨產業部門、能源轉換部門、商業部門及運輸部門，其中能源產業相關資訊如表 1，VAP 後於 2008 年併入國內碳排放交易整合市場中。

表 1、能源產業之自願減量計畫

業別	電力業	煉油業
參與者	電氣事業聯合會（9 家主要電業）	日本石油協會（18 家）
減量目標	2010 年相較 1990 年目標： 電力業整體碳排放強度減少 20%。 註：預計 2010 年需電成長 1.5 倍，排放量目標控制在增長 1.2 倍。	2010 年相較 1990 年目標： 1. 煉油廠單位產品能源需求減少 10%。 2. 應用汽電共生系統，每年減少 100 萬公秉石油消耗量。 3. 研究每年節能 1%的可能
減量策略	促進以核能為核心之電源結構、能效提升、推廣再生能源發展、碳捕獲與封存技術開發、推動需電端節能	低溫廢熱回收、低壓蒸汽利用、開發高級催化劑、微生物脫硫開發、促進住商部門引進石油中央熱水器與供暖系統

資料來源：檢自 <https://www.keidanren.or.jp/english/policy/pol058/g34.html>

(二)國內自願性溫室氣體排放交易制度

為鼓勵未參與 VAP 之工業⁶、商業及服務業，亦加入自主減少溫

⁵ 目標形式包含節能類（強度）或減排類（總量或強度）。

⁶ 未參與產業自願減量計畫(VAP)者，包含鋼鐵、化學、造紙、水泥、電子、金屬冶煉、石灰、商辦、

室氣體排放的行列，日本環境省依「地球溫暖化對策推進法」，於 2005 年實施「日本自願性排放交易制度(自主參加型国内排出量取引制度，Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme，以下簡稱 **JVETS**)」，以政府補助誘因吸引更多產業投入減碳，連帶建立日本國內盤查、報告及查證制度(MRV)，及額度登錄與排放額度交易等制度，作為日本推行溫室氣體排放交易的基礎。

JVETS 共分六期實施，每期包含三個年度（2005-2007 年、2006-2008 年、2007-2009 年、2008-2010 年、2009-2011 年、2010-2012 年），依政府補貼標的及減量目標差異分為 3 種減量目標參與方式（見表 2），A 類為「使用高效節能設備減量」為標的，B、C 類為「全場/廠減量」為標的，其排放減量查證費用均由政府全額補助，同時考量額度流動性，於碳市場開放金融業參與「額度交易活動」，最終由 JVETS 評估委員會每年檢討一次參與情形與執行結果。

參與 JVETS 減量目標類型之事業，第一年需提交自願減量目標（可為排放總量或強度目標）及減量措施計畫，政府再以反向拍賣的方式優先補助最具成本效益之計畫⁷，並於次年發放排放額度(Japan Allowance, JPA)⁸，及 A 類企業減量設備補助款，後於第三年驗收排放減量成效。當企業實際減量優於減量目標，可將剩餘的排放額度出售給其他參與者，反之，須進行排放額度交易或購買減量額度來落實自願減量目標，惟最終未達標者須繳回政府補助金。

JVETS 前三期(2005-2007 年、2006-2008 年、2007-2010 年)實施結果顯示⁹，各階段所有目標參與者均達成減量目標，其中 A 類補助型計畫多以設備燃料轉換改用天然氣為主、增購節能設備為輔，然而其他多數參與者無法僅靠自身減排措施達到減量目標，仍須透過排放額度交易或購買京都彈性減量機制額度(CER)才能達標。

