

慶應義塾大学経済学部 大沼あゆみ研究会第 11 期発展途上国班

シンガポールとインドネシアの越境汚染問題

～二酸化炭素排出市場の観点から～

2014.2.20

小西 麻美

小松 千尋

澤田 正瑛

平方 大勢

弓削 智広

目次

序論	3
第1章 シンガポールにおける煙害	
1-1. シンガポール共和国	4
1-2. 煙害の概要	5
1-3. 被害	6
第2章 煙害の原因～インドネシアにおける野焼き～	
2-1. インドネシア共和国	8
2-2. 野焼きの実態	9
2-3. 煙害以外の被害	10
第3章 パーム油プランテーション	
3-1. パーム油	11
3-2. インドネシアにおけるパーム油産業	12
3-3. パーム油プランテーション	13
3-4. 企業と地元住民との衝突	14
第4章 政策提言	
4-1. 問題意識	15
4-2. 共同で二酸化炭素を削減するプロジェクト	16
4-3. バイオ発電に関して	17
第5章 モデル分析	
5-1 現状分析	18
5-2 政策導入後のモデル分析	20
5-3 パロメーター別モデル分析	24
5-4 モデル分析による代替案と政策提言との比較	28
5-5 ナッシュ交渉理論によるモデル分析	30
第6章 結論	32
参考文献	34

序論

近年、グローバル化が更に進み、国と国の関わりが人種的にも経済的にも密接なものとなっている。このグローバル化によって、市場は国際的なものへと拡大し、経済は成長し、人々の生活は豊かになるであろう。しかし、一方で経済のグローバル化は自然破壊や貧困の増加をもたらすとも言われている。経済発展していく中で、森林減少や砂漠化、土壌侵食などの環境問題に直面することは避けられない。特に、環境への影響が、自国だけでなく国境を越え他国にまで及ぶとき、経済成長と環境保全の関係は一層複雑なものとなる。日本においても、中国との大気汚染問題、PM2.5の影響については記憶に新しい。このように、国同士の関係がより身近なものになったことで、今後国際的な問題はより一層重要な課題となっていくだろう。

今回取り扱うのは、東南アジアにおけるシンガポールとインドネシアの大気汚染問題である。発展途上国において、環境意識は芽生えつつも、環境保全より経済成長を優先している国が数多く存在している。インドネシアでは、環境資源を食いつぶし、経済の発展を優先した結果、“haze”という人体に悪影響を及ぼす煙害を発生させてしまった。そして、この煙害は、インドネシアだけでなく他の国にも影響を与えている越境問題でもあるのだ。

本論文において、まず煙害の発生原因やその被害について整理した上で、我々が提案する『共同二酸化炭素削減プロジェクト』を説明する。その後経済分析を用いて、煙害の発生を抑制する手法について明らかにしていく。

第一章 シンガポールでの煙害

1-1 シンガポール共和国

シンガポールは東南アジアのマレーシアに隣接する63の島からなる共和制国家である。国土面積はおよそ707.1 km²ほどであり東京の23区ほどの小さい面積だが、その中で540万人が生活を営んでおり人口密度が世界第二位と非常に高い。また赤道直下に位置するため一年を通して高温多湿である。特徴としては、北東モンスーンの影響により、11月から3月にかけて降水量が多い、5月から9月は南西モンスーンのために、1回当たりの雨量が増え、強風に見舞われるということが挙げられる。経済活動に関しては、2011年のシンガポールのGDPは2598億ドルであり、埼玉県とほぼ同じ経済規模である。一方、一人当たりのGDPは49,270ドルであり、世界でも上位に位置する国際競争力の高い国家の一つである。産業に関しては、東南アジアと東アジア、ヨーロッパや中東、オーストラリアを結ぶ交通の要衝であるため、東西貿易の拠点となって古くから繁栄し、海運産業や航空産業が発達した。イギリスからの独立後は積極的な外資導入により、重工業を中心とする工業化政策をとり、東南アジアでは最大級の工業国に成長している。また工業だけでなく観光業にも力を入れており、政府と民間の協力のもと人工的な観光資源開発を進めている。実際にロンドン、パリ、バンコクに次いで、世界で4番目に外国人旅行者が多く訪れる都市に名を連ねている。



図1 シンガポール共和国の位置

出所：海外旅行ガイド

<http://www.w-tabi.com/detail/a00018.html>

1-2 煙害の概要

シンガポールでは近年煙害が深刻な問題になっている。その原因はマラッカ海峡を挟んだ隣国インドネシアの森林の野焼きによるものである。野焼きにより白煙が発生し、風で運ばれ、鼻を突く不快な白煙が数百または数千平方マイルもの地域を覆い尽くすことがある。この煙害は、毎年南西モンスーンの影響で5月～10月にシンガポール、マレーシアの一部地域で観測されるものだが、その風の強さや風向き、火災発生地状況などによって被害の程度は毎年変わってくるとされている。特に2013年は煙害の被害が起きる時期も早まり、またその被害も大きいということで話題になっている。またシンガポールでは一般に煙害は『Haze（ヘイズ）』と呼ばれている。



図2.3 煙害に見舞われたシンガポールのマーライオンとかすむビル群
出所：msn産経ニュース 『大気汚染過去最悪の水準 シンガポールで煙害深刻化 外交問題にも発展（2013.6.21）』

<http://sankei.jp.msn.com/world/photos/130621/asi13062120390002-p1.htm>

1-3 被害

煙害による被害は、健康的被害と経済的被害に分類できる。

1) 健康的被害

ヘイズによる健康障害を図る度合いに『P S I』というものがある。これを基準に煙害が私たちの体にもたらす被害の度合いを知ることができる。 2013年6月21日にはシンガポール観測史上最大値のP S I 401を記録。

PSI	健康への影響
0～50 は良好な大気状態	一般的に影響なし
51～100 はやや不良	一般的に影響なし （ごく軽度の症状の出現の可能性）
101～200 は不健康	心臓・呼吸器疾患のある方は活動量及び屋外活動を減らすべき その他の方も野外での精力的な活動は減らすべき
201～300 は非常に不健康	高齢者、及び心臓や肺疾患を持つ方は屋内にとどまり活動量及び屋外活動を減らす必要あり その他の方も精力的な屋外活動を避けるべき
301～400 は危険	子供、高齢者、及び疾患のある方は屋内にとどまり屋外活動を避けるべき その他の方も不要不急の屋外活動を避けるべき
400 超は大変危険	子供、高齢者、及び疾患のある方は屋内にとどまり、窓及び戸を閉め、出来る限り活動量を減らすべき その他の方も活動量を減らし屋外活動を可能な限り少なくするべき

図4 ヘイズの強さと健康への影響

出所：ジャパングリークリニック～医療情報コーナー～

<http://www.japan-green.com.sg/jgh/corner/a13.html>

ヘイズが強いときは目、鼻、喉などの粘膜が刺激され、目や皮膚のかゆみ、鼻水、咽頭痛、めまい、吐き気などの症状が現れることがある。また、もともと心臓や呼吸器の病気がある人は症状が現れやすく、病気が重症化する可能性がある。このようなヘイズに対する対策としては、体質の違い、心臓・呼吸器の疾患があるかどうか、屋外活動の程度の違いなどによって個人差があるので、

PSI と自分の体の様子を毎日注目し必要に応じて適切な対応をとるようにされている。具体的にはうがいや洗顔の励行、煙を落とすためシャワーの回数を増やす、マスクの着用、加湿、空気清浄機の使用、クーラーのフィルターの交換・清掃、床の拭き掃除などの室内の空調管理、禁煙、外出や屋外での運動を減らす、避ける、などが挙げられる。

またシンガポールだけでなく隣国のマレーシアの一部でも煙害が出ており、クアラルンプール市、スランゴール州及びマラッカ州においては、現地の学校施設に対する休校措置が教育省から通達された。これに準じてクアラルンプール日本人学校も休校となるなど、在留邦人にも影響が及んでいる。

2) 経済的被害

特に主要産業の一つである観光業への影響が顕著である。マレーシアの調査会社C I M B リサーチによると、2013 年のシンガポール観光業は煙害による観光客の数が減少することが要因で最大 6000 万シンガポールドル(約 46 億 9680 万円)以上の損失を被る恐れがあると予想している。またシンガポールの南洋工科大学経済学部長ユーストン・クア教授は「煙害が 3 カ月続けば、被害総額は 3 億ドル(約 300 億円)を超える可能性がある」と指摘した。観光客離れが進むだけでなく、健康被害により病院に通院する人の数も増え、医療費の支出も増大するのも深刻な問題である。いずれにせよ主要産業の 1 つである観光業に悪影響でるのは、シンガポールにとって大きな痛手であり、シンガポールとしては避けたいところである。

