

革新的な科学的知識・技術に起因する
イノベーション・システムの動的変化
—農作物育種を事例にした分析および
日本における育種研究への考察—



政策研究大学院大学 博士課程

庄司 真理子

革新的な科学的知識・技術に起因する
イノベーション・システムの動的変化

—農作物育種を事例にした分析および
日本における育種研究への考察—

庄司 真理子
政策研究大学院大学
博士（公共政策分析）

2015年9月

論文要旨

近年、経済成長や産業競争力強化に対する科学技術の貢献がより直接的で大きなものになってきており、研究開発によって生まれた革新的な科学的知識・技術を社会的・経済的価値に結び付け、産業競争力につなげていく必要性が高まっている。しかし、うみだされた科学的知識・技術が革新的であればあるほど、それまで当該分野で考えられてきたイノベーションの誘発要因やパターンなども変化し、政策的な対応も異なってくる可能性がある。本研究では、革新的な科学的知識・技術の登場によってイノベーション・システム全体がどのようにダイナミックな変化をしようのかを事例研究により分析し考察した。

分析を行う事例として、過去にいくつかの革新的な知識・技術の登場によってイノベーション・システムの変化が生じてきたと考えられる農作物育種における研究開発を取り上げた。なお、イノベーション・システム全体に影響を及ぼしうるような革新的な知識・技術の変化は数多く観察されるものではなく、定量的な仮説検証型の分析手法をとることは難しいため、本研究では主に事例研究による個別ケースの深堀によって推論する手法をとった。

種苗産業というセクターに着目し、セクトラル・イノベーション・システムの枠組みを活用して、過去の 2 つの革新的な科学的知識・技術（ハイブリッド技術、遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムのダイナミックな変化を分析しその特徴を考察するとともに、演繹的に、今後大きな影響を与えるであろう新たな知識・技術（ゲノム編集技術など NBT (New Plant Breeding Techniques)) による今後のイノベーション・システムの変化を考察した。その結果、革新的な知識・技術の登場によって、セクターの境界を超えるような、それらの吸収能力をもつ中心的なアクターの交代や新たなアクター

の参入が引き起こされること、アクターの研究開発インセンティブを高める制度の拡充が起こること、革新的な知識・技術と社会との関係をつなぐ制度の必要性が生じることなどが示唆された。

この分析結果では、セクター全体に見られるイノベーション・システムの変化の方向性に対して、特に遺伝子組換え技術の登場以降、日本では企業の存在感の低下など、異なる傾向が見られた。その背景についてより考察を進めるために、日本の育種に関連するアクターの研究開発活動に着目し、より詳細な分析を行った。特に日本の種苗企業等における研究開発インセンティブ要因について詳細に分析された例はこれまでに見られないことから、独自に実施した質問票調査結果をもとに分析を行った。世界の種苗市場において多国籍化学企業が大きな存在感を示している現状の中、日本において新たに種苗産業に参入する、あるいは育種範囲を広げる（新たな作物種に参入する）インセンティブが機能しうるのかという問題意識に対して、回帰分析により育種実施の有無と企業規模との関係を分析した結果、ハイブリッド技術によって他者からの模倣が防ぎやすい野菜に比べて、制度による権利保護が必要なケースが多い花きにおいては企業規模に関する係数が有意であった。今後、制度による権利保護が必要となる新技術による育種に広がると、中小規模を中心とする日本の種苗企業による新たな育種範囲（作物種）への拡大は難しい可能性が考えられ、セクター外からの参入を促すことが重要になると考えられた。また企業の研究開発活動度合いとは、育種素材の蓄積や、新品種の権利保護との関係が見られ、企業の研究開発インセンティブを高める、あるいは他産業から種苗産業へ参入を促す場合には、これらの因子が重要であることが示唆された。また因子分析からは、育種資源、技術導入、投資に見合う市場の確保等が重要な因子であることが示唆された。

今後、NBTなどの革新的な知識・技術の実用化が想定される中、日本の種苗産業においてイノベーション・システムを有効に機能させていくためには、資金力のあるセクター外からのアクターの参入を促し、それらセクター外企業と種苗企業等のセクター内企業、およびゲノム研究において知識・技術を蓄積してきている公的研究機関等との産学官連携を進めていくこと、アクターの海外市場への展開を促進するための権利保護制度や品質保証制度等の充実や運用面での支援、遺伝資源そのものの整備だけでなく企業を含むアクターが活用しやすいゲノム情報等の解析・蓄積・提供、NBTによる育種に関する安全性評価など社会とをつなぐ制度の枠組みづくりに積極的に取り組むことなどが今後の政策的な課題になると考えられた。

目次

論文要旨

第1章 緒論.....	1
1. 1. 研究の目的.....	1
1. 2. 研究の枠組み.....	5
第2章 農作物育種を事例にした革新的な知識・技術に起因するイノベーション・システムの変化に関する分析.....	8
2. 1. はじめに.....	8
2. 2. 先行研究.....	9
2. 3. 本セクターの概観.....	13
2. 3. 1. 農作物育種における知識・技術.....	13
2. 3. 2. アクターとネットワーク.....	22
2. 3. 3. 農作物育種に関する主な制度.....	34
2. 4. 過去の事例に基づくイノベーション・システムの変化の分析.....	46
2. 4. 1. ハイブリッド技術によるイノベーション・システムの変化.....	46
2. 4. 2. 遺伝子組換え技術によるイノベーション・システムの変化.....	50
2. 5. 考察.....	55
2. 5. 1. 事例分析からみる革新的な知識・技術に起因するイノベーション・システムの変化.....	55
2. 5. 2. NBTによるイノベーション・システムの変化の方向性.....	57
2. 6. 本章のまとめ.....	60
第3章 農作物育種における日本の民間企業の研究開発インセンティブ要因に関する分析.....	62
3. 1. はじめに.....	62
3. 2. 分析の枠組みと先行研究.....	63
3. 2. 1. 分析の枠組み.....	63
3. 2. 2. 先行研究.....	64
3. 3. 質問票調査項目の設計.....	67
3. 3. 1. 質問票調査の設問設計の考え方.....	67
3. 3. 2. 作物種ごとの設問設定.....	68
3. 3. 3. 質問項目の概要.....	69
3. 4. 質問票調査の回答結果.....	72
3. 4. 1. 回答企業の基本情報.....	72
3. 4. 2. 育種における権利保護の活用状況等.....	75

3. 4. 3. 育種実施の阻害要因について.....	77
3. 5. 農作物育種を実施する企業特性に関する分析.....	80
3. 5. 1. 仮説の設定.....	80
3. 5. 2. 分析方法.....	80
3. 5. 3. 分析結果.....	81
3. 5. 3. 考察.....	83
3. 6. 専有可能性の確保手段に関する分析.....	83
3. 6. 1. 仮説の設定.....	84
3. 6. 2. 分析方法.....	84
3. 6. 3. 分析結果.....	85
3. 6. 4. 考察.....	86
3. 7. 本章の考察.....	88
第4章 考察および政策的含意.....	92
4. 1. 研究全体を通じた考察.....	92
4. 2. 政策的含意.....	94
4. 3. 残された課題.....	97
参考文献.....	99
注釈.....	110
図表.....	115
謝辞.....	156
Appendix 1 本論文を構成する論文.....	157
Appendix 2 質問票調査の質問用紙.....	158

第1章 緒論

1. 1. 研究の目的

昨今の科学技術イノベーション政策を取り巻く状況について、「科学技術イノベーション総合戦略 2014（2014年6月，閣議決定）」では，科学技術イノベーションの成果を具体的にどのような経済社会の実現につなげていくのかが問われており，財政健全化の緊要性が増大する中で民間主導の持続的経済成長を実現することが不可欠であること，iPS細胞（induced pluripotent stem cells；人工多能性幹細胞）など科学的原理の解明といった基礎研究から生まれた画期的なイノベーションがビジネスを誘発し産業化していく事例が多くなっており経済成長や産業競争力強化に対する科学技術の貢献がより直接的で大きなものになってきていることなどを指摘している。

このように，研究開発によって生まれた革新的な科学的知識・技術を社会的・経済的価値に結び付け，産業競争力につなげていく必要性が高まっている。しかし，うみだされた科学的知識・技術が革新的であればあるほど，それまで当該分野で考えられてきたイノベーションの誘発要因やパターンなども変化し，政策的な対応も異なってくる可能性がある。したがって，革新的な知識・技術がもたらすイノベーション・システムのダイナミックな変化を捉えることの重要性が増していると考えられる。

これまでのイノベーション研究において，例えばクリステンセンの米国のハードディスク産業に関する研究では，産業そのものが劇的に変わってしまう事態に特定産業における既存の有力企業はうまく対処できず優位性のバランスは新規参入者に傾くことなどを示している [1]。またティッドらは，1950年代初期にトランジスタの実用化に成功した企業の事例にみられるように，技術革新

が産業構造を変革の引き金を引くことができること、技術的・経済的なゲームのルールを書き換えてしまうようなイノベーションの多くは、その産業にとってのアウトサイダーや新規参入者によってもたらされること、もともとのプレイヤー中の多くの企業がそのような産業の転換期を生き延びるが、そこで重要なのは革新に取り組むか否かという二者択一の問題ではなく、いかに革新を行うかが重要であることなどを指摘している [2]。

またイノベーション・システムの観点で考えてみると、革新的な知識・技術はイノベーション・システムに不連続な変化をもたらすと考えられ、もともと複雑かつ相互に関連していたイノベーション・システムの構成要素の相互関係が大きく変わる可能性がある。ナショナル・イノベーション・システムに代表されるイノベーション・システムのこれまでの研究においては、国、セクター、技術など、ある特定の境界領域の中で、技術や制度の導入がもたらすイノベーション・システムの変化などに着目した例が多く行われてきた。一方、革新的な科学的知識・技術によって、イノベーション・システムには不連続な変化が起きる可能性が考えられるが、それによりイノベーション・システム全体がどのような変化を生じうるか、政策的な対応にはどのような影響があるのかを考える際、これまでのスナップショット的な分析手法では限界があると考えられる。

本研究では、革新的な知識・技術によって、イノベーション・システムに劇的な変化が生じた時に、イノベーション・システムを構成する他の複数の要素がどのような変化を見せるのかを時間的な変化とともに捉えることで、イノベーション・システムに不連続な変化が生じた時の政策的課題の抽出を行う試みを行う。

分析を行う事例として、研究開発の進展が著しいバイオテクノロジー分野を

取り上げる。バイオテクノロジー分野では、近年、生命科学研究の新たなツールとしてゲノム編集技術が注目されている。ゲノム編集技術は、人工ヌクレアーゼ（制限酵素）を用いることで、これまで遺伝子改変が困難であった培養細胞や動植物に対してもゲノム上の任意の位置に遺伝子改変を誘導できると期待されている。さらにこの技術では、内在のゲノム DNA 配列の自由で正確な改変を可能にするだけでなく、得られた遺伝子組換え体からマーカー遺伝子を容易に除去できる [3] という従来の遺伝子組換え技術とは大きく異なる点がある。最近の研究では、ウニ、ゼブラフィッシュ、ラットなどの様々な動物や ES 細胞（embryonic stem cells ; 胚性幹細胞）や iPS 細胞などの哺乳類培養細胞において成功例が報告されている [4] ほか、農作物としてはイネ、ダイズ、トウモロコシにおいて人工ヌクレアーゼでの遺伝子改変が報告され、2012 年には TALEN^[注 1] を用いた耐病性イネの作製も発表された [5]。ゲノム編集技術は、画期的な遺伝子改変技術として、2011 年には Nature Method 誌の Method of the Year, 2012 年には Science 誌の Breakthrough of the year にとりあげられた。また植物への応用に関しては、2011 年、EC (European Commission) がゲノム編集など新しい育種技術 8 つ^[注 2] を NBT (New Plant Breeding Techniques) として取り上げ、研究開発の現状や今後の展望について報告書をまとめる [6] など、注目が高まっている一方、安全性に関する対応などへの懸念も出始めている。

このようにバイオテクノロジー分野では今後、ゲノム編集という革新的な知識・技術によってイノベーション・システムの変化が起きる可能性があると考えられる。本研究では、バイオテクノロジー分野の中でも、過去にいくつかの革新的な知識・技術の登場によってイノベーション・システムの変化が生じてきたと考えられる植物分野の中でも特に農作物育種における研究開発を取り上

げる。

農作物育種は世界の人口増加とそれに伴う食料危機、気候変動、バイオ燃料への需要などに応えるうえで、今後も重要な研究開発分野である。農作物育種を行う企業に関する公的な統計データが存在しないため、筆者独自に実施した質問票調査の結果、現在育種を行っていると回答した企業の年間売上高あたりの研究開発費（研究開発集約度）は平均 5.4%であった。中小規模の企業が多い中で、全産業（金融業、保険業を除く）の平均 3.1%^[注3] に比べて高い平均値であり、種苗産業は研究開発への投資が重要な産業であることが示唆され、当該分野における科学技術イノベーション政策を検討することは意義のあることだと考えられる。

昨今の政府の成長戦略においては生産性向上や競争力強化を基本にすえた農業改革が打ち出されており、その中の一つに新品種開発に関する政策（例えば DNA マーカーの利用による育種のスピードアップ等）も始められている。さらに、品種改良を通じて栄養成分を通常の品種より多く含む機能性野菜について、2015年に国が食品の機能性表示に関する規制を緩和したことを受けて、機能性野菜の取り扱いを増やす企業の動きが活発になると予想される [7] など、野菜の品種拡大がはかられていく可能性がある。一方、日本では遺伝子組換え技術を用いた育種はほとんど行われていないなど、ゲノム科学の進展に伴う知識の育種への応用は限定的であり、イノベーション・システムが十分機能しているか検討の余地があると考えられる。

これまで農作物育種に係る種苗産業の実態については、プロジェクト評価や行政・業界における実態報告が主で、経済学的アプローチでの研究はほとんど行われてきてこなかった [8]。数少ない先行研究の一つとして、久野は種

子産業に関する既存の研究を、1)「緑の革命」等の国際農業開発事業を推進する立場からのプロジェクト評価的アプローチとそれを批判する立場からの政治経済学的アプローチの研究、2)「種子戦争」を反映したアグリビジネス研究の一環として取り組まれたものや反多国籍企業の立場から活動する国際 NGO による研究、3) 農村社会学会における研究で、米国農村部の農業研究・普及システムにおける公的機関の役割が農民志向から資本志向に偏向してきた実態から出発している研究、の 3 つの系譜に区分したうえで、種子市場の形成・発展過程をたどると、自家採種や農民間取引などのインフォーマル市場の段階から、公的セクター主導による種子事業の確立・整備の段階を経て、民間主導によって高付加価値種子が生産・流通される資本主義的市場の段階へと移行していく過程が一般的傾向として抽出することができるとしている [8]。バイオテクノロジーの発展に伴う種苗産業との関係については、アグリビジネスの研究等に見ることができるが、これらの先行研究ではイノベーション・システムとの関係性において分析しているものは見当たらない。本研究ではこれまでイノベーションの観点からほとんど検討されてこなかった種苗産業を対象とすることで、農作物育種における政策的課題の検討の新たな側面を与えることができると考えられる。

1. 2. 研究の枠組み

研究を進めるにあたり、イノベーション・システム全体に影響を及ぼしうるような革新的な知識・技術の変化は数多く観察されるものではないため、定量的な仮説検証型の分析手法をとることは難しい。したがって本研究では主に事例研究による個別ケースの深堀によって推論する手法をとる。

第一に、種苗産業というセクター全体に着目し、Malerba が提唱するセクト

ラル・イノベーション・システムの枠組みを活用して、過去の 2 つの革新的な科学的知識・技術（ハイブリッド技術、遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムのダイナミックな変化を分析するとともに、当該セクターにおけるイノベーション・システムの変化の特徴を考察する。その特徴から演繹的に、芽が出始めている新たな知識・技術（ゲノム編集技術などの NBT）について今後のイノベーション・システムの変化を考察する。

第一の研究での分析結果から、セクター全体に見られるイノベーション・システムの変化に対して、特に遺伝子組換え技術の登場以降、日本では企業の存在感の低下など、異なる傾向が見られた。その背景についてより考察を進めるために、日本の育種に関連するアクターの研究開発活動に着目し、より詳細な分析を行う。特に日本の種苗企業等における研究開発インセンティブ要因について詳細に分析された例はこれまでに見られないことから、著者独自に実施した質問票調査結果をもとに分析を行う。これらの分析で得られた結果から、日本における今後の農作物育種の研究開発における政策的課題を考察するとともに、本研究の方法論についてイノベーション・システムの変化を把握する新たな枠組みとしての有用性および限界を考察する。

なお本研究の枠組みについては、次のような留意点があることを付記しておく。1) 農業全体のプロセスからみると、新品種開発は重要であるものの一部のプロセスであり、農業者による農薬や肥料の開発、栽培技術や農業機械の開発、食品加工や流通に関する技術の開発など、他のプロセスも重要な要素であるが、これらは本研究の対象外とした。2) 例えば過去の事例として、ゲノム解析技術の進歩に伴い DNA レベルでの特許取得が可能となっただけでなく、機能が全くわからない DNA 断片や機能を推定しただけの DNA 断片についても特許出願が

なされるようになり、DNA断片の特許性に関する問題意識が高まる中、日米欧の三極特許庁において1999年に機能や特別な有用性のないDNA断片は特許を受ける発明ではないなどの合意がなされたケース等、知識・技術の急速な進歩に伴い制度やアクターに起こった変化を捉えることはこれまでも見られるが、本研究が対象とするのは、知識・技術がもたらす社会・経済的なインパクトを含めたイノベーション・システム全体のダイナミックな変化を捉えることと定義した。3) 日本の詳細な分析に関して、イネなど主要農作物の育種は、日本全体の農業政策や主要農作物種子法など制度の影響を大きく受けるため、知識・技術の影響を中心に据える本研究においては、その主たるアクターである国や都道府県は分析の対象外とし、特に日本の民間企業に着目して分析することとした。

本論文は次のように構成する。第2章では、セクトラル・イノベーション・システムの枠組みを用いて、農作物育種における重要な知識・技術について概観するとともに、特に注目すべき過去の革新的な知識・技術（ハイブリッド技術および遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムの変化の特徴および新たな革新的知識・技術（ゲノム編集技術などNBT）による変化の方向性を分析する。第3章では、独自に実施した質問票調査を用いた回帰分析および因子分析により、野菜や花きを中心に育種を行ってきた日本の民間企業の研究開発インセンティブ要因を明らかにする。第4章では研究全体の考察および政策的含意について述べる。

第2章 農作物育種を事例にした革新的な知識・技術に起因するイノベーション・システムの変化に関する分析

2. 1. はじめに

本章では、種苗産業というセクター全体に着目し、Malerba が提唱するセクトラル・イノベーション・システムの枠組みを活用して、複雑なイノベーション・システムの構成要素を、知識・技術、アクターとネットワーク、制度、の3つに整理し、その特徴と変化を分析する。これらの構成要素は互いに関係し合っているものであるが、本分析では特に、従来技術の概念を変えるような革新的な知識・技術が登場することによる複数の構成要素の時間的な変化を分析する。

具体的には、本研究ではケーススタディとして過去の2つの革新的な科学的知識・技術（ハイブリッド技術、遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムの変化の特徴の抽出を試みるとともに、芽が出始めている新たな知識・技術（ゲノム編集技術など NBT）について今後のイノベーション・システムの変化を考察する。

第2節ではイノベーション・システムおよび農作物育種分野におけるイノベーション研究に関する先行研究について述べ、本研究においてセクトラル・イノベーション・システムにおける3つのビルディング・ブロック（知識・技術、アクターとネットワーク、制度）の枠組みを用いる分析方法を述べる。第3節では3つの構成要素ごとに当該セクターの特徴を概観する。第4節では、特に注目する、過去の革新的な知識・技術（ハイブリッド技術および遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムの変化の分析について述べる。

第 5 節では過去の事例から導出される当該分野のイノベーション・システムの変化の特徴を考察するとともに、NBT の展開による変化の方向性を考察する。

2. 2. 先行研究

Nelson と Winter は、経済成長をもたらすひとつの重要な要因である技術変化に焦点をあて、ミクロレベルの企業行動からマクロレベルの経済全体の集計量までを統合的に説明する進化的アプローチに基づいたシミュレーション・モデルを提示した[9]。その後イノベーション・システム概念が 1980 年代より、特にナショナル・イノベーション・システム (Freeman [10], Lundvall [11], Nelson [12], Edquist [13] など) において発展した。ナショナル・イノベーション・システムは、国という境界に焦点を当て、新しい技術の開発、導入、普及に関連する私的・公的セクターおよび諸制度のネットワークや相互作用について、国ごとの全体性をもったシステムとして捉える概念である。国ごとに異なったイノベーション・システムが存在する背景には、各国の歴史的背景によって大きく異なる経路依存性、技術と制度が共進化的なシステムであること、主要なプレーヤー（企業、政府および大学）による相互作用の形態や強度の差異によって多様なナショナル・イノベーション・システムが形成される [14] といった特徴が明らかになってきている。その後、イノベーション・システムは、技術システム (Carlsson and Stankiewicz [15], セクター (Breschi and Malerba [16]), リージョナル (Cooke, Maskell and Malmberg [17]) などの観点から捉える概念へと広がってきている。

一方、近代の研究開発においては、例えば国際ヒトゲノム計画にみられるように国際的なプロジェクトを通じ、国境を超えてゲノム情報を共有するといったオープンサイエンス化も進んできており、知識・技術がグローバル化してい

る。したがって、革新的な知識・技術に注目する本研究にあつては、国や地域で分けてイノベーション・システムを捉えるよりは、知識・技術を含む境界で検討するほうが有効であると考えられる。また、技術に焦点を当てたテクノロジー・システムは特定の産業分野における技術変化と経済活動に関わるエージェント間のネットワーク関係を主に捉えるものであるが、技術単位での整理となるため時間変化を含めた連続的なイノベーション・システムの変化を捉える枠組みとしては適さないと考えられる。

そこで本研究では、国ごとの特徴を踏まえたうえでセクター特異的な要素やメカニズムを明らかにしようとする概念であるセクトラル・イノベーション・システム [18] を分析枠組みとして活用し、知識・技術を活用した研究開発からマーケティングまでの一連のプロセスを軸に、国や地域をまたいでイノベティブな活動の類似性や相違点を、時間変化を含めて観察することで、革新的な知識・技術などにより起こるイノベーション・システムのダイナミックな変化を分析する試みを行う。

セクトラル・イノベーション・システムに関しては、例えば Malerba は3つのビルディング・ブロックの枠組みにより、欧州の主要な産業部門 (Pharmaceuticals, Chemical, Internet and mobile telecommunications, Software, Machine tools, Services and systems) について、それぞれの特徴の分析をまとめた [19]。ここでは、例えば医薬品産業では、サイエンスが主な役割をし、大企業からベンチャー企業までいくつかの異なるタイプの企業が主役となり、大学やベンチャーキャピタルなどの関連の重要性や、国の規制や保険システム、知的財産権などの関係が大きいこと等を特徴として挙げた。また、Malerba らによるインドやブラジルなどを対象に経済的なキャッチアップの要

因をセクトラル・イノベーション・システムの枠組みで分析する PASTAS プロジェクト (Pharmaceuticals, Agro-food, Software, Telecommunications, Auto, Semiconductors) では、医薬品産業はサイエンス・ベース、半導体や電気通信はデザインとエンジニアリング、自動車は規模集約型セクター、ソフトウェアは一つのサービス部門、農産食品は伝統的産業、といった特徴付けを行った [20]。ここでは、農作物育種に近いものとして Agro-food があるが、主に食料生産を対象としている。また Chung は、ナショナル、セクトラル、技術の 3 つのイノベーション・システムのフレーム (NSTISs) を用いて台湾における医薬品産業と農業の 2 つのセクターを対象に分析を行い、研究やイノベーション政策は NSTISs の違いによってカスタマイズが必要であることを示した [21]。これらのように先行研究では、国ごとの特徴を前提としたうえでセクター特異的な要素を抽出したり、セクトラル・システムの変化の枠組みを概念的に示しているにとどまり、イノベーション・システムを構成する要素に大きな変化が起きた時に生じるイノベーション・システムのダイナミックな変化に着目して具体的に分析された例は見当たらない。

Malerba は、セクトラル・イノベーション・システム概念において「知識・技術」「アクターとネットワーク」「制度」という 3 つのビルディング・ブロックでセクターごとの特徴の整理を行った。科学的知識・技術に起因するイノベーション・システムの変化を明快にする上では、このビルディング・ブロックの枠組みで整理することが有用であると考えられる。すなわち、取り上げる事例について、革新的な「知識・技術」に伴い、「アクターとネットワーク」および「制度」が「知識・技術」の登場前後にどのような変化を生じたのかを分析することで、イノベーション・システムの変化の特徴の抽出を試みる。

なお、本分析では事例となるセクターに特徴的な変化を捉えることを目的と

してこの分析枠組みを用いるが、抽出された結果によっては当該セクターに限らずその国全体の特徴である可能性もある。例えばアクターに関して日本においてはベンチャー企業が数多く起業し成長する環境が整っていないことが指摘されている [22] が、そのような状況があることを前提として、分析対象となるセクターにおいては具体的にどのような特徴が捉えられるのかを含めて分析を行う。

事例として取り上げる農作物育種において、その技術変化に着目した研究では、例えば、米国でのハイブリッド・コーンの急速な普及を例にとり、イノベーション普及という観点からの研究が見られる。有名なものとしては、ロジスティック成長曲線を用いて普及パターンをみた Z.Griliches の研究 [23] や、社会システムの中でのハイブリッド・コーンというイノベーションの普及における対人ネットワークの重要性などを示した E.Rogers の研究 [24] などがある。日本における研究としては、崎浦の稲を対象とした新品種の普及過程の分析 [25] や、齋藤の小麦の品種改良の成果を経済学的に分析した研究 [26] などが見られる。また、遺伝子組換え作物に関して、その登場の技術的・社会的背景を分析した研究などが見られる。例えば久野は米国を中心とする多国籍企業が、遺伝子組換え作物の登場により、数多くの種子企業やバイオベンチャー企業などを買収し、農薬・種子産業として業界再編を誘発した背景や、バイオメジャーや穀物メジャー等のアグリビジネスの内包的拡大の事象について詳細に分析した [27]。また大塚は、遺伝子組換え作物について歴史的経緯の分析および生物特許分析などから、ストレス耐性のような特定の目的に方向づけられた遺伝子組換え作物が開発された理由を、生命の商品化、物と組織の階層的ネットワーク、知的財産権の取引という、相互に関連する3つの条件から説明を行った [28]。

しかし、農作物育種を対象にイノベーション・システムの枠組みを用いて分析している研究はほとんど見当たらない。

2. 3. 本セクターの概観

種苗産業は、市場規模としては小規模であるものの、食料の安定供給や農作物輸出の拡大をはかる上で農業における重要な基盤の一つである。

研究・開発 → 生産 → マーケティング という大まかなスキームは製造業と同様であるが、研究・開発が最先端のバイオテクノロジーを利用する一方で、生産は採種農家によるものであり、気候や土壌などの環境条件にも影響を受けることや、マーケティングには農家や農協等が関係するなど、製造業とは異なる特徴を持っている。種苗のユーザーという側面では、直接的には農作物を栽培する農家であるが、間接的には農作物を購入する消費者も関係している。また日本の場合、作物種によって育種を行う主なアクターが異なり、民間企業は野菜・花きへの参入が中心で、イネなどの主要農作物への参入は限定的であるといった特徴もある。主な制度として知的財産権では、種苗法と特許法が関係しているが、そのほか遺伝子組換え作物に関する安全性評価に関する制度等も関係している。

このように、種苗産業は製造業やバイオテクノロジーのみに着目したイノベーション・システムとは異なる特徴を持つものと考えられる。本章では、種苗産業における知識・技術、アクターとネットワーク、制度に関する概観を述べ、種苗産業および農作物育種分野の特徴を明らかにする。

2. 3. 1. 農作物育種における知識・技術

2. 3. 1. 1. 農作物育種のプロセス

農作物育種（新品種開発）は農作物が農業者によって栽培され消費者に届けられるまでの最初のプロセスであり、バイオテクノロジーなどの科学的知識・技術が生かされるプロセスである（図 2-1）。

（図 2-1 農作物の新品種開発に関するプロセス）

育種のプロセスでは、育種目標（例えば耐病性や高収量など）に合わせて遺伝資源を確保し、遺伝的変異を与えることで目的とする性質を付与し、均一な種苗を得ることが求められる。新品種のための研究・開発は 10 億円に達し、販売までに 10 年近い時間を投入すると言われている [29]。種子生産（採種）は、野菜や花きについては主に海外の適地で委託採種または大手企業では自社農場で採種して日本に輸入している。輸入された種子は国内で使用されるほか、一部は精選、消毒等により付加価値を付けた後に、かなりの量が再び海外へ輸出されている。米、麦類、大豆などの主要農作物の種子は、主要農作物種子法により、都道府県の管理の下に採種が行われており、優良な種子を生産・供給するため、ほ場及び生産物審査を実施し、これに合格した種子が流通されている [30]。

なお、農業全体のプロセスからみると、新品種開発は重要であるものの一部のプロセスであり、農業者による農薬や肥料の開発、栽培技術や農業機械の開発、食品加工や流通に関する技術の開発など、他のプロセスも重要な要素であることを付言しておく。

2. 3. 1. 2. 重要な農作物育種の知識・技術

農作物育種に関する知識・技術は、生命科学やバイオテクノロジーの進化と

ともに変化してきた。1900年のメンデルの法則（優性の法則など）の再発見以降、20世紀に入ると、分子レベルでの生命現象の理解に踏み込む分子生物学の勃興、生命現象の可視化や解析技術等の進展により、生命への理解が飛躍的に高まった。21世紀に入ると、ヒトゲノム計画（ヒトの全ゲノムを解読するプロジェクト）の終了が宣言されたほか、次世代シーケンサーの登場によるゲノム解析の高速化や質量分析技術の発展による生体物質の網羅的解析研究の進展、情報科学技術の発達と計算科学との融合によるインフォマティクス研究の発展によるデータ駆動型の新しいアプローチによる生命現象の理解が進み始めている [31]。このような生命科学の進化の中、育種技術もそれに呼応する形で進展してきた。育種とは、対象とする生物に対して、目的とする性質を得るために遺伝的変異を与えることであるが、かつては経験によりさまざまな品種の中から優れた特性をもつ品種を選抜していた。それが遺伝学の進展より、遺伝学の知識を用いて人工的に優れた品種同士を組み合わせる方法がとられるように変化していった。また1973年のDNA組換え技術の確立に代表される遺伝子工学の誕生は育種にも大きな影響を与えた。遺伝子組換え技術により、目的とする遺伝子を直接、対象とする生物に挿入することが可能となり、従来技術ではできなかつた性質をも付与することが可能となり、また、育種の効率化も図られるようになった。さらに遺伝子をはじめとする生体物質の網羅的解析が進み、それらの機能に関する情報と実際の植物における表現型との対応の情報が蓄積されてきたことにより、従来の遺伝子組換え技術よりも、より精度高く目的とする遺伝子変異を起こすことができるゲノム編集技術などが登場した。今後、インフォマティクス研究の進展がさらに進めば、より、データ駆動型の育種に発展していくものと考えられる。

このような生命科学の変遷の中、現在、主に農作物育種のツールとして活用されているものとして、次のようなものがある [32]。本研究では、これらの中で、特に農作物育種に大きなインパクトを与えたと考えられるハイブリッド技術および遺伝子組換え技術に着目した。

○ 突然変異体の利用やハイブリッド技術を含む従来育種 (Conventional plant breeding)

もともと植物の改良は自然で見出された突然変異から始まったと言われ、自然突然変異が選抜され品種となったものもある。突然変異を人為的に誘発する方法としては、ガンマ線、X線、中性子線などの放射線照射や化学物質処理などによるものなどが開発されてきた。育種において最も広く用いられる育種法が交雑育種である。いくつか交雑育種法があるなかで、ヘテロシス育種は、異なる系統の品種同士を交配して得られる雑種第一代 (F1) に両親よりも優れた性質が現れる現象 (雑種強勢^[注 4]) を利用する方法である。得られた種子は F1 種子またはハイブリッド種子と呼ばれる。本論文ではこの技術をハイブリッド技術と呼ぶ。

○ 細胞培養や細胞のマイクロプロパゲーション (Tissue culture and micropropagation)

植物体の一部を母体から切り取り、それを適当な条件下で無菌的に培養し成長させる技術が組織培養であり、その中でも細胞培養は、カルスや単細胞を培養し変異作出・大量増殖に用いる。マイクロプロパゲーション (試験管内大量増殖技術) とはそうして得られた培養細胞を *in vitro* (試験管内) で大量増殖する手法のことである。

○ 分子育種やマーカー育種 (Molecular breeding or marker assisted selection)

分子育種とはゲノム情報などを利用した育種である。有用遺伝子のゲノム上の存在位置の目印となる DNA 配列が DNA マーカーであり、その目印を利用した育種を DNA マーカー育種とよぶ。環境の影響を受けない DNA マーカーを幼植物の時に解析して選抜を行うため、迅速かつ効率的に育種を行えることが期待されている。

○ 遺伝子工学や遺伝子組換え作物 (Genetic engineering and GM crops)

遺伝子を人工的に改変する技術で、遺伝子のクローニング、遺伝子の導入、遺伝子の発現等の技術がある。生物の種にとらわれることなく目的とする機能を持つ遺伝子を選び、その遺伝子のみを改良する作物に直接組み込むことで得られた作物が遺伝子組換え作物である。

2. 3. 1. 3. ハイブリッド技術

人類は自然界で起こる植物の繁殖や自然淘汰に対して、経験や伝承に基づき、農作物の優良形質の選抜や交雑による改良をしてきた。ハイブリッド技術とは、異なる品種・系統などの間で交配して得られる雑種第一代 (F1) に両親のどちらよりも生育が旺盛で収量が増大する場合が多いという現象 (雑種強勢) を利用した技術であり、現在で最も広く用いられている育種法である [33]。ハイブリッド品種は品質が均一化し大量生産等がしやすいが、次の世代以降では各個体で遺伝子型が変わり、品種として不揃いとなるため、同じ性質の種子を得るためには、種子を育成者から入手する必要がある。この性質のために、ハイ

ブリッド品種の実用化は種子に商品としての価値をもたらしたとされている [34]。

ハイブリッド品種は、最初に実用化したトウモロコシを皮切りに、1960年代頃までに様々な作物種へ普及した。日本で開発されている野菜の多くがハイブリッド品種である (図 2-2)。世界的にはトウモロコシ、イネ、ナタネなどでも幅広く用いられている。効率良くハイブリッド品種を作出するためには、自家不和合性^[注5]や雄性不稔^[注6]などの技術も関連する重要な研究開発要素である。

(図 2-2 野菜の新品種におけるハイブリッド品種の比率)

ハイブリッド技術の進展については、鵜飼による解説 [35] をもとに概観する。

ハイブリッド技術の基礎となる雑種強勢の現象やそれを用いた交雑育種の技術開発はもともと米国の研究者を中心に 1900 年代初期より行われた。1926 年には雑種トウモロコシの種子生産と販売のためのハイブレッッド・コーン (のちのパイオニア・ハイブレッッド社) が設立され、雑種トウモロコシはその後飛躍的に広まった (雑種トウモロコシの品種の栽培は、1934 年には 0.4%、1944 年には 59%、1956 年には 90%となった)。

時を前後して日本では、1917 年に農商務省産業試験場が一代雑種のカイコの作出を発表するなど、ハイブリッド技術の研究開発をいち早く進めていた。1924 年には埼玉県農事試験場がナスの一代雑種品種を発表した。これが世界初の野菜の一代雑種品種となった。その後日本では、とくに果菜類を中心に発展し、ナスを皮切りに、スイカ、キュウリ、トマトなどが続いた。また花きでは、1930

年に坂田種苗（のちのサカタのタネ）が一代雑種の大輪の百パーセント八重咲きペチュニア品種を発表した。これについては、農林省農事試験場が遺伝的方法を開発し、それを坂田種苗創業者の坂田武雄が企業化したと言われる。

また、トウモロコシのような他殖性植物^[注7]だけでなく、イネやコムギなどの自殖性作物^[注8]でも雑種強勢の現象が認められることが知られており、トウモロコシでの成果に触発されて1950年代の後半から日本、米国、国際稲研究所の研究者がハイブリッド・イネの研究を進めていたが、実用化には至らなかった。一方、ハイブリッド・イネは人口問題が生じている中国において袁隆平氏を中心に研究開発が進んだ。日本において開発されたハイブリッド化に必要な細胞質雄性不稔^[注9]などの技術を手掛かりに開発を続け、1973年にハイブリッド・イネを発表した。中国ではハイブリッド・イネの栽培がその後急速に広まり、1998年時点で中国におけるイネの全栽培面積の54%を占めるようになっている。また中国のほか、ベトナム、インド、フィリピンなど労賃が低く水田比率が高い国で奨励されている。なお、日本では、現在企業で唯一イネの言育種を手掛ける三井化学（株）が、ハイブリッド・イネを実用化している（品種名「みつひかり 2003」、「みつひかり 2005」、2000年に品種登録）[36]。

2. 3. 1. 4. 遺伝子組換え技術

ハイブリッド技術による育種は同種または近縁種の間での交配で遺伝子の組み合わせが偶然によるものであるが、遺伝子組換え技術は生物の種にとらわれることなく目的とする機能を持つ遺伝子を選び、その遺伝子のみを改良する作物に直接組み込むことで、革新的な品種改良を可能とした技術である [37]。

遺伝子組換え技術は1984年に初めてタバコで実用化し、1994年に初めての遺伝子組換え作物であるフレーバーセーバー・トマト（日持ちの良いトマト）が

米国で市販された。1996年に商業栽培が開始されて以降、遺伝子組換え作物の栽培面積は年々増加している（図 2-3）。現在、米国、ブラジルをはじめ 27 か国で遺伝子組換え作物が商業栽培されている [38]。導入されている作物種は、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、ナタネが主であり、ダイズとワタで世界の作付面積の 8 割以上が遺伝子組換え作物となっている [39]。日本では、遺伝子組換えバラの栽培以外、遺伝子組換え作物の栽培はされていない。一方で、日本は飼料用途や加工用途にトウモロコシ、ダイズ、ナタネ、ワタを大量に輸入しており [注 10]、それらのほとんどが遺伝子組換え作物であると推定されている [40]。

