

國土交通省氣候變遷調適計畫

～全力防範氣候變遷帶給我國危機～

2015年11月

國 土 交 通 省

國土交通省氣候變遷調適計畫

目錄

I.前言.....	1
II.基本構想.....	3
1.氣候變遷對國土交通領域之影響.....	3
2.國土交通省應推動之調適對策理念.....	3
3.調適對策基本構想.....	4
(1)因應不確定性之適應性管理.....	4
(2)目前所產生現象之處理.....	4
(3)將未來的影響納入考量.....	4
(4)軟硬體綜合對策.....	4
(5)各種事業計畫等納入氣候變遷要素.....	5
(6)與自然共生及重視環保.....	5
(7)重視地區特性，爭取各界（地方公共團體、事業者、居民等）參與.....	5
4.調適對策之實施與修正.....	6
III.調適對策相關對策措施.....	7
1.自然災害方面.....	7
(1)水災.....	7
(2)土砂災害.....	11
(3)暴潮與大浪等.....	13
2.水資源與水環境領域.....	15
(1)水資源.....	15
(2)水環境.....	17
3.國民生活與都市生活領域.....	18
(1)交通基礎建設.....	18
(2)熱島現象.....	19
4.產業與經濟活動領域.....	20
5.其他領域.....	20
6.基礎工作.....	21
(1)推廣與資訊提供.....	21
(2)觀測、調查研究與技術開發等.....	22
(3)國際貢獻.....	24

國土交通省氣候變遷調適計畫

～全力防範氣候變遷帶給我國危機～

I. 前言

地球暖化可能帶給地球與人類危機早已成為世界共識。地球暖化加劇將提高短延時強降雨與大雨發生頻率，造成海平面水位上升、颱風劇烈化而造成更嚴重的旱災與熱浪等氣候變化。在此情況下，可能帶來更多水災、土砂災害、暴潮災害與旱災。基於此認識，1992 年通過《聯合國氣候變遷綱要公約》（UNFCCC），世界各國開始全面推動地球暖化對策。

地球暖化對策過去的重點在於降低二氧化碳等溫室效應氣體排放量與溫室效應氣體吸收源（減緩對策）。防止地球暖化須積極推動溫室效應氣體減緩對策，但越來越多人瞭解，減緩對策做到最好恐怕也無法完全避免氣候變遷影響。事實上這幾年世界各地頻頻發生類似珊迪颶風（2012年，北美）與菲律賓超級颱風等的嚴重氣象災害，災情慘重。

聯合國氣候變遷綱要公約簽約國大會（COP）指出，減緩對策之外還需實施能對應氣候變遷不良影響之「調適對策」¹。與此同時，美、英國等歐美國家及澳洲、中國與韓國等也紛紛制定全國性調適對策計畫，有計畫地全面推動氣候變遷調適計畫。

我國時雨量超過 50mm 的短延時強降雨發生機率約為 30 年前的 1.4 倍，日降雨量大於 100mm、200mm 的大雨日數也持續增加。但與此同時，無降水日數也提高。此外，一百年來日本年平均氣溫約升高1.1℃，主要大都市年平均氣溫上升約 2～3℃。

目前日本就已發生 2011 年第12 號颱風造成紀伊半島大水災與土砂災害、2012 年九州北部豪雨嚴重水災與土砂災害，2013 年第 18 號颱風豪雨成災、第 26 號颱風造成伊豆大島土砂災害、2014 年廣島市土砂災害、2015 年關東暨東北豪雨引致水災與土砂災害等等，幾乎每年各地都頻繁發生水災與土砂災害、災情慘重。2013 年夏季關東、中部、四國為主的日本許多地區降雨量少於年平均數，因此全國 18 水系 23 條一級河川實施限水。此外，都市地區因全球暖化加上都市化影響氣溫上升、中暑患者增加等明顯危害人們健康

¹ 2010 年COP16（第十六屆締約國大會）通過（墨西哥）坎昆協議，締約國一致同意採取調適計畫、重點化與實施等等調適行動。此外，2014 年召開的COP20 發布大會共同聲明「利馬聲明」，確認2015 年預定採用之2020 年以後氣候變遷國際框架下的調適行動。

與生活的狀況。除此之外，地球暖化伴隨氣候變遷等重要因素改變水循環。未來氣候變遷可能讓這些問題更加嚴重。

由上可知，日本氣候變遷所產生狀況已經對國民的生命、健康與社會經濟活動造成嚴重影響，甚至進入危機狀態，防範問題惡化須提出有效對策（調適對策）。可以說，日本實施氣候調適對策之重要性與急迫性，遠高於其他國家。

在此情況下，日本首次策定了政府整體的「調適計畫」，其中特別是主管國土安全、社區營造、交通政策、住宅與建築物、氣象等多種領域、負責營造安全且安心之國土、地區環境的國土交通省，責任重大。因此，國土交通省率先制定政府整體調適計畫，檢討國土交通領域之調適對策，策定了國土交通省調適計畫，並反映到中央政府的調適計畫，於2014 年 3 月制定國土交通省環境保護方針之環境行動計畫（國土交通省環境政策推動本部決定）。

水災領域氣候變遷調適對策方面，召開「社會資本整備審議會河川分科會議氣候變遷調適治水對策檢討小組委員會議」，進行審議，2015年 8 月由社會資本整備審議會會長將審議結果呈報國土交通大臣。此外，海岸沿岸地區調適對策方面，另行召開「海岸沿岸地區（港灣、海岸）氣候變遷影響及調適方向檢討委員會議」，檢討做法方向，2015 年 6 月及 7 月公開檢討成果。除此之外，為多方面檢討交通基礎建設、熱島效應等調適對策，國土交通省環境政策推動本部成立工作小組，制定 2050年日本國土規劃，2015 年 9 月提出社會資本整備重點計畫等計畫，並檢討調適對策相關實務工作，召開社會資本整備審議會環境部門與交通政策審議會交通體系分科會議環境部門聯席會議，然後由國土交通大臣擔任本部長之國土交通省環境政策推動本部彙整為本調適計畫。

國土交通省將依據上述計畫，整合職掌分布全國各地支分局業務到與本省軟硬架構度等企劃、立案業務乃至於氣候變遷觀測、研究關係密切之氣象廳、國土地理院以及國土技術政策綜合研究所等研究機構，廣泛發揮其所綜合力量，並積極整合相關部會、與地方公共團體合作，爭取民眾、NPO（非營利組織）、企業廣泛參與協助，全力推動各項調適對策。

此外，本計畫配合政府之調適計畫，大致擬定未來 10 年之工作計畫。

II. 基本構想

1. 氣候變遷對國土交通領域之影響

2013 年 9 月到 2014 年 11 月相繼公布之 IPCC（聯合國政府間氣候變遷專門委員會）第五次評估報告指出，今後全球氣候系統性暖化已無庸置疑。該報告也指出，即使各國採取相當程度能減緩氣溫上升之暖化對策，全球平均地面氣溫與世界平均海平面水位仍可能上升，對人類社會造成嚴重不良影響。

針對本評估報告，日本中央環境審議會為方便將來制定政府整體之「調適計畫」，2015 年 3 月針對氣候變遷影響的日本評估，提出「日本氣候變遷影響評估報告暨待解決課題（參考意見）」報告。參考意見指出，氣候變遷國土交通省主管領域也會受到各種影響。具體而言自然災害部分，短延時強降雨及大雨發生頻率提高，未來可能頻繁發生水災或發生遠超過設施承受能力之外力造成極大規模水災、土砂災害頻率提高以及超過計畫規模土砂移動現象發生頻率提高等狀況。除此之外，強烈颱風造成異常高潮（extraordinary high tide，高潮引致潮位異常現象。以下同。）等嚴重化與中長期海平面上升等，可能帶給台灣與海岸嚴重不良影響，事關重大。

水資源與水環境領域方面，無降雨日增加造成經常性缺水，連帶產生缺水災害，推估水溫上升與水質變化等也會嚴重影響部分民眾生活。

國民生活與都市生活方面，受豪雨頻率與颱風等劇烈氣象惡化等影響，交通基礎設施破壞災害風險提高，加上氣候變遷導致氣溫上升以及都市化形成熱島現象，都市區域氣溫有大幅度升高之虞，影響重大。

產業與經濟活動方面，暖化海冰面積減少後北極海航道可行性提高受關注，但預估風災水災也可對旅客與物流帶來不良影響。

由上可知，與國土交通有關之氣候變遷影響範圍大而嚴重，因此，應儘速擬定相關調適對策。

2. 國土交通省應推動之調適對策理念

國土交通省由各單位主體性地適當分工，並依據科學知識見解於適當期間有計畫地實施將目前已產生或未來氣候變遷影響可能引致災害降到最低之對策，有效益、有效率地推動以①守護國民的生命與財產，②持續確保支撐社會與經濟活動之基礎建設與系統之機能，③維護國民生活品質，④適度運用可能之狀況變化等為基本理念的調適對策。

此外，氣候變遷速度與程度可能升高到超過調適有效性極限²，因此，應採取過去所

實施、以減緩對策及調適對策為雙軌架構之地球暖化對策。此外，調適之外也應積極推動可資減緩地球暖化之對策措施³。

3. 調適對策基本構想

（1）因應不確定性之適應性管理

一般而言，人口、經濟發展趨勢、技術水準、生活型態等人類未來社會經濟情勢變化很難精確預測。因此只能針對可用以預測未來氣候變化之全球溫室效應氣體排放量，以及用以預測氣候變遷結果影響與災害風險的地區社會經濟狀況，進行某種程度假設。此外，不同氣候模型會產生不同的預測結果，氣候變遷對未來影響的預測（影響的發現時間點、地點與程度）因而有其不確定性。

因此之故，調適對策應持續實施適應性管理與氣候變遷監測，掌握氣候變遷進行狀況與最新氣候預測數據、地區社會經濟狀況變化、過去之對策與新對策降低災害風險效果，且須能在必要時間點選擇正確、精準的調適對策。

（2）目前產生現象之處理⁴

預測未來伴隨氣候變遷短延時強降雨與大雨發生頻率乃至於酷熱天數都會增加，這些也都是日本長期持續觀測到的明顯現象。針對這些現象，基本上應將實施中的防災對策措施等定位為調適對策，進一步推動。

（3）將未來影響納入考量

未來氣候變遷影響程度與發現時間點不確定性大，目前發生之現象也可能伴隨氣候變遷進行更加惡化而發生嚴重影響社會之大規模災害，因此，考量氣候變遷影響而檢討對策時，基本上也應注意氣候變遷可能導致現象之發生機率變化，鎖定低發生率卻可能造成大規模影響的現象，檢討對應措施。

（4）軟硬體綜合對策

調適對策包含設施整備等硬體對策到提供居民資訊、資訊傳達等的訓練，避難、緊急救災活動、持續推動防災事業等以及可儘早完成災害復舊之事前檢討等軟體對策。因應氣候變遷影響及其災害風險嚴重程度與地區特性等，儘速制定適當組合軟硬體之綜合

² IPCC（聯合國政府間氣候變遷專門委員會）第五次評估報告書

³ 例如，實施熱島效應對策之綠化並開發、推動環保汽車等

⁴ IPCC 第五次評估報告指出，推動氣候變遷調適對策的第一步係降低地球面對持續發生氣候變遷的脆弱度與危害度。

對策。此外，資訊通信技術（ICT）除了積極用來傳遞資訊給居民，也應應用大數據。

另外，IPCC 第五次評估報告指出，氣候變遷影響所產生災害風險乃因氣候變遷引致「災害外力」與社會經濟承受氣候變遷影響之「脆弱度⁵（缺乏對應力）」、「危害度⁶（受影響地點有居民或財產等）」相互作用形成，因此，調適對策須減緩這種脆弱性與曝險狀況（參照附件）。由此觀點來看，推動調適對策都市與山區應掌握人口減少城鎮與區劃重編機會，設定災害風險並推動氣候變遷產生災害風險地區的社區營造、地區營造與土地利用。

（5）各種事業計畫等納入氣候變遷要素

為有效益、有效率地實施調適對策，應納入氣候變遷影響各種事業計畫之調適對策構想。此外，推動基礎設施與系統等整備、維護管理與更新等過程中，必要時相關設施設計也應納入未來氣候變遷影響之考量。

（6）與自然共生及重視環保

國土交通省實施社會資本整備時已注意到迄今自然界的活動狀況、持續配合地區特性應用自然所具備功能，融入自然並從保護生物多樣性與永續利用的觀點採取能保護、再生與創造自然環境之對策措施。調適對策之立案與實施同樣須注意自然環境保護、再生與創造。此外，應配合目的與地區特性，提供生物棲息與生長場所、形成良好景觀並應用可抑制氣溫上升之自然環境所具備多樣化功能（綠色基礎設施）。

（7）重視地區特性，爭取各界（地方公共團體、事業者、居民等）參與

各地面對氣候變遷影響的脆弱度與危害度程度不一，推動調適對策各地區應配合該地區特性，研擬彈性對策。此外，推動相關工作應注意，最好事先建立地方公共團體、事業者、居民等多樣化主體共同參與的工作架構，事先研判應如何因應惡化之氣候變遷影響、強力推動對策情境，較有效果。此外，處理防災與環境等民眾身邊問題案例時，例如如何充分宣導民眾氣候變遷影響與調適對策內容等，中央政府應提供支援。

⁵ IPCC 第五次評估報告之「脆弱度」定義：可能受不良影響的狀況或原因。脆弱度含易感受危害或受影響，以及欠缺應變、調適能力等的概念與要素。

⁶ IPCC 第五次評估報告之「危害度」定義：可能受不良影響之地點及環境有民眾、生活、生物種或生態系、環境機能、服務與資源、基礎設施乃至於經濟性、社會性及文化性資產。

4. 調適對策之實施與修正

推動基於適應性管理的調適對策時，應持續進行氣候變遷及其影響之監測。此外，有些未來氣候變遷及其影響、調適對策相關而目前知識見解尚未充分之領域。適切地推動氣候變遷調適對策，基礎面除了充實觀測與監測架構、氣候變遷預測與災害風險評估、調查研究與技術開發等知識見解之外，也應持續積極應用相關成果。

此外，應依據持續監測等所取得的知識見解，瞭解氣候變遷進行狀況等並定期檢討調適對策，必要時彈性修正、推動。此時除了應用過去實施調適對策取得之經驗等，也應儘可能應用最新氣候變遷預測與災害風險評估、調查研究與技術開發等知識見解，掌握政府後續調適計畫整體實施進度等。

此外，2015 年 9 月策定之第四次社會資本整備重點計畫指出，社會資本整備應徹底完成從新成立與提升社會資本到維護管理、更新與運用，考量整體優先性與時間軸的項目選擇與集中，建構有限財政資源下將社會資本累積與提升效果發揮到最大之「提高功能性與生產性的戰略性基礎設施管理」。實施調適對策也應配合上述觀點，進行整合與重編等既有設施的戰略性管理，有效應用既有設施、徹底實施配合社會資本目的與功能的項目選擇與集中。此外，也應應用PPP/PFI（Public Private Partnership 公私合作／ Private Finance Initiative 民間部門提供服務而向政府收費）等，導入民間活力，以抑制政府財政負擔擴大。

III. 調適對策之相關對策措施

各領域與氣候變遷影響及其相關調適對策措施如下。此外，檢討及實施個別調適對策，應推動「II. 基本構想」所說明事項。

1. 自然災害方面

(1) 水災

(影響)

全國各地時雨量超過 50mm 的短延時強降雨或總雨量數百mm 到千mm 的豪雨，幾乎每年都造成嚴重水災（洪水、內水氾濫、暴潮）。預測氣候變遷將更惡化其不良影響，頻繁發生超過設施承受能力之外力所引致水災，以及發生頻率雖低但可能更容易發生遠超過設施承受能力之外力（致災豪雨、暴潮等自然現象）引致極端大規模水災。

(調適對策之基本構想)

面對較高發生頻率的外力，除了繼續推動堤防與洪水調節設施、下水道等整備外，並應適當地維護管理與更新，以確實防止水災發生。此時應參考各國之對策措施，並考量氣候變遷未來外力可能擴大程度，儘量推動不必重做且能追加對策之調適性整備與維護管理。

面對超過設施承受能力之外力，除了加強設施運用與構造、以調整整備順序等減少災害之外，同時應充實納入災害風險考量的社區營造與地區營造工作、避難、緊急救災活動與持續推動救災事業等所需準備工作。如此就能儘量減少人員、資產、社會經濟受傷害。另外，推動社區營造或避難等對策，應依據所推估各種外力可能造成淹水或積水等狀況，瞭解地方公共團體、企業與居民等可能遭受哪些災害，推動對策。

特別應針對大幅超過設施承受能力之外力設定最壞狀況，中央政府、地方公共團體、公益事業者與企業等有主體性地整合，以軟體對策為主進行對應，保護民眾性命，避免社會經濟遭受毀滅性傷害。

(災害風險評估)

對策實施主體地方公共團體、企業與居民等應瞭解多高發生頻率下可能產生怎樣的災情，據以推動相關對策。因此，應提供各主體淺顯易懂、詳細的災害風險資訊。且應針對各種規模之外力而非單一規模外力，製作淹水推估地圖並提供其他單位參考，說明地板淹水發生頻率、是否有人命傷亡災害風險，以及設施承受能力與整備狀況等。另外，應應用各主體參與之各種協調會等，分享災害風險資訊、推動相關對策。

各主體推動對策而需推估具體災害時，應參考洪氾區域人口與資產聚集狀況、基礎設施與生命線、醫院與社會福利設施等立地狀況、產業結構與產業立地狀況、高齡化等地方實際狀況。

研擬推估最壞狀況之對策時，除了應設定指定推估淹水區域對象之外力為可設定之最大規模之外，包括洪水、內水與暴潮也是指定對象。此時為了方便地方公共團體、企業、自治組織、居民等研擬避難措施等，必要時除了淹水深度之外，也應告知淹水持續時間。

1) 針對發生頻率較高外力之防災對策

針對發生頻率較高之外力，除了確實推動已實施之設備整備，還須藉由適當的維護管理與更新，推動可確實防止水災之防災對策。

(確實地整備設施)

接下來應確實實施堤防、洪水調節設施與下水道等設施整備。應做好災害風險評估，有效果、有效率地完成整備。此外，設施計畫目標與內容方面，應掌握近年來大雨等發生頻率增加等的狀況，必要時予以修正。

(提升既有設施效能)

應實施提升治水功能之水壩再生及既有下水道設施增補管線、儲水設施等整備，進一步提高現有治水設施容量之效能。

(維護管理與更新)

應用ICT（資訊與通訊科技）等，詳細掌握河川與下水道設施狀況。此外，應應用CCTV（閉路電視）等，掌握洪水與內水相關資訊。

為維護、確保必要之蓄水池容量，應持續推動水壩淤砂對策。

(水門等設施操作遠距化等)

為確實操作水門等、確保操作員安全，應推動水門等設施遠距操作與自動化。

(綜合土砂管理)

應檢討整個流域土砂輸送系統之永續土砂管理目標，綜合推動水庫土砂供給、應用疏浚土砂作為養灘材料、迂迴供砂確保沿岸漂砂連續性等綜合土砂管理措施。

(儘量完成設施不必重做之設計)

即使氣候變遷引致外力變大、將來得改造設施等，仍應儘量完成容易對應、選定易改造構造形式且事先補強基礎等，具擴大對應韌性且儘可能不重做之設計。

(提升設施規劃與設計等所使用之氣候變遷預測技術)

實施儘可能不必重做設施設計，須儘量精準推估氣候變遷之影響。因此，應努力提升氣候變遷預測技術。

(海平面水位上升、土砂與漂流木之影響評估)

應查明氣候變遷引致海平面水位上升伴隨產生暴潮與大浪提高災害風險狀況及內

水排水條件惡化的淹水影響。此外，掌握查明氣候變遷引致土砂與漂流木流出量變化及其對河道等的影響。

（河川與下水道設施之一體性運用）

為推動河川及下水道設施一體性運用，應整備連接河川與下水道既有設施之連結管與兼用之蓄水設施等。

2）超過設施承受能力外力之減災對策

面對超過設施承受能力之外力，除了妥善規劃設施運用方法、以改善構造與整備順序達成減災，還須強化納入災害風險考量的社區營造與地區營造，進行精確避難、順暢緊急防災救災與持續推動事業等的對策措施總動員與減災對策。

①設施運用、構造與整備順序等的妥善規劃

面對超過設施承受能力之外力，除了考量超過洪水等而落實長期對策外，應妥善規劃設施之運用、構造與整備順序等，達成減災。

（充實觀測等措施）

為精準觀測河川與下水道等水位，應改良觀測儀器、充實配備。

（充實、強化水防工作架構）

應向防洪管理者提報重要水防地點細部設定與危險地點洪水相關資訊。此外，不只洪水，也應充分宣導民眾內水及暴潮水位。然後，應整備洪水與內水相關活動據點，儲備水防資機材。

（確保使用河川管理設施等的避難場所等）

為迅速完成避難，應應用堤防與河川防災平台等河川管理設施等，確保避難場所與避難道路。

（依據各種外力致災害風險所實施河川整備計畫等的維護檢查與修正）

面對推估最大外力範圍內各種規模的外力，應維持上下游與主流平衡，必要時修正河川整備計畫，達成納入減災觀點之河川整備最佳內容與順序。此外，為對應劇烈且頻繁化之局部性大雨等，應以淹水模擬等實施的詳細災害風險評估，策定下水道軟硬體面淹水對策計畫。

