

# 予測船団分析の方法論

# 予測船団分析の方法論

## 製品概要

予測船団分析は、独自の高品質で信頼できる基本データと高度な機械学習を組み合わせています。目的の船舶がどこに向かう可能性があるか、いつ到着する可能性があるか、港の混雑度が船舶の停泊時間と出発時間にどのように影響するかについて、ほぼリアルタイムで更新した正確な予測をお客様に提供します。



## 予測船団分析を選ぶ理由

標準目的地および入港予定日時（ETA）の情報は、手動で入力されたAISデータから導き出され、不完全で不正確である可能性があり、完全な状態で存在しない場合が多くあります。これにより、バックログ、罰金、時間の浪費、この情報に依存する企業の商業的機会の逸失につながる可能性があります。

予測船団分析は、ほぼリアルタイムで更新される正確な予測情報を提供することでこれらの課題を克服し、自信を持って意思決定を行い、ビジネスの可能性を引き出すことができます。

## 主要な予測インサイト

対象の船舶に対して予測船団分析を使うと、お客様は次のことを理解できます。

- **予測目的地** - 船舶が現在の航海を行っている場所
- **予想入港予定日時 (ETA)** - 船舶が港の停泊地（または停泊地がない場合は港）に到着する日時
- **予測着岸予定日時 (ETB)** - 港での混雑状況と待ち時間の情報を用いた船舶がバースに到着する可能性の高い日時
- **予測出港予定日時 (ETD)** - 港でのターンアラウンドタイムの情報を使用して、船舶が出発する可能性の高い日時

下記の図は、航行中の航海に対して提供される予測情報を示しています。



図：ある航海に対して行われたトップレベルの精度を誇る予測

## 予測の可用性と更新頻度

以下では、船舶の予測を使えるようにし、その予測の最新情報が得られるようにするために、満たすべき特定の条件について説明します。

- 船舶が出発港から150海里移動したときに予測が開始されます
- 予測は、船舶が30海里移動するごとに再計算されます
- 予測は、航海ステータスが「航行中」の場合、つまり「停泊中」、「港に移動中」、「入港中」のいずれにも当てはまらない場合に提供されます。

## 追加の予測インサイト

時間、距離、ルートに関するデータも報告され、中心となる予測に追加のインサイトが提供されます。

### 時間に基づいた情報：

- **所要時間**- 停泊地に到着するまでの予測時間
- **予想航海時間**- 目的の港での合計時間を含む予測所要時間
- **予想待機時間**- 停泊地での予測待機時間
- **港での合計時間**- 予測ターンアラウンドタイム

### 距離に基づく情報：

- **これまでの航行距離**- これまでの航行距離（海里）
- **残りの航行距離**- 目的の港までの予測航行距離（海里）
- **総航行距離**- これまでの航行距離 + 残りの航行距離

### ルートに関する情報：

- **ルート**- 国際ルートまたは国内ルート

## 港の混雑度と貿易航路の密集度の予測

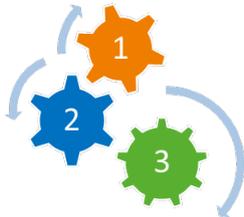
予測船団分析は商用船団に対応し、ほぼリアルタイムで更新された予測を提供します。この情報は、対象となる船舶以外の密集度に関する予測インサイトを提供するために使用されます。

- [港の混雑度分析](#)、対象場所のこれまでと今後の混雑状況。予測は5日間分行われます
- ~~貿易航路~~ 現在、対象となる貿易航路を航行し、今までにその航路を航行した船舶の分析

予測船団分析の対象となる船舶の詳細については、「[船舶タイプと船舶サイズ](#)」を参照してください。船舶が「停泊中」または「入港中」とみなされる場合などの定義を含む船舶の運航ステータスの情報については、[船舶運航および地域ステータス](#)を参照してください。

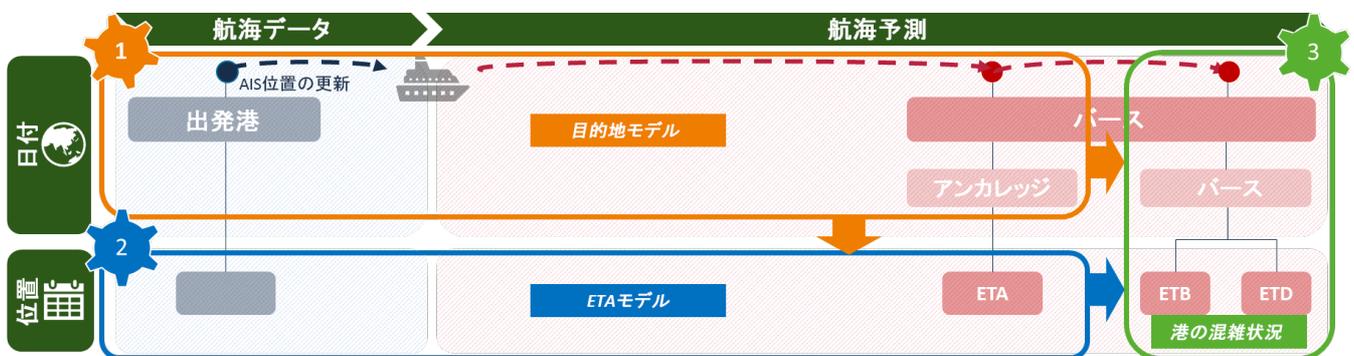
# 予測モデル

予測船団分析では、連携して予測データを生成する3つの予測モデルを使用します。3つのモデルは次のとおりです。



- 1.目的地モデル
- 2.入港予定日時(ETA)モデル
- 3.港の混雑度モデル(ETBとETDを提供)

各モデルには、履歴データとリアルタイムデータの両方が組み込まれており、独自の機械学習アルゴリズムを使用して、ほぼリアルタイムで予測を生成します。次の図は、航行中の航海における各モデルの機能範囲とモデル間の関係性を示しています。



図：航行中の航海で予測船団分析を支えている3つのモデル

## 目的地モデル

船舶が出発港から150海里を航行すると、**目的地モデル** を使用して、最も可能性の高い次の目的地を予測します。最も可能性の高い上位3つの目的地の港がリストで表示され、可能性の高い順に表示されます。

## 入港予定日時(ETA)モデル

**入港予定日時(ETA)モデル**は、ルートの最適化を求める機械学習アルゴリズムと広範な履歴データを使用して、予測距離や到着までにかかる現実的な時間など、「実際の」ルートを予測することで、予測目的地の入港予定日時を予測します。ETAは停泊地までの日時を予測します。

## 港の混雑度モデル

最後に、[港の混雑度モデル](#)は、予測目的地と予測ETAを使用して、予測着岸予定日時（ETB）と予測出港予定日時（ETD）を提供します。予測は、港、サブポート、ターミナルからバースまでの階層構造を含む港に関する広範なデータベースから導き出されます。これにより、サブポートやバースレベルでの履歴やリアルタイムの動静（待機時間とターンアラウンドタイムを含む）をマッピングして把握できます。

# 予測プロセス

予測プロセスは、いくつかのステップに沿って、航海の初期予測を生成し、航行中のときに予測を更新します。主な手順とプロセスの概要を以下に示します。予測結果がない場合に考えられる理由も示されています。