ちなみにシンガポール史上稀にみる深刻な煙害に見舞われた 1997 年の煙害では、3 億ドル(約 350 億円)もの経済損失を被った。このうち観光業が 2 億 1000 万ドル(約 245 億円)で最も大きな損失を受けた。ほかに医療コストが 5 億ドル(約 580 億円)に達した。東南アジア地域全体では 1997 年-98 年の煙害で 90 億ドル(約 1 兆 440 億円)被害を被ったとの報告がある。

第2章 煙害の原因～インドネシアにおける野焼き～

2-1 インドネシア共和国

インドネシア共和国は、17,000以上の島々からなり、東南アジアに位置している。面積は189万平方キロメートル（日本の約5倍）であり、そのうち森林面積は国土の52パーセントである94.4万平方キロメートルである。人口は約2.38億人と世界第4位の規模であり、スマトラ島、スラウェシ島、ジャワ島の三島に人口の約8割以上が集中している。

主要産業は鉱業、農業、工業であり、鉱業部門では錫鉱石が世界第2位の生産量を採掘しているなど、非鉄金属鉱物資源を多量に生産している。農業では、小規模農業による米、キャッサバの栽培とプランテーションによるパーム油やゴムの栽培が主流である。プランテーションに関しては、マレーシアやシンガポールなどの企業が安価な労働力と土地を求めて、インドネシアでプランテーション経営をしている例も多くみられる。



図5 インドネシア（オレンジ色）とシンガポールの位置関係

出所：インドネシアの地図

<http://www.baliisland.co.jp/html/indonesianochizu.htm>

2-2 野焼きの実態

インドネシアでは、毎年6月から10月頃、土地転換のための野焼きが行われる。転換後はパーム油のためのアブラヤシ農園となることが多く、パーム油の生産の拡大が野焼きを推し進めている状況である。インドネシア政府は火入れ

を禁止しているが、森林を伐採して開墾をするよりも野焼きをしたほうが費用がかからないため、違法な火入れは後を絶たない。野焼きに対する処罰は、多額な罰金や懲役など重いものであるが、野焼きが発見されることが少なく責任の所在を問うことが難しいことから、処罰の制度は機能していないということになる。

アイズ・オン・ザ・フォレストによると、2013 年 6 月 1 日から 28 日までで 9,000 カ所以上の火災地点がスマトラ島で観察されている。特にパームプランテーションが集中しているリアウ州での火災は 8000 件を超えており、プランテーションが煙害に与える影響の大きさがうかがえる。特に近年は、火を消すのが困難な泥炭地での野焼きが増加しており、煙害をより深刻化している。

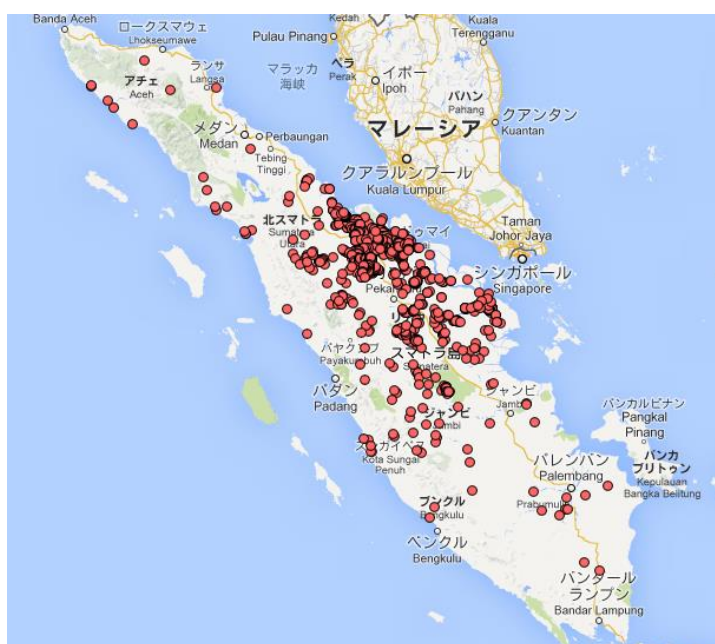


図6 インドネシアの火災地点（赤い点）

出所：アイズオンザフォレスト

<http://www.wwf.or.jp/activities/2013/08/1152914.html>

2-3 煙害以外の被害

野焼きによって引き起こされる被害は煙害だけではない。野焼きの煙害以外の被害で一番深刻であるのは、森林破壊である。インドネシアの森林面積はこの 24 年間で約半分まで縮小し、今でも縮小は続いている。野焼きが本来野焼き

する予定の外側の残すべき森林にまで及び、大規模な森林火災を引き起こすことで、森林破壊の規模が拡大してしまうが続いている。特に泥炭地では火を消すことが難しいため、一度火を着けてしまうと火災の規模が大規模化してしまう確率が高い。

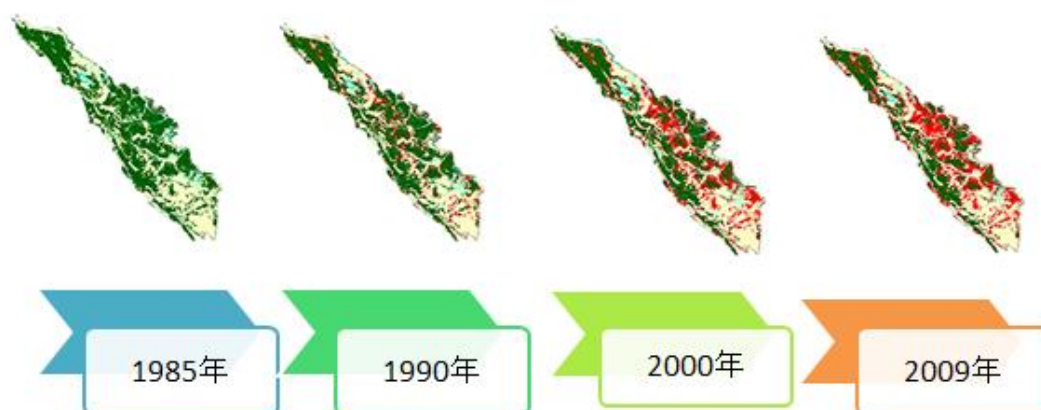


図7 スマトラ島の森林の変遷（赤い部分が森林火災によって焼失した部分）
出所：WWF

<http://www.wwf.or.jp/activities/2009/09/699714.html>

さらに野焼きによる森林減少により、更に二つの問題が深刻化している。一つは二酸化炭素排出量の増加、もう一つは生物多様性の消失である。インドネシアの二酸化炭素排出量は、森林火災や泥炭の分解から排出される16.1億トンを含めると、世界第3位の規模である。この16.1億トンというのはインドネシアの排出量の78パーセントを占めているため、大きな要因であるということがわかる。

インドネシアには、オラウータンやスマトラゾウ、スマトラトラなどの森林に生息する希少な種が存在しているが、それらは森林破壊によって生息が困難となり、絶滅危惧種に指定されるほど個体数を減らしている。これ以上の森林破壊は、それらの動物を絶滅させてしまう原因となると考えられている。

第3章 パーム油プランテーション

この章では、インドネシアにおいて重要な農作物である、パーム油及びその生産方法として行われているプランテーションについて述べる。

3-1 パーム油

パーム油とはアブラヤシから取れる油のことである。果肉からとる油をパーム油、種子からとる油をパーム核油という。本論文においては両者を総称してパーム油と呼ぶこととする。アブラヤシは植え付け後4年目から収穫可能となり、その後収穫できる。果房の50%が油脂成分となり、果房から20~40キロの産が可能である。生産工程としては、アブラヤシをプランテーション農園で生産し、隣接した搾油精製工場へ運びパーム油を精製、その後、国内消費／輸出（各種製品加工）される。パーム油は、マーガリン、即席麺やスナック菓子などの揚げ油、調理用油、洗剤、塗料、インク、化粧品などの原料として使われている。また近年ではバイオマス燃料（バイオディーゼル）の原料として注目を浴びている。2011年にはパーム油は全世界で約5000万トン生産された。