（延緩潰決之堤防構造）

應從提高已完工堤防之可靠性的角度，設計可延緩堤防潰決、儘量確保可提供避難等所需時間之堤防構造。

（儘量應用既有設施之效能）

針對現有水壩，檢討可最大限度應用水壩洪水調節機能之操作方法。此外，應努力於提升水壩上游區域降雨量及水壩入流量預測精度，提高水壩操作能力。

內水對策方面，應研究應用水位資訊等的下水道管渠網絡與抽水機運用方法。

（大規模構造物之維護檢查）

應推估壩與堰等大規模構造物發生推估最大外力等超過設計外力之外力狀況，針對有無構造物損傷及損傷之影響進行維護檢查，必要時實施相關對策。

②整合社區營造與地區營造

應利用今後都市與淺山地區因應人口減少等的城鎮與地區重編機會，推動納入災害風險考量的社區營造與地區營造，達成減災目標。

（綜合性淹水對策）

確保流域所具備保水與親水功能地推動綜合性淹水對策。

（考量土地利用狀況之治水對策）

搭配施作月堤（環堤）等硬體整備與土地利用管制等軟體對策，配合地區民眾需求且考量土地利用狀況地推動治水對策。

（地下空間淹水對策）

為防止地下空間重要設施淹水、確保地下設施民眾避難時間，應由地下街等設施管理者設立擋水板等或實施適當避難引導等強化地下空間防淹對策、確保有效避難之對策。

（詳細災害風險資訊等地告知與分享）

為方便社區營造與地區營造、民間投資評估及居民住宅安全，應以淺顯易懂方式告知災害風險資訊，並與有關單位合作，建立利用各種管道與方法公開災害風險資訊之架構。

（告知災害風險資訊以協助社區營造、居民維護住宅安全之方法）

推動社區營造等應告知居民災害高潛勢區域，引導居民搬往災害低潛勢地區、健全都市機能。

（整合社區營造與地區營造之淹水減緩對策）

災害高潛勢但都市機能齊備、住宅擁擠地區，應適度分工，實施可降低災害風險之河川整備，重點推動都市聯合進行下水道高效率整備，或由民間設置雨水儲留滲透設施、擋水板等。

（整合社區營造與地區營造以抑制洪氾擴大）

研擬以副壩、自然堤防、連續填方等保護社區，以及市町村等施築二線堤等、整合社區營造與地區營造以抑制洪氾擴大之工作架構。

③避難、緊急救災活動、持續推動防災事業等所需之資源

面對可能超過設施承受能力之外力，應充實精確避難、緊急救災、持續推動防災事業所需之資源。特別是面對可能遠超過設施承受能力之外力，推估最壞狀況，中央政府、地方公共團體、公益事業者、企業等互為主體地整合，以軟體對策為重點加以對應。

（市町村長精確發布避難勸告所需支援）

應充實緊急災害中央政府與都道府縣協助市町村之工作架構與制度，平時也應提

供危險地點等災害風險詳細資訊。

（協助避難、提供淺顯易懂資訊之提供）

為更快傳達資訊、讓民眾瞭解雨量大與洪水引致水位上升、颱風與低氣壓帶來高潮等迫切危險，應彙整提供淺顯易懂防災資訊與災情危險迫切性說明，並提供資訊接受者更容易瞭解之資訊。

（充實迅速避難所需事前準備工作）

除了應製作可讓居民等一目瞭然的防災地圖，街道應設置標誌、標示特定地點推估淹水深度、該地點高程、避難與疏散方向、避難地點名稱與距離等。

（充實與避難、救災等相關工作）

應事先推估大規模水災死亡與孤立人數等，並因應災情預估，整合中央政府、地方公共團體、公益事業者等，策定避難、救災與緊急救援、緊急輸送等所需之時間軸行動表（時間序列之行動規劃）。

（強化災害時對市町村的支援架構）

以TEC-FORCE（Technical Emergency Control FORCE：緊急災害對策派遣隊）等實施、強化的對市町村支援架構。

（防災機關、公益事業者等業務推動規劃）

針對防災機關緊急救災、復舊與重建活動等，應制定市政府等官舍或消防隊、警察局、醫院等重要設施的防淹對策，以及確保後援機能、業務推動方向。此外，應找出降低公益事業者災害損失、協助其進入時間軸行動以提早復舊之方法策略。

（抑制洪氾擴大與排除洪氾水）

防止大規模水災擴大，應儘早完成復舊與重建，迅速排除淹水，並事先檢討洪氾水排除計畫，整備排洪水門、確保抽水站機具耐水，以及抽水機燃料補給交通路線安全，確保預備電源與燃料等。

（提升企業防災意識、製作水災 BCP）

為減輕企業等災害損失、儘早恢復運作，製作災害為對象的BCP（Business Continuity Plan：目的事業推動規劃），檢討防淹水對策方向與對策。

（整合各主體之災害對應架構等）

推估遠超過設施承受能力之外力引發大規模洪氾時，擬定整合中央政府、地方公共團體、公益事業者等以對應洪氾的各單位一同適用時間軸行動表(時間序列之行動規劃)。

（2）土砂災害

（影響）

近年來伊豆大島與廣島市相繼發生大規模土砂災害，日本各地頻繁出現土砂災害，

造成嚴重災情。隨著短延時強降雨與大雨增加、土砂災害發生機率提高、突發性局部大雨、警戒避難預警時間極短之土砂災害越來越多，颱風破記錄大雨也提高深層崩塌潛勢。

（土砂災害發生頻率提高之對策）

守護人命效果較高地點設施加強整備之外，避難場所、避難路線與公共設施、社會經濟活動守護設施也應予以整備。另外，應有效利用已適當清淤之防砂壩等既有設施。除此之外，設施規劃、設計與使用材料，也應採用最合理方案。

此外，土砂災害多係各種複雜誘因與起因相互激發而發生，很難正確預測，因此應推動整體軟硬體對策。

土砂災害防止法完成修訂，除了應配合迅速指定土砂災害警戒區域等之外，指定前還須公布基礎調查結果，儘早充分宣導居民土砂災害危險性。此外，支援居民製作防災地圖與時間軸（行動表）等，強化警戒避難架構，加強宣導居民與地方公共團體職員，培育更多具備土砂災害知識人才。

（警戒避難預警時間短的土砂災害之對策）

為儘早讓居民離開危險地點，應徹底充分宣導危險場所與可避難場所及方向等。為此，應透過防災訓練與防災教育，推廣土砂災害正確知識。此外，應檢討改善土砂災害警報，應用社交媒體等資訊蒐集與分享工具。

（超過計畫規模土砂移動現象對策）

為讓防砂壩等發揮最大減災功能，應檢討設施配置與構造是否適當。此外，應研擬確保居民避難時間與避難場所、路線維護等整合軟硬體對策的方案。

（深層崩塌等的對策）

應用人工衛星等、強化國土監測架構，推動不論有無發生深層崩塌或河道阻塞等都能儘早掌握狀況之危機管理架構整備。此外，應推廣空中電磁探測等新技術運用。河道阻塞等有嚴重災害風險而需緊急調查、提供市町村調查結果時，應整合有關單位、實施紮實訓練，導入無人機（UAV）作業等，達成對應迅速化、提升精準度。

（出現不明坑溝地形地點之土砂災害對策）

圈定重點對策實施地點，須先研擬危險度評估方法、設定更具合理性的設施構造。

（土石流跨越流域界線現象之對策）

適切推估跨越流域界線之土石流土砂量與範圍，依據推估結果，研擬軟硬體對策。

（漂流木災害對策）

採用具高度攔阻漂流木效果之透過性防砂壩，設置漂流木攔阻工，評估將既有不透過性防砂壩改良為透過性防砂壩等。

（上游區域之管理）

持續依據人工衛星或空載光達測量取得詳細地形資料等，強化國土監測架構。此外，由國土觀點推動防止上游區域荒廢之淺山防砂計畫與綠帶整備計畫。

（考量災害風險推動土地利用與住宅區規劃）

指定土砂災害警戒區域、公布基礎調查結果，達成更具安全性的土地利用，特別有助於確保需特別照顧者利用設施及防災據點之安全。

此外，特別是高災害風險區域應指定為土砂災害特別警戒區域、管制建築物構造、抑制住宅區開發，並推動鄰崖住宅遷居計畫等，協助居民遷居安全區域。

（3）暴潮與大浪等

1）港灣

（影響）

沿岸（港灣）可能因為氣候變遷引致強烈颱風增加等而產生異常高潮、海浪變大與中長期海平面上升，進一步出現更大暴潮等引致淹水災害，以及海平面上升伴隨貨物裝卸效率降低，危害臨海產業與物流效能。

（調適對策基本構想）

參考「因應地球暖化引致氣候變遷之港灣對策現況」（2009 年 3 月，交通政策審議會答覆），瞭解堤外地及其背後地社會經濟活動與土地利用狀況，配合降低災害風險優先度，以最適當之搭配實施下列戰略性與適應性軟硬體調適對策，抑制堤外地與堤內地暴潮等災害風險提高，恢復港灣活動。此外，各種制度與計畫應納入氣候變遷調適對策，整合各項政策與工作架構，有效實施調適對策（調適對策之主流化）。

（共通事項（監測、影響評估、資訊提供等））

應實施氣象與海象監測，進行暴潮與大浪淹水預測等模擬，定期評估氣候變遷影響，提供有關單位資訊。除了應以防災地圖等充分宣導港灣利用者伴隨強烈颱風增加而提高之異常高潮、海浪變大與海平面上升引致之更大災害風險，以及海平面上升降低貨物裝卸效率等影響。然後，應加強制訂堤外地企業與居民避難計畫，實施訓練等。除此之外，堤外地應整合避難與陸間操作規則（海岸管理者制定），協助利用者等順暢避難。

（防波堤等外廓設施及港灣機能受影響的調適對策）

掌握監測結果而視需要修訂外力評估等級後，應實施相對應的構造調整以維護繫固設施與防波堤機能。為防範防波堤與防潮堤等受災、對人命、財產及社會經濟活動造成嚴重不良影響，應加強實施面對超過設計外力規模之外力仍能發揮減災效果之韌性構造設施整備等。受氣候變遷影響、土砂可能淤塞航道與碼頭者，應實施防波堤等的防淤對策。災害發生後仍須維護港灣重要機能，各機關應共同策定港灣事業持續推

動計畫（港灣 BCP），邊修正邊擴大實施。

（堤外地（碼頭、貨物裝卸區、產業用地等）受影響之調適對策）

蒐集彙整可用來掌握、評估海岸維護設施與港灣設施功能、檢討高災害風險地點等資訊。為了能面對氣候變遷引致漸增之外力，實施不需大幅追加成本之階段性調適，研擬最適當的更新等構想。分享可供地區民眾判斷避難之潮位觀測與海浪資訊。此外，為推動企業等的自衛防災投資，應檢討如何提供災害風險詳細資訊。若確認將來海平面會明顯上升，填海造陸時應利用岸壁等水際線，並重視與一系列物流動線的整合性，已事先納入強烈颱風增加產生更大異常高潮與波浪考量的基地（地盤），確保足夠之高程並降低淹水災害風險。應防範氣候變遷所引致風況變化，加強防止吊車等被吹垮對策。

（背後地（堤內地）受影響之調適對策）

蒐集彙整可用來掌握、評估海岸維護設施與港灣設施功能、檢討高災害風險地點等資訊。為了能面對氣候變遷引致漸增之外力，實施不需大幅追加成本之階段性調適，研擬最適當的更新等構想。應評估利用民間設施（胸牆、臨時屋頂、倉庫、綠帶等）做為避難或防減海水入侵災害設施。中長期應掌握臨海區域土地重劃等機會，重新構築防護線，改成暴潮等災害風險較低的土地利用型態。

（下部間隙受影響之調適對策）

若確認將來海平面會明顯上升，除了適切掌握海平面上升量，也須明示船舶通行或禁行的區間與時間，防止船舶撞擊橋樑、水門等，並於船舶可能被沖走的橋樑外海側配置繫固設施等，重新進行港灣機能配置。

2）海岸

（影響）

沿岸（海岸）現在就有強烈颱風增加、暴潮等引致淹水、堤後地災害或海岸侵蝕更嚴重潛勢，未來氣候變遷伴隨更多強烈颱風將出現大異常高潮、波浪與中長期海平面上升，引致嚴重影響。

（調適對策之基本構想）

應監測海象，精確掌握氣候變遷影響徵候，預估並規劃堤後地社會經濟活動與土地利用的中長期動向，以最佳組合具戰略觀地彈性調整，推動下列軟硬體對策，抑制暴潮等災害風險，維護海岸國土安全。

（災害風險評估與因應災害風險之對策）

為對應氣候變遷可能也是成因之一的強烈颱風增加引致異常高潮增大及波浪變高，應瞭解港灣背後地利用狀況與海岸保全設施整備狀況，掌握一系列防護線中災害風險較高地點，釐清災害風險並實施因應災害風險、搭配最佳軟硬體措施之對策。

（超過防護水準等的超過外力之對應）

應實施高潮時超過外力發揮作用而降低海岸保全設施安全等的調查研究，整建考量港灣背後地狀況之高韌性結構堤防，實施高潮等發生時迅速傳遞可適切避難資訊等的軟體對策。

（擬定針對不斷提高外力之戰略性對策措施）

確認氣候變遷將引致海平面上升時，應採取事先納入未來海平面上升考量的設施整備與更新等適應性對策。此外，面對氣候變遷引致漸進性的外力增加，應整備事先納入未來荷重提高考量之構造物基礎，開發可適應性提高構造物基礎之調適技術。

（持續侵蝕海岸對應措施之強化）

除了加強施作與沿岸漂砂達成土砂平衡的構造物，必要時應採取能對應氣候變遷引致外海漂砂擴大的措施。此外，應整合河川上游到海岸的流域土砂輸送系統綜合土砂管理對策，整合有關機關，推動廣域與綜合性的對策。

（整合其他領域對策措施及相關單位等）

各種制度與計畫應納入針對氣候變遷的調適對策，整合相關政策與實施單位，更有效率地推動調適對策（達成調適對策主流化）。具體而言應持續整合避難、土地利用計畫及其他防減災對策等海岸後方地區主管政府部門、民間企業及國民等，達成防護海岸免於受災的海岸環境整備、保護及公共海岸適當利用，展開綜合性、有效率、有效果的對策措施。此外，應掌握調適對策的國際先進案例，評估是否導入也適用於我國的對策措施。

2. 水資源與水環境領域

（1）水資源

（影響）

近年來日本出現時雨量超過 50mm 的短延時強降雨與總雨量數百mm、上千mm的大雨，但與此同時全年降雨日數減少，幾乎每年都出現須限水的缺水期。預測未來無降雨日數將增加、積雪量減少、缺水更嚴重，加上地球暖化帶動氣候變遷，將更常缺水、發生長期缺水嚴重災害。

（調適對策之基本構想）

防止缺水引致災害之對策前提為既有設施水供給安全度與缺水災害風險評鑑，中央政府、地方公共團體、用水者、企業與居民等應分享其所擁有的缺水災害風險資訊，協力防範缺水。

推動缺水之調適對策，有關機關與民眾應整合，推估缺水之影響與災害，製作可用來形成減輕缺水災害減災對策之缺水對應時間軸行動表（時間序列之行動規劃）。

（災害風險評估）

居民與企業等自行採取缺水防範措施之前，應先評估既有設施之水供給安全度，然後和相關單位一起推估缺水初期之後逐漸惡化的狀況，以及社會經濟活動、社福與醫療、公共設施服務、個人生活等可能受到的影響與災害等，實施缺水災害風險評估，並以淺顯易懂方式提出報告，分享中央政府、地方公共團體、用水者、企業、居民等。

1）高發生頻率缺水引致災害之防止對策

（既有設施之徹底應用等）

應於須整備水資源開發設施之地區，加強水資源開發並檢討以壩體加高、蓄水池土砂疏浚等提升既有機能之可能性。此外，應確實實施設施老朽化對策等有計畫的維護管理與更新，維護既有設施效能。除此之外，應掌握各水壩蓄水與水位降低狀況等，檢討如何有效統一運用同流域各壩之蓄水。

（雨水與再生水之利用）

為瞭解促進雨水利用相關法令施行狀況、設置雨水利用設施，應檢討修訂規劃與設計相關的技術基準類。此外，應配合地區民眾需求等，設置廢水處理場給水栓等，加強道路維護用水與行道樹澆水等緊急時刻廢水處理水利用，將日本水再利用技術國際標準化等規格化，以促進水之再利用。

（資訊提供與推廣）

整合相關單位與媒體，平常及有缺水之虞時儘早發布相關資訊、呼籲大眾節水。為加強水之有效利用，應讓民眾瞭解水之重要性與缺水問題嚴重性，實施相關教育與推廣活動。

2）提升設施能力減輕缺水災害之對策

（整合有關單位缺水對策之架構整備等）

有關單位應一起事先檢討缺水時水的調撥與支援架構，製作可支援缺水對策之時間軸行動表，整合相關單位，制定減輕日益惡化缺水災害之對策所需參考之缺水對策時間軸行動表。此外，為提升應用中長期降雨等預測資訊之缺水預測技術，依據前述缺水對策時間軸所呈現的缺水影響與災害推估等，檢討是否提早實施因應限水措施等。

（缺水災害危機降到最小之對策）

面對缺水危機，實施既有設施水供給安全度與缺水災害風險評估，針對社會經濟活動、社會福利與醫療、公共設施服務、國民生活等可能受到的影響與災害，進行政府一同對應與企業等的缺水對應，設定供水優先順序等。

（缺水時河川環境相關監測與知識見解之累積）

缺水河川流量減少可能對棲息、河川生長水生動植物等生態系與水質等河川環境造成不良影響，因此，應實施缺水河川環境監測，累積知識見解。

（缺水時地下水之利用與實況掌握）

地下水不只平常用途，缺水時也可作為緊急替代水源。過度抽取地下水造成地層下陷與土壤鹽化等問題，這類地下水問題常有明顯地域性。

因此，地方公共團體等當地人士應率先配合地區實況，檢討地下水永續保護與利用之規則，實施地下水管理。此外，若要以地下水作為緊急替代水源，中央政府應開發地下水實況掌握技術，制定分享、應用中央政府與地方公共團體等所蒐集地下水資訊的共同規則等。此外，應應用上述資料數據，掌握地下水收支、地下水活動、地下水抽取量與地層下陷、地下水鹽化等的關聯性。

（2）水環境

（影響）

推估氣候變遷可能引致水溫變化、水質變化以及流域營養鹽類等的流出特性變化。

（水環境整體調適對策）

應持續推動水質監測與未來預測相關調查研究，加強水質維護對策。具體做法不只調查氣候變遷伴隨產生水溫上升等水域的直接性變化，也應調查流域營養鹽類等流出特性變化。除此之外，應加強下水道處理效率、持續實施改善匯流式下水道對策水質保全對策。

（湖沼與蓄水池調適對策）

應檢討湖沼水溫變化伴隨產生底層環境變化，預測將來是否有底層缺氧化、紅潮與青潮（白濁化）等災害風險。

此外，持續以蓄水池取水選擇設備、曝氣循環設備等實施水質維護對策，並配合氣候變遷伴隨產生水質變化，檢討、修正水質保全設備之運用方法。

（沿岸區域之調適對策）

應檢討港灣區域與內灣區域水溫變化伴隨產生底層環境變化，預測將來是否有底層缺氧化、紅潮與青潮（白濁化）等的災害風險。

3. 國民生活與都市生活領域

（1）交通基礎建設

（影響）

破記錄性豪雨與颱風引致地下車站等淹水、坡面崩塌、降雪引致自來水管結冰爆裂等交通基礎建設受氣象災害影響仍時有所聞。預測未來豪雨頻率提高、強烈颱風與龍捲風等劇烈氣象現象增加，交通基礎建設破壞災害風險也可能升高。

（物流調適對策）

為協助貨主與物流事業者整合並策定事業持續推動計畫（BCP），廣泛充分宣導2014年所制定指引內容。此外，災害時為順暢保管支援物資，協助地方公共團體與倉庫業者等簽署支援物資保管協定，擴充、修正民間物資據點名冊。此外，從推動鐵道貨物運輸的角度來看，應擬定颱風、雪崩與土砂災害等引致貨物運送困難時的整合業者對策。

（鐵道調適對策）

除了依據防災地圖等推動淹水災害風險區域、地下車站等出入口與隧道等淹水對策，也應加強落石與雪崩對策、海岸保護，防止鐵道設施遭受嚴重大雨災害引致之土砂災害等，以及暴潮、大浪災害風險提高引致之海岸侵蝕等問題。

（港灣調適對策）

應從確保支撐我國經濟與國民生活海上運輸功能之觀點，維護繫固設施、防波堤、防潮堤等應必要功能。此外，為防範氣候變遷引致風況變化，應加強防範吊車倒塌對策。災害時為維護港灣物流機能、將災害對港灣背後地產業所造成影響降到最低，除了維護設施所需具備功能外，應提供企業等相關災害風險資訊，擬定港灣事業持續推動計畫（港灣BCP）。

（機場調適對策）

海岸空港除了從保護人命的觀點，依據推估暴潮等淹水狀況所製作的防災地圖，也應檢討提供災害風險資訊所需架構，儘快充分宣導機場旅客等。此外，因應近年來雪質變化等狀況，應檢討、重新建立機場除雪工作機制。

（道路調適對策）

緊急運輸道路應整備可協助警察、消防車與自衛隊等現場人員迅速活動之高安全性與高可靠性道路網，推動消除電線桿措施等。「路邊車站」則強化防災機能。

此外，災害時應儘早掌握受災狀況，搶通道路並實施緊急復舊等，以救助人命、支援緊急物資輸送。此時若有通行管制等狀況，應應用ICT技術（資訊與通訊科技），迅速提供資訊。

