

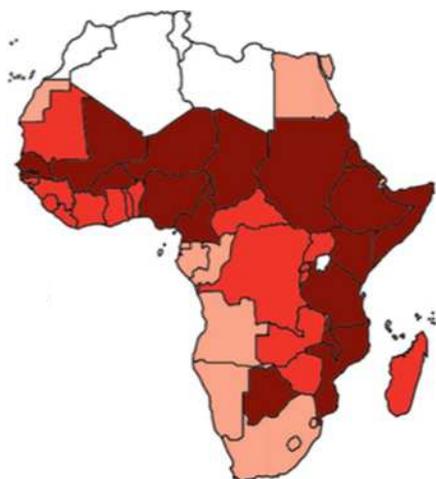
# アフリカの農業を救う！ 藍藻を用いたストリゴラクトン化合物生産

東京農業大学 生命科学部 バイオサイエンス学科  
准教授 渡辺 智

2021年10月19日

# アフリカにおける根寄生植物の脅威

根寄生植物  
汚染度



- アフリカの主要穀物であるトウモロコシやソルガム、イネなどに寄生する。
- アフリカで7000万ヘクタール以上の農地が汚染されている（日本の総面積の2倍！！）。
- 100億ドルの経済的損失
- マラリア、エイズと並ぶアフリカの三大問題と言われている。
- 現状で有効な解決策はない



*Striga hermonthica*



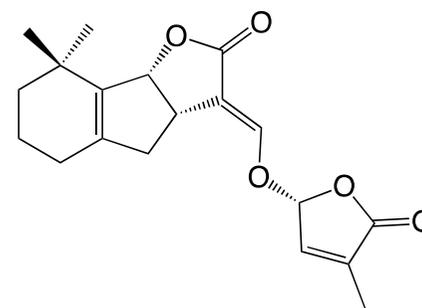
*Striga asiatica*



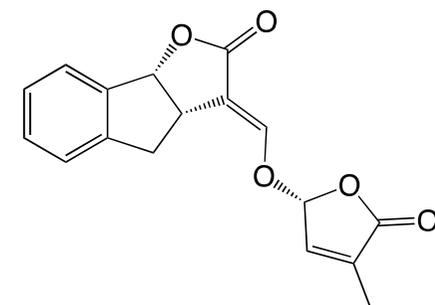
Adapted from Ejeta, G. and Gressel, J. (eds) (2007) Integrating new technologies for striga control: towards ending the witch-hunt. World Scientific Publishing, Singapore; Image sources: [USDA APHIS PPQ Archive](#), [Florida Division of Plant Industry Archive](#), [Dept Agriculture and Consumer Services](#).

# ストリゴラクトンとは？

- 植物ホルモンの一つ (10 pg/イネ根1g)
- 枝分かれ抑制作用
- $\beta$ カロテンから4つの反応を経て合成 (葉緑体、小胞体)
- 根寄生植物 (ストライガ、オロバンキ) の発芽誘導物質

