

地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築

(ベトナム)

平成 23 年度実施報告書

代表者：福田 雅夫

長岡技術科学大学工学部・教授

<平成 22 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトは、ベトナムにおける天然ゴムの急速な生産拡大と地球温暖化対策を背景に、ベトナムで実装できる天然ゴムの高度精製有機材料生産技術とゴムナノテクノロジーを核とする天然ゴムの利用の高度化と用途の拡大を実現する技術、天然ゴム生産現場で有効な排水処理技術やゴム廃木からの次世代バイオ燃料生産技術をベトナム側と共同で開発することを目的とする。この技術開発により年間約 5.0 億トンの膨大な二酸化炭素排出を伴う化石資源由来の合成ゴムの利用をカーボンニュートラルな天然ゴムに置き換えるとともに新たな機能性ポリマーを創成して新産業基盤の構築につなげ、地球温暖化・気候変動緩和策となる天然ゴム廃水処理およびエネルギー生産への天然ゴム利用の基礎の構築をめざす。新たな機能性ポリマー創成では、超軽量タイヤなどの高性能ゴム製品だけでなく高付加価値な高機能性ポリマーへの利用展開も含め、持続可能な利用への本格的展開をめざす。また、天然ゴムの増産により危惧される廃水から放出される温室効果ガスの増加、環境汚染の拡大、廃木の放置蓄積を解決する、先進排水処理技術と次世代バイオ燃料生産技術の構築をめざす。さらに、天然ゴムにかかわる新産業を支える人材および環境保全に資する人材の育成にも努める。本プロジェクトで確立される基盤技術と人材が、他のアジア天然ゴム生産国に優れた波及効果をもたらすものと期待される。平成 22 年度は本格開始に向けた MOU と R/D を作成し、それぞれ 1 月と 2 月に署名式に至った。また 5 回のベトナム訪問で研究方針や研究手法等における情報共有を進めた。平成 23 年度は天然ゴムの固体 NMR 測定、低タンパク質天然ゴム調製、ナノマトリックス構造形成、廃木の前処理技術確立と分解微生物スクリーニング、廃水の分析法と現状調査、ラボスケール廃水処理実験で成果を上げて当初計画に沿った順調な進捗状況を確認し、一部で次年度計画を前倒し達成した。ハノイ工科大学で実施予定のタンパク質非含有天然ゴム調製とラボスケール廃水処理実験が、資材調達の遅れから実施できない事態もあったが、長岡技術科学大学で代替実施するとともに次年度の計画を前倒してカバーした。8 月にハノイでキックオフシンポジウムを開催し、日本からも事業関係者以外に 20 名を超える参加があった。1 月にはホーチミンにて中川正春文部科学大臣の視察を受ける機会に恵まれ、マスコミでも取り上げられた。2 月には長岡で国際シンポジウム（技学シンポジウム）を共催し、ベトナム政府関係者を含めて 150 名近い参加者を集めた。また、各 GL を含むハノイ工科大学側スタッフが来日し情報共有を深化させた。一方、ハノイ工科大学では本プロジェクトの事務室と研究室が確保されて活動を活発化させているが、新たに提案された研究センターの設置が正式に決まり、設計がほぼ終わった。

2. 研究グループ別の実施内容

(1) 新規天然ゴム評価法の開発

① 研究のねらい

天然ゴムの末端構造とタイヤ性能には相関があり、新開発の磁場勾配固体 NMR プローブにより末端構造の解明が可能になる。この末端構造の解析技術を確立し、工業原料として品質を合理的に等級化できる新規天然ゴム評価法の開発する（図 1）。

②研究実施方法

ベトナム新鮮天然ゴムおよびベトナム市販天然ゴムについて磁場勾配マジック角回転プローブを用いて固体 NMR 測定によるシグナルを帰属し、末端構造と物性との関係に基づく新しい標準の策定をめざしている。新鮮天然ゴムおよび市販天然ゴムについて、新しい標準にかかわるラウンドロビン方式試験を民間企業の協力を得て実施し、その妥当性を検証する。新しい標準に基づくベトナム国内標準案を標準化委員会へ提出し、さらに国際標準案を作成する。

