



REDD+

Reducing Emission from Deforestation
and Forest Degradation-plus

平成26年度 基礎講習

第4章

CookBookについて

一般社団法人 日本森林技術協会
宗像 和規



CookBookとは

REDD プラスでは、途上国が行う森林減少・森林劣化を抑制する取組みによるCO₂の排出削減、森林保全等によるCO₂の排出防止および炭素固定による大気中のCO₂の削減に対して、何らかの経済的インセンティブを与えるということが基本的な考え方である。

そのため、排出削減量の評価には科学的なアプローチによって森林炭素の変化量をモニタリングすることが求められる。

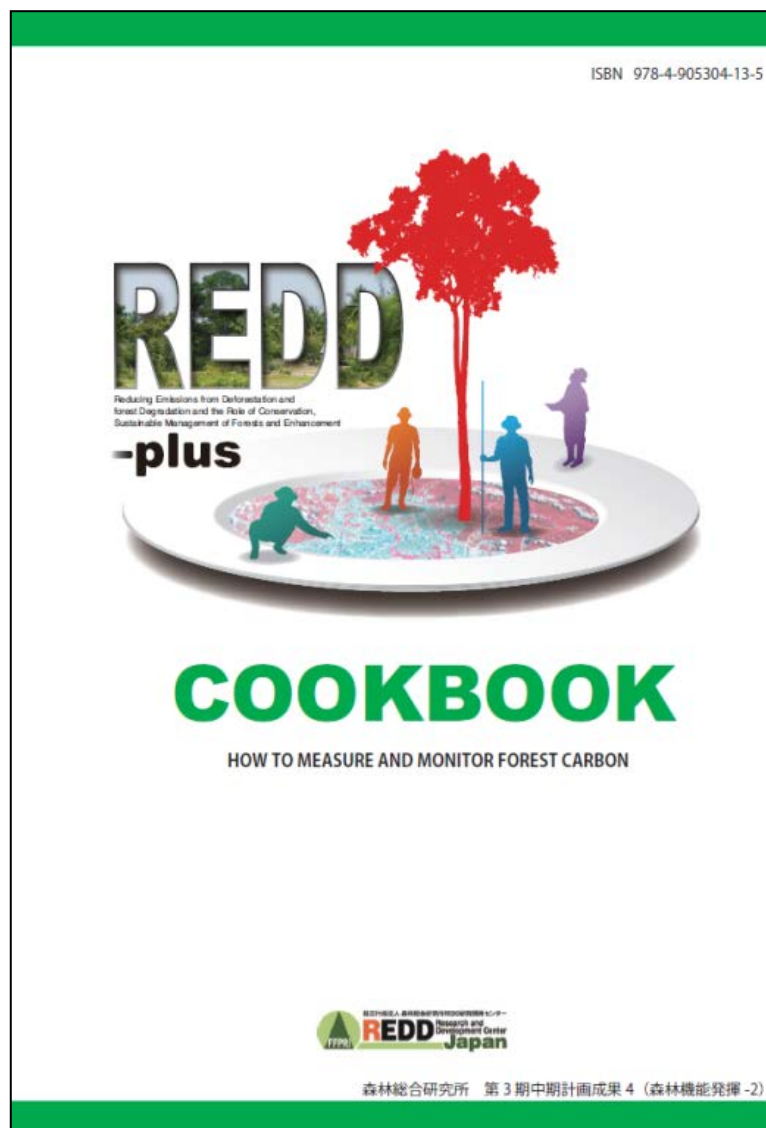


CookBook

REDD プラスに取り組むための基礎知識や技術について、特に森林炭素モニタリングに注目してわかりやすく説明した技術解説書。平成23年度に(独)森林総合研究所REDD研究開発センターが作成。