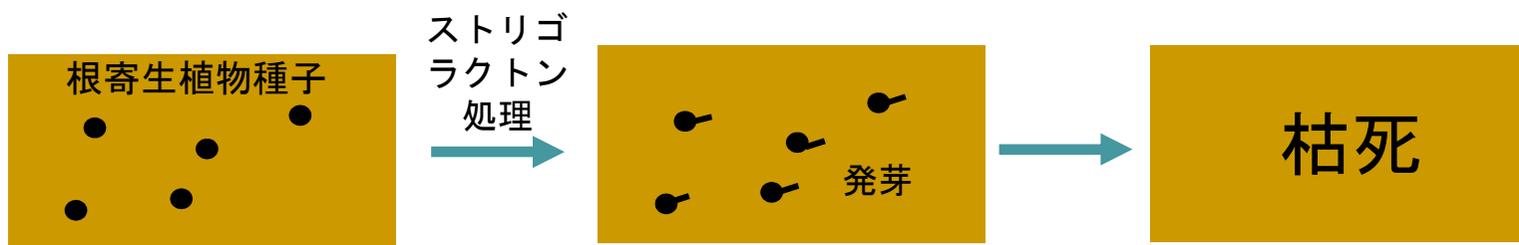


4DO  
(天然型)  
30,000円/mg



GR24  
(有機合成)  
4,000円/mg

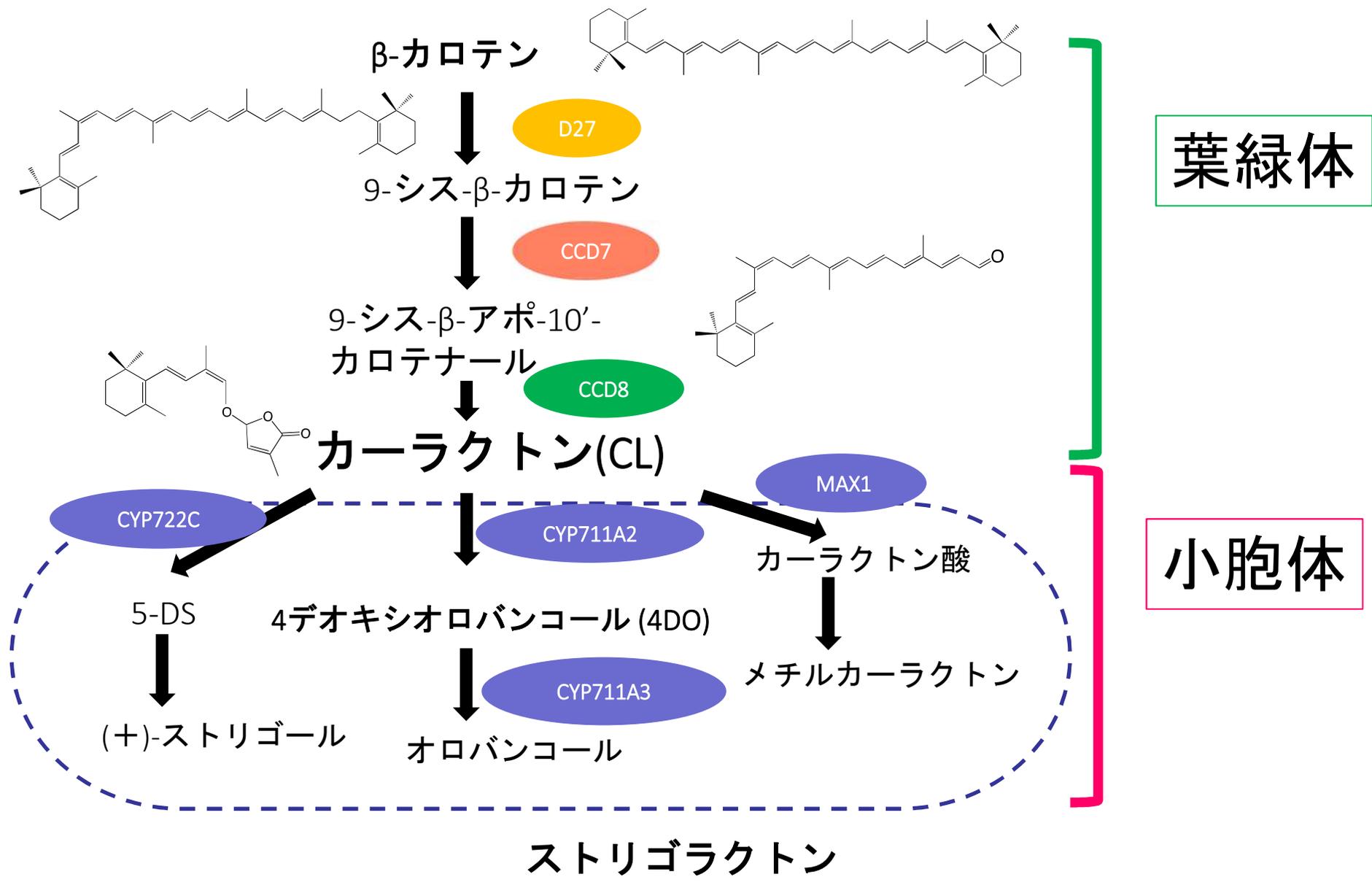
☞ 自殺発芽法に利用できる



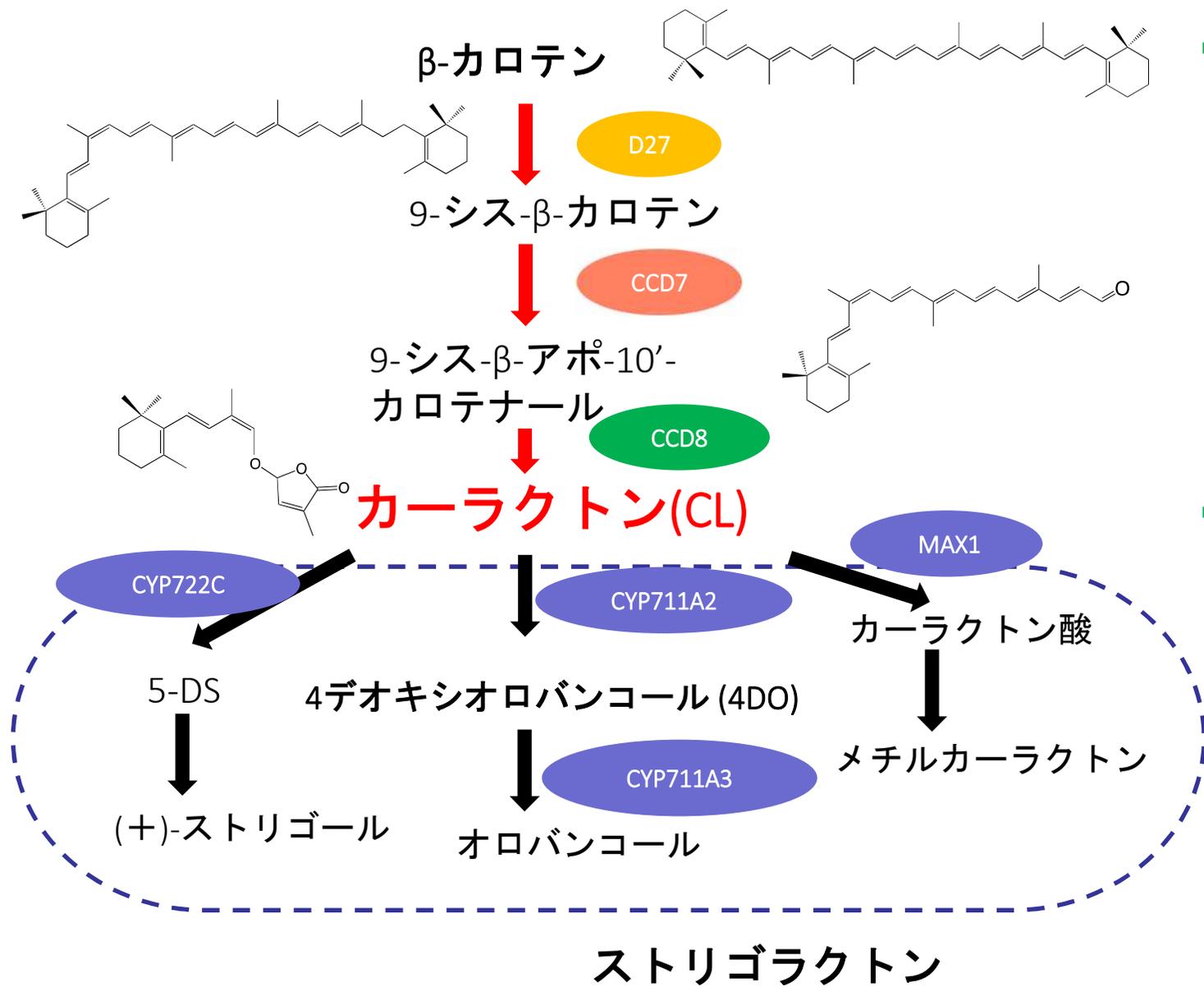
## 問題点

現在、合成方法が化学合成のみ  
