

温室効果ガス（GHGs）削減効果 定量化に係るプロジェクト研究

プロジェクト研究完了報告書

平成 21 年 5 月
(2009年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

委託先

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 数 理 計 画

環 境

J R

09-71

温室効果ガス（GHGs）削減効果 定量化に係るプロジェクト研究

プロジェクト研究完了報告書

平成 21 年 5 月
(2009年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

委託先

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 数 理 計 画

序 文

気候変動は、人類にとり大きな脅威であり、先進国及び開発途上国が一致団結して緊急に取り組まなければならない地球規模課題との認識がより強固に国際社会で共有されつつあります。現在の気候変動枠組み条約（United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)）下では開発途上国には温室効果ガス（Green House Gas（以下「GHGs」）削減義務は課せられていませんが、GHGsの排出量の約半分を占める開発途上国における緩和策の推進が「共通だが差異ある原則」の下、ますます重要になってきています。

独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency（以下「JICA」）ではこうした背景を踏まえ、開発途上国の持続可能な開発と温室効果ガスの削減・抑制の双方に貢献する取り組みを推進するため、「コベネフィット型気候変動対策とJICAの協力のあり方」の調査研究を2007年度に実施しました。同研究では、開発便益を目的とした既存のJICAプロジェクトを緩和策との観点から再検討し、緩和策に貢献する協力分野及び期待される緩和策としての効果を定性的に明らかにしました。

一方、2007年12月の気候変動枠組み条約第13回締約国会議（COP 13）で合意されたバリ行動計画において、開発途上国に関しても、「技術、資金、能力向上の支援に基づき、それぞれの国に適した緩和行動を計測（Measurable）・報告（Reportable）・検証（Verifiable）可能な方法で取り組む」点が明記されました。また、2008年1月におけるダボス会議においては、福田首相（当時）が気候変動対策における開発途上国支援のための資金メカニズム「クールアース・パートナーシップ」を打ち出し、ODA等を活用し今後5年間で約100億ドルの支援を表明しました。このため、JICAとしては開発途上国への緩和策支援を積極的に行うとともに、その効果のより客観的・定量的な説明が求められていくことが予想されます。

以上を踏まえ地球環境部では、上記の「コベネフィット型気候変動対策とJICAの協力のあり方」の成果をふまえつつ、2008年9月から特に技術協力（技術協力プロジェクトおよび開発調査）を対象として、「温室効果ガス（GHGs）削減効果定量化に係るプロジェクト研究」を開始し、今般その成果を本報告書に取りまとめました。

今後、本報告書が途上国の緩和策に関する案件形成や実施を進めるための一助として多くの方々に読まれることを切に願います。

プロジェクト研究の実施および取りまとめにあたっては、温室効果ガス（GHGs）削減効果定量化に係るプロジェクト研究共同企業体（代表者 株式会社オリエンタルコンサルタンツ）に委託し、JICA内外の数多くの関係者からの方々のご参画とご協力を得て検討を進めて参りました。本研究にご尽力いただきました関係者の皆様に、厚くお礼申し上げます。

2009年5月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 中川 聞夫

伝 達 状

2009年5月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部
部長 中川 聞夫 殿

温室効果ガス（GHGs）削減効果定量化に係るプロジェクト研究の完了報告書を提出いたします。

本報告書は、2008年9月から2009年5月まで実施されたプロジェクト研究の結果を取り纏めたものであり、独立行政法人国際協力機構（JICA）と株式会社 オリエンタルコンサルタンツ、株式会社 数理計画との間で締結した契約に基づいて作成しました。

本報告書は、プロジェクト研究完了報告書とプロジェクト研究完了報告書（資料編）に取り纏めました。プロジェクト研究完了報告書には、JICA技術協力事業において、温室効果ガス（GHGs）削減効果の定量化を検討するに至った背景、定量化の考え方、分野別の定量化手法ガイドブック、提言を纏めております。さらに、プロジェクト研究完了報告書（資料編）には、本プロジェクト研究で実施したJICA技術協力事業のレビューの成果をはじめ、既存の定量化手法のレビューの成果、現地調査報告等を取り纏めております。本報告書の成果が、JICAの緩和策協力において、温室効果ガス（GHGs）削減効果を算定するために広く参照され、利用されることを希望しております。

本報告書を提出するにあたり、多大なご支援を賜ったJICA本部関係部並びに、現地調査を実施したラオス国、ヨルダン国、トルコ国のJICA現地事務所及びカウンターパート機関の関係各位の支援及び協力に対して心より感謝の意を表す次第です。

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
温室効果ガス（GHGs）削減効果定量化に
係るプロジェクト研究
総括 藤本 雅彦

目次

目次

略語集

図／表リスト

頁

第1章 背景

- 1.1 GHG削減効果定量化の必要性..... 1-1
- 1.2 ガイドブックの対象分野..... 1-5
- 1.3 ガイドブックの前提事項..... 1-5
- 1.4 ガイドブックの使い方..... 1-7

第2章 定量化の考え方

- 2.1 GHGの定量化とは..... 2-1
- 2.2 これまでのJICAの取り組み..... 2-3
- 2.3 国際的なGHG定量化の取り組み..... 2-5
- 2.4 技術協力における定量化の考え方..... 2-12

第3章 分野別定量化手法ガイドブック

- 3.1 資源・エネルギー..... 3.1-1
- 3.2 森林・自然環境保全..... 3.2-1
- 3.3 環境管理..... 3.3-1
- 3.4 運輸交通..... 3.4-1
- 3.5 水資源..... 3.5-1
- 3.6 農村開発..... 3.6-1

第4章 提言..... 4-1

Annex 1 : 電力CO₂排出係数(kgCO₂/kWh)の算出方法..... A-1

Annex 2 : 燃料別CO₂排出係数(kgCO₂/kJ)の算出方法..... A-2

Annex 3 : 自動車からのCO₂排出量の算出方法..... A-3

Annex 4 : 燃料タイプ別真発熱量..... A-5

《参考》 : 代表的換算係数..... A-6

出典..... B-1

略語集

A/R	Afforestation / reforestation	新規植林・再植林
ACM	Approved Consolidated Methodology	承認統合方法論
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発局
AM	Approved Methodology	承認方法論
AMS	Approved Small-scales Methodology	承認済み小規模方法論
AR4	Fourth Assessment Report (of IPCC)	IPCC 第四次評価報告書
AURA	Development-policy framework for contracts and cooperation agreed on between the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) and the GTZ	ドイツ経済協力及び開発連邦省と GTZ の間で締結された契約と協力に関する開発政策の枠組
BCS	Battery Charge System	バッテリー充電システム
BM	Build margin	ビルドマージン
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CDM	Clean development mechanism(s)	クリーン開発メカニズム
CDM/JI	Clean Development Mechanism/Joint Implementation	クリーン開発メカニズム/共同実施
CER	Certified emission reduction	認証された排出削減量
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
COP	Conference of the Parties	(気候変動枠組条約) 締約国会議
D/D	Detailed design	詳細設計
Defra	Department for Environment, Food and Rural Affairs (UK)	英国環境・食料・農村地域省
DOC	Dissolved Organic Carbon	分解性有機炭素
EGTT	Expert Group on Technology Transfer	技術移転専門家グループ
EU-ETS	the European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme	欧州連合温室効果ガス排出枠取引制度
FOD	First Order Decay	一次分解
F/S	Feasibility study	実施可能性調査
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GHGs	Greenhouse gases	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPG	Good Practice Guidance	グッドプラクティス・ガイダンス
GRT	Gross Tonnage	総トン数
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
HFC	Hydro fluoro compounds	ハイドロフルオロカーボン(フロン類)
IGCC	Integrated Coal Gasification Combined Cycle	石炭ガス化複合発電
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ITS	Intelligence Transport System	高度道路交通システム
JBIC	The Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行

JICA	The Japan International Cooperation Agency	(独)国際協力機構
J-VER	Japan Verified Emission Reduction	オフセットクレジット
J-VETS	Japan's Voluntary Emission Trading Scheme	自主参加型国内排出量取引制度
L/A	Loan Agreement	借款契約
LCA	Life cycle assessment	ライフ・サイクル・アセスメント
LNG	Liquefied natural Gas	液化天然ガス
LRT	Light Rail Transit	次世代型路面電車システム
LULUCF	Land Use, Land-use Change and Forestry	土地利用、土地利用変化及び林業
MCF	Methane Correction Factor	メタン変換係数
METI	Ministry of Economic, Trading and Industry	経済産業省(日本)
MOE	Ministry of Environment	環境省(日本)
MRV	Measurable, reportable, verifiable	測定・報告・検証可能な
N ₂ O	Nitrous oxide	一酸化二窒素
NGO	Non-governmental Organizations	非政府組織
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
ODA	Official development assistance	政府開発援助
PDCA	Plan, Do, Check, Action	計画、実施、点検、是正
PDD	Project design document	プロジェクト設計書
PFC	Perfluoro compounds	パーフルオロカーボン
PM ₁₀	Particulate Matter	粒子状物質
PV	photovoltaic	太陽光発電
RDF	Refuse Derived Fuel	廃棄物固形燃料
SAF	Special assistance facility	有償資金協力促進調査
SF ₆	Sulfur hexafluoride	六フッ化硫黄
SHS	Solar Home System	家庭用太陽光発電システム
SO ₂	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
TARAM	Tool for Afforestation and Reforestation Approved Methodologies	新規植林・再植林向け承認方法論ツール
TC	Technical Cooperation	技術協力
TOE	Ton oil equivalent	石油換算トン
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	アメリカ合衆国国際開発庁
USC	Ultra-Super-Critical Thermal Power Plant	超高温高圧火力発電プラント
VER	Voluntary Emission Reductions	(国連)非認証排出削減量
3R	Reduce, reuse and recycle	廃棄物の発生抑制、再使用、再資源化

表リスト

表 2.3.1	CDM プロジェクトと JICA プロジェクトの分類	2-7
表 2.3.2	GHG 定量化手法の比較	2-11
表 2.4.1	開発調査プロジェクトにおける GHG 排出削減量	2-14
表 2.4.2	技術協力プロジェクトにおける GHG 排出削減量	2-16
表 3.1.1(1)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧(省エネルギー)	3.1-3
表 3.1.1(2)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧(再生可能エネルギー)	3.1-3
表 3.1.1(3)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧(エネルギー効率改善)	3.1-3
表 3.2.1	GHG 削減活動のコンポーネント一覧	3.2-4
表 3.3.1	環境管理分野の GHG 定量化手法の整理	3.3-1
表 3.3.2	GHG 削減効果の定性的分類	3.3-2
表 3.3.3-1(1)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (廃棄物管理 その 1)	3.3-2
表 3.3.3-1(2)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (廃棄物管理 その 2)	3.3-3
表 3.3.3-1(3)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (廃棄物管理 その 3)	3.3-3
表 3.3.3-1(4)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (廃棄物管理 その 4)	3.3-3
表 3.3.3-2(1)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (水質汚濁防止 その 1)	3.3-4
表 3.3.3-2(2)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (水質汚濁防止 その 2)	3.3-4
表 3.3.3-3(1)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (大気汚染防止 その 1)	3.3-5
表 3.3.3-3(2)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (大気汚染防止 その 2)	3.3-5
表 3.3.3-3(3)	GHG 削減活動のコンポーネント一覧 (大気汚染防止 その 3)	3.3-5
表 3.4.1	GHG 削減活動のコンポーネント一覧	3.4-3
表 3.5.1	水資源分野の GHG 定量化手法の整理	3.5-1
表 3.5.2	GHG 削減活動のコンポーネント一覧	3.5-2
表 3.6.1	農村分野の GHG 定量化手法の整理	3.6-1
表 3.6.2(1)	GHG 削減活動コンポーネント一覧 (森林保全)	3.6-3
表 3.6.2(2)	GHG 削減活動コンポーネント一覧 (農業施設のエネルギー利用効率改善)	3.6-4
表 3.6.2(3)	GHG 削減活動コンポーネント一覧 (コンポスト・未利用農業廃棄物の利用、バイオガス、再生可能エネルギーの適用、人材育成・広報、マニュアル作成支援)	3.6-4

図リスト

図 1.1.1	気温、海面水位及び北半球の積雪面積の変化	1-1
図 1.1.2	2000～2100年の温室効果ガス排出シナリオ（追加的な気候政策を含まない）及び地上気温の予測	1-2
図 1.1.3	世界平均気温の変化に伴う影響の事例	1-3
図 1.3.1	GHG 排出量算定の例	1-6
図 2.1.1	典型的な GHG 排出削減ケース	2-2
図 2.4.1	開発調査プロジェクトにおける GHG 排出削減量	2-15
図 2.4.2	技術協力プロジェクトにおける GHG 排出削減量	2-17
図 3.1.1	各コンポーネントの定量可能性検討（省エネルギー）	3.1-4
図 3.1.2	各コンポーネントの定量可能性検討（再生可能エネルギー）	3.1-5
図 3.1.3	各コンポーネントの定量可能性検討（エネルギー効率改善）	3.1-6
図 3.2.1	植林、森林保全の実施による GHG 削減の考え方	3.2-2
図 3.2.2	各コンポーネントの定量可能性検討	3.2-5
図 3.3.1(1)	各コンポーネントの定量可能性検討（廃棄物管理分野その 1）	3.3-6
図 3.3.1(2)	各コンポーネントの定量可能性検討（廃棄物管理分野その 2）	3.3-7
図 3.3.2	各コンポーネントの定量可能性検討（水質汚濁防止分野）	3.3-8
図 3.3.3	各コンポーネントの定量可能性検討（大気汚染防止分野）	3.3-9
図 3.4.1	各コンポーネントの定量可能性検討（全国総合交通開発）	3.4-4
図 3.4.2	各コンポーネントの定量可能性検討（大都市総合交通開発）	3.4-5
図 3.5.1	各コンポーネントの定量可能性検討	3.5-3
図 3.6.1	各コンポーネントの定量可能性検討（森林保全および農業施設のエネルギー利用効率改善）	3.6-5
図 3.6.2	各コンポーネントの定量可能性検討（コンポスト・未利用農業廃棄物、再生可能エネルギーの利用、人材育成・広報・マニュアル作成支援）	3.6-6

第1章 背景

1.1 GHG 削減効果定量化の必要性

(1) 気候の変化とその影響

気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) は、第4次評価報告書 (AR4) において、「気候システムの温暖化には疑う余地がない。このことは、大気や海洋の世界平均温度の上昇、雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均海面水位の上昇が観測されていることから今や明白である」として、気候システムに温暖化が起きていることを断定している。

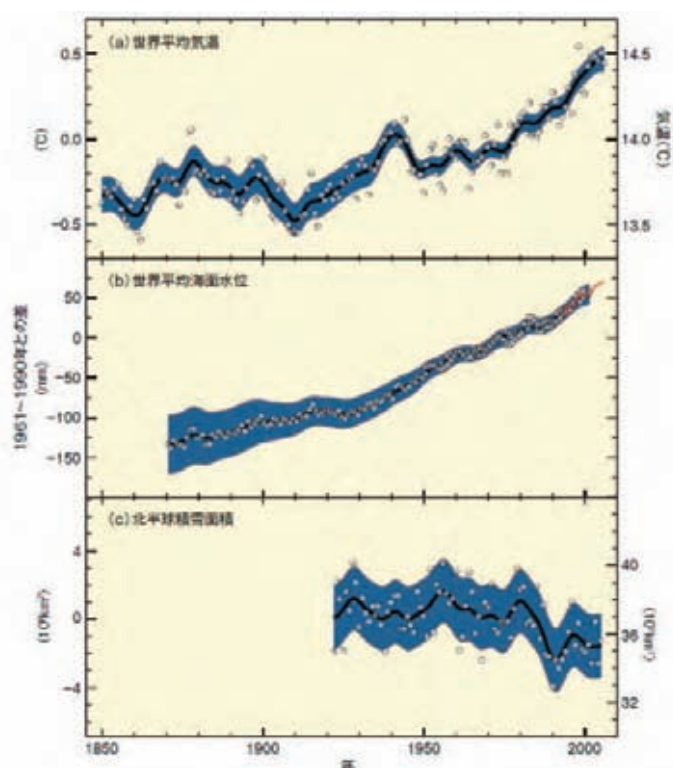
同報告書によると、1995年から2006年の最近12年間のうちの11年間の世界の地上気温が1850年以降で最も温暖であり、この平均気温の変化は、海面水位の上昇と整合していると報告されている。

さらに、雪氷面積の変化も温暖化と整合しており、山岳氷河と積雪面積は、平均的に、南北両半球において縮小傾向にあると報告されている。

世界中で、気候変動の影響はすでに顕在化しており、様々な被害

が生じていると指摘されている。同報告書によると、1900年から2005年にかけての降水量は、南北アメリカ東部やヨーロッパ北部など高緯度地域では増加する一方で、サヘル地域や地中海地域、南アジアなど熱帯・亜熱帯陸地においては減少し、1970年代以降、世界的に干ばつの影響を受ける地域が拡大したことが報告されている。

さらに、IPCCは第4次評価報告書 (AR4) において、「20世紀の半ば以降に観

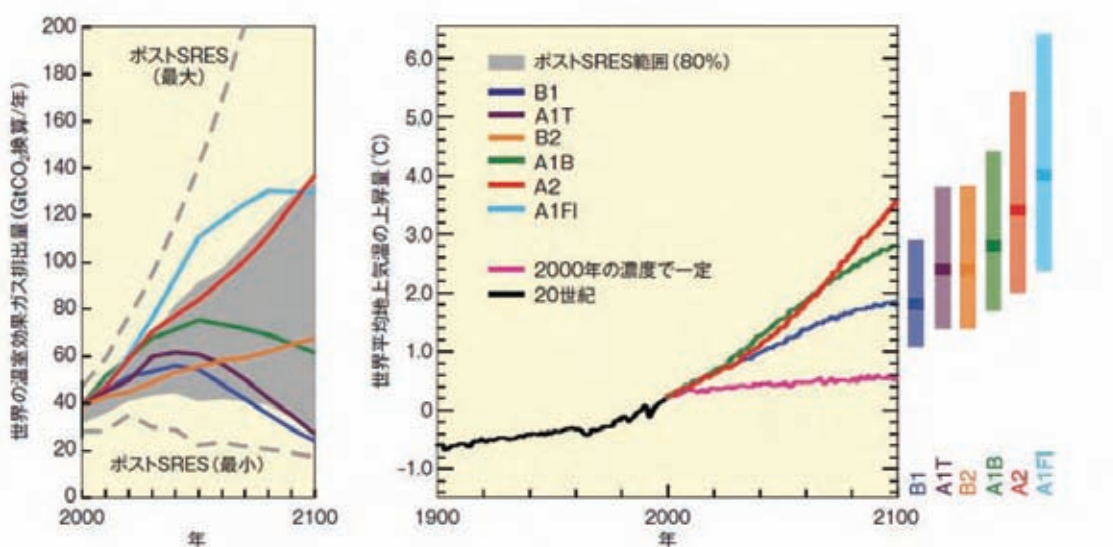


出典：気候変動 2007：統合報告書 政策決定者向け要約

図 1.1.1 気温、海面水位及び北半球の積雪面積の変化

測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い」と報告しており、人為期限の温室効果ガスの増加が温暖化の原因であることをほぼ断定している。

また、地上気温の予測では、化石エネルギーを重視して高い経済成長を実現する場合、21世紀末には、2000年と比較して約4℃（2.4～6.4℃）の上昇が予測されている。この場合、高温や熱波が継続し、大雨が増加すると予測されている。また、GHG濃度が安定化したとしても、温暖化や海面上昇が、その後数世紀にわたって継続することも指摘されている。



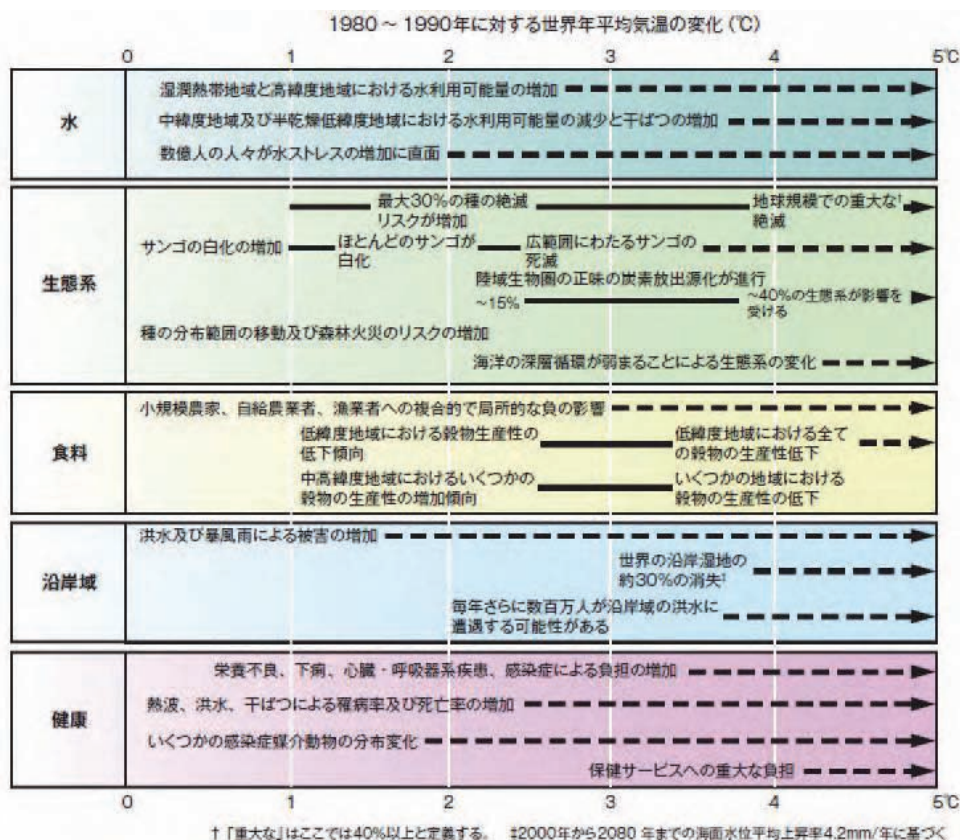
- A1F1: 「高成長型社会シナリオ」 (化石エネルギー源を重視)
- A1T: 「高成長型社会シナリオ」 (非化石エネルギー源を重視)
- A1B: 「高成長型社会シナリオ」 (各エネルギー源のバランスを重視)
- A2: 「多元化社会シナリオ」
- B1: 「持続的発展型社会シナリオ」
- B2: 「地域共存型社会シナリオ」

出典：気候変動 2007：統合報告書 政策決定者向け要約

図 1.1.2 2000～2100 年の温室効果ガス排出シナリオ（追加的な気候政策を含まない）及び地上気温の予測

(2) 開発途上国への影響

開発途上国が、気候変動に対処していくためには、社会経済基盤の整備が必要とされている。社会経済基盤としては、インフラ、技術、情報、資金、管理能力が挙げられるが、開発途上国ではこれらが不十分なため、気象の変化に対して、十分な対応ができていない状況であり、現在でも、毎年、洪水や渇水による被害に見舞われている。



(影響は、適応の程度、気温変化の速度、社会経済の経路によって異なる)

出典：気候変動 2007：統合報告書 政策決定者向け要約

図 1.1.3 世界平均気温の変化に伴う影響の事例

将来、気候変動による環境影響が激化した場合、発展途上国は、さらに大きな影響を受ける可能性が高いと考えられる。特に、自然災害に対して脆弱な土地に住み、自然資源に依存して生活している人々に大きな影響を与えると考えられる。洪水や渇水、海面上昇等居住環境の悪化によって、多くの人々が移住しなければならなくなった場合、社会の不安定化の要因となることが懸念され、これは「人間の安全保障」に関わる問題となる。

このため、先進国の資金、技術及び知見を活用することにより、温室効果ガスの削減を緩和する緩和策と、気候変動への影響へ適応する適応策を進めることが求められている。

（3） GHG 定量化の国際動向と JICA 事業への GHG 定量化の要請

2007年12月にバリで開催された COP 13 ではバリ行動計画が合意され、「MRV（計測：measurable・報告：reportable・検証：verifiable）可能な削減活動」として、先進国だけでなく開発途上国も、MRV 可能な手法によって緩和策の実施を検討することとなった。その際、「技術、資金、能力構築によって支援され、実現可能になる」途上国の削減活動にも、MRV 可能な手法により実施することとされているため、途上国のみによる活動だけではなく、先進国からの援助についても、MRV が求められている。¹

JICA では、こうした国際的な流れと途上国援助において気候変動の緩和策の実施は急務であるという認識から、2007年度に「コベネフィッツ型気候変動対策と JICA の協力のあり方」と題する調査研究を実施し、開発途上国の開発便益を目的とした既存の JICA プロジェクトを、温室効果ガスの緩和策の面から点検し緩和策への貢献の可能性を探った。