## 初期予測

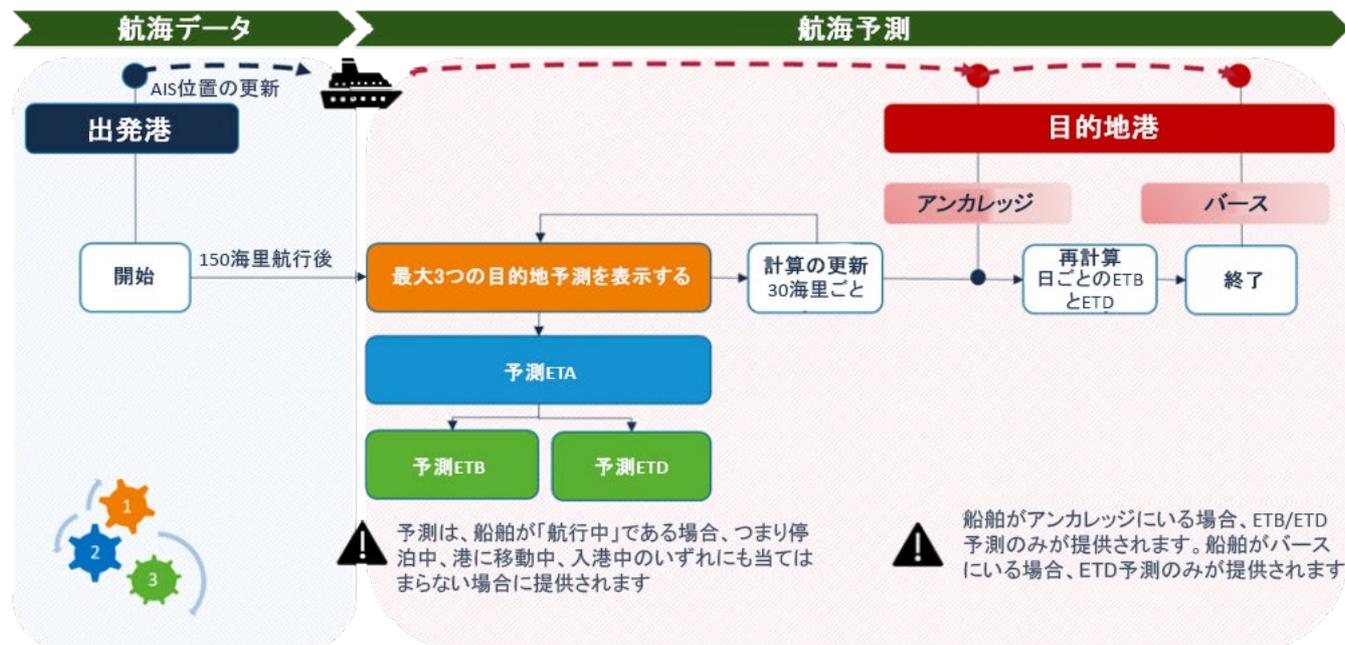
ステップ	初期予測プロセスの要件
1	船舶のAIS位置が取得され、無効なデータや欠落したデータがクリーンアップされます。このプロセスは、船舶が移動すると6分ごとに繰り返されます。
2	船舶の位置と寄港に基づいて、次のいずれかのステータスが割り当てられます。 <ul style="list-style-type: none"><li>「航行中」 - 船舶が航海中であることを示します</li><li>「停泊中」 - 船舶が停泊していることを示します</li><li>「港に移動」 - 船舶が港またはバースに向かって移動していることを示します</li><li>「入港中」 - 船舶が港内に停泊、または着岸していることを示します</li></ul> 注意：これらのステータスは内部で適用されたステータスであり、 <a href="#">運航ステータス</a> とは異なります。
3	以下の条件が満たされた場合、船舶の目的地の予測が行われます。 <ul style="list-style-type: none"><li>当該船舶の航海ステータスが「航行中」であること、および</li><li>当該船舶は出港後、150海里以上を航行している</li></ul>
4	予測目的地が生成されると、航路の最適化とETAの予測が生成されます。
5	これにより、モデルは港の混雑度の条件を用いてETBやETDの予測を行うことができます。

## 予測の更新

ステップ	予測更新の要件
1	「航行中」の航海の予測更新は、当該船舶の最後の予測が提供された位置から、少なくとも30海里移動したときに行われます。
2	船舶がアンカレッジに到着すると、目的地とETAの予測は更新されず、ETBやETDの予測は、港の状況に関する最新情報を用いて、グリニッジ標準時の深夜に毎日更新されます。
3	船舶がバースに到着すると、ETDの予測のみが提供され、船舶が出港するまで毎日更新されます。

## 予測がない場合

番号	予測できない理由として考えられること
1	船舶からAISデータが送信されていないか、AISデータが無効である
2	船舶のAIS位置および船舶の寄港情報が、船舶のステータスを航行中として分類していない
3	船舶は、出港してから150海里以上航行していない



図：航行中の航海の予測プロセス

## 定義

AISの目的地とETA	船舶のAISメッセージから報告された目的地とETA（未加工のメッセージで調整なし）
アンカレッジ	船舶が入港または貨物の荷揚げを待つ港外の場所
アンカレッジイベント	船舶の運航ステータスである「停泊」と判断するために満たさなければならない一連の条件のこと。詳細については、 <a href="#">運航ステータス</a> のセクションを参照してください
停泊	予測船団分析によって船舶に割り当てられた運航ステータスで、船舶が停泊地で待機している状態のこと。詳細については、 <a href="#">運航ステータス</a> のセクションを参照してください
ATD	（港からの）実際の出港時間
着岸中	予測船団分析によって船舶に割り当てられた運航ステータスで、船舶が着岸している状態のこと。詳細については、 <a href="#">運航ステータス</a> を参照してください
入港中	予測船団分析によって船舶に割り当てられる運航ステータスで、船舶が港エリア内で停止している状態のこと。詳細については、 <a href="#">運航ステータス</a> を参照してください
平均待機時間	港の混雑度モデルからの予測指標である平均待機時間は、船舶がバースに到着するまで待機する予測平均時間のことです
バースまでの平均時間	港の混雑度モデルからの予測指標である平均着岸時間は、船舶がバースで1回ターンアラウンドするまでの予測平均時間のことです
目的地モデル	目的地モデルは、航海中の船舶の目的地を予測するために使用されます
入港予定日時（ETA）モデル	入港予定日時（ETA）モデルは、予測された目的地のETAを予測するために使用されます
ETA	入港予定日時。予測船団分析では、これはアルゴリズムモデルによって予測されます
ETB	着岸予定日時。予測船団分析では、これはアルゴリズムモデルによって予測されます
ETD	出港予定日時。予測船団分析では、これはアルゴリズムモデルによって予測されます
操縦中	予測船団分析によって船舶に割り当てられる運航ステータスで、船舶が海岸または港エリアの近くをゆっくりと移動していくことです。詳細については、 <a href="#">運航ステータス</a> のセクションを参照してください

一致した目的地	報告されたAISの目的地から導き出された一致した目的地で、情報は不明瞭または誤った目的地名を削除するために「クリーンアップ」され、港および場所のデータベースで検索可能な最も近い既知の場所と一致させます
最適ルート	入港予定日時（ETA）モデルの主要なプロセス。船舶の現在地と予測目的地を用いて、最適航路を計算しました。最適航路は、船舶がこれまで最も頻繁にたどった航路に基づいており、「予測所要時間」と「残りの予測航行距離」の情報が付随しています
航海情報のプール	LLI航海データベースは、数百万の船舶位置のデータポイントで構成されており、その後航海情報に反映されます。航海のプールは、すべての航海のサブセットであり、不完全な航海情報や無関係な航海情報などの外れ値が除去されています。航海のプールはモデル内で使用されます
港の混雑度モデル	港の混雑度モデルは、港の平均待機時間とバースまでの平均時間を予測することにより、港の混雑度の状況を知らせます。このモデルは、航海のETBおよびETDの予測を行います
港の混雑度評価	港の混雑度評価は、現在および過去の待機時間に基づいて各港に対して計算されます。この評価は、その場所に到着すると予測される船舶の予測ETBデータにも対応しています。この評価は、港の混雑度のレベルを反映しています
地域ステータス	船舶の地域ステータスで、世界の海洋地域内での船舶の滞在時間と移動距離に関する現在およびこれまでの情報を提供します。詳細については、地域ステータスのセクションを参照してください
低速の運航	予測船団分析によって船舶に割り当てられた運航ステータスで、船舶が低速で航行している状態のこと。詳細については、運航ステータスのセクションを参照してください
貿易航路	目的地モデルの主なプロセス。船舶の位置と直近150海里の針路の情報を用いて、貿易航路が航海に割り当てられます。このプロセスの出力は、船舶の目的地となる可能性のある港の候補地を特定することに役立ちます。
船舶の航跡	過去150海里にわたる船舶の位置と針路。詳細については、貿易航路を参照してください
航海	航海は、船舶が出港したときに始まり、船舶が目的港に到着したときに終わる、全行程のことです。これには、到着港の停泊時の待機時間とターンアラウンド時間が含まれます
航海中	予測船団分析によって船舶に割り当てられた運航ステータスで、船舶が停泊地で待機している状態のこと。詳細については、運航ステータスのセクションを参照してください
航海期間	出港時の実際の出発時刻と、目的の港に到着した時刻の差のこと。

