

ISAAA 報告書

エクゼクティブサマリー

報告書 43

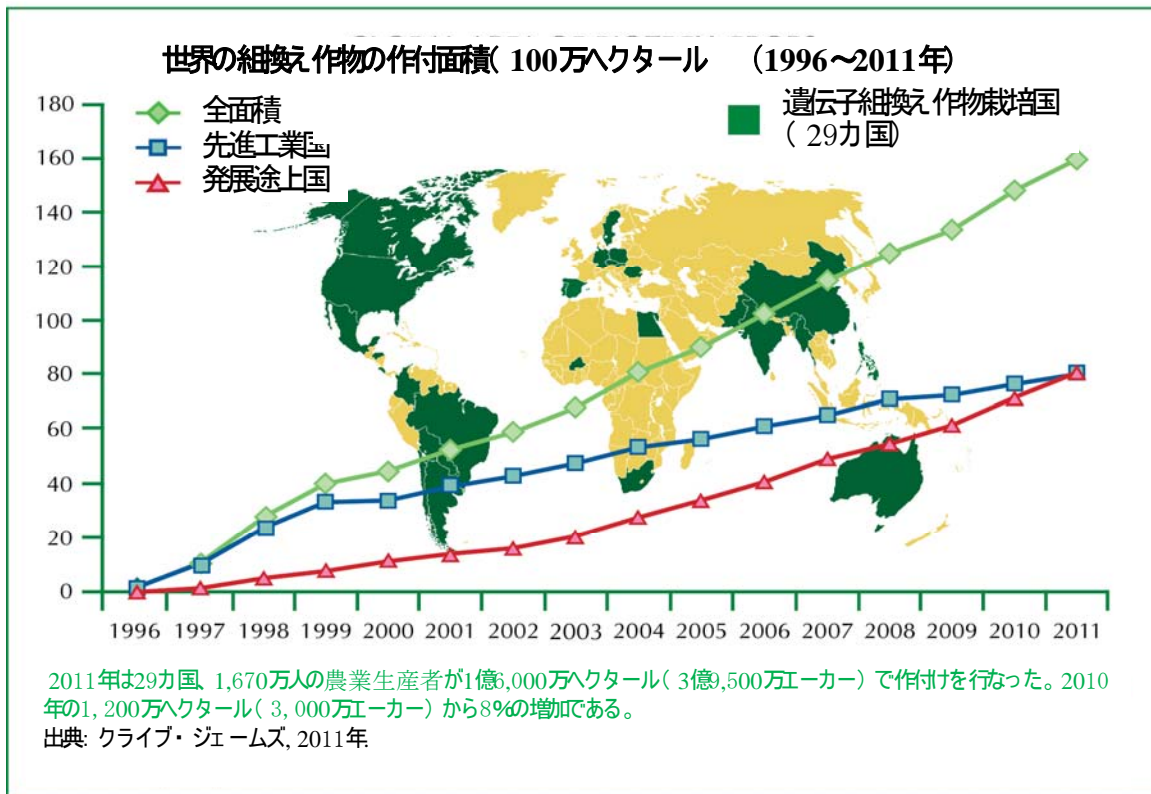
世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況:2011年

著者

クライブ・ジェームズ

国際がグリバイオ事業団 創設者・会長

10億人の貧困と飢餓に苦しむ人々と、その生存のために



筆者注:

遺伝子組換え作物の商業栽培に関する面積などの数値は〈および〉の記号を用いて100万ヘクタール単位に切り上げ・切り下げた概数になっているため、個別の数値、総計、パーセンテージの予測にはわずかに相違が見られ、かならずしも合計が100にならない。また南半球での栽培は暦年の第4四半期であることに注意されたい。本報告書で報告されている遺伝子組換え作物の栽培面積は植え付けについてのものであり、かならずしも収穫面積ではない。したがって、たとえばアルゼンチン、ブラジル、オーストラリア、南アフリカ、ウルグアイにおける2011年の情報は、2011年第4四半期に植え付けが行なわれ、2011年第1四半期に収穫されるものが対象である。またフィリピンのように、1年に収穫期が2回以上ある国もある。ブラジル、アルゼンチンや南アフリカなど南半球の国々の数値はあくまで予測であり、報告書は収穫期前に出版されるため、実際の数値は天候などの要因で上下に変動する可能性がある。ブラジルの場合、2011年12月最終週から2010年1月、2月に植え付けが行なわれた冬のトウモロコシ(サフリーニャ)は、植え付け初日を基準に収穫年度を決定するという方針にしたがって2011年の作付けに分類している。エグゼクティブ・サマリーに列記されている参考文献の詳細は、報告書43にあります。

エクゼクティブサマリー

報告書 43

世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況:2011年

著者
クライブ ジェームズ
ISAAA 創設者・会長

10億人の貧困と飢餓に苦しむ人々と、その生存のために

共同スポンサー： ブッソレラ・ブランカ財団 (Fondazione Bussolera-Branca) (イタリア)
イベルカハ (Ibercaja) (スペイン)
ISAAA

ISAAA は、本報告書の作成と発展途上国への無償配布に対するブッソレラ・ブランカ財団およびイベルカハからの助成金に深く感謝する。遺伝子組換え作物に関する情報と知識を科学界および社会に提供し、世界の食料、飼料、繊維および燃料の確保と、持続可能な農業に資するこれらの作物の役割について透明かつ活発な議論をうながすことが、本報告書の目的である。報告書において示された見解、および脱落や解釈の誤りの責任はすべて、共同スポンサーではなく著者に帰する。

発行者： 国際アグリバイオ事業団 (ISAAA)

著作権者： ISAAA2009。無断複写・転載を禁ず。ISAAA は報告書 43 の情報を世界で共有することを奨励するものであるが、この刊行物のいかなる部分に対しても、著作権者の許可なく、電子的、機械的ないかなる形式あるいはいかなる手段においても複製、記録などを行なうことを禁ずる。教育あるいはその他の非商業的目的でこの刊行物およびその一部を複製する場合は、ISAAA の承認のもと、しかるべき謝意を表わして行なうことが望ましい。

引用文献： James, Clive. 2011. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011. *ISAAA Brief* No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.

ISBN: 978-1-892456-52-4

刊行物の注文
および
価格： 報告書 43 の全文及びエクゼクティブ・サマリーとハイライトについては ISAAASEAsiaCenter (publications@isaaa.org) までご連絡ください。発展途上国で本刊行物を必要とされる方は無料です。.

ISAAA SEAsiaCenter
c/o IRRI
DAPO Box 7777
Metro Manila, Philippines

ISAAA に関する
情報： ISAAA に関するお問い合わせはお近くのセンターまでご連絡ください。:

ISAAA AmeriCenter	ISAAA AfriCenter	ISAAA SEAsiaCenter
105 Leland Lab	PO Box 70, ILRI Campus	c/o IRRI
Cornell University	Old Naivasha Road	DAPO Box 7777
Ithaca NY 14853,	Uthiru, Nairobi 90665	Metro Manila
USA	Kenya	Philippines

電子メール： 問い合わせは以下にメールして下さい。 info@isaaa.org
これまでのエクゼクティブ・サマリーは、以下のサイトをご覧ください。
<http://www.isaaa.org>

エグゼクティブ・サマリー

世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況: 2011 年

目次

	ページ
はじめに.....	1
遺伝子組換え作物は、2010 年に対して 8% (12 万ヘクタール以上) の成長を示し、1.6 億ヘクタールに達した。一方、世界の人口は 2011 年 10 月 31 日で 70 億人の歴史的なマイルストーンに達した.....	1
遺伝子組換え作物は、最近のものとしては最速で導入されている作物.....	1
世界の数百万の農業生産者がその得られるメリットを考慮して遺伝子組換え作物を採用している.....	1
上位 10 カ国は、遺伝子組換え作物を 100 万ヘクタール以上作付した.....	1
合計の 1670 万農業生産者が遺伝子組換え作物を 2011 年に栽培した。これは 2010 年から 130 万の増加になる- 特に注目すべきは、1500 万農業生産者、または全体の 90% は発展途上国からの小規模な資源の乏しい農業生産者であったことである.....	3
途上国が世界全体の遺伝子組換え作物の約 50% を栽培した.....	4
スタック形質品種が世界全体の 1.6 億ヘクタールの約 25% を占める.....	4
遺伝子組換え作物栽培をリードする 5 大発展途上国は中国、インド、ブラジル、アルゼンチン、南アフリカである - この 5 大国で世界の遺伝子組換え作物の 44% が栽培され、ここに世界人口の 40% がいる.....	4
ブラジルは、遺伝子組換え作物栽培上昇のエンジンである.....	4
米国は 6900 万ヘクタール (世界の 43%) で遺伝子組換え作物のリーダーである.....	5
Bt ワタは、インドでの綿花生産を変えた.....	5
中国では、700 万の小規模農業生産者が Bt ワタ 390 万ヘクタール栽培の恩恵を受けている.....	6
メキシコは、遺伝子組換えワタでワタの自給を目指している。遺伝子組換えトウモロコシ	

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

は増加しつつあるトウモロコシの輸入を相殺する可能性がある	6
アフリカでは3カ国で組換え作物の栽培が行われ、更に3カ国で圃場試験が実施されている	7
世界で3位と5位のアルゼンチンとカナダは利益を上げ続けている	7
オーストラリアは組換えワタが99.5%を占め、史上最大規模の栽培面積となった	7
EUは、これまでの最大の114490ヘクタールのBtトウモロコシを栽培し、これは2010年の26%または23297ヘクタールの増加であった	7
ヨーロッパでの心の変化 - 41人のスウェーデンの科学者からの強い支援の公開書簡 - 英国の科学者の以下のことについて応援があった;アフリカの組換え作物導入フォーラムのメンバーの組換え作物に関してEUが“偽善と傲慢”のかたまりと批判	8
食料安全保障への遺伝子組換え作物の寄与	9
作物種ごとの導入状況 - 組換えバイオ大豆が一番を維持	9
形質ごとの導入状況 - 除草剤耐性が一番のまま	9
ほとんどの途上国で実施可能な信頼性が高く、厳格であり、かつ過重な負担を強いな い適切な科学ベースおよび時間/コスト効果のよい規制システムが必要	9
組換え作物世界種子市場のだけで2011年には1600億米ドル、また組換えトウモロコシ、 ダイズ、ワタの収穫が2011年に132億米ドル以上であった	10
遺伝子組換え作物の承認状況	10
今後の見通し	10
これからの課題	11
人口、貧困と飢餓	11
穀物の価格	11
ミレニアム開発目標の達成(MDG)	12
ゴールデンライスの商業化への道	12

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

持続的発展の可能性への遺伝子組換え作物の寄与	12
・生産性の向上と経済性の持続的向上で農業生産者レベルでのより手頃な価格の 食品を得ることを含めた食品、飼料、と繊維の安全保障と自給への貢献	13
・生物多様性の保全をしつつ、遺伝子組換え作物は耕地保全を行う	13
・貧困と飢餓の緩和への貢献	13
・農業の環境への影響の削減	13
・気候変動の緩和と温室効果ガスを削減	14
気候変動と作物生産	14
気候変動に問題解決への遺伝子組換え作物の寄与	16
環境保護者からの遺伝子組換え作物への支持の増加	17
今後の発展の余地	17
遺伝子組換えワタ - 現状、まだ見ぬ要望と将来展望	18
疫病耐性遺伝子組換えジャガイモ - 革新的な技術の開発とそのタイムリーな規制緩和 で EU が世界をリードできるユニークな機会	20
官民パートナーシップと技術製品の 3 つの流れ: 民間、官民、官	23
2012 年から 2015 年に向けての今後の見通し	24
世界経済危機と世界食糧危機との類似点	25
結び	26

エクゼクティブ・サマリー

世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況: 2011 年

著者

クライブ ジェームズ

ISAAA 創設者・会長

はじめに

このエクゼクティブサマリーは、2011 組換え作物に焦点をあてた。その詳細は ISAAA 報告書 43、世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況:2011 年に詳しく掲載され、論議されている。

遺伝子組換え作物は、2010 年に対して 8% (12 万ヘクタール以上) の成長を示し、1.6 億ヘクタールに達した。一方、世界の人口は 2011 年 10 月 31 日で 70 億人の歴史的なマイルストーンに達した

