

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理と建廃リサイクル資材を活用した環境浄化および
インフラ整備技術の開発

(2017年2月～2023年3月)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者： 川本 健

(埼玉大学 大学院 理工学研究科 教授)

2-2. 相手国側研究代表者： Nguyen Hoang Giang

(ベトナム国立建設大学 副学長)

3. 研究概要

本プロジェクトは、急速な都市化・工業化に伴い大量の建設廃棄物（以下、建廃）が発生し、統合的廃棄物管理に係る国家戦略を掲げるベトナムを対象として、その首都「ハノイ市において建廃リサイクル率 50%以上が達成される」ことを上位目標に「ハノイ市において適切な建廃管理とリサイクルのための資源循環システムの基盤が構築される」ことを目的とする。

研究内容は（1）建廃の適正管理に関しては、建廃の排出・管理実態を把握し、建廃の各種取扱いガイドラインを整備する、（2）建廃リサイクル資材の生産に関しては、建廃から製造されるリサイクル資材の品質基準を整備するとともに、（3）その付加価値向上を目指し、環境浄化・インフラ整備分野における建廃リサイクル資材を活用した新たな技術開発を進める、（4）インフラ整備への利用に関しては、建廃リサイクルを推進するための戦略的ビジネスモデルを提案し、現地事業での試験的導入を通して、その有効性を検証する、ことで構成される。

プロジェクトには、ベトナム国ハノイ市に立地するベトナム国立建設大学（National University of Civil Engineering、以下 NUCE）を代表に、ハノイ理工大学、また、社会実装のため、建設省、天然資源・環境政策研究所、ハノイ市建設局、ハイフォン市環境資源局が参画する。日本側は、埼玉大学を代表に、埼玉県環境科学国際センター、国立研究開発法人国立環境研究所が参画する。

4. 評価結果

総合評価： A

(所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が期待できる。)

本課題は、両国の代表者及び機関の強力なリーダーシップと長年の学術的交流を基盤として、建廃リサイクル資材を活用した新たな技術開発にとどまらず、ベトナムにおける建廃リサイクルの促進を、政府機関とともに行うことで、本邦進出企業も含め産官学での社会実装を目指している。特に日本側研究代表者は、研究課題開始以降、通算 18 回、160 日に渡って現地入りし、両国関係者を繋いでいる。相手国側代表機関である NUCE は、マッチングファンドを獲得したうえで、建設省との密な連携体制の下、ハノイ市建設局など地方の行政機関を巻き込み、協働体制を構築してきた。

建廃リサイクルのためのガイドラインの整備や、建廃リサイクル資材の用途別品質の規格化と基準作りなどを基に、建廃の活用のための技術開発、ビジネスモデルの形成を行うという総合的なアプローチを採っており、本課題で形成した委員会が建設省で正式に認められていることから、研究成果の社会実装に向けての道筋が明確に示されていると言える。研究成果の発表、両国での人材育成、能力構築もおおむね順調に進んでいる。

新型コロナウイルス感染症（以下、感染症）の流行前までは極めて順調に進行していたが、感染症拡大の影響で、活動に遅れは出ているものの、当初の計画を最大限実現しようと努力してきたことは評価される。廃棄物リサイクルのための建廃リサイクル材の付加価値化に関しては、コロナ禍でも日本で代替実験を進め、論文も作成されているが、最終的に現地試験による評価が欠かせない。今後、ベトナム現地の状況に適応した技術開発及びその成果の新規性、地球規模課題解決への貢献となるブレークスルーが何か、社会実装を含むその研究成果から他国にも横展開できる要素や教訓は何かなど、研究成果の科学技術上の新規性を明確にするようプロジェクトを進めていただきたい。感染症の影響についてなお今後の見通しを立てにくい状況ではあるものの、プロジェクト目標の達成の見通し、達成できない場合の実効性の高い代替計画などについても検討を進めていただきたい。

なお、ベトナムでは先進国入りを目指して大都市の再開発が進み、建廃の排出量が増大し、適正に処理されないことが大きな問題となっている。ハノイ市などでは産業廃棄物管理の民営化を検討するなど、新しい産廃ビジネスが広がりうる局面にある。ベトナム政府が循環型経済を指向する重要な局面で本プロジェクトは実施されており、廃棄物を利用した新しい技術が開発されることへの現地の期待は極めて大きい。リサイクルの付加価値化をベトナム国内に広く展開すべく、豊富な経験を有する日本に、さらなる支援の展開も求めている現地のニーズを受け止めて今後のプロジェクトを推進いただきたい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

