

平成 29 年度 環境経済の政策研究
(遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及び
その生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究)
研究報告書

平成 30 年 3 月

慶應義塾大学

甲南大学

滋賀大学

立命館大学

三菱UFJリサーチ&コンサルティング

目次

サマリー	2
I. 研究計画・成果の概要等	7
1. 研究の背景と目的	7
2. 3年間の研究計画及び実施方法	7
3. 3年間の研究実施体制	15
4. 本研究で目指す成果	15
5. 研究成果による環境政策への貢献	15
II. 平成 29 年度の研究計画および研究状況と成果	17
1. 平成 29 年度の研究計画	17
2-1. 平成 29 年度の研究状況および成果（概要）	19
2-2. 3年間の研究を通じて得られた成果（概要）	29
3. 対外発表等の実施状況	32
4. 平成 29 年度の研究状況と成果（詳細）	35
(1) 経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究	35
① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討	35
② 遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証	59
(2) PIC 等導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査	72
① 遺伝資源の利用に関する企業分析	72
② PIC 導入に関する企業分析	89
(3) 日本での PIC 等導入による便益・費用面での評価	92
① 企業アンケートによる推計	92
② PIC 導入の便益の評価	94
③ 国内 ABS 事例形成調査	107
(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価	119
① 遺伝資源利用の利益配分についての理論的分析： 共同利益配分システムの生物多様性保全に与える効果	119
② レジリエンスとの関係性の検討	127
III. 添付資料	151
1. 「遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証」（大沼）添付資料	
2. 「遺伝資源の利用に関する企業分析」（田中）添付資料	
3. 「PIC 導入の便益の評価」（柘植）添付資料	
4. 「国内 ABS 事例形成調査」（菌）添付資料	
5. 「レジリエンスとの関係性の検討」（上原・柘植・大沼）添付資料	

サマリー

(1) Method to evaluate the economic benefits (monetary and non-monetary benefits)

経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究

< 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討 >

We have tried to analyze the innovation based on the diversity of genetic resources and the role of economic policies (ex.yogurt, anti-cholesterol medicine, rice). Innovation would accelerate a demand of new goods and cost reduction. Our empirical analysis indicate that 1)the economic effects of innovation should depend on government's economic policies , 2) those effects should be expanded largely through interindustry transactions, 3) the improvement of rice varieties not only increases demand but also productivity improvement greatly, and environmental value by maintaining paddy fields is large.

本研究は我が国における遺伝資源の多様性を活用した技術革新と政策の役割について、ヨーグルト、高脂血症薬、コメを事例とした実証研究をおこなった。技術革新は新製品登場による需要拡大と生産性向上を生むが、取引データを分析した結果、その経済効果が政策（トクホ制度、薬価制度、減反政策）に大きく左右されること、技術革新の効果は市場取引を通じてマクロ経済に大きな波及効果をもつこと、コメの品種改良は需要拡大だけでなく生産性向上も大きく、さらに水田維持による環境価値が大きいことが明らかになった。

< 遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証研究成果要旨 >

This study aims to evaluate economic value of genetic resources in Japan in particular in the area of pharmaceutical development, being based on the formulas provided by Simpson et al. (1996; SSR) and Rausser and Small (2000). The study adds to the SSR formula some factors reflecting PIC in Nagoya protocol and tries to evaluate the parameters in the formula. To derive the economic value, several times of interviews were conducted to the researchers working for developing pharmaceutical products. In addition, we also conducted the survey to collect information regarding the use and monetary aspects of genetic resources in Japanese pharmaceutical industry. Based on the information gained by these studies and the existing publications, we derive the value as some 24.06 million yen.

本研究では、Simpson et al. (1996: SSR)と Rausser and Small (2000)などが議論してきた、遺伝資源を医薬品開発に利用するという想定の下で導出した経済価値の式を用いて日本の医薬品利用における遺伝資源の経済価値を推定する方向で進めている。本研究では、SSR 式に名古屋議定書での PIC（事前の情報に基づく同意）の要素を盛り込み、パラメータを推定することで、価値を導出する。

この目的のために、医薬品産業研究者へのインタビューを行った。また、創薬を行っている企業にアンケートをとった。これらで得られた情報と既存の医薬品産業に関する公刊物にもとづいて、経済的価値を 2406 万 4344 円と導出した。

(2) Forecasting study on effects over utilization of genetic resources by introduction of PIC systems.

PIC 等導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

< 遺伝資源の利用に関する企業分析 >

This study investigated a relative importance of policy alternatives for promoting the use of genetic resources. Our results of best-worst scaling show that firms prefer public financial support for R&D and information provision related to acquisition and use of genetic resources. This study also investigated how genetic resource uses affect firm's economic and environmental performance. We compare firms using and not using genetic resources using the propensity score matching. Our results find significant differences in an economic indicator (ordinary profit per employee) and five environmental indicators (environmental auditing, carbon offset, biodiversity conservation, green purchase, and eco fund).

本研究では、企業を対象としたアンケート調査により遺伝資源利用の普及促進のための重要な施策の評価と、遺伝資源利用の有無が企業の業績および環境 CSR 行動に与える影響を定量化した。ベスト・ワースト・スケーリングによる分析の結果、多くの企業は遺伝資源利用を促進する施策として、技術開発および商品化への公的な財政支援と、遺伝資源利用に関する情報提供を重要視することが示された。また、傾向スコアマッチングにより遺伝資源の利用企業と非利用企業を比較した結果、1人あたり経常利益および5種類の環境 CSR 行動（環境監査、カーボン・オフセット、生物多様性保全、グリーン調達、エコファンド）について、有意な差異が存在することが示された。

(3) Evaluation of benefits and costs caused by introduction of PIC.

日本での PIC 等導入による便益・費用面での評価

< PIC 導入の便益の評価 >

It is useful to evaluate and compare the costs and benefits of introducing the Prior Informed Consent (PIC) to examine whether to introduce the PIC from the view point of economics. In order to do it, we conducted a questionnaire survey to evaluate the benefits of introducing the PIC based on the preferences of citizens who receive the benefits. Conjoint analysis was used to estimate the willingness to pay for the expansion of the area where a healthy ecosystem is maintained and the increase of the probability of commercializing products made from genetic resources. The results showed that as these increase, willingness to pay also increases, however the degree of increase diminishes. If the expansion of the area where a healthy ecosystem is maintained and the increase of the probability of commercializing products made from genetic resources actually occurs due to the introduction of the PIC system, the introduction of the PIC system would benefit the citizens.

In addition, we investigated relative importance of various ecosystem functions (ecosystem services) for general public using best-worst scaling. The result indicated that "function to supply genetic resources used for drug development and breed improvement" is evaluated as important as "function to supply food such as fish and mushrooms and to supply raw materials such as paper and wood".

PIC 制度導入の是非を経済学的に検討するためには、PIC 制度導入の費用と便益を評価し、比較することが有益である。そこで、日本が PIC 制度を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価するためのアンケート調査を実施した。

コンジョイント分析を用いた分析により、「健全な生態系が維持される面積」の拡大と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の向上に対する支払意思額を推定した結果、これらに対する評価は非線形であり、これらが増加するにしたがって支払意思額も増加するが、増加の程度は低減することが明らかとなった。PIC 制度導入により実際にこれらの効果が発生するのであれば、PIC 制度の導入は市民に便益をもたらすと考えられる。

また、ベスト・ワースト・スケーリングを用いて生態系の機能（生態系サービス）の相対評価を行った結果、「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」は、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」とほぼ同程度に評価されることが明らかとなった。

< 国内 ABS 事例形成調査 >

遺伝資源に係る本研究を進める上で、既存の国内事例やデータが不足していることが課題である。長崎県対馬市を対象として、地域における仮想的な ABS の仕組みの設定に基づき、その実現性や影響・効果等について、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の多角的観点から評価検討した。ABS の考え方を地域ブランド形成に活用するなど、効果的に実践することができれば遺伝資源の保全と利用の好循環を形成できる可能性が示唆された。

In order to progress the research project regarding genetic resources, the lack of existing domestic ABS cases and data is a challenge. This study, focusing on Tsushima city (Nagasaki prefecture) as a model area, examines and evaluates the feasibility and effects of several set hypothetical local ABS systems from the multiple viewpoint of local government, residents, and providers and users of genetic resources. If ABS concept is effectively practiced, such as utilizing ABS to the local brand building, it indicates the possibility of formulating a virtuous cycle of conservation and utilization of genetic resources.

(4) Impact of the economic value of genetic resources use on biodiversity conservation 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

< 遺伝資源利用の利益配分についての理論的分析：共同利益配分システムの生物多様性保全に与える効果 >

The argument over benefits sharing (BS) in the context of the CBD centers on a bilateral BS between user and provider countries. A multilateral BS, however, has also attracted an attention after it was included in the Nagoya protocol in 2010. Multilateral BS is already implemented in International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. This study examines a new benefit-sharing system named “cooperative benefits sharing system” based on the characteristics that the multilateral system, which is developed from the study implemented last year, in that some assumptions are relaxed. Under some assumptions, it is shown that the optimal preservation area of ecosystem increases in each provider.

生物多様性条約の利益配分に関する議論では、これまで想定されてきた提供国と利用国のバイラテラル（一対一）の利益配分システムを議論することが中心だった。しかし、利益を多国間で配分するシステムも、国際交渉の場で議論されつつある。これは、名古屋議定書で、その可能性が盛り込まれたことを、一つの端緒としている。さらに、多国間利益配分システムは、「食料及び農業のための植物遺伝資源に関する国際条約」（International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture）において、すでに実現されている。本研究では、この多国間利益配分システムの特徴に基づく、「共同利益配分システム」という新たな利益配分システムを理論的に考察する。これは、昨年度行った研究を、用いた仮定のいくつかをより現実に沿ったものに緩めることで発展させたものである。いくつかの条件のもとでは、このシステムでは、提供国（提供地域）の最適生態系保護面積が増大することが示された。

< レジリエンスとの関係性の検討 >

本研究では遺伝資源保全の観点からレジリエンスの重要性を検討した。遺伝資源は生態系のどの部分が、またいつ重要になるかわからないという点で特徴的である。そのため、特定の部分、機能、プロセスをターゲットとすることは困難であり、したがって、生態系自体を維持する必要がある。

これまで、レジリエンス・アプローチは遺伝資源の供給源としての生態系の生物多様性を維持する効果的な管理手法であることが明らかとなってきた。

本研究では二つの要素、遺伝資源供給を確実なものにするための生態系の維持、そして遺伝資源から得られる限界的な便益の増加により構成される遺伝資源の経済価値を推計するため、仮想評価法を用いて支払意思額を推計した。加えて、他の生態系サービスとの相対的な重要性、そしてレジリエンスを重視する背景にある人間価値（あるいは同期）という二つの異なる指標を使ってレジリエンスを測定した。

事例として、海洋遺伝資源のホットスポット、また人為的ストレスにさらされている沖縄のサンゴ礁生態系を選定した。サンゴ礁生態系は環境省の重要な管理対象の一つでもある。

海洋保護区を設定したと仮定した場合の支払意思額は、沖縄在住の回答者については634円(中央値)、2,998円(平均値)、それ以外の日本在住の回答者については480円(中央値)、3,082円(平均値)であった。したがって、居住地に関わらず、遺伝資源を保全するためのレジリエンスを高める海洋保護区が支持されていると考えられる。人間価値の分析の結果からは「家族や近隣住民のため」、「人類のため、自然のため」、「敬意をもって行動すること」、「環境への影響を最小限にとどめること」、「地元の慣習や伝統を尊重」がレジリエンスを重要とする回答と関連していることが明らかとなった。ほかの生態系サービスとの関係では、「遺伝資源を保全するレジリエントな生態系」が「豊かな漁場」と「自然防波堤」とともに高く評価された。

This study investigated the importance of resilience in light of the conservation of genetic resources. Genetic resources are unique in the sense that we do not know what part of an ecosystem becomes critical as a source of genetic resources and when. It makes difficult to target a particular component, function or process of an ecosystem. It is therefore the ecosystem as a whole system that we need to maintain. Resilience approach has been proved to be effective as a management approach to maintain an ecosystem that keeps biodiversity as a source of genetic resources. This study estimated the economic values of resilience that comprise two components: maintenance of ecosystems which ensure the provisioning of genetic resources, and marginal increases in benefits obtained from genetic resources. We applied contingent valuation method to estimate the willingness to pay (WTP) for resilience. Along with the economic valuation, we assessed resilience using two different measures: relative importance among other ecosystem services and human values (or motivations) behind valuing resilience. Coral reefs in Okinawa were chosen as a study site since coral reefs are considered to be a hotspot for marine genetic resources and face anthropocentric stresses. They are also vital management target for the Ministry of the Environment Government of Japan. The WTP for resilience raised by demarcating a marine protected area in coral reef ecosystems was estimated at 634JPY (median) and 2,998JPY (mean) for respondents living in Okinawa, and 480JPY (median) and 3,082JPY (mean) for respondents living outside. This indicates that the preservation of marine genetic resources due to higher resilience was valued by both residents. The assessment of human values behind resilience revealed that value of resilience is associated with “For family and neighbors,” “For human beings; For nature,” “Behaving respectfully,” “Minimizing environmental impact,” “Respect for local customs and traditions.” In relation to other coral reef ecosystem services, the assessment revealed that “Resilient ecosystems conserving genetic resources” is highly valued along with “Affluent fishing grounds,” and “Natural breakwaters.”

I. 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

2014年10月に生物多様性条約名古屋議定書が発効し、今後、国際的にも条約及び議定書に沿った遺伝資源の経済的利用が促進されることが期待されている。わが国でも名古屋議定書の批准に向け、特に議定書義務である提供国法規制遵守を中心に国内措置の検討が進みつつあるが、併せて、事前の情報に基づく同意（PIC）を導入するかどうかも看過できない論点となっている。

一方、従来の遺伝資源利用に関する経済学的研究は、(1)遺伝資源の経済的価値(2)利用国と提供国間での金銭的利益配分の形態(3)生物多様性保全に対する貢献が主たるものであり、国内遺伝資源管理（PICその他制度等）の観点に立った経済学的研究は申請者の知る限り存在しない。こうした背景のもと、PICの効果・影響についての経済学的研究は、必要性の高いものである。

(2) 研究の目的

日本でのPICその他制度等の導入の判断が経済的に説得力を持つものとするために、導入によって発生する社会的費用・便益についての評価、およびその評価に資する研究を行うことが目的である。また、日本での遺伝資源利用と利益配分の状況についてより正確に把握する。

この目的のために、まず、遺伝資源利用による利益を産業の利益および消費者の便益の点で評価する手法の研究を行う。さらに、日本の遺伝資源利用の現状を調べ、日本でのPIC等の導入により、遺伝資源利用がいかなる影響を受けるか、及びその影響を通じて、上記の手法に基づき産業利益と消費者便益がどのように変化するかを評価する。また、日本で遺伝資源利用に伴いどのような非金銭的便益が生じているのか、さらに、PIC等の導入により生じる便益についても整理し評価を行う。最後に、遺伝資源利用による利益が示されることで日本の生物多様性保全にどのような効果を持つのかを評価する。

2. 3年間の研究計画及び実施方法

(1) 研究項目

2015年度から2017年度にかけて3年間に実施する計画の研究項目は下記の通りである。

- (i) 日本における遺伝資源利用の調査研究（2015年度）
 - (ii) (i)をもとにした経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究（2015～16年度）
 - (iii) PIC導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査（2016年度）
 - (iv) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価（2016年度）
 - (v) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価（2015～17年度）
- ※横断的事項を(vi)とする。

各年度の研究計画及び実施方法は(2)～(4)に示す通りである。なお、文中括弧書きで示す研究者名は該当箇所の研究分担者であり、研究代表者である大沼が総括を行う。

(2) 2015 年度

① 「(i) 日本における遺伝資源利用の調査研究」について

学術及び産業における遺伝資源等（特に国内の遺伝資源等）の取得及び利用と遺伝資源等の利用により生ずる金銭的、非金銭的利益の実態について、既存の関連委託調査事業の成果等を参照しつつ、適宜インタビュー又は専門家招聘による研究会等を実施することで把握し、遺伝資源等の利用により生ずる経済的価値について基礎的な概念の整理検討を行う。((i)-①：全員)

また、検討に際しては、我が国の事情や特性を踏まえた ABS (Access and Benefit-Sharing：遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分) や遺伝資源管理の可能性を念頭に置く。((i)-②：田中・藺・大沼)

実態調査を踏まえつつ併行して、2016~2017 年度において国内特定地域で ABS に係るパイロットプロジェクトを形成し、PIC 等の遺伝資源管理の導入や遺伝資源提供者に対する利益配分による保全等の貢献を検証 ((iv) (v) 関連) することが可能か、対象地域や実施可能性等を検討するための ABS 事例形成調査を行う。候補となり得る国内特定地域 2 ヶ所程度（長崎県、沖縄県を想定するが候補地域関係者の反応や環境省との協議に基づき適宜変更する）について、日本や当該地域の事情・特性を念頭に置いた ABS スキームとなるよう、適宜当該地域等の関係者等と意見交換・協議を行い、実施可能と認められる場合には 2016 年度からのパイロットプロジェクト試行の調整・準備を行う。((i)-③：藺・田中・上原・大沼)

② 「(ii) 経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究」について

(i) の実態調査に基づきながら、産業および消費者の遺伝資源利用による利益の評価を行う。医薬品や食品など遺伝資源を利用した財は、社会に大きな利益をもたらしていると考えられる。市場での販売を通して、開発した企業の利益（生産者余剰）となる部分の他に、利用した消費者の便益（消費者余剰）や、現段階ではその財を消費していないが、将来利用する可能性がある潜在的な消費者の便益（安心感など）もある。遺伝資源が社会にもたらす利益を計測するうえで、これら消費者（潜在的消費者を含む）が得る便益の計測は重要な課題である。2015 年度は消費者側の分析を行い、生産者側の分析については 2016 年度以降の本格的な検討の準備を行う。

○生産者側

企業の創薬分野での研究開発 (R&D) と国内遺伝資源の利用状況の関係性に着目し、企業単位のパネルデータによる定量分析も行う。研究初年度は、まず各企業の R&D 状況について総務省「科学技術研究調査」による個票データを収集し、分析に必要な情報の整備をおこなう。((ii)-①：田中・柘植)

○消費者側

潜在的な消費者の行動は市場では見えないため、市場データによる分析が不可能であることから、潜在的な消費者を含む一般市民に対して、遺伝資源を利用した財に対する選好を把握するためのアンケート調査を実施する。200 サンプル程度の予備調査で調査票の設計不備を確認した上で、1,000 サンプル程度の本調査を実施する。アンケートでは、遺伝資源を利用した財から得ら

れる利益の一部が、その遺伝資源の生息地保護に使用されるケースと、そうでないケースで、財に対する支払意志額（WTP）が異なるかを検証する。利益の一部が遺伝資源保護に利用されることで財に対する WTP が上昇するのであれば、そのような制度は一般市民から支持を得ると判断することができる。2015 年度は予備調査の分析を行い、2016 年度に本調査の分析を行う。((ii) -②：柘植・田中・菌・大沼)

③「(v) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価」について

遺伝資源を利用して開発された医薬品により多くの人が救われていることや、将来、生態系から有益な遺伝資源が発見される可能性があること、開発等により生態系を失うと、同時に将来の遺伝資源利用の可能性も失ってしまうことなどについて認識することで、市民の生態系保全に対する意識が向上する可能性があると考えられる。このことを検証するため、一般市民の生態系保全に対する WTP を仮想評価法（CVM）等の手法により計測するためのアンケート調査を実施する。200 サンプル程度の予備調査で調査票の設計不備を確認した上で、1,000 サンプル程度の本調査を実施する。アンケートでは、遺伝資源利用に関する情報を与えた場合と与えない場合で、生態系保全に対する WTP が異なるかを検証する。これにより、遺伝資源利用に関する情報が、人々の生態系保全意識を向上させるかを明らかにする。2015 年度は予備調査の分析を行い、2016 年度に本調査の分析を行う。((v) -①：柘植・田中・菌・大沼)

市民は、有用な遺伝資源が発見される可能性が低い生態系よりも、その確率が高い生態系をより高く評価することが予想される。このことを検証するため、有用な遺伝資源が発見される可能性が、一般市民の生態系保全に対する意識に与える影響を分析するためのアンケート調査を実施する。調査は 2,000 サンプル程度の規模で実施する。アンケートでは、保護区の設定が検討されているという想定のもと、保全される動植物の種類と個体数、保護区の設定による世帯年収への影響、そして、有用な遺伝資源が発見される可能性が異なる保護区の設定案の中から、どの案が望ましいかを尋ねることで、有用な遺伝資源が発見される可能性が、保護区の設定に関する選好にどのような影響を与えるかを明らかにする。(v) -①：柘植・田中・菌・大沼)

(2) 2016 年度

①「(ii) 経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究」について

○生産者側

企業の利益の一部は市場データに基づき計測される。ただし、遺伝資源の代替生産要素による生産が可能な財は、このケースでの費用を推定することにより、遺伝資源利用により節減される費用を計測する必要がある。市場データが存在しない場合は、生産者にインタビューを行うことで、費用差を計算する。さらに、遺伝資源を利用している部門（農業、種子、園芸品、食品、化学製品、医薬品）は直接利用されるだけでなく、他の多くの産業で加工されることによる 2 次利用も考えると幅広く利便性を享受している。本研究では、産業連関分析により、その最終帰着額を評価する。((ii) -④：河井・森・菌・大沼)

②「(iii) PIC 導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査」について

国内の学術及び産業界における遺伝資源等の取得及び利用の現状を踏まえ、名古屋議定書の国

内措置（特に国内遺伝資源管理に係る措置）の要否及び措置・政策のオプションを、法的観点及び利用者の受容性等の観点から検討・評価するとともに、国内遺伝資源管理制度の導入や措置・政策オプションに応じた影響を分析する。((iii)-①：菌・大沼)

医薬品産業における企業の R&D データに、各企業の遺伝資源の利用状況や関連特許取得状況などを組み合わせ、天然物創薬・化粧品開発における R&D が、国内の遺伝資源利用状況にどの程度影響されているかを推計する。遺伝資源に非代替的生産要素がないケースでは、国内措置導入により、(a)遺伝資源利用を停止する、(b)増加する取引費用を受け入れ利用を継続する、の 2 つのケースが考えられる。そこで、企業を対象とした聞き取り・アンケート調査により、国内措置を導入した場合の遺伝資源利用や R&D 水準に与える影響を推測する。((iii)-①：柘植・田中・森)

また、企業の創薬分野での研究開発 (R&D) と国内遺伝資源の利用状況の関係性に着目し、企業単位のパネルデータによる定量分析も行う。ここでは、各企業の R&D について総務省「科学技術研究調査」による個票データを利用する。この個票データに各企業の属性や遺伝資源の利用状況、関連特許取得状況などを組み合わせ、創薬活動における R&D 水準が、国内の遺伝資源利用にどの程度規定されているかを推計する。また、アンケート調査を用いて、国内措置による PIC の導入が、企業の遺伝資源の利用や R&D 水準に与える影響についての予測も行う。((iii)-②：田中・柘植)

③「(iv) 日本での PIC 導入による便益・費用面での評価」について

上記(a)のケースでは、逸失利益を企業の観点からの国内措置導入の費用と見なすことが出来る。また、(b)のケースでは、企業に国内措置の受入補償額 (WTA) を回答してもらうことで取引費用を定量的に計測することが出来る。((iv)-①：柘植・田中・菌・大沼)

一方で、日本が PIC を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価する。企業の取引費用の増加分が製品価格に転嫁されるとの想定のもと、国内の遺伝資源や生息地である自然環境の保護のために受け入れられる製品価格の上昇額 (WTP) を CVM などにより計測する。((iv)-②：柘植・田中)

また、2015 年度においてパイロットプロジェクトの実施可能性の検討が前進したことを踏まえ、試行の実現に向けた検討・調整を継続する。その結果、試行を実現できる場合には、当該プロジェクトの運営をコーディネートし、試行を支援する (パイロットプロジェクト試行を実施する場合は 2016~2017 年度の 2 ヶ年度に渡り実施する)。その上で、当該試行の内容と範囲に応じ、当該プロジェクトにおける遺伝資源の提供状況、当該遺伝資源の利用により生ずる金銭的利益と提供者に対する利益配分の規模、提供者に配分される非金銭的利益の形態、提供者が遺伝資源アクセス管理や保全活動のために負担することとなるコスト、当該スキームにおいて PIC を導入する場合のコストとベネフィット等について、定量的又は定性的な検証を行う。その際、実施可能であれば当該地域の住民・関係者等による地域の遺伝資源や生物多様性保全に対する意識の変化や、企業・大学等によるスキームの利用意向等を可能な限り把握し、どの程度、遺伝資源の取得・利用と利益配分の促進及び生物多様性保全につながるかも評価する。なお、本格的なパイロットプロジェクトの実施が難しい場合には、仮想的な ABS スキームを設定し、関係者へのヒアリング等により代替する方法なども考慮する。((iv)-④：菌・上原・田中・柘植・大沼)

最後に、国内措置が、遺伝資源の提供地域における利用者による非金銭的利益の創出を通して、提供地域の生物多様性保全や活性化にもつながる仕組みを検討する。上記パイロットプロジェクトが当該検討に適合する場合には、当該プロジェクトを活用した評価を行う。なお、このような保全的取り組みは、企業の社会的責任（CSR）の一環として、国内外ですでに多くの事例が存在する。こうした関連事例を参考としながら、利用企業の CSR、提供地域の生物多様性保全・地域活性化にむけた PIC の役割を検討し、具体的な制度設計・政策を検討する。((iv) -⑤： 藺・田中・大沼)

④ 「(ii) (iii) (iv) (v)」について（横断：理論的枠組に基づく経済評価とレジリエンス）

2016 年度は、2015 年度に行ったバイオプロスペクティングのレビューと PIC を含めた展開に基づき、国内での遺伝資源の経済的評価を試みる。これは、Simpson 他（1996）が行った方法に沿ったもので、厳密性には欠けるものの、簡便な方法で評価を行うことが出来る。入手可能な情報と生産者への調査を通して得られた情報に基づきながら、評価を試みる。また、あわせて利益配分について、理論分析によって、利益配分の形態の差異により提供者に与えられる異なる効果について分析を進める。((vi) -①： 大沼・上原)

また、レジリエンスについては、2015 年度は、先行研究レビューにより、遺伝資源、生物多様性、レジリエンス、そして経済評価の関係を整理した。2016 年度はその成果を踏まえ、遺伝資源の持続的な供給可能性につながる生態系のレジリエンスの構築（言い換えれば生物多様性の保全）の経済評価にかかる手法の確立を目指す。具体的には、生物多様性と生態系サービスの概念と親和性が高いポートフォリオ理論や、市場で取引されない財の経済評価を行う選好表明法の適用を検討する。事例はレジリエンスの概念が普及しており、また豊富な遺伝資源を有すると考えられるサンゴ礁を検討対象とする。((vi) -②： 上原・大沼)

(3) 2017 年度

① 「(v) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価」について

以下の 2 点から評価を行う。

<1> 過去に利用された遺伝資源とそれらを取り巻く生態系の状況から、遺伝資源利用における生態系保全の重要性を考える。本研究では、過去に創薬発見につながった遺伝資源を整理し、それらの位置情報を利用することで、有用な遺伝資源が含まれる生態系の保全状況を空間データ化する。このデータに経済的・地理的・生態的情報を重ねることで、人間の経済活動（商業開発・宅地造成など）により生態系が攪乱され、遺伝資源を利用できなかったかもしれない確率をベイズ空間離散選択モデルにより推計する。この攪乱確率と、遺伝資源利用の利益（創薬による利益のうち遺伝資源に帰せられる部分）を組み合わせることで、生態系を保全しないことによる潜在的な逸失利益を数値化する。この遺伝資源利用の利益は、(ii) の経済的利益における研究成果を参考とする。本研究から、遺伝資源利用の面で特に保全を要する生態系を特定するとともに、その保全における費用対効果の高い政策オプションの提案をおこなう。((v) -②： 田中・柘植・大沼・藺)

<2> パイロットプロジェクトの試行又は代替研究が実現した場合には、2016 年度に引き続き当該パイロットプロジェクト等を支援しながら、定量的又は定性的な実証的検証に基づく検討

を行い、提供者に対する利益配分により実際に保全に充当できる資金やその他の便益を検証することで、利益配分の奨励措置や PIC 制度の導入により保全インセンティブが働くかどうかを評価する。((v) -③：藺・田中・上原・大沼)

(4) 研究計画行程概要表

2015 年度	7月-1月	<ul style="list-style-type: none"> ・学術及び産業における遺伝資源等（特に国内の遺伝資源等）の取得及び利用と遺伝資源等の利用により生ずる金銭的、非金銭的利益の実態について、文献調査、インタビュー、研究会等を行い、遺伝資源等の利用により生ずる経済的価値について基礎的な概念の整理検討を行う。((i)-①) ・2016～2017年度において国内特定地域でABSに係るパイロットプロジェクトを形成し、PIC等の遺伝資源管理の導入や遺伝資源提供者に対する利益配分による保全等の貢献を検証することが可能か調査・検討を行う。((i)-③) ・企業の創薬分野でのR&Dと国内遺伝資源の利用状況の関係に関する分析を行うためのデータの整備を行う。((ii)-①) ・遺伝資源を利用した財に対するWTPを消費者へのアンケートにより計測する。((ii)-②) ・遺伝資源利用による利益に関する情報が人々の生態系保全意識を向上させるかを分析するためのアンケートを実施する。((v)-①) ・市民は有用な遺伝資源が発見される可能性が高い生態系をより高く評価するかを検証するためのアンケートを実施する。((v)-②)
	2月-3月	1年目の報告書作成
2016 年度	4月-8月	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝資源利用により節減される費用を市場データや生産者へのインタビューにより計測するとともに、産業連関分析によりその最終帰着額を推計する。((ii)-④) ・名古屋議定書の国内措置（特に国内遺伝資源管理に係る措置）の可否及び措置・政策のオプションを、法的観点及び利用者の受容性等の観点から検討・評価するとともに、国内遺伝資源管理制度の導入や措置・政策オプションに応じた社会経済影響を分析する。((iii)-①) ・国内措置を導入した場合の遺伝資源利用やR&D水準に与える影響を推測するためのアンケートを実施する。((iii)-②) ・創薬活動におけるR&D水準が、国内の遺伝資源利用にどの程度規定されているかを、企業単位のパネルデータを用いて推計する。((iii)-③) ・国内措置導入により、遺伝資源利用を停止する企業の逸失利益や、増加する取引費用を受け入れ利用を継続する企業のWTAをアンケートで調査する。((iv)-①)

	9月-1月	<ul style="list-style-type: none"> ・ PICを導入することで得られる便益を、市民を対象としたアンケートにより評価する。((iv)-②) ・ 実施可能な場合には、パイロットプロジェクトを試行し、定量的又は定性的な検証を行う。パイロットプロジェクトの実施が難しい場合には、仮想的な ABS スキームを設定し、関係者へのヒアリング等により代替する((iv)-③) ・ 国内措置が非金銭的利益の創出を通して、提供地域の多様性保全、活性化にもつながる仕組みを検討する。((iv)-④) ・ Simpson 他(1996)の方法に沿って国内での遺伝資源の経済的評価を試みる。((vi)-①) ・ 利益配分の形態の差異が提供者に与える効果について理論分析を進める。((vi)-①) ・ 遺伝資源の持続的な供給可能性につながる生態系のレジリエンスの構築(生物多様性の保全)の経済評価にかかる手法の確立を目指す。((vi)-②)
	2月-3月	2年目の報告書作成
2017年度	4月-8月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有用な遺伝資源が含まれる生態系の保全状況を空間データ化する。((v)-②) ・ 人間の経済活動により生態系が攪乱され、遺伝資源を利用できなかったかもしれない確率を推計する。((v)-②) ・ パイロットプロジェクトの試行又は代替研究において、提供者に対する利益配分により実際に保全に充当できる資金やその他の便益を検証することで、利益配分の奨励措置や PIC 制度の導入により保全インセンティブが働くかどうかを評価する。((v)-③)
	9月-12月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 攪乱確率と遺伝資源利用の利益から、生態系を保全しないことによる潜在的な逸失利益を数値化する。((v)-②) ・ 遺伝資源利用の面で特に保全を要する生態系を特定し、費用対効果の高い保全策を提案する。((v)-②) ・ パイロットプロジェクトの試行又は代替研究において、提供者に対する利益配分により実際に保全に充当できる資金やその他の便益を検証することで、利益配分の奨励措置や PIC 制度の導入により保全インセンティブが働くかどうかを評価する。((v)-③)
	1月-3月	最終報告書の作成

3. 3年間の研究実施体制

	研究者名	所属等	研究分担項目
研究 代表者	大沼 あゆみ	慶應義塾大学経済学部 教授	(i) (ii) (iii) (iv) (v)
共同 研究者	上原 拓郎	立命館大学政策科学部 准教授	(i) (ii) (v)
	河井 啓希	慶應義塾大学経済学部 教授	(i) (ii)
	菌 巳晴	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株) 副主任研究員	(i) (ii) (iii) (iv) (v)
	田中 勝也	滋賀大学環境総合研究センター 准教授	(i) (ii) (iii) (iv) (v)
	柘植 隆宏	甲南大学経済学部 教授	(i) (ii) (iii) (iv) (v)
	森 宏一郎	滋賀大学国際センター 教授	(i) (ii)

4. 本研究で目指す成果

期待される主たる研究成果は以下のものである。

- <1> 遺伝資源利用による経済的利益の評価手法とその応用評価
- <2> PIC 等の導入による便益と費用の評価
- <3> 遺伝資源利用による経済的利益（産業の利益と消費者便益）が示されることで、生物多様性保全がどのように促進されるかの評価

5. 研究成果による環境政策への貢献

第一に、「生物多様性国家戦略 2012-2020」に掲げられる議定書早期締結という政策目標（同戦略では「遅くとも 2015 年までに国内措置を実施」が目標）の実現に向けた取組（施策 A）、第二に、生物多様性条約 COP13/名古屋議定書 MOP2（2016 年 12 月）等の関連国際会議における我が国施策等の発信に係る取組（施策 B）、第三に、国内 PIC 制度が将来的に必要な場合に備えての検討継続に係る取組（施策 C）に対し下記の通りインプリケーションを提供する。

- <1> 施策 A に対し、名古屋議定書締結に際して現段階での PIC 等の導入の要否等の検討材料を提供する。
2015 年度において、研究項目 (i) (ii) の実施により、遺伝資源の利用及び利益の種類及び遺伝資源利用による経済的利益等、名古屋議定書の国内措置の検討に必要な基礎的知見を提供するとともに、研究項目 (iii) (iv) の事前検討により PIC 等の導入による影響の経済学的知見に基づく仮説を提示する。
- <2> 施策 B に対し、保全等への貢献の観点からの遺伝資源政策形成の取組、知見の発信材料を提供する。
2015 年度～2016 年 12 月頃までの研究項目 (i) ～ (v) の研究成果からの知見を我が国の取組の観点から提供する。
- <3> 施策 C に対し、中長期的観点での PIC 等の導入要否の検討材料及び今後の政策立案のための評価手法を提供する。

2015年度成果を基礎に2016～2017年度における研究項目（iii）（iv）（v）の本格的評価の実施により、PIC導入の影響、PIC導入の便益・費用、保全等に与える効果等に関し経済学的知見を提示、評価手法を開発する。また、研究成果を基に生物多様性及び遺伝資源の保全・利用に係る普及啓発と取組推進に資する政策的知見を提示する。

II. 平成 29 年度の研究計画および研究状況と成果

1. 平成 29 年度の研究計画

(1) 経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究

評価手法の研究として、以下について分析を実施する。一つ目は遺伝資源利用による新製品開発の事例として一昨年度実施した乳酸菌と医薬品に加え、人工甘味料や食品添加物を用い、遺伝資源によるプロダクトイノベーション価値の計測を行う。二つ目に、微生物酵素の開発といった遺伝資源によるプロセスイノベーション価値の計測を実施する。三つ目は一昨年度実施した生物資源活用の波及分析をベースにし、先 2 点のイノベーションの産業間波及効果を考慮したマクロ経済効果の評価を行う。また Simpson 他（1996 年）が行った方法に沿って、理論的枠組みに基づく、経済的評価について検討する。

(2) PIC 等導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

昨年度の国内措置を導入した場合の遺伝資源利用や R&D 水準に与える影響を推測するために実施したアンケート調査結果を踏まえつつ、本年度も継続して実施し、農業・水産業・鉱業・製造業における企業の遺伝資源の利用状況を特定することに加え、企業が遺伝資源を利用する上で重要な属性についても併せて明らかにする。これらを通して、財務指標や CSR 活動を通じた生物多様性保全活動に与える影響といった企業の経済パフォーマンスや環境保全活動に与える影響を定量的に評価するとともに、具体的方策について提言を行う。また 500 社程度を対象とする企業アンケート等の調査により名古屋議定書に係る措置・政策等に対する企業の認識、受容性、施策ニーズ等を把握する。

(3) 日本での PIC 導入による便益・費用面での評価

(2) に示す企業アンケート等の調査において、PIC 導入により遺伝資源の利用を停止する企業には損失利益について、また PIC 導入後も遺伝資源の利用を継続する場合は追加費用の状況を回答する設問を反映し、PIC 導入による費用を推計する。また、消費者側の視点から日本が PIC を導入することで得られる便益を、受託者である市民の選好に基づいて評価する。具体的には、企業の取引費用の増加分が製品価格に転嫁されるとの想定のもと、国内の遺伝資源や生息地である自然環境の保護のために受け入れられる支出額の増加分(WTP)を表明選好法により計測する。

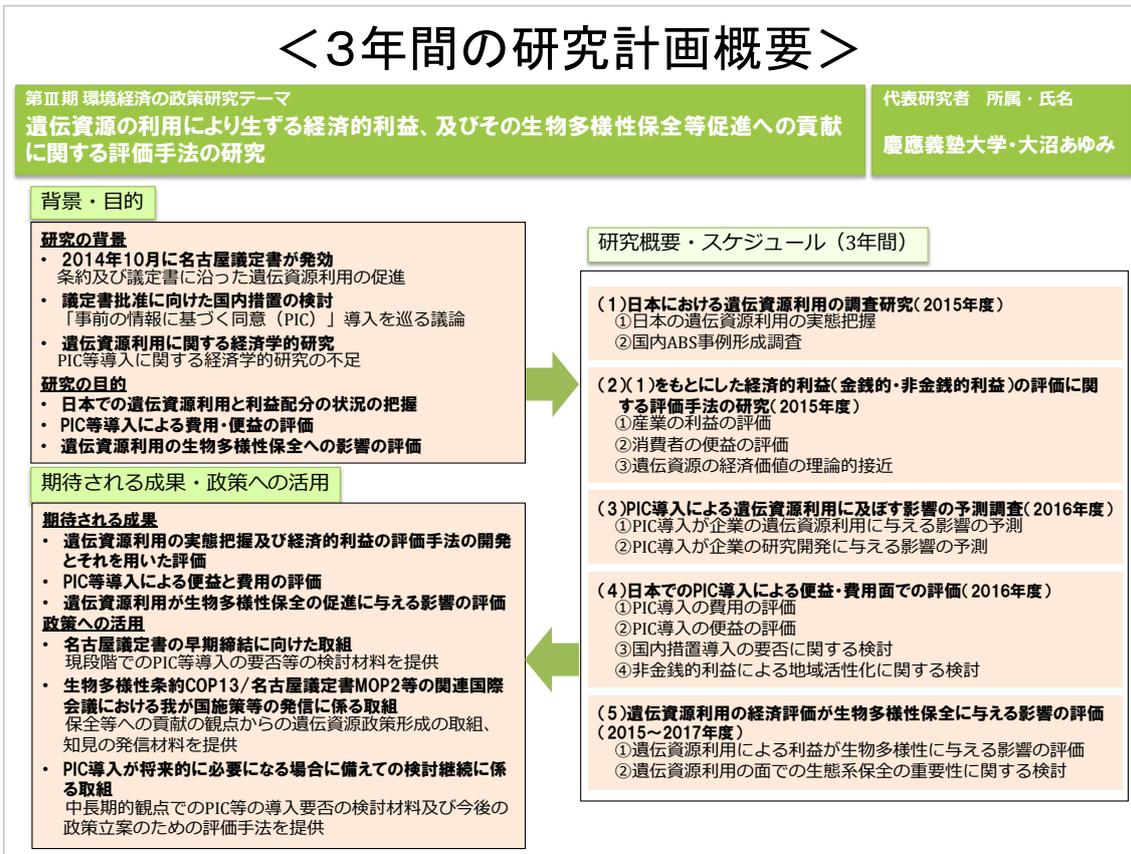
また、国内 ABS (Access and Benefit-Sharing : 遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分) 事例形成調査に関し、昨年度までのパイロットプロジェクトの実施可能性の検討成果をもとに、長崎県対馬市において、遺伝資源アクセスの試行の検討及びコーディネートを継続しながら、遺伝資源管理の導入による影響や便益・費用面の評価・検討を行う。具体的手法として、仮想的な ABS の仕組みを設定し、模擬的に関係者で運用又はその場面を想定しながら意見交換等を行い、PIC 等の遺伝資源管理の導入による行政や遺伝資源利用者等への負担や影響、利益配分による生物多様性保全や持続可能な地域社会の形成への貢献の可能性等について評価し、遺伝資源管理の導入の是非や望ましい管理のあり方を検討する。仮想的な仕組みは、「(2) PIC 導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査」等の成果を踏まえて設定する。

(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

理論的アプローチとして、昨年度実施した共同利益配分システムを発展させ、一般的な想定のもとで、共同利益配分が生態系保護面積に与える効果を算出する。またレジリエンスに関し、昨年度の成果を踏まえ、本年度はサンゴ礁が有する遺伝資源の供給可能性を高めると考えられるレジリエンスの価値（支払意志額）について、インターネットアンケートで収集した一般市民 1,000 サンプル程度のデータを、表明選好法を用いて推計する。アンケートでは、支払意志額を規定する要因（所得、職業、価値観等）を明らかにし、政策的な含意を検討する。

また、国内 ABS 事例形成調査として、昨年度対馬市の協力のもと実施したアンケート結果等により、利益配分の奨励措置や PIC 等の遺伝資源管理の導入により保全インセンティブが働くかどうか評価・検討する。

2-1. 平成 29 年度の研究状況および成果 (概要)



(1) 経済的利益(金銭的・非金銭的利益)の評価手法の研究 ① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討

■ 分析1: 遺伝資源活用イノベーションの経済評価

【分析目的】

微生物を利用した新製品開発と植物多様性利用した品種改良を題材に遺伝資源利用の価値を評価し、必要な政策を分析する

【イノベーションの経済価値評価】

効用関数の推定の結果、ヨーグルト市場における新開発乳酸菌によって生じた消費者の価値は**商品価格の20%程度**にもなる。

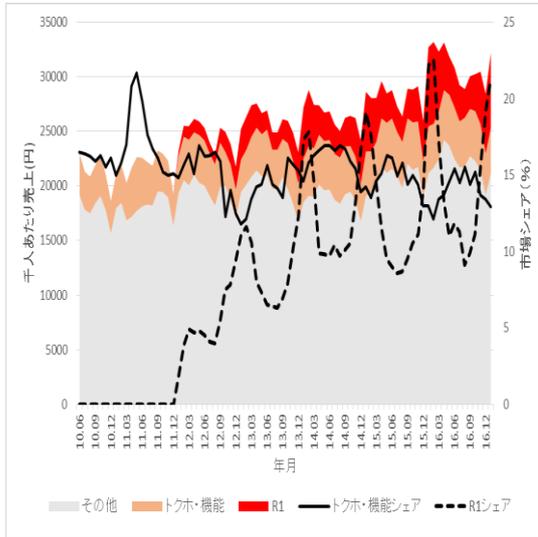
【イノベーションによる市場拡大を後押しする政策の必要性】

- ・ ヨーグルト市場では新開発乳酸菌による新製品が市場を拡大させたが、**トクホ制度等の品質保証制度**が市場拡大を支えた。
- ・ 高脂血症薬(スタチン)市場では微生物利用の先発スタチンに加えて化学合成された**後発スタチンの認可**が市場拡大を支えた。
- ・ イネの品種改良によって現在2320億円の消費者余剰が生まれているが、今後の**生産性向上品種の開発**により10170億円の余剰に加えて水田維持による850億円の環境価値が期待できる。

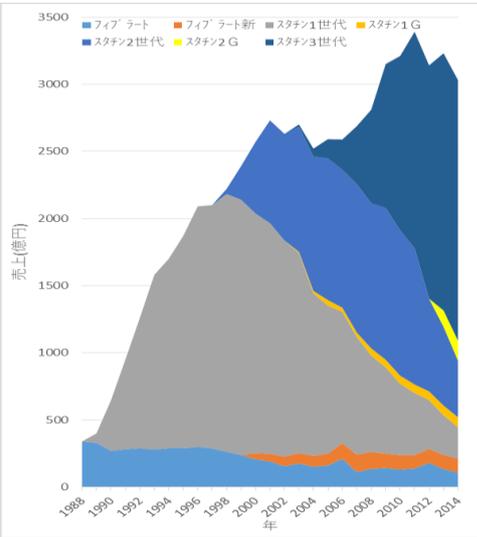
(1) 経済的利益(金銭的・非金銭的利益)の評価手法の研究
 ① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討

■ 分析1: 遺伝資源活用イノベーションの経済評価

ケース1 ヨーグルト市場



ケース2 高脂血症薬



(1) 経済的利益(金銭的・非金銭的利益)の評価手法の研究
 ① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討

■ 分析2: 遺伝資源利用の帰着分析

【研究目的】

- 遺伝資源商品の直接・間接利用の程度を評価し、政策効果を判断する基礎情報を提供する

【遺伝資源の直接間接利用度】

- 遺伝資源分析用産業連関表より遺伝資源商品の直接間接の帰着効果が分析された。
- 遺伝資源商品依存度は想定よりも大きく幅広い産業利用が確認できる→政策の影響はより大きく、より広範囲にわたる。
- 技術変化により遺伝資源商品依存度は低下傾向にある。

遺伝資源商品依存度	総合遺伝資源商品係数
飼料・有機質肥料	52.75
畜産	46.73
食料品	37.60
木材・木製品	21.41
林業	13.93
ゴム製品	12.37
耕種農業	11.16
飲料	10.94
漁業	7.91
飲食サービス	7.91
たばこ	6.65
宿泊業	4.76
農業サービス	4.38
繊維工業製品	4.08
その他の製造工業製品	3.37
なめし革・毛皮・同製品	2.79
社会保険・社会福祉	2.64
その他の対個人サービス	2.26
介護	1.89
	1.69
	1.61
	1.56
	1.16
	1.10
	0.88
	0.88
	0.85
	0.68
	0.67
	0.63
	0.61
	0.56
	0.51

(注) 総務省「2011年産業連関表(108部門)」より推計

(1) 経済的利益(金銭的・非金銭的利益)の評価手法の研究
 ① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討

■ 分析3: コメ品種改良の経済価値

【研究目的】

- これまでの食味重視の米品種改良から米の用途に応じた多様な品種改良の促進による経済価値を試算する

【主な結論】

- 従来の食味重視の品種改良より2320億円の消費者余剰が得られた
- 遺伝資源の多様性を利用して加工用・飼料用に高収量品種を開発することで余剰が10170億円に増大するだけでなく、作付け面積が維持されることで環境価値が850億円程度期待できる。

	H29年(現状)				H37(生産性改善シナリオ)				環境価値 10億円
	作付面積	生産量	単収	余剰	作付面積	生産量	単収	余剰	
	万ha	千t	kg/10a	10億円	万ha	千t	kg/10a	10億円	
主食用米	137	7306	530	226	139	7520	540	802	70
備蓄米	4	198	530	6	4	198	540	21	2
加工用米	5	284	546	0	10	600	580	64	5
飼料用米	9	483	511	0	14	1100	759	117	7
その他	5	43	512	0	1	110	759	12	1
計	160	8314		232	169	9528		1017	85

注)1.その他は米粉用、酒造用、輸出用など
 2.H37の生産性改善は品種改良や経営大規模化により平均費用が16000円/60kgから9600円/60kgへ低下
 3 水田の環境価値は國光(2003)推計5000円/10a/年にもとづく

(1) 経済的利益(金銭的・非金銭的利益)の評価手法の研究

② 遺伝資源の経済価値の評価研究: 理論と調査に基づく実証

■ 遺伝資源の経済価値の理論的接近

~Simpson, Sedjoand, Reid (1996, SSR)をもとに

n種の遺伝資源により構成されるライブラリーでの限界価値 v_n を導出

遺伝資源の限界価値

$$v_n = \frac{1}{r} (pRy - c)(1 - p)^n$$

製薬企業の研究開発を想定
 p: 1つの遺伝資源の開発成功確率
 R: 成功したときの年間収入
 c: 一回の試験の費用
 r: 割引率
 λ: 新たな医薬品開発需要数/年
 y: 商業化後の期待特許年数
 n: 遺伝資源の存在サンプル数

- パラメータの特定化を以下の情報から行った。
 - 天然創薬研究者複数にインタビュー(H28年度)。
 - 製薬企業の研究者にアンケート
 - 薬事日報社発行資料
 - 日本製薬工業協会公表資料

パラメータの絞り込みと期待利潤が正のもの の範囲で平均値を導出

導出された価値

2,406万4,344円

このとき、

$\lambda=38.9$

$r=0.1$

$R=642$ 億5170万円

$y=7.83$ 年

$n=250,000$

$c=193$ 万4187円

$p=1.93473 \times 10^{-5}$

- 既存研究結果から外れた値ではない
 - SSR: 9,471ドル
 - RS: 上記の300~440倍
- あくまでも平均値であり、パラメータを他の値にすると大きく変動するケースも多い。
- p は平均値ではなく平均価値を成立させる確率として導出
 - 回答範囲に存在
- さまざまな留保条件をつけながらも、十分に言及可能な経済的価値と考えられる。

(2) PIC導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

■分析1: 遺伝資源利用の入手・利用で重要な政策

～ベストワーストスケーリングによる分析結果

- おもな重要属性
 - (1) 研究開発・商業化への公的支援
 - (2) 入手・利用の国際ルールやノウハウの情報提供
- 重要属性は企業により大きく異なる
 - 中堅・ベンチャー企業ではノウハウの情報提供に高いニーズ

変数	係数		係数 (SD)	
遺伝資源の入手・利用に関する国際ルールの情報提供	1.297	***	2.299	***
遺伝資源等の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供	1.416	***	2.291	***
国による遺伝資源の入手および企業への配布	-0.864	**	2.437	***
国による遺伝資源の入手ルート構築	-0.316		2.265	***
企業による遺伝資源の入手ルート構築への公的支援	0.978	***	2.331	***
企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援	2.082	***	1.813	***
提供国に対する遺伝資源に関する制度・運用能力の構築支援	-		-	
名古屋議定書などでのわが国の意見の反映	-0.218		1.838	***
n	2508			
対数尤度	-677.071			

注1) **, ***はそれぞれ5%, 1%の統計的有意水準を示す。

(2) PIC導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

■分析1: 遺伝資源利用の入手・利用で重要な政策 ～ベストワーストスケーリングによる分析結果

- おもな重要属性
 - (1) 研究開発・商業化への公的支援
 - (2) 入手・利用の国際ルールやノウハウの情報提供
- 重要属性は企業により大きく異なる
 - 中堅・ベンチャー企業ではノウハウの情報提供に高いニーズ

変数	係数		係数 (SD)	
遺伝資源の入手・利用に関する国際ルールの情報提供	1.297	***	2.299	***
遺伝資源等の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供	1.416	***	2.291	***
国による遺伝資源の入手および企業への配布	-0.864	**	2.437	***
国による遺伝資源の入手ルート構築	-0.316		2.265	***
企業による遺伝資源の入手ルート構築への公的支援	0.978	***	2.331	***
企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援	2.082	***	1.813	***
提供国に対する遺伝資源に関する制度・運用能力の構築支援	-		-	
名古屋議定書などでのわが国の意見の反映	-0.218		1.838	***
<i>n</i>	2508			
対数尤度	-677.071			

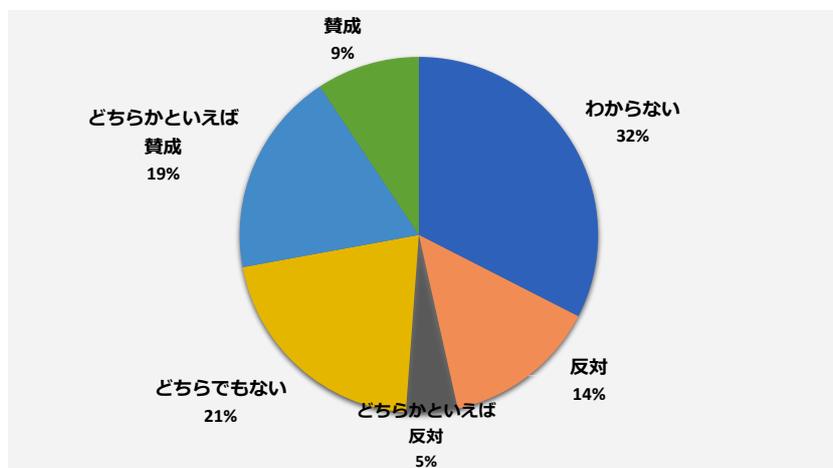
注1) **, ***はそれぞれ5%, 1%の統計的有意水準を示す。

(2) PIC導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

■分析2: 国内でのPIC導入による影響

<国内でのPIC導入に対する企業の反応(遺伝資源利用企業のみ)>

- 国内PICの導入に対する企業の反応は想定していたほど否定的ではない
- 賛成する企業(賛成/どちらかといえば賛成)は全体の3割近い
- 反対する企業(反対/どちらかといえば反対)は全体の2割に満たない



(2) PIC導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

■分析3: 遺伝資源利用企業と非利用企業の経済パフォーマンス、環境CSRにおける違い: 傾向スコアマッチングによる分析結果

- 経済パフォーマンス: 3種類の指標のうち、1人あたり経常利益は遺伝資源利用企業の方が有意に大きい
- 環境CSR: 8種類のCSR行動のうち、5種類は遺伝資源利用企業の方が取組割合が高い

		平均処置効果 (ATT)	標準誤差
経済パフォーマンス	1人あたり営業利益	0.436	0.418
	1人あたり経常利益	2.871 ***	0.943
	売上高研究開発費比率	-0.008	0.012
環境CSR	環境報告書の発行	-0.018	0.109
	環境会計の実施	-0.091	0.068
	環境監査の実施	0.238	0.068
	環境ラベルの導入	0.054	0.059
	カーボン・オフセットの実施	0.188	0.044
	生物多様性の保全	0.144	0.063
	グリーン調達の実施	0.311	0.071
	エコファンドへの取組	0.158	0.038

注1: ***, **はそれぞれ1%, 5%の有意水準を示す。

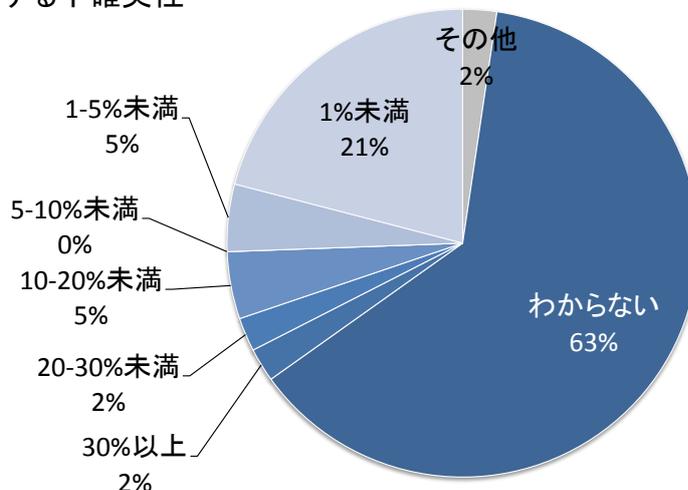
注2: 分析対象企業343社のうち100社が遺伝資源利用企業、243社が遺伝資源非利用企業である。

(3) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価

①企業アンケートによる便益・費用の推計

<国内でのPIC導入による業績への影響予測(遺伝資源利用企業のみ)>

- 全体の4分の1の企業は影響を軽微(5%未満)と予測
- 顕著な影響(10%以上)を予測する企業は1割に満たない
- 6割以上の企業は回答を保留している点には留意が必要 → 制度導入の影響に関する不確実性



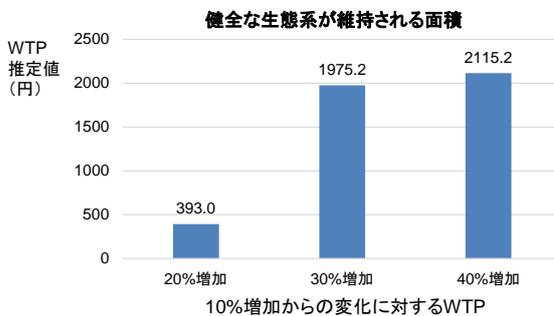
(3) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価

②PIC導入による便益の評価

- 健全な生態系が維持される面積の増加や遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率の上昇に対するWTPを推計

以下の3つの選択肢のうち、どれが望ましいと思いますか？

	選択肢1	選択肢2	選択肢3(この制度を導入しない)
健全な生態系が維持される面積	10%増加 (現状の1.1倍)	20%増加 (現状の1.2倍)	現状のまま
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	60%増加 (現状の1.6倍)	20%増加 (現状の1.2倍)	現状のまま
負担額(年間支出の増加額)	5000円	3000円	0円



- 「健全な生態系が維持される面積」、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」とも、それらの増加にしたがってWTPも増加するが、増加の仕方は非線形
- PIC導入によりこれらの効果が発生するなら、PIC導入は便益をもたらす

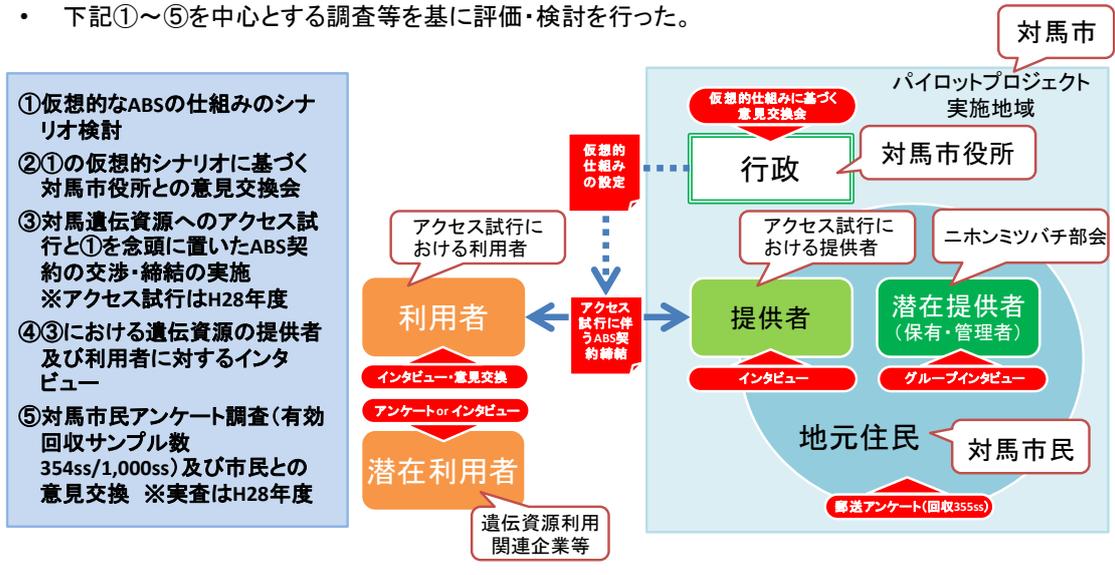
(3) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価

(※一部、(2)、(4)に関する内容を含む)

②国内ABS事例形成調査

【実施方法】

- 長崎県対馬市を対象地域として、仮想的なABSの仕組み(地域遺伝資源の管理制度)の実現性や影響・効果等について、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の多角的観点から評価。
- 下記①～⑤を中心とする調査等を基に評価・検討を行った。



(3) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価
 (※一部、(2)、(4)に関する内容を含む)
 ②国内ABS事例形成調査

