



独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
気候変動対策支援ツール／適応策

JICA Climate-FIT (Adaptation)

Climate Finance Impact Tool for Adaptation

試行版 Ver. 1.0

2011年6月

JICA 地球環境部気候変動対策室

独立行政法人 国際協力機構 (JICA) 気候変動対策 (緩和策・適応策) 支援の
形成・実施の主流化に係る調査業務／適応策 最終報告書／日本工営株式会社

－ 目 次 －

第 1 章	調査の概要.....	1-1
1.1	調査の背景・目的.....	1-1
1.2	対象サブセクターの選定と既存の資料の整理.....	1-1
1.3	適応策の考え方及び指針.....	1-1
1.4	本報告書の構成.....	1-2
第 2 章	既存資料の収集・整理.....	2-1
2.1	JICAの適応策に係る資料.....	2-1
2.2	気候変動への賢い適応.....	2-3
2.3	他援助機関等における主な検討資料等.....	2-4
第 3 章	適応策の考え方.....	3-1
3.1	検討の手法.....	3-1
3.2	用語の定義.....	3-1
3.3	脆弱性評価.....	3-4
3.4	適応策プロジェクトと通常開発.....	3-5
3.5	適応効果の評価及びモニタリング.....	3-6
第 4 章	対象サブセクターの選定.....	4-1
4.1	一般的な適応策の例からセクター・小分類を作成.....	4-2
4.2	JICAの有償資金協力支援実績を踏まえたセクター・小分類の設定.....	4-2
4.3	関連する小分類の統合.....	4-5
4.4	他ドナーの動向分析.....	4-8
4.5	対象サブセクターの設定.....	4-10
第 5 章	適応策の考え方及び指針.....	5-1
5.1	適応策の考え方.....	5-3
5.2	指針.....	5-4
5.3	全対象サブセクターの参考資料.....	5-7
5.4	対象サブセクターの指針作成における想定.....	5-9
5.5	サブセクター毎の「適応策の考え方」及び「指針」.....	5-26
	0. 将来気候の把握（セクター共通）.....	5-27
	1. 水資源.....	5-43
	2. 灌漑・排水.....	5-55
	3. 営農強化.....	5-76
	4. 森林保全・植林.....	5-87
	5. 生態系保全.....	5-96
	6. 治水対策.....	5-106
	7. 沿岸防災.....	5-120
	8. 土砂災害防災.....	5-132
	9. 防災情報システム.....	5-143
	10. 農村地域整備・都市整備.....	5-150

1 1. 橋梁・道路・鉄道	5-171
1 2. 港湾・空港	5-181
1 3. 上水道	5-197
1 4. 下水道・排水	5-207
1 5. 医療・保健衛生	5-225

参考文献

図リスト

図 2.1	計画の将来展望	2-10
図 3.1	灌漑における「適応案件」(上)と「通常開発+適応オプション」(下)の概念図	3-7
図 3.2	治水における「適応案件」(上)と「通常開発+適応オプション」(下)の概念図	3-8
図 4.1	サブセクター選定のプロセス	4-1
図 5.1	想定する「適応策」の案件形成プロセス.....	5-2
図 5.2	「適応案件」調査プロセス	5-5
図 5.3	「通常開発+適応オプション」調査プロセス.....	5-6

表リスト

表 2.1	「気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方」の概要	2-1
表 2.2	本調査と「気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方」の相違	2-2
表 2.3	「水分野における気候変動適応策ハンドブック」の概要.....	2-3
表 2.4	「気候変動への賢い適応」の分野ごとの目次構成.....	2-3
表 2.5	「気候変動への賢い適応」における途上国適応策のポイント.....	2-4
表 2.6	「Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation - Policy Guidance」の概要	2-5
表 2.7	「Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures」に示されるプロジェクト形成のステップ.....	2-6
表 2.8	「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」における用語定義....	2-7
表 2.9	「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」における検討ステ ップ	2-7
表 2.10	「Adapting to Climate Variability and Change」における適応策実施のステップ	2-8
表 2.11	「Adapting to Climate Variability and Change」に示される適応策分析の視点	2-8
表 2.12	「Climate Change Information for Effective Adaptation」に示されるポイント概要	2-9
表 2.13	適応策の「成果」と効果指標	2-11
表 2.14	Adaptation Fundの成果計測のための指標提案.....	2-12
表 3.1	適応策の定義	3-1
表 3.2	脆弱性の定義	3-2
表 3.3	適応能力の定義	3-3
表 3.4	マルアダプテーションの定義	3-3
表 3.5	「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」における検討ステ ップ(再掲)	3-4
表 3.6	セクター毎の脆弱性評価の検討項目及び検討内容(適応案件)	3-5

表 3.7	「適応案件」と「通常開発+適応オプション」	3-6
表 4.1	小分類毎の適応策例と円借款案件実施数.....	4-3
表 4.2	設定したサブセクター	4-5
表 4.3	サブセクターへの統合	4-6
表 4.4	提案サブセクターと世銀、GEF、ADB案件のサブセクター対比.....	4-9
表 4.5	設定したサブセクター	4-10
表 5.1	適応策の考え方の構成	5-3
表 5.2	指針における「適応案件」と「通常開発+適応オプション」の対比.....	5-4
表 5.3	「適応案件」指針における項目	5-6
表 5.4	「通常開発+適応オプション」指針における項目.....	5-7
表 5.5	各サブセクターの参考資料	5-7
表 5.6	各サブセクターにおいて想定した案件と概要.....	5-10

適応戦略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AGCM	Atmospheric Global Climate Model / Atmospheric General Circulation Model	大気モデル／大気大循環モデル
AOGCM	Coupled Atmosphere-Ocean Global Climate Model/ Atmospheric Ocean General Circulation Model	大気海洋結合モデル／大気海洋結合循環モデル
CBD	Convention on Biological Diversity	生物多様性条約事務局
COP15	Fifteenth Conference of Parties	第 15 回気候変動枠組条約締約国会議
CMIP3	phase 3 of the Coupled Model Intercomparison Project	第 3 次結合モデル相互比較プロジェクト
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DALYs	Disability Adjusted Life Years saved	障害調整生存年数
EB	Environmental Benefits	環境便益
EPOC	Environment Policy Committee	環境政策委員会
FAO	Food and Agriculture Organization	国際連合食糧農業機関
GCM	Global Climate Model / General Circulation Model	全球気候モデル / 大気循環モデル
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IPCC AR4	IPCC Forth Assessment Report	IPCC 第 4 次評価報告書
IUFRO	International Union of Forest Research Organization	国際森林研究機関連合
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LDC	Least Developed Countries	後発開発途上国
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure and Transportation	国土交通省（国交省）
MoE-J	Ministry of the Environment Japan	環境省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	経済協力開発機構
OGCM	Oceanic Global Climate Model / Ocean General Circulation Model	海洋モデル／海洋大循環モデル
RCM	Regional Climate Model	地域気候モデル
SH	Saved Health	保護された健康
SRES	Special Report on Emissions Scenarios	温室効果ガス排出シナリオ
SW	Saved Wealth	保護された富
TOR	Terms of References	業務仕様書
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関

第1章 調査の概要

1.1 調査の背景・目的

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第16回締約国会議（COP16）では、「カンクン合意」が決定された。同合意には、先進国の気候変動分野における途上国支援に関して、2010～12の3年間で300億ドルに近づく資金を供与（短期支援）、2020年までには年間1,000億ドルの資金を動員（長期支援）、することが明記された。2013年以降の気候変動の将来枠組みの動向は流動的であるが、今後も気候変動分野における途上国支援の一環として政府開発援助（ODA）が積極的に活用されると考えられる。適応分野の支援にあたっては、「カンクン合意」に明示されているとおり、特にLDC、小島嶼国、アフリカ等における脆弱性の低減及び適応能力・抵抗力の維持・増加が求められている。

かかる状況を踏まえ、JICAはODAの実施機関として、気候変動適応案件において脆弱性評価に基づく適切な適応行動の計画・実施を確実に行うべく、各途上国への協力方針の検討や個別案件の形成の段階から、気候変動適応に関する要素を組み入れることが求められている。本業務は、JICAの途上国に対する気候変動適応に関する協力方針の検討や個別案件の形成にあたり、気候変動適応に関する要素を適切に組み入れるための事項を整理し、考え方及び指針を参考資料としてまとめたものである。

なお、本編は、「気候変動対策（緩和策・適応策）支援の形成・実施の主流化にかかる調査業務」のうち、適応策に関する報告書である。緩和策及び国・地域毎の気候変動の考えうる影響に関しては、別途報告書を作成した。

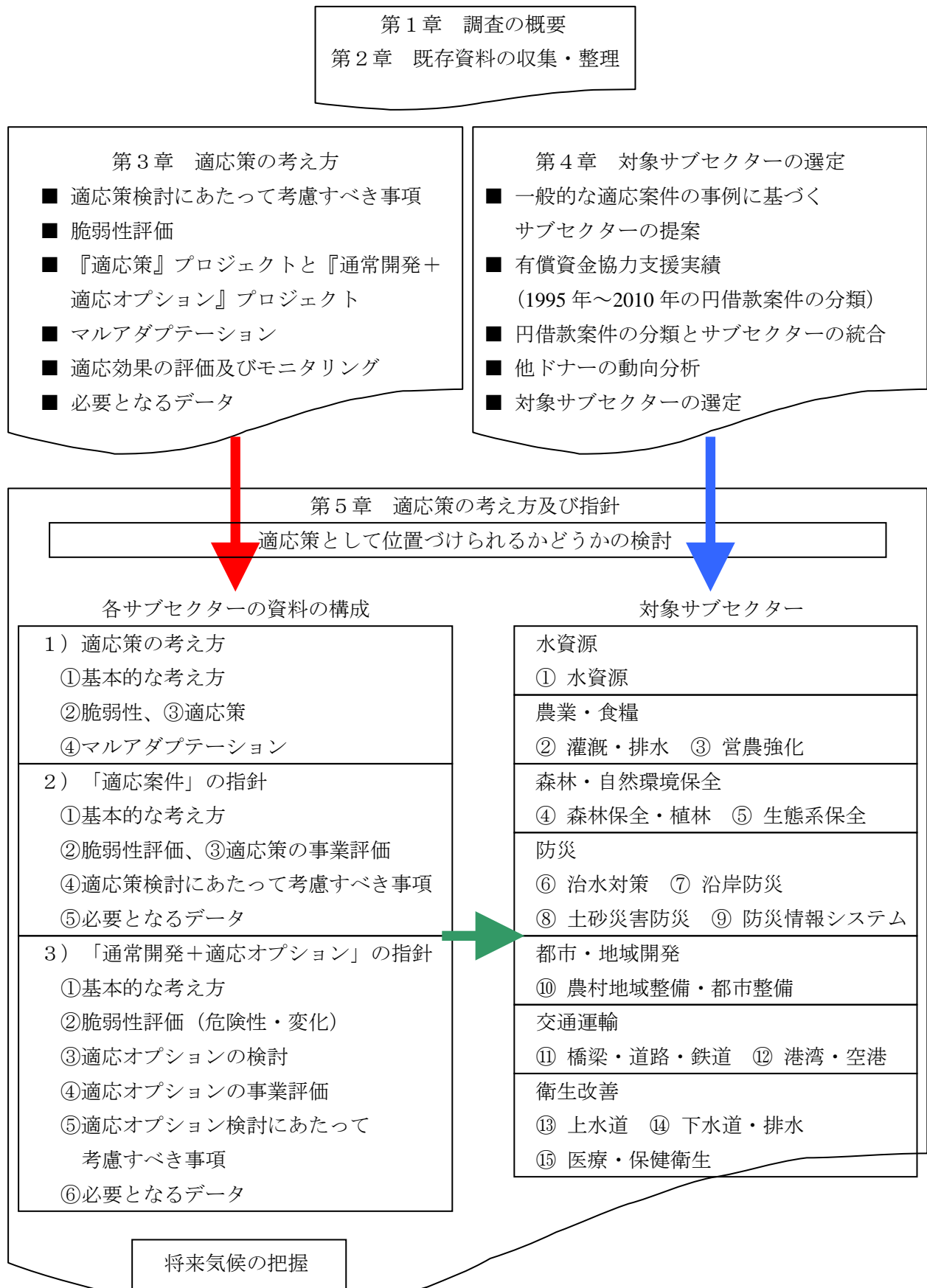
1.2 対象サブセクターの選定と既存の資料の整理

対象分野は、過去の有償資金協力案件の実績や他ドナーの動向を踏まえ整理し、今後JICA有償資金協力案件の案件として想定され得る15のサブセクターを選定した。また、適応策の考え方及び指針を作成するために、脆弱性評価や適応策などに関する他のドナー等の資料の整理を行った。

1.3 適応策の考え方及び指針

選定された15のサブセクターについて、サブセクター毎に、以下をまとめたシートを作成した。専門用語の定義や解説は第3章に記載した。途上国においてはデータの入手が困難なことが予想されるため、一定の自由度を確保している。また、各サブセクターに共通する検討要素としての将来の気候変動予測の把握については、独立したパート（第5章 0.将来気候の把握）を設けた。

1.4 本報告書の構成



第2章 既存資料の収集・整理

2.1 JICAの適応策に係る資料

(1) 気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方¹

今後の JICA の気候変動への適応策に関する協力のあり方をどのように位置づけ、また支援を進めていくかを体系的に整理することを目的として、2006 年度に実施した調査研究の結果をとりまとめた報告書である。

2008 年 10 月の JICA-JBIC の統合前の報告書であり、統合前の JICA の技術協力を想定した内容となっており、事例として掲載されている内容は技術協力案件である。また基本的な適応支援の方針として a) 人間の安全保障の視点に立った適応支援 b) キャパシティ・ディベロップメントを基本に置いた適応支援 の2つを掲げている。

その内容は概略表 2.1の通りである。また本調査との主な相違点を表 2.2に示した。

表 2.1 「気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方」の概要

適応策の概要	気候変動の概要 適応策には明確な定義はないが、その必要性は広く認識されている 途上国支援と適応策の関係 JICA が適応策に取り組む意義																												
適応策をめぐる国際動向	各国会議における議論の動向 我が国、先進国及び国際機関等による途上国の適応策への取り組み動向																												
JICA における適応策関連案件	過去に「適応策」として実施されていないものの、適応策としての効果を有する事業について、各分野から抽出整理している。 <table border="1" data-bbox="544 1406 1235 1861"> <thead> <tr> <th colspan="2">技術協力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水資源分野</td> <td>11 案件</td> </tr> <tr> <td>農業・食糧分野</td> <td>84 案件</td> </tr> <tr> <td>森林・自然環境保全分野</td> <td>14 案件</td> </tr> <tr> <td>防災（護岸も含む）分野</td> <td>7 案件</td> </tr> <tr> <td>都市地域開発</td> <td>2 案件</td> </tr> <tr> <td>運輸交通</td> <td>4 案件</td> </tr> <tr> <td>保険衛生分野</td> <td>16 案件</td> </tr> <tr> <td>観光分野</td> <td>2 案件</td> </tr> <tr> <td>中小企業振興分野、裾野産業振興分野</td> <td>2 案件</td> </tr> <tr> <td>電力・エネルギー分野</td> <td>1 案件</td> </tr> <tr> <td>資源・省エネ分野</td> <td>4 案件</td> </tr> <tr> <td>地球環境分野</td> <td>14 案件</td> </tr> <tr> <td>無償資金協力</td> <td>33 案件</td> </tr> </tbody> </table>	技術協力		水資源分野	11 案件	農業・食糧分野	84 案件	森林・自然環境保全分野	14 案件	防災（護岸も含む）分野	7 案件	都市地域開発	2 案件	運輸交通	4 案件	保険衛生分野	16 案件	観光分野	2 案件	中小企業振興分野、裾野産業振興分野	2 案件	電力・エネルギー分野	1 案件	資源・省エネ分野	4 案件	地球環境分野	14 案件	無償資金協力	33 案件
技術協力																													
水資源分野	11 案件																												
農業・食糧分野	84 案件																												
森林・自然環境保全分野	14 案件																												
防災（護岸も含む）分野	7 案件																												
都市地域開発	2 案件																												
運輸交通	4 案件																												
保険衛生分野	16 案件																												
観光分野	2 案件																												
中小企業振興分野、裾野産業振興分野	2 案件																												
電力・エネルギー分野	1 案件																												
資源・省エネ分野	4 案件																												
地球環境分野	14 案件																												
無償資金協力	33 案件																												

¹ JICA.(2007). 気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方

各セクターでの対象分野別の適応策	各セクターにおいて想定される適応策の内容を検討整理している。	
	分野	想定される主な適応策
	水資源分野	水資源の適切な管理、開発、有効利用、水と衛生の改善
	農業・食糧分野	灌漑施設の整備、作物品種の開発導入、住民参加による農村開発、異常気象対策
	森林・自然環境保全分野	病虫害耐性樹種の育成、マングローブ保全、森林防災、乾燥荒廃地における植林
	防災分野	沿岸域防災、河川防災、土砂災害防災、防災計画策定支援
	都市・地域開発および運輸交通分野	開発計画策定、インフラ整備
	保健衛生分野	マラリア対策、水系感染症対策、高リスク地域対策
脆弱性の定義	脆弱性の定義として、以下を定義し、この式から脆弱性を低減させる方策としては、抵抗力（適応力）を高めることが必要であるとしている。 脆弱性≡外力の大きさ / [抵抗力（適応力）－感受性] (原文は≡ではなく二重波線)	

表 2.2 本調査と「気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方」の相違

	気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方	本調査
対象セクターを選定する際に注目したスキーム	技術協力	有償資金協力
構成の特徴	気候変動の概要、適応策の概念、国際動向、我が国及び各国国際機関における支援動向について概説した後、個別セクターにおける適応策について記載	適応策検討の方向性、手法等を示した各種援助機関の資料等を概説した後、JICA における適応策の定義と実施プロセスを検討、このプロセスに基づいた各セクターでの検討内容を解説。
セクター毎の記述の特徴	既往の技術協力案件の事例等に基づき、各セクターにおいて考えられる適応策の可能性、方向性を述べている。	いわゆる「適応案件」に加え、通常の開発案件に気候変動適応を組み込む場合（通常開発＋適応オプション）の考え方を、それぞれ案件形成にあたって実施すべき「指針」として整理した。

(2) 水分野における気候変動適応策ハンドブック¹

気候変動による影響を大きく受ける水分野について、途上国での ODA プロジェクトとして具体的な適応策を実施するための、JICA としての方針を示したもの。

¹ JICA.(2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック

表 2.3 「水分野における気候変動適応策ハンドブック」の概要

アプローチ	気候の不確実性を前提にしつつ持続的な対応を行うためのアプローチの基本概念として、以下の5点を挙げている。 1. 人間の安全保障 2. 社会への働きかけ 3. 持続可能な適応社会づくり 4. 災害リスクマネジメント 5. 犠牲者をゼロにする治水目標
気候変動による極端現象への影響予測	IPCC 第4次評価モデル等による予測結果を利用するにあたっての考え方として、不確実性の考慮をあげた上で、予測方法として以下を示している。 ・AGCM20モデルのダウンスケーリング ・GCMモデルのダウンスケーリング ・AGCM20のバイアス補正 ・GCMモデルのアンサンブル ・GCMモデルの簡易統計ダウンスケーリング
影響評価分析	影響評価の方法として、以下の3ステップの評価方法を提示し、各々のステップにおける実施内容を、いくつかの具体的な事例で示している。 1. 変動予測 2. 現行施設、既存適応メカニズム等の把握 3. 影響評価
適応策検討	水分野において想定される適応策として、以下について解説している。 1. 流域ガバナンス 2. 気象水文観測・警報・避難 3. 水害対策 4. 統合水資源管理 5. 海岸保全 6. 弱者・貧困対策 7. 災害保険 8. モニタリング、維持管理
キャパシティ・ディベロップメント支援	気候変動への適応に際して、従来の政府技術者への支援に加え、個人、組織、社会などのさまざまなレベルでの能力向上が必要であることを示している。

2.2 気候変動への賢い適応¹

環境省が設置した「地球温暖化影響・適応研究委員会」（2007年10月設置）の報告書として、2008年6月に公開された報告書。適応について、IPCC AR4の定義に加えて人間が意思的に実施する適応に重点を置き、「政府や地方自治体の政策決定者による意思決定の下で実施される適応、あるいは個人やコミュニティ等が意思的に実施する適応」に主眼を置いている。

食糧、水環境・水資源、自然生態系、防災・沿岸大都市、健康、国民生活・都市生活、途上国、その他の8分野について、それぞれ表2.4に示す目次構成に従った内容を示している。このうち、2), 3)は我が国に着目した内容となっている。また、4)は分野によって、脆弱性の考え方、脆弱性評価の事例、脆弱性評価のためのツール等が示されている。5)に示された適応策については、我が国を含む先進国において適応可能な適応策に加え、汎用性のある適応策が示されている。

表 2.4 「気候変動への賢い適応」の分野ごとの目次構成

1) 影響のメカニズム
2) 現在把握されている影響
3) 将来予測される影響
4) 脆弱性の評価
5) 適応策
6) 今後の課題

¹ 環境省.(2008).気候変動への賢い適応

8章では「途上国分野」として、途上国における適応策のあり方について、表 2.5に示すようなポイントが示されている。

表 2.5 「気候変動への賢い適応」における途上国適応策のポイント

適応策へのアプローチ	<p>McGray et al.(2007)の事例分析によると、気候変動への適応は、大きく以下に分けられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 開発を目的に行った取組が副次的に適応の目的にも資するケース 2) 気候変動への適応の視点を開発行為の設計・実施に組み入れられるケース 3) 気候変動への適応そのものが目的であったケース <p>適応と開発の関係については、気候変動に伴う特定の影響に対応するアプローチ、及び気候変動を含む多くの課題に対処する能力を向上することを通じて気候変動に対する脆弱性を軽減するアプローチの2つが考えられ、前者は「気候リスクに基づくアプローチ」後者は「脆弱性に基づくアプローチ」ということができる</p>
必要な取組	<p>途上国における適応策の計画・実施に必要な取組として以下をあげている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 開発、貧困低減との統合 2) 既存の適応策の評価、活用 アジア太平洋地域では、以前から気候の自然変動に対する様々な適応が行われており、これらの強化の方策や限界の評価、新たな技術・手法との統合の検討が必要である。 3) 関連分野における適応の主流化 気候変動の影響はまず資源、農業、災害、保健衛生などの分野に生じやすく、これらの分野の戦略や計画を将来の気候変動リスクを考慮して立案、実施するという、「適応策の主流化」が重要である。 4) コベネフィットの追求、マルアダプテーションの回避 5) ステークホルダーの参加 6) 意識啓発、能力育成

2.3 他援助機関等における主な検討資料等

2.3.1 OECD

(1) ADDENDUM ON THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION MARKER¹

OECDは、2010年2月から気候変動に関する新たなマーカーとして、適応マーカーを導入することとしている。この中で、「適応関連 (adaptation-related)」とするための定義を、「適応能力あるいは回復力を維持向上させることにより、気候変動及び気候に関連するリスクに対する人類あるいは自然のシステムの脆弱性を低減させること」としている。

(2) Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance²

OECD Environment Policy Committee (EPOC) 及び Development Assistance Committee (DAC)が、適応策を開発援助の中に統合することの必要性、及び統合化の手法について整理したもの。気候変動に対して特に脆弱であり、かつ利用可能な資源や能力の限られる途上国の支援にあたっては、開発政策は気候変動に対して柔軟でなければならず、このためには政策に気候変動適応策を統合することが必須であるとしている。

¹ OECD/DAC.(2010). ADDENDUM ON THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION MARKER. DCD/DAC(2007)39/FINAL/ADD3

² OECD/DAC.(2009). Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance

表 2.6 「Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance」の概要

序章	ガイダンスの目的、対象者（援助機関及び政策決定者）、及びガイダンスの構成について示している。
気候気象のばらつきと気候変動	将来気候変動について、IPCC レポート等に基づく予測結果に基づく概略を示している。
途上国における脆弱性	<p>途上国において気候変動の結果生じうるさまざまな影響と、これらに起因して途上国において脆弱性が高く、社会にどのような影響を及ぼすことが想定されるかが述べられている。</p> <p>この中では、感受性、適応能力、適応策の定義が以下の通り示されている。</p> <p>感受性 (Sensitivity) : システムが気候変動によって影響を受ける可能性の程度。影響は直接的なもの、間接的なもの、ネガティブな影響、ポジティブな影響を含む。また感受性には、気候変動への「曝露」をも含む。</p> <p>適応能力 (Adaptive capacity) : システムが気候変動の結果に対して、その被害を軽減したり、あるいは好機会として捉えるなどの対応を行うことのできる能力</p> <p>脆弱性 (Vulnerability) : システムが気候変動の負の作用（変動や極端現象を含む）に対して受ける影響の程度。脆弱性は気候変動の内容、程度、システムが気候変動にたいしてどの程度曝露されるのかの程度、及びシステムの感受性、適応能力による関数となる。</p> <p>適応策 (Adaptation) : 人間社会あるいは自然のシステムの、実際のあるいは予想される気候変動要因による害を緩和する、あるいは有益な機会を有効利用する適合</p>
気候変動への適応	<p>気候変動への適応策の分類、従来開発と適応策の違い等について記述されている。適応策の分類として、以下が提案されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被害の受任 ・被害の共有負担 ・自然の脅威そのものの修正（ダムによる洪水防御等） ・影響の予防（農業における灌漑施設整備など） ・利用側の転換（作物転換など） ・場所の移転 ・調査研究 ・教育、情報、規制等による行動変化の奨励 <p>適応策と従来型の開発との違い： 多くの開発政策は適応策の側面を持ち、気候変動に対する適応能力の向上という観点からすれば、貧困の撲滅や生計の確保は適応策と言えらる。一方で、氷河崩壊の危険性への対応やサンゴ礁の劣化への対応など、貧困や生計への対応よりもまず気候変動への適応を対象を明確に絞った開発も存在することを示している。</p> <p>マルアダプテーション： 通常の開発事業において、将来の気候変動を考慮せずに不注意にも気候変動に対する脆弱性を増加させてしまうこと。 気候変動に対して適応するために取った行動が、脆弱性を低減させることに失敗し、かえってこれを増加させてしまうこと</p>
適応策の実施	<p>適応策を実施するための、以下の4つのステップを示している。</p> <p>ステップ1：現在、将来の脆弱性、及び気候変動リスクの特定 ステップ2：適応手法の検討 ステップ3：適応手法の評価と選定 ステップ4：適応策の事後評価</p>
適応策の政策統合	以下、国家、地方、セクター、プロジェクト等の各レベル毎に、適応策をどのように開発に統合するかの考え方について示している。

2.3.2 UNDP

(1) Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures¹

気候変動適応策を持続可能な開発に統合することは、多くの国にとって最重要課題であるが、従来の気候変動への脆弱性、適応策の検討は、主に気候変動シナリオの選択と影響評価にとどまっていた。本書はこのことから、途上国において適応オプションを特定、比較評価し、さらに当該国の持続可能な開発と調和するように形成していくためのガイドラインとして作成されている。

本書はこういった目的から、適応プロジェクトの形成ステップを細かく解説しており、気候変動適応プロジェクトの形成にあたり、課題の特定からプロジェクトの形成、フォローアップに至る一連のプロセスを5段階のステップに区分し、各プロセスにおいて実施すべき内容を記述している。実施段階のステップを除いた4つのステップについて、その内容の概略を以下に示す。

表 2.7 「Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures」に示されるプロジェクト形成のステップ

ステップ1： 適応プロジェクトの スコーピング とデザイン	1)プロジェクトの方針と目的の設定 ・中心（KEY）となるシステムの優先順位づけ ・政策レビュー ・プロジェクトの目的及び目指す成果の決定 2)プロジェクトチームの結成 3)脆弱性と適応策に関する既往情報のレビューと分析 ここで、プロジェクトのベースライン、すなわちプロジェクトがなかった場合における脆弱性と適応を明らかにする。 ・指標の設定 ・現状に関する情報分析 4)適応プロジェクトのデザイン ・アプローチ方法論の選定 ・分析プランの作成 ・モニタリング／評価方法の決定 ・TORの作成
ステップ2： 現状の脆弱性の 評価	ほとんどの国では、現状の気候リスクへの対応が大きな政策課題になっているので、現状の気候に対する適応方策をレビューしておくことは重要である。 1)気候変動リスクと潜在的影響の評価 2)社会経済状況の評価 3)これまでの適応経験の評価 4)脆弱性の評価
ステップ3 将来的な気候変動 リスクの評価	1)気候変動のトレンドとこれに起因するリスクあるいは好機を明らかにする 気候変動のシナリオと、そのシナリオに基づくリスクを示す。 2)社会経済状況のトレンドとこれに起因するリスクあるいは好機を明らかにする 計画している適応策が行なわれなかった場合の社会経済状況（Baseline）と行われた 場合の社会経済状況のトレンドを示す。 3)天然資源と環境のトレンドとこれに起因するリスクあるいは好機を明らかにする。 4)適応にあたっての障害と好機のトレンドとこれに起因するリスクあるいは好機を 明らかにする
ステップ4 適応戦略の構築	1)これまでの適応策あるいは適応策に係る検討の分析 2)適応方法の特定と適応策の構築 3)適応策の優先順位づけと選定 4)適応戦略の構築

¹ UNDP.(2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures

(2) Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios – A Guidebook for Sub-National Planners¹

UNDP が、気候変動に対する脆弱性のマッピングと適応策の特定のためのガイドとして作成したもので、Sub-national スケールでの計画策定者を対象としている。本書では、脆弱性の評価手法が表 2.9に示すとおりでステップで理路整然と記述されている。また、「脆弱性」「感受性」「適応能力」といった用語について、表 2.8に示す通りの定義付けがなされている。

表 2.8 「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」における用語定義

脆弱性 (Vulnerability)	「脆弱性」 = 「気候変動に関する危険性・変化」×「感受性」－「適応能力」
危険性 (Hazard)	物理現象として定義可能な、潜在的な危害、あるいは人への危害、健康、財産、環境その他の有益な事物への危害をもたらす可能性のある状況、及びそれらの組み合わせの原因
変化 (Perturbations)	危険性よりは通常規模が小さいが、より長く続く可能性のある、通常状態からの物理的状態の変動。これらの変化は、後に漸進的な変化として認識されることがある。
感受性 (Sensitivity)	ある「単位」が刺激に対して反応する程度。 気候における「単位」の例としては、バイオーム、生態系、国、セクターなどがあげられ、これらは同じ気候変動の危険性に対して異なるレベルの感受性を有する。
適応策 (Adaptation)	人間社会あるいは自然のシステムの、実際のあるいは予想される気候変動要因による害を緩和する、あるいは有益な機会を有効利用する適合 (OECD 2009 と同定義)
適応能力 (Adaptive Capacity)	システムの特性や振る舞いを調整し、気候のばらつきや変動に対して、耐える、未然防止する、あるいは反応できるようにする能力、あるいは潜在能力

表 2.9 「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」における検討ステップ

検討項目	脆弱性評価	<ul style="list-style-type: none"> ■ステップ1：気候変動に関する危険性および感受性の特定・算定 過去から現在までの気候の傾向とリスクの評価 過去から現在までのセクターごとの感受性の評価 将来の気候変動に関する危険性・変化の評価 将来の気候変動に対する感受性の評価 ■ステップ2：気候変動に対する適応能力の特定・算定 適応能力の指標もしくは代替基準の把握 気候変動影響を悪化させうる項目の把握 ■ステップ3：脆弱性への統合とマッピング 地理情報システム（GIS）の活用 専門家判断とトレーシングペーパーの利用
	適応策策定	<ul style="list-style-type: none"> ■ステップ4：適応オプションの特定・評価・レビュー 適応オプションの特定 専門家判断 類似影響化にある地域の参照 適応オプションの選定評価 費用便益分析 リスク評価 脆弱性と適応オプションのレビュー

¹ UNDP.(2010). Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios – A Guidebook for Sub-National Planners

2.3.3 USAID

(1) Adapting to Climate Variability and Change – A Guidance Manual for Development Planning¹

USAID が、USAID のミッション及び関係者を対象に、USAID のプロジェクトが気候変動によってどのような影響を受けるかを理解し、また適応策を特定した上でプロジェクトデザインに統合し、より弾力性のあるプロジェクトとすることを目的として作成したマニュアル。気候変動を計画プロジェクトに統合するためのステップを、表 2.10に示す6段階で定義している。また、ケーススタディに基づき、ステップ3に示す適応策の分析を行う視点を示している。

表 2.10 「Adapting to Climate Variability and Change」における適応策実施のステップ

ステップ1	脆弱性のスクリーニング 気候のばらつきや変動が当該プロジェクトに影響を及ぼすかどうかの初期スクリーニング
ステップ2	適応策の特定 ステークホルダーとの協業により、適応策を特定する
ステップ3	分析 気候変動の内容、及び適応策の有効性、コスト、フィージビリティ等の分析を行う
ステップ4	アクションの決定 ステークホルダーと共に、分析結果のレビューを行う。 プロジェクトデザインの変更や、新たな適応策が必要かどうかを判断する。
ステップ5	適応策の実施
ステップ6	適応策の評価

表 2.11 「Adapting to Climate Variability and Change」に示される適応策分析の視点

適応策分析の視点	コスト 適応策の有効性 実施の容易さ 地域のステークホルダーによる受諾可能性 USAID による受諾可能性 専門家の同意 実施に至るまでの早さ 実施のための追加能力の必要性 現在の気候への適合性 受益者グループの規模
----------	---

2.3.4 GTZ (現GIZ)

(1) Climate Change Information for Effective Adaptation – A Practitioner’s Manual²

行政組織あるいは非政府組織が適応策に係わる意思決定に際して、必要とする気候変動及び関連する情報を得るために作成されたマニュアル。

Part I (背景)、Part II (実践ステップ) の2部に Annex を加えた構成となっており、Part I では気候変動の原因から気候変動シナリオ、将来予測モデルの概要、脆弱性の概念等についての説明がなされている。

Part II では、気候変動への適応を検討するにあたって必要となる実践的なステップを示している。この中で触れられているうち、特に重要と考えられるいくつかの概念を表 2.12に示す。

¹ USAID.(2007). Adapting to Climate Variability and Change – A Guidance Manual for Development Planning

² GTZ(GIZ).(2009). Climate Change Information for Effective Adaptation – A Practitioner’s Manual

表 2.12 「Climate Change Information for Effective Adaptation」に示されるポイント概要

気候変動に関する情報へのアクセス	<p>気候変動に関連する重要な要素としては、以下があげられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気温の上昇（季節区分の変化を含む） ・暴風雨の強度増加、頻度増加 ・海面上昇 ・熱波の増加 ・寒波の増加 ・干ばつの増加 ・洪水及び極端な洪水の増加 ・極端な降雨の増加（雨季乾季の変化を含む） ・年間を通じた、あるいは季節による水利用可能性の変化 ・氷河の融解の促進 ・永久凍土の融解 <p>情報へのアクセスの3つの手法</p> <p>1) 文献調査（最も簡便） インターネット上や有識者、各種組織から多くの資料が入手可能であり、自ら情報を整理するより、まずは資料を探すべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・文献資料は膨大なので、対象を絞る ・文献やオンラインのDBを検索し、必要な情報を得る ・政府関係者、科学者、コンサルタント等のエキスパートの助言を得る ・情報を分かりやすく整理し、第三者と共有する <p>2) オンラインのデータ解析ツールの利用 気候変動データを処理するための以下のようなオンラインツールを利用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SERVIR ・Climate Change Explorer (weADAPTによる) ・World Bank Climate Change Portal ・CI: grasp <p>3) 総合的な解析の実施 必要な情報が得られない場合には、科学者にRCMによる地域の気候変動解析を依頼することを含めて、自ら解析を行わなければならない。必要なコストはさまざまであるが、新たな解析モデルを使うのであれば、数ヶ月から数年の時間とコストがかかる。 途上国向けに整備された既往のRCMを用いることもできる。</p>
結果の解釈	<p>1) 原則</p> <ul style="list-style-type: none"> ・まずは過去の気候変化や適応の経験を知ること ・多くのステークホルダーと協業すること ・異なる地域シナリオを集めるよう努力すること <p>2) 不確実性とデータ解釈</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モデルの不確実性と排出シナリオを区別すること ・不確実であること＝変化しないこと ではない ・気候変動予測には解決不能な不確実性がつきものであり、これらは意思決定者によって「克服」されるべきものではなく、「うまく管理」されるべきものである ・一つの結果を用いるより、可能性のある範囲の検討に努めること <p>3) 不確実性と適応策の特定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・さまざまな計画の中で、気候変動への適応策だけが不確実性によって影響されるわけではない ・「後悔しない」あるいは「後悔の少ない」適応策、願わくば緩和策、適応策、持続性の "win-win-win" 策を探すこと ・弾力的で、可逆的なオプションを探すこと ・影響の時間単位を考慮すること。影響はいつ生じるのか。たった今対応をしなければならぬのか。
コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・必要以上に騒ぎ立てず、科学的な事実に基づくこと ・気候変動と不確実性の双方に重きを置くこと ・時間スケールを正確に扱うこと ・エキスパートの援助を受けること

(2) Climate Proofing for Development – Adapting to Climate Change, Reducing Risk¹

(1)と同様に国家レベルからプロジェクトレベルに至る、開発のさまざまなレベルにおいて、気候変動への適応を考慮するためのガイドとして作成されている。

特に、プロジェクトの形成段階での適応検討だけではなく、設計段階での気候変動適応をも念頭に置いた内容となっている。

本書において特筆すべき内容として、図 2.1に示すとおり気候変動影響と計画の時間スケールを示している点があげられる。

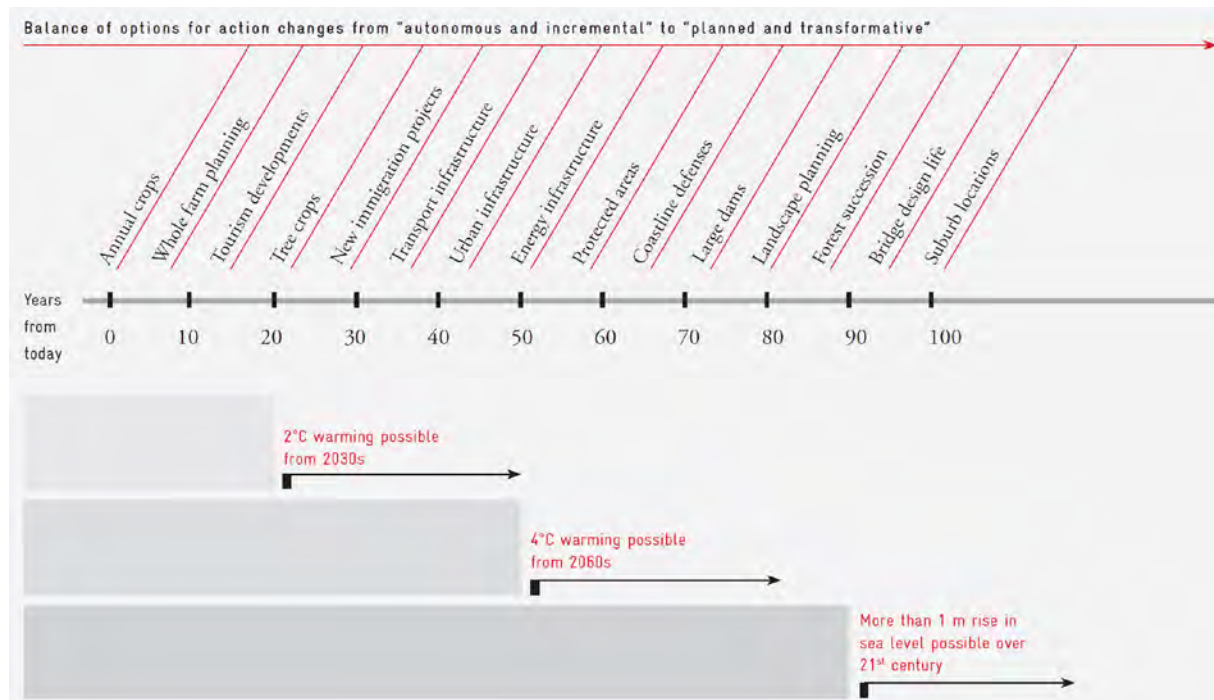


図 2.1 計画の将来展望²

2.3.5 Adaptation Fund

(1) Project Level Results Framework and Baseline Guideline Document³

Adaptation Fund による適応プロジェクトの成果計測のためのガイドライン。

適応プロジェクトの成果を、Goal、Impact Secondary Outcome（必要に応じて）、Outcome、Ourputの5（4）レベルで関連づけて評価することとしており、表 2.13に示すとおり、各レベルで期待される「成果」と、これを計測するための「指標」を示している。

¹ GTZ(GIZ).(2010). Climate Proofing for Development – Adapting to Climate Change, Reducing Risk

² Stafford Smith et al. 2010 (GTZ, 2010, P.7 Figure 1 より転載)

³ Adaptation Fund.(2011). Project Level Results Framework and Baseline Guideline Document

2011年6月のAFBの第14回会議で修正・承認された新版が公表されているが、本調査には反映していない。更新版では、いくつかの「結果」と「指標」が異なるほか、各指標計測のためのガイダンスが付加されている。

表 2.13 適応策の「成果」と効果指標

期待される成果	効果指標
ゴール： 特に気候変動の負の影響に対して脆弱な途上国群に対して、気候に対して弾力的な方策を講じるための適応プロジェクトやプログラムを実施するためのコスト面からの援助を行う	—
インパクト： コミュニティ、地方、国家レベルにおける気候のばらつきや変動に対する弾力性の向上	—
アウトカム1： 国家レベルにおける気候に関連する脅威や危険性への曝露の低減	1. 関連する脅威や危険性に関する情報が、ステークホルダーに対してタイムリーに発信され、広められる
アウトプット1： 国家レベルでのリスクと脆弱性の査定が実施され、更新される	1.1 リスクと脆弱性の査定、更新のために実施されるプロジェクトの種類と数 1.2 リスクと脆弱性の査定の質 1.3 早期警戒システムの発展
アウトカム2： 気候に起因する社会的・経済的、環境的価値喪失に関連したリスクを低減するための組織的な能力強化	2.1 気候のばらつきによるリスクへの曝露を最小化するための能力強化がなされた組織の数 2.2 極端気象現象に対するリスクが低減された人々の数
アウトプット2.1： 極端気象現象に対して迅速に反映するための国家組織、地方組織とネットワークの能力強化	2.1.1 対象となる組織において、気候に関連した事象の影響に対応し、これを緩和するための訓練されたスタッフの数 2.1.2 対象となる組織の、気候に関連した事象に対応し、これを緩和するために訓練されたスタッフの能力強化
アウトプット2.2： 適切なリスク低減システムによってカバーされた人口集団	2.2.1 適切なリスク低減システムによってカバーされた人口集団の率 2.2.2 気候のばらつきによって影響を受ける人口の数
アウトカム3： ローカルレベルにおける適応策とリスク低減プロセスに対する自主性と自覚の強化	3.1 予測された気候変動の負の影響及び適切な対応を自覚している人口の率 3.2 対象となる人口の行動変化
アウトプット3： 適応とリスク低減の自覚向上行動に参加した人口グループの数	3.1.1 ローカルレベルで導入されたリスク低減の方策あるいは戦略の数及び種類 3.1.2 このトピックを報道したローカルの新聞、メディアのニュースサイトの数
アウトカム4： 関連する開発及び自然資源セクターにおける適応能力の向上	4.1 気候のばらつき及び変動によって増大するニーズに対応する開発セクターのサービス 4.2 気候変動とばらつきに起因するストレスに耐えるために強化された物的インフラ
アウトプット4： ばらつきを含む気候変動に対応するために強化された脆弱な天然、自然、社会的資源	4.1.1 気候のばらつき及び変化に起因する新たな状態に対応するために強化あるいは改善された保健インフラ、社会インフラの数及び種類 4.1.2 気候のばらつき及び変化に起因する新たな状態に耐えるために強化あるいは建設された物的インフラの数及び種類
アウトカム5： 気候の変化とばらつきに起因するストレスに対応する生態系の弾力性の向上	5. 気候の変化とばらつきに起因するストレスの下で維持向上している生態系サービス及び自然資産
アウトプット5： 気候のばらつきを含む変化による影響に対応するように強化された、脆弱な物的、自然的、社会的資産	5.1 気候のばらつき及び変化によってもたらされた状況に耐えるように創造され、維持され、あるいは改善された自然資産の数及び種類
アウトカム6： 対象地域における脆弱な住民の生計手段及び収入手段の多様化及び強化	6.1.1 個人あるいはコミュニティの生計戦略を補助するために構築された（物的あるいは知識的な）適応戦略の数及び種類
アウトプット6： 気候のばらつきを含む変化に関連して強化された、対象となる個人及びコミュニティの生計戦略	6.1.2 気候変動シナリオの下で生み出された世帯の収入手段の種類
アウトカム7： 弾力的手段を推進し、強化するための政策や法令の強化	7. 国家開発戦略に気候変動の優先の考えが統合されている。
アウトプット7： 気候弾力性をもたらす戦略の、国家開発計画への統合強化	7.1 気候変動リスクに対応するように順応した政策の数、タイプ、セクターの数 7.2 気候変動優先の考えと統合された目標戦略の実施された数

さらに同資料では、資料形成段階において提案された内容として、将来的な成果計測のための指標と、さらにその指標の活用方法についての提案を Annex A に示している。同指標は不採用ではあるが、その概要を表 2.14 に示す。

表 2.14 Adaptation Fund の成果計測のための指標提案

概要	<p>適応プロジェクトの評価指標として、以下の3つの指標を用いる。</p> <p>1) Saved Wealth 2) Saved Health 3) Environmental Benefits</p> <p>さらにこれらの指標値を合算し、複数プロジェクトの比較や予算配分に用いることが提案されている</p>
1) Saved Wealth (SW)	<p>プロジェクトによって保護または保全されたであろう経済価値および脆弱性を定量化した指標。適応策を実施しなかった場合に、気候変動に起因する事象によって被害を受けるであろう（インフラや私有財産の）資産価値がいくらになるか、気象の生起確率別に評価する指標。</p>
2) Saved Health (SH)	<p>もともと医療分野で使用されていた DALYs (Disability Adjusted Life Years saved : 障害調整生存年数) という指標を採用したもので、プロジェクトによって受益人口の健康の度合または余命がどれくらい保護されたかを定量化した指標。</p> <p>$DALYs = YLL + YLD$</p> <p>ただし、$YLL = \text{死亡数} \times \text{平均余命}$、$YLD = \text{障害発生数} \times \text{障害の重度} \times \text{余命損失年数}$</p>
3) Environmental Benefits	<p>事業対象地域の生態系システムがプロジェクトによってポジティブ、ネガティブ、またはニュートラルな影響かを定性的に評価する指標。</p>
総合評価	<p>複数のプロジェクトの比較評価（プロジェクト選定）を行うための指標として、以下の手法が提案されている。</p> <p>a) SW、SH のそれぞれをプロジェクトコストで割り、プロジェクトコスト当りの SW^*、SH^* 値を算出</p> <p>b) 複数のプロジェクトについて求めた SW^*、SH^* の値の平均値 SW^*_{ave}、SH^*_{ave} を算出</p> <p>c) 各プロジェクトの総合評価値 (Combined impact indicator)</p> $= (SW^* / SW^*_{ave}) + (SH^* / SH^*_{ave})$ <p>さらに、この総合評価値の高いプロジェクトから予算配分を行うことが提案されている。</p>

第3章 適応策の考え方

3.1 検討の手法

2章においてレビューした多くの既存資料等では、適応策の基本的な考え方や関連する用語等の定義、及び適応策の形成にあたっての汎用的な検討ステップ等が示されている。

本章では、2章のレビュー内容を踏まえ、5章に示す各サブセクターごとのプロジェクトレベルでの案件形成を想定した指針等の前提として、用語の定義、案件形成にあたって共通するステップを構築し、各ステップで実施すべき事項を整理した。

3.2 用語の定義

2章において示した通り、適応策、脆弱性等の用語にはいくつかの定義が見られる。

本調査では、以下の考え方に基づいて、用語の定義を採用した。

(1) 適応策

適応策については、表 3.1に示すとおりさまざまな機関によって定義がなされている。本調査では、OECD の適応マーカーに定義される適応案件形成を想定し、OECD による定義を採用した。同定義では、適応策は「脆弱性を低減させること」とされており、脆弱性の評価が重要となる。

表 3.1 適応策の定義

機関	出典	定義
JICA	気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方 ¹	さまざまな定義があり、明示的に定義されていないが、IPCC AR4 の定義を引用紹介している。
IPCC	IPCC AR4 ²	現実の、もしくは予期される気候変化・気候変動とその効果に対する自然あるいは人間システムの調整。被害を軽減し、あるいはその機会を活用する。
OECD	ADDENDUM ON THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION MARKER ³	適応能力あるいは回復力を維持向上させることにより、気候変動及び気候に関連するリスクに対する人類あるいは自然のシステムの脆弱性を低減させること
OECD	Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance ⁴	人間社会あるいは自然のシステムの、実際のあるいは予想される気候変動要因による害を緩和する、あるいは有益な機会を有効利用する適合
UNDP	Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios ⁵	人間社会あるいは自然のシステムの、実際のあるいは予想される気候変動要因による害を緩和する、あるいは有益な機会を有効利用する適合 (OECD に同じ)
GTZ (現 GIZ)	Climate Change Information for Effective Adaptation ⁶	現実の、もしくは予期される気候変化・気候変動とその効果に対する自然あるいは人間システムの調整。被害を軽減し、あるいはその機会を活用する。 (IPCC AR4 に同じ)
環境省	気候変動への賢い適応 ⁷	IPCC AR4 定義に加え、人間が意思的に実施する適応に重点を置き、「政府や地方自治体の政策決定者による意思決定の下で実施される適応、あるいは個人やコミュニティ等が意思的に実施する適応」

(2) 脆弱性

脆弱性についても、表 3.2に示す通りさまざまな機関によって定義がなされている。多くの定義では、脆弱性は外力としての気候変動と、対象とするシステムの感受性、及び適応能力によって規定されている。いずれの要素も現時点では定量的な扱いをされていないことから、式形そのものに大きな意味はないが、ここでは OECD の定義に用いられている用語を定式化した国際機関による定義として UNDP の定義を用いることとした。

表 3.2 脆弱性の定義

機関	出典	定義
JICA	気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方	脆弱性 \equiv 外力の大きさ / [抵抗力 (適応力) - 感受性] (原文は \equiv ではなく二重波線)
IPCC	IPCC AR4 ⁸	脆弱性とは、気候変動性や極端な現象を含む気候変動の悪影響によるシステムの影響の受けやすさ、または対処できない度合いのことである。脆弱性は、システムがさらされる気候変化及び変動の特徴・大きさ・速度と、システムの感度、適応能力の関数である
OECD	Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance	脆弱性とは、気候変動性や極端な現象を含む気候変動の悪影響によるシステムの影響の受けやすさ、または対処できない度合いのことである。脆弱性は、システムがさらされる気候変化及び変動の特徴・大きさ・速度と、システムの感度、適応能力の関数である (IPCC AR4 に同じ)
UNDP	Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios	「脆弱性」 = 「気候変動に関係する危険性・変化」×「感受性」－「適応能力」
UNDP	Adaptation Policy Frameworks for Climate Change : Developing Strategies, Policies and Measures ⁹	「脆弱性」 = 「リスク (予想される気候による負のインパクト)」 － 「適応」
環境省	気候変動への賢い適応	脆弱性とは、気候変動性や極端な現象を含む気候変動の悪影響によるシステムの影響の受けやすさ、または対処できない度合いのことである。脆弱性は、システムがさらされる気候変化及び変動の特徴・大きさ・速度と、システムの感度、適応能力の関数である (IPCC AR4 に同じ)

(3) 適応能力

適応能力については、ネガティブな影響を緩和するための能力としてとらえる場合と、好機としてとらえることを含む概念があるが、ここでは OECD の定義を用い、好機を捉えることを含む概念とした。

表 3.3 適応能力の定義

機関	出典	定義
JICA	気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方	明示的定義はなされていない。
OECD	Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance	システムが気候変動の結果に対して、その被害を軽減したり、あるいは好機会として捉えるなどの対応を行うことのできる能力
UNDP	Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios	システムの特長や振る舞いを調整し、気候のばらつきや変動に対して、耐える、未然防止する、あるいは反応できるようにする能力、あるいは潜在能力

(4) マルアダプテーション

マルアダプテーションについては、OECDにより定義がなされており、同定義を用いることとした。

表 3.4 マルアダプテーションの定義

機関	出典	定義
OECD	Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance	通常の開発事業において、将来の気候変動を考慮せずに不注意にも気候変動に対する脆弱性を増加させてしまうこと。 気候変動に対して適応するために取った行動が、脆弱性を低減させることに失敗し、かえってこれを増加させてしまうこと
UNDP	Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios	不完全あるいは不適切な適応策
環境省	気候変動への賢い適応	十分な検討や配慮がなされないため、適応策が十分な効果を発揮できなかったり、他の持続可能な開発に負の影響を生じること

3.3 脆弱性評価

適応策の目的は、気候変動に対する脆弱性を低減させることにある。そのため、適応策の策定においては、対象とするシステムの脆弱性を特定し評価することが必要となる。脆弱性についても世界的に共通の考え方には至っていないが、概ねシステムの関係する気候変動の危険性およびシステムの感受性と適応能力との関係により示すことができると考えられている。

UNDP(2010)は各セクターを包含した国内地域レベルに適用する脆弱性評価と適応策策定についてのステップを、脆弱性評価（ステップ1～3）～適応策策定（ステップ4）という段階で示している。（表 3.5）

このガイドブックは、複数のセクターが含まれる地域ベースのマスタープラン策定段階を想定した検討方法であり、地域レベルでの包括的な脆弱性評価を行った上で、脆弱性低減のための適応策をセクター横断的に検討する手順となっている。

一方、本調査はセクターごとにプロジェクトレベルでの適応策を検討することに主眼を置いていることから、ガイドブックに記載された検討ステップをプロジェクトレベルでの適用に合わせて統合・修正し、表 3.6に示すステップを設定した。

表 3.5 「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」
における検討ステップ（再掲）

検討項目	脆弱性評価	<ul style="list-style-type: none"> ■ステップ1：気候変動に関する危険性および感受性の特定・算定 過去から現在までの気候の傾向とリスクの評価 過去から現在までのセクターごとの感受性の評価 将来の気候変動に関する危険性・変化の評価 将来の気候変動に対する感受性の評価 ■ステップ2：気候変動に対する適応能力の特定・算定 適応能力の指標もしくは代替基準の把握 気候変動影響を悪化させうる項目の把握 ■ステップ3：脆弱性への統合とマッピング 地理情報システム（GIS）の活用 専門家判断とトレーシングペーパーの利用
	適応策策定	<ul style="list-style-type: none"> ■ステップ4：適応オプションの特定・評価・レビュー 適応オプションの特定 専門家判断 類似影響化にある地域の参照 適応オプションの選定評価 費用便益分析 リスク評価 脆弱性と適応オプションのレビュー

表 3.6 セクター毎の脆弱性評価の検討項目及び検討内容（適応案件）

ステップ1 気候変動に関する危険性および感受性の特定	1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 当該セクターに影響を及ぼす気候因子（気象、海水面レベル、火災等）について、過去及び現在の状況、変化等を明らかにする。 調査は、過去のデータ分析、ステークホルダーからの聞き取り等によって行う。
	2) 気候変動に関係する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 当該セクターの感受性に関係する気候因子について、気候変動に伴う将来変化を把握する。 気候変動の把握にあたっては、まず当該国の気候変動対策ポリシーにおける気候変動シナリオ、解析モデル、目標年等をレビューした上で、カウンターパート機関との確認を行う。 当該国に該当する気候変動対策ポリシーのない場合には、IPCCの評価モデル等から、必要な気候変動要素を抽出し、必要に応じてアンサンブル平均、ダウンスケーリング等の処理を施した上で用いる。
	b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国、対象地域における開発計画、規制等をレビューし、対象地域の社会経済における将来変動要因を把握する。
ステップ2 気候変動に対する適応能力等の特定	3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 気候因子に起因する当該セクターにおける過去の被害を把握する。 b) 対策施設等の整備状況 対象セクター・地域におけるプロジェクトに関係する既往施設等の状況を整理する。 c) 気候変動に対する感受性 過去の被害と気候因子、将来の気候変動、及び施設の有無、機能状況等を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、気候変動による当該セクターの将来の感受性を明らかにする。
	4) 気候変動に対する適応能力等の評価 a) 気候変動に対する適応能力 気候変動に対する適応能力として、施設、組織、情報、教育等の状況を整理する。 b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認 気候変動要素と相俟って将来の脆弱性を増大させうる要因（貧困、教育水準等）があれば、その内容及び程度について明らかにする
ステップ3 脆弱性の評価	5) 脆弱性の評価 ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

3.4 適応策プロジェクトと通常開発

適応策プロジェクト（適応関連プロジェクト）には、プロジェクトそのものが適応を目的としたプロジェクトと、いわゆる通常開発プロジェクトの中で気候変動要素を考慮するプロジェクトが考えられる。本調査では両者を「適応案件」と「通常開発+適応オプション」と区分し、それぞれの指針を示すこととした。

「適応案件」と「通常開発+適応オプション」の区分を表 3.7に、概念図を図 3.1、図 3.2に示す。実際には、適応を目的として形成されたプロジェクトではなくとも、結果的にはプロジェクト全体が適応策となることも考えられる。たとえば農業セクターにおいて気候変動に対する脆弱

性を有する地域では、灌漑プロジェクトの実施は結果として脆弱性を低減させる可能性がある。このため、「適応案件」と「通常開発＋適応オプション」の間に明確な線引きを行うことはできない。指針に記載した内容は、「適応案件」「通常開発＋適応オプション」の典型的なプロジェクトを想定しており、実際にはこの間にさまざまな形態があり得る。またセクターによっては「適応策」あるいは「通常開発＋適応オプション」のいずれかのみが想定される場合がある。

表 3.7 「適応案件」と「通常開発＋適応オプション」

	適応案件	通常開発＋適応オプション
案件の区分	現在のシステムに気候変動による脆弱性が想定され、これを減少させることを目的として形成するプロジェクト。 例えば、既に施設が整備されたシステムにおいて、気候変動による外力変化が生じた場合に脆弱性が現れることに対応するもの。	気候変動による脆弱性の減少が主目的ではないが、当該プロジェクトが気候変動による脆弱性の影響を受けることが考えられることから、この脆弱性を考慮したプロジェクト形成を行うプロジェクト。 例えば、新設や改修するインフラの計画・設計において、現在の外力ではなく気候変動後の外力を用いるもの。
プロジェクトの例	<ul style="list-style-type: none"> ・温暖化により氷河の決壊が危惧されるため、決壊による被害防除のために氷河湖の排水を行う。 ・現存の灌漑施設において、気候変動による干ばつの増加により農作物被害が懸念されることから、灌漑施設の整備拡張を行う。 ・気候変動による洪水被害拡大により、道路の浸水被害が懸念されることから、道路の災害への防御能力を高めるため、防災対策を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸保全・生態系保全のためのマングローブ植林にあたり、気候変動による海面上昇を考慮して植林範囲を設定する。 ・経済発展による開発に対応するために治水強化を図るにあたり、気候変動による極端現象の増加、降水量の増加等を考慮して外力を設定する。 ・新設の道路プロジェクトにおいて、気候変動による浸水被害を考慮した線形・施設とする。

3.5 適応効果の評価及びモニタリング

3.5.1 評価（事業評価）

適応策のうち、現在の気候条件下においてもシステムに便益をもたらす適応策については、通常開発の事業評価と同様の費用便益分析による評価（経済評価）を行うことが可能である。

一方で、気候変動への対応に特化した対策や、適応策による効果が通常開発の便益と異なる場合には、システムの感受性の変化や適応能力の変化を評価する評価項目・指標（定量評価あるいは定性評価）を設定する必要がある。

3.5.2 モニタリング・レビュー

モニタリング時には、3.5.1節で設定した評価項目・指標による評価が可能な場合には、これを用いる。

しかし、気候変動による長期的な影響や極端現象に対しては、これらがシステムに顕著な影響を与えるまでは、3.5.1節で設定した評価項目・指標によって気候変動による影響及び適応策の効果を計測することが難しいことが想定される。このため、システムの感受性や適応能力の変化を評価するための「代替指標」が必要となる。例えば気候変動対策のため変更された活動の数や実施状況、脆弱性の低減のためのキャパシティ・ビルディングへのステークホルダーの参加状況、

早期警報システムなどの気候情報管理システムの受益者数の増減など、気候変動への適応への進捗具合に関する指標での評価が考えられる（OECD, 2009）⁴。

本調査ではモニタリングのための代替指標を想定するプロジェクト毎に検討した。

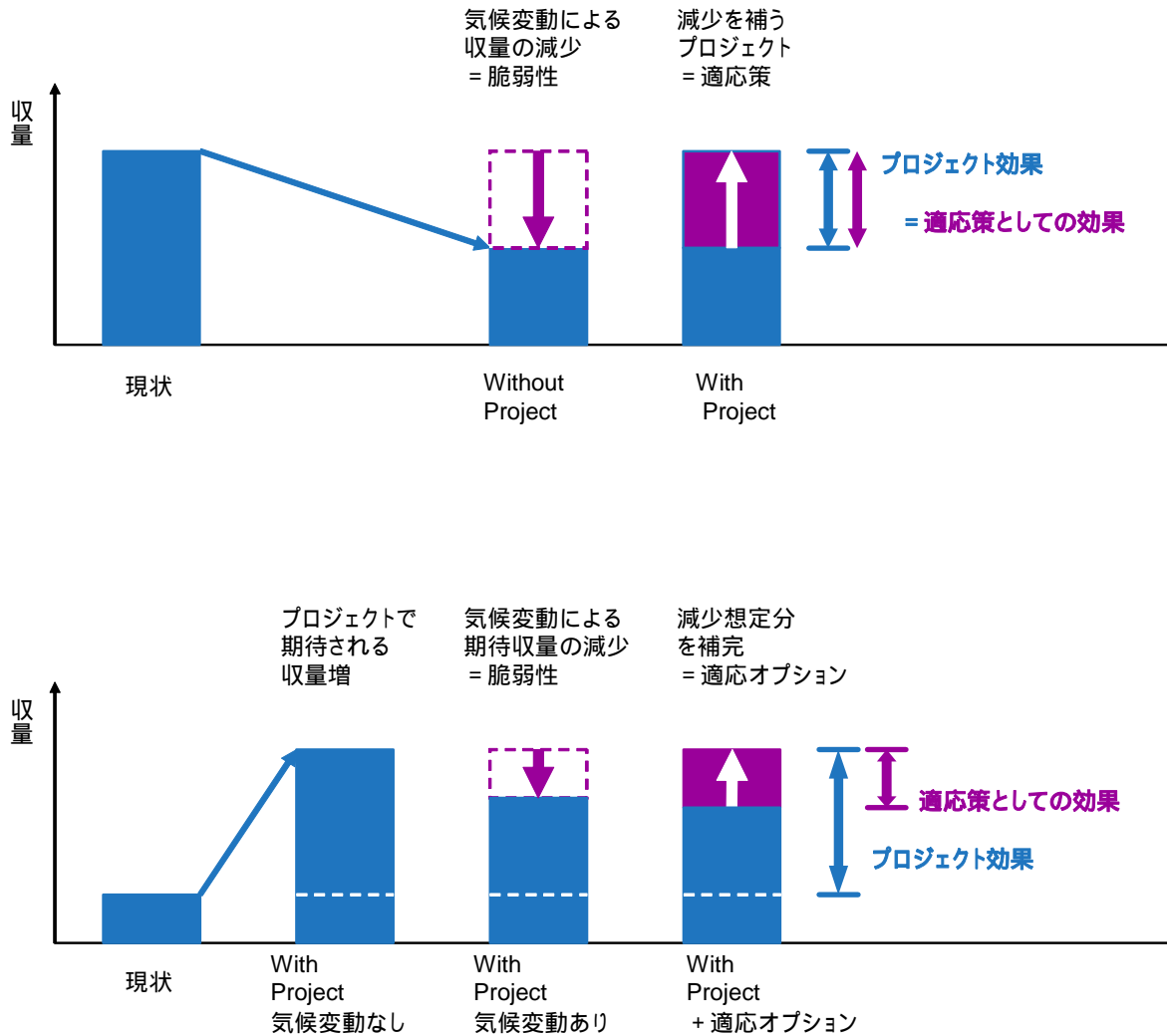


図 3.1 灌漑における「適応案件」（上）と「通常開発 + 適応オプション」（下）の概念図

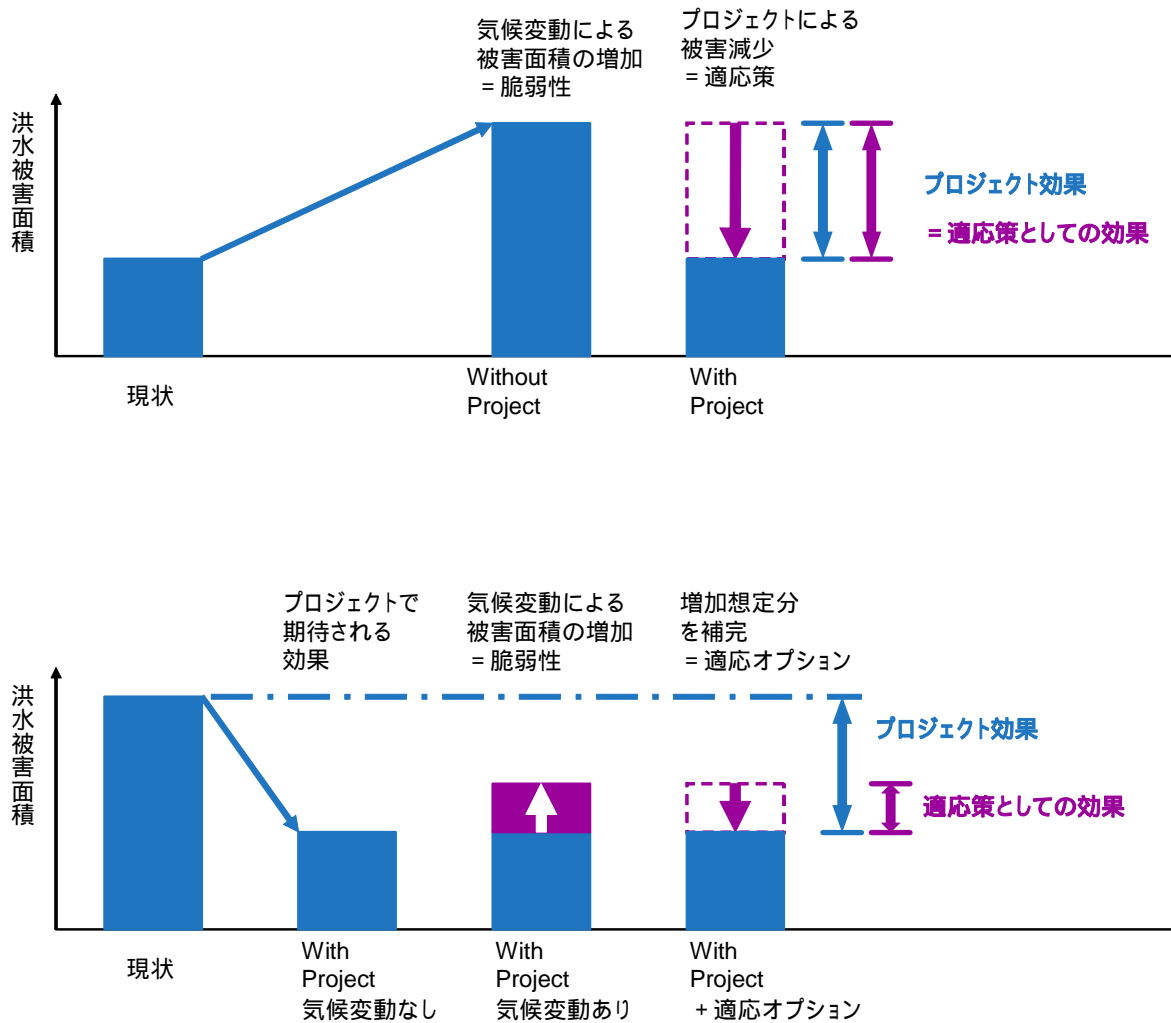


図 3.2 治水における「適応案件」(上)と「通常開発 + 適応オプション」(下)の概念図

¹ JICA.(2007). 気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方
² IPCC. Glossary of Terms used in the IPCC Fourth Assessment Report WGII. <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg2.pdf>
³ OECD/DAC.(2010). ADDENDUM ON THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION MARKER. DCD/DAC(2007)39/FINAL/ADD3
⁴ OECD/DAC.(2009). Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance
⁵ UNDP.(2010). Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios
⁶ GTZ(GIZ).(2009). Climate Change Information for Effective Adaptation
⁷ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応
⁸ IPCC.(2007).WG2 Summary for Policymakers.E. Systematic observing and research needs http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/spmssp-e.html
⁹ UNDP.(2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change : Developing Strategies, Policies and Measures

