

2. 内航船におけるバッテリーの 技術活用の調査

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構
共有船舶建造支援部 技術企画課



□ 調査背景

- 注目の省エネ技術の一つがバッテリー活用。
- 国内では、2019年に日本初のフルバッテリー小型旅客船とリチウムイオンバッテリー搭載の内航貨物船が就航したのを皮切りに、2022年には世界初のフルバッテリー推進タンカーが就航するなど、バッテリー技術を活用した船舶の実用化が始まっており、今後船舶において、一部ないし全部の”電化”が進むことを想定。
- これらを踏まえ、内航船のゼロエミッション化・省力化を推進すべく、内航船におけるバッテリー技術活用の調査として、現在の船舶での国内のバッテリー技術活用の実態把握及びバッテリー利用のコンセプト検討を実施。

□ 内航船での導入事例

船名	HANARIA	國喜68	あさひ
船主	MOTENA-Sea	國喜商船	旭タンカー
バッテリー容量	450 kWh	200 kWh (コンテナ型)	3,480 kWh
バッテリー利用形態	推進 (ハイブリッド)	荷役・停泊	推進・荷役・停泊
			

□ 24年度の調査項目

(1)既存研究に関する整理

バッテリー活用技術に関連する既往研究について情報収集し、概要等を整理

(2)船舶向け利用実績のあるバッテリーの調査

リチウムイオン電池や全固体電池等のバッテリーについて、基本的な仕組み、特徴及び取り扱いメーカーを調査

(3)バッテリー利用のコンセプト検討

船種(旅客船・貨物船)と用途(推進・荷役・停泊)に応じた9パターンのモデルケースを検討
CO₂削減効果や導入費用、設置スペース、充電時間などを評価

(4)就航済みの船舶への聞き取り調査

(3)における調査結果を基に、訪船及びオーナーと船員から聞き取りを行い実情を調査

(5)バッテリーに関する国内動向の調査

関係省庁の政策動向、研究開発動向、陸上給電及び港湾施設の最近の動向について情報収集

調査結果（１）既存研究に関する整理

（１）既存研究に関する整理

- 自動車業界向けを主に、次世代電池の開発が進んでいる。
- 国内では、NEDO、トヨタ自動車、産総研において、現行LiBの低コスト・高容量化や全固体電池の研究開発が進展。

次世代電池の種類と特徴

No.	種類	特徴
1	先進リチウムイオン電池 (現行LiBの高性能化)	● 現行LiBの低コスト化, 高容量化, 長寿命化を図る。 ● 資源制約の大きい希少材料の使用量を削減する。 ● 正極材料の一部を安価な鉄やマンガンに置き換える。
2	リチウムイオン全固体電池	● 現行LiBの電解液を固体に置き換える。 ● 燃えにくくなり, 安全性が向上する。 ● 急速充電が可能で, エネルギー密度が高い。 ● 幅広い温度帯(−30℃～100℃)に対応する。
3	有機正極二次電池	● 正極にレアメタルを用いず, 有機物に置き換える。 ● 資源不足や資源価格変動高騰の影響を受けにくい。
4	ナトリウムイオン電池	● レアメタルに頼らず, 安定した材料を使用できる。
5	カリウムイオン電池	● LiBと比べて安価な材料で構成できる。
6	フッ化物イオン電池	● 材料の環境負荷が小さく, 資源不足の問題がない。 ● 理論エネルギー密度が高い。
7	リチウム硫黄電池	● 負極にリチウム, 正極に硫黄を使用した電池であり, エネルギー密度が高い。

