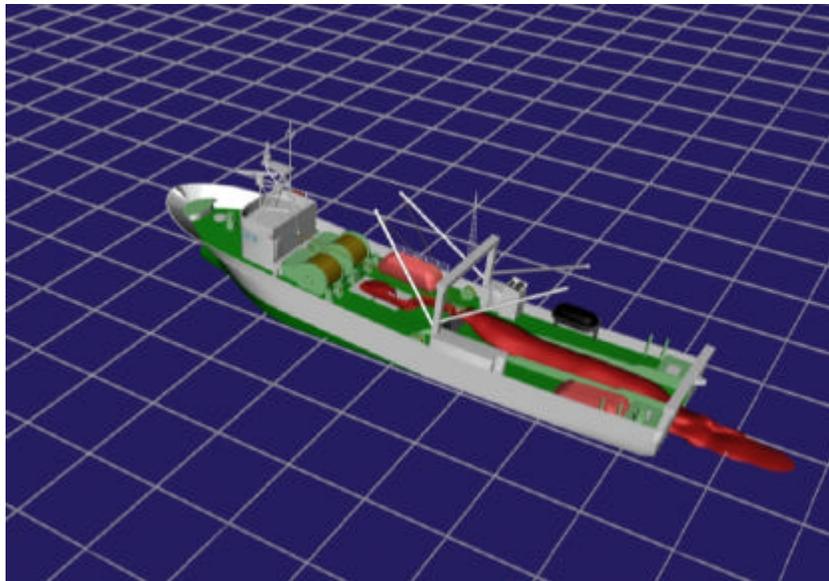


1. 「第五龍寶丸」転覆事故

底びき網漁船の転覆事故防止のために

- 安全な操船方法、作業方法 -



静穏なのになぜおきた！ 転覆に至ったメカニズムは？

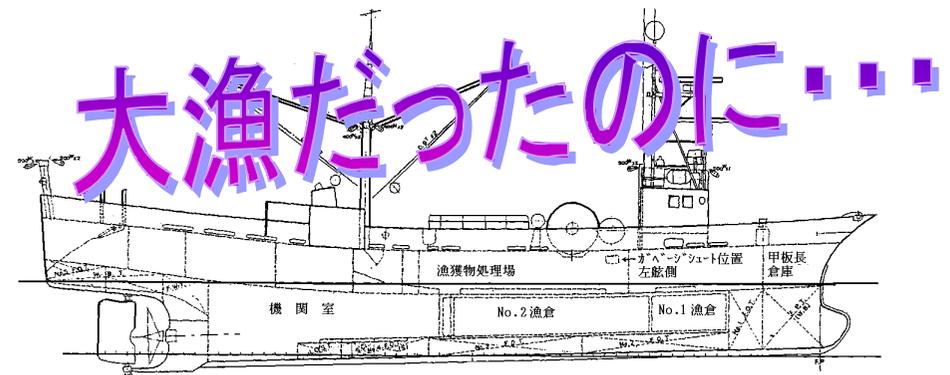
平成12年9月11日、沖合底びき網漁船「第五龍寶丸」が、襟裳岬沖で操業中、転覆・沈没し、乗組員18名のうち14名が行方不明となりました。

現場海域の海象は、比較的穏やかだったのにも関わらず、なぜこのような重大事故が発生したのでしょうか？

国土交通省が設けた事故再発防止検討会は、事故状況に関する工学的な検証を行った結果、

「第五龍寶丸」は、多量の漁獲物が入ったコットを引き上げたことで**復原力が大幅に減少**した状態で、**急激な操船**を行ったため、船体が大傾斜し、**コット等が移動**して更に傾斜が大きくなり、**開口部から浸水**し**転覆**に至った。」と推定しました。