第4章 対象サブセクターの選定

ここでは、5章以降の検討の対象とするサブセクターの選定を行う。
対象サブセクターの選定は、以下を踏まえて行った。

- ・過去において JICA（旧 JBIC を含む）有償資金協力の実績があること
- ・適応策としての案件形成の可能性があること。

サブセクター選定は以下のプロセスに基づいて行った。なお、プロセスにおいて「小分類」と表記した区分単位は、概念的にはサブセクターであるが、本検討の結果として提案するサブセクターとの混同を避けるため、「小分類」と表記している。

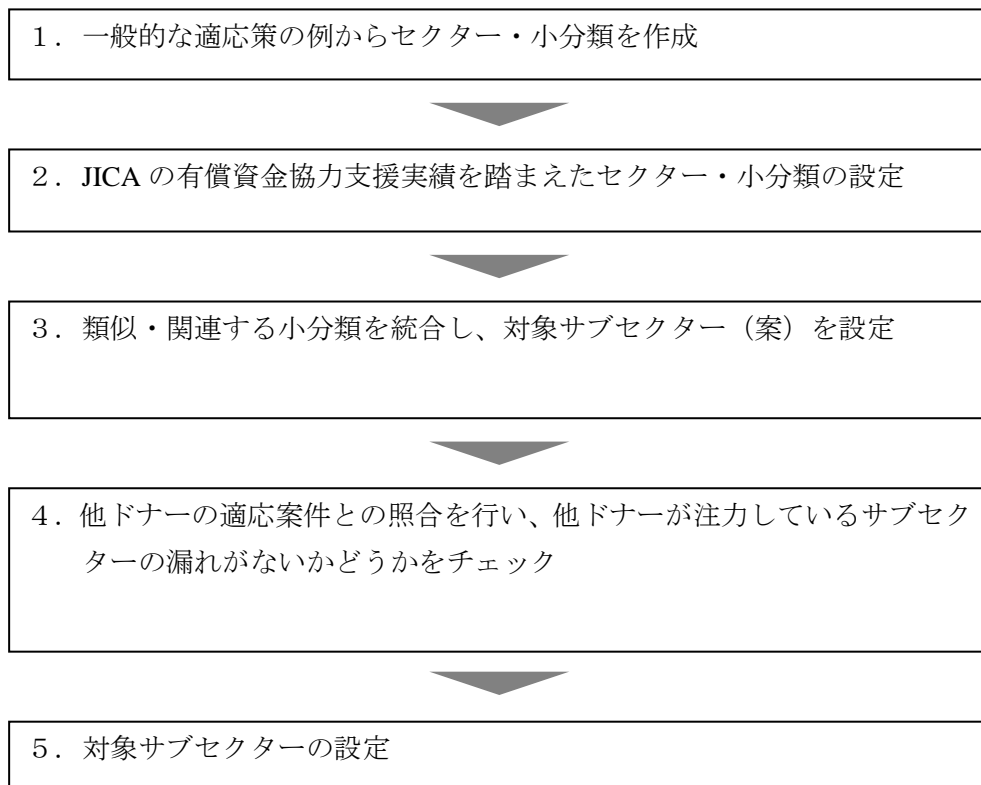


図 4.1 サブセクター選定のプロセス

4.1 一般的な適応策の例からセクター・小分類を作成

まず、JICA の有償資金協力支援実績を踏まえた分類を行うため、仮分類を行うためのセクター・サブセクター（仮）を設定した。まず、適応策を網羅したサブセクター設定を行うために以下の資料に示される適応策の例を抽出し、これらを包含するセクター・小分類を設定した。

- a. 気候変動への適応策に関するJICAの協力のあり方¹ JICA 2007
- b. IPCC AR4 WGII Technical Summary²
- c. 地球温暖化の影響・適応情報資料集³ 環境省 2009
- d. 気候変動適応の方向性⁴ 環境省 2010.11

4.2 JICAの有償資金協力支援実績を踏まえたセクター・小分類の設定

さらに 1995 年から 2010 年間の円借款案件（1139 件）について、設定した小分類への振り分けを行い、該当する小分類のない案件については小分類を作成・整理した。さらに、上記 a～d に記載された適応策以外に想定される適応策を、小分類ごとに記述した。この結果、適応策が想定されない小分類が存在するため、これらの小分類（表中の網掛け部分）は、これ以降の検討対象から除くこととした。なお、小分類によっては既往の円借款件数が 0 件の小分類があるが、後の作業において小分類を統合してサブセクターを形成する際に、他の小分類と合わせて円借款経歴のあるサブセクターとなる可能性があることから、ここでは省いていない。

整理結果を表 4.1 に示す。なお、複数小分類にまたがる案件については、それぞれの小分類でカウントしたため、小分類毎の案件数の合計は 1293 件となっている。

¹ JICA.(2007). 気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方

² http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ts.html

³ http://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge.html#03_ondankenkyu

⁴ <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13167>

表 4.1 小分類毎の適応策例と円借款案件実施数

セクター	小分類	適応策の例	案件数
1 水資源	01 水資源の適切な管理	渇水時に地域で柔軟に水を融通し合う仕組みの導入、渇水情報の発信、計量と価格付けによる水需要管理、持続可能な水利用のための教育、水位観測、流量調節ダム	2
	02 水資源開発・水資源施設改修	取水インフラ整備、貯留施設整備、海水の脱塩、海水の淡水化、雨水収集、ダム改修、導水路	14
	03 水資源の有効利用	下水再生水・中水・雨水等の利用、節水意識の向上、節水機器普及、漏水削減	2
	04 水と衛生の改善	安全な飲料水と公衆衛生の整備、浄水場における自家発電装置等の整備・強化、水道原水水質特性の総合評価とこれに適した浄水プロセスの選定、富栄養化対策	0
2 農業・食料	01 灌漑排水	干拓地と排水の改善、灌漑と水耕栽培、節水灌漑、灌漑施設の整備・改修、修理済み下水利用灌漑	56
	02 栽培管理(営農支援)、水利組合強化	マルチングによる土壌水分の保全、害虫駆除と作物の監視、間作、耕作活動の時期の変更、高温障害等を回避する施設の導入、作期の変更、作物残さの保持、養蚕、作物多様化、営農指導、水利組合強化	13
	03 作物品種開発導入	暑熱耐性品種への変更、新しい干ばつ耐性品種の開発、代替作物の開発と推進、風耐性作物の開発	3
	04 情報システム	気象予測情報の提供	0
	05 畜産	飼育密度の変更、種畜の夏期不妊対策技術の開発、暑熱による生殖機能への影響評価、生殖機能等へのストレス軽減技術の開発、畜舎環境制御、放牧地の変更及び牧草地のローテーション、バイオガスプラントの建設	1
	06 漁業	漁港リハビリ、漁業資源管理、技術支援	4
	07 農業経済	共済システムの活用、穀物の備蓄と緊急給食所の整備、穀物銀行の設置、債務救済、収入の多様化	1
	08 持続型農業構築	土壌保全型耕地造成、土壌保全、小規模灌漑施設整備、植林・森林保全等	2
	09 農園整備・改善		1
	10 農産加工		1
3 森林・自然環境保全	01 森林保全、植林	熱帯林の保全・修復、植林、水源涵養	37
	02 国土保全	斜面侵食防止工事、土砂流出軽減工事、砂漠化防止のための砂丘固定工事、草地の改善のための植草、土壌の流出に対する保全対策としての砂防ダム建設や川の護岸整備、土壌保全	15
	03 マングローブ保全	マングローブ保全	0
	04 湖岸/海岸保全・修復	湖岸/海岸保全修復、海岸侵食・堆砂防止工事	3
	05 生態系(生物多様性)保全・修復	サンゴ礁、稀少種保全	5
4 防災	01 沿岸防災	海岸保全施設の整備・改良、海面上昇に対応する危機管理計画の準備・予警報システムの整備、湿地の保護、津波・高潮・内水ハザードマップの策定、避難場所の整備、防災船調達	3
	02 河川防災(治水)	堤防整備、危険区域(浸水想定区域)における堤防の補強、既存施設の有効活用・長寿命化、現状での防護水準等の把握、洪水防御インフラの整備改善、排水路、遊水地整備、調整池整備、河床低下対策、河川改修、堤防の修復、ポンプ場、水門、排水路の整備、放水路整備	35
	03 災害救済		1
	04 情報システム	モニタリング(長期的リアルタイム)体制の高度化、早期警報システムを含む緊急時への備え	1
	05 人材育成、環境管理能力	コミュニティ組織の能力強化、災害リスクの情報提供、災害リスクの評価、施設管理者の保守点検能力向上、情報整備ハザードマップや水害痕跡の情報提供、海事訓練	4
	06 都市防災	「洪水耐性」建築物、下水道施設の整備、建築様式等の変更	0
	07 森林防災		0
	08 土砂管理	治山施設の整備(0302と同じ)	0
	09 土地利用管理		0

5	都市・地域開発・整備	01 農村地域整備	上水・衛生関連施設、生産関連施設、保健関連施設、教育関連施設等の基礎インフラ	38
		02 都市整備	給水施設、排水施設、汚水処理施設、住宅	2
6	交通運輸	01 道路・橋梁	道路改良・リハビリ、橋梁建設・リハビリ、トンネル建設・リハビリ、道路防災	164
		02 空港		35
		03 港湾	港湾開発・整備・拡張・改善・リハビリ・浚渫	36
		04 鉄道	軌道改良、リハビリ	83
		05 海運	海上安全施設整備、海洋船調査改修、運河整備、河川浚渫	7
		06 その他		1
		07 物流施設		1
7	医療・保健衛生	01 対策基礎能力向上	体調管理等の一般への普及啓発、熱中症等に関する保健指導マニュアル等作成・普及	0
		02 高リスク地域対策	媒介生物の発生・分布状況の調査	0
		03 熱暑対策	衣類と活動レベルの調整、国及び地域の熱暑警報システム、水分摂取量の増加、熱中症防止シェルターの整備、緑地創出による都市のヒートアイランド効果の低減対策	0
		04 マラリア対策	ワクチン接種、殺虫剤抵抗性の出現状況調査等、媒介蚊防除対策の立案可能な人材の養成、媒介動物(蚊など)の防除、媒介動物の防除に対する情報提供	0
		05 水系感染症対策	衛生設備の改善、感染症のワクチン新治療薬開発、上下水道の整備	1
		06 医療	巡回医療、医療用機材	15
8	建築	01 建築		31
9	鉱工業	01 工業		4
		02 工場・プラント		6
		03 鉱業		3
10	行政	01 財政・金融		25
		02 環境問題		50
		03 測量・地図		1
		04 行政一般		5
		05 政策制度支援		57
		06 復旧・復興支援		0
11	エネルギー	01 省エネ		2
		02 エネルギー供給		18
		03 電力発電・供給		195
		04 再生可能エネルギー		14
		05 エネルギー設備		2
12	人的資源	01 教育	教育、教育機材、人材開発、奨学金供与、留学、進学、研修	42
		02 医療教育	研修	13
13	公益事業	01 上水道	上水道、給水、導水	95
		02 都市衛生		9
		03 下水道・排水	下水道、都市排水、地域排水	79
14	商業	01 観光		7
15	通信・放送	01 電気通信		17
		02 放送		11
99	その他	01 復興		1
		02 貧困対策・生計改善	コミュニティ開発、マイクロクレジット、農村金融、社会開発プログラム、生計改善、参加型開発	19

4.3 関連する小分類の統合

以上の作業によって抽出された小分類について、類似・関連する小分類を表 4.2に示す 8 セクター、20 サブセクターに統合した。サブセクターへの統合過程を表 4.3に示す。

表 4.2 設定したサブセクター

セクター	サブセクター
水資源	水資源管理
	水資源開発
	水資源有効利用
農業・食糧	灌漑・排水
	営農強化（栽培管理、品種、水利組合）
	畜産・漁業
森林・自然環境保全	森林保全・植林（・植草）
	生態系保全
防災	治水対策
	沿岸防災
	土砂災害防災
	情報システム
都市・地域開発	農村地域整備
	都市整備
交通運輸	交通運輸インフラ
衛生改善	上水道
	下水道・排水
	医療・保健衛生
その他	村落開発・地域コミュニティ強化
	人材育成

表 4.3 サブセクターへの統合

セクター	提案サブセクター	適応策の例	円借款領域			
			小分類		案件数	
水資源	水資源管理	渇水時に地域で柔軟に水を融通し合う仕組みの導入、渇水情報の発信、計量と価格付けによる水需要管理、持続可能な水利用のための教育、水位観測、流量調節ダム	101	水資源の適切な管理	2	2
	水資源開発	取水インフラ整備、貯留施設整備、海水の脱塩、海水の淡水化、雨水収集、ダム改修、導水路	102	水資源開発・水資源施設改修	14	14
	水資源有効利用	下水再生水・中水・雨水等の利用、節水意識の向上、節水機器普及、漏水削減	103	水資源の有効利用	2	2
農業・食糧	灌漑・排水	干拓地と排水の改善、灌漑と水耕栽培、節水灌漑、灌漑施設の整備・改修、修理済み下水利用灌漑	201	灌漑排水	56	56
	営農強化(栽培管理、品種、水利組合)	マルチングによる土壌水分の保全、害虫駆除と作物の監視、間作、耕作活動の時期の変更、高温障害等を回避する施設の導入、作期の変更、作物残さの保持、養蚕、作物多様化、営農指導、水利組合強化	202	栽培管理(営農支援)、水利組合強化	13	18
		暑熱耐性品種への変更、新しい干ばつ耐性品種の開発、代替作物の開発と推進、風耐性作物の開発	203	作物品種開発導入	3	
		気象予測情報の提供	204	情報システム	0	
		土壌保全型耕地造成、土壌保全、小規模灌漑施設整備、植林・森林保全等	208	持続型農業構築	2	
	畜産・漁業	飼育密度の変更、種畜の夏期不妊対策技術の開発、暑熱による生殖機能への影響評価、生殖機能等へのストレス軽減技術の開発、畜舎環境制御、放牧地の変更及び牧草地のローテーション、バイオガスプラントの建設	205	畜産	1	5
漁港リハビリ、漁業資源管理、技術支援		206	漁業	4		
森林・自然環境保全	森林保全・植林(・植草)	熱帯林の保全・修復、植林、水源涵養	301	森林保全、植林	37	37
			407	森林防災	0	
	生態系保全	マングローブ保全	303	マングローブ保全	0	5
		サンゴ礁、稀少種保全	305	生態系(生物多様性)保全・修復	5	
防災	治水対策	堤防整備、危険区域(浸水想定区域)における堤防の補強、既存施設の有効活用・長寿命化、現状での防護水準等の把握、洪水防衛インフラの整備改善、排水路、遊水地整備、調整池整備、河床低下対策、河川改修、堤防の修復、ポンプ場、水門、排水路の整備、放水路整備	402	河川防災(治水)	35	35
	沿岸防災	湖岸/海岸保全修復、海岸侵食・堆砂防止工事	304	湖岸/海岸保全・修復	3	6
		海岸保全施設の整備・改良、海面上昇に対応する危機管理計画の準備・予警報システムの整備、湿地の保護、津波・高潮・内水ハザードマップの策定、避難場所の整備、防災船調達	401	沿岸防災	3	
	土砂災害防災	斜面侵食防止工事、土砂流出軽減工事、砂漠化防止のための砂丘固定工事、草地の改善のための植草、土壌の流出に対する保全対策としての砂防ダム建設や川の護岸整備、土壌保全	302	国土保全	15	15
		治山施設の整備(0302と同じ)	408	土砂管理	0	
	情報システム	気象予測情報の提供	204	情報システム	0	1
モニタリング(長期的リアルタイム)体制の高度化、早期警報システムを含む緊急時への備え		404	情報システム	1		

セクター	提案サブセクター	適応策の例	円借款領域				
			小分類		案件数		
都市・地域開発	農村地域整備	上水・衛生関連施設、生産関連施設、保健関連施設、教育関連施設等の基礎インフラ	501	農村地域整備	38	38	
	都市整備	「洪水耐性」建築物、下水道施設の整備、建築様式等の変更	406	都市防災	0	2	
給水施設、排水施設、汚水処理施設、住宅		502	都市整備	2			
交通運輸	交通運輸インフラ	道路改良・リハビリ、橋梁建設・リハビリ、トンネル建設・リハビリ、道路防災	601	道路・橋梁	164	290	
		港湾開発・整備・拡張・改善・リハビリ・浚渫	603	港湾	36		
		軌道改良、リハビリ	604	鉄道	83		
		海上安全施設整備、海洋船調査改修、運河整備、河川浚渫	605	海運	7		
衛生改善	上水道	安全な飲料水と公衆衛生の整備、浄水場における自家発電装置等の整備・強化、水道原水水質特性の総合評価とこれに適した浄水プロセスの選定、富栄養化対策	104	水と衛生の改善	0	95	
		上水道、給水、導水	1301	上水道	95		
	下水道・排水	下水道、都市排水、地域排水	1303	下水道・排水	79	79	
		医療・保健衛生	体調管理等の一般への普及啓発、熱中症等に関する保健指導マニュアル等作成・普及	701	対策基礎能力向上	0	16
	媒介生物の発生・分布状況の調査		702	高リスク地域対策	0		
	衣類と活動レベルの調整、国及び地域の熱暑警報システム、水分摂取量の増加、熱中症防止シェルターの整備、緑地創出による都市のヒートアイランド効果の低減対策		703	熱暑対策	0		
	ワクチン接種、殺虫剤抵抗性の出現状況調査等、媒介蚊防除対策の立案可能な人材の養成、媒介動物(蚊など)の防除、媒介動物の防除に対する情報提供		704	マラリア対策	0		
	衛生設備の改善、感染症のワクチン新治療薬開発、上下水道の整備		705	水系感染症対策	1		
	巡回医療、医療用機材		706	医療	15		
	その他	村落開発・地域コミュニティ強化	コミュニティ開発、マイクロクレジット、農村金融、社会開発プログラム、生計改善、参加型開発	9902	貧困対策・生計改善	19	19
		人材育成	コミュニティ組織の能力強化、災害リスクの情報提供、災害リスクの評価、施設管理者の保守点検能力向上、情報整備ハザードマップや水害痕跡の情報提供、海事訓練	405	人材育成、環境管理能力	4	59
			教育、教育機材、人材開発、奨学金供与、留学、進学、研修	1201	教育	42	
研修			1202	医療教育	13		

4.4 他ドナーの動向分析

他のドナーが実施している気候変動適応案件の傾向を把握し、提案したサブセクターに含まれない適応案件実施の有無を確認するとともに、JICA 案件との傾向の違いを整理した。

4.4.1 世界銀行

世銀のデータベース¹において、Major ThemeがClimate Changeであるプロジェクト 635 件（2011 年 2 月末現在）から、エネルギー、鉱工業など明らかに緩和策が中心と考えられるセクターを除外し、残った 143 件について、提案サブセクター区分に従った振り分けを行った。照合結果を表 4.4 に示す。

世銀の案件では森林、運輸に属する案件が多いが、これらのセクターには緩和策が含まれている可能性が高く、適応策における傾向は不明である。

4.4.2 GEF

GEFのデータベース²から「Focal Area」が「Climate Change」かつ 2000 年以降の案件という条件で 645 件を抽出。これらのうち、プロジェクト名および内容に基づき、適応策と思われる 88 件を抽出し、その内容から、提案サブセクター区分に従った振り分けを行った。照合結果を表 4.4 に示す。

GEF の案件では水資源、農業、防災、行政、人的資源分野に重点が置かれている傾向が見られる。防災、行政および人的資源のセクターでは、行政やコミュニティ、その他ステークホルダーの脆弱性緩和を目指したソフト対策が特徴的である。

4.4.3 ADB

ADBのホームページ³から適応策に該当すると思われる案件 23 件を抽出し、その内容から、提案サブセクター区分に従った振り分けを行った。照合結果を表 4.4に示す。

ADB の案件では防災、行政セクターに重点がある傾向が見られる。GEF と同様に、気候変動に対する啓もう活動、キャパシティ強化等のソフト対策が多いことに特徴がある。農業・食糧セクターでは研究機関の強化支援（サブセクターを「その他」として区分）を通じて農民の適応能力向上を間接支援するというものもある。

¹ <http://www.worldbank.org/>

² <http://www.gefonline.org/>

³ <http://www.adb.org/Climate-Change/projects.asp#promoting>

表 4.4 提案サブセクターと世銀、GEF、ADB 案件のサブセクター対比

セクター	提案サブセクター	世銀		GEF		ADB			
	サブセクター	サブセクター	件数	サブセクター	件数	サブセクター	件数		
水資源	水資源管理			水資源管理	8	水資源管理	3		
	水資源開発			水資源開発	1	水資源開発	1		
	水資源有効利用								
農業・食糧	灌漑・排水	灌漑・排水	5						
	営農強化（栽培管理、品種、水利組合）			営農支援	10	営農支援	2		
				持続型農業	2				
	研究開発		12						
	畜産・漁業	畜産	3	畜産	3				
農業行政									3
						その他	1		
森林・自然環境保全	森林保全・植林（・植草）	森林	47	森林保全・植林	1				
	生態系保全			森林防災	1				
							海岸保全	3	
				人材育成・環境管理能力	24	人材育成・環境管理能力	3		
防災	治水対策	洪水防御	6	河川防災	1				
	沿岸防災			沿岸防災	2				
	土砂災害防災								
	情報システム			情報システム	4			情報システム	1
								土地利用管理	1
都市・地域開発	農村地域整備	住宅建設	1						
	都市整備								
交通運輸	交通運輸インフラ	舟運、港湾	4			港湾	1		
		鉄道	4						
		道路	6						
		運輸全般	15						
		運輸行政	5						
衛生改善	上水道	上水道	3						
	下水道・排水	下水道	2						
	医療・保健衛生	衛生	1	医療教育		医療教育			
その他	村落開発・地域コミュニティ強化								
	人材育成	初等教育	1	教育	10				
		職業訓練	1						
行政				環境問題	13	環境問題	1		
				行政一般	1				
エネルギー				再生可能エネルギー	1				
金融		金融	2						
水管理全般 （水資源、下水、洪水防御等）		水管理全般	14						
		行政	1						

4.5 対象サブセクターの設定

以上の検討を踏まえ、さらに設定したサブセクターごとに適応策の可能性を再検討した結果、表 4.5に示す 15 のサブセクターを設定した。

表 4.5 設定したサブセクター

サブセクター
1. 水資源
2. 灌漑・排水
3. 営農強化
4. 森林保全・植林
5. 生態系保全
6. 治水対策
7. 沿岸防災
8. 土砂災害防災
9. 防災情報システム
10. 農村地域整備・都市整備
11. 橋梁・道路・鉄道
12. 港湾・空港
13. 上水道
14. 下水道・排水
15. 医療・保健衛生

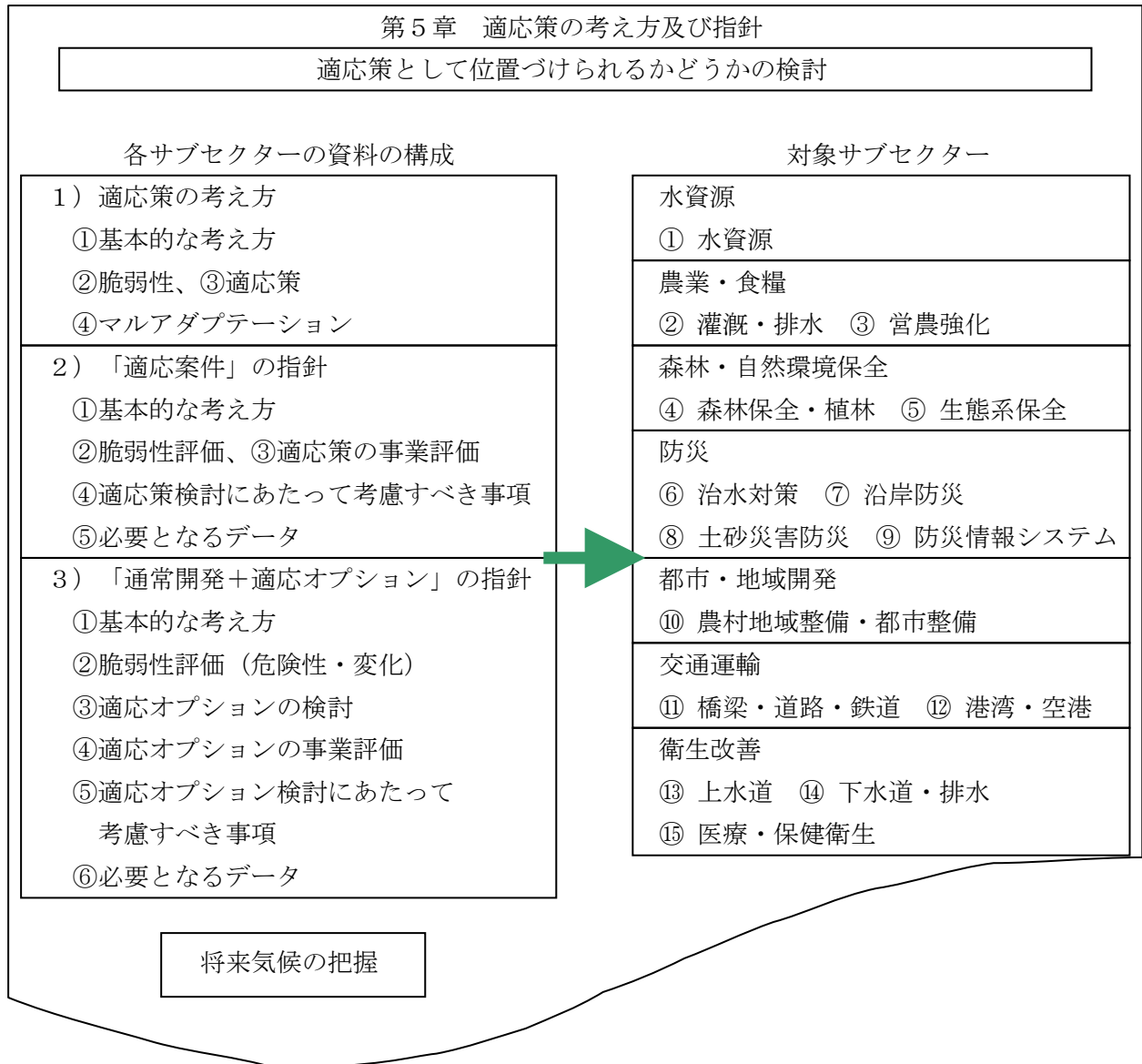
第5章 適応策の考え方及び指針

本章では、どのように適応策を形成していくかを示した。

図 5.1 では、対象案件を適応策として位置づけるかどうか、位置づける場合、当該案件が「適応案件」か「通常開発+適応オプション」のどちらにあたるのか、協力準備調査等で検討を行う場合にどのような検討を行うべきか、などの検討フローを示した。

続いて、「適応策の考え方」においては、サブセクター毎の気候変動に対する脆弱性、それに対する適応策、そしてマルアダプテーションについて概要を整理した。

「指針」においては、当該サブセクターにおいて有償案件の形成を念頭に置き、想定される代表的なプロジェクトのための協力準備調査等を想定した事業検討方針を整理した。



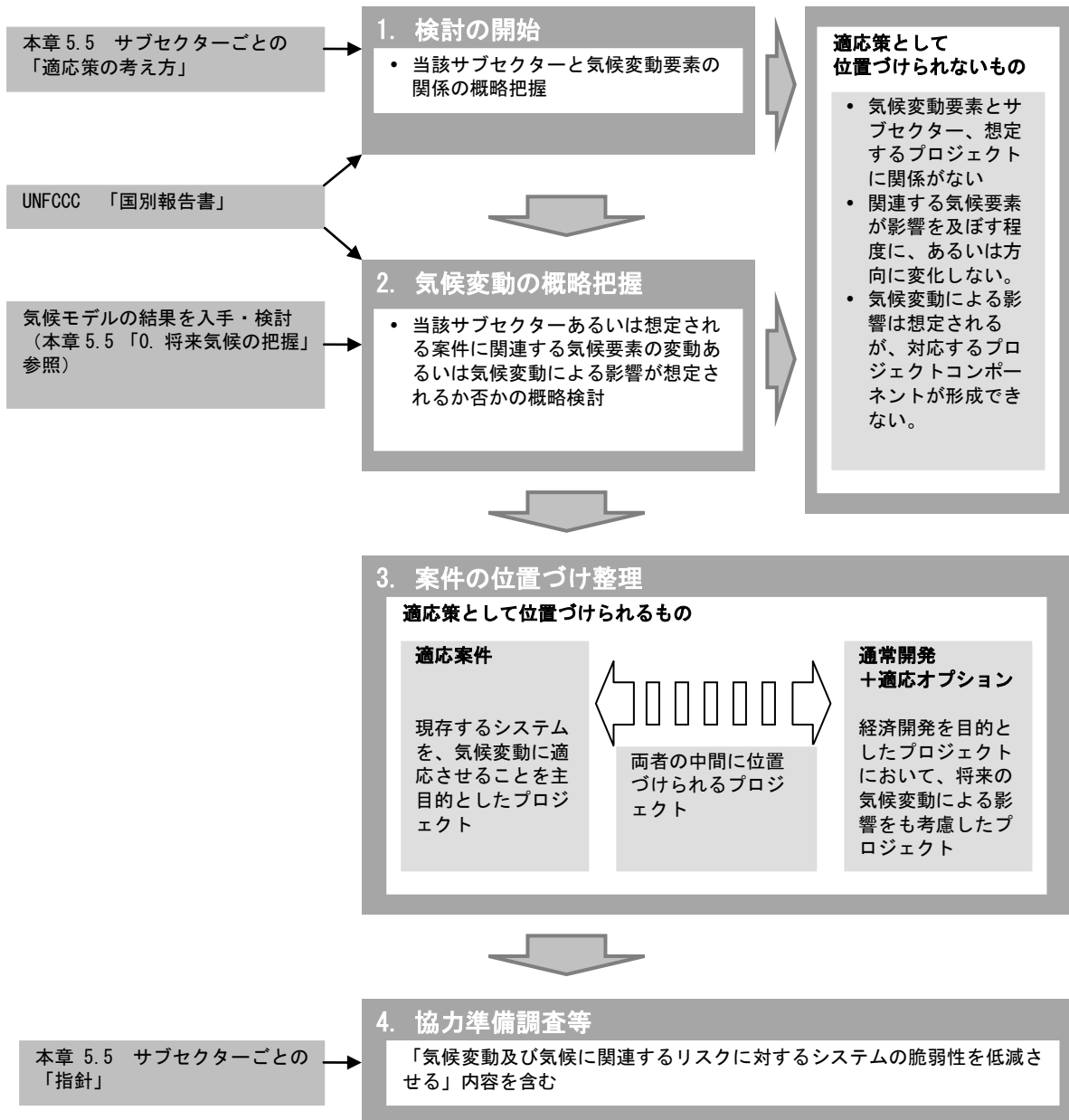


図 5.1 想定する「適応策」の案件形成プロセス

5.1 適応策の考え方

各サブセクターにおける適応策の考え方の構成及び記載内容は、表 5.1のようになっている。

表 5.1 適応策の考え方の構成

①基本的な考え方	当該サブセクターにおける気候変動影響と適応策についての一般的な説明及び導入を示した。
②脆弱性	<p>3.2 節で定義したとおり、本調査における気候変動における脆弱性の定義は以下のとおりである。</p> <p>「脆弱性」 $=$ 「気候変動に係る危険性・変化」\times 「感受性」$-$ 「適応能力」</p> <p>当該サブセクターにおいて、気候変動に対して想定される脆弱性について、以下の 1)～5)の項目を整理した。</p> <p>1) 気候変動による当該サブセクターへの主な影響 当該サブセクターに関連する気候変動要素を示し、これらの気候変動により当該サブセクターがどのような影響を受けるのかを示した。ここでは、当該セクターに関する気候変動による外力の変化（気候変動に係る危険性・変化）と、気候変動による当該セクターが受ける影響の可能性（感受性）をあわせて示している。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して当該サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因 気候変動と共に社会経済等の要因が大きく変化する場合には、これらの社会経済要因の変化と気候変動が相乗して当該サブセクターへの影響がさらに大きくなること懸念されることから、関連して影響を増大させる可能性のある要因について記載した。</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力 気候変動の影響に対する組織、能力、予算などの適応能力について記載した。適応能力が高い場合には、脆弱性は低くなる。</p> <p>4) 脆弱性の空間的な偏在 脆弱性に関連する要素は、対象システムにおいて空間的に均一ではなく影響を受けやすい場所があるなど偏在性が考えられることから、脆弱性の空間的な偏在の検討について記載した。</p>
③適応策	過去の有償案件を念頭に置き、想定される主なハード対策、ソフト対策を示した。
④マルアダプテーション	<p>マルアダプテーションとは、以下のような脆弱性を増加させてしまうような事業行為を指す。</p> <p>1) 通常の開発事業において、将来の気候変動を考慮せずに不注意にも気候変動に対する脆弱性を増加させてしまうこと。 2) 気候変動に対して適応するために取った行動が、脆弱性を低減させることに失敗し、かえってこれを増加させてしまうこと</p> <p>ここでは当該サブセクターにおいて想定され、留意する必要があるマルアダプテーションを示した。</p>

5.2 指針

指針は「適応案件」と「通常開発+適応オプション」のそれぞれについて示している。3章において説明したとおり実際のプロジェクトにおいては両者の間に明確な線引きをすることが難しいと思われる。そのため、本調査では各サブセクターにおいて「適応案件」と「通常開発+適応オプション」それぞれの典型的なケースを想定して指針を作成した。

なお、3.2節で定義したとおり、本調査における適応策とは“脆弱性を低減させること”であるため、適応策検討において脆弱性評価は必須となる。本調査では、「適応案件」では脆弱性評価を最大限詳細に行う一方、「通常開発+適応オプション」では脆弱性評価を最小限とし、脆弱性の要素の中でも「気候変動に関係する危険性・変化」のみ、即ち気候変動による外力変化のみを検討することとした。

表 5.2 指針における「適応案件」と「通常開発+適応オプション」の対比

適応案件	通常開発+適応オプション
<p>現在のシステムに気候変動による脆弱性が想定され、これを減少させることを目的として形成するプロジェクト。</p> <p>(例えば、既に施設が整備されたシステムであり現在の気候に対しては脆弱性が無いが、気候変動による外力変化が生じた場合に脆弱性が現れるもの)</p>	<p>気候変動による脆弱性の減少が主目的ではないが、当該プロジェクトが気候変動による脆弱性の影響を受けることが考えられることから、この脆弱性を考慮したプロジェクト形成を行うプロジェクト。</p> <p>(例えば、新設や改修するインフラの計画・設計において、現在の外力ではなく気候変動後の外力を用いる)</p>

5.2.1 適応案件

「適応案件」形成のための協力準備調査の調査過程は、図 5.2の様に想定される。

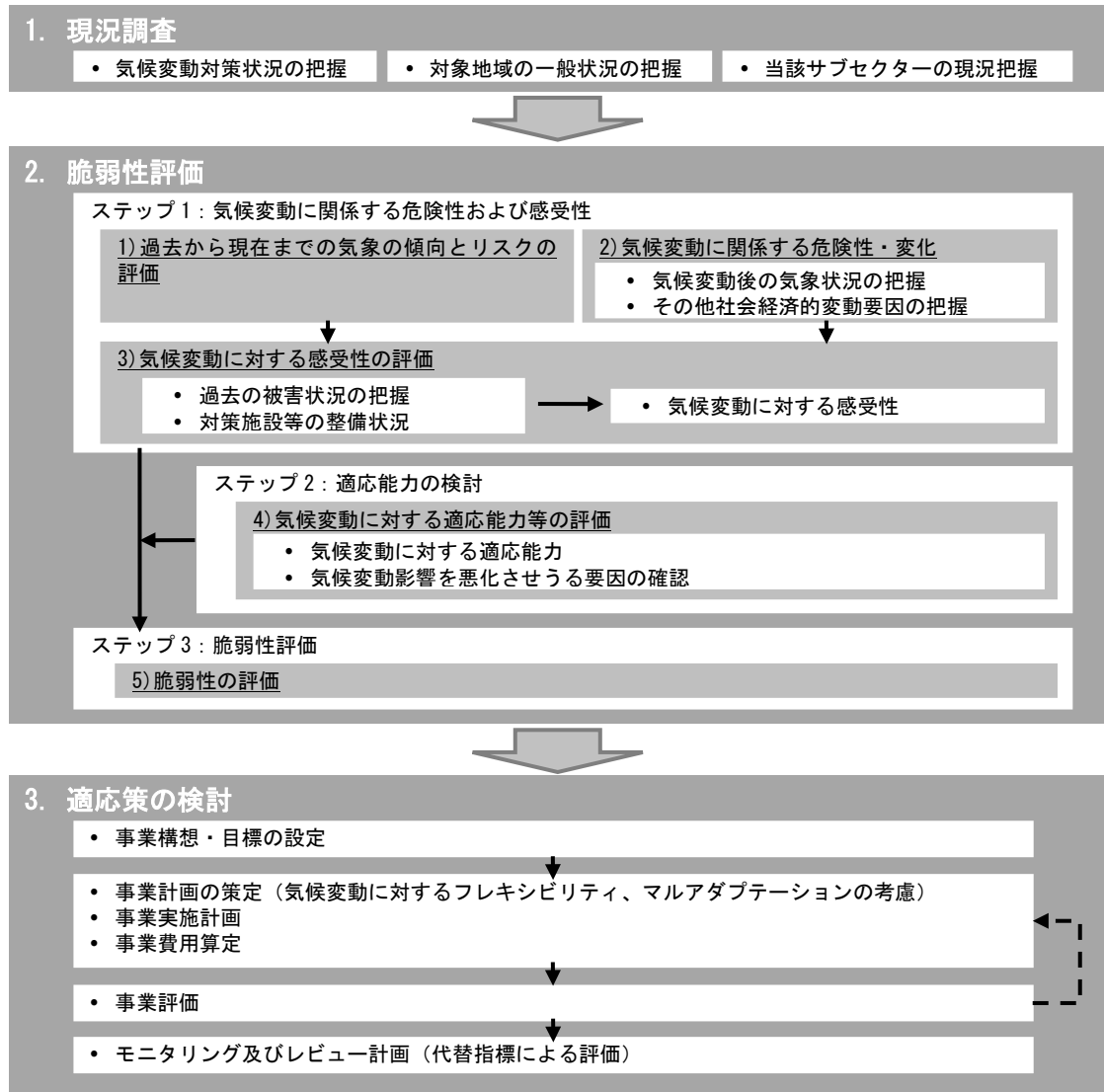


図 5.2 「適応案件」調査プロセス

各サブセクターの指針では、気候変動対策として従来プロジェクトと比べ新規に検討が必要な項目（脆弱性評価全般、及び適応策検討におけるフレキシビリティ、マルアダプテーションの検討、事業評価及びモニタリング時の評価項目）について整理した。「適応案件」の指針の内容は表 5.3のとおりである。

表 5.3 「適応案件」指針における項目

①基本的な考え方	当該サブセクターにおける適応策の必要性、内容、効果
②脆弱性評価	ステップ1 1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 2) 気候変動に関する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 b) その他社会経済的変動要因の把握 3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 b) 対策施設等の整備状況 c) 気候変動に対する感受性 ステップ2 4) 気候変動に対する適応能力等の評価 a) 気候変動に対する適応能力 b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認 ステップ3 5) 脆弱性の評価
③適応案件の事業評価	事業検討時における評価 モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目
④適応策検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー 2) 気候変動に対するフレキシビリティ 3) マルアダプテーションの考慮
⑤必要となるデータ	脆弱性評価、事業評価等にあたり、通常の案件検討に加えて必要となるデータ

5.2.2 通常開発+適応オプション

「通常開発+適応オプション」形成のための協力準備調査の調査過程は、図 5.3の様に想定される。「適応案件」と比較し、脆弱性評価が簡略化される。

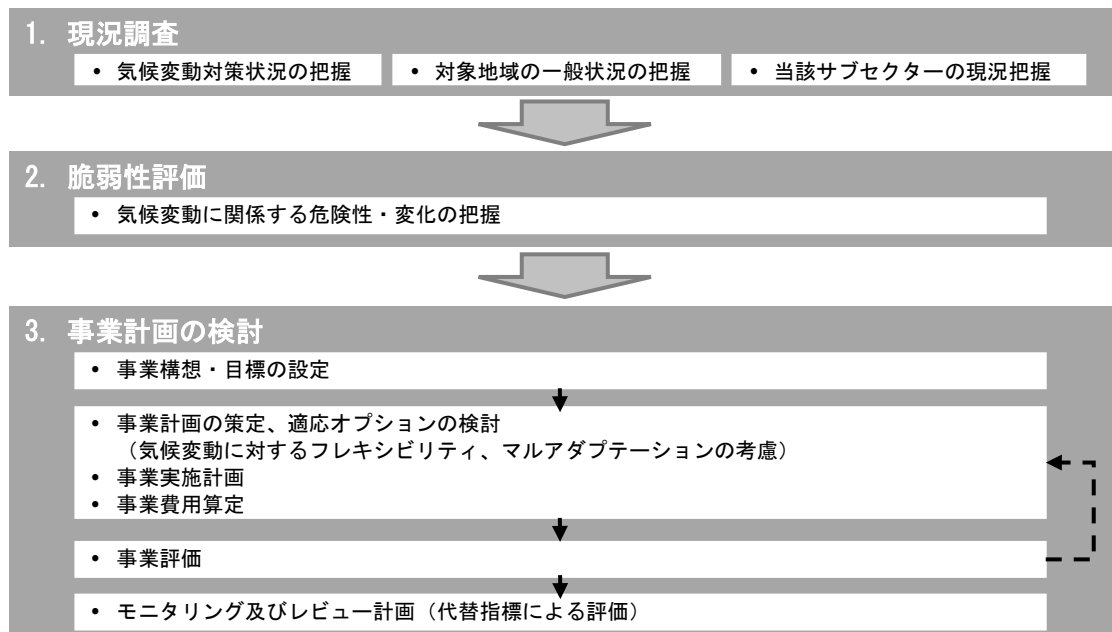


図 5.3 「通常開発+適応オプション」調査プロセス

「通常開発＋適応オプション」では、通常開発に比べ以下の点で追加的作業が発生する。

- ・ 脆弱性評価
- ・ 適応オプションの検討
- ・ 気候変動に対するフレキシビリティ、マルアダプテーションの考慮
- ・ 事業評価（適応オプションのための追加的費用と効果）
- ・ モニタリング及びレビュー計画（代替指標による評価）

以上を踏まえ、各サブセクターの指針では通常開発に対する追加的作業項目について整理し、通常開発において一般的に実施される内容の記載は省略した。「通常開発＋適応オプション」の指針の内容は表 5.4のとおりである。

表 5.4 「通常開発＋適応オプション」指針における項目

①基本的な考え方	当該サブセクターにおける適応オプションの必要性、内容、効果
②脆弱性評価（危険性・変化）	気候変動に関する危険性・変化の把握
③適応オプションの検討	気候変動を考慮した事業計画を策定する
④適応オプションの事業評価	事業検討時における事業評価 モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目
⑤適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー 2) 気候変動に対するフレキシビリティ 3) マルアダプテーションの考慮
⑥必要となるデータ	脆弱性評価、事業評価等にあたり、通常の案件検討に加えて必要となるデータ

5.3 全対象サブセクターの参考資料

各対象サブセクターの指針作成における参考資料を表 5.5に整理する。なお、詳細については各サブセクターにおいて整理している。

表 5.5 各サブセクターの参考資料

セクター	サブセクター	参考資料
水資源	1 水資源	<ul style="list-style-type: none"> ・ IPCC. (2007). AR4 WGII Report ・ JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック－水と地域を統合したしなやかなマネジメント－ ・ GTZ. (2008). Water and Adaptation to Climate Change: Consequences for developing countries ・ 国土交通省. (2008). 「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的水資源マネジメント」について（中間とりまとめ）
	2 灌漑・排水	<ul style="list-style-type: none"> ・ GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities ・ 農林水産省. (2008). 農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方
農業・食糧	3 営農強化	<ul style="list-style-type: none"> ・ GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities ・ 農林水産省. (2008). 農林水産省地球温暖化対策総合戦略 ・ (社) 全国農業改良普及支援協会（農業温暖化ネット）

セクター	サブセクター	参考資料
森林・自然環境保全	4 森林保全・植林	<ul style="list-style-type: none"> 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応 IPCC.(2007). Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability" David L. Spittlehouse, Robert B. Stewart (2003). Adaptation to Climate Change in Forest Management. BC Journal of Ecosystems and Management. Vol. 4. No.1 FAO / Intercooperation. (Swiss).(2005).Adaptation of Forest Ecosystems and the Forest Sector to Climate Change UNDP. (2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures UNDP. (2010). Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios – A Guidebook for Sub-National Planners
	5 生態系保全	<ul style="list-style-type: none"> 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応 IPCC.(2007). Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability" The Ramsar Convention of Wetlands.(2002). Resolution VIII-3, 8th Meeting of Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetland: Climate Change and Wetlands: Impacts, Adaptation, and Mitigation Secretariat of Convention of Biological Diversity.(2009). Connecting Biodiversity and Climate Change –Mitigation and Adaptation-. CBD Technical Series No.41 IBRD / WB.(2008). Climate Change, and Adaptation – Nature-Based Solutions from the World Bank Portfolio
防災	6 治水対策	<ul style="list-style-type: none"> JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック –水と地域を統合したしなやかなマネジメント– 国土交通省. (2010). 洪水に関する気候変化の適応策検討ガイドライン
	7 沿岸防災	<ul style="list-style-type: none"> JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック –水と地域を統合したしなやかなマネジメント– USAID. (2009). Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners
	8 土砂災害防災	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省社会資本整備審議会. (2008). 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）
	9 防災情報システム	<ul style="list-style-type: none"> WMO, the Earth Institute, Global Humanitarian Forum, Zain and Ericsson. (2008). Weather Info for All Initiative 2008-2012
都市・地域開発	10 農村地域整備・都市整備	<ul style="list-style-type: none"> 土木学会地球温暖化対策特別委員会.(2009).地球温暖化に挑む土木工学－第4編 地球温暖化に対する適応策 環境省.(2008).気候変動への賢い適応－地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第7章 国民生活・都市生活分野
	11 橋梁・道路・鉄道	<ul style="list-style-type: none"> Highway Agency. (2010), The Highway Agency's Interim Climate Change Risk Assessment Network Rail. (2010), Network Rail Interim Climate Change Adaptation Report Rail Safety & Standards Board. (2008). Assessing the Impact of Climate Change on Transport Infrastructure
	12 港湾・空港	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省交通政策審議会. (2009). 地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方：答申
衛生改善	13 上水道	<ul style="list-style-type: none"> 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応－地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第3章 水環境・水資源分野 UNEP. (1998). Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies: Chapter 6.
	14 下水道・排水	<ul style="list-style-type: none"> 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応－地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第3章 水環境・水資源分野 JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック –水と地域を統合したしなやかなマネジメント– ショナルジオグラフィック.(2011). 地球温暖化が生み出す3つの意外な弊害－下水による飲料水の汚染 http://www.nationalgeographic.co.jp/news/news_article.php?file_id=20110302002
	15 医療・保健衛生	<ul style="list-style-type: none"> WHO.(2003). Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応－地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第6章 健康分野

5.4 対象サブセクターの指針作成における想定

各対象サブセクターの指針作成においては、サブセクターごとに「適応案件」と「通常開発＋適応オプション」それぞれについて、有償資金協力における代表的なプロジェクトを想定した。想定したプロジェクトの概要を表 5.6に示す。

なお、サブセクターによっては、「適応案件」あるいは「通常開発＋適応オプション」が、プロジェクトそのものとして、あるいは有償資金協力案件として想定されないため、いずれか一方のみとしている場合がある。

表 5.6 各サブセクターにおいて想定した案件と概要

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
1. 水資源	適応案件	現在給水中の水資源施設において、将来の気候変動により降水量・降水パターンの変化や、気温上昇等に伴う水利用量の増加などが予想され、利用可能水量が需要を下回る危険性がある。洪水強度が大きくなり、施設被害が生じる恐れがある。	施設対策としてダムの嵩上げもしくは貯水池掘削による利水容量の増加、漏水量の削減、新規水資源開発及び導水による水資源量の増加、また、ダム運用改善や流域内の統合水資源管理導入による貯水容量の再配分・有効利用等を行う。洪水強度の増大に対しては、取水堰における施設強化等を行う。	気候変動による被害が低減される。	<p><評価項目></p> 将来の気候変動に対する感受性 <ul style="list-style-type: none"> 給水者側の柔軟性 水利用者側の柔軟性 需給間調整の柔軟性 管轄部局の復旧能力 研究機関の存在・能力 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> 施設拡張による既存施設の計画基準年の向上 新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上 水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上 受益者数の増減 ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	<p>下流域の社会経済の発展に伴い、将来の水需要量が現在の水資源量（ダム貯水池、河川取水、地下水取水等）を上回る見込みであり、水資源の開発・拡張が必要である。</p> <p>将来の気候変動影響として、降水量変化等による利用可能水量の変化、気温上昇等による水利用量の変化、洪水規模の変化を考慮する必要がある。</p>	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合においても、期待した給水が行われる。	<p><評価項目></p> 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> 施設拡張による既存施設の計画基準年の向上 新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上 水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上 受益者数の増減 ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
2. 灌漑・排水	灌漑	適応案件	気候変動による影響で、降水量の減少や降水パターンの変化、干ばつの増加により、農作物被害が懸念される。	灌漑施設の整備・拡張・機能改善、節水灌漑導入等により、渇水時の被害を低減する。	気候変動による渇水時の農作物被害が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 農業普及担当部局・NGOの関与状況 ● 管轄部局の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 農作物及び施設被害への補償 ● 農民への融資の仕組み ● 農民の社会経済状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上 ● 水管理の向上 ● 参加型灌漑農業開発の実施状況 ● ステークホルダーの意識向上
		通常開発＋適応オプション	農業生産性の向上のため、灌漑施設の新設や改修、拡張等を実施する。将来の気候変動影響による水不足により、灌漑効率が低下する危険性がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、期待した灌漑農業が営まれる。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上 ● 水管理の向上 ● 参加型灌漑農業開発の実施状況 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
	排水	適応案件	将来の気候変動による影響で、洪水頻度及び強度が増加し、農作物の湛水被害が増大する危険性がある。	排水施設の整備・拡張・機能改善により、洪水時の被害を低減する。	気候変動による洪水時の農作物被害が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 農業普及担当部局・NGOの関与状況 ● 管轄部局の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 農作物及び施設被害への補償 ● 農民への融資の仕組み ● 農民の社会経済状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上 ● 排水管理の向上 ● 参加型灌漑農業開発の実施状況 ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	農作物の湛水被害軽減のために排水施設の新設や改修、拡張等を実施する。 将来の気候変動影響による排水河川の水量増加や洪水頻度及び強度の増加により、期待した排水機能が発揮できない可能性がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合においても、洪水時の農作物被害が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上 ● 排水管理の向上 ● 参加型灌漑農業開発の実施状況 ● ステークホルダーの意識向上 	

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
3. 営農強化	適応案件	気候変動による影響で、従来の農作物が栽培に適さなくなる、栽培時期がずれる、収穫後の品質低下が激しくなる、等の被害が懸念される。	品種変更・改良、栽培管理改善やポスト・ハーベスト、農民組織強化などを通じ、営農を強化する。	気候変動による農作物被害が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 灌漑施設の整備・運用状況 ● 農業普及担当部局・NGOの関与状況 ● 研究機関の存在・能力 ● 農作物及び施設被害への補償 ● 農民への融資の仕組み ● 農民の社会経済状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 栽培管理の改善（作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況） ● 栽培管理の改善（温室や精密農業導入、農業資機材） ● 作物品種改良・導入状況 ● ポスト・ハーベストの強化（施設の導入・運営状況） ● 農民支援の状況 ● （農民組織強化、農民への融資、等） ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	農民の営農を強化する事業を行う。将来の気候変動により、従来の農作物が栽培に適さなくなる、栽培時期がずれる、収穫後の品質低下が激しくなる等の影響について考慮する必要がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、営農活動が問題なく行える。	<p><評価項目></p> <p>将来の気候変化に対する感受性</p> <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 栽培管理の改善（作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況） ● 栽培管理の改善（温室や精密農業導入、農業資機材） ● 作物品種改良・導入状況 ● ポスト・ハーベストの強化（施設の導入・運営状況） ● 農民支援の状況 ● （農民組織強化、農民への融資、等） ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
4. 森林保全・植林	植林	通常開発＋適応オプション	<p>住民による家畜放牧や薪炭材収集等の人為的活動から森林荒廃が進行している地域において、森林面積の拡大及び森林の質の向上を図るため、植林、荒廃地の復旧、森林管理強化、育苗場の建設及び苗木の配付、森林局活動基盤整備・強化を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として、気温・降水量変化等による植生変化、森林火災・病虫害の発生頻度・強度の増加を考慮する必要がある。</p>	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合においても、期待した森林面積の拡大、森林の質の向上が図られる。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> 気候変動に対する感受性 気候変動に対する適応能力 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> 林道の延長、消防機材の導入状況 防火帯、防除帯の延長 防火巡視の頻度 ステークホルダーの意識向上
	マングローブ植林	通常開発＋適応オプション	<p>近年まで続いた薪炭生産のための伐採、水田開発、養殖場開発によって著しく減少したマングローブ林を修復・保全するため、マングローブの植林、種苗場の建設、生計手段としての持続可能な漁業、農業及びエコツーリズムへの支援を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として海面上昇による冠水頻度変化、潮流、水温変化を考慮する必要がある。</p> <p>上流からの土砂流入がマングローブ生育の大きな影響因子となっている場合には、降水量、降雨パターンの変化に伴う土砂供給量変化を考慮する必要がある。</p>	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合においても、植林されたマングローブの定着・生長が期待される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> 気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> 植林担当部局の能力強化

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
5. 生態系保全	湿地保全	適応案件	<p>湖沼、湿地において、将来の気候変動による降水量・降水パターンの変化による淡水供給量の変化、土砂流入の増大、栄養塩流入量の増大や、温度上昇による二次生産の増加、成層の形成等により、水質の悪化、物理的な面積の縮小等により、生態系に影響が生じるおそれがある。</p> <p>沿岸湿地の場合には、さらに海水面の上昇及びそれに伴う水深、潮位、塩分、潮流条件の変化により、生態系に影響が生じる。</p>	<p>生活排水処理施設の導入、植林、農地管理等の流域管理による栄養塩流入の軽減、植林、山腹工や砂防ダム等の砂防施設の設置、農地における土壌浸食防止等による土砂流入量の低減等の流域負荷の低減を行う。</p> <p>あわせて、保護保全区域の設置、バッファゾーンの設置等により生態系へのストレスを低減する。</p>	<p>気候変動による生態系への影響が低減される。</p>	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 気候変動に関係する危険性・変化 ● 生態系の保護保全活動 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水質、堆砂量 ● 各種流域管理施設の整備状況 ● ステークホルダーの意識向上
		通常開発＋適応オプション	<p>対象湿地では、流域の土地開発、都市化に伴う栄養塩流入、土砂流入の増加や、非持続的な漁業、沿岸の開発により、水質の悪化、湿地面積の減少、生態系への影響が生じている。</p> <p>湿地生態系保全のために、流域管理による流入負荷の低減、持続的な利用の導入、及び重要地域の保護保全が必要である。</p> <p>将来の気候変動影響として、降水量変化、降水パターンの変化による流入負荷の増大、気温上昇による水質の悪化を考慮する必要がある。</p> <p>沿岸湿地の場合には、海面上昇による水深、潮位、潮流、塩分の変化、及びサイクロンの増加による物理的被害を考慮する必要がある。</p>	<p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p>	<p>気候変動影響が生じた場合においても、期待した湿地の保全が図られる。</p>	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 気候変動に関係する危険性・変化 ● 生態系の保護保全活動 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水質、堆砂量 ● 各種流域管理施設の整備状況 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
6. 治水対策	適応案件	対象河川には治水対策が施されている。しかしながら、気候変動による影響で、対象河川の集水域における降水量の増加や降雨パターンの変化、極端現象の増加、海面上昇による背水影響の増加などにより、洪水頻度の増加および規模拡大が懸念される。	治水施設整備等のハード対策や、避難・誘導等のソフト対策を通じ、対象地域の治水能力を強化する。	気候変動による洪水被害が低減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 重点防御地域の危険性 ● コミュニティ防災と危機管理 ● 関連機関の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 洪水被害への補償 ● 土地利用状況および土地利用規制 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上 ● 重点防御地域の治水計画基準年の向上 ● 貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質 ● 流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減 ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	経済発展により対象河川の下流域の開発が進み、治水能力を増強させる。気候変動により、対象河川の集水域における降水量の増加や降雨パターンの変化、極端現象の増加、海面上昇による背水影響の増加などにより、洪水頻度の増加及び規模拡大の危険性がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、治水機能が発揮される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 重点防御地域の危険性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上 ● 重点防御地域の治水計画基準年の向上 ● 貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質 ● 流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
7. 沿岸防災	適応案件	対象沿岸地域は気候変動による影響で、海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加により、陸域の浸水や海岸・砂浜侵食および海蝕被害、高潮・高波被害の増加および規模拡大が懸念される。また、地下水位上昇に伴い、沿岸地域の地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力の増加、液状化の危険性が増える。海水温の上昇によるサンゴの白化・死亡、それに伴う陸域防護機能の低下や沿岸域環境の悪化も懸念される。	ハード対策・ソフト対策による陸域浸水・海岸侵食対策、地下水位上昇対策、防災能力の強化、海岸・沿岸域環境の保全対策を行う。	気候変動による陸域浸水・海岸侵食被害、地下水位上昇による被害、高潮・高波被害が低減される。また良好な海岸・沿岸域環境が維持され、サンゴ礁等の自然の防波機能が維持される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● コミュニティ防災と危機管理 ● 関連機関の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 高潮・高波被害への補償 ● 土地利用状況及び土地利用規制 ● <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● 養浜、マングローブ植林、サンゴ移植等のプロジェクト実施実績 ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	経済発展により沿岸地域の開発が進み、沿岸防災能力を増強させる。 気候変動により、海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加により、陸域の浸水や海岸・砂浜侵食および海蝕被害、高潮・高波被害の増加および規模拡大の危険性がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、沿岸防災機能が発揮される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● 養浜、マングローブ植林、サンゴ移植等のプロジェクト実施実績 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
8. 土砂災害防災	適応案件	<p>気候変動で土砂災害の誘因となる短時間降雨量の増加、連続的な降雨における総降雨量の増加など、降雨の時間的・空間的变化により、土砂災害発生頻度・規模の増大、発生タイミングの変化、崩壊発生分布域の拡大、同時多発的な土砂災害の増加などが想定される。</p> <p>主に上流域では土砂災害による直接被害が増加するとともに、下流域では土石流の到達範囲や被害が拡大する。そのため、長期的には上流域の荒廃・砂漠化の拡大と共に、下流域のダム施設や河道、海岸に影響を及ぼすことが懸念される。</p>	土砂災害対策施設整備等のハード対策や、予警報・避難等のソフト対策を通じ、対象地域の土砂災害対応能力を強化する。	気候変動による土砂災害被害が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 重点防御地域の危険性 ● コミュニティ防災と危機管理 ● 関連機関の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 洪水被害への補償 ● 土地利用状況及び土地利用規制 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 対象区間・施設の計画安全率の向上 ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	<p>経済発展に伴い土地開発が進み、土砂災害対策の実施や見直しを行う必要がある。</p> <p>気候変動により、対象流域や地域の降水量の増加や降雨パターンの変化、集中豪雨・台風など極端現象の増加等により、土砂災害の規模や被害地域が拡大する懸念がある。</p>	事業において、将来の気候変動に伴う土砂災害の影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、土砂災害被害が抑制・軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 重点防御地域の危険性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 対象区間・施設の計画安全率の向上 ● ステークホルダーの意識向上
9. 防災情報システム	適応案件	<p>気候変動に関係する自然災害の規模および発生頻度の増大が大きな懸念となっているが、自然現象の観測システムが未整備または適切に機能していないために、将来発生しうる自然災害に対して無防備な状況にある。防災情報システムサブセクターにおける適応策では、不十分な観測システムを整備・拡充するとともに、自然災害予警報を発令・伝達し、避難を促すことによって、人的被害を未然に防止することを通じて、災害に対する脆弱性を低減させることが肝要となる。</p>	自然現象の観測システム・観測体制を整備し、これを適切に運用して災害予警報を発令・伝達可能にする。	気候変動による自然災害による人的被害が低減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 過去の被害状況 ● 観測所・計測施設の整備状況 ● 予警報システムの整備状況 ● 観測所関連の予算状況 ● 人材および組織能力の状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設の維持管理状況（計測機器の機能数量・箇所数） ● 災害予警報の発令実績

