

方法論番号	EN-S-018 Ver.2.0
方法論名称	LNG燃料船・電動式船舶の導入

<方法論の対象>

- 本方法論は、LNGを燃料とする船舶（以下、LNG燃料船）や、電動式の船舶（以下、電動式船舶）を導入することにより、化石燃料等の使用量を削減する排出削減活動を対象とするものである。

1. 適用条件

本方法論は、次の条件の全てを満たす場合に適用することができる。

- 条件1: ベースラインの化石燃料を使用する船舶よりも低炭素型のLNG燃料船や電動式船舶を導入すること。
- 条件2: プロジェクト実施前の船舶におけるエネルギー使用量及び仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）について、原則として、プロジェクト実施前の1年間の累積値が把握可能であること。もしくは、ベースラインの船舶を設定するための情報を把握可能であること。
- 条件3: 日本国温室効果ガスインベントリ報告書において、船舶もしくは作業用船舶に該当する排出の削減活動であること。

<適用条件の説明>

条件1:

主な推進用のエネルギーとしてLNGや電力を使用する船舶を導入するプロジェクトが対象である。なお、推進用のエネルギーとして、LNG以外の化石燃料を併用する船舶を導入する場合も、本方法論の対象とする。

ここでの低炭素型とは、以下に表されるエネルギー使用原単位と燃料及び電力の排出係数から算出した仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）当たりのCO2排出量が低下することをいう。なお、仕事量は、船舶の種類に応じて適切な指標を選択し、その指標を用いることが適切であることを説明する必要がある。

単位仕事量当たりのCO2排出量 = エネルギー使用原単位 × CO2排出係数

$$\text{エネルギー使用原単位} = \frac{\sum \text{エネルギー使用量}}{\sum \text{仕事量}}$$

<仕事量の例>

船舶の種類	仕事量
貨物船	輸送トンマイル、輸送トンキロ
旅客船・フェリー	航海距離
曳船	航海時間、曳航対象船舶総トン数
...	...

ベースラインの船舶とは、それぞれ以下を想定する。

(1) 船舶を更新するプロジェクトの場合

ベースラインの船舶は、更新前の船舶である。なお、規模を問わず船舶の改修は、船舶の更新には含まない。

また、LNG燃料船や電動式船舶へと更新する場合であっても、以下のいずれかに該当する場合には、条件1を満たさないこととし、新設するプロジェクトとしてベースラインを設定すること。

- ①更新前の船舶の情報がない場合
- ②故障若しくは老朽化等により更新前の船舶を継続利用できない場合又は継続利用できても導入から法定耐用年数の2倍を超えている場合
- ③プロジェクト実施前後で船舶の用途が変更されている場合（例えば、貨物用から旅客用へと変更する場合等）
- ④更新後の船舶の規模が更新前の船舶の規模の1.5倍を超える場合。船舶の規模は、船舶の種類に応じて適切な指標を選択し、その指標を用いることが適切であることを説明する必要がある。

<船舶の規模の指標の例>

船舶の種類	規模の指標
貨物船	積載重量（DWT）
旅客船・フェリー	総トン数
曳船	主機関定格出力
・・・	・・・

(2) 船舶を新設するプロジェクトの場合

ベースラインの船舶は、標準的な船舶である。

標準的な船舶は原則として、以下のように設定するが、プロジェクトにより導入される設備が代替し得る設備にかかる一般的な状況（設備の普及状況および設備投資の経済性）及び当該プロジェクト固有の状況を踏まえた合理的な説明ができる場合はこの限りではない。

① 設備群の特定

化石燃料を使用する標準的な船舶とする。

② 設備の特定

標準的な船舶の規模は、プロジェクトで新設した船舶と同等規模とする。なお、同等規模とは、船舶の種類に応じて適切な指標を選択し、その指標で1.5倍以内を目安とする。また、その指標を用いることが適切であることを説明する必要がある。

<船舶の規模の指標の例>

船舶の種類	規模の指標
貨物船	積載重量（DWT）
旅客船・フェリー	総トン数
曳船	主機関定格出力
・・・	・・・

使用する化石燃料は、原則として、作業用船舶はA重油、その他の船舶はC重油とする。

③ エネルギー使用原単位の設定

プロジェクトで新設した船舶と同じ用途（旅客用/貨物用、同分類の作業船、等）かつ同等規模の1999年以降に建造された船舶（原則として3隻以上）の仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）あたりのエネルギー使用原単位の平均（以下、平均値）を計算し、以下の燃費改善を考慮して設定する。仕事量あたりのエネルギー使用原単位のばらつきが大きい場合には、保守性の観点から平均ではなく仕事量あたりのエネルギー使用原単位の少ないものとする。