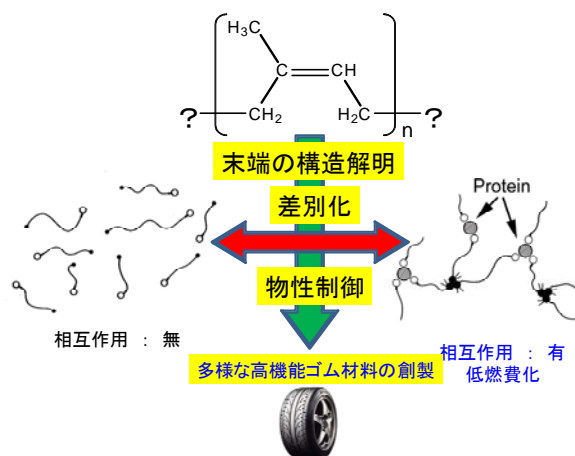


図1 天然ゴムの末端構造の解明

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

長岡技術科学大学で開発した磁場勾配マジック角回転プローブを用い、当初計画であったベトナム新鮮天然ゴムの固体 NMR 測定を実施した。得られたシグナルの帰属をおこない、市販天然ゴムとの違いや末端基に由来するシグナルの解析を達成した。当初計画通りに進捗している。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

来日した相手国側 Nghia 講師に、磁場勾配マジック角回転プローブを用いた固体 NMR 測定についての研修を実施した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

当初想定されていなかった天然ゴム研究センターの設置が、本決まりになり、設計を終えつつある。平成 24 年度に着工し、磁場勾配マジック角回転プローブ付固体 NMR 装置の導入は平成 24~25 年度に予定されている。

(2) 高性能ゴムの開発

① 研究のねらい

天然ゴムの脱タンパク質精製技術を改良してより高度精製技術を確立する。また天然ゴムを高純度精製してモノマー共重合とナノ相分離構造の制御を施し、制振性に優れたナノマトリックス構造を有する高性能ゴム(図2)を開発する。高性能ゴムの開発で、天然ゴムの使用量抑制と合成ゴムの天然ゴムへの転換を図る。

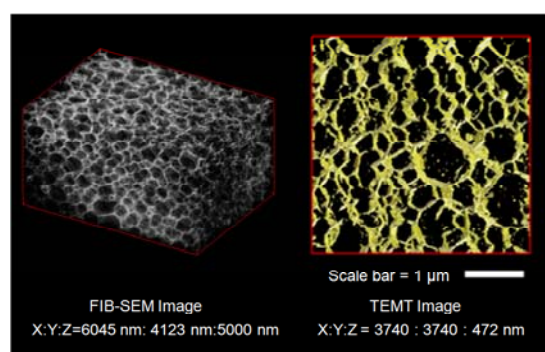


図2 ナノマトリックス構造の3次元イメージ

②研究実施方法

ベトナムにおいてラボスケールでのタンパク質非含有天然ゴム調製実験をおこなうため、現地に天然ゴム精製装置(テストプラント)を設置する。テストプラントを用いてタンパク質非含有天然ゴムの試験調製を実施し、条件検討を行う。テストプラントを用いて試験調製したタンパク質非含有天然ゴムのプロトタイプ試料について物性測定を実施する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

ベトナムにおいてラボスケールでのタンパク質非含有天然ゴムの調製をおこなうのが当初計画であった。ベトナム側での資材調達が遅れたため、ベトナムでの実施を断念し、来日した Nghia 講師に、ラボスケールでのタンパク質非含有天然ゴム調製についての研修を実施した。また、次年度に計画されていた天然ゴム精製装置テストプラントに関わる調査と設計を前倒して実施した。当初計画を忠実に実施することはできなかったが、次年度計画の前倒し実施で、適正な進捗状況を確保した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

来日した Nghia 講師に、タンパク質非含有天然ゴムの調製についての研修を実施した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

前述したように天然ゴム研究センターの設置が決まり、平成 24 年度に着工することになった。天然ゴム精製装置テストプラントを同センター内に設置することとし、設置場所の検討を終えた。

(3) 新規高機能ポリマーの開発

①研究のねらい

ナノマトリックス構造を有する高性能ゴムのスルホン化や脱タンパク質精製天然ゴムのエポキシ化とリチウム塩添加により、イオン電池・燃料電池用電解質などに適した新規高機能ポリマー素材を開発する。

