

ブラジル国
アマゾンの森林における
炭素動態の広域評価
中間レビュー調査報告書

平成25年9月
(2013年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境

JR

13-243

ブラジル国
アマゾンの森林における
炭素動態の広域評価
中間レビュー調査報告書

平成25年9月
(2013年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

プロジェクトサイト地図

アマゾン州マナウス市



サン・パウロ州サン・ジョゼ・ドス・カンポス市

目 次

目 次

写 真

略語表

レビュー調査結果要約表

第1章 レビュー調査の概要.....	1
1-1 調査の背景.....	1
1-2 調査の目的.....	2
1-3 調査団の構成.....	2
1-4 調査日程.....	3
第2章 評価の方法.....	4
2-1 調査の流れ.....	4
2-2 調査項目.....	4
2-2-1 プロジェクトの実績の確認.....	4
2-2-2 実施プロセスの検証.....	4
2-2-3 評価項目ごとの分析.....	4
2-3 情報収集・入手手段.....	5
第3章 プロジェクトの実績.....	6
3-1 投入の実績.....	6
3-1-1 ブラジル側.....	6
3-1-2 日本側.....	6
3-2 アウトプットの実績.....	7
3-3 プロジェクト目標の実績.....	12
3-4 実施プロセスの特記事項.....	12
3-4-1 活動の進捗.....	12
3-4-2 実施体制.....	13
3-4-3 プロジェクト管理.....	13
3-4-4 内部コミュニケーション.....	13
3-4-5 現地機関との連携.....	13
3-4-6 実施プロセスに影響を与えたその他の要因.....	14
第4章 評価結果.....	15
4-1 評価5項目による分析.....	15
4-1-1 妥当性.....	15
4-1-2 有効性（予測）.....	15
4-1-3 効率性.....	16
4-1-5 持続性（見込み）.....	18

4-2 結論.....	19
第5章 提言と教訓.....	19
5-1 提言.....	19
5-2 教訓.....	23
付属資料.....	25
1 現地調査日程.....	27
2 合同レビュー報告書.....	29
3 合同調整委員会協議議事録 (Minutes of Meeting).....	89

写



INPA GIS ラボラトリー



サイト視察



森林インベントリー調査



INPA 研究員に対するインタビュー

真



INPA



細根調査



択伐施業の様子



JCC

略 語 表

略語	フル表記	和名
APO	Annual Plan of Operation	年間活動計画
CFI	Continuous Forest inventory	継続的な森林インベントリー
COP	Conference of the Parties	締約国会議
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPGPU	General Purpose Graphic Processing Units	GPU による汎用計算
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation)	シコメンデス生物多様性保全院
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	国立アマゾン研究所
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	国立宇宙研究所
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構
LANDSAT	LANDSAT	ランドサット（米国が打ち上げた一連の地球資源衛星）
LiDAR	Light Detection And Ranging	ライダー（レーザー光を使ったレーザー）
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録、ミニッツ
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	米国の AQUA/TERRA 衛星に搭載された光学センサー、広域の森林資源調査が可能
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operations	活動計画
R/D	Record of Discussion	討議議事録
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries	開発途上国における森林減少・劣化に由来する排出の削減
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in	開発途上国における森林減少・劣化等に由来する排出の削減等

	developing countries	
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組み条約
ZF	Zona Franca / Free Zone	フリー・ゾーン

レビュー調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ブラジル連邦共和国	案件名：アマゾンの森林における炭素動態の広域評価
分野：森林・自然環境保全	援助形態：地球規模課題対応国際科学技術協力
所轄部署：地球環境部森林・自然環境保全第二課	協力金額（評価時点）： 219,417 千円（2012 年 8 月末時点）
協力期間	(R/D)：2010 年 2 月 5 日
	(延長)：
	(F/U)：
	(E/N)（無償）
先方関係機関：国立アマゾン研究所（INPA）、国立宇宙研究所（INPE）	
日本側協力機関：森林総合研究所、東京大学	
他の関連協力：	
1-1 協力の背景と概要	
<p>昨今、わが国の科学技術を活用した地球規模課題に関する国際協力への期待が高まるとともに、国内でも科学技術に関する外交の強化や科学技術協力における政府開発援助（ODA）活用の必要性・重要性がうたわれてきた。このような状況を受けて、2008 年度より「地球規模課題対応科学技術協力（SATREPS）」事業が新設された。本事業は、環境・エネルギー、防災及び感染症をはじめとする地球規模課題に対し、わが国の科学技術力を活用し、開発途上国と共同で技術の開発・応用や新しい知見の獲得を通じて、わが国の科学技術力向上とともに、途上国側の研究能力向上を図ることを目的としている。また、本事業は、文部科学省、独立行政法人科学技術振興機構（JST）、外務省、国際協力機構（JICA）の 4 機関が連携するものであり、国内での研究支援は JST が行い、開発途上国に対する支援は JICA により行うこととなっている。</p> <p>2007 年 12 月に開催された第 13 回気候変動枠組み条約締約国会議（UNFCCC-COP13）において、世界自然保護基金（WWF）より、アマゾンで現状のまま森林破壊が進行すると 2030 年までに最大 60%が消失し、2030 年までに大気中に排出される CO₂の排出量が 555 億 t から 969 億 t に増加するおそれがあるとの警告が発せられるなど、世界最大の森林地域であるアマゾンにおける CO₂ 排出の抑制については気候変動対策の観点から世界的な注目を集めている。</p> <p>また COP13 においてはポスト京都議定書の議論が始まり「開発途上国における森林減少・劣化に由来する排出の削減（REDD）」が主要議題となったが、ブラジル連邦共和国（以下、「ブラジル」と記す）をはじめ熱帯林を有する途上国は REDD の重要性を深く認識し、現在 REDD+の自国での適用に高い関心を示している状況にある。しかしながら REDD+のスキームを実現するためには、森林減少・劣化の防止によって得られる CO₂ 排出削減量を定量的に評価する必要があり、広域を対象とした森林の CO₂ 吸収量（炭素固定量）及び減少・劣化に伴う排出量を算定するための信頼性の高いモニタリング技術の開発が必要とされている。</p> <p>わが国は、プロジェクト方式技術協力「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズ I（1995 年 6 月～1998 年 9 月）」及び「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズ II（1998 年 10 月～2003 年 9 月）」において、アマゾン地域の林学・生態学分野の研究を担う国立アマゾン研究所（INPA）に対する技術移転を行っており、アマゾン地域の森林モニタリングについては両国の共同研究の体制が整備されている。上記プロジェクトの成果を踏まえ、わが国研究機関が INPA と共同して更なるフィールドでの調査により性質の異なる林分毎の炭素動態を解明するとともに、高度なリモートセンシング技術を有するブラジル国立宇宙研究所（INPE）と共同で炭素動態を、レーダリモートセンシング手法を用いて広域衛星データへスケールアップする技術を開発することにより、広域な森林の炭素動態の評価技術の開発が期待できる状況にある。</p> <p>かかる状況のもと SATREPS 事業として、共同研究による広域な森林の炭素動態の評価技術の開発を目的とした本案件がブラジル国政府から正式に要請された。</p> <p>これを受け、2009 年 8 月に詳細計画策定調査団の派遣によりブラジル側と具体的な協力内容を検討し、この結果を踏まえ 2010 年 2 月 5 日に討議議事録（R/D）を締結し本プロジェクトの実施について日本側、ブラジル側の双方で合意した。</p>	
1-2 協力内容	
(1) プロジェクト目標：ブラジル・アマゾンの森林の炭素動態の広域評価技術が開発される。	
(2) アウトプット	
① 中央アマゾンの炭素蓄積量の動態を把握するための、継続的な森林インベントリー	

(CFI) システムが構築される。

- ② 中央アマゾンの原生林及び択伐林において、林分タイプと炭素蓄積量の動態の関係が明らかになる。
- ③ CFI システムや、リモートセンシング技術と衛星画像を利用して、ブラジル・アマゾンの炭素蓄積量の動態を表すマップが作成される。
- ④ アウトプット 1 から 3 で開発された技術及び得られた情報が REDD+や環境保全を含む気候変動問題関連の諸機関に共有される。

(4) 投入 (評価時点)

相手国側：

プロジェクト・スタッフ	管理スタッフ：3名 技術スタッフ：21名	ローカル・コスト	水道光熱費、通信費が負担された
-------------	-------------------------	----------	-----------------

日本側：

専門家	短期専門家：12名	機材供与:	2,500万円
研修員受入	6名	在外事業強化費:	1億500万円

2. 評価調査団の概要

調査者	(担当分野、氏名、職位)		
	分野	氏名	職位
	総括	高田 宏仁	JICA 地球環境部 森林・自然環境保全第二課長
	協力企画	関口 卓哉	JICA 地球環境部 森林・自然環境保全第二課
	評価分析	広内 靖世	(株)国際開発アソシエイツ パーマネント・エキスパート
調査期間	2012年8月4日～2012年8月26日		評価種類：中間レビュー

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

3-1-1 アウトプットの実績

(1) アウトプット 1: 中央アマゾンの 2 カ所の新規サイトにおいて合計 250 カ所の CFI プロットが新たに設置された。中央アマゾンの 6 カ所の既存サイト (603 プロット) 及び 2 カ所の新規サイト (205 カ所) において気候変動に関する政府間パネル (IPCC) ガイドライン (2006 年) に基づき、森林インベントリー・データが収集された。ブラジル・アマゾンの 4 カ所の共通アロメトリ式モデルの仮説検証は進行中であり、科学論文が 2014 年 3 月までに提出される見込みである。2010 年から 2011 年の収集データはプロトタイプの地理情報システム (GIS) データベースに整理されており、2012 年の収集データは 2013 年 3 月までに整理される予定である。プロジェクトで収集された新規データ及びプロジェクト開始前に収集された既存データは、すべて、2013 年 3 月までに GIS データベース化される見込みである。INPA のスペシャリストと日本人専門家の共著による 3 本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。

アウトプット 1 は半ば達成されており、プロジェクト終了までに達成される見込みである。

(2) アウトプット 2: 中央アマゾンの原生林及び択伐林の 2010 年及び 2011 年の炭素蓄積は既に推定されている。2012 年の炭素蓄積は推定中であり、2012 年末までに完了する見込みである。また、蓄積変化の推定は 2013 年半ばまでに完了する見込みである。INPA のスペシャリストと日本人専門家の共著による 2 本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。そのうち 1 本は印刷中である。

アウトプット 2 は半ば達成されており、プロジェクト終了までに達成される見込みである。

(3) アウトプット 3: 森林立地環境区分図のプロトタイプが作成され、2012 年末には最終版が完成する見込みである。航空機 LiDAR データを含むリモートセンシングデータを用いた森林インベントリー調査データのアップスケーリングは、航空機 LiDAR 観測許可取得の遅れにより、計画より遅れている。アップスケーリングは 2014 年 3 月までに完了する見込みだが、当初計画どおり航空機 LiDAR 観測が行えた場合に比べて精密度は低くなる。ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積マップは作成中であり、2014 年 3 月までには、2000 年、2005 年、及び 2010 年のマップが作成され、カテゴリごとに不確実性精度が推定される予定である。炭素動態マップ（2000 年～2005 年、2005 年～2010 年）の作成は開始されたばかりであり、2014 年 3 月までに完了する予定である。ただし、炭素蓄積マップ及び動態マップの不確実性精度は、航空機 LiDAR 観測が当初計画どおり行うことができた場合に比べて、低くなる。

アウトプット 3 は部分的に達成されており、プロジェクト終了までに達成されると見込まれる。ただし、その達成度は、当初計画どおり航空機 LiDAR 観測データが入手できた場合に比べて低くなる。

(4) アウトプット 4: 2011 年 11 月に関連機関を招いたワークショップがマナウスで開催された。今後、プロジェクト終了までに、ワークショップ/セミナーが 3 回予定されている。また、2014 年 3 月までには、INPA の森林インベントリーデータベース及びプロジェクト作成のリモートセンシングデータへのフリー・アクセスがウェブ上で可能になる予定である。

アウトプット 4 は部分的に達成されており、プロジェクト終了までに達成される見込みである。

3-1-2 プロジェクト目標の実績

関連データは入手できなかった。

3-2 評価結果の要約

3-2-1 妥当性

プロジェクトは現在でも妥当であるといえる。

プロジェクト目標は現在でもブラジル国のニーズに合致しており、ターゲット・グループ/実施機関である INPA 及び INPE の組織ニーズと一致している。またブラジルの国家開発計画及び日本の ODA 政策とも整合性がある。日本の技術優位性も確認された。

3-2-2 有効性（予測）

プロジェクトの有効性は確保されると見込まれる。

プロジェクト目標は、アウトプットの達成状況から判断すると、ブラジル側・日本側の継続的努力によりプロジェクト終了までには達成される見込みである。すべてのアウトプットは、程度の差はあるが、プロジェクト目標の達成に貢献すると思われる。

3-2-3 効率性

プロジェクトはおおむね効率的に実施されている。

指標及び活動の進捗から判断すると、アウトプットの産出状況はおおむね計画どおりである。アウトプット 1、2 及び 4 はプロジェクト終了までに十分産出される見込みである。アウトプット 3 もプロジェクト終了までに産出される見込みだが、その産出レベルは、航空機 LiDAR データが当初計画どおりに得られた場合に比べて低くなるだろう。投入は、タイミ

ング、質、量の面で、おおむね適切であり、アウトプットの産出に貢献している。

3-2-4 インパクト

さまざまな正のインパクトが既に発現しており、今後も発現が期待される。負のインパクトは確認されておらず、予測されない。

正のインパクトとしては、例えば、プロジェクトで開発した手法・ソフトウェアを活用するのに必要な知識・スキルが INPA のスペシャリストに対して移転されつつあり、彼等は、プロジェクトで得た知識・スキルを利用して、2011 年及び 2012 年 7 月に開催された INPA の森林管理コースにおいて、講義を行った。世界で初めて、リオ・ネグロ上流域において地上部と地下部のバイオマス調査が IPCC ガイドライン（2006 年）に沿って行われ、炭素量を推定するアロメトリ式が作成され、精度が推定された。プロジェクトで開発した GPU による汎用計算（GPGPU）¹による時系列画像データ処理ソフトウェアにより、従来の CPU 処理に比べて、データ処理時間が約 26 倍高速化した。これにより、MODIS²データを含む高頻度衛星データ処理時間の短縮が可能になった。

また、INPA の既存・新規の CFI プロットは、世界的にみても公表されたデータのない地域に位置しているが、このデータ空白地域の森林インベントリーデータベースがプロジェクトを通じて開発され、ウェブ上で公開される予定である。さらに、プロジェクトで開発したフルウェーブ LiDAR シミュレーター、波形分類ソフト、ピーク解析ソフトは宇宙航空研究開発機構（JAXA）の i-LOVE（国際宇宙ステーション日本実験棟/暴露部搭載・植生ライダー）計画に直接適用可能であり、本プロジェクトの東京大学のチーム（リモートセンシング分野の専門家）は既に i-LOVE 開発への協力を開始している。

3-2-5 持続性（見込み）

プロジェクトは、ポスト・プロジェクト戦略が明確になり、必要な予算が確保されれば、持続可能になる。

制度・組織面：炭素動態の広域評価に関する政策・法的支援は継続するとみられる。INPE のスペシャリストのほとんどが正規職員で雇用が安定しているのに対し、INPA のスペシャリストの大部分は正規職員ではない。彼らは今後も INPA と関わりたいと言っているが、プロジェクト終了後、実際に INPA に留まるかどうかは不明確である。ポスト・プロジェクト戦略（炭素動態の広域評価に係る INPA と INPE の連携を含む）も明らかではない。

財政面：INPA の場合、これまで 8 サイトで実施された森林インベントリー調査のうち、最回を除いて、そのコストを日本側が負担している。プロジェクト終了後、森林インベントリー調査を継続的に行うための予算が確保されるかどうか不透明である。

技術面：INPA 及び INPE のスペシャリストは既に高い研究能力を有している。プロジェクトによる技術移転を通じて、関連研究の継続に十分な技能・知識を備えることができる。これまでに INPA に移転された技術・手法及び成果品は現地の技術ニーズ・技術レベルに適合したものである。ブラジル側の高い評価を考慮にいと、移転技術/手法及び成果品は、プロジェクト終了後も、継続的に活用されると見込まれる。また、技術/手法及び成果品は、プロジェクトが主催した、あるいは関係者が参加したワークショップ/セミナーを通じて既に普及が始まっている。さらにプロジェクト終了までには、森林インベントリーデータベースやリモートセンシングデータがウェブ上に公開されることになっており、普及は更に進むと期待される。

¹ General Purpose Graphic Processing Units、GPU を画像処理以外の用途に利用する概念、技術。

² Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer。36 バンドの観測波長帯を持つ光学センサ。

3-3 効果発現に貢献した要因

3-3-1 計画内容に関すること

特になし

3-3-2 実施プロセスに関すること

ブラジル側スペシャリストの意欲と勤勉さが効果発現に貢献した。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

3-4-1 計画内容に関すること

- 本件のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) はプロジェクト管理のツールとしては十分に詳細ではない。例えば、一部の活動の表現があいまいであり、多くの指標は、定義が不十分である。また、活動計画 (PO) については、本件の R/D には添付されていない。このことは、特に実施機関が複数にわたる本件において、プロジェクト関係者が、プロジェクトの全体的な実施プロセスと各機関 (特に INPE) の具体的役割、活動の進捗状況、アウトプットやプロジェクト目標の正確な達成度について、明確かつ共通の理解をもつことを困難にしてきた。
- 航空機 LiDAR 観測には、プロジェクトの実施体制には含まれないブラジル国防衛省の許可が必要だが、許可の要件・申請手続き・手続きに要する時間等の情報収集・検討が十分ではなかった。さらに、両国政府の公式文書である R/D 付属のマスタープランや PDM において、航空機 LiDAR 観測について具体的な言及がなかった。

3-4-2 実施プロセスに関すること

- 航空機 LiDAR 観測許可取得が大幅に遅れているため、許可申請を進める一方で、カメラとレーザー・ユニットを搭載した無人機 (UAV) を利用して LiDAR 観測を行うことになった。UAV の導入に伴い、航空機 LiDAR 観測サイトは減るが、UAV 観測でカバーできる地域や面積が航空機観測に比べて限定的である。また、時間的制約から経年変化をとらえることも不可能になった。このため、LiDAR データを利用する炭素蓄積マップ及び動態マップの推定精度は、当初計画通りの観測を行った場合に比べて低くなると見込まれる。
- 航空機 LiDAR データをなんらかのかたちでプロジェクトが活用するには、遅くとも 2013 年 9 月までにデータを入手する必要がある。ところが、評価時点で、航空機 LiDAR 観測許可申請は INPA 内部で手続き中であり、いつ頃申請書が提出されるか、申請書提出後、いつ頃許可がおりるかは明らかではない。また、2013 年 9 月までにデータを入手するにはいつまでに許可を得る必要があるのか、逆にいつまでに許可を得なければ見切りをつけるのかについても明確にされていない。許可を得られなかった場合の代替案の検討はこれからである。
- プロジェクト管理が必ずしも十分ではなかった。例えば、合同調整委員会 (JCC) は 1 度しか開かれていない。この間、航空機 LiDAR 観測許可取得の遅れという問題が顕在化した。中間レビューにあわせて開催された第 2 回会合まで対策が JCC で討議されることはなかった。また、INPE の役割の明確化についても見過ごされてきた。

4. 提言と教訓

4-1 主な提言

- a) CFI プロット調査地の拡大と既存の 2 サイトにおける再計測
 - i) より網羅的なインベントリーデータベースを整備するため新規インベントリープロット (Purus) を設置・調査する、ならびに ii) 炭素蓄積とその動態に関するより robust な推定のため、INPA が過去インベントリー調査を実施したプロット (Resex Baixo, Jurua, Maues) を再計測することについて、プロジェクトより提案されている。本提案はプロジェクトの更なる発展のため残り期間において実施することが望まれる。
- b) 航空機 LiDAR、UAV による航空調査の実施

現在実施に至っていない航空機 LiDAR 調査はリモートセンシングデータと地上調査データの相関を明らかにし、炭素蓄積マップの不確実性を推定するうえで重要であるため、対策を講じる必要がある。

c) PO の作成

本プロジェクト前半においては必ずしも PO が有効に活用されておらず、ブラジル側実施機関が複数機関にまたがるなかで、プロジェクト運営の弊害となっていた。かかることから、PO・年間活動計画（APO）を整理し、INPA・INPE の役割分担や責任者の明確化・活動モニタリングに活用していくべきである。

d) INPA、INPE の関係強化

本プロジェクトは INPA、INPE ならびに日本人専門家による実施を想定している。中間レビュー時点までにおいては当初計画に基づき INPE が主に担当する活動は開始されていなかったが、残り期間では INPE による活動が本格化することから、INPA・INPE 間の更なる協力を促進する必要がある。

e) プロジェクト終了後の戦略の検討

プロジェクト終了後、INPA と INPE は、プロジェクトによって確立された方法/技術を応用して、調査を実施し、得られたデータを活用し続けていくことが期待される。さらに、INPA、INPE は、構築したシステムを維持し、アップグレードする必要がある。このため、INPA と INPE はプロジェクト終了後の戦略を検討することが望まれる。

4-2 教訓

1) プロジェクト活動に関する法規制の確認の必要性

本プロジェクトでは、外国機関が関与する航空調査に対する防衛省による承認プロセスが複雑であるため、航空機 LiDAR 調査の着手が遅れており、他の活動にも影響を与えている。こうした現状を踏まえ、関係当局の承認を必要とする活動の場合は、関連手続きを調査し、適時に他の方法を検討することが適当である。

2) プロジェクト間の情報共有

プロジェクトによって開発された、いくつかのソフトウェアやシステムは炭素動態の推定以外の目的にも活用されている。このような事例はプロジェクト内外の専門家間の日常的な議論により実現したものである。したがって、特に研究に必要な技術等について、プロジェクト内外の専門家間での情報交換を促進することが有効であると考えられる。

第1章 レビュー調査の概要

1-1 調査の背景

昨今、わが国の科学技術を活用した地球規模課題に関する国際協力の期待が高まるとともに、国内でも科学技術に関する外交の強化や科学技術協力における政府開発援助（Official Development Assistance : ODA）活用の必要性・重要性がうたわれてきた。このような状況を受けて、2008年度より「地球規模課題対応国際科学技術協力（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS）」事業が新設された。本事業は、環境・エネルギー、防災及び感染症をはじめとする地球規模課題に対し、わが国の科学技術力を活用し、開発途上国と共同で技術の開発・応用や新しい知見の獲得を通じて、わが国の科学技術力向上とともに、途上国側の研究能力向上を図ることを目的としている。また、本事業は、文部科学省、独立行政法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency : JST）、外務省、国際協力機構（Japan Science and Technology Agency : JICA）の4機関が連携するものであり、国内での研究支援はJSTが行い、開発途上国に対する支援はJICAにより行うこととなっている。