プロジェクトで新設した船舶の建造契約年が2014-2019年の場合のベースライン：平均値より10%改善（平均値に0.9を乗算した値）

プロジェクトで新設した船舶の建造契約年が2020-2021年の場合のベースライン：平均値より20%改善（平均値に0.8を乗算した値）

※エネルギー使用原単位改善率は、現時点で適切な設定が難しいため、国際的な新造船燃費規制（国際海事機関のEEDI規制）を準用することとし、適宜、見直しを実施する。

※建造契約年が明確ではない場合、起工年や進水年で判断しても良い。

条件2：

ベースラインの船舶のエネルギー使用原単位の算定に使用するプロジェクト実施前の船舶におけるエネルギー使用量及び仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）については、原則として、プロジェクト実施前の1年間の累積値の把握が必要であるが、エネルギー使用原単位の変動が年間を通じて少ないことをサンプリングデータ等によって合理的に示せる場合には、より短い期間の累積値データにより把握してもよい。また、更新ではなく、新規にLNG燃料船・電動式船舶を導入する場合は、適用条件1の（2）で設定したベースラインの船舶の仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）あたりのエネルギー使用量を用いることとする。

条件3：

日本国温室効果ガスインベントリ報告書において、「船舶の排出源カテゴリーとして扱われている旅客や貨物を輸送する内航船舶」及び「製造業及び建設業とその他部門の排出源カテゴリーとして扱われている作業用船舶等」における排出に該当し、国内のみで燃料・電力を補給する船舶の削減活動を本方法論の対象とする。なお、本方法論では、両者を合わせて、船舶と記載する。

2. 排出削減量の算定

$$ER = EM_{BL} - EM_{PJ} \quad (\text{式 1})$$

記号	定義	単位
ER	排出削減量	tCO ₂ /年
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO ₂ /年
EM_{PJ}	プロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年

<排出削減量の算定で考慮すべき温室効果ガス排出活動>

項	排出活動	温室効果ガス	説明
ベースライン 排出量	船舶の使用	CO ₂	【主要排出活動】 ベースラインの船舶の使用に伴う化石燃料の使用による排出量
プロジェクト 実施後 排出量	LNG燃料 船・電動式 船舶の使用	CO ₂	【主要排出活動】 プロジェクト実施後のLNG燃料船・電動式船舶の使用に伴う化石燃料及び電力の使用による排出量

3. プロジェクト実施後排出量の算定

1) 推進用のエネルギーとして化石燃料を使用する場合

$$EM_{PJ} = FL_{PJ,fuel} \times HV_{PJ,fuel} \times CEF_{PJ,fuel} \quad (\text{式 2})$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	プロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$FL_{PJ,fuel}$	プロジェクト実施後の船舶における化石燃料の使用量	Nm ³ /年、t/年、kL/年等
$HV_{PJ,fuel}$	プロジェクト実施後の船舶で使用する化石燃料の単位発熱量	GJ/Nm ³ 、GJ/t、GJ/kL等
$CEF_{PJ,fuel}$	プロジェクト実施後の船舶で使用する化石燃料の単位発熱量 当たりのCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /GJ

2) 推進用のエネルギーとして電力を使用する場合

$$EM_{PJ} = EL_{PJ} \times CEF_{electricity,t} \quad (\text{式 3})$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	プロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
EL_{PJ}	プロジェクト実施後の電動式船舶における電力使用量	kWh/年
$CEF_{electricity,t}$	電力のCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /kWh

<補足説明>

- 複数の種類の燃料を使用する場合には、燃料の種類ごとに、プロジェクト実施後の船舶における燃料使用量 ($F_{PJ,fuel}$) と単位発熱量 ($HV_{PJ,fuel}$) から、プロジェクト実施後排出量を算定する。
- 燃料と電力を併用する場合は、式 2 と式 3 を組み合わせて算定する。
- 船舶で化石燃料を用いて発電した電力を使用する場合は、発電に使用する燃料使用量と係数を用いて式 2 で算定する。

4. ベースライン排出量の考え方

本方法論におけるベースライン排出量は、プロジェクト実施後の仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）を、プロジェクト実施後のLNG燃料船・電動式船舶ではなく、ベースラインの船舶で運航する場合に想定されるCO₂排出量とする。

$$CD_{BL} = CD_{PJ} \quad (\text{式 4})$$

記号	定義	単位
CD_{BL}	ベースラインの船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）	t・mile/年、t・km/年、mile、km、時間 等
CD_{PJ}	プロジェクト実施後の船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）	t・mile/年、t・km/年、mile、km、時間 等

5. ベースライン排出量の算定

$$EM_{BL} = CD_{BL} \times BU_{BL} \times CEF_{BL,fuel} \quad (\text{式 5})$$

<船舶の更新の場合のみ>

$$BU_{BL} = \frac{F_{before,fuel} \times HV_{BL,fuel}}{CD_{before}} \quad (\text{式 6})$$