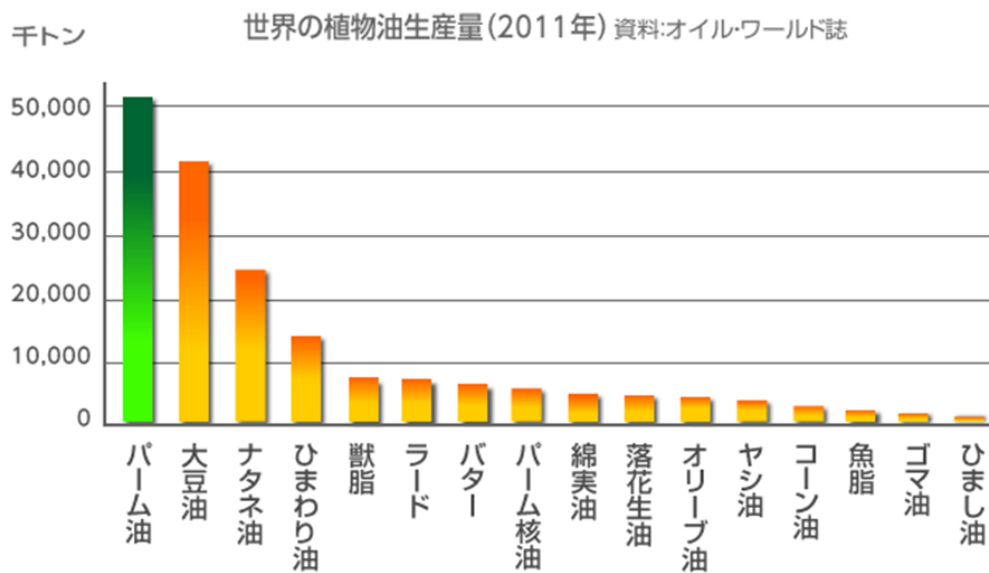


図8 世界の植物油生産量(2011年)

出所:「衛生・環境・健康」のサラヤ株式会社〜パーム油

http://www.saraya.com/conservation/3_palm.html

その中でも、上の資料からパーム油が世界の植物性油の中で一番生産されている

ることがわかる。パーム油がこのように多く生産されている理由としては、①安い、油脂類で最安の一つ（11 年 11 月で1ﾄﾝ大豆油、約 1100 ﾄﾞﾙ、パーム油が約 1050 ﾄﾞﾙ）であること。②高単収である。1 ha あたりの収穫高約 4 トンであり、2 位の綿実油 1.6 トンの倍以上にあたる。③安定収穫であり年中、収穫できる。④高安定であり、精製後は酸化しにくい。味も風味も変えないので、加工食品にはうってつけと言える。⑤風味不変であること。どんな加工食品への使用でも、食品の風味を変えない「奇跡の油」とされている。これらが、パーム油が世界で需要を集めている要因である。

3-2 インドネシアにおけるパーム油産業

インドネシアはもともと産油国であり、全世界生産量の 1.2%を生産している。しかし、原油の輸出は減少傾向にあり、2004 年からは純輸入国に転じた。2006 年の石油の消費量は年間 6,000 万 kℓで、この内 50%が輸送用燃料である。一方で、インドネシアは世界最大のパーム油生産国であり、全世界の 44.5%を生産している。



図9 インドネシアとマレーシアのパーム油生産量推移

出所：アジアバイオマスオフィス

http://www.asiabiomass.jp/topics/1001_03.html

上の図からインドネシアでパーム油の生産量は年々増加し、2011 年には、2,540 万トンのパーム油を生産し、この内 80%を輸出した。これはインドネシ

アの農作物総輸出額（177 億ドル）のうち 45%にあたる。このことから、パーム油は、インドネシアの重要な輸出作物であると言える。（国内では、パーム油からバイオディーゼルを生産している。製造工場は 22 あり、生産量は、2006 年は 1,000 トン、2007 年には 36 万トンと大きく増加した。政府は、2010 年 4 月に、バイオ燃料（軽油に 2.5%のバイオディーゼルの混合）への補助金は、1ℓあたり 2,000 ルピア（20 円）とすることを決めた。バイオ燃料 77 万 7,075 kℓが補助金対象となる。政府は、石油の輸入を削減するため、バイオ燃料を中心とした再生可能エネルギーの開発・生産に力を注いでいる。特にパーム油からのバイオディーゼルは、世界最大のパーム油生産国の強みを活かして、国の重要な産業として育てている。）

3－3 パーム油プランテーション

パーム油の生産方法において、果房は収穫後 24 時間以内に搾油されないと油の品質が落ちてしまう。それを防ぐためには、農園の近くに搾油工場を置く必要がある。工場はある程度の処理量がないと採算が取れないために、アブラヤシは大規模なプランテーション方式で生産されている。そのため、プランテーションは 4,000ha（東京ドーム 855 個分）という広大な面積を必要とする。1980 年代にインドネシアにアブラヤシ・プランテーションが導入されると、その面積は年々増加している。パーム油生産において、その前段階のアブラヤシの生産を含めて実に多くの労働力を必要とする。そのうちほとんどを占めるのが、アブラヤシ農園で行われる農作業に関連するものである。

インドネシアにおいて、アブラヤシ農園を開発しようとする農園企業は従来 PIR 方式という経営方法をとるよう義務付けられている。PIR 方式とは、農園企業の協力で近代的自作農の農園を造成する制度である。本来 PIR 方式のコンセプトは、人口の希薄な外島の未開発地において、農園企業を中心に新たな経済圏を形成することであった。しかし、未開発地とはいっても後述するようにそのような地域には先住民が存在している。その未開発地から、新たに特定作物の農園を開発する際、当該農園面積の 8 割を「契約農民〔参加農民〕」と呼ばれる小自作農に割当て、開発を行う企業自体は 2 割の面積を自社所有の農園とする）。開発を行う企業は、中核として、当該農園の作物の耕作・栽培方法について契約農民に対して技術的な指導を行うとともに、種苗や肥料、農薬などの投入財の調達、苗木の植付けや、農園で収穫される生産物のマーケティングに責任をもつ。契約農民は、様々なかたちで当該農園に小自作農として参加するのであるが、ジャワから家族単位で労働力・移住省が所管する移住計画に

応募し採用されて現地に赴く，という経路を経る例が代表的なものであった。契約農民に配分されるのは，2ha の農園用地，約 1ha の食用作物用地・屋敷地，及び住居等であるが，これらの造成並びに建設に要した費用は，後に十数年かけて返済されることになる。作物が収穫され始め（アブラヤシの場合，植付けから約 3 年後），その作物の販売益を得られるようになるまでの一定期間，移住計画から抛出される生活保証金を得て生活することになる。

以上から，特定企業が開発したアブラヤシ農園を含む農園には，大きく分け配分された農園で農作業を行う契約農民と，企業が自社の所有地での諸作業のために雇用する農業労働者の両者が，受容される労働力として存在することになる。

3－4 企業と地元住民との衝突

先に述べたように、パーム油の生産のために行うプランテーションには広大な土地を必要とする。つまり、パーム油の生産の拡大のためには、既存の土地からプランテーションをするために十分な広さの土地を確保しなければならない。開発される土地の多くは、先住民族が暮らすもしくは利用してきた土地・森林であり、たとえ正式な土地権利に関する書類を持ちあわせていなくとも、その慣習的な権利は、国際的に、あるいは国内法上で認められている。しかしながら現実の開発は、土地の利用に関する適切な調査なしに、あるいは事前の説明・協議が行われぬまま進められることも多い。それは以前から土地を所有していた地元住民の権利の侵害を意味する。そこでパーム油生産を拡大したい企業側と先住民との間には土地を巡る紛争が問題となっている。インドネシアでは、1998 年から 2002 年の間に土地の権利を主張した地元住民 479 人が負傷し、数十人が土地を巡る対立で死亡している。Indonesian Legal Aid Foundation (YLBHI)によれば、インドネシアでは 2001 年、プランテーション会社が絡んだ土地をめぐる紛争は、261 件にものぼった。

第4章 政策提言

では、このような現状から問題意識をまとめ、最終的にシンガポールの煙害が減るような政策、『共同二酸化炭素削減プロジェクト』を我々は提案をしたい。

4-1 問題意識

ここで、野焼きについてまとめる。野焼きを行う理由は、パーム油プランテーションを作るためであり、そのパーム油産業は、インドネシアにとって世界一の輸出量を誇る重要な産業であることが挙げられる。そのため、森林を保護するよりも開発をした方が利益を得られるという結論に至ってしまう。さらに、野焼きのメリットとして、野焼きは一度火をつければ簡単に森林を焼き払うことができる。しかも、インドネシアの土地は泥炭地と呼ばれるもので、これは火をつけて燃やすと土が肥料となるという利点も存在する。また、収入という面から見ても野焼きを行う理由が見て取れる。インドネシアの2011年度における平均収入は1,626,685 ルピア（約16,270円）であるのに対し、肥料は300万ルピア（約3万円）かかる。肥料は三か月に6回2haにまくことが可能だが、それでも農民への負担は大きい。