（図 2-3 遺伝子組換え作物の栽培面積推移）

代表的な遺伝子組換え作物は、グリホサートやグルホシネートなど特定の除草剤に耐性をもつものや、チョウやガなどを駆除する害虫抵抗性などをもつ作物である。日本において、カルタヘナ法 [注 11] に基づき、第一種使用（非閉鎖系での利用）を承認された遺伝子組換え農作物は、平成 27 年 6 月時点で 11 作物 239 件にのぼる [41]。

一方、技術的な課題も残されている。多くの植物種において形質転換を行う場合、アグロバクテリウム法 [注 12] や物理的方法（パーティクルガン法 [注 13] 等）を利用して外来遺伝子を植物細胞に導入している。しかし、これらの手法では外来遺伝子は効率的にゲノム上の狙った部位に挿入することはできず、基本的に外来遺伝子はゲノム上にランダムに挿入される。したがって、従来の遺伝子組換え技術による育種では、組換え体作出後に大規模なスクリーニングを行って望ましい系統を選抜する過程が不可欠になるなどの課題もある。また遺伝子組換え技術は、自然には起こらない遺伝子の組み合わせを行うことや、生物種

を超えて遺伝子の導入が行われることなどから、その人工物（産物）の環境影響やヒトへの安全性という観点での新たな知識・技術を必要とするようになった。

遺伝子組換え技術の進展については、鈴木による解説 [42] をもとに概観する。

1866 年にメンデルによって遺伝の仕組みが発表され、1900 年に再発見されることにより、色、形、収量などさまざまな表現形質を支配する遺伝の仕組みが明らかになった。以降、染色体の研究や細胞遺伝学が進展し、第二次世界大戦後は、アカパンカビや大腸菌などの微生物と、ファージ、プラスミドなどの核外遺伝子を用いた分子遺伝学が急速に進んだ。

1953 年のワトソンとクリックや、それに先立つフランクリンの研究によって遺伝子の実体である DNA の二重らせん構造が解明され、それに続く遺伝情報の解明により、急速に分子遺伝学が進展した。その流れのなかで DNA の組換え技術が確立されると、微生物を用いて組換え医薬品が量産されるようになった。その流れが植物学研究の分野にも広がり、植物のベクター（組換え DNA を増幅・維持・導入させる核酸分子）が探索されるようになった。

1974 年にシェルとモンタギューらによってアグロバクテリウムという土壌細菌の染色体から Ti プラスミドが発見され、1977 年、キルトらによって Ti プラスミドの一部、T-DNA と呼ばれる部位が宿主植物の核 DNA に挿入されることが見つけられた。アグロバクテリウムによって自然に行われていた形質転換の仕組みを利用して、人工的な植物用のベクターが作製されることで、外来の遺伝子を植物に導入することが可能となった。

アグロバクテリウム以外にも細胞壁を除去したプロトプラストを用いて電気

パルスで DNA を導入させる方法（エレクトロポレーション法）や、金粒子をタングステン粒子に DNA 付着させ、ヘリウムガスの力で植物組織に DNA を導入するパーティクルガン法などが次々と開発され、さまざまな植物の形質転換系が確立されていった。このような形質転換系の確立と同時に、導入する遺伝子の取得、導入した遺伝子を効率よく形質発現させる仕組みなどが重要な研究開発要素である。

遺伝子組換えの中で最も早く商品化されたものはフレーバーセーバーという熟しても果実の形が崩れないトマトであった。その後、本格的な組換え植物が次々に作出された。第一世代とよばれる組換え植物は農家にとって栽培しやすい形質をもった作物である。このなかで現在、世界に最も広く普及しているのは除草剤耐性と害虫抵抗性の組換え植物である。

農家にとってメリットのある第一世代の組換え植物のあとに消費者にとってメリットのある第二世代の組換え植物が開発された。健康によい組成の油成分に改善したダイズやナタネ、トウモロコシなどや、ビタミン類を強化したダイズやイネなどである。特に発展途上国の人たちの夜盲症を防ぐためにビタミン A を含むようにしたゴールデンライスをはじめ、ワクチンや医薬品を体内で産生する組換え植物や、過酷な栽培環境で生育可能な組換え植物、環境修復能が付与された組換え植物などが次々と開発されている（これらは第三世代の組換え植物とよばれる場合もある）。ただし、日本や欧州では消費者の抵抗感が強く、あまり実用化に向けての研究が進んでいないとされている。

2. 3. 2. アクターとネットワーク

2. 3. 2. 1. 種苗産業の市場規模

食料需給のグローバル化などに伴い種苗自体の国際競争力強化が求められて

いる中、日本では最終産物である農作物の輸出拡大への関心に比べると、種苗自体への政策的関心は高くない状況である。その背景の一つに、農業の中間投入（種苗、肥料、農薬など）が 5 兆 1,957 億円であるのに対し、そのうち種苗は 6,546 億円（約 13%程度）^[注 14] と作物の生産費に占める割合が小さいことも関係していると考えられる。

ISF（International Seed Federation, 国際種子協会）のデータによると、世界の種子市場の規模（2012 年）は約 450 億ドル（約 4.5 兆円）、うち日本は約 13.5 億ドル（約 1,350 億円）である。国際的な種子取引は年々増加しており、2010 年には約 100 億ドル（約 1 兆円）に達している（図 2-4）。しかし例えば医薬品の世界の市場規模（2012 年）^[注 15] が 9,615 億ドル（約 96 兆円）、そのうち日本が 1,121 億ドル（約 11 兆円）と比べると非常に小規模な産業である。

（図 2-4 国際的な種子取引規模）

さらに、概ねの各国における種苗産業のポテンシャルを見るために、ISF のデータにおける、種子に対する国内市場規模、輸出（穀物（Field Crops）、野菜（Vegetable Crop））および輸入（穀物（Field Crops）、野菜（Vegetable Crop））の貿易額を合算したところ、米国の規模が圧倒的に大きく、次いで中国、フランス、ドイツ、オランダ、ブラジル、インド、日本といった国が上位国であった（図 2-5）。

（図 2-5 国内市場規模および輸出・輸入規模（USD））

この値について内訳割合をみたものが図 2-6 である。米国，中国，ブラジル，インド，日本などは国内市場規模の割合が 8 割以上と大きいものに対して，オランダでは国内市場規模の割合が 1 割程度であり野菜の輸出規模の割合が大きいという特徴が見られる。このことから，オランダは圧倒的に輸出向けの種苗開発に力を入れていることが推察される。

(図 2-6 国内市場規模および輸出・輸入規模の内訳割合)

2. 3. 2. 2. 日本における種苗の輸出入状況

野菜などの種苗の輸出入に関しては，輸出種子は海外で生産した種子を日本に輸入して，調整・包装などを行い，再輸出する場合もある。輸入種子は外国育成品種を輸入する場合と国内育成品種を委託生産して輸入する場合がある。日本の種苗企業等では，開発品種の親系統（原種）を用いて，海外の適地（原産地の特性を備えた地域で，開花・結実期に寡雨の条件）で採種しており，国内需要量の大半が海外産となっていると言われている [43]。

従って，輸出入データから直接的に日本の種苗取引の状況を正確に知ることとはできないが，参考として貿易統計における「播種用の種，果実及び孢子」における日本の輸出入相手国について，図 2-8，2-9 に示した。

(図 2-8 「播種用の種，果実及び孢子」の日本の輸出額（千円）)

(図 2-9 「播種用の種，果実及び孢子」の日本の輸入額（千円）)

輸出相手国は，米国，オランダが多かったものの，近年ではオランダが減少し，韓国や中国が増加している傾向にある。輸入相手国は，米国が圧倒的

に多いが減少傾向にあり、また、オーストラリアやチリからの輸入が多い状況にある。

これらの背景に関して、日本貿易振興機構が取りまとめている『ジェトロ アグロトレード・ハンドブック』では特に野菜種子に関して、中国では日本向け野菜の輸出が増えていくなか、日本の野菜種子を導入して日本向け野菜を栽培する方法が用いられていること、韓国の種子市場は80%以上を海外からの種子に依存していること、香港に輸入された野菜種子のうち9割が再輸出されており、そのほとんどが中国向けであることなどを指摘している [44]。また輸入先の主な上位国は日本と関係の深い採種地である。

2. 3. 2. 3. 種苗産業におけるアクターの規模

企業規模については、売上高が日本の大手種苗企業で約500億円規模なのに対し、モンサント・カンパニー（米国）は149億ドル（約1兆5千億円）、シンジェンタ（スイス）が142億ドル（2012年）と規模には大きな違いがある。種苗産業において、世界的には、モンサントなど「ビッグ6」^[注16]と呼ばれる欧米の農薬・種子大手の多国籍企業が主たるアクターとなっている [45]。2007年における世界の主たる種子企業は表2-1のとおりである。これら売上高の79%が穀物（Field Crops）であり、野菜・花きは17%である。

（表2-1 世界の種子企業トップ10）

近年では種苗産業の企業再編が急速に進んでいる。世界の種子売上トップ上位3つの企業（モンサント、デュポン、シンジェンタ）で世界の種子市場のシェア47%を占めており、これらの企業は遺伝子組換え種子によって収益

を伸ばしてきている [46]。ビッグ 6 以外に、遺伝子組換え作物に対して規制が厳しい欧州を拠点とするフランスのリマグレンが世界 4 位の座を堅持している [注 17]。リマグレンは農業協同組合の種子部門からスタートし、ハイブリッド技術によるトウモロコシ品種の開発を契機に、種子企業の買収、事業の多角化、国際市場への展開等を通じて多国籍種子企業に成長した。リマグレンでは多くの場合、農家とのコンセンサスのプロセスを経て意思決定をしており、バイオテクノロジーの活用によって、国際市場への展開をはかるイノベーション戦略をもとに研究開発を進めている [47]。リマグレンは、ビッグ 6 との明示的な連携はしておらず、植物バイオテクノロジーのベンチャー企業 Biogemma への出資やオランダの野菜を中心とする種苗会社等が出資する KeyGene との連携のほか、世界中の研究開発拠点でそれぞれが公的機関や大学等との研究開発のネットワークを築いて進めている。最近では、遺伝子組換えトウモロコシの開発にも手掛けてきている。

日本で種苗を取り扱う企業は、種苗を主に扱う種苗会社のほか、自社原料確保のための品種改良や農薬など種苗以外の農業資材産業に係る非種苗会社（農薬や機械産業）より成る。表 2-1 で示したように、サカタのタネおよびタキイ種苗は世界の種子企業の上位にランクされているが、日本の種苗会社全体では、1981 年の 2,708 社をピークに毎年減少傾向が続いており、2007 年にはピーク時の約半分の 1,403 社となっている（図 2-7） [48]。

（図 2-7 （社）日本種苗協会会員数の推移）

これらのことから、現在の種苗市場は、トウモロコシ、コムギなどの穀類を

中心とする遺伝子組換え作物によって市場を拡大している多国籍化学企業による寡占化が進んでいる。一方、リマグレンのように、従来技術を中心に企業買収、事業拡大、国際市場への展開等を武器に国際市場での存在感を示している企業もある。また、日本やオランダの野菜・花きを中心とした種苗企業も遺伝子組換え技術を手掛けてはいないが、世界的な企業として存在感を示している企業もある。このことは、種苗産業が必ずしも多国籍化学企業のように代表される規模の経済によってのみ動いているわけではなく、作物種による繁殖特性の違いや市場特性などの違いと、それを生かした企業戦略により、アクターには多様性がありうることを示唆していると考えられる。また日本の種苗開発において種子生産（採種地）のほとんどは海外に移っている状況であり、日本の中小規模を中心とするアクターにおいても、グローバル化した市場において競争力を発揮することが求められている状況にあると考えられる。一方、日本の種苗産業は主たる数社を除いては縮小傾向にあると考えられる。

2. 3. 2. 4. 日本の育種体制

本節では、日本における育種体制の特徴について、農林水産省の報告書（1988年）[49]をもとに概観する。

（1）日本の種苗産業の特徴

日本の種苗産業は、欧米と比べて、種苗会社による育種は野菜、花き、きのこ等が中心となっており、穀類、飼料作物等では、国や都道府県の育種に大きく依存している。一方、米国ではトウモロコシ、ソルガム等に加え、コムギ、ワタ、豆類等、また、欧州ではトウモロコシ、ばれいしょ、麦類等の主要作物について、種苗会社が積極的に育種を行っている。さらに、日本の種苗産業は、

野菜・花き等では、一部に本格的な育種・採種体制を有する種苗会社が見られるものの、中小零細な規模のものが多く、また穀類等では、採種栽培を行う農業者から組織された生産組合が中心となっている。一方、欧米では、その国の農業事情によって多様な発展形態を経ているが、概して企業化の程度が高く、また、積極的な国際的展開を図っている種苗会社が多い。

(2) 作物種別にみる日本の育種体制

○ 穀類（稲，麦類，大豆など）

穀類の品種は、大部分が国および都道府県の試験研究機関で育成されてきた。ただし、ビール大麦は、ビール会社が従来から良質原料を確保するために自ら育種を行ってきた。稲，麦類，大豆は主要農作物種子法に基づき体系的な採種体制がとられており、原原種，原種までは都道府県において、また、販売用種子は都道府県が指定したほ場において種子生産農家が中心となって生産が行われてきた。

○ 野菜

種子繁殖性の野菜については、古くから種苗会社を中心となって多数の品種を育成しており、多数の品目でハイブリッド品種^[注18]が主流を占めている。一方、国，都道府県の試験研究機関は、これらの種苗会社にとって有益な基礎的研究や育種素材の作出を行っているほか、民間であまり手掛けられていない栄養繁殖性^[注19]野菜や特産野菜（特に都道府県）の実用品種の育成を行っている。野菜種子の原種（ハイブリッド品種についてはその親系統の種子）は、種苗会社で増殖されるが、販売用種子のほとんどは生産組合等への委託方式により生産を行っている。なお、ハイブリッド品種では、親系統の秘密を保持することが重視されるため、具体的な系統名を

伏せて委託され、生産された種子の全量が種苗会社に買い取られている。

○ 花き

花きは、もともとは種苗会社が外国品種を導入していたが、花きの需要の増加に伴って、次第に種苗会社による本格的な育種が行われるようになった。花き生産の拡大に伴って、国の試験研究機関も実用品種や育種素材の作出を行ってきたほか、都道府県の試験研究機関においても地域特産的な品種の育成を手掛けるようになった。

○ 果樹

果樹の品種育成は、交配から長年月（15～20年以上）を要するため、本格的な品種改良は国と主産地の都道府県の試験研究機関で行われているものがほとんどで、民間事業者による育種はごく一部に限られる。

2. 3. 2. 5. 欧米の育種における国の役割

日本の育種体制と同様に、欧米の育種における国の役割を概観すると次のような特徴がある [49]。

欧州の種苗産業は、国によって事情がやや異なるものの、育種、品種登録のための審査、種子検査等を行う国立の機関と民間の種苗会社との協調体制が確立している。すなわち、欧州では、品種保護制度の発祥地でもあり民間の育種への関心が高い。また国が、新品種の認定を行うとともに、ナショナル・リスト^[注20]等を通じて品種の優良性の判定も行うなど、その果たす役割が極めて大きい。研究面でも、国は基礎的部分で重要な役割を担っており、国立の研究機関が基礎研究をリードし、それをもとに種苗会社が実用品種の育成を実施するというケースが多い。種苗会社は、国の積極的な支援体制の下で古くから発展

してきているが、一般農業において農民組合の役割が大きいことを反映して、種苗産業においても穀類種子を中心に農民組合系種子会社（フランスの農業協同組織を母体にしたリマグレン）が重要な位置を占めている。

米国の種苗産業は、当初、連邦および州の試験研究機関が主導的役割を担ってきたが、トウモロコシ、ソルガムを代表してハイブリッド化された作物において急速に民間の種苗会社が発達してきた。連邦、州は、種苗会社の発展によって、次第に実用品種の育成や種子生産の部門を民間にゆだね、自らは基礎的研究に重点を移してきた。具体的には、遺伝資源の収集・評価・配布、優良中間母本の育成・配布、育種技術の改良等に研究の重点を置くとともに、固定品種の育成に当たっても、網羅的な育種目標から民間の種苗会社をリードしうるような先導的な育種目標を掲げている。

このように、実用品種の開発まで行う主要な担い手としての国の役割をもつ日本と比較すると、欧米での国の役割は、実用品種の開発からは一步引いたところでの育種支援の意味合いが大きいことが示唆される。

2. 3. 2. 6. 品種登録データからみるアクターの状況

製造業等では、研究開発力の状況を知る一つの指標として、特許権の出願数や登録数が利用されることがある。植物の新品種開発の場合、開発した育成者にその新品種の利用等を独占する権利を与える育成者権（Plant Breeder's right, PBR）がある。育成者権は各国の品種登録制度により新品種が登録されることで発効される。育成者権は、植物の新たな品種に対して与えられる知的財産権であり、品種登録データを参照することで、各国の育種状況を知る手掛かりになる。育成者権の詳細については 2.3.3.1 で述べるが、本節では、品種登録デー

タ等を用いて育種におけるアクターの状況を概観する。

なお特許権とは異なり、植物固有の問題から、作物種によっては必ずしも品種登録制度による権利保護が一般的な方法ではない。特に野菜に関しては、民間企業で開発される品種の多くがハイブリッド品種であり、大半のハイブリッド品種は登録されてこなかった [50]。独自に行った質問票調査の結果からも、花きでは品種登録制度の利用が企業の育種にとって重要な要素であることが示されたが、野菜においては利用の度合いが低かった。

このような背景から、品種登録データから新品種開発の状況をみることには制限があることに留意する必要がある。

(1) 農林水産省の品種登録データ

農林水産省が公表している品種登録年報では、日本国内および UPOV 条約(植物の新品種の保護に関する国際条約 (International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) 条約) 加盟国の品種登録の概要を公表している [注 21]。UPOV 加盟国における品種出願の上位国としては、欧州連合 (EU)、米国、日本である (表 2-2)。中国では、2002 年には 307 件の出願数だったが、2006 年には 934 件の出願数へと急増している。なお品種登録年報は平成 20 年以降、公表されていない。

(表 2-2 品種登録出願件数上位 5 か国 (2006 年))

日本における、これまでの品種登録・出願公表データは、農林水産省品種登録ホームページ [注 22] より参照することができる。このデータを用いて、過去 3 年間の日本の新品種開発の状況を図 2-10 に示した。品種登録は、花き類 (草花

類，鑑賞樹）で圧倒的に多く，次いで野菜，果樹，食用作物などが多く出願されている。

（図 2-10 日本の品種登録出願件数（平成 21～25 年度））

また，作物種別に出願人の業種をみたところ，2.3.2.4 で日本の育種体制について指摘したとおり，野菜，花き（観賞樹，草花類）では大半が企業による出願である一方で，稲などの食用作物（主要農作物）における企業からの出願は限られていることが示された（図 2-11）。

（図 2-11 主な作物種別品種登録の業種別出願件数）

（2）UPOV データ（2010 年版）

UPOV（植物新品種保護国際同盟）は，加盟国の出願・審査状況等の統計データを公表しており，UPOV-ROM とよばれるデータベースにより，各国への出願・登録の詳細な情報を知ることができる。

UPOV のデータには，UPOV 加盟国における育成者権や欧州でのナショナル・リストに掲載された品種が登録されている。なお，育種方法などについては特許法による権利保護が可能であるが，これは UPOV データの対象外となっている。UPOV データへの登録件数（過去からの累計）の上位国は表 2-3 のとおりである。なお，ナショナル・リストへの掲載分が入っていることや，本データには加盟国各国から供されたデータが登録されているものの，必ずしも全加盟国の全データが整備されているわけではないこと，登録のタイムラグもあるため表 2-2 とはデータは一致していない。

集計にあたっては、国別コードを用いて国別のデータを抽出した。出願人（AAPPLICANT）は、表記のばらつきによる名寄せを行うとともに、親会社・子会社の関係にあると考えられる企業は、一つにまとめる名寄せを行った。植物の種別（作物種別）については、農林水産省令で定める区分（種苗法施行規則）に基づき、学名（LATIN NAME）から判断し、付与した。なお、種苗法施行規則に掲載されていない植物については、個別に判断を行った。

（表 2-3 UPOV データの登録件数上位国）

このデータを用いて、日本、米国、欧州における登録作物種（PBR）数の上位 5 つを集計し表 2-4 に示した。日米欧共通して、キクやバラなどの栄養繁殖の花きの登録数が多い特徴が見られ、また日本では上位 2 つで全体の 2 割を占めており登録作物種に集中が見られる。また日本ではイネ、米国、欧州ではトウモロコシ、ダイズ、コムギなどの主要作物も上位に見られた。

（表 2-4 日米欧における主な登録作物種）

また、品種登録の出願人について日本の特徴をみるために、例としてオランダの出願人との比較を行った（表 2-5, 表 2-6）。食用作物と野菜における出願人上位者を比較してみると、オランダではいずれも民間企業が上位を占めているのに対し、日本では、特に食用作物において公的機関（国の独立行政法人や都道府県）による出願が多い特徴が見られた。

（表 2-5 UPOV データにおける食用作物の出願人上位者）

(表 2-6 UPOV データにおける野菜の出願人上位者)

以上のように、品種登録データからは日本は欧米に次ぐ研究開発を行っていることが示唆された。また、2.3.2.4.および2.3.2.5で概観したように、日本では食用作物を中心に公的機関が育種の主要な担い手であるが、欧米では食用作物も含めて民間企業が育種の主要な担い手であることが示唆された。

2. 3. 3. 農作物育種に関する主な制度

2. 3. 3. 1. 知的財産権（種苗法，特許法）

(1) 育成者権

育成者権に関わる国際的な枠組みとしては、1968年に発効した「植物の新品種の保護に関する国際条約（International Union for the Protection of New Varieties of Plants（UPOV）条約）」により、ガイドラインが設けられており、加盟国は、本条約に基づき各国の国内法を定めている。UPOV条約では、内国民待遇、優先権制度（UPOV加盟国のいずれかの国においてした出願に基づいて、12か月以内にUPOV条約に基づく優先権の出願を伴って第二国出願を行うことができる）、各国保護の独立などの原則が定められている。UPOVには2014年時点で72カ国が加盟している。植物新品種保護国際同盟（UPOV）は、UPOV条約に基づき設立された国際機関であり、植物新品種の審査に関して加盟国内の調和の達成のガイドライン、条約解釈などの法律的問題の検討、勧告、審査協力の推進、行政手続きの調和、情報交換などを主な活動としている。

育成者権について、日本では種苗法により、植物の新たな品種の育成をした者は、その新品種を登録することで、登録品種等を業として利用する権利（育

成者権)を専有する旨が定められている(種苗法第20条第1項)。

■ 種苗法の概要

種苗法は、農林水産植物の新品種の保護を目的とし、その保護は、農林水産大臣に対して品種の登録出願を行い、品種登録を得て、育成者権を取得するという方法によって行われる。育成者権者は、業として、登録品種の種苗、収穫物および加工品について、その生産、譲渡、輸出、輸入または保管等を行う権利を専有する。育成者権は、従属品種および交雑品種にも及ぶ。なお、現在の種苗法は植物の新品種の保護の国際的なルールである UPOV 条約・91 年条約に対応している。

○品種登録の出願手続き

出願 ⇒ 名称審査 ⇒ 出願公表 ⇒ 栽培試験 ⇒ 名称審査 ⇒ 登録

なお種苗法では、特許微生物のような寄託制度はなく、出願において出願品種の寄託は必須ではない(種苗管理センターでは、品種の寄託を受け付けているが、当該寄託と品種登録出願とは関係はない) [51]。

○品種登録要件

品種登録には、次の5つの要件をすべて満たすことが必要である。

- ・ 区別性：公然と知られた他の品種(既存品種)と特性(重要な形質に係る特性)の全部または一部によって明確に区別されること
- ・ 均一性：同一の繁殖の段階(同一世代)に属する植物体のすべてが特性の全部において十分に類似していること
- ・ 安定性：繰り返し繁殖させた後においても特性の全部が変化しないこと

- ・ 未譲渡性：出願品種の種苗および収穫物において，①日本国内において，品種登録出願の日から1年さかのぼった日前に，②外国において，日本での品種登録出願の日から4年（永年性植物については6年）さかのぼった日前に，それぞれ業として譲渡していないこと
- ・ 名称の適切性：出願品種の名称が，既存品種や登録商標と紛らわしいものでないことなど

○存続期間

品種登録の日から25年（ただし，果樹等の永年性植物は30年）

○対象植物

全植物（UPOV条約・91年条約準拠）

○無断利用者に対する侵害への対応

- ・ 民事上の請求（差止請求，損害賠償の請求，信用回復の措置の請求）
- ・ 刑事罰（懲役または罰金）
- ・ 輸入差止申立て，輸出差止申立て（懲役または罰金，貨物等の没収）

○育成者権の効力が及ばない範囲

- ・ 新品種の育成その他の試験又は研究のための品種の利用
- ・ 権利者等の意志に基づいて譲渡された場合（権利の消尽）
- ・ 農業者の自家増殖の場合（例外として農林水産省省令で定められた81の種類 of 植物については育成者権の効力が及ぶ。また契約で自家増殖が制限されている場合にも，契約に従って育成者権の効力が及ぶ）

■ 米国における育成者権等に関する制度

米国における植物新品種保護の制度としては、挿し木や接ぎ木などにより繁殖する栄養繁殖植物（ジャガイモなどの塊茎植物は除く）を対象とした植物特許法（PPA）、種子繁殖植物のような有性繁殖植物および塊茎植物を対象とした植物品種保護法（PVPA）がある。

■ 欧州における育成者権等に関する制度

欧州では、各国ごとに出願し育成者権を取得する方法と、欧州共同体植物品種庁（CPVO; Community Plant Variety Office）^[注 23] に対して出願を行い、登録を受けることによって、欧州共同体の全加盟国の領域内において効力を有する育成者権（共同体植物品種権（CPVR））を取得する方法とが併存しているが、同一品種に関して共同体植物品種権と、各国国内の育成者権を同時に取得することはできない [52]。なお日本の農林水産省は CPVO と平成 18 年に審査協力協定を締結し、花きの一部について、先に出願された国で栽培試験が実施されているものについては、他国はその結果を使うことによって審査期間の短縮などをはかることを始めている ^[注 24]。 [53]

○ ナショナル・リストについて

EU では、育成者権とは別に、主要な農産物や野菜の品種は、EU 内で販売する前に、ナショナル・リスト（NL）の共通カタログへの登録が必要である。NL への登録には、関連する EU 指令に準拠した DUS テスト（均一性および安定性）と VCU テスト（栽培上または利用上の有用性）が必要である。本制度は、域内における品種の改良と種子の生産流通を振興する一方、優良品種の普及を公的

機関が保証するために設けられたもので、各国が設けた公立種子機関が運営している。ナショナル・リストに掲載された品種は、EU 共通リストにも登録することができ、域内での種子の販売が一般に認められている。なお、国によっては、これ以外の制度を設けたリストを作成・公表して、農業者の品種選択に供している [54]。

また NL テストのために使われる DUS 基準と同じものが、育成者権 (PBR) にも使用される。PBR は植物育種家が新品種開発への投資回収を支援する目的のシステムとして捉えられている。また、NL には例えば花き類は含まれないなど、全ての種類の農作物が対象とはなっていないが、PBR は全ての作物が対象である。現時点では、NL は EU 諸国で評価されており、NL システムは長年にわたり、ヨーロッパの農家に公的に許可された品種を示し、農業や消費者に対しても効果をもたらしていると考えられている [55]。

(2) 特許権

農作物育種に関係する主な知的財産権としては、種苗法による育成者権および特許法による特許権がある。生物に対する特許権については、1980 年の微生物特許を認める判決 (チャクラバティ判決) を皮切りに認められるようになり、植物に関しては、1985 年に回虫駆除薬サントニンの高含有率ペンタヨモギについて植物自体の特許が認められて以降、要件を満たせば植物体についても特許権を取得することができるようになった (表 2-7)。特許法の保護対象は、現実に育種された「植物体」だけでなく、そこから技術的思想として抽出される「植物」も包括的に保護対象となる。すなわち、特許法では、現実に育種された「植物体」それ自体だけでなく、それより上位概念 (科, 属, 種) での保護が可能になる。また、育種方法および新品種の育種増殖方法等の方法、新品種育成に

有用な DNA 等，育種に関する関連技術も保護対象となる点で相違する [56]。

それぞれの主な権利保護の概要を表 2-8 に示した。

(表 2-7 主な生物特許)

(表 2-8 種苗法と特許法の概要)

2. 3. 3. 2. 遺伝子組換え作物に関する安全性評価

(日本)

日本の場合，遺伝子組換え作物は以下のとおり研究開発の段階に応じて，環境や食品としての安全性評価を経ながら進める必要がある(図 2-12)。日本では，森永ヒ素ミルク事件(1955 年)^[注 25]，カネミ油症事件(1968 年)^[注 26]など食品をめぐる健康被害などを契機に，食品の安全性の確保に対する意識が高いと考えられ，遺伝子組換え作物に関しても消費者の安全性評価に対する意識は世界的にも高いと考えられる。

(図 2-12 日本における遺伝子組換え作物に関する安全性評価の仕組み)

- ①生物多様性への影響は「カルタヘナ法」
- ②食品としての安全性は「食品安全基本法」および「食品衛生法」
- ③飼料としての安全性は「飼料安全法」および「食品安全基本法」

に基づいて，それぞれ科学的な評価を行い，すべてについて問題のないもののみが輸入，流通，使用，栽培等がなされる仕組みとなっている [57]。例えば，隔離ほ場における使用や鑑賞用の花きなど食品，飼料として利用しない場合は，①のみへの対応となる。

①に関しては、遺伝子組換え作物などの輸出入時に輸出国側が輸出先の国に情報を提供、事前同意を得ることなどを義務づけた国際協定、「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書^[注 27]」が 2000 年に採択された。日本ではこれに対応する国内法として遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）を制定し 2004 年に施行された。遺伝子組換え作物の生物多様性への影響の評価については、競合による優位性（雑草化して他の野生植物を駆逐しないか）、有害物質の産生性（野生動植物に対して有害な物質を生産しないか）、交雑性（導入された遺伝子が在来の野生植物と交雑して拡がらないか）等の観点から、農林水産省および環境省で実施している。

カルタヘナ法では、遺伝子組換え生物等を「第一種使用等（非閉鎖系での利用）」と「第二種使用等（閉鎖系の施設内での利用）」に分けて承認手続きを義務付けている。「第一種使用等」とは、遺伝子組換え生物等の環境中への拡散を完全には防止しないで行う行為のことで、使用に先立ち、審査を受ける必要がある。これまでに、農林水産省が審査を担当し、第一種使用等を承認した遺伝子組換え生物等は表 2-9 のとおり [58] である。一般的な使用や栽培可をされているものの多くはトウモロコシが占めている。第一種使用の審査上、許可を受けたものは上記のとおりあるが、実際、日本では商業栽培はなされていない。

（表 2-9 日本で承認された遺伝子組換え農作物数）

②に関しては、OECD（経済協力開発機構）で合意された「実質的同等性」という共通概念を前提に、2003 年に食品の安全性と品質に関して国際的な基準を定めるコーデックス委員会^[注 28]において安全性評価の国際基準が策定され、

これに基づいて各国が審査を行っている。日本では開発した品種ごとに厚生労働省に安全性審査の申請をし、内閣府の食品安全委員会（遺伝子組換え食品等専門調査会）が安全性の評価（食品健康影響評価）を行う。最新の科学的知見に基づく評価の結果、その安全性に問題がないと判断した食品を厚生労働省が公表する [59]。評価の観点、組込む前の作物（既存の食品）、組込む遺伝子、遺伝子を運ぶベクターなどがよく解明されたものか、人が食べた経験はあるか、組み込まれた遺伝子はどのように働くか、組み込んだ遺伝子からできるタンパク質はヒトに有害でないか、アレルギーを起こさないか、組み込まれた遺伝子が間接的に作用し、有害物質などを作る可能性はないか、食品中の栄養素などが大きく変わらないか、などについて科学的なデータを基に評価し、総合的に判断されている。

（米国）

米国は世界で最も遺伝子組換え作物を栽培している国である。ISAAA（国際アグリバイオ事業団）のデータによると、2013年の世界の遺伝子組換え作物の栽培面積の約4割が米国である [60]。

米国では、遺伝子組換え作物のための独自の法律を策定せず、既存法を拡張解釈しながら遺伝子組換え作物の規制に援用してきた [61]。また、米国はカルタヘナ条約に締約していない。

米国の遺伝子組換え作物に関する規制は、米国農務省（USDA）、食品医薬品局（FDA）、環境保護庁（EPA）の3省庁が所管している。①USDAは、作物に対する害虫、雑草、病害の拡大防止の観点から、組換え作物そのものについて規制を行う。②EPAは、農薬の規制、農薬残留限度の設定、新たな微生物などを所管する立場から、農薬成分（作物内保護物質（PIPs））および組換え微生物

について規制を行う。③FDAは、食品・食品添加物、家畜用飼料、医薬品などの安全性について所管する立場から、組換え体由来食品について規制を行う。

①に関しては、USDA-APHIS (動植物検査局) が植物病害拡大防止の観点から、野外試験の承認、商業栽培の許可などを行っているが、一定の条件を満たしているものは、届出方式という簡略化された方法をとることができるなど、その許認可の方法は日本とは異なる [62]。また米国では、遺伝子組換え食品について、その組成や栄養価が既存の食品と比べて著しく異なる場合を除いては、表示の義務付けはない。

(欧州)

ここでは主に日本貿易振興機構 (ジェトロ) のレポートによりEUの制度を概観する [63]。EUでは、遺伝子組換え作物への反対世論が多く、栽培はスペインなどごく一部の国に限られ、商業栽培されている遺伝子組換え作物はトウモロコシ一品種のみという現状である。1986年にEC委員会の委託で実施された調査の報告書「バイオテクノロジーによる環境リスク」では、EUとして規制に統一的なアプローチを取ること、また、その方法として、各国における既存の法体系の中に組み込むのではなく、包括的なアプローチを取ることを進言している。その後、2001年、EUにおける意図的放出指令 (2001/18)、および関連の手引き等が作成され、遺伝子組換え体の野外試験は試験が実施される国の承認により実施できるが、遺伝子組換え体の市場流通については、EUレベルでの承認が必要であることを定めた。なお、この指令は、それまでの指令に対して予防原則(precautionary principle)の立場を明示したこと、場合により市場流通後のモニタリングを義務づけること、市場流通許可に10年間という期限を設けていることなどが特徴として指摘されている。

最近EUは、EUにより認可されている遺伝子組換え体に対するEU加盟国による自国内栽培の規制を可能にするため、指令2001/18/ECを一部改正する欧州議会及び理事会指令(EU)2015/412を官報で公表した [64]。これまでは法令に遵守されていたれば、EU加盟国には、自国領土内における遺伝子組換え作物の自由な流通を禁止、制限又は妨げる権限がなかったが、新たな指令により、ある遺伝子組換え作物がEU域内における販売を認可された後において、自国領土内における栽培を制限又は禁止する法的拘束力のある行為を採択する権利を持てるようになったと言われている。

またEUでは、2003年に成立した食品・飼料規則((EC) No 1829/2003)と表示・トレーサビリティ規則((EC) No 1831/2003)により、表示方法が規定されている。最終の製品に組換え遺伝子が含まれるか否かにかかわらず、遺伝子組換え作物から製造された食品や飼料には、その旨を表示する義務がある。日本では、表示義務の対象範囲が農作物8品目、加工食品33品目が対象だが、EUではすべての食品を対象としている [65]。

以上のように、遺伝子組換え作物の取り扱いについては、日本、欧州が特別法をもって、予防原則の観点から栽培上の厳密な手続きを示していたり、遺伝子組換え食品としての表示義務を課している一方、米国では遺伝子組換え作物固有のリスクはないという前提のもと、科学的に従来品との違いが明確にある場合に制約を受ける考え方の制度となっている。

2. 3. 3. 3. 種苗の流通等に関する制度

種苗に関する重要な制度の一つとして、種苗の流通に際して設けられている種苗検査等に関するものがある。ここでは特に日本で定められている品質

保証に関する制度について概観する。

○日本の指定種苗制度

種苗法では、品種登録制度の他に、優良種子供給確保の仕組みとして指定種苗制度が規定されている。指定種苗制度とは、農林水産大臣が指定した特定の植物の種苗を販売する際には、その包装等に一定の事項（品種名、生産地、採種年月、発芽率、農薬の使用回数等）を表示しなければならないというものである。2005年の改正により食用農作物は原則的に全てが対象となった。

○公的機関による種苗検査

日本においては、独立行政法人種苗管理センターにおいて各種種苗検査を実施している。検査内容の概要は以下のとおりである [66]。

・指定種苗制度に係る検査

流通現場における包装（絵袋等）表示の検査、及び検査試料として集取した種苗の発芽率の検査を実施している。また市場に流通している野菜の指定種苗について、検査試料として集取した種苗の品種純度検査、種子検査（純潔種子率、発芽率及び含水量）及び病害検査等を実施している。

・依頼検査

依頼検査は、依頼者の求めに応じて行う検査で、種子の品質に係る検査及び品質証明書（農作物種子検査報告書及び国際種子検査証明書）の交付を行う。後者は、種子が市場に流通する際の品質に係る公的証明として使用されている。

・OECD 品種証明制度^[注29]に基づく検査

OECD 品種証明制度は、OECD が国際的に標準化した相互証認制度で、作物の種子が国際間で流通する際に、種子が生産された国の指定機関がその種子の品種について真正性を保証するものである。センターでは飼料用及び砂糖用ビートを対象にした検査を実施している。

- EC（現 EU）向け輸出野菜種子の品種維持に係る公的管理に関する要領に基づく検査

日本から EC（現 EU）向けに輸出される野菜種子については、国が当該野菜種子の記録類の検査及び輸出種子の品種の確認を行うための事後検定（品種純度検査）を実施する必要がある。品種維持の状況を明らかにする記録の確認及びサンプル収集のための検査を行うとともに、収集したサンプルについて事後検定を実施している。

