

二国間クレジット制度(JCM)実現可能性調査 最終報告書(概要版)

調査案件名	セメント焼成工程における農業系バイオマスによる石炭代替
調査実施団体	太平洋エンジニアリング株式会社
ホスト国	ラオス人民民主共和国

1. 調査実施体制:

国	調査実施に関与した団体名	受託者との関係	実施内容
日本	株式会社オオスミ	外注先	MRV 関係調査、方法論案作成、
ラオス	Hello Laos	外注先	通訳、アレンジ、借上車手配

※ 受託者(貴団体)以外で、国内及びホスト国等で調査実施に関与した団体名とその役割・実施内容を簡潔に記載ください。

2. プロジェクトの概要:

調査対象プロジェクトの概要			
プロジェクトの概要	ラオス人民民主共和国のセメント焼成設備に、農業系バイオマス活用技術の導入・普及を図り、化石燃料消費量を低減させるとともに、温室効果ガス(CO ₂)排出量の削減を図る。		
予定代表事業者	太平洋エンジニアリング株式会社		
プロジェクト実施主体	Lao Cement Co., Ltd.		
初期投資額	200,000 (千円)	着工開始予定	2016年4月
年間維持管理費	60,000 (千円)	工期(リードタイム)	6ヶ月
投資意志	投資意志あり	稼働開始予定	2016年10月
資金調達方法	<p>初期費用の再積算を実施した結果、供給機等の価格変動により、金額が上昇した。</p> <p>初期費用については、設備補助ならびに先方の自己資金を想定している。年間維持管理費は初期費用の3%程度と想定しているが、実施先が負担することを考えている。</p> <p>外部による MRV の費用に関してはスキーム内で何らかの補助を考慮する。</p>		
GHG 削減量	<p>21,281 (tCO₂/年)</p> <p>提案書の 21,600 (tCO₂/年) は、2t/h の農業系バイオマス活用設備設置の場合、全量を化石燃料の代替として単純計算した数値であった。</p> <p>中間報告書の 21,333 (tCO₂/年)は、現地調査で収集したデータ等を使用</p>		

	<p>し、また投入設備の電力量、運搬による CO2 発生を加味した結果であった。</p> <p>その後、中間レビューでの指摘等を受けて、BaU よりも保守的な燃料、電力使用量を採用することで再計算したものが上記数値である。</p> <p>なお、いずれの計算の場合も大きな差異はない。</p>
--	---

※ 中間報告書記載の内容を記載すること。ただし調査の過程で中間報告時から変更が生じた場合はその内容と理由を追記すること。

3. 調査の内容及び結果

※以下(1)～(3)の項目について、本調査において明らかにすべき課題と、その課題解決のために行った調査内容を具体的に記述してください。また、その結果として解決できた課題の内容、又は課題解決の方向性について、調査成果を記述してください。また、これまで提出いただいた現地調査報告書を本報告書に添付ください。

