西宮沖 海風フロント戦術モデル

海風が枠の東側に「届く日」と「届かない日」のAI戦術モデル ― 多段階の戦術判断 × モンテカルロ10,000ケース

版 0.1 ｜ 2026年9月19日 ｜ 作成：Kanie Kaoru ｜ 対象：インカレ西宮 2026年10月・レース枠ABCD

「西宮沖レース海面ガイド（サンプル版 0.3）」は、海風転換の日のうち朝の北東が強かった日（神戸空港の午前平均が4m/s以上）の19日を調べ、海風が甲子園浜まで届いたのは10日、届かなかったのは9日と報告しています。届かない日は「海風は西側だけに入り、枠の東側には北〜北北東の風が残る。境目は風が弱く向きが定まらない。境目の位置は分からない」とされています。この資料では、この2つの場合を別々の風のモデルに組み、それぞれ10,000ケースのレースを計算機の中で走らせて、どのコース取りが速いかを決定木に学習させました（AI-A、AI-B）。以下の数字はすべて、学習に使っていない別の10,000ケースで測った値です。

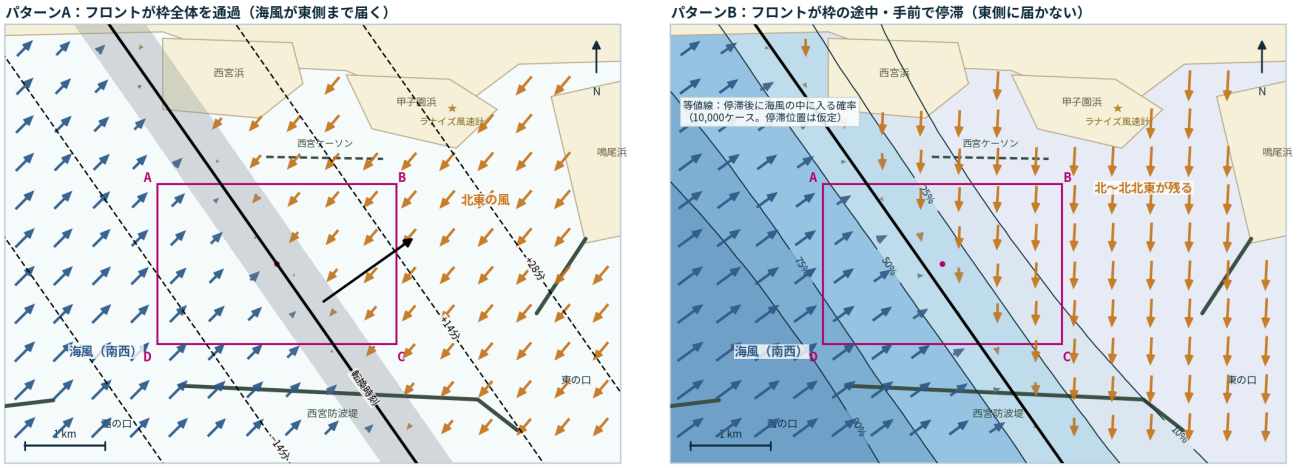


図1　2つのパターン。矢印は風の流れる向き（青＝海風、橙＝北〜東の風）、灰色は1.5m/s未満の凪。左：フロント（2つの風の境目）が南西から北東へ枠を横切る。破線は進行速度5.5km/h（仮定の中央値）での前後の位置。右：フロントが途中で止まる。等値線は停滞後にその地点が海風の中にある確率で、停滞位置を一様分布と仮定した結果です。

要点

1. **どちらの日も、左右の奥への決め打ちが最も損です。**中央コース（真ん中の帯で振れに合わせてタックする）に比べ、Aでは約1分、Bではフロント側（西）の奥で約3分、反対の奥でも約1分半遅れます。前方の風の強い側へ寄る方法も、中央より23〜31秒遅い結果です。
2. **AIモデルの上積みは、中央コース比で A +17.7秒、B +14.7秒**（1レース46〜51分の約0.5%）。統計的には確かですが小さく、結果を先に知っていた場合の上限（A +105秒、B +129秒）の1〜2割です。残りは事前に読めない振れでした。
3. **AI-A（届く日）**：北〜東の風の間は常に中央。海風に変わった後は、直近10分で風が振れた側へ半歩だけ寄ります。上積みの約半分は風下レグで出ています。
4. **AI-B（届かない日）**：風上はほぼ中央で、フロント側（西）へは出ません。風下は東側（フロントから遠い側）を選びます。フロントが枠の中央付近で止まる日は、中央コースでも53〜59分かかり、西の奥は3〜5分の損でした。
5. **A用とB用を取り違えても損は小さい**（1レースあたり10〜20秒）。どちらの木も「今どちらの風の中か」「フロントがどこに見えるか」を見て判断するためです。迷う間はB用か、両方を混ぜて学習させたモデルが安全でした。
6. フロントの進む速さ・止まる位置・向きには実測がなく、仮定です（9ページ）。

項目	パターンA：届く	パターンB：届かない
事前確率（朝の北東が4m/s以上の海風転換日）	53%（19日中10日）	47%（19日中9日）
15:30までにスタートできる割合（レース委員会モデル）	99.7%	90%
レースの内訳：北〜東の風のみ／海風のみ／レース中にフロントが掛かる	13／62／26%	67／13／19%
中央コースの平均所要時間（風上→風下→風上、各1.5km）	46.5分	50.7分
左奥 固定　／　右奥 固定	−66秒　／　−57秒	−175秒　／　−88秒
AIモデル（±は95%信頼区間）	**+17.7 ± 1.3秒**	**+14.7 ± 2.1秒**
AIが中央より 速い／同じ／遅い	52／19／30%	44／26／30%
結果を先に知っていた場合の上限（レグごとに最速の帯を選ぶ）	+105秒	+129秒