## サポートされる船舶のタイプとサイズ

# 船舶タイプ

予測船団分析は、さまざまな主要な商用船舶を対象としています。以下にアルファベット順に列挙します。

## LLI船舶タイプ

酸タンカー

アスファルトタンカー

バルク集約キャリア

バルクキャリア

コンテナ容量を搭載したバルクキャリア

バルクセメントキャリア

鉄鉱石バルクキャリア

バンカリングタンカー

ケミカルタンカー

バルクキャリアとタンカーの複合運搬船

ケミカルとオイルの複合タンカー

LNGとLPGの複合ガス運搬船

鉄鉱石バルクキャリアとタンカーの複合運搬船

圧縮天然ガス運搬船

原油タンカー

食用油タンカー

フェリー

魚油タンカー

フローティング掘削生産タンカー

果汁タンカー

フル・コンテナ船

完全冷凍貨物船

一般貨物船

コンテナ容量を搭載した一般貨物船

液化天然ガス運搬船

液化石油ガス運搬船

---

家畜船

---

精蜜タンカー

---

海軍補助タンカー

---

旅客船（クルーズ船）

---

旅客RORO船

---

旅客船（不特定）

---

製品タンカー

---

冷凍船

---

RORO船

---

コンテナ容量を搭載したRORO船

---

補給船

---

タンカー（不特定）

---

タンカー車両およびコンテナ船

---

ロードタンカー用ROROタンカー。

---

車両運搬船

---

ウォータータンカー

---

ワインタンカー

---

ウッドチップキャリア

---

## 船舶サイズ

各船舶タイプはいくつかのサイズに対応しています。例えば、バルクキャリアの場合はハンディサイズ、ハンディマックス、スープラマックス、石油タンカーの場合はパナマックス、アフラマックス、スエズマックスなどがあります。これらは、ユーザーが対象の船舶のタイプとサイズにできるだけ早く対応できるように、お客様のフィードバックに基づいて区別されました。

各船舶タイプについて、船舶サイズの内訳を以下の表に示します。

船舶タイプ	船舶サイズ
バルクキャリア	小型サイズ、0~10 dwt
バルクキャリア	ハンディサイズ、10~35 dwt
バルクキャリア	ハンディマックス、35~50 dwt
バルクキャリア	スープラマックス、50~60 dwt
バルクキャリア	パナマックス、60~100 dwt
バルクキャリア	ケープサイズ、100~200 dwt
バルクキャリア	VLBC、200 dwt以上
一般貨物船	0~5 dwt
一般貨物船	5~10 dwt
一般貨物船	10~20 dwt
一般貨物船	20 dwt以上
冷蔵バルク	0~2 dwt
冷蔵バルク	2~6 dwt
冷蔵バルク	6~10 dwt
冷蔵バルク	10 dwt以上
コンテナ	小型フィーダー、0~1 TEU
コンテナ	フィーダー、1~2 TEU
コンテナ	フィーダーマックス、2~3 TEU
コンテナ	パナマックス、3~5 TEU
コンテナ	ポストパナマックス、5~8 TEU
コンテナ	ネオパナマックス、8~12 TEU
コンテナ	VLCS、12~14.5 TEU
コンテナ	ULCS、14.5 TEU以上
RORO船	0~5 dwt
RORO船	5~10 dwt

RORO船	10～15 dwt
RORO船	15 dwt以上
車両運搬船	0～30 gt
車両運搬船	30～50 gt
車両運搬船	50 gt以上
ケミカルタンカー	0～5 dwt
ケミカルタンカー	5～10 dwt
ケミカルタンカー	10～20 dwt
ケミカルタンカー	20 dwt以上
石油タンカー	製品、0～5 dwt
石油タンカー	製品、5～10 dwt
石油タンカー	汎用、10～25 dwt
石油タンカー	MR 1、25～35 dwt
石油タンカー	MR 2、35～45 dwt
石油タンカー	パナマックス (LR 1)、45～80 dwt
石油タンカー	アフラマックス (LR 2)、80～120 dwt
石油タンカー	スエズマックス、120～200 dwt
石油タンカー	VLCC、200～320 dwt
石油タンカー	ULCC、320 dwt以上
液化ガスタンカー	LPG、0～50 cbm
液化ガスタンカー	LPG VLGC、50 cbm以上
液化ガスタンカー	LNG、～100 cbm
液化ガスタンカー	LNG VLGC、100～200 cbm
液化ガスタンカー	LNGカタールマックス、200 cbm以上
その他の液体タンカー	～1 dwt
その他の液体タンカー	1 dwt以上
クルーズ	0～2 gt

クルーズ	2~10 gt
クルーズ	10~60 gt
クルーズ	60~100 gt
クルーズ	100~150 gt
クルーズ	150 gt以上
フェリー - ロパックス	0~2 gt
フェリー - ロパックス	2~5 gt
フェリー - ロパックス	5~10 gt
フェリー - ロパックス	10~20 gt
フェリー - ロパックス	20 gt以上
フェリーパックスのみ	0~299 gt
フェリーパックスのみ	300~1 gt
フェリーパックスのみ	1~2 gt
フェリーパックスのみ	2 gt以上

## コンテキスト情報

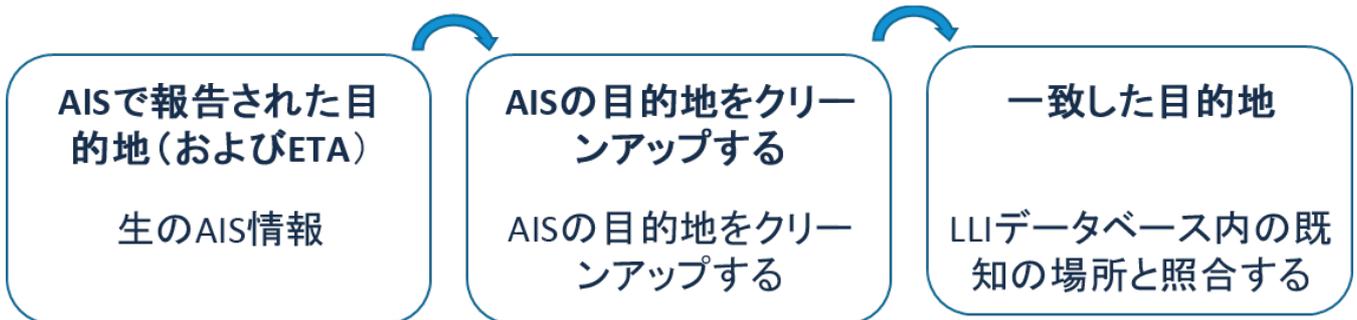
# 一致したAISの目的地とETA

報告されるAISの目的地は、船舶の次の目的地とETAを決定する際に、非常に不正確で信頼性が低いことがよくあります。2020年のLloyd's List IntelligenceのAISメッセージ分析によると、港および場所のデータベースと容易に照合でき、正確で、またははっきりと識別できる目的地を報告している船舶は30%未満であることがわかりました。