その結果、緩和策に貢献する協力の代表的7分野（資源・エネルギー、森林・自然環境保全、環境管理、運輸交通、都市・地域開発、水資源・防災、農業・農村開発）が挙げられ、その緩和効果が定性的に明らかにされた。

今後、途上国援助における緩和策をより一層促進し、国際的な援助への MRV 的視点導入への要請に答えていくためには、定性的な段階に留まっている JICA 事業への緩和策の評価を、より客観的にしていくことが求められた。²

以上を踏まえ、JICA 事業のうち、緩和策に貢献する協力の代表的7分野に関し、先進的な試みとして、緩和策効果をより定量的、論理的に説明、評価することが可能かどうかを明らかにするために、プロジェクト研究を実施し、その研究結果を「GHG 定量化ガイドブック」として取り纏めた。

¹ “Nationally appropriate mitigation actions by developing country Parties in the context of sustainable development, supported by and enabled by technology, financing and capacity-building, in a measurable, reportable and verifiable manner”

² MRV（計測（measurable）・報告（reportable）・検証（verifiable））の対象は幅を持ったものであり、削減活動を対象とする場合やそれを支援する技術、資金、技術移転を対象とする場合がある。削減活動を対象とする場合でも、途上国が自ら定める方法で削減活動を評価すれば良いという考えや削減活動の結果達成されるエネルギー効率を対象とするという考えがある。さらに、技術移転に関する MRV の達成指標は現在検討中であり、技術移転により構築・支援された組織の数、協力プログラムへの参加者数、開催されたセミナーへの参加者数、成功した能力構築活動の数等が、その候補に挙げられている。本プロジェクト研究では、これらの MRV の幅広い概念の中で、削減活動の結果生じる GHG 削減量を対象としている。JICA 事業の技術協力プロジェクトでは、研修や啓発活動等 GHG 削減量の定量化が容易でない分野があるが、たとえ GHG 定量化ができない場合でも MRV 的視点から緩和策に合致しないということではない。例えば、温暖化の緩和や適応に関する①技術移転により構築・支援された組織の数、②協力プログラムへの参加者数、③開催されたセミナーへの参加者数、④成功した能力構築活動の数等は、MRV の計測に関する指標となり得る。

1.2 ガイドブックの対象分野

対象分野は、資源・エネルギー、森林・自然環境保全、環境管理、運輸交通、水資源、農村開発の6分野である。

前述の緩和策に貢献する協力の代表的7分野のうち、都市開発分野の活動は緩和策になるものがあるが、そのGHG削減に寄与する活動は、資源・エネルギーや環境管理、運輸交通の分野の活動に含まれると想定されるため、本調査研究の対象外とした。

また、本ガイドブックでは、技術協力プロジェクトと開発調査に関するプロジェクトをケーススタディの対象とした。

1.3 ガイドブックの前提事項

(1) 定量化の対象となる削減・抑制効果の対象

本ガイドブックにおいては、プロジェクト開始後の現地での技術協力に起因する直接的、間接的な削減・抑制効果を定量化の対象とする。

研究機関等においては、ライフサイクルアセスメントの考え方にに基づき、ある製品を対象に原材料調達、生産、消費、廃棄の各過程における温室効果ガスの排出量及びその削減量を定量化することが試みられている。

この考え方に基づくと、例えばプロジェクトの事前調査等の調査における飛行機等を使った移動によるGHG排出や現地における車輦での移動によるGHG排出も加味した上で、プロジェクトの削減・抑制効果を算出する方法も考えられるが、算出にあたって膨大な量のデータが必要となることに加え、評価手法が未確立であるため、本ガイドブックでは対象外としている。

また、太陽光発電機や改良かまどをパイロットプロジェクトで導入する場合、これらの設備を生産、廃棄するに当たってのGHG排出量を算出することも考えられるが、上記と同様の理由から、本ガイドブックでは対象外とする。

(2) GHG算定に必要なデータは、WithケースとWithoutケースに対して準備

GHG削減効果は、プロジェクトが実施されない場合（Withoutケース）のGHG排出量から、プロジェクトが実施された場合（Withケース）のGHG排出量を差し引いて算出する。

GHG排出量は、GHGを排出する活動量に排出係数を乗じて求められるため、これらGHG算定に必要なデータは、WithケースとWithoutケースの両ケースに対

して準備する必要がある。また GHG 排出量を比較する場合には、With、Without ケースの同じ時点の排出量の比較を行う。

例えば、下図に示すとおり、ある工場を対象とした省エネルギー促進プロジェクトの場合、プロジェクト終了時（省エネ施設導入時）において、プロジェクトが実施された場合（With ケース）と実施されなかった場合（Without ケース）の「エネルギー消費量」×「燃料 1 単位当りの GHG 排出量」をそれぞれ算出し、その差が「GHG 削減量」となる。

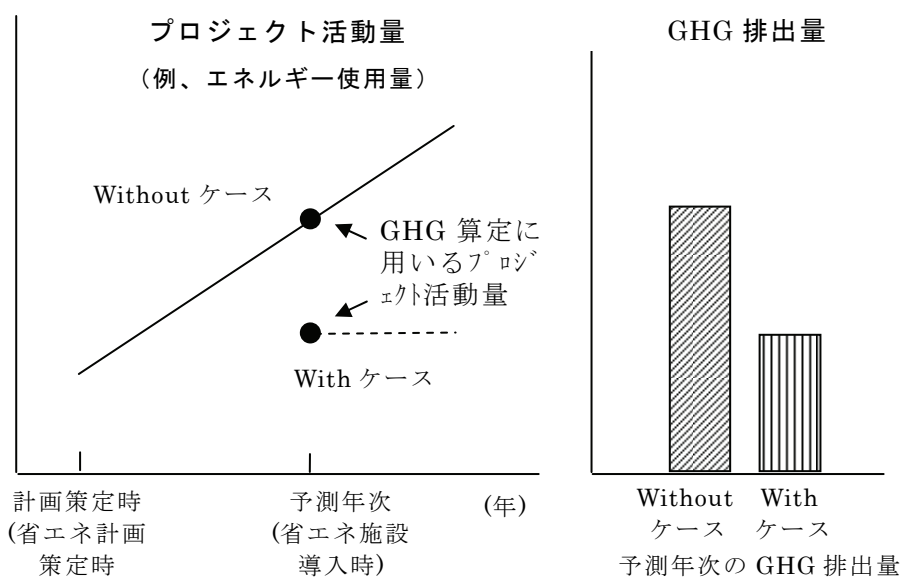


図 1.3.1 GHG 排出量算定の例

(3) GHG 算定に必要なデータは、対象プロジェクトの計画のアウトプットに基づく

本ガイドブックでは「簡便に GHG 削減量を算出する手法」の検討を目的としており、その観点から、（削減量算出に必要なデータを得ることを目的とした追加調査を可能な限り避け）プロジェクトのベースライン調査等の結果をそのまま削減量算出に当たってのデータとして活用することを想定している。また、燃料の CO2 排出係数など固有の値は、IPCC ガイドライン等のデフォルトの値を用いている。

算出に当たっては、当該国の経済成長や政策・規制の実施など、プロジェクトの活動量を変化させる要因についての情報、データも必要となってくるが、これらについても基本的には、対象プロジェクトの中で行われる活動、調査を通じて得られた情報、データを用いることとする。

1.4 ガイドブックの使い方

このガイドブックは、課題分野毎に、実施するプロジェクトの GHG 削減効果の定性的な有無と、それを定量的に算定するための定量化手法や必要データを容易に検索できるツールとして、提供されるものである。

ステップ 1 :

「GHG 削減活動のコンポーネント一覧」を参照して、各課題分野の代表的なプロジェクトの種類に含まれる GHG 削減活動コンポーネントを把握する。次に、GHG 削減活動コンポーネント別に、削減効果の有無やその考え方、定量化手法の有無を参照して、「定量化手法シート」の頁を検索する。ケーススタディがある場合は、その頁を検索する。

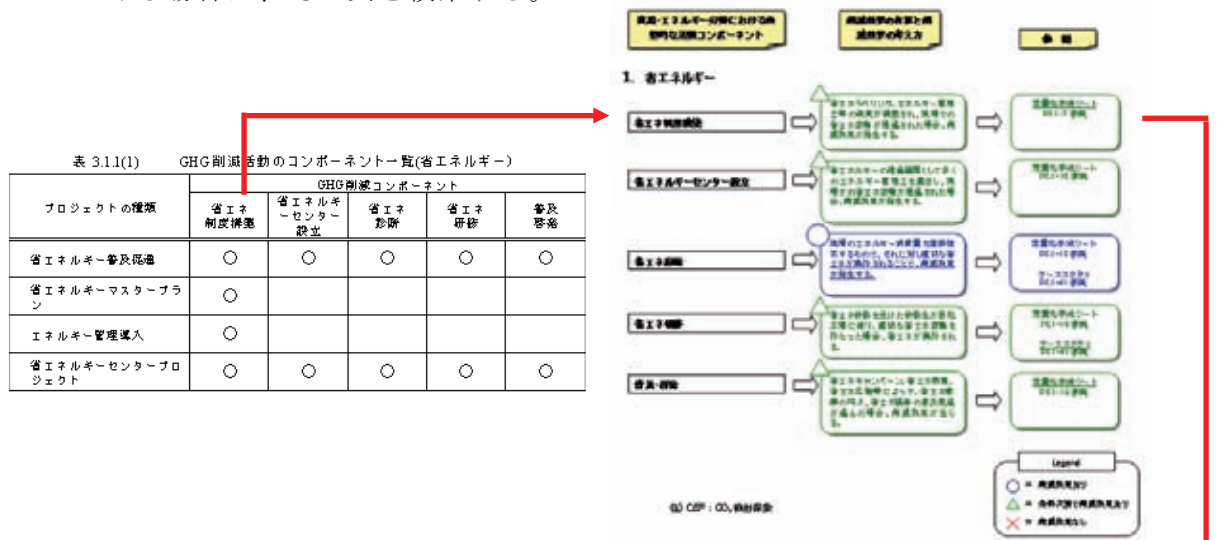


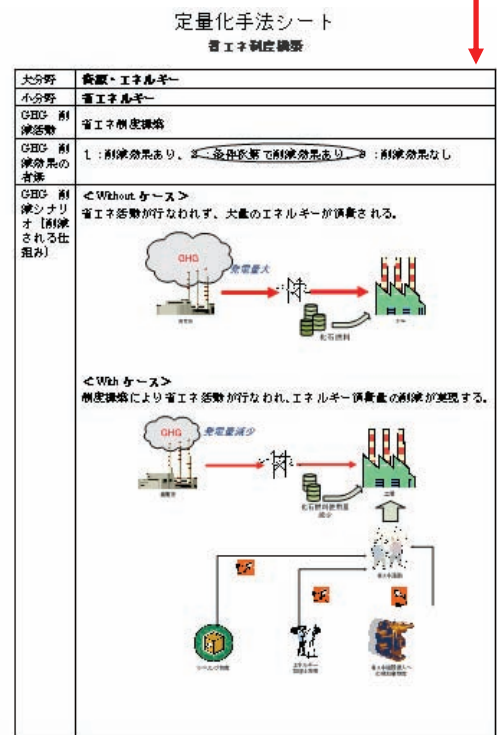
図 3.11 各コンポーネントの定量化可能性検討(省エネルギー)

ステップ 2 :

ステップ 1 で検索した「定量化手法シート」を参照して、GHG 削減活動コンポーネント個別の GHG 削減シナリオ、削減量の推計の考え方(推計式)と定量化に必要なデータ一覧を把握する。定量化に際して想定される前提条件や留意点についても参照する。ケーススタディがある場合、その結果を参照する。

ステップ 3 :

ステップ 2 で把握した定量化手法を用いて、定量化を実施する。



第2章 定量化の考え方

2.1 GHG の定量化とは

「温室効果ガス（GHG）削減効果を定量化する」ことは、ある GHG 発生源¹に対して当該 GHG 削減活動（例えば、省エネ機器を工場に導入する活動（With project、With ケース））が実施されなかった場合（Without project、Without ケース）に比較して達成された GHG の削減量を定量的に算定することである。GHG 削減効果の定量化は、一般的には以下の手順で実施される。

- ① GHG 削減活動を実施する GHG 発生源を特定する。
- ② GHG 削減活動の（With ケース）の詳細を明確化する。
- ③ GHG 削減活動が実施されなかった場合²（Without ケース）における GHG 発生源の状態を想定する。
- ④ With ケースにおける当該 GHG 発生源からの GHG 排出量を算定する。
- ⑤ Without ケースにおける当該 GHG 発生源からの GHG 排出量を算定する。
- ⑥ Without ケースの GHG 排出量から、With ケースの GHG 排出量を差し引く。差し引いた後の値が正（+）であれば GHG 排出削減効果があるということができ、その値が GHG 排出削減量である。

上記の手順を数式にすると、以下のとおりである。

$$\text{GHG 削減量} = \text{Without ケースの GHG 排出量} - \text{With ケースの GHG 排出量}$$

なお、Without ケース、With ケースの GHG 排出量、及び GHG 排出削減量の関係は、以下の3つの図により表すことができる。ケース1は、Without ケースにおいて GHG 排出量が増大していくところに、GHG 排出削減対策を行うことによりその排出量を安定化させるものであり、多くの開発途上国においてこのケースが当てはまる分野がある。ケース2は、Without ケースは現状維持であるが、GHG 排出削減対策を行うことによりその排出量を低減するものである。ケース3は、Without ケースでも GHG 排出量は低減するが、さらなる対策を実施するケースであり、野心的な先進国が温暖化対策を実施する場合に当てはまる。

以上の通り、GHG 削減効果の定量化に関しては、一定の手順に従って、GHG 排出源や GHG 削減活動の特性を考慮した実施していく必要がある。

¹ GHG 吸収活動の場合は、「発生源」が「吸収源」に、「GHG 排出量」が「GHG 吸収量」に、さらに「GHG 削減効果」が「GHG 吸収効果」になる。

² この without ケースは、ベースラインケースとも言われ、CDM においてはベースラインシナリオの特定が、重要なステップの一つとなっている。

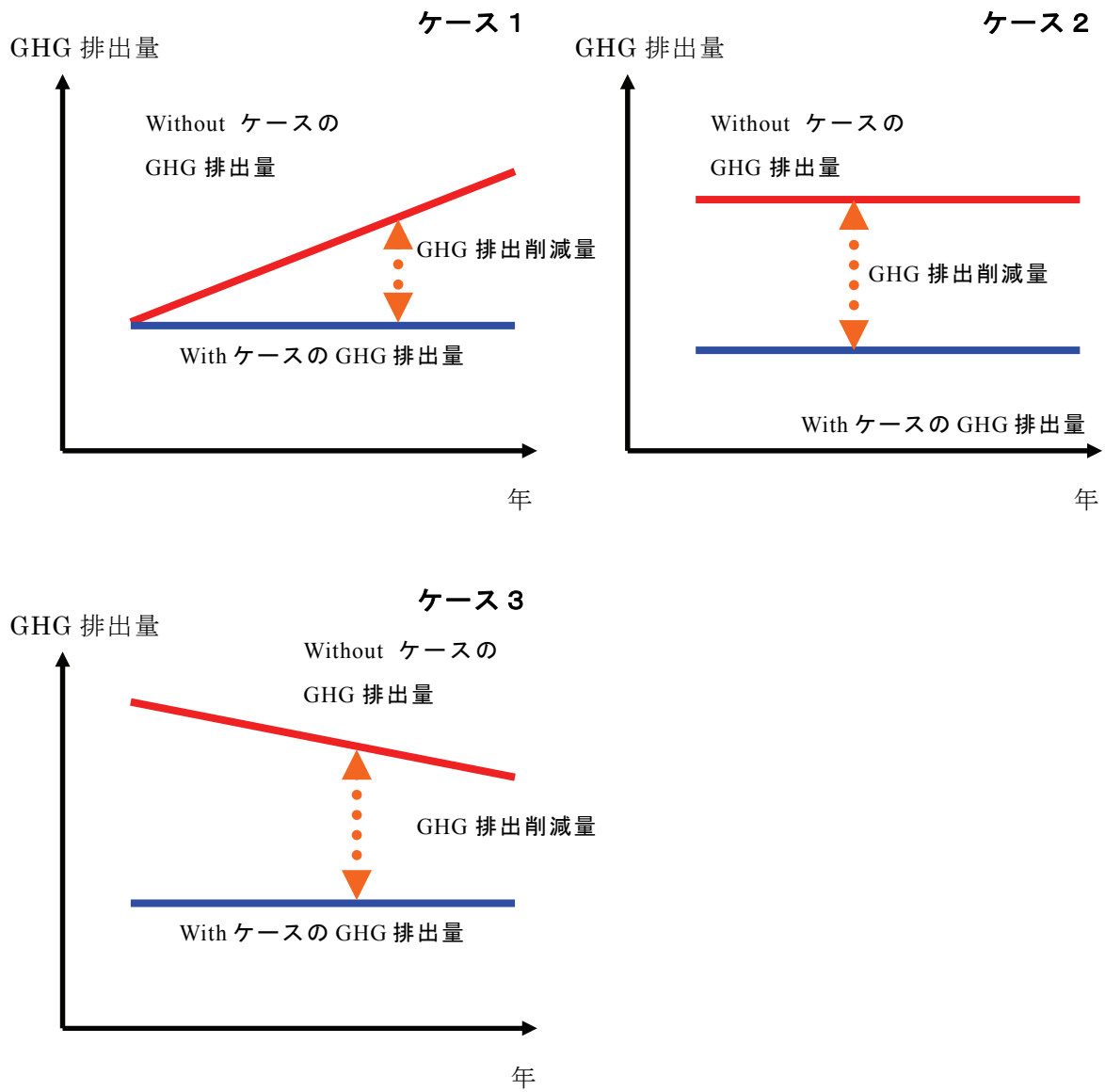


図 2.1.1 典型的な GHG 排出削減ケース

2.2 これまでの JICA の取り組み

2008 年 10 月に技術協力と無償資金協力の一部を担当する旧 JICA（（独）国際協力機構）と有償資金協力（円借款）を担当する旧 JBIC（国際協力銀行）が統合された。それ以前は、両機関が独自に GHG 定量化に関する取り組みを行ってきた。

(1) 旧 JICA の取り組み

旧 JICA が行ってきた開発調査や技術協力プロジェクト等では、統一的に GHG 削減量を定量化することは行われてきていなかったが、自主的にプロジェクトの中で GHG 削減量を定量化したのものもあった（例えば、タイ国酸性雨対策戦略調査（開発調査））。

その後、2005 年 2 月に京都議定書が発効して、京都メカニズムの一つである CDM（クリーン開発メカニズム）プロジェクトが徐々に活発化していくに従い、JICA は気候変動対策に関連した援助研究を行ってきた。

特に CDM は京都メカニズムの中でも、先進国と開発途上国が共同でプロジェクトを実施することによって排出削減クレジット（CER）を獲得することと共に、「開発途上国の持続可能な開発の達成」を目指すものであり、JICA の行う協力と CDM との接点があるものと考えられた。そこで、2006 年 7 月に「クリーン開発メカニズム（CDM）と JICA の協力～JICA は CDM とどのように取り組むことができるのか～」という調査研究を纏め、日本の ODA による技術協力の実施機関である JICA がどのような CDM に対して関与・貢献できるのかという可能性・方向性を検討した。その結果、JICA は「CDM のファシリテーター」であり、具体的なアプローチとしては、①対象国関係者の能力強化支援を通じた環境整備・円滑化と②通常の協力案件における CDM 配慮の観点の導入の 2 点に集約されるとした。

気候変動対策としては、GHG の排出を削減して大気中の GHG 濃度を安定させる「緩和策」と、気候の変動やそれに伴う気温・海面の上昇などに対して社会・経済システムを調節することで、その影響を軽減しようとする「適応策」に分類される。

GHG 排出削減等の早急な対策を推進したとしても、気候変動の進行を即座に食い止めることは難しく、ある程度の影響は避けられないという予測もあり、特に地球温暖化の悪影響を受けやすい開発途上国の貧困層に対する「適応策」も重要であるとの観点から、2007 年 7 月には「気候変動への適応策に関する JICA の協力のあり方」という報告書で、様々なセクターにおける適応策の可能性や方向性を取りまとめた。

一方、「緩和策」に関しては、近年、CDM プロジェクトは拡大してきたものの、その仕組みだけでは、開発途上国の持続可能な開発を推進するには限界があるこ

とが明らかになってきており、開発途上国の持続可能な開発と気候変動の緩和策の双方に同時に貢献することを目指す「コベネフィット型アプローチ」が注目されてきている。そこで JICA は 2008 年 6 月に「コベネフィット型気候変動対策と JICA の協力」という報告書を作成し、資源・エネルギー分野、森林・自然環境保全分野、環境管理分野、運輸交通分野、都市・地域開発分野、水資源・防災分野、農業開発・農村開発分野などの様々なセクターで、気候変動緩和策に貢献しうる事例を分析し、各セクターにおける気候変動緩和策の可能性を探った。その中で、気候便益の定量化、言い換えれば GHG 削減定量化に留意すべきことが述べられており、本プロジェクト研究は、一連の援助研究の延長上にあるものである。

(2) 旧 JBIC の取り組み

旧 JBIC は有償資金協力（円借款）を担当しており、インフラ整備の一部としてのソフトウェア・コンポーネントや SAF（有償資金協力促進調査）といった調査も実施するが、その主な活動はインフラ整備であり、特に近年は環境関連の円借款の比率が高くなっている。

旧 JBIC では円借款事業について PDCA サイクル（Plan→Do→Check→Action）を活用した事業評価の仕組みを構築しており、事業審査段階での「事前評価」や事業完成後 2 年時点の「事後評価」を実施している。これらの事前評価や事後評価において、GHG 削減量についても評価している事例が見られる。事前評価としては、2007 年に L/A を調印した「中国新疆ウイグル自治区地方都市環境整備事業（II）」等が、事後評価としては 2002 年に貸付完了した「タイ国電力消費効率促進事業」等が、例として挙げられる。

その様な中で、2008 年 8 月には電力セクターと運輸（都市鉄道）セクターにおける GHG 定量化について検討した以下の 2 つの報告書が作成された。

- ・「電力エネルギー分野における気候変動対策の案件形成指針調査」
- ・「都市鉄道整備に伴う CO₂ 削減効果に関する委託調査」

① 電力セクター

電力セクターにおける GHG 定量化手法では、円借款事業の特殊性を考慮しつつ、CDM 方法論（ACM0002 等）を簡略化して使用しており、本プロジェクト研究で提案する手法と概ね整合するものである。

CDM 方法論からの主な変更点は、以下の様なものである。

- ・ CDM 方法論で言うところの増設分（Building Margin）を考慮しない
- ・ 国全体を対象グリッドとする
- ・ 燃料単価が高い電源から優先的に代替する

② 運輸（都市鉄道）セクター

運輸セクターの中でも都市鉄道に絞って、鉄道整備を実施する場合（With ケース）と鉄道整備を実施しない場合（Without ケース）の差分として GHG 削減を定量化している。

鉄道施設の建設や維持管理といったライフサイクルアセスメント的な GHG 算定についても含んでいるが、主な GHG 削減は、鉄道に代替される道路交通の燃料消費削減によるものである。事業計画時点で、FS 調査等によって道路交通から鉄道利用への転換走行台キロが推計され、その推計レベルに応じた算定方法が記述されており、本プロジェクト研究で提案する手法と概ね整合するものである。

2.3 国際的な GHG 定量化の取り組み

(1) 気候変動枠組み条約における GHG 定量化手法

① IPCC 国別 GHG インベントリガイドライン

IPCC 国別 GHG インベントリガイドラインは、これまでに 1995 年、1996 年改訂、2006 年と 3 回発行され、2000 年と 2003 年に優良事例ガイダンス（Good Practice Guidance : GPG 及び GPG-LULUCF）が発行されている。京都議定書第 1 約束期間中は改訂 1996 年 IPCC 国別 GHG インベントリガイドライン（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）を使うことという COP の決定があることから、現時点では 1996 年改訂ガイドラインが主に使用されている。その意味で、1996 年改訂ガイドラインは最初に国際的に広く認められた GHG 排出量算定手法であると言える。

1996IPCC ガイドラインは、以下の 3 つの巻から成っている。

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Volume 1	Reporting Instructions
Volume 2	Workbook
Volume 3	Reference Manual

これらの中、GHG 排出量算定方法の詳細について記述しているのは Volume 3 であり、1 エネルギー、2 工業プロセス、3 溶剤その他製品の使用、4 農業、5 土地利用変化と森林、6 廃棄物の各分野を対象としている。

