

統合型遺伝子組換え食品データベース作成・次世代遺伝子組換え技術を用いた作物と 非食用組換え作物の検知技術の開発

- 統合型遺伝子組換え食品データベース作成に関する研究 -

研究分担者 吉松嘉代 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター

研究要旨

遺伝子組換え(GM)植物のうち、新規植物育種法(NBT:New Plant Breeding Techniques)の開発状況を中心に調査した。また、NBTを用いた薬用及び工業用GMも出てきたため、それらも合わせて調査した。カテゴリーとして、NBT、機能性食品、経口ワクチン、食用医薬、ワクチン抗原、抗体医薬、治療薬、診断薬・試薬、環境浄化、工業用(食用作物)の10種類を設定した。国内の状況について、関連学会講演要旨集で調査した結果、NBT:14件、機能性食品:1件、経口ワクチン:2件、食用医薬:1件、ワクチン抗原:1件(NBTと重複)、抗体医薬:1件(NBTと重複)、治療薬:1件、診断薬・試薬:0件、環境浄化:0件、工業用:0件であり、日本においてNBTに関連した研究・開発が増えていることが判明した。また、SciFinder®により、キーワード「transgenic plant」で2014年に公表・出版された論文等を調査した結果、65件が得られ、その内訳は、NBT:9件、機能性食品:11件、経口ワクチン:3件、食用医薬:3件、ワクチン抗原:1件、抗体医薬:3件(2件はNBTと重複)、治療薬:15件、診断薬・試薬:5件、環境浄化:14件、工業用:3件であった。国別では、中国の28件が最も多かった。

A. 研究目的

機能性、薬用、工業用などのGM植物においても新しい遺伝子組換え技術が使用され始めている。このような作物の開発状況及び実態を調査し、把握しておくことは、食品の安全性確保の見地から非常に重要である。

そこで本研究では、新規植物育種法(NBT:New Plant Breeding Techniques)¹⁾及び薬用、環境浄化用、工業用(食用作物)GM植物の開発状況・生産実態に関する

情報を収集して整理し、食品の安全性確保のための基盤情報を整備する。

B. 研究方法

NBT(図1)に関する情報を文献データベース(Scifinder®、検索語「transgenic plant」)、関連学会講演要旨集等を用いて調査した。また併せて薬用、環境浄化、工業用GM植物についても調査した。得られた情報は、カテゴリー別に整理し、それぞれの一覧表を作成した。

カテゴリーはNBTのほか、薬用GM植物

に関するものとして、機能性食品、経口ワクチン、食用医薬、ワクチン抗原、抗体医薬、治療薬、診断薬・試薬の7種を設定し、その他、環境浄化、工業用の2種を設定し、計10種類を設定した(図2)。

C. 研究結果

本研究班で独自に行ったNBTを用いたGM植物の調査結果を以下に記した。

1) 2014年に国内学会で公表・出版されたNBT及びGM植物に関する論文等

2014年8月開催の第32回日本植物細胞分子生物学会(盛岡)大会・シンポジウムで公表されたNBT及び薬用、環境浄化用、工業用(食用作物)GM植物に関する報告を表1-表3に示した。19件の情報が得られ、その内訳は、NBT:14件、機能性食品:1件、経口ワクチン:2件、食用医薬:1件、ワクチン抗原:1件(NBTと重複)、抗体医薬:1件(NBTと重複)、治療薬:1件、診断薬・試薬:0件、環境浄化:0件、工業用:0件であり、NBTに関連した研究・開発が最も多かった(表1、表2)。

作物別集計では、イネ6件が最も多かった(表3)。

2) 2014年の国際学会(IAPB2014)でのNBT研究・開発状況

2014年8月10日-15日にオーストラリア、メルボルンで開催されたInternational Association for Plant Biotechnology Congress 2014で公表されたNBT及び薬用、環境浄化用、工業用(食用作物)GM植物に関する報告を表4-表9に示した。39件の情報が得られ、その内訳は、NBT:12件(1件は治療薬と重

複)、機能性食品:12件(飼料に関するもの2件を含む)、経口ワクチン:7件(1件は食用医薬と重複)、食用医薬:1件(経口ワクチンと重複)、ワクチン抗原:0件、抗体医薬:2件、治療薬:3件(1件はNBTと重複)、診断薬・試薬:0件、環境浄化:1件、工業用:3件であり、機能性食品とNBTがいずれも12件と最も多かった(表4-表7)。国別集計では、オーストラリアでの開催のため、オーストラリアが12件と最も多く、次いで米国10件、ドイツ6件であった(表8)。作物別集計では、食用作物はイネ6件が最も多かった(表9)。

3) 2014年に国内外で公表・出版されたGM植物及びNBTに関する論文等(SciFinder®)

SciFinder®(キーワード:transgenic plant)で調査した2014年に公表・出版されたNBT及び薬用、環境浄化、工業用(食用作物)GM植物に関する論文等を表10-表19に示した。65件の情報が得られ、その内訳は、NBT:9件、機能性食品:11件、経口ワクチン:3件、食用医薬:3件、ワクチン抗原:1件、抗体医薬:3件(2件はNBTと重複)、治療薬:15件、診断薬・試薬:5件、環境浄化:14件、工業用:3件であり、特に治療薬及び環境浄化の件数が多かった(表10-表16)。また、2014年の国別の件数は、中国28件が最も多く(表17)、作物別集計では、食用作物はイネ9件が最も多かった(表18)。

D. 考察

今回の調査から、国内外でNBTに関する研究・開発が増加しており、本分野において、中国での研究開発が、昨年度と同様に活発であ

ることが判明した。今後は、NBT を用いた GM 植物の調査結果を中心に、薬用、工業用 GM 植物、及び GM 動物の調査結果も合わせたデータベース作成のための資料をまとめる必要がある。

E. 結論

NBT 及び薬用、環境浄化用及び工業用（食用作物）GM 植物の研究・開発状況の調査の結果、国内では NBT に関する件数が多く、国内外では治療薬及び環境浄化の件数が多いことが判明した。また、国内外での研究・開発のうち、件数が最も多い国は、昨年度と同様、中国であった。次世代組換え技術を用いた動物の開発も活発に行われており、引き続き情報収集が必要である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

1) 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～
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002tccm-att/2r9852000002tcgt.pdf>

EUがNBTとして取り上げ、その技術開発の現状や今後の動向、規制のための考え方をまとめているもの [New plant breeding techniques: State-of-the-art and prospects for commercial development, the European Commission's Joint Research Center (JRC)-Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) and JRC-Institute for Health and Consumer Prospection (IHCP), 2011年]

- ① Zinc finger nuclease technology (ZFNs) ゲノム編集 (人工ヌクレアーゼによる塩基配列の改変)
- ② Oligonucleotide directed mutagenesis (ODM) ゲノム編集による新塩基配列の挿入
- ③ Cisgenesis & Intragenesis 同種・遺伝子交換可能種由来遺伝子のみの挿入
Cisgenesis プロモーター・ターミネーター等も同じ
Intragenesis プロモーター・ターミネーター等を変更
- ④ RNA-dependent DNA methylation (RdDM) エピゲノム編集 (DNAのメチル化状態のみの変化)
- ⑤ Grafting on GM rootstock 組換え体を用いた接ぎ木
- ⑥ Reverse Breeding 育種途中で組換え遺伝子を挿入、しかし育成した品種中には組換え遺伝子がない
- ⑦ Agro-infiltration (agro-infiltration "sensu stricto", agro-inoculation, floral dip)
agro-infiltration "sensu stricto" 体細胞組織で局所的に非増殖性核酸を導入
agro-inoculation 体細胞組織にウイルス等を導入
floral dip 花芽組織にAgrobacteriumを接種し、次世代で組換え体を選抜
- ⑧ Synthetic Genomics 人工染色体