(1)プロジェクト実現に向けた調査

※次年度以降 JCM プロジェクトとして申請するとの方向性を踏まえ、以下①～⑥について調査結果を記載ください。

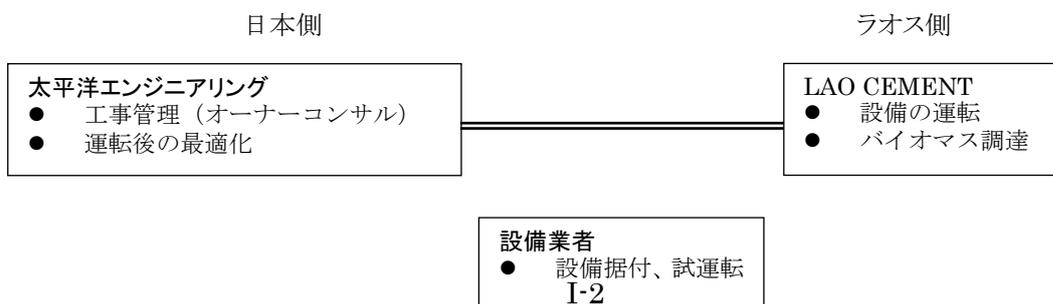
①プロジェクト計画

※プロジェクトの事業性について、次に示す観点を含めてできる限り具体的に記載ください。

- プロジェクトの実施体制（工事計画及び運用計画を含むこと。）
- プロジェクト実施主体の経営体制・実績
- 事業収益性の評価（投資額・売上収入・利益額等の妥当性、プロジェクト IRR 及び投資回収年数を含むこと。）
- 初期投資・維持管理及び MRV に関する資金計画（検討している出資、融資や公的支援等のスキームについて、金額・期間・各資金の負担比率・担保等の条件の調整状況を含むこと。加えて当該資金計画の実現可能性の検討を含むこと。）
- リスク分析（当該プロジェクト実施において想定されるリスクとその影響及び対応策を含むこと。並びにリスクを踏まえた当該プロジェクトの実現可能性の検討を含むこと。）
- その他事業性に係る項目
- プロジェクトの実施体制(工事計画及び運用計画)

プロジェクトの実施体制は以下の通りである。

本プロジェクトの施主は Lao Cement Co., Ltd. であり、太平洋エンジニアリングがその主たる請負者となることを想定している。



○プロジェクト実施主体の経営体制・実績

Lao Cement Co.,Ltd (Vang Vieng II 工場) 中国とラオスの経済協力の一環として中国のラオスへの借款で建設され、両国政府によってサポートされている。

中国側は中国雲南国際経済技術公司、ラオス側は Agriculture Industry Development Enterprise Imp - Exp & General Services (DAI)の出資により、セメントを生産、販売している。

Vang Vieng II セメント工場は、2002 年から現在まで、年産 200,000 - 300,000 トンのバラセメントと 50 kg 袋入り セメントを販売している。品質は ASTM C-150, ISO 9001:2008 及び Chinese standard GB 175-1999 (ISO 679)に準拠している。

○事業収益性の評価(投資額・売上収入・利益額等の妥当性、プロジェクト IRR 及び投資回収年数を含むこと。)

● 投資額

内訳を表に示す。

	土木建築設備	機械設備	電気計装設備	合計
工事人件費	合計 68,776,	4,845	1,479	6,324
機器代		73,000	22,000	95,000
工事費		20,000	6,000	26,000
設計費		3,000	900	3,900
合計金額		100,845	30,379	200,000

提案書、中間報告書に比較して、安定したホッパからの切り出しを考慮して供給装置、計量方式を変更したことや、前回積算時からの為替、機器価格の上昇等があり、大幅な増加となった。

● 年間利益額

事業収支性については、下表の通りに収入(本プロジェクトの場合は無煙炭節約量)と費用から利益額を算定し、その数値をもとに、年間利益額を算定した。

本プロジェクトによる利益額の計算結果

(単位:千円)

	収入	費用
無煙炭節約による燃料費低減	90,650	

i) 設備メンテナンス費用		6,000
ii) 投入設備消費電力費		2,145
iii) 要員の人件費		1,152
iv) トラックの燃料代		1,192
費用合計		10,489
差引利益額	80,161	

上記に計上した費用の他に必要となる費用の有無につき、更に調査が必要である。

● 回収年限

単純投資回収年限は下記の通り。

$200,000 / 80,160 \approx 2.5$ 年となる。

● IRR の計算

上記の数値を使用し、簡易的に IRR を計算した。結果を下表に示す。

年		IRR
初期投資	-200,000	
1	80,161	-
2	80,161	-14%
3	80,161	10%
4	80,161	22%
5	80,161	29%
6	80,161	33%
7	80,161	35%
8	80,161	37%
9	80,161	38%
10	80,161	39%

上表からわかるように、3年目から IRR がプラスに転じて、その後上昇して 30 パーセント台後半となり、本プロジェクトの収支性はかなり高いと言えるが、バイオマスが計画通り収集できることが前提である。

○初期投資・維持管理及び MRV に関する資金計画

(検討している出資、融資や公的支援等のスキームについて、金額・期間・各資金の負担比率・担保等の条件の調整状況を含むこと。)

初期投資については、環境省設備補助事業への申請と適用、ローカル部分(土工工事、現地製作品)についてはプロジェクト実施対象企業が負担する方向で検討している。

本件は、提案時に比較して投資金額がかなり増加したため、調査対象会社の負担をどのようにして軽減するかを検討してゆく。

維持管理費については、プロジェクト実施対象企業が設備修繕費として通常計上できる範囲内と想定しており、特に公的支援等は必要としないと考えている。

MRV に関して、データ採取は特に測定が必要なものでなく、原料、燃料及びエネルギーの取引記録を説明可能な形で保存することになるので、当初の MRV キャパビルの費用が必要である。これらについては、人材育成のための公的資金の活用を検討したい。