②研究実施方法

脱タンパク質精製天然ゴムのグラフト共重合によりナノマトリックス構造を形成した高性能ゴムを調製し、電子顕微鏡による3次元形態観察をおこなってナノマトリックスの3次元ナノネットワーク構造を確認する。さらに、スルホン化によりナノマトリックス構造のイオン伝導性を向上させ、新規高機能ポリマーを開発する。また、ナノマトリックス構造形成過程のスケールアップを行う。

② 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

3次元ナノネットワークとしてのナノマトリックス構造を形成し、その3次元形態観察を実施するのが当初計画であった。精製天然ゴムにスチレンをグラフト共重合後にスルホン化して3次元ナノネットワークを有するナノマトリックス構造の形成に成功した。さらに TEM を用いた3次元形態観察にてナノマトリックス構造を確認した。当初計画通りに進捗している。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

来日した相手国側 Nghia 講師に、ナノマトリックス構造形成にかかわる情報の移転を実施した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

なし

(4) ゴム廃木からの次世代バイオ燃料生産技術の開発

① 研究のねらい

ゴム廃木からの次世代バイオ燃料生産技術の開発：パラゴム樹の廃木に適した破碎法、分解微生物、分解酵素を選抜・改良し、効率的に次世代バイオ燃料を生産する技術を開発する。成果目標は、残存ゴム成分分解菌 3 株以上およびゴムの樹の廃木を原料とする次世代バイオ燃料生産技術の確立（糖化率 50%）である。

② 研究実施方法

ゴム廃木からの次世代バイオ燃料生産技術の開発：パラゴム樹の廃木に適した破砕法、分解微生物、分解酵素を選抜・改良し、効率的に次世代バイオ燃料を生産する技術を開発するために、H22年度は、廃木の確保および微生物スクリーニング系について、日本・ベトナム双方で統一した研究が可能となるように共通プロトコールを作成する。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

糖化处理の前段となるゴム廃木の前処理技術の評価手法を確立し、前処理済みサンプルでの分解能力を評価することと、最適分解微生物のスクリーニング方法を確立することを次年度にかけて達成するのが当初計画であった。前処理技術の評価を前処理済みサンプルでの分解率で実施し、評価手法の確立と前処理済みサンプルでの分解能力評価を達成した。また、最適分解微生物のスクリーニング方法を確立しプロトコール化し、次年度計画を前倒しで達成する当初計画を上回る進捗状況となった。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

最適分解微生物のスクリーニング方法のプロトコールをベトナム側に提供した。また、来日した Huong 講師、Anh 講師に技術指導をおこなった。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)なし

(5) 資源回収型廃水処理技術の開発

① 研究のねらい

ゴム廃水の温室効果ガス排出能・分解機構の評価、および資源回収型廃水処理技術の開発を行う。

② 研究実施方法

ゴム製造・加工廃水の成分やその分解機構の解明、現状調査等により、ゴム製造廃水の温室効果ガス排出能を評価する。また、廃水の分解機構に関する基礎知見を廃水処理技術の開発にフィードバックする。同時に、ゴム製造・加工廃水からのゴム資源回収・ゴム残渣液分解処理を含む廃水処理技術の開発を行い、ゴムやメタンの回収率を向上することで、高度資源回収型廃水処理技術を確立する。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

廃水の分析法の確立と現状調査と精製排水の組成調査、ラボ機の手ノイ工大への設置と処理性能の把握、パイロットスケールリアクターの設計に着手するのが当初計画であった。ベトナムでの資材調達の遅れから、手ノイ工大に設置予定だったラボ機を長岡技大に設置して研究を進めた。廃水の分析法確立と調査、ラボ機の性能把握、パイロットスケールリアクターの設計を進めて期待した成果を得ており、当初計画通りに進捗している。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

省エネの資源回収型廃水処理に関して、日本側とベトナム側からそれぞれ処理プロセスを提案し、意見交換後、ラボスケールリアクターのプロセス決定を行った。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)なし。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 3 件, 国際 10 件, 国際 in press 5 件, 国際 first published online 1 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 4 件, 海外 35 件)
- ③ 論文詳細情報

Sakamoto Y, Ike M, Tanaka N, Suzuki Y, Ogasawara W, Okada H, Nonaka T, Morikawa Y, Nakamura KT. Crystallization and preliminary X-ray crystallographic studies of an exo-beta-D-glucosaminidase from *Trichoderma reesei*. Acta Crystallogr Sect F Struct Biol Cryst Commun. 66(3):309-312 (2010).

