

ヨット競技選手における知識の構造分析

坂口英章¹⁾ 青柳 領²⁾

A structural analysis of sailors' knowledge

Hideaki Sakaguchi¹⁾ and Osamu Aoyagi²⁾

Abstract

The aim of this study was to clarify the structure of sailing knowledge. Four hundred and five sailors who belonged to high schools, universities, and companies completed the knowledge test for sailors developed by Sakaguchi and Aoyagi (2009, 2010).

This test consists of 95 test items related to topics such as rigging, sailing, racing, tactics, strategy, and weather. Item Relational Structure analysis developed by Takeya (1988) was applied to right and wrong answers on the test. Arrow diagrams in 6 knowledge areas that displayed hierarchical ordering structure of test items were derived. The complexity of hierarchical ordering structures and the relationships between the numbers of paths between items that have a different direction than the one estimated based on the hierarchical ordering structure, and athletic performance and length of sailing carrier were compared.

The following results were obtained:

- 1) A more complicated structure was derived in the areas of weather, sailing, and rigging, but not in the areas of strategy, tactics, and racing. This finding indicates that systematic teaching needs to be performed in the former areas, but the knowledge of the latter areas can be taught on an as-needed basis.
- 2) In three of the arrow diagrams for the 6 areas, some grouping of paths was observed. These clusters are interpreted based on the similarity of the character/nature of the items included the cluster. The names of interpreted cluster are “weather knowledge from a TV weather forecast” and “weather knowledge from a treatise” in weather, “alignment knowledge for instrument and equipment” and “technical knowledge of a sailor” in sailing, and “general knowledge for a sail” and “sailing knowledge specific to game performance” in rigging.
- 3) Correlation coefficients of the numbers of paths between items that have a different direction than the one estimated based on the hierarchical ordering structure with athletic performance and length of sailing carrier were statistically significant, indicating that sailors with a long carrier or high game performance had systematic knowledge but not partial or fragmentary knowledge.

Key words: Item Relational Structure analysis, Coefficient of ordering, Students and problems table,
Hierarchical structure
IRS分析, 順序性係数, SP表, 階層構造

I. 緒言

ヨット競技に関しては、強風下という特異な状況を除けば、体力と競技成績との間に有意な関連を報告した事例は少ない (Legg, et al., 1999; Niinimaa, et al., 1977; Vogiatzis, et al., 1995; Wright, et al., 1976)。また、ハイキング姿勢の動作分析を行った Marchetti et al.

(1980) の報告でも競技成績とスキル、特にクローズドスキル (松田, 1979) の関係まで言及されていない。このように、他のスポーツ種目ほどヨット競技では体力や個人のクローズドスキルの重要性は指摘されていない。その反面、自然環境や「利害を共有する相手艇」への対応など「オープンスキル (松田, 1979)」を主体とした競技といえる。つまり、ヨット競技では、

1) 日本経済大学
Faculty of Economics, Japan University of Economics
2) 福岡大学スポーツ科学部
Faculty of Health and Sport Science, Fukuoka University

自分がおかれた環境状況を的確に把握し、何が適切な競技行動なのかを瞬時に頭の中で決定するといった「状況判断能力」が必要である。状況判断の過程には「選択的注意」から始まり「認知」から「予測」、そして「意思決定」が含まれるが、その判断は瞬時に行われる。その瞬時の判断は単なる知覚（視覚）能力の優劣ではなく、その判断の基盤として選手が記憶として蓄えている「知識」が関与していると言われている（中川, 1985, 1987）。他にも状況判断能力における構造化された知識の重要性はチェス（Chase and Simon, 1973）から始まり、多くのスポーツを対象とした研究（Allard et al., 1980; French and Thomas, 1987; 鬼沢ほか, 2006; 田中, 2004）でも指摘されている。ヨット競技においても Scarponi et al. (2006) はレース中の重要な状況判断・意思決定にはヨットに関する豊富な知識が必要であると指摘している。例えば、野球は「ボールがバットの芯に当たらなければ強い打球とはならない」という知識があっても芯に当てること（技術の習得）が難しいスポーツといえる。しかし、ヨット競技は野球などと比較すれば、「知っているもそれができない」というような技能と知識の関係にあるスポーツ種目とはいえない。その点を踏まえて、Saury and Durand (1998) や Dabrowski (1964) はヨット競技に必要な知識を分類・体系化する試みを行っている。