場合によっては、抽出して2つの方法に使用できる貴重な情報が含まれていることがあります。

1. 予測された目的地と予測されたETAのコンテキストとして – 予測を確認するか、そうでないかのいずれかです
2. 目的地モデルへの**入力として**。目的地の予測は、特定の船舶が過去6か月間に正確な目的地を報告する上で信頼できる度合いに影響されます

このデータの有用性を最大限に高めるために、AISの目的地は自然言語処理技術を使用して「クリーンアップ」されます。不明瞭または誤った目的地名を削除し、港と場所のデータベースで検索可能な最も近い既知の場所と照合して、「一致した目的地」を生成します。



## 船舶運航と地域ステータス

予測船団分析の船舶運航と地域ステータスは、船舶の2つのステータスに関する情報を提供します。そのステータスとは、その動静のステータス、[運航のステータス](#)とその位置のステータス、[地域のステータス](#)です。

## 運航ステータス

船舶の運航ステータスは、船舶の現在位置と航海中のステータスに関する情報のレイヤーを増やします。これは、AISの位置データ、船舶の寄港情報、船舶の特性データの組み合わせを用いて決定されます。

航海中に船舶に適用されるステータスは次のとおりです。

- 着岸中
- 入港中
- 停泊
- 操縦中
- 低速の運航
- 航海中

予測船団分析は、航行中の船舶に関する現在とこれまでの両方の運航ステータス（航行距離や所要時間など）を提供します。この情報は、[予測船団分析の対象となる船舶について](#)、2016年以降から利用できます。

各船舶の運航ステータスについて、航海中の船舶の状況を以下の表に示します。

運航ステータス	アクティビティのステータス	船舶の位置	船舶の速度
着岸中	停止	船舶はバース内に30分以上停泊しています	該当なし
入港中	停止	本船舶は港のポリゴン内にあります（注1）。バース内に停泊している可能性があります、30分未満です	該当なし
停泊	停止	本船舶はアンカレッジのポリゴン内にあります（注2） または 船舶の航行状況は「錨泊時」に設定されています または 船舶の速度が0.4ノット未満であり、船舶が最初と最後の位置の間に移動した距離が1海里未満であること	1ノット未満
操縦中	航海中	船舶は港、サブポート、またはアンカレッジにいます または 船舶は港の中心部から1海里以内にいます または 船舶は海岸から5海里未満のところにいます	3ノットの間
低速の運航（注3）	航海中	船舶は海上でゆっくりと運航しています	5ノット以上、船舶最高速度の80%未満（注4）
航海中（注3）	航海中	船舶がスピードアップしているか、高速で運航しています	5ノット以上、船舶最高速度の80%未満（注4）

**注意：**

1. 港のポリゴンは、港の周囲にある地理的な点の集まりによって定義される領域です
2. アンカレッジのポリゴンは、アンカレッジの周囲にある地理的な点の集まりによって定義される領域です
3. 「低速の運航」と「航海」の間のステータスの変化を確認するために、またはその逆の状態、過去1時間の船舶の対地速度を評価して変化を確認します。例えば、現在の船舶の対地速力がそのタイプの船舶の最高速度の80%を超えていて、過去1時間以上この状態が続いている場合、船は低速の運航から航海中に変わります。
4. 船舶の最高速度は、そのような船舶カテゴリーの履歴データを使用して、そのタイプとサイズによって決定されます

## 地域ステータス

船舶の地域ステータスで、世界の海洋地域内での船舶の滞在時間と移動距離に関する現在およびこれまでの情報を提供します。

すべての海洋地域は、[海洋地域](#)によって提供される分類によります。この情報源から取られたすべての地域とエリアは、[国連海洋法条約（UNCLOS）](#)の規定に従っています。これらすべての地域の全リストは、[ここからダウンロード](#)できます。



Comprehensive Maritime Regions.xlsx 2MB

バイナリ形式

使用される地域の種類を次の表に示します。

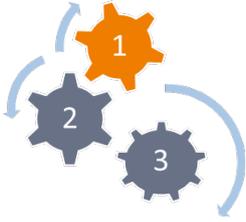
エリア名	説明
領海 (TW)	沿岸国の基線から最大12海里離れたベルト状の沿岸水域。
内水 (IW)	群島国家の領海 (TW) の陸側の水域。内水には川や運河が含まれます
接続水域 (CZ)	領海 (TW) の外側に広がり、基線から最大24海里離れたベルト状の水域で、国家は海洋運航を管理して、法律違反を防止または処罰することができます。
群島水域 (AW)	群島国家の群島基線によって囲まれた水域で、海洋法に関する国際連合条約第47条に従って引かれた水域
公海	いずれの国家の管轄にも含まれない外洋水
排出規制海域 (ECA)	1997年のMARPOL議定書の附属書VIで定義されているように、船舶からの大気中へのガス排出を最小限に抑えるために、より厳格な規制が確立された海域。
国際水路海域 (IHO)	IHO海域は、 <a href="#">国際水路機関</a> によって定義されています。1953年にIHOが発行した「Limits of Oceans & Seas, Special Publication No. 23」によって構成され、世界の主要な海洋や海の境界を表しています。
共同戦争委員会の定めた地域 (JWC)	共同戦争委員会 (JWC) によって保険会社のリスクの高い地域として指定された地域。
高リスクの排他的経済水域 (制裁対象のEEZ)	現在次の機関によって制裁対象となっている国々のEEZ: OFAC、欧州連合 (EU)、英国財務省 (HM Treasury)、国連 (UN)
排他的経済水域 (制裁対象外のEEZ)	沿岸国がすべての経済資源を管轄する当該国の海岸線/海側境界線から外側の200海里の水域

船舶の地域ステータスは、船舶が地理空間海域を通過する際のAIS位置データによって決定されます。各船舶のAIS位置メッセージは、1kmの精度に従って海域内として分類されます。船舶が同時に複数の海域内にある場合（例えば、ロシアJWCとバルト海ECA）、海域は両地域に応じて分類され、ラベル付けが行われます。

船舶が特定の地域に通過すると、場所を分類すると同時に、以下の指標を収集します。

- その地域内における船舶の最初のAISメッセージと最後のAISメッセージのタイムスタンプ
- その地域内で航行した距離（海里）
- 地域内の合計時間（単位：時間）

# 目的地モデル



- 1.目的地モデル
- 2.入港予定日時(ETA)モデル
- 3.港の混雑度モデル(ETBとETDを提供)

予測目的地モデルは、船舶が出港し、約150海里を航行した後に、船舶に対して最も可能性の高い目的地を特定しようとするものです。このモデルの出力によって、最も可能性の高い（最大）3つの目的地が最も可能性の高いものから順に特定されます。

航海の可能性の高い目的地を予測するには、次の2つのステージが順次処理されます。

## 1. 貿易航路の割り当てられる

過去150海里にわたる船舶の位置と針路（航跡）を使用して、[貿易航路](#)が航海に割り当てられます。このプロセスの出力は、船舶の目的地となる可能性のある港の候補地を特定することに役立ちます。