米国: NBTを用いて開発された植物品種の一部については、個別事例ごとではあるが、遺伝子組換え生物としての規制を適用しないことを既に決定

図 1. New Plant Breeding Techniques (NBT)¹⁾

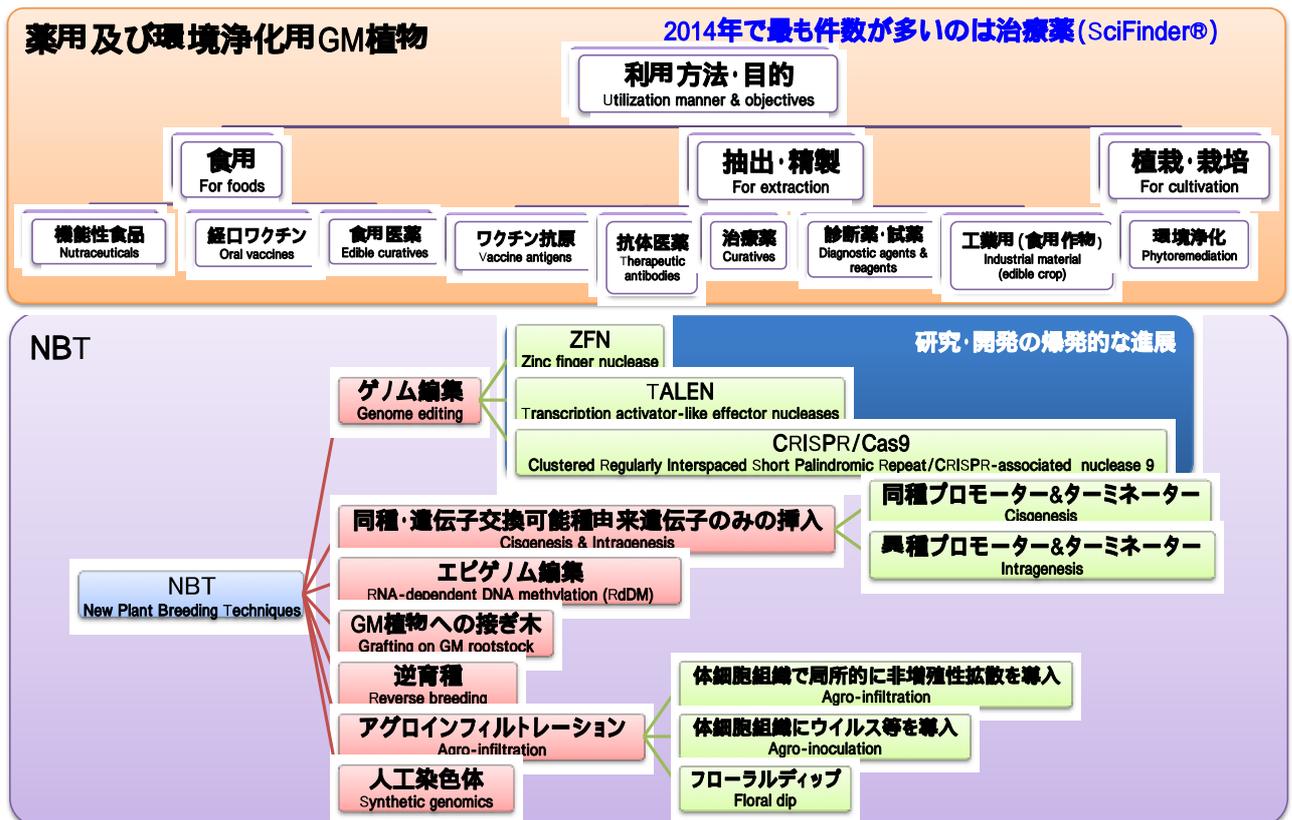


図 2. NBT と薬用、環境浄化用、工業用 GM 植物の研究・開発状況の調査

表1. NBT 研究・開発状況 (国内 ; 2014)

第32回日本植物細胞分子生物学会(盛岡)大会・シンポジウム(2014.8、盛岡)では以下の例が報告

NBTの種類	作物	議題	研究・開発機関
NBT	イネ	CRISPR/Casシステムを利用したイネの多重遺伝子破壊	日本・農業生物資源研、横浜市立大院
NBT	シロイヌナズナ	人工ヌクレアーゼ TALEN を用いたシロイヌナズナ多重変異体の作製	日本・大阪大院、JSPS、広島大院
NBT	イネ	イネに適したCRISPR/Casコンストラクトの選定	日本・横浜市立大院、農業生物資源研
NBT	イネ	植物におけるピンポイント変異導入技術の開発	日本・農業生物資源研、横浜市立大
NBT	イネ	形質転換技術を利用したイネゲノムの人為的改変	日本・農業生物資源研
NBT	シロイヌナズナ、タバコ	dsRNA-ペプチド複合体の導入による一過性RNAi技術の開発	日本・理研、奈良先端大院、慶應大、宇都宮大
NBT	リンドウ	リンドウの生長・開花を抑制するSVP様遺伝子の発現と機能	日本・岩手大、八橋平市花き開発研セ
NBT	植物	遺伝子置換による形質転換促進技術の開発	日本・信州大
NBT -1	イチゴ	アグロインフィルトレーション法を用いた F3'5'H 過剰発現によるイチゴ花托の着色への影響	日本・徳島大、徳島大院
NBT -1	タバコ	多孔プレートを用いたアグロインフィルトレーション法のハイスループット化	日本・横浜国立大
NBT -1、抗体医薬	タバコ(Nicotiana benthamiana)	組換え植物発現タンパク質におけるN-結合型糖鎖修飾の解析	日本・産総研、ホクサン
NBT -2	タバコ(Nicotiana benthamiana)	Cucumber mosaic virusゲノム発現組換え植物体を用いたCMVベクター利用の簡便化	日本・産総研、北海道大院
NBT -2、ワクチン抗原	タバコ(Nicotiana benthamiana)	ウイルスベクターを用いた一過性遺伝子発現による植物利用型ワクチン生産:栽培環境がワクチン生産量に及ぼす影響	日本・東京大院、オーエンスポロ癌研究プロ、ルイビル大
NBT -3	シロイヌナズナ	初期生長量が増大したアラビドプシス形質転換体の作出	日本・千葉大院

2014年の調査ではNBT14件のうち、Agro-infiltrationが6件で最も多い

表2. GM 植物(機能性食品、経口ワクチン、食用医薬、抗体医薬、ワクチン抗原、治療薬) 研究・開発状況 (国内 ; 2014)

