

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

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

(2018年2月～2024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：グエン ホアン ツアン

(ハノイ国立建設大学 副学長)

3. 研究概要

本研究プロジェクトは、人口増とそれに伴う経済発展、急速な都市化、工業化により大量の建設廃棄物（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、リサイクル率1～2%という現状（ベトナム天然資源環境省資料（2011年））を鑑み、「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、同市において適切な建廃管理（CDW 管理（Construction and Demolition Waste Management））とリサイクルのための資源循環システムの基盤構築に取り組む。また、開発された技術やビジネスモデルが実際の事業に適用されることを目指す。

本プロジェクトは以下の4つの研究題目からなる。

- (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
- (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
- (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
- (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

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、成果が得られた。)

本研究プロジェクトは、コロナ禍の中、ベトナムにおける建廃リサイクルの法的枠組みとして建設現場での建設廃棄物分別の建設省ガイドラインおよび道路用再生路盤材の品質基準に係る国

家技術基準 (TCVN)¹が、日本側研究チームの支援の下、制定・発令されるという顕著な成果をあげた。また、建廃リサイクル材利用による天然骨材との経済性評価や温室効果ガス排出量 80%削減の結果を学術誌で発表し建廃リサイクルの事業としての成立可能性を示した。ただ、統合的廃棄物管理に係る国家戦略が策定されているにも関わらず、建廃リサイクル率は低水準にとどまっている現状を反映し、本プロジェクトの研究成果の社会実装は限定的な水準にとどまった。今後も、対象地域とした建廃リサイクル・循環経済達成に高い目標を掲げるクアンニン省で、民間企業も参加する部局横断の建廃管理リサイクル委員会の活動を継続し、建廃の適正管理・リサイクル推進に向けた具体的なアクションプランや現地定着可能性の高いビジネスモデル等の検討を進めることを期待する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

ベトナムにおける「総合的廃棄物管理にかかる国家戦略 (2009 年)」および 2050 年の循環経済達成を背景に、本研究が目指した建廃の適正管理と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は資源循環社会構築に向けた重要課題の一つといえる。

本プロジェクトにおいては、ガイドラインの作成 (題目 1) とリサイクル資源活用のための建設基準の策定 (題目 2)、リサイクル推進協議会の設立など自治体レベルでの社会実装 (題目 4) に向けて重要な要素において成果を挙げており、社会実装に向けた準備を進めた点は評価できる。

また、建廃リサイクル材による保水性強化型透水性路盤材の開発 (題目 3) では企業との試験施行で経済産業省の都市洪水・ヒートアイランド低減のベストプラクティスを受賞するなど、今後の民間企業の参入も視野に入れて活動を進めた点も評価できる。

これらの点から科学技術的インパクトは大きいと評価できるが、最終的にクアンニン省においての社会実装 (建廃リサイクル推進策提案) は道半ばであり、社会実装に向けた仮説の検証に至らなかったのは残念である。

【国際社会における認知、活用の見通し】

研究の成果は、38 編 (内、国立ハノイ建設大学 (以降、HUCE) との共著 24 編) が国際論文誌に発表されており、学術面を中心に国際的に活用される見通しは高い。

例として建廃処理残渣や処理困難建廃の有効利用や付加価値を高める研究開発については、スリランカ等他国からの国際共同研究への問い合わせも多くきており、発展途上国での国際認知への発信性は高い。

【他国、他地域への波及】

¹ Tiêu Chuẩn quốc gia Việt Nam (ベトナム国家規格)

今後、ベトナム以外の国でも本研究成果が活用される可能性はある。しかし、ベトナムにおいても建廃のリサイクルや付加価値化への理解や行政的対応が十分ではない段階にあるほか、対象自治体での個別課題を一貫したシステムとしてのリサイクル推進策の提案は未完であることを踏まえると、現状では本プロジェクトの成果全体をベトナム以外の国・地域に横展開する可能性は不確実である。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

