慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	バイオプロスペクティングにおける金銭的利益の先進国・途上国間の配分について：遺伝子資源と伝統的知識の利用および生物多様性条約
Sub Title	On the distribution of monetary benefits arising from bioprospecting between the north and the south : utilization of genetic resources and traditional knowledge and the CBD
Author	大沼, あゆみ(Onuma, Ayumi)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2008
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.100, No.4 (2008. 1) ,p.901(17)- 912(28)
JaLC DOI	10.14991/001.20080101-0017
Abstract	バイオプロスペクティングは, 生物多様性の保全を目的とした経済的手段である。これは, 生物多様性条約に基づいている。生物多様性条約では, バイオプロスペクティングによる金銭的利益については, 公正かつ衡平に配分されなければならないとしている。本論は, 効率的な金銭的配分に焦点を合わせ, 効率的配分を実現する, 前払金およびロイヤリティーから成る移転システムがどのようなものかを明確にする。途上国の提供する遺伝子資源および伝統的知識の重要性を体現するバイオプロスペクティングのモデルを構築する。このモデルで, 効率性を達成するロイヤリティーは, RDへの貢献比率と一致することが示される。 Bioprospecting is an economic measure aimed at the conservation of biological diversity. This concept is based on the Convention on Biological Diversity. In the Convention on Biological Diversity, the financial benefits of bioprospecting are set to be fair and equitably allocated. This study focuses on efficient financial allocation, clarifying how a transfer system comprising down payments and royalties for efficient allocation could be achieved. Moreover, it builds a bioprospecting model that embodies the importance of traditional knowledge and the genetic resources of developing countries. In this model,it is shown that royalties that achieve efficiency match the contribution rate of R&D.
Notes	小特集：環境経済学の新展開(下)
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20080101-0017

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

バイオプロスペクティングにおける金銭的利益の先進国・途上国間の配分について
―遺伝子資源と伝統的知識の利用および生物多様性条約―

On the Distribution of Monetary Benefits Arising from Bioprospecting between the North and the South ―Utilization of Genetic Resources and Traditional Knowledge and the CBD―

大沼 あゆみ(Ayumi Onuma)

バイオプロスペクティングは，生物多様性の保全を目的とした経済的手段である。これは，生物多様性条約に基づいている。生物多様性条約では，バイオプロスペクティングによる金銭的利益については，公正かつ衡平に配分されなければならないとしている。本論は，効率的な金銭的配分に焦点を合わせ，効率的配分を実現する，前払金およびロイヤリティーから成る移転システムがどのようなものかを明確にする。途上国の提供する遺伝子資源および伝統的知識の重要性を体現するバイオプロスペクティングのモデルを構築する。このモデルで，効率性を達成するロイヤリティーは，RD への貢献比率と一致することが示される。

Abstract

Bioprospecting is an economic measure aimed at the conservation of biological diversity. This concept is based on the Convention on Biological Diversity. In the Convention on Biological Diversity, the financial benefits of bioprospecting are set to be fair and equitably allocated. This study focuses on efficient financial allocation, clarifying how a transfer system comprising down payments and royalties for efficient allocation could be achieved. Moreover, it builds a bioprospecting model that embodies the importance of traditional knowledge and the genetic resources of developing countries. In this model, it is shown that royalties that achieve efficiency match the contribution rate of R&D.

「三田学会雑誌」100 巻 4 号（2008 年 1 月）

バイオプロスペクティングにおける金銭的利益の先進国・途上国間の配分について

——遺伝子資源と伝統的知識の利用および生物多様性条約——*

大　沼　あゆみ †

要　　旨

バイオプロスペクティングは，生物多様性の保全を目的とした経済的手段である。これは，生物多様性条約に基づいている。生物多様性条約では，バイオプロスペクティングによる金銭的利益については，公正かつ衡平に配分されなければならないとしている。本論は，効率的な金銭的配分に焦点を合わせ，効率的配分を実現する，前払金およびロイヤリティーから成る移転システムがどのようなものかを明確にする。途上国の提供する遺伝子資源および伝統的知識の重要性を体現するバイオプロスペクティングのモデルを構築する。このモデルで，効率性を達成するロイヤリティーは，R&D への貢献比率と一致することが示される。

