

日本之地球溫暖化防止對策

鄭清宗* 賴慶修**

一、前　　言

1992年6月3日至14日，舉世矚目的「地球高峰會議」在巴西·里約熱內盧舉行，共計有 172個國家及許多國際組織的人員參加，而首腦演說會議共計有來自 102個國家的元首與會，可見其盛況之空前。在此次會議中一項重要的議題即為「地球溫暖化的防止」，有關「地球溫暖化防止公約」之內容，自1991年 2月在瑞士·日內瓦召開的世界氣候會議以後，即持續的在進行商議中，日本與歐市各國已達成協議，即要求至西元2000年時，世界各國將CO₂ 之排放量削減至1990年之程度，但是在本次會議中開發中國家與美國均極力的反對，開發中國家認為地球溫暖化是已開發國家所引起的，故應由已開發國家負起責任，而美國布希政府則是基於總統選舉即將來臨的考量，而以地球溫暖化的原因尚缺乏確切的科學依據為由，加以反對。此外，以沙烏地阿拉伯為首的石油輸出國，亦恐因此導致世界石油消費量的減少，而在此項議題討論時多加阻擾會議的進行，終至「地球溫暖化防止公約」在本次會議中並未獲得通過，有賴今後繼續的磋商與溝通。然而具原則性宣示的「氣候變化綱要公約(Framework Convention on Climate Change)」則獲得大部分國家的認同，截至 6月14日止已有 153國加上歐市共同簽署。依此公約之內容，溫室效應氣體之排放管制雖被列入，但並無時限性。日本與歐市各國則宣示他們將在2000年時削減CO₂ 之排放量至1990年的程度。

我國雖然不是聯合國的會員國，但是身為地球村的一員，而且面對即將加入「世界關稅及貿易總協會」的狀況，因此對於CO₂ 的削減亦應儘早尋求因應對策，以免將來措手不及。有鑑於此，筆者等特別譯述日本對地球溫暖化的因應對策，以供政府單位、產業界及全體國民參考。

日本政府於1990年10月，即已制定一項「地球溫暖化（溫室效應）防止行動計劃」，明示日本應推行的對策全貌。該行動計畫，即以西元2000年起，將CO₂ 排放量抑制於1990年之水準，並穩定維持為目標，而推行自產業活動以至生活方式等廣泛領域之CO₂ 排放抑制措施。

*中國技術服務社工業污染防治中心副主任

**前台灣化學纖維公司經理

日本環境廳繼於行動計劃公佈 2個月後的1990年12月，於其所屬地球環境部設立「溫室效應對策技術評價檢討會」（以下簡稱為檢討會），其後以一年多之時間，就行動計劃中所提各項對策技術，檢討其現狀及促進普及上之問題，並考量其與行動計劃目標之關係，而於1990年 5月公佈其結果之概要。本文即為概述該檢討會對日本地球溫暖化防止對策之研究結果。

二、日本二氧化碳排放情形

2.1 二氧化碳排放源

1. 化石燃料燃燒之排放

煤炭、石油、天然氣等化石燃料燃燒時排放二氧化碳至大氣中。化石燃料另用以製造塑膠、藥品、潤滑油、瀝青及碳煙等，所製產品經使用之後變成廢棄物，而被焚燒處理者亦多，此時產生之二氧化碳歸入廢棄物焚燒排放量內。

化石燃料輸入日本國內以前，在採掘、運輸等過程所產生二氧化碳（起源於採掘時發生氣體瓦斯類之焚燒，油輪燃料、天然氣輸送設施之原動燃料等），則歸國外排放量，不列入日本排放量。

2. 化石以外燃料燃燒之排放

薪柴、木炭、農作物廢棄物、乙醇、製漿黑液等生物能源燃料燃燒時排放之二氧化碳。

3. 石灰石分解之排放

石灰石以高溫分解時排放的二氧化碳、其主要來源有水泥生產及高爐煉鋼等。

4. 廢棄物焚燒之排放

廢棄物多為減量化而焚燒。廢棄物包括(1)化石燃料起源之塑膠類(2)森林起源之紙、木材類(3)農作物起源之廚房垃圾、糞尿等。其中第(3)項排放量應與農作物二氧化碳吸收量平衡，而可視為無實際排放量，但因無法掌握其所佔比例，故仍併入本項之排放量。

2.2 1990年度之排放量

由總合能源統計等推算1990年度各部門之排放量如表1。日本之二氧化碳排放量中92.3%係起因於燃料（能源），乃是能源消費成為削減對策主要對象之原因。其中石油佔排放量之泰半62.3%，而成為最大排放源。此外石灰石與廢棄物之排放量分別佔 4%左右。

依總合能源統計之分類法，分別由其燃料消費量求能源轉換、產業、民生、運輸各部門二氧化碳排放量，而後加以各部門之石灰石起源排放量，即得各部門直接排出二氧化碳排放量。

伴隨發電事業機構及私人發電廠（以下統稱為電力部門）發電產生的二氧化碳，約

表1 部門別耗電轉嫁排放量（環境廳推算）

(單位：百萬噸)

部 門	直 接 排 放 量		耗電部份排放量		耗 電 轉 嫁 排 放 量		
	排 放 量	百 分 率	排 放 量	百 分 率	排 放 量 *	百 分 率	電 力 (%)
電氣事業者	285.9	24.6	—	—	—	—	—
私人發電	56.3	4.8	—	—	—	—	—
熱能供給事業者	0.6	0.1	0.1	0.0	0.7	0.1	14.3
私人消費、損失等	44.5	3.8	37.9	11.1	82.4	7.1	46.0
能源轉換部門合計	387.3	33.3	38.0	11.1	83.1	7.2	45.7
農林水產業	32.9	2.8	1.4	0.4	34.3	3.0	4.1
建設業	15.3	1.3	0.6	0.2	15.9	1.4	3.8
礦業	1.1	0.1	1.1	0.3	2.2	0.2	50.0
製造業合計	344.0	29.6	156.5	45.7	500.5	43.1	31.3
鋼鐵業	141.8	12.2	34.1	10.0	175.9	15.1	19.4
窯土石業	74.5	6.4	9.6	2.8	84.1	7.2	11.4
化學工業	34.9	3.0	24.3	7.1	59.1	5.1	41.1
金屬機械業	10.2	0.9	28.5	8.3	38.7	3.3	73.6
製漿造紙業	23.9	2.1	13.8	4.0	37.7	3.2	36.6
食品業	8.4	0.7	8.7	2.5	17.1	1.5	50.9
非鐵金屬業	7.0	0.6	7.4	2.2	14.4	1.2	51.4
纖維業	7.0	0.6	4.9	1.4	11.8	1.0	41.5
其他製造業	36.4	3.1	25.3	7.4	61.7	5.3	41.0
產業部門合計	393.4	33.9	159.5	46.6	552.9	47.6	28.8
家庭用	66.7	5.7	72.7	21.2	139.4	12.0	52.2
業務用	59.5	5.1	63.6	18.6	123.1	10.6	51.7
民生部門合計	126.1	10.9	136.3	39.8	262.5	22.6	51.9
運輸部門合計	206.1	17.7	8.4	2.5	214.5	18.5	3.9
不能歸類	5.0	0.4	—	—	5.0	4.3	—
最終消費合計	730.6	62.9	304.2	88.9	11034.8	89.1	29.4
廢棄物部	40	3.4	—	40	—	3.4	—
排放總量	1162	100.0	342.2	100.0	1162	100.0	29.4