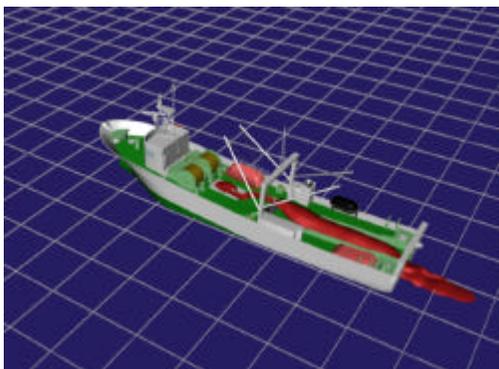
命あっての大漁なのに・・・無念の極みです。



第五龍寶丸側面図



国土交通省 海事局

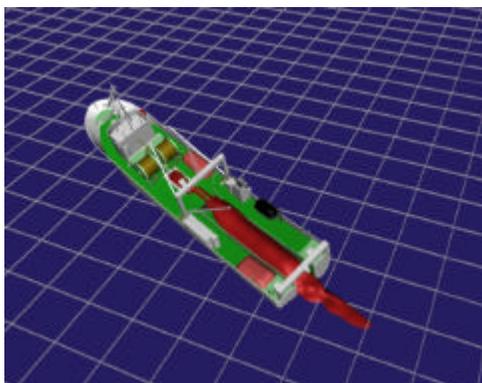


多量の漁獲物が入った漁網(約50トン)の引き揚げにより、復原力が大きく減少(約60%減少)した。

➡ 多量の漁獲物は一気に引き揚げない。

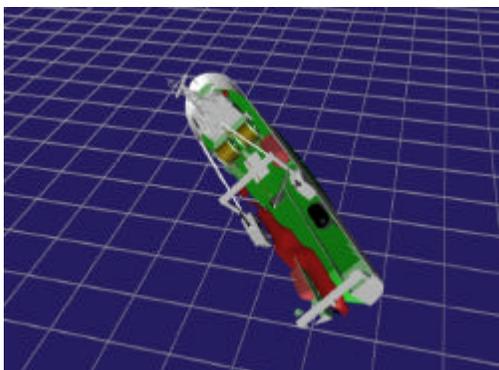
急激な操船(全速、面舵一杯)を行ったことにより、大傾斜(約13度)が生じた。(巡航では8度程度)

