

船舶における資源循環型技術 に関する調査研究

平成23年2月

財団法人 日本船舶技術研究協会



内 容

1. 調査の目的
2. 調査方法
3. 有害物質の調査
4. 有効資源の調査
5. 日本籍船および外国用船の有効資源総量の試算
6. 考察
7. まとめ



1. 調査の目的

◆ 背景

- シップリサイクル条約の採択(2009年5月)
- 先進国型シップリサイクルのニーズ
- レアメタル問題: 回収・抽出技術を含む

◆ 目的

- 船舶の構造・機器中の有害物質・有効資源を詳細に把握。
- リサイクル船の付加価値の評価(有効資源の総量から)。
- 船舶から回収できる有効資源を循環させるための技術方策の検討(将来の課題)。



調査内容および実施体制

◆ 調査内容

- 新造船・現存船を対象とした物質・材料リストの作成
- 船舶搭載機器等への有効資源使用状況調査
- 日本籍船および外国用船全体の有効資源の総概算量の試算

◆ 実施体制

共同研究： 日本海事協会、日本船舶技術研究協会、
日本中小型造船工業会、A造船所、A調査
会社

事務局： 日本船舶技術研究協会



2. 調査方法

◆有害物質の調査

- シップリサイクル条約に準拠し、IMOインベントリ作成ガイドラインに基づく調査を実施して有害物質一覧表(インベントリ)を作成

◆有効資源の調査

- 予備調査(文献調査、修繕造船所の実地調査、金属精錬企業への聞き取り調査、調査方針の検討)
- 材料表の作成(図面・現場確認等の調査から船舶を構成するすべての材料・機器のリスト化)
- 機器メーカーへの調査(機器に使用される有効資源の調査)
- 材料表から調査対象船の有効資源量を試算
- 日本籍船および外国用船全体の有効資源の総概算量の試算

調査対象船舶(1)

※個別情報保護のため削除

全長		L _{OA}	165.00	m	主機関 7UEC52LSE	11,935 kW×1	基
長さ(垂線間)		L _{PP}	157.00	m	プロペラ 固定ピッチプロペラ	1	個
幅(型)		B	27.60	m	蒸気発生(コンボジットボイラ)	1,0t/0.9t×1	基
深さ(型)	No.3 甲板	D	9.70	m	発電装置 主発電機	1,200kW×2	基
	No.4 甲板		13.00	m	バウスラスト装置	約157kN×1	基
	No.8 甲板		24.15	m	舵(マリーナ舵)	1	個
喫水(型)	計画満載	d	6.20	m	両搭載装	船尾ランプ(45t x25mL x 6.0mB)	2 組
	構造強度		6.50	m		リフトブルデッキ (No.5 Deck)	1 式
総トン数	(国際)	GT	28,755	トン			
載貨重量	計画満載にて	DW	5,808	トン	乗員 (Officre -9, Crew -12, Pilot&Spare -3)	合	人
車両搭載台数	乗用車のみ	トヨタ-クラウン	2,020	台	試運転速力	22.5	ノット
		RT-Car	2,426	台	航海速力	21.0	ノット
	混載時	トレーラシャーシ	54	台	燃料消費量(主機のみ)	42.5	t/日
		乗用車	2,100	台	後続距離	12,100	海里

船舶A (新船:自動車運搬船)

調査対象船舶(2)

LENGTH (PP)	69.60m		1,848 GT
BREADTH (MLD)	12.90m		1,280 DW
DEPTH (MLD) UPP. DK..	5.50m		1.4784 KCGT
DRAFT (SCANTLING)	4.25m	CGT coeff.	0.8
CLASSIFICATION	NK		

※個別情報保護のため削除

船舶B (現存船:内航LEG運搬船)

調査対象船舶(3)

LENGTH (PP)	98.50m	3,491 GT
BREADTH (MLD)	16.00m	5,450 DW
DEPTH (MLD) UPP. DK..	8.00m	2.7928 KCGT
DRAFT (SCANTLING)	6.70m	CGT coef 0.8
CLASSIFICATION	NK	

※個別情報保護のため削除

船舶C (現存船:内航ケミカルタンカー)

3. 有害物質の調査

◆ 有害物質一覧表の作成

(1) 新船

- ・ 機器メーカー等からMDおよび SDoCを収集
- ・ シップリサイクル条約の対象であるガイドラインの表Aおよび表B物質(13物質)を調査

(2) 現存船

- ・ 専門家による、図面調査および現場確認(訪船調査)によるインベントリ作成
- ・ シップリサイクル条約の対象である表A物質(4物質)を調査

INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS
ATTACHMENT TO THE INTERNATIONAL CERTIFICATE ON INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS

Name of Ship	船舶A
Objective number or letters	1116
IMO Number	801111
Port of Registry	MASSA
Gross Tonnage	28,738
Name	FENG LI MARITIME CORPORATION
Address	Universal Building, P.O. Box 1887, Panama, Republic of Panama
IMO registered owner identification number	
IMO company identification number	
Date of Construction	29/08/01

No.	Location	Name of equipment and machinery	Hazardous classification in appendix I	Parts where used	Approx. quantity	Remarks
1	100% DIESEL ENGINE (1 piece)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (FOCAS-1880)	Lead and lead compounds	Wahve	0.11 kg	
2	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
3	COOLING WATER PUMP (1 piece)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
4	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
5	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
6	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
7	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	
8	TRUCK TIRE (10 pieces)	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD. (18-05-101)	Lead and lead compounds	Sealing	<0.01 kg	

Collected MD List

No.	Manufacturer	Product Name	Production	Collected Date	Material No.	MSDS No.	Other No.	Other No.	Product Information
1	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	101	MSDS No. 101-01-01	MSDS No. 101-01-01	MSDS No. 101-01-01	TRUCK TIRE
2	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	102	MSDS No. 102-01-01	MSDS No. 102-01-01	MSDS No. 102-01-01	TRUCK TIRE
3	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	103	MSDS No. 103-01-01	MSDS No. 103-01-01	MSDS No. 103-01-01	TRUCK TIRE
4	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	104	MSDS No. 104-01-01	MSDS No. 104-01-01	MSDS No. 104-01-01	TRUCK TIRE
5	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	105	MSDS No. 105-01-01	MSDS No. 105-01-01	MSDS No. 105-01-01	TRUCK TIRE
6	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	106	MSDS No. 106-01-01	MSDS No. 106-01-01	MSDS No. 106-01-01	TRUCK TIRE
7	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	107	MSDS No. 107-01-01	MSDS No. 107-01-01	MSDS No. 107-01-01	TRUCK TIRE
8	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	108	MSDS No. 108-01-01	MSDS No. 108-01-01	MSDS No. 108-01-01	TRUCK TIRE
9	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	109	MSDS No. 109-01-01	MSDS No. 109-01-01	MSDS No. 109-01-01	TRUCK TIRE
10	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	110	MSDS No. 110-01-01	MSDS No. 110-01-01	MSDS No. 110-01-01	TRUCK TIRE
11	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	111	MSDS No. 111-01-01	MSDS No. 111-01-01	MSDS No. 111-01-01	TRUCK TIRE
12	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	112	MSDS No. 112-01-01	MSDS No. 112-01-01	MSDS No. 112-01-01	TRUCK TIRE
13	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	113	MSDS No. 113-01-01	MSDS No. 113-01-01	MSDS No. 113-01-01	TRUCK TIRE
14	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	114	MSDS No. 114-01-01	MSDS No. 114-01-01	MSDS No. 114-01-01	TRUCK TIRE
15	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	115	MSDS No. 115-01-01	MSDS No. 115-01-01	MSDS No. 115-01-01	TRUCK TIRE
16	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	116	MSDS No. 116-01-01	MSDS No. 116-01-01	MSDS No. 116-01-01	TRUCK TIRE
17	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	117	MSDS No. 117-01-01	MSDS No. 117-01-01	MSDS No. 117-01-01	TRUCK TIRE
18	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	118	MSDS No. 118-01-01	MSDS No. 118-01-01	MSDS No. 118-01-01	TRUCK TIRE
19	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	119	MSDS No. 119-01-01	MSDS No. 119-01-01	MSDS No. 119-01-01	TRUCK TIRE
20	TRAKO KORM INDUSTRIES CO., LTD.	TRUCK TIRE	2001-08-01	2001-08-01	120	MSDS No. 120-01-01	MSDS No. 120-01-01	MSDS No. 120-01-01	TRUCK TIRE