2011 年は、遺伝子組換え作物商業化 16 年目 (1996–2011) にあたり、この 15 年間に目覚ましい連続成長を続けた。その結果二桁増加の 1200 万ヘクタール、8% 成長率で 16000 万ヘクタールの記録を達成した。

遺伝子組換え作物は、最近のものとしては最速で導入されている作物

1996 年の 170 万ヘクタールから 2011 年には 16000 万ヘクタールへと面積で 94 倍となった組換え作物は、現代農業の歴史の中で最速導入作物の技術である。

世界の数百万の農業生産者がその得られるメリットを考えて遺伝子組換え作物を採用している

遺伝子組換え作物に対する評価で最も説得があり、信頼性の高いところは、この 16 年間 (1996 年から 2011 年) 世界の 29 カ国の数百万の農業生産者が 1 億回以上の栽培、再栽培の決定を下し、12.5 億ヘクタール以上の累積ヘクタール数にまでなったということである。これは、米国や中国の国土総面積の 25% 以上の面積にあたる-バイオテクノロジーのリスクを嫌う農業生産者の信用を得る一つの論理と大きな理由がある- 遺伝子組換え作物は、実質的、持続的、社会経済的、環境上の利点がある。ヨーロッパで実施された 2011 年の研究で、遺伝子組換え作物は家畜の飼料として安全であることが確認された。

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

上位 10 カ国は、遺伝子組換え作物を100万ヘクタール以上作付した

2011年に遺伝子組換え作物を栽培した29カ国のうち、19カ国が途上国で、10カ国が先進工業国であった(表1および図1を参照)ことは注目に値する。上位10カ国それぞれが、将来の多様な成長のための広範な世界的な基盤を提供しており、それぞれ100万ヘクタール以上栽培し、実際には、上位9カ国は、それぞれ200万ヘクタール以上の栽培した。世界人口の半分以上(60%以上または~4億人)が、遺伝子組換え作物を栽培した29カ国に住んでいる。

表1. 遺伝子組換え作物の国別栽培面積(2011年、単位: 100万ha) **

順位	国	面積 (Mha)	作物
1	米国*	69.0	ダイズ、トウモロコシ、ワタ、ナタネ、スカッ ユ、パパイヤ、アルファルファ、テンサイ
2	ブラジル*	30.3	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
3	アルゼンチン*	23.7	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
4	インド*	10.6	ワタ
5	カナダ*	10.4	ナタネ、トウモロコシ、ダイズ、テンサイ
6	中国*	3.9	ワタ、トマト、ポプラ、パパイヤ、ピーマン
7	パラグアイ*	2.8	ダイズ
8	パキスタン*	2.6	ワタ
9	ミナミアフリカ*	2.3	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
10	ウルグアイ*	1.3	ダイズ、トウモロコシ
11	ボリビア*	0.9	ダイズ
12	オーストラリア*	0.7	ワタ、ナタネ
13	フィリピン*	0.6	トウモロコシ
14	ミャンマー*	0.3	ワタ
15	ブルキナファソ*	0.3	ワタ
16	メキシコ*	0.2	ワタ、ダイズ
17	スペイン*	0.1	トウモロコシ
18	コロンビア	<0.1	ワタ
19	チリー	<0.1	トウモロコシ、ダイズ、ナタネ
20	ホンデュラス	<0.1	トウモロコシ
21	ポルトガル	<0.1	トウモロコシ
22	チェコ	<0.1	トウモロコシ
23	ポーランド	<0.1	トウモロコシ
24	エジプト	<0.1	トウモロコシ
25	スロバキア	<0.1	トウモロコシ
26	ルーマニア	<0.1	トウモロコシ
27	スウェーデン	<0.1	ジャガイモ
28	コスタリカ	<0.1	ワタ、ダイズ
29	ドイツ	<0.1	ジャガイモ
	合計	160.0	

* 17 遺伝子組換え作物メガ国 (5万 ha 以上)

** 10万近くに丸めた数字 出典: クライヴ ジェームズ, 2011.

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

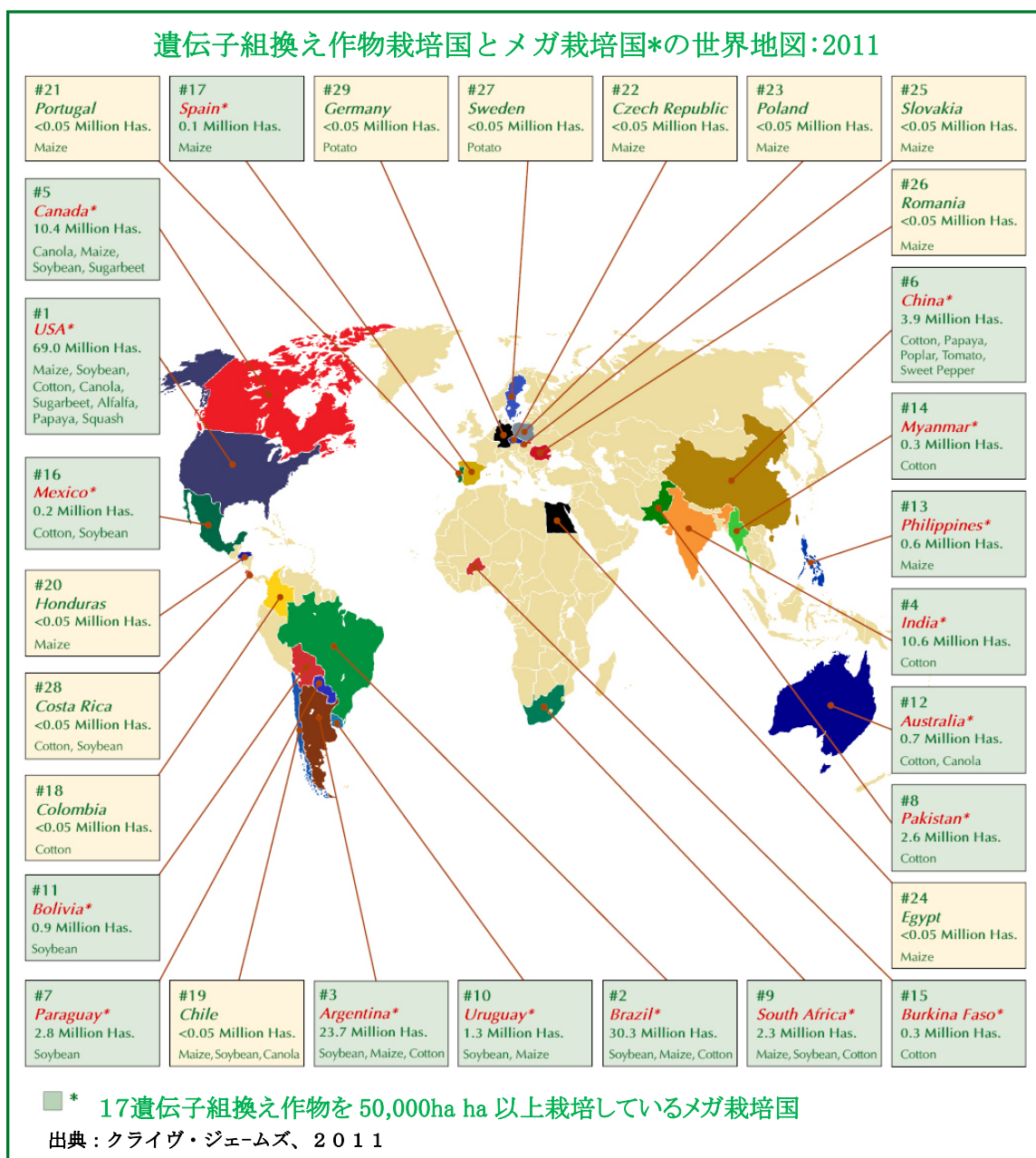


図1 遺伝子組換え作物栽培国とメガ栽培国の世界地図:2011

合計の 1670 万農業生産者が遺伝子組換え作物を 2011 年に栽培した。これは 2010 年から 130 万の増加になる - 特に注目すべきは、1500 万農業生産者、または全体の 90% は発展途上国からの小規模な資源の乏しい農業生産者であったことである

2011 年には、これまでの記録をぬりかえる 1670 万農業生産者 (2011 年に比べて 130 万人または 8 パーセント増) を数えた - 特に、90% 以上、または 1500 万人は、発展途上国の小規模な資源の乏しい農業生産者であった。農業生産者はリスク回避に長けており、2011 年には、中国で 700 万の小規模農業生産者やインドでは更に 700 万の

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

小規模農業生産者が、合計して遺伝子組換え作物の栽培をこれまでの記録を破る1450万ヘクタールを栽培した。Btワタはヘクタール当たり250米ドルもの大幅な所得を増加をもたらし、また殺虫剤散布を半減して、農業生産者の殺虫剤への暴露を減少した。

途上国が世界全体の遺伝子組換え作物の約50%を栽培した

2011年に、初めて発展途上国の遺伝子組換え作物の栽培面積が世界の50%近く(49.875パーセント)に増加した、しかも2012年には、発展途上国は工業先進国のヘクタール数を超えると予想されている。これは、1996年遺伝子組換え作物技術の商業化に当たっての批評家の予測に反するものである。つまりその当時、遺伝子組換え作物は、先進工業国に対してのみものであり、発展途上国で受け入れ・導入はないとしていた。2011年遺伝子組換え作物の成長率は、発展途上国では、倍の速さと倍の面積拡大、つまり11%または820万ヘクタールの増加に対して、工業先進国は、それぞれ5%または380万ヘクタール増であった、1996-2010年間の累積経済的利益は、途上国と工業先進国(390億米ドル)と同じであった。2010年については、発展途上国の経済的利益は、77億米ドルで工業先進国のそれ(63億米ドル)よりも高かった。

スタック形質品種が世界全体の1.6億ヘクタールの約25%を占める

スタックされた形質品種は、遺伝子組換え作物の重要な特徴である - 12カ国は2011年に二つ以上の形質品種の遺伝子組換え作物を栽培し、励みとなることにはそのうち9カ国が途上国であった - 合計16000万ヘクタールのうちの4220万ヘクタールまたは26%が、2011年の結果であり、これは、2010年の14800万ヘクタールから3220万ヘクタールまたは22%の増加であった。

遺伝子組換え作物栽培をリードする5大発展途上国は中国、インド、ブラジル、アルゼンチン、南アフリカである - この5大国で世界の遺伝子組換え作物の44%が栽培され、ここに世界人口の40%がいる

遺伝子組換え作物の5大発展途上国は、アジアでは中国やインド、ラテンアメリカではブラジル、アルゼンチン、アフリカ大陸では南アフリカである。これらの合計は、7140万ヘクタール(世界の44%)となり、また2100年には101億に達するとされる現在の70億の世界人口の40%を超える人口占めている。アフリカだけで、今世紀末2100年にまでに今日の10億(世界の約15%)から36億人(世界の約35%)になると予想されている。 - 高価で手が届かない食品価格によって悪化してくる世界の食料安全保障にたいして、遺伝子組換え作物が万能薬ではないが貢献できる課題となっている。

ブラジルは、遺伝子組換え作物栽培上昇のエンジンである

ブラジルは 3030 万ヘクタールで、世界の組換え作物栽培面積で米国に次ぐ位置になり、遺伝子組換え作物の世界的リーダーとして浮上している。3 年連続で、ブラジルは世界のどの国よりも遺伝子組換え作物栽培の面積を増加させて 2011 年の世界的な成長のエンジンだった - 毎年驚くべき前年比 20% を達成して、490 万ヘクタール増加の記録を作った。ブラジルは世界の 16000 万ヘクタールの内の 19% を占めて、一貫して米国とのギャップを狭めることによって、その位置を維持している。スピードのある承認システムは、ブラジルが 2010 年に 8 品種を承認し、2011 年 10 月 15 日時点で、さらに 6 品種が 2011 年に承認された。ブラジルは 2012 年に最初の害虫抵抗性及び除草剤耐性スタックした大豆品種を承認した。特に、EMBRAPA (公共部門の機関) は - 10 億米ドルの年間予算をもって、自家製ウイルス耐性マメを商業栽培する承認を得た (米と豆はラテンアメリカの主食である)。これは完全に自前の資源で開発したことをしめしている。このことは、最先端の遺伝子組換え作物を開発、普及、承認できる能力を備えたことを意味している。

