◆◇◆◇ 5. 世界銀行 ◇◆◇◆

(1) 活動の概要

世界銀行は、温暖化問題に関して積極的に取組んでいる。世界銀行のホームページには、Global Climate Change (http://www-esd.worldbank.org/cc/)というコーナーがあり、以下に示すような温暖化問題に関する世界銀行の取組を分かり易くまとめている。

- The World Bank Energy-Environment Strategies
- The Carbon Backcasting Study
- World Bank - GEF Climate Change Portfolio
- Global Overlays for Climate Change
- Activities Implemented Jointly
- National Strategy Studies Program
- Prototype Carbon Fund

温暖化対策関連プロジェクトに関しては、1997年にEnvironment Departmentが"Guidelines for Climate Change Global Overlays"を出版している。これには、世界銀行のプロジェクト実施に際して、プロジェクト担当者が把握しておくべき基本的情報とエネルギー分野及び林業分野に関するガイドラインが示されている。次いで1998年には、"Greenhouse Gas Assessment Handbook - A Practical Guidance Document for the Assessment of Project-level Greenhouse Gas Emissions"を出版している。これには、世界銀行が実施する温暖化関連プロジェクトにおいて、プロジェクト担当者がGHG削減効果を簡単に試算できるように、単純なケーススタディとともに、試算のフローと解説が示されている。

(2) 森林・土地利用分野における活動の概要

世界銀行は、さまざまな温暖化対策関連の活動を実施している。その中から、プロトタイプカーボンファンドについて、その概要を①に示す。なお、世界銀行の研究者による文献の概要を②に示す。

①プロトタイプカーボンファンド（PCF）の概要

設立の背景及び目的

- 地球温暖化は借入国に大きな影響を及ぼすとの認識のもとに、世界銀行の経営陣は1999年7月20日にPCF設立を承認した。PCFの目的は以下の3点である。

①High Quality Emission Reductions
PCFではUNFCCCに登録可能なGHGの排出削減を確保できるプロジェクトに資金を提供する。そのため、独立した専門家がベースラインの評価、削減の認証/承認手続きを行う。

②Knowledge
GHG削減のためのビジネスを実施することにより、PCFでは、気候に対する影響の少ない投資やUNFCCCにおける交渉に情報を提供するための、ビジネスプロセスやプラクティスに関する知識ベースを開発している。

③Public-Private Partnership
PCFの資金は、官民双方により提供されている。すなわち、PCFは両者の知識や経験が蓄積される

ことにより、追加的な資金を動かし得ることを示している。

参加条件及び主な参加者

・ 世銀メンバー各国及び、それらの国の企業すべてに門戸が開かれている。参加する政府はUS$1,000万、企業はUS$500万を支払う。特に、途上国にJIやCDMの市場に対する民間企業の関心を示すためにも、民間セクターの参加が必須である。

参加国

・ カナダ、フィンランド、日本（JBIC）、オランダ、ノルウェー、スウェーデン

参加企業

British Petroleum - Amoco (Oil, UK);
Chubu Electric Power Co. (Electricity, Japan);
Chugoku Electric Power Co. (Electricity, Japan);
Deutsche Bank (Financial, Germany);
Electrabel/Suez-Lyonnaise des Eaux (Energy, France);
Gaz de France (Energy, France)
Kyushu Electric Power Co. (Electricity, Japan)
Mitsubishi Corp. (Trade, Japan)
Mitsui (Trade, Japan)
Norsk Hydro (Oil, Electricity, Norway)
R.W.E. (Electricity, Germany)
Shikoku Power Co. (Electricity, Japan)
Statoil (Oil, Norway)
Tohoku Electric Power Co. (Electricity, Japan)
Tokyo Electric Power Co. (Electricity, Japan)

ホスト国

・ 参加：ラトビア、コスタリカ、メキシコ、ガテマラ、アルゼンチン、エルサルバドル、ブラジル、ニカラグア、トーゴ、セネガル、ジンバブエ、ブルキナファソ、ウガンダ、チェコ、ホンジュラス、コロンビア、モロッコ、
・ レビュー中：ロシア、スロバキア、インドネシア、スロベニア、ペルー

PCFの資金規模

・ 提供された資金総額はUS$8,500万である。上限がUS$15,000とされており、2000年4月から運用され、2012年に終了の予定である。パイロット活動であるため、排出削減市場において競争する意図はない。

