

# 藻類に貯蔵される油脂の蓄積量を 増大させるペプチド

埼玉大学・大学院理工学研究科  
生命科学部門  
教授 西田 生郎

2019年6月27日

地球温暖化や化石燃料の枯渇、さらには、原子力エネルギーの利用における危険性が現実となってきた今日において、安全かつクリーンな再生可能エネルギーの利用が注目されている。化石燃料等を使用せずに太陽光や風力を利用してエネルギーを生み出す方法に加え、バイオマスを利用する方法も、現在のエネルギー問題を解決するための手段として重要である。

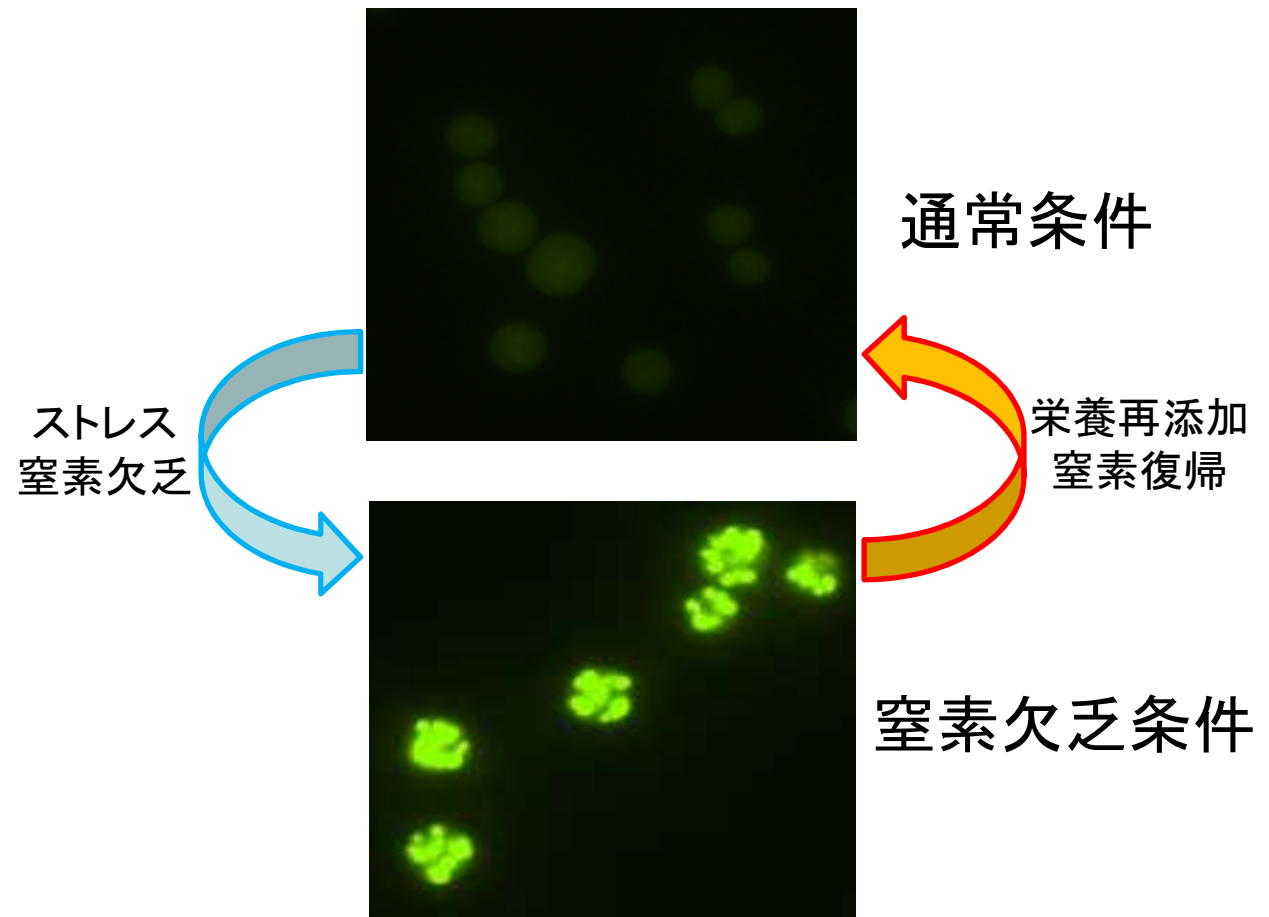
藻類は、光合成を行うことで糖のみならずトリアシルグリセロール (TAG) などの油脂をも合成することができ、藻類によって合成されたTAGなどは、バイオディーゼルの原料となる。

