

—環境安心イノベーションプログラム—

植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発

事後評価

2002年度～2009年度(8年間)

プロジェクトの概要

公開

NEDO

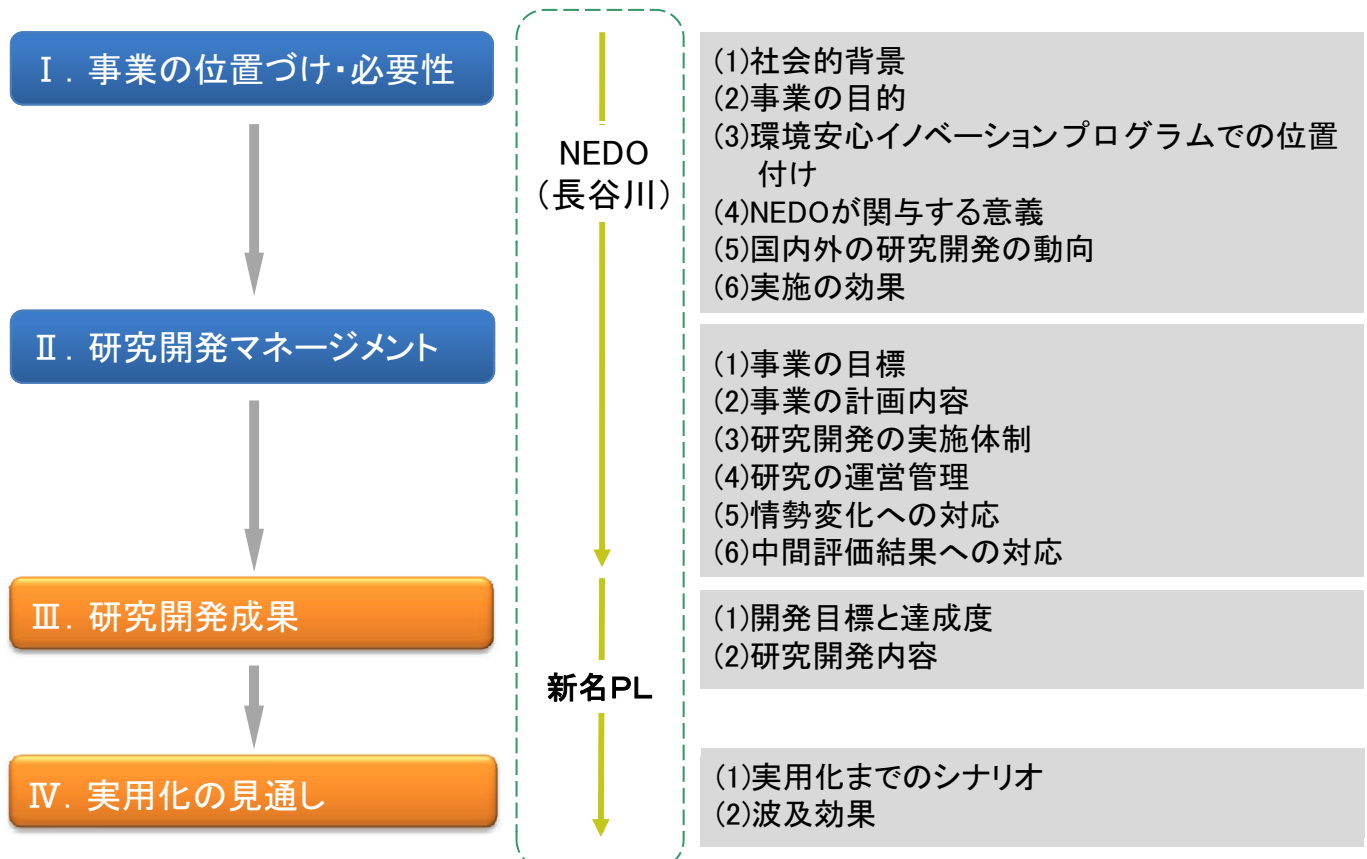
バイオテクノロジー・医療技術部

2010年 8月 18日

01 / 52

発表内容

公開



02 / 52

社会的背景(1)

・ 総合科学技術会議の分野別推進戦略 (平成13年9月)

「近年急速に蓄積されつつある**ゲノム情報**や目覚ましい進展を見せている**ゲノム関連技術**を活用し、**生物の持つ多様な機能を高度に活用**することによって、**有用物質の効率的な生産技術**や**環境汚染物質の分解**を行う等、**環境対応型の産業技術を開発**する」

社会的背景(2)

・ 総合科学技術会議の分野別推進戦略 (平成18年3月)

「**微生物・動植物を用いた有用物質生産技術開発**」が重要な研究開発課題として選定された。

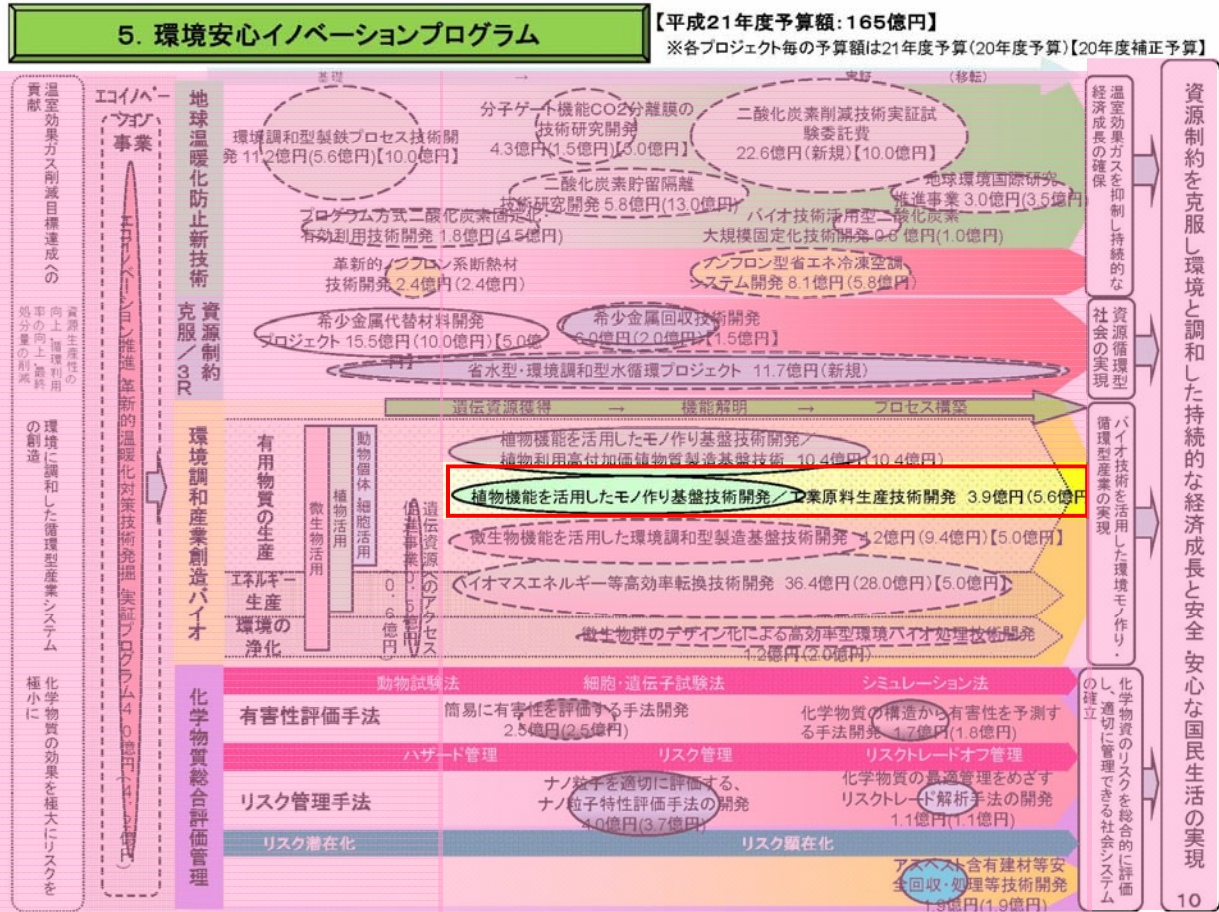
事業の目的

化石資源に
依存した化学工業を
始めとする生産システム

生産プロセスに関連した
バイオテクノロジー技術基盤を構築

植物を用いたバイオプロセス
構築のための
基盤技術開発

環境調和型
循環産業システム



NEDOが関与する意義

<植物を利用した工業原料ソースの抜本的変換を目指す>

- 化石資源・燃料の使用削減
- 循環型社会構築に貢献
- 農業とは異なった新しい植物利用産業の創造
- 国家戦略上重要



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

実施の効果

■短期的視点から

(プロジェクト総予算62億円)

1. 経済効果(市場規模)

アミノ酸	1兆円	広葉樹パルプ	4,200億円(日本)
トリテルペン	7,000億円	天然ゴム	1兆円
アスタキサンチン	200億円	ヒアルロン酸	100億円

計 約3兆円/年

2. 植物の基礎・応用科学への貢献

研究開発用リソースの整備、DNAマイクロアレイ、遺伝子発現制御の新知見
植物代謝機能の統合データベース(継続的バージョンアップが重要)

■長期的視点から

各種植物の応用分野(食品、医薬品等)へ波及

化石資源からバイオマス資源への変換、地球温暖化防止、
地球環境の保全(二酸化炭素吸収効果)、持続的発展の達成

21世紀の人類の課題

京都議定書

削減目標 = 1億6,800万トン

海外の研究開発の動向(1)

世界の遺伝子組換え作物栽培状況(2008年)