Takeda, H., Shimodaira, J., Yukawa, K., Hara, N., Kasai, D., Miyauchi, K., Masai, E., Fukuda, M., Dual two-component regulatory systems are involved in aromatic compound degradation in a polychlorinated-biphenyl degrader, *Rhodococcus jostii* RHA1. J. Bacteriol. 192(18):4741-4751 (2010).

Kasai, D., Kitajima, M., Fukuda, M., Masai, E., Transcriptional regulation of the terephthalate catabolism operon in *Comamonas* sp. strain E6, Appl. Environ. Microbiol. 76:6047-6055 (2010).

Okai, M., Kubota, K., Fukuda, M., Nagata, Y., Nagata, K., Tanokura, M., Crystal structure of γ -hexachlorocyclohexane dehydrochlorinase LinA from *Sphingobium japonicum* UT26, J. Mol. Biol., 403(2):260-269 (2010).

Kamimura, N., Aoyama, T., Yoshida, R., Takahashi, K., Kasai, D., Abe, T., Mase, K., Katayama, Y., Fukuda, M., Masai, E., Characterization of the protocatechuate 4,5-cleavage pathway operon in *Comamonas* sp. strain E6 and discovery of a novel pathway gene. Appl. Environ. Microbiol. 76(24):8093-8101 (2010).

Yamamoto, Y., Suksawad, P., Pukkate, N., Horimai, T., Wakisaka, O., Kawahara, S., Photoreactive nanomatrix structure formed by graft-copolymerization of 1,9-nonandiol dimethacrylate onto natural rubber, J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem., 48(11):2418-2424 (2010).

Saito, T., Klinklai, W., Yamamoto, Y., Kawahara, S., Isono, Y., Ohtake, Y., Quantitative analysis for reaction between epoxidized natural rubber and poly(L-lactide) through ¹H-NMR spectroscopy, J. Appl. Polym. Sci., 115(6):3598-3604 (2010).

熊倉真也, 佐藤浩太, 山下拓也, 幡本将史, Pairaya Kucivilize CHOEISAI, 珠坪一晃, 荒木信夫, 山崎慎一, 山口隆司, 2 槽式 UASB 反応槽と DHS 反応槽による高濃度硫酸塩含有天然ゴム製造廃液の連続処理, 環境工学研究論文集 47 巻, pp.579-584 (2010).

Kawahara, S., Chaikumpollert, O., Akabori, K., Yamamoto, Y., Morphology and properties of natural rubber with nanomatrix of non-rubber components, Polym. Adv. Technol., published online ASAP, article first published online: Dec 29 (2010).

Ohmori, T., Morita, H., Tanaka, M., Miyauchi, K., Kasai, D., Furukawa, K., Ogawa, N., Masai, E., Fukuda, M., Expression in *Escherichia coli* of biphenyl 2,3-dioxygenase genes from a gram-positive polychlorinated biphenyl degrader, *Rhodococcus jostii* RHA1, Biosci. Biotechnol. Biochem., 75(1):26–33 (2011).

Araki, N., Niikura, Y., Miyauchi, K., Kasai, D., Masai, E., Fukuda, M., Glucose-mediated transcriptional repression of PCB/biphenyl catabolic genes in *Rhodococcus jostii* RHA1. J. Mol. Microbiol. Biotechnol., 20(1):53–62 (2011).

Sukusawad, P., Yamamoto, Y., Kawahara, S., Preparation of thermoplastic elastomer from natural rubber from grafted with polystyrene, Eur. Polym. J., 47(3):330–337 (2011).

Ohmori, T., Morita, H., Tanaka, M., Miyauchi, K., Kasai, D., Furukawa, K., Miyashita, K., Ogawa, N., Masai, E., Fukuda, M., Development of a strain for efficient degradation of polychlorinated biphenyls by patchwork assembly of degradation pathways. J. Biosci. Bioeng., in press (2011).

Araki, N., Suzuki, T., Miyauchi, K., Kasai, D., Masai, E., Fukuda, M., Identification and characterization of uptake systems for glucose and fructose in *Rhodococcus jostii* RHA1. J. Mol. Microbiol. Biotechnol., in press (2011).