バイオディーゼルの原料は、菜種や大豆からも製造することができるが、食料と競合するという問題が生じてしまう。この点、藻類からバイオディーゼルの原料を生産することができれば、食料との競合もなく、安定的にバイオマスエネルギーの供給ができると期待されている。

*Chlamydomonas reinhardtii*はストレス条件下でTAGを油滴 (Lipid Droplet ; LD)として蓄積し、通常条件(復帰条件)に戻すと、蓄積したTAGを急速に分解する



*Chlamydomonas reinhardtii*



## 従来技術とその問題点(1/3)

近年、光合成産物の脂質を多く蓄積するボトリオコッカスやシュードコリスチスなどの微細藻類が、バイオマスエネルギーの供給材料として注目を浴びている。

例えば、ディーゼル燃料に替わる燃料として利用可能な炭化水素化合物を生産させるために、シュードコリスチス属の微細藻類を窒素欠乏状態で培養する方法(特許文献1)、eIF-5Aを過剰発現する藻類細胞(特許文献2)、トリアシルグリセロール高生産性藻類(特許文献3)などが報告されている。

## 従来技術とその問題点(2/3)

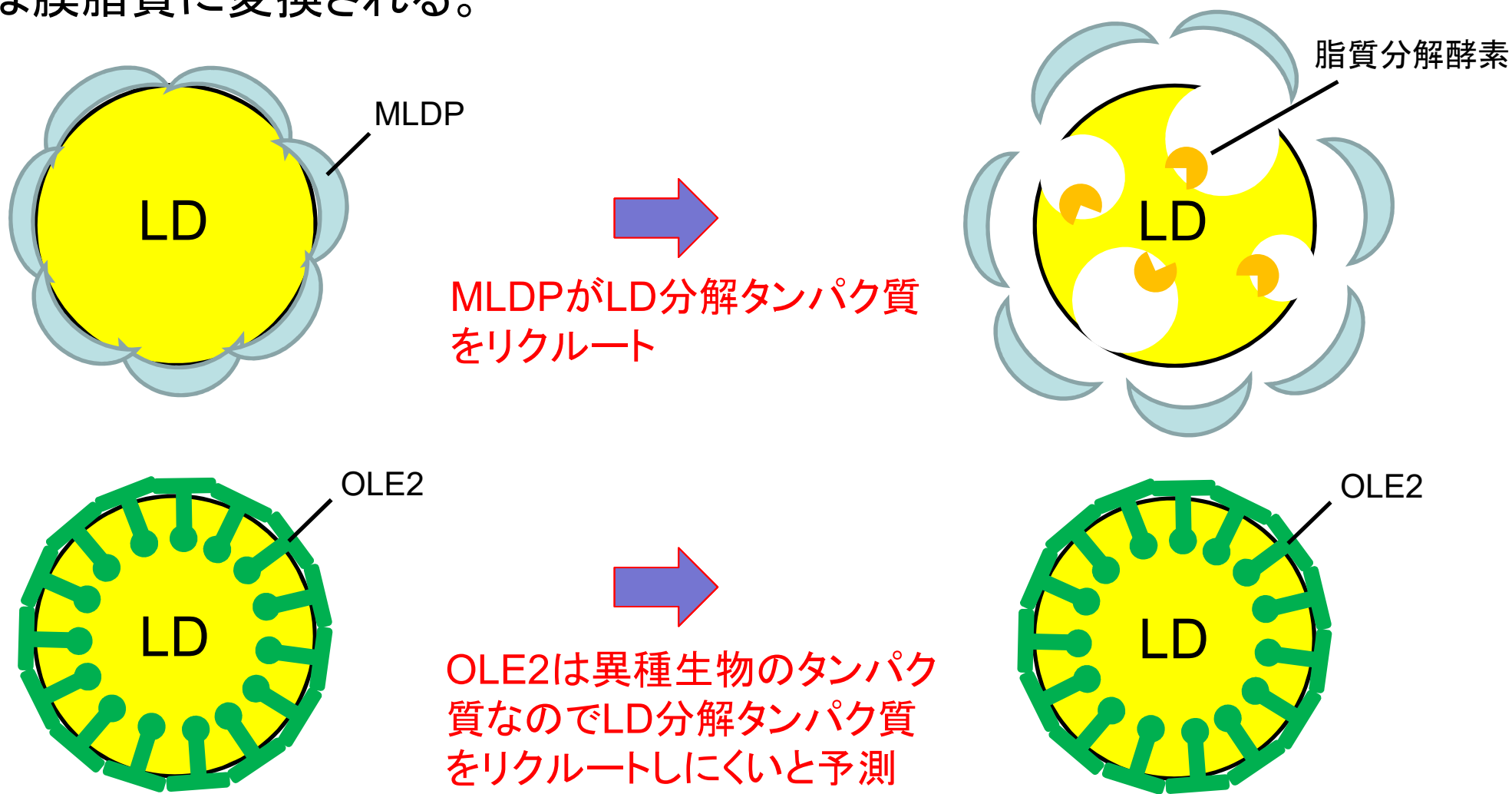
クラミドモナスなどの緑藻類では、正常な栄養状態では油脂は貯まらないが、これは油脂合成と同時に分解過程も動いているからであると考えられる。

