

## **Part IV JICA-Climate FIT（適応策版）**

### **技術協力用簡易版**

## 技術協力事業における気候リスク評価と適応策検討 (JICA-Climate FIT (適応策版) 技術協力用簡易版)

気候リスク評価と適応策検討、裨益人口の推定を行うにあたり、本文書では、「Part I 気候リスクの評価と適応策の検討、裨益人口の推定」のガイダンス（標準版）と「JICA-Climate FIT (適応策版) 技術協力用簡易版」(簡易版)の2種類の手法を示している。対象事業が標準版と簡易版のどちらを参照して気候リスク評価と適応策検討、裨益人口の推定を行うのかは、以下のフローチャートを参照のこと。

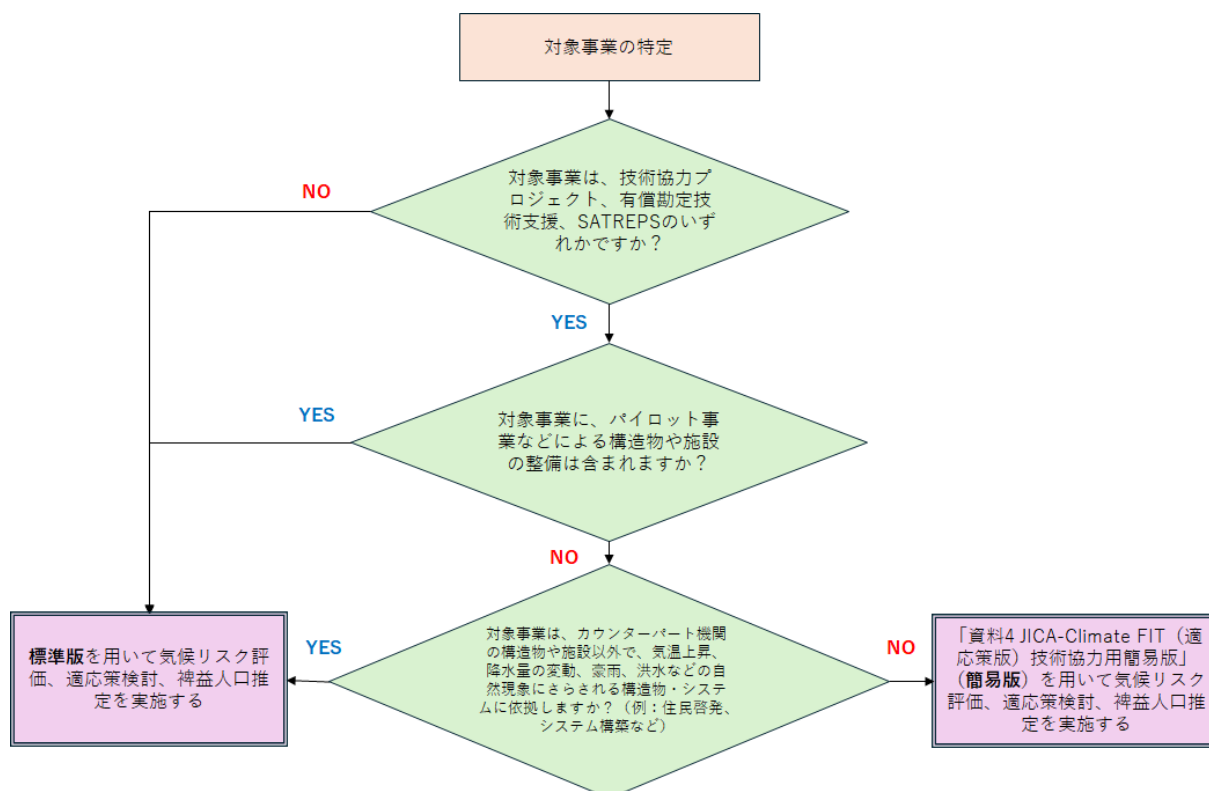


図 i (再掲) Climate-FIT (適応策版) 利用にあたってのフローチャート

### 1. 目的

JICA では、2011 年に策定された「気候変動対策支援ツール」(JICA Climate Finance Impact Tool (Climate-FIT)) を用いて資金協力事業 (有償資金協力、無償資金協力) 及び技術協力事業 (技術協力プロジェクト、開発計画調査型技術協力、有償勘定技術支援、SATREPS) の気候リスク評価と適応策の検討を行っている。

他方、技術協力事業は、人材育成・能力向上を通じた事業実施能力の向上や関連する法制度や規制、計画策定などを支援していくものが多く、特定の物理的対象物がないケースも多いため、リスク評価の対象とする曝露の設定が難しいという課題がある。

以上を踏まえ、技術協力事業において、従来の Climate-FIT (適応策版) で行う気候リスク評価の基本的な方向性は維持しつつ、より実務的に気候リスク評価と適応策の検討を行い適応策に資するか否かの判断を行うために、本評価手法を策定する。