運用プロセス

・ PCFプロジェクトマネジャー及び、京都議定書に沿った排出削減に興味を持つ人を対象として、PCFでは「Operations Handbook」を作成した。

特定プロジェクト

・ ラトビア廃棄物管理プロジェクト（Liepaja市及び周辺地域における近代的な廃棄物管理システムの自己管理）
・ コスタリカエコマーケットプロジェクト（森林生態系から得られる環境サービスの、地域レベルにおける市場開発支援）

②世界銀行の研究者による文献の概要

Evaluating carbon offsets from forestry and energy projects:
how to do they compare?
Kenneth M. Chomitz
Development Research Group
World Bank
rev 1.0, 1 March 2000

森林及びエネルギープロジェクトからの炭素オフセットの評価：どのように比較するか

◇ ベースライン設定のためのアプローチは、プロジェクトタイプ間で異なる。
◇ 技術あるいは行動の選択肢について別々のスイッチをもつ炭素プロジェクトに関して、ベースラインを決定する2つのステップを区別することは有用であることが多い。
1. **追加性の決定（新しい技術が採用されるか。採用されるとしたらいつか。）。プロジェクトが追加的であると示される場合にのみ、第2ステップへ進む必要がある。**
2. **炭素のベースライン排出量及びベースライン貯蔵量の算定（古い技術の場合、排出の割合はどのくらいか）**

◇ 非炭素便益が大きいほど、これらの便益はプロジェクトスポンサーについてより多くの焦点が当てられる。また、出資の必要条件が緩やかであるほど、business-as-usual のシナリオにおいてこのプロジェクトが自然発生的に行われるという仮定が大きくなる。
◇ 3つのクラスの炭素プロジェクト

炭素プロジェクトのクラス	特徴	例	コメント
直接投資便益、採用の際に低障壁である (direct financial benefits, low barriers in adoption)	・スポンサーが、投資へのアクセスが良い大規模な商業団体である。 ・新技術が良く理解されている。 ・新技術への投資が、直接的な貨幣の報酬をスポンサーに対してもたらす。	・産業用の材木及びセルロースのプランテーションは、炭素を吸収し、その所有者に対して収入をもたらす。 ・コジェネレーション及びメタン回収プロジェクトは、売却可能あるいは利用可能なエネルギーの便益を生み出す。 ・改良ボイラーによって、燃料費が節約され、大気汚染の規制遵守費用が低減される。 ・高効率電力モーターの設置により、電力に関する支出が削減される。 ・セメント製造時の焼塊（clinker）の割合を低減することにより、大幅にエネルギーを節約できる。	・プロジェクトは、プロジェクト所有者に対して金を生み出し、プロジェクトは追加的ではなく自然発生的に行われるであろう。
直接投資便益、採用の際に高障壁である (direct financial benefits, high barriers in adoption)	・スポンサーやアクターは、投資へのアクセスに制限がある小規模事業者あるいは家庭である。 ・新技術に対する情報が限られている。 ・技術への投資が直接的だが不確実な貨幣報酬をもたらす。	・小規模土地所有者によるアグロフォレストリーシステムの採用 ・家庭における高効率電球の採用 ・エストニアにおけるJIによる出資を受けたボイラー転換に関する分析： ・ベースラインの仮定＝情報及び市場の障壁のために、燃料転換によって得られる節約の可能性にもかかわらず、熱供給設備は石油を使い続ける；相対的な燃料価格の変化が予期できないため、これらの技術は、プロジェクトが無い場合にも採用されていたであろう。	・投資回収の平均レベルは当然高いが、技術は採用されない。 ・情報の欠如、投資へのアクセスの欠如、及びリスク回避は、採用にあたっての障害となる。 ・このクラスのプロジェクトは、典型的に多数の潜在adoptersが存在するため、ベースライン及び追加性の設定にcontrol groups methodsを用いることができる。 ・家庭の意思決定をモデル化すること及びベースライン行動を構築するためにそのモデルを用いることは可能である。

炭素プロジェクトのクラス	特徴	例	コメント
直接投資費用、外部及び非貨幣便益 (direct financial costs; external, possibly nonmonetary benefits)	・継続費用はプロジェクト所有者に課せられるが、その他の者へ便益を与えるので、持続可能な開発に貢献する。	・農業適地を覆う森林の維持管理；土地所有者は、販売可能な木材を切り出し、農地へ転換する方が原生林の持続可能な伐採を管理するよりも、利潤が多いことに気づく；森林被覆の維持管理は、水流の規制、水質の維持管理、生物多様性の保全など、土地所有者の近隣に対する便益をもたらす。	・自然発生的に行われなさそうであり、それゆえ追加的であると言える。 ・このようなプロジェクトは、生物多様性の保全及び stream protection を含む価値あるローカルレベルの便益を生む。