2007年12月に開催された第13回気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC）締結国会議（Conference of the Parties : COP）（以下、「UNFCCC-COP13」と記す）において、世界自然保護基金（Conference of the Parties : WWF）より、アマゾンで現状のまま森林破壊が進行すると2030年までに最大60%が消失し2030年までに大気中に排出されるCO₂の排出量が555億tから969億tに増加するおそれがあるとの警告が発せられるなど、世界最大の森林地域であるアマゾンにおけるCO₂排出の抑制については気候変動対策の観点から世界的な注目を集めている。

またUNFCCC-COP13においてはポスト京都議定書の議論が始まり「開発途上国における森林減少・劣化に由来する排出の削減（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries : REDD）」が主要議題となったが、ブラジル連邦共和国（以下、「ブラジル」と記す）をはじめ熱帯林を有する開発途上国はREDDの重要性を深く認識し、現在、開発途上国における森林減少・劣化等に由来する排出の削減等（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries : REDD+）の自国での適用に高い関心を示している状況にある。しかしながらREDD+のスキームを実現するには、森林減少・劣化の防止によって得られるCO₂排出削減量を定量的に評価する必要があり、広域を対象とした森林のCO₂吸収量（炭素固定量）及び減少・劣化に伴う排出量を算定するための信頼性の高いモニタリング技術の開発が必要とされている。

わが国は、プロジェクト方式技術協力「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズI（1995年6月～1998年9月）」及び「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズII（1998年10月～2003年9月）」において、アマゾン地域の林学・生態学分野の研究を担う国立アマゾン研究所（Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia : INPA）に対する技術移転を行っており、アマゾン地域の森林モニタリングについては両国の共同研究の体制が整備されている。上記プロジェクトの成果を踏まえ、わが国研究機関がINPAと共同で更なるフィールドでの調査により性質の異なる林分毎の炭素動態を解明するとともに、高度なりモートセンシング技術を有するブラジル国立宇宙研究所（Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais : INPE）と共同で炭素動態をレーダリモートセンシング手法を用いて広域衛星データへスケールアップする技術を開発することにより、広域な森林の炭素動態の評価技術の開発が期待できる状況にある。

かかる状況のもと SATREPS 事業として、共同研究による広域な森林の炭素動態の評価技術の開発を目的とした本案件がブラジル国政府から正式に要請された。

これを受け、2009年8月に詳細計画策定調査団の派遣によりブラジル側と具体的な協力内容を検討し、この結果を踏まえ2010年2月5日に討議議事録（Record of Discussion：R/D）を締結し、本プロジェクトの実施について日本側・ブラジル側の双方で合意した。

1-2 調査の目的

本中間レビュー調査は、プロジェクト期間の中間時点に当たり、JICA ならびに JST それぞれの評価基準に基づきプロジェクトをレビューし、今後の事業展開について協議することを目的として実施した。

JICA の評価に関しては、ブラジル側の評価チームとの合同評価チームを形成し、以下を実施することを目的とした。(1) これまで実施してきた協力活動全般（プロジェクトの実績、実施プロセス、運営管理状況等）について、計画に照らしその達成状況を整理・把握する。(2) (1) の結果に基づき、JICA 事業評価ガイドラインに則り、評価5項目の観点からプロジェクトの評価を行う。(3) 評価結果及びブラジル国プロジェクト関係者との意見交換により、残り協力期間の課題及び今後の方向性について明らかにする。(4) 将来の類似プロジェクトの形成・実施に参考となる教訓・提言を得る。(5) これら結果を合同評価レポートとして整理し、JCC において関係者に報告する。

JST の評価に関しては日本国内における事前調査、ブラジル国における現地視察を通じて実施された。

1-3 調査団の構成

日本側メンバー

JICA 側：

担当業務	氏名	現所属（役職）	出張期間
総括	高田 宏仁	JICA 地球環境部 森林・自然環境保全第二課長	8月13日～26日
協力企画	関口 卓哉	JICA 地球環境部 森林・自然環境保全第二課	8月13日～26日
評価分析	廣内 靖世	株式会社国際開発アソシエイツ	8月4日～26日

JST 側：

氏名	現所属（役職）	出張期間
中静 透	東北大学大学院生命科学研究科 教授	8月13日～21日
石田 昌彦	JST ワシントン事務所	8月13日～26日
岩城 拓	JST 地球規模課題国際協力室 主査	8月13日～24日

ブラジル側メンバー

氏名	現所属（役職）	出張期間
Leader	Mr. Rodrigo de Silva	Professor Adjunto Universidade Federal do Oeste do Para (UFOPA)
Member	Mr. Fabrício Gonzaga Araújo	Terceiro Secretario, Divisão de Ciência e Tecnologia, Ministério das Relações Exteriores
Member	Ms. Maria Cordelia Machado	Analista CPT/ASSIN, Ministerio da Ciencia, Tecnologia e Inovacao

1-4 調査日程

現地調査は2012年8月12日から25日の2週間実施された(主たる訪問先と作業内容は Annex1 参照のこと)。

第2章 評価の方法

2-1 調査の流れ

今回のレビューは、JICA 事業評価ガイドライン改訂版『プロジェクト評価の実践的手法』及び『新 JICA 事業評価ガイドライン（第1版）』に準拠して行った。レビューの基になるプロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）は R/D 付属の PDM を使用したが、活動計画（Plan of Operations : PO）は R/D に添付されていないため、詳細計画策定調査ミニッツ（Minutes of Meeting : M/M）添付のドラフト PO を使用した。レビューに先立ち、プロジェクト関係文書に基づき、評価のデザインとして評価グリッドを作成した。日本側、ブラジル側双方によるレビュー・チームは、過去のプロジェクト記録等の資料調査、プロジェクト関係者への事前質問票調査及びインタビュー調査、また現地視察を行い、情報を収集した。これらの結果を基に、合同評価報告書案を作成し、合同評価委員会における協議を経て、報告書を完成させた。

2-2 調査項目

2-2-1 プロジェクトの実績の確認

計画に沿ってプロジェクトの投入、アウトプット、プロジェクト目標が達成された度合いを検証する。

2-2-2 実施プロセスの検証

プロジェクトの実施過程全般を見る視点であり、活動が計画どおりに行われているか、またプロジェクトのモニタリングやプロジェクト内のコミュニケーションが円滑に行われているかを検証する。

2-2-3 評価項目ごとの分析

(1) 妥当性：

プロジェクトの目指している効果（プロジェクト目標）が、評価を実施する時点において妥当か（ブラジルの国家開発計画及び日本の ODA 政策との整合性はあるか、受益者のニーズに合致しているかなど）、プロジェクトの戦略・方法は妥当かなどを評価する。

(2) 有効性：

プロジェクト目標達成の見込みはあるか、プロジェクト目標に対しアウトプットは適切か、目標達成の貢献・阻害要因はあるかなどを評価する。

(3) 効率性：

投入に見合ったアウトプットが産出されているか、活動スケジュールと投入のタイミング・質・量はアウトプット産出には適切だったかなどを評価する。

(4) インパクト：

プラスのインパクトはあるか（予測されるか）、予期していなかったマイナスのインパクトはあるか（予測されるか）、マイナスのインパクトがある場合、それに対する対策は講じられているかを評価する。

(5) 持続性：

協力が終了しても、プロジェクトで発現した効果が持続する見込みについて、組織制度面、財政面、技術面から評価する。

2-3 情報収集・入手手段

現地調査に先立ち、プロジェクトに指標及び投入の実績に関する情報提供を依頼した。さらに、主としてプロジェクトの実施プロセス・評価5項目に関する質問票を英語で作成し、プロジェクト関係者に事前に配布した。現地においては、指標及び実施プロセスの確認と評価5項目に関する補足情報を収集するために、質問票回答者に対してセミ・ストラクチャード・インタビューを行った。ブラジル側調査団と日程の折り合いがつかなかったため、インタビューは日本側のみで行った。インタビューは基本的に個別とした。

第3章 プロジェクトの実績

3-1 投入の実績

PDMの計画	実績 (特に言及のない限り 2012年8月22日時点)
3-3-1 ブラジル側	
(1) 人員 1) プロジェクト・ディレクター 2) プロジェクトマネージャー 3) プロジェクト・サブ・マネージャー 4) 森林インベントリー分野スペシャリスト 5) リモートセンシング分野スペシャリスト 6) サポートスタッフ	現在、プロジェクト・ディレクター (INPA)、プロジェクトマネージャー (INPA)、プロジェクト・サブ・マネージャー (INPE) を含め、合計 24 名 (INPA13 名、INPE11 名) がプロジェクトに配置されている。 (詳細は付属資料 1 の Joint Review Report の RM A-1 参照)
(2) 土地・施設・機材 1) 1,000 カ所以上の継続的な森林インベントリー (CFI) プロット 2) INPA 及び INPE におけるプロジェクト・オフィス 3) 野外調査用車両 4) その他	1) CFI プロット：計画どおりに提供されている。 2) プロジェクト・オフィス： ● INPA：ローカル業務調整員専用のオフィスが INPA の森林管理ラボラトリーに提供されており、専門家派遣時には、森林管理ラボラトリーや地理情報システム (GIS) ラボラトリーにおいて執務スペースが提供されている。 ● INPE：INPE におけるプロジェクト活動がまだ開始されていないこともあり、執務スペースは提供されていない。 3) 野外調査用車両：必要に応じて提供されている。
(3) 事務・運営経費	プロジェクトのために特に措置されている予算はない。(オフィスの水道光熱費、電話代、インターネット代などはブラジル側が負担している) (詳細は付属資料 1 の Joint Review Report の RM A-2 参照)
3-1-2 日本側	
(1) 専門家派遣 1) チーフ・アドバイザー、 2) 森林インベントリー分野 3) リモートセンシング分野 4) 業務調整	これまで、合計 12 名の日本人専門家が派遣された。内訳は、チーフ・アドバイザー (1 名)、森林インベントリー分野専門家 (7 名)、リモートセンシング分野専門家 (3 名) である。なお、業務調整員は現地雇用である。 (詳細は付属資料 1 の Joint Review Report の RM B-1 参照)
(2) 日本あるいは第三国における研修員受入れ	これまでのところ、INPA のスペシャリスト 6 名 (森林インベントリー分野 4 名、リモートセンシング分野 2 名) が本邦研修を受講した。 (詳細は付属資料 1 の Joint Review Report の RM B-2 参照)
(3) 機材供与 1) 森林インベントリー分野 2) リモートセンシング分野 3) その他 (必要な場合)	これまでのところ、約 2,500 万円相当の機材が INPA に供与された。主要機材には、野外調査用車両 2 台、カノピー・メジャー 1 台、イメージ・プロセッシング・ソフトウェアなどが含まれる。 (詳細は付属資料 1 の Joint Review Report の RM B-3 参照)

PDMの計画	実績（特に言及のない限り2012年8月22日時点）
(4) 専門家の現地業務費	2012年8月現在、約200万レアル（日本円にして約1億500万円）が在外事業強化費として支出された。主要費目は森林インベントリー、現地スタッフ雇用、旅費、ワークショップ/セミナーに関する費用である。 (詳細は付属資料1のJoint Review ReportのRM B-4参照)

3-2 アウトプットの実績

(1) アウトプット1 中央アマゾンにおいて、炭素蓄積量の動態を調査するための継続的森林インベントリー（CFI）システムが構築される

	指標	実績																																																												
A	2012年末までに、中央アマゾンにおいて、杭打ちとタグ付により、200カ所以上のCFIプロットが新規に設置される。	<p><ベースライン> プロジェクト開始前までに、INPAによって、中央アマゾンの16サイトにおいて1,272カ所のCFIプロットが設置されていた。</p> <p><実績> 計画どおり、中央アマゾンの2カ所の新規サイトにおいて、合計205カ所のCFIプロットが新たに設置された。</p> <p style="text-align: center;">表1：新規サイトのCFIプロット設置数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>年</th> <th>サイト</th> <th>プロット数</th> <th>サイズ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>20m×125m</td> </tr> </tbody> </table> <p><参考情報> プロジェクトは、2013年に、別の新規サイト（Pirus）において更に100プロット設置することを提案している。</p>		年	サイト	プロット数	サイズ	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20m×125m	2	2011	Atalaia do Norte	105	20m×125m																																													
	年	サイト	プロット数	サイズ																																																										
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20m×125m																																																										
2	2011	Atalaia do Norte	105	20m×125m																																																										
B	2012年末までに、6カ所の既存サイト及び2カ所の新規サイトにおいて、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）ガイドライン（2006年）に基づき、森林インベントリー・データが収集される。	<p>計画どおり6カ所の既存サイト及び2カ所の新規サイト（合計808カ所のCFIプロット）において、IPCCガイドライン（2006年）に基づき、森林インベントリー・データが収集された。</p> <p style="text-align: center;">表2：データが収集された新規サイト</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>年</th> <th>サイト</th> <th>プロット数</th> <th>サイズ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計</td> <td>205</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表3：データが収集された既存サイト</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>年</th> <th>サイト</th> <th>プロット数</th> <th>サイズ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Itacoatiara</td> <td>119</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Jutai</td> <td>104</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2011</td> <td>Fonte Boa (ZF³-5)</td> <td>8</td> <td>100m×100m</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2012</td> <td>Resex Capana Grandei</td> <td>118</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2012</td> <td>Rio Unini</td> <td>136</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2012</td> <td>Resex Auti-Parana</td> <td>108</td> <td>20m×125m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計</td> <td>603</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><参考情報> プロジェクトは、2013年に、更に3サイトにおいて300カ所以上のCFIプロット（既存サイトのResex Baxio Jurua 及び Mauesの各100プロット、新規サイトのPirusの100プロット）における森林インベントリー調査を提案している。</p>		年	サイト	プロット数	サイズ	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20m×125m	2	2011	Atalaia do Norte	105	20m×125m	合計			205			年	サイト	プロット数	サイズ	1	2010	Itacoatiara	119	20m×125m	2	2011	Jutai	104	20m×125m	3	2011	Fonte Boa (ZF ³ -5)	8	100m×100m	4	2012	Resex Capana Grandei	118	20m×125m	5	2012	Rio Unini	136	20m×125m	6	2012	Resex Auti-Parana	108	20m×125m	合計			603	
	年	サイト	プロット数	サイズ																																																										
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20m×125m																																																										
2	2011	Atalaia do Norte	105	20m×125m																																																										
合計			205																																																											
	年	サイト	プロット数	サイズ																																																										
1	2010	Itacoatiara	119	20m×125m																																																										
2	2011	Jutai	104	20m×125m																																																										
3	2011	Fonte Boa (ZF ³ -5)	8	100m×100m																																																										
4	2012	Resex Capana Grandei	118	20m×125m																																																										
5	2012	Rio Unini	136	20m×125m																																																										
6	2012	Resex Auti-Parana	108	20m×125m																																																										
合計			603																																																											

³フリー・ゾーン（Zona Franca：ZF）

	指標	実績																																																												
C	<p>2014年3月までに、ブラジル・アマゾン の4地域(マナウス、アマパ、トメアス、Sao Gabriel)における共通アロメトリ式モデルの仮説の検証結果が、IPCCガイドライン(2006年)の提言に基づき推定された不確実性精度とともに明らかになる。</p>	<p>〈ベースライン〉 プロジェクト開始前に、INPA はマナウス、アマパ、及びトメアスについて個別のアロメトリ式モデルを作成していた。</p> <p>〈実績〉 Sao Gabriel のアロメトリ式モデルが作成され、不確実さが推定された。サン・ガブリエル、マナウス、アマパ、トメアスの共通式モデルの仮説検証は進行中である。</p> <p>なお、このテーマに関する科学論文は2014年3月までに提出される見込みである。</p>																																																												
D	<p>プロジェクト終了までに、中央アマゾンのすべての既存・新規サイトの森林インベントリー・データ〔現場写真、全地球測位システム(GPS)情報、林分調査情報、森林タイプ、炭素量を含む〕がGIS上の森林インベントリーデータベースに整理される。</p>	<p>〈ベースライン〉 プロジェクト開始前、森林インベントリー・データはEXCELに整理されていたが地理的座標は記録されていなかった。</p> <p>〈実績〉 プロジェクトの下、これまで、中央アマゾンの8サイト(808カ所のCFIプロット)においてデータが収集されたが、このうち、4サイト(428プロット)のデータが、地理的座標とともにデータベース化された(プロトタイプ・GISデータベースと呼ぶ)。残りのデータ(2011年～2012年収集)は、2013年2月から3月にプロトタイプ・データベースに整理される予定である。</p> <p style="text-align: center;">表4：プロジェクト収集データのデータベース化進捗状況</p> <table border="1" data-bbox="432 1249 1369 1944"> <thead> <tr> <th></th> <th>森林インベントリーの年</th> <th>サイト</th> <th>プロット数</th> <th>データベース化の進捗状況</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>2011年にプロトタイプのGISデータベースに整理</td> <td>新規サイト</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2010</td> <td>Itacoatia</td> <td>119</td> <td>同上</td> <td>既存サイト</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>同上</td> <td>新規サイト</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2011</td> <td>Jutai</td> <td>104</td> <td>同上</td> <td>既存サイト</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2011</td> <td>Fonte Boa (ZF-5)</td> <td>18</td> <td>(2013年2月～3月にプロトタイプのGISデータベースに整理)</td> <td>同上</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2012</td> <td>Resex Capana G andei</td> <td>118</td> <td>同上</td> <td>同上</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>2012</td> <td>Rio Unini</td> <td>136</td> <td>同上</td> <td>同上</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2012</td> <td>Resex Auti-Parana</td> <td>108</td> <td>同上</td> <td>同上</td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計</td> <td>808</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>また、プロジェクト収集データ以外では、Maues、Novo Aripuana、及びRio Uniniの既存サイト(合計292プロット)の既存データがプロトタイプ・データベースに整理された。本格的なGISデータベースの開発は2013年4月に開始され、2014年3月までにすべての</p>		森林インベントリーの年	サイト	プロット数	データベース化の進捗状況	備考	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	2011年にプロトタイプのGISデータベースに整理	新規サイト	2	2010	Itacoatia	119	同上	既存サイト	3	2011	Atalaia do Norte	105	同上	新規サイト	4	2011	Jutai	104	同上	既存サイト	5	2011	Fonte Boa (ZF-5)	18	(2013年2月～3月にプロトタイプのGISデータベースに整理)	同上	6	2012	Resex Capana G andei	118	同上	同上	7	2012	Rio Unini	136	同上	同上	8	2012	Resex Auti-Parana	108	同上	同上	合計			808		
	森林インベントリーの年	サイト	プロット数	データベース化の進捗状況	備考																																																									
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	2011年にプロトタイプのGISデータベースに整理	新規サイト																																																									
2	2010	Itacoatia	119	同上	既存サイト																																																									
3	2011	Atalaia do Norte	105	同上	新規サイト																																																									
4	2011	Jutai	104	同上	既存サイト																																																									
5	2011	Fonte Boa (ZF-5)	18	(2013年2月～3月にプロトタイプのGISデータベースに整理)	同上																																																									
6	2012	Resex Capana G andei	118	同上	同上																																																									
7	2012	Rio Unini	136	同上	同上																																																									
8	2012	Resex Auti-Parana	108	同上	同上																																																									
合計			808																																																											

	指標	実績
		インベントリー・データが、GIS データベース化される予定である。なお、GIS データベース化は、アウトプット 3 におけるリモートセンシング解析に必要な、プロジェクトで収集したデータを優先して行われることになっている。
E	プロジェクト終了までに、5 本以上の科学論文が国際ジャーナルに提出される。	<p>これまで、INPA のスペシャリストと日本人専門家の共著による 3 本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。そのうち 1 本は既に掲載されている。</p> <p>(詳細は付属資料 2 の Joint Review Report の RM-D 及び RM-E 参照)</p>

(2) **アウトプット 2**: 中央アマゾンの原生林及び択伐林において、林分タイプと炭素蓄積量の動態の関係が明らかになる

	指標	実績
A	2013 年末までに、中央アマゾンの浸水林・台地林における原生林及び択伐林の炭素蓄積量及び蓄積量の動態の具体的な数値が推定される。	<p><ベースライン> プロジェクト開始前、原生林及び択伐施業林の炭素蓄積量は推定されていたが、蓄積量の経年変化は推定されていなかった。</p> <p><実績> 2010 年及び 2011 年の炭素蓄積量は既に推定されている。2012 年の炭素蓄積量は、2012 年末までに完了する見込みである。また、蓄積量の経年変化の推定は進行中であり、2013 年半ばまでに完了する見込みである。</p>
b	プロジェクト終了までに、5 本以上の科学論文が国際ジャーナルに提出される。	これまで、INPA のスペシャリストと日本人専門家の共著による 2 本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。そのうち 1 本は印刷中である。

(3) **アウトプット 3**: CFI システム、リモートセンシング技術、及び衛星画像を利用して、ブラジル・アマゾンの炭素蓄積量の動態を表すマップが作成される。

	指標	実績
a	ブラジル・アマゾン全域の森林環境区分図が作成される。	<p><ベースライン> プロジェクト開始前、ブラジル・アマゾンの森林環境区分図は存在しなかった。</p> <p><実績> これまでに、ブラジル・アマゾン全域の多様な立地環境を示す 500m 分解能の森林環境区分図(2009 年)のプロトタイプが作成された。ベースとなるマップには、Landsat 及び CBERS⁴ データを基にした INPE の既存の森林マップが用いられた。森林環境区分図は 2012 年末までに完成する見込みである。</p>
b	2013 年 6 月までに、森林インベントリー調査データが、航空機	<p><ベースライン> プロジェクト開始前、リモートセンシングデータを用いて地上データをアップスケールした森林タイプ図は作成されていた。しかし、アップスケールには衛星データが用いられており、LiDAR データを用いたものはなかった。また、精密度 (accuracy) は推定されていなかった。</p>

⁴中国・ブラジル地球資源衛星 (China-Brasil Earth Resources Satellite)。中国名は資源 (ZIYUAN)。CBERS の特徴は、地上分解能や観測頻度の異なる 3 つのセンサを組み合わせることで効率良く観測することとデータ収集システムを搭載し、リアルタイムで環境情報を伝送することである。