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
10. 農村地域整備・都市整備	農村地域整備	適応案件	気候変動による影響で、地方・農村部における BHN (Basic Human Needs) が脅威にさらされ、従来の生活が困難となることが懸念される。	農村インフラ整備および住民の生計向上支援により基礎的な生活環境を向上・維持させる。	地方・農村部における気候変動に対する脆弱性が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> • 将来の気候変動に対する感受性（農村インフラ施設の整備・機能状況） • 農村インフラ施設の整備・機能状況 • 住民組織の活動状況 • 地方行政担当部局・NGO の関与状況 • 住民の社会経済状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> • 施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上 • 施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上 • 受益者数の増減 • ステークホルダーの意識向上
		通常開発＋適応オプション	農村地域におけるインフラ整備事業を行う。 将来の気候変動により、従来の地方・農村地域における生活環境を維持することが困難となる恐れがあり、気候変動の影響を加味した対策を考慮する必要がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、農村地域の生活基盤が問題なく機能し生活環境を維持できる。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> • 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> • 施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上 • 施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上 • 受益者数の増減 • ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
	都市整備	適応案件	気候変動による影響で、都市の正常な機能が危機にさらされ、従来の都市生活環境の維持が困難となることが懸念される。	都市インフラ整備により基礎的な生活環境を向上・維持させる。	都市における気候変動に対する脆弱性が軽減される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性（都市インフラ施設の整備・機能状況） ● 都市インフラ施設の整備・機能状況 ● 自治体担当部局・NGOの関与状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上 ● 施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上 ● 受益者数の増減 ● ステークホルダーの意識向上
		通常開発＋適応オプション	都市におけるインフラ整備事業を行う。将来の気候変動により、従来の都市地域における生活環境を維持することが困難となる恐れがあり、気候変動の影響を加味した対策を考慮する必要がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、都市の生活基盤が問題なく機能し生活環境を維持できる。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上 ● 施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上 ● 受益者数の増減 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター	案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
		適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
11. 橋梁・道路・鉄道	適応案件	気候変動による影響で、洪水の規模拡大による道路・鉄道路線の浸水被害や斜面崩壊・崩落、地下鉄等地下空間への浸水等が生じ、道路・鉄道機能の低下・喪失が懸念される。	道路・鉄道路線の線形変更や斜面安定工の実施、排水施設拡張や浸水対策、橋梁嵩上げ・補強・架け替え等により、橋梁・道路・鉄道の気象災害への防御能力を高める。	気候変動による施設被害や交通規制・遮断が低減されるとともに、付随する施設や利用者への被害拡大を防止できる。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 代替交通手段・迂回路 ● 管轄部局及び運営管理者の危機管理能力 ● 管轄部局及び運営管理者の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● ハザードマップの整備・認知状況 ● 被害状況把握及び運航停止における時間の短縮 ● 避難誘導時間の短縮 ● 迂回路・代替交通への誘導時間の短縮 ● ステークホルダーの意識向上
	通常開発＋適応オプション	橋梁・道路・鉄道の新規建設、あるいは架け替え・付け替えや拡張を行う。 将来の気候変動影響として橋梁の安全性の低下、道路・鉄道路線の浸水被害や、斜面崩壊・崩落、地下鉄等地下空間への浸水等を考慮する必要がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、橋梁・道路・鉄道施設および交通の安全性が維持される。	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● ハザードマップの整備・認知状況 ● 被害状況把握及び運航停止における時間の短縮 ● 避難誘導時間の短縮 ● 迂回路・代替交通への誘導時間の短縮 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
12. 港湾・空港	港湾	適応案件	気候変動による影響で海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加が引き起こされ、護岸施設や港湾施設への被害、エプロンでの浸水、高潮・高波による建屋やコンテナ・機材などへの被害の増加が懸念される。また、地下水位上昇に伴い港湾埋め立て部の地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力の増加、液状化の危険性が増える。	護岸施設・港湾施設の整備・強化・嵩上げ等を行い、港湾施設の防災能力を高める。	気候変動による施設や資機材への被害、浸水が軽減され、港湾機能が維持される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 代替物流機能 ● 管轄部局及び運営管理者の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 ● 高潮・高波被害への補償 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● 各種対策・活動実施数 ● ステークホルダーの意識向上
		通常開発＋適応オプション	海運発展のため、新規港湾の建設、または既存港湾の拡張を行う。 将来の気候変動影響として、海面上昇や極端現象の増加などによる護岸施設・港湾施設への被害や高潮・高波被害等の増加、地下水面上昇に伴う地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力増加等を考慮する必要がある。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動影響が生じた場合も、港湾機能が維持される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 代替物流機能 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● 各種対策・活動実施数 ● ステークホルダーの意識向上
	空港	適応案件	気候変動による影響で、降雨や雲量の増加、風速の増加、主に鳥類の生態系変化等により、運用中の空港での航空機離発着の安全性低下や空港施設被害が懸念される。	空港施設の整備や改良を通じ、航空機離発着や施設の安全性を確保する。	気候変動による航空機の運航および施設被害が低減される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 代替交通手段 ● 管轄部局及び運営管理者の復旧能力 ● 研究機関の存在・能力 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● ステークホルダーの意識向上

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
		通常開発＋適応オプション	<p>空港の新規建設、あるいは拡張や改修を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として、降雨や雲量の増加、風速の増加、鳥類の生態系変化等による航空機離発着の安全性低下や空港施設被害等を考慮する必要がある。</p>	<p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p>	<p>気候変動影響が生じた場合も、航空機の運航および空港施設の安全性が維持される。</p>	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 代替交通手段 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上 ● ステークホルダーの意識向上
13. 上水道		適応案件	<p>運用中の水道において、気候変動影響により、降水量や降水パターンの変化から水源の水量減少、気温上昇による水源水質の悪化や水需要量の増加が見込まれ、将来の安定的な水道運営に懸念がある。</p>	<p>水源の新規確保・拡張による水源量の確保、漏水率低減のハード・ソフト対策、浄水施設の導入・強化等を行い、安全な水道供給能力の向上を図る。</p>	<p>気候変動による生活用水・飲料水の減少、水質低下が低減される。</p>	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 水道事業者の運営状況 ● 代替水源の利用可能量および水質の状況 ● 節水意識 ● 対象居住区の社会経済状況 ● 上水道の気候変動影響対策予算 ● NGOによる上水道の気候変動影響対策活動の状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 受益者の節水意識の変化 ● 受益者数の増減
		通常開発＋適応オプション	<p>気候変動により、水源の水量減少や水質悪化、さらに気温上昇に伴う水需要増加の可能性がある。</p>	<p>将来の気候変動を考慮した上水道供給範囲の拡大および老朽化した取水施設、浄水設備、導水管、送配水管等が更新される。</p>	<p>気候変動が生じた場合も、安全な生活用水・飲料水を安定的に供給できる。</p>	<p><評価項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水需給状況 ● 水源の状況 ● 水道事業者の運営状況 <p><代替指標></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 受益者の節水意識の変化 ● 受益者数の増減

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
14. 下水道・排水	下水道	適応案件	気候変動の影響により将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部の浸水被害をもたらすとともに衛生環境に悪影響を及ぼす。特に都市排水・下水道の整備率が低い場合、降雨時の浸水状況の悪化、コレラ、腸チフス、下痢等の汚水関連の感染症の蔓延を助長する。	下水道施設建設（下水処理場、下水管の敷設、ポンプ場等の建設）により、衛生状態および生活環境の向上を目指す。	気候変動による衛生状態および生活環境等の悪化が低減され、これらを通じた疾病率の低減と水環境の改善が達成される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 感染症の予防活動状況 ● 医療機関の分布状況 ● 下水道施設の整備・機能状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 感染症患者数の低減 ● 受益者数の増減 ● 受益者の衛生意識の変化
		通常開発＋適応オプション	都市の衛生状態・生活環境の改善のため、都市排水・下水施設の整備、拡張、改修を実施する。 気候変動影響により、降水強度増加による浸水被害・排水量の増加、気温上昇による衛生状態の悪化が懸念される。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動が生じた場合も、都市排水・下水道の機能が発揮される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 疾病患者・死亡者数 ● 汚水流出状況 ● 水質状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 感染症患者数の低減 ● 受益者数の増減 ● 受益者の衛生意識の変化
	排水システム	適応案件	気候変動の影響による将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部における衛生環境に悪影響を及ぼす。特に排水管・排水路網が整備されていない、またはうまく機能していない地域においては、降雨時の浸水状況の悪化、水衛生環境に起因する感染症（マラリア、デング熱、コレラ、腸チフス、下痢等）の蔓延を助長する。また、固形廃棄物や化学物質を伴う雨水排水は、排水先の水環境（河川、沿岸部等）にも悪影響を与える危険性が高い。	排水施設（排水路（開水路、暗渠、管渠）、排水機場等）の整備およびリハビリにより、事業対象地域における排水能力を向上させ浸水被害状況を緩和することによって衛生環境の改善および社会経済活動の促進を目指す。	排水不良による洪水・浸水が緩和されるとともに、社会経済活動の基盤が改善され、衛生環境の改善により関連感染症の疾病率・死亡率が低減される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 感染症の予防活動状況 ● 医療機関の分布状況 ● 排水施設の整備・機能状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 感染症患者数の低減 ● 受益者数の増減 ● 受益者の衛生意識の変化

サブセクター		案件の区分	指針における想定			事業検討時における評価項目とモニタリング・レビュー時における主な代替評価指標
			適応策の必要性	適応策の内容	適応策による効果	
		通常開発＋適応オプション	都市の衛生状態・生活環境の改善のため、都市排水施設の整備、拡張、改修を実施する。気候変動影響により、降雨強度増加による浸水被害・排水量の増加、気温上昇による衛生状態の悪化が懸念される。	事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。	気候変動が生じた場合も、都市の排水機能が発揮される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 疾病患者・死亡者数 ● 浸水被害状況 ● 水質状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設拡張または新規施設の計画基準年の向上 ● 感染症患者数の低減 ● 受益者数の増減 ● 受益者の衛生意識の変化
15. 医療・保健衛生		適応案件	気候変動による気温上昇、洪水浸水被害域の拡大などにより、感染症媒介生物や宿主生物の分布域、生息域の変化・拡大、発生量の増大によるマラリア、デング熱等の感染症の発生域・時期の変化、患者数の増加等を誘引する。また、降雨パターンや強度の変化に伴う洪水や干ばつ、作物収量の減少は、水および食物媒介性感染症へのリスクを増大させる大きな要因となる。特にこれら感染症への感染リスクは一般的に保健医療サービスが不十分で、劣悪な衛生状態にある地域においてより高く、気候変動はこれをさらに高める要因となることが想定される。	感染症病院または総合病院感染症科の整備、病院設備の拡充および感染症対策関係者に対する研修を通じて、感染症対策を強化し地域住民の健康状態の向上を図る。	気候変動により増加しうる感染症患者の受け入れ・治療および予防体制が強化される。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 将来の気候変動に対する感受性 ● 社会的弱者の人口割合 ● 人口当たりの医師数 ● 既存医療施設の分布状況 ● 感染症予防啓蒙活動状況 ● 医療・感染症対策予算 ● NGOの活動状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 感染症対策予算の推移 ● 感染症患者数
		通常開発＋適応オプション	対象地域における医療体制の向上のため、医療施設・医療資機材の充実を図る。気候変動影響により、対象地域では現在一般的ではない感染症の増加が懸念される。	通常開発においては、心臓・脳外科、その他内科、外傷治療、成人病、HIV等の診療科・病棟等の整備・拡充が事業として想定できるが、これらに加えて将来懸念される水・食物媒介性および生物媒介性感染症の対策も図る。	気候変動が生じた場合も、新たな感染症が発生した場合も、感染患者への医療サービスの提供が可能となる。	<評価項目> <ul style="list-style-type: none"> ● 感染症別疾病率 ● 感染症別死亡率 ● 感染症予防啓蒙活動状況 <代替指標> <ul style="list-style-type: none"> ● 感染症対策予算の推移 ● 感染症患者数

5.5 サブセクター毎の「適応策の考え方」及び「指針」

4章で設定した以下のサブセクターについて「適応策の考え方」を、また5.4で想定した適応策の内容ごとに「指針」を作成した。各セクターにおいて共通する「将来気候の把握」については、全サブセクターの前に示した。

- 0. 将来気候の把握（セクター共通）
 - 1. 水資源
 - 2. 灌漑・排水
 - 3. 営農強化（栽培管理、品種、水利組合）
 - 4. 森林保全・植林
 - 5. 生態系保全
 - 6. 治水対策
 - 7. 沿岸防災
 - 8. 土砂災害防災
 - 9. 防災情報システム
 - 10. 農村地域整備・都市整備
 - 11. 橋梁、道路、鉄道
 - 12. 港湾、空港
 - 13. 上水道
 - 14. 下水道、排水
 - 15. 医療、保健衛生

0. 将来気候の把握（セクター共通）

<p>① 基本的な考え方</p>	<p>適応策検討の基礎となる将来気候は、各国の気候変動対策ポリシーにて採用されている評価モデルによる予測結果を利用することを基本とし、利用する評価モデルが定められていない場合には、IPCC 第4次評価モデルによる予測結果を利用することを基本とする。いずれの場合においてもカウンターパート機関と協議の上で利用する評価モデルあるいは評価結果を決定する。</p> <p>予測結果の概要は IPCC 第4次報告書に記述されているが、プロジェクトレベルで用いるためには、より詳細な予測結果の把握が望ましい。ここでは、全球モデル（GCM）による予測結果を参照し、想定するプロジェクト及び当該プロジェクトの実施地域における適応策の必要性を検討するための手法を示す。</p> <p>なお、プロジェクト毎のより詳細な予測が必要とされる場合には、各プロジェクトにおいてダウンスケーリング（気候モデルの結果を踏まえ、より細かいメッシュでの計算を行うこと）等が必要となる。ダウンスケーリングには、気象状況を物理モデルで再現する領域気候モデル（RCM）による力学的ダウンスケーリングと、過去の観測値から統計的に処理する統計的ダウンスケーリングがある。</p> <p>力学的ダウンスケーリングには多大な計算負荷がかかるので、計算済みデータが得られる場合、それを用いることも可能である。</p> <p>なお以降の内容は IPCC 第4次評価報告書を基本として記載しているが、2014年9月に IPCC 第5次評価報告書が公表される予定である。特に第2作業部会報告書には、適応策に関するに役立つ科学的知見の提供に重点が置かれるため、公表後はこれも参照することが望ましい。次に IPCC 第5次評価報告書の公表スケジュールを示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第1作業部会報告書（自然科学的根拠） 2013年9月公表予定 ・ 第2作業部会報告書（影響・適応・脆弱性） 2014年3月公表予定 ・ 第3作業部会報告書（気候変動の緩和策） 2014年4月公表予定 ・ 統合報告書 2014年9月公表予定
<p>② 気候変化予測の概要</p>	<p>気候変化予測のためには、次の4つを定めることが必要である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) シナリオ 2) 予測モデル 3) 予測年次 4) 予測項目 <p>IPCC 第4次評価等に用いられている将来気候変化予測は、複数のシナリオを前提とし、それぞれのシナリオで複数のモデルを用いた将来気候の予測を行っている。また予測の対象とする年次によって、得られる結果が異なる他、予測結果として得られる気候要素の項目、メッシュの大きさ等も異なるため、これらの違いを理解することが必要である。</p>

1)シナリオ

<概要>

地球温暖化に伴う将来の気候の予測を行うためには、温室効果ガス的人為的な排出量の見通し（排出シナリオ）が必要となる。温室効果ガスの排出シナリオは、今後の人口変化、社会経済成長、技術の発展などの要因によって大きく異なってくる。

IPCC は、2000 年に発表した特別報告書において、今後の社会・経済動向に関する想定から算出した温室効果ガスの排出シナリオ（SRES：Special Report on Emissions Scenarios）をとりまとめている。シナリオは、次に示す主に 6つの分類に沿って、1990 年から 2100 年までの温室効果ガス排出量などの想定値が定量的に示されている。

A1FI：経済発展を重視し、グローバル化が進む社会。化石エネルギー源を重視。

A1T：経済発展を重視し、グローバル化が進む社会。非化石エネルギー源を重視。

A1B：経済発展を重視し、グローバル化が進む社会。全てのエネルギー源のバランスを重視。

A2：経済発展を重視し、地域の独自性が強まる社会。

B1：環境と調和した持続可能で、地域格差が縮小しグローバル化が進む社会。

B2：環境と調和した持続可能で、地域の独自性が強まる社会。

<気候変化予測実験に用いられたシナリオ>

IPCC 第 4 次報告書では、主に表 1 に示すシナリオに基づく気候変化予測実験が実施されている。上述の SRES におけるシナリオ以外にもいくつかのシナリオが用意され、気候値の算出の他、シナリオ間の偏差も公開されている。

表 1 気候変化予測実験に用いられた主なシナリオとその前提

分類	シナリオ名	シナリオの主な前提
SRES Scenario	SRESA1B	急速に経済が発展し、世界人口は今世紀半ばにピークとなり、その後減少する。新しくより効果的な技術が急速に導入される。主要な課題は、1人当たりの収入の地域的格差の相当量の減少の下での、地域間の収束、生産能力造成そして文化的、社会的交流の増加である。
	SRESB1	A1 シナリオと同様に世界人口は今世紀中盤にピークとなり、その後減少する。しかし、物質志向性が減少し、クリーンで資源効率の高い技術が導入され、サービスと情報経済へ産業構造が急速に変化する。
	SRESA2	非常に多様な社会となる。主要な課題は、自立と地域のアイデンティティの確保である。地域をまたぐ生産パターンは非常に緩やかに収束し、継続的な人口増加となる。経済発展は第一に地域主導となり、他のシナリオに比べて1人当たりの経済成長と技術変化はより断片的で緩やかになる。
Non-SRES Scenario	1PTO2X (1% to double)	産業化以前の温室効果ガス濃度が2倍となるまで毎年1%ずつ濃度上昇するとし、その後濃度一定とした実験的な排出量設定とする。
	1PTO4X (1% to quadruple)	産業化以前の温室効果ガス濃度が4倍となるまで毎年1%ずつ濃度上昇するとし、その後濃度一定とした実験的な排出量設定とする。
	20C3M	20世紀再現実験である。
	COMMIT	西暦2000年レベルの温室効果ガス濃度で一定とした設定とする。
	PICTL	産業化以前の温室ガス濃度で一定とした実験的な排出量設定とする。

2) 予測モデル

予測モデルは大きく全球を対象として気候予測を実施する全球気候モデル GCM (Global Climate Model ※大気循環を対象とした解析を行うため General Circulation Model と呼ばれることもある)と、一部領域を対象として気候予測を実施する領域気候モデル RCM (Regional Climate Model) に分類される。GCM では、 0.3° ~ 4° 程度の粗い計算メッシュでの解析が実施されている。RCM では、GCM の解析結果を境界部の外力として用い、一部領域を GCM よりも詳細な計算メッシュで解析が実施される。

GCM

<概要>

適応策を検討する上で、将来の気候予測が必要である。将来の気候予測には GCM と呼ばれる全世界を対象とした気候予測モデルが用いられる。IPCC 第4次報告書では CMIP3(phase 3 of the Coupled Model Intercomparison Project)として複数の GCM による予想結果の比較を行っている。CMIP3 では12の国の17の機関による23の GCM による将来の気候予測結果が公開されている。

GCM の種類により計算の解像度は異なるが、おおむね全世界を水平方向に約 0.3° ~ 4° 、鉛直方向に約16層~56層の格子に分割したメッシュで各種気候要素を計算している。GCM には大気循環を対象とした AGCM と海洋循環を対象とした OGCM がある。気候変化を考慮する上では海洋の循環による影響が大きいと、これらを結合した AOGCM が用いられる。

IPCC では主に AOGCM によるアウトプットが公開されている。モデル毎にアウトプットとして利用可能な気候要素が異なるため、想定するプロジェクト及び当該プロジェクトに必要な気候要素が出力されているかを確認する必要がある。また GCM のアウトプットは、個々の地域を代表した値であるため、プロジェクト単位で用いる場合には、個別の地域の予測値でないことに注意が必要である。

また、詳細なスケールのデータを必要とする場合は、GCM の結果を踏まえ、より詳細なメッシュサイズで計算するダウンスケーリングの実施可否を考慮する必要がある。後述する RCM による計算済みの結果を各種研究機関などから得ることも考えられる。

<データの入手方法>

・ IPCC

CMIP3 のデータのうち、影響評価に重要となるデータに絞ったデータセットが、IPCC の DDC(Data Distribution Centre)より提供されている。本データはインターネットから直接アクセスすることができる他、DVD でも手に入れることができる。

なお、利用は大学や研究機関等による非営利的な研究目的に限られる他、ダウンロードする際には登録が必要である。

<IPCC DDC)のダウンロードサイト>

http://www.ipcc-data.org/ar4/gcm_data.html

IPCC より提供される主要なアウトプットは表2、表3のとおりである。提供されるデータは基本的に20年または30年平均の気候値として提供されている。

予測実験の結果は、計算値を平均して気候値として算出しているもの他、他のシナリオとの計算結果の差分を算出したものも提供されている。

1%to2X、1%to4X では PICTL に対する差分が、SRA1B、SRA2、SRB1 では20世紀再現実験(20C3M)に対する差分が提供されている。

表2 各気候モデルの予測実験対象シナリオ

実施機関	国	CMP I.D.	対象シナリオ							
			PICTL	20C3M	Commit	SRESA2	SRESA1B	SRESB1	1%to2x	1%to4x
Beijing Climate Center	China	BCC-CM1	-	-	-	-	-	o	o	o
Bjerknes Centre for Climate Research	Norway	BCCR-BCM2.0	o	o	o	o	o	o	o	-
National Center for Atmospheric Research	USA	CCSM3	o	o	o	o	o	o	o	o
Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis	Canada	CGCM3.1(T47)	o	o	-	-	o	-	o	o
Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis	Canada	CGCM3.1(T63)	o	o	-	-	o	o	-	-
Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques	France	CNRM-CM3	o	o	o	o	o	o	o	o
CSIRO Atmospheric Research	Australia	CSIRO-Mk3.0	o	o	o	o	o	o	o	-
CSIRO Atmospheric Research	Australia	CSIRO-Mk3.5	o	o	o	o	o	o	o	-
Max Planck Institute for Meteorology	Germany	ECHAM5/MPI-OM	o	o	o	o	o	o	o	o
Meteorological Institute of the University of Bonn, Meteorological Research Institute of KMA, and Model and Data group.	Germany / Korea	ECHO-G	o	o	o	o	o	-	o	o
LASG / Institute of Atmospheric Physics	China	FGOALS-g1.0	o	o	o	-	o	o	o	-
US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	USA	GFDL-CM2.0	o	o	o	o	o	o	o	o
US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	USA	GFDL-CM2.1	o	o	o	o	o	o	o	o
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-AOM	o	o	-	-	o	o	-	-
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-EH	o	o	-	-	o	-	o	-
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-ER	o	o	o	o	o	o	o	o
Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	Italy	INGV-SXG	o	o	-	o	o	-	o	o
Institute for Numerical Mathematics	Russia	INM-CM3.0	o	o	o	o	o	o	o	o
Institut Pierre Simon Laplace	France	IPSL-CM4	o	o	o	o	o	o	o	o
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)	Japan	MIROC3.2(hires)	o	o	-	-	o	o	o	-
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)	Japan	MIROC3.2(medres)	o	o	o	o	o	o	o	o
Meteorological Research Institute	Japan	MRI-CGCM2.3.2	o	o	o	o	o	o	o	o
National Center for Atmospheric Research	USA	PCM	o	o	-	o	o	-	o	o
Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office	UK	UKMO-HadCM3	o	o	o	o	o	o	-	-
Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office	UK	UKMO-HadGEM1	o	o	-	o	o	-	o	-

表3 各気候モデルで利用可能なデータ

実施機関	国	CMIP I.D.	利用可能なデータ								
			比湿	降水量	海面更正 気圧	下向き 短波放射	地表面 気温	日最高 気温	日最低 気温	東向き 風速	北向き 風速
Beijing Climate Center	China	BCC-CM1	-	○	○	-	○	-	-	○	○
Bjerknes Centre for Climate Research	Norway	BCCR-BCM2.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○
National Center for Atmospheric Research	USA	CCSM3	○	○	○	○	○	○	○	-	-
Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis	Canada	CGCM3.1(T47)	○	○	○	○	○	-	-	○	○
Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis	Canada	CGCM3.1(T63)	○	○	○	○	○	-	-	○	○
Météo-France / Centre National de Recherches Météorologiques	France	CNRM-CM3	○	○	○	○	○	-	-	○	○
CSIRO Atmospheric Research	Australia	CSIRO-Mk3.0	-	○	○	○	○	○	○	-	-
CSIRO Atmospheric Research	Australia	CSIRO-Mk3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Max Planck Institute for Meteorology	Germany	ECHAM5/MPI-OM	-	○	○	○	○	-	-	○	○
Meteorological Institute of the University of Bonn, Meteorological Research Institute of KMA, and Model and Data group.	Germany / Korea	ECHO-G	-	○	○	○	○	-	-	○	○
LASG / Institute of Atmospheric Physics	China	FGOALS-g1.0	○	○	○	○	○	-	-	○	○
US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	USA	GFDL-CM2.0	-	○	○	○	○	-	-	○	○
US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	USA	GFDL-CM2.1	-	○	○	○	○	-	-	○	○
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-AOM	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-EH	○	○	○	○	○	-	-	○	○
NASA / Goddard Institute for Space Studies	USA	GISS-ER	○	○	○	○	○	-	-	○	○
Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	Italy	INGV-SXG	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Institute for Numerical Mathematics	Russia	INM-CM3.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Institut Pierre Simon Laplace	France	IPSL-CM4	○	○	○	○	○	-	-	○	○
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)	Japan	MIROC3.2(hires)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)	Japan	MIROC3.2(medres)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Meteorological Research Institute	Japan	MRI-CGCM2.3.2	○	○	○	○	○	-	-	○	○
National Center for Atmospheric Research	USA	PCM	-	○	○	○	○	○	○	-	-
Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office	UK	UKMO-HadCM3	○	○	○	○	○	-	-	○	○
Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office	UK	UKMO-HadGEM1	-	○	○	○	○	-	-	○	○

・ PCMDI

PCMDI（Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison）は、CMIP3 のデータの収集やアーカイブを行っている機関である。本機関より、CMIP3 のデータセットを取得することが可能である。

但し、本データは様々な研究に利用するために収集された膨大なデータが提供されているため、利用者は目的に応じて膨大な量のデータの中から必要なデータを抽出する必要がある。

<PCMDI の CMIP3 に関するページ>

http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php

<シナリオ・モデルによる予測結果の違いや不確実性>

気候予測の前提として上述のシナリオが用いられる。そのため、同じモデルでも複数の計算結果が公開されている。中でも SRES A1B、SRESB1、Pcctrl、20C3M、1%to2X のシナリオでは多くのモデルで将来の気候予測が行われている。IPCC 第4次報告書の主要なアウトプットであるこれらの予測結果は、第3次結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP3)としてまとめられている。

予測結果はモデルごとに異なる他、適用された SRES シナリオによっても異なる。そのため、想定するプロジェクト及び当該プロジェクトへの適用時には、以下のような配慮が必要である。

a) 対象国あるいは地域に適したモデルの使用

IPCC で用いられている全球気象モデルは、局所の気候現象を必ずしも良く再現しているとは限らない。このため、対象国あるいは地域において、気候変動対策ポリシーにて採用されている評価モデルがある場合には、これらのモデルは当該地域での再現性に注目されている可能性が高いことから、これらのモデルの使用を検討する。

b) IPCC 評価モデルを用いる場合

対象国あるいは地域に特化したモデルが用いることができない場合には、できる限り多くの出力結果を参照し、気候変動への影響を総合的に評価することが望ましい。多数のモデルを参照し、対象とする地域の不確実性を考慮する手法として、アンサンブル平均の利用が挙げられる。これは、気候モデルで得られた予測結果を平均し、その平均値とモデル毎の予測結果の間に、どの程度の乖離があるかを評価する手法である。モデルの予測結果に平均値からの乖離があまり無い場合、地域の気候変化の不確実性は小さく、乖離が大きい場合、不確実性が大きいと評価出来る。

RCM(Regional Climate Model)

<概要>

RCM は、GCM の格子サイズでは表現できない気候要素を、より詳細なメッシュで計算することにより、表現可能にすることを試みるモデルである。詳細なメッシュで気象現象を物理モデルにより計算するため、力学的ダウンスケーリングと呼ばれる。

GCM では計算メッシュの粗さから、再現不可能である現象が RCM では再現可能となるため、より詳細な結果が得られる。モデルにより解像度は異なるが、水平方向に約 10km~30km での予測が可能とされている。GCM のアウトプットを直接想定するプロジェクトまたは当該プロジェクトに適用することが、困難または不適切である場合には RCM の計算結果の利用が考えられる。

RCM を用いた詳細な計算を行う場合、RCM の外力として GCM の出力結果を用いるので、利用する RCM が必要とする GCM の計算結果を気候要素毎に用意する必要がある。また計算には、高性能なコンピュータが必要となる等、多大な計算コストがかかるので、地域毎に実施されている RCM の計算結果を入手することが可能であれば、それを利用することが望ましい。

出力されるデータの内、プロジェクト単位で利用可能な変数は、基本的に GCM で出力されるものと同一である。

＜RCM プロジェクトの例＞

ヨーロッパ・アジアをはじめとした地域毎に、各種 RCM を用いた比較実験が取り組まれている。IPCC では個別の RCM の算出結果を公開していないため、RCM モデル相互比較プロジェクト等で、地域ごとに実施されている RCM の公開されている計算結果を得ることも考えられる。以下に RCM プロジェクトの例を表 4 に示す。

表 4 RCM プロジェクトの例

プロジェクト名		URL
PRUDENCE	Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects	http://prudence.dmi.dk/
ENSEMBLES	—	http://www.ensembles-eu.org/
CORDEX	A COordinated Regional climate Downscaling EXperiment	http://cordex.dmi.dk/joomla/
CECILIA	Central and Eastern Europe Climate Change Impact and Vulnerability Assessment	http://www.cecilia-eu.org/WP3.htm
CLARIS LPB	A Europe-South America Network for Climate Change Assessment and Impact Studies in La Plata Basin	http://www.claris-eu.org/
MAIRS	Monsoon Asia Integrated Regional Study	http://www.mairs-essp.org/index.asp
NARCCAP	North American Regional Climate Change Assessment Program	http://www.narccap.ucar.edu/
ARCMIP	Arctic Regional Climate Model Intercomparison Project	http://curry.eas.gatech.edu/ARCMIP/
QUIRCS	Quantification of uncertainties in regional climate and climate change simulations	http://www.tu-cottbus.de/meteo/Quircs/home.html

＜シナリオ・モデルによる予測結果の違いや不確実性＞

GCM と同様に、RCM でも使用するモデルにより、再現性が異なる。RCM の出力結果では、計算の前提となる GCM が持つ不確実性をそのまま引き継ぐため、利用に当たっては、前提となる GCM が持つ不確実性を理解した上で、地形の影響などによる系統的に発生する誤差を考慮する必要がある。

想定するプロジェクト及び当該地域にて、RCM で必要とする気候要素の過去の観測結果が利用可能な場合、その値と RCM の出力結果を比較し、系統的に現れる地域特有の誤差を補正すること（バイアス補正）も考えられる。使用する気候モデル選定の際には上記を考慮し、再現性の高いモデルを選定することが望ましい。また、国、地域で再現性等の観点から既に用いるモデルが定められている場合、それを利用することも考えられる。

統計的ダウンスケーリング

＜概要＞

GCM のアウトプットを直接想定するプロジェクトまたは当該プロジェクトに適用することが、困難または不適切である場合かつ、各種 RCM によるダウンスケーリングが計算コスト等の問題で不可能な場合や、RCM の解像度よりも詳細な空間スケールの気候データが必要とされる場合には、統計的ダウンスケーリングを実施することが考えられる。RCM によるダウンスケーリングが力学的ダウンスケールと呼ばれるのに対して、過去の観測値と気候モデルの出力結果との間に統計的な関係を仮定し、空間補間する手法は統計的ダウンスケーリングと呼ばれる。この仮定では、気候要素毎に回帰式などを設定することで空間スケールを詳細化する。力学的ダウンスケーリングに対して、計算負荷が少ないことや、詳細化する場所の気象が地形に依存するような場合には適用性が高いことが特徴である。

3) 予測年次

<概要>

想定するプロジェクト及び当該プロジェクトに予測年次を適用する場合は、プロジェクトの償還期間またはプロジェクトで構築する主要な構造物・システムの耐用年数を考慮した上で、適切な気候値を設定する必要がある。気候値としては、30年の平均値を採用することが一般的であるが、20年の平均値が採用されることもある。予測年次を設定し、前後20～30年程度から気候値を設定する。

<長期的視点での検討の場合>

長期的な視点より検討が必要な場合は、例えば100年後の長期的な年次から気候値を設定して、適応策を検討することになる。なお、気候モデルの予測精度は、対象とする予測年が予測を開始した時点から離れるに従って低下するといった特徴があるため、長期間の予測を用いる場合には、気候モデルの不確実性の扱いに留意した上で気候値を設定する。

<20～30年後程度の当面の期間の場合>

下図に示すように、20～30年後程度の年次では、温暖化シナリオによる予測結果の差は比較的小さい。具体的には、20～30年後で、全球平均気温上昇は、温暖化ガスの排出が制御されたとしても、0.6～0.8℃程度上昇すると推定されている。このため、長期的な影響を考慮しつつ、当面の間の影響に対する具体的な適応策を検討するために、20～30年後の気候値を設定する。

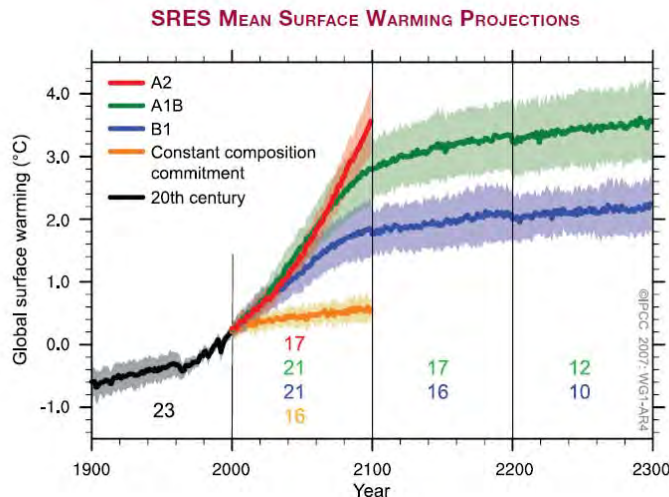


図 適応策の検討対象とする年次¹

4) 予測項目

気候モデルによる予測結果には、計算中に必要とされるものも含め、多数のパラメータが出力されているが、プロジェクトへの適用時に必要となる代表的なものは次の通りである。

- ・比湿
- ・降雨量
- ・海面更正気圧
- ・下向き短波放射
- ・気温
- ・最高気温
- ・最低気温
- ・東向き風速
- ・北向き風速

これらのデータについては、後述するツールを用いて簡易に閲覧することも可能である。

③ 主なツールと特徴

気候モデルのアウトプットは膨大なデータとなるが、出力を簡易に参照することのできるツールが提供されており、これらのツールを用いて対象となる地域、シナリオ、年次等の将来気候変動を把握することができる。

以下に主なツールと概要を示す。

IPCC DDC Data Visualization Tool²

<概要>

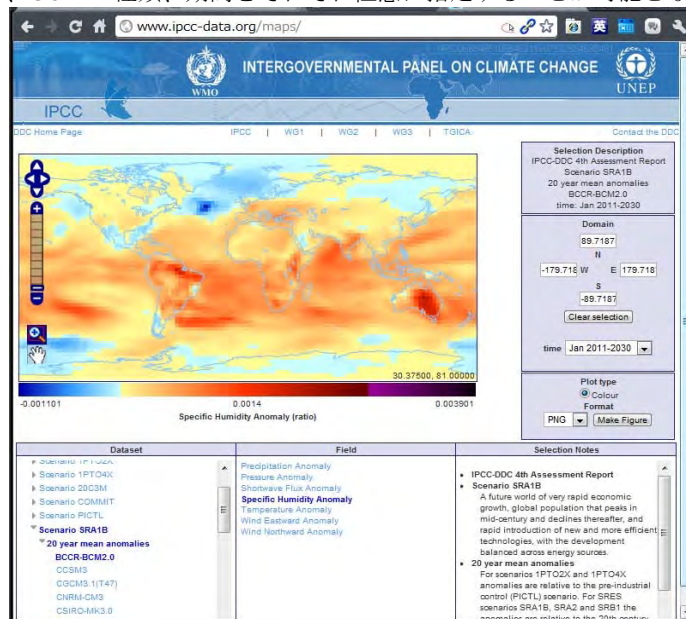
IPCC のデータ配布センター(Data Distribution Center)が提供するデータ表示ツールである。WEB ベースの表示システムであり、全ての GCM モデルの結果を選択して表示させることができる。

<気候予測に関する機能>

表示できる気象要素は、2.気候変化予測の概要 4)予測項目に示した次の項目である。

- ・ 比湿
- ・ 降雨量
- ・ 海面更正気圧
- ・ 下向き短波放射
- ・ 気温
- ・ 最高気温
- ・ 最低気温
- ・ 東向き風速
- ・ 北向き風速

SRES のシナリオ、GCM の種類、期間をそれぞれ任意に指定することが可能となっている。



ci:grasp (The Climate Impacts: Global and Regional Adaptation Support Platform) ³

<概要>

Climate Impacts: Global and Regional Adaptation Support Platform (ci:grasp)は、ドイツ環境省(BMU)と Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) 及び GTZ によって開発された WEB ベースでの気候変動予測情報の表示システムである。特に気候変動によって生じる問題点の抽出、問題点克服のために必要な適応策の流れをより分かりやすく示すシステムとなっているのが、特徴である。

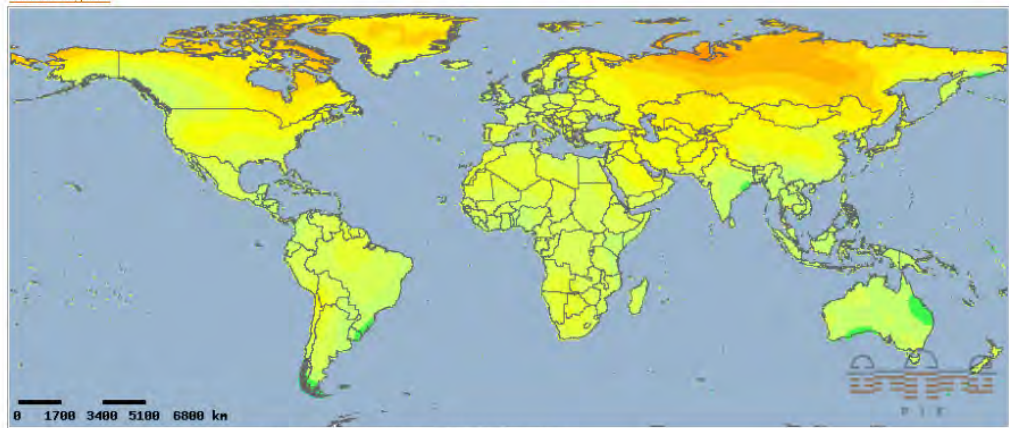
ci:grasp で提供される気候変動シナリオは、A2, A1B, B1 の3種類となっている。参照している気候変動モデルは、CCSM3.0、EM2.1、RCHAM5、ECHO-G、HadCM3 の5種類の GCM である。

<気候予測に関する機能>

- ・ 時間スケール、特定期間、利用したモデル、シナリオを指定することでシミュレーション結果を地図上に表示することができる

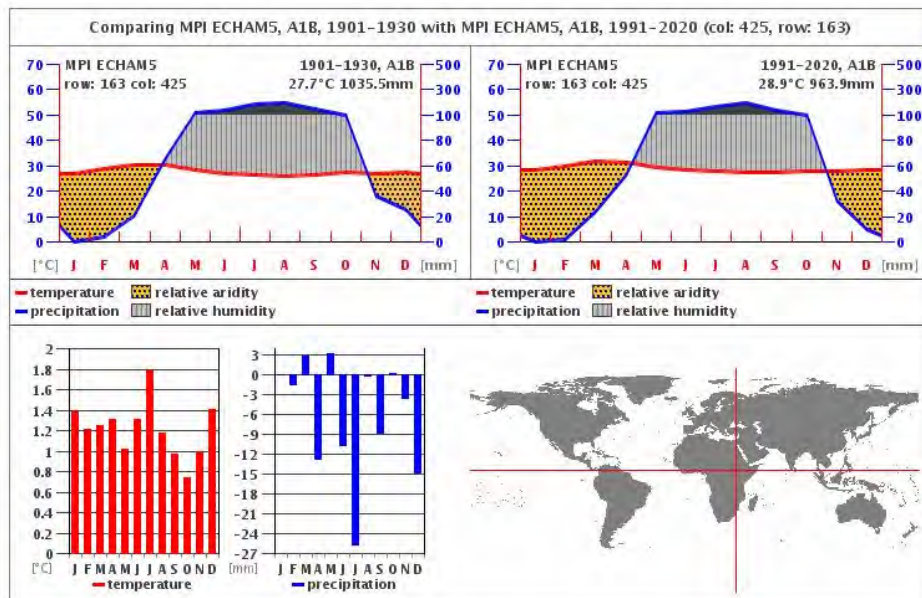
Projected temperature difference, 2031-2060 vs. 1961-1990 (A1B, ECHO-G)

[Show Legend](#)



Projected temperature difference, 2031-2060 vs. 1961-1990 (A1B, ECHO-G)

- ・ ある地点における座標を設定し、利用したモデル、シナリオ、比較する期間を指定することで、特定の場所での期間の違いによる変化をグラフで閲覧することができる。



<その他機能>

ci:grasp は以下に示す3つのレイヤー構造で構成される。

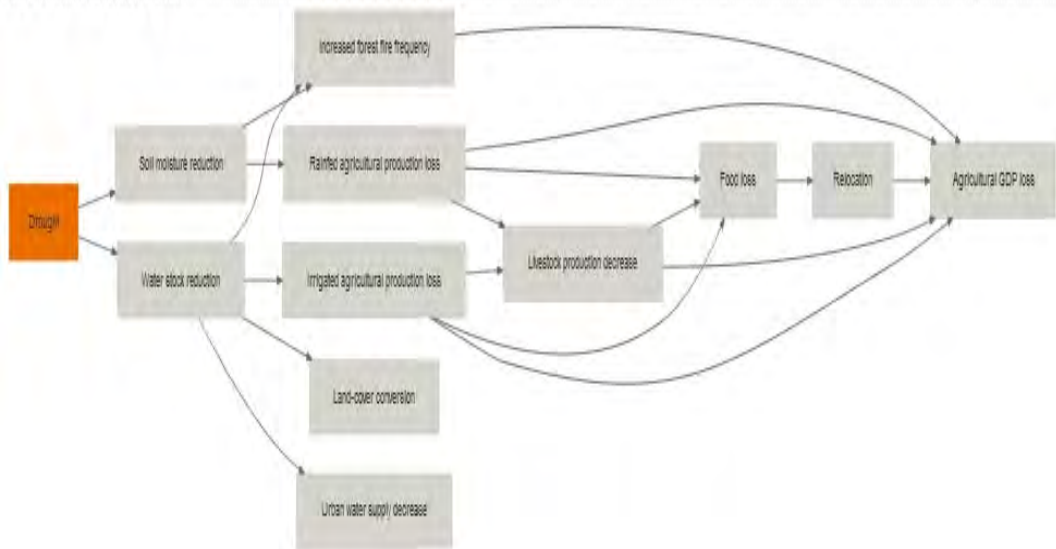
- ・レイヤー1: Stimuli: 気候要素、海面上昇、降雨量、及び気温に関する情報を示す。
- ・レイヤー2: Impacts: 選択した地域の個々の異なる Stimuli について、主となるインパクトを示す。
- ・レイヤー3: Adaptation: 特定のインパクトを対象とした適応プロジェクトの情報を示す。

上記のレイヤーの検索結果を地図上に重ね合わせて表示することが可能となっている。

インタラクティブに情報レイヤーを選択して表示させることができるシステムである。特に気候変化を発端に影響の連鎖 (Impact Chain)を整理し、これに関連する適応策プロジェクトを表示することに重点をおいたシステムとなっている。

干ばつを発端とした Impact Chain の例を示す。

Impact Chain for Drought



- ・プロジェクトタイプ、プロジェクトのステータス、空間スケールを指定することで適応プロジェクトの実施箇所を地図上に表示することができる。

Enhancing Resilience of Vulnerable Coastal Areas to Climate Change Risks



Project location: [Monrovia, Liberia](#)

The following demonstration measures are part of the "Enhancing Resilience to Climate Change Impacts in Coastal Liberia". An environmentally-friendly and cost-effective breakwater system for Monrovia coastal area will be implemented. Furthermore soft systems to reduce beach erosion induced by SLR will be implemented in selected coastal areas and Mangroves systems and coastal natural "buffer zones" will be restored and maintained to withstand climate-induced pressures.

The main Project also creates a Master Plan for urban coastal cities (Monrovia and Buchanan), zoning regulations and land-use plans. Also an early warning system for informing national planners and coastal communities on climate change-related coastal risks will be established.

The WB Climate Change Knowledge Portal⁴

<概要>

The WB Climate Change Knowledge Portal は、WEB-GIS を利用し気候関連情報を視覚化するポータルサイトである。WEB-GIS 上には、気候変動プロジェクトの実施箇所、気候データ、インパクトマップ、社会経済データ（人口）、軽減プロジェクトの実施箇所等を表示することが可能である。

<気候予測に関する機能>

IPCC 第4次報告書で用いられている 23 の GCM のうち、14 の GCM アウトプットを整理した情報が提供されている。使用している変数は、地上降水量と地表気温のみである。表示させるために、緯度経度で 2 度刻みのグリッドに整理し直している。利用している気候シナリオは、SRES の A1B および B1 シナリオである。

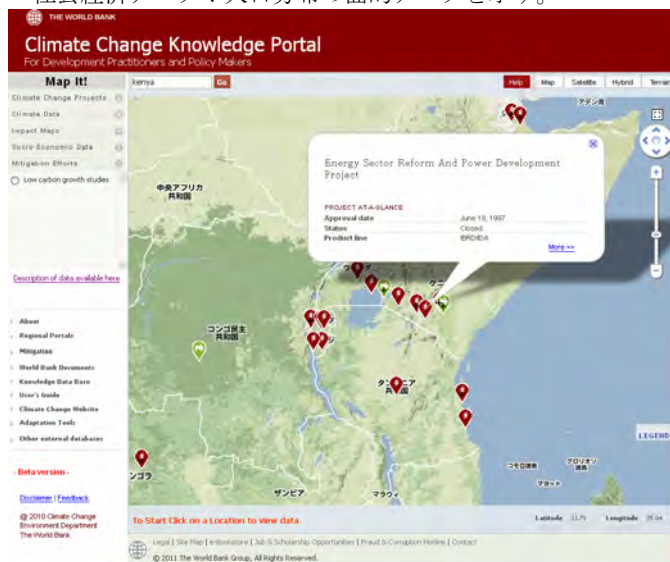
ポータルで利用可能な気候データは以下に示すとおりである。

- ・将来の気候（23 の GCMS のモデルのうち 14 モデルを実装（雨量、気温）シナリオは A1 及び B1）
- ・過去の気候（既設サイクル、観測局毎の変動性、モデルとの適合性）
- ・気象観測局（Global Historical Climatology Network (GHCN) beta version 2）
- ・気候データ：連続乾燥日数、年平均雨量、最大雨量、年平均気温等の面的データを示す。

<その他機能>

その他の機能として次のようなデータを表示することが可能である。

- ・農業インパクトのデータ（AEZ programs (termed GAEZ 2007) being published by IIASA and FAO）
- ・マラリア分布（Mapping Malaria Risk in Africa (MARA)）
- ・自然災害（Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis. Disaster Risk Management Series）
- ・気候変動プロジェクト：農業、教育、エネルギー、予算措置などのプロジェクトの実施箇所や内容
- ・インパクトマップ：農業、公衆衛生、水等の面的データを示す。
- ・社会経済データ：人口分布の面的データを示す。



Climate Wizard⁵

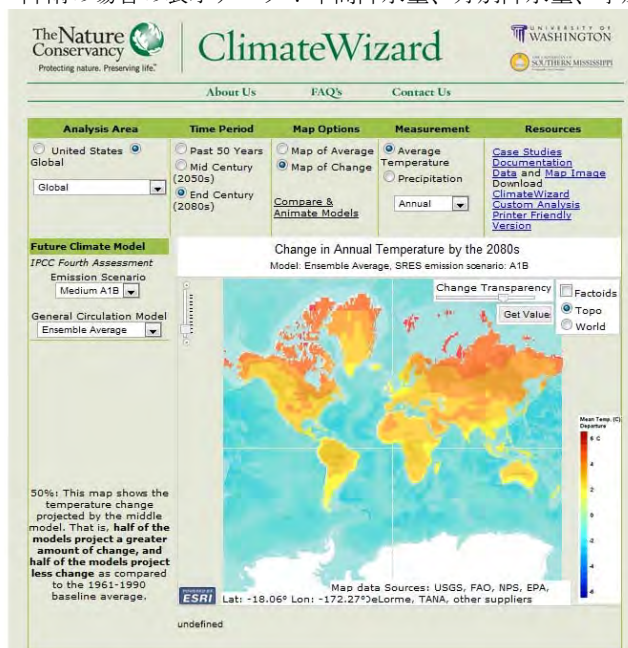
<概要>

先述の World Bank Climate Change Knowledge Portal と同様に、WEB ベースで簡易に気候変動の状況を表示させることができるシステムである。特に、23 の GCM のアンサンブル情報を表示させることに留意したシステムとなっている。The Nature Conservancy、The University of Washington、The University of Southern Mississippi の共同開発である。

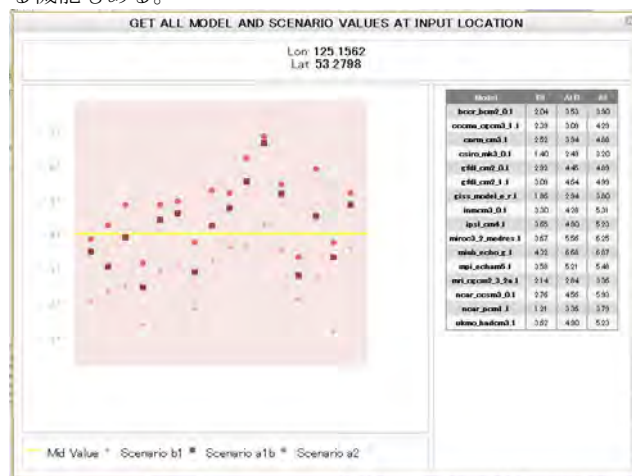
<機能>

WEB 上で表示、拡大、移動が容易な地図表示システムに、各種 GCM のアウトプットデータを表示させることができる。

- ・ 期間の設定：過去 50 年間の実測値、2050 年頃、2080 年頃
- ・ 表示させる地図の種別：変化値、平均値
- ・ 気温の場合の表示データ：年間平均気温、月別気温、季別気温
- ・ 降雨の場合の表示データ：年間降水量、月別降水量、季別降水量



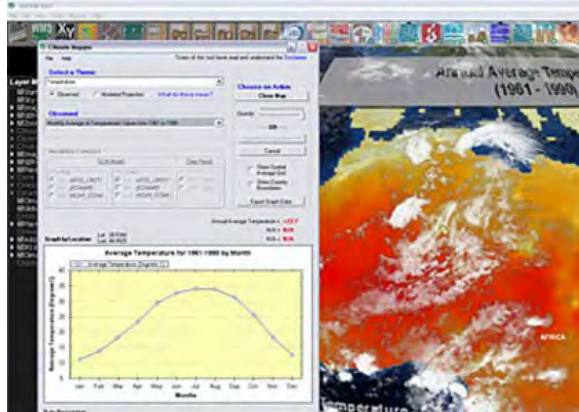
これらの情報を図化して表示するほか、任意の地点をクリックして、各 GCM の計算結果を表示する機能もある。



SERVIR Viz⁶

<概要>

USAID, NASA, the Institute for the Application of Geospatial Technology (IAGT), the University of Colorado, CATHALAC が提供する気候図化ツールである。現時点では、メソアメリカ及びアフリカのデータセットが利用可能となっている。Climate Mapper Plug-in for SERVIR-Viz を追加インストールすることで、過去の気候データ及び将来予測の気候データを取扱うことが可能である。



<機能>

データサイズは、およそ 50km メッシュで、基準期間（1961-1990）の気温及び降水量データが利用可能となっている。データは IPCC の第 4 次レポートで利用された、NCAR CCSM, ECHAM、GFDL-CM21 の 3 つもモデルのアウトプットである。モデルは A1BSRES シナリオに基づいている。

なお、上記のプラットフォームで提供されていないデータが必要な場合、公開されているデータをダウンロードする必要がある。データは NetCDF 形式で提供されているため、次のようなツールを用いることで直接参照することが可能である。

- Panoply NetCDF, HDF and GRIB Data Viewer (NASA)
- Integrated Data Viewer (UCAR)

注) 2011 年 5 月現在、本ツールをダウンロードしインストールしたが、プログラム上のバグが発生しツールを稼働させることができなかった。

④セクターと 関連項目	気候予測モデルは、気温、降水量等の多くの気候要素を出力するが、これらの要素の中から、対象とするサブセクターあるいはプロジェクトと関係の深い気候要素を抽出する。 各サブセクターと関連する項目を以下に示す。									
		比湿	降水量	海面更正気圧	射 下向き短波放 射（直達日射）	気温	日最高気温	日最低気温	風速	海面上昇量
1. 水資源	XX	XX	-	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
2. 灌漑・排水	XX	XX	-	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
3. 営農強化	X	XX	-	X	XX	X	X	X	-	
4. 森林保全・植林	X	XX	-	X	XX	X	X	-	XX	
5. 生態系保全	X	XX	-	X	XX	X	X	-	XX	
6. 治水対策	-	XX	-	-	-	-	-	-	XX	
7. 沿岸防災	-	XX	-	-	-	-	-	XX	XX	
8. 土砂災害防災	-	XX	-	-	-	-	-	-	X	
9. 防災情報システム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10. 農村地域整備・都市整備	X	XX	-	X	XX	X	X	XX	XX	
11. 橋梁・道路・鉄道	-	XX	-	-	X	-	-	XX	XX	
12. 港湾・空港	-	XX	XX	-	XX	XX	X	XX	XX	
13. 上水道	XX	XX	-	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
14. 下水道・排水	X	XX	-	X	X	X	X	-	XX	
15. 医療・保健衛生	-	X	-	-	X	X	X	-	X	

xx：関係が深く参照すべき要素
x：関係する、あるいは関係するが必ずしも計画に反映できない
-：関係しない

¹ IPCC.(2007). AR4 WG1 Technical Summary

² http://www.ipcc-data.org/ddc_visualisation.html

³ <http://cigrasp.pik-potsdam.de/worldmap>

⁴ <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

⁵ <http://www.climatewizard.org/>

⁶ http://www.servir.net/servir_viz

1. 水資源サブセクター

指針：

- (1) 水資源（適応案件）
- (2) 水資源（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>水資源サブセクターへの気候変動の影響としては、降水量や降雨パターンの変化が挙げられる。年間降水量の減少のみならず、降水量の増加が洪水につながるような場合においても利用可能水量が不安定になることが懸念される。別の要因としては、海面上昇により河口での塩水遡上、地下水の塩水化も懸念される。また、気温上昇等の気候変動影響要因により蒸発散量・水需要量が増加することが予想される。</p> <p>水資源サブセクターにおける適応策は、これら気候変動による利用可能水量の減少・不安定さ及び需要増加に対し、水資源の適切な開発、管理及び効率利用を通じて水資源の需給改善を行うものである。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による水資源サブセクターへの主な影響</p> <p>■降水量の減少・降水パターンの変化、干ばつの頻度・強度増加及び期間の長期化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降水量減少により表流水は減少するとともに、地下水涵養量の減少から地下水も減少する。 ・河川流量の変化及びダム流入量の減少等により、水供給不足が発生する。特に、灌漑等水需要が季節的に変化する大口の利用者がいる場合に起こりやすい。 ・内陸帯水層では地下水涵養量減少により、近接する塩水帯水層からの塩水侵入が起こる可能性がある。気温上昇も加わり、半乾燥・乾燥地域では蒸発散量が増加し、塩水化の懸念が大きくなる。 <p>■降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般的に降水量の増加においては、利用可能水量・地下水涵養量が増加する。ただし、洪水を伴う場合、洪水は海へと排出されるため、利用可能水量・地下水涵養量増加への寄与はわずかである。 ・土壌浸食が増加し、貯水施設への堆砂が促進され、有効貯水容量が減少する。 ・洪水強度が増し、水資源施設へ被害をもたらす。 <p>■気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気温上昇に伴い、市民生活の水消費量が增大する¹。 ・蒸発散量の増加により、水利用量の多い灌漑用水量が増加する。 ・貯水池水面からの蒸発量が増加するとともに、浅い地下水面からの蒸発量も増加する。 ・積雪量や雪解け時期が変化し、春先の利用可能水量に影響を及ぼす。 ・氷河融解が促進される場合、氷河からの融水量が多くなる場合は利用可能水量が増加するが、氷河が縮小し融水量が減少に転じれば利用可能水量が減少する。 <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・帯水層への塩水侵入が起こり、地下水の塩水化が生じる。 ・塩水遡上により低高度地域の表流水も塩水化が起こる。 ・淡水レンズが存在する島嶼では淡水レンズへの塩水侵入が起こり、塩水化が生じる。 ・海水淡水化プラントは沿岸部に作られることが多く、海面上昇や高潮による施設被害が懸念される。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して水資源サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口、土地利用、産業活動等による、水需要量やセクター間の水利用割合の変化。 ・水利用側における節水及びマネジメント向上による水需要の減少。 ・土地利用の変化による地下水涵養量の変化や、過剰取水による地下水位の下降。 ・ダム廃止機運の高まりによるダム開発中止及び既存ダムの撤去。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p>

¹ ニューヨーク市における水利用の統計分析によれば、25℃を超えると一人当たりの水利用は1度毎に11リットル増加(約2%増加)する(IPCC第4次報告書, 2007)。

	<ul style="list-style-type: none"> ・統合水資源管理に代表されるように、表流水や地下水等の供給側の調整、水利用のセクター間での調整、また需給間の調整等の仕組みが整備され機能している場合、気候変動への適応能力が高くなる。 ・水資源施設管理者の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・水資源や水利用に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表流水の集水域や地下水涵養を含む水循環の地域的な広がりを検討する場合や、氷河や融雪を水源にする小流域が含まれる場合では、地理的な差異を検討する必要がある。特に統合水資源管理の場合は、異なる水源や水利用を同時に扱うことから、地域的な影響を検討することは重要である。 ・海面上昇による地下水の塩水化及び河川の塩水遡上は、沿岸部で発生する。 ・内陸の半乾燥・乾燥地域の帯水層の塩水化が問題になる場合は、地質や地下水分布の地理的影響を受ける。 <p>b) 水資源サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水資源施設ごとの整備状況、設計条件、整備時期、維持管理状況等が異なる場合には、感受性が異なる。 ・灌漑農業や生活用水などは、気温上昇等の気候変動影響により需要量が増加する。農業等の還元水等も利用可能水量には重要な役割を示すことから、これらの地理的分布を検討することは重要である。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水利用側の適応能力、特にセクター間で節水等の適応能力に差が出るのが考えられる。各セクターの取水場等の地理的分布を検討することは重要である。 ・水資源施設によって管理者が異なる場合は、復旧能力等に差が生じる。
③適応策	<p>水資源サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■表流水施設整備・拡張・強化 <ul style="list-style-type: none"> ・貯留（ダム、溜池、湖沼開発、雨水貯留等） ・取水（取水堰等） ・ダム再編、再開発 ■地下水施設整備・拡張・強化 <ul style="list-style-type: none"> ・揚水井戸、地下ダム等 ■導水施設整備・拡張・強化 <ul style="list-style-type: none"> ・導水路等 ■水処理施設整備・拡張・強化 <ul style="list-style-type: none"> ・海水淡水化プラント、下水再生処理プラント ■水管理の向上、利水調整 <ul style="list-style-type: none"> ・統合水資源管理（供給側、需要側、需給間の調整） ・水利権の見直し
④マルアダプテーション	<p>水資源サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■適応策によるマルアダプテーション <ul style="list-style-type: none"> ・新たな取水により、他のセクターあるいは水資源地域により深刻な気候変動影響を生じる。 ■適応策以外にも共通するマルアダプテーション <ul style="list-style-type: none"> ・将来の河川流量、河川水位、地下水位等の変化により、施設の容量に不足が生じる、あるいは施設の安全性に影響が生じる。

指針：水資源（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■適応策の必要性 現在給水中の水資源施設において、将来の気候変動により降水量・降水パターンの変化や、気温上昇等に伴う水利用量の増加などが予想され、利用可能水量が需要を下回る危険性がある。洪水強度が大きくなり、施設被害が生じる恐れがある。</p> <p>■適応策の内容 施設対策としてダムの嵩上げもしくは貯水池掘削による利水容量の増加、漏水量の削減、新規水資源開発及び導水による水資源量の増加、また、ダム運用改善や流域内の統合水資源管理導入による貯水容量の再配分・有効利用等を行う。洪水強度の増大に対しては、取水堰における施設強化等を行う。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による被害が低減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象とする水資源施設の集水域及び給水地域における過去の気象・水文記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象・水文観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する渇水基準年における対象ダム及び新規水資源開発・導水元の降水量・降水パターン及びダム流入量や地下水涵養量、水面蒸発量を計算する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国及び対象地域の水利用に関する上位計画、開発計画等をレビューし、人口増減や産業発展等の対象地域の水利用を変化させようの要因を検討する。気温上昇等、気候変動影響による水需要変化を考慮して将来の水需要を計算する。なお、対象国の水利用セクター側での気候変動に伴う水需要量変化に関する検討結果等が利用できる場合はそれを利用する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 渇水時の水不足状況 経年の降水量や気温変化による利用可能水量の減少や利用量の変化について、ステークホルダー（水資源施設管理担当局及び利用者等）からの聞き取り調査や記録の確認を通じて把握する。なお、一般的に水利用セクター（農業、上水道、工業、発電）では高温時には水利用が増加するとともに、農業用水量は気温以外にも降水量・降水パターン、蒸発散量等の気象条件により変化することに留意する。 水資源施設ごとの渇水状況を把握し、渇水に対して脆弱な水資源施設について明らかにする。また、対象給水地域の水利用者の過去の渇水被害を整理し、水利用セクターや地域間での被害の偏りについて明らかにする。 ・ 洪水等による施設被害状況 対象流域の過去の洪水等気象災害による施設被害をステークホルダー（水資源施設管理担当局及び利用者等）からの聞き取り調査や記録の確認を通じて把握し、気象災害に対して脆弱な地域を整理する。 <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の状況

既存施設に関する図書やダム操作規定のレビュー及び現地調査から、施設の洪水対応能力・防災能力及び持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。

・施設の運用状況

ダム運用記録を確認し、所定の洪水対応が行われているかについて検討する。

c) 気候変動に対する感受性

過去の洪水及び施設被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の水資源施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の洪水と施設被害に対する感受性を検討する。



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

・給水者側の柔軟性

対象水資源施設と他の水資源管理者間での給水の融通の柔軟性について検討する。

- 各水資源管理者の担当官庁・機関の組織：水供給調整の柔軟性
- 各水資源管理者間の調整の仕組み（委員会等）：水供給調整の柔軟性

・水利用者側の柔軟性

水利用者の洪水対処能力として、以下について検討する。

- 水利用者の担当官庁・機関の組織：水需要調整の柔軟性
- 各水利用者間の調整の仕組み（委員会等）：水需要調整の柔軟性

・需給間調整の柔軟性

水資源管理者と水利用者間での調整の柔軟性について検討する。

- 各水資源管理者と水利用者の担当官庁・機関の組織：水需給調整の柔軟性
- 各水資源管理者と水利用者間の調整の仕組み（委員会等）：水需給調整の柔軟性

・管轄部局の復旧能力

水資源施設管理者の復旧に関する予算や活動状況について検討する。

・研究機関の存在・能力

水資源や水利用に関する研究機関等の存在・研究状況。

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

特に想定されない。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
気候変動に対する感受性	小さい		大きい
給水者側の柔軟性	高い		低い
水利用者側の柔軟性	高い		低い
需給間調整の柔軟性	高い		低い
管轄部局の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	有る・充実		無い・貧弱