このようなヨット競技での知識の重要性を前提として、坂口・青柳 (2009) は艦装、セーリング、レース、タクティクス、ストラテジー、気象の6分野、95項目からなる知識テストを作成している。さらに、坂口・青柳 (2010) はこれらのテスト項目の項目分析を通してより等質性の高い57項目のテストを選抜し、そのテスト得点と競技成績および経験年数との間に有意な関連を報告している。しかし、坂口・青柳 (2010) の成果からでは正答率に基づくテスト得点からの知識獲得の現状を知ること（知識量の評価）には役立つが、その結果から知識の教授や指導に役立つ情報を得るのは難しい。例えば、指導対象となる集団全体の正答率をもとに難易度の低いテスト項目（知識）から難易度の高いテスト項目（知識）の順序で教授しようとする、一斉指導しているすべての個人に関して難易度の「低い」から「高い」という順序になる保証がないからである（佐藤, 1979, 1981; 竹谷, 1978）。もし、そのような場合はすべての個人に関して難易度が「低い」から「高い」となる教材配列に分離して、別のルート（単元）として扱う必要がある。つまり、全体から求められた正答率をもとにした指導順序が、すべ

での個人の理解の順序に一致するようなルート（知識構造）を把握することが重要になる。

このことを個人ではなく、項目（知識）という観点から考えると、個人の知識習得の結果から「知識にはある知識を獲得するにはそれ以前にその知識や原理を獲得するために前提となる知識がある」ということを意味している。例えば、算数の四則演算では、引き算を理解するにはそれ以前に足し算が理解されていなければならない。また、掛け算を理解するにも足し算の理解が必要であり、割り算の原理を理解するには掛け算の知識が前提となる。反面、国語の漢字の知識のように明確な順序性を持たない知識体系もある。例えば「山」「川」「木」「水」などの漢字の習得には明確な順序性が存在しない。現実には教科書に出現した順序で教授が行われることになる。このような知識の順序性の有無、そしてすべての項目が単純な構造（1本のルート）で説明できないのであれば、その順序構造を体系的に把握することは知識の教授に有用である。しかし、ヨットに関する知識は、算数のような高い順序性を持っておらず、指導者の断片的・部分的な知見から演繹的な推論で包括的な知識構造を導くのは困難である。

そこで、本研究では、統計学的立場から坂口・青柳 (2009, 2010) のヨット競技に関する知識テストに対して、構造分析を行い、知識を体系化することを目的とする。

II. 研究方法

1. 対象者およびテストの実施方法

テストの対象者は2006年12月にF県内ヨットハーバーで行われたF県冬季合宿に参加した高校生19名と大学生12名、同年12月にO県内ヨットハーバーで行われたO県冬季合宿に参加した高校生35名、2008年3月に開催された全九州高等学校選抜ヨット選手権大会に参加した58名、そして同年5月に行われた西日本ヨットウィークに参加した大学生59名、同年に開催された国民体育大会に出場した高校生34名と一般社会人188名の計405名を対象に分析を行った。ただし、調査に対して所属名あるいは競技成績の回答を得られなかった者も構造分析の対象としたが、学校社会人や競技レベルとの関連を検討する場合には除いて分析を行った。所属名および競技成績の回答を得た者の学校社会人別、競技レベル別の対象者数は表1に示した。

表1 対象者数

国際レベル	全日本レベル	水域レベル ^{†)}	県レベル	その他	計	
高校	0	102	12	22	46	182
大学	2	18	25	2	33	80
社会人	13	47	0	1	0	61
計	15	167	37	25	79	323 ^{††)}

†) 水域レベルとは全国9地域に分けた際の地域レベルに該当する。

††) 学校・社会人区分を回答しない者が25名、競技レベルを回答しない者が62名いたが、それら学校・社会人区分や競技レベルを回答しない者を含めると総数405名となる。これらはIRS構造分析には用いられたが、学校・社会区分や競技レベルとの関連を検討する際には用いられなかった。

