

重金属フリーF T型反応の発見 ～二酸化炭素から人造石油合成の新展開を期待～

1. 発表者：

- 野崎 京子 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)
ファノポラス アンドレアス (研究当時:東京大学 大学院工学系研究科 特任研究員/
現:オックスフォード大学博士研究員)
パル シュリンワツ (東京大学 大学院工学系研究科 特任助教)
川上 貴史 (研究当時:東京大学 大学院工学系研究科 博士課程3年生/
現:AGC 株式会社研究員)

2. 発表のポイント：

- ホウ素 (石の成分) の化合物を組み合わせると、一酸化炭素をつないで炭化水素鎖 (注1) をつくる反応が室温で進行することを発見した。
- この反応は、F T法 (鉄やコバルトなどの重金属を用い、高温・高圧で一酸化炭素と水素から炭化水素鎖をつくる反応) の鍵段階である。
- F T法は、二酸化炭素と水素を原料とすることもできるため、二酸化炭素を石油に変換する研究の新展開が期待される。

3. 発表概要：

東京大学大学院工学系研究科の野崎京子教授、パル特任教授らはホウ素を触媒に用い、一酸化炭素をつないで炭化水素鎖 (石油成分) をつくる反応が室温で進行することを発見しました。すなわち、水素とホウ素の結合をもつ物質を共存させると、炭素とホウ素の結合に一酸化炭素が連続して挿入し、炭化水素鎖 (石油の成分) になることを見つけました。この反応はF T法の鍵段階です。F T法とは合成ガス (一酸化炭素と水素の混合物) から炭化水素鎖をつくる反応で、人造石油合成 (注2) に利用されています。現在は鉄やコバルトなどの重金属を触媒とし、高温・高圧の反応条件で行われています。

合成ガスは現状、石炭または天然ガスから作られています。二酸化炭素と水素から作ることもできるため、今回の研究成果に端を発する効率的なF T法の開発は、二酸化炭素から石油を作るプロセスへの展開が期待されます。

本研究成果は、2020年8月7日 (米国時間) に米国化学会誌「Journal of the American Chemical Society」のオンライン版で公開されました。

本成果は、以下の研究費によって得られました。

日本学術振興会基盤研究S

研究開発課題：「再生可能資源有効利用に向けた触媒的結合開裂反応の開発 (18H05259)」

研究代表者：野崎 京子 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

研究期間：2018年6月～2023年3月

4. 発表内容

F T法（フィッシャー・トロプシュ法）は合成ガス（一酸化炭素と水素の混合物）から、石油代替となる合成油をつくる一連の過程で、もともとは 1920 年代にドイツで開発されました。合成ガスは一般に、石炭や天然ガスと水を原料として作られます（図 1）。こうして得られる人造石油は、天然の石油が含む硫黄などの不純物を含まないため、酸性雨などの問題を生じません。最近では 2000 年代からのシェールガス革命（注 3）により、米国で大量のガスが得られるようになり、その利用法として F T法が見直されています。また、再生可能エネルギーを用いて水素を容易に入手できれば、二酸化炭素と水素からも合成ガスを得ることができるため、F T法は、二酸化炭素から人造石油をつくるキーテクノロジーとして注目を集めています。

F T法の触媒としては鉄やコバルトなどの重金属が用いられています。現状、高温・高圧の反応条件（最低でも 200°C以上）が必要なためエネルギーの消費が多く、さらなる効率化が望まれています。今回、工学系研究科野崎研究室（ファノポラス博士、パル特任助教、川上博士、野崎教授）は、重金属を一切使わないで、F T法の鍵反応が進行することを見つけました。すなわち、重金属の代わりにホウ素（石の成分）を用い、室温での炭素鎖の伸長を確認しました（図 1）。還元剤としては水素ではなく水素化ホウ素を用いているため、現状では F T法触媒の完全な代替にはなりません（図 2）、全く新しい触媒設計の方向性を示せたことで、今後、持続可能なプロセス開発に向けての研究の加速が期待されます。

本研究成果は日本学術振興会基盤研究 S（18H05259）の支援を得て行われました。

5. 発表雑誌：

雑誌名：「Journal of the American Chemical Society」（8月7日、オンライン版）

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.0c06580>

論文タイトル： Heavy Metal-Free Fischer-Tropsch Type Reaction: Sequential Homologation of Alkylborane Using a Combination of CO and Hydrides as Methylene Source

著者： Andreas Phanopoulos, Shrinwantu Pal, Takafumi Kawakami and Kyoko Nozaki*

なお、この論文は 8月21日または 28日付で、Science誌に Editor's Choice として紹介される予定である。

7. 問い合わせ先：

<研究に関すること>

東京大学 大学院工学系研究科 化学生命工学専攻

教授 野崎 京子（のざき きょうこ）

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<報道担当>

東京大学 大学院工学系研究科 広報室
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

8. 用語解説：

(注1) 炭化水素鎖

炭化水素とは炭素と水素のみでできている物質のこと。複数の炭素がつながって鎖になると油になる。炭化水素は石油や天然ガスの主成分である。

(注2) 人造石油合成

油田から産出する石油ではなく、他の物質から人工的に合成された液状の炭化水素。一般的には石炭を液化して用いることを指す。

(注3) シェールガス革命

2000年代後半からアメリカ、カナダで、今まで困難だったシェール層（堆積岩の一種）から天然ガスを抽出できるようになった。

9. 添付資料：

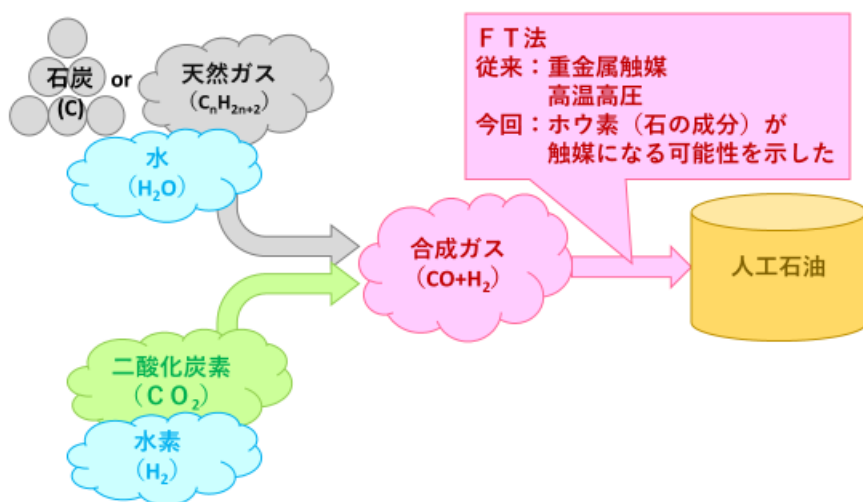


図1. FT法における本研究の位置づけ