各分野の GHG 排出量算定方法に Tier1（簡便法）と Tier2、3（詳細法）が用意されており、Tier1（簡便法）の場合には、原則的に、デフォルト値を用いて GHG 排出量を算定することができる。Tier2 ではその国のデータを用い、Tier3 ではモデルや GIS 等を利用して算定する。

本来、このガイドラインの目的は国全体の GHG 排出量を算定することであるが、その方法に準じてプロジェクトにおける GHG 排出量を算定することができる。

前述の CDM 方法論においても GHG 定量化そのものでは、IPCC ガイドラインの排出係数等のデフォルト値が利用されることも多く、IPCC ガイドラインが国全体の GHG 排出量算定を目的としていることから、全てのセクターをカバーしている点はその特徴である。

② CDM 方法論

1997 年に京都議定書が採択されたが、その発効は 2005 年 2 月 16 日迄待たなければならなかった。その一方で、CDM プロジェクトは 2000 年以降のものについて認められていたこともあり、「HFC23 の放出ガスの燃焼」に関する CDM 方法論（AM0001）が、2003 年 7 月 29 日の第 10 回 CDM 理事会で、CDM 方法論として初めて承認された。

その後も、数多くの CDM 方法論が承認され、その数は 100 を超えている（大規模 CDM 用承認方法論 56、大規模 CDM 用統合承認方法論 14、小規模承認方法論 40 等）。CDM 方法論は、プロジェクト単位の GHG 排出量を対象としており、かつ、ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオとの間の GHG 排出削減量の算定を目指していることから、本プロジェクト研究の目的に最も適合している。

CDM プロジェクトの承認に時間がかかること等から、CDM 方法論も複雑であると捉えられがちであるが、承認プロセスで議論になる点の多くは、CDM プロジェクトとしての「追加性の証明」に関する部分であり、GHG 排出削減量の定量化の部分は論理的な手法となっているものがほとんどである。

ここで、JICA プロジェクト活動に適用できる CDM 方法論が存在するかをチェックするため、CDM 方法論の分類と JICA プロジェクト活動の分類を比較した。（表 2.3.1）。

CDM 方法論の中、再生可能エネルギー、省エネルギー、バイオマス利用、廃ガス・廃熱回収・利用、燃料転換、代替燃料、原料代替等が JICA プロジェクトの活動分類の「資源・エネルギー」プロジェクトに対応しており、その数は 70 以上にのぼる。

JICA プロジェクト分類の「環境管理」に対応する CDM 方法論の多くは、メタン排出回避とメタン回収・利用が主であり、環境管理プロジェクトの中でも廃棄物分野もしくは一部、水環境分野に適用できると考えられる。また、省エネルギー、代替燃料やバイオマス利用等の方法論についても適用可能な場合が想定される。

JICA プロジェクト分類の「農業・農村開発」や「都市・地域開発」についても資源・エネルギーとともに開発されており、再生可能エネルギー、省エネルギーや

バイオマス利用等の方法論が適用できる可能性がある。

その一方で、「運輸交通」は、対応する方法論が限られており、「水資源・防災」や「森林・自然環境保全」は、直接、対応するものが無いのが現状である。

表 2.3.1 CDM プロジェクトと JICA プロジェクトの分類

一般的な CDM プロジェクト活動の分類	JICA プロジェクト活動の分類
メタン回収、利用	森林・自然環境保全
メタン排出回避	環境管理
廃ガス・廃熱回収、利用	資源・エネルギー
燃料転換	運輸交通
代替燃料	都市・地域開発
原料代替	水資源・防災
再生可能エネルギー	農業・農村開発
省エネ	
バイオマス利用	
HFC 排出削減	
N ₂ O 排出削減	
PFC 排出削減	
SF6 排出削減	
バイオ燃料	
交通	

(2) 様々な GHG 定量化手法

① GEF

GEF は、2008 年 4 月、GHG 排出削減定量化に関するマニュアル（GEF マニュアル）を作成した。次節で記述している「技術協力プロジェクトにおける定量化の考え方」における直接削減／間接削減の考え方についても、このマニュアルの考え方を参考にしている。このマニュアルは、GTZ の GHG ガイドライン作成の際にも参考にされており、また、世界銀行も CDM プロジェクト以外については、このマニュアルに従うとしている。

GEF プロジェクトでは、GHG 削減を以下の 3 つの種類に分類している。

GHG 直接削減とは、プロジェクト実施管理期間中に行われた投資に起因する GHG 削減である。

プロジェクト後 GHG 直接削減とは、プロジェクトによって設立された金融メカニズムによって、プロジェクト後に生じる GHG 削減である。例えば、プロジェクトによって Revolving Fund が設立され、その融資が回収されて再投資されることに

よって GHG 削減が生じる様な場合である。これらの直接削減を算定する手法は CDM に類似した方法を取っている。

GHG 間接削減は、ボトムアップアプローチとトップダウンアプローチのどちらかによって推計される。ボトムアップアプローチでは、プロジェクト期間中に成功した投資がプロジェクト終了後に再現されることを想定して、GHG 削減量を推計する。トップダウンアプローチでは、そのプロジェクトの技術による GHG 削減量の潜在的最大量を推計した後に、プロジェクト終了後 10 年間に、GEF プロジェクトの影響の程度を勘案して、GHG 削減量を推計する。

また、GEF には「incremental cost」（追加費用）という考え方があり、ある国の便益のみならず地球環境への便益を考えるために追加的にかかる費用を Grant（無償資金）で補うとしており、追加費用を計算する簡便なガイドラインが開発されているところである。

② GTZ

GTZ は、GHG ガイドライン案（Mitigating Climate Change with Energy-related TC Projects – Guidelines for Calculating GHG Emission Impact）を作成中である。

同案中の Part A ではプロジェクトに付随した排出量（例えば、現地調査への往復のフライトによる GHG 排出量等）を算定しており、Part B に記載されているプロジェクトによる GHG 削減効果については、直接削減と間接削減（政策提言等）とに分けている。

GTZ がこの GHG ガイドライン案を作成した目的は、GHG 削減クレジットの取得ではなく、両方（Part A, B）の部分の影響を見積り、個々のプロジェクトのマネージャーに過度の負担を強いることなく、透明性のある方法でこれらの数値を見積もるガイドラインを提供することである。

Part B のアプローチでは、まず、プロジェクト調査に基づいて、指標やベースラインを同定し、そこで同定された指標を CDM 方法論、2006IPCC ガイドラインやプロジェクトで開発した適切な方法によって、GHG 排出量に換算する。さらに、排出係数は、CDM/JI プロジェクトの PDD、CDM の電力排出係数作成ツールや 2006IPCC ガイドラインを参照する。対象期間は、プロジェクトの継続期間の一部を除き、一律 10 年としている。

GHG ガイドライン案では、AURA という GTZ のプロジェクト実施の方針で設定されている指標（Indicator）によっては、GHG 定量化は指標を GHG 削減量に換算するだけであるとしている。つまり、プロジェクト計画時点で、例えば、石炭使用量の削減プロジェクトであれば、プロジェクトで石炭 100 万トン削減を目標にするといった定量的な指標を掲げている場合があるということである。さらに、プロジェクト実施期間中を含めて、モニタリングを行い、その目標が達成されてい

るかどうかを確認するとしている。

また、GHG ガイドライン案のケーススタディでは、太陽光発電（Photovoltaic：PV）の普及プロジェクトを開始する前に、年間に PV がどのくらいの面積で増加していくかというベースラインを設定しておき、プロジェクトを開始した後は、実際の新設 PV 面積からベースライン PV 面積を差し引いたものから GHG 削減量を推計している。

③ 世界銀行

1994 年頃には、世界銀行等により GHG 排出量定量化に関する文書が作成され、GHG 排出量・削減量の算定が行われており、1998 年には Greenhouse Gas Assessment Handbook を発行してプロジェクト準備段階において簡易に GHG 排出量を算定することとした。

この世界銀行のハンドブックにおける算定方法は、IPCC 国別 GHG インベントリガイドライン（1995 年版）の手法・データに準じていたが、元々、IPCC のガイドラインは、国別の GHG 排出量を算定する目的で作成されたものであったので、そのデータや GHG 排出量算定の手法を個別のプロジェクトに流用する形で用いていた。

世界銀行は CDM 獲得を目指すプロジェクトは CDM 方法論を適用し、それ以外については GEF マニュアルを使うとしている。

また、世銀が何らかの形で関わっている CDM 方法論は A/R-CDM で 8 件、それ以外で 19 件であり、それぞれ 4 件ずつが 2009 年 3 月 1 日時点で登録されており、CDM 方法論を使つての CDM プロジェクトに注力している。AR-CDM 以外では、供給側、配電、工業等における省エネルギー関連の方法論が 10 件と多くなっている。

④ その他

- USAID は、エネルギー分野と森林分野の GHG 定量化手法を、簡易版と詳細版とに分けて公開している。簡易版は森林増加面積や燃料削減量を入力すれば、地域・活動別の排出係数が用意されていて、GHG 削減量が算定されるという計算機である。詳細版は、GHG プロトコルや TARAM マニュアルを参照している。
- アジア開発銀行は、基本的に CDM の可能性のあるプロジェクトに限って GHG 削減を算定する。
- GHG プロトコルでは、特定の制度によらず、GHG 定量化の方法論を分析している。特定の制度によらないことから、CDM 方法論とは評価のレベルが異なるものと考えられる。

- VER（Voluntary Emission Reduction）の中で最も信頼性の高いと言われる Gold Standard では独自に方法論を承認しているが、既に承認されている方法論はごみ処理機と料理用ストーブの2つだけである。
- ISO14064 は GHG 定量化の関連する枠組を決めたものであり、具体的な定量化手法を提示している訳ではない。
- イギリスの Defra は国内で行う排出権取引制度における GHG 排出量算定手法を定めているが、イギリス国内で適用するものであり、国内の電力排出係数等を利用している。EU ETS についても、モニタリングと報告のガイドラインを定めている。
- UNEP でも 2000 年に GHG 排出量算定のガイドラインを作成しており、エネルギー、交通や工業プロセスからの GHG 排出量の算定方法及び一部のデフォルト排出係数を掲載している。
- 日本国内においては、環境省の行う自主参加型国内排出権取引制度（J-VETS）やオフセットクレジット（J-VER）、経産省の行う国内 CDM（国内排出削減量認証制度）等で GHG 定量化手法が提案されている。
- 「カーボンオフセット」との関連で、国内外で様々な機関や団体が Carbon Calculator を提供しており、イギリスの Defra を初めとして、Carbon Footprint 社、Carbonfund（NGO）、航空会社、自動車メーカー等が挙げられる。
- AFD Carbon Footprint は、プロジェクトからの GHG 排出量の初期評価のために、考案されたもので、「開発プロジェクトにおける GHG 排出解析ツール」と「気候変動の影響による後世の脆弱性の解析ツール」の2つのツールからなっている。

(3) なぜ CDM と IPCC なのか

上記（2）で述べたとおり、様々な機関において GHG の排出量、削減量の定量化の取組みが行われているが、それぞれ算定対象とする範囲、前提条件、計算手法等が異なっている。

その中で、プロジェクトベースで GHG 削減量を算定している手法として最も国際的に普及しているものが CDM 方法論である。CDM 方法論を使用する CDM プロジェクトの登録数は 1500 件を超えており、実際の登録プロジェクトの多さ、つまりケーススタディの多さが際立っている。しかも、CDM 方法論は、CDM 理事会に登録される過程で、公開の場で議論されていることから、透明性・説明性の点で信頼性が高い。なお、JICA プロジェクト分類の中で、対応する CDM 方法論の限られている「運輸交通」や、直接、対応する CDM 方法論が無いと考えられる「水資源・防災」や「森林・自然環境保全」についても、CDM 方法論の一部または IPCC

ガイドライン等を適用することで、GHG 定量化は可能である。

一方で、CDM 方法論は実際の CDM プロジェクトの認証を目的として開発・承認されるため、CDM プロジェクトのニーズがない分野の方法論の開発は行われなかった分野偏在性や、CDM 方法論の承認までに多くの時間とコストがかかるといった課題も挙げられている。

プロジェクトレベルではなく国家レベルでの GHG 排出量を算定するものとしては、IPCC ガイドラインが最も広く活用されている。IPCC ガイドラインは、国別 GHG 排出量を算定することを目的としているため、IPCC ガイドラインそのものにはベースラインシナリオを想定するプロセスは含まれていないが、その算定手法は国全体の GHG 排出量を算定するためにほぼ全分野を網羅している。また、データの入手可能性や対象活動の状況などに対応できるように、算定方法において、最も簡素な Tier 1 から複雑な Tier 3 までの選択枝が提供されている。

CDM プロジェクトについては、追加性の証明の難しさから方法論そのものが「難しい」という印象がもたれているが GHG 削減量の算定手法そのものは簡易な手法を用いており、分野偏在性については IPCC ガイドラインと併用することによりある程度解消できると考えられる。

多くの GHG 定量化手法も CDM 方法論や IPCC ガイドラインを参考していることから、本プロジェクト研究では CDM 方法論と IPCC ガイドラインに準拠して GHG 定量化を行うこととした。

表 2.3.2 GHG 定量化手法の比較

	GHG 定量化手法	特徴等
1	IPCC ガイドライン	国別の GHG 定量化手法であり、全分野をカバー。
2	CDM 方法論	プロジェクト単位の GHG 削減定量化手法であり、登録プロジェクト数が圧倒的に多く、信頼性が高い。
3	GEF マニュアル	CDM に類似した GHG 定量化手法を採用。
4	GTZ ガイドライン	CDM 方法論、IPCC ガイドラインを主に採用。
5	世界銀行	CDM プロジェクトは CDM 方法論を、それ以外のプロジェクトは GEF マニュアルに準拠。
6	USAID	簡易版は計算機機能、詳細版は GHG プロトコルと TARAM マニュアルを採用。
7	アジア開発銀行	CDM プロジェクトは CDM 方法論を採用。
8	GHG プロトコル	特定の制度によらない GHG 定量化手法。
9	Gold Standard	独自の GHG 定量化手法。
10	ISO14065	GHG 定量化手法の枠組を規定。

2.4 技術協力における定量化の考え方

(1) 定量化の背景

前述のとおり、様々な援助機関において GHG 定量化の取組みが行われているが、援助機関の多くは、技術協力に関する GHG 定量化の手法を未だ開発していない状況で、唯一、GEF が省エネルギー・再生可能エネルギーに関するマニュアルを 2008 年 4 月に作成したのみである。GTZ は、GEF マニュアルをベースにしたガイドライン（省エネルギー・再生可能エネルギー）を現在作成中である。

まさに今、各援助機関が GHG 削減定量化のマニュアル・ガイドラインを作成しつつあるところであるが、もっとも定量化の容易な「省エネルギー・再生可能エネルギー」セクターから取り組みを始めているという段階である。

(2) 定量化に関する考察

① 直接／間接削減

「どの範囲までの削減効果を、プロジェクトを実施したことによる削減効果としてカウントするか」については、他の援助機関等においても検討が行われているが、多くの場合プロジェクト対象地域での、プロジェクト期間中の、プロジェクト内の活動による直接的な削減効果（技術協力プロジェクトのプロジェクト目標レベル）に加えて、波及効果（プロジェクト対象地域外、プロジェクト終了以降等の波及効果、技術協力プロジェクトの上記目標レベル）も「間接的な削減効果」として直接的な効果と合わせてプロジェクトの削減効果にカウントしている。

例えば、GEF マニュアルでは、あるプロジェクト中で実際にパイロット・プロジェクトやデモンストレーション・プロジェクトを行い、例えば、実証プラントを稼働させた結果、生じた GHG 削減量を「直接削減（Direct GHG Reduction）」として、それ以外（例えば GEF プロジェクトの成果を活用した途上国の自発的な活動による削減量等）は、「間接削減（Indirect GHG Reduction）」としている。

JICA の技術協力事業は途上国側のキャパシティディベロップメントや技術移転を目的としているため、直接的な削減効果については、プロジェクトの中で実施される、例えば、植林、無収水対策等のパイロット・プロジェクトによるもの等限られたものとなる。むしろ、移転された技術を活用して途上国側が（プロジェクト終了後）自助努力で展開した活動による間接的削減効果の割合が大きく、こうした効果も「技術協力事業を実施したことによる削減」インパクトとしてカウントすることが必要である。

無収水対策の技術協力プロジェクトを例にとると、プロジェクト期間中にあるエ

リアをパイロットサイトとして無収水対策のパイロットプロジェクトを実施した場合、「パイロットプロジェクトによる無収水削減量×単位給水量当りの電気使用量×電力 GHG 排出係数」が「直接効果」としてカウントされる。プロジェクト終了後（もしくはプロジェクト実施中）にパイロットサイト以外の地域において、プロジェクトで移転された無収水対策技術を活用して無収水量の削減が行われた場合その事業による削減効果が「間接効果」となる。

現時点で、間接的削減効果の定量化について詳細に検討し、暫定的ではあるものの統一的な算定手法を提案しているものは GEF マニュアルのみであり、GTZ については GEF マニュアルを基にした暫定版を作成中である。

GEF マニュアルで間接削減を推計する手法は、直接削減に基づいたものである。

「直接削減」は、CDM 方法論等の既存の算定手法を用いて、エネルギー削減量に GHG 排出係数を掛けて算出され、「間接削減」は、「直接削減」、つまりパイロット・プロジェクトでの削減量に、ある拡大係数、例えば普及度等を掛けることによって算出される。

本ガイドブックでは、GEF マニュアル等を参考に、スキーム別（技術協力プロジェクト、開発調査プロジェクト）に直接効果、間接効果の考え方について検討を行った。その検討結果を以下に示す。なお以下の内容は直接効果、間接効果の算定手法の考え方の1つを示したものであり、JICA 全体の統一的な算定手法として提案するものではない。本ガイドブックでの考え方を元に適宜さらなる詳細な検討が必要であることに留意いただきたい。

② 開発調査プロジェクト

開発調査プロジェクトでは、実施期間中にパイロット・プロジェクト、デモンストレーション・プロジェクトや実証プラントの建設・稼働等により実現した GHG 排出削減を「JICA 技術協力事業により実現した削減量（直接削減）」として算定するとともに、開発調査プロジェクトで策定するマスタープランで提案された活動の目標値の達成によって削減が期待される量を「削減期待量」とする。

削減期待量の中で、無償資金協力、有償資金協力等の資金援助や日本の技術支援によって実現した活動（準好気性の廃棄物最終処分場の建設等）による削減量を「直接削減」とし、途上国の自助努力、他ドナーによる削減量が「間接削減」となる。

例えば、開発調査プロジェクトで廃棄物総合管理計画（マスタープラン）を策定する場合を考える。

マスタープランが策定された際に、その中の収集改善、3R の推進、最終処分場の

改善等 GHG 削減に貢献しうる活動の目標値が全て達成されたと仮定し、削減期待量を算定する。

開発調査プロジェクトで策定した計画の実施段階において、FS（Feasibility Study）や DD（Detailed Design）などが実施され、最終的に日本政府資金や日本の技術支援によって、例えば、準好気性廃棄物最終処分場が建設・稼働し、その効果が定量的にモニタリングされた場合、この最終処分場によって削減された GHG 削減を「プロジェクトを実施したことによる削減量（直接削減）」として算定することが可能となる。

また、他ドナーや途上国の自助努力で、同じように開発調査プロジェクトで提案されている活動（最終処分場の建設、より効率的なごみ収集システムの導入、コンポスト等リサイクルの導入）が実現され、その効果が定量的にモニタリングされた場合、その活動による GHG 削減を「プロジェクトを実施したことによる削減量（間接削減）」として算定する。

表 2.4.1 開発調査プロジェクトにおける GHG 排出削減量

事前調査	開発調査実施時 (計画策定時)	開発調査実施時 (パイロットプロジェクト 終了後)	計画の実施段階	備考
	削減期待量			マスタープラン で提案された活 動の目標値の達 成によって削減 が期待される量
		JICA 技術協力事業 により、実現した削 減量（直接削減） （パイロット・ プロジェクト等）	プロジェクトを 実施したことよ る削減量 （直接削減） （インフラ本体 の実施による）	JICA プロジェク ト中で実施した、 もしくは、日本の 政府資金・技術支 援があるもの
			プロジェクトを 実施したことよ る削減量 （間接削減） （インフラ本体 の実施による）	他ドナー、現地政 府資金や自助努 力によるもの

注) 直接、間接削減量を算定するためには、モニタリングが必要である。

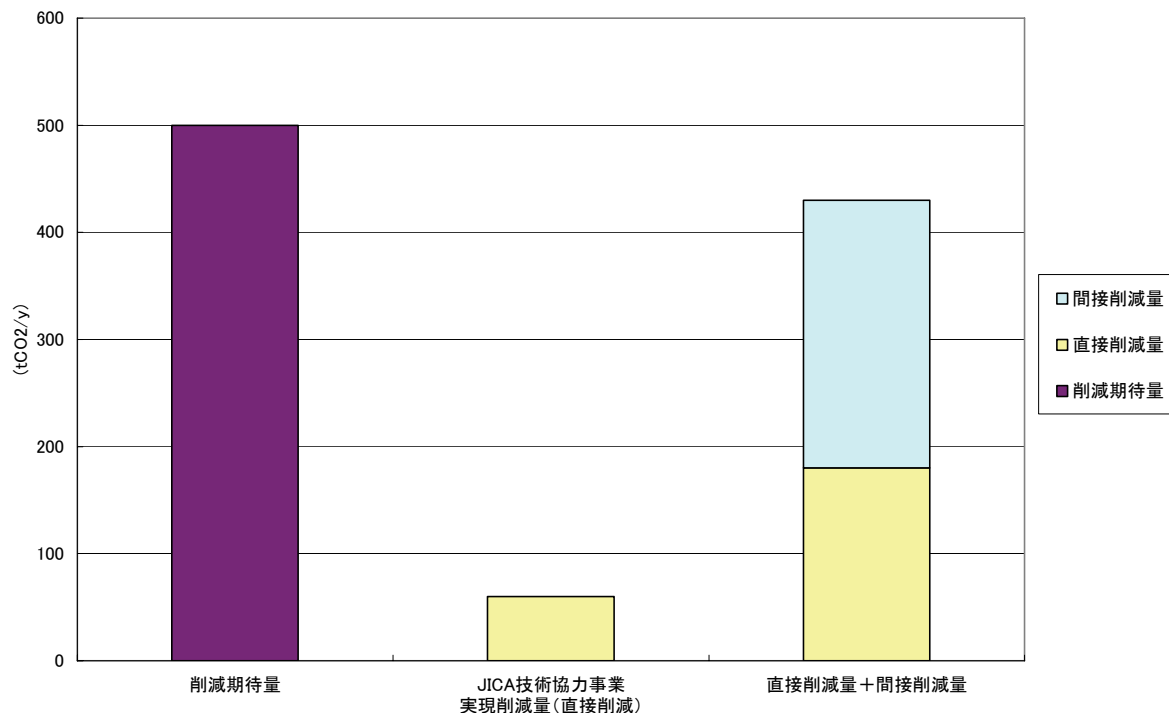


図 2.4.1 開発調査プロジェクトにおける GHG 排出削減量

③ 技術協力プロジェクト

技術協力プロジェクトの場合、プロジェクト終了後に途上国側で移転された技術を活用し、自立発展的に活動を広げていく「自立発展性」の観点が必要であるため、プロジェクト開始時に、プロジェクトの活動によって実現が期待される「削減期待量」に加えて、プロジェクトをきっかけとして、その国、地域あるいはセクターにおいて削減できるポテンシャルを「削減ポテンシャル」として整理する。

例えば、ある国の省エネルギーセンターにおける省エネルギー研修能力強化プロジェクトを例として考える。

ある国もしくはプロジェクトで対象としている地域、セクターにおいてエネルギー効率改善の目標値（たとえば、10%の省エネルギーを達成する等）を設定している場合、その目標値を活用して「削減ポテンシャル」を算定する。

削減期待量は、プロジェクト目標で定められている指標（たとえば、プロジェクト終了時までには 100 人に対し省エネルギー研修を実施する）を活用し、プロジェクト終了時までには省エネルギー研修を受講した研修員全員が所属先の工場等に戻り、研修の中で学んだ省エネルギー活動を行ったと仮定した場合の省エネルギー量を算出する。省エネルギー量にエネルギー単位の GHG 削減量を乗じて「削減期待量」を算出する。なお、ここで算出する期待量は、指標が達成されると仮

定した場合の期待量であり、プロジェクト終了時に実際に研修した人数を元に、削減期待量を更新する必要がある。

プロジェクト期間中に研修に加えて、研修能力の更なる強化を目的とし、ある工場や企業で実際の省エネルギー活動をパイロットプロジェクトとして実施した場合、その活動によって削減されたエネルギー量に由来する GHG 削減量を「JICA 技術協力事業 により実現した削減量（直接削減）」としてカウントできる。