このプロセスでは、貿易航路を策定するための基盤として、今までの広範な船舶の[航跡情報](#)を使用しています。

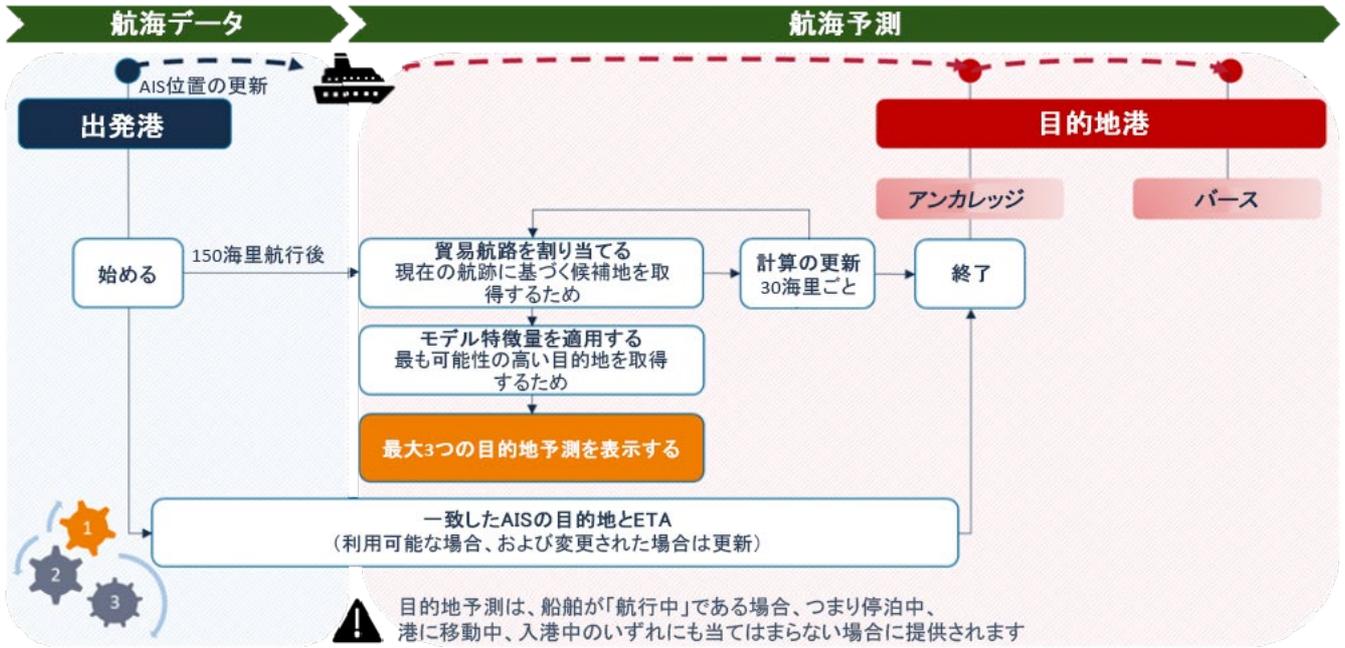
## 2. モデルの特徴量が適用される

航海が移動すると判断された貿易航路に関連付けられた港の候補のリストは、[モデルの特徴量](#)を使用して最も可能性の高い目的地を特定するためにさらに絞り込まれます。

考慮される要素として、そのサイズとタイプの船舶に期待される動作、その船舶がある小さなグループの港に関連付けられているかどうか、および正しい目的地またはETAを示す船舶の信頼性などがあります。

## 航行している航海中

船舶の航海が進むにつれて、30海里進むごとに計算が更新されます。これにより、新しい[貿易航路](#)が割り当てられ、目的地の予測が変更される可能性があります。目的地の予測は、船舶が目的地の港に到着したときに終了します。次の図は、航行中の航海における目的地の予測プロセスを示しています。また、図には、[報告されたAISの目的地と一致したAISの目的地を生成するプロセス](#)も示されています。



図：航行中の航海における目的地の予測プロセス



目的地の予測を行う際、予測船団分析は独自のAIアルゴリズムを展開し、これまでの広範な航海データを使用します。展開される手法には、教師あり機械学習と教師なし機械学習の両方が含まれ、とりわけクラスタリングとロジスティック回帰手法を利用するプロセスが含まれます

# 貿易航路

貿易航路は、目的地の予測プロセスの第1段階を支えるバックグラウンドインテリジェンスです。

これまでの広範な航海データと機械学習アルゴリズムを組み合わせ、一般的な移動ルートのネットワークである貿易航路を割り出します。各貿易航路は、いくつかの可能な目的地の港に関連付けることができます。

次の図は、広範な航海データベースを貿易航路に変換する際の一連のプロセスを示しています。



図：広範な航海データベースを貿易航路に変換する際の一連のプロセス

## 航海情報のプール

航海データベースは、数百万の船舶位置のデータポイントで構成されており、その後航海情報に反映されます。**航海情報のプール**は、すべての航海のサブセットであり、不完全な航海情報や無関係な航海情報などの外れ値が削除されているため、今後の航海とそれに関連する予測を適切に表すこととなります。

## 船舶の航跡

航海プールの各航海は、一連の船舶の航跡、150海里に及ぶ一連の位置と針路に分割されます。これらは「航海情報のセグメント」と見なすことができます。

## 貿易航路

貿易航路は、船舶航跡の類似性を評価し、クラスタリング手法を使用してそれらをグループ化することによって形成されます。貿易航路は、船舶が向かう可能性のある港の数が大幅に絞り込まれるために、目的地モデルにとって極めて重要です。

## 航行中の航海のための貿易航路の割り当て

航行中の航海に対して、過去150海里にわたる船舶の位置と針路（**航跡**）を使用して、貿易航路が航海に割り当てられます。航海中、最新の船舶の航跡を使用して、船舶が航行している貿易航路を再計算します。



図：航行中の航跡（赤）と、貿易航路を形成する過去の航跡のクラスター（青）

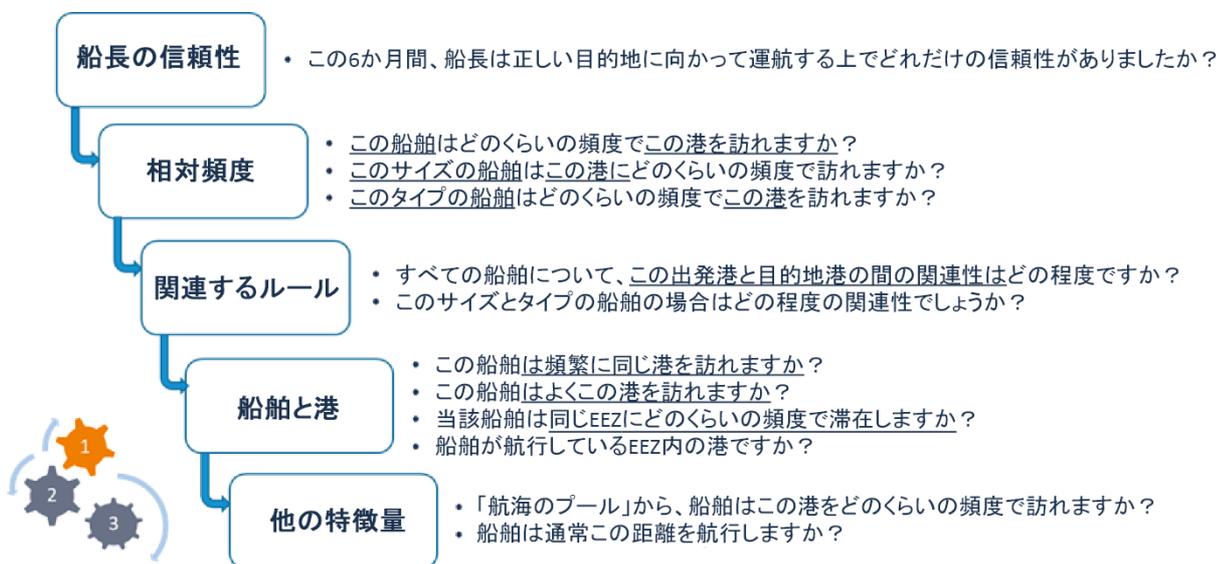
## モデルの特徴量

航行中の航海では、船舶が航行する貿易航路に関連付けられた港の候補にモデル特徴量が適用されます。その目的は、目的地予測を最も可能性の高い港に絞り込むことです。

考慮される要素として、そのサイズとタイプの船舶に期待される動作、その船舶がある小さなグループの港に関連付けられているかどうか、および正しい目的地またはETAを示す船舶の信頼性などがあります。