米国は 6900 万ヘクタール (世界の 43%) で遺伝子組換え作物のリーダーである

米国は、世界の遺伝子組換え作物生産者のリーダーであり続けている。その栽培面積は 2011 年では 6900 万ヘクタール (その主要な遺伝子組換え作物全体の - 90% の平均導入率) である。特に強い成長が、トウモロコシとワタ、そして RR[®]ファルファの栽培さいかいがあった。- アルファルファは、トウモロコシ、大豆、小麦後の米国での四番目に大きなヘクタール数の作物 (- 8 万ヘクタール) であり、RR[®]アルファルファは、現在 - 200,000 ヘクタールで強い農業生産者の要望が将来にわたってある。その導入は、35-50% に 2015 年頃に達成され更にその、より高くなると考えられている。RR[®]テンサイは、最速の導入率の作物で - 475000 ヘクタール、95% の導入率を持ち続けている。コーン根切り虫に対する抵抗性品種が開発中で、この品種を評価するために、共同研究が実施中と報告されている。ここで従来の優れた農法である輪作や抵抗性の保持を従来の作物同様遺伝子組換え作物についても遵守を強調するのはタイムリーなことである。最後に、重要なのは、規制の観点から重要なニュースは、米国からのウイルス耐性パパイヤが日本の生鮮フルーツ/食品としての消費が 2011 年 12 月 1 日付で承認されたことがある。

Bt ワタは、インドでの綿花生産を変えた

2011 年、インドは国内で最も生産性と収益性の高い作物に綿花を変換する驚異的な成功を達成した Bt ワタの栽培 10 周年を祝いました。インドの Bt ワタは、ハイブリッドで、他の国で栽培している組換え Bt ワタ品種ではない点でユニークである。2011 年に、インドにおける Bt ワタの栽培面積が初めて 1000 万ヘクタール (1060) の歴史的なマイルストーンを突破し、過去最大の 1210 万ヘクタールの全ワタ栽培を記録し、遺伝子組換えワタは、その 88% を占めている。主な受益者は平均 1.5 ヘクタールを栽培する 700

万人の農業生産者である。歴史的にみて2011年の1060万ヘクタールは、2002年に初めてBtワタが商品化されたときの50,000ヘクタールから10年間で前例のない212倍の増加を示している。表しています。2002年から2010年の期間の累積でインドは94億米ドルの農業生産者への所得をあげ、2010年だけでも25億米ドルの農業生産者所得をあげた。(Brookes and Barfoot, 2012, 近刊)¹。したがって、Btワタは~50%の殺虫剤を減少、大幅に収量を増加させることにより、インドの綿花生産を変えており、2011年だけでも700万人の小規模資源の乏しい農業生産者とその家族の貧困の緩和に貢献したことになる。Btのbrinjal(ナス)の承認は、保留されているが、フィリピンではこの非常に害虫が発生しやすいが人気の野菜でインドでは「野菜の女王」と呼ばれているものの遺伝子組換え品種は、これに適用される農薬の大幅な削減を視野に2012か2013に承認の予定である。

中国では、700万の小規模農業生産者がBtワタ390万ヘクタール栽培の恩恵を受けている

中国での700万の小規模資源の乏しい農業生産者(平均約0.5ヘクタールのワタ栽培)は、71.5パーセントの最新の最高の普及率でBtワタ390万ヘクタールの栽培は最高記録である。政府は厳格なバイオセーフティ基準の下で遺伝子組換え作物の開発することの国家的重要性を再確認した。2009年にはフィターゼトウモロコシとBt-イネが承認され、決められた圃場試験を行っている。トウモロコシは、より多くの肉の需要に応じて動物の飼料として国産遺伝子組換えトウモロコシの急速に成長する需要を満たすために実用化の優先順位が与えられている。国内の遺伝子組換えトウモロコシの生産性の向上は、トウモロコシの輸入の増大を相殺できることになる。2013/14に承認が予想されるフィリピンの遺伝子組換えゴールデンライスも中国には大きな意義があり、またベトナムやバングラデシュもゴールデンライスの配備を考えている製品として評価している。

メキシコは、遺伝子組換えワタでワタの自給を目指している: 遺伝子組換えトウモロコシは増加しつつあるトウモロコシの輸入を相殺する可能性がある

2011年に、メキシコは2010年に161,500ヘクタール遺伝子組換えワタを栽培した。これは、組換え導入率87%に当たる。また、遺伝子組換えRR®ダイズを14,000ヘクタール栽培して国の組換え作物栽培面積を175500ヘクタールとした。これは、2010年が71,000ヘクタールだったことに比較すると146%の増加となり、まさに驚異的な数字である。目的は、今後数年の間にワタを自給生産することである。民間、社会・公共機関とメキシコの農業生産者に組換えワタを普及するための生産的な議論の後、“ベストプラクティス規制システム”を開発して、メキシコの特定の北部の州で遺伝子組換えワタ(Bollgard II/Flex and RR Flex)を毎年~340,000ヘクタールまで商業栽培することを承認した。最も重要な最近の進展は2009年に国内で初めて遺伝子組換えトウモロコシの試

¹ Brookes, G. and Barfoot, P. 2012. Forthcoming. GM Crops: Global socio-economic and environmental impacts 1996-2010, PG Economics Ltd. Dorchester, UK

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

験植栽を 2009 年に行い、それを 2010 年/ 11 まで続けたことであった。メキシコは 700 万ヘクタールのトウモロコシがさいばいされているが、毎年約 10 万トン(1.21 億米ドル相当)を輸入している。この輸入量は、部分的に、メキシコの北部の州で栽培されている高収量遺伝子組換えトウモロコシで相殺できる。メキシコは 1996 年から 2010 年の間に 1.21 億米ドル相当を遺伝子組換えワタとダイズで農業生産者の所得を増やせると推定している。2010 年だけでも 1900 万米ドルの利益があり、将来の可能性はかなりのものである。(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming)

アフリカでは 3 カ国で組換え作物の栽培が行われ、更に 3 カ国で圃場試験が実施されている

アフリカは、遺伝子組換え作物栽培、規制や研究活動について 2011 年に着実な進歩を遂げた。南アフリカ共和国、ブルキナファソ、エジプトの 3 カ国すでに遺伝子組換え作物をこれまでの最高記録になる 250 万ヘクタール栽培した。更にケニア、ナイジェリア、ウガンダの 3 カ国が圃場試験を実施している。またマラウイでは、申請の承認待ちである。トウモロコシ、キャッサバ、バナナやサツマイモを含むアフリカの貧困対策優先主食作物に焦点を当てた試験が良い進展を遂げている。そのほかの例として WEMA を通しての早魃耐性トウモロコシがある。アフリカのための水の効率のよいトウモロコシ開発プロジェクトがケニア、南アフリカ、ウガンダ 3 カ国で二度目の試験に入る。

世界で 3 位と 5 位のアルゼンチンとカナダは利益を上げ続けている

アルゼンチンは、3 位、カナダは 5 位にランクと世界ランクを維持して、それぞれ 2370 万ヘクタールと 1040 万ヘクタールの過去最高の面積となった。アルゼンチンでは遺伝子組換えトウモロコシが~90 万ヘクタール増加し、カナダでは、除草剤耐性キャノーラが~106 万ヘクタール増加して、過去最大面積となった。

オーストラリアは組換えワタが 99.5%を占め、史上最大規模の栽培面積となった

前例のない早魃三年間とその後の洪水をへてオーストラリアは 99.5%組換えワタを過去最大の面積で栽培した。これは 597000 ヘクタールに相当し、95%が害虫抵抗性及び除草剤耐性のスタック形質品種であった。さらに、オーストラリアは除草剤耐性のキャノーラを~140,000 ヘクタール栽培し、ワタとキャノーラの合計栽培面積が~700000 ヘクタールとなった。また、遺伝子組換えコムギとサトウキビについても大きな研究開発を行なっている。

EU は、これまでの最大の 114490 ヘクタールの Bt トウモロコシを栽培し、これは 2010 年の 26%または 23297 ヘクタールの増加であった

EU 加盟国 6 カ国 (スペイン、ポルトガル、チェコ、ポーランド、スロバキア、ルーマニア) が、過去最大の 114490 ヘクタールの Bt トウモロコシを栽培した。これは 2010 年よりも 26 パーセント或いは 23297 ヘクタール多いものである。スペインに

については、EU全体の85%を占め、最大の組換え導入率26%の過去最大記録を達成した。さらに2カ国（スウェーデン、ドイツ）は、"Amflora"という高品質澱粉の新しい遺伝子組換えジャガイモを記念すべき17ヘクタール栽培して、EU全体で114507ヘクタールに栽培するための種芋の栽培を行なった。三大Btトウモロコシ生産国（スペイン、ポルトガル、チェコ）では増加し、ポーランドでは同じまま、ルーマニア、スロバキアで減少した。ルーマニア、スロバキアにおけるBtトウモロコシはわずかに低下したが、両者共、1000ヘクタール未満であり、その要因には、官僚的で厄介なBtトウモロコシ栽培のための報告書作成が農業生産者の意欲を阻害していることを含む様々の阻害要因関連している。2014年に認可が予定されている疫耐性（ジャガイモの最も重要な病害）品種“Fortuna”は、可能性の高いものであり、EUの制作や環境のニーズを満たすことができる重要な製品であり、殺菌剤の散布を減らし、EUだけでも毎年15億米ドル、世界的には75億米ドルに相当する推定減産損失を減らすことによって、より持続可能な生産が可能になる。

ヨーロッパでの心の変化 - 41人のスウェーデンの科学者からの強い支援の公開書簡 - 英国の科学者の以下のことについて応援があった; アフリカの組換え作物導入フォーラムのメンバーの組換え作物に関してEUが“偽善と傲慢”のかたまりと批判

2011年10月、41人のスウェーデンの先端生物学者たちは、政治家や環境保護への強い表現の公開書簡では、社会が技術の科学的根拠に基づく評価を用いた遺伝子組換え作物の恩恵を受けるようにするようヨーロッパの法律を改正する必要性について語った。英国の科学者は、スウェーデンの請願を支持した。ケニア国およびアフリカのバイオテクノロジーステークホルダーフォーラムのメンバーであるFelix M'mboyi博士は、「偽善と傲慢」のEIを非難し、かつ「ヨーロッパの開発機関内にアフリカの農業生産者が収量を上げ、今年末までに70億に達すると予想世界の人口を養うために組換え作物を最大限に活用できるようすべきである。」呼びかけた。M'mboyi博士は、更に「裕福な西は、食用作物の栽培技術の多様な種類とその選択の自由を持っている。しかし、より多くの食品の豊富な供給につながる可能性がある技術に発展途上国がアクセスすることが拒否されている。これは一種の偽善と傲慢であり、EUの満腹感に由来する贅沢である。」と述べた。GM作物の商業栽培を許可し、2011年には、ケニア政府は、環境への放出のために2009年のバイオ法の施行規則を発表し、組換え作物の商業栽培を認め、組換え作物栽培を合法化した第四アフリカの国になることを明示した。

フランス審議会、国の最高行政裁判所は、モンサント社のMON810品種のフランスの2008年禁止は、手続き上の理由で正規のものでないとした9月の欧州裁判所の判決を支持した。フランス審議会、最高行政裁判所は、フランスの農業大臣が「環境へのヒトまたは動物の健康に大きなリスクを提示する(できる)証拠を提供していない」という判決を下した。

2011年のレディング大学の農業生産者の所得に関わる遺伝子組換え作物のEU規制上の制約の影響のインパクトに関する研究で「もしも遺伝子組換えトウモロコシ、ワタ、ダイズ、ナタネ及びテンサイが農業の必要性や利益があるところに栽培されたら、農業生

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

産者が年間に 4 億 4300 万ユーロ(5 億 7500 万米ドル)から 9 億 2900 万ユーロ(12 億米ドル)増加する。」としている。また、「新しい遺伝子組換え品種が他の地域に取り込まれ、その農業生産者が急速に導入すると、この失われた当然入るべきの収入は、現在の承認レベルと成長が低いままでは、さらに失われることになる。

食料安全保障への遺伝子組換え作物の寄与

1996 年から 2010 年には、食料安全保障への遺伝子組換え作物の寄与が以下のように達成されていた： 780 億米ドル相当の収量増と価値の上昇、より良い環境の提供、4.43 億キロ ai の農薬削減、2010 年だけで 190 億キロ相当の CO2 排出量を削減することで~9 百万台の自動車を道路から削減、土地 91 万ヘクタールを保全することで；生物多様性の保全、世界で最も貧しい 1500 万の小規模農業生産者の貧困を軽減 (Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming).

