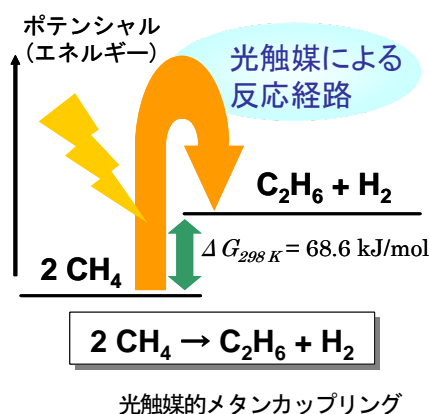


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-3. 資源化
小項目	3-3-7. 光触媒によるメタンの有効利用

概要（200字以内）

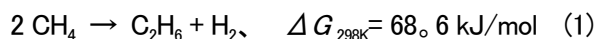
安定な小分子であるメタン 2 分子をカップリングさせてエタンと水素を得る反応は吸熱反応であり通常は高温を要するが、光触媒を用いて太陽エネルギーなどの光エネルギーを用いれば常温でも進行することが見出されている。また、光触媒を用いて水分子や二酸化炭素を酸化剤としてメタンと反応させ、常温で水素を得る反応も見出され、研究が行われている。現在の課題は、光触媒活性・量子効率の向上であるが年々改良されている。



現状と最前線

メタンは比較的豊富に残されている炭素資源かつ水素資源であり、バイオガスの主成分としても得ることができ、再生可能な資源とされている。しかし、メタン分子はもっとも安定な炭化水素であり、より分子量の高い炭化水素に転化するにも水素を発生させるにもエネルギーを要し、触媒反応を利用しても通常は高温を必要とする。ところが、光触媒を用いると、光エネルギーにより分子が活性化されるので、温和な条件でも進行することが大いに期待できる。

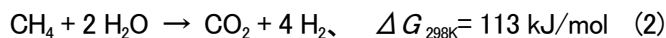
閉鎖系内にメタンと光触媒を導入し、紫外光を含む光を照射すると、わずかではあるがエタンと水素が得られる。これは式(1)で示される。



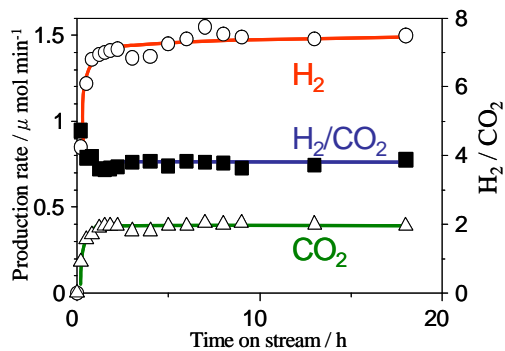
この反応では、化学ポテンシャルの増加を光エネルギーが補償している。光触媒としては、発見当初より、シリカ系の高分散型光触媒が有効とされ研究が進められてきた。これは、例えば半導体型光触媒である酸化チタンを用いると、メタンや生成する水素が存在する還元的雰囲気中での光照射により、光触媒自身が光還元を受けてしまい、水素が得られず、失活も著しいためである。ただし、最近の研究により、半導体光触媒でも、本反応に活性を示すものも見出され、今後の展開が期待される。

一方、光触媒により水分子を酸化剤としてメタンに作用させると、式(2)で示されるメタン

の常温水蒸気改質反応が進行する。



本反応は、酸化チタンやランタノープタニル酸ナトリウムなどの半導体に微量の白金を添加した光触媒を用いると進行する。後者の光触媒を用いると、流通系反応装置を用いて長時間本反応が進行する（右図）。現状では、実験室の小さな装置で1分間に数 μmol の水素が得られるが、実用にはまだ遠く、さらに高活性を示す光触媒の開発が必要である。また、本反応はエネルギーとしての水素の製造が主目的となるので、太陽光の利用を想定すべきである。そのために、可視光を利用できる光触媒の開発が望まれる。



Pt/NaTaO₃:La 光触媒を用いたメタンの常温水蒸気改質反応

さらに、光触媒によりメタンと二酸化炭素を反応させると、式(3)の改質反応が常温でも進行し、合成ガスが得られる。



この光触媒反応はまだ研究が始まったばかりであるが、酸化ガリウム光触媒などが有効であり、常温よりも高温のほうが反応速度が高くなることも見出されている。

以上のように、光触媒反応によって、メタンをより利用しやすい炭化水素や、クリーンなエネルギーである水素に、室温付近で転化することができる。これらの研究はまだ始まったばかりであり、今後の発展が期待できる。

文献：

H. Yoshida, *Catalysis Surveys from Asia*, **9**, 1 (2005).

将来予測と方向性

効率が上がれば、実用化も可能となるであろう。光触媒の活性向上、新たな高活性触媒の開発、可視光光触媒の開発に向けた研究が不可欠である。

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
反応機構や活性支配因子の解明、触媒設計指針の確立
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
触媒設計指針に基づく高活性可視光光触媒の開発
光触媒反応装置の開発、高効率な光源、水素の分離技術

キーワード

メタン・エタン・水素・光触媒・改質反応

(執筆者：吉田 寿雄、吉田 朋子)