汽車製造等產業、辦公大樓、廢棄物處理者，主要能源產業(電業、煉油業)均有參與 VAP。

⁷ 得標之工業平均減碳成本 836 日圓/噸，商業為 2,863 日圓/噸。

⁸ 以「企業基準年排放量」減「新設備預期可達成減排量」作為排放額度，前述基準年為參與年以前三年之平均排放量。

⁹ 資料來源：環境省 (2014) 自主參加型国内排出量取引制度 (JVETS) 總括報告書

表 2、JVETS 參與方式

參加方式		說明	政府補助	排放額度	參與業別
(1) 參與減量目標設定	A 類	取得設備補貼來實施減量措施，落實企業自願減量目標（絕對排放目標/排放強度目標）。	設備維護費 全額查證費	以「企業基準年排放量 ^{註1} 」減「新設備預期可達成減排量」發放排放額度	製造業 ^{註2} （鋼鐵、造紙、電子、石化等）；商業；服務業；廢棄物處理業；煤氣業
	B 類	不取得設備補助，目標年較基準年排放量減少 1%。	全額查證費	以「企業基準年排放量」減「1%」發放排放額度	
	C 類	不取得設備補助，設定連續二年期目標，首年較基準年排放量減少 1%、次年減少 2%。		以「企業基準年排放量」分別減「1%」及「2%」發放二年之排放額度	
(2) 僅參與排放額度交易		不設定減量目標，僅在排放交易登錄系統建立帳戶，參與排放額度交易	無	不發放排放額度	金融業（銀行業、保險業）

^{註1} 基準年排放量＝企業參與年之前過去三年平均實際排放量，涵蓋企業全廠/場直接與間接之二氧化碳排放量。

^{註2} 使用汽電共生設備者，可另於減量專案(J-CDM、J-VER)申請認證減量額度，參考自 https://japancredit.go.jp/english/pdf/methodologies/EN-S-007_outline_english.pdf。

資料來源：自主參加型國內排出量取引制度評価委員会（2011）自主參加型國內排出量取引制度(JVETS)；本計畫整理。

(三)試行國內碳排放交易整合市場

基於 VAP 與 JVETS 自願減量目標之額度需求，日本經濟產業省與環境省分別於 2008 年 10 月推動「國內減量額度機制（国内クレジット制度，Domestic CDM Credit Program，以下簡稱 **J-CDM**¹⁰）」、11 月實施「額度抵換機制（オフセット・クレジット，Japanese Verified

¹⁰ J-CDM 係仿效聯合國清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM) 作法，鼓勵大企業偕同未參加產業自願減量協議(VAP)之中小企業，共同合作執行溫室氣體減量計畫，以取得國內減量額度，用於達成自願減量目標。

Emission Reductions，以下簡稱 **J-VER¹¹**)」，供作為產業排放量抵減之外部額度來源，使以往流向國外減量額度的資金導向國內低碳投資，促進國內排放交易市場流通及協助中小企業減量。

據此，日本於 2008 年整合前述 VAP、JVETS、J-CDM 與 J-VER，以實驗性質啟動「試行國內碳排放交易整合市場（Japanese Experimental Integrated Emissions Trading Scheme，以下簡稱 **EI ETS**）」，擴大促進各界參與，將先前 VAP 與 JVETS 各計畫之減量目標統一整合為 EI ETS 之減量目標（總量目標及強度目標），避免減量成效於不同計畫間重複計算，然而 EI ETS 仍屬柔性規範，其並未針對無法達成減量目標的企業有相關警示、督促政策或罰款，亦無設計額度管理相關政策，且企業如預期將無法達成減量目標可選擇自行退出，最終於 2012 年落日。

EI ETS 實施狀況與排放額度用途顯示（見表 2、3），發電業因需承擔需求端用電，隨著需電量持續成長其併網電力排放強度均無法達成目標，而達成減量目標之企業則考量政府可能長期實施排放交易制度，加上未來減量空間將越來越小，皆傾向儲存剩餘額度以備未來之需¹²，而非進行交易，進而使未達減量目標者僅能透過預借或購買減量額度（包含國內減量額度、國外京都減量額度）來抵減排放量，累計實施五年間，EI ETS 共儲存約 3,500 萬噸排放額度、預借 2.9 億噸排放額度，尚積欠 2.6 億噸，即最終未能達成排放目標。

表 2、EI ETS 減量目標達成狀況（單位：事業家數）

部門	業別	2008 年 (75 家)		2009 年 (90 家)		2010 年 (152 家)		2011 年 (80 家)		2012 年 (96 家)	
		超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標
製造	鋼鐵	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
	化學	5	3	6	5	31	11	8	3	9	7

¹¹ 相較於 J-CDM，J-VER 擴增認可農林業之碳匯成效，並放寬參與對象的限制，開放中小企業於沒有大企業資助下，能自行申請進行減量抵換專案，增加取得減量額度的機會，有助於將以往向國外購買京都減量額度(CER)的資金，回流至日本中小企業、地方事業的減量。

