

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 8 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510205

研究課題名(和文) 清水港における船舶を利用した震災時緊急電源システムの研究

研究課題名(英文) Research on Land Power-Supply Systems Using Ships' Electric Generators in Times of Disaster at Shimizu Port

研究代表者

金子 仁 (KANEKO, HITOSHI)

東海大学・海洋学部・教授

研究者番号：00127416

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災では大電力喪失が発生した。今後、南海トラフ巨大地震などで大電力喪失が想定されている。東日本大震災では船舶が活躍したが、救援物資輸送などが目的で電力供給を目的とするとさらに有効であると考えた。全内航船の発電容量を試算したが6百万kW、清水港係留船において貨物船から13万kW、旅客船から33.6万kWとなり後者から静岡市清水区に十分供給できる。本システムを全国の港に適用すると内航船から約6百万kWを得、電源の信頼性向上となる。内航船より大容量発電機を搭載する外航船も利用すると更に大電力の供給が可能。船舶による電力供給は新たなインフラとなる。

研究成果の概要(英文)：The Great East Japan Earthquake (the Disaster) caused big loss of power. Bigger earthquake, Nankai Trough Quake, is thought to occur and cause 3 times bigger loss of power near future. From the fact which many coastal ships were active in transportation purposes in the Disaster, electricity supply ships were thought to be effective. In this study, amount of electric power generated by all Japanese coastal ships' generators was calculated 6,000,000kW, 130,000kW by cargo ships moored at Shimizu Port in Shizuoka city near Mt.Fuji, 336,000kW by passenger boats moored at the Port. The amount from the passenger boats could cover all households' power demand in Shimizu Ward, Shizuoka city in disaster. If the system is applied for several ports, 6,000,000kW is obtained and this improves the reliability of power supply in Japan which is surrounded by the sea and has many ships. If ocean going ships are used, far bigger power is obtained.

研究分野：船舶管理

キーワード：防災 陸上用非常電源 船舶発電機の利用 スマートグリッド 港湾 新エネルギー 船舶による支援  
BCP対策

## 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災（大震災）では、被災した発電設備容量は2,571万kW、停電は871万軒に及び、続いて電力制限が実施され、産業および市民生活に影響を与えることになり、我が国の電力の脆弱性が露呈した。

鹿島港では、大型外航船積船の荷役中に、バース（または埠頭）に設置された荷役クレーンが船倉に入り込んだままバース側の電源が地震で喪失、その後押し寄せた津波で被災した。積船はクレーンのため港外に避難できなかったことが原因である。この場合、船舶から陸上側給電施設またはクレーンに給電できれば被災を免れたと考える。東北地方の港湾関係者のヒアリングでは、救援物資陸揚げ岸壁の照明電源が喪失し、夜間の支援活動が停滞したとの意見があった。このように、港湾設備に船舶から電気が供給できれば難を免れたケースや救援活動を抄らせた事例は多くあると考える。これらの事象は、清水港でも発生する可能性がある。

“大震災”を経験された元大船市長は、“震災時には電気がなければ何もできない”と主張されていた。また、“船舶による支援（救援物資輸送など）は非常に有効であった”とも主張されていた。自衛隊による海上からの支援、米軍による福島第一原子力発電所への海上からの支援は有効であったことは誰もが認めるところである。原子力発電所に船舶から直接電気を供給したり、電源車を輸送したりしていれば、大事故は防げたと考える。

2013年3月18日、政府の中央防災会議は、清水港がある静岡県から九州沖にかけての南海トラフ沿いを震源とする南海トラフ巨大地震の被害想定を発表した。停電軒数では“大震災”の約3倍との想定である。また、静岡県では、富士山噴火が想定されている。清水港が位置する東海地区において震災時の電力の確保は大きな課題である。

このような課題を解決できるのは、内航船や外航船による電力供給であると考えられる。我が国では5,500隻以上の内航船があり、さらに官庁船、外航船が加わると大電力を供給できる。