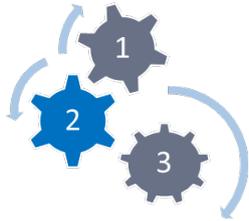
モデル特徴量は、ロジスティック回帰の手法を利用し、一連の質問をするだけで最も可能性の高い目的地を選びます。

次の図は、最も可能性の高い目的地を取得するために適用されたモデル特徴量を示しています。



図：最も可能性の高い目的地を取得するために適用されるモデル特徴量

# 入港予定日時（ETA）モデル



- 1.目的地モデル
- 2.入港予定日時(ETA)モデル
- 3.港の混雑度モデル(ETBとETDを提供)

入港予定日時（ETA）モデルは、予測目的地に対する船舶の入港予定日時を予測します。予測ETAは、船舶が予測目的地のアンカレッジにいつ到着する可能性があるかを正確に予測するために設計されています。

航海のETAの可能性を予測するには、2つの連続した処理段階があります。

## 1. 最適ルートが計算される

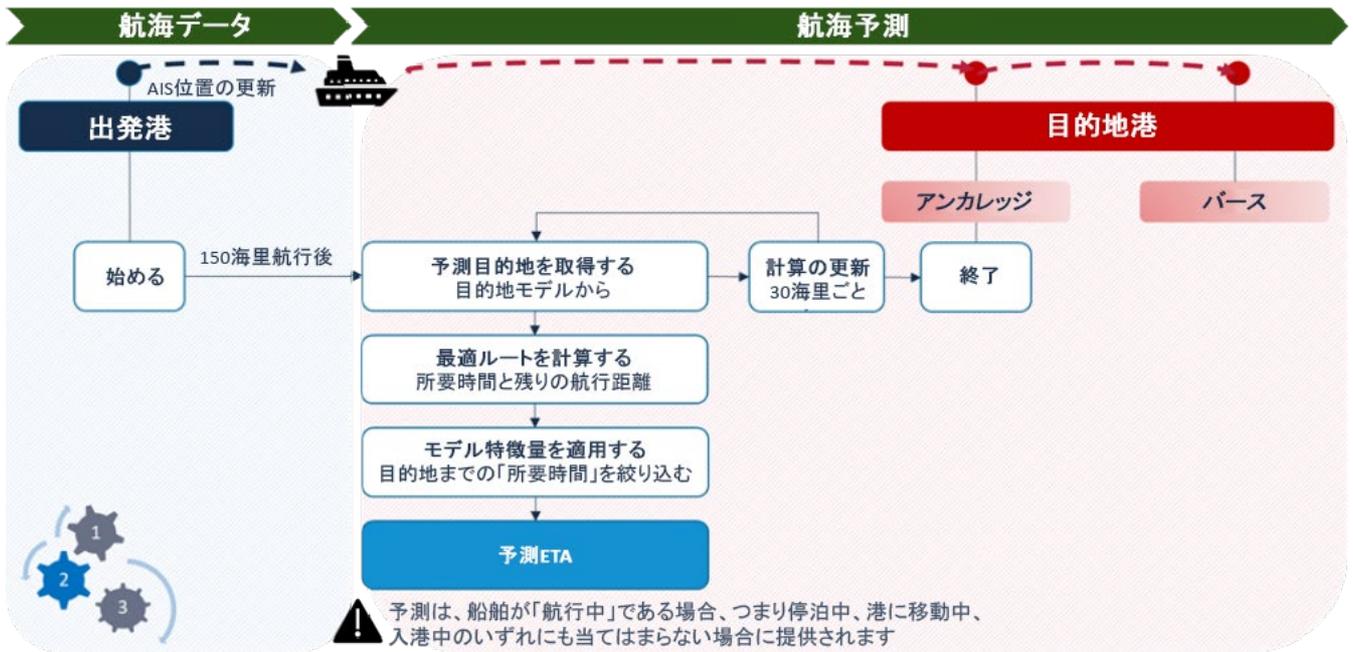
船舶の現在地と予測目的地を用いて、**最適航路**を計算しました。最適航路は、船舶がこれまで最も頻繁にたどった航路に基づいており、「予測所要時間」と「残りの予測航行距離」の情報が付随しています。

## 2. モデルの特徴量が適用される

船舶のタイプとサイズ、現在の速度と針路、当該船舶の以前の航海に基づく履歴情報などの詳細情報が**モデル特徴量**を介して適用され、予測所要時間が絞り込まれ、正確な予測ETAが作成されます。

## 航行している航海中

ETAの予測は、船舶が150海里航行した時点で開始されます。船舶の航海が進むにつれて、30海里の移動ごとに計算が更新され、最新の情報に基づいて最新の予測が提供されます。ETAの予測は、船舶が目的地の港に到着したときに終了します。次の図は、航行中の航海のETA予測プロセスを示しています。



図：航行中の航海のETA予測プロセス

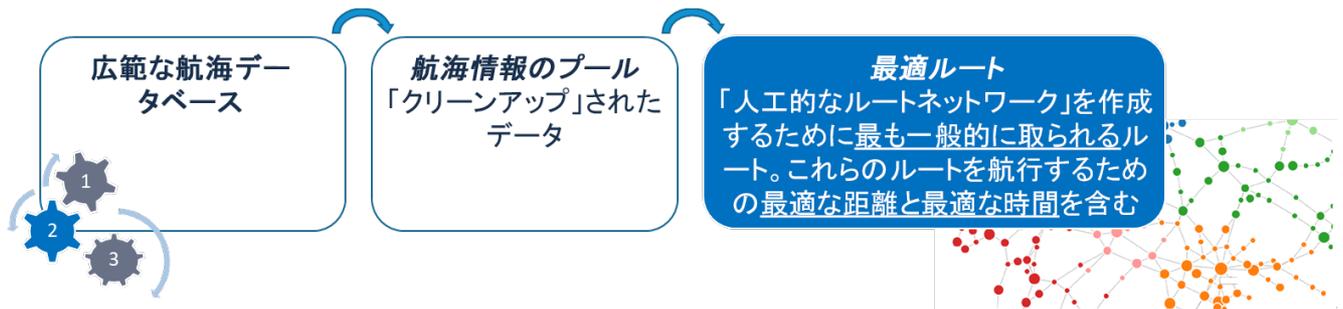


ETAの予測を行う際、予測船団分析は独自のAIアルゴリズムを展開し、これまでの広範な航海データを使用します。展開される手法には、ダイクストラのアルゴリズム(最短経路)と勾配ブースティングなどがあります。

# 最適ルート

最適ルートを選べるようにしているバックグラウンドインテリジェンスは、船舶が予測目的地に到着するまでの予想距離と時間を導出するために使用される人工的な船舶ルートネットワークです。