表1　2つのパターンの比較（各パターン 検証10,000ケース）。利得は「中央コースの所要時間 − その戦略の所要時間」で、＋が速い。

1. モデルの設計 多段階の判断とモンテカルロ

判断の段階（多段階戦術推論）

段階0 朝・陸上	日のタイプと事前確率。届く53%／届かない47%（データ）。
▼	
段階1 スタート前	レース委員会が「スタートできる風」になるまで5分刻みで待ち、枠内にコースを置く。
▼	
段階2 風上①の入口	見えている状況から、5つの帯（左奥・左寄り・中央・右寄り・右奥）の1つを選ぶ。
▼	
段階3 風上①の45%地点	今の横位置と状況を見て、帯を選び直す。
▼	
段階4 風下の入口	3つの帯（左・中央・右）の1つを選ぶ。
▼	
段階5 風上②	段階2・3と同じ判断をもう一度。

学習は後ろから順に行います。まず45%地点での最良の選び直しを学習し、それを前提に入口での選択を学習します（後ろ向き帰納）。入口の選択は「その後に正しく選び直すこと」を織り込んだ値で評価されます。赤の段階がAIモデルの担当です。

モンテカルロの設計

- 風向・風速・振れの大きさと周期、フロントの向き・速さ・止まる位置、転換時刻、後退の有無など**47個のパラメータ**を、ラテン超方格で抽出（パラメータの範囲を偏りなく覆う抽出法）。
- パターンごとに**学習10,000ケース＋検証10,000ケース**（乱数は別）。本文の数字はすべて検証側。
- どの戦略も同じ10,000ケースを走る（共通乱数）ので、戦略どうしの差は小さな誤差で測れます。
- 学習では、風上は5×5＝25通り、風下は3通りの帯を**全ケースで実際に走らせて**所要時間を比べます。1パターンあたり約53万レグ。
- モデルは深さ3の決定木（葉あたり250ケース以上）。目的変数は「中央との所要時間の差」で、±4分で打ち切り。
- 判断に使うのは、艇の上から見える情報だけ（誤差つき）。風の将来やパラメータは見せていません。

風の場

北〜東の風（振れが大きい）と南西の海風（振れが小さく、時間とともに強まる）を別々に作り、フロントからの距離に応じた重みでベクトルとして足し合わせます。境目では2つの風が打ち消し合うので、元レポートの言う「風が弱く向きが定まらない帯」が自然に生じます。Aではフロントが一定の速さで枠を通過し、Bでは減速して止まり、その場で前後に揺れます。

コース取りの選択肢と、判断に使う観測

選択肢（次のマークに向かって見た左右）	レグの入口と45%地点で見えるもの（すべて誤差つき）
風上5択：左奥／左寄り／中央／右寄り／右奥。帯の中心はコース軸からレグ長の0・±15%・±30%、幅は±10〜12%。帯の中では、平均風向から3〜10°以上ヘッダーしたらタックし、帯の端に来たら返す。 **風下3択**：左／中央／右（中心は軸から0・±14%）。リフトでジャイブ。 **中央**がすべての比較の基準です。	①前方の左右の風速差　②直近10分の風速の変化　③直近10分の風向の変化　④フロントの横位置（左右）　⑤フロントの前後位置　⑥フロントまでの距離（2.5kmを超えると見えない）　⑦今の風速　⑧今いるのが海風の中か、北〜東の風の中か　⑨時刻。 45%地点ではこれに、⑩今の横位置、⑪前半に選んだ帯、が加わります。

レース委員会・艇・比較対象

- **レース委員会**：コース上の3点すべてで2m/s以上、風向の差20°以内、直近10分の変化20°以内、フロントがコースに掛かっていない、を満たすまで待ちます。最初の予告10:25、最終スタート15:30。コースは枠内の9か所から置ける場所を選びます。
- **艇**：470／スナイプ級を想定した簡易ポーラー。上り角45°、下り152°。タック1回の損失は風速に応じて7〜13秒。
- **比較対象**：固定4帯（左奥・左寄り・右寄り・右奥）と「強風側ねらい」（前方の左右の風速差が0.3m/s以上なら強い側へ寄り、0.8m/s以上なら奥へ）。
- **指標**：平均利得と95%信頼区間、中央より速い／同じ／遅いの割合、5%点（悪い方から5%の結果）、事後最良との差（5つの固定帯のうち結果的に最速だったものとの差）、結果を先に知っていた場合の上限。

2. パターンA — 海風が枠全体を通過する日 10,000ケース

フロントは南西から来て、2〜15km/h（仮定）で枠を横切ります。レース委員会はほぼ必ずスタートできます（99.7%、待ちは平均2分）。レースの62%はフロント通過後の海風、13%は通過前の北東風、残り26%はレース中にフロントがコースに掛かりました。スタート時刻の中央値は13:24です。