電気の技術的な面では、家庭用のソーラ発電、産業用メガソーラ、風力発電など種々の発電形式が電気を電力幹線に供給できる時代となっている。制度的には電力の売買が自由化されてきており電力供給に異業種が参入してきている。船舶から陸上へ電力供給ができる時代となっている。

我が国は、海に囲まれ、急峻な山が海岸まで迫ってきており、陸路では被災地へのアクセスが難しい場合がある。船舶を、物資輸送のみでなく電力供給の手段とすることは震災の多い我が国の防災機能の信頼性を向上させることができる。

## 2. 研究の目的

研究目的は、東海地区の自然災害時に内航

船、官庁船、漁船および外航船などが清水港に集結し港から静岡市清水地区の陸側に電力を供給するための「清水港の船舶を利用した震災時緊急電源システム」を考案すること、併せて、我が国全体の電力供給の信頼性向上策を提案することである。

## 3. 研究の方法

研究方法は、静岡県防災管理者、清水港湾管理者、鉄道運輸機構、日本船級協会、電力会社、電気設備メーカー、海運会社および清水港付近の企業へのヒアリング、“大震災”を経験した東北地方の港湾の現地調査、国土交通省が船舶のアイドリングストップ実験を行った北海道の港湾調査などでデータを収集・分析してまとめる。

## 4. 研究の成果

### (1) 東北、北海道の港湾調査

① 東北地方港の調査 仙台港、東松島、石巻港、気仙沼港、大船渡港、陸前高田、下北半島を調査した。結果は、以下の通りである。・全港とも津波の影響はあったが、湾口に島がある港は、相対的に被害は少ない。・耐震性岸壁は被害が免れ、その基盤上のクレーンの倒壊はない。・ガイド付きのポンツーンおよびそれに係留していた船舶は、津波時に浮上し被害がなかった。・航路啓開作業の実施により3月15日に釜石港、16日に小名浜港、17日に宮古港、18日に仙台塩釜港、22日に大船渡港、23日に石巻港の岸壁が利用可能となった。・コンクリート製円筒型サイロは津波の影響を受けないと思えた。円柱形は抵抗が少ないことからと考える。・気仙沼港で震災後に設置された陸から船舶への給電システム（陸-船給電システムという）を調査したが、設置高さが低く津波対策はされていなかった。本システムはプリペイドカード式による電力料金支払いであるが、ある関係者は料金が安く利用していないということであった。また、原動機付き移動式電源（220V、60Hz）で船内に給電している中型漁船があった。・陸-船給電システムは、冷凍庫などに給電できるのであれば、有効であるとの意見であった。・下北半島には風の強い地方のメリットを活かして大風力発電群があった。

② 北海道地方の陸-船給電システムに関する港湾調査 釧路港、苫小牧港、函館港の港湾を調査した。調査結果は以下の通りである。・釧路港、苫小牧港、函館港において常駐する官庁船に陸-船給電システムが整備されていた。タグボートも陸-船給電システムを普通に利用していた。・陸-船給電システムの設置は、船舶からのCO2削減に有効である。・漁船に対する陸-船給電システムは一般的であった。ただし、電力料金を取られるということで、利用しないという船主もあった。・一部の自治体で電気料金は船舶から岸壁使用料として徴収しているとのことであった。・

苫小牧港では、大型フェリーに対して給電実験がなされたが陸上電源と船内電源との切り替えは同期切り替えて船内にブラックアウトを生じないシステムであった。船は 60Hz、陸は 50Hz であるので周波数変換器が必要である。電圧は 6,600V の陸電を供給している船内で 450V に変圧しているとのこと。電源接続箱、ケーブルなどはコンテナに搭載されている。・北海道大学の「おしよる丸」では、陸上電源と船内電源の切り替えはブラックアウト切り替えである。船内負荷が 60Hz、50Hz でも動作することは有効であると考えられる。岸壁上の陸-船給電システムは津波対策を施していなかった。