¹² 資料來源：經濟產業省、環境省 (2014) 試行排出量取引スキーム目標設定参加者実績等について

部門	業別	2008 年 (75 家)		2009 年 (90 家)		2010 年 (152 家)		2011 年 (80 家)		2012 年 (96 家)	
		超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標	超過 目標	未達 目標
	造紙	5	2	6	2	7	1	6	1	5	0
	水泥、玻璃	4	3	4	3	8	2	8	0	8	1
	電機、電子	10	2	5	4	10	3	4	0	2	1
	汽車	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	其他	7	1	9	1	22	7	7	5	12	6
能源 轉換	電力 ^{註1}	0	9	0	9	2	7	0	9	0	9
	煉油	4	2	5	1	6	0	6	0	5	3
	加油站	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0
商業	貿易、銀行	5	8	19	4	18	9	14	3	14	5
運輸	空運、貨運	3	0	4	1	4	2	2	2	2	1
合計		45	30	60	30	109	43	57	23	62	34

註¹：電力業承擔需求端用電排放，參與者為當時 9 家垂直整合電力事業(東京、關西、中部、九州、東北、中國、四國、北陸、北海道)，與煉油業均選擇「排放強度目標」，汽電共生則歸至電業與製造業。

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/det/capandtrade/about1003.pdf>

資料來源：經濟產業省、環境省 (2008-2012) 試行排出量取引スキーム目標設定參加者実績等について；本計畫整理。

表 3、EI ETS 排放額度用途與來源統計（單位：事業家數）

額度	用途/來源	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
達標者之 剩餘額度	I.出售予其他參與者	0	0	0	0
	II.抵銷前一年之預借額	9	10	9	8
	III.儲存入銀行	55	105	52	59
未達標之 不足額度	I.先前儲存之排放額度	5	5	3	12
	II.購買其他參與者額度	0	0	0	0
	III.外部抵換額度(國內+京都)	12	10	8	11
	IV.向銀行預借	22	21	18	22

資料來源：經濟產業省、環境省 (2009-2012) 試行排出量取引スキーム目標設定参加者実績等について；本計畫整理。

三、再生能源推廣

日本政府以「促進再生能源利用特別措施法（電氣事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法，以下簡稱新能源法）」為母法，於 2003 年實施「RPS 制度(Renewables Portfolio Standard)」課予發電業使用再生能源發電的義務（種類包括太陽能、風力、生質能、中小型水力發電、地熱），並訂定 2010 年再生能源設置量目標，同時搭配稅收減免制度、再生能源憑證制度，鼓勵產業引進及使用再生能源。

RPS 法以發電業為管制對象，包含一般電力事業(General Electricity Utility)、特定電力事業(Specified Electric Utility)¹³、特定規模電力事業¹⁴(Power Producer and Supplier, PPS)，對其每年之售電量課予「最低新能源售電比義務」，電業除了可使用自有再生能源設備或電廠發電，或向其他再生能源電廠購買再生能源電力，亦可向其他事業購買再生能源憑證(New Energy Certificate)來履約，避免不足量時需繳交罰金。

RPS 實施期間 36 家納管電業皆達成新能源配比目標，然因 RPS 制度僅明訂八年期義務目標，而再生能源開發投資成本至少需十年才能回收¹⁵，且政府未明訂再生能源價格指標，使得各類新能源發電成本與憑證交易成本加權平均後（見表 4），僅風力發電成本逐年下降，水力與生質能成本則於一定區間震盪，整體被視為缺乏足夠投資確定性。

表 4、日本新能源平均交易成本 (單位：日圓/kWh)

種類	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
風力	11.0	10.7	10.4	10.4	10.1	10.0
水力	8.4	8.4	7.2	8.9	8.6	9.0
生質能	7.6	7.7	7.8	8.0	8.7	9.4