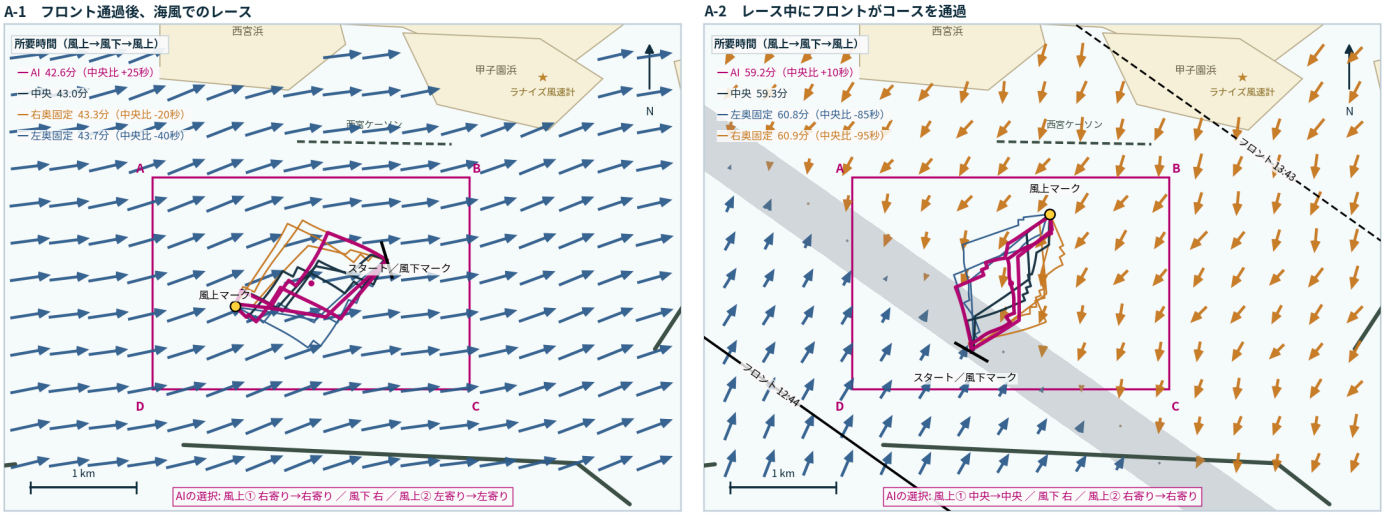


図2　パターンAの代表ケース（そのグループの平均に近い結果のケースを機械的に選んだもの）。矢印はスタート後、所要時間の35%が過ぎた時点の風。黒の実線はスタート時、破線はフィニッシュ時のフロント。A-2ではレース中に凪の帯がコースを横切り、どの戦略も約60分かかっています。

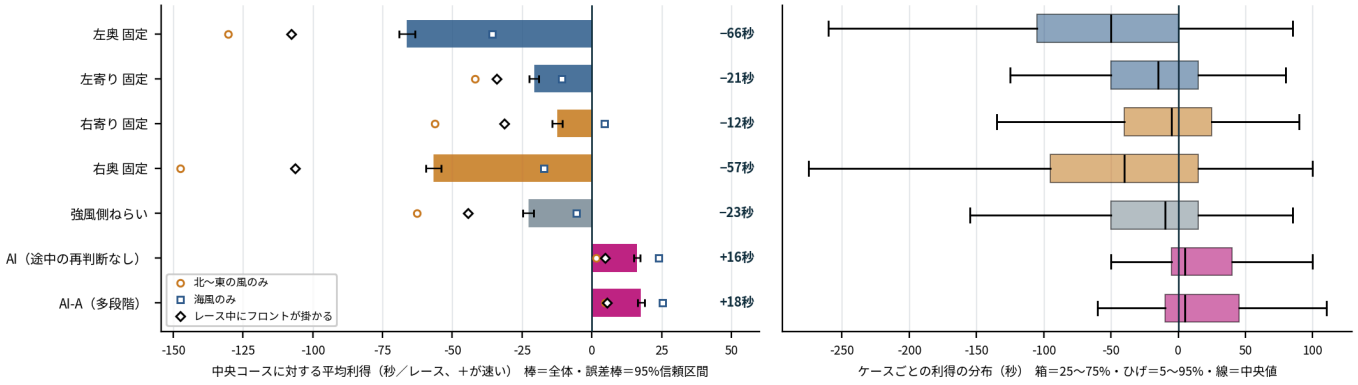


図3　パターンAの戦略比較。左：中央コースに対する平均利得。右：ケースごとの利得のばらつき。奥への固定は平均で遅いだけでなく、悪い側の裾（5%点で−260〜−275秒）が長い。

戦略	平均利得（秒）±95%信頼区間	北〜東の風のみ（13%）	海風のみ（62%）	フロントが掛かる（26%）	速い／同じ／遅い（%）	5%点	95%点	事後最良との差
左奥 固定	−66.3 ± 2.9	−130	−36	−108	24／2／74	−260	+85	105
左寄り 固定	−20.7 ± 1.7	−42	−11	−34	33／4／63	−125	+80	59
中央（基準）	0	0	0	0	—	—	—	38
右寄り 固定	−12.4 ± 1.8	−56	+4	−31	41／5／54	−135	+90	51
右奥 固定	−56.7 ± 2.8	−147	−17	−106	29／2／68	−275	+100	95
強風側ねらい	−22.8 ± 2.0	−63	−6	−44	35／9／56	−155	+85	61
AI（途中の再判断なし）	+16.2 ± 1.2	+2	+24	+5	52／21／27	−50	+100	22
AI-A（多段階）	**+17.7 ± 1.3**	**+5**	**+25**	**+6**	**52／19／30**	**−60**	**+110**	**21**

表2　パターンAの結果（秒／レース、＋が速い）。「同じ」はAIがすべての判断で中央を選び、航跡が中央と一致したケース。

- 北東風のレースでは、奥への固定は−130〜−147秒。振れの標準偏差が15°ある風で片側に寄り切ると、振れを半分しか使えないためです。
- 海風のレースでは左右の差が縮みます（左奥−36秒、右奥−17秒、右寄り+4秒）。海風が時計回りに回る分だけ右（岸側）がわずかに良いものの、奥まで行く価値はありません。
- スタートが転換時刻の60〜20分前に当たると、88%でレース中にフロントが掛かり、中央でも56分かかります。ここではAIの上積みも+6秒にとどまります。

AI-A の判断ルール 届く日のモデル

表の数字は、その状況でその帯を選んだときの、**中央との差（秒、そのレグ1本分、検証10,000ケースでの実測）**です。赤地がAIの選択。該当2%未満の葉は省いています。

風上レグの入口（風上①と風上②を合わせて学習）

レグの入口で見えている状況	該当	左奥	左寄り	右寄り	右奥	AIの選択
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 22°以上振れた	5%	−38	−11	−40	−95	中央
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 0〜22°振れた	10%	−55	−16	−27	−76	中央
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 0〜15°振れた	7%	−78	−27	−12	−50	中央
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 15°超振れた	7%	−84	−37	−8	−38	中央
海風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 4°以上振れた	21%	+1	**+3**	−6	−22	左寄り
海風の中 ／ 直近10分の風向変化が小さい（反時計回り4°〜時計回り3°）	23%	−23	−6	−3	−21	中央
海風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 3〜35°振れた	24%	−38	−16	**+6**	0	右寄り
海風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 35°超振れた	3%	**+11**	+7	+4	+9	左奥