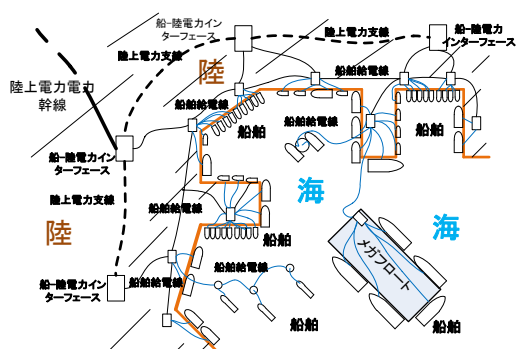


図1 船舶による電源供給システムのイメージ

### (2)外航船の陸-船給電システム

米国のロサンゼルス港とロングビーチ港において Clean Air Action Program が施行され、都市の大気汚染防止対策が行われている。外航船舶がコンテナターミナル（Cターミナルという）において停泊時に船内発電機からの排気ガスを減らす目的で陸上電源を使用することになっている。ロサンゼルス港では陸-船給電システムを AMP (Alternative Marine Power) と呼びロングビーチ港では Cold Ironing と呼んでいる（本報告では AMP と呼ぶ）。我が国外航船社の所有するコンテナ船で両港に寄港する船舶には設置されている。しかしながら、我が国の港湾では Cターミナルに電気設備がなく AMP の利用はない。理由は、陸上の設備が高価であり、企業として投資負担となるからである。今回、“大震災”の教訓として、陸上電源が喪失すると船自体の事故、その事故が発展して港湾に被害を与える可能性も出てくるので自然災害の多い我が国での AMP 導入は慎重に検討すべきであろう。そこで、陸-船、船-陸の双方向で電力を送ることができれば、震災時の荷役時に陸電喪失した場合、クレーンのブームを上げて、船を安全に離岸できることから双方向 AMP とするなら導入が進むと考える。

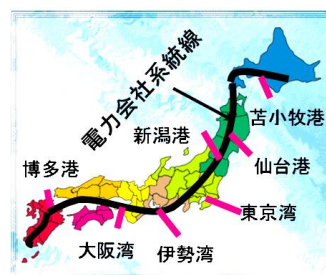


図2 船舶による広域電源供給システム

我が国の内航船では、陸-船給電システムの利用は一般的であるので、双方向に給電できることは我が国の電力確保に有効となろう。

### (3)船舶からの陸電供給システムのイメージ

図1は港湾地域のローカル給電システムである。船舶をバースやブイ、浮体に係留し船の発電機を陸側の接続施設に接続し給電しようとするものである。また、港湾地域からは電力会社の系統にも接続するものである。このユニットを図2に示すように全国の拠点港に整えれば、震災時に被災の無い港から電力系統に電気を供給できる。

### (4)内航船による総発電容量の推定

内航貨物船の一部であるが、2012年度の日本内航総連合会所属船（内航総連所属船）のトン数階別隻数（5,357隻）を得た。発電機仕様データは、鉄道運輸機構（JRTT）および

表1 内航貨物船の総発電容量の推定

総トン数	隻数割合	隻数	1隻当たりの発電容量	推定総発電容量
トン	%	隻数	kW	kW
~19	26.0	1,398	30	41,940
20~99	7.0	375	100	37,499
100~199	18.2	975	180	175,495
200~299	4.9	262	250	65,623
300~399	3.7	198	300	59,463
400~499	20.0	1,071	360	385,704
500~699	4.1	220	430	94,444
700~999	6.5	348	530	184,549
1,000~1,999	2.7	145	750	108,479
2,000~2,999	1.3	70	1,030	71,730
3,000~4,499	2.9	155	1,320	205,066
4,500~6,499	1.1	59	1,670	98,408
6,500以上	1.5	80	1,860	149,460
Total	100.0	5,357	-	1,677,861

日本海事協会(NK)にご協力をいただき得た。内航総連所属・貨物船の総発電容量を計算した結果 167 万 kW となり、大型原子力発電所 1.5 基分である(表1)。

旅客船の発電容量の推定では、船舶明細書1(日本海運集会所出版)およびJRTTの発電機仕様データを利用した。旅客船の発電容量は42万kWとなった(表2は1,000トン以上、表3は1,000トン未満の旅客船)。