船舶A 有害物質一覧表
(添付資料-1 参照)

有害物質の調査(2)

※個別情報保護のため削除

船舶B 本船全景

※個別情報保護のため削除

現場確認：カーゴポンプ

Inventory of Hazardous Materials
for 船舶B

Particulars of "OBELIX"
Distinctive number or letters : 7JAX

Inventory of Hazardous Materials: 船舶B (Attachment 1)

Part 1. HAZARDOUS MATERIALS CONTAINED IN THE SHIP'S STRUCTURE AND EQUIPMENT

1-1 Paint and coating systems containing materials listed in Table A and Table B of appendix 1 of the guidelines:

No	Application of paint / Name of paint	Location	Materials (classification in appendix D)	Approx Quantity	Remarks

1-2 Equipment and machinery containing materials listed in Table A and Table B of appendix 1 of the guidelines:

No	Name of equipment and machinery	Location	Materials (classification in appendix D)	Parts where used	Approx Quantity	Remarks
1	Batteries (for emergency) (Battery room)	Navigation bridge deck	Lead	Electrode	175.20 kg	
2	Batteries (for radio) (Battery room)	Navigation bridge deck	Lead	Electrode	87.80 kg	

1-3 Structure and hull containing materials listed in Table A and Table B of appendix 1 of the guidelines:

No	Name of struct

Note 1:
* There are no other parts
** Equipment and machine
Note 2:
* Above location, each item

※個別情報保護のため削除

船舶B 有害物質一覧表
(添付資料-2 参照)

有害物質の調査(3)

※個別情報保護のため削除

船舶C 本船全景

※個別情報保護のため削除

現場確認：機関室

Inventory of Hazardous Materials
for " 船舶C

Inventory of Hazardous Materials : 船舶C (Attachment 1)

Part 1. HAZARDOUS MATERIALS CONTAINED IN THE SHIP'S STRUCTURE AND EQUIPMENT

1-1 Paints and coating systems containing materials listed in Table A and Table B of appendix 1 of the guidelines

No	Application of paint	Name of paint	Location	Materials (classification in appendix D)	Approx quantity	Remarks
1						
2						

1-2 Equipment and machinery containing materials listed in Table A and Table B of appendix 1 of the guidelines

No	Name of equipment and machinery	Location	Materials (classification in appendix D)	Parts where used	Approx quantity	Remarks
1	Waste oil incinerator	Port Deck (Engine room)	Asbestos	Gasket	0.08 kg	PCMH Potentially Containing Hazardous Materials
2	Electric chain hoist	Upper Deck (Engine room)	Asbestos	Brake lining	0.12 kg	PCMH
3	Exhaust gas thermal heater	Port Deck (Engine room)	Asbestos	Gasket	1.60 kg	PCMH
4	C/R air conditioner	Upper Deck	Asbestos	Gasket
5	Air condition unit					
6	Battery (General use)					
7	Battery (Radio use)					

※個別情報保護のため削除

船舶C 有害物質一覧表
(添付資料-3 参照)



4. 有効資源の調査

4.1 予備調査

◆ 予備調査の目的

船舶の構造・機器に使用されている有効資源(貴金属・レアメタル等)の効率的な調査方針の検討

◆ 調査内容

- 文献調査
- 修繕造船所の実地調査
- 金属精錬企業への聞き取り調査



文献調査

◆ 調査した文献

- レアメタル備蓄データ集(総論)、平成21年3月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 希少金属備蓄部
- 鉱物資源マテリアルフロー2008、平成21年8月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
- レアメタルハンドブック2009、 監修:独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、(株)金属時評
- レアメタルの代替材料とリサイクル 監修:原田幸明、中村崇、シーエムシー出版
- 貴田晶子、白波瀬朋子、川口光夫:使用済みパソコン中のレアメタル等の存在量と金属分析:廃棄物資源循環学会誌 Vol20, No2, pp59-69, 2009
- 情報通信分野におけるエコロジー対応に関する研究会報告書、2009年6月、総務省 等

レアメタルの用途(1/3)

鉱種	主用途
ニッケル	ステンレス鋼(LNGタンク等)、構造用合金鋼(自動車、船舶、産業機械等)、メッキ、非鉄合金(電子機器、海水淡水化プラント等)、磁性材料(スピーカー、モニター等)、IC材料、ニカド電池、触媒
クロム	ステンレス鋼、構造用合金鋼、メッキ、スーパーアロイ(原子炉材、航空機部品等)耐火レンガ
タングステン	超硬工具(ドリル、カッター等)、高速度鋼、耐熱鋼、線棒板(フィラメント、カソード等)、接点(配電器、警報器等)、触媒(石油精製、公害防止用)
コバルト	耐熱合金(ガスタービン、ジェットエンジン等)、高速度鋼、磁性材料(永久磁石、VTRテープ等)、超硬工具、触媒(重油脱硫、石油化学用)、接着材(タイヤ)
モリブデン	構造用合金鋼(シームレスパイプ用等)、ステンレス鋼(ニッケル系)、高速度鋼、鋳物鋼、線棒板(電子材料、照明器具等)、触媒(重油脱硫用)、潤滑剤
マンガン	普通鋼(脱酸・脱硫用)、高マンガン鋼、非鉄合金(アルミ缶等)、乾電池(減極剤)
バナジウム	高張力鋼、耐熱鋼(パイプライン、船舶、橋梁等)、工具用鋼、触媒
ニオブ	高張力鋼、耐熱合金、光学ガラス、セラミックコンデンサ、超硬工具
ストロンチウム	カラーテレビ用ブラウン管(x線遮蔽用)、フェライト(自動車用小型モーター、小型スピーカー等)、セラミックコンデンサ、亜鉛製錬脱鉛用、発煙筒、防錆剤、クリスタルガラス、タイル

出所：レアメタル備蓄データ集(総論)、平成21年3月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 希少金属備蓄部

レアメタルの用途(2/3)

鉱種	主用途
アンチモン	蓄電池(極板用)、減磨合金(軸受け用等)、活字、難燃助剤(合成樹脂等)、ガラス清澄剤(ブラウン管等)、塗料、顔料
タンタル	タンタルコンデンサー、コンデンサ用リードワイヤー、超硬工具(バイト・ドリル等)、光学ガラス(高屈折分散ガラス)、耐熱耐食合金、表面弾性波素子
白金族	触媒(自動車排ガス用、石油精製用、脱臭用)、電子材料(IC用接点)、熱電対、高品質特殊ガラス、歯科用材料、スパークプラグ
ゲルマニウム	触媒(PET樹脂用)、光ファイバー通信用(ファイバーのドーパ材、受光素子)、医療用、半導体用(トランジスタ、ダイオード)、赤外線感知機器用(赤外線レンズ)
チタン	航空機、海水淡水化プラント、発電所復水器、化学プラント、原子カプラント白色顔料、触媒(公害防止用)、形状記憶合金、電子材料(電子セラミックス、積層コンデンサ)
リチウム	特殊ガラス(表示ブラウン管)、アルカリ蓄電池(電気自動車用)、電子材料(圧電素子)
ベリリウム	原子炉用減速材、ベリリウム銅合金(電子工業用バネ材等)、抵抗器用磁器
ガリウム	化学物半導体(半導体単結晶、発光素子、太陽電池等)、低融点合金
ホウ素	合金添加材、固体燃料、耐熱ガラス
セレン	乾式複写機(感光体ドラム)、ガラス用(避熱光線材)、顔料(赤色)

出所：レアメタル備蓄データ集(総論)、平成21年3月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 希少金属備蓄部

レアメタルの用途(3/3)