### 2. 対象事業

本手法を用いて気候リスク評価および適応策の検討を行う対象は、技術協力事業 (技術協力プ



(3) 気候ハザードの確認

確認事項	確認
<p>(2)で確認した文書や、その他入手可能な文献や情報源、カウンターパートなどへのインタビュー等を通じて、当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲に対して影響を及ぼすと考えられる「将来の気候ハザード」は確認できましたか？</p> <p>➤ YESの場合：確認した気候ハザードを明記した後、右のYESをマークし、(4)に進む。</p> <p>➤ NOの場合：確認手段やNOと判断した理由を明記した後、右のNOをマークし、「当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲には、将来、気候変動の影響が及ぶことは想定されない。よって、当該技術協力プロジェクトは、気候変動適応策に該当しない、もしくは気候変動適応策を考慮する必要はない」とみなし、本検討を終了する。</p> <p><b>【将来の気候ハザード】</b>            想定される気候ハザードとしては、以下に示すものが挙げられる。該当するものがある場合は、チェックを入れる。また、一覧に無い気候ハザードが確認された場合、(その他)欄に具体的に記載する。</p> <p><input type="checkbox"/> 気温上昇</p> <p><input type="checkbox"/> 降水量の変動</p> <p><input type="checkbox"/> 異常気象(豪雨、台風、強風など)の強度・頻度の変化</p> <p><input type="checkbox"/> 上記の影響による気象災害(洪水、干ばつ、土砂崩れなど)の発生頻度・強度の変化</p> <p><input type="checkbox"/> その他(具体的に： )</p> <p><b>【NOと判断した理由】</b></p>	<p><input type="checkbox"/> YES</p> <p><input type="checkbox"/> NO</p>

(4) 実施する活動内容・活動範囲が持つ脆弱性の確認

確認事項	確認
<p>(3)で確認した気候ハザードに対する、当該技術協力プロジェクトの活動内容や活動範囲(カウンターパートや組織等)が持つ「脆弱性」は確認できましたか？</p> <p>➤ YESの場合：確認した脆弱性を明記した後、右のYESをマークし、(5)に進む。</p> <p>➤ NOの場合：確認手段やNOと判断した理由を明記した後、右のNOをマークし、「当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲に</p>	<p><input type="checkbox"/> YES</p> <p><input type="checkbox"/> NO</p>

<p>は、将来の気候変動影響に対する脆弱性は想定されない。よって、当該技術協力プロジェクトは、気候変動適応策には該当しない、あるいは気候変動適応策を考慮する必要はない」とみなし、本検討を終了する。</p> <p><b>【脆弱性】</b></p> <p>確認方法としては、当該技術協力プロジェクトの実施機関および関連省庁・組織へのインタビュー、過去に実施された類似調査等のレポートのレビューなどによるものとする。</p> <p>想定される脆弱性としては、以下に示すものが挙げられる。該当するものがある場合はマークする。一覧に無い脆弱性が確認された場合、(その他)欄に具体的に記載する。</p> <p><input type="checkbox"/> 気候変動の主流化や適応策実施を促進する法律、施策、基準、開発計画等（中央政府、地方政府等が策定・管轄するもの）が未整備</p> <p><input type="checkbox"/> 当該技術協力プロジェクトの実施機関および関連省庁・組織の職員の気候変動影響や適応策に対する理解不足</p> <p><input type="checkbox"/> 当該技術協力プロジェクトの実施機関および関連省庁・組織の職員の数や能力不足</p> <p><input type="checkbox"/> 当該技術協力プロジェクトの実施機関および関連省庁・組織における気候変動適応策の実施に必要な設備や機器、ソフトウェア、情報などの不足</p> <p><input type="checkbox"/> 当該技術協力プロジェクトの実施機関および関連省庁・組織間の連携体制の不備</p> <p><input type="checkbox"/> その他（具体的に： _____）</p> <p><b>【NO と判断した理由】</b></p>	
--	--

(5) 将来起こりえる気候リスクの確認

確認事項	確認
<p>(4)で確認した脆弱性が改善・補完などされない場合、(3)で確認した気候ハザードにより、当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲に対して、将来どのような影響や被害が発生する懸念（気候リスク）があるか、確認できましたか？</p> <p>➤ YES の場合：確認した気候リスクを明記した後、右の YES をマークし、(6)に進む。</p> <p>➤ NO の場合：確認手段や NO と判断した理由を明記した後、右の NO をマークし、「当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲には、将来の気候リスクは想定されない。よって、気候変動適応策を考慮する必要はない」とみなし、本検討を終了する。</p>	<p>確認</p> <p><input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO</p>

<p><b>【気候リスク】</b></p> <p>確認方法としては、カウンターパート、調査団内の分野専門家や、必要に応じて現地の学識者などと、協議を行い確認することを推奨する。</p> <p>想定される気候リスクの例としては、別添資料に示すものが挙げられる。これらを参考に、気候リスクを以下に記載する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul> <p><b>【NO と判断した理由】</b></p>	
--	--

**(6) 適応策の検討**

確認事項	確認
<p>(5)で確認した気候リスクの発現を回避するために、どのような適応策があり得るか、確認できましたか？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ YES の場合：確認した適応策を明記するとともに、当該技術協力プロジェクトで実施することになっている適応策かどうかを確認する。その後、右の YES をマークし、(7)に進む。</li> <li>➤ NO の場合：確認手段や NO と判断した理由を明記した後、右の NO をマークし、「当該技術協力プロジェクトで実施する活動内容・活動範囲に対して対応可能な適応策は確認できなかった。よって、当該技術協力プロジェクトは、気候変動適応策には該当しない、あるいは気候変動適応策を考慮していない」とみなし、本検討を終了する。</li> </ul> <p><b>【適応策】</b></p> <p>確認方法としては、カウンターパート、調査団内の分野専門家や、必要に応じて現地の学識者などと、協議を行い確認することを推奨する。</p> <p>想定される適応策の例としては、別添資料に示すものがあげられる。なお、適応策としては、(4)で確認した脆弱性を改善、解消するために、何をすべきかを考えることが効果的である。</p> <p>これらを参考に、適応策を以下に記載する。また、記載した適応策のうち、既に当該技術協力プロジェクトで計画済みのものについては、確認欄にチェックを入れる。</p>	<p><input type="checkbox"/>YES</p> <p><input type="checkbox"/>NO</p>