指標	実績																																
LiDAR データを含むリモートセンシングデータを用いてアップスケールされ、森林環境区分図の категорияごとに精密度が推定される。	<p> 実績 このタスクのために、(i) 地上データと LiDAR データの相関関係の同定、(ii) 衛星データと地上・LiDAR データの関係の推定、という 2 種類の解析が行われる。前者は、航空機 LiDAR データの入手に関する問題から計画より遅れており、後者は、地上データと衛星データの関係の推定が進行中である。なお、後者においては CBERS データが INPE から提供されている。 </p> <p> ■航空機 LiDAR データ入手の遅れ 当初計画では、2010 年、2011 年、2012 年の 10 月から 12 月に、森林インベントリー・サイト（合計 8 カ所）及び INPA のデータ空白地域 1 カ所を対象とする航空機 LiDAR 観測を実施する予定だった。森林インベントリー・サイトのうち Itacoatiara については、成長量を測定するために複数回の観測が計画されていた。しかしながら、航空機 LiDAR によるブラジル・アマゾンの観測許可を管轄の防衛省から得られず、これまで観測は一度も実施されていない。 </p> <p> この間、最新のフルウェーブ方式 LiDAR データの読み取り・解析ソフト、フルウェーブ方式 LiDAR シミュレーター、波形分類ソフト、及びピーク解析ソフトが新たに開発されており（詳細は「インパクト」参照）、LiDAR データが入手できれば直ちに本格的な解析を開始する準備は整っている。 </p> <p> ■UAV（無人機）の導入 航空機 LiDAR データの入手の遅れをかんがみ、プロジェクトでは、航空機 LiDAR の観測許可を引き続き申請する一方で、カメラとレーザー・ユニットを搭載した UAV を利用して LiDAR 観測を行うことにした。観測対象は 3 サイト（ZF-2、Itacoatiara、及び ZF-5）を想定している。機材調達手続きは始まったばかりであるが、2013 年 3 月までに納入される予定である。 </p> <p> ■当初計画の変更 UAV-LiDAR 観測の導入により、予算的制約から、航空機 LiDAR 観測はインベントリー・サイトの一部及び INPA のデータのない地域に限定されることになった。（現時点で、航空機 LiDAR 観測許可をいつごろ得られるかは明確ではないが、観測データがプロジェクトで十分活用されるには、観測自体は遅くとも 2013 年 9 月までに完了している必要がある）。 </p> <p style="text-align: center;">表 5：関連活動の暫定スケジュール</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 45%;">主要活動</th> <th style="width: 20%;">時期</th> <th style="width: 30%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>森林インベントリー調査データ（2010 年～2012 年）の GIS データベース化</td> <td>2013 年 2 月～3 月</td> <td>- 活動 1.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>UAV の納入</td> <td>2013 年 3 月まで</td> <td>- JICA による調達</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>UAV の研修と観測の試行</td> <td>2013 年 4 月～5 月</td> <td>- ZF2 で行われる予定</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>UAV-LiDAR 観測</td> <td>2013 年 6 月～8 月</td> <td>- Itacoatiara 及び ZF-5 で行われる予定</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>航空機 LiDAR 観測</td> <td>遅くとも 2013 年 9 月まで</td> <td>- 観測期限に間に合うように防衛省の許可を得る必要がある</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2013 年の最初の森林インベントリー調査データの GIS データベース化</td> <td>2013 年 8 月まで</td> <td>- 活動 1.5（ただし、JCC において 2013 年の追加的森林インベントリー調査が承認された場合）</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>森林インベントリー調査データと LiDAR データの相関関係同定</td> <td>2013 年 8 月～2014 年 3 月</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p> 暫定スケジュールによれば、2014 年 3 月までには、森林環境区分図の categoria ごとに航空機 LiDAR データを含むリモートセンシングデータを用いて、森林インベントリー調査データがアップスケールされ、精密度が推定される見込みである。ただし、航空機 LiDAR 観測を当初計画通り行うことができた場合に比べて、推定される精密度は低くなるだろう。 </p>		主要活動	時期	備考	1	森林インベントリー調査データ（2010 年～2012 年）の GIS データベース化	2013 年 2 月～3 月	- 活動 1.5	2	UAV の納入	2013 年 3 月まで	- JICA による調達	3	UAV の研修と観測の試行	2013 年 4 月～5 月	- ZF2 で行われる予定	4	UAV-LiDAR 観測	2013 年 6 月～8 月	- Itacoatiara 及び ZF-5 で行われる予定	5	航空機 LiDAR 観測	遅くとも 2013 年 9 月まで	- 観測期限に間に合うように防衛省の許可を得る必要がある	6	2013 年の最初の森林インベントリー調査データの GIS データベース化	2013 年 8 月まで	- 活動 1.5（ただし、JCC において 2013 年の追加的森林インベントリー調査が承認された場合）	7	森林インベントリー調査データと LiDAR データの相関関係同定	2013 年 8 月～2014 年 3 月	
	主要活動	時期	備考																														
1	森林インベントリー調査データ（2010 年～2012 年）の GIS データベース化	2013 年 2 月～3 月	- 活動 1.5																														
2	UAV の納入	2013 年 3 月まで	- JICA による調達																														
3	UAV の研修と観測の試行	2013 年 4 月～5 月	- ZF2 で行われる予定																														
4	UAV-LiDAR 観測	2013 年 6 月～8 月	- Itacoatiara 及び ZF-5 で行われる予定																														
5	航空機 LiDAR 観測	遅くとも 2013 年 9 月まで	- 観測期限に間に合うように防衛省の許可を得る必要がある																														
6	2013 年の最初の森林インベントリー調査データの GIS データベース化	2013 年 8 月まで	- 活動 1.5（ただし、JCC において 2013 年の追加的森林インベントリー調査が承認された場合）																														
7	森林インベントリー調査データと LiDAR データの相関関係同定	2013 年 8 月～2014 年 3 月																															
c 2014年3月ま	ベースライン																																

	指標	実績
	でに、ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積マップ（2000年、2005年、2010年）が作成され、カテゴリごとに不確実性精度が推定される。	<p>ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積マップは INPE によって作成されているが、これらは限られた地上データを基に作成されている。</p> <p><実績> 2000年の森林炭素蓄積マップのプロトタイプが作成されつつあり、2012年末には完成する見込みである。 本格的なマップの作成は2013年に開始される。カテゴリごとの不確実性精度（uncertainty）は航空機 LiDAR データ及び GIS 化された森林インベントリー・データを用いて評価される予定である。ただし、LiDAR データが評価において十分活用されるには、観測は遅くとも2013年9月までに完了してはならない。 ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積マップ（2000年、2005年、2010年）は2014年3月までに作成される見込みである。ただし、航空機 LiDAR 観測を計画どおりに行うことができた場合に比べて、推定精度は低くなるだろう。</p>
d	2014年3月までに、ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積動態マップ（2000年～2005年、2005年～2010年）が作成され、カテゴリごとに不確実性精度が推定される。	<p><ベースライン> プロジェクト開始前、精度の推定された森林炭素蓄積動態マップは作成されていなかった。</p> <p><実績> 関連活動は開始されていない。（計画では2012年9月に開始され、2014年3月に完了することになっている。ただし、航空機 LiDAR 観測を計画どおりに行うことができた場合に比べて、推定精度は低くなる。）</p>
e	プロジェクト終了までに、3本以上の科学論文が国際ジャーナルに提出される	<p>科学論文は、いまだ国際ジャーナルに提出されていない。</p> <p><参考情報> 科学論文3本が、日本国内の学術誌に掲載されている。 (詳細は付属資料2の Joint Review Report の RM-D 参照)</p>

(4) **アウトプット 4:アウトプット 1~3 で開発された技術及び得られた情報が REDD+や環境保全を含む気候変動問題関連の諸機関に共有される**

	指標	実績
a	プロジェクト終了までに、INPA 及び森林総合研究所のウェブサイトにおいて、森林インベントリーデータベースの一部（2010年～2012年収集データ）へのフリー・アクセスが可能になる。	<p><ベースライン> プロジェクト開始前、INPA の森林インベントリー・データは公開されていなかった。</p> <p><実績> 関連活動はまだ始まっていない（計画では、2013年4月に開始され、2014年3月に完了することになっている）。</p>
b	プロジェクト終了までに、INPA、INPE、森林総合研究所及び東京大学のウェブサイトにおいて、プロジェクトで作成されたリモートセンシングデータへのフリー・アクセスが可能	<p>関連活動はまだ始まっていない（計画では、2013年4月に開始され、2014年3月に完了することになっている）。</p>

	指標	実績
c	になる。 ブラジル国内で、2回以上のワークショップ/セミナーが開催される。	最初のワークショップが 2011 年 11 月にマナウスで開催された。今後、プロジェクト終了までには、3 回のワークショップ/セミナー（2012 年 11 月のクリチバにおける森林インベントリーセミナー、2013 年 3 月の INPE におけるワークショップ、2014 年 3 月あるいは 4 月の INPA における最終ワークショップ）が予定されている。 (詳細は付属資料 2 の Joint Review Report の RM-C 参照)

3-3 プロジェクト目標の実績

プロジェクト目標:ブラジル・アマゾンの森林の広域炭素動態の評価技術が開発される

	指標	実績
a	プロジェクト終了までに、INPA 及び INPE において、地上データ及びリモートセンシングデータを用いて、広域の炭素蓄積量及び動態の継続的な評価ができるようになる。	客観的に検証可能なデータは得られなかった。
b	プロジェクトの最終セミナー/ワークショップに参加したブラジル国内の REDD+及び環境保全関連機関〔シコメンデス生物多様性保全院 (ICMBIO)、農業牧畜研究公社、民間企業等) の 50%以上が評価技術を有益だとみなす。	指標の実績を評価するのは時期尚早である。
c	上記関連機関の 50%以上が評価技術の利用に関心を示す。	同上

3-4 実施プロセスの特記事項

項目	調査結果
3-4-1 活動の進捗	
(1) アウトプット 1 の活動	アウトプット 1 の活動はおおむね計画どおりに進捗している。 特記事項： a. <u>対象サイト追加の提案（活動 1.1 及び活動 1.2）</u> ：計画どおり、活動 1.1 では 2 カ所の新規サイトにおいて、CFI プロットが設定されて、データの収集が行われ、また活動 1.2 では 6 カ所の既存サイトにおいてデータが収集された。しかし、プロジェクトは、(i) 2013 年度に、データの存在しない新規サイト 1 カ所 (Pirus) で更に CFI プロットを設置し、活動 1.5 で作成中の森林インベントリーデータベースをより充実したものとする、(ii) 2013 年度に、更に 2 カ所の既存サイト (Resex Baxio Jurus 及び Maues) で調査を行い、炭素蓄積量の推定をより確かなものにするを提案している。なお、これら 3 サイトのうち、最初に調査が行われるサイトのデータは、アウトプット 3 で作成される炭素蓄積マップの推定精度評価にも利用される予定である。
(2) アウトプット 2 の活動	アウトプット 2 の活動は計画どおり進捗している。

(3) アウト プット3の 活動	<p>アウトプット3の活動は、活動3.2以外おおむね計画どおりに進捗している。</p> <p>特記事項:</p> <p>a. <u>航空機 LiDAR 観測許可取得の遅れ (活動 3.2)</u>: 両国政府の署名した公式文書において具体的な言及はないが、本件では、航空機 LiDAR データの利用が想定されていた。しかしながら、航空機 LiDAR 観測の許可を防衛省から得られておらず、データを手に入れないでいる。このため、航空機 LiDAR の観測許可申請を進める一方で、カメラとレーザー・ユニットを搭載した UAV を利用して LiDAR 観測を行うことになった。観測対象は3サイト (ZF-2、Itacoatiara 及び ZF-5) を想定している。その代り、航空機 LiDAR 観測はインベントリー・サイトの一部及び INPA のデータがない1地域に限定されることになった。現時点で、観測許可がいつごろ下りるかは不明だが、観測データがプロジェクトで十分活用されるには、観測自体は遅くとも2013年9月までに完了している必要がある。</p> <p>b. <u>INPE の参加</u>: これまで、INPE のプロジェクトへの参加は最小限であり、データ提供 (ただし、すべて公開データ) や専門家との情報交換に限られてきた。主として、INPE の関連活動 (LiDAR データと衛星データを用いた解析、炭素蓄積マップ及び炭素動態マップ作成) の本格的な実施がプロジェクト後半に予定されていたからだが、INPE のプロジェクトにおける具体的な役割も明確ではなかった。INPE の役割は、INPE・INPA・専門家チーム・JICA ブラジル事務所・中間レビュー・チームとの協議を通じて明確にされ、PO1案にまとめられた。同案は2012年8月24日の第2回JCCに提出される予定である。INPE がプロジェクトに本格的に参加する準備は整ったといえる。</p>
3-4-2 実施体制	<p>プロジェクトは INPA と INPE によって実施されている。プロジェクト・ディレクターは INPE の所長であり、プロジェクトマネジャーには INPA の上級研究員であるニーロ・ヒグチ博士、サブ・プロジェクト・マネジャーには INPE の上級研究員であるダルトン博士が任命されている。しかしながら、プロジェクト後半から INPE の本格的参加が予定されていることを考慮すると、上記の実施体制は再検討が必要となる。関係者との協議 (3-4-1 (3) b 参照) においては、次の修正案が提案された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクトマネジャー (アウトプット1、2): ニーロ・ヒグチ博士 (INPA 上級研究員) ● プロジェクトマネジャー (アウトプット3): ダルトン博士 (INPE 上級研究員) ● サブ・プロジェクト・マネジャー (アウトプット1、2): ジョアキン博士 (INPA 上級研究員) ● サブ・プロジェクト・マネジャー (アウトプット3): ヨジオ・シマブクロ博士 (INPE 上級研究員)
3-4-3 プロジェクト管理 ⁵	<p>1) <u>JCC</u>: これまで、JCC は1度しか開催されていない (2011年3月)。第2回JCCは2012年3月に予定されていたが、手続き上の理由で、同年8月に延期された。この結果、航空機 LiDAR 観測許可の遅れ等の重要な課題がJCCの議題にのぼることが遅れた。</p> <p>2) <u>PDM と PO</u>: PDM はプロジェクト管理ツールとして十分に詳細ではない。ほとんどの「客観的に検証可能な指標」が客観的に検証可能ではなく、また達成度を測るための判断基準が示されていなかった。また、定義も不十分であった。アウトプットの指標の一部は活動と直接リンクしていなかった。さらに、PO は詳細計画策定時にドラフトが作成されたが、R/D には添付されておらず、その後も作成されなかったため、本件においてオフィシャルな PO は存在しない。このため、すべての関係者が全体的な実施プロセス及び活動の進捗状況、またプロジェクト目標・アウトプットの達成度について共通の理解を有することが困難であった。プロジェクト関係者と中間レビュー・チームとの一連の協議を通して、PDM は見直され、PO案が作成された。改訂PDM案及びPO案は2012年8月24日の第2回JCCに提出され、承認される見込みである。</p>
3-3-4 内部コミュニケーション	<p>森林インベントリー分野 (アウトプット1、2) のコミュニケーションは、単一の実施機関 (INPA) により実施されていることもあり、プロジェクトの円滑な実施に十分であった。しかしながら、2つの実施機関 (INPA と INPE) の連携で実施されるリモートセンシング分野 (アウトプット3) については、個々の研究者レベルのコミュニケーションは円滑だったが、組織レベルのコミュニケーションは、両機関の物理的距離もあって十分ではなかった。INPA、INPE ともこの点は認識しており、組織レベルのコミュニケーションを強化するために、プロジェクト・マネジャーレベルのテレビ会議を四半期ごとに行うことが決まっている。</p>
3-4-5 現地機関との連携	<p>森林インベントリー分野において、プロジェクトはアマゾン大学と林学部の教授を通じて連携している。</p>

<p>3 - 4 - 6 実施プロセスに影響を与えたその他の要因</p>	<p>1) <u>促進要因</u>：INPA 及び INPE 所長の本件への強い関心とサポート、プロジェクトマネジャー及びサブ・プロジェクト・マネジャーのコミットメントは、プロジェクトの円滑な実施に貢献してきた。プロジェクトに配置されたスペシャリスト達もモチベーションが高く、研究熱心である。</p> <p>2) <u>阻害要因</u>：特になし</p>
--	---

第4章 評価結果

4-1 評価5項目による分析

4-1-1 **妥当性**：プロジェクトは現在でも妥当である。

項目	評価
(1) 必要性	
1) ブラジル及びターゲット・グループ/実施機関のニーズとの整合性	プロジェクト目標（「ブラジル・アマゾンの森林の広域炭素動態の評価技術が開発される」）はブラジル及びターゲット・グループ/実施機関のニーズに適合している。 > INPA はアマゾン地域の科学研究を目的として設立された科学技術省傘下の研究機関である。INPE は、1980 年代末より衛星情報を用いたアマゾン森林減少のモニタリングを行っており、炭素蓄積マップを作成している。
(2) 優先度	
1) ブラジルの国家開発計画・政策との整合性	プロジェクト目標はブラジルの国家開発計画と整合性がある。 > ブラジル政府の最新の多年度計画（2011 年～2015 年）の生産的開発及び環境政策プログラムにおいて、気候変動は主要課題の1つとして挙げられている。
2) 日本の ODA 政策との整合性	プロジェクト目標は日本の ODA 政策と整合性がある。 > 日本政府の ODA 大綱によれば、「地球温暖化及び環境問題」は優先課題の1つである。 > 日本政府の中期 ODA 政策（2005 年）において、環境セクターは国際協力における最重要セクターの1つとされている。
(3) 手段としての適切性	
1) 日本の技術的優位性	日本の技術的優位性は存在する。 > JICA は、1990 年代半ばより、「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズ I（1995 年～1998 年）」「ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズ II（1998 年～2003 年）」「ブラジル・アマゾン森林研究計画フォローアップ（1998 年）」「アマパ州氾濫原における森林資源の持続的利用計画プロジェクト（2005 年～2009 年）」「アマゾン森林保全・違法伐採防止のための ALOS 衛星画像の利用プロジェクト（2010 年～2013 年）」を通じてブラジル・アマゾンの森林保全を継続して支援してきた。特に最初の3プロジェクトにおいては、本件の実施機関の1つである INPA に対して技術移転が行われた。本件ではこれらのプロジェクトにおける経験や成果が適用されている。 > ブラジル側の専門家チームへの評価及び彼らの技術能力の向上度にかんがみ、日本の技術的優位性はあることが確認された。

4-1-2 **有効性（予測）**：プロジェクトは有効だと思われる

項目	評価
(1) プロジェクト目標の達成状況とアウトプットの貢献度	アウトプットの達成度から判断すると、プロジェクト目標の達成度はおおむね計画どおりだといえる。プロジェクト目標は、プロジェクト終了までに、ブラジル側・日本側の継続的な努力により、達成されると予測される。また、プロジェクト目標とアウトプットの間には論理的整合性が存在する。アウトプットは、現時点でその達成度に違いはあるが、それぞれプロジェクト目標の達成に貢献してきた。
(2) 外部条件	> 外部条件 （「GIS の研修を受けた INPA のスタッフがプロジェクトに継続して配置される」）：これまでのところ、満たされている。
(3) その他の促進・阻害要因	特になし。

4-1-3 **効率性**：プロジェクトはおおむね効率的である。

項目	評価
(1) アウトプットの産出状況	<p>指標の達成度及び活動の進捗度から判断すると、アウトプット1及び2は、おおむね計画どおり産出されつつあるが、アウトプット3の産出レベルは、プロジェクトではコントロールできない外部の要因（航空機 LiDAR 観測許可取得の遅れ）により、計画より低いと考えられる。 〔詳細は第3章（3-2及び3-3）参照〕</p> <p>➤ <u>アウトプット1</u>：中央アマゾンの2カ所の新規サイトにおいて合計250カ所のCFIプロットが新たに設置された。中央アマゾンの6カ所の既存サイト（603プロット）及び2カ所の新規サイト（205カ所）においてIPCCガイドライン（2006年）に基づき、森林インベントリー・データが収集された。ブラジル・アマゾンの4カ所の共通アロメトリ式モデルの仮説検証は進行中であり、科学論文が2014年3月までに提出される見込みである。2010年から2011年の収集データはプロトタイプのGISデータベースに整理されており、2012年の収集データは2013年3月までに整理される予定である。プロジェクトで収集された新規データ及びプロジェクト開始前に収集された既存データは、すべて、2013年3月までにGISデータベース化される見込みである。INPAのスペシャリストと日本人専門家の共著による3本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。</p> <p>➤ <u>アウトプット2</u>：中央アマゾンの原生林及び択伐林の2010年及び2011年の炭素蓄積は既に推定されている。2012年の炭素蓄積は推定中であり、2012年末までに完了する見込みである。また、蓄積変化の推定は2013年半ばまでに完了する見込みである。INPAのスペシャリストと日本人専門家の共著による2本の科学論文が国際ジャーナルに提出された。そのうち1本は印刷中である。</p> <p>➤ <u>アウトプット3</u>：森林立地環境区分図のプロトタイプが作成され、2012年末には最終版が完成する見込みである。航空機 LiDAR データを含むリモートセンシングデータを用いた森林インベントリー調査データのアップスケーリングは、航空機 LiDAR 観測許可取得の遅れにより、計画より遅れている。アップスケーリングは2014年3月までに完了する見込みだが、航空機 LiDAR 観測が計画どおり行えた場合に比べて、推定精度は低くなる。ブラジル・アマゾン全域の森林炭素蓄積マップは作成中であり、2014年3月までには、2000年、2005年、及び2010年のマップが作成され、カテゴリーごとに精度が推定される予定である。森林炭素蓄積動態マップ（2000年～2005年、2005年～2010年）の作成は開始されたばかりであり、2014年3月までに完了する予定である。ただし、炭素蓄積マップ及び動態マップの推定精度は、航空機 LiDAR 観測が当初計画どおり行えた場合に比べて、低くなる。</p> <p>➤ <u>アウトプット4</u>：関連機関を招いたワークショップが2011年11月にマナウスで開催された。今後、プロジェクト終了までには、ワークショップ/セミナーが3回予定されている。また、2014年3月までには、ウェブ上で、INPAの森林インベントリーデータベース及びプロジェクト作成のリモートセンシングデータへのフリー・アクセスが可能になる予定である。</p>
(2) 外部条件	<p>➤ <u>外部条件</u>（「ローカル・コミュニティがプロジェクトに反対しない」）：これまでのところ満たされている。</p> <p>➤ <u>PDMに記載されていない外部条件</u>：防衛省による航空機 LiDAR 観測許可は、アウトプットを達成するのに必要だが、プロジェクトではコントロールできない条件であった。</p>
(3) 投入の適切さ	
1) ブラジル側	
(a) プロジェクト・スタッフ	<p>➤ <u>タイミング・期間・人数</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 十分な人数のスペシャリストがタイミングよくプロジェクトに配置された。 <p>➤ <u>質</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 関連する分野・経験、適切な技術レベルを有するスペシャリストが配置された。また、彼らは勤勉であり、担当業務に対して、献身的である。
(b) 建物・施設	<p>➤ <u>タイミング、量</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 土地・施設：プロジェクトに必要な土地・施設はタイムリーに提供されてきた。 プロジェクト・オフィス：INPAにおいては、プロジェクト開始時から、森林管理ラボに現地業務調整員の執務室が提供されている。専門家派遣中の執務スペースは、森林管理ラボ、GISラボ、及びZF-2のフィールド・ステーションにて提供されている。一方、INPEにおいては、イメージ処理ディビジョンあるいはリモート・センシング・ディビジョンに専門家の執務スペースが提供される予定である。 <u>質</u>：適切。
(c) 事務・運営費	<p>INPAにおいて、総じて、プロジェクトの実施に必要な額がタイムリーに支出された。</p> <p>注：INPEについては、プロジェクト活動への本格的な参加はこれからであり、十分な情報が得</p>