調査結果（２）船舶向け利用実績のあるバッテリー

（２）船舶向け利用実績のあるバッテリーの調査

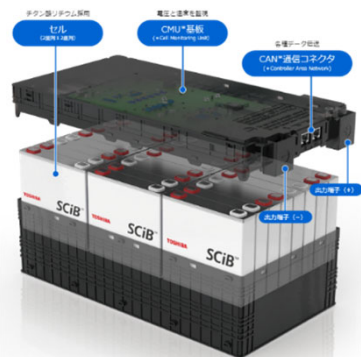
● 主な製品例

メーカー	主な特徴
東芝	- SCiBセル(チタン酸リチウム二次電池)とBMSを組み合わせた電池モジュール。 - NKのリチウムイオン電池モジュール&コンポーネントについての鑑定書を取得している。 - 遊覧船や内航貨物船など、数隻の船舶に搭載。 20000回の充放電後も70%以上の容量を維持すること。
GSユアサ	- LIMシリーズは、マンガン系リチウム電池を用いた電池モジュール。 - この電池モジュールを組み合わせたコンテナ型バッテリーシステムは、陸上の発電設備や港湾設備、あるいは鉄道分野などでも使われている。
Corvus Energy	- 小型の全電気旅客フェリーや大型ハイブリッドRo-Pax船など、海外では多くの船舶に搭載。 2021年に進水したバンカリング船「あさひ」は、同社の大容量バッテリー(容量3480kWh)と川崎重工業製の推進システムを搭載。
内航ミライ研究会	499GT貨物船「國喜68」及び「ちゅらさん」の2隻にコンテナ型バッテリーを搭載。 - 國喜68のバッテリーシステム(容量約164kWh)は、12フィートコンテナにバッテリーと電源を搭載。 - ちゅらさんのバッテリーシステム(容量約300kWh)は、2器の6フィートコンテナの一方にバッテリー、もう一方に電力変換器を搭載。
PowerX	- コンテナ型大容量電池システム(容量2.7MWh)やパッケージ蓄電池(容量358kWh)など開発・販売。 233kWhまたは269kWhのラック単位で構成され、様々な規模の船舶への搭載が可能。

他に、井本商運とMarindowsは、交換式コンテナ蓄電池を用い、蓄電池や発電機によるハイブリッド運航を可能とする次世代ゼロエミ内航コンテナ船の建造プロジェクトを実施している。

（２）船舶向け利用実績のあるバッテリーの調査

- 国外を含めると、リチウムイオン電池を搭載した船舶が数多く建造。
- 完成度が高く、安全性が高い電池モジュールが販売されている。
船舶への搭載における技術的なハードルは低くなってきたと考えられる。
- 複数の電池モジュールと、インバータ、コンバータ、DC/DC変換器などの電力変換器を組み合わせ、パッケージ化したコンテナ型バッテリーの製品開発が進められている。
船種や船の大きさによるが、コンテナ型バッテリーは船舶への搭載性を高められると考えられる。
- 特に海外製品では、詳細な構造や性能について非公開が多い。受注生産あるいは開発過程の製品も多いと考えられ、船舶に搭載する際には詳細な検討が必要である。



東芝
SCiBモジュール



コルバス・エナジー
大型船向け電池システム



内航ミライ研
コンテナ型バッテリー



PowerX
コンテナ型大容量電池システム



GSユアサ
電池モジュール

（3）100GT型旅客船（バッテリーによる航続距離5mile）

➤ 想定運用

- ・ 近距離の旅客船にバッテリーを利用した場合を想定。
- ・ 運航距離：5mile、運航時間：0.5h、片道毎に陸電による充電とする。
- ・ 右表の船体諸元と想定したとき、推進モータ出力は280kW程度と想定。
- ・ 運航時船内電力は航路や季節などに大きく左右されるため、20kWと仮定。

