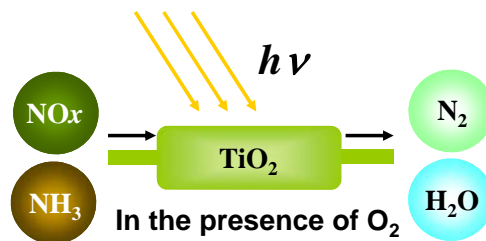


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	4. 環境保全技術・リサイクル
中項目	4-1. 環境保全
小項目	4-1-12. アンモニア光 SCR (低温アンモニア脱硝)

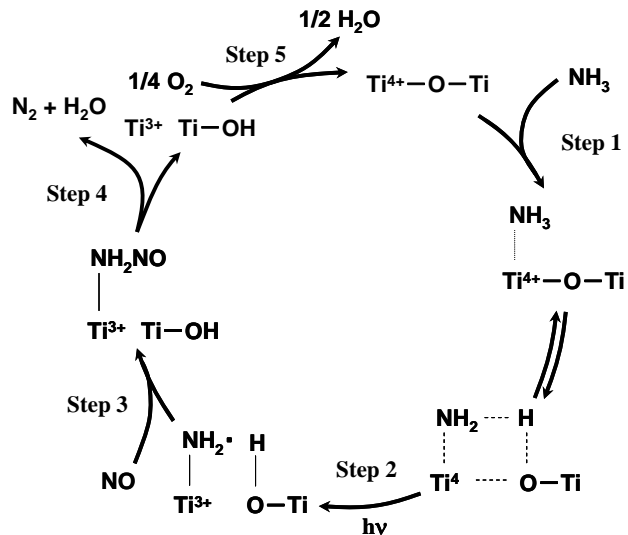
概要 (200字以内)

現在、低温でのアンモニア脱硝反応 (SCR) の開発が急務である。そこで広い温度領域でも反応が進行する光触媒を用いた低温アンモニア脱硝の研究がなされている。触媒として TiO_2 を用い、紫外光照射することでアンモニア光 SCR が効率良く進行し、その活性はすでに実用レベルまで到達している。改善すべき点 (自然光・蛍光灯の利用、耐 H_2O ・ SO_x 被毒性等) は散見されるが、最終的には低温での NO 直接分解反応の開発が望まれる。



現状と最前線

工場や自動車などから排出される NO_x は環境汚染物質であり、酸性雨や光化学スモッグの原因となっている。現在、 NO_x 固定発生源では NO_x を分解するために「アンモニア脱硝 (SCR) プロセス: $4\text{NH}_3+4\text{NO}+\text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}$ 」が世界的に用いられている。問題点は、用いられている触媒の活性化温度が高い (350 度) ことであり、180 度以下で反応が進行する反応系の開発が急務である。



TiO_2 は光触媒として有名である

が、 NH_3 や NO の良い吸着媒体であることも知られている。触媒として TiO_2 を用いると、室温にて紫外光照射することでアンモニア光 SCR が効率良く進行する。その活性は $\text{GHSV} = 16,000 \text{ h}^{-1}$ において NO 転化率 90%、 N_2 選択率 99% であり、活性だけをみれば実用レベルにまで達している。このアンモニア光 SCR の反応機構を図に示す。この反応機構と速度論的解析から、

・ 活性サイトは TiO₂ 上のルイス酸点である。

・ 光励起により、吸着した NH₃ が活性種 (NH₂ ラジカル) になり、NO と反応する。

・ 反応の律速段階は NH₂NO の分解反応過程 (Step④) である。

という特徴を有していることがわかった。つまり、アンモニア光 SCR においては、光の関わる過程が吸着 NH₃ の光活性化過程 (Step②) のみである、ということ、また反応活性は、触媒の酸量、NH₂NO の分解速度、に依存している、ということの意味している。

また、アクションスペクトルを測定したところ、吸着 NH₃ の光活性化に関する興味深い結果が得られている。それは触媒である TiO₂ では吸収できない長波長側 (400 nm 以上) の可視光領域の光でも反応が進行していることである。これは吸着 NH₃ の N から Ti へ、直接電子遷移すること (in situ ドーピング) で反応の可視光化が実現しているものと考えられる。しかし、TiO₂ の可視光領域での光の利用効率が低いために、より高活性な触媒の開発が必要である。

現在、反応活性向上を目指し、遷移金属酸化物担持 TiO₂ 触媒によるアンモニア光 SCR 反応を行っている。これは触媒の酸量増加による活性向上を狙ったものであり、すでにタングステン、モリブデン、ニオブの酸化物を担持することで活性が向上することを見出している。また、タングステン酸化物を担持した場合、GHSV = 8, 000 h⁻¹ において可視光 (光の波長 > 400 nm) によるアンモニア光 SCR 反応は NO 転化率 95% 以上、N₂ 選択率 100% で進行することがわかっている。活性はまだ実用レベル (GHSV が 16, 000 h⁻¹ で NO 転化率 95% 以上) ではないが、可視光応答型光触媒を使用することなく、自然光 (太陽光) や蛍光灯を光源とした高活性なアンモニア光 SCR 系の開発が期待できる。

将来予測と方向性

・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

耐 H₂O、SO_x 被毒性を有する触媒の開発

自然光、蛍光灯ランプでも高活性で進行するアンモニア光 SCR 反応系の開発

炭化水素を還元剤とした光触媒による低温脱硝反応系の開発

・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

高活性な NO の N₂ への直接分解反応系の開発

キーワード

TiO₂ ・ 光触媒 ・ 低温脱硝反応 ・ NO_x ・ NH₃

(執筆者 : 田中 庸裕)