

2 次世代植物育種技術とはなんですか？

次世代植物育種技術とは？

次世代植物育種技術（NBT: New Plant Breeding Techniques）は、育種の過程に遺伝子組換え技術を組み込むことで、作物の成長を早めたり、優良な個体を出現しやすくするなど、品種改良をより効率的に行う手法の総称です。

次世代植物育種技術には、様々な技術があります。日本では、次世代植物育種技術を使った食品は市場に出ていませんが、海外では実用化されている技術もあります。

※ 主な次世代植物育種技術については、6～13ページで解説します。

従来遺伝子組換え技術とはどこが違うの？

一言に遺伝子組換え技術といっても、技術の中身や使われ方は様々です。次世代植物育種技術は、育種の過程で遺伝子組換え技術を使っていますが、そこで使われている技術は、既に市場に出ている遺伝子組換え作物に使われている技術と比べて、より複雑で多様になっています。

従来遺伝子組換え技術では、生産者や消費者に有益な特性（害虫に強い、特定の成分の含有量が高い、等）を作物に加えることを目的として遺伝子を導入します。そのため、出来上がった作物には、遺伝子組換えで導入した遺伝子が残っています。

一方、次世代植物育種技術では、品種改良を効率的に行うために育種の過程で遺伝子組換え技術を使用します。遺伝子組換えの後にも交配を繰り返した場合、最終的に出来上がった作物には導入した遺伝子など遺伝子組換えの形跡は残りません。

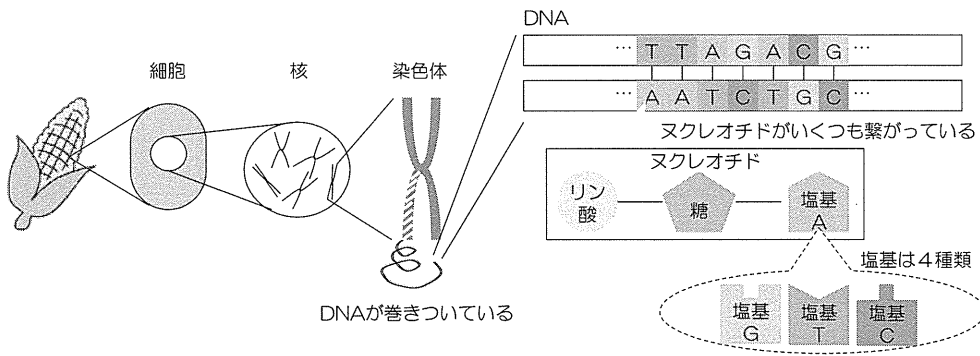
4

コラム DNA（デオキシリボ核酸）とは？

DNA（デオキシリボ核酸）とは、デオキシリボースという糖を含む核酸（酸性の化学物質）のことです。DNAは「塩基」「糖（デオキシリボース）」「リン酸」と呼ばれる物質が一つずつ結合したものが最小単位（ヌクレオチドという）となり、その最小単位が繰り返し繋がって鎖状になっています。さらに、2本の鎖の「塩基」と「塩基」が結びつき、二重のらせん状の形になっています。

「塩基」には「アデニン（A）」「グアニン（G）」「シトシン（C）」「チミン（T）」の4種類あり、この塩基の並び方（塩基配列という）が、生物の特性を決める遺伝情報になっています。

生物は複数の細胞から構成されており、各細胞には核があります。核の中には染色体が格納されており、染色体とは、ヒストンというタンパク質にDNAが巻きついた棒状の固まりです。



5

図 59 NBT 説明書：詳細版（続き）

次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

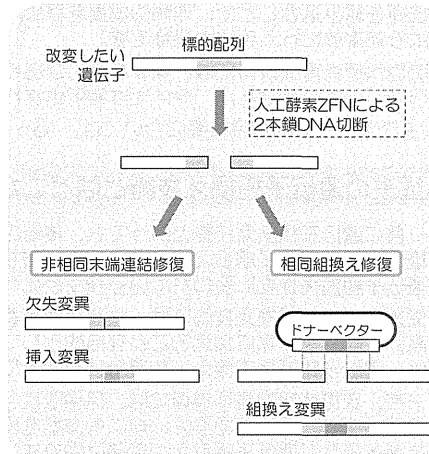
1 シンクフィンガーヌクレアーゼ (ZFNs: Zinc Finger Nucleases) によるゲノム編集技術

ヌクレアーゼとはDNAの分解を補助する酵素のことで、シンクフィンガーヌクレアーゼは人工的に生成したヌクレアーゼの1つです。

シンクフィンガーヌクレアーゼを使って意図的にDNAを切断し、塩基配列を変化させることで、遺伝子の特性を改変します。塩基配列を意図的に変化させることをゲノム編集といいます。

シンクフィンガーヌクレアーゼによるゲノム編集には、大きく分類して3つの方法があります。

- ①DNAの切断により遺伝子の欠失を起こす方法 (ZNF1: 欠失変化)
- ②DNAを切断した箇所の数個の塩基の入れ替えを起こす方法 (ZNF2: 塩基置換)
- ③DNAを切断した箇所に新たな塩基配列を挿入する方法 (ZNF3: 塩基挿入・組換え)



次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

2 オリゴヌクレオチド指定突然変異導入技術 (ODM: Oligonucleotide Directed Mutagenesis)

オリゴヌクレオチドとは、ヌクレオチドがおおよそ20塩基対以下の長さの短いヌクレオチドの配列です。

オリゴヌクレオチド指定突然変異導入技術は、特定のオリゴヌクレオチドに変化を起こす技術で、シンクフィンガーヌクレアーゼによるゲノム編集技術のZNF2 (塩基置換) やZNF3 (塩基挿入・組換え) と似た技術です。

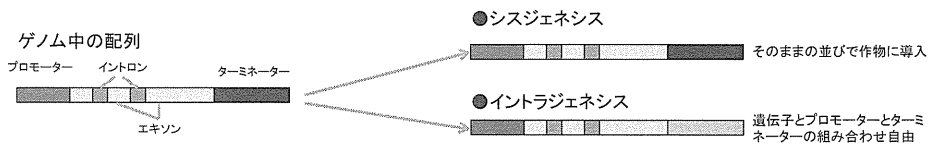
図 59 NBT 説明書：詳細版 (続き)

次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

3 シスジェネシス/イントラジェネシス (Cisgenesis / Intragenesis)

導入したい形質を担う遺伝子を交配によらず導入する技術ですが、導入する遺伝子は従来育種法と同じ交配可能な種に限られています。

シスジェネシスでは、従来の交配育種で遺伝子を導入する際に生じる連鎖引きずりを起こさず、導入したい形質を担う遺伝子だけを導入するので、育種に必要な時間を短縮できます。イントラジェネシスにおいてもシスジェネシスと同様に遺伝子供給源をその植物種内あるいは、交配可能な近縁種由来に限定していますが、植物へ導入する際に遺伝子とその発現因子を自由に選択し、組み合わせることができます。



プロモーター: DNA(デオキシリボ核酸)の塩基配列のうち、伝令RNAに転写の開始を指令する部分。
ターミネーター: DNA(デオキシリボ核酸)の塩基配列のうち、伝令RNAに転写の終了を指令する部分。

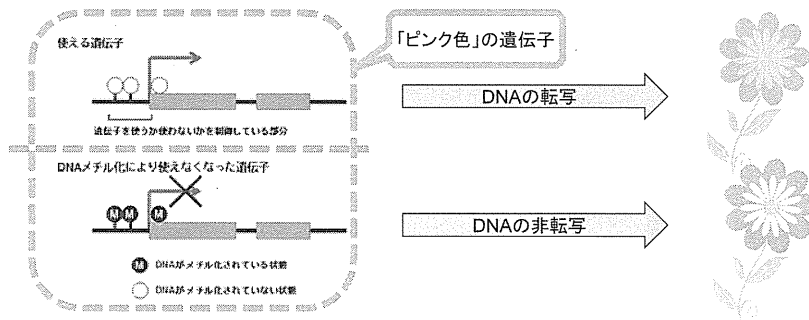
8

次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

4 RNA依存性DNAメチル化 (RdDM: RNA-dependent DNA Methylation)

RNA依存性DNAメチル化は、DNAの塩基配列を変化させず、DNAのメチル化状態のみを変化させる技術です。これにより、塩基配列は変化させずに植物の特性を変化させることが可能になります。