鉱種	主用途
ルビジウム	触媒(石油化学用)、医療用、電子機器材料
ジルコニウム	原子炉燃料被覆材、耐火物(連続鋳造ノズル材料等)、窯業顔料(高温用陶磁器顔料)研磨・研削材(光学レンズ、シリコンウェハー研磨用)、電子材料(圧電素子、フィルター等)、センサー(ガス・温度等各種センサー)
インジウム	低融点合金(ハンダ、金型、ヒューズ)、ベアリング(表面被覆用)、歯科鋳造用合金、電子材料(半導体素子、液晶セル電極用)
テルル	合金添加材(快削銅)、複写機用感光ドラム、太陽電池、光デスク
セシウム	光変換素子(8ミリビデオ用)、光学ガラス、シンチレーター結晶蛍光体、触媒
バリウム	管球・光学ガラス用、フェライト、コンデンサ、x線造影剤、超電誘
ハフニウム	原子炉制御棒、超強力耐熱合金、x線管
レニウム	触媒(石油用)、熱電対、電子管フィラメント
タリウム	赤外線分光プリズム、光ファイバー、特殊ヒューズ、低凝固点温度計
ビスマス	医療品、化粧品、フェライト、低融点合金、バリスタ、コンデンサ
レアアース	光材料(光学ガラス用(レンズ、ブラウン管)、蛍光体(カラーTV用)、レーザー(YAG))、磁性材料(永久磁石(Sm-Co, Fe-Nd-B)、磁気バブルメモリ(GGG))、電子材料(セラミックコンデンサ)、触媒(石油精製(FCC用))、水素吸蔵合金、研磨材(レンズ、ガラス、ブラウン管)、超電導

出所：レアメタル備蓄データ集(総論)、平成21年3月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 希少金属備蓄部

レアメタルの特性

特性 レアメタル	機械的機能						熱的機能			電気・電子の機能							磁氣的機能			光学的機能					放射線機能		化学機能																	
	強度	硬度	制振	超弾性	形状記憶	超塑性	摩擦	耐食	高温耐熱	低温強靱	蓄熱	発熱	光電変換	焦電	熱電変換	圧電変換	熱電子放射	導電耐アーク	超電導	半導体	温度応答変化	電気化学	高誘電導	強磁性	磁気バルブ	磁気抵抗変化	ホール効果	ルミネッセンス	レーザー発光	蛍光	感光	透光	光選択透過	光誘電	耐放射線	シンチレーション	中性子減速	中性子吸収	ガス吸脱着	生体結合	触媒			
ニッケル	Ni	○		○	○				○												○	○																		○				
クロム	Cr	○		○				○	○		○												○																		○			
タングステン	W		○					○	○		○					○	○																											
コバルト	Co		○					○	○		○										○																				○			
モリブデン	Mo	○						○	○		○						○																											
マンガン	Mn		○	○					○											○																								
バナジウム	V								○									○																							○	○		
ニオブ	Nb							○	○						○							○																						
パラジウム	Pd							○													○																					○		
ストロンチウム	Sr																					○						○								○								
アンチモン	Sb							○													○																							
タンタル	Ta		○																			○																						
白金	Pt							○														○																						
ゲルマニウム	Ge																												○	○		○												
チタン	Ti				○	○	○		○	○			○							○																				○	○			
リチウム	Li									○												○																○	○					
ベリリウム	Be							○																																				
ガリウム	Ga																					○	○				○	○																
ホウ素	B							○																																				
セレン	Se																																											
ルビジウム	Rb							○																																			○	
ジルコニウム	Zr							○	○		○																																○	
インジウム	In																																											
テルル	Te																																											
セシウム	Cs																																											
バリウム	Ba							○	○																																			
ハフニウム	Hf							○	○																																			
レニウム	Re										○																																	
タリウム	Tl							○																																				
ビスマス	Bi																																											
レアアース										○	○																																	

出所：レアメタル備蓄データ集(総論)、平成21年3月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 希少金属備蓄部

文献調査のまとめ


船舶において貴金属・レアメタルの使用されている可能性のある用途の整理

用途		使用可能性のある貴金属・レアメタル
大分類	小分類	
主要構成材 (構造・電線)	普通鋼、特殊鋼(SUS等)、鋳鉄・鋳鋼、銅合金、アルミニウム合金、その他金属、非金属材料、めっき・塗料	B、Ti、V、Cr、Ni、Zr、Nb、Mo、W、Ag、Au (その他の有効物質: Al、Fe、Cu、Zn、Sn、Pb)
電子・磁性材料	半導体等	Mn、Ga、Ge、Se、In、Sb、Te、Bi、Ag、Au
	磁性材料等	B、Cr、Mn、Co、Ni、Sr、Ba、レアアース(Nd等)
	発光材料等	Li、Be、B、Sc、V、Mn、Ga、Sr、Y、In、Ba、レアアース
	電池	Li、Mn、Ni
機能材料	センサー類	Ge、Se、In、Ga、Zr、Y、Ni、Mn、Ba、Ti、Nb、レアアース(La、Yb)
	触媒	Sc、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Ge、Rb、Zr、Mo、Pd、Re、W、Pt
	ガラス	Be、B、Ga、Ge、Se、In、Te、Cs、Ta、Tl、Bi、レアアース
	セラミックス	Ti、Cr、Mn、Ni、Sr、Zr

修繕造船所の実地調査

調査対象船(修繕造船所の実地調査)

調査先	区別	船種	建造	完工	GT等	備考
B 造船所	新造船	コンテナ船	B造船所	2010	2,553TEU	2010.5.12時点では建造中。
	修繕船	PCC	E造船所	2008	2000台積	
C造船	修繕船	液ガス	F造船所	1985	1,276GT	
		一般貨物船	G造船所	1995	498GT	
		ケミカル	H造船所	2004	3,377GT	
		石炭船	I造船所	1994	2,879GT	
		コンテナ船	J造船所	1997	6,102GT /650TEU	岸壁係留。乗船せず。
D造船	修繕船	セメント運搬船	K造船所	1990	696GT	入渠中調査。



船内における金属使用例

※個別情報保護のため削除

アルミニウム製の窓枠

※個別情報保護のため削除

ステンレス製の手すり

※個別情報保護のため削除

熱交換器のチタンプレート

※個別情報保護のため削除

ハッチに付属する銅系部品

制御盤・配電盤内の構成部品

※個別情報保護のため削除

配電盤の外観

※個別情報保護のため削除

プリント基板

※個別情報保護のため削除

リレー(継電器)

※個別情報保護のため削除

ブレーカー(MCB)



修繕造船所の実地調査結果のまとめ

<非鉄金属>

- ・ 新造船の船装品（ハッチ、マンホール、ドアハンドル等）のボルト・ナットにはステンレス製のものが多い。錆により開放が困難になるのを防ぐ保守上の配慮が理由と考えられる。
- ・ ハッチ、バルブ等のハンドル部等には予想以上に銅系合金（黄銅、青銅）が多い。

<貴金属・レアメタル>

- ・ 電装機器（航海機器、制御盤、配電盤等）では、リレー、ブレーカー（MCB）が非常に多く使用されており、これらの材料構成を詳細に調査する必要がある。
- ・ 1995年以前の建造船にはプリント基板が少ない。一方、最近の建造船（例：2004年建造船）には、航海機器、機関制御、荷役制御、補助ボイラ、清浄機の各種機器にLCD ディスプレイを備えており、内部にプリント基板（CPU含む）を装備している。

金属精錬企業(貴金属・レアメタル)への聞き取り調査

◆ 訪問先企業: A精錬所

※個別情報保護のため削除

製錬所全景

※個別情報保護のため削除

新型炉(TSL)外観

A精錬所における再生品

金、銀、銅、鉛、ビスマス、セレン、テルル、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、アンチモン、ルテニウム、プラチナ、ロジウム、パラジウム、亜鉛、カドミウム、錫、ニッケル、石膏、硫酸

聞き取り調査結果のまとめ

◆ 調査結果

- ・ プリント基板の品位(貴金属・レアメタル含有量)は、種類により大きく異なるため、製錬業者は、自社の分析値のみを判断基準としている。
- ・ 解体船舶から回収されるプリント基板の品位は、船舶から回収した廃基板を1トン以上製錬所に持ち込まなければ判定できない。



貴金属・レアメタルについては、文献調査および機器メーカー調査から可能な範囲で含有率(回収率)を設定し、船舶に使用されている有効資源を試算。



有効資源調査の方針

- 主要構成材(構造・電線)については、船舶の材料表および機器メーカー調査をもとに各種金属(合金)の総使用量を計算。ただし、添加されている微量なレアメタルを抽出することはないため、レアメタル含有量の試算は行わない。
- 電子・磁性材料については、レアメタルの含有可能性および船舶内での使用量を考慮し、制御・配電盤等の電気・制御系機器に使用されているプリント基板、リレーおよびブレーカー(MCB)を中心に調査する。
- 機能材料については、機関部を中心に多く使用されているセンサー類(温度センサー、圧力センサー)を中心に調査する。
- レアメタル含有可能性の低いもの、回収量が非常に少ないものは調査の対象としない。