➡ 旋回は速度を落として操舵する。



船体傾斜により、コット等がインナーブルワークを超えて移動し、左舷傾斜が大きくなり開口部から海水が流入、**転覆!!**

➡ 甲板上の移動物は固縛する。
インナーブルワークを高くする。
船側にガベージシュートを設置しない。
機関室入口等の開口は閉鎖する。



2. 転覆防止のかぎを握る復原力

転覆事故は、「第五龍寶丸」のように復原力が減少した状態で発生しています。ここでは、復原力について説明します。

復原力とは、傾いた船を元に戻す力です。

図1は、直立に浮かぶ船を示しています。船の重量と水面下の船体に働く浮力が、ちょうど釣り合って浮かんでいます。

直立状態では、浮力の中心(浮心)Bが重心Gの真下にあります(図1)が、船が傾くと重心はそのままなのに、浮心は横に移動していきます(図2)。

その際、**重心が十分低い**と、浮力の作用線(破線)が重力の作用線(実線)の外側にくるので、**傾いた船を元に戻そうとする力(復原力)**が働きます。

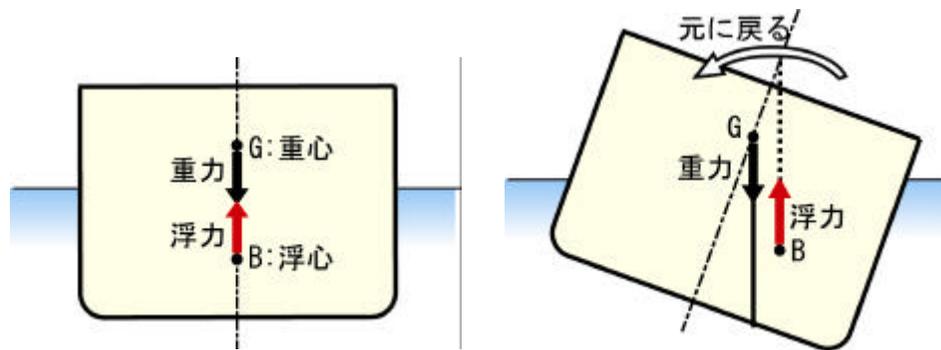


図1 直立に浮かぶ船

図2 横傾斜した船

GM (横メタセンタ高さ)は、復原力の目安です。

もう少し詳しく見てみましょう

図3は、ある傾斜角 θ で浮かんでいる船を示しています。Mは、船体中心線と浮力の作用線との交点で**横メタセンタ**と呼ばれています。

復原力の大きさSは、船の重量Wと浮力と重力の作用線との距離 **GZ (復原てこ)** を用いて、

$$S = W \times GZ$$

と表すことができます。つまり、**GZ**が大きいほど、復原力も大きくなります。

また、傾斜し始めの状態では、**GZ**と重心Gから横メタセンタMまでの距離 **GM (横メタセンタ高さ)**とは、

$GZ = GM \times \sin \theta$ の関係にあります。

つまり、**GM**は、その船の**復原力の大きさを表す指標 (目安)**となっています。

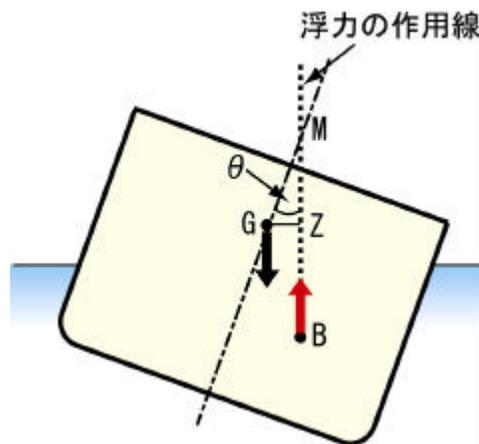


図3 メタセンタ高さ (GM)

GMの大きさは、使用状態で変わります。

GMの大きさは、重心GからメタセンタMまでの距離で表されますが、この内、メタセンタMは、船の水面下の形で位置が決まります。一方、重心Gは、燃料の搭載量や漁獲物の重量・積載位置等によって大きく位置が変わります。

例えば、漁獲物を甲板上に引揚げたばかりの状態 (図4左図)でも、魚倉に収容した後の状態 (図4右図)でも、メタセンタMは同じです。しかしながら、漁獲物を甲板上に引揚げた状態は、**重心位置が高くなります**ので、**GMが小さくなります**。

つまり、**GMの大きさは、船の使用状態によって変わります**。

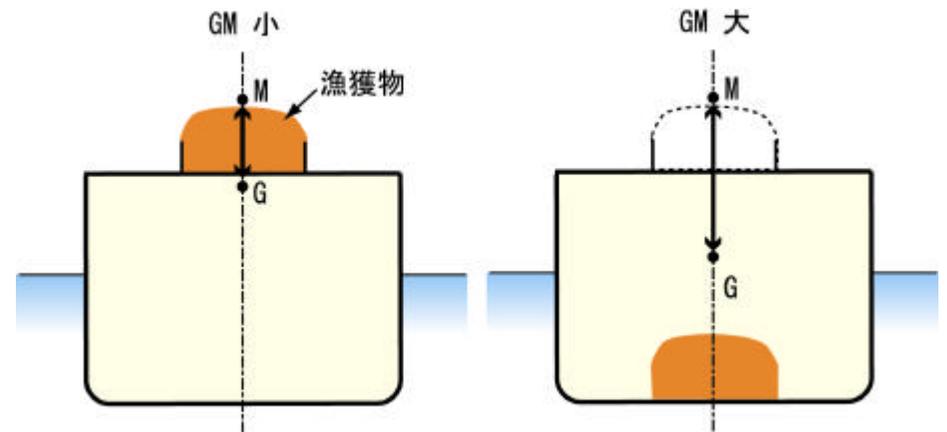


図4 漁獲物の位置によるGMの変化

安全を確保するために

使用方法に注意する

国は、安全を確保するために必要なGMの大きさを規則で定めています。第五龍寶丸のような一般的な160トン型の沖合底びき網漁船の場合、その値は**全ての使用状態**で約30cmとなっています。

