

未来社会創造事業 探索加速型  
「持続可能な社会の実現」領域  
終了報告書(探索研究期間)

令和3年度  
研究開発終了報告書

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:伊丹 健一郎]

[名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所/大学院理学研究科 教授]

[研究開発課題名:分子ナノカーボン育種による必須脂肪酸増産]

実施期間 : 令和2年11月1日～令和4年3月31日

## § 1. 研究実施体制

(1)「伊丹」グループ(名古屋大学)

① 研究開発代表者:伊丹 健一郎 (名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所/名古屋大学大学院理学研究科 教授)

② 研究項目

- ・ ハイスループット植物外壁透過性試験法の確立
- ・ ヒットナノカーボン分子の同定
- ・ ナノカーボン類の構造-活性相関研究によるリードナノカーボン分子の創製

(2)「中村」グループ(名古屋大学)

① 主たる共同研究者:中村 匡良 (名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 特任准教授)

② 研究項目

- ・ ナノカーボン分子を用いたモデル植物への遺伝子導入
- ・ ナノカーボン分子の標的作物における物質運搬能の検証
- ・ ナノカーボン分子を用いたモデル植物でのゲノム編集
- ・

(3)「豊倉」グループ(グランドグリーン株式会社)

① 主たる共同研究者:豊倉 浩一 (グランドグリーン株式会社 研究員)

② 研究項目

- ・ エゴマにおけるゲノム編集の標的候補遺伝子の絞り込みと同定
- ・ ナノカーボン分子の標的作物における物質運搬能の検証

## § 2. 研究実施の概要

特異な構造、電子特性を有し、生体直交性が高いカーボンナノチューブやグラフェンといったナノカーボン近年、生物分野への応用が急激に進んでいる。しかしながら、これまでに報告されたナノカーボンは、サイズや構造の精密制御は全く達成されていないのが現状である。一方、ゲノム編集技術は CRISPR がノーベル医学生理学賞の受賞対象にもなったように、基礎研究と応用研究の両面で開発が活発化している。しかし、ゲノム編集技術を用いた作物の育種における最大の障壁の一つは、ゲノム編集ツールの植物細胞への導入にある。

そこで本研究では、まずナノカーボン分子群の精密有機合成とそのハイスループット評価系の確立、見出されたナノカーボン分子を用い、モデル植物への遺伝子導入と機能化の検討を行った。並行して実用農作物として設定したエゴマのゲノム編集標的遺伝子の探索を行う。将来的には、植物種・品種によらない**ナノカーボン分子を用いた迅速で簡便な植物ゲノム編集技術(ナノカーボン育種)を確立し、モデルケースとして収量を劇的に増加したエゴマ新品種を作出すること**をゴールと設定し、合成化学、植物生物学、農学のグループからなる産学連携体制を構築、研究に着手した。

合成化学グループが合成したナノカーボン分子のうち、いくつかのナノカーボン分子が哺乳動物において核酸輸送能を有することを見出すことに成功した。このヒットナノカーボン分子の一つのナノカーボン分子について構造活性相関研究を実施し、核酸導入のために必須なナノカーボン分子の構造(母核・側鎖)と物性に関して重要な知見を得ることができた。並行して、核酸輸送能を有するナノカーボン分子のハイスループット評価系を確立した。既に見出したヒットナノカーボン分子に加えて、新たな構造のナノカーボン分子群が高い核酸輸送能を示すことを明らかにした。

ついで、合成化学グループによって見出されたヒットナノカーボン分子を用い、植物生物学グループがモデル植物への核酸導入能の検討をおこなった。まず、生化学的手法(gel shift assay)によってヒットナノカーボン分子と核酸分子が結合することを確認した後、タバコ培養細胞を用いた細胞内への輸送能を検討した。その結果、いくつかのナノカーボン分子が核酸分子を細胞内へ輸送できることをみいだした。このナノカーボン分子を用いプラスミド DNA をモデル植物に対して導入したところ、目的とする遺伝子が発現することを確認できた。

一方、実用作物として設定したエゴマにおけるゲノム編集の標的遺伝子を決定するために、農学グループがゲノム解析、トランスクリプト解析を行い、標的とする phenotype で高発現する遺伝子群を見出すことに成功した。本研究グループがこれまでに見出されたナノカーボン分子は、核酸と混ぜ細胞に加えるだけで核酸の輸送が可能である(特許出願済)。本研究で見出されたナノカーボン分子および遺伝子導入方法ともに、今後、基礎研究、産学連携共同研究の両面での活用が、期待される。