DNAのメチル化は、その遺伝子による性質を使うか、使わないかを規定します。例えば、元来ピンク色の花が咲く植物において、ピンク色の色素の発現をコントロールするDNAをメチル化すると、その性質が発現せず、花の色が変化します。



9

図 59 NBT 説明書：詳細版（続き）

コラム RNA (リボ核酸) とは？

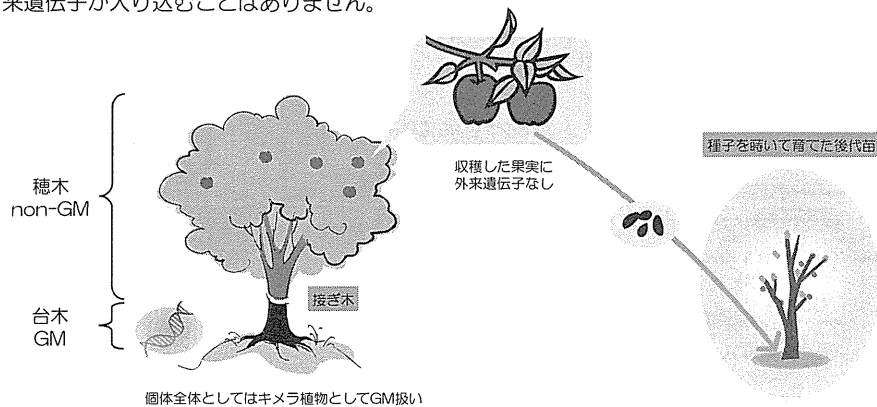
RNAはD-リボースを糖成分とし、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、ウラシル(U)の4種類を主な塩基成分とする核酸です。RNAには、メッセンジャーRNA(mRNA)、トランスファーRNA(tRNA)、リボソームRNA(rRNA)の3種類あり、これらのすべてがタンパク質合成において機能しています。mRNAはDNAのアミノ酸を決める部分から塩基情報を写し取り、tRNAは、アミノ酸と結合して、このmRNAの情報に従いアミノ酸をリボソームに運び、リボソーム上でタンパク質を合成します。rRNAは、タンパク質と結合してリボソームを構成しており、タンパク質合成に関与していると考えられます。このように、3種類のリボ核酸は、DNAの遺伝情報をタンパク質に変える役割をもっています。

10

次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

5 接ぎ木 (Grafting) による遺伝子組換え技術

土壌病害抵抗性をはじめとする特定の性質をもったGMを台木とし、それに既存優良品種のnon-GMを穂木として接ぎ木する方法です。接ぎ木された個体全体はキメラ植物としてGM扱いされます。台木から穂木にRNAやタンパク質は移動しますが、DNAは移動しないため、収穫された果実に外来遺伝子が入り込むことはありません。



11

図 59 NBT 説明書：詳細版（続き）

次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

6 逆育種 (Reverse Breeding)

外来遺伝子によって染色体間相同組換え等を抑制したうえで、花粉培養等によって目的遺伝子をホモで持つ個体を選抜する場合等がこれにあたります。育種を効率化させますが、育成した品種の中に、外来遺伝子を残さない技術です。

従来の方法による雑種強勢効果が高い組合せを選抜するには多大な時間と労力を要します。近年、注目されている逆育種法では、雑種強勢個体が出現した場合、その個体と全く同一の遺伝子型を再現できるホモ接合体親系統を作出することができるため、その雑種強勢を示す遺伝子型は失われずに済みます。さらに、この方法では、ホモ接合体親系統を作出するために何世代も同系交配と選抜を繰り返す必要がないことや雑種強勢効果を評価する組合せ能力の検定の必要がないため、従来の育種法に比べ時間と労力を削減できます。

12

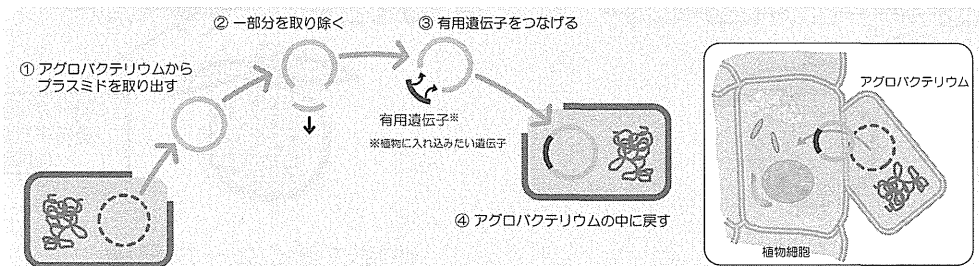
次世代植物育種技術にはどんな技術があるの？

7 アグロバクテリウム浸漬 (Agro-Infiltration)

アグロバクテリウム (*Agrobacterium tumefaciens*) は土壌中にいる微生物で、植物に感染すると、アグロバクテリウムのDNAが植物のDNAに入り込む性質があります。

アグロバクテリウム法は、このアグロバクテリウムの性質を利用して、植物のDNAに入り込もうとするDNA内の遺伝子を組み込みたい遺伝子に置き換えて、植物細胞に遺伝子を導入するものです。

実際に植物に入り込むDNAは、アグロバクテリウムの全てのDNAでなく「プラスミドDNAの一部 (T-DNAと呼ばれる領域)」です。



13

図 59 NBT 説明書：詳細版（続き）

ジンクフィンガーヌクレアーゼ (ZFNs; Zinc Finger Nucleases) によるゲノム編集技術

ヌクレアーゼとはDNAの分解を補助する酵素のことで、ジンクフィンガーヌクレアーゼは人工的に生成したヌクレアーゼの1つです。

ジンクフィンガーヌクレアーゼを使って意図的にDNAを切断し、塩基配列を変化させることで、遺伝子の特性を改変します。塩基配列を意図的に変化させることをゲノム編集といいます。

ジンクフィンガーヌクレアーゼによるゲノム編集には、大きく分類して3つの方法があります。

- ①DNAの切断により遺伝子の欠失を起こす方法 (ZNF1: 欠失変化)
- ②DNAを切断した箇所の数個の塩基の入れ替えを起こす方法 (ZNF2: 塩基置換)
- ③DNAを切断した箇所に新たな塩基配列を挿入する方法 (ZNF3: 塩基挿入・組換え)

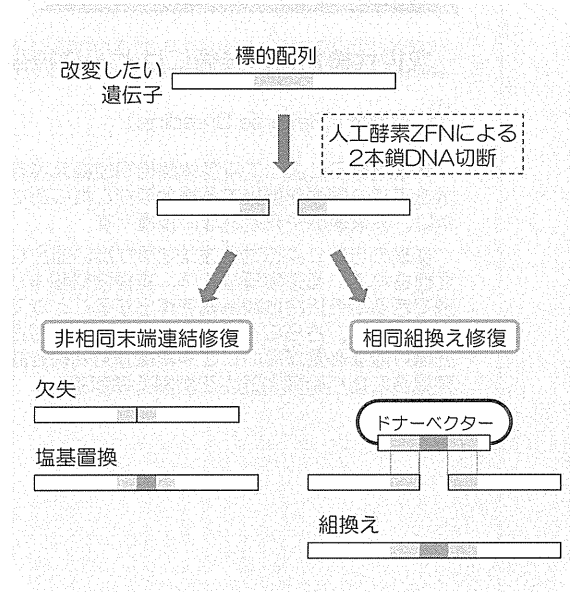


図 60 NBT 説明書：詳細版 (例：ジンクフィンガーヌクレアーゼ)