ベースラインの決定及びシステムバウンダリー

◇ ほとんどの炭素プロジェクトは、周囲の経済及び物理システムに対して間接的な影響を持つ。；市場価格の変化及び情報の普及は大きな影響を持つ。

◇ ベースライン排出シナリオは全システムの行動について記述する必要がある。

◇ 森林保全プロジェクトは、エネルギーやその他のタイプのプロジェクトと比べて、長所（方法論が森林伐採の影響を受け易い地域全ての予測に役立つ）と短所（年毎の森林伐採率を予測するのが困難）がある。

◇ 森林保全プロジェクトを農業強化プロジェクトと組み合わせることにより、リーケージを打ち消すかあるいはプラスの方向に働くことさえある。

◇ ケース 1：効果的に孤立したシステム（Effectively isolated system）（幅広い経済システムから孤立したプロジェクトを観察する）

森林プロジェクト	エネルギープロジェクト
・荒廃した森林を回復することにより炭素を吸収するが、販売可能な木材の生産及び農業生産の置換は行なわないプロジェクト	・off-grid の農村地域の発電所におけるディーゼル燃料を置換するために、再生可能エネルギーを使用するプロジェクト
・ベースラインの問題（baseline question）：森林被覆を再生するための積極的な介入が無い場合における、期待される天然バイオマスの蓄積率及び炭素貯蔵率はいくつか。	・ベースラインシナリオは、プロジェクトなしのシナリオにおけるディーゼル容量に関する将来の path について仮定を立てなければならない。 ・ベースラインシナリオは、古い工場がいつ退役し、何によって置き換えられるかについての仮定も立てなければならない。
・同時代のあるいは歴史的な比較プロットをリファレンスすることによってベースラインを構築する。	

- **人間及び生態の、あるいは物理的（mechanical）なシステムの将来の行動を投影することも必要である。**

◇ ケース 2：総合システム（プロジェクトはより大規模なシステムと結び付けられるため、ベースラインの決定はあらゆるシステムを考慮しなければならない。）

(I)森林保全プロジェクト

◇ 森林プロジェクトのベースライン構築の不正確さに関する懸念

1. **プロジェクトなしの場合の森林伐採率及びパターンを予測することは可能か。**

▽ **森林伐採の空間的パターンは、道路や市場への近接、地形（topography）、及び agroclimatic 適性の関数として、かなりの程度予測することが可能である。**
例：ブラジルにおける森林伐採は 1978 年現在、開墾された地域から外へ向かって拡張している。これらの地域は、順次、道路網に組み込まれる。

▽ **これらハイリスク地域の森林伐採率予測があまり進歩しないことは、森林破壊についての信頼できる 1 年間の time-series データが存在する場所が途上国において欠如していることを反映している。**

▽ **(a)森林伐採のリスクを地図に示す空間モデル、及び(b)ハイリスク地域がまず最初に伐採されると仮定し、次の 10 年に伐採されそうな地域を地図に示す保守的な森林伐採率の適用、を通じて過去 10 年間に開墾された可能性が非常に高い地域を分析し、ベースラインを決定するために、保守的（conservative）なアプローチを適用する。**

2. 森林のあるプロットの保全は、単に、森林伐採の圧力を近隣のプロットへ転換するだけである。－リーケージの問題

▽ あるプロットの保全は、潜在的に、作物及び木製品の供給や、雇用機会の供給を低減する。

▽ 毎年、一定以上の開墾及び幅広い活動範囲を持つ主食作物耕作者の移動によって森林伐採が引き起こされている場合、リーケージは非常に高い。あるプロットを単純に保全しても、炭素排出を削減する手段としては効果がない。

▽ 村落レベルでのセンサスによれば、村落での森林伐採は、大部分が輸出作物の生産に従事する家庭によって行われていた。1997 年のブラジル・アマゾン川流域における森林伐採の 52%は、個人による 100ha 以上の開墾によって生じたものであった。

▽ von Thuenen モデルは、市場から遠くなるにつれて農業商品に対する farmgate 価格が下落することを示している。それゆえ、農業生産あるいは森林からの切り出しの収益性は市場から遠ざかるにつれて減少する。