項目	評価
	られなかった。
2) 日本側	
(a) 専門家	<p>➢ <u>タイミング、期間、人数</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 計画どおりに、4分野の専門家が派遣されている。 <p>➢ <u>質、分野</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 適切な分野、経験、技術レベルの専門家が派遣された。また、ブラジル側スペシャリストの技術的質問に回答することをいつでも厭わない、アクセスしやすい専門家である。
(b) 本邦研修	<p>➢ <u>タイミング、期間、人数</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 適切な人数のプロジェクト・スタッフがタイミングよく本邦研修に派遣された。 <p>➢ <u>分野、内容、質</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 研修の分野、内容、質はプロジェクトのニーズに合致しており、レビュー・チームがインタビューを行ったすべての元研修員が、それらに高い評価を与えている。 <p>➢ <u>活用</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 研修員はすべてプロジェクトに直接参加しているスペシャリストである。研修員は、研修で得た知識・スキルをプロジェクトの活動に十分に活用している、あるいは活用し始めている。また、同僚にも適宜、知識・スキルを共有している。
(c) 機材供与	<p>➢ <u>タイミング</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> おおむね適切である。専門家用のフィールド車両の調達は遅れたが、その間、INPA が所有の車両を臨時に提供したため、アウトプット産出への悪影響はなかった。 <p>➢ <u>量、質、品目、スペック</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 量、質、品目は適切であった。また、スペックも総じて適切である。 <p>➢ <u>運転・保守管理</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> ほとんどの機材が現地で調達されているため、部品や消耗品はブラジル国内で容易に調達可能である。また、メーカーにより、英語またはポルトガル語の運用管理 (O&M) マニュアルが提供されている。 これまで、機材の保守管理は適切になされてきている。ただし、機材はいまだブラジル側にハンドオーバーされていないため、保守管理は日本側が責任を負っている。機材は専門家チームが管理しており、運転・保守管理コストは日本側が負担している。 <p>➢ <u>活用</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> すべての機材はプロジェクト実施に活用されている。
(d) ローカル・コスト Administrative cost	<p>➢ <u>タイミングと量</u>：プロジェクト活動に必要な額がタイミングよく支出された。</p>
(4) 前提条件	<p>➢ <u>前提条件</u>：(「プロジェクトの人員が適切に任命される」「プロジェクトサイトに安全上の問題がない」及び「ローカル・オーソリティ及び住民がプロジェクト支援する」) は、プロジェクト開始前に満たされた。</p>
(5) 他プロジェクトとの連携	<p>➢ <u>他の JICA プロジェクト/スキームとの連携</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 第三国研修：プロジェクトは INPA 主催の「熱帯雨林保全のための REDD+プロジェクト形成・実施・モニタリング能力強化コース」(2010年～2013年)と連携しており、これまでの研修において、プロジェクトマネージャー及びスペシャリストが講義を行うか講義のアシスタントを務めている。
(6) その他の促進・阻害要因	特になし

4-1-4 **インパクト**：既にさまざまな正のインパクトが確認されており、今後、さらに発現することが期待される。負のインパクトは確認されておらず、予測されない。

項目	評価
(1) 正のインパクト	<p><既に観察されているインパクト></p> <p>➢ INPA のスペシャリストに対し、プロジェクトで開発した手法・ソフトウェアを活用するのに必要な知識・スキルが移転された。</p> <p>➢ INPA のスペシャリストの一部は、2011年及び2012年7月に開催された INPA の森林管理コース (林業エンジニア対象) において、プロジェクトで得た知識・スキルを利用して講義を行った。</p> <p>➢ INPA のリモートセンシング分野のスペシャリストは、プロジェクトを通して習得したリモ</p>

項目	評価
	<p>ートセンシングのための森林インベントリー調査手法を、森林インベントリー分野のスペシャリストに移転した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ これまでデータの空白地域であった中央アマゾンの2サイトにおいて、200カ所以上のCFIプロットが設置され、データが収集された。 ➤ 世界で初めて、リオ・ネグロ上流域（San Gabriel）において地上部と地下部のバイオマス調査がIPCCガイドライン（2006年）に沿って行われ、炭素蓄積量を推定するアロメトリ式が作成されて、精度が推定された。この結果は既に国際ジャーナルに掲載されている。 ➤ 世界で初めて、森林立地環境区分パラメーター（昼間/夜間の表層温度、冠水期間、浸水林の分布、標高、プラトー比率など）を得る手法が開発された。 ➤ プロジェクトで開発したGPUによる汎用計算（GPGPU）⁶による時系列画像データ処理ソフトウェアにより、従来のCPU処理に比べて、データ処理時間が約26倍高速化した。これにより、MODIS⁷データを含む高頻度衛星データ処理時間の短縮が可能になった。 ➤ プロジェクトで開発した解析ソフトにより、フルウェーブLiDARデータ（LAS1.3 ver.7フォーマット・データ）の読み取り・解析が可能になった（既存の商用ソフトでは不可能であった）。 ➤ プロジェクトで開発したフルウェーブLiDARシミュレーターにより、ブラジル・アマゾンにおけるLiDAR観測の最適条件が明らかになった。 ➤ プロジェクトで開発した、自己組織化マップ（SOM⁸）アルゴリズムによる波形分類ソフトウェアにより、フルウェーブLiDARデータの前処理の時間が短縮された。 ➤ プロジェクトで開発したフルウェーブLiDARデータ波形ピーク解析ソフトにより、LiDARデータのピーク位置の全自動決定が高精度で可能になった。 <p>◁予測される正のインパクト▷</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ プロジェクト後半には、INPEの関連活動が開始され、INPEのスペシャリストに対する技術移転が進むことが予測される。 ➤ INPAの既存・新規のCFIプロットは、世界的にみても公表された森林インベントリー・データの無い地域に位置している。プロジェクトを通じて、このデータ空白地域の森林インベントリーデータベースが開発され、プロジェクト終了までにウェブ上で公開される見込みである。 ➤ プロジェクトで開発したフルウェーブLiDARシミュレーター、波形分類ソフト、ピーク解析ソフトは宇宙航空研究開発機構（JAXA）のi-LOVE（国際宇宙ステーション日本実験棟/暴露部搭載・植生ライダー）計画に直接適用が可能であり、本プロジェクトの東京大学チーム（リモート・センシング分野の専門家）はJAXAのi-LOVEの開発に協力している。 ➤ プロジェクトで開発した手法を適用して、インドシナ半島の準リアルタイム（8日間間隔）の洪水完全自動モニタリング・システムが開発され、2012年1月から始動している。
(2) 負のインパクト	負のインパクトは確認されておらず、予測されない。

4-1-5 **持続性（見込み）**：プロジェクトは、ポスト・プロジェクト戦略が策定され、炭素動態の広域評価実施に必要な予算が確保されれば、持続可能だと見られる。

項目	評価
(1) 組織・制度面	
1) 政策的・法的支援	炭素動態の広域評価に関する政策・法的支援は継続するとみられる。
2) 組織戦略	ポスト・プロジェクト戦略（INPAとINPEの連携による炭素動態評価の実施を含む）はいまだ策定されていない。
3) プロジェクト・スタッフの配置	➤ INPA ：現時点で11名のスペシャリストがプロジェクトに配置されているが、このうち2名のみが正規職員であり、残り9名は、グラント・ベースのリサーチ・アシスタント、博士

⁶ General Purpose Graphic Processing Units. GPUを画像処理以外の用途に利用する概念、技術。

⁷ Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. 36バンドの観測波長帯を持つ光学センサである。

⁸ Self-Organizing Map

項目	評価
	<p>課程もしくは修士課程の学生、及びボランティア研究者である。彼ら非正規スタッフは、今後も INPA に関わりたいと言っているが、プロジェクト終了後、実際に INPA に留まるかどうかは不確実である。なお、INPA は炭素動態評価の重要性を認識しており、プロジェクトを担当する森林管理グループ下に研究者ポストを1つ作ることを決定しており、スペシャリストのうち1名は、その候補に含まれている。</p> <p>➢ <u>INPE</u>: プロジェクトに配置されたスペシャリストの大部分は INPE の正規職員であることから、プロジェクト終了後も INPE に残り、関連ポストに配置され、プロジェクトで得た知識・スキルを研究に活用して、プロジェクトの効果を維持することが可能だと思われる。</p>
4) 管理運営能力	<p>これまで、INPA 及び INPE はどちらも多くの研究プロジェクトを運営管理してきており、プロジェクト終了後も、関連活動を独力で運営管理しることが可能だと思われる。</p>
(2) 財政面	<p>➢ <u>INPA</u>: これまでのところ、森林インベントリー調査（第1回を除く）費用はすべて日本側が負担している。現時点で、プロジェクト終了後、INPA が必要な予算を確保できるかどうかは不透明である。</p> <p>➢ <u>INPE</u>: INPE のプロジェクト活動への本格的な参加はこれからであり、十分な情報が得られなかった。</p>
(3) 技術面	
1) プロジェクト・スタッフの技術能力	<p>INPA 及び INPE のスペシャリストは既に高い研究能力を有している。プロジェクトによる技術移転を通じて、関連研究の継続に十分な技能・知識を備えることができる。</p>
2) 移転技術と成果品の活用と普及	<p>これまでに INPA に移転された技術・手法及び成果品は現地の技術ニーズ・技術レベルに適合したものである。ブラジル側の高い評価を考慮にいと、移転技術/手法及び成果品は、プロジェクト終了後も、継続的に活用されると見込まれる。また、技術/手法及び成果品は、プロジェクトが主催した、あるいは関係者が参加したワークショップ/セミナーを通じて既に普及が始まっている。さらにプロジェクト終了までには、森林インベントリーデータベースやリモートセンシングデータがウェブ上に公開されることになっており、普及は更に進むと期待される。</p>
3) 供与機材の活用と保守管理	<p>注：これまでのところ、機材は INPA にのみ供与されているので、以下は INPA に関する記述である。</p> <p>➢ <u>活用</u>：供与機材は森林インベントリー調査及びリモートセンシング解析に不可欠なものであり、プロジェクト終了後も引き続き活用されると見込まれる。</p> <p>➢ <u>運転・保守管理</u>：ほとんどの機材が現地で調達されたため、部品・消耗品はブラジル国内で入手可能である。しかし、機材はいまだブラジル側にハンドオーバーされていないため、機材は専門家チームが管理しており、運転・保守管理コストは日本側が負担している。プロジェクト終了後、INPA が機材を適切に管理し、運転・保守管理に必要な費用を確保できるかどうかは、現時点で不明である。</p>

4-2 結論

プロジェクトの中間段階において、プロジェクト活動は LiDAR 調査の遅延を除いて大きな問題もなく、想定している成果を部分的に達成しながら円滑に実施されている。

評価5項目に関し、プロジェクトのターゲット・グループのニーズ、JICA の国家開発計画と合致しており、プロジェクトは引き続き妥当であるといえる。プロジェクトは適切に構成されており、有効であると考えられる。現時点では、プロジェクトは適切な投入によりおおむね効率的に運営されている。さまざまなプラスのインパクトが既に発現しており、今後も多様な正のインパクトが予想される。プロジェクト事後戦略を策定し、必要な予算を確保すれば、プロジェクトの自立発展性は高くなる。以上から、プロジェクトは順調に進展しているといえる。

第5章 提言と教訓

5-1 提言

1) プロジェクト期間中の提言

a) CFI プロット調査地の拡大と既存の2サイトにおける再計測

i) より網羅的なインベントリーデータベースを整備するため新規インベントリープロット (Purus) を設置・調査する、ならびに ii) 炭素蓄積とその動態に関するよりロバストな推定のため、INPA が過去インベントリー調査を実施したプロット (Resex Baixo, Jurua, Maues) を再計測することについて、プロジェクトより提案されている。本提案はプロジェクトの更なる発展のため残り期間において実施することが望まれる。

b) 航空機 LiDAR、UAV による航空調査の実施

現在実施に至っていない航空機 LiDAR 調査はリモートセンシングデータと地上調査データの相関を明らかにし、炭素蓄積マップの不確実性を推定するうえで重要であるところ、以下のような対策を講じる必要がある。

i) 航空機 LiDAR 調査の実施に向けた手続き・申請の継続

航空機 LiDAR 調査は特にアクセス困難なエリアのデータの取得に効果を発揮すると期待される場所、プロジェクト期間内でのデータ解析に間に合うよう、LiDAR 調査実施に向けた手続き・調整を継続していくことが求められる。

ii) 航空機 LiDAR 以外の他のアプローチの検討

現在機材調達中である UAV に LiDAR を搭載して実施する航空調査は、調査可能なエリアに限界がある。このことを踏まえ、航空機 LiDAR 調査が実施できない場合に備えて、上述の目的を達成し得る他の方策を検討する必要がある。さらに、航空機 LiDAR 調査の申請を断念し同方法に切り替えるタイミングを検討することが求められる。

c) PDM の修正

当初 PDM のうち、アウトプット 1 からアウトプット 3 の活動を見直し、プロジェクト成果の普及に関わる活動をアウトプット 4 としてまとめることが望まれる。また、プロジェクト目標ならびに各アウトプットの指標の定義・目標をより明確にすべきである。これらを踏まえ、ブラジルのプロジェクト関係者と日本人専門家との議論に基づき PDM2 案として修正された。修正された PDM は、2012 年 8 月 24 日に JCC に提出され、レビュー・承認される必要がある。

d) 活動計画 (PO) の作成

本中間レビュー調査におけるプロジェクト関係者内での PO の議論を通じ、各活動の責任部門と活動計画について担当者内の共通認識が深まった。こうしたことから今後も PO の更なる利用が効果的であると考えられる。さらに、INPA、INPE のプロジェクトマネジャー、

日本人専門家を含む関係者間で、各年次の年間活動計画（Annual Plan of Operation : APO）について議論し、作成することが望まれている。PO と APO の有効活用は、e) 項に後述する INPA と INPE 間の協力を促進することにも貢献し得ると考えられる。

e) INPA・INPE の関係強化

本プロジェクトは INPA、INPE ならびに日本人専門家による実施を想定している。中間レビュー時点までにおいては当初計画に基づき INPE が主に担当する活動は開始されていなかったが、残り期間では INPE による活動が本格化することから、INPA・INPE 間の更なる協力を促進する必要がある。そのため、以下を含む対応が求められる。

i) プロジェクトマネジャーとサブ・プロジェクト・マネジャーのアサイン

プロジェクト実施体制として INPA・INPE 双方にプロジェクトマネジャー・副プロジェクトマネジャーを配置することにより、INPA・INPE の協力を推進することが期待し得る。したがって、以下のような実施体制への変更が 2012 年 8 月 24 日 JCC において提唱・検討されるべきである。

- アウトプット 1、2 に係るプロジェクトマネジャー：
INPA 上級研究員 Dr. Niro Higuchi
- アウトプット 3 に係るプロジェクトマネジャー：
INPE 上級研究員 Dr. Dalton de Morisson Valeriano
- アウトプット 1、2 に係るサブ・プロジェクト・マネジャー：
INPA 上級研究員 Joaquin dos Santos
- アウトプット 3 に係るサブ・プロジェクト・マネジャー：
INPE 上級研究員 Yosio Shimabukuro

ii) プロジェクト調整員による INPE との調整の強化

プロジェクト調整員はプロジェクトの前半においても主に INPA での活動をコーディネートしてきたが、残り期間においては INPE に対する調整を一層進めていく必要がある。例えば、更なる連携の促進支援とプロジェクト活動のモニタリングのため、INPA と INPE 間のビデオ会議の実施を支援し参加していくことが求められる。加えてこうした調整員の活動に対する JICA ブラジル事務所による継続的な支援も期待される。

f) プロジェクト達成度のモニタリング

PDM の指標に則りプロジェクトの成果、特にプロジェクト目標の指標の達成度合いを適時にモニタリングすることが必要である。INPA、INPE と日本人専門家チームの担当者は、チェックリストを合同で作成し炭素動態の広域評価を継続的に実施していくための INPA、INPE の能力調査を実施すること、ならびにプロジェクトで構築した技術・成果物の潜在的なユーザーであるワークショップの参加者に対してアンケート調査を実施することが求められる。

g) プロジェクト終了後の戦略の検討

プロジェクト終了後、INPA と INPE は、プロジェクトによって確立された方法/技術を応用して、調査を実施し、得られたデータを活用し続けていくことが期待される。さらに、INPA、INPE は、構築したシステムを維持し、アップグレードする必要がある。このため、INPA と INPE は特に以下の事項についてプロジェクト終了後の戦略を検討することが望まれる。

i) ソフトウェアとシステムのメンテナンス・アップグレード

UAV LiDAR や分析用ソフトウェアを含め、Project によって開発されたソフトウェアやシステムは、PC の OS のアップグレード等に応じてプロジェクト終了後も維持管理していく必要がある。

ii) 必要な技術を引き継いでいく体制の整備

プロジェクト関係者が他のセクションに異動する可能性を踏まえ、INPA と INPE において、プロジェクトによって確立された技術を引き継ぐためのシステム・体制を検討する必要がある。

iii) INPA、INPE と日本人専門家間の意見交換

INPA と INPE は炭素動態に関する議論を継続していくことが望ましい。加えて INPA、INPE は、研究の更なる進展のため日本人専門家と引き続き協力していくことが推奨される。

2) プロジェクト終了後に関する提言

a) アマゾンの炭素蓄積マップを開発するための方法論の最適な組み合わせの研究/議論

INPA、INPE は衛星画像や航空調査等アマゾンの炭素動態を推定するための各種方法論の最適な組み合わせを引き続き検討していくことが望まれる。

b) 関係機関に対するプロジェクト成果物の普及

本プロジェクトでは、ピクセルレベルで不確実性を求め得る炭素蓄積量推定の方法論、ならびに GPGPU システムのような極めて貴重なシステムの開発に当たっている。さらに、炭素蓄積マップを生成するための方法の複数の組み合わせを取り得るオプションとして提示することができる。こうした技術・成果を、以下のような森林管理/気候変動問題に関する機関に対して普及させていくことが期待される。こうした普及に関し、JICA は必要に応じて支援し得る。

i) ブラジル国内の政府系、民間企業ならびに科学コミュニティ

ブラジル国政府、州政府、民間企業、非政府組織 (Non-Governmental Organization : NGO) を含むブラジルの科学コミュニティや研究機関は、将来 REDD+のような森林管理のための金融スキームの実施機関として重要な役割を担うと考えられる。こうした金融スキームは現在国際社会における議論の途上だが、炭素動態の評価手法の複数のオプションを提示することはこうした議論に対しても有用な情報となる。したがって、INPA、INPE は上記関係機関に対して複数の方法論を提示することが期待される。

ii) ブラジル国以外における森林管理を所管する諸機関

本プロジェクトで開発している炭素動態の推定技術は、熱帯雨林を有する他の国等において利用し得るものである。その実例として、プロジェクトマネージャーが研修講師を務めた2012年2月のJICAの第三国研修プログラムが挙げらる。

iii) その他機関

プロジェクトの成果物は他の分野においても活用可能であると考えられる。一例として、プロジェクトによって開発され、メコン地域における洪水災害対策のために利用されているGPGPUが挙げられる。したがってINPA、INPEは、本プロジェクトで開発した技術の炭素推定以外の用途での活用を検討することが推奨される。

5-2 教訓

1) プロジェクト活動に関する法規制の確認の必要性

本プロジェクトでは、外国機関が関与する航空調査に対する防衛省による承認プロセスが複雑なため、航空機LiDAR調査の着手が遅れており、他の活動にも影響を与えている。こうした現状を踏まえ、関係当局の承認を必要とする活動の場合は、関連手続きを調査し、適時に他の方法を検討することが適当である。

2) プロジェクト間の情報共有

プロジェクトによって開発されたいくつかのソフトウェアやシステムは炭素動態の推定以外の目的にも活用されている。このような事例はプロジェクト内外の専門家間の日常的な議論により実現したものである。したがって、特に研究に必要な技術等について、プロジェクト内外の専門家間での情報交換を促進することが有効であると考えられる。

付属資料

- 1 現地調査日程
- 2 合同レビュー報告書
- 3 合同調整委員会協議議事録 (Minutes of Meeting)

Annex1. 現地調査日程

Date		JICA Mr. TAKATA · Mr. SEKIGUCHI JST Dr. NAKASHIZUKA · Mr. ISHIDA · Mr. Consultant Evaluation Analysis Ms. HIORUCHI
4-Aug	Sat	Consultant : Narita →
5-Aug	Sun	Guarulhos(GRU)
6-Aug	Mon	9:00AM Meeting with INPE (Explanation of review methods, schedule), Discussion on PDM/PO (Dalton) PM Individual interview (Dalton, Shimabukuro, Arai), move to Sao Paulo
7-Aug	Tue	6:30AM Move to Manaus PM Meeting with INPA (Explanation of review methods, scheduling)
8-Aug	Wed	(After Remote Sensing Seminar) PM Individual interview with Niro, Moacir, Celes ,
9-Aug	Thu	Individual interview with NPA staff (Santos, Gabriel, Silva, Souza)
10-Aug	Fri	Individual interview with INPA (Marcio, Higuchi), Meeting with Experts (Sawada, Endo)
11-Aug	Sat	Document Preparation
12-Aug	Sun	Document Preparation
13-Aug	Mon	Meeting with INPA (Niro)
14-Aug	Tue	Information collection/document preparation
		16:00- Meeting with Mr.Niro
15-Aug	Wed	09:00AM Courtesy Call to INPA representative 11:00AM Courtesy Call to the Japanese Consulate General in Manaus PM 1st Joint Review Committee to share the outline of the Review within the Review Team/ Presentation of outline and progress of the Project (Ishiduka, Niro, Sawada) PM Group interview with INPA (Output 1-2 :Santos, Gabriel, Silva, Souza, Marcio, Higuchi), Internal Meeting
16-Aug	Thu	06:00 Mil Madeireiras site observation Group interview with Lima, Gustavo→ZF2
17-Aug	Fri	AM Site Observation, Interview with Moacir & Celes (Output 3), Dr. Endo & Dr. Sawada (Output 3), Dr. Ishiduka & Dr. Kajimoto (Output 1-2, overall), Dr. Niro (Output 1-3, overall)
		Stay overnight at ZF-2
18-Aug	Sat	Move to Manaus, Document Preparation/ Internal Meeting
19-Aug	Sun	Document Preparation/internal meeting
20-Aug	Mon	Feedback/ Discussion on findings with INPA (Dr. Niro) and Japanese Experts (Dr. Ishiduka, Dr. Sawada), including PDM/PO Fly from Manaus to Sao Paulo
21-Aug	Tue	AM: Courtesy Call AM Group interview to INPE (Dalton, Shimabukuro, Arai) PM: Feedback/ Discussion on findings and indicators in PDM/PO with INPE (Dalton) and Japanese Experts
22-Aug	Wed	Fly from Sao Paulo/GRU to Brasilia 11:00 Courtesy Call and Interview with Ministry of Environment PM: Courtesy Call / Report to Ministry of Science and Technology, Explanation of outline of the documents to be finalized/signed
23-Aug	Thu	9:00AM-PM: 2nd Joint Review Committee to finalize/sign Joint Review Report PM: Explanation on the Reports and M/M towards JCC signers by Brazilian Review Team
24-Aug	Fri	10:00~: Joint Coordinate Committee (Joint Review Report)/Sign to M/M, Explanation of progress by Project 15:00: Courtesy Call/ Report to Embassy of Japan
		22:06 Brasilia→
25-Aug	Sat	6:00 Atlanta DL222 13 :50 Atlanta→
26-Aug	Sun	16 :30 Narita DL295

REPORT OF THE JOINT MID TERM REVIEW
ON
THE PROJECT FOR
CARBON DYNAMICS OF AMAZONIAN FOREST

August 24, 2012



TAKATA Hirohito
Leader of Japanese Review Team
Director
Forestry and Nature Conservation Division II
Global Environment Department
Japan International Cooperation Agency



Mr. Rodrigo de Silva
Leader of Brazilian Review Team
Professor Adjunto
Universidade Federal do Oeste do Para
(UFOPA)
The Federal Republic of Brazil

TABLE OF CONTENTS

1. Introduction
 - 1-1 Objectives of the Review
 - 1-2 Members of the Review
 - 1-3 Schedule of the Review Study
2. Outline of the Project
 - 2-1 Background of the Project
 - 2-2 Summary of the Project
3. Review of the Latest PDM
4. Methodology of the Review
5. Summary of Accomplishment and Implementation Process of the Project
 - 5-1 Accomplishment of the Project
 - 5-2 Implementation Process of the Project
6. Summary of Review Results by Five Evaluation Criteria
 - 6-1. Relevance
 - 6-2 Effectiveness
 - 6-3 Efficiency
 - 6-4 Impacts
 - 6-5 Sustainability
7. Conclusion
8. Recommendations and Lessons
 - 8-1 Recommendations
 - 8-2 Lesson learned

(Annexes)

- Annex 1-1: PDM for Evaluation (PDMe)
- Annex 1-2: Modification made in the PDMe
- Annex 2: PO for evaluation (POe) with record of activities
- Annex 3: Accomplishment of the Project
- Annex 4: Implementation Process of the Project
- Annex 5: Evaluation by Five Evaluation Criteria
- Annex 6-1: Draft of the Revised PDM (Draft of PDM ver2)
- Annex 6-2: Modification made in the revised PDM
- Annex 7: Draft of the PO (Draft of PO ver1)

(Referential Materials)

- RM A: Record of Brazilian Inputs
- RM B: Record of Japanese Inputs
- RM C: Data related to Indicators
- RM D: List of Project Deliverables

1. Introduction

1.1 Objectives of the Review

The review activities were performed with the following objectives:

- (1) To verify the accomplishments of the Project compared to those planned;
- (2) To identify obstacles and/or facilitating factors that have affected the implementation process;
- (3) To analyze the Project in terms of the five evaluation criteria (i.e. Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact, and Sustainability); and
- (4) To make recommendations on the Project regarding the measures to be taken for the remaining period as well as the post-project period.