キーワード

バイオプロスペクティング，生物多様性条約，金銭的利益配分，衡平性，伝統的知識

1　はじめに

バイオプロスペクティング（生物資源探査）は，生物多様性を保全する魅力的な手段である。バイオプロスペクティングは，たとえば，製薬会社やアグリビジネスが，発展途上国の熱帯雨林のような自然資本が保有する遺伝子資源（genetic resources）を取得し，研究開発（R&D）により，新たな医薬品や作物を開発するプロジェクトである。生物多様性は，特に医薬品と密接に関連している。今日，米国の処方薬の 25 %は植物に基づいており，また一般用医薬品の上位 150 品の 57 %は少なくとも 1 つは生物多様性から抽出した成分を使っている。(1)

＊　本論は，9th Biennial Conference of the International Society of Ecological Economics（2006 年 12 月 15–19 日，ニューデリー），慶應経済学会コンファレンス，および 9th Bioecon Conference（2007 年 9 月 19–20 日，ケンブリッジ大学）で報告した論文を改訂したものである。特に，Anil Markandya 教授の有益なコメントに感謝する。

†　*E-mail address*: onuma@econ.keio.ac.jp.

（1）　ten Kate and Laird（1999），p.40。

バイオプロスペクティングでは，遺伝子資源を有する自然資本にアクセスする代償に，先進国企業は，原産国に十分な金銭的な支払を行う。この支払は，前払金（advance payment）や，採取したサンプル数に応じて支払う形式がある。また，開発の中途で支払うマイルストーン・ペイメントがある場合もある。プロジェクトが成功し，商業的価値を持つ生産物が生まれたときには，特許料（ロイヤリティー）が支払われる。[(2)] つまり，バイオプロスペクティングは，途上国に，その自然資本を保全するインセンティブを与える。すなわち，バイオプロスペクティングにより，牧場や農地に転換することの利益である保全の機会費用より，保全利益を大きなものとすることが可能となるからである。

途上国にとって，バイオプロスペクティングによる利益は，以上の金銭的側面以外にも存在する。たとえば，雇用が増加したり，研究開発の過程で原産国の科学者への教育やトレーニングが行われたり，あるいは科学設備が移転されたりするような非金銭的利益も受けられる。筆者の調査したマレーシア・サラワク州 Semadang 村のバイオプロスペクティングでは，非金銭的利益の 1 つは伝統の維持だった。近郊の都市化や交通の発達で，村の人々は現代医学による医療が利用可能となり，森の生物を薬として利用する必要性が低下した。そのため，森の生物の薬効についての伝統的知識（traditional knowledge）が消失する危険性に直面している。村では，これに危機感を持ち，バイオプロスペクティングを通じて，コミュニティーの伝統維持目的の 1 つとして，伝統的知識の正確な伝承を行っている。

最も有名なバイオプロスペクティングの例は，アメリカの製薬会社メルクと，コスタリカの生物多様性研究所 INBio が 1991 年に 2 年間の契約として結んだものである（その後更新された）。このプロジェクトでの金銭的および非金銭的利益をみてみよう。[(3)] まず，前払金として INBio に 113 万ドルが支払われた。コスタリカはこのような金銭的な利益だけではなく，先進のスクリーニング技術と研究者に対する訓練を得ることができた。メルクは，化学的分析の技術を INBio に移転するとともに，それを利用するスタッフの訓練を行ったからである。さらに，地域の村の人々を「パラタクソノミスト」（parataxonomist）と呼ばれる準分類学者として訓練し，彼らが有する動植物についての伝統的知識に基づき，種の採取と科学的同定に参加させた。コスタリカは，結果として自国の生物多様性を正確に捉えることができたのである。

一方で，ロイヤリティーは，スクリーニングがなされていないサンプルから生まれた薬品の売り上げからは，1–6 %であった。しかし，現地でスクリーニングしたものには 5–15 %のロイヤリティーを得ることができた。

メルクと INBio の成功により，バイオプロスペクティングは広がった。それは先進国企業と途上

---

(2)　ten Kate and Laird（1999），pp.64–68。
(3)　Merson（2000）に基づいている。

国間だけではなく，たとえば 1997 年に締結された米国のイエローストーン国立公園と同国のバイオテクノロジー企業 DIVERSA の事例のように先進国内のものもある。また，米国国立癌研究所（National Cancer Institute）や英国企業 Biotics は，独自に自国固有の薬剤の研究をしている途上国の研究者グループと，新薬に用いる成分や遺伝子資源の探求を行っている国際的製薬会社をブローカーとして結びつけている。