風下レグの入口

レグの入口で見えている状況	該当	左	右	AIの選択
北〜東の風の中 ／ 直近10分の時計回りの振れが 6°以下（反時計回りを含む） ／ フロントまで 1.4km 以内	3%	−12	**+20**	右
北〜東の風の中 ／ 直近10分の時計回りの振れが 6°以下（反時計回りを含む） ／ フロントまで 1.4km 超（見えない場合を含む）	18%	−12	−7	中央
海風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 6°以上振れた	13%	−10	**+19**	右
海風の中 ／ 直近10分の風向変化が小さい（反時計回り6°〜時計回り6°）	34%	+4	**+7**	右
直近10分で風が時計回りに 6°超振れた ／ フロントまで 1.4km 以内	3%	−8	**+15**	右
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 6°超振れた ／ フロントまで 1.4km 超（見えない場合を含む）	11%	**+7**	−30	左
海風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに 6°超振れた ／ フロントまで 1.4km 超（見えない場合を含む）	18%	**+14**	−6	左

左右は次のマークに向かって見た向きです。**海風（南西）のとき**：風上は 左＝沖・防波堤側（南東）、右＝岸・西宮浜側（北西）。風下は逆で 左＝岸側、右＝沖側。**北東の風のとき**：風上は 左＝岸側（北西）、右＝沖側（南東）。

読み解き

- **北〜東の風の間は、何が見えていても中央。**奥は1レグで40〜95秒の損。直近10分で振れた向きと反対側の奥が最悪です（反時計回りに大きく振れた後の右奥 −95秒、時計回りに振れた後の左奥 −84秒）。
- **海風に入ったら、直近10分で振れた側へ半歩。**反時計回りに4°以上なら左寄り、時計回りに3°以上なら右寄り、変化が小さければ中央。ただし上積みは1レグ+3〜6秒で、奥は−20〜−38秒。AIの選択も左寄り33%・中央29%・右寄り31%とほぼ均等で、「海風なら右」といった決まった側は出ませんでした。
- **風下（海風）は、時計回りに6°超振れた直後でなければ右（沖側）**で+7〜19秒。振れた直後でフロントが遠ければ左（岸側）で+14秒。上積み+17.7秒の内訳は、風上①+2.9・風下+9.2・風上②+5.6秒で、半分が風下です。
- **風上の45%地点での選び直し**は、ほぼ「今いる側を続ける」でした（横位置が左なら左寄り、右なら右寄り、中央なら中央）。選び直しによる上積みは+1.4秒／レースです。
- フロント通過直後（10分で35°超の振れ、該当3%）は、どの帯も中央より少し速い結果ですが、差は4〜11秒で、側を決める根拠にはなりません。

補足：フロントの進む速さで分けても、AIの上積みは変わりませんでした（2〜4km/hで+17秒、4〜8km/hで+17秒、8〜15km/hで+19秒）。海風の回り込みが速いほど左奥の損は増えます（0〜5°/時で−60秒、10〜15°/時で−75秒。右奥は−58秒と−57秒でほぼ同じ）。

3. パターンB — 海風が枠の東側に届かない日 10,000ケース

フロントは枠の手前〜枠の東寄りのどこかで止まり、その場で前後に揺れます。東側には北〜北北東の風が残り、弱まり方もAより遅いと置きました。レースの67%は東側に残った北〜北北東の風（平均風向16°）、13%は枠の西側に入った海風、19%は揺れるフロントがレース中にコースに掛かりました。風がそろうまでの待ちは平均9分で、10%は15:30までにスタートできませんでした。

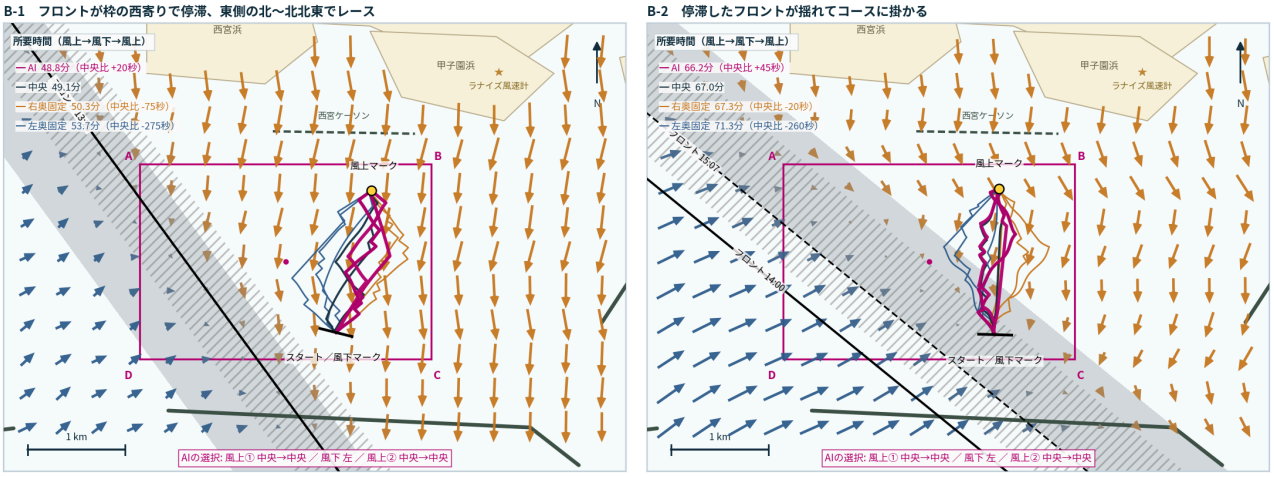


図4　パターンBの代表ケース。斜線はフロントが揺れる範囲、灰色は凪。B-1：北〜北北東の風では左（西）がフロント側で、左奥固定は凪の縁に入り中央より4分半遅れています。B-2：レース中にフロントがコースまで出てきたケース。