作物種ごとの導入状況 - 組換えバイオ大豆が一番を維持

組換えダイズは、2011 年に遺伝子組換え作物の一位を維持した。7540 万ヘクタールまたは世界の遺伝子組換え作物栽培面積の 47%を占めた。続いて遺伝子組換えトウモロコシ(5100 万ヘクタール、全面積の 32%)、遺伝子組換えワタ(2470 万ヘクタール、全面積の 15%)、遺伝子組換えナタネ(820 万ヘクタール、全面積の 5%)であった。

形質ごとの導入状況 - 除草剤耐性が一番のまま

1996 年から 2011 年の実用化の創世紀から、除草剤耐性は一貫して一番であった。2011 年には、ダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、テンサイ、アルファルファにつけた除草剤耐性は、59%または全世界の遺伝子組換え作物栽培面積 1 億 6000 万ヘクタールの 9390 万ヘクタールを占めている。2011 年には、二重、三重スタック品種は、害虫抵抗性品種(2390 万ヘクタール、全面積の 15%)よりも大きい面積(4220 万ヘクタール、全面積の 26%)を占めた。スタックされた形質品種は、2010 年と 2011 年の間で最速で、31%の成長であった。一方、除草剤耐性 5%、害虫抵抗性-10%であり、このことは農業生産者がスタック形質品種を選択していることを反映している。スタック形質品種がますます重要なものとなっている - 12 カ国が 2011 年にスタック形質品種を栽培したが、そのうち 9 カ国が発展途上国であった。

ほとんどの発展途上国で実施可能な責任の持てる、厳格だがそれほど費用のかからない適切な科学ベースおよび時間/コスト効果のよい規制システムが必要

ほとんどの途上国で実施可能な信頼性が高く、厳格であり、かつ過重な負担を強くない適切な科学ベースおよび時間/コスト効果のよい規制システムが緊急に求められている。適切な規制の欠如が、貧しい国が遺伝子組換え作物にタイムリーに手を付けられない最大の制約である。遺伝子組換え作物は、万能薬ではないがこのような緊急の食料保障に貢献できる。たとえばアフリカの角にあるような国で最大 10 万人が 2011 年の早

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

魘やほかの悪化要因による飢饉に陥った時に役に立つ。

組換え作物世界種子市場のだけで 2011 年には 132 億米ドル、また組換えトウモロコシ、ダイズ、ワタの収穫が 1600 億米ドル 2011 年に以上であった

組換え作物世界種子市場のだけで 2011 年には 132 億米ドルであり、またトウモロコシ、ダイズ、穀物やワタなどの商業穀物最終製品の価値では年間あたり 1600 億米ドルまたはそれ以上ある。2011 年の調査では、新しい遺伝子組換え形質の発見、開発および認可のコストは、-13500 万米ドルである。

2011 年の Cropnosis の推定では、遺伝子組換え作物世界市場価値は、132 億米ドル (2010 年の 117 億米ドルから増加) であった。これは 2011 年の世界保護市場 596 億米ドルの 22%、商業種子市場 370 億米ドルの 36% を占めることになる。収穫した商品 “最終製品” (遺伝子組換え穀物や他の収穫製品) の推定農業生産者末端価格は、遺伝子組換え種子単独 (米国 132 億ドル) よりもはるかに大きい -2008 年のデータによると遺伝子組換え作物の収穫製品は 2010 年に全世界で約 1600 億米ドル相当で、毎年、10-15% の増加が見込まれている。

遺伝子組換え作物の承認状況

29 カ国が 2010 年に遺伝子組換え作物を商業栽培しているが、更に 1996 年以来 31 ヶ国は、食用および飼料用としての輸入、そして環境への放出の承認を遺伝子組み換え作物に与えており、その総計は 60 カ国になる。トルコは 2011 年に遺伝子組み換え 25 作物の 196 品種に輸入の承認を与えた。合計 1045 の承認が、25 作物の 196 品種に与えられている。したがって、遺伝子組み換え作物は、食品および飼料用そして環境への放出のために 60 カ国に受け入れられている。これには、遺伝子組換え作物を栽培していない日本のような主要な食料輸入国が含まれている。遺伝子組換え作物の承認を付与している 60 カ国は、米国をトップに、日本、カナダ、メキシコ、韓国、オーストラリア、フィリピン、ニュージーランド、欧州連合 (EU)、台湾と続いている。トウモロコシは、最大の品種 (60) が承認され、続いてワタ (39)、ナタネ (15)、ジャガイモ、ダイズ (それぞれ 14) がある。ほとんどの国で規制当局の承認を受けた品種は、除草剤耐性ダイズ品種 GTS-40-3-2 であり、25 の認可 (EU = 27 は 1 つの承認として数え)、続いて害虫抵抗性トウモロコシ MON810 (23)、除草剤耐性トウモロコシ NK60323 (22)、害虫抵抗性ワタ (MON1445) が (14) となっている。

今後の見通し

2011 年 10 月 31 日に、国連は、世界は Adnan Nevic は 1999 年 10 月 31 日に生まれた第 60 億人目であることが宣言されたが、その後 12 年目 70 億人目の歴史的なマイルストーンに達したと宣言した。世界は 2050 年までに少なくとも今の 70% 増の食料を必要とする。開発途上国には、25 億の資源の乏しい貧しい農業生産者が生存している (世界で最も貧しい人々の典型である。)。食料生産は 2050 年までに

倍増する必要がある。発展途上国の農業への現在の投資ははなはだ不十分である。発展途上国における農業への現在の支出は年々米国 1420 億ドルであり、更に、追加の米国 570 億ドルが必要と合計 2090 億米ドルが 2009 年に想定されていたが、これから 2050 年までも毎年必要となる。過去の歴史を振り返ることが未来予測に必要なことである。ここで遺伝子組換え作物が初めて 1996 年を商品化してからの過去 16 年を振り返ってみることは将来の世界の食料供給への遺伝子組換え作物の貢献の可能性を世界的な遺伝子組換え作物の課題と達成できることを考えることができる。

これからの課題

ISAAA の主要な目標は、10 億苦しみの人々の生活、道徳的に容認できない人道的な状況にある貧困と飢餓を緩和することである。今日、貧困が主に農村部の現象であるが、将来は都市化が進行して現在世界の人口の半分以上であるものが更に増加し続けることになるかと予想される。2011 年に、世界の貧困層の約半分は資源の乏しい小規模農業生産者であるが、別の 20% は、農村部の土地を持たない、その生計を農業に完全に依存している。したがって、世界の貧困層の 70% が農業に依存している - これを問題と見るものもあるが、これを好機があると見ることもできる。つまり従来法と新遺伝子組換え技術を合わせて応用することで 2050 年までに貧困と飢餓の緩和と食料、飼料、繊維生産を倍増できると見ることができる。

人口、貧困と飢餓

2011 年 10 月 31 日は 70 億人目が生まれた世界の誕生日でした。国連 (UN) 人口部による最新の研究では、2050 年には、の 92 から 93 億人になるとされている。さらに重要なことはこれまで 2050 年²に頭打ちが来るとの以前の推定とは異なり、2100 年の 101 億人に達すると予測されている。アフリカの人口増加は、すでに食料生産との戦いとなっており、これがより大きくなり、現在世界の 15% を占めている 10 億人から 2100 年には世界の 35% に相当する 36 億人に増加する可能性がある。「高出生率」のアフリカ諸国は、アフリカの先例のない課題である。今日でさえ食料不足のアフリカの角にある国々 (ソマリア、ケニア、エチオピア、ジブチ) では 1,000 万人以上が飢餓の危機にあり、これは主にアフリカの最も古くしかも最も重要な敵 - 壊滅的な旱魃によるものである。肯定的な側面は、統合された食糧安全保障施策、すなわち従来法と遺伝子組換え技術を広範な複数の強力な戦略 (政策、人口の安定化、食品廃棄物の削減と流通を含む) をとるならば 2100 年には 101 億人 (しかもそのうち 3 分の 1 がアフリカにいること) になる人々に食料を供給するという難題に大きく貢献できる。

穀物の価格

2008 年半ばの食糧危機のとき食料品価格高いままになっており、数百万貧しい人々が収入の 70% から 80% 以上を食費に費やした。食糧暴動は 30 カ国で報告され、ふたつ

² United Nations, 2011 World Population Prospects: The 2010 Revision (www.unpopulation.org)

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

政府は倒れ、商品作物の輸出は、安全な国内供給を提供するために、多くの穀物輸出国で禁止された。2011年初頭に、2008年と同様の食糧危機が起こり、FAOの食料指標によると2008年よりもひどいことになっていた。政治面では、フランス Sarkozy 大統領 20人のグループは、食品の価格の変動を制御することを最優先とした。また、慈善家 Bill Gates 氏は、発展途上国の農業により多くの資金を集中した。観測筋は、新しい裕福な中産階級の増加とアジアの肉の消費の増加による飼料の需要増によって食用作物と肉の両方の需要が増えたため安価な食料の時代は、終わったと見ている。

ミレニアム開発目標の達成(MDG)

貧困と飢餓は密接にリンクされ、今日では主に発展途上国で、約1億人の人々を苦しめている。しかし、現在の経済危機の中で米国のように世界で最も先進的で強力な経済があっても、2010年には貧困が4620万失業者、人口の15.1%相当(1993年以来最高)、と推定された。十年前の2001年に、国際社会は、1990年出発のベンチマークとして2015年までに50%の貧困を削減するという誓約、ミレニアム開発目標(MDG)をした。1990年に、発展途上国の貧困は46%(世界銀行の推定値)であり、2005年までに27%に減少した-このように、23%が2015年までの今から4年で実現可能にみえるが、多くの観測筋は、発展途上国の貧しい人々の割合を半減に成功したのは、国連MDGイニシアチブにのみによるものではないとしている。むしろ、中国が1990年の60%から2005年には16%にその貧困率を減少させた-驚異的な72%削減によるとしている。

ゴールデンライスの商業化への道

十年以上たった今、ベータカロチン含量が強化された遺伝子組換えゴールデンライスは、フィリピン、バングラデシュでの規制要件の試験完了に向かって進んでいる。フィリピンでは、国際稲研究所(IRRI)がゴールデンライスの形質をIR64やアジアのメガ品種との交配を成功裡に進めている。アジアのメガ品種には、フィリピンのPSBRc82、とバングラデシュのBRRI dhanが含まれている。2010年に、IRRIはIR64-GRの限定圃場試験の1シーズンを完了し、2011年に、フィリピン稲研究所(PhilRice)は、ゴールデンライス形質をもったPSBRc82の限定圃場試験を実施した。IRRIの科学者は、バングラデシュ稲研究所(BRRI)とGR形質をもったバングラデシュの品種の限定圃場試験を共同で実施する。フィリピン当局に2013年にゴールデンライスの申請用規制書類を提出するため現在フィールドテストと安全性に関連する法規制の順守実験を行なっている。バングラデシュでは、2015年に申請が予定されている。GR形質を自殖系統に入れたのでGR品種は再栽培が可能であり、現在の在来種と同様の費用で栽培できると言える。ゴールデンライスは、最初に2013/14年にフィリピンで商業栽培されると予定されている。

持続的発展の可能性への遺伝子組換え作物の寄与

遺伝子組換え作物は持続的発展に向けて次の5つの点で貢献している

- 生産性の向上と経済性の持続的向上で農業生産者レベルでのより手頃な価格の食品を得ることを含めた食品、飼料、と繊維の安全保障と自給への貢献

1996年から2010年まで15年間に遺伝子組み換え作物によって全世界で〜780億米ドルの農業生産者レベルでの経済的利益があがった。そのうち40%生産コスト削減（少ない耕起、少ない農薬散布、少ない労働時間）によるもので、60%は2億7600万トンの大幅な収量向上によるものである。2010年だけでは、76%は、増加した収率（44.1万トンに相当）によるもので、24%は、生産コストの削減によるものであった。(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming).