No	実施すべき適応策	既に計画済かどうかの確認
1		<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>

上記で、当該計画に組み込まれていない適応策については、当該技術協力プロジェクトの活動内容として組み込むことを検討する。

【NO と判断した理由】

(7) 裨益人口の確認

確認事項	確認
<p>当該技術協力プロジェクトの直接受益者数を適応策の裨益人口とすることを基本とする。他方、事業目的におけるインパクトの対象となる受益者（最終受益者）についてその人数を想定でき、かつ、適応策実施と裨益との関係を論理的に説明できる場合（例：直接受益者が策定・実施する適応策やその活動により裨益する最終受益者との間に関連性があり、かつ、同一の気候ハザードの影響を受ける可能性がある。）には、直接受益者数と最終受益者数の合計を「裨益人口」としても良い。ただし、最終受益者数を裨益人口に含める場合は、適応策実施と裨益の関係に関する考え方を記録として残し、参照可能としておく。</p> <p>【裨益人口数】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直接受益者数：</li> <li>・ 最終受益者数（算定出来た場合）：</li> <li>・ 合計受益者数：</li> <li>・ 裨益人口算定における考え方：</li> </ul>	<input type="checkbox"/> YES

別添資料：分野別の気候リスクと適応策の例

【農業・園芸農業・畜産】

表 1 農業分野（主要作物）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象	気候リスクの例
ハードインフラ	農業インフラ（灌漑設備、農道、集荷場、倉庫等）の損壊
農地	農地の土壌浸食 塩害の発生
農作物	水不足、高温・低温、病虫害発生などによる収量低下
農民、組合等	単位当たりの生産コスト（肥料、灌漑、農薬、種子、労働力等のコストを含む）の増加 収量低下 収量低下による経済的損失 病虫害等による農業生産による収入の変化（経済的損失）
行政、金融、普及機関	農作物の収穫量変化による食糧安全保障の低下 など

表 2 農業分野（主要作物）事業における適応策の例

適応策の対象	適応策の例
ハードインフラ	設計見直し 早期警戒システムの整備 気象情報提供システムの整備促進
農地	水資源の再利用促進・地下水利用（井戸およびキャパシティビルディング） 保全耕起・土壌の流亡や干ばつによる乾燥を防ぐ対策の実施など土壌管理
農民、組合等	高温耐性品種や乾燥耐性品種の開発および導入 作物の多様化（混作、間作、アグロフォレストリー） 作物転換 気象モニタリングデータの活用 節水型農業や新しい農業技術の活用・導入
行政、金融、普及機関	気候変動の把握および周知 気候変動予測等に関する研究強化 農民や組合等に対する気候変動に関する情報提供や啓発活動 水資源保全・農地保全等に関する法整備促進 気候変動に対応するための公的資金（助成、補助金等）の提供 関係省庁・機関の気候変動等に関する対応体制・能力強化 農業保険制度の整備・普及促進
その他	集水域における植林・森林保全

表 3 農業分野（園芸作物）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象	気候リスクの例
ハードインフラ（園芸用施設）	豪雨・強風による損壊、倒壊 洪水等による浸水、流出
作物	園芸作物（葉物野菜、果実等）の収量変化、（見栄えの劣化による）商品価値の低下
農民、組合等	単位当たりの生産コスト（電力、燃料代、肥料、農薬、種子、労働力等のコストを含む）の増加 収量低下 収量低下による経済的損失 病虫害等による農業生産による収入の変化（経済的損失）
行政、金融、普及機関	農作物の収穫量変化による食糧安全保障の低下 など

表4 農業分野（園芸作物）事業における適応策の例

適応策の対象	適応策の例
ハードインフラ（園芸用施設）	ハウスの移設
作物	農業用ハウス内の温度管理
農民、組合等	新しい栽培管理技術の導入 気象モニタリングデータの活用
行政、金融、普及機関	気候変動の把握および周知 気候変動予測等に関する研究強化 農民や組合等に対する気候変動に関する情報提供や啓発活動 水資源保全・農地保全等に関する法整備促進 気候変動に対応するための公的資金（助成、補助金等）の提供 関係省庁・機関の気候変動等に関する対応体制・能力強化 農業保険制度の整備・普及促進

表5 農業分野（畜産）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象	気候リスクの例
ハードインフラ（畜舎等）	畜舎の損壊、倒壊 畜舎の浸水、流出
飼料作物	飼料供給量の変化（供給の不安定化） 飼料の質の変化 飼料価格の高騰
家畜	家畜の健康状態・食餌量の変化 育成速度の低下（高温によるもの） 品質の低下（鶏卵、肉質、牛乳の品質の低下） 病気の発生、寄生虫の発生
農民、組合等	単位当たりの生産コスト（電力、燃料代、肥料、農薬、種子、労働力等のコストを含む）の増加 生産量低下 畜産収入の変化
行政、金融、普及機関	畜産の生産量変化による食糧安全保障の低下 など

表6 農業分野（畜産）事業における適応策の例

適応策の対象	適応策の例
ハードインフラ（畜舎等）	牛舎の温度管理（木陰を作るなど）
飼料作物	飼料作物の転換 代替飼料の活用
家畜	熱波などに耐性のある品種導入
農民、組合等	新しい飼育技術の導入 気象モニタリングデータの活用
行政、金融、普及機関	気候変動の把握および周知 気候変動予測等に関する研究強化 農民や組合等に対する気候変動に関する情報提供や啓発活動 水資源保全・農地保全等に関する法整備促進 気候変動に対応するための公的資金（助成、補助金等）の提供 関係省庁・機関の気候変動等に関する対応体制・能力強化 農業保険制度の整備・普及促進