【設定シナリオと遺伝資源アクセス試行状況】

シナリオ1 規制シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● PIC制度(遺伝資源取得の許可制)の導入 ● 利益配分の努力義務 ● 許可証、取得証明の発給
シナリオ2 状況把握・奨励的シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● 届出に基づく遺伝資源取得証明の発給制度の導入 ● 利益配分の奨励 ● 取得証明の発給サービス
シナリオ3 現状のまま	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源管理制度の導入なし

遺伝資源アクセス(先行してH28年度に実施)					H29年度 シナリオを念頭に契約交渉・利用状況確認等 (併せてインタビューを実施)	
取得時期	実施者	遺伝資源	取得地	利用目的	提供者との契約	利用状況
2016年 10月2~3日	メーカー A社	昆虫	野外(公道・林道 周辺)	有用物質に係る基礎 研究(有用物質生産に 関わる遺伝子解析等)	契約交渉中(基本事項 は了解済み)	A社で遺伝子解析が進み、 今年中には対馬市への謝 辞を載せて論文発表を予定
2016年 9月22~24 日	バイオベン チャー B社	微生物	地元企業 施設内	酵母等の探索・用途開 発を目的とした基礎研 究	一社と契約締結済み 一社と契約交渉中	大学へ微生物の分離・培養 を依頼したが実施が遅れて いるため、同社で引き取っ て実施する予定
2016年 9月22~24 日	大学研究 者 X大学	果実(自 生)	野外(私 有地山 林)	栽培果実の類縁野生 種に関する学術研究 (分類、分布、遺伝子 解析、利用法等)	契約締結済み	X大学で遺伝子解析後、系 統分析中で、時期をみて対 馬市への謝辞を載せて論 文発表を検討

(3) 日本でのPIC導入による便益・費用面での評価
 (※一部、(2)、(4)に関する内容を含む)
 ②国内ABS事例形成調査

【結果・考察】

- ・ 各主体から総じて地域的なABSの取組に対する期待や有効な可能性があるとの認識が示された。特に対馬のブランド化にABSの考え方を活用することへの有効性が示唆された。
- ・ 地域でABSの取組を効果的に推進できれば、地域資源の付加価値化による生物多様性保全や地域活性化等の波及効果の可能性もある。遺伝資源・ABSが分かりにくい等の反応があり推進にはまず伝え方に工夫が必要。
- ・ 今後は対馬市の地域特性に基づいたABSの仕組みを制度面、体制面、普及面から具体化し、社会実装に基づく有効性の実証的検証を進める必要がある。

対馬市役所の担当者 (方法②)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域資源を掘り起こし、生物多様性保全にもつなげるABSの考え方は期待できる。 ● 遺伝資源の管理制度の導入によって、対馬遺伝資源の採集・持ち出し、研究等の状況や、研究成果などの情報を把握することができる。 ● 対馬遺伝資源であることの証明や認証を提供し、研究成果や商品に対馬の名を冠して発信することで対馬ブランドを形成する効果が期待。 ● (シナリオ1) 対馬での取得証明や認証の信頼性を高め、対馬のブランド力向上を図るにはシナリオ1が望ましいが、市に許可権限のない他の関連法規制との調整や審査、執行など行政コストが高い。 ● (シナリオ2) 実現可能性があるが、証明や認証の信頼性を高める工夫が必要だと思う。
対馬遺伝資源の提供者 (方法④)	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源の提供に際し、何らかの契約を締結できるほうが安心できる。 ● 必ずしも研究開発成果が上がるとは限らないと分かっているが、前向きな期待感を持つことができるので楽しい。 ● 対馬には潜在的な遺伝資源、伝統的知識がある(子どもの頃に食用にしていたものや、自生作物を自家消費用に採集しているものなど)。 ● 自分では有用性があるかどうかよく分からないが、外部の企業や研究者によって光が当てられるのはよいこと。
対馬遺伝資源の利用者 (方法④)	<p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国内でも利益配分がスタンダードになるならシナリオ1でも受容可能。 ● (シナリオ1導入時のマイナス影響) 手続きが煩雑化し、アクセスの手間、コストがかかる。 ● (シナリオ1導入時のプラス影響) 利益配分する/していることの発信や成果のアピールがしやすい。 ● (シナリオ2) シナリオ1と比べ手続きは簡素でアクセスしやすいが、成果のアピールを躊躇。 ● シナリオ1のような地域的なABSの仕組みがあれば活用したい。 <p><大学研究者></p> <ul style="list-style-type: none"> ● シナリオ2は従来の慣行に近く対応可。シナリオ1は重要遺伝資源ホットスポットや海外からのアクセス向き。
対馬市民 (方法⑤)	<ul style="list-style-type: none"> ● 対馬の遺伝資源は「一部失われているが豊富にある」(30.8%)、「大部分が失われてあまり豊富でない」(26.0%)。 ● 外部企業・研究者の遺伝資源採集等によって「対馬の生物多様性や伝統文化を守るためのアイデアが生まれる」(41.5%)、「対馬の知名度が上がる」(41.5%)等に期待。懸念は「特に心配することはない」(35.0%)のほか「盗掘者が増えちゃう」(27.1%)とも。 ● 「遺伝資源」や「ABS」が難しい。 <p>(「遺伝資源」の説明提示後の生物多様性保全意識の変容)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 説明提示前と比べ、約8割が対馬の自然や生物多様性への関心を高め、6割近くが自ら保全のために行動する意識を高めた。 ● ただし、生物多様性保全の重要度認識についてはポイントが低下し、「どちらともいえない」や無回答が増加。

(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

① 遺伝資源利用の利益配分についての理論的分析:

共同利益配分システムの生物多様性保全に与える効果

■ 提供国側の利益配分についての理論的研究

背景: 単純に利用国・提供国相互の利益配分ではなく、提供国側でもさまざまな動向

・「食料及び農業のための植物遺伝資源に関する国際条約」(ITPGR)で多国間利益配分が実際に行われている。

・生物多様性条約締約国会議で多国間利益配分システムの議論が言及されている。

複数の提供国で遺伝資源利用に関する共同利益配分システムが、生態系保護面積と効用にどのような影響を与えるかを理論的に推定→昨年度の試行研究を一般化

モデル

各政府が生態系を保有。どの割合で保護するか、農地等に転換するかを決定。

・農地に転換すれば確実に収入が発生。

・保護して遺伝資源利用によるバイオブロスペクティングを展開すれば、保護面積に応じた成功確率Pで収入Mが発生。

・効用関数が一般的な形

結果

同一の2つの政府の意志決定が、期待収入だけではなく、収入のリスクにも依存するとき、共同利益配分システムをとると

→生態系保護面積と両政府の効用が増加→生物多様性保全と経済発展

提供国側の利益配分システムの工夫で、CBDの期待する効果を強める可能性

(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

② レジリエンスとの関係性の検討

サンゴ礁生態系のレジリエンスを高めて遺伝資源を保全することに対するWTPを推計

【海洋保護区の設定】

沖縄のサンゴ礁生態系の1ha (100m×100m)を海洋保護区とすることで、レジリエンスが高いサンゴ礁生態系を維持し、豊かな遺伝資源が失われないようにします。

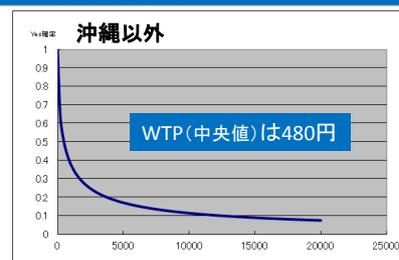
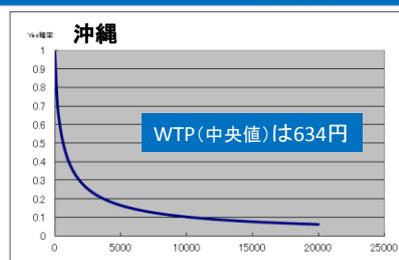
【管理費用の必要性】

海洋保護区の維持管理にはサンゴ礁生態系の保全(モニタリング、オニヒトデの駆除、サンゴの移植)や監視活動のための費用が掛かります。こうした資金が確保できないと、海洋保護区は維持できないとします。

あなたは、1000円の募金をお願いされたら、実際に募金を行いますか？寄付を行うのは1回だけです。なお、この支払いを行うことで、他の目的に使える金額が減ることを理解したうえで回答してください。

1. 寄付を行う

2. 寄付を行わない



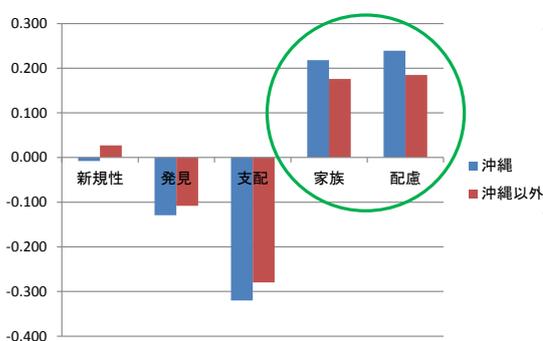
(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価
②レジリエンスとの関係性の検討

人間価値理論を応用してレジリエンスを重要だと考える理由を明らかにする

あなたがレジリエンスを重要だと思う背景・理由として**最も近い選択肢**と**最も遠い選択肢**を選択してください。各選択肢にはいろいろな説明が含まれていますが、**総合的に判断してください**。

最も近いもの	最も遠いもの
レジリエンスという考え方に 新規性を感じる から; 不確かなことへ 挑戦したい から; 新たな収入源を 探求 するため; 新たな遺伝資源を探求するため	
必要性を抜きにして, 新しい発見に対する 純粋な喜びを感じる から	
自然を 支配したい から; 自然を 活用したい から; 地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす 達成感を得たい から	
自分以外の家族や身近な地域の人のため; 人類のため; 自然のため	

std.BW



- 沖縄、沖縄以外ともに評価が高いもの
 - 「自分以外の家族や身近な地域の人のため; 人類のため; 自然のため」
 - 「社会へ配慮し、慎んで行動したいから; 環境への影響を最小限にとどめたいから; 地元の慣習や伝統を尊重したいから」
- 沖縄、沖縄以外ともに評価が低いもの
 - 「自然を支配したいから; 自然を活用したいから; 地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから」

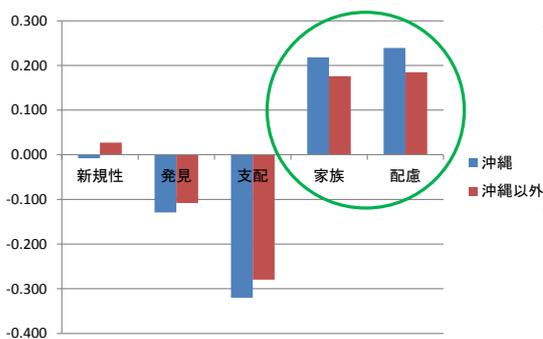
(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価
②レジリエンスとの関係性の検討

人間価値理論を応用してレジリエンスを重要だと考える理由を明らかにする

あなたがレジリエンスを重要だと思う背景・理由として**最も近い選択肢**と**最も遠い選択肢**を選択してください。各選択肢にはいろいろな説明が含まれていますが、**総合的に判断してください**。

最も近いもの	最も遠いもの
レジリエンスという考え方に 新規性を感じる から; 不確かなことへ 挑戦したい から; 新たな収入源を 探求 するため; 新たな遺伝資源を探求するため	
必要性を抜きにして, 新しい発見に対する 純粋な喜びを感じる から	
自然を 支配したい から; 自然を 活用したい から; 地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす 達成感を得たい から	
自分以外の家族や身近な地域の人のため; 人類のため; 自然のため	

std.BW



- 沖縄、沖縄以外ともに評価が高いもの
 - 「自分以外の家族や身近な地域の人のため; 人類のため; 自然のため」
 - 「社会へ配慮し、慎んで行動したいから; 環境への影響を最小限にとどめたいから; 地元の慣習や伝統を尊重したいから」
- 沖縄、沖縄以外ともに評価が低いもの
 - 「自然を支配したいから; 自然を活用したいから; 地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから」

2-2. 3年間の研究を通じて得られた成果（概要）

（1）日本における遺伝資源利用の調査研究

遺伝資源の利用は、対象とする遺伝資源、その利用形態、利用から生ずる利益の形態、関連するセクターが多様であることや、価値の具現化過程が複雑さを伴う一方で、先行研究が乏しいため、遺伝資源利用により生ずる経済的利益を研究する前提として、先行調査研究結果の分析、遺伝資源ユーザー等に対するインタビュー等を通じ、遺伝資源の取得・利用実態及び類型等を整理し、共同研究者間で問題状況や基礎概念等につき共通認識の共有化を図り、遺伝資源利用に関わる経済学的研究の基盤を整えた。

（2）経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究

<生産者側>

遺伝資源活用イノベーションの経済評価を実施し、政策関与の重要性を確認。

- ・ ヨーグルト市場における新開発乳酸菌によって生じた消費者の価値は商品価格の20%程度にもなる。ヨーグルト市場では新開発乳酸菌による新製品が市場を拡大させたが、トクホ制度等の品質保証制度が市場拡大を支えた。
- ・ 高脂血症薬（スタチン）市場では微生物利用の先発スタチンに加えて化学合成された後発スタチンの認可が市場拡大を支えた。
- ・ 従来の食味重視のイネの品種改良によって現在 2320 億円の消費者余剰が生まれているが、今後の生産性向上品種の開発により 10170 億円の余剰に加えて水田維持による 850 億円の環境価値が期待できる。
- ・ 各分野における遺伝資源を活用したイノベーションによる生産性向上と需要拡大は、産業間取引を通じて広く波及し、さらに大きな経済効果を持つ。

<消費者側>

一般市民に対して、遺伝資源を利用した財に対する選好を把握するためのアンケート調査を実施した。このアンケートでは、遺伝資源を利用した財から得られる利益の一部が、その遺伝資源の生息地保護に使用されるケースと、そうでないケースで、財に対する支払意志額（WTP）が異なるかを検証した。

- ・ 前者の方が、後者よりも、財に対する WTP が高いことが確認された。
- ・ 遺伝資源を応用した製品から得られた利益の一部が遺伝資源の生息地保護に利用されるような制度は、一般市民から一定の支持を得ることを示唆する結果。

<遺伝資源の経済価値の理論的接近>

シンプソン他の提示した理論式に、日本で聞き取りおよびアンケートに基づく数値を適用することで、医薬品産業における遺伝資源の限界経済価値の平均値が、**2,406 万 4,344 円**であることを示した。

(3) PIC 等導入が遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

- ・ 製造業部門で遺伝資源を利用している企業 118 社を対象に、ベスト・ワースト・スケーリングによる、遺伝資源利用の普及促進のために重要な属性の相対評価を導出した。全体として、国には、研究開発・商業化への公的支援と入手・利用の国際ルールやノウハウの情報提供が期待されていることが示された。特に、中堅・ベンチャー企業では遺伝資源入手・利用のためのノウハウの情報提供に高いニーズが認められた。
- ・ 国内での PIC 導入による業績への影響予測（遺伝資源利用企業対象）。全体の 4 分の 1 の企業は影響を軽微（5%未満）と予測。顕著な影響（10%以上）を予測する企業は 1 割に満たない。なお、6 割以上の企業は回答を保留している点には留意が必要。
- ・ 遺伝資源利用企業と非利用企業の経済パフォーマンス、環境 CSR における違い：傾向スコアマッチングによる分析結果
 - － 経済：3 種類の指標（1 人あたり経常利益、1 人あたり営業利益、売上高研究開発費比率）のうち、1 人あたり経常利益について遺伝資源利用企業の方が有意に大きいことが示された。
 - － 環境：8 種類の CSR 行動（環境報告書、環境会計、環境監査、環境ラベル、カーボン・オフセット、生物多様性保全、グリーン調達、エコファンド）のうち、生物多様性保全を含む 5 種類について遺伝資源利用企業の方が取組度合が高い結果に。

(4) 日本での PIC 導入による便益・費用面での評価

①PIC 導入の便益の評価

日本が PIC 制度を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価した。

- ・ 「健全な生態系が維持される面積」、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」とも、それらの増加にしたがって WTP も増加するが、増加の仕方は非線形。
- ・ PIC 導入によりこれらの効果が発生するなら、PIC 導入は便益をもたらす。

②国内 ABS 事例形成調査

国内における既存の ABS 関連事例やデータが不足しており、ABS 法規制の不在や研究開発情報の機密性から通常的手法では十分なデータ収集が困難な側面がある。このため国内で実際に ABS に係る事例形成（パイロットプロジェクト等）を模索しながら実証的に示唆を得るため、長崎県対馬市、沖縄県（おきなわ生物資源活用戦略）、沖縄県慶良間諸島で実現可能性を調査した。いずれの地域でも ABS に係る事例形成の可能性や実証的検討の実現性が確認され、今後の研究の展開に向けた準備を整えることができた。

その中でも自治体から調査実施等への協力が得られ、本共同研究の期間内に一定の検討を行う見通しが得られた長崎県対馬市を対象地域として選定し、仮想的な ABS の仕組み（地域遺伝資源の管理制度）の実現性や影響・効果等について、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の多角的観点からアンケート、インタビュー、意見交換等の調査に基づき評価を行った。各主体から総じて地域的な ABS の取組に対する期待や有効な可能性があるとの認識が示された。今後は対

馬市の地域特性に基づいた ABS の仕組みを制度面、体制面、普及面から具体化し、社会実装に基づく有効性の実証的検証を進める必要がある。

(5) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

① 遺伝資源利用の利益配分についての理論的分析

利益配分による生態系保全効果について、利益配分なし、個別的利益配分、共同利益配分のケースで分析し、共同利益配分のケースが最大になることを、最終的にはより一般的な形で示した。

② レジリエンスとの関係性の検討

- ・ サンゴ礁生態系のレジリエンスを高めて遺伝資源を保全することに対する WTP を推計→ WTP は 634 円（沖縄）および 480 円（沖縄以外）
- ・ 人間価値理論を応用してレジリエンスを重要だと考える理由を明らかにする 自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため；社会への配慮
- ・ サンゴ礁生態系がもたらす様々な生態系サービスの相対的重要性を把握する→「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」に対する評価が「豊かな漁場」、「天然の防波堤」とともに高く評価される

③ 遺伝資源利用に関する認識が生態系保全意識に与える影響

遺伝資源に関する情報を与えた場合と与えない場合で、一般市民の生態系保全に対する意識と WTP に有意な差があるかを検証した。

- ・ 情報を与えた群の方が、与えていない群よりもナショナル・トラストに対する WTP が高いことが明らかとなった。情報を与えたことで、自然保護に対する WTP が向上したものと推測される。
- ・ 情報を与えた群では、「いまずぐ利用することはなくても、将来何らかの形で利用したり、有益な物質が発見されたりする可能性があるので、生態系を保全すべきだ」という意見に対する同意がより多いことが確認された。情報を与えたことで、オプション価値に対する評価が高まったものと推測される。
- ・ 遺伝資源利用に関する情報を普及させることが、生態系保全意識の向上に有効であることを示唆する結果。

④ 有用な遺伝資源が発見される可能性が生態系保全意識に与える影響

有用な遺伝資源が発見される可能性が、一般市民の生態系保全に対する意欲に与える影響を分析した。

- ・ 有用な遺伝資源が見つかる可能性が低い自然環境よりも、その可能性が高い自然環境を自然保護区に設定する方が、自然保護区の設定に対する WTP が高いことが明らかとなった。
- ・ 遺伝資源の保護と活用、ならびに遺伝資源利用に関する広報が、生態系保全意識の向上につながることを示唆する結果。

3. 対外発表等の実施状況

(1) 研究会等の実施状況

本年度における研究会及び研究打合せ等の実施状況は下記の通りである。また、下記のほか本研究全般に従事するコアメンバー間（大沼、田中、柘植、菌ほか）、個別の研究項目の研究分担者間で随時、電子メール、電話による綿密な情報・意見交換を行うほか、適宜 Skype を使用しての打合せ・検討等を実施した。

実施	日時	場所	出席者 (敬称略)	概要
研究会及び環境省との打合せ	2017年 5月23日(火) 13:00~17:00	三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)会議室	環境省、 大沼、河井、柘植、 田中、森、上原、 菌、五十嵐、土方	各研究計画に関する意見交換及び各研究内容の報告・検討
研究会	2017年 6月24日(土) 13:00~17:30	滋賀大学 大津サテライトプラザ会議室	大沼、河井、田中、 森、菌	研究内容に関する意見交換及び研究実施の打合せ
研究会	2017年 12月10日(日) 15:30~17:30	対馬市交流センター	大沼、河井、柘植、 田中、菌	研究進捗報告及び研究報告に向けた打合せ
研究会及び環境省との打合せ	2017年 12月25日(月) 14:00~18:30	慶應義塾大学(三田)産業研究所会議室	環境省、 大沼、河井、柘植、 田中、菌、五十嵐、 土方	研究進捗報告、研究内容に関する意見交換及び研究報告に向けた打合せ
研究会	2018年 3月9日(金) 14:30~18:00	慶應義塾大学(三田)産業研究所会議室	招聘者：渡辺均准教授(千葉大学)、橋口晶子博士(筑波大学) 大沼、河井、柘植、 菌、五十嵐、二村	招聘者による講演(対馬における遺伝資源や伝統知の収集・保存・利用に関する研究報告)、国内ABS事例形成調査の報告、意見交換

(2) 対外発表

本年度における研究成果の対外発表の実施状況は下記の通りである。

①論文

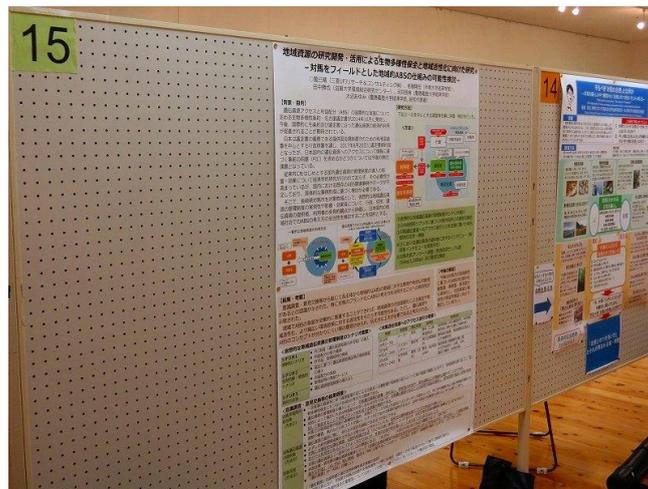
河井啓希(2018)「遺伝資源の価値評価と産業連関分析」『統計』2018年2月号, pp.37-44

②学会発表

Tanaka, K., M. Sono, T. Tsuge, A. Onuma (2017) “Factors Affecting the Use of Genetic Resources by Private Firms in Japan” The 7th Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics (August 5-7, Singapore)

③シンポジウムその他

藺巳晴・柘植隆宏・田中勝也・河井啓希・大沼あゆみ「地域資源の研究開発・活用による生物多様性保全と地域活性化に向けた研究－対馬をフィールドとした地域的 ABS の仕組みの可能性検討－」(ポスター発表) 2017年12月10日(日) 対馬学フォーラム2017(対馬市交流センター)
※ポスター内容は次頁参照



地域資源の研究開発・活用による生物多様性保全と地域活性化に向けた研究 - 対馬をフィールドとした地域的ABSの仕組みの可能性検討 -

○園田晴（三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)）、柘植隆宏（甲南大学経済学部）、
田中勝也（滋賀大学環境総合研究センター）、河井啓希（慶應義塾大学経済学部）、
大沼あゆみ（慶應義塾大学経済学部、研究代表者）

【背景・目的】

遺伝資源アクセスと利益配分（ABS）の国際的な実施について定める生物多様性条約・名古屋議定書が2014年10月に発効し、今後、国際的にも条約及び議定書に沿った遺伝資源の経済的利用が促進されることが期待されている。

日本は議定書の義務である提供国法規制遵守のための利用国措置を中心とする行政措置を講じ、2017年8月20日に議定書締約国となったが、日本国内の遺伝資源へのアクセスについては情報に基づく事前の同意（PIC）を求めるかどうかについては今後の検討課題となっている。

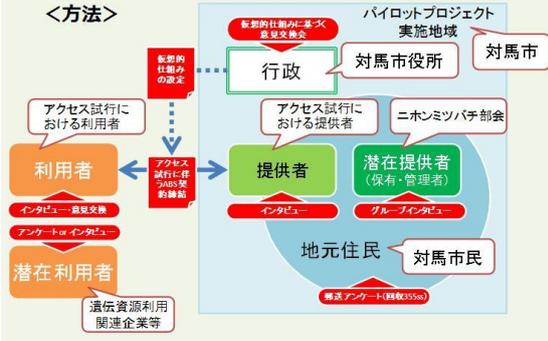
従来PICをはじめとする国内遺伝資源の管理制度の導入の影響・効果について経済学的研究が行われておらず、その必要性が高まっているが、国内における既存のABS関連事例やデータが不足しており、具体的な事例形成に基づく検討が必要である。

そこで、長崎県対馬市を対象地域として、仮想的な地域遺伝資源の管理制度の実現性や影響・効果等について、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の多角的観点から評価し、日本国内の地域社会でのABSの考え方の妥当性を検討することを目的とする。

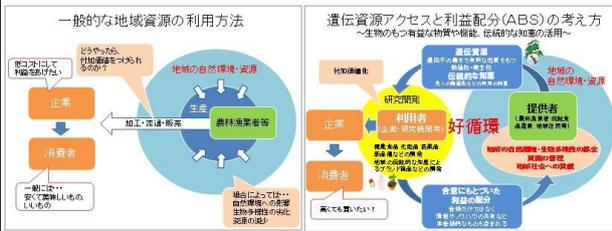
【研究方法】

下記①～⑤を中心とする調査等を基に評価・検討を行った。

<方法>



- ① 仮想的な地域遺伝資源の管理制度のシナリオ検討
- ② ①の仮想的シナリオに基づく対馬市役所との意見交換会
- ③ 対馬遺伝資源へのアクセス試行と①を念頭に置いたABS契約の交渉・締結
- ④ ③における遺伝資源の提供者に対するインタビュー（利用者インタビューも実施予定）
- ⑤ 対馬市民アンケート調査（有効回収サンプル数 354ss/1,000ss）及び意見交換会



【結果・考察】

意識調査・意見交換等から総じて各主体から地域的なABSの取組に対する期待や有効な可能性があると認識が示された。特に対馬のブランド化にABSの考え方を活用することへの有効性が示唆された。

地域でABSの取組を効果的に推進することができれば、地域資源の付加価値化による保全や地域活性化、より幅広い環境政策に対する波及性をもたらす可能性もある。ただし、遺伝資源やABSのコンセプトが分かりにくい等の意見がみられ、伝え方に工夫が必要であると考えられる。

【今後の展望】

今後は対馬市の地域特性に基づいたABSの仕組みを制度面、体制面、普及面から具体化し、社会実装と有効性の実証的検証に向けて検討していきたい。

<仮想的な地域遺伝資源の管理制度のシナリオ概要>

シナリオ1 規制シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● PIC制度（遺伝資源取得の許可制）の導入 ● 利益配分の努力義務 ● 許可証、取得証明の発給
シナリオ2 状況把握・奨励的シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● 届出に基づく遺伝資源取得証明の発給制度の導入 ● 利益配分の奨励 ● 取得証明の発給サービス
シナリオ3 現状のまま	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源管理制度の導入なし

<対馬遺伝資源へのアクセス試行の概要>

時期	実施者	遺伝資源	取得地	利用目的
2016年 10月2～3日	メーカー	昆虫	野外（公道・林道周辺）	有用物質に係る基礎研究（有用物質生産に関わる遺伝子解析等）
2016年 9月22～24日	バイオベンチャー	微生物	地元企業施設内	酵母等の探索・用途開発を目的とした基礎研究
2016年 9月22～24日	大学研究者	果実（自生）	野外（私有地山林）	栽培果実の類縁野生種に関する学術研究（分類、分布、遺伝子解析、利用法等）

<意識調査・意見交換等の結果概要>

対馬市役所の担当者 (方法②)	<ul style="list-style-type: none"> ● 一次産業の衰退等に伴う資源管理不足による生態系への悪影響や鳥獣害の拡大といった負の連鎖が課題となる中で、地域資源を掘り起こし、生物多様性保全にもつなげるABSの考え方は期待できる。 ● 遺伝資源の管理制度の導入によって、対馬遺伝資源の採集・持ち出し、研究等の状況や、研究成果などの情報を把握することができる。 ● ABSによって俄かに大きな利益配分が生じるかは分からないが、対馬遺伝資源であることの証明や認証を提供し、研究成果や商品に「対馬の名」を冠して発信することで対馬ブランドを形成する効果が期待できる。 ● 対馬での取得証明や認証の信頼性を高め、対馬のブランド力向上を図るにはシナリオ1が望ましいが、市に許可権限のない他の関連法規制との調整や審査、執行など行政コストが高い。シナリオ2であれば実現可能性があるが、証明や認証の信頼性を高める工夫が必要だと思う。
対馬遺伝資源の提供者 (方法④)	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源の提供に際し、何らかの契約を締結できるほうが安心できる。 ● 必ずしも研究開発成果が上がるとは限らないと分かっているが、前向きな期待感を持つことができるので楽しい。 ● 対馬には潜在的な遺伝資源、伝統的知識がある（子どもの頃に食用にしていたものや、自生作物を自家消費用に採集しているものなど）。 ● 自分では有用性があるかどうかよく分からないが、外部の企業や研究者によって光が当てられるのはよいこと。
対馬市民 (方法⑤)	<ul style="list-style-type: none"> ● 対馬の遺伝資源は「一部失われているが豊富にある」（30.8%）、「大部分が失われてあまり豊富でない」（26.0%）。 ● 外部企業・研究者の遺伝資源採集等によって「対馬の生物多様性や伝統文化を守るためのアイデアが生まれる」（41.5%）、「対馬の知名度が上がる」（41.5%）等に期待。懸念は「特に心配することはない」（35.0%）のほか「盗掘者が増えてしまう」（27.1%）とも。 ● 「遺伝資源」や「ABS」が難しい。 <p>（「遺伝資源」の説明提示後の生物多様性保全意識の変容）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 説明提示前と比べ、約8割が対馬の自然や生物多様性への関心を高め、6割近くが自ら保全のために行動する意識を高めた。 ● ただし、生物多様性保全の重要性についてはポイントが低下し、「どちらともいえない」や無回答が増加。

図 2.3-1 対馬学フォーラム 2017 でのポスター発表

4. 平成 29 年度の研究状況と成果（詳細）

（1）経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価手法の研究

① 遺伝資源の経済価値と利益配分の経済効果分析手法の検討

慶應義塾大学 河井啓希

（※本稿は、29年度の成果を含めた3年間の成果をまとめたうえで記述する。）

1) 序論

人類は長期にわたって鉱物資源や生物資源を活用して豊かさを享受してきたが、その結果、地球温暖化と生物多様性の減少は重大な地球環境問題となっている。1992年の地球サミットで生物多様性条約(CBD: Convention on Biological Diversity)が採択されてから、現在までに日本を含めた194か国が加盟しているが、生物多様性の保全と遺伝資源の持続的利用のために我が国は積極的な関与が望まれている。

一般論ではなく、具体的な政策を策定するためには、実証的な根拠に基づいた政策(Evidence Based Policy)が必要である。生物多様性の価値や遺伝資源利用の価値を評価する方法としては、市場価格法(Hedonic Approach)や表明選好法(WTPやWTA)が従来利用されてきたが、本稿では、従来分析されることがなかった3つの方法を用いて遺伝資源の経済価値評価を試みる。

第1に遺伝資源(微生物や植物)を利用した様々なケースをとりあげて、そこで生み出された経済価値評価をおこなう。微生物利用については、乳酸菌(ヨーグルト)と医薬品(スタチン)における新製品開発による価値創造について分析をおこなう。植物については、イネの品種改良による食味改善と生産性向上について分析をおこなう。こうした遺伝資源を利用した新製品の開発(プロダクトイノベーション)と生産性向上(プロセスイノベーション)が市場を拡大し、消費者厚生の上昇を生み出すことを示す。本年度は、イノベーションの事例として、人工甘味料等の食品添加物と微生物酵素の分析を実施したが、データの制約のため意味ある結論とはならなかったため、コメ品種改良の分析をおこなった。

第2に遺伝資源を利用したイノベーションが産業間取引を通じてマクロ経済全体に波及する効果を産業連関分析を用いて分析する。この方法により遺伝資源の直接・間接的な利用状況を把握するとともに需要拡大の波及効果と生産性向上の波及効果が分析される。

第3にコメの品種改良の分析では、食味改善の需要拡大効果と業務用米・加工用米における生産性向上のマクロ経済効果を検討するだけでなく、水田の有効利用による生態系サービスの価値についても検討を行う。

以上の3つの方法は、従来の遺伝資源価値評価ではほとんど用いられてこなかったが、経済の一般均衡と生態系からの外部効果を考えると、経済政策の評価に重要な視点を与えると考えることができる。

2) 本論

〈1〉市場データを用いた遺伝資源価値評価の方法

本稿では、遺伝資源を活用したイノベーションの経済効果を評価するために、部分均衡モデルにもとづいた価値評価の方法を利用する。

図 4.1.1-1 には、イノベーションが発生した市場の需給均衡を需要関数と供給関数を用いて表現している。

第 1 のイノベーションである新製品の開発による価値創造は、今まで存在しなかった商品が現れることで需要曲線が D から D' への上方シフトを引き起こす。この需要者の支払い意思額の上昇が遺伝資源利用の需要者の価値とみなすことができる。後に示されるヨーグルト市場における R1 ヨーグルトの登場、高脂血症におけるスタチンの登場、イネにおけるコシヒカリ等の新品種登場は、需要が急拡大することになった。

第 2 のイノベーションある生産性向上は、従来の技術では大きな設備と多大なコストが必要だったものが、遺伝資源の多様性を活用することで、より安価に生産が可能となり、供給関数が S から S' に下方シフトする。この費用の低下こそが遺伝資源利用の生産者側の価値とみなすことができる。事実、微生物由来の酵素による生産性向上の事例は数多く存在するし、ヨーグルトの事例では多数の乳酸菌を開発する企業の研究開発における範囲の経済性の存在、イネにおける品種改良による収量増大など様々な事例を挙げるができる。

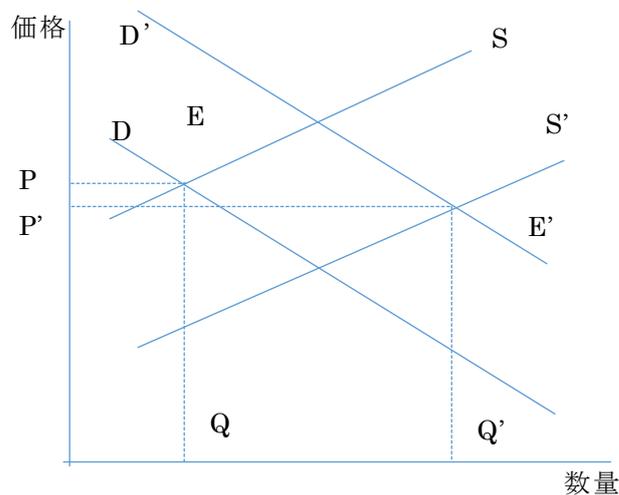


図 4.1.1-1 イノベーションと市場均衡

この 2 つのイノベーションの効果进行分析するために Berry、Levinson & Pakes(1995)が開発した BLP モデルを利用する。

消費者 i が t 時点に商品 j を消費したときの効用関数を

$$u_{ijt} = \alpha(y_{it} - p_{jt}) + \mathbf{x}_{jt}\beta + \xi_{jt} + \varepsilon_{ijt} = \delta_{jt} + \varepsilon_{ijt}$$

ただし u_{ijt} : 消費者 i の効用、 p_{jt} : 商品 j の価格、 y_{it} : 消費者 i の所得、 \mathbf{x}_{jt} : 商品 j の属性群、 ξ_{jt} : 商品 j の観測されない品質、 ε_{ijt} : 確率効用

とすると、Berry(1994)より、商品 j の需要関数は、

$$\ln s_{jt} - \ln s_{0t} = \alpha p_{jt} + \mathbf{x}_j\beta + \xi_{jt}$$

ただし s_j : 商品 j の市場シェア s_{0t} : outside option の市場シェア

となることが示された。

このモデルでは消費者余剰 CS の変化は

$$\Delta CS_t = \left[\ln \left\{ 1 + \sum \exp(\delta_{jt}) \right\} - \ln \left\{ 1 + \sum \exp(\delta'_{jt}) \right\} \right] / \alpha$$

より求めることができ、プロダクトイノベーションによる新製品の登場は、平均効用 δ_{jt} の増加と財のバラエティの増加を生み、貨幣の限界効用 α で金額換算することができる。

一方、商品 j の限界費用を

$$\ln(mc_j) = \mathbf{W}_j \gamma + \omega_j$$

ただし \mathbf{W}_{jt} : 商品 j の要素価格群、 ω_{jt} : 確率的变化

と仮定する。通常、個別商品の限界費用は観察できないが、企業の合理的な価格付けを仮定することで

$$\mathbf{p} = \mathbf{mc} + \Delta^{-1} \mathbf{s} \quad (\text{ただし } \Delta \text{ は価格弾力性行列})$$

より限界費用を推定することができる。

この限界費用がプロセスイノベーションによって変位するとすれば、効率性向上の効果を評価することが可能となる。

[1] 遺伝資源を活用したイノベーション

遺伝資源を活用したイノベーションの事例として微生物を活用したイノベーションと植物の多様性を活用した品種改良の事例を本稿では取り上げる。

我々にとって微生物利用は、伝統的には酒や味噌・醤油などの発酵食品が主なものであったが、近年では、表 4.1.1-1 に示されるように食品、有機化学、製薬産業を中心として微生物を利用することで新製品の開発（プロダクトイノベーション）と生産性向上（プロセスイノベーション）が同時進行するバイオ産業革命が顕著となっている。

地球上の微生物数は 10^{29} 種存在すると言われているが、現在、分離培養可能な微生物はバクテリア 13000 種、アーキア 500 種に過ぎず、今後の遺伝子解析・組換え技術の発展に伴い、大きな可能性をもつ遺伝資源として期待されている。

表 4.1.1-1 産業における微生物利用

産業分類	一般名	遺伝資源	商品例
農業	遺伝子組換作物		輸入のみ
林業	きのこ類		しいたけ、しめじ等
畜産食料品	チーズ	乳酸菌	
	ヨーグルト	乳酸菌	ブルガリアヨーグルト
	乳酸菌飲料	乳酸菌	
水産食料品	くん製品	カビ	鰹節など
パン菓子類	パン・菓子類	パン酵母	
甘味料	ブドウ糖	クモノスカビ	
	果糖	放線菌	
	異性化糖	アミラーゼ等	
調味料	味噌	麹、酵母、乳酸菌	
	醤油	麹、酵母、乳酸菌	
	食酢	酢酸菌	
食品原料	グルタミン酸	コリネ菌	
	ペプチド	大腸菌	アスパルテーム
	脂肪酸(DHA、EPA)		
	クエン酸	コウジカビ	酸味料
その他食料品	納豆	枯草菌	
	イースト、麹、麦芽		
酒類	日本酒	麹、酵母、乳酸菌	
	みりん	麹、酵母	
	ビール	酵母	
	洋酒	酵母	
	焼酎	麹、酵母	
	ワイン	酵母	
飼料	有機質肥料	根粒菌など	
抗生物質	ペニシリン	青カビ	
	ストレプトマイシン	放線菌	
抗真菌薬	クラリスロマイシン		クラリス
	ミカファンギン	糸状菌	ファンガード
	アンスラサイクリン	放線菌	
抗がん剤	マイトマイシン	放線菌	
	エリブリン	クイカイメン	ハラヴェン
	インフルエンザ		
抗ウィルス薬	HIV	酵母(遺組換)	
	スタチン	放線菌	メバロチン
高脂血症薬	タクロリムス	放線菌	プログラフ
免疫抑制剤	ボグリボース	放線菌	ベイスン
糖尿病治療薬	ヒト・インスリン	酵母(遺組換)	
C型肝炎治療薬	インターフェロン	大腸菌(遺組換)	
化粧品			
その他化学製品	エタノール		
	リジン	コリネ菌	家畜飼料添加物
	コハク酸	コリネ菌	
	アセトン		
	ブタノール		
	アクリルアミド		
微生物酵素	グルコアミラーゼ	クモノスカビ	ぶどう糖変換
	グルコースイソメラーゼ	放線菌	果糖変換
	トレハロース遊離酵素		トレハロース
	セルラーゼ		セルロース分解
	プロテアーゼ	麹菌	アミノ酸
	ムコールレンニン	ケカビ	チーズ凝固酵素
	セルラーゼ	KSM635株	花王アタック
	キモシン	大腸菌・酵母(遺組換)	1994年認可
リパーゼ		脂質分解	
上下水道		各種微生物	活性汚泥法
廃棄物処理		各種微生物	
研究		各種微生物	

(注) 岩橋・重松(2015)『暮らしに役立つバイオサイエンス』放送大学をもとに作成

一方、植物の多様性を活用した品種改良は、米、小麦、トウモロコシなどの穀物だけでなく、リンゴ、イチゴ、かんきつ類などの果実などで、収量拡大・食味改善した品種が次々に開発されている。本稿では、食味改善と生産性向上のイノベーションが顕著で、農業政策の転換に直面しているイネについての分析を行う。

[2] ヨーグルトにおける微生物利用の経済価値

食品市場における微生物利用は、古来より酒、ビール、味噌、醤油など幅広く普及し、現在に至っているが、近年、最も注目されているのは、乳酸菌活用の事例であろう。そのなかでも政策との関連で興味深いヨーグルト市場の分析をおこなった。

近年のヨーグルト市場では、健康志向の高まりとバイオ技術の発展による新商品の開発（特に機能性ヨーグルト）に伴い、市場規模が急激に拡大しており、図 4.1.1-2 を見ても 2000 年代に比べて、2012 年以降急増し、現在は 2 倍近くまで需要が増大していることがわかる。

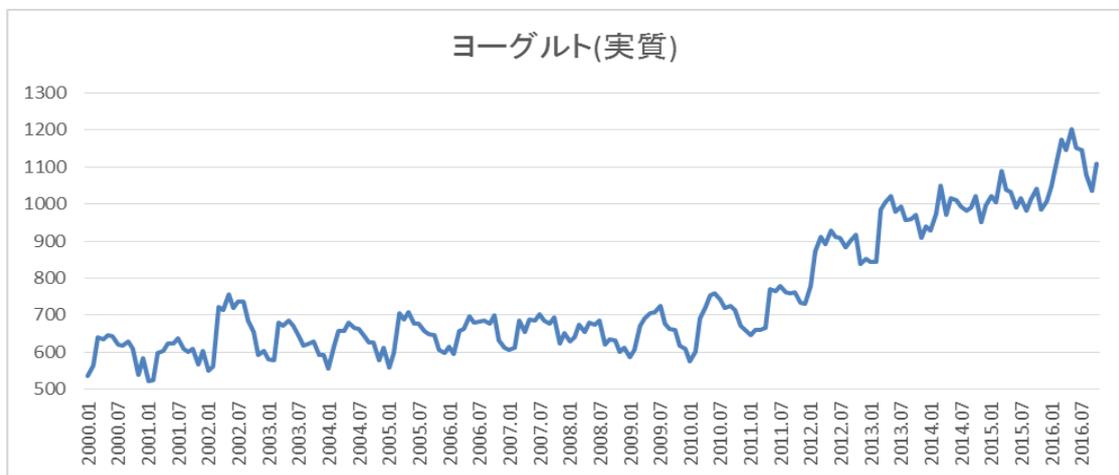


図 4.1.1-2 製品技術革新(機能性ヨーグルト)による市場拡大と政策による後押し

(注) 総務省「家計調査」より作成

その要因として 2 つの要因が重要だと考えられる。

第 1 に高齢化に伴う健康志向とバイオ技術の発展による微生物研究の発展より様々な付加機能が加えられたヨーグルトが各社から発表されたためである。表 4.1.1-2 には主なメーカーが発売した機能性ヨーグルトが示されているが、最近の最大のヒット商品である明治乳業のプロビオヨーグルトは機能に合わせた様々な菌種が開発され、なかでもインフルエンザに対する免疫力向上をうたった R1 ヨーグルトは、図 4.1.1-3 にも示されるように、2011 年以降、急激なシェア拡大を達成している。

第 2 に、多種多様なヨーグルトに対して国や民間企業がその品質を評価する制度が利用されたことも重要であろう。国による食品品質保証基準には、表 4.1.1-2 に示される特定保健用食品（トクホ）、機能性表示食品、栄養機能食品の 3 つがある。メーカーは厳しい審査が必要なトクホを表示することにより、品質に対して不安を持つ消費者にアピールすることができるため、90 年代後半からトクホ認定を受けた機能性ヨーグルトがいくつも登場している。しかし、審査に時

間がかかるために、より簡単な機能性表示食品や栄養機能食品表示にしたり、プロビオヨーグルトのように企業の宣伝やマスコミで採りあげられることで認知されるようになった商品も存在する。こうした品質表示制度や企業広告などは、機能性ヨーグルトの需要拡大に寄与したと考えられる。

表 4.1.1-2 主なメーカーが発売した機能性ヨーグルト

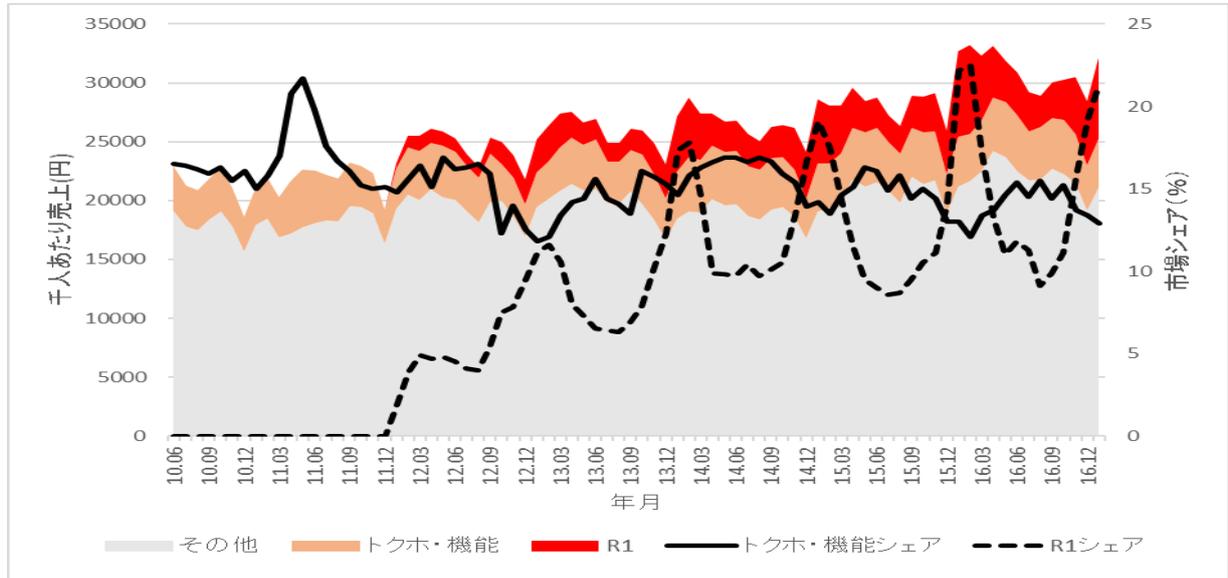
主なメーカー	主な商品	微生物資源	機能	評価基準
明治	ブルガリアLB81	ブルガリア菌、サーモフィラス菌	整腸	トクホ97
	プロビオLG21		胃がん・胃潰瘍	自社PR、TV12
	プロビオR1		インフルエンザ	自社PR、TV12
	プロビオPA-3		痛風	自社PR、TV12
森永	ビヒダスプレーン	ビフィズス菌BB536	大腸がん	トクホ00
	ラクトフェリン	ラクトフェリン	ノロウイルス	
	アロエヨーグルト			
雪印メグミルク	ナチュレ恵	ガセリ菌、ビフィズス菌	内臓脂肪	トクホ09
	恵ガセリ菌SP株	ガセリ菌SP株	内臓脂肪	機能15
ダノン	ダノンピオ	ビフィズス菌BE80		
カルピス	プレミアガセリ菌CP2305	ガセリ菌CP2305	便秘・下痢	
グリコ	朝食BifiX	ビフィズス菌	整腸	トクホ15、機能15
ヤクルト	ソファール	シロタ株	整腸	トクホ99
オハヨー	セノビック	カルシウム	成長	栄養機能
協同	おなかにおいしい	ビフィズス菌LKM512	整腸	トクホ01
チチヤス	クラシック	ST9618菌		
日本ルナ	バニラ	HN019、HSK201		
タカナシ	おなかへGG	LGG乳酸菌		トクホ99
小岩井	生乳100%	ブラズマ乳酸菌	免疫力	トクホ04
カゴメ	ラブレ	植物性乳酸菌		
フジッコ	カスピ海	クレモリス菌FC株	免疫力、コレステロール	

(注)トクホ、機能、TVに付された数字は導入年次

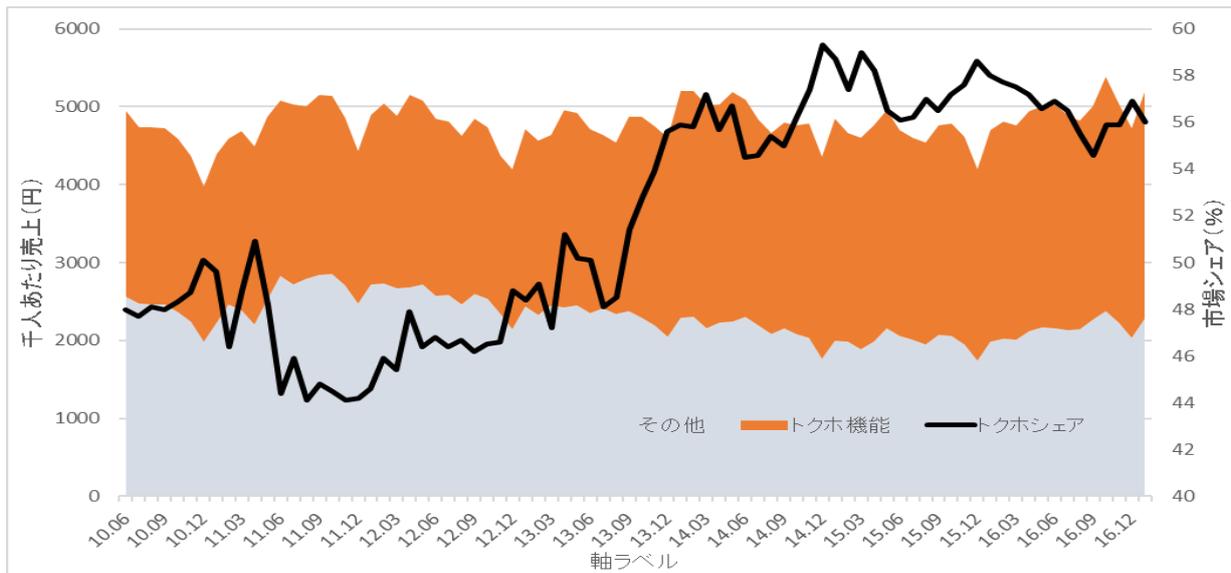
	開始年	基準	届出	審査
特定保健用食品(トクホ)	1991	効能	○	○
栄養機能食品	2001	栄養成分	×	×
機能性表示食品	2015	効能	○	×

図 4.1.1-3 2010 年以降のヨーグルト・乳酸菌飲料消費の増大と機能性ヨーグルト

(1) ヨーグルト



(2) 乳酸菌飲料



(出所) 日経 POS データをもとに作成

(注) 左軸は販売額の推移(千人あたり円)。右軸は機能性ヨーグルトの割合(%)

需要が急拡大した 2010 年以降のヨーグルトと乳酸菌飲料の需要量の推移を日経 POS データでみたものが図 4.1.1-3 に示されている。ヨーグルトでも乳酸菌飲料でも機能性飲料の割合が増加しており、なかでもヨーグルトにおける R1 ヨーグルトの割合が急拡大していることがわかる。

この動きを説明するために、先の BLP モデルを推定した結果が表 4.1.1-3 に示されている。

表 4.1.1-3 需要関数の推定結果（2010年6月～2017年1月）

ヨーグルト					乳酸菌飲料				
	モデル1		モデル2			モデル1		モデル2	
単価(円/ml)	-1.203	-6.3	-1.258	-6.5	単価(円/ml)	-0.680	-4.0	-0.608	-3.6
log(容量)	-0.828	-12.6	-0.841	-12.8	log(容量)	-0.417	-5.0	-0.386	-4.5
低カロリー	0.013	0.5	0.017	0.6	低カロリー	0.501	9.4	0.474	8.8
飲むタイプ	0.053	1.4	0.040	1.0	付加栄養	-0.108	-2.2	-0.133	-2.7
果実入り	-0.396	-9.0	-0.381	-8.4	果実入り	-0.379	-5.6	-0.406	-6.0
トクホ	0.658	19.6	0.625	2.8	トクホ	1.143	17.9	-0.220	-2.3
機能性	-0.532	-5.8	-0.191	-0.8	機能性	-0.571	-3.3	-0.385	-1.8
トクホ1			0.050	8.2	トクホ1			1.308	13.0
機能性1			-0.179	-0.9	機能性1			-0.233	-0.9
プロビオ	0.117	2.3	0.149	2.6	栄養表示	0.110	1.4	0.098	1.2
プロビオ冬	0.202	4.3	0.200	4.2					
夏	-0.004	-0.2	-0.008	-0.3	夏	0.055	1.0	0.055	1.0
秋	-0.029	-1.2	-0.032	-1.3	秋	0.073	1.3	0.074	1.3
冬	-0.067	-2.5	-0.069	-2.6	冬	0.033	0.6	0.032	0.6
決定係数	0.445		0.449		決定係数	0.622		0.662	
Root MSE	0.340		0.339		Root MSE	0.568		0.538	
(注) 操作変数法による推定									

推定結果は、概ね理論から予想される想定内のものになったが、品質評価の効果について詳しくみると、政府による評価（トクホ、機能性表示食品、栄養表示食品）と企業努力の効果（プロビオ）について検討されている。トクホに指定されている商品はもともと高品質で需要は大きいですが、トクホ認定によって需要量がさらに増大すること。機能性表示食品については需要増大の有意な効果が認められないこと。企業宣伝のみの R1 等プロビオヨーグルトの品質は高く、需要を有意に押し上げているが、インフルエンザが流行る冬期にその効果が一層拡大することが明らかとなった。

以上の結果から、微生物資源を利用して開発された機能性ヨーグルトは、需要を有意に増大させ、消費者の評価も高いが、政府による品質保証制度は、製品の品質に対する認知度を高め、需要を増大させる効果があることが明らかになった。

[3] 製薬産業における微生物利用の経済価値

製薬産業における遺伝資源利用は、漢方薬などの生薬において従来から盛んであったが、1928年のペニシリンの発見以降、微生物を活用した医薬品開発の事例は数多くある。

その中でも画期的な高脂血用薬であるスタチン（三共藤澤「メバロチン」）と免疫抑制剤のタクロリムス（アステラス「プログラフ」）は、市場へのインパクトでは特筆できる事例といえる。

高脂血症治療薬におけるスタチンの普及については、長岡(2016)などに詳しく解説されているが、1989年のメバロチンと1991年のリポバスの上市以降、大幅に需要が拡大したが、スタチンの成功は、第1世代スタチン（メバロチン、リポバス）以降に、化学合成することで効能をより改善した第2世代スタチン（ローコールなど）、第3世代スタチン（クレストールなど）が順次、保険薬として承認されたことが、需要拡大のカギとなっていた（大橋(2016)）。本稿ではスタチンの普及の推移を見ることで、微生物利用の経済価値とその価値を拡大するための政策の重要性について考察を行う。

表 4.1.1-4 には高脂血症薬を7つに分類した表が示されている。一つ目は80年代に主流だったフィブラート系薬で80年代のものをFibrate他、90年以降に収載されたフィブラート系薬をFibrate新とした。表の下段には薬の効能を示す3指標である発現期間（薬が最大効果を示すまでの時間、短いほど即効性がある）、半減期（薬の効果が最大値の半分になるまでの時間、長いほど効果が持続する）、LDL低下率（LDLコレステロール値の低下率、大きいほど効果が大きい）の平均値が示されている。

2つ目はスタチン第1世代（メバロチン、リポバス）を示すStachin1とその後発薬Gen1が記載されている。スタチンは従来の薬と比較して、半減期は短いものの、発現時間が短く、コレステロール低下効果が格段に大きいことから、画期的な新薬であったことがわかる。

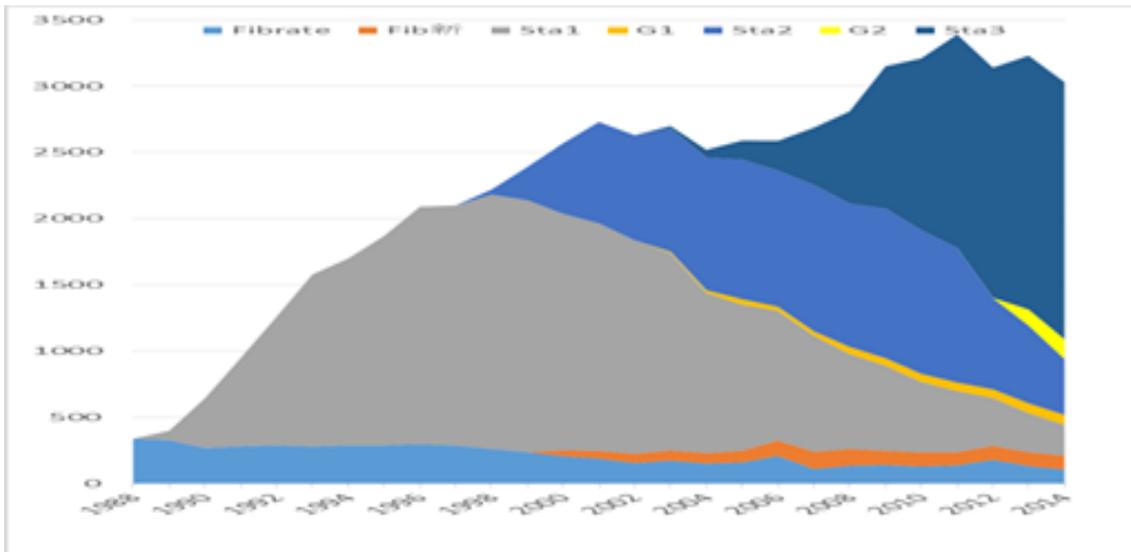
3つ目はスタチン第2世代（ローコール、バイコールなど）を示すStachin2とその後発薬Gen2が記載されている。第2世代スタチンは、第1世代スタチンを化学合成することで改善したもので半減期が長くなり、コレステロール低下率も向上している。

4つ目はスタチン第3世代（リバロ、クレストール）を示すStachin3が記載されているが、第3世代はさらに半減期が長く、コレステロール低下率も向上するなど、改善が進んでいることがわかる。

表 4.1.1-4 高脂血症薬の世代交代と効能

	Fibrateほか	Fibrate新	Stachin1	Gen1	Stachin2	Gen2	Stachin3
主な銘柄	81エラスチール	99リバンチル	89メバロチン	03プラバスタチン	98ローコール	11アトルバスタチン	03リバロ
	81リボクリン	99コレバイン	91リポバス		99セルタ		05クレストール
	85ロレルコ	05リピディル			99バイコール		
	85シンレスター	05トライコア			00リピトール		
	91ベザトール						
由来			微生物		合成		合成
発現時間(h)	12.0		1.6	2.8	1.8	1.8	1.4
半減期(h)	19.0	13.0	2.2	2.7	8.3	8.3	15.5
LDL低下率(%)	15.0	19.8	29.5	26.0	32.0	32.0	46.0
(出所)長岡(2016)をもとに作成							
(注)薬剤名の前の数値は収載年							

図 4.1.1-5 高脂血症薬の売上推移



(資料)国際医薬品情報『製薬企業の実態と中期展望』各年版

高脂血症薬の登場によって販売量がそれぞれどのように推移したのかが図 4.1.1-5 に示されている。第 1 世代スタチンの登場はそれまでの 400 億円ほどの市場規模を 2100 億まで急拡大した画期的な薬剤であったことがわかるが、1998 年の第 2 世代スタチンの登場によって第 1 世代スタチンから第 2 世代スタチンへの世代交代が起こっている。さらに 2003 年と 2005 年の第 3 世代スタチンの登場によって第 3 世代スタチンへの世代交代が生じている。