ジンクフィンガーヌクレアーゼによるゲノム編集技術

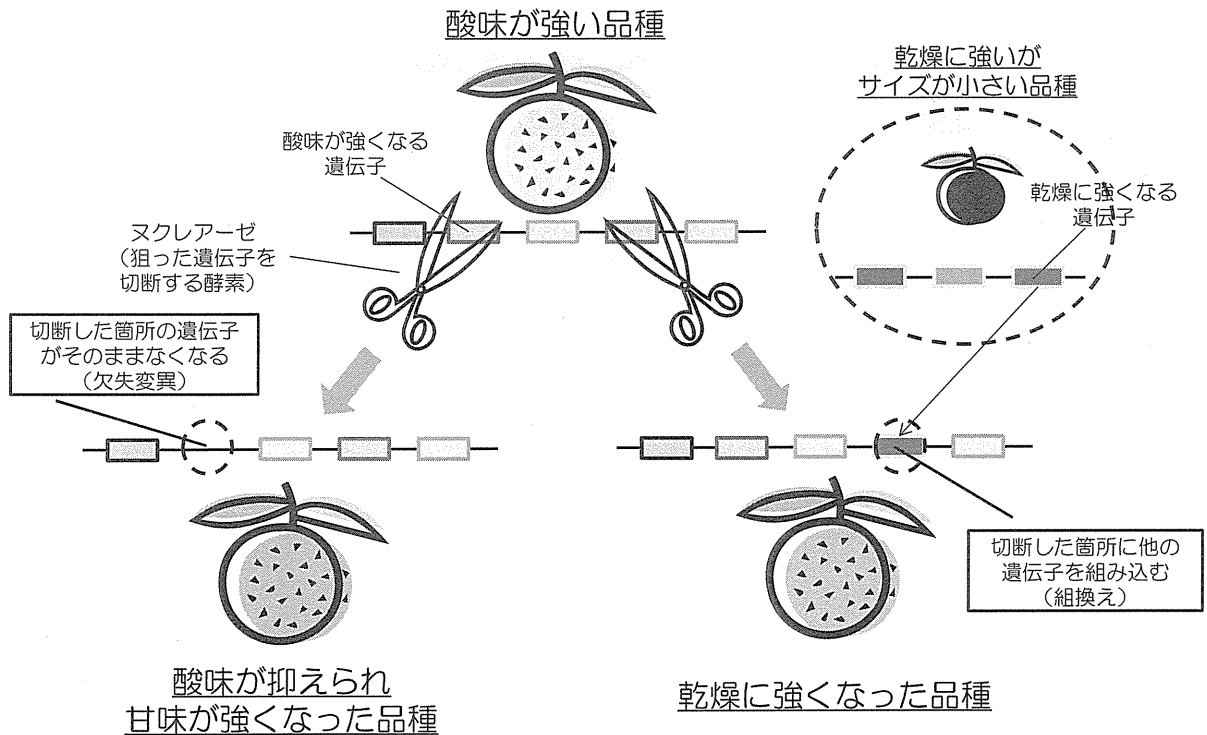


図 61 NBT 説明書：簡易版 (例：ジンクフィンガーヌクレアーゼ)

(平成 26 年度)

A 研究目的

中国製食品、福島県産の農作物等は、事件・事故の発生直後に消費者による大規模な買い控えが発生したが、徐々に事態が緩和しつつある。他方、遺伝子組換え作物（以下、GM 作物と表記）は富栄養・対候性など社会的に有益な作物の開発が進んでいるにも関わらず、その受容を拒否する消費者が減る傾向が見られない。

また、新たな植物育種技術として、従来の遺伝子組み換え技術の定義とは異なる NBT と呼ばれる技術も研究が進んでおり、GM 作物に関するリスクコミュニケーションは新たな局面を迎えようとしている。

従来の GM 作物が社会に受容されない本質的な要因を究明することにより、その社会的受容の拡大に資する効果的な情報提供、リスクコミュニケーションの指針や、また今後新たに実用化される育種技術に関するコミュニケーションへの示唆を得ることができる。

この目的のために、本研究では、(1) GM 作物・食品の社会的受容の調査研究、(2) リスクコミュニケーション方策の調査研究を行った。

具体的には、(1) GM 作物・食品の社会的受容の調査研究では、これまでの研究成果から、①安全から安心に至る意思決定モデルを構築し、(2) リスクコミュニケーション方策の調査研究では、②GM および NBT に関するリスクコミュニケーション、③GM 動物に関する海外動向について、その後の状況のフォローを実施した。研究の全体像は図 1 の通りである。

また、上記の①～③の調査の結果を踏まえ、今後我が国で取り組むべき GM 作物・食品など新技術に関するリスクコミュニケ

ーションの方針と、安心の意思決定モデルに即したリスクコミュニケーションプランの策定について検討した。

1. 安全から安心に至る意思決定モデルの構築

昨年度の研究で、食品や医療をはじめとした科学的リスクに対し、科学的に評価された客観的な安全と、一般の消費者が感じる主観的な安心とのかい離について、意識・行動変容のプロセスについて調査・分析を行った。

今年度は、本調査の分析をさらに発展させ、客観的な安全と主観的な安心のかい離を解消するための意思決定モデルについて、分析を行った。

1-B 研究方法

科学的・客観的に安全であると評価されることと、人々が主観的に安全であると認識し、実際に消費・使用されるようになることとは、かい離がある。

客観的な安全と主観的な安心の違い、客観的な安全から主観的な安心に至る意識・行動変容のプロセス等について、調査・分析を行った。

具体的には、GM 食品、GM 食品以外で消費者がリスクと考えるであろう食品、医療リスクに関する事例を対象とし、消費者が意思決定に至るプロセスを比較分析し、主観的な安心に至る要素を特定・抽出した。調査の概要は以下の通りである。

○食品

- 調査実施日：2014 年 3 月 26 日～3 月 31 日
- 有効回答数：821 人（※性別年齢階層別の 10 セグメント）
- 方法：Web アンケート

○医療

- 調査実施日：2014年3月11日～3月31日
- 有効回答数：898人（※性別年齢階層別の10セグメント）
- 方法：Webアンケート

1-C 研究結果

(1)健康被害に対する行動変容

一般消費者の食品リスクに対する意識・行動変容において、情報提供による影響を定量的に比較するため、標準誤差率の算出を行い、より詳細な分析を行った。

①GM食品

GM食品について、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「食べる」の合計値の最大が46.2%、最低値が33.5%、標準誤差率8.592で、行動変容の程度は小さい。

「食べる」の合計値が最も多かったのは「遺伝子組み換え技術で作られた医薬品の効果や栄養価の高い作物」について情報提供した時で46.2%、「食べる」の合計値が最も少なかったのは「アレルギー源になる可能性を心配している人がいる」と知った時で33.5%であった。（図63）

②生牡蠣

生牡蠣について、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「必ず食べる」「食べる」「多分食べる」の合計値（以下、「食べる」の合計値）の最大が65.2%、最低値が51.8%、標準誤差率7.483で、行動変容の程度は小さい。

「食べる」の合計が最も多かったのは何

も情報を与えられなかった時で65.2%、

「食べる」の合計が最も少なかったのは母が「生牡蠣にあたった人がいるから食べないほうがいい」と言った時で51.8%であった。（図64）

③シメサバ、サケ

シメサバやサケについて、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「食べる」の合計値の最大が81.5%、最低値が42.0%、標準誤差率20.109で、行動変容の程度は大きい。

「食べる」の合計値が最も多かったのは何も情報を与えられなかった時で81.5%、「食べる」の合計値が最も少なかったのは母が「アニサキスによる腹痛はのた打ち回るほど苦しい」と言った時で42.0%であった。（図65）

④こんにやくゼリー

こんにやくゼリーについて、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「食べる」の合計値の最大が82.8%、最低値が78.2%、標準誤差率1.858で、行動変容の程度は小さい。

「食べる」の合計値が最も多かったのは「お腹の調子を整える」とパッケージに書かれていた時で82.8%、「食べる」の合計値が最も少なかったのは母が「こんにやくゼリーを喉に詰めて窒息しそうになった人がいる」と言った時で78.2%であった。（図66）

⑤ふぐ

ふぐについて、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「食べる」の合計値の最大が48.0%、最低値が35.2%、標準誤差率10.228で、行動変容の

程度は小さい。

「食べる」の合計値が最も多かったのは「美容と健康に最適な食品」であることを情報提供した時で48.0%、「食べる」の合計値が最も少なかったのは母が「毒を持っているふぐを食べる必要はない」と言った時で35.2%であった。(図 67)