4.2 材料表の作成

◆ 材料表の作成

図面・現場確認等の調査から船舶を構成するすべての材料・機器のリスト化

No.	機器・装置・システム名称	数量	原料・部品名		主な材料	数量(kg) (合計)	Maker	備考(参照図書など)
			部品名	数量				
048	ボートウィンチ(ライボート&レスキューボート)	1	18.5kW 1740rpm		鋼, 鋼	770	HM-0090	
049	空気圧縮機(船体部)	1	0.75kW		鋼, 鋼		HM-0160	
004	主配電盤							
001	主配電盤(Generator panel, Feeder panel)	1	Dead Front and Self Standing type AC450V, 3-Phase, 60Hz		鋼, 鋼	1,600	EM-12 MAIN SWITCHBOARD	
			交流電圧計 ECF-12NB	(8)			EM-12	
			交流電圧計 ECF-12NB	(2)			EM-12	
			周波数計 FCF-12B	(2)			EM-12	
			距離測定器 LUF-11N	(1)			EM-12	
			距離測定器 DCF-12N	(2)			EM-12	
			距離測定器 IS-2	(2)			EM-12	
			計器用変流器 COC-3	(4)			EM-12	
			計器用変流器 CGM	(7)			EM-12	
			計器用変圧器 PTF-2	(8)			EM-12	
			変圧器 TRP	(5)			EM-12	
			変電用変電器 K2WR-R-SSU	(2)			EM-12	
			電力線電器 SDV-FH6	(2)			EM-12	
			ソケット RPA1	(2)			EM-12	
			サーマルリレー TH-N20	(2)			EM-12	
			表示灯 DR-30DOL	(19)			EM-12	
			レンズ DR9001	(19)			EM-12	
			指示灯 DR-30MAM	(3)			EM-12	
			フィルタ DRP242	(5)			EM-12	
			解光式押船スイッチ AR30QL4L	(2)			EM-12	
			解光式押船スイッチ AR30Q12	(2)			EM-12	
			押船スイッチ AR30FR	(2)			EM-12	
			押船スイッチ AR30G4R	(2)			EM-12	
			カムスイッチ AR30RR	(5)			EM-12	
			カムスイッチ ENLBRSF1ER	(11)			EM-12	
			解選器 GBPC23-04	(3)			EM-12	
			オートコンタクト GR-TC30	(3)			EM-12	
			アークラック&D-3 USEQ48	(3)			EM-12	
			アイズフィルタ MZS-1215-33	(3)			EM-12	
			サーボアクチュエータ ENK300-10A	(8)			EM-12	
			補助電圧器 SR, MV40, GZR	(43)			EM-12	
			ソケット PFF2RF	(26)			EM-12	
			補助電圧器	(1)			EM-12	
			ソケット P2CF	(1)			EM-12	
			抵抗 RWH	(2)			EM-12	
			抵抗ユニット FCF2	(20)			EM-12	

E-4

資源循環型技術調査研究
「船舶C」材料表

資源循環型技術調査研究
「船舶A」材料表
2010年12月9日
A造船所

資源循環型技術調査研究
「船舶B」材料表

21日
A調査会社

調査対象船舶の材料表
(添付資料-4、添付資料-5、添付資料-6 参照)

4.3 機器メーカーへの調査

◆ 調査方法

- 61社に調査票を送付し、49社から回答を入手。
- 17社を訪問し聞き取り調査を実施。

◆ 聞き取り調査結果

- 船用機器の制御部は、ユーザー(船主・乗組員)の要望によりアナログ機器が主流。
- メンテナンス、コストダウン等の理由から、入手の容易な材料を使用する傾向あり。レアメタル等の特殊な材料は非常に少ない。

船舶搭載機器等への有効資源使用状況調査 調査票						
<回答日>		<機器供給者(回答者)情報>				
回答日		会社名				
		部署名				
		住所				
		担当者				
		電話番号				
		FAX番号				
		E-Mailアドレス				
<製品情報>						
製品名	製品番号	製品重量		備考		
		重さ	単位			
<製品に使用されている有効物質の明細>						
1. 機械部①(筐体、構造部品、機械部品(バルブは除く))						
製品の機械部に使用されている材料のうち、特殊鋼および非鉄金属(について名称、JIS規格および標準質量をお答えください。)						
分類1	分類2	金属名	JIS規格	標準質量	単位	備考
				数値	(kgまたはt)	
鉄系 (特殊鋼)	ステンレス系	例) ステンレス鋼	SUS316		0.5g	
	その他の特殊鋼	例) クロムモリブデン鋼	SCM435		0.5g	
	鋼					
銅系	銅					
	黄銅					
	青銅					
	その他の 銅系合金					
アルミニウム系	アルミニウム系					
その他の 非鉄金属	チタン系					
	その他の 非鉄金属					
2. 機械部②(バルブ)						
製品に使用されているバルブについて、名称、JIS規格および個数を記入してください。 (図様付の場合は種類、圧力、口径を備考に記入)						
分類1	分類2	バルブ名称	JIS規格	個数(個)		備考
バルブ	銅系	例) 船舶用銅系バルブ	CFR3009		10	
	ダクタイル鉄系					
	鋼系					
	青銅系					
	その他					
3. 電気・制御部						
製品に使用されているモーター・変圧器およびプリント基板の数量等を記入してください。						
分類	出力・容量	出力・容量	単位(W、kVA等)	メーカー名	個数	備考
モーター						
変圧器						
分類	サイズ(□○mm×□○mm)	枚数(枚)				備考
プリント基板						
4. センサ類						
製品に使用されているセンサについて、メーカー名、型式(可能であれば)および個数を記入してください。						
分類	メーカー名	型式 (可能であれば)	個数(個)			備考
温度センサ						
圧力センサ						
ガスセンサ						
その他						
※製品1個(式)あたり本シートを1枚埋めていただくことになります。製品数に応じて本シートをコピーしてご記入ください。 ※行数が足りない場合は適宜増やしていただく結構です。						

調査票の様式

調査対象機器メーカー(1/3)

調査票		訪問	メーカー名	対象機器
送付	回収			
○	○		※個別情報保護のため削除	バラスト水処理装置
○	○			エレベータ
○	○			カーゴタンクおよび装備品
○	○			トリムヒール調整装置
○	○			軸流通風機、居住区軸流ファン
○	○			補助ボイラ
○	○	10月15日		フィルター、熱交換器、液体洗浄器、油水分離器
○	○			泡消火装置、イナートガス装置、CO2消火装置
○	○			熱交換器(チューブ式)、潤滑油加熱器、燃料油加熱器
○	○			F.O.ダビット、リフトブルデッキ、リフトカー、格納式タラップ、糧食ダビット、パイロットラダーリール(電動、起動器含む)、船尾ランプ、角窓
○	○			弁
○	○			車両甲板蛍光灯、機関室蛍光灯、居住区蛍光灯、白熱防爆灯
○	○	12月3日		清水ポンプ起動/停止用圧カスイッチ、燃料油澄しタンク高温アラーム、燃料油清浄機加熱器高温アラーム
○	○			応急開放弁、サーキットプロテクター
○	○			廃油焼却炉
○	○			1kW探照灯、照明器具(ガラスグローブ等)携帯型昼間信号灯
○	○	11月8日		造水装置
○	○			ポンプ、タービン、鋳造品
○	○	10月14日		バッテリー
○	○			非常用配電盤、主配電盤、蓄電池充放電盤、居住区給電盤、集合始動器盤及び単独始動器、機関監視制御盤
○	○			液面計
○	○			主空気圧縮機
○	○	9月28日		渦巻ポンプ、歯車ポンプ、ねじポンプ、ビルジセパレーター等
○	○	10月28日		スラスタ用発電機、主発電機、機関室通風機(通風機関連多数)、主空気圧縮機、ジャケット冷却清水ポンプ(他2つ)、主機燃料油供給ポンプ(ポンプ系多数)、揚錨機、係船機、操舵機、バウスラスタ、泡消火ポンプ

調査対象機器メーカー(2/3)