後発薬による代替は第 1 世代スタチンも第 2 世代スタチンも大きくないこともわかる。

重要なのは、画期的な微生物由来の第 1 世代スタチンの登場で市場が急拡大したが、その後の化学合成によって改善された第 2、第 3 スタチンの登場によって、市場規模はさらに拡大し続けている点である。

もし第 2 世代スタチン、第 3 世代スタチンの収載が認められなかったら、こうした市場の持続的拡大は起こらなかったであろう。このスタチンの事例は、微生物遺伝資源による技術革新の効果が非常に大きいこと、その後の化学合成による効能改善が更なる需要を拡大したこと、さらに新薬の収載を積極的に承認してきた政策が持続的な市場拡大を支えたことを示していると考えられる。

こうした高脂血症薬需要の推移を説明するために、先の分析と同様に BLP モデルの推定を行った結果が表 4.1.1-5 に示されている。

表 4.1.1-5 高脂血症薬需要関数の推定結果(1989～2014年)

	モデル1		モデル2		モデル3	
log(価格)	1.411	2.4			log(薬価差)	0.640 4.5
log(薬価差)	0.499	3.3	0.505	3.3	log(収載年数)	2.139 9.9
log(収載年数)	2.016	8.2	2.097	8.6	log(収載年数) ²	-0.578 -8.6
log(収載年数) ²	-0.462	-4.9	-0.592	-7.7	後発薬	-2.457 -9.3
後発薬	-0.540	-0.7	-2.152	-7.7	Fib新	-0.854 -4.1
Fib新	-2.384	-3.3	-0.767	-3.3	メパロチン	0.505 1.9
Sta1	-1.968	-1.9	0.338	2.0	リホパス	-0.317 -1.0
Sta2	-2.123	-2.6	-0.256	-1.0	ローコール	-1.251 -4.5
Sta3	-2.887	-3.2	-0.887	-1.2	リピトール	0.152 1.6
R2	0.568		0.555		クレストール	-0.567 -1.9
Root MSE	0.829		0.839		ゼチーア	-1.398 -4.7
					ロトリガ	-0.032 -0.1
					R2	0.669
					Root MSE	0.732

(注)各モデルの左側の数値は係数の推定値、右側はZ値である

モデル1では価格の係数がプラスと理論条件を満たさないため、モデル2とモデル3では価格を除いた結果をしめす。薬価差はプラス、後発薬はマイナスで有意なことから、薬価差が大きい薬剤が利用されていること、後発薬は先発薬と比べて利用されないことがわかるが、個々の薬効の効果は思ったような結果が得られなかった。

[4] コメ品種改良における生物多様性活用の経済価値

コメの品種改良は、多様な品種を掛け合わせて新品種を開発することから、遺伝資源の多様性が必要となる。日本における品種改良は、コシヒカリを中心とした食味改善を重視する傾向にあったが、近年の農業政策の変更（減反制度の廃止と飼料用米に対する補助金政策）と業務用米・加工用米の需要拡大の動きは、より収量が増える生産性向上品種の開発が求められている。

[4]-1 コメの生産性停滞と多様性減少

コメの品種改良は、遺伝資源を活用した好例であり、主食として重要な作物であるが、現在、生産性の停滞、貿易自由化の流れと減反政策見直しの中で、大きな岐路に直面している。

コメ生産性の停滞

図 4.1.1-6 に示されているように 1960～2012年の土地生産性(10aあたり反収)は 400kg/10a から 540kg/10a へと着実に増加している。同期間に労働時間が 180 時間から 26 時間まで 1/6 になっていることから労働生産性は急増していることになる。その要因としては、収穫機や田植機の普及、水田整備が考えられる。

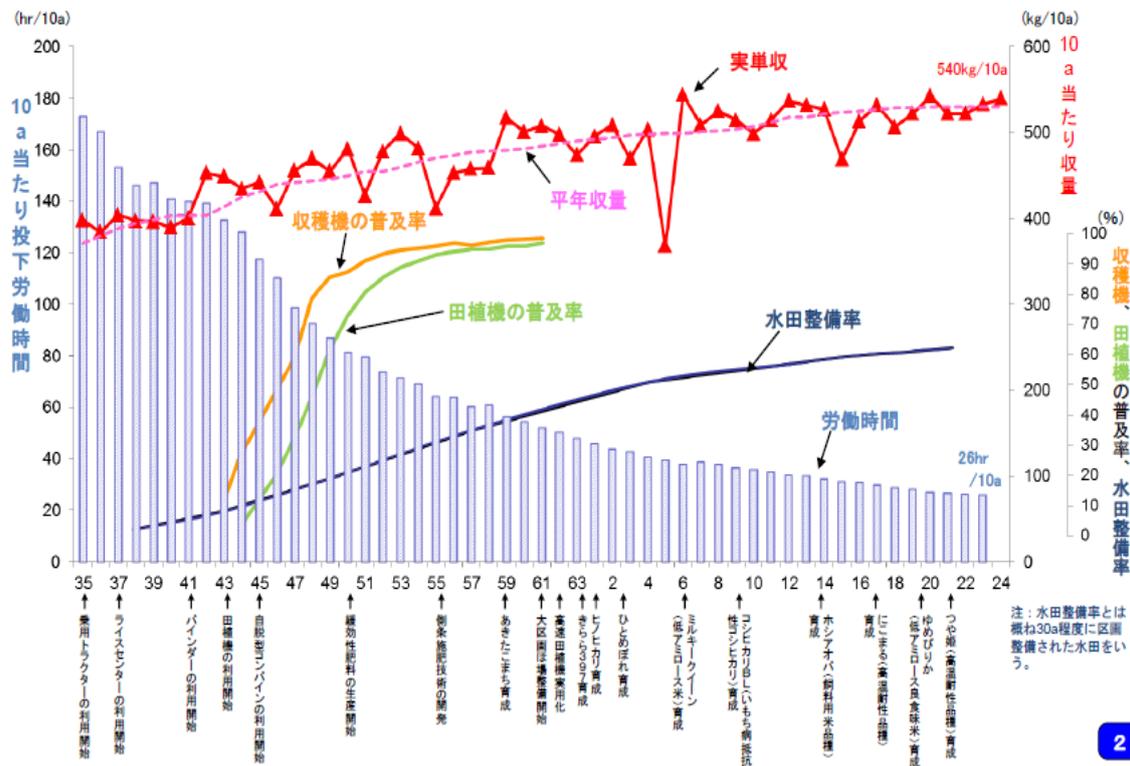


図 4.1.1-6 コメの栽培方法変化と生産性の変化
(出所)農林水産省資料

コメの生産性を諸外国と比較するために、FAO データから 10a あたり反収の推移を比較した。図 4.1.1-7 には代表的なコメ生産国を I (インド、パキスタン、フィリピン)、II (中国、ベトナム、タイ)、III (日本、アメリカ、オーストラリア) に分けて、10 年おきに反収の推移が示されている。日本の反収は諸外国に比べて高い部類に入るが、生産性が上昇している他の国々に比べて停滞しており、アメリカ、オーストラリアだけでなく、中国よりも低くなっていることがわかる。

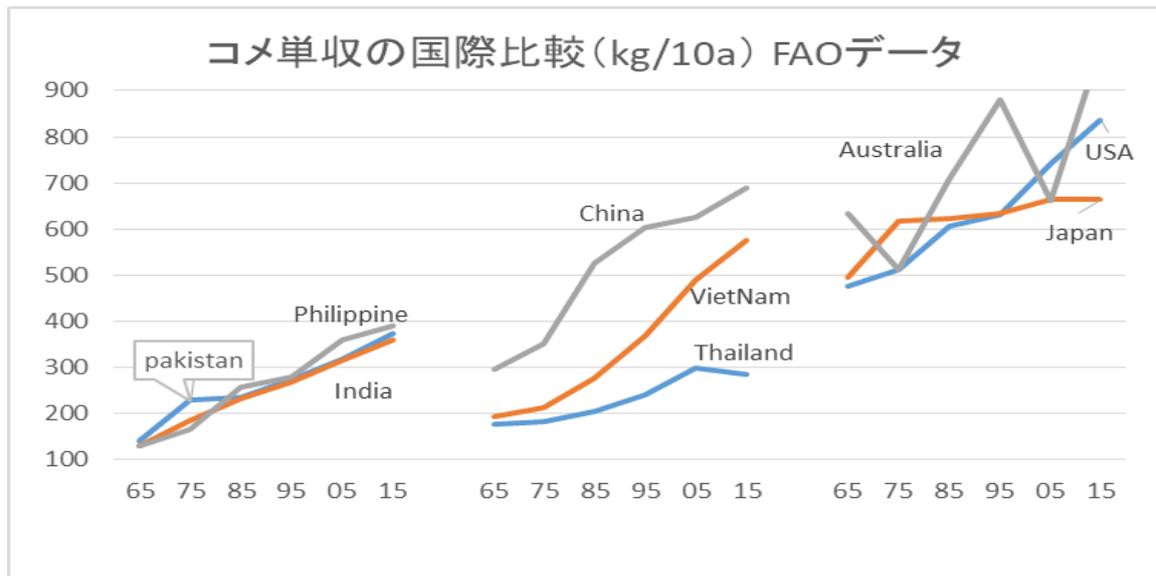


図 4.1.1-7 コメ単収の国際比較

(出所) FAO stat

日本では、この間、機械化が進展したにもかかわらず、反収が停滞している原因として品種改良が大きな要因であると考えられる。

日本のコメ品種改良と多様性の低下

日本における品種改良は戦前より農業試験場を中心として活発に行われており、1956年のコシヒカリなど数多くの新品種が開発されている。図 4.1.1-8 には 1929 年以降に登録された水稻品種数の推移が示されているが、毎年 10 品種近くが登録され、2014 年には 500 品種近くが登録されている。

新品種開発の努力が継続して試みられているのに、生産性が停滞している理由として、日本の品種改良の特性が他の国と大きな異なることが挙げられるだろう。

アジア諸国の品種改良は、緑の革命といわれた 1961 年の IR8 開発に代表されるインディカ米ベースの高生産性品種の開発が中心で、さらに農家も高生産性品種を積極的に導入してきた。

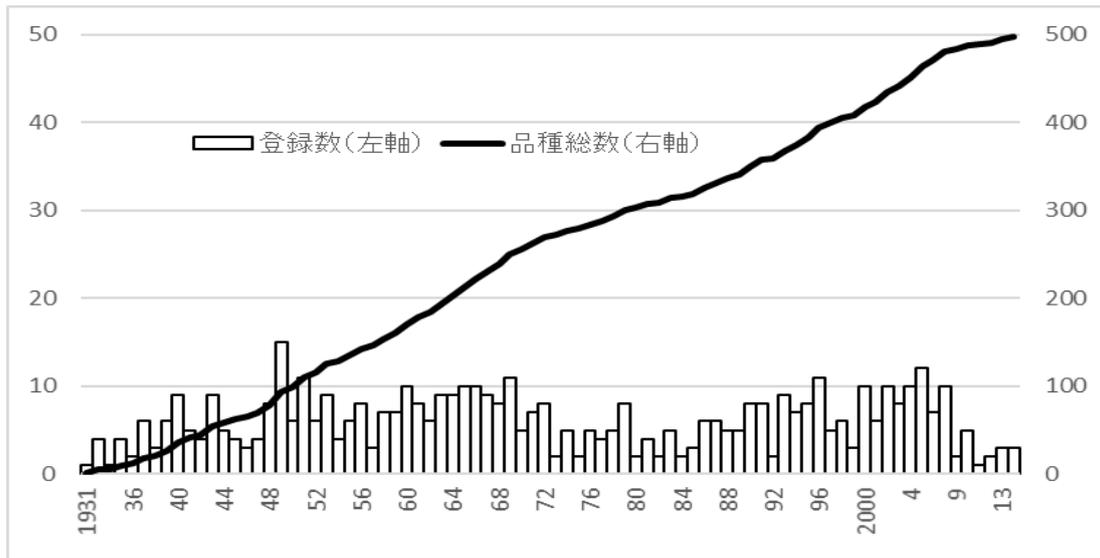


図 4.1.1-8 日本におけるコメ品種登録数の推移

(出所)農林認定品種データベース

一方、日本では、コシヒカリに代表されるように反収の多さよりも食味の良さを重視した品種が消費者から好まれることから、品種改良の開発もコシヒカリをベースとした品種が多くなった。農家も単価が高いコシヒカリ系の品種を導入したことから、反収が諸外国に比べて停滞していると考えられる。

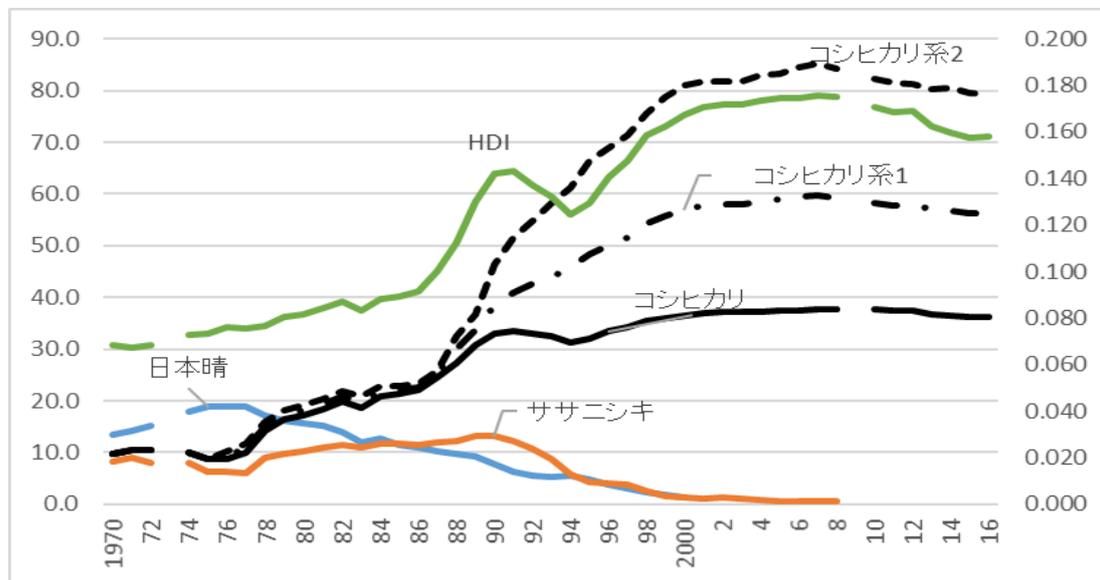


図 4.1.1-9 作付け面積シェア (%) と集中度 HDI の推移

(出所)農林水産省「作物統計」より作成

図 4.1.1-9 には 1970 年以降の水稲の主要品種（日本晴、ササニシキ、コシヒカリ）の作付け面積シェアの推移が示されている。

1970年代までは、日本の水田では様々な品種が植えられており、最大のシェアを占めていた日本晴でも20%程度であった。1979年にコシヒカリが首位になると、1980年代以降はコシヒカリだけでなく、コシヒカリを改良したコシヒカリ系品種が数多く開発されたため、それらを加えるとほぼ8割がコシヒカリベースの品種が栽培されている。

作付け面積の品種集中度をハーフィンダール指数(HDI)で計算すると、70年以降、上昇しており、0.6から0.16~0.18と3倍程度となっていることから、日本のコメの品種多様性は大きく減少していることが確認できる。

コメ栽培の多様性欠如の問題点

このように特定の品種ばかりが栽培される傾向は、イネに限らず、様々な動植物で同様に生じている現象である。こうした栽培種の画一化は、農業・畜産業の効率性が上昇するため食糧増産に大きく貢献したことは確かであろう。しかし、多様性の喪失は2つの問題を生じさせる。

第1に遺伝資源の多様性は優良な形質を生む源泉であるからだ。実際、様々な品種をかけ合わせることで、より生産性が高く、よりおいしい農作物が作られてきた。

第2に遺伝資源の多様性の欠如は気候変動や疾病の発生などの環境変化に対して種の維持を困難にさせる恐れがある。最も有名な例は、19世紀におこったアイルランドのじゃがいも飢饉であろう。北米から入った病原菌のため、アイルランドで栽培されていた高収量品種が全滅して、100万人もの餓死者が生じたといわれている。

こうしたことから国連では、地球温暖化とともに生物多様性の維持を重要な環境問題と考えているのだ。

[4]-2 コメ政策の変遷とコメ品種改良

日本のコメ政策は2018年度を控え、大きな転換期を迎えている。この政策変化とコメの品種改良は決して無関係ではない。日本におけるこれまでのコメ政策の推移とコメ品種改良について整理してみよう。

戦前～1967年 食管制とコメ増産の時代

戦前は市場メカニズムにもとづき取引されていたが、戦中は1942年に食糧管理制度(食糧管理法)にもとづく配給制となった。戦中、戦後の混乱期を経て、肥料や農業機械を導入によるコメ生産が増大し、1967年には米自給率100%を達成した。

この時期はコメ不足に対処するため、高生産性品種が積極的に育成されており、図4.1.1-8に示されているように、数多くの品種が登録され続けた。

1968～1980年 コメ余りと減反の時代

食事の欧米化と高い生産者米価により米余剰が発生し、食管会計が赤字化したため、1970年から生産調整(減反)が開始された。農家にとっては高い価格で生産したコメを買い取られていたため、品質の向上を意図する必要はなかったといえる。

1981～2008年 食糧法廃止・食糧法による規制緩和

1981年の食糧管理法改正によって流通自由化と自主流通米入札制度が導入されたことでコメ品種のブランド化が進み、1995年の食糧法廃止・食糧法制定、2004年の食糧法改正により、規制緩和が進められた。この時期には、食味の良いコメが高い価格で販売されるようになったので、図 4.1.1-9 に示されるようにコシヒカリを中心とした品種の栽培が急激に増加した。

2009～2018年 業務用米・飼料用米への転作と減反廃止

2009年に減反補助金を飼料米に適用開始し、2013年には環太平洋経済連携協定(TPP)加入交渉を通じて2018年減反廃止を決定したため、コメの価格競争力を高める必要が出てきた。これに対して、加工用米、飼料用米向けの高収量品種の開発が進められている。

[4]-3 コメ市場における遺伝資源活用の経済価値評価

(従来型) 食味重視の品種改良の経済効果

日本における品種改良がコシヒカリを中心とした食味重視であることは、これまで確認してきたが、この食味重視の品種改良の成果を経済学的に評価しよう。

この食味を重視した品種改良は、プロダクトイノベーションにあたり、消費者の需要関数を上方にシフトさせ、商品に対する支払い意思額を増やす。しかし、コメの場合、消費者は明らかに個別品種に対する好みを持ち、商品にも品種の違いは明記されていることから差別化財(differentiated product)であると考えられる。

差別化財の場合は、図 4.1.1-10 のように従来の方の需要関数 D とは異なる新品種の需要関数 D_n が登場すると考えらる。コメ市場で新品種は、より高い価格 p_n で q_n まで需要されるとすると、新商品登場による社会的厚生は図の台形部分となる。

この新品種による消費者余剰の増大分は、価格プレミアム $\Delta p = p_n - p$ と需要量 q_n の積 $\Delta p q_n$ と支払い意思額と価格との差 $(p_n q_n) / (2 |\epsilon_n|)$ の和として推計することができる (ϵ_n は新品種需要の価格弾力性)。

価格弾力性 $|\epsilon_n| = 0.5$ とすると余剰は $(p_n + \Delta p) q_n$ より利用可能なデータから容易に推計することができる。

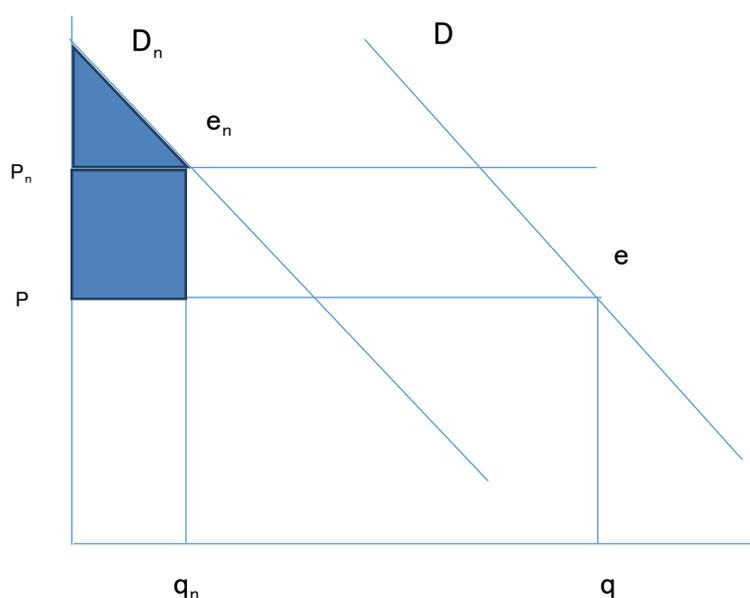


図 4.1.1-10 新品種登場による厚生効果

生産性向上品種改良の経済効果

2018 年 4 月から減反政策が廃止されて、逆に加工用米や飼料米で利用される高収量品種の開発ならびに利用が今後促進されると考えられる。

表 4.1.1-6 には、用途別コメの品種改良の動向が整理されている。

表 4.1.1-6 用途別コメ消費と品種改良の動向

用途	消費量(万t)			栽培技術	銘柄	品種改良	生産性 (kg/10a)
	1983	2012	2025				
家庭用	800	600	761		おぼろづき、ミルクQueen	食味、低アミロース	
外食中食	200	300		直播、作期分散	あきだわら、萌えみのり、やまだわら	多収性、低コスト	530→700
加工原料	20	30		直播	タカナリ、ふくひびき	超多収性、超省力	530→758
飼料米	0	20	110	直播	クサホナミ、モミロマン	超多収性、超省力	482→3000

(出所)農水省(2018)「米をめぐる状況について」

この表からもわかるように政府は加工米や飼料米で高収量品種を開発して、コメ生産コストを削減して、価格競争力を獲得することを目指している

先の食味重視の品種改良では、主に家計のコメ消費需要が増大すると考えられるが、加工用米、飼料用米のように中間財として利用されるコメの高収量米の採用は、コメを使って作られる財やサービスの価格を下げるだけでなく、コメ利用産業の財・サービスのコスト低下を招き、そのコスト低下の波及効果は経済全体に薄く広く広がる。

表 4.1.1-7 を見ると、コメは製造業（食料品、酒、飼料、化学）、サービス業（医療介護、宿泊、飲食）で利用されており、中間財としてのコメでは比較的輸入比率が高いことがわかる。

表 4.1.1-7 コメの販路と輸入比率

米の販売先				精穀の販売先			
	国産	輸入	(比率%)		国産	輸入	(比率%)
総額	1869766	145	0.0	総額	2201822	50113	2.3
精穀	1879496	145	0.0	食料品	369523	28684	7.8
種粳	16910	0	-	酒類	33504	3975	11.9
畜産	1905	0	-	飼料	12143	12143	100.0
農業サービス	5543	0	-	化学	104	25	24.0
飼料	5116	0	-	医療福祉介護	49102	0	
在庫	-39108	0	-	宿泊	50333	0	-
輸出	49	0	-	飲食	318750	1372	0.4
				その他サービス	9905	0	-
				公務	1326	973	73.4
				家計消費	1399205	619	0.0
				家計外消費	3624	6	0.2
				在庫	2383	2316	97.2
				輸出	4066		-
(出所) 総務省「2011年産業連関表」より作成							

コメの生産性上昇はコメ自体の価格低下だけでなく、コメを利用する製造業、サービス業のコストを低下させる、2次波及、3次波及を通して全産業のコストを低下させる。

この価格低下の厚生効果は図 4.1.1-11 のように図示することができる。コメ価格が P から P_n に低下することで、需要量が q から q_n に増加するため、消費者余剰が図 4.1.1-11 の台形部分になる。

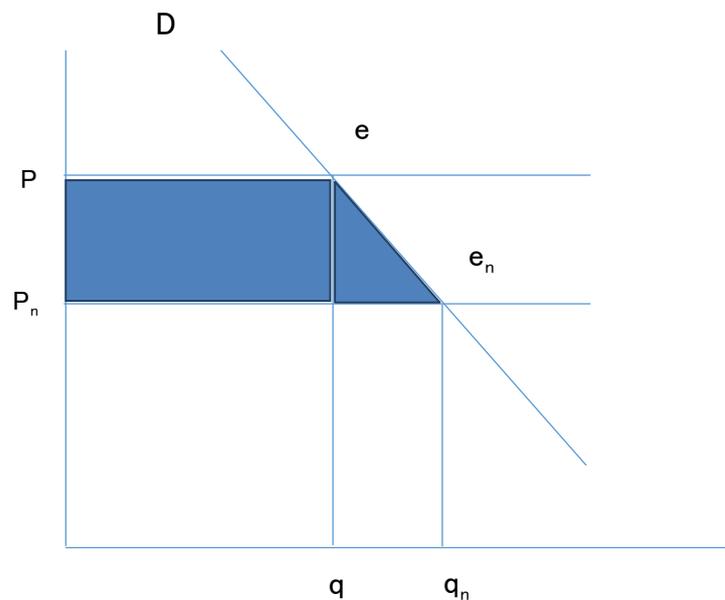


図 4.1.1-11 高収量米利用による消費者余剰の増大

〈3〉部門間取引を通じた遺伝資源直接間接利用の経済評価

[1] 遺伝資源利用の直接間接利用の評価

遺伝資源商品の直接間接利用の帰着分析を行うために、図 4.1.1-12 に示すような遺伝資源分析産業連関表を作成した。

図 4.1.1-12 遺伝資源分析産業連関表

	1		n	内需	外需	輸入	国内需要
1	X11		X1n	F1	E1	M1	X1
	:		:	:	:	:	:
n	Xn1		Xnn	Fn	En	Mn	Xn
資源国産	R1		Rn	Rf	Er		
資源輸入	Rm1		Rmn	Rm			
労働	Vl1		Vln				
資本	Vk1		Vkn				
税	T1		Tn				
国内生産	X1		Xn				

この図 4.1.1-12 では、遺伝資源を外生化することで、様々な遺伝資源の帰着効果の分析が可能になるだけでなく、輸入遺伝資源を別掲することによって遺伝資源提供国との利益分担を行った際の帰着効果の分析が可能となる。

産業 j の生産量を X_j 、遺伝資源利用量を R_j 、各種中間財投入量を X_{ij} とすると技術的なパラメータとして遺伝資源係数 $r_j = R_j/X_j$, $j=1, \dots, n$ 、投入係数 $a_{ij} = X_{ij}/X_j$, $i, j=1, \dots, n$ が一定だとすると各産業での遺伝資源利用量は

$$\mathbf{R}(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\mathbf{f}$$

ただし、 \mathbf{A} : 投入係数行列 a_{ij} 、 \mathbf{f} : 最終需要ベクトル f_i 、 \mathbf{R} : 遺伝資源係数 r_j の対角行列によって説明できる。これより遺伝資源の直接・間接の需要部門別誘発係数(総合遺伝資源係数) r_j^* は $\mathbf{R}(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1} = \sum_i r_i b_{ij}$ (ただし b_{ij} は逆行列係数) で把握可能となり、需要部門別に遺伝資源商品依存度 (どのような需要項目が遺伝資源を直接間接に多用しているのか) を確認することができる。

表 4.1.1-8 には 2011 年の 108 部門産業連関表から遺伝資源商品係数 r_j と総合遺伝資源商品係数 r_j^* を推計し、0.5% 以上の上位産業が示されている。

この表より、第 1 に総合遺伝資源商品係数は直接・間接の遺伝資源利用を反映しているため、直接遺伝資源商品係数より 50~80% 程度大きな値になっていること、第 2 に直接遺伝資源商品係数はほぼゼロでも総合遺伝資源商品係数はより大きな値になっていることがわかる。

この結果から直接遺伝資源商品を利用してはいなくても、間接的に遺伝資源商品を利用していることになること、さらに資源提供国との利益分担が実施された場合、当該資源が直接利用されている商品だけでなく、間接的に遺伝資源を利用する幅広い財・サービスの価格が上昇し、その水準も大きくなることが予想される。

表 4.1.1-8 遺伝資源商品利用産業（0.5%以上の上位、単位は%）

遺伝資源商品依存度		総合遺伝資源商品係数	
飼料・有機質肥料	38.07	飼料・有機質肥料	52.75
畜産	24.58	畜産	46.73
食料品	24.48	食料品	37.60
木材・木製品	15.32	木材・木製品	21.41
林業	11.53	林業	13.93
ゴム製品	10.59	ゴム製品	12.37
耕種農業	9.43	飲食サービス	11.16
飲料	4.32	耕種農業	10.94
漁業	3.84	漁業	7.91
飲食サービス	3.83	飲料	7.91
たばこ	3.64	宿泊業	6.65
宿泊業	2.82	なめし革・毛皮・同製品	4.76
農業サービス	2.55	農業サービス	4.38
繊維工業製品	2.18	たばこ	4.08
その他の製造工業製品	1.50	繊維工業製品	3.37
なめし革・毛皮・同製品	1.40	家具・装備品	2.79
社会保険・社会福祉	0.78	その他の製造工業製品	2.64
その他の対個人サービス	0.66	パルプ・紙・板紙・加工紙	2.26
介護	0.61	社会保険・社会福祉	1.89
		介護	1.69
		衣服・その他の繊維既製品	1.61
		建築	1.56
		事務用品	1.16
		その他の対個人サービス	1.10
		化学最終製品（医薬品を除く）	0.88
		医薬品	0.88
		紙加工品	0.85
		自動車整備・機械修理	0.68
		娯楽サービス	0.67
		その他の自動車	0.63
		化学繊維	0.61
		陶磁器	0.56
		研究	0.51

(注)総務省「2011年産業連関表(108部門)」より推計

しかし、近年、人工甘味料の利用によりショ糖の利用が代替されるなど遺伝素材から化学合成素材への代替は他の分野でも進んでいることが予想される。

表 4.1.1-9 には総合遺伝商品係数の 1995～2013 年の時系列推移が示されているが、どの産業でも遺伝資源利用が徐々に減少している傾向がみてとれる。このことから長期的には技術や嗜好の変化や価格代替を通じて遺伝素材利用度は減少していることがわかる。次節では、遺伝資源（微生物）利用による技術革新が遺伝資源利用を代替している事例が、医療薬や甘味料の事例を通して確認されることになる。

表 4.1.1-9 総合遺伝資源商品係数の推移

	1995	2000	2005	2010	2013
01農林水産業	19.4%	19.3%	17.6%	19.2%	19.1%
02鉱業	1.1%	0.9%	0.9%	0.8%	0.7%
03食料品	31.6%	26.7%	26.1%	24.2%	26.0%
04繊維	2.6%	2.3%	2.3%	2.9%	2.6%
05パルプ・紙	1.2%	0.8%	0.8%	0.8%	0.9%
06化学	1.2%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%
07石油・石炭製品	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
08窯業・土石製品	0.6%	0.5%	0.4%	0.4%	0.4%
09一次金属	0.5%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%
10金属製品	0.5%	0.4%	0.3%	0.4%	0.3%
11一般機械	0.6%	0.5%	0.4%	0.4%	0.4%
12電気機械	0.7%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
13輸送用機械	0.8%	0.6%	0.5%	0.5%	0.5%
14精密機械	0.6%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
15その他の製造工業製品	5.1%	3.6%	3.0%	2.9%	2.9%
16建設	0.9%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%
17電気・ガス・水道	0.6%	0.4%	0.4%	0.3%	0.3%
18卸売・小売	0.4%	0.4%	0.5%	0.7%	1.0%
19金融・保険	0.8%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
20不動産	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
21運輸	0.4%	0.3%	0.4%	0.3%	0.3%
22情報通信	0.7%	0.6%	0.7%	0.7%	0.6%
23サービス	2.8%	2.1%	2.1%	2.1%	2.0%
24政府サービス	0.9%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%
25対家計民間非営利サービス	1.2%	1.0%	1.0%	0.9%	1.0%
(注)内閣府「SNA産業連関表(各年)」より推計					

[2] 遺伝資源によるイノベーションの経済波及効果

本稿では、遺伝資源を利用したイノベーションの事例としてヨーグルト、高脂血症薬、コメの事例を取り上げた。そしてヨーグルトと高脂血症薬では、遺伝資源を活用した新商品が開発されたため大きな需要拡大効果が生じたことが確認された。またコメでは、従来の食味重視の品種改良では需要拡大効果が、さらに今後推進が予想される生産性重視の品種改良では生産性向上効果が生じることが推察された。

これらのイノベーションは、当該産業にとどまらず、企業間取引を通じてマクロ経済全体に波及することが予想される。

需要拡大効果があるイノベーションは、先の産業連関分析の枠組みでは $\Delta \mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \Delta \mathbf{f}$ より求められ、特に特定部門の需要波及効果は $\sum_i b_{ij}$ よりマクロ経済効果として求められる。

生産性向上効果があるイノベーションは、先の産業連関分析の枠組みでは $\Delta \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \Delta \mathbf{v}$ より求められ、特に特定部門の価格波及効果は $\sum_j b_{ij}$ よりマクロ経済効果として求められる。

表 4.1.1-10 には、コメ、ヨーグルト、高脂血症薬で生じた遺伝資源利用イノベーションが及ぼすマクロ経済効果を 2011 年の 190 部門産業連関表を用いて評価した結果が示されている。

表 4.1.1-10 遺伝資源利用イノベーションの経済波及効果

遺伝資源	産業	需要波及効果		費用削減効果	
		影響力	係数	価格影響係数	
コメ	穀類、精穀	2.350	1.176	2.072	1.037
ヨーグルト	畜産食料品	2.470	1.236	1.275	0.638
高脂血症薬	医薬品	2.073	1.038	1.328	0.665
平均		1.825	1.000	1.998	1.000
(出所)総務省「2011年産業連関表」190部門表より計算					

各分野で生じた需要拡大イノベーションは、波及効果を考慮すると 2.1～2.5 倍に効果が拡大し、より大きな需要拡大効果を持つことがわかる。今回分析した 3 分野は、産業平均を 1 とした係数でみると、平均よりもやや大きいといえる。

次に、各分野で生じた生産性上昇イノベーションは、波及効果を考慮すると 1.3～2 倍に効果が拡大し、より大きな生産性上昇効果を持つことがわかる。今回分析した 3 分野では、特にコメにおける生産性上昇の波及効果が大きいことが確認された。

〈4〉生態系サービスを考慮した遺伝資源価値の評価

遺伝資源利用イノベーションの経済価値を計測するために考慮すべきもう一つの論点は、環境に対する外部効果である。

コメ生産におけるイノベーションが起こらなければ、日本のコメ生産は減少し続け、水田面積は減少するであろうが、もし需要拡大ならびに生産性向上イノベーションが生じると水田面積は維持あるいは増加する可能性もある。

この水田が維持されることが環境に対して経済価値をもつという考え方は、「生態系と生物多様性の経済学(The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)」で 2006 年に提示された。

ここでは表 4.1.1-11 のように生態系サービスの経済価値を供給サービス、調整サービス、生息地サービス、文化サービスに分け、それぞれに経済価値を様々な手法を通じて推計し、評価を試みている。表中には 10a あたりの価値の推計値が記されているが、残念ながら水田に限った推計値では適当なものを見つけることができなかった。

本稿では、コメ品種改良の経済価値評価を行うために、その環境価値を評価するために、水田における灌漑用水保全の経済価値を推定した事例 (Kunimitsu (2006) 5000 円/10a/年) を利用するが、これは表 11 からわかるように環境価値のごく一部しか評価できていないことに留意する必要がある。

表 4.1.1-11 生態系サービスの経済価値（千円/10a/年）

生態系サービス	水田	農業	湿原	干潟	森林
総計		182.7	660-770	1240	294
供給サービス				185	
食料					
原材料					
遺伝資源(品種改良)					
医薬品					
水(飲用、灌漑)	4-6.6				
調整サービス				603	
気候調整		0.193	58-250		
水量調整		111.5	59		
水質浄化		0.273	343		
土壌維持		18.0			
生息地サービス				445	
生息生育環境の提供			163		
遺伝資源多様性の維持					
文化サービス				9.1	
景観の保全		52.8	95		
レクリエーション・観光			9.6-90		
科学知識					
(出所) 環境省「湿地の経済価値評価検討会」資料					
日本学術会議(2001)「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について」					

表 4.1.1-12 には米品種改良の経済価値が整理されている。コメの種類（主食用米・備蓄米、加工用米、飼料米、その他）ごとに H29 年の現状と H37 年の見通しが示されている。

表 4.1.1-12 コメ品種改良の経済価値

	H29年(現状)				H37(生産性改善シナリオ)				環境価値 10億円
	作付面積 万ha	生産量 千t	単収 kg/10a	余剰 10億円	作付面積 万ha	生産量 千t	単収 kg/10a	余剰 10億円	
主食用米	137	7306	530	226	139	7520	540	802	70
備蓄米	4	198	530	6	4	198	540	21	2
加工用米	5	284	546	0	10	600	580	64	5
飼料用米	9	483	511	0	14	1100	759	117	7
その他	5	43	512	0	1	110	759	12	1
計	160	8314		232	169	9528		1017	85
注) 1.その他は米粉用、酒造用、輸出用など									
2.H37の生産性改善は品種改良や経営大規模化により平均費用が16000円/60kgから9600円/60kgへ低下									
3 水田の環境価値は國光(2003)推計5000円/10a/年にもとづく									

H29 年の現状では、これまでの食味重視品種改良によって 2260 億円の経済価値が生じているが、H37 年までに加工用米、飼料米において生産性向上品種が開発され単収が改善することで、より大きな余剰が生まれることが予想される。さらに作付面積が維持されることから生じる環境価値の増加も無視することはできない。

3) 結論

本稿では、我が国における遺伝資源利用の状況とその経済価値を包括的に評価するために、従来分析されることがなかった2つの試みをおこなった。

第1に遺伝資源の多様性を利用したバイオ産業革命によって生み出される価値を経済モデルに基づいて評価をおこなった。遺伝資源活用は、すでに新製品の開発(プロダクトイノベーション)と生産性向上(プロセスイノベーション)の多くの事例を生み出しているが、今後も遺伝子組換え技術の発展に伴い、さらに加速するだろう。本稿では、医薬品(スタチン)、乳酸菌(ヨーグルト)、コメについて分析を行ったが、遺伝資源利用の経済価値は非常に大きいこととその価値を拡大するために政策措置(特許制度の柔軟な運用、トクホ制度等の品質保証制度、減反政策など)が重要であることが示された。

第2に遺伝資源商品の直接利用だけでなく、間接的な利用状況を把握するために産業連関表を用いて遺伝資源利用の帰着分析をおこなった。その結果、遺伝資源利用では、直接効果だけでなく間接効果を考慮するべきで、需要拡大効果は2.1~2.5倍に、生産性上昇効果は1.3~2倍に拡大することが確認された。

第3にコメの品種改良の分析では、食味改善の需要拡大効果と業務用米・加工用米における生産性向上のマクロ経済効果を検討するだけでなく、水田利用による生態系サービスの価値についても考慮する必要があることが示された。

生物遺伝資源は有限ではあるが、無限の可能性を秘めている。しかし地球環境の変化による資源の枯渇と生物多様性の縮小は憂うべき状況にあるといえる。今後もこの資源を末永く活用しているためにも遺伝資源活用の価値を正當に評価し公平に分配し、それを原資とした資源保護の枠組み作りを急がなくてはならない。

<参考文献>

岩橋均・重松亨(2015)『暮らしに役立つバイオサイエンス』放送大学教材

大橋弘(2015)『プロダクト・イノベーションの経済分析』東京大学出版会

リチャード W オリバー(2002)『バイオエコノミー』ダイヤモンド社

長岡貞男(2016)『新薬創製～日本発の革新的医薬品の源泉を探る～』日経 BP 社

日本学術会議(2001)「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について(答申)」

Berry S, J Levinson and A Pakes(1995) "Automobile Prices in Market Equilibrium" *Econometrica* 63(4):841-90.

Kunimitsu Y(2006) "Pricing for irrigation water on Japanese paddy-fields: applicability of stochastic choice model," ed. K. Aravossis, et. al., *Environmental Economics and Investment Assessment*, WIT press, pp.285-293

②遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証

慶應義塾大学 大沼あゆみ

(※本稿は、29年度の成果を含めた3年間の成果をまとめたうえで記述する。)

1) 序論

本研究では、Simpson et al. (1996: SSR)と Rausser and Small (2000)などが議論してきた、遺伝資源を医薬品開発に利用するという想定の下で導出した経済価値式を用いて、日本の遺伝資源の経済価値を推定することである。以下では、評価に用いた評価式、およびその式に適用するパラメータを推定する調査結果について概説し、その後、実際の評価値を導出する。

本研究における H27 年度および H28 年度の研究では、本年度の研究に向けての予備研究を行ってきた。具体的には、遺伝資源価値の導出方法の模索および医薬品業界研究者へのインタビューとアンケート等である。H29 年度は、以下、2)〈1〉および〈2〉でこれらをまとめ、それに基づき最終的に経済的価値を導出する。

2) 本論

〈1〉SSR の遺伝資源価値評価

SSR の分析が最初に想定したのは、次の状況である。まず、 n 個の種を含むライブラリーが存在する。このライブラリーの種を適用して、ある医薬品についての研究開発を行う。このライブラリーで開発に用いられるそれぞれの種の商業化確率は同一で、 p とする。また成功すると得られる収入を R とする。一方、一つの種をテストするには、コスト c が発生する。これが基本的な設定である。

さらに、新たな医薬品需要が継続して発生する。毎年生じる新たな新薬へのニーズの数を λ_t で表す。この開発のために、同じライブラリーを用いて、サンプルを毎年テストすることを想定する。さらに、時点 t のあらたな薬品 s への需要が実現したときの収入を R_{st} 、 s のためのサンプル i のテスト費用を c_{st}^i で表す。また、その商業化成功確率を p_{st} とする。簡単化のために、 $R_{st} = R$, $c_{st} = c^i$, $\lambda_t = \lambda$, 成功確率を p で一定とする。

以上の設定のもとで、ライブラリーが n から $n+1$ に増えることの限界価値 v_n は、

$$v_n = \frac{\lambda}{r}(pR - c)(1 - p)^n$$

となる。本研究では、PIC 等の導入する可能性も含めて、昨年度導出した SSR 式の拡張を用いて、評価を進めた。

$$v_n = \frac{\lambda}{r}(pRy - (c + q))(1 - p)^n$$

ここで、

λ : 毎年生じる新たな新薬へのニーズ

p : 1つのサンプルから商業化成功確率

R : 成功することによる期待純収入

c : 1つのサンプルを取得・試験する費用

r : 割引率

n: ライブラリー（国内）のテスト可能な遺伝資源種数

y: 商業化後の特許が認められる年数

q: 1つのサンプルを取得する費用

以下、これらのパラメータについて調査結果よりその水準を特定していく。

〈2〉パラメータの導出

[1] λ

日本の新薬についての文献調査により、1967～2016 まで、異なる成分でカウントすると 1,945 の新薬が認められている。年平均は、下記のように 38.9 となる。この値をベースにして、 λ を推定する。1967～2016 年に薬価基準に掲載された新薬のうち、以下の集計方法で新成分を含む新薬の件数を年単位に集計した。

〈集計方法〉

- ・ 同一の成分は 1 件として集計する
- ・ 同一の成分から作られた新薬は、薬効に関わらず 1 件として集計する
- ・ 同一成分が異なる年にも掲載された場合、一番過去に掲載された年に 1 件とカウントする

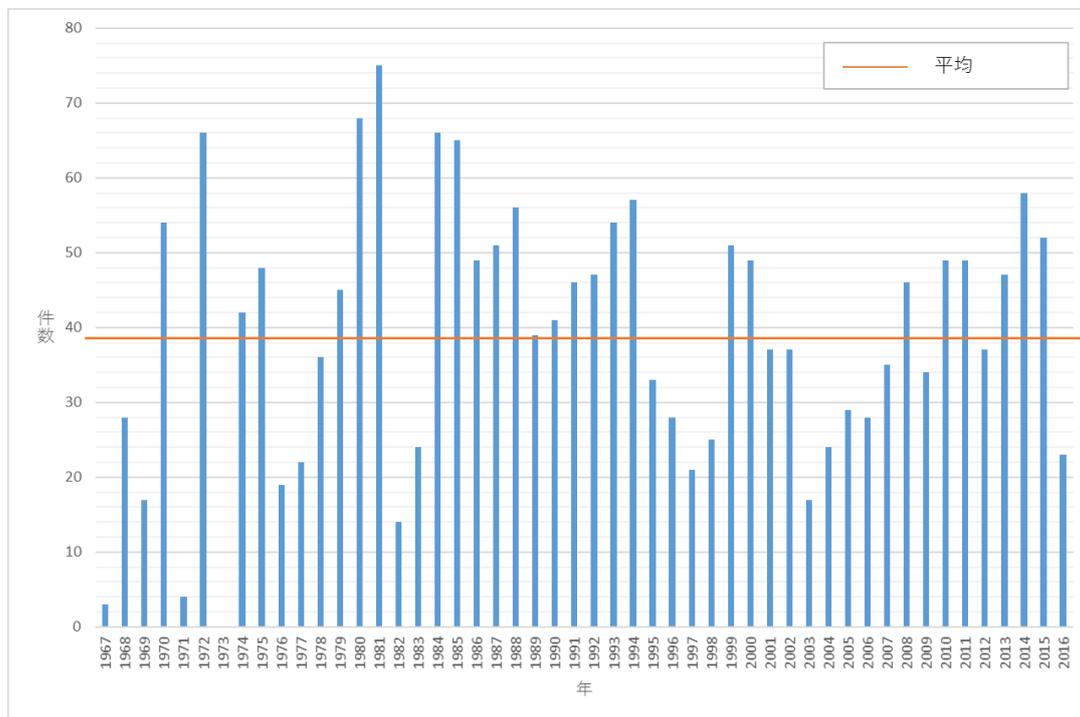


図 4.1.2-1 日本の新薬件数

出典：薬事日報社「新医薬品薬価データ 2016 年版」により作成

表 4.1.2-1 日本の新薬件数

収載年	集計結果(件)
1967	3
1968	28
1969	17
1970	54
1971	4
1972	66
1973	0
1974	42
1975	48
1976	19
1977	22
1978	36
1979	45
1980	68
1981	75
1982	14
1983	24
1984	66

収載年	集計結果(件)
1985	65
1986	49
1987	51
1988	56
1989	39
1990	41
1991	46
1992	47
1993	54
1994	57
1995	33
1996	28
1997	21
1998	25
1999	51
2000	49
2001	37
2002	37

収載年	集計結果(件)
2003	17
2004	24
2005	29
2006	28
2007	35
2008	46
2009	34
2010	49
2011	49
2012	37
2013	47
2014	58
2015	52
2016	23
合計	1,945
平均	38.9

出典：薬事日報社「新医薬品薬価データ 2016年版」により作成

[2] r および n

rについてはSSRで使用したのと同じ0.1で経済的価値の導出を行う。同様にnは250,000を用いる。

[3] p

pのパラメータ推定は、実施した添付のアンケートから行う。(調査票はⅢ. 添付資料1.(1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート(フォロー調査)」Q2.参照)

有効回答7社の回答結果を見ると、1つの医薬品を創出するための一次スクリーニングで評価するサンプル(化合物)数は、下限値の最小300個から上限値の最大30万個までかなりの幅があった。これはアンケート回答者が過去の経験から製薬業界全体で認識されている平均的な値を推測したためであると考えられる。そのため各社の下限値もしくは上限値の回答値が他社のそれと1,000倍以上もしくは1,000分の1倍以下の差がある場合、値の妥当性を検討した後に特異値として計算から除外し、パラメータの推測を行った。pの場合、下限値は300個~3万個の幅があり、300個の回答以外はすべて1,000個以上であることから、300個を特異値として除外しパラメータの推測を行った。以降のc,q,Rについても、パラメータの推定の過程で同様に回答値の検証を行っている。

またアンケート回答結果の値のばらつきが大きかったpについては、より精緻なパラメータ推定を行うため、新薬の開発プロセスである一次スクリーニング、前臨床試験、臨床試験の通過率も考慮し行うものとした。各プロセスの概要は、製薬企業が加盟する日本製薬工業会が発行した日本製薬工業協会(2016) 図「1-3 新薬の研究開発・承認。製品販売後調査のプロセス」(pp.8-9)

に基づきまとめると下記のようになる。

- 一次スクリーニング：様々な評価手法を用いて、化合物の有効性や安全性を検証し選択する工程。スクリーニング前のライブラリー作成や標的分子の特定とあわせて約 2～3 年かかる。
- 前臨床試験：大きく薬理的試験、薬物動態試験、毒性試験の 3 つの試験を経て、臨床試験で人に投与する安全性を予測する工程である。薬理的試験では、効力の裏付けを検証し、期待している効能や効果を調べ、投与量や生理機能に望ましくない作用がないかを確認する。薬物動態試験では、化合物が体内でどのように吸収・分布・代謝・排泄されるかを確認する。毒性試験とは、動物等を用いて安全性を確認する試験である。これらを平均 3～5 年かけて行う。
- 臨床試験：新薬をヒトに投与し、有効性や安全性を確認する試験である。試験は 3 つのフェーズに分けて行われ、約 3～7 年かけて行う。

ここで 1 サンプル当たりの一次スクリーニングの開始確率を p_1 とし、同様に前臨床試験の開始確率を p_2 、臨床試験の開始確率を p_3 、商業化成功確率を p とすると、4 つの確率は、

$$p_1 > p_2 > p_3 > p$$

となる。なお今回使用する確率は、日本製薬工業協会(2016)の低分子化合物の調査結果 (p.10) を用いることにより $p_2=2.66809E-04$ 、 $p_3=1.03928E-04$ と定め、 p_1 は 1 となる。なお、ここで $E-0x$ は 10^{-x} を表しており、 $E-04$ 、 $E-05$ はそれぞれ 1 万分の 1 および 10 万分の 1 を示している。

さて、アンケートの質問では 1 つの医薬品を創出するために一次スクリーニングで評価するおおよそのサンプル数を聞いた。ここから一次スクリーニングで評価するサンプルが 1 つの医薬品になる確率を求めるために、回答結果の逆数を取ることで確率 p を取得する。この方法で取得した確率と p_3 を比較し、 $p_3 > p$ となる範囲で、確率 p の下限値平均、上限値平均、下限値平均と上限値平均の平均を算出する。

以上より、一次スクリーニングで評価するサンプル数が 1 つの医薬品になる確率は表 4.1.2-2 のように推定する。また前述の日本製薬工業協会(2016)の調査結果では、1 サンプル当たりの承認取得確率は $4.07282E-05$ であり、これは今回のアンケート結果から推定した表 4.1.2-2 のパラメータのうち、下限値の平均と上限値の平均の範囲内の値となる。限界経済価値 v の推定は各パラメータの総当たり結果を基に行うが、 p のパラメータは表 4.1.2-2 の結果に加え、上記調査結果の値も使用するものとする。

表 4.1.2-2 p として適用する値

A.下限値の平均	B.上限値の平均	(A+B)/2
1.07143E-05	5.55556E-05	3.31349E-05

[4] c

c のパラメータ推定は、実施した添付のアンケートから行う。(調査票はⅢ. 添付資料 1.(1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート(フォロー調査)」SQ1.～SQ3. および Q2.参照)

今回の研究で1サンプルあたりの限界価値 v を算出するにあたり、 c は1つの医薬品を創出するために必要な一次スクリーニングの総費用、前臨床試験費用の総費用、開発総費用を質問した。ここで敢えて「1つの医薬品を創出するための費用」と質問したのは、研究者が比較的把握しやすいと考えられる費用の認識単位であることが事前に有識者からのヒアリング結果でわかったためである。そのため一次スクリーニングで評価するサンプルの各費用は、アンケート回答の各費用やテストサンプル数、1サンプルが各試験を通過する確率を考慮して推定することとする。

アンケート結果から計算した一次スクリーニング費用を見ると、最小では0円から最大では2万円の幅があった。次に前臨床試験では、一次スクリーニングに比べ費用がかかることより、最小では500万円から最大では3億7,480万円となった。さらに、臨床試験は当初の想定通り非常に高額な結果となり、最小では7億4,041万円から最大では1,597億2,520万円と幅のあるものになった。臨床試験が高コストになる理由を有識者にヒアリングしたところ、化合物を大量に生産する必要がある上、人に投与する化合物なので厳しいレギュレーション下で作る必要があるため、高コスト・多工数・多工程になるとのことである。また作るコストだけでなく、臨床試験を実施するコスト、例えば病院や医者に依頼、患者集め、臨床試験の計画・実施、試験結果の収集・分析がかかるためである。このため臨床試験の費用が文字通り桁違いに大きな値になる。

アンケート回答結果の各費用を、各フェーズのサンプルテスト個数で割って推定した結果は表4.1.2-3のようになる。なお p と同様の考えで、分母 Q_2 の値が下限値300個のデータは特異値として除外した。

表 4.1.2-3 各フェーズの費用（各フェーズ成功確率考慮前）

	計算式	A. 下限値の平均 (百万円)	B. 上限値の平均 (百万円)	(A+B)/2 (百万円)
一次スクリーニング費用	$\frac{SQ_1}{Q_2}$	0.001609	0.003593	0.002601
前臨床費用	$\frac{SQ_2}{p_2 Q_2}$	54.524476	233.208888	143.866682
臨床費用	$\frac{SQ_3 - SQ_1 - SQ_2}{p_3 Q_2}$	6,952.662469	31,574.51282	19,263.58764

※ SQ_1 、 SQ_2 、 SQ_3 および Q_2 はアンケートの質問番号の回答値を表す。

表 4.1.2-3 の結果は各フェーズの1サンプル当たりの試験費用であるが、この費用は各フェーズを通過した場合に発生すると推定できる費用である。そのためそれぞれの費用に前臨床試験の開始確率、臨床試験の開始確率をかけることで、各フェーズの期待費用を知ることができる。表 4.1.2-4 は、表 4.1.2-3 の結果に対し、各フェーズの成功確率をかけたものある。

表 4.1.2-4 パラメータ c の推定の元になる各フェーズの期待費用

	計算式	A.下限値の平均 (百万円)	B.上限値の平均 (百万円)	(A+B)/2 (百万円)
一次スクリー ニング費用	$\frac{SQ_1}{Q_2}$	0.001609	0.003593	0.002601
前臨床費用	$p_2 \frac{SQ_2}{p_2 Q_2}$	0.014547	0.062222	0.038384
臨床費用	$p_3 \frac{SQ_3 - SQ_1 - SQ_2}{p_3 Q_2}$	0.722579	3.281491	2.002035

※ SQ_1 、 SQ_2 、 SQ_3 および Q_2 はアンケートの質問番号の回答値を意味する

[5] q

実施した添付のアンケートから q のパラメータは下記のように推定する。(調査票はⅢ. 添付資料 1. (3) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」 2.4.参照) ライブラリーは自社で培養・抽出・精製する場合と、他社から購入する場合があるため、今回のアンケートでも実態にあわせて 2 パターンに分けて金額を質問した。

1 万サンプルあたりの自社で培養・抽出・精製する費用は、下限値が 1,000 万円から 5 億円、上限値が 1 億円から 10 億円までと、他のアンケート結果に比べて回答値の幅が小さかった。また他社から購入した費用も、下限値が 500 万円から 5,000 万円、上限値が 1,500 万円から 1 億円と、こちらも回答値の幅が小さかった。

これらのアンケート結果から 1 サンプルあたりの各取得費用を算出すると、表 4.1.2-5 の通りになる。

表 4.1.2-5 パラメータ q の推定結果

	A.下限値の平均 (百万円)	B.上限値の平均 (百万円)	(A+B)/2 (百万円)
自社で培養・抽出・精製	0.0165	0.04	0.02825
他社購入	0.002125	0.006625	0.004375

算出したパラメータ q の両者の値の間には、それぞれ約 6~8 倍の差があるものの、推定した v の値の大きさから見るとわずかな差であったため、製薬会社自身が遺伝資源にアクセスして取得・培養を行う費用で v の推定を行う。

[6] R

実施した添付のアンケートから R のパラメータを推定する。(調査票はⅢ. 添付資料 1. (3) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」 2.2.(ア) 参照)

1 年当たりの売上収入の予想の回答値を見ると、下限値 1 億から上限値 5,000 億と回答者によ

って幅がかなりあった。特に下限値は1億～100億と大きな幅があり、1億の回答以外はすべて10億以上であることから、1億を特異値として除外しパラメータの推測を行った。推測の結果は表4.1.2-6の通りである。

表 4.1.2-6 パラメータ R の推定結果

A.下限値の平均 (百万円)	B.上限値の平均 (百万円)	(A+B)/2 (百万円)
6,333.333333	96,428.571428	51,380.952380

膨大な売上を出すいわゆるブロックバスターと呼ばれる医薬品は、明確な定義はないものの一年間の売上が1,000億円もしくは10億ドルを超える医薬品のことを指すことが多いと言われている。今回の上限値の平均も約964億2,857万円と概ね1,000億円に近い値となり、妥当な金額と思われる。

[7] y

実施した添付のアンケートでは、最短4年から最長15年の幅であった。これらの回答結果から、yのパラメータは7.83年と特定する。(調査票はⅢ. 添付資料1.(1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」2.2.(イ) 参照)

〈3〉 経済的価値の導出

上記で導出したパラメータを総当たりで組み合わせた972件のvの値の範囲を見ると、最小はマイナス7,627万9,981円から最大は1億9,589万3,954円までと2億7,217万3,935円の幅がある結果となった。計算結果vのおおまかな分布を見るため、データ個数を1,000万円毎にカウントしたものが表4.1.2-7である。

表 4.1.2-7 v の金額範囲およびデータ個数

v (百万円)	データ個数	v (百万円)	データ個数
-80~-70 未満	27	70~80 未満	0
-70~-60 未満	0	80~90 未満	0
-60~-50 未満	0	90~100 未満	27
-50~-40 未満	27	100~110 未満	0
-40~-30 未満	0	110~120 未満	0
-30~-20 未満	0	120~130 未満	27
-20~-10 未満	0	130~140 未満	0
-10~0 未満	162	140~150 未満	0
0~10 未満	594	150~160 未満	3
10~20 未満	0	160~170 未満	24
20~30 未満	27	170~180 未満	0
30~40 未満	0	180~190 未満	0
40~50 未満	0	190~200 未満	27
50~60 未満	15	合計	972
60~70 未満	12		

計算結果 v がマイナスになるケースは、SRR の価値式の $pRy - c$ がマイナスになる場合であり、医薬品の期待売上収入より期待開発費用が大きくなる場合を意味する。どのパラメータのケースで起こっているかを見るため、計算結果 v がマイナスになるデータ個数を、期待純収入 R と商業化成功確率 p の組み合わせでカウントしたものが表 4.1.2-8 である。計算結果 v がマイナスになるのは今回使用したパラメータの場合、いずれも $R=6,333.333333$ と、 R が三つのパラメータの中で最小となる場合である。また商業化成功確率 p が小さくなるほど計算結果 v がマイナスとなるデータ個数が増える結果となった。

表 4.1.2-8 計算結果 v がマイナスになるデータ個数 (p と R の組み合わせ)

		p				小計
		1.07143E-05	3.31349E-05	4.07282E-05	5.55556E-05	
R (百万円)	6,333.333333	81	54	54	27	216
	51,380.952380	0	0	0	0	0
	96,428.571428	0	0	0	0	0
小計		81	54	54	27	216

開発者である製薬会社は、この期待利益に当たる部分がマイナスになる場合は投資を行わないと考え、以降の分析では期待利益がプラスになる 756 件のデータについて考察を行う。

[1] パラメータから導出した v に関する考察

v がプラスのケースに絞ってデータの個数および割合をまとめたのが表 4.1.2-9 である。

表 4.1.2-9 算出した v の金額範囲およびデータ個数

v (百万円)	データ個数	割合
0～10 未満	594	78.6%
10～20 未満	0	0.0%
20～30 未満	27	3.6%
30～40 未満	0	0.0%
40～50 未満	0	0.0%
50～60 未満	15	2.0%
60～70 未満	12	1.6%
70～80 未満	0	0.0%
80～90 未満	0	0.0%
90～100 未満	27	3.6%
100～110 未満	0	0.0%
110～120 未満	0	0.0%
120～130 未満	27	3.6%
130～140 未満	0	0.0%
140～150 未満	0	0.0%
150～160 未満	3	0.4%
160～170 未満	24	3.2%
170～180 未満	0	0.0%
180～190 未満	0	0.0%
190～200 未満	27	3.6%
合計	756	100%