*:假設直接排放量=a,耗電部分排放量=b,則耗電轉嫁排放量=a+b;

$$\text{則其電力}(\%) = b/a+b$$

- 註：1. 水泥原料及鋼鐵製造用石灰石消費(46.1Mt)所排放數量，分別由窯土石業及鋼鐵業分擔。
2. 總合能源統計並未將廢棄物另列為一部門，但本表乃由一般廢棄物及產業廢棄物之統計推算排放量，而另列廢棄物部門。
3. 不能歸類係指總合能源統計中歸類於非能源用途之瀝青，實際上用為燃料而排放之數量。
4. 由於推算有誤差，各部門排放量之總計與排放總量之數字不盡相符。

佔排放總量的 1/3(29.4%)。另一方面電力部門以外之產業或民生等最終消費部門排放量應為各部門直接消費燃料所排出數量（直接排出量）與按電力消費量分擔電力部門排放量（耗電部份排放量）之合計（耗電轉嫁排放量）。

由表 1 可知，產業部門之排放量為最大，約佔排放總量的一半(48%)；民生部門約佔 1/4(23%)；運輸部門約佔 1/5(19%)；其餘 7%為能源轉換部門家消費及損失。產業部門中，製造業之排放量佔排放總量的43.6%，而佔產業部門排放量之90.5%，其中尤以鋼鐵業、窯土石業、化學工業、製漿造紙等基礎材料製造業之排放量為大，此四種行業之排放量已佔產業部門之64.5%。此外石灰石起源排放量佔產業部門之 9.1%，而窯土石業排放量中約一半為石灰石起源排放量。

2.3 排放量的變化

日本自1965年至1990年間的二氧化碳排放量變遷可區別為：1965至1973年之持續增加期，1973至1986年的約略穩定期及1986年以後之急劇增加期等三階段。

若以1973年度為100，而以指數表示日本國內總生產毛額（GDP），則每一人口排放量等之變遷情形如圖 1 所示。

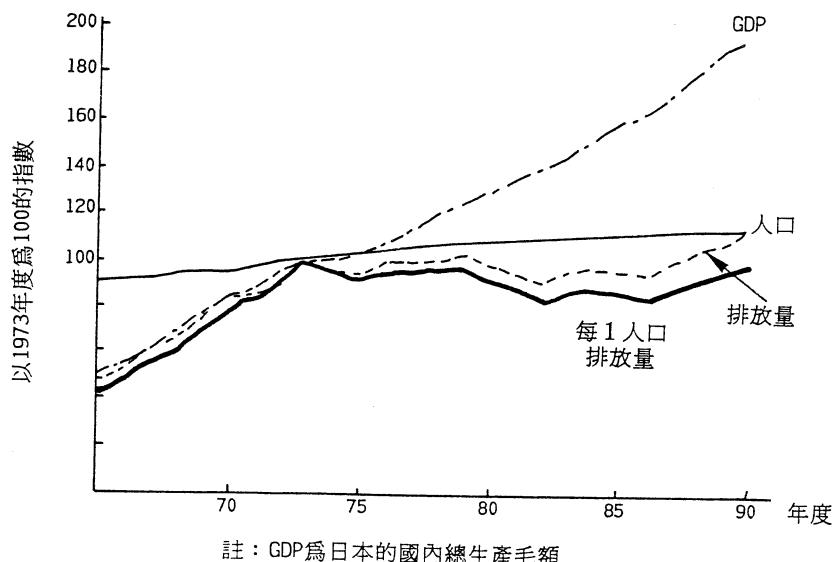


圖 1 日本二氧化碳排放總量的變遷

日本1973年以前之排放總量與經濟成長同步增加，1965至1973年間之排放總量平均成長率達11.4%之高。1973年石油危機以後，由於石油價格上漲，節省能源之努力有成果，加上產業構造之軟體化，迄1986年雖稍有增減，但約略維持穩定之排放量，1986年以後，乃因石油價格尚屬低廉，能源有效利用之努力懈怠，並在擴大國內需要政策之需求增大下，排放量再度增加，而年成長率亦達 5%之高。

每一人口排放量以1973年為最高，惟近年來排放量的成長較大，而1990年已回歸至1973年之水準。

三、二氧化碳排放削減對策技術及削減潛能

以下將針對檢討會所試算各部門對策技術之二氧化碳排放削減潛能概要加以討論。

3.1 已定量化對策技術潛能之評估

各項削減對策技術在公元2000年及2010年之潛能如表2所示。所謂潛能係指先就每一項對策技術設定其技術水準之提高及普及進度表，而以對策技術能按進度表推廣普及為前提，計算其於公元2000年及2010年可能削減之二氧化碳排放量。各對策技術之進度表亦示於表2，表中所示普及率皆參照技術之現狀，預計技術水準在各種政策的推動下，於其可能性之範圍內，以高水準發展為前提設定。

圖2、3所示為以技術成熟度及普及時政策性推動之必要性兩觀點，分類各種對策在公元2000年及2010年之潛能。由圖可知，除太陽能發電外，各項技術之潛能於2000年約為數百至2千萬噸，於2010年約為數百至4千萬噸程度，未見具有顯著大潛能之對策技術。