開発調査プロジェクトと同様に、削減期待量の中で無償資金協力による省エネルギー機器の導入等日本の政府の資金、技術支援で実現した活動による削減量を「プロジェクトを実施したことによる削減量（直接削減）」とし、他ドナー及び途上国の自助努力によるものを「プロジェクトを実施したことによる削減量（間接削減）」とする。

表 2.4.2 技術協力プロジェクトにおける GHG 排出削減量

事前評価	技術協力プロジェクト 詳細計画策定時 (プロジェクト目標 策定時)	技術協力プロジェクト 実施	技術協力プロジェクト 終了数年後	備考
ポテンシャル 削減量	→→→	→→→	→→→	プロジェクトをきっかけとして、その国、地域、セクターで削減できうる量
	削減期待量	JICA 技術協力事業 により 実現した削減量 (直接削減)	プロジェクトを実施したことによる削減量（直接削減） (円借款、無償、技プロの実施)	JICA プロジェクト中で実施した、もしくは、日本の政府資金・技術支援があるもの
			プロジェクトを実施したことによる削減量（間接削減） (他ドナー、現地政府への波及効果)	他ドナー、現地政府資金や自助努力によるもの

注) 直接、間接削減量を算定するためには、モニタリングが必要である。

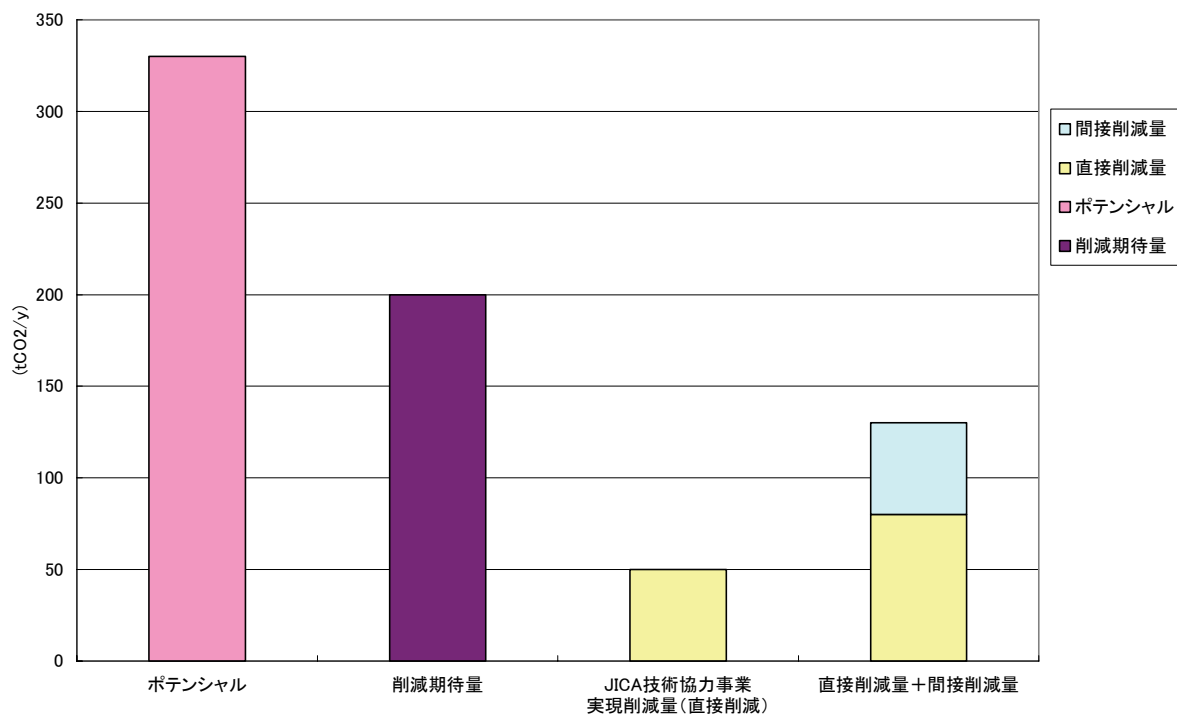


図 2.4.2 技術協力プロジェクトにおける GHG 排出削減量

第3章 分野別定量化手法ガイドブック

3.1 資源・エネルギー

3.1.1 本分野の前提事項

資源・エネルギー分野における JICA の技術協力事業としては、開発調査が主体となっているため、パイロットプロジェクトを除いて直接的な GHG 排出削減を行う事業は少ない。しかし、昨今の事業では、省エネルギーや再生可能エネルギー分野のプロジェクトの増加傾向がみられるので、本分野の GHG 排出削減定量化においては、以下のような3分野の GHG 削減活動に着目した。

- 1) 省エネルギー
- 2) 再生可能エネルギー
- 3) エネルギー効率改善

1) 省エネルギー

省エネ制度構築を中心とした省エネに関する技術協力では、GHG 削減活動の対象を明確することは容易ではない。そのため、直接的な GHG 削減活動としては、省エネ活動の実施を前提とし、当該対象実施現場での省エネ活動によるエネルギーあるいは電力量の削減を定量化するものとする。

2) 再生可能エネルギー

太陽光、地熱、小水力、風力等、何れの再生可能エネルギーに関してもプロジェクトの GHG 排出量(PE)はゼロとカウントすることを前提とする。また、電力 CO₂ 排出係数の算定においては、再生可能エネルギー利用の発電設備建設が影響を及ぼす¹計画中の発電所群はないと仮定し、基本的にはビルド・マージン(BM)は考慮しないこととする。本件は、電力エネルギー分野において旧 JBIC 実施の GHG 排出量抑制効果の試算での前提条件と同様な考え方である。² また、地熱発電導入において、発電時ガス中に含有して排出される CH₄ や N₂O に関しても、十分に無視しうるレベルで少量であることが想定されるため、考慮しないこととする。

3) エネルギー効率改善

発電機やボイラーの修復・改善プロジェクトでは、エネルギー効率改善対策前後の GHG 排出量をモニタリングすることによって、データ化することを前提とする。

¹ 「影響を及ぼす」とは、再生可能エネルギー利用による発電設備建設により、例えば新規建設計画中の石炭火力発電所の建設が中止される等の影響を意味する。

² 国際協力銀行「電力エネルギー分野における気候変動対策の案件形成指針調査」最終報告書、平成 20 年 8 月参照

3.1.2 本分野の手法概観

1) 省エネルギー

GHG 削減量(ER)は、省エネ活動を実施しない場合のエネルギー発生量(電力量)の GHG 排出量(BE)から省エネ活動による GHG 排出量 PE を差し引いたものである。

$$ER = BE - PE$$

2) 再生可能エネルギー

GHG 削減量 ER は、系統連系・非連系を問わず再生可能エネルギーによるプロジェクト活動の GHG 排出量をゼロとするため($PE = 0$)、 $ER = BE$ 、すなわち再生可能エネルギー発電によって代替された電力量からの GHG 排出量となる。

3) エネルギー効率改善

基本的には発電機やボイラー等のエネルギー生産装置の効率を修復・改善することで、燃料消費量(FC (あるいは電力消費量 EL))や装置の CO_2 排出係数(EF)を減らし、結果的に GHG 排出削減を実現することである。したがって、プロジェクト活動前後の GHG 排出量は以下ようになる。

$$BE = FC_{BL}(\text{or } EL_{BL}) \times EF_{BL} \text{ あるいは } PE = FC_{PJ}(\text{or } EL_{PJ}) \times EF_{PJ}^3$$

ここで、本分野での GHG 削減量 ER は、

$$ER = BE - PE$$

となり、条件としては $FC_{BL}(\text{or } EL_{BL}) \geq FC_{PJ}(\text{or } EL_{PJ})$ あるいは $EF_{BL} \geq EF_{PJ}$ となる。

4) 共通項

電力使用(消費)に係る GHG 排出量： 電力消費量 EL × 電力 CO_2 排出係数 EF

燃料使用(消費)に係る GHG 排出量： 燃料消費量 FC × 燃料 CO_2 排出係数 EF

以上の電力 CO_2 排出係数及び燃料 CO_2 排出係数は、**Annex 1** 及び **Annex 2** を参照のこと。

³ 添字の BL 及び PJ はそれぞれベースライン(BL)及びプロジェクト(PJ)を意味する。

3.1.3 JICA プロジェクトと GHG 削減活動

表 3.1.1(1)から表 3.1.1(3)にあるプロジェクト例は「コベネフィッツ型気候変動対策と JICA の協力」において GHG 削減効果があるとされたプロジェクトおよび GHG 排出に対する緩和策として JICA が指定したプロジェクトを整理したものであり、JICA プロジェクトのすべてを取りまとめたものではない。

JICA で実施している技術協力においては、表 3.1.1(1)から表 3.1.1(3)に整理されているコンポーネント以外の GHG 削減活動を実施しているプロジェクトもあることを申し添える。

表 3.1.1(1) GHG 削減活動のコンポーネント一覧(省エネルギー)

プロジェクトの種類	GHG 削減コンポーネント				
	省エネ制度構築	省エネルギーセンター設立	省エネ診断	省エネ研修	普及啓発
省エネルギー普及促進	○	○	○	○	○
省エネルギーマスタープラン	○				
エネルギー管理導入	○				
省エネルギーセンタープロジェクト	○	○	○	○	○

表 3.1.1(2) GHG 削減活動のコンポーネント一覧(再生可能エネルギー)

プロジェクトの種類	GHG 削減コンポーネント	
	太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電 系統連系	太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電 系統非連系
再生可能エネルギーによるマスタープラン	○	○
地方電化計画	○	○

表 3.1.1(3) GHG 削減活動のコンポーネント一覧(エネルギー効率改善)

プロジェクトの種類	GHG 削減コンポーネント			
	発電機の修復・改善	プラント熱効率改善	送配電網電力損失低減	大規模石炭発電導入
発電機改修計画	○	○		
発電所改修計画	○			
送配電網電力損失低減計画			○	
大規模石炭発電導入計画				○

3.1.4 GHG 削減活動別の削減シナリオと定量化手法

資源・エネルギー分野は、①省エネルギー、②再生可能エネルギー、③エネルギー効率改善の3種類の活動が行なわれた。

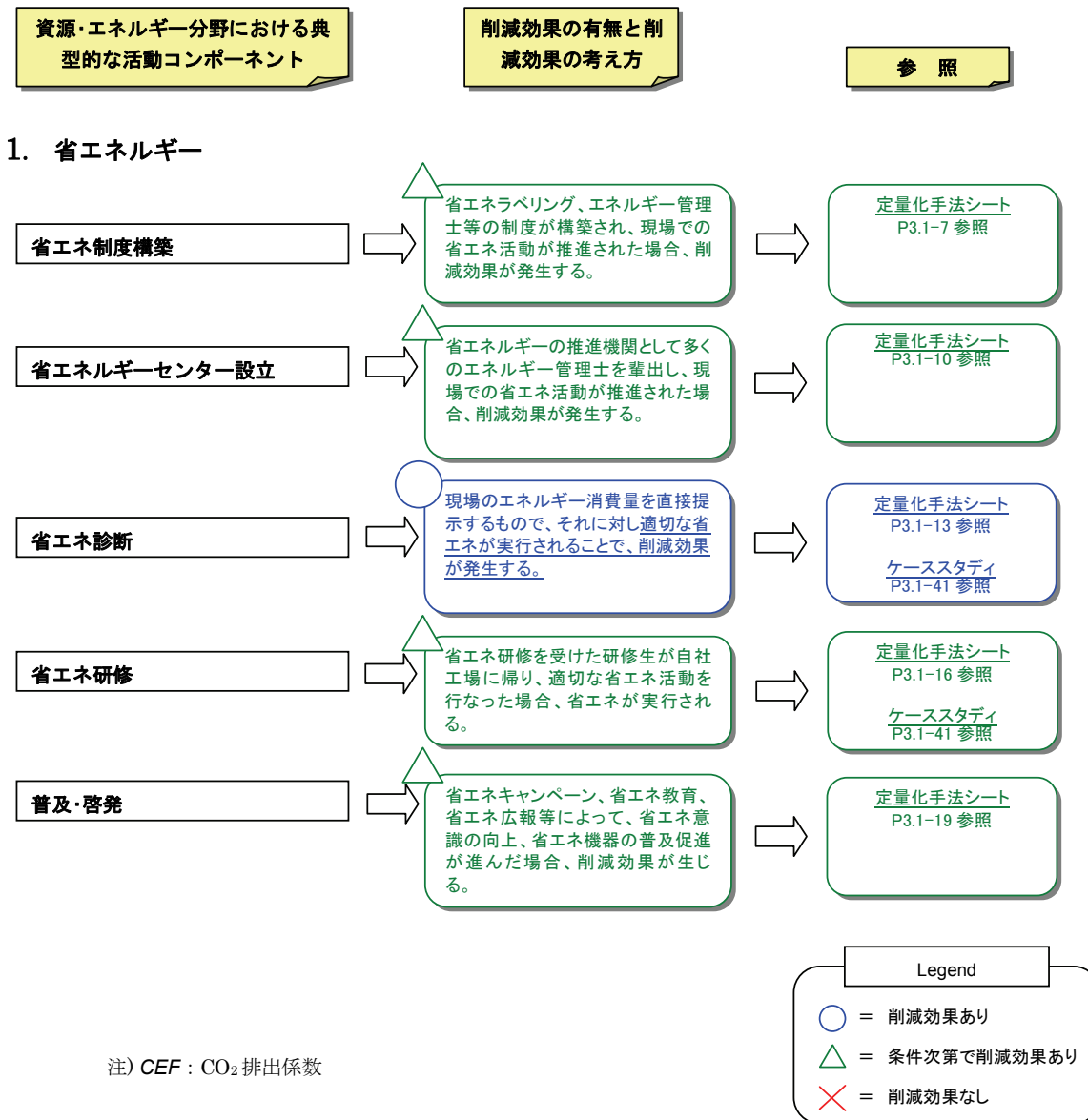


図 3.1.1 各コンポーネントの定量可能性検討 (省エネルギー)

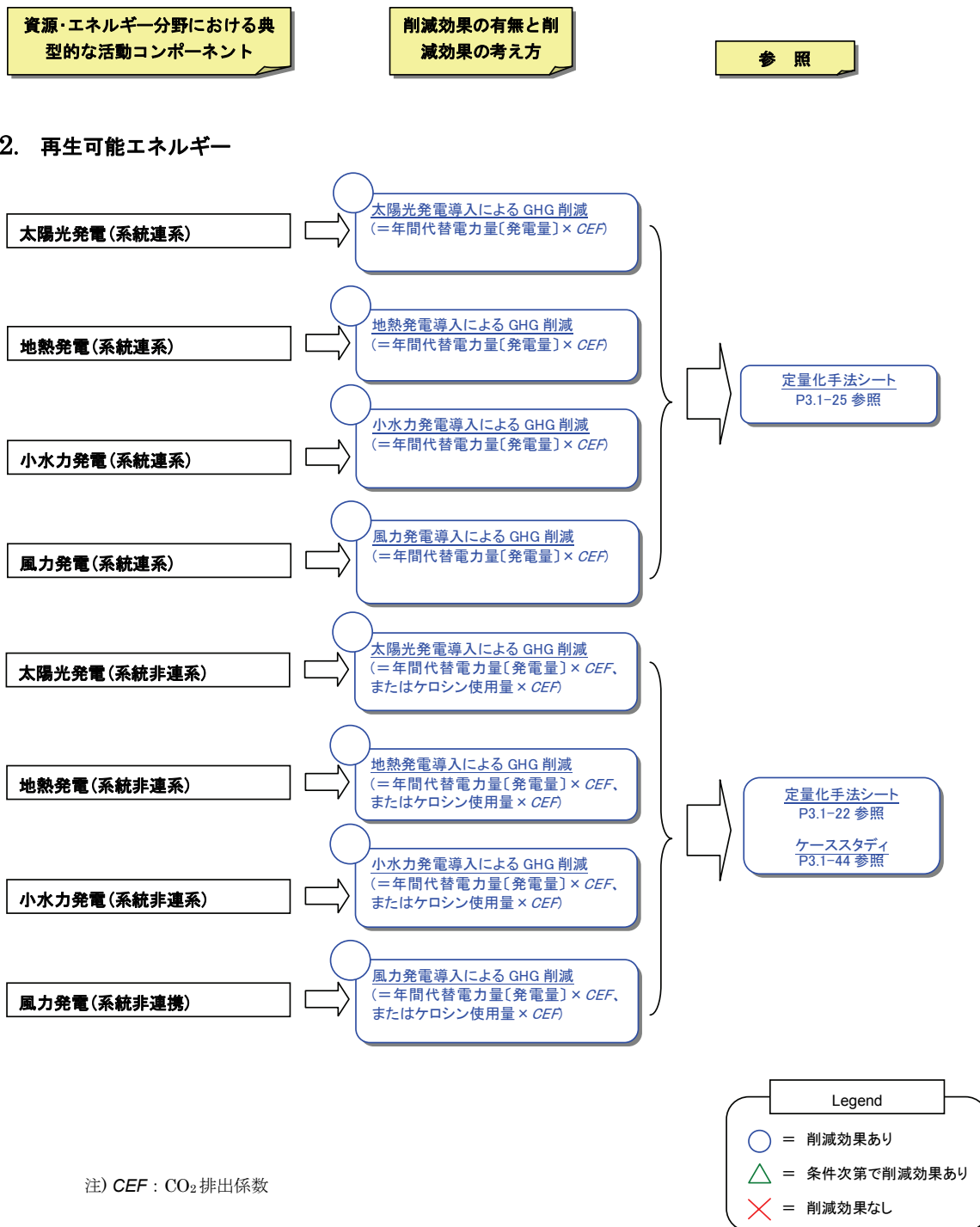


図 3.1.2 各コンポーネントの定量可能性検討 (再生可能エネルギー)

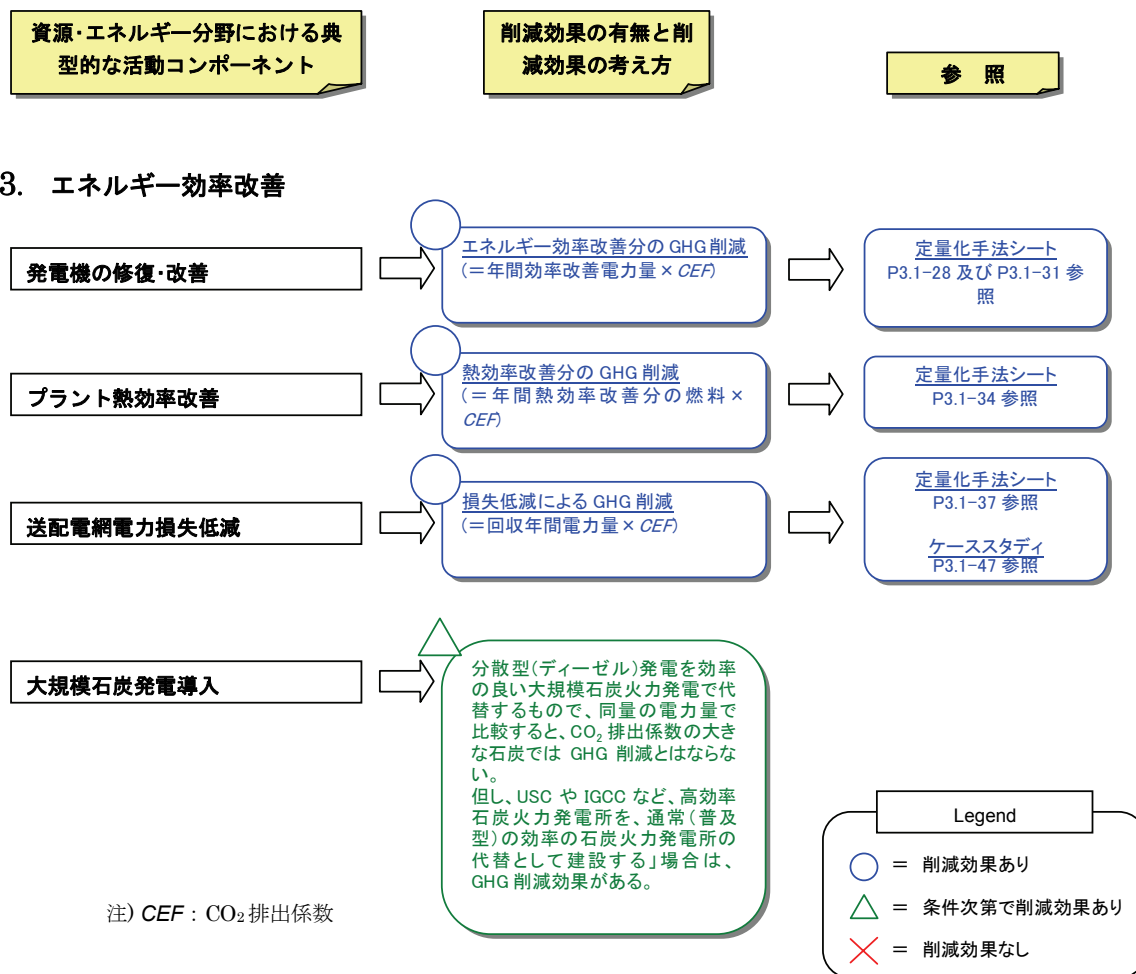
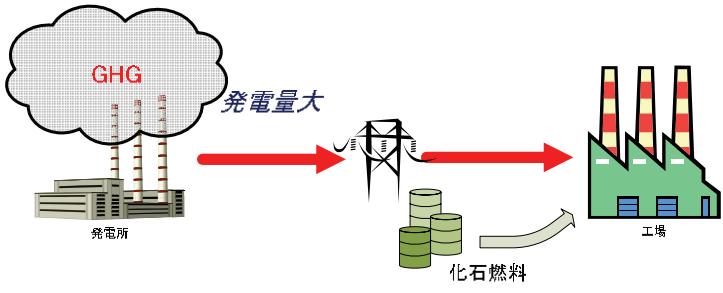
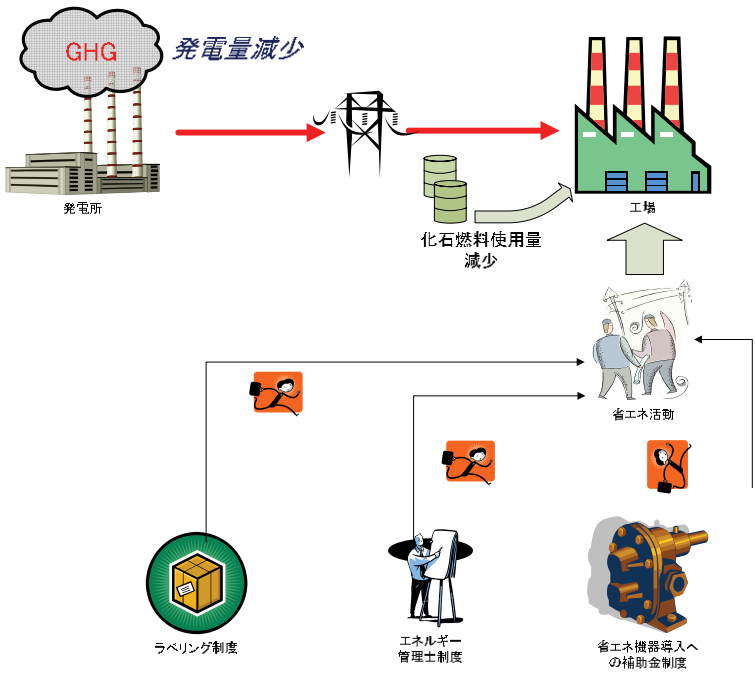


図 3.1.3 各コンポーネントの定量可能性検討 (エネルギー効率改善)