CookBook外観 ～表紙～



独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

編集・発行 REDD 研究開発センター
REDD Research and Development Center

TEL.029-829-8365 FAX. 029-829-8366

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/redd-rdc/ja/index.html>

E-mail: red-d-center@ffpri.affrc.go.jp

お問い合わせ先 REDD 研究開発センター または

編集発行係

029-829-8125, e-mail: kankog@ffpri.affrc.go.jp

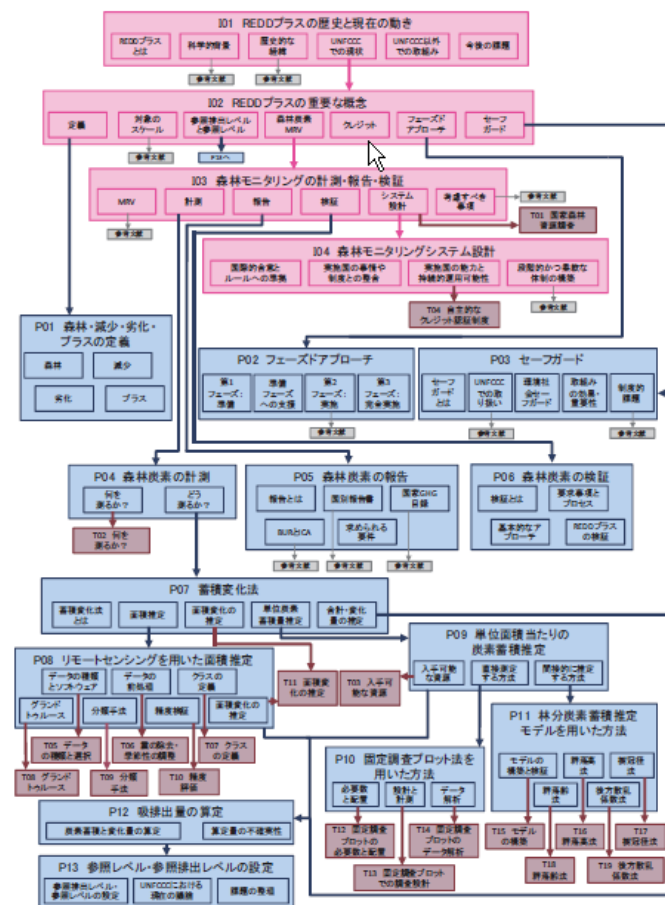
リサイクル適性の表示：紙へのリサイクル可

CookBook外観 ～目次、フローチャート～

目次

REDD プラス フローチャート	6
導入編	7
第 1 章 REDD プラスとは	8
Recipe - I01 REDD プラスの歴史と現在の動き	10
REDD プラスとは / 科学的背景 / 歴史的な経緯 / UNFCCC での REDD プラスの現状 / UNFCCC 以外での取組み / 今後の課題	
Recipe - I02 REDD プラスの重要な概念	14
森林・森林減少・森林劣化・プラスの定義 / 対象のスケール / 参照排出レベルと参照レベル / 温室効果ガス、森林炭素蓄積および森林面積の MRV / クレジット / フェーズドアプローチ / セーフガード	
第 2 章 森林モニタリングシステムの設計	20
Recipe - I03 森林モニタリングの計画・報告・検証 (MRV)	22
MRV / 計画 / 報告 / 検証 / 森林モニタリングのシステム設計 / 森林モニタリングの MRV において考慮すべき事項	
Recipe - I04 森林モニタリングシステムの設計	26
国際的合意とルールへの準拠 / 実施国の事情や制度との整合 / 実施国の能力と持続的運用可能性 / 段階的かつ柔軟な体制の構築	
計画編	29
第 3 章 REDD プラス取組のための基礎知識	30
Recipe - P01 森林・森林減少・森林劣化・プラスの定義	32
森林 / 森林減少 / 森林劣化 / プラス	
Recipe - P02 フェーズドアプローチ	34
第 1 フェーズ：準備 / 準備フェーズへの支援 / 第 2 フェーズ：実施 / 第 3 フェーズ：完全実施	
Recipe - P03 セーフガード	38
セーフガードとは / UNFCCC におけるセーフガードの取り扱い / 環境社会セーフガード / セーフガードへの取組みの効果・重要性 / セーフガードの制度的課題	
第 4 章 森林炭素の計画・報告・検証 (MRV)	42
Recipe - P04 森林炭素の計画	44
何を測るか？ / どう測るか？	