- 生物多様性の保全をしつつ、遺伝子組換え作物は耕地保全を行う

遺伝子組換え作物は、耕地保全技術であり、現在の15億ヘクタールの耕作地で生産性の向上が可能であり、それによって森林伐採を排除し、森林やその他のin-situの生物多様性保護区の生物多様性を保護することができる。約1300万ヘクタールの生物多様性 - 豊かな熱帯雨林は、毎年発展途上国で失われている。もしも2億7600万トンのあらたな食品、飼料、繊維食品、飼料、繊維1996年から2010年に期間に遺伝子組換え作物によって生産されなかったら、さらに9100万ヘクタールで従来の作物を必要があった(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming)。生物多様性に富む追加9100万ヘクタールの一部はおそらく作物生産に適していない土地であり、また、熱帯林なら発展途上国のために焼き畑のため生物多様性が破壊されることになる。

- 貧困と飢餓の緩和への貢献

今日までに中国、インド、パキスタン、ミャンマー、ボリビア、ブルキナファソ、南アフリカなどの発展途上国における遺伝子組換えワタは、すでに2011年の状況で〜1500万の小規模資源の乏しい農業生産者の利益に多大な貢献をしたが、2012年から2015年の商業化の20年の残り4年間で、主に遺伝子組換えワタ、トウモロコシ、イネで大幅に大きな貢献ができるとかんがえられる。

- 農業の環境への影響の削減

従来の農業は、環境に大きなインパクトを与えている。バイオテクノロジーは農業の環境への影響を削減するのに使える。今日までの進歩に以下のようなものがある：殺虫剤の大幅な削減；化石燃料を節約；少ない/不耕起によるCO₂排出量減少；除草剤耐性品種使用による適切な不耕起適用による土壌及び土壌水分の保全。1996年から2010年の農薬の累積減少は、有効成分換算4億4300万（キログラム）（AI）であり、農薬の関連環境負荷の17.9%削減と同等である有効成分の4億4300万（キログラム）（a.i.）、殺虫剤の9.1%の節約と推定され、これは環境影響指数（EIQ）で表すと17.9%相当の現象に

なる - これがそれぞれの活性成分の総合的な環境へのインパクトと入れたさまざまな要因に基づいて作った複合指標である。2010 年だけのデータでは 4320 万 kg a.i. (農薬の 11.1%の節約に相当) 削減に相当し、EIQ 26.1%の削減となる。(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming)

- 水利用効率の上昇は世界的水の保全と水利用に大きなインパクトがある

現在世界の淡水の 70%が農業に使われている。これは、将来人口が 50%増加して 2050 年には 90 億人になることを考えると適切でないことは明白である。ある程度の旱魃耐性のある最初の遺伝子組換えトウモロコシが米国で 2013 年までに実用化されることが期待されている。最初の熱帯の旱魃耐性遺伝子組換えトウモロコシがサハラ以南のアフリカで 2017 年までに実用化が期待されている。旱魃耐性は、世界の持続可能な作物体系、特に先進工業国よりも頻繁にしかも激しく旱魃が起こる発展途上国での作物体系に大きなインパクトがあると期待される。

- 気候変動を緩和する手助けと温室効果ガスを削減

環境に関する重要かつ緊急の懸念の解消に遺伝子組換え作物大きな意味がある。つまり温室効果ガスの削減と気候変動を軽減の主に 2 つの方法で意味がある。第一に、化石燃料の使用削減による CO₂ 恒久的排出削減が挙げられる。更に殺虫剤と除草剤散布の削減もこれに随伴するものである。2010 年に 17 億キロの CO₂ 削減は、80 万台の車の数を減らすことに相当する。第二に、バイオテクノロジー、食品、飼料および繊維作物の保全耕起(除草剤耐性遺伝子組換え作物によって少ない、あるいはまったく耕起しない)から、さらなる CO₂ 削減は、2010 年に 176 億 kg の土壌からの CO₂ 削減を行なったことになる。これは 790 万台の車減らしたと同等になる。したがって、2010 年には 190 億 kgCO₂ 排出量を削減(900 万台の車の減少と同等)したことになる。(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming)

気候変動に伴う新たな課題に直面しているので、旱魃、洪水、温度変化は、より頻繁に、より深刻になると予想されている。したがって、気候条件に迅速に対応できる品種やハイブリッドの開発を行うより高速な作物改良プログラムの必要性がある。このために新たな技術(ツール)例えば組織培養、診断、ゲノミクス、分子マーカーアシスト選抜(MAS)そして遺伝子組換えなどを統合的に用いて「育種の高速化」を図り、気候変動の影響を軽減する必要がある。遺伝子組換え作物は、耕作地からの耕起による CO₂ 削減を除いても、土壌保全、特に水分の保全、農薬散布の排除などにより、CO₂ 排出量の削減に貢献しています。

要約すると、一括して上記の 5 つの項目は、すでに遺伝子組換え作物が、持続性大きな貢献をするとともに気候変動や地球温暖化に関連付けられている難題を緩和するため貢献していることは既に示されている。遺伝子組換え作物が、大幅に生産性と所得を向上させて、世界の小規模で資源の乏しい農業生産者の貧困の緩和に貢

献する地域経済成長のエンジンとして働くことになる。

気候変動に問題解決への遺伝子組換え作物の寄与

米国 EPA(2011)によって引用された気候変動に関する政府間パネル(IPCC、2007)によると、いくつかの要因が直接、気候変動と作物の生産性を直接関連しており、以下の6つの項目に要約される。

- **平均気温の上昇は、次のような効果をもたらす。** i) 高緯度温帯地域で生育期の延長によってプラスの効果がある、ii) 低緯度亜熱帯や熱帯地域では、夏の暑さが生産性の制限要素になっている、iii) 土壌蒸発率の増加によりネガティブ効果となる、iv) 旱魃が頻繁に起こり、厳しさも増すのでネガティブに働く
- **降雨量やパターンの量・変更は、土壌浸食率と土壌水分に影響を与える。** 両者ともに作物収量に影響する。緯度の高いところでは降雨量が増え、低い緯度のところでは、降雨量が減少し、ところによっては20%も変わる。
- **大気中 CO₂ 濃度の上昇は、ある種の作物の生育を促進するが、気候変動の他の側面(例示:高温や降雨量の変動)は高い CO₂ 濃度の効果を相殺する。**
- **対流圏オゾンの汚染レベルは、CO₂ 排出により増加するかもしれない。** が CO₂ 排出の増加による高温が、CO₂ 排出による作物の成長促進を相殺する可能性がある。
- **気候変化は、農業システムに影響を与え、新たな害虫や病気の出現につながる可能性があります。**
- **熱波、旱魃、洪水、ハリケーンの頻度と激しさの変動は、農業に影響を与える** これからの気候変動のまだわからない要因のままである。
- **気候変動は農業システムに影響があるし、また新興害虫や病害が出るかもしれない。**

一般的に高緯度温帯の先進工業国では農業への影響が農業生産者に適応能力も限られた低緯度亜熱帯と熱帯の発展途上国におけるよりも小さい予想されている。確かに、世界の農業に対する気候変動の影響は、気候条件の変更によるとともに農業生産者の能力と、気候変動に関連した制約に対処できる新しく改良された作物を開発、導入する速度にも左右される。同様に、気候変動に対応する新たな要件を満たすために、作物の管理方法を適応させる必要があるだろう。技術や作物の管理方法を導入するのは、低緯度の発展途上国の方が制約もよりすくない高緯度の先進工業国に比べて難しい課題となる。したがって、最大の課題は、発展途上国にある。ここには先進工業国に比べて貧しく、技術もなくしかもすべての資源が少ないからである。

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

世界のいくつかの地域でいくつかの作物の農業的利益があるかもしれない、一方、農業に対する気候変動の全体的な影響はマイナスになると、世界の食料安全保障の脅威を悪化させると予想される。すでに脆弱で食料保障が良くない発展途上国の人々が最も深刻な影響を受ける可能性がある。IFPRI は、67 億の世界人口のほぼ 40%（25 億に相当する）が、生計を農業に依存しているので、この人々が最も深刻な影響を受けることになる。可能性が高い(IFPRI, 2009; World Bank, 2010)。

IFPRI の分析は、農業と人類福祉が気候変動で悪影響を受ける、特に発展途上国では以下のような事がありえる。

- 最も重要な作物の収量の減少、特に南アジアが大きな影響を受ける
- 灌漑作物の収量が地域ごとに大きく変動するが、南アジアでは全ての作物の収量が減少する
- 最も重要な農作物の価格上昇—米、小麦、トウモロコシ、ダイズ。また飼料の高騰が肉の高騰につながる。
- 2050 年のカロリー供給は、発展途上国全般で 2000 年レベルに対して相対的に低下することで子供の栄養不足が 20%増える。これらの負の影響を改善するために、IFPRI は、71- 73 億米ドルの農業生産への積極的な年次増加投資を推奨して、子供たちの健康と幸福への気候変動の負の影響を相殺するためにカロリー消費を高めようとしている。

気候変動に問題解決への遺伝子組換え作物の寄与

農業が温室効果ガス(GHG)、したがって、気候変動の問題の一つの重要な発生源(14%)であることを考えると、遺伝子組換え作物にもその解決を担う事ができると言える。遺伝子組換え作物は、既に、次の方法で CO2 排出量の削減に貢献していることを信頼できる査読付き出版物に以下のような証拠が出ている。:

- 遺伝子組換え作物には殺虫剤散布が少なく、トラクター/化石燃料の節約をもたらす CO2 排出量削減する。
- 現在と同じ 15 億ヘクタールの耕地で生産性を上げるので遺伝子組換え作物は、土地節約型技術であり、森林伐採を減らし、や CO2 排出量を削減 - 気候変動への主要な寄与できる。
- 除草剤耐性遺伝子組換え作物は、ゼロまたは不耕起が容易にならしめ、その結果土壌炭素量の損失削減と CO2 排出量の削減を大きく達成できる。

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

- 除草剤耐性遺伝子組換え作物は、耕起を減少し、大きな水の保全、土壌浸食軽減を行い、また、有機物を溜め込んで土壌炭素を閉じ込め、CO₂ 排出量を減少させる。
- 遺伝子組換え作物は、従来法で育種をした作物を排除するようなより大きな損害を与える伝染病や食害につながる気候変動や水位気候変動で生産性がなくなった環境下の非生物的ストレス(旱魃や塩害耐性)と生物的ストレス(雑草、害虫や病気の抵抗)を克服できる。例えば従来のワタはオオタバコガで大きな被害を受けるのである地域ではもう栽培できなくなった。
- 遺伝子組換え作物は、より速く、従来の作物より改良できる - そこで「育種のスピード化」戦略の導入が可能になり、より頻繁かつ深刻な変化が起こる気候変動に急速に対応できるようになった。

環境保護者からの遺伝子組換え作物への支持の増加

一般的な環境保護者は、遺伝子組換え作物に反対してきた、一方、気候変動の専門家は、将来の破局を避けるための唯一の救済策としてCO₂ レベルを下げることを使命としてきたが、いまは遺伝子組換え作物を支持になってきた。その理由は、彼らが現実的な救済策つまり食料保障と気候変動の二つの目標を一つのことで達成できる、すなわち「一石二鳥」出ること気がついたからである。気候変動の専門家がついで他の環境学者にプラスの影響を与えた。今回の報告書の持続性の章を読むと遺伝子組換え作物が既に定量的な貢献を持続性に、また気候変動に行なっていることが分かる。- 未来の可能性は莫大である。緑の運動の元指導者、例えば **Mark Lynas** や **Stewart Brand** 現在、遺伝子組換え作物に緑の運動が反対するのは、現在の知識や考え方に照らすとかみ合わないことを認識し、これが遺伝子組換え作物を彼らの食料安全保障と気候変動の戦略分野での社会の利益のための貢献を最適化することから除外したわけである。