植物からの天然ストリゴラクトン分泌量は微量

# ストリゴラクトン合成経路



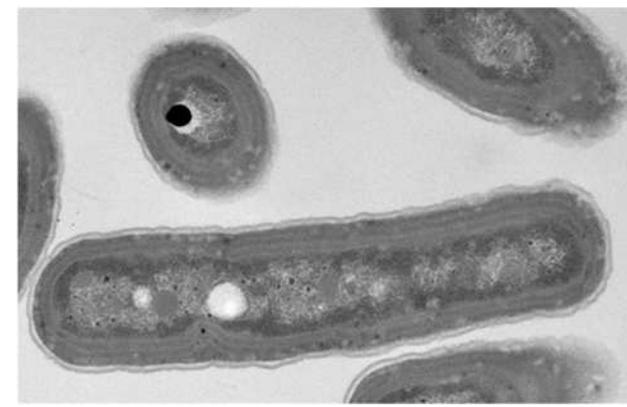
# ストリゴラクトン合成経路



葉緑体

藍藻

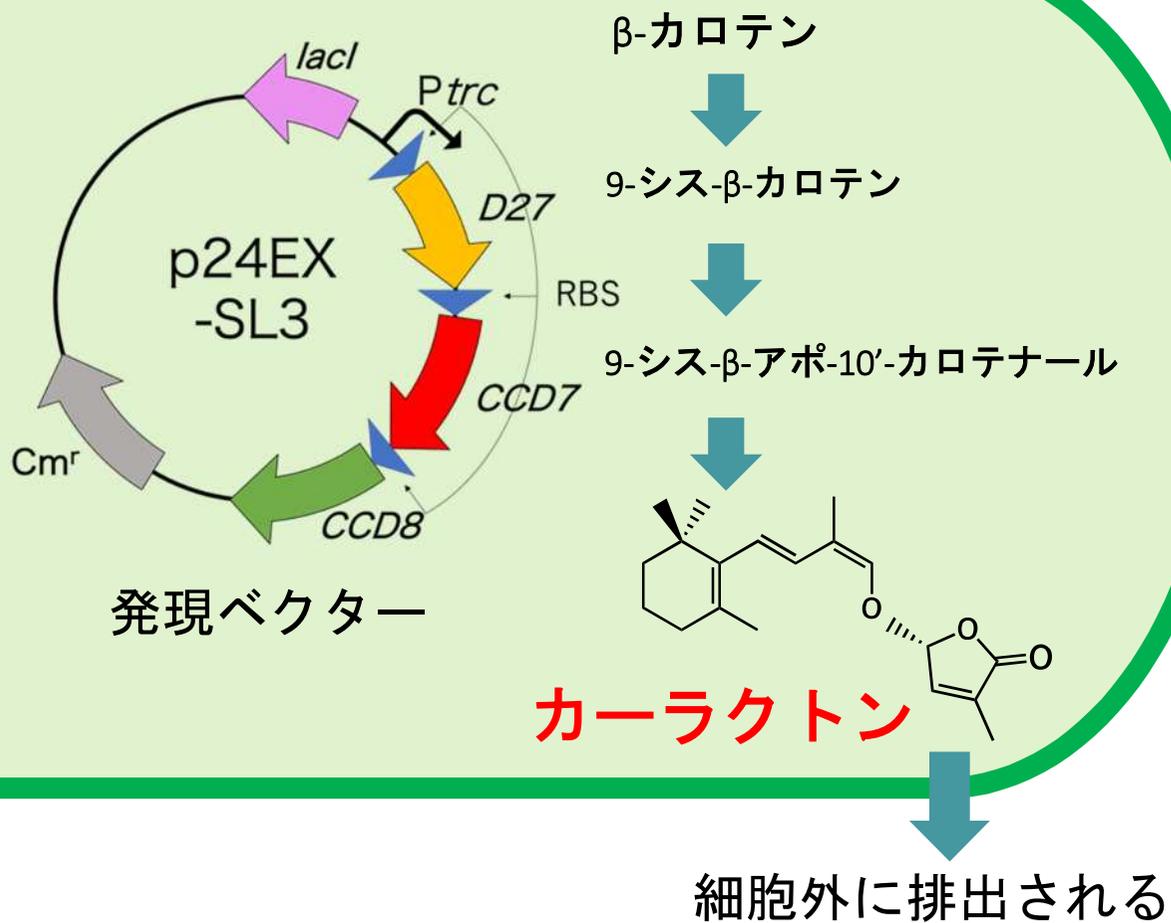
葉緑体の祖先生物  
葉緑体と同様の細胞内環境  
光とCO<sub>2</sub>を利用して成長