➤ 電池システム・充電方法の検討

- ・ 満充電から運航し、容量の約50%を消費する電池容量とする。
- ・ 充電時間は0.5～2時間程度。

100GT型バッテリー推進旅客船の諸元例（船体）

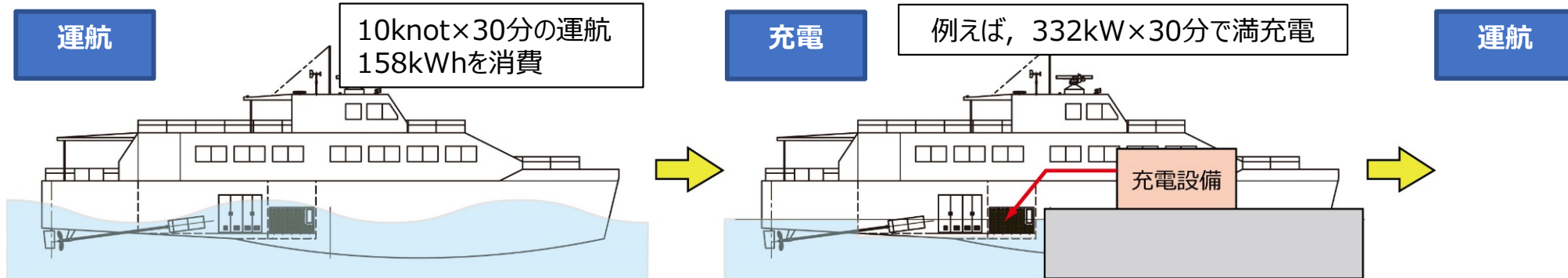
	項目	仕様
船体	全長	30m
	幅	8m
	深さ	2.8m
	総トン数	約100トン
	運航速力	10knot
動力	運航時モータ出力	280kW
	運航時船内電力	20kW

100GT型バッテリー推進旅客船の諸元例（電池）

項目	仕様
全電池容量	320kWh
想定運航距離/運行時間	5mile / 0.5h
電池使用量	158kWh ※効率95%として

100GT型バッテリー推進旅客船の諸元例（充電）

項目	仕様
充電時間	0.5～2h
充電電力量	166kWh ※効率95%として
充電出力	83～332kW



100GT型バッテリー推進旅客船と運航イメージ

（3）100GT型旅客船（バッテリーによる航続距離5mile）

➤ 配置検討

- 運航距離が短く、電池容量も小さいため、関連機器は機関室内に収まると推定。
- 船内電力系統（船内発電機）との接続や陸電設備の仕様により追加機器が必要。

➤ CO₂削減効果

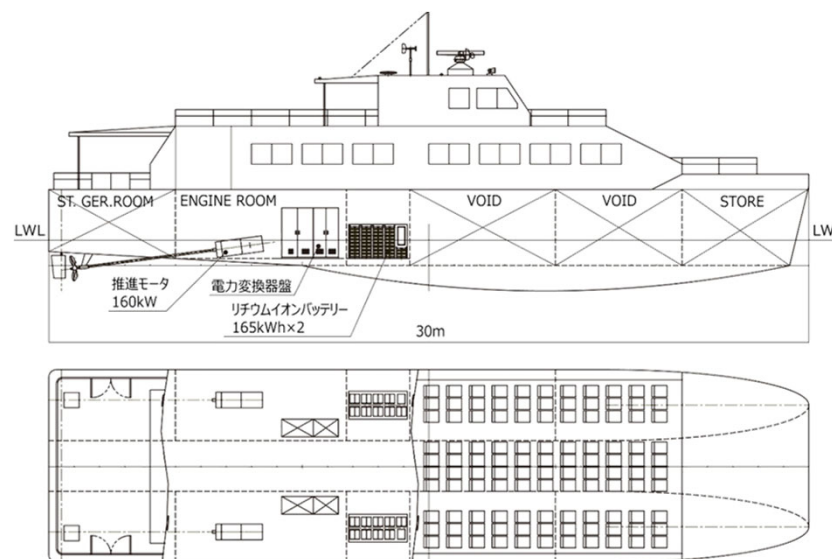
- 陸電充電時の電力を非化石電源とした場合、同サイズのディーゼル推進船と比較し、約30%のCO₂削減率。