Stewart Brand は、「私はあえて環境保護運動は我々が間違っていた。つまり他のものよりも遺伝子工学に反対でより多くの害をなしたと言った。また我々は、人々を飢えさせ、科学を妨げ、自然環境を傷つけ、そして私たち自身のやってきたことや重要なツールを否定した、、、。この二つの組織がイデオロギーのもとで飢餓が彼らのためによいものだとアフリカ人を長時間説得した時にグリーンピース・インターナショナルをリードしているのは誰か、、、また国際地球の友、、、をリードしているのは誰か、、、覚えておく価値がある、、、。」と意見を述べた。**Lynas, Brand** と協力者は、同じことが原子力発電について緑の運動による反対が事態を助けるよりは悪化したときと同じであった。そこでは、核に代わるものとして石炭発電だったが、これが現在主要なCO₂ 発生源および汚染源となっている状況、しかもそれによって気候変動に関連する問題を解決するのではなく悪化せしめていると結論した。

今後の発展の好機

以下の話題について述べる:

- 遺伝子組換えワタ - 現状、まだ見ぬ要望と将来展望
- 疫病耐性遺伝子組換えジャガイモ - 革新的な技術の開発とそのタイムリーな規制緩和で EU が世界をリードできるユニークな機会
- 官民パートナーシップと技術製品の 3 つの流れ: 民間、官民、官
- 2012 年から 2015 年に向けての今後の見通し
- 世界経済危機と世界食糧危機との類似点
- 結び

遺伝子組換えワタ - 現状、まだ見ぬ要望と将来展望

ここでは、過去 15 年間の遺伝子組換えワタの展開の現状と主要な開発の概要だけでなく、まだ見えないニーズと将来の展望についての概説である。著者は Neil Forester 博士と Kater Hake 博士との議論から教えを受け、それらの重要な貢献に感謝します。ワタの世界的な作付けは、2011 年に 3600 万ヘクタールと過去最高に達し、遺伝子組換えワタが 1996 年以来、13 カ国で 1 億 5000 万ヘクタール以上成功裡に栽培されてきた。

2011 年のワタ作付けの増加は、ポンド当たり 0.59 米ドル(キロ当たり 1.30 米ドル)の 2 年前の低価格と比べてポンド当たり 2.05 米ドルのピーク(キロ当たり 4.51 米ドル)になったことによる。栽培面積の大幅な増加は、いくつかの国で報告され、特にインド、米国、中国、パキスタン、オーストラリア、メキシコは、すべての遺伝子組換え品種を導入している国で、生産性の大幅な増加で利益を受け、また、従来のワタに比べ半分ほどの殺虫剤然必要でなかった。

遺伝子組換えワタは、まず 1996 年すなわち遺伝子組換え作物の商業化の最初の年に栽培された。Bt 遺伝子を備えた昆虫耐性ワタ、および除草剤耐性ワタが商業栽培された最初のものであった。商業栽培されている 13 カ国すべてでそのインパクトは、極めて大きく 1996 年に世界で百万ヘクタール未満だったのが、2011 年には約 25 万ヘクタールに成長した。今では、2 つの形質品種のうち害虫抵抗性 Bt ワタが、より大きな免責に植えられている。2011 年には約 1 億 ha 植えられ、スタック品種が 3800 万ヘクタールで、除草剤耐性ワタが 2200 万ヘクタールであることと比べて大きい導入であることは明らかである。Bt ワタがその導入、成長に大きく貢献してきたが、害虫抵抗性(BT)と除草剤耐性のスタック(二重)品種は将来の長期的な成長の可能性を秘めている。遺伝子組換えの導入は、新規参入に加え、既に技術を使用している国での導入率の向上が予想される。1996 年から 2011 年の 16 年間に栽培された遺伝子組換えワタの累積面積は、約 1 億 6000 万ヘクタールで、これは、世界で栽培されたワタの年次面積の 5 倍にあたる。

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

2011年に遺伝子組換えワタを栽培した13カ国で、4カ国が100万ヘクタール以上栽培した。即ちインド1060万ヘクタール、米国400万ヘクタール、中国390万ヘクタール、パキスタン260万ヘクタールだった。他の9カ国は、オーストラリア、アルゼンチン、ミャンマー、ブルキナファソ、ブラジル、メキシコ、コロンビア、南アフリカ、コスタリカであった。2011年、インド(世界最大の綿花栽培国)は、1060万ヘクタール栽培し、遺伝子組換えワタの導入率は、88%の導入率だった。他の国が遺伝子組換えワタを利用しているのとは対照的に、インドは、ハイブリッド遺伝子組換えワタを利用している唯一の国であることは注目に値する。

アメリカ、世界のワタの二番目に大きい生産者は、遺伝子組換えワタを採用するリード国であり、一貫して、新規および改良された遺伝子組換えワタの導入でリーダーシップを発揮している。当初は1996年に、鱗翅目(lepidopteran)害虫のオオタバコガ抵抗性は、1つだけのBt遺伝子を入れてあるが、比較的速くこれは、より耐久性のある抵抗を達成するために2つの遺伝子に増加した。抵抗性の異なるメカニズムを持つ3つの遺伝子を持つ品種がR&Dパイプラインにある。3遺伝子産物は、大幅な鱗翅目(lepidopteran)害虫に対する抵抗性の崩壊の確率を減少するだけでなく、広い範囲の害虫の制御ができる。たとえば、VIP3A遺伝子は、エジプトや中南米など一部の国/地域の重要な害虫であるハスモンヨトウ害虫(*Spodoptera*)の制御ができる。同様に、順番に特定の除草剤に抵抗性を加えると雑草のより効果的に制御することができ、広い範囲の除草剤への耐性をもつ複数の除草剤耐性遺伝子を持つ品種がR&Dパイプラインにある。

1996年から2010年の15年間に遺伝子組換え品種を栽培した農業生産者の所得増加は250億米ドル、2010年単独で50億米ドルであった(Brookes and Barfoot, 2012, Forthcoming)。

遺伝子組換えワタ - 現状、まだ見ぬ要望と将来展望

遺伝子組換えワタ品種導入・栽培をしておらずその恩恵をと利益をまだ受けていない潜在的な最大のグループ受益国は、サハラ以南のアフリカの少なくとも15カ国であり、ここにはそれぞれ10万ha以上の栽培が行われており、その合計の約400万ヘクタールが遺伝子組換えワタの利益を得ることができる。更に北アフリカエジプトが加わることになる。また、利益を得ることができるラテンアメリカの国々もある。これには、パラグアイ(ちょうど2011年10月に遺伝子組換えワタを承認)と中央アメリカの国々には大きなヘクタール数があったが、害虫の蔓延が手に負えなかったため、栽培を中止しなければならなかったところである。東欧、たとえばウズベキスタンなどの国では害虫の圧力は、一般的に低い、遺伝子組換えワタが利益を生むと考えられる。また、65万ヘクタールを栽培しているトルコにも同様な利益を享受できる。要約すると、すでに13カ国で効果的に使用されている遺伝子組換えワタから大幅な利益を得ているので、10万ヘクタール以上のかなりのヘクタール数の栽培をしている少なくとも更に20から25の発展途上国や新興国があると見ることができる。新しい形質品種が導入され、時間が経つに連れてこ

の数字は、増加する。単一の Bt 遺伝子品種を導入している国では、抵抗性が駄目になる前に、すぐに 2 つの遺伝子導入品種に切り替えを完了する課題がある。- オーストラリアでの一年で完全に切替えたのは見習うべき優れた例である。同様に、将来の戦略は、できるだけ早くこれらの害虫抵抗性及び除草剤耐性と最終的にはこれらの形質を重ね合わせた(スタック)品種ができ次第、それらの品種に切り替えることである。

将来見通し

近未来、中長期未来の R&D ささまざまな段階に開発中の多数の新品種がある。それらの例示は、以下に示すものである

:

- 害虫抵抗性 -害虫のオオタバコガファミリー制御が最優先課題であったが、現在、効果的に遺伝子組換え害虫抵抗性ワタ品種で制御されるようになると、当然ながら次の最優先課題に吸引害虫(マキバメクラガメ、lygus とメクラカメムシ、mirids)抵抗性が上がってくる;
- 耐病性 -フザリウム(*Fusarium*)、バーティシリウム(*Verticillium*)、リゾクトニア(*Rhizoctonia*)、ピシウム(*Pythium*)とコットンリーフカールウイルス(CLCV)に対する耐病性- 後者はパキスタンで非常に重要であり、インドのパンジャブ州の一部の地域では、線虫抵抗性が検討されている;
- 非生物的ストレス、特に早魃に対する耐性のある品種。早魃を回避するための重要な段階は、出穂の比較的短い期間であるトウモロコシと違って、ワタでは、開花のはるかに長い期間が必要である。ワタは、主要作物の中で最も早魃耐性のあるものの一つであるが、適切なレベルの早魃耐性を達成するのは難しいが過小評価すべきではない;
- 塩分、高温や低温、および冠水を含む非生物的ストレスに対するより高い耐性;
- 改良された栄養素の利用効率;
- 品質改良された繊維から、優れた油の品質そしてゴシポールがない種子を持つ品種;、および
- 上記の形質の積み重ねと収量自体の向上を光合成などの重要な代謝経路の効率化により収量/生産性の増加が長期的目標

疫病耐性遺伝子組換えジャガイモ - 革新的な技術の開発とそのタイムリーな規制緩和で EU が世界をリードできるユニークな好機

商業品種に野生のジャガイモからの複数の耐性遺伝子の導入した商業品種(cisgenes)は、世界のジャガイモ生産者にジャガイモ疫病への耐性を達成するための最良の好機

である。100 万人が死んだ 1845 年のアイルランド飢饉の原因である。150 年後でもまだジャガイモ (Haverkort ら、2008)³の中で最も壊滅的な病気である。この一つの病気で EU だけで最大 15 億米ドル、世界では 75 億米ドルの損失である。50 年以上の従来法ジャガイモ育種では、耐久性のある抵抗性品種の育種に失敗した。ところが 1980 年代により悪性になったこの病気が出現した。EU 科学者主導で公共および民間機関が協力してジャガイモに疫病の終焉を早めるために、知識と技術を共有する特別なネットワーク (Euroblight) を創設した。cisgene 変換により商業的に重要なジャガイモの品種に多重遺伝子耐性を組み込むことは現実的な解決が可能になった。これは cisgenes に基づいて耐久性のある抵抗を開発する革新的な技術を使用して、いくつかの EU の研究機関によって近い将来使えるようになる見通しである。しかしながら、EU と世界の農業生産者にとって、このユニークな技術革新は、最大で年間 75 億米ドルと見積もられているものの、面倒な EU 規制で課された障壁が解決することができない限り、実現することはできない。これは、この技術が完全に世界レベルで利用可能性になるようにコスト/時間の効率的な方法で cisgene 品種の商業生産が実行可能な規制の枠組みを開発するのに世界的リードを取るための EU のユニークな好機である。簡単に言えば、EU がこの革新的な技術の世界的なリードをとり、重要なのは、実施可能な信頼性が高く、厳格であり、かつ過重な負担を強くない適切な科学ベースおよび時間/コスト効果のよい規制システムを創成することであり、その要点は以下の通りである。

- それは、EU の科学政策の指令で、EU によって支持された革新的な技術であり、EU の科学者がその開発に世界的なリーダーシップを発揮している。この遺伝子ジャガイモの R&D プログラムを支援している EU 加盟国は、オランダ、イギリス、デンマーク、ドイツである；
- 150 年以上にわたり、世界を悩ませてきた壊滅的なジャガイモ疫病に、初めて持続的かつ耐久性レベルの抵抗性付与した。これは今日世界で毎年 75 億米ドル、EU で 15 億米ドルの被害がある；
- この成功は、農薬の使用の減少につながり、より安全で持続可能な環境に貢献する。最大利得は EU 諸国にある。たとえばオランダは、毎シーズン 10 から 15 回殺菌剤を散布しているので、ここではより集中的な生産システムを創成できる；
- この技術で収量向上したジャガイモは世界の食料安全保障に貢献する - ジャガイモは世界で 3 番目に重要な食料作物である。殺菌剤の散布回数があまりにも高価であるポーランドなどの集中度の低い作付体系を持つ国では疫病が生産性を成約しているので生産性の増加は、より一層高くなる。生産性を高め、疫病を制御するノウハウを EU の国際的な開発プロジェクトを介してとジャガイモを栽培している発展途上国 (世界の半分以上のジャガイモを生産している) と共有することで食料安全保障と貧困の緩和など社会的・人道的目標を達成できる；