900万円以下が全体の78.6%を占めていることが表からわかるが、これは今回使用したパラメータの推定値の組み合わせの結果である。また例えば1億6,000万円から1億6,900万円は24個データが集合しているが、1億7,000万円から1億8,900万円までのデータ個数は0個など、データの個数にばらつきがある部分が何か所かある。これは今回使用した各パラメータの値の差が大きかったためと考えられるもので、パラメータとして使用する値を増やすことができれば、ばらつきが解消される。

これら756件の v について、平均値、中央値、最小値、最大値を算出すると表4.1.2-10のようになる。なお以降は v の平均値を v_n^{Av} と表し、同様に中央値は v_n^{Me} 、最小値は v_n^{Min} 、最大値は v_n^{Max} と表す。

表 4.1.2-10 v_n^{Av} 、 v_n^{Me} 、 v_n^{Min} 、 v_n^{Max} の計算結果

n	v_n^{Av}	v_n^{Me}	v_n^{Min}	v_n^{Max}
250,000	2,406万4,344円	42万1,574円	233円	1億9,589万3,954円

ここで $v_{250,000}^{Av}=2,406万4,344円$ となる p_n^* を算出するため R および c の値を固定し計算すると、表4.1.2-11のように $1.93473E-05$ となる。これはアンケート結果の下限値 $1.07143E-05$ より $8.63E-06$ 大きい値であった。固定した R および c は、ここでは v と同様に平均値を使用した。なお以降は R^{Av} 、 c^{Av} と表し、それぞれの値は $R^{Av}=64,251.70068$ 、 $c^{Av}=1.9341873583$ （単位はどちらも100万円）となる。

表 4.1.2-11 $v_{250,000}^{Av} = 2,406$ 万 4,344 円となる $p_{250,000}^*$

n	v_n^{Av}	p_n^*	λ	r	R^{Av} (百万円)	y	c^{Av} (百万円)
250,000	2,406 万 4,344 円	1.93473E-05	38.9	0.1	64,251.70068	7.83	1.9341873583

[2]パラメータ n を変化させた場合の考察

ここまでは SSR と同じように $n=250,000$ として分析してきたが、世界の遺伝資源や個々の企業が保有するライブラリー数の増減により実際に n は様々な値に変化する。今回のアンケートでも製薬業界各社が保有する天然資源由来の推定ライブラリー数をアンケートで調査したが、回答値 4 件の範囲のばらつきが大きく、絞り込むことができなかった。これは天然物創薬の経験がない研究者の場合は回答が難しいことやライブラリーの規模を開示すること自体への抵抗感があったと考えられた。そのため今回の分析では SSR と同じ n の値から $\pm 1\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 、 $\pm 30\%$ 変動させ、計算結果がどのように変わるかを計算したものが表 4.1.2-12 である。

表 4.1.2-12 n を変更した場合の v_n^{Av} 、 v_n^{Me} 、 v_n^{Min} 、 v_n^{Max} の計算結果

No	n	v_n^{Av}	v_n^{Me}	v_n^{Min}	v_n^{Max}
1	175,000 (-30%)	5,874 万 1,145 円	875 万 5,105 円	1 万 5,084 円	4 億 3,753 万 1,716 円
2	200,000 (-20%)	4,284 万 2,544 円	316 万 2,651 円	3,761 円	3 億 3,471 万 8,747 円
3	225,000 (-10%)	3,191 万 9,078 円	114 万 2,460 円	937 円	2 億 5,606 万 5,185 円
4	247,500 (-1%)	2,474 万 4,904 円	45 万 6,932 円	268 円	2 億 121 万 2,048 円
5	250,000 ($\pm 0\%$)	2,406 万 4,344 円	42 万 1,574 円	233 円	1 億 9,589 万 3,954 円
6	252,500 (+1%)	2,340 万 3,988 円	37 万 2,743 円	203 円	1 億 9,071 万 6,418 円
7	275,000 (+10%)	1,826 万 1,576 円	14 万 9,080 円	58 円	1 億 4,986 万 2,002 円
8	300,000 (+20%)	1,390 万 8,060 円	5 万 3,853 円	14 円	1 億 1,464 万 6,824 円
9	325,000 (+30%)	1,061 万 3,472 円	1 万 9,453 円	3 円	8,770 万 6,650 円

※ n の括弧内は $n=250,000$ からの増減率を意味する

計算結果を見ると、 v_n^{Av} の場合、 $v_{250,000}^{Av}$ と比べて $v_{175,000}^{Av}$ は 3,467 万 6,801 円(約 2.44 倍)、 $v_{325,000}^{Av}$ は -1,345 万 872 円(約 0.44 倍) 増減する。同様に中央値は $v_{250,000}^{Me}$ と比べて 833 万 3,531 円(約 20.77 倍) から -40 万 2,121 円(約 0.05 倍) の増減、最小値は $v_{250,000}^{Min}$ と比べて 1 万 4,851 円(約 64.74 倍) から -230 円(約 0.01 倍)、最大値は $v_{250,000}^{Max}$ と比べて 2 億 4,163 万 7,762 円(約 2.23 倍) から -1 億 818 万 7,304 円(約 0.45 倍) の幅で変動した。

また $n=250,000$ の場合と同様、 $R^{Av} = 64,251.70068$ 、 $c^{Av} = 1.9341873583$ の場合に v_n^{Av} とする p_n^* をそれぞれ計算すると、表 4.1.2-13 のようになる。

表 4.1.2-13 v_n^{Av} とする p_n^*

No	n	v_n^{Av}	p_n^*	λ	r	R_n^{Av} (百万円)	y	c_n^{Av} (百万円)
1	175,000	5,874 万 1,145 円	2.40548E-05	38.9	0.1	64,251.70068	7.83	1.9341873583
2	200,000	4,284 万 2,544 円	2.21239E-05					
3	225,000	3,191 万 9,078 円	2.05822E-05					
4	247,500	2,474 万 4,904 円	1.94591E-05					
5	250,000	2,406 万 4,344 円	1.93473E-05					
6	252,500	2,340 万 3,988 円	1.92379E-05					
7	275,000	1,826 万 1,576 円	1.83501E-05					
8	300,000	1,390 万 8,060 円	1.75362E-05					
9	325,000	1,061 万 3,472 円	1.68643E-05					

これらの結果の変化率を見るため、表 4.1.2-12、4.1.2-13 の $n=250,000$ からの増減率が±1%である No.4 および No.6 を除いたデータの平均値と中央値をグラフ化したものが図 4.1.2-2 である。グラフより v_n^{Av} 、 v_n^{Me} のいずれも逡減していることがわかる。

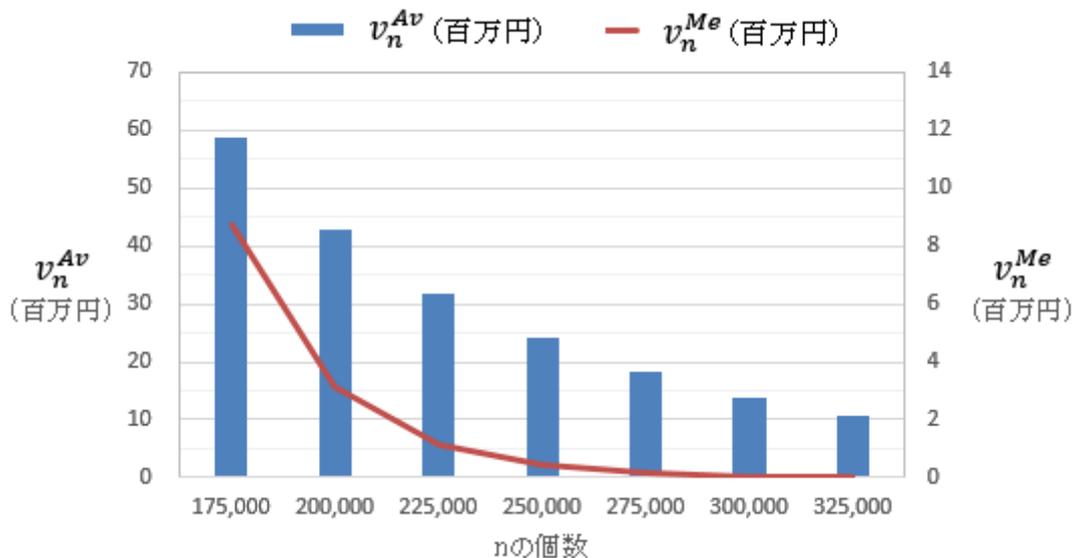


図 4.1.2-2 n を変更した場合の v の計算結果

3) 結論

本研究では、日本における遺伝資源の限界価値を議論した。この研究では、さまざまなパラメータの値を絞り、さらに、限界価値が正であるものに限定してその平均値を求めた。その結果は、約 2,406 万円であった。この結果を SSR の結果および Rausser and Small (RS) の結果と比較してみよう。SSR が示した値は、米国の遺伝資源の経済的価値は、9,431 ドルであった。一方、RS では、約 300 倍から 440 倍の水準になることを示している。本研究での 2,406 万円は、こうした値と比較したときに大きく乖離したものではなく、結果として示す第一の値としては、妥当なものと考えられる。

<参考文献>

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.

日本製薬工業協会(2016)「てきすとぶっく 製薬産業 2016-2017」

(2) PIC 等導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査

① 遺伝資源の利用に関する企業分析

滋賀大学 田中勝也

1) 調査の目的

本調査は、企業による遺伝資源等の天然物の入手、研究開発及び商業利用の状況を明らかにするとともに、その経済価値を分析し、天然物の研究開発及び商業利用の活性化にむけた施策を検討することを目的としている。具体的な目的は、(1) 企業における遺伝資源の利用状況の分析、(2) 遺伝資源利用の普及促進のための重要な要素の評価、(3) 遺伝資源利用の有無・利用形態の違いが、企業の業績・環境行動に与える影響の計測、の3点である。

これら3点の研究項目について実証的に分析するために、「遺伝資源の利用に関する企業アンケート調査」を実施した。このアンケートが対象とする遺伝資源は、ヒトを除く植物、動物、微生物などの生物由来素材を指す。遺伝資源の取得について規律する、生物多様性条約や名古屋議定書では、遺伝子を含まない抽出物などは「遺伝資源」には該当しないとしているが、本調査では天然物の研究開発および商業利用に関する経済価値分析に必要なデータを把握するため、すべての生物由来素材（遺伝資源のほか抽出エキスなどを含む）を対象とした。

なお、本アンケートにおける「遺伝資源の利用」とは、①遺伝資源等（天然物）を利用した研究開発、②それらの研究開発成果（自社研究開発成果に限らない）にもとづく商品開発、③それらの研究開発成果（自社研究開発成果に限らない）にもとづく商品製造における原材料等としての利用、の3種類の利用形態を指す。これも名古屋議定書の定義よりは、利用範囲をより広く捉えたものである。

このように、本調査では、遺伝資源および遺伝資源の利用について生物多様性条約や名古屋議定書よりも幅広く解釈した形でアンケート調査を実施している。このことにより、幅広く企業の遺伝資源に関する利用状況を把握するとともに、その内容を詳細に分析することを狙いとしている。なお、遺伝資源の種類や利用形態についてはアンケートで詳細に尋ねているため、名古屋議定書に該当する範囲での利用など、異なる条件のもとで柔軟に把握・分析できるように設計している。

2) 調査概要

本アンケート調査が対象とする企業は、東証一部、東証二部および新興2市場（JASDAQ、マザーズ）に上場する4業種（農業・林業、水産業、鉱業・採石業・砂利採取業、製造業）に属する企業1,305社である¹²。

表4.2.1-1は、上記1,305社の内訳について、産業分類および上場市場別に企業数を示したものである。農業・林業、水産業、鉱業・採石業・砂利採取業では該当する企業は少なく、サンプル

¹ 本章における大分類および中分類業種は、いずれも日本標準産業分類に依拠したものである。
(http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/sangyo/H25index.htm)

² 実際の企業数は1,305社を上回る。この1,305社は、委託業者（株式会社日経リサーチ）が、宛先部署がアンケート調査を実施可能な（宛先部署を指定して調査票を送付することできる）全企業である。

ルの大半が製造業に属する企業である。製造業は業種の多様さから細かく分類されており、産業中分類では製造業は 24 の業種に分かれている。その中には、遺伝資源の利用と無関係に見えるものも少なくない。しかしながら、近年では本業以外で遺伝資源を利用している事例も増えつつあり、その実態は明らかでない。たとえば、東証一部に上場する水産養殖業のある企業は、本業の水産養殖業では遺伝資源を利用していないかもしれないが、近年注力する健康食品・サプリメント事業では利用が予想され、企業業績にも貢献している。

このように、近年では企業の業種転換、経営の多様化などにともない、本来の業種以外で遺伝資源を利用していることも考えられる。そのため、アンケート調査の対象業種については過度な取捨選択をおこなわず、製造業をはじめとする 4 業種全体について幅広くアンケート調査を実施することとした。

なお、調査方法については郵送方式を採用した。近年では、特に個人アンケートにおいてインターネットによるオンライン調査が主流になりつつあるが、企業を対象とした調査では郵送方式が依然として主流であり、本調査もそれに倣うこととした。

調査業務全体については株式会社日経リサーチに業務委託し、調査票の配布から回収、データ入力までの一連の作業を委託することとした。

本調査の実施スケジュールは以下の通りである。

- 2017 年 2 月 6 日 株式会社日経リサーチより全企業にむけて一斉送付
- 2017 年 2 月 24 日 中間データ納品
- 2017 年 2 月 20 日 調査票回収期限（2 月 27 日までは受付）
- 2017 年 2 月 27 日 調査受付終了
- 2017 年 3 月 8 日 最終データ納品

表 4.2.1-1 産業分類別調査対象企業数（全 1,305 社）

業種	大分類業種名	中分類業種名	合計	東証一部 上々企業	東証二部 上場企業	JASDAQ・ マザーズ
1	農業、林業	農業	4	2	－	2
4	漁業	水産養殖業	1	1	－	－
5	鉱業、採石業、砂利採取業	鉱業、採石業、砂利採取業	4	4	－	－
9		食料品製造業	90	49	23	18
10		飲料・たばこ・飼料製造業	15	12	2	1
11		繊維工業	44	29	11	4
12		木材・木製品製造業（家具を除く）	10	4	4	2
13		家具・装備品製造業	11	7	3	1
14		パルプ・紙・紙加工品製造業	26	11	10	5
15		印刷・同関連業	23	9	4	10
16		化学工業	186	123	32	31
17		石油製品・石炭製品製造業	10	9	1	
18		プラスチック製品製造業（別掲を除く）	48	27	6	15
19		ゴム製品製造業	20	14	5	1
20	製造業	なめし革・同製品・毛皮製造業	2	－	－	2
21		窯業・土石製品製造業	52	29	11	12
22		鉄鋼業	43	32	7	4
23		非鉄金属製造業	32	19	10	3
24		金属製品製造業	68	29	20	19
25		はん用機械器具製造業	74	43	18	13
26		生産用機械器具製造業	133	70	28	35
27		業務用機械器具製造業	59	37	6	16
28		電子部品・デバイス・電子回路製造業	65	40	10	15
29		電気機械器具製造業	100	65	16	19
30		情報通信機械器具製造業	52	39	8	5
31		輸送用機械器具製造業	91	65	16	10
32		その他の製造業	42	24	7	11
		合計	1,305	793	258	254

注) いずれの市場でも上場企業数がゼロだった中分類業種はこの表に含まれない（例：林業）。

3) 質問項目

本調査で使用したアンケート票は、A から E まで 5 つのセクションで構成されている。それぞれのセクションにおける質問項目について、調査票の流れに沿って説明する（詳細はⅢ．添付資料 2．企業アンケート調査票を参照）。

まずセクション A は、回答企業の遺伝資源等（天然物）の入手経験に関する質問である。具体的には、過去 5 年間程度における、遺伝資源等（天然物）の入手の有無について（天然物由来の研究開発成果の購入なども含めて）、入手先・入手経路に関わらず尋ねている。入手経験のある企業については、セクション B 以下の質問に進む形式となっている。

セクション B は、遺伝資源等（天然物）の利用に関する質問である。過去 5 年程度における利用の目的、利用した遺伝資源の種類、入手時点の遺伝資源の由来（海外由来、国内由来）、遺伝資源

の入手経路などについて尋ねた。またこのセクションでは、遺伝資源等（天然物）の利用を今後拡大、縮小するのか、現状を維持するのかについても質問するとともに、遺伝資源の入手や研究開発、研究開発成果を用いた商品開発・製品製造などの商業利用に際して、困難な点、問題点などを自由回答方式で尋ねた。

セクション C は、遺伝資源等の入手・利用の促進に関する質問である。ここでは、遺伝資源の入手・利用を促進・促進していく上で企業が期待する施策について、ベスト・ワースト・スケールリング（BWS）形式による質問により尋ねている。BWS は、1970 年代にマーケティング分野で開発された分析手法で、環境分野でも 1990 年代後半より適用例がみられ、近年その利用が拡大している。BWS の質問形式にはいくつかのバリエーションが存在するが、本調査ではもっともシンプルな形式を採用することとした。

本調査では、企業による遺伝資源の利用を普及・促進する施策として、以下の 8 項目を評価対象とした。

1. 遺伝資源入手・利用における基盤的情報整備

- i 遺伝資源入手・利用に関する国際ルールの情報提供
- ii 遺伝資源入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供

2. 国による遺伝資源入手・利用環境の整備

- iii 国による遺伝資源の入手および企業への配布
- iv 国による遺伝資源の入手ルート構築

3. 企業による遺伝資源入手・利用への国による支援

- v 企業による遺伝資源の入手ルート構築への公的支援
- vi 企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援

4. 遺伝資源入手・利用のための提供国側への支援

- vii 提供国に対する遺伝資源に関する制度・運用能力の構築支援

E. 遺伝資源入手・利用のための国際環境の整備

- viii 遺伝資源に関する国際会議でのわが国の意見の反映（名古屋議定書など）

アンケート票では、上記 8 項目のうち 4 項目を提示し、そのなかで「最も重要」と思うものと、「最も重要でない」と思うものを、それぞれひとつ選択する形式とした。図 4.2.1-1 は、この BWS 形式による質問例である。

C-1 遺伝資源等（天然物）の入手・利用を促進するうえで、どのような施策を期待しますか。
最も重要と思うものと、最も重要でないと思うものを、それぞれひとつ選択してください。
（それぞれ単数回答）

項目	最も重要	最も重要でない
遺伝資源等に関する国際会議でのわが国の意見の反映（名古屋議定書など）	1	1
企業による遺伝資源等の研究開発・商業化への公的支援	2	2
企業による遺伝資源等の入手ルート構築への公的支援	3	3
提供国に対する遺伝資源等に関する制度・運用能力の構築支援	4	4
わからない		5
遺伝資源等を利用しておらず、今後の利用予定もない		6

図 4.2.1-1 ベスト・ワースト・スケーリングによる質問例

本調査では、同様の質問を 4 回繰り返し尋ねることで、8 項目がそれぞれ 2 回ずつ質問に登場する形式とした。項目の組み合わせは不完備ブロック計画（BIBD）により選択し、4 つの異なるバージョンの質問票を作成した。それらを同数印刷し、業種・上場市場に関係なく無作為に選択されたバージョンが、各企業に送付されることとした。

セクション D は、遺伝資源に関連する国際条約などの認知に関する質問である。具体的には、(a) 生物多様性条約（CBD）、(b) 名古屋議定書、(c) 遺伝資源の入手における事前の情報にもとづく合意（PIC）について、それぞれの認知の度合いを 3 段階の選択方式で尋ねた。

最後にセクション E は、環境分野における CSR（企業の社会的責任）の取り組み状況に関する質問である。ここでは、(1) 環境会計、(2) 環境監査、(3) 環境ラベルによる環境情報開示、(4) カーボン・オフセット、(5) 生物多様性の保全、(6) 認証財などのグリーン調達、(7) エコファンドの対象となることへの意識、の 7 項目への取り組み状況について、それぞれ 5 段階のリッカート尺度により尋ねる形式とした。

以上が、本調査におけるアンケート票の基本的な構成である。なお、調査対象企業 1,305 社のうち、医薬品製造業（中分類 16 化学工業に含まれる）に含まれる企業に対しては、追加的なアンケートを同封し、遺伝資源を利用した創薬についてより詳細に尋ねることとした（アンケート票はⅢ．添付資料 2．参照）。

4) 分析結果

本調査により回収されたアンケート票データを使用して、(1) 企業における遺伝資源の利用状況の分析、(2) 遺伝資源利用の普及促進のための重要な要素の評価、(3) 遺伝資源利用の有無・利用形態の違いが、企業の業績・環境行動に与える影響の計測、の 3 点について分析をおこなった。以下、それぞれの項目について報告する。

〈1〉企業における遺伝資源の利用状況の分析

上述の遺伝資源利用に関する企業アンケートの回答結果をもとに、遺伝資源の利用状況について整理・分類することで、企業の遺伝資源利用の有無、利用の形態、遺伝資源の入手先、今後の利用方針などについて分析した。このことから、企業による遺伝資源の利用状況について明らかにするとともに、今後の研究・政策提言にむけた基礎的情報を整備した。

表 4.2.1-2 は、産業分類別にアンケートの回収企業、遺伝資源利用企業、遺伝資源利用率をまとめたものである。本アンケートでは 1,305 社に調査票を送付したが、そのうち 343 社より回

答を受け、回収率は約 26%であった。また、回答のあった 343 社のうち、118 社が何らかの形で遺伝資源利用があると回答した（利用率約 34%）。

なお、本アンケートは大分類では農業・林業、漁業、鉱業・採石業・砂利採取業、製造業の 4 分類を対象としているが、回答のあった 1,305 社はすべて製造業であった。そのため、本アンケートの結果は、実質的に製造業における遺伝資源利用に限定されている点には留意が必要である。

この表が示すように、企業の遺伝資源利用は製造業のさまざまな業種に広がっている。対象としたすべての業種（25 中分類）のうち、遺伝資源の利用が確認されなかったのは家具・装備品製造業、なめし革・同製品・毛皮製造業（回答企業なし）、その他の製造業の 3 業種のみであった。業種の性質から考えると、電器機械機器製造業や情報通信機械器具製造業などでも、遺伝資源の利用がありそうには思われない。実際にはこれらの業種でも遺伝資源が利用されており、その理由として本業以外の業務で利用している例が見受けられた。本業とは別に健康サプリメントの製造・販売をおこなっている企業など、多角経営化が進むにつれて遺伝資源を利用する業種の幅もますます増えるものと見込まれる。

表 4.2.1-2 産業分類別回収・遺伝利用企業数

大分類業種名	中分類業種名	発送企業数	回収企業数	遺伝資源利用企業数	遺伝資源利用率
農業、林業	農業	4	-	-	-
漁業	水産養殖業	1	-	-	-
鉱業、採石業、砂利採取業	鉱業、採石業、砂利採取業	4	-	-	-
製造業	食料品製造業	90	22	14	64%
	飲料・たばこ・飼料製造業	15	5	4	80%
	繊維工業	44	11	6	55%
	木材・木製品製造業（家具を除く）	10	4	3	75%
	家具・装備品製造業	11	2	0	0%
	パルプ・紙・紙加工品製造業	26	7	3	43%
	印刷・同関連業	23	4	2	50%
	化学工業	186	51	29	57%
	石油製品・石炭製品製造業	10	1	1	100%
	プラスチック製品製造業（別掲を除く）	48	12	8	67%
	ゴム製品製造業	20	6	6	100%
	なめし革・同製品・毛皮製造業	2	-	-	-
	窯業・土石製品製造業	52	12	4	33%
	鉄鋼業	43	15	1	7%
	非鉄金属製造業	32	10	1	10%
	金属製品製造業	68	21	3	14%
	はん用機械器具製造業	74	20	3	15%
	生産用機械器具製造業	133	44	10	23%
	業務用機械器具製造業	59	13	2	15%
	電子部品・デバイス・電子回路製造業	65	19	2	11%
	電気機械器具製造業	100	25	9	36%
	情報通信機械器具製造業	52	10	2	20%
	輸送用機械器具製造業	91	20	5	25%
その他の製造業	42	9	0	0%	
	合計	1305	343	118	34%

表 4.2.1-3 は、遺伝資源を利用する企業を上場市場別にまとめたものである。遺伝資源を利用する企業全 118 社のうち、88 社（75%）が東証一部上場企業、13 社（11%）が東証二部上場企業、17 社（15%）が新興市場（JASDAQ、マザーズ）上場の企業であった。現状では遺伝資源利用の大半を大企業が占める一方で、中小企業や新興のベンチャー企業でも一定の利用実績の存在が示されたといえる。

表 4.2.1-3 上場市場別遺伝資源利用企業数

	企業数	比率
東証一部	88	75%
東証二部	13	11%
JASDAQ	15	13%
マザーズ	2	2%
合計	118	100%

表 4.2.1-4 は、遺伝資源の利用形態別に企業数をまとめたものである。この質問は複数回答方式であることから、企業数の合計は回答企業数（118 社）を上回っていることに留意されたい（表 4.2.1-4～4.2.1-7 も同様である）。本調査では、遺伝資源利用企業のうち 64 社（41%）が遺伝資源自体を研究開発で使用していると回答しており、R&D の一環としての遺伝資源利用が主流であることが示された。また、53 社（34%）が遺伝資源の研究開発成果を商品の原材料として利用しており、38 社（24%）が遺伝資源の研究開発成果を商品開発で利用していると回答した。

表 4.2.1-4 利用形態別遺伝資源利用企業数（複数回答可）

	企業数	比率
遺伝資源自体を研究開発で使用	64	41%
遺伝資源の研究開発成果を商品開発で利用	38	24%
遺伝資源の研究開発成果を商品の原材料で利用	53	34%
答えられない	1	1%
合計	156	100%

表 4.2.1-5 は、企業数を遺伝資源の利用素材別にみたものである。表が示すように、植物・植物由来素材がもっとも多く 73 社（45%）であった。次いで多いのが微生物・微生物由来素材の 51 社（31%）であり、動物・動物由来素材を利用する企業は 36 社（22%）に留まった。

表 4.2.1-5 利用素材別遺伝資源利用企業数（複数回答可）

	企業数	比率
植物・植物由来素材	73	45%
動物・動物由来素材	36	22%
微生物・微生物由来素材	51	31%
その他	3	2%
合計	163	100%

表 4.2.1-6 は、利用する遺伝資源の由来別に企業数をまとめたものである。回答企業のうち 85 社（56%）が国内由来の遺伝資源を利用しており、利用全体の半数以上が国内由来の遺伝資源で占められていることが示された。海外由来の遺伝資源を利用する企業は 55 社（36%）であり、由来不明の企業も若干（8 社）確認された。

表 4.2.1-6 由来別遺伝資源利用企業数（複数回答可）

	企業数	比率
海外由来	55	36%
国内由来	85	56%
由来不明	8	5%
答えられない	1	1%
わからない	2	1%
合計	151	100%

表 4.2.1-7 は、国内の遺伝資源を利用する企業に対して、その入手方法を複数回答形式で尋ねた結果である。もっとも多かった入手方法は、国内で原材料・商品等として流通している素材を購入している方法で 52 社（30%）であった。次いで多いのが素材を収集・供給する仲介業者（商社、素材業者等）からの購入と、共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者からの入手で、それぞれ 33 社（25%）であった。以下、国内の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手が 25 社（14%）、国内の農家等が栽培・飼育しているものを直接入手、および、国内で自然に生息しているものを直接採集して入手がそれぞれ 12 社（7%）、他の研究機関・企業、研究者の研究開発成果のライセンス又は購入等に伴い入手している企業が 6 社（3%）という結果になった。

表 4.2.1-7 国内の遺伝資源等の入手方法（複数回答）

	企業数	比率
国内で原材料・商品等として流通している素材を購入	52	30%
素材を収集・供給する仲介業者（商社、素材業者等）から購入	33	19%
国内の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手	25	14%
共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者から入手	33	19%
国内の農家等が栽培・飼育しているものを直接入手	12	7%
国内で自然に生息しているものを直接採集して入手	12	7%
他の研究機関・企業、研究者の研究開発成果のライセンス又は購入等に伴い入手	6	3%
答えられない	1	1%
その他	2	1%
合計	176	100%

表 4.2.1-8 は、表 4.2.1-7 と同様の質問を海外の遺伝資源について尋ねた結果である。もっとも多かったのが海外で原材料・商品等として一般に流通している素材を購入している企業で 32 社（31%）であった。次いで素材を収集・供給する仲介業者（商社、素材業者等）から購入している企業が 29 社（28%）であり、共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者から入手する企業が 10 社（10%）という結果になった。

以下、海外の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手する企業が 8

社（8%）、自社で研究開発用に輸入した素材を入手、および共同研究又は業務委託先の海外研究機関・企業、研究者から入手している企業がそれぞれ7社（7%）、国内の保存・分譲機関（ジーンバンク・カルチャーコレクション等）から入手している企業が6社（6%）であった。また、海外の地域コミュニティ・農家等が栽培・飼育しているものを直接入手している企業も若干（1社）確認された。

表 4.2.1-8 海外の遺伝資源等の入手方法（複数回答）

	企業数	比率
自社で研究開発用に輸入した素材を入手	7	7%
海外で原材料・商品等として一般に流通している素材を購入	32	31%
素材を収集・供給する仲介業者（商社、素材業者等）から購入	29	28%
国内の保存・分譲機関（ジーンバンク・カルチャーコレクション等）から入手	6	6%
海外の保存・分譲機関（ジーンバンク・カルチャーコレクション等）から入手	8	8%
共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者から入手	10	10%
共同研究又は業務委託先の海外研究機関・企業、研究者から入手	7	7%
海外の地域コミュニティ・農家等が栽培・飼育しているものを直接入手	1	1%
答えられない	2	2%
合計	102	100%

表 4.2.1-9 は、各企業における遺伝資源利用の今後の方向性についてまとめたものである。この表によれば、全回答企業 118 社のうち、31 社（26%）が拡大していく方針を明確にしている。また、29 社（25%）が現行水準を維持する方針を明らかにする一方、縮小する方針を示す企業はわずか 1 社（1%）である。このことから、企業における遺伝資源利用は今後も拡大が続いていくことが予想されるが、全体の半数近い 56 社（47%）は明確な方針を示していない点は留意が必要である。自由記述回答でも、名古屋議定書などの今後の動向などを不確定要因としている企業が複数見受けられた。

表 4.2.1-9 遺伝資源の利用を今後拡大していく方針か（回答企業 118 社）

	企業数	比率
拡大していく方針である	31	26%
現行水準を維持	29	25%
縮小していく方針である	1	1%
答えられない・わからない	56	47%
その他	1	1%
合計	118	100%

〈2〉遺伝資源利用の普及促進のための重要な要素の評価

この分析では、上述のアンケートに含まれる遺伝資源の入手・利用を促進するための施策に関する質問（図 4.2.1-1）の結果を利用して、ベスト・ワースト・スケーリング（BWS）による定量的評価をおこなった。この分析により、遺伝資源の入手・利用を促進し得る 8 施策の相対的重要性が明らかとなり、その実現に向けた実効性・実現性の高い政策の提言が可能となる。なお、本研究ではサンプルに含まれる企業の業種や規模などが大きく異なることから、それらの異質性を考慮して企業ごとに推計値を求める混合ロジット（ランダムパラメーターロジット）モデルに

よる分析をおこなった。

表 4.2.1-10 は、混合ロジットモデルによる推計結果である。各属性の係数は、「提供国に対する遺伝資源に関する制度・運用能力の構築支援」を基準（ベースライン属性）とした相対的重要性を示している。推計結果が正で有意であれば、その属性の重要性は基準属性よりも相対的に高く、負であればその逆となる。統計的有意性が確認されない場合、その属性は遺伝資源の入手・利用の促進においては重要な属性でないと解釈することができる。

表 4.2.1-10 ベスト・ワースト・スケーリングによる推計結果

変数	係数	係数 (SD)
遺伝資源の入手・利用に関する国際ルールの情報提供	1.297 ***	2.299 ***
遺伝資源等の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供	1.416 ***	2.291 ***
国による遺伝資源の入手および企業への配布	-0.864 **	2.437 ***
国による遺伝資源の入手ルート構築	-0.316	2.265 ***
企業による遺伝資源の入手ルート構築への公的支援	0.978 ***	2.331 ***
企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援	2.082 ***	1.813 ***
提供国に対する遺伝資源に関する制度・運用能力の構築支援	—	—
名古屋議定書などでのわが国の意見の反映	-0.218	1.838 ***
<i>n</i>	2508	
対数尤度	-677.071	

注1) **, ***はそれぞれ5%, 1%の統計的有意水準を示す。

表 4.2.1-10 が示すように、分析対象である遺伝資源の入手・利用の促進に関する 8 属性（施策）のうち、5 属性について統計的有意性が確認された。これらの属性が、遺伝資源の入手・利用の普及において企業が重要視している施策と捉えることができる。

また、係数の標準偏差（SD）についてはすべての属性において有意であった。このことから、各属性の相対的重要性は、企業間での判断の違いが大きいことが示された。本研究のように、混合ロジットモデルなど企業間の異質性を考慮した分析が重要であると考えられる。

統計的有意性から重要性が確認された 5 属性についてみると、「企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援」の係数は 2.082 で、全属性のなかでも突出して高い結果である。次いで、「遺伝資源の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供」「遺伝資源の入手・利用に関する国際ルールの情報提供」の係数がそれぞれ 1.416、1.292 である。これらの結果から、企業は遺伝資源を利用した自らの研究開発・商業化に対する直接的な支援をもっとも重要と考える一方、遺伝資源の入手・利用に関する具体的方策やノウハウ、国際ルールなどの情報提供も比較的重要と考えていることが示された。

以下、統計的有意性が確認された属性とその係数は「企業による遺伝資源の入手ルート構築への公的支援」(0.978)、「国による遺伝資源の入手および企業への配布」(-0.864) という結果となった。

図 4.2.1-2 は、BWS の推計結果にもとづく、回答企業ごとの各属性に対する相対的重要性をボ

ボックスプロット(箱ひげ図)にまとめたものである。この図では、ボックスの中央付近のヨコ線が係数の中央値、ボックスの横線が推計値の第1四分位数(下側)および第3四分位数(上側)を示している。また、ボックスの上下の短いヨコ線は推計値の最小値(下側)および最大値(上側)である。係数に外れ値が存在する場合は点で表示される。

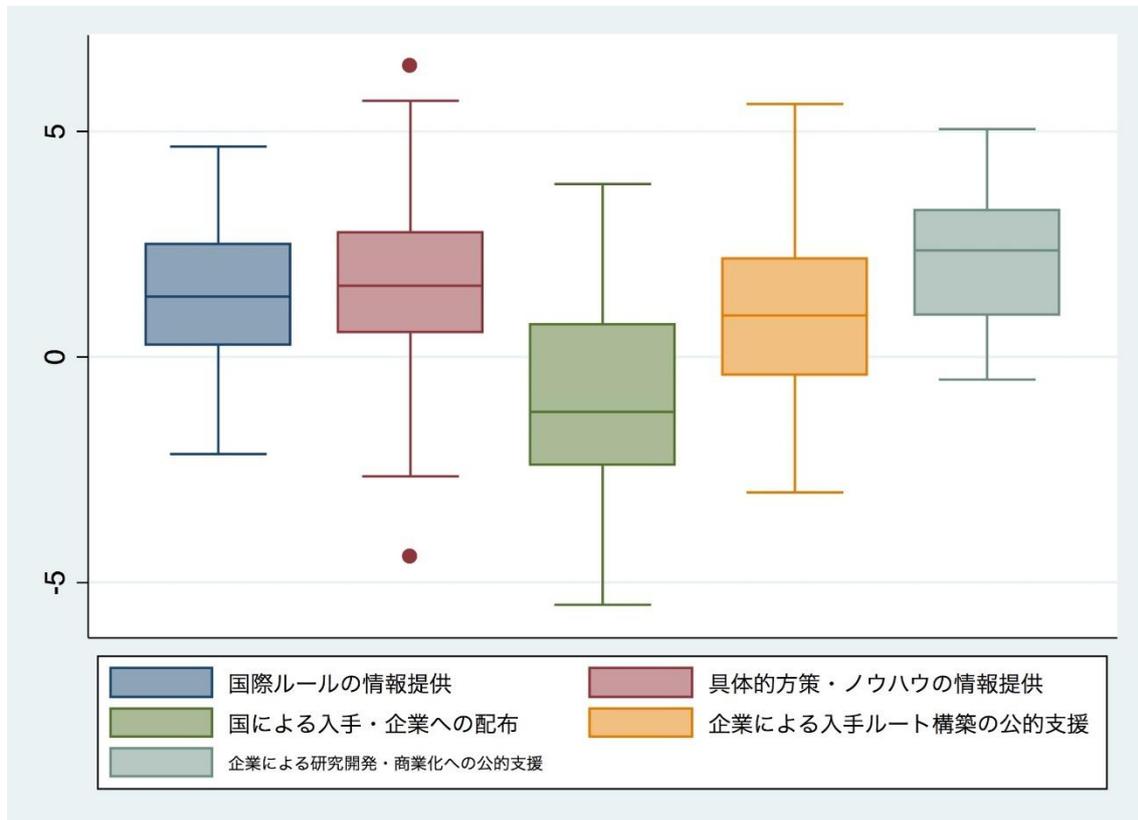


図 4.2.1-2 ベスト・ワースト・スケーリングによる推計結果のボックスプロット (全企業)

表 4.2.1-10 において「企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援」の相対的重要性の高さについて述べたが、係数の標準偏差はすべての属性の中で最小であった。図 4.2.1-2 でもボックスプロットがコンパクトにまとまっており、多くの企業がこの属性の重要性を認識していることが示されている。一方、「遺伝資源の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供」では標準偏差が比較的大きく、「遺伝資源の入手・利用の国際ルールの情報提供」では外れ値も認められる。これらの属性は、全体としてみれば相対的重要性は高いものの、企業によってはその位置づけが低いなど、回答企業による違いが大きい点ことが示された。

図 4.2.1-3 は、同様のボックスプロットを東証一部上場企業についてまとめたものである。本分析における回答企業の多くが東証一部上場であることから、全体的な傾向は図 4.2.1-2 と類似したものとなっていることが確認できる。

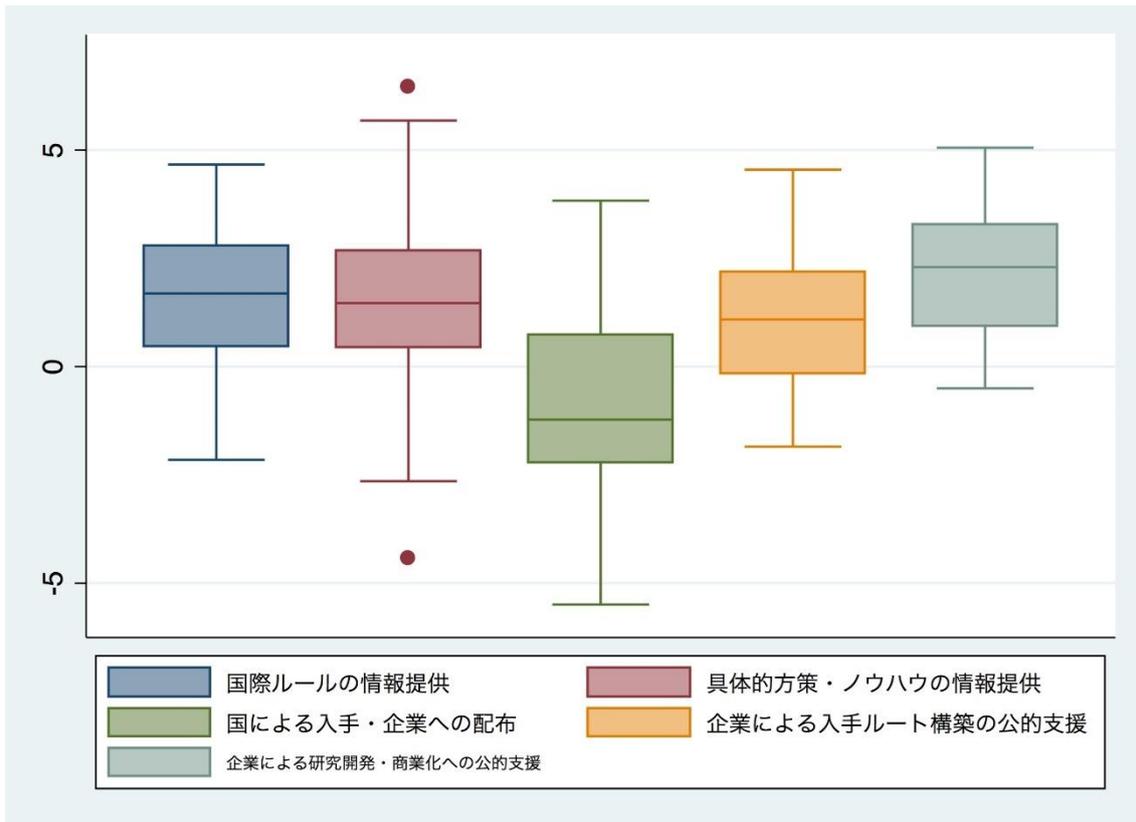


図 4.2.1-3 ベスト・ワースト・スケーリングによる推計結果のボックスプロット
(東証一部上場企業)

図 4.2.1-4 は、東証二部上場企業についての係数のボックスプロットである。この図からは、上述の図 4.2.1-2 および図 4.2.1-3 とは異なる傾向が見て取れる。具体的には、「企業による遺伝資源の研究開発・商業化への公的支援」の重要性の高さは同じであるが、係数の標準偏差はより小さい。次いで重要な属性が「遺伝資源の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供」である点も同様であるが、係数の中央値は大きく、上述の公的支援に近い値となっている。その一方で係数の違いは企業により大きく、ボックスプロットが上下に広がっていることが見て取れる。「遺伝資源の入手・利用の国際ルールの情報提供」の重要性は企業全体より低いものであるが、標準偏差は非常に全属性で最小である。

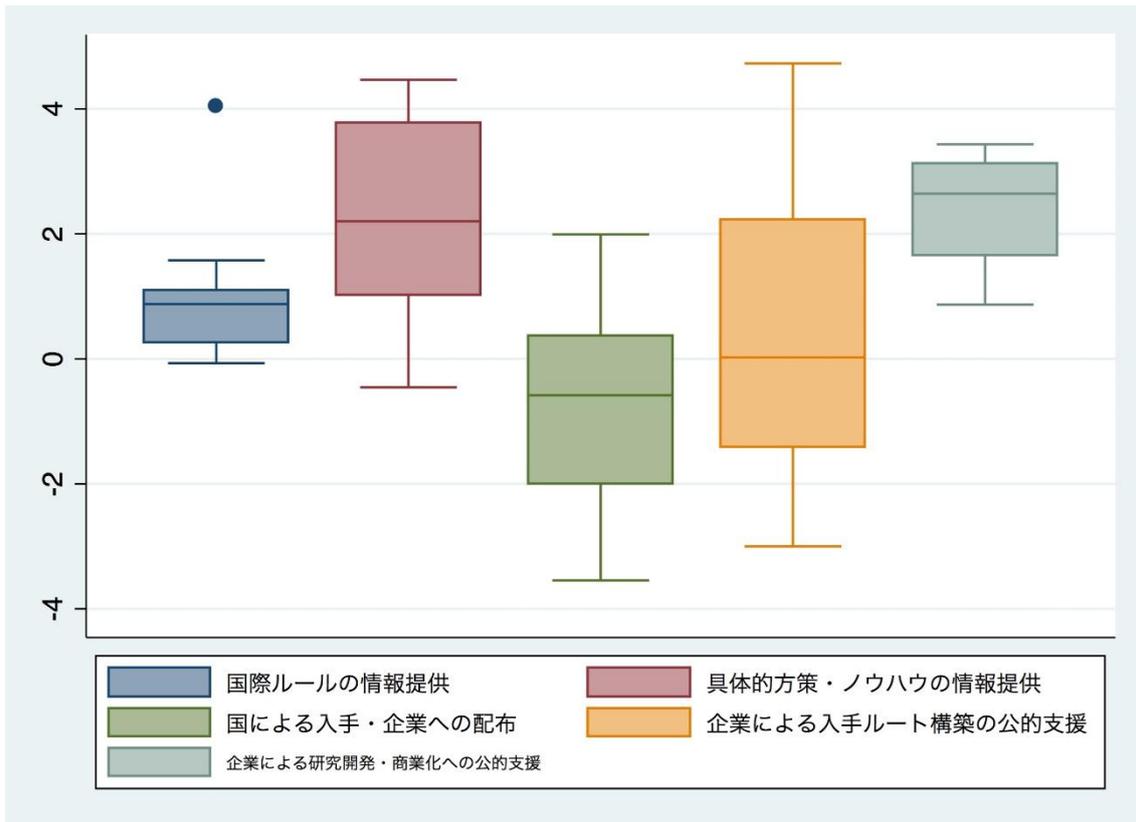


図 4.2.1-4 ベスト・ワースト・スケーリングによる推計結果のボックスプロット
(東証二部上場企業)

図 4.2.1-5 が示す通り、新興 2 市場（JASDAQ、マザーズ）に上場する企業についても東証二部市場と類似の傾向が認められるが、係数の散らばりは全体的により均一である。これらの結果が示すように、遺伝資源の入手・利用の促進で期待される施策は、上場市場により明確に異なる。市場ごとに異なる企業の業務・規模・方向性などを考慮して、きめの細かい具体的施策の検討・立案が重要といえる。

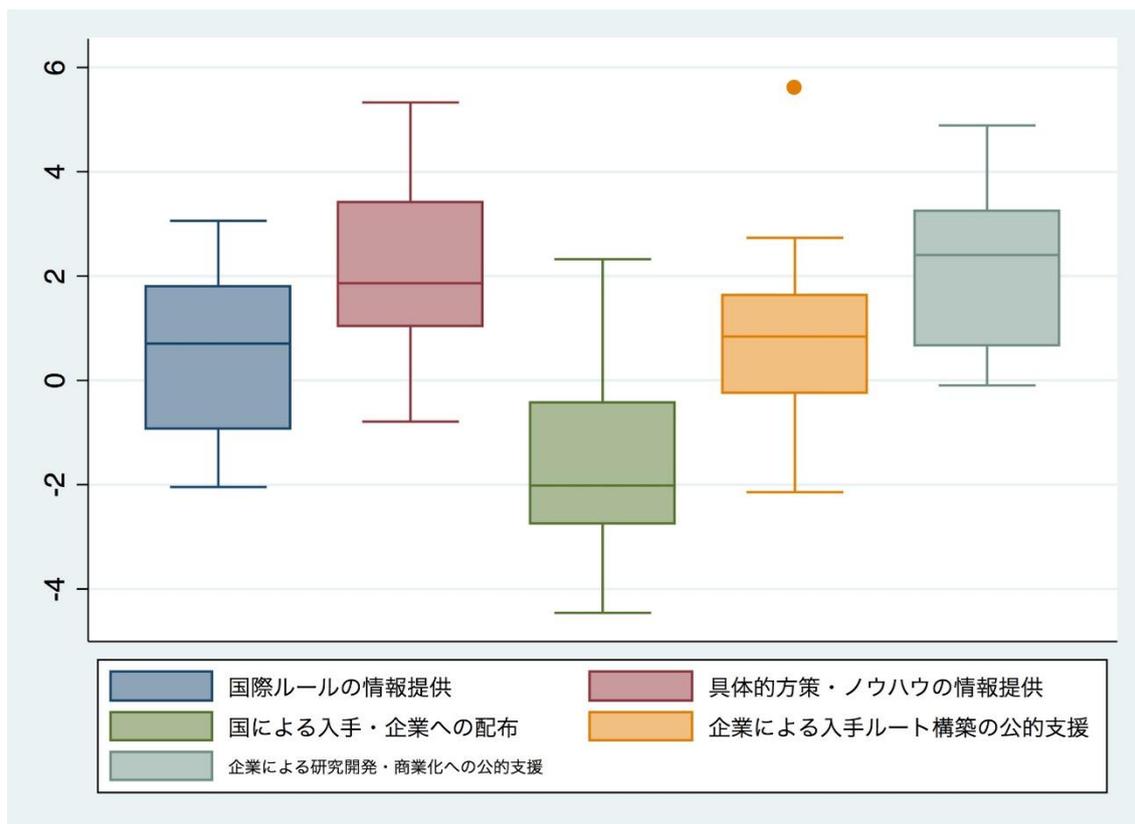


図 4.2.1-5 ベスト・ワースト・スケーリングによる推計結果のボックスプロット (JASDAQ、マザーズ上場企業)

〈3〉 遺伝資源の利用が企業の業績・環境 CSR に与える影響

本調査におけるアンケートデータをもとに、遺伝資源の利用企業と、非利用企業を比較・分析することで、遺伝資源利用の有無が企業の環境 CSR 行動および経済パフォーマンスに与える影響を定量化した。

企業の環境 CSR 行動では、アンケートで尋ねた (1) 環境報告書の発行、(2) 環境会計の実施、(3) 環境監査の実施、(4) 環境ラベルの導入、(5) カーボン・オフセットの導入 (6) 生物多様性の保全 (7) グリーン調達の実施、(8) エコファンドの導入、の 8 種類を分析対象とした。また、経済パフォーマンスについては日経 NEEDS 財務データより収集した、各企業の (1) 売上総利益、(2) 従業員当たり売上総利益、(3) 売上高研究開発費の 3 種類を分析対象とした。

表 4.2.1-11 は環境 CSR の取り組み状況について、遺伝資源利用の有無別にまとめたものである。いずれの変数も二項型であり、該当する CSR に取り組んでいれば 1、取り組んでいなければ 0 の値をとる。全体として、遺伝資源の利用企業は、非利用企業と比較して環境 CSR 行動により取り組む傾向にあるといえる。対象とした 8 種類の環境 CSR のうち、環境会計を除く 7 種類については遺伝資源の利用企業の方が平均値で上回っている。その中でも、遺伝資源利用の有無による違いがより顕著なのはグリーン調達、カーボン・オフセット、環境監査、生物多様性の保全である。

表 4.2.1-11 環境 CSR の取り組み状況（2016 年、いずれも取り組みあり=1, 取り組みなし=0）

	変数	企業数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
遺伝資源利用企業	環境報告書	40	0.325	0.474	0	1
	環境会計	100	0.370	0.485	0	1
	環境監査	100	0.420	0.496	0	1
	環境ラベル	40	0.050	0.221	0	1
	カーボン・オフセット	100	0.320	0.469	0	1
	生物多様性の保全	100	0.380	0.488	0	1
	グリーン調達	100	0.630	0.485	0	1
	エコファンド	100	0.200	0.402	0	1
遺伝資源非利用企業	環境報告書	183	0.301	0.460	0	1
	環境会計	243	0.395	0.490	0	1
	環境監査	243	0.189	0.393	0	1
	環境ラベル	183	0.044	0.205	0	1
	カーボン・オフセット	243	0.041	0.199	0	1
	生物多様性の保全	243	0.189	0.393	0	1
	グリーン調達	243	0.243	0.430	0	1
	エコファンド	243	0.012	0.111	0	1
全体	環境報告書	223	0.305	0.461	0	1
	環境会計	343	0.388	0.488	0	1
	環境監査	343	0.257	0.437	0	1
	環境ラベル	223	0.045	0.207	0	1
	カーボン・オフセット	343	0.122	0.328	0	1
	生物多様性の保全	343	0.245	0.431	0	1
	グリーン調達	343	0.356	0.479	0	1
	エコファンド	343	0.067	0.250	0	1

表 4.2.1-12 は企業の経済パフォーマンスについて、遺伝資源利用の有無別にまとめたものである。この表が示すように、分析対象とする指標のうち、売上高総利益と従業員当たり売上総利益については遺伝資源利用企業が平均値において上回る一方、売上高研究開発比率については遺伝資源を利用しない企業の方が高い値となっている。

表 4.2.1-12 分析対象企業の経済パフォーマンス（2016 年、単位 100 万円）
（いずれも 2016 年における過去 5 年平均値）

	変数	企業数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
遺伝資源利用企業	売上総利益	100	49,723.4	104,650.5	149.2	529,892.8
	従業員当たり売上総利益	100	52.4	29.8	12.4	179.5
	売上高研究開発比率	95	56.8	71.1	2.3	426.9
遺伝資源非利用企業	売上総利益	241	15,435.5	47,106.3	-2,477.8	506,198.8
	従業員当たり売上総利益	241	43.0	29.1	5.5	253.9
	売上高研究開発比率	228	258.2	2,046.0	1.2	30,682.2
全体	売上総利益	341	25,490.6	70,708.0	-2,477.8	529,892.8
	従業員当たり売上総利益	341	45.7	29.5	5.5	253.9
	売上高研究開発比率	323	199.0	1,720.8	1.2	30,682.2

このように、遺伝資源の利用企業と非利用企業の間には環境 CSR 行動や経済パフォーマンスに顕著な違いが見られるものの、利用企業と非利用企業は本質的に異なるグループのため、両者の単純比較には大きな意味はない。近年では、同質性の高い 2 グループを統計的に作り出し、その上で両者の違いを定量化するマイクロ計量経済学の手法が目覚ましい発展をみせている。本研究では、その代表的な分析手法のひとつである傾向スコアマッチング（propensity score matching; PSM）を使用して、遺伝資源利用の有無が企業の経済パフォーマンスおよび環境 CSR 行動に与える影響を分析した。

表 4.2.1-13 は傾向スコアマッチングによる、遺伝資源利用の有無による企業の経済パフォーマンスおよび環境 CSR における差異（平均処置効果）の推計結果である。まず経済パフォーマンスについてみると、3 種類の指標（1 人あたり経常利益、1 人あたり営業利益、売上高研究開発費比率）のうち、1 人あたり経常利益について遺伝資源利用の有無による有意な差異が確認された。本業での利益を示す 1 人あたり営業利益では差異が認められなかったものの、本業外の収益と費用を考慮した経常利益では有意な違いが示されたことから、遺伝資源を利用する形での業務分野の拡大や経営の多角化が、企業の経済パフォーマンスの向上につながっていると考えられる。

実際、製造業では本業とは別に健康サプリメントを開発・販売し、業績の改善につながる例など、遺伝資源を利用した異分野への参入事例が少なくない。従来業種分類にとらわれず、遺伝資源の利用について幅広い分野を対象に企業の動向を把握していくことが必要である。

次に、CSR 行動についてみると、分析対象とした 8 種類（環境報告書、環境会計、環境監査、環境ラベル、カーボン・オフセット、生物多様性保全、グリーン調達、エコファンド）のうち、生物多様性保全を含む 5 種類について遺伝資源利用企業の方が取り組みの度合いが高い結果になった。遺伝資源の利用もその内容はさまざまであるが、共通するのは生物多様性を含む生態系サービスから、直接的な便益を受けている点である。そのため、遺伝資源を利用しない企業よりも環境配慮型の CSR 行動に積極的になっていることが考えられる。遺伝資源利用が企業の業績を通じた私的便益の向上にとどまらず、環境 CSR の広がりを通じて社会的便益の増大にも貢献する可能性が、定量的に示された結果といえる。

表 4.2.1-13 傾向スコアマッチングによる分析結果：遺伝資源利用企業と非利用企業における
経済パフォーマンスおよび環境 CSR 行動の違い（平均処置効果）

		平均処置効果 (ATT)	標準誤差
経済パフォーマンス	1人あたり営業利益	0.436	0.418
	1人あたり経常利益	2.871 ***	0.943
	売上高研究開発費比率	-0.008	0.012
環境CSR	環境報告書の発行	-0.018	0.109
	環境会計の実施	-0.091	0.068
	環境監査の実施	0.238 ***	0.068
	環境ラベルの導入	0.054	0.059
	カーボン・オフセットの実施	0.188 ***	0.044
	生物多様性の保全	0.144 ***	0.063
	グリーン調達の実施	0.311 ***	0.071
	エコファンドへの取組	0.158 ***	0.038

注1: ***は1%の有意水準を示す。

注2: 分析対象企業343社のうち100社が遺伝資源利用企業、243社が遺伝資源非利用企業である。

②PIC 導入に関する企業分析

滋賀大学 田中勝也

将来的に国内措置として情報にもとづく事前の同意（PIC）等の提供国措置が検討される可能性を踏まえ、その導入が国内企業に与える影響に関する調査をおこなった。上述（4.（2）①遺伝資源の利用に関する企業分析 参照）の「遺伝資源の利用に関する企業アンケート調査」は、わが国の名古屋議定書批准前に実施した調査のため、PIC など具体的な施策に関連する質問項目は盛り込まれなかった。そのため、PIC を含めた遺伝資源利用に関する施策への企業の認識などを理解するため、2018 年 1 月に「遺伝資源等（天然物）の研究開発と商業利用に関する企業追加アンケート」を実施した（調査票の内容はⅢ. 添付資料 2. を参照）。

「遺伝資源の利用に関する企業アンケート調査」の結果を踏まえ、製造業部門の中でも遺伝資源の利用実績の高い業種の 500 社に調査票を配布した結果、92 社より回答を得た（回収率 18.4%）。回答企業のうち、遺伝資源を利用している企業は 41 社であった（遺伝資源利用率 44.6%）。

まず、PIC に関連する質問であるが、事前の情報として、「国内の遺伝資源の入手に際し、「情報に基づく事前の同意（PIC）の取得」（PIC 制度）が導入される」という仮説的な状況を提示した（あくまで仮の話である点を強調した）。ここで PIC 制度は、遺伝資源にアクセスする際は、国内法令や行政措置などに従って、情報の提供や許可取得などの手続きが求められるもの（例：許可制）であることを説明した。

上記の前提を示した上で、仮にこの PIC 制度が国内の遺伝資源を対象に導入される場合、企業にとっては、国内遺伝資源の入手に手続きが必要になるデメリットが予想される一方、遺伝資源を適正に入手していることが明確化されるメリットが考えられる点を説明した。この仮想的な PIC 制度を踏まえて、本アンケート調査では（a）PIC 制度導入に対する企業の見解、（b）PIC 制度導入による企業業績への影響、の 2 点を尋ねた（図 4.2.2-1）。

（※以下では上記（a）PIC 制度に対する企業の見解 について述べる。（b）については、（3）①を参照されたい。）

C. 国内遺伝資源の入手の施策に関して (すべて仮想的な質問です。実際に政策に反映されるものではありません)		
<p>国内の「遺伝資源」(遺伝の機能的単位(遺伝子)を有するもののみ。抽出エキス等は除く。)の入手に際し、「情報に基づく事前の同意(PIC)の取得」(PIC制度)が導入されるとします(あくまで仮の話です)。これは、遺伝資源にアクセスする際は、国内法令や行政措置などに従って、情報の提供や許可取得などの手続きが求められるものです。(例:許可制)</p> <p>企業にとっては、国内遺伝資源の入手に手続きが必要になる一方、遺伝資源を適正に入手していることが明確化されるメリットが考えられます。この仮想的なPIC制度を踏まえて、以下の質問にお答えください。</p>		
(以下はすべて仮想的な質問です。実際の政策に反映されるものでは一切ございません)		
C-1 国内遺伝資源の入手に関するPIC制度の導入についてどうお考えですか。(単数回答)		
1. 賛成である	5. 反対である	
2. どちらかといえば賛成である	6. わからない・答えられない	
3. どちらでもない	7. その他(具体的に:)	
4. どちらかといえば反対である		
C-2 国内遺伝資源の入手に関するPIC制度の導入による、貴社の損失は利益全体の何パーセント程度だと思えますか。PIC制度の影響として、(1)制度導入により国内遺伝資源を利用しなくなる場合は、それにより失われる利益、(2)PIC導入後も国内遺伝資源を入手・利用する場合は、追加的に発生する費用、などを考慮して、おおよその影響度合をお答えください。(単数回答)		
1. 1%未満	4. 10-20%未満	7. わからない・答えられない
2. 1-5%未満	5. 20-30%未満	8. その他(具体的に:)
3. 5-10%未満	6. 30%以上	