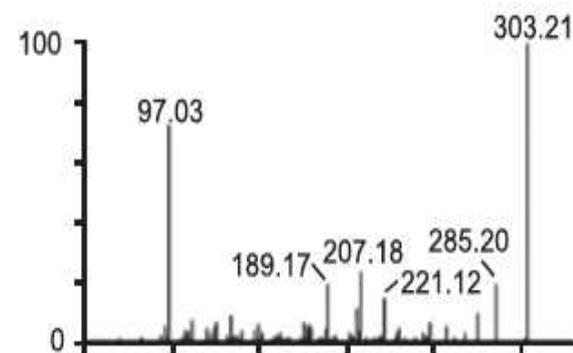
藍藻 *Synechococcus elongatus* PCC 7942  
電子顕微鏡写真

# 藍藻を用いたカーラク トン生産

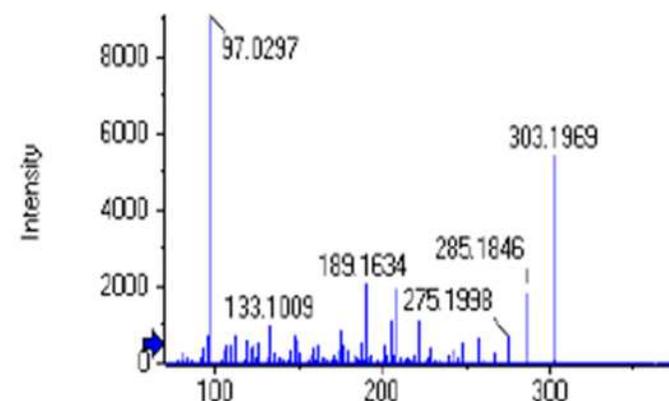
藍藻 *Synechococcus elongatus* PCC 7942



## LC/MS/MS解析



CLのフラグメントイオンパターン(Seto et al.)