- ISTA（International Seed Testing Association：国際種子検査協会）対応

ISTA^{〔注 30〕} が国際的に適用している国際種子検査規程に基づき種子の検査を行うとともに、承認検査所の種子検査技術の向上のための熟練度テスト等への参加、国際間で流通する種子の国際種子検査証書の交付を行う^{〔注 31〕}。種子伝染性病害についてはセンターが国内唯一の承認検査所となっている。

- カルタヘナ法に基づく立入検査

カルタヘナ議定書の的確かつ円滑な実施を確保するため、国内流通の種子等について、遺伝子組換え生物の拡散による生物の多様性への悪影響を防止するための措置（使用の中止命令、製品の回収命令等）を講じるために必要な事実関係の特定や、故意、過失の有無等の判断を行うための立入検査等を実施している。

- 種子の生産履歴に関する依頼証明及び農作物等の放射性物質検査

平成 23 年 3 月の福島原子力発電所の事故を受け、日本から海外へ輸出され

ている種子について、輸入国よりその生産履歴に関する証明を求められる際に、国内の種苗業者より依頼を受けてその証明書を発行している。また、農作物を対象とした放射性物質検査を行い、検査報告書を発行している。

このように、特に国外で種苗を流通させるためには、種苗の品質を保証するための各種検査や制度に基づく証明が必要となる。

このような制度は国や地域ごとに定められており、例えば先に述べた EU におけるナショナル・リスト制度をはじめ、例えばオランダでは無病の植物素材の生産を証明する手続き（NAK）や、増殖プロセスを管理し、増殖プロセスの結果として得られる最終生産物が一定の基準を満たしていると保証する「Elite Certificering」と呼ばれる花き園芸のためのプロセスを設けており、このような種苗の品質向上および保証を図るようなシステムを日本でも構築することが、海外市場への展開にとって重要な点であることなども指摘されている [67]。

2. 4. 過去の事例に基づくイノベーション・システムの変化の分析

2.3.で見てきた、知識・技術、アクターとネットワーク、制度に関する概観をもとに、ハイブリッド技術および遺伝子組換え技術が登場した前後に、アクターとネットワーク、ならびに制度において、どのような変化が起こったのか分析を行う。

2. 4. 1. ハイブリッド技術によるイノベーション・システムの変化

2. 4. 1. 1. アクターとネットワークの変化

バイオテクノロジーの知識・技術が導入される以前、優良な品種の選抜、伝播、普及は、農業に熱心で研究的な篤農家を中心に行われた。この時代は、農業者個人同士のネットワークによって農作物育種が図られたため、個人の知識

や経験に依存し、活動と成果には個人差があった。

農作物育種にとってバイオテクノロジーの知識・技術の役割が増大するにつれ、農作物育種の研究開発の中心的役割は公的研究機関に移行していった。組織的な育種のはじまりについては、鵜飼に詳しい [68]。欧州では、1843 年に開設された英国のロザムステッド試験場を皮切りに、19 世紀の中頃から各国で農事試験場が開設されるようになった。北米では、1862 年に農務省の設置が決まり、1875 年にコネチカット州に初めて農業試験場が設立されて以降、各地に農業試験場法が開設されるようになった。日本では、1893 年に国立農事試験場が設置されて以降、各地の農事試験場による農業試験研究が中心となっていった。農作物育種のアクターが農業者個人から公的研究機関へと移行することによって、新しい育種等の知識の構築、病害などへの対処、良質で均一な種子の普及などが全国的に図られるようになった。

そしてハイブリッド技術の登場によりハイブリッド品種が開発されると、種苗の取引を行っていた民間企業が自ら育種を行うようになり、アクターの範囲は拡大した。ハイブリッド品種の場合、遺伝的に次の世代には同じ形質が伝わらないため、同じ性質の種子を得るためには、種子を育成者から入手する必要が生じた。

農業者にとってハイブリッド品種は、均質に大量の農作物の生産が期待でき安定した収穫が得られるというメリットを与えた。一方、種子は自家採種や交換・配布されるものから購入するものへと変化したため、農業者は種苗を購入して入手するという消費者となった。バイオテクノロジーの知識・技術の役割が大きくなるにつれて、基礎的な植物学や遺伝学に関わる研究を大学や公的研究機関が主として行い、実用的な育種を公的研究機関や種苗を専門に取り扱う民間企業が行うようになった。育種を行うアクター同士は、育種対象の作物種

ごとに、連携・競合などの関係性が生まれた。また、さまざまな育種素材の試行の必要性から、有用な遺伝資源の入手にかかわるネットワーク形成の重要性が増したと考えられる。

例えば米国では、1930年代にハイブリッド・コーンが急速に普及すると、トウモロコシ育種の担い手として大手種苗企業が台頭し、アクターの中心が民間企業に移行し、大学の研究は新品種育成からバイオテクノロジーに集中するようになった [69]。日本では、1924年に埼玉県農事試験場で世界初の野菜のハイブリッド品種となるナスの新品種を実用化した。また種苗企業でも1930年代以降、野菜や花きなどを対象に、ハイブリッド品種の開発が盛んになり、種苗の商品化がはかられていった。また、ハイブリッド技術の実用化と同時期におこった「緑の革命^[注 32]」 [70] を契機とする種子事業の国際的展開が民間企業による育種事業への参入の間口を広げる契機となったとも言われている [71]。

2. 4. 1. 2. 制度の変化

ハイブリッド技術の実用化により、研究開発のアクターに種苗を専門に取り扱う民間企業が加わったことと前後して、民間企業参入のインセンティブを高めるための育成者権利の保護強化の必要性が高まった。植物の場合、繁殖特性とそれに対する繁殖技術との組み合わせにより、権利保護の有効性にも差が生じる。例えばハイブリッド品種は、掛け合わせの元となる親品種を保護しておけば他者から無断で模倣され増殖されることはないが、ハイブリッドの適用が難しい作物種や、花き類などに多い栄養繁殖植物では、挿し木や接ぎ木などによって他者による複製が可能であるなど、制度による保護が重要な場合も多い。育成者権の保護強化の動きは欧米で始まり、米国では1930年に栄養繁殖植物を対象にした新品種の財産権を認める制度（植物特許法）ができた。また1961年

には、欧州を中心に植物の新品種の保護に関する国際条約：UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) が締結された。

日本では1947年(昭和22年)に農産種苗法が成立した。これは、敗戦後の食料事情が逼迫している中で、不良種苗の取締りを主たる目的とし、従として優良種苗の育成の助長を奨励するものであった[72]。その後、1978年改正UPOV条約への加盟に先立ち、1978年には農産種苗法の一部を改正する法律が制定され、種苗法と改められた。この頃、種苗の生産流通・貿易など多角的な国際ルールが欧米先進国を中心として形成されてきている一方、日本はその動向から遅れをとっており、国際ルールに加わっていくかが大きな課題となっていた[73] ことなどから制度の整備が進んだ。その後、1991年のUPOV条約の大幅な改正に伴い、これに対応する形で1998年(平成10年)に種苗法は全部改正され、これが現行の種苗法となっている。その後も、税定率法改正による税関での輸入差止制度の新設、種苗法改正による刑事罰の対象拡大や罰則強化、六次産業化法等に基づき育成された新品種登録に係る出願料・登録料の減免など、育成者権の効力を実態上も有効にするための措置が行われてきている。実際に、日本の登録品種が育成者権者に無断で海外に持ち出され、その収穫物が日本へ逆輸入される事案が生じており(表2-10)、品種保護Gメンの設置などにより、権利侵害対策が図られている[74]。

(表 2-10 育成者権侵害事例)

一方、1986年の主要農作物種子法改正(および91年の運用改訂)により、イネなどの主要農作物育種に対する民間企業の参入が認められるなど、育種に

関する規制緩和が進んだ。しかし実態としてイネなどの主要農作物の育種への民間企業の参入はほとんど起こっておらず、制度の変化がアクターの変化に及ぼす影響は限定的であると考えられる。

2. 4. 2. 遺伝子組換え技術によるイノベーション・システムの変化

2. 4. 2. 1. アクターとネットワークの変化

ハイブリッド技術を用いた育種の主なアクターが公的研究機関や種苗企業であったのに対し、遺伝子組換え技術を用いた育種ではアクターの範囲が拡大した。すなわち、分子生物学の知識・技術をもつ大学やバイオベンチャー企業、そしてそれらと種苗企業を傘下におさめる多国籍化学企業の台頭である。

例えば大塚は、米国で起こった遺伝子組換え技術の登場とアクターの変化に関して次のように分析している [75]。1970 年代の後半に遺伝子組換え技術を習得した大学の分子生物学者が対象を微生物から植物に拡張する一方で、公的な農業研究機関において組織培養や細胞から植物体への再生方法の基礎が確立されたことが遺伝子組換え作物の実現につながった。また、微生物の遺伝子組換え技術を新規医薬品開発に応用してきた多国籍化学企業が対象を農業技術へと広げ、遺伝子組換え植物を応用する研究開発投資を行い、重要な基本特許を取得した。このように台頭する化学企業にとって種子企業は、遺伝子資源としての植物品種、栽培農家との関係、販売経路などを提供する役割となった。

また久野は、モンサント社では、社内研究機関を通じた遺伝子組換え作物の開発を着実に進めるため、1995 年から技術をもつバイテク企業や欧米の種苗会社を買収、遺伝子解析等に専門化したベンチャー企業との技術提携、大学との共同研究などを通じて、米国および世界の種子市場で圧倒的な地位を築きあげること成功したとしている [76]。

Philip H. Howard による種子産業構造の分析においては、遺伝子操作を行う上では、関連する知識・技術の共有が必要であり、知的財産権を軸にしたネットワークが進んでいること、またビッグ 6 の企業は相互に特許のクロスライセンスを締結していることなどを明らかにしている [77]。

日本においても、1980 年代後半には、バイオテクノロジーの技術的進歩や知的財産権保護の動きもあいまって、化学会社や食品会社による育種事業への参入も起こった。例えば、1987 年に農林水産省が実施した「バイオテクノロジー開発状況等調査」では、食品・飲料製造業や化学工業などの非種苗会社が育種に参入した実態が示された [78]。この調査では、非種苗会社の約 3 割の企業が従来の種苗会社が手がけてこなかった穀類にまで育種範囲を広げていることや、非種苗会社の 26% が組換え DNA 技術に取り組むなど、遺伝子組換え技術の取り込みが行われている実態が示された。しかしその後は企業の撤退が相次ぎ、現在、遺伝子組換え技術を用いた育種事業を展開するのは、唯一、日本ではサントリーフラワーズが手掛ける遺伝子組換え花き（青いカーネーション、青いバラ）の開発の例に止まる。

この日本の現状については、遺伝子組換え技術に係る諸規制が厳しすぎるのではないかと、遺伝子組換え農作物等が国内市場に受け入れられないのではないかとといった悲観的展望から、研究投資のインセンティブを見出せずに、遺伝子組換え研究開発から撤退したり、海外市場を志向する動きがみられるとの指摘もある [79]。著者が実施した民間企業への聞き取り調査においても、前述のようなコメントのほか、日本の民間企業が主に対象としている野菜や花きは多品種少量生産であり、遺伝子組換え技術にかかるコストに見合わないという指摘もある。

日本における、遺伝子組換え技術を用いた育種におけるアクターとネットワークの特徴をみるために、全世界の特許を対象とする特許統計データベース PATSTAT を用いて、遺伝子組換え技術が広がってきたと考えられる 1991 年以降の農作物育種に関連する特許出願人のセクターを調べた^[注 33]。対象は、国際特許分類 (IPC) の A01H (新規植物またはそれらを得るための処理：組織培養技術による植物の増殖) に含まれるものとした。

図 2-13 は、A01H に含まれる特許出願件数の推移を日米で比較して示したものである。米国では、対象特許が 1990 年代より増加してきているのに対し、日本ではほぼ横ばいである。

(図 2-13 農作物育種に関する特許件数の推移 (米国, 日本))

次に、同じデータについて第一出願人をセクター別に分類した (図 2-14)。米国では 8 割以上の出願人が企業であるのに対し、日本では企業の割合が減少傾向にあり、近年では 4 割前後である。一方、公的研究機関や大学の出願割合が増加している。この背景としては、先に述べたとおり、遺伝子組換え作物が登場した頃には遺伝子組換え技術を用いた育種を手掛ける企業が一時的に参入したものの、その後撤退をしたこと、一方で、国の研究開発機関におけるイネゲノム研究が盛んになったことから、企業からの特許出願が減少し、公的機関からの出願が増加したのではないかと考えられる。

(図 2-14 農作物育種に関する特許件数の第一出願人所属割合

(米国, 日本))

また、特許 1 件あたりの出願人平均数（平均共同出願人数）をみると、日本へ出願した日本国籍の出願人数は 2000 年以降増加傾向にある（図 2-15）。これらのデータから、日本の場合、米国などにみられるような大企業が自社内に知識・技術を取り込んで研究開発を行う形ではなく、公的研究機関や大学を中心とした複数のアクターによるネットワークによって育種が行われていることが示唆される。なお、日本においてベンチャー企業育成に問題がある点は当該セクターに限らず日本全体の問題であり、それが遺伝子組換え技術におけるアクターとネットワークの変化が欧米と異なる傾向にある背景の一つになっていると考えられる。

（図 2-15 特許 1 件当たり出願人平均数の推移）

2. 4. 2. 2. 制度の変化

遺伝子組換え技術を用いた育種では、育成者権による品種そのものの権利保護よりも、特許による権利保護の重要性が増した。遺伝子組換え技術では、組換えに関わる技術、導入される有用な遺伝子、作出された革新的な植物体自体など、特許の技術的範囲が拡大した。

また、育成者権はいくつかの点で特許に比べて権利保護が弱いと言われていることが挙げられる。例えば登録品種の育成方法などについて特許が取得されている場合、その方法による育成等は育成者権の効力が及ばない^[注 34]。また、育成者権の場合、個々の品種ごとに権利を取得しなければいけないのに対し、特許権は技術思想的に実施例の植物を包含した上位概念の包括的植物の保護が可能であり、保護範囲が広い [80] ことなどが挙げられる。

遺伝子組換え作物に関する基本特許は 1980 年代に出願されている。代表的な技術としては、作物の細胞に外部から目的とする遺伝子を導入する遺伝子導入技術、遺伝子の持つ性質が作物に現れる度合いを調節する遺伝子発現調整技術、作物に病害虫や農薬に強い性質を与える表現型改変技術などがあるが、これらの技術に関する特許のほとんどは欧米の企業、大学が所有している [81]。また、UPOV 条約の 1978 年改正後の条約では育成者権と特許等の他の保護制度を併用した二重保護は禁止されていたが、1991 年改正後の条約ではこの禁止規定は削除され [82]、品種登録出願と一般特許法に基づく特許出願が可能となるなどの変化も生じた。

アクターとの関係でみると、大塚は、公的研究機関や種子企業は、分子生物学や生化学を起源とする遺伝子組換え技術に関する知識の組織内蓄積がなく、植物品種の知識を企業間でライセンス取引するための有効な知的財産権制度の確立も十分ではなかったのに対し、化学企業は以前から特許志向傾向が強く、特許制度と親和性の高い遺伝子組換え技術を用いて、知識の専有と協力的 R&D ネットワーク形成を有利に進めることができたと分析している [83]。

さらに制度において遺伝子組換え技術が登場したことによる変化として、安全性評価に関する制度の導入がある。遺伝子組換え作物の場合、研究開発の段階に応じて、環境や食品としての安全性評価を経ながら進める必要がある。その詳細は 2.3.3.2. で述べたとおりであるが、一方、安全性評価のコストが研究開発の障壁になっているとの指摘もある。例えば、耐虫性トウモロコシの開発にかかるコンプライアンス・コストは、約 700 万ドル～1,500 万ドルとの試算もあり [84]、企業の研究開発インセンティブに大きな影響があると考えられる。

2. 5. 考察

2. 5. 1. 事例分析からみる革新的な知識・技術に起因するイノベーション・システムの変化

ハイブリッド技術および遺伝子組換え技術によるアクターとネットワーク、制度の変化を分析した結果、次のような特徴が浮かび上がった。

第一に、革新的な知識・技術の登場が、セクターの境界を超えるような、それらの吸収能力をもつ中心的なアクターの交代や新たなアクターの参入が引き起こされるということである。ハイブリッド技術は、種苗の品質を向上させると同時に種子の商品化をもたらした。それにより、それまで公的機関が中心だった育種の分野にハイブリッド技術を習得した種苗企業の参入が起こった。また遺伝子組換え技術は、目的とする遺伝子を直接導入することで画期的な品種改良を実現し、農薬や肥料を手掛ける多国籍化学企業の育種への研究開発インセンティブを高めた。多国籍化学企業は大学などでの基礎研究の知識・技術や種苗企業の販路などを獲得し、基礎研究から種苗の流通までを含む大規模なネットワークの形成を行った。これら事例を詳細に見てみると、ハイブリッド技術ではもともと卸売業として種苗を取り扱っていたセクター内の企業が育種に関する知識・技術を吸収し事業範囲を拡大するというケースが主であったが、遺伝子組換え技術の場合はセクター外の企業が新たな知識・技術を吸収し育種に参入したという違いがあると考えられる。

第二に、アクターの研究開発インセンティブを高める制度の拡充が起こることである。ハイブリッド技術では、企業の研究開発インセンティブを高めるための育成者権を保護する動きが世界的に起こった。また遺伝子組換え技術は、その革新的な技術によって育種のプロセスや新品種の植物体そのものを特許で保護することを可能にした。UPOV 条約の 1991 年改正後の条約において、育成者権と特許等の他の保護制度を併用した二重保護の禁止規定が削除さ

れるなどの変化が生じた。

第三に、知識・技術との関係において社会とをつなぐ制度の必要性が生じるという特徴が見出された。特に遺伝子組換え技術は、これまでにない付加価値を農作物に与えることで画期的な品種改良を実現した一方で、食品あるいは環境に対する安全性評価などの仕組みや制度を必要とした。これは、生命倫理問題など、倫理的・法的・社会的な課題（ELSI）が関係するバイオテクノロジー特有の特徴とも考えられる。

また、今回の事例では欧米を中心とする世界的なイノベーション・システムの変化に対して、特許分析からは、特に遺伝子組換え技術の登場以降、日本では企業の存在感の低下など、異なる傾向が示唆された。この背景としては、日本では民間企業において、遺伝子組換え作物が登場した頃には遺伝子組換え作物を手掛ける企業の参入が起こったものの、その後ほとんどが撤退してしまったこと、一方で、国の研究開発機関におけるイネゲノム研究とそれに基づくイネにおける遺伝子組換え作物の研究開発が進んできたことから、企業からの出願が減少し、公的機関からの出願が増加しているものと考えられる。また、イノベーション・パターンの観点から考えると、種苗産業は最先端のサイエンスを基礎とはしているものの、農業の一部であり、もともとはサプライヤー支配型（技術変化は機器の供給や生産設備のサプライヤーからもたらされる）[85]の位置付けだったと考えられる。ハイブリッド技術の時代までは実際に、比較的このパターンに近かったと考えられるが、遺伝子組換え技術が導入される頃からは科学依拠型（基礎的な学問上の発見が主要な新製品市場への扉を開き、広範囲にわたる応用分野が展開される）へと種苗産業のイノベーション・パターンが変化した可能性がある。しかし日本では種苗産業が農業の範疇から脱していないために、イノベーション・システムの変化に伴う実態の変化が限定的

になっている可能性も考えられる。

また、早い段階で知識・技術の蓄積・取り込みができるかが、アクターの変化にとって重要な要因である可能性も考えられる。ハイブリッド技術では、初期より日本の民間企業による野菜を中心とした育種が行われ世界をリードする立場になったが、遺伝子組換え技術については日本の民間企業はほとんど手がけておらず、セクター全体の傾向とは異なった可能性も考えられる。また、アクターの変化が制度の変化と関係していることも考えられる。ハイブリッド技術はその技術的特性から制度との関係が薄かったが、遺伝子組換え技術では特許や安全性評価などとの関係が高まり、これらの制度に対応するだけの人的資源や資金力をもつことがアクターに必要な条件になったことがアクターの変化に関係している可能性も考えられる。

2. 5. 2. NBTによるイノベーション・システムの変化の方向性

本節では、前節で抽出されたイノベーション・システムの変化の特徴を踏まえて、ゲノム編集をはじめとする NBT によるイノベーション・システムの変化の方向性を演繹的に考察する。

NBT は、品種改良に要する時間の大幅な短縮や画期的な品種改良が期待されているだけでなく、従来の遺伝子組換え技術とは異なり最終的な作物では導入遺伝子を取り除かれることから、遺伝子組換え作物と同程度の規制が及ばなくなった場合、NBT による育種が急速に普及する可能性がある [86]。先に述べた EC の報告書では、これら NBT に関する科学論文数は 187 (EU (European Union) 46%, 北米 32%, アジア 11%) で大半が公的研究機関から出され、また特許の大半は民間企業 (70%) からの出願で、うち 65% 北米、26% EU からであることなどを示した。また NBT による育種は今後 2~3 年で商業化する

可能性があり、その産物は遺伝子組換え作物だと定義されない可能性があることから、今までの遺伝子組換え技術とは異なる社会的影響をもたらすことを指摘した。日本では、NBTの研究開発の方向性や規制などに関して研究者コミュニティの間での議論が始められたところである（例えば [87]）。これらの議論の方向性によっては、安全性評価を含む研究開発のプロセスや、種苗の生産・流通・販売、さらには最終的な農作物の生産・流通・販売にまで影響を及ぼす可能性がある。

これらのNBTの知識・技術の特徴を踏まえて、NBTによるイノベーション・システムの今後の変化の方向性を考察した。

（1）革新的な知識・技術の登場による中心的なアクターの交代や新たなアクターの参入との関係

バイオテクノロジーの発達は連続的なものであり、知識・技術の連続性から考えると遺伝子組換え技術の登場の際に起こったような大規模な中心的なアクターの交代は起こらない可能性が考えられる。しかし例えば EC の報告書での分析において、関連する特許出願数のトップはバイオ医薬品企業であること、さらにゲノム情報等の情報量の爆発的な増大により、生命科学と情報科学との融合が起きてきており、このような科学の進展を考えれば、今後の種苗産業はさらに異業種のアクターが参入する可能性も考えられる。日本においては、公的研究機関を中心にイネゲノムに関する知識・技術を世界に先んじて蓄積しており、その蓄積された知識・技術を他作物へ移転することなどができれば新たなアクターの参入も起こる可能性があると考えられる。また今後のNBTの安全性評価等に関する議論の方向性によっては、安全性評価のコスト削減が起こるなどの変化が生じる可能性もあるため、これまで遺伝子組換え技術による研究

開発に消極的だったアクターの研究開発範囲の拡大や、新たなアクターの参入が起こる可能性もあると考えられる。

(2) アクターの研究開発インセンティブを高める制度の拡充との関係

アクターの研究開発インセンティブを高める制度としては、遺伝子組換え技術の時と同様に、NBT 関連ツールや有用遺伝子の特許による保護が重要になると考えられる。しかし、最終産物においてマーカー遺伝子の除去などが可能であり、得られた産物に関して権利侵害を証明できない可能性もあるため、そのような観点で研究開発インセンティブへの影響に関して注視が必要であると考えられる。また、NBT による育種の場合、品種改良によって得られる性質が必ずしも特許の要件（新規性、進歩性）を満たすものばかりではない可能性もある。場合によっては、有用形質自体を保護する目的から、品種自体を保護する育成者権の重要性が再考される可能性もあると考えられる。新品種開発において、植物の繁殖特性、用いる技術、得られた新品種の特性などに応じて、どのような知的財産戦略をとっていくべきかの検討およびアクターへの支援施策が必要であると考えられる。

(3) 知識・技術との関係において社会とをつなぐ制度の必要性との関係

知識・技術と社会とをつなぐ制度として、安全性評価に関する議論の重要性がより高まると考えられる。NBT による産物をどのように扱うかは世界的にも議論が進められているが、まだ統一されたガイドライン等は作られていない。例えば米国では、TALEN を用いて改良されたゼブラフィッシュが遺伝子組換えの規制の対象外として認定され、観賞魚として市販される [88] などの事例も出てきている。日本の例としては、全国大学等遺伝子研究支援施設連絡協議会

が「ゲノム編集技術を用いて作成した生物の取り扱いに関する声明」を発表した（2014年5月）[89]。ここでは、カルタヘナ法の規制に該当しないと考えられる場合（外来遺伝子を保有しない場合など）でも、環境に与える影響を正確に評価するためには多くの知見の積み重ねが必要であり、各研究機関等において申請または届出といった制度を整えることが望ましいことなどの見解を公表し、自主規制を促している状況である。日本学術会議ではNBTに関する報告書を2014年8月にまとめ、技術的な解説を行うとともに独断的に非組換え体であると判断するのではなく、従前どおりカルタヘナ法に従う方法によって知見を集積することが重要であると述べている[90]。国際的な研究機関同士でのバイオマテリアルのやり取りなどにも影響が生じる可能性があることから、NBTの研究開発における世界的なルールづくりなどへの取り組みが今後重要になると考えられる。

2. 6. 本章のまとめ

本章は、セクトラル・イノベーション・システムの3つのビルディング・ブロック（知識・技術、アクターとネットワーク、制度）の枠組みを用いて、革新的な科学的知識・技術がイノベーション・システムの複数の構成要素に変化を及ぼし、その結果イノベーション・システム全体が変化しうるかを、農作物育種を事例に分析を行った。分析にあたっては、特にこれまで農作物育種において大きなインパクトを与えてきたハイブリッド技術および遺伝子組換え技術による変化に着目した。その結果、革新的な知識・技術の登場によって、セクターの境界を超えるような、それらの吸収能力をもつ中心的なアクターの交代や新たなアクターの参入が引き起こされること、アクターの研究開発インセンティブを高める制度の拡充が起こること、革新的な知識・技術と社会との関係

をつなぐ制度の必要性が生じることなどが示唆された。

農作物育種の分野では、近年、遺伝子組換え技術の次の革新的な知識・技術として期待されている NBT による育種が進展してきている。積極的な農業改革が重要政策となっている日本において、今後 NBT を用いた新品種開発を進めていくうえでは、NBT によるイノベーション・システムの変化の方向性をにらみながら政策的課題を抽出し、対応していく必要があると考えられる。さらに NBT の問題は農作物に限らずヒトを含めた動物にも適用可能な問題である。このような枠組みでの分析により、革新的な技術・知識が登場した際に、今後重要な政策課題を見通すことが重要であると考えられる。

その際、特に遺伝子組換え技術の登場以降、セクター全体としては新たなアクターの参入やアクター間のネットワーク形成が進む中、日本においては傾向を異にしていることが示唆された。この背景には、日本における当該分野のイノベーション・システムが十分機能していないことが考えられる。そこで次章では、イノベーション・システムの構成要素の中でも特にアクターの部分に焦点を当て、日本のアクターの研究開発インセンティブ要因に関する分析を行う。

第3章 農作物育種における日本の民間企業の研究開発インセンティブ要因に関する分析

3. 1. はじめに

本章では、前章において浮かび上がった、日本における農作物育種分野のイノベーション・システムが十分に機能しているかという問題意識について考察を進めるうえで、特にアクターとネットワークに関する現状の詳細を明らかにする。特にアクターの中でも民間企業の研究開発活動に着目し、それと関連するインセンティブ要因との関係を分析する。ここで民間企業に限定して分析を行うのは、前章で述べたとおり、日本の育種では公的機関も稲などの穀物を中心とした主要なアクターではあるが、その研究開発活動の内容や度合いは、農業政策全体の影響を大きく受けるため、研究開発活動を中心に分析を行う本研究においては、対象外とすることとした。

世界の種苗産業では、1980年代頃からの遺伝子工学などバイオテクノロジーの急速な進展や育成者権など知的財産権の整備を背景に、多国籍企業による参入と種苗会社の買収が進んでいる。日本でも、主要農作物種子法の改正等、稲などの穀物に対する民間企業の育種活動の制度的制約が取り除かれてきたことや、UPOV条約に基づく種苗法の大改正（1998年）以降、育成者権の権利範囲の拡充や、登録促進などの政策が進められ、農作物育種への民間企業の参入が期待されている。しかし一時期は食品・化学会社などの異業種企業による農作物育種への参入がおこったものの、その後数社を残して多くが撤退したと言われる。立川 [91] は異業種企業の急激な参入と退出の背景として、当時のバ

イオテクノロジーに対する期待感が過剰であったことのほか、種苗産業の市場規模が小さいこと、商品化までの時間が長いこと、育種素材の蓄積がなかったことを原因として考察している。

日本の種苗産業に関する分析について、1980年代には日本の種苗産業の構造や市場規模等に関する調査、海外との比較調査等がいくつか行われたもの（[92] など）、日本の農林水産研究は、「小規模な民間企業が多いため公的な研究機関の果たすべき役割が大きく、民間研究を重視しつつ基礎・応用研究と技術の実用化研究を公的な研究機関が主導しつつバランス良く展開する必要がある」[93] との背景もあり、民間企業による農作物育種に焦点を当てた検討は十分行われてこなかった。しかし、種苗産業における技術的な進歩やマーケットの需要変化へ対応する上では、民間セクターと公的セクターの役割分担と補完性が重要なファクターであるとの分析 [94] もあるように、民間企業が果たせる役割の部分は、民間企業の力を最大限発揮させるような方策が必要である。それには、農作物育種を行う企業の研究開発を行うインセンティブ要因はどこにあるのかなどを明らかにする必要がある。これまで日本の種苗企業等の研究開発の実態について詳細に分析された例が見られないことから、本研究では独自に質問票調査を実施し分析を行った。

3. 2. 分析の枠組みと先行研究

3. 2. 1. 分析の枠組み

日本の種苗産業におけるアクターの分析を詳細に行う前提として、農作物育種は農業の一部であるものの、研究開発要素の大きい分野であるという事実がある。モンサントは、売上高 R&D 比率は 9~11% に上ると言われている [95]。日本においては農作物育種を行う企業に関する公的な統計データが存在しない

ため、筆者独自に実施した質問票調査の結果（有効回答数 71 社）、現在育種を行っていると回答した企業の年間売上高あたりの研究開発費（研究開発集約度）は平均 5.4%であった。中小規模の企業が多い中で、全産業（金融業、保険業を除く）の平均 3.1%（総務省平成 21 年科学技術研究調査）に比べて高い平均値であり、種苗産業は研究開発への投資が重要な産業であることが示唆される。一方、研究開発投資による収益性という観点でみると、同じバイオテクノロジーを利用し研究開発集約度が大きいことで知られる医薬品企業の売上上位 4 社の売上高経常利益率が 10～30%台（2006 年～2010 年）と高い収益力を持つのに対し、種苗専門企業上場 2 社では 5%未満と低く、種苗産業では研究開発投資による収益性への効果が十分に表れていないことが示唆される。

この原因の一つとして、種苗産業では、企業の研究開発活動に対する専有可能性の確保が十分に機能していないなど、研究開発インセンティブの面で問題があるのではないかという仮説が考えられる。そこで本章では、企業への質問票調査を実施し、企業の研究開発活動の度合いと関係する要因や、専有可能性確保の手段に関わる要因等について、統計的分析により明らかにする。

3. 2. 2. 先行研究

3. 2. 2. 1. 日本の農作物育種と企業特性

日本の種苗産業における研究開発活動の特徴を論じた先行研究として、例えば山本は、種苗会社 51 社のデータから経営の安定性を示す固定比率が他の農業資材産業と比べて高いことや、研究農場面積、技術者数が種苗売上高に関連があることを回帰分析で示した [96]。また山本は、売上シェアの大きな企業は、技術・知識の際立った優越性、遺伝資源の蓄積、名声・ブランドを保有していることや、種苗産業に売上集中度の大きい企業と小規模な種苗会社が存在する

理由として、野菜・花きなどの種苗は品種数が多く、1品種当たりの種苗需要量もあまり多くないため、生産では規模の経済性が発揮しにくいことなどを考察した。これらは、種苗売上高と育種のための設備・人材との関係性を示した点で参考になるが、技術力や遺伝資源などとの関係に関しては、事実関係からの考察に止まっている。

そのほか種苗産業に関しては、バイオテクノロジーの進展や多国籍企業のM&Aなどが種苗産業全体にもたらした変化に関する歴史遡及的な研究[97]や、バイオテクノロジーの産業化と多国籍企業の進出の構造に関する生物特許件数を用いた実証的分析[98]などもあるが、日本の民間企業における研究開発に焦点を当てた分析は見当たらない。

3. 2. 2. 2. 企業による研究開発活動と専有可能性

民間企業が研究開発活動を行うのは、研究開発によって得られる技術のもたらす利益が自らの収益に結び付く可能性（専有可能性）があると考えられるからである。専有可能性を確保するための手段には、知的財産権をはじめ、いくつかの要素が考えられている。例えば、Levinら[99]の行ったイェール・サーベイをベースに後藤らが日本の製造業を対象に行った結果[100]では、日本では米国に比べて「特許による保護」が専有可能性の確保手段として高く評価されていることを示した。また産業別の傾向も分析されており、ガラス製品・鉄鋼業などでは製造・ノウハウが、金属製品・コンピュータ産業などでは販売・サービス網が、コンピュータ・医薬品・化学産業などでは秘匿が、自動車・工作機械設計産業などでは複雑性が、医薬品産業では特許が、専有可能性確保の重要な手段になるとの特徴を示している。またCohenら[101]が米国の製造業について行った知的財産権による専有可能性に関する研究では、製造業の研

究開発インセンティブにおいては、相対的に特許の重要性は低く、発明に対する営業秘密やリードタイムといったインフォーマルな要素の重要性が高いことや、企業規模が大きいほど特許の有効性をより高く判断することとの有意な関係を示している。しかしこれらのイノベーション研究における先行研究では、製造業を対象にしているものに限られ、種苗産業に焦点を当てた分析は見当たらない。

研究開発活動を行う企業にとって重要な専有可能性確保の手段の一つである知的財産権に関しては、種苗法による育成者権に着目し、特に「農業者による自家増殖（業者が種苗企業等から購入した種苗の収穫物の一部を翌年に種苗として自己の営農に使用する行為）」を「育成者権の効力が及ばない範囲」とする例外規定に焦点を当てて分析した先行研究がいくつかある。神は、モデル分析により、「農業者による自家採種」が可能な状況であっても、企業は価格を調整することで利潤を保護できることなどを示した [102]。野津は、種苗法の「農業者の自家増殖」を「育成者権の効力が及ばない範囲」とする規定に関して、契約理論の観点から CSV (Costly State Verification) アプローチにより、「農業者の自家増殖を制限する契約」が完備である場合、種苗企業の開発インセンティブは高くなるが、「自家増殖を制限する契約」の契約不履行を立証するために費用が必要である場合やハイブリッド技術を利用できない植物に対しては、この規定がインセンティブ低下につながることを示した [103]。さらに野津は、「草花類」に着目し、「農業者の自家増殖」を制限する研究開発制限条項を含む契約慣行の定着と研究開発インセンティブとの関係について、農業者個人による育成者権登録件数と、種苗企業と農業者との間での契約慣行定着との関連から推計した結果、契約慣行の定着は競争促進効果をもたらしている可能性を示した [104]。しかしいずれも、育成者権のうち、特に自家増殖の例外規定に絞

られており、農作物育種を行う企業にとっての全体的な視点での専有可能性に関する研究は見当たらない。

3. 3. 質問票調査項目の設計

3. 3. 1. 質問票調査の設問設計の考え方

日本の種苗産業は研究開発要素が大きいにも関わらず、イノベーションの観点から詳細に分析されたものが見当たらないため、まずは研究開発の現状を把握することが重要であると考えられる。また、世界の種苗市場において多国籍化学企業が大きな存在感を示している現状の中、日本において新たに種苗産業に参入する、あるいは育種範囲を広げる（新たな作物種に参入する）インセンティブが機能しうるのか、という問題もある。一方、同じくバイオテクノロジーを基盤とする医薬品産業においては、多くのイノベーション研究が行われてきた。例えば先に述べたように、医薬品産業では専有可能性確保の手段として特に特許が重要な手段になっていることが知られているほか、例えば元橋は、医薬品産業はオープンイノベーションモデルを追及するようになってきており、今後のイノベーション政策の視点として、製薬企業におけるオープンモデルへの取り組み、医薬イノベーションにおける外部連携、バイオイノベーションにおける大学の役割の増大、バイオベンチャーとバイオ分野への新規参入等の重要性を指摘している [105]。

質問票調査の実施にあたっては、このような医薬品産業における先行研究や専有可能性確保に関する先行研究などを参考にしながら設問項目の設計を行った。具体的には、その実態が明らかにされていない育種に関連する民間企業の規模や研究開発投資等に関する基本情報の把握（研究開発担当者数、研究開発費など）の把握とともに、事前の企業へのインタビューや文献などで指摘され

ている育種を行う上で重要だと考えられる項目（遺伝資源の確保、品種登録制度の活用など）の状況やその影響度合い、市場拡大に関する取組などを中心に設計した。

3. 3. 2. 作物種ごとの設問設定

質問票調査の設計にあたって、作物種ごとに回答を設定することとした。

農作物育種では、繁殖特性など植物自体の性質によって、用いられる育種技術等が異なる。植物の繁殖特性は、大きく栄養繁殖と種子繁殖に分けられる。栄養繁殖とは、根や茎など栄養体部分を挿し木・接ぎ木することなどにより次の世代の植物が繁殖するものである。種子繁殖とは、種子により次世代の植物が繁殖するもので、自殖性（自分自身の花粉を受粉・受精する繁殖。イネ、オムギ、コムギ、ダイズなど）、他殖性（他の個体、技術自分以外の花粉を受粉・受精する繁殖。トウモロコシ、ハウレンソウ、アスパラガスなど）、アポミクシス（無配生殖）（花粉・卵細胞・それ以外の生殖器官の一部が発育する繁殖。ギニアグラス、ニラの仲間など）に分けられる。