③ 適応策の事業評価	<事業検討時における評価>			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	渇水被害の減少	経済評価	-
		施設被害の減少	定量	-
	給水者側の柔軟性	水資源管理者間の調整	定性	-
	水利用者側の柔軟性	水利用者間の調整	定性	-
	需給間調整の柔軟性	水需給間の調整	定性	-
	管轄部局の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
	<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	
ハード対策	施設拡張による既存施設の計画基準年の向上	定量	利水容量	
	新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上	定量	利水容量	
ソフト対策	水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-	
その他	受益者数の増減	定量	-	
	ステークホルダーの意識向上	定性	-	
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（代替水源の必要性および候補の有無） ・水利用量増加への対応（代替水源、施設拡張余地） ・施設被害をもたらす洪水等への対応（排水施設拡張、防災施設強化余地） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>			

⑤ 必要となるデータ	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象観測所・水文観測所の観測データを収集する。
	水資源施設運用記録	農業用水のように季節的な渇水被害が重要になる水利用を考慮し、水資源施設の運用記録はできるだけ詳細なもの入手する。
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	気候変動が水利用量に及ぼす影響	過去の気象と水利用量の関係を明らかにできるよう、温度と上水道・工業用水との関係、温度・降水量・降水パターンと農業用水との関係を明らかにする。 過去の気象 データと水利用量データから推定するか、各セクターにおける検討結果が得られる場合はそれを利用する。
	社会経済的変動要因	対象国及び周辺地域の水利用に関する上位計画、開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	渇水被害状況	事象毎の水利用セクターや地域毎に渇水被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。
	水利用記録	気温をはじめとする気象と水利用の関係を検討するため、日単位、月単位の水利用記録が望ましい。
	施設被害状況	事象毎の区間・施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。
	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。
	既存施設の状況	インベントリー調査を行ない、施設毎の機能状況を把握する。
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	給水者側の柔軟性	地理的に水資源を相互融通可能な水資源管理者の担当官庁・機関の組織図や、水資源管理者間の調整の仕組み（委員会等）に関する規定の有無や実績等を確認する。
	水利用者側の柔軟性	地理的に水利用が競合する水利用者の担当官庁・機関の組織図や、水利用者間の調整の仕組み（委員会等）に関する規定の有無や実績等を確認する。
	需給間調整の柔軟性	各水資源管理者及び水利用者の担当官庁・機関の組織図や、各水資源管理者及び水利用者間の調整の仕組み（委員会等）に関する規定の有無や実績等を確認する。
	管轄部局の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて把握する。
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて把握する。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：水資源（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■適応オプションの必要性 下流域の社会経済の発展に伴い、将来の水需要量が現在の水資源量（ダム貯水池、河川取水、地下水取水等）を上回る見込みであり、水資源の開発・拡張が必要である。 将来の気候変動影響として、降水量変化等による利用可能水量の変化、気温上昇等による水利用量の変化、洪水規模の変化を考慮する必要がある。</p> <p>■適応オプションの内容 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応オプションによる効果 気候変動影響が生じた場合においても、期待した給水が行われる。</p>																																	
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する渇水基準年における対象ダム及び新規水資源開発・導水元の降水量・降水パターン及びダム流入量、水面蒸発量を計算する。</p> <p>また、将来の水需要量の計算に際し、その際に利用する気候変動に伴う水利用増加について検討を行う。ただし、対象国の水利用セクター側での検討結果が利用できる場合はそれを利用する。</p>																																	
③ 適応オプションの検討	<p>想定される水資源量の不足量を補うための適応策を立案する。立案する適応策は、以下の観点に基づく複数の適応策とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規水資源開発、導水、既存ダムの嵩上げもしくは貯水池掘削による利水容量の増加、漏水量の削減等のハードウェア対策による水資源量の増加 ・ダム運用改善や流域内の統合水資源管理導入等のソフトウェア対策による貯水容量の再配分・有効利用等 ・複数の対策の組み合わせ 																																	
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="341 1211 1385 1339"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>渇水被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="341 1413 1385 1769"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ハード対策</td> <td>施設拡張による既存施設の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>利水容量</td> </tr> <tr> <td>新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>利水容量</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	渇水被害の減少	経済評価	-	施設被害の減少	定量	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張による既存施設の計画基準年の向上	定量	利水容量	新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上	定量	利水容量	ソフト対策	水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-	その他	受益者数の増減	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																															
将来の気候変動に対する感受性	渇水被害の減少	経済評価	-																															
	施設被害の減少	定量	-																															
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																															
ハード対策	施設拡張による既存施設の計画基準年の向上	定量	利水容量																															
	新規施設導入による対象地域の計画基準年の向上	定量	利水容量																															
ソフト対策	水管理等の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-																															
その他	受益者数の増減	定量	-																															
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																															
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に</p>																																	

	<p>対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（代替水源の必要性および候補の有無） ・水利用量増加への対応（代替水源、施設拡張余地） ・施設被害をもたらす洪水等への対応（排水施設拡張、防災施設強化余地） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																			
⑥必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 571 518 604"></th> <th data-bbox="518 571 742 604">必要なデータ</th> <th data-bbox="742 571 1399 604">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 611 1399 645">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 651 518 757"></td> <td data-bbox="518 651 742 757">将来の気候</td> <td data-bbox="742 651 1399 757">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 763 518 981"></td> <td data-bbox="518 763 742 981">気候変動が水利用量に及ぼす影響</td> <td data-bbox="742 763 1399 981">過去の気象と水利用量の関係を明らかにできるよう、温度と上水道・工業用水との関係、温度・降水量・降水パターンと農業用水との関係を明らかにする。 過去の気象データと水利用量データから推定するか、各セクターにおける検討結果が得られる場合はそれを利用する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 987 1399 1021">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1028 518 1133"></td> <td data-bbox="518 1028 742 1133">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="742 1028 1399 1133">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。		気候変動が水利用量に及ぼす影響	過去の気象と水利用量の関係を明らかにできるよう、温度と上水道・工業用水との関係、温度・降水量・降水パターンと農業用水との関係を明らかにする。 過去の気象データと水利用量データから推定するか、各セクターにおける検討結果が得られる場合はそれを利用する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																		
②脆弱性評価																				
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																		
	気候変動が水利用量に及ぼす影響	過去の気象と水利用量の関係を明らかにできるよう、温度と上水道・工業用水との関係、温度・降水量・降水パターンと農業用水との関係を明らかにする。 過去の気象データと水利用量データから推定するか、各セクターにおける検討結果が得られる場合はそれを利用する。																		
その他																				
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																		

参考文献及びその相違点の整理

1) IPCC 第4次報告書¹

ニューヨーク市における水利用の統計分析によれば、25°Cを超えると一人当たりの水利用は1度毎に11リットル増加(約2%増加)する。

2) 水分野における気候変動適応策ハンドブック²

JICAの水分野(洪水を中心とし、水資源管理、水環境、土砂、海岸もカバーする)に関する、気候変動適応策の発展途上国への開発援助の考え方を示したものである。

水資源サブセクターの適応策の考え方及び指針作成における第一参考文献であり、本調査においても方針、実施方法等に関し基本的に同様であるが、比較は以下ようになる。(以下、ハンドブック:HBと略し、本調査と比較する)

- ・HBはM/P段階を主要なターゲットとしており、本調査は有償資金協力を前提としたF/Sを主要なターゲットにしている。HBでは水資源分野の適応策として統合水資源管理に重点をいっている。
- ・OECD-DACの適応策の定義においては、「脆弱性を低減させるもの」とあり脆弱性について検討する必要があるが、HBにおいては脆弱性の定義及び評価方法が内包されているものの明示されていないため、本調査においては脆弱性評価について調査方法を含め明示した。
- ・目標年次:HBではIPCC第4次報告書で使用したGCMの結果が得られやすい2040-50と定義しているが、本調査では第5次報告書が2013年に作成されること、また各国とも政策面で気候変動影響を検討することが主流になっていることから、援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。
- ・気候変動影響予測:HBではダウンスケーリングの方法についてAGCM20のダウンスケーリングを原則使用としているが、その後の各種研究・調査結果により必ずしもAGCM20が世界各地で適合するわけではないことが示されていること、また、各国とも自国に適合するモデルを基に国別報告等の気候変動対策ポリシーを策定していることから、利用モデルに関しても援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。

なお、同ハンドブックの概要は以下のとおりである。

過去の降雨パターンが将来にわたり変化しないという定常性を前提とした計画手法は、気候変動影響により今後通用しないとの認識に立ち、今後の計画策定では以下の点がこれまでとは根本的に異なるとしている。

- ・変動し続ける気候を相手にすることとなる。
- ・将来の影響を予測しながら計画策定、事業実施を行う。
- ・予測や適応に利用できる技術は日々進歩し、これに伴い水をマネジメントする制度も変わっていく、また、変えていかねばならない。

以上を踏まえ、水資源分野における検討方法を抜粋すると、以下ようになる。

1. 平水、地下水、湧水、水環境予測

計画目標年次は2040-50年とする。

流出解析においては、これまで考慮されてこなかった太陽放射、気温、風等について気候モデルの予測結果を取り入れた熱収支計算から行うべきである(なお、予算・技術上の制約により、使用モデルについては引き続き検討が必要)。地下水流動モデル、環境モデルはこれまでと同じモデルを使用する。

2. 現行施設・計画・管理:既存適応メカニズムの把握

適応策に活用できる既存の水マネジメントに関わる施設や計画、制度体制等を把握する。

- (a) 構造物対策
- (b) 制度・体制
- (c) これまで必ずしも実施されてこなかったが、コミュニティによる対策を実施するに当たり必要な調査項目
- (d) 都市計画や地域開発計画

3. 被害ポテンシャル・影響評価

4. 適応策検討

(1) 流域ガバナンス

関連する機関・セクターが多岐にわたり、コミュニティの自発的な活動が適応策のカギを握ることから、関係機関、専門家、有識者等から成る協議会を計画の早い段階から設置し、検討する。

(2) 気象水文観測

気候変動影響の評価精度向上、干ばつ等の現象の把握や警報を行うため、気象水文観測の向上・維持は水分野横断的な適応策である。

(3) 統合水資源管理：水利用・環境

- ・水資源マネジメントの強化
 - 統合水資源管理に係る計画策定と能力強化
 - 利水調整、水配分に係る制度整備、調整メカニズムの整備
 - 水資源のモニタリング、データ収集
 - 需要側マネジメントによる水使用の効率化
 - 地下水資源マネジメント
 - 水質汚濁対策
 - 既存水利施設の改善
- ・水資源貯留の強化
- ・新技術の導入
- ・産業構造の見直し

(4) 弱者・貧困対策

(5) 災害保険

(6) モニタリング（評価検証）、維持管理

3) Water and Adaptation to Climate Change³

GTZ（現 GIZ）の水資源分野適応策における発展途上国への協力の取り組み方についての基本的な考え方が記されているが、M/P やセクターリフォーム等の上流分野を主要なターゲットとしており、実際の調査指針等に関する記述はない。以下、本資料の概説である。

水資源減少への適応策は、通常開発の水資源計画や運営管理に組み入れることができ、また節水や水供給の柔軟化など水資源の計画や運営管理をさらに強化するものであることから、気候変動が起これなくても後悔しない対策であるとしている。これら水資源減少への適応策として、以下が挙げられている。

- ・気候変動対策の水資源計画への統合
- ・水資源知識ベースの整備・運用
- ・節水技術の普及・利用
- ・水供給における運営・統治の権限・方法の変革
- ・水供給量の増強
- ・水の多用途利用
- ・農業研究開発
- ・保険制度
- ・気候変動に関する認識の向上

上記を踏まえ、発展途上国の適応策実施における協力分野として以下が挙げられている。

- ・政策分析及び修正
- ・インフラ開発及び技術協力
- ・運営・統治の権限・方法の変革

なお、これらの技術協力は、気候変動対策が必要との認識がなされる前から GTZ が取り組んできた内容であり、適応策としての優先度と対象国での必要性に合わせて適宜修正を加えるとしている。

4) 「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的水資源マネジメント」について（中間とりまとめ）⁴

気候変動等のリスクに対する、日本国の水資源管理のあり方について検討したものであり、総合的水資源マネジメントの推進を提言している。M/P、F/S等において統合水資源管理を検討する際に大いに参照すべき内容であるが、実際の調査・立案手順等に関する記述はない。

本資料における、総合的水資源マネジメントの内容は以下のとおりである。

- 水を大切に使う社会の構築と安定した水資源の確保
 - 需要側・供給側の水資源マネジメント
 - （節水意識の高揚，水利用の合理化，既存ストックの積極的な活用による合理的な水供給）
 - 合理的な水資源配分の促進
 - （渇水調整の見直し，未利用水の転用促進，渇水時の一時融通に対する費用負担の促進）
- 量と質の一体的マネジメント
 - （総合的な水質改善の推進，安全な水質確保への対応，取排水系統を再編する場合の解決すべき検討項目）
- 震災・事故時等緊急時の水供給機能低下への対応
 - （基本的な考え方，アセットマネジメントによる施設の確実な機能確保，リダンダンシーのある体制の確立，緊急時の機動的な水供給体制の確立，備蓄の推進，セキュリティ対策の推進）
- 地表水と地下水が一体となったマネジメントの推進
 - （基本的な考え方，緊急時の水源としての適切な利用，地下水資源マネジメントの運用方策，地下水資源マネジメントの社会的合意形成）
- 豊かな水環境の保全・創出
 - （生態系への配慮，人と水との関わりの回復，水文化の保存・創造）

¹ IPCC. (2007). AR4 WGII Report.

² JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック ―水と地域を統合したしなやかなマネジメント―

³ GTZ. (2008). Water and Adaptation to Climate Change: Consequences for developing countries

⁴ 国土交通省. (2008). 「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的水資源マネジメント」について（中間とりまとめ）

2. 灌漑・排水サブセクター

指針：

- (1) 灌漑 (適応案件)
- (2) 灌漑 (通常開発+適応オプション)
- (3) 排水 (適応案件)
- (4) 排水 (通常開発+適応オプション)

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>気候変動により干ばつや洪水などの極端現象の悪化、降雨量や気温等の変化が想定される。これらの影響は天水農業への被害にとどまらず、既存の灌漑・排水地域でも水不足や洪水を引き起こす懸念がある。</p> <p>灌漑・排水サブセクターにおける適応策は、これら気候変動による農作物生産への影響に対し、水供給能力及び洪水排水能力の強化を通じて農業生産性の確保及び向上を行うものである。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による灌漑・排水サブセクターへの主な影響</p> <p>■降水量の減少・降水パターンの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天水農業が行われている地域において、水不足による農作物被害が生じる。 ・河川、地下水等の用水水源の水量が減少し、十分な灌漑水が取水できなくなる。 ・灌漑農業地域において、必要用水量が増加する。 <p>■降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農作物の湛水被害が発生する。 ・洪水により貯水施設・取水施設・用水路等が被害を受ける。 <p>■干ばつの頻度増加、強度の増大、期間の長期化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天水農業は壊滅的な被害を受ける。 ・灌漑農業（貯水機能を持たない場合、貯水機能を持つ場合のいずれにおいても）において水不足が生じる。 <p>■気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・春先の雪解け水が灌漑に重要な地域では、積雪量や雪解け時期の変化により、水量が不足する恐れがある。 ・氷河を水源とする灌漑地区において、短期的には利用可能水量が増加するが、長期的に利用可能水量が減少する。 ・蒸発散量の増加により必要用水量が増加する。 <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸部で地下水灌漑を行っている地域において、地下水が塩水化し農業用水利用が困難になる。 ・河口付近で河川水を灌漑に使用している地域において、塩水遡上により河川水の農業用水利用が困難になる。 ・海面の上昇により排水面が上昇し、排水不良がおこる。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して灌漑サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口、土地利用、産業活動等による水需要の増加、セクター間の水利用割合変化 ・産業構造の変化、土地利用転換、農作物需要の変化による必要用水量の変化 ・水管理慣行の変化による水利用効率の向上 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業技術の普及が進んでいる場合には、気象条件に柔軟に対応した栽培管理が可能となり、適応能力が高くなる。 ・農業普及担当部局や NGO 等の活動が活発であれば、適応能力が高くなる。 ・管轄機関の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・農業や灌漑に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 ・気象保険・損害保険や共済制度の有無及び加入状況により、農作物被害発生時の農民負担や発生

	<p>後の施設復旧能力が異なる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マイクロクレジット、農村金融等、農民への融資の仕組みが整っている場合、農作物被害発生後の農資機材購入等が行いやすく、適応能力が高い。 ・農民の生計状態や教育レベル等の社会経済条件が良い場合は、悪い場合に比べ、気候変動影響に対する自主的対処が行いやすく、適応能力が高くなる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト対象地域が広大な場合や各地に点在している場合を除き、農業気象の変化による農作物生育への影響はほぼ同様と考えることができる。 ・施設被害をもたらす洪水は降雨が低地に集水して発生するため、地形の影響を受ける。 ・地下水及び河口付近での塩水化による影響については、海面上昇に伴う塩水侵入の分布によって異なる。 <p>b) 灌漑サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設・区間ごとの施設整備状況、設計条件、整備時期、維持管理状況等が異なる場合には、感受性が異なる。 ・灌漑施設の水不足は水路の末端で発生しやすい。 ・地域によって作物や作付け時期が異なる場合には、その内容によって感受性が異なる。 ・排水不良は標高の低い地域に集中しやすい。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農家の社会経済条件により、適応能力が異なる。 ・農業担当部局や NGO の活動が地域ごとに異なる場合は、適応能力が異なる。
③適応策	<p>灌漑サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■貯水施設整備・改修</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨量減少、降水パターン変化、渇水対策として灌漑用水を貯留する。 ・貯水容量は将来的な気候変動影響を考慮した必要量を確保する。 (用水量変化、水面蒸発量変化、等) <p>■灌漑排水施設整備・改修</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨量減少、渇水対策として灌漑設備を整備もしくは改修する。 ・用水量は将来的な気候変動影響を考慮した必要量を確保する。 (取水位置、圃場用水量変化、等) <p>■節水灌漑導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑効率向上のため、パイプライン・システム、点滴灌漑等を導入する。 ・SRI (System of Rice Intensification) 等の節水栽培方法に切り替える。 <p>■排水路整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水や排水不良による農作物被害を軽減させるため、排水路の整備や排水河川の改良を行う。 ・排水容量は将来的な気候変動影響を考慮した必要量を確保する。 (海面上昇に伴う排水面上昇、降雨強度の増加、等) <p>■水管理の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日常の運営、維持補修、渇水時の対応等の組織力の強化や、テレメトリーシステム導入等による水管理システムの強化を通じ、気候変動への適応能力を強化する。

	<p>■参加型灌漑農業開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農民の農業及び灌漑システムへの関心・知識・コミットメントを高めることにより、灌漑農業を通じた気候変動への適応能力を強化する。
④ マルアダプテーション	<p>灌漑サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水源・取水位置変更においては、他の取水施設との競合が発生する。 <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来の気候変動により、施設の容量に不足が生じる、あるいは施設の安全性に影響が生じる。 ・地下水の過剰取水により塩水侵入が促進され、地下水が塩水化し農業用水利用が困難になる。 ・洪水発生時のポンプ等排水設備運用において、設備がカバーする地域間で互いに外部への排水を行うことにより、相互に効果を相殺しうる。

指針：灌漑（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応策の必要性</u> 気候変動による影響で、降水量の減少や降水パターンの変化、干ばつの増加により、農作物被害が懸念される。</p> <p>■<u>適応策の内容</u> 灌漑施設の整備・拡張・機能改善、節水灌漑導入等により、渇水時の被害を低減する。</p> <p>■<u>適応策による効果</u> 気候変動による渇水時の農作物被害が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象地域における過去の気象・水文記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象・水文観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における蒸発散量、降水量・降水パターン及び水源河川流量を計算するとともに、灌漑用水量を算出する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等をレビューし、対象地域の気候変動への脆弱性を変化させうる要因を確認する。要因については以下が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑対象地域の拡大シナリオ ・ 他の水利用との競合 ・ 対象地域及び近隣地域の産業転換・発展や都市化による農業及び管理の衰退 <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 渇水時の農業被害 過去の渇水時における農作物被害について、ステークホルダー（農業担当部局、農民等）における収集・聞き取り調査を通じて把握し、被害や脆弱な地域を整理する。 ・ 洪水等による施設被害状況 対象地域の過去の洪水等気象災害による施設被害をステークホルダー（灌漑担当部局、水管理組合、農民等）からの聞き取り調査や記録の確認を通じて把握し、施設被害を整理する。 <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の状況 既存灌漑施設に関する図書のレビュー及びインベントリ調査から、施設の設計容量及び維持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。 ・ 施設の運用状況 水管理組合の運営状況及び水管理記録、ステークホルダーからの聞き取り調査により、灌漑系統内での運用状況の差の有無及びその要因について把握する。

c) 気候変動に対する感受性

過去の農作物被害及び施設被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の灌漑施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の渇水時の作物被害及び洪水等による施設被害の感受性を検討する。



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

・農業普及担当部局、NGOの関与状況

農民及び灌漑農業へのサポート状況・能力を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。

- 農業担当部局の予算、活動状況
- NGOの予算、活動状況

・管轄部局の復旧能力

災害復旧に関する管轄部局の予算・活動状況。

・研究機関の存在・能力

農業や灌漑に関する研究機関等の存在・研究状況。

・気象による農作物及び施設被害への補償

農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力として、以下について検討する。

- 気象保険・損害保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の負担軽減・復旧能力

・農民への融資の仕組み

農作物被害発生後の農民の生活維持や農資機材購入資金の調達能力として、以下について検討する。

- マイクロクレジットや農村金融の仕組み、利用の容易さ。

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

・農民の社会経済状況

農民の社会経済状況を把握し、対象地域全体の適応能力及び地域内での適応能力の格差について検討する。農民の社会経済状況の指標としては、以下のものが挙げられる。

- 少数民族・再植地域：他地域との格差・差別
- 収量・農業収入・生計に農業が占める割合：極端現象による不作が農民に及ぼす影響
- 教育レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 農民の健康状態：気候変動による衛生悪化が労働力に及ぼす影響
- 政府補助金割合：農民の主体的行動意欲



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
農業普及担当部局・NGOの関与状況	良好		劣悪
管轄部局の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	ある・充実		無い・貧弱
農作物及び施設被害への補償	充実		貧弱
農民への融資の仕組み	充実		貧弱
農民の社会経済状況	良好		劣悪

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	干ばつ被害の減少	経済評価 定量	農家年間所得増加額 実灌漑面積 土地利用率 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性
	施設被害の減少	定量	-
農業普及担当部局・NGOの関与状況	農民の営農栽培知識の向上	定性	-
管轄部局の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
農作物及び施設被害への補償	農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力の向上	定性	-
農民への融資の仕組み	農作物被害発生後の農民の生活維持や資機材購入資金の調達能力の向上	定性	-
農民の社会経済状況	農民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上	定量	灌漑面積 取水量
ソフト対策	水管理の向上	定量	水利費徴収率 水利組合組織化数
その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-
	ステークホルダーの意識向上	定性	-

③ 適応策の事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>干ばつ被害の減少</td> <td>経済評価 定量</td> <td>農家年間所得増加額 実灌漑面積 土地利用率 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性</td> </tr> <tr> <td>施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農業普及担当部局・NGOの関与状況</td> <td>農民の営農栽培知識の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>管轄部局の復旧能力</td> <td>災害発生後の復旧能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>研究機関の存在・能力</td> <td>適応能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農作物及び施設被害への補償</td> <td>農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農民への融資の仕組み</td> <td>農作物被害発生後の農民の生活維持や資機材購入資金の調達能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農民の社会経済状況</td> <td>農民の気候変動に対する適応能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上</td> <td>定量</td> <td>灌漑面積 取水量</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>水管理の向上</td> <td>定量</td> <td>水利費徴収率 水利組合組織化数</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>参加型灌漑農業開発の実施状況</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	干ばつ被害の減少	経済評価 定量	農家年間所得増加額 実灌漑面積 土地利用率 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性	施設被害の減少	定量	-	農業普及担当部局・NGOの関与状況	農民の営農栽培知識の向上	定性	-	管轄部局の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-	農作物及び施設被害への補償	農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力の向上	定性	-	農民への融資の仕組み	農作物被害発生後の農民の生活維持や資機材購入資金の調達能力の向上	定性	-	農民の社会経済状況	農民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上	定量	灌漑面積 取水量	ソフト対策	水管理の向上	定量	水利費徴収率 水利組合組織化数	その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																																				
将来の気候変動に対する感受性	干ばつ被害の減少	経済評価 定量	農家年間所得増加額 実灌漑面積 土地利用率 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性																																																				
	施設被害の減少	定量	-																																																				
農業普及担当部局・NGOの関与状況	農民の営農栽培知識の向上	定性	-																																																				
管轄部局の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-																																																				
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-																																																				
農作物及び施設被害への補償	農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力の向上	定性	-																																																				
農民への融資の仕組み	農作物被害発生後の農民の生活維持や資機材購入資金の調達能力の向上	定性	-																																																				
農民の社会経済状況	農民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-																																																				
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																																				
ハード対策	各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上	定量	灌漑面積 取水量																																																				
ソフト対策	水管理の向上	定量	水利費徴収率 水利組合組織化数																																																				
その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-																																																				
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																																																				
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p>																																																						

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ</p> <p>プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（貯水池・調整池の設置・拡張余地、代替水源の必要性及び候補の有無） ・用水量増加への対応（用水路および付帯施設の拡張余地） ・洪水量増加への対応（排水路および付帯施設の拡張余地） <p>3) マルアダプテーションの考慮</p> <p>プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																												
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="335 716 518 750"></th> <th data-bbox="518 716 742 750">必要なデータ</th> <th data-bbox="742 716 1396 750">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="335 750 1396 795">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 795 518 940">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td data-bbox="518 795 742 940">過去の気象・水文</td> <td data-bbox="742 795 1396 940">対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 940 518 1164" rowspan="2">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td data-bbox="518 940 742 1052">将来の気候</td> <td data-bbox="742 940 1396 1052">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1052 742 1164">社会経済的変動要因</td> <td data-bbox="742 1052 1396 1164">対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 1164 518 1657" rowspan="4">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td data-bbox="518 1164 742 1321">農業収量履歴</td> <td data-bbox="742 1164 1396 1321">作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1321 742 1400">施設被害</td> <td data-bbox="742 1321 1396 1400">事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1400 742 1467">既存施設の設計容量</td> <td data-bbox="742 1400 1396 1467">施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1467 742 1657">既存施設の状況</td> <td data-bbox="742 1467 1396 1657">インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 1657 518 1859" rowspan="2">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td data-bbox="518 1657 742 1769">農業普及担当部局・NGOの状況</td> <td data-bbox="742 1657 1396 1769">カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1769 742 1859">管轄部局の復旧能力</td> <td data-bbox="742 1769 1396 1859">予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> </tbody> </table>		必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。	施設被害	事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の設計容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。	管轄部局の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	必要なデータ	留意点																											
②脆弱性評価																													
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。																											
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。																											
	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。																											
3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。																											
	施設被害	事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																											
	既存施設の設計容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。																											
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																											
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。																											
	管轄部局の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																											

	農作物及び施設被害への補償	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。
	農民への融資の仕組み	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。
	農民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。

指針：灌漑（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 農業生産性の向上のため、灌漑施設の新設や改修、拡張等を実施する。将来の気候変動影響による水不足により、灌漑効率が低下する危険性がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、期待した灌漑農業が営まれる。</p>																																	
② 脆弱性評価（危険性・変化）	対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象・水文状況を特定する。																																	
③ 適応オプションの検討	将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 灌漑施設の整備・拡張・機能改善、節水灌漑導入及び水管理の向上等の施策が考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。																																	
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 801 1385 1081"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td rowspan="2">干ばつ被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>農家年間所得増加額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性</td> </tr> <tr> <td></td> <td>施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1160 1385 1440"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上</td> <td>定量</td> <td>灌漑面積 取水量</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>水管理の向上</td> <td>定量</td> <td>水利費徴収率 水利組合組織化数</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>参加型灌漑農業開発の実施状況</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	干ばつ被害の減少	経済評価	農家年間所得増加額	定量	実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性		施設被害の減少	定量	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上	定量	灌漑面積 取水量	ソフト対策	水管理の向上	定量	水利費徴収率 水利組合組織化数	その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																															
将来の気候変動に対する感受性	干ばつ被害の減少	経済評価	農家年間所得増加額																															
		定量	実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性																															
	施設被害の減少	定量	-																															
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																															
ハード対策	各種対策工による灌漑地域の面積増大や計画確率年の向上	定量	灌漑面積 取水量																															
ソフト対策	水管理の向上	定量	水利費徴収率 水利組合組織化数																															
その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-																															
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																															
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（貯水池・調整池の設置・拡張余地、代替水源の必要性及び候補の有無） ・用水量増加への対応（用水路および付帯施設の拡張余地） ・洪水量増加への対応（排水路および付帯施設の拡張余地） 																																	

	3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。																
⑥ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 347 518 380"></th> <th data-bbox="526 347 742 380">必要なデータ</th> <th data-bbox="750 347 1396 380">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 392 1396 425">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 436 518 548"></td> <td data-bbox="526 436 742 548">将来の気候</td> <td data-bbox="750 436 1396 548">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 560 1396 593">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 604 518 705"></td> <td data-bbox="526 604 742 705">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="750 604 1396 705">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は それを参照して、適応策検討を行う。
		必要なデータ	留意点														
	②脆弱性評価																
		将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。														
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は それを参照して、適応策検討を行う。															
②脆弱性評価																	
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文データを基に予測する。															
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は それを参照して、適応策検討を行う。															

指針：排水（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応策の必要性</u></p> <p>将来の気候変動による影響で、洪水頻度及び強度が増加し、農作物の湛水被害が増大する危険性がある。</p> <p>■<u>適応策の内容</u></p> <p>排水施設の整備・拡張・機能改善により、洪水時の被害を低減する。</p> <p>■<u>適応策による効果</u></p> <p>気候変動による洪水時の農作物被害が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</p> <p>対象地域における過去の気象・水文記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象・水文観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握</p> <p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における降水量・降水パターンから排水量を算出するとともに、排水河川流量・水位を算定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握</p> <p>対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等をレビューし、対象地域の気候変動への脆弱性を変化させようの要因を確認する。要因については以下が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農地の洪水時遊水地としての利用に関する政策 ・ 対象地域及び近隣地域の産業転換・発展や都市化による農業の衰退 <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水時及び排水不良による収量変動 <p>過去の洪水時及び排水不良発生時における農作物被害について、ステークホルダー（農業担当部局、農民等）における収集・聞き取り調査を通じて把握し、被害を整理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水等による施設被害状況 <p>対象地域の過去の洪水等気象災害による施設被害をステークホルダー（灌漑担当部局、水管理組合、農民等）からの聞き取り調査や記録の確認を通じて把握し、施設被害を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の状況： <p>既存の排水機能（排水路、排水河川、排水ポンプ等）に関する図書のレビュー及びインベントリ一調査から、施設的设计容量及び維持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の運用状況 <p>ポンプ排水等の運用が必要な排水機能がある場合は、運営状況及び記録、ステークホルダーからの聞き取り調査により、対象地域内での運用状況の差の有無及びその要因について把握する。また、設備がカバーする地域同士でお互いに外部に排水し相互に効果を相殺していないか、協働についての共通認識を有しているかについて確認する。</p>

c) 気候変動に対する感受性

過去の農作物被害及び施設被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の排水施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の洪水時の農作物被害及び施設被害の感受性を検討する。



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

・農業普及担当部局、NGOの関与状況

農民及び灌漑農業へのサポート状況・能力を把握する。指標としては、以下のものが挙げられる。

- 農業担当部局の予算、活動状況
- NGOの予算、活動状況

・管轄部局の復旧能力

災害復旧に関する管轄部局の予算・活動状況。

・研究機関の存在・能力

農業や灌漑に関する研究機関等の存在・研究状況。

・気象による農作物及び施設被害への補償

農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力として、以下について検討する。

- 気象保険・損害保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の負担軽減・復旧能力

・農民への融資の仕組み

農作物被害発生後の農民の生活維持や農資機材購入資金の調達能力として、以下について検討する。

- マイクロクレジットや農村金融の仕組み、利用の容易さ。

b) 気候変動影響を悪化させる要因の確認

・農民の社会経済状況

農民の社会経済状況を把握し、対象地域全体の適応能力及び域内での適応能力の格差について検討する。農民の社会経済状況の指標としては、以下のものが挙げられる。

- 少数民族・再入植地域：他地域との格差・差別
- 収量・農業収入・生計に農業が占める割合：極端現象による不作が農民に及ぼす影響
- 教育レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 農民の健康状態：気候変動による衛生悪化が労働力に及ぼす影響
- 政府補助金割合：農民の主体的行動意欲



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
農業普及担当部局・NGOの関与状況	良好		劣悪
管轄部局の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	ある・充実		無い・貧弱
農作物及び施設被害への補償	充実		貧弱
農民への融資の仕組み	充実		貧弱
農民の社会経済状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	洪水・排水不良による作物被害の減少	経済評価 定量	農家年間所得増加額 実灌漑面積 土地利用率 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性
	施設被害の減少	定量	-
農業普及担当部局・NGOの関与状況	農民の営農栽培知識の向上	定性	-
管轄部局の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
農作物及び施設被害への補償	農作物被害発生時の農民への負担軽減、施設復旧能力の向上	定性	-
農民への融資の仕組み	農作物被害発生後の農民の生活維持や農資機材購入資金の調達能力の向上	定性	-
農民の社会経済状況	農民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上	定量	-
ソフト対策	排水管理の向上	定性	-
その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-
	ステークホルダーの意識向上	定性	-

<p>④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項</p>	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（貯水池・調整池の設置・拡張余地、代替水源の必要性及び候補の有無） ・用水量増加への対応（用水路および付帯施設の拡張余地） ・洪水量増加への対応（排水路および付帯施設の拡張余地） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																													
<p>⑤ 必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td>過去の気象・水文</td> <td>対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>社会経済的変動要因</td> <td>対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td>農業収量履歴</td> <td>作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td>施設被害</td> <td>事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の設計容量</td> <td>施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する</td> </tr> <tr> <td>既存施設の状況</td> <td>インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td>農業普及担当部局・NGOの状況</td> <td>カバーエリア毎の農業普及担当部局や NGO の予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td>管轄部局の復旧能力</td> <td>予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。	施設被害	事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の設計容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局や NGO の予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。	管轄部局の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	必要なデータ	留意点																												
②脆弱性評価																														
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。																												
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。																												
	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。																												
3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。																												
	施設被害	事象毎の施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																												
	既存施設の設計容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する																												
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																												
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局や NGO の予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。																												
	管轄部局の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																												

	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	農作物及び施設被害への補償	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。
	農民への融資の仕組み	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。
	農民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における2次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。
	その他	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。

指針：排水（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■適応オプションの必要性</p> <p>農作物の湛水被害軽減のために排水施設の新設や改修、拡張等を実施する。 将来の気候変動影響による排水河川の水量増加や洪水頻度及び強度の増加により、期待した排水機能が発揮できない可能性がある。</p> <p>■適応オプションの内容</p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応オプションによる効果</p> <p>気候変動影響が生じた場合においても、洪水時の農作物被害が軽減される。</p>																																	
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象・水文状況を特定する。</p>																																	
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 排水施設の整備・拡張・機能改善、排水河川の改良等の施策が考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																																	
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="336 913 1390 1249"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td rowspan="2">洪水・排水不良による作物被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>農家年間所得増加額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性</td> </tr> <tr> <td></td> <td>施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="336 1323 1390 1570"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>排水管理の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>参加型灌漑農業開発の実施状況</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	洪水・排水不良による作物被害の減少	経済評価	農家年間所得増加額	定量	実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性		施設被害の減少	定量	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上	定量	-	ソフト対策	排水管理の向上	定性	-	その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定量	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																															
将来の気候変動に対する感受性	洪水・排水不良による作物被害の減少	経済評価	農家年間所得増加額																															
		定量	実灌漑面積 土地利用 主要農作物別生産高 主要農作物別生産性																															
	施設被害の減少	定量	-																															
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																															
ハード対策	各種対策工による排水地域の面積増加や計画確率年の向上	定量	-																															
ソフト対策	排水管理の向上	定性	-																															
その他	参加型灌漑農業開発の実施状況	定量	-																															
	ステークホルダーの意識向上	定量	-																															
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ</p> <p>プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p>																																	

	<ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量減少への対応（貯水池・調整池の設置・拡張余地、代替水源の必要性及び候補の有無） ・用水量増加への対応（用水路および付帯施設の拡張余地） ・洪水量増加への対応（排水路および付帯施設の拡張余地） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																
⑥ 必要となるデータ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">必要なデータ</th> <th style="width: 35%;">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td></td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>適応策に係る計画等資料</td> <td>対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点															
②脆弱性評価																	
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。															
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。															

参考文献及びその相違点の整理

1) Climate Change and Agriculture¹

気候変動対策として、農業分野における緩和策・適応策のあり方に関するGTZの考え方が示されている。

本資料はGTZがODAを実施する際の基本姿勢を示したものであり、M/P、F/S等の調査段階での実施方針・方法との記述はなされていない。以下、本資料の概説である。

適応策に関しては、個人レベルの自主的な適応策と政策的な適応策の二通りがあり、自主的な適応策は市場原理の働いた民間部門の適応策であり、政策的な適応策とは市場原理では上手くいかない公的なものと区別している。

表 適応反応及びその問題点²

	自主的な適応策	政策的な適応策
短期的行動	<ul style="list-style-type: none"> ● 作物選定、耕作地域、種まき時期 ● 保険 	<ul style="list-style-type: none"> ● 予測精度の向上 ● 気候リスクに関する研究
長期的行動	<ul style="list-style-type: none"> ● 民間投資（圃場レベルの灌漑） ● 民間による作物研究 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模な公的投資（水、貯蔵、道路） ● 作物研究
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ● 裕福でない者には費用負担が大きい ● 社会的セーフティネット ● 各種のトレードオフ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 投資リターンの不確実性 ● 費用

自主的な適応策も含め、最終的に適応策の推進あるいは中止を決定するのは政策であり、それらを実施するためには中央及び地方政府の適切なレベルで採用され、受益者と直接関わる機関が実施することが重要である。適応策とそれを推進する政策は以下のとおりである。

表 適応オプションおよび推進のための政策³

	適応策	適応策推進のための政策
短期的行動	リスク担保のための農作物保険	保険へのアクセスの改善、リスク管理、価格形成インセンティブの見直し、等
	生産性向上及び疫病防止のための作物・家畜の多様化	農業普及サービス、財政支援、等
	作物被害リスク減少のための営農時期の調整	農業普及サービス、価格政策、等
	作付強度の変更	農業普及サービスの改善、価格政策調整
	新たな気候状況に適応する家畜管理	農業普及サービスの供給
	耕作方法等の変更	農業普及サービス、価格政策、等
	気象災害の耐性強化のためのリスク多様化に関する一時的な緩和	雇用・職業訓練機会の提供
	一時的対策としての食料保存・貯蔵	
	混作の変更	アクセス及び値頃感の改善、価格見直し、等
	農作業の現代化	科学技術利用の促進
	収入機会の多様化のための移住	教育・訓練
投資のための土地利用権及び借地権の明確化	法の改正及び施行	
短期及び長期的行動	気候変動ストレス（干ばつ、高温等）に対する作物及び家畜技術の開発	農業研究（作物・家畜開発）、農業普及サービス
	市場の効率の発展	地方インフラへの投資、市場における障壁の撤去、財産権、等
	灌漑及び貯水の拡張	公的及び民間投資
	効率的な水利用	水価格制度の変革、財産権の明確な定義、等
	国際貿易の促進	価格及び為替政策
	予測メカニズムの改善	全分野に配信すべき情報ニーズ、等
	組織強化及び意思決定体制	農業における既存組織の変革、等

適応策の評価に関しては、環境面、技術面、経済面から多角的な評価が必要としているが、評価基準はさらに検討する必要があるとしている。

発展途上国における適応策の実施に関して、次の3つの示唆があるとしている。

- ・適応戦略の推進と開発計画への統合：適応策の選定・実施は気候変動対策に関する政策に合わせて実施すべきである。
- ・財政の確保：援助機関及び投資家が発展途上国への財政面の支援を行うべきである。
- ・保険制度の推進：発展途上国の保険制度は未成熟であり、検討すべきである。

また、当面の気候変動影響への対策として適応策は重要であるが、気候変動影響が大きくなると適応策の費用が莫大なものになるため、緩和策の推進も必要であるとしている。

2) 農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方⁴

灌漑・排水を含む農業農村整備における日本国での気候変動対策を検討したものであり、適応策のみならず緩和策や国際貢献についても検討がなされている。また、農業の持つ多面的機能に着目し、防災等に関する適応策への貢献（貢献策としている）についても方向性が示されている。

灌漑・排水施設や水管理組合、農業試験所などが整備されている日本における考え方であり、途上国支援において直接参考にするには難しいが、基本的な考え方は有用であると考えられる。以下、概説を示す。

適応策の展開方向として、(1)農地、農業用水に対する適応策の展開方向、(2)土地改良施設に対する適応策の展開方向、(3)広域的な地域でのリスク評価・管理のあり方、が示されており、以下概略を説明する。

(1) 農地、農業用水に対する適応策の展開方向

農地、農業用水における気候変動による影響予測評価の検討方向として、平均気温の上昇、降水形態の変化、平均海面水位の上昇に関し、各種モデル・評価等の項目が示されている。

次に、予測評価を踏まえた上で、適応策としては順応的な対応（①リスク度合いの把握と現象の観測・監視、②順応型管理による適応、③機能増進による適応）が適当であるとしている。これらの順応的な対応においては営農的な対応が主になるが、農地・農業用水等の基盤の整備が必須であるものも多く、基盤整備のあり方を検討する必要があるとしている。また、水利調整による対応の可能性についても検討が必要であるとしている。

(2) 土地改良施設に対する適応策の展開方向

土地改良施設に対する適応策についても、農地、農業用水同様に順応的な対応が基本であるとし、具体的に以下が考えられるとしている。

表 土地改良施設に対する適応策の展開方向⁵

現象	適応策の方向
平均気温の上昇	<ul style="list-style-type: none"> ● 渇水、干ばつによる利水安全度の低下に適切に対処するため、水源施設、送水施設の適切な管理運用、施設機能の維持・増強 ● 既存の水源施設、送水施設を有効活用した、水温・水質の変化に対応した用水管理手法の確立
降水形態の変化	<ul style="list-style-type: none"> ● 渇水、干ばつによる利水安全度の低下に適切に対処するため、水源施設、送水施設の適切な管理運用、施設機能の維持・増強 ● 利水安全度を維持するための、新たな利水運用ルールの検討・調整 ● 増勢する水象変化に対して、農業水利施設の安全な洪水・排水対応を確保するため、施設操作方法の見直しと安全管理体制の強化、施設改修などによる洪水流下・排水機能の増強
平均海面水位の上昇	<ul style="list-style-type: none"> ● 増勢する水象変化に対応して、施設の安全性・排水対応を確保するため、海岸保全施設の改修・補強や施設・地域の防災安全管理体制の強化 ● 水象変化に対して、沿岸地域の安定取水を確保するため、取水施設の適切な管理運用による機能の維持

近年の土地改良施設の更新事業では、気象の長期的変化により、計画基準値を変更させている事例が見受けられるため、まず基幹的な施設において建設当時と現時点の気象・水象の変化を踏まえた規模・構造の検証を行う必要がある、としている。さらに、気象・水象データを継続的に蓄積・把握し、既存施設の許容量の検証、定期的な点検体制の構築を図る必要があり、併せて脆弱な地域または緊急にもしくは近い将来に整備が見込まれる地域において、地球温暖化の影響を踏まえた施設整備を検討することも必要である、としている。

(3) 広域的な地域でのリスク評価・管理のあり方

日本水土図鑑 GIS では基幹水利施設や農道などの情報が GIS 上に整備されており、これに気象・海象データ等を連携統合し、広域的に評価・管理することが望ましい、としている。

貢献策としては以下が検討されている。

- ・農地の有効利用による資源作物栽培の促進
- ・土地改良施設を活用した洪水防止
- ・リスクヘッジ機能としての健全な水循環の維持
- ・生物多様性及び環境用水の確保

さらにこれら気候変動対策（適応策・緩和策・貢献策）を実施する上で、関係主体の役割分担についても以下のように検討がなされている。

(1) 国と地方の役割分担

国は農業農村整備における適切な気候変動対策を示すこと、そしてわかりやすい施策を用意する必要がある。その際に、土地改良区や地域の農民・住民が積極的に参加する仕組みとする。

公的な研究機関は科学的かつ客観的な情報・知見の蓄積を通じ、気候変動影響の評価結果などの確度の向上に努めることが期待される。

地方公共団体は、地域の条件に合った適切な対応策を国と共に検討するとともに、地域住民などを主導することが期待される。

地域レベルの対応では、監視や管理面、危機管理等については、土地改良区や農業者、住民が連携した地域全体での取り組みが期待される。

(2) 地域の知恵の評価・活用

県農業試験場や普及センターで開発・保有している地域独自の営農技術の評価・導入・普及促進が必要である。一部の土地改良区では情報技術を活用して施設の管理運用情報の強化を図っており、適応策として応用可能であり、評価・普及促進が期待される。

流域保全に関しても、農地、農業用水を活用した水循環保全活動や、土地改良区を中心とした協議会を設立して水質保全活動を行っている地域もあり、これらをモデル地域として流域全体で地域住民と連携・協業する取り組みを検討していくことも考えられる。

¹ GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities

² GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities p23, Table 4. (調査団和訳)

³ Kurukulasuriya and Rosenthal. (2003) (GTZ. (2008), p24, Table 5.) (調査団和訳)

⁴ 農林水産省. (2008). 農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方

⁵ 農林水産省. (2008), p.12

3. 営農強化サブセクター

指針：


- (1) 営農強化（適応案件）
- (2) 営農強化（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>営農は元来気象要素との関連性が高く、気候変動による降水量や気温等の変化や干ばつ・洪水などの極端現象の影響を受けやすい。営農強化サブセクターにおける気候変動適応策とは、品種変更・改良、栽培管理改善やポスト・ハーベスト、農民組織強化など、ソフト対策を中心に気候変動に対する脆弱性を低減するものである。</p>
②脆弱性	<p>1) 気候変動による営農強化サブセクターへの主な影響</p> <p>■<u>二酸化炭素濃度の上昇</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・光合成が活発になり、収量の増加につながる。 <p>■<u>降水量の減少・降水パターンの変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・降水や灌漑用水の減少に伴い、水不足による生育不良が生じる。 <p>■<u>降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量が増加し、収量の増加につながる。 ・水はけが悪化し、農作物被害が生じる。 ・豪雨および強風により倒伏したり、作物・樹木の損傷被害が生じる。 ・高潮により農地が塩水冠水を受け塩害が発生する。また、潮風により作物に塩分が付着する。 ・営農施設・設備が被害を受ける。 <p>■<u>干ばつの頻度増加、強度の増大、期間の長期化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・天水農業においては壊滅的な農作物被害が生じうる。 <p>■<u>気温の上昇</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・作物の栽培適地が移動するため、栽培地における作物収量が増減する。 ・高温による作物被害が生じる。 ・施設園芸において、暖房費は減少するが冷房費は増加する。 <p>■<u>海水面の上昇</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩水遡上、地下水の塩水化、海水の田畑への侵入等により、農地の塩害が発生する。 <p>■<u>日照の変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・日照が増える場合は、増収につながる。 ・日照不足の場合は、生育不良が生じる。 <p>■<u>その他</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・越冬不可であった害虫が越冬できるようになり、季節的な被害から年中の被害になるなど、被害の拡大が懸念される。 ・その他病虫害の増加や新たな病虫害・外来種の発生が懸念される。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して営農強化サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口、産業構造、政策、市場価格の変化等による作物ごとの農作物需要の変化。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑・排水施設や貯水施設が整備されている場合には、降水量の変化や干ばつ・洪水などの極端現象に対する適応能力が高くなる。 ・灌漑地域で水管理組合などが組織されている場合には、組織的な水管理効率化により適応能力が高くなる。 ・農業普及担当部局や NGO 等の活動が活発であれば、適応能力が高くなる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・農業に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 ・損害保険や共済制度により、農作物被害や施設被害発生時の農民負担が軽減される。 ・マイクロクレジット、農村金融等、農民への融資の仕組みが整っている場合、農作物被害発生後の農資機材購入等が行いやすく、適応能力が高い。 ・農民の生計状態や教育レベル等の社会経済条件が良い場合は、悪い場合に比べ、気候変動影響に対する自主的対処が行いやすく、適応能力が高くなる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト対象地域が広大な場合や各地に点在している場合を除き、農業気象の変化による農作物生育への影響はほぼ同様と考えることができる。 ・塩水化や塩害等の被害は、海に近い地域で発生しやすい。 ・洪水被害は標高の低い地域に集中しやすい。 <p>b) 営農強化サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって技術普及状況、園芸施設やポスト・ハーベスト施設等の施設整備状況に違いがある場合には、感受性が異なる。 ・地域によって作物や作付時期が異なる場合には、その内容によって感受性が異なる。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって灌漑・排水施設の整備状況が異なる場合には、適応能力が異なる。 ・農家の社会経済条件により、適応能力が異なる。 ・農業担当部局やNGOの活動が地域ごとに異なる場合は、適応能力が異なる。
③適応策	<p><u>営農強化サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</u></p> <p>■栽培管理改善・営農普及</p> <ul style="list-style-type: none"> ・栽培転換も含む作付体系の見直し、灌水・施肥・防除・除草の改善、農業資機材の適切な使用 ・気象情報の提供及びそれに基づく営農指導、農業技術の普及 ・施設栽培 ・精密農業 <p>■作物品種改良・導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象災害や気候変動に耐性あるいは適応性の高い作物品種の開発・改良・導入 <p>■ポスト・ハーベストの強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・収穫後の気象による品質低下防止のためのポスト・ハーベスト施設の導入・運営及び処理 <p>■その他農民支援</p> <p>主に農民の生計や資金調達力を向上させ、一時的な農作物被害の農民への影響を緩和する施策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農民組織の強化（販売力、資機材購入力等の強化） ・マイクロクレジット、農村金融 ・農業ポータル等のBOP (Base of Pyramid) ビジネス
④マルアダプテーション	<p><u>灌漑サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</u></p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・栽培転換や新品種導入による病虫害の増加や新規病虫害の侵入 <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気温や降水も含む利用可能水量等の栽培環境の変化

指針：営農強化（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■適応策の必要性 気候変動による影響で、従来の農作物が栽培に適さなくなる、栽培時期がずれる、収穫後の品質低下が激しくなる、等の被害が懸念される。</p> <p>■適応策の内容 品種変更・改良、栽培管理改善やポスト・ハーベスト、農民組織強化などを通じ、営農を強化する。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による農作物被害が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象地域における過去の気象記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における栽培環境を把握する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等をレビューし、対象地域の気候変動への脆弱性を変化させようとする要因を確認する。要因については以下が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農地の洪水時遊水地としての利用に関する政策 ・ 対象地域及び近隣地域の産業転換・発展や都市化による農業の衰退 <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 過去の干ばつや高温、日照不足、洪水等気象災害時における農作物被害について、ステークホルダー（農業担当部局、農民等）における収集・聞き取り調査を通じて把握し、対象地域における営農の気象に対する被害を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農民の営農技術状況 農民の営農栽培技術について、ステークホルダー（農業担当部局、農民等）における収集・聞き取り調査により把握する。 ・ 施設の状況 栽培施設やポスト・ハーベスト施設に関し、ステークホルダー（農業担当部局、農民等）における収集・聞き取り調査から、施設の状況を確認する。 <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の農作物被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の営農技術や施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p>

ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

- ・ 灌漑・排水施設の整備・運用状況

- ・ 農業普及担当部局、NGO の関与状況

農民及び灌漑農業へのサポート状況・能力を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。

- 農業担当部局の予算、活動状況
- NGO の予算、活動状況

- ・ 研究機関の存在・能力

農業に関する研究機関等の存在・研究状況。

- ・ 気象による農作物及び施設被害への補償

農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力として、以下について検討する。

- 気象保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の負担軽減・復旧能力

- ・ 農民への融資の仕組み

農作物被害発生後の農民の生活維持や農資機材購入資金の調達能力として、以下について検討する。

- マイクロクレジットや農村金融の仕組み、利用の容易さ。

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

- ・ 農民の社会経済状況

農民の社会経済状況を把握し、対象地域全体の適応能力及び域内での適応能力の格差について検討する。農民の社会経済状況の指標としては、以下のものが挙げられる。

- 少数民族・再入植地域：他地域との格差・差別
- 収量・農業収入・生計に農業が占める割合：極端現象による不作が農民に及ぼす影響
- 教育レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 農民の健康状態：気候変動による衛生悪化が労働力に及ぼす影響
- 政府補助金割合：農民の主体的行動意欲



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
灌漑施設の整備・運用状況	ある・充実		無い・貧弱
農業普及担当部局・NGO の関与状況	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	ある・充実		無い・貧弱
農作物及び施設被害への補償	充実		貧弱
農民への融資の仕組み	充実		貧弱
農民の社会経済状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価	＜事業検討時における評価＞			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	農作物被害の減少	経済評価	農業粗収益 戸当たり農業粗収益
			定量	作物別作付面積 作物別収穫面積 作物別収穫量 作物別販売数量及び価格
	灌漑施設の整備・運用状況	干ばつ・洪水被害の減少	定量	灌漑面積 実灌漑面積 水利費徴収率 水利組合組織化数 主要農作物別生産高 土地利用率 主要農作物別生産性
	農業普及担当部局・NGOの関与状況	農民の営農栽培知識の向上	定性	-
	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
	農作物及び施設被害への補償	農作物被害発生時の農民への負担軽減や施設復旧能力の向上	定性	-
	農民への融資の仕組み	農作物被害発生後の農民の生活維持や農資機材購入資金の調達能力の向上	定性	-
農民の社会経済状況	農民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-	
	＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
	ソフト対策	栽培管理の改善 （作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況）	定性	-
		栽培管理の改善 （温室や精密農業導入、農業資機材）	定量	-
		作物品種改良・導入状況	定量	-
		ポスト・ハーベストの強化 （施設の導入・運営状況）	定量	-
		農民支援の状況 （農民組織強化、農民への融資、等）	定性	-
	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。			

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																									
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 492 518 526"></th> <th data-bbox="526 492 742 526">必要なデータ</th> <th data-bbox="750 492 1428 526">留 点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 537 1428 571">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 571 518 716">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td data-bbox="526 571 742 716">過去の気象</td> <td data-bbox="750 571 1428 716">対象地域の気象観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 716 518 907" rowspan="2">2) 気候変動に関係する危険性・変化</td> <td data-bbox="526 716 742 795">将来の気候</td> <td data-bbox="750 716 1428 795">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 795 742 907">社会経済的変動要因</td> <td data-bbox="750 795 1428 907">対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 907 518 1243" rowspan="3">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td data-bbox="526 907 742 1064">農業収量履歴</td> <td data-bbox="750 907 1428 1064">作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎あるいは村（行政最小単位）毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1064 742 1176">農民の営農技術状況</td> <td data-bbox="750 1064 1428 1176">対象農民の営農技術状況を、農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1176 742 1243">施設の状況</td> <td data-bbox="750 1176 1428 1243">農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1243 518 1825" rowspan="6">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td data-bbox="526 1243 742 1344">灌漑・排水施設の整備・運用状況</td> <td data-bbox="750 1243 1428 1344">関連機関や農民への聞き取り調査等により把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1344 742 1456">農業普及担当部局・NGOの状況</td> <td data-bbox="750 1344 1428 1456">カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1456 742 1534">研究機関の存在・能力</td> <td data-bbox="750 1456 1428 1534">研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1534 742 1624">農作物及び施設被害への補償</td> <td data-bbox="750 1534 1428 1624">担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1624 742 1702">農民への融資の仕組み</td> <td data-bbox="750 1624 1428 1702">担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="526 1702 742 1825">農民の社会経済状況</td> <td data-bbox="750 1702 1428 1825">地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における2次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 1825 1428 1870">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1870 518 1977"></td> <td data-bbox="526 1870 742 1977">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="750 1870 1428 1977">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留 点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎あるいは村（行政最小単位）毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。	農民の営農技術状況	対象農民の営農技術状況を、農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。	施設の状況	農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	灌漑・排水施設の整備・運用状況	関連機関や農民への聞き取り調査等により把握する。	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。	農作物及び施設被害への補償	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。	農民への融資の仕組み	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。	農民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における2次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留 点																																								
②脆弱性評価																																										
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。																																								
2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。																																								
	社会経済的変動要因	対象国及び対象地域の食料安全保障及び農業に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。																																								
3) 気候変動に対する感受性の評価	農業収量履歴	作付シーズン毎の収量記録を灌漑ブロック毎あるいは村（行政最小単位）毎に収集するのが望ましい。入手不可能な場合は、ステークホルダーへの聞き取り調査等から推定する。経年的変化についても把握する。																																								
	農民の営農技術状況	対象農民の営農技術状況を、農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。																																								
	施設の状況	農業普及担当部局や農民への聞き取り調査等により把握する。																																								
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	灌漑・排水施設の整備・運用状況	関連機関や農民への聞き取り調査等により把握する。																																								
	農業普及担当部局・NGOの状況	カバーエリア毎の農業普及担当部局やNGOの予算・活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。																																								
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																																								
	農作物及び施設被害への補償	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。																																								
	農民への融資の仕組み	担当部局等での聞き取り調査及び関連情報をレビューして、状況を把握する。																																								
	農民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における2次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。																																								
その他																																										
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																								

指針：営農強化（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 農民の営農を強化する事業を行う。 将来の気候変動により、従来の農作物が栽培に適さなくなる、栽培時期がずれる、収穫後の品質低下が激しくなる等の影響について考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、営農活動が問題なく行える。</p>																																		
② 脆弱性評価（危険性・変化）	対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定する。																																		
③ 適応オプションの検討	将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 品種変更・改良、栽培管理改善やポスト・ハーベスト、農民組織強化などのソフト対策が考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。																																		
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="336 875 1385 1216"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td rowspan="2">農作物被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>農業粗収益 戸当たり農業粗収益</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>作物別作付面積 作物別収穫面積 作物別収穫量 作物別販売数量及び価格</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="336 1290 1385 1765"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">ソフト対策</td> <td>栽培管理の改善 （作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況）</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>栽培管理の改善 （温室や精密農業導入、農業資機材）</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>作物品種改良・導入状況</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ポスト・ハーベストの強化 （施設の導入・運営状況）</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農民支援の状況 （農民組織強化、農民への融資、等）</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	農作物被害の減少	経済評価	農業粗収益 戸当たり農業粗収益	定量	作物別作付面積 作物別収穫面積 作物別収穫量 作物別販売数量及び価格	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ソフト対策	栽培管理の改善 （作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況）	定性	-	栽培管理の改善 （温室や精密農業導入、農業資機材）	定量	-	作物品種改良・導入状況	定量	-	ポスト・ハーベストの強化 （施設の導入・運営状況）	定量	-	農民支援の状況 （農民組織強化、農民への融資、等）	定性	-	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																
将来の気候変動に対する感受性	農作物被害の減少	経済評価	農業粗収益 戸当たり農業粗収益																																
		定量	作物別作付面積 作物別収穫面積 作物別収穫量 作物別販売数量及び価格																																
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																
ソフト対策	栽培管理の改善 （作付体系見直し、営農指導、農業技術普及状況）	定性	-																																
	栽培管理の改善 （温室や精密農業導入、農業資機材）	定量	-																																
	作物品種改良・導入状況	定量	-																																
	ポスト・ハーベストの強化 （施設の導入・運営状況）	定量	-																																
	農民支援の状況 （農民組織強化、農民への融資、等）	定性	-																																
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																																
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。																																		

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																
⑥ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 533 517 568"></th> <th data-bbox="525 533 746 568">必要なデータ</th> <th data-bbox="754 533 1398 568">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 580 1398 616">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 618 517 745"></td> <td data-bbox="525 618 746 745">将来の気候</td> <td data-bbox="754 618 1398 745">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 757 1398 792">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 795 517 900"></td> <td data-bbox="525 795 746 900">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="754 795 1398 900">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点															
②脆弱性評価																	
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。															
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。															

参考文献及びその相違点の整理

1) Climate Change and Agriculture¹

気候変動対策として、農業分野における緩和策・適応策のあり方に関するGTZの考え方が示されている。

本資料はGTZがODAを実施する際の基本姿勢を示したものであり、M/P、F/S等の調査段階での実施方針・方法との記述はなされていない。以下、本資料の概説である。

適応策に関しては、個人レベルの自主的な適応策と政策的な適応策の二通りがあり、自主的な適応策は市場原理の働いた民間部門の適応策であり、政策的な適応策とは市場原理では上手くいかない公的なものと区別している。

表 適応反応及びその問題点²

	自主的な適応策	政策的な適応策
短期的行動	<ul style="list-style-type: none"> ・作物選定、耕作地域、種まき時期 ・保険 	<ul style="list-style-type: none"> ・予測精度の向上 ・気候リスクに関する研究
長期的行動	<ul style="list-style-type: none"> ・民間投資（圃場レベルの灌漑） ・民間による作物研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な公的投資（水、貯蔵、道路） ・作物研究
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・裕福でない者には費用負担が大きい ・社会的セーフティネット ・各種のトレードオフ 	<ul style="list-style-type: none"> ・投資リターンの不確実性 ・費用

自主的な適応策も含め、最終的に適応策の推進あるいは中止を決定するのは政策であり、それらを実施するためには中央及び地方政府の適切なレベルで採用され、受益者と直接関わる機関が実施することが重要である。適応策とそれを推進する政策は以下のとおりである。

表 適応オプションおよび推進のための政策³

	適応策	適応策推進のための政策
短期的行動	リスク担保のための農作物保険	保険へのアクセスの改善、リスク管理、価格形成インセンティブの見直し、等
	生産性向上及び疫病防止のための作物・家畜の多様化	農業普及サービス、財政支援、等
	作物被害リスク減少のための営農時期の調整	農業普及サービス、価格政策、等
	作付強度の変更	農業普及サービスの改善、価格政策調整
	新たな気候状況に適応する家畜管理	農業普及サービスの供給
	耕作方法等の変更	農業普及サービス、価格政策、等
	気象災害の耐性強化のためのリスク多様化に関する一時的な緩和	雇用・職業訓練機会の提供
	一時的対策としての食料保存・貯蔵	
	混作の変更	アクセス及び値頃感の改善、価格見直し、等
	農作業の現代化	科学技術利用の促進
	収入機会の多様化のための移住	教育・訓練
投資のための土地利用権及び借地権の明確化	法の改正及び施行	
短期及び長期的行動	気候変動ストレス（干ばつ、高温等）に対する作物及び家畜技術の開発	農業研究（作物・家畜開発）、農業普及サービス
	市場の効率の発展	地方インフラへの投資、市場における障壁の撤去、財産権、等
	灌漑及び貯水の拡張	公的及び民間投資
	効率的な水利用	水価格制度の変革、財産権の明確な定義、等
	国際貿易の促進	価格及び為替政策
	予測メカニズムの改善	全分野に配信すべき情報ニーズ、等
	組織強化及び意思決定体制	農業における既存組織の変革、等

適応策の評価に関しては、環境面、技術面、経済面から多角的な評価が必要としているが、評価基準はさらに検討する必要があるとしている。

発展途上国における適応策の実施に関して、次の3つの示唆があるとしている。

- ・適応戦略の推進と開発計画への統合：適応策の選定・実施は気候変動対策に関する政策に合わせて実施すべきである。
- ・財政の確保：援助機関及び投資家が発展途上国への財政面の支援を行うべきである。
- ・保険制度の推進：発展途上国の保険制度は未成熟であり、検討すべきである。

また、当面の気候変動影響への対策として適応策は重要であるが、気候変動影響が大きくなると適応策の費用が莫大なものになるため、緩和策の推進も必要であるとしている。

2) 農林水産省地球温暖化対策総合戦略⁴

日本国における気候変動対策として適応策・緩和策を検討し、国際協力についても言及している。検討範囲は営農のほか、林業、畜産、水産分野のハード面・ソフト面にまで及ぶ。

内容は日本における作物各品種における最近の気象被害（特に高温等）とその対策方針、また、それに関する技術開発の方向が示されている。

以下、営農における取り組みについて概説する。

(1) 農林水産業における気象被害等の発生状況を踏まえた地球温暖化適応策の推進

水稻を含む主要な作物に関し、研究開発機関の知見や生産現場での技術対策の実施状況をとりまとめ、「高温障害対策レポート、2006」をとりまとめている。また、これまでの取り組みを踏まえ当面の適応策や今後の対応方針を「品目別適応策レポート・工程表、2007」としてとりまとめている。