1.2 Members of the Joint Review Team

(1) The Japanese Team

Title	Name	Position
Team Leader	Mr. TAKATA Hirohito	Director, Forestry and Nature Conservation Division I I, Global Environment Dept. JICA
Cooperation Planning	Mr. SEKIGUCHI Takuya	Officer, Forestry and Nature Conservation Division I I, Global Environment Dept. JICA
Evaluation Analysis	Ms. HIROUCHI Yasuyo	Consultant, International Development Associates

(2) The Brazilian Team

Title	Name	Position
Team Leader	Mr. Rodrigo de Silva	Professor Adjunto Universidade Federal do Oeste do Para (UFOPA)
Member	Mr. Fabrício Gonzaga Araújo	Terceiro Secretario Divisão de Ciência e Tecnologia Ministério das Relações Exteriores
Member	Ms. Maria Cordelia Machado	Analista CPT/ASSIN Ministerio da Ciencia, Tecnologia e Inovacao

1.3 Schedule of the Joint Review

The review of the Project was conducted from Aug. 5 to Aug. 24. The Joint Review Team (hereinafter referred to as "the Team") collected the information through questionnaires and a series of interviews with Brazilian Project Personnel and Japanese experts. The Team also conducted a field observation in Manaus on forest inventory plots. Based on

the results of the review, the Team prepared a draft report and finalized it through a series of discussions on August 22nd and 23rd.

2. Outline of the Project

2.1 Background of the Project

Greenhouse gas (GHG) emission from the deforestation was recognized as one of the key issues at United Nations Framework Conservation on Climate Change (UNFCCC), 13th Conference of the Parties (COP13) held in Bali in December 2007. At this conference, a discussion of Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries (REDD) framework was started to conserve forests in the developing countries. Among others, forest in Amazon stores world largest amount of carbon, and deforestation of Amazonian forest became one of the prime global issues.

The REDD scheme, solely is realized with accurate quantitative evaluation of CO₂ (carbon) emission reduction achieved by the prevention of deforestation and forest degradation. Therefore the development of precise methodologies to evaluate carbon budget of forests is urged.

Under this situation, a project to develop an evaluation technique on a large-scale carbon dynamics of Brazilian Amazon forests was proposed by the Government of Brazil and the Forestry and Forest Product Research Institute in Japan. In response to the request, the Government of Japan and JICA dispatched a detailed planning survey team in 2009, and agreed with the Government of Brazil on the outline of the Project, which aims at building a foundation on conserving Amazonian forest to contribute to the countermeasures against deforestation and global climate change, including REDD activities.

2.2 Summary of the Project

(1) The Project Purpose

An evaluation technique on a large-scale carbon dynamics of Brazilian Amazon forests is developed.

(2) The Outputs

Output 1: A continuous forest inventory (CFI) system to survey carbon dynamics in central Amazon is established.

Output2: A relationship between forest types and carbon dynamics of primary and selectively logged forest is identified.

Output 3: Carbon dynamics maps are developed, using the data from CFI system and remote sensing information.

3

JB

Output 4: Techniques developed and information obtained in Output 1 to 3 are shared with organization related to global climate change issues, including REDD+ and environmental conservation.

3. Review of the latest PDM

For review of a technical cooperation of JICA, Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") and Plan of Operations (hereinafter referred to as "PO") are used as essential documents. Prior to the start of the review, the Team reviewed the current PDM attached to the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") signed on February 5th, 2010, and agreed to prepare a PDM for evaluation (PDMe) (Annex 1) as a basis of the evaluation. The PDMe was prepared by the Team through consultation with Brazilian project personnel and Japanese experts. Since the PO is not attached to the R/D, the Team agreed to prepare a PO for evaluation based on the draft PO attached to the Minutes of the Meeting of the Detailed Planning Survey in August 2009. The PO for evaluation (POe) was prepared through a series of discussions with Brazilian project personnel and Japanese Experts (Annex 2).

4. Methodology of Review

4.1 Data Collection Method

The Team made interviews with Brazilian Personnel and Japanese experts engaged in the Project. The Team also collected information through questionnaires from personnel concerned. The Team also conducted field survey from 16 Aug. 2012 to 18 Aug. 2012.

4.2 Items of Analyses

(1) Accomplishment of the Project

The accomplishment of the Project was measured in terms of the Inputs, the Outputs and the Project Purpose in comparison with the Objectively Verifiable Indicators of PDM as well as the plan delineated in the R/D.

(2) Implementation Process

The implementation process of the Project was reviewed to see if the Activities have been implemented according to the schedule delineated in the latest PO, and to see if the Project has been managed properly as well as to identify obstacles and/or facilitating factors that have affected implementation process.

(3) Evaluation based on the Five Evaluation Criteria

- (a) **Relevance:** Relevance of the Project was reviewed to see the validity of the Project Purpose and the Overall Goal in connection with the needs of the beneficiaries and policies of Brazil and Japan.
- (b) **Effectiveness:** Effectiveness was analyzed by evaluating the extent to which the Project has achieved and contributed to the beneficiaries.
- (c) **Efficiency:** Efficiency of the Project implementation was analyzed focusing on the relationship between the Outputs and Inputs in terms of timing, quality, and quantity.
- (d) **Impacts:** Impacts of the Project were forecasted by referring to positive and negative impacts caused by the Project.
- (e) **Sustainability:** Sustainability of the Project was analyzed in institutional, financial and technical aspects by examining the extent to which the achievement of the Project would be sustained and/or expanded after the Project is completed.

5. Summary of Accomplishment and Implementation Process of the Project

5.1 Accomplishment of the Project (Details are described in Annex 3)

(1) Inputs (Details are described in section (1) of Annex 3)

Summary of Inputs is shown in the tables below.

Table 1: Summary of Brazilian Inputs

Allocation of Project Personnel (P/P)	24 persons	Allocation of local cost:	no specific counterpart budget
---------------------------------------	------------	---------------------------	--------------------------------

Table 2: Summary of Japanese Inputs

Dispatch of Experts:	12 persons (i) Chief Advisor (1 person); (ii) Forest Inventory (7 persons); and (iii) Remote Sensing (4 persons).	Provision of Equipment:	equivalent to approximately 25 million Japanese Yen
P/P Trained in Japan:	6 specialists from INPA (i) 4 specialists on forest inventory; (ii) 2 specialists on remote sensing	Disbursement of local cost:	approximately R\$ 2 million, equivalent to approximately 105 million Japanese Yen

(2) Outputs (Details are described in section II of Annex 3)

- (a) **Output 1:** Progress has been made as expected. A total of 205 CFI plots have been established in 2 new sites in Central Amazon. Forest inventory data have been collected in 603 plots in 6 existing sites and 205 plots in 2 new sites in accordance with IPCC guideline 2006. A hypothesis on a common allometric

equation model for 4 areas in Brazilian Amazon is being tested. The data collected in 2010-2011 has been organized in a database with geographic coordinates (i.e. prototype GIS-based database). It is expected that all the new data collected under the Project and the existing data collected before the Project would be organized in a full-fledged database by March 2013. Three scientific research papers have been submitted to international journals, of which one has been already published.

Output 1 has been moderately achieved and is expected to be fully achieved by the Project end.

- (b) **Output 2** : Progress has been made as expected. Estimation of carbon stock in primary forests and selectively logged forests is ongoing, which is expected to be completed by the end of 2012. Estimation of carbon stock change is ongoing, which is expected to be completed by the middle of 2013.

Output 2 has been moderately achieved and is expected to be fully achieved by the Project end.

- (c) **Output 3**: Progress has been made toward achievement of the Output 3 but the achievement level is lower than expected due to delay in obtaining a permission of airborne LiDAR observation by the Ministry of Defense, which is not controllable by the Project. A prototype of a forest site environment map has been developed, which is expected to be finalized by the end of 2012. Up-scaling of the forest inventory data for each category of the forest site environment map with estimated accuracy, using remote sensing data, including LiDAR data, is behind schedule due to delay in the permission. It is expected that up-scaling would be completed by March 2014. Estimated accuracy, however, would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation has not been conducted as planned. A prototype carbon stock map with estimated uncertainty is being developed, which is expected to be completed by the end of 2012. The maps for 2000, 2005, and 2010 with estimated uncertainty are expected to be produced by March 2014. Creation of carbon stock maps (2000-2005 and 2005-2010) has just started and is scheduled to be completed by March 2014. Estimated uncertainty of the carbon stock maps and carbon stock change maps would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation could not be implemented as planned.

Output 3 has been partly achieved but is expected to be achieved by the Project

end. The achievement level, however, is lower than originally expected due to delay of obtaining airborne LiDAR observation.

- (d) Output 4 : Progress has been made as expected. A workshop was conducted at INPE in November 2011, inviting the relevant organizations, and three more are planned by the Project end: i.e. a seminar in Critiba in November 2012, a workshop at INPE in March 2013, and the final workshop at INPA in March or April 2014. The forest inventory database and the remote sensing datasets are expected to be available on the web by the Project end.

Output 4 has been partly achieved and is expected to be fully achieved by the Project end.

(3) Project Purpose (Details are described in section III of Annex 3)

Objectively verifiable data is not available

5.2 Implementation Process of the Project (Details are described in Annex 4)

Overall, the Project has been proceeding well though some of the Activities could not be implemented as planned mainly due to external factors beyond control of the Project. Major issues are highlighted below.

- Delay of obtaining a permission of airborne LiDAR observation from the Ministry of Defense: Though not specifically stated in the official documents of the Project, use of LiDAR data is envisaged under Output 3 for the purpose of (i) up-scaling of the forest inventory data (i.e. Activity 3.2); and (ii) evaluation of estimated uncertainty of the carbon stock maps and stock change maps (i.e. Activity 3.3). The Project had a plan to conduct airborne LiDAR observation over all the forest inventory sites under the Project in October-December 2010, 2011, and 2012 (i.e. 8 sites in total) and over an area where INPA's inventory data is not available. For Itacoatiara, multiple observations were planned in order to measure growth increment. The data, however, has not been obtained to date since a permission of airborne LiDAR observation has not been granted by the Ministry of Defense yet. In view of the above, the Project has decided to use a UAV (Unmanned Aerial Vehicle) that has a camera and laser unit to obtain LiDAR data in the selected inventory sites (i.e ZF2, Itacoatiara, and ZF-5). Instead, airborne LiDAR observation shall be limited to a part of the remaining sites and an area where INPA's inventory data is not available. Procurement process for the UAV has just started and it is expected to be delivered by March 2013: LiDAR observation is expected to start in April 2013. At this moment, the prospect of getting the permission on airborne LiDAR observation is

not still clear. It is noted that, in order for the airborne LiDAR data to be utilized in the Project, observation needs to be conducted by September 2013 at the latest.

- Participation of INPE: So far, participation of INPE has been minimal partly because full-scale implementation of the activities relevant to INPA (i.e. analysis using LiDAR and satellite data, preparation of forest degradation maps, carbon stock maps and carbon stock change maps) is either delayed or scheduled in the second half of the Project. More importantly, the role of INPE in the Project was not clear enough. Through a discussion among INPE, INPA, Japanese Expert Team, JICA Brasilia Office, and the Review Team, the roles of INPE have been clarified, which were summarized in a draft PO1 to be submitted to the second JCC on August 24, 2012. INPE is now ready to fully participate in the Project. In order to enhance communication and coordination, INPE and INPA have decided to hold a quarterly video conference, too.
- Collection of additional data from 2 more existing and one more new sites in 2013: As planned, the data collection from 6 existing sites and 2 new sites established under the Project has been completed. The Project proposes to collect the data in 2 more existing sites (i.e. Resex Baxio Jurua and Maues) in 2013 to make the estimation of carbon stock more robust. The Project also proposed to establish CFI plots in one more new site (i.e Purus), where any inventory data is not available, in 2013, to make the forest inventory database more complete. It is noted that the data collected in the first site in 2013 would be utilized in evaluation of estimated uncertainty of the carbon stock maps to be produced under Output 3.

6. Summary of Evaluation based on Five Evaluation Criteria

6.1 Relevance (Details are described in Section I of Annex 5)

The Overall Goal and the Project Purpose are still relevant with the needs of Brazil and Target Groups (i.e. INPA and INPE). They are still consistent with the national development plan of Brazil as well as the Official Development Assistance (ODA) policies of Japan. Japanese technical advantage has been confirmed.

Overall, the Project is still relevant.

6.2 Effectiveness (Details are described in Section II of Annex 5)

Judging from the achievement level of the Outputs, the Project Purpose is expected to be achieved by the end of the Project with continuous effort of the Brazilian and Japanese sides.

Logical relation between the Project Purpose and the Outputs is confirmed. All of the

Outputs are relevant with the Project Purpose. Though the degree of achievement varies, they have contributed to the achievement of the Project Purpose.

Taken together, the Project is expected to be effective.

6.3 Efficiency (Details are described in Section III of Annex 5)

Progress has been made mostly as planned in producing Outputs, judging from the achievement level of its Indicators as well as the progress of the Activities. Output 1 and Output 2 would be fully produced by the end of the Project. Output 3 would be produced but the production level would be lower than originally expected due to external condition beyond control of the Project (i.e. obtaining permission on airborne LiDAR observation from the Ministry of Defense).

Inputs from the Brazilian and Japanese sides have been mostly appropriate in producing the Outputs in terms of timing, quality and quantity. The Inputs are considered to have contributed to the production of the Outputs mostly.

Overall, the Project is considered to have been mostly efficient.

6.4 Impacts (Details are described in Section IV of Annex 5)

Various positive impacts have been observed already and more are foreseen. For example, some of the specialists of INPA have given lectures at forest management course of INPA in July 2011 and 2012, utilizing the skills and knowledge acquired through the Project. For the first time, a biomass survey above-and belowground biomass survey was conducted in upper part of Rio Negro region and allometric equations of a forest there has been established with uncertainty. With software for time-series image data processing using GPGPU (General Purpose Graphic Processing Units), developed through the Project, the data processing time has become about 26 times faster than conventional CPU processing. This has contributed to a reduction in the processing time of high-frequency observation satellite data, including MODIS data. Through the Project, a forest inventory database of the area without the published forest inventory data is expected to be developed by the Project end, which will be accessible on the web. The fullwave form LiDAR simulator, the waveform classification software, and the peak analysis software, newly developed through the Project are directly applicable to analysis of the data to be collected by "i- LOVE (International Space Station-Japan Experiment Modules/ LiDAR for Observation of Vegetation Environment)" Plan of JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). The UT team of the Project has already started to work with JAXA in developing i-LOVE. Negative impacts have not been observed. They are not foreseen, either.

6.5 Sustainability (Forecast) (Details are described in Section V of Annex 5)

Institutional and organizational aspects: Policy support for the evaluation of carbon dynamics in Brazilian Amazon is likely to continue. Most of the specialists of INPE are permanent staff of the Government of Brazil, whose continuous employment is ensured. The majority of the specialists of INPA, however, are not permanent staff. Although they are interested in a continuous association with INPA, it is not certain if they will actually stay with the organization after the Project end. Post-project strategies to sustain the effect of the Project are yet to be developed.

Financial aspects: As for INPA, costs of the forest inventory surveys, except for the initial one, have been borne by the Japanese side. It is not certain if the INPA would be able to secure the budget for the continuation of forest inventory in the post-project.

Technical aspects: Specialists of INPA and INPE are already equipped with high-level research capacity. The techniques and methods transferred through the Project as well as the deliverables are relevant with the local needs and technical levels so that they are expected to be continuously utilized after the Project end. The transferred techniques/methods and/or the deliverables have been disseminated through workshops/seminars organized or participated by the Project. By the Project end, a forest inventory database and remote sensing datasets will be made accessible on the web for further dissemination.

Taken together, the Project is likely to be sustainable if the post-project strategies are developed prior to the Project end and the necessary budget is secured.

7. Conclusion

Since the midterm stage of the Project, the Project Activities have been implemented in a smooth manner without any serious problem, producing partial achievements of Outputs, almost as planned but delay of airborne LiDAR observation

In regards of five evaluation criteria, the Project is still relevant as the Project is consistent with needs of target groups, national development plan of JICA. The Project is considered to be effective as is properly constructed. To date, the Project is mostly efficient due to achievements level and the appropriate inputs. Various positive impacts have already been observed, and more are foreseen. The Project is likely to be sustainable if developing the post-project strategies and securing the necessary budget. Summarizing above, the Project has been making good progress.

8. Recommendations and Lessons

8.1 Recommendations

(1) For the remaining period of the Project

- 1) Establishment of CFI plots in a new site and re-measurement of existing plots in two sites

As mentioned in 5.2, two proposals have been made by the Project, 1) one of which is in regards of establishing CFI plots in a new site, Purus for further coverage of inventory database, 2) the other of which is for re-measuring two sites where INPA had established inventory plots in the past, Resex Baixo Jurua and Maues, for more robust estimation of carbon stock and its change. The practice of the proposals is considered to be preferable for further expansion of the Project.

- 2) Implementation of aerial surveys

As mentioned in Chapter 5.1, implementation of airborne LiDAR observation for development of correlation between remote sensing data and field survey and evaluation of estimated uncertainty of the carbon stock maps, has not been realized yet. Thus such measures against these circumstances as described below are essential.

- a) Continuous application of airborne LiDAR observation

The implementation of airborne LiDAR observation is expected especially for data from inaccessible areas. Therefore the Project can make continuous efforts to conduct LiDAR observation in time for data analysis within the Project timeframe.

- b) Examination of other approaches but airborne LiDAR

LiDAR observation mounted on UAV, for which equipment is currently being procured, has limitation in terms of coverage of area. The Project can examine plans for accomplishing the above purposes in preparation to the case that airborne LiDAR observation is not conducted, and determine a detailed timeframe to switch the methodologies from airborne LiDAR at a proper timing.

- 3) Modification of the PDM

The PDM should be modified in regards of elaborating activities of the Output1-3 and compiling activities concerning disseminating and sharing deliverables from the Project as the Output4. Additionally the Objectively Verifiable Indicator for the Project Purpose and each Output are to be revised to clarify the definition and the target of each Indicator. The draft of modified PDM (draft PDM2), prepared through a series of discussions with the Brazilian Project Personnel and the Japanese Experts, is attached as Annex 6-1. The modified PDM should be submitted to JCC on 24 August 2012 for its review and approval.

4) Preparation and Utilization of the plan of operation and the annual plan of operation

In this Review Survey, common recognition, regarding responsibilities division and timeframe of the Project among responsible personnel, has been facilitated through discussions on PO. Hence, further and continuous utilization of PO is required for the Project implementation. Furthermore annual plan of operation (APO) which describes activities in each year is desired to be prepared through series of discussions among relevant personnel, including the Project Managers of INPA, INPE, and the Japanese Experts in charge of forest inventory and remote sensing. Effective utilization of PO and APO can contribute to facilitate the cooperation between INPA and INPE described in 5) below.

5) Strengthening the collaboration between INPA and INPE

The Project has been designated to implement by INPA, INPE and Japanese Experts. By the time of a midterm review, activities of which INPE are mainly in charge have not begun based on the initial plan. On the contrary, in the remaining period of the Project, since INPE's activities will be implemented on a full scale, further collaboration between INPA and INPE is encouraged. Therefore it is recommended to make arrangements including the matters below:

a) Modification in the assignment of Project Manager and Sub-Project Manager

Modification of the implementation structure in terms of assignment of the Project manager and sub-project manager can facilitate the cooperation between INPA and INPE. Therefore the following arrangement of the implementation structure is suggested to be submitted to the meeting of JCC on 24 August 2012 for its review and approval.

- Project Manager for Output 1 &2: Dr. Niro Higuchi, Senior Researcher of INPA
- Project Manager for Output 3: Dr. Dalton de Morisson Valeriano, Senior Researcher of INPE
- Sub Project Manager for Output 1&2: Joaquin dos Santos, Senior Researcher of INPA
- Sub Project Manager for Output 3: Yosio Shimabukuro, Senior Researcher of INPE

b) Enhancement of the coordination of INPE by the Japanese Coordinator

Although Japanese Administrative Coordinator has been mainly coordinating activities in INPA during the former half of the Project, the commitment toward INPE is to be strengthened in the remaining period. For instance, the Japanese Administrative Coordinator needs to participate and assist in organization of video conferences among INPA and INPE in order to promote further coordination and to monitor the activities related to the Project. It is expected for JICA Brazil to give a

continuous assistance to the Japanese Coordinator.