題目 1~4 の個別課題における成果は得られており、類似プロジェクトと比較して成果のレベルは高いと評価する。また、リサイクル分別ガイドラインや再生路盤材の品質基準が建設省において（国レベルで）認められており、リサイクル素材による保水性強化の路盤材製品化の検証も進んでいる。ただ、課題を統合した一貫したシステムは社会実装の前段にとどまり、自治体での建廃リサイクル化の提言の検証は道半ばであるため、その点での評価はマイナス要因となっている。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

本研究は、建廃の減容化、適正処理、リサイクルを推進する総合的固形廃棄物管理に係る国家戦略、さらには循環型経済達成に向けて重要なプロジェクトとなっている。ガイドラインの作成や品質基準が認められるなど相手国側の行政課題ニーズへの貢献度も高い。

また、解体現場での廃棄物組成、排出原単位などの基本情報取得は建廃リサイクルの基盤整備として重要な成果である。

【課題解決、社会実装の見通し】

個別題目では成果を挙げているが、最終的に題目 1~4 を統合した社会実装はクアンニン省でまだ道半ばの状態にある。ベトナムでの建廃リサイクルへの理解や行政の対応は十分でないなか、同省で複数の横断する行政部署および民間企業からなる建廃リサイクル推進協議会を立ち上げており、その活用による社会実装の具体的な推進を期待したい。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

両国の研究代表者の強いリーダーシップの下、人材育成や官学での協働体制の構築は確実に進んだ。ベトナム側では、HUCE が各研究題目の研究開発に取り組み、日本側の支援を受け国際共著論文も多く発表するなど、ベトナム側の人材育成および研究チーム作りにも貢献してきた。

建設省、天然資源環境政策研究所のほか、新たな対象自治体としたクアンニン省においても本プロジェクトへの関心は高く、協働体制構築も進んできている。

なお、本プロジェクトの継続性はベトナム政治体制をどう巻き込むかに依存する部分も大きい

が、個別題目の成果は上がっていることから、相手国で継続する可能性は高いと期待する。

機材整備面ではベトナム初導入の再生路盤材の強度特性把握のための大型三軸圧縮試験機のほか汚水処理測定に利用するガス・イオンクロマトグラフィ等の整備も行われ、題目3で成果を上げているほか、プロジェクト終了後での活用も期待できる。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

行政機関との協働により建築解体分別建設省ガイドライン、都市道路用再生先砕石の規格及び試験法（TCVN/国家基準）の制定が実施された。今後、政策等への反映は題目4が担当する建廃リサイクル促進のためのビジネスモデルがクアンニン省でどう実装されるかにかかるとは、そのモデル要素は整っており、組織横断的な建廃管理リサイクル推進協議会が設立され活動を進めており、同省の建廃リサイクルへの高い自己目標設定などとも相まって、その持続性は期待できる。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

ベトナムでの循環社会構築の社会化、産業化はこれからであり、本プロジェクトの成果を日本の政府また産業セクターが活用して相手国に働きかける可能性は非常に高いと考える。日本規格に準じたベトナム品質基準の制定などにより、日本企業の建廃リサイクル事業への積極的な参入が期待できる。

【科学技術の発展】

急速な都市化や工業化が発生している発展途上の国々において、産業廃棄物や固形廃棄物を処分・リサイクルする必要性は循環経済を目指すなかでこれまで以上に高く、現場において工学的技術をどう社会に擦り合わせて適用するか、社会技術の展開の可能性は高い。

本プロジェクトでは、多くの国際論文発表で裏打ちされるよう十分な研究成果があげられている。なお、建廃リサイクル材の有効利用技術での水処理技術への応用は、必ずしも経済合理性の高いものではないなどビジネスプランの開発という点では今後課題が残されている。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本プロジェクトを通して埼玉大学博士後期課程学生6名が博士号を取得（内日本人1名）、埼玉大学及びHUCE博士前期課程学生21名が修士号を取得した（内日本人2名）。なお、2024年2月現在博士前期課程学生3名（日本人2名含む）がプロジェクトに関連した修士研究を進めており、1年以内に修士号取得見込みである。また、本プロジェクトの日本人若手ポスドク研究員1名が高専にて准教授に着任するなど人材育成が順調に推進された。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