¹³ 供電給特定區域用戶的發電業者，擁有發電及電網設備。

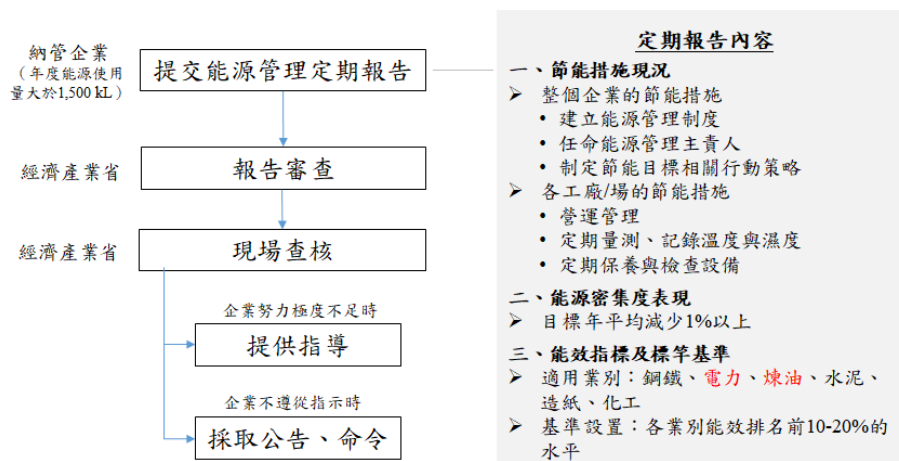
¹⁴ 透過一般電力事業的電網，售電給特定規模（契約用電 50 kW 以上，如特高壓及高壓）用戶的發電業者。

¹⁵ 資料來源：IEEJ (2015) A Brief History of Measures to Support Renewable Energy，檢自 <https://eneken.ieej.or.jp/data/6330.pdf>

資料來源：新エネルギー等電気利用推進室 (2011) RPS 法下における新エネルギー等電気等に係る取引価格の調査結果について

四、節能政策

日本經濟產業省以「節約能源法（省エネ法，以下簡稱節能法）」推動節能工作多年，自規範能源大用戶¹⁶年平均減少單位產品能源使用量 (energy consumption intensities) 1%為起點，採能源查核制度考核企業每年能源使用情形及中長期節能計畫（見圖 1）；而後，因應大部分能源大用戶既有設施節能改善及汰舊換新皆已完成，遂於 2008 年修訂節能法¹⁷，引進「產業別能效標竿基準(ベンチマーク, Benchmark)」，及於 2011 年導入「共同節能辦法(共同省エネルギー事業)」，作為特定業別能源管理查核及補助獎勵之評估工具，同時鼓勵無法達標之企業執行合作節能專案。



資料來源：經濟產業省 (2014) 産業部門の省エネルギー対策について

圖 1、日本節能法之能源查核制度

¹⁶為因應石油危機，日本於 1979 年即實施節約能源法，鎖定能耗大於 1,500 公秉油當量之工廠推動能源管理，及訂定合理使用能源的基本方針。

¹⁷ 檢自 <http://www.teitannso.jp/category/1394352.html>

(一)能效標竿基準

依據節能法第 5 條第 1 項規定，日本成立「節能基準小委員會」，優先針對鋼鐵、水泥、造紙、煉油、化工及電力供應業等六大行業，共 10 種業別，依各業別製程特性、技術選項制定適用之「能效標竿基準」，並參考各產業排名前 10~20% 節能績效訂定「標竿值」，約涵蓋製造業 60% 的能源消費量。

經濟產業省將依據產業每年提交之能源管理定期報告考核其能源管理措施（包含各設備運轉管理、量測、紀錄等規範，如汽電共生設備）與整體企業能效表現，達標竿值之企業將可獲公開表揚¹⁸，未達標的業者，則適用原先五年期平均節能 1% 的考核基準，倘企業能效表現明顯較標竿差 5% 以上，政府將採取現場指導、要求限期改善，如仍未遵照指導要求將課以罰款。

能效標竿基準實施 4 至 5 年間，電力供應業及煉油業皆僅有 2-3 家企業符合標竿值（見表 4），電業每年平均表現均與標竿值相差約 1%，顯示經操作條件改善後之機組發電效率仍有其上限，煉油業則因各年石油產量提升，能耗有下降趨勢。

表 4、能源產業之能效標竿基準及 2009-2012 年實施結果

項目	電力業	煉油業
適用對象	符合〈電力法〉之一般電力事業 ^{註1} 及躉售電力事業 ^{註2} 。	符合〈石油存量法〉第 2 條第 5 款規範之煉油業。
能效標竿基準及計算方式	<u>熱效率指標</u> ＝(各火力發電機組的額定條件熱效率/設計熱效率)之加權平均 *火力發電熱效率＝總發電熱值/總投入燃料高位發熱值	<u>能源使用指標</u> ＝能源使用量/Σ(裝置係數 x 裝置通過流量)
標竿值	達 100.3% 以上	達 0.876 以下
產業平均表現	2009 年：99.2% 2010 年：99.3% 2011 年：99.2% 2012 年：99.2%	2009 年：尚未導入 2010 年：0.955 2011 年：0.946 2012 年：0.934