バラやカーネーションなど主要な花きの品種改良においては、栄養繁殖（挿し木・接ぎ木など）の利用が主流である。種子繁殖のうち、他殖性のものはハイブリッド技術を適用しやすいという特徴がある。そのため、他殖性であるトウモロコシにおいて先駆けてハイブリッド化が進んだということもある。自殖性の稲などではもともと技術的にハイブリッド化が難しい性質があるが、育種技術の発達により自殖性作物でもハイブリッド化は進んでいる。

このような繁殖特性の違いから、野菜では、種子繁殖（他殖性）の植物が多く、ハイブリッド技術の適用が比較的容易であるためハイブリッド品種が多い。

ハイブリッド品種の種子ができれば、技術的な模倣防止が可能となる。一方、花きでは栄養繁殖（挿し木・接ぎ木など）の植物が多く、自家増殖によって模倣が可能だったり、ハイブリッド化に非常に手間がかかるなど、技術的な模倣防止が困難な場合が多い。そのため花きでは、野菜に比べて制度による模倣防止策が重要になると考えられる。このことは、企業の育種における専有可能性の観点での分析において重要な違いであると考えられる。

そのため、本分析では作物種を分けて分析することとし、質問票調査においては、まず育種を手掛ける作物種について「野菜」、「花き」、「穀物」、「その他」における割合を尋ねた。またその後の育種に関する設問では、作物種ごとの回答を求めた。

3. 3. 3. 質問項目の概要

3. 3. 3. 1. 基本情報

育種に関連する民間企業の規模や研究開発投資等に関する基本情報（研究開発担当者数、研究開発費など）の把握を目的に、次のような設問を設定した。また、時間変化に伴う大きな違いがあるかを確認するために、基本情報については、最近のものと約10年前のものについて情報を得た。また、多角的に事業を実施している企業の場合は、種苗関連の事業に特化した回答を求めた。

- ・従業員数（正社員）
- ・品種改良・開発に関わる人数（研究開発担当者数）
- ・年間売上高
- ・年間研究開発費

3. 3. 3. 2. 制度の活用・市場展開状況等

事前に実施した企業へのインタビュー結果や先行研究からは、遺伝資源の確保の重要性が指摘されていた。そこで保有する遺伝資源数が企業の研究開発活動にどのような影響を持つのかを分析する観点から、遺伝資源数に関する設問を設定した。また、野菜と花きとでは主たる繁殖特性の違いから育成者権や特許権の利用状況も異なることが想定された。制度の活用が企業の研究開発活動にどのような影響を持つのかを分析する観点から、品種登録割合や制度の機能状況に関する設問を設定した。さらに、種苗企業の中には海外売上高の比率が国内よりも高い企業もあるなど、海外市場への展開も重要な因子であることが想定された。そのため、海外市場への展開に関する設問も設定した。さらに、民間企業における農作物育種に関する政策についての自由記載欄を設けた。

- ・ 利用可能な遺伝資源数
- ・ 過去3年間に確立した新品種数
- ・ 過去3年間の品種登録への出願品種数
- ・ 過去3年間の関連特許出願数
- ・ 育種素材や育種方法に関する取り扱い（重要な親株の保管場所や育成場所の秘匿など）
- ・ 種苗法や特許法に基づく権利保護について機能の程度
- ・ 海外市場向けの育種の状況

3. 3. 3. 3. 育種実施の阻害要因に関する影響

質問票調査では、育種実施の阻害要因としての項目についての影響度合いを、作物種ごとに6つの選択肢（全く影響がない、弱い影響がある、影響がある、

かなり深い影響がある，非常に深い影響がある，分からない)より回答を得た。

質問項目は下記①～⑪の11項目である。質問票調査の項目は、後藤らのイノベーションの専有可能性を確保する手段として製造業を対象にした調査した際の、「技術情報の秘匿」，「特許による保護」，「他の法的保護（意匠登録等）」，「製品の先行的な市場化」，「製品の販売・サービス網等の保有・管理」，「製品の製造設備やノウハウの保有・管理」，「生産・製品設計の複雑性」という項目を参考に、種苗産業独自の観点を踏まえて、設計した。設計にあたっては、事前に実施した企業への聞き取り調査結果や文献調査等を反映させた。

- ① 種苗の生産体制や流通ルートの開拓の困難さ
- ② 自社ブリーダーの知識・経験・ノウハウが不足している
- ③ 対象とする農作物の見込まれる市場規模が小さい（潜在的なものも含めて）
- ④ 希少な遺伝資源がない，あるいは入手困難
- ⑤ 商品のライフサイクルが短い
- ⑥ 必要な F1（ハイブリッド）技術の習得の困難さ
- ⑦ 育種素材や技術のライセンスを受けるためのコストの大きさ，又はライセンスがない
- ⑧ 必要な遺伝子組換え技術の取得の困難さ
- ⑨ 育種の研究開発に関する施設・設備・人材等への初期投資へのコストの大きさ
- ⑩ 種苗法による育成者権保護の不十分さ
- ⑪ 特許法による知的財産権保護の不十分さ

3. 4. 質問票調査の回答結果

3. 4. 1. 回答企業の基本情報

種苗産業に関わる民間企業に対し、農作物育種の状況および作物種別（野菜、花き、穀物）の育種の阻害要因などについて、2010年1月から3月にかけて質問票調査を実施した。本調査では、「育種（品種改良・開発等）活動」の用語を、「遺伝資源、有用遺伝子の探索」、「育種に関わる基盤技術の開発（組織培養、細胞融合、遺伝子導入など）」、「変異固定技術（薬培養など）、選抜技術の開発」、「圃場における検定・評価」のいずれか一つでも含まれれば該当することとした。

調査対象企業は、「品種登録データベース（農林水産省）」、「全国種苗業者名鑑 平成18年度版（（株）日本種苗新聞）」、「日経バイオ年鑑（日経BP社）」のいずれかのデータソースにおいて農作物育種を行っている、または、かつて行っていたと考えられる企業261社とし、回答企業数は77社（回収率29.5%）、有効回答企業数は71社であった。回答企業のうち企業不明であった3社、および回答において「以前より農作物育種は行っていない」と記載された3社の計6社は分析の対象外とした。

分析対象のバイアスを確認するため、調査対象企業について、（株）帝国データバンクCOSMOS2のデータ（TDB）との照合により、主な業種および企業規模を確認した（TDBにおける調査対象企業の収録率は80%）。種苗企業（TDBにおける産業分類を参考に種苗を主に扱う企業を分類）と非種苗企業の割合は、回答企業では種苗企業45社（71%）、非種苗企業18社（29%）、未回答企業では種苗企業93社（64%）、非種苗企業53社（36%）であり、やや回答企業の方が種苗企業の割合が大きい母集団であると考えられる。また企業規模に関し

て、従業員数と年間売上高（TDB における最新期業績売上高，1 件のみ 2009 年 12 月期，それ以外は 2010 年～2011 年 5 月期までの間の最新期業績を対象）を，種苗企業，非種苗企業とに分けて回答・未回答企業の中央値を比較したところ，種苗企業においては，従業員数，年間売上高ともに回答企業の方がやや大きかった。このことから，特に種苗企業に関しては，分析対象の母集団は企業規模の大きい企業群に少し偏っている可能性がある。一方で，最小値，最大値はほぼ同じであり標準偏差も大きいことや，非種苗企業は様々な業種が混在していることなどから，分析対象としては幅広い規模の企業が対象になっていると考えられる（表 3-1）。

（表 3-1 質問票調査対象企業の企業規模）

分析対象の基本統計量を表 3-2 に示した。従業員数は，50 人以下の小規模・中規模の割合が 70%（46 社），育種に関わる研究開発担当者数は 1～10 人の企業が 81%（56 社）であった（図 3-1，図 3-2）。また年間売上高あたりの研究開発費（研究開発集約度）では，1～10%未満の企業が多く，平均は 5.4%であった（図 3-3，図 3-4，図 3-5）。全産業（金融業，保険業を除く）の平均 3.1%（総務省平成 21 年科学技術研究調査）に比べて高い平均値であることから，種苗産業は研究開発への依存度が高い産業であると考えられる。

（表 3-2 分析対象の基本統計量）

（図 3-1 種苗関連事業に関わる従業員数）

（図 3-2 種苗関連事業に関わる研究開発担当者数）

（図 3-3 年間売上高）

(図 3-4 年間研究開発費)

(図 3-5 年間売上高あたりの研究開発費 (研究開発集約度))

分析結果のバイアスを極力排除するためには、企業規模ごとに分けた分析を行うことが望ましいが、今回の調査では対象企業の母集団が小さくサンプルの制約があったことから、企業規模については回答結果の分布を参考に見るにとどめ、分析では企業規模の大小に関わらず回答結果を一括して取り扱った。この点に関しては、事前の聞き取り調査結果などからは植物の繁殖特性による違い（野菜・花き）の方が分析結果にバイアスを与える可能性があり野菜・花きを分けて分析することを優先させたこと、また例えば山本 [106] は野菜・花きなどの種苗は品種が多く、1品種当たりの種苗需要量もあまり多くないため、規模の経済性が発揮しにくいことを指摘しており、野菜・花きについては企業規模による育種のインセンティブ要因について大きな相違はないと考えられることから、今回の分析方法でも一定の確からしさを持つ結果が得られると考えられる。

また質問票調査の回答による 10 年前の数値と比較してみると、年間研究開発費では増減なしが 20 社 (35%)、増加 22 社 (39%)、減少 15 社 (26%)、研究開発担当者数では増減なしが 28 社 (42%)、増加 22 社 (33%)、減少 28 社 (24%) と、研究開発への取り組みは、横ばいか増加傾向の企業が多かった。

育種対象の作物種については、野菜 35 社 (49%)、花き 15 社 (21%)、穀物 7 社 (10%) であった。なお、1 企業が複数の作物種の育種を実施している場合も含まれる (表 3-3)。

(表 3-3 回答企業における育種対象作物種割合)

利用可能な遺伝資源数については、花きでは保有する遺伝資源数の多い企業の割合が高かった (図 3-6)。過去 3 年間に開発した新品種数については、野菜と穀物に比べて、花きの開発品種数が多かった (図 3-7)。

(図 3-6 利用可能な遺伝資源数)

(図 3-7 過去 3 年間に開発した新品種数)

3. 4. 2. 育種における権利保護の活用状況等

質問票調査においては、研究開発の成果を保護する権利（育成者権、特許権等）の活用状況等に関する回答を得た。

過去 3 年間の品種登録出願数については、野菜と花きを比較すると花きの登録件数の割合が高い傾向が見られた (図 3-8)。

(図 3-8 過去 3 年間の品種登録出願数)

品種登録制度の利用状況について、作物種ごとに違いがあるかを確認するために、品種登録割合（過去 3 年間の開発品種数（以下、開発品種数）に対する過去 3 年間の品種登録出願数の割合）として比較したところ、平均は野菜が 14%、花きが 37%であったが、割合はゼロと回答した企業が野菜では 68%、花きでは 33%と、野菜で特に多く見られた。

野菜と花きの品種登録割合に統計学的にも差があるかを、Mann-Whitney 検定によって分析した結果、5%の有意水準で差が見られた (表 3-4)。

(表 3-4 登録品種数割合に対する作物種による差 (Mann-Whitney 検定))

このことは、野菜に多い種子繁殖 (他殖性) の植物では、ハイブリッド技術) の適用が比較的容易であり、ハイブリッド品種の種子ができれば、技術的に模倣防止が可能である一方で、花きに多い栄養繁殖 (挿し木・接ぎ木など) の植物などでは、自家増殖によって模倣が可能だったり、ハイブリッド化に非常に手間がかかるなど、技術的な模倣防止が困難であるため、制度による模倣防止策が重要になると考えられる。この結果からも、農作物育種に関する分析を行う上では、野菜と花きとを分けて分析することが妥当であると考えられる。

また、種苗法による品種登録制度や特許法による特許制度が、権利保護のために機能しているかの意識については、花き・穀物では、約 4 割の企業が「かなりそう思う」または「非常にそう思う」と回答しているが、野菜ではその割合は小さかった。特許法については、穀物のみが「かなりそう思う」または「非常にそう思う」の回答企業が 4 割近くとなったが、野菜・花きではその割合は小さかった (図 3-9)。一方、制度には依らない「重要な親株の保管場所や育成場所」や「育成管理、培養方法、突然変異作出方法など、育種方法や生産方法において有用な技術上の情報」といった、ノウハウの秘匿措置に関しては、おおむね「行っている」と回答した企業が多かったが、穀物に関しては、育種・生産方法の秘匿については「行っていない」企業の割合の方が高かった (図 3-10)。

(図 3-9 種苗法・特許法の機能)

(図 3-10 ノウハウ等の秘匿)

3. 4. 3. 育種実施の阻害要因について

育種実施の阻害要因に関する 11 項目についての影響度合いは、次のような結果となった。なお、阻害要因に関する回答企業数には制限があるため、結果の解釈は慎重に行う必要があると考えられる（表 3-5）。

（表 3-5 阻害要因に関する回答結果の年間売上高別企業数）

○野菜

調査にあたり、野菜の育種では、ハイブリッド品種を効率良く作出するための技術や育種素材（遺伝資源）の取得に関する項目の影響度合いが大きくなる一方、ハイブリッド品種は技術的に模倣防止が可能であるため、知的財産権（育成者権、特許権）に関する項目の影響度合いは大きくないと想定した。

回答結果では、育種を「行っている企業」と「行っていない企業」と共通して、「初期投資へのコストの大きさ」、「遺伝資源の入手」の影響度合いが大きい傾向が見られた。一方、「ハイブリッド技術の取得」の影響度合いは小さい傾向が見られた。また育種を「行っていない企業」では、「遺伝子組換え技術の取得」「ブリーダー」「ライセンス」といった、ハイブリッド技術以外の育種技術に関わる項目について、影響度合いが大きい傾向が見られた。また、知的財産権（育成者権、特許権）の保護に関しては、育種を「行っている企業」より「行っていない企業」の方が、影響度合いが大きい傾向が見られた（図 3-11、図 3-12）。

（図 3-11 野菜・育種を行っている企業の回答）

（図 3-12 野菜・育種を行っていない企業の回答）

回答結果について、年間売上高との関係を見てみると、統計的に有意な差は見られず、企業規模による大きな傾向の違いは見られなかった（図 3-13）。

（図 3-13 野菜・年間売上高別の回答）

○花き

調査にあたり先行研究などから、花きの育種では、栄養繁殖の植物が多いことから、野菜に比べて知的財産権（育成者権、特許権）の保護やライセンス活動に関する項目の影響度合いが大きくなると想定した。

回答結果では、育種を「行っている企業」と「行っていない企業」とで共通して、「市場規模の小ささ」、「商品のライフサイクルの短さ」の影響度合いが大きい傾向にあった。一方、「ハイブリッド技術の取得」「遺伝子組換え技術の取得」は影響度合いが小さい傾向にあった。また、育種を「行っていない企業」では、「初期投資」という資金制約への影響度合いが大きい傾向にあったが、「行っている企業」ではそれほど大きくなかった（図 3-13, 図 3-14）。

（図 3-14 花き・育種を行っている企業の回答）

（図 3-15 花き・育種を行っていない企業の回答）

回答結果について、年間売上高との関係を見てみると、統計的に有意な差は見られないものの、全体として育成者権や特許権に関しては売上高が小さい企業の方が影響度合いが大きい傾向が見られたが、それ以外の項目では比較的企业規模の大きい企業のほうが全体として影響が大きい傾向が見られた（図 3-16）。

(図 3-16 花き・年間売上高別の回答)

○穀物

調査にあたり、穀物の育種では、生産・流通体制の確保が大きな影響を及ぼしているのではないかという点や、必ずしもハイブリッドによる育種ではないため育成者権など権利保護が重要な要因ではないかと想定した。

回答結果では、育種を「行っている企業」と「行っていない企業」とで共通して、「初期投資」、「生産・流通」の影響度合いが大きい傾向にあった。一方、「商品のライフサイクル」、「ハイブリッド技術の取得」、「育成者権保護」は影響度合いが小さい傾向にあった。また、育種を「行っていない企業」では、「遺伝資源」、「ブリーダー」、「ライセンス」、「遺伝子組換え技術」などの育種技術・素材に関する要因や、「市場規模」への影響度合いが大きい傾向にあったが、逆に「ブリーダー」、「遺伝子組換え技術」などは影響の度合いが低い結果となっており、実際に育種を実施した場合、それらの要因は他の要因に比べて大きな影響ではなくなることなどが考えられる（図 3-15, 図 3-16）。

(図 3-17 穀物・育種を行っている企業の回答)

(図 3-18 穀物・育種を行っていない企業の回答)

回答結果について、年間売上高との関係を見てみると、統計的に有意な差は見られず、企業規模による大きな傾向の違いは見られなかった（図 3-19）。

(図 3-19 穀物・年間売上高別の回答)

3. 5. 農作物育種を実施する企業特性に関する分析

本節では、企業が育種に参入するか否かにおいて、どのような因子が関係しているか、また、研究開発活動の度合いはどのような因子と関係があるのかについて、質問票調査の結果を用いて回帰分析を行った。

3. 5. 1. 仮説の設定

種苗産業は、穀物の育種を中心とするモンサントやシンジェンタなどの大規模な多国籍企業がある一方で、先行研究では野菜は多品種少量生産という特徴から小規模な企業でも新品種の開発が行えることが考察されている。質問票調査の回答企業も、中小規模の企業が多くみられることから、企業が野菜の育種を行うか否か（野菜の農作物育種に参入するか否か）の判断においては、企業規模には依存しないことが考えられる。また花きも野菜と同様、多品種少量生産という特徴があることから、同様のことが考えられる（仮説 1）。

また野菜ではハイブリッド品種が多く、効率よく良質なハイブリッド品種を作出することが大事である。それには、品種のかけ合わせに必要な、多種多様な遺伝資源の保有が必要となる。したがって、野菜の新品種開発の度合いは、遺伝資源の保有度合いが関係すると考えられる（仮説 2）。一方、花きは、栄養繁殖系の植物が多いことから、新品種開発を行う上では、育成者権の確保が重要になると考えられる。そこで、花きの新品種開発の度合いは、品種登録制度の利用度合いが関係すると考えられる（仮説 3）。

3. 5. 2. 分析方法

質問票調査の設問では、育種の有無、開発品種数、遺伝資源数、品種登録割

合などの情報は作物種ごとに確認しており、従業員数、研究開発担当者割合（従業員数に対する研究開発担当者の割合）などの情報は作物種に関係なく確認している。

そのため、プロビット法と最小二乗法によって推定するヘックマンの二段階推定により、第一段階では、野菜、花きそれぞれの育種実施の有無について、第二段階では、それぞれの育種を実施している企業を対象に開発品種数について、有意のある係数を分析した。

仮説 1 に関しては、被説明変数を野菜または花きの育種実施の有無、説明変数を企業の規模を表す指標として従業員数（対数）、コントロール変数を企業の研究開発投資の指標として研究開発担当者割合（対数）、種苗企業か非種苗企業かによる影響について種苗企業ダミーを設定した。

仮説 2 および 3 に関しては、野菜または花きの育種実施を行っている企業に対して、被説明変数を開発品種数（対数）、説明変数を知的財産権の利用度を表す指標として品種登録割合（対数）、育種の素材の蓄積を表す指標として遺伝資源数（対数）、コントロール変数を企業の規模を表す指標として従業員数（対数）、企業の研究開発投資の指標として研究開発担当者割合（対数）を設定した^[注 35]。なお、品種登録割合は品種登録制度が有効かどうか依存するものと考えられるため、開発品種数が増えると品種登録割合が高まるとは考えにくく、内生性の問題はないと考えられる。

3. 5. 3. 分析結果

3. 5. 3. 1. 野菜についての分析結果

野菜に関する分析結果を表 3-6 に示した。第一段階推定での野菜育種実施の有無に関して、従業員数に有意性はなかった。そのほかコントロール変数であ

る研究開発担当者割合については 5%有意水準で正の係数として有意性があったが、種苗企業ダミーに有意性はなかった。

第二段階推定において、野菜育種を実施する企業と開発品種数との関係进行分析した結果、遺伝資源数については 1%有意水準で正の係数として有意性があったが、品種登録割合に有意性はなかった。そのほかコントロール変数である従業員数、研究開発担当者割合についても、有意性はなかった。

なお、種苗産業関連に関しては公的な統計データがなく、質問票調査により得られたデータのみを分析に用いており、限られた標本数および変数での分析であるために第二段階推定での調整済み決定係数が低いことから、結果の解釈に関しては慎重に行う必要があると考える。

(表 3-6 農作物育種を行う企業特性の推定<野菜>)

3. 5. 3. 2. 花きについての分析結果

花きに関する分析結果を表 3-7 に示した。第一段階推定での花き育種実施の有無に関して、従業員数については 5%有意水準で正の係数として有意性があった。そのほかコントロール変数について、種苗企業ダミーには 5%有意水準で正の係数として有意性があったが、研究開発担当者割合に有意性はなかった。

第二段階推定において、花き育種を実施する企業と開発品種数との関係进行分析した結果、品種登録割合については 10%有意水準で正の係数として有意性があったが、遺伝資源数に有意性はなかった。そのほかコントロール変数である従業員数、研究開発担当者割合についても、有意性はなかった。

なお、野菜と同様に第二段階推定での調整済み決定係数が低いことから、結果の解釈に関しては慎重に行う必要があると考える。

(表 3-7 農作物育種を行う企業特性の推定<花き>)

3. 5. 3. 考察

仮説 1 に関する分析では、プロビット法による推定の結果、野菜については企業の規模を表す従業員数は有意ではなかったが、花きに関しては有意であった。花きは、商品のライフサイクルが短いことが知られており、効率良く商品を行う必要があることや、仮説 3 とも関連するが権利保護が重要な要因であるため権利の維持等を行う上ではある程度の企業規模が必要であることが考えられる。

仮説 2 に関する分析では、最小二乗法による結果から、野菜の育種を行う企業の開発の度合いと育種素材の蓄積との関係が示された。これは、ハイブリッド品種による育種には、多大な遺伝資源の蓄積が必要であるとする仮説を支持するものであると考えられる。

仮説 3 に関する分析では、最小二乗法による結果から、花きの育種を行う企業の開発度合いと、育成者権の利用度との関係が示され、花きの育種を行う上では、新品種の権利保護が重要であるという仮説を支持するものであると考えられる。

ただし、仮説 2, 3 については標本数および変数の制限からモデルの適合度が低いことから、今後はより十分な数の標本・変数を設定した調査による分析を行うことが課題である。

3. 6. 専有可能性の確保手段に関する分析

本節では、企業における、専有可能性確保手段に関する基本的な要因を明らかにするため、育種実施における阻害要因の回答について、因子分析により個々

の変数に共通して潜在すると考えられる共通因子の分析を行った。

3. 6. 1. 仮説の設定

野菜の育種はハイブリッド技術による育種が主であり、現状としては、いかにハイブリッド品種を効率よく作出するかが重要な要素であると考えられる。最近では DNA マーカーの利用などにより新品種開発の期間を短縮しようとする技術開発なども進められているように、ハイブリッド技術を基盤とした育種技術の進展が要因として考えられる。また、野菜は生産する土地や食文化など関係の深い農作物であるため、市場拡大を図るとしても国内の商品がそのまま適用できるとは限らない。そのため新たな市場参入におけるコストや資源の確保が要因の一つとして考えられる。

花きは商品のライフサイクルが短いために商品開発のスピード化が重要だと考えられるが、野菜とは異なり食用ではないため、重粒子線などを利用した突然変異や遺伝子組換え技術など、様々な技術によって新品種の開発が可能であることから、新たな技術開発の導入も一つの重要な要因であると考えられる。さらに、栄養繁殖系のもの場合は、いかに新品種を他者からの模倣から保護するかが大事な要因であり、知的財産権保護制度の整備が重要な要因として考えられる。

3. 6. 2. 分析方法

因子分析の因子抽出の方法には、標本数の最尤法を用い、因子間の相関を想定してプロマックス回転を用いた。設問⑦は複数の要素が混在しているため、因子分析の対象から外した。また、設問⑩と⑪は概念が共通しているため、設問⑪の結果は分析対象から外した。また、野菜に関する回答と花きに関する回答とは分けて分析を行った。その際、現在育種をしているかの有無は問わずに

分析を行った。穀物に関しては回答数が少なく有意な分析結果が得られなかった。

3. 6. 3. 分析結果

3. 6. 3. 1. 野菜についての分析結果

因子分析の結果、標本妥当性の測度は 0.733 であり、本因子分析の結果を解釈するには一定の妥当性があると考えられる（表 3-8）。回転後の因子行列の固有値が 1 を超える因子は 3 つ見られた（表 3-9, 図 3-20）。

（表 3-8 野菜の因子分析結果（KMO および Bartlett の検定））

（表 3-9 野菜の因子分析結果（パターン行列））

（図 3-20 野菜の因子分析結果（因子別・因子得点順））

第 1 因子は、⑨初期投資と④遺伝資源との関係が大きくみられることから、「育種資源への投資」が関連していると考えられる。第 2 因子は、③市場規模が大きく関係し、一方で⑧遺伝子組換え技術にやや負の関係が見られることから、「従来技術による商品の市場規模」が関連していると考えられる。第 3 因子は、⑥ハイブリッド技術が大きく関係する一方、④遺伝資源や⑧遺伝子組換え技術にやや負の関係が見られることから、「従来技術による商品開発」が関連していると考えられる。

なお、因子得点と企業規模との関係には、あまり顕著な傾向は見られなかった。（図 3-21）

（図 3-21 野菜の因子分析結果（因子得点と回答企業の売上高との関係））

3. 6. 3. 2. 花きについての分析結果

因子分析の結果、標本妥当性の測度は 0.723 であり、本因子分析の結果を解釈するには一定の妥当性があると考えられる（表 3-10）。回転後の因子行列の固有値が 1 を超える因子は 3 つ見られた（表 3-11, 図 3-24）。

（表 3-10 花きの因子分析結果（KMO および Bartlett の検定））

（表 3-11 花きの因子分析結果（パターン行列））

（図 3-22 花きの因子分析結果（因子別・因子得点順））

第 1 因子は②ブリーダーが大きく関係し、次いで④遺伝資源が関係することから、「人材を含めた育種資源」が関連していると考えられる。第 2 因子は、⑧遺伝子組換え技術が大きく関係するほか、⑨初期投資にやや弱い関係が見られることから、「新技術導入への投資の実現」が関連していると考えられる。第 3 因子は、⑤ライフサイクル、③市場規模に大きな関係が見られることから、「商品開発への投資に見合う市場」が関連していると考えられる。

なお、因子得点と企業規模との関係には、あまり顕著な傾向は見られなかったが、因子 3 については企業規模の大きい企業ほどこの因子が関係度が大きい傾向が見られた。（図 3-23）

（図 3-23 花きの因子分析結果（因子得点と回答企業の売上高との関係））

3. 6. 4. 考察

野菜においては、因子分析に先立ち、ハイブリッド技術を基盤とした育種技

術の進展との関係や新たな市場参入におけるコストや資源確保の因子が仮説として考えられた。分析の結果、ハイブリッド技術を基盤とした育種資源への投資、市場や商品開発の確保が因子として浮かび上がったことから、仮説として考えた点とほぼ一致した結果が得られた。遺伝資源の重要性については以前より指摘されているが、中小規模の企業が多い種苗産業において、各企業が多様な育種資源確保の投資ができる、あるいは確保手段があることが研究開発インセンティブにとって重要であることが示唆された。また、ゲノム研究の進展に伴い、近年ではDNAマーカー育種が進んできており [107]、世界的にもハイブリッド育種のスピードアップがはかられている。このような従来技術を基礎とした育種技術を用いた商品開発が今後も持続的にできることや、それによる市場の確保が、野菜の研究開発を行ううえで重要な因子であることが示唆された。

花きにおいては、因子分析に先立ち、遺伝子組換え技術などを含めた新技術の導入や、特に栄養繁殖系のもの場合は新品種を他者からの模倣から保護するための知的財産権保護制度の整備などの因子が仮説として考えられた。分析の結果、花きについては、人材を含めた育種資源、新技術への投資、商品開発への投資に見合う市場の確保などの因子が重要なものとして浮かび上がった。商品のライフサイクルが短いと言われる花きにおいては、遺伝資源や育種のための人的資源を確保することが重要な要因であることが示唆される。また、遺伝子組換え技術による種苗の開発は、その技術を利用するための特許権に関わるライセンスや安全性確保のための圃場試験への投資などが必要となる一方で、ライフサイクルの短い花きの場合、投資への回収が難しいことや、投資に見合う市場規模が十分確保できることが課題であることが示唆された。一方、因子分析の結果からは、知的財産権との関係については浮かび上がらなかった。

3. 7. 本章の考察

本章では、企業への質問票調査の結果について統計的分析を行うことにより、企業の研究開発活動の度合いと関係する要因や、専有可能性確保の手段に関わる要因等を明らかにした。

まず、世界の種苗市場において多国籍化学企業が大きな存在感を示している現状の中、日本において新たに種苗産業に参入する、あるいは育種範囲を広げる（新たな作物種に参入する）インセンティブが機能しうるのかという問題意識から、回帰分析により育種実施の有無と企業規模との関係を分析した結果、野菜では企業規模を表す係数は有意ではなかったが、花きに関しては係数が有意であった。これは、野菜や花きでは規模の経済が機能しにくいという先行研究で指摘されてきた結果とは異なる結果となった。この背景としては、花きは野菜と比較して、育種にかかる研究開発のライフサイクルが短いことに加えて、栄養繁殖系の植物も多いため制度による新品種の権利保護への対応も必要となることから、ある程度のコスト負担が可能な企業規模が必要となるのではないかと考えられる。今後、NBTのようなゲノム科学を用いた育種の方法が広がってくると、ハイブリッド技術による育種のように技術的に模倣を防止することができないため、新品種の権利保護にかかるコスト負担が生じてくると考えられる。そのような方向性を考えると、中小規模の多い現状の日本の種苗企業を中心に考えれば、新たな育種範囲（作物種）への拡大は難しい可能性が考えられる。

また企業の研究開発活動度合いとは、野菜では育種素材の蓄積、花きでは育成者権の利用度に関する係数が有意であった。企業の研究開発インセンティブを高める、あるいは他産業から種苗産業へ参入を促す場合には、これらの因子

が重要であることが示唆された。

次に、因子分析の結果、企業の育種実施における阻害要因として、野菜ではハイブリッド技術を基盤とした育種資源への投資、市場や商品開発の確保が因子として浮かび上がった。また花きについては人材を含めた育種資源、新技術への投資、商品開発への投資に見合う市場の確保などの因子が重要なものとして浮かび上がった。野菜と花きとを分けて分析した結果、野菜ではハイブリッド、花きでは遺伝子組換え技術を含む新技術を基盤とした結果が得られた違いはあるものの、共通して、育種資源、技術導入、投資に見合う市場の確保が重要な因子であることが示唆された。

市場の確保に関しては、質問票調査項目のうちの海外市場の調査や海外市場向けに品種開発について、花きの育種を実施している全ての企業が「行っている」または「行う予定」と回答しており、野菜でもその割合は高かったことから、実態としても海外市場への展開が重要である状況だと考えられる。

(図 3-23 海外市場へのアクセス)

現在、日本の種苗産業の活性化に関する議論はほとんどなされていないが、本研究の分析からは、遺伝資源の必要性や育成者権の拡充だけでなく、育種技術自体の底上げやそれに伴う権利保護への対応、新たな市場展開にあたってのコストや人的リソースの必要性などが浮かび上がった。これらの要因も考慮した、民間企業の農作物育種促進に関する議論が、今後必要であると考えられる。

今回は稲などの穀物の育種を行う企業数が少なく、統計的に有意な検定ができなかったが、マーケットとしても大きく、植物学的な基礎研究も進んでいる稲についても、企業による育種の阻害要因などの構造をより詳細に分析する必要があると考える。さらに、今回の分析結果で市場に関する因子が抽出されたことから、今後は企業が育種を行う上での海外市場への展開や技術力との関係などにも着目し、さらに分析を進める必要がある。

補足：質問票調査における自由記載

- ・ 花き類は種類が多く、1品種あたりの販売額が小さい。種苗法は、農家の自家増殖禁止が部分的で品種開発のコスト、登録のコスト、また部分的に栽培契約が必要で、割が合わない部分が多い。新品種のほとんどを登録している現状で品種権利の強化を望む。
- ・ 育種した新品種について特許が認められれば良いと思う。特許庁の中にそのような判定できる職員が必要と思う。
- ・ 海外からの育種材料の利用をインターネットなどで紹介して手に入れやすくなるとよい。
- ・ 植物の育種・開発・販売には大変時間を費やしている。国内に限らず海外との競争に勝つには情報・人材・資金が必要であり、税制優遇処置があれば利用していきたい。
- ・ 組換え体に関する消費者への啓蒙を推進して欲しい。
- ・ バイオ技術（人工変異、遺伝子導入）で開発した新品種について、品種登録では第三者による交配育種は許されている。今後、交配育種も禁止してゆかないと、育種意欲の低下を招く。

- 海外，特にアジア等での植物品種の権利保護体制の確立に早急に努力して欲しい。
- 小企業における品種開発には公的機関の協力が不可欠。新規の開発手法や新素材の導入など小企業単独では難しいことが多い。反面，地方特有の遺伝資源を有している小企業も多い。
- 自給率の向上やエコ活動に対応して品種開発を行う場合に種苗会社へ支援する補助事業を創設していただきたい。
- 無農薬・少肥で栽培できる品種普及しているが，現状では慣行栽培由来の種子が認められているため普及せず，有機栽培であっても多肥による土壌養分バランスの崩れが問題になっている。低コスト型品種の育種は，栽培体系を自然循環型に変えるために必要であり，普及できる政策を要望する。
- さまざまな国の規制がコスト上昇と競争力の低下を招いている。国内での植物の R&D は，厳しい状況（特に組換え）。
- 生物多様性や環境保全に寄与する品種のインセンティブ（エコポイント等）の検討をお願いしたい。
- ヨーロッパと違って，ブリーダーの権利が守られていない。

第4章 考察および政策的含意

4. 1. 研究全体を通じた考察

本研究は、革新的な知識・技術によって、イノベーション・システムを構成する他の複数の要素にどのような変化が生じるのかを時間的な変化とともに捉えることで、イノベーション・システムのダイナミックな変化を捉える試みを行った。

第2章では、種苗産業というセクターに着目し、セクトラル・イノベーション・システムの枠組みを活用して、過去の2つの革新的な科学的知識・技術（ハイブリッド技術、遺伝子組換え技術）の登場によるイノベーション・システムのダイナミックな変化を分析しその特徴を考察するとともに、演繹的に、今後大きな影響を与えるであろう新たな知識・技術（ゲノム編集などのNBT）による今後のイノベーション・システムの変化を考察した。その結果、革新的な知識・技術の登場によって、セクターを超えるような、知識・技術の吸収能力をもつ中心的なアクターの交代や新たなアクターの参入が引き起こされること、アクターの研究開発インセンティブを高める制度の拡充が起こること、革新的な知識・技術と社会との関係をつなぐ制度の必要性が生じることなどが示唆された。一つ目の特徴については、これまでのイノベーション研究において、劇的な変化をもたらすイノベーションは新規参入者によって行われるケースが多いことが指摘されている点とも一致している。制度との関係に関する特徴については、イノベーション・システムの複数の構成要素を関連づけて分析を行った本研究によって特徴的に見いだされたものであると考えられる。

これらの一般的な特徴をもとに、今後、ゲノム編集などNBTによるイノベーション・システムの変化の方向性を考察したところ、将来的に現在の遺伝子組

換え技術のような安全性評価のコストがかからなくなる可能性もあり、これまでとは異なる異業種からの参入など、新たなアクターの参入の可能性が示唆された。さらにこれらの革新的な知識・技術は、技術を使用した痕跡を残さないことも可能になるため、使用者の倫理にかかわる問題を生じさせていることから、社会とをつなぐ制度の重要性が増してくると考えられる。

さらに、第 2 章でセクター全体に見られたイノベーション・システムの変化の方向性に対して、特に遺伝子組換え技術の登場以降、日本では企業の存在感の低下など、異なる傾向が見られた。第 3 章ではその背景となる日本のアクターの研究開発インセンティブ要因を独自に実施した質問票調査の結果を用いながら詳細に分析した。まず、世界の種苗市場において多国籍化学企業が大きな存在感を示している現状の中、日本で新たに種苗産業に参入する、あるいは育種範囲を広げる（新たな作物種に参入する）インセンティブが機能しうるのかという問題意識に対して、回帰分析により育種実施の有無と企業規模との関係を分析した結果、花きにおいては企業規模との関係が示唆された。野菜のようにハイブリッド技術により模倣が防げるような育種の場合は企業規模には大きく依存しないと考えられるが、権利保護により模倣を防ぐ必要性がある育種の場合は権利保護にかかるコストの必要性が生じることが考えられ、企業規模が育種実施の有無に関係するものと考えられる。NBT における育種では、特許など知財による権利保護が中心になると考えられることから、今後、NBT による育種においては、中小規模を中心とする日本の種苗企業による新たな育種範囲（作物種）への拡大は難しい可能性が考えられる。また企業の研究開発活動度合いとは、育種素材の蓄積や、新品種の権利保護との関係が見られ、企業の研究開発インセンティブを高める、あるいは他産業から種苗産業へ参入を促す場

合には、これらの因子が重要であることが示唆された。また、因子分析からは、育種資源、技術導入、投資に見合う市場の確保が重要な因子であることが示唆された。

以上の考察から、今後、NBTなどの革新的な知識・技術が実用化されていくことが想定される中、日本の種苗産業においてイノベーション・システムを有効に機能させていくためには、アクターによる革新的な知識・技術の吸収能力を高める、あるいは知識・技術を持つアクターの参入を促すこと、新たなアクターが遺伝資源やブリーダーを確保できるための支援や海外市場への展開を促す政策などの必要性が考えられる。また、新品種の権利保護制度のみならず、安全性評価など社会とをつなぐ制度の枠組みをいかに設定するかが研究開発インセンティブに大きく関わるようになってきており、制度設計への議論や制度運用に際しての支援などが今後の課題になると考えられる。

4. 2. 政策的含意

今後、ゲノム編集などNBTを用いた育種が進むことを見通した時に、日本の種苗産業でイノベーション・システムを有効に機能させていくための検討すべき政策的課題を考察した。