調査票		訪問	メーカー名	対象機器
送付	回収			
○	○	11月10日	※個別情報保護のため削除	居住区空調装置、パッジエアコン(調理室、機関制御室)、壁掛け型エアコン、空調用ダクト、ダンパー、防火ダンパー、糧食庫用冷凍機、冷凍機配管用防熱材、冷蔵庫防
○				発電機ディーゼル機関
○				非常用消火ポンプ、遠心式ポンプ
○	○	11月9日		エレベータ、サーキットブレーカー、照明分電盤、配線用遮断器、プラグ差込口、Blanching bar、動力分電盤、配線用遮断器、操舵室集合盤
○	○			変圧器
○	○			ドブローログ、テレビ、ラジオ空中線共用装置、BSアンテナ
○	○	11月9日		減圧弁
○	○	11月29日		機関警報盤
○	○			主発電機、電動機
○	○			照明分電盤、スイッチ、操舵室集合盤、IBSコンソール、コンセント
○	○			低圧式CO2消火装置
○	○			共電式電話装置、自動交換電話装置、船内放送&操船指令装置
○				甲板機械、曳航装置
○	○	6月25日		航海機器
○	○			海洋生物付着防止装置
○				居住区用清水加熱器、清水加熱器
○				低温冷却清水冷却器、潤滑油冷却器
○	○			弁
○				甲板機械、ウインチ
○	○	12月10日		照明分電盤、電磁接触器、操舵室集合盤、プザー、ヒューズ、ボタン、表示灯、IBSコンソール、ヒューズ、スイッチ
○			鉛蓄電池	
○	○	11月10日	レーダー(Sバンド)、SSB送受信機(SSB Radiotelephone)、DGSP受信機、外部音響受信装置、MF-HF無線装置(GMDSS Radio Station)、EPIRB衛星装置、レーダートランスポンダ、400MHz 船上通信装置(双方向トランシーバー)、インマルサット(FBとC)、気象ファクシミリ(Weather Facsimili)、VHF電話装置(VHF Radiotelephone)、ナビテックス受信機(NAVTEX Receiver)、400MHz船上通信装置	

調査対象機器メーカー(3/3)

調査票		訪問	メーカー名	対象機器	
送付	回収				
○	○		※個別情報保護のため削除	ボイラ、バーナー、焼却装置	
○	○			甲板機械(ウインドラス、係船機、ランプウインチ)、甲板機械用油圧ポンプ、油圧部品、甲板機械用操縦装置(電気品)	
○	○	10月26日		熱媒ボイラー、熱媒式排ガスヒーター、熱媒油循環ポンプ、焼却炉	
○	○			こし器(水こし、油こし)	
○	○			バタチェッキ弁	
○	○	11月11日		ガスタイトシャッター	
○	○			清浄機	
○	○	6月28日		主機	
○	○			舵取機、チラー、キー	
○	○			A重油移送ポンプ自動起動/停止用、No.2A重油サービスタンク高位、No.1A重油サービスタンク低位用、C重油移送ポンプ自動起動/停止用、燃料油澄しタンク高位/低位用、燃料油サービスタンク低位用、清水膨張タンク低位用、燃料油スラッジタンク高位用、機関室ビルジ高位用、潤滑油スラッジタンク高位用、タンク液面計	
○	○	10月27日		圧力発信器・測温抵抗体	
○	○			主ディーゼル機関、発電機関清水冷却器	
○	○			主発電機ディーゼル機関、非常用空気圧縮機、非常用空気槽	
○	○			オートパイロット、ジャイロコンパス	
○	○			厨房機器 ディスポーザー、厨房機器その他多数	
61	49	17			



4.4 調査対象船の有効資源整理方法(1/4)

(1) 構造・機器に使用されている金属(貴金属・レアメタルを除く)

・鉄系(低合金成分)

レアメタル成分の含有量が1%未満と低く、そのままリサイクルされていることを考慮して本調査の対象からは除外。

・鉄系(ステンレス)

高価なニッケルを多く含むステンレス(SUS304等)とほとんど含まないステンレス(SUS403等)とでは市場価値が大きく異なるため、これらを区別して整理。

・銅系

合金成分をほとんど含まない「銅」、亜鉛を多く含む合金である「黄銅系(真鍮)」、スズを含む「青銅系」、ニッケルを含む「キュプロニッケル(白銅)」に分類して整理。

・その他金属

その他の金属については、アルミニウム系、チタン系、亜鉛およびその他(ホワイトメタル、鉛等)に分類して整理。

調査対象船の有効資源整理方法(2/4)

主要金属材料の化学成分

材質	記号	化学成分(鉄以外)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
一般構造用圧延鋼材	SS400	-	-	-	0.05以下	0.05以下				
軟鋼	KA	0.21以下	0.50以下	2.5xC以上	0.035以下	0.035以下				
高張力鋼	KA32	0.18以下	0.50以下	0.90~1.60	0.035以下	0.035以下	0.40以下	0.20以下	0.04以下	0.35以下
炭素鋼鍛鋼品	SF540A	0.60以下	0.15~0.50	0.30~1.20	0.03以下	0.035以下				
炭素鋼鋳鋼品	SC450	0.35以下	-	-	0.04以下	0.04以下				
球状黒鉛鋳鉄品	FCD400	C	Si	Mn	P	S	Mg			
		2.5以上	2.70以下	0.4以下	0.08以下	0.02以下	0.09以下			

材質	記号	化学成分(鉄以外)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Others
ステンレス (ニッケル高含有)	SUS304	0.08以下	1.00以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	8.00~10.50	18.00~20.00	-	-
	SUS316	0.08以下	1.00以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	-
ステンレス (ニッケル低含有)	SUS403	0.15以下	0.50以下	1.00以下	0.040以下	0.030以下	-	11.50~13.00	-	-
	SUS430	0.12以下	0.75以下	1.00以下	0.040以下	0.030以下	-	16.00~18.00	-	-

材質	記号	Cu	Sn	Fe	Zn	Pb	P	Sb	Al	Si
黄銅	C3771	57.0~61.0	1.0~2.5(Fe+Sn)		残部	1.0~2.5				
青銅	CAC406 (BC6)	83.0~87.0	4.0~6.0	0.3以下	4.0~6.0	4.0~6.0	0.5以下	0.2以下	0.01以下	0.01以下

材質	記号	Cu	Sn	Fe	Zn	Pb	Ni	Mn	Al	Others
アルミニウム青銅	CAC703 (AIBC3)	78.5~85.0	-	3.0~6.0	-	-	3.0~6.0	3.0~6.0	8.5~10.5	-

材質	記号	Cu	Fe	Zn	Pb	Ni	Mn	Al	Others
キューロニッケル (白銅)	C7060	Cu+Ni+Fe+Mn 99.5以上	1.0~1.8	0.5以下	0.05以下	9.0~11.0	0.2~1.0	-	-

調査対象船の有効資源整理方法(3/4)

(2) プリント基板

パソコン中のプリント基板に含まれる貴金属・レアメタルの濃度を計測した結果を掲載している論文からデータを引用し、船舶に使用されているプリント基板の貴金属・レアメタルの総量を試算。

<文献>

貴田晶子、白波瀬朋子、川口光夫：使用済みパソコン中のレアメタル等の存在量と金属分析：廃棄物資源循環学会誌 Vol20, No2, pp59-69, 2009

プリント基板の面積を重量に換算して、上記文献から得られた各元素の濃度からレアメタル含有量を試算。その際、換算係数(面積→重量)には、パソコンのマザーボード重量を実測した値(0.0105 g/mm²)を使用。



計測した基板(マザーボード)

調査対象船の有効資源整理方法(4/4)

(3)リレー、ブレーカー(MCB)

接点部分に銀メッキを使用。標準的な型式を選定し銀含有量の原単位を作成。調査対象船に使用されている個数に原単位を掛けて船舶1隻あたりの銀の総量を試算。

(4)センサー類

- 圧力・温度センサーには特殊な材料は使用していない。接点部分には銀を使用。
- 船舶Aには、白金を含有した「測温抵抗体」が使用されている。
- 標準的な型式を選定し、銀および白金の含有量の原単位を作成。調査対象船に使用されている個数に原単位を掛けて船舶1隻あたりの銀の総量を試算。



ブルドン管式圧力センサーの構造

4.5 調査対象船の構造・機器に使用されている金属(1/3)