バイオプロスペクティングは，生物多様性条約（the Convention on Biological Diversity, 1992 年）に基づいている。この条約は，自然資源の原産国が，その資源に主権的な所有権を有することを認めている。したがって，原産国がバイオプロスペクティングによる経済的（金銭的）利益の一部を受け取る資格があると考えるのは自然である。実際，生物多様性条約のたとえば第 1 条と第 15 条では，公正かつ衡平な利益配分を指示している。また，第 8 条（j）では，先住民の伝統的知識を利用することの利益の衡平な配分も求めている。(4)

しかしながら，「公正かつ衡平」な分配とは具体的にはどのように定義できるのであろうか。この問題は，経済学の重要な問題であるが，誰しも合意するような基準はいまだ得られていない。言うまでもなく，「効率性」についてはパレート効率性が広く受け入れられているのと対照的である。

当然のことながら，バイオプロスペクティングによる金銭的利益の配分，すなわち途上国に対するロイヤリティーをどの程度認めるかについても，合意はなされていない。実際米国は，この公正かつ衡平な配分を認めると自国の産業界に大きな打撃を与える可能性があることから，いまだ生物多様性条約を批准していない。この配分をめぐっては，先進国と途上国で大きく意見が分かれている。(5) 途上国は遺伝子資源の貢献を考えれば，自国に対するロイヤリティーは十分大きなものでなくてはならないと考える。一方で，先進国企業は，途上国のロイヤリティーが十分低くとも，支払った研究・開発費用と時間，およびリスクの観点からは適切であるとする。

では，いったいどちらの立場が正しいのであろうか？　少なくとも次の点を考えることが出来る。もし，途上国の金銭的利益が過少であるならば，そもそも自然資本保全の利益は，機会費用を下回

---

(4)　第 1 条　この条約は，生物の多様性の保全，その構成要素の持続可能な利用及び遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分をこの条約の関係規定に従って実現することを目的とする。

第 15 条 7 項　締約国は，遺伝資源の研究及び開発の成果並びに商業的利用その他の利用から生ずる利益を当該遺伝資源の提供国である締約国と公正かつ衡平に配分するため，次条及び第十九条の規定に従い，必要な場合には第二十条及び第二十一条の規定に基づいて設ける資金供与の制度を通じ，適宜，立法上，行政上又は政策上の措置をとる。

第 8 条（j）自国の国内法令に従い，生物の多様性の保全及び持続可能な利用に関連する伝統的な生活様式を有する [先] 住民の社会及び地域社会の知識，工夫及び慣行を尊重し，保存し及び維持すること，そのような知識，工夫及び慣行を有する者の承認及び参加を得てそれらの一層広い適用を促進すること並びにそれらの利用がもたらす利益の衡平な配分を奨励すること。（日本語訳は，http://www.biodic.go.jp/biolaw/jo_hon.html より。なお本論では “indigenous” を先住民と訳した。）

(5)　ten Kate and Laird（1999），p.7 より。

り，保全が成立せずバイオプロスペクティングは行われないであろう。逆に，ロイヤリティーが過大であるならば，この場合は先進国企業は多大な投資とリスクを伴う研究開発を行おうとしないだろう。この場合も，やはりバイオプロスペクティングは行われない。したがって，バイオプロスペクティングが行われるためにロイヤリティーが取りうる範囲があり，その中に何らかの観点から望ましい水準が存在するはずである。本論で考察することは，まさにこの点に他ならない。

バイオプロスペクティングの既存の研究の多くは，分配の問題より，バイオプロスペクティングの他の重要な側面に焦点を当てて行われてきた。たとえば，新しい生産物の開発のための生物多様性の価値の研究では，Simpson, Sedjo and Reid（1996）が限界的に種が増加することの価値に焦点を当て，この価値が熱帯雨林の保全を奨励するほど十分高くはないことを示している。Costell and Ward（2006）もまた同様の結論を示している。これに対し，Rausser and Small（2000）は，数値シミュレーションで，遺伝子資源の中には，バイオプロスペクティングでの価値が保全に十分なインセンティブを与えうるものもあることを主張している。Craft and Simpson（2001）は，2 つの理論モデルを使用して，限界的種の増加の私的価値は小さくなるだろうが，社会的価値は大きくなる可能性を示唆した。

