

(地球規模課題である低炭素社会の実現 領域)

# ソルガム雑種強勢の原理解明 によって期待される 脱炭素社会構築への波及効果

2021年6月～  
(探索研究 2017年～2021年)

名古屋大学 生物機能開発利用研究センター

佐塚 隆志

神戸大学 工学部

荻野 千秋

信州大学 農学部

春日 重光



# 脱炭素社会はすぐそこまで来ている

朝日新聞デジタル 2024.10.1

## SAF供給、義務化へ 石油元売り大手に 30年度から

経済産業省は、  
**2030年度**から日本の空港で国際線に給油する燃料の  
**10%をSAF**（持続可能な航空燃料）にすることを  
石油元売り会社（5社）に義務化。



## 経産省、バイオ燃料10%混合ガソリン 2030年度までに 供給開始 運輸部門の脱炭素促進

2024.11.13 / 政治・行政・自治体

日刊自動車新聞

Tweet シェア

経済産業省は、**2030年度**までに  
バイオ燃料の混合比率が**10%のガソリン（E10）**の供給  
を国内で始める方針。

# 私たちが目指すところ

バイオマス技術革新による  
カーボンニュートラル達成



F1

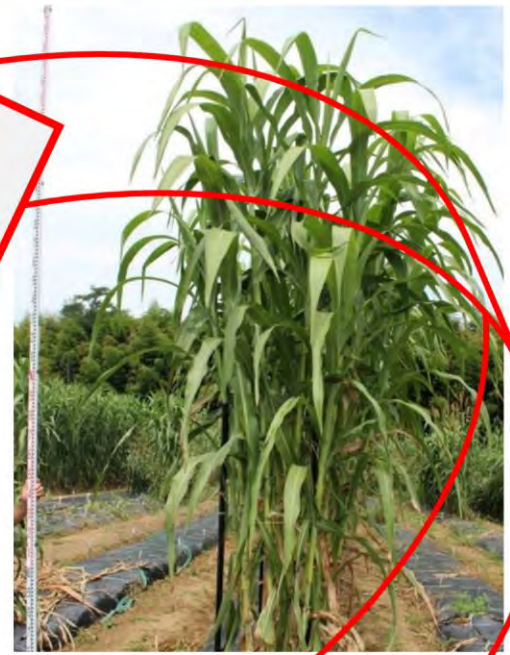
バイオマス  
技術革新

雑種強勢の  
メカニズム解明

糖関連遺伝子座  
の同定

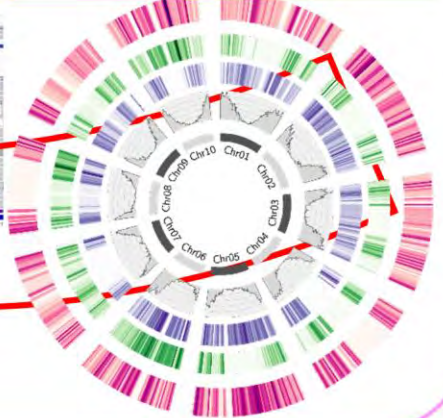
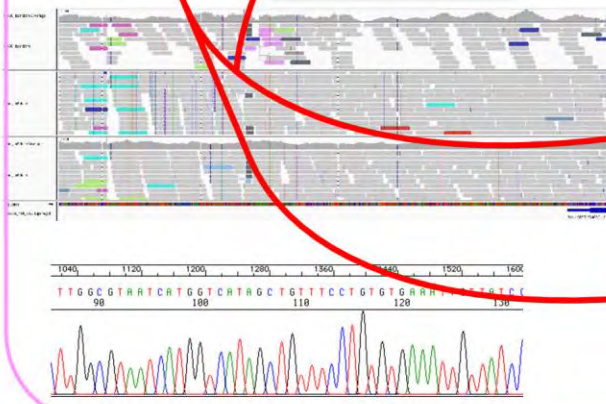
"ゲノム  
デザイン"  
新しい育種法