定量化手法シート

省エネ制度構築

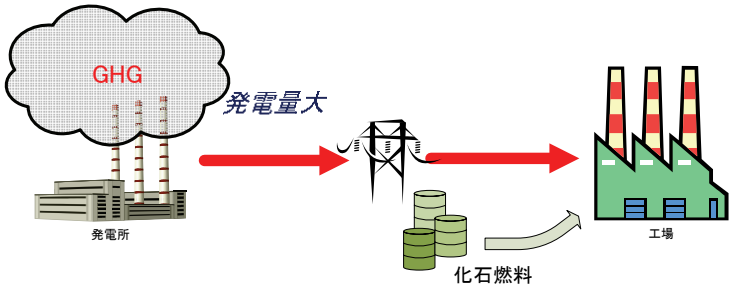
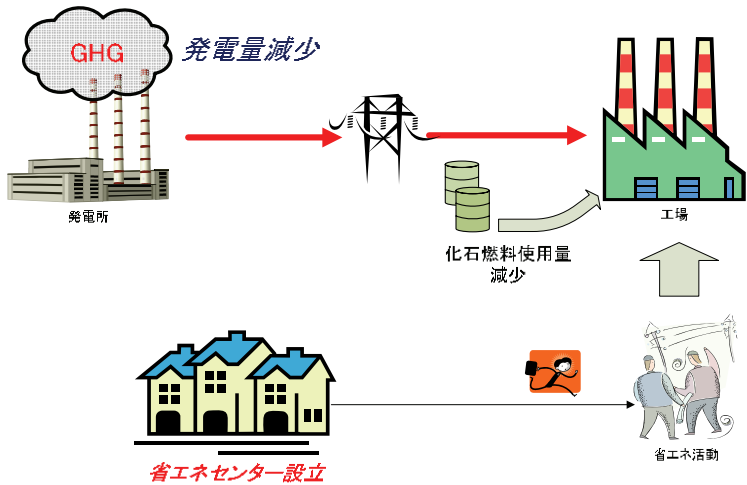
大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
GHG 削減活動	省エネ制度構築
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 省エネ活動が行なわれず、大量のエネルギーが消費される。</p>  <p><With ケース> 制度構築により省エネ活動が行なわれ、エネルギー消費量の削減が実現する。</p> 

	<p>【省エネ制度構築(支援)による GHG 削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】 Without ケースの省エネ活動が行なわれない場合のエネルギー生産量の $BE_{without}$(式①)から、With ケースの省エネ活動によって削減された PE_{with}(式③)を差し引く。(化石燃料の場合) 得られた差が制度構築(支援)により削減された GHG 量 ER である。</p> <p>【計算式】 推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE II - ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS の II.A.,II.B.,II.D.をベースに構築する。</p> <p>Without ケース 省エネ関連の制度を構築しない場合の当該実施現場におけるエネルギー生産に要する GHG 排出量($BE_{without}$)を求める。</p> <p>化石燃料の場合 $BE_{without} = EC_{BL,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots$ 式① $EC_{BL,FC}$: 省エネ制度構築前の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) あるいは</p> <p>電力の場合 $BE_{without} = EC_{BL,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式② $EC_{BL,EL}$: 省エネ制度構築前の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>With ケース 省エネ関連制度構築後の当該現場での発生エネルギーによる GHG 排出量 (PE_{with})を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p>

	<p>$PE_{without} = EC_{PJ,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots$ 式③ $EC_{PJ,FC}$: 省エネ制度構築後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) あるいは 電力の場合 $PE_{without} = EC_{PJ,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式④ $EC_{PJ,EL}$: 省エネ制度構築後の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>GHG 排出削減量 以上より、省エネ制度構築により削減される GHG 排出量(ER)は ; $ER = BE_{without} - PE_{with}$ $=$ 式① - 式③(kg-CO₂/年) or 式② - 式④(kg-CO₂/年)</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EC_{BL,FC}, EC_{PJ,FC}$: 省エネ制度構築前後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) $EC_{BL,EL}, EC_{PJ,EL}$: 省エネ制度構築前後の年間電力消費量(kWh/年) 当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいは、各工場単位で設定が困難な場合、産業セクター毎の年間省エネ目標値を用いる</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) $Annex 2$ を参照</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh) $Annex 1$ を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>省エネ制度構築後は必ず省エネ活動を行なうものとする。省エネ活動は、将来的に継続するものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>途上国の工場は、一般的に生産量が年々増大することが想定される。従って、省エネ対策を実施しても、エネルギー消費総量は増大する可能性がある。従って、生産量、商品数等の増減の影響を大きく受ける省エネ対策は、生産量や商品数当たりのエネルギー量や電力消費量といった原単位での比較が不可欠である。つまり、原単位表示も付記することが望ましく、そのためこれらのデータも取得するべきである。</p> <p>制度面のみによる GHG 削減効果を特定することは困難である。制度構築に係るエネルギー管理士や補助金を使った省エネ機器の導入等、個々の要因が大きく影響しているため、制度構築による GHG 削減効果は、他の対策との総合的な数値として表されるべきものである。</p>

定量化手法シート

省エネルギーセンター設立

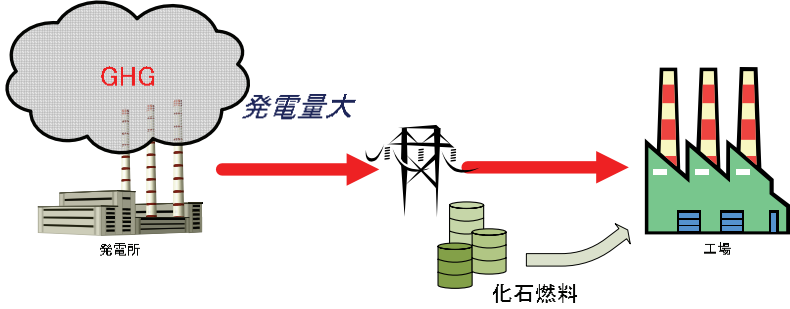
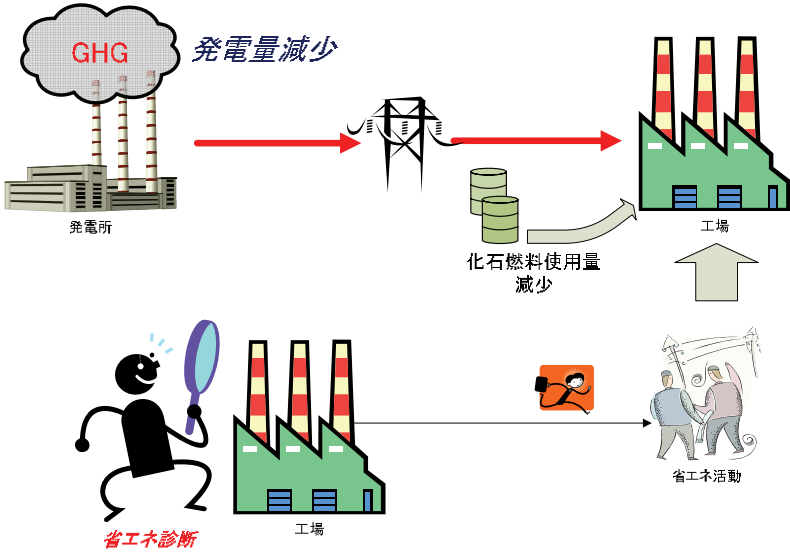
大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
GHG 削減活動	省エネルギーセンター設立
GHG 削減効果の有無	1 : 削減効果あり、2 : 条件次第で削減効果あり、3 : 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> 省エネ活動が行なわれず、大量のエネルギーが消費される。</p>  <p><With ケース> 省エネルギーセンター設立により省エネ活動が行なわれ、エネルギー消費量の削減が実現する。</p> 

	<p>【省エネルギーセンター設立による GHG 削減の考え方】</p> <p>省エネルギーを推進する中心機関である省エネルギーセンターがないため、省エネ活動が行なわれない。</p> <p>省エネを推進する省エネルギーセンターの設立に着目</p> <p>省エネルギーを推進する中心的機関として運営され、多くのエネルギー管理士を排出し、広く省エネ思想を啓蒙することによって実施現場での省エネ活動が推進される。</p> <p>省エネ活動の活発化に伴い、当該実施現場での電気・エネルギー等の消費量が削減される。</p> <p>電気・エネルギー等の消費量が減少することにより、電気・エネルギーの産生にともなって発生する GHG が現象する。</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースの省エネ活動が行なわれない場合のエネルギー産生量の $BE_{without}$(式①)から、With ケースの省エネ活動によって削減された PE_{with}(式②)を差し引く。(化石燃料の場合)</p> <p>得られた差が省エネルギーセンター設立により削減された GHG 量 ER である。</p> <p>【計算式】</p> <p>推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE II – ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS の II.A.,II.B.,II.D.をベースに構築する。</p> <p>Without ケース</p> <p>省エネルギーセンターを設立しない場合の当該実施現場におけるエネルギー産生に要する GHG 排出量($BE_{without}$)を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式①}$ <p>$EC_{BL,FC}$: 省エネルギーセンター設立前の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>あるいは</p> <p>電力の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots \text{式②}$ <p>$EC_{BL,EL}$: 省エネルギーセンター設立前の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>With ケース</p> <p>省エネルギーセンター設立後の当該現場での産生エネルギーによる GHG 排出量(PE_{with})を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p>

	<p>$PE_{without} = EC_{PJ,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots$ 式③ $EC_{PJ,FC}$: 省エネルギーセンター設立後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) あるいは 電力の場合 $PE_{without} = EC_{PJ,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式④ $EC_{PJ,EL}$: 省エネルギーセンター設立後の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>GHG 排出削減量 以上より、省エネルギーセンター設立により削減される GHG 排出量(ER)は ; $ER = BE_{without} - PE_{with}$ = 式① - 式③(kg-CO₂/年) or 式② - 式④(kg-CO₂/年)</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EC_{BL,FC}, EC_{PJ,FC}$: 省エネルギーセンター設立前後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) $EC_{BL,EL}, EC_{PJ,EL}$: 省エネルギーセンター設立前後の年間電力消費量(kWh/年) 当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手 または、各工場単位で設定が困難な場合、産業セクター毎の年間省エネ目標値を用いる</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) $Annex 2$ を参照</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh) $Annex 1$ を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>省エネルギーセンター設立後は必ず省エネ活動を行なうものとする。省エネ活動は、将来的に継続するものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>途上国の工場は、一般的に生産量が年々増大することが想定される。従って、省エネ対策を実施しても、エネルギー消費総量は増大する可能性がある。従って、生産量、商品数等の増減の影響を大きく受ける省エネ対策は、生産量や商品数当たりのエネルギー量や電力消費量といった原単位での比較が不可欠である。つまり、原単位表示も付記することが望ましく、そのためこれらのデータも取得するべきである。</p> <p>省エネルギーセンター設立のみによる GHG 削減効果を特定することは困難である。センター設立に係るエネルギー管理士や省エネ診断の導入等、個々の要因が大きく影響しているため、センター設立による GHG 削減効果は、他の対策との総合的な数値として表されるべきものである。</p>

定量化手法シート

省エネ診断

大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
GHG 削減活動	省エネ診断
GHG 削減効果の有無	①：削減効果あり ②：条件次第で削減効果あり、③：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 省エネ活動が実施されず、大量のエネルギーが消費される。</p>  <p><With ケース> 省エネ診断により省エネ活動が行なわれ、エネルギー消費量の削減が実現する。</p> 

	<p>【省エネ診断による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A["省エネ診断を実施しなければ、当該現場でのエネルギー消費量が明示されないため、積極的に省エネ活動が行われない。"] --> B["現場でのエネルギー消費量を提示する省エネ診断に着目"] B --> C["省エネ診断を実施することで、直接当該実施現場でのエネルギー消費量を明示し、それに対し適切な省エネ活動が実施される。"] C --> D["省エネ活動の実施に伴い、当該実施現場での元気・エネルギー等の消費量が削減される。"] D --> E["電気・エネルギー等の消費量が減少することにより、電気・エネルギーの産生にともなって発生するGHGが減少する。"] </pre>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースの省エネ活動が行なわれない場合のエネルギー産生量の $BE_{without}$(式①)から、With ケースの省エネ活動によって削減された PE_{with}(式③)を差し引く。(化石燃料の場合)</p> <p>得られた差が省エネ診断により削減された GHG 量(ER)である。</p> <p>【計算式】</p> <p>推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE II – ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS の II.A.,II.B.,II.D.をベースに構築する。</p> <p>Without ケース</p> <p>省エネ診断をしない場合の当該実施現場におけるエネルギー産生に要する GHG 排出量($BE_{without}$)を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式①}$ <p>$EC_{BL,FC}$: 省エネ診断前の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>あるいは</p> <p>電力の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots \text{式②}$ <p>$EC_{BL,EL}$: 省エネ診断前の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>With ケース</p> <p>省エネ診断後の当該現場での産生エネルギーによる GHG 排出量(PE_{with})を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p> $PE_{with} = EC_{PJ,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式③}$

	<p>$EC_{PJ,FC}$: 省エネ診断後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>あるいは</p> <p>電力の場合</p> <p>$PE_{without} = EC_{PJ,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式④</p> <p>$EC_{PJ,EL}$: 省エネ診断後の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上より、省エネ診断により削減される GHG 排出量(ER)は；</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$</p> <p>= 式① - 式③(kg-CO₂/年)</p> <p>or 式② - 式④(kg-CO₂/年)</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EC_{BL,FC}$, $EC_{PJ,FC}$: 省エネ診断前後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>$EC_{BL,EL}$, $EC_{PJ,EL}$: 省エネ診断前後の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手</p> <p>あるいは、各工場単位で設定が困難な場合、産業セクター毎の年間省エネ目標値を用いる</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p><i>Annex 2</i> を参照</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p><i>Annex 1</i> を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>省エネ診断実施後は必ず省エネ活動を行なうものとする。省エネ活動は、将来的に継続するものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>途上国の工場は、一般的に生産量が年々増大することが想定される。従って、省エネ対策を実施しても、エネルギー消費総量は増大する可能性がある。従って、生産量、商品数等の増減の影響を大きく受ける省エネ対策は、生産量や商品数当たりのエネルギー量や電力消費量といった原単位での比較が不可欠である。つまり、原単位表示も付記することが望ましく、そのためこれらのデータも取得するべきである。</p> <p>省エネ診断のみによる GHG 削減効果を特定することは、省エネ診断の結果を受けて導入された省エネ機器等による省エネ効果が明確に特定できる場合を除いて、一般的に困難である。</p>

定量化手法シート

省エネ研修

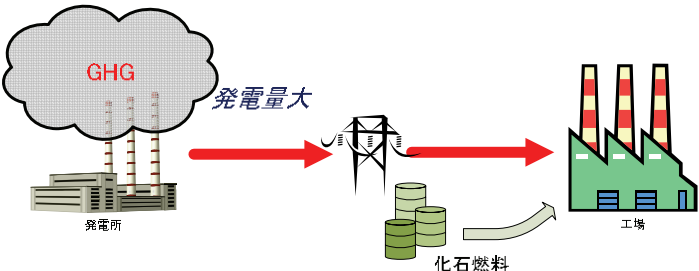
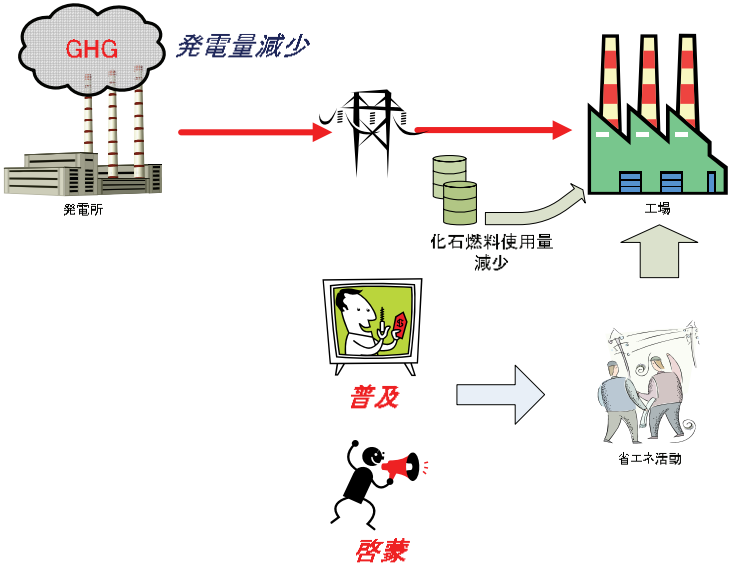
大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
GHG 削減活動	省エネ研修
GHG 削減効果の有無	1 : 削減効果あり、2 : 条件次第で削減効果あり、3 : 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> 省エネ研修が実施されない場合、省エネ意識や知識の欠如のため、大量のエネルギーが消費される。</p> <p><With ケース> 省エネ研修により省エネ活動が実施され、エネルギー消費量の削減が実現する。</p>

	<p>【省エネ研修による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A["省エネ研修が行なわれないと省エネ意識の工場がなく、また正しい省エネ知識がないために、省エネ活動が行なわれない。"] --> B["省エネ意識向上や省エネ知識教育のための省エネ研修に着目"] B --> C["省エネ研修を受けた研修生が自社工場に戻り、適切な省エネ活動を実施することによって実施現場での省エネ活動が推進される。"] C --> D["省エネ活動の活発化に伴い、当該実施現場での元気・エネルギー等の消費量が削減される。"] D --> E["電気・エネルギー等の消費量が減少することにより、電気・エネルギーの産生にともなって発生する GHG が減少する。"] E --> B </pre>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】 Without ケースの省エネ活動が行なわれない場合のエネルギー産生量の $BE_{without}$(式①)から、With ケースの省エネ活動によって削減された PE_{with}(式③)を差し引く。(化石燃料の場合) 得られた差が省エネ研修により削減された GHG 量(ER)である。</p> <p>【計算式】 推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE II - ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS の II.A.,II.B.,II.D.をベースに構築する。</p> <p>Without ケース 省エネ研修をしない場合の当該実施現場におけるエネルギー産生に要する GHG 排出量($BE_{without}$)を求める。</p> <p>化石燃料の場合 $BE_{without} = EC_{BL,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式①}$ $EC_{BL,FC}$: 省エネ研修前の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) あるいは</p> <p>電力の場合 $BE_{without} = EC_{BL,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots \text{式②}$ $EC_{BL,EL}$: 省エネ研修前の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>With ケース 省エネ研修後の当該現場での産生エネルギーによる GHG 排出量(PE_{with})を求める。</p> <p>化石燃料の場合 $PE_{with} = EC_{PJ,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式③}$ </p>

	<p>$EC_{PJ,FC}$: 省エネ研修後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>あるいは</p> <p>電力の場合</p> <p>$PE_{without} = EC_{PJ,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式④</p> <p>$EC_{PJ,EL}$: 省エネ研修後の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上より、省エネ研修により削減される GHG 排出量 ER は；</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$ $=$ 式① - 式③(kg-CO₂/年) or 式② - 式④(kg-CO₂/年)</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EC_{BL,FC}, EC_{PJ,FC}$: 省エネ研修前後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>$EC_{BL,EL}, EC_{PJ,EL}$: 省エネ研修前後の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手</p> <p>あるいは、各工場単位で設定が困難な場合、産業セクター毎の年間省エネ目標値を用いる</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p><i>Annex 2</i> を参照</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p><i>Annex 1</i> を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>省エネ研修実施後は必ず省エネ活動を行なうものとする。省エネ活動は、将来的に継続するものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>途上国の工場は、一般的に生産量が年々増大することが想定される。従って、省エネ対策を実施しても、エネルギー消費総量は増大する可能性がある。従って、生産量、商品数等の増減の影響を大きく受ける省エネ対策は、生産量や商品数当たりのエネルギー量や電力消費量といった原単位での比較が不可欠である。つまり、原単位表示も付記することが望ましく、そのためこれらのデータも取得するべきである。</p> <p>省エネ研修のみによる GHG 削減効果を特定することは困難である。省エネ研修に係る省エネ意識や知識の向上、さらにはエネルギー管理士や省エネ診断の導入等、個々の要因が大きく影響しているため、省エネ研修による GHG 削減効果は、他の対策との総合的な数値として表されるべきものである。</p>

定量化手法シート

普及・啓発

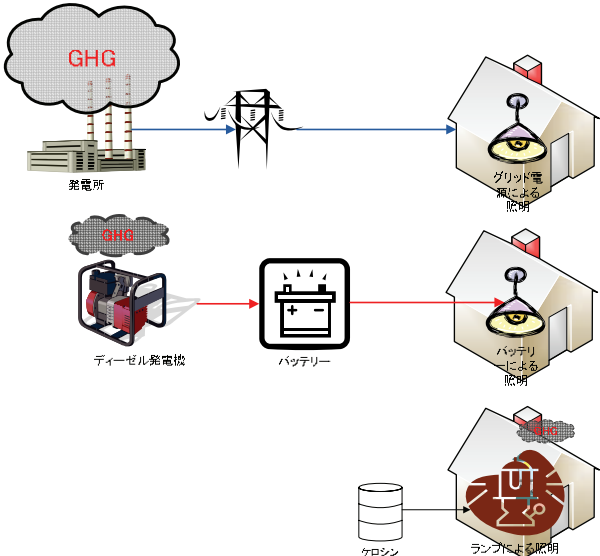
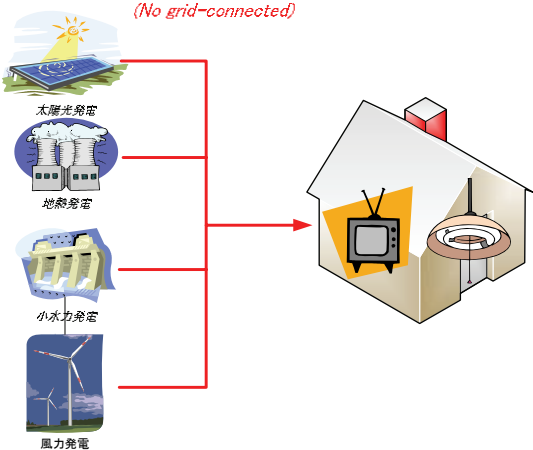
大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
GHG 削減活動	普及・啓発啓発(省エネキャンペーン等)
GHG 削減効果の有無	1 : 削減効果あり、2 : 条件次第で削減効果あり、3 : 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース></p> <p>普及・啓発が行なわれないと、省エネ意識が欠如し、省エネ機器が普及しないため、大量のエネルギーが消費される。</p>  <p><With ケース></p> <p>普及・啓発により省エネ活動が実施され、エネルギー消費量の削減が実現する。</p> 

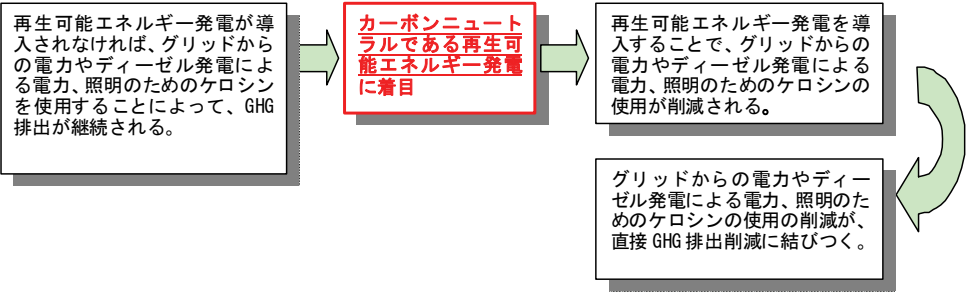
	<p>【普及・啓発啓発による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A[普及・啓蒙が行なわれないと省エネ意識の向上、省エネ機器の普及推進がないために、省エネ活動が行なわれない。] --> B[省エネキャンペーン、省エネ研修、省エネ広報等による普及・啓蒙に着目] B --> C[省エネキャンペーン、省エネ研修、省エネ広報等によって、省エネ意識の向上、省エネ機器の普及促進につながり、省エネ活動が推進される。] C --> D[省エネ活動の活発化に伴い、当該実施現場での電気・エネルギー等の消費量が削減される。] D --> E[電気・エネルギー等の消費量が減少することにより、電気・エネルギーの産生にともなって発生するGHGが減少する。] </pre>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースの省エネ活動が行なわれない場合のエネルギー産生量の $BE_{without}$(式①)から、With ケースの省エネ活動によって削減された PE_{with}(式③)を差し引く。(化石燃料の場合)</p> <p>得られた差が普及・啓発により削減された GHG 量 ER である。</p> <p>【計算式】</p> <p>推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE II – ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS の II.A.,II.B.,II.D.をベースに構築する。</p> <p>Without ケース</p> <p>普及・啓発をしない場合の当該実施現場におけるエネルギー産生に要する GHG 排出量($BE_{without}$)を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式①}$ <p>$EC_{BL,FC}$: 普及・啓発前の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>あるいは</p> <p>電力の場合</p> $BE_{without} = EC_{BL,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots \text{式②}$ <p>$EC_{BL,EL}$: 普及・啓発前の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>With ケース</p> <p>普及・啓発啓発後の当該現場での産生エネルギーによる GHG 排出量(PE_{with})を求める。</p> <p>化石燃料の場合</p> $PE_{with} = EC_{PJ,FC}(\text{kJ or TOE/年}) \times EF_{FF}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ}) \dots\dots\dots \text{式③}$