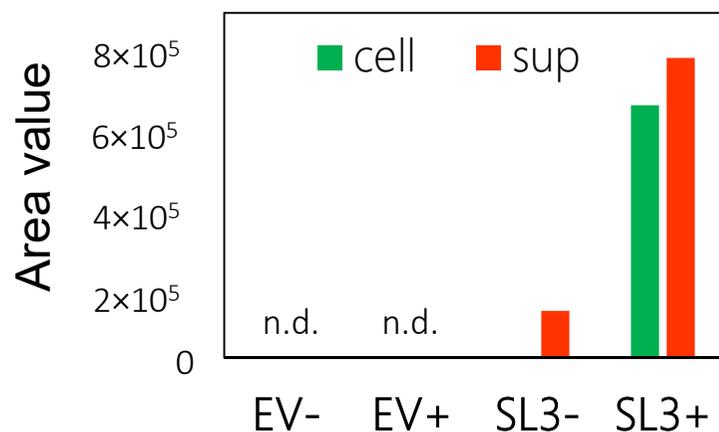


藍藻から抽出したCLのフラグメントイオンパターン

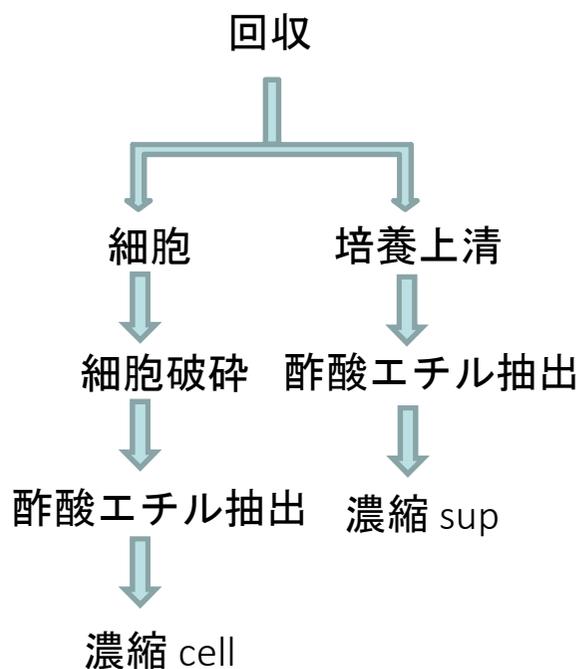
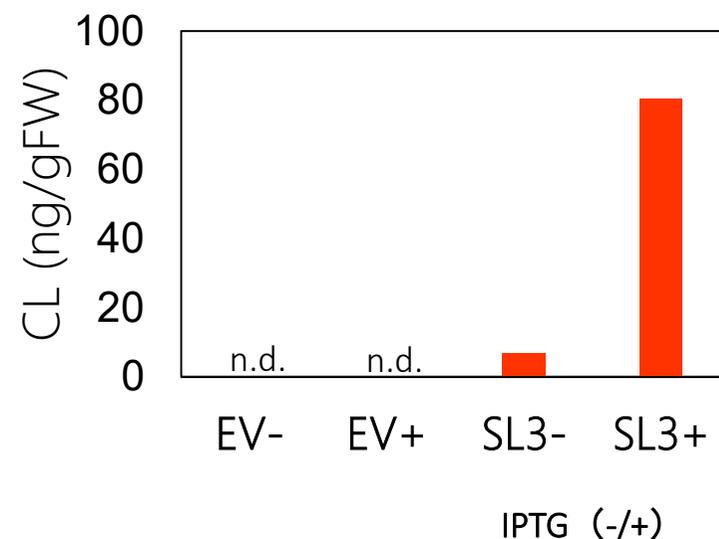
# 藍藻を用いたカーラク トン生産



菌体内/外のCL存在量



CL生産量



- 培養3日で菌体1gあたり約80 ngのCLを生産  
 →シロイヌナズナ (Col-0) 約300 pg/gFW **250倍**  
 イネ (Shiokari) 約100 pg/gFW **800倍**
- 藍藻からCLが菌体外に排出されていることを確認

# 根寄生植物の発芽刺激活性の確認

根寄生植物ヤセウツボ (*Orobanche minor*)



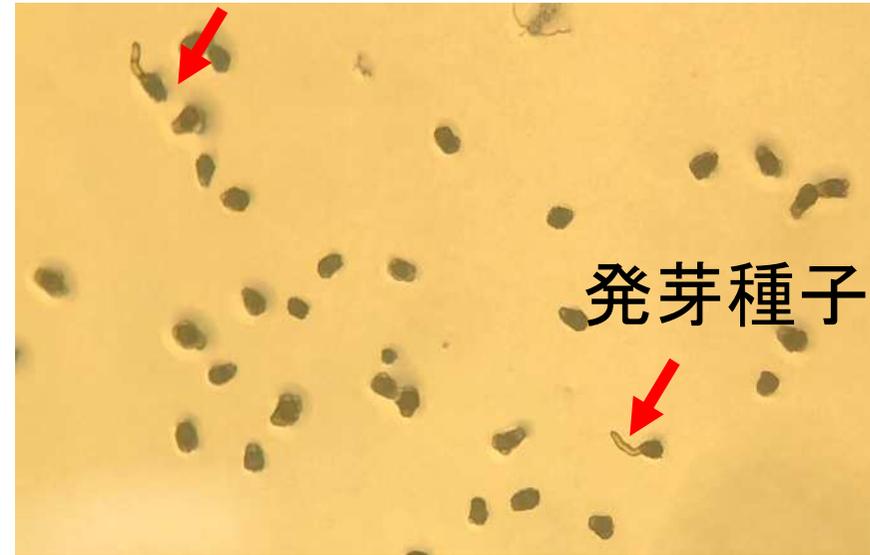
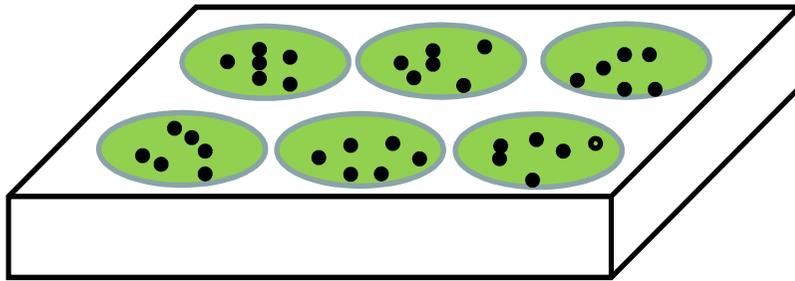
2020年 5月 9日