プロジェクトを介し論文 38 編（内共著 24 編）発表するなど着実な実績をあげた。

建廃リサイクルでの建築解体現場分別ガイドラインの制定、都市道路用再生砕石の品質基準のための標準試験法の提案など、行政および今後民間事業者が活用できる成果も発表した。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

HUCE と日本側研究機関間で堅固かつ柔軟な技術および人的ネットワークが構築され、コロナ禍下での協働を支えた。さらに、HUCE を介し、建設省、天然資源・環境政策研究所、クアンニン省等との協力体制が進み、プロジェクト終了後の社会実装の展開への道筋ができてきている。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

コロナ禍下での研究展開であったが、個別題目において相手国省庁を巻き込んだ活動を実施した体制構築を高く評価したい。特に、地方自治体と設置した組織横断的な組織である建廃リサイクル推進協議会などは今後も有効に機能する可能性が高く、この体制の継続を期待する。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

コロナ禍により 2020 年 2 月以降、両国研究者が渡航できない状況が続いたほか、ベトナム側の厳しいロックダウンもあったが、両研究代表者の高いリーダーシップの下で、計画された研究を着実に実施し、人材育成の点でも大きな成果をあげた。

【成果の活用に向けた活動】

ガイドラインや技術基準が相手国の建設省及び科学技術省により承認されるなど成果の活用に向けた活動は優れている。今後は統合的な成果として主要自治体での社会実装に向けて活動を進めて欲しい。また、現場建設解体分別ガイドライン制定や建廃リサイクル路盤材の公園整備等への活用など、成果の活用は着実に進んでいる。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

論文発表に加え、シンポジウム・ワークショップの他、ベトナム側の新聞、ベトナム国営放送 VTV1 を含むテレビ報道などを通じて一般市民に向けた研究成果（透水性舗装等）の発信に積極的に取り組んできた。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

初動段階で供与機材の設置が遅れ、その後のコロナ禍でベトナムへの渡航が制限されるという障害があったにもかかわらず、供与機材を活用した研究や人材育成を進め、遅れの影響を最小限にとどめた。水質分析機器に関しては題目3の技術開発に有効に活用され、その成果は国際学術雑誌等にて公開され、材料分析装置は題目2のTCVN案作成にあたり、その裏付けデータ取得のために活用し、成果を国際学術雑誌等にて公開した。ベトナム初導入となる大型三軸圧縮試験機は再生路盤材の強度特性の把握に向けてトレーニングを終え、プロジェクト終了後の研究に活用予定となっている。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

本プロジェクトの成果は、将来的にはベトナムにおける建廃リサイクルに大きく貢献できる可能性がある。今後もこれまでに築いてきたHUCEや行政機関との連携を活用しベトナムにおける循環型社会の構築に貢献していただきたい。

なお、本プロジェクトの成果としてガイドラインやTCVNが制定・発令されたが、現時点では新たな政治的なインセンティブ等がない場合はこのガイドラインの実効性が直ぐに上がる見込みは薄いと思われる。

すでに協力の継続を依頼されており、また建廃リサイクル/循環経済達成に積極的なクアンニン省で、民間企業も参加する組織横断的な建廃管理リサイクル委員会を介し、小規模な現場での建廃リサイクルモデルの実装を実現していただきたい。その過程で再度、建廃リサイクルの経済性評価やCO₂排出削減効果の優位性を政府に示すとともに日本を含む民間企業の建廃リサイクル事業への進出の支援を学術面中心に支えていただくことを期待したい。さらにはこうした成功モデルの他国での横展開も視野に入れていただくことも検討願いたい。