第32回日本植物細胞分子生物学会(盛岡)大会・シンポジウム(2014.8、盛岡)では以下の例が報告

区分	作物	議題	研究・開発機関
機能性食品	イネ	イネ由来改変AK-HSDH 遺伝子を導入した形質転換カルスにおける遊離スレオニンの蓄積	日本・農研機構・作物研、北興化学
経口ワクチン	レタス(Lectuca sativa var. crispa)	食べるワクチンの開発に向けたレタスにおける ウイルス様粒子の一過性発現	日本・筑波大、医薬基盤研
経口ワクチン	レタス	遺伝子組換えレタスを用いたブタ大腸菌症用 コンビネーションワクチンの開発	日本・出光興産、国立国際医療研セ
食用医薬	イネ	抗菌タンパク質を発現するイネカルスの解析	日本・京都府立大、京都農技セ
NBT -1、抗体医薬	タバコ(Nicotiana benthamiana)	組換え植物発現タンパク質におけるN-結合型糖鎖修飾の解析	日本・産総研、ホクサン
NBT -2、ワクチン抗原	タバコ(Nicotiana benthamiana)	ウイルスベクターを用いた一過性遺伝子発現による植物利用型ワクチン生産:栽培環境がワクチン生産量に及ぼす影響	日本・東京大院、オーエンスポロ癌研究プロ、ルイビル大
治療薬	緑藻 (Chlamydomonas reinhardtii)	組換え緑藻によるマツ(Picea abies)由来ジテルペンの生産	日本・大阪大院、名古屋大

黄色背景:NBTと重複

2014年の調査では、薬用・環境浄化用・産業用(食用作物)に関する研究例は2013年の調査に比較すると少ない(2013年:17件、2014年:7件、重複含む)

表3. NBTを含むGM植物：作物別集計（国内；2014）

第32回日本植物細胞分子生物学会(盛岡)大会・シンポジウム(2014.8、盛岡)での調査結果

作物名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	工業用	小計
イネ	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
イチゴ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
レタス	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
リンドウ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
シロイヌナズナ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
タバコ	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7
緑藻	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
植物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
小計	15	1	2	1	1	1	1	0	0	0	22

NBT:重複1件(シロイヌナズナ-タバコ) タバコ:重複2件(NBT-抗体医薬、NBT-ワクチン抗原)

食用作物ではイネが最も多く、その中でもNBTへの使用例が多い

表4. NBT研究・開発状況（海外；2014）

International Association for Plant Biotechnology Congress 2014, Melbourne, Victoria, Australia, Aug. 10–15, 2014
NBT12件のうち、②Oligonucleotide directed mutagenesis (ODM):7件が最も多い

区分	作物	演題	研究・開発機関
NBT①	オオムギ	True-breeding targeted gene knock-out in barley using designer TALE-nuclease in haploid cells	ドイツ & イタリア: Leibniz-institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Institute of Biosciences and BioResources
NBT①、NBT②	カノーラ	Genome editing in canola: ZFN mediated precision targeting	オーストラリア&米国: Bundoora, La Trobe University, Dow AgroSciences
NBT①、NBT②	コムギ	Precise trait engineering in wheat using EXZACT™ technology	オーストラリア&米国: VIC Australia, Dow AgroSciences LCC
NBT①、NBT②	トウモロコシ	EXZACT™ Precision technology: engineering plant genome with ZFNs	米国: Dow AgroSciences
NBT②	イネ	Site-directed mutagenesis in rice by a combination of gene targeting and marker elimination	日本: National Institute of Agrobiological Sciences, University of Tokushima, Yokohama City University
NBT②	ジャガイモ	Targeted gene insertion through genome editing	米国: J.R. Simplot Company
NBT②	植物	KeyBase®: a targeted mutagenesis technology for the improvement of crop species	オランダ: Keygene N.V. Wageningen
NBT②	タバコ、イネ	Recombinase-directed plant gene transfer	中国: Chinese Academy of Sciences
NBT⑦-1	タバコ (Nicotiana benthamiana)	Medium-chain fatty acid biosynthesis in plant leaf lipids: synthesis in combination with high accumulation	オーストラリア: Food Futures National Research Flagship, Graham Centre for Agricultural Innovation, CSIRO Ecosystem Sciences, CSIRO Plant Industry
NBT⑦-1、治療薬	タバコ (Nicotiana benthamiana)	Improving the expression and activity of recombinant human epidermal growth factor in Nicotiana benthamiana	オーストラリア: Monash University, Alfred Hospital
NBT⑦-2	植物	Gene expression in stably and transiently modified plants	ドイツ: Icon Genetics
NBT⑧	植物	Development of engineered minichromosomes in plants	米国: University of Missouri

表 5. GM 植物（機能性食品）研究・開発状況（海外；2014）

International Association for Plant Biotechnology Congress 2014, Melbourne, Victoria, Australia, Aug. 10–15, 2014
機能性食品12件のうち、トマト:5件が最も多い

区分	作物	演題	研究・開発機関
機能性食品	イネ	Nutritional enhancement of rice bran oil: Metabolic engineering using Brassica juncea microsomal w-3 desaturase gene (BjFad3)	インド: Indian Institute of Technology Kharagpur
機能性食品	カノーラ、油糧作物	Novel plant products: multi-gene engineering comes of age	オーストラリア: CSIRO Food
機能性食品	シロイヌナズナ	Storage triacylglycerol mobilization in germinating transgenic Arabidopsis seeds containing nutritionally important polyunsaturated fatty acids	オーストラリア: CSIRO Food Futures National Research Flagship, CSIRO Plant Industry
機能性食品	トマト、ジャガイモ	"Golden" tomato fruit and potato tubers show elongated shelf-life and hormone production	イタリア&ドイツ&カナダ&米国: ENEA, University of Rome, Max-Planck Institute for Molecular Plant Physiology, University of British Columbia, Boyce Thompson Institute
機能性食品	トマト	Metabolic engineering in crops for comparative nutrition and health-promoting foods	英国&ドイツ&イタリア: the John Innes Centre, Max-Planck Institute for Molecular Plant Physiology, Institute of Sciences of Food Production CNR Unit of Lecce
機能性食品	トマト	Transgenic tomato accumulating miraculin, a possible diet for human health	日本: University of Tsukuba, Inplanta Innovations Inc.
機能性食品	トマト	The enhancement of umami flavour in tomato (Solanum lycopersicum) through the overexpression of adenosine monophosphate (AMP) deaminase gene	マレーシア & 英国: Universiti Sains Malaysia, University of Nottingham
機能性食品	トマト	Production of marker-free transgenic tomato plants using inducible site-specific recombinase and a bifunctional selectable gene	ロシア: Branch of Shemyakin Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology
機能性食品	バナナ	Genetically modified bananas with enhanced micronutrients	オーストラリア&ウガンダ: Queensland University, Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, National Agricultural Research Organization, Uganda
機能性食品	ワタ	Extreme makeover of cotton seed oil through RNAi-mediated gene down-regulation	オーストラリア: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Plant Industry, ACT
機能性食品(飼料)	ライグラス	Engineered cysteine-oleosin and enhanced DGAT1 for lipid manipulation in ryegrass	ニュージーランド: AgResearch Grassland
機能性食品(飼料)	ライグラス	High energy perennial ryegrass with elevated levels of unsaturated, protected fatty acids	ニュージーランド: AgResearch Ltd.

