

Ⅲ-Ⅷ. CIMAC WG19 “Inland Waterway Vessels”
ハイブリッド国際会議(2023 年 12 月)報告

CIMAC WG19 国内対応委員会
主査 佐々木 慶典 *

1. はじめに

CIMAC WG19 は中国の内陸水路に対する排気エミッション規制導入の計画を契機に中国の提案により 2015 年より設けられたワーキンググループであり、下記を目的に活動している。

- ① 中国の内陸水路運航船舶の技術と規制の現状
- ② 新しい規制の政府への提案
- ③ 新規制に適合する技術(SI、DF、DE、排気後処理など)の提案

第 1 回は中国 上海(2015 年 5 月)で開催され、これまで 15 回の国際会議が開催されている。第 16 回 国際会議は Marintec China2023 の開催にあわせて中国 上海で 2023 年 12 月 7 日に Web meeting とのハイブリッド方式にて開催された。

2. 開催日時および開催方法

日時：2023 年 12 月 7 日
方法:Shanghai Qiyao Power Technology Co. Ltd.
と Web meeting のハイブリッド方式

3. 出席者

中国 9 名、欧州 3 名、日本 1 名の計 14 名が参加した。(下記)
なお、現地での参加者は 10 名、オンラインでの参加は 4 名であった。

	Person	Company	Country
1	Sauperl Igor	Large Engines Competence Center	Austria
2	Hu Bozong	Accelleron Turbo System (Chongqing)	China
3	Wang Anqian	Caterpillar China	China
4	Hou Di	CCS	China
5	Piao Jicheng	PetroChina Dalian Lube Oil R&D Institute	China
6	Li Xu	SINOPEC LUBRICANT CO., LTD	China
7	Gary Guo	Total	China
8	Han Yi	Woodward Nederland	China
9	ZengXianyou	Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute	China
10	Zhang Dongming	Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute	China
11	Zhang Mianzhi	MTU China	China
12	Gerhard Ranegger	AVAT Automation	Germany
13	Van Der Put Dieter	FEV	Germany
14	Yoshinori Sasaki	JICEF/ YANMAR POWER TECHNOLOGY	Japan

4. 審議内容

最初にZeng 氏(SMDERI;711 研究所)の挨拶があり、出席者の自己紹介の後、Bozong 氏(Accelleron)による前回会議のレビューの後、プレゼンテーションと出席者によるディスカッションが行われた。

4-1.中国における内陸水路船舶の現状

Zhang 氏(SMDERI;711 研究所)より中国の内陸水路船舶に対する最新の排気ガス規制、政策と脱炭素政策に基づいた内陸水路船舶の開発状況について報告があった。

1)中国の最新排気ガス規制、政策

中国政府はカーボンピークアウトとカーボンニュートラルの実現のため、「1+N」政策(「1」はトップレベルデザインの指導意見、「N」は各産業や各分野の政策措置を示す。)を推進中である。「1+N」政策の下で 2023 年の政策を通じて海運業界のグリーンで低炭素の変革と発展を引き続き促進している。2023 年下半年、中国生態環境省及び海事安全局は 3 つの重要な政策文書を発行した。

① 内陸水路船舶の法定検査に関する技術規則

2023 年 7 月 25 日、中国海事局は「内陸水路船舶の法定検査に関する技術規則(2023 年改訂公告)」を公布した。新しい規則では、船舶のEEDI(エネルギー効率設計指標)とエンジンの排出ガスに関する要件が追加された。排出ガスに関する要件追加は中国規制の 2 次規制を満足する必要があることが明記された。ただし、CH₄ 排出規制の制限要件はまだ課せられていない。また、EEDI に関しては従来の推進動力、電気推進、ハイブリッド推進による 400 総トン以上の新造船及び大幅に改装された船舶に適用される。純電池船、水素燃料電池船、アンモニア燃料船など主推進システムが炭素含有エネルギーを使用しない船舶は除外される。