➤ 概算導入価格

- 導入費用は、5600万円～2億1400万円程度と推定。

➤ まとめ

- 設置スペースに起因する旅客定員の減少などの問題は起こりにくいと考えられる。
- 完全電動化のため、CO₂削減効果が高い。
- 短距離運航を想定した旅客船であるが、充電時間については課題が多い。運航上、1航海毎に十分な充電ができない場合、より容量が大きい電池を搭載する必要がある。



100GT型バッテリー推進旅客船の概略配置検討例

導入費用の推定

項目		価格	備考
システム価格		5600万円～2億1400万円	
内訳	電池	770万円	2022～2023のLiB取引価格より
		6400万円	実態調査でのkWh単価最高額を参考
	電力変換器	4800万円	太陽光発電での取引価格参考
		1億5000万円	実態調査より開発費を含めた推定

（3）499GT型貨物船（バッテリーによる航続距離50mile）

➤ 想定運用

- 現在、入手可能なバッテリー仕様から航続可能と思われる運航距離を選定。
- 運航距離:50mile、運航時間:5hx2、荷役:2hx2、停泊:10h、利用形態と充電方法は次のとおりとする。
 - a) 推進利用＋荷役作業＋停泊利用 * 運航中の発電機使用は難しいため、陸電による充電想定
 - b) 荷役作業＋停泊利用 * 現時点での港湾側設備が不十分のため、運航中の発電機により充電想定
 - c) 停泊利用のみ * 現時点での港湾側設備が不十分のため、運航中の発電機により充電想定
- 右表の船体諸元と想定したとき、推進出力は700kW程度と想定。
- 船内電力は、既存船の実測データ等を踏まえ、10～60kWと仮定。

499GT型バッテリー推進貨物船の諸元例（船体）

	項目	仕様
船体	全長	70m
	幅	12.5m
	深さ	6.8m
	総トン数	約499トン
	運航速力	11knot
動力	運航時推進出力	700kW
	運航時船内電力	10～60kW

➤ 電池システム・充電方法の検討

- 1回の運航で、満充電から完全放電までの使用を想定。
- a)での必要充電時間は12時間と試算。荷役内の2時間に充電を完了するには急速充電技術が必須となる。

499GT型バッテリー推進貨物船の諸元例（電池システム、1日あたり）

	項目	a) 推進利用＋荷役作業＋停泊利用	b) 荷役作業＋停泊利用
推進	出力×時間／効率	710kW×5h／95%	---
	必要電池容量	3737kWh	---
荷役	出力×時間／効率	10kW×4h／95%	10kW×4h／95%
	必要電池容量	42kWh（または陸電）	42kWh
停泊	出力×時間／効率	10kW×10h／95%	10kW×10h／95%
	必要電池容量	105kWh（または陸電）	105kWh
	全電池容量	3737～3884kWh	147kWh

499GT型バッテリー推進貨物船における充電方法の検討例

	項目	a) 推進利用＋荷役作業＋停泊利用	b) 荷役作業＋停泊利用
充電	充電方法	陸電（急速充電）	陸電 発電機
	充電時間	2h	12h 10h
	充電電力量	3954kWh	3934kW 155kWh
	充電出力	1977kW	328kW 15.5kW
	備考	荷役時に充電	荷役・停泊時に充電 運航時に充電

（3）499GT型貨物船（バッテリーによる航続距離50mile）

➤ 概略配置の検討

- a)の電池容量は20フィートコンテナ×2台程度。貨物積載量に影響あり。
- b)・c)は電力変換器を含めて12フィートコンテナに収まる。貨物積載量に影響を与えず搭載可能。