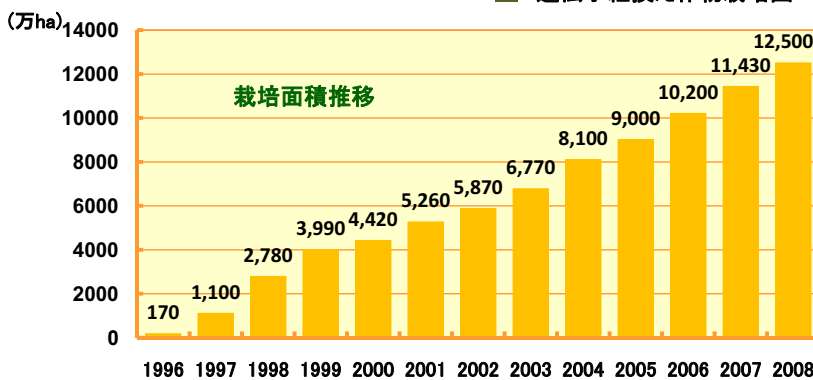
栽培国: 25カ国
栽培面積: 12,500万ha
(対前年9.4%増)

植物遺伝子組換え開発

農作物



**機能性食品、
エネルギー作物
(バイオ燃料)**



海外の研究開発の動向(2)

1. 植物ゲノム解読の進展

米国: 省庁横断(USDA,DOE,NIH,NSF,OSTP,PMB)の先端植物ゲノム
 国家プロジェクト (National Plant Genome Initiative: 1998~2013,5年単位)など

2002 時点
シロイヌナズナ



**イネ、トウモロコシ、ポプラ、ソルガム、タルウマゴヤシ、トマト、
 ミヤコグサ、コムギ、ブドウ、ダイズ、ジャガイモ、ブラキポディウム**

日本が貢献

ギガシーケンサーでさらに加速

2. メタボローム解析、トランスクリプトーム解析の進展

米国、ドイツ等の民間企業(種苗大手、ベンチャー)による大量資金投入→解析加速

3. 対象植物、導入形質の拡大(野外試験栽培)の拡大

遺伝子組換え樹木: ポプラ、**ユーカリ**、マツ、リンゴ、パパイヤ、サクラ など
 (FAO資料(2004)で229例/日本国内は3例)

導入形質: 乾燥耐性コムギ(アフリカ、豪)、栄養価向上(ゴールデンライスなど)
 医薬品(ワクチン(Dowなど))、工業原料(アミロペクチン(製紙用、BASF))
 品質向上(高糖含量ライグラス)、増収 など

事業の目標(2009年)

最終目標(2009年度)

モデル植物と特定の実用植物を用い、物質生産系を解析し(cDNA取得・解析、物質生産経路・機能解析、物質生産系における調節遺伝子等の機能解析)、作成した統合データベースを活用して、目的とする工業原料を、適当な部位・時期に、適当な量を効率的に生産させる技術基盤を構築する。

中間目標(2005年度)

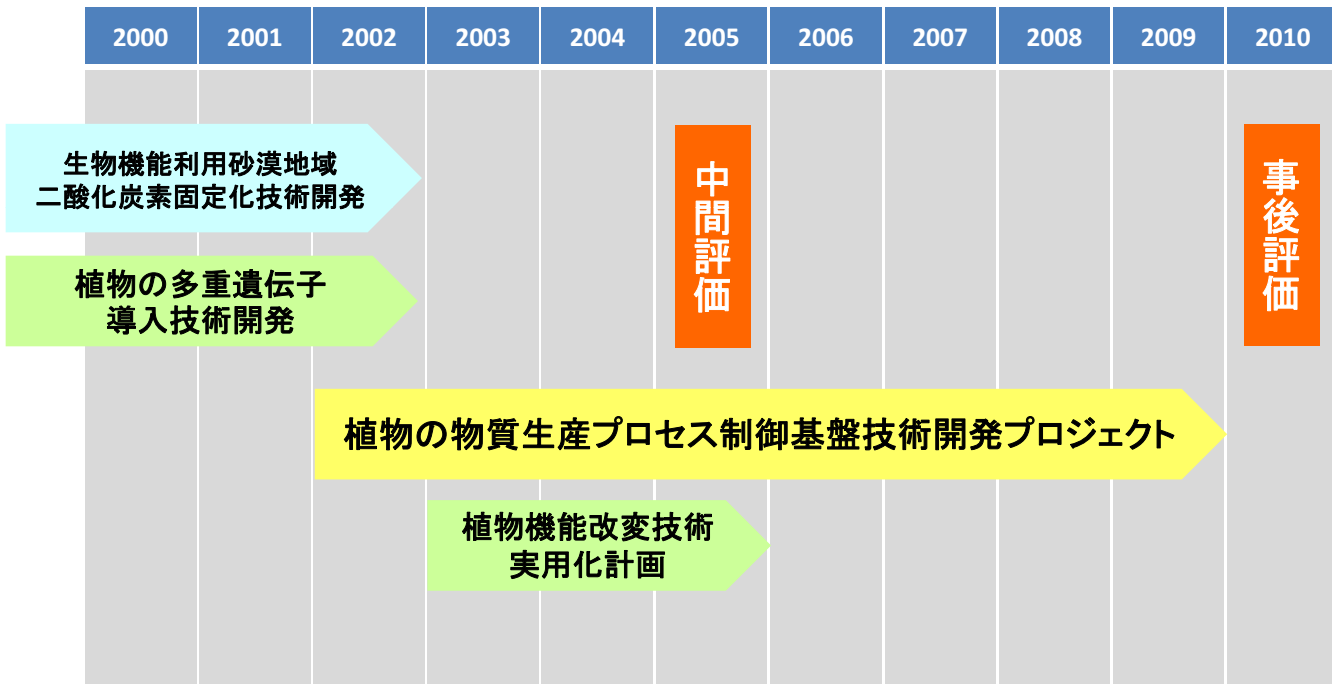
モデル植物を用いた物質生産系の解析では、cDNAの整備を進め、主要な物質生産系の生成物や経路、関与する酵素や遺伝子、これらを調節する機能の解析を行い、実用植物の目的物質生産系の解析に資する統合データベースを構築できる見通しを得る。

実用植物を用いた物質生産制御技術の開発では、cDNAの整備を進め、モデル植物で得られる知見を活用しながら、特定の目的物質生産系の生成物や経路、関与する酵素や遺伝子、これらを調節する機能の解析を行い、主要遺伝子を見極める。

研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	研究開発目標	根拠
①モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析	モデル植物と特定の実用植物を用い、 物質生産系を解析 し(cDNA取得・解析、物質生産経路・機能解析、物質生産系における調節遺伝子等の機能解析)、作成した 統合データベースを活用 して、目的とする工業原料を、適当な部位・時期に、適当な量を効率的に生産させる 技術基盤を構築 する。	実用植物に目的とする物質を効率的に生産させるためには、実用植物が有する代謝経路を解明した上で、制御することが必要である。 実用植物における代謝経路や関連する遺伝子の情報は乏しく、あっても断片的であるため、ゲノム情報の蓄積が進み、実験系なども確立されているモデル植物を選定し、モデル植物の代謝経路や関連する遺伝子を解析しデータベース化した上で、実用植物とのゲノム比較等の手法により解析することが最も効率的である。 このため、モデル植物のcDNAを取得、解析し、物質生産系の経路を解析するとともに、 代謝に関連する遺伝子や調節遺伝子の機能を解明した上で、統合的なデータベースを構築 することが必要である。
②実用植物を用いた物質生産制御技術の開発		実用植物に目的とする物質を効率的に生産させるためには、目的とする物質に関連して実用植物が有する代謝経路を解明した上で、合目的に制御することが必要である。このため、 実用植物のcDNAを取得した上で、モデル植物における解析データを参照しつつ、物質生産系の経路を解明するとともに、生産や調節に関連した遺伝子の機能を解析 することが必要である。また、外部遺伝子を導入する場合は、導入する遺伝子の機能を解析した上で、実際に 遺伝子改変等を行う ことにより、確認試験を行うことが必要である。

研究開発のスケジュール



研究項目と主たる実施機関

① モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析

実施者	研究開発期間	基本計画における実施項目			
		cDNAの取得及び解析	物質生産系の経路と機能の解析	物質生産系における調節遺伝子等の機能の解析	統合データベースの作成
かずさDNA研	H14~21	○	○	○	○
味の素	H14~18	—	○	○	○
RITE	H14~21	—	○	○	○
タカラバイオ	H14~17	○	○	○	○
産総研	H14~21	○	○	○	○

② 実用植物を用いた植物の物質生産制御技術の開発

実施者	研究開発期間	基本計画における実施項目				
		cDNAの取得及び解析	物質生産系の経路と機能の解析	物質生産系における調節遺伝子等の機能の解析	目的物質生産に関する遺伝子等の解析	モデル植物や実用植物を用いた確認試験
日本製紙	H14~21	—	○	○	○	○
王子製紙	H14~21	○	○	○	○	○
日立造船	H14~21	○	○	—	○	○
ブリヂストン	H14~21	○	○	—	○	○
常磐植物化学研	H14~21	○	○	—	○	○
植物工学研究所	H14~16	○	○	—	○	○
海洋バイオ研 キリンHD	H14~21	—	○	—	○	○
東洋紡	H14~21	—	○	○	○	○
バイオ組合	H14~21	○	○	○	○	○

事業の開発予算(実績)