図1. 内陸水路船舶の法定検査に関する技術規則

* ヤンマーパワーテクノロジー(株)

② アルコール燃料船の技術及び検査に関する暫定規則

2023 年 8 月 25 日、中国海事局は「アルコール燃料船の技術及び検査に関する暫定規則」を公布し、2023 年 10 月 1 日から施行されている。

この規則の実施は、アルコール燃料を動力源とする船舶の設計、建造、検査、認証、運用、および監督の基礎となる。



図2. アルコール燃料船の技術及び検査に関する暫定規則

③ メタン排出抑制行動計画

2023 年 11 月 7 日、生態環境省は関係部門と共同でメタン排出抑制行動計画を公表した。当該メタン排出抑制計画は、中国のメタン排出管理と制御のためのトップレベルの設計文書となる。海運業については、船舶動力システムの技術向上を推進し、汚染物質とメタンガスの協調的な管理を達成することが行動計画に盛り込まれている。

現在、船舶エンジン排出ガス規制における天然ガスエンジンのメタン排出規制は未だ実施されていない。しかし、2023 年 11 月、生態環境省は、船舶エンジンの排出ガス規制の次の段階において、ガスエンジンのメタン排出規制の見直しに関する提案を募集した。つまり、次の段階では、船舶のエンジン排出規制により、メタン排出規制の制限要件が課せられることになる。



図3. メタン排出抑制行動計画

2) 脱炭素政策に基づいた内陸水路船舶の開発状況

中国における新エネルギー採用船について 9 つの事例紹介があった。

① バッテリー技術

【1】純電気測量船

2023 年 11 月 28 日、長江航行局初の純電気測量船「Channel 06202」が完成し、引き渡された。当該船は CCS Green Ship-3 のシンボルを取得している。動力電池の容量は 2512.8kWh。



図4. 純電気測量船

2023 年、一部の政府公用船は、電化技術によるグリーン化と低炭素化に着手した。

【2】純電動タグボート

2023 年 11 月 20 日、連雲港港で世界最大級の馬力の純電動タグボート（雲港電動タグボート 2 号）が引き渡され、運航開始。雲港 2 タグボートの馬力は 4000HP から 5400HP に増加し、設置されたバッテリー容量は 7224kWh に拡張され、純粋な電気タグボートの実験段階から実用段階への移行を示している。



図5. 純電動タグボート

【3】純電気コンテナ実証船

2023 年 11 月 16 日、120TEU 型純電気コンテナ実証船第 1 号船が正式に出航。デュアル推進モーターは 660KW の電力を供給できる。本船は、年間 334 トンの CO₂ 排出量を削減し、生涯を通じて 6685 トンの CO₂ 排出量を削減することができる。

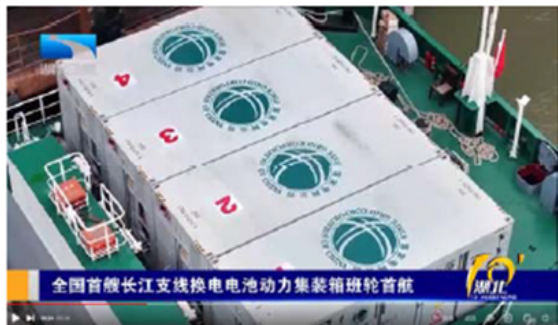


図6. 純電動コンテナ実証船

これらの市場事例から、内陸河川における短距離・固定航路船の電化傾向は非常に明白であると推測できる。

② 水素燃料電池技術

【1】水素燃料電池船

2023年10月11日、中国初の500kW水素燃料電池船「三峡水素艇1号」が湖北省宜昌市で初航海を終えた。試算によると、従来の燃料船と比較して、年間100トンの燃料を置き換え、340トンの二酸化炭素排出量を削減することが期待されている。