ヤセウツボ@多摩川

# 根寄生植物の発芽刺激活性の確認

根寄生植物ヤセウツボ (*Orobanche minor*) 種子

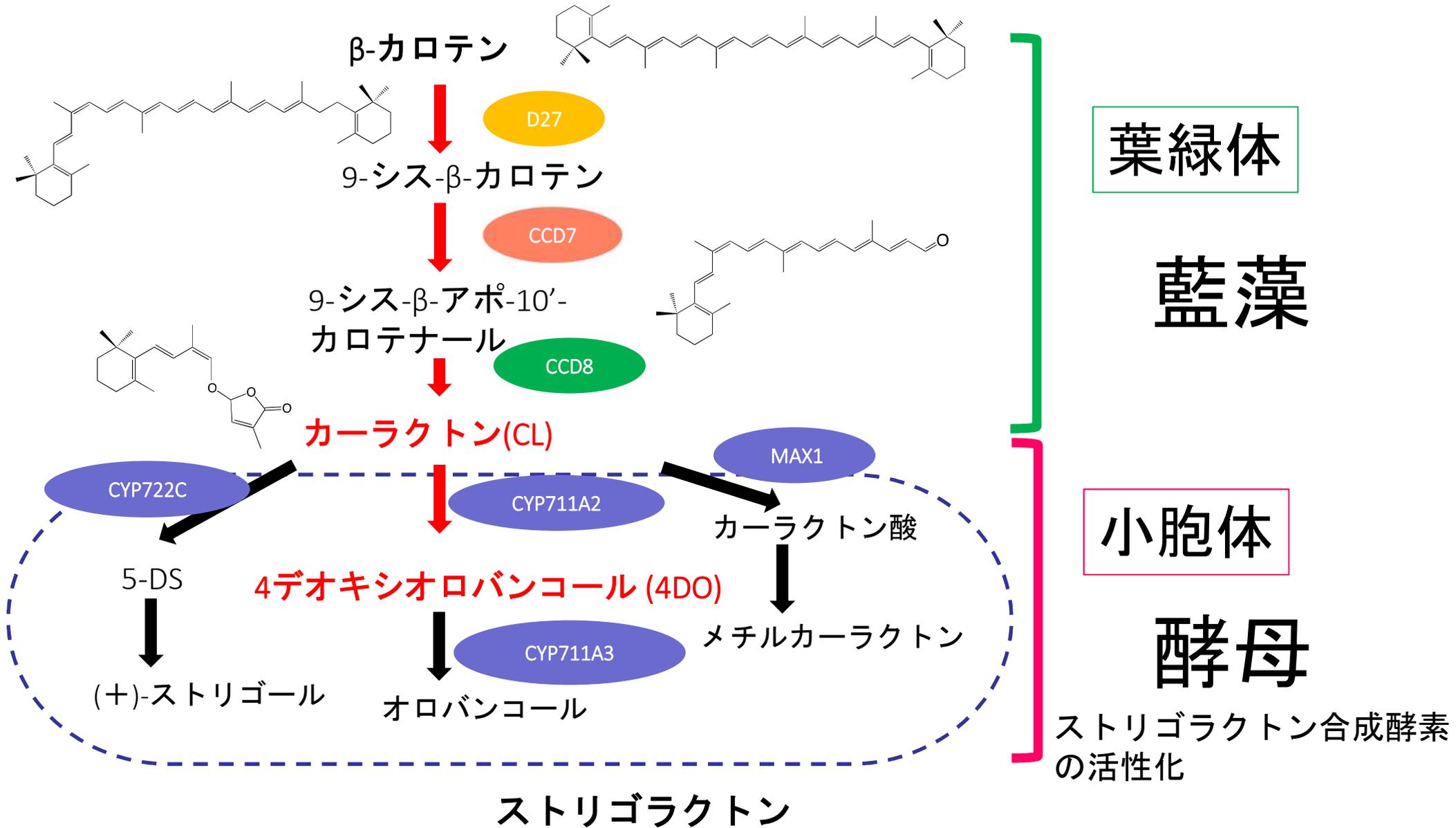
CL含有藍藻培養液により  
作成した寒天プレート



藍藻由来のCLは発芽活性を有  
することを確認

	総種子数	発芽種子数	発芽率
CL生産株寒天	1,432	32	2.23%
空ベクター 寒天	1,236	0	0%

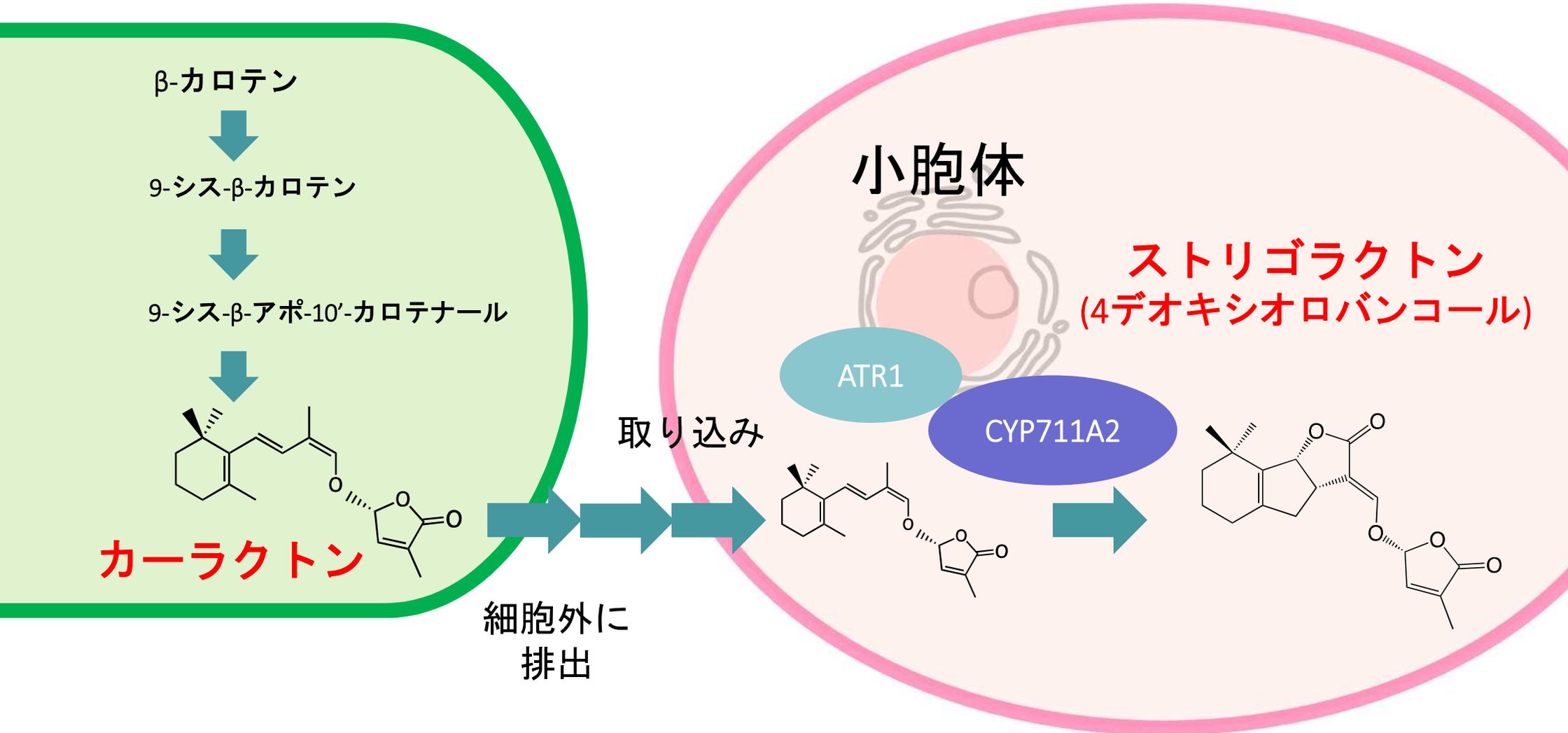
# ストリゴラクトン合成経路



# 藍藻-酵母によるストリゴラクトン生産

藍藻 *S. elongatus* PCC 7942

酵母 *Saccharomyces cerevisiae* WAT11



# 藍藻-酵母によるストリゴラクトン生産

## 実験手順

藍藻CL生産株を培養し、誘導剤添加でCL生産



藍藻CL生産株培養液（カーラクトン含有）  
と一緒にCYP711A2発現酵母を培養