漁船の発電容量の計算では、水産庁資源管理課のトン数階別の隻数データおよび前述の貨物船の発電機仕様、また中部運輸局静岡支局から入手した大型漁船の発電機仕様データより漁船全体の発電容量は300万kWとなった(表4)。

上記の内航船での合計は510万kWであるが、内航船ではこれらの船舶に加えて、調査船、練習船、作業船、サルベージ船、タグボ

表2 1,000 総トン以上の旅客船の発電容量

トン数階 トン	隻数		発電容量	
	隻	%	kW	%
1,000~1,999	24	20.2	26,504	6.8
2,000~2,999	24	20.2	33,986	8.7
3,000~3,999	9	7.6	9,781	2.5
4,000~4,999	6	5.0	16,036	4.1
5,000~5,999	4	3.4	13,110	3.3
6,000~6,999	6	5.0	16,680	4.3
7,000~7,999	4	3.4	11,180	2.9
8,000~8,999	1	0.8	3,270	0.8
9,000~9,999	9	7.6	35,110	9.0
10,000~10,999	2	1.7	5,040	1.3
11,000~11,999	10	8.4	36,230	9.3
12,000~12,999	2	1.7	11,370	2.9
13,000~13,999	5	4.2	28,275	7.2
14,000~14,999	0	0.0	0	0.0
15,000~15,999	5	4.2	31,957	8.2
16,000~16,999	2	1.7	69,920	17.9
17,000~17,999	2	1.7	14,600	3.7
18,000~18,999	2	1.7	14,600	3.7
19,000~19,999	0	0.0	0	0.0
20,000~20,999	2	1.7	14,000	3.6
合計	119	100.0	391,649	100.0

表3 1,000 総トン未満の旅客船の発電容量

トン数階 トン	隻数		発電容量	
	隻	%	kW	%
100~199	151	48.6	14,939	18.6
200~299	30	9.6	5,229	6.5
300~399	30	9.6	7,592	9.4
400~499	27	8.7	9,134	11.4
500~599	7	2.3	2,853	3.5
600~699	33	10.6	16,972	21.1
700~799	8	2.6	4,684	5.8
800~899	7	2.3	4,695	5.8
900~999	18	5.8	14,332	17.8
合計	311	100.0	80,430	100.0

表4 漁船の発電容量

総トン数 ton	代表総トン数 ton	隻数 隻	1隻当りの発電容量		全発電容量 kW
			kW	kW	
~5	5	252,902	5	1,264,510	
5~10	7	17,058	5	85,290	
10~30	20	10,148	50	507,400	
30~100	65	522	107	55,854	
100~200	150	498	666	331,668	
200~	400	614	1221	749,694	
合計	-	281,742	-	2,994,416	

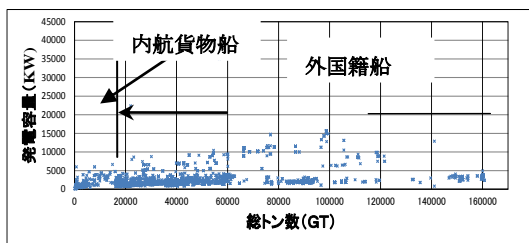


図3 内航および外国籍船の発電容量

一ト、消防艇、警察艇、海上保安庁船、海上自衛艦などがあり合計 600 万 kW 程度の発電容量があると思われる。

(5)外航船の発電容量

図3において 16,000 総トン以下は、内航貨物船で、それ以上は NK 登録の日本籍船および外国籍船（外航船）である。外航貨物船の発電容量は内航貨物船より大きく、平均発電

機容量は 2,374kW である。隻数割合で 53% と最も多く占める撒積船は平均以下の 1,544kW である。一方、発電機容量が大きいのはコンテナ船（平均の 2.9 倍）、LNG 運搬船（平均の 3.1 倍）、客船（平均の 6.3 倍）となる。貨物船ではないが、我が国の大型外航客船や海洋掘削船で約 40,000kW の船がある。我が国海運会社所属船ではないがクイーンメリーII 号は 114,000kW である（出典：東京海洋大学・刑部教授）。