（2）熱島現象

（影響）

都市氣溫上升問題早已表面化，造成都市民眾中暑潛勢大增與失去舒適性等嚴重不良影響。未來都市化惡化，熱島現象加上氣候變遷引致氣溫上升，都市氣溫恐更大幅度上升。

（調適對策的基本構想）

減緩熱島現象除了應推動可行對策外，也應實施能短期展現效果之對策。此外，熱島現象減緩需時甚長，應實施熱島現象實況監測與熱島現象對策之技術調查研究。

（以綠化及水的應用改善地表覆蓋型態）

為防範具抑制氣溫上升等效果之綠地與水面減少，以及建築物或道路鋪裝等地表覆蓋構造物升高地表氣溫，應改善地表覆蓋型態。

具體而言，應應用大規模基地建築物新建或增建時大於一定比率者有綠化義務之綠化地區制度等、推動住宅與建築物整備綠化補助計畫，並應用有一定比率空地大規模建築物綠化容積補貼等綜合設計制度等，推動民有地與民間建築物等綠化。此外，推動都市公園整備、道路與污水處理場等公共空間綠化、政府機構設施內部空地綠化以及新改建都市出租公宅屋頂綠化。

支援地方公共團體擴大利用注入小溪之污水處理水與河川維持用水，設置雨水儲留滲透設施，擴大都市水面積。

除了實施路面溫度上升抑制效能鋪裝技術等的效果驗證，也應具體實施提供舒適環境道路綠化等綜合抑制道路溫度上升做法。

（減緩人類活動之人工排熱）

除了依據建築物節能法律（建築物省能源法）推動住宅與建築物節能，應擴大利用低排熱環保汽車，採用都市鐵道、都市單軌鐵道、新交通系統、路面電車等所形成之公共交通網。此外，應妥善運用道路網，形成順暢舒適通行的交通對策。推動卡車運送貨物改成鐵道與內河航運海運等的貨運「運具移轉」（modal shift），卡車運送也可實施共同配送系統，提升運送效率。然後，應以官民整合協議會為主體，推動廢水熱利用方案等，有效利用廢水熱能。

（都市型態改善（確保綠地與水面之風道等））

應用明列都市流動「風道」注意事項的「減緩熱島現象都市營造指引」，配合大區域、都市與各地區尺度，推動改善都市型態與地表覆蓋型態、減緩人工排熱等的都市營造。

此外，依據「首都圈都市環境基礎建設重大構想」及「近畿圈都市環境基礎建設重大構想」之工作架構，以特別綠地保全地區制度等的綠地保全、都市山麓綠帶整備及利用雨水與廢水再生水形成小溪等，推動形成都市水與綠網絡。

（生活型態之改善等）

推廣友善環境綠能汽車，舉辦市民灑水活動，推廣綠幕（Green curtain）等。

（強化觀察與監測架構、推動調查研究）

實施熱島現象觀測與監測、分析主要因素彙整其結果、提出「熱島效應監測報告」等，並充實報告內容。另外，開發、推廣建築環境綜合性能評鑑系統（CASBEE），擬定可用來制定熱島效應有效對策之都市計畫技術調查與研究。

4. 產業與經濟活動領域

（北極海航道之利應用）

氣候變遷引致北極海結冰面積減少，北極海航道之利用可能性全球矚目。為此，日本除了推動海運企業等北極海航道基礎整備，也應依據日中韓物流大臣會議架構，相互交換北極海航道相關資訊。

（觀光領域之對策）

氣候變遷也可能出現觀光領域風災水災危害旅客等不良影響。為確保外國旅客等安全，地區觀光協會應與國際交流團體等合作，設置災害時多語支援中心，擬定觀光設施與民宿飯店避難計畫，訊息發布APP或以入口網站等提供災害資訊與警報、災情資訊與避難方法等。此外，政府應與觀光旅館業者簽訂災害住宿設施作為避難所協定，並與相關政府部門合作，支援地方公共團體防災部門。此外，為防止災害直接影響少卻受傳言無妄之災，應透過網站或國外旅展、旅遊促進支援計畫等提供正確災情、交通資訊等，將受災地區周邊區域社會經濟傷害降到最低。

（物流領域之對策）

為降低災害對支撐我國產業與經濟活動之物流機能不良影響，推動下列3.（1）物流領域工作。

5. 其他領域

（建立生態系網絡）

日本河川實施取水與流量調節，不易查驗氣候變遷對河川生態系的影響，目前

也尚無研究掌握氣候變遷直接影響，但推估若全國河川平均最高水溫比現況上升 3℃，以本州為主、冷水魚能棲息的河川分布國土面積，將少於現況。

因此，為保護、讓具有較高氣候變遷適應性的健全生態系再生，應確保河川、湖泊、濕地、泉水、蓄水池、水道與水田等的銜接性，形成生物能往來水系為基軸之生態系網絡。

（會影響健康相關的調適對策）

日本雖未曾因為局部豪雨引致匯流式下水道溢流導致封閉性水域或河川下游水質污染、造成下痢疾病傳染，仍應一併推動 2.（2）事項及匯流式下水道改善對策等水質改善對策。

6. 基礎工作

（1）推廣與資訊提供

推動調適對策，應建立整合地方公共團體、事業者、居民等多樣化團體與個人的工作架構。由此觀點出發，重點在於有效應用 ICT，並充分宣導居民氣候變遷影響與調適對策等內容，提供調適對策實施所需資訊。

（推廣活動）

為推廣氣候變遷與氣象災害相關知識，舉辦氣候講演會或防災氣象講演會等。此外，為普及防災知識，協助學校實施防災教育，利用淹水推估區域與防災地圖公布說明會與媒體等加強宣傳，支援河川保護團體與居民舉辦河川環境保護等活動。應推廣實踐性的防災訓練，普及居民正確土砂災害知識，舉辦兒童與學生防災教育、居民講習與地方公共團體等員工研習等。此外，為促進水的有效利用。應實施讓民眾更瞭解水重要性之教育與推廣活動。

（資訊提供）

為了社區營造、地區營造與民間投資參考，製作不同規模外力可能致災之災情推估圖表，並以地方公共團體、企業、居民等接受資訊者易解之方式，說明地板上淹水頻率與有無人命災害風險等資訊以及具體受災案例。此外，應淺白地讓居民瞭解雨量增大或河川水位上升等的危險迫切性，儘早提供時間序列災害資訊。

為事前防範大規模災害，協助災害緊急對應等防災措施順利且適切實施，災害發生後應迅速實施災區航空攝影、提供給有關單位災害分析基礎資訊，並整備、更新且提供國家基準版電子國土基本圖與國土數值資訊等地理空間資訊。

（2）觀測、調查研究與技術開發等

基於適應性管理而推動調適對策，持續監測氣候變遷及其影響乃不可或缺。此外，在有些領域與未來氣候變遷及其影響有關的知識見解目前尚不足。國土交通領域為奠定未來適切制定日本整體氣候變遷調適對策之基礎，實施了觀測與監測、氣候變遷預測與災害風險評估、調查研究與技術開發，以充實、強化相關之知識見解。

1）觀測、監測

（氣候變遷）

利用地面觀測及海洋氣象觀測船、衛星等實施觀測，掌握大氣與海洋環境變化狀況，提供溫室效應氣體等氣候變遷長期監測數據，以及大雨等異常氣象發生頻率升高狀況與海洋氧化狀況惡化等詳細資訊。此外，應利用全國各地潮位觀測設施觀測潮位，並由海岸升降檢測中心公布海面變化等可資地球科學研究的資料。

（國土）

利用全國各地電子基準點實施衛星定位系統（GNSS）連續觀測，監控廣域地殼變動，監測結果可作為確認海平面水位變動之研究參考資料。此外，可以人工衛星「大地2號」觀測數據監測地層變動，提供資訊給相關單位。

為資評估土地固有自然災害風險之參考，依據國土調查法，確實整備並提供收錄匯集土地原有自然地形、地質與過去土地利用狀況變化、災害記錄等資訊的「國土調查（土地分類基本調查）」，以及地表水、地下水相關基本資訊之「國土調查（水基本調查）」。

2）氣候變遷預測與災害風險評估

（氣候變遷預測）

應應用最新數值模擬技術，實施持續暖化之日本氣候未來預測，提供詳細資訊成為「地球暖化預測資訊」等，並提升氣候預測技術。

（災害風險評估）

應用最新氣候變遷預測數據與全球氣候模型縮小規模（downscaling）技術，分析洪水與暴潮可能引致之未來外力變化。此外，港灣應構築納入局部地區氣象模式的高精度暴潮與大浪模式。

針對積雪嚴寒地帶氣候變遷影響變化，實施調查，掌握急速發展低氣壓伴隨暴風雪或造成暴風雪與能見度減損等變動趨勢及水庫流域積雪與融雪量之方法，乃至於暴風雪對河川環境及水資源、水利用之影響。

3）調查研究與技術開發

（擴大之外力對洪水與內水對策的影響）

預估未來氣候變遷會引致外力擴大，因此應提升擴大之外力定量評估機率規模推估與推估最大外力設定之精密度，推動新型態治水計畫論等研究。此外，預估土砂流出量也會擴大，因此應進行土砂流出量擴大對河道的影響等研究。

（應用市場機能之新型態調適對策）

面對氣候變遷升高水災災害風險，應進行水災保險等應用狀況的分析，不侷限於既有制度與方法，推動新型態調適對策可行性研究。

（河川環境）

氣候變遷對河川環境等的影響方面，有人做了特定河川與湖泊水質、水溫變化預測研究，但現階段仍難掌握、預測河川環境整體變化。因此，應持續推動相關調查與研究。

（土砂災害風險資訊）

應彙整土砂災害發生、降雨狀況與土砂災害警戒區域等資訊，研究如何更確實通知市町村與居民災害風險迫切性等防災資訊。

（氣候變遷對地下水的影響）

有地下水之地下構造具高度地域性與多樣性，除推動地下水賦存狀況、收支與運動（變動）、地表水與地下水關聯性等研究之外，也應調查、研究氣候變遷對地下水的影響。

（缺水災害風險）

調查研究氣候變遷影響水資源與社會等的缺水災害風險。

（水資源相關之各國制度調查等）

除了調查各國水銀行制度與緊急節水對策之加收水費制度，也應調查研究其適用性。

（降低暴潮與大浪所引致災害）

因應超過外力作用對設施的不良影響，加強堤防等開發技術，開發海岸侵蝕對策新技術。此外，應開發海岸區域生態系減災效能定量評估方法等，推動海岸區域調適相關調查研究。

（氣候變遷對雪崩災害的影響）

雪崩災害除了伴隨氣候變遷產生降雪量與質等變化，近年來也出現較少降雪地區突然下大雪或瞬間嚴重積雪等案例，因此，除了持續實施降雪與積雪等觀測，也應研究大雪或雪崩引致災害所造成影響。

（降低融雪所造成的災害）

北海道等積雪地帶推估未來會發生更多伴隨暖化、融雪期氣溫驟升引致急速融雪或降雨引致土砂災害頻傳，因此，應研發精密預測融雪量、評估坡面穩定性之方法。

（氣候變遷對河川生態系的影響）

為更精確掌握河川生態系與物種分布等的變化，必要時除了劃設特定重要陸域水域、加強監測，也應推動調查研究，掌握氣候變遷之影響。

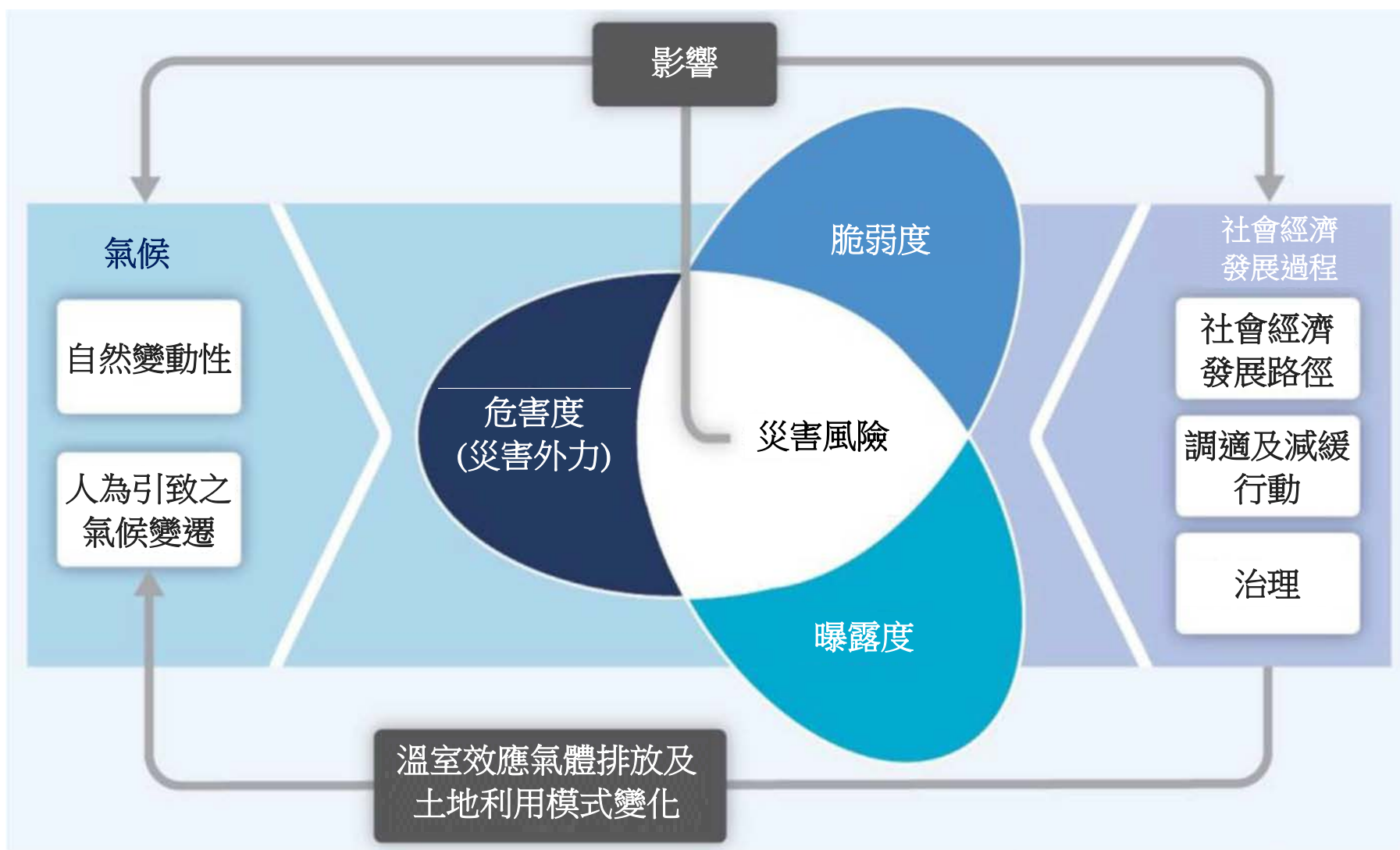
（3）國際貢獻

支援海外特別是氣候變遷耐受力弱的開發中國家策定調適計畫、實施調適對策等，並提供相關知識見解，協助海外日系企業持續發展事業。

具體而言，應透過國際防災合作，分享日本防災技術與知識見解，舉辦邀請開發中國家技術人員參加的氣候變遷對港灣與海岸影響及對策研習，提案建議海岸保全等，以採用珊瑚礁、紅樹林等當地生態系進行保護海岸等。此外，應對亞洲水災高潛勢流域災害外力與水災災害風險評估，提供擬定氣候變遷調適計畫之參考資訊。

此外，監測海平面上升應參與國際合作 VLBI（特長基線干涉測量法）觀測計畫，掌握能更加精密觀測的新型態 VLBI 觀測法。另外，為掌握地球環境問題、擬定對策方案，應合力與各國主管地理空間資訊部門，整備、更新全球陸地基礎地理空間資訊（地球地圖）。

(附件) 氣候變遷災害風險相關概念



地球持續暖化可能的影響

推估之氣候變遷等

- 氣溫上升、短延時強降雨與大雨發生頻率提高、海平面上升、颱風劇烈化與無降雨日數增加等

可能的影響

- 水災、土砂災害、暴潮災害、缺水頻繁與劇烈化
- 對港灣與海岸的影響（淹水、海岸侵蝕等）
- 對交通的影響、熱島效應嚴重化 等

即使最大程度削減CO₂等溫室效應氣體排放，也無法完全避免上述影響

有必要搭配減緩對策實施因應氣候變遷嚴重影響之調適對策

日本的調適計畫及國土交通省調適計畫過程制定

- 日本也瞭解全球暖化問題嚴重與各國情勢，因此，2015年制定中央政府層級調適計畫，隔年進一步檢討（英、美等歐美國家與中、韓等國家已制定相關調適計畫）
- 主管國土安全、社區營造、交通政策、住宅與建築物、氣象等多樣業務領域的國土交通省，檢討調適對策、併入政府調適計畫之中，彙整為調適對策構想與對策措施之調適計畫

檢討過程

國際社會動向與政府整體動向

- IPCC 第五次報告書（2013.9～2014.11）
- 2013年版 環境白皮書（2013.6）

- 面對氣候變遷除了減緩對策，還需推動調適對策
- 可供政府制定整體調適計畫參考的影響預測與評估

2015.3 中環審 意見提供

- 評估氣候變遷將帶給日本的影響

2015.9 設置中央政府相關部會協調會議

- 政府著手策定調適計畫

2015.11.27 內閣會議通過中央政府版
「因應氣候變遷影響的調適計畫」

國 土 交 通 省

2014.3國土交通省環境行動計畫

- 本省制定調適計畫，並併入政府的整體調適計畫

成立社整審（社會資本整備審議會）、有識之士檢討會與省內檢討工作小組，檢討水災害領域、水資源領域、沿岸（港灣、海岸）領域、產業與國民生活領域 等課題

2015.3・2015.7 社整審暨交政審（交通政策審議會）環境部門會議

- 環境省調適計畫構想與調適計畫（案）相關討論

配合內閣決議
策定「國土交通省氣候變遷調適計畫」

納入考量

反映檢討
之內容

(調適對策之理念) 基於各種主體適切角色分擔與科學知識見解、有計畫地擬定將氣候變遷影響所引致災害降到最低的對策措施，以保全國民的生命與財產、持續確保支撐社會與經濟活動之基礎建設等功能、維護國民生活品質，適切地應用狀況變化。此外，應並重地同時推動減緩氣候變遷對策。

氣候變遷對國土交通領域的影響

- (自然災害) 水災頻繁發生、出現極大規模水災、土砂災害發生頻率提高、港灣與海岸受嚴重影響
- (水資源與水環境) 缺水災害更嚴重，水質改變
- (國民生活與產業活動等) 交通基礎建設破壞災害風險高、都市區域氣溫大幅上升、風災水災對物流與觀光造成不良影響

依據七個基本構想推動調適對策

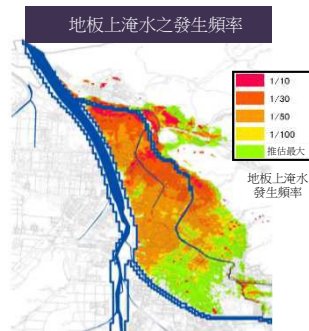
- 因應不確實性之調應性管理
- 針對目前出現的狀況予以處理
- 評估將來可能的影響
- 軟硬體之綜合對策
- 各事業計畫等對氣候變遷的因應
- 與自然共生並融入環境
- 考量地區特性，分層推動（地方公共團體，事業者，居民等）

此外，應持續監測氣候變遷狀況，依據氣候變遷預測與推動調查研究、技術開發等所取得知識見解，定期**檢證、修正**

自然災害領域

○水災・構築設施以防止較高發生頻率外力所造成災害

- 進行政策措施總動員，儘量減輕超過設施承受能力外力所造成災害
- 實施災害風險評估、分享災害風險資訊
- 1) 針對災害風險較高之外力的防災對策
 - 確實整備相關設施
 - 提升既有設施效能
 - 儘可能實施不必重做的設施設計等
- 2) 超過設施承受能力外力之減災對策



【利用細緻地災害風險資訊進行避難判斷，實施社區營造等】

- ①妥善規劃設施之運用、構造與整備順序
- ②整合社區營造、地區營造之淹水減緩對策
- ③避難、緊急救災活動、事業持續等所需準備工作

○土砂災害

- 土砂災害發生頻率提高對策與深層崩塌對策
- 短預警時間土砂災害之警戒避難
- 考量災害風險之土地利用與居住型態等

○暴潮與大浪等

- 1) 港灣
 - 實施港灣海象監測，進行相關定期評估
 - 超過防護水準等超過外力之對策等
- 2) 海岸
 - 實施災害風險評估與因應災害風險對策
 - 強化進行中海岸侵蝕之對應等

水資源與水環境領域

○水資源・徹底應用既有設施，雨水與再生水利用，將危機等級缺水災害降到最低所需之對策等

○水環境・監測及與未來預測有關之調查研究、水質改善對策

國民生活與都市生活領域

○交通基礎建設

- (鐵道) 地下車站等淹水對策
- (港灣) 策定事業持續推動計畫 (港灣BCP)
- (機場) 防災地圖與機場除雪工作架構之再檢討
- (道路) 強化高安全性與可靠性道路網、推動無電線桿化、強化道路車站防災機能
- (物流) 物流BCP、災害時支援物資保管協定、鐵道貨物輸送障礙對策



