天然ガス化学

大阪大学大学院工学研究科教授 伊 東 忍
Shinobu Itoh

小生は、昭和 52(1977) 年に大阪大学工学部石油化学科に入学し、卒業後そのまま大学院(工学研究科・石油化学専攻)に進学した。その間、昭和 59(1984) 年 4 月に、名称が石油化学専攻から応用精密化学専攻へと変更になったため、博士課程は、大阪大学大学院工学研究科応用精密化学専攻修了である。当時、京都大学の工学部にも石油化学科があり、日本におけるノーベル化学賞の第 1 号を受賞された福井謙一先生も在籍しておられた。しかし、平成 5(1993) 年 4 月に大学院重点化に伴い、発展的に解消となった。「石油化学」という名称がだんだんと社会受けせず、大学受験の倍率や偏差値が下降現象にあったことが理由であると、当時の指導教授(阿河利男先生)から聞かされた記憶がある。学部時代に、「石油の埋蔵量はあと 50 年分ほどしかないから、火力発電の燃料やガソリンとして燃やしてしまうのではなく、石油化学工業の原料として大切に使い続けていかなければならない」と教えられた。あれから約 40 年を経た今日、石油が枯渇すると言う話は聞いたことがなく、今でも燃料や化学原料として使われている。経済産業省・資源エネルギー庁の報告によれば、原油の生産量は、ほぼ右肩上がりで増加しており、1965 年の 1,788 万バレル/日から、2015 年には、5,345 万バレル/日に達している。

一方、(株)旭リサーチセンターの ARC リポート「天然ガス化学、石油化学、石炭化学」(2017 年 3 月、府川伊三郎著、https://arc.asahi-kasei.co.jp/report/arc_report/)によると、2000 年初頭の米国におけるシェール革命以降、天然ガスの重要性が高まっている。天然ガスの単位熱量当たりの価格は世界的には石油よりも安い。また、温室効果ガスである CO₂ の発生量が石炭を 100 とすると石油 70、天然ガス 50 と少なく、天然ガスは CO₂ の排出量を抑えることのできるクリーンな資源としても期待されている。また、その埋蔵量も原油に匹敵すると見積もられており、石油に代わる化石燃料として期待されている。我が国においても、東日本大震災以後、原子力の代替として、発電施設に余力のあった天然ガス発電にシフトした。しかし、天然ガスは液体の石油に比べ密度が低く、輸送効率ははるかに低いのが欠点である。近郊

に天然ガス油田のない日本では、全て LNG(液化天然ガス)輸送に頼っている。LNG 輸送は、輸出港で天然ガスを -162℃ 以下に冷却して液化する必要であり、海上輸送は専用の LNG 船が必要となる。また輸入港では、LNG をガス化するための設備とエネルギーが必要となる。このため、LNG 輸送は、コストが高くなる。

天然ガスの主要成分はメタンであり、化学原料としては、メタンの水蒸気改質で合成ガス(CO+H₂)へ変換した後、アンモニアやメタノールの合成原料として利用されているのみである。しかし、メタンを合成ガスに変換するためには多段階(水蒸気改質、シフト反応、メタノール合成)を要し、各段階で多くのエネルギーを必要とするため、競争力は低い。したがって、メタンを化学原料として使うためには、メタンからメタノール、エタン、エチレングリコールなどへ直接変換する技術が必要となる。メタンをメタノールなどへ変換できれば、上述の LNG 輸送の必要もなくなり、大幅なコストダウンにも繋がる。現在、JST(科学技術振興機構)の CREST 研究として、[革新的触媒]多様な天然炭素資源の活用資する革新的触媒と創出技術(https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunyah27-3.html)が走っている。正しく、我が国の天然ガス化学をリードするために必要な革新技術の開発を目指した研究である。しかし、その道のりは決して容易なものではない。現時点で、工業化可能な技術への到達にはまだまだ先が遠いと実感させられている。天然ガスをただ燃やして熱に変えるだけでなく、石油に代わる化学原料として有効利用するためには「天然ガス化学」の発展は必須である。有機金属化学分野で有名な M. S. Sanford(米国ミシガン大学)や D. J. Mindiola(米国ペンシルベニア大学)らによるイリジウム錯体を用いたメタンの直接ホウ素化反応が、2016 年の *Science* 誌に並んで報告されたことから分かるように(*Science*, 2016, 351, 1421-1424 と 1424-1427)、有機合成化学の分野においてもメタンの直接変換反応は重要な研究課題となっている。我が国の有機合成化学分野においてもメタンの直接的変換反応の開発を目指した革新的研究が推進されることを願っている。

(2019 年 9 月 9 日受理)