(6)清水港の調査結果

①清水港の係留船から陸側に電気を送るシステム（船-陸給電システムという）において、清水港が津波で被害が起きたら船を利用できないのではとの意見があった。“大震災”では、釜石港が震災発生後 4 日目の 3 月 15 日に岸壁の利用が可能となった事実があるが、将来的に航路啓開は“大震災”の教訓から啓開船の充実もあり、それ以下の日数で港が利用できると考える。一方、清水港付近で津波を伴わない自然災害（地震、火山噴火、豪雨、豪雪など）もあると考える。自然災害ではないが昨今の異常気象による渇水も考えられる。そうなれば、水力発電所が停止し電力不足となる。

②震災の発生が他地区（首都圏、名古屋圏、日本海側など）の場合で、清水港が被災しない場合、船舶を清水港に集結させ清水港が電力を他地区に送電する基地となることができる。内航船をバースに係留させ、水深の深い駿河湾に外航船を錨泊係留またメガフロアに係留させることで駿河湾から大電力の供給が可能である。

③清水港には C ターミナルや穀物貯蔵施設などの物流基地がある。C ターミナルは震災時に物資輸送の拠点となるが荷役機器運転には電気が必要である。震災時には夜間も作業することになるのでバースの照明が必要である。穀物貯蔵施設では、震災時に小麦などの食料を出荷する役目がある。これら物流基地は電力喪失があった場合、機能しない。清水港付近では、冷蔵・冷凍倉庫が多いが電力喪失時に冷凍機が止れば水産物が腐るので電力喪失は困るとの意見であった。また、LNG や石油のエネルギー貯蔵基地もあり、電力喪失時は機能しなくなる。ガソリン・軽油などは自動車やトラックの燃料となり、震災時にも途切れなく出荷する必要がある。電力喪失時は LNG が冷却できなく気化のためタンク圧上昇などによる 2 次災害が惹起する可能性がある。これらはバースに隣接しており定期的に船舶が寄港するので寄港船舶から個別に給電できる。

電力の信頼性向上対策、防災手段として、移動可能な船舶の発電機を利用して陸に給電することは産業活動や市民生活、港湾の防災に対して有効と考える。

④図4に清水港の外観（黒太線がバース）、図5にバースへの係留方法を示す。

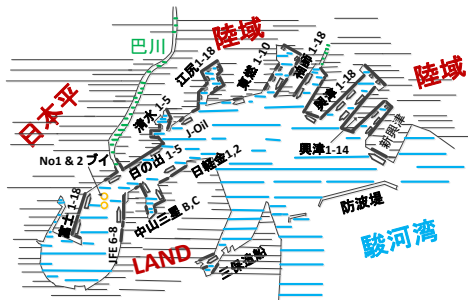


図4 清水港の外観

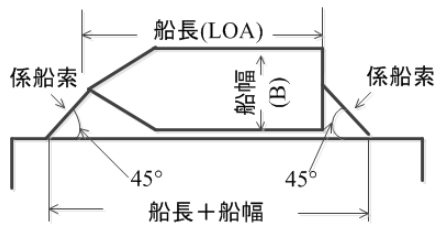


図5 係留方法

清水港のバース仕様（バース長、係船能力）と船舶仕様（船長、載貨重量、1隻当たり占有するバース長（船長+船幅）、発電機仕様）から係留可能な船をバースに割り当てどのくらいの電力供給ができるか内航貨物船と内航旅客船とで計算した。

内航船で隻数が多く利用勝手の良い貨物船では13万kW、隻数は少ないが1隻当たりの発電機容量の大きい旅客船からは33万kWとなった。後者では、静岡市清水区全体の一般家庭に給電できる量となった。陸側の電力喪失時は一般市民も節電に協力することから、十分、賄える量である。一方、産業であるが清水港付近の主な22社へのヒアリングでは、凡そ12万kWの電気設備であった。企業では、震災時に電力会社が復旧するまでは照明などの保安電力程度で良いという会社が多かった。一般家庭および企業は震災時に節電に協力することで清水区の一般家庭と港湾地区の企業に給電できると考える。