野焼きが減らない原因として、野焼きを抑制する国際的な枠組みが存在していないという点が挙げられる。インドネシアとシンガポールはそれぞれ対策が必要だと感じてはいるものの、いまだに有効な手段がとられていない。シンガポールは健康被害、及び観光業での打撃が大きく、証券会社CLSAでは、アジアの金融センター、航空ハブであり、人気観光地でもあるシンガポールの経済的打撃は数億ドルに達すると試算している。また、インドネシアにおいても、重要なパーム油産業をやめることは出来ない。結果として、国際的な規制がない以上、野焼きという行為そのものを禁止するということは難しいというのが現状である。

そこで、我々は結果的に野焼きを減少させることを目標とし、国際的な枠組みが存在するCO2削減という観点から野焼きの規制を行っていく。そのための政策として、シンガポールとインドネシアが共同で二酸化炭素を削減するプロジェクトを立ち上げることを提案する。

4-2 共同で二酸化炭素を削減するプロジェクト

「二国間で二酸化炭素排出削減を図るプロジェクト」の大きな枠組みは三つある。

- 一．二酸化炭素排出削減を達成するために、シンガポールがインドネシアにバイオ発電の技術を提供する
- 二．バイオ発電によって削減された二酸化炭素排出量はシンガポールがクレジットとして獲得することができる
- 三．シンガポールはインドネシアの森林保全率に応じて、獲得したクレジットの一部を分配することとする

技術移転について、シンガポールはバイオ発電の技術、資金を提供する代わりに売電利益は得るものとする。これにより、シンガポールはクレジット以外にも経済的インセンティブを得ることが出来る。そして、バイオ発電によるクレジットを森林保全率によってインドネシアに分配することで、森林の価値を高める。例えばインドネシアの森林保護が達成されなかった場合、インドネシアはクレジットを得ることは出来ない。

以上の枠組みによって、インドネシアの森林保護がインドネシア、シンガポールの両国に利益をもたらすようにモデル分析を進めていく。結果的に、インドネシアの森林保護のインセンティブを高め、野焼きの生産面積を減らすことを目指す。

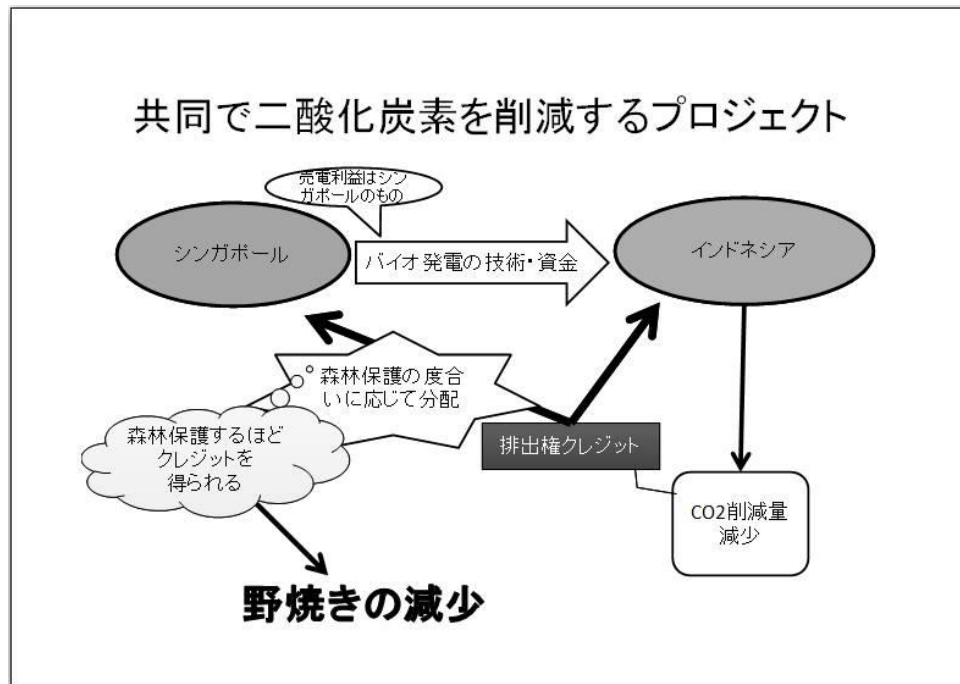


図 10 プロジェクトの概要

4-3 バイオ発電に関して

ここでシンガポールからインドネシア側に供与するバイオ発電の技術に関して記述する。アブラヤシの果実から得られる植物油は、パーム油、種子から採る油はパーム核油と呼ばれる。これら油を採った後に、多くの廃棄物が出る。このようなパーム油の製造工場から排出される廃液はパーム油と呼ばれ、現在ため池で処理される施設が多く、この際大量の地球温暖化ガス、特にメタンが大量に空気中に放出されてしまう。メタンガスは二酸化炭素の 21 倍の温室効果を持つため、この事実は地球温暖化の観点から見れば、メタンガスが大気中に放出しているという問題は見過ごせない事態である。これ以外にも処理するため池の水質汚濁問題なども深刻な問題となっている。そこで、シンガポールからインドネシアに対し、メタンガスを効率よく吸収してバイオガスとし、発電として利用しようとするのがバイオ発電である。これにより、本来なら空気中に放出されていたメタンガスが有効活用されることになり、結果的に温室効果ガス排出量削減が達成できる。

ちなみに、再生可能エネルギーの利用に力を入れている 2009 年のマレーシアの調査によるとパーム油生産 1,790 万トンに対し、廃棄物は 6,550 万トン、これら全ての廃棄物を再利用すると発電設備容量で 2,400MW の出力となるとの計算もされていた。

第5章 モデル分析

モデルの前提

主体はインドネシアのパーム油企業、インドネシアの労働者、シンガポールの越境汚染被害者、シンガポールのバイオマス企業の4つである。政策によってインドネシアとシンガポールのどちらの厚生を下げることなく、少なくとも一方の効用をあげることが目的とする。政策提言ではシュタッケルベルク均衡を考える。インドネシアは追随者としてシンガポールの行動を所与として利潤最大化を行い、シンガポールが先導者としてインドネシアの行動を考慮して利潤最大化する。

パラメーターの設定

A_1 : パーム油の生産面積

π_p : パーム油の利潤関数

c : パーム油企業のうちインドネシア資本の割合

l_p : パーム油企業の労働者数

w : 賃金

ℓ : バイオ企業の労働者数

K : 技術移転量

$1 - \alpha$: 技術移転でインドネシアが得るクレジットの一定割合

Z : バイオ発電による二酸化炭素削減量

j : 汚染係数

NB_I : 政策前のインドネシア純便益

NB_S : 政策前のシンガポール純便益

NB_I^* : バイオマス発電のみでクレジットを与えない場合のインドネシア純便益

NB_S^* : バイオマス発電のみでクレジットを与えない場合のシンガポール純便益

NB_I^{**} : 政策後のインドネシアの純便益

NB_S^{**} : 政策後のシンガポールの純便益

5-1 現状のモデル分析

生産関数を以下のように設定する。

$$y_p = a \log(A + 1) + b \log(L_p + d)$$

$$L_p = dA$$

労働と面積を投入してパーム油を生産するものとする。面積と労働量は比例するとする。

パーム油企業の利潤関数を以下のように設定する。

$$\pi_p = P_p y_p - w L_p - P_A A$$

パーム油企業の利潤関数に生産関数を代入すると、

$$\pi_p = P_p \{a \log(A + 1) + b \log(dA + d)\} - wdA - P_A A$$

インドネシアの純便益を以下のように設定する。

$$NB_I = c \pi_p(y_p) + wdA$$

$$= c [P_p \{a \log(A_1 + 1) + b \log d(A_1 + 1)\} - wdA_1 - P_A A_1] + wdA_1$$

インドネシアの国の厚生を純便益 NB_I で表すと、パーム油企業の利潤 $c\pi_p(y_p)$ とパーム油企業の労働者の総賃金 wL_p がインドネシアの収入になる。パーム油企業の利潤のうちインドネシア企業の割合 c だけが国の厚生に影響するものとする。

インドネシアの国としての純便益を生産面積で微分して最大化条件を求めると、以下の式が得られる。

$$\frac{\partial NB_I}{\partial A_1} = \frac{\partial \pi_p}{\partial A_1} + \frac{\partial wL_p}{\partial A_1} = c \left\{ P_p \left(\frac{a+b}{A_1+1} \right) - wd - P_A \right\} + wd = 0$$