REDD プラス フローチャート





CookBook外観 ～章立て、概説～

第1章 REDD プラスとは



8

REDD-plus Cookbook

気候変動枠組条約（UNFCCC）第11回締約国会議（COP11）において、バブアニューギニアとコスタリカから発展途上国における森林減少（deforestation）および森林劣化（forest degradation）からの温室効果ガスの排出削減（REDD）が温暖化緩和策の一つとして提案された。また、COP13においては、森林保全、持続可能な森林経営および森林炭素蓄積の強化のための取組みも含めることになり、これらが「プラス」と呼ばれるようになった。

本章では、UNFCCCにおけるREDDプラスの議論の歴史的経緯、現状について述べるとともに、UNFCCC以外での取組みを紹介する。また、REDDプラスの交渉の過程で出てきた重要な概念について解説する。

101 REDD プラスの歴史と現在の動き

102 REDD プラスの重要な概念

REDD-plus Cookbook

9



CookBook外觀 ~Recipe、項目~

第1章 REDD プラスとは

Recipe - I01

REDD プラスの歴史と現在の動き

発展途上国における森林減少・森林劣化による CO₂ (二酸化炭素) の排出量は、人為活動による排出量全体の約 2 割を占め、化石燃料の使用に次ぐ大きな排出源となっている。このため、森林減少と森林劣化からの排出を削減するための国際的な制度として REDD プラスの構築が議論されている。本レシピでは、REDD プラスの科学的背景と歴史的経緯、現状を解説する。

INFO

1) Denman KL, Brasseur G, Chidthaisong A, Ciais P, Cox PM, Dickinson RE, Hauglustaine D, Heinze C, Holland E, Jacob D, Lohmann U, Ramachandran S, da Silva Dias PL, Wofsy SC, Zhang X (2007) Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, 499-587

INFO

2) Nabuurs GJ, Masera O, Andriano K, Benitez-Ponce P, Boer R, Dutschke M, Elstiddig E, Ford-Robertson J, Frumhoff R, Karjalainen T, Kravinko O, Kurz WA, Matsumoto M, Oyhenand W, Ravindranath NH, Sanchez-Sanchez MJ, Zhang X (2007) Forestry. In: Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, 541-584

INFO

3) FAO (2006) Extent of forest resources. In: Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper 147:11-36

REDD プラスとは

REDD プラスとは、森林減少・森林劣化からの排出の削減、および森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の強化の役割 (Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries) の略称である。当初は気候変動枠組条約 (UNFCCC) の下での将来の温暖化緩和策に関する議題の一つを指していたが、近年では、議論が国連の枠組みにとどまらず、二国間、多国間、民間ベース等での活動が先行的に広がるのに伴い、温暖化緩和を目的に途上国で行われる森林保全活動全般に対して広く使われている。総じて、途上国において森林減少や森林劣化の抑制等の活動を行い、それにより温室効果ガスの排出量を削減あるいは吸収量を増加させることに對して、その実績に応じて経済的なインセンティブ (クレジット、資金等) が得られるメカニズムとして理解されている。

科学的背景

途上国における森林減少・森林劣化による CO₂ の排出が世界の炭素循環に大きな影響を及ぼしていることについては、2001 年に気候変動に関する政府間パネル (IPCC) から刊行された第 3 次評価報告書 (TAR) で指摘された。また、2007 年に刊行された IPCC 第 4 次評価報告書 (AR4) では、1990 年代の地球上の炭素循環において、CO₂ 排出量の約 8 割は化石燃料の利用とセメント生産による排出であるが、残りの 2 割は土地利用変化つまり森林減少に由来する排出であるとした¹⁾。さらに、森林分野における削減ポテンシャルの 65% は熱帯地域にあり、そのうち 50% は森林減少からの排出を削減することで達成されるとしている²⁾。また、国連食料農業機関 (FAO) は、ブラジル、インドネシア、熱帯アフリカにおいて森林減少が激しいことを示し³⁾、スターン・レビューは、森林減少の抑制は温室効果ガスを削減する上で費用対効果が高いことを

強調した⁴⁾。

IPCC 第 4 次評価報告書はさらに、途上国における森林減少・森林劣化抑制活動の効果は温暖化緩和に留まらず、生物多様性や、生産物、水資源、環境など、森林がもたらす生態系サービスの維持や向上による地域社会、住民への寄与も期待できるとし、その重要性を述べることに多くのページ数を割いた。