2. テスト項目

坂口・青柳(2009, 2010)のヨット競技に関する知識テストを用いた。一般に、知識には「宣言的知識(Declarative Knowledge)」と「手続き的知識(Procedural Knowledge)」がある(中村・岸, 1996; 中山・高山, 2004; 多鹿, 2002)といわれており、宣言的知識は「～は～である(A is B)」という形式で表現される、状況判断能力の前半に関与する知覚的な知識である。手続き的知識は「～するには～する」「～すれば～になる」「～するには～しなければならない」(If-then-do)といった状況判断の後半に関与する行動的な知識である(Thomas and Thomas, 1994)^{註1)}。ヨット競技においては天気図記号や競技規則の内容を問う問題は宣言的知識に相当し、天気図を読み取り、その上で変化する気象を予測したり、競技規則内で利害を共有する相手艇への最適な競技行動を考えるのは手続き的知識に分類される。天候や相手艇に対する最適な状況判断に関与するのは、直接的には手続き的知識であり、宣言的知識にはヨットの経験に依存しなくても獲得することが可能なものもある。したがって、宣言的知識のみでは状況判断能力への貢献は低いと考えられるが、手続き的知識の獲得には宣言的知識が記憶の中から再生・参照される(鈴木, 1990)ため必要不可欠で、通常は手続き的知識に先行して宣言的知識が習得され、宣言的知識なしに手続き的知識のみを有することは不可能である(Thomas and Thomas, 1994)。したがって、高校生から一般社会人までの幅広い選手から知識の順序構造を得るには宣言的知識も含まれる必要がある。よって、今回採用されているテスト項目にはこの両者が含まれている。

このテストの解答方法は概ね7つの選択肢の中から正解と思われるものを1つ選ぶ多肢選択形式を用いている。選択肢が比較的多いことから偶然的な正答は少ないと考えられる。領域別テスト項目名と内容につい

ては表2に示した。図を含む具体的な質問文の全文および選ばれた根拠については坂口・青柳(2009)に述べられている。

3. テスト項目間の順序性と構造のグラフ化

テスト項目別の正誤を個人×項目の一覧表形式にまとめ、正答率をもとに個人と項目の両方を並び替えた表をSP表といい、広くテストの分析に用いられている(藤原, 1980; 倉田, 1987; 佐藤ほか, 1976; 竹谷, 1978, 竹谷・佐藤, 1976)。一般に個人の知識水準が単調的に増加すると考えれば、難易度をもとに並べられた項目群の中の「その項目を正答することが可能になる」特定の難易度を持つ項目まではすべての項目で正答し、それ以降はすべての項目に誤答することが考えられる。したがって、図1の左上のSP表(1)は、正答率は異なるが、すべての者に関して「易しい」問題には正答し、「難しい」問題には誤答している。例えば、全員が項目1を理解できていれば項目2は当然理解しており、項目2を理解していれば項目3は当然理解している。「項目1は理解していても中には項目2を理解できていない者もいる」ということはない。このような場合、知識獲得の順序としては項目3→項目2→項目1と考えることができ、一斉指導の指導順序としてその順序を想定することはより自然である。このようなテスト項目から構成されるテストは「同質性が高い」と表現され、正答率に順序づけられた1本のルートでその順序構造を表現できる。本研究ではこの構造を「順列的な構造」と呼ぶことにする。この状態はSP表上では左上を1(正答)、右下を0(誤答)が各々占め、1の領域内に0があることは理論上なく、0の領域に1があることもない。また、任意の2項目間の正誤からなる2×2のクロス表を作成すると「正答→正答」「誤答→誤答」「正答→誤答(易しい問題に正答し、難しい問題に誤答する)」のパターンは存在