表 6. GM 植物（経口ワクチン、食用医薬、抗体医薬）研究・開発状況（海外；2014）

International Association for Plant Biotechnology Congress 2014, Melbourne, Victoria, Australia, Aug. 10–15, 2014
薬用GM植物の中では機能性食品: 12件に次いで経口ワクチン: 7件が多い

区分	作物	演題	研究・開発機関
経口ワクチン	ニンジン	Expression of TSOL 18 antigen in carrots cell: towards the development of a vaccine against porcine cysticercosis	メキシコ&スペイン: Universidad Autonoma de San Luis Potosi, Ciudad Universitaria, Instituto de Salud Carlos III
経口ワクチン	イネ	Whole genome analysis selection marker-free Muco-Rice-CTB, a rice-based oral cholera vaccine	日本: The University of Tokyo, Asahikogyochi, Co., Ltd., National Agriculture and Food Research Organization
経口ワクチン	イネ	Establishment of selection marker-free rice-based oral cholera toxin B-subunit vaccines and characterization of location and structure of transgene by using whole genome resequencing analysis	日本: The University of Tokyo, Niigata University, NARO Agriculture Research Center
経口ワクチン	ウキクサ	The expression of M2e peptide of avian influenza virus H5N1 in translational fusion with subunit B ricin in transgenic duckweed plants	ロシア: Branch of Shemyakin Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry RAS
経口ワクチン	タバコ	A plant-based recombinant PlpE vaccine for Fowl Cholera	オーストラリア: Monash University
経口ワクチン	ナス科植物	Plant roots as an efficacious vaccine production system using E. coli LTB as a model antigen	オーストラリア: Deakin University, Monash University
経口ワクチン、食用医薬	レタス	Low cost green oral vaccines confer protection against infectious and inherited diseases	米国: University of Pennsylvania
抗体医薬	ジャガイモ	Production of potyvirus-resistant potato (Solanum tuberosum L.) plants expressing a recombinant antibody against the viral replicase NIa	ドイツ&エジプト: Leibniz University Hannover, University of Cairo
抗体医薬	トウモロコシ、タバコ	Plant-derived biopharmaceuticals: the path forward towards clinical trials and regulatory approval	ドイツ: RWTH Aachen University & Fraunhofer IME

表 7. GM 植物（治療薬、環境浄化、工業用）研究・開発状況（海外；2014）

International Association for Plant Biotechnology Congress 2014, Melbourne, Victoria, Australia, Aug. 10-15, 2014
 (黄色背景はNBTと重複)

区分	作物	演題	研究・開発機関
NBT⑦-1、治療薬	タバコ(Nicotiana benthamiana)	Improving the expression and activity of recombinant human epidermal growth factor in Nicotiana benthamiana	オーストラリア: Monash University, Alfred Hospital
治療薬	キク科植物	Production of the anti-malarial drug artemisinin in chrysanthemum	ロシア&イスラエル: Russian Academy of Sciences, The Hebrew University of Jerusalem
治療薬	ニチニチソウ	Metabolic engineering of terpenoid indole alkaloid pathway in Catharanthus roseus	フィンランド: VTT Technical Research Centre of Finland
環境浄化	ポプラ	Analysis of the role of a Kunitz trypsin inhibitor in the response of poplar (Populus deltoides) to copper stress	チリ&フランス: Universidad de Talca, Universite de Lorraine
工業用(バイオ燃料)	サトウキビ	Engineering plants as biofactories for the production of biobased bulk chemicals	米国&オーストラリア: The University of North Texas, The University of Queensland
工業用(バイオ燃料)	イネ	Down-regulation of genes involved in lignin biosynthesis in rice	米国: University of Arkansas
工業用(バイオ燃料)	カノーラ、ナガミノアマナズナ	Enhanced DGAT1s for TAG manipulation in seed-oil crops	ニュージーランド&カナダ: AgResearch Grassland, National Research Council: Plant Biotechnology Institute

表 8. NBT を含む GM 植物研究・開発状況：国別集計（海外；2014）

国名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	工業用	小計
日本	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
中国	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
台湾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
韓国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
オーストラリア	4	4	2	0	0	0	1	0	0	1	12
ニュージーランド	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3
マレーシア	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
インド	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
イスラエル	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
トルコ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カナダ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
米国	5	1	1	1	0	0	0	0	0	2	10
メキシコ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
チリ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ロシア	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3
チェコ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フィンランド	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
スウェーデン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
英国	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ドイツ	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	6
フランス	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
オランダ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
イタリア	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
スペイン	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
エジプト	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ウガンダ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
小計	15	19	8	1	0	3	4	0	2	5	57

区分:重複2件(NBT-治療薬:1件、経口ワクチン-食用医薬:1件) NBT:重複3件(オーストラリア-米国:2件、ドイツ-イタリア:1件)
 機能性食品:重複6件(オーストラリア-ウガンダ:1件、マレーシア-英国:1件、英国-ドイツ-イタリア:1件、イタリア-ドイツ-カナダ-米国:1件) 経口ワクチン:重複1件(メキシコ-スペイン)
 抗体医薬:重複1件(ドイツ-エジプト) 治療薬:重複1件(ロシア-イスラエル) 環境浄化:重複1件(チリ-フランス) 工業用:重複2件(米国-オーストラリア:1件、ニュージーランド-カナダ:1件)

表9. NBTを含むGM植物研究・開発状況：作物別集計（海外；2014）

作物名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断・薬試薬	環境浄化	工業用	小計
イネ	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	6
オオムギ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
カノーラ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
コムギ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
サトウキビ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
ジャガイモ	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
トウモロコシ	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
トマト	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
ナス科植物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ニンジン	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
バナナ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
レタス	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
ワタ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
油糧作物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ウキクサ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
キク科植物	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
シロイヌナズナ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
タバコ	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	6
ナガミノアマナズナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
ニチニチソウ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
ボブラ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ライグラス	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
植物	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
小計	13	14	7	1	0	3	3	0	1	4	46

NBT:重複1件(イネ-タバコ) 機能性食品:重複2件(カノーラ-油糧作物:1件、トマト-ジャガイモ:1件) 抗体医薬:重複1件(トウモロコシ-タバコ)
 工業用:重複1件(カノーラ-ナガミノアマナズナ) レタス:重複1件(経口ワクチン-食用医薬) タバコ:重複1件(NBT-治療薬:1件)