イノベーション



遺伝学・  
ゲノム科学

作物ゲノム  
ビッグデータ



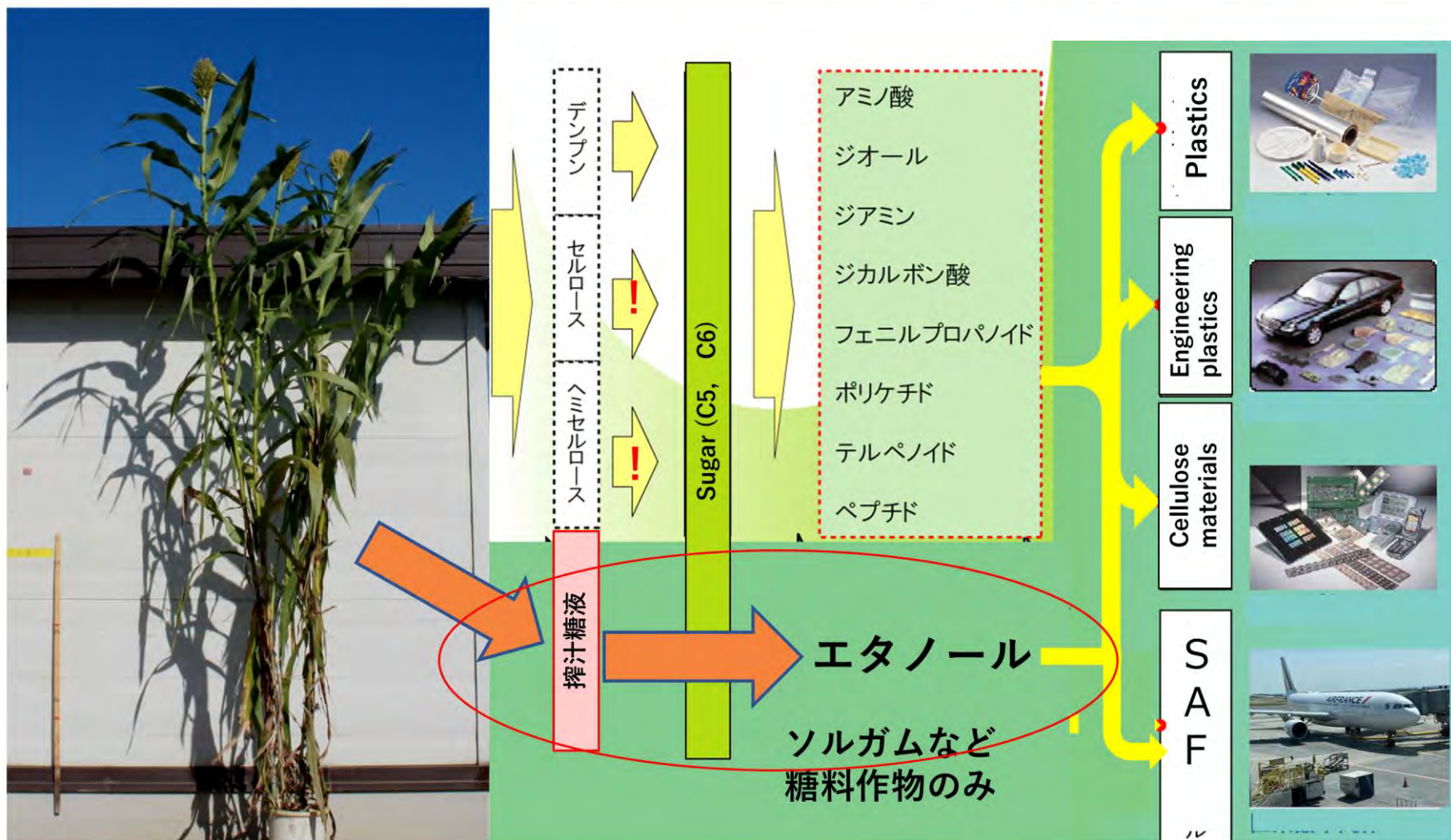
脱炭素  
社会構築

栽培面積拡大

新規産業創出



# 糖はバイオ燃料の重要な原料



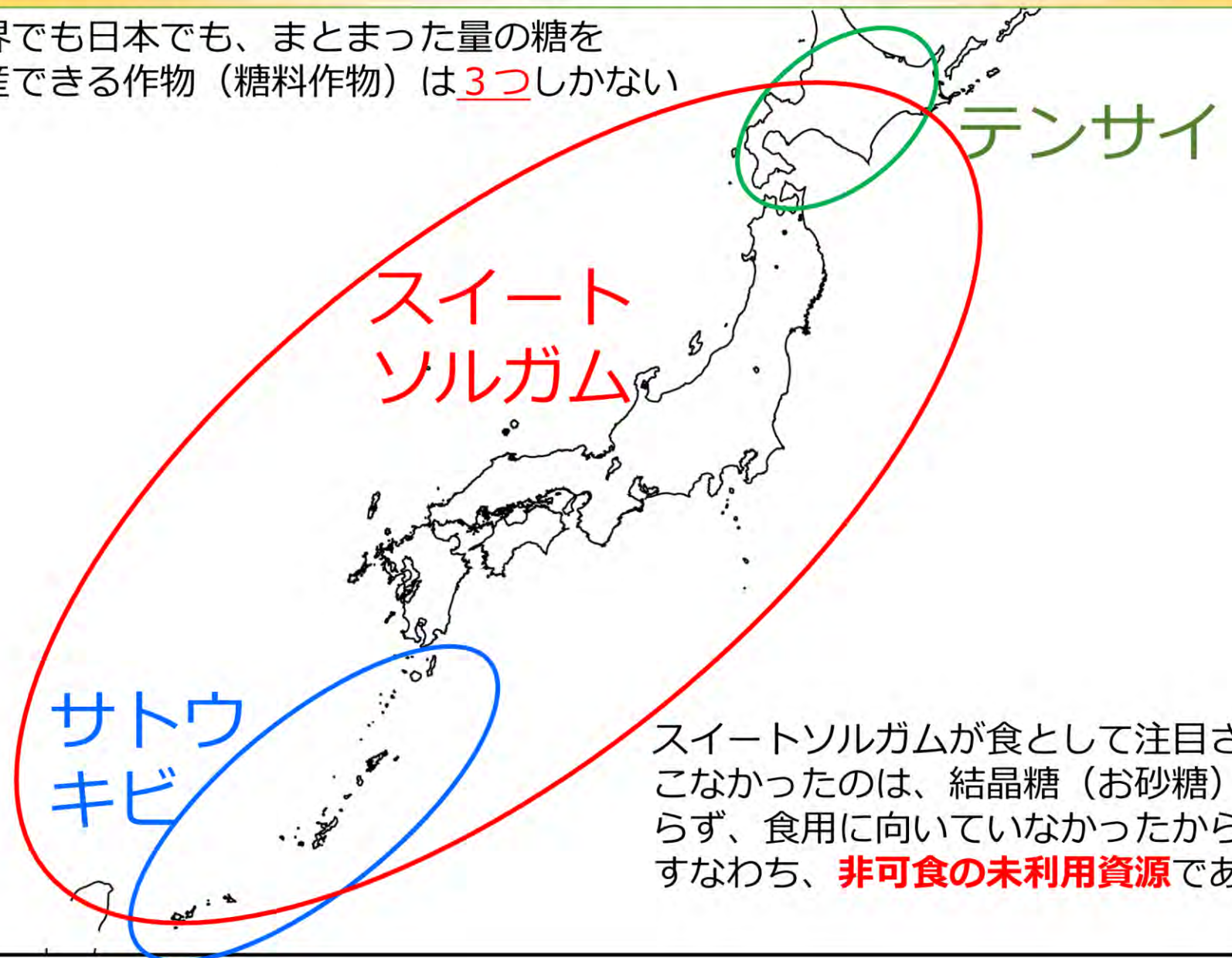
## Points:

- ・特に糖が重要（セルロースも糖化しなければ利用できない）
- ・糖収量は茎バイオマスに比例するという意味でバイオマスも重要

Modified from MEXT NC-CARP project

# スイートソルガムは温帯で栽培できる唯一の糖料作物

世界でも日本でも、まとまった量の糖を生産できる作物（糖料作物）は3つしかない



スイートソルガムが食として注目されてこなかったのは、結晶糖（お砂糖）にならず、食用に向いていなかったから。すなわち、**非可食の未利用資源**である。



©T. Sazuka

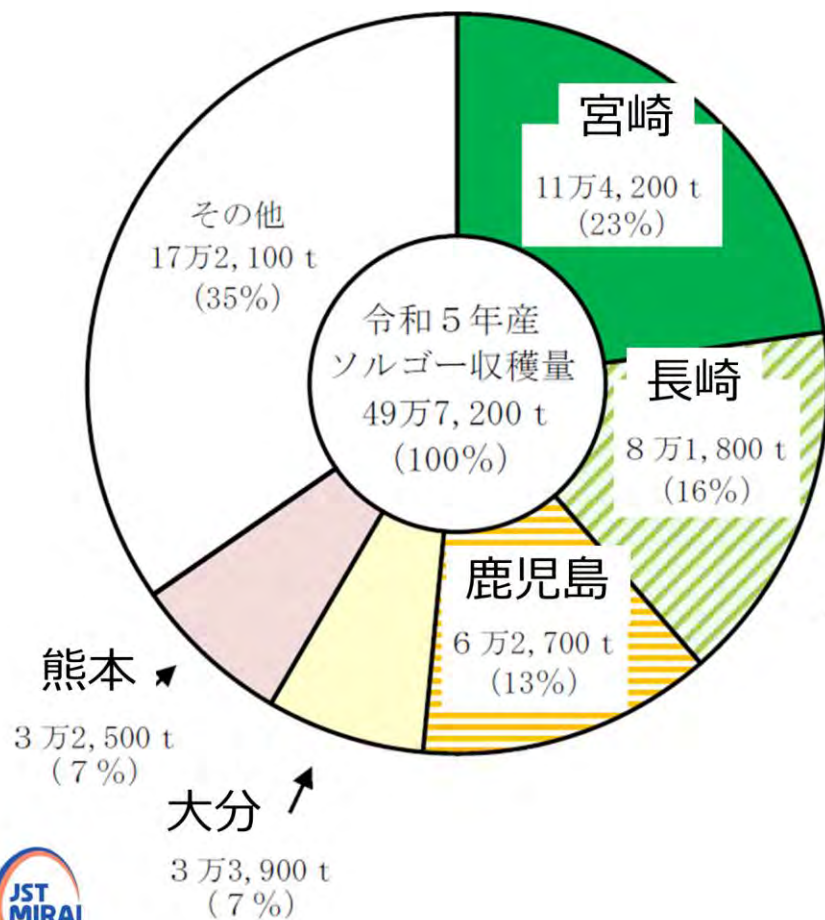
©T. Sazuka

- 日本では**家畜飼料**として生産
- **>85t/ha**可能
- 茎に糖蜜をためる**スイートソルガム**もあり、**非可食の未利用資源**。

- **機械化播種、機械化収穫体系が成立**
- **休耕地、耕作放棄地利用**
- **比較的高い耐乾燥性、耐塩性**
- イネ科の2倍体（ゲノム育種に最適）
- イネより光合成能の高いC4 植物