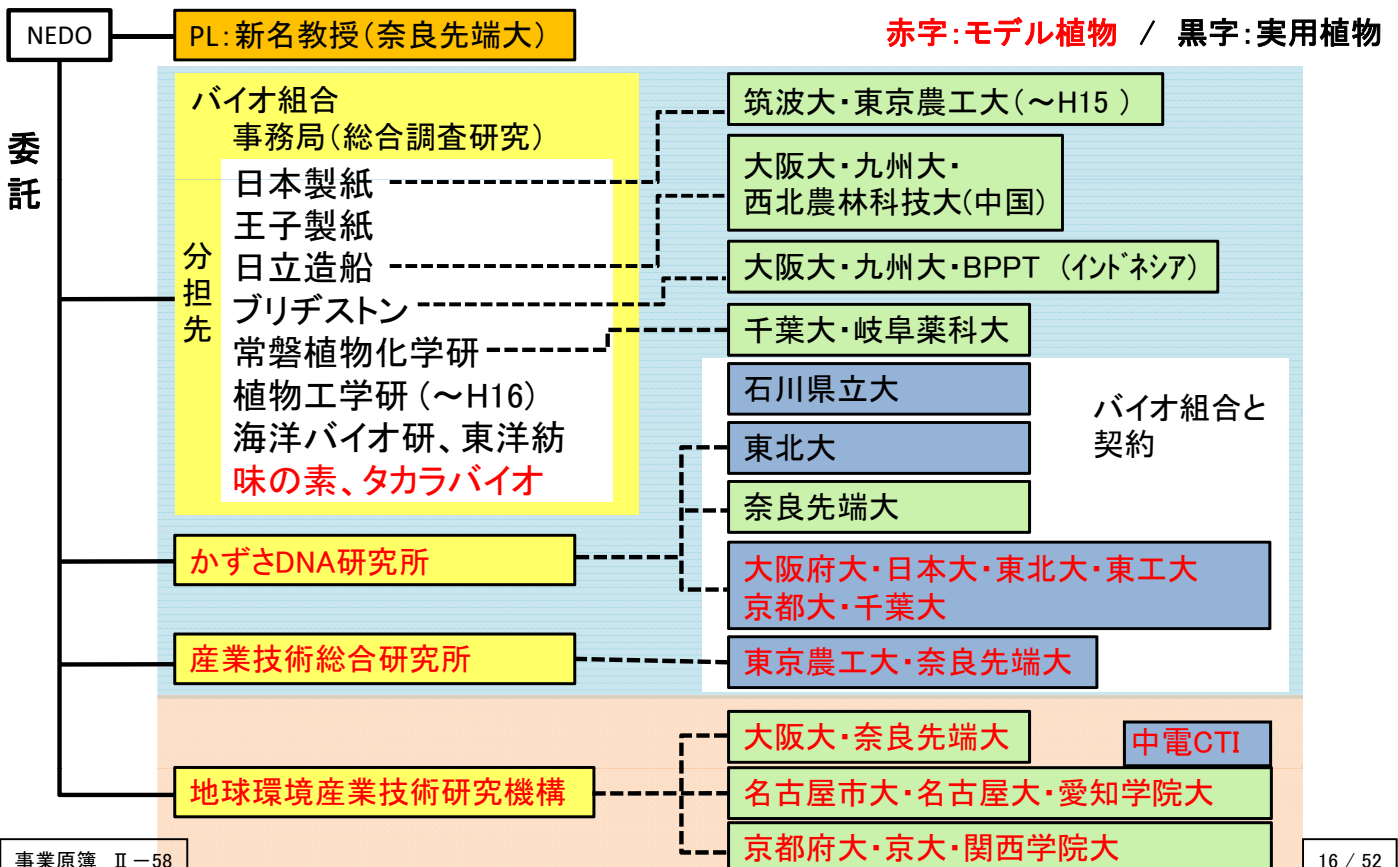
①計画内容

主な実施事項	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	
①モデル植物	←			中間評価	→					事後評価
②実用植物	←				→					

②開発予算(実績) (単位:百万円)

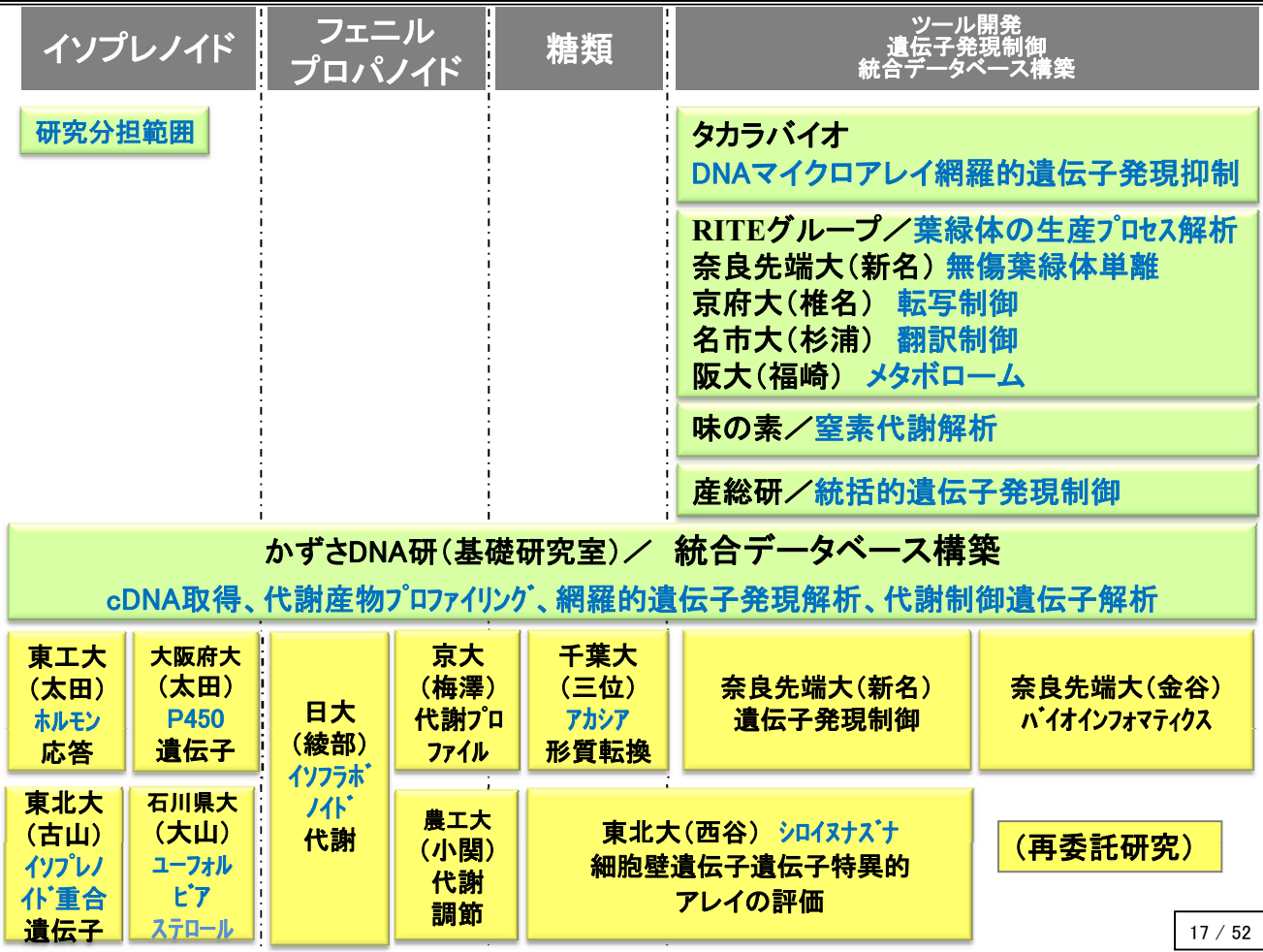
会計・勘定 (単位:百万円)	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	総額
特別会計	880	862	819	980	848	757	627		5,773
一般会計								427	427