【地下鐵車站以擋水板實施之淹水對策】



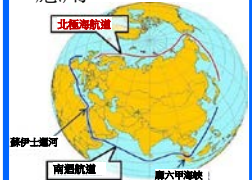
【民有地綠化】

○熱島效應

- 改善地表覆蓋 (推動民有地與公共空間等綠化、實施都市公園整備、應用廢水處理水等)
- 降低人工排熱 (實施住宅與建築物省能源化、推廣低公害車輛，加強利用廢水熱等)

產業與經濟活動領域

・北極海航道利用



- 提供外國人旅客參考資訊，發布無事實根據消息造成災害之對策

基礎工作架構

○推廣與資訊提供

- 推廣防災與氣候變遷相關知識
- 提供地理空間資訊等

○觀測、調查研究與技術開發

- 氣象與海平面、國土之觀測與監測
- 氣候變遷預測、掌握雪冰環境變化趨勢等
- 持續增大的外力對洪水與內水對策的影響

○國際貢獻

- 分享國際社會我國防災技術與知識見解
- 參與國際監測與研究等

(參考資料)

國土交通省氣候變遷調適計畫

2015年11月

國土交通省

氣候變遷調適對策推動背景

地球持續暖化帶來的氣候變遷等

全球氣溫上升、短延時強降雨與大雨發生頻率提高、海平面上升、颱風劇烈化、乾旱與熱浪增加、無降雨日數增加等

災害風險提高

- 水災、土砂災害、暴潮災害、缺水頻繁與嚴重化
- 對港灣與海岸的影響（海平面上升與暴潮引致淹水、海岸侵蝕等）
- 對交通的影響（淹水與坡面崩塌、運輸受阻等）
- 熱島效應嚴重化 等

依據1992年通過的聯合國氣候變遷綱要公約，實施全球性的地球暖化對策

雙軌並進地球暖化對策

- 聯合國各會員國達成共識，過去各國雖已研擬CO₂等溫室效應氣體減排與吸附對策（減緩對策），實施各種減緩對策，仍無法完全避免氣候變遷不良影響。（2012.4 環境基本計畫）

- 除了推動減緩對策，也應雙軌地推動因應氣候變遷不良影響的「調適對策」。

【減緩對策】

溫室效應氣體減排與吸附對策

即使推動減緩對策仍無法降低氣候變遷不良影響

【調適對策】

因應氣候變遷不良影響，利用新的氣候條件

和各國相比日本實施調適對策更具重要性

- 英、美國等歐美國家、澳大利亞乃至於中國、韓國等國家，都已策定國家等級氣候變遷調適計畫。
- 日本同樣有短延時強降雨與大雨發生頻率提高、平均氣溫上升等氣候變化劇烈化現象，出現水災與土砂災害等氣候變遷不良影響。未來氣候變遷加劇，災害可能更嚴重。
 - ・紀伊半島水災、土砂災害(2011)與九州北部豪雨引致水災與土砂災害(2012)、伊豆大島(2013)與廣島市(2014)土砂災害、關東與東北豪雨引致水災與土砂災害(2015)等，每年全國各地水災與土砂災害頻傳，災情慘重。
 - ・都市地區除地球暖化趨勢外，都市化影響、氣溫上升引致中暑患者人數增加等，都對民眾健康與生活造成嚴重不良影響。
- 日本的氣候變遷狀況嚴重，人命、民眾健康與社會經濟活動等備受威脅，應儘速推動降低氣候變遷影響對策（調適對策）。

策定氣候變遷調適計畫工作之檢討

○日本也開始掌握地球暖化嚴重性與各國作法，著手策定政府調適計畫。

日本地球暖化對策方針（2013.3 內閣成立「地球暖化對策推動本部」）
「針對今後難以避免的**地球暖化**，有計畫推動適切對策（調適對策）」

策定政府「調適計畫」之方針
（2013.7.2中環審地球環境部門會議報告）

○國土交通省主管國土保全、社區營造、交通政策、住宅與建築物、氣象等領域，安全與安心的國土與地區營造方面扮演重要角色，因此由國土交通省率先策定調適計畫，設定進一步的中央政府調適計畫方針。（國土交通省「環境行動計畫」（2014.3國土交通省環境政策推動本部決定））

中央環境審議會、中央政府整體（環境省）

中央環境審議會 地球環境部門會議
氣候變遷影響評估等小組委員會議（2013.8～）

彙整可資策定政府整體「調適計畫」參考的既有氣候變遷預測與影響評估等，審議氣候變遷對日本的影響與災害風險評估

2014.3 未來日本氣候變遷影響報告與今後課題（中間報告）

評估設置工作小組

2015.3.10 未來日本氣候變遷影響、災害風險評估報告與今後課題（意見提供）

2015.9 設置氣候變遷影響調適作法政府部會協商會議

配合內閣各部會有關調適對策的檢討，全盤調整調適計畫

2015.11.下旬 內閣通過「氣候變遷調適計畫」

國 土 交 通 省

國土交通省環境對策推動本部

環境部門會議

2014.3 環境行動計畫

※決定策定國土交通省調適計畫

2014.8設置調適計畫檢討工作小組

研擬國土交通省調適計畫

2015.3，2015.7
社整審暨交政審環境部門會議

策定計畫時，應納入國土綜合規劃 2050 與社會資本整備重點計畫

策定「國土交通省氣候變遷調適計畫」

水災領域

社會資本整備審議會 河川分科會 氣候變遷調適治水對策檢討小組委員會議

水災領域氣候變遷調適對策現況
（2015.8答覆）

水資源領域

水資源領域氣候變遷調適對策現況檢討會議

國土審議會 水資源開發分科會 調查企畫部門會議

今後水資源政策
（2015.3答覆）

海岸沿岸領域

「港灣」與「海岸」之氣候變遷影響及調適方向調查檢討委員會議

彙整海岸氣候變遷影響與調適方向（港灣：2015.6，海岸：2015.7公布）

產業暨國民生活領域

• 交通基礎建設
• 熱島效應
• 北極海航道
• 觀光業 等

彙整所受影響、檢討調適對策

提供氣候變遷觀測、監測與預測資訊

國土交通省氣候變遷調適計畫架構

I 前言

- 地球暖化減緩對策與調適對策
- 日本實施調適對策之意義
- 國際狀況（COP之討論、其他國家的調適計畫）
- 調適計畫之定位

II 基本構想

氣候變遷對國土交通領域的影響

水災頻繁發生、出現極大規模水災、土砂災害發生頻率提高、超過計畫規模土砂移動現象發生頻率提高
對港灣與海岸產生嚴重影響、缺水災害更嚴重、水質改變，
交通基礎建設破壞災害風險提高、都市區域氣溫大幅上升、風災與水災對旅客與物流造成不良影響、北極海航道利用可能性提高

調適對策之理念

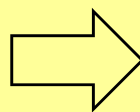
以各種單位為主體、適切分工，儘量依據科學知識見解，並於適當時期有計畫實施將目前產生或未來氣候變遷可能引致災害降到最低之對策，有效果、有效率地持續確保①守護國民生命與財產，②持續確保社會與經濟活動基礎建設與系統功能，③維護國民生活品質，④適當應用狀況變化

基本構想

- 因應不確定性的適應性管理
- 已出現狀況之處理
- 考量未來的影響
- 軟硬體綜合性對策
- 各事業計畫等納入氣候變遷考量
- 與自然共生、融入環境
- 考量地區特性、社會各階層一起推動（地方公共團體、事業者、居民等）

調適對策之實施與修正

- 持續進行氣候變遷監測
- 觀測與監測架構、氣候變遷預測與災害風險評估
- 調查研究與技術開發等



定期檢討、有彈性地修正調適對策

- 推動調適對策應掌握社會資本整備重點計畫內容，實施「能提高功能性與生產性的戰略性基礎設施管理」，運用PPP/PFI

III 調適相關對策措施

○ 國土交通省調適對策理念

以各種單位為主體適當分工，儘量依據科學知識見解，於適當時期有計畫地實施將目前產生或未來氣候變遷引致災害降到最低之對策，有效果、有效率地持續確保

- ①守護國民生命與財產、
- ②確保社會與經濟活動基礎建設與系統功能、
- ③維護國民生活品質、
- ④適當地應用狀況變化

○ 調適對策與減緩對策之關係

氣候變遷速度與程度可能升高到超過調適有效極限，應持續推動過去實施減緩對策與調適對策雙軌並重之地球暖化對策。

調適的同時，應積極推動地球暖化減緩對策。

“調適：針對現實狀況或未來氣候預測及其影響，進行調整。人類社會整個系統可以減緩對策緩和或避免災害，甚至當做有益機會予以利用。”

“調適對策可減緩氣候變遷不良影響，但若氣候變遷影響太大、速度太快，有效性有限。”

“抑制氣候變遷，應持續大幅減排溫室效應氣體。若能搭配實施調適對策，可能可以抑制氣候變遷引致災害。”

出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要
IPCC第五次評估報告整合報告書政策決定者參考摘要

II 基本構想：①因應不確定性之適應性管理

- 一般而言，人口與經濟發展趨勢、技術水準、生活型態等未來社會經濟情勢變化都很難精確預測。因此，評估可用來預測未來氣候全球溫室效應氣體排放量、氣候變遷結果影響與災害風險時的地區社會經濟狀況等，須給予一定的假設。此外，使用不同的氣候模型也可能產生不同的預測結果。因此，氣候變遷對未來影響之預測（發現時期、場所與程度），具有不確定性。
- 推動調適對策應實施適應性管理，並持續監測氣候變遷，配合氣候變遷進行狀況與最新氣候預測數據、地區社會經濟狀況變化、過去政策與新對策的減緩災害風險效果，於必要時間點選擇精確有效之調適對策。

◇ 推動基於適應性管理制定的調適對策

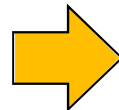
未來氣候變遷影響的不確定性

- 氣候變遷之程度（溫室效應氣體排放情境、氣候模型等），
- 未來社會與經濟情勢



可掌握不確定性的監測

- 持續實施氣候變遷監測（觀測與監測工作架構）
- 氣候變遷進行狀況與最新氣候預測模型
- 地區社會經濟狀況的變化
- 過去對策與新對策的降低災害風險效果



在必要的時間點選擇對策

調適對策之立案與實施

- 針對出現狀況之處理
- 考量未來之影響
- 實施軟硬體綜合對策
- 各種事業計畫納入氣候變遷的考量
- 與自然共生、融入環境
- 考量地區特性，整合各階層一起推動

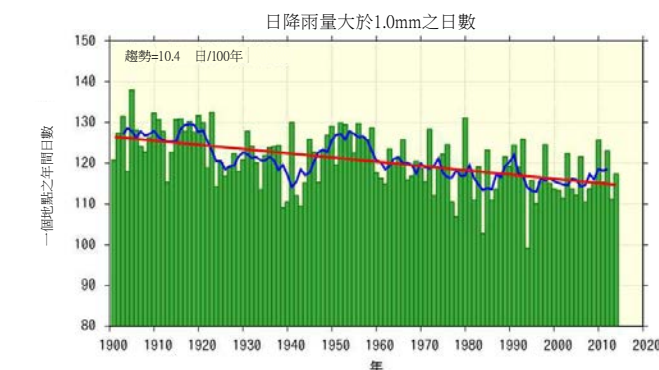
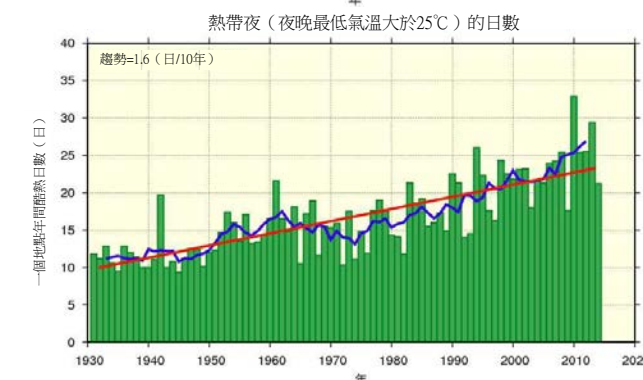
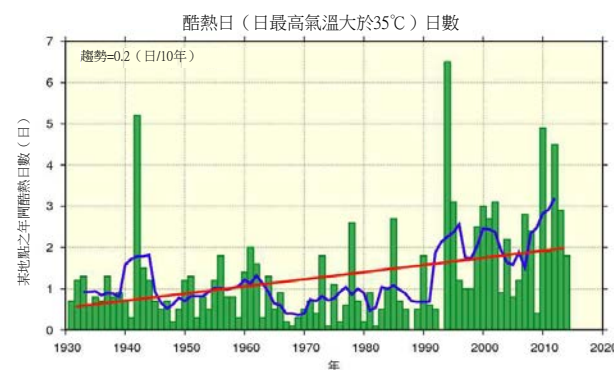
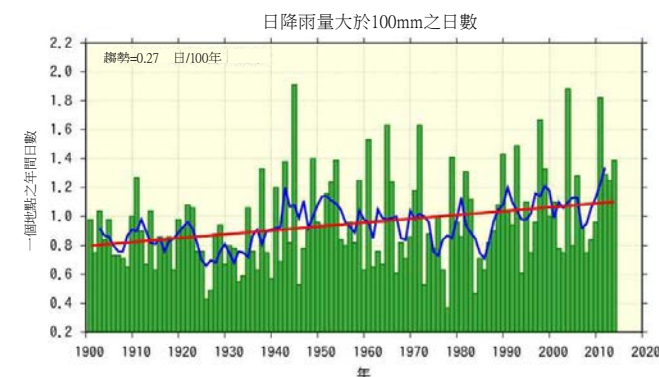
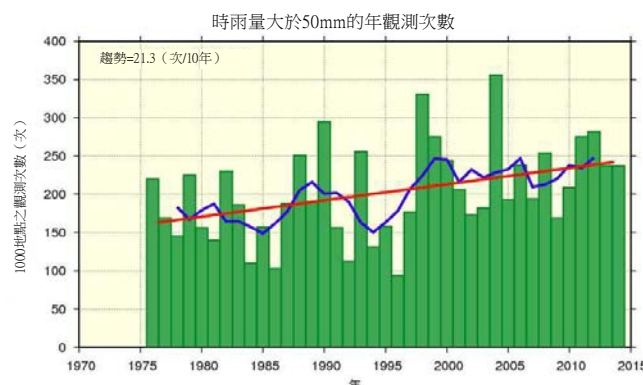
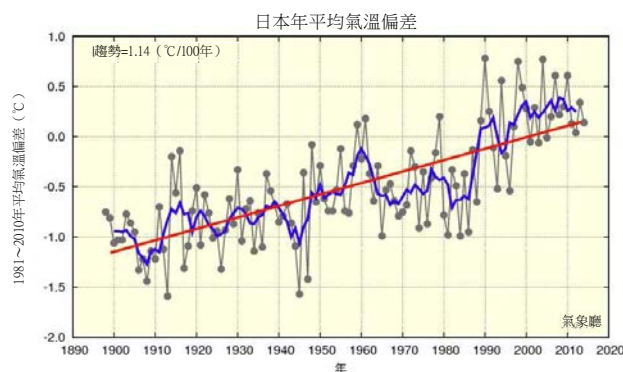
II 基本構想：②目前發生狀況之處理

- 預測未來伴隨氣候變遷將出現發生頻率更高的短延時強降雨與大雨，酷熱日數增加，這些都是即使日本也已觀測到的嚴重化現象。
- 針對這類狀況，基本上已實施防災對策在內的對策等，也應定位為調適對策，繼續予以推動。

◇ 日本氣候變遷狀況

出處：氣候變遷監測報告2014（2015年，氣象廳）

年平均氣溫、大雨及強雨發生頻率、酷熱日與炎熱夜晚日數逐漸增加。降雨日數則逐漸減少。



“因應未來氣候變遷之調適，首先應減緩面對氣候變動的脆弱度與災害曝露程度。”

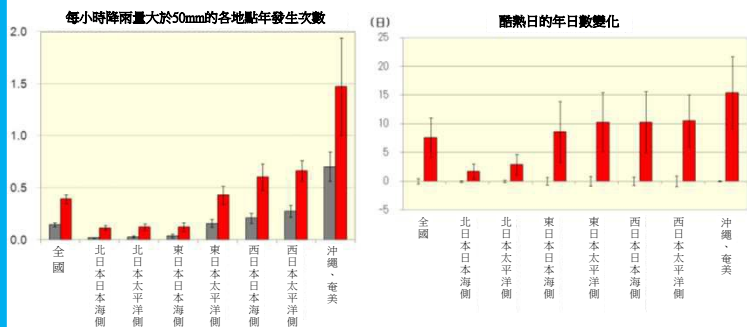
出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

II 基本構想：③考量將來之影響

○基本上未來氣候變遷影響的程度與發生時期不確定性很大，但已出現的狀況未來可能伴隨氣候變遷而惡化、出現嚴重影響社會的大規模災害等，因此檢討氣候變遷影響之對策，應注意氣候變遷改變現象的發生頻率以及發生頻率低但可能造成大規模影響等現象，推估各種可能性予以對應。

◇ 日本未來氣候預測

- 氣溫上升
 - ・大都市年平均氣溫上升2~3℃
 - ・酷熱日與炎熱夜晚日數增加
- 降雨量變動
 - ・短延時強降雨與大雨發生頻率提高
 - ・無降雨日數增加
- 極端氣象現象
 - ・颱風強度提高
 - ・陣風與雷雨發生可能性提高
- 海平面與海水溫度上升 等



出處：地球暖化預測資訊 第8卷（2013年，氣象廳）
日本氣候變遷及其影響（2013年，文科省，氣象廳，環境省）等

（例）以各種規模降雨為對象的淹水推估

○ 製作、公布推估之各種規模降雨淹水地圖，作為避難檢討、社區營造與投資判斷之參考

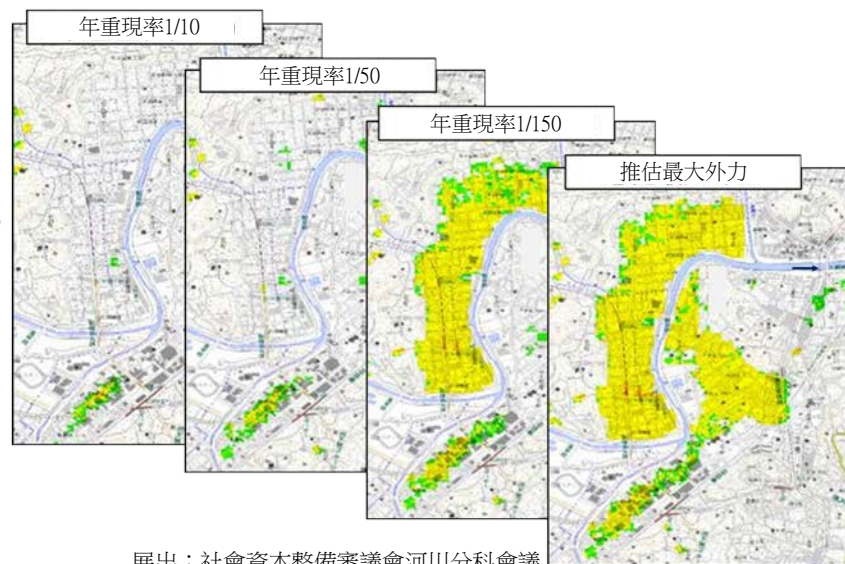
到目前為止

只推估防洪相關計畫基本要素之降雨量



今後

針對推估最大外力等各種規模之降雨，進行推估



展出：社會資本整備審議會河川分科會議
氣候變遷調適治水對策檢討小組委員會議答覆參考資料

※圖表為示意圖，未必與實際河川一致

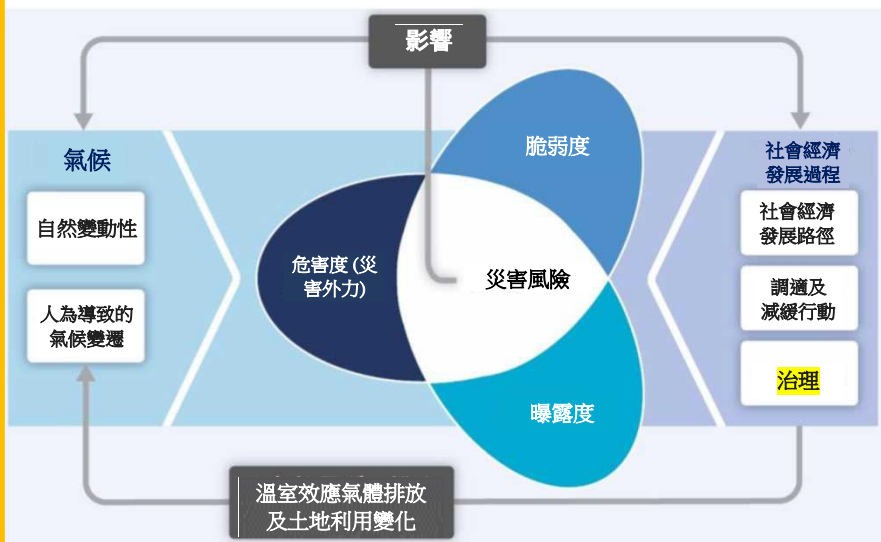
“暖化程度提高可能出現嚴重且大範圍的不可逆影響。”

出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

- 調適對策含設施整備等硬體對策及提供居民資訊、資訊傳遞等的訓練，避難、緊急救災活動與事業持續推動等所需備案以及災害儘早復舊所需事前檢討措施等軟體對策。應因應氣候變遷影響及其所帶來的災害風險大小、地區特性等，適度搭配使用軟硬體，儘速擬定綜合對策。
- 也應積極評估應用 I C T 與大數據、提升傳遞資訊給居民的效率。
- 從降低民眾與社區脆弱度與危害度觀點來看，推動對策應掌握機會，在都市與淺山地區持續實施因應人口減少等狀況的社區與地區重劃，此時除了已推估之災害風險外，應注意因應氣候變遷之災害，推動社區營造、地區營造與土地利用。