図 4.2.2-1 「遺伝資源等(天然物)の研究開発と商業利用に関する企業追加アンケート」における PIC 関連の質問文

(a) の PIC 制度の導入に対する企業の見解については、遺伝資源利用企業 41 社と、非利用企業 2 社の計 43 社が回答した。この質問は、すでに遺伝資源を利用している企業を想定したものであるため、遺伝資源利用企業 41 社のみを分析対象とした(ただし、非利用企業 2 社を含めても結果に大きな違いは見られなかった)。図 4.2.2-2 が示すように、PIC 制度の導入に賛成する企業(賛成 / どちらかといえば賛成)はあわせて 28%と、全体の 3 割近くにのぼった。一方、導入に反対する企業(反対 / どちらかといえば反対)はあわせて 19%と、全体の 2 割に満たない結果となった。

このように、国内 PIC 制度の導入に対する企業の反応は、当初想定していたほどには否定的でないことが示された。PIC 制度には遺伝資源入手の許認可手続など、入手コストが上昇するデメリットがあるため、多くの企業が反対することを予想していた。実際には、PIC 制度導入により遺伝資源を適正に入手していることが明確化されるなど、制度の導入によるメリットが評価された可能性が考えられる。近年では環境配慮を CSR・本業を問わず重視する企業が増加しており、PIC 制度もその一環として広く受け入れられる可能性が示されたといえる。

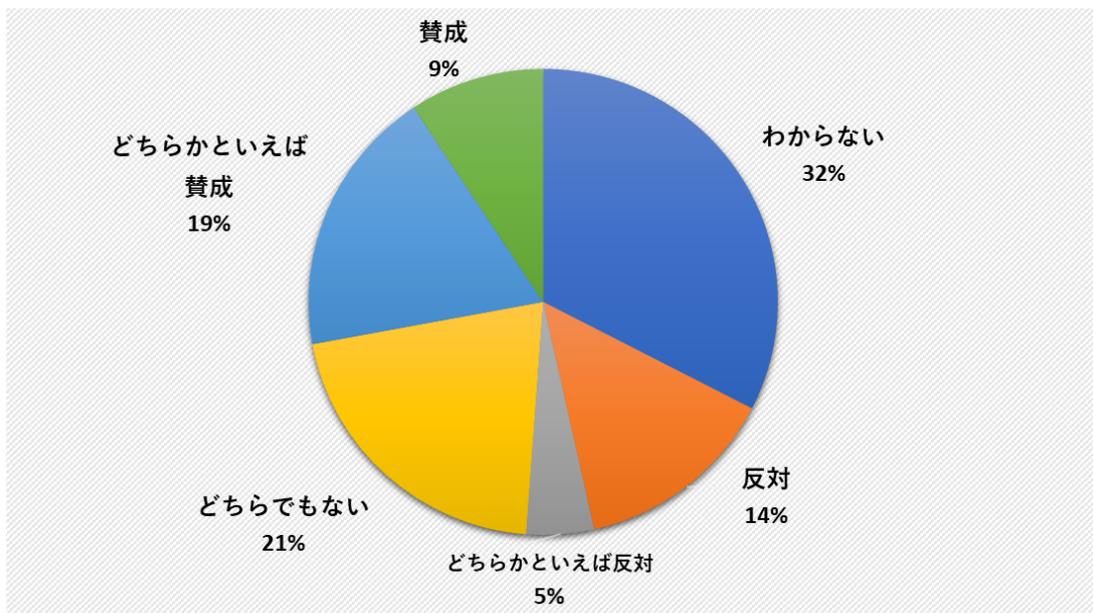


図 4.2.2-2 国内での PIC 導入に対する回答企業の見解（遺伝資源利用企業のみ）

(3) 日本での PIC 等導入による便益・費用面での評価

①企業アンケートによる推計

滋賀大学 田中勝也

PIC を含めた遺伝資源利用に関する施策への企業の認識などを理解するため、2018 年 1 月に「遺伝資源等（天然物）の研究開発と商業利用に関する企業追加アンケート」を実施した（調査票の内容はⅢ．添付資料 2．を参照）。

「遺伝資源の利用に関する企業アンケート調査」の結果を踏まえ、製造業部門の中でも遺伝資源の利用実績の高い業種の 500 社に調査票を配布した結果、92 社より回答を得た（回収率 18.4%）。回答企業のうち、遺伝資源を利用している企業は 41 社であった（遺伝資源利用率 44.6%）。

まず、PIC に関連する質問であるが、事前の情報として、「国内の遺伝資源の入手に際し、「情報に基づく事前の同意（PIC）の取得」（PIC 制度）が導入される」という仮説的な状況を提示した（あくまで仮の話である点を強調した）。ここで PIC 制度は、遺伝資源にアクセスする際は、国内法令や行政措置などに従って、情報の提供や許可取得などの手続きが求められるもの（例：許可制）であることを説明した。

上記の前提を示した上で、仮にこの PIC 制度が国内の遺伝資源を対象に導入される場合、企業にとっては、国内遺伝資源の入手に手続きが必要になるデメリットが予想される一方、遺伝資源を適正に入手していることが明確化されるメリットが考えられる点を説明した。この仮想的な PIC 制度を踏まえて、本アンケート調査では（a）PIC 制度導入に対する企業の見解、（b）PIC 制度導入による企業業績への影響、の 2 点を尋ねた（（2）②図 4.2.2-1 参照）。

（※以下では上記（2）PIC 制度導入による企業業績への影響 について述べる（設問については、（2）②図 4.2.2-1 の設問 C-2 参照）。（a）については、（2）①を参照されたい。）

「（b）PIC 制度導入による企業業績への影響」については、調査票では制度導入による損失を、利益全体の何パーセント程度かを選択方式で尋ねた（図 4.2.2-1）。PIC 導入に対する見解と同様に、遺伝資源利用企業 41 社と、非利用企業 2 社の計 43 社が回答した。この質問もすでに遺伝資源を利用している企業を想定したものであり、遺伝資源利用企業 41 社のみを分析対象とした。

図 4.3.1-1 が示すように、PIC 制度による業績への影響を軽微（1%未満、1-5%未満のいずれかを回答）と予測する企業は 26%と、全体の約 4 分の 1 を占めた。その一方で、PIC 制度による顕著な影響（10-20%未満、20-30%未満、30%以上のいずれかを回答）を予測する企業は合わせても 9%と、全体の 1 割に満たない結果となった。このように、PIC 制度が業績に与える影響は、比較的穏当な水準にとどまると予測する企業が少なくない結果となった。

ただし、回答企業のうち 6 割以上が回答を保留した点には留意が必要である。PIC 制度がどのような形で導入されるのかは現時点では明らかでないため、制度の不確実性が回答に少なからず影響していることが示された。PIC 制度の国内措置に対する今後の議論の進展を踏まえ、制度の方向性がより明確になった時点で、改めて企業に尋ねる必要があると考えられる。とはいえ、現時点の限られた情報の中ではあるものの、PIC 制度に対する企業の見解が予想ほど否定的でなかったことは、制度を検討していく上で貴重な知見であると考えられる。

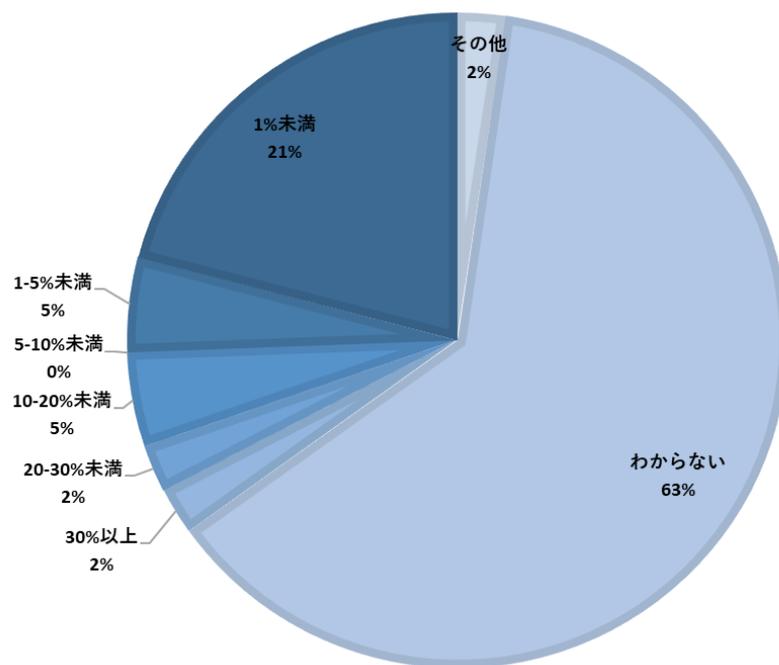


図 4.3.1-1 国内での PIC 導入による業績への影響予測（遺伝資源利用企業のみ）

②PIC 導入の便益の評価

甲南大学 柘植隆宏

(※3年間の研究を通じて得られた成果は、4) 参照。)

1) 序論

PIC 制度導入の是非を経済学的に検討するためには、PIC 制度導入の費用と便益を評価し、比較することが有益である。そこで、日本が PIC 制度を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価するためのアンケート調査を実施した。このアンケートでは、企業の国内措置導入による費用増加分の一部が製品価格に転嫁されるとの想定のもと、国内の遺伝資源や生息地である生態系の保護のために受け入れられる年間支出の増加額をコンジョイント分析により計測した。

昨年度は、アンケート調査票の作成とアンケート調査の実施（データ収集）を行った。今年度はそのデータを用いた分析を行った。ここでは、主要な内容であるコンジョイント分析とベスト・ワースト・スケーリングの結果を報告する。その他の集計結果は添付資料 3. (1) に、調査票は添付資料 3. (2) にそれぞれ示す（「Ⅲ. 添付資料」の 3. を参照）。



健全な生態系が維持される面積の拡大



遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率の上昇



PIC 制度導入により期待される効果に対する WTP はいくらか？

図 4.3.2-1 分析のイメージ

2) 本論

〈1〉調査の概要

アンケートは「企業の自然保護に関するアンケート」という名称で実施した。調査の概要は以下の通りである。

「企業の自然保護に関するアンケート」

- 調査期間：2017年3月3日～3月7日
- 調査媒体：インターネット
- 対象者：調査会社にモニター登録している全国の20歳から69歳の男女
- サンプルング：全国を6ブロックに分け、ブロックごとの性・年代別人口構成比に合わ

せて調査対象者を抽出

- 回答者数：861人（回収率 4.31%）

〈2〉コンジョイント分析を用いた分析

企業の国内措置導入による費用増加分の一部が製品価格に転嫁されるとの想定のもと、国内の遺伝資源や生息地である生態系の保護のために受け入れられる年間支出の増加額をコンジョイント分析により計測した（Q8）。ここで用いるコンジョイント分析とは、1960年代に計量心理学の分野で誕生し、その後は市場調査や交通研究の分野で研究が進んだ手法であり、1990年代以降は環境経済学の分野でも環境の価値を評価するための手法として広く用いられている。コンジョイント分析では、回答者に対して複数の選択肢を提示し、それらに対する回答者の評価に基づいて、選択肢を構成する各属性の価値を評価する（栗山他、2013）。

日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益（金銭的利益）をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度が導入された状況を想定してもらった。ここでは、この制度が導入されることで、以下の3点に影響があると仮定した。

第一に、生態系保全の程度である。この制度が導入されると、日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業が、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出することにより、健全な生態系が維持される面積が拡大すると仮定した。

第二に、有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率である。この制度が導入されると、生態系がより多く保全されるようになることで、有用な遺伝資源が発見される確率が高まると仮定した。ただし、どの地域のどのような生態系が保全されるかによって有用な遺伝資源が発見される確率が異なること、および、そこでどのような遺伝資源が発見されるかによって遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率が異なることを仮定した。

第三に、日本の各世帯の支出額である。企業の中には、生態系保全のために拠出する資金を、消費者にも協力してもらって確保しようと考えるところがあると仮定した。そして、そのような企業が、生態系保全のために拠出する資金を確保することを目的として製品を値上げすることにより、これまで通りの消費を行うために必要な、日本国内の各世帯の1年間の支出額が増加すると仮定した。

以上の想定のもと、この制度が導入されることで実現する可能性がある将来の状況を表す「選択肢1」および「選択肢2」と、この制度を導入しないことを表す「選択肢3（この制度を導入しない）」を回答者に提示し、最も望ましいと思うものを1つ選択してもらった。選択肢1と選択肢2は、「健全な生態系が維持される面積」、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」、「負担額（年間支出の増加額）」の3つの点で異なっているため、回答者はそれらの間のトレードオフを考慮して、総合的に見て最も望ましいと思うものを選択する。コンジョイント分析における属性と水準の設定は表4.3.2-1のとおりである。これらの属性・水準を組み合わせで選択肢を作成した。選択肢の作成にはD効率性デザインを用いた。

表 4.3.2-1 コンジョイント分析の属性と水準

属性	水準				
	健全な生態系が維持される面積	10%増加 (現状の 1.1 倍)	20%増加 (現状の 1.2 倍)	30%増加 (現状の 1.3 倍)	40%増加 (現状の 1.4 倍)
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	20%増加 (現状の 1.2 倍)	40%増加 (現状の 1.4 倍)	60%増加 (現状の 1.6 倍)	80%増加 (現状の 1.8 倍)	
負担額 (年間支出の増加額)	1000 円	3000 円	5000 円	8000 円	12000 円

調査に用いた質問は図 4.3.2-2 のようなものである。提示する選択肢 1 と選択肢 2 の内容を変化させて、1 人の回答者に 6 回同様の質問を繰り返した。

	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3 (この制度を導入しない)
健全な生態系が維持される面積	10%増加 (現状の 1.1 倍)	20%増加 (現状の 1.2 倍)	現状のまま
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	60%増加 (現状の 1.6 倍)	20%増加 (現状の 1.2 倍)	現状のまま
負担額 (年間支出の増加額)	5000 円	3000 円	0 円

図 4.3.2-2 コンジョイント分析の質問例

「健全な生態系が維持される面積」と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」については、限界効用が逓増または逓減する可能性を考慮し、各水準を表す質的変数を用いて推定を行った。

基本モデルである条件付きロジットモデルと、選好の多様性を考慮したランダムパラメータロジットモデルによる推定を行った。ここでは、よりモデルフィットのよいランダムパラメータロジットモデルの結果を示す。「負担額」以外をランダムパラメータとし、係数の分布に正規分布を仮定したランダムパラメータロジットモデルの推定結果は表 4.3.2-2 の通りである。

表 4.3.2-2 ランダムパラメータロジットモデルの推定結果

	平均パラメータ			標準偏差パラメータ		
	係数		t 値	係数		t 値
ASC3	-3.36142	***	-13.71	5.30516	***	18.41
健全な生態系が維持される面積						
20%増加	-0.32027	***	-5.25	0.13215		0.83
30%増加	0.37592	***	4.98	0.33263	**	2.36
40%増加	0.43752	***	7.28	0.73646	***	9.99
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率						
40%増加	-0.05780		-1.04	0.02344		0.24
60%増加	0.16714	**	2.48	0.06548		0.34
80%増加	0.19981	**	2.06	1.17223	***	15.10
負担額	-0.00044	***	-18.48	-		-
サンプル数	5166 選択データ (861 人×6 回)					
対数尤度	-3775.36467					
McFadden Pseudo R-squared	0.3347880					

***は 1%水準で、**は 5%水準で、それぞれ有意であることを表す。

「健全な生態系が維持される面積」と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の各水準を表す変数はエフェクトコードでコード化して推定を行った。

「ASC3」は、選択肢 3「この制度を導入しない」に固有の定数項である。係数が負に有意であることは、選択肢 3「この制度を導入しない」よりも選択肢 1 または 2 を選択することで、より高い効用が得られることを意味する。

「健全な生態系が維持される面積」については、「10%増加」を推定から除外し、「20%増加」、「30%増加」、「40%増加」の係数を推定した。「20%増加」の係数は負に、「30%増加」と「40%増加」の係数は正に、それぞれ有意となった。エフェクトコードを用いているため、推定から除外した「10%増加」の係数は、「20%増加」、「30%増加」、「40%増加」の係数にそれぞれ-1をかけて合計することで-0.49317と求められる。4つの係数を比較すると、面積が大きくなるにつれて係数が大きくなっており、面積が大きい方が高く評価されることが明らかとなった。これは予想通りの結果である。

「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」については、「20%増加」を推定から除外し、「40%増加」、「60%増加」、「80%増加」の係数を推定した。「40%増加」は有意でなく、「60%増加」と「80%増加」の係数は正に有意となった。エフェクトコードを用いているため、推定から除外した「20%増加」の係数は、「40%増加」、「60%増加」、「80%増加」の係数にそれぞれ-1をかけて合計することで-0.30915と求められる。4つの係数を比較すると、確率が大きくなるにつれて係数が大きくなっており、確率が高い方が高く評価されることが明らかとなった。これは予想通りの結果である。

「負担額」は負に有意となった。これは、負担額が大きいほど望ましくないと評価されていることを表しており、予想通りの結果である。

「ASC3」、「健全な生態系が維持される面積」の「30%増加」と「40%増加」、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の「80%増加」については、標準偏差パラメータが有意となった。ここから、これらの変数については、選好の多様性が存在することが明らかとなった。

「健全な生態系が維持される面積」の「10%増加」から、「20%増加」、「30%増加」、「40%増加」のそれぞれへの変化に対する支払意思額を求めた結果が図 4.3.2-3 である。たとえば、「10%増加」から「20%増加」への変化に対する支払意思額は、「20%増加」の係数-0.32027 と「10%増加」の係数-0.49317 の差を「負担額」の係数の絶対値 0.00044 で割ることで 393 円と求められる。同様に、「10%増加」から「30%増加」への変化に対する支払意思額と「10%増加」から「40%増加」への変化に対する支払意思額は、それぞれ 1975.2 円、2115.2 円と求められる。「10%増加」から「20%増加」への変化に対する支払意思額と比較して、「10%増加」から「30%増加」への変化に対する支払意思額は約 5 倍とかなり大きく、「10%増加」から「40%増加」への変化に対する支払意思額は、「10%増加」から「30%増加」への変化に対する支払意思額と大きくは異なることが明らかとなった。

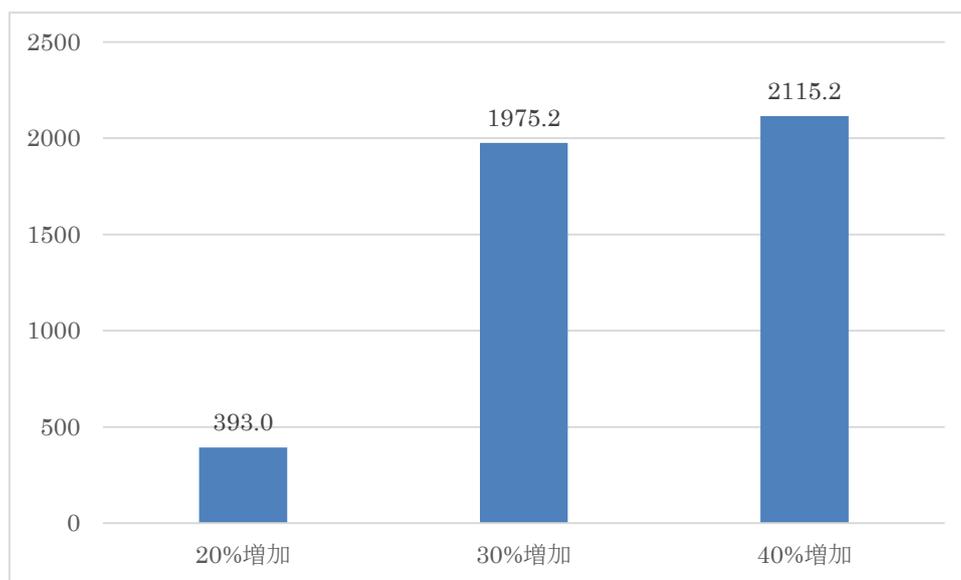


図 4.3.2-3 10%増加からの変化に対する支払意思額
(健全な生態系が維持される面積)

同様の方法で、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の「20%増加」から、「40%増加」、「60%増加」、「80%増加」のそれぞれへの変化に対する支払意思額を求めた結果が図 4.3.2-4 である。「20%増加」から「40%増加」、「60%増加」、「80%増加」への変化に対する支払意思額は、それぞれ 571.3 円、1082.5 円、1156.7 円と求められる。「20%増加」から「40%増加」への変化に対する支払意思額と比較して、「20%増加」から「60%増加」への変化に対する支払意思額は約 1.9 倍と大きく、「20%増加」から「80%増加」への変化に対する支払意思額は、「20%増加」から「60%増加」への変化に対する支払意思額と大きくは異なることが明らかとなった。

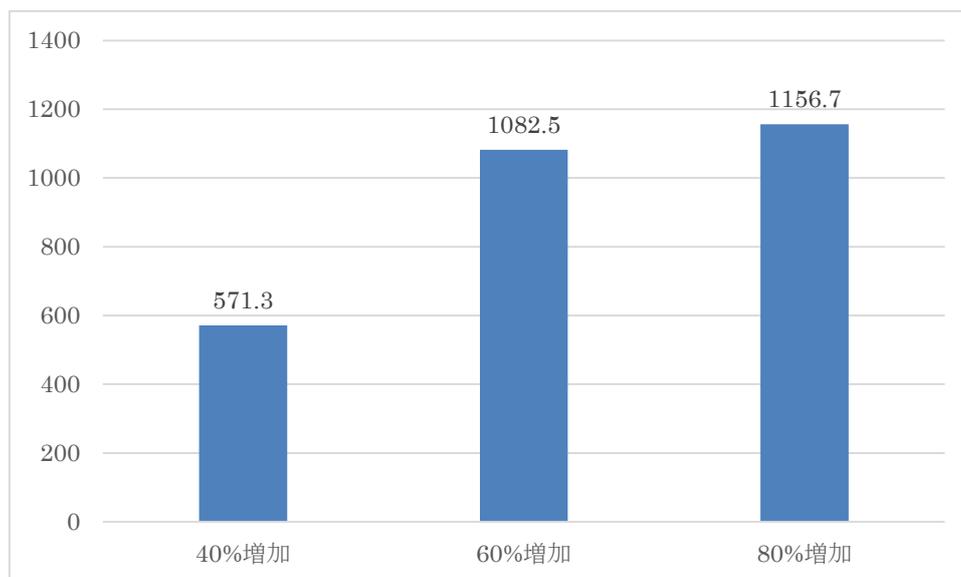


図 4.3.2-4 20%増加からの変化に対する支払意思額
(遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率)

〈3〉 ベスト・ワースト・スケーリングを用いた分析

人々がどのような生態系の機能（生態系サービス）を重要と考えているかを把握するために、ベスト・ワースト・スケーリングによる分析を行った。

ここで用いたベスト・ワースト・スケーリングとは、回答者に対して複数の選択肢を提示し、その中から「望ましさ」、「重要性」、「同意できる程度」といった何らかの評価基準に基づいて、最も高く評価するもの（ベスト）と最も低く評価するもの（ワースト）を1つずつ選択してもらう質問を、提示する選択肢を変えて繰り返すことで、回答者の選好を把握する方法である（Louviere et al., 2015）。ベスト・ワースト・スケーリングには Case1 から Case3 の3種類の質問形式があるが、ここでは、複数の項目に対する回答者の相対的な評価を把握するのに適した Case 1 (object case)を用いる。

主要な生態系の機能として、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」、「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」、「大気汚染物質や二酸化炭素（CO₂）を吸収することなどにより、きれいな大気を維持したり、気候を調整したりする働き」、「水資源（生活用水、農業用水、工業用水、発電用水など）を供給したり、水質を浄化したりする働き」、「肥沃な土壌を形成するとともに、土壌の浸食を防いだり、土砂災害や洪水などを防いだりする働き」、「さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き」、「美しい景観を形成したり、観光やレクリエーションの場を提供したり、芸術の題材や信仰のよりどころとなったりする働き」の7つを取り上げた。

上記の7つの機能のうち、統計的基準（釣合い型不完備ブロック計画）に基づいて選ばれた3つを回答者に提示し、最も重要だと思うものと最も重要でないと思うものを選択してもらう質問を、提示する機能を変えて7回繰り返した（Q6）。調査に用いた質問は図 4.3.2-5 のようなものである。

生態系は我々人類にさまざまな恩恵（自然の恵み）を与えてくれています。以下のそれぞれの自然の働きの中で、あなたが最も重要だと思うものと、最も重要でないと思うものを1つずつ選んでください。

最も重要		最も重要でない
<input type="checkbox"/>	魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き	<input type="checkbox"/>

図 4.3.2-5 ベスト・ワースト・スケーリングの質問（生態系の機能のケース）

このような質問により得られた回答データを計数法（counting analysis）により集計した。結果は図 4.3.2-6 の通りである。

「大気汚染物質や二酸化炭素（CO₂）を吸収することなどにより、きれいな大気を維持したり、気候を調整したりする働き」が最も高く評価され、「さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き」、「水資源（生活用水、農業用水、工業用水、発電用水など）を供給したり、水質を浄化したりする働き」、「肥沃な土壌を形成するとともに、土壌の浸食を防いだり、土砂災害や洪水などを防いだりする働き」、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」、「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」、「美しい景観を形成したり、観光やレクリエーションの場を提供したり、芸術の題材や信仰のよりどころとなったりする働き」と続いた。

直接利用価値をもたらす「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」よりも、間接利用価値をもたらす「大気汚染物質や二酸化炭素（CO₂）を吸収することなどにより、きれいな大気を維持したり、気候を調整したりする働き」、「水資源（生活用水、農業用水、工業用水、発電用水など）を供給したり、水質を浄化したりする働き」、「肥沃な土壌を形成するとともに、土壌の浸食を防いだり、土砂災害や洪水などを防いだりする働き」や、主に非利用価値をもたらすと考えられる「さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き」が高く評価されたことは注目に値する。このような結果が得られた理由の1つとして、気候変動やそれに関連した自然災害、さらには生物多様性への関心の高まりがあるものと考えられる。

「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」は、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」とほぼ同程度の評価であり、「美しい景観を形成したり、観光やレクリエーションの場を提供したり、芸術の題材や信仰のよりどころとなったりする働き」よりも高く評価された。



図 4.3.2-6 ベスト・ワースト・スケーリングの集計結果 (Q13)

3) 結論

日本が PIC 制度を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価することを試みた。

コンジョイント分析を用いた分析により、PIC 制度導入により期待される「健全な生態系が維持される面積」の拡大と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の向上に対する支払意思額を推定した。その結果、これらに対する評価は非線形であり、これらが増加するにしたがって支払意思額も増加するが、増加の仕方は非線形であることが明らかとなった。

ベスト・ワースト・スケーリングを用いた分析からは、生態系の様々な機能の重要性に対する一般市民の評価を明らかにした。その結果、「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」は、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」とほぼ同程度に評価されることが明らかとなった。

平成 29 年度の成果の環境政策への貢献は、第一に、PIC 制度導入の便益を評価するための手法を提案し、その有効性を示したことである。PIC 制度導入の受益者は市民であるため、その選好に基づいて便益するのが適切であり、そのための手法としては、本研究で用いたコンジョイント分析をはじめとした環境評価手法が有望であると考えられる。特に、PIC 制度導入が生態系保全をもたらす場合には、その便益には非利用価値が含まれる可能性が高いので、コンジョイント分析や仮想評価法などの表明選好法を用いるのが適当であると考えられる。本研究では、コンジョイント分析を用いることで、PIC 制度導入による期待される効果が市民にもたらす便益を評価できることを示した。

第二の貢献は、PIC 制度導入による期待される「健全な生態系が維持される面積」の拡大と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の上昇が、市民に便益を及ぼすことを明らかにしたことである。PIC 制度導入により実際にこれらの効果が発生するのであれば、PIC 制度の導入は市民に便益をもたらすと考えられる。

以上の通り、平成 29 年度の研究により、PIC 制度導入の便益を検討するうえで、有益な知見が得られたと考えられる。

<参考文献>

栗山浩一・柘植隆宏・庄子康（2013）『初心者のための環境評価入門』 勁草書房。

Louviere, J. J., Flynn, T. N., and Marley, A. A. J. (2015) Best-Worst Scaling: Theory, Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press.

第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成 27 年度研究報告書

第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成 28 年度研究報告書

4) 3 年間の研究を通じて得られた成果

3 年間に 4 件のアンケート調査を実施した。以下では、それぞれの調査で得られた成果と環境政策への貢献について述べる。

※ なお、3 年間で実施したアンケート調査は、本項「日本での PIC 等導入による便益・費用面での評価」以外にも複数の研究課題に関し実施している。いずれの研究課題に係る成果かを併せて付記する。

〈1〉「経済的利益の評価手法の研究」のうち「消費者側」の利益に関する調査 (平成 27～28 年度)

<成果>

潜在的な消費者を含む一般市民に対して、遺伝資源を利用した財に対する選好を把握するためのアンケート調査を実施した。

コンジョイント分析を用いて、遺伝資源を利用した財から得られる利益の一部が、その遺伝資源の生息地保護に使用されるケースと、そうでないケースで、財に対する支払意志額が異なるかを検証した結果、前者の方が、後者よりも、財に対する支払意志額が高いことが確認された。

<環境政策への貢献>

遺伝資源を応用した製品から得られた利益の一部が遺伝資源の生息地保護に利用されるような制度は、一般市民から一定の支持を得ることを示唆する結果が得られた。これは、遺伝資源の生息地である生態系の保護のための資金調達方法等を検討するうえで、有益な知見であると考えられる。

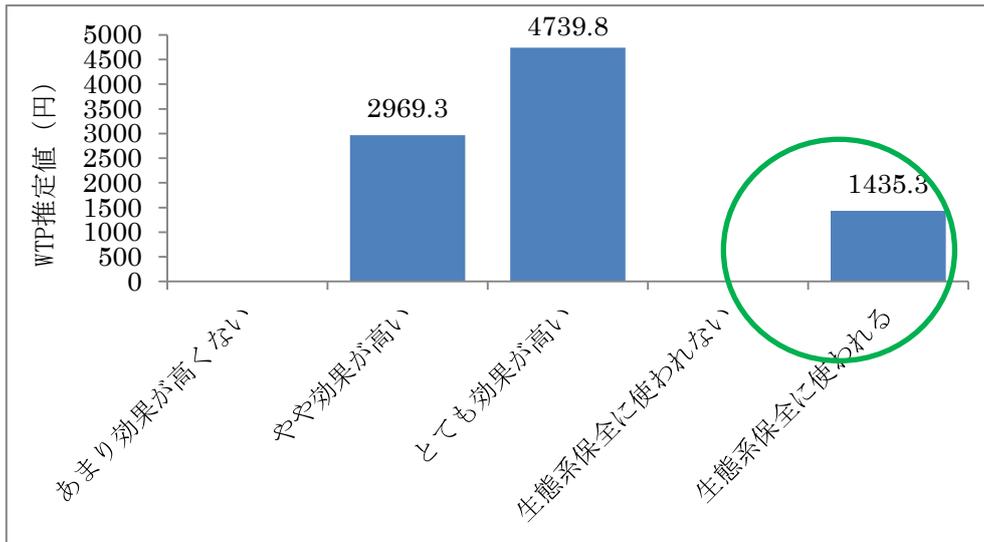


図 推定された支払意志額

〈2〉「遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価」のうち「遺伝資源利用に関する認識が生態系保全意識に与える影響の検証」に関する調査
(平成 27 年度～28 年度)

<成果>

遺伝資源に関する情報を与えた場合と与えない場合のそれぞれにおいて、一般市民の生態系保全に対する意識と支払意志額を把握し、遺伝資源に関する情報の有無により有意な差があるかを検証するためのアンケート調査を実施した。

仮想評価法を用いた分析の結果、遺伝資源利用に関する情報を与えた群の方が、与えていない群よりもナショナル・トラストに対する支払意志額が高いことが明らかとなった。遺伝資源利用に関する情報により、自然保護に対する支払意志額が向上したものと推測される。

また、ベスト・ワースト・スケーリングを用いた分析の結果、遺伝資源利用に関する情報を与えた群では、「いますぐ利用することはないが、将来何らかの形で利用したり、有益な物質が発見されたりする可能性があるため、生態系を保全すべきだ」に同意する意見がより多いことが確認された。遺伝資源利用に関する情報を与えたことで、オプション価値に対する評価が高まったものと推測される。

<環境政策への貢献>

遺伝資源利用に関する情報を普及させることが、生態系保全意識の向上に有効であることを示唆する結果が得られた。これは、生態系保全意識の向上をもたらす方策を検討するうえで、有益な知見であると考えられる。

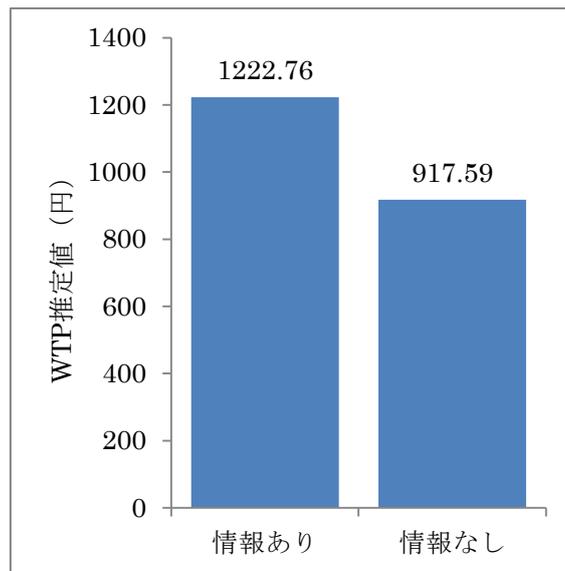


図 2 群の支払意志額の比較

〈3〉「有用な遺伝資源が発見される可能性が生態系保全意識に与える影響の検証」のうち
アンケート調査による検証（平成 27 年度～28 年度）
（担当：柘植、田中）

〈成果〉

有用な遺伝資源が発見される可能性が、一般市民の生態系保全に対する意欲に与える影響を分析するためのアンケート調査を実施した。

コンジョイント分析を用いて、自然保護区の設定に対する市民の選好を分析した結果、有用な遺伝資源が見つかる可能性が低い自然環境よりも、その可能性が高い自然環境を自然保護区に設定する方が、自然保護区の設定に対する支払意志額が高いことが明らかとなった。

〈環境政策への貢献〉

有用な遺伝資源が発見される可能性が高いことが、一般市民の生態系保全に対する意欲の向上をもたらすことが示された。これは、遺伝資源の保護と活用、ならびに遺伝資源利用に関する広報が、生態系保全意識の向上につながることを示唆する結果であり、生態系保全意識の向上をもたらす方策を検討するうえで、有益な知見であると考えられる。

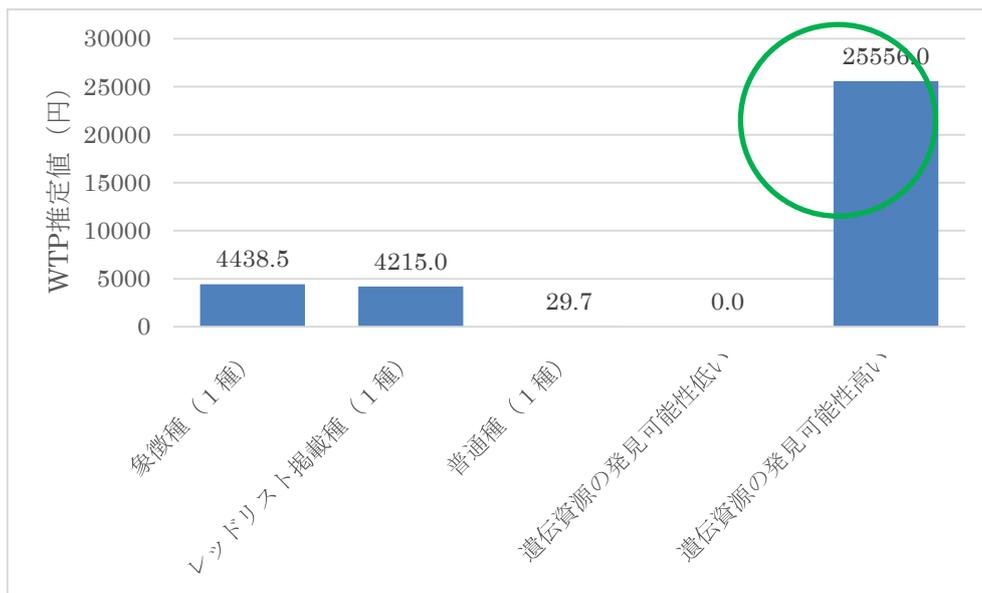


図 推定された支払意志額

〈4〉「日本での PIC 導入による便益・費用面での評価」のうち「PIC 導入の便益の評価」に関する調査（平成 28 年度-平成 29 年度）

〈成果〉

日本が PIC 制度を導入することで得られる便益を、受益者である市民の選好に基づいて評価するためのアンケート調査を実施した。

コンジョイント分析を用いた分析により、PIC 制度導入により期待される「健全な生態系が維持される面積」の拡大と「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」の向上に対する支払意思額を推定した結果、これらに対する評価は非線形であり、これらが増加するにしたがって支払意思額も増加するが、増加の仕方は非線形であることが明らかとなった。

また、ベスト・ワースト・スケーリングを用いて生態系の機能（生態系サービス）の相対評価を行った結果、「薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き」は、「魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き」とほぼ同程度に評価されることが明らかとなった。

〈環境政策への貢献〉

生態系保全の取り組み強化や遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率の上昇が、市民に便益を及ぼすことが明らかとなった。PIC 制度導入により実際にこれらの効果が発生するのであれば、PIC 制度の導入は市民に便益をもたらすと考えられる。これは、PIC 制度導入の便益について検討するうえで、有益な知見であると考えられる。

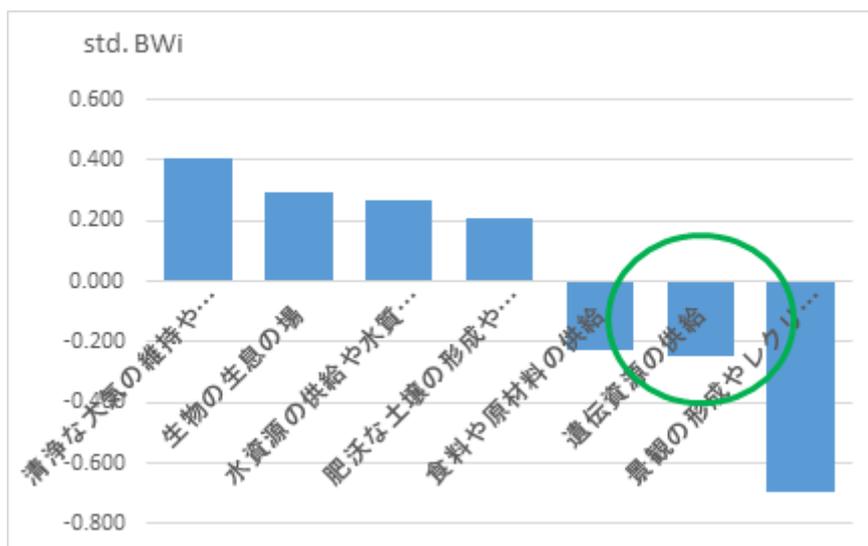


図 生態系サービスの相対評価

<参考文献>

栗山浩一・柘植隆宏・庄子康 (2013) 『初心者のための環境評価入門』 勁草書房.

Louviere, J. J., Flynn, T. N., and Marley, A. A. J. (2015) *Best-Worst Scaling: Theory, Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成 27 年度研究報告書

第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成 28 年度研究報告書

第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成 29 年度研究報告書

③国内 ABS 事例形成調査

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 菌 巳晴

(※本稿は、29年度の成果を含めた3年間の成果をまとめたうえで記述する。)

1) 序論

遺伝資源や ABS に係る経済評価を進める上で、既存データや具体的事例が不足していることが課題である。特に、我が国では従来、PIC 手続等の ABS 法規制は導入されておらず、既存の ABS 事例が存在しないため、PIC 等の遺伝資源管理の影響や便益・費用面での評価、生物多様性保全に与える影響・効果の検証を行うための既存データや具体的事例がない。このため、経済学的な評価手法の検討と併行して、国内において ABS に係わる事例（パイロットプロジェクト等）を発掘し、あるいはその実現可能性を模索しながら、可能であれば実証的に検討することが望まれる。

平成 27-28 年度にかけて、長崎県対馬市、沖縄県慶良間諸島、沖縄県おきなわ生物資源活用戦略（ライブラリ構築・活用）を対象候補として、ABS に係わる事例（パイロットプロジェクト等）の試行及び当該事例に基づく評価検討の実施に向けた可能性について、現地関係者との意見交換、協議等を通じ検討してきた。平成 29 年度には企業や大学により対馬の遺伝資源採集の試行をコーディネートするとともに対馬市の協力の下、対馬市民アンケートを実施することができた。

このため本年度は、引き続き対馬市を対象地域として、仮想的な ABS の仕組み（PIC 等）の設定に基づき、その実現性や影響・効果等について、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の多角的観点から評価検討した。具体的には下記の調査等を実施し、その結果をもとに評価検討を行った。

- ① 仮想的な ABS の仕組みのシナリオ検討
- ② ①の仮想的シナリオに基づく対馬市役所との意見交換会
- ③ 対馬遺伝資源へのアクセス試行と①を念頭に置いた ABS 契約の交渉・締結の実施
- ④ ③における遺伝資源の提供者及び利用者に対するインタビュー
- ⑤ 対馬市民アンケート調査（有効回収サンプル数 354ss/1,000ss）及び市民との意見交換

なお、上記①は、「(2) PIC 等導入による遺伝資源利用に及ぼす影響の予測調査」に、上記④⑤の一部は、「(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価」に関連する内容が含まれる。

<p>事前申請手続</p>	<p>所定事項*を記入し申請</p> <p>*対象遺伝資源、取得量、取得地域、取得先・提供者、取得方法、取得活動等の計画、取得時期・期間、取得先・提供者の了解・合意の状況、所定条件**への合意、その他の利益配分等の特記（任意）</p> <p>**当該遺伝資源による研究成果発表時の謝辞、発表論文・資料等の提供、遺伝資源を第三者に移転する場合の届出</p> <p>op)オンライン</p>	<p>任意で所定事項*を記入し届出できる</p> <p>*対象遺伝資源、取得量、取得地域、取得先・提供者（任意）、取得方法（任意）、取得活動等の計画（任意）、取得時期・期間、取得先・提供者の了解・合意の状況（任意）、所定条件**への合意、その他の利益配分等の特記（任意）</p> <p>**当該遺伝資源による研究成果発表時の謝辞、発表論文・資料等の提供、遺伝資源を第三者に移転する場合の届出</p> <p>op)オンライン op)任意ではなく義務的届出制</p>	<p>無し</p>
<p>審査・許可</p>	<p>許可なく対馬市内の遺伝資源を取得して研究開発を行うことを禁止し、申請内容を審査*の上、所定期間内（要検討）に許可証を発給</p> <p>*取得先・提供者の了解・合意済み、所定条件への合意、取得地域で絶滅や重大な影響の恐れがない、等</p>	<p>無し （届出者には届出受理書を発給）</p>	<p>無し</p>
<p>利益配分</p>	<p>提供者に対する利益配分、生物多様性保全への貢献を含む合意の努力義務</p> <p>研究開発成果に基づく商品・サービスを上梓する際の利益配分（又はその場合の利益配分条件を含む提供者等との合意）の奨励</p>	<p>届出を行った者は、窓口で土地所有者、利害関係者の紹介サービス</p> <p>提供者に対する利益配分、生物多様性保全への貢献、研究開発成果に基づく商品・サービスを上梓する際の利益配分を奨励</p> <p>（その他、成果を利用する際に何らかの対馬への言及等、</p>	<p>個別交渉（自由）</p>

		アピールの奨励)	
	op)窓口で土地所有者、利害関係者の紹介サービス、利益配分奨励制度（表彰、認定、ブランドマーク使用許諾など要検討） op)上梓時又はライセンス時の金銭的利益配分の義務（上限を規定）、等	op) 利益配分奨励制度（表彰、認定、ブランドマーク使用許諾など要検討） op)上梓時又はライセンス時の金銭的利益配分の義務（上限を規定）、等	
取得後の報告	取得後、所定期間内に取得実施（申請・許可時の条件に従って実施した旨を含む）を報告	無し又は任意 （但し、当該遺伝資源による研究成果発表時の謝辞、発表論文・資料等の提供） op)届出者への報告義務 op)義務的届出制→報告も義務	無し
取得証明	取得遺伝資源を持参して上記報告を行うことで取得証明を発給 ※取得証明の項目は後掲 op)写真等の何らかの証拠書類添付による申請など（より簡素な手続）	届出を行った者は、所定期間内に取得遺伝資源を持参し申請することで取得証明を発給 ※取得証明の項目は後掲 op)写真等の何らかの証拠書類添付による申請など（より簡素な手続）	無し
後続利用者	取得遺伝資源を第三者に移転する場合の届出	取得遺伝資源を第三者に移転する場合の届出	無し
執行（違反者取締り・違反予防・罰則等	指導・氏名公表・罰金等 ※取締り・予防等	指導・氏名公表・罰金等 ※取締り・予防等	無し

表 4.3.3-2 シナリオ上、対馬遺伝資源の取得証明に記載する項目

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 対馬市で取得された旨（可能なら適法性に言及） ● 取得した遺伝資源又は分離源（微生物の場合）の種類・名称（可能な限り学名） ● 取得サンプル数・量 ● 取得地（可能な限り集落） ● 取得時期 |
|---|

〈2〉対馬遺伝資源へのアクセス試行（パイロットプロジェクト）

平成 28 年度において、株式会社ニムラ・ジェネティック・ソリューションズ（以下、NGS）の協力の下で下記の遺伝資源アクセス試行（パイロットプロジェクト）を実施し、併せて遺伝資源の提供者と利用者に対し、平成 29 年度において当該遺伝資源アクセスについて、仮想的な ABS の仕組みを念頭に置きながら、契約締結や本研究への協力を要請した。

なお、遺伝資源へのアクセスの試行自体は当該企業・大学等の取組に属することから、具体的な対象遺伝資源やアクセス状況については本報告書への掲載を割愛する。

表 4.3.3-3 対馬における遺伝資源アクセス試行

時期	実施者	遺伝資源	取得地	目的
2016 年 10 月 2 日（日）～ 10 月 3 日（月）	民間企業 （メーカー） A 社	昆虫	野外（公道・林道周辺）	有用物質生産に関わる遺伝子解析等、有用物質に係る基礎研究
2016 年 9 月 22 日（木）～ 9 月 24 日（土）	民間企業 （ベンチャー） B 社	微生物	地元の醸造関係会社施設内	現在使用されていない蔵付き酵母の再発掘を目的とした基礎研究
2016 年 9 月 22 日（木）～ 9 月 24 日（土）	大学（研究者） X 大学	果実	野外（私有地山林）	栽培果実の類縁野生種に関する学術研究（分類、分布、遺伝子解析、利用法等）

本年度は、〈1〉で検討した仮想的な ABS の仕組み（地域遺伝資源の管理制度）を念頭に置きながら、上記の遺伝資源アクセス試行における提供者と利用者の契約交渉・締結等をコーディネートするとともに、アクセス後の遺伝資源の利用状況及び今後の展望等の確認を行った。契約（案）の概要と遺伝資源の利用状況・展望等は下記の通りである。

<契約（案）の概要>

今回のアクセス試行は NGS の協力の下で実施したことから、アクセス実施者を直接の契約当事者とせず、NGS を仲介者（提供者との直接の契約当事者）とし、契約の中で明記した NGS の提携先が利用権を得るとともに契約上の義務を負わせる形をとっている。下記では NGS と提携先を併せて利用者とする。

<p>(権利帰属)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源自体は提供者に帰属 ● 遺伝資源の利用権 ● 研究成果は利用者に帰属 <p>(利益配分等)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果等の発表における提供者に対する謝辞 ● 年一回書面による研究・開発等の進捗報告 ● 収入発生時のロイヤルティ支払い（仲介者収入分の一定割合）
--

表 4.3.3-4 対馬遺伝資源の利用状況や想定される今後の展望等

利用者	遺伝資源	提供者との契約	利用状況	今後の展望 (一般論として想定される展開で 現段階では具体的計画ではない)
民間企業 (メーカー) A社	昆虫	契約交渉中 (基本事項は 了解済み)	A社で遺伝子 解析が進み、 今年中には対 馬市への謝辞 を載せて論文 発表を予定	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 商業的価値の高発光物質開発への 貢献 ◇ 遺伝子解析による分類学への貢献
民間企業 (ベンチャー) B社	微生物	一社と契約締 結済み 一社と契約交 渉中	大学へ微生物 の分離・培養 を依頼したが 実施が遅れて いるため、同 社で引き取っ て実施する予 定	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 遺伝子解析による分類学への貢献 ◇ 発酵代謝産物の研究(有用物質探索 等) ◇ 市販の株でない酵母が見つかった 場合、醸造適性を検討 ◇ 醸造適性があれば市内酒造会社で 醸造に使用(対馬特産品の検討) ◇ 醸造適性がなければパンや菓子等 の発酵に使用(対馬特産品の検討)
大学(研究者) X大学	果実	契約締結済み	X 大学で遺伝 子解析後、系 統分析中で、 時期をみて対 馬市への謝辞 を載せて論文 発表を検討	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 遺伝子解析による分類学への貢献 ◇ 品種改良向け遺伝資源として保存 ◇ ジャムなどのコンポート類の原料 (対馬特産品の検討) ◇ ジュース類などの原料(対馬特産品 の検討)

〈3〉対馬市、遺伝資源の提供者・利用者との意見交換結果

対馬市における仮想的な ABS の仕組み（地域遺伝資源の管理制度）のシナリオをもとに、昨年度の対馬遺伝資源アクセス試行の状況を念頭に置いて、シナリオの手続・条件について模擬的適用を想定して、仮想的な ABS の仕組みで生じる負担、影響及び効果に関する認識・意見等を把握した。得られた示唆は次の通りである。

対馬市役所の担当者	<ul style="list-style-type: none"> ● 一次産業の衰退等に伴う資源管理不足による生態系への悪影響や鳥獣害の拡大といった負の連鎖が課題となる中で、地域資源を掘り起こし、生物多様性保全にもつなげる ABS の考え方は期待できる。 ● 遺伝資源の管理制度の導入によって、対馬遺伝資源の採集・持ち出し、研究等の状況や、研究成果などの情報を把握することができる。 ● ABS によって俄かに大きな利益配分が生じるかは分からないが、対馬遺伝資源であることの証明や認証を提供し、研究成果や商品に対馬の名を冠して発信することで対馬ブランドを形成する効果が期待できる。 ● 対馬での取得証明や認証の信頼性を高め、対馬のブランド力向上を図るにはシナリオ 1 が望ましいが、市に許可権限のない他の関連法規制との調整や審査、執行など行政コストが高い。シナリオ 2 であれば実現可能性があるが、証明や認証の信頼性を高める工夫が必要だと思う。
対馬遺伝資源の提供者	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝資源の提供に際し、何らかの契約を締結できるほうが安心できる。 ● 必ずしも研究開発成果が上がるとは限らないと分かっているけど、前向きな期待感を持つことができるので楽しい。 ● 対馬には潜在的な遺伝資源、伝統的知識があることに気付いた（子どもの頃に食用にしていたものや、自生作物を自家消費用に採集しているものなど）。 ● 自分では有用性があるかどうかよく分からないが、外部の企業や研究者によって光が当てられるのはよいこと。
対馬遺伝資源の利用者	<p>(企業)</p> <p>※シナリオを主に国の制度と想定した場合について回答</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 海外遺伝資源は規制され、国内遺伝資源はフリーなのはバランスがとれていないので、日本も PIC 制度を導入すべき。国内的にも利益配分がスタンダードになるなら企業も受け入れ可能(一部の真面目な事業者ばかりがコストがかかるという仕組みにならないようにすべき)。 ● シナリオ 1 は、制度がない場合と比べ、 <ul style="list-style-type: none"> ◇ マイナス影響：手続が煩雑化し、アクセスの手間、コストがかかる。 ◇ プラス影響：利益配分する/していることを正式に表だって発信しやすい。成果が出たときにアピールしやすい。 ● シナリオ 2 は、シナリオ 1 と比べ、手続は簡素でアクセスしやすいが、利益が生じたときにかえって後ろめたさを感じ、発信しにくくなる。 ● シナリオ 2 はアマチュア研究者を含む分類学・生態学研究利用にとってよい仕

	<p>組み。研究者も対応可能であるうえ、地域にも情報が還元され地域がアピールしていく材料も得られる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 産業利用（産業利用へ潜在的に展開可能な学術利用を含む）と分類学・生態学研究利用の間で段階的な制度とすることが望ましい。 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 例えば、産業利用は内外無差別でシナリオ 1、分類学・生態学研究利用はシナリオ 2（分類学・生態学者も従来の慣行で行っていることなので受け入れ可能）。外国人には分類学・生態学研究利用もシナリオ 1 でよいかもしれない。 ● 採集の確認は、写真での確認程度が妥当。 ● 窓口サービスがあるのはアクセスしやすい。 ● 企業としては、正式な許可申請、利益配分契約の前に、お試しで利用できる期間がある制度だとやりやすい。 ● 仮に対馬等の地域でこのような仕組みが整備されれば、制度を利用して遺伝資源にアクセスしたい。 <p>（大学）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● シナリオ 2 は従来の研究活動でも対応しているので対応可能。 ● シナリオ 1 は対応が厳しい印象。特に生物資源との境界が分かりにくい農業や食品分野では混乱するのではないか（特に国内間のアクセス）。 ● 重要な遺伝資源が存するホットスポットなどではシナリオ 1 も一考の余地があるかもしれない。 ● 海外から国内遺伝資源にアクセスする場合には、シナリオ 1 を導入してもよいのではないか。
--	---

〈4〉対馬市民の意識

平成 28 年度に対馬市民による地域の遺伝資源・生物多様性に対する認識や、保全・利用に関する態度・意向を把握することで、地域的な ABS の仕組みの導入による生物多様性保全や持続可能な地域社会の形成への貢献の可能性等についての検討材料を得ることを目的として、対馬市と共同でアンケート調査を行った（自記式郵送アンケート、住民基本台帳から 1000 サンプルを無作為抽出、有効回収 354 サンプル、調査期間 2017 年 3 月 10 日～2017 年 3 月 31 日）。

本年度はアンケート調査結果を集計・分析するとともに、定性的に対馬市民の意識を把握するため、対馬でニホンミツバチによる伝統的養蜂を行っている生産者のネットワークである「対馬市ニホンミツバチ部会」の会合に参加し、会員の方々（対馬市民であり潜在的に遺伝資源の管理者・提供者になり得る主体）との意見交換を行った。

アンケートでは、遺伝資源や ABS の情報提示により、生物多様性保全意識に変化があるか、つまり保全へのインセンティブが働くかどうかを検証するため、次の 2 つの方法で質問を行った。

【1】 遺伝資源に関する情報提示（※）の前と後で下記の質問

■（情報提示前の質問文）あなたは、対馬の自然や生物多様性を保全することは重要だと思いますか。（1つだけ）

■（情報提示後の質問文）上記の「遺伝資源」に関する説明を読んだうえで、あらためて、対馬の自然や生物多様性を保全することは重要だと思いますか。（1つだけ）

1. とても重要
2. どちらかといえば重要
3. どちらともいえない
4. どちらかといえば重要ではない
5. まったく重要ではない

【2】 遺伝資源に関する情報提示（※）の後で下記の質問

■上記の「遺伝資源」に関する説明を読む前と比べて、対馬の自然や生物多様性の保全に対するあなたの考え方はどのように変わりましたか。(a)～(e)それぞれお答えください。（それぞれ1つだけ）

	1.とても そう思う	2.まあそ う思う	3.あまり そう思わ ない	4.まった くそう思 わない
(a)以前よりも、対馬の自然や生物多様性の ことを知りたいと思う	1	2	3	4
(b)以前よりも、対馬の自然や生物多様性に ついて家族や友人と話したいと思う	1	2	3	4
(c)以前よりも、保全に取り組む行政や組織 に協力したいと思う	1	2	3	4
(d)以前よりも、保全活動の募金に協力した いと思う	1	2	3	4
(e)以前よりも、自ら保全のために行動した いと思う	1	2	3	4

※提示した遺伝資源に関する情報

○遺伝資源：生物のもつ有益な物質や機能の利用

私たちの生活は、生物多様性の恵みによって支えられていますが、それは単に動物や植物を原材料として利用することだけではありません。豊かな自然環境に育まれた多様な生物から、私たちの工夫や科学技術によって、人類にとって有益な性質や物質、機能が発見されることがあります。

たとえば、古くから漢方や民間薬などの動植物の薬用法の知恵が蓄積されてきています。今日では科学技術を用いて動植物・微生物に含まれる有益な物質から、抗生物質や抗がん剤などの医療用の医薬品や、健康食品・化粧品などが開発される例もあります。また、農作物や家畜は、美味しさや栽培・飼育のしやすさ、病気への強さなどの有益な性質をもつ動植物種を見出して、それらをかけ合わせることで改良された品種が栽培・飼育されているのです。

このように、人類にとって有益な性質や物質、機能を持つ動植物や微生物のことを遺伝資源といいます。対馬には大陸系と日本系の生物が入り混じる独特の生物多様性があります。対馬で育まれた様々な生物の中には、未だ発見されていない有益な性質や物質、機能が眠っているかもしれません。

○伝統的な知恵：動植物の伝統的な利用の知恵や習わし

現代では生物の有益な性質や物質、機能は、科学技術によって応用されることが増えてきていますが、人々は古くからそれぞれの土地にある動植物の性質を見出し、工夫を加えて、衣食住や薬に利用してきました。対馬でも、例えば伝統的な発酵食品である「セン」をはじめ、独自の自然環境や風土に根差した昔ながらの暮らしや習慣の中に、先人たちの知恵が生きています。

このような伝統的な知恵は、単に古くからの文化的な習わしというだけではなく、場合によっては科学技術による応用のためのヒントを提供することもあります。

○地域における遺伝資源と伝統的な知恵

遺伝資源は、各地域の独特の自然環境に適応した、生物の特有の性質が価値を持つものです。また、伝統的な知恵も各地域の独特の生物多様性の恵みを先人たちが巧みに利用しながら育んできたもので、地域における文化の源にもなっています。

地域づくりや、特産品や観光をはじめとする産業振興のために、遺伝資源や伝統的な知恵を活かしていくことも考えられます。

上記の結果、2つ目の方法では、情報提示により約8割が対馬の自然や生物多様性への関心を高め、6割近くが自ら保全のために行動する意識を高めた。一方で、1つ目の方法では、生物多様性保全の重要度認識のポイントが低下し、「どちらともいえない」や無回答が増加した。

表 4.3.3-5 対馬の生物多様性保全の重要度認識

選択肢	提示前(%)	提示後(%)
とても重要	54.2	44.4
どちらかといえば重要	33.3	36.4
どちらともいえない	9.0	13.0
どちらかといえば重要ではない	0.8	0.8
まったく重要ではない	0.3	0.3
無回答	2.3	5.1
全体	100.0	100.0

表 4.3.3-6 生物多様性保全意識の変化

	とてもそ う思う	まあそ う思う	あまりそ う思わな い	まったく そう思わ ない	無回答	(%)
以前よりも、対馬の自然や生物多様性のことを知りたいと思う	21.8	58.2	11.9	1.1	7.1	
以前よりも、対馬の自然や生物多様性について家族や友人と話したいと思う	11.9	44.4	33.6	2.8	7.3	
以前よりも、保全に取り組む行政や組織に協力したいと思う	14.1	57.6	18.4	2.5	7.3	
以前よりも、保全活動の募金に協力したいと思う	12.1	47.7	27.7	5.1	7.3	
以前よりも、自ら保全のために行動したいと思う	11.0	46.0	32.5	2.5	7.9	

上記を含め、対馬市民アンケートから得られる主な示唆は次の通りである。

対馬市民アンケート	<ul style="list-style-type: none"> ● 対馬の遺伝資源は「一部失われているが豊富にある」(30.8%)、「大部分が失われてあまり豊富でない」(26.0%)。 ● 外部企業・研究者の遺伝資源採集等によって「対馬の生物多様性や伝統文化を守るためのアイデアが生まれる」(41.5%)、「対馬の知名度が上がる」(41.5%)等に期待。懸念は「特に心配することはない」(35.0%)のほか「盗掘者が増えてしまう」(27.1%)とも。 ● 「遺伝資源」や「ABS」が難しい。 ● (「遺伝資源」の説明提示後の生物多様性保全意識の変容) ● 説明提示前と比べ、約8割が対馬の自然や生物多様性への関心を高め、6割近くが自ら保全のために行動する意識を高めた。 ● ただし、生物多様性保全の重要度についてはポイントが低下し、「どちらともいえない」や無回答が増加した。
-----------	--