⑥風邪薬

風邪薬について、リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「必ず飲む」「飲む」「多分飲む」の合計値(以下、「飲む」の合計値)の最大が77.2%、最低値が40.3%、標準誤差率21.754で、行動変容の程度は大きい。

「飲む」の合計値が最も多かったのは何も情報が与えられていない時で77.2%、「飲む」の合計値が最も少なかったのは「ライエル症候群について注意書きが書いてあった」時で40.3%であった。(図 68)

⑦子宮頸がんの予防接種リスク

子宮頸がんの予防接種について、摂取対象期の子供がいる母親として回答を促した。リスク情報やメリット情報を提供した場合の行動変容は、「必ず受けさせる」「受けさせる」「多分受けさせる」の合計値(以下、「受けさせる」の合計値)の最大が47.8%、最低値が31.0%、標準誤差率16.072で、行動変容の程度は大きい。

「受けさせる」の合計値が最も多かったのは子供が「友達も受けるので受けたい」と言った時で47.8%、「受けさせる」の合計が最も少なかったのは母が「受けさせる必要はない」と言った時で31.0%であった。(図 69)

(2)食品にともなうリスクに対する認識

食品にともなうリスクに対しては、「リスクでわからない事はわからないと知らせてほしい」と思っている人が最も多く、「とてもそう思う」「そう思う」「少しそう思う」と回答した人を合計すると、87.6%であった。ついで、「食品にともなうリスクの度合いを知りたい」と思っている人が85.7%、「食品にともなうリスクを知りたい」と思っている人が84.1%であった。

一方で、「リスクは消費者ではなく行政が考えるべきこと」と思っている人は50.7%と最も少なかった。(図 70)

(3)食品リスクの認知度

食品による健康被害については、フグのリスクが最も知られており、75.8%の人が知っていると回答している。遺伝子組み換え食品については、34.6%とあまり高くない。(図 71)

(4)安全から安心に至る意思決定モデルの構築

食品ではリスク認知度が高い場合行動変容は小さく、リスク認知度が低い場合行動変容が大きい。ただし、GM食品に対してはリスク認知度が低い一方で情報提供による行動変容が小さく、「食べたくない」という態度を決めてしまっている人が多い。

「遺伝子組み換え」という漠然とした負の情報がリスク情報として周知されており、安全に関する情報を提示しても「食べない」選択を消費者が維持する結果となっていることがうかがえる。

情報源の違いによる影響では、近しい身内(アンケートでは母)からの情報による影響が大きい。

以上を踏まえて、消費者のリスクに対する意思決定は、一般的に次のようなパスを

たどると考えられる。(図 72)

1-D 考察

消費者にとって食品のリスクとは、リスク内容をきちんと知りたいと思っており、リスク認知度が高い食品は、情報提供による行動変容は少ない傾向がある。

消費者とのリスクコミュニケーションで重要な点は、①リスク情報はすべて提示する、②現時点で未解明のことは「分からない」として提示する、③消費者は、情報に基づき自分で選択を判断する、④自己判断された選択はその後の情報提供による影響を受けにくい、といった特徴を持つと考えられる。

一方で、遺伝子組み換え食品は、①リスク情報は理解されていないが、情報提供による影響をあまり受けないといった特徴を持つ。通常の食品の意思決定モデルのどこかにボトルネックを持つ、もしくは通常の食品と異なる意思決定プロセスが存在する可能性があり、リスクコミュニケーションに特別の配慮が必要な食品であると考えられた。

2. NBT に関するリスクコミュニケーションの検討

次世代植物育種技術 (NBT; New Plant Breeding Techniques) と総称される新たな育種技術の開発が進められている。NBT の中には育種や栽培のプロセスの中で遺伝子組換え技術をはじめとした遺伝子に対して人為的に変異を起こす技術を活用しているものの、最終的に食用となる作物や可食部には、外部から導入された遺伝子やプロモーターなど、これまで遺伝子組換えの検査の際の検査対象であったものが残っておらず、遺伝子組換え技術の適用の有無を評価する

ことが難しい技術もある。

NBTにより生成された作物の取り扱いについて、消費者や食品関連市場の意向を無視した形で議論を進めることは、実用化の段階での大きな障壁となり得る。

消費者との間で、こうした新技術についてリスクコミュニケーションを行う上では、リスク情報を分かりやすく伝えた上で、議論を積み重ねていく必要がある。しかし、NBTは従来の遺伝子組換え技術と比べても非常に難解である。NBTに対する消費者の受容性を把握し、NBTによってできた作物・食品が市場に受け入れられるための課題を把握するには、NBTの概念を一般の消費者にも理解できる形で整理する必要がある。

そのため、NBTについて消費者の受容性を把握することを目標としてリスクコミュニケーションを実施するため、本研究では、消費者に提示する資料 (GM および NBT 説明書) を作成し、それを用いて消費者にアンケートを行い、分かりやすさの検証を行った。

2-B 研究方法

(1) 説明資料の作成

昨年度の研究で作成した説明資料をもとに、イラストを追加し、一般消費者に分かりやすく作成した。

なお、資料は想定する消費者層によって、必要な情報量やテクニカルタームの使用が異なると考えられる。今回の説明資料は、一般の消費者が見て、技術のイメージや従来の GM と NBT との違いが分かるレベルをめざし、細胞、DNA、RNA といった用語についての説明資料も作成した。

説明資料を作成した技術は、下記のとおりである。

- ・用語解説（細胞、DNA、遺伝子、染色体、遺伝情報、ゲノム）
- ・遺伝子組み換え技術
- ・セルフクローニング
- ・ナチュラルオカレンス
- ・次世代植物育種技術
- ・ゲノム編集
- ・Zinc finger nuclease（ZNF）
- ・CRISPR Cas9
- ・メチル化
- ・組換え体を台木に、非組換え体を穂木にした接ぎ木

(2) アンケート調査

今回作成した説明資料を用いて、一般消費者に対する Web アンケートを実施した。アンケートは、回答者を、グループ 1（説明内容を文字のみで提示して回答後、説明内容を絵と一緒に提示して同じ内容に回答する）と、グループ 2（最初から絵と文字で説明内容を提示し、回答する）の 2 群に分けて実施した。Web アンケートの実施要領は下記のとおりである。

- 調査実施日：2014 年 12 月 26 日～2015 年 1 月 9 日
- 有効回答数：120 人
- 方法：Web アンケート
- 調査項目：
 - ▶ バイオテクノロジー技術に関する説明の理解度
 - ▶ バイオテクノロジー技術で品種改良された作物に対する摂食意向
 - ▶ NBT 技術で品種改良された植物は遺伝子組み換え植物だと思うか

等

なお、サンプルの性年齢構成は、性別 2 区分（男性、女性）、年齢階層 5 区分（20 歳代、30 歳代、40 歳代、50 歳代、60 歳代以上）の計 10 区分での均等割付を行った。

2-C 研究結果

(1) 説明資料の作成

個々のバイオテクノロジー技術や用語について、次のとおり絵と文章に基づく説明資料を作成した。（図 73～図 82）

(2) アンケート調査

① バイオテクノロジー技術に対する理解

説明資料にある個々のバイオテクノロジー技術や用語を読んで理解できるかどうかについては、グループ 1 では文章のみで説明を受けた場合と、次に文章と絵で説明を受けた場合において、文章と絵で説明を受けた場合の方が理解度が高くなった。

グループ 1 とグループ 2 の比較においては、グループ 1 の一回目の説明（文章のみ）と、グループ 2 の一回目の説明（文章と絵、グループ 2 への説明は一回のみ）で、同程度か、グループ 2 の方が低い理解度であった。（図 83～図 97）

② バイオテクノロジー技術で品種改良された作物に対する摂食意向

バイオテクノロジー技術で品種改良された作物の摂食意向について、遺伝子組み換え技術、セルフクローニング、ナチュラルオカレンス、次世代植物育種技術（NBT）、ゲノム編集、Zinc finger nuclease（ZNF）、CRISPR Cas9、メチル化については、「絶対に食べない」「食べない」「多分食べない」と回答した人を合計した値が 60%前後と、「絶対に食べる」「食べる」「多分食