図7. 水素燃料電池船

中国の内陸船向けの水素燃料電池技術も実証され、応用されてきている。

③ 代替燃料(LNG)エンジン

【1】LNG 船

2023年7月27日、SMDERIと武漢イノベーショントランスポート株式会社は、純天然ガスを動力源とする国産16000トンの河川海上直送船の初回納入セットのCS23G純天然ガスエンジン8セットの注文に署名した。



図8. LNG船

④ 代替燃料(メタノール)エンジン

【1】メタノールエンジン

SMDERIは、メタノール代替率95%のメタノールデュアルフューエルエンジンを開発。エンジン技術の実現可能性と安全性はCCSによって承認され、AIP証明書を取得している。



図9. メタノールエンジン

表1.メタノールエンジン主要目表

C21DF-M メタノールDFエンジン	
ボア/ストローク	210×320mm
気筒数	6/8/9気筒
定格出力	1200/1600/1800kW
定格回転数	1000 min ⁻¹
メタノール噴射	シリンダ内直接噴射
規制	IMO Tier II/III (SCR) 中国規制 stage II
メタノール比率	95%

【2】ばら積み貨物船

SMDERI は Changhang Group と最初の申請契約を締結し、2024 年に造船所にエンジンを納入する予定。
メタノール中速エンジンの 1 セット目は、新造の 130m ばら積み貨物船に動力を供給する。



図10. メタノールエンジン搭載船

【3】メタノールエンジン

CPGCのM320DM-PFIメタノールエンジンは、主要な試験を完了し、CCS AIP認証を取得した。このエンジンは、メタノールポート噴射技術ルートを採用しており、置換率は55%以上。



図11. メタノールエンジン6M320

⑤ 代替燃料(アンモニア)エンジン

【1】アンモニアエンジン

2023 年 11 月 30 日、CRRC 大連が開発した中国初の中速 12V240H-DFA アンモニア燃料エンジンの点火成功。
エンジンはアンモニア低圧電子制御マルチポイント噴射とディーゼル高圧電子噴射技術を採用している。単気筒出力は208kWに達し、アンモニアが85%を占め、炭素排出量を80%削減し、中国規制二次規制の排出量を満足。



図12. アンモニアエンジン

4-2.中国における内陸水路の電気動向

Hou 氏(CCS)より中国内陸水路における電気動向について報告があった。

1) 中国の政策

①中国交通運輸部

・2022 年 1 月、中国交通運輸部は「第 14 次水運 5 年計画」を発表した。その中で「船舶と港湾の一体型物流システムの構築」において LNG、電力、水素エネルギーなどの新エネルギー船の研究開発と応用を奨励している。

・2022 年 10 月、工業情報化部と他の 5 つの部門は共同で「内陸水路船舶のグリーンでインテリジェントな開発の加速に関する実施意見」を発表した。この中でグリーン電力技術の開発を優先し、LNG 船の開発を積極的かつ慎重に行い、バッテリー船の開発を加速することが明記されている。

②長江流域

2023 年 6 月、四川省・上海市を含む 13 の省・市が「揚子江電化構想」を発表した。

・最初の試行、着実な実装を順守し、「電気長江」実証モデルの作成に努める。

・長江海運における動力電池などの新エネルギー技術の適用を促進し、長江海運エネルギー構造のクリーンで低炭素な変革を加速させる。

2)バッテリー船の安全要件

船舶用バッテリー電源に対する CCS(中国船級協会)の安全コンセプトは以下の通り。

①バッテリーの安全性分類の概念

様々な種類のバッテリーの安全分類を実現し、様々な安全レベルのバッテリーの保護要件を提案し、バッテリーの熱暴走のリスクを低減する。

② 多層安全保護コンセプト

バッテリーシステムで発生する可能性のある熱暴走障害に対する能動的な保護を実現し、バッテリーの熱暴走の影響と範囲を低減する。

③精密消火コンセプト

バッテリーの安全監視に基づいて、バッテリーの異常/火災事故を時間内に検出し、事故の場所を特定し、火災を早期に正確に消火する。

④ライフサイクル全体の監視コンセプト

生産から廃棄までのバッテリーのライフサイクル全体で、バッテリー製品の生産品質を管理し、バッテリー使用の健康状態を監視する。

3)中国におけるバッテリー船の運用例

バッテリー船は船種によりバッテリー容量、日々の充電・放電時間で以下の 3 つのパターンに分類される。

①0.5 時間以内の航海、頻繁な航海、総蓄電量 1000kW 以内、電池交換にスーパーキャパシタ/バッテリーボックスを使用(旅客フェリー、車両旅客フェリー)