# 家畜飼料ソルガムの栽培面積は全国で 11,700ha (2022) (7割が九州)

図6 令和5年産ソルゴの都道府県別収穫量及び割合



糖蜜高収量性ソルガム  
に置き換えられれば、  
家畜飼料と糖の生産は両立可！

# ①高バイオマス



# スイートソルガムの課題



## 茎葉部分

→家畜飼料

#バイオマス大だが、糖度が高くない

# ②スイート



## 搾汁糖液

→現在使い道のない未利用資源

#糖度は高いがバイオマスが大きい



# ①高バイオマス



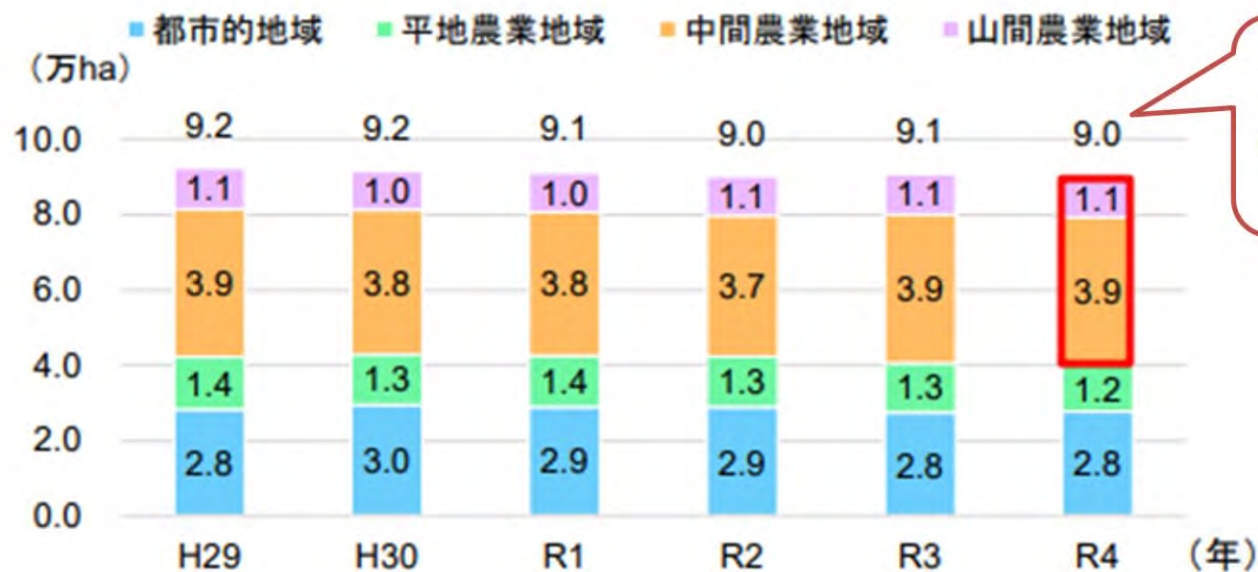
©T. Sazuka

高糖性と高バイオマスを併せ持つ  
ソルガムができれば  
脱炭素社会構築の切り札になる！

# ②スイート



## ○再生利用が可能な荒廃農地面積の推移（地域類型別）



再生可能な荒廃農地は  
9万ha

注:1 「再生利用が可能な荒廃農地」とは、「抜根、整地、区画整理、客土等により再生することにより、通常の農作業による耕作が可能となると見込まれる荒廃農地」。農地法第32条第1項第1号の遊休農地と同じものを指す。

2 農業地域類型別面積は、令和5年改定の農業地域類型の市町村において代表される類型を各年に当てはめて集計した推計値。

(万ha)	今回新たに発生した面積	今回新たに再生利用された面積	再生利用が可能な荒廃農地(A分類)	参考値	
				再生利用が困難と見込まれる荒廃農地(B分類)	荒廃農地面積計(A分類+B分類)
<b>令和4年度</b>	2.8	1.1	9.0	16.3	25.3
(参考)令和3年度	3.0	1.3	9.1	16.9	26.0