3.1.1 技術成熟度觀點之分類評估

檢討對象之各對策技術均以迄2010年能實現為前提，為此各對策技術今後之開發及普及自有其不同之過程。本文乃將各對策技術分為下列3類作評估：

- 1.大致已確立之技術，且有普及餘地。
- 2.普及尚需倚賴今後之技術開發，但實現度高。
- 3.普及尚需倚賴今後之技術開發，而開發上之不確定因素仍大。

潛能之合計，若單純以個別對策技術潛能之累積計算，雖有若干重疊之嫌，今敢以個別潛能之積累，分別計算上述3類之合計潛能，結果如圖3。

第1類對策潛能佔合計潛能之四成強，而第2類對策潛能大於第3類，此表示一半以上之對策技術，必須依靠今後技術開發之進一步進展。故欲使對策技術能發揮最大潛能，除繼續強化技術開發外，須徹底推行目前大致已確立且可資利用技術之引進及普及。

第3類對策之潛能小，乃因本分類中，現階段能作定量評估之技術不多之故。

3.1.2 政策性推動必要性觀點之分類評估

對策技術縱使已有技術上之確立，其普及促進仍多需政策性推動之配合。今將檢討對象之對策技術分為：

- 1.以目前之趨勢可望有某程度之普及者。
- 2.若無強力政策性推動之配合，普及未能有進展者。

等二類（請參照圖2、3）作評估。此項之分類係以根據聽證會之結果，於檢討會所作討論為基準。

由圖2、3可知，具有較大潛能之對策技術殆屬於第2類。以個別潛能之積累分別計算此2類之合計潛能結果如圖4。

表 2 各領域對策要素之二氧化碳削減潛能一覽表

項 目	部 門	業種・領域／對策要素	2000年		2010年		預計進度	
			削減量(萬噸)	比率(%)	削減量(萬噸)	比率(%)	削減量(萬噸)	比率(%)
已 定 量 化 評 估 之 對 策 要 素	產 業	鋼鐵／省能技術	325～631	0.58～1.13	650～1262	1.16～2.25	目前之未普及技術迄2010年 100%普及，直接熔融還原普及10～20%	
	1990年 實績之削 減量及削 減率	鋼鐵／再生利用 水泥／省能技術 水泥／混合水泥	759～1347 229～315 234～509	1.36～2.41 0.41～0.56 0.42～0.91	1517～2694 458～631 468～1019	2.71～4.81 0.82～1.13 0.84～1.82	鋼鐵比例迄2010年降低至0.665～0.6(現在0.745) BAI之普及迄2010年達SP之半數以上 利用高爐水泥之混合水泥使用率迄2010年達35～55% (現在18%)	
	製 藥 化 評 估 之 對 策 要 素	製藥造紙／省能技術 製藥造紙／再生利用 石化／省能技術 乘用汽車／使用年數 其他製造業／鍋爐改進	378～688 62 253 195 1292	0.68～1.23 0.11 0.45 0.35 2.31	756～1376 124 253 223 1292	1.35～2.46 0.22 0.45 0.40 2.31	BAT 迄2010普及，進而引進將來技術 廢紙利用率迄2010年達61% (現在49%) 迄2000年100%達成目前最新廠單位成品耗水準 乘用汽車平均使用年數由目前之 9年延長為10年， 削減生產量 10t／h以上鍋爐之空燃比最適化，利用排氣鍋爐之 熱回收100%普及及	
	全 製 造 業	全製造業／VVVF電動機	1758	3.14	1758	3.14	省電25% WF分別普及，非汎用 3相交流電動機之 50%，小型汎用之12%	
	全 製 造 業	全製造業／燃料轉變	296	0.53	591	1.06	鋼鐵、化學以外各業之燃料中，煤及石油分別由石 油及LNG 替代，迄2000年55%，2010年10%	
	民 生	家庭／保溫精造強化	403	1.23	962	2.65	1995年以後之新設住宅：隔熱材+雙層玻璃→100% %，既設住宅：雙層玻璃→ 5%/年	
	民 生	家庭／多機能熱泵 家庭／太陽能	206 263	0.63 0.80	709 546	1.96 1.50	分戶住宅分別於2000年及2010年引進2.5%及7.5% 可巧進家用住宅分別於2000年及2010年普及45%及 90%	
	民 生	家庭／變頻器照明	207	0.63	509	1.40	家庭用照明分別於2000年及2010年由變頻器照明替 代50%及100%	
	民 生	家庭／電視機液晶化	273	0.83	671	1.85	電視機顯示管分別於2000年及2010年由液晶替代50% 及100%	
	民 生	家庭／機器效率提高	216	0.66	1053	2.90	1995年以後，冷暖房、冰箱等效率以過去之 1.5倍 速度改善提高	

表 2 各領域對策要素之二氧化碳削減潛能一覽表（續）

項目	部門	業種・領域/對策要素	2000年		2010年		預計進度
			削減量(萬噸)	比率(%)	削減量(萬噸)	比率(%)	
已定量化評估之對策要素	民生	家庭／品德性省能業務／省能建築物	965 421	2.95 1.29	1073 1785	2.96 4.92	50%之家庭推行各種品德性省能對策 1995年以後新建建築物之25%及90%分別於2000年達成省能率44.3%
		生活廢棄物再生利用	620	1.89	620	1.71	環境驗試算之再生利用推進將來目標於2000年達成油之燃料效率分別於2000年及2010年提高7~10%及10~15%，小型載貨柴油車燃料效率亦提高 迄2010年普及，電動汽車 860萬輛，汽油混氣兩用汽車 240萬輛，天然氣汽車106萬輛
	交通	汽車／燃料效率提高	460~725	2.28~3.60	2212~2930	9.64~13.03	由於鐵路、內海航運之運輸型態改變，運輸量分別於2000年及2010年削減 183及 210億噸公里／年
		運輸型態改變	721	3.58	1717	7.48	汽車之排氣量別構成比例回歸至1980年之水準
轉換設備	能源	乘用汽車／生活方式	116	0.58	252	1.10	NE0推算之建築物之外建築物之引進迄2010年實現 1995年以後新建之全部住宅及既有住宅之2成及5成
		分散／太陽能（一般）	876	4.10	940	4.30	NE0推算之建築高度40m，轉子直徑50m風力發電設置可能數 5,993台迄2010年實現
	分散／風力發電	分散／太陽能（住宅）	691 4651	1.78 12.52	1382 9520	3.57 24.57	連續焚燒設施總能量之70%迄2010年時加最高效率發電設備
		分散／風力發電	202	0.52	404	1.04	上項設備中，依過熱方式重建強化之燃氣輪機能量達上項之67.0%
對策要素	分散／垃圾發電(高效率化)	分散／垃圾發電(複合化)	650	1.68	1,453	3.75	潛在需要量之預測值之上限於2000年達 1,600MW，加上逆潮流為3,200MW
		分散／民生汽電共生	890~3222	2.30~8.31	1937~6594	5.00~17.02	過去 5年間之引進實績持續至2010年
	分散／產業汽電共生	分散／燃料電池	252	0.65	503	1.30	由發電供給設備目標之設備量計算
		分散／下水道污泥發電	448	1.16	896	2.31	嫌氣性處理比率分別於2000年及2010年增為20%及90%產生氣體之發電利用率分別增為50%及90%
大規模／私人發電(重建強化)	大規模／火力發電效率提高	分散／私人民生汽電共生	316	0.82	983	2.54	私人發電設備全部重建強化
		分散／火力發電效率提高	47	0.12	156	0.40	新設設備全部為複合化，既設設備之50%複合化，燃煤發電設置設備於2000年以後複合化及重建強化