現状のインドネシアの純便益を最大化する生産面積は

$$A_1 = \{cP_p(a+b) + (1-c)dw - cP_A\} / (c-1)dw + cP_A$$

シンガポールの純便益を以下のように設定する。

$$NB_S = -j(A_1 - A_0)^2$$

シンガポールは現状では越境汚染の被害のみ純便益に影響する。

以上の現状のモデル分析により、政策がなかった場合のインドネシアが利潤最大化できる最適な面積が求められた。政策が行われなかった場合にインドネシアは $(A_1 - A_0)$ 分だけ野焼きする。

5-2 政策導入後のモデル分析

シンガポールは二酸化炭素排出権市場を設けるとする。通常二酸化炭素市場において先進国が途上国に技術移転することで二酸化炭素削減した場合、削減による金銭は先進国が権利をもつ。しかし、上記のようにインドネシアが想定よりも野焼きしなかった分をシンガポールが評価して、インドネシアが野焼きしなかった分だけシンガポールがインドネシアに支払いする。そのときのインドネシアの取り分の割合を α とする。技術移転によりバイオマス廃棄物処理や、廃棄物を利用した発電により二酸化炭素排出削減量を Z と定義する。

まずは、シンガポールがインドネシアに技術移転することで、インドネシアの二酸化炭素排出を抑制して、二酸化炭素クレジットを取得して以下の金額をもらえる。

$$P_c K Z$$

しかし、上記の金額のうち、インドネシアが野焼きを抑制した分をシンガポールが評価して、シンガポールはインドネシアに野焼き抑制分に応じて二酸化炭素クレジットを配分する。

もし政策がなければ、インドネシアは現状の生産面積 A_0 から、現状の最適な生産面積に拡大するまで野焼きを行い、現状のインドネシアの収入関数を最大化する最適な生産面積 A_1 まで拡大する。政策を行うことで、1年に $(A_1^* - A_0)/$

しか野焼きしなかった場合、想定よりもインドネシアが野焼きしなかった（野焼きしなかった面積は $(A_1 - A_1^*)/$ ）ときに、その分越境汚染を抑制できるので、

シンガポールはその越境汚染抑制された分の金銭をインドネシアに渡す。

以上をまとめると、二酸化炭素クレジットのインドネシアへの配分率(α)を以下のように設定できる。

$$\alpha = 1 - \frac{A_1^* - A_0}{A_1 - A_0} \dots \textcircled{1}$$

シンガポールがインドネシアに配分する二酸化炭素クレジットを以下のように設定する。

$$\alpha P_c K Z$$

最終的にシンガポールが得られる二酸化炭素クレジット以下のように設定する。

$$(1 - \alpha) P_c K Z$$

政策後のインドネシアの純便益を以下のように設定する。

$$NB_I^{**} = c[P_p\{a \log(A_1^* + 1) + b \log d(A_1^* + 1)\} - wdA_1^* - P_A A_1^*] + wdA_1^* + WL_2 K + \alpha P_c K Z$$

技術移転することで生じるインドネシアの労働需要は $L_B K$ と定義すると、総賃金 $wL_B K$ がインドネシアの収入になる。インドネシアが野焼きを抑制したことでシンガポールからもらえる金額 $\alpha P_c K Z$ もインドネシアの純便益になる。

政策後のインドネシアの国としての純便益を生産面積で微分して最大化条件を求めると、以下の式が得られる。

$$\frac{\partial NB_I^*}{\partial A_1^*} = \frac{\partial c\pi_p^*(y_p^*)}{\partial A_1^*} + \frac{\partial wL_P^*}{\partial A_1^*} + \frac{\partial wL_B K}{\partial A_1^*} + \frac{\partial \left(1 - \frac{A_1^* - A_0}{A_1 - A_0}\right) P_c K Z}{\partial A_1^*} = 0$$

$$dw + c \left(-P_A - dw + P_p \left(\frac{a}{1+A_1^*} + \frac{b}{1+A_1^*} \right) \right) = \frac{P_c K Z}{A_1 - A_0} \dots \textcircled{2}$$

上記の式で、技術移転量が増加すれば右辺が大きくなる。右辺が大きくなれば、左辺も大きくなる。左辺を大きくなるためには、左辺の分母が小さくなる必要がある。よって左辺の分母で唯一の変数である A_1^* が小さくなることになる。

$$A_1^* = \frac{(-A_0cp_A + cp_AA_1 + A_0dw - A_0cdw - A_1dw + A_1cdw + A_0cpx - cpA_1x + A_0cpy - cpA_1y + p_cKZ)}{+A_0cp_A - cp_AA_1 - A_0dw + A_0cdw + A_1dw - A_1cdw - p_cKZ} \dots \textcircled{3}$$

なお、シンガポールからインドネシアへの技術移転量をシンガポールの政策変数として、インドネシアにとって最適なパーム油生産面積を技術移転量で変化させることができる。

政策後のシンガポールの純便益を以下のように設定する。

$$NB_s^{**} = -j(A_1^* - A_0)^2 + \pi_b(x) + (1 - \alpha)p_cKZ$$

二酸化炭素市場で得られる金額 $(1 - \alpha)p_cKZ$ はシンガポールの収入関数となる。シンガポールが先導者としてインドネシアの行動を想定して利潤最大化するので、シンガポールからインドネシアへの技術移転量をシンガポールの政策変数として、パーム油生産面積を技術移転量で変化させることができる。

政策後のシンガポールの国としての収入関数をパーム油生産面積で微分して最大化条件を求めると、以下の式が得られる。

$$\frac{\partial NB_s^{**}}{\partial A_1^*} = -2j(A_1^* - A_0) + \frac{p_cKZ}{A_1 - A_0} = 0$$

よって、シンガポールにとって最適なパーム油生産面積を以下のようにあらわすことができる。

$$A_1^* = \frac{2A_0^2j - 2A_0jA_1 - p_cKZ}{2j(A_0 - A_1)} \dots \textcircled{4}$$

さらに、③よりインドネシアにとって最適なパーム油生産面積をシンガポール

が政策変数である技術移転量 k を操作することで、③と④を連立すると、以下の式ができる。

$$\frac{(-A_0cp_A+cp_AA_1+A_0dw-A_0cdw-A_1dw+A_1cdw+A_0cpx-cpA_1x+A_0cpy-cpA_1y+p_cKZ)}{+A_0cp_A-cp_AA_1-A_0dw+A_0cdw+A_1dw-A_1cdw-p_cKZ} = \frac{2A_0^2j-2A_0jA_1-p_cKZ}{2j(A_0-A_1)} \dots ④$$

上の式では、 A_1^* と k 以外はすべて定数とみなすことができる。よって A_1^* と k の関係式としてあらわされる。

なお、シンガポールのバイオマス企業によって利潤は 0 とする。なぜなら、バイオ発電のプラント建設には、1 プラントあたり初期投資が約 300 万ドル、人件費などのランニングコストが年間約 12 万ドルかかる。一方、売電収入は約 40 万ドルである。つまり、年間で約 28 万ドルの利潤が生まれるが、初期投資を回収するだけでも単純計算で 10 年以上かかる計算である。ましてリスクなどを考慮に入れた割引率を考えると、バイオ発電事業それ自体は採算の取れる事業とは言えないのである。CO2 削減によるクレジットを受け取ることでようやく利潤が出るものである。今回のモデル分析においては、バイオ発電事業による利潤はないものとして分析を進めていく。

政策によって、インドネシアとシンガポールのパレート改善が可能な場合、以下の不等式が必ず成立する。

まず、政策導入時と政策がない場合のインドネシアの純便益を比較して、以下の不等式が考えられる。

$$NB_I^{**} - NB_I > 0$$

インドネシアにとって政策前の純便益よりも政策後の純便益が大きい場合に、インドネシアはシンガポールのオファーを受け入れる。

次に、政策導入時と政策がない場合のシンガポールの純便益を比較して、以下の不等式が考えられる。

$$NB_S^{**} - NB_S > 0$$

シンガポールにとって政策前の純便益よりも政策後の純便益が大きい場合に、シンガポールはインドネシアにオファーする。

以上の 2 つの不等式が成立すれば、政策は有効である。

5-3 パロメーター別モデル分析

パロメーターに数値を入れる。その際、生産関数に関するパロメーターの a, b 、政策変数 k 以外はすべて実数である。

$$\begin{aligned} c &\rightarrow 2/5, \\ P_p &\rightarrow 86124, \\ d &\rightarrow 1/15 \\ w &\rightarrow 150000 \\ l &\rightarrow 12/1000 \\ P_c &\rightarrow 1300 \\ g &\rightarrow 450 \\ P_A &\rightarrow 16000 \\ Z &\rightarrow 3.6 \end{aligned}$$