³ Haverkort AJ, PM Boonekamp, R Hutten, E.Jacobsen, LAPLtz, GJT Kessel, RGF Visser, and EAG van der Vossen, 2008. Societal Costs of Late Blight in Potato and Prospects of Durable Resistance Through Cisgenic Modification. Potato Research 51:1(47-57), <http://www.springerlink.com/content.215p35563774g367/>

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

- ジャガイモの従来法での育種は非常に時間と資金がかかる。しかもそれだけでは疫病に対する抵抗性に作れない。従来の育種プログラムと遺伝子操作を組み合わせが大幅なコストと時間を削減する可能性を秘めている;
- cisgenes 技術を使用した本質的な複数のマーカーフリーR 遺伝子を組み込むことで改良した遺伝子組換え作物は、耐久性のある抵抗性を付与し、完全に共存が可能である。EU には、交差育種可能な近縁野生種ジャガイモは存在しない。キャノーラ油のような作物とは違って、受粉による交差は、栄養増殖するジャガイモでは使えない技術である;
- 気候変動に伴う新たな緊急課題、育種プログラムから新規に育種された品種の輩出やこのニーズを満たすための新しいバイオテクノロジーは新たな緊急の課題である。気候変動の結果、より多くの圧力と緊急性が出てきている。例えば、より頻繁に、より深刻な疫病、害虫の蔓延、旱魃に対抗することが求められている。;
- 急速な利益を拡大のユニークな好機である。ウイルス病や害虫抵抗性をコードする既に開発された導入遺伝子の追加/ピラミッドを通しての成功を収めている疫病対策を構築することで好機が生まれた;
- 国際的に認められた機関/ EU における公共部門と民間部門から企業は、疫病に耐性のある最初の品種(BASF 社からの「Fortuna」)の開発を2014/2015 めざして既に従事している。今緊急に必要とされているものは、政治的意思と5億のEU 市民に利益をもたらすことができる技術の実用化のためにコスト/時間の効果的な規制緩和の科学的根拠に基づく承認システムを創成する実装するために、EU からの支持である; 重要なのはEU の支持がEU の公共機関や企業が食品技術のイノベーションを奨励し、食料安全保障への取り組みで世界的なリーダーシップを発揮することになる。これはEU の政策とも整合性がある;
- トランスジェニックとは異なり、cisgenics は、属を超える遺伝子を含まない。したがって、規制機関は、負担の少ない科学ベースの要件を適用して、正当に責任ある規制緩和を行える。そのような適切な規制は、EU における公共部門の機関に大きなインパクトをあたえる。世界的には特に特に資源の乏しい発展途上国では、食料安全保障を確保するために新しい技術を緊急に必要としているが、禁止されていることと規制緩和を受けるためのやEU のような有利な市場への輸入承認が得られないため cisgenics とトランスジェニックのどちらにも関与することができない。

ヨーロッパのいくつかのグループが最近、遺伝子組換え規制の見直しを求めている。2011年10月、41人のスウェーデンの先端生物科学者が社会が技術の科学的根拠に基づく評価を用いた遺伝子組換え作物の恩恵を受けるようにするヨーロッパの規制を改

正する必要性について、政治家や環境保護者への手紙を提出した。英国の科学者からスウェーデンの請願を支持した。ヨーロッパからの最近の出版物(Tait and Barker, 2011)⁴も、遺伝子組換え作物の EU 規制の変更を求め、それは世界の食料安全保障と現代のバイオテクノロジーの管理運営に関連した欧州の問題に焦点を当て、以下の結論を導いた。

- 科学の進歩ではなく、欧州の規制システムは、技術ベースの問題解決が農業の未来の一部であるかどうかを決めている。
- 遺伝子組換え作物はすでに増加収量、作物管理のやりやすさと予測、農薬使用の削減、収穫後の作物の損失の削減に貢献している。
- トップダウンの政府からボトムアップガバナンスに向けての脱却があった。これの基本的な前提はより民主的な意思決定につながることである。
- ガバナンスベースのアプローチと予防原則の間の相互作用は、遺伝子組換え作物の規制上の意思決定プロセスが政治的動機による当事者からの影響が及んでいることを暴露した；
- 市民の陪審員グループに焦点を当てた調査から、遺伝子組換え作物は、確かに他のどの技術よりもよく吟味されている；そして
- EU の主な関心事は、ヨーロッパは、自分の食料安全保障のニーズを満たし、他の世界の政策の食料の要求に貢献するなら、食料安全保障に貢献する科学技術を有効にする必要があり、規制の変更が必要になるとしている。

ジャガイモ疫病に関する上記の提案の全文は、ISAAA 報告書 43 号に収載されている。

官セクターと民間セクターのパートナーシップと技術・製品の三つの流れ：民間、官民と官

•民間セクターの流れ

世界に焦点を絞った多国籍企業とホーム/地域の市場に焦点を当てた国の独自の先発企業から遺伝子組換え作物の民間セクターの流れは、第一世代の遺伝子組換えトウモロコシ、ダイズ、ワタ、キャノーラで 1 億 6000 万ヘクタールの大半を占めており、民間セクターで栽培され、開発されている。

•官民パートナーシップの流れ

インドの Mahyco の Bt brinjal プロジェクト、モンサント社、2017 年までに遺伝子組換え早魃耐性トウモロコシをアフリカに提供するための Gates/Buffer 財団のプロジェクト、とブラジルの既に商業栽培が承認されている除草剤耐性ダイズを持っている EMBRAPA / BASF プロジェクトに代表される遺伝子組み換え作物の官民パートナーシップの流れ；そして

•官セクターの流れ

⁴ Tait J and G. Barker. 2011. Global food security and the governance of modern biotechnologies. EMBO reports (2011) 12, 763 – 768 (<http://www.nature.com/embor/journal/v12/n8/full/embor2011135a.html>)

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

中国科学院農業アカデミー (CAAS) によって開発された Bt の融合遺伝子ワタ、中国での標準フィールドの生産試験を受けて承認されたフィターゼトウモロコシと Bt イネに代表される遺伝子組換え作物の官セクターの流れ; コーネル大学で Gonsalvez 博士によって開発され、ハワイで実用化したウイルス耐性パパイヤ、そして最近承認された EMBRAPA のビーンゴールデンモザイクウイルス (BGMV) 耐性 5.1 遺伝子組換えインゲン豆はブラジルで EMBRAPA によって完全に開発された。

上記の取り組みは、非常に印象深い進展である、特に開発途上国のリーダーである BRIC-ブラジル、インド、中国によるものが印象的である。中国やブラジルのような発展途上国のリーダーの公共機関への投資は大きくしかも急速に増えている。ブラジルの EMBRAPA の年間予算は 11 億米ドルであり、独自能力を拡大し、独自の開発及び承認を行っていることは、その将来をよく占っている。インドと同様に、中国はトマト、ジャガイモ、キャベツ、ピーマン、チリなどのトランスジェニック野菜のプロジェクトのポートフォリオを持っている。特に重要なのは、マーカーの選択から遺伝子組換え、遺伝子組換え作物に至るまで、適切な遺伝子組換えに関する知識と経験の共有を含む南-南協力関係を構築するエキサイティングな新しい制度を構築している。それはブラジルと中国の両方がアフリカの農業開発への支援を増加させ、適切な遺伝子組換え作物の応用を移転するところまで来ている。ブラジルの「セラード」のようなメガ農業環境のための南の熱帯の国で開発された技術が、温帯農業の環境で開発した技術よりもアフリカのためのより適切であることが高い可能性がある。さらに、アフリカとブラジルの両方は、熱帯の環境であるため、それらは、悪くなることが予想される熱帯の気候変動と関連付けたより高い温度、などの相互に重要な新しい作物生産の制約に対処する共同プロジェクトを構築する機会を持っている。アフリカは、2010 年の世界人口の 6 分の 1 未満の 10 億人から急上昇して 3 倍の 36 億人になり、2100 年には世界の 3 分の 1 以上の人口を抱えることになる。そこでこれからは、確保できるかぎりのパートナーが必要になる。

2012 年から 2015 年のミレニアム年に向けて

2012 年から 2015 年の 4 年間の遺伝子組換え作物の導入は、3 つの要因に依存します: 最初に、適切な信頼性のあると時間対効果/コストの規制システムのタイムリーな実施、第二に、強い政治的意思と資金と資源サポート、第三に先進工業国とアジア、ラテンアメリカ、アフリカの発展途上国の優先事項を満たすように改良された遺伝子組換え作物の継続的な波である。

組換え作物商業化 20 年の残りの 4 年間で遺伝子組換え作物の見通し、2012 年から 2015 年には、慎重ながら楽観的と評価される。大きな飛躍の年だった 2010 年の翌年に続いて 2011 年は、遺伝子組換え作物のヘクタール数の増加は、歴史的にも実質的にもこれまでの 2 番目に高く、すべての局面で大きな進展があった。2011 年は、今日までの成長を固めるときと捉えられる。2012 年もこれが継続するものと予想される。つまり新規参入があつて世界 30 カ国が遺伝子組換え作物を栽培すると予想される。2011 年

と2012年の上昇を総合して考えるとより一層活発な期間が続くと予想され、初めて年間最大10カ国が遺伝子組換え作物を導入することで～2015年には～40カ国になると予想される。これらの新しい遺伝子組換え作物を導入国は、最大7カ国がサハラ以南のアフリカ諸国(規制当局の承認に従う)、おそらくラテン/中央アメリカと西/東ヨーロッパのいくつかの追加の国があり、アジアの3つの国を含めることができそうである。西ヨーロッパは、特に予想が難しいところである。その理由は、問題が科学と技術的な考えではなく、政治的な性質のものであり、活動家グループの思想的見解に影響されているからである。疫病に抵抗性バイオジャガイモ、(前述)は、世界的に遺伝子組換え作物の恩恵を受ける国の数が増えて参加するEU内の選ばれたジャガイモの栽培国には、魅力的で、絶好の好機である。

四大面積遺伝子組換え作物(トウモロコシ、ダイズ、ワタ、ナタネ)の導入率を上げるかの性は大きい、2011年には世界の可能な総面積3億2000万ヘクタールのうち1億6000万ヘクタールになる。まだ、1億5000万ヘクタール導入可能である。このうち3000万ヘクタールが中国にあり、中国では、肉の消費が増えることでトウモロコシが資料として必要になる。近未来・中期未来には、遺伝子組換えトウモロコシとイネの米の展開、早魃耐性形質(トウモロコシが最初でその後他の作物)品種のタイミングが有力な、さらなる遺伝子組換え作物の導入を触媒することになる。害虫、雑草、病気によって引き起こされる損失から作物を保護することにより、歩留まりや生産の大幅な増加を実現した第一世代の遺伝子組換え作物とは対照的に、第二世代の遺伝子組換え作物は、農業生産者に製品の品質を向上と言う新しいインセンティブを提供することになる。例えば、よい品質形質であるビタミンA強化イネ、ダイズでは、トランス脂肪と飽和脂肪酸の少なく、且つオメガ3脂肪酸の豊富な品種が、展開されてきてこれまでの形質に加えて消費者に優しい形質をもったものが出てくる。五年前に北米では、遺伝子組換え除草剤耐性小麦の導入を延期したが、この決定が見直されている。多くの国や企業は現在、早魃耐性、耐病性および品質向上を小麦で高速トラッキング開発している。最初の遺伝子組換え小麦は2017年頃に商業化の準備ができていると予想される。

要約すると2015年のミレニアム目標年までとそれ以降の見通しは、励みになるようなものである:アジアとラテンアメリカが主導する遺伝子組換え作物栽培国は10カ国の増加が見込める。また、アフリカによく当てはまる慎重な楽観論がある; 2013年に、北米での最初の早魃耐性トウモロコシのリリースで計画されている。アフリカでは～2017年までリリースの予定; ゴールデンライス2013/2014年にフィリピンでリリースされる; 中国で遺伝子組換えトウモロコシ～3000万ヘクタール栽培される可能性があり、その後、Btイネの導入が予定されているが、アジアだけでもイネ世帯の10億人の貧しい人々に大きな利益をあげる可能性を秘めている。遺伝子組換え作物は、万能薬ではないながらも、2015年のミレニアム開発目標年には大きな貢献ができる。WEMAプロジェクトのような新しい博愛慈善のGates財団やBuffet財団に支援されている官民のパートナーシップによって、作物の生産性を最適化することで、貧困を半分に切ることに貢献できる。