区分	「船舶A」 : 16.3KCGT Lpp 157.0 X B27.6 X D9.7、28,755 GT、5,808 DW												
	総重量 (T)	重量(kg)										その他	
		ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	重量	内訳	
		ニッケル高 含有: SUS304等	ニッケル 低含有: SU403等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル						
船殻	7,074	4,341	1,240	0	46	714	0	274	0	6,422	0		
船艙	637	29	61	246	45	491	0	2,580	0	11	0		
荷役													
居住	103	890	829	312	135	0	0	1,421	1	0	0		
機関	651	5,127	1,513	1,726	929	18,943	355	1,438	788	1,110	255	ホワイト メタル (235kg) 鉛化合物 (20kg)	
電気	105	17	0	46,888	29	11	0	525	0	0	180	鉛化合物 (180kg)	
合計重量	8,570	10,403	3,644	49,171	1,183	20,159	355	6,238	789	7,543	435		
概算価格 (M¥)	—	3.1	0.9	39.4	0.8	10.0	—	1.5	0.8	1.6	—		

概算価格合計(M¥): 58.1

調査対象船の構造・機器に使用されている金属(2/3)

区分	「船舶B」: 1,478 CGT Lpp:69.6 X B12.9 X D5.5、1,848 GT、1,280DW											
	総重量 (T)	重量(kg)										
		ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	その他	
		ニッケル高 含有: SUS304等	ニッケル低 含有: SUS403等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル				重量	内訳
船殻	893	158,000	0	12	0	0	0	2	0	0	0	
船艙	24	144	13	48	177	107	0	145	0	200	0	
荷役	24	13,482	0	187	0	0	0	76	0	0	0	
居住	2	53	101	66	31	78	0	140	0	0	0	
機関	130	369	412	102	276	3,225	413	198	197	1,350	21	ホワイト メタル
電気	34	11	0	5,632	11	29	0	269	1	235	54	鉛化合物
合計重量	1,107	172,059	526	6,047	495	3,438	413	829	198	1,785	75	
概算価格 (M¥)	—	50.8	0.1	4.8	0.3	1.7	—	0.2	0.2	0.4	—	

概算価格合計(M¥): 58.6

調査対象船の構造・機器に使用されている金属(3/3)

区分	「船舶C」 : 2.7928 KCGT Lpp98.5 X B16.0 X D8.0、3,491 GT、5,450DW											
	総重量 (T)	重量(kg)										
		ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	その他	
		ニッケル高 含有: SUS304等	ニッケル低 含有: SUS403等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル				重量	内訳
船殻	1,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
船艙	89	128	0	4	4	267	0	240	0	900	0	
荷役	85	9,744	2,354	0	770	283	314	57	0	0	0	
居住	2	58	101	75	30	95	0	191	0	0	0	
機関	218	1,168	457	150	204	6,594	250	150	326	2,978	38	ホワイト メタル
電気	32	1,860	0	3,513	11	29	0	298	1	175	36	鉛化合物
合計重量	2,225	12,959	2,912	3,742	1,019	7,268	564	936	327	4,053	74	
概算価格(M¥)	—	3.8	0.7	3.0	0.7	3.6	—	0.2	0.3	0.9	—	

概算価格合計(M¥): 13.3

調査対象船における鉄と鉄以外の金属の使用量比較

調査対象船(3隻)の鉄と鉄以外の金属の使用量比較

	鉄重量 (T)	鉄以外の重量 (T)	A:鉄の合計価格 (M¥)	B:鉄以外の合計価格 (M¥)	B/A
船舶A	8,470	100	771	58	0.08
船舶B	921	186	84	59	0.70
船舶C	2,191	34	199	13	0.07

* 鉄重量は、総重量から鉄以外の重量を引いたもの。

* 鉄以外の重量は、ステンレス系、銅系、アルミニウム系、チタン系および亜鉛の重量合計

* 鉄の価格は、鉄重量に91000円/トン(鋼材市中価格(厚板))を掛けて算出。

* 鉄以外の合計価格は、ステンレス系、銅系、アルミニウム系、チタン系および亜鉛の概算価格の合計

船舶Bのような特殊な船舶を除くと、鉄以外の金属(ステンレス系、銅系、アルミニウム系、チタン系および亜鉛)の合計価格は鉄の価格の約7~8%程度。

調査対象船のプリント基板、電気部品等に含まれる貴金属・レアメタル

調査対象船のプリント基板、電気部品等に含まれる貴金属・レアメタル

調査対象船			船舶A 16.3 KCGT		船舶B 1.4784 KCGT		船舶C 2.7928 KCGT	
プリント基板総面積(m ²)			7.8		5.8		5.4	
No	元素	価格 (¥/g)	船内の基板 に含まれる 元素量(mg)	価格 (K¥)	船内の基板 に含まれる 元素量(mg)	価格 (K¥)	船内の基板 に含まれる 元素量(mg)	価格 (K¥)
1	Ag	87	55,586	5	41,262	4	38,501	3
4	Au	3,917	9,809	38	7,282	29	6,794	27
28	Nd	80	8,174	1	6,068	0	5,662	0
31	Pd	2,006	13,079	26	9,709	19	9,059	18
36	Sc	9,231	899	8	667	6	623	6
全49元素の合計			320188	85	237680	63	221773	59

部品	価格 (¥/g)	銀の総量(g)	価格 (K¥)	銀の総量(g)	価格 (K¥)	銀の総量(g)	価格 (K¥)
MCB	87	1,981	172	442	38	496	43
リレー	87	200	17	436	38	672	58
温度センサ	87	36	3	132	11	137	12
圧力センサ	87	109	9	120	10	95	8
合計		2,181	202	1,129	98	1,168	122

部品	価格 (¥/g)	白金の総量(g)	価格 (K¥)	白金の総量(g)	価格 (K¥)	白金の総量(g)	価格 (K¥)
白金測温抵抗体	4,888	4.8	23	—	—	—	—



調査対象船の有効資源集計結果のまとめ

使用量が多く、概算価格の高い金属(鉄以外)は、ステンレス、銅、青銅系合金の3種(ここで、プロペラ材料は青銅系合金に含めて集計)。

船舶Bのような特殊な船舶を除くと、鉄以外の金属(ステンレス系、銅系、アルミニウム系、チタン系および亜鉛)の合計価格は鉄の価格の約7~8%程度。

船舶に使用されているプリント基板の総面積は5.4~7.8m²であり、デスクトップパソコンのマザーボード(0.065 m²)の80~120枚分に相当。パソコンと同等の品位の基板が使用されていると仮定すると、概算価格は1隻あたり約5.9~8.5万円。

1隻あたりの電気部品等(MCB、リレーおよび温度・圧力センサー)に使用されている銀の総量は約1.1~2.2kg。概算価格は10~20万円程度。

船舶Aに使用されている白金の総量は4.8g。概算価格は2.3万円程度。その他2隻には白金(測温抵抗体)の使用は確認できず。



5. 日本籍船・外国用船の有効資源総量の試算

◆ 試算方法

調査対象船(3隻)のデータをもとに、日本籍船(日本船籍外航船および内航船)および外国用船(日本船主が用船している外国籍船)に使用されている有効資源の総量を試算。

海運統計要覧2010(日本船主協会)に掲載されている日本船籍船・外国用船の隻数および総トン数(GT)データを使用。

各船種(フルコンテナ船、一般貨物船、冷凍・冷蔵運搬船等)の標準貨物船換算トン数(CGT)を計算し、調査対象船の有効資源量をCGTにより按分して船種毎の有効資源量を計算。

標準貨物船換算トン数(CGT)は、Fairplay 2009 World Fleet Statisticsに掲載されている主要造船国(日本・韓国)のCGTを船種別に平均。

白金を使用した測温抵抗体は、液化ガス船には300個、その他の船には50個(内航船は25個)使用されていると仮定して白金の総量を試算。

日本籍船のCGT

日本籍船の標準貨物船換算トン数(CGT)