をパロメーターとして代入する。

生産面積に関して、インドネシアは収入関数を最大化するとき、

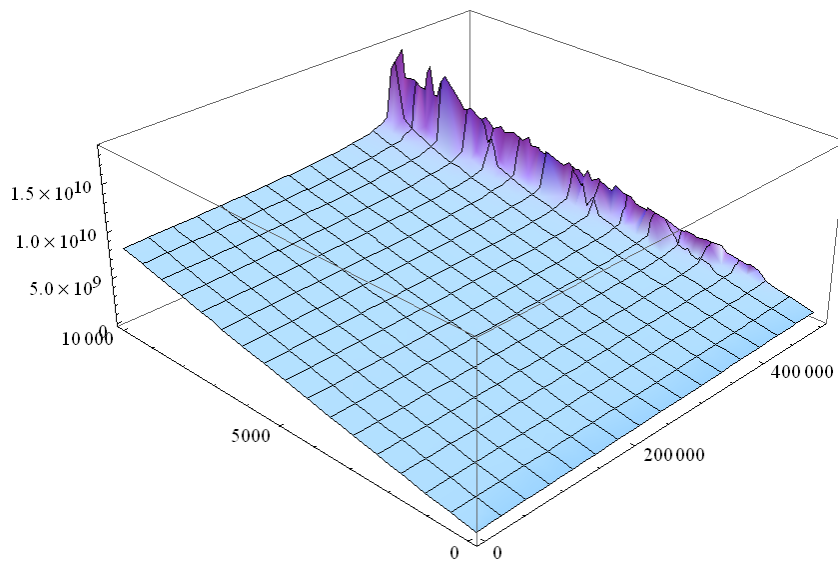
$$\begin{aligned} A_1^* &\rightarrow (-2436000400 + 4680 \cdot k + (1048990492248 a)/5 + (1048990492248 b)/5 \\ &\quad - 21531/250(-400 + (172248 a)/5 + (172248 b)/5) \\ &\quad - 21531/250 b (-400 + (172248 a)/5 + (172248 b)/5))/ \\ &\quad (2436000400 - 4680 \cdot k - (172248 a)/5 - (172248 b)/5) \end{aligned}$$

$$A_1 \rightarrow \frac{1}{400} \left(-400 + \frac{172248a}{5} + \frac{172248b}{5} \right)$$

となる。

政策導入したインドネシアの純便益をグラフ化すると、以下のようにあらわ

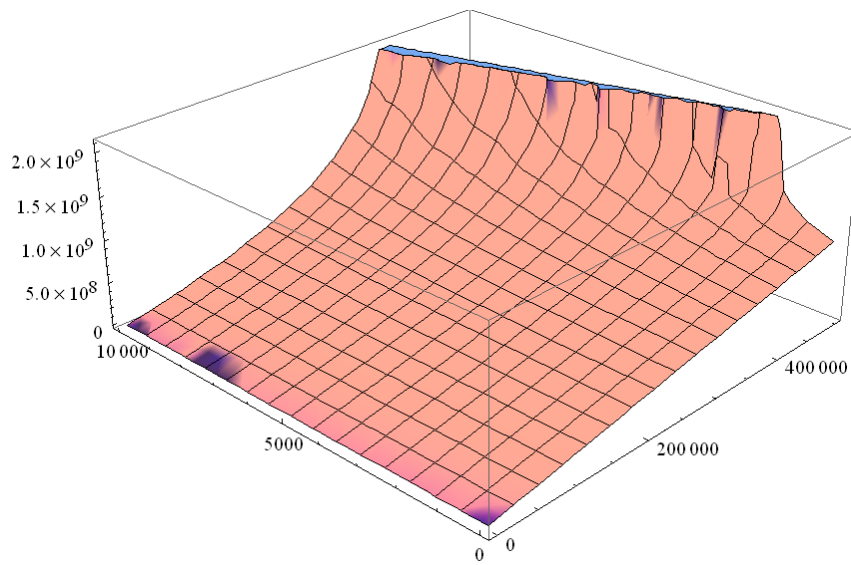
される。



まず、生産係数が低い場合に政策導入したインドネシアの純便益は技術移転量に対して緩やかに増加する。つまり、インドネシアのパーム油生産効率が低いとき、シンガポールが技術移転量をふやしてもインドネシアの純便益の増加量は小さい。

一方で、生産係数が高い場合に政策導入したインドネシアの純便益は技術移転量に対して指数対数的に増加する。つまり、インドネシアのパーム油生産の効率が高いとき、シンガポールが技術移転量を増やす、インドネシアの純便益の増量は大きい。

次に、政策導入時と政策がない場合のインドネシアの純便益の差($NB_I^{**} - NB_I$)をグラフ化する。

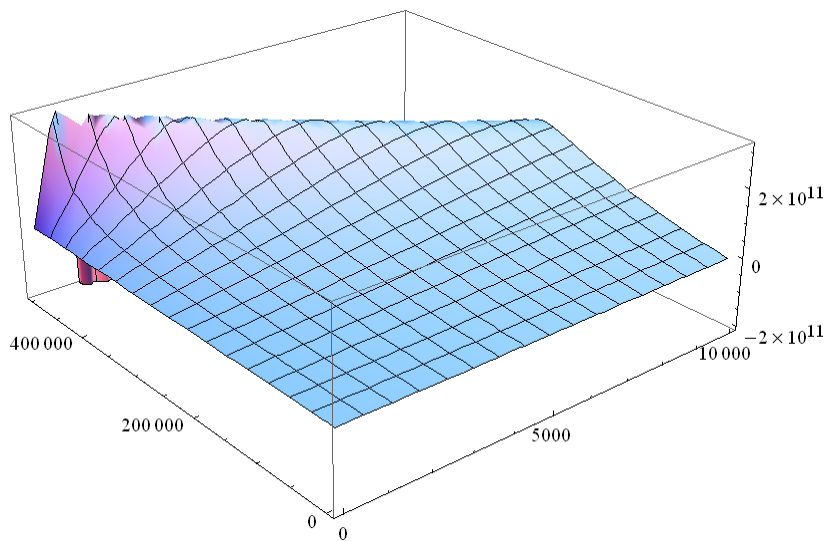


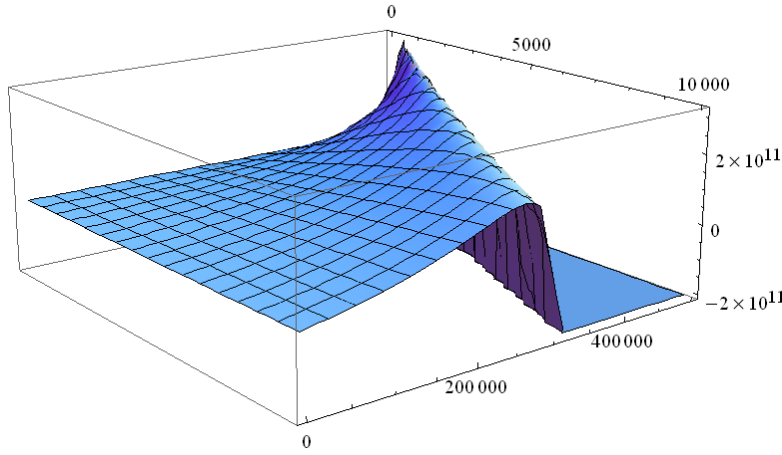
以上のグラフで、技術移転量と生産係数に関わらず、政策を導入すればインドネシアの純便益は増加することがわかった。つまり、以下の不等式が必ず成立する。

$$NB_I^{**} - NB_I > 0 \quad \cdots \textcircled{5}$$

よって、インドネシアはシンガポールからの技術移転を受け入れると考えられる。

政策導入したシンガポールの純便益は以下のようなになる。





インドネシアのパーム油の生産性が低いとき、シンガポールの技術移転量を増やせばシンガポールの純便益は増加する。

しかし、インドネシアのパーム油生産性が一定以上に大きいとき、シンガポールの技術移転量を増やしてもシンガポールの純便益は減少する。

では、政策導入時と政策がない場合のシンガポールの純便益の差($NB_S^{**} - NB_S$)を考える。

$$NB_S^{**} - NB_S = J(A_1 - A_1^*)((A_1 + A_1^* - 2A_0) + \frac{KP_c TZ}{A_1})$$