事業体制



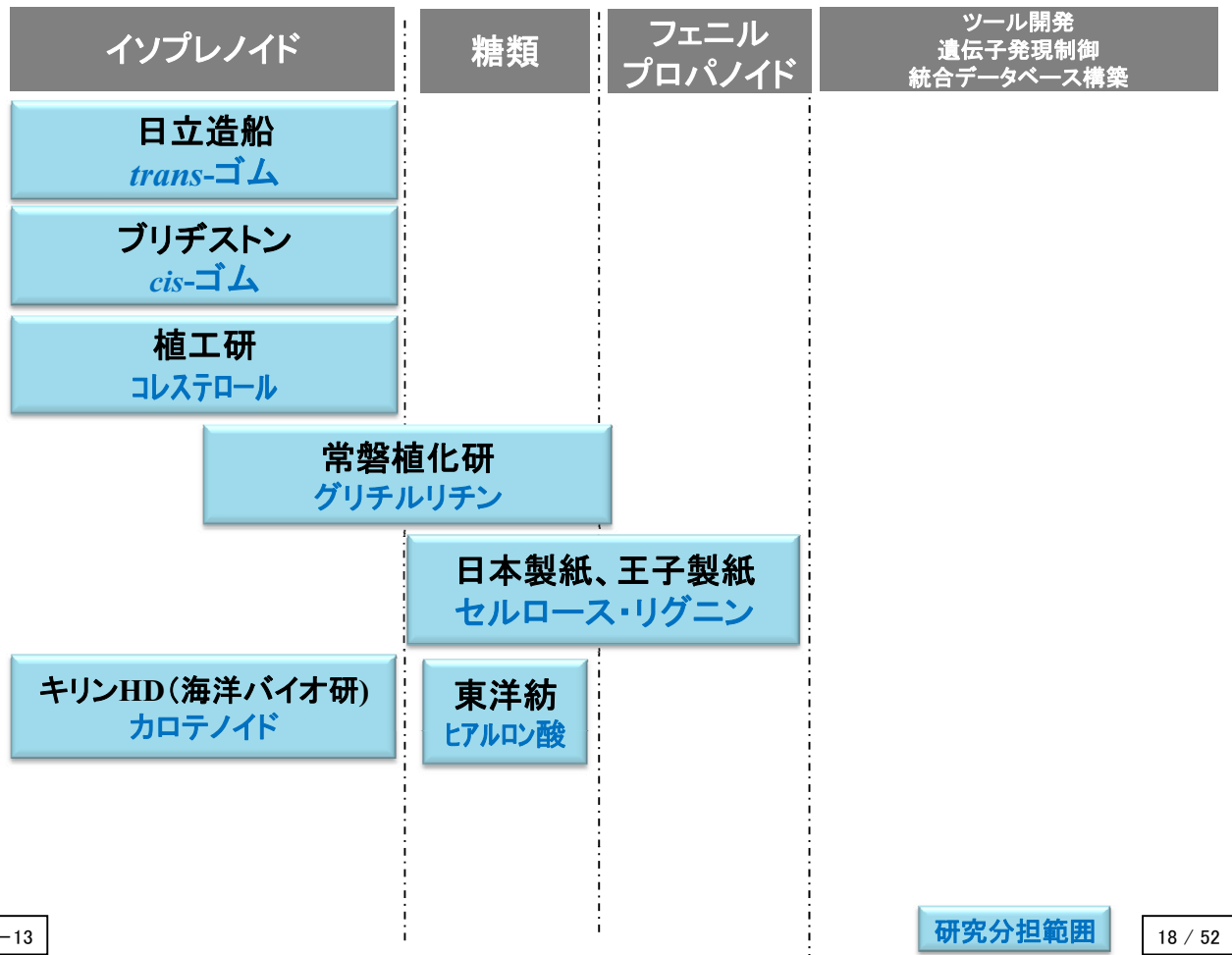
2. 研究開発マネジメントについて (1)NEDOの事業としての妥当性

① モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析



2. 研究開発マネジメントについて (1)NEDOの事業としての妥当性

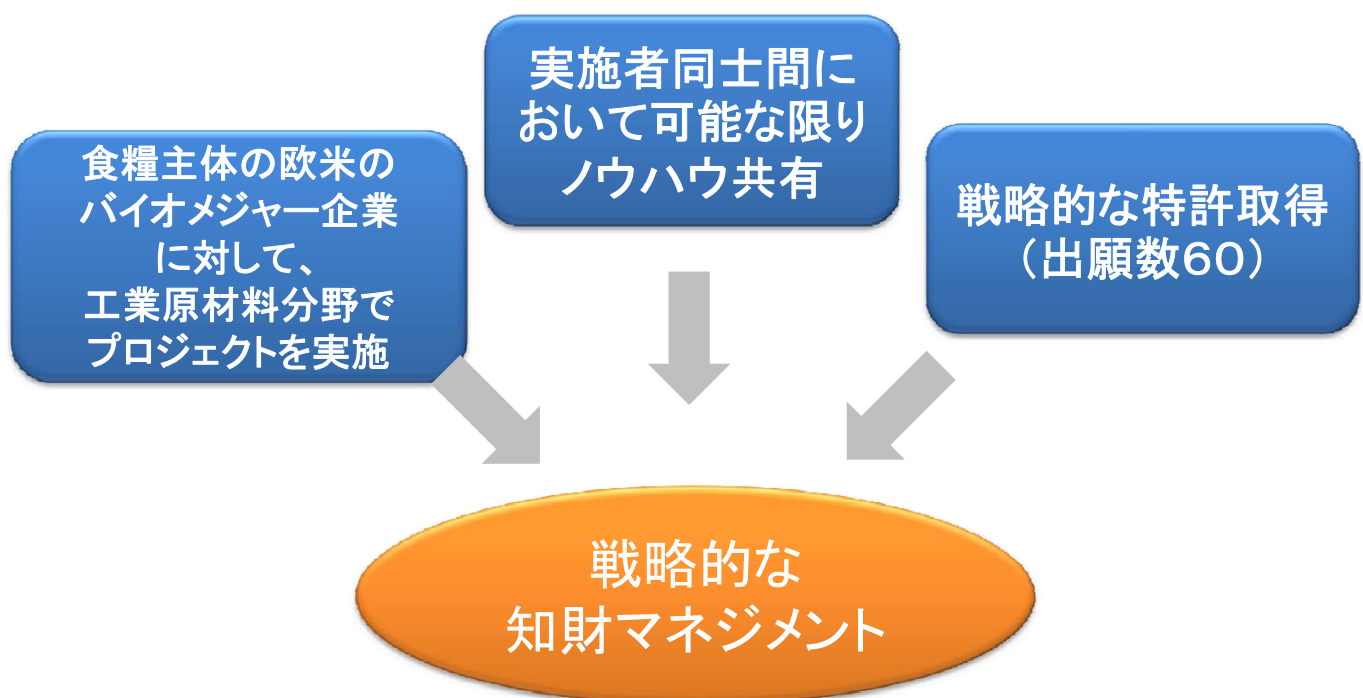
② 実用植物を用いた物質生産制御技術の開発



事業体制の妥当性

- **NEDO**: 公募により、事業化可能な企業を含む研究チームを構成
 - ・代謝に共通する解析はかずさDNA研、産総研他で実施し、かずさDNA研にて統合データベースの構築を行った。これらの知見を活用して、連携しながら実用チームの研究を実施。 **<各機関の強みを活かした体制で推進>**
 - ・物質生産の場である葉緑体の特殊性を考慮して、RITE、名古屋市大、京都府大が共同して研究を実施。
 - <十分な情報交換を行い、重複を避け、効率的な研究を推進>**
- **NEDO**: 全体会議を定期的に行い、全体進捗を管理するとともに、日々の進捗をマネジメントした。
- **PL, SPL**: 全体を統括し、さらに、各企業(海外を含む)の実施場所を訪問して具体的な助言を行った。
- **各チーム**: 実用化シナリオに基づき、企業の特徴を活かし、知財のライセンス取得等を実施した。
- **バイオ組合**: 全実施者を包含する研究開発委員会を運営。また、大部分の実施者について、事務処理を行った。

知財マネジメント



情報変化等への対応

情 勢	対 応
急速な分析機器の進歩とカルタヘナ法への対応が迫られた。	(加速財源により、)分析機器の購入、GM植物栽培のための施設整備を行った。
キメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術が基礎研究段階から実用段階に適用可能になった。	産業技術総合研究所においてキメラリプレッサー技術を用いた植物物質生産に関与する転写因子の機能解析を開始した。
植物工学研究所が閉鎖、さらに、その一部を取り込んだ海洋バイオ研究所も閉鎖。	キリンホールディングスが継承した。

加速財源投入実績(新規技術)

- ・ 16年度、産総研で新規に開発されたキメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術を利用した植物物質生産に関与する転写因子の機能解明を開始した。
- ・ 19年度、王子製紙にユーカリマイクロRNAアレイによる新規な遺伝子発現プロファイル解析技術を導入した。
- ・ 20年度、産総研にヒアルロン酸分析システム他を導入、キメラリプレッサーによるヒアルロン酸生合成制御機能解析を促進した。

加速財源投入実績(分析機器整備)

- ・ 15年度、かずさDNA研に遺伝子発現機能解析装置を導入して、遺伝子機能解明の研究促進を図った。
- ・ 17年度、かずさDNA研に精密質量測定用質量分析装置(UPLC-Q-TOF-MS)を導入し、微量な二次代謝産物のハイスループットな検出を行った。その結果、テルペノイド化合物、カロテノイド化合物の同定が進んだ。
- ・ 17年度、常磐植物・ブリヂストンにカスタムアレイ、ブリヂストンにアレイスキャナーを導入し、実用植物の遺伝子解析を促進した。

加速財源投入実績(分析機器整備)

- ・ 18年度、かずさDNA研にUPLC用PDA(フォートダイオードアレイ)を導入し、代謝物同定をさらに進めた。
- ・ 19年度、日立造船にリアルスペクトル顕微鏡を導入、ゴムの生産機構解析を促進した。
- ・ 19年度、かずさDNA研に光散乱分子量測定器を導入し、遺伝子組換えにより合成されたヒアルロン酸の評価を行い、研究を促進した。

加速財源投入実績(カルタヘナ法対応設備の整備)

- 17年度、筑波大に樹木用特定網室を導入し、カルタヘナ法対応研究を促進した。
- 18年度、筑波大に隔離ほ場を設置し、カルタヘナ法に対応すべく野外栽培研究を促進した。

↑
10m
↓



- 20年度、石川県立大に特定網室等を導入し、カルタヘナ法対応研究を促進した。

中間評価結果への対応(1)

→「概ね現行通り実施して良い。」との評価

下記は、主な指摘事項に対する対応

指摘	対応
目玉となる成果を早く提出できるように重点的なサポート	モデル植物グループの迅速な代謝産物解析及び実用植物グループの遺伝子発現解析に加速財源を投入した。 産総研の保有する独自技術であるCRES-T 法による技術開発を追加し、鍵遺伝子の制御に関する研究を行った。
物質生産の効率に希望が持てない課題があれば今後の資金投入を避けるべき	実用化を念頭に置いて、課題抽出及び達成の可能性をH17年度中に見極めた。 さらに国際的な重要性を評価し、H18年度以降、メリハリのある資金配分を実施した。
エネルギー需給の情勢も踏まえて、実用植物を用いた物質生産技術の開発を重点化	燃料及び工業原料として重要であり、省エネルギー、省資源となる実用植物についてトチュウやパラゴムノキでのゴム生産の開発を加速した。
国のリーダーシップのもと、国内各地の実証研究設備拡充や安全性を考慮した新たな実証プロジェクトの立案	加速財源により筑波大に特定網室、及び隔離ほ場を、石川県立大に特定網室を設置。経済産業省のプロジェクトとして、閉鎖型人工環境制御下での高付加価値物質生産を目的とした「植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発」プロジェクトを立ち上げた。

中間評価結果への対応(2)

指摘	対応
安全性に関する啓発活動、技術的裏付けについても、専門家の観点から意識してさらに積極的に取り組む	パブリックアクセプタンスを目的とする活動を継続的に実施した。安全性に関する実験的証明とマスコミの活用を含めた広報活動(市民講座、国際ワークショップ)を実施した。本プロジェクトの成果、遺伝子組換え植物による植物育種の重要性と必要性についても広報を行った。
少量で付加価値の高い物質に関し、現行の製造プロセスに比べて、省エネルギー等、環境負荷軽減がもたらされる等の、ダウンストリーム全体を見た優位性を考慮すべき	少量で付加価値の高い物質について、製品化迄の全工程を考慮し、現行の製造プロセスと比較して省エネルギー、環境負荷軽減等優位性の有無をH17年度中に明確にし、H18年度以降にメリハリをつけた資金配分を行った。
省庁の壁を越え協力し、重複することなく協調して最大限の成果をあげる努力が重要	理研、及び農林水産省研究機関との間で共通の連携可能な課題に関して協調的に研究を実施した。
共同研究先・再委託先の研究を必要があれば取捨選択して統合し、事業目標に沿った研究として成果が得られるようにすべき	プロジェクト目標との整合性をH17年度中に、共同研究先・再委託先毎に評価し、H18年度以降の実施計画でテーマを取捨選択した。