表 3 各部門對策要素及潛能之定性評估

項目	部 門	對 策 要 素	潛 能 能 定 性 評 估
未 定 量 化 評 估 之 對 策 要 素	產 業	鍋爐以熱泵代替 照明省電化、建屋省能化等 設備小改善、操作改善等 產業間熱能融通	需視技術開發之進展，或有重大潛能 在個別工廠已有大量省能效果之實例 已有試算報告，在中小企業尚有平均6%程度之省能可能性 若能實現效果頗大
	民 生	區域冷暖房 屋頂綠化、道路之透水性鋪裝 夏令時間之實施	可能發揮未利用能源之利用等較大效果，需檢討地區別適用性 東京地方可依維特綠化率50%，減少夏天7~8月之日間電力量約6% 據省能中心調查，實施夏令時間有若干省能效果，但另有耗能因素須詳細檢討
	交 通	促進利用公共交通工具及腳踏車 促進共同運輸 促進利用貨車 改善道路交通系統提高行駛效率	視區域之情形或具大潛能 已有削減有關汽車交通量50%之報告例 營業用貨車每運輸1噸公里之二氧化碳排放量為自用貨車之1/3程度 行駛效率提高亦可能引誘更多交通量，而成爲耗能的因素
	共 同	產業・民生領域間之能源融通 環境熱能之利用	若能實現效果頗大，但需以區域別詳細檢討其可行性 若能實現效果頗大，但需以區域別詳細檢討其可行性

- 註 1. 單位事業用電力之二氧化碳排放係數，民生、交通部門使用其個別部門之未來推算值，產業、能源轉變部門使用其現狀值。削減率係指對該部門總排放量之比率。
2. NSP：設有 New Suspension Preheater 之旋緊。
3. BAT：Best Available Technology (最佳適用技術)。
4. VVVF：轉速可變式電動機。