Jun Lv Hao

船主:武漢観光開発投資グループ

船級:CCS

全長: 53.2m、幅: 13.4m、深さ: 2.7m
乗客: 300 人
総バッテリー: 2280kWh LFP
航続距離: 8 時間(10 ノット)



図13.バッテリー旅客フェリー

- ②充電式バッテリーを使用して、5 時間以内、充電から 1～5 日以内の航海、総エネルギー貯蔵量 10000kWh 未満(観光船および短距離貨物船用)

Yangtze Three Gorges 1

船主: Hubei Yichang Transportation Group Co., Ltd.
設計: 武漢長江船デザイン研究所有限公司
造船所: Yichang Xinhui Shipbuilding Co., Ltd.
全長: 100m、幅: 15.8m、深さ: 4m
乗客: 1300 人
総バッテリー: 7500kWh LFP
推進力: 3 × 350kW
航続距離: 8 時間(設計速度)



図14.バッテリー観光船

- ③5 時間を超える航海、総エネルギー貯蔵量 10000kWh 以上、ボックス型電力交換電池使用(長距離貨物船・地域船隊用)

Zhong Yuan Hai Yun Lv Shui 01

船主: COSCO SHIPPING Development Co., Ltd.
設計: 武漢理工大学。
造船所: COSCO SHIPPING HEAVY INDUSTRY Co., Ltd.

全長: 119.8m、幅: 23.6m、深さ: 9m
バッテリー容量: 57600kWh (36 × 1600kWh)
コンテナ運搬能力: 654TEU



図15.バッテリー貨物船

4-3. 日本における GHG 削減

佐々木(JICEF/ヤンマーパワーテクノロジー)より日本における GHG 削減に関する動向を報告した。

・日本政府は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラル目標を掲げ、2030 年度において温室効果ガスを 2013 年度比で 46%削減することを宣言している。

・経済産業省は GX (グリーンTRANSフォーメーション)を通じて脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の 3 つを同時に実現するための「GX 実現に向けた基本方針」について今後 10 年を見据えたロードマップをとりまとめた。

・日本政府は 2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、今後10年間で官民150兆円超の GX 投資を実施する GX 実現としてゼロエミッション船舶(海事産業)には今後、10年間で約3兆円、CCS(CO₂ 回収・貯蔵)には今後10年間で約4兆円の投資を実施する

・日本の船舶における GHG 削減の取組事例について以下を紹介した。

a)水素燃料電池船「HANARIA」が 2023 年 9 月に進水。当該船は水素燃料電池、リチウムイオンバッテリー及びバイオディーゼル燃料から航行モードを選択できるシステムを導入しており、化石燃料と比較して CO₂ 排出量を 53～100%削減することができる。2024 年春からの実証実験を予定している。

b)日本海事協会(NK)は「液化水素運搬船ガイドライン」「燃料電池搭載船ガイドライン」発行した。また、水素燃料多目的船の区画配置コンセプトに対して基本設計承認(Aip)を発行した。

5. 次回会議

次回会議は 2024 年 4 月に中国 天津で開催される WICE (世界内燃機大会)2024(2024/4/19～4/23)もしくは 2024 年 6 月にドイツ ハンブルクで開催される LEC Sustainable Shipping Technologies Forum(2024/6/19～6/20)にあわせての開催が提案され、開催日時及び開催方法については今後、議長を中心にメンバー間で協議することとなった。