表2 テスト項目

要因	省略名	質問の内容 (語句の説明を含む)
各部分名称	1 シーム	セールの縫い目部分の名称 (シーム) を問う
	2 クローズ角度	艇が風に対しておよそ45°で進むこと (クローズ角度) の名称を問う
	3 アビーム角度	艇が風に対しておよそ90°で進むこと (アビーム角度) の名称を問う
	4 ラフィング	風上への方向転換 (ラフィング) の名称を問う
	5 ペアウェイ	風下への方向転換 (ペアウェイ) の名称を問う
	6 スロット	メインセールと三角帆との間 (スロット) の名称を問う
	7 フットベルト	ヨットの外に体を乗り出しバランスをとる (ハイクアウトする) ための部品名を問う
各部分の口役割	8 テルテール	帆への風の流れ方を見るための部品 (テルテール) の役割を問う
	9 スプレッダーサイドバンド	マストの中央部に取り付けられたバー (スプレッダー) の長さが影響する現象の名称を問う
	10 ツイカーリードアイの位置	風下へ進む際に張る帆のポールが跳ね上がるのを防止する部品 (ツイカーリードアイ) の位置の変化による結果を予測する
	11 リーチリボン	メインセールに取り付けられた風の流れを見るための部品 (リーチリボン) の役割を問う
	12 メインシートによるアフターバンド	メインセールを調整するためのロープ (メインシート) による支柱 (マスト) への影響を問う
	13 カムクリート	ロープを固定する部品 (カムクリート) の役割を問う
管理	14 FRP	修理材の名称を問う
	15 ブロック改善	滑車 (ブロック) の働きを改善する方法を問う
機装手順	16 セールダウン	セールダウンの (帆を下ろす) 方向を問う
	17 ピンダウン	マストを立てるためのワイヤーを固定するピン (ピンダウン) の方向を問う
	18 セールアップ	セールアップの (帆を上げる) 方向を問う
帆走理論	19 センターボード	帆走中の横流れを打ち消す部品 (センターボード) の名称を問う
	20 アウトホール	マストに付随した横棒の後端に取り付けられた部品 (アウトホール) による変化を予測する
	21 カニンガム	メインセールの前方の形状を整える部品 (カニンガム) による変化を予測する
	22 ブームバングによるバンド	マストに付随した横棒 (ブーム) の跳ね上がりを防止する部品 (ブームバング) による変化を予測する
セールトリム	23 上マーク回航トリム	風上にある浮標 (上マーク) を回航する正しい操作について問う
	24 波高によるセールトリム	波の違いによる帆の調整法を問う
	25 セールシェイプメイン下部	メインセール下部の調整法を問う
	26 セールシェイプジブ	三角帆の形状を予測する
	27 セールシェイプリンクル	メインセールのしわ (リンクル) をなくすためのセールの調整法を問う
	28 下マーク回航トリム	風下にある浮標 (下マーク) を回航する正しい操作について問う
セーリングテクニック	29 サーフィング維持	波にのって滑走する状態 (サーフィング) を維持するための操作について問う
	30 サイドジャイブ手順	サイドマークを回航する際の方向変換 (サイドジャイブ) 時の手順を問う
	31 ジャイブ時のヘルム	風下方向へ方向変換する (ジャイブ) 時の操舵特性 (ヘルム) への対処法を問う
	32 ヒール時にフラットにする方法	艇が傾かない状態 (フラット) にする操作法を問う
マストコントロール	33 マストバンド増加によるメインセール	マストの曲がり (バンド) 増加時のメインセールの形状を予測する
	34 素材によるマストバンド	素材の違いによるマストバンド (曲がる) 量を予測する
	35 マストバンドリンクル	マストバンドによるリンクルの調整法を問う
	36 マストバンド減少によるメインセール	マストバンド減少時のメインセールの形状を予測する
セッティング	37 CLRとCE	艇の横抵抗の中心 (Center of Lateral Resistance) と効果の中心 (Center of Effort) の関係を予測する
	38 ウェザーヘルム	風上に向かおうとする操舵特性 (ウェザーヘルム) に関係ない操作を問う
ルール	39 RRS10条	セーリング競技規則 (RRS, The Racing Rules of Sailing) 10条に該当する内容から条項名を問う
	40 RRS11条	RRS11条に該当する内容から条項名を問う
	41 RRS12条	RRS12条に該当する内容から条項名を問う
	42 マークタッチペナルティー	マークを接触した場合の罰則 (マークタッチペナルティー) の内容を問う
	43 スターボードタック艇とポートタック艇	左舷と右舷にそれぞれセイルが展開している (スタボードタックとポートタック) 艇の航路権を問う
	44 風上艇と風下艇	風上艇と風下艇の航路権を問う
コース	45 クリア・アスターン艇とクリア・アヘッド艇	先行する艇 (クリア・アヘッド艇) の最後部から真横に引いた線より後方に位置する艇 (クリア・アスターン艇) との航路権を問う
	46 トラペゾイドコース	台形型コース (トラペゾイドコース) を図の中から選ぶ
信号旗	47 数字旗1	数字旗の数字を問う
	48 予告信号	予告信号旗の図からその名称を問う
	49 国際信号旗P	国際信号P旗の図からその名称を問う
	50 国際信号旗I	国際信号I旗の図からその名称を問う
抗議	51 抗議書	抗議書の記入する際必要のない事項を問う
	52 抗議手順	抗議の声かけをしなかった場合の結果を問う