	<p>$EC_{PJ,FC}$: 普及・啓発後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) あるいは 電力の場合 $PE_{without} = EC_{PJ,EL}(\text{kWh/年}) \times EF_{EL}(\text{kg-CO}_2/\text{kWh}) \dots\dots\dots$ 式④ $EC_{PJ,EL}$: 普及・啓発後の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p>GHG 排出削減量 以上より、普及・啓発により削減される GHG 排出量(ER)は； $ER = BE_{without} - PE_{with}$ = 式① - 式③(kg-CO₂/年) or 式② - 式④(kg-CO₂) /年</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EC_{BL,FC}, EC_{PJ,FC}$: 普及・啓発前後の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) $EC_{BLJ,EL}, EC_{PJ,EL}$: 普及・啓発前後の年間電力消費量(kWh/年) 当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいは、各工場単位で設定が困難な場合、産業セクター毎の年間省エネ目標値を用いる</p> <p>EF_{FF}: 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) $Annex 2$ を参照</p> <p>EF_{EL}: 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh) $Annex 1$ を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>普及・啓発後は必ず省エネ活動を行なうものとする。省エネ活動は、将来的に継続するものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>途上国の工場は、一般的に生産量が年々増大することが想定される。従って、省エネ対策を実施しても、エネルギー消費総量は増大する可能性がある。従って、生産量、商品数等の増減の影響を大きく受ける省エネ対策は、生産量や商品数当たりのエネルギー量や電力消費量といった原単位での比較が不可欠である。つまり、原単位表示も付記することが望ましく、そのためこれらのデータも取得するべきである。</p> <p>普及・啓発のみによる GHG 削減効果を特定することは困難である。普及・啓発に係る省エネ意識や知識の向上、さらには省エネ機器の導入等、個々の要因が大きく影響しているため、普及・啓発による GHG 削減効果は、他の対策との総合的な数値として表されるべきものである。</p>

定量化手法シート

太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電(系統非連系)

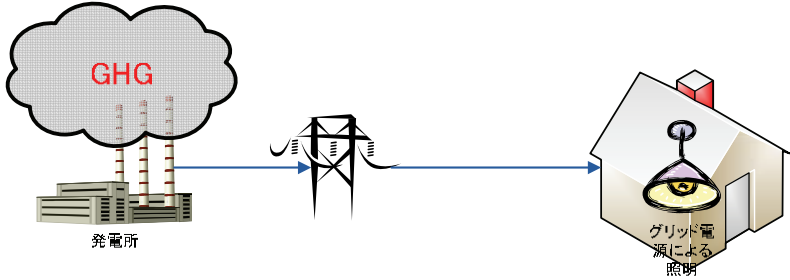
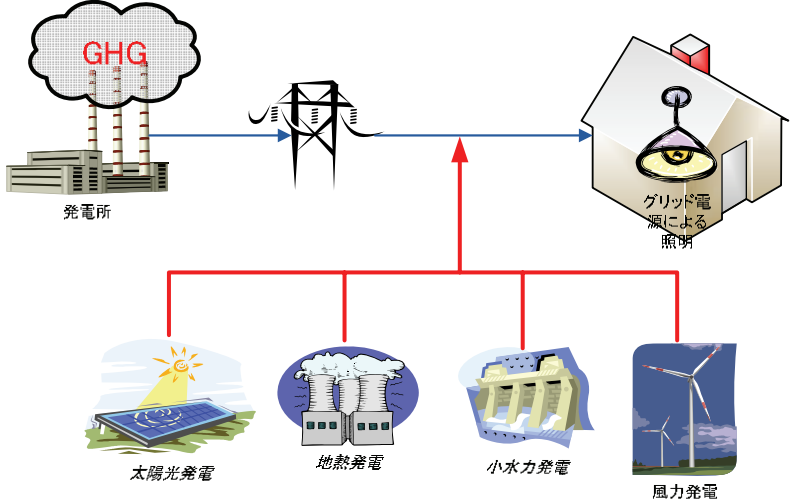
大分野	資源・エネルギー
小分野	再生可能エネルギー
GHG 削減活動	太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電(系統非連系)
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース></p> <p>再生可能エネルギー発電が導入されなければ、グリッドからの電力やディーゼル発電による電力、照明のためのケロシンを使用することによって、GHG 排出が継続される。</p>  <p><With ケース></p> <p>再生可能エネルギー発電を導入することで、グリッドからの電力やディーゼル発電による電力、照明のためのケロシンの使用が削減され、その削減に相当する GHG 排出が抑制される。</p> 

	<p>【再生可能エネルギー発電(系統非連系)による GHG 削減の考え方】</p> 
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE I – RENEWABLE ENERGY PROJECTS の I.A.をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】 系統電力に連系しない水力発電、風力発電、地熱発電、太陽光発電、波力発電、潮力発電の設置あるいは改良・改造に関するプロジェクト活動に適用する。</p> <p>Without ケース</p> <p>グリッド電力を使用していた場合</p> $BE_{grid,y} = EG_y \cdot EF_{grid,y}$ <p>$BE_{grid,y}$: y 年のグリッド電力のベースライン排出量(tCO₂/y) EG_y: プロジェクト活動により供給された電力量(MWh) $EF_{grid,y}$: y 年のグリッド CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>ディーゼル発電による電力を使用していた場合</p> $BE_{diesel,y} = EG_y \cdot EF_{diesel,y}$ <p>$BE_{diesel,y}$: y 年のディーゼル電力のベースライン排出量(tCO₂/y) EG_y: プロジェクト活動により供給された電力量(MWh) $EF_{diesel,y}$: y 年のディーゼル CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>ケロシンによる照明を使用していた場合</p> $BE_{kerosene,y} = EG_y \cdot EF_{kerosene,y}$ <p>$BE_{kerosene,y}$: y 年のケロシン使用によるベースライン排出量(tCO₂/y) EG_y: プロジェクト活動により使用されたケロシン量(TJ/y) $EF_{kerosene,y}$: y 年のケロシン CO₂ 排出係数(tCO₂/TJ)</p> <p>With ケース</p> $PE_y = 0$ <p>PE_y: y 年のプロジェクト排出量(tCO₂/y)</p>

	<p>GHG 排出削減量</p> <p>$ER_y = BE_y - PE_y$</p>																												
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>EG_y: プロジェクト活動により供給された電力量(MWh) パイロットプロジェクトの結果を利用 当該地における電力の運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施</p> <p>$EF_{grid,y}$: 電力 CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh) <i>Annex 1</i> を参照</p> <p>$EF_{diesel,y}$: ディーゼル CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Emission factors for diesel generator systems (in kg CO₂e/kWh*) for three different levels of load factors**</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Cases:</th> <th style="text-align: center;">Mini-grid with 24 hour service</th> <th style="text-align: center;">i) Mini-grid with temporary service (4-6 hr/day) ii) Productive applications iii) Water pumps</th> <th style="text-align: center;">Mini-grid with storage</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Load factors [%]</th> <th style="text-align: center;">25%</th> <th style="text-align: center;">50%</th> <th style="text-align: center;">100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><15 kW</td> <td style="text-align: center;">2.4</td> <td style="text-align: center;">1.4</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> </tr> <tr> <td>>=15 <35 kW</td> <td style="text-align: center;">1.9</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> </tr> <tr> <td>>=35 <135 kW</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>>=135 <200 kW</td> <td style="text-align: center;">0.9</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> </tr> <tr> <td>> 200 kW***</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">*) A conversion factor of 3.2 kg CO₂ per kg of diesel has been used (following revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) **) Figures are derived from fuel curves in the online manual of RETScreen International's PV 2000 model, downloadable from http://retscreen.net/ ***) Default values</p> </div> <p>出典：小規模 CDM 方法論：TYPE I – RENEWABLE ENERGY PROJECTS、I.D.より</p> <p>$EF_{kerosene,y}$: ケロシン CO₂ 排出係数(tCO₂/TJ) <i>Annex 2</i> を参照</p>	Cases:	Mini-grid with 24 hour service	i) Mini-grid with temporary service (4-6 hr/day) ii) Productive applications iii) Water pumps	Mini-grid with storage	Load factors [%]	25%	50%	100%	<15 kW	2.4	1.4	1.2	>=15 <35 kW	1.9	1.3	1.1	>=35 <135 kW	1.3	1.0	1.0	>=135 <200 kW	0.9	0.8	0.8	> 200 kW***	0.8	0.8	0.8
Cases:	Mini-grid with 24 hour service	i) Mini-grid with temporary service (4-6 hr/day) ii) Productive applications iii) Water pumps	Mini-grid with storage																										
Load factors [%]	25%	50%	100%																										
<15 kW	2.4	1.4	1.2																										
>=15 <35 kW	1.9	1.3	1.1																										
>=35 <135 kW	1.3	1.0	1.0																										
>=135 <200 kW	0.9	0.8	0.8																										
> 200 kW***	0.8	0.8	0.8																										
<p>前提条件</p>	<p>再生可能エネルギー発電導入時の製造・建設による GHG 排出は考慮しない。</p>																												
<p>留意点</p>	<p>グリッドの発電所で使用される燃料やディーゼル、照明のためのケロシンの CO₂ 排出係数 <i>CEF</i> は当該地のものを使用する。又は、IPCC のデフォルト値を利用する。</p>																												

定量化手法シート

太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電(系統連系)

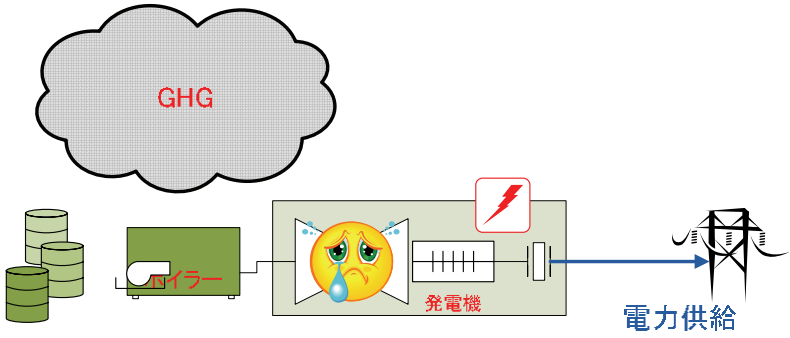
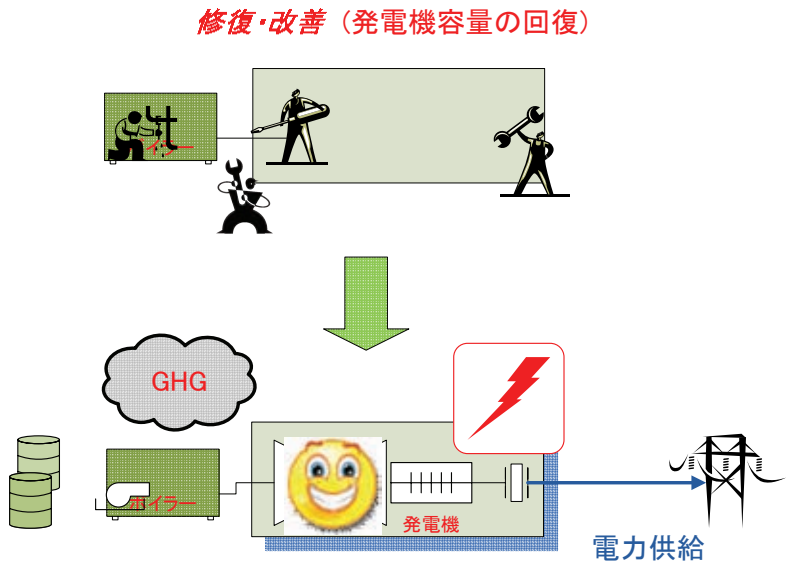
大分野	資源・エネルギー
小分野	再生可能エネルギー
GHG 削減活動	太陽光発電、地熱発電、小水力発電、風力発電(系統連系)
GHG 削減効果の有無	1: 削減効果あり、2: 条件次第で削減効果あり、3: 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> 再生可能エネルギー発電が導入されなければ、グリッドからの電力を使用することによって、GHG 排出が継続される。</p>  <p><With ケース> 再生可能エネルギー発電を導入し、グリッドに連系することで、グリッドからの電力の使用が削減され、その削減に相当する GHG 排出が抑制される。</p> <p>(Grid-connected)</p> 

	<p>【再生可能エネルギー発電(系統連系)による GHG 削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>推定式は、CDM 小規模方法論 TYPE I – RENEWABLE ENERGY PROJECTS の I.D.をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】 系統電力に連系する水力発電、風力発電、地熱発電、太陽光発電、波力発電、潮力発電の設置あるいは改良・改造に関するプロジェクト活動に適用する。</p> <p><u>Without ケース</u> 【グリッド電力】 $BE_{grid,y} = EG_y \cdot EF_{grid,y}$ $BE_{grid,y}$: y 年のグリッド電力のベースライン排出量(tCO₂/y) EG_y: 系統電力(グリッド)により供給された電力量(MWh) $EF_{grid,y}$: y 年のグリッド CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p><u>With ケース</u> $PE_y = EG_{project,y} \cdot EF_{grid,y}$ PE_y: y 年のプロジェクト排出量(tCO₂/y) $EG_{project,y}$: プロジェクト活動時、系統電力(グリッド)により供給された電力量(MWh) $EF_{grid,y}$: y 年のグリッド CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p><u>GHG 排出削減量</u> $ER_y = BE_y - PE_y$ $= (EG_y - EG_{project,y}) \times EF_{grid,y}$</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>EG_y : 系統電力(グリッド)により供給された電力量(MWh) $EG_{project,y}$: プロジェクト活動時、系統電力(グリッド)により供給された電力量(MWh)</p> <p>当該地における電力の運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施 再生可能エネルギーからの電力供給量をパイロットプロジェクトの実施によりモニタ</p>

	<p>リングし、そのデータを利用する</p> <p>$EF_{grid,y}$: 電力 CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p><i>Annex 1</i> を参照</p>
前提条件	再生可能エネルギー発電導入時の製造・建設による GHG 排出は考慮しない。
留意点	グリッドの発電所で使用される燃料の CO ₂ 排出係数 <i>CEF</i> は当該地のものを使用する。又は、IPCC のデフォルト値を利用する。

定量化手法シート

発電機の修復・改善(化石燃料炊き)

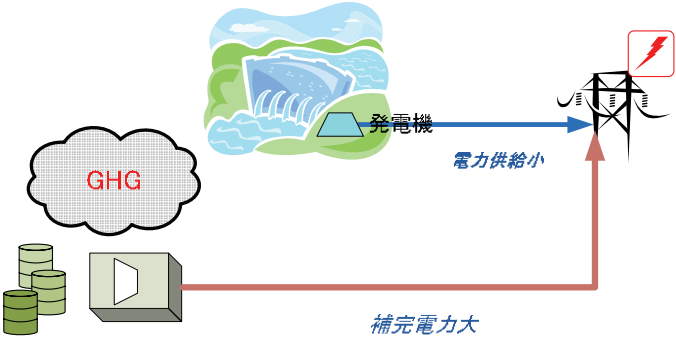
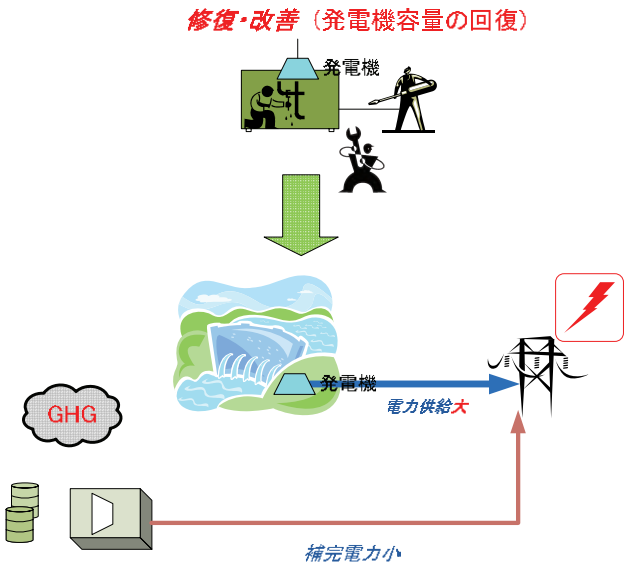
大分野	資源・エネルギー
小分野	エネルギー効率改善
GHG 削減活動	発電機の修復・改善(化石燃料炊き)
GHG 削減効果の有無	1: 削減効果あり、2: 条件次第で削減効果あり、3: 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> 発電機の修復・改善がなされないとエネルギー効率が悪いままの運転が継続し、効率改善余地分だけ多くの GHG 排出が生じる。</p>  <p><With ケース> 発電機をオリジナルの状態に戻すことで、効率改善分の GHG を抑制することができる。</p> <p style="text-align: center;">修復・改善 (発電機容量の回復)</p> 

	<p>【発電機の修復・改善による GHG 削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>推定式は CDM 方法論の AM0061 及び AM0062 をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】 化石燃料炊き発電機(あるいはタービン)のリハビリあるいはエネルギー効率改善を実施するプロジェクトに適用する。ただし、コージェネには適用できない。(AM0061、AM0062)</p> <p>Without ケース</p> $BE_y = \sum FC_{BL,i} \times COEF_{BL,i}$ <p>BE_y: 発電機の修復・改善前における発電に用いられた化石燃料燃焼による CO₂ 排出量(tCO₂)</p> <p>$FC_{BL,i}$: 燃料 i の消費量(mass or volume/y)</p> <p>$COEF_{BL,i}$: 燃料 i の CO₂ 排出係数(kgCO₂/mass or volume)</p> <p>i: 燃料タイプ</p> <p>With ケース</p> $PE_y = \sum FC_{PJ,i} \times COEF_{PJ,i}$ <p>PE_y: 発電機の修復・改善後における発電に用いられた化石燃料燃焼による CO₂ 排出量(tCO₂)</p> <p>$FC_{PJ,i}$: 燃料 i の消費量(mass or volume/y)</p> <p>$COEF_{PJ,i}$: 燃料 i の CO₂ 排出係数(kgCO₂/mass or volume)</p> <p>i: 燃料タイプ</p> <p>GHG 排出削減量</p> $ER_y = BE_y - PE_y$
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$FC_{BL,i}, FC_{PJ,i}$: 燃料 i の消費量(mass or volume/y) 当該地における電力の運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施</p>

	<p>$COEF_{BL,i}, COEF_{PJ,i}$ 燃料 i の CO₂ 排出係数(kgCO₂/mass or volume) <i>Annex 2</i> 及び <i>Annex 5</i> を参照</p>
前提条件	<p>発電機の修復・改善実施後は必ずモニタリングを行い、エネルギー効率の改善を数値化して確認する。</p>
留意点	<p>発電機の使用燃料によって効率改善度が異なることに留意する。 本ケースでは、発電機のリハビリにより発電容量が増大しない場合を想定している。</p>

定量化手法シート

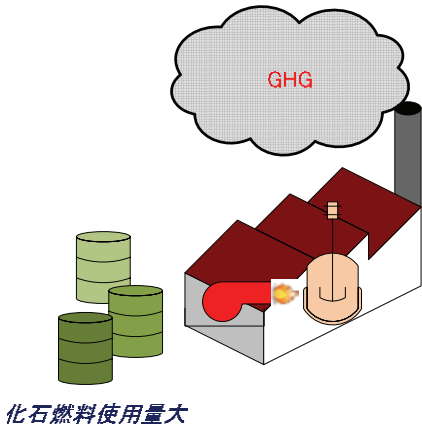
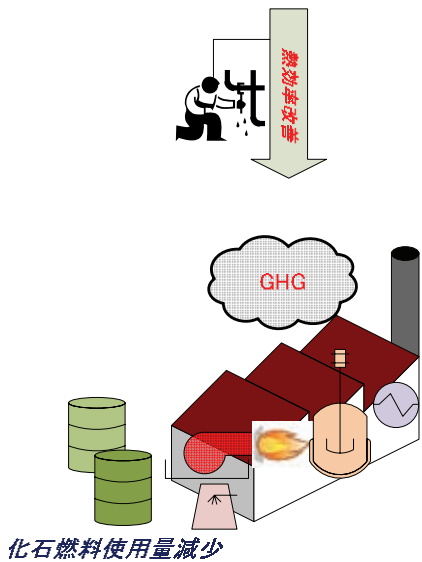
発電機の修復・改善(水力発電)

大分野	資源・エネルギー
小分野	エネルギー効率改善
GHG 削減活動	発電機の修復・改善(水力発電)
GHG 削減効果の有無	1 : 削減効果あり、 2 : 条件次第で削減効果あり、 3 : 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> 水力発電機の効率が改善されず、それを補完する他の(燃料炊き)発電機による大量の電力量が必要となる。</p>  <p><With ケース> 水力発電機の効率が修復・改善され、他の(燃料炊き)発電機が補完する必要電力量が小さくなり、燃料消費量が減少する。</p> <p style="text-align: center; color: red;">修復・改善 (発電機容量の回復)</p> 

	<p>【発電機の修復・改善による GHG 削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースの水力発電機の効率改善が行なわれない場合の他の(燃料炊き)発電機による補完電力量の BE_y から、With ケースの水力発電機の効率改善によって削減された補完電力量の PE_y を差し引く。</p> <p>得られた差が水力発電機の効率改善により削減された GHG 量 ER_y である。</p> <p>推定式は CDM 方法論の AM0061 及び AM0062 をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】</p> <p>水力発電機のリハビリあるいはエネルギー効率改善を実施するプロジェクトに適用する。</p> <p>Without ケース</p> $BE_y = EL_{BL,hydro,y} \cdot EF_{hydro,y} + EL_{BL,FC,y} \cdot EF_{FC,y}$ <p>BE_y: ベースライン CO₂ 排出量(tCO₂)</p> <p>$EL_{BL,hydro,y}$: y 年のプロジェクト実施前のプロジェクト活動水力発電機によるグリッドに供給する発電量(MWh)</p> <p>$EL_{BL,FC,y}$: y 年のプロジェクト実施前の補完(燃料炊き)発電機によるグリッドに供給する発電量(MWh)</p> <p>$EF_{hydro,y}$: 水力発電機の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh) = 0</p> <p>$EF_{FC,y}$: 補完(燃料炊き)発電機の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>したがって、</p> $BE_y = EL_{BL,FC,y} \cdot EF_{FC,y}$ <p>With ケース</p> $PE_y = EL_{PJ,hydro,y} \cdot EF_{hydro,y} + EL_{PJ,FC,y} \cdot EF_{FC,y}$ <p>PE_y: ベースライン CO₂ 排出量(tCO₂)</p> <p>$EL_{PJ,hydro,y}$: y 年のプロジェクト実施後のプロジェクト活動水力発電機によるグリッドに供給する発電量(MWh)</p> <p>$EL_{PJ,FC,y}$: y 年のプロジェクト実施後の補完(燃料炊き)発電機によるグリッドに供給する発電量(MWh)</p>

	<p>$EF_{hydro,y}$: 水力発電機の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh) = 0</p> <p>$EF_{FC,y}$: 補完(燃料炊き)発電機の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>したがって、</p> $PE_y = EL_{PJ,FC,y} \cdot EF_{FC,y}$ <p>GHG 排出削減量</p> $ER_y = BE_y - PE_y$ $= EL_{BL,FC,y} \cdot EF_{FC,y} - EL_{PJ,FC,y} \cdot EF_{FC,y}$ $= (EL_{BL,FC,y} - EL_{PJ,FC,y}) \cdot EF_{FC,y}$ $= (EL_{PJ,hydro,y} - EL_{BL,hydro,y}) \cdot EF_{FC,y}$
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$EL_{BL,hydro,y}, EL_{PJ,hydro,y}$: y 年のプロジェクト実施前後のプロジェクト活動水力発電機による発電量(MWh)</p> <p>あるいは、</p> <p>$EL_{BL,FC,y}, EL_{PJ,FC,y}$: y 年のプロジェクト実施前後の補完(燃料炊き)発電機による発電量(MWh)</p> <p>当該地における電力の運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施</p> <p>$EF_{FC,y}$: 補完(燃料炊き)発電機の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p><i>Annex 1</i> を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>発電機の修復・改善実施後は必ずモニタリングを行い、エネルギー効率の改善を数値化して確認する。</p>
<p>留意点</p>	<p>補完(燃料炊き)発電機の出力調整範囲に留意する。低負荷運転の限度を下回る恐れがある。</p>