べる」と回答した人を上回った。それぞれ個別の技術については、大きな違いは見られなかった。(図 98)

しかし、組換え体を台木に、非組換え体を穂木にした接ぎ木については、「絶対に食べる」「食べる」「多分食べる」と回答した人が 70%程度と、他の技術とは異なる傾向を示した。

③NBT 技術で品種改良された植物は遺伝子組み換え植物だと思うか

ゲノム編集、Zinc finger nuclease (ZNF)、CRISPR Cas9 については、遺伝子組み換え植物だと「思う」と回答した人が 80%以上、メチル化については 75.8%と、ほとんどの人が遺伝子組み換え植物だと思っていた。

(図 99)

しかし、組換え体を台木に、非組換え体を穂木にした接ぎ木については、遺伝子組み換え植物だと「思う」と回答した人が 32.5%と、他の技術と異なる傾向を示した。

2-D 考察

本研究では植物育種に関するバイオテクノロジー技術や関連の用語について説明資料を作成し、その資料で消費者が技術の内容を理解し、判断できるかについて試験的調査を行った。

消費者の理解を深めるためには、繰り返しの段階的な説明が効果的である可能性が示唆された。最初から十分な説明材料をそろえて提示しても理解度が高まるとは限らず、説明の方法も工夫する必要がある。

また、NBT 技術のうちでも、組換え体を台木に、非組換え体を穂木にした接ぎ木は明らかに他の技術とは異なり、消費者は遺伝子組換えではないと判断し、摂食意向も高いという結果が出た。この接ぎ木や、今

回は調査対象とはしなかった逆育種など、最終的な可食部が組換え体ではなくなるような技術は、消費者の受容性が高く、それをきっかけに GM 食品に対する抵抗感を払しょくする糸口となる可能性がある。

NBT については、EU をはじめとした各国で議論が始まっているが、対応は定まっていない。EU については、New techniques working group 等、科学者の見解は結論が出ており、その概要は、技術の種類で規制をすべきではなく、プロダクトベースで規制を検討すべきというものである。一方で、規制側の立場である欧州委員会の結論は出していない。

米国では技術に対する規制はなく、開発者からの申請に応じて審査を行っている。NBT により開発された生物を GMO として扱うかどうかは、各国で状況が異なっており、今後、ある国では non-GM として扱われている作物が、ある国では GM 扱いになるといった事態も想定される。国際的に足並みをそろえた対応を行っていくことは不可欠であり、日本の対応を定めるにあたり、一般消費者とのコミュニケーションは喫緊の課題である。

3. GM 動物に係るリスクコミュニケーションの先進的取り組みの調査

過年度の研究で、欧米の食品安全行政におけるリスクコミュニケーションの調査として、EU、米国連邦政府での実施体制や計画、リスクコミュニケーションに関する新たな展開をレビューした。その中で、昨今の遺伝子組換え食品に関する行政の注目すべき動向として、遺伝子組換え動物の評価・管理体制に関する欧米の動きがあった。特に米国では、遺伝子組換えサーモンの環境影響評価で、環境に与える重大な影響は

ないと評価され、FDA（米国食品医薬品局）による食品利用の承認を待つ状況となっていた。FDA が遺伝子組換えサーモンを承認した場合、世界で食品として初めて承認された遺伝子組換え動物となり、我が国においても早急に対応を図る必要があるものと考えられる。

そこで、本研究では、アメリカにおける遺伝子組換えサーモンに係るその後の動向について、継続的にレビューを行った。

3 - B 研究方法

AquaBounty 社による遺伝子組換えサーモン（AquAdvantage® Salmon）に関わる FDA や AquaBounty 社の Web サイトを定期的に確認し、情報収集を行った。

3 - C 研究結果

FDA は、2010 年 9 月 20 日に公表した「Briefing Packet: AquAdvantage Salmon⁷」の中で、遺伝子組換えサーモンから作られた食品は天然のアトランティックサーモンから作られた食品と同じように安全であり、遺伝子組換えサーモンから作られた食品を消費しても害はないという評価を下した。更に、2012 年 5 月 4 日に公表した「Draft Environmental Assessment⁸」の中では、遺伝子組換えサーモンが環境に与える重要な影

⁷ BRIEFING PACKET AquAdvantage Salmon (<http://www.fda.gov/downloads/AdvisoryCommittees/CommitteesMeetingMaterials/VeterinaryMedicineAdvisoryCommittee/UCM224762.pdf>)

⁸ Draft Environmental Assessment (<http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/UCM333102.pdf>)

響はないという評価を下している。また、同日に公表したパブリックコメントに向けたレポート「FINDING OF NO SIGNIFICANT IMPACT⁹」ではこれらと同様の内容で報告書が取りまとめられている。

その後、2013 年 2 月 25 日までの 60 日間で、パブリックコメントが募られ、2 月 13 日にはパブリックコメントの期間を 4 月 26 日まで延長することが公表されたが¹⁰、パブリックコメントの結果を含め、その後の遺伝子組換えサーモンの承認に係る追加情報は公表されていない。

AquaBounty 社の Web サイトでも、2013 年 11 月 25 日に、「カナダ環境省が、同社が不妊の雌だけの卵を商用規模で責任を持って生産できることを確認した」とする発表¹¹を行っているが、アメリカでの承認状況に関する追加情報は発表されていない。

3 - D 考察

今回、新しい技術である NBT についての説明資料と消費者の意識調査では、一度に十分な資料を提示するよりも、段階的に提示の方が理解度は高まる可能性が示唆された。リスクコミュニケーションに用いる

⁹ AquAdvantage Salmon Preliminary Finding of No Significant Impact (<http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/UCM333105.pdf>)

¹⁰ FDA Extends Comment Period on AquAdvantage Salmon Documents (<http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/NewsEvents/CVMUpdates/ucm339270.htm>)

¹¹ AQUABOUTY CLEARED TO PRODUCE SALMON EGGS IN CANADA FOR COMMERCIAL PURPOSES (<http://www.aquabounty.com/documents/press/2013/20131125.pdf>)

資料の内容と同時に、説明の仕方についても検討する必要がある。他の生物からの外来遺伝子はないが、遺伝子に何らかの人為的操作を加えている技術に対しては、GMと類似の行動、受容性であったのに対し、組換え体を台木に、非組換え体を穂木にした接ぎ木技術に対しては、明らかに異なる傾向が見られた。一部に遺伝子組換え体を使ったキメラに対しては、その内容や程度によっては食品として受容される可能性があり、NBTで受け入れられる食品をきっかけに、GM食品全般のリスクコミュニケーションの糸口となる可能性がある。

NBTについては、現状各国でGMOとして規制の対象とするかどうかの対応が異なり、今後、ある国ではnon-GMとして扱われている作物が、ある国ではGM扱いになるといった事態も想定される。食品の流通がグローバル化している現在、NBTへの対応について国際的な協調を図ることは不可欠であり、日本国内において一般消費者とコミュニケーションを進めることは喫緊の課題である。

アメリカにおける遺伝子組換えサーモンの安全性評価・承認の動向については、2013年のパブリックコメント以降の新しい情報が引き続き公表されていない。

商業、実用化に向けて公的な動きはないが、AquaBounty社は遺伝子組換え反対団体に対する回答などを公開しており¹²、米国でも消費者の反対は根強く、引き続き消費者の理解促進に努めている状況であると考

えられる。

GMサーモンについては、行政の安全性審査を通過したものの実用化、商業化には至っておらず、消費者の反対、抵抗感が根強い可能性がある。世界でも先進的にGMOを栽培してきた米国においても、GM食品が一般的な食品と同じ市民権を得ているとは言い難く、科学的な安全性の評価と消費者受容との間のギャップを解明することが求められる。