要因	省略名	質問の内容（語句の説明を含む）	
地形	53 シーブリーズ	海風（シーブリーズ）の吹く角度を問う	
	54 陸地から海への風	陸地から海への風の角度を問う	
	潮流	55 水深による潮流の速さ	水深による潮流の速さを問う
		56 月と潮流の関係	月と潮流の速さの関係を問う
57 幅の違いによる潮流の速さ		幅の違いによる潮流の速さを問う	
58 転流		転流の方向転換と深さの関係を問う	
風	59 南半球のシーブリーズ	南半球のシーブリーズの振れの方向を問う	
	60 北半球のシーブリーズ	北半球のシーブリーズの振れの方向を問う	
	61 コリオリ	北半球と南半球で低気圧の風向きが逆になる現象（コリオリ）のメカニズムを問う	
	62 タックポイント	風上に向けて方向変換する場所（タックポイント）でのタイミングを問う	
スタート	63 下スタート	風向が左からのスタート（下スタート）の場合の有利な位置を問う	
	64 上スタート	風向が右からのスタート（上スタート）の場合の有利なスタート位置を問う	
	65 周期風スタート	周期風の場合の有利なスタート位置を問う	
回航	66 下マーク回航	下マーク回航の理想的なコースを問う	
	67 サイドマーク回航	横方向の浮標の回航（サイドマーク回航）の理想的なコースを問う	
カバー	68 距離のあるカバー	ゴールまで距離のある場合に相手艇を不利にする（カバーリング）位置を問う	
	69 カバーリング	抜かれないためのカバーリング位置を問う	
	70 ホープレスポジション	相手艇からカバーされた位置（ホープレスポジション）に該当する図からその名称を問う	
	71 ライトカバーポジション	実際に吹いている風に対して相手艇より風上の位置（ライトカバーポジション）に該当する図からその名称を問う	
	72 ルースカバーポジション	相手艇と上マークの間に自艇を置くこと（ルースカバーポジション）に該当する図からその名称を問う	
	73 タイトカバーポジション	相対風に対して相手艇より風上の位置（タイトカバーポジション）に該当する図からその名称を問う	
ミート	74 風の影響があるミート	上マークでのターン（上回航）20艇身前の理想的な位置を問う	
	75 風の影響が少ないミート	上回航5艇身前の理想的な位置を問う	
	76 2艇とミートする際の対処	2艇とミート（交差）する際の対処を問う	
天気図	77 等圧線と風	等圧線の幅から得られる風の情報を問う	
	78 シベリア気団の特徴	シベリア気団に該当する説明からその名称を問う	
	79 小笠原気団の特徴	小笠原気団に該当する説明からその名称を問う	
	80 揚子江気団の特徴	揚子江気団に該当する説明からその名称を問う	
	81 春一番の特徴	春一番に該当する説明からその名称を問う	
	82 台風予報円	台風予報円の確率を問う	
天気	83 快晴の天気記号	快晴記号に該当する記号からその名称を問う	
	84 晴れの天気記号	晴れ記号に該当する記号からその名称を問う	
	85 雷の天気記号	雷記号に該当する記号からその名称を問う	
	86 曇りの天気記号	曇り記号に該当する記号からその名称を問う	
	87 不明の天気記号	不明記号に該当する記号からその名称を問う	
	88 雨の天気記号	雨記号に該当する記号からその名称を問う	
	89 雪の天気記号	雪記号に該当する記号からその名称を問う	
前線	90 温暖前線の記号	温暖前線記号に該当する記号からその名称を問う	
	91 停滞前線の記号	停滞前線記号に該当する記号からその名称を問う	
	92 寒冷前線の記号	寒冷前線記号に該当する記号からその名称を問う	
	93 閉塞前線の記号	閉塞前線記号に該当する記号からその名称を問う	
気圧	94 時計回転の高気圧	北半球での高気圧の回転方向を問う	
	95 反時計回転の低気圧	北半球での低気圧の回転方向を問う	