しかし、このように途上国における森林減少・森林劣化を抑制する必要性や意義が早くから認識されていたにもかかわらず、UNFCCC には途上国の森林減少・森林劣化の抑制を目的とした仕組みが組み込まれていない。このような科学的背景を持ちながら、REDD プラスの制度構築が進められている。

歴史的な経緯 (I02 参照)

REDD プラスの国際的な議論は、2005 年にモントリオールで開催された UNFCCC 第 11 回締約国会議 (COP11) においてパプアニューギニアとコスタリカが、途上国における森林減少の抑制による温室効果ガスの排出削減対策 (Reducing emissions from deforestation in developing countries: approaches to stimulate action) を提案したことからはじまった。この提案は科学的・技術的助言に関する補助機関 (SBSTA) の議題として採用され、Reducing emissions from deforestation in developing countries を略して REDD と通称された。SBSTA では、COP13 での報告を目指して 2 年間の検討することになったが、その検討過程で多くの途上国から、森林減少だけでなく森林劣化からの排出の削減、さらには、森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の強化のための取組み (いわゆる「プラス」活動) も含めるべきであるとの主張がなされた。このような議論を踏まえ、2007 年にバリ島で開催された COP13 において、これらの取組みも含めた幅広い概念として 2013 年以降の枠組み構築に向けた検討課題として位置づけられ、REDD 「プラス」と通称されるようになった。

その後さらに 2 年間の検討を経て、2009 年 COP15 でのコペンハーゲン合意は、資金メカニズムも含めた REDD プラスの枠組みの早期構築の必要性に言及した⁵⁾。また、REDD プラスの方法論について、最新の IPCC ガイドラインの利用、国 (または準国) レベルの森林モニタリングシステムの構築、リモートセンシングと現地調査の組み合わせによる推定手法、活動を評価するための基準である参照レベルは歴史的データや各国の事情による調整を考慮、といった合意がなされ、これが現在の技術的方法論の基礎となっている⁷⁾。

2010 年にカンクンで開催された COP16 では、REDD プラスの対象とする 5 つの活動や、フェーズアプローチと呼ばれる漸進的な実施プロセス、セーフガードの考慮など、REDD プラスの基本的枠組みとなる要

Recipe I01

INFO

4) Stern N (2007) Identifying the costs of mitigation. In: Stern review on the economics of climate change. Cambridge University Press, 211-238

INFO

5) この新編は土地利用変化の機会費用の評価に基づくものであり、現在の REDD プラスで求められている国内体制整備やモニタリングシステム構築に関わるコストは考慮されていない。

INFO

6) UNFCCC (2009) Decision 2/CP.15, FCCC/CP/2009/11/Add.1, 4-7, UNFCCC

INFO

7) UNFCCC (2009) Decision 4/CP.15, FCCC/CP/2009/11/Add.1, 11-12, UNFCCC



CookBook外観 ~参照編~

第1章 REDD プラスとは

No.1	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation	国語	2011	Agrawal et al.	Annual Review of Environment and Resources
02 REDD プラスの歴史と現在の動き	REDD プラスのこれまでの動向を主に社会科学者の観点から概説したレビュー。UNFCCC においてのこれまでの REDD プラスに関する交渉の経緯や REDD プラスの環境社会両面への影響の他に、国語及び国家レベルのインセンティブや市場環境、市民社会それぞれにおけるアクターの紹介、そして分野横断的な政策モニタリングの紹介及び今後の課題と、多角的な視点から REDD プラスの動向を体系的にまとめている。REDD プラスの導入者として一読の価値のあるレビューである。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-042009-094508					

No.2	REDD-plus 開発途上国における森林減少・劣化等による温室効果ガス排出量の削減 第1巻	国語	2012	国際協力機構(JICA) 国際熱帯木材機関(ITTO)	
02 REDD プラスの歴史と現在の動き	一般概念の REDD プラスへの理解と関心を高めることを目的として JICA と ITTO により作成されたブックレット。REDD プラスの背景や経緯に加え、日本政府の気候変動政策に関する方針や JICA 及び ITTO による REDD プラスへの取り組みを網羅的に紹介している。REDD プラスについて予備知識がない方に REDD プラスの概念を紹介するのに役立つほか、国内外の REDD プラス関係者が、現在進行中の JICA 及び ITTO の REDD プラス関連のプロジェクトの概要を把握したい場合にも有効なブックレットである。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://www.jica.go.jp/publication/pamph/index.html					