定量化手法シート プラント熱効率改善

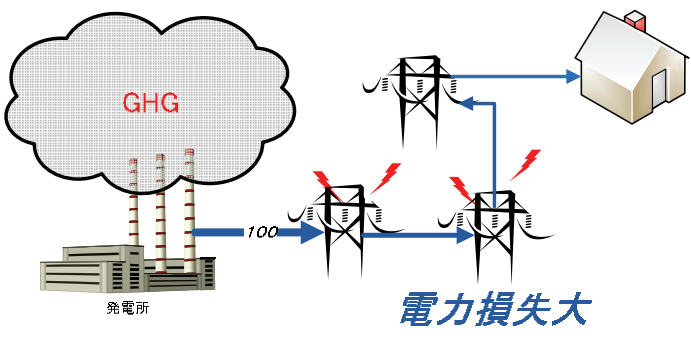
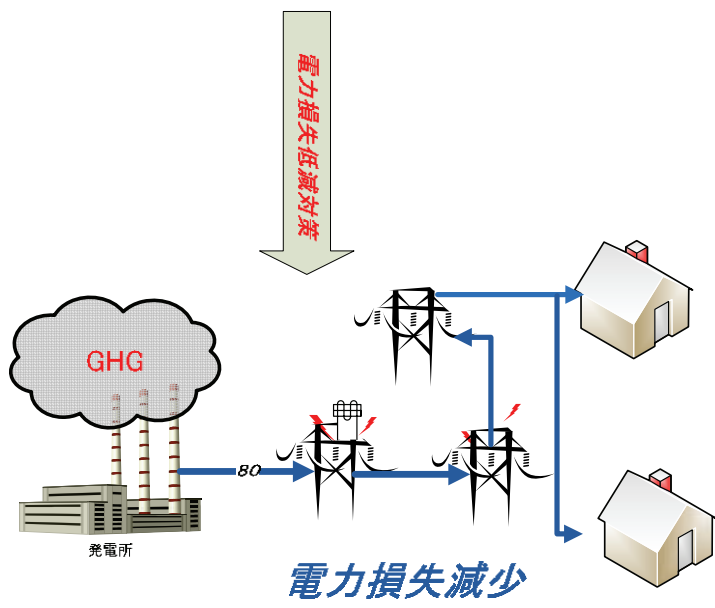
大分野	資源・エネルギー
小分野	エネルギー効率改善
GHG 削減活動	プラント熱効率改善
GHG 削減効果の有無	1 : 削減効果あり、2 : 条件次第で削減効果あり、3 : 削減効果なし
GHG 削減シナリオ (削減される仕組み)	<p><Without ケース> プラント熱効率の改善がなされないとエネルギー効率が悪いままの運転が継続し、効率改善の余地分だけ多くの GHG 排出が生じる。</p>  <p style="text-align: center;">化石燃料使用量大</p> <p><With ケース> 熱産生プラントをオリジナルの状態に戻すことで、効率改善分の GHG を抑制することができる。</p>  <p style="text-align: center;">化石燃料使用量減少</p>

	<p>【プラント熱効率改善による GHG 削減の考え方】</p> <p>プラント熱効率の改善がなされないとエネルギー効率が悪いままの運転が継続し、効率改善の余地分だけ多く GHG 排出が生じる。</p> <p>エネルギー効率改善の一環であるプラント熱効率改善に着目</p> <p>効率の落ちた熱産生プラントを修復・改善することで、オリジナルの熱産生能力に回復させる。</p> <p>熱産生プラントをオリジナルの状態に戻すことで、効率改善分の GHG を抑制することができる。</p> <p>エネルギー効率改善分に相当する GHG が削減される。</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>推定式は CDM 方法論の AM0044 をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】 使用可能なボイラーのリハビリあるいは交換による熱エネルギー効率改善のプロジェクトに適用する。</p> <p>Without ケース</p> $BE_{i,y} = FC_{BL,i,y} \cdot EF_{C,FF,i} \cdot OXID_{FF,i} \cdot 44/12$ <p>$BE_{i,y}$: y 年のボイラー i における化石燃料燃焼によるベースライン排出量(tCO₂/y)</p> <p>$FC_{BL,i,y}$: y 年のボイラー i に供給する化石燃料使用量(MJ/y)</p> <p>$EF_{C,FF,i}$: ボイラー i で使用される化石燃料の排出係数(tC/MJ)</p> <p>$OXID_{FF,i}$: ボイラー i で使用される化石燃料の酸化係数(%)</p> <p>With ケース</p> $PE_{i,y} = FC_{PJ,i,y} \cdot EF_{C,FF,i} \cdot OXID_{FF,i} \cdot 44/12$ <p>$PE_{i,y}$: y 年のプロジェクトボイラー i における化石燃料燃焼による排出量(tCO₂/y)</p> <p>$FC_{PJ,i,y}$: y 年のプロジェクトボイラー i における化石燃料使用量(MJ/y)</p> <p>$EF_{C,FF,i}$: プロジェクトボイラー i で使用される化石燃料の排出係数(tC/MJ)</p> <p>$OXID_{FF,i}$: プロジェクトボイラー i で使用される化石燃料の酸化係数(%)</p> <p>GHG 排出削減量</p> $ER_y = BE_y - PE_y$
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>$FC_{BL,i,y}$: y 年のボイラー i に供給する化石燃料使用量(MJ/y)</p> <p>$FC_{PJ,i,y}$: y 年のプロジェクトボイラー i における化石燃料使用量(MJ/y)</p>

	<p>当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施</p> <p>$EF_{C,FF,i}$: ボイラーiで使用される化石燃料の排出係数(tC/MJ) $OXID_{FF,i}$: ボイラーiで使用される化石燃料の酸化係数(%) $EF_{C,FF,i}$: プロジェクトボイラーiで使用される化石燃料の排出係数 (tC/MJ)</p> <p><i>Annex 2</i>を参照</p>
前提条件	<p>プラントの熱効率改善実施後は必ずモニタリングを行い、エネルギー効率の改善を数値化して確認する。</p>
留意点	<p>プラントの使用燃料によって効率改善度及び炭素排出係数が異なることに留意する。</p> <p>本ケースでは、プラントのリハビリにより熱エネルギー生成容量が増大しない場合を想定している。</p>

定量化手法シート

送配電網電力損失低減

大分野	資源・エネルギー
小分野	エネルギー効率改善
GHG 削減活動	送配電網電力損失低減
GHG 削減効果の有無	①：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 送配電網の電力損失低減が実施されないとエネルギー効率が悪いままの送配電が継続し、電力損失分に見合う追加的な発電を行うことになり、結果として大きな電力損失量に伴う GHG 排出が生じる。</p>  <p><With ケース> 送配電網の電力損失を低減することで、損失低減改善分の GHG 排出を抑制することができる。</p> 

	<p>【送配電網電力損失低減による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A[送配電網の電力損失低減が実施されないとエネルギー効率が悪いままの送配電が継続し、効率改善の余地分だけ多くGHG排出が生じる。] --> B[エネルギー効率改善の一環である送配電網電力損失低減に着目] B --> C[電力損失の大きい送配電網において、改修・改善対策を実施することで、電力損失を低減させる。] C --> D[送配電網の電力損失を低減することで、損失低減改善分のGHGを抑制することができる。] D --> E[電力損失低減分に相当するGHGが削減される。] E --> C </pre>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>推定式は CDM 方法論の AM0067 をベースに構築する。</p> <p>【適用条件】</p> <p>AM0067 は、配電網における高効率変圧器の設置に関する方法論であるため、その適用条件も変圧器における適用条件が詳細に定められている。一般的な送配電網のエネルギー損失低減では、①アンバランスファクターの改善、②フィーダーの力率改善、③線路新設等の対策を中心に実施しているため、これらの対策全般を考慮して、AM0067 の算定式に準拠して一般化した排出量算定式を用いる。すなわち、当該グリッドにおける対策前後の総発電量から需要家消費電力量を差し引いた損失電力量を比較する方法で GHG 削減量を求める。</p> <p>Without ケース</p> $BE_y = [(EL_{BL,y} - EL_{aux,y}) - EL_{BL,consump,y}] \times EF_{CO_2,grid,y}$ <p>BE_y: y 年のベースライン排出量(tCO₂/y)</p> <p>$EL_{BL,y}$: y 年のグリッドに供給する(プロジェクト実施前)総発電量 (MWh)</p> <p>$EL_{aux,y}$: y 年の補助装置で消費される電力量(MWh)</p> <p>$EL_{BL,consump,y}$: y 年の(プロジェクト実施前)需要家消費電力量(MWh)</p> <p>$EF_{CO_2,grid,y}$: y 年のプロジェクト活動が実施されるグリッドにおける CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>With ケース</p> $PE_y = [(EL_{PR,y} - EL_{aux,y}) - EL_{PR,consump,y}] \times EF_{CO_2,grid,y}$ <p>PE_y: y 年のプロジェクト排出量(tCO₂/y)</p> <p>$EL_{PR,y}$: y 年のグリッドに供給する(プロジェクト実施後)総発電量 (MWh)</p> <p>$EL_{aux,y}$: y 年の補助装置で消費される電力量(MWh)</p> <p>$EL_{PR,consump,y}$: y 年の(プロジェクト実施後)需要家消費電力量(MWh)</p> <p>$EF_{CO_2,grid,y}$: y 年のプロジェクト活動が実施されるグリッドにおける CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p>

	<p>GHG 排出削減量</p> <p>$ER_y = BE_y - PE_y$</p>
必要データとデータ入手方法	<p>$EL_{BL,y}$: y 年のグリッドに供給する(プロジェクト実施前)総発電量 (MWh)</p> <p>$EL_{aux,y}$: y 年の補助装置で消費される電力量(MWh)</p> <p>$EL_{BL,consump,y}$: y 年の(プロジェクト実施前)需要家消費電力量(MWh)</p> <p>$EL_{PR,y}$: y 年のグリッドに供給する(プロジェクト実施後)総発電量 (MWh)</p> <p>$EL_{aux,y}$: y 年の補助装置で消費される電力量(MWh)</p> <p>$EL_{PR,consump,y}$: y 年の(プロジェクト実施後)需要家消費電力量(MWh)</p> <p>当該実施現場における運営管理主体へのインタビューにより入手 あるいはモニタリングを実施</p> <p>$EF_{CO_2,grid,y}$: 電力 CO₂ 排出係数(kgCO₂/kWh); <i>Annex 1</i> を参照</p>
前提条件	電力損失低減対策実施後は必ずモニタリングを行い、エネルギー効率の改善を数値化して確認する。
留意点	電力損失低減対策は実施する対策(あるいは箇所)によって効率改善度が異なることに留意する。 本ケースでは、年間送配電量が対策の前後で一定である場合を想定している。

3.1.5 ケーススタディ事例

No	プロジェクト名	セクター
1	トルコ国省エネルギープロジェクト	資源・エネルギー
2	ラオス国再生可能エネルギー利用地方電化計画調査	資源・エネルギー
3	ヨルダン国送配電網電力損失低減計画調査	資源・エネルギー

ケーススタディ番号	1
プロジェクト名称	トルコ国省エネルギープロジェクト
大分野	資源・エネルギー
小分野	省エネルギー
プロジェクト概要	<p>[背景]：トルコ国政府はエネルギーの輸入依存度が非常に高いことから、エネルギー危機以来熱心に省エネを推進してきた。しかしながらエネルギー自給率は1997年で50%以下であり、この数値はエネルギー消費量の急激な増加(過去5年間に20%)に伴い年々低下していく一方である。</p> <p>同国では1995年に「工業機関におけるエネルギー消費合理化促進のための対策に関する規則」が制定されたことにより、主要なプラント企業はエネルギー節約のためマネジメントコースを実施する必要があることが法律レベルで明文化されている。これにより、トルコ国立省エネルギーセンター(NECC)にとってエネルギー管理者の養成を行なうことが緊急の課題となっていた。</p> <p>[目的]：以上のことから、トルコ国政府はこの現状を早急に改善するために、エネルギー管理者研修コースの実施を目的としたプロジェクト方式技術協力を我が国に要請してきた。</p> <p>[プロジェクト実施後の状況]：NECCは、大型プラントを有する1000以上の企業を対象に省エネ研修や工場診断等の省エネ活動を展開し、エネルギー管理者の研修を行なうなど省エネ推進に力を入れ、現場での省エネ活動につながる結果が得られている。</p>
シナリオの設定	<p>Without ケース：省エネ活動が行なわれず、大量のエネルギーが消費される。</p> <p>With ケース：エネルギー管理者制度構築(省エネ研修・省エネ診断・省エネ広報活動)により省エネ活動が行なわれ、エネルギー消費量の削減が実現する。</p>
GHG 排出量算定式	<p>1) 省エネ研修</p> <p>工場の省エネ効果(TOE/年) = 削減効果(%) × 省エネ研修を受けた研修生の帰属する工場全体のエネルギー使用量(TOE/年)</p> <p>省エネ効果合計(TOE/年) = Σ 工場の省エネ効果(TOE/年)</p> <p>GHG 削減量(t-CO₂/年) = 省エネ効果合計(TOE/年) × CO₂ 排出係数(t-CO₂/TOE)</p> <p>2) 省エネ診断</p> <p>工場の省エネ効果(TOE/年) = 削減効果(%) × 省エネ診断が実施された工場全体のエネルギー使用量(TOE/年)</p> <p>省エネ効果合計(TOE/年) = Σ 工場の省エネ効果(TOE/年)</p> <p>GHG 削減量(t-CO₂/年) = 省エネ効果合計(TOE/年) × CO₂ 排出係数(t-CO₂/TOE)</p>

	<p>3) 省エネ広報活動</p> <p>工場の省エネ効果(TOE/年)=削減効果(%)×省エネ広報活動の対象工場全体のエネルギー使用量(TOE/年)</p> <p>省エネ効果合計(TOE/年)=Σ工場の省エネ効果(TOE/年)</p> <p>GHG 削減量(t-CO₂/年)=省エネ効果合計(TOE/年)×CO₂ 排出係数(t-CO₂/TOE)</p>																																																																																																																		
<p>現地調査入手データ</p>	<p>現地調査の実施により以下のデータを得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ トルコ国立省エネルギーセンターの 2007 年末までに研修を受けた研修生の実績は、1,016 名に上る。 <p style="text-align: center;">Table 1 Information of Persons trained in EIE at the end of year 2007</p> <table border="1" data-bbox="371 667 1362 969"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Item</th> <th rowspan="2">Unit</th> <th rowspan="2">Total of sector</th> <th colspan="7">Industrial Sector</th> </tr> <tr> <th>Iron and steel</th> <th>Ceramic</th> <th>Textile</th> <th>Food processing</th> <th>Paper and pulp</th> <th>Cement</th> <th>Others</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Number of trained persons who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007</td> <td>(persons)</td> <td>1,016</td> <td>50</td> <td>25</td> <td>79</td> <td>134</td> <td>26</td> <td>59</td> <td>643</td> </tr> <tr> <td>Number of factories who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007</td> <td>(factories)</td> <td>577</td> <td>25</td> <td>20</td> <td>55</td> <td>90</td> <td>22</td> <td>39</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed</td> <td>(TOE)</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2006 年に研修したエネルギー管理士の会議で、各工場で実施している省エネ対策及び省エネ効果をアンケートにより調査した結果が下表である。 <p style="text-align: center;">Table 2 Summary of Questionnaire in Energy Manager Meeting in 2006</p> <table border="1" data-bbox="347 1227 1378 1621"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Item</th> <th rowspan="2">Unit</th> <th rowspan="2">Total of sector</th> <th colspan="7">Industrial Sector</th> </tr> <tr> <th>Iron and steel</th> <th>Ceramic</th> <th>Textile</th> <th>Food processing</th> <th>Paper and pulp</th> <th>Cement</th> <th>Others</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Number of trained persons who attended the Energy Manager Meeting in 2006</td> <td>(persons)</td> <td>100</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>31</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Number of factories who attended the Energy Manager Meeting in 2006</td> <td>(factories)</td> <td>100</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>31</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed</td> <td>(TOE)</td> <td>5,018,181</td> <td>3,229,459</td> <td>38,846</td> <td>43,557</td> <td>266,283</td> <td>27,971</td> <td>997,395</td> <td>417,291</td> </tr> <tr> <td>Total amount of energy saving achieved at a factory after trained persons conducted energy saving activities</td> <td>(TOE)</td> <td>356,030</td> <td>316,447</td> <td>1911</td> <td>24</td> <td>3848</td> <td>409</td> <td>26,777</td> <td>8,110</td> </tr> <tr> <td>Energy reduction rate by energy saving activities</td> <td>(%)</td> <td>7.09</td> <td>9.8</td> <td>4.92</td> <td>0.06</td> <td>1.44</td> <td>1.46</td> <td>2.68</td> <td>1.94</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2007 年末までに 78 の工場で省エネ診断を実施したが、全体で 32,347TOE/年のエネルギー削減ポテンシャルが見込まれた。 	Item	Unit	Total of sector	Industrial Sector							Iron and steel	Ceramic	Textile	Food processing	Paper and pulp	Cement	Others	Number of trained persons who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007	(persons)	1,016	50	25	79	134	26	59	643	Number of factories who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007	(factories)	577	25	20	55	90	22	39	351	Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed	(TOE)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Item	Unit	Total of sector	Industrial Sector							Iron and steel	Ceramic	Textile	Food processing	Paper and pulp	Cement	Others	Number of trained persons who attended the Energy Manager Meeting in 2006	(persons)	100	2	4	5	31	1	13	44	Number of factories who attended the Energy Manager Meeting in 2006	(factories)	100	2	4	5	31	1	13	44	Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed	(TOE)	5,018,181	3,229,459	38,846	43,557	266,283	27,971	997,395	417,291	Total amount of energy saving achieved at a factory after trained persons conducted energy saving activities	(TOE)	356,030	316,447	1911	24	3848	409	26,777	8,110	Energy reduction rate by energy saving activities	(%)	7.09	9.8	4.92	0.06	1.44	1.46	2.68	1.94
Item	Unit				Total of sector	Industrial Sector																																																																																																													
		Iron and steel	Ceramic	Textile		Food processing	Paper and pulp	Cement	Others																																																																																																										
Number of trained persons who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007	(persons)	1,016	50	25	79	134	26	59	643																																																																																																										
Number of factories who attended the Energy Manager Training Course at the end of year 2007	(factories)	577	25	20	55	90	22	39	351																																																																																																										
Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed	(TOE)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																																																																																																										
Item	Unit	Total of sector	Industrial Sector																																																																																																																
			Iron and steel	Ceramic	Textile	Food processing	Paper and pulp	Cement	Others																																																																																																										
Number of trained persons who attended the Energy Manager Meeting in 2006	(persons)	100	2	4	5	31	1	13	44																																																																																																										
Number of factories who attended the Energy Manager Meeting in 2006	(factories)	100	2	4	5	31	1	13	44																																																																																																										
Total amount of energy consumed at a factory where trained persons are staffed	(TOE)	5,018,181	3,229,459	38,846	43,557	266,283	27,971	997,395	417,291																																																																																																										
Total amount of energy saving achieved at a factory after trained persons conducted energy saving activities	(TOE)	356,030	316,447	1911	24	3848	409	26,777	8,110																																																																																																										
Energy reduction rate by energy saving activities	(%)	7.09	9.8	4.92	0.06	1.44	1.46	2.68	1.94																																																																																																										

Item	Unit	Total of sector	Industrial Sector						
			Iron and steel	Ceramic	Textile	Food processing	Paper and pulp	Cement	Others
			Number of factories that conducted energy diagnostics	(factories)	78	6	7	17	22
Total amount of energy consumed at a factory that conducted energy diagnostics	(TOE)	5,018,181	31,238	40,638	94,512	18,004	11,588	ND	132,045
Total amount of energy saving expected due to the energy saving measures identified by energy diagnostics	(TOE)	32,347	652	13,911	7,725	702	1,123	ND	8,235
Energy reduction rate by energy saving activities	(%)	9.9	2.1	34.2	8.2	3.9	9.7	ND	6.2

GHG 排出量の算定	<p>(1) 表 2(Table 2)の 100 人のエネルギー管理士によるアンケートでは、2006 年における <u>100 工場での省エネ効果</u>は、モニタリングによって良く把握でき、全体で 356,030TOE(7.09%)であったという結果が得られている。この結果より、100 工場での GHG 削減量を求めると以下のようなになる。</p> <p>GHG 削減量 = 356,030 TOE/年 × 3,101 kgCO₂/TOE = 1,104,049 t-CO₂/年</p> <p>ここで、</p> <p>1TOE 当たりの CO₂ 排出量 (kgCO₂/TOE) =</p> <p>原油の CO₂ 排出係数 (kgCO₂/TJ) × 原油の発熱量(TJ/Gg) ÷ 1000 =</p> <p>73300 × 42.3 ÷ 1000 = 3101</p> <p>(2) また、表 3(Table 3)の 2007 年末までに <u>工場診断による省エネ効果</u>の推定量は、32,347TOE(9.9%)との値が得られている。この結果より、省エネ診断による GHG 削減期待量を求めると以下のようなになる。</p> <p>GHG 削減期待量 = 32,347 TOE/年 × 3,101 kgCO₂/TOE = 100,308 t-CO₂/年</p>
前提条件	<p>省エネルギーセンターで研修を受けた研修生は、帰属する工場ですべて省エネ活動を実施する。その活動内容は、省エネルギーセンターでの研修内容に限定しない。(各自の工場に適した対策を実施する。)省エネ効果を算出する根拠となるデータは、モニタリング、報告、検証できるものとする。</p>
ケーススタディから得られた教訓	<p>省エネを評価するためには、省エネ活動の実施前後におけるエネルギー消費量や生産活動等のモニタリングが重要であり、モニタリングがあって初めて明確な省エネ効果が数値化できる。</p> <p>特に、省エネルギーセンターでの省エネ効果は、研修や人材育成が主な活動であるため、直接的な数値化が困難である。そのためにも当該実施現場(工場等)でのプロジェクト実施前後のエネルギー消費量が主要な指標となる。また、経済的な外乱指標を除くために、生産量原単位での把握も重要である。</p> <p>さらに、途上国共通で言えることだが、評価において重要となる電力消費からの CO₂ 排出係数を求めるための統計データの取得方法も技術移転する必要がある。</p>

ケース スタデ イ番号	2
プロジ ェクト 名称	ラオス国再生可能エネルギー利用地方電化計画調査
大分野	資源・エネルギー
小分野	再生可能エネルギー
プロジ ェクト 概要	<p>[背景]：ラオス国は、豊富な水力資源を利用することにより国内電力需要を100%自給し、さらに余剰電力をタイに輸出している。しかしながら、ラオス政府の厳しい財政事情や人口の希薄性、山岳の多い地形によって国内電化は進んでおらず、国内の電化率は20～25%にとどまっている。特に、系統網が未整備であるため地方の電化率は低い。</p> <p>このような状況下で、政府は生活の基本ニーズとして電化を重視していく方針で、2000年までに50%の電化率を目標としていた。このためには、系統の拡張及び系統の拡張できない地域に対しての分散型電化が求められている。また、政府は環境保全の観点から太陽光発電(PV)や小水力などの再生可能エネルギーに注目している。この中で、太陽光発電は立地条件に左右されにくい電源として極めて有用である。しかし、ラオスでは太陽光発電の設置実績が少なく、その普及政策も策定されていない。</p> <p>[目的]：本件開発調査は、以上の点を鑑み、ラオス国において太陽光発電装置の試験設置を行い、そのモニタリング結果及びその他制度・政策的な調査結果から太陽光発電及び小水力による地方電化実施計画を作成した。</p> <p>[プロジェクト実施後の状況]：</p> <p>現在、太陽光発電(PV)、小水力発電の導入によって村落部の多数の世帯で必要最小限の電灯やテレビなどだけでも利用可能とするような電化促進施策を展開している。</p> <p>2008年11月末現在、全国でSHS（Solar Home System）は10,251世帯、BCS（Battery Charge System）については8基、小水力は2機2村落115世帯に設置されている。なお、2000年のJICAマスタープランではパイロットプロジェクトとしてSHSが295世帯、BCSが8基導入されている。BCSについてはその後導入されていないが、SHSは導入世帯数が約35倍に増大しており、成果が出ている。増大分は世界銀行による援助であるが、JICAの開発調査の波及効果が大きいと考えられる。</p>
シナリ オの設 定	<p>Without ケース：対象村落(県)では系統網(グリッド)への接続が困難で、(ディーゼル発電による)バッテリーステーション(BCS)での蓄電を照明電源とするか、ケロシンランプによる照明に依存している。(2008年11月末現在、PV導入世帯での代替使用電力量をケロシン及びディーゼルから得たとした場合のCO₂発生量とする。)</p> <p>With ケース：PV導入</p>