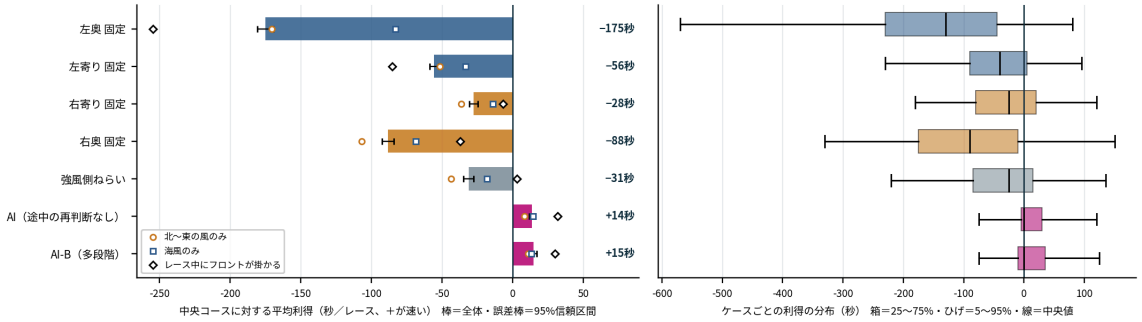


図5　パターンBの戦略比較。左奥（フロント側）は平均−175秒・5%点−570秒。右奥（東側）も−88秒で、凪を避けても寄り切る損は残ります。

戦略	平均利得（秒）±95%信頼区間	北〜北北東のみ（67%）	海風のみ（13%）	フロントが掛かる（19%）	速い／同じ／遅い（%）	5%点	95%点	事後最良との差
左奥 固定	−175.3 ± 5.6	−171	−83	−255	14／1／85	−570	+80	232
左寄り 固定	−55.7 ± 3.2	−52	−34	−85	27／3／70	−230	+95	112
中央（基準）	0	0	0	0	—	—	—	56
右寄り 固定	−27.7 ± 3.1	−36	−14	−7	33／3／64	−180	+120	84
右奥 固定	−88.4 ± 4.3	−107	−69	−37	22／1／77	−330	+150	145
強風側ねらい	−31.3 ± 3.6	−44	−18	+3	32／6／62	−220	+135	88
AI（途中の再判断なし）	+13.8 ± 2.1	+8	+14	+32	40／33／27	−75	+120	43
AI-B（多段階）	**+14.7 ± 2.1**	**+11**	**+13**	**+30**	**44／26／30**	**−75**	**+125**	**42**

表3　パターンBの結果（秒／レース、＋が速い）。

フロントの停滞位置（枠中心から、−が南西側）	北〜北北東のみ／海風のみ／フロントが掛かる（%）	中央の所要時間	左奥	右奥	強風側ねらい	AI-B
−2.3〜−1.8km	100／0／0	45.3分	−130	−123	−50	**+6 ± 2**
−1.8〜−1.2km	100／0／0	46.6分	−148	−123	−53	**+7 ± 2**
−1.2〜−0.6km	92／0／8	48.0分	−196	−108	−48	**+11 ± 3**
−0.6〜0km	66／0／34	53.0分	−284	−42	−3	**+29 ± 7**
0〜+0.6km	31／14／56	58.6分	−203	−36	+8	**+29 ± 11**
+0.6〜+1.2km	7／64／28	54.6分	−109	−82	−29	**+10 ± 4**

表4　フロントの停滞位置別の結果（秒／レース）。枠は進行方向に±1.8km。

AI-B の判断ルール 届かない日のモデル

表の読み方はAI-Aと同じです（中央との差、秒、レグ1本分、検証10,000ケースでの実測）。該当2%未満の葉は省いています。

風上レグの入口

レグの入口で見えている状況	該当	左奥	左寄り	右寄り	右奥	AIの選択
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに振れていない ／ フロントまで 0.6km 以内	6%	−115	−47	0	−22	中央
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに振れていない ／ フロントまで 0.6km 超（見えない場合を含む）	36%	−54	−17	−23	−64	中央
海風の中 ／ 直近10分で風が時計回りに振れていない ／ フロントが後方側（見えない場合を含む）	10%	−34	−12	−11	−36	中央
直近10分で風が時計回りに振れた ／ フロントが左側 ／ フロントが後方 0.4km 以上	23%	−84	−32	−3	−27	中央
直近10分で風が時計回りに振れた ／ フロントが左側 ／ フロントが後方 0.4km 以内か前方側（見えない場合を含む）	9%	−151	−66	+12	0	右寄り
直近10分で風が時計回りに振れた ／ フロントが右側（見えない場合を含む） ／ フロントが後方側（見えない場合を含む）	13%	−57	−23	−9	−37	中央

風下レグの入口

レグの入口で見えている状況	該当	左	右	AIの選択
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 6°以上振れた ／ フロントまで 1.4km 以内	7%	+12	−46	左
北〜東の風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 6°以上振れた ／ フロントまで 1.4km 超（見えない場合を含む）	30%	−5	−13	中央
北〜東の風の中 ／ 直近10分の反時計回りの振れが 6°未満（時計回りを含む） ／ フロントが右 0.3km 以内か左側（見えない場合を含む）	22%	+5	−26	左
北〜東の風の中 ／ 直近10分の反時計回りの振れが 6°未満（時計回りを含む） ／ フロントが右 0.3km 超	23%	+16	−53	左
海風の中 ／ 直近10分で風が反時計回りに 7°以上振れた	3%	−23	+31	右
海風の中 ／ 直近10分の反時計回りの振れが 7°未満（時計回りを含む） ／ フロントが左側	5%	−10	+18	右
海風の中 ／ 直近10分の反時計回りの振れが 7°未満（時計回りを含む） ／ フロントが右側（見えない場合を含む）	10%	+9	+5	左