まず、右辺第一項について、以下のことが考えられる。

$$j > 0 \quad (A_1 - A_1^*) = \frac{1.6 \cdot 10^8 (a+b)K}{400(4680K + 400A_1)} > 0 \quad \dots \textcircled{6}$$

さらに、モデルでは政策導入する場合に野焼きの量を以下のように定義している。よって、以下の不等式が必ず成立する。

$$A_1^* - A_0 \geq 0$$

モデルでは政策導入しない場合に野焼きの量を以下のように定義している。よって、以下の不等式が必ず成立する。

$$A_1 - A_0 \geq 0$$

したがって、以下の不等式が必ず成立する。

$$A_1 + A_1^* - 2A_0 > 0 \cdots ⑦$$

⑥と⑦によって、右辺第一項は正であることが証明された。
右辺第二項は、パロメーターの定義上必ず正である。
したがって、以下の不等式が必ず成立する。

$$NB_s^{**} - NB_s > 0 \cdots ⑧$$

以上によって、⑤と⑧からインドネシアとシンガポールのパレート改善が政策によって可能であることがわかった。

5-4 モデル分析による代替案と政策提言との比較

私たちの政策提言では、シンガポールがインドネシアに技術移転して、さらにシンガポールがインドネシアへクレジットを配分することによって、両国のパレート改善が可能であることを示した。しかし、シンガポールがインドネシアへクレジットを配分しない場合の方が、シンガポールがインドネシアへクレジットを配分する場合よりもシンガポールの純便益が大きい可能性がある。

したがって、シンガポールがインドネシアへクレジットを配分しない場合のシンガポール純便益を考える。さらに、シンガポールがインドネシアへクレジットを配分しない場合とシンガポールがインドネシアへクレジットを配分する場合のシンガポールの純便益を比較する。

シンガポールはインドネシアへ技術移転して、インドネシアの二酸化炭素排出を抑制して、二酸化炭素クレジットを得られる。インドネシアが二酸化炭素クレジットをインドネシアに配分しない場合、インドネシアの純便益は以下のようにならわされる。

$$NB_I^* = c[P_p\{a \log(A + 1) + b \log d(A + 1)\} - wdA - P_A A] + wdA + WIK$$

このときのインドネシアの純便益 NB_I^* の最大化条件により、以下の式が得られ

る。

$$\frac{\partial NB_I^*}{\partial A} = \frac{\partial \pi_P}{\partial A} + \frac{\partial wL_P}{\partial A} = c \left\{ P_P \left(\frac{a+b}{A+1} \right) - wd - P_A \right\} + wd = 0$$

なお、現状モデルでのインドネシアの純便益 NB_I の最大化条件は以下のとおりである。

$$\frac{\partial NB_I}{\partial A_1} = \frac{\partial \pi_P}{\partial A_1} + \frac{\partial wL_P}{\partial A_1} = c \left\{ P_P \left(\frac{a+b}{A_1+1} \right) - wd - P_A \right\} + wd = 0$$

以上の2つの式を比較すると、シンガポールが技術移転だけ行ってクレジットを配分しない場合にインドネシアの純便益を最大化するパーム油生産面積と、現状のインドネシアの純便益を最大化するパーム油生産面積は同じであることがわかる。よって A は A_1 で書き換えられる。

クレジットを配分しない場合のシンガポールの純便益は以下のようにあらわされる。

$$NB_s^* = -E(A_1 - A_0) + \pi_b(x) + P_c KZ$$

では、クレジットを配分する場合のシンガポールの純便益とクレジットを配分しない場合のシンガポールの純便益を比較する。

$$\begin{aligned} & NB_s^{**} - NB_s^* \\ &= KP_c \left\{ -1 + \frac{P_c(A_1^* - A_0)}{(A_1 - A_0)} \right\} \end{aligned}$$

クレジットを配分する場合のシンガポールの純便益よりもクレジットを配分しない場合のシンガポールの純便益の方が小さいので、シンガポールがクレジットを配分する場合は以下の不等式が成立する場合である。

$$\frac{P_c(A_1^* - A_0)}{(A_1 - A_0)} > 1$$

パロメーターに数値を代入した場合、以下の不等式に書き換えられる。

$$0 < a < 35356.00413357485$$

$$\text{かつ} \frac{7.61250125 \times 10^{11} - 2.1531 \times 10^7 a}{1462500.0 + 193779.a} < k < 0.0003418803418803419(1.52250025 \times 10^9 - 43062.a)$$

クレジットを配分する場合のシンガポールの純便益よりもクレジットを配分しない場合のシンガポールの純便益の方が大きいので、シンガポールがクレジットを配分しない場合は、以下の不等式が成立する場合である。

$$\frac{P_c(A_1^* - A_0)}{(A_1 - A_0)} < 1$$

また、シンガポールはインドネシアの収入最大化する行動を想定するので、シンガポールはインドネシアの政策後の生産面積を想定する。よって上記の政策後の生産面積をシンガポールの収入関数に代入して、シンガポールの収入関数はパーム油生産係数とシンガポールの技術移転量で表される。

5-5 ナッシュ交渉理論によるモデル分析

交渉について～ナッシュ交渉理論の導入～

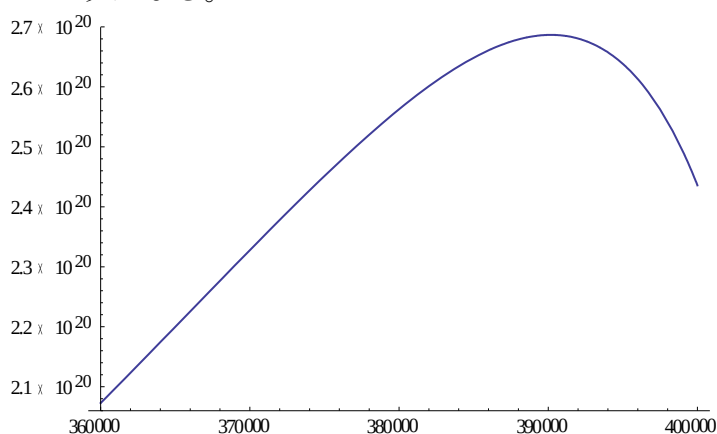
前項において、「シンガポールはインドネシアに対して、シンガポールの利益が最大となる技術移転量 K をオファーする」と述べた。しかし、情報の対称性がある場合、インドネシア側としても、利益を最大化したいという意味を持っている。すなわち、交渉によって技術移転量を変化させようとするのが考えられる。

この問題に対して、ナッシュ交渉理論を用いる。ナッシュ交渉理論では、パレート最適性、情報の対称性、無関係代替案からの独立性がある場合に、交渉問題に対してその解が数理計画問題として一意に導出できる。これは、パレート改善の行われる範囲の中で、両国の純便益の増加量の積が最大となる点にお

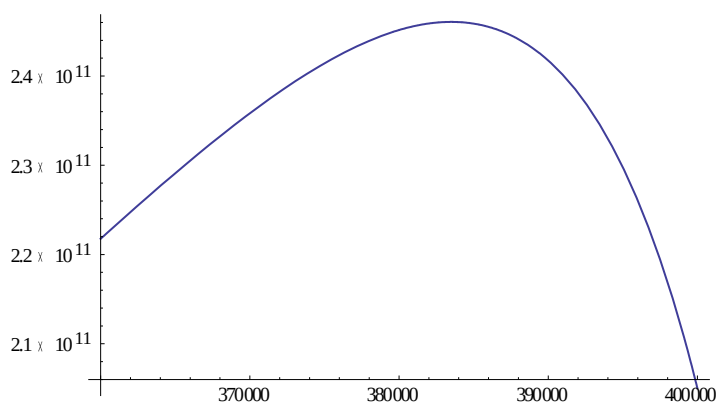
いて交渉が成立するというものである。数式で表すと、以下のようになる。

$$\begin{aligned} \max: & (NB_I^{***} - NB_I)(NB_S^{***} - NB_S) \\ & NB_I^{***} - NB_I > 0, NB_S^{***} - NB_S > 0 \end{aligned}$$