研究開発委員会および分科会の開催

- ・ 全受託者及び外部学識経験者からなる研究開発委員会を設置・開催した。
- ・ 関連の深い課題を実施する受託者及び外部学識経験者による分科会を催し、効率的な情報交換を行った。

	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
研究開発委員会	2回	1回	1回	0回*	2回	3回	2回	2回
分科会	2回	3回	3回	5回	3回	2回	2回	2回

* : 平成17年度は中間評価対応で全て分科会として詳細検討を実施した。

個別研究開発項目の目標と達成状況(1)

	研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題
1)	cDNAの取得及び解析	cDNAクローンの整備及びデータベースの構築	モデル植物ミヤコグサでcDNAが取得され、部分塩基配列(EST)が解読され、代謝関連遺伝子に関しては完全長cDNAが解読された	◎	次世代シーケンサーによる実用植物のゲノム解読及びcDNAクローン取得
2)	物質生産系の経路と機能の解析	物質生産経路の解析及びそれに関与する酵素の特定等	モデル植物を中心とした遺伝子発現解析、メタボローム解析により代謝解析が進んだ	◎	次世代シーケンサーによる遺伝子発現解析技術、メタボロームの同定技術の発展が必要
3)	物質生産系における調節遺伝子等の機能の解析	調節遺伝子及び転写因子の塩基配列と機能解析	代謝に関わる調節遺伝子の解析が進み、遺伝子過剰発現系統、抑制系統の整備が進んだ	◎	特定の調節遺伝子の解析が進んだが、全体像を明らかにするにはさらなる研究が必要
4)	統合データベースの作成	植物の物質の生産系に関する統合データベースを作成する	植物の代謝に関する世界最大級の統合データベースが構築された	◎	さらなる情報の集積と維持管理が必要である

個別研究開発項目の目標と達成状況(2)

	研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題
1)	cDNAの取得及び解析	cDNAクローンの整備及びデータベースの構築	アカシア、ユーカリ、カンゾウ、トチュウ、パラゴムノキでのcDNAの取得と部分塩基配列解析が進んだ	◎	次世代シーケンサーによる網羅的なcDNA解析が必要
2)	物質生産系の経路と機能の解析	物質生産経路の解析及びそれに関与する酵素の特定等	実用植物での代謝経路の解析が進み、目的とする酵素が特定できた場合もあった	◎	次世代シーケンサーによる遺伝子発現解析、メタボロームの同定が必要
3)	物質生産系における調節遺伝子等の機能の解析	調節遺伝子及び転写因子の塩基配列と機能解析	ユーカリにおける転写調節遺伝子の解析が進んだ	◎	多くの実用植物では転写調節遺伝子の解析が必要
4)	目的物質生産に関する遺伝子等の解析	組換えによる宿主への導入や実用化に必要な知見を得るための遺伝子の解析	それぞれの実用研究チームが対象とする遺伝子に関する解析が進んだ	◎	統合データベースのさらなる活用による解析が必要
5)	モデル植物や実用植物を用いた確認試験	モデル植物や実用植物の遺伝子改変を行い、確認	対象とする実用植物での遺伝子導入技術が開発され、遺伝子導入効果が確認できた	◎	遺伝子導入の効率の改善が必要

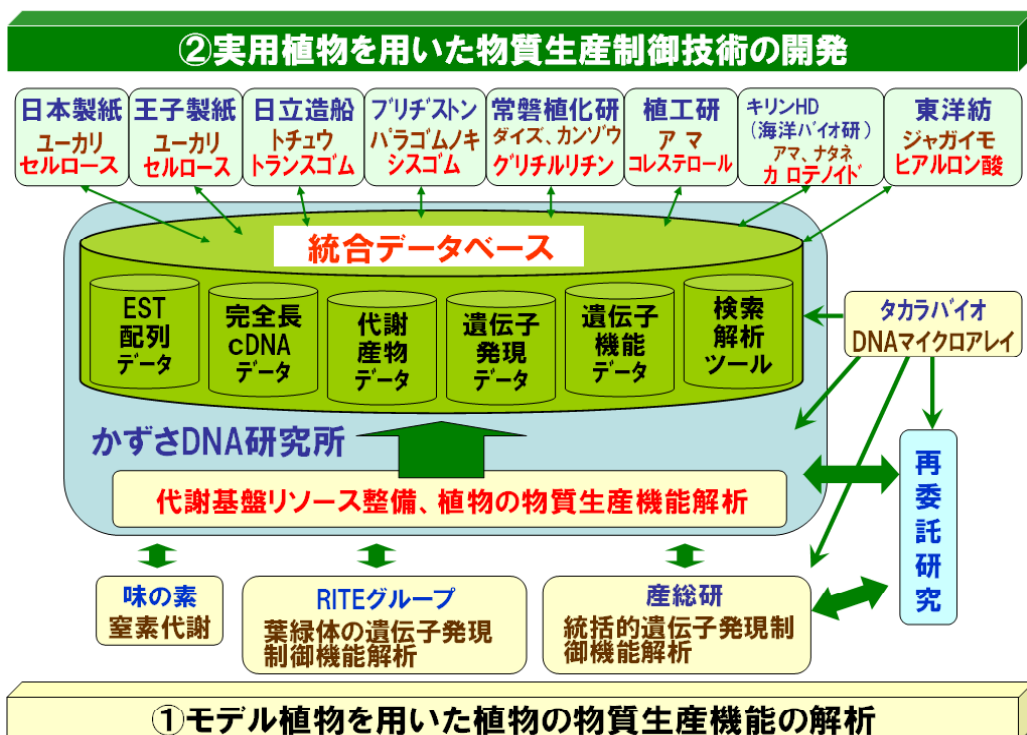
各個別テーマの成果

①モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析

- ① 物質生産プロセス基盤リソースの整備と植物の生産機能の解析 (かずさDNA研)
- ② 窒素化合物の物質生産プロセスの解析 (味の素)
- ③ 葉緑体における物質生産プロセスの解析および制御基盤技術 (RITE)
- ④ 遺伝子特異的cDNAマイクロアレイの開発および
遺伝子発現制御技術の開発とデータベース化 (タカラバイオ)
- ⑤ 植物の統括的な遺伝子発現制御機能の解析 (産総研)