◇氣候變遷潛勢概念圖

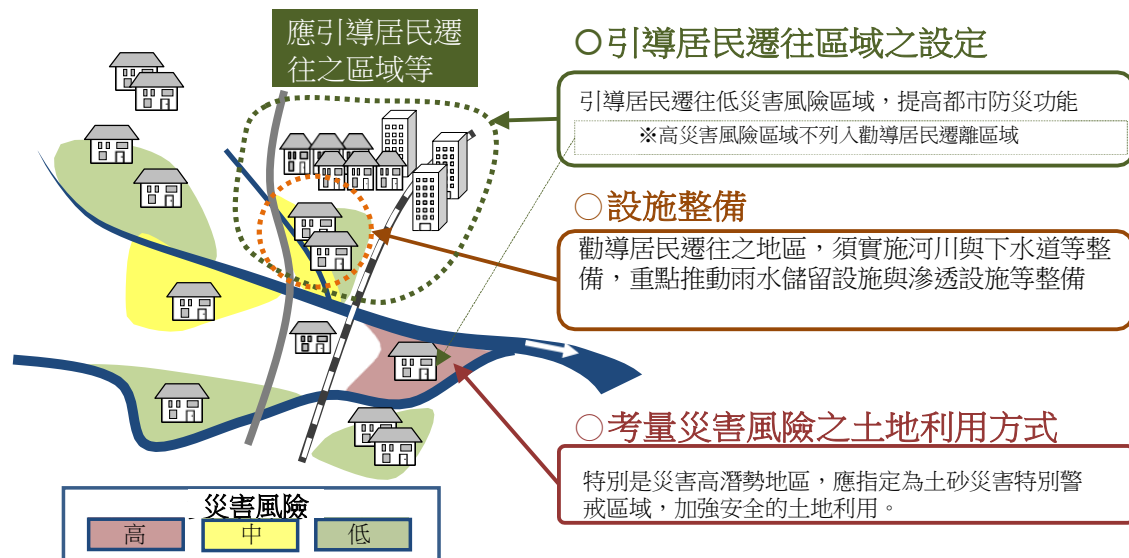
氣候變遷潛勢係由危害度（災害外力）、脆弱度（對應力）與暴露度（受影響地點有居民或財產存在）相互作用所形成，調適對策須降低這類脆弱性與曝險程度。



出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

(例) 妥善規劃考量災害風險之土地利用與居住模式

- 地板淹水頻率較高地區應公告為高災害風險地區，引導居民搬往低災害風險地區、達成都市防災機能。
- 特別是淹水深度大、極可能危害人命的地區，應公告為災害風險地區，規劃更安全的土地利用型態。



◇脆弱度：容易受災害不良影響的狀況或原因。

◇危害度：可能受災害不良影響的地點及環境中存在民眾、生活、生物種或生態系、環境機能、服務及資源、基礎設施或經濟、社會面與文化資產等。

出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

II 基本構想：⑤各種目的事業計畫等納入氣候變遷考量

- 為有效果、有效率地實施調適對策，各種目的事業計畫等應納入氣候變遷影響之調適構想。
- 此外，按部就班推動基礎建設與系統等整備、維護管理、更新等過程中，規劃與設計必要時也應考量未來氣候變遷影響。

◇ 各種計畫的調適對策說明（摘要）

★ 新的國土形成計畫（2015年8月內閣通過）

第8章 環境保護及景觀形成相關基本政策措施

第3節 減緩與調適地球暖化應採取之對策措施等、地球環境問題之對應

（2）推動地球暖化調適對策相關措施

地球暖化問題全球規模地持續惡化，日本也不止出現降雨、水災、土砂災害型態改變，農林水產品質惡化、中暑發生率增加、珊瑚礁減少、登革熱等感染症媒介蚊棲息區域擴大等地球暖化的廣泛影響皆嚴重化。因此，除了按部就班推動減緩暖化措施，應基於政府整體調適計畫，綜合、有計畫地推動調適對策措施。

為將地球暖化所造成災害降到最低、構築能迅速恢復之永續社會，須因應地球暖化對社會系統與自然系統可能造成的廣泛影響，各領域都考量地球暖化影響，政策措施有計畫地納入調適對策。（後略）

★ 社會資本整備重點計畫草案（2015年9月內閣議預定通過）

重點目標3 形成可對應人口減少與高齡化等問題的永續地區社會

3-4 推動地球暖化對策等

國民生活與社會經濟之理想樣態

透過大幅削減都市與交通領域溫室效應氣體排放量的「減緩對策」，實現改造都市與地區構造、改變中長期生活型態的「低碳社會」，透過水災及沿岸「調適對策」，努力達成具氣候變遷高適應力的社會。

重點對策實施方向

因應地球暖化伴隨水災、土砂災害、暴潮災害、中暑等各種災害風險增加，推動可解決氣候變遷不良影響的「調適對策」。

重點對策措施

・策定調適計畫並依該計畫推動軟硬體綜合調適對策

（實施水災相關（水災對策、土砂災害對策、缺水對策）與沿岸相關對策、熱島效應對策等）

★ 水循環基本計畫（2015年7月內閣議通過）

第1部 水循環相關政策措施基本方針

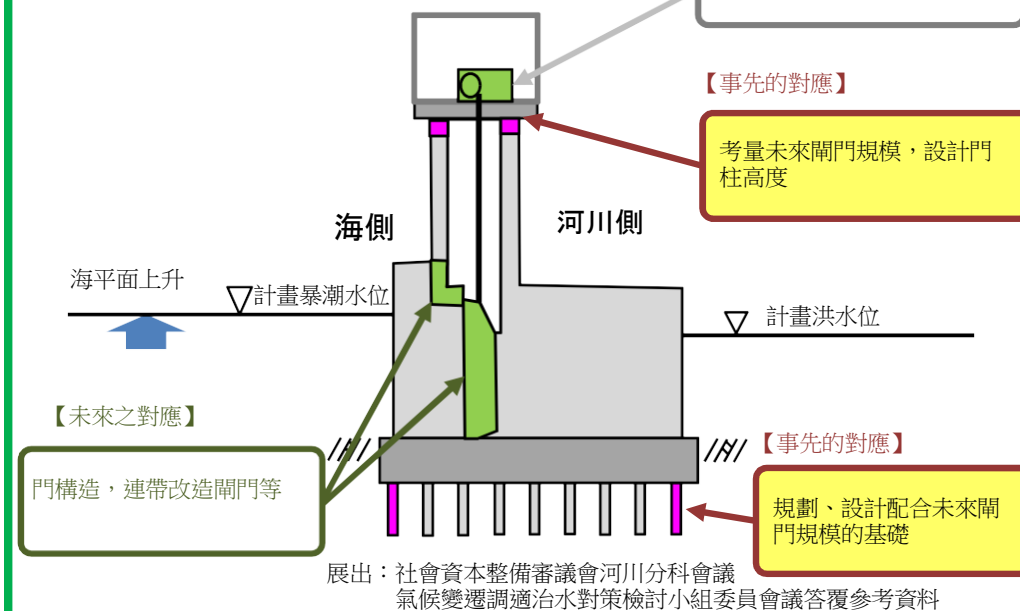
3 確保水之適當利用與足夠的水資源

（地球暖化之對應）

今後地球暖化伴隨氣候變遷引致無降雨日數增加、積雪量減少，河川入流量可能減少，河川下游難以確保必要流量。此外，融雪提早可能影響農業用水依賴融雪地區的春耕等，將來缺水災害風險可能提高。（中略）在此情況下，為維護或恢復健全的水循環，除了推動二氧化碳等溫室效應氣體減排為主的減緩對策，也應推動地球暖化等影響的調適對策。

（例）規劃儘可能不必重做的設施

- ・針對未來海平面可能提高，規劃易改造之設施
- ・難以改造的門柱與基礎事先予以對應，將來須更換的閘門與機械類等，於更新時對應之



II 基本構想：⑥與自然共生、融入環境

- 國土交通省社會資本整備維護自然發展，配合地區特性持續應用自然具備之功能，融入大自然，從保護生物多樣性與永續發展、利用的觀點，推動保護、創造自然環境或再生之對策措施。
- 立案與實施調適對策，同樣應重視自然環境之保護、再生與創造。
- 此外，應配合計畫之目的與地區特性，應用自然環境提供生物棲息與生長場所、形成良好景觀、抑制氣溫上升等之多樣化功能（綠色基礎建設）。

什麼是綠色基礎建設？

於國土與社區永續發展目標下進行社會資本整備與土地利用時，積極應用自然環境所具備多樣機能（提供生物棲息與生長場所、形成良好景觀、抑制氣溫上升等）。

河川環境整備與保全

- 1997年河川法修訂，立法目的亦即該法之定位為「河川環境整備與保護」。目前日本河川營造多據此推動「多自然型河川營造」。
- 近年來中央政府整合地方政府，推動形成河川為主軸生態系網絡之政策措施。

多自然型河川營造

- ・ 維護河川整體自然面貌
- ・ 融入地區民眾的生活、歷史與文化
- ・ 維護、創造生物棲息、生長與繁殖環境及多樣化的河川景觀



案例 牛津川（佐賀縣）

熱島效應對策之公園與綠地整備

- 依據2013年修訂的「熱島效應對策大綱」，民間建築物、政府機構設施、公共空間等應推動綠化，改善地表覆蓋、降低地面蒸發作用與防止地表高溫化。

綠化



座間谷戸山公園（座間市）



鈴木町一丁目特別綠地保護地區（小平市）

屋頂綠化



綠簾



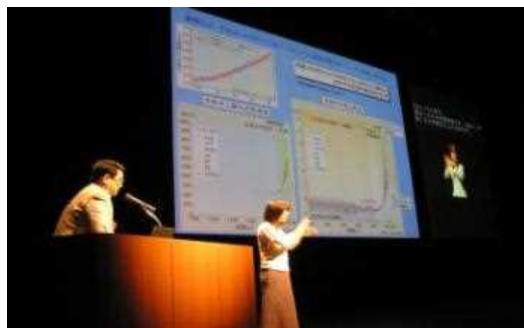
上述對策措施也可減緩氣候變遷

II 基本構想：⑦考量地區特性、整合各界共同推動

- 氣候變遷曝險狀態及脆弱度各地不同，推動調適對策應配合各地區特性，儘量採取具彈性之對策。
- 此外，應注意須從整合地方公共團體、事業者、居民等多樣化主體共同推動對策的角度，事先設定在什麼時間點推出什麼氣候變遷不良影響因應對策之情境，才有效用。
- 此外，以防災及環境等民眾周遭的問題為例，中央政府也應儘量支援、充分宣導居民氣候變遷之影響與政府正在實施的調適對策等。

（例）宣導推廣防災教育等

氣候演講會



實施避難訓練



防災教育



地方政府等製作防災地圖



地球暖化對地區的影響因地區自然資源、產業結構與氣候特性等而異，應精確掌握各地區目前與未來可能受影響狀況，以地區有關機關與人士為主體地推動調適對策。

III 調適相關對策措施：項目設定

○比照中央環境審議會「日本氣候變遷未來影響、災害風險評估報告與今後課題（參考意見）」之項目，設定以下項目。

調適計畫（國交省）第Ⅲ章項目			調適計畫（國交省）第Ⅲ章項目	
領域	大項目	小項目	大項目	小項目
水環境暨水資源	水環境	湖泊與水庫	2 水資源暨水環境	(2) 水環境
		河川		
		沿岸區域及封閉性海域		
	水資源	水供給（地表水）		(1) 水資源
		水供給（地下水）		
		水需求		
自然生態系	淡水生態系	河川	5.其他	
自然災害暨沿岸區域	河川	洪水	1 自然災害	(1) 水災
		內水		
	沿岸	海平面上升		(3) 暴潮與大浪等
		暴潮與大浪		
		海岸侵蝕		(2) 土砂災害
	山區	土石流與地滑等	(交通基礎建設、暴潮與大浪等部份記載)	
	其他	強風等		
健康	其他		5.其他	
國民生活暨都市生活	都市基礎建設與生命線等	水道與交通等	3 國民生活暨都市生活	(1) 交通基礎建設
	其他	酷熱對生活之影響等		(2) 熱島效應
產業暨經濟活動	觀光業	遊憩	4 產業暨經濟活動	(觀光與北極海航道等)
	其他	其他（海外影響等）		

III 調適相關對策措施：整體概要

1. 自然災害領域

(1) 水災

影響：短延時強降雨與大雨發生頻率提高、大雨引致降雨量提高造成水災更加頻繁

調適對策：・構築設施以防止較高發生頻率外力所造成災害
・進行政策措施總動員，儘量減緩超過設施承受能力之外力造成災害
・實施災害風險評估，分享災害風險資訊

1) 針對災害風險較高外力之防災對策

・確實整備相關設施 ・提升既有設施之功能 ・儘可能規劃不必重做的設施 等

2) 針對超過設施承受能力外力之減災對策

- ①妥善規劃設施之運用、構造與整備順序等
- ②整合社區營造、地區營造之淹水減緩對策
- ③避難、緊急救災活動、事業持續等所需準備工作

(2) 土砂災害

影響：短延時強降雨與大雨提高增加引致土砂災害發生頻率提高，預警時間短的土砂災害增加等

調適對策：

- ・土砂災害發生頻率提高之對策與深層崩塌對策
- ・預警時間短土砂災害之警戒避難
- ・考量災害風險之土地利用與居住型態 等

(3) 暴潮與大浪等

影響：強烈颱風增加、中長期海平面上升引致暴潮淹水災害擴大、臨海地區產業與物流機能降低、海岸背後地災害及海岸侵蝕擴大之影響

調適對策：

1) 港灣

- ・實施港灣海象監測、進行相關定期評估
- ・超過防護水準等超過外力之對策 等

2) 海岸

- ・實施災害風險評估與因應災害風險對策
- ・海岸持續侵蝕之對應之強化 等

2. 水資源與水環境領域

(1) 水資源

影響：無降雨日數增加等引致經常缺水

調適對策：・徹底應用既有設施等 ・利用雨水（降雨）與再生水
・將危機等級缺水災害降到最低所需之對策 等

(2) 水環境

影響：水溫變化、水質變化與流域營養鹽類流出特性變化

調適對策：監測以及與未來預測有關的調查研究、水質改善對策

3. 國民生活與都市生活領域

(1) 交通基礎設施

影響：豪雨與颱風引致地下車站等淹水、坡面崩塌、降雪造成運輸受阻等

調適對策：

- ・物流BCP、災害時支援物資之保管協定
- ・地下車站等的淹水對策，鐵道相關落石與雪崩等對策
- ・策定港灣事業持續推動計畫（港灣BCP）
- ・構建機場防災地圖與機場除雪工作架構
- ・整備高安全性與可靠性道路網、推動無電線桿化、強化道路車站防災機能 等

(2) 熱島效應

影響：氣溫上升加上熱島效應造成都市高溫，影響民眾健康與生活

調適對策：

- ・改善地表覆蓋（推動民有地與公共空間等綠化、實施都市公園整備、應用廢水處理水等）
- ・降低人工排熱（實施住宅與建築物省能源化、推廣低公害車輛，加強利用廢水熱等）

4. 產業與經濟活動領域

影響：北極海冰面積減少，風災水災增加影響觀光

調適對策：

- ・北極海航道之利用
- ・發布外國人旅客參考資訊，無事實根據消息引致災害之對策 等

6. 基礎工作架構

(1) 推廣與資訊提供

- ・推廣防災與氣候變遷相關知識
- ・提供地理空間資訊 等

(2) 觀測、調查研究與技術開發等

- ・氣象與海平面、國土之觀測與監測
- ・預測氣候變遷，掌握雪冰環境變化趨勢
- ・持續增大之外力對洪水與內水對策的影響 等

(3) 國際貢獻

- ・提供國際社會我國防災技術與知識見解
- ・參與國際性監測與研究 等

調適對策基本構想①

- 針對過去發生頻率較高之外力，以設施整備等措施防止災害發生，製作淹水推估區域地圖等，儘量減輕災情。
- 相關措施都應掌握氣候變遷所引致外力增大與頻繁化狀況，
 - 確實地完成設施整備與適當維護管理，推動能確實防止水災發生之防災對策
 - 不僅如此，
 - 外力增加時，推動儘可能不必重做的設施追加對策
 - 規劃面對超過設施承受能力外力仍能發揮減災效果之對策措施
 - 推測設施所無法完全防範之狀況，社會各階層彼此分享災害風險資訊，進行政策措施總動員、推動減災對策

過去的做法

目前設施能力與規模

規劃的設施規模

外力（大雨等）之規模

- 針對發生頻率較高之外力，構築設施防止災害發生

- 針對發生頻率較高之外力，製作淹水推估地圖等儘量減輕災害

※ 針對超過較高發生頻率外力規模之外力，目前幾乎都無對策措施

※ 目前幾乎都未具體因應氣候變遷所引致外力增大狀況

提出淹水推估地圖

- 提出發生頻率高外力推估可能造成淹水之地圖

調適對策基本構想②

現況設施承受能力之規模

設施規劃之規模

可推估最大規模之外力

外力(大雨等)之規模

○ 以設施防止較高發生頻率外力造成災害

- 確實已完成規劃之設施整備
- 應妥善規劃，於未來外力增大時推動儘量不必重來的設施追加對策
- 實施災害風險評估所發現弱點之重點整備 等

○ 進行超過設施承受能力外力之政策措施總動員，儘量減輕災害

<設施運用、構造、整備順序等的妥善規劃>

- 修正可最大限度應用既有水壩之方法等
- 整備迅速排除洪氾所需之排水門，實施抽水站等的耐泡水措施
- 修正可儘量降低災害風險之河川整備內容與順序 等

<整合社區營造與地區營造>

- 妥善規劃考量災害風險之土地利用與住宅型態 等

<避難、緊急救災活動、持續推動事業等所需準備工作>

- 製作避難行動時間軸、提升企業防災意識、製作水災BCP 等

○ 針對大幅超過設施承受能力之外力，設定軟體對策重點為「守護生命」「避免毀滅性的災害」

- 各主體依狀況與資訊進行避難
- 進行廣域避難架構之整備
- 製作中央政府、地方公共團體與公益事業者等單位一體的避難行動時間軸（對策流程圖） 等

實施災害風險評估與分享災害風險資訊

- 針對可推估之最大規模範圍內各種規模外力進行災害風險（推估淹水及進一步推估災情）評估
- 各主體瞭解災害風險資訊並推動防災對策

水災調適對策①

○針對較高發生頻率外力之防災對策

【進一步推動相關對策措施】

- ・紮實地整備設施
- ・提升既有設施效能
- ・加強設施維護管理與更新
- ・實施水門等設施遠距操作
- ・綜合土砂管理

【今後應重新規劃之對策措施】

- ・儘可能規劃不必重做的設施
- ・提升可供設施規劃與設計等參考之氣候變遷預測技術
- ・檢討海平面上升、土砂與漂流木之影響
- ・一體化運用河川與下水道設施

○面對超過設施承受能力外力之減災對策

1) 妥善規劃設施運用、構造與整備順序

【進一步推動相關對策措施】

- ・強化觀測技術等
- ・充實、強化水防工作架構
- ・確保可應用河川管理設施等的避難場所等

【今後應重新規劃之對策措施】

- ・依據各種外力下的災害風險，實施河川整備計畫等的維護檢查與修正
- ・實施可儘量延緩潰決時間之堤防構造
- ・最大限度運用既有設施之功能
- ・大規模構造物之維護檢查

2) 整合社區營造與地區營造

【進一步推動相關對策措施】

- ・綜合性的淹水對策
- ・考量土地利用狀況之治水對策
- ・地下空間淹水對策

【今後應重新規劃之對策措施】

- ・提供並分享細緻的災害風險資訊等
- ・參考災害風險資訊，實施社區營造、規劃住宅型態
- ・整合社區營造與地區營造，擬定淹水減緩對策
- ・整合社區營造與地區營造，抑制洪氾擴大

3) 避難、救災緊急活動、進一步推動計畫等所需之準備工

① 精確避難所需之準備工作

【進一步推動相關對策措施】

- ・支援市町村長精確發布避難勸告命令

【今後應重新規劃之對策措施】

- ・提供敦促居民避難、淺顯易懂之資訊
- ・加強可順暢、加速完成避難事前準備工作
- ・加強避難與人命救助等準備工作

② 順利救災與進一步推動防災計畫等之對策措施

【進一步推動相關對策措施】

- ・強化災害時支援市町村之工作架構

【今後應重新規劃之對策措施】

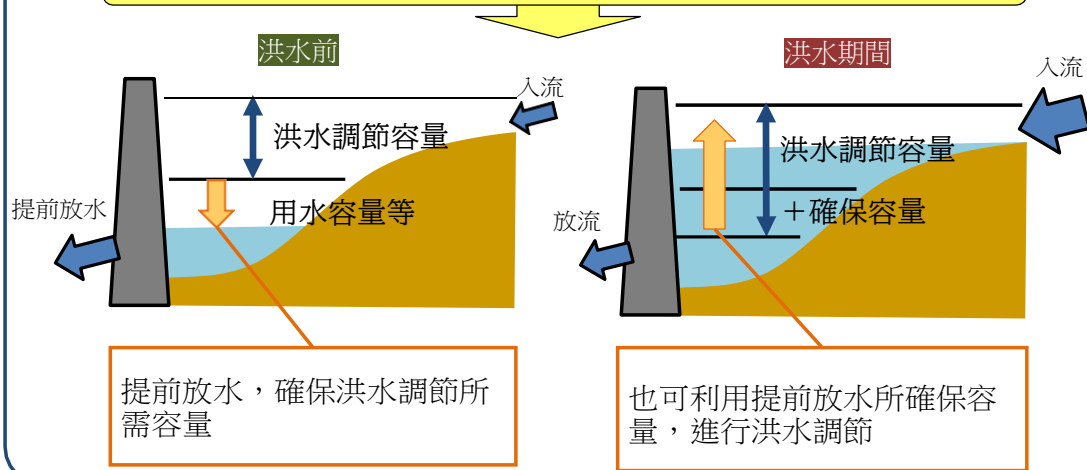
- ・策定防災有關單位、公共事業者等的業務進一步推動計畫等
- ・抑制氾濫擴大、排除氾濫水
- ・提升企業防災意識、製作水災BCP等
- ・整合各主體，完成災害對應工作架構等的整備工作