さらに係留船からの電力を増やすには内航船をダブルバンキング（2隻並べて係留）、バースへの縦係留、清水港内・外に錨泊係留させること、メガフロート様の浮体係留設備を利用するなど係留隻数を増やして給電量を増やすことができる。大型外航船（客船は数万kW、コンテナ船やLNG運搬船は1万kW）を係留させることでも発電量を大幅に増やすことができる。また、最近の船舶の傾向として電気推進船（プロペラがモータ駆動される）が内航船、外航船とも増加し船舶の発電機容量は従来の3倍程度となってきたので、防災資格船ということで国が補助すると導入が増え発電量は増えると考えられる。

⑤船舶から陸への給電経路として、直接港湾付近の倉庫・工場などに給電する方法、港湾地区全体に給電する方法（船舶との連系が必要）、幹線電力系統へ連系する（船舶との連

携が必要）方法がある。船舶から直接、倉庫・工場に給電する方法は技術的に簡単であり、費用的に優位であるので清水港における物流基地に対して直接給電するシステムのケーススタディを行った。

【A-Cターミナル】のケーススタディでは、寄港するコンテナ船の発電機容量5,000kW～15,000kW（450V、60Hz）となり、ガントリークレーンばかりでなくCターミナル全体にも給電できる容量である。

【B-穀物貯蔵施設】のケーススタディでは、寄港する外航散積船は凡そ1,500kW（450V、60Hz）であり荷役クレーンばかりでなく穀物貯蔵施設全体にも給電できる容量である。本施設は複数のタグボートを所有している。タグボート1隻では140kW（220V、60Hz）程度であり荷役クレーンの給電は可能であるが、穀物貯蔵施設全体には容量が足りない。そこで、施設全体に給電する場合、各タグボートの給電担当負荷となる荷役機器を決めておくことで供給可能となる。

清水港付近にはLNG基地、鉾石精錬会社、油脂会社、冷凍倉庫などがあり、寄港船舶の特徴（船長、載貨重量、発電容量など）を考慮して、船舶から直接給電するシステムは、シンプルであり、BCP（事業継続計画）対策に有効である。

⑥清水港付近のヒアリングした主要22企業では、自家発電機を持っている企業が何社かあった。しかしながら、自家発電機は電力会社の買電料金（ピーク電力）を下げる目的である。自家発電機を立ち上げるには制御用電気、補機（起動用空気圧縮機、潤滑油ポンプ、冷却水ポンプなど）の運転に電気が必要であるが、これらは電力会社からの電気を利用している。電力会社の電力喪失時には自家発電機が運転できない会社が全てであった。清水港では、バース付近の物流基地へ船舶からの給電は可能である。BCP対策として予め設備に盛り込み、船社と運用に関して協議しておくことが有効である。

⑦バース側に陸と船舶の接続施設を設置しておく必要がある。津波の到来時に被災する可能性があるため、高所に設置する（倉庫・建屋の屋上、移動方式として日本平山麓など）、塩釜港のように津波時に“せり上がり”方式にする、水密にするなどの対策が必要である。

#### (7)船舶から陸への給電システムの発展

我が国の全内航船では、凡そ600万kW程度の電源容量があると推定した。その他に外航船を含めると更に大幅に電力供給量は増える。例えば、外航客船で11万kWの船舶がある。外航コンテナ船やLNG運搬船は1万kWである。震災時に内航船社、外航船社が給電できる制度をつくることは、我が国の電力の防災対策となる。内航船、外航船とも電気推進船（Motorによりプロペラを駆動）導入の傾向があり、その船は従来の3倍程度の

発電容量であるので船舶からの発電容量は将来的に増す傾向である。このような電気推進船の建造にインセンティブを与えると隻数が増える。

図2のように、我が国の北海道から沖縄までの港湾にこのような防災機能（船舶との電源接続、給電機能）を持たせることは我が国の電力の信頼性を上げることに貢献するので提案する。また、船-陸給電システムは海外の島嶼国にも役立つと考える。