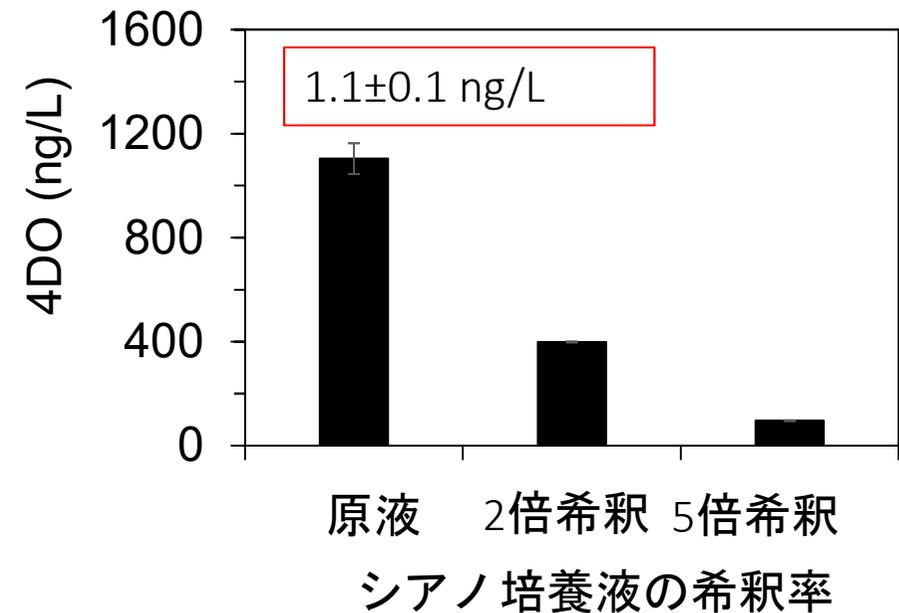
19 h

酢酸エチルで抽出



LC/MS/MSで測定

SL (4-deoxyorobanchol: 4DO)



- 培養4日で菌体 1 gあたり約130 ng のストリゴラクトンを生産  
→イネ (Shiokari) 約10 pg/gFW **13,000倍**

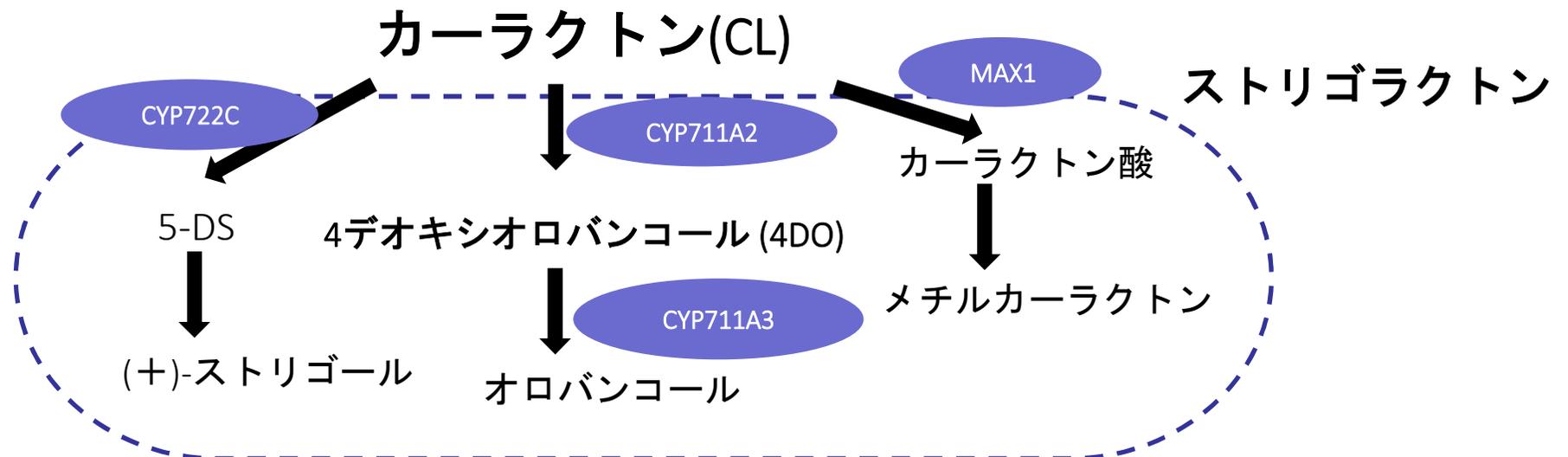
**根寄生植物（ストライガ）の発芽刺激活性を確認**

カーボンニュートラル  
低炭素化社会に貢献

## まとめ

組換え藍藻と酵母を用いることで、  
短期間で、大量にストリゴラクトンを生産

さらに  
多様なストリゴラクトン生産にチャレンジ



# 実用化に向けた課題と企業への期待

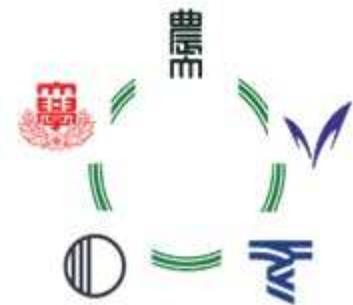
スケールアップ：  
生産効率を保ちつつ、大規模に生産

各ステップ（培養、精製）の簡便化：  
直接アフリカの土壤に散布？

植物工場のシステムを利用できないか？  
製剤化（農薬、製薬企業との共同研究）

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : シアノバクテリアを用いたカーラクトン生産
- 出願番号 : 特願2020-22999
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 渡辺智、伊藤晋作、坂巻裕
  
- 発明の名称 : シアノバクテリアおよび酵母によるストリゴラクトン生産方法
- 出願番号 : 特願2021-164871
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 渡辺智、伊藤晋作、坂巻裕



# お問い合わせ先

**東京農業大学**

**農生命科学研究所 知財担当**

**TEL 03-5477-2532**

**FAX 03-5477-2634**

**e-mail nrri@nodai.ac.jp**