また、特に MRV を実施した当初は、その運用が適正かどうかを判断するための立ち入り調査、要員数を確保するための追加のキャパビル等が必要となると考えている。これらに要する費用についても、公的支援適用の可能性について今後の段階で検討してゆく。

○リスク分析

-想定されるリスク

想定される最大のリスクはバイオマス収集に関するものである。

現在バイオマス(もみがら)は組織的に利用されていないが、利用が本格化した際に、量の確保が困難となる可能性がある。

-影響

これらはいずれもプロジェクトの根幹、すなわち温室効果ガス発生低減量の減少につながるため影響は大きく、極端な事態を発生させないようにする必要がある。

-対応策

バイオマス収集のビジネスモデルを、win-win のものにしてゆくことが第一である。発生側にとって、現在の置場が不要になる以上のメリットを享受できるような仕組みづくりが必要である。

有償による購入を検討する必要がある。

○リスクを踏まえた当該プロジェクトの実現可能性の検討

技術面では、バイオマス(もみがら)自体の燃焼性については、今回の燃焼実験で確認されたと考える。

1 時間あたり 0.75t のバイオマスを 3 時間仮設投入設備から投入する燃焼試験によって、燃焼性に問題ないことが確認できた。実験では 98% の有効燃焼効率で化石燃料である無煙炭を代替でき、製造プロセス、品質にも問題はなかった。

同時にホスト国政府関係者、Lao Cement 関係者の実地体験による啓蒙ができたという意味も大きい。

本プロジェクトはもみがらの収集量が事業性に直結するので、もみがらの確保が何よりも重要である。

もみがら発生側(精米所)と使用側(セメント工場)、および運搬側(運送業者)の 3 者にメリットのあるビジネスモデルが構築できれば、本プロジェクトの実現は可能と考える。

②プロジェクト許認可取得

※当該プロジェクトのために必要となる現地における許認可(環境影響評価の承認を含む)の可否を確認し記載下さい。加えて、許認可取得及び環境影響評価承認取得の予定もしくは手続き状況を記載下さい。

本プロジェクトは、既設の設備にバイオマス供給装置を追加設置するものである。

従来使用している化石燃料(無煙炭)の一部を成分のわかっている農業系バイオマスで代替するもので、調査対象工場では排煙の処理設備としてすでに電気集塵機を設置しているので環境関係に影響を及ぼすものはほとんどない。

本プロジェクト実施のために必要となる現地における許認可(環境影響評価の承認を含む)の可否、その内容については、今後現地で確認をすすめる必要がある。

燃焼試験の結果を受けて、環境への影響のないことを確認した後、天然資源環境省、商工省と面談して、許認可が必要の有無、ある場合は許認可を受けるべき内容、申請の方法等を確認することとする。

③日本技術の優位性

※当該プロジェクトで導入される日本技術の低炭素技術としての優位性について、データに基づき定量的に記載ください。特に、ホスト国における現在の市場の状況(競合製品・技術の市場占有率等)、競合製品・技術(注)との性能・効率やコストの比較を定量的なデータとともに詳述をお願いします。

(注)競合製品・技術:JCMによる支援がなければ導入が見込まれる製品・技術

1) 背景

日本のセメント製造設備では、各種の廃棄物を原料あるいは燃料代替として活用することで、コスト削減や温室効果ガス発生量の削減を図っている。

廃棄物はその物性が千差万別であり、それぞれの物性に合った処理、輸送、運搬装置の選定、設置が必要である。

また、廃棄物の使用に伴うセメント製造プロセスへの影響を極力抑え、製品の品質への悪影響を防止する対策が必要で、そのために、計量設備の設置は必須となる。

2) 競合製品・技術(JCMによる支援がなければ導入が見込まれる製品・技術)との性能・効率やコストの比較

廃棄物の原始的な活用方法は、人力による投入、または簡単な投入口、さらには簡単な輸送装置からなる投入設備が考えられる。

これらは、供給量の把握ができないため、効率の面では日本の技術に比較して大きく劣る。また、セメント焼成設備への影響も大きくなり、安定運転を阻害する可能性が高くなる。