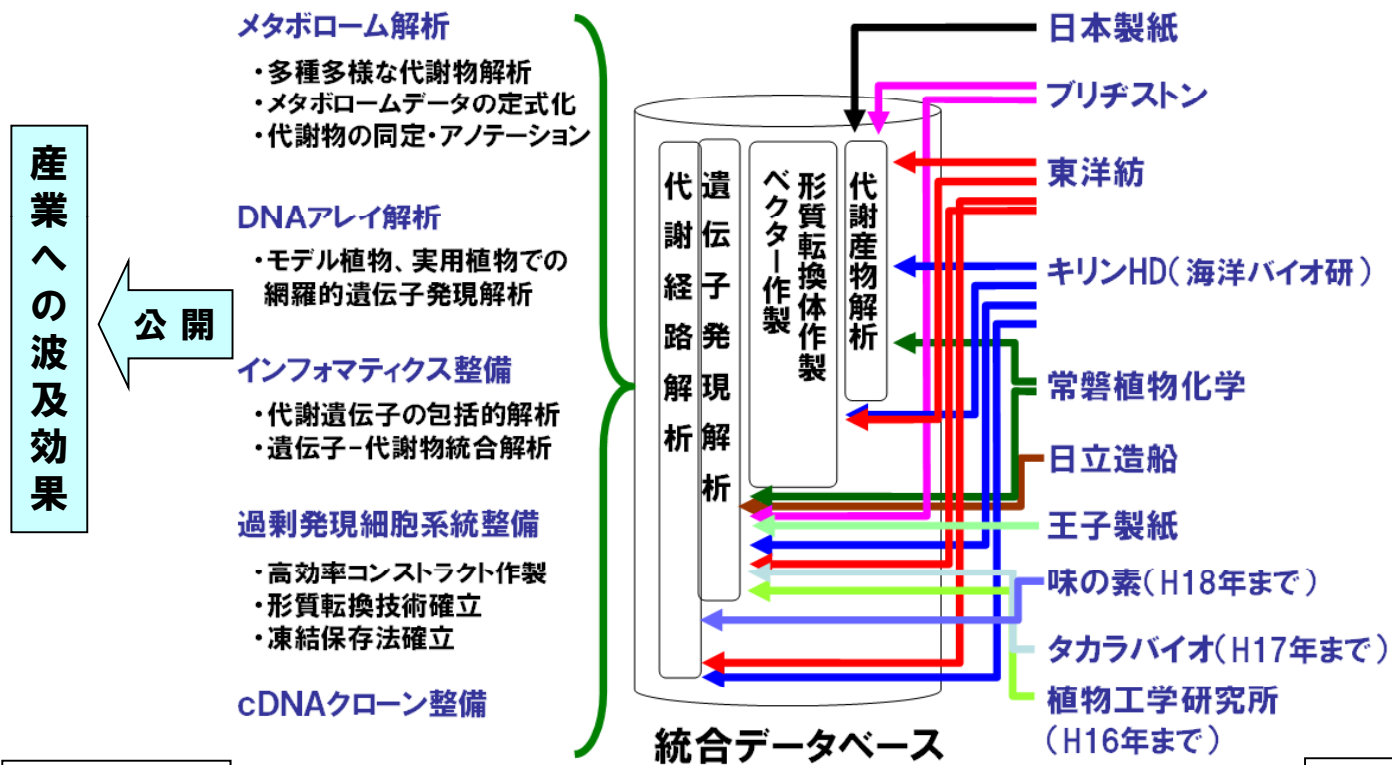
モデル植物を用いた代謝基盤リソースの整備と植物の物質生産機能の解析

統合データベースの構築によるプロジェクト推進に貢献

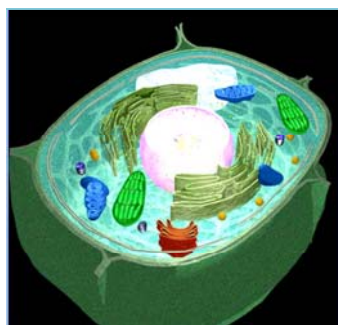


モデル植物を用いた代謝基盤リソースの整備と植物の物質生産機能の解析

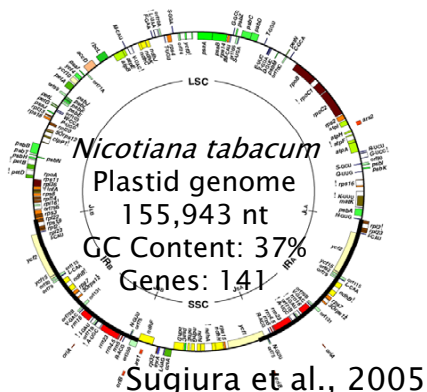
実用研究グループとの連携による研究開発の促進



葉緑体における物質生産プロセスの解析および制御基盤技術開発



- ・ 導入遺伝子の高発現が可能(核遺伝子組換えの20-30倍)
- ・ ジーンターゲティング(特定遺伝子の破壊、高発現)
- ・ 母性遺伝である(花粉による拡散がほとんどない)
- ・ ジーン・サイレンシングが無い



研究課題: 物質生産のための

- 葉緑体遺伝子発現の転写過程での制御
- 葉緑体遺伝子発現の翻訳過程での制御
- 基幹代謝系のプロテオミクス
- 基幹代謝系のメタボロミクス

葉緑体における物質生産プロセスの解析および制御基盤技術開発

成果の例 組織特異的な葉緑体プロモーターの同定(タバコ)

A. 葉での高発現	▷ <i>psbA, psaA</i>	根での特異的発現	▷ <i>accD</i>
B. 生殖細胞(葯、胚珠)	▷ <i>accD, clpP</i>		
C. 登熟最初期/終期	> <i>rpoB, rpoA</i>	登熟初期/中期	▷ <i>accD</i>

翻訳効率の異なる種々の5'-非翻訳領域(5'-UTR)の取得

既存分析法では難しかった糖リン酸化合物の高感度一斉検出系を確立
CO₂固定経路の主要化合物をほぼ全て分析

生葉におけるCO₂固定、炭素代謝の速度を分単位で解析する技術を開発

超微量高精度定量解析システムの開発
ホルモンの内生レベルが10⁻⁹~10⁻⁶ M程度。高感度の分析手法はELISAが主流。しかし、類縁体による交差反応が問題。低拡散型ナノLCシステムとイオントラップ型質量分析を組み合わせ、安定同位体希釈により達成した。

植物の統括的な遺伝子発現制御機能の解析

(1) 転写因子遺伝子の過剰発現

ERF、DOF、BZF、MYBLを中心に分子系統解析等により対象遺伝子を選定
→ 過剰発現シロイヌナズナT87培養細胞および植物体を作製して解析
→ 渇水耐性・バイオマス生産、収穫後鮮度維持などに有用な遺伝子を取得

転写因子の過剰発現による栄養成長期の増大及び渇水耐性の向上



・栄養成長期の増大
・渇水耐性の向上
・灌漑水利用効率の向上

有用物質・バイオマス生産量の増大
灌漑水消費・コストの低減
渇水・旱魃による被害の低減

植物の統括的な遺伝子発現制御機能の解析

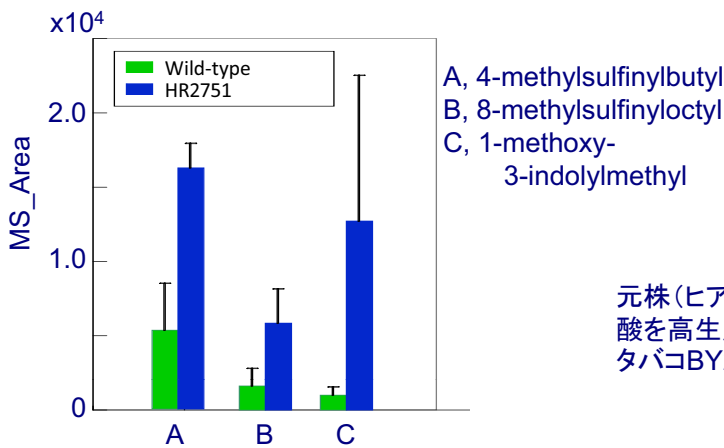
(2) 転写因子のターゲット遺伝子群の発現抑制

種々の代謝遺伝子と発現パターンが類似する転写因子の遺伝子に着目

→ 転写因子をキメラリプレッサー化した遺伝子を導入し、ターゲット遺伝子群の発現を統括的に抑制

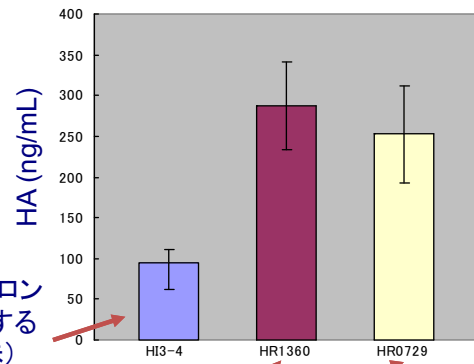
→ グルコシノレート、脂質、リグニン、ヒアルロン酸量などを向上、変化させる転写因子遺伝子の単離に成功

グルコシノレート生産量の増加



事業原簿 Ⅲ-63~65, 75, 76

ヒアルロン酸生産性の促進



元株(ヒアルロン酸を高生産するタバコBY2株)

ヒアルロン酸生成量が増加した2種類のキメラリプレッサー導入株

37 / 52

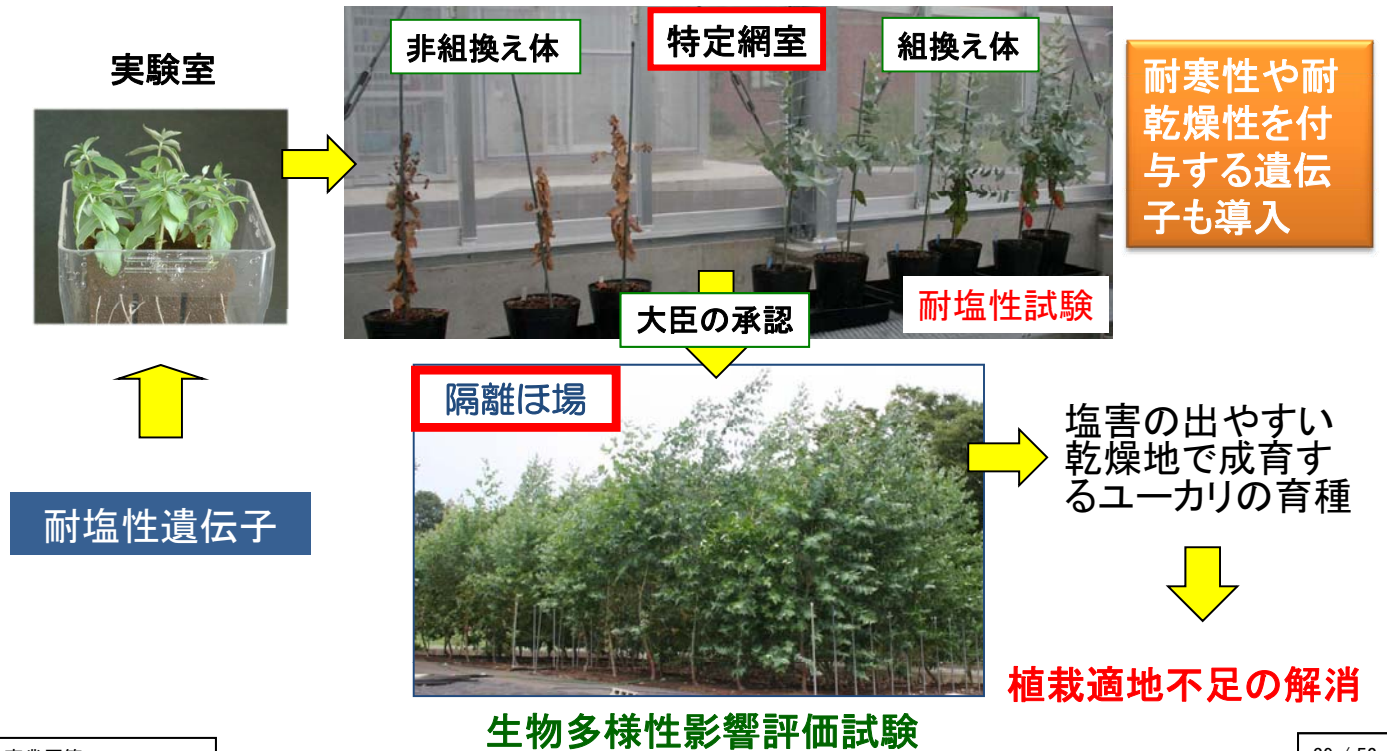
各個別テーマの成果

② 実用植物を用いた物質生産制御技術の開発

- ① 環境ストレス耐性ユーカリの作出と安全性評価 (日本製紙)
- ② パルプ原料のユーカリ繊維の改質と増産 (王子製紙)
- ③ トチュウゴムの生産制御 (日立造船)
- ④ パラゴムの生産制御 (ブリヂストン)
- ⑤ カンゾウのグリチルリチンの増産 (常磐植物化学研)
- ⑥ カロテノイド生産制御技術 (海洋バイオ研・キリンHD)
- ⑦ 植物によるヒアルロン酸の生産 (東洋紡)

