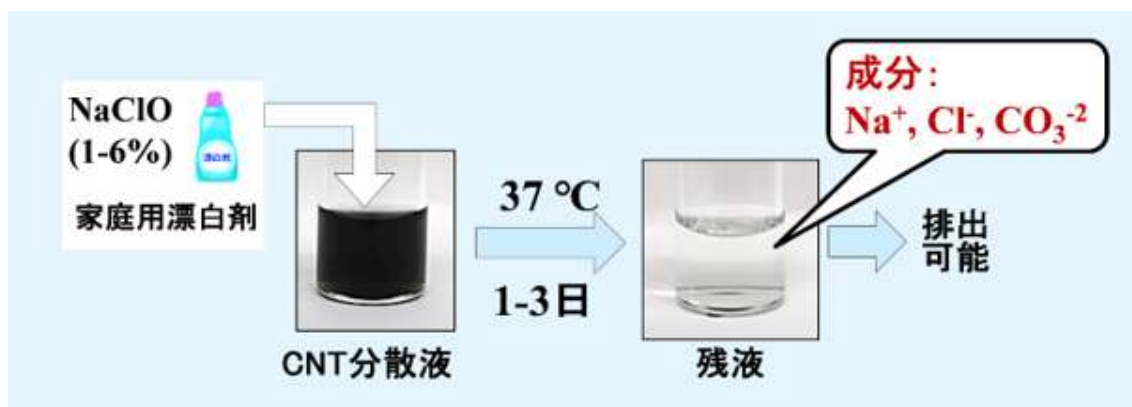


## 次亜塩素酸化合物によるカーボンナノチューブ廃水の工業的処理法の開発

国立研究開発法人 産業技術総合研究所は、カーボンナノチューブ（CNT）と次亜塩素酸化合物との化学反応を利用し、CNT を含む産業廃水から簡便で効果的に CNT を除去する方法を開発した。



次亜塩素酸化合物（NaClO）により CNT を含む廃液から簡易に CNT を除去

CNT などのナノ炭素材料を用いた製造プロセスの環境保全・安全性確保は産業応用上の大きな課題である。特に CNT を含む廃水から CNT を簡易に除去する方法は知られておらず、CNT 不織布・分散液の産業応用を阻害する要因であった。今回開発した技術は、CNT を含む廃水の経済的な工業的処理方法につながるものであり、CNT の環境への暴露を防止して、安全・安心な CNT 産業の発展に貢献すると期待される。

今回開発した技術は、産業廃水中に含まれた CNT を除去するため、次亜塩素酸や次亜塩素酸化合物で CNT を酸化・分解する技術である。濃度 5、50、100 mg/L の単層 CNT (SWNT) と多層 CNT (MWNT) の水分散溶液に、次亜塩素酸ナトリウム水溶液（1.25 %）を添加し、37 °C で反応させたところ、CNT の存在を示す黒色がすべての濃度の分散溶液で、徐々に薄くなり、96 時間で全て透明になった（図 1）。光吸収法により溶液中の CNT 濃度を定量測定したところ、CNT が時間とともに減少し、最後にほぼゼロになることが分かった（図 2）。