窒素欠乏状態にすると油脂貯蔵オルガネラ中に油脂を貯蔵するが、これを正常な栄養状態に戻すと、油脂貯蔵オルガネラは分解され、内部に貯蔵されていた油脂は膜脂質に変換されてしまい、バイオマスエネルギーとしての利用ができなくなってしまう。

## 従来技術とその問題点(3/3)

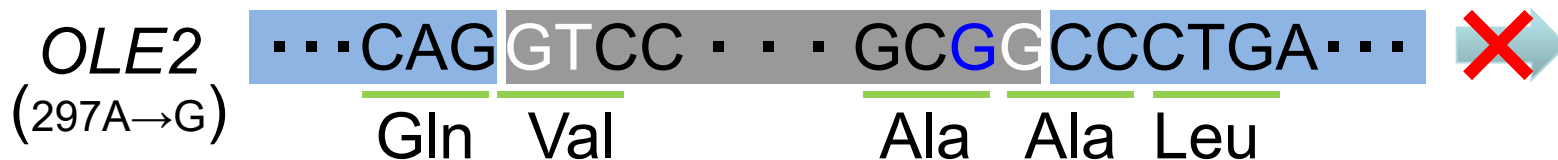
そこで、緑藻類などを窒素欠乏条件下で培養し、合成させた油脂を安定的に取得するために、油脂貯蔵オルガネラの分解過程を制御し、貯蔵された油脂を安定化し、油脂の貯蔵量を増大させるための手段が必要とされていた。

- 栄養欠乏条件で、藻類がその細胞内に蓄積する油脂は、リピッドドロプレット (lipid droplet; LD) として細胞内に溜まるが、リピッドドロプレットの表面はリン脂質の一重膜とMajor Lipid Droplet Protein (MLDP)と呼ばれるタンパク質におおわれ、その中で油脂は安定化されている。
- 栄養欠乏状態から正常な栄養状態に細胞を復帰させると、MLDPは分解され、油脂は膜脂質に変換される。