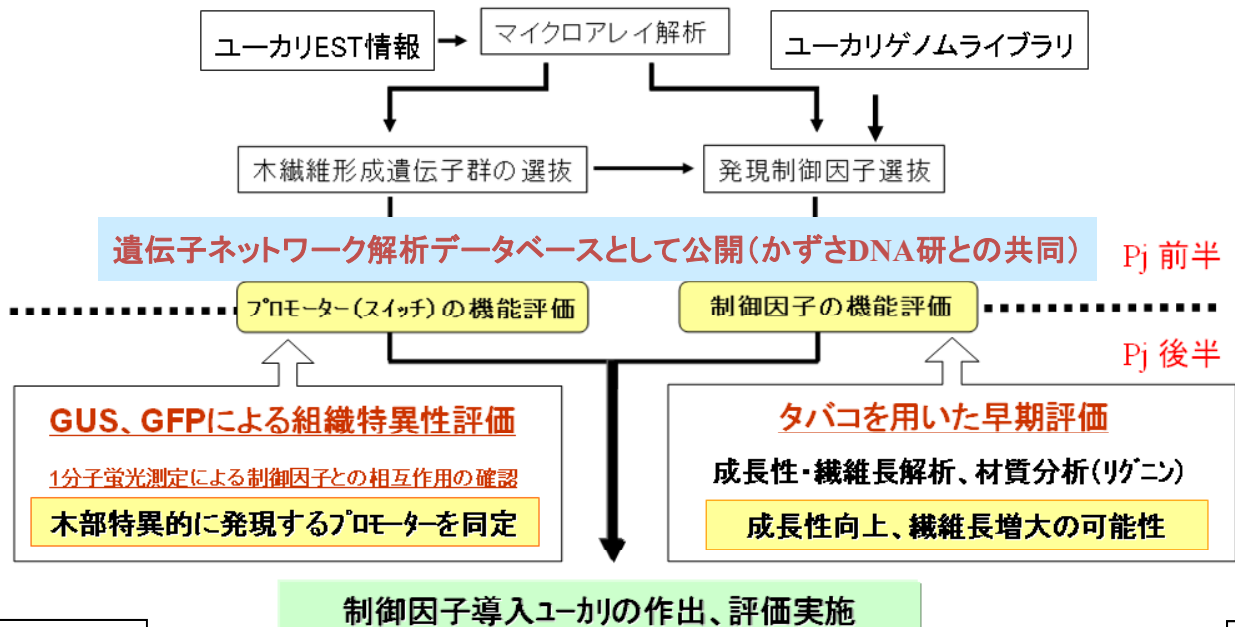
高バイオマス生産性樹木の開発と遺伝子発現制御システムの最適化

耐塩性組換えユーカリの作出に成功

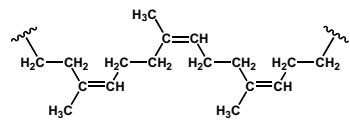
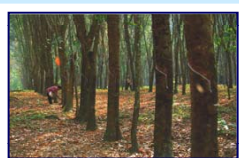



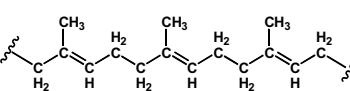

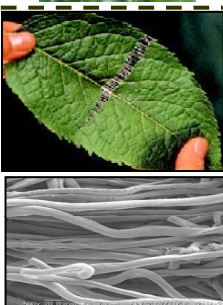





循環型工業原料木質バイオマス統括的生産制御技術の研究開発

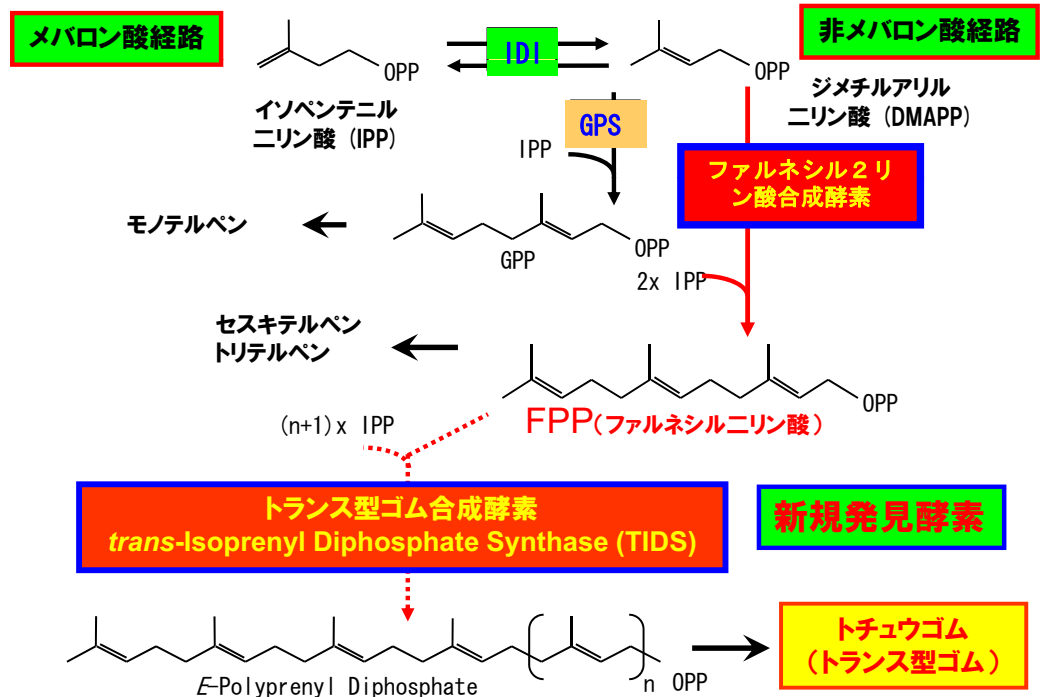
転写因子遺伝子; EcHB1を導入することにより、成長性、バイオマス特性(繊維長、セルロース含量)に優れたユーカリの開発に成功



植物の産出する天然ゴム

分子構造	植物種	形状	生産量	製品
<p>シス型 <i>cis</i>-polyisoprene</p>  <p>パラゴムノキ <i>Hevea brasiliensis</i></p> <p>その他, 2,000 種以上の植物</p>	 	 	1,000万トン	
<p>トランス型 <i>trans</i>-polyisoprene</p>  <p>トチュウ <i>Eucommia ulmoides</i></p>	<p>サボジラ <i>Achras sapota</i></p>  	  	1,000トン (目標)	

トチュウのトランス型ゴム生産制御技術の開発



トチュウ培養根へのTIDS遺伝子導入により
ゴム成分を6倍に増加させることに成功

トチュウのゴム成分は石油代替資源としての活用も可能

パラゴムノキのゴム生産制御技術開発

ゴム合成の鍵遺伝子や抗酸化成分遺伝子の単離に成功



学名: *Hevea brasiliensis*

ブラジル原産の熱帯木本植物

天然ゴムの年間生産量: 1,000万ト

(90%はタイヤ用途)

天然ゴムの特徴: 高強度、耐磨耗性、

接着性→複合材料、リサイクル容易性

目的 組織培養・形質転換技術開発、ラテックス生合成メカニズム解析、
遺伝子発現・機能解析、形質転換体作出と機能解析

成果概要

① 代謝物・遺伝子・プロテオーム解析、組織観察技術の開発および遺伝子情報
構築 → 特許化

② 天然ゴム、ビタミンE生合成鍵遺伝子の抽出 → 特許化

③ 再分化系の確立、形質転換カルス取得

形質転換体作出検討中

事業原簿 Ⅲ
-119~132

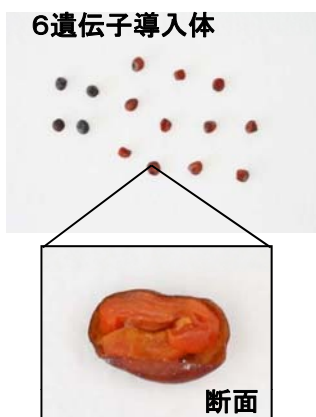
43 / 52

カロテノイド生産制御技術の開発

世界で最高水準のカロテノイド生産に成功

アスタキサンチン(タイ、サケ、カニの赤色色素、強力な抗過酸化素材、健康食品素材)、
 β -クリプトキサンチン(ウンシュウミカンの黄色色素、光機能性分子、健康食品素材)を
アマまたは ナタネの種子に多量生産させるための制御技術の開発。

<成果概要>



種子の総カロテノイド含量
は1.3~1.4mg/g 湿重量。
野生型ナタネの 35~40倍
になり、目標の1mg/g 湿
重量以上を達成。

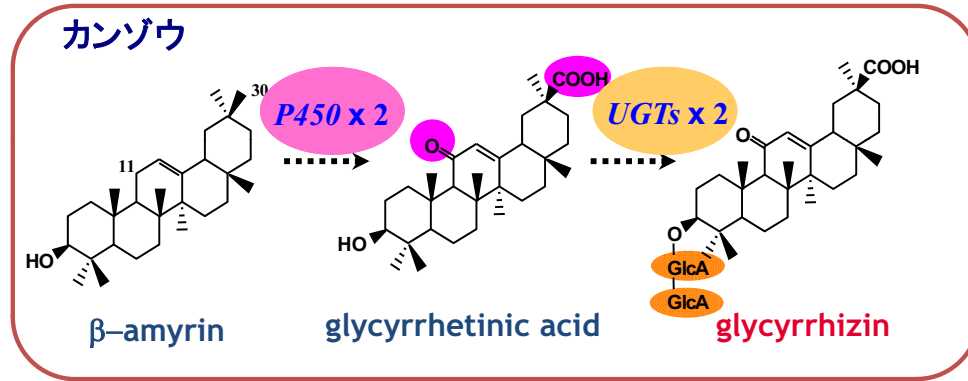


海洋性細菌の *crtZ*, *crtW* を
葉緑体ゲノムに導入
アスタキサンチン(5.13 mg/g-DW)を
蓄積(世界記録)
(RITEグループ)

生理活性物質等の有用物質生産制御技術の開発

ダイズでのカンゾウ成分生産に成功

グリチルレチン酸までの生合成遺伝子を取得



カンゾウ
(*Glycyrrhiza* spp.)