(セクター内外のアクターと公的研究機関を含めた産学官連携の推進)

NBT等を用いた育種が進んだ時の方向性として、本研究では、技術的に他者からの模倣が防げるハイブリッド技術を用いた育種とは異なり、特許権や育成者権による権利保護の重要性が増すこと、そのことと関連して、育種を行うアクターにはある程度の企業規模が必要になってくることが示唆された。したが

って、今後の日本の種苗産業においては、資金力のあるセクター外からのアクターの参入を促すことが重要になってくると考えられる。また本研究において、アクターの研究開発インセンティブには、遺伝資源やブリーダーなど育種の基盤となる知識・技術を保有していることとの関係が見いだされた。種苗は医薬品産業のように化学合成ができるようなものではなく、最終的には植物自体の繁殖が必要となるため、それらの知識・技術を蓄積している既存の種苗企業とセクター外との連携・融合がいかに図れるかが重要になると考えられる。

また特許データ分析からは、日本の育種にかかわる遺伝子組換え技術等の知識・技術の蓄積は、主に公的研究機関を中心になされていることが示唆された。日本の公的研究機関はイネを中心にした基礎的研究を行っているが、民間企業での育種は野菜・花きの育種が中心である。今後、NBT等の技術を用いた育種において産学官連携を有効なものにしていくためには、公的研究機関の基礎的研究における作物種の範囲の拡大や、セクター外からの参入企業および種苗企業等の連携・融合等を促すことを含めた産学官連携のファンディング等をより積極的に実施することなどが必要であると考えられる。また、2.5.2.で示したとおり、NBTに関連するリサーチツール^[注 36]に関しては海外機関が先行していると考えられるため、必要に応じて海外企業と日本のアクターとのライセンスの橋渡しをサポートするような制度などの方策を検討することも考えられる。

(海外市場への展開の促進)

本研究において、育種を行うアクターの研究開発インセンティブを高めるうえで、海外市場への展開に関する方策が必要であることが示唆された。アクターが海外市場へ展開を図る際には、育成者権や特許権などの権利取得のほかに、

流通に際しての品質保証に関する制度，必要に応じて安全性評価への対応などが必要となる。今後，セクター外からのアクターの参入を促進する観点からも，企業等に対する，海外での権利取得や増殖などに関するロイヤリティ契約等の交渉・手続きなどに関する支援，海外市場展開を見据えた知的財産保護や品質保証制度の充実や運用面での支援などが必要な方策であると考えられる。

(NBT 時代を見据えた遺伝資源の整備)

本研究では，研究開発インセンティブ要因として，遺伝資源の重要性が示唆された。遺伝資源に関連することとして，1993年発効の生物多様性条約（CBD: Convention on Biological Diversity）では遺伝資源に対する各国の主権的権利が認められ，2010年10月の名古屋議定書では遺伝資源へのアクセスと利益配分（ABS: Access to genetic resources and benefit-sharing）に関する法的拘束力のある国際的枠組みが採択された。このようなことも背景に，いかに多様な遺伝資源を長期保存し活用しうるかが，各国の重要な課題になっている。

一方，革新的な知識・技術によって変化するイノベーション・システム全体から見た遺伝資源の役割の変化の方向性を考えると，ハイブリッド技術が主流の育種では多種多様な原種そのものを保有していることが重要であったが，今後，NBT等の育種が広がると，有用なゲノム（遺伝子）情報，さらにそれらと表現型との関係に関する情報など，ゲノム情報を基盤とした育種情報を活かすことが種苗開発の競争力の要になっていくのではないかと考えられる。そのようなセクター全体での変化の方向性を考えると，今後は遺伝資源そのものの整備だけでなく民間企業を含めたアクターが活用しやすいゲノム情報等の解析，蓄積，提供等をはかっていくことが重要であると考えられる。

(革新的な知識・技術と社会との関係をつなぐ制度の拡充)

本研究において、革新的な知識・技術は社会との関係をつなぐ制度の必要性を引き起こす旨の示唆が得られた。本研究で述べてきたとおり、NBTを用いた育種では、その技術的プロセスからは産出された作物が遺伝子組換え作物か否かを明らかにできない可能性がある。そのような知識・技術に対する政府の役割としては、一つには検出に関する技術開発および制度の整備があると考えられる。どのような技術の場合、どの段階でどのようなチェックを行うことがより実効的であるのかを明らかにすることが重要であると考えられる。また、新たな規制の方向性を検討することも重要であると考えられる。これまでのようなプロセスベースでの規制ではなく、プロダクトベースで規制するという方向転換も検討課題であると考えられる。

日本は遺伝子組換え作物への規制に関しても国際的に意識の高い国であり、NBTにおける問題においても積極的に取り組んでいく姿勢が必要であると考えられる。さらにNBTの問題は農作物に限らずヒトを含めた動物にも適用可能な問題である。このような枠組みでの分析により、革新的な技術・知識が登場した際に、今後重要な政策課題を見通すことが重要であると考えられる。

4. 3. 残された課題

セクトラル・イノベーション・システムの枠組みを用いて革新的な知識・技術の登場による構成要素の変化を分析する今回の手法は、国や地域の境界とは関係なくグローバル化・オープン化していく知識・技術をベースにイノベーション・システムが機能していくための方向性を見通すうえでは有用であったと考えられる。一方で、分析の結果からは、セクターを超えるアクターの参入も明らかになったことから、セクターを境界とする手法だけでも、イノベーション・システムのダイナミックな変化の全体像を捉えるには限界があることも示

唆された。また、本手法で得られる分析結果はマクロな視点であるため、因果関係や具体的な方策等については別途詳細な分析を必要とすることや、知識・技術による影響が大きいセクターに限定的な手法であること、取り扱う事例の分野に特有な特徴と一般的な特徴との分離が必要であることなどが残された課題として挙げられる。

また日本の農作物育種に対する考察を深める上では、第 3 章で対象外にした国や都道府県は日本の農作物育種における重要なアクターであり、これらを対象とした研究開発インセンティブ要因の分析なども今後の検討課題である。一方、ゲノム科学の進展によって知識・技術がグローバル化する中、知的財産権や安全性評価などの制度については、グローバルな枠組みの重要性が高まっている。さらに農業に関しては、TPP 交渉にみられるように、稲を含む農作物に対する政策も変わりつつある。稲市場がよりグローバル化すれば、現在は公的研究機関を中心に進められている稲に対する研究開発活動のアクターにも変化が生じる可能性もあり、そのような変化を見据えた分析も今後は必要になってくるものと考えられる。

また農業全体の観点からは、農薬や肥料の開発、栽培技術や農業機械の開発、食品加工や流通に関する技術の開発など、他のプロセスも重要な要素であるが、今回の分析枠組みではそこまでを考慮に入れることは難しく、今後の検討課題であると考えられる。

参考文献

- [1] クレイトン・クリステンセン『イノベーションのジレンマ：技術革新が巨大企業を滅ぼすとき』玉田俊平太監修，伊豆原弓訳.翔泳社，2000.
- [2] ジョー・ティッド，ジョン・ベサント，キース・パビット「第1章イノベーション・マネジメントの主要な課題」『イノベーションの経営学 ―技術・市場・組織の統合的マネジメント―』後藤晃，鈴木潤訳. NTT 出版株式会社，2004：3-45.
- [3] 篠崎良仁，有泉亨「第3章人工ヌクレアーゼを利用したゲノム編集技術」『新しい植物育種技術を理解しよう NBT (new plant breeding techniques)』株式会社国際文献社，2013：17-30.
- [4] ゲノム編集コンソーシアム「ゲノム編集とは」
http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/smg/genome_editing/index.html
(2015年8月1日アクセス)
- [5] Li, Ting et al., “ High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice,” *Nature Biotechnology* 30 (2012):390-392.
- [6] European Commission, *New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development*, by Lusser, Maria et al., 2011.
- [7] 日本経済新聞「機能性野菜、健康で売る、三井物産、タマネギを今秋から、カゴメ、高リコピンのトマト」，2014年11月29日，11面.
- [8] 久野秀二「種子産業における市場構造の特徴 ―その基本的性格と事業主体の存在形態―」『農業市場研究』第3巻2号，1995：35-45.
- [9] 若林隆久，岡本伊織，氷熊大輝「経済成長の進化モデル―経営学輪講 Nelson and Winter (1982) , Chapters 8,9―」『赤門マネジメント・レビュー』9

卷 10 号, 2010 : 741-760.

- [10] Freeman, Christopher. *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, 1987.
- [11] Lundvall, Bengt-Åke. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, 1992.
- [12] Nelson, Richard R. *National Systems of Innovation: A comparative Study*, Oxford University Press, 1993.
- [13] Edquist, Charles. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter Publishers/Cassell Academic, 1997.
- [14] 永田晃也 「ナショナル・イノベーションシステム」『ナレッジ・サイエンス』 <http://www.kousakusha.com/ks/ks-t/ks-t-5-51.html>
(2015年8月1日アクセス)
- [15] Carlsson, B. and R. Stankiewicz, “On the nature, function and composition of technological systems,” *Journal of Evolutionary Economics* 1(2), 1991 :93-118.
- [16] Breschi, S. and F. Malerba, “Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries,” *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, Pinter Publishers, 1997.
- [17] Maskell, P. and A. Malmberg, “Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration,” *European Planning Studies* 5(1), 1997 :25-41.
- [18] Malerba, Franco. “Sectoral Systems of Innovation and Production,” *Research Policy* 31(2), 2002 :247-64.

- [19] Malerba, Franco. *Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*, Cambridge University Press, 2004.
- [20] Malerba, Franco and Richard Nelson, “ Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries,” *Industrial and Corporate Change* 20 (6) , 2011 :1645–1675
- [21] Chung, Chao-chen. “ National, sectoral and technological innovation systems: The case of Taiwanese pharmaceutical biotechnology and agricultural biotechnology innovation systems (1945-2000)”, *Science and Public Policy* 39 , 2012 :271-281
- [22] 経済産業省「ベンチャー有識者会議とりまとめ（2014年4月）」
<http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140414002/20140414002-2.pdf>
(2015年8月1日アクセス)
- [23] Griliches, Z. “Hybrid Corn; An Exploration in the Economic of Technological Change,” *Econometrica* 25(4), 1957 :501-522
- [24] Rogers, E.M. and G.M. Beal, *Reference Group Influences in the Adoption of Agricultural Technology*, Iowa State College, Department of Economics and Sociology, 1958.
- [25] 崎浦誠治『稲品種改良の経済分析』養賢堂, 1984.
- [26] 齋藤陽子『小麦品種改良の経済分析 その変遷と品種需要対応』農林統計協会, 2011.
- [27] 久野秀二『アグリビジネスと遺伝子組換え作物 政治経済学アプローチ』日本経済評論社, 2002.
- [28] 大塚善樹『なぜ遺伝子組換え作物は開発されたか バイオテクノロジー

- の社会学』明石書店，1999.
- [29] 斎藤修「第1章 農業資材産業の特質と産業組織」『農業資材産業の展開』財団法人農林統計協会，2004：1-55.
- [30] 社団法人 農林水産先端技術産業振興センター（STAFF）『平成21年度報告書「わが国における野菜種苗の安定供給に向けて」』，2009.
- [31] 独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター『研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2013年)第2版』，2014:222-228.
- [32] ISAAA. *Agricultural Biotechnology (A Lot More than Just GM Crops)*, 2010.
- [33] 鵜飼保雄『植物改良への挑戦 メンデルの法則から遺伝子組換えまで』培風館，2005.
- [34] 文献 [27]
- [35] 文献 [33]
- [36] 吉村明「多収，良質，良食味 ～ハイブリッドライスの現状と将来展望」『今月の農業 6月号』，2008：49-55.
- [37] 農林水産技術会議「遺伝子組換え技術の情報サイト」
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/anzenka/information/gizyutu.htm>
(2015年8月1日アクセス)
- [38] ISAAA. “ISAAA Brief 46-2013: Top Ten Facts.”
<http://isaaa.org/resources/publications/briefs/46/topfacts/default.asp>
(2015年8月1日アクセス)
- [39] News Feature, “GM crops: A story in numbers,” *Nature* 497, 2013: 22-23.
- [40] 農林水産省「遺伝子組換え農作物の管理について—生物多様性を確保す

- る観点から (2014 年 6 月)」
- http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/zyoukyou/pdf/gm_kanri_201506.pdf
- (2015 年 8 月 1 日アクセス)
- [41] 農林水産省「カルタヘナ法に基づき第一種使用規程を承認した遺伝子組換え農作物一覧」
- http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/pdf/list02_20150626.pdf
- (2015 年 8 月 1 日アクセス)
- [42] 鈴木正彦「第 1 章 従来育種から分子育種へ —育種の歩み—」『植物の分子育種学』, 2011 : 1-11.
- [43] 文献 [28]
- [44] 日本貿易振興機構『ジェトロ アグロトレード・ハンドブック (2009 年版)』2009.
- [45] 日本経済新聞「農薬・種子、新興国を開拓、モンサントなど「ビッグ 6」、研究費、売上高の 1 割、品種改良など競う」, 2014 年 11 月 25 日, 7 面.
- [46] ETC Group, “Section 1 Corporate Farm Inputs: Seeds, Agrochemicals, Fertilizers Seed Industry,” *Who Owns Nature? Corporate Power and the Final Frontier in the Commodification of Life*, 2008.
- [47] Joly, Pierre-Benoît. “Limagrain: A Cooperative Spirit Among the World's Seed Leaders,” *The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics (AgBioForum)* 4(1), 2001 : Article 9.
- [48] 日本種苗協会『日種協のあゆみ』, 2008.
- [49] 農林水産省農蚕園芸局種苗課『種苗産業の将来ビジョン—我が国の種苗

産業の今後の展開方向と課題―』, 1988.

[50] 文献 [30]

[51] 井内龍二, 伊藤武泰, 谷口直也「特許法と種苗法の比較」『パテント 2008』
61(9), 2008 : 49-68.

[52] 伊藤武泰「海外における植物新品種の保護制度の概要と手続き上の留意
点」『パテント 2008』 61(9), 2008 : 32-41.

[53] 農林水産省「農業資材審議会第 8 回種苗分科会議事録（平成 20 年 12 月
12 日）」

http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/pdf/report_h201212.pdf

(2015 年 8 月 1 日アクセス)

[54] 文献 [30]

[55] Cooke, Robert J. and James C. Reeves, “Plant genetic resources and
molecular markers : variety registration in a new era,” *Plant Genetic
Resources* 1(2-3), 2007 : 81-87.

[56] 文献 [51]

[57] 文献 [40]

[58] 文献 [41]

[59] 厚生労働省「遺伝子組換え食品の安全性について」

<http://www.mhlw.go.jp/topics/identshi/dl/h22-00.pdf>

(2015 年 8 月 1 日アクセス)

[60] バイテク情報普及会「世界の遺伝子組換え 世界の栽培状況」

<http://www.cbijapan.com/wldgenetic/cultivation>

(2015 年 8 月 1 日アクセス)

[61] 立川雅司「アメリカにおける遺伝子組換え作物規制の近年の動き―連邦

- および州による規制と新たな課題一」『農林水産政策研究』第 13 号，
2007 : 25-61.
- [62] 藤岡典夫，立川雅司『GMO : グローバル化する生産とその規制 (農林水産政策研究叢書)』2006.
- [63] 日本貿易振興機構『EU の農業政策，食品規制，制度情報 (2014 年 10 月～2015 年 1 月報告)』2015.
- [64] 食品安全委員会「欧州連合(EU)、EU 加盟国が認可済み遺伝子組換え体の自国内栽培を規制できるようにするため法令を一部改正」
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/foodSafetyMaterial/show/syu04220510305>
(2015 年 8 月 1 日アクセス)
- [65] 本田伸彰「遺伝子組換え作物をめぐる状況」『調査と情報 —ISSUE BRIEF—』第 686 号，2010.
- [66] 独立行政法人種苗管理センター「業務の紹介」
<http://www.ncss.go.jp/main/gyomu/syubyoukensa/syubyoukensa.html>
(2015 年 8 月 1 日アクセス)
- [67] 日本貿易振興機構アムステルダム事務所農林水産・食品部『オランダおよび欧州における花きの育成者権 (知的財産権) 取得に伴うビジネスの現状および市場調査』，2012.
- [68] 文献 [33] : 98-127.
- [69] 文献 [33] : 146-147.
- [70] 大田正次「コムギ」『品種改良の世界史・作物編』悠書館，2010 : 41-66.
- [71] 文献 [33] : 50-53.
- [72] 小林正「種苗法の沿革と知的財産保護」『レファレンス平成 17 年 8 月号』，
2005 : 17-45.

- [73] 松延洋平「種苗に係る産業と貿易の現状と展望」『季刊 食料政策研究』, 1982 : 132-160.
- [74] 農林水産省「国内外における品種保護をめぐる現状 (2013年1月)」
<http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/syubyoyou/12/pdf/data3.pdf>
(2015年8月1日アクセス)
- [75] 文献 [28]
- [76] 文献 [27]
- [77] Philip H. Howard “Seed Industry Structure”
<https://msu.edu/~howardp/seedindustry.html>
(2015年8月1日アクセス)
- [78] 農林水産省農林水産技術会議事務局『バイオテクノロジー開発状況等調査』, 1987.
- [79] 農林水産省『「遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方に関する検討会」最終取りまとめ』, 2008.
- [80] 平木祐輔「欧米日における特許制度と品種保護制度による植物保護の交錯」『日本工業所有権法学会年報』24号, 2000 : 1-45
- [81] 特許庁『特許から見た遺伝子組換え作物について (改訂版) ～遺伝子組換えイネを巡る状況～』, 2001.
- [82] 伊藤武泰「海外における植物新品種の保護制度の概要と手続上の留意点」『パテント 2008』第61号9巻, 2008 : 32-41.
- [83] 文献 [28]
- [84] Kalaitzandonakes, Nicholas, Julian M Alston, Kent J Bradford, “Correspondence: Compliance costs for regulatory approval of new biotech crops,” *Nature Biotechnology* 25(5), 2007: 509 – 511.

- [85] 文献 [2] : 135-165.
- [86] 文献 [31]
- [87] 日本学術会議公開シンポジウム『新しい遺伝子組換え技術の開発と植物研究・植物育種への利用～研究開発と規制を巡る国内外の動向～（2012年5月14日）』
<http://www.scj.go.jp/ja/event/pdf2/148-s-2-2.pdf>
(2015年8月1日アクセス)
- [88] 鎌田博「遺伝子組換え植物・食品を巡る最近の状況 ～新植物育種技術 (New Plant Breeding Techniques) への対応～」『厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会新開発食品調査部会（2013年1月）資料』
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002tccm-att/2r9852000002tcgt.pdf>
(2015年8月1日アクセス)
- [89] 全国大学等遺伝子研究支援施設連絡協議会「ゲノム編集技術を用いて作成した生物の取り扱いに関する声明（2014年5月）」
<http://www1a.biglobe.ne.jp/iden-kyo/genome-editing1.html>
(2015年8月1日アクセス)
- [90] 日本学術会議「植物における新育種技術 (NPBT:New Plant Breeding Techniques) の現状と課題（2014年8月26日）」
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140826.pdf>
(2015年8月1日アクセス)
- [91] 立川雅司「第4章 種苗産業における産業組織と技術革新の展開」『農業資材産業の展開／戦後日本の食料・農業・農村 第7巻』農林統計協会, 2004 : 161-187.

- [92] 農林水産省農蚕園芸局種苗課『種苗産業の将来ビジョン ―我が国の種苗産業の今後の展開方向と課題―』, 1988.
- [93] 農林水産省農林水産技術会議『農林水産研究基本計画 ―農林水産研究の重点と施策― (平成 19 年 3 月 27 日改定)』, 2007.
- [94] Jaffee, Steven and Jitendra Srivastava, “ Seed System Development The Appropriate Roles of the Private and Public Sectors,” *World Bank Discussion Papers*, 1992.
- [95] 『日経ビジネス 2010 年 7 月号 食料がなくなる日』, 2010 : 27.
- [96] 山本康貴「第 2 章 種苗産業の技術革新と産業組織」『アグリビジネスの産業組織』(財) 東京大学出版会, 1995 : 33-53.
- [97] 文献 [27] : 370.
- [98] 文献 [28] : 238.
- [99] Levin, R. C., A.K.Klevorick, et al., “Appropriating the Returns from Industrial Research and Development,” *Brookings Papers on Economic Activity* 3, 1987: 783-820.
- [100] 後藤晃,永田晃也『イノベーションの専有可能性と技術機会 ―サーベイデータによる日米比較研究 (NISTEP REPORT No.48)』科学技術政策研究所, 1997.
- [101] Cohen, W. M., R.R.Nelson, et al., “Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U. S. Manufacturing Firms Patent (or not),” *NBER Working Paper* 7552, 2000.
- [102] 神隆行『知的財産とその保護に関する経済学研究』晃洋書房, 1999 : 171-194.
- [103] 野津喬「植物品種育成者権の例外規定に関する契約理論的分析 ―農業

- 者の自家増殖について」『日本知財学会誌』第5号1巻, 2008:126-145.
- [104] 野津喬「独占禁止法によるライセンス規制に関する経済分析 —植物新品种の開発市場に関する考察」『日本知財学会誌』第6号1巻, 2009:67-82.
- [105] 元橋一之「第1章 はじめに」『日本のバイオイノベーション— オープンイノベーションの進展と医薬品産業の課題』株式会社白桃書房, 2009:1-13
- [106] 文献 [96]
- [107] 農林水産省農林水産技術会議「ゲノム情報の品種改良への利用 —DNAマーカー育種—」『農林水産研究開発レポート』No.21, 2007.

注釈

[注 1] TALEN とは, transcription activator-like effector nucleases の略。病原菌由来のタンパク質である TALE の植物細胞内にて植物遺伝子の遺伝子発現を調整する転写因子として働く機能を利用し,ヌクレアーゼと結合させた融合タンパク質で, 標的とする塩基配列に対応するモジュールを単純につなぎ合わせるだけで作製できるツール。また 2013 年には新たなゲノム編集技術として, CRISPR/Cas (clustered regularly interspaced short palindromic repeats-associated) システムが発表され, ZFN や TALEN に代わる可能性を持つ技術として注目されている。

[注 2] 8 つの技術は次のとおり。Zinc finger nuclease technology (ZFN-1, ZFN-2, ZFN-3), Oligonucleotide directed mutagenesis (ODM), Cisgenesis and intragenesis, RNA dependent DNA methylation (RdDM), Grafting, Reverse breeding ; Agro-infiltration, Synthetic genetics

[注 3] 総務省『平成 21 年科学技術研究調査』

[注 4] メンデルの第一法則「優劣の法則」により, 同一種内のある特定の両親間の交雑では, 両親の形質のうち, 優性遺伝子だけが発現する。ただし, メンデルの第二法則「分離の法則」により, 第 2 世代 (F₂) では劣性遺伝子が分離して発現してしまう。

[注 5] 雌しべが自身の花粉では受精せず, 他からの花粉でのみ受精する性質

[注 6] 植物の雄性器官 (花粉) などが成熟せずに受粉・受精や種子形成が行われないこと。親の一方を雄性不稔にすると自家受精を防げるために, 交配の効率を高めることができる。

[注 7] 別の個体間の受精による生殖を行う植物。

[注 8] 同一個体内での受精による生殖を行う植物。

[注 9] ミトコンドリア遺伝子の変異が原因で受精能力のある花粉の形成が阻害され、種子が稔らない性質。

[注 10] ダイズ、ナタネおよびワタは、主として油脂加工後の残さが飼料に用いられる。

[注 11] 遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律。2000年に生物多様性条約特別締結国会議再開会合において採択された「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書（カルタヘナ議定書）」を日本で実施するため公布・施行された。カルタヘナ法では、遺伝子組換え生物等を用いて行う使用等について、とるべき措置を定めている。

[注 12] アグロバクテリウムという微生物が、植物の細胞に自身の遺伝子を導入させる性質を利用した方法。

[注 13] 金の微粒子に有用な遺伝子を付着させ、高压ガスの力で植物の組織に打ち込んで導入する方法

[注 14] 農林水産省『平成 23 年度 農業・食料関連産業の経済計算』

[注 15] 日本製薬工業協会『DATA BOOK 2014』

[注 16] モンサント（米）、シンジェンタ（スイス）、デュポン（米）、バイエル（独）、ダウ・ケミカル（米）、BASF（独）

[注 17] 従業員の 20%が研究開発従事者であり、売上高の 13.5%が研究開発に投資され、43 か国に約 110 の研究開発拠点をもつなど研究開発に力を注いでいる（2014 年データ）

[注 18] 雑種第一代（F1）に両親よりも優れた性質が現れる現象（雑種強勢）を利用して得られた種子を F1 種子またはハイブリッド種子と呼ぶ。

[注 19] 種子を経由せずに根、茎などの栄養器官から植物を繁殖させる方法。

挿し木、接ぎ木、また組織培養などにより親株と遺伝的に同じ個体を増やすことができる。

[注 20] EU では、主要な農産物や野菜の品種は、EU 内で販売する前に、ナショナル・リストの共通カタログへの登録が必要となっている。

[注 21] 例えば、農林水産省『第 20 回品種登録年報（2008 年）』

http://www.library.maff.go.jp/archive/Viewer/Index/200347508_0001

（2015 年 8 月 1 日アクセス）

[注 22] 農林水産省品種登録ホームページ「出願・登録件数の推移」

http://www.hinsyu.maff.go.jp/tokei/contents/2_2015suii.pdf

（2015 年 8 月 1 日アクセス）

[注 23] 1995 年に設立、本部はフランス・アンジェ

[注 24] 平成 20 年には東アジア品種保護フォーラムが設置され、ASEAN10 カ国+日中韓の 13 カ国でアジア地域における品種保護システムの共通基盤を構築する活動が展開されている。

[注 25] 森永乳業徳島工場で製造された粉乳にヒ素などの有毒物質が混入、西日本を中心に乳幼児がヒ素中毒になった事件。

[注 26] カネミ倉庫が米ぬかから食用油を製造する際の脱臭工程で、熱媒体として使った PCB（ポリ塩化ビフェニール）が油に混入し、約 1 万 4 千人に健康被害をもたらした事件。

[注 27] 米国は本条約に批准していない。

[注 28] コーデックス委員会（Codex Alimentarius Commission (CAC)）は、国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)）と世界保健機関（World Health Organization (WHO)）が

1963年に設立した、食品の国際基準（コーデックス基準）を作る政府間組織。目的は、消費者の健康を保護するとともに、食品の公正な貿易を促進することで、180カ国以上が加盟している。

[注 29] OECD 種子品種証明制度では、加盟国の少なくとも一カ国で有用性等が認められている品種は証明適格品種として OECD が毎年発行する“List of Varieties Eligible for Seed Certification”に掲載される。対象は、①イネ科及びマメ科牧草、②アブラナ科及びその他の油糧または繊維種、③穀類、④飼料用及び砂糖用ビート、⑤サブタレニアンクローバ及び類似種、⑥トウモロコシ及びソルガム、⑦野菜に分類されている。加盟国は2010年1月現在58ヶ国で、日本は①、②、③、④及び⑥の5つのスキームに加盟している。

[注 30] ISTA は、種子の品質評価手法の国際的斉一性を促進することを目的として活動する国際組織で（1924年設立）、76の国・地域（2014年1月現在）が加盟している。

[注 31] 日本における ISTA 承認検査所は、種苗管理センター、サカタのタネ、タキイ種苗、家畜改良センターなど7か所

[注 32] 「緑の革命」の原動力となったコムギ「農林10号」は岩手県立農事試験場で選抜・育成され1935年に品種登録された。「農林10号」の半矮性遺伝子を受け継いだメキシコ品種との交配より得られる多収品種の開発により、コムギの緑の革命の原動力となった。

[注 33] 検索条件において遺伝子組換え技術の限定はしていない。

[注 34] 種苗法第21条の育成者権の効力が及ばない範囲には、新品種の育成その他の試験又は研究のためにする品種の利用、登録品種の育成をする方法の特許権を有する者等による当該特許に係る方法による登録品種の種苗

の生産，譲渡，輸出，輸入など（特許権の消滅後および当該特許を用いて得られた収穫物および加工物含む）とされている。

[注 35] 対数化にあたり,0 の標本を考慮して 0.001 を標本の数値に加えた上で対数化した。

[注 36] リサーチツールに関しては，OECD が策定した「遺伝子関連発明のライセンス供与に関する OECD ガイドライン」（2006 年 2 月）において，研究目的等のための遺伝子関連発明の広範なライセンス供与等の考え方が示されており，それに基づき，日本においても例えばリサーチツール特許の権利者は，他者から研究段階において特許を使用されるための許諾を求められた場合，非排他的なライセンス供与をすることなどをガイドラインとして設けている。

図表

表 2-1 世界の種子企業トップ 10 (2007 年)

順位	会社・グループ名	種子売上 (US\$ millions)	世界の種子 市場におけ るシェア
1	Monsanto (US)	US\$ 4,964	23%
2	DuPont (US)	US\$ 3,300	15%
3	Syngenta (Switzerland)	US\$ 2,018	9%
4	Groupe Limagrain (France)	US\$ 1,226	6%
5	Land O' Lakes (US)	US\$ 917	4%
6	KWS AG (Germany)	US\$ 702	3%
7	Bayer Crop Science (Germany)	US\$ 524	2%
8	Sakata (Japan)	US\$ 396	<2%
9	DLF-Trifolium (Denmark)	US\$ 391	<2%
10	Takii (Japan)	US\$ 347	<2%
	トップ 10 の計	US\$ 14,785	67%

(出所：参考文献 [46] より作成)

表 2-2 品種登録出願件数上位 5 か国 (2006 年)

国名	自国からの出願件数	外国からの出願件数	出願合計数
EU	2,212	524	2,736
米国	673	809	1,482
日本	918	440	1,358
中国	870	64	934
ロシア	585	101	686

(出所：第 20 回 品種登録年報 (平成 20 年 11 月) より作成)

表 2-3 UPOV データの登録件数上位国

国名 (コード)	累積件数	(内訳)
EU (QZ)	91,150	(NLI:54,646 PBR: 36,504)
フランス (FR)	48,491	(NLI:29,357 PBR: 19,134)
オランダ (NL)	40,047	(NLI:16,417 PBR: 23,630)
英国 (GB)	37,191	(NLI:17,415 PBR: 14,307)
米国 (US)	32,081	(PLP:21,772 PBR: 10,309)
日本 (JP)	21,949	(PBR: 21,949)
スペイン (ES)	20,600	(NLI:13,278 PBR: 7,322)
ドイツ (DE)	19,144	(NLI:12,781 PBR: 6,363)

(出所：UPOV データベース (2010 年) より作成)

注：NLI (ナショナル・リスト), PBR (育成者権), PLP (植物特許)

表 2-4 日米欧における主な登録作物種

	LATIN NAME	一般名	件数
日本	1 Chrysanthemum L. morifolium Ramat.	キク	2,418 (11%)
	2 Rosa L.	バラ	2,269
	3 Dianthus caryophyllus L.	カーネーション	1,607
	4 Cymbidium Sw.	シンビジウム	1,070
	5 Oryza sativa L.	イネ	689
米国	1 Rosa	バラ	1,830 (5.7%)
	2 Glycine max (L.) Merr.	ダイズ	1,790
	3 Zea mays L.	トウモロコシ	1,626
	4 Rosa hybrida	バラ	1,159
	5 Chrysanthemum	キク	1,158
EU	1 Zea mays L.	トウモロコシ	2,345 (2.6%)
	2 Rosa L.	バラ	2,234
	3 Chrysanthemum L.	キク	1,790
	4 Solanum tuberosum L.	ジャガイモ	901
	5 Triticum aestivum L.	コムギ	828

(出所：UPOV データベース (2010 年) より作成)

表 2-5 UPOV データにおける食用作物の出願人上位者

日本			オランダ		
出願人名	件数	%	出願人名	件数	%
(独) 農業生物系特定産業技術研究機構 (NARO) ＜日本＞	92	6.5	HZPC Holland ＜オランダ＞	103	5.0
北海道 ＜日本＞	80	5.7	Nunhems ＜オランダ＞	58	2.8
長野県 ＜日本＞	48	3.4	Cebeco Zaden ＜オランダ＞	53	2.6
(独) 農研機構中央産業研究センター ＜日本＞	37	2.6	Royal Sluis ＜オランダ＞	41	2.0
愛知県 ＜日本＞	35	2.5	Syngenta Seeds ＜スイス＞	41	2.0

(出所 : UPOV データベース (2010 年) より作成)

表 2-6 UPOV データにおける野菜の出願人上位者

日本			オランダ		
出願人名	件数	%	出願人名	件数	%
カゴメ ＜日本＞	53	4.1	Rijk Zwaan Zaadteelten Zaadhandel ＜オランダ＞	422	15.0
タキイ種苗 ＜日本＞	46	3.6	Bejo Zaden ＜オランダ＞	378	13.5
(独) 野菜茶業研究所 ＜日本＞	45	3.5	Enza Zaden Beheer ＜オランダ＞	243	8.7
サカタのタネ ＜日本＞	39	3.0	Nunhems ＜オランダ＞	232	8.3
エノモト テルヒコ ＜日本＞	35	2.7	Syngenta ＜スイス＞	230	8.2

(出所 : UPOV データベース (2010 年) より作成)

表 2-7 主要な生物特許

年	事 例
1980 年	チャクラバティ判決（微生物特許）：生物に対する特許を初めて認めた事例。ゼネラル・エレクトロニクス社が開発した石油分解微生物の特許を容認（米国）
1980 年	コーエンとボイヤーの遺伝子組換えの基本的技術の特許（米国）
1983 年	チバ・ガイギー審決で、化学的処理によって農薬への抵抗性を高めた植物種子の特許を認めた（欧州）
1985 年	ヒバード判決（植物特許）：モレキュラー・ジェネティクス社が遺伝子組換え技術を用いて開発したトリプトファン含有量の多いトウモロコシ新品種の特許を容認。この審決で、植物特許法や PVP 法の規定は植物を特許法による保護の対象から除外するものではないことを明言（米国）
1985 年	日本特許庁での初めての植物特許として、染色体数が 5 倍性の薬用ヨモギの権利を日本新薬に与えた（日本）
1988 年	ハーバード・マウス判決（動物特許）：ハーバード大学が開発した実験用のがん化マウスの特許を容認（米国）

（出所：各種情報より作成）

表 2-8 種苗法と特許法の概要

	種苗法	特許法
権利	育成者権：登録品種等を業として利用する権利を専有することができる。	特許権：業として特許発明を実施する権利を専有することができる。
保護対象，権利の範囲	植物の新品種（新たに育種された種苗） 登録品種の種苗，収穫物及び政令で指定する加工品（原品種の特性のほとんどを利用し，その一部だけを変化させた従属品種も対象）	産業上利用できる発明 特許発明の独占が認められる範囲（技術的範囲）は，特許請求の範囲の記載に基づいて決定。
権利の存続期間	登録から 25 年 （果樹などの樹木は 30 年）	出願から 20 年
要件	区別性，均一性，安定性，未譲渡性，名称の適切性	自然法則を利用していること，技術的思想であること，単なる発見ではなく創作されたものであること，高度なものの，産業上利用することができること，新規性，進歩性
権利侵害への対応	民事上の請求：差止請求，損害賠償の請求，信用回復の措置の請求，不当利得返還の請求 刑事罰：懲役又は罰金	民事上の請求：差止請求，損害賠償の請求，信用回復の措置の請求，不当利得返還の請求 刑事罰：懲役又は罰金
作物育種における出願対象の例	植物の新品種	植物体，品種改良の方法，機能の判明した遺伝子，遺伝子導入方法，栽培方法など

（出所：種苗法および特許法等より作成）

表 2-9 日本で承認された遺伝子組換え農作物数

作物名	一般的な使用	うち栽培可	隔離ほ場試験のみ
アルファルファ	4	4	0
イネ	0	0	20
カーネーション	8	8	1
セイヨウナタネ	15	13	1
ダイズ	20	16	6
テンサイ	1	1	0
トウモロコシ	70	68	13
パパイヤ	1	1	0
バラ	2	2	0
ベントグラス	0	0	1
ワタ	29	0	1
合計	150	113	43

(出所：文献 [41])

表 2-10 育成者権侵害事例

植物名	品種名	権利者	結果
いんげん豆	雪手亡	北海道	中国に種苗が無断で持ち出され、その収穫物が日本で輸入、販売された。警告により輸入業者は中国からの輸入を自粛。
小豆	きたのおとめ、しゅまり	北海道	中国に種苗が無断で持ち出され、その収穫物が日本に輸入された。警告により輸入業者は中国からの輸入を自粛。
いちご	レッドパール	個人育種家	韓国の一部の者に生産・販売を許諾したが、韓国内で種苗が無断で持ち出され、その収穫物が日本に輸入、販売された。育成者権者が輸入業者を相手に裁判を起し、輸入を取りやめることなどを条件に和解。
	とちおとめ	栃木県	韓国に種苗が無断で持ち出され、その収穫物が日本に輸入、販売された。許諾先の業者に文書で注意。
いぐさ	ひのみどり	熊本県	中国に種苗が無断で持ち出され、栽培されているとして、関税定率法に基づき輸入差止めを申立て、その後刑事告発し、業者に対し実刑の判決が出た。
おうとう	紅秀峰	山形県	オーストラリアに種苗が違法に持ち出されたとして、種苗法に基づき刑事告訴。
カーネーション	ライトピンク、バーバラ等4品種	種苗会社(2社)	中国で種苗が無断増殖され、母の日を前にその収穫物が我が国に輸入。育成者権者が、輸入業者に警告。
輪菊	岩の白扇	種苗会社	中国に種苗が無断で持ち出され、その収穫物が日本に輸入。育成者権者が輸入業者に警告。

(出所：文献 [73] より作成)

表 3-1 質問票調査対象企業の企業規模

企業種別	回答企業 (種苗專業企業)		未回答企業 (種苗專業企業)		回答企業 (非種苗專業企業)		未回答企業 (非種苗專業企業)	
	従業員数	年間売上高(百万円)	従業員数	年間売上高(百万円)	従業員数	年間売上高(百万円)	従業員数	年間売上高(百万円)
度数	45	45	91	93	17	17	53	54
中央値	20	610	16	420	471	22,577	351	22,528
標準偏差	126	10,791	86	5,152	2,124	495,314	4,006	386,798
最小値	1	17	1	16	8	300	1	20
最大値	609	49,702	742	43,648	9,071	2,066,340	16,174	2,178,286