これに対して、第五龍寶丸クラスの船では、**新造時**、漁場着状態でGMの大きさは、70cm～80cm程度あり、十分な復原力を持っていると考えられます。

しかし、漁獲物の収容方法や処理場作業水の管理など**使用方法が不適切**だと、**GMが小さくなる**ことがあり、注意が必要です。具体的な注意事項は、「**3.転覆を防止しよう**」で説明します。

定期的に復原性をチェックする

建造後年数が経つと、漁ろう装置等の更新・追加にともない、**重心が高くなる**ことがあります。その場合、使用方法は同じでも、**GMは新造時に比べて小さくなります**。

安全を確保するためには、定期的に**傾斜試験**を実施して現状のGMを調べ、規則で要求されているGMと比較して、自分の船の復原性がどの程度であるのかを知ることが重要です。

傾斜試験とは：

GMが大きい船ほど、復原力が大きくなります。そのため、風や波など傾斜させる力が同じでも、GMが小さい船は、GMの大きい船と比べて傾斜は大きくなります。**傾斜試験**では、この原理を利用して、甲板上の重りを移動させて船を傾斜させ、その角度を測ることで、その船のGMを調べます。

3. 転覆事故を防止しよう

転覆事故を防止するためには、十分な**復原力を確保**するとともに、船体の横傾斜の原因となる**過大な傾斜モーメントの発生を抑える**ような操船、作業を行うことが重要です。

ここでは、操船や作業の方法の違いで復原性がどれくらい減少するか、また横傾斜がどれくらい生じるかについて説明します。

「第五龍寶丸」事故時(GM=61cm)の航行状態を例として計算していますが、GMがさらに小さい船の場合には、減少するGMはさらに小さく、横傾斜はさらに大きくなります。

A. 操業前

(復原力を確保するために)

1. 各種タンクの影響

燃料、水等を半載したタンクでは、船体が傾斜した時に、タンク内の燃料、水等が移動して復原力が減少します。

| 燃料積載状況 | 横メタセンタ高さ (GM) |
|--------|---------------|
| 満載 | 79 cm |
| 半載 | 57 cm |

注)160トン型の計算例 (以下同じ)