6) Monitoring of the Project achievements

It is necessary to monitor the achievements of the Project in terms of the Indicators of PDM at a proper timing. Especially the Indicators of the Project Purpose are necessary to be measured. The persons in charge of INPA, INPE and the Japanese Expert team in the fields of forest inventory and remote sensing need to make sure that joint assessment on the capacity of INPA and INPE for continuous large-scale evaluation of carbon dynamics will be conducted based on a check list to be jointly developed; and questionnaire survey will be conducted for the workshop participants, who are potential users of the techniques and deliverables.

7) Examination of post-project strategies

After the Project end, INPA and INPE are expected to continue conducting surveys and utilizing the accumulated data with application of the methods/techniques established by the Project. Furthermore, INPA and INPE need to maintain and upgrade the established system. To achieve them, it is advisable that INPA and INPE examine post-project strategies especially on the matters described below.

a) Maintenance and upgrading of software and system

The software and system developed by the Project are necessary to be maintained after the Project end, including UAV LiDAR as well as analytical software which must be adopted for updating operational software.

b) Development of a system to take over necessary techniques to replacements

With consideration of the possibility of the personnel involved in the Project to move to other sections, it is necessary for INPA and INPE to examine the way to take over necessary techniques for the system established by the Project.

c) Continuous exchange of opinions between INPA, INPE and Japanese Experts

It is desirable for INPA and INPE to continue discussions on carbon stock change. Moreover INPA and INPE are encouraged to cooperate with Japanese Experts for further research.

(2) For the post-project period

1) Continuous study/discussion on the optimal combination of methodologies to develop the carbon stock map of Amazon

It is desirable for INPA and INPE to make continuous studies/discussions on an optimal combination of methodologies to estimate carbon stock change of Amazon, such as

which combination of satellite images and aerial surveys would be the best to estimate carbon stock change.

2) Dissemination of the Project achievements toward relevant organizations

The Project will develop a methodology to estimate carbon stocks in Amazonian forests with pixel-level uncertainty, and remarkably valuable systems like GPGPU system. In addition, the Project will be able to present several combinations of methods for producing carbon stock maps as various options to be taken. Therefore, the Project achievements are expected to be disseminated toward organizations related to forest management/ climate change issues, including institutions described below.

JICA can examine to assist INPA and INPE for this purpose in accordance to necessity.

a) Governmental organizations/ Private companies and scientific communities in Brazil

Scientific communities and institutions in Brazil, including Government of Brazil, state-governments and private companies/NGOs, are supposed to be important as financial schemes' operators for forest management like REDD+ in the future. Although such financial schemes are under discussions in international societies, several options of methods to estimate carbon stock change would be very useful for discussions on which method should be utilized. Hence it is expected for INPA and INPE to present several combinations of methods toward the abovementioned relevant organizations.

b) Organizations in other countries responsible for the management of their forests

Once the Project has achieved satisfactory results and has gained sustainability in Brazil, the technique to estimate carbon stock changes developed by the Project could be utilized in other countries, including those who have rainforests. One of such examples is JICA's Third Country Training Programme in February 2012 in which the Project Manager was engaged as a trainee as mentioned in Item 3.5 of Annex 5.

c) Other sectors

The Project deliverables are considered to be applicable in other sectors. One example is the hardware developed by the Project, the GPGPU, mentioned in 6.4, which has been utilized for measures against flood disasters in the Mekong region. Therefore INPA and INPE are encouraged to examine the developed technique in order to apply to other purposes rather than carbon estimation.

8.2 Lessons Learned

The Team identified the lessons described below, learned from the experience and knowledge acquired from the implementation of the Project.

(1)Necessity of confirmation regarding enforcement related to the Project activities

In the Project, since approval process by the Ministry of Defense for aerial surveys involving foreign institutions is complicated, airborne LiDAR survey has been delayed and remained to be conducted yet, although the Project and relevant institutions have adapted to the circumstances. The delay in acquiring LiDAR data has affected other activities. Taking together, in case of activities requiring approval by relevant authorities, it would be better to investigate the relevant procedures, and examine other plans at a proper timing.

(2)Importance of clear recognition of relevant personnel on deliverables

For the SATREPS Project, as relevant researchers have their own research theme, it is essential to share detailed ideas of the supposed deliverables from the Project to involve and motivate researchers.

(3) Exchange of information among several projects

Several ordinal software and systems developed by the Project have been applied to other purposes rather than carbon stock estimation as mentioned in 6.4. Such an expansion has been realized by daily discussion among the experts of the Project and others. Therefore it is effective to promote the exchange of information among the project experts, especially regarding their demands of necessary techniques.

End of Document

7/3

TS

Annex 1-1 PDM for Evaluation (PDMe)

Project Title: "Carbon Dynamics of Amazonian Forest"

PDM Version 1 Date: February 5, 2010

Target Group: (1) Scholars and Researchers at the Related Organizations in Brazil, including INPA and INPE(2) Related Organizations to REDD+, such as Ministry of Science and Technology, Ministry of Environment, Ministry of External Relations, State Governments, private sectors, NGOs

Target Area: Brazilian Amazon Forest*

Project Duration: 4 years (from May 19, 2010 to May 18, 2014) Implementing Organizations: INPA and INPE

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><Project Purpose> An evaluation technique on a large-scale carbon dynamics of Brazilian Amazon forests is developed.</p>	<p>a. By the Project end, a continuous evaluation of large-scale carbon stock and carbon-stock change, using field and remote sensing data becomes possible at INPA and INPE b. More than 50% of the related organizations to REDD+ and environmental conservation in Brazil that participated in the final workshop/seminar organized by the Project, such as ICMBIO, Embrapa, private sector, etc., recognize that the evaluation technique is useful c. More than 50 % of the above organizations express their interests in utilizing the evaluation technique</p>	<p>a. Results of joint assessment by INPA, INPE and Japanese Expert Team based on agreed checklist. b&c. Results of questionnaire survey at the final workshop/seminar</p>	<p>The Brazilian Government continuously recognizes the importance of forest conservation in Amazon</p>
<p><Outputs> 1 A continuous forest inventory (CFI) system to survey carbon dynamics in central Amazon** is established</p>	<p>1a By the end of 2012, more than 200 CFI plots are established in new sites in central Amazon by putting stakes and tags.- 1b By the end of 2012, forestry inventory data are collected in 6 existing and 2 new sites in central Amazon in accordance with the IPCC guideline 2006 1c By March 2014, result of test of a hypothesis on a common allometric equation model for the four (4) areas in Brazilian Amazon(i.e. Sao Gabriel da Cachoeira and Manaus (INPA ZF-2) in Amazonia, Amapa, and Tome-acu in Para) is available with uncertainty estimated based on a recommendation in the IPCC guideline 2006 1d By the Project end, forest inventory data from all existing and new sites in central Amazon, including information such as site photos, GPS information, and forest stand inventory information, forest type, and carbon stock is organized in a GIS-based forest inventory database 1e By the Project end, more than five (5) scientific research papers are submitted to international journals</p>	<p>1a Records of the project activities 1b Same as 1a 1c Scientific paper submitted on the subject 1d GIS-based database 1e Submitted papers</p>	<p>Trained GIS personnel in INPA do not stop working for the Project.</p>
<p>2. A relationship between forest types and carbon dynamics of primary and selectively logged forest in central Amazon is identified</p>	<p>2a By the end of 2013, specific figures of carbon stock-and stock change in primary and selectively logged forests before and after logging is are estimated at flooded-and plateau forests in central Amazon 2b By the Project end, more than five (5) scientific research papers are submitted to international journals</p>	<p>2a Table of figures 2b Submitted papers</p>	
<p>3 Carbon dynamics maps for Brazilian Amazon forest are developed, using the data from the CFI system, remote sensing techniques, and satellite images</p>	<p>3a By the end of 2012, a site environment map for Brazilian Amazon forest is developed 3b By June 2013, the forest inventory data is up-scaled using remote sensing data, including airborne LIDAR data, for each category of the forest site environment map with estimated accuracy 3c By the Project end, Brazilian Amazon forest's carbon stock maps for 2000, 2005, 2010 are-created with uncertainty estimated for each category. 3d By the Project end a Brazilian Amazon forest's carbon stock change maps for 2000-2005 and 2005-2010 are created with uncertainty estimated for each category 3e More than three (3) scientific research papers are submitted to international journals</p>	<p>3a, 3c, 3d Produced maps 3e Submitted papers</p>	
<p>4 Techniques developed and information obtained in Output 1 to 3 are shared with organization related to global climate change issues, including REDD+ and environmental conservation.</p>	<p>4a By the end of the Project, free access to a part of the forest inventory database (i.e. data collected in 2010-2012) is available at INPA/FFPRI's website. 4b By the end of the Project, free access to the remote sensing datasets produced by the Project is available at INPA/INPE/FFPRI/UT's website. 4c More than two workshops and/or seminars are organized by the Project in Brazil</p>	<p>4a&b Database presented in the web site 4b Records of the project activities 4c ditto</p>	

Annex 1-1 PDM for Evaluation (PDMe)

<p><Activities></p> <p>1.1 To establish one hundred (100) new CFI plots per area at Central Amazon, including Atlanta do Norte and Sao Gabriel da Cachoeria, and conduct forest inventory in accordance with IPCC guidelines 2006</p> <p>1.2 To re-measure more than four hundred (400) CFI plots in existing six (6) sites*** in central Amazon.</p> <p>1.3 To determine above and below ground biomass and carbon contents of trees in Sao Gabriel da Cachoeria</p> <p>1.4 To develop precise allometric equation model(s) for estimating above and below ground carbon amount in Brazilian Amazon forest based on data collected in Sao Gabriel da Cachoeria, Manaus (INPA ZF-2), Amapa and Tome-acu</p> <p>1.5 To develop a GIS-based forest inventory database for central Amazon.</p> <p>2.1 To estimate forest carbon dynamics (i.e. carbon stock change) from the forest inventory data from Output 1 in accordance with IPCC guidelines 2006.</p> <p>2.2 To survey and analyze temporal changes in forest characteristics-species composition, forest stand structure and carbon stock at flooded, eco-tone and plateau forests, based on large-scale inventory plots and long-distance belt-transects at primary forest (INPA ZF-2)</p> <p>2.3 To establish CFI plots at selectively logged forest stands at Itacoatiara, and survey and evaluate human impacts and temporal changes in forest species composition, structure, carbon stock at chronologically different logged forest</p> <p>3.1 To study and develop techniques on how to obtain site environmental map using remote sensing information and geographic information</p> <p>3.2 To develop analytical techniques to obtain forest stand parameters, such as canopy height, leaf area index (LAI) and biomass, combining remote sensing information and the GIS-based forest inventory data from Activity 1.5</p> <p>3.3 To develop remote sensing techniques to estimate large-scale forest stand parameters, and create Amazonian forest carbon stock change map</p> <p>4.1 Provide free access to the forest inventory database at INPA's website</p> <p>4.2 Provide free access to the remote sensing datasets produced by the Project at INPA/INPE/FFPR/UT's website.</p> <p>4.3 Organize workshops and/or seminars in Brazil</p>	<p><Inputs></p> <p><u>Brazilian side</u></p> <p>(1) Project personnel & necessary staff</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Project Director 2) Project Manager 3) Project Sub-Manager 4) Specialists on forest inventory 5) Specialists on remote sensing 6) Supporting staff <p>(2) Provision of Project land, facilities, and equipment</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) More than one thousand (1,000) CFI plots 2) Project offices in INPA and INPE 3) Vehicle for field work 4) Other necessary equipment and materials for project implementation <p>(3) Local Operation Cost</p> <p><u>Japanese side</u></p> <p>(1) Dispatch of Experts</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Chief Advisor 2) Forest Inventory 3) Remote Sensing, 4) Coordination <p>(2) Training of project personnel in Japan or the 3rd country</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Total of eight (8) in four (4) years (3) Machinery, Equipment and materials <ol style="list-style-type: none"> 1) Forest inventory 2) Remote sensing 3) Other equipment if needed <p>(4). Local operation cost</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Operational cost for Japanese experts 	<p>1 Local communities do not oppose the Project</p> <p><Preconditions></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Project personnel are properly assigned for the Project. 2. There is no security problems in the Project site 3. Local authorities and people are willing to support the Project
---	---	---

Abbreviation:
 INPA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia
 INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
 ICNIBIO: Instituto Chico Mendez de Conservacao da Biodiversidade
 Embrapa: Empresa Brasil** de Pesquisa Agropecuaria
 IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

Footnotes
 * Brazilian Amazon forests are Amazonian Biome in Legal Amazon of Brazil
 Baixo Jurua, Resex Auaí-Parana, and Resex Capana Grande

Central Amazon means Amazonas State and Acre State *Existing six (6) sites are Itacoatiara, Fonte Boa, Jutai, Resex

Annex 1-2

Modification made in the PDME (Addition to the initial PDM is shown as underlined and deletion as struck-through)

Project Title: "Carbon Dynamics of Amazonian Forest"

PDM version 2.1 Date: February 5, 2010

Target Group:

(1) Scholars and Researchers at the Related organizations in Brazil, including INPA and INPE

Target Area:

(2) Related Organizations to REDD+, such as Ministry of Science and Technology, Ministry of Environment, Ministry of External Relations, State Governments, private sectors, NGOs

Project Duration: 4 years (from dd/mm/yy to dd/mm/yy)

Implementing Organizations: INPA and INPE

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><Project Purpose> An evaluation technique on a large-scale carbon dynamics of Brazilian Amazon forests is developed.</p>	<p>a. By the Project end, a continuous evaluation of large-scale carbon-storage stock and carbon-dynamics stock change, using field and remote sensing data system is established, becomes possible at INPA and INPE b. More than 50% of the related organizations to REDD+ and environmental conservation in Brazil that participated in the final workshop/seminar organized by the Project, such as IBAMA, ICMBIO Embrapa, private sector, etc., recognize that the system evaluation technique is useful c. More than 50 % of the above organizations express their interests in and plan to utilizing it the evaluation technique</p>	<p>a. Results of joint assessment by INPA, INPE and Japanese Expert Team based on agreed criteria b. Results of questionnaire survey at the final workshop/seminar</p>	<p>The Brazilian Government continuously recognizes the importance of forest conservation in Amazon</p>
<p><Outputs> 1 A continuous forest inventory (CFI) system to survey carbon dynamics in central Amazon** is established</p>	<p>1a By the end of 2012, more than four-hundred-(400) 200 CFI permanent plots are established in new sites in central Amazon by putting stakes and tags, and more than eight-hundred-(800)-temporary inventory-plots are established in central Amazon 1b By the end of 2012, forestry inventory data are collected in 6 existing and 2 new sites in central Amazon in accordance with the IPCC guideline 2006 1c By March 2014, result of a test of a hypothesis on a common allometric equation model is established for the four (4) areas in Brazilian Amazon(i.e. Sao Gabriel da Cachoeira and Manaus (INPA_ZF-2) in Amazonia, Amapa and Tome-acu in Para) is available within acceptable uncertainty estimated based on a recommendation in the IPCC guideline 2006 1d By the Project end, forest inventory data from all existing and new CFI plots in central Amazon, including information such as site photos, GPS information, and forest stand inventory information, forest type, and carbon stock is organized in a GIS-based forest inventory database 1e By the Project end, more than five scientific research papers are submitted to international journals 2a By the end of 2013, specific figures of carbon-budget-carbon storage stock, tone, and loss-and increment-carbon stock change in primary and selectively logged forests before and after logging is are estimated at flooded, eco-tone-slope and plateau forests in central Amazon 2b By the Project end, more than five scientific research papers are submitted to international journals 2c Database of forest-type and its carbon-storage in central Amazon presented in the WEB site → 1c&4a 3a By the end of 2012, a site environment map for Brazilian Amazon forest is developed 3b By June 2013, datasets of relation between the forest inventory data and remote sensing data are available for each category of the forest site environment map 3c By the Project end, Brazilian Amazon forest's carbon stock maps for 2000, 2005, 2010 is are created with uncertainty estimated for each category. 3d By the Project end a Brazilian Amazon forest's carbon decline-and increment stock change maps for 2000-2005 and 2005-2010 is are created with uncertainty estimated for each category 3e More than two-(2)-workshops-and/or seminars are organized → 4b 3e More than three scientific research papers are submitted to international journals 4a By the end of the Project, free access to a part of forestry inventory database is available on INPA's website. 4b More than two workshops and/or seminars are organized by the Project in Brazil → 3c</p>	<p>1a Records of the project activities 1b Produced allometric equation model 1c 222 2a Table of figures 2b Published scientific research paper(s) 2c Produced Web site and publicized database 3a Produced map of carbon stock with uncertainty 3b Produced map of carbon stock change dynamics with uncertainty 4a Database presented in the web site 4c Records of the project activities</p>	<p>Trained GIS personnel in INPA do not continue working for the Project.</p>
<p>2. A relationship between forest types and carbon dynamics of primary and selectively logged forest in central Amazon is identified</p>	<p>3 Carbon dynamics maps for Brazilian Amazon forest are developed, using the data from the CFI system, remote sensing techniques, and satellite images</p>	<p>2a Table of figures 2b Published scientific research paper(s) 2c Produced Web site and publicized database 3a Produced map of carbon stock with uncertainty 3b Produced map of carbon stock change dynamics with uncertainty</p>	<p>Trained GIS personnel in INPA do not continue working for the Project.</p>
<p>4 Techniques developed and information obtained in Output 1 to 3 are shared with organization related to global climate change issues, including REDD+ and environmental conservation. ← From Activity 3.4</p>	<p>4a By the end of the Project, free access to a part of forestry inventory database is available on INPA's website. 4b More than two workshops and/or seminars are organized by the Project in Brazil → 3c</p>	<p>4a Database presented in the web site 4c Records of the project activities</p>	<p>Trained GIS personnel in INPA do not continue working for the Project.</p>

Annex 1-2

Modification made in the PDME (Addition to the initial PDM is shown as underlined and deletion as struck-through)

<p><Activities></p> <p>1.1 To establish one hundred (100) new CFI plots per area at Central Amazon, including Atianta do Norte and Sao Gabriel da Cachoeira, and conduct forest inventory in accordance with IPCC guidelines 2006</p> <p>1.2 To re-measure more than four hundred (400) CFI plots in existing six (6) sites*** in central Amazon.</p> <p>1.3 To determine above and below ground biomass and carbon contents of trees in Sao Gabriel da Cachoeira</p> <p>1.4 To develop precise allometric equation model(s) for estimating above and below ground carbon amount in Brazilian Amazon forest based on data collected in Sao Gabriel da Cachoeira, Manaus (INPA ZF-2), Amapa and Tome-acu</p> <p>1.5 To develop a <u>GIS-based forest inventory database for central Amazon.</u></p> <p>2.1 To estimate forest carbon dynamics (<u>i.e. carbon stock change</u>) from the forest inventory data in accordance with IPCC guidelines 2006.</p> <p>2.2 To survey and analyze temporal changes in forest characteristics-species composition, forest stand structure and carbon stock at flooded, eco-tone and plateau forests, based on large-scale inventory plots and long-distance belt-transects at primary forest (INPA ZF-2)</p> <p>2.3 To establish CFI plots at selectively logged forest stands at Itacoatiara, and survey and evaluate human impacts and temporal changes in forest species composition, structure, carbon storage <u>stock</u> at chronologically different logged forest</p> <p>3.1 To study and develop techniques on how to obtain site environmental map using remote sensing information and geographic information</p> <p>3.2 To develop analytical techniques to obtain forest stand parameters, such as canopy height, leaf area index (LAI) and biomass, combining remote sensing information and <u>the GIS-based forest inventory data from Activity 1.5</u></p> <p>3.3 To develop remote sensing techniques to estimate large-scale forest stand parameters, and create Amazonian forest carbon stock change maps</p> <p>3.4 To share developed techniques and information, obtained in output 1 to 3, with organization-related to global climate change issues, including REDD, through workshops and/or seminars → New Output 4&Activity 4.2</p> <p>4.1 <u>Provide free access to the forest inventory database at INPA's website ← Indicator 2c</u></p> <p>4.2 <u>Provide free access to the remote sensing datasets produced by the Project at INPA/INPE/FFPRI/UT's website.</u></p> <p>4.3 <u>Organize workshops and/or seminars in Brazil. ← Activity 3.4</u></p>	<p><Inputs></p> <p>Japanese side</p> <p>(1) Dispatch of Experts</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Chief Advisor 2) Forest Inventory 3) Remote Sensing, 4) Coordination <p>(2) Training of counterpart project personnel in Japan or the 3rd country</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Total of eight (8) in four (4) years <p>(3) Machinery, Equipment and materials</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Forest inventory 2) Remote sensing 3) Other equipment if needed <p>(4) Local operation cost</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Operational cost for Japanese experts <p>Brazilian side</p> <p>(1) Counterparts Project personnel & necessary staff</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Project Director 2) Project Manager 3) Project Sub-Manager 4) Specialists on forest inventory 5) Specialists on remote sensing 6) Supporting staff <p>(2) Provision of Project land, facilities, and equipment</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) More than one thousand (1,000) CFI plots 2) Project offices in INPA and INPE 3) Vehicle for field work 4) Other necessary equipment and materials for project implementation <p>(3) Local Operation Cost</p>	<p>1. Private company is willing to participate and support the Project.</p> <p>2. Local communities are willing to participate and support do not oppose the Project</p> <p><Preconditions></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Project Counterpart personnel are properly assigned for the Project. 2. There is no security problems in the Project site 3. Local authorities and people are willing to support the Project
--	---	---

Footnotes

* Brazilian Amazon forests are Amazonian Biome in Legal Amazon of Brazil

Baixo Jurua, Resex Auati-Parana, and Resex Capana Grande

**Central Amazon means Amazonas State and Acre State

***Existing six (6) sites are Itacoatiara, Fonte Boa, Jutai, Resex

Annex 2 PO for evaluation (POe) with record of activities

Activities	Targets	Schedule/Progress and current plan												Og in charge	Responsible Persons	Inputs			Remarks		
		Schedule/Progress and current plan														Personal	Obvats	NPA / INPE			
		May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr					Personnel		Others	Personnel
<p>Output 1: A continuous forest inventory (CFI) system to survey carbon dynamics in central Amazon is established.</p>																					
1.1	To establish one hundred (100) new CFI plots per area at central Amazon, including Altiada do Norte and Sao Gabriel da Cachoeira, and conduct forestry inventory in accordance with IPCC guidelines 2006													INPA (NPA) Mariano (FFPR)							
1.1.1	Select new inventory sites													INPA	Mariano Lima (NPA)						Forest inventory base at INPA
1.1.2	Conduct pilot setting and initial survey													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.2	To re-measure more than four hundred (400) CFI plots in existing six (6) sites in central Amazon													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.2.1	Conduct second survey at the existing plots in each site													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.3	To determine above and below ground biomass and carbon contents of trees in Sao Gabriel da Cachoeira													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.3.1	Measure biomass and carbon contents of trees in Sao Gabriel da Cachoeira													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.4	To develop precise allometric equation model(s) for estimating above and below ground carbon amount in Brazilian Amazon forest based on data collected in Sao Gabriel da Cachoeira, Manaus (INPA ZF-2), Anapa and Tome-acu													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.4.1	Analyze allometric relations for estimating above- and below-ground carbon of trees													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.5	To develop a GIS-based forest inventory database for central Amazon													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.5.1	Develop the forest inventory database													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.5.1.1	Develop a prototype database with geographic coordinates													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						
1.5.1.2	Develop a GIS-based database													INPA	Altiada, Kajmab, Sawa, Nogueira (FFPR)						