<p>GHG 排出量算定式</p>	<p>【計算式】</p> <p>① GHG 削減量(t-CO₂/年)=世帯あたり年間電力消費量(kWh/世帯)×ディーゼルによる CO₂ 排出量 (t-CO₂/kWh)×PV 導入世帯数(世帯)</p> <p>② GHG 削減量(t-CO₂/年)=世帯あたり年間ケロシン消費量(kℓ/世帯)×ケロシンによる CO₂ 排出量 (t-CO₂/kℓ)×PV 導入世帯数(世帯)</p>
<p>入手データ一覧 (現地調査)</p>	<p>2009年1月に実施した現地調査により以下のデータを得た。</p> <p>(1) TV/CD/ステレオの使用電力量と使用時間(ヒアリング調査より)</p> <p>TV : 150W、4時間使用</p> <p>CD プレーヤー : 30W、2時間使用</p> <p>ステレオ : 30W、2時間使用</p> <p>(2) ディーゼル発電による発電量(ヒアリング調査より)</p> <p>10ℓの燃焼で4kWhの電力が得られる。</p> <p>(3) ディーゼル(経由)の原単位(環境省/経済産業省ウェブサイトより)</p> <p>CO₂ 排出係数 : 0.0187 t-C/GJ</p> <p>発熱量 : 38.2 GJ/kℓ</p> <p>CO₂ 排出量 : 0.0187 t-C/GJ×38.2 GJ/kℓ×(44/12)=2.62 t-CO₂/kℓ</p> <p>(4) 照明ランプ(蛍光灯: 20W、4時間点灯)に必要なケロシン使用量(ヒアリング調査より)</p> <p>24 ℓ/年=0.024 kℓ/年</p> <p>(5) ケロシンの原単位(環境省/経済産業省ウェブサイトより)</p> <p>CO₂ 排出係数 : 0.0185 t-C/GJ</p> <p>発熱量 : 36.7 GJ/kℓ</p> <p>CO₂ 排出量 : 0.0185 t-C/GJ×36.7 GJ/kℓ×(44/12)=2.49 t-CO₂/kℓ</p> <p>(6) 2008年11月末現在での全国 PV 導入世帯数(出典 DOE)⇒10,251 世帯</p>
<p>GHG 排出量の算定</p>	<p>1) TV/CD/ステレオ</p> <p>TV 使用電力量 : 600 Wh/日</p> <p>CD プレーヤー使用電力量 : 60 Wh/日</p> <p>ステレオ使用電力量 : 60 Wh/日</p> <p>合計電力量 720 Wh/日 = 262.8 kWh/年</p> <p>ディーゼル発電機発電量 : 0.4 kWh/ℓ(ヒアリングによる)</p> <p>ディーゼル排出係数 : 2.62 t-CO₂/kℓ ÷ 0.4 kWh/ℓ × 10⁻³ = 0.00655 t-CO₂/kWh</p> <p>TV/CD/ステレオ用電力からの CO₂ 排出量 :</p> <p style="text-align: right;">262.8 kWh/年 × 0.00655 t-CO₂/kWh = 1.72 t-CO₂/年</p> <p>2) 照明ランプ(蛍光灯)</p> <p>照明ランプ使用電力量 : 80 Wh/日</p> <p>照明用ケロシン使用量 : 24 ℓ/年 = 0.024 kℓ/年</p> <p>照明用ケロシンからの CO₂ 排出量 :</p> <p style="text-align: right;">2.49 t-CO₂/kℓ × 0.024 kℓ/年 = 0.06 t-CO₂/年</p>

	<p>3) 世帯当たりの年間 CO₂ 排出量</p> $1.72 + 0.06 = \underline{1.78 \text{ t-CO}_2/\text{年}}$ <p>4) 本件プロジェクトで削減される CO₂ 排出量 :</p> $1.78 \text{ t-CO}_2/\text{年} \times 10,251 \text{ 世帯} = \underline{18,247 \text{ t-CO}_2/\text{年}}$
<p>前提条件</p>	<p>SHS 導入世帯のみとし、BCS 及び小水力導入世帯に係る GHG 削減量は算定対象外とする。</p> <p>1 世帯あたりの電力使用機器は TV/CD/ステレオ/照明ランプ各 1 とする。</p> <p>SHS 導入以前の TV/CD/ステレオについてはディーゼル発電による BCS、照明ランプはケロシンによる照明をベースラインとする。</p>
<p>ケーススタディから得られた教訓</p>	<p>村落地域の電化プロジェクトの伴う再生可能エネルギー分野では、ベースラインの設定が重要となる。</p> <p>特に、ラオス国では、既存のグリッドは水力発電がほとんどを占めるため、既存のグリッド電力を代替する場合、同じ再生可能エネルギーとの比較になり、GHG 排出削減とするには非常に難しくなる。</p> <p>一方、無電化地域への再生可能エネルギーの導入の場合、プロジェクト実施前の電力使用形態（ベースライン）を十分にかつ正確にモニタリングしておく必要があるが、ラオス国ではプロジェクト実施前の状況のデータが整備されていなかったため、ベースラインの設定が困難であった。</p> <p>そのため、今後、JICA 事業の実施段階で、事業開始前の電力使用形態の状況におけるデータを整備していくことが重要であると考えられる。</p>

ケース スタ ディ 番号	3
プロ ジェ クト 名 称	ヨルダン国送配電網電力損失低減計画調査
大分 野	資源・エネルギー
小分 野	エネルギー効率改善
プロ ジェ クト 概 要	<p>[背景]：ヨルダン国の電気事業は、国営の電力会社(NEPCO)が発送電の大部分を受け持ち、私営の電力会社 2 社(JEPCO、IDECO)が NEPCO の供給区域を除いた地域の配電を受け持っている。両社とも NEPCO から電力を購入し、需要家に供給している。</p> <p>ヨルダンにおける送配電損失率は 1986 年から 1995 年までの 10 年間の平均で 9.4%であった。電力損失を低減することは、将来におけるヨルダン国のエネルギー消費の効率化、発電及び電源開発低減につながる重要な課題である。</p> <p>[目的]：</p> <p>本計画調査により電力損失の原因を究明し、その改善方法を提言し、さらには電力関係者の訓練を通じて我が国の技術を習得することが必要であるとして、本件開発調査の要請がなされたものである。</p> <p>[プロジェクト実施後の状況]：</p> <p>2009 年 1 月現在、ヨルダンの電力企業体系は、NEPCO を中心に、送配電会社 3 社(JEPCO、IDECO、EDCO)と発電会社(CEGCO、SEPGCO、AES-Jordan 他)の分業体制になっている。送配電会社 3 社では、JICA の技術協力プロジェクト実施後、各社それぞれの電力損失低減対策を継続しており、3 社三様の実績を残しており、現在も継続中である。1999 年から 2007 年までの 9 年間で 3 社が削減した電力損失量は 300GWh 以上になる。</p>
シナ リオ の 設 定	<p>Without ケース：ヨルダン電力系統で送配電網電力損失低減対策を行なわなかった場合、送配電損失率は 11%となる(平成 9 年 5 月「ヨルダン国送配電網電力損失低減計画調査 最終報告書」より)。</p> <p>With ケース：JICA 調査に基づいて、ヨルダン電力系統で送配電網電力損失低減対策を実施する。</p>
GHG 排 出 量 算 定 式	<p>【計算式】</p> <p>GHG 削減量(t-CO₂/年)=(電力損失低減対策実施前の損失電力量(GWh/年)－電力損失低減対策実施後の損失電力量(GWh/年))×(当該国の電力 CO₂ 排出係数(t-CO₂/GWh))</p> <p>ただし、電力 CO₂ 排出係数は <i>Annex 1</i> を参照のこと。</p>
入 手 デ ー タ 一 覧 (現 地 調 査)	<p>(1) 送配電網における電力損失量及び損失電力低減量</p> <p>現地調査の実施により、送配電会社である JEPCO、IDECO、EDCO から以下のデータを収集した。</p>

JEPCO

年	発電量 (GWh)	電力損失量 (GWh)	電力損失比 (%)	電力損失低減量 (GWh)	電力損失量 (プロジェクト無し) (GWh)	電力損失比 (プロジェクト無し) (%)	電力損失低減比 (%)
1999	3,409	331.64	9.73%	15.463	347.10	10.18%	0.454%
2000	3,638	340.00	9.35%	15.954	355.95	9.78%	0.439%
2001	3,889	382.26	9.83%	21.486	403.75	10.38%	0.552%
2002	4,041	415.58	10.28%	21.000	436.58	10.80%	0.520%
2003	4,482	510.00	11.38%	19.777	529.78	11.82%	0.441%
2004	4,907	511.00	10.41%	24.886	535.89	10.92%	0.507%
2005	5,431	638.07	11.75%	25.007	663.08	12.21%	0.460%
2006	6,156	763.89	12.41%	24.099	787.99	12.80%	0.391%
2007	7,112	1,082.18	15.22%	38.794	1,120.97	15.76%	0.545%

EDCO

年	発電量 (売電量) (GWh)	電力損失量 (GWh)	電力損失比 (%)	電力損失低減量 (GWh)	電力損失量 (プロジェクト無し) (GWh)	電力損失比 (プロジェクト無し) (%)	電力損失低減比 (%)
1999	1,026.16	115.70	11.28%	5.49	121.19	11.81%	0.535%
2000	1,030.00	113.35	11.00%	5.10	118.45	11.50%	0.495%
2001	1,107.40	137.70	12.43%	5.60	143.30	12.94%	0.506%
2002	1,151.60	143.87	12.49%	4.46	148.33	12.88%	0.387%
2003	1,283.16	166.53	12.98%	5.67	172.20	13.42%	0.442%
2004	1,489.94	184.73	12.40%	6.43	191.16	12.83%	0.432%
2005	1,633.00	205.11	12.56%	6.53	211.64	12.96%	0.400%
2006	1,793.20	232.86	12.99%	8.86	241.72	13.48%	0.494%
2007	2,022.84	246.79	12.20%	10.52	257.31	12.72%	0.520%

IDECO

年	発電量 (売電量) (GWh)	電力損失量 (GWh)	電力損失比 (%)	電力損失低減量 (GWh)	電力損失量 (プロジェクト無し) (GWh)	電力損失比 (プロジェクト無し) (%)	電力損失低減比 (%)
1999	899.60	129.50	14.40%	3.50	133.00	14.78%	0.389%
2000	960.90	138.20	14.38%	3.70	141.90	14.77%	0.385%
2001	1,030.10	143.50	13.93%	4.00	147.50	14.32%	0.388%
2002	1,107.90	140.30	12.66%	4.00	144.30	13.02%	0.361%
2003	1,156.00	132.90	11.50%	3.20	136.10	11.77%	0.277%
2004	1,263.50	137.90	10.91%	3.30	141.20	11.18%	0.261%
2005	1,355.00	145.10	10.71%	3.10	148.20	10.94%	0.229%
2006	1,481.40	154.90	10.46%	6.10	161.00	10.87%	0.412%
2007	1,649.50	186.00	11.28%	6.00	192.00	11.64%	0.364%

JEPCO, EDCO, IDECO (integrated)

年	発電量 (売電量) (GWh)	電力損失量 (GWh)	電力損失比 (%)	電力損失低減量 (GWh)	電力損失量 (プロジェクト無し) (GWh)	電力損失比 (プロジェクト無し) (%)	電力損失低減比 (%)
1999	5,334.76	576.84	10.81%	24.45	601.29	11.27%	0.458%
2000	5,628.90	591.55	10.51%	24.75	616.30	10.95%	0.440%
2001	6,026.50	663.46	11.01%	31.09	694.55	11.52%	0.516%
2002	6,300.50	699.75	11.11%	29.46	729.21	11.57%	0.468%
2003	6,921.16	809.43	11.70%	28.65	838.08	12.11%	0.414%
2004	7,660.44	833.63	10.88%	34.62	868.25	11.33%	0.452%
2005	8,419.00	988.28	11.74%	34.64	1,022.92	12.15%	0.411%
2006	9,430.60	1,151.65	12.21%	39.06	1,190.71	12.63%	0.414%
2007	10,784.34	1,514.97	14.05%	55.31	1,570.28	14.56%	0.513%
TOTAL		7,829.56		302.03	8,131.58		

(2) ヨルダン国の電力系統 CO₂ 排出係数(CEF)

ヨルダンの発電事業は、NEPCO の発電部門をそのまま受継いだ CEGCO が中心に、その他 IPP 事業者が参入している。特に現在最大の IPP 事業者である SEPGCO が 2 番手として 2004 年に設立され、2006 年から発電事業を開始した。

また、3番手の IPP 事業者として AES-Jordan が現在 370MW の発電所を建設中で、2009 年にも事業参画する予定である。

そこで、前節の電力損失量から GHG 削減量を求めるために、電力 CO₂ 排出係数(CEF)を求めることとした。データは CEGCO のものを中心に、2006 年～2007 年は、SEPGCO のデータを含めて加重平均で求めた。なお、排出係数の算出は、燃料別発電量と燃料消費量 FC から求めた。

電力 CO₂ 排出係数 $EF(t\text{-CO}_2/\text{MWh}) = \Sigma (\text{燃料消費量 } FC(\text{mass}) \times \text{燃料総熱量 } NCV(\text{GJ}/\text{mass}) \times \text{当該燃料排出係数 } EF(t\text{-CO}_2/\text{GJ}) / \Sigma (\text{系統発電量 } EG(\text{MWh}))$

1) CEGCO 燃料別発電量(GWh)

以下のデータは NEPCO の年報 2001、2003、2007 に掲載されたものを引用した。

Generated Energy (GWh/y)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Generated energy by HFO	6,478.0	6,604.0	7,205.0	6,858.0	7,168.0	7,524.2	5,730.9	6,525.3
Generated energy by NG	742.0	769.0	680.0	746.0	776.0	1,206.4	3,123.7	3,243.8
Generated energy by Diesel Oil	113.0	125.0	186.0	340.0	465.0	312.2	70.1	32.7
Generated energy by RE	42.0	46.0	56.0	44.0	56.0	43.2	40.2	50.5
Total	7,375.0	7,544.0	8,127.0	7,988.0	8,465.0	9,086.0	8,964.9	9,852.3

2) CEGCO の電力 CO₂ 排出係数 CEF(t-CO₂/MWh)

まず、下表に示すように燃料タイプの真発熱量 NCV_i と燃料別 CO₂ 排出係数 EF_i 及び燃料消費量 FC_i を求め(Annex 1 Option B 参照)、それをその年の発電電力 EG_y で除した。

FC*NCV*EF	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Heavy Oil	50,066.3	50,593.6	54,688.3	46,809.2	28,073.1	24,257.6	19,356.5	1,926.342
Natural Gas	5,220.7	5,078.3	4,627.4	10,607.4	28,310.2	32,771.5	47,436.9	56,857.8
Diesel Oil	1,159.2	1,065.2	1,723.2	3,070.4	4,824.9	7,205.9	3,195.7	282.0
TOTAL	56,446.2	56,737.1	61,038.8	60,487.0	61,208.2	64,235.1	69,989.0	59,066.1
CEF (tCO ₂ /MWh)	0.8737	0.8585	0.8574	0.8644	0.8254	0.8070	0.8912	0.6844

2007 年のデータを代表例として計算過程を以下に示す。

NEPCO 2007 Annual Report より、

① 発電方式別発電量 EG(GWh)

- Steam Units: 6,525.30 GWh
- Combined Cycle: 2,422.30 GWh (a)
- Gas Turbines (Diesel): 32.00 GWh (b)
- Gas Turbines (NG): 821.50 GWh (c)
- Diesel Engines: 0.70 GWh (d)
- Hydro: } 再生可能エネルギー(RE) 47.60 GWh (e)
- Wind: } 2.90 GWh (f)

以上より、

- 重油(HFO)による発電: 6,525.30 GWh
- 天然ガス(NG)による発電: 3,243.80 GWh (a)+(c)
- Diesel Oil による発電: 32.70 GWh (b)+(d)
- RE による発電: 50.50 GWh (e)+(f)
- 合計 9,852.30 GWh

② 燃料消費量 FC_{TTOE} (TTOE/y)

HFO:	621 TTOE/y
NG:	2,396 TTOE/y
<u>Diesel Oil:</u>	<u>9 TTOE/y</u>
合計	3,026 TTOE/y

以上より、

燃料消費量 FC (Gg/y)= 燃料消費量(TTOE/y)×HFO の真発熱量 NCV_{HFO} (TJ/Gg) × 10^3 ÷ 真発熱量 NCV (TJ/Gg)

HFO:	$FC_{HFO}=621 \times 42.30 \times 10^3 / 42.30 = 621 \times 10^3$
NG:	$FC_{NG}=2,396 \times 42.30 \times 10^3 / 43.0 = 2,357 \times 10^3$
Diesel Oil:	$FC_{diesel}=9 \times 42.30 \times 10^3 / 48.0 = 7.93 \times 10^3$

ただし、

	Default carbon content: (kg/GJ)	Effective CO ₂ emission factor: EF (kg/TJ)	Net calorific value: NCV (TJ/Gg)
Crude Oil	20.00	73,333	42.30
Natural Gas	15.30	56,100	43.00
Diesel Oil	20.20	74,067	48.00

IPCC 2006 Guideline: Volume 2 Energy

CO₂ 排出量 PE_{FC} (tCO₂/y)($FC \times NCV \times EF$)=燃料消費量 FC (Gg/y) × CO₂ 排出係数 EF (kg/TJ) × 真発熱量 NCV (TJ/Gg) × 10^{-8}

HFO:	$PE_{HFO}=621 \times 10^3 \times 73,333 \times 42.30 \times 10^{-8} = 1,926.342 \text{ tCO}_2/\text{y}$
NG:	$PE_{NG}=2,357 \times 10^3 \times 56,100 \times 43.00 \times 10^{-8} = 56,857.80 \text{ tCO}_2/\text{y}$
<u>Diesel Oil:</u>	<u>$PE_{diesel}=7.93 \times 10^3 \times 74,067 \times 48.00 \times 10^{-8} = 282.00 \text{ tCO}_2/\text{y}$</u>
合計	59,066.10 tCO ₂ /y

電力 CO₂ 排出係数 CEF (tCO₂/MWh)=燃料別 CO₂ 排出量 $PE \times 10^3$ ÷ (総発電量 $EG \times 8,760$)

= $59,066.10 \times 10^3 / (9,852.3 \times 8,760) = \mathbf{0.6844 \text{ tCO}_2/\text{MWh}}$

3) CEGCO と SEPGCO の発電量(GWh)(2006～2007年)

各社の 2006～2007年の発電量を加重平均して求めた。

	2006	2007
CEGCO (GWh)	8,966.00	9,852.36
SEPGCO (GWh)	1,660.34	2,732.73
Total (GWh)	10,626.34	12,585.08

4) CEGCO 及び SEPGCO の加重平均による電力 CO₂ 排出係数 CEF (t-CO₂/MWh)
2000～2005年は、CEGCO のデータのみであるが、2006年からは SEPGCO の事業が本格化したため、2006年及び2007年は、SEPGCO の電力 CO₂ 排出係数

	<p>と CEGCO の電力 CO₂ 排出係数を総発電電力量の比で加重平均したものを掲げた。</p> <table border="1" data-bbox="336 300 767 405"> <thead> <tr> <th></th> <th>2006</th> <th>2007</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEGCO</td> <td>0.891</td> <td>0.684</td> </tr> <tr> <td>SEPGCO</td> <td>0.415</td> <td>0.405</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>0.817</td> <td>0.624</td> </tr> </tbody> </table> <p>5) ヨルダン国の電力 CO₂ 排出係数 CEF(t-CO₂/MWh)</p> <table border="1" data-bbox="336 528 1390 595"> <thead> <tr> <th></th> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> <th>2004</th> <th>2005</th> <th>2006</th> <th>2007</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEF (t-CO₂/MWh)</td> <td>0.8737</td> <td>0.8585</td> <td>0.8574</td> <td>0.8644</td> <td>0.8254</td> <td>0.8070</td> <td>0.8168</td> <td>0.6238</td> </tr> </tbody> </table>		2006	2007	CEGCO	0.891	0.684	SEPGCO	0.415	0.405	Total	0.817	0.624		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	CEF (t-CO ₂ /MWh)	0.8737	0.8585	0.8574	0.8644	0.8254	0.8070	0.8168	0.6238																																																				
	2006	2007																																																																																	
CEGCO	0.891	0.684																																																																																	
SEPGCO	0.415	0.405																																																																																	
Total	0.817	0.624																																																																																	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007																																																																											
CEF (t-CO ₂ /MWh)	0.8737	0.8585	0.8574	0.8644	0.8254	0.8070	0.8168	0.6238																																																																											
<p>GHG 排出量の算定</p>	<p>前項の電力損失量と系統 CO₂ 排出係数によって、本件プロジェクトの GHG 排出削減量を算出する。 算出結果を下表に掲げる。</p> <p>ヨルダン国送配電網電力損失低減による GHG 排出削減量</p> <table border="1" data-bbox="336 891 1131 1211"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Year</th> <th colspan="4">電力削減量 (GWh)</th> <th rowspan="2">合計</th> <th rowspan="2">CEF (t-CO₂/MWh)</th> <th rowspan="2">GHG削減量 (t-CO₂)</th> </tr> <tr> <th>JEPSCO</th> <th>EDCO</th> <th>IDECO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1999</td> <td>15.463</td> <td>5.49</td> <td>3.50</td> <td>24.453</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>15.954</td> <td>5.10</td> <td>3.70</td> <td>24.754</td> <td>0.874</td> <td>21,627.57</td> </tr> <tr> <td>2001</td> <td>21.486</td> <td>5.60</td> <td>4.00</td> <td>31.086</td> <td>0.859</td> <td>26,687.33</td> </tr> <tr> <td>2002</td> <td>21.000</td> <td>4.46</td> <td>4.00</td> <td>29.460</td> <td>0.857</td> <td>25,259.00</td> </tr> <tr> <td>2003</td> <td>19.777</td> <td>5.67</td> <td>3.20</td> <td>28.647</td> <td>0.864</td> <td>24,762.47</td> </tr> <tr> <td>2004</td> <td>24.886</td> <td>6.43</td> <td>3.30</td> <td>34.616</td> <td>0.825</td> <td>28,558.20</td> </tr> <tr> <td>2005</td> <td>25.007</td> <td>6.53</td> <td>3.10</td> <td>34.637</td> <td>0.807</td> <td>27,952.06</td> </tr> <tr> <td>2006</td> <td>24.099</td> <td>8.86</td> <td>6.10</td> <td>39.059</td> <td>0.817</td> <td>31,911.20</td> </tr> <tr> <td>2007</td> <td>38.794</td> <td>10.52</td> <td>6.00</td> <td>55.314</td> <td>0.624</td> <td>34,515.94</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>206.466</td> <td>58.66</td> <td>36.90</td> <td>302.026</td> <td>-</td> <td>221,273.77</td> </tr> </tbody> </table>	Year	電力削減量 (GWh)				合計	CEF (t-CO ₂ /MWh)	GHG削減量 (t-CO ₂)	JEPSCO	EDCO	IDECO		1999	15.463	5.49	3.50	24.453	-		2000	15.954	5.10	3.70	24.754	0.874	21,627.57	2001	21.486	5.60	4.00	31.086	0.859	26,687.33	2002	21.000	4.46	4.00	29.460	0.857	25,259.00	2003	19.777	5.67	3.20	28.647	0.864	24,762.47	2004	24.886	6.43	3.30	34.616	0.825	28,558.20	2005	25.007	6.53	3.10	34.637	0.807	27,952.06	2006	24.099	8.86	6.10	39.059	0.817	31,911.20	2007	38.794	10.52	6.00	55.314	0.624	34,515.94	Total	206.466	58.66	36.90	302.026	-	221,273.77
Year	電力削減量 (GWh)				合計	CEF (t-CO ₂ /MWh)				GHG削減量 (t-CO ₂)																																																																									
	JEPSCO	EDCO	IDECO																																																																																
1999	15.463	5.49	3.50	24.453	-																																																																														
2000	15.954	5.10	3.70	24.754	0.874	21,627.57																																																																													
2001	21.486	5.60	4.00	31.086	0.859	26,687.33																																																																													
2002	21.000	4.46	4.00	29.460	0.857	25,259.00																																																																													
2003	19.777	5.67	3.20	28.647	0.864	24,762.47																																																																													
2004	24.886	6.43	3.30	34.616	0.825	28,558.20																																																																													
2005	25.007	6.53	3.10	34.637	0.807	27,952.06																																																																													
2006	24.099	8.86	6.10	39.059	0.817	31,911.20																																																																													
2007	38.794	10.52	6.00	55.314	0.624	34,515.94																																																																													
Total	206.466	58.66	36.90	302.026	-	221,273.77																																																																													
<p>前提条件</p>	<p>電力削減量は、各社(JEPSCO・IDECO・EDCO)の実施した対策を全て含めたものである。(各対策別の電力削減量は測定していない。) SEPGCO 以外の IPP 事業者は発電容量が小さいため除外した。(AES-Jordan は建設中であるため除外)</p>																																																																																		
<p>ケーススタディから得られた教訓</p>	<p>ヨルダン国の電力 CO₂ 排出係数を求める際、ヨルダン側に算定に必要なデータに関する認識が不足していたため、データ収集に時間を要した。そのため、今後、JICA が途上国において、発電や省エネ等電力関連プロジェクトを実施する際には、電力 CO₂ 排出係数算定に必要なデータの形式を共通化して、C/P にそのデータを蓄積していくことを技術移転する必要があると考えられる。</p>																																																																																		