表10. NBTを用いたGM植物研究・開発状況（海外；2014）

区分	作物	研究・開発機関	文献等
NBT	イネ	中国: Anhui Academy of Agricultural Sciences, Anhui University	Xu Rongfang; LI Li; LI Hao; Wei Pengcheng; Qin Ruiying; Wang Lu; Yang Jianbo, "Gene targeting using the Agrobacterium tumefaciens-mediated CRISPR-Cas system in rice", Rice (New York, N.Y.) (2014), 7(1), 5.
NBT	シロイヌナズナ	日本: The University of Tokyo, Japan; Kabushiki Kaisha Toyota	Muramoto, Nobuhiko; Sugimoto, Hiroki; Mitsukawa, Norihiro; Ohta, Kunihiro; Kugou, Kazuto, "Method for increasing prodn. of plant biomass by expressing endonuclease that promotes double-stranded DNA breaks and endoreduplication while not inducing RAD51 transcription", U.S. Pat. Appl. Publ. (2014), US 20140273126 A1 20140918.
NBT	マテバシイ	日本: 記載なし	Shimizu, Nobuyoshi; Ito, Hayao, "Generation of transgenic plant with fire-resisting leaf for prevention of forest fire", Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2014), JP 2014236719 A 20141218.
NBT	ナタネ	米国: Dow AgroSciences LLC	Cogan, Noel; Forster, John; Hayden, Matthew; Sawbridge, Tim; Spangenberg, German; Webb, Steven R.; Gupta, Manju; Ainley, W. Mike; Henry, Matthew J.; Mason, John; et al, "Methods for targeted integration of transforming DNA into plant genomes using synthetic site-specific nucleases", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014039872 A1 20140313.
NBT -1	イネ	日本: National Institute of Agrobiological Sciences	Nishizawa-Yokoi, Ayako; Endo, Masaki; Osakabe, Keishi; Saika, Hiroaki; Toki, Seichi, "Precise marker excision system using an animal-derived piggyBac transposon in plants", Plant Journal (2014), 77(3), 454-463.
NBT	トマト、トウモロコシ、ボブラ、ブドウ、イネ、ソルガム	米国: University of Arkansas	Khodakovskaya, Mariya, "Method for producing abiotic stress tolerant transgenic plants by silencing gene encoding calcium-dependent lipid-binding proteins with C2 domain", U.S. Pat. Appl. Publ. (2014), US 20140082767 A1 20140320.
NBT	バラ科の果樹(リンゴ、モモ)	日本: Iwate University	Yoshikawa, Nobuyuki; Yamagishi, Noriko, "Genetic method for shortening breeding cycle of a Rosaceae fruit tree", Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2014), JP 2014183754 A 20141002.
NBT -2, 抗体医薬	タバコ (Nicotiana benthamiana)	スペイン: CSIC, Universidad Politecnica de Valencia; Universidad de las Palmas de Gran Canaria	Orzaez Calatayud, Diego Vicente; Julve Parreno, Jose Manuel; Granell Richart, Antonio; Sarrion-Perdigones, Alejandro; Gutierrez, Cabrera Carlos, "Method for the production of complex repertoires of recombinant molecules", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014044892 A1 20140327.
NBT -2, 抗体医薬	タバコ (Nicotiana benthamiana)	スペイン: CSIC, Universidad Politecnica de Valencia, Universidad de las Palmas de Gran Canaria	Orzaez Calatayud, Diego Vicente; Julve Parreno, Jose Manuel; Granell Richart, Antonio; Sarrion-Perdigones, Alejandro; Gutierrez, Cabrera Carlos, "Method for the production of complex repertoires of recombinant molecules, such as antibodies, in transgenic plants", Span. (2014), ES 2456823 A1 20140423.

検索語「transgenic plant」では抽出されるNBTはそれほど多くなく、2014年度は9件(2013年と同数) そのうち、nuclease technology(ZFNs、TALENs、CRISPR/Cas)が最も多い

表 11. 2014 年の GM 植物（機能性食品）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
機能性食品	アムールブドウ	ロシア: Far East Branch of Russian Academy of Sciences	Aleynova-Shumakova, O. A.; Dubrovina, A. S.; Manyakhin, A. Y.; Karetin, Y. A.; Kiselev, K. V., "VaCPK20 gene overexpression significantly increased resveratrol content and expression of stilbene synthase genes in cell cultures of Vitis amurensis Rupr." Applied Microbiology and Biotechnology (2014), 98(12), 5541-5549.
機能性食品	イネ	中国: South China Agricultural University	Tian, Hua; Tang, Xiangru; Pan, Shenggang; Duan, Meiyang; Xiao, Lizhong; Zhong, Keyou, "Cloning and application of aromatic rice fragrance content related gene OsPRO", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104031927 A 20140910.
機能性食品	オオムギ	中国: Gansu Academy of Agricultural Sciences	Li, Jing-wen; Zhang, Zheng-ying; Ling, Li-jun; Li, Shu-jie, "Creating low grain protein content barley by suppressing B-hordein synthesis through RNA interference", Zhongguo Nongye Kexue (Beijing, China) (2014), 47(19), 3746-3756.
機能性食品	植物	カナダ: University of Alberta	Weselake, Randall J.; Mietkiewska, Elzbieta, "Gene combinations for producing punicic acid in transgenic plants", Can. Pat. Appl. (2014), CA 2810336 A1 20140925.
機能性食品	植物	韓国: Rural Development Administration	Lim, Seon Hyeong; Ha, Seon Hwa; Song, Ji Hye; Kim, Jae Gwang; Lee, Jong Ryeol; Kim, Yeong Mi; Ku, Bon Seong, "Anthocyanin biosynthesis gene rsmby1 of protein and expression vector utilized for producing transgenic plant with accumulated anthocyanin", Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo (2014), KR 2014126528 A 20141031
機能性食品	植物	中国: Sun Yat-Sen University	Li, Yin; Huang, Shangzhi; Liu, Chen; Yan, Ruiqing, "Sequence of peanut lysophosphatidic acid acyl transferase gene LPAAT1 and its use in increasing seed polyunsaturated fatty acids", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103725700 A 20140416.
機能性食品	タバコ、イネ	中国&日本: China Agricultural University, China; The University of Tokyo, Japan; Ishikawa Prefectural University, Japan	Xiong Hongchun; Guo Xiaotong; Shen Hongyun; Qiu Wei; Kobayashi Takatori; Nishizawa Naoko K; Kakei Yusuke; Nakanishi Hiromi; Nozoye Tomoko; Zhang Lixia; et al, "Expression of peanut Iron Regulated Transporter 1 in tobacco and rice plants confers improved iron nutrition", Plant physiology and biochemistry: PPP / Societe francaise de physiologie vegetale (2014), 80, 83-9.
機能性食品	トマト	中国: Hefei University of Technology	Li, Guangwei; Niu, Xiangli; Zhou, Ang; Chen, Danyang; Liu, Yongsheng, "Actinidia chinensis gene capable of increasing Lycopersicon esculentum fruit nutritional quality and application", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104004768 A 20140827.
機能性食品	ナガミノアマナズナ	英国: Rothamsted Research	Ruiz-Lopez, Noemi; Haslam, Richard P.; Napier, Johnathan A.; Sayanova, Olga, "Successful high-level accumulation of fish oil omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in a transgenic oilseed crop", Plant Journal (2014), 77(2), 198-208.
機能性食品	ナス科作物	イスラエル: Yeda Research and Development Co. Ltd.	Aharoni, Asaph; Itkin, Maxim, "Plant with altered content of steroidal glycoalkaloids resulting from modulated expression of GAME9-transcription factor, GAME11 gene encoding 2-oxoglutarate dependent dioxygenase and BHLH-transcription factor", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014195944 A1 20141211.
機能性食品	トウモロコシ	米国: JM Biologicals	Messing, Joachim; Ciclitira, Paul J., "A method for detecting CD-inducing epitopes in wheat glutenin and gliadin proteins for the production of gluten free food products", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014182897 A2 20141113.

