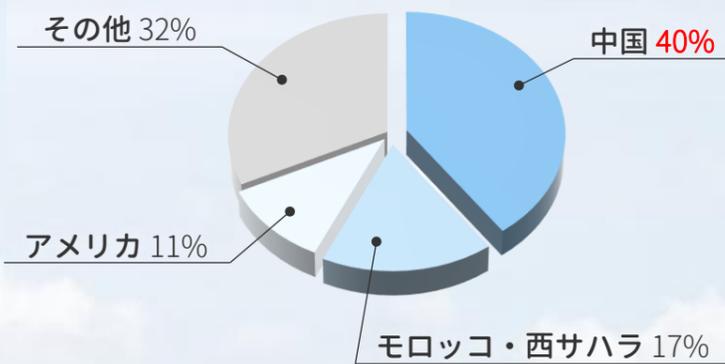


サステイナブル原料を使用した 環境にやさしいリン酸エステルの開発

■ 背景

リンはリン鉱石から得られる天然資源で、最先端の工業製品の製造に必須の元素です。しかしながら、その産出国は限られており、日本国内ではリン鉱石の採掘はほとんどされていません。そのため、日本では最上流原料の黄リン（白リン）としてリン資源を輸入しています。黄リンの生産には莫大なエネルギーが必要なため、その生産国もまた限られています。日本ではリン資源（黄リン）の輸入先がベトナムやカザフスタンに偏っている上、リンは各国が戦略資源とみなし、輸出入に制限をかけているため、リン資源の安定供給に関して高い地政学的リスクを有しています。



▲ 世界のリン鉱石産出量 (2020)

Japan Organization for Metals and Energy Security, 2023

黄リンの輸入先上位国・割合

1	ベトナム	99.7%
2	カザフスタン	0.2%
3	中国	<0.1%
4	インド	<0.1%

▲ 日本の黄リン輸入先 (2022)

Trade Statistics of Japan, 2022.

■ リンの国内情勢と未利用リン資源の活用

リンを巡っては、日本国内においても経済安全保障上の観点から、リンは経済安全保障推進法における「特定重要物資」に指定されています。にもかかわらず、日本では産業廃棄物として大量のリン酸が排出されています。これらの廃リン酸は資源として着目されず、そのまま廃棄物として処理・廃棄されています。国内で発生する廃リン酸を資源として有効的に活用することができれば、諸外国に依存しないリン資源供給ルートの確保に加え、リン資源の持続利用にも貢献することが出来ます。佐賀大学および日本コンクリート工業株式会社は、2019年より国内の未利用リン資源の活用とリン循環の構築を目指した共同研究を推進してきました。



▲ 未利用リン廃水

■ 廃リン酸を用いたサステイナブルなリン酸エステルの製造技術

リン酸エステルは、難燃剤や可塑剤として幅広く用いられているリン化成品です。リン酸エステルは一般的に、黄リンから得られる塩化リンを原料として、高い環境負荷をかけて製造されています。一方で、ありふれた原料であるリン酸とアルコールから、直接リン酸エステルを製造する技術は十分に確立されておらず、低環境負荷かつ持続可能な製造法が求められています。

佐賀大学および日本コンクリート工業は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成を受け、国内の未利用リン資源を利用した、リン酸とアルコールの縮合によるリン酸エステルの製造方法 (特許第6703653号、特願2024-076564号) を共同で開発しました。本技術で製造できるリン酸エステル類には制限がありますが、理論上の副生成物は水のみであり、原子効率に優れた環境調和型の製造法です。