4 四捨五入の関係で計が一致しないことがある。

再生が困難な荒廃農地を含めると、  
25.3万ha  
⇒神奈川県の面積より大

一方で  
ゲノム科学  
は進んでいる  
．．．

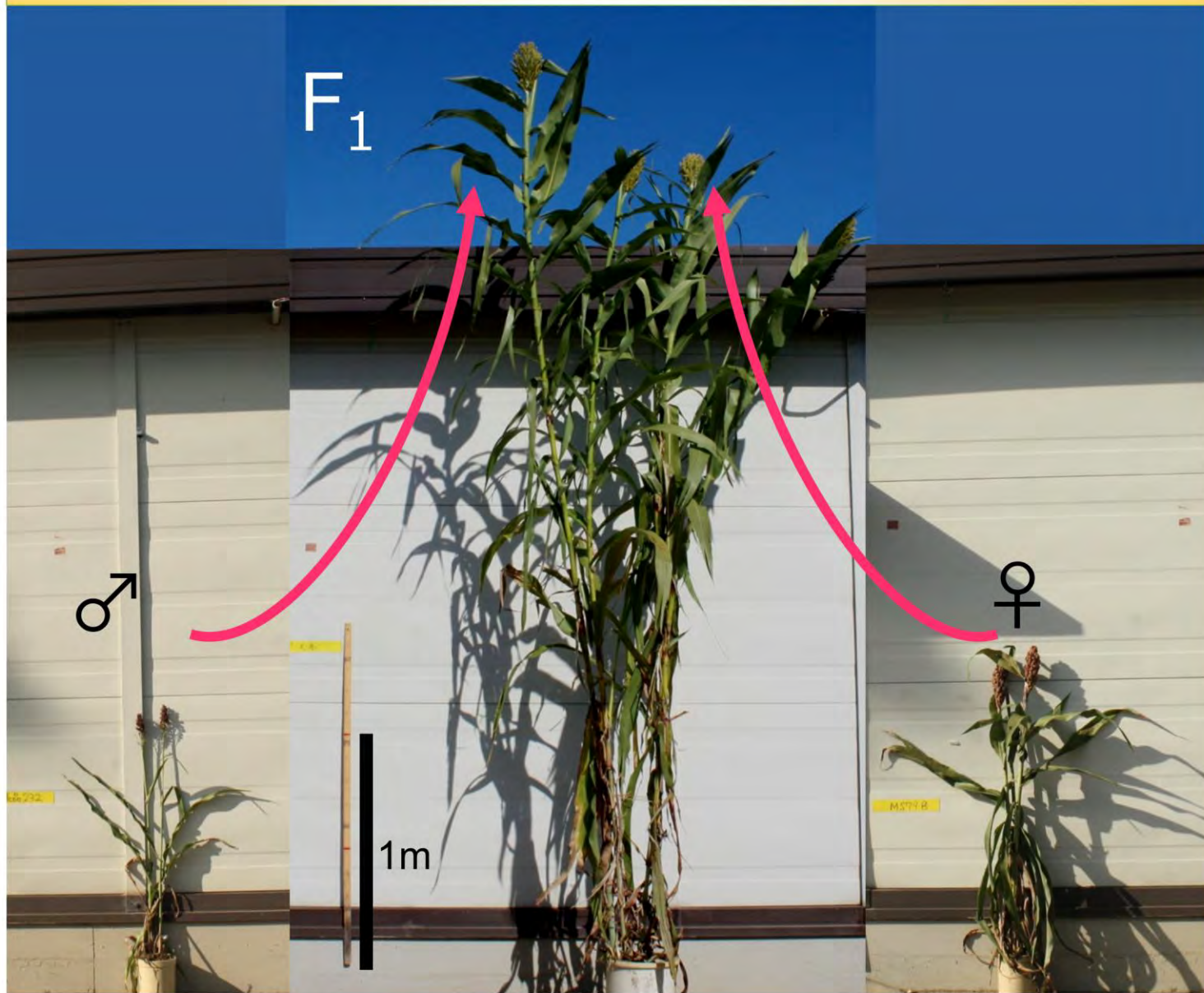
# DNA配列解読の急激なコストダウン

DNA配列解読のコストダウンは、ヒトゲノムプロジェクト終了（2003年）から数年の間はムーアの法則に沿うレベルで進んでいた。だが2007年頃には、それを超える速度で急落した。

ムーアの法則：  
集積回路上のトランジスタ数は  
「18か月（=1.5年）ごとに倍になる」

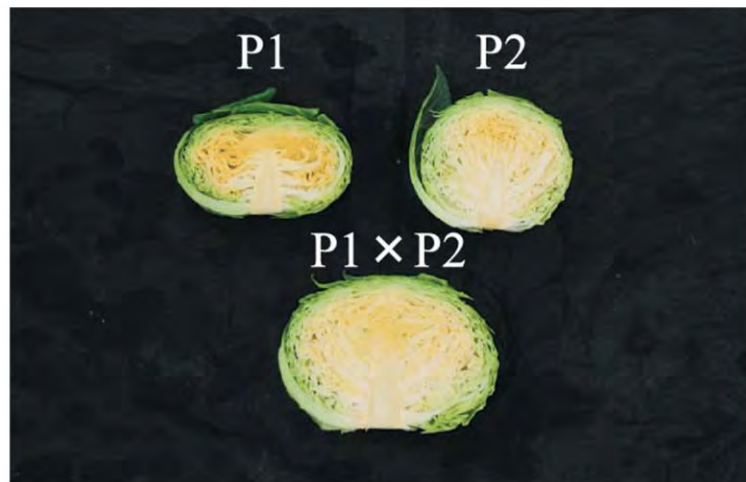
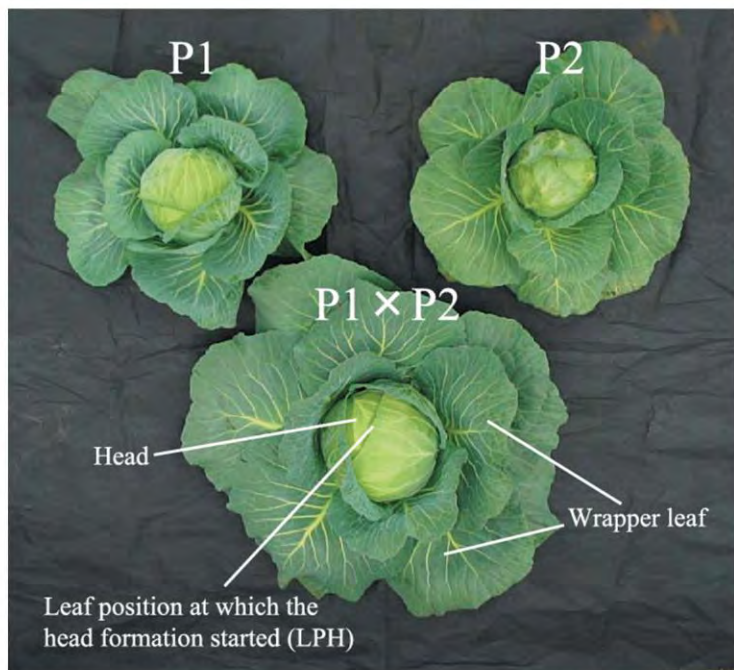