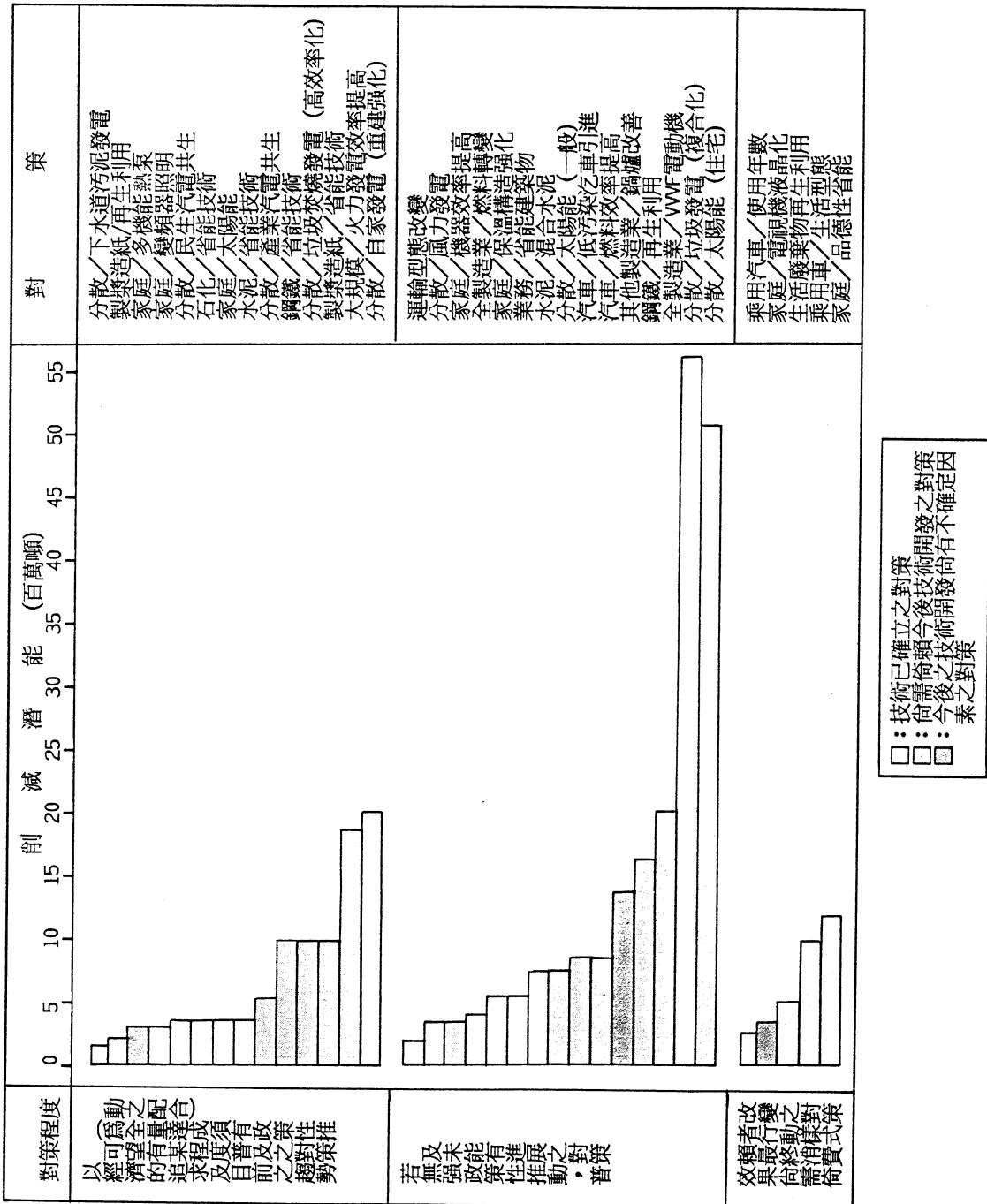
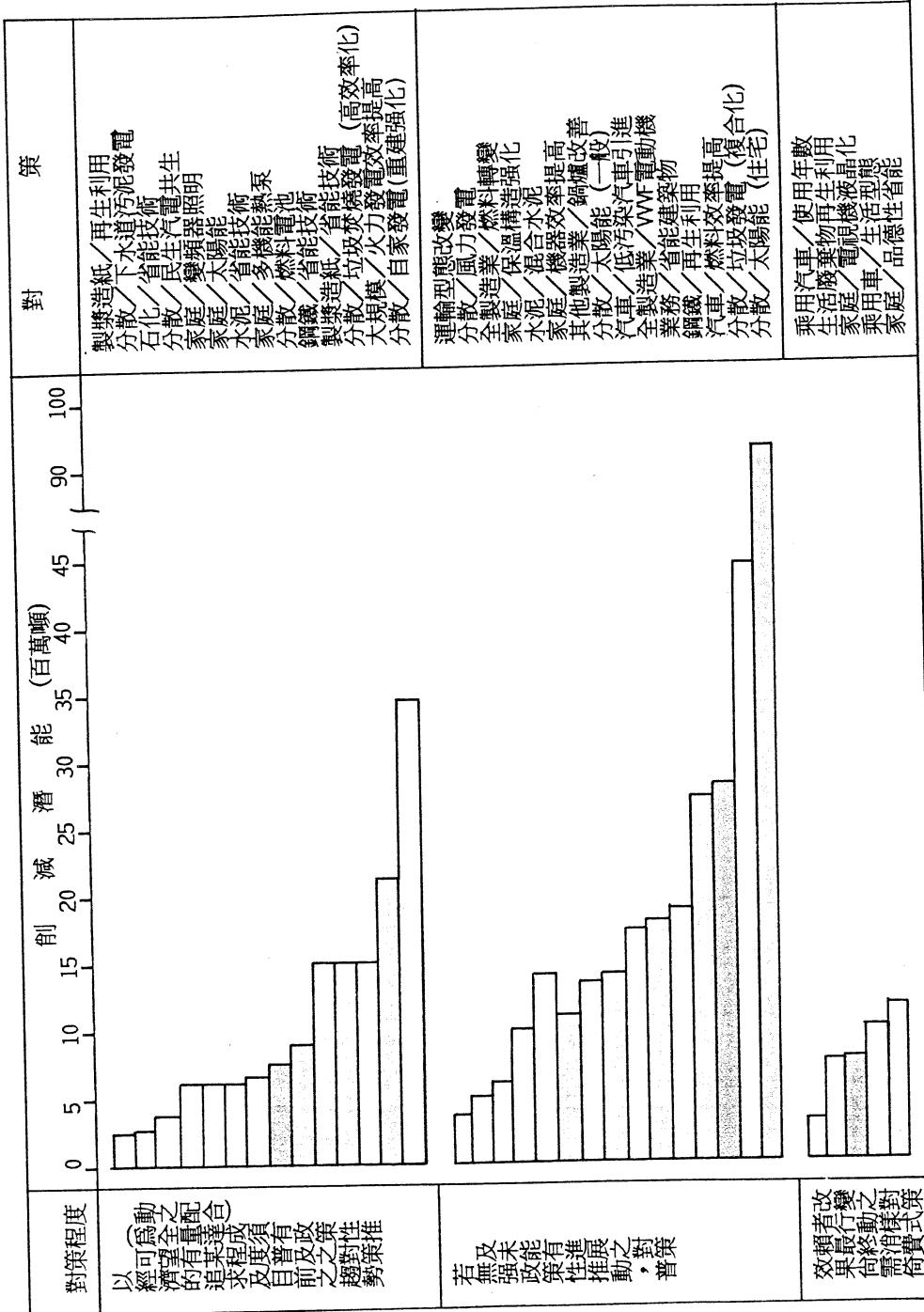


圖 2 公元2000年對策技術之潛能圖



□：技術已確立之後，推動技術開發之對策
□□：技術尚未開發，但有不確定因素之對策

圖 3：公元2010年對策技術之潛能圖

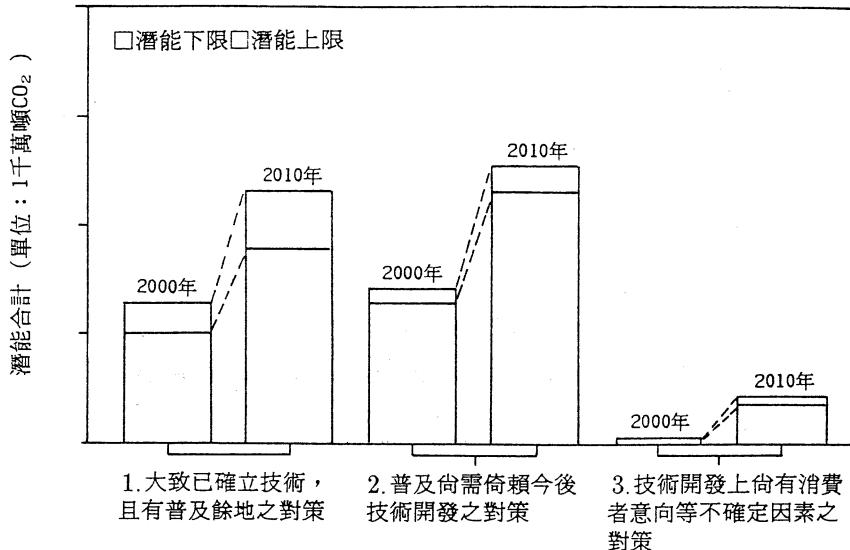


圖 4 以技術成熟度觀點分類之各對策潛能合計

由圖 5 可知，合計潛能 2/3 之實現，必須有強力政策的推動配合始能達成。此等對策之大部份，必須由政府有關機關與事業主協力，官民一體共同促進其引進之普及。而此等需要政策性推動配合之對策技術中，如品德性省能等，其效果必需倚賴於消費者行動樣式改變，以及品德之提高等。為了實現此目標除了以經濟的誘因刺激外，推行地球環境資訊之提供、環境教育等，以灌輸並提高全體國民對地球環境之認知與關心，亦屬重要工作。