しても「誤答→正答（易しい問題に誤答し、難しい問題に正答する）」は存在しないことになる。

しかし、図1の右側のSP表(2)ではそのようなパターンを見い出すことができない。このような状況でただ単に正答率をもとに易しいテスト項目（知識）から難しいテスト項目（知識）の順序、つまり「項目6→項目3→項目4→項目5→項目2→項目1」の順序で一斉指導すると、選手1, 2, 3, 6, 7, 10は「易しい

項目から難しい項目」の順序で知識を獲得していくことが可能であるが、選手4と5は自分にとっては難しい項目6から始めなければならない。選手8と9も自分にとっては習得しにくい項目3を習得しやすい項目4と5に先行して指導されることになる。しかし、「項目1-3」と「項目4-6」を分離して、新たに正答率で選手と項目を並び替えると正答と誤答のパターンが明確に分離することができる。したがって、ここ

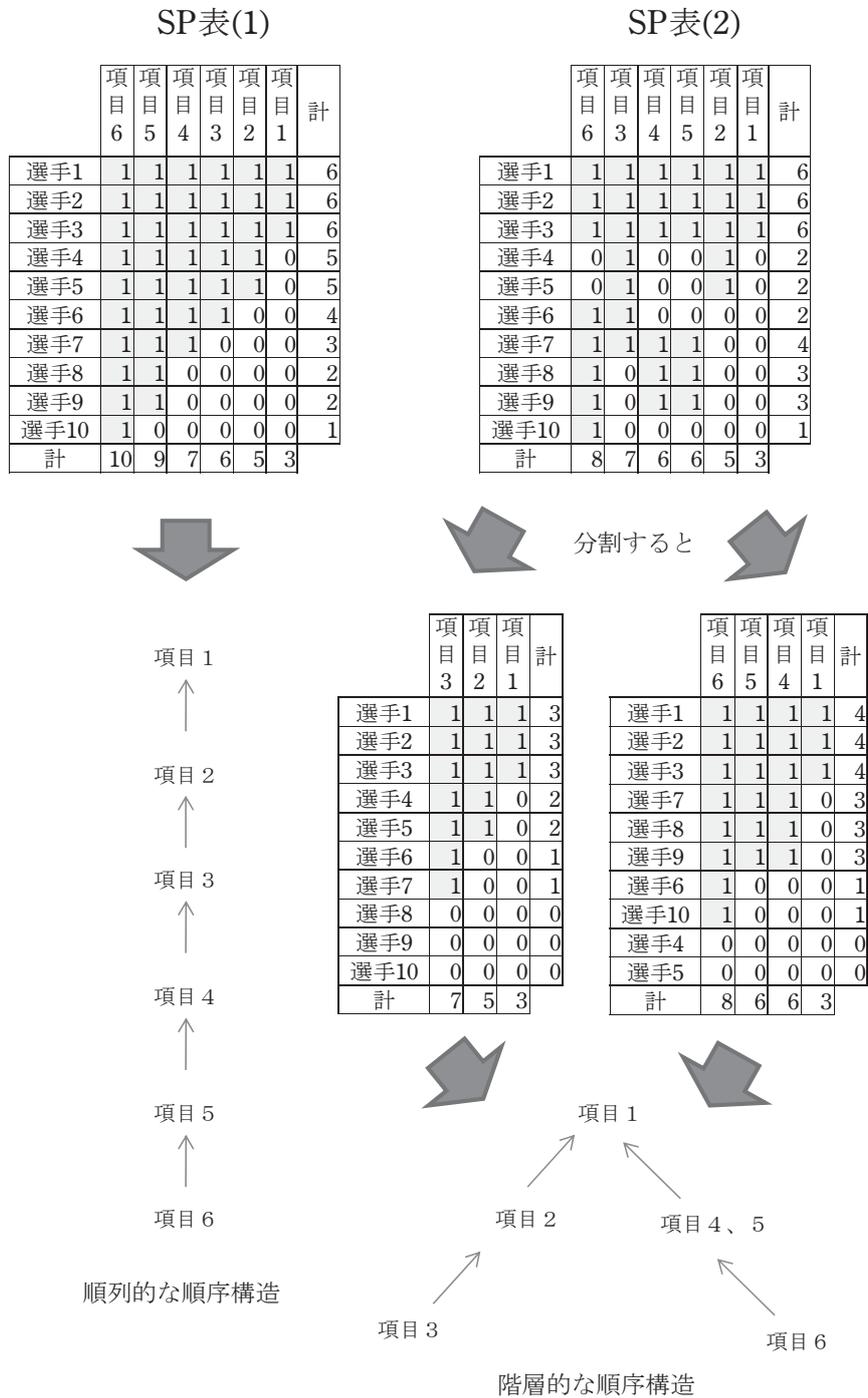


図1 SP表とIRS分析による順序構造との関係

では「項目3」→「項目2」→「項目1」と「項目6」→「項目4,5」→「項目1」という2つの順列的な順序（正答率をもとに指導順序を考えることができる順序）を考えることができる。本研究では「項目A→項目B」となる関係を「順序性」と呼ぶことにする。

4. IRS分析

正答や誤答のパターンから「順序性」を示す任意の項目対を探す方法は一般には尺度化と呼ばれ、古くは Gutmann や Lingoies などにもみられる（水野,1975）が、本研究では IRS (Item Relational Structure) 分析（竹谷, 1979a, 1979b, 1979c, 1980; 山下,1979）を用いることにする。IRS 分析では、順序性が成り立てば本来存在することないクロス表上の「誤答→正答」の頻度を周辺度数で割った値を逸脱の程度と考え、その逆を意味する式 (1) により順序性係数 (r_{ij}^*) を定義している。この係数が高ければ高いほど強い順序性があることになる。