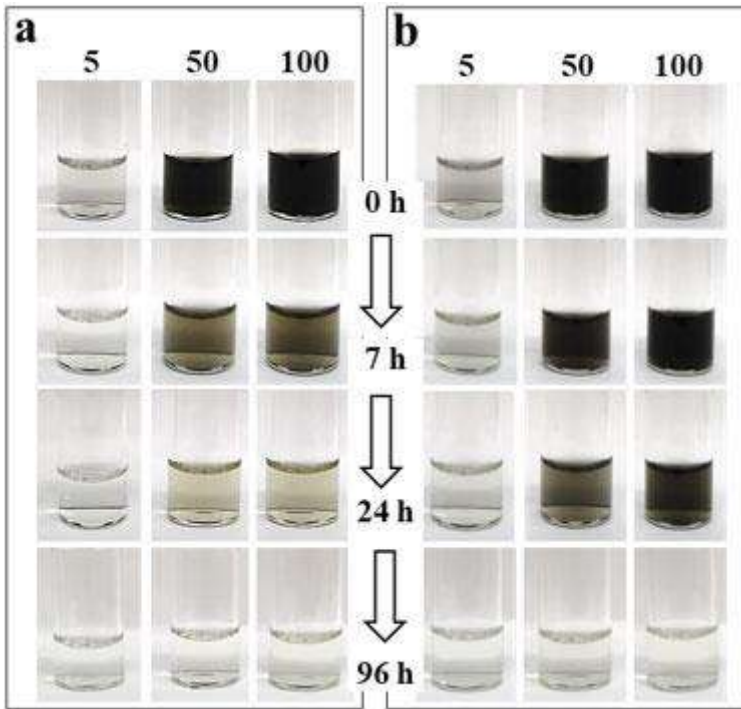


図1 次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加した CNT 水溶液の色の経時変化

(a) 5、50、100 mg/L の SWNT の溶液、(b) 5、50、100 mg/L の MWNT の溶液

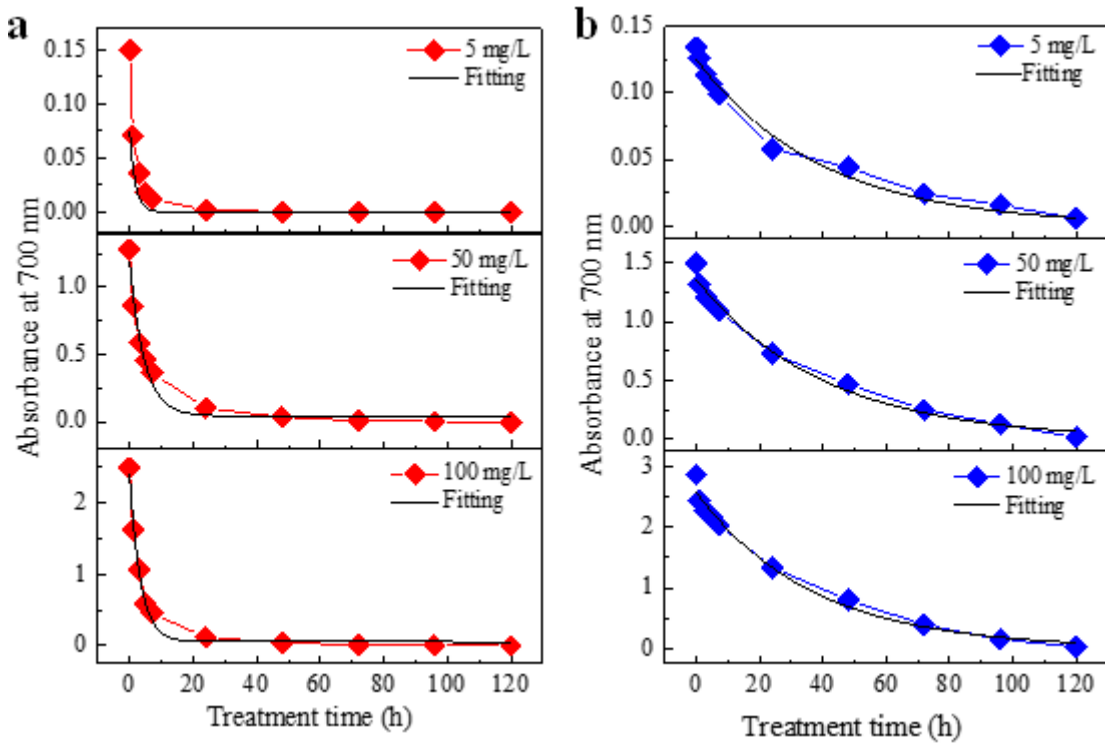


図2 次亜塩素酸ナトリウムの処理後の、波長 700 nm での吸光度の経時測定結果

(a) 5、50、100 mg/L の SWNT 溶液、(b) 5、50、100 mg/L の MWNT 溶液

また、工業用 CNT 分散液を想定し、異なる界面活性剤により分散された 3 種類の CNT 分散液と次亜塩素酸ナトリウム水溶液を混合し、反応させると CNT が完全除去されることを確認した。この技術は、CNT を含む廃液と次亜塩素酸化合物の溶液を混合し、適切な温度で静置するという非常にシンプルなプロセスであり、CNT 製造工場や加工工場、研究機関で簡便に利用できる。

今回開発した技術で処理した CNT を含んでいた廃水を安全に排出できるかどうかを確認するため、処理後の残液中の成分を調べた。まず加熱により残液中の次亜塩素酸ナトリウムを除去し、全炭素量を測定したところ、炭素量は検出限界 (4 µg/L) 以下であった。次に、残液に塩化カルシウムを少量添加すると直ちに白濁し、炭酸イオン (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) が含まれることを示した。残液を塩酸で中和し、乾燥した物質を SEM/EDS (走査型電子顕微鏡観察/エネルギー分散型 X 線分光法) で元素マッピングしたところ、残液中にはナトリウム (Na) イオンと塩素 (Cl) イオンだけが存在していた。これらの結果から、次亜塩素酸ナトリウムにより、CNT が完全分解され、無害の Na イオン、Cl イオンと CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> が生成したと考えられる (図 3)。また、今回使用した次亜塩素酸ナトリウムの濃度は、家庭用漂白剤などに含まれる濃度より低く、処理後の残液は未反応の次亜塩素酸ナトリウムを含んだままで一般廃水として排出できる (ただし、大量の場合は産業廃棄物としての処理が必要)。

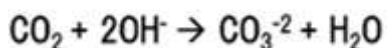
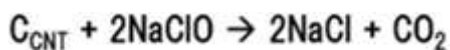


図 3 次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) による CNT 分解の反応式

文 JST 客観日本編集部

日文发布原文

[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2019/pr20190204/pr20190204.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190204/pr20190204.html)