（なお、2010年においても「平成22年度高温適応技術レポート」を作成・公表している）

(2) 地球温暖化適応策に関する技術開発等

- ・気候変動影響の予測研究主要な農林水産物の収量・資源動向、品質、病害虫被害等について、地球温暖化の因子を総合的に考慮した予測モデルを構築し、影響評価を行う。

- ・適応策の技術開発

これまで研究開発を行った高温障害や病害虫被害等に適応する品種や栽培管理技術の生産現場への普及を行うとともに、今後は気候変動影響評価を基に研究計画を策定し、品種育成や生産安定技術の開発を計画的に進める。さらに、作物の気候変動影響に関する生理的メカニズムと遺伝要因の解明を行い、生産安定技術の開発やゲノム情報等を利用した品種を開発するとともに、気候変動の影響、作物別需給見通し、適応策導入コスト等を要素とする作物転換評価システムを開発する。

3) 農業温暖化ネット⁵

社団法人全国農業改良普及支援協会が、農林水産省の事業を活用して2010年に開設したポータルサイト。本ポータルサイトでは、日本国内における農業にかかわる気候変動に関する情報交換や、その対策の紹介などを行っている。水稻、麦・大豆、野菜、果樹、花き、畜産等の分野ごとに専門家による情報が紹介されていたり、専門家がポータルサイト利用者への気候変動に関する質問に答える機能も有している。

気候変動による現場での被害状況・ニーズ等を把握するツールの一つとして参考になる。

¹ GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities

² GTZ. (2008), p23, Table 4. (調査団和訳)

³ Kurukulasuriya and Rosenthal. (2003) (GTZ. (2008), p24, Table 5.) (調査団和訳)

⁴ 農林水産省. (2008). 農林水産省地球温暖化対策総合戦略

⁵ 社団法人 全国農業改良普及支援協会： <https://www.ondanka-net.jp/index.php>

4. 森林保全・植林サブセクター

指針：

- (1) 森林保全・植林（通常開発＋適応オプション）
- (2) マングローブ植林（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>森林サブセクターへの気候変動の影響としては、二酸化炭素濃度、気温、降水量、降雨パターン等の森林生長に影響を与える要素の変化があげられるが、これらの要素によって、森林の生産量は増加する場合と減少する場合があります、さまざまな要素による影響が相互に相殺された結果の現象については十分な知見のないことが多い。</p> <p>気温の上昇は、植生帯の極方向あるいは上方への移動を生じさせる。</p> <p>これらの影響に加え、気候条件の変化に伴う森林火災や病虫害の発生頻度や強度の増加、これまでにない地域において病虫害が発生することなどが想定される。</p> <p>さらに海岸林やマングローブ林では、海面上昇による影響が想定される。</p> <p>森林保全・植林サブセクターにおける気候変動適応策は、これら気候変動による森林影響に対し、森林管理の強化、管理施設の整備、及び計画的な植林等に加え、気候変動以外の森林への影響要因である人為影響を低減させることにより、気候変動に対する森林の脆弱性を低減するものである。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による森林保全・植林サブセクターへの主な影響</p> <p>■二酸化炭素濃度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施肥効果により一般には生長量が増大する。 <p>■気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般には生長期間の長期化に伴い、生長量が増大する。 ・植生帯の極方向あるいは上方への遷移が生じる。 ・気温上昇に伴う蒸発散量の増加により、利用可能水量が減少する。 ・森林火災の発生頻度や強度が増加する。 ・新たな病虫害の発生、あるいは発生頻度や強度の増加が生じる。 <p>■降水量の減少・降雨パターンの変化、干ばつの頻度・強度増加及び期間の長期化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用可能水量の減少により、森林生産力が低下する。 ・利用可能水量の減少により、森林構成種の変化、既存木の枯死、あるいは潜在的な回復力の低下が生じる。 ・森林火災の発生頻度や強度が増加する。 ・新たな病虫害の発生、あるいは発生頻度や強度の増加が生じる。 <p>■降水量の増加、降雨強度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般的に降水量の増加においては、利用可能水量が増加するが、降雨強度の増加や降雨パターンの変化が同時に生じる場合には、降水の多くは流下するため利用可能水量の増加はわずかである。 ・土壌浸食が増加し、森林の成立基盤の安定性が低下する。 ・森林へのアクセス性が低下し、森林の維持管理や林産物の搬出が困難になるほか、林道を含む施設の維持管理費が増大する。 <p>■サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風倒木、冠水による枯死、斜面崩壊等による森林基盤の流失が生じる。 <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩水遡上により、塩水耐性のない水辺林の衰退が生じる。 ・海岸林、マングローブ林等の生長適地が変化する。 <p>■留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動による森林への直接影響については、各要素による影響に未知の部分が多いことに加え、複数の要素の相乗効果あるいは相殺が生じるため、影響の方向や可能性が明らかでないものが多い。

	<p>植生帯の極方向及び上方への遷移、森林火災及び病虫害の発生頻度・強度増加、及び海面上昇による海岸林、マングローブ林の生長適地の変化については、気候変動により影響を受けると考えられる。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して森林保全・植林サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農地等の土地開発に伴う森林伐採の進行 ・人口増加等に伴う燃料、資材等用途の非持続的な森林資源利用の増加 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・林道、防火帯等の森林管理施設が整備されている場合には、森林火災、病虫害に対する適応能力が高くなる。 ・森林管理組合などが組織され、病虫害防除、火災防止等の取り組みが行われることにより、適応能力が高くなる。 ・営林技術の普及が進んでいる場合には、将来の気象条件に対応した営林が可能となり、適応能力が高くなる。 ・住民の生計状態や教育レベル等の社会経済条件が良い場合は、気候変動以外の森林劣化要因に対する対処が行いやすく、適応能力が高くなる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト対象地域が広大な場合や各地に点在している場合には、地域毎の気象条件の違いを考慮する必要がある。 ・プロジェクト対象地域の標高が高い場合や、植生区分の境界に位置する場合には、地域毎の気象条件の違いを考慮する必要がある。 <p>b) 森林保全・植林サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって植生が異なる場合には、その植生に応じて感受性が異なる <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住民収入、住民の教育レベル、技術普及の違いにより、適応能力が異なる。
③適応策	<p>森林・植林サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■種苗・遺伝子管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林構成種の気候要素に対するレスポンスの調査研究 ・病虫害や気候変動ストレスに耐性の強い種の育種 ・種苗生産施設の適切な配置 ・種苗の産地混合 <p>■森林火災対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐火性樹種への転換、収穫、植林サイクルの変更、コントロールバーニング ・防火帯、林道等の管理施設の整備 ・経済的あるいは社会的価値の高い森林への防火管理の強化集中。 ・衛星等による森林火災監視と早期警戒態勢の構築 ・火災後の早期復旧 <p>■病虫害対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活力の低い樹木の択伐除去による被感染性の低減 ・感染木の早期伐採除去

	<ul style="list-style-type: none"> ・防除帯の設置 ・森林ローテーションの短期化 ・殺虫剤、殺菌剤の使用 ・遺伝的に耐病性の強い樹種の植林 <p>■造林管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要樹種への水分等供給を十分にするための不要樹種の伐採 ・樹種、密度、群落構造の管理 ・将来気象に適した樹種の植林 ・干ばつ等による活着率の低下、サイクロン等による被害に備えた補植苗の準備 ・潮間帯の水平鉛直方向変化や潮流変化を考慮した植林（マングローブ植林） <p>■森林更新の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・干ばつに強い樹種の選択 ・人工的な森林更新による将来気象に適した樹種の導入促進 ・不適樹種等のコントロール <p>■林産管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災被災前の林産物収穫 ・管理用道路の設置 <p>■非木材森林資源（Non-timber Forest Resource）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林の離散化防止と連続性の確保 ・森林の遷移段階ごとの林分の保全
④ マルアダブレーション	<p>■従来型開発によるマルアダブレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動（気温、降水量、極端現象）やこれに伴う森林火災、病虫害等を考慮しない植林・森林管理により、気候変動に対する森林の脆弱性が増加する可能性がある。 ・気候変動による海面上昇により、沿岸部の植林地が樹木の生育不適地となる可能性がある。 <p>■適応策が引き起こすマルアダブレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動による森林への影響は、要素により正負の両方向に働く可能性があり、かつ影響について不明な点が多いことから、気候変動の内容・程度や森林のレスポンスにより、脆弱性を増加させる可能性がある。

指針：森林保全・植林（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u></p> <p>住民による家畜放牧や薪炭材収集等の人為的活動から森林荒廃が進行している地域において、森林面積の拡大及び森林の質の向上を図るため、植林、荒廃地の復旧、森林管理強化、育苗場の建設及び苗の配付、森林局活動基盤整備・強化を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として、気温・降水量変化等による植生変化、森林火災・病虫害の発生頻度・強度の増加を考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u></p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u></p> <p>気候変動影響が生じた場合においても、期待した森林面積の拡大、森林の質の向上が図られる。</p>															
② 脆弱性評価	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。</p> <p>目標年における気候変動解析結果から、気温、降水量、降水パターン、干ばつ頻度と過去及び／あるいは周辺の気象条件との整理解析を行い、現在の気候条件下で成立する森林の成立条件との対比照合を行う。また過去及び／あるいは周辺の気象条件と森林火災・病虫害との関係の解析を行う。</p> <p>成立・制限要因等の条件設定や統計的な解析ができない場合には、関係者（関係機関、住民、研究機関等）へのヒアリングによる検討を行う。</p>															
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動による影響を考慮し、想定される影響の内容に応じて、複数の適応オプションを検討する。</p> <p>■<u>気候変化に伴う植生等変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 気候変動ストレスに耐性の強い種の育種、使用する種苗の複数産地からの調達等により、気象条件の変化に対する森林の耐性を強化する。 特に重要となる種苗生産施設は、気候変動による影響の少ない地域に設定する。 植生衰退を想定した補植率を設定する。 森林更新計画のサイクルの短期化により、気候変動に対する柔軟性を確保する。 <p>■<u>森林火災対策</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 森林火災に対する脆弱性の高い地域を中心とした耐火性樹種を植林する。 コントロールバーニング、防火帯、林道、消防機材等の管理対策施設等を整備する。 防火巡視隊／消防隊を組織する。 衛星等を利用した早期警戒システムを構築する。 火災後の早期復旧を想定した種苗生産計画とする。 <p>■<u>病虫害対策</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 病虫害に対する脆弱性の高い地域、及び／あるいは病虫害侵入の最前線となる地域を中心とした、耐性樹種の植林、防除帯の設置 低活性木の択伐除去による被感染性の低減、感染木の早期伐採除去のための森林管理体制強化を図る。 															
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="351 1731 1412 2004"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>気候変動に対する感受性</td> <td>森林火災、病虫害による被害面積の減少</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">気候変動に対する適応能力</td> <td>気候変動ストレスに強い森林の植林面積／苗木生産量の増加</td> <td>定量</td> <td>植林面積 苗木生産本数</td> </tr> <tr> <td>耐火性樹種、病虫害に対する耐性樹種の植林面積／苗木生産量の増加</td> <td>定量</td> <td>植林面積 苗木生産本</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	気候変動に対する感受性	森林火災、病虫害による被害面積の減少	定性	-	気候変動に対する適応能力	気候変動ストレスに強い森林の植林面積／苗木生産量の増加	定量	植林面積 苗木生産本数	耐火性樹種、病虫害に対する耐性樹種の植林面積／苗木生産量の増加	定量	植林面積 苗木生産本
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標													
気候変動に対する感受性	森林火災、病虫害による被害面積の減少	定性	-													
気候変動に対する適応能力	気候変動ストレスに強い森林の植林面積／苗木生産量の増加	定量	植林面積 苗木生産本数													
	耐火性樹種、病虫害に対する耐性樹種の植林面積／苗木生産量の増加	定量	植林面積 苗木生産本													

＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	林道の延長、消防機材の導入状況	定量	建設または改良された林道の延長
	防火帯、防除帯の延長	定量	-
ソフト対策	防火巡視の頻度	定量	-
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-

⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー プロジェクトで対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが、気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。
	2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。 気候変動による森林への影響については未知の部分が多く、現時点では多くの影響について明確な適応策を講じることは困難と考えられるが、カウンターパート機関を含む関係者と影響の可能性について協議し、情報を共有しておくことが重要である。
	3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

必要となるデータ		必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価		
		将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
		森林火災履歴	多くの国では統計資料としては整備されていないと考えられることから、ヒアリングによって概況を把握する。
		病虫害被害履歴	多くの国では統計資料として整備されていないと考えられることから、ヒアリングによって概況を把握する
		病虫害の分布制約 閾値	想定される病虫害について、気温、湿度等の分布制限閾値が判明している場合にはこれを把握する。明確な閾値が存在しな、あるいは明らかになっていない場合には、過去の病虫害発生状況や専門家からのヒアリング等によって情報を補完する。
その他			
	適応策に係る計画等資料	対象国における既往の森林火災、病虫害の発生及び気候変動による将来影響に係る検討資料がある場合は、それを参照して適応策検討を行う。	

指針：マングローブ植林（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u></p> <p>近年まで続いた薪炭生産のための伐採、水田開発、養殖場開発によって著しく減少したマングローブ林を修復・保全するため、マングローブの植林、種苗場の建設、生計手段としての持続可能な漁業、農業及びエコツーリズムへの支援を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として海面上昇による冠水頻度変化、潮流、水温変化を考慮する必要がある。</p> <p>上流からの土砂流入がマングローブ生育の大きな影響因子となっている場合には、降水量、降雨パターンの変化に伴う土砂供給量変化を考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u></p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u></p> <p>気候変動影響が生じた場合においても、植林されたマングローブの定着・生長が期待される。</p>																
② 脆弱性評価	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。</p> <p>目標年における気候変動解析結果を用いて、想定する目標年における潮位、水温及び塩分を把握する。流れの条件がマングローブ林成立の制限因子となっている場合には、海面上昇に伴う潮流あるいは流速変化について定量的／定性的な検討を行う。</p> <p>土砂流入が影響因子となっている場合には、降水量、降雨パターンに変化に伴う土砂供給量の変化について検討を行う。</p>																
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動による影響を考慮し、想定される影響の内容に応じて、複数の適応オプションを検討する。</p> <p>■<u>潮位、水温、塩分</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 潮位の上昇による冠水頻度変化、水温上昇、塩分条件変化、潮流／流速変化を考慮した植林箇所、樹種の選定、苗床の配置 潮位、水温、塩分の継続監視とこれに基づく適切な植林範囲の設定を行うための監視計画作成、組織能力強化 <p>■<u>土砂流入</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂流入による地形変化を考慮した植林箇所、樹種の選定 土砂流入の増加量を捕捉するための流域保全対策（森林保全、砂防堰堤、河床／河岸浸食防止等） 																
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="352 1507 1401 1635"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>気候変動に対する感受性</td> <td>植林されたマングローブ林が保全される</td> <td>定量</td> <td>植林面積</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="352 1709 1401 1800"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>植林担当部局の能力強化</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	気候変動に対する感受性	植林されたマングローブ林が保全される	定量	植林面積	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ソフト対策	植林担当部局の能力強化	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標														
気候変動に対する感受性	植林されたマングローブ林が保全される	定量	植林面積														
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標														
ソフト対策	植林担当部局の能力強化	定性	-														
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトで対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが、気候変動の程度によっては可能性が否定できない気候変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p>																

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>															
⑥ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="352 533 531 568"></th> <th data-bbox="531 533 759 568">必要なデータ</th> <th data-bbox="759 533 1409 568">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="352 568 1409 607">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 607 531 685"></td> <td data-bbox="531 607 759 685">将来の潮位、水温</td> <td data-bbox="759 607 1409 685">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 685 531 759"></td> <td data-bbox="531 685 759 759">冠水頻度、潮流／流速</td> <td data-bbox="759 685 1409 759">将来の潮位と地形データ、河川流量に基づき算出する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 759 531 835"></td> <td data-bbox="531 759 759 835">対象樹種毎の成立条件</td> <td data-bbox="759 759 1409 835">条件が明らかでない場合には、現状で各樹種の生育環境から統計的に算出する。</td> </tr> </tbody> </table>		必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の潮位、水温	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して把握する。		冠水頻度、潮流／流速	将来の潮位と地形データ、河川流量に基づき算出する。		対象樹種毎の成立条件	条件が明らかでない場合には、現状で各樹種の生育環境から統計的に算出する。
	必要なデータ	留意点														
②脆弱性評価																
	将来の潮位、水温	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して把握する。														
	冠水頻度、潮流／流速	将来の潮位と地形データ、河川流量に基づき算出する。														
	対象樹種毎の成立条件	条件が明らかでない場合には、現状で各樹種の生育環境から統計的に算出する。														

参考文献及びその相違点の整理

1) 気候変動への賢い適応 第4章 自然生態系分野¹

我が国における気候変動への適応を想定し、食糧、水環境・水資源、自然生態系、健康等の分野について、現在把握されている影響、将来予測される影響、脆弱性評価及び適応策について示したものである。森林に関連する部分としては、自然生態系分野の森林生態系、高山生態系、沿岸生態系（マングローブ）に記載がある。

我が国を対象とした資料であるため、途上国の援助を想定する場合と比較して若干の方針の差異が生じると考えられる。以下、同資料を環境省（MoE）と略し、本調査と比較する。

・脆弱性評価：MoE では、森林生態系の脆弱性について分布予測モデルの構築により種の分布域を評価し、分布確立が大きく減少する地域を脆弱な地域とする手法や、スギについて年平均の蒸散量／降水量を脆弱性指標とする手法を示しているが、開発援助において十分な情報が得られないことが想定されることから、汎用的な手法の記載にとどめた。

・適応策：MoE では、生態系の保全を主眼とした記載であるため、気候変動に伴う森林の衰退に対して手を加えるのではなく、自然の推移を受け入れることや、人工林を自然林化する等の適応策が示されているが、開発援助においては、森林の生産力の維持強化も大きな目的となる場合が多いことから、自然推移を受け入れるといった適応策は採用しなかった。

2) IPCC AR4 第二作業部会報告書²

本調査の「考え方」の「1）気候変動による森林保全・植林サブセクターへの主な影響」に示した内容は、主に IPCC AR4 の第二作業部会報告書から、以下の章に記載された森林・林産への影響を抽出して記載している。

- ・「第1章 自然及び人為システムにおける観測された変化と応答の評価」の「陸域生物システム」及び「農業と林業」
- ・「第4章 生態系、その特性、財とサービス」の「森林と林地」
- ・「第5章 食料、繊維、林産物」及び第9章以降の地域別の章に記載された森林に関する記述

3) Adaptation to climate change in forest management³

ジャーナルへの投稿論文であるが、森林分野における適応策について体系的にとりまとめている。「考え方」で記載した適応策の例は、本論文を元に整理した。

4) Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change⁴

FAO とスイスの Intercooperation が、特に森林及び森林に係わる社会的グループに重点を置いた気候変動適応について、政策決定者や専門家を対象として作成した図書。気候変動の概要から脆弱性の評価、適応プロジェクト、財政的措置に至る広い範囲をカバーしている。

・脆弱性評価の手法：脆弱性評価の手法について明示的な手法やステップは示していない。なお脆弱性評価の例の一つとして UNDP (2004)⁵による検討ステップを示しており、これは本調査で参照した「Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios」(UNDP)⁶とほぼ同様のプロセスである。

・脆弱性評価の対象：脆弱性評価について、直接的な影響（気温、降水量、干ばつ等）と共に、森林への影響に伴う間接的な影響（林業への影響に伴う生計手段の確保、食糧その他の確保等）についても脆弱性評価が必要であるとしているが、本調査では森林保全・植林サブセクターの指針として適応案件そのものは扱っていないことから、脆弱性評価の対象は直接的な影響にとどめた。

・適応策：関係する社会システムを含む森林セクターを扱っているため、組織、経済／財政、森林管理、関係する社会システム、調査研究といった広範な適応策を対象としており、本調査の検討範囲を超えるものが多いため、本書からの適応策の参照はしていない。

¹ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応

² IPCC.(2007). Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability"

³ David L. Spittlehouse, Robert B. Stewart (2003). Adaptation to Climate Change in Forest Management. BC Journal of Ecosystems and Management. Vol. 4. No.1

⁴ FAO / Intercooperation. (Swiss).(2005).Adaptation of Forest Ecosystems and the Forest Sector to Climate Change

⁵ UNDP. (2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures

⁶ UNDP. (2010). Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios - A Guidebook for Sub-National Planners

5. 生態系保全サブセクター

指針：

- (1) 湿地保全（適応案件）
- (2) 湿地保全（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>地域の生態系は地域ごとの地理条件、気象条件等によって成立しており、気候変動による降水量や気温等のさまざまな気象変化の影響を受ける可能性がある。しかしその成立機構は複雑であり、生態系を気候変動に適応させること、すなわち生態系の感受性を低減させることは困難である。</p> <p>一方で、多くの国や地域における生態系劣化の主因は、土地開発、人為的攪乱等の人為要因であり、これらの要因を低減させることや、既にある人為影響を緩和することにより、気候変動に対する生態系の脆弱性を低減させることが可能である。</p> <p>すなわち、生態系サブセクターにおける気候変動適応策とは、気候変動に対して脆弱な状態にある生態系に対して、さらなる生態系劣化要因となる人為影響を低減することにより、その劣化を防止することにある。さらに、サイクロン等の気象災害による影響からの復旧も適応策として考えることができる。</p>
②脆弱性	<p>1) 気候変動による生態系サブセクターへの主な影響</p> <p>■砂漠</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥化と気温上昇により、冬季降雨型の砂漠の植生と動植物の生育に影響が生じる。 ・CO₂濃度の増加により植物生産力が高まるが、その程度や影響については不確実性がある。 ・これらの相乗影響あるいは相殺による正味の影響は、地域特有のものとなる可能性が高い。 <p>■草地・サバンナ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CO₂の増加と気温上昇は、樹木及びC3草本とC4草本で対照的な影響を及ぼすことから、生態系の構造に急激な変化を起こす可能性が高い。 ・攪乱、特に火災により植生被覆の量に影響が生じ、一般的には植物量が減少するが、地域的には施肥効果により樹木被覆率が増大する。 ・哺乳類などの生息範囲の移動は、生息地の分断と人圧により制限されることにより、保護地域において種の豊かさが低下する可能性が高い。 <p>■地中海性生態系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・わずかな温暖化・乾燥化であっても、隣接する半乾燥及び乾燥生態系が拡大するため、砂漠化をもたらす可能性がある。 ・温暖化、乾燥化により種の生息範囲の移動が生じるが、多くの固有種の移動能力を超える移動速度が必要となる。 ・乾燥化、気温上昇による火災により、特定の種や植生に影響を受ける。 <p>■ツンドラ及び北極／南極</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温暖化に伴いツンドラの極方向への移動が生じる。 ・極砂漠のツンドラ植生への転換が生じる。 ・より南方の種の移動（侵入）が生じる。 <p>■山岳地域</p> <ul style="list-style-type: none"> ・融雪期の早期化と積雪期間の短縮、氷河面積の縮小により、下流での夏季生長期に水不足を生じる。 ・生態系分布域の上方移動が生じるが、尾根部で上方移動が制限され、また分布域が縮小する。 <p>■淡水湿地、湖沼、河川</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度上昇により、深水層の酸素濃度低下、堆積物からのリンの放出、熱安定性の増大等が生じ、湖沼の水質が悪化する。 ・降雨パターンのわずかな変化により、生活環のさまざまな段階での湿地動植物に影響が生じる。 ・淡水流量の変化が塩分、堆積物の流入量、栄養負荷の変化をもたらし、沿岸湿地に影響を及ぼす。

■海洋と浅海域

- ・海洋へのCO₂吸収に伴うpHの低下は、炭酸イオン濃度を低下させ、サンゴ礁、冷水性サンゴ及びアラゴナイト飽和度が低下する、あるいは不飽和となる生態系（主に冷水域）に影響する。
- ・海水温の上昇と炭酸イオンの減少の相乗効果が生じる。
- ・暖海性のサンゴ礁では、海面上昇やアラゴナイト飽和度の低下による影響が生じる。
- ・海水温の上昇によりサンゴの白化が頻発する。
- ・深層水の湧昇の減少、成層化により、太陽光の当たる場所への栄養塩供給が減少し、生産力が低下する。
- ・沿岸域、沿海では、成層化が酸素欠乏、生息地・生物多様性・種の分布の減少をまねく。
- ・低酸素現象は、降水量の変化や陸地からの栄養塩供給の変化による水質悪化により、より悪化する可能性がある。

■複数のバイオームにまたがる影響

- ・北方木本植生のツンドラへの広がりなどの、大規模な植生変化が生じると考えられるが、低～中緯度帯の植生変化や熱帯の植生変化については不確実性が大きい。

2) 気候変動による影響と相乗して生態系サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因

■砂漠

- ・インフラの全体的不足と投資不足による、人間による乱用と土地の劣化の進行

■草地・サバンナ

- ・動物の生息地の分断、生息を制限する人圧の増大

■地中海性生態系

- ・移動する種の適応を制限する土地利用、生息地の分断、人圧の増加

■山岳地域

- ・温暖化による人的利用範囲の拡大に伴う土地利用変化、過放牧等、及びこれに起因する植生の不安定化、土壌流出など。

3) 気候変動に対する適応能力

- ・生態系を構成するハビタット毎に、その規模が大きく、また連続しているほど、一時的な攪乱要因からの回復能力が高くなり、適応能力が高くなる。
- ・住民の生計状態や教育レベル等の社会経済条件が良い場合は、気候変動以外の生態系劣化要因に対する対処が行いやすく、適応能力が高くなる。

4) 脆弱性の空間的な偏在

a) 気象等変化の空間的偏在

- ・プロジェクト対象地域が広大な場合や各地に点在している場合には、地域毎の気象条件の違いを考慮する必要がある。

b) 生態系サブセクターの感受性の空間的偏在

- ・対象とする生態系が複数種の生態系区分（植生等）を含む場合には、区分ごとの感受性の違いを考慮する必要がある。

c) その他の要因の空間的偏在

- ・保護保全区域の設定、管理状態等により、生態系に対する人為影響の程度が異なる。
- ・住民収入、住民の教育レベルにより、生態系に対する人為影響の程度が異なる。

③適応策	<p>生態系サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■直接的な適応策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水に対処するためのインフラ整備（堤防、防波堤、護岸 等） ・干ばつ期の水位や水量を維持するための水（水利権）の確保 ・動物の移動範囲を広げ、絶滅リスクを軽減させるためのコリドー（緑の回廊）や後背地の設置 ・絶滅の危険性のある種の飼育下繁殖、移動 ・深刻な脅威にさらされている生息地の復元 ・自然の定着が起こる可能性が低い地域への新たな生息地の創出 <p>■間接的な適応策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生息地の分断や破壊、乱獲、富栄養化、砂漠化、酸性化などの種や生態系への「気候変動以外の」ストレスの軽減・管理 ・農業生産力の向上による自然生態系への圧力の軽減 ・調査研究、モニタリング及び評価システムの強化による順応的管理の促進
④マルアダプテーション	<p>■従来型開発によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸域の生態系保全のためのインフラ（護岸、堤防など）が生態系のプロセスに悪影響を及ぼす可能性がある。 ・自然資源を目的とした観光開発により、人為攪乱が増大する可能性がある。 <p>■適応策が引き起こすマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個体の人為移植・移動により意図しない生態系への影響が生じることがある。 ・沿岸域の生態系保全のためのインフラ（護岸、堤防など）が生態系のプロセスに悪影響を及ぼす可能性がある。

指針：湿地保全（適応案件）

<p>①基本的な考 え方</p>	<p>■適応策の必要性 湖沼、湿地において、将来の気候変動による降水量・降水パターンの変化による淡水供給量の変化、土砂流入の増大、栄養塩流入量の増大や、温度上昇による二次生産の増加、成層の形成等により、水質の悪化、物理的な面積の縮小等により、生態系に影響が生じるおそれがある。 沿岸湿地の場合には、さらに海水面の上昇及びそれに伴う水深、潮位、塩分、潮流条件の変化により、生態系に影響が生じる。</p> <p>■適応策の内容 生活排水処理施設の導入、植林、農地管理等の流域管理による栄養塩流入の軽減、植林、山腹工や砂防ダム等の砂防施設の設置、農地における土壌浸食防止等による土砂流入量の低減等の流域負荷の低減を行う。 あわせて、保護保全区域の設置、バッファゾーンの設置等により生態系へのストレスを低減する。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による生態系への影響が低減される。</p>
<p>②脆弱性評価</p>	<p>ステップ1 1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 ・対象とする湖沼、湿地の地形、水位、水質、水温等の物理データ、流域における過去の気象・水文記録、生態系の区分、植生分布、生息生育種リスト、重要な種や注目種の生息生育域、及びそれらの経年変化等の生態系に係るデータについて可能な限り長期間にわたるデータを管轄機関から収集する。 ・沿岸湿地の場合には、潮位、潮流、塩分についても把握する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、流域内の降水量、降雨パターンを計算する。 沿岸湿地の場合には、海水面の上昇について把握する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国及び水域の開発計画等をレビューし、土地利用変化、人口増減、都市化、産業発展、水利用等の流域からの淡水流入量、栄養塩の流出、土砂流入量を変化させうる要因を検討する。</p> <p>c) 流域負荷の把握 a), b) から、流域からの負荷計算（淡水量、栄養塩、土砂）を行う。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 現在及び過去の影響の把握 現在及び過去における生態系、重要な種や注目種、及びその生育生息地の変遷、一時的あるいは経年的な外部要因による変化について、資料の確認、住民への聞き取り調査、現地の確認等により把握する。</p> <p>b) 生態系の感受性把握 重要な生態系区分、重要な種や注目種及びその生活環における生息生育地について、一般的な成立条件や研究機関からの聞き取り、現地での計測等により、成立条件となる物理条件（水温、水質、水深、潮位、塩分、潮流、種間関係 等）の情報を収集する。</p> <p>c) 対策施設等の整備状況 栄養塩流入、土砂流入を制限する排水処理施設、ダム、砂防施設等の整備状況及び維持管理状況</p>

を把握し、施設の状況を確認する。



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 流域管理に係る適応能力

流域管理に関する活動の状況及び能力を把握するため、以下のような情報を把握する。

- ・ 現在及び過去における流域管理の実施状況
- ・ 流域管理に関連する組織、組織の予算、活動状況
- ・ 水質、土砂流入等の指標のモニタリング能力

b) 生態系の管理に係る適応能力

生態系の管理に関する活動の状況を把握するため、以下のような情報を把握する。

- ・ 生態系の再生や維持管理、保護保全活動
- ・ 保護保全区域の設置状況、管理状況
- ・ 生態系態系に関する調査研究

c) 気候変動影響を悪化させる要因の確認

- ・ 生態系に対する直接影響要因となる漁業活動、湖沼、湿地の埋立や干拓、防波堤等の沿岸への施設整備等の状況について確認する。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因から、対象となる水域の将来の地形、水温、水質、潮位、水深、塩分、潮流等の物理化学条件を計算する。計算は、物理シミュレーションによることが望ましいが、必要な情報が得られない、計算のためのリソースが不足する等によりシミュレーションが行えない場合や、将来の不確実性が著しく大きい場合には、収支計算、統計解析、専門家意見等により将来条件を想定する。

検討結果と生態系の成立要因、重要な種や注目種の生育生息条件から、生態系の位置、種類や重要な種、及びその生育生息地ごとの脆弱性を評価する。

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	生態系区分ごとの面積の拡大	定量	-
	重要な種あるいは注目種の生育生息地の拡大	定量	-
気候変動に関係する危険性・変化	流入負荷量（栄養塩、土砂）の減少	定量	-
生態系の保護保全活動	保護保全区域の拡大	定量	-
	バッファゾーンの拡大	定量	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
気候変動に関係する危険性・変化	水質、堆砂量	定量	-
	各種流域管理施設の整備状況	定量	-
生態系の保護保全活動	ステークホルダーの意識向上	定性	-

④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 予期しない生態系の反応への対応（調査研究の推進） ・ 生態系への直接的被害をもたらす洪水、サイクロン等の極端現象への対応（土砂対策施設の設置、生息生育地の分散） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																	
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td>過去の気象・水文・水質等</td> <td>対象湖沼、湿地のデータ、流域における気象水文記録を収集する。沿岸湿地の場合には潮位、潮流、塩分についても把握する。</td> </tr> <tr> <td>生態系の状況</td> <td>地域の生態系の情報について、資料に加え関係者へのヒアリング、現地確認により把握する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>流域負荷</td> <td>流域内の土地利用、過去の水質データ、一般的な、あるいは周辺における栄養塩負荷や土砂生産量の原単位等から、流域負荷量を算出する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td>現在及び過去の生態系への影響</td> <td>生態系の区分や種毎に、物理条件の変化に伴う影響を把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の状況</td> <td>インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td>流域管理に係る適応能力</td> <td>流域管理に関する担当官庁（土地管理、水管理、防災、農業、林業等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動実態を確認する。</td> </tr> <tr> <td>生態系の管理に係る適応能力</td> <td>生態系管理に係る官庁（環境、林業、沿岸管理等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動、調査研究の状況を確認する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>適応策に係る計画等資料</td> <td>対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文・水質等	対象湖沼、湿地のデータ、流域における気象水文記録を収集する。沿岸湿地の場合には潮位、潮流、塩分についても把握する。	生態系の状況	地域の生態系の情報について、資料に加え関係者へのヒアリング、現地確認により把握する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。	流域負荷	流域内の土地利用、過去の水質データ、一般的な、あるいは周辺における栄養塩負荷や土砂生産量の原単位等から、流域負荷量を算出する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	現在及び過去の生態系への影響	生態系の区分や種毎に、物理条件の変化に伴う影響を把握することが望ましい。	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	流域管理に係る適応能力	流域管理に関する担当官庁（土地管理、水管理、防災、農業、林業等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動実態を確認する。	生態系の管理に係る適応能力	生態系管理に係る官庁（環境、林業、沿岸管理等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動、調査研究の状況を確認する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																																
②脆弱性評価																																		
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文・水質等	対象湖沼、湿地のデータ、流域における気象水文記録を収集する。沿岸湿地の場合には潮位、潮流、塩分についても把握する。																																
	生態系の状況	地域の生態系の情報について、資料に加え関係者へのヒアリング、現地確認により把握する。																																
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																																
	流域負荷	流域内の土地利用、過去の水質データ、一般的な、あるいは周辺における栄養塩負荷や土砂生産量の原単位等から、流域負荷量を算出する。																																
3) 気候変動に対する感受性の評価	現在及び過去の生態系への影響	生態系の区分や種毎に、物理条件の変化に伴う影響を把握することが望ましい。																																
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																																
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	流域管理に係る適応能力	流域管理に関する担当官庁（土地管理、水管理、防災、農業、林業等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動実態を確認する。																																
	生態系の管理に係る適応能力	生態系管理に係る官庁（環境、林業、沿岸管理等）の組織、相互調整機構、及びハード面、ソフト面での活動、調査研究の状況を確認する。																																
その他																																		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																

指針：湿地保全（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考 え方	<p>■適応オプションの必要性 対象湿地では、流域の土地開発、都市化に伴う栄養塩流入、土砂流入の増加や、非持続的な漁業、沿岸の開発により、水質の悪化、湿地面積の減少、生態系への影響が生じている。 湿地生態系保全のために、流域管理による流入負荷の低減、持続的な利用の導入、及び重要地域の保護保全が必要である。 将来の気候変動影響として、降水量変化、降水パターンの変化による流入負荷の増大、気温上昇による水質の悪化を考慮する必要がある。 沿岸湿地の場合には、海面上昇による水深、潮位、潮流、塩分の変化、及びサイクロンの増加による物理的被害を考慮する必要がある。</p> <p>■適応オプションの内容 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応オプションによる効果 気候変動影響が生じた場合においても、期待した湿地の保全が図られる。</p>																						
② 脆弱性評価	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。 目標年における気候変動解析結果、流域における降水量、降水パターンを求め、流域からの栄養塩、土砂流入の負荷量、及び淡水流入量を計算する。さらに気温、放射熱収支等の気候変動解析結果を用い、気候変動影響下での対象湿地の将来地形、水質、水温等を計算する。 沿岸湿地の場合には、海水面変化に伴う水深、潮位、潮流、塩分変化を予測する。</p>																						
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動による影響を考慮し、想定される影響の内容に応じて、複数の適応オプションを検討する。想定されるオプションとして以下のようなものが想定される。</p> <p>■流域管理</p> <ul style="list-style-type: none"> 生活排水処理施設の導入、植林、農地管理等の栄養塩負荷低減策の強化 植林、山腹工や砂防ダム等の砂防施設の設置、農地における土壌浸食防止等による土砂流入量の低減策の強化 <p>■生態系の保護保全</p> <ul style="list-style-type: none"> 保護保全区域の設置、バッファゾーンの設置 生態系の再生、復元 生態系に係る調査研究の推進 																						
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="354 1541 1401 1863"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>生態系区分ごとの面積の拡大</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>重要な種あるいは注目種の生育生息地の拡大</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>気候変動に関係する危険性・変化</td> <td>流入負荷量（栄養塩、土砂）の減少</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">生態系の保護保全活動</td> <td>保護保全区域の拡大</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>バッファゾーンの拡大</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	生態系区分ごとの面積の拡大	定量	-	重要な種あるいは注目種の生育生息地の拡大	定量	-	気候変動に関係する危険性・変化	流入負荷量（栄養塩、土砂）の減少	定量	-	生態系の保護保全活動	保護保全区域の拡大	定量	-	バッファゾーンの拡大	定量	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																				
将来の気候変動に対する感受性	生態系区分ごとの面積の拡大	定量	-																				
	重要な種あるいは注目種の生育生息地の拡大	定量	-																				
気候変動に関係する危険性・変化	流入負荷量（栄養塩、土砂）の減少	定量	-																				
生態系の保護保全活動	保護保全区域の拡大	定量	-																				
	バッファゾーンの拡大	定量	-																				

＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
気候変動に関する危険性・変化	水質、堆砂量	定量	-
	各種流域管理施設の整備状況	定量	-
生態系の保護保全活動	ステークホルダーの意識向上	定性	-

⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー プロジェクトで対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが、気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。
	2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。 気候変動による生態系への影響については未知の部分が多く、現時点では多くの影響について明確な適応策を講じることは困難と考えられるが、カウンターパート機関を含む関係者と影響の可能性について協議し、情報を共有しておくことが重要である。
	3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑥ 必要となるデータ		必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価		
	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して 対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。	

参考文献及びその相違点の整理

1) 気候変動への賢い適応 第4章 自然生態系分野¹

我が国における気候変動への適応を想定し、食糧、水環境・水資源、自然生態系、健康等の分野について、現在把握されている影響、将来予測される影響、脆弱性評価及び適応策について示したものである。生態系に関連する分野として、「第4章 自然生態系分野」がある。

我が国を対象とした資料であるため、途上国の援助を想定する場合と比較して若干の方針の差異が生じると考えられる。以下、同資料を環境省（MoE）と略し、本調査と比較する。

・脆弱性評価：MoEでは、以下の4つのアプローチを示している。①、③のアプローチは、途上国支援においては期間、技術、及び蓄積されたデータ等のリソースから、採用が困難であると考えられ、本調査では採用していない。④は、MoEにおいては生態系や生物群集のモデル化を想定しており、生物生態系に係る多くの知見の蓄積と高度なモデル化技術が必要であるが、本調査ではこのうち物理現象～低次生態系モデルまでを扱う手法を取り入れている。これらの手法が採用できない場合には、②に近いアプローチとして、現在の生態系の成立条件等を基にした統計的手法が考えられる。

①長期モニタリングによる評価

②緯度や標高に沿った広域調査による評価

③温暖化実験

④生理・生態仮定を基盤とするシミュレーションモデル

・適応策：MoEでは、人為的な生物の移動について触れているが、扱いに慎重を要するとしており、基本的には「温暖化による影響を促進させる人為的要因を排除」することを推奨している。本調査でもこの立場をとっている。

2) IPCC AR4 第二作業部会報告書²

本調査の「考え方」の「1）気候変動による生態系サブセクターへの主な影響」に示した内容は、主に IPCC AR4 の第二作業部会報告書から、「第4章生態系、その特性、財とサービス」に記載された生態系区分ごとへの影響を抽出して記載している。

3) ラムサール条約締結国会議決議VIII.3 気候変動と湿地：影響、適応及び影響緩和³

ラムサール条約第8回締約国会議の決議の一つであり、気候変動への適応、緩和のいずれの面においても湿地が重要な役割をはたすとともに、世界中の多くの地域で気候変動による湿地への影響が生じていることを述べている。

湿地における適応策について、「気候変動と異常気象に対する湿地の回復力を高めるように湿地を管理すること、脆弱な国々においては、特に湿地と集水域の保護と再生を促進することで、洪水と早魃のリスクを低減するように湿地を管理すること」を求めている。

本調査では、直接参照はしていない。

4) 生物多様性条約事務局 Connecting Biodiversity and Climate Change -Mitigation and Adaptation- ⁴

生物多様性と気候変動に関するアドホック技術専門家グループの第二回会合報告書。生物多様性の保全や持続可能な利用を気候変動の緩和策・適応策に組み込ませるための科学的・技術的アドバイスと評価を行うことを目的としている。本調査では直接引用参照していないが、適応策について以下のような記述があり、人為的な移動や分散、あるいは人為環境下での種の保存等についても触れている。

・生態系及び種の自然な適応能力にとって最適な環境を提供すること

最も基本的な生態系保全の戦略は、無傷で正常に機能している生態系をできる限り保全することである。

・気候変動に対応した再生方策を用いること

生態系の再生は、劣化した生態系を、生態系サービスを提供できるようなより自然で良い生態系に変えていくことである。将来的には、生態系の再生は気候変動によるさらに多くのストレスに対応することを求められるであろう。

・気候変動によって影響を受ける種を移動させること

生態系の断片化や分散能力の限界など、生物の移動に対して既存の障害が存在する場合には、人為的な移動あるいは分散が、当該種が生き残るための最後の手段となるであろう。しかしながら、それが唯一の手段であった事例において

も、人為的な移動や分散には限界、リスク、不確実性があり、往々にして非常に高いコストを要している。

・実験室内での保全

気候変動と絶滅リスクを考慮すると、新たな環境で生存できないと考えられる種あるいは遺伝子型を保存することも必要である。これには、動物園や水族館、ジーンバンクにおいて遺伝子を長期的に維持していくことも含んでいる。

絶滅危惧の動物種を保全していくためには、コストやスペースが課題となる。実験室内における植物種の保全はこれに比較するとコストがかからない。

5) Climate Change, and Adaptation - Nature-Based Solutions from the World Bank Portfolio⁵

世銀の生物多様性、気候変動（緩和策、適応策）に関する事例集。適応策については、生物多様性分野での適応策より、適応策における生物多様性の役割の側から記述されている。本調査では特に参照していない。

¹ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応

² IPCC.(2007). Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability"

³ The Ramsar Convention of Wetlands.(2002). Resolution VIII-3, 8th Meeting of Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetland: Climate Change and Wetlands: Impacts, Adaptation, and Mitigation

⁴ Secretariat of Convention of Biological Diversity.(2009). Connecting Biodiversity and Climate Change –Mitigation and Adaptation-. CBD Technical Series No.41

⁵ IBRD / WB.(2008). Climate Change, and Adaptation – Nature-Based Solutions from the World Bank Portfolio

6. 治水対策サブセクター

指針：


- (1) 治水対策（適応案件）
- (2) 治水対策（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>治水対策サブセクターへの気候変動の影響としては、熱帯低気圧の強度増加による一洪水の総降水量の増加や、熱帯低気圧の発生頻度増加も懸念され、洪水の強度・頻度も増加することが挙げられる。また、海面上昇の影響から排水不良が起こり浸水期間の長期化も懸念される。</p> <p>これら気候変動による河川洪水被害の増加に対し、施設整備のハード対策、避難などのソフト対策、地域づくり等の分野横断的対策を通じた洪水被害の軽減が望まれる。</p> <p>治水対策サブセクターでは、ハードおよびソフト対策を通じて、洪水被害対策における気候変動への脆弱性の低減を行うものを対象とする。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による治水対策サブセクターへの主な影響</p> <p>■ 気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> 氷河融解量増加により河川の基底流量が増加し、洪水が発生しやすくなる。 氷河融解ではせき止め湖（氷河湖）を形成している場合があり、氷河湖が決壊すれば洪水が発生し下流域に被害をもたらす。 <p>■ 降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> 河川の基底流量が増加し、河川洪水が発生しやすくなる。 洪水流量が増し、堤防が整備されている場合も越流すれば堤防決壊等の被害が生じ、河川洪水が流出して堤内地の内水被害が生じる。 ダム湖への流入量の増加により、堤体越流等によるダム決壊の被害が懸念される。 鉄砲水が発生し、甚大な被害に通じる恐れがある。 土壌浸食が増加し、貯水施設や河道内への堆砂が促進され、施設の治水機能が低下する。 <p>■ 海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> 海面が上昇し排水能力が低下することから、氾濫域が広がり浸水が長期化しやすい。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して治水対策サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> 人口の増加、経済発展、土地利用の高度化による洪水リスクの高い地域への入植・開発。 上流域の森林伐採等による、河川の流出特性の変化。 都市化の進行による雨水の地中への浸透量の減少。 ダム廃止機運の高まりによるダム開発中止および既存ダムの撤去。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システム、洪水ハザードマップ、避難施設および避難経路等も含めた避難対策・訓練等のソフト対策が行政およびコミュニティにおいて実施されている場合は、適応能力が高くなる。 洪水被害が懸念される地域の開発規制、保水機能を持つ上流部の森林や洪水貯留機能を有する田畑の開発規制等、法制度が整備されている場合は、適応能力が高くなる。 住民への情報公開が適切にされており、住民の教育レベルや関心が高くリスク認知度が高い場合は、災害への事前準備や災害発生時の対応も適切に行われるため、適応能力が高くなる。 管轄機関の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 治水に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 損害保険や共済制度の有無及び加入状況により、災害発生後の復旧能力が異なる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> 集水域が広大な場合や氷河や融雪を水源にする小流域が含まれる場合では、地理的な差異を検討する必要がある。 下流域においては海面上昇による排水の影響を検討する必要がある。

	<p>b) 治水対策サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダムや堤防等の治水施設整備状況、設計条件、整備水準、維持管理状況により、感受性が異なる。 ・河川洪水の発生は、河川流量のみならず、その場所における河道断面・河床勾配・粗度係数の変化、下流域からの背水等の影響を受ける。 ・堤内地への洪水浸水は地形の影響を受ける。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各小流域においては、土地利用・開発規制・遊水地等の状況により、流出特性や堆砂、保水機能等が異なるため、適応能力が異なる。 ・治水施設によって管理者が異なる場合は、復旧能力等に差が生じる。 ・関係する地方自治体やコミュニティの対応能力や状況等により、適応能力が異なる。
③ 適応策	<p>治水対策サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■ 治水施設整備・改修</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川改修（河道掘削、引堤・築堤、放水路・捷水路、水門、内水処理対策等） ・河川流出抑制 - 河川対策（ダム、遊水地等） ・河川流出抑制 - 流域対策（貯留・浸透施設等） ・氾濫制御（二線堤、霞堤、輪中堤、水害防備林等） <p>■ 避難・誘導対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水予測および予警報システム整備 ・ハザードマップ整備 ・コミュニティ防災・避難・誘導実施体制および訓練 <p>■ 分野横断的対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市計画、流域保全計画 ・避難・誘導施設および道路の確保 ・建築物の高床化、重要な電気・機械施設の高所設置
④ マルアダプテーション	<p>治水対策サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■ 適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堤防設置により堤体内は安全との認識により住民の移転が進み、破堤時の損害が大きくなる。 ・治水施設整備により住民の防災意識が低下し、将来の状況変化への対応力が弱まる。 <p>■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来の河川流量、河川水位、海水面の変化により、施設の容量に不足が生じる、あるいは施設の安全性に影響が生じる。

指針：治水対策（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応策の必要性</u></p> <p>対象河川には治水対策が施されている。しかしながら、気候変動による影響で、対象河川の集水域における降水量の増加や降雨パターンの変化、極端現象の増加、海面上昇による背水影響の増加などにより、洪水頻度の増加および規模拡大が懸念される。</p> <p>■<u>適応策の内容</u></p> <p>治水施設整備等のハード対策や、避難・誘導等のソフト対策を通じ、対象地域の治水能力を強化する。</p> <p>■<u>適応策による効果</u></p> <p>気候変動による洪水被害が低減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象とする流域における過去の気象・水文記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象・水文観測所や管轄機関から収集する。 <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 気候変動後の気象状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定し、水文量を算出する。 b) その他社会経済的変動要因の把握 <ul style="list-style-type: none"> 対象国および対象流域の治水に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等をレビューし、人口増減や産業発展等の対象地域の土地利用を変化させうる要因や、遊水機能の利用可能性等を検討する。 <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 過去の被害状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> 過去の洪水や豪雨等による被害状況について、ステークホルダー（関連機関、住民等）からの聞き取り調査や洪水痕跡調査等を通じて把握し、洪水に対して脆弱な地域を整理する。 b) 対策施設等の整備状況 <ul style="list-style-type: none"> ・施設の状況 <ul style="list-style-type: none"> 対象流域の治水施設に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリ調査から、施設的设计容量および維持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。 ・施設の運用状況 <ul style="list-style-type: none"> ダムや水門等の河川構造物の運用記録、ステークホルダーからの聞き取り調査により、対象流域内の治水施設の運用状況について把握する。 c) 気候変動に対する感受性 <ul style="list-style-type: none"> 過去の洪水被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の治水施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の洪水被害に対する感受性を検討する。 <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ 2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 気候変動に対する適応能力

- ・重点防御地域の危険性（地形と治水施設）
都市域や人口密集地、重要施設等の重点防御すべき地域を特定し、治水対策の状況を確認する。
 - 重点防御地域の地形、治水施設状況：洪水対処能力
- ・コミュニティ防災と危機管理
洪水発生時の対処能力として、以下について検討する。
 - ソフト対策状況（ハザードマップ、洪水予警報システム、避難訓練状況）：自治体および住民の対処能力
 - 避難路、避難施設の整備状況：洪水時の避難容易度
- ・関連機関の復旧能力
治水施設管理者の復旧・応急復旧、洪水被害地域における復旧に関する予算や活動状況について検討する。
- ・研究機関の存在・能力
治水に関する研究機関等の存在・研究状況。
- ・洪水被害への補償
洪水被害発生後の復旧能力として、以下について検討する。
 - 洪水保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の復旧能力

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

- ・土地利用状況および土地利用規制
洪水被害状況に影響を及ぼす土地利用状況および土地利用規制について確認する。
 - 洪水危険地域における開発：洪水被害の危険性
 - 上流域の森林等の伐採：浸透貯留機能
 - 田畑、遊水地等の土地利用転換：遊水機能
 - 上流域の斜面管理状況：地滑りダムの形成及び結果による津波の発生、観測機器・警報器の破壊



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
重点防御地域の危険性	低い		高い
コミュニティ防災と危機管理	充実		貧弱
関連機関の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	有る・充実		無い・貧弱
洪水被害への補償	充実		貧弱
土地利用状況および土地利用規制	計画的		無計画

③ 適応策の事業評価	＜事業検討時における評価＞			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	洪水被害の減少	経済評価	被害額
			定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間
	重点防御地域の危険性	洪水被害の減少	経済評価	被害額
			定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間
	コミュニティ防災と危機管理	洪水発生時の対処能力の向上	定性	-
	関連機関の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
	洪水被害への補償	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
土地利用状況および土地利用規制	洪水危険地域における被害の減少	経済評価	被害額	
		定量	浸水家屋数 被害人口	
	＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
	ハード対策	流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上	定量	総貯水量 水位実績 洪水水位 流水量 最大洪水流量 最高洪水水位 施設使用頻度 調洪容量
		重点防御地域の治水計画基準年の向上	定量	施設使用頻度
	ソフト対策	貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質	定量 定性	植林面積
	その他	流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減	定量	-
		ステークホルダーの意識向上	定性	-
	④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p>		

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・洪水量増加への対応（施設拡張余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																													
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="344 533 523 568"></th> <th data-bbox="529 533 743 568">必要なデータ</th> <th data-bbox="750 533 1434 568">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="344 577 1434 613">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 622 523 757">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td data-bbox="529 622 743 757">過去の気象・水文</td> <td data-bbox="750 622 1434 757">対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 766 523 981" rowspan="2">2) 気候変動に関係する危険性・変化</td> <td data-bbox="529 766 743 878">将来の気候</td> <td data-bbox="750 766 1434 878">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 887 743 981">社会経済的変動要因</td> <td data-bbox="750 887 1434 981">対象国および対象流域の治水に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 990 523 1249" rowspan="4">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td data-bbox="529 990 743 1057">洪水被害状況</td> <td data-bbox="750 990 1434 1057">洪水事象毎の地域別の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1066 743 1133">既存施設の容量</td> <td data-bbox="750 1066 1434 1133">施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から施設毎の設計容量を確認する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1142 743 1209">既存施設の状況</td> <td data-bbox="750 1142 1434 1209">インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1218 743 1249">治水施設運用記録</td> <td data-bbox="750 1218 1434 1249">洪水被害発生時の状況を確認するため、施設運用記録はできるだけ詳細なもの入手する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 1258 523 1886" rowspan="7">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td data-bbox="529 1258 743 1361">重点防御地域の危険性（地形、治水施設）</td> <td data-bbox="750 1258 1434 1361">重点防御地域の地形を検討して洪水被害の受けやすさを把握するとともに、治水施設の設計容量と状況を確認する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1370 743 1438">ソフト対策状況</td> <td data-bbox="750 1370 1434 1438">担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1447 743 1514">避難路、避難施設整備状況</td> <td data-bbox="750 1447 1434 1514">担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1523 743 1590">関連機関の復旧能力</td> <td data-bbox="750 1523 1434 1590">予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1599 743 1666">研究機関の存在・能力</td> <td data-bbox="750 1599 1434 1666">研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1675 743 1742">洪水保険や共済制度の状況</td> <td data-bbox="750 1675 1434 1742">担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="529 1751 743 1886">土地利用状況および土地利用規制</td> <td data-bbox="750 1751 1434 1886">土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="344 1895 1434 1930">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 1939 523 2040"></td> <td data-bbox="529 1939 743 2040">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="750 1939 1434 2040">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国および対象流域の治水に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	洪水被害状況	洪水事象毎の地域別の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から施設毎の設計容量を確認する。	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	治水施設運用記録	洪水被害発生時の状況を確認するため、施設運用記録はできるだけ詳細なもの入手する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	重点防御地域の危険性（地形、治水施設）	重点防御地域の地形を検討して洪水被害の受けやすさを把握するとともに、治水施設の設計容量と状況を確認する。	ソフト対策状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。	避難路、避難施設整備状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する	関連機関の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて把握する。	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて把握する。	洪水保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。	土地利用状況および土地利用規制	土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																																												
②脆弱性評価																																														
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。																																												
2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																																												
	社会経済的変動要因	対象国および対象流域の治水に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。																																												
3) 気候変動に対する感受性の評価	洪水被害状況	洪水事象毎の地域別の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																																												
	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から施設毎の設計容量を確認する。																																												
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																																												
	治水施設運用記録	洪水被害発生時の状況を確認するため、施設運用記録はできるだけ詳細なもの入手する。																																												
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	重点防御地域の危険性（地形、治水施設）	重点防御地域の地形を検討して洪水被害の受けやすさを把握するとともに、治水施設の設計容量と状況を確認する。																																												
	ソフト対策状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。																																												
	避難路、避難施設整備状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する																																												
	関連機関の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて把握する。																																												
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて把握する。																																												
	洪水保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。																																												
	土地利用状況および土地利用規制	土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。																																												
その他																																														
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																												

指針：治水対策（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 経済発展により対象河川の下流域の開発が進み、治水能力を増強させる。 気候変動により、対象河川の集水域における降水量の増加や降雨パターンの変化、極端現象の増加、海面上昇による背水影響の増加などにより、洪水頻度の増加及び模拡大の危険性がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、治水機能が発揮される。</p>																									
② 脆弱性評価（危険性・変化）	対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における水文学量を算出する。																									
③ 適応オプションの検討	将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 対策としては、治水施設整備・改修などのハード対策、避難・誘導などのソフト対策があり、単体もしくは複合施策が考えられる。																									
④ 適応オプションの事業評価	<事業検討時における評価>																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td rowspan="2">洪水被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>被害額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">重点防御地域の危険性</td> <td rowspan="2">洪水被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>被害額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	洪水被害の減少	経済評価	被害額	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間	重点防御地域の危険性	洪水被害の減少	経済評価	被害額	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間									
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																							
将来の気候変動に対する感受性	洪水被害の減少	経済評価	被害額																							
		定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間																							
重点防御地域の危険性	洪水被害の減少	経済評価	被害額																							
		定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間																							
	<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ハード対策</td> <td>流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>総貯水量 水位実績 洪水水位 流水量 最大洪水流量 最高洪水水位 施設使用頻度 調洪容量</td> </tr> <tr> <td>重点防御地域の治水計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>施設使用頻度</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質</td> <td>定量 定性</td> <td>植林面積</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上	定量	総貯水量 水位実績 洪水水位 流水量 最大洪水流量 最高洪水水位 施設使用頻度 調洪容量	重点防御地域の治水計画基準年の向上	定量	施設使用頻度	ソフト対策	貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質	定量 定性	植林面積	その他	流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																							
ハード対策	流域全体あるいは対象区間の治水計画基準年の向上	定量	総貯水量 水位実績 洪水水位 流水量 最大洪水流量 最高洪水水位 施設使用頻度 調洪容量																							
	重点防御地域の治水計画基準年の向上	定量	施設使用頻度																							
ソフト対策	貯留・浸透・遊水機能を有する土地の量・質	定量 定性	植林面積																							
その他	流域、重点防御地域、洪水危険地域の住民数・経済活動の増減	定量	-																							
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																							

⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリング及びレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・洪水量増加への対応（施設拡張余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																	
⑥ 必要となるデータ	<table border="1" data-bbox="336 752 1406 1111"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 752 517 792"></th> <th data-bbox="517 752 745 792">必要なデータ</th> <th data-bbox="745 752 1406 792">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="336 792 1406 833">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 833 517 960"></td> <td data-bbox="517 833 745 960">将来の気候</td> <td data-bbox="745 833 1406 960">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="336 960 1406 1001">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1001 517 1111"></td> <td data-bbox="517 1001 745 1111">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="745 1001 1406 1111">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>				必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																
②脆弱性評価																		
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																
その他																		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																

参考文献およびその相違点の整理

1) 水分野における気候変動適応策ハンドブック¹

JICAの水分野（洪水を中心とし、水資源管理、水環境、土砂、海岸もカバーする）に関する、気候変動適応策の発展途上国への開発援助の考え方を示したものである。

治水対策サブセクターの適応策の考え方及び指針作成における第一参考文献であり、本調査においても方針、実施方法等に関し基本的に同様であるが、比較は以下ようになる。（以下、ハンドブック：HBと略し、本調査と比較する）

・HBはM/P段階を主要なターゲットとしており、本調査は有償資金協力を前提としたF/Sを主要なターゲットにしている。HBでは地域・都市計画や土地利用規制による洪水被害の減少を主眼としている。

・OECD-DACの適応策の定義においては、「脆弱性を低減させるもの」とあり脆弱性について検討する必要があるが、HBにおいては脆弱性の定義及び評価方法が内包されているものの明示されていないため、本調査においては脆弱性評価について調査方法を含め明示した。

・目標年次：HBではIPCC第4次報告書で使用したGCMの結果が得られやすい2040-50と定義しているが、本調査では第5次報告書が2013年に作成されること、また各国とも政策面で気候変動影響を検討することが主流になっていることから、援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。

・気候変動影響予測：HBではダウンスケーリングの方法についてAGCM20のダウンスケーリングを原則使用としているが、その後の各種研究・調査結果により必ずしもAGCM20が世界各地で適合するわけではないことが示されていること、また、各国とも自国に適合するモデルを基に国別報告等の気候変動対策ポリシーを策定していることから、利用モデルに関しても援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。

なお、同ハンドブックの概要は以下のとおりである。

過去の降雨パターンが将来にわたり変化しないという定常性を前提とした計画手法は、気候変動影響により今後通用しないとの認識に立ち、今後の計画策定では以下の点がこれまでとは根本的に異なるとしている。

・変動し続ける気候を相手にすることとなる。

・将来の影響を予測しながら計画策定、事業実施を行う。

・予測や適応に利用できる技術は日々進歩し、これに伴い水をマネジメントする制度も変わっていく、また、変えていかねばならない。

以上を踏まえ、治水対策分野における検討方法を抜粋すると、以下ようになる。

1. 洪水予測

計画目標年次は2040-50年とする。

目標確率年はこれまでの考え方を準用する。

不確実性を考慮するため、複数の降雨を検討する。例えば、同じ目標確率年における、現況値、気候変動予測結果を用いたダウンスケーリングモデルからの算出値やアンサンブル平均値など。

流出解析は従来通り。

2. 現行施設・計画・管理：既存適応メカニズムの把握

適応策に活用できる既存の水マネジメントに関わる施設や計画、制度体制等を把握する。

(a) 構造物対策

(b) 制度・体制

(c) これまで必ずしも実施されてこなかったが、コミュニティによる対策を実施するに当たり必要な調査項目

(d) 都市計画や地域開発計画

3. 被害ポテンシャル・影響評価

氾濫解析を行う。ただし、従来のように河川の中に洪水を閉じ込めることを主な対策とせず流域での対策が鍵となるため、氾濫形態を分析する。シミュレーションが実施できない場合は、インタビュー調査等により過去の既往最大や毎年の洪水から氾濫水深を推定する。

氾濫分析より影響評価を行う。従来の影響評価に加え、人間の安全保障の観点から以下の2点についても被害の深刻さや脆弱性を評価する。

- ・ 貧困層などの特定の災害弱者集団への被害
- ・ 個人の持つ生計手段や資産への被害

氷河湖決壊洪水については、崩壊メカニズムが依然不明な点が多いため、以下の調査・分析の継続的实施、手法開発及び精度向上を図り、危険な氷河湖の抽出を図ることが優先課題である。

- ・ 衛星データを用いた氷河湖変動解析・決壊リスク解析
- ・ 現地調査による氷河湖の構造、熱的環境、決壊メカニズム等の分析
- ・ リモートセンシング等によるモニタリングシステムの構築

4. 適応策検討

(1) 流域ガバナンス

関連する機関・セクターが多岐にわたり、コミュニティの自発的な活動が適応策のカギを握ることから、関係機関、専門家、有識者等から成る協議会を計画の早い段階から設置し、検討する。

(2) 気象水文観測

気候変動影響の評価精度向上、洪水等の現象の把握や警報を行うため、気象水文観測の向上・維持は水分野横断的な適応策である。

(3) 水害

(a) 目標の設定

治水の目標を「人命を守り、被害は最小化する」とし、例えば以下のような検討を行う。

- ステップ1： 重要な地区は重点防御
- ステップ2： それ以外の地区には住まない
- ステップ3： あふれてしまう洪水にはコミュニティ防災と危機管理

(b) 施設計画

災害規模は増大し続けるため、柔軟かつしなやかに対応する。

(c) 経済評価

気候変動による想定被害及び便益は年々変化するものであるが、実際には目標年次まで一定割合で変化すると考え、中間年の時点での予測結果を基に計算を行ってもよい。なお、避難能力強化などのソフト対策による防災力の向上等の定量的評価方法は確立されておらず、個別に検討せざるを得ない状況である。