#### (8)課題

①船-陸給電システムの導入に対しての設備費用を誰が支払うのかであるが、公共インフラであるので国が助成すべきと思われる。また、震災時ばかりでなく、通常時にもこれらの施設が活用されることも必要である。

②実際の震災時で船舶から系統へ給電する場合の給電料金（燃料費など）の徴収はどのように行うのかである。船側に陸電供給した場合の記録を持たせ、その記録により管轄機関が費用を支払うシステムは一つの案である。

③陸上の電力系統と船舶電源が連系する場合の方法（同期運転またはパワーコンディショナによる）、安全保護設備基準、運用手順の確立が必要である。

④船舶から陸への給電経路として、直接、港湾付近の倉庫・工場などに給電する方法、港湾都市の全体に給電する方法（船舶との連系が必要）、幹線電力系統へ連系する（船舶との連携が必要）方法がある。

船舶から陸上電力との連系なしで直接、倉庫・工場に給電する方法は技術的に簡単であり費用的に優位である。

船舶と陸上電力と連系する場合は、船舶の交流電力を陸に同期させる、船舶の交流電気を一度直流としてパワーコンディショナや変圧器を通して連系する方法がある。陸・船電力を連系する場合、技術的に可能であるが、その機器が特殊となり高価となるので、標準化することがコスト的に有利である。

⑤船舶からの陸電供給システムを全体的に管理する組織が必要である。

⑥地震や津波情報を船舶が的確に得るシステムが必要である。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 7件）

①金子仁、本橋宏明、津金正典、震災時の清水港におけるフェリー及び旅客船からの陸上電力供給量の試算、エネルギー・資源学会 第31回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、査読なし、p241-246、2015年01月

②金子仁、青木秀憲、津金正典、坂本憲也、震災時の内航船舶による陸上電源システムの可能性、第33回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集、査読なし、

2014.6.10-6.11、p239-244、2014年06月

③金子仁、津金正典、青木秀憲、坂本研也、清水港における震災時の船舶による陸上電源供給システムの研究－内航船および外航船からの電力供給量の推定－、第83回マリンエンジニアリング学会学術講演会講演論文集、査読なし、p187-188、2013年9月

④金子仁、津金正典、青木秀憲、坂本研也、震災時における船舶を利用した給電システムの可能性、日本船舶海洋工学会・造船設計・生産技術研究会 第11回シンポジウム講演論文集、査読あり、p32-46、2013年9月

⑤H.Kaneko, M.Tsugane, H.Aoki, K.Sakamoto, Research on Land Power-Supply Systems Using Ships' Electric Generators in Times of Disaster at Shimizu Port -Estimation of Amount of Electric Power Generated by Coastal Cargo Ships、Proceedings of the International Symposium on Marine and Offshore Renewable Energy、査読あり、pp1-7、Oct 28-30, 2013

⑥津金正典、金子仁、地震・津波時の船舶の対応、マリンエンジニアリング学会、日本マリンエンジニアリング学会誌、査読なし、Vol. 48 (2013) No.2、p.237-240、2013

⑦金子仁、津金正典、青木秀憲、震災時の船舶による陸上電力供給システムの展望と課題、日本船舶海洋工学会講演会論文集第16号、査読なし、p315-318、2013年05月

〔学会発表〕（計15件）

①金子仁、船舶は我が国のインフラー 環境保全、防災、エネルギー、神戸大学大学院海事科学研究科戦略的シンポジウム「原子力災害時における船舶の活用」、2015年3月10日、場所：神戸市-神戸大学

②金子仁、津金正典、本橋宏明、震災時の清水港におけるフェリー及び旅客船からの陸上電力供給量の試算、エネルギー・資源学会 第31回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、2015年1月27日、場所：東京都-砂防会館

③金子仁、静岡県港湾からの陸上電力供給の可能性、清水物流研究会－第61回研究会、2014年9月19日、場所：静岡市-清水テルサ

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

金子 仁 (Kaneko, Hitoshi)  
東海大学・海洋学部・教授  
研究者番号：00127416

(2)研究分担者

津金 正典 (Tsugane, Masanori)  
東海大学・海洋学部・教授  
研究者番号：30384902