➤ CO₂削減効果

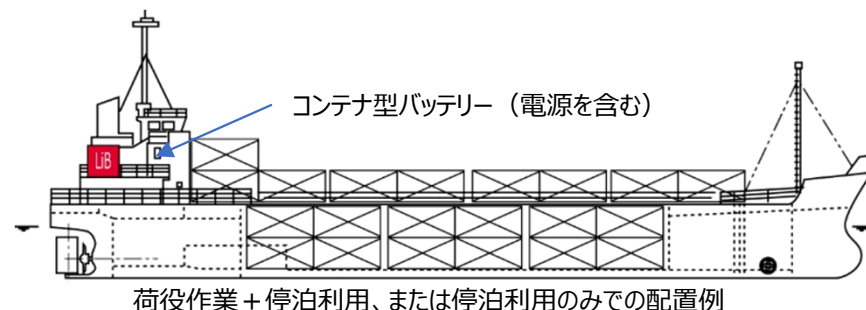
- 同サイズのディーゼル推進船と比較し、
a)は、陸電により完全充電できれば、100%となる。
b)・c)の CO₂削減率は1%以下と限定的。

➤ 導入費用の推定

- 推進利用への想定で、最低価格が2億円超えとなる。
- 荷役・停泊用では、数百万～数千万円となる。

➤ まとめ

- 貨物積載量の減少量分については検討課題である。
- 停泊用などに限定すると、安価なシステムを構築できる可能性あり。
- 推進に利用する場合、充電時間が不足するため、コンテナ型バッテリーの積み替えなど検討が必要となる。また急速充電が可能となる新技術も必要である。
- 陸電設備に課題があり、荷役・停泊のみの利用でも、運航中の発電機から充電する必要がある。
- 長期使用によるバッテリーの劣化が想定される場合、より大容量のバッテリーが必要となる。



499GT型バッテリー推進貨物船の導入費用の推定

項目	推進利用 + 荷役作業 + 停泊利用		荷役作業 + 停泊利用
	急速充電	通常	
システム 価格	4億980万円～ 17億6530万円	2億1270万円～ 11億4930万円	600万円～ 3720万円
内 訳	電池	9350万円	350万円
		3億1100万円	1180万円
		7億7680万円	2940万円
	電力 変換 器	3億1630万円	250万円
		4億9430万円	390万円
		9億8850万円	780万円

（3）499GT型貨物船（バッテリーによる航続距離300mile）

➤ 想定運用

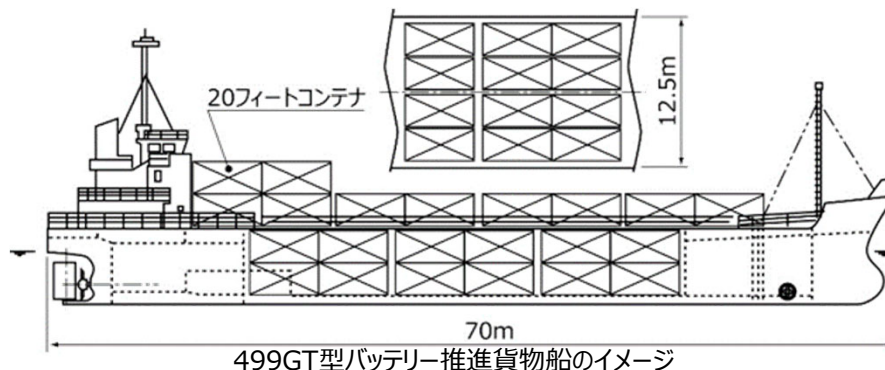
- 一般的な内航貨物船での運用から、航続距離を選定。
- 運航距離：300mile、運航時間：27h、荷役：2h、停泊：7h、荷役～停泊中に陸電による充電を想定。
利用形態に次の3パターンを想定。
a) 推進利用＋荷役作業＋停泊利用
b) 荷役作業＋停泊利用
c) 停泊利用のみ
- 船体諸元は、前記の航続距離を50mileとした船舶と同じと想定。

➤ 電池システム・充電方法の検討

- 1回の運航において満充電から完全放電の使用を想定。27hの運航後に充電することを想定した場合、電力変換の効率を踏まえた充電電力量は約22.6MWhとなる。
- 充電時間は、12～24時間となる。充電時間を考慮すると、バッテリーは運航毎に積み替えを検討する必要がある。