以上

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
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2024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／ハノイ国立建設大学, ハノイ理工大学, 建設省, 天然資源・環境政策研究所, ハノイ市建設局, クアンニン省建設局, 他
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、建設リサイクルの経済性評価・CO ₂ 排出削減効果など) ・国際学術論文: 10報以上

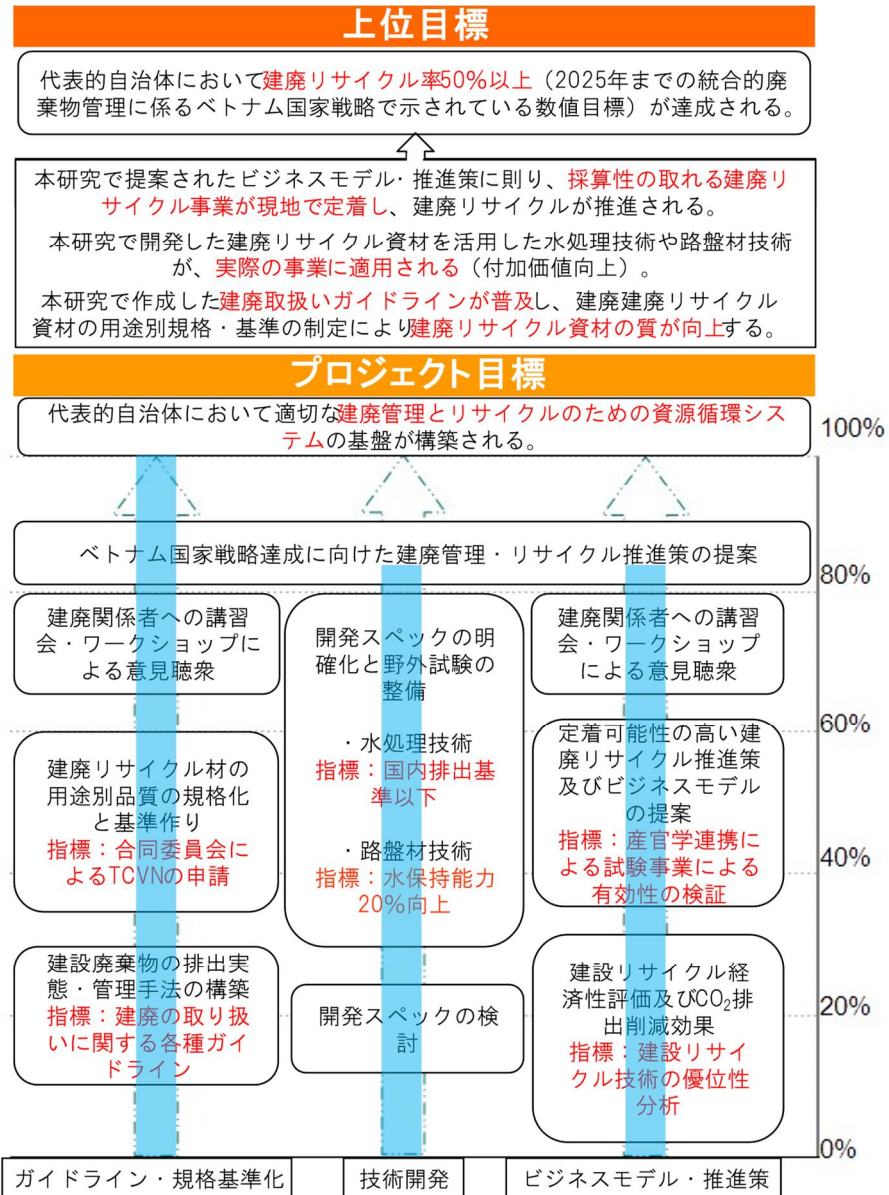


図1 成果目標シートと達成状況 (2024年3月時点)