左右は次のマークに向かって見た向きです。**北〜北北東の風のとき**：風上は 左＝西（フロント側）、右＝東（鳴尾浜側）。風下は逆で 左＝東、右＝西（フロント側）。**海風の側でレースになったとき**：風上は 左＝沖側（南東）、右＝岸側（北西）で、フロントは後方（北東）にあります。

読み解き

- **風上はほぼ中央（入口で92%）。フロント側の奥へは出ない。**左奥は1レグで−54〜−151秒、フロントが0.6km以内に見えるときは−115秒。右奥も−22〜−64秒で、「凪から逃げて東の奥へ」も正解ではありません。
- **右寄りへ出るのは1つの場面だけ**：風が時計回りに振れていて、フロントが左の真横から前方に見えるとき（該当9%）。右寄りで+12秒、このとき左奥は−151秒です。フロントがコースの風上側まで出てきている、という合図と読めます。
- **風下は東側（フロントから遠い側）。**北〜北北東の風の風下で、AI-Bは64%で左（＝東）を選びました。上積みは+5〜16秒、フロント側（右）は−26〜−53秒。フロントが見えていたレグに限ると、71%でフロントから遠い側、近い側は6%でした。フロントが見えず、風が反時計回りに振れた後だけ中央です。
- **海風の側でのレース（13%）**は、風上は中央、風下はフロントが左に見えれば右、そうでなければ左。Bの海風は弱く（スタート時平均2.2m/s）、コースは枠の西寄りに置かれます。
- **フロントが枠の中央付近（−0.6〜+0.6km）で止まる日**は、コースを置ける場所が狭く凪に近くなり、中央でも53〜59分かかります。フロント側の奥の損（−203〜−284秒）も、AI-Bの上積み（+29秒）も最大になります（前ページ表4）。
- 上積み+14.7秒の内訳は、風上①+1.2・風下+8.6・風上②+4.9秒。**AI-Bの価値は「速く走る側を当てる」より「大きく負ける側を避ける」ことにあります**：5%点はAI-B −75秒に対し、左奥−570秒、右奥−330秒。

4. 2つのモデルの比較、取り違えのコスト、頑健性

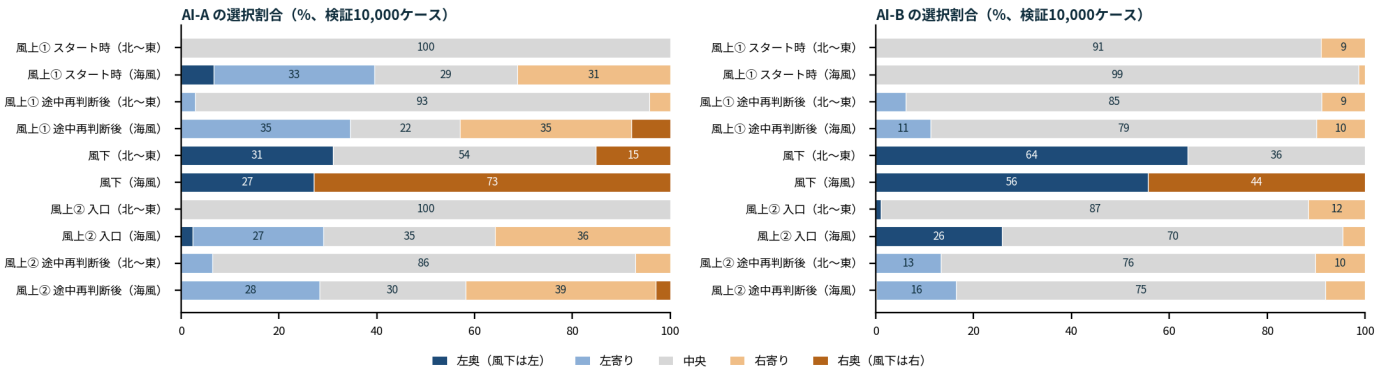


図6　AIモデルが各判断で選んだ帯の割合。AI-Aは海風の中で左右に散り、風下は右（沖側）が多い。AI-Bは風上でほとんど動かず、風下で左（北〜北北東の風では東側）に寄ります。

A用とB用を取り違えたら

使うモデル ＼ 実際の日	Aの日（届く）	Bの日（届かない）	53：47で平均
AI-A をいつも使う	+17.7	−4.5	**+7.1**
AI-B をいつも使う	+7.5	+14.7	**+10.9**
AI-混合（A・Bを53：47で混ぜて学習）	**+13.5**	**+12.1**	**+12.9**
日ごとに正しいモデルを使う（見分けが完全な場合）	+17.7	+14.7	**+16.3**
中央 固定	0	0	**0**
強風側ねらい	−22.8	−31.3	**−26.8**

表5　検証10,000ケースでの平均利得（秒／レース、中央比）。95%信頼区間はおおむね±1.2〜2.6秒。

- AI-AをBの日に使うと−4.5秒で、中央より遅くなります。AI-Aは風上で左右に動き、風下で右を選ぶ癖があり、Bの日はそれがフロント側に当たることがあるためです。AI-BをAの日に使っても+7.5秒は残ります。
- 混合モデルはどちらの日でも専用モデルに3〜4秒差まで迫ります。**届くか届かないかを完全に見分けられた場合の価値は、1レースあたり約3.4秒**です。
- 小さい理由は、どの木も「今どちらの風の中か」「フロントがどこに見えるか」を入力にしていて、A・Bの違いの大半がすでにそこに入っているためです。見分けが効くのは戦術より、待ち時間・ノーレースの見込み・コースが東に寄ることへの備えの方です。