遺伝子組換えサーモンの承認が世界に与える影響は大きいものと考えられ、我が国も例外ではない。そのため、今後も引き続き関連情報の収集を行っていく必要がある。

E 結論

通常の商品に対する消費者の受容性は、リスクに対する理解度が高ければリスク情報やメリット情報を提示してもあまり動かず、理解度が低ければリスク情報やメリット情報の提供により受容性が変化する。しかし、GM・NBT食品はリスクに対する理解度が低いにもかかわらず、リスク情報やメリット情報の提供によっても受容性があまり変化しない。リスクやメリット以前に「遺伝子組換え」に対する態度が固定化しており、消費者の態度変容がないものと考えられる。GM・NBT食品に対しては通常の商品のリスクコミュニケーションが機能しない可能性が高く、「遺伝子組換え」により態度が固定化することの原因究明とアプローチを検討する必要がある。

F 健康危険情報

なし

¹² October 28, 2014 – AquaBounty responds to misleading claims made by anti-GM organizations
(<http://aquabounty.com/wp-content/uploads/2014/10/2014-10-28-AquaBounty-Responds-to-Misleading-Claims-by-Anti-GM-Organizations-FINAL.pdf>)

G 研究発表：

1. 論文発表, 単行本

今村知明. 食品の安全とはなにかー食品安全の基礎知識と食品防衛. 【第2版】日本生活協同組合連合会出版部. 2015 Mar;p. 1-237

今村知明 他. 食品防御の考え方とその進め方. 日本食品衛生協会. 2015 Mar;p. 1-270

2. 学会発表・講演

2014年11月5日～7日(栃木県、栃木県総合文化センター) 第73回日本公衆衛生学会総会

遺伝子組み換え食品のリスク認識に関する国際比較

河本慶子、岡本左和子、濱田美来、尾花尚哉、今村知明.