一方，Bhat（1999）は，バイオプロスペクティングにおける知的所有権の保護について検証し，利害関係者の間での協調的合意のもとでは，生物多様性の保全を促進する可能性があることを示した。Nunes and van den Bergh（2001）は，バイオプロスペクティングのもとで生物多様性の価値を評価する手法について分析した。Artuso（2002）は，利益配分の問題を確かに扱っているが，理論的枠組みの中での研究ではない。

本論は，先に述べたようにバイオプロスペクティングにおける金銭的利益の配分の問題を理論的に考察する。しかし，本論は，バイオプロスペクティングにおける公正かつ衡平性を定義しようとするものではない。その代わりに，バイオプロスペクティングが可能な経済において，パレート効率性，あるいは後に定める世界最適に基づけば，契約国の間の金銭的移転がどのように決定されるかを示す。そうすることにより，パレート効率性の観点からいかなる配分契約が選択されるべきかが示される。R&D 投資と熱帯雨林保全水準がパレート効率的であることが要求されるならば，公正かつ衡平性のとりうる範囲が明確となる。

本論では，先進国企業と途上国の 2 国が，途上国の保全する熱帯雨林にある遺伝子資源を用いて医薬品を開発する経済を考える。両国の契約では，2 つのタイプの金銭的支払が先進国から途上国に行われる。1 つは，途上国の熱帯雨林保全面積に応じて支払う前払いである。もう 1 つは，医薬品開発が成功したときに，支払われるロイヤリティーである。

このバイオプロスペクティングにおいて，コスタリカがそうであったように途上国は R&D に貢献することができる。たとえば，サンプルを森から採取し自国でスクリーニングをするなどである。つまり，この場合，途上国は R&D 投資の一部を負担することになる。この貢献において，途上国は

先に述べたように伝統的知識を利用することができる。伝統的知識は，途上国の先住民社会で代々受け継がれてきたものである。そしてそれは，薬品の発見において重要である。今日用いられている植物に基づく調合薬の多くは，民族植物学的アプローチ，すなわち，植物や他の遺伝子資源の性質についての人々の持つ知識を利用して薬品を発見しようとする手法から見出されているからである。(6)

以上の想定の下で，いかなる金銭的分配面での契約が効率性と両立するのかを検証する。効率性のもとでは，利益の配分は R&D への貢献率に応じて行われるべきである，という結論が導かれる。公正あるいは衡平性からは，利益配分率には，途上国が遺伝子資源を提供したこと，あるいは伝統的知識を利用したことが反映されるべきかもしれないが，効率性の観点からはこれは妥当ではない。

次節でモデルの説明が行われる。3 節では，金銭的移転システムについての分析がなされる。4 節で，結論が述べられる。

2　モデル

先進国と発展途上国（以下，途上国）の 2 つの国が存在する経済を考える。以下では，先進国を N, 途上国を S とする。先進国は最新の科学技術を有する国であり，また，途上国は，生物多様性に富んだ熱帯雨林を持つ国である。

S の有する熱帯雨林のもともとの面積を $\bar{L}$，保全面積を L とする。途上国は，熱帯雨林を牧場や農地に転換することができる。この転換面積を $A(=\bar{L}-L)$ とすると，その純便益は，

$$\mu = \mu(A), \mu' > 0, \mu'' < 0 \tag{1}$$

で表される。

一方，保全される熱帯雨林 L は，この途上国に直接あるいは間接的な経済的価値 V を生み出す。この関数を

$$V = V(L), V'(L) > 0, V''(L) < 0 \tag{2}$$

とする。熱帯雨林はまた，V には反映されない地球規模の環境価値を有している。この環境価値を $G(L)$ で表し，$G'(L) > 0$ および $G''(L) \leq 0$ の性質を満たすものとする。

先進国と途上国は，途上国の生物多様性を利用して，共同で医薬品の開発を行う。R を新薬開発のための R&D への支出とする。R&D の規模は先進国が決定するものとする。R は，熱帯雨林からの生物の収集，一次スクリーニング，単離や解析，2 次スクリーニング，構造解明，さらには臨床試験までのすべてのステージの費用を含んでいる。途上国の R&D に対する貢献率を β で表す。こ