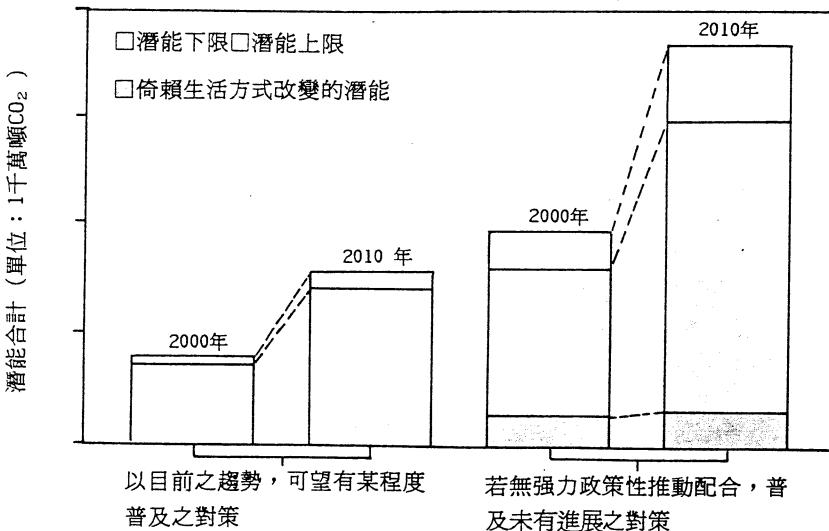


圖 5 以政策性推動必要性觀點分類之各對策潛能合計

3.1.3 未定量化對策技術之潛能評估

對於各項對策技術雖已積極的予以定量化評估，但仍有一部份不得不止於定性的檢討。未能定量化評估之主要對策技術如表 2 下段所示。

其中具有大潛能之對策技術應推能源融通及環境熱利用，此等若以區域社會基礎之型態引進，可期待其發揮削減效果，然而目前均因其實施例少，未克作定量評估。

此外，尚有如區域冷暖房系統技術，雖已有定量評估之方法，但因數據有限無法作定量評估之對策技術。

另產業部門之細心不嫌繁瑣的設備改善、操作改善、照明用電之節省、廠房斷熱等之削減潛能亦不容忽視，尤以在石油危機以後，日本以政策的誘導及推動引誘潛在能力之發揮，其省能成效遠超出預期目標。此等經驗應可再加以利用。

圖 6 為日本總合能源調查會所公佈之長期能源需要量預測與實績之比較。石油危機（1973）以後至1983年間，實績量均低於預測，可見因應高石油價格及環境管制能導引潛在能力之發揮，促進省能技術對策之累積，並產生超出預測目標之省能效果。對於溫室效應方面亦應留意，若施策得當亦有可能導引目前未能定量評估之潛能，而貢獻重大削減效果。

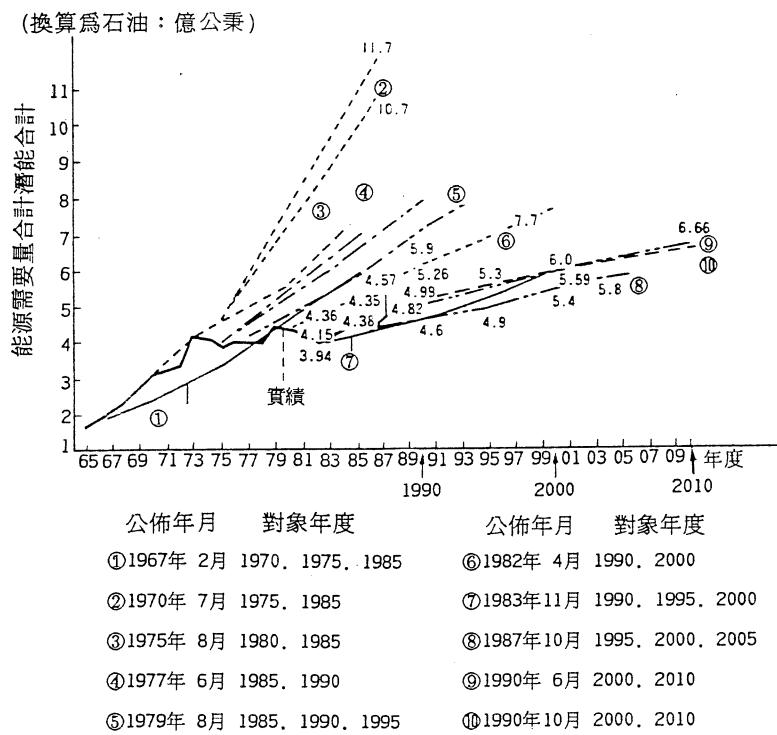


圖 6 長期能源需要量預測與實績的變遷（總合能源調查會）

3.1.4 重點對策領域

以上乃各項對策技術之概述，茲就今後應重點推動之對策領域作介紹。

1. 引進以天然能源為中心之分散電源

如：太陽能發電、風力發電、垃圾焚燒發電、汽電共生等。

2. 促進製造業引進普及中之對策技術

如：促進4種行業引進普及中之對策技術、鍋爐之空燃比最適化及廢熱回收強化、電動機改用VVVF（轉速可變式電動機）等。

3. 能源消費器材高效率化

如：汽車燃料效率之提高，家電製品、照明器具之效率提高，低污染車之開發等。

4. 加強建築物之省能對策

如：住宅保溫構造強化，商務用建築物省能化，多機熱泵之引進等。

5. 藉由廢物再生利用削減基礎材料製造之二氣氧化碳排放

如：廢鐵再利用，高爐水泥之利用，生活廢棄物再生利用，生活方式之改變延長汽車使用年數等。

上述五項重點對策對五個領域之潛能統計如圖7所示，其中以第1項引進天然能源為中心之分散電源為最大，而在公元2000年，第2項製造業引進普及中對策技術及第3項能源消費器材高效率依序次之；然至2010年時，後兩者之次序顛倒，此乃由於能源消費型器材之汰舊換新需要時間所致。