Annex 2 PO for evaluation (POe) with record of activities

Activities	Targets	Schedule/Progress and current plan														Org in charge	Responsible Persons	Inputs			Remarks																						
		BF72010		BF72011		BF72012		BF72013		BF72014		BF72015		JICA				NIPA/NPE																									
		May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun			Jul	Aug	Personnel		Others	Personnel	Others																			
Output 2: A relationship between forest types and carbon dynamics of primary and selectively logged forest is identified																EEPR/ NPA	Ishizuka (FFPR) Niou (NPA)																										
2.1	To estimate forest carbon dynamics from forest inventory data in accordance with IPCC guidelines 2006																																										
2.1.1	Compile inventory datasets and allometry to estimate carbon stock of plots																																										
2.2	To survey and analyze temporal changes in forest characteristics - species composition, forest stand structure and carbon stock - at flooded, eco-tone slope and plateau forests, based on large-scale inventory plots and long-distance belt-transects at primary forest (INPA ZF-2).																																										
2.2.1	Monitor changes in stand structure and carbon dynamics along topography																																										
2.2.2	Analyze and develop model for changes of stand structure and carbon stock in relation to topography																																										
2.3	To establish CFI plots at selectively logged forest stands at Jiacoatiara, and survey and evaluate human impacts and temporal changes in forest species composition, structure, carbon storage at chronologically different logged forest																																										
2.3.1	Set detailed study subplots in selectively logged stands with different years after logging																																										
2.3.1	Monitor the changes in composition, structure and carbon stock in selectively logged stands																																										
2.3.2	Evaluate selective logging impacts on carbon dynamics of managed forests																																										

Annex 3 Accomplishment of the Project

I Accomplishment of Inputs

Plan	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
1 Brazilian side		
1.1 Personnel (1) Project Director (INPA) (2) Project Manager (INPA) (3) Project Sub-Manager (INPE) (4) Specialists on forest inventory (5) Specialists on remote sensing (6) Supporting staff	Review of record of Inputs	At present, a total of 24 persons (Project Director from INPA, Project Manager from INPA, Project Sub-Manager from INPE, Specialist on forest inventory from INPA (8 persons), Specialist on remote sensing from INPE (3 persons), and from INPA (10 persons) are assigned as the Project Personnel. (For details, please see RM A-1)
1.2 Land, facilities and equipment (1) More than one thousand (1,000) CFI plots (2) Project offices in INPA and INPE (3) Vehicle for field work (4) Other necessary equipment and materials for project implementation	ditto	(1) CFI plots: The existing CFI plots of INPA have been made available for the Project (2) Project Office: <ul style="list-style-type: none"> ● INPA: An office room for the Japanese Administrative Coordinator has been provided in Forest Management Laboratory of INPA. Working space for the other Experts have been made available in Forest management Laboratory and GIS Laboratory of INPA during their dispatch. ● INPE: An office room has not been provided since no activities have been carried out at INPE yet. (3) Vehicle for field work
1.3 Local operational cost	ditto	There is no specific counterpart budget allocated for the Project.
2 Japanese side		
2.1 Experts (1) Chief Advisor (2) Forest Inventory (3) Remote Sensing, (4) Coordination	Review of record of Inputs	A total of 12 Japanese Experts have been dispatched in the following fields: (i) Chief Advisor (1 person); (ii) Forest Inventory (7 persons); and (iii) Remote Sensing (4 persons). An Expert in the field of Coordination has been locally recruited. (For details, please see RM B-1)
2.2 Training of Brazilian Personnel in Japan or the third country	ditto	So far, 6 specialists from INPA (4 specialists on forest inventory and 2 specialists on remote sensing) have been trained in Japan. (For details, please see RM B-2)
2.3 Machinery, equipment, and materials (1) Forest inventory (2) Remote sensing (3) Other equipment if needed	ditto	So far, the equipment equivalent to approximately 25 million Japanese Yen has been provided. Major items include two field vehicles, one canopy measure, image processing software, etc. (For details, please see RM B-3)
2.4 Local operational cost for Japanese experts	ditto	As of August 2012, approximately R\$ 2 million, equivalent to approximately 105 million Japanese Yen had been disbursed as local operational costs. Major budget items include costs for forest inventory, hiring local staff costs, travel, organization of workshop, etc. It is noted that cost for all the forest inventory surveys have been borne by the Japanese side. (For details, please see RM B-4)

Annex 3 Accomplishment of the Project

II Accomplishment of Outputs

(1) Output 1: A continuous forest inventory (CFI) system to survey carbon dynamics in central Amazon is established

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)																																																												
a	By the end of 2012, more than 200 CFI plots are established in new sites in central Amazon by putting stakes and tags.	Review of the project record, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, a total of 1272 CFI plots had been established by INPA in 16 sites in Central Amazon.</p> <p><Results> So far, as many as 205 CFI plots have been established in two new sites in Central Amazon as shown in the table below.</p> <p style="text-align: center;">Table1: CFI plots established in new sites</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Year</th> <th>Location</th> <th>Number</th> <th>Size</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>20mX125m</td> </tr> </tbody> </table> <p><For reference> The Project proposes to establish 100 more CFI plots in another new site (i.e. Purus) in 2013</p>		Year	Location	Number	Size	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20mX125m	2	2011	Atalaia do Norte	105	20mX125m																																													
	Year	Location	Number	Size																																																											
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20mX125m																																																											
2	2011	Atalaia do Norte	105	20mX125m																																																											
b	By the end of 2012, forest inventory data are collected in 6 existing and 2 new sites in accordance with IPCC guideline 2006	Review of the project record, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, re-measurement of the existing plots had been rarely conducted.</p> <p><Results> The data have been collected in 630 CFI plots in 6 existing sites and 205 new plots in 2 new sites in accordance with the IPCC guideline 2006 as shown in the tables below.</p> <p style="text-align: center;">Table 2: New CFI plots in which the data have been collected</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Year</th> <th>Location</th> <th>Number</th> <th>Size</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>205</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Table 3: Existing CFI plots in which the data have been collected</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Year</th> <th>Location</th> <th>Number</th> <th>Size</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Itacoatia</td> <td>119</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2011</td> <td>Jutai</td> <td>104</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2011</td> <td>Fonte Boa (ZF5)</td> <td>18</td> <td>100mX100m</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2012</td> <td>Resex Capana Grandei</td> <td>118</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2012</td> <td>Rio Unini</td> <td>136</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2012</td> <td>Resex Auti-Parana</td> <td>108</td> <td>20mX125m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>603</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><For reference> The Project proposes to conduct forest inventory in additional 3 sites with 300 more CFI plots (i.e. 200 existing plots in Resex Baxio Jurua and Maues and 100 new plots in Resex Pirus) in 2013.</p>		Year	Location	Number	Size	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20mX125m	2	2011	Atalaia do Norte	105	20mX125m	Total			205			Year	Location	Number	Size	1	2010	Itacoatia	119	20mX125m	2	2011	Jutai	104	20mX125m	3	2011	Fonte Boa (ZF5)	18	100mX100m	4	2012	Resex Capana Grandei	118	20mX125m	5	2012	Rio Unini	136	20mX125m	6	2012	Resex Auti-Parana	108	20mX125m	Total			603	
	Year	Location	Number	Size																																																											
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	20mX125m																																																											
2	2011	Atalaia do Norte	105	20mX125m																																																											
Total			205																																																												
	Year	Location	Number	Size																																																											
1	2010	Itacoatia	119	20mX125m																																																											
2	2011	Jutai	104	20mX125m																																																											
3	2011	Fonte Boa (ZF5)	18	100mX100m																																																											
4	2012	Resex Capana Grandei	118	20mX125m																																																											
5	2012	Rio Unini	136	20mX125m																																																											
6	2012	Resex Auti-Parana	108	20mX125m																																																											
Total			603																																																												
c	By March 2014, result of test of a hypothesis on a common allometric equation model for the four (4) areas in Brazilian Amazon (i.e. Sao Gabriel da Cachoeria and Manaus (INPA ZF-2) in Amazonia, Amapa, and Tome-acu in Para) is available with uncertainty estimated based on a recommendation in the	Review of the project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, an allometric equation model for Manaus, Amapa, and Tome-acu each had been developed by INPA.</p> <p><Results> An allometric equation model for Sao Gabriel da Cachoeria has been established with uncertainty. Testing of a hypothesis on a common allometric equation model for Sao Gabriel da Cachoeria, Manaus, Amapa, and Tome-acu is ongoing.</p> <p>Scientific paper on the subject is expected to be submitted by March 2014.</p>																																																												

Za

Annex 3 Accomplishment of the Project

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)																																																												
d	<p>IPCC guideline 2006</p> <p>By the Project end, forest inventory data from all existing and new sites in central Amazon, including information such as site photos, GPS information, and forest stand inventory information, forest type, and carbon stock is organized in a GIS-based forest inventory database</p>	<p>Review of the project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel</p>	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, the forest inventory data had been organized in Excel without geographic coordinates</p> <p><Results> The Project plans to develop a GIS-based database, including information such as site photos, GPS information, forest stand inventory information, forest type, and carbon stock, which can be used for remote sensing analysis under Output 3.</p> <p>Under the Project, the data in 808 CFI plots have been collected in 8 sites in central Amazon, of which the data in 428 CFI plots in 4 sites have been organized in a database with geographic coordinates (i.e. a prototype GIS database). The remaining data collected in 2011-2012 is expected to be organized in a prototype database in February-March 2012.</p> <p>Table 4: Organization of data for the new & existing CIF plots in which the data was collected under the Project</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Inventory year</th> <th>Location</th> <th>Number of plots</th> <th>Progress</th> <th>Remark</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2010</td> <td>Sao Gabriel da Cahoeira</td> <td>100</td> <td>-Organized in prototype GIS in 2011</td> <td>New site</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2010</td> <td>Itacoatia</td> <td>119</td> <td>ditto</td> <td>Existing site</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2011</td> <td>Atalaia do Norte</td> <td>105</td> <td>ditto</td> <td>New site</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2011</td> <td>Jutai</td> <td>104</td> <td>ditto</td> <td>Existing site</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2011</td> <td>Fonte Boa (ZF5)</td> <td>18</td> <td>-To be organized in prototype GIS in Feb-March 2013.</td> <td>ditto</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2012</td> <td>Resex Capana Grandei</td> <td>118</td> <td>ditto</td> <td>ditto</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>2012</td> <td>Rio Unini</td> <td>136</td> <td>ditto</td> <td>ditto</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2012</td> <td>Resex Auti-Parana</td> <td>108</td> <td>ditto</td> <td>ditto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Total</td> <td></td> <td>808</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>In addition, the existing data from 292 CFI plots in Maues, Novo Aripuana, and Rio Unini have been organized in a prototype GIS database.</p> <p>A full-fledged database is expected to start in April 2013. Priority shall be given to the data collected under the Project, which are required for analysis for remote sensing. It is expected that data from all existing and news sites would be organized in the GIS database by March 2014.</p>		Inventory year	Location	Number of plots	Progress	Remark	1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	-Organized in prototype GIS in 2011	New site	2	2010	Itacoatia	119	ditto	Existing site	3	2011	Atalaia do Norte	105	ditto	New site	4	2011	Jutai	104	ditto	Existing site	5	2011	Fonte Boa (ZF5)	18	-To be organized in prototype GIS in Feb-March 2013.	ditto	6	2012	Resex Capana Grandei	118	ditto	ditto	7	2012	Rio Unini	136	ditto	ditto	8	2012	Resex Auti-Parana	108	ditto	ditto		Total		808		
	Inventory year	Location	Number of plots	Progress	Remark																																																										
1	2010	Sao Gabriel da Cahoeira	100	-Organized in prototype GIS in 2011	New site																																																										
2	2010	Itacoatia	119	ditto	Existing site																																																										
3	2011	Atalaia do Norte	105	ditto	New site																																																										
4	2011	Jutai	104	ditto	Existing site																																																										
5	2011	Fonte Boa (ZF5)	18	-To be organized in prototype GIS in Feb-March 2013.	ditto																																																										
6	2012	Resex Capana Grandei	118	ditto	ditto																																																										
7	2012	Rio Unini	136	ditto	ditto																																																										
8	2012	Resex Auti-Parana	108	ditto	ditto																																																										
	Total		808																																																												
e	<p>By the Project end, more than five)scientific research papers are submitted to international journal</p>	<p>Review of the project report and papers submitted</p>	<p>Three scientific research papers, co-authored by Brazilian specialists and Japanese Experts, have been submitted to international journals, of which one has been already published. (See RM-E for details)</p>																																																												

(2) Output 2: A relationship between forest types and carbon dynamics of primary and selectively logged forest is identified

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
a	<p>By the end of 2013, specific figures of carbon stock—and</p>	<p>Project report, interview</p>	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, specific figures of carbon stock in</p>

Annex 3 Accomplishment of the Project

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
	stock change in primary and selectively logged forests is estimated at flooded and plateau forests in central Amazon	with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p>primary and selectively logged forest had been estimated; but the figures of carbon stock change had not been available.</p> <p><Results> Carbon stocks in 2010 and 2011 have been already estimated. Estimation of carbon stock in 2012 is ongoing, which is expected to be completed by the end of 2012.</p> <p>Estimation of carbon stock change is ongoing, which would be completed by the middle of 2013.</p>
b	More than five (5) scientific research papers are submitted to international journal	Review of the project report and papers submitted	So far, two scientific research papers, co-authored by Brazilian specialists and Japanese Experts, have been submitted to internationals, one of which has been in press. (See RM-D for details)

(3) Output 3: Carbon dynamics maps are developed, using the data from CFI system, remote sensing techniques and satellite images

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
a	A forest site environment map for Brazilian Amazon is developed	Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, a forest site environment map of Brazilian Amazon had not existed.</p> <p><Results> A prototype of a forest site environment map (2009) with 500 m resolution, which shows the diversity of site environment conditions of Brazilian Amazon, has been developed. The existing forest map of INPE, created using Landsat and CBERS data, was used as a base map. It is expected that the map would be finalized by the end of 2012.</p>
b	By June 2013, the forest inventory data is up-scaled using remote sensing data, including airborne LiDAR data, for each category of the forest site environment map with estimated accuracy	Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<p><Baseline> Prior to the beginning of the Project, forest type maps, created through up-scaling of the field data, had existed. LiDAR data, however, had not been utilized for up-scaling: only satellite data had been used. In addition, these maps are without estimated accuracy.</p> <p><Results> Two types of analysis are envisaged: identification of correlation between field data and LiDAR data; and estimation of relation between the satellite data and the results of the field and LiDAR data.</p> <p>Identification of correlation between the field and LiDAR data is behind schedule due to problems in obtaining the airborne LiDAR data. Estimation of relation between the satellite data and the field data is ongoing. CBERS data has been provided by INPE.</p> <p>■ Delay in obtaining airborne LiDAR data The Project had a plan to conduct airborne LiDAR observation over all the forest inventory sites under the Project in October-December 2010, 2011, and 2012 (i.e. 8 sites in total) and over an area without INPA's data. For Itacoatiara, multiple observations were planned in order to measure growth increment.</p> <p>The LiDAR observation, however, has not been materialized to date since the permission of airborne LiDAR observation in Brazilian Amazon forest is yet to be granted by the Ministry of Defense. At present, prospect of getting the permission is not clear.</p>

Annex 3 Accomplishment of the Project

Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)																																
		<p>In the meantime, a software to read and analyze the latest fullwave form LiDAR data, a fullwave form LiDAR simulator, a waveform classification software, and a peak analysis software have been developed (See "Impacts" for details). As soon as the data becomes available, analysis can be started on a full-scale.</p> <p>■ Use of UAV (Unmanned Ariel Vehicle) data In view of the delay in obtaining airborne LiDAR data, the Project has decided to use a UAV (Unmanned Ariel Vehicle) that has a camera and laser unit to obtain LiDAR data in the selected inventory sites (ZF-2, Itacoatila, and ZF-5). Procurement process of the UAV has just started. The UAV is expected to be delivered by March 2013 in time for the UAV LiDAR observation in next dry season starting April.</p> <p>■ Change in airborne LiDAR observation plan With introduction of UAV LiDAR observation, airborne LiDAR observation shall be limited to only some of the remaining sites and an area without INPA's inventory data. It is noted that, in order for the data to be fully utilized in the analysis, observation needs to be completed by September 2013 at the latest,</p> <p style="text-align: center;">Table 5: Tentative schedule of the relevant activities</p> <table border="1" data-bbox="576 945 1418 1509"> <thead> <tr> <th></th> <th>Major Activity</th> <th>Timing</th> <th>Remarks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Organization of the forest inventory data (2010-2012) in GIS-based database</td> <td>Feb-March 2013</td> <td>- Activity 1.5</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Delivery of UAV</td> <td>By Mar 2013</td> <td>-To be procured by JICA</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Training of UAV in Brazil through trail observation</td> <td>Apr-May 2013</td> <td>-To be conducted at ZF2</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Observation by UAV LiDAR</td> <td>June-Aug 2013</td> <td>-To be conducted at Itacoatila and ZF5</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Observation by airborne LiDAR</td> <td>-Sep 2013</td> <td>-Permission of Ministry of Defense required in time</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>Organization of the first forest inventory data (2013) in GIS-based database</td> <td>By August 2013</td> <td>- Activity 1.5 -Approval of JCC on the additional inventory in 2013 required.</td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>Identification of the correlation between forest inventory and LiDAR data</td> <td>August 2013 -March 2014</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>It is expected that forest inventory data would be up-scaled for each category of the forest site environment map with estimated accuracy, using remote sensing data, including LiDAR data, by March 2014. Estimated accuracy, however, would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation has not been conducted as planned.</p>		Major Activity	Timing	Remarks	a	Organization of the forest inventory data (2010-2012) in GIS-based database	Feb-March 2013	- Activity 1.5	b	Delivery of UAV	By Mar 2013	-To be procured by JICA	c	Training of UAV in Brazil through trail observation	Apr-May 2013	-To be conducted at ZF2	d	Observation by UAV LiDAR	June-Aug 2013	-To be conducted at Itacoatila and ZF5	e	Observation by airborne LiDAR	-Sep 2013	-Permission of Ministry of Defense required in time	f	Organization of the first forest inventory data (2013) in GIS-based database	By August 2013	- Activity 1.5 -Approval of JCC on the additional inventory in 2013 required.	g	Identification of the correlation between forest inventory and LiDAR data	August 2013 -March 2014	
	Major Activity	Timing	Remarks																															
a	Organization of the forest inventory data (2010-2012) in GIS-based database	Feb-March 2013	- Activity 1.5																															
b	Delivery of UAV	By Mar 2013	-To be procured by JICA																															
c	Training of UAV in Brazil through trail observation	Apr-May 2013	-To be conducted at ZF2																															
d	Observation by UAV LiDAR	June-Aug 2013	-To be conducted at Itacoatila and ZF5																															
e	Observation by airborne LiDAR	-Sep 2013	-Permission of Ministry of Defense required in time																															
f	Organization of the first forest inventory data (2013) in GIS-based database	By August 2013	- Activity 1.5 -Approval of JCC on the additional inventory in 2013 required.																															
g	Identification of the correlation between forest inventory and LiDAR data	August 2013 -March 2014																																
c	By March 2014, Brazilian Amazon forest's carbon stock maps for 2000, 2005, 2010 are created with uncertainty estimated for each category.	<p>Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel</p> <p><Baseline> Brazilian Amazon forest's carbon stock maps are produced by INPE but they were created based on the limited number of field data.</p> <p><Results> A prototype of carbon stock map for 2000 is being developed, which is expected to be completed by the end of 2012.</p> <p>Creation of full-fledged maps would be taken up in 2013. Estimated uncertainty of each category would be evaluated using the airborne LiDAR data and the GIS-based inventory data. It is noted that, in order for the data to be fully utilized in the evaluation, airborne LiDAR</p>																																

Annex 3 Accomplishment of the Project

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
			observation needs to be completed by September 2013 at the latest. It is expected that maps would be created by March 2014. Estimated uncertainty would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation could not be implemented as planned.
d	By March 2014, a Brazilian Amazon forest's carbon stock change maps for 2000-2005 and 2005-2010 are created with uncertainty estimated for each category	Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<Baseline> Brazilian Amazon forests carbon stock change maps with estimated uncertainty had not been produced. <Results> The relevant activities have not started yet: they are scheduled to start in and to be completed by March 2014. Estimated uncertainty would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation could not be implemented as planned.
e	By the Project end, more than three (3) scientific research papers are submitted to international journal	Review of the project report and papers submitted	Scientific research papers have not been submitted to international journal yet. <For reference> So far, three scientific research papers have been published in Japanese scientific journal. (See RM-D for details)

(4) **Output 4:** Techniques developed and information obtained in Output 1 to 3 are shared with organization related to global climate change issues, including REDD+ and environmental conservation.

	Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
a	By the end of the Project, free access to a part of the forest inventory database (i.e. data collected in 2010-2012) is available at INPA/FFPRI's website.	Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	<Baseline> Prior to the beginning of the Project, forest inventory data collected from INPA's CFI plots had not been accessible. <Results> The relevant activities are scheduled to start in April 2013 and to be completed by March 2014.
b	By the end of the Project, free access to the remote sensing datasets produced by the Project is available at INPA/INPE/FFPRI/UT's website.	Review of project report, interview with Japanese Experts and Brazilian personnel	The relevant activities are scheduled to start in April 2013 and to be completed by March 2014.
c	More than two workshops and/or seminars are organized by the Project in Brazil	Review of the project report and papers submitted	A workshop was conducted in November 2011 and three more are planned by the Project end: i.e. a forest inventory seminar in Critiba in November 2012, a workshop at INPE in March 2013, and the final workshop at INPA in March or April 2014. (See RM-C for details)

III Accomplishment of Project Purpose

The Project Purpose: An evaluation technique on a large-scale carbon dynamics of Brazilian Amazon forests is developed

	Objectively Verifiable Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
a	By the Project end, a continuous evaluation of large-scale carbon stock and carbon-stock change, using field and remote sensing data becomes possible at INPA and INPE	Results of assessment by INPA, INPE, and Japanese	Objectively verifiable data is not available.