【水資源（上水道）】

表 7 水資源分野（上水道）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	貯水、取水、浄水施設、配水設備等 費用・支出	設備の損壊
		機能の低下
		雨水・汚水等の混入
		飲料水供給施設の単位あたりの年間運用・維持管理費用の変化
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	適正な水供給能力の低下
		施設、設備の適正な維持管理の停止
		維持管理能力の低下
周辺環境	水資源へのアクセス	安全な水へのアクセスへの制限／不可
		水の需給バランスの変化
		年間で水供給の不足がなかった月の数の変化、及びそれに伴う信頼性の低下・向上
		1日あたり12時間以上の断水（水供給の停止）があった年間日数の変化、及びそれに伴う信頼性の増加・低下
	保健衛生	水系伝染病の罹患率の増加
		衛生な水の供給変動に伴う5歳未満児の死亡率（出生1000人当たりの死亡数）の増加・減少
	水源地	水源の流域の土壌浸食
	水資源	水質悪化（濁度の変化、BOC、リン、窒素等の変化）
		多量の土砂混入による取水制限・停止
		地下水位、水質の変化
氷河の減少		
		年間利用可能水資源量の増加・減少

表 8 水資源分野（上水道）事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	貯水、取水、浄水施設、配水設備等	豪雨の頻発を想定した複数の取水オプションを盛り込んだ施設設計（豪雨頻発が予測される場合、取水の高濁度を念頭に、取水池容量を増やす等）
		洪水発生域を避けた配水管設置場所の選定
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	気候変動リスクを投資設計計画に導入する
		BCPプランの策定
		流域全体の水利用管理戦略の策定
		降水量や河川流量の変化を考慮した取水計画を策定
		気候関連データ・災害発生・気候ハザードの強度・頻度の収集
		設備・施設の維持管理の実施強化
		職員の維持管理能力強化
		維持管理および人材育成の予算措置
周辺環境	水源地	気候ハザードの将来的な激化を踏まえた①土地利用計画の変更（浄水場や配水・給水管を設置しない）、②インフラ設計基準の改訂
		水源地の森林地域の森林保護
		水源に対するモニタリングキャパシティの改善
		上流域における植生の保持

【環境管理分野（下水道）】

表 9 環境管理分野（下水道）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	下水処理施設、集水設備、配管等	処理施設の損壊等による機能低下・停止
		処理能力を超えた汚水流入による機能低下
		集水設備、配管等の損壊、機能低下
		処理水質の低下、未処理水の放流
		未処理水の流入による水質汚染
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	水処理費用の変化（増加）による事業収益の変化（悪化）
周辺環境	衛生	非衛生的な水環境による公衆衛生の悪化

表 10 環境管理分野（下水道）事業における適応策の例

適応策の対象		適応策
ハードインフラ	下水処理施設、配管等	設備点検を定期的実施
		水道管内の浸入水の減少を図る対策プログラムの策定
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	水質の水準のモニタリングを行い、新規または水源保護計画の再検討の必要性を評価する
		下水道の放流先となる河川の水源に対するモニタリングキャンペーンの改善
		上水道供給対象地域における水利用効率の向上を促す計画の策定
		下水処理量の減少に係る計画の策定
		気候関連データ・災害発生・気候ハザードの強度・頻度の収集
		BCP の策定
		設備・施設運営管理の実施強化
		職員の施設運営管理能力強化
		運営管理、人材育成の予算措置
		気候ハザードの将来的な激化を踏まえた①土地利用計画の変更（処理場や配水・給水管を設置しない）、②インフラ設計基準の改訂

【防災】

表 11 防災分野（気象災害・水災害対策）事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	防災施設・設備	気候ハザード等の発生による施設・設備の損傷・停止
		燃料不足等による設備等の停止
ソフトインフラ	防災事業の関連組織・人	防災関連組織の機能低下、または停止
		防災情報の提供などの停止
		人手不足等
周辺環境	住民・資産・産業	施設・設備の破損による周辺地域への浸水発生などによる人的（死傷、健康被害）・物質的被害（建物損壊、交通流遮断）発生
		情報が届かず、避難が遅れる（特に高齢者など）
		浸水の発生、企業等の操業が停止

表 12 防災分野（気象災害・水災害対策）事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	防災施設・設備	施設・設備設計・仕様の見直し
		施設・設備等の老朽度調査の実施
		早期警戒システムの機能拡充
		既存設備の最大利用
		ダムにおける事前放流（事前放流のガイドライン、利水ダムの一時放流の実施）
ソフトインフラ	防災事業の関連組織・人	気候変動対策に関する資源（人的、物理的、経済的）の充実
		気候リスクの高い地域から移転するための補助制度の創設
		民間企業による気候災害を想定した BCP プランの策定
		ハザードマップ等による地域住民との災害に関する情報共有体制の構築
		災害時対応体制の構築、防災訓練など職員能力の向上
想定される気候リスクに対する被害・二次災害の拡大防止のための対応策		
周辺環境	住民・資産・産業	地域住民等に対する防災、気候変動に関する理解促進（ファシリテーター育成）