第4項加強建築物省能對策，亦因其汰舊換新所需時間較第3項長，在2010年之潛能並不大，但當2010年已存在全部住宅及商務用建築物，完成保溫構造強化及省能對策時（即 20×0 年）之潛能大而超出第2及第3項。第5項亦具有凌駕於第2或第3項之潛能。

四、部門別削減能力

由於對策技術之大部份其本身已具有經濟的價值（大部份之省能對策技術屬之），生活舒適性之提高（住宅保溫構造強化屬之），資源節約或保育（天然能源利用、廢物再生利用等屬之），或都市環境之改善（低污染汽車屬之）等功效，故僅依現狀之趨勢推測，亦可期待某種程度之普及。

然而由推動溫室效應對策觀點言之，必須力求其徹底普及，以導引其最大削減潛能，惟達成此目標之前，尚有經濟的制度問題，乃至消費者之喜好與否等多種問題等待解決。

為解決此等課題，並推展企業、區域乃至家庭等廣泛領域之溫室效應對策，必須由引進並強力推行制度上及財源上之有效政策著手。

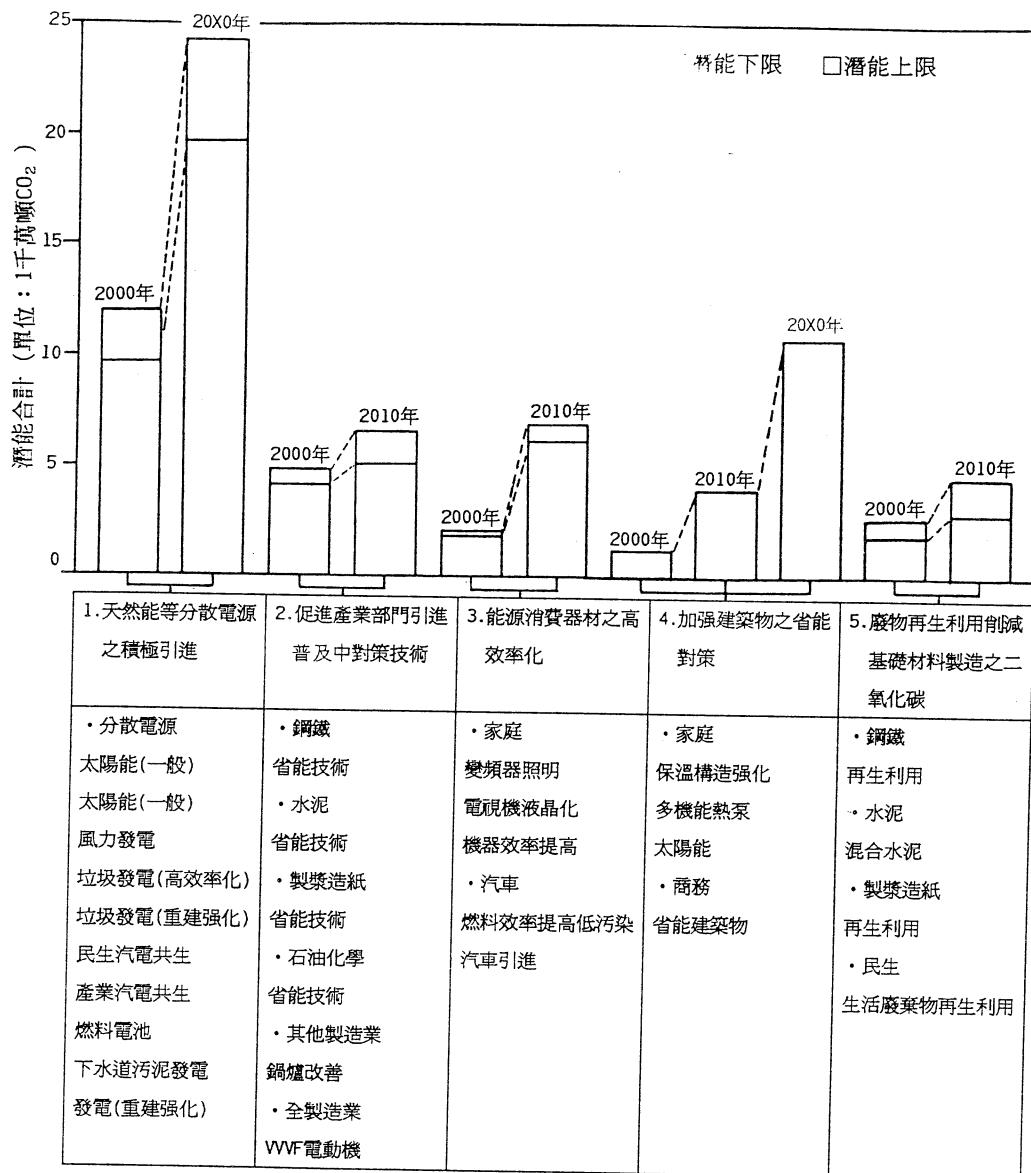


圖 7 五項重點對策對各領域之潛能統計

以下就各領域之二氧化碳削減能力作概述，但需先聲明，此等僅為由潛能觀點之論述，其實現尚有多項問題待解決，必須有積極的社會的、經濟的政策對應。

4.1 產業部門

產業部門潛能之定量評估，本應先設定產業活動進度表。本部門生產量之推測或產業構造之軟體化，產品高附加價值化等趨勢之變化，將使排放多量二氧化碳之基礎材料產業排放量之動向，及其對策技術之效果等產生大幅變化。

此項活動進度表需經評細之檢討設定，惟該檢討會並未設定進度表。實際上產業軟體化，應有附帶二氧化碳排放抑制因素，而生產量增加，亦有附帶二氧化碳增加因素，但仍以產業構造及生產量均不變為前作檢討。其結果僅以定量評估部份計，於2000年可削減產業部門全體排放量之約11~14%，而於2010年即可削減約15~20%。

4.2 民生部門

以過去之數據等依經濟模式，計算住宅（戶）數及商務用建坪面積成長時之排放量。本部門若大幅引進可定量評估之對策技術，能較未作對策而任其以現狀趨勢增加之情形，於2000年約有5~9%，於2010年約有14~20%之排放削減。

然若以商務用建坪面積之成長，單位家庭冷暖房水準及用電量之提高等為前提，而僅推行已定量評估之對策，即排放總量將較1990年之水準，於2000年約增12~17%，於2010年約增9~17%。