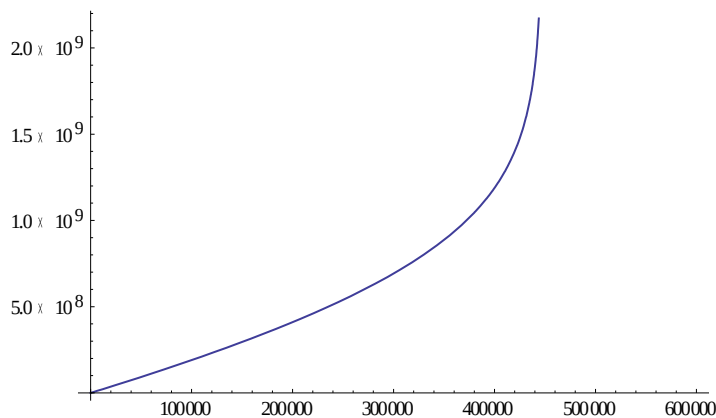
生産効率 x を 5000 として、 $(NB_I^{***} - NB_I)(NB_S^{***} - NB_S)$ を縦軸にとり、技術移転量 K （定義域を 360000~400000 とする）を横軸にとりグラフを描くと以下のようなになる。



最大値を与える K は、およそ 3.9×10^6 である。一方、同様に生産効率 x を 5000 として、 $(NB_S^{***} - NB_S)$ についてのグラフを描くと以下のようなになる。



最大値を与える K はおよそ 3.835×10^6 である。ここから分かることは、シンガポールが自国の効用を最大化させる場合よりも、両国の効用の増加量の積を最大化させる場合（ナッシュ交渉）のほうが、技術移転量 K が大きくなるということである。インドネシアの効用の増加量についてのグラフを描くと（ K の定義域を 0~600000 とする）



上のように単調増加となる。つまり、インドネシアの効用の増加を計算に入れることで、最適となる K が大きくなったのだと考えられる。

第6章 結論

我々はこの論文を通して、インドネシアとシンガポールの越境汚染におけるパーム油生産面積とバイオ技術移転について論じてきた。インドネシアはパーム油生産によって、外貨獲得や雇用の創出、インフラの整備を可能にしていた。さらに、パーム油生産のために野焼きが行われていたが、インドネシアは土地代や人件費が安いため、パーム油生産企業は外資系企業が過半数以上であった。そして、インドネシアで精製・加工などの下流部門の生産効率性は上がらず、野焼きによる面的拡大によってパーム油の国際競争力が高かった。

しかし、パーム油生産のための野焼きによってシンガポールに越境汚染して、シンガポールは健康面や観光業などの経済的にも大きな被害を受けていた。さらに、国際的な協定が不足していて、インドネシアは越境汚染の責任を担わず、シンガポールはインドネシアを非難するばかり、越境汚染の解決手段を提示していなかった。

以上のようなインドネシアとシンガポールの越境汚染に関する現状をふまえて、我々は越境汚染に抜本的に取り組むためにはインドネシアの野焼き抑制を経済的な問題を解決することが不可欠だと考えた。そして、インドネシアに対し野焼き抑制のインセンティブを付与するために、「シンガポールが先進国として、インドネシアに技術移転することで、インドネシアの野焼きによる二酸化炭素排出二酸化炭素クレジットを獲得する。」という政策提言をした。本論文での分析の特徴は、REDD といった森林保全のメカニズムに頼らずに、越境汚染の

加害国と被害国がお互いにパレート改善できることである。というのも、越境汚染を単に国際的に加害者を規制するだけではなく、加害者国に加害しない経済的なインセンティブを付与するために、被害者国が積極的に技術移転しなければならないシステムが重要である。単に技術移転するのではなく、技術移転をする被害者国が加害者国の取り組みを評価することによって、お互いに純便益が増加する。特に、インドネシアにおけるパーム油産業の重要性は独自性をもつので、被害者国の技術移転によって加害者国の雇用の創出を推進するシステムが必要であった。

さらに言えば、シンガポールにとっての最適な技術移転量よりもインドネシアにとって最適な技術移転量が大きい点である。これは、インドネシアが野焼き抑制してシンガポールから二酸化炭素クレジットを配分してもらえることが原因だ。現状でのインドネシアは、野焼きをしてパーム油を生産する便益が、森林保全によって得られる便益よりも大きい。しかし、提案によってインドネシアは、野焼きをしてパーム油を生産する便益が、森林保全によって得られる便益よりも小さくなる。

また、パロメーターによる分析を行い、我々の政策提言が効果のあるものだということを実証した。現状モデルにおける市場において最適な生産面積を、提案モデルを導入することによって社会的最適における生産面積に近づけられるということを確認したのである。

この分析は、インドネシアとシンガポールが「経済的合理性をもつ主体」であるという仮定を含んでいる。各々が自らの利潤を最大化するように前提を置いている。しかし、実際には各主体がそこまで合理的であるかという点、そうは言いきれないかもしれない。実際に NPO 法人によるアンケートでは、パーム油産業による雇用の創出が村などの便益には直接影響していないと結論付けている。

本稿では、情報に関してシンガポールがインドネシアの行動を想定できることとして分析を進めたが、実際には不確実性があり本稿では不確実性を評価できなかった。さらに、交渉の理論として政治的な要素を経済学のモデルに落とし込めなかった点でも、本稿の限界であった。

最後に、この論文を終えるにあたり、およそ 1 年ものあいだ、ご指導ご教鞭をいただいた大沼先生、澤田さん、10 期生の先輩方、そしてゼミの仲間たちに深く感謝いたします。

【参考文献】

- (1) 岡本幸江 「アブラヤシプランテーション 開発の影 インドネシアとマレーシアで何が起きているか」 (2002)
- (2) 熱帯林とパーム農園
<http://www.mekongwatch.org/PDF/20120217.pdf> (最終アクセス日 7月17日参照)
- (3) WWF インドネシアの森林保全
<http://www.wwf.or.jp/activities/nature/cat1248/cat1242/> (最終アクセス日 8月31日参照)
- (4) 東南アジア・プランテーション産業の脱植民地化と新展開 加納啓良 (2010)
<http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/bitstream/2261/39719/1/ioc158005.pdf> (最終アクセス日 8月31日参照)
- (5) インドネシアにおけるパーム油生産急増の「副産物」と代償 林田秀樹 (2009)
https://wako.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_action_common_download&item_id=1710&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1&page_id=13&block_id=17 (最終アクセス日 8月31日)
- (6) Trade, Growth, and the Environment1 BRIAN R. COPELAND and M. SCOTT TAYLOR (2004)
(最終アクセス日 8月31日)
- (7) インドネシアにおけるアブラヤシ農園開発と労働力受容 林田秀樹 (2007)
<http://doors.doshisha.ac.jp/webopac/bdyview.do?bodyid=BD00011840&elmid=Body&lname=007000790004.pdf#search='PIR%E6%96%B9%E5%BC%8F+%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%83%8D%E3%82%B7%E3%82%A2> (最終アクセス日 9月2日参照)
- (8) Eyes on the Forest: Sumatra
<http://maps.eyesontheforest.or.id/> (最終アクセス日 9月3日)
- (9) インドネシア、スマトラ島リアウ州における森林減少、森林劣化、生物多様性の喪失および二酸化炭素の排出 ―インドネシアの一つの州での過去四半世紀の森林と泥炭土壌からの炭素損失とその将来―
http://www.wwf.or.jp/activities/lib/pdf_forest/carbon/20080227riau_co2_reportj.pdf (最終アクセス日 9月4日)
- (10) 越境汚染存在下での貿易及び、環境政策の経済分析 生原 匠
https://attachment.fbsbx.com/file_download.php?id=584626904913088&eid=ASsJJ2MQoeDVWn6_LNmqVAeFqAcA906HjFocpV4e0jHWtFXQ0aWNds8zXSVWau2IVU&in

line=1&ext=1386310705&hash=ASv4cbgu0ngsHLan (最終アクセス日 9月4日)

(11) Growing palm oil supplies temper global vegetable oil prices
<http://ers.usda.gov/data-products/chart-gallery/detail.aspx?chartId=33952#.UqFstfRdVnZ> (最終アクセス日 9月27日)

(12) FoE Japan
http://www.foejapan.org/forest/sink/redd_01.html (最終アクセス日 10月18日)

(13) INDONESIA-INVESTMENTS
<http://www.indonesia-investments.com/doing-business/commodities/palm-oil/item166> (最終アクセス日 11月11日)

(14) アブラヤシ・プランテーションを巡る権力関係
http://repo.lib.hosei.ac.jp/bitstream/10114/7905/1/13_ibunka_14_nakashima.pdf (最終アクセス日 11月13日)

(15) Foreign Investment and Environment in a North-South Model with Cross-border Pollution
http://www.aeaweb.org/assa/2005/0109_1015_1211.pdf (最終アクセス日 11月25日)

(16) マレーシア・パーム油産業の発展と現代的課題
<http://www.iti.or.jp/kikan74/74takata.pdf> (最終アクセス日 12月1日)