プロジェクト開始後、研究活動は順調に進んだものの、2018 年秋よりベトナムにおける ODA 供与機材に関する免税手続きが約 1 年にわたり停滞し、供与機材の設置が遅れた。その解消後の感染症の影響により、2020 年 2 月以降、両国研究者が渡航できない状況が続き、供与機材を活用した応用的な研究や指導、研修が実施できていない。データ解析等の応用にもリモート形式では限界があり（特に劇薬や試薬など緻密な取り扱いが必要な実験が困難）、当初の研究計画や

期間について必要に応じて見直しを検討する状況になりつつある。

そのような状況の中、研究代表者らは可能な限りの代替策を展開し、遅れによる影響を最小限にしようと努めている。研究成果は、国際誌への原著論文（共著）5件、学会発表として相手国側研究チームとの連名発表37件など、精力的に発表されている。当初日本側が牽引するも、ベトナム側研究者がファーストオーサーとなる論文2件も発表されるなど、ベトナム側の研究者の能力構築も期待できる。

精力的なアウトリーチ活動の結果、ベトナムの多くの都市から研究開発成果の展開の要望を受けるなど、既に他都市展開の可能性に道をひらく状況が生じているが、今後は日本の建廃リサイクルという世界トップレベルの技術を現地に適用する際、科学的・技術的な新規性や独創性をより明確にして、成果を発信してほしい。また、事業化の過程において社会科学的な研究を取り入れるなど、今後の調査研究のさらなる進展に期待したい。

【研究題目1 建設廃棄物の取り扱いに関する各種ガイドラインの整備】 要となる分別収集を中心に据えて、実際に活用されるよう、NUCEと共に行政機関も参加するガイドライン策定委員会をこれまで7回開催した。感染症の影響で、環境影響調査など研究に1年の遅れが生じたが、一部調査を現地外部委託に切り替えるなど対策を講じ、原案を2021年3月に完成予定である。

【研究題目2 建廃リサイクル資材の用途別品質の規格化と基準作り】 再生材の基準が存在しないベトナムでの使用実態を調査してきた。日本側研究者が渡航できず、ベトナム側だけでは実施が困難な調査や実験があるほか、現地廃材研究など現場訪問が困難であった。その後、ベトナムにおける感染症の流行が落ち着いた時期に、可能な限り実験を推進し、ラボで試験した材料をサンプルとして日本側と共有するなど、2021年の技術基準の設定を目指し、関係機関と調整し、建廃再生路盤材の標準化の成果達成を2021年前半迄に目指している。

【研究題目3 建廃リサイクル資材を活用した新規有効利用技術の開発】 野外試験サイトの整備等に遅れはあるが、ベトナムで初めての再生路盤・舗装材の適用、及び再生材を活用した排水処理に関するパイロットプロジェクトに関する研究が進められている。現在は野外実験に適用可能な技術スペックを明確化すべく、室内試験を継続している。

【研究題目4 建廃リサイクル促進のための戦略的ビジネスモデル及びベトナム国家戦略達成に向けた実現可能な実施計画の提案】 本来2年目後半から予定していた活動を前倒し、現地に適したリサイクルのあり方、中間処理のための技術開発を進め、再生路盤材の骨材リサイクルの経済評価（リサイクルセンターのような固定設置型破碎機と現場近くでの移動設置型破碎機の比較など）、その実現可能性を調査してきた。ハノイ市建設局及び建設省より承認を受けたベトナム初の建廃リサイクルビジネスを目指し、建廃リサイクル推進協議会が立ち上げられようとしている。さらに、リサイクルへの関心がベトナム国内で高まる中、複数の日本企業がモデル事業への関心を示している。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

両国の研究代表者の強いリーダーシップの下、両国間の意思疎通がはかられ、研究チームの非常に高い意欲が維持され、官学での協働体制の構築、人材育成、技術力向上を進め、社会実装の準備を進めてきたことが評価できる。ベトナム側では、NUCE が各研究題目のグループリーダーを配置し、関連機関を調整し、4 研究題目（活動）に適切な人材を配置してきた。博士課程や修士課程の学生もリサーチアシスタントとしてラボでの実験補助に従事している。日本側でも博士 2 名、修士 7 名が学位を取得し、産学連携研究員を活用するなど、両国で人材育成に貢献してきた。

また、NUCE は省庁や地方省等との協働を通じて豊富な事業経験を有する。多数の NUCE 卒業生が関連省庁や地方省で勤務しており、連携しやすい強みも円滑な実施体制構築に寄与したと考えられる。さらに、感染症の影響に対して、両国の研究代表者は、早い段階から研究活動の代替策を含む対応策を検討し、計画・実施し、遅れによる影響を最小限にとどめてきた。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本プロジェクトは、日本の建廃リサイクルの制度や経験を基にして、ベトナムにおける建廃のリサイクル制度の確立、適正管理を目指しており、日本の科学技術で社会的要請の高いベトナムでの建廃リサイクルの状況を変革する可能性がある。今後は、ベトナム現地の状況に適応した開発要素及びその成果の新規性、地球規模課題解決への貢献となるブレークスルーが何かをより明確に示し、その成果から他国にも横展開できる要素や教訓などを示すことができれば、インパクトはより大きくなるであろう。