Ⅲ調適相關對策措施 1.自然災害領域 (1) 水災

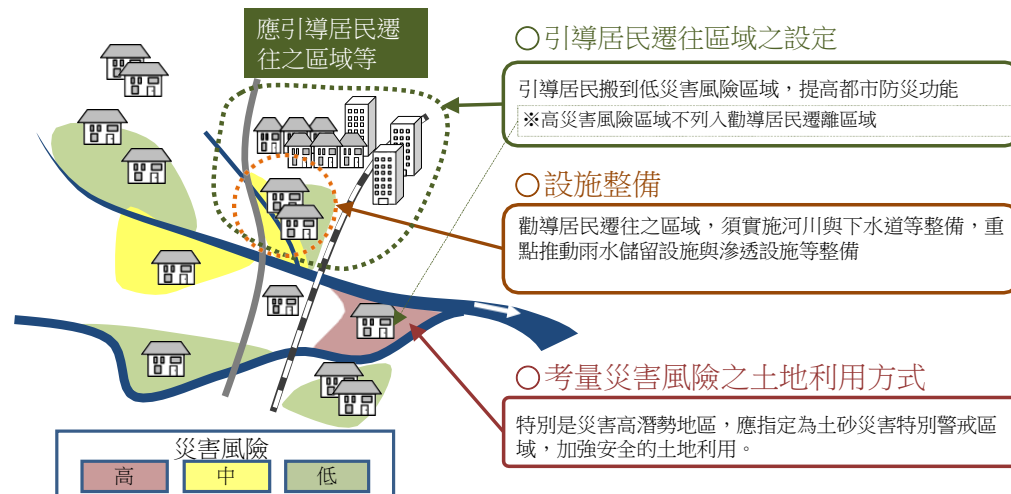
水災調適對策②

最大限度應用既有設施功能 (例：水庫提前放水)

提升水壩上游區域降雨量與水壩入流量之預測精度



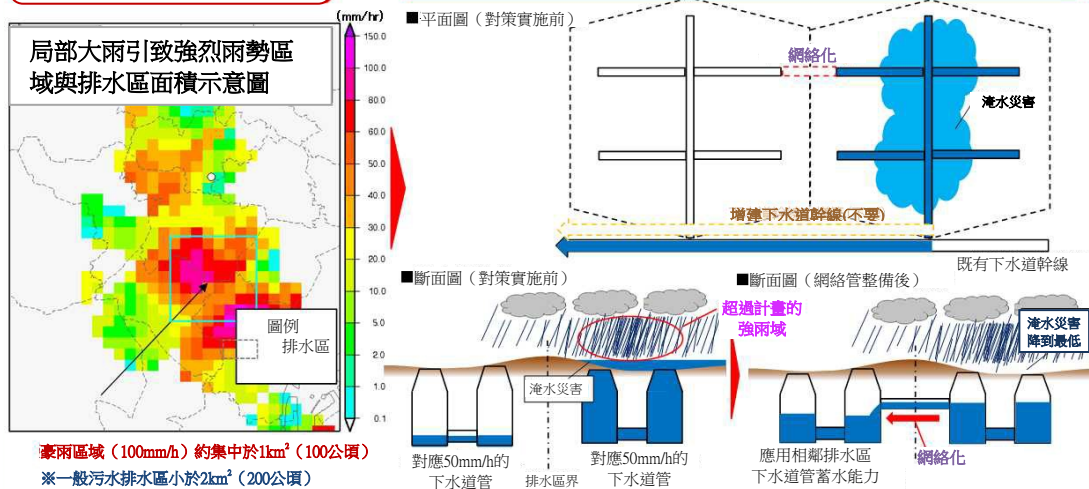
考量災害風險之土地利用與住宅型態



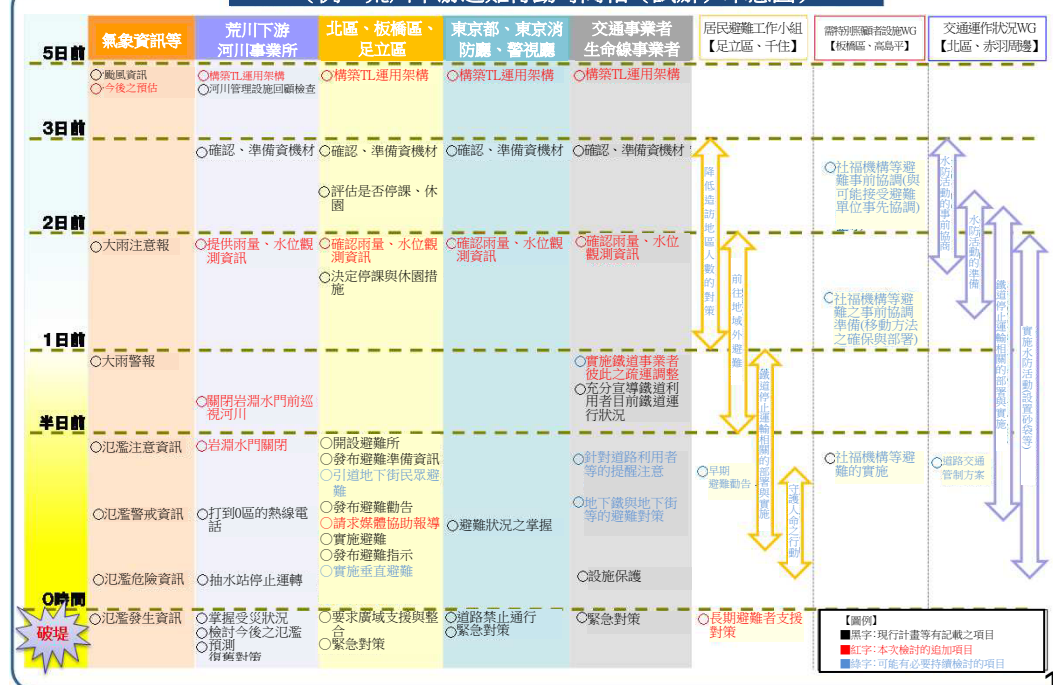
最大限度應用既有設施效能 (例：下水道管渠網絡化)

局部性大雨集中在豪雨區狹窄範圍內。

增建下水道幹線完成網絡管整備可有效減緩淹水災害



建構整合各主體之災害對應工作架構 (例：荒川下游避難行動時間軸 (試辦) 示意圖)



土砂災害調適對策

土砂災害之調適對策

(土砂災害發生頻率提高)

- 應於有高度守護人命效果之地點實施設施整備
- 更合理化地規劃設施與檢討設計
- 支援製作避難時間軸行動表，強化警戒避難架構

(警戒避難預警時間短的土砂災害)

- 推廣土砂災害正確知識
- 提供可支援精確避難勸告與避難行動之資訊

(超過計畫規模之土砂移動現象)

- 檢討設施配置與構造，發揮減災效果

(深層崩塌)

- 強化危機管理體制，迅速檢知大規模土砂移動現象

(呈現不明坑溝地形地點之土砂災害)

- 因應地形特性，規劃合理設施構造
- 依據危險度評估，規劃對策實施重點

(土石流越過流域邊界的現象)

- 實施氾濫演算，適切地推估土砂量及其範圍

(漂流木災害)

- 應用透過性防砂壩及漂流木攔阻工
- 評估將既有不透過性防砂壩改成透過性

(上游區域的管理)

- 累積地形資料等，強化國土監測架構

(考量災害風險之土地利用與住宅型態)

- 土砂災害警戒區域等的基礎調查及指定

土砂災害發生頻率提高對策

應於有高度守護人命效果地點實施設施整備

2014年8月20日 廣島市安佐南區受災狀況



國道54号

防砂壩攔阻了
土石流
(廣島市大町地區)



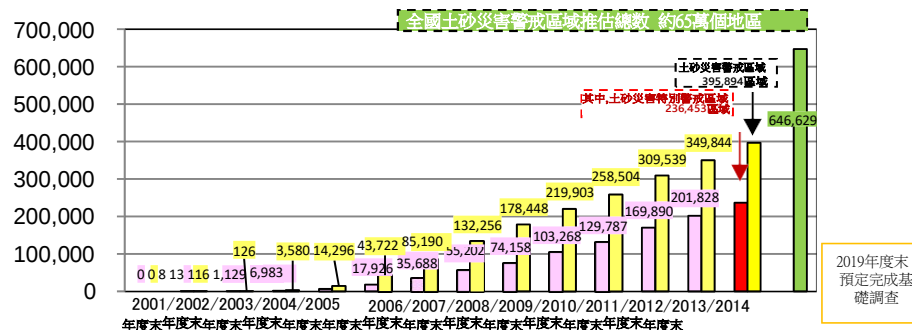
土石流發生前 (2014. 7. 22)



土石流發生後 (2014. 8. 20)

考量災害風險之土地利用與住宅型態

加強土砂災害警戒區域等的基礎調查及指定



深層崩塌等的對策

大規模土砂災害發生時實施緊急調查

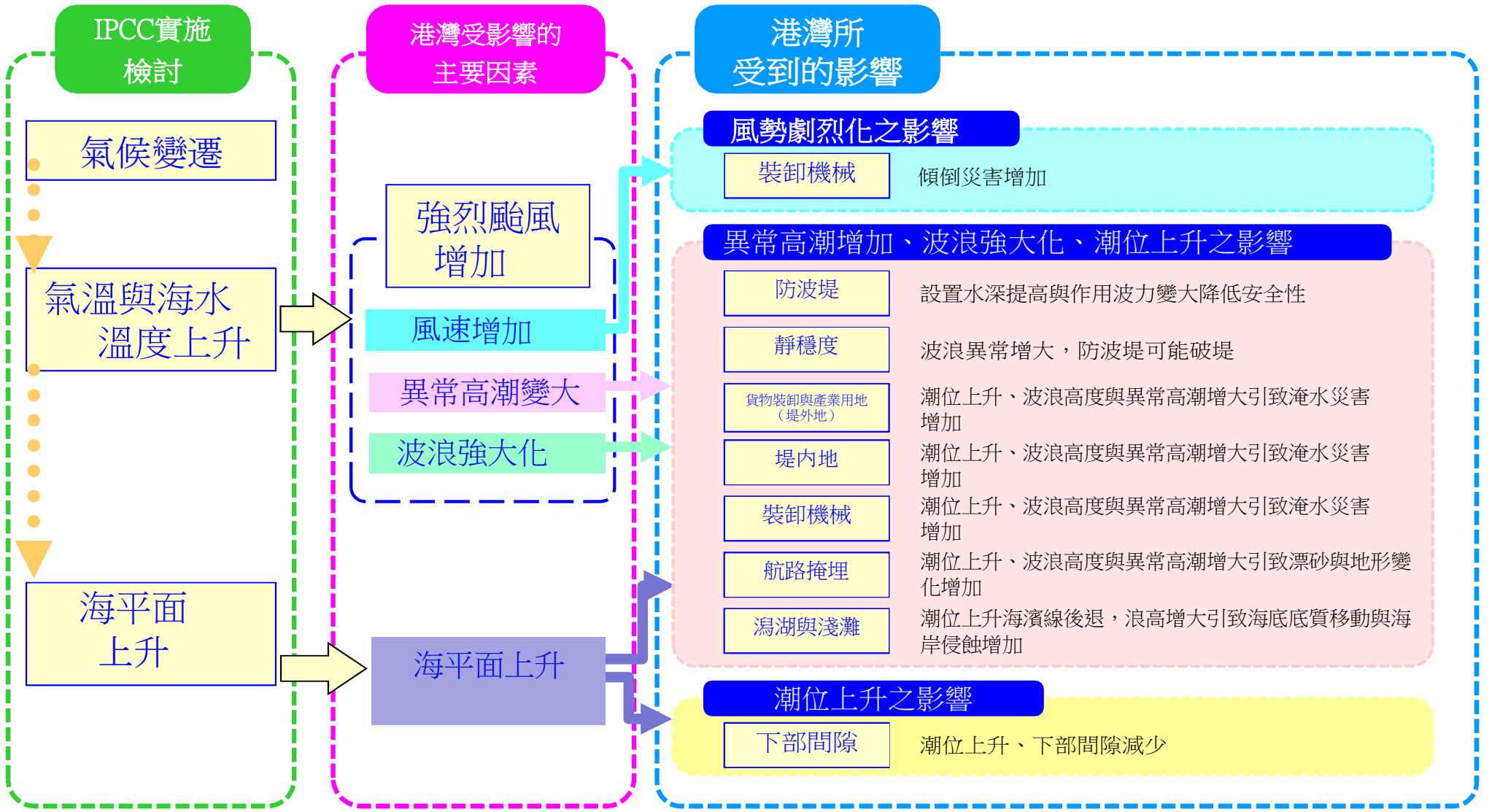
- 防止大規模土砂災害後發生二次災害
- 河道阻塞時等的緊急調查
- 發布或解除避難勸告之技術性建議 (派遣專家、提供資機材)



緊急調查實施狀況

氣候變遷影響港灣主要因素及其影響

○IPCC第五次評估報告指出，預測氣候變遷將造成「氣溫與海水溫度上升」、「海平面上升」。
港灣則可能分別受「強烈颱風增加等」（即「風速增加」、「異常高潮變大」、「波浪強大化」）及「海平面上升」等因素影響。



港灣實施調適對策基本方向

○應掌握氣候變遷與相關知識見解，以及「地球暖化引致氣候變遷之港灣對策現況」（2009.3答覆），設定調適對策目標與基本方向。

調適對策目標

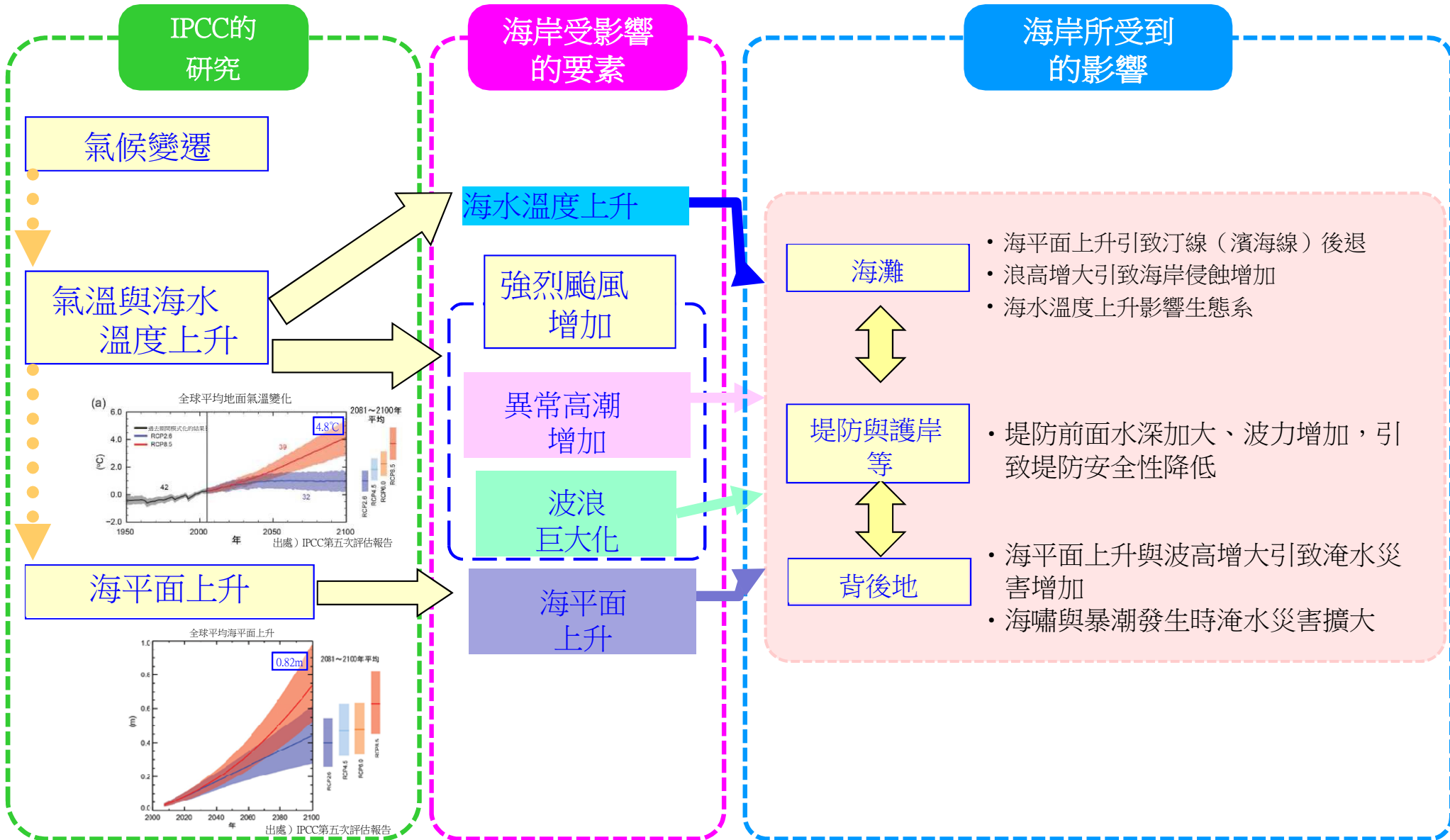
- 氣候變遷引致「強烈颱風增加等引致異常高潮與大浪增加」及「中長期海平面上升」，可能帶來嚴重不良影響。
- 因此，應實施海象監測、精確掌握氣候變遷不良影響徵候，掌握港灣及其背後地社會經濟活動與土地利用的中長期動向，搭配採用最適當軟硬體對策措施（最佳組合，best mix），以戰略性、適應性方法達成「抑制堤外地與堤內地暴潮等災害風險提高」及「維護港灣正常活動」目標。

主要調適對策

	2009年度答覆之主要調適對策	2014年度研討會之主要調適對策結論
強化監測架構、提升預測精度	○實施波浪與海平面水位監測 ○實施納入未來自然外力考量之構造物整備 ○進行預測長期海平面水位變動之相關研究	○定期評估監測結果
掌握防護水準等	○因應背後地重要度設定防護等級 ○構造物性能評估等實施資料庫化	○提供堤外地暴潮災害風險相關詳細資訊
災害風險評估	○建立災害風險評估方法，運用於港灣BCP	
進一步推動對策措施	○推動海岸防護工程、支援地方製作防災地圖等 ○調查與應用各國先進做法與案例	○整合相關政策與組織架構，更有效實施調適對策（調適對策主流化） ※「調適對策主流化」指相關政策與計畫納入氣候變遷調適對策。
充實、強化軟體對策	○提升水門與陸閘等的操作效率 ○運用多樣化通訊，提供災害資訊 ○擬定避難計畫，充實防災訓練 ○充實、強化緊急災害對策派遣隊工作架構	○依據事前行動計畫（避難時間軸行動表）檢討避難對策（應用港灣相關氣象與海象資訊）
推動研究開發	○開發降低整備成本相關技術 ○推動超過外力相關研究	○面對氣候變遷引致漸進性外力增加，檢討階段性調適之政策方法

氣候變遷影響海岸主要因素及其影響

IPCC第五次評估報告預測氣候變遷將造成「氣溫與海水溫度上升」、「海平面上升」。海岸則可能出現「強烈颱風增加」（即「異常高潮增加」、「波浪增大」）及「海平面上升」等影響要素。



掌握氣候變遷及其變化相關知識見解、兩次答覆*設定調適對策目標及基本方向。

調適對策之目標

- 氣候變遷可能造成「強烈颱風增加等引致異常高潮與大浪增加」及「中長期海平面上升」之嚴重影響。
- 因此，應實施海象監測、精確掌握氣候變遷不良影響徵候，掌握背後地社會經濟活動與土地利用中長期趨勢，採用最適當軟硬體對策措施（最佳組合，best mix），以戰略性、適應性方法達成「抑制暴潮等災害風險提高」及「海岸之國土保全」目標。

○因此，應實施海象監測、精確掌握氣候變遷不良影響徵候，掌握背後地社會經濟活動與土地利用中長期趨勢，採用最適當軟硬體對策措施（最佳組合，best mix），以戰略性、適應性方法達成「抑制暴潮等災害風險提高」及「海岸之國土保全」目標。