(d) 地域・都市計画、土地利用規制

i) 線引きと開発規制

- ・ 洪水被害が深刻な地域は使用制限（居住禁止）、もしくは対策（鉄筋コンクリート造など耐水化・高床）の上で居住する。
- ・ 洪水被害を深刻化させる地域は開発規制

ii) 雨水浸透施設、調整池義務づけ

iii) グリーンベルト

iv) 法制度の整備とその実効性確保

v) 組織、手続き、職員訓練

(e) コミュニティ防災、危機管理

i) コミュニティの強みと弱みを評価する（リスクとキャパシティのアセスメント）

ii) 事業計画案の検討

（インフラ整備、環境保全、予警報システム構築、人材育成、自主防災組織づくり、住居、セーフティネット、予算）

iii) 事業計画の検証（事業計画の検証を目的としたパイロットプロジェクトの実施）

iv) 事業計画策定

v) 一連の取組を通じたリスク・コミュニケーション体制構築

(4) 弱者・貧困対策

(5) 災害保険

(6) モニタリング（評価検証）、維持管理

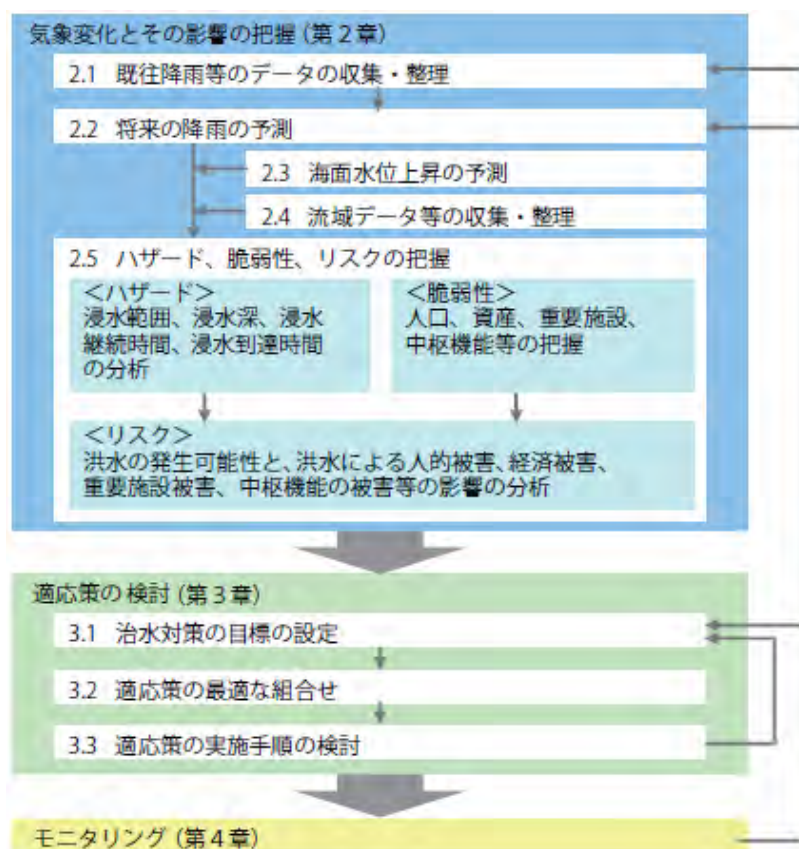
2) 洪水に関する気候変化の適応策検討ガイドライン²

アジア・太平洋地域をはじめとする社会経済の発展及び人口の増加に伴う都市域の拡大や市街地の高度利用の進展が予測され、沖積地を生産・生活の基盤とし、治水対策が整備途上である国等を主たる対象とし、気候変化に起因する洪水（高潮は含まない）に対する適応策の検討手順の枠組みを示すものである。

治水分野の開発援助における M/P、F/S 段階での実施指針としての完成度は高く、本調査でも大いに参考にしたため共通部分が多い。本調査とガイドライン（以下、GL）との明示的な違いは以下のとおりである。

・本調査の「脆弱性評価」に対応する部分は、GLでは「ハザード、脆弱性、リスクの把握」となっている。脆弱性の定義について、国際的に「気候の変化」「感受性」と「適応能力」の両面から評価するとの考え方が定着してきており、「適応能力」にはソフト対策（土地利用規制等含む）やステークホルダーの能力の現状も検討するとの認識ができてきている。GLにおいては「適応能力」については、考え方は包含されているものの評価方法も含め明示されておらず、本調査では脆弱性評価について項目を追加している。

なお、本ガイドラインでは以下の流れで検討手順が示されている。



出典：国土交通省．（2010），p. 1

各工程における留意点を以下に示す。

2.1 既往降雨等のデータの収集・整理

長期にわたる均質なデータの収集が必要である。これらのデータは将来降雨予測におけるダウンスケールやバイアス補正にも利用する。

2.2 将来の降雨の予測

20～30年の近未来においては、気候変動シナリオ間による影響は小さく予測結果に大きな差は見られないので検討するシナリオを少なくすることが可能であるが、100年程度の長期的な予測ではシナリオによって予測結果が大きく変わるため多くのシナリオで検討することが望ましい。

なお、IPCC第4次報告書で使用された気候変動シナリオのうち、これまで多くの予測においてはA1B、A2、B2シナリオの3種が用いられており、この中でも適応策の検討にはA1Bが用いられていることが多い。

使用する気候モデルに関しては、当該地域特有の降雨現象を的確に再現できる複数の予測計算結果を用いることが重要となる。ダウンスケーリング（統計的ダウンスケーリング及び力学的ダウンスケーリング）についてはそれぞれの特徴を踏まえて選択・採用する。

2.3 海面水位上昇の予測

海面水位上昇についても、シナリオ設定や計算モデルでの不確実性があることに留意し、予測結果を適切に選定する。

2.4 流域データ等の収集

流出解析に用いるための流域データ、流下能力把握や河道内洪水伝播計算等に用いる河川データ、氾濫解析等に用いる氾濫域データを収集する。更に、水利・水文モデルの検証や流域データ・河川データの不足を補うため、流量・水位・氾濫状況など、洪水流や氾濫流に関する実績の水理量、水文量についても収集・整理する。

2.5 ハザード、脆弱性、リスクの把握

流出解析、河道内洪水伝播計算、氾濫解析を行い、洪水被害の評価を行う。

3.1 治水対策の目標の設定

20～30年後程度の適当な対象年次を目安とすることが現時点では有効である。治水目標はまず暫定的に「犠牲者を最小化する」「首都機能の麻痺を回避する」等と概略設定し、適応策を検討した後、時間や費用等の観点で目標の具体化を図る。

3.2 適応策の最適な組み合わせ

流域の気象状況、社会状況や対象国の財政、法制度、行政組織、社会インフラ整備状況、国民の災害への認知度等を踏まえ、適応策の実効性を十分検討する。適応策の主なメニューは以下の通りであり、最適な施策メニューを組み合わせ、必要に応じて関係住民の意見を反映させながら、評価・決定する。なお、複数の組み合わせを立案し、それぞれ比較することが必要である。

- A. 氾濫の危険性を低減させる対策（河道掘削、引堤、築堤、ダム、遊水地等）
- B. 氾濫流を制御する対策（二線堤、霞堤、輪中堤等）
- C. 氾濫域において被害を軽減させる対策（土地利用規制、建築物の高床化、電気・機械設備の高所設置等）
- D. 避難・誘導等のための対策（避難・誘導、予警報、避難施設等）
- E. 応急対応（水防、締切、排水対策、訓練、教育等）
- F. 復旧・復興を迅速に行う対策（防災拠点、輸送ネットワーク、防災業務計画、業務継続計画、水害廃棄物の処理等）

3.3 適応策の実施手順の検討

実施手順についても複数立案・評価し、最終的にはロードマップを作成して、適応策実施の手順を分かりやすく示すことが重要である。

4. モニタリング

気候変動の不確実性を考慮し、気候変化の把握を目的としたモニタリングを行い、PDCAサイクルを回す。

¹ JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック ー水と地域を統合したしなやかなマネジメントー

² 国土交通省. (2010). 洪水に関する気候変化の適応策検討ガイドライン

7. 沿岸防災サブセクター

指針：

- (1) 沿岸防災（適応案件）
- (2) 沿岸防災（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>気候変動影響により海面上昇や高潮・高波の頻度や強度の増加等が引き起こされ、砂浜や陸域の侵食被害、および波力の増大等による海岸保全施設の被害が引き起こされる。沿岸域での適応策はIPCC等により撤退・順応・防護に区分され議論されてきており、撤退・順応は土地利用規制や移住等の政策的対応であり、防護は技術的対策である。</p> <p>沿岸防災サブセクターでは、技術的対策である防護を中心として、気候変動に対する脆弱性の低減を行うものを対象とする。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による沿岸防災サブセクターへの主な影響</p> <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水面の上昇により汀線が後退し、土地損失が生じる。 ・満潮時に浸水被害が起こる地域が生じたり、洪水被害時の浸水が長期化する。 ・防波堤や護岸の越波防止機能が低下する。 ・同じ波浪条件でも水深増加に伴い波力が強まり、護岸被覆や消波ブロック、胸壁等の設計波力を超えるため、移動や損傷が発生する。また、海岸や砂浜の侵食や海蝕が増加する。 ・地下水水位が上昇するため、埋設管・マンホールの浮力の増加や、地盤隆起が懸念される。また液状化の危険性が増える。 <p>■台風や低気圧の規模及び頻度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海面上昇との相乗効果で高潮・高波被害が頻度・強度とも増加し、海岸侵食や砂浜侵食、海蝕が増加する。 ・沿岸地域での陸域浸水が増加する。 ・想定していた設計条件を超える波浪が襲来する可能性があり、これによる海岸構造物の機能低下および被災が生じる。 <p>■海水温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水温の上昇によりサンゴが白化・死亡し、それに伴い陸域防護機能の低下や沿岸域環境の悪化が生じる。 <p>■降水量及び降雨強度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川流量の増加に伴い河川流砂が増加する。ただし、河川内での堆砂・浚渫により砂浜への土砂供給量の増加は考えにくい。 <p>■海流の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漂砂特性が変化し、砂浜の状況が変化する。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して沿岸防災サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口の増加、経済発展、土地利用の高度化による沿岸地域への入植・開発。 ・沿岸地域の地下水利用に伴う地盤沈下。 ・河川開発や港湾開発等による流砂・漂砂特性の変化。 ・沿岸付近の浚渫作業状況。 ・土地利用形態の変化に伴う沿岸環境変化（水質等の都市環境問題およびサンゴやマングローブ等の自然環境問題） <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸地域の開発規制等の法整備が整備されている場合は、適応能力が高くなる。 ・警戒システム、避難施設および避難経路等も含めた避難対策・訓練等のソフト対策が行政およびコミュニティにおいて実施されている場合は、適応能力が高くなる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・住民への情報公開が適切にされており、住民の教育レベルや関心が高くリスク認知度が高い場合は、被害への事前準備や被害発生時の対応も適切に行われるため、適応能力が高くなる。 ・管轄機関等の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・沿岸防災に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 ・損害保険や共済制度等、高潮・高波被害に対する補償が充実している場合、災害時の復旧能力が高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海底地形・海岸地形により、高潮や高波の空間偏在が生じることによる起因力変化により、海岸特性（波、流れ、漂砂特性）や海岸構造物に対する波力の空間偏在が生じる。 <p>b) 沿岸防災サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸防災施設の整備状況、設計条件、整備水準、維持管理状況により、感受性が異なる。 ・沿岸地域での海面上昇や高潮・高波被害等の影響は地形・標高による。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋め立て地や埋設管・マンホールが十分締め固められている場合等は、地下水位上昇による被害に対して適応能力が高い。 ・沿岸地域での開発規制や、海岸からの移住が行われる等、土地利用規制が行われている場合は適応能力が高い。 ・施設によって管理者が異なる場合は、復旧能力等に差が生じる。 ・関係する地方自治体やコミュニティの対応能力や状況等により、適応能力が異なる。
③適応策	<p>沿岸防災サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■海岸構造物整備・拡張</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海岸構造物の新規整備、嵩上げ、基部及び堤体の安定化対策。 ・消波ブロックや蛇かご、捨石、被覆材等の構成材の変更。 <p>■その他構造物対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋設管やマンホール等、地下水位上昇時に浮力を受けるものに対して、付け替えや締め固めを行い、浮上防止対策を行う。 <p>■ソフト構造物（自然工法含む）による適応策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・養浜による砂浜復元、サンドバイパス工法等による砂浜維持。 ・マングローブ林等の植林による高波被害の軽減。 ・サンゴ移植・増殖（無性生殖法・有性生殖法）によるサンゴ礁の維持・復活。 <p>■ソフト対策（避難・誘導対策）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・警戒システム整備 ・ハザードマップ整備 ・コミュニティ防災・避難・誘導実施体制及び訓練 <p>■分野横断的対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市計画、土地利用計画 ・避難・誘導施設及び道路の確保

④ マルアダプ テーション	<p>沿岸防災サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■ 適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none">・ 施設整備により海岸背後は安全との認識から住民の移転が進み、被害時の損害が大きくなる。・ 施設整備により住民の防災意識が低下し、将来の状況変化への対応力が弱まる。 <p>■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none">・ 将来の海面上昇、風力増加等の変化により、施設の高さや耐力に不足が生じる、あるいは施設の安全性に影響が生じる。・ 沿岸管理により利害関係者（浚渫業者、水産加工業、倉庫、運送業など）へ影響が生じる。利害関係者との調整は必要不可欠である。
------------------	--

指針：沿岸防災（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■適応策の必要性 対象沿岸地域は気候変動による影響で、海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加により、陸域の浸水や海岸・砂浜侵食および海蝕被害、高潮・高波被害の増加および規模拡大が懸念される。また、地下水位上昇に伴い、沿岸地域の地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力の増加、液状化の危険性が増える。海水温の上昇によるサンゴの白化・死亡、それに伴う陸域防護機能の低下や沿岸域環境の悪化も懸念される。</p> <p>■適応策の内容 ハード対策・ソフト対策による陸域浸水・海岸侵食対策、地下水位上昇対策、防災能力の強化、海岸・沿岸域環境の保全対策を行う。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による陸域浸水・海岸侵食被害、地下水位上昇による被害、高潮・高波被害が低減される。また良好な海岸・沿岸域環境が維持され、サンゴ礁等の自然の防波機能が維持される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象沿岸地域および周辺における過去の潮位記録、波浪記録、高潮や高波等の記録について可能な限り長期間にわたるデータを海象観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における海象・気象状況を特定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象沿岸地域の開発計画や土地利用規制等をレビューし、人口増減や産業発展等の対象沿岸地域の土地利用を変化させようの要因等を検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 陸域の浸水被害、海岸・砂浜侵食被害、更に高潮・高波被害に関するデータ（観測記録、空中写真、測量等）を、ステークホルダー（海岸管理担当部局、住民等）における収集・聞き取り調査、気象に関する Web サイト等を通じて把握する。対象沿岸地域における、陸域浸水、海岸侵食・海蝕および高潮・高波被害に脆弱な地域を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設の状況 対象沿岸地域の海岸構造物に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリー調査から、施設の設計条件・耐力、および維持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。 ・施設の運用状況 水門や排水機場等の運用記録、ステークホルダーからの聞き取り調査により、対象沿岸地域の防災施設の運用状況について把握する。 <p>c) 気候変動に対する感受性 海底地形・海岸地形、海岸特性（波、流れ、漂砂特性）、沿岸部の植生等を把握し、過去の被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の防災施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の陸域浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波被害に対する感受性を検討する。</p>



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

・コミュニティ防災と危機管理

高潮・高波被害発生時の対処能力として、以下について検討する。

- ソフト対策状況（ハザードマップ、警戒システム、避難訓練状況）：自治体及び住民の対処能力
- 避難路、避難施設の整備状況：高潮・高波被害時の避難容易度

・管轄部局の復旧能力

災害復旧に関する管轄部局の予算・活動状況。

・研究機関の存在・能力

沿岸防災に関する研究機関等の存在・研究状況。

・高潮・高波被害への補償

高潮・高波被害発生後の復旧能力として、以下について検討する。

- 損害保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の復旧能力

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

・土地利用状況及び土地利用規制

陸域浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波被害、流砂・漂砂特性に影響を及ぼす土地利用状況および土地利用規制について確認する。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
コミュニティ防災と危機管理	充実		貧弱
関連機関の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在 能力	有る・充実		無い・貧弱
高潮・高波被害への補償	充実		貧弱
土地利用状況及び土地利用規制	計画的		無計画

③ 適応策の事業評価	＜事業検討時における評価＞			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波等の被害の減少	経済評価	被害額
			定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間
	コミュニティ防災と危機管理	高潮・高波被害発生時の対処能力の向上	定性	-
	関連機関の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
	高潮・高波被害への補償	被害発生後の復旧能力の向上	定性	-
	土地利用状況及び土地利用規制	沿岸地域の土地利用規制区域における人的・物的被害の減少	経済評価	被害額
定量			浸水家屋数 被害人口	
	＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-
	ソフト対策	養浜、マングローブ植林、サンゴ移植等のプロジェクト実施実績	定量	植林面積 植林木の生存率
	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・海面上昇・高潮・高波への対応（施設の耐力強化、嵩上げ余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>			

⑤ 必要となるデータ	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の海象・気象	対象地域の海象・気象観測所の観測データを収集する。
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象観測データを基に予測する。
	社会経済的変動要因	対象国および対象沿岸地域の開発計画や土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	陸域浸水被害状況、海岸侵食・海蝕被害状況、高潮・高波被害状況	陸域浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波被害の事象毎の地域別の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。
	既存施設の設計件、耐力	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計条件および耐力を確認する。
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。
	防災施設運用記録	被害発生時の状況を確認するため、施設運用記録はできるだけ詳細なものを入手する。
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	ソフト対策状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。
	避難路、避難施設整備状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして状況を把握する。
	関連機関の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	損害保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。
	土地利用状況及び土地利用規制	土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：沿岸防災（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 経済発展により沿岸地域の開発が進み、沿岸防災能力を増強させる。 気候変動により、海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加により、陸域の浸水や海岸・砂浜侵食および海蝕被害、高潮・高波被害の増加および規模拡大の危険性がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、沿岸防災機能が発揮される。</p>																										
② 脆弱性評価 （危険性・変 化）	対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における海象・気象状況を特定する。																										
③ 適応オプシ ョンの検討	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。</p> <p>対策としては、海岸構造物整備・拡張などのハード対策による防護、養浜や植林、サンゴ移植などの海岸侵食に関するソフト対策、避難・誘導などの防災ソフト対策があり、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																										
④ 適応オプシ ョンの事業 評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 835 1385 1126"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に 対する感受性</td> <td rowspan="2">浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波 等の被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>被害額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1205 1385 1440"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>養浜、マングローブ植林、サンゴ移 植等のプロジェクト実施実績</td> <td>定量</td> <td>植林面積 植林木の生存率</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に 対する感受性	浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波 等の被害の減少	経済評価	被害額	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-	ソフト対策	養浜、マングローブ植林、サンゴ移 植等のプロジェクト実施実績	定量	植林面積 植林木の生存率	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																								
将来の気候変動に 対する感受性	浸水、海岸侵食・海蝕、高潮・高波 等の被害の減少	経済評価	被害額																								
		定量	浸水面積 浸水家屋数 被害人口 最大水深 浸水時間																								
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																								
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-																								
ソフト対策	養浜、マングローブ植林、サンゴ移 植等のプロジェクト実施実績	定量	植林面積 植林木の生存率																								
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																								
⑤ 適応オプシ ョン検討に あたって考 慮すべき事 項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・海面上昇・高潮・高波への対応（施設の耐力強化、嵩上げ余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																										

⑥ 必要となる データ		必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価		
		将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象観測データを基に予測する。
	その他		
		適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

参考文献及びその相違点の整理

1) 水分野における気候変動適応策ハンドブック¹

JICA の水分野（洪水を中心とし、水資源管理、水環境、土砂、海岸もカバーする）に関する、気候変動適応策の発展途上国への開発援助の考え方を示したものである。

本ハンドブック（HB）と本調査との差は以下のとおりである。

- ・HB は MP 段階を主要なターゲットとしており、本調査は有償資金協力を前提とした F/S を主要なターゲットにしている。

- ・OECD-DAC の適応策の定義においては、「脆弱性を低減させるもの」とあり脆弱性について検討する必要があるが、HB においては脆弱性の定義および評価方法が内包されているものの明示されていないため、本調査においては脆弱性評価について調査方法を含め明示した。

- ・目標年次：HB では IPCC 第 4 次報告書で使用した GCM の結果が得られやすい 2040-50 と定義しているが、本調査では第 5 次報告書が 2013 年に作成されること、また各国とも政策面で気候変動影響を検討することが主流になっていることから、援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。

- ・気候変動影響予測：HB ではダウンスケーリングの方法について AGCM20 のダウンスケーリングを原則使用としているが、その後の各種研究・調査結果により必ずしも AGCM20 が世界各地で適合するわけではないことが示されていること、また、各国とも自国に適合するモデルを基に国別報告等の気候変動対策ポリシーを策定していることから、利用モデルに関しても援助対象国の気候変動対策ポリシーに合わせるとした。

なお、同ハンドブックの概要は以下のとおりである。

過去の外力パターンが将来にわたり変化しないという定常性を前提とした計画手法は、気候変動影響により今後通用しないとの認識に立ち、今後の計画策定では以下の点がこれまでとは根本的に異なるとしている。

- ・変動し続ける気候を相手にすることとなる。
- ・将来の影響を予測しながら計画策定、事業実施を行う。
- ・予測や適応に利用できる技術は日々進歩し、これに伴い水をマネジメントする制度も変わっていく、また、変えていかねばならない。

以上を踏まえ、沿岸防災分野における検討方法を抜粋すると、以下のようになる。

1. 予測

海面上昇は長期、極端現象は短期の変化であり、時間スケールの違いを考慮する必要がある。予測手法は実務に適用できる段階にまで達しておらず、当面は潮位や波浪などの観測データから変動傾向を分析し、技術開発の動向に留意し、随時評価精度を向上させていく。

2. 現行施設・計画・管理：既存適応メカニズムの把握

適応策に活用できる既存の防災に関わる施設や計画、制度体制等を把握する。

- 構造物対策
- 制度・体制
- これまで必ずしも実施されてこなかったが、コミュニティによる対策を実施するに当たり必要な調査項目
- 都市計画や地域開発計画

3. 被害ポテンシャル・影響評価

以下の影響評価を行う。

- ・浸水リスク（平常時、一時的）
- ・海岸侵食や構造物の安定性
- ・地下水位上昇
- ・地下水、河川水への塩分侵入
- ・水温上昇、侵食による沿岸生態系への影響（植生変化やサンゴの白化現象など）

4. 適応策検討

(1) 流域ガバナンス

関連する機関・セクターが多岐にわたり、コミュニティの自発的な活動が適応策のカギを握ることから、関係機関、専門家、有識者等から成る協議会を計画の早い段階から設置し、検討する。

(2) 気象水文観測

気候変動影響の評価精度向上、洪水等の現象の把握や警報を行うため、気象水文観測の向上・維持は水分野横断的な適応策である。

(3) 海岸保全

- ・ 構造物対応（ハード対策）
- ・ 非構造物対応（ソフト対応）
- ・ 海岸侵食対策

(4) 弱者・貧困対策

(5) 災害保険

(6) モニタリング（評価検証）、維持管理

2) Adapting to Coastal Climate Change²

沿岸防災分野の気候変動に関し、脆弱性評価から適応策の実施までを検討したものである。

脆弱性評価のステップ、考慮事項は本調査と同様であり大きな差はない。

適応策については、以下のメニューが挙げられている。

- ・ 機能的で健全な沿岸生態系
 1. 沿岸湿地保護・再生
 2. 海洋保全協定
 3. 海洋保護区
 4. 環境サービスへの支払い
- ・ 気候変動影響への曝露が少ない環境
 1. 海岸・砂丘養生
 2. 建築基準
 3. 沿岸開発のセットバック
 4. 生きている海岸線
 5. 構造物による海岸線の安定
- ・ 多様な生計手段
 1. 漁業でのグッド・プラクティス
 2. 海中養殖業でのベスト・マネジメント・プラクティス
 3. 観光業でのベスト・マネジメント・プラクティス
- ・ 人間の健康とより良い安全
 1. コミュニティ・ベースの災害リスク削減
 2. 洪水ハザードマップ作製
- ・ 包括的な計画策定と統治
 1. 海岸流域マネジメント
 2. 統合沿岸マネジメント
 3. 特別地区マネジメント計画

¹ JICA.(2010).水分野における気候変動適応策ハンドブック ー水と地域を統合したしなやかなマネジメントー

² USAID. (2009). Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners

8. 土砂災害防災サブセクター

指針：

- (1) 土砂災害防災（適応案件）
- (2) 土砂災害防災（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>土砂災害対策サブセクターへの気候変動の影響としては、集中豪雨の強度・頻度等の増加が懸念され、土砂災害の発生頻度の増加、崩壊発生区域の拡大、崩壊発生時間の短縮などが挙げられる。また、気候変動で総降水量が増加したり、気温が上昇すると、現在は安全とされている場所でも崩壊や地滑りが発生する危険性があるほか、崩壊に伴う流出土砂量が増大し、下流のダムや河道、海岸などに長期的な影響を及ぼすことも懸念される。</p> <p>これら気候変動による土砂災害被害の増加に対し、施設整備のハード対策、土砂災害の発生頻度・場所・規模・タイミングの予測、土砂災害警戒区域の設定、警戒避難などのソフト対策、地域づくり等の分野横断的対策を通じた土砂災害被害の軽減が望まれる。</p> <p>土砂災害対策サブセクターでは、ハードおよびソフト対策を通じて、土砂災害被害対策における気候変動への脆弱性の低減を行うものを対象とする。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による土砂災害対策サブセクターへの主な影響</p> <p>■総降水量の増加、集中豪雨の強度・頻度の増加、台風等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集中豪雨の強度・頻度及び降雨量が増加し、斜面内の地下水位が上昇して斜面崩壊や地滑りが発生しやすくなる。特に発生頻度の増加や発生規模の増大、発生タイミングの変化などが想定される。 ・洪水流量が増加した場合、崩壊に伴う土石流の発生頻度・規模が増大し、崩壊及び土石流による直接被害が増加するとともに、洪水と相まって氾濫被害を激甚化し長期的に下流のダム施設や洪水調整施設、河道、海岸に与える被害が増加する。 ・溶雪や総降雨量の増加により、氷河湖や地すべりダムの水が溢れ、氷河湖や地すべりダムの決壊をもたらす。 ・斜面崩壊の拡大に伴って流域の土砂浸食が激しくなり、土砂流出の増大や長期化による流域水質の低下をもたらす。 ・河川水量の増加により、特に河川に面している地すべり末端部の摩擦力が減少し、地すべり全体の不安定性が増加する。 <p>■気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・融雪に伴う斜面地下水位の上昇で斜面崩壊や地すべりが発生しやすくなる恐れがある。 ・氷河融解ではせき止め湖（氷河湖）を形成している場合があり、氷河湖が決壊すれば洪水に伴う土石流や崩壊が発生し下流域に被害をもたらす。 <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海面が上昇し排水能力が低下することから、上流部の土砂侵食量の増加の影響も加わり、土砂氾濫域の広域化や土砂堆積により土地の荒廃が生じる。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して土砂災害対策サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口の増加、都市化の進展、資源開発、土地利用の高度化による崩壊危険箇所や土砂災害警戒区域への入植・開発。 ・上流域の林地や傾斜地など土地利用の変化及び森林伐採等による斜面地形や植生の変化。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害ハザードマップの整備や土砂災害危険箇所の抽出、土砂災害警戒区域の設定、土砂災害発生規模・タイミングなどの予警報システム化、警戒避難の高度化等も含めたソフト対策が行政およびコミュニティにおいて実施されている場合は、適応能力が高くなる。 ・土砂災害被害が懸念される地域の開発規制、土地利用の変更、土砂流失を規制する上流部の森林や傾斜地の開発規制等、法制度が整備されている場合は、適応能力が高くなる。 ・住民への情報公開が適切にされており、住民の教育レベルや関心が高くリスク認知度が高い場合は、災害への事前準備や災害発生時の対応も適切に行われるため、適応能力が高くなる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害に関する管轄機関が存在する、また復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・土砂災害に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 ・損害保険や共済制度の有無及び加入状況により、災害発生後の復旧能力が異なる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集水域が広大な場合や、山岳地から急峻な河川、沖積平野を含む地勢の場合では、地形・地理的な差異を検討する必要がある。 ・氷河や融雪を水源にする流域が含まれる場合では、地理的な差異を検討する必要がある。 <p>b) 土砂災害対策サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜面对策や砂防ダム、堤防等の土砂災害対策施設整備、設計条件、整備水準、維持管理状況により、感受性が異なる。 ・土砂災害の場合、上・中流域において地滑りや斜面崩壊、それに伴う土石流が直接的被害を及ぼすものと、中・下流域においては河床変動（上昇）により土砂氾濫が発生しやすかつ広範囲になる間接的な問題がある。 ・急峻な山岳地形や地質構造の発達した劣化・風化した地質帯では、土砂災害発生は集中したり、大規模土砂災害の発生危険性が増加する。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各流域においては、土地利用・開発規制・流域管理・河川管理等の状況により、斜面安定の状況や流出土砂の量・質等が異なるため、適応能力が異なる。 ・関係する地方自治体やコミュニティの対応能力や状況等により、被害軽減の適応能力が異なる。
③適応策	<p>土砂災害対策サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■土砂災害対策施設整備・改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上流域の斜面安定対策や、土砂生産・流出の抑制対策（斜面保護、排水、治山・砂防対策等） ・中・下流域への流出土砂の調整・抑制対策（砂防ダム、護岸対策等） ・下流域の土砂氾濫制御（堤防、河床浚渫等） ・保全対象に対する直接保護対策（グリーンベルト、保護壁、擁壁等、） <p>■予警報・避難対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害ハザードマップの整備 ・危険箇所の抽出や土砂災害警戒区域の設定・指定 ・崩壊発生・土石流発生・土石流到達範囲の予測および予警報システム整備 ・コミュニティ防災・避難・誘導実施体制および訓練 ・土砂災害復旧体制の整備 <p>■分野横断的対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市計画、土地利用計画、流域保全計画 ・避難・誘導施設および道路の確保 ・建築設計基準 ・地震などを含む危険管理計画

④ マルアダプ テーション	<p>土砂災害対策サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■ 適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none">・堤防設置により堤内地は安全との認識により住民の移転が進み、破堤時の損害が大きくなる。・土砂災害対策施設整備により住民の防災意識が低下し、将来の状況変化への対応力が弱まる。・地下水面の上昇により、用地確保の観点から傾斜地に農地開発や住民の流入・定住する傾向があり、被害が拡大する恐れがある。 <p>■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none">・将来の降雨量・強度・頻度の増加により、施設の容量に不足が生じる、あるいは危険箇所以外でも崩壊が発生するなど、大規模な土砂災害の発生危険性の増大及び大量の水の供給による崩壊土砂や土石流などの到達範囲の拡大被害が生じる。・斜面崩壊跡地は土地がひらけるので、斜面崩壊後に対策をとったとしても、強度の無い崩積土上で農業活動などが展開され被害が生じる恐れがある。
------------------	---

指針：土砂災害防災（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■適応策の必要性 気候変動で土砂災害の誘因となる短時間降雨量の増加、連続的な降雨における総雨量の増加など、降雨の時間的・空間的变化により、土砂災害発生頻度・規模の増大、発生タイミングの変化、崩壊発生分布域の拡大、同時多発的な土砂災害の増加などが想定される。</p> <p>主に上流域では土砂災害による直接被害が増加するとともに、下流域では土石流の到達範囲や被害が拡大する。そのため、長期的には上流域の荒廃・砂漠化の拡大と共に、下流域のダム施設や河道、海岸に影響を及ぼすことが懸念される。</p> <p>■適応策の内容 土砂災害対策施設整備等のハード対策や、予警報・避難等のソフト対策を通じ、対象地域の土砂災害対応能力を強化する。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による土砂災害被害が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象流域・地域や周辺の土砂災害の多い地域における過去の気象記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定し、降雨状況（降雨強度、頻度、量）を推定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象流域の治水及び土砂災害防災に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等をレビューし、人口増減や産業発展等の対象地域の土地利用を変化させようとする要因等を検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 過去の土砂災害発生の状況（規模、分布、タイミングなど）と気象状況の関係について、災害史や、官庁の災害報告書、新聞記事、気象庁の気象統計や、ステークホルダー（流域・河川管理担当部局、土砂災害担当、住民等）からの聞き取り調査を通じて把握する。対象流域・地域の過去の土砂災害被害から、土砂災害に対して脆弱な地域を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 ・施設の状況 対象流域・地域の土砂災害対策施設に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリ調査から、施設の設計容量および維持管理状況を把握し、施設の状況を確認する。</p> <p>・施設の運用状況 斜面保護施設や植林、砂防ダム、堤防等の土砂災害対策施設の運用管理記録、ステークホルダーからの聞き取り調査により、対象流域内の土砂災害対策施設の運用管理状況について把握する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 対象流域・地域の地質・地形・土地利用を把握し、過去の土砂災害被害と気象状況、将来の気象状況、現在の土砂災害対策施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の土砂災害の気候変動に対する感受性を検討する。</p>



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

- 重点防御地域の危険性（地質・地形と土砂災害対策施設）

都市域や人口密集地、重要施設等の重点防御すべき地域を特定し、土砂災害対策の状況を確認する。

- 重点防御地域の地形・地質、土砂災害対策施設状況：土砂災害対処能力

- コミュニティ防災と危機管理

土砂災害発生時の対処能力として、以下について検討する。

- ソフト対策状況（ハザードマップ、土砂災害発生予警報システム、避難訓練状況）：自治体及び住民の対処能力
- 避難路、避難施設の整備状況：土砂災害時の避難容易度

- 管轄部局の組織整備状況及び復旧能力

災害復旧に関する管轄部局の組織整備状況、予算・活動状況。

- 研究機関の存在・能力

土砂災害に関する研究機関等の存在・研究状況。

- 土砂災害被害への補償

土砂災害被害発生後の復旧能力として、以下について検討する。

- 土砂災害被害保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の復旧能力

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

- 土地利用状況及び土地利用規制

土砂災害被害状況に影響を及ぼす土地利用状況および土地利用規制について確認する。

- 崩壊危険箇所や土砂災害警戒区域における開発：土砂災害被害の危険性
- 上流域の森林等、農地の分布や作物の種類：土砂流失抑制



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
重点防御地域の危険性	低い		高い
コミュニティ防災と危機管理	充実		貧弱
関連機関の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	有る・充実		無い・貧弱
土砂災害被害への補償	充実		貧弱
土地利用状況及び土地利用規制	計画的		無計画

③ 適応策の事業評価	<事業検討時における評価>			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額
			定量	-
	重点防御地域の危険性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額
			定量	-
	コミュニティ防災と危機管理	土砂災害発生時の対処能力の向上	定性	-
	関連機関の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
	洪水被害への補償	土砂災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
土地利用状況及び土地利用規制	土砂災害危険地域における被害の減少	経済評価	被害額	
<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>				
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	
ハード対策	対象区間・施設の計画安全率の向上	定量	-	
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-	
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。			
	2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・斜面崩壊や土石流などの直接被害や下流への過剰な土砂供給に伴う被害への対応（土砂災害対策整備の優先度） ・豪雨と地震との複合影響を考慮した土砂災害への対応（崩壊の多発や崩壊規模の増大）			
	3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。			

⑤必要となるデータ	必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価	
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象観測所及び山地河川の流量・流出土砂量・河床位置などの水文観測所の観測データを収集する。
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	社会経済的変動要因	対象国および対象流域の治水及び土砂災害防災に関する流域保全計画や開発計画、土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	土砂災害被害状況	土砂災害の地域別の被害状況や、地域性分布、広域的土砂災害の発生周期等を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。
	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。
	土砂災害対策施設運用管理記録	土砂災害被害発生時の状況を確認するため、施設運用管理記録はできるだけ詳細なものを入手する。
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	重点防御地域の危険性	重点防御地域の地形・地質を検討して土砂災害被害の受けやすさを把握するとともに、土砂災害対策施設の設計容量と状況を確認する。
	ソフト対策状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。
	避難路、避難施設整備状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。
	関連機関の組織整備状況及び復旧能力	組織整備状況、予算状況、活動状況等を管轄部局への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	土砂災害被害保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。
	土地利用状況及び土地利用規制	土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：土砂災害防災（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■適応オプションの必要性</p> <p>経済発展に伴い土地開発が進み、土砂災害対策の実施や見直しを行う必要がある。気候変動により、対象流域や地域の降水量の増加や降雨パターンの変化、集中豪雨・台風など極端現象の増加等により、土砂災害の規模や被害地域が拡大する懸念がある。</p> <p>■適応オプションの内容</p> <p>事業において、将来の気候変動に伴う土砂災害の影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応オプションによる効果</p> <p>気候変動影響が生じた場合も、土砂災害被害が抑制・軽減される。</p>																												
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における降雨量や降雨パターンを推定・算出する。</p>																												
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。</p> <p>対策としては、土砂災害対策施設の整備・改修などのハード対策、避難・誘導などのソフト対策があり、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																												
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="344 913 1385 1122"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td rowspan="2">土砂災害被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>被害額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">重点防御地域の危険性</td> <td rowspan="2">土砂災害被害の減少</td> <td>経済評価</td> <td>被害額</td> </tr> <tr> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="344 1196 1385 1323"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>対象区間・施設の計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額	定量	-	重点防御地域の危険性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額	定量	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	対象区間・施設の計画安全率の向上	定量	-	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																										
将来の気候変動に対する感受性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額																										
		定量	-																										
重点防御地域の危険性	土砂災害被害の減少	経済評価	被害額																										
		定量	-																										
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																										
ハード対策	対象区間・施設の計画安全率の向上	定量	-																										
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																										
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ</p> <p>プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜面崩壊や土石流などの直接被害や下流への過剰な土砂供給に伴う被害への対応（土砂災害対策整備の優先度） ・豪雨と地震との複合影響を考慮した土砂災害への対応（崩壊の多発や崩壊規模の増大） <p>3) マルアダプテーションの考慮</p> <p>プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																												

⑥ 必要となる データ		必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価		
		将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	その他		
		適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

参考文献及びその相違点の整理

1) 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）¹

国土交通省が、水災害分野（水資源、河川洪水、土砂災害、沿岸）における気候変動の影響とその適応策について検討したもの。調査における検討手順等は示されていない。

ここでは、適応策として、水害、土砂災害、高潮災害等に対して、着実に被害の軽減を図る「施設による適応策」、地域づくりのビジョンとも関係する「地域づくりと一体となった適応策」、浸水・氾濫や土砂災害が発生した時に被害の最小化を図るための「危機管理を中心とした適応策」、渇水に対しては「渇水リスクの回避に向けた適応策」、また、河川環境の変化に対しては気候変化が河川環境へ与える影響の把握を中心とした「河川環境の変化への適応策」を提言している。

激化する土砂災害への対応強化として、以下の方針を示している。

- ・ 予防的措置を全て行うことは現実的ではなく、危険性に応じた対応を考えるべきである。
- ・ 施設整備は人命を守る効果が高く、土砂災害の危険性の高い個所を抽出し、重点整備を進めるとともに、施工方法を工夫し費用を縮減しできるだけ多くの危険箇所において対応を図る。
- ・ ソフト対策の強化が必要であり、土砂災害警戒区域の指定などの土地利用規制を推進するとともに、前兆現象や災害の初期情報を的確にとらえ、情報技術を活用して、警戒避難体制の整備を進める必要がある。
- ・ 増加する流出土砂量に対して、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の取り組みを強化することが重要である。

¹ 国土交通省社会資本整備審議会.(2008). 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）

9. 防災情報システムサブセクター

指針：


(1) 防災情報システム整備（適応案件）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>気候変動の影響により、熱帯低気圧の強度および頻度増加等による洪水、高潮、暴風、地滑り等の災害発生確率が一段と高まる可能性がある。本サブセクターでは、自然現象の観測体制を整備し、高まる災害リスクに対して人的被害を未然に防止するための予警報システムを構築するとともに、これらを有効に運用することによって、気候変動に起因する災害に対する脆弱性の低減を図る。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による防災情報システムサブセクターへの主な影響</p> <p>防災情報システムの基礎は気象・水文・潮位・斜面等観測体制の整備にあるため、気候変動影響は本サブセクターの観測対象そのものに相当し、本サブセクターは気象変化を捉える重要な手段となる。このため、気候変動によるサブセクターへの影響はこの場合考慮すべき対象とはならないと考えられる。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して防災情報システムサブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <p>気候変動の影響の度合いによっては災害パターン、規模、極端現象の発生地域等が変化する可能性があり、これに伴う情報システムそのものの脆弱性が増大する可能性が生じる。</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <p>開発途上国においては、自然現象に関わる観測計器・器具およびデータ収集・蓄積体制に不備がある場合が多く、長期的な予測はもとより、リアルタイムに観測して予警報を発令することは困難な状況にある。このため、変化しつつある気象状況を捉える体制は不十分な場合が多いと考えられ、気候変動に対する適応能力は著しく低いと言える。</p> <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>地質条件および災害発生条件によっては既存または設置する観測システムの脆弱性は偏在する可能性がある。</p> <p>b) 防災情報システムサブセクターの感受性の空間的偏在</p> <p>気象等変化の空間的偏在と同様に、地質条件および災害発生条件によっては既存または設置する観測システムの感受性は偏在する可能性がある。</p> <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観測所の整備状況については、対象国および地域の自然特性（所属する気候特性、地形、水資源分布、海洋の有無等）、都市および人口分布によって地域的にばらつきがあり、適応能力に差異がある。 ・既存観測所の機能状況については、上記に加えて、管理機関による維持管理運営体制、能力、観測所へのアクセス等によって、地域的な差異がある。
③ 適応策	<p>防災情報システムサブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■ 気象観測所の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国土全体または重点地域における気象観測所の整備・拡充 ・テレメトリおよび集中管理・監視システムの整備・拡充 <p>■ 水文観測体制の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主要河川およびダム湖における水文観測体制の整備・拡充 ・テレメトリおよび集中管理・監視システムの整備・拡充

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 潮位観測体制の整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 沿岸部における潮位観測体制の整備・拡充 ・ テレメトリおよび集中管理・監視システムの整備・拡充 ■ 斜面観測体制の整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面における斜面観測体制の整備・拡充 ・ テレメトリおよび集中管理・監視システムの整備・拡充 ■ 災害予警報の発令・伝達システムの構築 <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害リスクの高い地域における警報（サイレン）の整備および観測システムとの連動 ・ 携帯電話のSMS（Short Message Service）機能を活用した予警報伝達システムの構築 ■ 観測システムおよび予警報システムの運用・維持管理訓練 <ul style="list-style-type: none"> ・ 管理機関職員の能力強化・研修 ・ 管理機関主催による定期避難訓練の導入
④ マルアダプテーション	<p>防災情報システムサブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 適応策によるマルアダプテーション <p>観測システムの導入、監視体制、災害予警報体制が整備されたが、極端現象の影響により計測機器やシステムが壊滅的被害を受けて機能不全に陥ることが懸念される。</p> ■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション <ul style="list-style-type: none"> ・ 運用者の能力不足および維持管理の不備のため、導入したシステムが有効に活用されず、非常時において本来の機能が正常に発揮されないことが懸念される。 ・ システムの観測対象地域外で災害が発生し、大きな被害が発生することが懸念される。

指針：防災情報システム整備（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■適応策の必要性 気候変動に関係する自然災害の規模および発生頻度の増大が大きな懸念となっているが、自然現象の観測システムが未整備または適切に機能していないために、将来発生しうる自然災害に対して無防備な状況にある。防災情報システムサブセクターにおける適応策では、不十分な観測システムを整備・拡充するとともに、自然災害予警報を発令・伝達し、避難を促すことによって、人的被害を未然に防止することを通じて、災害に対する脆弱性を低減させることが肝要となる。</p> <p>■適応策の内容 自然現象の観測システム・観測体制を整備し、これを適切に運用して災害予警報を発令・伝達可能にする。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による自然災害による人的被害が低減される。</p>
②脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスク評価 既存の文献（National Communication (NC)および National Adaptation Program of Action (NAPA)等）から対象地域における過去の気象状況（降雨量、降雨パターン、気温の季節変化・日変化、極端現象等）について、調査・整理する。</p> <p>2) 気候変動に関する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 上記文献のレビューに加え、対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオおよび適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動シナリオに則して、将来の降水量・降水パターン、気温変化、極端現象の発生傾向について定性的に捉える。 極端現象による被害を受けやすい地域を把握し観測機器・観測施設設置の参考情報とする。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 特筆すべき事項なし。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 自然災害による被害を受けたことのある観測機器および施設がないか確認する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 特筆すべき事項なし。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 特筆すべき事項なし。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価 a) 気候変動に対する適応能力 ・インベントリー調査により既存の気象・水文観測施設・計測施設の整備状況および機能状況を確認する。 ・管轄機関関係者へのヒアリングにより予警報システムの整備状況を確認する。 ・観測所整備・維持管理運営に関わる政府の予算状況を関連機関へのヒアリングにより確認する。 ・既存の観測所および計測施設を適切に運用・管理できる人材の有無および管轄機関の組織能力をヒアリングにより確認する。</p>

- b) 気候変動影響を悪化させる要因の確認
特筆すべき事項なし。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

1)～4)の要素を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性および地域内格差を検討する。
脆弱性の評価は以下による。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
過去の観測所・計測施設の被害状況	良好		劣悪
観測所・計測施設の整備状況	良好		劣悪
予警報システムの整備状況	良好		劣悪
観測所関連の予算状況	良好		劣悪
人材および組織能力の状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
過去の被害状況	自然現象に対する耐性が増加される。	定性	-
観測所・計測施設の整備状況	観測・計測施設および設備が拡充される。	定量	-
予警報システムの整備状況	予警報システムが導入・拡充される	定量	-
観測所関連の予算状況	観測体制の維持運営のための予算が増加する。	定量	-
人材および組織能力の状況	従事する人材が拡充され、システム全体が適切に運用される。	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	施設の維持管理状況（計測機器の機能数量・箇所数）	定量	-
その他	災害予警報の発令実績	定量	-

④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項

- 1) モニタリング及びレビュー
自然現象の観測は継続的な活動および収集データの蓄積が重要であるため、適切に運営維持管理がなされているかどうか継続的にモニタリングしていく必要がある。
- 2) 気候変動に対するフレキシビリティ
特に検討すべき事項はない。
- 3) マルアダプテーションの考慮
プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑤ 必要となるデータ	必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価	
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	NCおよびNAPA等の文献調査により過去の気象変化の傾向を把握する。
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気象	NCおよびNAPA等の文献に加え、対象国が採用している気候変動シナリオがある場合はこれを利用して、将来の気温変化、降雨量・パターン変化、極端現象の発生予測等について定性的に把握する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	過去の施設の被害状況	既存の観測所・計測施設について、過去の自然現象、極端現象による被害記録を確認し、被害原因・結果を把握する。
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	観測所・計測施設の整備状況	既存の観測所・計測施設（計測手法を含む）についてインベントリー調査を実施して整備状況および機能状況を把握する。
	予警報システムの整備状況	予警報システムについて、既存のものが存在する場合はシステムの種類、運用方法、活用状況について関係者からのヒアリングおよび現地踏査を通じて把握する。
	観測所関連の予算状況	中央または地方政府の管轄機関から防災、観測所関連の予算状況について確認する。
	人材および組織能力の状況	観測・予警報システムの管理機関における人材の配置状況、職員の能力、組織体制等についてヒアリングにより確認する。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

参考文献およびその相違点の整理

1) WMO 他 Weather Info for All Initiative 2008-2012¹

アフリカにおける気象観測網の整備状況に関する問題点、取り組みについての説明。既存の携帯電話電波網を活用して気象観測および予警報の発令を検討している。本指針では、途上国において比較的高い携帯電話普及率に鑑み、SMSを活用した予警報情報の配信について検討対象としている。

¹ WMO, the Earth Institute, Global Humanitarian Forum, Zain and Ericsson. (2008). Weather Info for All Initiative 2008-2012.

10. 農村地域整備・都市整備サブセクター

指針：

- (1) 農村地域整備（適応案件）
- (2) 農村地域整備（通常開発＋適応オプション）
- (3) 都市整備（適応案件）
- (4) 都市整備（通常開発＋適応オプション）


適応策の考え方：農村地域整備

① 基本的な考え方	<p>一般的に所得水準が低いと思われる地方や農村部においては、将来の気候変動に対して脆弱性は一般的に高く、適応能力が低い。</p> <p>農村地域整備サブセクターにおける適応策は、地方や農村部を対象とした分野横断的な中小規模インフラ整備のハード対策および貧困緩和や生計向上支援等のソフト対策による単一または複合事業の実施を通じて気候変動に対する脆弱性を低減するものである。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による農村地域整備サブセクターへの主な影響</p> <p>気象に対する不確実性が増大し、農業をはじめとする第一次産業を主体的生産活動とする農村部においては、作付体系および作付判断そのものに悪影響を及ぼす。また、極端現象による洪水・土砂災害等は農村の生活基盤全体に被害を及ぼす。具体的には以下の影響が想定される。</p> <p>■ 降水量の減少・降水パターンの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 飲料水・生活用水が不足する。 ・ 降水や灌漑用水の減少に伴い、農業における生育不良が生じる。 ・ 水不足による家畜の飲料水確保への影響が懸念される。 <p>■ 降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 天水または灌漑による水量が増加し、収量の増加につながる。 ・ 豪雨および強風により作物・樹木の損傷被害が生じる。 ・ 沿岸近隣においては高潮により農地が塩水冠水を受け塩害が発生する。また、潮風により作物に塩分が付着する。 ・ 農業・畜産施設・設備が被害を受ける。 ・ 豪雨や強風により未舗装道路が侵食され通行困難な箇所が発生する。 ・ 斜面・山間部においては土砂災害により隔離される地域が発生する。 ・ 洪水および土砂災害により農地が直接被害を受け耕作可能土地面積が縮小される。 <p>■ 干ばつの頻度増加、強度の増大、期間の長期化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 天水農業においては壊滅的な農作物被害が生じうる。 ・ 食糧不足・物資輸送の困難等から局地的な飢餓が懸念される。 ・ 地域住民の飲料水・生活用水の確保が困難となる。 <p>■ 気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作物によっては収量増につながるが、高温による作物被害も生じる。 ・ 生活用水の需要が増加する。 <p>■ 海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 沿岸および低地部付近では、塩水遡上、地下水の塩水化、海水の居住地域への侵入等により、生活用水（井戸水等）および農地が塩害を被る。 <p>■ その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作物の病虫害の増加や新たな病虫害・外来種の発生が懸念される。 ・ 気温変化や降雨パターンの変化により人体に影響を及ぼす感染症媒介生物が増加または減少する。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して農村地域整備サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <p>都市と地方の人口構成、産業構造、地方開発政策等の変化による農村部における開発課題の変化</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 経済・社会インフラ（学校、診療所、灌漑、農業普及施設、上下水道、道路、電化、治水、土砂流出制御施設等）の整備水準が高い場合には、気候変動に対する適応能力は高い。

	<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニティレベルにおける組織的活動が活発な地域では、比較的自主的対処が行いやすく、適応能力が高くなる。 ・農村部住民の生計状態や教育レベル等の社会経済条件が良好な場合は、比較的気候変動影響に対する自主的対処が行いやすく、適応能力が高くなる。 ・地方行政やNGO等による農村部の開発活動が活発であれば、適応能力が高くなる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象とする地方・農村部が広大な場合や各地に点在する複数箇所を対象とする場合を除き、気象の変化による地域への影響はほぼ一様と考えることができる ・塩水化や塩害等の被害は、海に近い地域で発生しやすい。 ・洪水被害は標高の低い地域に集中しやすい。 ・土砂被害は傾斜の多い山間部で発生しやすい。 <p>b) 農村地域整備サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって社会経済インフラの整備状況に違いがある場合には、感受性が異なる。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって社会経済インフラの整備状況に違いがある場合には、適応能力が異なる。 ・地域住民の社会経済条件により、適応能力は異なる。
③適応策	<p><u>農村地域整備サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</u> (農村基盤全般を対象としたインフラ整備およびソフト対策が中心)</p> <p>■灌漑排水施設の導入 小規模または中規模の灌漑排水施設の整備</p> <p>■営農支援 作物転換も含む作付体系の見直し、灌水・施肥・防除・除草の改善、農業資機材の適切な使用</p> <p>■衛生管理施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・井戸水の開発、上下水道整備、公衆トイレの整備 ・保健所・診療所の整備・拡充 <p>■農村道路・橋梁の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・村落間道路の整備 ・国道へのアクセス道路の整備・改修 <p>■地方電化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小水力の導入 ・全国送電線網への接続 <p>■農村災害対策施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水対策としての各種堤防・水門および河岸構造物等の整備 ・土砂災害対策として斜面崩壊保護工、砂防ダム等の整備 <p>■農村防災のソフト対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡易災害予警報システム・警戒システムの整備 ・ハザードマップの整備 ・コミュニティ防災・避難・誘導実施体制および訓練

	<p>■<u>その他農村地域支援</u></p> <p>主に住民の組織能力や生計・資金調達力を向上させ、一時的な気候変動影響を緩和する施策として以下が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住民組織の強化（地域振興、農村インフラの維持管理強化） ・マイクロクレジット <p>（ここで記載される個別分野に関する適応策については、他のサブセクターも参照のこと）</p>
④ マルアダプテーション	<p>農村地域整備サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■<u>適応策によるマルアダプテーション</u></p> <p>事業対象地域における受益者に偏りが生じ、地域内格差が発生し、一部の住民の脆弱性を高める結果を招くことが懸念される。</p> <p>■<u>適応策以外にも共通するマルアダプテーション</u></p> <p>事業対象地域における受益者に偏りが生じ、地域内格差が発生する可能性がある。</p>

指針：農村地域整備（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応策の必要性</u> 気候変動による影響で、地方・農村部におけるBHN（Basic Human Needs）が脅威にさらされ、従来の生活が困難となることが懸念される。</p> <p>■<u>適応策の内容</u> 農村インフラ整備および住民の生計向上支援により基礎的な生活環境を向上・維持させる。</p> <p>■<u>適応策による効果</u> 地方・農村部における気候変動に対する脆弱性が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象地域における過去の気象記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所や管轄機関およびその他観測所から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における農村環境を把握する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象地域の都市および地方開発に関する上位計画、開発計画や土地利用計画等をレビューし、対象地域の気候変動への脆弱性を変化させようとする要因を確認する。要因については以下が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 近隣の都市開発、地域計画に関する政策 ・ 近隣都市の発展による農村人口の流出 <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 過去の干ばつや高温、暴風雨、洪水等気象災害時における農村部の被害について、ステークホルダー（地方行政担当部局、地域住民等）に対する情報収集・聞き取り調査等を通じて把握し、対象地域の気象に対する被害を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 現地踏査およびステークホルダー（地方行政担当部局、地域住民等）からの聞き取り調査等により既存の農村インフラ整備状況および機能状況につき現況を確認する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の農村インフラ被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価 a) 気候変動に対する適応能力 ・ 上記3) b) 対策施設等の整備状況の調査結果を適用。 ・ 地域住民の組織能力・組織状況についてステークホルダー（地方行政担当部局、地域住民等）からの聞き取り調査等により把握する。 ・ 地方行政担当部局、NGOの関与状況</p>

農村部における BHN 支援状況を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。

- 地方行政担当部局のインフラ整備に関わる予算および支援活動の状況
- NGO の活動状況

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

・住民の社会経済状況

地方住民の社会経済状況を把握し、対象地域全体の適応能力および地域内での適応能力の格差について検討する。住民の社会経済状況の指標としては、以下のものが挙げられる。

- 少数民族・再入植地域：他地域との格差・差別
- 農業収入・生計に農業が占める割合：極端現象による不作が農民に及ぼす影響
- 教育レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 住民の健康状態：気候変動による衛生悪化が労働力に及ぼす影響
- 政府補助金割合：住民の主体的行動意欲



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
農村インフラ施設の整備・機能状況	有る・充実		無い・貧弱
住民組織の活動状況	充実		貧弱
地方行政担当部局・NGOの関与状況	良好		劣悪
住民の社会経済状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性（農村インフラ施設の整備・機能状況）	農作物被害の減少 農業収入の安定化 収入源の多様化	定量	作物別作付面積 作物別収穫面積 農業粗収益 作物別収穫量 作物別販売数量及び価格 作物別生産費 戸当たり農業粗収益 灌漑面積 実灌漑面積 水利費徴収率 水利組合組織化数 主要農作物別生産高 農家年間所得増加額 主要農作物別生産性
	給水人口の増加 衛生環境の改善 診療施設の拡充	定量	水道普及率 下水道普及率 出生率・死亡率 乳幼児死亡率 死因別死亡率 罹患率

	電化世帯の増加	定量	電化率
	教育レベルの向上	定量	就学率の増加 進学率の増加
	農村道路網・道路延長の向上	定量	-
農村インフラ施設の整備・機能状況	同上*	定量または定性	同上*
住民組織の活動状況	住民組織の形成・強化	定性	-
地方行政担当部局・NGOの関与状況	住民の生活レベルの向上	定性	-
住民の社会経済状況	住民の気候変動に対する適応能力の向上	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-
ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-
その他	受益者数の増減	定量	-
	ステークホルダーの意識向上	定性	-

*注：本サブセクターでは、気候変動による影響の有無や内容等が特定されるまでは整備対象となる施設を特定できないこと、施設が多分野・複数にわたること等により、気候変動に対する感受性を評価するための施設と適応能力を評価するための施設とを事前に区別することは困難となる。このため評価項目としては同一としている。また、個別のインフラ施設・対策については、下表に沿って他の関連サブセクターの「指針」も併せて参照のこと。

施設・対策	参照サブセクター
中小規模灌漑排水施設	灌漑・排水サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
農業・営農支援	営農強化サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
衛生改善（上水道、地方給水整備）	上水道サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
衛生改善（下水道・排水、トイレ整備等）	下水道、排水サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
保健衛生施設	医療・保健衛生サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
農村道路・橋梁	橋梁・道路・鉄道サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
農村災害対策（ハード・ソフト対策）	治水対策サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」） 土砂災害防災サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）

<p>④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項</p>	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																															
<p>⑤ 必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td>過去の気象</td> <td>対象地域の気象観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td>2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td>農村インフラ整備および機能状況</td> <td>対象とする農村地域における生活基盤に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td>農村インフラ整備および機能状況</td> <td>同上</td> </tr> <tr> <td>住民組織の活動状況</td> <td>既存の住民組織の有無、活動状況について関係者へのヒアリングにより調査・把握し、地域内での不均衡および分野別（農業、商業、ジェンダー、青少年、老人グループ等）の偏りがないかを確認する。</td> </tr> <tr> <td>地方行政担当部局・NGO の状況</td> <td>地方行政担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。</td> </tr> <tr> <td>住民の社会経済状況</td> <td>地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>適応策に係る計画等資料</td> <td>対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	農村インフラ整備および機能状況	対象とする農村地域における生活基盤に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農村インフラ整備および機能状況	同上	住民組織の活動状況	既存の住民組織の有無、活動状況について関係者へのヒアリングにより調査・把握し、地域内での不均衡および分野別（農業、商業、ジェンダー、青少年、老人グループ等）の偏りがないかを確認する。	地方行政担当部局・NGO の状況	地方行政担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。	住民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																														
②脆弱性評価																																
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。																														
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。																														
3) 気候変動に対する感受性の評価	農村インフラ整備および機能状況	対象とする農村地域における生活基盤に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。																														
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	農村インフラ整備および機能状況	同上																														
	住民組織の活動状況	既存の住民組織の有無、活動状況について関係者へのヒアリングにより調査・把握し、地域内での不均衡および分野別（農業、商業、ジェンダー、青少年、老人グループ等）の偏りがないかを確認する。																														
	地方行政担当部局・NGO の状況	地方行政担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。村（行政最小単位）毎に把握することが望ましい。																														
	住民の社会経済状況	地域内での格差を村（行政最小単位）毎に把握するのが望ましい。対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。																														
その他																																
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																														

指針：農村地域整備（通常開発＋適応オプション）

<p>① 基本的な考え方</p>	<p>■適応策の必要性 農村地域におけるインフラ整備事業を行う。 将来の気候変動により、従来の地方・農村地域における生活環境を維持することが困難となる恐れがあり、気候変動の影響を加味した対策を考慮する必要がある。</p> <p>■適応策の内容 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応策による効果 気候変動影響が生じた場合も、農村地域の生活基盤が問題なく機能し生活環境を維持できる。</p>																											
<p>② 脆弱性評価（危険性・変化）</p>	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定する。これにより将来影響を受けうる農村インフラを特定し次の適応オプションを検討する。</p>																											
<p>③ 適応オプションの検討</p>	<p>気候変動の影響によって適応オプションは多様であるが、おおむね以下の分野の組合せによる対策が想定される。 灌漑施設整備、治水施設整備、土砂災害対策、営農支援、公衆衛生改善（上下水道、公共水栓整備）、地域医療体制拡充、農村道路整備、住民組織制度の強化およびマイクロファイナンス等によるソフト対策 (適応オプションについては「適応策の考え方：農村地域整備 ③適応策」および関連する各サブセクター指針も併せて参照のこと。)</p>																											
<p>④ 適応オプションの事業評価</p>	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="338 1059 1422 1301"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>将来の気候変動に対する感受性</td> <td>感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)</td> <td>定量または定性 (想定される対策による)</td> <td>想定される対策による。</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="338 1373 1414 1659"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)	定量または定性 (想定される対策による)	想定される対策による。	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-	ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-	その他	受益者数の増減	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																									
将来の気候変動に対する感受性	感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)	定量または定性 (想定される対策による)	想定される対策による。																									
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																									
ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-																									
ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-																									
その他	受益者数の増減	定量	-																									
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																									

適応オプションの評価については、下表に沿って関連する各サブセクター指針も参照のこと。

施設・対策	参照サブセクター
中小規模灌漑排水施設	灌漑・排水サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
農業・営農支援	営農強化サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
衛生改善（上水道、地方給水整備）	上水道サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
衛生改善（下水・排水、トイレ整備等）	下水道、排水サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
保健衛生施設	医療・保健衛生サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
農村道路・橋梁	橋梁・道路・鉄道サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
農村災害対策（ハード・ソフト対策）	治水対策サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
	土砂災害防災サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）

⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項

- 1) モニタリング及びレビュー
プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気候変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。
- 2) 気候変動に対するフレキシビリティ
プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気候変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。
- 3) マルアダプテーションの考慮
プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑥ 必要となるデータ

	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。この予測結果が適応オプションを決定することになるため、十分な検討が必要と思われる。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

参考文献およびその相違点の整理

1) 土木学会地球温暖化対策特別委員会「地球温暖化に挑む土木工学―第4編 地球温暖化に対する適応策」¹（土木工学的見地から、海岸防護、上下水道、都市生活、農村生活等の側面について適応策の考え方を記載）

気候変動による都市生活への影響として、渇水危険度の増加に伴う下水処理水の再利用促進、節水機器の導入、ダムの新設等が対策として挙げられている。また豪雨洪水対策として、雨水貯留・浸透施設の整備、低地利用の規制、可搬式特殊堤防や排水ポンプの整備、ハザードマップや災害リスク情報の提供等が挙げられている。

2) 環境省「気候変動への賢い適応 ― 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書」²

本文献では、マルチセクター的アプローチを必要とする農村地域整備（都市地域も含む）について、「安全な暮らし」、「健康な暮らし」、「経済的に豊かな暮らし」、「快適な暮らし」、「文化や歴史を感じられる暮らし」の5つの側面から気候変動影響および対策を整理し、関連する分野として、防災、水環境、健康、食糧、生態系等の個別セクターに分けて影響と対策を整理している。

¹ 土木学会地球温暖化対策特別委員会.(2009).地球温暖化に挑む土木工学―第4編 地球温暖化に対する適応策

² 環境省.(2008).気候変動への賢い適応―地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第7章 国民生活・都市生活分野