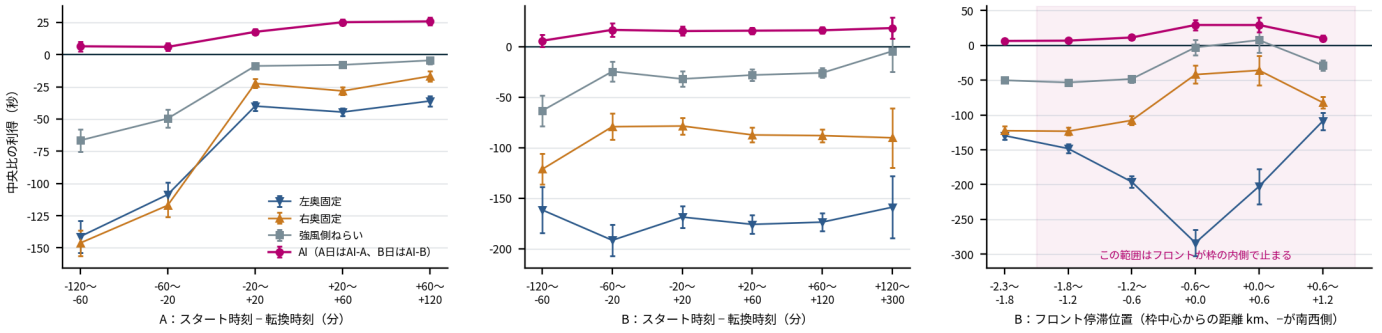


図7　条件別の利得（縦棒は95%信頼区間）。左・中：スタート時刻と転換時刻の差で分けた結果。Aでは転換後のレースでAIの上積みが大きく、固定の損は小さい。右：Bをフロントの停滞位置で分けた結果。

頑健性について

- **フロントの速さ（A）・海風の回り込みの速さ（A）**を3つに分けても、AI-Aの上積みは+16〜19秒でほぼ一定でした。
- **停滞位置（B）**は結果を大きく動かします。枠の外で止まれば左奥の損は−130秒、枠の中央で止まれば−284秒。停滞位置の分布は仮定なので、Bの平均値（−175秒など）は目安です。ただし「フロント側の奥が最悪」「AI-Bは常にプラス」という順序は、どの停滞位置でも変わりませんでした。
- **北〜北北東の風の振れの大きさ（B）**：振れが小さい日ほどAI-Bの上積みは大きく（標準偏差8〜13°で+21秒、17〜28°で+7秒）、振れが大きい日ほど奥の損が増えます（右奥 −51 → −123秒）。
- **結果を最も左右するのはスタートのタイミング**でした（AIの利得との順位相関：Aでスタート時刻−転換時刻が+0.17、他のパラメータは±0.03以内。Bで最大は北〜北北東の振れの大きさの−0.09）。個々の風のパラメータを多少変えても、結論の順序は動きにくいと見ています。

5. 海上での使い方 多段階の判断フロー

Stage 0
朝・陸上（〜9:30）

- 海風転換の日で、神戸空港の午前の北東が4m/s以上なら、この資料の対象：**届く53%／届かない47%**。4m/s未満なら約8割で届くので、パターンAとして準備。
- 豊中の9〜10時が2.5m/s以上なら、15時頃に北東へ戻る割合が約1/3（Stage 4）。
- どちらか分からない間の基本は **AI-混合 か AI-B**（取り違えの損が小さい。表5）。

▼

Stage 1
転換前：北〜東の風のレース

- AI-A・AI-Bとも**中央**。振れに合わせてタックし、奥へ行かない（奥は1レグで40〜150秒の損）。
- 風下も基本は中央。Aの木では、直近10分で時計回りに6°超振れた後は左（+7秒）。
- 南西〜西に色の違う海面や凪の帯が見え始めたら Stage 2 へ。

▼

Stage 2
フロントが見えた：届くか、届かないか

- 見るもの：①枠の東側に残っている北東風の強さ、②東側の風向が北寄りへ回っていくか、③フロントの進む速さ。
- モデル上の目安（表6）：東側の風が**2.5m/s未満なら「届かない」は約4%、3.5m/s以上なら約72%**。フロントの速さはあまり効きません。
- Bの日は待ちが長く（平均9分）、約10%は15:30までにスタートできません。待つ間に、フロントが止まったか・揺れているかを見ておきます。

▼

Stage 3A
届いた：海風のレース

- 風上：直近10分で振れた側へ半歩。奥は−20〜−38秒。
- 風下：時計回りに振れた直後でなければ右（沖側）。
- 左右の差は小さいので、スタートと艇速の比重が上がります。

Stage 3B
届かない：東側の北〜北北東

- 風上：中央。西（フロント側）へ出ない。フロントが左の真横〜前方に見え、風が時計回りに振れたら右寄り。
- 風下：東側（フロントから遠い側）。
- 枠の中央で止まった日は西の奥が3〜5分の損。

▼

Stage 4
15時前後：北東への戻り

- 豊中の朝が強かった日は約1/3で北東へ戻ります。モデルではAで20%、Bで45%と置きました（配分は仮定）。戻りが始まると海風は急に弱まり、フロントが南西へ下がってきます。
- 最終レースでフロントが再び見えたら、Stage 3Bと同じ考え方（フロント側の奥を避ける、風下は遠い側）に切り替えます。

Stage 2の目安：フロントが枠の南西角の約700m手前に来た時点での「届かない」確率

フロントの進む速さ（直近10分）	枠の東側の風が2.5m/s未満	2.5〜3.5m/s	3.5m/s以上	風速を問わず
2km/h未満	—	57%	68%	64%
2〜3km/h	11%	29%	53%	42%
3〜4.5km/h	7%	35%	71%	51%
4.5〜7km/h	6%	39%	82%	55%
7km/h以上	2%	24%	78%	35%
全体	**4%**	**33%**	**72%**	**47%**

表6　A・Bを53：47で混ぜた40,000ケースから、観測誤差（速さ±25%、風速±0.4m/s）をつけて集計。時刻の中央値は12:32。「—」は該当が少なく省略。