生物多様性保全の重要度認識のポイントが低下した要因を把握するため、対馬市民（「対馬市ニホンミツバチ部会」会員）との意見交換で、同様に遺伝資源やABSの情報提示前後で、対馬の生物多様性保全の重要性について質問した結果、次の反応が認められた。

対馬市民との意見交換 (インタビュー)	<p>(「遺伝資源」の説明提示後の生物多様性の重要度認識)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 対馬や身のまわりにあるものは普通のもので、棄にしたり研究開発するような有用なものがあるかどうか。 ● 研究開発して利益配分というのがピンとこない。 ● 「遺伝資源」や「ABS」が難しく、端的に何なのか分からない。
------------------------	--

この反応から、アンケートにおいても、遺伝資源の情報提示によって、有用性の研究開発が想起され、普段身のまわりにある自然環境や動植物等との結びつきが捉えにくくなり、遺伝資源の視点から見ると対馬の生物多様性保全が重要だと思える人が減少し、「どちらともいえない」や無回答が増加したものと考察される。

3) 結論

対馬市を対象に仮想的な ABS の仕組みのシナリオの設定に基づいて実施した意識調査・意見交換等から、行政、住民、遺伝資源の提供者、利用者の各主体から総じて地域的な ABS の取組に対する期待や有効な可能性があるとの認識が示された。特に対馬のブランド化に ABS の考え方を活用することへの有効性が示唆された。

地域で ABS の取組を効果的に推進することができれば、地域資源の付加価値化による保全や地域活性化、より幅広い環境政策に対する波及性をもたらす可能性もある。ただし、遺伝資源や ABS のコンセプトが分かりにくい等の意見がみられ、実際に地域において具体化するためには伝え方に工夫が必要であると考えられる。

(4) 遺伝資源利用の経済評価が生物多様性保全に与える影響の評価

① 遺伝資源利用の利益配分についての理論的分析：

共同利益配分システムの生物多様性保全に与える効果

慶應義塾大学 大沼あゆみ

(※本稿は、29年度の成果を含めた3年間の成果をまとめたうえで記述する。)

1) 序論：はじめに

遺伝資源の利用をめぐる国際的議論は、ABS(アクセスと利益配分)を中心に展開されてきた。利用者・提供者間の利益配分システムは、生物多様性条約の理念である「公正かつ衡平な」方向性に沿って議論されてきたものであり、名古屋議定書にも、利用国・提供国の「相互の合意に基づく条件」のもとで定められることが明記されている。こうした動向に沿って、途上国では、具体的な利益配分システムが明示化され適用されつつある。

本研究プロジェクトの昨年度の報告書において、これまで想定されてきたバイラテラル(一対一)の利益配分システムではなく、利益を多国間で配分するシステムについての議論が行った。これは、名古屋議定書で、その可能性が盛り込まれたことを反映していた。¹

この多国間利益配分システムの具体的な形態については、「食料及び農業のための植物遺伝資源に関する国際条約」(International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: ITPGR)で行われているものが興味深い。

ITPGRは、「多数国間の制度」(Multilateral System: MLS)と呼ばれるシステムを採用している。このシステムでは、遺伝資源の共通プールと基金を設けており、締約国は、遺伝資源を、共通プールに提供し、他国がそこから取得することを可能にしている。その意味では、一対一で契約を結ぶ必要がない。さらに、その利用からの利益配分も、個々の遺伝資源提供国に個別配分するのではなく、基金に支払う。この基金からは、途上国でプロジェクトを実施することや遺伝資源の保全のための支出が行われる。²

本章では、この多国間利益配分システムとして共同利益配分システムについて理論的な研究を行う。このシステムにおいては、遺伝資源から医薬品などの研究開発を行う国では、仮に商業化に失敗しても利益が配分される可能性がある。このことによって、提供国が、遺伝資源利用のために保全に力を入れても研究開発が成功しないリスクを軽減できる可能性がある。経済主体はリスクのある行動をとろうとするとき、そのリスクの大きさを考慮することが一般的である。したがって、研究開発の成功確率が十分小さい場合、たとえ期待値が大きくとも、その選択肢をとることを躊躇する可能性がある。すなわち、保全したときの期待値だけに着目するのではなく、そのリスクの大きさを考慮した分析を行わなければならない。

本研究における昨年度までの分析では、この点について、リスク回避型の効用関数に基づき、

¹ この可能性は、名古屋議定書第十条に、次のように記されている。「締約国は、遺伝資源及び遺伝資源に関連する伝統的な知識であって、国境を越えた状況で存在するもの又は事前の情報に基づく同意を与えること若しくは得ることができないものの利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分に対処するため、地球的規模の多数国間の利益の配分の仕組みの必要性及び態様について検討する。遺伝資源及び遺伝資源に関連する伝統的な知識の利用者がこの仕組みを通じて配分する利益は、生物の多様性の保全及びその構成要素の持続可能な利用を地球的規模で支援するために利用される。

² 農水省ウェブサイトにおける食料・農業植物遺伝資源条約の解説に基づく。

多国間利益配分システムを視野に置く共同利益配分システムを理論的に議論した。その中では、生態系を保護するか開発するかのオプションを持つ政府を想定して、最適保護面積を考察した。そして、共同利益配分システムにおける最適保護面積および純便益は、バイラテラルな利益配分を想定する独立利益配分システムの最適保護面積よりも必ず大きくなることを示した。しかし、その分析では、遺伝資源利用による研究開発の成功確率が、保護面積によらず一定とするなど、いくつかの強い想定を置いていた。本章では、H29年度の研究として、この仮定を緩め、同様の分析を行う。

2) 本論

〈1〉独立利益配分システムと共同利益配分システム

[1] 独立利益配分システム：リスク中立的な場合

昨年度の分析と同様に、ある途上国を想定する。各国には森林生態系が存在し政府により管理されているものとする。その生態系の面積を \bar{L}_i とする。各国では、この生態系を保全してバイオプロスペクティングに活用するか、農業のために転換することが出来る。バイオプロスペクティングに利用した場合、その面積に応じて成功確率が決定されるものとする。これは、保護面積が大きいほど、バイオプロスペクティングに投入される生物多様性の数が増えることを反映している。ここでは、 $P(L)$ の確率で医薬品開発が成功し、その際 M だけの収入が期待できるものとする。したがって、保護面積 L に対して、その期待収入は $P(L)M$ となる。一方、農地に転換すれば、農業収入が期待できる。保護することの機会費用 C を、

$$C = C(L) \quad (1)$$

と表す。ここで、 $C(0) = 0, C' > 0, C'' > 0$ と仮定する。この機会費用は生態系を保護することによる便益を差し引いたネットの値であるとする。ここで、国の純便益 W は、

$$W = P(L)M - C(L) \quad (2)$$

と定められる。まず、昨年度と同様に、政府は期待純便益を最大化するとすれば、最適な保護面積 L_a は、

$$P'(L_a)M = C'(L_a) \quad (3)$$

を満たすものとして決定される。以下では、

$$C(L) = \frac{cL^2}{2}, c > 0, L \leq \bar{L} \quad (4)$$

と特定化しよう。ここで、 c は、限界機会費用の上昇率を表している。また、成功確率を

$$P(L) = \bar{p}(1 - e^{-rL}), \bar{p} < 1 \quad (5)$$

と表せば、(3)は、

$$re^{-r\bar{p}L_a}M = cL_a \quad (6)$$

より、

$$e^{-rL_a} L_a = \frac{r\bar{p}M}{c} \quad (7)$$

を満たすものとなる。左辺は L_a の増加関数かつ $L_a = 0$ ならゼロとなるので、均衡式を満たす L_a が唯一存在することになる。

[2] 独立利益配分システム：リスク回避的な場合

本章では、政府の効用関数は、期待利潤 μ だけではなく、分散 σ の関数とする。これは、利潤のばらつきを反映したもので、リスク回避的な個人行動として経済学で想定されている。さて、任意の保護面積 L のもとでは、

$$\mu = P(L)M - C(L) \quad (8)$$

および利潤を x とすると、

$$\sigma = E(x^2) - \mu^2 = P(M - C)^2 + (1 - P)C^2 - (PM - C)^2 = P(1 - P)M^2 \quad (9)$$

である。昨年度の報告書の議論では、 $P(L) = P$ と一定とし、さらに、各国政府の効用を、

$$v(\mu, \sigma)L - C(L)$$

と置いて議論していた。しかし、一般的には、次のように置くことが望ましい。すなわち、効用を W とすれば、

$$W = v(\mu(L), \sigma(L)) = v(P(L)M - C(L), P(L)(1 - P(L))M^2) \quad (10)$$

である。ここで、

$$\frac{\partial W}{\partial \mu} \equiv v_\mu > 0, \frac{\partial W}{\partial \sigma} \equiv v_\sigma < 0 \quad (11)$$

である。本論では、さらに

$$\frac{\partial^2 W}{\partial \mu^2} \equiv v_{\mu\mu} < 0, \frac{\partial^2 W}{\partial \sigma^2} \equiv v_{\sigma\sigma} \leq 0, \frac{\partial^2 W}{\partial \mu \partial \sigma} \equiv v_{\mu\sigma} = 0 \quad (12)$$

を仮定する。このように定式化することで、成功確率が保護面積に依存することに加えて、期待収益と費用を同じ効用関数の中に位置づけられる、より一般的な定式化になる。

この定式化における最適保護面積 L^* は、(4)のもとで、次の条件を満たす。

$$v_\mu(P'M - C') + v_\sigma(M^2 P'(1 - 2P)) = 0 \quad (13)$$

P は十分小さいと考えてよいから、本章では、 $P(L) < 1/2$ を仮定する。よって、(13)の第2項は負である。したがって、最適点では、

$$P'(L)M - C'(L) > 0 \quad (14)$$

でなければならない。リスク中立的なケースでは、最適面積は $P'(L)M - C'(L) = 0$ を満たすことに注意しよう。これは、(13)における、 $v_\sigma = 0$ である場合に相当する。したがって、 $P'' < 0, C'' > 0$ より最適保護面積 L^* は、

$$L^* < L_a \quad (15)$$

を満たすものとなる。よって、次の性質が成立する。

結論 1: (10)を仮定する。このとき、政府の行う森林保護面積は、リスク中立的なケースよりも、リスク回避的なケースの方が小さくなる。

つぎに、効用関数 v を次のように特定化する。まず、任意の収入 x に対する効用 W を

$$W = ax - \frac{bx^2}{2} \quad (16)$$

とおく。一方、

$$\sigma = E(x - \mu)^2 = E(x^2) - \mu^2 \quad (17)$$

より

$$E(x^2) = \mu^2 + \sigma \quad (18)$$

になる。したがって、

$$E(ax - \frac{bx^2}{2}) = a\mu - b\frac{\mu^2 + \sigma}{2} \equiv v(\mu, \sigma) \quad (19)$$

となる。したがって、

$$v_\mu = a - b\mu, v_\sigma = -\frac{b}{2} \quad (20)$$

これを用いれば、(13)は

$$(a - b\mu)\mu'_L - \frac{b\sigma'_L}{2} = 0 \quad (21)$$

と表される。

〈3〉共同利益配分システム

上記の議論は、政府（ないしはその地域の組織や共同体）と先進国企業などの利用者との一対一（バイラテラル）の取引を想定している。つぎに、政府が他の国の政府と共同する利益配分の枠組み（共同利益配分システム）を考える。以下では、政府の数が 2 のもとで議論をすすめる。すなわち、同一の生態系 (L_1, L_2) を保有する 2 つの政府（政府 1 と政府 2）があるものとする。ま

た、それぞれの政府は、個別に同じタイプの遺伝資源利用者と ABS 契約を結ぶものとする。したがって、それぞれのプロジェクトが直面する商業化成功確率 P および利益配分される収入 M も同等とする。

このとき、次のような新たな利益配分システムを導入する。それぞれが個別にプロジェクトを展開するが、商業化成功に際して受け取った利益配分は、2 つの政府が作る共同組織体に一旦プールした上で均等に配分するというものである。独立利益配分システムでの μ, σ の値を μ^*, σ^* で表す。このとき、各政府の期待利潤 $\mu(1), \mu(2)$ は、次のように表される。

$$\begin{aligned}\mu(1) &= \frac{(P(L_1)+P(L_2))M}{2} - C(L_1) \\ \mu(2) &= \frac{(P(L_1)+P(L_2))M}{2} - C(L_2)\end{aligned}\quad (22)$$

また、それぞれの分散を $\sigma(i)$ で表し、以下のように計算する。まず、共同利益配分システムで、プールされる総利益 R 、およびそれぞれの政府にとっての実際の利潤 π は、次のような 4 つのケースに分けられる。

- 2 つの国で商業化に成功するケース (その確率は $P(L_1)P(L_2)$)

$$R_1 = 2M, \pi_{11} = M - C(L_1), \pi_{12} = M - C(L_2) \quad (23)$$

- 1 の国でのみ商業化に成功するケース (その確率は $P(L_1)(1 - P(L_2))$)

$$R_2 = M, \pi_{21} = \frac{M}{2} - C(L_1), \pi_{22} = \frac{M}{2} - C(L_2) \quad (24)$$

- 2 の国でのみ商業化に成功するケース (その確率は $(1 - P(L_1))P(L_2)$)

$$R_3 = M, \pi_{31} = \frac{M}{2} - C(L_1), \pi_{32} = \frac{M}{2} - C(L_2) \quad (25)$$

- いずれかの国でも失敗するケース (その確率は $(1 - P(L_1))(1 - P(L_2))$)

$$R_4 = 0, \pi_{41} = -C(L_1), \pi_{42} = -C(L_2) \quad (26)$$

ここで、 π_{xi} は、ケース x における政府 i の実際の利潤を表す。すると、

$$\sigma(i) = E(\pi_{xi}^2) - \mu(i)^2 \quad (27)$$

より、

$$\sigma(1) = \sigma(2) = \frac{P(L_1)(1-P(L_1))+P(L_2)(1-P(L_2))}{4} M^2 \quad (28)$$

と計算される。

以上より、各地方政府の効用を W_i とすると、

$$\begin{aligned}
W_i &= v^i(\mu(i), \sigma(i)), i = 1, 2 \\
&= v^i \left(\frac{(P(L_1) + P(L_2))M}{2} - C_i(L_i), \frac{P(L_1)(1-P(L_1)) + P(L_2)(1-P(L_2))}{4} M^2 \right)
\end{aligned} \quad (29)$$

となる。すなわち、各地方政府の効用は、

$$W_i = W_i(L_1, L_2), i = 1, 2 \quad (30)$$

として書き表されることになる。各地方政府は、他政府の保護面積を所与として自身の効用を最大化するものと仮定する。すなわち、両政府の最適保護面積 (L_1^*, L_2^*) はナッシュ均衡として表現されることになる。すなわち、 (L_1^*, L_2^*) は、

$$\frac{\partial W_1(L_1^*, L_2^*)}{\partial L_1} = \frac{\partial W_2(L_1^*, L_2^*)}{\partial L_2} = 0 \quad (31)$$

で表される。これに基づいて計算すると、ナッシュ均衡では、

$$v_\mu^i \mu'_{L_i}(i) + v_\sigma^i \sigma'_{L_i}(i) = 0 \quad (32)$$

が満たされている。ここで、

$$\mu'_{L_i}(i) = P'(L_i)M - C'_i(L_i), \sigma'_{L_i}(i) = \frac{P'(L_i)(1-2P(L_i))}{4} M^2 \quad (33)$$

であり、 $\mu'_{L_i}(i)$ は L_i に関して逓減する。また、 $\sigma'_{L_i}(i)$ も $P < 1/2$ の想定のもとでは逓減することが示される。

以下では、独立利益配分システムと共同利益配分システムでの最適保護面積を比較する。比較のために、両地方政府はまったく同一であり、したがって、 $C_i(\cdot) = C(\cdot)$ とする。さらに、ナッシュ均衡でも両者の最適保護面積は同一となる。この条件のもとで、(32)を(13)と比較してみよう。

まず、(32)の左辺を $r^i(L_1, L_2)$ で表す。上記の同一性の仮定より、両地方政府にとって、この関数は同一であるため、

$$r^i(L_1, L_2) = v_\mu \mu'_{L_i}(i) + v_\sigma \sigma'_{L_i}(i), i = 1, 2. \quad (34)$$

となる。ここで、(12)より、

$$\frac{\partial r^i(L_1, L_2)}{\partial L_i} < 0 \quad (35)$$

および

$$\frac{\partial r^i(L_1, L_2)}{\partial L_j} < 0, j \neq i \quad (36)$$

が導かれる。さらに、(13)と比較することで、 $L_1 = L_2 = L^*$ であるならば、

$$\mu(i) = \mu^*, \mu'_L(i) = \mu'_L - \frac{P'(L^*)M}{2}, \sigma'_L(i) = \frac{\sigma'_L}{4} \quad (37)$$

であることがわかる。以上より、 $L_1 = L_2 = L^*$ であるとき、 $r^i(L^*, L^*) > 0$ であるならば、 $r^i(L^* + \Delta L, L^* + \Delta L) = 0$ を満たす ΔL は、必ず正であることがわかる。

以下では、 $L_1 = L_2 = L^*$ であるとき、 $r^i(L_1, L_2)$ の符号を示す。まず、

$$\begin{aligned} r^i(L^*, L^*) &= v_\mu \left(\mu'_L - \frac{P'(L^*)M}{2} \right) + v_\sigma \frac{\sigma'_L}{4} \\ &= v_\mu \mu'_L + v_\sigma \sigma'_L - \frac{1}{2} (v_\mu P'(L^*)M + v_\sigma \frac{3\sigma'_L}{2}) \\ &= -\frac{1}{2} (v_\mu \mu'_L + v_\sigma \sigma'_L + v_\mu C' + v_\sigma \frac{\sigma'_L}{2}) \quad (38) \\ &= -\frac{1}{2} (v_\mu C' + v_\sigma \frac{\sigma'_L}{2}) \\ &= -\frac{1}{2} (v_\mu cL^* + v_\sigma \frac{P'(L^*)(1-2P(L^*))M^2}{2}) \end{aligned}$$

この式から、

$$r^i(L^*, L^*) > 0 \Leftrightarrow -\frac{v_\sigma}{v_\mu} > \frac{2cL^*}{P'(L^*)(1-2P(L^*))M^2} \quad (39)$$

となる。ここで、 $-\frac{v_\sigma}{v_\mu} = \frac{d\mu}{d\sigma}$ であり、分散が一単位増加したときに等効用を維持するために必要な期待値の増加分を表す。したがって、リスク回避的なほどこの値が大きくなる。よって、(39)の十分条件が満たされるならば、次の性質が成り立つ。

$$L_1^* = L_2^* > L^* \quad (40)$$

ここで、 v を(19)と特定化すると、

$$-\frac{v_\sigma}{v_\mu} = \frac{b}{2(a-b\mu)} \quad (41)$$

したがって、 $a - b\mu > 0$ を満たす範囲で b が十分大きい時、(39)は成立することになる。この結果を次にまとめる。

結論 2： 地方政府の数が2であるとする。このとき、両政府の効用関数及び費用関数が同一であるならば、共同利益配分システムにおける最適保護面積 L_i^* は、

$$-\frac{v_\sigma}{v_\mu} > \frac{2cL^*}{P'(L^*)(1-2P(L^*))M^2}$$

が満たされるならば、独立利益配分システムにおけるそれぞれの最適保護面積である L^* より大きいものとなる。

結論 3： (19)を仮定する。さらに、地方政府の数が2であるとする。このとき、両政府の効用

関数及び費用関数が同一であるならば、共同利益配分システムにおける最適保護面積 L_i^* は、

$$-\frac{b}{2(a-b\mu)} > \frac{2cL^*}{P'(L^*)(1-2P(L^*))M^2}$$

が満たされるならば、独立利益配分システムにおけるそれぞれの最適保護面積である L^* より大きいものとなる。この結果は L^* が M の増加関数である場合に、 M が十分大きくなることで成立していることになる（ただし、 $a-b\mu > 0$ が満たされていないとしない）。

つぎに共同利益配分システムにおいて、各政府の効用が、独立利益配分システムと比較して増加しているかどうかを見てみる。ここで、

$$\begin{aligned} \frac{dW_i}{dL_i} \Big|_{L_i=L_2=L^*} &= r^i(L^*, L^*), \\ \frac{dW_i}{dL_i} \Big|_{L_i=L_2=L^*} &= r^i(L^*, L^*) + v_\mu C'(L^*) \end{aligned} \quad (42)$$

したがって、 $L_1^* = L_2^* > L^*$ であるならば、明らかに両政府の効用は、共同利益配分システムにおいて増加していることになる。この結果を次にまとめる。

結論 4： 地方政府の数が2であるとする。このとき、両政府の効用関数及び費用関数が同一であり、共同利益配分システムにおける最適保護面積 L_i^* が独立利益配分システムに比べて増大するならば、両政府の効用も増加している。

したがって、最適保護面積が増加する条件のもとでは、効用も増加することになる。

3) 結論

本章では、より一般的な効用関数の下で、昨年度の問題意識である共同利益配分システムの効果について分析を行った。十分にリスク回避的であるとき、共同利益配分システムの方が、独立利益配分システムにおけるよりも最適保護面積は必ず大きくなった。このことは、今後の遺伝資源利用の ABS 問題で多国間利益配分システムを十分に検討することが意味あることであることを示している。

本章の利益配分システムでは、商業的成功が実現したプロジェクトの売上収入が共同配分されるが、費用については配分されない。この点を考慮した分析はのちの課題である。

<参考文献>

大沼あゆみ（2017）「遺伝資源利用における提供者側の利益配分について～「共同利益配分システム」についての理論的考察」『平成 28 年度 環境経済の政策研究（遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究）研究報告書』 pp.80-87.

②レジリエンスとの関係性の検討

立命館大学 上原拓郎
甲南大学 柘植隆宏
慶應義塾大学 大沼あゆみ

(※本稿は、29年度の成果を含めた3年間の成果をまとめたうえで記述する。)

目次

- 1) 序論
 - 2) 本論
 - 〈1〉海洋遺伝資源の重要性
 - 〈2〉レジリエンス
 - [1] 海洋遺伝資源とレジリエンスの関係
 - [2] レジリエンス評価の重要性
 - 〈3〉研究対象：サンゴ礁生態系
 - 〈4〉評価方法
 - 〈5〉結果
 - 3) 結論
- 添付資料（Ⅲ．添付資料5．参照）
- （1）アンケート調査の記述統計
 - （2）アンケート票

1) 序論

本研究では、遺伝資源と生物多様性の保全に貢献する生態系のレジリエンスに着目した。そこで、生態系のレジリエンスを高める生態系管理を実施することで得られる国民の利益（具体的には遺伝資源の将来的な利用可能性、及びレジリエンスが高まった生態系）を環境経済学、価値理論、生態系サービスの観点から多角的に評価する手法を検討し、沖縄県のサンゴ礁生態系における海洋遺伝資源に適用した。多角的な測定を実施することで、遺伝資源の経済的価値に加えて、遺伝資源と生物多様性の保全に貢献するレジリエンス管理に対する国民の意向を把握し、政策的示唆を得ることを目的としている。

遺伝資源は、生態系が人間に便益をもたらしている生態系サービスの一つとしてその重要性が広く認識されている（Haines-Young & Potschin (2013)、Kumar(2010)、MA (2005)、Moberg and Folke (1999)）。その一方で（生物多様性（あるいは種の絶滅））国連のミレニアム生態系評価（MA, 2005）によれば、種の絶滅が過去にない速度で進行しており、化石記録に基づいた平均的な絶滅率と比較して、50～1000倍高い絶滅率であるとされている（図 4.4.2-1）。現在も、哺乳類、鳥類、両生類の10～30%が絶滅の危機に晒されており、将来的には絶滅率は更に加速すると予測されている（図 4.4.2-1）。こうした状況を受け、その保全や適正な利用が求められている。そこで保全に向けたさまざまな取り組みがなされており、生物の多様性に関する条約（Convention on Biological Diversity, CBD）では、生物多様性の保全とその構成要素の持続可能な利用に加えて、

遺伝資源の適正な利用を条約の三つの目的の一つとして掲げている（CBD, n.a.）。

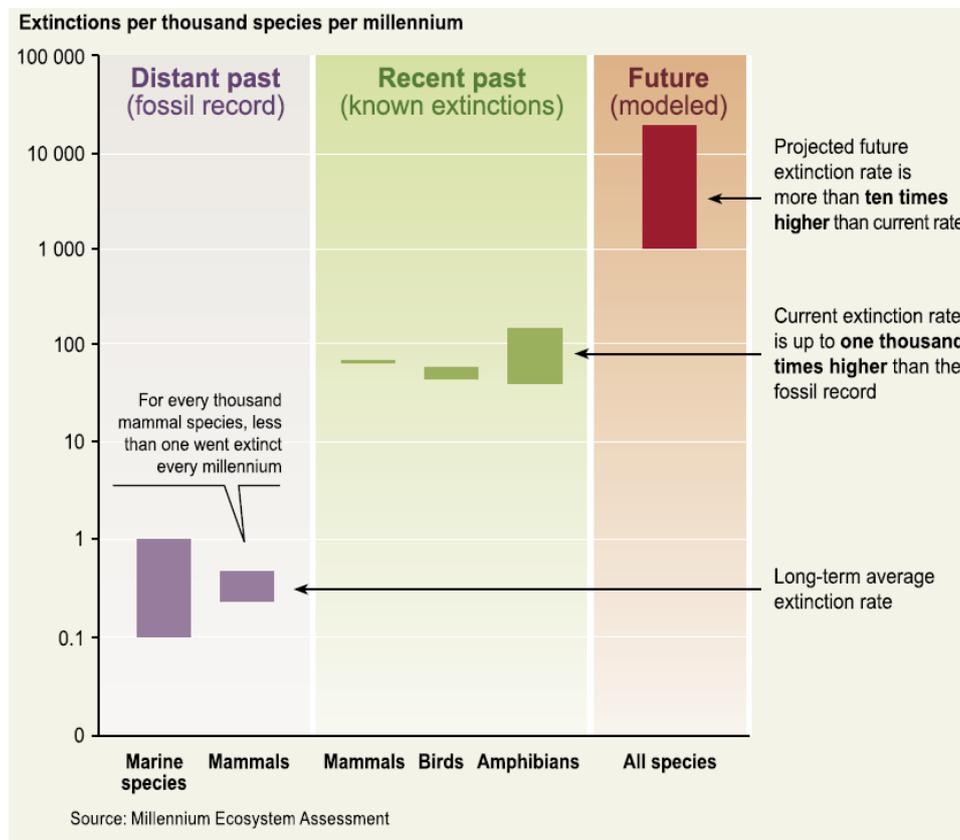


図 4.4.2-1 生物種の絶滅の動向

（出典：Convention on Biological Diversity

(<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268>))

遺伝資源は穀物、木材、海産物、家畜、飲料水などと同様に供給サービスに位置付けられるが（Haines-Young, & Potschin (2013)）、他の供給サービスとは大きく異なる特徴を有している。つまり、生態系のどの部分がいつ遺伝資源とみなされるのか、きわめて不確実であるという特徴がある。したがって、遺伝資源の将来的な供給可能性を考えた場合、生態系の特定の機能やプロセスを保全するのではなく、生態系そのものを保全し、生物多様性を保全し、遺伝資源の供給可能性を維持することが求められる。

そこで本研究では、生物多様性を保全し、遺伝資源の供給可能性を維持する生態系管理のあり方としてのレジリエンスへの国民の評価を多角的に測定した。具体的には、インターネットアンケート調査を用いて、1) 表明選好法を用いた国民のレジリエンスがもたらす便益への支払意思額の推計、2) 人間価値理論を用いたレジリエンスを重視する背景にある価値観の測定、そして3) 生態系サービス学を用いた他の生態系サービスとの比較におけるレジリエンスの相対的な重要性を測定した。

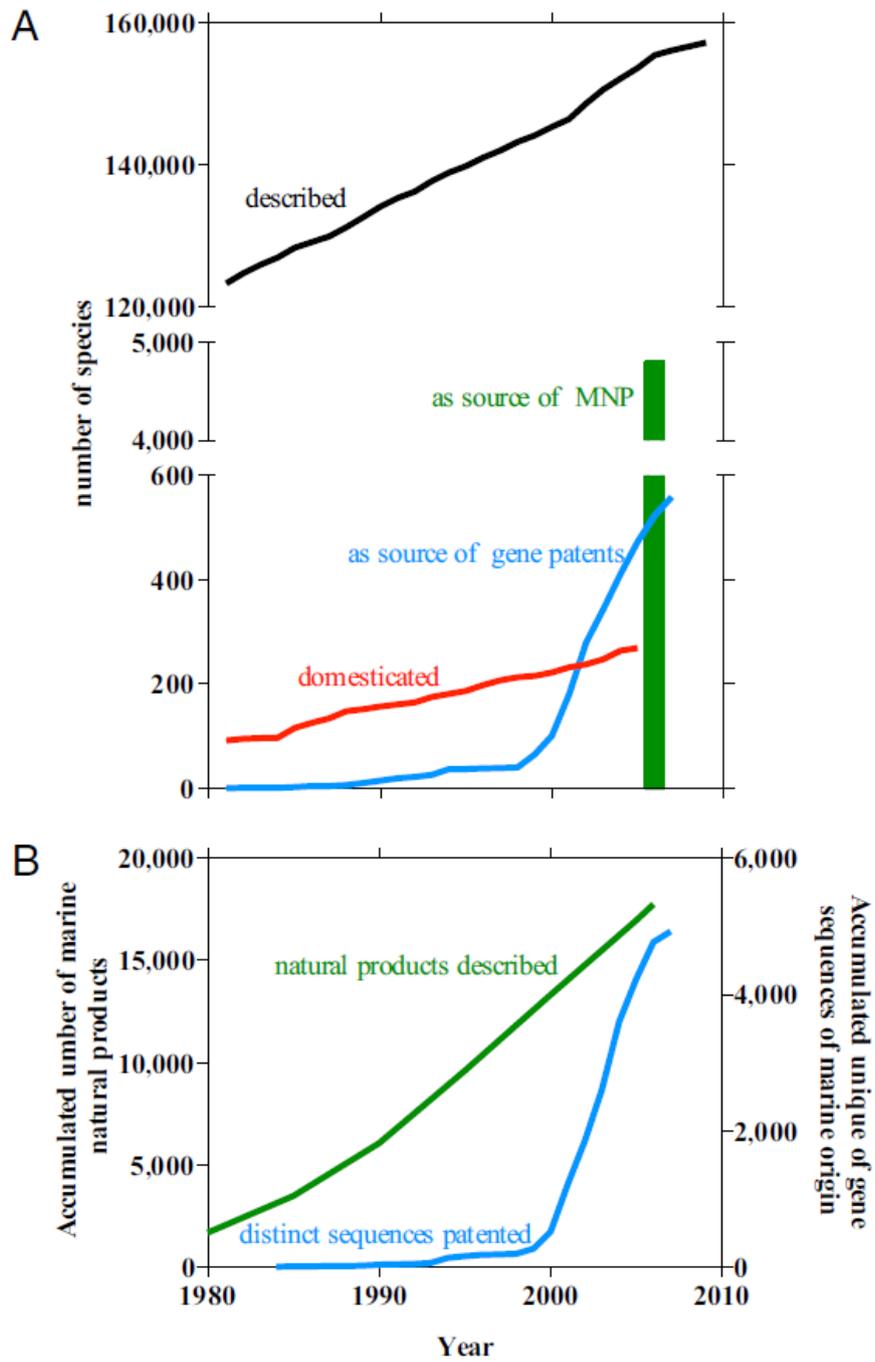
事例として、その重要性がますます高まっている海洋遺伝資源、特にサンゴ礁の海洋遺伝資源とレジリエンスを選定した。サンゴ礁は、海洋遺伝資源の観点からホットスポットとされている

とともに、人的ストレスの影響により劣化・死滅が発生しており、適切な生態系管理が急務となっている。サンゴ礁は、環境省でも「サンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020」を策定し、「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年 9 月 28 日閣議決定）及び「海洋基本計画」（平成 25 年 4 月 26 日閣議決定）に掲げられているサンゴ礁生態系保全に関する目標等の達成のための行動計画と位置付けるなど（環境省、2016）、重要な管理対象とされている。

2) 本論

〈1〉海洋遺伝資源の重要性

海洋遺伝資源の重要性は、バイオテクノロジーの発展やバイオプロスペクティングの取り組みにより、急速に高まっている。同時に、The Census of Marine Life および the World Register of Marine Species の取り組みにより、新たな海洋資源が年 0.93%の割合で登録も進められている（図 4.4.2-2A、黒線）。また活用状況についてみると、GenBank の特許部門への海洋遺伝資源が関連した特許登録に関しては年 12%と、急速に進んでいる（図 4.4.2-2A、青線）。その活用方法や用途は多岐にわたっており（図 4.4.2-3、4.4.2-4）、特に、海洋遺伝資源と関連した特許のうち、55%が人の健康に関するものであり、その重要性がうかがえる（図 4.4.2-4、Human Health）。



☒ 4.4.2-2 Arrieta et al., 2010

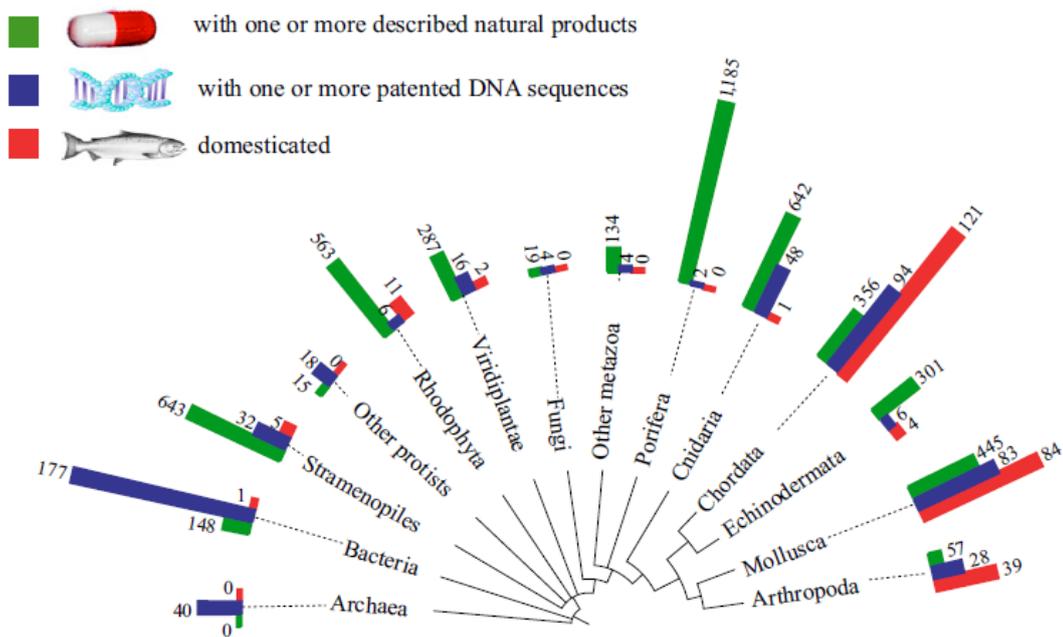


図 4.4.2-3 Arrieta et al., 2010

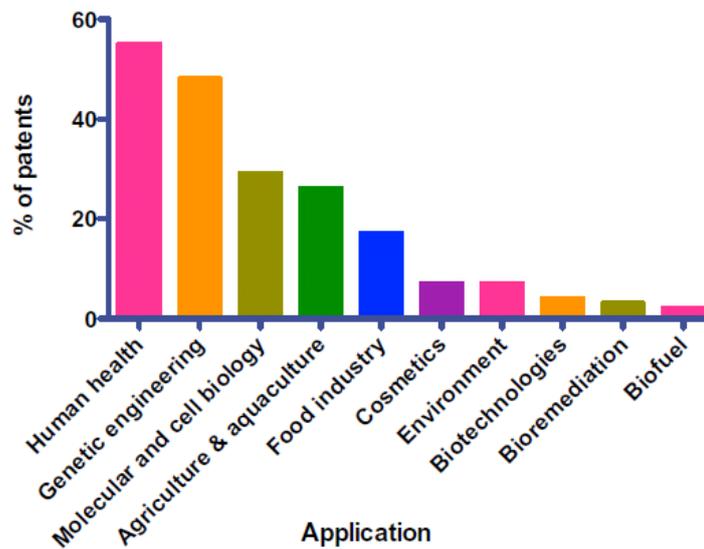


図 4.4.2-4 Arrieta et al., 2010

海洋遺伝資源の経済価値については、Leary et al. (2009)が製薬産業、酵素市場、化粧品産業に関して取りまとめており、それぞれ 6,430 億ドル、500 億ドル、2,310 億ドルと推計している (表 4.4.2-1)。

表 4.4.2-1 海洋遺伝資源の経済価値に関するまとめ

産業	世界市場の推定総価値	年商（例）
医薬産業	6430 億ドル（2016 年）	<ul style="list-style-type: none"> • 5000 万～1 億ドル（海綿由来のヘルペス治療薬，2005 年） • 10 億ドル（海洋資源由来のガン対抗物質，2005 年） • 2300 万ドル（エイズ治療薬【Retrovir】，2005 年） • 2.37 億ドル（ヘルペス治療薬【Zovirtax】，2006 年）
酵素市場	<ul style="list-style-type: none"> • 最低 500 億ドル／年（酵素） • 10 億ドル／年（DNA 抽出市場） 	<ul style="list-style-type: none"> • 推定 1.5 億ドル／年（【Valley Ultra Thin】，深海の熱水排出源由来） • 推定 2000～3000 万ドル（【Luminase】，間欠泉由来）
化粧品産業	<ul style="list-style-type: none"> • 2310 億ドル（2005 年） • 383 億ドル（スキンケア商品，2005 年） 	

出典：Leary et al. (2009).

また、Erwin et al. (2010)は統計データ等を用いて、海洋生物由来の腫瘍治療薬の潜在的な経済価値の推計を行っている。彼らによれば、253,120～594,232 種類の新たな化学物質が海洋生物に含まれており、その 90.4～92.6%が未発見であるとしている。また海洋生物由来の腫瘍治療薬の潜在的な経済価値については、生物多様性の程度によって、0.56～5.69 兆ドルの価値があると推計している。

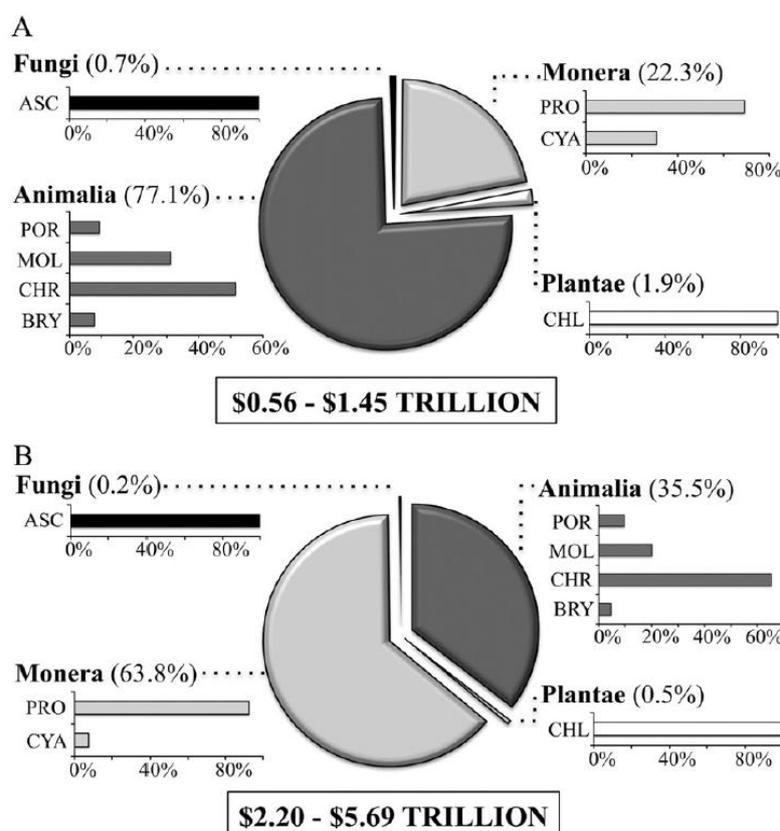


図 4.4.2-5 海洋生物由来の腫瘍治療薬の潜在的な経済価値の推計 (Erwin et al., 2010)

円グラフは各グラフの下に表示されている生物多様性の推計価値の内訳である。棒グラフは各界での各階級の寄与度を示している。Ascomycota (ASC), Bryozoa (BRY), Chlorophyta (CHL), Cyanobacteria (CYA), Chordata (CHR), Mollusca (MOL), Porifera (POR), and Proteobacteria (PRO)。

〈2〉レジリエンス

[2]-1 海洋遺伝資源とレジリエンスの関係

先述の通り、近年、海洋遺伝資源の重要性が認識され、海洋資源管理の重要性がますます高まっている。さらに、Arrieta et al. (2010)や Leary et al. (2009)が指摘するように、海洋遺伝資源がもたらす価値を踏まえた海洋資源管理への見直しが求められている。

海洋遺伝資源は魚介類同様、生態系サービスの分類において供給サービスに位置づけられるが (Haines-Young & Potschin (2013)、Kumar(2010)、MA (2005)、Moberg and Folke (1999))、他と異なる特徴を有している。つまり、他の遺伝資源同様、海洋遺伝資源は、海洋生態系のどの部分がいつ人間に便益をもたらすのかを特定することは非常に困難であるという不確実性が伴っている。例えば Leary et al. (2009)は一つの新薬が市場に出るまでに 15~20 年かかり、5,000 種類の潜在的に医療上の価値があると思われる化合物のうち、平均して 5 つが臨床試験までたどり着き、商用利用の認可まで至るのは 1 件でしかないと指摘している。

したがって、遺伝資源にとってすべての生態系が重要であり (Kumar, 2010)、遺伝資源の将来的な供給可能性を見据えた海洋資源管理は、海洋資源を含む生態系を維持することが求められるのである。生態系を維持することは、多様な遺伝資源の供給可能性をもたらす生物多様性を維持

することにつながっている。

生態系を維持するための考え方、管理のターゲットとして、レジリエンスが注目を集めている。レジリエンスは、外的ストレスを受けても、生態系の機能や構造を維持する能力のことである。たとえば、Anthony et al. (2015)は、サンゴ礁は表 4.4.2-2 のような、外的ストレスにさらされているとしている。外的ストレスには二つの種類があり、**press-type stressors**（汚染、堆積物、乱獲、海水温の上昇、酸化）は生態系のレジリエンスにマイナスの影響を与えるものであり、**pulse-type stressors**（嵐、白化現象、オニヒトデの大発生）は生態系の機能や構造を維持するために必要なレジリエンスをさらに必要とすることになるストレスである。

表 4.4.2-2 サンゴ礁が受ける外的ストレス、生態系への影響、及びレジリエンス

Stressor	Pulse/Press	Drivers or activities	Impact	Resilience processes affected	Potential management levers (see also Table 2)
Storms	Pulse (stochastic)	Natural cycles, climate change	Structural damage, floods and sedimentation	Recovery and connectivity if damage is extensive	Preparedness and recovery planning locally; compensatory measures
Destructive fishing	Pulse	e.g. bomb fishing, poison fishing	Structural damage, mortality of flora and fauna	Recovery, reproduction, recruitment and connectivity if damage is extensive	Increase incentives for nondestructive harvest of resource through education, regulation and enforcement
Crown-of-thorns starfish (CoTS)	Pulse	Nutrient enrichment, natural cycles	Coral mortality	Recovery, recruitment and connectivity if mortality is extensive	Improved management of catchment, protection of CoTS predators, tactical CoTS control
Thermal anomalies	Pulse, with press-type after-effects	Climate change, natural cycles	Coral bleaching, diseases and mortality	Reduced growth and reproduction, and potentially connectivity if impact is extensive	Identify sites that may have lower vulnerability; protect from local stressors; manage for enhanced recovery
Sedimentation/turbidity	Mixed depending on source	Mixed: land use and river catchment practices, flooding, resuspension, coastal construction	Sediment stress and light limitation, enhancement of algal growth	High turbidity from re-suspension can cause long-term suppression of coral recovery and provide competitive advantage to other benthic groups such as algae and sponges	Improved management of catchment land use through education, regulation, incentives and penalties. Restore land vegetation. Control coastal development activities.
Nutrient enrichment	Press, but pulse if linked to flood events	Mixed: land use and river catchment practices, flooding	Enhanced algal growth, increased turbidity	Increases susceptibility of corals to thermal bleaching. Provides competitive advantage to algae, which can suppress coral recovery.	Improved management of sewage and intensive agriculture activities through education, regulation, incentives and penalties
Pollution (herbicides, pesticides and heavy metals)	Press, but pulse if linked to flood events or marine incidents	Land-based (urban and agriculture) and from shipping	Toxicity, affects metamorphosis and larval survival.	Reduced coral growth and reproduction. Suppresses reef supply-side ecology.	Improved management of urban, agricultural and shipping activities through education, regulation, incentives and penalties
Ocean acidification	Press	Direct CO ₂ effect, point and nonpoint sources of low pH runoff	Reduced coral growth and strength, enhanced algal growth	Coral growth rates, skeletal strength and recruitment reduced.	Identify sites that could have lower vulnerability and target for protection from local stressors, control land-based sources of pollutants that decrease pH (e.g. nitrogen/sulfur oxides)
Decline in herbivores	Press	Human use	Reduced algal mortality, algal overgrowth of corals	Potentially drive phase shift to macroalgae, exacerbated by nutrients, warming and acidification	Improved fisheries management through education, regulation, incentives and penalties.

出典 : Anthony et al. (2015)

したがって、レジリエンスを高めることにより、望ましい生態系の状態を将来も維持し、生物

多様性、そして潜在的な遺伝資源を維持することが可能となると考えられる。

レジリエンスの考え方は生態系管理のアプローチとしても、注目されており、生態系管理のターゲットとして、レジリエンスを高めることが、これまでの実証研究からも有効であるとされている (Scheffer et al., 2001)。例えば Anthony et al. (2015)はレジリエンスの考え方を実際に生態系管理に適用するためのフレームワークとして、適応的レジリエンス型管理 (Adaptive Resilience-Based Management, ARBM) フレームワークを提唱している (図 4.4.2-6)。遺伝資源や生物多様性は生態系が維持されることで得られる事後的 (ex-post) な事象、結果であるのに対し、レジリエンスは遺伝資源や生物多様性をもたらす生態系を将来的に維持する事前的 (ex-ante) な状態であるということができ、後者のレジリエンスが直接の管理対象としてふさわしい。

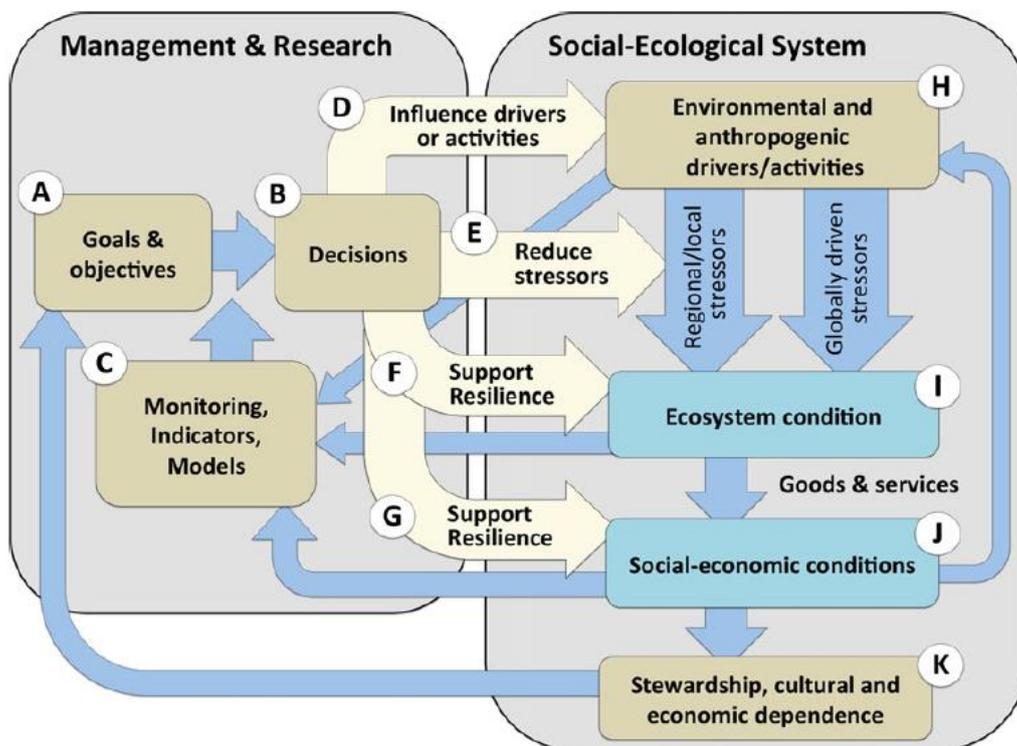


図 4.4.2-6 適応的レジリエンス型管理のフレームワーク

[2]-2 レジリエンスの経済評価

レジリエンスの経済評価研究は限定的である。本研究では、Baumgärtner and Strunz (2014)の考え方をベースに表明選好法を用いた支払意思額の推計を実施する。

レジリエンスの経済価値は、主に生態系が外的ストレスを受けても、閾値を超えてレジームシフトが起こることでこれまでの生態系サービスが受けられなくなることを防ぐ、保険価値 (insurance value) として捉えられることが多い (例えば、Admiraal et al. (2013)、Baumgärtner, S. (2007)、Perrings et al. (1995)、Rönnbäck et al. (2007))。ただし、厳密に言えば、保険価値はレジリエンスがもたらす価値の一つであり、Baumgärtner and Strunz (2014)によれば、レジリエンスの経済価値は保険価値とレジリエンスの向上に伴って期待される便益の

向上分の総和として捉えられる。

ここでは、以下、Baumgärtner and Strunz (2014)が提起した、リスクプレミアムの考え方と生態経済モデルを組み合わせて導出した、レジリエンスの経済価値を用いる。

まず 2 種類の生態系の状態を考え、生態系から高い所得 ($y_H > 0$) が得られる状態、生態系から低い所得 ($y_L > 0$) が得られる状態があるとし、その差を以下のように定義する。

$$\Delta y := y_H - y_L > 0$$

所得の差は、生態系が閾値をまたぐことにより、高い所得から低い所得へと所得の損失が発生している状態であると考えられることができる。

生態系が高い所得が得られる状態 (domain) から低い所得が得られる状態へと移行する確率を p とし、確率は連続変数であるレジリエンス ($R \in [0,1]$) の関数と定義する。

$$p = p(R) \text{ with } p'(R) \leq 0 \text{ for all } R \text{ and } p'(R) \text{ for all } R \in (0,1)$$

and $p(0) = 1, p(1) = 0$.

確率関数は以下の通りに定義する。

$$p(R) = 1 - R^{1-\sigma} \text{ with } -\infty < \sigma < +1$$

確率関数は σ の大きさによって、図 4.4.2-7 のような形状となる。

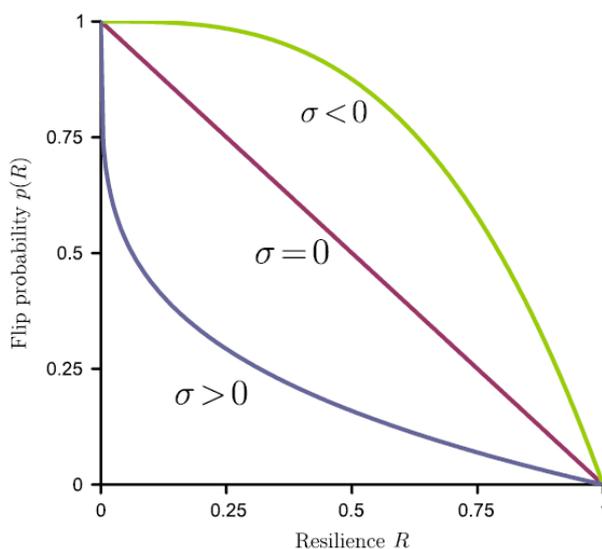


図 4.4.2-7 レジリエンスと生態系が別の状態に移行する確率の関係

次に効用関数を定義する。生態系利用者は、高い便益と低い便益の二つの可能性に直面しており、それぞれの確率は $p(R)$ と $1 - p(R)$ で与えられる。つまり、レジリエンスによってのみ規定される「所得くじ (income lottery)」であると考えられることができる。von-Neuman Morganstern 型の

期待効用関数を用いて、効用関数を以下の通り定義する。

$$U = E_R[u(y)] \text{ with } u'(y) > 0 \text{ and } u''(y) < 0 \text{ for all } y,$$

生態系利用者のリスク忌避度を反映させるために、効用関数の関数形は以下のベルヌーイ型を用いる。

$$u(y) = -e^{-\rho y} \text{ with } \rho > 0,$$

ρ は生態系利用者のリスク忌避度を現すパラメータである。

ここで、保険価値が所得くじのリスクプレミアムから得られるとすると、期待効用関数とリスクプレミアムの関係は以下の通りに定義される。

$$u(E_R[y] - \Pi(R)) = E_R[u(y)]$$

つまり、确实得られる期待所得からリスクプレミアムを除いた効用が得られる所得にリスクが伴う場合の効用と同一であることを意味している。

このリスクプレミアムの概念を用いて、レジリエンスの保険価値 $I(R)$ は、レジリエンス R が限界的に変化した際のリスクプレミアムの変化として、以下の通りに定義する。

$$I(R) := -\frac{d\Pi(R)}{dR}$$

またレジリエンスの経済価値 $V(R)$ を以下の通りに定義する。

$$V(R) := \lim_{\Delta R \rightarrow 0} \frac{W(\Delta R)}{\Delta R}$$

$$E_R[u(y)] = E_{R+\Delta R}[u(y - W(\Delta R))]$$

つまり、レジリエンスの経済価値は、レジリエンスを限界的に向上させることに対する事前(ex-ante) 最大支払意思額 W によって与えられる。本価値は事前価値であり、つまり、結果的に得られる所得とは独立したものである。

以上のモデルを展開することにより、レジリエンスの経済価値は以下の通りに表現することができる（導出過程については Baumgärtner and Strunz (2014)を参照）。

$$V(R) = -p'(R) \frac{1}{\rho} \frac{e^{\rho \Delta y} - 1}{1 + p(R)(e^{\rho \Delta y} - 1)}$$

上記は以下の関係を以下のように要約することができる。

$$V(R) \equiv -p'(R)\Delta y + I(R), V(R) \geq 0 \text{ for all } R.$$

つまり、レジリエンスの向上に伴う期待所得の向上 ($-p'(R)\Delta y$) とレジリエンスの向上がもたらす保険価値 ($I(R)$) の総和として捉えられる。

〈3〉 研究対象：サンゴ礁生態系

本研究では、以下の理由により、沖縄県のサンゴ礁から得られる海洋遺伝資源とサンゴ礁のレジリエンスを事例とする。

第一に、サンゴ礁は、海山や極地および熱水の通気生態系といった極限環境とならんで、海洋遺伝資源のホットスポットと言われている (Arrieta et al., 2010)。

第二に、極限環境と比較して、管理の対象としやすく、また実際に取り組みが既に行われていることが挙げられる。環境省では 2010 年 4 月に「サンゴ礁生態系保全行動計画」を策定し、2016 年 4 月にはこれまでの行動計画達成状況を踏まえて、「サンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020」を策定した。本計画は「生物多様性国家戦略 2012-2020」(平成 24 年 9 月 28 日閣議決定) 及び「海洋基本計画」(平成 25 年 4 月 26 日閣議決定) に掲げられているサンゴ礁生態系保全に関する目標等の達成のための行動計画として位置づけ、もって愛知目標の達成に資するための行動計画とされている (環境省、2016)。

第三に先述の表 4.4.2-2 に掲げたようにサンゴ礁はさまざまな外的ストレスにさらされており、適切な管理が急務となっている。こうした外的ストレス、特に人為的なストレスによるサンゴ礁の死滅や劣化は世界的な趨勢であり (Arrieta et al., 2010)、日本のサンゴ礁も例外ではない (環境省、2016)。さらに近年では劣化したサンゴ礁生態系が回復しにくい (環境省、2016) という、レジリエンスの低下の懸念が指摘されている。

第四にサンゴ礁学において、レジリエンスの概念が広く受け入れられており、レジリエンスの観点からの研究が盛んである (Bellwood et al., 2004; Hughes et al., 2010; Nystrom et al. 2008)。実証研究により、サンゴ礁は、非線型ダイナミクス、閾値、複数の安定領域によって特徴づけられる複雑系であることが明らかとなってきた (Nystrom et al. 2008)。例えば、図 4.4.2-8 のように、サンゴ礁生態系は漁業や陸域からの栄養塩の流入の程度によって、健全なサンゴ礁生態系から大型藻優位やウニ焼け等の安定領域にシフトする可能性が指摘されている。また、サンゴ礁が別の安定領域にシフトする契機となる閾値についても活発な研究がなされている (Dakos et al. 2015; Karr et al., 2015; Quinlan, A. E., et al., 2015)。閾値を特定する研究に加え、どのような状態であれば、レジームシフトが起こらないか、という一般的な指針を与える *safe operating space* の考え方が提唱されており、Norström et al. (2016) はこれまでの実証研究をベースに、漁獲量、水質、気候変動に関して、この程度であれば、レジームシフトは起こらないという数値を提唱している。

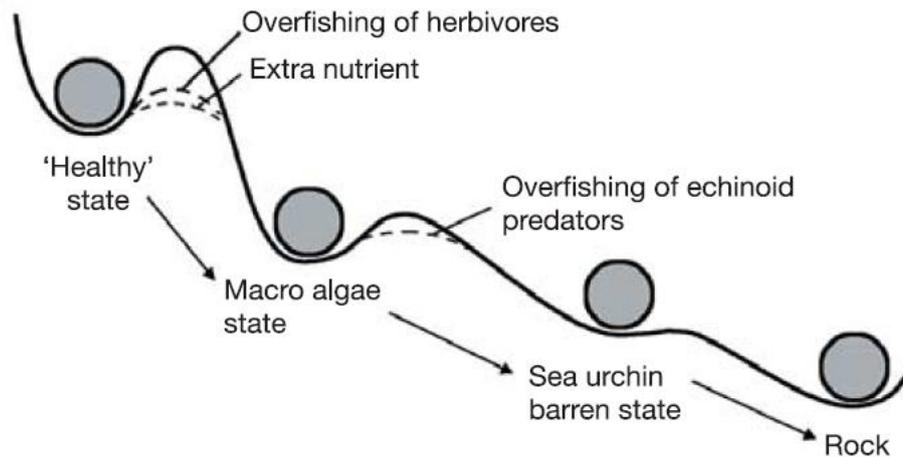


図 4.4.2-8 サンゴ礁生態系のレジームシフトをあらわす概念図(Bellwood et al., 2004)

破線は漁業や栄養塩の流入によって、レジリエンスが低下している状況をあらわしている。

最後に先述のとおり、サンゴ礁のレジリエンス研究の進展に伴って、レジリエンスの概念をサンゴ礁の生態系管理に取り入れる研究が進められ、また提唱されている (Anthony et al., 2015; Hughes et al., 2010; Karr et al., 2015; Mellin, C., et al., 2016; Nystrom et al., 2008)。

〈4〉評価方法

[1] 調査の概要

アンケートは「海の環境保全に関するアンケート調査」という名称で実施した。調査会社にモニター登録している全国の 20 歳から 69 歳の男女を対象者として、インターネットによる調査を実施した。2017 年 9 月 29 日から 10 月 4 日に沖縄県在住の 120 人と沖縄県以外在住の 120 人を対象としたプレテストを実施し、調査票を改善したうえで、2017 年 10 月 26 日から 11 月 1 日に本調査を実施した。本調査の概要は以下の通りである。

「海の環境保全に関するアンケート調査」

- 調査期間：2017 年 10 月 26 日～11 月 1 日
- 調査媒体：インターネット
- 対象者：調査会社にモニター登録している全国の 20 歳から 69 歳の男女
- 回答者数：沖縄県在住者 605 件、沖縄県以外在住者 566 件