日本籍外航船区分	日本船籍外航船			内航船区分	内航船			CGT 係数	使用した対象船 のデータ
	隻数	KGT	KCGT		隻数	KGT	KCGT		
フルコンテナ船	9	468	295	コンテナ船	16	15	9	0.63	船舶C
一般貨物船	0	0	0	石炭専用船 石灰石専用船 その他(貨物船) 土・砂利・石材専用船 セメント専用船	3,724	2,053	1,560	0.76	船舶C
冷凍・冷蔵運搬船	1	4	5	-	0	0	0	1.30	船舶C
自動車専用船	22	675	385	自動車専用船 RORO船	101	509	290	0.57	船舶A
オア・バルクキャリア	32	2,457	1,007	-	0	0	0	0.41	船舶C
木材専用船	4	179	136	-	0	0	0	0.76	船舶C
油送船	17	1,639	574	油送船	1,059	774	271	0.35	船舶C
化学薬品船	0		0	アスファルト専用船 その他(特殊タンク船)	272	142	113	0.80	船舶C
液化ガス船	30	2,997	2,398	LPG専用船	73	63	51	0.80	船舶B
合計	115	8,419	4,799	合計	5,245	3,556	2,295		

外国用船のCGT

外国用船の標準貨物船換算トン数(CGT)

外国用船区分	外国用船			CGT 係数	使用した対象船 のデータ
	隻数	KGT	KCGT		
フルコンテナ船	267	12,302	7,750	0.63	船舶C
一般貨物船 その他専用船	364	6,971	5,298	0.76	船舶C
冷凍・冷蔵運搬船	48	296	385	1.30	船舶C
自動車専用船 RORO船	313	12,633	7,201	0.57	船舶A
オア・バルクキャリア	873	43,441	17,811	0.41	船舶C
木材専用船	1	5	4	0.76	船舶C
油送船	268	19,520	6,832	0.35	船舶C
化学薬品船	212	2,374	1,899	0.80	船舶C
液化ガス船	82	3,376	2,701	0.80	船舶B
合計	2,428	100,918	49,880		

外航日本籍船の金属総量(貴金属・レアメタルを除く)

区分	外航日本籍船:115隻、4799 KCGT										
	重量(T)										
	総重量 (参考)	ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	その他
ニッケル 高含有: SUS304 等		ニッケル 低含有: SUS403 等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル	重量				
船殻	2,915,640	256,409	29	19	1	17	0	10	0	152	0
船艙	118,578	327	23	87	291	378	0	468	0	975	0
荷役	99,754	28,908	1,700	303	556	204	226	164	0	0	0
居艙	6,785	149	256	169	75	195	0	398	0	0	0
機関	383,675	1,563	1,034	315	617	10,441	859	464	574	4,367	68
電気	81,082	1,361	0	12,781	27	69	0	664	2	508	118
重量合計	3,605,513	288,717	3,042	13,673	1,566	11,303	1,086	2,168	575	6,001	186
概算価格 (M¥)		85,172	745	10,952	1,084	5,589		516	610	1,308	

概算価格合計(M¥): 105,976

内航船の金属総量(貴金属・レアメタルを除く)

区分	内航船:5,245隻、2,295 KCGT										
	重量(T)										
	総重量 (参考)	ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	その他
ニッケル 高含有: SUS304 等		ニッケル 低含有: SUS403 等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル	重量				
船殻	1,415,774	5,478	22	0	1	13	0	5	0	114	0
船艙	74,440	95	2	9	10	199	0	219	0	637	0
荷役	59,958	7,278	1,647	6	539	198	219	42	0	0	0
居艙	3,354	58	89	60	24	69	0	164	0	0	0
機関	168,335	921	361	139	169	5,061	196	137	249	2,149	32
電気	25,094	1,302	0	3,485	9	22	0	227	1	130	30
重量合計	1,746,955	15,133	2,120	3,700	751	5,561	415	794	249	3,031	62
概算価格 (M¥)		4,464	519	2,964	520	2,750		189	264	661	

概算価格合計(M¥): 12,331

外国用船の金属総量(貴金属・レアメタルを除く)

区分	外国用船:2428隻、49,880 KCGT										
	重量(T)										
	総重量 (参考)	ステンレス系		銅系				アルミ ニウム系	チタン系	亜鉛	その他
ニッケル 高含有: SUS304 等		ニッケル 低含有: SUS403 等	銅	黄銅系	青銅系	キュプロ ニッケル	重量				
船殻	30,523,723	290,636	548	21	20	316	0	125	0	2,837	0
船艙	1,599,816	2,108	52	249	399	4,228	0	4,835	0	13,254	0
荷役	1,253,635	164,122	33,691	341	11,022	4,046	4,489	951	0	0	0
居艙	78,647	1,325	2,003	1,333	544	1,507	0	3,621	0	0	0
機関	3,641,523	19,661	7,964	3,100	3,839	108,659	4,494	3,145	5,373	45,587	694
電気	560,384	26,655	0	81,301	189	474	0	4,993	13	2,935	693
重量合計	37,657,729	504,508	44,257	86,344	16,013	119,229	8,983	17,670	5,386	64,612	1,387
概算価格 (M¥)		148,830	10,843	69,162	11,081	58,957		4,206	5,707	14,085	

概算価格合計(M¥): 322,870

貴金属・レアメタルの総概算量

日本籍船・外国用船のプリント基板、電気部品等に含まれる貴金属・レアメタル

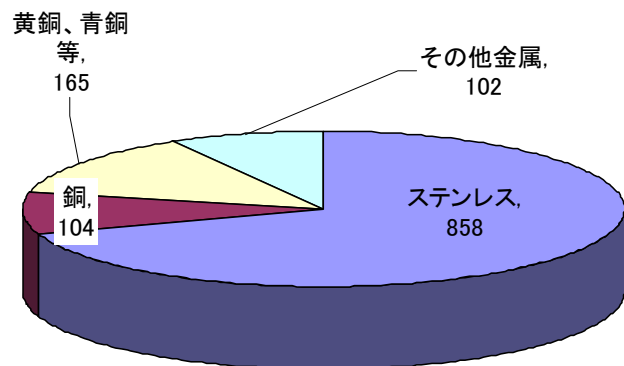
調査対象船			外航日本籍船 115隻、4799KCGT		内航船 5245隻、2295KCGT		外国用船 2428隻、49880 KCGT	
プリント基板総面積(m ²)			14,530		5,745		124,087	
No	元素	価格 (¥/g)	基板に含まれる 元素量(g)	価格 (M¥)	基板に含まれる 元素量(g)	価格 (M¥)	基板に含まれる 元素量(g)	価格 (M¥)
1	Ag	87	103,744	9.0	41,019	3.6	885,981	77.1
4	Au	3,917	18,308	71.7	7,239	28.4	156,350	612.4
28	Nd	80	15,257	1.2	6,032	0.5	130,291	10.4
31	Pd	2,006	24,410	49.0	9,652	19.4	208,466	418.2
36	Sc	9,231	1,678	15.5	664	6.1	14,332	132.3
その他			434,189.3	11.5	171,673.6	4.6	3,708,000.6	98.4
全49元素の合計			597,586	158	236,279	62	5,103,421	1,349

* 係数は、プリント基板単位面積当たりの各元素の含有量(mg/mm²)

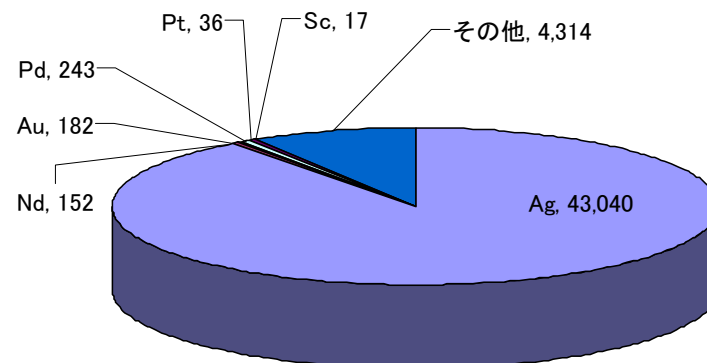
部品	銀の総量(kg)	価格 (M¥)	銀の総量(kg)	価値 (M¥)	銀の総量(kg)	価格 (M¥)
MCB	2,246	195	1,411	123	29,457	2,563
リレー	1,245	108	171	15	4,284	373
温度センサ	250	22	32	3	819	71
圧力センサ	234	20	81	7	1,779	155
合計	3,975	346	1,695	147	36,339	3,161