▽ 2 つのリーケージ対策

1. リーケージを「内部化」するためにシステムの範囲を拡大する。（地域の家畜あるいは食糧市場を含めるように地域を設定するべきである。）

2. リーケージを中和するようにプロジェクトを立案する。（森林保全プロジェクトを、スポンサーが既存の牧草地における家畜飼育を増加させるプロジェクトと結び付けるべきである。これにより、より多くの牛肉を供給し、より多くの労働力を吸収する。）

(II)エネルギープロジェクト

グリッドに連系したエネルギープロジェクト

▽ 提案された炭素プロジェクトは、今までに計画された従来のプラントの容量に相応でない容量の新規発電プラントをグリッドに追加することが多い（often, the proposed carbon project adds to the grid of new power plant whose capacity does not correspond to that of any planned conventional plants）。新プラントはグリッド全域のパフォーマンスに 2 通りの影響を与える。

1. 新プラントの存在は、その他のプラントに関する投資の決定に影響を与える。
2. 新プラントの連結は、プラントの dispatching のパターンを変化させる。

▽ グリッドベースのエネルギープロジェクトによる排出削減量の算定に必要とされることは、(1) システムワイドのプラント容量拡大のシミュレーション、(2) the probability-weighted range of weather scenarios のもとにおける容量利用及び負荷 dispatching のシミュレーションである。

エネルギー市場の考慮

▽ 全てのエネルギー関連プロジェクトの相乗効果は、化石燃料、特に石炭及び石油の価格を下げることである。京都議定書によって制約を受けない化石燃料消費者は、化石燃料及び CO_2 排出量を増加させるであろう。＝市場ベースのリーケージ

▽ このリーケージは、木材プランテーションにおける介入から生じる炭素の市場ベースのリーケージと似ている。

▽ 市場ベースのリーケージの程度は、燃料の需給に依存している。

▽ プロジェクトが gas-fired プラントを再生可能エネルギーと置き換えた場合、リーケージはマイナスになる。

技術の普及及びマイナスのリーケージ

▽ 排出削減技術には、採算がとれるにもかかわらず、あまり知られていないために採用されないものがある。炭素プロジェクトはこれらの情報に関する障害を克服することによって排出を削減する。

▽ 情報普及の効果は、技術が小規模で確実に模倣することができる場合に大きいようである。

測定

◇ 排出削減量を定量化するために、実際の排出レベルを分析する廉価で正確な手段が必要である。

◇ モニタリング及び測定の費用は、行動や対象の数あるいは地理的分散を生じるプロジェクトである場合に増加する（例えば、輸送手段の燃料転換プロジェクト、家庭・商業ビル・小規模事業者を対象としたエネルギープロジェクト）

◇ 統計サンプリングは、森林、プランテーション及び土壌におけるバイオマスのモニタリングの基礎である。森林は植生のタイプによって層状になっている。サンプルプロットは各層によって選ばれ、いくつかの測定はサンプルプロットの樹木について行われる。計算式（calibration equation）は、これらの測定を総樹木バイオマスに関連づける。

◇ サンプルに基づく測定の総費用は、サンプル毎の単位費用及びサンプル数による。

◇ 精度は、the universe being sampled のサイズではなく、サンプル数及び均質性による。
◇ 排出削減量を定量化するための 1 トン当たりの費用は、ベースラインがどのように定義されるか、及びベースライン伐採率がいくつかによって高くなる。
◇ 大規模な燃焼による排出源を含むプロジェクトは、1 トン当たりの排出測定費用が低い傾向にある。バイオマスに貯蔵された炭素測定にかかる 1 トン当たりの費用は、炭素シンクのサイズに概ね比例する。測定は、同様の質を持つプロジェクトでも、大規模プロジェクトの場合は高価ではないが、非常に小規模なプロジェクトの場合は高価である。