アンケートでは、仮想評価法の質問とベスト・ワースト・スケーリングの質問を行った。仮想評価法の質問はすべての回答者に共通であるが、ベスト・ワースト・スケーリングの質問は内容の異なる 2 種類の質問を用意し、回答者にはそのいずれかに回答してもらった。具体的には、沖縄県在住者、沖縄県以外在住者とも、約半数の回答者にはレジリエンスに関する価値観を調べるための質問に回答してもらい、約半数の回答者にはサンゴ礁生態系が提供する様々な生態系サービスの相対的重要性を調べるための質問に回答してもらった。レジリエンスに関する価値観を調

べるためのベスト・ワースト・スケーリングの質問は、アンケートにおいて「レジリエンス（回復力）を高めて遺伝資源を保全するという考え方自体を重要だと思えますか」という質問に対して「はい」と回答した回答者にのみ提示した。

また、アンケートにおいて回答者に提示されるレジリエンスや遺伝資源の説明の影響で、回答者のレジリエンスに対する評価が高まる可能性が考えられたため、サンゴ礁生態系が提供する様々な生態系サービスの相対的重要性を調べるためのベスト・ワースト・スケーリングの質問については、約半数の回答者にはレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前に回答してもらい、残りの約半数の回答者にはレジリエンスや遺伝資源の説明を行った後に回答してもらった。両者の比較から、レジリエンスや遺伝資源に関する説明が回答者の回答に及ぼす影響の有無を検証する。

[2] 仮想評価法の質問

レジリエンスを向上させ、遺伝資源を保護することに対する支払意思額を仮想評価法により推計した。仮想評価法とは、アンケートを用いて環境変化に対する人々の支払意思額を聞き出す方法である（栗山他, 2013）。

仮想評価法の質問では、沖縄のサンゴ礁生態系の 1ha (100m×100m)を海洋保護区とすることで、レジリエンスが高いサンゴ礁生態系を維持し、豊かな遺伝資源が失われないようにするという仮想的な計画を回答者に示した。そこでは、海洋保護区を設定することにより、漁業やレジャーによる利用等、レジリエンスと遺伝資源以外への影響はないと仮定した。そして、海洋保護区の維持管理にはサンゴ礁生態系の保全（モニタリング、オニヒトデの駆除、サンゴの移植）や監視活動のための費用が掛かるため、それらを実施するための資金が確保できないと、海洋保護区は維持できないと仮定した。

そのうえで、計画の実施に必要な資金を確保するため、基金をつくって募金を募ると想定した。支払いは1回限りとし、支払いによって、海洋保護区を今後10年間継続できるとした。

この仮想評価法の質問では、回答者に2つの不確実性を考慮したうえで回答してもらった。1つは遺伝資源が発見されることに関する不確実性である。この海洋保護区で、いつ、どの遺伝資源が発見されるかは明確ではないこと、そして、発見されたとしても、実用化までには10年から20年という長い時間がかかり、回答者自身がその便益をどの程度受けられるかははっきりとはわからないことを説明した。

もう1つは、レジリエンス管理の効果がどの程度発揮されるかに関する不確実性である。サンゴ礁生態系のレジリエンスを高めるためには、海洋保護区を設定することが有効であることが明らかとなってきたが、この海洋保護区でどの程度レジリエンスが高められるのかははっきりとはわからないこと、ならびに、海洋保護区を設定しないことで、どの程度サンゴ礁生態系が失われるかもはっきりとはわからないことを回答者に説明した。その一方で、サンゴ礁を含む生態系は複雑でその解明が非常に困難であること、また、一度失われた生態系を回復することは非常に困難であることから、不確かな状況でも管理を進める必要があるという考え方もあることを回答者に伝えた。

以上のような説明の後に、図 4.4.2-9 のような支払意思額に関する質問を行った。ここでは、二段階二肢選択形式を採用し、表 4.4.2-3 に示す5バージョンの提示額を設定した。

といった何らかの評価基準に基づいて、最も高く評価するもの（ベスト）と最も低く評価するもの（ワースト）を1つずつ選択してもらうものである。このような質問を、提示する選択肢を変えて繰り返すことで、回答者の選好を明らかにすることができる(Louviere et al., 2015)。

上記の5つの背景・理由のうち、統計的基準（釣合い型不完備ブロック計画）に基づいて選ばれた4つを回答者に提示し、「最も同意できる」と「最も同意できない」ものを選択してもらう質問を、提示する理由を変えて1人につき5回繰り返した。調査に用いた質問は図4.4.2-10のようなものである。

あなたがレジリエンスを重要だと思う背景・理由として最も近い選択肢と最も遠い選択肢を選択してください。各選択肢にはいろいろな説明が含まれていますが、総合的に判断してください。		
最も近いもの		最も遠いもの
	レジリエンスという考え方に新規性を感じるから；不確かなことへ挑戦したいから；新たな収入源を探求するため；新たな遺伝資源を探求するため	
	必要性を抜きにして、新しい発見に対する純粋な喜びを感じるから	
	自然を支配したいから；自然を活用したいから；地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから	
	自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため	

図 4.4.2-10 ベスト・ワースト・スケーリングの質問例（レジリエンスに対する価値観のケース）

②生態系サービスの相対的評価

遺伝資源を保護する役割が、他の生態系サービスと比較してどの程度重要と評価されているかを明らかにするため、サンゴ礁生態系がもたらす様々な生態系サービスの相対的評価を行った。

ここでは、サンゴ礁生態系がもたらす代表的な生態系サービスとして、「豊かな漁場」、「装飾品や土産物」、「建築用の資材」、「天然の防波堤」、「土地の形成」、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」、「独自の伝統行事や祭事等の文化の形成」、「教育の場」、「癒やしや観光資源」、「観賞用魚類等」、「サンゴ礁と人、人と人のつながりの形成」の11個を取り上げ、それぞれの相対的重要性をベスト・ワースト・スケーリングによって調べた。ここから、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」が他の生態系サービスと比べてどの程度重要と考えられているかが明らかになる。なお、「サンゴ礁と人、人と人のつながりの形成」は関係価値(Chan et al., 2016)を表す。

上記の11個の生態系サービスのうち、統計的基準（釣合い型不完備ブロック計画）に基づいて選ばれた5つを回答者に提示し、自身にとって「最も重要なもの」と「最も重要でないもの」を選択してもらう質問を、提示する生態系サービスを変えて1人につき11回繰り返した。調査に用いた質問は図4.4.2-11のようなものである。

サンゴ礁生態系からは様々な恵みが得られると考えられます。あなたにとって最も重要なものと、最も重要でないものを選択してください。各項目をクリックすると詳しい解説がでます。

最も重要なもの		最も重要でないもの
	建築用の資材	
	天然の防波堤	
	遺伝資源を保護するレジリエントな生態系	
	癒やしや観光資源	
	観賞用魚類等	

図 4.4.2-11 ベスト・ワースト・スケーリングの質問例
(サンゴ礁生態系の生態系サービスのケース)

〈5〉結果

[1] 仮想評価法の分析結果

沖縄県在住者と沖縄県以外在住者のそれぞれのデータを、提示額の対数値を説明変数とする対数線形ロジットモデルにより分析した。分析には「Excel できる CVM Version4.0」を使用した。

沖縄県在住者と沖縄県以外在住者の推定結果は、それぞれ表 4.4.2-4 と表 4.4.2-5 の通りである。また、提示額と Yes 回答の関係を表す受諾確率曲線は、それぞれ図 4.4.2-12 と図 4.4.2-13 の通りである。定数項は正に、提示額の対数値は負に、それぞれ有意になった。前者は、回答者が提示された仮想的な計画を望ましいと評価していることを、後者は提示額が高いほど支払いに賛成する回答が減ることを表している。

推定された係数に基づき求められる支払意思額をまとめたものが表 4.4.2-6 である。支払意思額の中央値と平均値（最大提示額で裾切り）は、沖縄県在住者でそれぞれ 634 円と 2998 円、沖縄県以外在住者でそれぞれ 480 円と 3082 円となった。

表 4.4.2-4 沖縄県在住者の推定結果

変数	係数	t 値	p 値
constant	4.1875	13.756	0.000 ***
ln(Bid)	-0.6784	-15.372	0.000 ***
n	605		
対数尤度	-671.744		

***は 1%水準で有意であることを表す。

表 4.4.2-5 沖縄県以外在住者の推定結果

変数	係数	t 値	p 値
constant	5.0778	14.835	0.000 ***
ln(Bid)	-0.7870	-15.880	0.000 ***
n	566		
対数尤度	-651.987		

***は 1%水準で有意であることを表す。

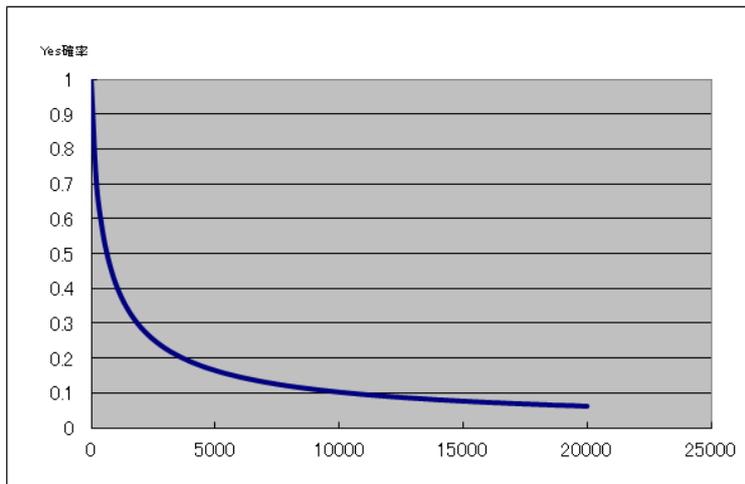


図 4.4.2-12 沖縄県在住者の受諾確率曲線

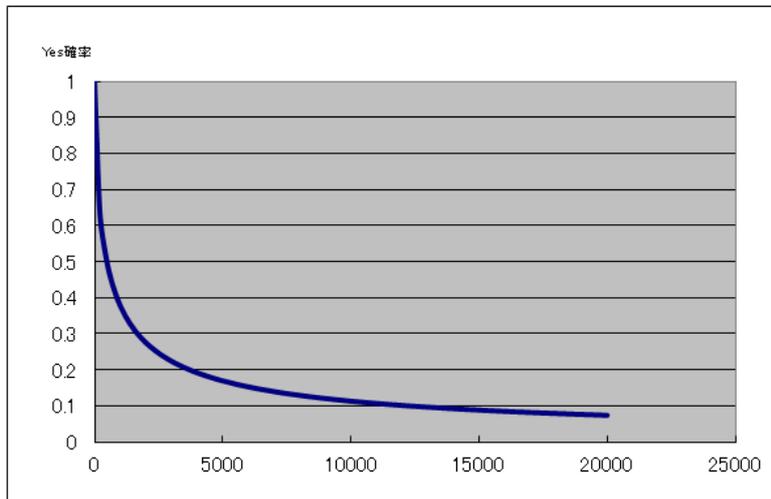


図 4.4.2-13 沖縄県以外在住者の受諾確率曲線

表 4.4.2-6 支払意思額の推定値

	中央値	平均値 (最大提示額で裾切り)
沖縄県在住者	634 円	2998 円
沖縄県以外在住者	480 円	3082 円

支払意思額に影響する要因を調べるために、個人属性等を説明変数に加えたモデルも推定した。推定に用いた変数は以下の通りである。「沖縄訪問／居住経験」は沖縄を訪れたこと、あるいは住んだことがある場合に 1、ない場合に 0 をとる変数である（沖縄県以外在住者のモデルでのみ使用）。「性別」は男性の場合に 1、女性の場合に 0 をとる変数である。「年齢」は回答者の年齢を表す変数であるが、アンケートでは年代を尋ねていたため、例えば「20 代」であれば「25 歳」といったように、各年代の中央値をデータとして用いた。「レジリエンス」という言葉を知っていた」は、「レジリエンス（回復力）」という言葉を知っていた場合に 1、聞いたことはあった、あるいは知らなかった場合に 0 をとる変数である。「遺伝資源」という言葉を知っていた」は、「遺伝資源」という言葉を知っていた場合に 1、聞いたことはあった、あるいは知らなかった場合に 0 をとる変数である。「沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた」は、沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた場合に 1、聞いたことはあった、あるいは知らなかった場合に 0 をとる変数である。「沖縄での漁業」は、沖縄での漁業（食用、観賞用を含む）を職業とする場合に 1、そうでない場合に 0 をとる変数である。「海にかかわる職業」は、沖縄の漁業以外で、海に関わる職業についている（観光業、行政、研究、NPO 等）場合に 1、そうでない場合に 0 をとる変数である。「所得」は回答者の所得を表す変数であるが、アンケートでは所得が含まれる区間を 200 万円刻みで尋ねていたため、例えば「200-300 万円台」であれば「300 万円」といったように、各区間の中央値をデータとして用いた。

沖縄県在住者と沖縄県以外在住者の推定結果は、それぞれ表 4.4.2-7 と表 4.4.2-8 の通りである。沖縄県在住者については、定数項と提示額の対数値以外に、「年齢」、「レジリエンス」という言葉を知っていた」、「沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた」が正に有意になった。ここから、年齢が高い方が支払意思額が高いこと、「レジリエンス」という言葉を知っている人の方が支払意思額が高いこと、沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っている人の方が支払意思額が高いことが明らかになった。

沖縄県以外在住者については、定数項と提示額の対数値以外に、「性別」が負に、「年齢」、「遺伝資源」という言葉を知っていた」、「沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた」、「沖縄での漁業」、「所得」が正に、それぞれ有意になった。ここから、女性の方が支払意思額が高いこと、年齢が高い方が支払意思額が高いこと、「遺伝資源」という言葉を知っている人の方が支払意思額が高いこと、沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っている人の方が支払意思額が高いこと、沖縄での漁業（食用、観賞用を含む）を職業とする人は支払意思額が高いこと、年齢が高い方が支払意思額が高いことが明らかになった。

なお、沖縄県在住者と沖縄県以外在住者の双方において、「所得」のデータに欠損値が存在したため（沖縄県在住者：85 件、沖縄県以外在住者：102 件）、「所得」を変数に含めることでサンプル数が減少した。そこで、「所得」を変数から除外し、回答者全員のデータを使用した推定も行った。

たが、結果は同様であった。

表 4.4.2-7 個人属性等の影響に関する推定結果（沖縄県在住者）

変数	係数	t 値	p 値
constant	4.2911	7.548	0.000 ***
ln(Bid)	-0.8398	-14.826	0.000 ***
性別	-0.3380	-1.624	0.105
年齢	0.0163	1.841	0.066 *
「レジリエンス」という言葉を知っていた	0.9432	2.492	0.013 **
「遺伝資源」という言葉を知っていた	0.6664	1.647	0.100
沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた	0.4982	2.210	0.028 **
沖縄での漁業	-0.2926	-0.373	0.709
海に関わる職業	-0.2781	-0.888	0.375
所得	0.0007	1.599	0.111
n	464		
対数尤度	-527.5269		

***は 1%水準で、**は 5%水準で、それぞれ有意であることを表す。

表 4.4.2-8 個人属性等の影響に関する推定結果（沖縄県以外在住者）

変数	係数	t 値	p 値
constant	3.9209	7.667	0.000 ***
ln(Bid)	-0.8069	-14.859	0.000 ***
沖縄訪問／居住経験	0.0761	0.399	0.690
性別	-0.4108	-2.046	0.041 **
年齢	0.0123	1.767	0.078 *
「レジリエンス」という言葉を知っていた	-0.4245	-1.063	0.288
「遺伝資源」という言葉を知っていた	1.8381	4.317	0.000 ***
沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることを知っていた	0.9909	5.182	0.000 ***
沖縄での漁業	1.5306	2.231	0.026 **
海に関わる職業	-0.1505	-0.277	0.782
所得	0.0006	1.811	0.071 *
n	520		
対数尤度	-551.1053		

***は 1%水準で、**は 5%水準で、それぞれ有意であることを表す。

[2] ベストワーストスケーリングの分析結果

①レジリエンスに対する価値観の把握

沖縄県在住者（277人）と沖縄県以外在住者（259人）のそれぞれについて、ベスト・ワースト・スケーリングの質問に対する回答を計数法（counting analysis）により集計した。結果は図4.4.2-14の通りである。

どちらのサンプルでも、「自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため（図4.4.2-14では「家族」）」と「社会へ配慮し、慎んで行動したいから；環境への影響を最小限にとどめたいから；地元の慣習や伝統を尊重したいから（図4.4.2-14では「配慮」）」が高く評価された。一方、どちらのサンプルでも、「自然を支配したいから；自然を活用したいから；地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから（図4.4.2-14では「支配」）」が最も低く評価された。

両サンプルで類似の結果が得られたが、沖縄県在住者の方が「自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため」と「社会へ配慮し、慎んで行動したいから；環境への影響を最小限にとどめたいから；地元の慣習や伝統を尊重したいから」をより高く評価し、「レジリエンスという考え方に新規性を感じるから；不確かなことへ挑戦したいから；新たな収入源を探求するため；新たな遺伝資源を探求するため（図4.4.2-14では「新規性」）」、「必要性を抜きにして、新しい発見に対する純粋な喜びを感じるから（図4.4.2-14では「発見」）」、「自然を支配したいから；自然を活用したいから；地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから」をより低く評価することが明らかとなった。

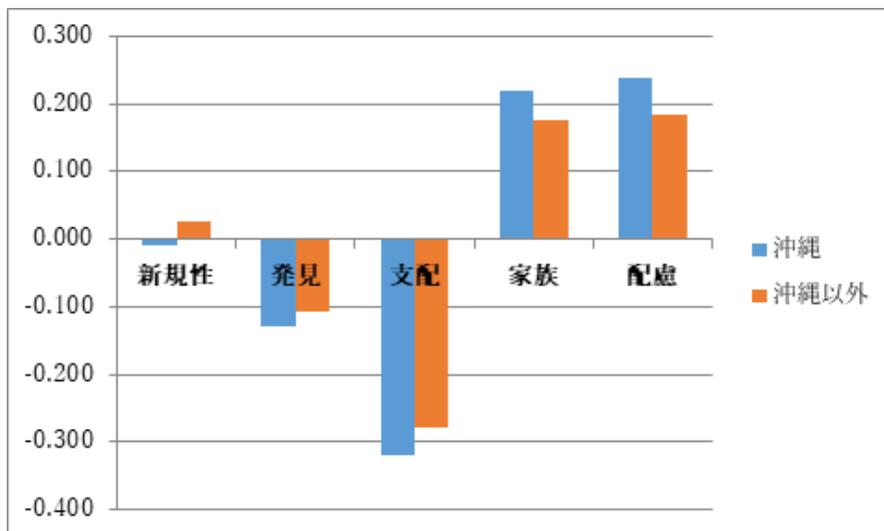


図 4.4.2-14 集計結果（レジリエンスに対する価値観のケース）

②生態系サービスの相対的評価

①沖縄県在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前にベスト・ワースト・スケーリングの質問を行ったサンプル（144人）、②沖縄県在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行った後にベスト・ワースト・スケーリングの質問を行ったサンプル（144人）、③沖縄県以外在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前にベスト・ワースト・スケーリングの

質問を行ったサンプル（131人）、④沖縄県以外在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行った後にベスト・ワースト・スケーリングの質問を行ったサンプル（214人）のそれぞれについて、ベスト・ワースト・スケーリングの質問に対する回答を計数法により集計した。結果は図4.4.2-15の通りである。

いずれのサンプルでも、「豊かな漁場」、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系（図4.4.2-15では「遺伝資源」）」、「天然の防波堤（図4.4.2-15では「防波堤」）」が高く評価された。

「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」は、①沖縄県在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前に質問を行ったサンプルでは3位、②沖縄県在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行った後に質問を行ったサンプルでは1位、③沖縄県以外在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前に質問を行ったサンプルでは2位、④沖縄県以外在住者でレジリエンスや遺伝資源に関する説明を行った後に質問を行ったサンプルでは2位となった。ここから、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」は沖縄県在住者か沖縄県以外在住者かに関わらず重要と評価されていること、ならびに、レジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前と後のいずれでも高く評価されることが明らかとなった。なお、関係価値を表す「サンゴ礁と人、人と人のつながりの形成」も、すべてのサンプルで4位と、比較的高い評価を得た。

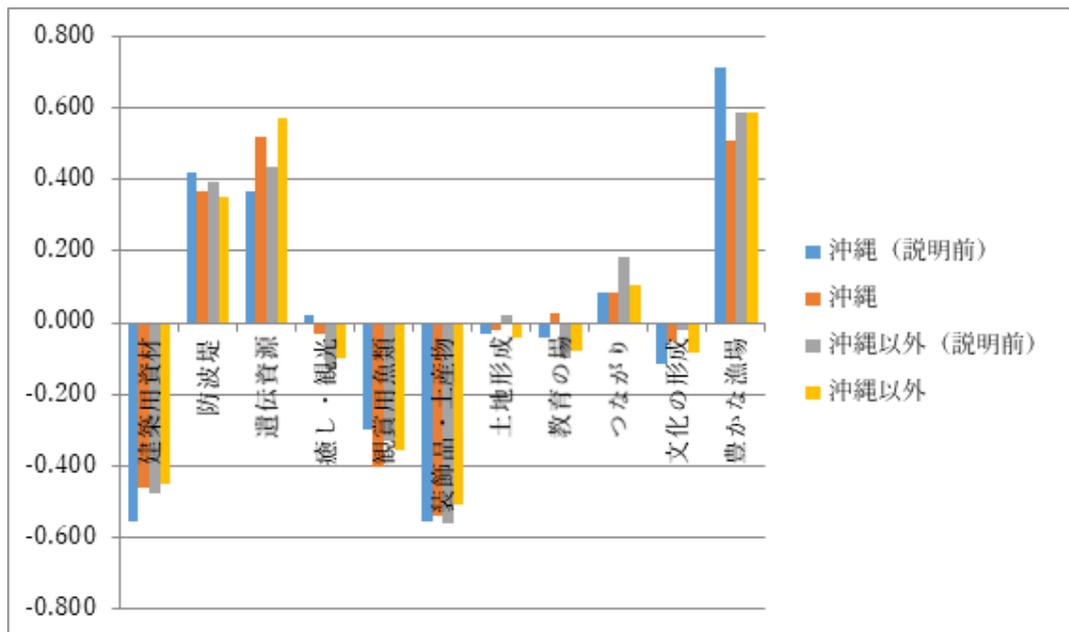


図 4.4.2-15 集計結果（サンゴ礁生態系の生態系サービスのケース）

3) 結論

沖縄において海洋保護区を設定することで、レジリエンスが高いサンゴ礁生態系を維持し、豊かな遺伝資源が失われないようにすることに対する支払意思額を、仮想評価法により推計した。その結果、支払意思額の中央値と平均値（最大提示額で裾切り）は、沖縄県在住者でそれぞれ 634 円と 2998 円、沖縄県以外在住者でそれぞれ 480 円と 3082 円と推計された。ここから、沖縄県在住者と沖縄県以外在住者のいずれもが、レジリエンスの向上による遺伝資源の保護を評価することが明らかとなった。

また、シュワルツの人間価値理論を応用して、レジリエンスに対する価値観を把握した。ベスト・ワースト・スケーリングを用いた調査の結果、沖縄県在住者と沖縄県以外在住者のいずれもが、「自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため」と「社会へ配慮し、慎んで行動したいから；環境への影響を最小限にとどめたいから；地元の慣習や伝統を尊重したいから」を高く評価し、「自然を支配したいから；自然を活用したいから；地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす達成感を得たいから」を低く評価していることが明らかとなった。

さらに、遺伝資源を保護する役割が、他の生態系サービスと比較してどの程度重要と評価されているかを明らかにするため、サンゴ礁生態系がもたらす様々な生態系サービスの相対的評価を行った。ベスト・ワースト・スケーリングを用いた調査の結果、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」は、「豊かな漁場」、「天然の防波堤」とともに高く評価されていることが明らかとなった。また、「遺伝資源を保護するレジリエントな生態系」は沖縄県在住者か沖縄県以外在住者かに関わらず重要と評価されていること、ならびに、レジリエンスや遺伝資源に関する説明を行う前と後のいずれでも高く評価されることが明らかとなった。

レジリエンスに対する支払意志額や価値観を調べた研究は未だ少ない。本研究では、経済評価、価値理論、生態系サービス学の知見と分析手法を駆使して、この課題に取り組み、新規性の高い成果を得た。

本研究には、さらに分析を精緻化する余地がある。たとえば、仮想評価法に関しては、抵抗回答を削除する等の方法で、より信頼性の高い結果が得られると考えられる。また、レジリエンスや遺伝資源に対する考え方は、個人によって異なると考えられる。そこで、仮想評価法、ベスト・ワースト・スケーリングとも、個人属性を説明変数に追加した推定や、ランダムパラメータモデル等により、選好の多様性を考慮した分析を行うことが重要であると考えられる。今後はこれらの分析に取り組む予定である。

<参考文献>

- Chan, K. M. A., P. Balvanera, K. Benessaiah, et al. (2016). "Why protect nature? Rethinking values and the environment." *PNAS* 113(6): 1462–1465.
- Hicks, C. C., Cinner, J. E., Stoeckl, N., and McClanahan, T. R. (2015) "Linking ecosystem services and human - values theory." *Conservation Biology*, 29(5), 1471-1480.
- 栗山浩一「ExcelでできるCVM Version4.0」(<http://homepage1.nifty.com/kkuri/>)
- 栗山浩一・柘植隆宏・庄子康 (2013) 初心者のための環境評価入門, 勁草書房.
- Louviere, J. J., Flynn, T. N., and Marley, A. A. J. (2015) *Best-Worst Scaling: Theory, Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schwartz, S. H. (1992) "Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries." In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*. vol.25. New York: Academic Press. 1-65.
- 第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成27年度研究報告書
- 第Ⅲ期環境経済の政策研究「遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」平成28年度研究報告書

Ⅲ. 添付資料

< 添付資料一覧 >

1. 「**遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証**」(大沼) 添付資料
 - (1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」
 - (2) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート (フォロー調査)」
 - (3) 企業インタビュー調査：調査項目及び結果概要

2. 「**遺伝資源の利用に関する企業分析**」(田中) 添付資料
 - (1) 企業アンケート調査票
「遺伝資源等 (天然物) の研究開発と商業利用に関する企業アンケート」

3. 「**PIC 導入の便益の評価**」(柘植) 添付資料
 - (1) 「企業の自然保護に関するアンケート」集計結果
 - (2) 「企業の自然保護に関するアンケート」調査票

4. 「**国内 ABS 事例形成調査**」(菌) 添付資料
 - (1) 対馬市民アンケート調査票「対馬の自然環境の保全と活用に関するアンケート」

5. 「**レジリエンスとの関係性の検討**」(上原・柘植・大沼) 添付資料
 - (1) アンケート調査の記述統計
 - (2) アンケート票

1. 「遺伝資源の経済価値の評価研究：理論と調査に基づく実証」 (大沼) 添付資料

- (1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」
- (2) 企業アンケート調査票
「日本における遺伝資源の価値のアンケート（フォロー調査）」
- (3) 企業インタビュー調査：調査項目及び結果概要

(1) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート」

日本における遺伝資源の価値のアンケート

今回のアンケートについて

現在、環境省の委託研究「環境経済の政策研究：遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及びその生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究」の一環として、日本における遺伝資源の価値を推定評価する研究を行っております。下記の質問は、日本における天然物を活用した新薬の研究開発に関するもので、特に貴社の状況をお調べするものではありません。そこで、この分野で長らくご従事されているご経験から、製薬業界の動向についてご存知のことと拝察いたします。その観点から、ご回答ください。もし回答がわからない質問があれば、わからない旨ご回答ください。

アンケート回答方法

- ✓ 質問には選択式のものと、数値や割合を回答いただくものがございます。
- ✓ 選択式の質問では、選択肢の番号に○をつけてください。選択肢のうち「その他」を選ばれた場合、他にどのような選択肢があるかを（ ）内にご回答ください。
- ✓ 数値や割合をご回答いただく質問には、（ ）内に回答をご記入ください。
回答がどうしてもわからない場合、各問に設けてある「わからない」の□にチェックを入れてください。

アンケート内容

1. 天然物由来のライブラリー全般と創薬研究

この章では天然物由来のライブラリーや、創薬研究についての全般事項をお伺いします。

1.1. 創薬研究には様々な手法（モダリティ）がありますが、製薬業界で採用されているこれらの手法の割合を、現在と10年前に分けてそれぞれ数値でお答えください。

(1) 現在

- (ア) 合成化合物 () 割
- (イ) 天然物由来の成分抽出 () 割
- (ウ) バイオ医薬品／抗体医薬 () 割
- (エ) 核酸医薬 () 割
- (オ) その他 () 割
- わからない

(2) 10年前

- (ア) 合成化合物 () 割
- (イ) 天然物由来の成分抽出 () 割
- (ウ) バイオ医薬品／抗体医薬 () 割
- (エ) 核酸医薬 () 割
- (オ) その他 () 割
- わからない

1.2. 製薬業界の動向として、天然物由来のライブラリーを拡大しようとする傾向はどの程度あるとお考えでしょうか。下記から1つ選択してください。

- (ア) 強く見られる
- (イ)それほど強くないが、見られる
- (ウ) あまり行われていない
- (エ) その他 ()

1.3. 製薬業界が天然物由来のライブラリーを増やす動機として考えられるものはどのようなものがあるでしょうか。下記から当てはまるものをすべて選択してください。

また、複数のご回答がありましたら、もっとも当てはまるものを1つだけ選択してください。

	当てはまるもの	もっとも当てはまるもの
(ア) 中分子化合物の創出源	1	1
(イ) 新規の生理的な活性の発見	2	2
(ウ) 新規の分子構造の発見	3	3
(エ) その他 ()	4	4

1.4. 天然物由来のライブラリーを利用する場合、どのような形態のライブラリーが最も利用されると考えますか。下記から一番当てはまるものを1つ選択してください。その他を選択した場合、他にどのような形態があるかを教えてください。

- (ア) 培養・加工しない形態 (例：取得した状態)
- (イ) 培養・加工した形態 (例：培養・抽出した状態)
- (ウ) 単離化合物
- (エ) その他 ()

1.5. 天然物創薬で利用される天然物由来のライブラリーのうち、ライブラリー資源の内訳はどのくらいの割合と考えられるか数値をお答えください。

- (ア) 微生物 () 割
 - (イ) 植物 (海洋植物も含む) () 割
 - (ウ) 動物 (海洋動物も含む) () 割
 - (エ) その他 () () 割
- わからない

1.6. 製薬業界で、各社が有する天然物由来のライブラリーの規模（数）はどの程度だと思われ
ますか。

ライブラリーの規模 (_____) ~ (_____)

わからない

2. 天然物創薬の経済的利益

この章では天然物創薬の経済的利益を推定するための質問をいたします。具体的には、新薬開発の成功確率や期待される売上収入、1つの新薬を作るのに発生する費用について、個々の薬についてというよりも、製薬全体で認識されている（あるいはご経験から直観的に思い浮かぶ）平均的な値をご回答ください。

2.1. 天然物由来ライブラリーからの新薬開発の成功確率についてお伺いします。例えば天然物由来ライブラリーが10万サンプルあった場合、臨床試験を通過する化合物を含むサンプルの数は、どのくらいあると思われますか。過去のご経験から推定される数をお答えください。

成功サンプル数 (_____) ~ (_____) サンプル

わからない

2.2. 一つの新薬の開発に成功した場合に期待できる売上収入についてお伺いします。(1) 一年当たりどれだけの売上収入があると予想できるでしょうか。また(2) 売上収入を計上できる年数は平均何年くらいになると思われますか。それぞれ数値でご回答ください。

(ア) 売上収入(1年当たり) (_____) ~ (_____) 百万円

わからない

(イ) 売上収入を計上できる平均年数 (_____) 年

わからない

2.3. 天然物由来ライブラリーのサンプルから創薬～新薬開発に至った場合の費用についてお伺いします。サンプルから複数の化合物を取得し、様々なテーマでスクリーニングを行うと思いますが、(1) 1サンプル当たりの一次スクリーニングにかかる費用はどのくらいと思われますか。また(2) 1サンプル当たりの前臨床試験費用、(3) 1サンプル当たりの開発総費用はそれぞれどのくらいになると思われますか。過去のご経験から推定される金額をお答えください。

(ア) 一次スクリーニング費用 (_____) ~ (_____) 百万円

(1サンプル当たり)

わからない

(イ) 前臨床試験費用 (_____) ~ (_____) 百万円

(1サンプル当たり)

わからない

(ウ) 開発総費用 (_____) ~ (_____) 百万円

(1サンプル当たり)

わからない

2.4. 天然物由来ライブラリーを、例えば1万サンプル程度追加的に増やす場合、どのくらいの費用が必要になると思いますか。(1) 自社で天然物由来のサンプルを培養・抽出・精製する場合、(2) 他社から購入する場合の2つに分けてご回答ください。

(ア) 自社でサンプルを培養・抽出する場合 () ~ () 百万円

わからない

(イ) 他社から購入する場合 () ~ () 百万円

わからない

3. 今後の新薬需要について

この章ではアンメット・メディカル・ニーズについてお伺いします。

3.1. 今後、製薬業界として取り組んでいかなければならない疾患や、現在有効な治療法がなく薬で克服したほうがよい疾患があれば回答ください。

ご回答ありがとうございました。アンケートは以上です。
返信用封筒（切手は不要）に入れてご投函ください。

(2) 企業アンケート調査票「日本における遺伝資源の価値のアンケート（フォロー調査）」

Q1. この「一次スクリーニング費用」として回答された金額は、次のどれを想定されたでしょうか？

1. 1 サンプルの評価にかかる一次スクリーニング費用（→SQ1 へ）
2. 1 つのテーマにおける一次スクリーニングの総費用（→SQ1 へ）
3. 1 つの医薬品を創出するために必要な一次スクリーニングの総費用（複数テーマにかかる費用の総計）（→Q2 へ）
4. その他（ ）（→SQ1 へ）

※単なる単位（百万）違いだった場合も SQ1 へ

SQ1. (Q1 で「3」以外をお答えの方に)

1 つの医薬品を創出するために必要な一次スクリーニングの総費用（複数テーマにかかる費用の総計）はどのくらいになると思いますか。

() ～ () 百万円

SQ2. (Q1 で「3」以外をお答えの方に)

1 つの医薬品を創出するために必要になる「前臨床試験費用」の総費用はどのくらいになると思いますか

() ～ () 百万円

SQ3. (Q1 で「3」以外をお答えの方に)

1 つの医薬品を創出するために必要になる「開発総費用」はどのくらいになると思いますか

() ～ () 百万円

※SQ について、「1 つの医薬品を創出」の前提では答えられないとした方には、「1 つのテーマ」での回答をお願いします。

Q2. 1 つの医薬品を創出するための一次スクリーニングで評価するおおよそのサンプル（化合物）数を教えてください。

() 万～ () 万

～質問は以上です。お忙しい中にもかかわらずご協力をありがとうございました。～

(3) 企業インタビュー調査：調査項目及び結果概要

経済的利益（金銭的・非金銭的利益）の評価に関する評価手法の研究において、Simpson et al. (1996)のモデルをベースに日本版の評価値導出をしている。その際、モデル内の各関数のパラメータを推定する必要があるが、統計数値による推定がきわめて難しいのが現状である。Simpson 等も大胆な推論をおこなっていると推察できる。そこで、依然として天然物による創薬を実施している日系医薬品企業の担当者にインタビューすることによって、パラメータ値の推論に資する情報を収集することとした。なお、取材先に対しては個別情報の非公開を条件にインタビューした。インタビューした企業は第一三共製薬、エーザイ、アステラス製薬、大鵬薬品工業の4社である。なお、インタビューで得られた主な知見を後述するが、守秘義務のため、どこから得た情報なのかは示さない。

主な質問項目は以下のとおりであるが、パラメータ値の推論に資するように、質問内容は二段階で構成されている。

【主な質問項目】

一般的な質問

1. これまで、貴社の医薬品開発において、遺伝資源（あるいは自然由来の原材料、生物多様性）は、どれだけの重要性を占めておりますか。また、現在の売上のうち、自然由来の医薬品のシェアはどれほどになるか、教えて下さい。特に、開発された薬にはどのようなものがあるのでしょうか。加えて、成功割合（定義によって変わるということのようですが）や1回の試験コストはどのようなものなのでしょうか。
2. 遺伝資源を用いない医薬品開発との間での研究開発の割合と傾向についてご教示下さい。
3. 遺伝資源による医薬品や医薬品開発には、非遺伝資源のものと比較して、どのような特徴（長所や短所）があるとお考えでしょうか。
4. 遺伝資源の採取や調達は今現在どのようにされているのでしょうか。また、その対価や費用についてご教示下さい。また、その効果は、対価・費用に照らし合わせて十分経済的効果のあるものなのでしょうか。
5. 日本が提供国である遺伝資源をこれまでどのように利用されてきたのでしょうか。また、日本の遺伝資源利用は貴社ではどのような傾向にあるのでしょうか。さらに今後の利用をどのようにお考えでしょうか。
6. 提供国の法規制遵守を中心に国内措置の検討が進みつつあり、また、一方で名古屋議定書に基づく遺伝資源取得についての事前の情報に基づく同意（PIC）を導入するかどうか、議論になっています。貴社では、こうした動きをどのように評価しておられるのでしょうか。

ややテクニカルな質問

1. 御社で、製薬に用いる主たる生物は何でしょうか（例：菌類、植物、動物）。
2. また、その具体的な入手先（採取地や委託の有無）。また、その対価や費用についてご教示

下さい（幅で示していただいて結構です）。業界での状況についても、ご教示ください（推測で結構です）。

3. 毎年、新薬開発について、日本でどの程度の数の新薬について需要が発生するのかご教示ください（幅で示していただいて結構です）。過去に開発に失敗したものでも、いまだ、開発の需要があるものも含まれます。なお、ご参考までに、米国についての評価では、10.52という推定があります。
4. 一つの新薬の開発に成功すると、平均してどれだけの売上収入が予想されますか（幅で示していただいて結構です）。米国についての評価では、4億5千万ドルという推定があります。
5. 一つの新薬の開発に成功するまで、どれだけの費用がかかりますか（幅で示していただいて結構です）。米国についての評価では、3億ドルという推定があります。
6. 一つの遺伝資源を試験するのにかかる費用を教えてください（幅で示していただいて結構です）。米国についての評価では、3,600ドルという推定があります。
7. どれ位の数の遺伝資源を試して、一つの新薬の開発に成功すると考えられますか（新薬開発に成功する確率を求めるためのものです）。さまざまな条件で異なると思いますが、幅で示していただいて結構です。

※-※-※-※-※

インタビューから得られた重要な事実情報・知見は以下のとおりである。ただし、個別企業が特定化され、かつ、個別企業の秘匿情報に該当する内容は掲載できないため、以下、公開可能なサマリーだけを記載する。

- ◆ 天然物由来の創薬にも魅力がある。人間が作り出せないような複雑な構造を持っているが、自然界に存在している以上、必ず意味がある。また、後発品の参入を抑制できる可能性もある。
- ◆ 天然物からの創薬をやめて、低分子の化合物と高分子のたんぱく質を用いた化学的合成によって創薬を行っている
- ◆ 化合物を利用する方法だと、作れるものだけを利用するので、成分の構造が単純なのがよい。逆に言えば、単純なものしかできない
- ◆ 化合物による全合成の場合、コンピューターをベースにして行われている。単純に、その組み合わせの数量で勝負
- ◆ 天然物由来だと、人間が思いつかないような複雑な構造を利用できるという魅力はあるが、、、、
- ◆ 売上に占める割合としては、天然物由来が10~30%、化合物由来が70~90%ぐらいになっている。利益ベースで見ても、だいたい同じような構成。
- ◆ 発見から製品化までに10~20年という長い時間が必要。現在、売上や利益に貢献している医薬品は相当以前に発見したものがベースになっている

- ◆ 成功事例としては、プログラフという薬がある。この薬は移植の拒絶を抑制するものである。この薬は、現在、会社の約 1 兆 2,400 億円の売り上げのうち 2,150 億円ぐらいを稼ぎ出している。だいたい 20% ぐらいを占める成功商品
- ◆ 25 年ぐらい前に筑波山麓の土壌から見つけた天然物から活性を発見。その後、開発に 10 年ぐらいかかっている
- ◆ 他の成功事例では、スタチンという脂質降下剤
- ◆ 植物由来や海洋生物由来のものもあるにはある。
- ◆ 特定の場所を対象とすることはない。周辺の土壌でも可能性はある。他方、極端な条件は魅力的である。日本は南北に長く色々な気候があるので、多様性のある良い菌が取れる可能性がある。
- ◆ 日本は昔から発酵創薬が多い。伝統的技術と言えなくもない。世界初の日本由来のものは多い。ただ、伝統的技術ということよりは、資源の多様さのおかげ
- ◆ 熱帯の魅力はある（高温度という特性）。逆に、低温度の地域にも魅力がある。日本は南北に長く色々な気候があるので、多様性のある良い遺伝子資源（菌）が取れる
- ◆ 特定の地域が特別の魅力を持つわけではないが、日本では、たとえば、原生林があるようなところが魅力的（離島とか）
- ◆ 天然物（菌）からの創薬成功確率は何を分母にするかによって大きく変わるが、確率は高いとは言えない。特定のサイトを対象にしないこともあり、特定のサイトの保全に強い関心はない。
- ◆ スクリーニング前の微生物で考えれば、200~1,000 万分の 1 ということになる。スクリーニング後の化合物レベルでも、500~1,000 分の 1
- ◆ 特定のサイトをターゲットに菌を狙うことはない。また、微生物（菌）から得られたライブラリーを売買することはほとんどないので、ライブラリー自体には経済価値はない
- ◆ 医薬品開発コストは平均して 500~600 億円ぐらいかかる。年間 1,000 億円を数年間続けて超える売上がないと回収は難しい

2. 「遺伝資源の利用に関する企業分析」(田中) 添付資料

(1) 企業アンケート調査票

「遺伝資源等(天然物)の研究開発と商業利用に関する企業アンケート」

「遺伝資源等(天然物)の研究開発と商業利用に関する企業アンケート」

■ 「遺伝資源等(天然物)の研究開発と商業利用に関する企業アンケート」の趣旨

このアンケート調査は、企業による遺伝資源等の天然物の入手、研究開発及び商業利用の状況を明らかにするとともに、その経済価値を分析し、天然物の研究開発及び商業利用の活性化にむけた施策を検討することを目的としております。お手数ですが、貴社において遺伝資源等の入手や研究開発、その企画管理等に携わっている方にご回答をお願いいたします。

■ 本アンケートが対象とする「遺伝資源等(天然物)」とは

本アンケートにおける「遺伝資源等(天然物)」とは、植物、動物、微生物など(ヒトを除く)の生物由来素材を指します。

遺伝資源の取得について規律する生物多様性条約や名古屋議定書では、遺伝子を含まない抽出物などは「遺伝資源」に該当しないと解されていますが、本アンケートでは天然物の研究開発及び商業利用に関する経済価値分析に必要なデータを把握するため、全ての生物由来素材(遺伝資源のほか抽出エキスなどを含む)を対象としてご回答をお願いいたします。

■ 本アンケートが対象とする「遺伝資源等(天然物)の利用」とは

上記同様、必要なデータを把握するため、本アンケートにおける「遺伝資源等の利用」とは、「①遺伝資源等(天然物)を利用した研究開発、②それらの研究開発成果(自社研究開発成果に限らない)に基づく商品開発、③それらの研究開発成果(自社研究開発成果に限らない)に基づく商品製造における原材料等としての利用」を指します(名古屋議定書の定義とは異なります)。

■ 機密保持および情報管理について

ご回答いただいたアンケート票については、安全に管理するとともに、その秘密を厳守し、「環境経済の政策研究(遺伝資源)共同研究プロジェクト」の共同研究機関及び調査委託先(別紙「アンケート調査ご協力のお願い」参照)以外の第三者に開示することは決してありません。ご回答いただいた内容は、公開されている他の情報とともに統計的に処理(自由回答は分類処理)して分析いたしますので、個別企業名を特定して、その内容が公表されることはございません。いただいた回答結果から、遺伝資源の入手・利用における不備の指摘や通報等を行うことも一切ございません。ご回答のできる範囲で結構ですので、現実に即し、忌憚のないご回答をお願いいたします。

■ 個人情報の取扱い

本アンケートは、ご回答担当者名等をお答えいただく必要はございません。ただし、ご回答いただいた方に結果サマリーをお送りするための「謝礼シール」に個人名が記載されている場合には、結果サマリー送付の目的のみに使用いたします。謝礼シールをそのまま貼付して発送いたしますので、正確に記入されていないと届かない場合がございますので、正確にご記入ください。

■ アンケートの返送について

ご記入いただきましたアンケート用紙は、平成29年2月20日(月)までに、同封の返信用封筒(切手は不要)に入れて、「謝礼シール」とともにご投函ください。

<調査主体> **慶應義塾大学**

環境経済の政策研究(遺伝資源)共同研究プロジェクト 代表研究機関
(共同研究機関:甲南大学、滋賀大学、立命館大学、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株)

<調査受託> ー 日本経済新聞社グループの総合調査会社 ー

株式会社 **日経リサーチ**

〒101-0047 東京都千代田区内神田 2-2-1

鎌倉河岸ビル

ソリューション本部 ソリューション第2部

担当:高橋(美)、長瀬、田中

TEL 03-5296-5152 FAX 03-5296-5124

調査 No.16-402-0279

(お問い合わせ時間:平日 9:30-12:30、13:30-17:30)



12390037(09)

日経リサーチは、一般財団法人日本情報経済社会推進協会より個人情報を適切に取り扱っている事業者としての認定を受けプライバシーマークを使用しています。

ご回答いただくにあたって

※遺伝資源等(天然物)の研究開発や商業利用を伴う事業を全く行っていない場合には、下記にチェックのうえ、ご返送ください。

□ 当社では、遺伝資源等(天然物)の研究開発や商業利用を伴う事業を全く行っておりません。

A. 遺伝資源等(天然物)の入手経験に関して

A-1 過去5年間程度の間に、貴社は遺伝資源等(天然物)を入手したことがありますか。天然物由来の研究開発成果の購入等も含めて、入手先・入手経路にかかわらずご回答ください。

(単数回答)

1. 入手したことがある → B-1 から順にご回答ください
2. 入手したことはない → C-1 (裏面) 以降のみご回答いただきご返送ください
3. 答えられない → C-1 (裏面) 以降のみご回答いただきご返送ください
4. わからない → C-1 (裏面) 以降のみご回答いただきご返送ください

B. 遺伝資源等(天然物)の利用状況に関して

(Bの設問群は概ね過去5年程度の状況に基づいてお答えください)

B-1 過去5年程度の間に、遺伝資源等(天然物)をどのような目的で利用したことがありますか。

(複数回答)

1. 遺伝資源等(天然物)自体を研究開発で利用
2. 遺伝資源等(天然物)の研究開発成果を商品開発で利用
3. 遺伝資源等(天然物)の研究開発成果を商品の原材料で利用
4. 答えられない
5. わからない

B-2 どのような遺伝資源等(天然物)を利用したことがありますか。(複数回答)

1. 植物、および植物由来素材
2. 動物、および動物由来素材
3. 微生物、および微生物由来素材
4. その他、分類ができない遺伝資源等(天然物) (具体的に：)
5. 答えられない
6. わからない

B-3 どの遺伝資源等(天然物)を利用したことがありますか。遺伝資源等の起源となる原産地ではなく入手時点の由来をお答えください。(複数回答)

1. 海外由来の遺伝資源等(天然物)
2. 国内由来の遺伝資源等(天然物)
3. 国内由来か海外由来かが明らかでない遺伝資源等(天然物)
4. 答えられない
5. わからない

B-4 ((B-3) で1を選択している方のみお答えください) 海外の遺伝資源等(天然物)をどのような方法で入手していますか。(複数回答)

1. 自社で研究開発用に輸入した素材を入手
2. 海外で原材料・商品等として一般に流通している素材を購入
3. 素材を収集・供給する仲介業者(商社、素材業者等)から購入
4. 国内の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手
5. 海外の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手
6. 共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者から入手
7. 共同研究又は業務委託先の海外研究機関・企業、研究者から入手
8. 海外の地域コミュニティ・農家等が栽培・飼育しているものを直接入手
9. 海外で自然に生息しているものを直接採集して入手
10. 他の研究機関・企業、研究者の研究開発成果のライセンス又は購入等に伴い素材を入手
11. 海外の遺伝資源等(天然物)は入手していない
12. 答えられない
13. わからない
14. その他 (具体的に：)

B-5 (B-3) で2を選択している方のみお答えください) 国内の遺伝資源等(天然物)をどのような方法で入手していますか。(複数回答)

1. 国内で原材料・商品等として一般に流通している素材を購入
2. 素材を収集・供給する仲介業者(商社、素材業者等)から購入
3. 国内の保存・分譲機関(ジーンバンク・カルチャーコレクション等)から入手
4. 共同研究又は業務委託先の国内研究機関・企業、研究者から入手
5. 国内の農家等が栽培・飼育しているものを直接入手
6. 国内で自然に生息しているものを直接採集して入手
7. 他の研究機関・企業、研究者の研究開発成果のライセンス又は購入等に伴い素材を入手
8. 国内の遺伝資源等(天然物)は入手していない
9. 答えられない 10. わからない 11. その他(具体的に:)

B-6 遺伝資源等(天然物)の利用を今後拡大していく方針ですか。(単数回答)

1. 拡大していく方針である 2. 現在の水準を維持する方針である
3. 縮小していく方針である 4. わからない・未定
5. 答えられない 6. その他(具体的に:)

B-7 遺伝資源等(天然物)の入手や研究開発、研究開発成果を用いた商品開発・製品製造などの商業利用に際して、困難な点、問題点などあればご自由にご記入ください。(自由回答)

**C. 遺伝資源等(天然物)の入手・利用促進の施策に関して
(類似の質問が4問続きます)**

C-1 遺伝資源等(天然物)の入手・利用を促進するうえで、どのような施策を期待しますか。最も重要と思うものと、最も重要でないと思うものを、それぞれひとつ選択してください。(それぞれ単数回答)

項目	最も重要	最も重要でない
遺伝資源等に関する国際会議でのわが国の意見の反映(名古屋議定書など)	1	1
企業による遺伝資源等の研究開発・商業化への公的支援	2	2
企業による遺伝資源等の入手ルート構築への公的支援	3	3
提供国に対する遺伝資源等に関する制度・運用能力の構築支援	4	4
わからない		5
遺伝資源等を利用しておらず、今後の利用予定もない		6

C-2 遺伝資源等(天然物)の入手・利用を促進するうえで、どのような施策を期待しますか。最も重要と思うものと、最も重要でないと思うものを、それぞれひとつ選択してください。(それぞれ単数回答)

項目	最も重要	最も重要でない
企業による遺伝資源等の研究開発・商業化への公的支援	1	1
遺伝資源等の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供	2	2
遺伝資源等の入手・利用に関する国際ルールの情報提供	3	3
国による遺伝資源等の入手および企業への配布	4	4
わからない		5
遺伝資源等を利用しておらず、今後の利用予定もない		6

C-3 遺伝資源等(天然物)の入手・利用を促進するうえで、どのような施策を期待しますか。最も重要と思うものと、最も重要でないと思うものを、それぞれひとつ選択してください。(それぞれ単数回答)

項目	最も重要	最も重要でない
遺伝資源等の入手・利用に関する国際ルールの情報提供	1	1
国による遺伝資源等の入手ルート構築	2	2
提供国に対する遺伝資源等に関する制度・運用能力の構築支援	3	3
遺伝資源等の入手・利用の具体的方策・ノウハウの情報提供	4	4
わからない		5
遺伝資源等を利用しておらず、今後の利用予定もない		6

C-4 遺伝資源等（天然物）の入手・利用を促進するうえで、どのような施策を期待しますか。
最も重要と思うものと、最も重要でないと思うものを、それぞれひとつ選択してください。
（それぞれ単数回答）

項目	最も重要	最も重要でない
国による遺伝資源等の入手ルート構築	1	1
企業による遺伝資源等の入手ルート構築への公的支援	2	2
国による遺伝資源等の入手および企業への配布	3	3
遺伝資源等に関する国際会議でのわが国の意見の反映（名古屋議定書など）	4	4
わからない		5
遺伝資源等を利用しておらず、今後の利用予定もない		6

D. 遺伝資源等（天然物）に関連する国際条約等に関して

D-1 生物多様性条約（CBD）をご存じですか。（単数回答）

1. 知っている（内容まで） 2. 知っている（名称程度） 3. 知らない・わからない

D-2 名古屋議定書をご存じですか。（単数回答）

1. 知っている（内容まで） 2. 知っている（名称程度） 3. 知らない・わからない

D-3 遺伝資源の入手における「事前の情報に基づく合意（PIC）」をご存じですか。

（単数回答）

1. 知っている（内容まで） 2. 知っている（用語程度） 3. 知らない・わからない

E. CSR（企業の社会的責任）の取り組みに関して

E-1 貴社では環境会計（あるいはそれに準じるもの）を実施していますか。（単数回答）

1. 環境省ガイドラインに準拠して実施している
2. 独自の方法で実施している
3. 実施していない
4. わからない 5. その他（具体的に： ）

E-2 貴社では環境監査を実施していますか。（複数回答）

1. 外部監査を定期的実施している 2. 内部監査を定期的実施している
3. 外部監査を不定期に実施している 4. 内部監査を不定期に実施している
5. 実施していない 6. わからない
7. その他（具体的に： ）

E-3 貴社では環境ラベルによる環境情報開示に取り組んでいますか。（複数回答）

1. ISO14020 タイプⅠ型環境ラベル（第三者審査を受けたもの）により環境情報を開示
2. ISO14020 タイプⅡ型環境ラベル（自社独自基準によるもの）により環境情報を開示
3. ISO14020 タイプⅢ型環境ラベルにより、全行程における環境負荷を開示
4. 取り組んでいない
5. 業種として取り組む必要がない
6. その他（具体的に： ）

E-4 貴社の環境への取り組みについて、以下の項目はどの程度当てはまりますか。それぞれの項目について「大いに当てはまる」から「全く当てはまらない」までの5段階の中で、当てはまるものをお答えください。大まかな印象で結構です。（それぞれ単数回答）

	大いに 当てはまる	やや 当てはまる	どちら でもない	あまり 当ては まらない	全く 当て はまら ない	答 えら れな い
カーボン・オフセットに取り組んでいる	1	2	3	4	5	6
生物多様性の保全に取り組んでいる	1	2	3	4	5	6
認証材などのグリーン調達に取り組んでいる	1	2	3	4	5	6
エコファンドの対象となることを意識している	1	2	3	4	5	6

アンケートは以上です。ご協力いただき誠にありがとうございました。

3. 「PIC 導入の便益の評価」(柘植) 添付資料

- (1) 「企業の自然保護に関するアンケート」 集計結果
- (2) 「企業の自然保護に関するアンケート」 調査票

(1) 「企業の自然保護に関するアンケート」集計結果

「企業の自然保護に関するアンケート」集計結果

甲南大学 柘植隆宏

アンケートは「企業の自然保護に関するアンケート」という名称で実施した。本調査の回答者の性別・年齢・職業・所得などの概要は以下の通りである。

		人数	(%)
性別	男性	408	(47.4%)
	女性	453	(52.6%)
年齢	20代	127	(14.8%)
	30代	190	(22.1%)
	40代	209	(24.3%)
	50代	185	(21.5%)
	60代	150	(17.4%)
職業	会社員	322	(37.4%)
	公務員	51	(5.9%)
	団体職員	25	(2.9%)
	自営業	74	(8.6%)
	主婦	158	(18.4%)
	パート	97	(11.3%)
	年金生活	39	(4.5%)
	学生	28	(3.3%)
所得	その他	67	(7.8%)
	200万円未満	108	(12.9%)
	200-300万円台	139	(16.5%)
	400-500万円台	208	(24.8%)
	600-700万円台	154	(18.3%)
	800-900万円台	116	(13.8%)
	1,000-1,100万円台	50	(6.0%)
	1,200-1,300万円台	21	(2.5%)
	1,400-1,500万円台	27	(3.2%)
	1,600-1,700万円台	6	(0.7%)
	1,800-1,900万円台	9	(1.1%)
	2,000-2,100万円台	2	(0.2%)
	2,200万円台以上	14	(1.7%)

本調査の調査内容と集計結果は以下の通りである。

〈1〉生態系保全に関する知識や意識の把握

第一に、生態系保全に関する知識を把握することを目的として、「生態系」、「生物多様性」、「自然資本」、「遺伝資源」、「名古屋議定書」、「京都議定書」の6つの用語に関する認知度を質問した(Q1)。結果は以下の通りである。「生態系」、「生物多様性」、「京都議定書」と比較して、「自然資本」、「遺伝資源」、「名古屋議定書」は認知度が低いことが明らかとなった。同じく日本で採択された議定書である「京都議定書」と「名古屋議定書」で、認知度に大きな差がある点は注目に値する。

	意味を知っている	意味は知らないが聞いたことはある	知らない
生態系	553 (64.2%)	265 (30.8%)	43 (5.0%)
生物多様性	368 (42.7%)	317 (36.8%)	176 (20.4%)
自然資本	110 (12.8%)	244 (28.3%)	507 (58.9%)
遺伝資源	100 (11.6%)	171 (19.9%)	590 (68.5%)
名古屋議定書	94 (10.9%)	283 (32.9%)	484 (56.2%)
京都議定書	308 (35.8%)	443 (51.5%)	110 (12.8%)
パリ協定	171 (19.9%)	452 (52.5%)	238 (27.6%)

用語の認知度 (Q1)

第二に、生態系を保全することが重要だと思うかどうかを質問した(Q2)。結果は以下の通りである。「とても重要」と「どちらかといえば重要」を合わせると約88.6%となり、多くの人が生態系を保全することが重要だと考えていることが明らかとなった。

	人数	(%)
とても重要	471	(54.7%)
どちらかといえば重要	298	(34.6%)
どちらともいえない	74	(8.6%)
どちらかといえば重要でない	9	(1.0%)
全く重要でない	9	(1.0%)
その他	0	(0%)

生態系保全の重要性に関する認識 (Q2)

〈2〉遺伝資源やその保護に関する知識や意識の把握

遺伝資源とはどのようなものか、遺伝資源が医薬品の開発をはじめとした様々な分野で役立っていること、2015年のノーベル医学生理学賞は、土壌中の微生物から発見した物質を応用して寄生虫駆除薬イベルメクチンを開発した大村智北里大学特別栄誉教授に授与されたことなどを説明したうえで以下の質問を行った。

第一に、動植物や微生物などから、医薬品をはじめとした人類に有益な製品が開発されていること

を知っていたかを質問した (Q3)。結果は以下の通りである。約 65%の人が遺伝資源利用について知っていたことが明らかとなった。

	人数	(%)
知っていた	488	(56.7%)
知らなかった	373	(43.3%)

遺伝資源利用に関する認知度 (Q3)

第二に、遺伝資源を応用した代表的な製品として「消炎鎮痛剤アスピリン」、「インフルエンザ治療薬タミフル」、「乳酸菌含有のドリンク剤やサプリメント」の3つを取り上げ、これらの製品を知っているか、また、これらの製品を使った経験があるかを質問した (Q4)。結果は以下の通りである。「知っているが使ったことはない」と「使ったことがある」を合わせると、「消炎鎮痛剤アスピリン」については約 74%、「乳酸菌含有のドリンク剤やサプリメント」については約 80.8%、「インフルエンザ治療薬タミフル」については約 90.1%となり、多くの人がこれらの製品を知っていることが明らかとなった。

	知らない	知っているが使ったことはない	使ったことがある
消炎鎮痛剤アスピリン	234 (27.2%)	395 (45.9%)	232 (26.9%)
インフルエンザ治療薬タミフル	71 (8.2%)	567 (65.9%)	223 (25.9%)
乳酸菌含有のドリンク剤やサプリメント	196 (22.8%)	286 (33.2%)	379 (44.0%)

遺伝資源を応用した製品に関する認知度 (Q4)