(出所：(株)帝国データバンク COSMOS2)

注 1) 小数点以下は四捨五入

注 2) 年間売上高は、最新期業績であり、1 件のみ 2009 年 12 月期、それ以外は 2010 年～2011 年 5 月期

表 3-2 分析対象の基本統計量

		度数	最小 値	最大値	平均値	中央 値	標準偏 差
従業員数（人）		69	1	43,000	1,088	25	5,673
研究開発担当者数 （人）		69	0	250	9	3	31
研究開発担当者割合 （%） ^{注1)}		68	0	100	20	13	23
年間売上高（百万円）		57	0	6,000,000	139,00 2	450	813,098
年間研究開発費（百万 円）		60	0	44500	869	9	5,737
研究開発集約度（%） ^{注2)}		58	0	56	5	1	10
野菜	開発品種数	34	0	100	11	5	18
	遺伝資源数	30	3	50,000	3,330	100	11,405
	品種登録割合 （%） ^{注3)}	34	0	104	14	0	30
花き	開発品種数	15	1	2,000	161	12	510
	遺伝資源数	12	20	20,000	2,337	650	5,621
	品種登録割合 （%） ^{注3)}	15	0	114	37	30	40

注 1) 研究開発担当者割合は研究開発担当者数を従業員数で除したもの

注 2) 研究開発集約度は年間研究開発費を年間売上高で除したもの

注 3) 品種登録割合は過去 3 年間の品種登録出願数を開発品種数（過去 3 年間の開発品種数）で除したもの。開発から登録までタイムラグがあるため、100%を超える場合がある。

表 3-3 回答企業における育種対象作物種割合

主な作物種	企業数	%
野菜	34	44
花き	11	14
穀物	5	6
その他	9	12
複数の作物種が同程度	6	8
売上高なし	12	16

(合計 77)

表 3-4 登録品種数割合に対する作物種による差 (Mann-Whitney 検定)

順位					検定統計量	
品種登録割合	作物種	N	平均ランク	順位和		品種登録割合
	野菜	34	22	753	Mann-Whitney の U	159
	花き	15	31	472	Wilcoxon の W	754
	合計	49			Z	-2
					漸近有意確率 (両側)	.020

表 3-5 阻害要因に関する回答結果の年間売上高別企業数

年間売上高	野菜	花き	穀物
1 千万円以下	1	1	1
1 千万円超～1 億円以下	3	3	1
1 億円超～10 億円以下	15	10	5
10 億円超	10	10	4

注 1) 「わからない」の回答数は省いている。また全ての企業が全ての回答項目に回答しているわけではないため、回答項目によって回答数が異なるため平均数を示した。

表 3-6 農作物育種を行う企業特性の推定<野菜>

	定数	標準誤差	Z	
第一段階：野菜・育種 実施の有無				第一段階： 標本数=64 Prob>chi2=0.017 対数尤度= -32.40 疑似決定係数=0.32
従業員数（対数）	0.38	0.41	0.93	
研究開発担当者割合 （対数）	1.15	0.57	2.03**	
種苗企業ダミー	0.45	0.53	0.85	
_cons	-2.01	1.14	-1.77*	
第二段階：野菜・開発 品種数（対数）				第二段階： 標本数=30 調整済み決定係数= 0.19
野菜・品種登録割合 （対数）	0.17	0.14	1.25	
野菜・遺伝資源数（対 数）	0.80	0.33	2.45**	
従業員数（対数）	-0.68	0.84	-0.80	
研究開発担当者割合 （対数）	-1.76	2.13	-0.82	
_cons	2.56	5.30	0.48	
ミルズ比	-1.13	2.74	-0.41	

注 1) *は有意水準 10%, **は有意水準 5%, ***は有意水準 1%

注 2) ミルズ比はセレクションバイアスの有無を表す

注意 3) 第二段階では野菜の育種を実施している企業のみが対象となるため標本数が減少している

表 3-7 農作物育種を行う企業特性の推定<花き>

	定数	標準誤差	Z	
第一段階：花き・育種 実施の有無				第一段階： 標本数=66 Prob > chi2 =0.0023 対数尤度 = -29.77 疑似決定係数= 0.18
従業員数（対数）	0.71	0.32	2.19**	
研究開発担当者割合 （対数）	0.05	0.15	0.30	
種苗企業ダミー	1.72	0.84	2.04**	
_cons	-3.45	1.13	-3.08***	
第二段階：花き・開発 品種数（対数）				第二段階： 標本数=12 調整済み決定係数= 0.37
花き・品種登録割合 （対数）	0.15	0.09	1.64*	
花き・遺伝資源数（対 数）	0.71	0.53	1.34	
従業員数（対数）	-0.04	0.29	-0.13	
研究開発担当者割合 （対数）	-0.32	0.22	-1.49	
_cons	-0.72	3.19	-0.22	
ミルズ比	0.38	1.17	0.32	

注 1) *は有意水準 10%, **は有意水準 5%, ***は有意水準 1%

注 2) ミルズ比はセレクションバイアスの有無を表す

注 3) 第二段階では花きの育種を実施している企業のみが対象となるため標本数が減少している

表 3-8 野菜の因子分析結果 (KMO および Bartlett の検定)

Kaiser-Meyer-Olkin の標本妥当性の測度		0.733
Bartlett の球面性検定	近似カイ 2 乗	189.191
	自由度	36
	有意確率	0.000

表 3-9 野菜の因子分析結果 (パターン行列)

項目	因子 1	因子 2	因子 3
野菜 - ①生産体制・流通ルート	0.408	0.161	0.334
野菜 - ②ブリーダー	0.213	0.374	0.437
野菜 - ③市場規模	-0.154	1.108	-0.091
野菜 - ④遺伝資源	0.909	0.008	-0.206
野菜 - ⑤商品のライフサイクル	0.595	0.220	-0.131
野菜 - ⑥ハイブリッド技術	-0.169	-0.086	1.123
野菜 - ⑧遺伝子組換え技術	0.615	-0.312	0.205
野菜 - ⑨初期投資	1.019	-0.061	-0.001
野菜 - ⑩育成者権	0.307	0.387	0.233

表 3-10 花きの因子分析結果 (KMO および Bartlett の検定)

Kaiser-Meyer-Olkin の標本妥当性の測度		0.723
Bartlett の球面性検定	近似カイ 2 乗	101.633
	自由度	36
	有意確率	0.000

表 3-11 花きの因子分析結果 (パターン行列)

	因子 1	因子 2	因子 3
花き - ①生産体制・流通ルート	0.303	0.258	0.252
花き - ②ブリーダー	1.117	-0.157	-0.101
花き - ③市場規模	0.094	-0.175	0.737
花き - ④遺伝資源	0.686	-0.011	0.107
花き - ⑤商品のライフサイクル	-0.118	0.072	1.006
花き - ⑥ハイブリッド技術	0.255	0.465	0.211
花き - ⑧遺伝子組換え技術	-0.036	1.001	-0.187
花き - ⑨初期投資	0.206	0.488	0.037
花き - ⑩育成者権	-0.190	0.476	0.021

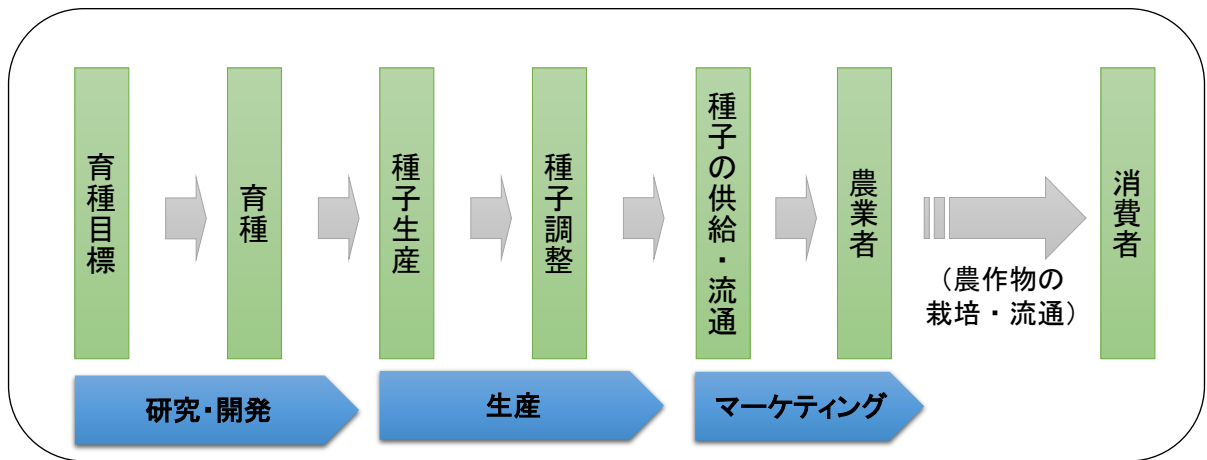


図 2-1 農作物の新品種開発に関するプロセス

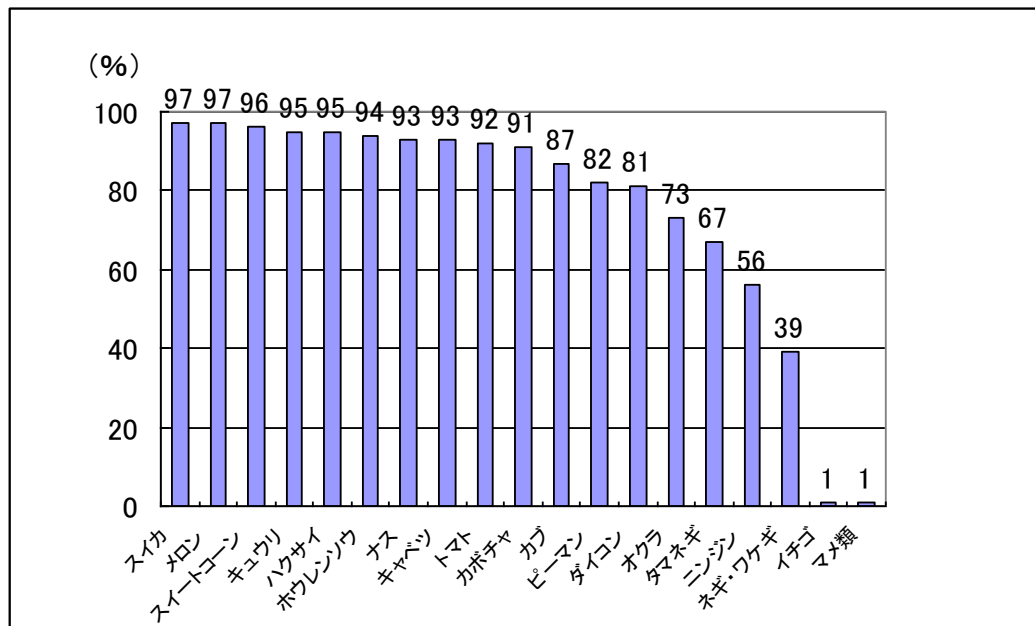


図 2-2 野菜の新品種におけるハイブリッド品種の比率

(出所：「蔬菜の新品種」(2006) (財) 日本園芸生産研究所の採録品種のうち一代雑種 (F1) の割合)



図 2-3 遺伝子組換え作物の栽培面積推移

(出所) ISAAA (国際アグリバイオ事業団)



図 2-4 国際的な種子取引規模

(出所: ISF ホームページ)

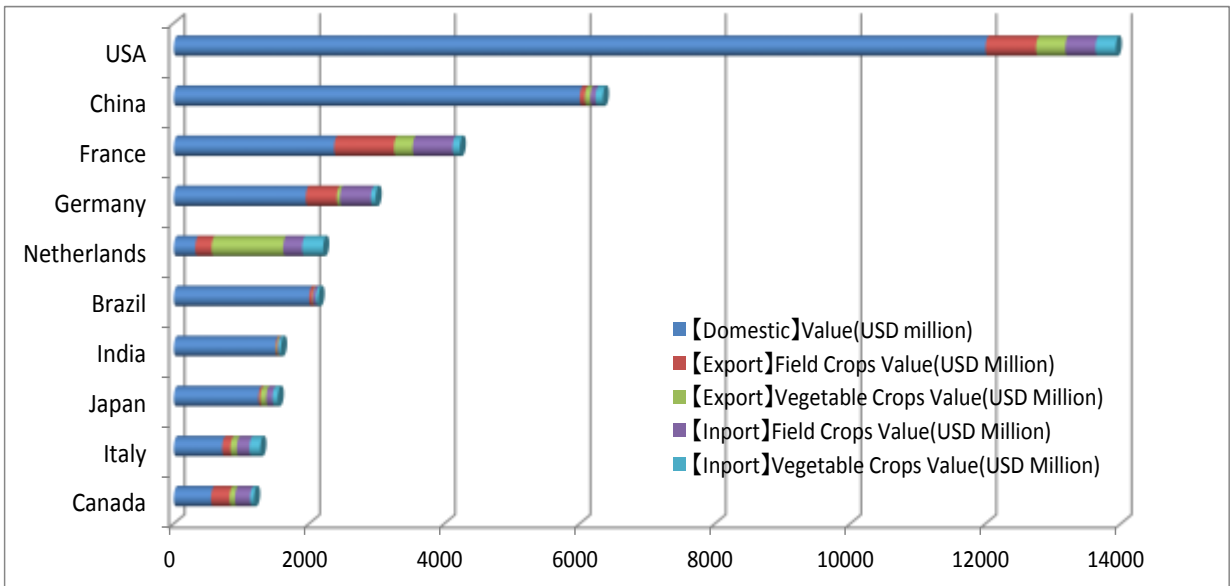


図 2-5 国内市場規模および輸出・輸入規模 (USD)

(出所: ISF ホームページを元に作成)

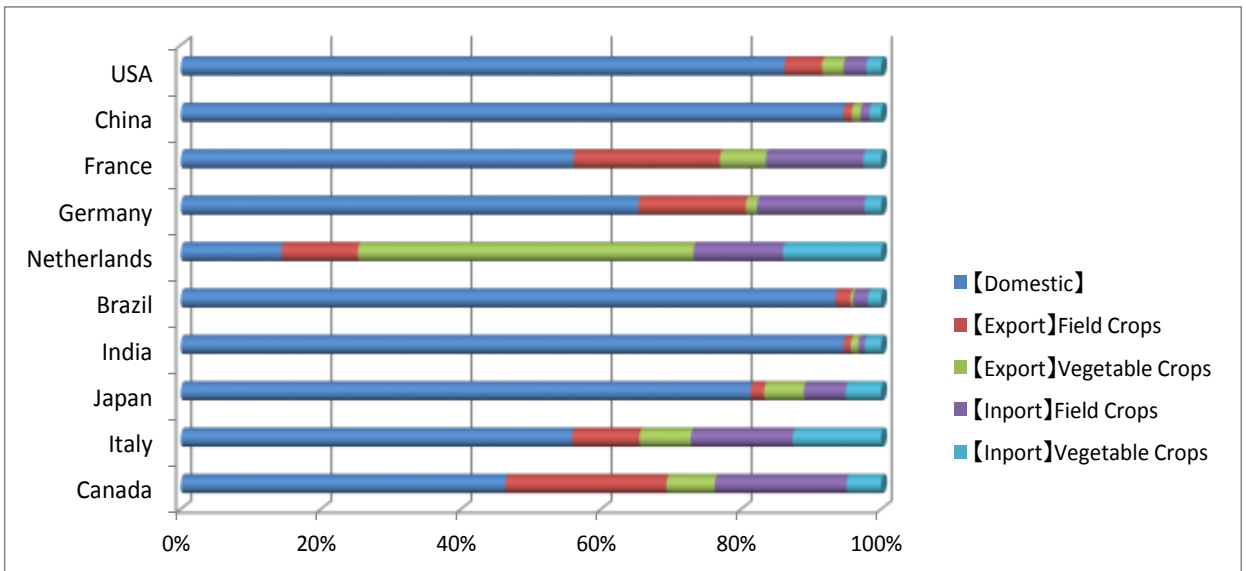


図 2-6 国内市場規模および輸出・輸入規模の内訳割合

(出所: ISF ホームページを元に作成)

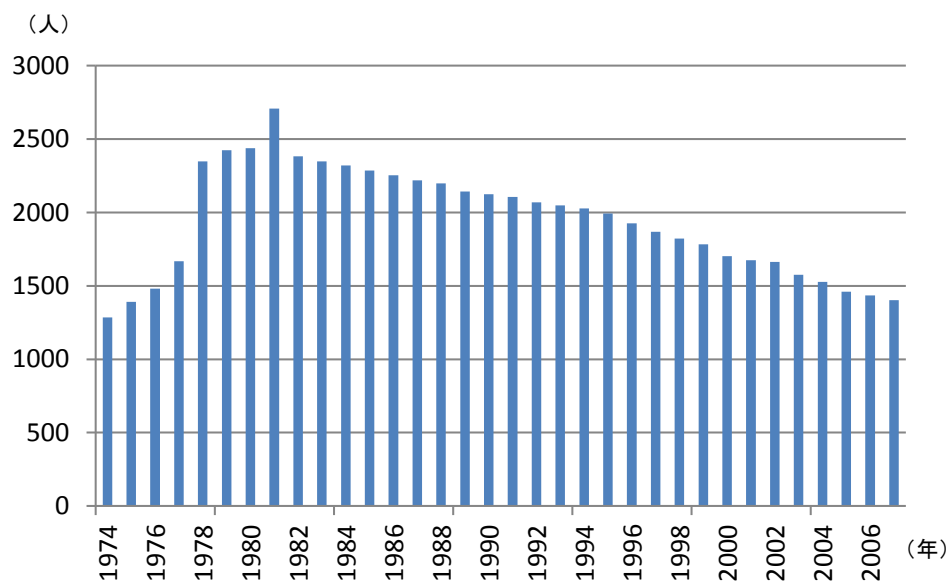


図 2-7 (社) 日本種苗協会会員数の推移

(出所：日種協のあゆみ (日本種苗協会) より作成)

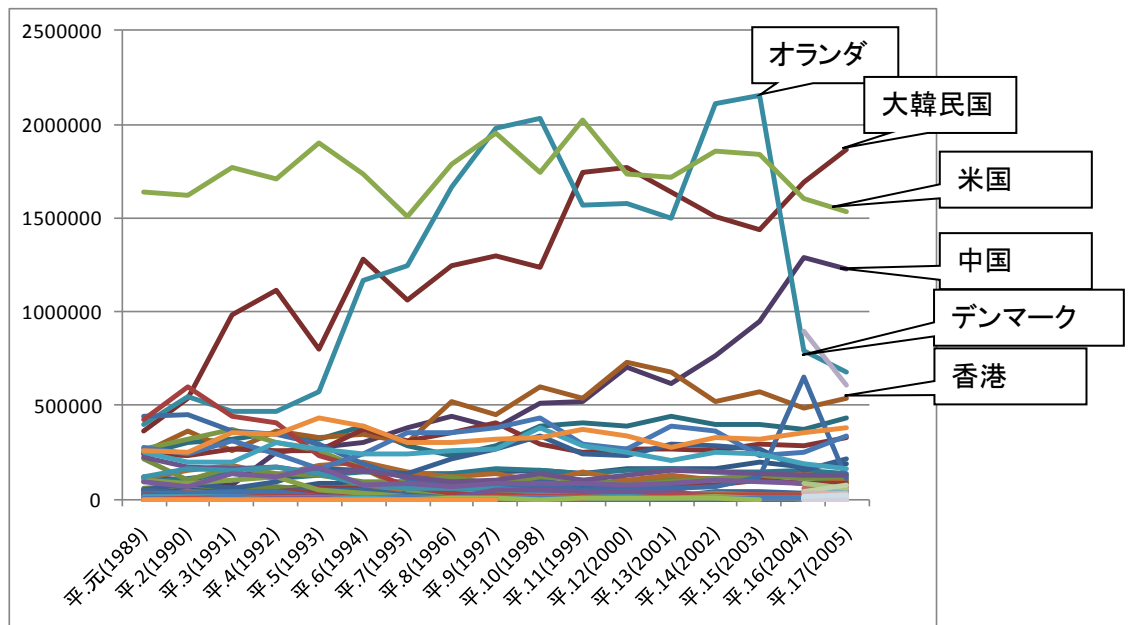


図 2-8 「播種用の種，果実及び孢子」の日本の輸出額（千円）
 (出所：貿易統計より作成)

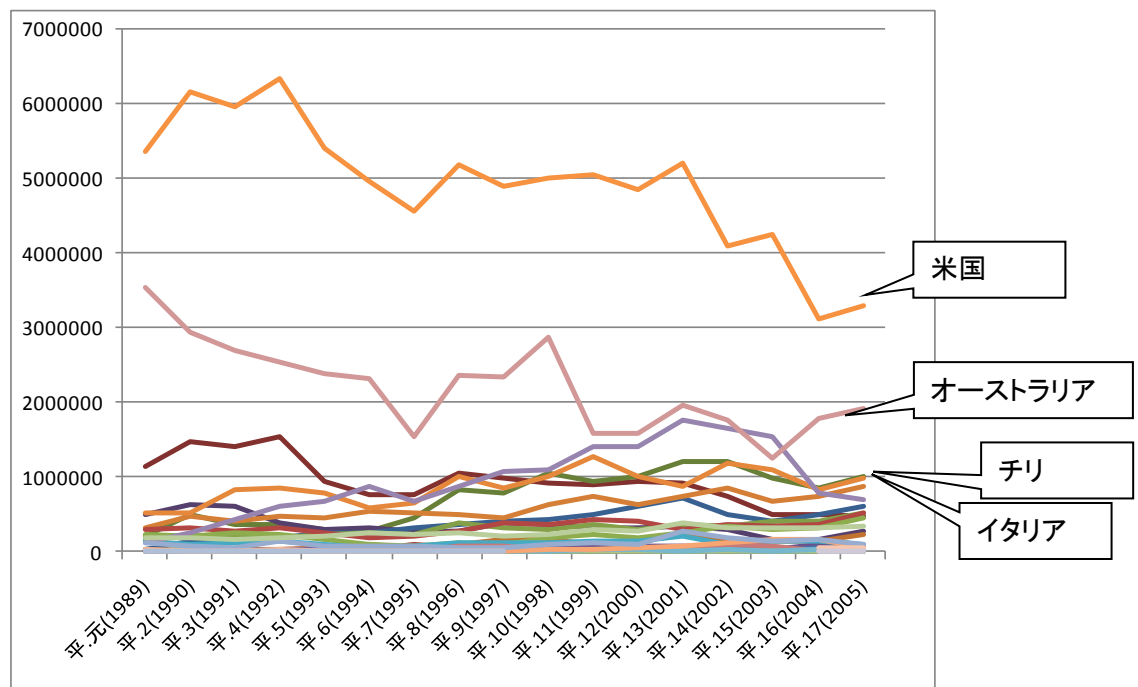


図 2-9 「播種用の種，果実及び孢子」の日本の輸入額（千円）
 (出所：貿易統計より作成)

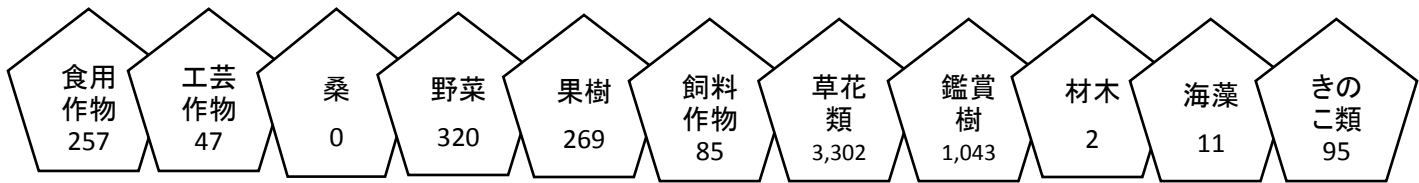


図 2-10 日本の品種登録出願件数（平成 21～25 年度）

（出所：品種登録データベースより作成）

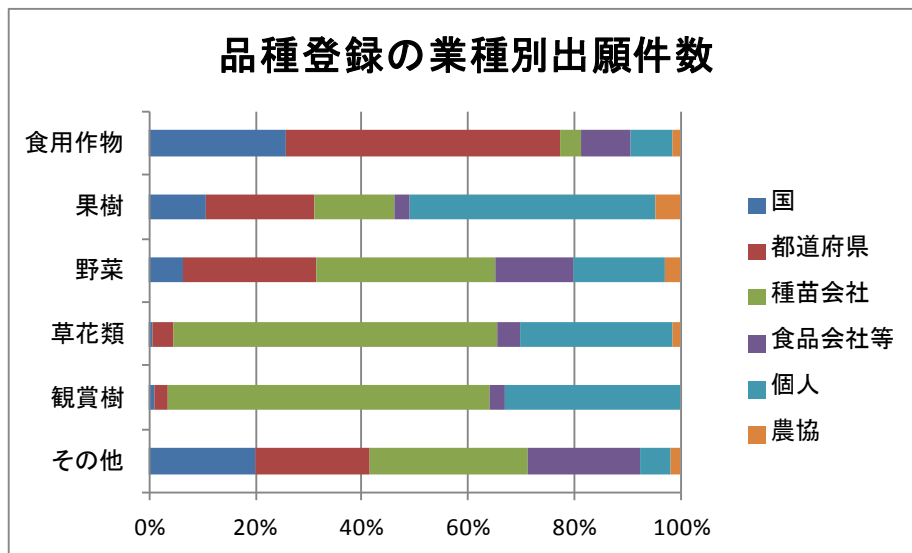


図 2-11 主な作物種別品種登録の業種別出願件数

（出所：第 20 回 品種登録年報（平成 20 年 11 月）より作成）

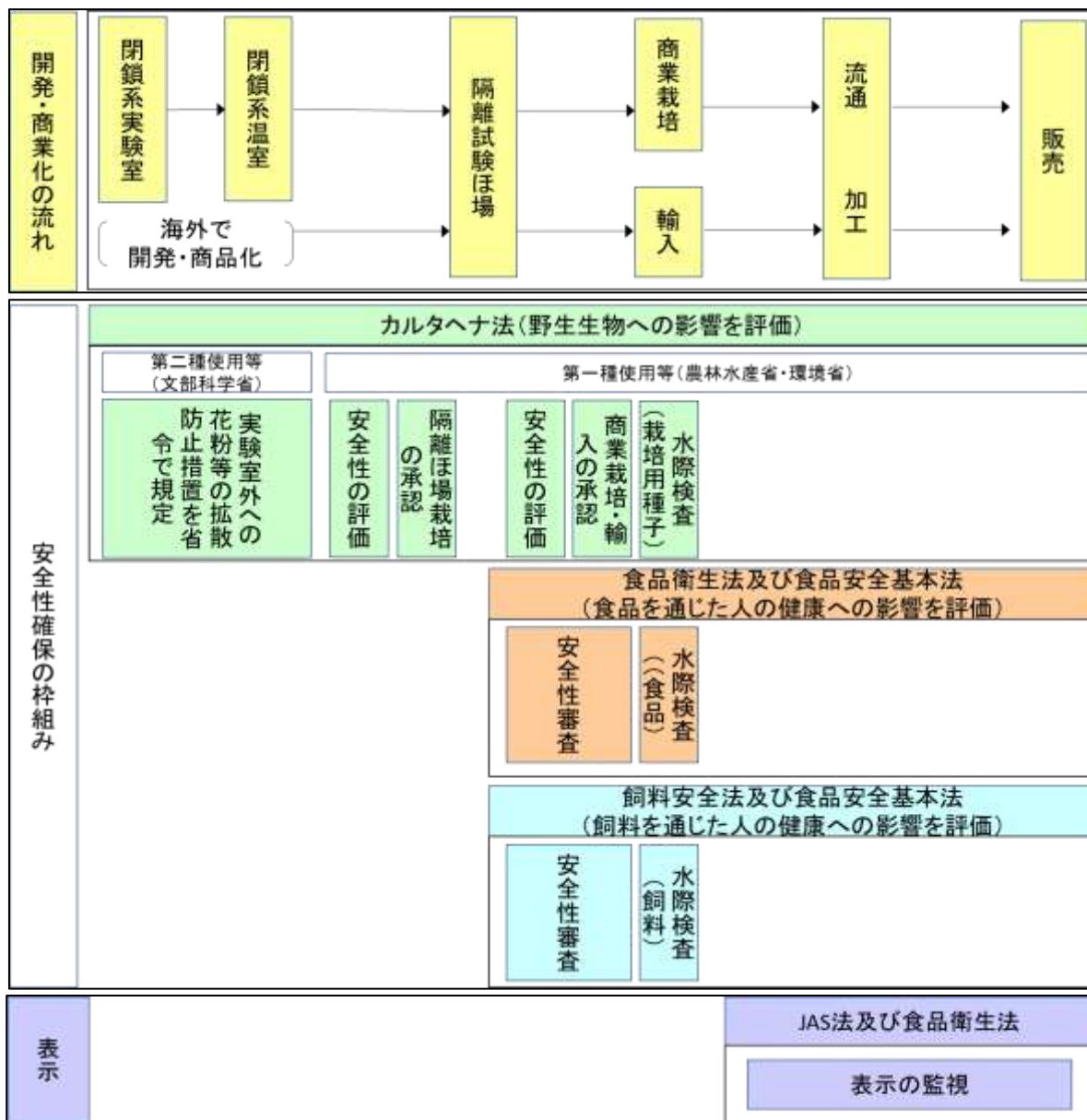


図 2-12 日本における遺伝子組換え作物の開発・商業化の流れと安全性確保の枠組み

(出所：農林水産省ホームページより作成)

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/tetuduki/pdf/frame_work.pdf

(2015年8月1日アクセス)

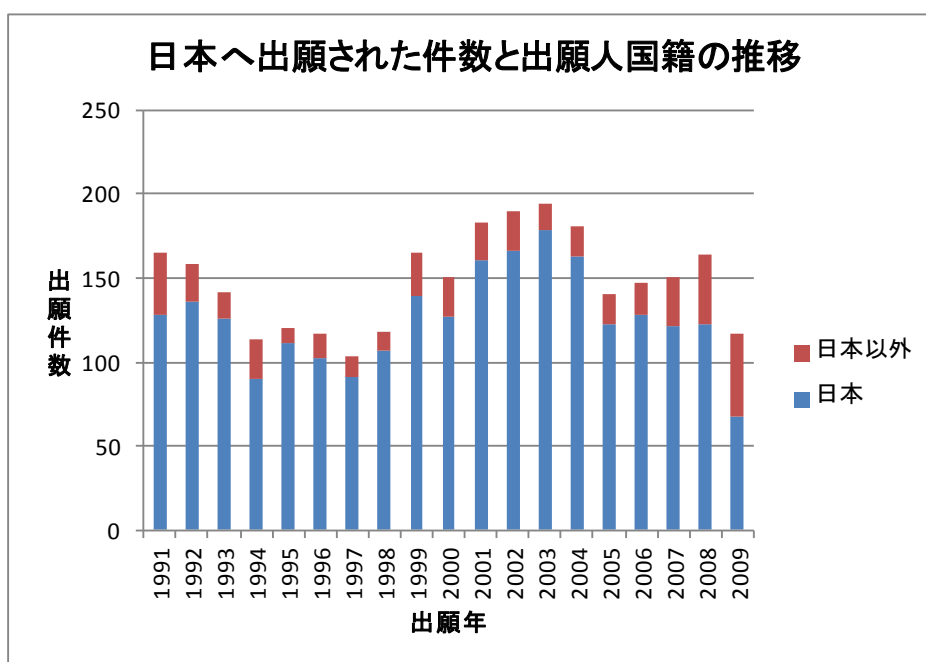
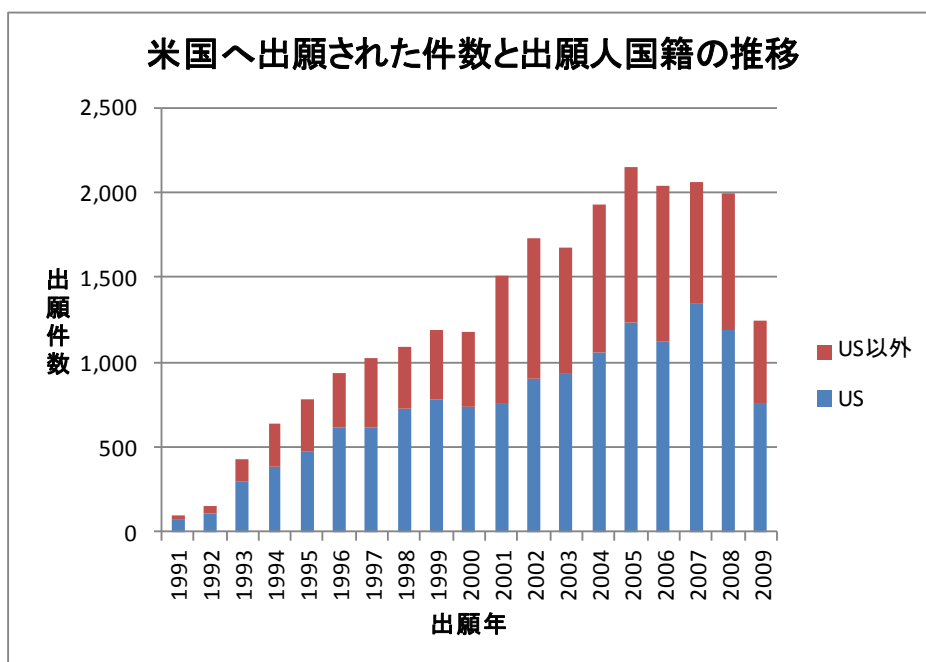


図 2-13 農作物育種に関する特許件数の推移（米国，日本）

（出所：PATSTAT における A01H の件数を抽出）

（注）2009 年の件数が減っているのは完全にデータ収録がなされていない可能性がある

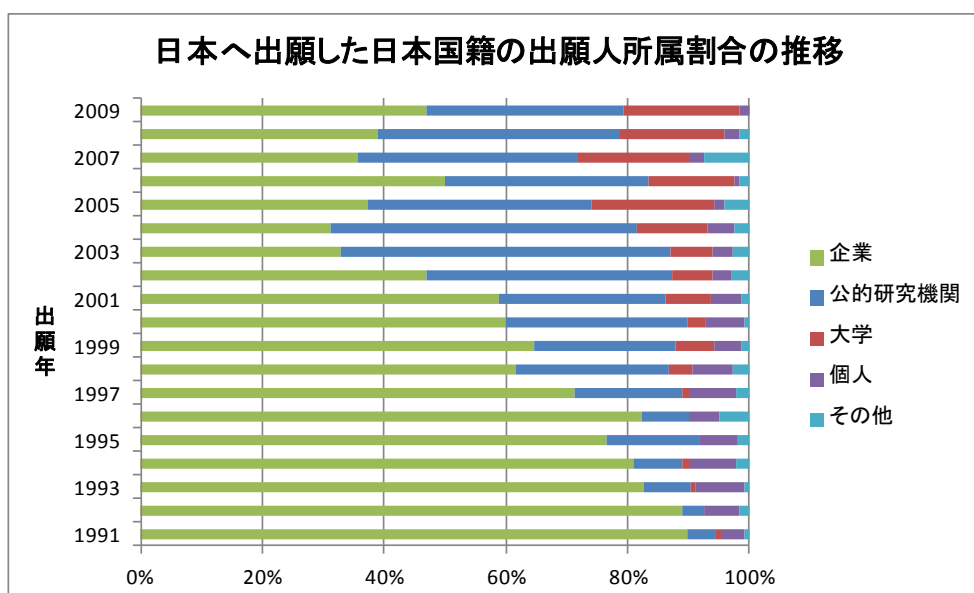
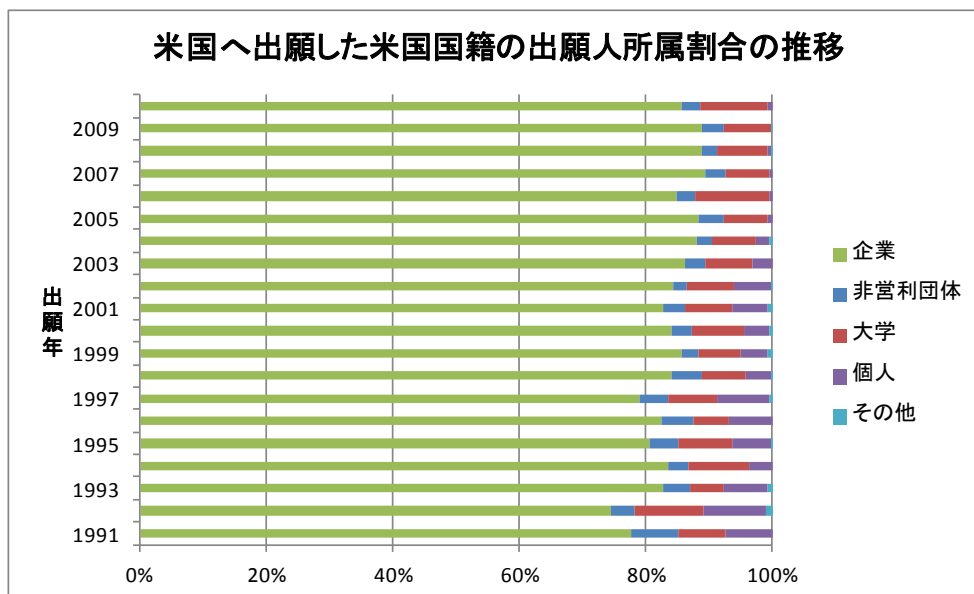


図 2-14 農作物育種に関する特許件数の第一出願人所属割合 (米国, 日本)

(出所: PATSTAT における A01H の件数を抽出)