また、感染症の影響を見極めながら、プロジェクトの目標を着実に達成できる道筋を確認する必要がある。その際に、留学生や若手研究者が当初の目的を達成できるよう関係機関と連携するなど最大限の配慮をお願いしたい。さらに、SATREPS ラボの運用を最大限進め、WEB 活用による状況確認・情報交換など工夫して、資材の計測・構造解析・成分評価などの技術面でのレベルアップを進めてほしい。加えて、研究成果を政策や制度に反映するにあたり、建廃の技術的観点に限らず、ベトナムにおける建設資材のリサイクルに関して、社会科学的な視点を統合して研究を進めることも期待したい。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

ベトナムの社会経済開発 5 か年計画の次期は 2021 年に開始するが、その中で循環型経済に言及することが見込まれ、リサイクルへの注目が高まっている。それに先立ち、環境保護法が 2020 年 11 月に改正され、環境管理を強化し、生産者の義務事項など詳細な廃棄物管理規則も定められた。このような動きのなかで、今後それを実際に社会において運用することが必要とされており、本プロジェクトへの期待は高い。

地方省の建設局や環境部局は建廃リサイクルに係る経験に基づく支援を求めており、その要望は建廃に限らず、産業廃棄物や他の廃棄物にも広がる。NUCE は本プロジェクトをベースに、

建設会社や地方政府から資金支援を受け、活動の幅を広げている。

関連日本企業からの本プロジェクトに対する関心も高く、日本側研究代表者及びメンバーのネットワークを活用して、ベトナムの建材協会などとの意見交換を進めている。埼玉県も本プロジェクトに関心を持ち、両国で産官学が連携する体制が本プロジェクトを契機に構築されつつあり、成果の持続的発展が見込まれる。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

今後の本プロジェクトの実施に関して、検討すべき具体的な事項として、以下が挙げられる。

- (1) 科学的・技術的な新規性：ベトナム現地の状況に適応した建廃リサイクル資材を活用した技術開発及びその成果の新規性、地球規模課題解決への貢献となるブレークスルーが何か、社会実装を含むその研究の成果から他国にも横展開できる要素や教訓は何かなどを学術的に明らかにしていただきたい。また、可能であれば、特許出願も検討してほしい。
- (2) 計画検討：感染症の影響に対して両国研究者は様々な代替案を検討し、実施してきた。今後の見通しを立てにくい状況ではあるものの、プロジェクト目標の達成の見通し、達成できない場合の実効性の高い代替計画について、プロジェクト期間の延長などを含め、さらに検討してほしい。プロジェクトへの関心は産業界を含め両国とも高く、プロジェクト終了後も持続的に研究及び社会実装を継続できる方策を検討して欲しい。
- (3) 相手国関連機関の要望への対応：ベトナムでは都市開発が急速に進み、例えばホーチミン市では地下鉄開発など巨大プロジェクトが推進され、さらに複数の大型プロジェクトが予定されている。一方で環境問題への意識が高まり、政府は廃棄物リサイクルなど循環型経済を重視し始めている。そのため、本プロジェクトが対象としている建廃に留まらず、他の廃棄物のリサイクルやリユースや、ハノイ市以外の大都市圏（ホーチミン市、ダナン市等）での展開についても、建設省はじめ多くのプロジェクト関係者が期待している。ベトナムには建廃リサイクルセンターが存在せず、その設立についても関心を寄せている。NUCE は本プロジェクトで得られた経験や人材を活用した新たなプロジェクトの展開を強く望んでいる。こうした期待をふまえて、本プロジェクトの実施のあり方と終了後のさらなる展開についても検討していくことが望まれる。

以上

研究課題名	ベトナムにおける建設廃棄物を活用した環境浄化技術およびインフラ整備技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	川本 健 (埼玉大学大学院 理工学研究科 戦略的研究部門 教授)
研究期間	2017年度採択 (2017年6月1日から2023年3月31日まで)
相手国名/主要相手国研究機関	ベトナム社会主義共和国/ベトナム国立建設大学, ハノイ理工科大学, 建設省, 天然資源・環境政策研究所, ハノイ都市環境公社, ハイフォン市天然資源環境局
関連するSDGs	目標11. 包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する 目標9. 強靱なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る