Chaikumpollert, O., Yamamoto, Y., Suchiva, K., Nghia, P., T., Kawahara, S., Preparation and characterization of protein-free natural rubber, Polym. Adv. Technol., in press (2011).

Suksawad, P., Kosugi, K., Yamamoto, Y., Akabori, K., Kuroda, H., Kawahara, S., Polymer electrolyte membrane with nanomatrix channel prepared by sulfonation of natural rubber grafted with polystyrene, J. Appl. Polym. Sci., in press (2011).

Saito, T., Yamamoto, Y., Kawahara, S., Ohtake, Y., Characterization of poly(1-methyl-1,4-butanediol-1,4-diyl/2,3,4-trihydro-5-methylfuran-2,5-diyl) prepared from natural rubber through 2D NMR spectroscopy, J. Appl. Polym. Sci., in press (2011).

Suksawad, P., Kosugi, K., Kawahara, S., Morphology and properties of natural rubber with nanomatrix structure, Kautschuk Gummi Kunststoffe, in press (2011).

Suksawad, P., Yamamoto, Y., Akabori, K., Kawahara, S., Sulfonation of hydrogenated natural rubber grafted with polystyrene, Kautschuk Gummi Kunststoffe, in press (2011).

Neudeck C, Kim Y, Ogasawara W, Shida Y, Meldrum F, Walsh D. General route to functional metal oxide nanosuspensions, enzymatically deshelled nanoparticles, and their application in photocatalytic water splitting, Small, 7(7):869-873 (2011).

中村勉、大武義人、河原成元、坂上恭助、“給水中に含まれる残留塩素による合成ゴムの劣化に関する研究”，*空気調和・衛生工学会論文集*, 171, 41-48, (2011).

五野上美緒、大武義人、河原成元，“PP 成形品の酸化防止剤流出挙動と劣化評価”，*日ゴム協誌*, 84, 176-181 (2011).

Chaikumpollert, O., Sae-Heng, K., Wakisaka, O., Mase, A., Yamamoto, Y., Kawahara, S., “Low Temperature Degradation and Characterization of Natural Rubber” *Polym. Degrad. Stabil.*, , 96, 1989-1995 (2011).

Saito, T., Yamamoto, Y., Kawahara S., Ohtake, Y., “Characterization of Poly(1-methyl-1,4-butanediol-1,4-diyl/2,3,4-trihydro-5-methylfuran-2,5-diyl) Prepared from Natural Rubber through 2D NMR Spectroscopy”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 122, 3423-3429 (2011).

Nakamura, T., Chaikumpollert, O., Yamamoto, Y., Ohtake, Y., Kawahara, S., “Degradation of EPDM Seal Used for Water Supplying System”, *Polym. Degrad. Stabil.*, 96, 1236-1241 (2011).

Suksawad, P., Kosugi, K., Yamamoto, Y., Akabori, K., Kuroda H., Kawahara, S., “Polymer Electrolyte Membrane with Nanomatrix Channel Prepared by Sulfonation of Natural Rubber Grafted with Polystyrene”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 122, 2403-2414 (2011).

Suksawad, P., Kosugi, K., Kawahara, S., “Morphology and Properties of Natural Rubber with Nanomatrix Structure”, *Kautsch. Gummi Kunst.*, 64, 15-19 (2011).

Chaikumpollert, O., Yamamoto, Y., Suchiva, K., Nghia, P., T., Kawahara, S., “Preparation and characterization of protein-free natural rubber”, *Polym. Adv. Technol.*, DOI: 10.1002/pat.1965, Article first published online : 17 May (2011).

Suksawad, P., Yamamoto, Y., Akabori, K., Kawahara, S., “Sulfonation of Hydrogenated Natural Rubber Grafted with Polystyrene”, *Kautsch. Gummi Kunst.*, 64, 17-21(2011).

Sukusawad, P., Yamamoto, Y., Kawahara, S., “Preparation of Thermoplastic Elastomer from Natural rubber from grafted with polystyrene”, *Eur. Polym. J.*, 47, 330-337 (2011).

Chaikumpollert, O., Yamamoto, Y., Suchiva, K., Kawahara, S., “Protein-free Natural Rubber”, *Colloid. Polym. Sci.*, 290, 331-338 (2012)

Imai S., Ichikawa K., Muramatsu Y., Kasai D., Masai E., Fukuda M.; Isolation and characterization of *Streptomyces*, *Actinoplanes*, and *Methylibium* strains that are involved in degradation of natural rubber and synthetic poly(cis-1,4-isoprene)., *Enzyme Microb. Technol.*, 49(6-7):526-31, 2011.