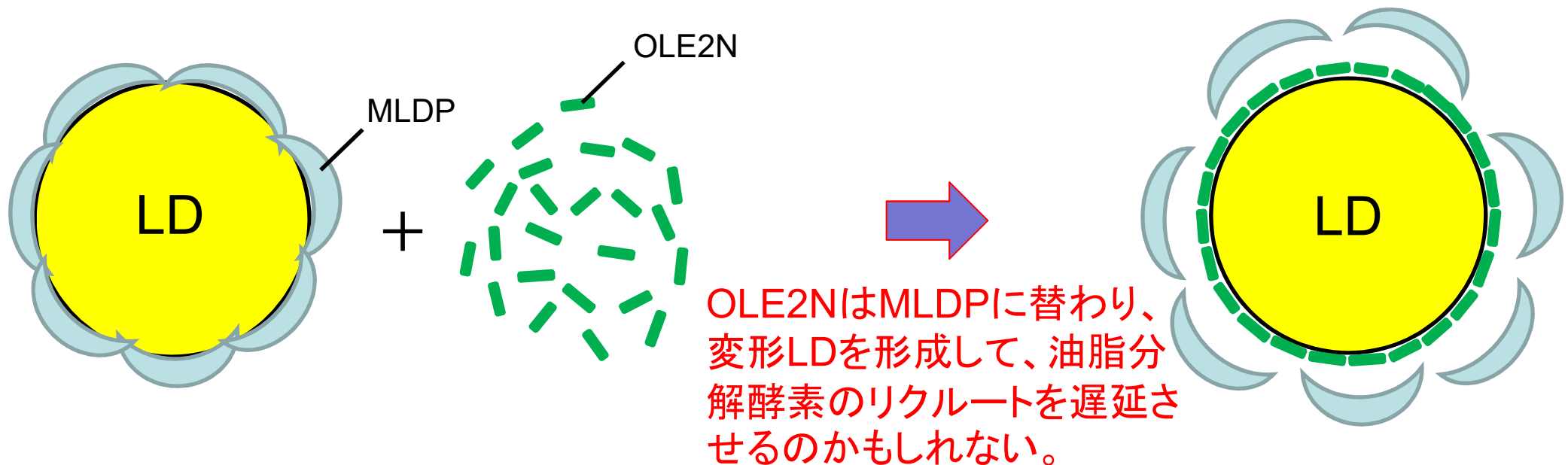




- 発明者らは、クラミドモナス・レインハーディに、シロイヌナズナのオレオシン遺伝子のひとつであるOLE2cDNAをクラミドモナスで使われている翻訳コドンに改変したOLE2\*を発現させたところ、予想に反して、cDNA配列の内部がスプライシングされ、OLE2のN末端の配列が発現するとともに、オイルボディの形成が促進されることを見いだした。このN末領域(OLE2N)を意図的にクラミドモナス・レインハーディで発現させても同様の効果が認められた。オレオシンのN末領域のみでオイルボディが形成されることは、発明者らによって初めて見出されたことである。



- また、窒素欠乏条件での油脂蓄積量は、コントロール(OLE2のN末領域を発現させていないもの)よりも高かった。OLE2のN末領域を発現させると、従来のリピッドドロプレットとは異なる形態(仮に、変形オイルボディとよぶ)で油脂を蓄積できるようになり、これが、高油脂蓄積につながったと考えられる。以上の知見に基づき、本発明は完成された。



## 新技術の特徴・従来技術との比較

- OLE2Nという比較的小さなペプチドを発現させることにより、細胞内の油脂を安定化できる。
- 植物細胞で油脂を安定化させるはたらきがあるOLE2を発現させても、OLE2Nと同様の効果は得られない。

# 想定される用途

- 本発明によれば、藻類における油脂の蓄積量を増加させ、また、正常栄養状態における**油脂の分解を抑制**することができるため、野生型の藻類を用いる場合と比較して、**多くの油脂を回収**することが可能である。

## 実用化に向けた課題

- OLE2N油滴が細胞内で安定化するしくみはまだよく分かっていないので今後、そのしくみをあきらかにする必要がある。
- OLE2N油滴がN復帰後2日目以降も分解されないよう、OLE2Nの配列をさらに改変する、あるいは、N復帰後2日目以降にOLE2N油滴を分解するしくみをあきらかにし、抑制することができれば、実用化に向けて、大きく前進することができる。

# 企業への期待

- 藻類を用いた有用油脂生産や、藻類を用いた食品の栄養価を高めることに取り組んでいる企業との共同研究を希望。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 藻類に貯蔵される油脂の蓄積量を増大させるペプチドおよびその使用
- 出願番号 : 特願2016-32608
- 出願人 : 国立大学法人埼玉大学
- 発明者 : 西田生郎・石塚嵩広・栗田朋和

# 産学連携の経歴

- ・2009年-2011年 コンポン研究所と受託研究を実施  
(研究題目「植物のCO<sub>2</sub>固定・貯蔵機能向上のための基盤研究」)
- ・2011年-2016年 JST CRESTの研究領域「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」における、「太田啓之」研究代表者の研究課題に研究担当者として参加(中課題名「藻類小胞体膜脂質合成と貯蔵脂質合成の分配機構解明」)。



# お問い合わせ先

**埼玉大学**

**オープンイノベーションセンター**

**TEL ; 048-858-3849**

**FAX ; 048-858-9419**

**e-mail coic-jimu@ml.saitama-u.ac.jp**