永続性

◇ LUCF ベースの削減に対して価値を割り当てるための 2 つのアプローチ

有限期間のコミットメント	あいまいな吸収を確実にするメカニズム
●実用的及び政策的な長所 1. 5-30 年のコミットメントの正式な保証をアレンジすることが可能である。 2. 主権に対する受容不可能な圧迫（unacceptable constraint）であるため、いくつかのホスト国は、変化しない土地利用に対する永続的な保証を提供したがらない可能性がある。 ●気候変動及びその影響の緩和を助ける 1.排出を遅らせることにより放射強制力を遅らせ、将来の各日において温度がほんの少し低くなる。 2.CO_2 排出を遅らせることの物理的メリットは、放射強制力に対する CO_2 の限界影響は、大気中の CO_2 濃度が増加するにつれて減少する。 3.排出を遅らせることによって、技術の進歩に必要な時間を稼ぐことができる可能性がある。 4.一時的な吸収の中には、永続的だと判明するものもある。	リスクの割引 ●国の法律によって明らかに保全されている土地における吸収に対しては、比較的高いクレジットが与えられる。プランテーションにはより低いクレジット化のレベルが適用される。 ●パフォーマンス以下あるいはパフォーマンス以上の collective のリスクは世界のコミュニティによって生み出されている。また、リスク割引を割り当てるための適切なルールを決めるための中央によって任命される（centrally designated）タスクフォースが必要である。 ●一部のクレジット化係数を設定することは、ベースラインの設定と似ている。提供される CER の量を過剰に見積もることは、予測よりも多い GHG 排出をもたらす。認可されたプロジェクトへの排出削減配当を少なく見積もることによって、排出削減目標の達成にかかる全費用が高くなり、合法なプロジェクトは阻害される。 Bundling LUCF activities with subsequent emission reduction activities ●1 つの選択肢は、炭素獲得の永続性を確保するため継続的な活動を行なうために、一時的な炭素吸収プロジェクトを *bundle* することである。 ●約束期間に、許可証や永久 CER の価格が下落する、あるいは割引率よりもゆっくり上昇することが予期される場合、取引を bundling することは、買い手にとっては意味がある。 取引可能な開発権利 ●1 つの選択肢は、森林の排出量に関する分野あるいは地域のベースラインを採用することである。ブラジルにおける取引可能な開発権利（TDR）メカニズム

◇ 国内の影響

	森林保全・再生プロジェクト	エネルギー効率化・燃料転換プロジェクト
持続可能な開発	生物多様性、水文学的及びレクリエーション上の便益を供給する。 いくつかのプロジェクトは、より資本集約的な技術への転換と結果的な雇用の喪失を引き起こす。	微粒子及び他の大気汚染物質の排出を削減する。 持続可能なバイオマスプロジェクトは、低賃金労働者へ雇用を供給する。 アグロフォレストリー及び農業強化プロジェクトは、農村地域の貧困層に利益をもたらす可能性がある。
技術移転	多種のアグロフォレストリー技術は、ローカルレベルでの採用、模倣及び普及に役立つ。	技術移転の規模及び便益は、技術の性質によって決まる。 小規模で、ローカルレベルでの模倣が可能な技術は、大規模で洗練された技術よりも早く普及する。
環境影響	プランテーションで用いられる種によっては、地下水を枯渇させ、土壌肥沃度に影響を及ぼす。	水力発電ダムは直接あるいは間接的に自然環境を破壊し、真水の生物多様性を脅かす。

炭素吸収の費用に影響を与える気候変動及び森林シンクの要因

◇ いくつかの研究から、炭素を吸収する生長中の樹木は、比較的低コストの排出削減をもたらすことが分かっている。

◇ 記述した分析モデルは、森林伐採と炭素排出間でおこる intertemporal リーケージや植林と炭素吸収の間でおこる intertemporal リーケージについての現在の造林学的理解を考慮に入れている。

◇ モデルは、代替的な土地利用の機会費用に直面した時の土地所有者の実際の行動に関する観察から炭素吸収費用の経済的算定を導き出す方法論を用いている。

◇ 本ペーパーでは、主な要因（例えば、管理及び森林伐採レジームの性質、植林種、相対価格、割引率）の変化に対する吸収費用の感度について分析している。

◇ 知見

1. 樹木が定期的に伐採される場合、永久的に established の時よりも限界吸収費用は大きくなる。
2. より高い割引率は、より高い限界費用（現在価格は吸収の減少に相当するため）、及び吸収された炭素の量の非単調変化（2 つの係数は反比例し、植林が増加すると 1 エーカー当たりの炭素吸収の現在等価価格が減少するため）を示している。
3. より高い農業価格は、より高い限界価格（土地の機会費用が増加するため）あるいは吸収の低減を招く。
4. 森林伐採を遅らせることによって、植林を増加するよりもかなり低費用で炭素を吸収することができる。
5. 熱帯林のように比較的高い伐採率をもつ地域における炭素吸収取組に焦点を当てた別の議論を提供する。