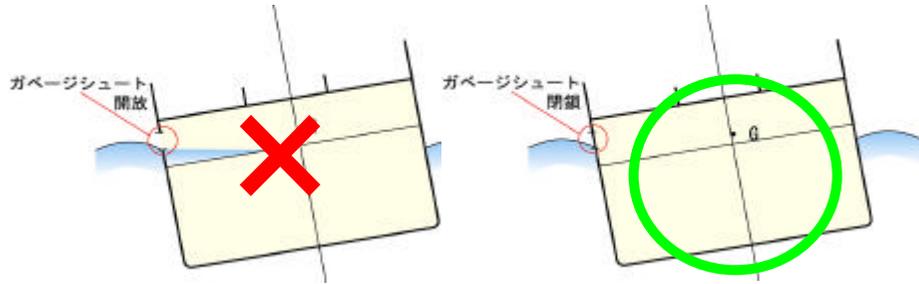
 **各種タンクはできるだけ満載にする**

2. 船内流入水の影響

船側ガベージシュートから流入する海水が、漁獲物処理場などに滞留した場合、復原力は大幅に減少します。

| | |
|-----|-------|
| 流入水 | GM |
| なし | 61 cm |
| 10t | 23 cm |

注)第五龍寶丸と同規模(高さ45cm、幅70cm)のガベージシュートが全没した場合、25秒間で約10tの海水が流入する。

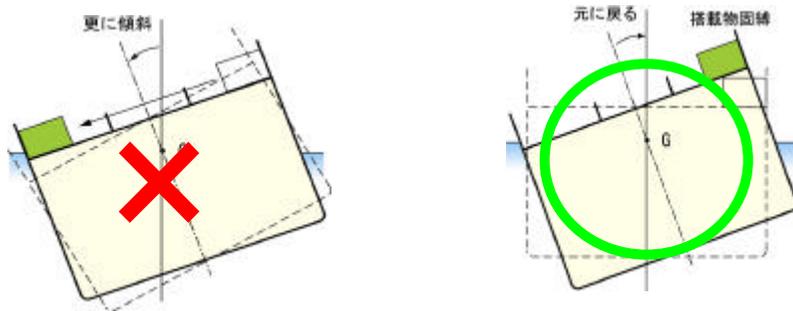


➡ 船側外板にガベージシュートを設置しない

(傾斜モーメントを抑えるために)

3. 搭載物の横移動の影響

予備網などの搭載物が固縛されていない場合、傾斜側に移動することにより、傾斜角が更に大きくなります。



➡ 搭載物はできるだけ固縛する

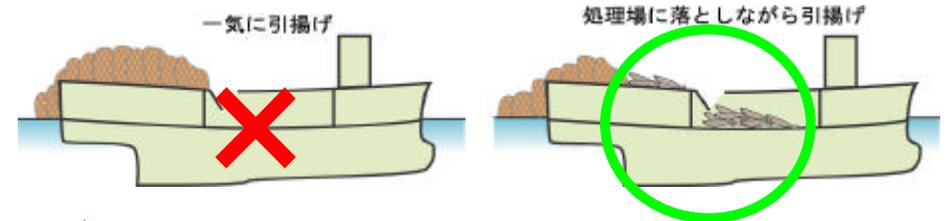
B. 操業中

(復原力を確保するために)

1. 甲板上的漁獲物の影響

多量の漁獲物を一気に引揚げると、重心が上昇し、復原力が大幅に減少します。また、船体が沈下するので、海水が流入しやすくなります。

| | |
|------------|-------|
| 引揚げるコッドの重量 | GM |
| 0 t | 61 cm |
| 30 t | 44 cm |
| 50 t | 33 cm |



➡ 多量の漁獲物は、一気に甲板上に引揚げず、少しずつ取り込む

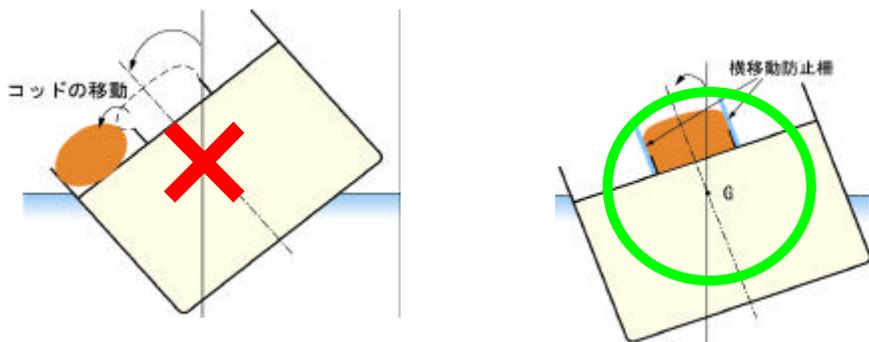
(傾斜モーメントを抑えるために)

2. 甲板上的漁獲物の横移動の影響

多量の漁獲物の入ったコッドが横移動すると、大きな傾斜モーメントが発生して、転覆にいたる可能性があります。

| 甲板上的コッドの重量 | 船の最大傾斜角 | |
|------------|-----------|----------|
| | コッドが移動しない | コッドが移動する |
| 10 t | 10度 | 15度 |
| 30 t | 25度 | 転覆 |
| 50 t | 31度 | 転覆 |