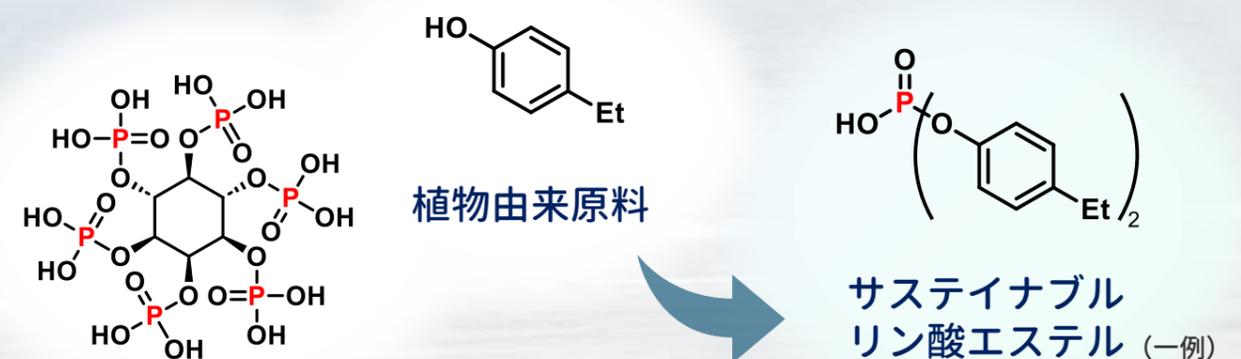
▲ 廃水由来リン酸エステル

リン酸エステル分類	モノエステル	ジエステル	トリエステル
脂肪族リン酸エステル	○	×	○*
芳香族リン酸エステル	×	○*	×

*新規技術

▲ 本技術で合成可能なリン酸エステルの一覧

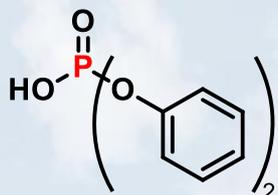
さらに、原料のリン酸やアルコールに植物由来原料を使用することで、サステイナブル性の高いリン酸エステルを製造することも可能です。例えば、米ぬかなどに含まれるフィチン酸や、精油由来のアルコールなどを組み合わせることで、完全バイオマス原料由来の、高付加価値なリン酸エステルも製造することが可能です。我々はリン酸エステル化を通じて、リン資源の回収・再利用や新たなリン資源循環の構築を目指します。



製品紹介

■ 芳香族リン酸ジエステル

○ ジフェニルリン酸 (CAS RN: 838-85-7)



化学式：C₁₂H₁₁O₄P 分子量：250.19

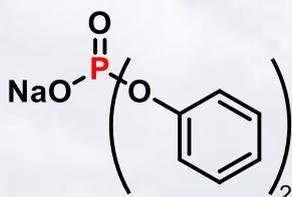
外観：白色～薄桃色または薄橙色固体 (25°C)

用途：プラスチック用難燃剤・可塑剤、
合成中間体、反応触媒 など

グレード：高純度品 (>99.0 area%, HPLC)

リサイクル品 (>98.0 area%, HPLC)

○ ジフェニルリン酸ナトリウム (CAS RN: 3279-55-8)



化学式：C₁₂H₁₀O₄NaP 分子量：272.17

外観：白色～薄桃色固体 (25°C)

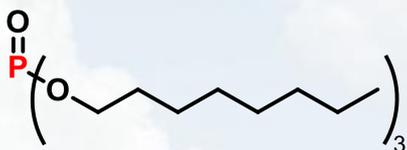
用途：水溶性難燃剤、合成中間体、
イオン性液体原料 など

グレード：高純度品 (>99.0 area%, HPLC)

リサイクル品 (>98.0 area%, HPLC)

■ 脂肪族リン酸トリエステル

○ トリオクチルリン酸 (CAS RN: 1806-54-8)



化学式：C₂₄H₅₁O₄P 分子量：434.64

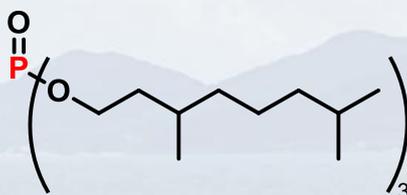
外観：無色～薄黄色液体 (25°C)

用途：樹脂用難燃剤・可塑剤、油潤滑剤 など

グレード：高純度品 (>99.0 area%, GC)

リサイクル品 (>98.0 area%, GC)

○ トリス(3,7-ジメチルオクチル)リン酸 (CAS RN: 146671-46-7)



化学式：C₃₀H₆₃O₄P 分子量：518.80

外観：無色～薄黄色液体 (25°C)

用途：樹脂用難燃剤・可塑剤、油潤滑剤 など

グレード：高純度品 (>99.0 area%, GC)

リサイクル品 (>98.0 area%, GC)

完全バイオマス由来品 (開発中)

その他リン酸エステルもございます。お気軽にお問い合わせください。

<お問い合わせ先>

本町化学工業株式会社 営業部

佐賀大学 生物資源教育研究センター

日本コンクリート工業株式会社 環境・エネルギー事業部

TEL: 03-3434-5282 Mail: d-kohara@honcho.co.jp

TEL: 0955-77-4484 Mail: skawa@cc.saga-u.ac.jp

TEL: 03-3452-1116 Mail: takeshi_sasaki@ncic.co.jp