グリチルリチンの用途
(医薬品・化粧品・食品)

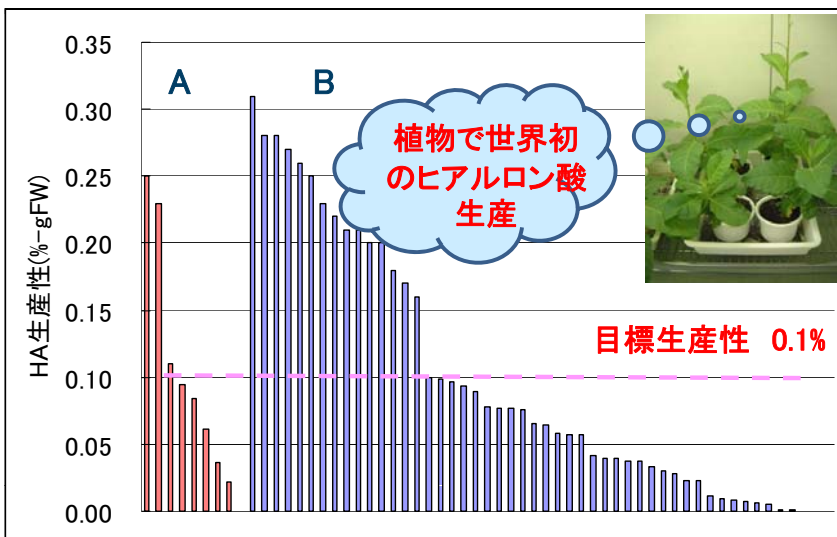
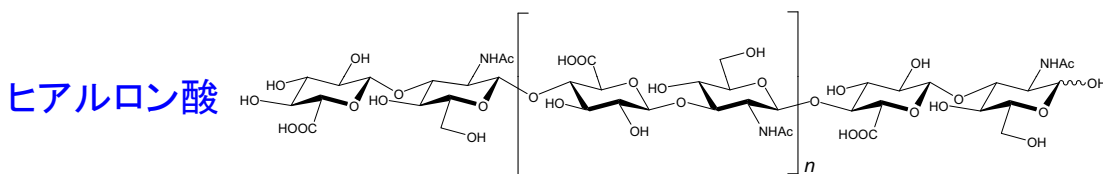
↓
ダイズに導入



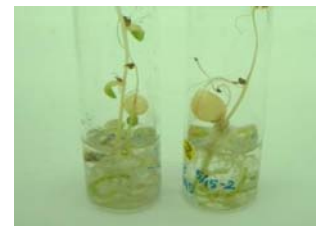
安定供給へ貢献

外来糖質生産植物の研究開発

タバコにヒアルロン酸合成酵素遺伝子に加え、前駆体のUDP-D-GlcA
およびUDP-D-GlcNAc供給の鍵遺伝子導入により画期的増産に成功



ジャガイモによる
ヒアルロン酸の生産



将来:ヒアルロン酸のコスト
は大幅に低下

知的財産権、成果の普及

単位:件

	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	計
特許出願 (成立特許)	1	3	11 (1)	15	12 (2)	6	6	4	2	60 (3)
論文	17	28	39	48	51	50	60	64	22	379
学会等発表	37	103	115	150	91	106	118	62	0	782
シンポジウム 講演会発表	4	22	31	26	40	30	58	48	1	260
新聞報道等	0	1	2	0	2	6	8	11	0	30

平成22年度6月17日現在

広報活動

<主なプロジェクト主催シンポジウム等>

平成16年10月 市民講座「植物がつくる21世紀の豊かな社会」
(東京・大阪)

平成18年 9月 国際ワークショップ
「工業原料生産のための植物バイオテクノロジー」(大阪)

平成18年 7月 新潮選書「植物力～人類を救うバイオテクノロジー」
新名 惇彦(新潮社)

平成21年 3月 2009 年度日本農芸化学会大会シンポジウム
「遺伝子組換え技術を駆使した植物による有用物質生産の
体系化」(福岡)

(他8件)

モデル植物における知的基盤構築の可能性と課題

ポストゲノム時代に対応し、物質生産プロセス制御の基盤技術開発の情報基盤、技術基盤となる知見を得た。

統合データベースの構築と公開により、植物科学の更なる進歩が見込まれるとともに、医薬品開発、食品開発、作物栽培技術への応用展開が期待される。

→ データベースの維持管理

企業等との共同研究や技術供与により実用植物への適用性の検証、利用技術の開発等を推進することで、実用化の加速が見込まれる。

葉緑体工学による効率的物質生産への展開が見込まれる。

→ 企業における植物バイオ事業の推進

実用植物における実用化の可能性と課題

本プロジェクトにおける実用化とは、

植物による工業原料の生産

技術的課題

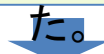
モデル植物で、転写物・代謝産物を網羅的に解析し、論理的に鍵となる代謝反応を突き止め、これを実用植物に応用する体制を取ってきた。



原料の安定供給かつ、持続可能な原料製造が可能となり、さらに、二酸化炭素削減効果が見込める。

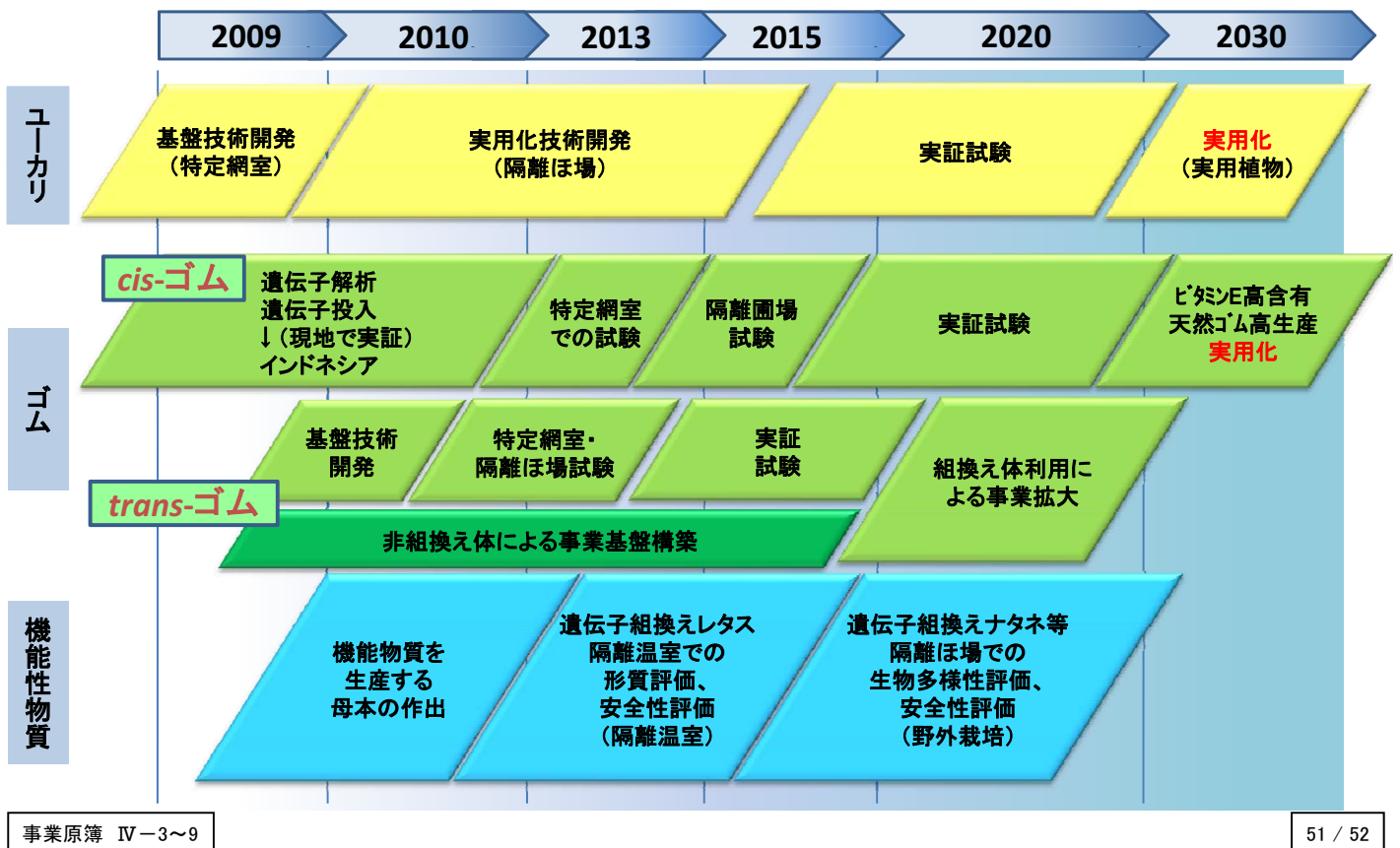
社会的課題

遺伝子組換え植物への社会的受容が不十分であった。



広報・普及活動、環境・安全性試験へ取り組んだ。

実用化までのシナリオ



波及効果について

基本となる要素技術

- i) 改変対象となる物質生産プロセスの解析技術・データベース整備
- ii) 物質生産プロセスを改変するのに必要な多様な遺伝子資源の確保と整備
- iii) 生体内の複数の物質生産ステップを制御するための複数の遺伝子の効率的／安定的導入技術
- iv) それらの遺伝子の機能の発現制御技術

技術が波及した場合

バイオマス系化学産業への工業原料／燃料となるバイオマスの供給体制を確立

例) セルロース等製紙原料、植物油脂・糖質を原材料とする燃料・化成品、塗料、化粧品、メバロン酸系の制御による天然ゴム等の生産増大

本プロジェクト