基本方向

- ## ○災害風險評估及因應災害風險對策

- 掌握一系列防護線中災害風險較高地點

- ## ○超過防護水準等超過外力之對應

- 因應背後地狀況，整備具高耐受性構造堤防等
- 採取高潮時可迅速傳遞避難資訊之軟體對策

- 採取高潮時可迅速傳遞避難資訊之軟體對策

- ## ○戰略性推動增大外力對策措施

- 定期進行海象觀測結果評估
- 開發可實施順應性對應的技術
- 搭配使用最佳軟硬體對策

- 開發可實施順應性對應的技術

- 搭配使用最佳軟硬體對策

- ### ○強化持續侵蝕海岸之對應

- 也整合從河川上流到海岸為止的流域輸砂系統綜合性土砂管理對策，與相關單位合作，推動廣域性與綜合性對策

- 整合其他領域之對策與相關單位等

- 各種制度與計畫納入調適觀點，實施有效調適對策（調適對策主流化）等

Ⅲ 調適相關對策措施 2. 水資源與水環境領域

水資源與水環境領域調適對策

水資源調適對策

(基本構想)

- ・實施既有設施水供給安全度與缺水災害風險評估，中央政府、地方公共團體、用水者、企業、居民等互為主體地分享缺水災害風險資訊，合作完成缺水因應工作。
- ・推動缺水調適對策，應整合單位與個人，推估缺水可能的影響與災害，製作可用來決定缺水災害減輕對策等缺水對應時間軸行動表。

○ 高發生頻率缺水引致災害之防止對策

- ・徹底應用既有設施等
- ・利用雨水與再生水
- ・提供資訊、宣導推廣

○ 超過設施承受能力缺水引致災害之減緩對策

- ・整合相關單位與人事、整建缺水對策工作架構等
- ・推動將缺水危機災害降到最低之對策
- ・累積缺水時河川環境相關監測與知識見解
- ・掌握缺水時的地下水利用與實況

(例) 雨水利用



水環境調適對策

○ 持續推動水質監測與未來預測相關調查研究

- ・調查流域排放營養鹽類等的流出特性變化，瞭解湖泊、港灣區域、內灣海域底層環境變化等

○ 推動水質維護對策

- ・實施製作蓄水池選水取水整備與曝氣循環整備等水質維護對策，評估是否需修正使用方法
- ・推動下水道高效率處理與匯流式下水道改善對策等

交通基礎建設調適對策①

- 破紀錄豪雨或颱風所引致淹水、坡面崩塌、降雨所引致運輸受阻等氣象現象不良影響仍持續發生。
- 未來推估豪雨頻率、強烈颱風與龍捲風等強風將會增加，交通基礎建設破壞災害風險提高。

物流調適對策

- 策定並整合貨主與物流業者推動事業持續計畫（BCP）
- 政府與倉庫業者等簽署協定，以利災害時保管支援物資，製作民間物資儲藏地點名冊等
- 鐵道貨運受阻對策

鐵道貨運受阻對策

妥善保管災害支援物資所需之官民整合

- 2014年10月6日受第18號颱風影響，由比～興津間發生崖崩，東海道線直到10月16日早上為止，連續10天交通中斷。此時貨主等提供替代運輸方案，但司機不足等因素難以調度足夠卡車，有些貨運受到影響。
- 相關業者2015年2月成立「鐵道貨運受阻轉換模式替代運輸方案協調會」。6月彙整相關課題之對應方案等。

東日本大地震時發生支援物資存放據點不足、物流方法不成熟與操作方法過於複雜等問題。推動支援物資運送與庫存管理等，勢必得應用精通相關業務民間物流業者之作法與設施。

東海道線交通中斷地點與替代路線



交通中斷區間（由比～興津）
※2014.10.6～16（10天）

【影響】

- J R貨運約半數中斷，同樣受到影響。
- J R貨運提供替代運輸，約占平常輸送二成。

【主要課題與對應方案】

- JR貨物之對應
加開迂迴運送列車、縮短預警時間、路線多重化、擴充卡車等替代運輸架構、整建中途車站貨櫃卸貨架構、提供迅速且適切之資訊
- 利用鐵道之運輸業者的對應
構築可於中途車站對應的工作架構
- 貨主的對應
建立可推估運輸受阻狀況的架構，接收貨物者提供協助
- 整合相關單位與人士（鐵道設施管理者、自治體、土地所有者等）
- 簡化各種手續、改善可迅速模式轉換等制度面
- 運輸系統共通化（貨櫃、貨櫃車底盤統一規格等）等

主要解決方案

- 全國各地區舉辦國土交通省召集、地方政府與民間物流業者等參與之協調會等，展開下列解決措施

●製作民間物資存放地點名冊（全國）

製作全國、1203個可存放大量物資據點（廣域物資據點）的民間物流設施（民間物資據點）名冊

民間物資據點數（2015年2月28日）			
地區	據點數	地區	據點數
北海道	175	近畿	140
東北	117	中國	41
北陸信越	84	四國	34
關東	255	九州	137
中部	212	沖繩	8
總計		1203	

●簽訂官民合作協定（全國）

都道府縣與物流業者團體簽訂運輸、保管與員工派遣合作協定

【震災之前】 【2015年2月28日】

- | | | | |
|------------------|----|---|----|
| • 運輸協定（卡車協會） | 38 | → | 46 |
| • 保管協定（倉庫協會） | 9 | → | 31 |
| • 專門家派遣協定（上述二協會） | 18 | → | 55 |



物流業者協助分發物資工作架構

物流業者協助災害救援狀況



交通基礎建設調適對策②

鐵道調適對策

- 推估會產生淹水災害地下車站等的淹水對策與海岸保護、落石與雪崩等對策之推動

地下車站等的淹水對策

針對各自治體所製作防災地圖等推估可能發生淹水災害地下車站等（出入口及隧道等）地點，推動設置擋水板或防水閘門等淹水對策。

各種防災地圖推估可能發生淹水災害之地點，支援設置淹水對策設備

地下車站出入口



擋水板



防潮門

隧道坑口與隧道內



擋水牆

防水閘門整備

擋水牆



隧道內防水閘門

機場調適對策

- 海岸沿岸之機場應從保護人命的觀點出發，以推估可能發生暴潮淹水為基礎製作防災地圖，成立容易取得災害風險資訊之團隊，迅速充分宣導旅客等機場利用者。
- 重新建立能對應近年來雪質變化之機場除雪工作架構。

落石與雪崩對策及海岸等的保護

推動落石、雪崩對策與海岸等的保護措施，防止鐵道設施大雨災害嚴重化產生土砂災害等，並防止暴潮與大浪潛勢提高引致海岸侵蝕等。

（落石與雪崩等對策）
設置防落石擋土牆，並以坡面防護工等防護鐵道及其背面的道路、民宅等

防落石
擋土牆
設置案例



（海岸等的保護）
設置防護壁等不只保護鐵道，也能防護海岸及海岸後方之道路與民宅等

護岸壁
設置案例



道路之調適對策

- 實施高安全性及高可靠性之道路網整備，推動無電線桿化。
- 強化路邊車站防災機能
- 災害時打通道路，以救助人命、支援緊急運送物資，並應用ICT技術，迅速提供資訊。



坡面崩塌防止對策



道路覆水對策（資訊板）

交通基礎建設調適對策③

港灣之調適對策

・從確保支撐日本經濟與國民生活之海岸運輸機能的觀點出發，針對淹水災害及海平面上升引致裝卸效率降低等問題，策定維護繫固設施、防波堤、防潮堤等所需功能、防止氣候變遷引致風況變化造成吊車傾倒之對策與港灣事業持續推動計畫（港灣BCP）。

維護繫固設施、防波堤等功能

・監測結果等顯示須修正外力時，應修改可加以對應之結構，以維護繫固設施與防波堤功能。



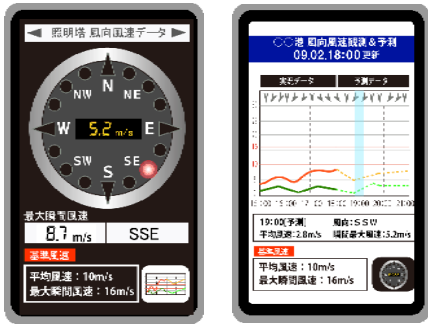
大浪引致防波堤受災案例

強風吹倒貨櫃吊車之對策

・強風吹倒貨櫃吊車事故不只威脅港灣工作者安全，長期而言也可能嚴重影響物流與經濟，應利應用颱風觀測與颱風預測資訊等，推動防吊車傾倒等對策。



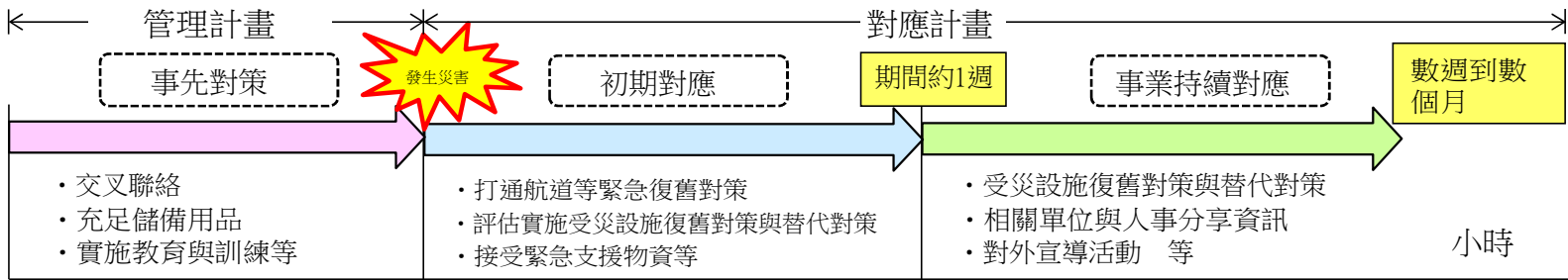
貨櫃吊車傾倒事故案例



利應用颱風觀測與颱風預測資訊

策定港灣事業持續推動計畫（港灣BCP）

・港灣BCP指即使發生大地震等自然災害也能最低限度維持港灣重要功能、自然災害等發生後所實施之具體對應（對應計畫）及之後的平常時管理活動（管理計畫）等。



港灣BCP示意圖

熱島效應調適對策①

- 都市化引致熱島現象加上氣候變遷全球氣溫上升，可能引發廣域氣溫更大幅上升。
- 中環審參考意見指出，「都市熱島現象引致中暑潛勢與對居民生活舒適性的影響」，係氣候變遷災害風險之一。
- 應持續推動可行之對策，除了短期容易產生效果的對策，也應實施熱島現象實態監測等。

以綠化及水的應用改善地面覆蓋與都市型態

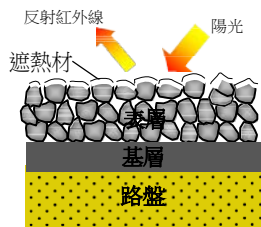
民有地、民間建築物與公共空間等的綠化

- 依據綠地區域制度等，推動民間建築物等基地綠化與都市公園、道路等公共空間綠化。



民有地綠化

推動路面溫度上升抑制對策



遮熱性路面鋪裝

應用風道的都市營造

- 多利用「減緩熱島現象都市營造指引」，有「風道」利用注意事項的說明。



以模擬方式比較、評估熱島現象對策效果，推動更具效益對策

可定量顯示地區層級實施具體熱島現象對策效果之「都市熱環境對策評估工具」

<http://www.nilim.go.jp/lab/heg/hyouka%20tool/hyouka-tool.htm> (可從國土技術政策總合研究所HP下載)

推動形成都市水與綠的網絡

- 從廣域角度評估未來發展狀況與戰略目標，整合多樣主體與計畫，形成網絡。



首都圈都市環境基礎設施未來願景
(首都圈都市環境基礎設施國土規劃)



- 聯結海與山、形成充滿綠意的軸線
(道路等公共空間與道路沿線民有地一體綠化，形成「綠色軸帶」)

形成綠色區域
(綠色大阪推動計畫)

熱島效應調適對策②

降低人工排熱

節能住宅與節能建築

- ①興建節能住宅與建築

 - 舉辦中小型水電廠商與木工講習會
 - 建立評鑑與審查制度 等
- ②節能建築評鑑與標章

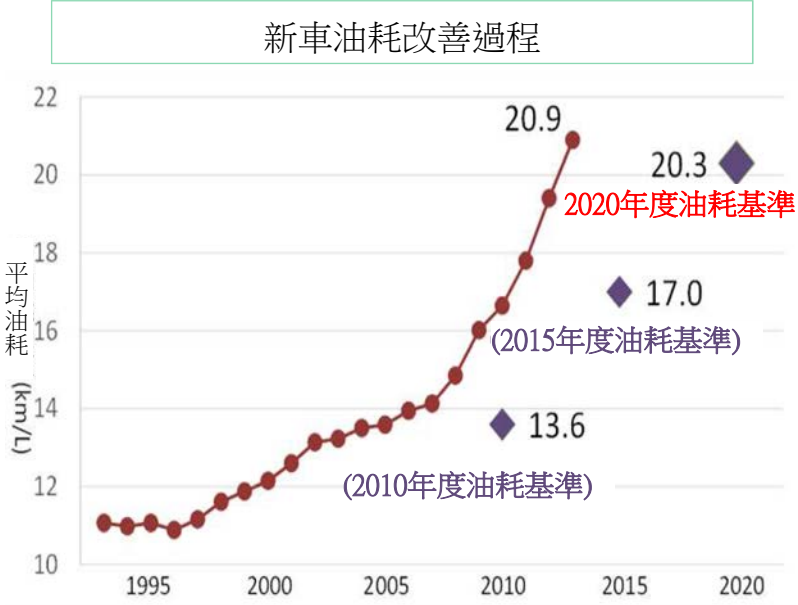
 - 充實、推廣建築環境綜合評鑑系統 (CASBEE)
 - 推廣住宅節能標章制度
- ③創造誘因

 - 支援興建綠能宅等節能住宅與建築
 - 現有住宅實施節能改建
- ④節能相關法規

 - 大規模非住宅建築節能規範
 - ※建築物節能法律 (2015年7月8日公告)
 - 一定規模以上住宅與建築物須申報、核可



開發與推廣環保車輛



- 稅制優惠措施 (環保車輛減稅等)
- 次世代汽車(EV等)課稅減免措施。
 - 汽油車等按節能效率比例課稅，引導技術革新。

- 補助節能車輛
- 節能車補助。



電動巴士 超小型汽車 CNG卡車

推動節能車輛

汽車節能10項要領

1 輕踩油門「e起動」 起步時應輕踩油門 (以5秒達到時速2.0公里為目標)。起動輕踩油門可省油1.0%。最好慢慢起動、加速。	6 變換車速，儘早出門 出門前檢查車速與交通狀況，選擇適當道路、變換車速等，能節省約10%的燃油。開車時應注意車速，多變換車速，可節省約1.0%的燃油。
2 保持充分的行駛距離，避免反覆加速、減速 開車最好定速，車距太短且反覆進行無謂的加速、減速，市區行駛會多耗油2%。郊外行駛多耗油6%。最好配合路況，適量保持適當車距，完成加速。	7 變換車速時進行適當減速與換檔 變換車速時應適當減速 (車速30km/h以下) 並換入適當檔位。換檔時，應將油門踩到底，並換入下一檔。換檔時，應將油門踩到底，並換入下一檔。
3 減速時儘早鬆開油門踏板 開車時應注意，減速時應儘早鬆開油門踏板。此時引擎煞車會發揮作用，可節省2%耗油。此外，減速或下坡時也可使用引擎煞車。	8 卸下不必要的貨物 車上不必要的貨物 (如行李、貨物) 會增加油耗。例如，載1.0公升貨物，耗油增加3%。此外，行駛阻力也會增加油耗，車速會隨載重而下降，不用時應卸下。
4 車內空調正確使用 車內空調 (A/C) 具有節能功能。只需將溫度調低0.5°C，耗油量即可減少2.5%。只要空調保持開啟，耗油量就會增加1.2%。又，開冷氣應避免過冷。	9 避免過停滯與急加速 應避免過停滯，特別是十字路口的紅綠燈停滯。應避免急加速、急減速。過停滯會使引擎耗油量增加，急加速則會造成交通事故，並增加油耗。
5 避免急轉 急轉時，引擎會消耗更多燃油。急轉時，引擎會消耗更多燃油。急轉時，引擎會消耗更多燃油。	10 掌握適當的耗油狀況 應掌握適當的耗油狀況。應掌握適當的耗油狀況。應掌握適當的耗油狀況。

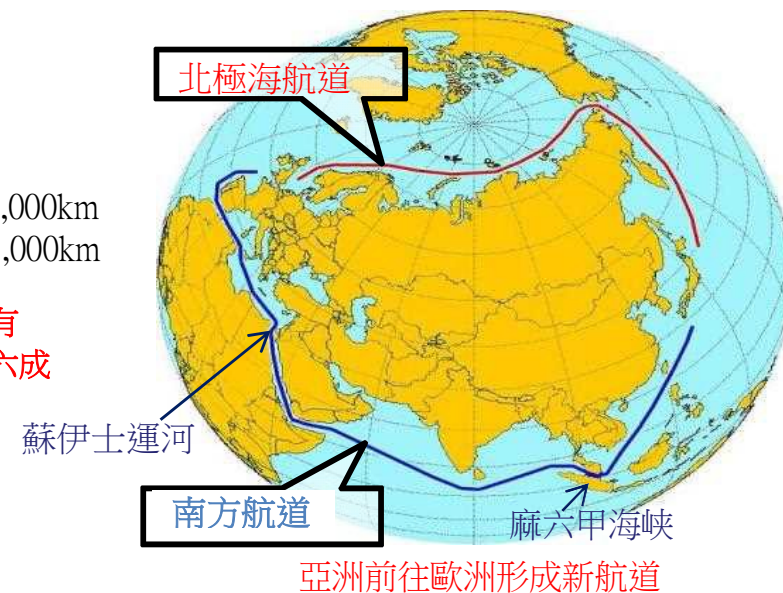
北極海航道之利應用

- 受氣候變遷影響北極海域海冰面積逐年減少，越來越多船班走北極海航道。
- 日本經由北極海航道前往歐洲，航行距離約只有蘇伊士運河南方航道六成，且海盜災害風險小。
- 但北極海航道利應用相關資訊目前仍少，須調查、掌握多北極海航道相關資訊。海運業者、貨主與政府部門應合作，加強利應用北極海航道。
- 此外，基於日中韓物流大臣會議架構，日本與中韓兩國交換資訊互惠合作。

橫濱港到
漢堡港（德國）
航行距離比較

北極海航道：約13,000km
南邊航道：約21,000km

航行距離只有
南方航道約六成



觀光領域做法

提供外國人災害資訊

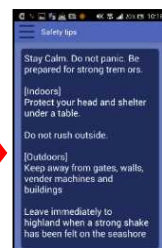
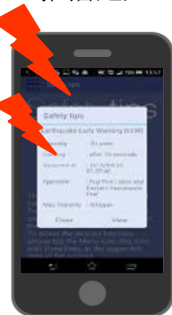
- 對外國旅客發布地震與海嘯速報及其他氣象特別警報、提供英語災難避難流程圖等的推播通知資訊警戒應用程式App「Safety tips」

推撥通知

- 自動通知地震、海嘯及其他氣象特別警報，說明旅客初期應採取的對應行動

推播通知

應採取之行動

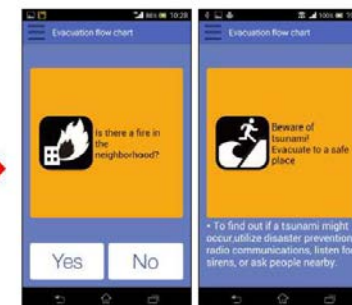


流程圖/溝通資訊卡

流程圖畫面

資訊溝通卡畫面

- 災害時當地可使用設施狀況，以英語提供災害避難流程圖及從周圍人群取得資訊之溝通卡（日、英、中、韓語）。



- Safety tips for travelers避難相關流程圖
- 按Yes鍵或No鍵，即顯示下一個問題或避難建議

物流領域做法

國民生活與都市生活領域推動調適對策相關作法

推動形成生態網絡

(自然生態系領域)

- 日本河川實施取水與流量調節，較難驗證氣候變遷對河川生態系影響大小。目前雖無氣候變遷對河川直接影響的研究成果，但若全國平均最高水溫較目前提高 3℃，本州等地冷水魚棲地之河川面積，將因此減少。
- 為保護、讓氣候變遷高適應性健全生態系再生，應確保河川、湖泊、濕地、泉水、蓄水池、水道與水田等的連續性，形成以生物可往來水系為基軸之生態系網絡。

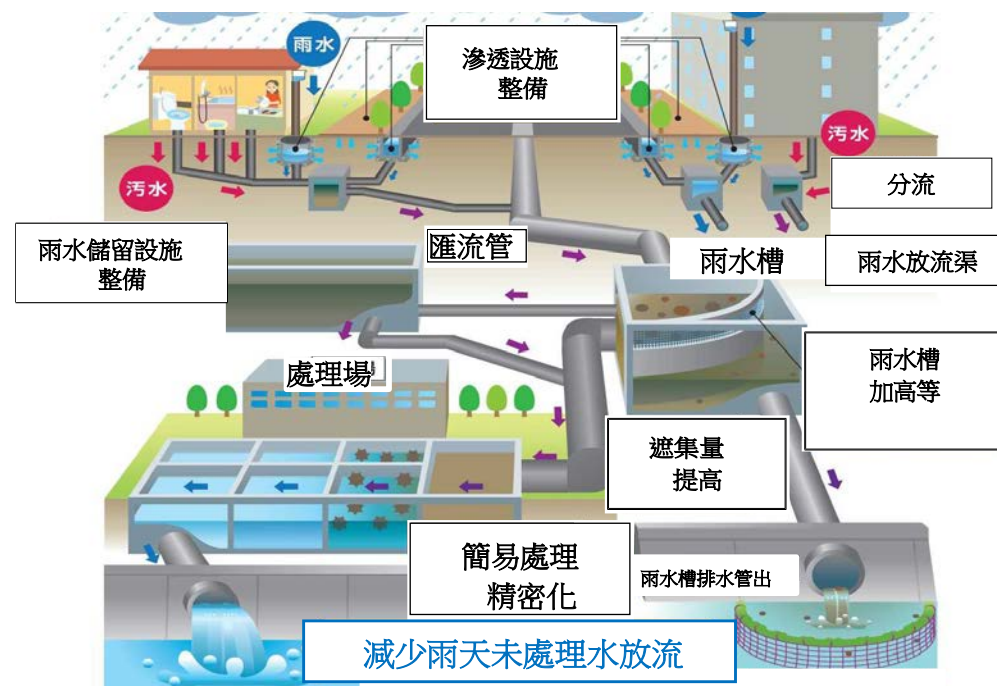


形成生態系網絡（圓山川）

健康受害之調適對策

(健康領域)