記号	定義	単位
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO ₂ /年
CD_{BL}	ベースラインの船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）	t・mile/年、t・km/年、mile、km、時間 等
BU_{BL}	ベースラインの船舶のエネルギー使用原単位	GJ/t・mile、GJ/t・km、GJ/mile、GJ/km、GJ/h
$CEF_{BL,fuel}$	ベースラインの船舶で使用する燃料の単位発熱量当たりのCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /GJ

$F_{before, fuel}$	プロジェクト実施前の船舶における燃料使用量	t/年, kL/年, Nm ³ /年等
$HV_{before, fuel}$	プロジェクト実施前の船舶で使用する燃料の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等
CD_{before}	プロジェクト実施前の船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）	t・mile/年、t・km/年、mile、km、時間 等

<補足説明>

- 船舶の更新の場合、プロジェクト実施前の船舶における燃料使用量 ($F_{before, fuel}$) 及びプロジェクト実施前の船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等 (CD_{before})) は、プロジェクト実施前の実績値を用いる。
- 船舶の新設の場合、ベースラインの船舶のエネルギー使用原単位 (BU_{BL}) は、適用条件 1 (2) ③で設定した「平均値に燃費改善を考慮して算定したエネルギー使用原単位」を用いる。

6. モニタリング方法

ベースライン排出量とプロジェクト実施後排出量を算定するために必要となる、モニタリング項目及びモニタリング方法例等の一覧を下表に示す。プロジェクト計画書の作成時には、選択した算定式に応じてモニタリング項目を特定し、実施規程（プロジェクト実施者向け）及びモニタリング・算定規程に従い、モニタリング計画を作成する。モニタリング時には、モニタリング計画に従いモニタリングすること。

1) 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
CD_{PJ}	プロジェクト実施後の船舶における輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）(t・mile/年、t・km/年、mile、km、時間等)	・運航記録等をもとに算定	対象期間で累計	※1
$F_{PJ, fuel}$	プロジェクト実施後の船舶における燃料の使用量 (t/年, kL/年, Nm ³ /年等)	・燃料供給会社からの請求書をもとに算定 ・燃料計による計測	対象期間で累計	※2
$EL_{PJ, electricity}$	プロジェクト実施後の船舶における電力使用量 (kWh/年)	・電力会社からの請求書をもとに算定 ・電力計による計測	対象期間で累計	※2 ※3
CD_{before}	プロジェクト実施前の船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）(t・mile/年、t・	・運航記録等をもとに算定	【要求頻度】 原則、プロジェクト開始直近の1年間以上の実績を累計	※1 ※4

	km/年、mile、km、時間等)			
$F_{before, fuel}$	プロジェクト実施前の船舶における燃料使用量 (t/年, kL/年等)	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社からの請求書をもとに算定 燃料計による計測 	【要求頻度】 原則、プロジェクト開始直近の1年間以上の実績を累計	※4

2) 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注 釈
$HV_{before, fuel}$	プロジェクト実施前の船舶で使用する燃料の単位発熱量 (GJ/t, GJ/kL)	・デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	※5
		・ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{BL, fuel}$	ベースラインの船舶で使用する燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数 (tCO2/GJ)	・デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	※5
		・ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$HV_{PJ, fuel}$	プロジェクト実施前の船舶で使用する燃料の単位発熱量 (GJ/Nm ³)	・デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	※5
		・ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{PJ, fuel}$	プロジェクト実施後の船舶で使用する燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数 (t/年, kL/年, Nm ³ /年等)	・デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	※5
$CEF_{electricity, t}$	電力のCO2排出係数 (tCO2/kWh)	・デフォルト値を利用 $CEF_{electricity, t} = C_{mo} \cdot (1 - f(t)) + C_a(t) \cdot f(t)$ ここで、 t : 電力需要変化以降の時間 (プロ	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	※6

		<p>プロジェクト開始日以降の経過年)</p> <p>C_{mo}: 限界電源 CO2 排出係数</p> <p>$C_a(t)$: t年に対応する全電源 CO2 排出係数</p> <p>$f(t)$: 移行関数</p> $f(t) = \begin{cases} 0 & [0 \leq t < 1 \text{ 年}] \\ 0.5 & [1 \text{ 年} \leq t < 2.5 \text{ 年}] \\ 1 & [2.5 \text{ 年} \leq t] \end{cases}$ <p>・プロジェクト実施者からの申請に基づき、$CEF_{electricity,t}$として全電源 CO2 排出係数を利用することができる</p>		
--	--	---	--	--

* 化石燃料の単位発熱量及び排出係数は、供給会社からの提供値又は実測により把握することもできる。この場合、「モニタリング・算定規程」に示す要求頻度を満たしてモニタリングを実施すること。