2014年11月5日～7日(栃木県、栃木県総合文化センター) 第73回日本公衆衛生学会総会

遺伝子組換え食品のリスクのとらえ方と食品への情報提供による消費者の行動変容

今村知明、岡本左和子、和田千津子、康原夏子、濱田美来、尾花尚弥

2014年11月5日～7日(栃木県、栃木県総合文化センター) 第73回日本公衆衛生学会総会

福島第一原子力発電所事故後における食品の安全性に関する消費者の意識と購買行動

岡本左和子、田村光平、濱田美来、尾花尚哉、今村知明

H 知的財産権の出願・登録状況

なし

I 図表

A 研究目的

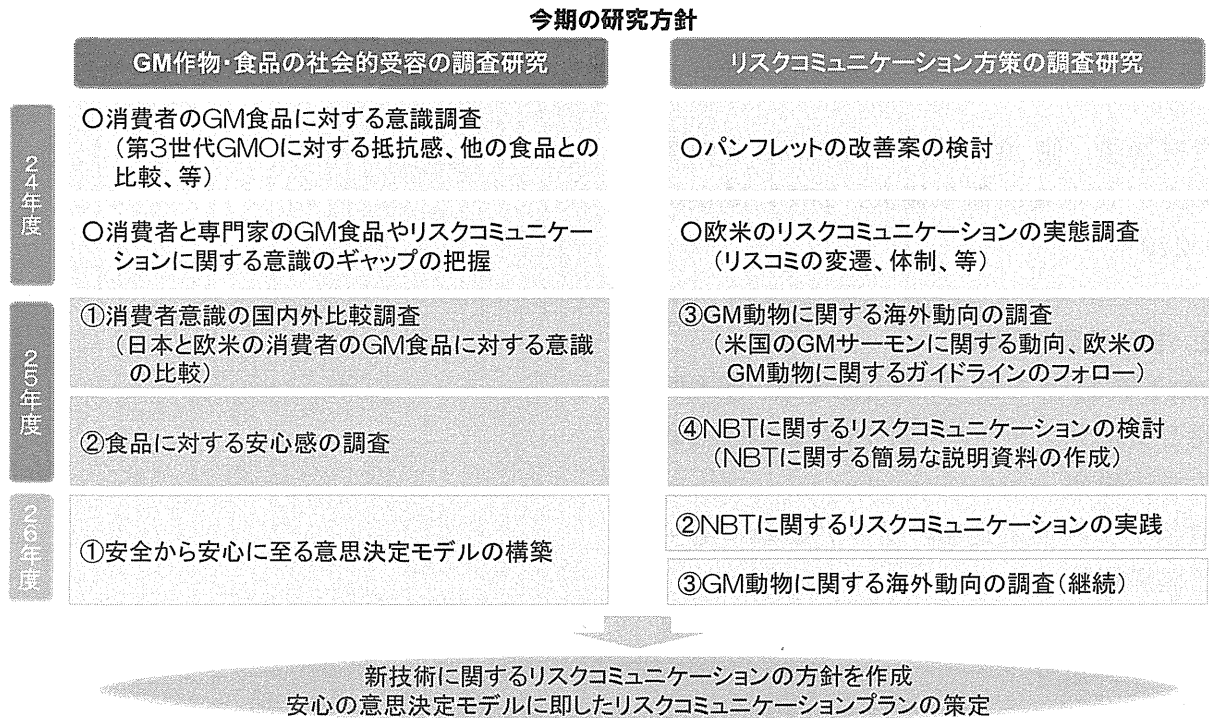


図 62 研究の全体像

1. 安全から安心に至る意思決定モデルの構築

1-C 研究結果

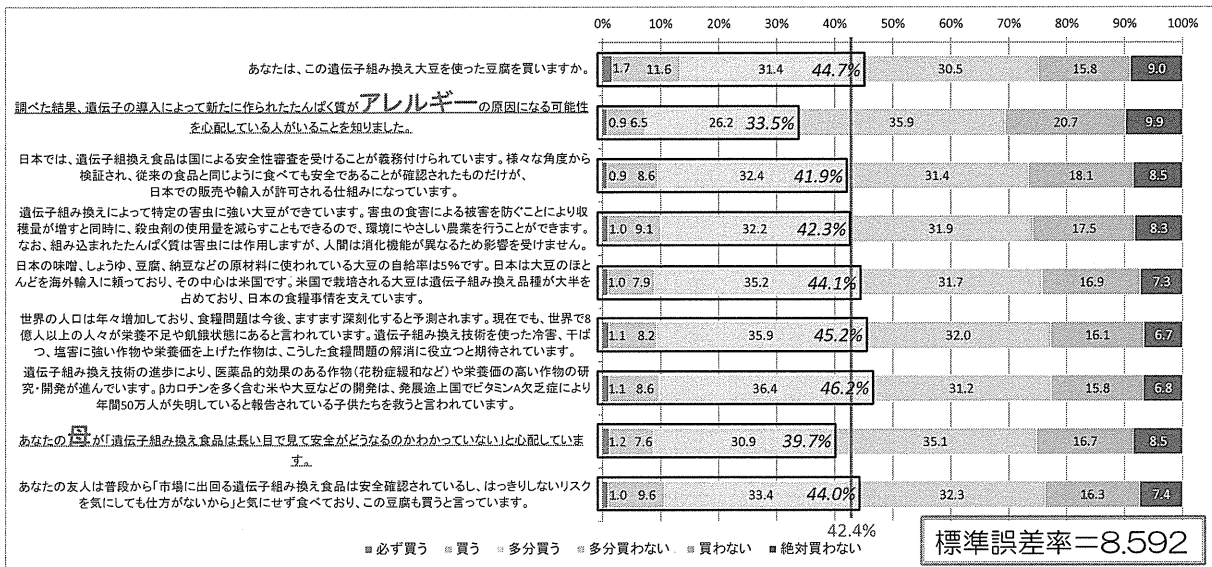


図 63 GM 食品に対する行動変容

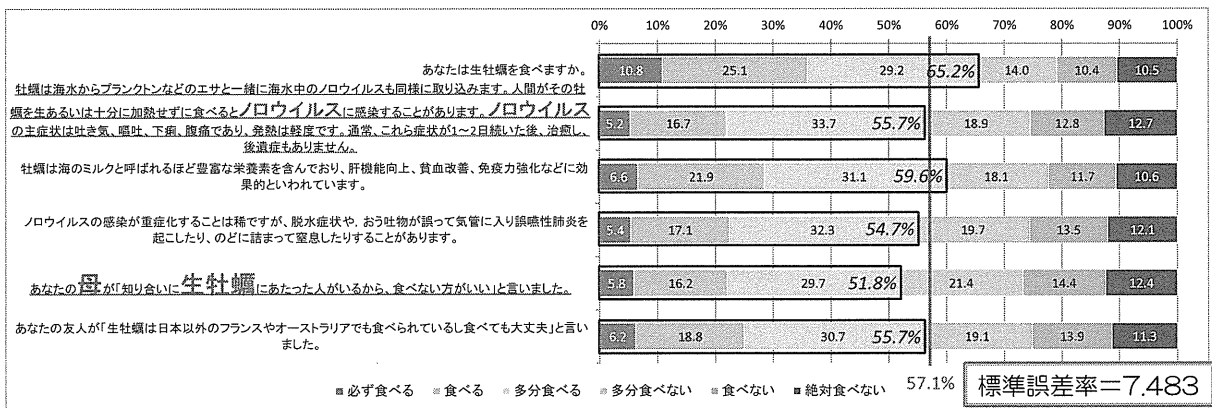


図 64 生牡蠣のリスクに対する行動変容