この表は実測ではなく、モデルの仮定から導いた参考値です。「届かない日は東側の北東風が長く残る」「届かない日のフロントはやや遅い」と置いた結果がそのまま出ています。北東風が強く残るほど海風が押し切れない、という向きは元レポートの「朝の北東が強い日ほど届かない」と整合しますが、数字の大きさに根拠はありません。フロントの位置と東側の風を当日記録していけば、この表は実測に置き換えられます。

6. 仮定の一覧、限界、出典

項目	設定	区別	根拠・注意
届く／届かないの事前確率	届く（A）10/19 ≒ 53%、届かない（B）9/19 ≒ 47%	**データ**	元レポート：神戸空港の午前平均が4m/s以上の海風転換日19日のうち、甲子園浜まで到達したのは10日。n=19と少なく、90%の幅で見れば約35〜70%。
転換時刻	12:00〜14:30（最頻 13:00）の三角分布	**データ**	元レポート「12〜14時に南西へ」。
北〜東の風の振れ	30分の標準偏差 中央値15°（8〜28°）。5〜10分と12〜24分の周期の合成	**データ**	標準偏差は元レポート。周期は仮定。
海風の振れ	標準偏差 3.5〜7°。周期8〜20分	**データ**	元レポート（約4°、2021〜25年10月は約6°）。周期は仮定。
海風の強まり方	回った直後 2.5〜3.8m/s → 90分で 3.8〜5.5m/s（Bは弱め：2.2〜3.3 → 3.0〜4.5）	**仮定**	「回った直後は弱く、時間とともに強まる」は元レポート。数値は仮定。
海風の時計回りの回り込み	0〜15°／時	**仮定**	海風一般の性質にもとづく仮定。西宮での実測なし。
フロントの向きと進み方	南西から北東へ進む（進行方位 55°±15°）。Aの進行速度は 2〜15km/h	**仮定**	データなし。進行速度は結果に効くため感度を別途確認。
Bの停滞位置	枠中心から進行方向に −2.3〜+1.2km の一様分布。±0.1〜0.35km で揺れる	**仮定**	元レポート「境目の位置は不明」。一様と置いた。
境目の凪	2つの風のベクトル合成で打ち消し合い、さらに30〜70%の減速。幅は約0.2〜0.8km	**仮定**	元レポート「境目は風が弱く向きが定まらない」に対応させた仮定。
Bの東側に残る風	北〜北北東（20°±15°、時間とともに反時計回りへ）。弱まり方は遅い	**仮定**	元レポート「東側に北〜北北東の風が残る」に合わせた。
15時頃の後退（北東へ戻る）	A 20%、B 45%（全体で約1/3）	**仮定**	元レポートの後退型の割合（豊中の朝が2.5m/s以上で1/3）に全体を合わせた。A・Bへの配分は仮定。
レース委員会	コース上3点とも2m/s以上、風向差20°以内、10分の変化20°以内、フロントがコースに掛からない、を満たすまで5分刻みで待つ。最終スタート 15:30	**仮定**	一般的な運営判断を単純化。
コース	風上→風下→風上、1レグ1.5km。枠内の9か所からコース中心を選ぶ	**仮定**	実際のトラペゾイドを簡略化（外側ループは扱わない）。
艇	470／スナイプ級の簡易ポーラー。タック1回の損失は風速により7〜13秒相当	**仮定**	仮定。
扱っていないもの	潮流、波、他艇（ブランケット・混雑）、スタートの出遅れ、地形による局所的な曲がり	**仮定**	17・18日は上げ潮（元レポート）。潮の左右差は本モデルの外。

表7　モデルの主な設定。「データ」は元レポートの集計に合わせたもの、「仮定」は実測がなく置いたもの。

限界

- **風の振れは、周期の異なる正弦波の合成で表しています。**AIが拾った「直近10分で振れた側へ半歩」の上積み（1レグ+3〜6秒）は、この周期の置き方に依存します。実際の振れが不規則なら消える大きさです。一方、「奥への固定が大きく損」「フロント側の奥が最悪」は振れの標準偏差と凪の存在から来ており、周期の置き方には左右されにくい結論です。
- **他艇がいません。**実際の艇団では、中央はブランケットと混雑で損をします。「中央が最良」は単独走での結論で、艇団の中では「奥へ行かず、中央寄りの空いた側」と読み替えるのが妥当です。
- **潮流を入れていません。**17・18日は上げ潮です。左右で潮が違えば、この資料の±15秒程度の差は簡単に上書きされます。
- **コースは風上→風下→風上です。**実際のトラペゾイドの外側ループは、風上に向かって左へ0.5〜0.6kmほどずれます。Bの日の北〜北北東の風では左が西＝フロント側なので、外側ループの方が凪に近くなる可能性があります。
- **「甲子園浜に届かない」と「枠の東側に届かない」は同じではありません。**到達の判定は枠の北東約3kmのセンサーによるものです。枠は甲子園浜より南西にあるため、甲子園浜に届かない日でも枠の一部には海風が入りえます。モデルのBは、停滞位置を枠の南西外から枠の東寄りまで広く置くことでこれを表しました。
- **届く確率53%は19日分のデータ**で、90%の幅で見れば35〜70%程度です。レース委員会の判断も単純化しています。

出典　風の統計（日タイプの割合、転換時刻、振れの標準偏差、到達率、後退型の割合）は「西宮沖レース海面ガイド サンプル版（版0.3）」による。同ガイドはラナイズビーチクラブの風速計、神戸空港・豊中の観測値にもとづく。海面図の地形と枠の位置は同ガイドの海面図（版2）から座標を読み取った概略図で、航海には使えません。

計算　Python（numpy・scipy・scikit-learn）。パターンごとに学習10,000＋検証10,000ケース、ほかに混合モデル10,000ケース、Stage 2の目安40,000ケース。時間刻み5秒。乱数の種は固定しており、同じ結果を再現できます。

作成　Kanie Kaoru（kkanie515@gmail.com ／ kanie.report.com@gmail.com）。個人の分析メモです。結果は仮定を置いたシミュレーションによるもので、海上での判断は実際の風と安全を優先してください。