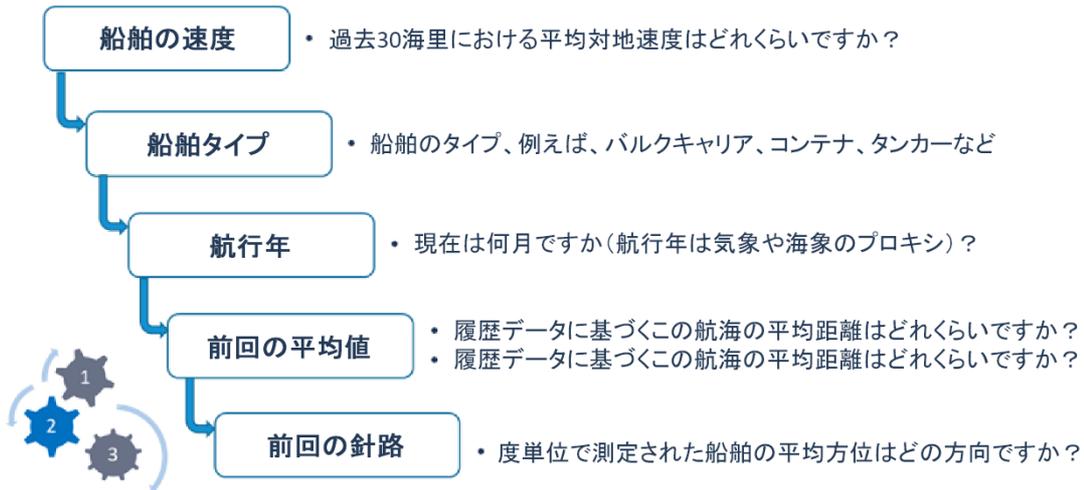
これまでの広範な航海データを機械学習アルゴリズムと組み合わせて、ある港から別の港に移動するときに船舶がたどる最も一般的なルートを決定します。人工ネットワークは、航海のプールから検証済みのこれまでの船舶航跡コレクションを使用して作成され、船舶のタイプとサイズが考慮されます。



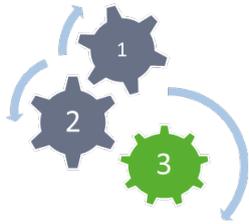
## モデルの特徴量

航行中の航海では、モデル特徴量を適用して、予測所要時間を絞り込み、正確な予測ETAを生成します。船舶のタイプとサイズ、現在の速度と針路、これまでの船舶の航海に基づく履歴情報などの詳細情報が考慮されます。

次の図は、予測目的地の予測所要時間とETAに絞り込むために適用されたモデル特徴量を示しています。



# 港の混雑度モデル



- 1.目的地モデル
- 2.入港予定日時(ETA)モデル
- 3.港の混雑度モデル(ETBとETDを提供)

港の混雑度モデルの目的は2つあります。

1. 予測目的地と予測ETAが作成された船舶の予測着岸予定日時 (ETB) と予測出港予定日時 (ETD) の基盤となるインテリジェンスを提供するため
2. 対象となる場所に関するいままでの混雑度と予測混雑度を含む港の混雑度分析を提供するため。予測は5日間分行われます

## 主要コンポーネント

港の混雑度モデルでは、5日ごとに港（およびサブポート）の状況の予測が見直されます。モデルがすべての港について予測しようとしている2つの条件は次のとおりです。

- 船舶の着岸予定日時 (ETB) の予測を容易にする平均待機時間
- 船舶の出港予定日時 (ETD) の予測を容易にする平均着岸時間

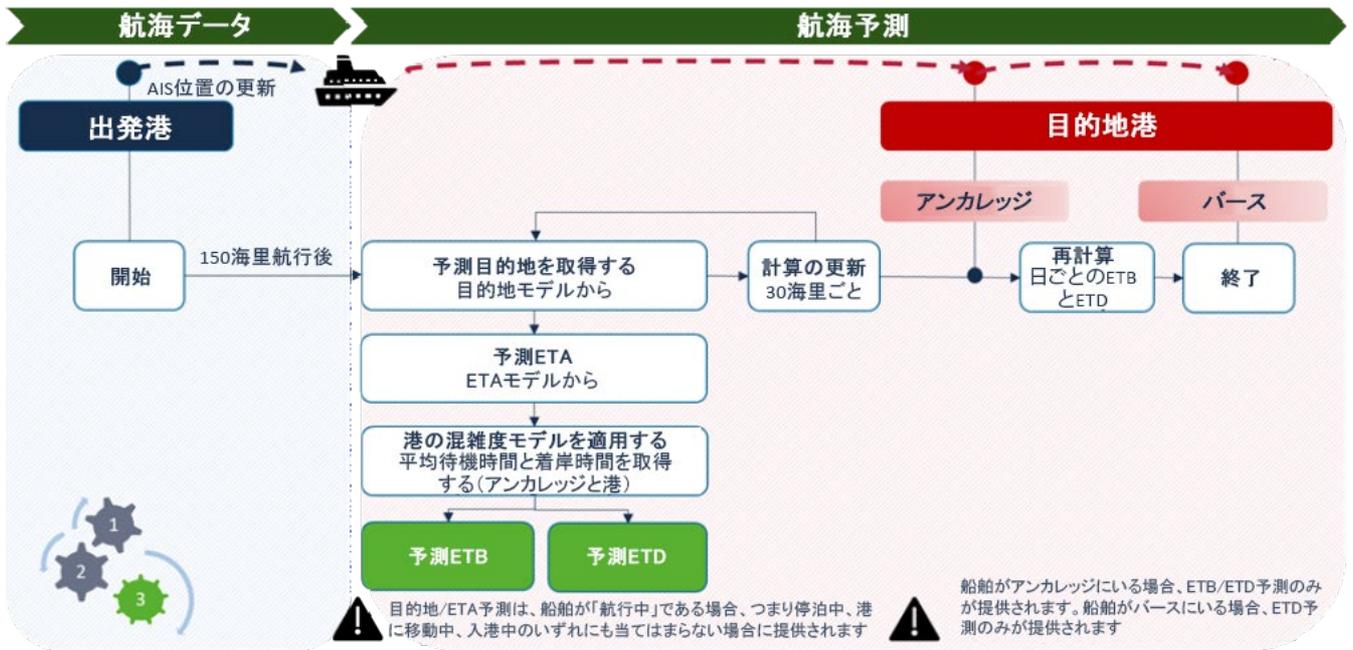
## 航行している航海中

予測目的地、ETAと港の混雑度モデルからのインテリジェンスを組み合わせることで、予測ETBと予測ETDが導き出されます。

予測ETBと予測ETDの両方について、船舶の詳細情報が考慮され、待ち時間に織り込まれます。これらには、船のタイプやサイズなどの要因が含まれます。

ETBとETDの予測は、船舶が150海里を移動したときに、最初の目的地とETAの予測とともに開始されます。船舶の航海が進むにつれて、30海里の移動ごとに計算が更新され、最新の情報に基づいて最新の予測が提供されます。目的地の港に到着すると、ETBとETDの予測が毎日更新されます。船舶がバースに到着すると、ETDのみが更新され、船舶が港を出港したときに終了します。