（6）　ten Kate and Laird（1999), p.60。

の貢献率は形式的には $[0,1]$ の値が可能であるが，実質的には初期段階のみでしか貢献できない。費用の多くの部分は，先進国が支出する。したがって，ある $\bar{\beta}(<1)$ が存在して，

$$\beta \in [0, \bar{\beta}] \tag{3}$$

であるものとする。すなわち，途上国の貢献率には上限が存在する。以下では，β は当分の間定数として扱う。

一方，L を途上国がこのプロジェクトのために保全する熱帯雨林の面積とする。熱帯雨林の保全面積は，途上国が決定するものとする。

医薬品開発が商業的に成功する確率を $P(r,l)$ とする。ここで，

$$r = \lambda R, l = \gamma L, (\lambda, \gamma \geq 1) \tag{4}$$

である。λ, γ は，それぞれ R&D 投資と熱帯雨林保全の成功確率に与える効果を表す係数である。後に，λ, γ を伝統的知識と関連づける。この関数において，$P(0,l) = P(r,0) = 0$, $(r,l) > (0,0)$ に対して $P_r(\equiv \partial P(r,l)/\partial r) > 0$, $P_l(\equiv \partial P(r,l)/\partial l) > 0$, $P_{rr}(\equiv \partial^2 P(r,l)/\partial r^2) < 0$ および $P_{ll}(\equiv \partial^2 P(r,l)/\partial l^2) < 0$ とする。さらに，以下を仮定する。

$$P_{rr}P_{ll} - (P_{rl})^2 > 0 \tag{5}$$

したがって関数 P は厳密に凹である。

一方，新薬開発が商業的に成功したときの利潤を M とする。バイオプロスペクティングにおいて，先進国は途上国に対し，次の 2 つの所得移転を行う。1 つは，新薬開発が成功するか否かにかかわらず前もって支払うものである。この支払は前払金にあたるもので，熱帯雨林保全面積に比例するものとし，単位面積あたりの支払を α とする。もう 1 つは，新薬開発が成功した際に生じる利潤 M の配分で，ロイヤリティーにあたるものである。M の先進国，途上国の配分の比率をそれぞれ $\theta_N, \theta_S (\theta_N + \theta_S = 1)$ とする。

さて，以上のモデルでは，途上国の持つ先住民の伝統的知識の役割に触れなかった。先住民の伝統的知識は，医薬品開発に有用な生物を発見する確率を向上させ，R&D の効率を上げる。先住民は，病気の際の薬や，狩猟に使う毒などを自然の中から調達してきた。そうした生物や生物部位を知ることで，医薬品開発に有効な遺伝子資源の発見確率が大きく向上する。

上のモデルで，λ と γ が，伝統的知識に関連すると想定する。これらの係数は，下記のように，知識の有用性の水準および途上国の R&D に対する貢献率 β に依存する関数と想定する。すなわち，

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda(\beta, k), \\ \gamma &= \gamma(\beta, k), \end{aligned} \tag{6}$$

ここで $k(k \geq 0)$ が伝統的知識のバイオプロスペクティングでの有用性を表す。k が正であることが知識が有用であることとみなす。また，以下を仮定する。

$$\lambda(0,k) = \lambda(\beta,0) = \gamma(0,k) = \gamma(\beta,0) = 1, \tag{7}$$

さらに

$$\frac{\partial\lambda}{\partial k} > 0, \frac{\partial\gamma}{\partial k} > 0, (\text{if } \beta > 0) \text{ および } \frac{\partial\lambda}{\partial\beta} > 0, \frac{\partial\gamma}{\partial\beta} > 0, \ (\text{if } k > 0) \tag{8}$$

である。すなわち，途上国が R&D に貢献しない場合には，伝統的知識は用いられず，成功確率は変化しない。しかし，もし途上国が R&D に貢献するのであれば，高い有用性を持つ伝統的知識ほど，R&D の効果を高める。また，伝統的知識が有用であれば，途上国の R&D 貢献率が高いほど，やはり効果は高まるものと仮定する。