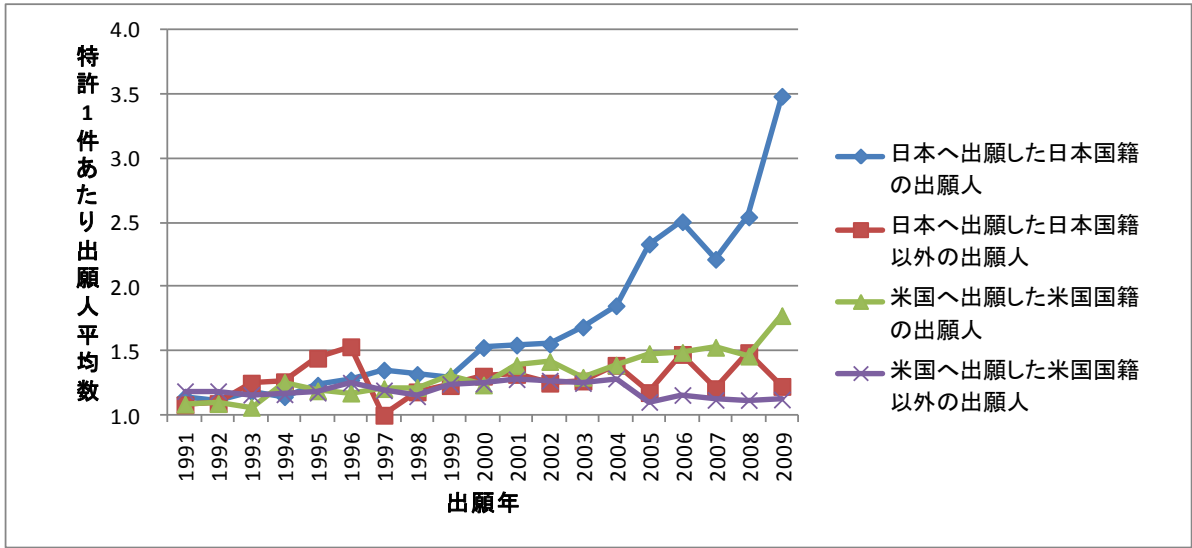


図 2-15 特許 1 件当たり出願人平均数の推移

(出所：PATSTAT における A01H の件数を抽出)

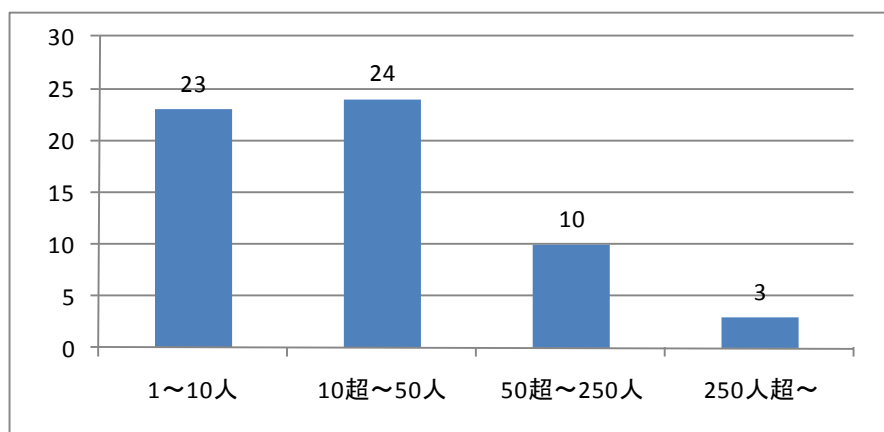


図 3-1 種苗関連事業に関わる従業員数

(注) 種苗関連事業以外の人数が含まれると考えられる回答は除き集計

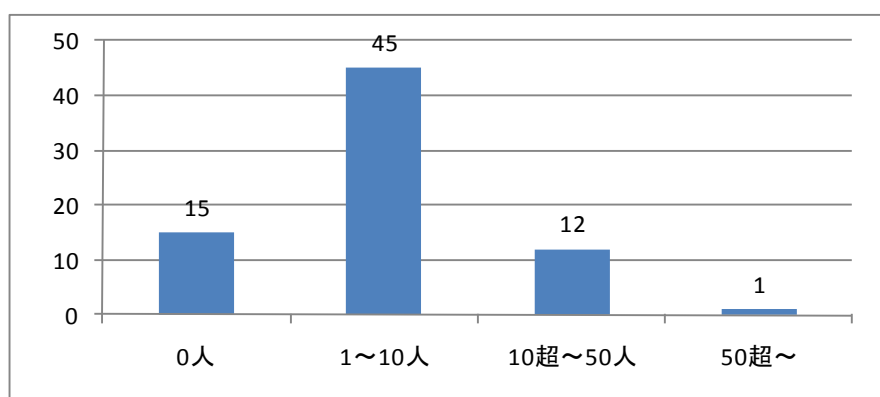


図 3-2 種苗関連事業に関わる研究開発担当者数

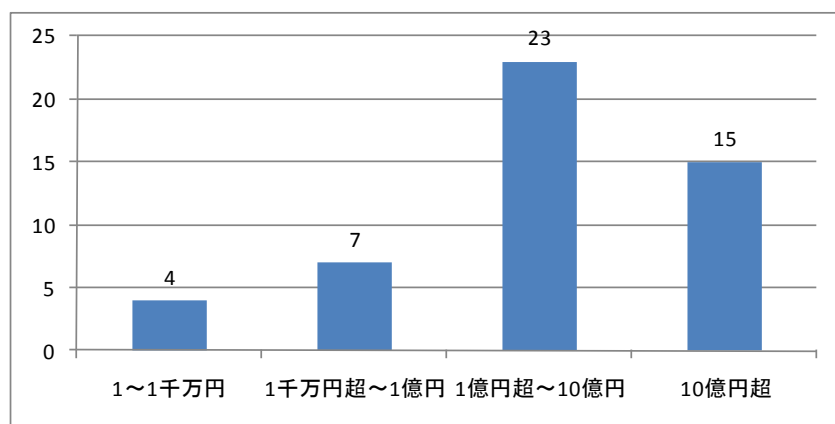


図 3-3 年間売上高

(注) 種苗関連事業以外の年間売上高が含まれると考えられる回答は除き集計

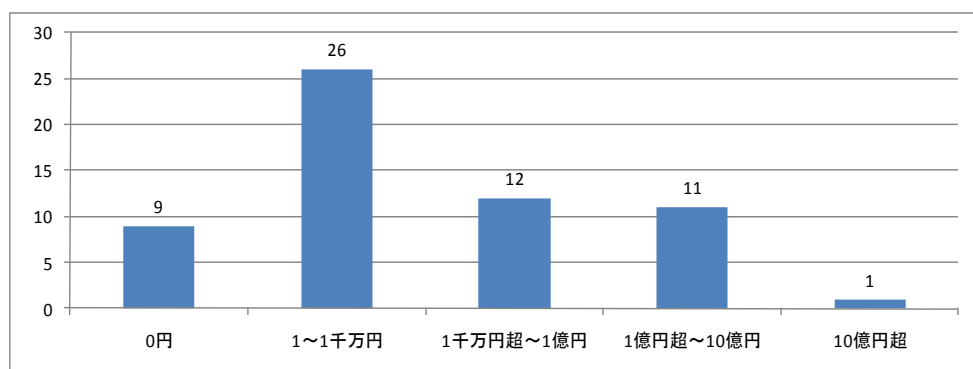


図 3-4 年間研究開発費

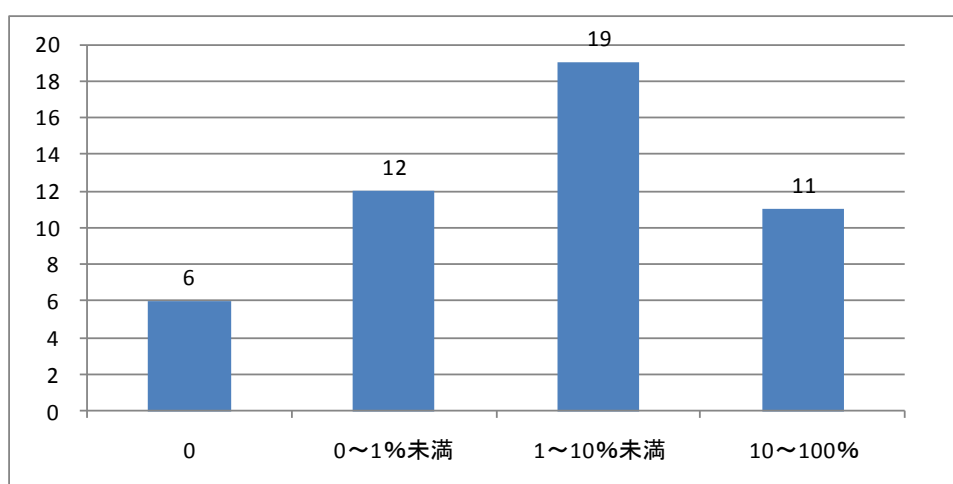


図 3-5 年間売上高あたりの研究開発費 (研究開発集約度)