ただし、コストについては日本製より大幅に低く、半額以下と想定される。

3) ホスト国における現在の市場の状況（競合製品・技術の市場占有率等）

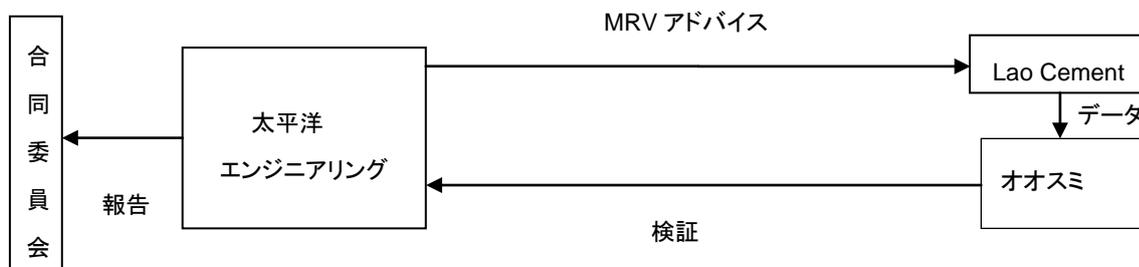
ホスト国においては、現在セメント工場で組織立った廃棄物の活用は実施されているとの情報はない。よって、競合製品・技術の存在そのものがまだない状態である。

④MRV 体制

※当該プロジェクトの MRV 体制を構築、及び MRV の実地研修について記載ください。加えて、モニタリングに必要な計測機器の選定及び実地研修を通じての計測の仕方及びモニタリング記録の保存方法に関するキャパシティ・ビルディングについて記載ください。

1) MRV 実施体制

MRV 実施体制については、下図の通り、太平洋エンジニアリングが実施主体となり、オオスミの協力のもとに実施する。



2) MRV 実地研修

以下の実地研修を計画する。

- モニタリングに必要な計測機器の選定
- 実地研修を通じての計測の仕方及びモニタリング記録の保存方法に関するキャパシティ・ビルディング

⑤ホスト国の環境十全性の確保と持続可能な開発への寄与

※当該プロジェクトの実施による環境面での影響（好影響・悪影響の双方）（実施地域とその周辺地域に加え、越境的影響も含む）と、特に悪影響を回避するための対策について検討し、好影響の担保及び悪影響の回避のための措置を記載下さい。また、当該プロジェクトの実施がホスト国の持続可能な開発にどのように寄与するかについて記載ください。

1) 環境十全性の確保

本プロジェクトでセメント製造設備に導入する日本の廃棄物（農業系バイオマスを含む）活用技術は、大気汚染等の周辺環境への影響はない。

この点を考慮して、日本の廃棄物（農業系バイオマスを含む）活用技術の優遇普及に向けた取り組

みも可能と考えられる。例えば、プロジェクトの資金計画に設備補助のような JCM の助成制度や ODA 資金等に関連させるなどが考えられる。

このことにより、環境十全性の確保と省エネルギーでホスト国側にメリットが、日本の廃棄物（農業系バイオマス）活用技術の導出と事業の拡大で日本のメーカーに、さらに将来はクレジットの取得等で日本とホスト国の双方にそれぞれメリットが見込める。

2)ホスト国の持続可能な開発への寄与

ホスト国の経済成長のためには、これに対応したインフラ整備等が必須である。セメントは同国産の資源で生産できる数少ない建設資材である。

しかし、拡大するセメント需要により、国産燃料による生産が困難となり、同国の発展の持続に影響を及ぼす可能性が高い。

化石燃料消費量の低減に加え、温室効果ガス発生量の低減という環境影響面で優れる日本の廃棄物（農業系バイオマス）活用技術の導入は、ホスト国の低炭素成長及び持続可能な開発に大いに貢献するものである。

⑥今後の予定及び課題

※当該プロジェクトの実現化の想定スケジュール及びその障害となる課題、その課題の解決策を記載してください。

今後の予定及び課題としては以下の各点が予想される。

1) 本プロジェクトの実現化の想定スケジュール

2014 年度 プロジェクト調査 (FS) --本報告書で報告--

- Lao Cement, ラオス政府担当省庁への説明
- バイオマス添加設備の概略設計
- 燃焼実験(最終報告書反映予定)
- バイオマス収集システムの検討

2015 年度 プロジェクト調査 (PS)