# ソルガムはなぜ大きいのか？



⇒雑種強勢を利用しているから

# 「雑種強勢」は様々な作物で利用されている



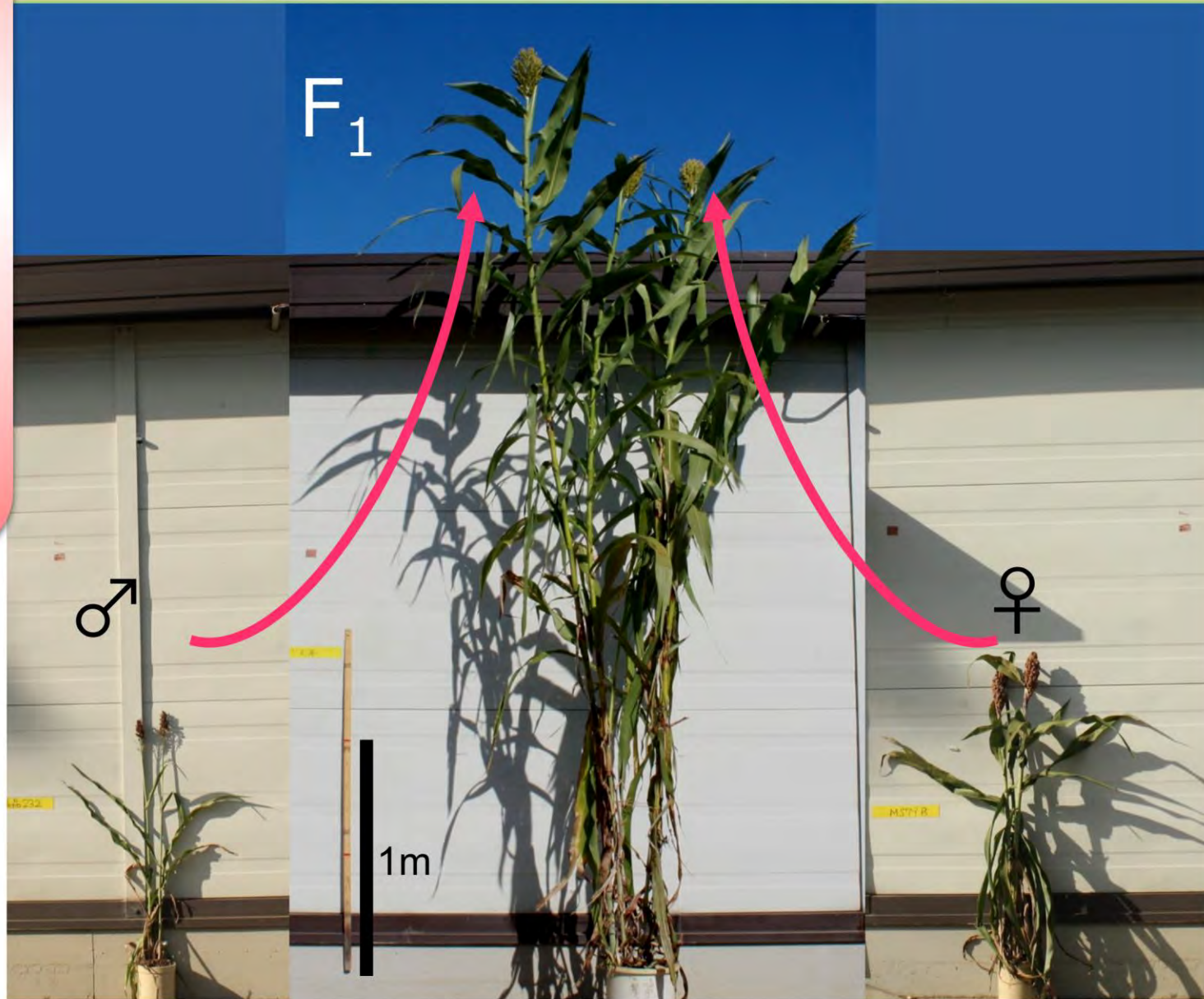
Left: Tanaka et al., 2006, Breeding Science, 56:147-153.  
Upper right: Hochholdinger et al., 2007, TRENDS in Plant Science, 12:427-432.  
Bottom right: Krieger et al., 2010, Nature Genetics, 42:459-463. より引用

# ソルガム = 「バイオマス雑種強勢解析の切札」

「生命の設計図」  
ゲノム情報が比較的  
容易に入手できる  
時代



これまで困難だった  
雑種強勢の解明が  
できるかも  
しれない・・・



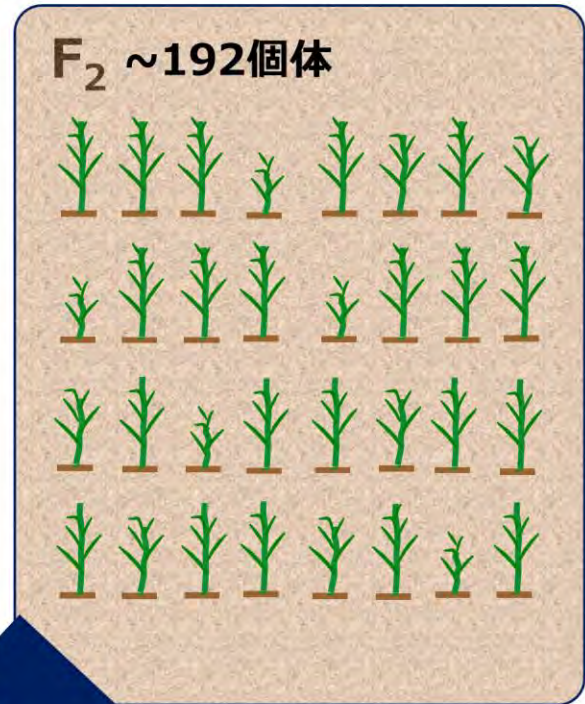
# 方法：量的遺伝子座 (QTL) 解析



×

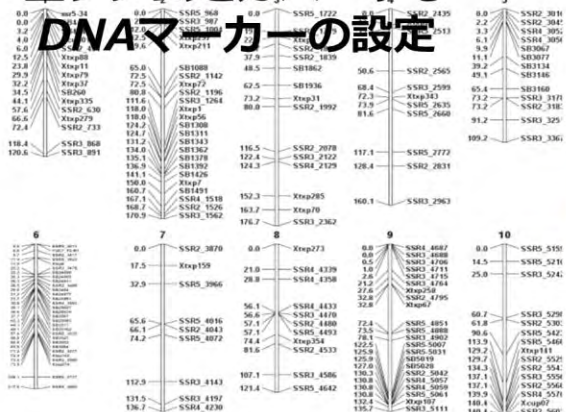


自殖



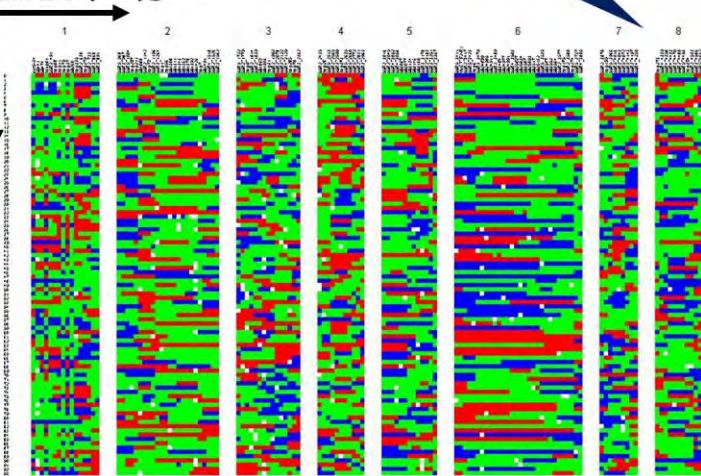
♀ MS79 (種子親) × ♂ 74LH3213 (花粉親)