【森林・自然環境】

表 13 森林・自然環境保全分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象	気候リスクの例
森林	森林面積の減少
	植生変化
	優先種の変化
土地	山地崩壊
	土砂くずれの発生
	生息地の損失
	生息地の質の変化（悪化）
生態系（陸域・淡水・沿岸・海洋生態系など）	優先種の変化
	種の豊富さ（空間内の生物数）の変化
	ハビタットシフト（生物種の分布の変化）の発生
	外来種・病害虫の進入・繁殖
	固有種の絶滅
	生物種間での病気の発生・拡散
	動物種・植物種の季節性の変化
	生態系サービスの低下
事業に関連する組織・人、情報や知識	森林・自然環境保全に関わる業務の量や質の変化
	自然環境観光資源の劣化による収入の減少

表 14 森林・自然環境保全分野の事業における適応策の例

適応策の対象	適応策の例
森林	森林管理（定期的な伐採、間伐などの手入れ）
	生物多様保全
	植生モニタリング
土地	保全区域の設定
	保全区域の維持管理等の戦略策定
	急傾斜地における地滑り対策
	土地利用規制
生態系（陸域・淡水・沿岸・海洋生態系など）	生態系モニタリング
	対象地における動植物の生息地及び景観管理
	環境保全技術の開発
	生育域外保全
事業に関連する組織・人、情報や知識	保護区の設定および種の移動
	気候変動に係る将来気候予測データの整備、モニタリングの実施

【電力（発電・送配電）】

表 15 電力分野（発電・送配電）の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	火力発電所	火力発電所における冷却施設のための利用可能な淡水の減少／枯渇（河川流量の減少に伴う取水量の減少）
		気温上昇に伴う冷却水の水温上昇、プラントの稼働効率の低下。それに伴う電力供給量の減少
		土壌浸食や洪水、浸水被害等によるインフラ設備への損傷・損壊。沿岸地域においては、海面上昇と暴風雨によるインフラ設備への損傷・損壊。それに伴う発電量・発電効率の低下。
		発電所内に発生する汚染物質の広範囲の拡散（洪水や浸水被害の発生による）
	風力発電所	風速（風荷重）の変動に伴う出力の減少（タービンの発電可能域を超えた強風、または風速の減少）
		極端な低温等の気温の変化に伴う出力の低下（タービン翼の凍結等の発生）
		嵐や台風などの強風下におけるインフラ設備、タービン翼への損傷・損壊
	太陽光発電所	気温上昇に伴う電圧の低下、セル発電効率の低下、出力量の減少
		気温低下に伴う発電量の増加、それに伴う規格外の過大な電圧の発生
		気温上昇に伴う土壌温度の高温化、それに伴う太陽光発電設備用直流Vケーブルの許容量の低下
日射量の低下に伴う発電効率の低下		
パネル面への積雪量の増加、積雪期間の増加に伴う発電量の低下		
風速／風量の増加に伴う設備の冷却効果、それに伴う出力の向上		
雲量や雲の状態の変化に伴う出力の低下		
雷や嵐の発生・頻度増加等によるインフラ設備への損傷・損壊		
送電・配電	強風による送電網の容量の低下	
	送電網の送電効率の変動による適切な動作環境を維持するための電力伝送の容量の減少	
	変電所や変圧器における送配電損失（ロス）率の増加	
	大雨と洪水による送電塔への土壌浸食被害の発生。それに伴う送電塔の損傷・損壊	
	氷嵐、強風、豪雪や着氷による送電線や配電網、変電所の損傷・損壊（例;送電線のたるみ等によって）	
	干ばつによる粉塵被害の増大	
	洪水による地下配電ケーブル及び地下設備への損傷・損壊	
	高温、暴風雨、土壌浸食、洪水の発生によって送電網全体の情報／通信サービスの損失・品質の低下。それに伴う送電網全体の制御システムの作動への損傷	
	変圧設備、送電線設備への過熱、及び送電効率の低下	
ソフトインフラ	発電事業の関連組織・人	発電事業の関連組織の運転管理機能低下 設備の故障等への対応人員の不足発生

表 16 電力分野（発電・送配電）の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	火力発電所	石炭備蓄を含む燃料貯蔵設備の保護設備の定期的なモニタリング
		新しい水源を確保する等、水源の多様化の検討
		冷却設備の再設計（熱交換器からの水回収、蒸発損失の減少、廃水の二次利用の推進、乾式冷却塔の導入等）
	将来の気温上昇を見越した建設場所の選定	
風力発電所	タービンの設備寿命中の気候変動予測による風速／風向きの変化を考慮したサイトの設定	

		垂直軸型風力タービンの開発と商業化の検討（陸地面積あたりより多くの出力、より広範囲の風速で動作可能）	
		強風や嵐の発生に伴う埃や粉塵の蓄積に対して、パネルの角度を適切に選択	
	太陽光発電	埃・粉塵・雪の蓄積可能性の低い場所を設置場所として選択	
		積雪量の増加に対して、雪を落としたためて置けるように、太陽光パネル周辺に自由スペースを確保	
		高温かつ短いピーク期間に耐えられるよう設計された太陽光セル及びモジュールの設定	
		雲の変動に対応できるように、太陽光パネルの立地の分散化、及び接続するグリッドの分散化	
	送電・配電	高い土壌水分量と洪水に対応できるケーブルと地下設備の選択	
		より高い温度及び湿度に耐えられる情報通信技術（ICT）設備の選択	
		停電が発生した場合にシステムが正常な動作に迅速に復帰する能力向上	
		発電所を分散させた地域の発電計画の検討	
	ソフトインフラ	発電事業の 関連組織・ 人	強風による影響が少なくなるよう送電網の架線の高さを高く設計する
			気象の変動に関するモニタリングの実施・モニタリング体制の整備
気象変動に関するモニタリング状況に応じた発電設備の制御計画・システムの導入			
発電設備のメンテナンス頻度を適切な時期に実施			
防災対策がなされた建築構造基準の策定及び実施			
BCPの策定			
インフラの設備寿命の期間の間に予測される気候変動可能性シナリオの範囲の確認及びその対応方針の策定			