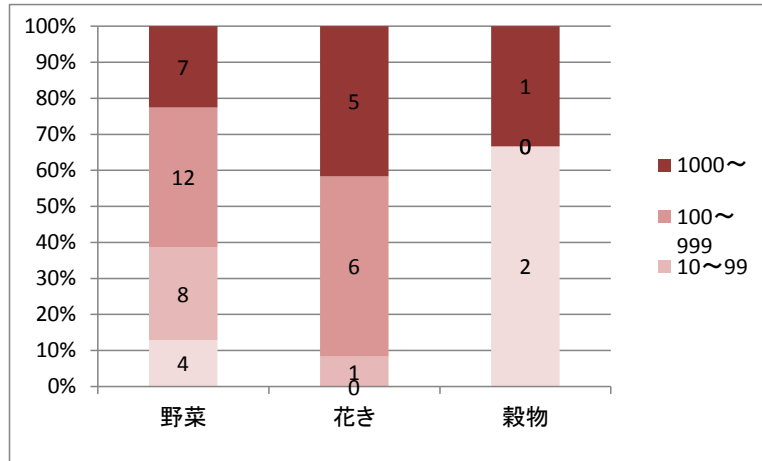


図 3-6 利用可能な遺伝資源数

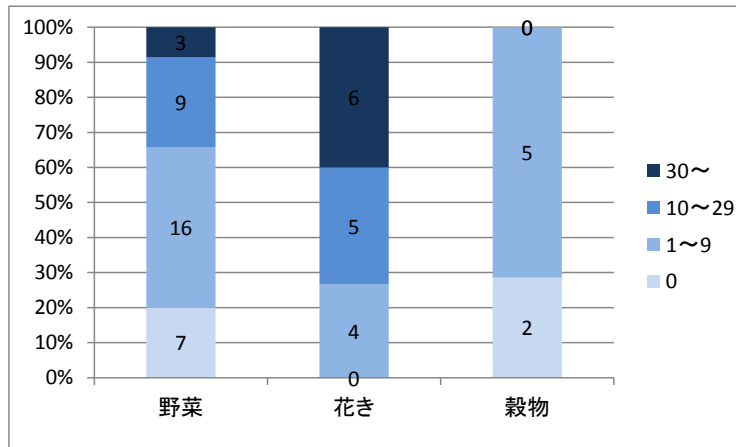


図 3-7 過去 3 年間に開発した新品種数

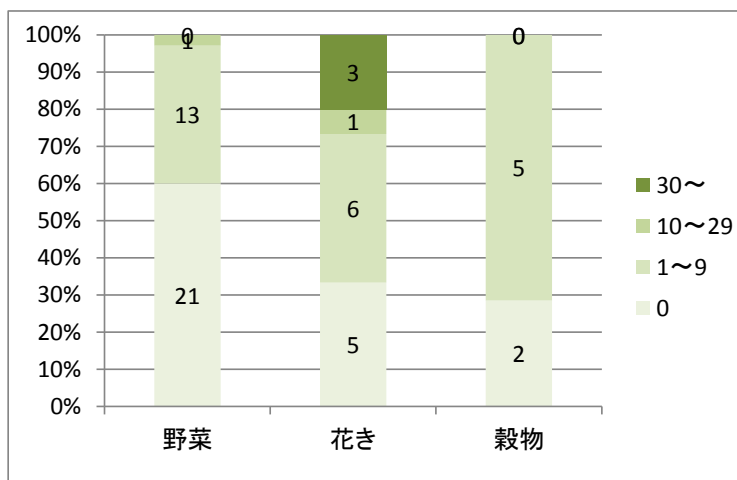


図 3-8 過去 3 年間の品種登録出願数

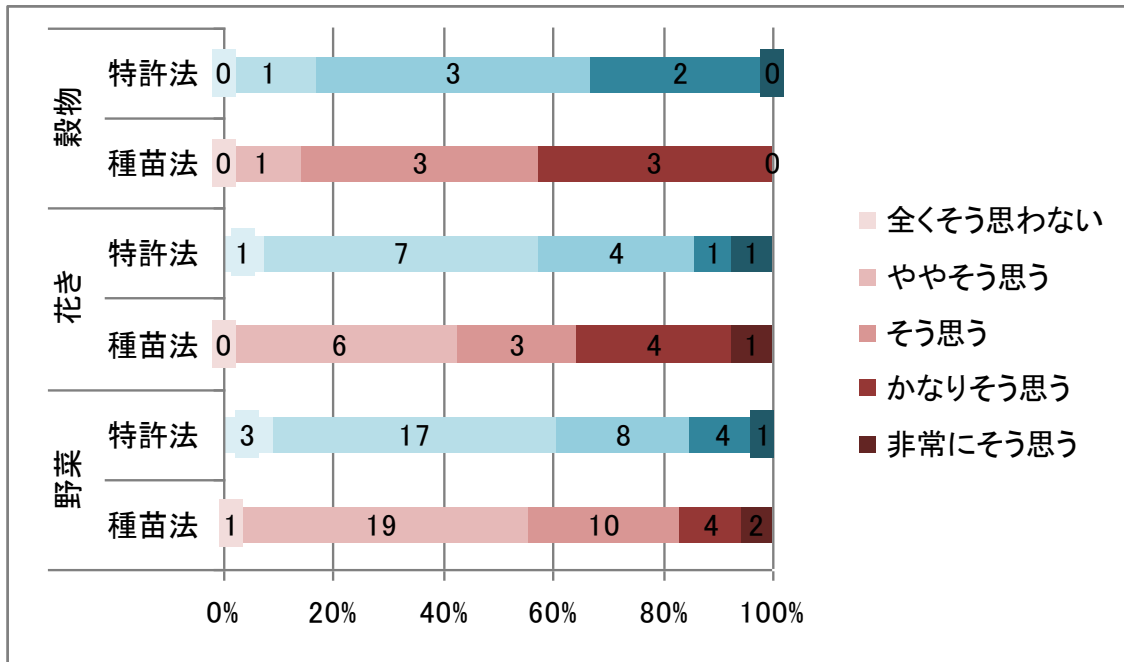


図 3-9 種苗法・特許法の機能

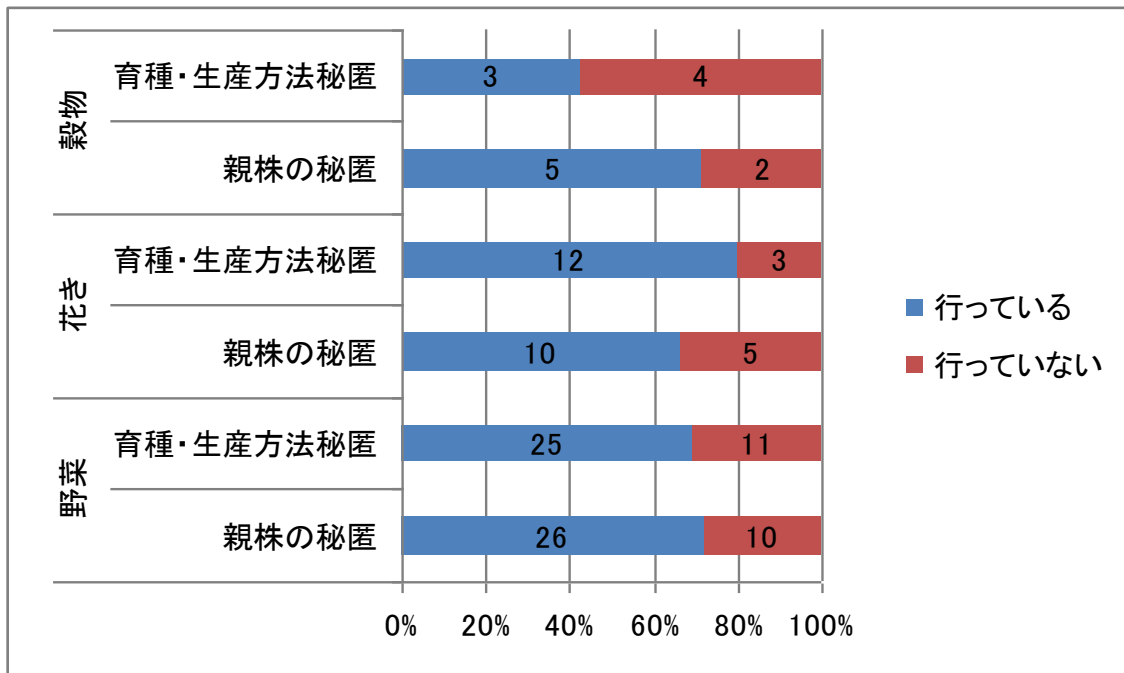


図 3-10 ノウハウ等の秘匿

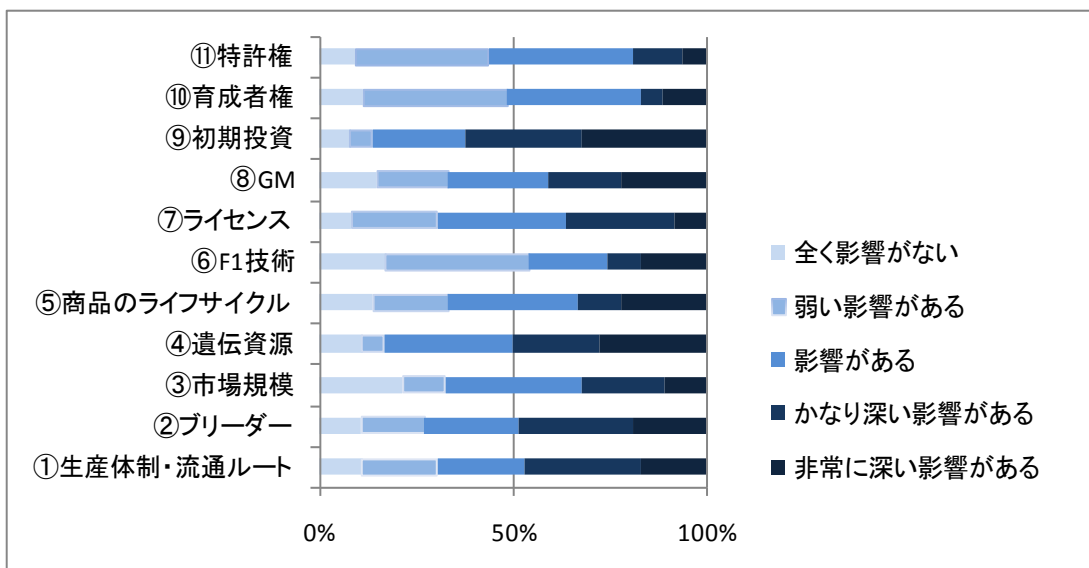


図 3-11 野菜・育種を行っている企業の回答

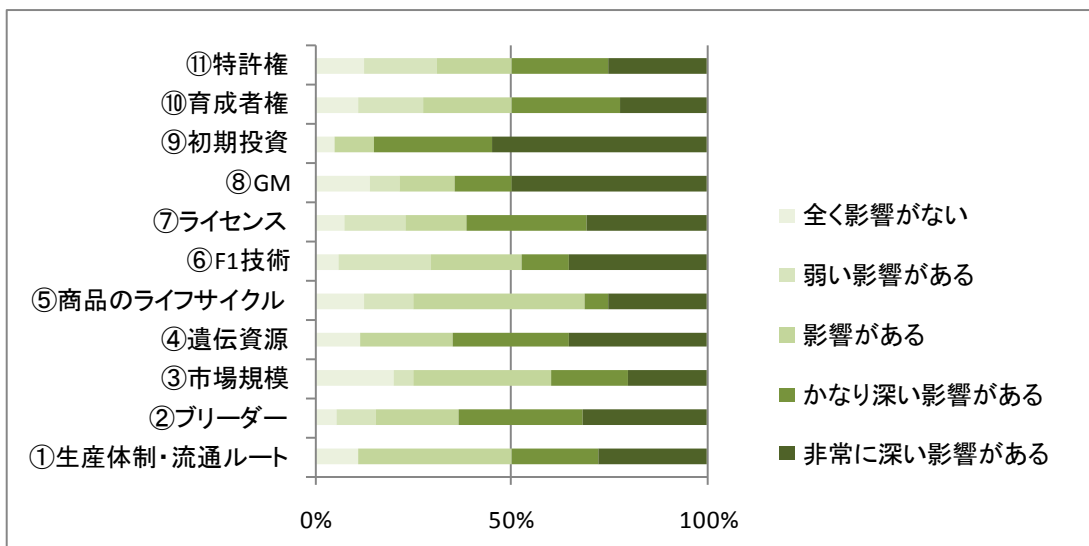


図 3-12 野菜・育種を行っていない企業の回答

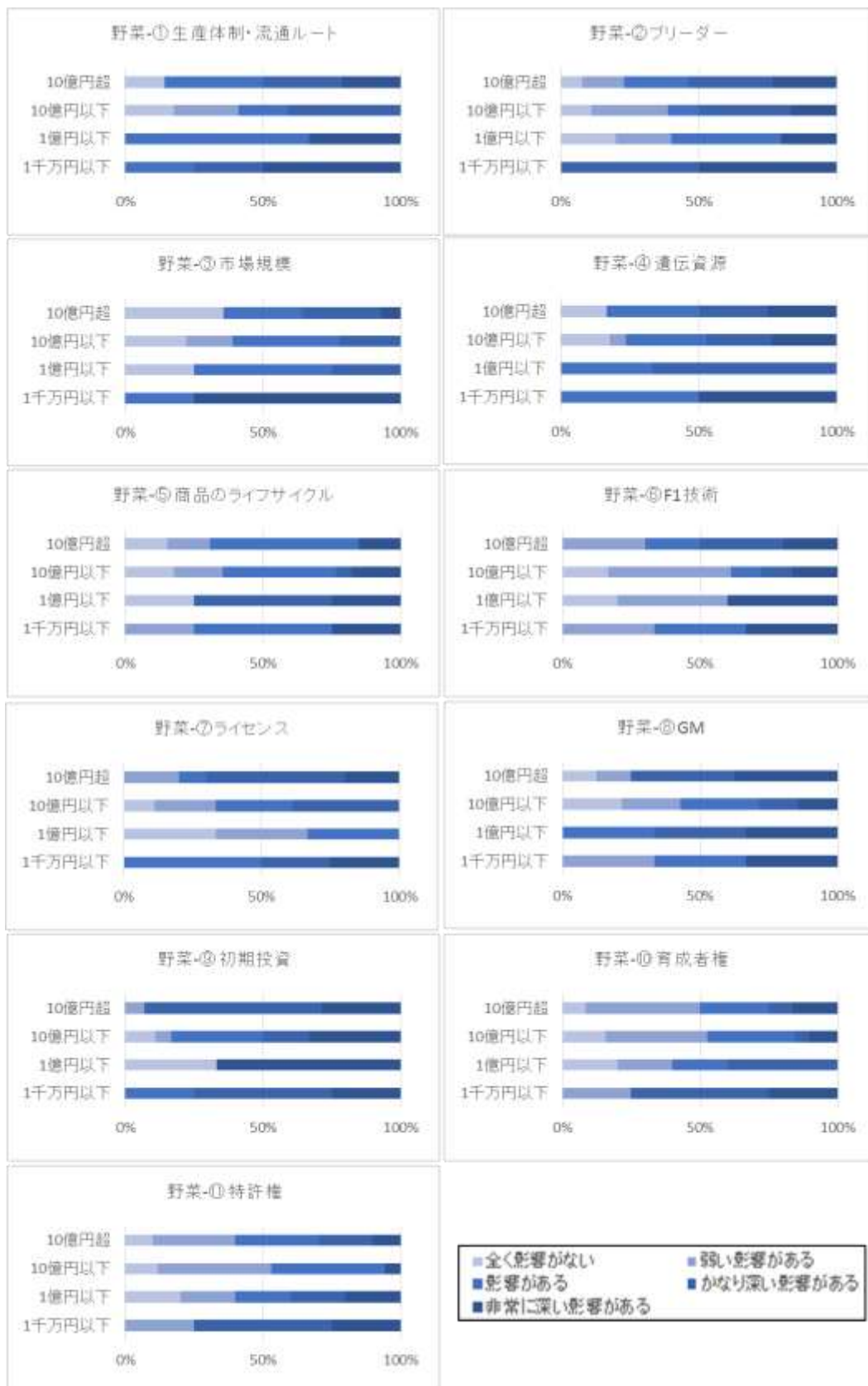


図 3-13 野菜・年間売上高別の回答

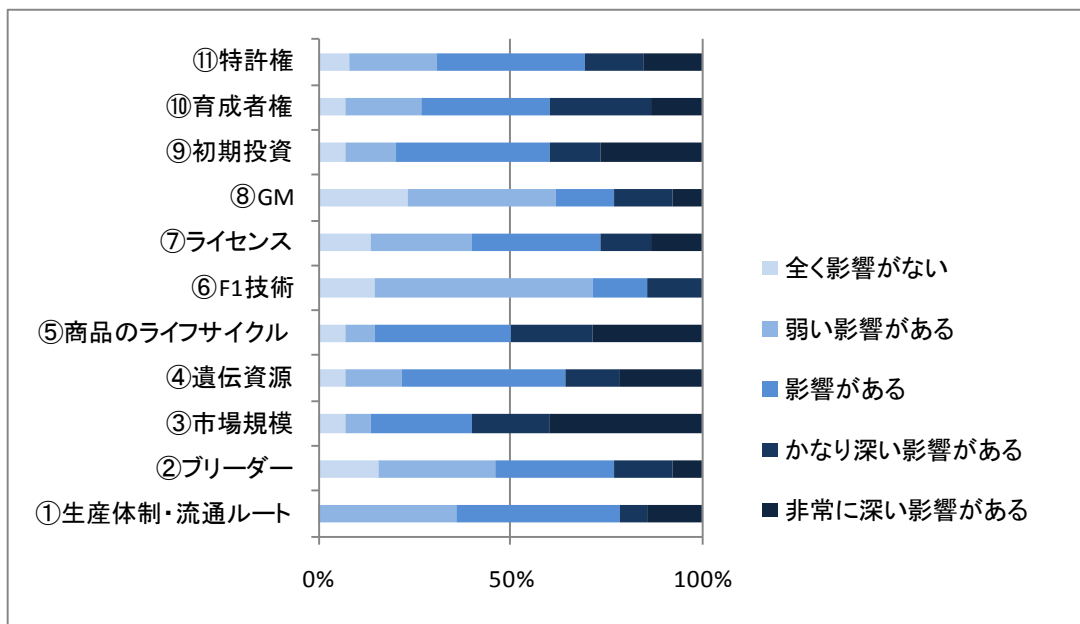


図 3-14 花き・育種を行っている企業の回答

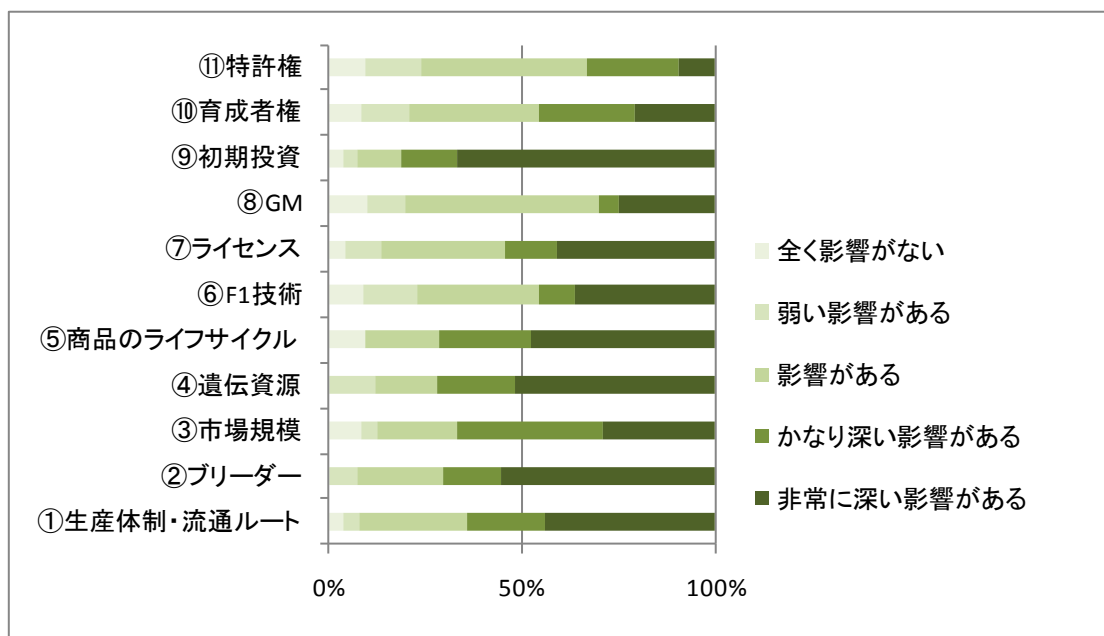


図 3-15 花き・育種を行っていない企業の回答

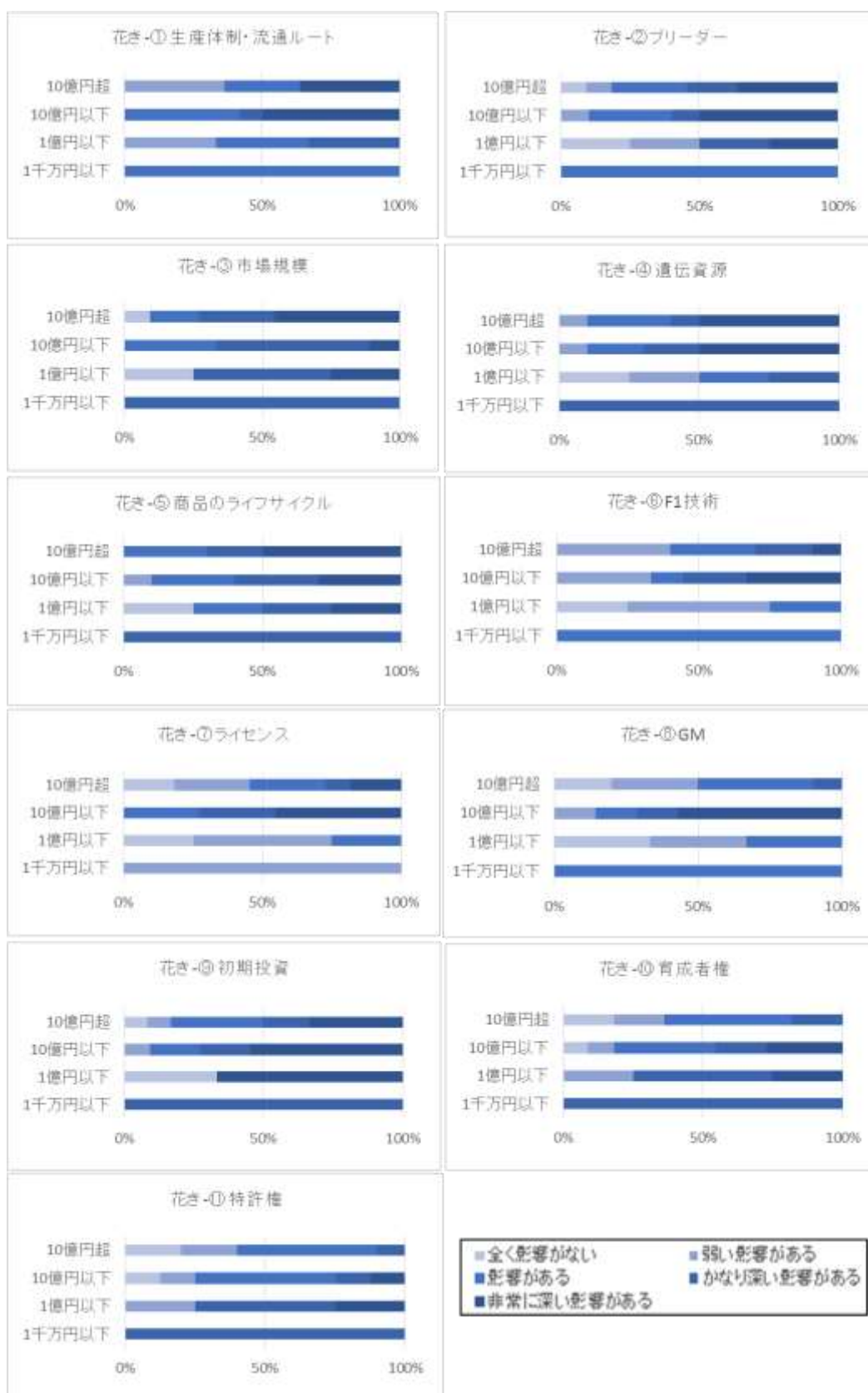


図 3-16 花き・年間売上高別の回答

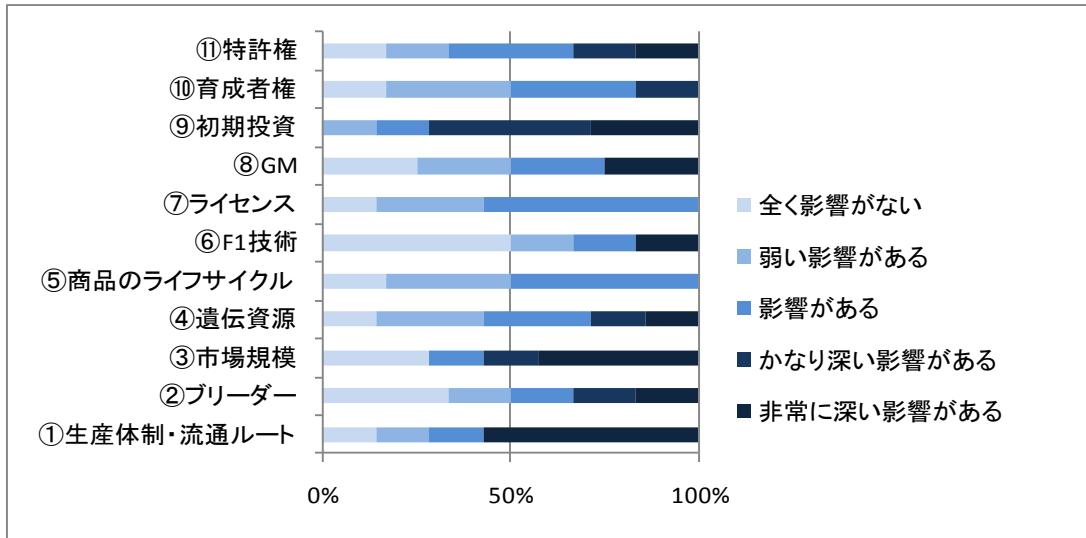


図 3-17 穀物・育種を行っている企業の回答

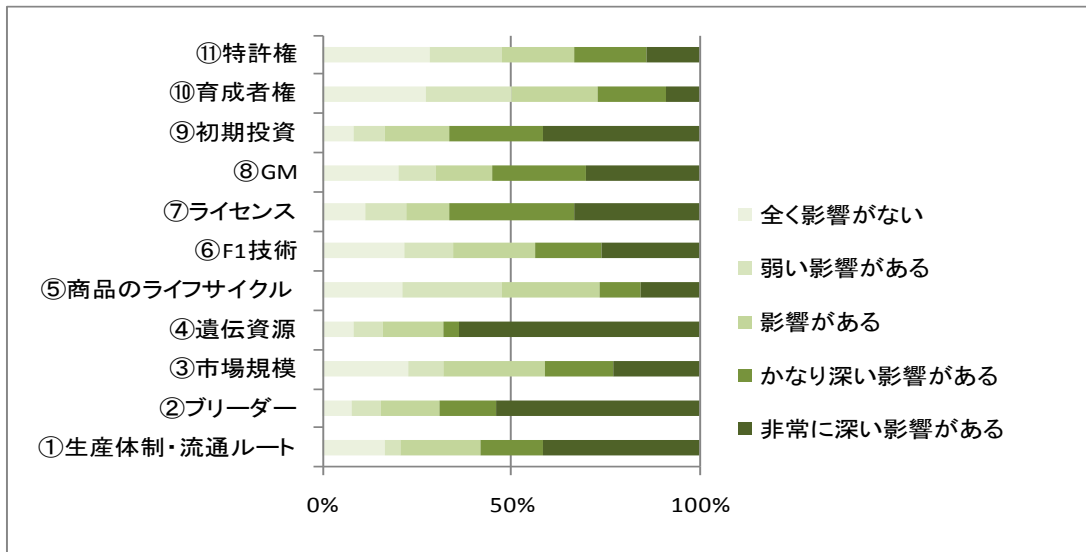


図 3-18 穀物・育種を行っていない企業の回答

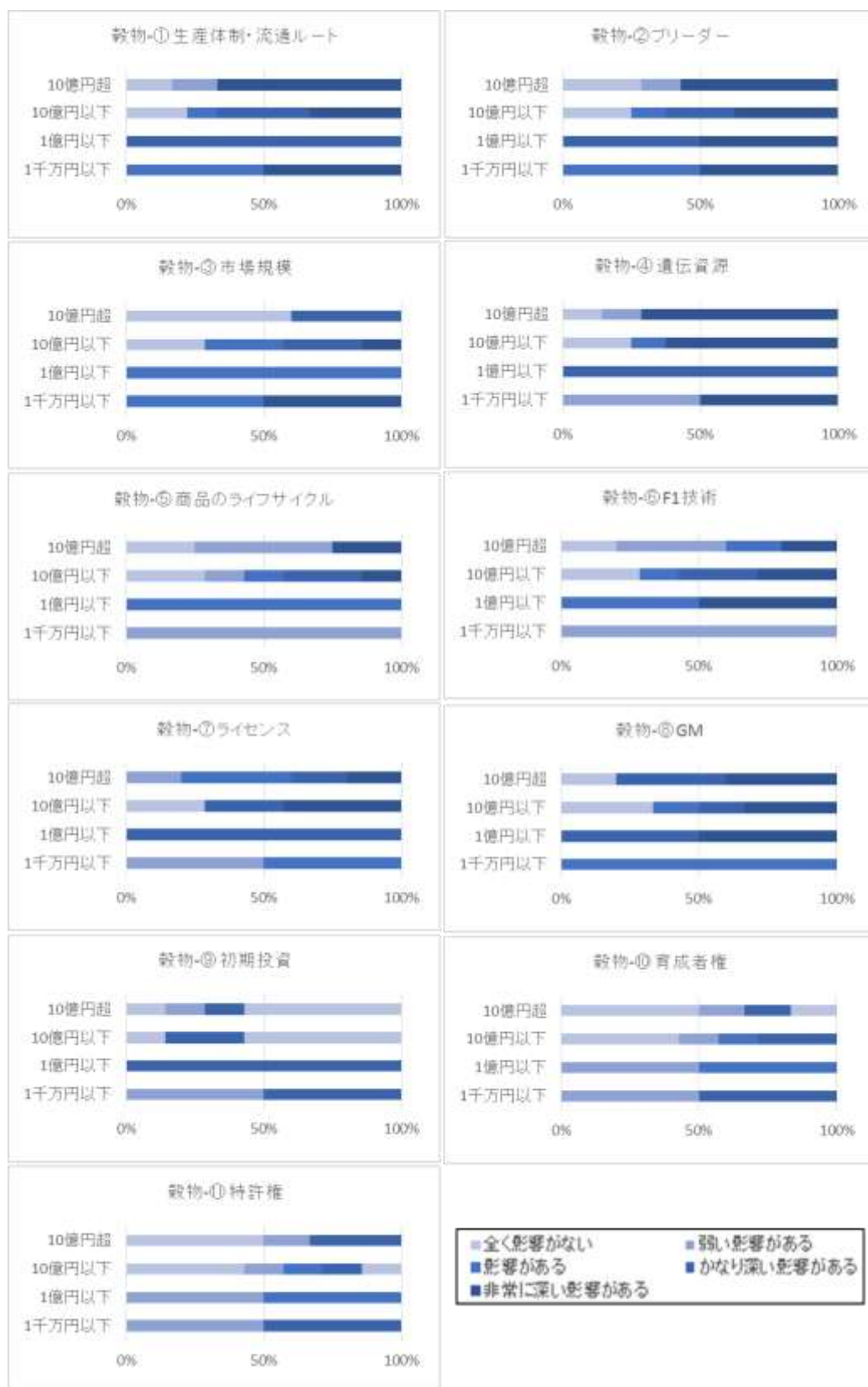


図 3-19 穀物・年間売上高別の回答

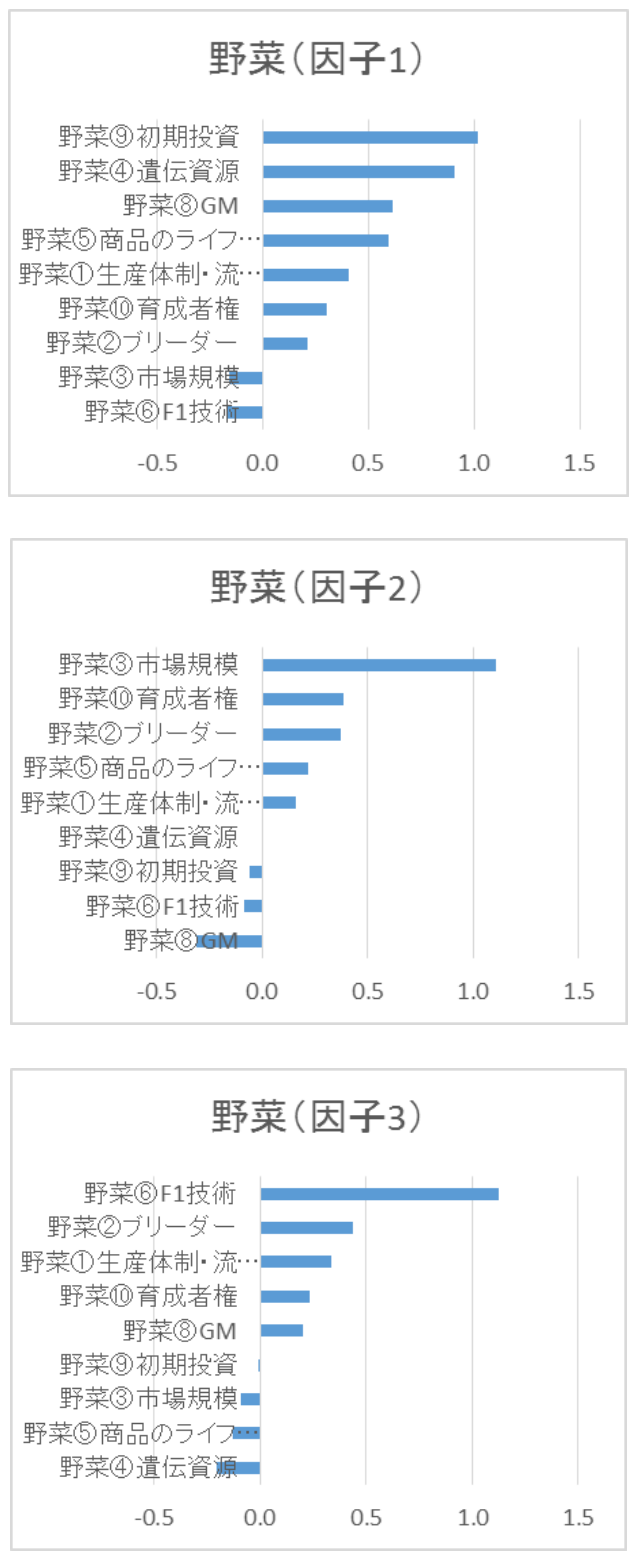


図 3-20 野菜の因子分析結果 (因子別・因子得点順)

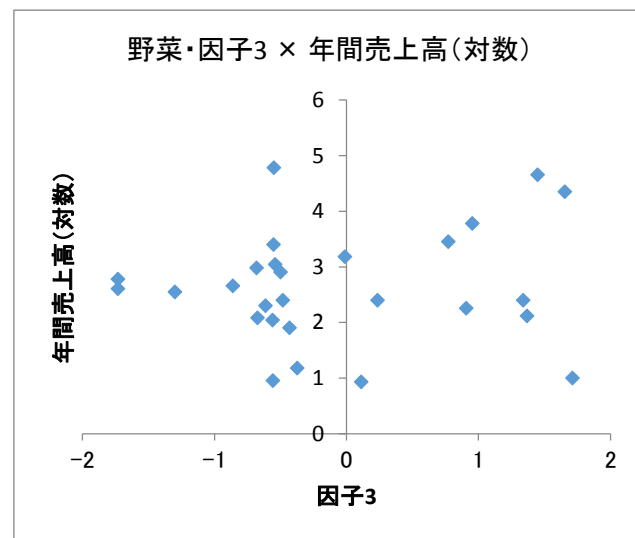
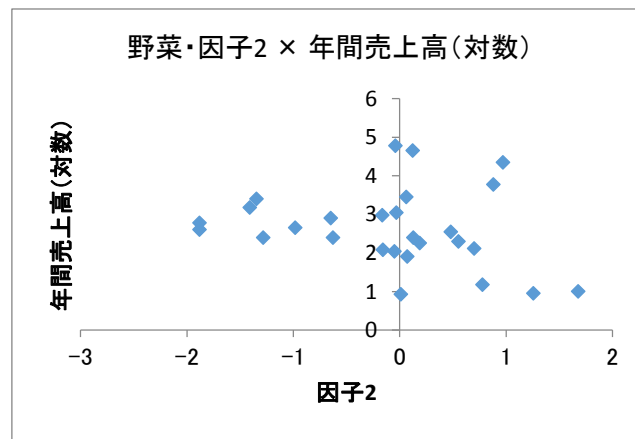
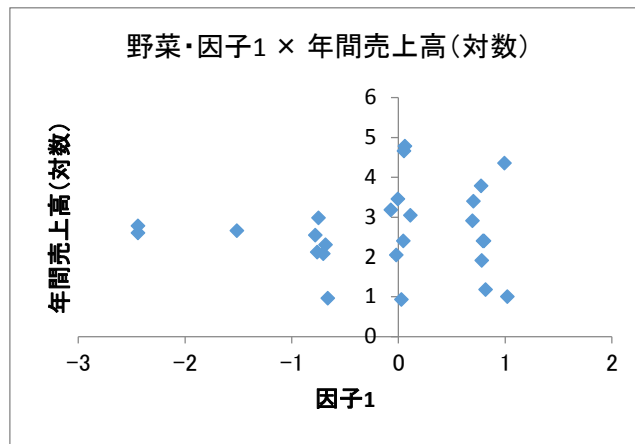


図 3-21 野菜の因子分析結果 (因子得点と回答企業の売上高との関係)

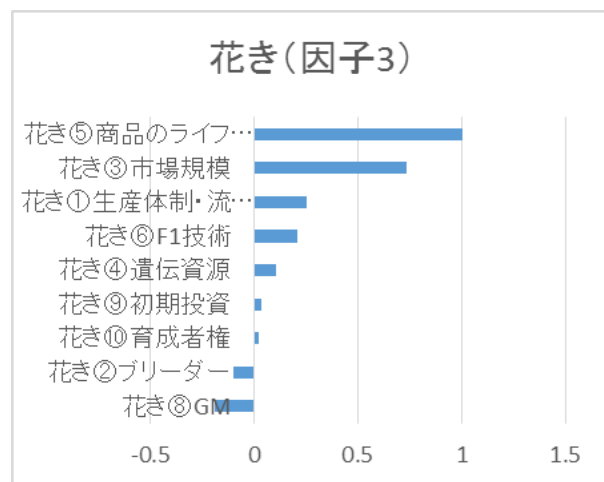
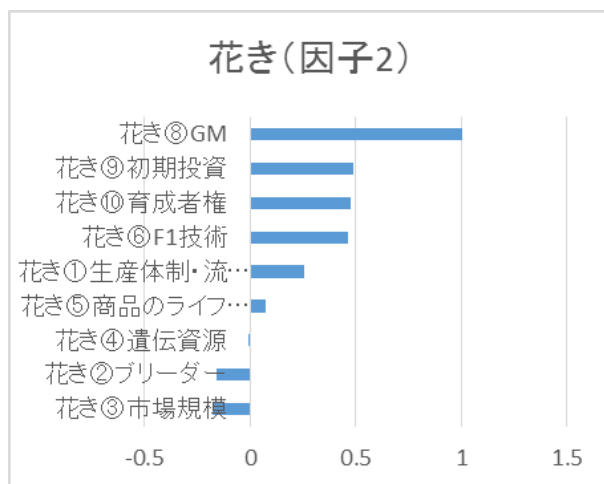
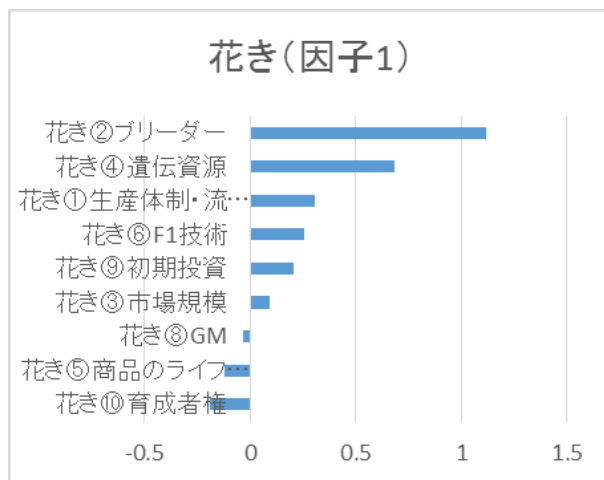


図 3-22 花きの因子分析結果 (因子別・因子得点順)

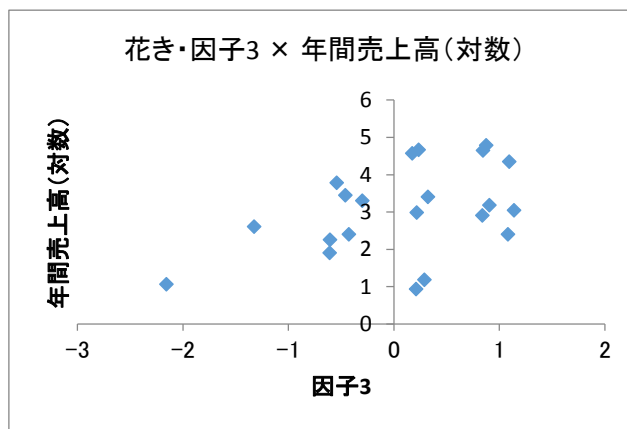
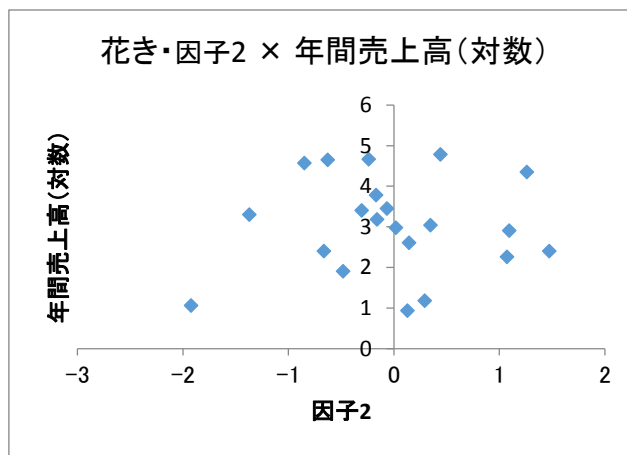
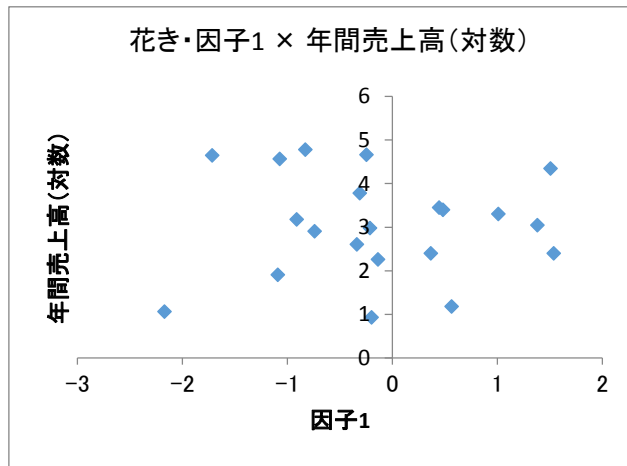


図 3-22 花きの因子分析結果 (因子得点と回答企業の売上高との関係)

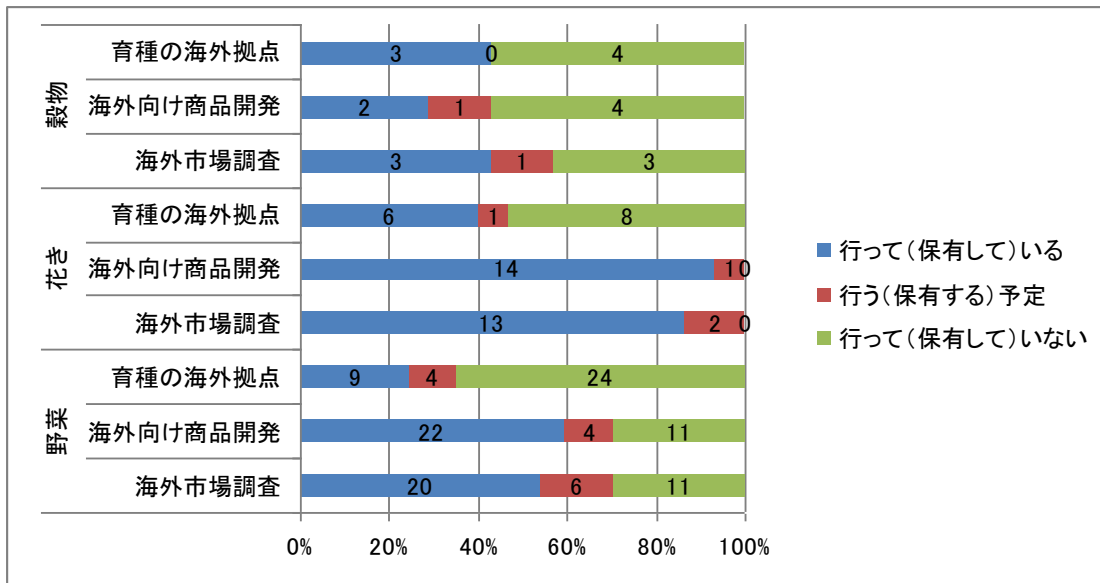


図 3-23 海外市場へのアクセス

謝辞

本研究を遂行し学位論文をまとめるにあたり、主指導教官である鈴木潤教授には、なかなか執筆の進まない著者を長年にわたり激励し、指導していただき、学位論文をまとめるまでに導いてくださいましたことに、心から感謝の意を表します。副指導教官である角南篤教授にはテーマ設定や論文の方向性について指導いただきましたことに深く感謝いたします。また学内審査員の後藤晃教授、大山達雄教授、園部哲史副学長／教授、および学外審査員の加納信吾准教授（東京大学）からは、博士論文としてまとめる上で数多くの貴重なご意見をいただきましたことに感謝申し上げます。

また、本研究を進める上ではインタビューへの協力や農場見学などに応じてくださった種苗企業等の関係者の方々、質問票調査にご対応いただきました企業の方々をはじめ、多くの方々からご支援とご指導を賜りました。心より御礼申し上げます。

2015年9月 庄司真理子

Appendix 1 本論文を構成する論文

< 査読付き投稿論文 >

庄司真理子「野菜・花き育種を行う民間企業の専有可能性の確保手段に関する実証的分析」『研究 技術 計画』第 27 号 3 巻, 2013 : 273-280.

庄司真理子「革新的な知識・技術に起因するイノベーション・システムの動的変化に関する分析 — 農作物育種における事例分析 —」『研究 技術 計画』第 29 号 4 巻, 2014 : 281-295.

民間企業の農作物育種に関する アンケート調査ご協力のお願い

1. 調査の概要

本調査は、国立大学法人政策研究大学院大学（GRIPS） 科学技術・学術政策プログラムにおける政策研究の一環で実施するものです。

本調査の主な目的は、わが国の種苗産業における研究開発活動（主に農作物育種）をより活発化させるための政策を検討するために、民間セクターの農作物育種がどのような実態のもと行われているのかを明らかにすることです。種苗産業は、食料安全保障や生物多様性など重要課題に直結する大事な産業の一つであり、その国際競争力向上のためには、民間セクターの研究開発活動を促進するための政策の検討が必要だと考えています。一般的に、製造業等では研究開発活動を促進するために、研究開発減税や知的財産権の保護強化といった政策がとられますが、様々な面で製造業とは特徴を異にする種苗産業においては、必ずしも製造業と同様の政策が有効とは限らないと思われま。そこで本調査を通して、種苗産業における民間セクターの研究開発活動を真にサポートするような政策提言を目指しております。

本調査により得られた統計データや、その結果から導き出される提言は、論文にまとめ、学術雑誌に投稿するほか、関係府省に配布する予定です。

なお、ご回答いただいた企業の方には、後日、集計結果の概要をお送りします。

お手数ではございますが、本調査にご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

2. 調査対象企業の選定方法

本調査票は、以下のいずれかのデータソースにおいて農作物育種を行っている（又はかつて行っていた）と考えられる企業にお送りしています。

- ・ 品種登録データベース（農林水産省）
- ・ 全国種苗業者名鑑 平成18年度版（日本種苗新聞）
- ・ 日経バイオ年鑑

3. 機密の保持

調査票の記載内容については秘密を厳守します。ご回答内容はすべて統計的に処理いたしますので、個々の調査票の結果が公表されることや、ご回答内容が他に知られることは全くございません。また、本調査以外にデータを使用することはございません。

4. 調査票記入上のお願い

- ・ この調査票への記入は、可能な限り、研究開発活動の管理部門や企画部門の責任者の方をお願いいたします。なお、設問により、全社的な視点での回答が困難な場合には、貴社の最も代表的な部門の意見をご回答いただけるようお願いいたします。
- ・ 貴社が多角的に事業を実施している場合、各設問には、種苗関連の事業に特化して、ご回答ください。
- ・ 現在は農作物育種を行っていない場合でも、過去に育種を行っていた場合について回答をお願いしている設問がありますので、ご協力をお願いいたします。

5. 返送の方法

調査票に必要事項を記入の上、同封の返信用封筒により、

平成22年 2月 26日（金）までに

ご投函ください。（切手は不要です）

FAX による返送でも結構です。

FAX 番号：03-6439-6330（政策研究大学院大学宛）

6. 調査票の返送先及び問い合わせ先

調査票の趣旨、内容、記入方法についてのお問い合わせは、下記までお願いいたします。

国立大学法人 政策研究大学院大学（GRIPS）

科学技術・学術政策プログラム

博士課程 庄司真理子（担当教員：教授 鈴木潤）

〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1

e-mail: doc07004@grips.ac.jp 電話：090-2210-1445

※問合せはなるべくメールにてお願いいたします。

1 貴社における現在の農作物育種（品種改良・開発等）の活動についてお尋ねします。

問 **現在**、貴社が行う種苗関連事業の、作物種別の割合についてお尋ねします。

貴社の種苗関連事業の売上高を、「野菜」「花き」「穀物」「その他」で100%になるよう分類した場合、それぞれの売上高の割合をご記入ください。

野菜	() %	花き	() %
穀物	() %	その他	() %

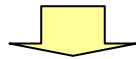
※おおよその数字で結構です。

※現在、種苗関連事業を行っていない場合は、ゼロを記入してください。

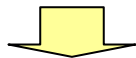
これ以降は、「野菜」「花き」「穀物」という作物種別ごとに同様の設問があります。上記の問で「0%」と回答した作物種であっても、ご回答をお願いしている設問がありますので、「野菜」「花き」「穀物」全てにご回答くださいますよう、ご協力をお願いします。

<回答手順>

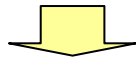
野菜・問1(P.1)「行っている」と回答 → 野菜・問2(P.1) および野菜・問3(P.2)へ
 「行っていない」と回答 → 野菜・問2(P.1)へ



花き・問4(P.3)「行っている」と回答 → 花き・問5(P.3)および花き・問6(P.3)へ
 「行っていない」と回答 → 花き・問5(P.3)へ



穀物・問7(P.4)「行っている」と回答 → 穀物・問8(P.4)および穀物・問9(P.5)へ
 「行っていない」と回答 → 穀物・問8(P.4)へ



問10～14 基本情報・自由記載(P.6)



終了

2 貴社における**野菜**の育種（品種改良・開発等）についてお尋ねします。

野菜・問1

「**野菜**」の種苗関連事業のうち、**現在**、育種（品種改良・開発等）活動を行っていますか。当てはまる方に○を付けてください。

1. 行っている	2. 行っていない
----------	-----------

<留意事項>

以下のいずれか一つでも当てはまれば「1. 行っている」としてください。

- ・ 遺伝資源、有用遺伝子の探索
- ・ 育種に関わる基盤技術の開発（組織培養、細胞融合、遺伝子導入など）
- ・ 変異固定技術（薬培養など）、選抜技術の開発
- ・ 圃場における検定・評価

⇒「1. 行っている」と回答された方は、続く「野菜・問2」と「野菜・問3」の両方にお答えください。

「2. 行っていない」と回答された方は、続く「野菜・問2」のみお答えください。

野菜・問2

問1で「1. 行っている」と回答された方は、「**野菜**」の育種の範囲等を拡大しようとする場合に障壁と感ぜられる要因、問1で「2. 行っていない」と回答された方は、「**野菜**」の育種を実施しない要因として、①～⑩の各項目がどの程度関係しているか、もっとも当てはまる番号に○を付けてください。

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
① 種苗の生産体制や流通ルートの開拓の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
② 自社ブリーダーの知識・経験・ノウハウの不足している	0.	1.	2.	3.	4.	5.
③ 対象とする農作物の見込まれる市場規模が小さい（潜在的なものも含めて）	0.	1.	2.	3.	4.	5.
④ 希少な遺伝資源がない、あるいは入手困難	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑤ 商品のライフサイクルが短い	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑥ 必要なF1技術の習得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
⑦ 育種素材や技術のライセンスを受けるためのコストの大きさ、又はライセンスがない	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑧ 必要な遺伝子組換え技術の取得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑨ 育種の研究開発に関する施設・設備・人材等への初期投資のコストの大きさ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑩ 種苗法による育成者権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑪ 特許法による知的財産権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

野菜・問3

野菜・問3-① 「野菜」で開発した新品種数についてお尋ねします。過去3年間に確立した新品種数*の合計を記入してください。3年間を通じて新たに確立した品種がない場合は、「0（ゼロ）」と記入してください。

* “確立した新品種” は、種苗法に基づく品種登録をしていないものを含め、市場投入の準備が整ったもの全てを数に含めてください。

過去3年間の合計（ ）品種

野菜・問3-② 貴社が保有する「野菜」の利用可能な遺伝資源数についてお尋ねします。現在保有する、育種に利用可能な遺伝資源（品種）数の総数を記入してください。

約（ ）

野菜・問3-③ 「野菜」の育種素材や育種方法に関して実施していることをお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 重要な親株の保管場所や育成場所を社外に秘密にしている。

1. 行っている 2. 行っていない

(イ) 育成管理、培養方法、突然変異作出方法など、育種方法や生産方法において有用な技術上の情報を秘密にしている。

1. 行っている 2. 行っていない

野菜・問3-④ 種苗法に基づく育成者権の保護について、お尋ねします。

(ア) 「野菜」に関して、種苗法による品種登録制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。

機能の度合い

全くそう思わない ややそう思う そう思う かなりそう思う 非常にそう思う

0. 1. 2. 3. 4.

(イ) 「野菜」に関して、過去3年間の合計出願品種数を記入してください。

()

野菜・問3-⑤ 特許法に基づく知的財産権保護について、お尋ねします。

(ア) 「野菜」に関して、特許法による特許制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。なお、植物特許だけでなく育種方法など「野菜」に関連する育種技術全般に対してお答えください。

機能の度合い

全くそう思わない ややそう思う そう思う かなりそう思う 非常にそう思う

0. 1. 2. 3. 4.

(イ) 「野菜」に関して、過去3年間の関連特許の合計出願件数を記入してください。

()

野菜・問3-⑥ 「野菜」の育種に関して海外市場との関係についてお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 目的とする「野菜」の種苗に関する海外市場の規模や特徴について、海外進出を前提として調査している。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(イ) 海外市場向けの「野菜」の品種について、品種開発を行っている。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(ウ) 海外市場向けの「野菜」の品種開発を行う海外拠点を保有している。

1. 保有している 2. 保有する予定 3. 保有していない

③ 貴社における花きの育種（品種改良・開発等）についてお尋ねします。

花き・問4

「花き」の種苗関連事業のうち、現在、育種（品種改良・開発等）活動を行っていますか。当てはまる方に○を付けてください。

1. 行っている 2. 行っていない

＜留意事項＞

以下のいずれか一つでも当てはまれば「1. 行っている」としてください。

- ・ 遺伝資源、有用遺伝子の探索
- ・ 育種に関わる基盤技術の開発（組織培養、細胞融合、遺伝子導入など）
- ・ 変異固定技術（薬培養など）、選抜技術の開発
- ・ 圃場における検定・評価

⇒ 「1. 行っている」と回答された方は、続く「花き・問5」と「花き・問6」の両方にお答えください。

「2. 行っていない」と回答された方は、続く「花き・問5」のみお答えください。

花き・問5

問4で「1. 行っている」と回答された方は、「花き」の育種の範囲等を拡大しようとする場合に障壁と感じられる要因、問4で「2. 行っていない」と回答された方は、「花き」の育種を実施しない要因として、①～⑪の各項目がどの程度関係しているか、もっとも当てはまる番号に○を付けてください。

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
① 種苗の生産体制や流通ルートの開拓の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
② 自社ブリーダーの知識・経験・ノウハウの不足している	0.	1.	2.	3.	4.	5.
③ 対象とする農作物の見込まれる市場規模が小さい（潜在的なものも含めて）	0.	1.	2.	3.	4.	5.
④ 希少な遺伝資源がない、あるいは入手困難	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑤ 商品のライフサイクルが短い	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑥ 必要なF1技術の習得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
⑦ 育種素材や技術のライセンスを受けるためのコストの大きさ、又はライセンサーがない	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑧ 必要な遺伝子組換え技術の取得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑨ 育種の研究開発に関する施設・設備・人材等への初期投資のコストの大きさ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑩ 種苗法による育成者権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑪ 特許法による知的財産権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

花き・問6

花き・問6-① 「花き」で開発した新品種数についてお尋ねします。過去3年間に確立した新品種数*の合計を記入してください。3年間を通じて新たに確立した品種がない場合は、「0（ゼロ）」と記入してください。

* “確立した新品種”は、種苗法に基づく品種登録をしていないものを含め、市場投入の準備が整ったもの全てを数に含めてください。

過去3年間の合計（ ）品種

花き・問6-② 貴社が保有する「花き」の利用可能な遺伝資源数についてお尋ねします。現在保有する、育種に利用可能な遺伝資源（品種）数の総数を記入してください。

約（ ）

花き・問6-③ 「花き」の育種素材や育種方法に関して実施していることをお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 重要な親株の保管場所や育成場所を社外に秘密にしている。

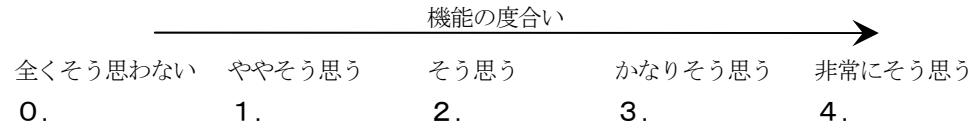
1. 行っている 2. 行っていない

(イ) 育成管理、培養方法、突然変異作出方法など、育種方法や生産方法において有用な技術上の情報を秘密にしている。

1. 行っている 2. 行っていない

花き・問6-④ **種苗法**に基づく育成者権の保護について、お尋ねします。

(ア) 「花き」に関して、種苗法による品種登録制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。

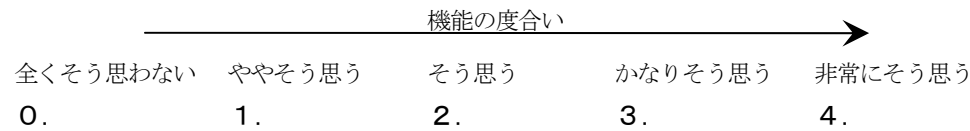


(イ) 「花き」に関して、過去3年間の合計出願品種数を記入してください。

()

花き・問6-⑤ **特許法**に基づく知的財産権保護について、お尋ねします。

(ア) 「花き」に関して、特許法による特許制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。なお、植物特許だけでなく育種方法など「花き」に関連する育種技術全般に対してお答えください。



(イ) 「花き」に関して、過去3年間の関連特許の合計出願件数を記入してください。

()

花き・問6-⑥ 「花き」の育種に関して海外市場との関係についてお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 目的とする「花き」の種苗に関する海外市場の規模や特徴について、海外進出を前提として調査している。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(イ) 海外市場向けの「花き」の品種について、品種開発を行っている。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(ウ) 海外市場向けの「花き」の品種開発を行う海外拠点を保有している。

1. 保有している 2. 保有する予定 3. 保有していない

4 貴社における**穀物**の育種（品種改良・開発等）についてお尋ねします。

穀物・問7

「穀物」の種苗関連事業のうち、現在、育種（品種改良・開発等）活動を行っていますか。当てはまる方に○を付けてください。

1. 行っている 2. 行っていない

<留意事項>

以下のいずれか一つでも当てはまれば「1. 行っている」としてください。

- ・ 遺伝資源、有用遺伝子の探索
- ・ 育種に関わる基盤技術の開発（組織培養、細胞融合、遺伝子導入など）
- ・ 変異固定技術（薬培養など）、選抜技術の開発
- ・ 圃場における検定・評価

⇒「1. 行っている」と回答された方は、続く「穀物・問8」と「穀物・問9」の両方にお答えください。

「2. 行っていない」と回答された方は、続く「穀物・問8」のみお答えください。

穀物・問8

問7で「1. 行っている」と回答された方は、「穀物」の育種の範囲等を拡大しようとする場合に障壁と感じられる要因、問7で「2. 行っていない」と回答された方は、「穀物」の育種を実施しない要因として、①～⑥の各項目がどの程度関係しているか、もっとも当てはまる番号に○を付けてください。

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
① 種苗の生産体制や流通ルートの開拓の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
② 自社ブリーダーの知識・経験・ノウハウの不足している	0.	1.	2.	3.	4.	5.
③ 対象とする農作物の見込まれる市場規模が小さい（潜在的なものも含めて）	0.	1.	2.	3.	4.	5.
④ 希少な遺伝資源がない、あるいは入手困難	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑤ 商品のライフサイクルが短い	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑥ 必要なF1技術の習得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

	関係の度合い					
	全く関係がない	弱い関係がある	関係がある	かなり深い関係がある	非常に深い関係がある	分からない
⑦ 育種素材や技術のライセンスを受けるためのコストの大きさ、又はライセンスがない	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑧ 必要な遺伝子組換え技術の取得の困難さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑨ 育種の研究開発に関する施設・設備・人材等への初期投資のコストの大きさ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑩ 種苗法による育成者権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.
⑪ 特許法による知的財産権保護の不十分さ	0.	1.	2.	3.	4.	5.

穀物・問9

穀物・問9-① 「穀物」で開発した新品種数についてお尋ねします。過去3年間に確立した新品種数*の合計を記入してください。3年間を通じて新たに確立した品種がない場合は、「0（ゼロ）」と記入してください。

* “確立した新品種”は、種苗法に基づく品種登録をしていないものを含め、市場投入の準備が整ったもの全てを数に含めてください。

過去3年間の合計（ ）品種

穀物・問9-② 貴社が保有する「穀物」の利用可能な遺伝資源数についてお尋ねします。現在保有する、育種に利用可能な遺伝資源（品種）数の総数を記入してください。

約（ ）

穀物・問9-③ 「穀物」の育種素材や育種方法に関して実施していることをお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 重要な親株の保管場所や育成場所を社外に秘密にしている。

1. 行っている 2. 行っていない

(イ) 育成管理、培養方法、突然変異作出方法など、育種方法や生産方法において有用な技術上の情報を秘密にしている。

1. 行っている 2. 行っていない

穀物・問9-④ 種苗法に基づく育成者権の保護について、お尋ねします。

(ア) 「穀物」に関して、種苗法による品種登録制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。

機能の度合い

←—————→

全くそう思わない ややそう思う そう思う かなりそう思う 非常にそう思う

0. 1. 2. 3. 4.

(イ) 「穀物」に関して、過去3年間の合計出願品種数を記入してください。

（ ）

穀物・問9-⑤ 特許法に基づく知的財産権保護について、お尋ねします。

(ア) 「穀物」に関して、特許法による特許制度は、実質的な権利保護のために機能していると思いますか。当てはまるものに○を付けてください。なお、植物特許だけでなく育種方法など「穀物」に関連する育種技術全般に対してお答えください。

機能の度合い

←—————→

全くそう思わない ややそう思う そう思う かなりそう思う 非常にそう思う

0. 1. 2. 3. 4.

(イ) 「穀物」に関して、過去3年間の関連特許の合計出願件数を記入してください。

（ ）

穀物・問9-⑥ 「穀物」の育種に関して海外市場との関係についてお尋ねします。各項目について、当てはまるものに○を付けてください。

(ア) 目的とする「穀物」の種苗に関する海外市場の規模や特徴について、海外進出を前提として調査している。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(イ) 海外市場向けの「穀物」の品種について、品種開発を行っている。

1. 行っている 2. 行う予定 3. 行っていない

(ウ) 海外市場向けの「穀物」の品種開発を行う海外拠点を保有している。

1. 保有している 2. 保有する予定 3. 保有していない

5 貴社の基本情報についてお尋ねします。

※ 貴社が多角的に事業を実施している場合、以下の設問には、種苗関連の事業に特化して、ご回答ください。

問10 貴社名をご記入ください。

問11 本調査にご回答いただいた企業の方には、後日、集計結果の概要を送付させていただきますので、宜しければご回答くださる方のご所属・お名前をご記入ください。

ご所属・ご役職：

お名前：

問12 貴社の従業員についてお尋ねします。

(1) 従業員数（正社員）は何人ですか。人数をご記入ください。

※季節による臨時雇用者は省いてください。

①最近（2006, 2007, 2008 年度決算期時点の平均）

() 人

②約10年前（1998年） ※正確な人数が分からない場合はおよその数で結構です。

() 人

(2) (1) の従業員のうち、品種改良・開発に関わる人数は何人ですか。人数をご記入ください。（品種改良等に寄与する基礎研究やツール開発、品種改良のための圃場試験や圃場管理に携わる人数も含めてください）

①最近（2006, 2007, 2008 年度決算期時点の平均）

() 人

②約10年前（1998年） ※正確な人数が分からない場合はおよその数で結構です。

() 人

問13 貴社の売上高についてお尋ねします。年間売上高をご記入ください。

①最近（2006, 2007, 2008 年度決算期時点の平均）

() 円

②約10年前（1998年） ※正確な金額が分からない場合はおよその数で結構です。

() 円

問14 貴社の研究開発費についてお尋ねします。年間研究開発費を記入してください。

※ ここでの「研究開発」は研究開発税制による定義に限定せず、植物育種（品種改良・開発）に関連する基礎研究、ツール開発、圃場試験等も含めてご回答ください。自社実施だけでなく社外への委託研究費など、社外支出も含めてご回答ください。

①最近（2006, 2007, 2008 年度決算期時点の平均）

() 円

②約10年前（1998年） ※正確な金額が分からない場合はおよその数で結構です。

() 円

6 民間企業における農作物育種に関連する政策について、ご意見、ご要望などがあれば自由にお書きください。

質問は以上です。ご協力、誠にありがとうございました。