2.1　世界厚生と各国の純便益

世界厚生を W_G で表し，次のように定義する。

$$W_G = P(r,l)M - R + \mu(A) + V(L) + G(L) \tag{9}$$

ここで PM がバイオプロスペクティングによる期待利潤を表す。世界最適資源配分を，所与の β のもとで，(9) を最大化する (R,L) と定義する。これらは，

$$\begin{aligned} \lambda P_r M &= 1, \\ \gamma P_l M + V'(L) + G'(L) &= \mu'(A) \end{aligned} \tag{10}$$

を満たす。最適な (R,L) を (R^*,L^*) と記す。また，そこでの P_r, P_l を P_r^*, P_l^* で表す。

つぎに，先進国と途上国の純便益を定める。先進国の純便益 W_N は，

$$W_N = \theta_N P(\lambda R, \gamma L)M - (1-\beta)R - \alpha L \tag{11}$$

である。先進国は，自国の純便益を最大化するように R を決定する。従って，最適化条件は

$$P_r M = \frac{1-\beta}{\lambda\theta_N} \tag{12}$$

となる。途上国の純便益 W_S は，

$$W_S = \theta_S P(\lambda R, \gamma L)M + \alpha L + V(L) + \mu(A) - \beta R \tag{13}$$

と定義される。従って途上国は，W_S を最大化するように L を定める。最適化条件は，

$$\alpha = \mu'(A) - \gamma\theta_S P_l M - V'(L) \tag{14}$$

である。

2.2　世界最適を実現する所得移転システム

以上のもとで，世界最適を実現する所得移転システムはどのような性質を持つのであろうか。(β, k) を所与とする，そのようなシステムを $(\theta_N, \alpha; \beta, k)$ と書き表す。

以下に示すように，（10）は，いかなる (β, k) のもとでも，以下の (θ_N, α) を定めることでのみ実現される。

$$\theta_N = 1 - \beta \tag{15}$$

および

$$\alpha = \gamma\theta_N P_l^* M + G'(L^*) = \gamma(1-\beta)P_l^* M + G'(L^*) \tag{16}$$

もし，（10）が満たされているとしよう。すると，（12）より，簡単な計算から（15）が得られ，次に（14）より（16）が導かれる。

つぎに，（15）および（16）が成立しているとしよう。すると，明らかに（10）が成立する。

したがって次の命題が成り立つ。

命題 1　バイオプロスペクティングの所得移転システム $(\theta_N, \alpha; \beta, k)$ において，世界最適が実現されるための必要十分条件は $\theta_N = 1 - \beta$ すなわち $\theta_S = \beta$，および $\alpha = \gamma(1-\beta)P_l^* M + G'(L^*)$ である。

すなわち，途上国へのバイオプロスペクティングからの利潤の配分率 $\theta_S (= 1 - \theta_N)$ は，途上国の R&D への貢献率によってのみ決定される。この率は，したがって β の増加関数であるが，伝統的知識の有用性とはまったく関連を持たないことに注意しよう。この性質より，ただちに次の系が導かれる。

系 1　途上国が R&D に貢献しないならば，すなわち $\beta = 0$ であるならば，途上国への利潤の配分率はゼロである。すなわち，$\theta_S = 0$ である。

したがって，β が大きいほど，途上国は新薬開発が成功した場合の利潤を，多く配分されることになる。

本論での定義より，$k > 0$ ならば，R^* と L^* は，β に依存して変化する。 明らかに，世界厚生 W_G は，β が増加すれば上昇する。しかし，途上国の純便益 W_S はどうであろうか。命題 1 からは，W_S が増加するかどうかは，直ちに判断できない。 なぜならば，$\theta_S = \beta$ であり，$\theta_S PM$ は，β とともに増加する（P が β とともに増加するとすれば)。 しかし，$\alpha L(\equiv ((1-\theta_S)\gamma P_l L + G'(L))L)$ が増加するかどうかは不明である。この点を以下で見てみよう。

（10）を β で微分すると

$$
\begin{aligned}
(\lambda P_{rr}\frac{dR}{d\beta} + \gamma P_{rl}\frac{dL}{d\beta})\lambda M &= -(\lambda_\beta P_r + \lambda_\beta \lambda P_{rr} R + \lambda\gamma_\beta P_{rl} L)M \qquad (17)\\
(\gamma\lambda P_{rl}\frac{dR}{d\beta} + \gamma^2 P_{ll}\frac{dL}{d\beta})M + H''dL &= -(\gamma_\beta P_l + \gamma\lambda_\beta P_{rl} R + \gamma\gamma_\beta P_{ll} L)M
\end{aligned}
$$