【水力発電】

表 17 水力発電分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	発電等関連設備	洪水や氷河湖決壊洪水によるインフラ設備への損傷・損壊
		発電能力を十分に発揮できる稼働日数の減少
	貯配水等関連施設	干ばつや豪雨等による貯水池への流入量の変化の強度増加
		貯水池の使用可能期間、施設寿命の減少 土壌浸食による貯水池への土砂流入量の増加
ソフトインフラ	事業運営	エネルギー発電当たりのコストの増加（運転、保守、資本コストなど含）（例;平均\$ 49-110 / MWh）
周辺環境	下流域	水量の変化による水力発電所の下流域における生態系の劣化・損失
		ダムからの越水の発生（放水路からの通水頻度）

表 18 水力発電分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ソフトインフラ	運営・計画	気候変動リスクの投資設計計画への導入
		BCP プランの策定
		異なる気候変動シナリオ下での発電のモデリング能力の強化
		気候変動影響を考慮した水文学的予測手法と適応策の管理運営規則開発
		下流域の環境及び社会環境（人の水利用状況）を考慮した流域全体の水利用管理戦略を策定する
		水力発電所の耐用年数（寿命）の間の気候変動予測シナリオの幅を分析
		降水量や河川流量の変化を考慮した貯水池管理計画によるエネルギー出力向上の検討
	設計	将来の気候ハザードをふまえた設置場所の選定、設計
		氷河融解によるダムへの流入量増加を考慮した設計を行う
	行政機関の役割	気候関連データ・災害情報の収集
		設備・施設維持管理の実施強化
		職員の維持管理能力強化
		維持管理および人材育成の予算措置
	システム開発	気候ハザードの将来的な激化を踏まえた①土地利用計画の変更（発電所・変電所・送電施設を建てない）、②インフラ設計基準の改訂
ダム操作方法の高度化による利水容量・治水容量の有効活用		
周辺環境	周辺環境の改善	洪水・土壌浸食・土砂の沈殿・土砂崩れを減らすための上流域の自然環境回復・改善・管理の実施（植林含む）

【道路】

表 19 道路分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	道路・路面	地盤沈下や地滑りによる陥没、損壊
		洪水・浸水による道路の水没
		舗装の強度の低下・劣化
		森林火災による損傷・損壊
		耐久寿命の短縮
		排水システムの許容量オーバー（排水の氾濫）
	橋梁	標識、照明等の案内標識への損傷・損壊
		ブリッジデッキの安定性の低下
		風速の変化に伴う吊橋、看板、高さのある構造物への損傷・損壊
		鉄筋の腐食
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	橋梁接合部および舗装面の熱膨張による損壊
		橋脚の損壊、洗堀
		道路事業の関連組織の維持管理機能低下
		道路や橋梁の損壊などへの対応人員の不足発生

表 20 道路分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	インフラ整備	道路施設の再設計
		アスファルトのセメント、アスファルト乳剤を選択する際に、将来的な温度変化予測を考慮して選択する
ソフトインフラ	制度・設計	道路建設のマスタープラン策定時において脆弱性と気象リスク影響予測を行う
		洪水・干ばつ・その他極端気象に対するバッファ領域として機能するよう、適切な道路空間を確保する
		洪水・暴風雨・地盤構造リスクに関する早期警報システムの導入、ハザードマップの改善

【鉄道】

表 21 鉄道分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	鉄道線路にかかる各種施設（鉄道線路、停車場、車庫及び車両検査修繕施設、運転保安設備、変電所等設備、電路設備、踏切等）	インフラ設備の浸水被害
		鉄道線路の座屈の発生
		排水システム、トンネル、橋梁の損傷
		カテナリー及び信号機等の案内標識の損傷
		電線、ケーブルへの被害
	トラック及び架線への倒木被害	
ハードインフラ	鉄道車両	耐用年数の短縮
		自然災害による車両損壊
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	鉄道の遅延、運行停止
		鉄道空調コストの増加（高温時の冷房費、寒冷時の暖房費）
		鉄道施設、車両への被害、鉄道運行中止による経済的な損害
		極端気象による損壊・事故の対応コストの増加
		メンテナンス業務の増加及び人件費コストの増加
		乗客・スタッフへの異常気象によるストレス
		鉄道運行制限/中断による周辺サプライチェーン網への損害
周辺環境	利用者（人、貨物）	乗客・スタッフへの異常気象によるストレス、生命の危険
		貨物の運搬停止

表 22 鉄道分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	鉄道線路にかかる各種施設（鉄道線路、停車場、車庫及び車両検査修繕施設、運転保安設備、変電所等設備、電路設備、踏切等）	鉄道ルートの再調整（トンネルルートを含む）
	鉄道車両	
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	定期的なメンテナンスの励行による品質保持
		ハザードマップの作成、政府機関と鉄道利用者への通知
		迂回路や代替運行手段がわかる緊急時対策ガイドランスの導入及び運用
		インフラ設備及び鉄道路線の場所の詳細な脆弱性マッピングを実施
		気象状況の監視及びインフラ設備の状態のモニタリングの強化
		GIS ベースの極端気象警報システムと天気予兆マップを作成
鉄道事業者複数社及び交通機関関係の複数社との気象時の緊急対応計画を策定		
		乗客やスタッフ等に対する緊急対応計画を策定、訓練の実施