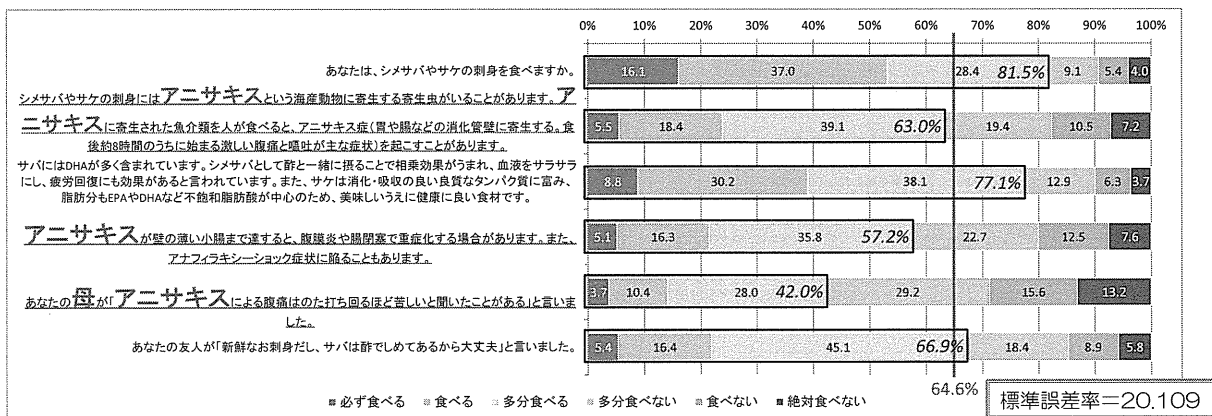


図 65 シメサバ、サケのリスクに対する行動変容

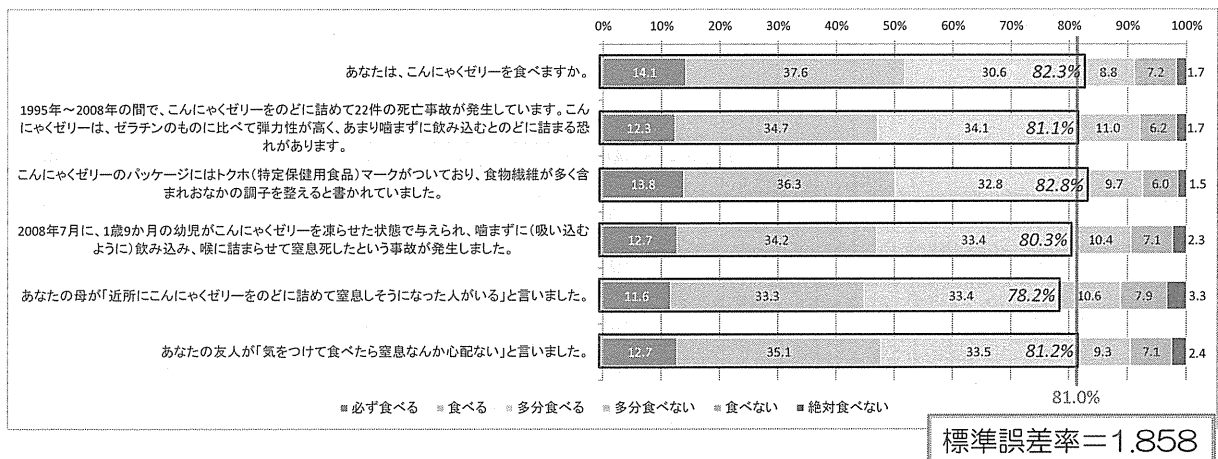


図 66 コンニャクゼリーに対する行動変容

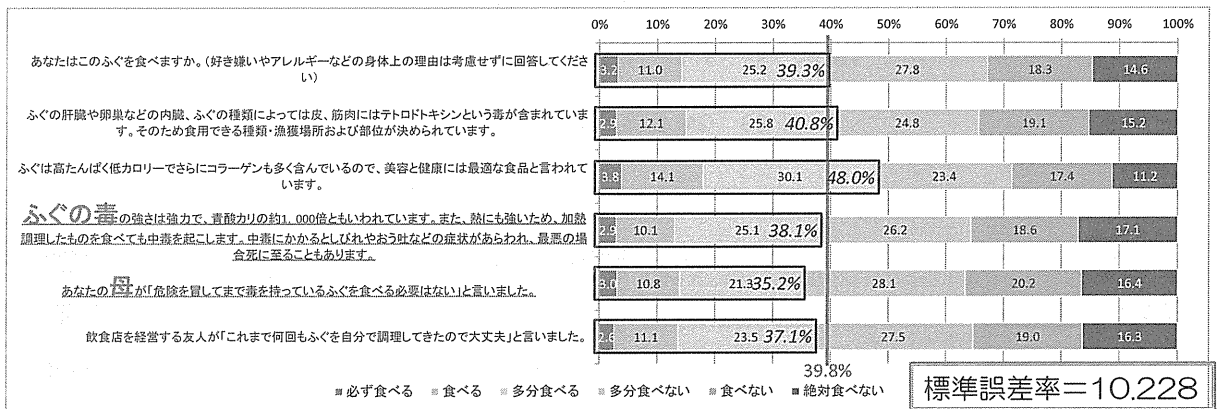


図 67 ふぐに対する行動変容

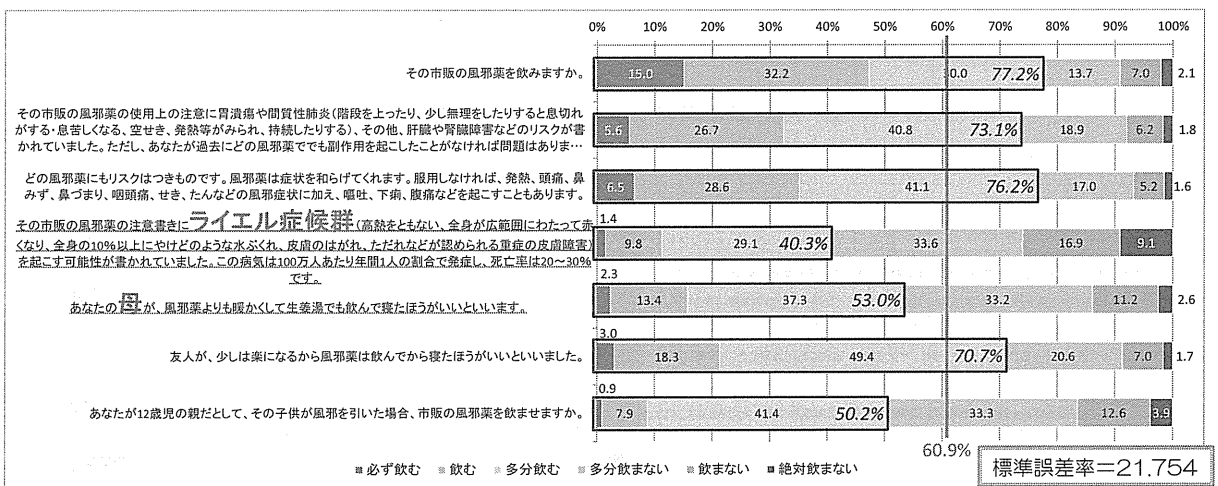


図 68 風邪薬に対する行動変容

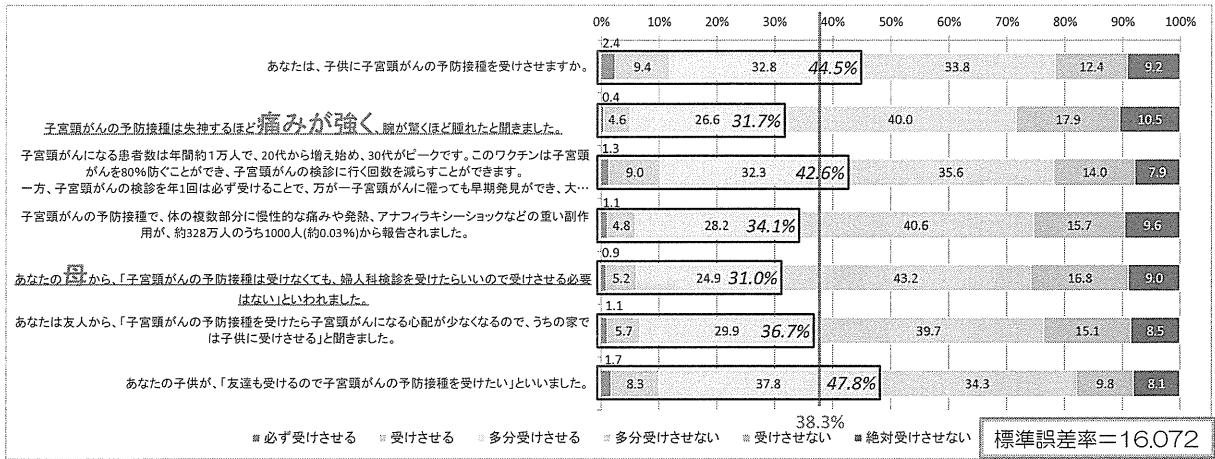


図 69 子宮頸がんの予防接種に対する行動変容

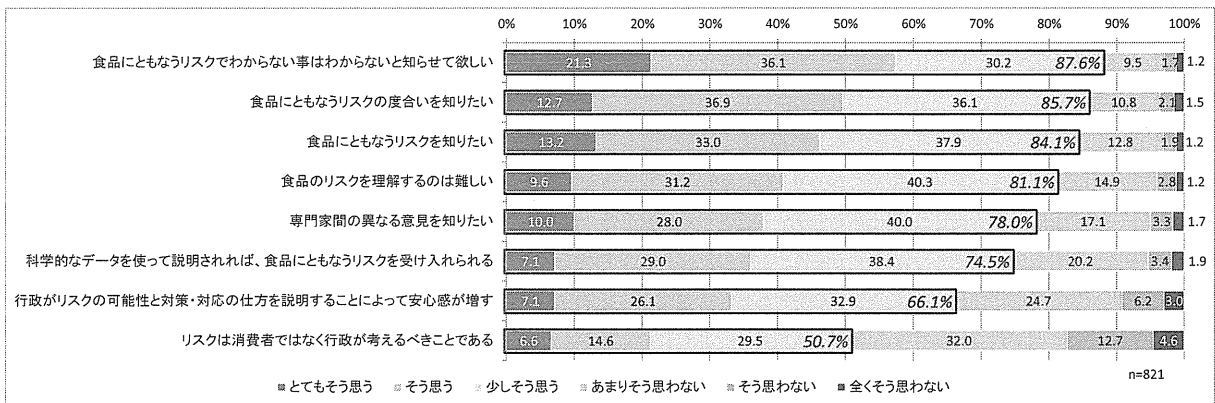


図 70 食品にともなうリスクに対する行動変容

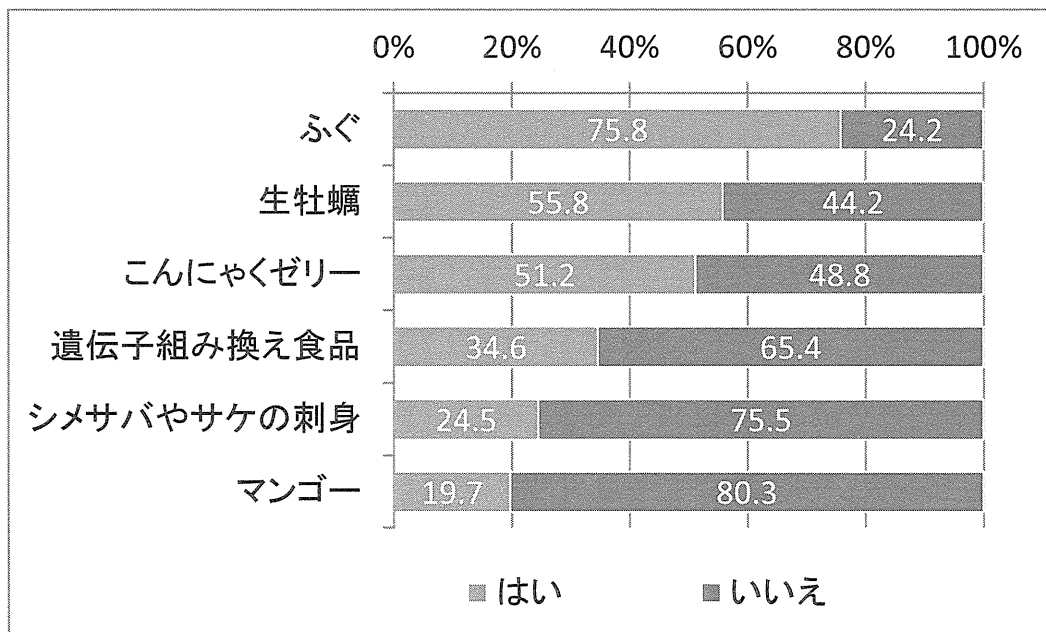


図 71 食品に対するリスク認知

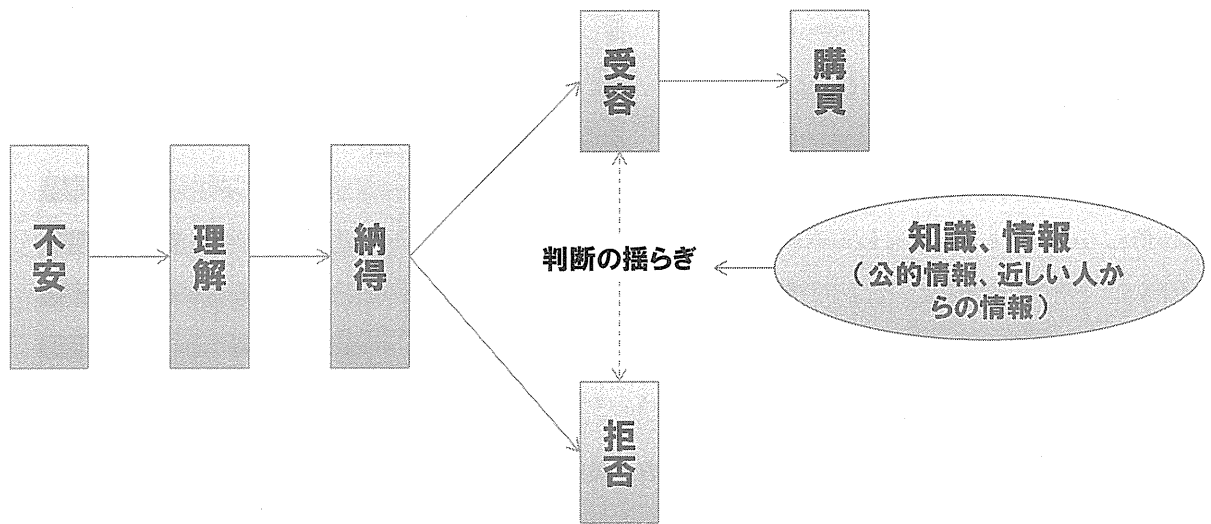


図 72 リスクに対する意思決定モデル