が得られる。これより，

$$
\begin{aligned}
\frac{dR}{d\beta} &= -\frac{(\gamma^2 P_{ll} M + H'')(\lambda_\beta P_r + \lambda\lambda_\beta P_{rr} R) - \lambda\gamma P_{rl} M(\gamma_\beta P_l + \gamma\lambda_\beta P_{rl} R)}{\phi} M \qquad (18)\\
&\quad + \frac{H''\lambda\gamma_\beta P_{rl} L}{\phi} M\\
\frac{dL}{d\beta} &= -\frac{\lambda^2 P_{rr} M(\gamma_\beta P_l + \gamma\gamma_\beta P_{ll} L) - \lambda\gamma P_{rl} M(\lambda_\beta P_r + \lambda\gamma_\beta P_{rl} L)}{\phi} M
\end{aligned}
$$

が計算できる。ここで，

$$
\phi = \lambda^2\gamma^2 M^2 (P_{rr}P_{ll} - (P_{rl})^2) + \lambda^2 P_{rr} H'' > 0 \qquad (19)
$$

および

$$
H'' = V'' + \mu'' + G'' \qquad (20)
$$

である。(5) および V'', G'' と μ'' がすべて非負であることより，ϕ の符号は正である。しかし (18) より，$\frac{dR}{d\beta}$ と $\frac{dL}{d\beta}$ の符号は不明である。議論をより鮮明にするため，P に以下の仮定を置く。

$$
P_{rl} \geq 0, P_{rrr} \geq 0, P_{lll} \geq 0, G'' = 0 \qquad (21)
$$

すなわち，r と l の関係は補完的でない。また，P_r と P_l は凸関数で，G は L に関して線型である。(21) のもとでは,

$$
P_r + \lambda P_{rr} R \geq 0, P_l + \gamma P_{ll} L \geq 0 \qquad (22)
$$

が成立する。この性質を用いれば，以下が導かれる。

$$
\begin{aligned}
\frac{dR^*}{d\beta} &> 0 \qquad (23)\\
\frac{dL^*}{d\beta} &< 0
\end{aligned}
$$

上の性質を次の補助定理として提示する。

補助定理 1　伝統的知識が有用，すなわち $k > 0$ であるとしよう。すると，(21) のもとでは，途上国の R&D への貢献率が高いほど，最適な R&D 支出 R^* は増加する。これに対し，最適な熱帯雨林保全規模 L^* は減少する。すなわち，$\frac{dR^*}{d\beta} > 0$ および $\frac{dL^*}{d\beta} < 0$ である。

途上国の R&D への貢献率を上げることが，途上国の厚生に与える効果は，この補助定理を用いて導き出すことが出来る。

$$\frac{dW_S}{d\beta} = (PM - R) + \beta\lambda_\beta P_r RM + \beta\gamma_\beta P_l LM + L\frac{d\alpha}{d\beta} \tag{24}$$

ここで

$$\begin{aligned} L\frac{d\alpha}{d\beta} &= -\gamma P_l LM + (1-\beta)\gamma LM(\lambda P_{rl}\frac{dR}{d\beta} + \gamma P_{ll}\frac{dL}{d\beta} \\ &+ \lambda_\beta P_{rl} R) + (1-\beta)\gamma_\beta LM(P_l + \gamma P_{ll} L) + G'' L\frac{dL}{d\beta} \end{aligned} \tag{25}$$

補助定理 1 により $L\frac{d\alpha}{d\beta} > 0$ である。また，P が厳密に凹であることより，$PM - \gamma P_l LM - R > 0$ である。(7) よって，

$$\frac{dW_S}{d\beta} > 0 \tag{26}$$

となる。よって以下の命題が得られる。

命題 2　伝統的知識が有用，すなわち $k > 0$ であるとしよう。すると，(21) のもとでは，途上国の R&D への貢献率が高いほど，その純便益は増加する。すなわち，$\frac{dW_S}{d\beta} > 0$ である。よって，途上国はその R&D への貢献率を，最大値 $\bar{\beta}$ とすることで，自国の純便益を最大化する。