No.3	What is the right scale for REDD? The implications of national, subnational and nested approaches	国語	2008	Angelsen et al.	CFOR
02 REDD プラスの重要な概念	REDD プラスのインセンティブメカニズムを支援・実施する際の3つの実施レベル間のアプローチ：国レベル、準国・プロジェクトレベル、ハイブリッド（ネステッド）の考え方を整理し比較分析を行っている組織。3つのアプローチのインセンティブ付与についての考え方を紹介し、主に効果性、効率性、公平性の3つの基準で評価している。各アプローチの具体的な適用事例は紹介されていないが、基本的な考え方やそれぞれの特徴を相対的に理解するのに最適なペーパーである。プロジェクトレベルの活動と国家規模での活動の関連性について基礎知識を固めたい方にもお薦めする。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://www.cfor.org/online-library/browse/view-publication/publication/2595.html					

No.4	REDD+ at project scale: Evaluation and Development Guide	英語	2010	Calmei et al.	FFEM, ONFI 等
02 REDD プラスの重要な概念	REDD プラスのプロジェクト実施者やプロジェクトを評価する68の質問。そして資金提供機関をサポートすることを目的として作成されたプロジェクト開発・評価ガイドである。REDD プラス活動の設計・実施から実施、運用および組織的な問題、そして経済社会両面からの評価、更には環境社会セーフガードへの対応まで、プロジェクトレベルで実施すべき主要な要件をバリエーションよく、かつ詳細に紹介している。要件ごとに従ってプロジェクトの参考事例を紹介し、具体的に実施可能な提案もされている。プロジェクト実施者や政策立案者に最適な一冊である。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://www.onfinternational.org/online/publications/313-uguide-redd-a-lechele-projet-guide-evaluation-et-de-developpement.html					

参照編

No.5	Building Forest Carbon Projects: Step-by-Step Overview and Guide ¹ In: Building Forest Carbon Projects ²	国語	2011	1) Olander et al. 2) Ebbling & Olander (eds.)	Forest Trends
02 REDD プラスの重要な概念 03 森林炭素モニタリング MIV 04 システム設計	Forest Trends のこれまでの森林炭素に関するプロジェクトの経験に基づき、プロジェクト成功の要件を技術面、環境社会面、財務面から多角的に解説したプロジェクト実施者向けのガイドブックである。本シリーズは、タイトルが示す通り導入的な内容に偏らず本書に加え、REDD、気候変動、炭素管理、住民参加、法的制度、経営・マーケティング、社会影響、生物多様性影響の8つのテーマのガイダンスで構成されている。各ガイダンスはプロジェクト実施者にとって有用なリファレンスとなるであろう。これらは全て無料で入手可能である。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=2555					

第2章 森林モニタリングシステムの設計

No.6	測定・報告・検証 (MRV): 気候変動政策計画に向けた調達の日本版 2010	国語	2010	修成名	財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES)
02 REDD プラスの重要な概念 03 森林炭素モニタリング MIV	MRV 全体に関するこれまでの経験の背景や経緯から、気候変動政策に資する望ましい MRV 制度の在り方を提示した報告書である。国際文書における MRV の経緯、現行仕組みと関連する課題、気候変動政策の MRV に加え、途上国実地での実施事例、国際機関等の MRV 体制について整理・分析している。これまでに適用されている様々な MRV 体制や制度の制度を参考事例として紹介している。REDD プラスの MRV への具体的な提案はないが、気候変動政策計画における各国の MRV 体制を整理する上で有用な報告書である。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://enviroscopelabs.org/jp/modules/environlib/view.php?id=3064					