〈3〉 遺伝資源についての知識を得た状況での生態系保全に関する知識や意識の把握

第一に、遺伝資源がどのようなものかを説明したうえで、再度、生態系を保全することが重要だと思いかどうかを質問した (Q5)。遺伝資源に関する説明を行うことで、生態系保全の重要性に対する認識が向上しているかを確認することで、遺伝資源に関する情報が人々の生態系保全意識を向上させるかを検証できると考えられる。結果は以下の通りである。遺伝資源に関する説明を行う前と比較して、「とても重要」が若干増加したが、全体としては生態系保全の重要性に関する認識の大きな向上は確認できなかった。これは、遺伝資源に関する説明を行う前の段階で、すでに多くの人が生態系保全の重要性を十分に認識しており、遺伝資源に関する情報によって生態系保全意識が向上する余地が少なかったためであると推測される。

	人数	(%)
とても重要	478	(55.5%)
どちらかといえば重要	293	(34.0%)
どちらともいえない	67	(7.8%)
どちらかといえば重要でない	14	(1.6%)
全く重要でない	9	(1.0%)
その他	0	(0.0%)

生態系保全の重要性に関する認識（情報提供後）（Q5）

〈4〉 生態系サービスの重要性の把握

主要な生態系の機能（生態系サービス）を7つ取り上げ、それらの相対的重要性をベスト・ワースト・スケーリングによって調べた（Q6）。本設問の内容および分析結果については、本報告書のⅡ. 4.（3）②に記載されているので、参照されたい。

〈5〉 日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度の導入についての意見の把握

日本で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度を導入してはどうかという考え方があることについて説明したうえで、以下の質問を行った。

第一に、日本で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度の導入に対する意見を質問した（Q7）。結果は以下の通りである。「強く賛成」と「どちらかといえば賛成」を合わせると、約71.3%となった。

	人数	(%)
強く賛成	175	(20.3%)
どちらかといえば賛成	413	(48.0%)
どちらともいえない	244	(28.3%)
どちらかといえば反対	22	(2.6%)
強く反対	6	(0.7%)
その他	1	(0.1%)

日本で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度の導入に対する意見（Q7）

第二に、価格の一部が生態系保全に還元されたり、遺伝資源の提供者に配分されたりする製品は、そうでない製品よりも好まれるかを、コンジョイント分析により検証した（Q8）。本設問の内容および分析結果については、本報告書のⅡ. 4.（3）②に記載されているので、参照されたい。

1人につき6回コンジョイント分析の質問を繰り返したが、6回すべての質問において、最も望ましいものとして「選択肢3（この制度を導入しない）」を選択した回答者には、回答の理由を質問した（Q9）。また、コンジョイント分析の結果と比較することを目的として、仮想評価法（CVM）による質問も行った。

た。ここでは、「健全な生態系が維持される面積」が「10%増加（現状の 1.1 倍）」、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」が「20%増加（現状の 1.2 倍）」の状況を実現するためであれば、1 年間でいくら支出額が増えてもいいと思うかを質問した（Q10）。結果は以下の通りである。

	人数	(%)
選択肢 1 や選択肢 2 の「健全な生態系が維持される面積」や「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」が望ましいと思わないから	6	(3.6%)
選択肢 1 や選択肢 2 の「健全な生態系が維持される面積」や「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」は望ましいと思うが、負担額が高すぎるから	24	(14.4%)
消費者が費用を負担することに反対だから	75	(44.9%)
この制度を導入することに反対だから	15	(9.0%)
難しくよくわからなかったから	42	(25.1%)
その他	5	(3.0%)

すべての質問で「どれも買わない」を選択した回答者の回答の理由（Q9）

最大値	999999 円
最小値	0 円
最頻値	1000 円
平均値	5681.6 円
標準偏差	43729.2 円

仮想評価法に対する回答（Q10）

仮想評価法で求めた、「健全な生態系が維持される面積」が「10%増加（現状の 1.1 倍）」し、「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」が「20%増加（現状の 1.2 倍）」する状況の実現に対する 1 年当たりの支払意志額の最頻値は 1000 円、平均値は 5681.6 円、標準偏差は 43729.2 円となった。

<6> 日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部が遺伝資源の提供者に配分されるようにすることについての意見の把握

日本で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、遺伝資源の提供者に対して利益の一部が配分されるようにするべきという意見があることについて説明したうえで、そのことに対する意見を質問した（Q11）。結果は以下の通りである。「強く賛成」と「どちらかといえば賛成」を合わせると約 58.4%となった。

	人数	(%)
強く賛成	110	(12.8%)
どちらかといえば賛成	393	(45.6%)
どちらともいえない	308	(35.8%)
どちらかといえば反対	38	(4.4%)
強く反対	8	(0.9%)
その他	4	(0.5%)

日本で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、遺伝資源の提供者に対して利益の一部が配分されるようにすることに対する意見 (Q11)

<7>有用な遺伝資源が新たに発見され、それをもとに作られた製品が実用化されることに関する主観的確率の把握

第一に、有用な遺伝資源が新たに発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率はどのくらいだと思うかを質問した (Q12)。結果は以下の通りである。

	人数	(%)
10%	47	(5.5%)
1%	124	(14.4%)
0.1%	144	(16.7%)
0.01%	150	(17.4%)
0.001%	119	(13.8%)
0.0001%	107	(12.4%)
0.00001%	60	(7.0%)
0.000001%	52	(6.0%)
0.0000001%	58	(6.7%)

自身が居住する都道府県の生態系から有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化されることに関する主観的確率 (Q12)

<8> 割引率の計測

現在、開発を行うよりも、生態系を保全すべきと考える人の中には、将来何らかの形で生態系を利用する可能性を考慮している人もいると考えられる。そのような人は、相対的に割引率が小さい可能性がある。そこで、割引率と生態系保全意識との関連を分析することを目的として、割引率の計測を行う。

ここでは、1ヶ月後に100万円もらうことができるが、それからさらに1年後の13ヶ月後まで待てば、もっと多くの金額をもらうことができるという状況を想定してもらい、13ヶ月後にいくらもらえるのであれば、お金の受け取りを1年間待つことができるかを質問した (Q13)。100万未満と200万以上を異常値として削除した場合の平均値は115.1万円となった (439 サンプル)。この場合の割引率は15.1%となる。

〈9〉 主観的幸福度の把握

生態系保全意識と主観的幸福度の関係を分析することを目的として、主観的幸福度を尋ねる質問を行った。ここでは、とても幸せを10点、とても不幸せを0点とした場合に、現在の幸せの程度は何点くらいになるかを質問した(Q14)。結果は以下の通りである。平均値は約5.9、標準偏差は約2.2となった。

	0	1	2	3	4	5
人数	20	20	35	57	58	167
(%)	(2.3%)	(2.3%)	(4.1%)	(6.6%)	(6.7%)	(19.4%)

	6	7	8	9	10
人数	126	159	145	45	29
(%)	(14.6%)	(18.5%)	(16.8%)	(5.2%)	(3.4%)

主観的幸福度 (Q14)

〈10〉 利他的行動

生態系保全意識と利他性の関係を分析することを目的として、利他的行動について尋ねる質問を行った。ここでは、過去5年間に寄付やボランティアをしたことがあるかを質問した(Q15)。結果は以下の通りである。約半数の人が過去5年間に寄付やボランティアをしたことがあることが明らかとなった。

	人数	(%)
ある	430	(49.9%)
ない	431	(50.1%)

過去5年間の寄付やボランティアの経験 (Q17)

〈11〉 主観的健康観

回答者の健康状態を把握するための質問を行った。ここでは、本人が自分自身の健康状態を「とても健康である」から「健康でない」までの4段階で評価する主観的健康観を回答してもらった(Q16)。結果は以下の通りである。「とても健康である」と「まあまあ健康である」を合わせると、約75.3%となった。

	人数	(%)
とても健康である	118	(13.7%)
まあまあ健康である	530	(61.6%)
あまり健康ではない	162	(18.8%)
健康でない	51	(5.9%)

主観的健康観 (Q16)

<12> その他

回答者のプロフィールなどについて質問を行った（Q17-Q24）。結果は冒頭に示した通りである。

(2)「企業の自然保護に関するアンケート」調査票

企業の自然保護に関するアンケート

Q1 あなたは以下の言葉を知っていますか。最も近いものを1つずつ選んで下さい。(それぞれひとつずつ)

	意味を知っている	意味は知らないが聞いたことはある	知らない
生態系			
生物多様性			
自然資本			
遺伝資源			
名古屋議定書			
京都議定書			
パリ協定			

生態系とは

ある地域に生息する植物や動物、微生物（肉眼で見えないほど小さな生物で、細菌、菌類、ウイルス、原生動物（アメーバなど）などが含まれます）などのすべての生きものと、それを取り巻く環境をひとまとまりにとらえたものを**生態系**といいます。

生態系は、私たち人類に、さまざまな恩恵を与えてくれています。たとえば、私たちは森林から以下のような恩恵を得ています。

- ・森林からきのこや木の実などの食料や木材を手に入れています。
- ・森林があることで水質が浄化されています。
- ・森林があることで洪水や土砂災害が防がれています。
- ・森林から薬の開発などに役立つ植物や微生物が見つかることがあります。
- ・森林によって地球温暖化の原因となる二酸化炭素が吸収されています。
- ・森林をハイキングや森林浴などのレクリエーションの場として利用しています。
- ・森林の美しい景観を楽しむことができます。
- ・森林はさまざまな生きものに生息・生育の場を提供しています。

海、河川、湖沼、干潟、農地なども、同様に私たち人類にさまざまな恩恵を与えてくれています。私たち人類は、これら、いわゆる「自然の恵み」に支えられて生きています。

私たち人類が、将来にわたって「自然の恵み」を受け取るためには、生態系を保全していくことが必要です。

Q2 あなたは生態系を保全することは重要だと思いますか。(ひとつだけ)

- ・とても重要
- ・どちらかといえば重要
- ・どちらともいえない
- ・どちらかといえば重要でない
- ・全く重要でない
- ・その他 ()

遺伝資源とは

生態系からは、我々人類にとって有益な物質や機能が発見されることがあります。たとえば、土壌から採取した微生物から、病気の治療に役立つ物質が見つかった例があります。肺炎に有効な抗生物質であるペニシリンや結核に有効な抗生物質であるストレプトマイシンは、微生物から作り出された医薬品の代表例です。

医薬品の開発に役立つといったように、人類にとって有用な性質や機能を持つ遺伝子を有する動植物や微生物のことを**遺伝資源**と言います。有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率は大きなものではありませんが、遺伝資源は人知を超えたユニークな化学構造を持ったものが多く、それを応用することで、人類の技術だけでは開発が困難な製品が開発できることがあります。

遺伝資源は、医薬品の開発以外にも、食料品や化粧品の開発、バイオテクノロジーの素材や材料、農作物や家畜の育種（農作物の改良）などに応用されています。

2015年のノーベル医学生理学賞は、土壌中の微生物から発見した物質を応用して寄生虫駆除薬イベルメクチンを開発した大村智北里大学特別栄誉教授に授与されました。イベルメクチンはアフリカなどで無償提供され、毎年2億人以上の人々を感染症の危機から救っているとされています。

Q3 あなたは、動植物や微生物などから、医薬品をはじめとした人類に有益な製品が開発されていることを知っていましたか。(ひとつだけ)

- ・知っていた
- ・知らなかった

Q4 以下は、遺伝資源を応用した代表的な製品です。あなたは、これらの製品を知っていますか。また、これらの製品を使った経験がありますか。あてはまるものをそれぞれ1つずつ選んで下さい。

	知らない	知っているが使ったことはない	使ったことがある
消炎鎮痛剤アスピリン			
インフルエンザ治療薬タミフル			
乳酸菌含有のドリンク剤やサプリメント			

Q5 再度お聞きします。あなたは生態系を保全することは重要だと思いますか。あてはまるものをそれぞれ1つだけ選んで下さい。（ひとつだけ）

- ・とても重要
- ・どちらかといえば重要
- ・どちらともいえない
- ・どちらかといえば重要でない
- ・全く重要でない
- ・その他（ ）

Q6-1 生態系は我々人類にさまざまな恩恵（自然の恵み）を与えてくれています。以下のそれぞれの自然の働きの中で、あなたが最も重要だと思うものと、最も重要でないと思うものを1つずつ選んでください。

最も重要		最も重要でない
<input type="checkbox"/>	大気汚染物質や二酸化炭素（CO2）を吸収することなどにより、きれいな大気を維持したり、気候を調整したりする働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	魚やキノコなどの食料を供給したり、紙や木材などの原材料を供給したりする働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き	<input type="checkbox"/>

...

Q6-7 生態系は我々人類にさまざまな恩恵（自然の恵み）を与えてくれています。以下のそれぞれの自然の働きの中で、あなたが最も重要だと思うものと、最も重要でないと思うものを1つずつ選んでください。

最も重要		最も重要でない
<input type="checkbox"/>	水資源（生活用水、農業用水、工業用水、発電用水など）を供給したり、水質を浄化したりする働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	さまざまな生きもの（動物や植物など）の生息・生育の場としての働き	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	薬の開発や品種改良のもととなる遺伝資源を供給する働き	<input type="checkbox"/>

※同様の質問を7回

遺伝資源利用と生態系保全

このように、生態系からは人類にとって有用な遺伝資源が発見されることがあります。将来、これまでに治療法が発見されていない病気の治療に有効な物質が生態系から見つかり、治療に役立つ医薬品が開発される可能性もゼロではありません。また、地球温暖化が進むと、農作物の生育などにも影響が及び、食糧生産に悪影響が出るのが心配されていますが、遺伝資源は、暑さや病気に強い品種の開発にも役立つ可能性があります。

しかし、開発行為などにより自然が破壊され、そこに存在する生態系が失われると、そこに存在した動植物や微生物も失うこととなります。そのようなことが起こると、有用な遺伝資源を発見できる可能性も低下しますので、我々や将来の世代が手に入れることができたかもしれない、人類にとって有用な医薬品や農作物の品種なども手に入られなくなる可能性があります。

そのようなことが起こらないようにするためには、生態系を保全し、私たち人類が将来にわたって遺伝資源を利用できるようにすることが必要です。

そこで、生態系を保全することを目的として、海外では、国内で取得した遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部をその国の生態系保全のために拠出してもらう制度を導入している国もあります。この制度が導入されると、国内で取得した遺伝資源を応用して、国内外の企業が利益をあげた場合に、その利益の一部をその国の生態系保全に還元することができるようになります。

※このアンケートでは、「金銭的利益（もうけ）」の意味で「利益」という言葉を使います。たとえば、遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげた企業が、遺伝資源の提供者に、その遺伝資源に関連する知識や技術を提供するといった「非金銭的利益」の配分もありますが、このアンケートでは「金銭的利益」に限定して考えます。

Q7 あなたは、例えば日本でも、国内で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度を導入しようとする場合、どのように思いますか。

- ・強く賛成
- ・どちらかといえば賛成
- ・どちらともいえない
- ・どちらかといえば反対
- ・強く反対
- ・その他（ ）

Q8 日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出してもらう制度が導入された状況を想定してください。

この制度が導入されることで、「生態系保全の程度」、「有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率」、「日本の各世帯の支出額」の3点に影響があると仮定します。それぞれについて予想される影響は以下の通りです。以下の説明には仮想的な内容が含まれますが、そのようなことが起こると想定してください。

- **生態系保全の強化**

この制度が導入されると、日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業が、利益の一部を日本の生態系保全のために拠出することにより、健全な生態系が維持される面積が拡大するとします。健全な生態系からは、これまでにご説明したようなさまざまな恩恵を得ることができます。

- **有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率の変化**

この制度が導入されると、生態系がより多く保全されるようになることで、有用な遺伝資源が発見される確率が高まるとします。ただし、どの地域のどのような生態系が保全されるかによって、有用な遺伝資源が発見される確率は異なりますし、そこでどのような遺伝資源が発見されるかによって、遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率も異なってきますので、「健全な生態系が維持される面積」の増加に対応して、有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率が高まるとは限らないとします。

- **各世帯の支出額の変化**

企業の中には、生態系保全のために拠出する資金を、消費者にも協力してもらって確保しようと考えるところがあるかもしれません。ここでは、生態系保全のための資金を確保することを目的として製品を値上げする企業があり、その結果、これまで通りの消費を行うために必要な、日本国内の各世帯の1年間の支出額が増加するとします。

以下では、「生態系保全の程度」、「有用な遺伝資源が発見され、それをもとに作られた製品が実用化される確率」、「各世帯の支出額」の状況が異なる複数の選択肢をお見せし、どの選択肢が望ましいと思うかをお尋ねします。

次の例をご覧ください。選択肢1と選択肢2は、上記の制度が導入されたことで実現する可能性のある将来の状況ですが、**健全な生態系が維持される面積、遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率、負担額（年間支出の増加額）**が異なります。

「選択肢1」は、現状と比較して、健全な生態系が維持される面積が10%増加し、遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率が60%増加し、年間の支出額が5000円増える状況を表します。「選択肢2」は、現状と比較して、健全な生態系が維持される面積が20%増加し、遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率が20%増加し、年間の支出額が3000円増える状況を表します。「選択肢3（この制度を導入しない）」は、この制度を導入しない状況を表します。健全な生態系が維持される面積や遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率は現状のままですが、年間の支出額も増加しません。

例) 以下の3つの選択肢のうち、どれが最も望ましいと思いますか。1つ選んで下さい。

	選択肢1	選択肢2	選択肢3（この制度を導入しない）
健全な生態系が維持される面積	10%増加 (現状の1.1倍)	20%増加 (現状の1.2倍)	現状のまま
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	60%増加 (現状の1.6倍)	20%増加 (現状の1.2倍)	現状のまま
負担額（年間支出の増加額）	5000円	3000円	0円

以下では、健全な生態系が維持される面積、遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率、負担額（年間支出の増加額）が異なる2つの状況と、この制度を導入しない状況の組み合わせをくり返しお見せしますので、それぞれの組み合わせの中で、最も望ましいと思うものを1つずつ選んでください。

なお、それぞれの選択肢で示される負担額は今後5年間継続するとします。また、年間の支出額が増える場合には、その分貯金などに使用できる金額が減ることを考慮したうえでお答えください。

Q8-1 以下の3つの選択肢のうち、どれが最も望ましいと思いますか。1つ選んで下さい。

	選択肢1	選択肢2	選択肢3（この制度を導入しない）
健全な生態系が維持される面積	20%増加 (現状の1.2倍)	10%増加 (現状の1.1倍)	現状のまま
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	現状のまま	20%増加 (現状の1.2倍)	現状のまま
負担額（年間支出の増加額）	1000円	3000円	0円

...

Q8-6 以下の3つの選択肢のうち、どれが最も望ましいと思いますか。1つ選んで下さい。

	選択肢1	選択肢2	選択肢3（この制度を導入しない）
健全な生態系が維持される面積	30%増加 (現状の1.3倍)	40%増加 (現状の1.4倍)	現状のまま
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	40%増加 (現状の1.4倍)	60%増加 (現状の1.6倍)	現状のまま
負担額（年間支出の増加額）	5000円	8000円	0円

※同様の質問を6回

Q9 Q8-1～Q8-6 のすべての質問で「選択肢3（この制度を導入しない）」を選択した方にお聞きします。その理由は何ですか。以下の中からあてはまるものを1つ選んで下さい。

- ・ 選択肢1や選択肢2の「健全な生態系が維持される面積」や「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」が望ましいと思わないから
- ・ 選択肢1や選択肢2の「健全な生態系が維持される面積」や「遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率」は望ましいと思うが、負担額が高すぎるから
- ・ 消費者が費用を負担することに反対だから
- ・ この制度を導入することに反対だから
- ・ 難しくてよくわからなかったから
- ・ その他（具体的に： ）

Q10 最後にもう一度お聞きします。あなたは以下の状況を実現するためであれば、いくら負担してもいいと思いますか。金額をお答えください。

健全な生態系が維持される面積	10%増加 (現状の1.1倍)
遺伝資源をもとに作られた製品が実用化される確率	20%増加 (現状の1.2倍)
負担額（年間支出の増加額）	()円

遺伝資源の提供者への利益の配分

遺伝資源は、医薬品の開発の他に、食料品や化粧品の開発、バイオテクノロジーの素材や材料、農作物や家畜の育種（農作物の改良）などに応用されていますが、これまでは、企業がひとたび遺伝資源のサンプルを譲り受け、買い取り等で入手した後は、その遺伝資源を応用した製品を販売して利益をあげても、企業に遺伝資源を提供した者（たとえば、遺伝資源が発見された土地の所有者）に対して、あらためて利益の一部を還元するということが、あまり求められてきませんでした。遺伝資源がなければそれを応用した製品を開発・販売して利益をあげることもできなかつたので、遺伝資源を応用した製品を開発・販売して企業が利益をあげた場合には、遺伝資源の提供者に対して利益の一部が配分されるようにするべきという意見もあります。

Q11 あなたは、日本で取得した遺伝資源を応用した製品を開発・販売して利益をあげている国内外の企業から、利益の一部が遺伝資源の提供者に配分されるようにすることとした場合、どのように思いますか。

- ・強く賛成
- ・どちらかといえば賛成
- ・どちらともいえない
- ・どちらかといえば反対
- ・強く反対
- ・その他（ ）

Q15 あなたは過去5年間に寄付やボランティアをしたことがありますか。(ひとつだけ)

- ・ある
- ・ない

Q15SQ1 Q15で「ある」とお答えの方にお伺いします。

あなたは過去5年間に寄付やボランティアを何回くらいしましたか。

過去5年間に（ ）回

Q16 あなたは普段、ご自分で健康だと思いますか。(ひとつだけ)

- ・とても健康である
- ・まあまあ健康である
- ・あまり健康ではない
- ・健康でない

Q17 あなたの性別について、あてはまるものを1つ選んで下さい。(ひとつだけ)

- 1 男性
- 2 女性

Q18 あなたの年齢について、あてはまるものを1つ選んで下さい。(ひとつだけ)

- 1 10代
- 2 20代
- 3 30代
- 4 40代
- 5 50代
- 6 60代
- 7 70代以上

Q19 あなたの職業について、あてはまるものを1つ選んで下さい。(ひとつだけ)

- 1 会社員
- 2 公務員
- 3 団体職員
- 4 自営業
- 5 主婦
- 6 パート
- 7 年金生活
- 8 学生
- 9 その他

Q20 同居している人は何人ですか。(ひとつだけ)

() 人

Q21 あなたのお住まいの郵便番号をお教えてください。

郵便番号(7桁) ()

※学術研究の分析にご回答者の住所情報が必要です。個人や住所を特定化するものではありません。

Q22 以下の項目について、あてはまるものをいくつでも選んで下さい。(いくつでも)

- 1 自然が好きである
- 2 登山・ハイキングやマリンスポーツなど、アウトドアレクリエーションが趣味である
- 3 風景や動植物の写真を撮影することやバードウォッチングが趣味である
- 4 植物(花や野菜、木など)を育てている
- 5 自然環境に関するテレビ番組をよく見る
- 6 自然保護に関係する団体に加入している
- 7 自然環境に配慮した商品や食品を購入している。
- 8 上記にあてはまるものはない

Q23 あなたのご家庭の所得（年金を含む）について、あてはまるものを1つ選んで下さい（経済学的な分析を行うために用います）。（ひとつだけ）

- 01 200万円未満
- 02 200-300万円台
- 03 400-500万円台
- 04 600-700万円台
- 05 800-900万円台
- 06 1,000-1,100万円台
- 07 1,200-1,300万円台
- 08 1,400-1,500万円台
- 09 1,600-1,700万円台
- 10 1,800-1,900万円台
- 11 2,000-2,100万円台
- 12 2,200万円台以上

Q24 説明や質問の内容を理解して、自信を持って回答していただけましたか。（ひとつだけ）

- 1 自分の回答にとっても自信がある
- 2 自分の回答にまあまあ自信がある
- 3 どちらともいえない
- 4 自分の回答にあまり自信がない
- 5 自分の回答に全く自信がない

4. 「国内 ABS 事例形成調査」(菌) 添付資料

(1) 対馬市民アンケート調査票「対馬の自然環境の保全と活用に関するアンケート」

対馬の自然環境の保全と活用に関するアンケート ご協力をお願い

各位

平素より、対馬市の施策にご理解とご協力をたまり、厚く御礼申し上げます。

このたび、対馬市において、対馬の自然環境の保全と活用に関する住民の皆さまの意識調査を実施させていただきます。この調査は、慶應義塾大学を代表機関とする共同研究プロジェクトの協力を得ており、共同研究機関である三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)が実施いたします。

アンケート結果は、学術研究目的と、対馬市の自然環境施策の大切な資料として有効活用させていただきますので、なにとぞご協力いただきますようお願い申し上げます。

対馬市 文化交流・自然共生課
慶應義塾大学 経済学部 大沼研究室

＜アンケート実施担当 共同研究機関＞
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)
環境・エネルギー部

ご多忙のところ、お手数をおかけしますが、アンケートにご回答のうえ、
同封の返信用封筒（切手不要）にて、ご返送いただきますようお願いいたします。

【ご返信(投函)期限】 2017年3月25日(土)

アンケートにご回答いただく前に、次ページの説明をよくお読みください。

このアンケートは、学術研究を目的として、
対馬市役所が住民基本台帳から無作為に抽出した方々にお送りしています。
アンケートは無記名式で個人情報のご記入は不要です。

【本アンケートおよび個人情報に関するお問合せ先】

- 対馬市 文化交流・自然共生課（神宮） TEL：0920-53-6111
- 対馬市民アンケート事務局
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株) 環境・エネルギー部（土方ひじかた、園その）
TEL：03-6733-3473 FAX：03-6733-1028 E-mail：biodiversity@murc.jp
〒105-8501 東京都港区虎ノ門 5-11-2 オングルビル森タワー

アンケートにご回答いただく前によくお読みください

<アンケートの実施者、調査対象者の選定と個人情報管理>

1. このアンケートの送付と回収は、慶應大学との共同研究機関である三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株) (以下、「当社」という。) が実施いたします。
2. このアンケートは、対馬市役所が住民基本台帳から無作為に選んだ方々にお送りしています。
3. 当社は、対馬市役所から同市個人情報保護条例第43条の2にもとづいて、学術研究目的で皆さまのお名前とご住所をお預かりしています。皆さまのお名前とご住所は、このアンケートの発送と再依頼状の発送(後日)の目的のみに利用いたします。
(三菱UFJリサーチ&コンサルティングの個人情報保護方針) <http://www.murc.jp/corporate/privacy/>
4. アンケートの封入・発送業務は(株)港洋社に個人情報保護を含む契約を結んだ上で委託します。
5. 個人情報の開示・削除等のお問合せは、「本アンケートおよび個人情報に関するお問合せ先」へご連絡ください。
6. このアンケートへのご回答は任意ですが、できるだけご協力いただければ幸いです。

<アンケート回答内容について>

1. このアンケートは無記名式です。お名前やご住所等をご記入いただく必要はありません。
2. このアンケートに整理番号等は付与しておりません。ご記入いただいたアンケート票からお名前やご住所等が特定されることは一切ありません。率直にお答えください。
3. ご回答内容は全て統計的に処理(自由記述は分類整理)し、慶應大学の共同研究プロジェクトにおける学術研究及び対馬市の施策資料として利用します。個々のアンケート票のまま公表したり、第三者にお渡しすることは一切ありません。

アンケートへの記入方法

1. アンケートは、問 1 から順番にお答えください。
2. 選択肢を選ぶ質問は、あてはまる選択肢の番号に○をつけてください。
3. 選択肢を1つだけ選ぶ質問と複数選べる質問があります。指定にしたがってお答えください。
4. 自由にお答えいただく形式の質問は、枠の中に自由にご記入ください。

F. あなたがお住まいの世帯人数（あなたを含む）をお答えください。（1つだけ）

- | | |
|----------|-----------|
| 1. 1人暮らし | 6. 6人 |
| 2. 2人 | 7. 7人 |
| 3. 3人 | 8. 8人 |
| 4. 4人 | 9. 9人 |
| 5. 5人 | 10. 10人以上 |

G. あなたのお住まいの地域をお答えください。（1つだけ）

- | | |
|---------|---------|
| 1. 巖原町 | 4. 峰町 |
| 2. 美津島町 | 5. 上県町 |
| 3. 豊玉町 | 6. 上対馬町 |

H. あなたのお住まいの地域の環境に最も近いものをお答えください。（1つだけ）

- | |
|---------------------|
| 1. 市街地 |
| 2. 新興住宅地 |
| 3. 農漁村・古くからある集落 |
| 4. その他（具体的に： _____） |

I. あなたは、対馬ご出身ですか。（1つだけ）

- | |
|---|
| 1. はい |
| 2. いいえ → 出身都道府県をお答えください。
①長崎県
②その他（具体的に： _____） |

J. あなたは、対馬に、のべ どのくらいの期間住んでいますか。（1つだけ）

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 1年未満 | 4. 5年以上～10年未満 |
| 2. 1年以上～3年未満 | 5. 10年以上～20年未満 |
| 3. 3年以上～5年未満 | 6. 20年以上 |

◆自然環境の保全と活用について、率直にお答えください。

問 1 あなたは次のような用語を知っていますか。(a)～(d)それぞれお答えください。(それぞれ1つずつ)

		1. 意味を知っている	2. 意味は知らないが言葉は聞いたことがある	3. 聞いたことがない
(a)生物多様性	⇒	1	2	3
(b)愛知目標	⇒	1	2	3
(c)生態系	⇒	1	2	3
(d)自然資本	⇒	1	2	3

◆次の説明をお読みになったうえで、以下の設問にお答えください。

○生物多様性とは

- 自然環境には、土や水、空気、栄養分を利用しながら、様々な生物（動物、植物、微生物）が暮らしています。
- 「生物多様性」とは、それらの様々な生物どうしの「つながり」と「個性」のことを指しています。
 - ◇ 「つながり」とは、食物連鎖などの生きもの同士のつながりと、長い進化の歴史を経た、いのちのつながりのことです。
 - ◇ 「個性」とは、アサリの貝殻の模様が千差万別であるように、同じ種であっても個体ごとに違いがあることです。
- 食料、木材、薬など、我々が日ごろあたり前に利用しているものの多くは、生物多様性の恵みからきています。私たちの日々の生活は生物多様性の恵みによって支えられているのです。

問 2 「あなたご自身の生活や職業・学業」と「生物多様性」との関わりについて、どのように感じますか。

(1つだけ)

1. 深い関わりがある
2. 多少は関わりがある
3. あまり関係がない
4. まったく関係がない

問 3 あなたは、現在の対馬の自然や生物多様性について、どのように感じていますか。(1つだけ)

1. 以前よりも自然豊かになり様々な生物がたくさんいる
2. 以前と同じように自然豊かで様々な生物がたくさんいる
3. 自然はまだ残っているが、失われた生物も多い
4. 自然が壊されて多くの生物が危機的な状況にある
5. その他（具体的に： _____）
6. わからない

問 4 あなたは、対馬の自然や生物多様性を保全することは重要だと思いますか。(1つだけ)

1. とても重要
2. どちらかといえば重要
3. どちらともいえない
4. どちらかといえば重要ではない
5. まったく重要ではない

問 5 対馬の自然や生物多様性を守るための活動について、あなたが行ったことがあるものを教えてください。(いくつでも)

1. 野外で自然と積極的に触れ合っている
2. 自然や生物について、家族や友人と話し合っている
3. 自然観察会や講演会などに参加している
4. 自然保護活動や美化活動に参加している
5. 生物を飼育・栽培するときは、最後まで責任を持って育てている
6. 外来種を発見したら通報・駆除している
7. ツシマヤマネコなど野生動物に配慮した運転を心がけている
8. シカやイノシシなど有害鳥獣を捕獲している
9. 間伐材や有害鳥獣を有効利用した商品を購入している（間伐材のはし、シカ肉食品など）
10. 環境にやさしい商品や食材を購入している（島内産、旬の食材、エコマーク商品など）
11. 昔ながらの食文化や暮らし方・知恵を生活に取り入れている
12. 地球温暖化防止に配慮した生活を心がけている（節電や適切な冷暖房温度の設定など）
13. その他（具体的に： _____）
14. 特にない

問 6 対馬の自然や生物多様性と、私たち人間の生活の関係はどうあるべきでしょうか。あなたの考えに最も近いものをお選びください。(1つだけ)

1. 生物多様性の保全を優先すべきだ
2. 生物多様性の保全を優先しつつ、生活の便利さにもある程度配慮したほうがよい
3. 生活の便利さを優先しつつ、生物多様性の保全にもある程度配慮したほうがよい
4. 生活の便利さを優先すべきだ

問 7 対馬の自然や生物多様性を守るためには、どのような取組が必要だと思いますか。(いくつでも)

1. 優れた自然環境の保全（国定公園や原生林など）
2. 身近な自然環境の保全（里山、農地、水路、浜辺など）
3. 希少な野生生物の保護や乱獲防止
4. 地域の自然や生物多様性に関する普及啓発
5. 市民が自然と触れ合う機会・場をもっと設けること
6. 自然環境・生物の調査の実施
7. 外来生物（ツマアカスズメバチなど）の駆除
8. 野生鳥獣（シカなど）の被害対策
9. 市民、農林漁業者、事業者が取り組む保全活動に対する支援
10. 保全活動を指導できる人材の養成・確保
11. 地域の生物多様性を守り活かす産業の振興（無農薬栽培農業、エコツーリズム、対馬ならではの特産品など）
12. 自然を活かした伝統的な暮らし方や知恵の継承
13. その他（具体的に：)
14. 特に取り組む必要はない

問 8 あなたにとって、ふるさと対馬を代表する風景や生物は何ですか。また、そのような風景や生物にまつわる思い出など、エピソードがあれば簡単に教えてください。(自由に)

(1) 風景や生物

(2) エピソード

問9 あなたは次のような用語を知っていますか。(a)～(d)それぞれお答えください。(それぞれ1つずつ)

		1. 意味を知っている	2. 意味は知らないが言葉は聞いたことがある	3. 聞いたこともない
(a) 遺伝資源	⇒	1	2	3
(b) 名古屋議定書	⇒	1	2	3
(c) 遺伝資源アクセスと利益配分 (ABS)	⇒	1	2	3
(d) 伝統的知識 (TK)	⇒	1	2	3

◆ 次の説明をお読みになったうえで、以下の設問にお答えください。

○ **遺伝資源：生物のもつ有益な物質や機能の利用**

私たちの生活は、生物多様性の恵みによって支えられていますが、それは単に動物や植物を原材料として利用することだけではありません。豊かな自然環境に育まれた多様な生物から、私たちの工夫や科学技術によって、人類にとって有益な性質や物質、機能が発見されることがあります。

たとえば、古くから漢方や民間薬などの動植物の薬用法の知恵が蓄積されてきています。今日では科学技術を用いて動植物・微生物に含まれる有益な物質から、抗生物質や抗がん剤などの医療用の医薬品や、健康食品・化粧品などが開発される例もあります。また、農作物や家畜は、美味しさや栽培・飼育のしやすさ、病気への強さなどの有益な性質をもつ動植物種を見出して、それらをかけ合わせることで改良された品種が栽培・飼育されているのです。

このように、人類にとって有益な性質や物質、機能を持つ動植物や微生物のことを**遺伝資源**といいます。対馬には大陸系と日本系の生物が入り混じる独特の生物多様性があります。対馬で育まれた様々な生物の中には、未だ発見されていない有益な性質や物質、機能が眠っているかもしれません。

○ **伝統的な知恵：動植物の伝統的な利用の知恵や習わし**

現代では生物の有益な性質や物質、機能は、科学技術によって応用されることが増えてきていますが、人々は古くからそれぞれの土地にある動植物の性質を見出し、工夫を加えて、衣食住や薬に利用してきました。対馬でも、例えば伝統的な発酵食品である「セン」をはじめ、独自の自然環境や風土に根差した昔ながらの暮らしや習慣の中に、先人たちの知恵が活きています。

このような**伝統的な知恵**は、単に古くからの文化的な習わしというだけではなく、場合によっては科学技術による応用のためのヒントを提供することもあります。

○ **地域における遺伝資源と伝統的な知恵**

遺伝資源は、各地域の独特の自然環境に適応した、生物の特有の性質が価値を持つものです。また、伝統的な知恵も各地域の独特の生物多様性の恵みを先人たちが巧みに利用しながら育んできたもので、

地域における文化の源にもなっています。

地域づくりや、特産品や観光をはじめとする産業振興のために、遺伝資源や伝統的な知恵を活かしていくことも考えられます。

問 10 上記の「遺伝資源」に関する説明を読んだうえで、あらためて、対馬の自然や生物多様性を保全することは重要だと思いますか。(1つだけ)

1. とても重要
2. どちらかといえば重要
3. どちらともいえない
4. どちらかといえば重要ではない
5. まったく重要ではない

問 11 上記の「遺伝資源」に関する説明を読む前と比べて、対馬の自然や生物多様性の保全に対するあなたの考え方はどのように変わりましたか。(a)～(d)それぞれお答えください。(それぞれ1つだけ)

		1.とてもそう 思う	2.まあそう 思う	3.あまりそう 思わない	4.まったくそ う思わない
(a)以前よりも、対馬の自然や生物多様性のことを知りたいと思う	⇒	1	2	3	4
(b)以前よりも、対馬の自然や生物多様性について家族や友人と話したいと思う	⇒	1	2	3	4
(b)以前よりも、保全に取り組む行政や組織に協力したいと思う	⇒	1	2	3	4
(c)以前よりも、保全活動の募金に協力したいと思う	⇒	1	2	3	4
(d)以前よりも、自ら保全のために行動したいと思う	⇒	1	2	3	4

問 12 「遺伝資源」の考え方では、例えば、対馬の自然に育まれた動物や植物、微生物から有益な性質や物質、機能を発見するための研究を行ったり、その成果をもとに健康食品、化粧品などの商品を開発するといった利用方法が考えられます。

あなたは、対馬にそのような研究や商品開発の対象になるような「遺伝資源」が豊富にあると思いますか。(1つだけ)

1. 以前と同様に豊富にある
2. 一部失われているが豊富にある
3. 大部分が失われてあまり豊富ではない
4. もともと豊富ではない
5. わからない

問 13 「遺伝資源」の研究や商品開発では、その生物だけでなく、自然を巧みに利用してきた先人たちの「伝統的な知恵」がヒントになることがあります。また、地域固有の文化でもある「伝統的な知恵」を活かすことで、ほかにはない魅力的な特産品や観光資源として利用していくことも考えられます。

あなたは、対馬にこのような「伝統的な知恵」（衣食住や薬用、祭祀などに関わる動植物の利用の知恵や習わし）が豊富にあると思いますか。(1つだけ)

※現在、実際に行われていることだけではなく、人々の記憶、集落や家の言い伝え・習わし、あるいは文書や写真などの記録も「伝統的な知恵」に含めてお答えください。

1. 以前と同様に豊富にある
2. 一部失われているが豊富にある
3. 大部分が失われてあまり豊富ではない
4. もともと豊富ではない
5. わからない

問 14 もし、対馬の独特の生物多様性や伝統的な知恵に注目した大学や企業などの研究者が、国内外から対馬を訪れて生物や伝統的な知恵についての調査や採集を活発に行うとします。

そのような行為に対してあなたが期待することはありますか。(いくつでも)

1. 対馬の生物多様性に関する知見が深まる
2. 対馬の伝統文化に関する知見が深まる
3. 対馬の生物多様性や伝統文化を守るためのアイデアが生まれる
4. 対馬の生物多様性や伝統文化を活用するためのアイデアが生まれる
5. 対馬の知名度が上がる
6. 研究者の訪問により活気が増す
7. その他（具体的に：)
8. 特に期待することはない

5. 「レジリエンスとの関係性の検討」(上原・柘植・大沼) 添付資料

- (1) アンケート調査の記述統計
- (2) アンケート票

(1) アンケート調査の記述統計

回答者の居住地

	人	%
本州	605	52%
沖縄	566	48%
Total	1171	100%

あなたは沖縄を訪れたこと、あるいは住んだことがありますか。(ひとつだけ)

	人	%
はい	309	51%
いいえ	296	49%
合計	605	100%

あなたの性別について、当てはまるものを1つだけ選んでください。(ひとつだけ)

	男性	女性	計
本州	331	274	605
	55%	45%	100%
沖縄	318	248	566
	56%	44%	100%
計	649	522	1171
	55%	45%	100%

あなたの年齢について、当てはまるものを1つだけ選んでください。(ひとつだけ)

	20s	30s	40s	50s	60s	計
本州	88	141	126	127	123	605
	15%	23%	21%	21%	20%	100%
沖縄	66	137	184	130	49	566
	12%	24%	33%	23%	9%	100%
計	154	278	310	257	172	1171
	13%	24%	26%	22%	15%	100%

あなたは『レジリエンス（回復力）』という言葉をご存知でしたか。（ひとつだけ）

	聞いたことは			計
	知っていた	あった	知らなかった	
本州	42 7%	104 17%	459 76%	605 100%
沖縄	37 7%	105 19%	424 75%	566 100%
計	79 7%	209 18%	883 75%	1171 100%

Pearson chi2(2) = 0.4101 Pr = 0.815

あなたは『遺伝資源』という言葉をご存知でしたか。（ひとつだけ）

	聞いたことは			計
	知っていた	あった	知らなかった	
本州	33 5%	64 11%	508 84%	605 100%
沖縄	21 4%	84 15%	461 81%	566 100%
計	54 5%	148 13%	969 83%	1171 100%

Pearson chi2(2) = 6.3572 Pr = 0.042

沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にさらされていることをご存知でしたか。（ひとつだけ）

	聞いたことは			計
	知っていた	あった	知らなかった	
本州	237 39%	243 40%	125 21%	605 100%
沖縄	389 69%	135 24%	42 7%	566 100%
計	626 53%	378 32%	167 14%	1171 100%

Pearson chi2(2) = 107.8367 Pr = 0.000

レジリエンス（回復力）を高めて遺伝資源を保全するという考え方自体を重要だと思いますか。前述の計画や支払いの有無は抜きにして、お答えください。（ひとつだけ）

	はい	いいえ	計
本州	214 82%	46 18%	260 100%
沖縄	250 90%	28 10%	278 100%
計	464 86%	74 14%	538 100%

Pearson chi2(1) = 6.5766 Pr = 0.010

あなたの職業について、当てはまるものをすべて選んでください。（いくつでも）

	沖縄での漁業 （食用、観賞用 を含む）	沖縄の漁業以外 で、海に関わる 職業についてい る（観光業、行 政、研究、NPO 等）	それ以外	計
本州	16	17	575	608
沖縄	12	48	511	571
計	28	65	1086	

あなたの所得（年金を含む、税込金額）について、当てはまるものを1つだけ選んでください（経済学的な分析を行うためにのみ用います）。（ひとつだけ）

	本州	沖縄	計
200万円未満	191 32%	196 35%	387 33%
200-300万円台	107 18%	122 22%	229 20%
400-500万円台	109 18%	90 16%	199 17%
600-700万円台	49 8%	26 5%	75 6%
800-900万円台	34 6%	15 3%	49 4%
1,000-1,100万円台	16 3%	9 2%	25 2%
1,200-1,300万円台	2 0%	1 0%	3 0%
1,400-1,500万円台	6 1%	2 0%	8 1%
1,600万円台以上	6 1%	3 1%	9 1%
答えたくない・わからない	85 14%	102 18%	187 16%
計	605 100%	566 100%	1171 100%

不確実なことへの好みをお伺いします。50%の確率で10万円が当たる「スピードくじ」があります。当たれば、賞金は今日すぐに支払われます。外れた場合、賞金はゼロです。あなたは「スピードくじ」をいくらなら買いますか。

	本州	沖縄	計
0円	64 11%	61 11%	125 11%
10円	146 24%	121 21%	267 23%
2,000円	162 27%	168 30%	330 28%
4,000円	77 13%	77 14%	154 13%
8,000円	67 11%	57 10%	124 11%
15,000円	28 5%	28 5%	56 5%
25,000円	24 4%	24 4%	48 4%
35,000円	26 4%	21 4%	47 4%
50,000円	11 2%	9 2%	20 2%
計	605 100%	566 100%	1,171 100%

(2) アンケート票

以下はインターネットアンケート調査で用いたアンケート票の原案であり、デザインや表示方法等は、実際に回答者に提示した票と異なる。

【サンゴ礁生態系からは遺伝資源が得られます】

自然界からは医薬品や食料品、化粧品などに用いられる様々な生物由来の資源、いわゆる**遺伝資源**が発見されており、今後も新たに発見される可能性があります。特にサンゴ礁生態系は、遺伝資源の供給源の一つとして注目されています。これまでもサンゴ礁生態系から得られた遺伝資源は、**ガン、HIV、心血管疾患の治療に役立**てられています。

【サンゴ礁生態系は劣化・減少傾向にあります】

しかしながら、サンゴ礁生態系は世界的に激減しており、日本でも劣化は深刻で、また劣化したサンゴ礁生態系の回復も芳しくないことが問題となっています（環境省、2016）。例えば、日本最大規模のサンゴ礁生態系である石西礁湖（沖縄県）では、国立公園に指定された1970年代に比べて大幅に劣化しており（石西礁湖自然再生協議会、2007）、今年4月には『サンゴの大規模白化現象に関する緊急宣言』が採択されました。



健全なサンゴ礁



藻が生えたサンゴ礁



白化したサンゴ礁



死滅したサンゴ礁

写真提供：環境省

【人為的な活動が影響していると考えられます】

サンゴ礁生態系の劣化・減少には、人為的活動やそれに関連する現象が関係していると考えられており、これを**かく乱要因**と言います。かく乱要因には以下のようなものがあります。

表 サンゴ礁生態系に影響を与えているかく乱要因の例

- ・オニヒトデ等による食害及び病気
- ・赤土等の流入・堆積
- ・生活，農業，産業排水等の流入
- ・過度の漁獲，採取
- ・観光利用の集中
- ・不法投棄・漂着ごみ
- ・地球温暖化による海水温上昇
- ・海洋酸性化

【劣化・減少を防ぐには管理が必要です】

サンゴ礁生態系の劣化・減少を防ぎ、遺伝資源を保全するためには、

(1) かく乱に強いサンゴ礁生態系が維持される**環境の創成**や、

(2) かく乱要因を**除去**する

ような管理が考えられます。

【レジリエンスに着目した管理が有効です】

これまでの研究で、**サンゴ礁生態系のレジリエンスを高める**ことが有効であることが明らかとなりました。国際サンゴ礁イニシアチブでもサンゴ礁のレジリエンスを高めることを各国に推奨しています。

レジリエンス (resilience, 回復力)とは、

『**かく乱に耐えたり，かく乱による一時的な劣化から立ち直り，元の状態に戻る，サンゴ礁生態系自身の回復力**』

のことを言います。

レジリエンスが低いと、かく乱を受けて、大型藻類が生えたり、裸地や岩礁などに変わり、サンゴ礁生態系、そして**遺伝資源が失われる可能性が高**くなります。



藻が生えたサンゴ礁

死滅したサンゴ礁

写真提供：環境省

【海洋保護区ではレジリエンスが高まります】

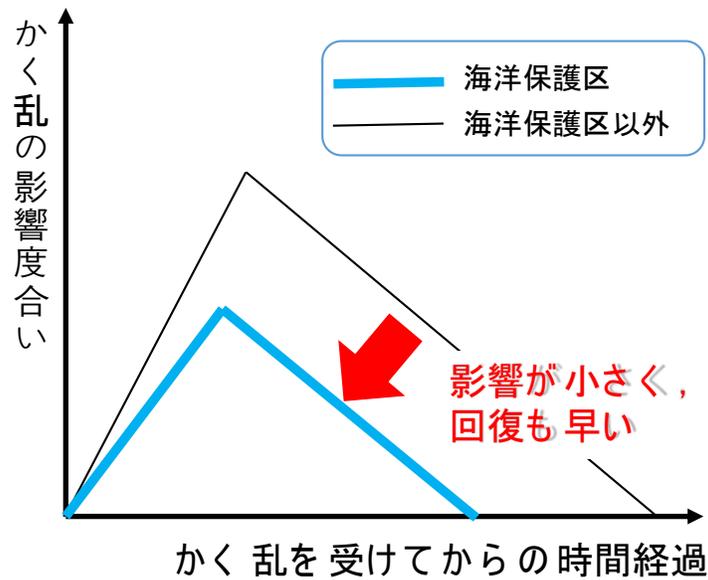
近年の研究で、レジリエンスを高め、遺伝資源を保全するためには、**海洋保護区**を設定することが有効であることが明らかとなりました。

海洋保護区とは、

『設定された海域の利用（例えば魚類の捕獲）を制限する』

管理の仕方です。

例えば、オーストラリアのグレートバリアリーフの海洋保護区を対象とした研究では、保護されていないサンゴ礁と比べて、かく乱の影響が少なく、また劣化しても回復が早い、**要するに、海洋保護区はレジリエンスが高い**ことが明らかにされました。



イメージ図：海洋保護区とかく乱の影響度の関係

ここから質問です.

Q1. あなたは『レジリエンス』という言葉をご存知でしたか？

1. 知っていた
2. 聞いたことはあった
3. 知らなかった

Q2. あなたは『遺伝資源』という言葉をご存知でしたか？

1. 知っていた
2. 聞いたことはあった
3. 知らなかった

Q3. 沖縄のサンゴ礁生態系が脅威にされていることをご存知でしたか？

1. 知っていた
2. 聞いたことはあった
3. 知らなかった

Q4. 現在お住いの都道府県をお教えてください.

Q5. あなたは沖縄を訪れたこと、あるいは住んだことがありますか？

1. ある
2. ない

ここで、以下の仮の計画を考えます。なお、この計画は、学術的な関心に基づき、皆さんの意見をお伺いする仮のもので、環境省や沖縄県がこうした検討を実際に行っているというは一切ありません。

【仮の計画】

【海洋保護区の設定】

沖縄のサンゴ礁生態系の1ha（100m×100m）を海洋保護区とすることで、レジリエンスが高いサンゴ礁生態系を維持し、豊かな遺伝資源が失われないようにします。

【レジリエンス・遺伝資源以外への影響】

海洋保護区を設定することにより、さまざまな影響があることも考えられますが、ここでは漁業やレジャーによる利用等、レジリエンス・遺伝資源以外への影響はないと仮定します^(注)。

【管理費用の必要性】

海洋保護区の維持管理にはサンゴ礁生態系の保全（モニタリング、オニヒトデの駆除、サンゴの移植）や監視活動のための費用が掛かります。こうした資金が確保できないと、海洋保護区は維持できないとします。

【管理費用の確保の方法】

計画の実施に必要な資金を確保するため、基金をつくって募金を募ることを想定します。募金ですので、強制ではありません。支払いは1回限りとし、支払いによって、海洋保護区を今後10年間継続できるとします。

*集まったお金はすべて、この目的のみに使用され则认为てください。

【支払うことによって、以下の効果が期待されます。】

サンゴ礁生態系のレジリエンスが高まり、サンゴ礁生態系が失われにくくなります。それにより、サンゴ礁生態系が失われた場合（大型藻類が生えたり裸地や岩礁になったりした場合）よりも、豊富な遺伝資源が期待できます。

ただし、以下の点に注意をしてください。

【注意1】 遺伝資源が確実に発見されるとは限りません

当該海洋保護区で、いつ、どの遺伝資源が発見されるかは明確ではありません。また発見されたとしても、実用化までには長い時間がかかり（10年～20年）、あなたがその便益をどの程度受けられるかははっきりとは分かりません。

【注意2】 レジリエンス管理の効果がどの程度発揮されるかは不明瞭です

サンゴ礁生態系のレジリエンスを高めるためには、海洋保護区を設定することが有効であることが明らかとなってきましたが、当該海洋保護区でどの程度レジリエンスが高められるのかははっきりとは分かりません。同様に、海洋保護区としないことで、どの程度サンゴ礁生態系が失われるかもはっきりとは分かりません。

その一方で、サンゴ礁を含む生態系は複雑でその解明が非常に困難であること、また、一度失われた生態系を回復することは非常に困難であることから、不確かな状況でも管理を進める必要があるとも考えられます。

Q6. ここで、**確認の質問**です。先ほど説明しました計画への支払により期待される効果について、以下から**最もふさわしいものを2つ**お選びください。

1. 他の生態系（岩礁等）よりも豊かな遺伝資源が期待できる。
2. 水がきれいになる。
3. サンゴ礁生態系が失われる可能性が低くなる。
4. 魚がたくさん取れるようになる。
5. 地域経済が潤う。

Q7. あなたは、〇〇円の募金をお願いされたら、実際に募金を行いますか？寄付を行うのは1回だけです。なお、この支払いを行うことで、他の目的に使える金額が減ることを理解したうえで回答してください。

1. 寄付を行う
2. 寄付を行わない

Q8. では、〇〇円の寄付をお願いされたら、実際に寄付を行いますか？寄付を行うのは1回だけです。

1. 寄付を行う
2. 寄付を行わない

Q9. では、〇〇円の寄付をお願いされたら、実際に寄付を行いますか？寄付を行うのは1回だけです。

1. 寄付を行う
2. 寄付を行わない

Q10. なぜ一度でも寄付に賛成しましたか？（該当する番号をいくつでも選択してください）

1. レジリエンスを高めることで、サンゴ礁生態系が失われる可能性が低くなるから。
2. サンゴ礁生態系からは、豊富な遺伝資源が期待できるから。
3. レジリエンス管理の効果に関わらず、公共のためにお金を支払うことはいいことだから。
4. その他（ ）

Q11. なぜ「2. 寄付を行わない」を選択しましたか？（該当する番号をいくつでも選択してください）

1. 寄付金額が高すぎるから。
2. レジリエンスを高めることに興味がない、重要だと思わないから。
3. 計画の効果や恩恵が確実ではないから。
4. 自分が払う必要はないから。
5. レジリエンスの意味がよく分からないから。
6. 募金が説明通りに使われるか、信頼できないから。
7. 基金ではなく、国などの行政、あるいは関連する民間業者が取り組むべきだから。
8. 漁業・レクリエーション等への影響が心配だから。
9. 説明が不十分だから。
10. その他（ ）

Q12. レジリエンスを高めて遺伝資源を保全するという考え方自体を重要だと思いますか？ **前述の計画や支払いの有無は抜きにして、お答えください。**

1. 思う
2. 思わない

Q13. あなたがレジリエンスを重要だと思う背景・理由として**最も近い選択肢**と**最も遠い選択肢**を選択してください。各選択肢にはいろいろな説明が含まれていますが、**総合的に判断してください。**

選択肢	説明
1	レジリエンスという考え方に 新規性 を感じるから；不確かなことへ 挑戦したい から；新たな収入源を 探求する ため；新たな遺伝資源を 探求する ため
2	必要性を抜きにして、新しい発見に対する 純粋な喜びを感じる から
3	自然を 支配したい から；自然を 活用したい から；地域、人々、家族、自分へ恩恵をもたらす 達成感を得たい から
4	自分以外の家族や身近な地域の人のため；人類のため；自然のため
5	社会へ 配慮し、慎んで行動 したいから；環境への 影響を最小限にとどめたい から；地元の 慣習や伝統を尊重したい から

Q14. サンゴ礁生態系からは様々な恵みが得られると考えられます。あなたにとって**最も重要なもの**と、**最も重要でないもの**を選択してください。各項目をクリックすると詳しい解説がでます。

選択肢	サンゴ礁生態系がもたらす恵み	解説
1	豊かな漁場	生産性が非常に高いサンゴ礁は、豊かな漁場を提供してくれます。1 km ² のサンゴ礁から水揚げされる魚介類などが300人以上の人々の暮らしを支えているという推定結果もあるほどです。
2	装飾品や土産物	サンゴ礁に生息する生物は、装飾品や観賞用に利用されることも多く、南西諸島の島々ではヤコウガイ等の貝類を加工したアクセサリーが多く見られます。
3	建築用の資材	沖縄などの伝統的家屋では、サンゴ礁由来の石灰岩やサンゴ群体そのものが随所に用いられているなどサンゴ礁は建築資材を提供してくれました。世界文化遺産にも登録されている「琉球王国のグスク及び関連遺産群」のグスクの石垣にも、サンゴ礁由来の石灰岩が用いられています。
4	天然の防波堤	2004年のスマトラ島沖地震で起きた津波では、サンゴ礁の存在により津波が弱められたことが報告されています。サンゴ礁は防波堤としての役割を担っているのです。沖縄県におけるサンゴ礁の防波堤としての価値は年間559億円にも上るという試算もあります。
5	土地の形成	サンゴ礁が隆起することにより島が形成されることがあります。奄美群島の与論島や喜界島などがこの例です。また、サンゴの骨格やサンゴ礁分布域に生息する有孔虫の殻は砂を供給し、島嶼の形成にも寄与しているなど、サンゴ礁には土地を提供するという機能もあります。
6	遺伝資源を保護するレジリエントな生態系	レジリエンスを高めることにより、かく乱を受けてもサンゴ礁の生態系を維持できる可能性が高まります。これにより、今後の新たな医薬品等の開発に貢献するような遺伝資源を保護できる可能性も高まります。
7	独自の伝統行事や祭事等の文化の形成	サンゴ礁が分布する地域の島々では、サンゴ礁に由来する多くの文化や伝統行事が多く見られます。例えば沖縄では、魔除けなどの御守りとして、サンゴ礁に生息するスイジガイを軒先などに吊す風習があります。
8	教育の場	サンゴ礁は地域の代表的な自然として、教育の場と多くの教材を提供しています。例えば石垣島の白保集落では、伝統的な定置漁具である「海垣（イカンチ）」を復元し、小中学校の児童生徒を対象とした体験学習を行っています。
9	癒やしや観光資源	サンゴ礁の多様で色とりどりの景観は大変美しく、私たちを癒してくれます。そしてこうした美しいサンゴ礁景観は観光資源としての大きな価値を有しています。
10	観賞用魚類等	サンゴ礁で暮らしている色鮮やかな魚類等は、観賞用としても人気が高く、多くの観賞用魚類等が取引されています。
11	サンゴ礁と人、人と人のつながりの形成	サンゴ礁とのふれあいや保全活動を通して、サンゴ礁と人、さらには人と人のつながりが形成されると考えられます。

最後に、あなた自身についてお伺いします。

Q15. あなたの性別について、当てはまるものを1つだけ選んで下さい。

- | | |
|-------|-------|
| 1. 男性 | 2. 女性 |
|-------|-------|

Q16. あなたの年齢について、当てはまるものを1つだけ選んで下さい。

- | | |
|--------|----------|
| 1. 10代 | 5. 50代 |
| 2. 20代 | 6. 60代 |
| 3. 30代 | 7. 70代以上 |
| 4. 40代 | |

Q17. あなたの職業について、当てはまるものをすべて選んで下さい。

1. 沖縄での漁業（食用，観賞用を含む）
2. 沖縄のサンゴ礁に関わる漁業以外のすべての職業（観光業，行政，研究，NPO等）
3. それ以外

Q18. あなたの所得（年金を含む）について、当てはまるものを1つだけ選んで下さい（**経済学的な分析を行うためにのみ用います**）。

- | | | |
|---------------|-------------------|------------------|
| 1. 200万円未満 | 5. 800-900万円台 | 9. 1,600万円台以上 |
| 2. 200-300万円台 | 6. 1,000-1,100万円台 | 10. 答えたくない・わからない |
| 3. 400-500万円台 | 7. 1,200-1,300万円台 | |
| 4. 600-700万円台 | 8. 1,400-1,500万円台 | |

Q19. 不確実なことへの好みをお伺いします。50%の確率で10万円が当たる「スピードくじ」があります。当たれば、賞金は今日すぐに支払われます。外れた場合、賞金はゼロです。**あなたは「スピードくじ」をいくらまでなら買いますか。**以下の選択肢から、一つだけ選んでください。

- | | | |
|-----------|------------|------------|
| 1. 10円 | 5. 15,000円 | 9. 70,000円 |
| 2. 2,000円 | 6. 25,000円 | |
| 3. 4,000円 | 7. 35,000円 | |
| 4. 8,000円 | 8. 50,000円 | |

以上で終わりです。ご協力、ありがとうございました。

平成 29 年度 環境経済の政策研究
(遺伝資源の利用により生ずる経済的利益、及び
その生物多様性保全等促進への貢献に関する評価手法の研究)
研究報告書

平成 30 年 3 月 23 日

環境省

慶應義塾大学

甲南大学

滋賀大学

立命館大学

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

研究代表者	大沼 あゆみ	慶應義塾大学経済学部 教授
共同研究者	上原 拓郎	立命館大学政策科学部 准教授
	河井 啓希	慶應義塾大学経済学部 教授
	藺 巳晴	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株) 副主任研究員
	田中 勝也	滋賀大学環境総合研究センター 教授
	柘植 隆宏	甲南大学経済学部 教授
	森 宏一郎	滋賀大学国際センター 教授