上の性質は，実は $k = 0$ のとき，すなわち $\lambda_\beta = \gamma_\beta = 1$ のときにも成立することが容易に示される。もっともこの場合，$\frac{dR}{d\beta} = \frac{dL}{d\beta} = 0$ である。したがって，途上国が伝統的知識を利用しようとも，あるいは利用せずとも，R&D への貢献率とともに，自国の純便益は増加するのである。

ここで，(β, k) のもとでの途上国の純便益を $W_S(\beta, k)$ で表す。$W_S(0, k) = W_S(0, 0)$ $(\forall k \geq 0)$ であるので，命題 2 より

$$W_S(\beta, k) > W_S(0, 0), \forall\ (\beta, k) >> (0, 0) \tag{27}$$

が成立する。$W_S(0, 0)$ は，途上国が伝統的知識を用いず，さらに R&D に貢献しない場合の自国の純便益である。以上を以下の系として示す。

---

(7)　(10) より $\lambda P_r MR = R$ である。したがって，$PM - \gamma P_l LM - R = (P - P_l(\gamma L) - P_r(\lambda R))M > 0$ である。

系 2　(21) を仮定する。すると，途上国の純便益は，伝統的知識を用いて R&D に貢献することにより上昇する。

したがって，途上国は R&D に出来る限り貢献することが，自国の利益を高めることにつながる。すなわち，最大貢献率 $\bar{\beta}$ をとることで，途上国の純便益は最大化される。またそうすることで世界の純便益も上昇する。われわれの結論は，したがって，途上国は R&D への貢献率を最大化し，その率でロイヤリティー率を決定することが，望ましいということになる。

3　おわりに

本論は，効率的なバイオプロスペクティングの契約下では，先進国から途上国への金銭的利益配分システムがいかなるものになるのかを検証した。

生物多様性条約にある「公正かつ衡平」の意味するところが，利潤の均等な配分であるならば，本論の結論は，そうした配分は効率性と相反するものであることを意味する。効率的な利潤配分とは，R&D への貢献に応じて決定されるものである。実際，貢献率と配分率は等しくなることが示された。すなわち，配分率は，遺伝子資源を提供したかどうか，あるいは伝統的知識が有用であったかどうかに関わらず，R&D の費用をどれだけ負担するかのみに依存している。

われわれの分析では，途上国の R&D に対する貢献率には上限 $\bar{\beta}$ があると仮定されている。この値は，どの程度のものなのであろうか。ten Kate and Laird（1999）によれば，米国では新薬開発のための R&D において，37 %が発見に関連する研究に支出され，残りの 63 %が開発段階で支出される[(8)]。途上国の R&D への貢献は，発見に関わる研究の一部に限られると見てよいから $\bar{\beta}$ は十分に低いだろう。

本論の議論は，バイオ技術の移転のような非金銭的利益を考慮したものではなかった。また，大学や植物園，研究所のような非営利的に行動する，バイオプロスペクティングにおける重要な主体を含んでいない。こうした活動を含めた考察はのちに行いたい。

（経済学部教授）

参　照　文　献

Artuso, A. (2002), “Bioprospecting, benefit sharing, and biotechnological capacity building”, *World Development* 30, No.8, 1355–68.

---

(8)　ten Kate and Laird（1999), p. 47。

Bhat, M. G.(1999), "On biodiversity access, intellectual property rights, and conservation". *Ecological Economics* 29, 391–403.

Costello, C. and M. Ward (2006), "Search, bioprospecting and biodiversity conservation", *Journal of Environmental Economics and Management* 52, 615–26.

Craft, A. B. and R. D. Simpson (2001), "The value of biodiversity in pharmaceutical research with differentiated products". *Environmental and Resource Economics* 18, 1–17.

Merson, J. (2000), "Bio-prospecting or Bio-piracy: intellectual property rights and biodiversity in a colonial and postcolonial context", *Osiris*, 2nd Series, vol. 15, Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise, pp. 282–296.

Nunes, P. A. L. D. and J. C. J. M. van den Bergh (2001), "Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?", *Ecological Economics* 39, 203–222.

Rausser, G. C. and A. A. Small (2000), "Valuing research leads: Bioprospecting and the conservation of genetic resources", *Journal of Political Economy* 108, 173–206.

Simpson, R. D., R. A. Sedjo and J. W. Reid (1996), "Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research", *Journal of Political Economy* 104, 163–85.

ten Kate, K. T. and S. A Laird (1999), *The commercial Use of Biodiversity*, Earthscan.