全ゲノムをカバーする DNAマーカーの設定



DNAマーカー

F2個体



QTL解析

- 到花日数
- 稈長

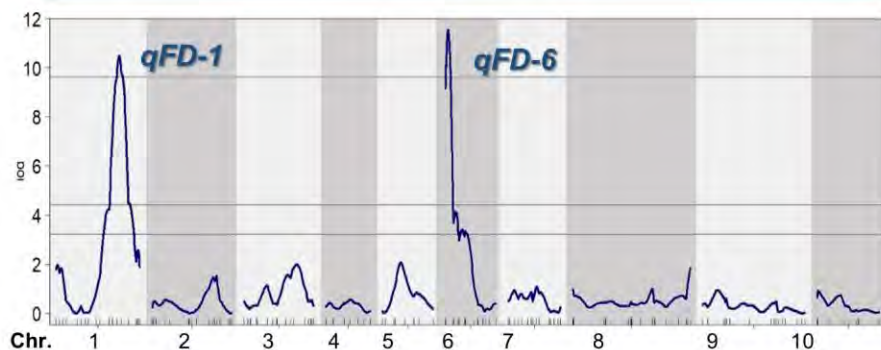




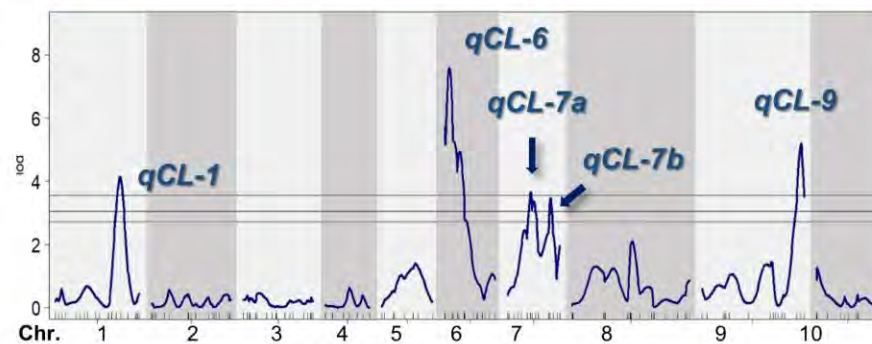
# 結果：5つのQTLが検出された

\* 到花日数に関して2つ、稈長に関して5つのQTLが検出された。

到花日数のQTL

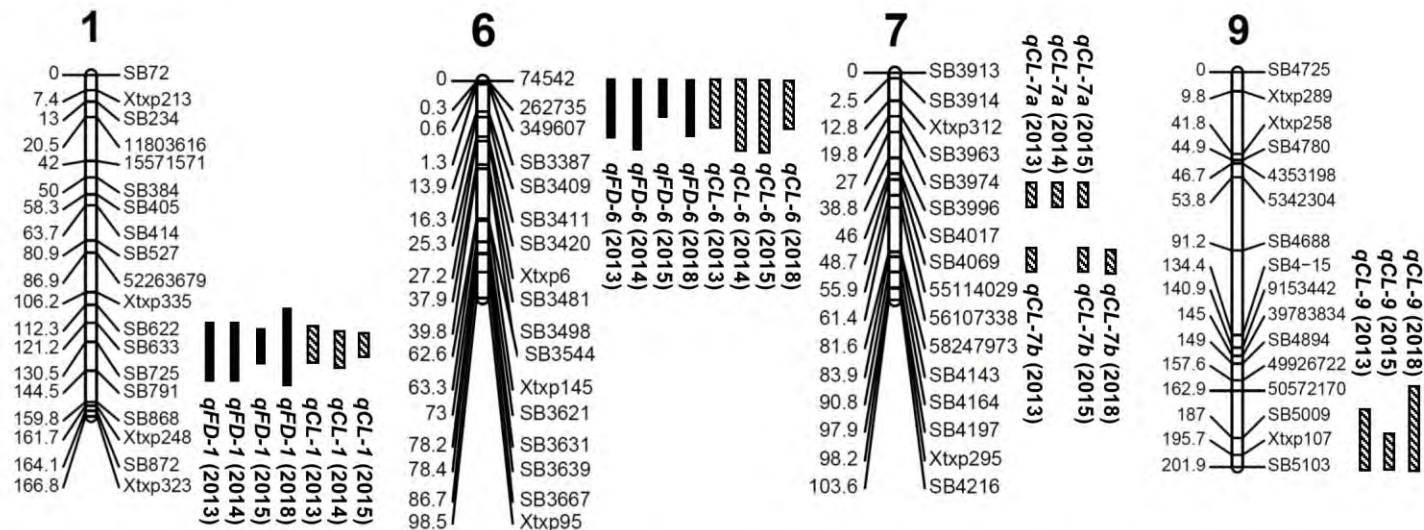


稈長のQTL



\* 各QTLは複数年にわたり検出

■ 到花日数  
▨ 稈長



⇒ 次に、それぞれのQTLの責任遺伝子の推定を試みた。

# 6つの遺伝子

で制御されていた！

原理解明！



これまで：偶然に頼った育種  
これから：原理に基づいた

「育種デザイン」へ

## 雑種強勢の原理

*SbPhyB* *sbphyB*

*sbghd7* *SbGhd7*

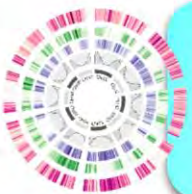
*SbPRR37* *Sbprrr37*

*Dw1* *dw1*

*Dw3* *dw3*

*dw7a* *Dw7a*

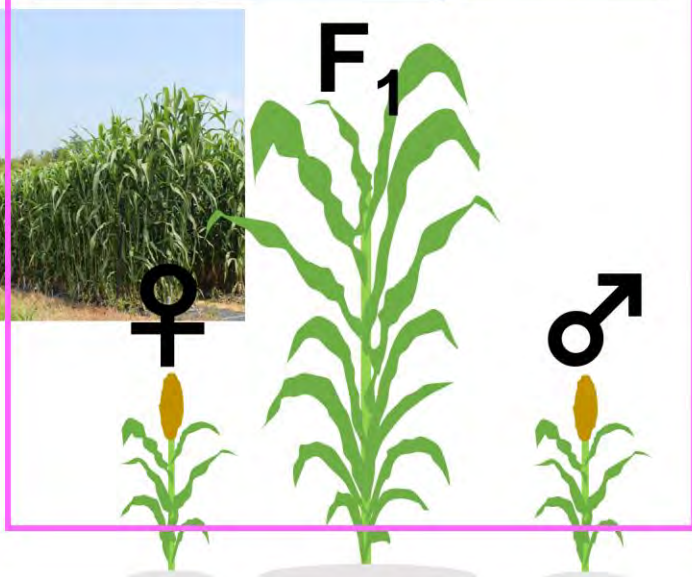
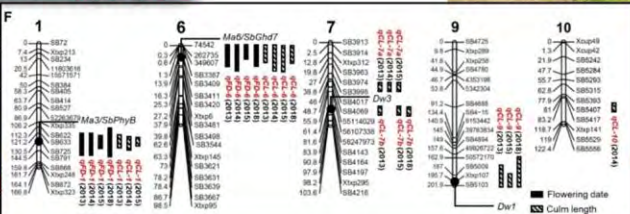
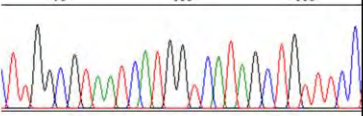
研究論文：Hashimoto et al. Sci. rep. (2021)  
品種登録：2



植物ゲノムビック  