<※1>

- プロジェクト実施前後の船舶における仕事量 (CD_{before} 及び CD_{PJ}) は、原則、プロジェクト実施前後で統一された条件で計測されたものであることが必要である。ただし、保守的な値となる場合はこの限りではない。
- プロジェクト実施前後の船舶における仕事量 (CD_{before} 及び CD_{PJ}) は、エネルギー使用量と相関関係を示す指標（例：輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）を設定する必要があり、設定に当たっては、当該指標が最も影響を与えるものであることを合理的に説明しなければならない。

<※2>

- プロジェクト実施前後の船舶における、船舶推進用以外の設備に大きな変更が発生する場合（調理場や浴場等のエネルギーを多く消費する設備の大幅なスペック変更等）は、推進用に使用される燃料・電力使用量を把握する必要がある。

<※3>

- 蓄電池の充放電ロスが見込まれる場合には、充放電ロスを勘案した電力使用量をモニタリングする必要がある。なお、蓄電池における充放電ロス量をモニタリングすることが困難な場合、仕様書等に記載されている充放電効率に蓄電池を経由した電力量を乗じることで、充放電ロス量を求めてもよい。

<※4>

- ベースラインの船舶のエネルギー使用原単位に使用する、プロジェクト実施前後の船舶における仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等 (CD_{before})）及びプロジェクト実施前の船舶における燃料使用量 ($F_{before, fuel}$) は原則としてプロジェクト実施前1年間の累積値を把握することが必要である。ただし、エネルギー使用原単位の変動が年間を通

じて少ないことをサンプリングデータ等によって合理的に示せる場合には、より短い期間の累積値データにより把握してもよい。また、更新ではなく、新規にLNG燃料船・電動式船舶を導入する場合は、同じ用途で使用されている他の船舶のエネルギー使用原単位の平均値データを用いて良い。

<※5>

- 排出量の算定に用いる燃料の単位発熱量は、高位発熱量（総発熱量）か低位発熱量（真発熱量）のいずれかに統一することが必要である。また、プロジェクト実施前後で統一するため、低位発熱量（真発熱量）のデフォルト値を使用する場合は、「モニタリング・算定規程」に定める換算係数を用いて低位発熱量（真発熱量）を求めること。

<※6>

- 自家用発電機による発電電力を用いる場合は、附属書Aに従い電力のCO₂排出係数を求めること。ただし、船舶で化石燃料を用いて発電した電力を用いる場合は、化石燃料の使用によるCO₂排出量が式2で計算されるため、附属書Aに従い電力のCO₂排出係数を求める必要はない。

7. 付記

<妥当性確認に当たって準備が必要な資料一覧>

必要な資料	具体例
適用条件1を満たすことを示す資料	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト実施後の船舶の設備概要が分かる資料（仕様書等） プロジェクト実施前の船舶の設備概要や使用年数等が分かる資料（仕様書等） プロジェクト実施前の船舶の運航記録及びプロジェクト実施後の船舶の運航予定が分かる資料
適用条件2を満たすことを示す資料	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト実施前1年間のエネルギー使用量及び仕事量（輸送トンマイル、輸送トンキロ、航海距離、航海時間等）が分かる資料

<方法論の制定及び改定内容の詳細>

Ver	制定／改定日	有効期限	内容
1.0	2013.5.10	2020.5.27	新規制定
2.0	2020.5.27		LNG燃料船を方法論の対象に追加。また、新設の場合のベースラインの考え方を設定。

附属書 A：自家用発電機による発電電力を用いる場合の取扱いについて（要求事項）

プロジェクト実施前後において自家用発電機による発電電力を用いる場合は、電力の CO2 排出係数を以下の式によって算定する。

$$CEF_{electricity,t} = \frac{F_{gene} \times HV_{gene,fuel}}{EL_{gene}} \times CEF_{gene,fuel} \quad (\text{式 a-1})$$

記号	定義	単位
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh
F_{gene}	自家用発電機に投入される燃料使用量	t/年, kL/年, Nm ³ /年等
$HV_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等
EL_{gene}	自家用発電機の発電電力量	kWh/年
$CEF_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の CO2 排出係数	tCO2/GJ

電力の CO2 排出係数を算定するために必要となる、モニタリング項目及びモニタリング方法例等を下表に示す。

1) 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
F_{gene}	自家用発電機に投入される燃料使用量 (t/年, kL/年, Nm ³ /年等)	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社からの請求書をもとに算定 燃料計による計測 	対象期間で累計	
EL_{gene}	自家用発電機の発電電力量 (kWh/年)	電力計による計測	対象期間で累計	

2) 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
$HV_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の単位発熱量 (GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等)	デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)	デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	

* 化石燃料の単位発熱量及び排出係数は、供給会社からの提供値又は実測により把握することもできる。この場合、「モニタリング・算定規程」に示す要求頻度を満たしてモニタリングを実施すること。