世界経済危機と世界食糧危機との類似点

現在の世界的な経済危機の5つの側面は、今起こっている世界的な食料安全保障の危機と似ている。

- 第一に、主要な基本的な制約が技術的というより政治的なものである。
- 第二に、両方とも緊急行動と前例のないレベルの金融・物質的支援が必要であり、もしも適切かつ緊急の是正措置がとられていない場合、すでに世界社会の一部に既に荒廃を引き起こし、また社会を不安定にする悪い影響を包含している。
- 第三に、過去とは違って、ブラジルや中国のような新興国をリードする国々が、嵐を乗り切つてよくやっており、これまで世界の政治組織をリードしてきた伝統的な西洋諸国よりも善戦している。
- 第四に、危機を解決しようとする試みは、バンドエイドアプローチに似ているが、事態の深刻さと緊急性に対応した即時大手術を必要としている。 - **少な過ぎて、遅すぎる**
- 第五にそして最後に、世界には陣頭指揮者が欠けているのでリーダーシップがない。つまり信頼を持っている信頼性と有能な指導者を必要としているが、危機を解決するために組み立てられた指揮者のいない世界のオーケストラを指揮する国際社会の信頼を持っている信頼性と有能な世界的キャンペーンをとる陣頭指揮者がいない。

この危機を解決するために以下の大きな3つのステップが順次必要である：

- 世界社会では、課題の認識と共通の理解と課題分析力をもたねばならない - 知識の共有の重要性。
- **最初に問題を見極め、解決策を共有する** - 問題解決における二つの連続の手順は、問題の見極めと解決である。
- **The 公共と民間セクターは、工業先進国、新興国、発展途上国を問わず共有する実践計画に同意し、協力しなければならない。**

結び

農業が 10,000 年前に始まって以来消費した食料の二倍を次の 50 年間に世界は二倍の食品を消費することになる - 驚くべきステートメント！！しかし、残念ながら、世界社会の大半は、この明日の世界を養う手ごわい課題と技術の潜在的な貢献、特に新しい革新的なバイオ技術の役割を全く認識していない。例えば組換え作物が1億6000万

ヘクタール、地球全体の耕地の10%で成功裏に栽培されていることは知られていない。新しい革新的な作物バイオテクノロジーの課題と役割に意識の欠如を考へて、ISAAAは、10年以上前に遺伝子組換え作物についての科学的根拠に基づく知識を自由に世界中で共有できるプログラムを開始した。勿論一方では、社会が独立して情報を得て決定する自由と権利を尊重しながらである。2つのイニシアチブは、特に成功している。第一は、遺伝子組換え作物とその影響の世界的な状況についてISAAAの年次報告書(Brief)である。最新の2010年のISAAA報告書にある主なる発見は、世界75カ国以上、40以上の言語で18億人(世界人口の4分の1)に届いていると推定している。-出版物は、2000を超えるマルチメディアレポートを介して拡がり、報告書(Brief)は、遺伝子組換え作物に関する出版物で最も広く引用された。第二のイニシアチブは、発展途上国にとって特に関心のある遺伝子組換え作物の主要な動向をまとめた週刊メールである。作物バイオアップデート(CBU)という無料の週刊電子ニュースレターは、現在200カ国、120万人の購読者に届いており、その翻訳は、中国語、アラビア語、インドネシア語、スペイン語、ポルトガル語、フランス語を含む世界の主要言語の10以上がある。2011年には、CBUの購読者数は、遺伝子組換え作物についての知識のための途方もない知識の要望があり、毎月平均して~15,000増加した。CBU購読者の約80%はISAAAのクライアント/パートナー国である発展途上国からです。購読者は、属性は数の多い順で、次のようになる。学生(35%)、教員と教員(32%)、科学者や研究者(12%)、民間セクター(9%)、政府関係者(6%)、およびNGOとメディア(6%)。

ISAAAは、先進工業国、特に民間セクターから作物バイオテクノロジーの応用を創造的な新たなパートナーシップを確立するために移転を容易にするために20年以上前に設立されました。移転は、世界で最も貧しい人々でかなりの集団を代表する発展途上国の小規模な資源の乏しい農業生産者の利益のためでした。1990年のISAAAの創設に続いて、新しい革新的な遺伝子組換え作物の潜在的な社会の意識の欠如が、その受け入れに大きな制約となっていることが明らかになった。また、この技術の反対者による潤沢な資金力と豊富な誤情報キャンペーンによって更に遺伝子組み換え作物受け入れが悪化した。

要約すると、ISAAA 20年以上前に創業以来3つのことがらを擁護してきている。

- **第一に** ISAAA は、新しい作物バイオテクノロジーの応用に関する科学的根拠に基づく知識の共有を図り、新しい革新的な遺伝子組換え作物の社会意識、理解と受け入れを高めて、食料安全保障と発展途上国における貧困の緩和に貢献することができるように働いた。
- **第二に**、ISAAA は、知識を共有し、発展途上国の小規模な資源の乏しい農業生産者の利益のために遺伝子組換え作物の移転を容易にして、創造的かつ革新的なパートナーシップを確立している。

- 第三に、ISAAA は、遺伝子組換え作物は革新的な技術の成果であることを確認し、以下のように定義した。「脅威としてではなく、変化を管理運用する能力」(James 2010)。遺伝子組換え作物は万能薬ではないが、明日の世界を養い、10億人の人々を苦しめている貧困を緩和するため、どんな方策においても不可欠な要素である。

ISAAA は、3 つの事柄を擁護している。即ち、知識を共有し、創造的なパートナーシップと技術革新の決定的な重要性は、カンヌ、フランスで 2011 年 11 月に G20 で Bill Gates 氏によって提案され、次の段落にまとめられたアクションと一致している。

Bill Gates 氏は、G20 首脳グループに開発を進める技術革新により多くを投資するように以下のような発言をもとめた。「世界を変えるための最も強力な力....なぜなら....技術革新は、根本的に発展の軌道をシフトするものである。」 「インパクトとあるイノベーション:21 世紀の開発への資金調達」と題する:Gates レポートを G20 の指導者に提出した。これは、フランスのサルコジ大統領の招請で準備したもので、開発のためにより多くの新しい創造的方法を見つけることを目標にしている。Gates 氏は、以下のように結論している。「技術革新は、それが持っている可能性があるため、開発では大きな役割を果たすことはない。ある種の技術革新は豊かな国では、直ぐにもものになるが、貧しい国では、何十年もかかってボツボツと行き渡るものである。貧しい人々のための具体的技術革新のペースは遅すぎるものです。しかし、私は、それをスピードアップすることができ、急速に成長している G20 の国は、特にこれを改善できる立場にあると信じています。」 Gates 氏は、G20 は開発のための最も優先度の高い技術革新を定める必要があることを示唆し、彼の財団が喜んでこれに参加するとした。「技術革新の体系的なリストを出発点として、G20 は、加盟国は、特定の技術革新と一緒に働けるような合意を作ることを助けることができる。このアプローチは、農業、保健、教育、ガバナンス、インフラなどの開発の多くの重要な分野で技術革新を加速させる可能性がある。」と意見を述べた。また革新する能力は豊かな国にだけあるものでなく、「1 つの手に先進工業国を別の手に発展途上国をもつバイナリモデルは、互いに関係のないことである。このユニークな組み合わせは、彼らの洞察力と開発のための画期的なツールを作成するスキルの両方を与えることになる。」 Gates 氏は、以下のように発言して G20 に協力を求めて、「三角パートナーシップにかなり多くの資金を費やします - これは伝統的な提供者、急速に成長している国、貧しい国で成り立つものです。長い目で見れば、最貧国の利益のために世界の組み合わせリソースを展開する方法のモデルを提供するものです。」以下のようにそして結論づけをした。「与えられた経済条件での援助予算上のプレッシャーがたくさんあるが、援助は政府支出のごく一部である。世界が援助に戻ってカットすることで、帳簿のバランスをとれず、世界経済の成長潜在力と数百万の人々の生活と世界の安定に取り返しつかない損害を与えます。」(Gates, 2011; SciDev, 2011 年 11 月 4 日。)⁵

⁵ Gates, B.2011.Innovation with Impact: Financing 21st Century Development. <http://www.thegatesnotes.com/Topics/Development/G-20-Report-Innovation-with-Impact> News by Shama, Y. 2011. Gates tell G20 innovation is the key to development. 4 November 2011, <http://www.scidev.net/en/science-and-innovation-policy/innvation-policy/news/gates-tells-g20-innovation-is-the-key-to-development.html>

G20 は、Gates 氏の提案を支持するために会議の終わりに G20 のサポート確認する以下の声明を発表した。「優先の技術革新を動かすために三角形のパートナーシップを奨励するために....Gates 氏の提案のための会議を確認する G20 のサポートの終了時に声明を発表した....と農業生産と生産性を向上させるためにキャパシティビルディングや知識の共有を強化するために熱帯農業イニシアチブを確立する。

Gates 氏の提案に呼応して、ブラジルの F. Reifschneider 氏(アフリカ・ブラジル農業イノベーションマーケットプレイスの共同議長)は、以下のことを確認した。「**Bill and Melinda Gates** 財団は、ブラジルをサポートし、特にさらに、アフリカ諸国とその専門知識を共有する EMBRAPA を支援する。Gates 財団は、アフリカ・ブラジル農業イノベーションマーケットプレイスにプラットフォームに追加の 250 万米ドルをもってを参加する。Gates 氏は、FARA、EMBRAPA、世界銀行、IFAD、DFID、ブラジル協力庁(ABC / MRE)とともに力を合わせる。アフリカの参加者がそれぞれの国に関連する問題を識別し、ブラジル人は彼らの経験に基づいた解決を考えて、ともに働きます。」(<http://www.africabrazil.org/>)。食料安全保障と貧困削減の面でブラジルによって発揮されるリーダーシップが適切におこなわれていることが Lula 大統領の 2011 年に世界食料賞を受賞したことで認められたと言える。

世界的に遺伝子組換え作物に関与する公共セクターと民間セクターと同じく政治的、その提供者である科学者コミュニティおよび発展途上国パートナーが関わる国際社会は、差し迫った世界的な食料危機の重要性と緊急性を世界に認識させるために 2015 年の MDG 年を十分に活用していませんでした。世界の食料不安が回避されるべきであり、他のオプションが存在しないなら、何もしないことが与える人道的影響を社会に知らしめる緊急アクションが必要であり、遺伝子組換え作物などの革新的な技術が食料安全保障と「食と貧困の緩和への権利」の行使に重要な貢献ができる。提案されている革新的なパートナーシップは、北、南、東と西のすべてのポイントで公共と民間の両方のセクターを包含し、遺伝子組換え作物の生産性を最適化する意欲的個人や機関の努力を集約することができる。一方、少ないリソースで、2015 年及び以降も貧困を軽減するために役立つ。貧困、飢餓と栄養失調を緩和するのミレニアム開発目標のゴール年の 2015 年(たまたま遺伝子組換え作物の商業化の 20 年の終わりに当たる)までに半減することに 3D 戦略(開発、規制緩和と展開)をもって一人の地球市民として約束することで貢献する以外にこれ以上のものはない:

- **DEVELOP** : 技術革新を促進するパートナーの間で知識を共有することをよく認識した革新的な遺伝子組換え作物の利用を開発;
- **DEREGULATE** : 科学ベースで、コストと時間の効果的な規制緩和システムの傘下で、革新的な遺伝子組換え作物の応用の規制緩和、および
- **DEPLOY** : タイミングを捉える費用を最小限に抑え、そして食料安全保障、

Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

と貧困の緩和への貢献を最適化するために、タイムリーに革新的な遺伝子組換え作物を展開。

3D 戦略は、世界の 10 億人の貧しい人々の生存に捧げられ、彼らが不必要に苦しむ不条理はわれわれの社会に受け入れられないことを認めるものである。