次の図は、航行中の航海におけるETBとETDの予測プロセスを示しています。



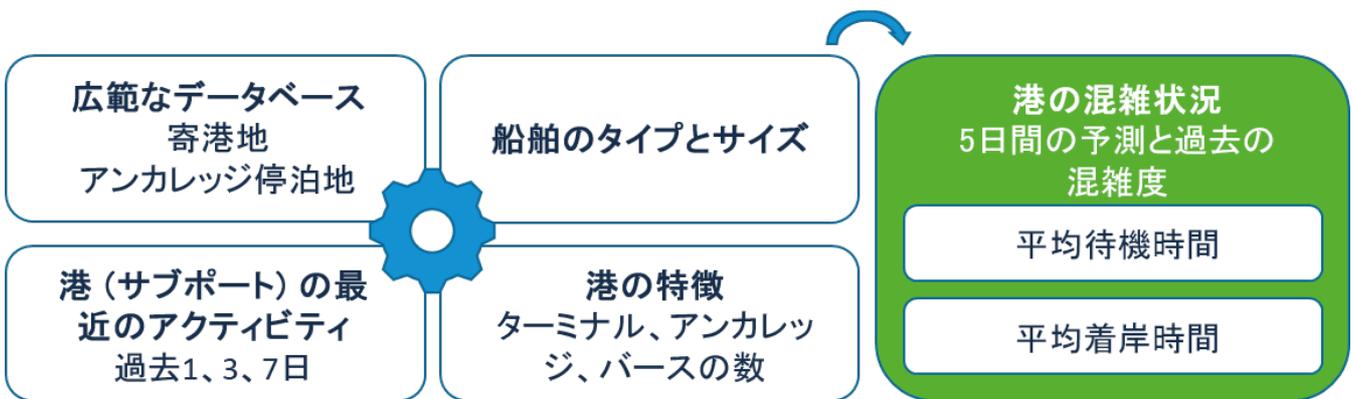
図：航行中の航海におけるETBとETDの予測プロセス

## 平均待機時間と平均着岸時間

ETBとETDの予測を支えるバックグラウンドインテリジェンスは、港の混雑度に関する2つの測定値です。平均待機時間と平均着岸時間。

このモデルでは、過去の寄港とアンカレッジイベント、過去1、3、7日間の港の状態、船舶のタイプとサイズ、ターミナルやバースの数などの港の特性に関する広範なデータベースを使用して、混雑度を判断します。

すべての港の混雑度の予測は、5日間のローリング予測期間に対して行われます。予測は毎晩グリニッジ標準時深夜に再実行されます。



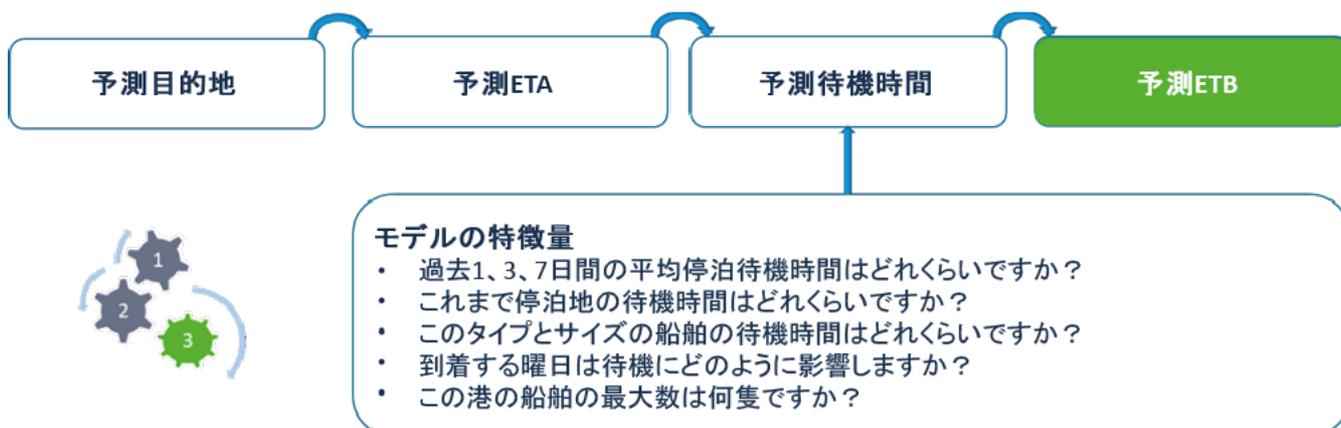
## 予測ETB

航行している航海中、ETBは、予測目的地の予測ETAを取得し、そして予測待機時間を追加することによって取得されます。

予測待機時間は、予測目的地での**平均待機時間**を取得し、モデル特徴量を適用してその船舶の待機時間を絞り込むことから導き出されます。モデル特徴量は次のような質問をします。

- 過去1、3、7日間の平均停泊待機時間はどれくらいですか？
- これまで停泊地の待機時間はどれくらいですか？
- このタイプとサイズの船舶の待機時間はどれくらいですか？
- 到着する曜日は待機にどのように影響しますか？
- この港の船舶の最大数は何隻ですか？

予測ETAが港の混雑度予測の5日間を超えた場合、5日目から予測待機時間が生成されます。



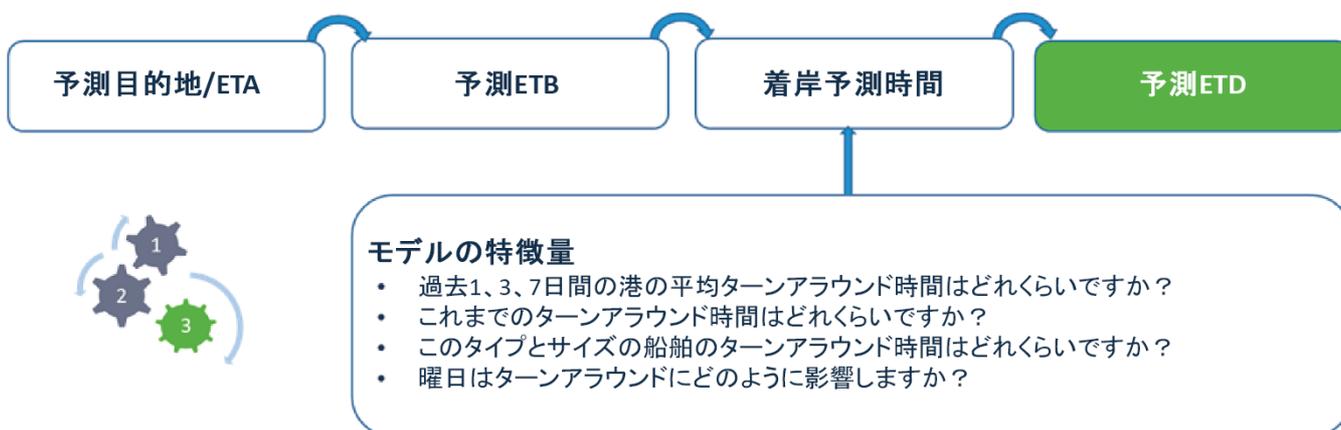
## 予測ETD

航行している航海中、ETBは、予測目的地の予測ETAを取得し、そして着岸予定日時を追加することによって取得されます。

予測着岸予定日時は、予測目的地での**着岸平均時間**を取得し、モデル特徴量を適用して、その船舶のターンアラウンドタイムを絞り込むことから導き出されます。モデル特徴量は次のような質問をします。

- 過去1、3、7日間の港の平均ターンアラウンド時間はどれくらいですか？
- これまでのターンアラウンド時間はどれくらいですか？
- このタイプとサイズの船舶のターンアラウンド時間はどれくらいですか？
- 曜日はターンアラウンドにどのように影響しますか？

予測ETAが港の混雑度予測の5日間を超えた場合、5日目から予測着岸時間が生成されます。



# 港の混雑度分析

港の混雑度分析は、すべての港に対してこれまでの混雑度と予測混雑度の両方を提供することを目的としています。

## 港の混雑度情報の概要

次の表に、港の混雑度分析から入手できる概要情報を示します。過去の情報は2020年1月1日から入手可能で、5日先の予測が可能です。大規模な港の場合、混雑度は親港とサブポートのレベルで利用できます（例：上海の洋山港）。港湾の混雑状況は、[船舶タイプ](#)と[船舶サイズ](#)の詳細なレベルで表示できます

名前	情報の説明	履歴情報	予報情報
平均待機時間	停泊地での平均待機時間 (単位：時間)	✓	✓
最大待機時間	停泊地での最大待機時間 (単位：時間)	✓	✓
平均着岸時間	バースでの平均時間 (単位：時間)	✓	✓
最大着岸時間	最大着岸時間 (単位：時間)	✓	✓
入港	入港 (アンカレッジとバース)	✓	X
予測された入港	アンカレッジとバースでの予測入港 (選択した港が最上位の予測目的地である予測を含む)	X	✓