表 12. 2014 年の GM 植物（経口ワクチン、食用医薬、ワクチン抗原、抗体医薬）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
経口ワクチン	アルファルファ	中国: Inner Mongolia University of Science and Technology	Zhao, Liang; Wang, Jing-yan; Wang, Jian-ying; Guo, Jiang-bo; Xin, Cui-hua, "Construction of Brucella rOmp3148-74-BLS expression vector and its transformation into alfalfa", Zhiwu Yanjiu (2014), 34(4), 505-509.
経口ワクチン	シロイヌナズナ、ニンジン	スウェーデン: Orebro University	Lindh, Ingrid; Braave, Andreas; Hallengaerd, David; Hadad, Ronza; Kalbina, Irina; Strid, Aake; Andersson, Soeren, "Oral delivery of plant-derived HIV-1 p24 antigen in low doses shows a superior priming effect in mice compared to high doses", Vaccine (2014), 32(20), 2288-2293.
経口ワクチン	タバコ	イタリア: Universita di Milano	Rossi, Luciana; Pinotti, Luciano; Agazzi, Alessandro; Dell'Orto, Vittorio; Baldi, Antonella, "Plant bioreactors for the antigenic hook-associated flgK protein expression", Italian Journal of Animal Science (2014), 13(1), 23-29.
食用医薬	タバコ	イスラエル: Protalix Ltd., Israel; Hadasit Medical Research Services and Development Ltd.	Ilan, Yaron; Shaaltiel, Yoseph; Hanania, Uri; Kizhner, Tali; Ariel, Tami; Gingis-Velitski, Svetlana, "Tumor necrosis factor receptor fusion proteins for use as tumor necrosis factor antagonists and their manufacture in plants", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014136117 A1 20140912.
食用医薬	タバコ	インド: CSIR-NBRI	Pandey, Ashutosh; Misra, Prashant; Khan, Mohd. P.; Swarnkar, Gaurav; Tewari, Mahesh C.; Bhambhani, Sweta; Trivedi, Ritu; Chattopadhyay, Naibedya; Trivedi, Prabodh K., "Co-expression of Arabidopsis transcription factor, AtMYB12, and soybean isoflavone synthase, GmIFS1, genes in tobacco leads to enhanced biosynthesis of isoflavones and flavonols resulting in osteoprotective activity", Plant Biotechnology Journal (2014), 12(1), 69-80.
食用医薬	ヒマワリ	中国: Tianjin University	Guan, Chunfeng; Ji, Jing; Jin, Chao; Wang, Gang; Li, Xiaozhou; Guan, Wenzhu, "Expression of cholera toxin B subunit-lumbrokinase in edible sunflower seeds—the use of transmembrane carrier to enhance its fusion protein's effect on protection of rats and mice against thrombosis", Biotechnology Progress (2014), 30(5), 1029-1039.
ワクチン抗原	ゲンゲ属植物 (Astragalus)	中国: Jilin Agricultural University	Gao Yugang; Zhao Xueliang; Zang Pu; Liu Qun; Wei Gongqing; Zhang Lianxue, "Generation of the bovine viral diarrhea virus e0 protein in transgenic astragalus and its immunogenicity in sika deer", Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM (2014), 2014, 372503.
抗体医薬	植物	韓国: Chung-Ang University	Lim, Chae-Yeon; Kim, Deuk-Su; Lee, Kyung Jin; Hwang, Kyung-A.; Choo, Young-Kug; Ko, Kisung, "Optimization of storage temperature for the pollen viability of transgenic plants that express the anti-breast cancer monoclonal antibody mAb BR55", Plant Omics (2014), 7(5), 403-409, 7 pp.
NBT⑦-2、抗体医薬	タバコ (Nicotiana benthamiana)	スペイン: CSIC, Universidad Politecnica de Valencia; Universidad de las Palmas de Gran Canaria	Orzaez Calatayud, Diego Vicente; Julve Parreno, Jose Manuel; Granell Richart, Antonio; Sarrion-Perdigones, Alejandro; Gutierrez, Cabrera Carlos, "Method for the production of complex repertoires of recombinant molecules", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014044892 A1 20140327.
NBT⑦-2、抗体医薬	タバコ (Nicotiana benthamiana)	スペイン: CSIC, Universidad Politecnica de Valencia; Universidad de las Palmas de Gran Canaria	Orzaez Calatayud, Diego Vicente; Julve Parreno, Jose Manuel; Granell Richart, Antonio; Sarrion-Perdigones, Alejandro; Gutierrez, Cabrera Carlos, "Method for the production of complex repertoires of recombinant molecules, such as antibodies, in transgenic plants", Span. (2014), ES 2456823 A1 20140423.

表 13. 2014 年の GM 植物（治療薬）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
治療薬	植物	韓国: Dong-A University Research Foundation for Industry-Academy Cooperation	Nam, Jae Sung; Kwon, Taek Min; Cho, Yang. "Method for preparing transformed plant with increased syringin production, and plant prepared by same", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014058104 A1 20140417.
治療薬	植物	米国: 記載なし	Chen, Feng; Li, Guanglin. "Terpene syntheses of Selaginella moellendorffii and the genes encoding them and their uses", U.S. Pat. Appl. Publ. (2014), US 20140030784 A1 20140130.
治療薬	シロイヌナズナ	日本: Tokyo University of Agriculture and Technology	Tamura, Masayuki; Tsuji, Yukiko; Kusunose, Tatsuya; Okazawa, Atsushi; Kamimura, Naofumi; Mori, Tetsuya; Nakabayashi, Ryo; Hishiyama, Shojiro; Fukuhara, Yuki; Hara, Hirofumi; et al. "Successful expression of a novel bacterial gene for pinoresinol reductase and its effect on lignan biosynthesis in transgenic Arabidopsis thaliana", Applied Microbiology and Biotechnology (2014), 98(19), 8165-8177.
治療薬	タバコ、シロイヌナズナ、イネ	スペイン: University of Girona.	Company Nuri; Nadal Anna; La Paz Jose-Luis; Martinez Silvia; Rasche Stefan; Schillberg Stefan; Montesinos Emilio; Pla Maria. "The production of recombinant cationic α -helical antimicrobial peptides in plant cells induces the formation of protein bodies derived from the endoplasmic reticulum", Plant biotechnology journal (2014), 12(1), 81-92.
治療薬	タバコ、シロイヌナズナ	韓国: Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	Kim, Cha Yeong; Jung, Yu Jeong; Kim, Uk Jin; Jung, Hyeong Jae; Ahn, Cheol Han. "Method and composition for increasing stilbene synthase and changing flower color in plant using resveratrol o-methyltransferase and stilbene synthase utilized for manufacturing transgenic plants and its seeds", Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo (2014), KR 2014040372 A 20140403.
治療薬	チクセツニンジン	中国: Huo, Mengrui	Zhang, Shaopeng; Chen, Ping; Zhao, Xiaolong; Wang, Qi; Zhu, Wenjun; Wu, Chong; Wang, Rufeng; Deng, Chen; Zheng, Yonglian. "Panax japonicus squalene epoxidase gene and its application.", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104232597 A 20141224.
治療薬	トマト	インド: Parul Institute of Pharmacy	Jha, Lalit Lata; Shah, Darshika; Rajesh, K. S. "Transgenic Lycopersicon esculentum mill (tomato) plant as bioreactor for the production of human neutrophil peptide-1 (HNP-1): a useful protein based pharmaceutical", International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research (2014), 5(8), 3209-3215.
治療薬	油糧作物	中国: Jilin Agricultural University	Li, Xiaokun; Li, Haiyan; Guan, Lili; Yang, Jing; Wang, Fawei; Jiang, Chao; Du, Linna; Wang, Yanfang; Dong, Yuanyuan; Yao, Na; et al. "Vegetable oil body gel containing aFGF", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103720743 A 20140416.
治療薬	油糧作物	中国: Jilin Agricultural University	Li, Haiyan; Li, Xiaokun; Guan, Lili; Wang, Fawei; Yang, Jing; Jiang, Chao; Dong, Yuanyuan; Du, Linna; Wang, Nan; Liu, Xiuming; et al. "Vegetable oil gel containing human basic fibroblast growth factor (bFGF)", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103725649 A 20140416.
治療薬	植物	韓国: Dong-A University, Research Foundation for Industry-Academy Cooperation	Nam, Jae Seong; Kwon, Taek Min; Cho, Yang. "Preparation of transgenic plant having increased syringin production", Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo (2014), KR 2014046740 A 20140421.
治療薬	ザツシヨクノボリフジ	カナダ: National Research Council of Canada-Saskatoon	Polowick, Patricia L.; Loukanina, Natalia N.; Doshi, Ketan M. "Agrobacterium-mediated transformation of tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), a potential platform for the production of plant-made proteins", In Vitro Cellular & Developmental Biology: Plant (2014), 50(4), 401-411