注)第五龍寶丸と同じく、コッドを引揚げ、右舵一杯(舵角35度)、全速前進(7.7kt)をかけた場合の最大傾斜角



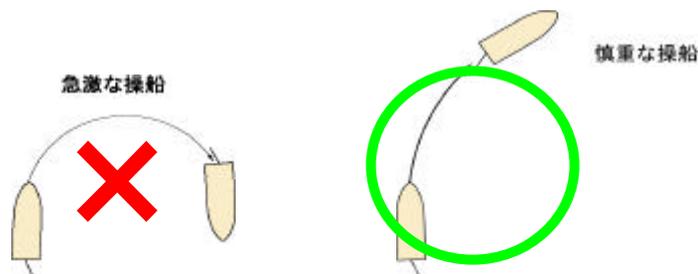
コットの横移動を防止する柵などを取り付ける

3. 操船の影響

旋回時には、遠心力により船は外側に傾斜します。
その大きさは、船の速度の2乗に比例します。
大きな外方傾斜は、コット等の移動を誘発します。

| 旋回中の船速 | 傾斜モーメント | 船の最大傾斜角 |
|-------------|---------|---------|
| 5.7 kt(74%) | 19.2t-m | 15度 |
| 6.7 kt(87%) | 26.6t-m | 転覆 |
| 7.7 kt(全速) | 35.1t-m | 転覆 |

注)第五龍寶丸と同じく、50 のコットを引揚げて、右舵一杯で前進(エンジン1800馬力)をかけた場合の最大傾斜角



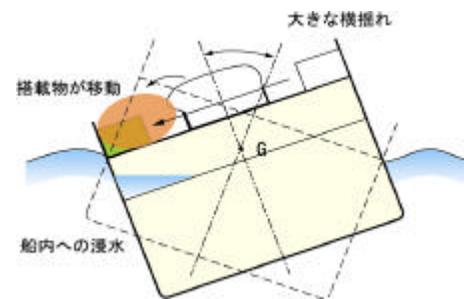
急激な操船をしない

(全般)

4. 波浪中での操業は、慎重に行う

波浪中では、大きな横揺れが起こり、搭載物の移動や開口部からの海水流入が発生しやすくなり、転覆の危険性が増加します。

また、あまり荒れていなくても一発大波が起こることがあるので、注意が必要です。



波浪中での操業は、慎重に行う

まとめ

転覆事故を防ぐための操船方法、作業方法

(復原力を確保するために)