- 日本尚無局部豪雨引致匯流式下水道越流及閉鎖水域河川下游水質汙染造成下痢感染等的具體報告，應推動匯流式下水道改善對策等水質改善長期對策。



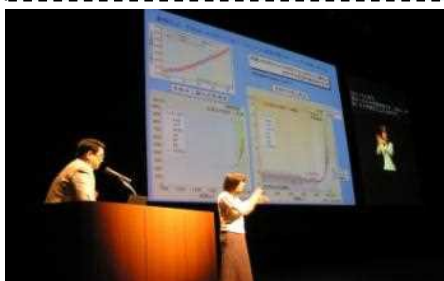
基礎對策措施（推廣宣傳）

○整合地方政府、事業者、居民等多樣化團體與個人，推動調適對象措施。由此觀點出發，充分宣導居民氣候變遷之影響與調適對策，提供實施調適對策所需資訊。

推廣宣傳

氣候演講會

舉辦說明氣候變遷與地球暖化問題之「氣候演講會」



防災氣象演講會

於全國各氣象臺等，每年實施強化應用防災資訊的防災氣象演講會



防災教育



發表自然災害與防災相關學習成果

推廣土砂災害相關知識

實施避難訓練



地方自治團體製作防災地圖



水重要性相關教育與推廣宣傳

- 提高民眾對水重要性之關心與瞭解，支援學校相關推廣教育
- 研擬方案，吸引更多民眾參加中央政府與地方公共團體主辦的「水之日（8月1日）」活動，舉辦國民防災宣導活動

學校教育納入防災地圖教學



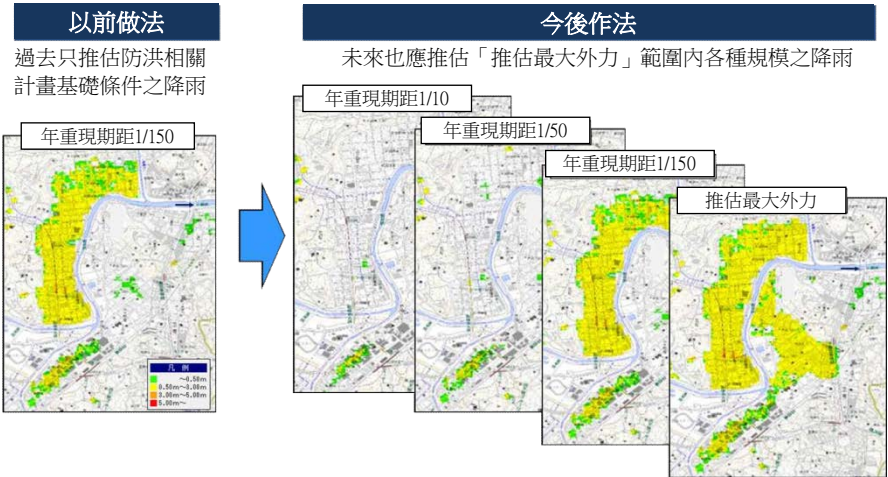
前往需特別照顧者利用設施舉辦防災講座



圖版解說，讓民眾更清楚瞭解水重要性以（霞關兒童參觀學習日）

資訊提供

各種規模降雨淹水推估



※上圖為示意圖，未必與實際河川狀況一致。
展出：社會資本整備審議會河川分科會議氣候變遷調治水對策檢討小組委員會議 答覆之參考資料

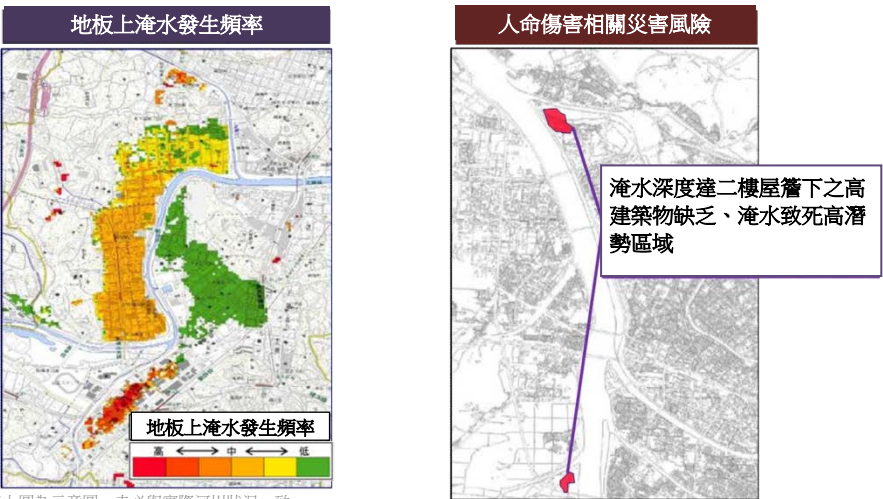
提供地理空間資訊



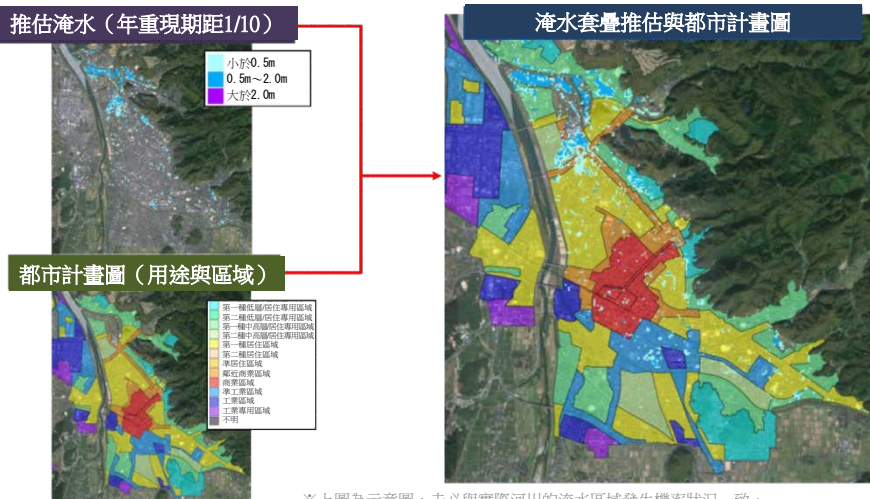
提供居民可資規劃土地利用與住宅型態參考之災害風險資訊

○淹水深度之外，也應指出資產災損較大地板上淹水的發生頻率與淹水深度極大區域等人命相關之災害風險

○都市計畫圖（用途與區域）套疊淹水（洪水、內水）推估地圖之說明。成果可應用於社區營造與地區營造（都市計畫、土地適當規劃等）



※上圖為示意圖，未必與實際河川狀況一致。
展出：社會資本整備審議會河川分科會議氣候變遷調治水對策檢討小組委員會議 答覆相關參考資料



※上圖為示意圖，未必與實際河川的淹水區域發生機率狀況一致。
展出：社會資本整備審議會河川分科會議氣候變遷調治水對策檢討小組委員會議 答覆相關參考資料

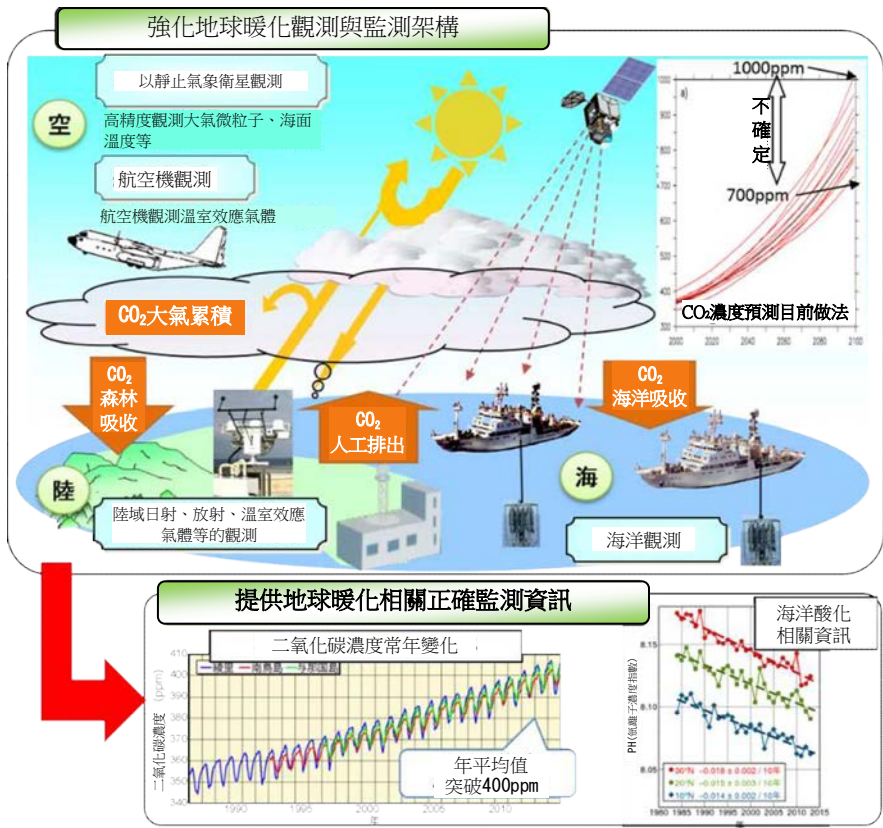
基礎對策措施(觀測、監測)

- 依據適應性管理調適對策，須持續實施氣候變遷監測。此外，未來氣候變遷及其影響相關知識見解尚有不足。
- 厚植可適切實施氣候變遷調適對策之基礎，應透過觀測與監測、氣候變遷預測與災害風險評估、調查研究與技術開發，以充實、強化相關知識見解。

觀測與監測

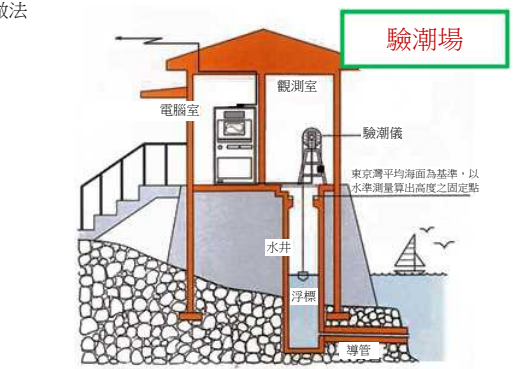
大氣與海洋環境變化監測

- 以地面觀測、海洋氣象觀測船、衛星等掌握大氣與海洋環境變化
- 提供氣候變遷長期監測資訊



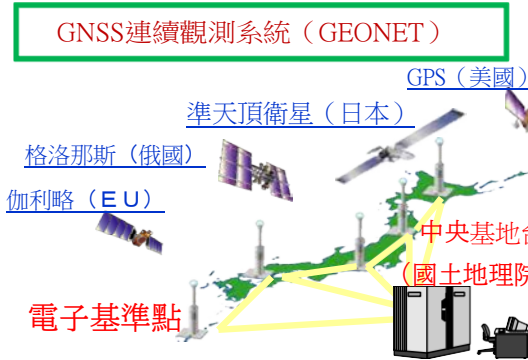
潮位觀測

- 以全國各地潮位觀測設施觀測潮位



地殼變動監測

- 衛星定位系統(GNSS)監測地球變動



推動國土調查

- 為資土地災害風險評估等，依據國土調查法推動國土調查

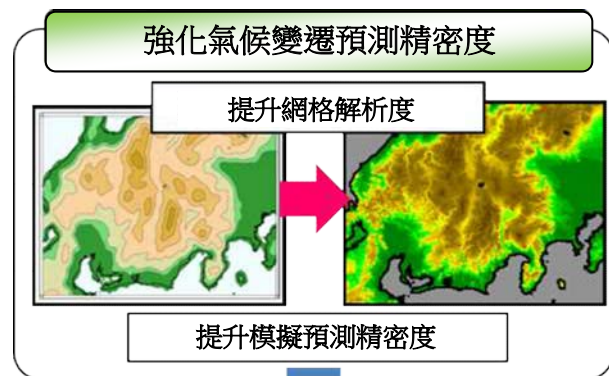
- 「國土調查」係依據國土調查法及國土調查促進特別條例(十年計畫)所推動科學性綜合調查國土實際狀況、製作主題圖或說明書之計畫
- ① 土地分類基本調查」為土地利用、侵蝕狀況等自然要素、生產力等相關內容
 - ② 「水基本調查」為水文(氣象、流量、水質等)、水利(取水量、用水量、排水量、長期習慣等)相關內容



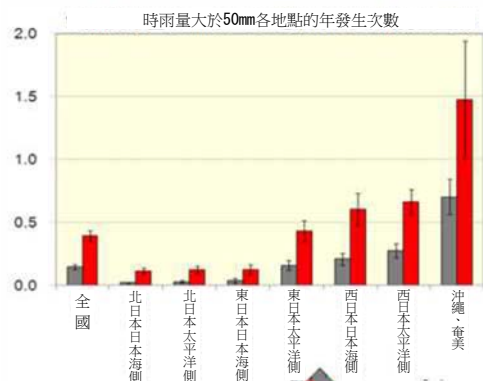
基礎對策措施（氣候變遷預測與災害風險評估）

氣候變遷預測與災害風險評估

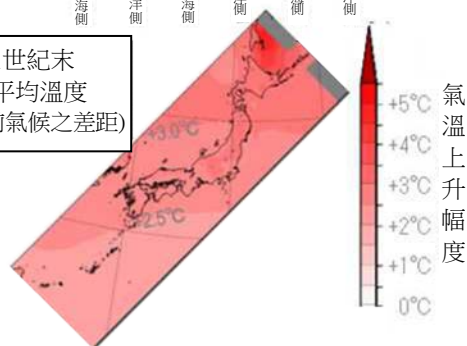
提升氣候變遷預測精密度



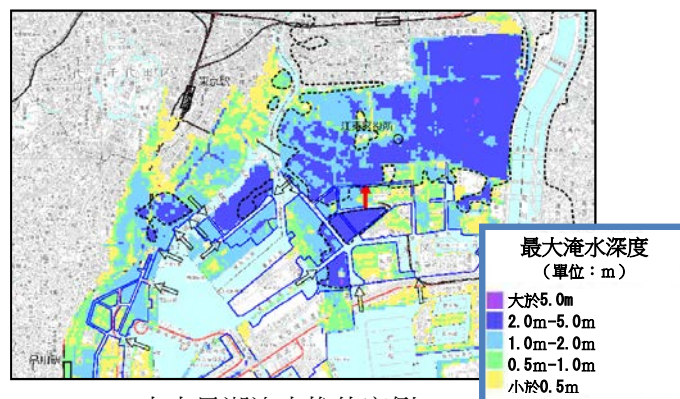
提供資訊預測



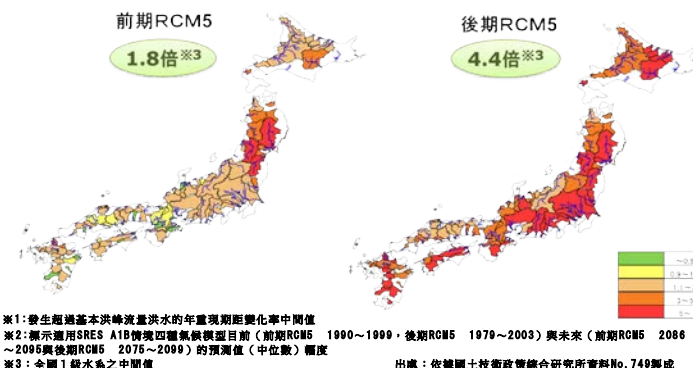
21世紀末
年平均溫度
(與目前氣候之差距)



提升國土交通領域災害風險評估精密度



未來暴潮淹水推估案例



未來洪水發生頻率變化預測

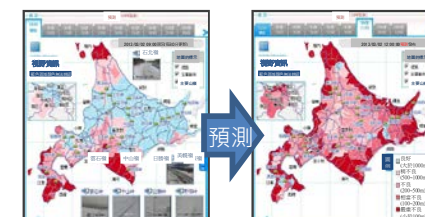
最大程度應用導入最先進軟硬體對策的知識見解，作為檢討水災與海岸領域等調適對策基礎資料

寒冷地氣候變遷影響調查

- 低氣壓急速發展伴隨暴風雪與能見度減損等變動之趨勢
- 掌握水庫流域積雪與融雪量之方法
- 對河川環境及水資源、水利用之影響 等

(例) 提供暴風雪資訊，提升預測技術精準度

- 近年來過去極少發生暴風雪地區也發生暴風雪災害，民眾亟需獲得相關資訊。
- 為方便暴風雪用路人交通判斷，實施北海道用路人能見度減損預測資訊提供試驗。
- 掌握不同降雪形態能見度減損機制等，開發廣域暴風雪能見度減損預測技術。



基礎對策措施（調查研究、技術開發暨國際貢獻）

調查研究與技術開發

推動水災調查與研究

- 增加外力對洪水與內水對策的影響
- 應用市場機能的新調適對策
- 推動河川環境、土砂災害風險資訊、氣候變遷對地下水影響、缺水潛勢、各國水資源制度調查等、降低暴潮與大浪造成災害、雪崩災害、降低暴雪造成災害的調查與研究

融雪期之坡面管理方法

- 高精度地預測融雪量，即時評估融雪期之坡面安全性。研擬提早規劃融雪期通行管制等坡面的合理管理方法。



北海道蘆前町（2012年度）



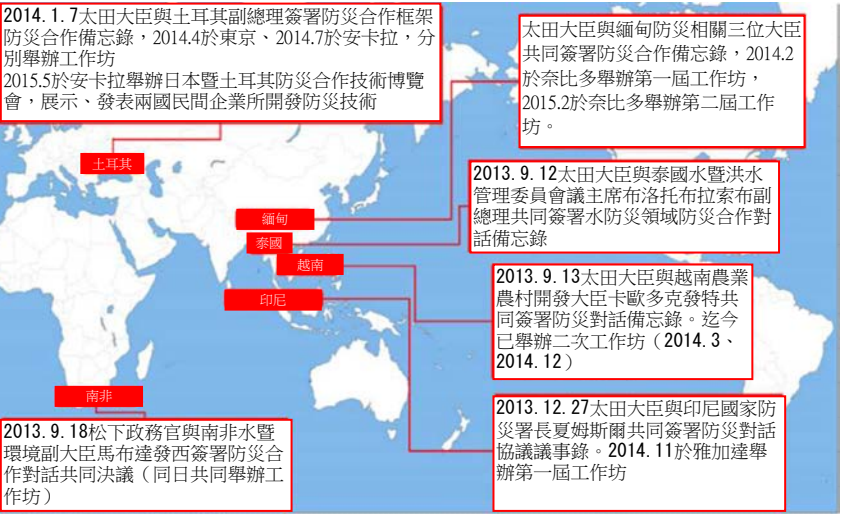
北海道中山嶺（2012年度）

國際貢獻

- 協助發展中國家策定調適計畫、支援實施調適對策及幫助海外日系企業持續推動計畫

國際防災合作

- 平時對話、發掘並分享防災課題，雙方國家產官學合作找出對策之「國際防災合作」。



防災合作對話之國別狀況（2015.5.8）

亞洲水災潛勢評估與調適對策資訊之蒐集

- 針對對象流域國與地區，提供氣候變遷解析技術與水災潛勢評估資訊

具不同特徵流域之影響評估

河川名稱	屬性	流域面積	流域內人口
印度河	大陸、半乾燥、冰雪	117萬km ²	23,700萬
湄公河	大陸、季風氣候、水壩計畫	80萬km ²	6,000萬
湄南河	大陸、季風氣候、既有水壩	16萬km ²	2,800萬
梭羅河	島嶼、火山、無颱風	1.6萬km ²	1,700萬
邦邦卡河	島嶼、火山、有颱風	1.1萬km ²	580萬

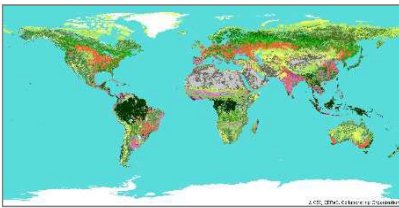


支援海岸保護對策措施

- 針對海岸侵蝕問題，提案以珊瑚礁與紅樹林等各國固有生態系保護海岸，舉辦發展中國家技術人員參加之研習會等

參與國際計畫

- 與各國地理空間資訊主管部門合作，實施全球陸域基礎地理空間資訊（地球地圖）的整備與更新



地球地圖（土地覆蓋）

- 實施地球規模海平面上升等變動之高精度監測，參與國際VLBI（特長基線干涉測量法）觀測計畫



石岡VLBI觀測設施



舉辦研修活動



珊瑚礁島嶼

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2020

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。