- Lao Cement の投資決断
- バイオマス添加設備の詳細設計
- 事業スキームの確定
- バイオマス収集システムの詳細検討と試験運用

2016 年度 設備補助事業によるプロジェクト実施

- 設備設置、運用

MRV 開始、実地によるキャパビル

2) 課題と解決策

i) 調査工場の投資決断

本調査にあたっては、同社経営トップへ将来の設備補助事業等も交えた説明を実施し、理解を得ているが、同社としての金銭的メリットの額によって判断がなされると考えられる。今後も引き続き、特に実験結果を示して再度説明を実施する必要がある。

ii) バイオマス運搬、収集システムの構築、確立

プロジェクトに必要な「もみがら」の量を確保するための精米所数の確認、および収集方法のさらなる検討、試験運用によるビジネスモデルの確立が必要である。

また、バイオマス収集の費用負担等についても、事前に具体案の作成をラオス側、とくに関係省庁の意見を確認して、対象工場と共同で確認しておく必要がある。

(2) JCM 方法論作成に関する調査

① 適格性要件

※調査対象プロジェクトで導入を予定している機器の性能等、客観的にその技術的優位性を評価できるポジティブリスト又はベンチマーク、方法論をプロジェクトに適用するための要求事項を適格性要件としてリスト化してください。なお、妥当性確認の時点で第三者検証機関が客観的に事前評価可能なものとして設定するほか、設定根拠も明らかにしてください。

1) 適格性要件

ホスト国では、今後の経済発展に伴うインフラ整備が必要であり、そのための重要資材である良質なセメントの安定生産は重要であるが、従来通りの化石燃料を使用しての増産では GHG 排出量の増加や化石燃料資源の枯渇が危惧される。

セメント工場の焼成炉の燃料を、現在の化石燃料（無煙炭）から一部農業系バイオマスに転換することにより、セメント製造工程において使用する化石燃料が削減され、省エネルギーが図られると同時に温室効果ガス（GHG）発生量を低減することができる。

本プロジェクトの適格性要件は下表の通りに設定した。

No.	要件	設定理由、特に採用技術（設備・機器等）が JCM プロジェクトとして適格であると考えられる理由
1	石炭代替燃料は農業系等のバイオマス残渣であること。	ホスト国において石炭代替燃料として発生するものは農業系等のバイオマス残渣であり、

		同国で活用を第一に考えるべきものである。
2	バイオマス残渣（「もみがら」）が他に活用されている場合、本事業の活用によって明確に影響を及ぼさないこと。	現在、組織的な「もみがら」の活用は実施されておらず、ほとんど放置されて腐朽に任せられており、活用することによって従来の小規模活用、あるいは農業に影響、負担を及ぼすことはない。
3	バイオマス残渣使用に伴い、農業等に追加的な負担を強いるものでないこと。	
4	「もみがら」投入システムは故障が少なく、安定したコントロールが可能であり、製造されるクリンカの品質に悪影響を生じないこと。	バイオマスを初めとする代替燃料の活用にあたっては、投入する製造設備の運転の安定性が確保され、製品の品質に悪影響を生じさせないことが大前提である。
5	活用する設備が、環境保護のために十分なパフォーマンスを保持していること。 (1) 環境に関する規定標準及び類似の標準を遵守すること。 (2) 集塵機が据え付けられること。	バイオマスの活用によって環境に影響を及ぼすことは許されない。 本プロジェクトを実行する設備には、すでに環境基準を満足する集塵装置が設置されており、実行による悪影響はない。

②リファレンス排出量の設定と算定、およびプロジェクト排出量の算定

※当該プロジェクトに適用可能なリファレンス排出量及びプロジェクト排出量の算定方法を設定して下さい。その際、唯一の算定方法が方法論で規定されるように留意してください。また、リファレンス排出量及びプロジェクト排出量の算定方法や各種パラメータ等の設定根拠を明らかにし記載下さい。