1. 各種タンクは、できるだけ満載にする
2. 船側外板にガベージシュートを設置しない
3. 多量の漁獲物は、一気に甲板上に引揚げず、少しずつ取り込む

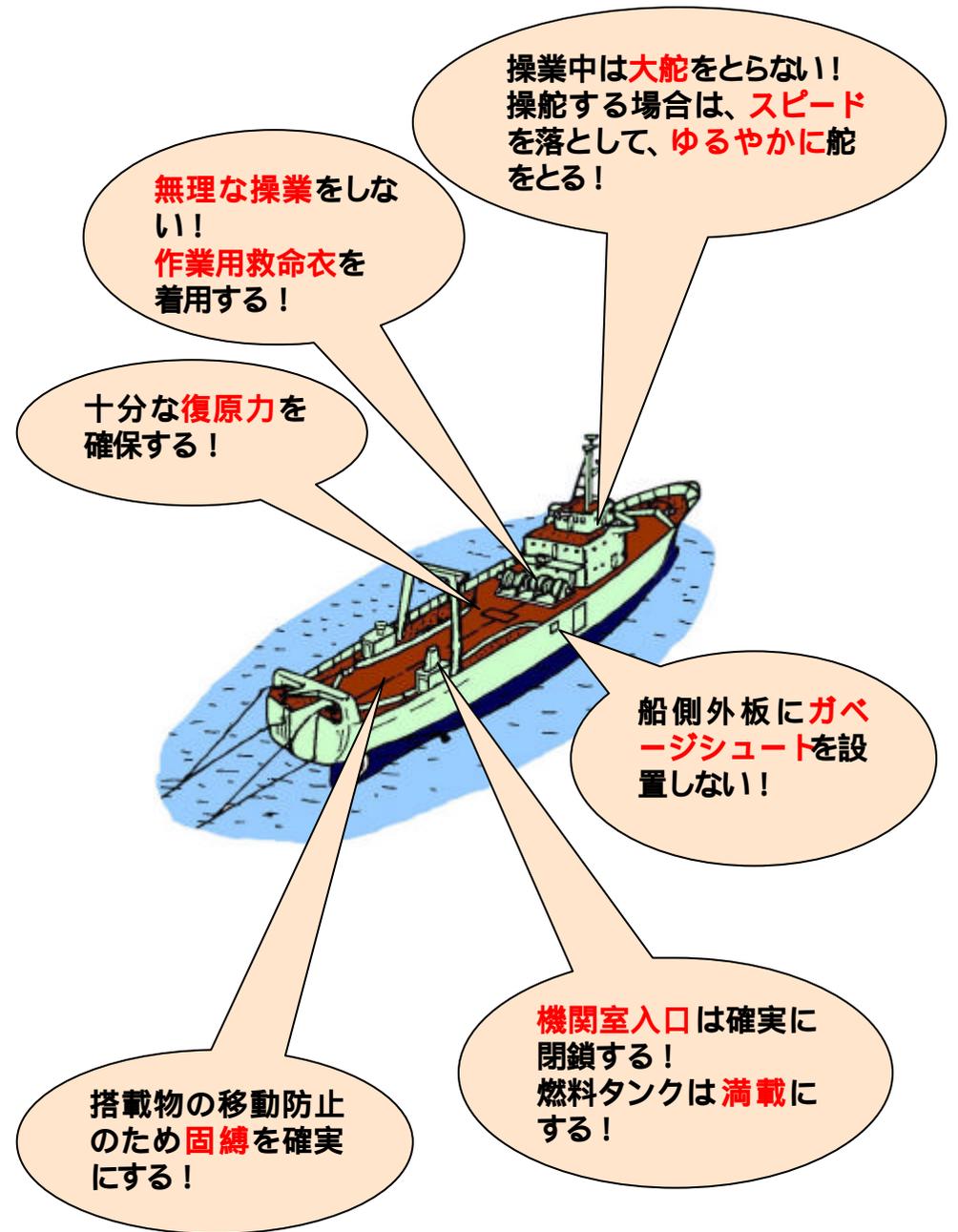
(傾斜モーメントを抑えるために)

4. 搭載物は、できるだけ固縛する
 5. コットの横移動を防止する柵などを取り付ける
 6. 急激な操船をしない
- (全般)
7. 波浪中での操業は、慎重に行う

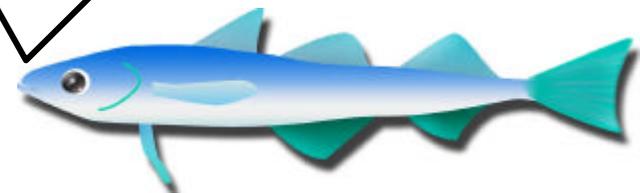
転覆事故を防止するためには、ここで説明した全てのことに注意する必要があります。この程度なら大丈夫といった油断が、重大な事故を招きます。

~~油断~~

常に注意



安全な操船方法、作業方法で、
転覆事故を防ぎましょう!



編集発行

国土交通省海事局

〒100-8918 東京都千代田区霞ヶ関2-1-3

Tel:03-5253-8111(代表)

ホームページ <http://www.mlit.go.jp>

編集協力

独立行政法人 海上技術安全研究所

〒181-0004 東京都三鷹市新川6-38-1

Tel:0422-41-3060,3015

ホームページ <http://www.srimot.go.jp>