適応策の考え方：都市整備

① 基本的な考え方	<p>気候変動の影響により将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部における衛生環境に悪影響を及ぼす。雨水排水管・排水路網が十分に機能していない地域または排水能力が十分ではない地域においては、都市洪水およびこれに伴う衛生環境の悪化から水系感染症の蔓延を助長するとともに、都市の経済活動を停滞させる。降雨量の減少や海面上昇は、近隣の水資源の利用可能性に影響を与え、従来の都市給水機能を低下させることが懸念される。沿岸域の都市では高波浸水被害や海岸浸食の発生・拡大が懸念される。</p> <p>都市整備サブセクターにおいては、従来の都市整備に加えて都市防災の視点からのインフラ整備が求められ、将来の気象変化に対して従来の都市機能を維持・向上させ、都市機能が抱える脆弱性を低減することが肝要となる。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による都市整備サブセクターへの主な影響</p> <p>■降水量の減少・降水パターンの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飲料水・生活水の確保が困難となる。 <p>■降水量の増加・降雨強度の増加、サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排水不良により都市洪水が頻発する（道路冠水、商業地・住宅地浸水）。 ・これにより都市における経済活動が停滞するとともに、衛生状態の悪化から感染症を誘発する。 ・近隣の河川氾濫・洪水の危険性が高まる。 ・沿岸部においては高波・海岸浸食の被害が発生し土地利用に悪影響を与える。 ・内陸の山間都市においては土砂災害が頻発する。 <p>■気温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飲料水・生活水の需要が増加し水道供給が逼迫する。 ・ヒートアイランド現象を悪化させ、熱中症をはじめ健康への被害が拡大する。 <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸および低地部付近では、塩水遡上、地下水の塩水化、海水の居住地域への侵入等により、生活用水（井戸水等）および土地利用に悪影響を与える。 ・物流施設（沿岸道路、港湾施設、場所によっては空港施設も）の利用が困難となる可能性がある。 <p>■その他</p> <p>気温変化や降雨パターンの変化により人体に影響を及ぼす感染症媒介生物が増加または減少する。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して都市整備サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <p>都市と地方の人口構成、産業構造、都市開発政策等の変化による都市部における開発課題の変化</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市インフラ（上下水道、排水システム、高架道路、堤防、防波堤、病院、緑化施設等）の整備水準が高い場合には、気候変動に対する適応能力は高い。 ・予警報設備、指定避難所、食糧・救援物資備蓄庫等の災害時対応施設の整備状況およびハザードマップ作成状況が良好な場合には、気候変動に対する適応能力は高い。 ・自治体の都市整備予算や防災への取り組み状況が良好な場合には、適応能力は高くなる。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象とする地域は都市およびその郊外地域までと考えられるため、気象の変化による地域への影響はほぼ一様と考えることができる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・塩水化や塩害等の被害は、海に近い地域で発生しやすい。 ・洪水被害は標高の低い地域に集中しやすい。 ・土砂被害は傾斜の多い山間部で発生しやすい。 <p>b) 都市整備サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって社会経済インフラの整備状況に違いがある場合には、感受性が異なる。 ・貧困地区やスラムが含まれる場合には、感受性が異なる。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域によって社会経済インフラの整備・機能状況に違いがある場合には、適応能力が異なる。 ・地域住民の既往社会経済条件により、適応能力は異なる。
③適応策	<p>都市整備サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■都市排水システムの改修・拡張 排水路、排水機場等の改修および拡張、遊水地の整備・拡張等を通じて降雨時の都市排水機能を向上</p> <p>■上下水道設備の改修・拡張</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上水道施設の改修・拡張および代替水源の確保等により都市給水能力を向上 ・下水道施設の整備・改修・拡張により汚水排水能力・下水処理能力を向上 <p>■道路橋梁の整備・改修・拡張 道路の嵩上げ、高架化、斜面安定工、防風壁、道路排水整備</p> <p>■都市防災対策施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川堤防の整備・強化による洪水対策 ・沿海都市における防波堤整備・海岸構造物整備等による海面上昇、高潮対策 ・山間都市における斜面崩壊保護工・排水能力強化・植林等による土砂流出の抑制 ・指定避難所の整備・拡充 ・緊急時備蓄庫・救援物資倉庫の整備・拡充 <p>■都市防災ソフト対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害予警報システム・警戒システムの整備 ・ハザードマップの整備 ・コミュニティ防災・避難・誘導実施体制および訓練 <p>■その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・病院の整備・拡充 ・学校整備（緊急時の避難所として活用）および防災教育の導入 ・市街地緑化・公園整備 <p>（ここで記載される個別分野に関する適応策については、他の関連サブセクター・防災サブセクターも参照のこと）</p>
④マルアダプテーション	<p>都市整備サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p>


■ 適応策によるマルアダプテーション

都市機能および都市の安全性に関わる脆弱性部分が改善した結果、人口流入が加速し、かえって脆弱性を増加させてしまうことが懸念される。

■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション

- ・ 事業対象地域における受益者に偏りが生じ、地域内格差が発生する可能性がある。
- ・ 将来の気象変化・影響が過大となり、各施設の容量が不足することが懸念される。

指針：都市整備（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応策の必要性</u> 気候変動による影響で、都市の正常な機能が危機にさらされ、従来の都市生活環境の維持が困難となることが懸念される。</p> <p>■<u>適応策の内容</u> 都市インフラ整備により基礎的な生活環境を向上・維持させる。</p> <p>■<u>適応策による効果</u> 都市における気候変動に対する脆弱性が軽減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象地域における過去の気象記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所や管轄機関およびその他観測所から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における都市の気象状況を把握する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象地域の都市開発、地域開発に関する上位計画や土地利用計画等をレビューし、対象地域の気候変動への脆弱性を変化させうる要因を確認する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 過去の干ばつや高温、暴風雨、洪水、高潮、土砂崩壊等気象災害時における都市部の被害について、ステークホルダー（自治体担当部局、地域住民等）に対する情報収集・聞き取り調査等を通じて把握し、対象地域の気象に対する被害を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 現地踏査およびステークホルダー（自治体担当部局、地域住民等）からの聞き取り調査等により既存の都市インフラ整備状況および機能状況につき現況を確認する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の都市インフラ被害と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価</p> <p>a) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上記3) b) 対策施設等の整備状況の調査結果を適用 ・ 自治体担当部局、NGO の関与状況 <p>都市部における既往の気候変動対策活動を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 自治体担当部局のインフラ整備に関わる予算および支援活動の状況 ➢ NGO の活動状況 <p>b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 住民の社会経済状況

地域住民の社会経済状況を把握し、対象地域全体の適応能力および地域内での適応能力の格差について検討する。住民の社会経済状況の指標としては、以下のものが挙げられる。

- 貧困地区・スラム・不法居住区域の有無・社会経済状況：他地域との格差・差別
- セクター別就業率・所得レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 教育・医療充実レベル：気候変動影響に対する適応能力
- 政府補助金割合：住民の主体的行動意欲



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
都市インフラ施設の整備・機能状況	有る・充実		無い・貧弱
自治体担当部局・NGOの関与状況	良好		劣悪
住民の社会経済状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性（都市インフラ施設の整備・機能状況）	都市洪水被害の軽減 その他災害被害の軽減	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害額 被害人口 最大水深 浸水時間
	給水量・給水人口の増加 衛生環境の改善	定量	浄水供給量 無収率 漏水率 原水取水量 有収率 水質 上水道普及率 上水の販売収入 地盤沈下量 下水処理量 下水処理人口 下水処理料金 下水処理面積 下水管総延長 入口 BOD 濃度 出口 BOD 濃度 料金回収率 汚泥の処理 下水道普及率 河川汚濁状況

	病院施設の拡充	定量	出生率・死亡率 乳幼児死亡率 死因別死亡率 罹患率
	教育レベルの向上	定量	就学率の増加 進学率の増加
	都市交通機能の向上	定性	-
	災害発生時の対策・対応体制の強化	定性または 定量	-
都市インフラ施設の整備・機能状況	同上*	定性または 定量	同上*
自治体担当部局・NGOの関与状況	住民の生活レベルの向上	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-
ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-
その他	受益者数の増減	定量	-
	ステークホルダーの意識向上	定性	-

*注：本サブセクターでは、気候変動による影響の有無や内容等が特定されるまでは整備対象となる施設を特定できないこと、施設が多分野・複数にわたること等により、気候変動に対する感受性を評価するための施設と適応能力を評価するための施設とを事前に区別することは困難となる。このため評価項目としては同一としている。また、個別のインフラ施設・対策については、下表に沿って他の関連サブセクターの「指針」も併せて参照のこと。

施設・対策	参照サブセクター
上下水道設備の改修・拡張	上水道および下水道サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
排水システムの改修・拡張	排水サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
道路橋梁の整備・改修・拡張	橋梁・道路・鉄道サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
都市防災対策施設整備（ハード・ソフト対策）	治水対策サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」） 沿岸防災サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」） 土砂災害防災サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）
医療・保健衛生施設の整備	医療・保健衛生サブセクター（「脆弱性の評価」、「適応策の事業評価」）

④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項

1) モニタリング及びレビュー
プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																															
⑤必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 533 512 568"></th> <th data-bbox="512 533 743 568">必要なデータ</th> <th data-bbox="743 533 1406 568">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="336 568 1406 607">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 607 512 757">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td data-bbox="512 607 743 757">過去の気象</td> <td data-bbox="743 607 1406 757">対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 757 512 869">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td data-bbox="512 757 743 869">将来の気候</td> <td data-bbox="743 757 1406 869">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 869 512 1003">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td data-bbox="512 869 743 1003">都市インフラ整備および機能状況</td> <td data-bbox="743 869 1406 1003">対象とする都市地域における生活基盤および都市機能向上に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1003 512 1137">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td data-bbox="512 1003 743 1137">都市インフラ整備および機能状況</td> <td data-bbox="743 1003 1406 1137">同上</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1137 512 1249"></td> <td data-bbox="512 1137 743 1249">自治体担当部局・NGO の状況</td> <td data-bbox="743 1137 1406 1249">自治体担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1249 512 1361"></td> <td data-bbox="512 1249 743 1361">住民の社会経済状況</td> <td data-bbox="743 1249 1406 1361">地域内での格差を把握するため、対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="336 1361 1406 1400">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1400 512 1512"></td> <td data-bbox="512 1400 743 1512">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="743 1400 1406 1512">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	都市インフラ整備および機能状況	対象とする都市地域における生活基盤および都市機能向上に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	都市インフラ整備および機能状況	同上		自治体担当部局・NGO の状況	自治体担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。		住民の社会経済状況	地域内での格差を把握するため、対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																														
②脆弱性評価																																
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。																														
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。																														
3) 気候変動に対する感受性の評価	都市インフラ整備および機能状況	対象とする都市地域における生活基盤および都市機能向上に関わる各種インフラ施設の整備・機能状況を現地踏査・関係者へのヒアリング等により調査・把握する。																														
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	都市インフラ整備および機能状況	同上																														
	自治体担当部局・NGO の状況	自治体担当部局の予算・活動状況および NGO による支援活動等を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。																														
	住民の社会経済状況	地域内での格差を把握するため、対象地域統計機関における 2 次データから把握するとともに、必要に応じてアンケート調査で検証・詳細検討する。																														
その他																																
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																														

指針：都市整備（通常開発＋適応オプション）

<p>① 基本的な考え方</p>	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 都市におけるインフラ整備事業を行う。 将来の気候変動により、従来の都市地域における生活環境を維持することが困難となる恐れがあり、気候変動の影響を加味した対策を考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、都市の生活基盤が問題なく機能し生活環境を維持できる。</p>																														
<p>② 脆弱性評価（危険性・変化）</p>	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定する。これにより将来影響を受けうる都市インフラを特定し次の適応オプションを検討する。</p>																														
<p>③ 適応オプションの検討</p>	<p>気候変動の影響によって適応オプションは多様であるが、おおむね以下の分野の組合せによる対策が想定される。 都市排水システム整備、公衆衛生改善（上下水道整備）、都市防災対策（ハード・ソフト対策）、地域医療体制拡充、幹線道路整備・改修等 (適応オプションについては「<u>適応策の考え方：都市整備 ③適応策</u>」および関連する各サブセクター指針も併せて参照のこと。)</p>																														
<p>④ 適応オプションの事業評価</p>	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="339 1025 1394 1263"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>将来の気候変動に対する感受性</td> <td>感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)</td> <td>定量または定性 (想定される対策による)</td> <td>想定される対策による。</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="339 1339 1394 1621"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他</td> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)	定量または定性 (想定される対策による)	想定される対策による。	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-	ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-	その他	受益者数の増減	定量	-	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																												
将来の気候変動に対する感受性	感受性の軽減を通じて脆弱性が低減される。 (予測される気候変動影響および対策による。)	定量または定性 (想定される対策による)	想定される対策による。																												
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																												
ハード対策	施設拡張または新規施設導入による計画基準年の向上	定量	-																												
ソフト対策	施設維持管理の向上による対象地域の計画基準年の向上	定量	-																												
その他	受益者数の増減	定量	-																												
	ステークホルダーの意識向上	定性	-																												

適応オプションの評価については、下表に沿って関連する各サブセクター指針も参照のこと。

施設・対策	参照サブセクター
上下水道設備の改修・拡張	上水道および下水道サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
排水システムの改修・拡張	排水サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
道路橋梁の整備・改修・拡張	橋梁・道路・鉄道サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
都市防災対策施設整備（ハード・ソフト対策）	治水対策サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
	沿岸防災サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
	土砂災害防災サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）
医療・保健衛生施設の整備	医療・保健衛生サブセクター（「適応オプションの検討」、「適応オプションの事業評価」）

⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項

- 1) モニタリング及びレビュー
プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。
- 2) 気候変動に対するフレキシビリティ
プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。
- 3) マルアダプテーションの考慮
プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑥ 必要となるデータ

	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。この予測結果が適応オプションを決定することになるため、十分な検討が必要と思われる。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

参考文献およびその相違点の整理

1) 「地球温暖化に挑む土木工学―第4編 地球温暖化に対する適応策」(土木工学的見地から、海岸防護、上下水道、都市生活、農村生活等の側面について適応策の考え方を記載)¹

気候変動による都市生活への影響として、渇水危険度の増加に伴う下水処理水の再利用促進、節水機器の導入、ダムの新設等が対策として挙げられている。また豪雨洪水対策として、雨水貯留・浸透施設の整備、低地利用の規制、可搬式特殊堤防や排水ポンプの整備、ハザードマップや災害リスク情報の提供等が挙げられている。

2) 気候変動への賢い適応 ― 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書²

本文献では、マルチセクター的アプローチを必要とする都市地域整備(農村地域も含む)について、「安全な暮らし」、「健康な暮らし」、「経済的に豊かな暮らし」、「快適な暮らし」、「文化や歴史を感じられる暮らし」の5つの側面から気候変動影響および対策を整理し、関連する分野として、防災、水環境、健康、食糧、生態系等の個別セクターに分けて影響と対策を整理している。

¹ 土木学会地球温暖化対策特別委員会.(2009).地球温暖化に挑む土木工学―第4編 地球温暖化に対する適応策

² 環境省.(2008).気候変動への賢い適応―地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第7章 国民生活・都市生活分野

1 1. 橋梁・道路・鉄道サブセクター

指針：


- (1) 橋梁・道路・鉄道（適応案件）
- (2) 橋梁・道路・鉄道（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>気候変動影響による降雨強度の増加は道路・鉄道に設置される排水機能の超過、斜面崩壊・地すべり等による交通機能障害を生じ、交通事故や交通規制・遮断の頻度が増加し、経済活動・復興活動等の停滞や事故等を誘発することが懸念される。また、海水面・河川水位の上昇やサイクロン等の頻度・強度増加に伴う風速の変化に伴い、施設に補強・改築等が必要となる可能性もある。</p> <p>橋梁・道路・鉄道サブセクターにおける気候変動適応策とは、気候変動影響に対して、道路・鉄道施設の要求性能でもある安全性を有した交通の確保を実現するとともに、付随する施設や利用者への被害拡大を防止するものである。</p> <p>(なお、沿岸部の道路・鉄道における気候変動への脆弱性・適応策・マルチアダプテーションに関しては、沿岸防災サブセクターも参照のこと。)</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による橋梁・道路・鉄道サブセクターへの主な影響</p> <p>■降水量の増加・降雨強度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁においては、河川の基底流量・洪水流量が増すことにより橋梁の桁下余裕高が減少し、越流や橋梁流失等の被害が起こりうる。 ・排水施設の容量を超える降雨が発生した場合、冠水被害が生じる。 ・排水施設への土砂流入量が増加し、排水能力が低下することが懸念される。 ・地下鉄等の地下空間への浸水被害が起こりうる。 ・斜面崩壊・地すべり等が発生し、交通規制・遮断が生じることが懸念される。 <p>■サイクロン等の極端現象の頻度・強度増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一定規模以上の橋梁では、風速の変化により静的・動的挙動が変化し、安全性が低下することが懸念される。 ・線路や路盤の流出、街路樹等の倒木の危険性が高まるとともに、鉄道への発送変電設備への被害が懸念される。 ・沿岸地域の橋梁、道路、鉄道では海面上昇の影響もあり高潮被害が拡大し、橋梁の流失や盛土破壊等の危険性が高まる。 ・降水量や風速の増加による、交通・速度制限の頻度が増加する。 ・駅舎やバス停等の建築物への被害が懸念される。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して橋梁・道路・鉄道サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上流域の森林伐採等による河川の流出特性の変化や、河川整備方針の変更による河川洪水特性の変化。 ・森林伐採等の植生変化による斜面の安定性の変化。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替交通手段や迂回路がある場合、交通規制がなされた場合でも交通遮断が回避できる。 ・斜面盛土の破壊、土石流の発生等を自動的に検知し、通報・表示・運行停止が行えるなどの施設被害時のソフト対策がなされている場合は、施設被害による人的被害の防止・軽減につながる。 ・ハザードマップ、管轄機関等による地下空間からの避難誘導や迂回路・代替交通への誘導対策が充実している場合、人的被害や交通遮断の軽減につながる。 ・管轄機関等の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・橋梁、道路、鉄道や災害に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象範囲が広大な場合では、気象等の変化の地理的な差異を検討する必要がある。

	<p>b) 橋梁・道路・鉄道サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設・区間ごとの施設整備状況、設計条件、整備時期、維持管理状況等が異なる場合には、感受性が異なる。 ・橋梁規模・形式によっては風速の変化による影響を受ける。 ・斜面崩壊、地滑り、冠水・浸水被害の受けやすさは、地形、地質による。 ・地下空間は浸水による人的・物的被害が大きくなりやすい。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設・区間によって管理者が異なる場合は、避難誘導や迂回路・代替交通への誘導、復旧能力等に差が生じる。
③適応策	<p>橋梁・道路・鉄道サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■橋梁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・嵩上げ ・河川改修に伴う架け替え ・耐風対策 <p>■道路・鉄道全般</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜面安定工の施工 ・線形見直し、変更（トンネルルートを検討含む） ・路面高の嵩上げ ・排水施設の整備・拡張 ・（都市洪水対策の一環として）都市道路の地下トンネル化及びトンネル下部への排水機能の付与 ・地下鉄出入口の浸水対策（嵩上げ等） ・災害時の避難スペースも考慮した道路設計（バス停、待ち合わせスペース等） <p>■ソフト対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハザードマップの作成と管轄機関・利用者への周知 ・斜面盛土破壊・土石流発生検知及び被害通報・表示・運行停止システムの導入・運用 ・地下空間からの避難誘導システムの導入・運用 ・迂回路・代替交通への誘導システムの導入・運用
④マルアダプテーション	<p>橋梁・道路・鉄道サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <p>特にソフト対策におけるシステムの運用においては、電源喪失により機能不全が生じ、被害が拡大する恐れがある。なお、トンネルにおける電源喪失は交通事故を誘発する。</p> <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路整備により沿道へ住民の移転が生じうる。移転先が沿岸地域等の気候変動影響を受けやすい地域である場合、被害拡大につながる。 ・将来の気候変動により、橋梁や道路・鉄道の安全性に影響が生じる。

指針：橋梁・道路・鉄道（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■適応策の必要性 気候変動による影響で、洪水の規模拡大による道路・鉄道路線の浸水被害や斜面崩壊・崩落、地下鉄等地下空間への浸水等が生じ、道路・鉄道機能の低下・喪失が懸念される。</p> <p>■適応策の内容 道路・鉄道路線の線形変更や斜面安定工の実施、排水施設拡張や浸水対策、橋梁嵩上げ・補強・架け替え等により、橋梁・道路・鉄道の気象災害への防御能力を高める。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による施設被害や交通規制・遮断が低減されるとともに、付随する施設や利用者への被害拡大を防止できる。</p> <p>(沿岸部の道路・鉄道における適応策については、沿岸防災サブセクターも参照のこと。)</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象とする橋梁や路線周辺における過去の気象・水文記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象・水文観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象・水文状況を特定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および周辺地域に関する開発計画等をレビューし、対象橋梁および路線の通行量を変化させる要因について検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 過去の洪水や豪雨、高潮、暴風による施設被害状況、交通規制・遮断の履歴等について、ステークホルダー（関連機関、住民等）からの聞き取り調査を通じて把握し、気象災害に対して脆弱な場所・箇所を把握する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 対象施設に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリー調査から、施設の設計容量および損傷状況等を確認する。また、ステークホルダーからの聞き取り調査により、施設の運用維持管理状況について把握する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の施設被害状況、交通規制・遮断の履歴と気象状況との関係、将来の気象状況、現在の施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価</p> <p>a) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 代替交通手段・迂回路 交通規制・遮断等が懸念される区間における代替交通手段や迂回路等の状況。

- ・管轄部局及び運営管理者の危機管理能力
気象被害発生時の危機管理能力について確認する。
 - 被害検知・通報・表示・運行停止に関するシステム
 - ハザードマップ、避難誘導、迂回路・代替交通への誘導対策
 - ・管轄部局及び運営管理者の復旧能力
対象施設・区間ごとの維持管理および災害復旧に関する管轄部局及び運営管理者の予算・活動状況。
 - ・研究機関の存在・能力
橋梁、道路、鉄道や土砂災害に関する研究機関等の存在・研究状況。
- b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認
- ・土地利用状況及び土地利用規制
土砂災害被害状況に影響を及ぼす土地利用状況および土地利用規制について確認する。
 - 土砂災害被害の危険性：崩壊危険箇所や土砂災害警戒区域における開発



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
代替交通手段・迂回路	有る・充実		無い・貧弱
管轄部局及び運営管理者の危機管理能力	良好		劣悪
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	有る・充実		無い・貧弱

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	浸水・施設被害・交通規制の減少	定量	交通量 運行数
代替交通手段・迂回路	交通遮断の低減	定性	-
管轄部局及び運営管理者の危機管理能力	被害発生時の対応能力の向上	定性	-
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-

＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-
ソフト対策	ハザードマップの整備・認知状況	定量	-
	被害状況把握及び運航停止における 時間の短縮	定量	-
	避難誘導時間の短縮	定量	-
	迂回路・代替交通への誘導時間の短 縮	定量	-
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-

④ 適応策検討 にあたって 考慮すべき 事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によつては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によつては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。検討項目は以下が想定される。 ・降雨増加への対応（道路・鉄道の排水施設拡張・強化余地）</p> <p>なお、鉄道の路線選定に関しては、道路よりも線形変更（平面・縦断共に）による影響範囲が大きくなる傾向があることから、事前検討を十分に行うことが重要である。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>
---------------------------------	--

⑤ 必要となる データ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td>1) 過去から 現在までの気 象の傾向とリ スクの評価</td> <td>過去の気象・水文</td> <td>対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 気候変動 に関係する危 険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>社会経済的変動要因</td> <td>対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3) 気候変動 に対する感受 性の評価</td> <td>浸水・施設被害状 況 交通規制状況</td> <td>事象毎の区間・施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の容量</td> <td>施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の状況</td> <td>インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> </tbody> </table>		必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から 現在までの気 象の傾向とリ スクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動 に関係する危 険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動 に対する感受 性の評価	浸水・施設被害状 況 交通規制状況	事象毎の区間・施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。	既存施設の状況	インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。
	必要なデータ	留意点																				
②脆弱性評価																						
1) 過去から 現在までの気 象の傾向とリ スクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。																				
2) 気候変動 に関係する危 険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。																				
	社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。																				
3) 気候変動 に対する感受 性の評価	浸水・施設被害状 況 交通規制状況	事象毎の区間・施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																				
	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。																				
	既存施設の状況	インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																				

4) 気候変動に対する適応能力等の評価	代替交通手段・迂回路	迂回路や舟運も含む代替交通手段を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。
	管轄部局及び運営管理者の危機管理能力	各種システムの導入・運用状況に関して、管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて把握する。
	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。
	土地利用状況および土地利用規制	土地利用状況は、土地利用図や衛星写真等を基に現地踏査を行い、土地利用規制と実態の乖離も含めて確認することが望ましい。土地利用規制は該当文書の収集レビューを行うとともに、実施状況について担当部局へ聞き取り調査を行う。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：橋梁・道路・鉄道（通常開発＋適応オプション）

<p>① 基本的な考え方</p>	<p>■適応オプションの必要性 橋梁・道路・鉄道の新規建設、あるいは架け替え・付け替えや拡張を行う。 将来の気候変動影響として橋梁の安全性の低下、道路・鉄道路線の浸水被害や、斜面崩壊・崩落、地下鉄等地下空間への浸水等を考慮する必要がある。</p> <p>■適応オプションの内容 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■適応オプションによる効果 気候変動影響が生じた場合も、橋梁・道路・鉄道施設および交通の安全性が維持される。</p> <p>(沿岸部の道路・鉄道における適応策については、沿岸防災サブセクターも参照のこと。)</p>																																		
<p>② 脆弱性評価（危険性・変化）</p>	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象・水文状況を特定する。</p>																																		
<p>③ 適応オプションの検討</p>	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 ハード対策としては、新規建設における気候変動後の気象・水文を考慮した整備、既存交通施設に対しては道路・鉄道路線の線形変更や橋梁等の施設改修・架け替え、斜面安定工等、排水施設拡張や浸水対策等が考えられる。一方、ソフト対策としては、ハザードマップや危機通報システムの設置等の危機管理能力の向上が考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																																		
<p>④ 適応オプションの事業評価</p>	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 985 1385 1115"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>将来の気候変動に対する感受性</td> <td>浸水・施設被害・交通規制の減少</td> <td>定量</td> <td>交通量</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1187 1385 1585"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ソフト対策</td> <td>ハザードマップの整備・認知状況</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>被害状況把握及び運航停止における時間の短縮</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>避難誘導時間の短縮</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>迂回路・代替交通への誘導時間の短縮</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	浸水・施設被害・交通規制の減少	定量	交通量	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-	ソフト対策	ハザードマップの整備・認知状況	定量	-	被害状況把握及び運航停止における時間の短縮	定量	-	避難誘導時間の短縮	定量	-		迂回路・代替交通への誘導時間の短縮	定量	-	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																
将来の気候変動に対する感受性	浸水・施設被害・交通規制の減少	定量	交通量																																
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-																																
ソフト対策	ハザードマップの整備・認知状況	定量	-																																
	被害状況把握及び運航停止における時間の短縮	定量	-																																
	避難誘導時間の短縮	定量	-																																
	迂回路・代替交通への誘導時間の短縮	定量	-																																
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																																
<p>⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項</p>	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。検討項目は以下が想定される。 ・降雨増加への対応（道路・鉄道の施設拡張・強化余地）</p>																																		

	<p>なお、鉄道の路線選定に関しては、道路よりも線形変更（平面・縦断共に）による影響範囲が大きくなる傾向があることから、事前検討を十分に行うことが重要である。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																
<p>⑥ 必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="338 495 517 533"></th> <th data-bbox="517 495 746 533">必要なデータ</th> <th data-bbox="746 495 1406 533">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="338 533 1406 571">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="338 571 517 719"></td> <td data-bbox="517 571 746 719">将来の気候</td> <td data-bbox="746 571 1406 719">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="338 719 1406 757">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="338 757 517 871"></td> <td data-bbox="517 757 746 871">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="746 757 1406 871">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点															
②脆弱性評価																	
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。															
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。															

参考文献およびその相違点の整理

1) 英国気候変動法による公共インフラ運営機関の対応 (Highway Agency¹, Network Rail²)

英国では 2008 年に気候変動法が施行され、環境・食料・農村地域省が公共インフラの運営管理を行う企業に対し、それぞれのインフラにおける気候変動影響とそれに対する対応について報告書の作成提出義務を課した。それに対して、大規模道路ネットワーク及び鉄道会社として、それぞれ Highways Agency と Network Rail が 2010 年に中間報告書を提出し、その中でそれぞれ想定する気候変動の影響を検討している。

ただし、両者は既にネットワークを有することから、検討内容は主に運営面（乗客の不快感、現場作業員への負担）や維持面（施設の老朽化の加速）への言及が多く、本調査の目的とは異なり直接参照はしていない。

2) Assessing the Impact of Climate Change on Transport Infrastructure³

運輸インフラへの気候変動影響として、海面上昇による高潮・高波被害の増加に着目し、英国デボン・ダウリッシュ地区の沿岸に走る鉄道への影響を検討したものである。

¹ Highway Agency. (2010), The Highway Agency's Interim Climate Change Risk Assessment

² Network Rail. (2010), Network Rail Interim Climate Change Adaptation Report

³ Rail Safety & Standards Board. (2008). Assessing the Impact of Climate Change on Transport Infrastructure

1 2. 港湾・空港サブセクター

指針：

- (1) 港湾 (適応案件)
- (2) 港湾 (通常開発+適応オプション)
- (3) 空港 (適応案件)
- (4) 空港 (通常開発+適応オプション)

適応策の考え方（港湾）

① 基本的な考え方	<p>港湾サブセクターでは、気候変動影響により海面上昇や高潮・高波の頻度や強度の増加等が引き起こされ、各種構造物の安全性が影響を受ける。港湾サブセクターにおける気候変動適応策とは、主に施設強化を通じて脆弱性を低減させ、港湾機能を維持するものである。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による港湾サブセクターへの主な影響</p> <p>■海水面の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> 防波堤や護岸の越波防止機能が低下する。 同じ波浪条件でも水深増加に伴い波力が強まり、護岸被覆や消波ブロック、胸壁等の設計波力を超えるため、移動や損傷が発生する 地下水水位が上昇するため、港湾埋め立て部の地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力の増加、液状化の危険性が増える。 天端高の低い係留施設や荷さばき地などが水没・浸水し、港湾機能に著しい支障をきたす恐れがある。 <p>■波高の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> 波高の増加に従い、岸壁・護岸等構造物へ作用する波圧も大きくなるため、施設被害が生じる。 越波により岸壁エプロンで浸水被害が生じる。 <p>■台風や低気圧の規模および頻度の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> 海面上昇との相乗効果で高潮・高波被害が頻度・強度とも増加し、岸壁エプロン上の建屋やコンテナ、機材などへの被害が生じる。 荷役機械等の作業限界風速を超過する頻度が高くなり、作業効率が低下する。 <p>■降水量の増加・降雨強度</p> <ul style="list-style-type: none"> 岸壁エプロンの排水能力を超えた降雨により、浸水被害が生じる。 <p>■海水温の上昇</p> <ul style="list-style-type: none"> 港湾の防波堤内などの閉鎖水域で水質悪化が生じる。 <p>■海流の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 漂砂特性が変化し、航路に埋没等の影響が生じる。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して港湾サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> 港湾背後地の開発。 河川開発や周辺海岸開発等による流砂・漂砂特性の変化。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替の物流ルートや手段が確保されている場合、港湾機能に支障が出た場合でも物流機能は維持できる。 港湾管理者、管轄機関等の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 港湾に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 損害保険や共済制度等、高潮・高波被害に対する補償が充実している場合、災害時の復旧能力が高い。


	<p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>海底地形・海岸地形により、高潮や高波の空間偏在が生じることによる起因力変化により、港湾構造物に対する波力の空間偏在が生じる。</p> <p>b) 港湾サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・港湾施設ごとの整備状況、設計条件、整備時期、維持管理状況等が異なる場合には、感受性が異なる。 ・「1) 気候変動による港湾サブセクターへの主な影響」に示すよう、港湾施設の種類によって影響を受けやすい気候変動要因が異なる。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <p>施設によって管理者が異なる場合は、復旧能力等に差が生じる。</p>
③適応策	<p>港湾サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■施設の整備・強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存岸壁を気候変動により変化する設計条件にあわせて強化する。 ・護岸被覆や消波ブロック、パラペット等を、気候変動影響を考慮したものに取り換える、あるいは被覆して補強する。 ・クレーン等風圧を強く受ける資機材の部材圧を増やすなど、強化する。 ・埋設管やマンホール等、地下水位上昇時に浮力を受けるものに対して、付け替えや締め固め、地下水排水のためのポンプ設置等の浮上防止対策を行う。 <p>■施設の嵩上げ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浸水や越波対策のため、エプロンや防波堤を嵩上げする。 ・エプロンの嵩上げ時に、排水強化のため勾配を強くする。 <p>■その他ソフト対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷さばきにおける工夫等により、高潮・高波時の資機材の流失被害を軽減する。 ・防波堤内外の水循環を促し、水質悪化を軽減する。 ・港湾・航路の浚渫。 ・代替物流ルートや手段の確保・連携。
④マルアダプテーション	<p>港湾サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <p>特に想定されない。</p> <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来の海面上昇、風力増加、降水量増加等の変化により、施設の高さや耐力に不足が生じる、あるいは施設の安全性に影響が生じる。

適応策の考え方（空港）

① 基本的な考え方	<p>空港サブセクターでは、気候変動による降雨や雲量の増加、風速の増加等により、航空機の運航（特に離発着時）の安全性が影響を受ける。また、空港が沿岸部や海面埋立により作られている場合は、港湾サブセクターと同様、海面上昇や風力の増加等により各種構造物の安全性も影響を受ける。</p> <p>空港サブセクターにおける気候変動適応策とは、気候変動影響に対して、航空機の運航および空港諸施設の安全性を維持するものである。</p> <p><i>（なお、沿岸部や海面埋立による空港施設の気候変動への脆弱性・適応策・マルアダプテーションに関しては、港湾サブセクターと共通のため港湾サブセクターを参照のこと。）</i></p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による空港サブセクターへの主な影響</p> <p>■降水量の増加・雲量の増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲高の低下、雲量の増加による視程不良により、有視界飛行による離発着が困難となり、雲高、雲量の程度により航空機の運航が行えなくなる。 ・降水量増加による滑走路の排水不良により、離発着時にハイドロプレーニング現象が起こる。 ・降水量増加により、低地に位置する空港では、滑走路、エプロン、ターミナルビル、アクセス道路、トンネル施設等の浸水の危険性がある。 <p>■風向および風速の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・卓越風の変化が発生した場合、航空機運航に多大な影響を及ぼす。また風速の増加の程度により離発着が困難となる。 ・風向、風速の変化が継続する場合は、滑走路方向や滑走路長の変更が必要となる。 <p>■気温の上昇</p> <p>気温上昇により空気密度が減少するため揚力が減少し、離発着時に滑走路長が不足する恐れがある。</p> <p>■生態系の変化</p> <p>気候変動による生態系の変化により、バードストライクの危険性が増す恐れがある。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して空港サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周辺の人為的開発等による鳥類の生態系の変化。 ・航空機の大型化や性能の向上。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替交通手段・物流手段がある場合、空港利用が制限された場合でも交通遮断が回避できる。 ・空港管理者、管轄機関等の復旧に関する予算や活動状況が良好な場合は、施設被害時の復旧能力が高い。 ・空港、航空に関する研究機関が存在し研究体制が整っている場合は、気候変動に対する適応能力が高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在 特に想定されない</p> <p>b) 空港サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・滑走路、エプロン、ターミナルビル、アクセス道路、トンネル施設等により感受性が異なる。また、施設の整備状況や整備時期も感受性に影響を与える。

	<p>・「1) 気候変動による空港サブセクターへの主な影響」に示すよう、機能によっても影響を受けやすい気候変動要因が異なる。</p> <p>c) 適応能力の空間的偏在 施設によって管理者が異なる場合は、復旧能力等に差が生じる。</p>
③ 適応策	<p>空港サブセクターにおける主な適応策を以下に示す。</p> <p>■ 施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計器着陸装置の設置・運用。 ・ 横風用滑走路の建設。 <p>■ 施設の改良</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 滑走路へのグルーピング工法の施工。 ・ 滑走路長の延長。 ・ 着陸帯、エプロン、ターミナルビル、アクセス道路、トンネル施設等の排水能力強化、浸水防止。 <p>■ ソフト対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ バードストライク対策の実施。 ・ 代替交通手段・物流手段の確保・連携。
④ マルアダプテーション	<p>空港サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■ 適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特に想定されない <p>■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 将来の風向きや気温等の変化により、滑走路の方位・長さが不適切になる。

指針：港湾（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■適応策の必要性 気候変動による影響で海面上昇や低気圧や台風等の規模・頻度の増加が引き起こされ、護岸施設や港湾施設への被害、エプロンでの浸水、高潮・高波による建屋やコンテナ・機材などへの被害の増加が懸念される。また、地下水位上昇に伴い港湾埋め立て部の地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力の増加、液状化の危険性が増える。</p> <p>■適応策の内容 護岸施設・港湾施設の整備・強化・嵩上げ等を行い、港湾施設の防災能力を高める。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による施設や資機材への被害、浸水が軽減され、港湾機能が維持される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象港湾および周辺における過去の潮位記録、波浪記録、高潮や高波等の記録について可能な限り長期間にわたるデータを海象観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における海象・気象状況を特定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象港湾周辺の開発計画や土地利用規制等をレビューし、対象港湾背後地の土地利用や漂砂特性を変化させうる要因等を検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 エプロンの浸水被害、護岸施設・港湾施設の被害、周辺海岸・砂浜侵食被害、更に高潮・高波による資機材の被害などについて、ステークホルダー（港湾管理担当部局、港湾利用者等）における収集・聞き取り調査、気象に関する Web サイト等を通じて把握する。対象港湾における、潮位変化による被害や高潮・高波被害に脆弱な場所・箇所を整理する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 対象港湾の護岸施設・港湾施設に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリ調査から、施設の設計容量および維持管理状況を把握し、護岸施設・港湾施設の状況を確認する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の被害と気象（海象含む）状況の関係、将来の気象状況、現在の施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ 2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価 a) 気候変動に対する適応能力 ・代替物流機能 代替の物流ルートや手段の状況。</p> <p>・管轄部局及び運営管理者の復旧能力 災害復旧に関する管轄部局及び運営管理者の予算・活動状況。</p>

- ・研究機関の存在・能力
港湾に関する研究機関等の存在・研究状況。
- ・高潮・高波被害への補償
高潮・高波被害発生後の復旧能力として、以下について検討する。
 - 損害保険や共済制度の有無及び加入状況：被害発生後の復旧能力

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

- ・特に想定なし



ステップ3

5) 脆弱性の評価

ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
代替物流機能	有る・充実		無い・貧弱
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	良好		劣悪
研究機関の存在・能力	有る・充実		無い・貧弱
高潮・高波被害への補償	充実		貧弱

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	港湾機能（物流機能）の維持	定量	貨物量 入港船舶総トン数 バース占有率 週作業時間率 週クレーン稼働率
	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間
代替物流機能	物流遮断の低減	定性	-
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-
高潮・高波被害への補償	被害発生後の復旧能力の向上	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-
ソフト対策	各種対策・活動実施数	定量	浚渫量
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-


④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・海面上昇・高潮・高波への対応（施設の耐力強化、嵩上げ余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																					
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td>過去の海象・気象</td> <td>対象地域の海象・気象観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 気候変動に関係する危険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>社会経済的変動要因</td> <td>対象国および対象港湾周辺の開発計画や土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td>潮位変化による施設被害状況 高潮・高波被害状況</td> <td>事象毎の港湾施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の設計条件、耐力</td> <td>施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計条件および耐力を確認する。</td> </tr> <tr> <td>既存施設の状況</td> <td>インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td>代替物流機能</td> <td>陸路・空路も含む代替物流機能を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。</td> </tr> <tr> <td>管轄部局及び運営管理者の復旧能力</td> <td>予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td>研究機関の存在・能力</td> <td>研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td>損害保険や共済制度の状況</td> <td>担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>適応策に係る計画等資料</td> <td>対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の海象・気象	対象地域の海象・気象観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国および対象港湾周辺の開発計画や土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	潮位変化による施設被害状況 高潮・高波被害状況	事象毎の港湾施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の設計条件、耐力	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計条件および耐力を確認する。	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	代替物流機能	陸路・空路も含む代替物流機能を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。	損害保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																																				
②脆弱性評価																																						
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の海象・気象	対象地域の海象・気象観測所の観測データを収集する。																																				
2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象データを基に予測する。																																				
	社会経済的変動要因	対象国および対象港湾周辺の開発計画や土地利用規制等について、担当部局及びその他機関から収集する。																																				
3) 気候変動に対する感受性の評価	潮位変化による施設被害状況 高潮・高波被害状況	事象毎の港湾施設毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																																				
	既存施設の設計条件、耐力	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計条件および耐力を確認する。																																				
	既存施設の状況	インベントリー調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																																				
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	代替物流機能	陸路・空路も含む代替物流機能を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。																																				
	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																																				
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																																				
	損害保険や共済制度の状況	担当部局等での聞き取り調査および関連情報をレビューして、状況を把握する。																																				
その他																																						
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																				

指針：港湾（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u></p> <p>海運発展のため、新規港湾の建設、または既存港湾の拡張を行う。</p> <p>将来の気候変動影響として、海面上昇や極端現象の増加などによる護岸施設・港湾施設への被害や高潮・高波被害等の増加、地下水面上昇に伴う地盤隆起や埋設管・マンホールの浮力増加等を考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u></p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u></p> <p>気候変動影響が生じた場合も、港湾機能が維持される。</p>																																		
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における海象・気象状況を特定する。</p>																																		
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。</p> <p>ハード対策としては新規施設においては気候変動後の海象・気象を考慮した施設の整備、既存施設に対しては施設の強化や嵩上げ等の対策、ソフト対策としては荷さばきにおける工夫による資機材流失軽減や、代替物流機能の確保などが考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																																		
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 987 1385 1420"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>港湾機能（物流機能）の維持</td> <td>定量</td> <td>貨物量 入港船舶総トン数 バース占有率 週作業時間率 週クレーン稼働率</td> </tr> <tr> <td>浸水・施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>浸水面積 最大水深 浸水時間</td> </tr> <tr> <td>代替物流機能</td> <td>物流遮断の低減</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1496 1385 1700"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>各種対策・活動実施数</td> <td>定量</td> <td>浚渫量</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	港湾機能（物流機能）の維持	定量	貨物量 入港船舶総トン数 バース占有率 週作業時間率 週クレーン稼働率	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間	代替物流機能	物流遮断の低減	定性	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-	ソフト対策	各種対策・活動実施数	定量	浚渫量	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																
将来の気候変動に対する感受性	港湾機能（物流機能）の維持	定量	貨物量 入港船舶総トン数 バース占有率 週作業時間率 週クレーン稼働率																																
	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間																																
代替物流機能	物流遮断の低減	定性	-																																
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-																																
ソフト対策	各種対策・活動実施数	定量	浚渫量																																
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																																
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p>																																		

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下が想定される。 ・海面上昇・高潮への対応（施設の耐力強化、嵩上げ余地）</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>															
<p>⑥必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="338 568 517 607"></th> <th data-bbox="517 568 746 607">必要なデータ</th> <th data-bbox="746 568 1401 607">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="338 607 1401 645">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="338 645 517 775"></td> <td data-bbox="517 645 746 775">将来の気候</td> <td data-bbox="746 645 1401 775">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="338 775 1401 813">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="338 813 517 927"></td> <td data-bbox="517 813 746 927">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="746 813 1401 927">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>		必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象水文観測データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点														
②脆弱性評価																
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の海象・気象水文観測データを基に予測する。														
その他																
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。														

指針：空港（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■適応策の必要性 気候変動による影響で、降雨や雲量の増加、風速の増加、主に鳥類の生態系変化等により、運用中の空港での航空機離発着の安全性低下や空港施設被害が懸念される。</p> <p>■適応策の内容 空港施設の整備や改良を通じ、航空機離発着や施設の安全性を確保する。</p> <p>■適応策による効果 気候変動による航空機の運航および施設被害が低減される。</p> <p>(沿岸部・海面埋立の空港に関する適応策については、港湾サブセクターも参照のこと)</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 対象とする空港及び周辺における過去の気象記録について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所や管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国および対象空港周辺に関する開発計画等のレビューや関係機関へのヒアリングを通じ、空港周辺の生態系の変化や航空機の機種・機体・性能等の傾向を把握し、将来の対象空港の設計条件を変化させうる要因について検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 過去の曇天や豪雨、暴風等による浸水や施設被害状況、離発着制限について、ステークホルダー（航空当局、空港管理者、ターミナルビル管理者、アクセス道路管理者、空港利用者）からの聞き取り調査を通じて把握し、対象空港における悪天候に脆弱な部位や機能を把握する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 対象施設に関する資料（報告書、図面等）のレビューおよびインベントリー調査から、施設の設計容量および維持管理状況を把握し、空港施設の状況を確認する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の浸水・施設被害および通航制限と気象状況の関係、将来の気象状況、現在の施設の状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気象被害に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>ステップ 2</p> <p>4) 気候変動に対する適応能力等の評価</p> <p>a) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替交通手段 航空機離発着が制限される場合の代替交通手段の状況。 ・管轄部局及び運営管理者の状況 対象施設ごとの維持管理および災害復旧に関する管轄部局及び運営管理者の予算・活動状況。

	<p>・研究機関の存在・能力 空港、航空に関する研究機関等の存在・研究状況。</p> <p>b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認 特に想定なし</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>ステップ3</p> <p>5) 脆弱性の評価 ステップ1、ステップ2の要因を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性を明らかにする。 また、対象地域内で脆弱性に差異のある場合には、その地域内の偏在を明らかにする。</p> <table border="1" data-bbox="343 672 1332 884"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>低い←</th> <th>脆弱性</th> <th>→高い</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>将来の気候変動に対する感受性</td> <td>小さい</td> <td></td> <td>大きい</td> </tr> <tr> <td>代替交通手段・迂回路</td> <td>有る・充実</td> <td></td> <td>無い・貧弱</td> </tr> <tr> <td>管轄部局及び運営管理者の復旧能力</td> <td>良好</td> <td></td> <td>劣悪</td> </tr> <tr> <td>研究機関の存在・能力</td> <td>ある・充実</td> <td></td> <td>無い・貧弱</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	低い←	脆弱性	→高い	将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい	代替交通手段・迂回路	有る・充実		無い・貧弱	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	良好		劣悪	研究機関の存在・能力	ある・充実		無い・貧弱															
評価項目	低い←	脆弱性	→高い																																	
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい																																	
代替交通手段・迂回路	有る・充実		無い・貧弱																																	
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	良好		劣悪																																	
研究機関の存在・能力	ある・充実		無い・貧弱																																	
③ 適応策の事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 952 1380 1422"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>空港機能の維持</td> <td>定量</td> <td>旅客数 貨物取扱い量 運行回数</td> </tr> <tr> <td>浸水・施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>浸水面積 最大水深 浸水時間</td> </tr> <tr> <td>代替交通手段</td> <td>交通遮断の低減</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>管轄部局及び運営管理者の復旧能力</td> <td>災害発生後の復旧能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>研究機関の存在・能力</td> <td>適応能力の向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1489 1380 1668"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	空港機能の維持	定量	旅客数 貨物取扱い量 運行回数	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間	代替交通手段	交通遮断の低減	定性	-	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-	研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																	
将来の気候変動に対する感受性	空港機能の維持	定量	旅客数 貨物取扱い量 運行回数																																	
	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間																																	
代替交通手段	交通遮断の低減	定性	-																																	
管轄部局及び運営管理者の復旧能力	災害発生後の復旧能力の向上	定性	-																																	
研究機関の存在・能力	適応能力の向上	定性	-																																	
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																	
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年 や計画安全率の向上	定量	-																																	
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																																	
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と</p>																																			

	<p>協議・確認する。検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降雨増加への対応（排水設備の施設拡張・強化余地） ・気温上昇への対応（滑走路長の拡張余地） <p>3) マルアダブテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダブテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																				
⑤ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 492 518 526"></th> <th data-bbox="518 492 742 526">必要なデータ</th> <th data-bbox="742 492 1412 526">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 526 1412 571">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 571 518 728">1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</td> <td data-bbox="518 571 742 728">過去の気象</td> <td data-bbox="742 571 1412 728">対象地域の気象観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 728 518 952" rowspan="2">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td data-bbox="518 728 742 952">将来の気候</td> <td data-bbox="742 728 1412 952">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 840 742 952">社会経済的変動要因</td> <td data-bbox="742 840 1412 952">対象国および対象空港周辺に関する開発計画、航空機の機種・機体・性能等の傾向について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 952 518 1176" rowspan="3">3) 気候変動に対する感受性の評価</td> <td data-bbox="518 952 742 1064">浸水・施設被害状況 離発着制限状況</td> <td data-bbox="742 952 1412 1064">事象毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1064 742 1131">既存施設の容量</td> <td data-bbox="742 1064 1412 1131">施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1131 742 1176">既存施設の状況</td> <td data-bbox="742 1131 1412 1176">インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1176 518 1456" rowspan="3">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td data-bbox="518 1176 742 1265">代替交通手段</td> <td data-bbox="742 1176 1412 1265">陸路・海路等の代替交通手段を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1265 742 1355">管轄部局及び運営管理者の復旧能力</td> <td data-bbox="742 1265 1412 1355">予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 1355 742 1456">研究機関の存在・能力</td> <td data-bbox="742 1355 1412 1456">研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 1456 1412 1500">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1500 518 1601"></td> <td data-bbox="518 1500 742 1601">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="742 1500 1412 1601">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>				必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国および対象空港周辺に関する開発計画、航空機の機種・機体・性能等の傾向について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価	浸水・施設被害状況 離発着制限状況	事象毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。	既存施設の状況	インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	代替交通手段	陸路・海路等の代替交通手段を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																																			
②脆弱性評価																																					
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。																																			
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。																																			
	社会経済的変動要因	対象国および対象空港周辺に関する開発計画、航空機の機種・機体・性能等の傾向について、担当部局及びその他機関から収集する。																																			
3) 気候変動に対する感受性の評価	浸水・施設被害状況 離発着制限状況	事象毎の被害状況を把握することが望ましい。経年的変化についても把握する。																																			
	既存施設の容量	施設の計画・設計基準・設計図・竣工図等から、施設毎の設計容量を確認する。																																			
	既存施設の状況	インベントリ調査を行い、施設毎の機能状況を把握する。																																			
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	代替交通手段	陸路・海路等の代替交通手段を関連機関への聞き取り調査や文献調査を通じて行う。																																			
	管轄部局及び運営管理者の復旧能力	予算状況、活動状況等を管轄部局及び運営管理者への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																																			
	研究機関の存在・能力	研究状況等を関連研究機関への聞き取り調査を通じて状況を把握する。																																			
その他																																					
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																			

指針：空港（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 空港の新規建設、あるいは拡張や改修を行う。 将来の気候変動影響として、降雨や雲量の増加、風速の増加、鳥類の生態系変化等による航空機離発着の安全性低下や空港施設被害等を考慮する必要がある。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動影響が生じた場合も、航空機の運航および空港施設の安全性が維持される。</p> <p><i>(沿岸部・海面埋立の空港に関する適応策については、港湾サブセクターも参照のこと)</i></p>																											
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する計画基準年における気象状況を特定する。</p>																											
③ 適応オプションの検討	<p>将来の気候変動を考慮した対策を策定する。 新規建設においては気候変動後の気象を考慮した整備、既存の空港では空港施設の新規整備や改良等、更に代替交通手段の確保・連携等のソフト対策が考えられ、単体もしくは複合施策が考えられる。</p>																											
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="343 947 1388 1272"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">将来の気候変動に対する感受性</td> <td>空港機能の維持</td> <td>定量</td> <td>旅客数 貨物取扱い量 運行回数</td> </tr> <tr> <td>浸水・施設被害の減少</td> <td>定量</td> <td>浸水面積 最大水深 浸水時間</td> </tr> <tr> <td>代替交通手段</td> <td>交通遮断の低減</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="343 1339 1388 1507"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>ステークホルダーの意識向上</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	将来の気候変動に対する感受性	空港機能の維持	定量	旅客数 貨物取扱い量 運行回数	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間	代替交通手段	交通遮断の低減	定性	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-	その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																									
将来の気候変動に対する感受性	空港機能の維持	定量	旅客数 貨物取扱い量 運行回数																									
	浸水・施設被害の減少	定量	浸水面積 最大水深 浸水時間																									
代替交通手段	交通遮断の低減	定性	-																									
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																									
ハード対策	各種対策工による施設の計画確率年や計画安全率の向上	定量	-																									
その他	ステークホルダーの意識向上	定性	-																									
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。検討項目は以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降雨増加への対応（排水設備の施設拡張・強化余地） ・気温上昇への対応（滑走路長の拡張余地） 																											

	3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。																
⑥必要となる データ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="335 347 518 392"></th> <th data-bbox="518 347 742 392">必要なデータ</th> <th data-bbox="742 347 1412 392">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="335 392 1412 425">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 425 518 560"></td> <td data-bbox="518 425 742 560">将来の気候</td> <td data-bbox="742 425 1412 560">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="335 560 1412 593">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 593 518 705"></td> <td data-bbox="518 593 742 705">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="742 593 1412 705">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
		必要なデータ	留意点														
	②脆弱性評価																
		将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。														
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。															
②脆弱性評価																	
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象データを基に予測する。															
その他																	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。															

参考文献およびその相違点の整理

1) 「地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方」答申¹

交通政策審議会が日本国の港湾施設および港湾機能に関する気候変動影響と、適応策・緩和策の方向を検討したもの。気候変動により想定される港湾及びその背後地への影響として、大きく次の3つを挙げている。

- ・高潮による背後地への浸水被害の増大
- ・海岸浸食の進行
- ・港湾機能への支障

これに対し、適応策への取り組みの基本方向として、人口や資産が集積する背後地の高潮の災害リスクの軽減および国際・国内物流を担う港湾活動の維持を目標として展開する、としている。具体的施策の方向を3つにまとめている。

- ・海面水位の上昇等に対応した柔軟な防護能力等の向上
- ・高潮等発生時の災害リスク低減のための予防的措置
- ・災害時対応能力の向上

本調査において港湾サブセクターを検討する際に、本資料における気候変動影響や適応策の考え方、具体的施策を参照した。

¹ 国土交通省交通政策審議会. (2009). 地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方：答申

1 3. 上水道サブセクター

指針：


- (1) 上水道（適応案件）
- (2) 上水道（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>上水道サブセクターでは、気候変動の影響により、降雨量・降雨パターンの長期的な変化、そして干ばつや洪水などの極端現象の増加、更には気温の上昇による水需要の増加や水源（表流水、地下水）の水質変化が懸念される。上水道サブセクターにおける適応策は、これらの気候変動による水量および水質変化に対応するために給水能力および水衛生環境を向上させ、安全な水を安定的に供給できる体制を整備することにある。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による上水道サブセクターへの主な影響</p> <p>上水道サブセクターが受ける極端現象および気候変化による影響は、水源における水量および水質への直接的影響に加え、水供給不足による衛生状態への間接的影響に分類することができる。それぞれについての主な影響には以下の様なものが挙げられる。</p> <p>a) 直接的影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川を水源とする場合、低水位・高水位の変化（期間・周期）により取水地点での流量調整に影響を受けやすく、水温の変化は水の自浄能力に大きく影響する。 ・ 河口付近では海水域からの塩水遡上の影響を受けやすい。 ・ 湖沼やため池等の閉鎖性水域を水源とする場合は、日照・水温変化によって水質に影響を受けやすく、降水量による水位変化の影響も受けやすい。 ・ 地下水を水源とする場合、長期的には地下水涵養量の変化および海面上昇に伴う水質変化による影響を受けやすい。 <p>b) 間接的影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水源における取水不良や著しい水質変化は、給水能力の低下をもたらし、間接的には生活区域における衛生状態を悪化させる懸念がある。 ・ 水温上昇に伴って、水系感染症が助長される懸念がある。 ・ 渇水による、代替水源としての地下水利用増加による地盤沈下が懸念される。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して上水道サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人口増加、経済成長に伴う生活様式の変化や産業構造の変化により、水需要の増加やセクター間の水利用割合が変化する可能性がある。 ・ 特に都市部人口は世界的にも増加傾向にあり、生活用水の需要増加が予想される。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水施設が整備されている地域や、河川流量が豊富な湿潤地域に位置する都市部では、極端現象および長期的変動に対応することが比較的容易である。 ・ 地下水依存度が高い傾向にある乾燥・半乾燥地域では将来の水供給能力の不確実性が高いため、適応能力は低くなる。 ・ 水道事業者の運営管理能力が高い（無収水率が低い）場合や、水道利用者の節水意識が高い場合、適応能力は高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>上水道施設は水源から利用者までのひとつのシステムとして捉えられる。したがって、水源となる流域と受益対象地域は隣接または同一と考えられるため、空間的な差異はないものと考えられる。</p> <p>b) 上水道サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <p>気候変動に対する感受性は流域単位で異なるが、同一流域における単一の上水道システムとしての空間的差異は生じないと考えられる。</p>

	<p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・受益対象地域の人口分布および社会経済状況（スラム・非スラムへの給水等）によっては、適応能力に差異が生じる可能性がある。
③ 適応策	<p>■ 給水施設整備・改修</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水位置の変更 ・水源の多様化（表面水・地下水の複合水源化） ・将来的な気候変動影響を考慮した流量に基づく施設設計（取水口、浄水処理施設、送水管、配水管、タンク等）、計画人口、および一人当たり消費量増加 <p>■ 節水対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無収水率低下のための水道事業者の運営・維持管理体制の強化。 ・受益者向けの節水に関する啓蒙活動。 <p>■ 水質管理の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浄水処理工程での塩素消毒の管理強化。 ・水質変化による異臭対策（活性炭吸着処理の導入等）。
④ マルアダプテーション	<p>上水道サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■ 適応策によるマルアダプテーション</p> <p>将来の気候変動を見越して設計された給水施設が対象地区に整備された結果、給水施設に不備のある対象地区外の周辺人口の大量移入を引き起こし、結果として水の供給不足（過剰需要）に陥ることが可能性として挙げられる。</p> <p>■ 適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動の影響により計画水需要量が十分に確保できなくなることが懸念される。 ・水源の水質が著しく悪化し、生活用水として利用できなくなるとも懸念される。

指針：上水道（適応案件）

① 基本的な考 え方	<p>■<u>適応策の必要性</u></p> <p>運用中の水道において、気候変動影響により、降水量や降水パターンの変化から水源の水量減少、気温上昇による水源水質の悪化や水需要量の増加が見込まれ、将来の安定的な水道運営に懸念がある。</p> <p>■<u>適応策の内容</u></p> <p>水源の新規確保・拡張による水源量の確保、漏水率低減のハード・ソフト対策、浄水施設の導入・強化等を行い、安全な水道供給能力の向上を図る。</p> <p>■<u>適応策による効果</u></p> <p>気候変動による生活用水・飲料水の減少、水質低下が低減される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</p> <p>対象地域における過去の気象状況（降雨量、降雨パターン、気温の季節変化・温度日変化、洪水・干ばつ周期）を調査・整理する。河川が水源の場合は河川流量、地下水が水源の場合は地下水位の推移についても調査・整理する。</p> <p>2) 気候変動に関する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握</p> <p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、将来の降水量・降水パターン、気温の変化を予測するとともに、河川流量・水位、地下水位を算定する。また、次項目に記す一人当たり水消費量に関連して、気温上昇に伴う水需要量の増加についても留意する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握</p> <p>対象国または対象地域における開発計画、規制等をレビューしつつ、人口増減や産業発展等の対象地域の水利用を変化させうる要因を検討し、上記の気候変動影響による水需要変化や水質変化について検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・過去の給水状況を把握し、洪水年および渇水年に上水道需給バランスに影響が見られなかったか確認する。具体的には、過去の給水量記録・断水記録、一人当たり水消費量の推移、上水道普及率について調査し状況を把握する。 ・過去および現在の水・食物媒介性感染症の疾病率および死亡率について確認する。渇水年と疾病率・死亡率との関係に留意する。 <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水口につき、表面水源の場合、過去および現在の低水位・高水位時の流量・取水状況および水質について状況を確認する。 ・地下水源の場合、過去および現在の地下水位の変化および揚水試験結果等を確認するとともに、水質についても状況を把握する。 <p>c) 気候変動に対する感受性</p> <p>過去の給水問題、水質影響、健康への影響および気象状況、将来の気象状況、現在の施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気候変動に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p>

ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

- ・水道事業体の運営状況について以下を把握・整理する。
 - 無収水率の推移の把握
 - 漏水の有無・状況の把握
 - 水道の水質状況の把握
- ・給水地区に追加的に供給可能な余剰代替水源の有無および状況について確認する。
- ・受益者の節水意識について、貴重な水資源については利用者の節約意識が重要であるため、これらに対する受益者の意識についてアンケート・ヒアリング等を通じて確認する。
- ・対象地域においてスラム等の貧困層居住地区が存在する場合、人口割合、世帯数、給水状況等の住環境について確認する。
- ・水衛生への取り組み状況を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。
 - 国または地方政府の上水道の気候変動影響対策予算
 - NGOの上水道の気候変動影響対策活動の状況

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

対象国および対象地域の水衛生に関する上位計画、開発計画をレビューし、対象地域の脆弱性を悪化させうる要因を確認する。要因については以下が考えられる。

- ・他の水利用者（工業用水等）による既存水源水質の汚染
- ・水源となる河川の不適切な管理（土砂堆積、河岸浸食等）



ステップ3

5) 脆弱性の評価

1)～4)の要素を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性および地域内格差を検討する。脆弱性の評価は以下による。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
水道事業体の運営状況	良好		劣悪
代替水源の利用可能量および水質の状況	良好		劣悪
節水意識	高い		低い
対象居住区の社会経済状況	良好		劣悪
上水道の気候変動影響対策予算	多い		少ない
NGOによる上水道の気候変動影響対策活動の状況	活発		不活発

③ 適応策の事業評価	<事業検討時における評価>			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	安定的で安全な給水が可能となり衛生環境が改善される	定量	浄水供給量 上水道普及率 原水取水量
	水道事業体の運営状況	無収水率、漏水率が減少、水道水質が一定	定量	無収水率、漏水率、水質
	代替水源の利用可能量および水質の状況	代替水源の計画的確保により将来の水不足リスクが低減	定性	-
	節水意識	受益者の節水意識が向上	定性	-
	対象居住区の社会経済状況	スラム等の貧困層居住区が含まれる場合、生活環境が向上	定性	-
	上水道の気候変動影響対策予算	予算が一定または増加	定量	-
	NGO による上水道の気候変動影響対策活動の状況	対策活動が活発化	定性	-
		<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>		
	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
	ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-
	ソフト対策	受益者の節水意識の変化	定性	-
	その他	受益者数の増減	定量	-
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下のとおりである。 ・水源利用可能量減少への対応（さらなる代替水源の確保） ・水需要増加への対応（補完水源の確保、浄水処理能力の向上） ・水源水質悪化への対応（浄水処理能力・施設の拡張の考慮）</p> <p>3) マルアダブテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダブテーションの有無、及び対策を検討する。</p>			

⑤必要となるデータ	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象・水文観測所の観測データを収集する。
2) 気候変動に係る危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	過去および現在の水需給状況	過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の給水事業者における給水量の記録、断水記録、一人当たり水消費量の推移、上水道普及率についてデータを収集し、過去から現在までの気象条件の変化と比較検討する。
	既存水源の状況	既存の水源（表面水・地下水）について、過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の流量、水位、取水可能量、水質等のデータを収集し、時系列変化について確認するとともに気象条件の変化と比較検討する。
	水・食物媒介性感染症の状況	過去および現在の感染症について疾病率および死亡率を把握し、上水道の整備状況に起因する感染症発症への影響について把握する
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	水道事業者の運営状況	既存の水道事業者において、これまでの無収水率、漏水率、水道の水質の推移についてデータを収集し運営実績について確認する。
	代替水源の利用可能量および水質の状況	対象地域に追加的に供給可能な代替水源（表面水・地下水）の有無を確認し、将来の活用可能性について確認する。
	節水意識	これまでの節水キャンペーンや啓蒙に関する活動状況および実績について確認する。
	対象居住区の社会経済状況	スラムの有無を確認し、同地区の社会経済状況（人口割合、世帯数、所得、衛生状態等）を現地踏査および関係者へのヒアリングを通じて把握する。また、土地利用規制等の制度と実態に乖離が無いか確認する。
	上水道の気候変動影響対策予算	担当部局の予算・活動実績、地域内での不均衡が生じていないかを確認する。
	NGOによる上水道の気候変動影響対策活動の状況	水衛生に関するNGOの活動状況・実績を確認する。
	その他	
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：上水道（通常開発＋適応オプション）

① 基本的な考え方	<p>■ <u>適応オプションの必要性</u> 気候変動により、水源の水量減少や水質悪化、さらに気温上昇に伴う水需要増加の可能性がある。</p> <p>■ <u>適応オプションの内容</u> 将来の気候変動を考慮した上水道供給範囲の拡大および老朽化した取水施設、浄水設備、導水管、送配水管等が更新される。</p> <p>■ <u>適応オプションによる効果</u> 気候変動が生じた場合も、安全な生活用水・飲料水を安定的に供給できる。</p>																																
② 脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、将来の降水量・降水パターン、気温の変化を予測するとともに、河川流量・水位、地下水位を算定する。これに基づき、将来の取水可能水量と水需要バランスの検討を行うとともに、将来の気温上昇を考慮した水需要量増加について検討する。</p>																																
③ 適応オプションの検討	<p>気候変動に影響される安全かつ十分な水供給を実現させるための適応オプションを立案する。立案する適応オプションは、以下の観点に基づく複数のものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設整備・拡張・処理能力向上等のハードウェア対策 ・水道施設の維持管理体制の強化および水質管理を強化した運営方法等のソフトウェア対策 ・水利用に関わる啓蒙活動によるソフトウェア対策 ・複数の対策の組み合わせ 																																
④ 適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="355 1059 1404 1377"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水需給状況</td> <td>給水量・給水人口が向上</td> <td>定量</td> <td>浄水供給量 上水道普及率</td> </tr> <tr> <td>水源の状況</td> <td>水源流量・水位のモニタリングが強化される</td> <td>定量</td> <td>原水取水量</td> </tr> <tr> <td>水道事業体の運営状況</td> <td>無収水率が改善 漏水率が減少 水道水質が一定</td> <td>定量</td> <td>無収水率 漏水率 水質</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="355 1451 1404 1691"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>施設拡張または新規施設の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>受益者の節水意識の変化</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	水需給状況	給水量・給水人口が向上	定量	浄水供給量 上水道普及率	水源の状況	水源流量・水位のモニタリングが強化される	定量	原水取水量	水道事業体の運営状況	無収水率が改善 漏水率が減少 水道水質が一定	定量	無収水率 漏水率 水質	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-	ソフト対策	受益者の節水意識の変化	定性	-	その他	受益者数の増減	定量	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																														
水需給状況	給水量・給水人口が向上	定量	浄水供給量 上水道普及率																														
水源の状況	水源流量・水位のモニタリングが強化される	定量	原水取水量																														
水道事業体の運営状況	無収水率が改善 漏水率が減少 水道水質が一定	定量	無収水率 漏水率 水質																														
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																														
ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-																														
ソフト対策	受益者の節水意識の変化	定性	-																														
その他	受益者数の増減	定量	-																														
⑤ 適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に</p>																																

	<p>対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水源利用可能量減少への対応（さらなる代替水源の確保） ・水需要増加への対応（補完水源の確保、浄水処理能力の向上） ・水源水質悪化への対応（浄水処理能力・施設の拡張の考慮） <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																					
<p>⑥必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="343 571 518 604"></th> <th data-bbox="518 571 742 604">必要なデータ</th> <th data-bbox="742 571 1412 604">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 616 1412 649">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 649 518 750"></td> <td data-bbox="518 649 742 750">将来の気候</td> <td data-bbox="742 649 1412 750">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 750 518 907"></td> <td data-bbox="518 750 742 907">過去および現在の水需給状況</td> <td data-bbox="742 750 1412 907">過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の給水事業体における給水量の記録、断水記録、一人当たり水消費量の推移、上水道普及率についてデータを収集し、過去から現在までの気象条件の変化と比較検討する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 907 518 1064"></td> <td data-bbox="518 907 742 1064">既存水源の状況</td> <td data-bbox="742 907 1412 1064">既存の水源（表面水・地下水）について、過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の流量、水位、取水可能量、水質等のデータを収集し、時系列変化について確認するとともに気象条件の変化と比較検討する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="343 1075 1412 1108">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="343 1108 518 1220"></td> <td data-bbox="518 1108 742 1220">適応に係る計画等資料</td> <td data-bbox="742 1108 1412 1220">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>		必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。		過去および現在の水需給状況	過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の給水事業体における給水量の記録、断水記録、一人当たり水消費量の推移、上水道普及率についてデータを収集し、過去から現在までの気象条件の変化と比較検討する。		既存水源の状況	既存の水源（表面水・地下水）について、過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の流量、水位、取水可能量、水質等のデータを収集し、時系列変化について確認するとともに気象条件の変化と比較検討する。	その他				適応に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																				
②脆弱性評価																						
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																				
	過去および現在の水需給状況	過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の給水事業体における給水量の記録、断水記録、一人当たり水消費量の推移、上水道普及率についてデータを収集し、過去から現在までの気象条件の変化と比較検討する。																				
	既存水源の状況	既存の水源（表面水・地下水）について、過去から現在まで（5～10年またはそれ以上）の流量、水位、取水可能量、水質等のデータを収集し、時系列変化について確認するとともに気象条件の変化と比較検討する。																				
その他																						
	適応に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																				

参考文献およびその相違点の整理1) 気候変動への賢い適応 — 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書¹

我が国における気候変動適応策として環境省がまとめた上記報告書によると、水需要に関して、人口の偏在化による局地的な水需要増大が懸念される一方、渇水体験により水需要の増加傾向が抑制されるといった研究報告もあり、水需要量は供給量に対して柔軟に対応するものと考えられ、脆弱性は低いという見方もある。

2) Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies², Chapter 6,

水資源としての給水システムについて、適応策の記載がある。この中で、取水位置・高さの変更、導水路の暗渠化、漏水対策、節水機器導入の促進、雨水集水等の対策を提案しており、本指針の内容と整合するものと考えられる。その他、Coastal Zones, Agriculture, Human Health, Forest, Biodiversityについても適応策の記述がある。

¹ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応—地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第3章 水環境・水資源分野

² UNEP. (1998). Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies: Chapter 6.