データを活用した  
最先端ゲノム解析

10年に及ぶ 圃場での調査、  
遺伝学研究 + DNA解析  
のべ1万個体以上

T T G G C G T A A T C A T G G T C A T G C T G T T C C  
98 108 118



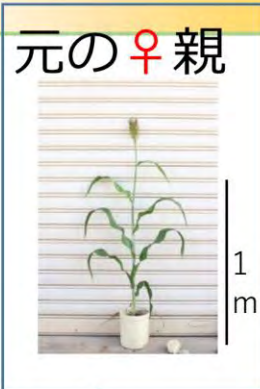


「6伝子モデルの応用」  
高バイオマス高糖性を併せ持つ  
新F1品種を育種デザイン

名大品種F<sub>1</sub>  
「炎龍」

エネルギーは**炎**の如く  
バイオマスは**龍**の如し

4 m



搾汁糖液が甘い  
スイートソルガム

高バイオマス性

糖を制御する遺伝子座  
"qBRX-6"をイントログレス



元の♂親  
74LH3213

高糖性

甘い♂親へ改良  
74LH改0号

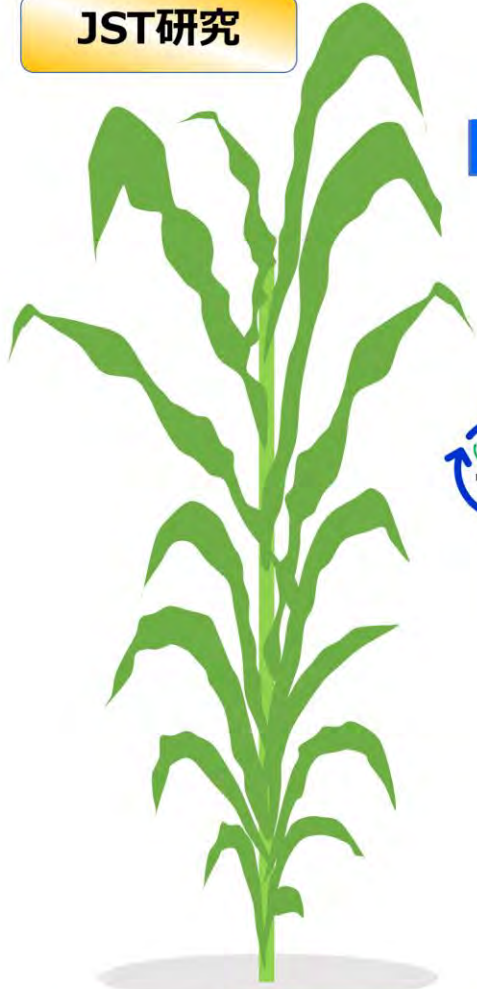


品種登録  
(2023)



# ソルガムのゲノム育種技術とそれを活用した低炭素事業

JST研究



CO<sub>2</sub> ↓



名大発  
スタートアップ  
種子生産販売



微生物発酵技術  
(バイオリファイナリー)



## ①休耕地を活用した飼料増産



バイオマス

飼料生産

## ②バイオものづくり (SAFなど)



搾汁糖

バイオエタノール  
→ SAF

## ③緑化事業 (海外)



乾燥地  
での栽培



<https://jp.freepik.com/>

砂漠化防止

# ソルガムを活用した循環型社会～豊田市の試み～