(1) リファレンス排出量の設定

BaUは、設定されたプロジェクト期間中もみがらが燃料として消費されず石炭が継続的に使用され続けることである。

リファレンス排出量の設定に関しては、保守性を担保することによって、BaU とプロジェクト活動の間にリファレンスが位置していると見ることができる。

提案する方法論では、排出削減量の算定に重要なパラメータが保守的に設定されており、また、計算においても保守的な手法を採用している。

保守性を重視した方法論によって、プロジェクトによって求められる排出削減量の結果は、BaU に基づく排出削減量よりも低く算定されることを保証することができる。

本調査の提案書では、農業系バイオマスによる無煙炭代替分を、熱量換算で CO2 削減量としており、ベースラインとなるリファレンス排出量、プロジェクト実施後のプロジェクト排出量の差として算出していない。

今回、リファレンス排出量、プロジェクト実施後のプロジェクト排出量については、プロジェクト対象としている設備がまだ本格稼働していないため、既存設備の燃料消費量を基にして計算した。その過程では BaU をそのまま使用することのないよう、調査した期間でもっともエネルギー消費量の低い年次を選択する等、保守性を勘案した。

(1) リファレンス排出量の計算

今回の計算では、過去 3 年間の年平均値から、BaU でなく保守性を担保するため、3 年間のうちクリンカトン当たり燃料消費量の一番少ない年をリファレンスとして採用した。

化石燃料消費により発生する CO2	71,089t-CO2/year
電力消費により発生する CO2	19,465t-CO2/year
合計 CO2 排出量	90,554t-CO2/year

(2) プロジェクト排出量推計値

化石燃料消費により発生する CO2	49,640t-CO2/year
（「もみがら」使用による CO2 発生削減量は 21,449t-CO2/year）	
電力消費により発生する CO2	19,527t-CO2/year
（「もみがら」供給設備の消費電力分だけ増加する。）	
「もみがら」輸送によって発生する CO2	106t-CO2/year 輸送距離 20km,片道
合計 CO2 排出量	69,273t-CO2/year

(3) プロジェクトによる排出削減量

リファレンス排出量推計値－プロジェクト排出量推計値＝排出削減量

$$90,554 - 69,273 = 21,281\text{t-CO2/year}$$

③プロジェクト実施前の設定値

※当該プロジェクトの GHG 排出削減量の算定に必要なパラメータにデフォルト値及び事前設定値を利用する場合、その内容

を記載してください。また、これらが保守的な計算結果を導出できることと、その設定根拠を明らかにし記載下さい。

パラメータ	データの説明	出典
鉄鉱石投入率 :M(Iron) _{rate}	鉄鉱石投入率は Lao Cement 社によって決められている。	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社
石膏混合率 :M(Gyp) _{rate}	石膏混合率は Lao Cement 社によって決められている。	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社
クリンカの石炭原単位 :SFC(C) _{RE,y,i}	過去のクリンカ製造量と石炭消費量から求められている。(t-coal/t-clinker)	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社の記録データ
石炭の CO ₂ 排出係数 :EF _{coal,CO₂,y}	石炭の種類(無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭等)毎に定められている IPCC Guideline 及び元素分析データ (t-CO ₂ /Gcal)	✓ IPCC Guideline ✓ Lao Cement 社の記録データ
クリンカの電力原単位 :SFC(E) _{RE,y,i}	過去のクリンカ製造量と電力消費量から求められている。(MWh/t-clinker)	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社の記録データ
グリッド電力の CO ₂ 排出係数 EF _{elec, CO₂}	ラオス国公表のグリッド電力排出係数は次のとおりである。 0.5764 t-CO₂/MWh	デフォルト値として設定 ✓ ラオス国からの最新公表データを使用する。
重量計の保守係数 f _{scale,y}	トラックスケールの保守係数である。 ラオス国規格の検定合格基準の許容誤差に基づいて保守的に補正するものである。最近の過去 1 年間のデータから算定できる。(一)	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社の記録データ
電力の保守係数 f _{elec,y}	電力メーターの保守係数である。 ラオス国規格の検定合格基準の許容誤差に基づいて保守的に補正するものである。最近の過去 1 年間のデータから算定できる。(一)	デフォルト値として設定 ✓ Lao Cement 社の記録データ
トラック CO ₂ 排出係数 EF _{tr, CO₂}	もみ殻輸送距離当たりの CO ₂ 排出係数 (t-CO ₂ /km)	IPCC デフォルト値
輸送距離 AVD _{Hulls, y,i}	トラックの各精米所からのもみ殻輸送距離 (km/truck)	デフォルト値として設定 (20 km/truck)