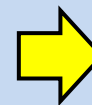
No.7	MURC 気候変動レポート 気候変動政策に向けた MRV (測定・報告・検証) の国際的取り組みの現状と課題 ～(B) REDD プラス実施の国の MRV 実施の国の考え方～	国語	2011	早草 & 矢野	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング
02 REDD プラスの重要な概念 03 森林炭素モニタリング MIV	REDD プラスを実施する際の MRV システムについての論点を整理し、今後構築すべき MRV システムの在り方を提示した報告書である。MRV システムの背景から、途上国の「レディネス」状況に応じた MRV システムの在り方、今後想定される REDD プラスの実施枠組みに応じた MRV システムの位置づけに至るまで、10 ページという分量で簡潔にまとめている。REDD プラスにおける MRV システム構築の参考事例は紹介されていないものの、モニタリング等の国内体制の整理、検証委員の選定の適用性、更にはセーフガードといった炭素以外の MRV についても触れ、MRV システムの多岐に渡る論点を簡明に紹介している。	国語、国、準国、プロジェクト			
http://www.murc.jp/whitepaper/policies_details/29					



CookBookの構成

【導入編】

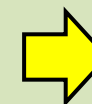
- 第1章 REDDプラスとは
- 第2章 森林モニタリングシステムの設計



国／準国レベルでの
REDD プラスの導入に
取り組む政策立案者お
よびそのパートナー機関

【計画編】

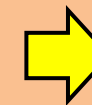
- 第3章 REDDプラス取組のための基礎知識
- 第4章 森林炭素の計測・報告・検証(MRV)
- 第5章 蓄積変化法によるモニタリング



国／準国レベルおよびプ
ロジェクトレベルでREDD
活動の計画に取り組む
実施者

【技術編】

- 第6章 REDDプラス実施における前提
- 第7章 リモートセンシングを用いた森林面積の推定
- 第8章 固定調査プロットを用いた方法
- 第9章 林分炭素蓄積推定モデルを用いた方法



国／準国レベルおよびプ
ロジェクトレベルでREDD
活動に携わる技術者

【参照編】

(関連する報告書、ガイダンス、マニュアル、論文等の紹介)



CookBookの使い方 ～目次で読む～

第7章 リモートセンシングを用いた森林面積の推定	86	章
Recipe - T05 データの種類と選択	88	Recipe
プラットフォーム / センサ / 空間分解能、波長分解能と時間分解能 / 現在・過去・未来 / データの選択 / ソフトウェア		項目
Recipe - T06 雲の除去・季節性の調整	94	
雲の除去 / 季節性の調整		
Recipe - T07 クラスの定義	96	
完全かつ排他的なクラス / 求められる分類クラス / 分類後のクラスの統合		
Recipe - T08 グランドトゥールース	98	
グランドトゥールースとは / グランドトゥールースの位置情報と精度 / 抽出方法 / サンプル数		
Recipe - T09 分類手法	100	
リモートセンシングにおける分類 / 画素単位の分類とオブジェクトベース分類		
Recipe - T10 精度評価	102	
判定効率表と精度の指標 / 精度評価のためのグランドトゥールース		
Recipe - T11 面積変化の推定	108	
2 時期それぞれの分類結果の比較 / 多時期画像の一括分類による変化抽出 / 画像比較の注意点と現在の流れ		