【空港】

表 23 空港分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	空港関連施設（滑走路、駐機場、管制施設、旅客施設、倉庫、物流施設、排水施設等）、アクセス設備（道路、鉄道）	関連施設の損壊、浸水被害
		構造物、舗装及び建築物、コンテナ、カーゴ等の流出
		構造物の腐食速度の増大（降雨量の増加に伴うカビ、マイコトコシン、ダニ等の増加による）
		降雨量増大や霧の発生による視界不良
		視程障害による航空機の出発・到着の遅延、欠航
		横風制限を超える強風による航空機の出発・到着の遅延、欠航
		舗装やコンクリート施設における熱による劣化や歪み
		排水機能不足による長期的な浸水
		空港機能、物流機能の低下・停止
		アクセス設備の被災による人流・物流の停止
ハードインフラ	設備等（機体、荷役機械、車両等）	機体損傷
		荷役機械の転倒被害
		荷役機械の運転の遅延、停止機会の増大
		空港内の車両/鉄道の運搬範囲への制限（排水設計基準を降雨強度が超過、洪水発生時等）
		荷役作業効率の低下
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	事業運営の遅延・停止、事業運営に係る保険代の増加
		顧客からのサービスへの信頼性の低下
		エネルギーコストの増加
		空港閉鎖による人流・物流の停止
		浸水、熱波などによる人的被害、健康被害
		労働安全性の低下（すべり、転倒事故の増加）
		空港閉鎖による人流・物流の停止
周辺環境	空港利用者	浸水、熱波などによる人的被害、健康被害
	貨物	コンテナ等貨物の流出
		浸水・高温などによる貨物の損壊

表 24 空港分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	空港関連施設（滑走路、駐機場、管制施設、旅客施設、倉庫、物流施設、排水施設等）、アクセス設備（道路、鉄道）	空港の重要度に応じた防護水準の設定
		悪天候時でも離着陸が行えるような航法支援システム導入
		気象・海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
		舗装やコンクリート施設の設計強度見直し
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	事業継続計画（空港BCP）の策定・拡充（気候変動に伴う想定被害の見直しや、災害に至らないための強化）
		波浪や海面水位のモニタリング実施
		災害リスクの評価及びハザードマップ等による周知
		ライフサイクルコストを考慮した施設等の最適な更新等の考え方の検討
		協議会等の組織による地域の防災力の向上
周辺環境	空港利用者	避難計画策定・訓練実施の促進
	貨物	協議会等の組織による地域の防災力の向上
		コンテナ等の流出対策の推進

【港湾】

表 25 港湾分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	関連施設の損壊、浸水被害
		構造物、舗装及び建築物、等の流出
		港湾構造物の腐食速度の増大（降雨量の増加に伴うカビ、マイコトコシン、ダニ等の増加による）
		波高変化や防波堤被災に伴う静穏性の低下
		排水機能不足による長期的な浸水
		港湾機能、物流機能の低下・停止
		桁下空間の減少による船舶通行不可
	泊地・航路	泊地・航路の埋没・水深不足
	設備等（荷役機械、車両等）	港湾鉄道のトラック座屈
		港湾荷役機械（コンテナクレーン等）の強風や雷雨による逸走
荷役機械の転倒被害		
港湾内のナビゲーションシステム及び通信機器への損傷		
気温の上昇に伴う冷凍保存量の増加		
港湾荷役機械の運転の遅延、停止機会の増大		
港湾内の車両/港湾鉄道の運搬範囲への制限（排水設計基準を降雨強度が超過、洪水発生時等）		
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	荷役作業効率の低下
		港湾事業運営の遅延・停止、港湾事業運営に係る保険代増加
		顧客からの港湾サービスへの信頼性の低下
		エネルギーコスト増加（気温上昇に伴う冷凍需要増による）
		港湾閉鎖による近隣地域の市場アクセス低下
周辺環境	港湾利用者（港湾従事者を含む）	越波、浸水、熱波などによる人的被害、健康被害
		労働安全性の低下（すべり、転倒事故の増加）
	港湾貨物	コンテナ等貨物の流出
		浸水・高温などによる貨物の損壊
	干潟・藻場・砂浜	海面水位及び波浪条件の変化に伴う浅場・干潟面積の減少 生態系への影響

表 26 港湾分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	背後地の重要度に応じた防護水準の設定
		気象・海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
	泊地・航路	海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
		通行禁止区間・時間の明示
設備等（荷役機械、車両等）	民有施設（胸壁、上屋、倉庫、緑地帯等）の活用	
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	港湾の事業継続計画（港湾BCP）の策定・拡充（気候変動に伴う想定被害の見直しや、災害に至らないための強化）
		波浪や海面水位のモニタリング実施
		災害リスクの評価及びハザードマップ等による周知
		ライフサイクルコストを考慮した施設等の最適な更新等の考え方の検討
		協議会等の組織による地域の防災力の向上
		事業者内における気候変動トレーニングの実施

周辺環境	港湾利用者（港湾従事者を含む）	避難計画策定・訓練実施の促進
		協議会等の組織による地域の防災力の向上
	港湾貨物	コンテナ等の流出対策の推進
		海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
		沿岸域における生態系による減災機能の定量評価手法開発