Nitta M., Shida Y., Okada H., Osumi M., Ogasawara W., Hyphal surface architecture and cell morphology of *Trichoderma reesei*. J. Electron Microsc., in press (2012)

Nakazawa H., Kawai T., Ida N., Shida Y., Kobayashi Y., Okada H., Tani S., Sumitani J., Kawaguchi T., Morikawa Y., Ogasawara W., Construction of a recombinant *Trichoderma reesei* strain expressing *Aspergillus aculeatus* β -glucosidase 1 for efficient biomass conversion. Biotechnol. Bioeng., 109(1):92-99 (2012)

Simon R. Hall, Andrew M. Collins, Natalie J. Wood, Wataru Ogasawara, Moataz Morad, Peter J. Miedziak, Meenakshisundaram Sankar, David W. Knight and Graham J. Hutchings., Biotemplated synthesis of catalytic Au-Pd nanoparticles., RSC Adv., 2, 2217-2220 (2012)

Nitta M., Furukawa T., Shida Y., Mori K., Kuhara S., Morikawa Y., Ogasawara W., A new Zn(II)(2)Cys(6)-type transcription factor BglR regulates β -glucosidase expression in *Trichoderma reesei*. Fungal. Genet. Biol., in press (2012)

角紀行, Suksawad Patjaree, 赤堀敬一, 山本祥正, 河原成元, 天然ゴムを原料とするプロトン伝導性高分子電解質の創製, 高分子論文集, in press.

Nakamura, T., Yamamoto, Y., Ohtake, Y., Kawahara, S., “The Degradation Mechanism of EPDM Packing by Chlorine in City Water”, Kautsch. Gummi Kunst., in press.

Hatamoto, M., Nagai, H., Sato, K., Takahashi, M., Kawakami, S., Choiesai, P., K., Syutsubo, K., Ohashi, A., Yamaguchi, T., Rubber and methane recovery from deproteinized natural rubber wastewater by coagulation pre-treatment and anaerobic treatment, Int. J. Environ. Res., in press (2011).

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳 (国内 0 件, 海外 0 件, 特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数 (国内 0 件, 海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「新規天然ゴム評価法の開発」グループ

① 研究グループリーダー名: 河原 成元 (国立大学法人 長岡技術科学大学・准教授)

② 研究項目: 天然ゴムの末端構造の解析技術を確立し、工業原料として品質を合理的に等級化できる新規天然ゴム評価法を開発する。また、天然ゴムの末端基の構造と力学物性の関係、および、この関係に基づく天然ゴムの評価法と規格を作製する

(2)「高性能ゴムの開発」グループ

- ①研究グループリーダー名：河原 成元（国立大学法人 長岡技術科学大学・准教授）
- ②研究項目：天然ゴムの精製技術を改良し、ベトナムに実装する高度精製技術を確立する。窒素含有率が 0.01w/w%の脱蛋白質化天然ゴムを 1 日 1.5 トン生産するプラントを製造する

(3)「新規高機能ポリマーの開発」グループ

- ①研究グループリーダー名：山本 祥正（国立高等専門学校機構 東京工業高等専門学校・講師）
- ②研究項目：ナトマトリックス構造を有する高性能ゴムをスルホン化することによりスルホン基を有する天然ゴムを作製する。スルホン基は、H⁺の輸送が可能であるため、燃料電池用電解質等を開発する

(4)「ゴム廃木からの次世代バイオ燃料生産技術の開発」グループ

- ①研究グループリーダー名：小笠原 渉（国立大学法人 長岡技術科学大学・准教授）
- ②研究項目：パラゴム樹の廃木に適した破砕法、分解微生物、分解酵素を選抜・改良し、効率的に次世代バイオ燃料を生産する技術を開発する

(5)「資源回収型廃水処理技術の開発」グループ

- ①研究グループリーダー名：珠坪 一晃（独立行政法人 国立環境研究所・主任研究員）
- ②研究項目：ゴム製造・加工廃水からのゴム資源回収・ゴム残渣液分解処理を含む廃水処理技術の開発を行い、ゴムやメタンの回収率の向上により高度資源回収型廃水処理技術を確立する

以上