部品	白金の総量(kg)	価格 (M¥)	白金の総量(kg)	価格 (M¥)	白金の総量(kg)	価格 (M¥)
白金測温抵抗体	1.1	5.2	12.1	59.1	15.6	76.2

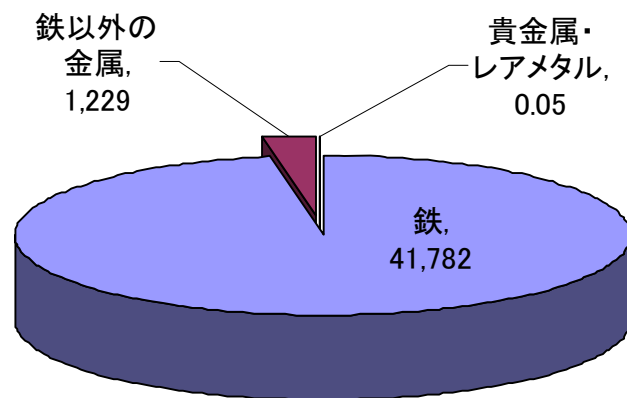
全船舶(日本籍船および外国用船)の有効資源量



鉄(低合金鋼、鋳鉄)以外の金属概算量
(123万トン)の内訳(単位:千トン)



貴金属・レアメタル概算量
(48トン)の内訳(単位:kg)



全船舶(日本籍船および外国用船)の有効資源
概算量(4301万トン)の内訳(単位:千トン)

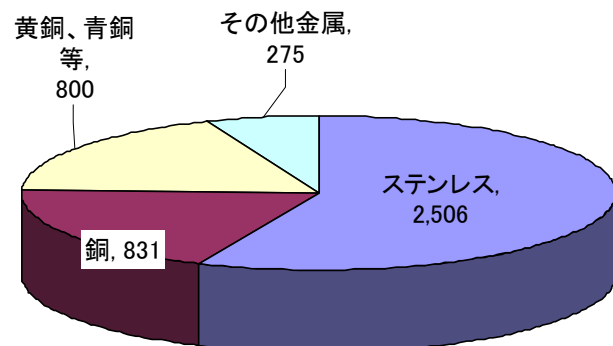


6. 考察(1/3)

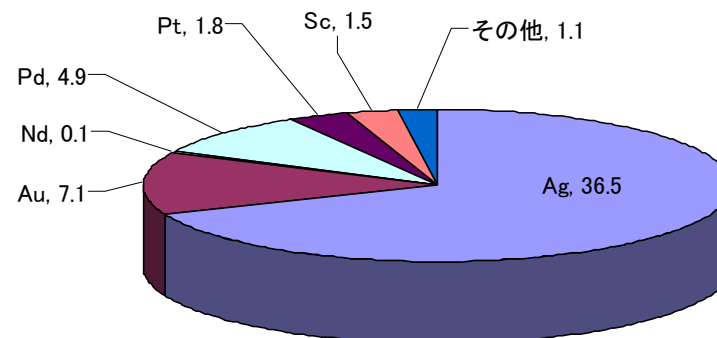
- 全船舶(外航日本籍船、内航船および外国用船)の総資源概算量は、4,301万トンであり、そのうち鉄(低合金鋼、鑄鉄)が4,178万トン、鉄以外の金属(ステンレス、銅等)が123万トン、貴金属・レアメタルが48トンであった。全有効資源量のうち鉄(低合金鋼、鑄鉄)が97%を占める。船舶のリサイクルにおいては鉄を有効にリサイクルすることが第一義的に重要。
- 全船舶の有効資源の概算価格を、現在の素材単価をもとに試算した結果を次頁の図に示す。全船舶の有効資源の概算価格は約4.2兆円であり、そのうち鉄が3.8兆円、鉄以外の金属が0.4兆円、貴金属・レアメタルは53億円であった。
- 総重量で97%を占める鉄が、概算価格においても89%と非常に高い割合を示す。ただし、重量比では3%と僅かであった鉄以外の金属および貴金属・レアメタルは、概算価格では10%を占める。

考察(2/3)

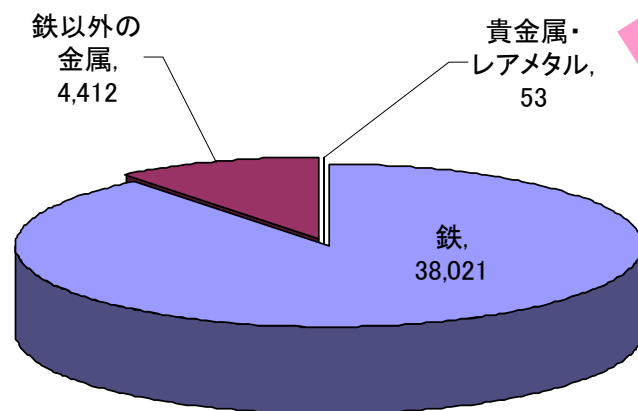
全船舶(日本籍船および外国用船)の有効資源量の概算価格



鉄(低合金鋼、鋳鉄)以外の金属概算価格(4412億円)の内訳(単位:億円)



貴金属・レアメタル概算価格(53億円)の内訳(単位:億円)



全船舶(日本籍船および外国用船)の有効資源概算価格(約4.2兆円)の内訳(単位:億円)

考察(3/3)

- 全船舶の貴金属(金、銀およびパラジウム)概算価格の合計は、下表に示すように、国内の携帯電話に使用されている貴金属の約33%に相当。鉄に比べると微小であるものの、全船舶の総量としては無視できない規模。

国内の携帯電話に使用されている貴金属(金・銀・パラジウム)の総概算量

元素		1台あたりの含有量(g)	価格(¥/g)	携帯電話 加入台数(台)	全使用量(kg)	概算価格(M¥)
金	Au	0.03	3,917	107,500,000	3,225	12,632
銀	Ag	0.13	87	107,500,000	13,975	1,216
パラジウム	Pd	0.005	2,006	107,500,000	538	1,078
					合計	14,927

* データの出所: 情報通信分野におけるエコロジー対応に関する研究会報告書(総務省)

* 携帯電話の加入台数は1億750万台(2009年3月)

船舶のプリント基板および電気部品等に使用されている貴金属(金・銀・パラジウム)の総概算量

元素		外航日本籍船での使用量		内航船での使用量		外国用船での使用量	
		使用量(kg)	概算価格(M¥)	使用量(kg)	概算価格(M¥)	使用量(kg)	概算価格(M¥)
金	Au	18.3	71.7	7.2	28.4	156.3	612.4
銀	Ag	4078.7	354.9	1736.0	151.0	37225.0	3,238.6
パラジウム	Pd	24.4	49.0	9.7	19.4	208.5	418.2
		合計	476	合計	199	合計	4,269

全船舶(日本籍船および外国用船)の総計: 4,944



7. まとめ

本事業では、新船1隻および現存船2隻を対象に、船舶の構造・機器に使用されている有害物質および有効資源の総量を調査。

有害物質の調査では、シップリサイクル条約に準拠し、IMOインベントリ作成ガイドラインに基づいて有害物質一覧表(インベントリ)を作成。

有効資源の調査では、予備調査結果に基づいて方針を策定し、材料表(船舶を構成するすべての材料・機器のリスト)および機器メーカー調査結果から調査対象船3隻の有効資源量を試算。

全船舶(外航日本籍船、内航船および外国用船)の総資源概算量は、4,301万トンであり、そのうち鉄(低合金鋼、鋳鉄)が4,178万トン、鉄以外の金属(ステンレス、銅等)が123万トン、貴金属・レアメタルが48トンであった。

全船舶の貴金属(金、銀およびパラジウム)概算価格の合計は、国内の携帯電話に使用されている貴金属の約33%に相当。鉄に比べると微小であるものの、全船舶の総量としては無視できない規模である。



謝辞

本調査研究を実施するにあたり、A海運会社殿およびB海運会社殿から、船舶に関する図面等の情報を提供いただくとともに、訪船調査にご協力頂いた。

また、B造船所殿、C造船所殿およびD造船所殿には、建造・修繕中の船舶の現地調査にご協力頂いた。また、船用機器メーカー49社に、機器に使用されている有効資源に関する調査にご回答頂いた。

ここに深く感謝いたします。

なお、本調査研究は、財団法人日本海事協会からの委託により実施したものであり、ご指導いただきました関係者に感謝いたします。