【工業団地】

表 27 工業団地分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハード インフラ	工業団地のインフラ、関連設備等	洪水や高温等による道路、貯蔵施設への損傷・損壊
		ビル建築物の浸水
		排水処理システムの過負荷、許容量越
		港湾設備（埠頭、防波堤、護岸、防潮堤設備等）における沿岸侵食の悪化
		埠頭、埠頭からの接続道路の通行不可
		地下に設置された電気機器の短絡
		暴風雨による排水口のつまりの発生
		設備やタンクの浸水及び水面上の浮遊
		洪水等による汚染土壌・物質の拡散
		急激に移動する海水や河川の潮の満ち干の増加に伴う埠頭、港湾設備インフラへの損傷・損壊
		洪水や浸水、気温上昇による腐食率の増加
		気温上昇による熱ストレス、ラディエーション応力の変化
		ソフト インフラ
維持管理費用の増大		
保険料金の増加		
周辺環境	入居企業	工業団地に入居する企業の被災
		工業団地内での人的被害
		洪水や強雨による浸水被害、浸水に伴う廃棄物の氾濫等による工場における生産機能の停止
		工業団地からの各種マーケット・販路等へのアクセス制限・遅延
		原材料の供給不足・中断
		施設や設備の補修、メンテナンス頻度、強度の増加による経費増加
	工業団地で就労する人	自然災害等の発生増加
		人的被害の発生
	その他	海面上昇や暴風雨による、既存の防波堤や護岸工事等による沿岸洪水保護の基準が不十分となる
		気候変動影響の意思決定プロセスへの導入の有無による金融機関からの投資回収率の低下
		世界のメーカーに納入される主要部品の製造・供給が停止する等、サプライチェーンが世界規模で寸断
		産業利用のための使用可能水量の低下（地下水及び地表水含）
		洪水等による工場稼働や運搬停止等のビジネス活動の停止に伴う金銭的損失の増加
		ICTの損失・混乱による生産性と収益の減少
		抵当貸付業者に対する暴露機会の増加（譲渡抵当付き負債等の担保機会の増大）
		洪水による保険業界の支払機会・額の増大
		極端気象によるサプライチェーンの混乱の増加によって、国内企業の生産量減少
		気候変動による疾病パターンの変化に伴う、労働者内での新しい病気の蔓延
		気候変動（例えば、人工漁業）によって生計が悪影響を受ける周辺の脆弱なコミュニティとの紛争増加
気候変動に影響を受けた、国の社会経済状況の変化（例えば、土地や水のストレスの喪失によって生じる国民の貧困や不安の増大等）によって、工業団地全体の経済活動に負の影響を与える		

表 28 工業団地分野の事業における適応策の例

適応策の対象	適応策例	
ソフト イン フラ	土地開発 排水機能を確実にするためにメンテナンスや排水路の清掃を定期的に行う	
	防災対策 洪水発生時においても化学物質や汚染物質等の漏出が発生しないよう対策を行う 事業継続計画（BCP）の策定・拡充（気候変動に伴う想定被害の見直しや、災害に至らないものの強風・波浪等により港湾機能や工業団地機能の継続が困難な事態の想定を追加） 災害時の自治体との協力体制の検討・方針策定（共同指揮官の担当、担当組織管理など）	
	経済面 省エネルギー対策を行うことによってクレジットライン限度額の増大を図る	
	政策・規定	義務的な環境影響評価プロセスにおける気候変動影響による評価内容の追加導入
		工業地帯周辺のバッファゾーン/住居建設不可となる地域の最小化に関する規定の策定
		官民による気候変動リスク削減イニシアチブを促進する（地方自治体等との連携）
	運営・設計	工業団地における気候変動影響への適応策の実施を所管する監督機関・担当者の確立、全体管理計画を策定、現在の基準と規制の見直し
		義務的な環境影響評価プロセスにおける気候変動影響による評価内容の追加導入
		工業団地内における気候変動影響による防災対策として早期警告システムを導入する
		気候変動の影響を考慮した土地の選択と開発計画の策定
		既に影響を受けている場所/地域内のリハビリ計画の開発と実施（脆弱な産業セクターの移転のためのインセンティブ付与、移転補償等）
		緊急事態発生時におけるシャットダウンプラン（操業停止）に至るまでの対応計画の検討・策定
		気候変動リスクを特定し、それを事業に組み込む方法（計画、意思決定、建設プロジェクトなど）について関連する計画機関/部門に対してトレーニングを行う
		工業団地開発時において、主要な産業の企業拠点における気候変動関連リスクへの脆弱性評価を行う
政府による気候変動脆弱性の高い、設計基準及び建築基準の導入、それに伴う現場の工業用建物の仕様の決定		
気候変動の側面を会社のリスクおよびイノベーション管理プロセス（例えば、供給リスク）に統合し、重要なコンポーネントを特定する 工業団地内の気候変動に起因する潜在的なビジネス機会を調査し、導入を検討する（冷却技術等）		
周辺環 境	入居企業 気候変動影響に脆弱な可能性のあるサプライヤーに依存しないように、生産工程の原材料確保の多様性・効率を高める 近隣地域における供給先の確保。同様に、工業団地内の製品の販路先に対しても多様性を確保する 工業団地内における持続可能であり、気候変動影響をあまり受けない製品の開発 工業団地内の産業セクターの多様化 サプライヤーに対する特定された気候リスク内容の共有、対策の協議 天候インデックス保険等の気候変動影響に対する気候保険の導入 工業団地内における食料品供給の安定化のため、中小規模の農業を含む多様な産業の促進	
		工業団地で就労する人 屋外労働者の熱ストレスを避けるための新しい作業計画の検討（飲料水の提供、労働者用の避難所や防災対策のなされた集合場所の提供等）

### 技術協力事業における気候リスク評価と適応策検討手順フロー