付随的成果	
日本政府, 社会, 産業への貢献	・日本規格に準じたベトナム品質基準の制定により、日本企業の建廃リサイクル事業への積極的な参入を促進
科学技術の発展	・他の途上国での研究成果の展開 (建廃管理手法、開発技術)
知財の獲得, 国際標準化の推進, 生物資源へのアクセス等	・建廃リサイクル資材の規格・基準 ・建廃リサイクル資材を活用した水処理技術・路盤材技術に関する材料・活用法
世界で活躍できる日本人人材の育成	・国際的に活躍可能な日本側若手研究者 (ポスドク3名, 博士号取得者2名) を育成
技術及び人的ネットワークの構築	・ベトナム出身博士号取得者2名 (国内) ・博士号取得者2名, 修士号取得者8名 (ベトナム側研究機関) を育成
成果物 (提言, 論文, プログラム, マニュアル, データなど)	・建設廃棄物の取り扱いに関する各種ガイドライン ・各種調査報告書 (建設廃棄物の排出・管理実態、建設リサイクル資材及びリサイクル技術のマーケットなど) ・国際学術論文: 10報以上

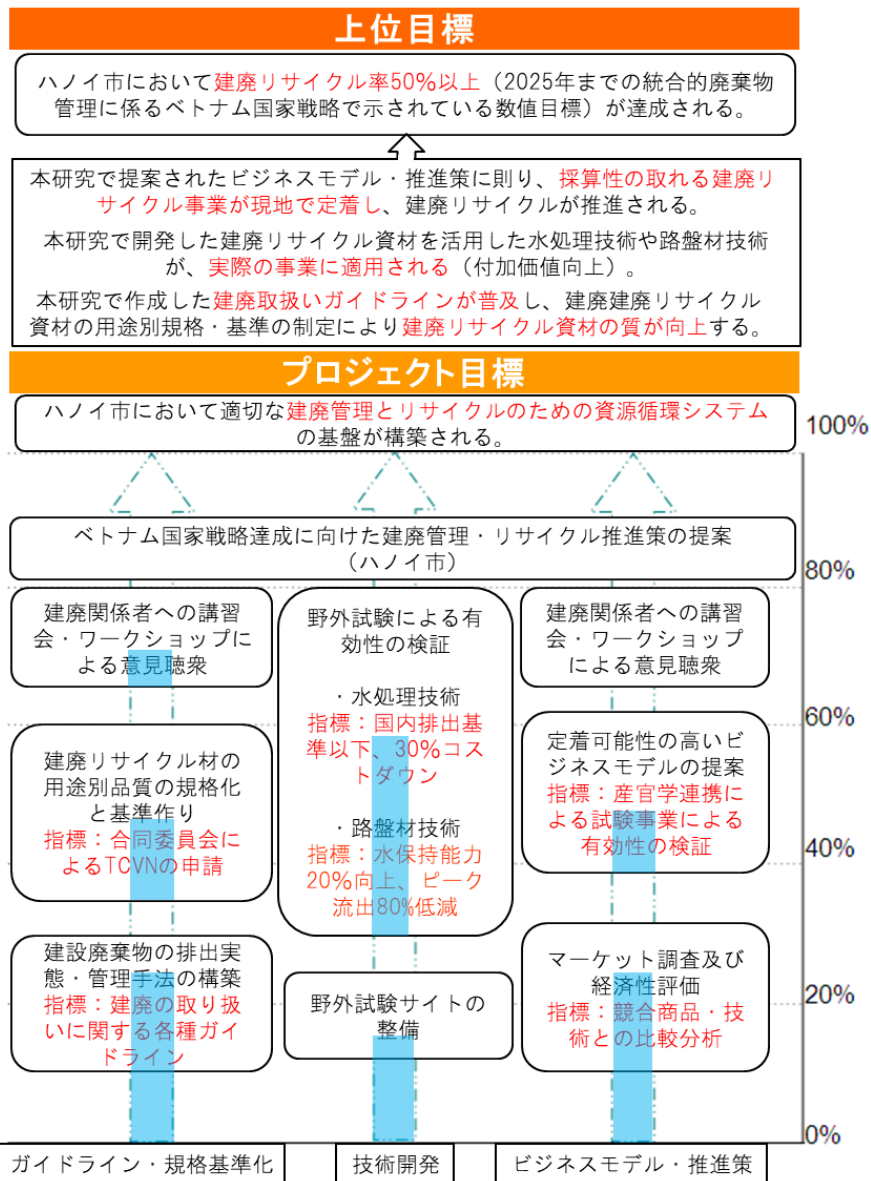


図1 成果目標シートと達成状況 (2021年1月時点)