499GT型バッテリー推進貨物船の諸元例（推進・電池関連）

	項目	仕様
船体	全長	70m
	幅	12.5m
	深さ	6.8m
	総トン数	約499トン
	運航速力	11knot
動力	運航時推進出力	700kW
	運航時船内電力	10kW
電池システム	想定運航距離	300mile
	運航時間	27.3h
	推進に必要な電池容量	21456kWh ※効率95%として



499GT型バッテリー推進貨物船の諸元例（充電）

	項目	仕様
充電	充電時間	12h, 24h
	充電電力量	22585kWh ※効率95%として
	充電出力	941～1882kW

（3）499GT型貨物船（バッテリーによる航続距離300mile）

➤ 配置検討

- a)の場合、設置スペースは20フィートコンテナ×10台程度と推定。88台のコンテナのうち10台で、貨物搭載が11%減少。
- b)・c)の場合、電力変換器を含めて12フィートコンテナに収まる。貨物積載量に影響を与えず搭載可能。

➤ CO₂削減効果

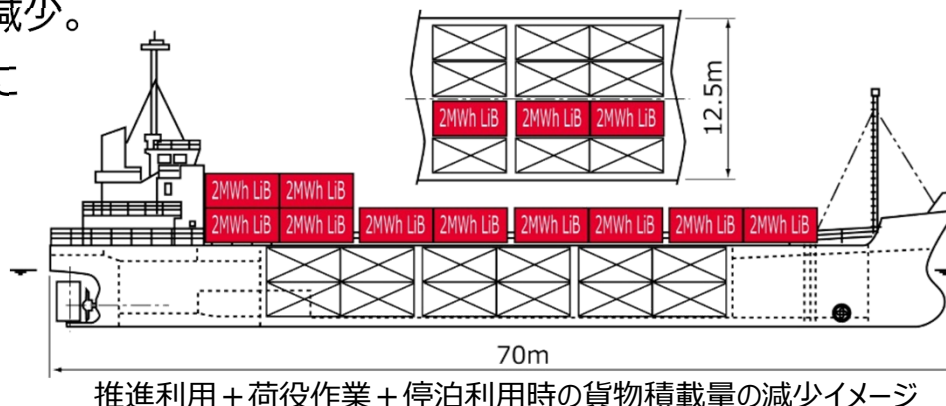
- a)は削減率100%であるが、バッテリーの積み替えの検討、急速充電を可能にする技術が必要。
- b)・c)の CO₂削減率は1%以下と限定的。

➤ 概算導入価格

- 現時点のシステム価格は、6億円～46億円と許容できない価格。

➤ まとめ

- 貨物積載量を確保するため、バッテリーシステムの小型化が必須。
- システム価格は許容しがたく、低コスト化が必要不可欠。
- 陸電設備が限定的、充電時間が不足するため、コンテナ型バッテリーの積み替えなどの検討が必要となる。
- 急速充電が可能となる新技術が必要。
- 完全電動化のため、CO₂削減効果が極めて高い。



導入費用の推定

項目		推進利用 + 荷役作業 + 停泊利用	荷役作業 + 停泊利用
システム価格		6億2860万円～ 46億4620万円	480万円～ 2680万円
内訳	電池	5億1500万円	230万円
		17億1650万円	760万円
		42億9120万円	1900万円
	電力変換器	1億1360万円	250万円
		1億7750万円	390万円
		3億5500万円	780万円

（４）就航済みの船舶（乗組員と船主）への聞き取り調査

國喜68/ちゅらさん（内航ミライ研究会） バッテリー用途：停泊・荷役用

運用状況

- ・ 運航時に船内発電機から充電することがほとんどである。
- ・ 実運航において、陸上給電の実績はない。（陸上設備がない）

メリット

- ・ 停泊時の静粛性（テレビの音が聞こえる）。船内／陸上電力の切り替え時にブラックアウトレスである。
- ・ バッテリーがメンテナンスフリーであること、既存の発電機の稼働時間を短くできることなど、メンテナンス性に優れる。