Annex 3 Accomplishment of the Project

	Objectively Verifiable Indicators	Source/ Method	Results (as of 22 August 2012 unless otherwise mentioned)
		Experts	
b	More than 50% of the related organizations to REDD+ and environmental conservation in Brazil that participated in the final workshop/seminar organized by the Project, such as ICMBIO Embrapa, private sector, etc., recognize that the evaluation technique is useful	Results of questionnaire survey conducted by the Project	It is too early to assess the achievement of the Indicator
c	More than 50 % of the above organizations express their interests in utilizing the evaluation technique	Results of questionnaire survey	It is too early to assess the achievement of the Indicator

72

78

Annex 4 Implementation Process of the Project

Item	Source/Methods	Results (as of August 22, 2012 unless otherwise mentioned)
1 Progress of Activities		<p><u>Overall</u>: Most of the Activities have not been implemented as planned mainly due to external factors beyond control of the Project such as authorization of flight of airborne LiDAR by the Ministry of Defense</p>
(1)Activities under Output 1	<p>Review of PO, progress reports, questionnaire & interview with relevant P/P (Project personnel) and J/E (Japanese experts)</p>	<p>Activities under Output 1 are mostly on schedule as compared with the plan delineated in the POe. (See Annex 2 for details).</p> <p><u>Issues/Points</u>:</p> <p>a. <u>Proposal of collecting the data from 2 more existing and one more new sites in 2013</u>: As planned, the data collection from 6 existing sites and 2 new sites established under the Project has been completed. The Project proposes to collect the data in 2 more existing sites (i.e. Resex Baxio Jurus and Maues) in 2013 to make the estimation of carbon stock more robust. The Project also proposed to establish CFI plots in one more_new site (i.e Resex Pirus), where any inventory data is not available, in 2013, to make the forest inventory database more complete. It is noted that the data collected in the first site in 2013 would be utilized as evaluation of estimated uncertainty of the carbon stock maps to be produced under Output 3.</p>
(2)Activities under Output 2		<p>Activities under Output 2 are on schedule (See Annex 2 for details).</p>
(3)Activities under Output 3		<p>Activities under Output 3 are mostly on schedule except for Activity 3.2 mainly due to delay in authorization of airborne LiDAR data. (See Annex 2 for details).</p> <p><u>Issues/Points</u>:</p> <p>a. <u>Delay in obtaining a permission of the Ministry of Defense on airborne LiDAR observation over Amazonian forests</u>: Though not specifically mentioned in the official documents signed by the Brazilian and Japanese sides, use of airborne LiDAR data is envisaged under the Project. Airborne LiDAR data, however, has not been available to date since a permission of airborne LiDAR observation has not been granted by the Ministry of Defense yet. In view of the above, the Project has decided to use a UAV (Unmanned Ariel Vehicle) that has a camera and laser unit to obtain LiDAR data in the selected inventory sites (i.e ZF2, Itacoatiara, and ZF-5). Instead, airborne LiDAR observation would be limited to some of the remaining sites and an area where INPA's data is not available. It is important that airborne LiDAR data should be available by September 2013 at the latest in order to be utilized in the Project.</p> <p>b. <u>Participation of INPE</u>: So far, participation of INPE has been minimal: they have provided the data and have exchanged information with the Japanese Experts. It is mainly because major activities relevant to INPE ((i.e. analysis using LiDAR data and satellite data, preparation of carbon stock map and stock change maps) will be implemented on a full-scale in the second half of the Project. Their roles in the Project were not clear enough, either. During a discussion among INPE, INPA, Japanese Expert Team, JICA Brasilia Office, and the Review Team, the roles of the INPE were clarified, which was summarized in the draft PO1 to be submitted to the second JCC on August 24, 2012. INPE is now ready to be involved in the Project fully</p>
(4) Others		
2 Implementation System	<p>Review of progress reports</p>	<p>The Project is jointly implemented by INPA and INPE. Director of INPE is the Project Director. Dr. Niro Higuchi, Senior Researcher of INPA, is the Project Manager: Dr. Dalton de Morisson Valeriano, is the Project sub-Manager.</p> <p>Considering that full-fledged involvement of INPA is expected in the second half of the Project, the above implementation system may need to be revisited. During the meeting mentioned above, the following modification</p>

Annex 4 Implementation Process of the Project

Item	Source/Methods	Results (as of August 22, 2012 unless otherwise mentioned)
		<p>was proposed:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Project Manager for Output 1 &2: Dr. Niro Higuchi, Senior Researcher of INPA ● Project Manager for Output 3: Dr. Dalton de Morisson Valeriano ● Sub Project Manager for Output 1&2: Joaquin dos Santos, Senior Researcher of INPA ● Sub Project Manager for Output 3: Yoshio Shimabukuro, Senior Researcher of INPE
3 Project Management	Review of progress reports, questionnaire & interview with relevant P/P, J/E, review of PDM/PO	<ol style="list-style-type: none"> 1) <u>JCC</u>: So far, only one JCC meeting has been held (March 2011). The second JCC, originally scheduled in March 2012, has been postponed until August due to administrative reasons. Important issues, including a delay of permission on airborne LiDAR observation, have not been brought to an attention of the JCC. 2) <u>PDM and the PO</u>: The PDM is not detailed enough as a management tool for the Project. Description of some of the Activities is vague. Most of the "Objectively Verifiable" Indicators are not objectively verifiable. Most of them lack criteria to judge the achievement level. Some of them are not well defined. In addition, some of the Indicators of the Outputs are not directly linked to their Activities. PO does not exist for the Project. This has made it difficult for all those concerned to have clear and common understanding of the overall implementation process, their roles in the Project, and progress of the Project activities as well as expected achievement level of the Outputs and the Project Purpose. Through a series of discussions with the Review Team, the drafts of revised PDM and PO have been developed for approval by the second JCC meeting scheduled on August 24, 2012.
4 Relation within the Project	Questionnaire and interview with P/P and J/E	Communication in the field of forest inventory (i.e. Output 1 & 2), which is implemented by a single institution, is sufficient for smooth implementation of the Project. As for remote sensing (i.e. Output 3), which is implemented jointly by two institutions, communication at researcher level has been smooth; however, the one at institutional level has not been sufficient mainly due to physical distance. It is noted that, in order to enhance the institutional communication, INPA and INPE have decided to hold a quarterly video conference at project management level.
5 Coordination with local organizations	-ditto-	In the field of forest inventory, the Project has been implemented in coordination with University of Amazonas through Professor of Department of Forestry
6 Other factors that have affected the implementation process	-ditto-	<ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Positive factors</u>: Strong interest and support of Directors of INPA and INPE and commitment of Project Manager/Project Sub-Manager of INPA/INPE in the Project have contributed the smooth implementation of the Project. Specialists involved in the Project are motivated and hard working. 2) <u>Negative factors</u>: Nothing special

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

I. RELEVANCE: *The Project is still relevant*

Item	Source/ Method	Evaluation
1.1 Necessity		
(1) Relevance with the needs of Implementing Organizations	Review of the relevant document	The Project Purpose is consistent with the needs of target group (i.e. Implementing Organizations) > INPA has been created with the purpose to perform the scientific study of the physical environment and living conditions in the Amazon region. INPE produce the national carbon map,
1.2 Priority		
(1) Relevance with national plan of Brazil	Review of the relevant documents	The Project Purpose is consistent with development plan of Brazil. > In the latest Multi-annual Plan (PPA) of the Government of Brazil (2012-2015), climate change is identified as one of the key issues in thematic program about productive development and environmental policy
(2) Relevance with Official Development Assistance (ODA) policies of Japan	ditto	The Overall Goal is consistent with ODA policies of Japan. > According to the "Official Development Assistance Charter", published by the Government of Japan, addressing global issues including "global warming and environmental problems" is one of the priority issues. > According to the Japan's "Medium-Term Policy of Official Development Assistance", issued in 2005, the Government of Japan has been setting the environmental sector as one of the most important sector of international cooperation.
1.3 Adequacy as means		
(1) Technological Advantage of Japan	Interview and questionnaires	There are technical advantages of Japan. > Since the mid 1990s, JICA has continuously supported conservation of Brazilian Amazon forests through "Brazilian Amazon Forest Research Project" (1995-1998), "Brazilian Amazon Forest Research Project Follow-up" (1998), "Brazilian Amazon Forest Research Project Phase II" (1998- 2003), "Sustainable Use of Forest Resources in Estuary Tidal Floodplains in Amapa" (2005-2009), and "The project for utilization of ALOS images to protect Brazilian Amazon and combat against illegal deforestation" (2010-2013). In particular, the first three projects were implemented jointly with one of the Implementation organizations of the Project, INPA. The experiences acquired through the Project have been applied in the Project. > Judging from the assessments of the Brazilian specialists on Japanese Experts as well as increase in the technical capacity of the Brazilian specialists especially at INPA, who have been intensively interacting with the Japanese Experts, technical advantages of Japan are confirmed.

II. EFFECTIVENESS (Prospect): *The Project is expected to be effective.*

Items	Source/ Methods	Evaluation
2.1 Achievement level of the Outputs	Review of Annex 3 and PDM	
2.2 Achievement level of Project Purpose and contribution of Outputs		Judging from the achievement level of the Outputs, progress is being made mostly as expected in achieving the Project Purpose. The Project Purpose is likely to be achieved by the end of the Project with continuous effort of the Brazilian and Japanese sides. Logical relation between the Project Purpose and the Outputs is confirmed. All of the Outputs (i.e. establishment of continuous forest inventory system to survey carbon dynamics, identification of a relationship between forest types and carbon dynamics, and creation of

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

Items	Source/Methods	Evaluation
		carbon dynamics maps) are relevant with the Project Purpose (i.e. development of an evaluation technique on a large-scale carbon dynamics). Although their level of achievement varies at this moment, they have contributed to the achievement of the Project Purpose.
2.3 Important Assumptions	Review record of inputs, interview	The Assumption identified in the PDM ("Trained GIS personnel in INPA do not stop working for the Project"): So far, the trained GIS personnel in INPA have not stopped working for the Project.
2.3 Other promoting /hampering factors		Nothing special

III EFFICIENCY: The Project has been mostly efficient

Items	Source/Methods	Evaluation
3.1 Production level of Outputs	Review of the results of Annex 3 & Annex 4	<p>Progress has been made mostly as expected in producing Outputs, judging from the achievement level of its Indicators as well as the progress of the activities (For details, please see Annex 3 and Annex 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Output 1: Progress has been made as expected. A total of 205 CFI plots have been established in 2 new sites in Central Amazon. Forest inventory data have been collected in 808 plots in 6 sites and 205 plots in 2 new sites in accordance with IPCC guideline 2006. A hypothesis on a common allometric equation model for 4 areas in Brazilian Amazon is being tested and the result is expected to be published in a scientific report by March 2014. The data collected in 2010-2011 has been organized in a prototype GIS-based database. The data collected in 2012 is expected to be organized in the prototype database by March 2013. It is expected that all the new data collected under the Project and the existing data collected before the Project would be organized in a full-fledged database by March 2013. Three scientific research papers, co-authored by Brazilian specialists and Japanese Experts, have been submitted to international journals, of which one has been already published. ➤ Output 2: Progress has been made as expected. Estimation of carbon stock in primary forests and selectively logged forests is ongoing, which is expected to be completed by the end of 2012. Estimation of carbon stock change is ongoing, which is expected to be completed by the middle of 2013. Two scientific research papers, co-authored by Brazilian specialists and Japanese Experts, have been submitted to international journals, of which one is in press. ➤ Output 3: Progress has been made towards achievement of the Output 3 but the achievement level is lower than expected due to external condition that cannot be controlled by the Project. A prototype of a forest site environment map has been developed, which is expected to be finalized by the end of 2012. Up-scaling of the forest inventory data for each category of the forest site environment map with estimated accuracy, using and remote sensing data, including LiDAR data, is behind schedule due to delay in obtaining a permission of airborne LiDAR observation by the Ministry of Defense. It is expected that up-scaling would be completed by March 2014. Estimated accuracy, however, would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation has not been conducted as planned. A prototype carbon stock map with estimated uncertainty is being developed, which is expected to be completed by the end of 2012. The carbon stock maps for 2000, 2005, and 2010 with estimated uncertainty are expected to be produced by March 2014. Creation of carbon stock maps (2000-2005 and 2005-2010) has just started and is scheduled to be completed by March 2014. Estimated uncertainty of the carbon stock maps and carbon stock change

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

Items	Source/Methods	Evaluation
		<p>maps would be lower than initially envisaged because airborne LiDAR observation could not be implemented as planned.</p> <p>➤ <u>Output 4</u>: A workshop was conducted in November 2012 and three more are planned by the Project end. Free access to the forest inventory database of INPA and the remote sensing datasets produced by the Project is expected to be available by March 2014.</p>
3.2 Important Assumptions	Interview with the J/E & P/P	<p>➤ <u>The Assumption identified in the PDM</u> ("Local communities do not oppose the Project"): The assumption has been satisfied so far.</p> <p>➤ <u>The Assumption not identified in the PDM</u>: Obtainment of permission on airborne LiDAR observation by the Ministry of Defense is the condition required for achievement of Outputs but cannot be controlled by the Project. It should have been included in the Important Assumptions</p>
3.3 Inputs		
(1) Brazilian side		
(a) Project personnel	Questionnaire & interview with the relevant P/P and J/E	<p>➤ <u>Timing, Duration, Number</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sufficient number of specialists has been assigned to the Project in timely manner. <p>➤ <u>Quality</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The specialists with adequate background, relevant experiences and technical level have been dispatched.
(b) Building, and facilities	-ditto-	<p>➤ <u>Timing and quantity</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Land and facilities: Land and facilities necessary for the Project activities have been provided in time. • Project Offices: At INPA, a room for the local administrative coordinator has been provided at the Forest Management Laboratory at INPA since the beginning of the Project. Office spaces for the Japanese Experts have been provided at Forest Management Laboratory, a field station at ZF-2, and GIS Laboratory during their stay. At INPE, office space will be provided at either Image Processing Division or Remote Sensing Division. <p>➤ <u>Quality</u>: Appropriate.</p>
(c) Local operational cost	-ditto-	<p>➤ <u>Timing & quantity</u>: Appropriate amount has been disbursed in timely manner by INPE</p> <p>Note: Since full-scale involvement of INPE has just started, sufficient information to evaluate this item could not be obtained.</p>
(2) Japanese side		
(a) Experts	-ditto-	<p>➤ <u>Timing, duration and number</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Japanese Experts have been dispatched according to the annual plan of dispatch approved by JICA. <p>➤ <u>Quality</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The Experts with adequate background, relevant experiences and technical level have been dispatched. They are accessible and ready to answer the technical questions made by the Brazilian specialists.
(c) Training in Japan	-ditto-	<p>➤ <u>Timing and quantity</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appropriate number of trainees has been sent in timely manner. <p>➤ <u>Field, quality, and contents</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The field, quality and contents of the training in Japan are relevant with the needs of the Project. All of the training participants interviewed by the Review Team showed great appreciation on them. <p>➤ <u>Utilization</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • All of the training participants are directly involved in the Project as the project personnel. Those who have participated in the training in Japan have utilized or have started to utilize the acquired skills and knowledge in the Project activities. They have also shared the acquired skills and knowledge with their colleagues.
(d) Equipment	-ditto-	<p>➤ <u>Timing</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostly appropriate. Although procurement of a field vehicle for the

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

Items	Source/Methods	Evaluation
		<p>Japanese Experts was delayed, INPA has made its own vehicles available.</p> <ul style="list-style-type: none"> > <u>Quantity</u>: Appropriate. > <u>Quality, items, and specifications</u>: <ul style="list-style-type: none"> • Quantity, quality and items of the provided equipment are considered appropriate. Specifications are also generally appropriate. > <u>Operation and maintenance (O/M)</u>: <ul style="list-style-type: none"> • Since most of the equipment was procured locally, spare parts and consumables are readily available in Brazil. O&M manuals in Portuguese or English were provided by the makers. • As the equipment has not been handed over to the Brazilian side yet, maintenance is a responsibility of the Japanese side at the moment. The equipment is managed by the Japanese Expert Team. Operation and maintenance cost is borne by the Japanese side. > <u>Utilization</u>: <ul style="list-style-type: none"> • All of the equipment has been utilized for the project implementation.
(e) Local operational cost	-ditto-	Appropriate amount has been disbursed without delay.
3.4 Preconditions	Progress reports	Preconditions ("Project personnel are properly assigned for the Project", "There is no security problems in the Project site", and "Local authorities and people are willing to support the Project" had been satisfied prior to the beginning of the Project.
3.5	Progress reports, J/E	> <u>Coordination with the Third-County Training Programme of JICA</u> : The Project has coordinated with JICA "International Training Course on Elaboration, Implementation and Monitoring of Carbon Project" organized by INPA. During the training course held in February 2012, Project Manager and some of the forest inventory and remote sensing specialists have given or assisted the lectures.
3.6 Other promoting /hampering factors	Accomplishment grid, progress reports	Nothing special

IV. IMPACT: Various positive impacts have been already observed and more to be foreseen. Negative impacts have not been observed. They are not foreseen, either.

Items	Source/Methods	Evaluation
4.1 Positive Impacts	Questionnaire & interview with the Brazilian personnel and Japanese Experts	<ul style="list-style-type: none"> > <u>Impacts already observed</u> <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge, skills, and techniques necessary to utilize the methodologies/software developed by the Project have been transferred to specialists of INPA. • Some of the forest inventory and remote sensing specialists of INPA have given lectures at forest management course of INPA for forest engineers in July 2011 and 2012. • Remote sensing specialists of INPA have acquired a forest inventory method for remote sensing research through on-the-job training. They have been transferring the acquired method to forest inventory specialists of INPA. • More than 200 CFI plots have been established and the data have been collected in 2 new sites in central Amazon, where the forest inventory data had not existed before. • For the first time, a biomass survey above-and belowground biomass survey was conducted in upper part of Rio Negro region (i.e. San Gabriel) based on IPCC guideline (2006) and allometric equations of a forest there has been established with uncertainty. The result has

70

8

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

Items	Source/Methods	Evaluation
		<p>already published in an international journal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● For the first time, methodologies to obtain forest site environment parameters (ex. daytime/night time surface temperature, period of inundation, distribution of flooded forests, elevation, plateau ration, etc.) have been developed. ● For the first time, a clustering methodology of site environment conditions, using numerical and categorical data, has been developed. ● With software for time-series image data processing using GPGPU (General Purpose Graphic Processing Units), developed through the Project, the data processing time has become about 26 times faster than conventional CPU processing. This has contributed to reduction in the processing time of high-frequency observation satellite data, including MODIS data. ● With analytical software developed through the Project, it has become possible to read and analyze the latest fullwave form LiDAR data i.e. LAS1.3 ver.7 format's data. (No commercial software can do it). ● With a fullwave form LiDAR simulator developed through the Project, optimal configuration for LiDAR observation of Brazilian Amazon forests has become available. ● With waveform classification software using the self-organization map (SOM) algorithm, developed through the Project, pre-processing time of fullwave form LiDAR data has been reduced. ● With peak analysis software developed through the Project, full-automatic determination of peak parameter of LiDAR data has become possible with high accuracy. <p>➤ <u>Impacts foreseen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technical transfer to specialists of INPE is expected in the second half of the Project, in which the activities relevant to INPE are scheduled. ● Existing and new CFI plots of INPA are located in the area for which the published data is not available worldwide. Through the Project, a database of the area without the published forest inventory data is expected to be developed by the Project end, which is accessible on the web. ● The fullwave form LiDAR simulator, the waveform classification software, and the peak analysis software, developed through the Project are directly applicable to analysis of the data to be collected by "i- LOVE (International Space Station-Japan Experiment Modules/ LiDAR for Observation of Vegetation Environment)" Plan of JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). The UT team of the Project has already started to work with JAXA in developing i-LOVE. ● Applying the methodologies, a system of full-automatic monitoring of flood in Indochina with 8-day interval has been developed. The system has become operational since January 2012.
4.2 Negative impacts	ditto	Negative impacts have not been observed. They are not foreseen, either.

V. SUSTAINABILITY (Forecast): *The Project is likely to be sustainable on condition that (i) post-project strategies be developed before the Project end; and (ii) necessary budget to continue carbon dynamic evaluation be secured.*

Items	Source/Methods	Evaluation
5.1 Institutional & Organizational Aspects		

Annex 5 Evaluation by Five Evaluation Criteria

Items	Source/Methods	Evaluation
(1) Policy and legal supports	Review of the relevant document, questionnaire to P/P	Policy and legal supports for evaluation of large-scale carbon dynamics are likely to continue.
(2) Post-project strategy	Questionnaire and discussion with managerial P/P, J/E	Post-project strategies, including joint implementation of carbon dynamic evaluation by INPA and INPE, are yet to be developed.
(3) Deployment of Project Personnel	ditto	<ul style="list-style-type: none"> > <u>INPA</u>: Eleven specialists are assigned to the Project. Only two specialists, however, are permanent staff of INPA: the others are research assistants on grant, PhD or Master's students, and volunteer researchers. Although all of them show their interest in continuous association with INPA, it is not certain if they actually stay with the organization in the post-project period. It is noted that INPA, recognizing the importance of the Project, has decided to create a post for a researcher under the Forest Management Group. One of the specialists is a candidate for the post. > <u>INPE</u>: Most of the specialists assigned to the Project are permanent staff of INPE. It is likely that they would remain with INPE
(4) Management capacity	ditto	INPA and INPE have managed many research projects, including the current Project.
5.2 Financial Aspects	Questionnaire and discussion with the managerial P/P	<ul style="list-style-type: none"> > <u>INPA</u>: So far, costs for the forest inventory surveys, except for the initial one, have been borne by the Japanese side. It is not certain if the INPA would be able to secure the budget for continuation of forest inventory in central Amazon in the post-project. > <u>INPE</u>: Since full-scale involvement of INPE has just started, sufficient information to evaluate this item could not be obtained.
5.3 Technical Aspects		
(1) Technical capacity of P/P	Review of progress reports questionnaire and interview with the relevant P/P, J/E	Specialists of INPA and INPE are already equipped with high-level research capacity. With further enhancement of their capacity through the Project, it is expected that they would be able to continue the relevant research by themselves after the Project end.
(2) Utilization and dissemination of the transferred techniques and project deliverables	Questionnaire and interview with the relevant P/P, J/E.	The techniques and methods transferred through the Project as well as the deliverables are relevant with the local needs and technical levels. The transferred techniques/methods and/or the project deliverables are expected to be continuously utilized after the Project end. The transferred techniques/methods and/or the deliverables have been disseminated through workshops/seminars organized or participated by the Project. By the Project end, the forest inventory database and the remote sensing datasets will be made accessible on the web for further dissemination.
(3) Utilization of the provided machinery and equipment	Questionnaire and interview with the relevant P/P, J/E	<p>Note: So far, equipment has been provided only to INPA.</p> <ul style="list-style-type: none"> > Utilization: The provided equipment is essential to forest inventory and remote sensing analysis so that it is likely that the equipment would be utilized after the Project end > Operation and Maintenance: As the equipment has not been handed over to the Brazilian side yet, its management has been a responsibility of the Japanese side. Operation and maintenance cost has been borne by the Japanese side. At this moment, it is not certain if INPA can manage the equipment and secure the sufficient budget for operation and maintenance in the project period. Since most of the equipment is locally procured, spare parts and consumables are available in Brazil.