☆CookBookの読み方1

目次に従い、各章に記述されたRecipeと項目を順番に読み進めていく。

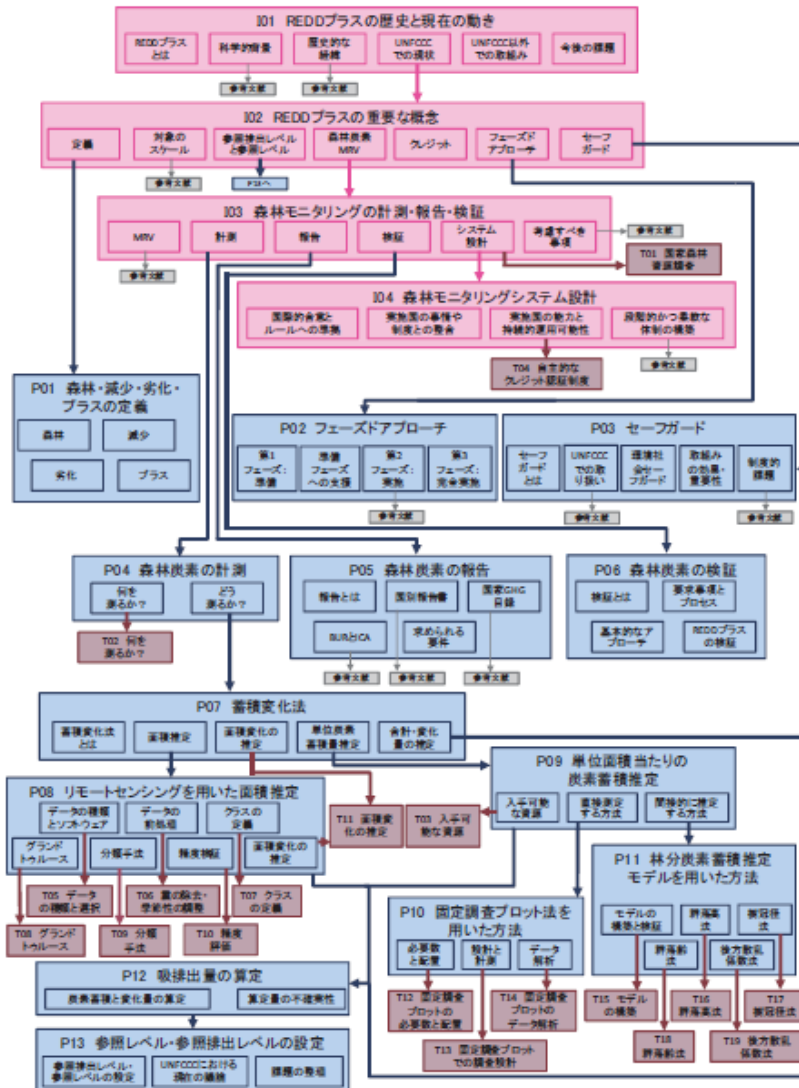
◎CookBookの由来

それぞれのRecipeに従って調理していくと、最後にREDDプラスという美味しい料理が出来上がる。だからCookBook！！



CookBookの使い方

～フローチャートで読む～



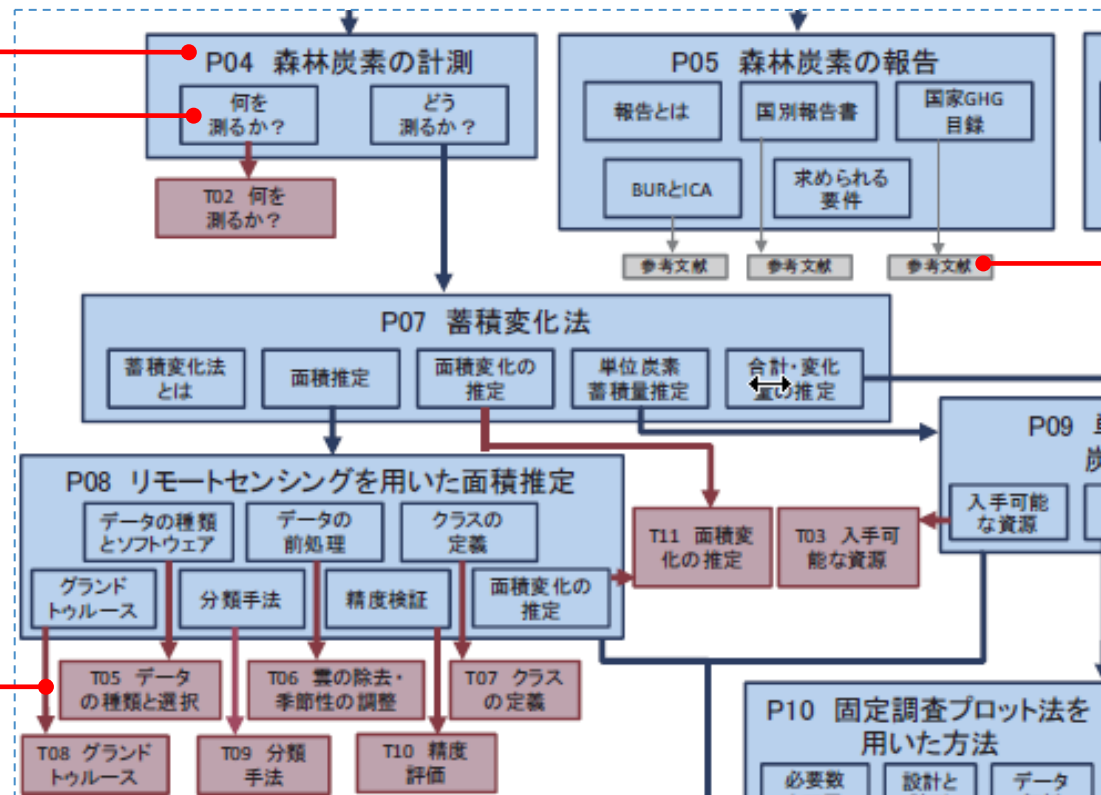
☆CookBookの読み方2

REDD+のフローチャートに従って、各Recipeに記述された項目を順番に読み進めていく。



CookBookの使い方 ～フローチャートで読む～

Recipeタイトル
項目



「参照編」に
参考文献あり

矢印に従って、
項目を読み進む



CookBookの使い方 ～各Recipeの見方～

Recipeタイトル

上のRecipe

フロー図上で、このRecipeの上に位置するRecipeを示す。

INFO欄

第8章 固定調査プロットを用いた方法

Recipe - T14

固定調査プロットのデータ解析

この上のRecipeは

Recipe T12 固定調査プロット法を用いた方法

森林炭素蓄積量 (carbon stock) は、森林のバイオマス (biomass) の半分と言われている。そこで森林炭素蓄積量を算出する際には、まずアロメトリ式等を用いて森林バイオマスを推定する。本レシピでは、T12、T13 で説明された固定調査プロットから得た毎木調査データを用いたアロメトリ式によるバイオマス推定 (biomass estimation) について述べる。

アロメトリ式とは

樹木には相対的に成長する部位があり、個体の一部のサイズから、別の部位のサイズを推定することができる。この関係を数式に表したものがアロメトリ式 (相対成長式: allometric equation) であり、正確な測定が容易な部位 (たとえば胸高直径) のサイズから、個体の樹高やバイオマスなど測定が困難な情報を推定することができる。