14. 下水道・排水サブセクター

指針：


- (1) 下水道（適応案件）
- (2) 下水道（通常開発＋適応オプション）
- (3) 排水システム（適応案件）
- (4) 排水システム（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方（下水道）

① 基本的な考え方	<p>気候変動の影響により将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部における衛生環境に悪影響を及ぼす。下水道が十分に機能していない地域または処理能力が十分ではない地域においては、汚水と雨水が混じった洪水による浸水、およびこれに伴う衛生環境の悪化から、コレラ、腸チフス、下痢等の汚水関連の感染症の蔓延を助長する。また、排水先の水環境（河川、沿岸部等）にも悪影響を与える危険性が高い。さらに、下水道および下水処理システムが未整備の場合、これらの状況は気候変動による降雨強度・パターン変化と気温上昇により更に悪化することが予想される。</p> <p>下水道サブセクターにおいては、下水道・下水処理システムの整備、機能拡張等の事業そのものが気候変動に対する適応に資する対策と考えられ、将来悪化する衛生環境を改善するとともに、地域住民の生活・社会環境を改善する。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による下水道サブセクターへの主な影響</p> <p>下水道サブセクターが受ける極端現象および気候変化による影響には、以下の様なものが挙げられる。</p> <p>a) 既存下水処理システムが存在する場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 気温上昇および日照変化により微生物による有機物質の分解が促進される可能性がある。 ・ 合流式の場合、豪雨や降雨強度の増加により汚水が氾濫する可能性があるとともに、雨水とともに汚水や汚泥物質が未処理のまま河川や海洋に放出される可能性がある。 <p>b) 下水処理システムが存在しない場合と共通して想定される影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 汚水や汚濁物質の滞留および氾濫によって衛生状態が著しく悪化する可能性がある。 ・ 衛生状態の悪化は、気象変化により増幅され、下痢、コレラ、腸チフス等の水・食物媒介性感染症の患者および死者を増加させる可能性がある。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して下水道サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人口増加、経済成長に伴う生活様式の変化や産業構造の変化により、水需要の増加とともに下水処理需要が増加する可能性がある。 ・ 途上国においては未だ一般的ではないと思われるが、水資源不足を補完するための下水の再利用（中水）の推進は下水処理過程に大きく影響する。 <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上水道および下水道ともにある程度整備されている地域は適応能力が高い。 ・ 貧困地区やスラムを含む地域では下水道整備の有無に拘わらず適応能力は比較的低い。 ・ 都市排水路が整備されている場合は比較的適応能力は高い。 ・ 感染症治療が可能な医療施設が広く整備されている地域は適応能力が高い。 ・ 水系感染症に関する知識啓蒙活動が活発で、住民の意識が高い地域では適応能力は高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>下水道施設は、下水接続者の末端から下水道および処理施設を通じて排水先までひとつのシステムとして捉えられ、ひとつの街単位で整備されることがほとんどであることから、空間的な差異はないものと考えられる。</p> <p>b) 下水道サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <p>対象とする下水道整備地域内において人口が密集する区域では感受性が高いと思われる。既存の下水管の敷設および機能状況によって感受性に差異があると考えられる。</p>

	<p>c) 適応能力の空間的偏在 受益対象地域の人口分布および社会経済状況（スラムの有無）によっては、適応能力に差異が生じる可能性がある。</p>
③適応策	<p>■下水道システムの改修・拡張（新規整備の場合も同様）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水管の交換、既存下水管の浚渫 ・下水処理システムの更新・機能改善 ・維持管理運営体制の強化 ・将来的な気候変動影響を考慮した施設設計（下水管径、貯留・浸透施設、処理方法） ・放流先水域の水質管理の強化 <p>■地域住民に対する啓蒙活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚水に関する知識の普及 ・住民レベルでの衛生意識の強化
④マルアダプテーション	<p>下水道サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来的な気象変化が予測通りにはならず、結果として施設容量が過剰または不足することが懸念される。 <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業完成後、経済的な理由により各戸の下水道への接続が促進されず、下水処理システムが有効に活用されないことが懸念される。

指針：下水道（適応案件）

① 基本的な考え方	<p>■ 適応策の必要性</p> <p>気候変動の影響により将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部の浸水被害をもたらすとともに衛生環境に悪影響を及ぼす。特に都市排水・下水道の整備率が低い場合、降雨時の浸水状況の悪化、コレラ、腸チフス、下痢等の汚水関連の感染症の蔓延を助長する。</p> <p>■ 適応策の内容</p> <p>下水道施設建設（下水処理場、下水管の敷設、ポンプ場等の建設）により、衛生状態および生活環境の向上を目指す。</p> <p>■ 適応策による効果</p> <p>気候変動による衛生状態および生活環境等の悪化が低減され、これらを通じた疾病率の低減と水環境の改善が達成される。</p>
② 脆弱性評価	<p>ステップ 1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業対象地域または周辺における過去の降水パターン、短時間雨量、平均気温（年月）について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所または管轄機関から収集する。 ・ 過去の豪雨時の住宅・商業地区の浸水状況について、その有無、浸水程度について、住民や関連機関等へのヒアリングを通じて把握する。 <p>2) 気候変動に関係する危険性・変化</p> <p>a) 気候変動後の気象状況の把握</p> <p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する設計確率年における気温、降水量・降水パターンを算出する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握</p> <p>対象国または対象地域における開発計画、規制等をレビューしつつ、都市人口の増加や産業発展等の対象地域の衛生環境を変化させうる要因を検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業対象地域における衛生環境の悪化に起因する疾病率または疾病患者数ならびに死亡者数について、過去 5～10 年間程度の推移を調査する。各行政レベルの統計書、地域の保健所および管轄行政機関からのヒアリング等を通じてこれらのデータを収集する。 ・ 既存の汚水排水状況について現地踏査および管轄機関からのヒアリングにより調査し、悪臭の発生源および汚濁物質の沈殿分布を把握する。また、降雨時の汚水・雨水の流出・氾濫状況も確認する。 ・ 水質状況について、汚水や雨水が放流される水域の水質について 5～10 年程度のデータを収集し水質変化を把握する。 <p>b) 対策施設等の整備状況</p> <p>既存の下水道システム整備状況および機能状況について確認する。</p> <p>c) 将来の気候変動に対する感受性</p> <p>過去の汚水流出、健康への影響および気象状況、将来の気象状況、現在の施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気候変動に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p>

ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

既存の下水道網および下水処理システムが存在しない場合、汚水、汚濁物質、悪臭等に対するインフラによる対処能力は著しく低い。このため、適応能力については以下の予防的対策への取り組み状況および疾病発生後の対処能力等に関する項目が指標として考えられる。

- 地域住民の感染症に関する予防活動状況
- 汚水の取扱いに関する正しい知識の普及状況
- 感染症治療が可能な医療機関の分布状況

既存の下水道網および下水処理システムが存在し、本来の機能を発揮している場合、その地域における適応能力は高いと考えられるが、リハビリ・拡張が必要な施設の場合は地域によって上記と同様の項目が指標として挙げられる。

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

a) で記した適応能力に関する指標は下水道整備事業とは間接的な因果関係にある。このため、これらの指標の改善または悪化が脆弱性の変化の要因と考えられる。また、下水道整備実施後には、これらの指標は疾病患者数の推移に代替されるものと考えられる。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

1) ～ 4) の要素を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性および地域内格差を検討する。脆弱性の評価は以下による。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
感染症の予防活動状況	充実		貧弱
医療機関の分布状況	充実		貧弱
下水道施設の整備・機能状況	良好		劣悪

③ 適応策の事業評価

<事業検討時における評価>

評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	地域の衛生環境が改善され、地域住民への健康被害が低減される	定量	出口 BOD 濃度および河川汚濁状況
感染症の予防活動状況	予防知識が普及され、感染症患者数が低減される	定性	-
医療機関の分布状況	感染症治療可能な医療機関が地域的な偏りがなく存在	定性	-
下水道施設の整備・機能状況	既存の下水道施設の整備状況および機能状況が改善される	定性	-

<モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目>

事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-
その他	感染症患者数の低減	定量	-
	受益者数の増減	定量	-
	受益者の衛生意識の変化	定性	-

<p>④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項</p>	<p>1) モニタリング及びレビュー 事業そのものが将来悪化し得る衛生環境の改善（脆弱性の低減⇨適応能力の強化）に寄与することが想定されるため、気候変動適応策としての効果と通常の下水道整備事業の効果を区別して定量的に評価することは困難。このため、将来の気象条件の定期的なモニタリングを行いつつも、「③適応策の事業評価」で設定した評価項目により事業効果のモニタリングを継続していく計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ 原則として通常の下水道整備事業と事業内容は同様であるが、下水管容量や貯留施設については、将来の気象変化（降雨量、降雨パターン、気温等）による雨水流入の増加および所要流下能力を考慮した設計に留意する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 事業によって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																																	
<p>⑤ 必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>必要なデータ</th> <th>留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td>1) 過去・現在の気象状況</td> <td>過去の気象・水文</td> <td>対象地域の気象観測所の観測データを収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 気候変動に関する危険性・変化</td> <td>将来の気候</td> <td>対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td>社会経済的変動要因</td> <td>対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3) 気候変動に対する感受性の評価（健康被害・汚水流出・水質悪化）</td> <td>疾病患者数</td> <td>国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。</td> </tr> <tr> <td>既存の汚水流出状況</td> <td>既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td>水質状況</td> <td>汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4) 気候変動に対する適応能力等の評価</td> <td>感染症予防の活動状況</td> <td>保健省、保健局、保健所等から感染症予防に関する活動状況について把握するとともに、地域住民の汚水・下水に関する知識の普及状況について、政府や NGO による普及活動について確認する。</td> </tr> <tr> <td>医療機関の分布状況</td> <td>対象地域における感染症に対応可能な医療機関・施設の分布状況を把握し、現在の感染症対策体制を確認する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>適応策に係る計画等資料</td> <td>対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価			1) 過去・現在の気象状況	過去の気象・水文	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。	2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。	社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。	3) 気候変動に対する感受性の評価（健康被害・汚水流出・水質悪化）	疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。	既存の汚水流出状況	既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。	水質状況	汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	感染症予防の活動状況	保健省、保健局、保健所等から感染症予防に関する活動状況について把握するとともに、地域住民の汚水・下水に関する知識の普及状況について、政府や NGO による普及活動について確認する。	医療機関の分布状況	対象地域における感染症に対応可能な医療機関・施設の分布状況を把握し、現在の感染症対策体制を確認する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																																
②脆弱性評価																																		
1) 過去・現在の気象状況	過去の気象・水文	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。																																
2) 気候変動に関する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																																
	社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。																																
3) 気候変動に対する感受性の評価（健康被害・汚水流出・水質悪化）	疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。																																
	既存の汚水流出状況	既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。																																
	水質状況	汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。																																
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	感染症予防の活動状況	保健省、保健局、保健所等から感染症予防に関する活動状況について把握するとともに、地域住民の汚水・下水に関する知識の普及状況について、政府や NGO による普及活動について確認する。																																
	医療機関の分布状況	対象地域における感染症に対応可能な医療機関・施設の分布状況を把握し、現在の感染症対策体制を確認する。																																
その他																																		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																																

下水道（通常開発＋適応オプション）

①基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u></p> <p>都市の衛生状態・生活環境の改善のため、都市排水・下水施設の整備、拡張、改修を実施する。気候変動影響により、降水強度増加による浸水被害・排水量の増加、気温上昇による衛生状態の悪化が懸念される。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u></p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u></p> <p>気候変動が生じた場合も、都市排水・下水道の機能が発揮される。</p>																																		
②脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、将来の降水量・降水パターン、気温の変化を予測するとともに、雨水・汚水の流出・氾濫状況を予測する。また、下水の放流先水域の水質変化について過去のデータから確認する。</p>																																		
③適応オプションの検討	<p>気候変動に影響される衛生環境の悪化を防止するための適応オプションを立案する。立案する適応オプションは、以下の観点に基づく複数の適応オプションとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水道および下水処理施設の整備・拡張等によるハードウェア対策 ・下水道施設の維持管理体制の強化および水質管理を強化した運営方法等のソフトウェア対策 ・感染症予防に関わる啓蒙活動によるソフトウェア対策 ・複数の対策の組み合わせ 																																		
④適応オプションの評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="352 1059 1406 1377"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>疾病患者・死亡者数</td> <td>衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>汚水流出状況</td> <td>下水道網が整備されることによって排水路への汚水・汚濁物質が低減</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>水質状況</td> <td>下水処理が施されることによって放流水域の水質が改善</td> <td>定量</td> <td>出口 BOD 濃度および河川汚濁状況</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="352 1451 1406 1697"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>施設拡張または新規施設の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">その他</td> <td>感染症患者数の低減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>受益者の衛生意識の変化</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	疾病患者・死亡者数	衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下	定量	-	汚水流出状況	下水道網が整備されることによって排水路への汚水・汚濁物質が低減	定性	-	水質状況	下水処理が施されることによって放流水域の水質が改善	定量	出口 BOD 濃度および河川汚濁状況	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-	その他	感染症患者数の低減	定量	-	受益者数の増減	定量	-	受益者の衛生意識の変化	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																
疾病患者・死亡者数	衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下	定量	-																																
汚水流出状況	下水道網が整備されることによって排水路への汚水・汚濁物質が低減	定性	-																																
水質状況	下水処理が施されることによって放流水域の水質が改善	定量	出口 BOD 濃度および河川汚濁状況																																
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																
ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-																																
その他	感染症患者数の低減	定量	-																																
	受益者数の増減	定量	-																																
	受益者の衛生意識の変化	定性	-																																
⑤適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>事業そのものが将来悪化し得る衛生環境の改善（脆弱性の低減⇔適応能力の強化）に寄与することが想定されるため、気候変動適応策としての効果と通常の下水道整備事業の効果を区別して定量的に評価することは困難。このため、将来の気象条件の定期的なモニタリングを行いつつも、「④適応オプションの事業評価」で設定した評価項目により事業効果のモニタリングを継続していく計画を検討する。</p>																																		

	<p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ 原則として通常の下水道整備事業と事業内容は同様であるが、下水管容量や貯留施設については、将来の気象変化（降雨量、降雨パターン、気温等）による雨水流入の増加および所要流下能力を考慮した設計に留意する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																									
⑥ 必要となるデータ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="352 533 528 566"></th> <th data-bbox="528 533 756 566">必要なデータ</th> <th data-bbox="756 533 1404 566">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="352 566 1404 607">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 607 528 725"></td> <td data-bbox="528 607 756 725">将来の気候</td> <td data-bbox="756 607 1404 725">対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 725 528 913"></td> <td data-bbox="528 725 756 913">疾病患者数</td> <td data-bbox="756 725 1404 913">国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 913 528 1025"></td> <td data-bbox="528 913 756 1025">既存の汚水流出状況</td> <td data-bbox="756 913 1404 1025">既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1025 528 1191"></td> <td data-bbox="528 1025 756 1191">水質状況</td> <td data-bbox="756 1025 1404 1191">汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="352 1191 1404 1232">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1232 528 1344"></td> <td data-bbox="528 1232 756 1344">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="756 1232 1404 1344">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応オプション検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。		疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。		既存の汚水流出状況	既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。		水質状況	汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応オプション検討を行う。
	必要なデータ	留意点																								
②脆弱性評価																										
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。																								
	疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。																								
	既存の汚水流出状況	既存の下水道または排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地積図等により、汚水流、氾濫箇所、汚泥・汚濁物質の分布状況を把握する。																								
	水質状況	汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。																								
その他																										
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応オプション検討を行う。																								

参考文献およびその相違点の整理

1) 気候変動への賢い適応 — 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書¹

我が国における気候変動適応策として環境省がまとめた上記報告書によると、喝水対策としての下水の再利用が有効とされている。開発途上国においては下水道・下水処理システムの整備状況は一般的に高くはなく、下水再利用よりも衛生改善が優先事項と考えられる。このため本指針では衛生改善を目途とした下水道整備を前提としている。

2) 水分野における気候変動適応策ハンドブック²

本ハンドブックでは、気温上昇や、降水量や流出の変化に伴う流量減少は、水質悪化を招き、水利用にも影響を与え、下水道整備は、流域内の汚濁負荷の発生・流出の抑制、自然浄化能力の維持（植生維持、湿地保全）に繋がるとしている。この点で放流先水域の水質管理は本ハンドブックに則った重要な視点といえる。

3) ナショナルジオグラフィック 公式日本語サイト 2011年3月2日「地球温暖化が生み出す3つの意外な弊害—下水による飲料水の汚染」³

米国ウィスコンシン州において、気候変動に伴う降水量増加と下水処理網が受ける影響について、数学的なモデルに基づく予測を行った。その結果、大型の暴風雨に見舞われた場合、未処理の下水が湖にあふれ出す可能性が明らかになった。飲料水の水源が病原性のバクテリアやウイルスに汚染される事態は十分に考えられるとして、将来増加しうる流量に対して下水道の流下能力を向上させる対策が必要であるとしている。

¹ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応—地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第3章 水環境・水資源分野

² JICA.(2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック


³ ナショナルジオグラフィック.(2011). 地球温暖化が生み出す3つの意外な弊害—下水による飲料水の汚染
http://www.nationalgeographic.co.jp/news/news_article.php?file_id=20110302002

適応策の考え方（排水）

① 基本的な考え方	<p>気候変動の影響による将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部における衛生環境に悪影響を及ぼす。雨水排水管・排水路網が十分に機能していない地域または排水能力が十分ではない地域においては、汚水と雨水が混じった洪水による浸水、およびこれに伴う衛生環境の悪化から、コレラ、腸チフス、下痢等の水系感染症の蔓延を助長する。また、都市部における浸水により、有毒化学物質の雨水排水への混入を招き、排水先の水環境（河川、沿岸部等）にも悪影響を与える危険性が高い。さらに、排水路網および排水機場が未整備の場合、これらの状況は気候変動による降雨強度・パターン変化により更に悪化することが予想される。</p> <p>排水サブセクターにおいては、適切な排水路網および排水施設の整備、機能拡張等の事業そのものが気候変動に対する適応に資する対策と考えられ、将来悪化する衛生環境を改善するとともに、地域住民の生活・社会環境を改善する。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による排水サブセクターへの主な影響</p> <p>排水サブセクターが受ける極端現象および気候変化による影響には、以下の様なものが挙げられる。</p> <p>a) 既存排水システムが存在する場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存排水路の疎通能力にもよるが、集中豪雨等の時間雨量が増加する場合は将来的に水路が氾濫し浸水する地区が発生する可能性がある。 ・ 合流式の場合、豪雨や降雨強度の増加により汚水混じりの都市洪水が発生する可能性があるとともに、雨水とともに汚水や汚泥物質が未処理のまま河川や海洋に放出される可能性がある。 <p>b) 排水路網・排水施設が存在しない場合と共通して想定される影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 汚水や汚濁物質の滞留および氾濫によって衛生状態が著しく悪化する可能性がある。 ・ 衛生状態の悪化は、気象変化により増幅され、下痢、コレラ、腸チフス等の水・食物媒介性感染症の患者および死者を増加させる可能性がある。 <p>2) 気候変動による影響と相乗して排水サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <p>人口増加、経済成長に伴う生活様式の変化や産業構造の変化により、固形廃棄物が都市部に散在し排水能力を著しく低下させる可能性がある。</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水道がある程度整備されている地域は適応能力が高い。 ・ 貧困地区やスラムを含む地域では排水設備の有無に拘わらず適応能力は比較的低い。 ・ 感染症治療が可能な医療施設が広く整備されている地域は適応能力が高い。 ・ 水系感染症に関する知識啓蒙活動が活発で、住民の意識が高い地域では適応能力は高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>排水施設は、末端排水路から排水機場を通じて排水先水域までひとつのシステムとして捉えられ、ひとつの街単位で整備されることがほとんどであることから、空間的な差異はないものと考えられる。</p> <p>b) 排水サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象とする排水路網整備地域内において人口が密集する区域では感受性が高いと思われる。 ・ 既存の排水路の敷設、機能状況、地形によって感受性に差異があると考えられる。 <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <p>受益対象地域の人口分布および社会経済状況（スラムの有無）によっては、適応能力に差異が生じる可能性がある。</p>

③適応策	<p>■排水システムの改修・拡張（新規整備の場合も同様）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排水路の交換、既存排水路の浚渫 ・排水機場の更新・処理能力拡張 ・遊水地・調整池の整備 ・維持管理運営体制の強化 ・将来的な気候変動影響を考慮した施設設計（排水管容量、遊水地容量、排水機場容量、処理方法） ・放流先水域の水質管理の強化 <p>■地域住民に対する啓蒙活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨水排水に関する知識の普及 ・住民レベルでの衛生意識の強化
④マルアダプテーション	<p>排水サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <p>■適応策によるマルアダプテーション</p> <p>将来的な気象変化が予測通りにはならず、結果として施設容量が過剰または不足することが懸念される。</p> <p>■適応策以外にも共通するマルアダプテーション</p> <p>急激な人口増加や不十分な維持管理のため、排水路が詰まり早期に機能不全に陥ることが懸念される。</p>

指針：排水システム（適応案件）

<p>①基本的な考 え方</p>	<p>■適応策の必要性 気候変動の影響による将来的な降雨強度および頻度の増加と平均気温の上昇は、都市部における衛生環境に悪影響を及ぼす。特に排水管・排水路網が整備されていない、またはうまく機能していない地域においては、降雨時の浸水状況の悪化、水衛生環境に起因する感染症（マラリア、デング熱、コレラ、腸チフス、下痢等）の蔓延を助長する。また、固形廃棄物や化学物質を伴う雨水排水は、排水先の水環境（河川、沿岸部等）にも悪影響を与える危険性が高い。</p> <p>■適応策の内容 排水施設（排水路（開水路、暗渠、管渠）、排水機場等）の整備およびリハビリにより、事業対象地域における排水能力を向上させ浸水被害状況を緩和することによって衛生環境の改善および社会経済活動の促進を目指す。</p> <p>■適応策による効果 排水不良による洪水・浸水が緩和されるとともに、社会経済活動の基盤が改善され、衛生環境の改善により関連感染症の疾病率・死亡率が低減される。</p>
<p>②脆弱性評価</p>	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価</p> <p>a) 過去及び現在の気象状況 事業対象地域または周辺における過去の降水パターン、短時間雨量、平均気温（年月）について可能な限り長期間にわたるデータを気象観測所または管轄機関から収集する。</p> <p>2) 気候変動に関する危険性・変化</p> <p>a) 将来の気候変動後の気象状況 対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、適用する設計確率年における気温、降水量・降水パターンを算出する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国または対象地域における開発計画、規制等をレビューしつつ、都市人口の増加や産業発展等の対象地域の衛生環境を変化させうる要因を検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価</p> <p>a) 過去の被害状況の把握 ・事業対象地域における衛生環境の悪化に起因する疾病率または疾病患者数ならびに死亡者数について、過去5～10年間程度の推移を調査する。各行政レベルの統計書、地域の保健所および管轄行政機関からのヒアリング等を通じてこれらのデータを収集する。 ・過去の豪雨時の住宅・商業地区の浸水状況について、その有無、浸水程度について、住民や関連機関等へのヒアリングを通じて把握する。また、降雨時の雨水（合流式の場合は汚水を含む）の流出・氾濫状況を確認するとともに、浸水に脆弱な地域を把握する。 既存排水路が存在する場合はその排水状況について現地踏査および管轄機関からのヒアリングにより調査する。 ・汚水や雨水が放流される水域の水質について5～10年程度のデータを収集し水質変化を把握する。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 既存の排水システム整備状況および機能状況について確認する。</p> <p>c) 気候変動に対する感受性 過去の浸水被害、健康への影響および気象状況、将来の気象状況、現在の施設の機能状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気候変動に対する感受性を検討する。</p> <p style="text-align: center;"></p>

ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

既存の排水路網および排水設備が存在しない場合、浸水に対するインフラによる対処能力は著しく低い。このため、適応能力については以下の予防的対策への取り組み状況および疾病発生後の対処能力等に関する項目が指標として考えられる。

- 地域住民の感染症に関する予防活動状況
- 感染症治療が可能な医療機関の分布状況

既存の排水路網が存在する場合は、上記指標に加えて施設のインベントリ調査により設計排水能力、有効排水能力、維持管理状況を把握する。

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

a) で記した適応能力に関する指標は排水システム整備事業とは間接的な因果関係にある。このため、これらの指標の改善または悪化が脆弱性の変化の要因と考えられる。また、事業実施後には、これらの指標は疾病患者数の推移に代替されるものと考えられる。さらに、既存の排水路網が存在する場合は、下水道システムの整備・維持管理状況によって脆弱性が変化すると考えられる。



ステップ3

5) 脆弱性の評価

1)～4)の要素を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性および地域内格差を検討する。脆弱性の評価は以下による。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
感染症の予防活動状況	充実		貧弱
医療機関の分布状況	充実		貧弱
排水施設の整備・機能状況	良好		劣悪

③ 適応策の評価

< 事業検討時における評価 >

評価項目	効果 (アウトカム)	評価方法	関連する運用効果指標
将来の気候変動に対する感受性	都市の浸水被害、地域住民への健康被害が低減される	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害額 被害人口 最大水深 浸水時間 出口 BOD 濃度および河川汚濁状況
感染症の予防活動状況	予防知識が普及され、感染症患者数が低減される	定性	-
医療機関の分布状況	感染症治療可能な医療機関が地域的な偏りがなく存在	定性	-
排水施設の整備・機能状況	既存の排水施設の整備状況および機能状況が改善される	定性	-

＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標
ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-
その他	感染症患者数の低減	定量	-
	受益者数の増減	定量	-
	受益者の衛生意識の変化	定性	-

④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	1) モニタリング及びレビュー 事業そのものが将来悪化し得る衛生環境の改善（脆弱性の低減⇔適応能力の強化）に寄与することが想定されるため、気候変動適応策としての効果と通常の排水整備事業の効果を区別して定量的に評価することは困難。このため、将来の気象条件の定期的なモニタリングを行いつつも、「③適応策の事業評価」で設定した評価項目により事業効果のモニタリングを継続していく計画を検討する。
	2) 気候変動に対するフレキシビリティ 原則として通常の排水整備事業と事業内容は同様であるが、排水路容量、排水機場処理容量、遊水地容量等については、将来の気象変化（降雨量、降雨パターン、気温等）による雨水流入の増加および所要処理能力を考慮した設計に留意する。
	3) マルアダプテーションの考慮 事業によって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑤ 必要となるデータ		必要なデータ	留意点
	②脆弱性評価		
	1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象・水文	対象地域の気象観測所の観測データを収集する。
	2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
		社会経済的変動要因	対象国および周辺地域に関する開発計画等について、担当部局及びその他機関から収集する。
	3) 気候変動に対する感受性の評価（浸水・健康被害・水質悪化）	疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。
浸水被害状況		文献調査、既存の地積図、関係者へのヒアリング等により、浸水被害箇所、浸水分布状況を把握する。	
水質状況		汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。	

	4) 気候変動に対する適応能力等の評価	感染症予防の活動状況	保健省、保健局、保健所等から感染症予防に関する活動状況について把握する。
		医療機関の分布状況	対象地域における感染症に対応可能な医療機関・施設の分布状況を把握し、現在の感染症対策体制を確認する。
		排水路の機能状況	既存の排水路網がある場合は現地踏査するとともに、インベントリー調査により機能状況を把握する。
	その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。	

指針：排水システム（通常開発＋適応オプション）

①基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u></p> <p>都市の衛生状態・生活環境の改善のため、都市排水施設の整備、拡張、改修を実施する。気候変動影響により、降雨強度増加による浸水被害・排水量の増加、気温上昇による衛生状態の悪化が懸念される。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u></p> <p>事業において、将来の気候変動影響を考慮した対策を行う。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u></p> <p>気候変動が生じた場合も、都市の排水機能が発揮される。</p>																																		
②脆弱性評価（危険性・変化）	<p>対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオ・解析モデル、適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動解析結果を用いて、将来の降水量・降水パターン、気温の変化を予測するとともに、雨水の流出・氾濫状況を予測する。また、雨水の放流先水域の水質変化について過去のデータから確認する。</p>																																		
③適応オプションの検討	<p>気候変動に影響される衛生環境の悪化を防止するための適応オプションを立案する。立案する適応オプションは、以下の観点に基づく複数の適応オプションとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排水路および排水施設の整備・拡張・排水能力向上等のハードウェア対策 ・排水施設の維持管理体制の強化によるソフトウェア対策 ・感染症予防に関わる啓蒙活動によるソフトウェア対策 ・複数の対策の組み合わせ 																																		
④適応オプションの評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="352 1059 1404 1489"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>疾病患者・死亡者数</td> <td>衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>浸水被害状況</td> <td>排水路の流下能力および排水処理能力が向上することによって浸水被害が低減される。</td> <td>定量</td> <td>浸水面積 浸水家屋数 被害額 被害人口 最大水深 浸水時間</td> </tr> <tr> <td>水質状況</td> <td>排水が適切に行われることによって放流水域の水質が改善される。</td> <td>定量</td> <td>出口 BOD 濃度および河川汚濁状況</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="352 1563 1404 1809"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハード対策</td> <td>施設拡張または新規施設の計画基準年の向上</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">その他</td> <td>感染症患者数の低減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>受益者数の増減</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>受益者の衛生意識の変化</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	疾病患者・死亡者数	衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下	定量	-	浸水被害状況	排水路の流下能力および排水処理能力が向上することによって浸水被害が低減される。	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害額 被害人口 最大水深 浸水時間	水質状況	排水が適切に行われることによって放流水域の水質が改善される。	定量	出口 BOD 濃度および河川汚濁状況	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-	その他	感染症患者数の低減	定量	-	受益者数の増減	定量	-	受益者の衛生意識の変化	定性	-
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																																
疾病患者・死亡者数	衛生状態に起因する疾病患者数および死亡者数が低下	定量	-																																
浸水被害状況	排水路の流下能力および排水処理能力が向上することによって浸水被害が低減される。	定量	浸水面積 浸水家屋数 被害額 被害人口 最大水深 浸水時間																																
水質状況	排水が適切に行われることによって放流水域の水質が改善される。	定量	出口 BOD 濃度および河川汚濁状況																																
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																																
ハード対策	施設拡張または新規施設の計画基準年の向上	定量	-																																
その他	感染症患者数の低減	定量	-																																
	受益者数の増減	定量	-																																
	受益者の衛生意識の変化	定性	-																																
⑤適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー</p> <p>事業そのものが将来悪化し得る衛生環境の改善（脆弱性の低減⇔適応能力の強化）に寄与することが想定されるため、気候変動適応策としての効果と通常の排水施設整備事業の効果を区別して定量的に評価することは困難。このため、将来の気象条件の定期的なモニタリングを行いつつも、「④適応オプションの事業評価」で設定した評価項目により事業効果のモニタリングを継続していく計画を検討する。</p>																																		

2) 気候変動に対するフレキシビリティ

原則として通常の排水施設整備事業と事業内容は同様であるが、排水路容量、排水機場容量、遊水地・貯水池容量等については、将来の気象変化（降雨量、降雨パターン、気温等）による雨水流入の増加および所要排水能力を考慮した設計に留意する。

3) マルアダプテーションの考慮

プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。

⑥ 必要となるデータ

	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
	将来の気候	対象国が採用している気候変動シナリオ・解析モデルのデータを利用して、対象地域の過去の気象・水文観測データを基に予測する。
	疾病患者数	国または地方政府が発行する統計書も参考にしつつ、対象地域を管轄する行政（保健省または保健局）からのデータや近隣の代表的な複数の医療機関等から衛生状態に起因する感染症や疾病に関するヒアリング等により患者数のデータを収集する。
	既存の雨水氾濫状況	既存の排水路網を現地踏査するとともに、文献調査、既存の地籍図等により、浸水被害・氾濫箇所の分布状況を把握する。
	水質状況	汚水や雨水が放出される水域の水質データを収集する。水資源管理担当部局等で過去のデータ蓄積の有無を確認し、可能な限り最新データを揃える。再委託調査による水質調査の実施も検討する。
その他		
	適応オプションに係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応オプション検討を行う。

参考文献およびその相違点の整理

1) 気候変動への賢い適応 — 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書¹

我が国における気候変動適応策として環境省がまとめた上記報告書によると、渇水対策としての下水の再利用が有効とされている。開発途上国においては下水道・下水処理システムの整備状況は一般的に高くはなく、下水再利用よりも排水改善を通じた衛生改善と都市機能向上が優先事項と考えられる。このため本指針では下水排水の再利用は検討対象としていない。

¹ 環境省.(2008). 気候変動への賢い適応—地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第3章 水環境・水資源分野

15. 医療・保健衛生サブセクター

指針：

- (1) 医療・保健衛生（適応案件）
- (2) 医療・保健衛生（通常開発＋適応オプション）

適応策の考え方

① 基本的な考え方	<p>気候変動による気温上昇は、感染症媒介生物や宿主生物の分布域、生息域の変化・拡大、発生量の増大によるマラリア、デング熱等の感染症の発生域・時期の変化、患者数の増加等を誘引する。また、水温変化によって下痢症（コレラ等）などの水媒介性感染症の感染域が拡大する可能性があるほか、降雨パターンや強度の変化に伴う洪水や干ばつ、作物収量の減少は、水および食物媒介性感染症へのリスクを増大させる大きな要因となる。特にこれら感染症への感染リスクは一般的に保健医療サービスが不十分で、劣悪な衛生状態にある地域においてより高く、気候変動はこれをさらに高める要因となることが想定される。医療保健衛生サブセクターにおける適応策とは、気候変動に起因する感染症予防および治療体制を強化することにある。</p>
② 脆弱性	<p>1) 気候変動による医療保健衛生サブセクターへの主な影響</p> <p>WHO¹⁾によれば、気温上昇と死亡率については疫学的に相関が見られるとしている。また、気候変動に関連する健康への影響について、WHO は以下の視点から整理している。</p> <p>a) 大気汚染</p> <p>大気中の汚染物質（一酸化炭素、オゾン、窒素酸化物、二酸化硫黄）の排出量は、エネルギー消費状況および経済活動に大きく左右される。汚染物質は主に途上国の都市部で増加する傾向が強く、環境大気質基準による厳格な規制が必要と考えられる。</p> <p>b) 災害</p> <p>洪水や暴風等の極端現象により、外傷、栄養摂取状況の悪化、水媒介性および生物媒介性感染症、有毒化学物質混入による汚染、精神疾患等を増加させる可能性がある。また、干ばつは利用可能な水資源の枯渇により衛生状態の著しい悪化をもたらし、下痢、トラコーマ、疥癬症等を助長する可能性がある。</p> <p>c) 生物媒介性感染症</p> <p>気温上昇や降雨量変化によって、感染症媒介生物や宿主生物の分布域・生息域が変化・拡大し、マラリア、フィラリア、デング熱、西ナイル熱、ダニ媒介脳炎、住血吸虫症等の疾病率が高まる可能性がある。</p> <p>d) 水・食物媒介性感染症</p> <p>気温上昇、降雨量変化および湿度変化により、病原菌やバクテリアの生成・生育が促進されるとともに、豪雨や洪水に伴ってこれらの菌が人体と接触する機会が著しく増加し、下痢症、赤痢、サルモネラ菌食中毒等の疾病を蔓延させる可能性がある。</p> <p>気候変動と水・食物媒介性感染症との関係を統計的に検証する研究があるが、途上国においては、経済成長に伴う衛生環境の改善に連れて感染確率は低下することが予想されている。</p> <p>e) 成層圏オゾン層の減少</p> <p>極地または高緯度地域におけるオゾン層の減少により紫外線の人体への影響が懸念されている。特に皮膚ガンの発症は疫学的に相関が高いことが判明している。</p> <p>2) 気候変動による影響と相乗して医療保健衛生サブセクターに影響を及ぼす可能性のある要因</p> <p>人口増加、経済成長に伴う生活様式の変化や産業構造の変化により、気候変動に対して最も脆弱な社会的弱者（高齢者、乳幼児、貧困者、病弱者等）の人口割合が増加することが懸念される。</p> <p>3) 気候変動に対する適応能力</p> <p>・衛生関連インフラ（下水道、下水処理システム、都市排水網、廃棄物回収・処理システム等）が比較的整備され、かつ機能している地域では適応能力は高い。</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・感染症や疾病に対する診察・治療が可能な医療機関および設備が整備されている地域では比較的適応能力は高い。 ・衛生に対する住民の意識が高い地域では適応能力が高い。 <p>4) 脆弱性の空間的な偏在</p> <p>a) 気象等変化の空間的偏在</p> <p>気象変化の健康への影響に関して WHO (2003) によれば、日気温の場合、山岳、河川、沿岸部等の地域特性のない地域においては、半径 300km 圏内では空間的な差異はなく、月気温の場合は半径 1200km 圏内まで同一とみなされる。一方、降雨量の場合、日雨量は半径 50km 圏内、月雨量は半径 400km 圏内で空間的差異はないものと捉えられる。</p> <p>b) 医療保健衛生サブセクターの感受性の空間的偏在</p> <p>既存の保健医療機関の分布状況および人口分布によって地域による感受性の偏在が存在すると考えられる。</p> <p>c) 適応能力の空間的偏在</p> <p>受益対象地域の人口動態（年齢構成、所得構成等）によっては、適応能力に差異が生じる可能性がある。</p>
③適応策	<ul style="list-style-type: none"> ■医療関連機関の整備および関係者の能力強化 <ul style="list-style-type: none"> ・病院、クリニックの増設 ・既存施設の設備拡充 ・感染症対策関係者に対する研修および能力強化 ■受益者側に対する施策 <ul style="list-style-type: none"> ・受益者向けの衛生管理・感染症予防に関する啓蒙活動。 ■衛生環境の改善（詳細は上水道、下水道、排水サブセクターを参照） <ul style="list-style-type: none"> ・上水道の整備・拡張 ・下水道・下水処理システムの改善および構築 ・雨水排水システムの改善および構築
④ マルアダプテーション	<p>医療保健衛生サブセクターにおいてプロジェクト（適応策を含む）を実施する際には、以下の点に留意する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■適応策によるマルアダプテーション <p>感染症対策体制が強化される反面、他の疾患に対する治療体制が疎かにならないよう留意する必要がある。</p> ■適応策以外にも共通するマルアダプテーション <p>特に想定されるものはない。</p>

指針：医療・保健衛生（適応案件）

<p>①基本的な考 え方</p>	<p>■適応策の必要性 気候変動による気温上昇、洪水浸水被害域の拡大などにより、感染症媒介生物や宿主生物の分布域、生息域の変化・拡大、発生量の増大によるマラリア、デング熱等の感染症の発生域・時期の変化、患者数の増加等を誘引する。また、降雨パターンや強度の変化に伴う洪水や干ばつ、作物収量の減少は、水および食物媒介性感染症へのリスクを増大させる大きな要因となる。特にこれら感染症への感染リスクは一般的に保健医療サービスが不十分で、劣悪な衛生状態にある地域においてより高く、気候変動はこれをさらに高める要因となることが想定される。</p> <p>■適応策の内容 感染症病院または総合病院感染症科の整備、病院設備の拡充および感染症対策関係者に対する研修を通じて、感染症対策を強化し地域住民の健康状態の向上を図る。</p> <p>■適応策による効果 気候変動により増加しうる感染症患者の受け入れ・治療および予防体制が強化される。</p>
<p>②脆弱性評価</p>	<p>ステップ1</p> <p>1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価 既存の文献（National Communication (NC) および National Adaptation Program of Action (NAPA) 等）から対象地域における過去の気象状況（降雨量、降雨パターン、気温の季節変化・温度日変化、洪水・干ばつ周期）について、調査・整理する。</p> <p>2) 気候変動に関する危険性・変化 a) 気候変動後の気象状況の把握 上記文献のレビューに加え、対象国の気候変動対策ポリシーをレビューし、採用されている気候変動シナリオおよび適応策目標年に関しカウンターパート機関と確認する。目標年における気候変動シナリオに則して、将来の降水量・降水パターンおよび気温の変化について定性的に捉える。 本サブセクターでは1)で行うとおり文献調査により簡易的かつ定性的に将来変化を把握する。</p> <p>b) その他社会経済的変動要因の把握 対象国または対象地域における開発計画、規制等をレビューしつつ、感染症治療に関する保険制度や補助金制度等の政策の有無について検討する。</p> <p>3) 気候変動に対する感受性の評価 a) 過去の被害状況の把握 感染症の地域的拡大は比較的広域にわたって変化するため、近隣国、当該国、事業対象地域における以下の感染症疾病率および死亡率について過去5～10年程度にわたって発症傾向を確認する。なお、これらは熱帯・亜熱帯地方で疫学的に気象変化の影響を受けやすい感染症と考えられる。 ・生物媒介性感染症（マラリア、デング熱、日本脳炎、西ナイル熱、フィラリア、ダニ媒介脳炎、住血吸虫症等） ・水・食物媒介性感染症（下痢症、赤痢、サルモネラ菌食中毒） ・その他現地特有の感染症</p> <p>また、事業対象地域については既存の公衆衛生施設、保健・医療機関、担当行政機関（保健省、保健局、保健所等）、統計書等からこれらの情報の収集を図る。</p> <p>b) 対策施設等の整備状況 対象地域における既存の公衆衛生関連インフラ（上下水道、排水路、公衆トイレ等）の整備状況を確認するとともに、降雨時の状況について関係部署にヒアリングを行い、感染症発生への影響について定性的に評価する。</p>

c) 気候変動に対する感受性

過去の感染症発症状況および気象状況、将来の気象状況、現在の公衆衛生施設の整備状況を基に、将来の社会経済的変動要因を考慮しながら、将来の気候変動に対する感受性を検討する。



ステップ2

4) 気候変動に対する適応能力等の評価

a) 気候変動に対する適応能力

対象地域住民の人口構成を整理するとともに、感染症患者の分布を把握し、対象地域全体の適応能力および地域内での適応能力の格差について検討する。検討にあたっては以下の項目の把握・整理を行う。

- ・ 感染症リスクにさらされる年齢別および所得階層別人口構成
- ・ 潜在的な感染症発症リスクとして以下について把握・整理する。
 - 乳幼児、高齢者、貧困層：社会的弱者の割合・人口構成
- ・ 感染症患者に対する適応能力として以下について検討する。
 - 人口当たりの医師数
 - 感染症治療に対応可能な既存医療施設の分布状況
 - 感染症予防キャンペーン等の予防的啓蒙活動状況

・ その他ステークホルダーの関与状況

公衆衛生改善および感染症予防への取り組み状況を把握するため、その他ステークホルダーの関与状況を検討する。指標としては、以下のものが挙げられる。

- 国または地方政府の医療予算または感染症対策予算
- NGOの感染症予防対策活動の状況

b) 気候変動影響を悪化させうる要因の確認

対象地域の気候変動影響を悪化させうる要因については以下が考えられる。

- ・ 感染症医療従事者（医師、看護師、保健士等）の絶対数の不足



ステップ3

5) 脆弱性の評価

1)～4)の要素を重ね合わせ、対象地域の気候変動に対する脆弱性および地域内格差を検討する。脆弱性の評価は以下による。

評価項目	低い←	脆弱性	→高い
将来の気候変動に対する感受性	小さい		大きい
社会的弱者の人口割合	低い		高い
人口当たりの医師数	多い		少ない
既存医療施設の分布状況	多い		少ない
感染症予防啓蒙活動状況	活発		不活発
医療・感染症対策予算	多い		少ない
NGOの活動状況	活発		不活発

③ 適応策の事業評価	＜事業検討時における評価＞			
	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標
	将来の気候変動に対する感受性	感染症診療・治療体制が充実され、感染期間・死亡率が低減される	定量	人口当たりの罹患率および死亡率
	社会的弱者の人口割合	乳幼児、高齢者、貧困層の人口割合のモニタリングが強化される	定量	
	人口当たりの医師数	医師数の対人口比が向上	定性	-
	既存医療施設の分布状況	分布密度が向上	定量	-
	感染症予防啓蒙活動状況	感染症対策活動が活発化	定性	-
	医療・感染症対策予算	予算が一定または増加	定量	-
	NGOの活動状況	感染症予防活動が活発化	定性	-
	＜モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目＞			
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	
ソフト対策	感染症対策予算の推移	定量	-	
その他	感染症患者数	定量	人口当たりの罹患率および死亡率	
④ 適応策検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関と協議・確認する。なお、検討項目は以下のとおりである。 ・気象変化に起因する感染症ではなく他の疾病が主流となってしまう場合に備えて、感染症科の他診療科への転用可能性および余地を検討する。 ・感染症の大流行防止のため、病院施設および関係者の能力強化のみならず、予防的対策（手洗いの励行、蚊帳の普及等）も事業スコープとして検討する。</p> <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>			

⑤必要となる
データ

	必要なデータ	留意点
②脆弱性評価		
1) 過去から現在までの気象の傾向とリスクの評価	過去の気象	NC および NAPA 等の文献調査により過去の気象変化の傾向を把握する。
2) 気候変動に関係する危険性・変化	将来の気象	NC および NAPA 等の文献に加え、対象国が採用している気候変動シナリオがある場合はこれを利用して、将来の気温変化、降雨量・パターン変化、極端現象の発生予測等について定性的に把握する。
3) 気候変動に対する感受性の評価	現在の感染症(感染症疾病率および死亡率)	過去5～10年程度の感染症に関わる疾病率および死亡率の情報を収集する。国または地方の統計書を基礎データとし、公衆衛生施設、保健医療機関、保健省、保健局、保健所等から一次的データを収集する。
	既存の公衆衛生基礎インフラの整備状況	上下水道、排水路、公衆トイレ等の既存の公衆衛生関連施設の整備状況について、担当部局へのヒアリングを通じて把握するとともに、公衆衛生上の問題点(雨期の汚水・雨水氾濫、停滞水域の発生等)を把握する。
4) 気候変動に対する適応能力等の評価	社会的弱者の割合・人口構成	国または地方のセンサスデータから、乳幼児、高齢者、貧困層等の社会的弱者の人口割合を把握する。データ入手が困難な場合は「2) 気象変化への感受性」で得た疾病率および死亡率、対象地域の人口等により代替する。
	人口当たりの医師数	対象地域(県、市、郡等の同一行政区域内)における感染症対策に関わる医師数または感染症対策に関わる医療従事者数の人口比を確認する。
	既存医療施設の分布状況	対象地域(県、市、郡等の同一行政区域内)における感染症関連の医療施設分布状況を把握する。
	予防的啓蒙活動の状況	これまでの感染症予防に関する活動状況および実績について確認する。
	その他ステークホルダーの関与状況	担当部局の予算・活動状況、NGOの活動状況を把握し、地域内での不均衡が生じていないかを把握する。
その他		
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。

指針：医療・保健衛生（通常開発＋適応オプション）

①基本的な考え方	<p>■<u>適応オプションの必要性</u> 対象地域における医療体制の向上のため、医療施設・医療資機材の充実を図る。 気候変動影響により、対象地域では現在一般的ではない感染症の増加が懸念される。</p> <p>■<u>適応オプションの内容</u> 通常開発においては、心臓・脳外科、その他内科、外傷治療、成人病、HIV 等の診療科・病棟等の整備・拡充が事業として想定できるが、これらに加えて将来懸念される水・食物媒介性および生物媒介性感染症の対策も図る。</p> <p>■<u>適応オプションによる効果</u> 気候変動が生じ新たな感染症が発生した場合も、感染患者への医療サービスの提供が可能となる。</p>																												
②脆弱性評価（危険性・変化）	<p>既存の文献（National Communication (NC) および National Adaptation Program of Action (NAPA) 等）から対象地域における過去の気象状況（降雨量、降雨パターン、気温の季節変化・温度日変化、洪水・干ばつ周期）および懸念される感染症について調査・整理し、将来の気候変動による健康への影響について確認する。</p>																												
③適応オプションの検討	<p>気候変動によって悪化する感染症発症に対する予防・治療に資する対策を立案する。立案する適応オプションは、以下の観点に基づく複数のオプションとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・感染症予防および治療を担う診療科、施設の整備 ・感染症対策に係る医療関係者の育成・能力強化 ・感染症予防に関わる啓蒙活動によるソフトウェア対策 ・複数の対策の組み合わせ 																												
④適応オプションの事業評価	<p><事業検討時における評価></p> <table border="1" data-bbox="347 1099 1412 1379"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>効果（アウトカム）</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>感染症別疾病率</td> <td>感染症患者数推移のモニタリングが強化される</td> <td>定量</td> <td>10万人あたりの罹患率</td> </tr> <tr> <td>感染症別死亡率</td> <td>感染症による死亡者数が治療体制改善により減少</td> <td>定量</td> <td>1000人あたりの死亡率</td> </tr> <tr> <td>感染症予防啓蒙活動状況</td> <td>感染症予防活動が活発化</td> <td>定性</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><モニタリング・レビュー時における主な代替評価項目></p> <table border="1" data-bbox="347 1451 1412 1648"> <thead> <tr> <th>事業内容</th> <th>代替指標</th> <th>評価方法</th> <th>関連する運用効果指標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ソフト対策</td> <td>感染症対策予算の推移</td> <td>定量</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>感染症患者数</td> <td>定量</td> <td>人口当たりの罹患率および死亡率</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標	感染症別疾病率	感染症患者数推移のモニタリングが強化される	定量	10万人あたりの罹患率	感染症別死亡率	感染症による死亡者数が治療体制改善により減少	定量	1000人あたりの死亡率	感染症予防啓蒙活動状況	感染症予防活動が活発化	定性	-	事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標	ソフト対策	感染症対策予算の推移	定量	-	その他	感染症患者数	定量	人口当たりの罹患率および死亡率
評価項目	効果（アウトカム）	評価方法	関連する運用効果指標																										
感染症別疾病率	感染症患者数推移のモニタリングが強化される	定量	10万人あたりの罹患率																										
感染症別死亡率	感染症による死亡者数が治療体制改善により減少	定量	1000人あたりの死亡率																										
感染症予防啓蒙活動状況	感染症予防活動が活発化	定性	-																										
事業内容	代替指標	評価方法	関連する運用効果指標																										
ソフト対策	感染症対策予算の推移	定量	-																										
その他	感染症患者数	定量	人口当たりの罹患率および死亡率																										
⑤適応オプション検討にあたって考慮すべき事項	<p>1) モニタリング及びレビュー プロジェクトの対象とした気候変動影響及び、プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、事業実施後の気象条件の定期的なモニタリングおよびレビューの計画を検討する。</p> <p>2) 気候変動に対するフレキシビリティ プロジェクトでは対象外としたが気候変動の程度によっては可能性が否定できない気象変動影響に対し、フレキシビリティを確保する。フレキシビリティの範囲に関しては、カウンターパート機関</p>																												

	<p>と協議・確認する。なお、検討項目は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象変化に起因する感染症ではなく他の疾病が主流となってしまう場合に備えて、感染症科の他診療科への転用可能性および余地を検討する。 ・感染症の大流行防止のため、病院施設および関係者の能力強化のみならず、予防的対策（手洗いの励行、蚊帳の普及等）も事業スコープとして検討する。 <p>3) マルアダプテーションの考慮 プロジェクトによって引き起こされるマルアダプテーションの有無、及び対策を検討する。</p>																						
<p>⑥必要となるデータ</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="335 566 523 607"></th> <th data-bbox="523 566 754 607">必要なデータ</th> <th data-bbox="754 566 1439 607">留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="335 607 1439 647">②脆弱性評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 647 523 808"></td> <td data-bbox="523 647 754 808">将来の気候</td> <td data-bbox="754 647 1439 808">NC および NAPA 等の文献に加え、対象国が採用している気候変動シナリオがある場合はこれを利用して、将来の気温変化、降雨量・パターン変化、極端現象の発生予測等について定性的に把握する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 808 523 1032"></td> <td data-bbox="523 808 754 1032">現在の感染症（感染症疾病率および死亡率）</td> <td data-bbox="754 808 1439 1032">近隣国も含め、当該国および事業対象地域における感染症発症例の有無について調査する。発症例がある場合、過去5～10年程度の感染症に関わる疾病率および死亡率の情報を収集する。国または地方の統計書を基礎データとし、公衆衛生施設、保健医療機関、保健省、保健局、保健所等から一次的データを収集する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 1032 523 1126"></td> <td data-bbox="523 1032 754 1126">予防的啓蒙活動の状況</td> <td data-bbox="754 1032 1439 1126">これまでの感染症予防に関する活動状況および実績について確認する。</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="335 1126 1439 1167">その他</td> </tr> <tr> <td data-bbox="335 1167 523 1274"></td> <td data-bbox="523 1167 754 1274">適応策に係る計画等資料</td> <td data-bbox="754 1167 1439 1274">対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。</td> </tr> </tbody> </table>			必要なデータ	留意点	②脆弱性評価				将来の気候	NC および NAPA 等の文献に加え、対象国が採用している気候変動シナリオがある場合はこれを利用して、将来の気温変化、降雨量・パターン変化、極端現象の発生予測等について定性的に把握する。		現在の感染症（感染症疾病率および死亡率）	近隣国も含め、当該国および事業対象地域における感染症発症例の有無について調査する。発症例がある場合、過去5～10年程度の感染症に関わる疾病率および死亡率の情報を収集する。国または地方の統計書を基礎データとし、公衆衛生施設、保健医療機関、保健省、保健局、保健所等から一次的データを収集する。		予防的啓蒙活動の状況	これまでの感染症予防に関する活動状況および実績について確認する。	その他				適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。
	必要なデータ	留意点																					
②脆弱性評価																							
	将来の気候	NC および NAPA 等の文献に加え、対象国が採用している気候変動シナリオがある場合はこれを利用して、将来の気温変化、降雨量・パターン変化、極端現象の発生予測等について定性的に把握する。																					
	現在の感染症（感染症疾病率および死亡率）	近隣国も含め、当該国および事業対象地域における感染症発症例の有無について調査する。発症例がある場合、過去5～10年程度の感染症に関わる疾病率および死亡率の情報を収集する。国または地方の統計書を基礎データとし、公衆衛生施設、保健医療機関、保健省、保健局、保健所等から一次的データを収集する。																					
	予防的啓蒙活動の状況	これまでの感染症予防に関する活動状況および実績について確認する。																					
その他																							
	適応策に係る計画等資料	対象地域、あるいは周辺における既往の気候変動適応に関する調査・検討資料がある場合は、それを参照して、適応策検討を行う。																					

参考文献およびその相違点の整理

1) WHO Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change¹

WHOによる公衆衛生分野における脆弱性および適応策の評価手順は以下のとおり。

- a) 評価スコープの決定
- b) 気象感受性の高い疾病の感染状況の把握
- c) 既往の感染症対策・政策の確認
- d) 気象変化および他セクターにおける変化（農業生産、衛生・防災関連インフラ等の整備状況）と健康に及ぼす影響の検討
- e) 将来の気象変化シナリオ、人口増加、その他ファクターを考慮した健康への影響評価
- f) 評価結果の統合および評価報告書案の作成
- g) 対策実施後の評価を含む追加的適応策の検証

本資料は、気候変動が引き起こす人体の健康への影響評価から適応政策を導く手順を記したものであるが、気象変化に関連する一般的な感染症（生物・水・食物媒介感染症ならびに洪水・熱波・大気汚染・オゾン破壊等の現象による健康被害を含む）の影響評価についての記載は保健医療分野における円借款事業適応策の形成にも有効。

また、本資料では、開発途上国のみならず先進国も対象としているため、熱波の健康への影響および紫外線量増加に伴う皮膚ガン発症リスクについても考慮している。

2) 気候変動への賢い適応 — 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書²

我が国における気候変動の健康への影響について、熱波や暑熱による熱中症例の増加および死亡リスクの増加が指摘されている。また、日本国内における感染症拡大への警戒も指摘しつつ、途上国における感染症拡大および媒介生物、病原体の生息分布拡大については、旅行者の往来や物資の輸入等に伴って我が国に侵入する可能性についても指摘している。その上で、途上国における感染症リスクの低減は我が国にとっても重要な対策であると認識されている。

¹ WHO.(2003). Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change.

²環境省.(2008). 気候変動への賢い適応—地球温暖化影響・適応研究委員会報告書：第6章 健康分野

参考文献

- Adaptation Fund. (2010). Project Level Results Framework and Baseline Guideline Document
 - ADB. (2010). Technical Assistance Consultant's Report : Bangladesh: Strengthening the Resilience of the Water Sector in Khulna to Climate Change (Financed by the Climate Change Fund)
 - GTZ. (2009). Climate Change Information for Effective Adaptation – A Practitioner's Manual
 - GTZ. (2010). Climate Proofing for Development – Adapting to Climate Change, Reducing Risk
 - IPCC. (2007). AR4, WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
 - JICA. (2007). 気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方
 - JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック
 - OECD (2007). ADDENDUM ON THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION MARKER (DCD/DAC(2007)39/FINAL/ADD3)
 - OECD. (2009). Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation – Policy Guidance
 - OECD. (2007). Tracking aid in support of climate change mitigation and adaptation in developing countries
 - UNDP. (2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures
 - UNDP. (2010). Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios – A Guidebook for Sub-National Planners
 - UNFCCC. (2007). IMPACTS, VULNERABILITIES AND ADAPTATION IN DEVELOPING COUNTRIES
 - USAID. (2007). Adapting to Climate Variability and Change – A Guidance Manual for Development Planning
 - 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応
 - 環境省. (2009). 地球温暖化の影響・適応情報資料集
 - 気候変動適応の方向性に関する検討会. (2010). 気候変動適応の方向性
- 0 将来気候の把握
- IPCC. (2007). AR4. Synthesis Report
 - IPCC. (2007). AR4. WG I: The Physical Science Basis
 - IPCC. (2007). AR4. WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
 - IPCC. (2007). GENERAL GUIDELINES ON THE USE OF SCENARIO DATA FOR CLIMATE IMPACT AND ADAPTATION ASSESSMENT Version 2
 - GTZ. (2009). Climate Change Information for Effective Adaptation – A Practitioner's Manual
- 1 水資源
- JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック -水と地域を統合したしなやかなマネジメント-
 - GTZ. (2008). Water and Adaptation to Climate Change: Consequences for developing countries
 - 国土交通省. (2008). 「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的水資源マネジメント」について (中間とりまとめ)
- 2 灌漑・排水
- GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities
 - 農林水産省. (2008). 農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方
- 3 営農強化
- GTZ. (2008). Climate change and agriculture: threats and opportunities
 - 農林水産省. (2008). 農林水産省地球温暖化対策総合戦略
 - 社団法人 全国農業改良普及支援協会 : <https://www.ondanka-net.jp/index.php>
- 4 森林保全・植林
- 環境省 (2008) 気候変動への賢い適応
 - IPCC. (2007). AR4, WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
 - David L. Spittlehouse, Robert B. Stewart (2003) Adaptation to climate change in forest management) :
 - FAO / Intercooperation (SWISS) (2005) Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change
 - IUFRO (2009) ADAPTATION OF FORESTS AND PEOPLE TO CLIMATE CHANGE – A Global Assessment Report
- 5 生態系保全
- 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応
 - IPCC. (2007). AR4, WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
 - The Ramsar Convention on Wetland (2002) Climate change and wetlands: impacts, adaptation, and mitigation (Resolution VIII.3)
 - Convention on Biological Diversity (2009) Connecting Biodiversity and Climate Change – Mitigation and Adaptation-) :
- 6 治水対策
- JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック -水と地域を統合したしなやかなマネジメント-
 - 国土交通省. (2010). 洪水に関する気候変化の適応策検討ガイドライン

- 7 沿岸防災
 - ・ JICA. (2010). 水分野における気候変動適応策ハンドブック -水と地域を統合したしなやかなマネジメント-
 - ・ USAID. (2009). Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners
- 8 土砂災害防災
 - ・ 国土交通省社会資本整備審議会. (2008). 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について (答申)
- 9 防災情報システム
 - ・ WMO. The Earth Institute, Global Humanitarian Forum, Zain, Ericsson (2008-2012) Weather Info for All Initiative
- 10 農村地域整備・都市整備
 - ・ 土木学会地球温暖化対策特別委員会 (2009) 地球温暖化に挑む土木工学
 - ・ 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応
- 11 橋梁、道路、鉄道
 - ・ Highway Agency. (2010). The Highway Agency's Interim Climate Change Risk Assessment
 - ・ Network Rail. (2010). Network Rail Interim Climate Change Adaptation Report
 - ・ Rail Safety & Standards Board. (2008). Assessing the Impact of Climate Change on Transport Infrastructure
- 12 港湾・空港
 - ・ 国土交通省交通政策審議会. (2009). 地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方：答申
- 13 上水道
 - ・ UNEP. (1998). Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies
 - ・ 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応
- 14 下水道、排水
 - ・ 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応
 - ・ JICA. (2010) 水分野における気候変動適応策ハンドブック
 - ・ ナショナルジオグラフィック 公式日本語サイト. (2011) .「地球温暖化が生み出す3つの意外な弊害ー下水による飲料水の汚染」：http://www.nationalgeographic.co.jp/news/news_article.php?file_id=20110302002
 - ・ WHO. (2003). Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change
- 15 医療、保健衛生
 - ・ WHO. (2003). Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change
 - ・ 環境省. (2008). 気候変動への賢い適応