表 14. 2014 年の GM 植物（治療薬：続き、診断薬・試薬、工業用）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
治療薬	植物	韓国: Chung-Ang University	Ahn, Junsik; Lee, Kyung Jin; Ko, Kisung. "Optimization of ELISA Conditions to Quantify Colorectal Cancer Antigen-Antibody Complex Protein (GA733-Fc) Expressed in Transgenic Plant", Monoclonal Antibodies in Immunodiagnosis and Immunotherapy (2014), 33(1), 1-7.
治療薬	タバコ	中国: Ministry of Education in China, Anhui Agricultural University	Wang Yun-Sheng; Xu Yu-Jiao; Gao Li-Ping; Yu Oliver; Wang Xin-Zhen; He Xiu-Juan; Jiang Xiao-Lan; Liu Ya-Jun; Xia Tao. "Functional analysis of Flavonoid 3,5 -hydroxylase from Tea plant (Camellia sinensis): critical role in the accumulation of catechins", BMC plant biology (2014), 14(1), 347.
治療薬	チャノキ	中国: Zhejiang University	Lu, Jianliang; Liu, Yang; Fan, Fangyuan; Gan, Quan; Zheng, Xinqiang; Liang, Yuerong. "Cloning of gene for polygalacturonase inhibiting protein (PGIP) of Camellia sinensis and its application", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103509806 A 20140115
治療薬	油糧作物	中国: Jilin Agricultural University, Bioreactor Engineering Co., Ltd.	Li, Haiyan; Li, Xiaokun; Guan, Lili; Yang, Jing; Wang, Fawei; Du, Linna; Jin, Libo; Jiang, Chao; Wang, Yanfang; Wang, Nan; et al. "Epidermal growth factor-containing vegetable oil gel", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103736079 A 20140423.
診断薬・試薬	イネ	韓国: Industrial Cooperation Foundation Chonbuk National University	Yang, Mun Sik; Kim, Yong Sang; Eom, Tae Bung. "Effective purification method for recombinant trypsin produced by transgenic rice cell suspension culture", Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo (2014), KR 2014078285 A 20140625.
診断薬・試薬	植物	インド: CSIR-National Botanical Research Institute	Jha Shweta; Sanyal Indraneel; Amla D V. "Single amino acid substitutions in recombinant plant-derived human α 1-proteinase inhibitor confer enhanced stability and functional efficacy", Biochimica et biophysica acta (2014), 1840(1), 416-27.
診断薬・試薬	植物	中国: Shenzhen University, Peop. Rep. China	Zheng, Yizhi; Liu, Guobao; Hu, Yueming; Liu, Yun. "Method for establishing plant cell model for high-throughput screening active substances for treating Huntington's disease and its application", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103525858 A 20140122.
診断薬・試薬	植物	ドイツ: Greenovation Biotech GmbH, Germa	Fode, Benjamin; Schaaf, Andreas. "Expression of phosphorylated glycoproteins in plants", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014167094 A1 20141016.
診断薬・試薬	植物	ドイツ: Greenovation Biotech GmbH	Fode, Benjamin; Schaaf, Andreas. "Expression of phosphorylated glycoproteins in plants", Eur. Pat. Appl. (2014), EP 2789686 A1 20141015.
工業用	シロイヌナズナ ダイズ、油糧作物	中国: Chinese Academy of Sciences	Zhang, Jinsong; Chen, Shouyi; Liu, Yunfeng; Li, Qingtian; Zhang, Wanke; Ma, Biao; Lin, Qing; He, Sijie. "Application of Glycine max transcription factor GmMYB172 in regulating plant grease metabolism", From Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104059136 A 20140924.
工業用	ダイズ、カノーラ	米国: Monsanto Technology LLC	Tripodi, Frederico; Honary, Lou A. T.. "High pufa oils for industrial applications", PCT Int. Appl. (2014), WO 2014066127 A2 20140501.
工業用	油糧作物	中国: Chinese Academy of Sciences	Qu, Yueqing; Liu, Wenxian. "Expression cassette and application in breeding transgenic plant with increased seed grease content", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104232654 A 20141224.

表 15. 2014 年の GM 植物（環境浄化）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
環境浄化	イネ	インド: CSIR-NBRI	Shri Manju; Tripathi Rudra Deo; Trivedi Prabodh Kumar; Chakrabarty Debasis; Dave Richa; Diwedi Sanjay; Shukla Devesh; Kesari Ravi, "Heterologous expression of Ceratophyllum demersum phytochelatin synthase, CdPCS1, in rice leads to lower arsenic accumulation in grain", Scientific reports (2014), 4, 5784.
環境浄化	植物	台湾: Academia Sinica	Yeh, Kuo-Chen; Shin, Lung-Jiun, "Copper resistant plant overexpressing ATX1-like protein and use for phytoremediation", U.S. Pat. Appl. Publ. (2014), US 20140298534 A1 20141002.
環境浄化	植物	中国: Chinese Academy of Agricultural Sciences	Sun, Jingwen; Cheng, Mingfang; Wang, Yujun; Li, Shutian; Zhou, Wei, "Application of heavy metal-induced promoter from Arabidopsis thaliana", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103923923 A 20140716.
環境浄化	植物	中国: Nanjing Boou Biotechnology Co., Ltd.	Xue, Yong; Yin, Hao; Jiang, Xiaohui; Hou, Xiaoguang; Wu, Shunxia; Hou, Shuguang; Zhou, Hui; Wang, Rui; Wu, Guangcai; Zhang, Yang, "Heavy metal binding protein gene from antiradiation microorganism, and application in heavy metal resistance", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104099346 A 20141015.
環境浄化	植物	中国: Nanjing Boou Biotechnology Co., Ltd., Peop. Rep. China	Xue, Yong; Jiang, Xiaohui; Xu, Xiaoyun; Hou, Xiaoguang; Wu, Shunxia; Hou, Shuguang; Zhou, Hui; Wu, Guangcai; Zhang, Yang, "Application of heavy metal binding protein gene from Methylobacterium extorquens", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104099347 A 20141015.
環境浄化	シロイヌナズナ	中国: Chinese Academy of Agricultural Sciences	Sun, Jingwen; Cheng, Mingfang; Wang, Yujun; Li, Shutian; Zhou, Wei, "Application of heavy metal induced promoter AtMT1a of Arabidopsis thaliana in breeding transgenic plant for prewarning heavy metal pollution in soil", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103923922 A 20140716.
環境浄化	シロイヌナズナ	中国: Shanghai Academy of Agricultural Sciences	Xue, Yong; Yao, Quanhong; Peng, Rihe; Zhu, Bo; Han, Hongjuan; Han, Jing; Wang, Bo; Wang, Hongjuan; Zhao, Wei, "Construction of transgenic Arabidopsis thaliana expressing Thermus thermophilus heavy metal-binding protein gene", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104099348 A 20141015.