但若經數十年時間後，至所有建築物均已為對策之新型式取代時，單位家庭或單位建坪面積二氧化碳排放量，將可大幅削減。

因此假定目前之單位家庭能源消費增加傾向，將於2010年到達尖峰而不再增加，在其後之將來本部門之排放總量，可較現在削減16%程度。

4.3 交通部門

依據日本建設部之汽車數量預測，推算車種別行駛距離及二氧化碳排放量，本部門若大幅引進可定量評估之對策技術，可較其以目前之趨勢增加之情形，於2000年約有4~9%，於2010年約有10~14%之排放削減。

然若以單位汽車行駛距離之成長，及汽車性能之高度化等為前提，而僅推行已定量評估之對策，即排放總量將較1990年之水準，於2000年約增2~9%，於2010年約增3~13%。

4.4 能源轉變部門

本部門目前之電力供給目標，與行動計劃目標有整合性關係，故若能達成電力供給目標，並大幅擴大以核能發電為中心之非化石能源時，本事業用電力之單位二氧化碳排放量，可於2000年削減約10~14%，於2010年削減約27~31%。此外太陽發電、私人發電之重建強化、廢棄物焚燒發電等分散電源之大規模引進，將對單位電力二氧化碳排放量之削減有相當程度貢獻。

五、行動計劃目標與潛能的關係

為抑制二氧化碳排放量，達成溫室效應防止行動計劃之目標，必需促使檢討會所檢討各項對策技術之潛能，包含未定量評估之削減潛能，發揮最大限度之效果。為此除應

繼續推進技術開發並及早引進其成果外，必須有強力政策的對應，以促進各種對策技術之徹底普及。

有此等強力政策的對應以及官民一體之對策推行，始能在經濟構造、產業構造之軟體化等長期性趨勢相輔之下，達成溫室效應防止行動計劃之目標。

六、應重點推動之政策

茲根據上述技術檢討及認知，整理各部門今後應重點推動之政策。

6.1 產業部門

促進普及中對策技術之徹底普及，及廢物資源再生利用應為關鍵重點。產業部門之對策推行進度應最敏感反映於其能源成本，然而近數年來由於能源價格低廉且安定，省能投資已有顯著減退，且省能對策之推行亦停滯。應以改善投資環境之政策措施予以刺激，並明確訂定對策實施目標，另以經濟的政策手段促進有關之設備投資及對策之普及。

此外督促由企業自行掌握二氣氧化碳排放狀況，有計劃地實施排放抑制對策等制度亦屬重要。總之必須以各種措施促成削減潛能之發揮。

能源融通或廢物資源再生利用領域之同業或不同行業間相互提攜等，亦即社會體系的配合益形重要，為促進此種體系之實現，必須由制度方面著手，藉由經濟的支援措施以確保其財源。

6.2 民生部門

1. 建築物新建或改建、都市或區域規劃基礎建設時，應有計劃地踏實引進對策技術，為此必須有制度上的對應及經濟的支援措施以確保其財源。
2. 提高家電製品等之效率、太陽能利用設備之普及等，應屬重要事項，為促進此等技術之開發，除制定明確目標外，應有經濟支援之措施。

6.3 交通部門

1. 改善汽車排氣減低二氣氧化碳之排放，促進低污染汽車之普及等應屬重要事項。為促進此等技術之開發，應明訂排放標準等之目標，並制定設備投資之經濟的支援措施。
倡導消費者選購高燃料效率、耐久性汽車亦屬必須，同時應有綜合的政策之推行以資配合。
2. 推進運輸型態改變所需基礎規劃，卡車運費體系之最適化應屬重要事項。對於基礎規劃方面，應有經濟的支援措施以確保財源。

6.4 能源部門

促進非化石能源之開發利用，尤以天然能源或汽電共生等分散型電源之積極引進或

應用應屬重要，為促進其實現，除檢討修正既有制度外，應推行相關基礎設施之規劃等。予以經濟的支援以確保其財源。

七、結語

由上所述，今後為促進二氧化碳排放削減對策技術之徹底普及，並達成溫室效應防止行動計劃目標，應朝向下列基本方向努力。

1. 全體立即推動

當務之急應為速將二氧化碳排放之趨勢，由增加轉變為維持穩定，或進而轉變為減少之趨勢。

溫室效應防止對策，必須靠每一國民之意識改革，以及由意識改革衍生之行動推行將溫室效應問題之現狀、對策之必要性、具體對策之解說等資訊，反覆以簡單易解方式，灌輸於國民之每一階層務求其理解，進而求其參與對策之推進，此應為第一關鍵要務。

二氧化碳排放抑制對策，並無特定領域特效藥類之方法，唯有藉對策實施企業或個人、對策技術、對策手段等之全力來推動。為此企業或個人等對策實施單位，應承行動計劃之目標實行本身之溫室效應防止對策緊急總檢討，自動地設定包括排除能源浪費（所謂品德性節省或省能）、無需太大投資之工廠改善或運輸方法之改善（據云中小企業中尚有約 6% 之省能潛力）等之行動計劃，並立即著手至為重要。

2. 適合時機的推動

設備、建築物、產品等之新設、更新或都市、區域開發等時，均應引進二氧化碳排放量較以往少的新技術，尤以建築等壽命較長設備，若失去適合引進時機，對策技術之普及與成效，將需更長久時間。

此外應推行有計劃的中長期社會基礎規劃，以利電力及熱能融通、環境熱利用、運輸型態改變之普及，提高社會全體之能源利用效率。

為上述各項之實現，必須有適合時機且有計劃的財源確保、制度的條件規劃、技術資訊之提供、人材之確保等措施之推動。

3. 締造二氧化碳排放抑制型社會

推動溫室效應防止對策之目的，不外乎最有效率的社會經濟結構之形成，然而其實現必須克服，起因於現在社會構造之種種限制。

為使檢討會所檢討各項對策技術能及時普及，必須克服經濟的、制度的、市場的（消費者意向）、技術資訊之不徹底等限制。然克服此等限制須有其社會結構，若未能形成勇於祛除此等限制的社會結構，再好的劃時代對策技術之開發亦將徒勞。

八、參考資料

- 佐藤雄也，地球溫暖化への日本の對應，資源環境對策，Jane. 1992.

- 2.環境廳，地球サミットの概要について，資源環境対策，Aug. 1992.
- 3.川名英之，地球サミットー現場からの報告，資源環境対策，Aug. 1992.