HANARIA（MOTENA-Sea）

バッテリー用途：推進・停泊・荷役用（水素燃料電池とのハイブリッド）

運用状況

- ・ 通常の岸壁では、陸電による充電をほぼできないのが実情。
- ・ ディーゼルエンジンや燃料電池と比べ、充電（燃料補給）に時間を要するが、本船の充電時間は1時間程度であり、問題になっていない。

メリット

- ・ 船内発電機や燃料電池での運転と比べて、静粛性が高い。
- ・ メンテナンスフリーである（メンテナンスができるシステムではない）。



あさひ（旭タンカー）

バッテリー用途：推進（ピュアバッテリー）・停泊・荷役用

運用状況

- ・ 陸電によるトラブルはないが、陸電設備を船主だけで管理するのは難しく、普及のためには公共機関の協力が必要。
- ・ 停泊中は主に充電しているが、停泊中の船内給電も可能

メリット

- ・ 静粛性が高く、テレビが聞こえる。メンテナンスが不要であり、機関部の労働負荷が低減した。
- ・ 出港時、従来のディーゼル推進船に比べ、暖機作業などなくなり、出港前準備が簡単で時間短縮できる。



（５）バッテリーに関する国内動向の調査

No.	項目	概要
1	関係省庁の政策動向	国土交通省海事局が策定した連携型省エネ船の設計コンセプトにも省エネ機器の一つとして記載されている。
2	研究開発動向	リチウムイオン電池を搭載した船舶が数多く建造されはじめている。船舶への搭載における技術的なハードルは低くなってきたと考えられる（本報告書第3章参照）。
3	港湾施設の動向	CNP(カーボンニュートラルポート)などの検討が進められているものの、現状の多くの港では、バッテリー船の充電に十分な設備は設置されていない。
4	法的課題	バッテリーを港で積み替える場合、陸上保管の蓄電池設備は陸上設備と見なされる。保管量や保管方法については、消防法などの関連法令に注意する必要がある。
5	技術的課題	- 特に長距離を運航する船舶に推進用とのバッテリーを搭載する場合、設置スペース、充電設備や充電時間、バッテリーシステムの価格に課題がある。 - 陸電による充電をする場合、陸上設備の課題が多い。例えば、配電盤やケーブルなどの陸上設備の制限や陸電設備の設置コストなどに課題がある。

調査結果まとめ

□ 24年度の調査結果まとめ

- 完全電動バッテリー船は、CO2削減効果、静粛性が高く、メンテナンス性にメリットがある。
船員や事業者のバッテリー船への期待も高い。
- 運航距離が短い、バッテリーの用途を停泊用に限定する場合などは、設置スペースに起因する旅客定員や貨物積載量の減少問題は起こりにくい。
- 長距離を運航する場合、バッテリーシステムの設置スペースは許容できないレベルとなる。
バッテリーシステムの小型化や次世代電池の開発が必須である。
- 短距離運航、長距離運航に限らず、充電設備や充電時間については課題が多い。
コンテナ型バッテリーの積み替えや急速充電方法などを検討する必要がある。
積替時の陸上保管の蓄電池設備は陸上設備と見なされ、保管については消防法などの関連法令に注意。
- バッテリーシステムの価格に課題がある。自動車用バッテリーと同等の価格に下げられるか不明であり、
付属機器によっても価格上昇の要因となる。
停泊用に限定するなど、現時点でもリーズナブルなシステムを構築できる可能性はある。
- 安全性が高いバッテリーシステムであることが重要である。
船員(特に機関士)がバッテリー船の運航・管理の知識を持つこと、メーカーによる十分な陸上支援が必要などの課題がある。
- 長期使用によるバッテリーの劣化が生じる場合、より大容量のバッテリーが必要となる。
バッテリーの劣化は運用方法や使用温度の影響を受けるため、船内電力マネジメントを含めたバッテリーの適切な運用と温度管理が重要となる。