アロメトリ式は植物の成長特性を反映しているため、森林タイプ (forest type) や生育地の環境によって推定結果が大きく異なる (図 T14-1)。したがって対象地域の環境条件や森林タイプ (たとえば常緑林 evergreen forest や落葉林 deciduous forest など) に合ったアロメトリ式を選ぶことが重要である¹⁾。現在は地上部バイオマス (AGB: aboveground biomass) の推定式が多く提案・報告されているが、地下部バイオマス (BGB: belowground biomass) に関する知見も集まりつつある²⁾。

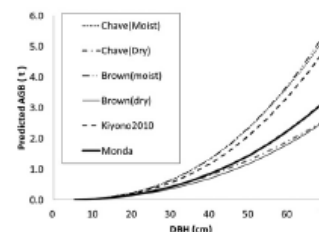


図 T14-1 推定式による地上部バイオマス (AGB: aboveground biomass) の推定値の違い
推定式とその出典は図 T14-2 を参照のこと。材密度 (WD) は 0.57 (Brown, 1997) を使用している

Recipeナンバー

Recipeの概要

項目



CookBookの使い方 ～参照編の見方～

通し番号	文献タイトル	言語	発行年	執筆者・関連機関
No.2	REDD-plus 開発途上国における森林減少・劣化等による温室効果ガス排出量の削減 改訂版	英語 日本語	2012	国際協力機構(JICA) 国際熱帯木材機関(ITTO)
IO1 REDD プラスの 歴史と現在の動き	一般読者の REDD プラスへの理解と関心を高めることを目的として JICA と ITTO により作成されたブックレット。REDD プラスの背景や概要に加え、日本政府の気候変動に関する方針や JICA 及び ITTO による REDD プラスへの取り組みを網羅的かつ端的に紹介している。REDD プラスについて予備知識がない方に REDD プラスの概念を紹介するのに役立つほか、国内外の REDD プラス関係者が、現在進行中の JICA 及び ITTO の REDD プラス関連のプロジェクトの概要を把握したい場合にも有効なブックレットである。			
国際、国、準国、プロジェクト				
http://www.jica.go.jp/publication/pamph/Index.html				

実施レベル
の分類

更なる情報提供
(ホームページ等のアドレス)

文献の概要

関連する
Recipeと項目