表 16. 2014 年の GM 植物（環境浄化：続き）研究・開発状況

区分	作物	研究・開発機関	文献等
環境浄化	セツレンカ	中国: College of Life Science Shihezi University	Wang, Haixia; Zhang, Linhua; Yang, Jing; Zhang, Yamin; Zhang, Wei; Wang, Aiyang; Hu, Yuanlei; Zhu, Jianbo, "Clone and aluminum tolerance analysis of unknown gene from Saussurea involucrata kar. et kir.", Xibei Zhiwu Xuebao (2014), 34(1), 32-39
環境浄化	ダイズ	中国: Nanjing Agricultural University	Zhu, Yuelin; Ge, Junyi; Chen, Guohu; Yang, Lifei, "Cultivation method for OsPT2 transgenic soybean with efficient utilization of phosphorus", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 104004755 A 20140827.
環境浄化	タバコ	チェコ: ICT Praque	Viktorovta Jitka; Novakova Martina; Trbolova Ladislava; Vrchoťova Blanka; Lovecka Petra; Mackova Martina; Macek Tomas, "Characterization of transgenic tobacco plants containing bacterial bphC gene and study of their phytoremediation ability", International journal of phytoremediation (2014), 16(7-12), 937-46
環境浄化	インゲンマメ、シロイヌナズナ	中国: South China Agricultural University	Tian, Jiang; Liao, Hong; Sun, Lili, "Sequence of malic enzyme gene ME1 from Stylosanthes Guianensis and its use in increasing aluminum tolerance and acidic soil adaptation of transgenic plants", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103525838 A 20140122.
環境浄化	シロイヌナズナ、イネ	中国: Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai Ruifeng Agricultural Science and Technology Co., Ltd.	Peng, Rihe; Yao, Quanhong; Wang, Rongtan; Fu, Xiaoyan; Tian, Yongsheng; Zhao, Wei; Yan, Peilan; Ding, Weixing, "A method for improving the tolerance and degradation capability of plant to polycyclic aromatic hydrocarbons", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103509819 A 20140115.
環境浄化	スチロサントス属植物	中国: South China Agricultural University	Tian, Jiang; Liao, Hong; Chen, Zhijian, "Sequence of malate dehydrogenase gene MDH1 from Stylosanthes and its use in increasing manganese tolerance and acidic soil adaptation of transgenic plants", Faming Zhuanli Shenqing (2014), CN 103525825 A 20140122.
環境浄化	タバコ	トルコ: Mustafa Kemal University	Eren, Abdullah; Daghan, Hatice, "Transgenic tobacco-bearing p-cV-ChMTIIGFP gene accumulated more lead compared to wild type", Polish Journal of Environmental Studies (2014), 23(2), 569-571.

表 17. 2014 年の GM 植物研究・開発状況：国別集計

国名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	工業用	小計
日本	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	6
中国	1	5	1	1	1	0	6	1	10	2	28
台湾	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
韓国	0	1	0	0	0	1	4	1	0	0	7
インド	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4
イスラエル	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
トルコ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
米国	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5
カナダ	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
ロシア	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
チェコ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
スウェーデン	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
英国	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ドイツ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
イタリア	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
スペイン	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	5
小計	9	12	3	3	1	3	15	5	14	3	68

区分:重複2件(NBT-抗体医薬) 機能性食品:重複1件(中国-日本)
68件のうち、28件が中国で最も多い

表 18. 2014 年の GM 植物研究・開発状況：作物別集計（食用作物）

作物名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	工業用	小計
アルファルファ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
イネ	3	2	0	0	0	0	1	1	2	0	9
インゲンマメ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
オオムギ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
カノーラ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
ダイズ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
チクセツニンジン	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
チャノキ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
トウモロコシ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
トマト	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
ナス科植物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ナタネ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ニンジン	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ヒマワリ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ブドウ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
モモ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
リンゴ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
油糧作物	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	5

NBT:重複2件(トマト-トウモロコシ-ポプラ-ブドウ-イネ-ソルガム:1件、リンゴ-モモ:1件) 機能性食品:重複1件(タバコ-イネ:1件)
経口ワクチン:重複1件(シロイヌナズナ-ニンジン:1件)
治療薬:重複2件(タバコ-シロイヌナズナ-イネ:1件、タバコ-シロイヌナズナ:1件)
環境浄化:重複2件(インゲンマメ-シロイヌナズナ:1件、シロイヌナズナ-イネ:1件)
産業用:重複2件(シロイヌナズナ-ダイズ-油糧作物:1件、ダイズ-カノーラ:1件) タバコ:重複2件(NBT-抗体医薬:2件)
食用作物の中ではイネ:9件が最も多い

表 19. 2014 年の GM 植物研究・開発状況：作物別集計（非食用作物）

作物名\区分	NBT	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	工業用	小計
ゲンゲ属植物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
ザッショクノボリフジ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
シロイヌナズナ	1	0	1	0	0	0	3	0	4	1	10
ステロサントス属植物	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
セツレンカ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ソルガム	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
タバコ	2	1	1	2	0	2	3	0	2	0	13
トウゴマ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ナガミアマナズナ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ボブラ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
マテバシイ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
植物	0	3	0	0	0	1	4	4	4	0	16
小計	15	12	4	3	1	3	18	5	16	6	83

NBT: 重複2件(トマト-トウゴマ-ボブラ-ブドウ-イネ-ソルガム:1件、リンゴ-モモ:1件) 機能性食品: 重複1件(タバコ-イネ:1件)
 経口ワクチン: 重複1件(シロイヌナズナ-ニンジン:1件)
 治療薬: 重複2件(タバコ-シロイヌナズナ-イネ:1件、タバコ-シロイヌナズナ:1件)
 環境浄化: 重複2件(インゲンマメ-シロイヌナズナ:1件、シロイヌナズナ-イネ:1件)
 工業用: 重複2件(シロイヌナズナ-ダイズ-油糧作物:1件、ダイズ-カノーラ:1件) タバコ: 重複2件(NBT-抗体医薬:2件)

小計は食用作物+非食用作物