¹⁸ 自 2016 年起依能效表現，分為 S、A、B、C 等級，連續二年獲得績優 S 級之企業，可申請節稅或設備補助。

項目	電力業	煉油業
達成家數/ 總家數 (達成率)	2009 年：3/11 (27.3%)	2010 年：2/14 (14.3%)
	2010 年：3/11 (27.3%)	2011 年：1/14 (7.1%)
	2011 年：2/11 (18.2%)	2012 年：2/13 (15.4%)
	2012 年：2/11 (18.2%)	

^{註1} 一般電力事業(General Electricity Utility)：對其供電區域之用戶負有供電義務，以發電、輸電、配電、售電垂直整合方式經營之綜合電業（發電部門於 2013 年電力系統改革後全面自由化），相當於我國台電公司。

^{註2} 躉售電力事業(Wholesale Electricity Utility)：供電給一般電力事業且擁有超過 200 萬 kW 容量之電力事業，我國民營電廠或專營汽電共生業皆未達此容量。

資料來源：經濟產業省，關於能源使用合理化法能效標竿制度實施結果，
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/benchmark/

(二)共同節能辦法

基於企業節能空間有限，經濟產業省於節能法施行規則第 18-2 條導入共同節能辦法，鼓勵企業間共同合作提升能源效率，透過前述減量專案制度(J-CDM、J-Credit)執行合作節能專案，由大企業提供中小企業資金或節能技術，中小企業之節能量（執行前後之能源消耗差異量）經認證後可視為大企業之節能努力，可登載於定期能源管理報告，當能源大用戶無法維持年平均改善能耗強度 1%時，政府將予以斟酌計入¹⁹，後於 2018 年修法正式引進「合作節能認證制度（連携省エネルギー計画の認定制度）」，明訂企業間節能量合理分配及報告方式。

五、評析

基於日本政府將「提高能源使用效率」視為最具成本效益之節能減碳策略（見表 5），最早以強制性規範能源產業與工業節能 1%，及刺激電業進行綠色技術投資應用（如 RPS、核能）出發，期能整體抑低能源使用需求量、促進能源結構多樣化，以維持能源安全穩定供給並奠定減量基礎。

經實施多年後，產業大部分能效改善、設備汰舊換新已逐步到位，越來越難維持年平均改善 1%能效，敦促政府將產業技術限制納入考量，改

¹⁹ 資料來源：廖峰範 (2015) 臺日供業能源管理及查核制度比較分析；經濟產業省 共同省エネルギー事業の概要及び報告手続等，檢自 https://japancredit.go.jp/jcdm/committee/data/haifu_11/s9.pdf

以強制性能效標竿基準促進產業朝標竿水準努力；同時以自願性及獎勵性鼓勵產業、運輸及住商部門參與 EI ETS(包含 VAP、JVETS、J-CDM、J-VER)，推動其自主減量或協助其他中小企業減量，據以測試全國碳排放交易制度之可行性與必要性。

然而，日本能源產業因已有早期能效提升努力，又受限於能源依存度高及 2011 年福島核災核電廠大量關閉等，使能源供給端無論是能效標竿基準或 EI ETS 電業整體排放強度目標均無法達標，且因未來實施全國 ETS 的政策不確定性高，產業皆傾向持有碳權，使 EI ETS 市場碳權流動度低，產業僅能倚靠購買減量額度來抵減排放量，導致 EI ETS 市場碳價不穩定而影響減量有效性，最終促使政府檢討各政策實施面臨之挑戰與衝擊，於 2012 年後改變其碳定價策略、調整能效標竿基準計算方式，及進行電力市場改革等。

表 5、日本 2012 年前多元減碳策略演進

年度	1979~	1997~	2005~	2008~2012	2012~
碳定價策略		VAP JVETS EI ETS (整合 VAP, JVETS, J-VER, J-CDM)			檢討 ETS 實施之必要性
再生能源推廣		產業補助	產業補助 + 電業 RPS		檢討降低綠色投資風險
節能政策	節能 1%			能效標竿基準 (搭配合作節能辦法)	調整能效標竿基準

資料來源：本計畫整理