$$r_{ij}^* = 1 - \frac{\frac{c}{N}}{\frac{c+d}{N} \cdot \frac{a+c}{N}} = 1 - \frac{cN}{(c+d)(a+c)}$$

..... (1)

ただし、

{	a : 項目 i で正答し、項目 j でも正答した人数 b : 項目 i で正答し、項目 j では誤答した人数 c : 項目 i で誤答し、項目 j では正答した人数 d : 項目 i で誤答し、項目 j でも誤答した人数 N : 総人数 (= a + b + c + d)
---	---

これを全項目対について求め、一定の閾値 (0.5) 以上の項目間に順序性があるとみなし、グラフ上に矢印を描く。閾値を1.0ではなく0.5にする理由は、現実のデータでの誤差を考慮し、明確な順序性のみを選び出すという実用上の意図がある。ただし、近道となる重複する矢印は省略する。このように図として描かれた構造を IRS グラフと呼ぶ（竹谷, 1988）。このグラフから複雑な項目間の全体の順序性を視覚的に捉えることができる。

図2はIRSグラフを描くまでの一連の計算手順を模式的に示したものである。まず、図の最上部は正答を1、誤答を0としたデータ行列の一例を示している。このデータ行列から式(1)に示した順序性係数をすべての項目対について算出し、行列形式にまとめたものが順序性係数行列である。この係数が0.5以上を誤差

が含まれない実質的な順序性で見なし、1に変換する。それ以外を0とする。1は「矢印がある」、0は「矢印がない」ことを示している。この行列をIRSマトリックスと呼び、これを利用して作図したものが最下部のIRSグラフである。

Ⅲ. 結 果

求められた艀装のIRSグラフを図3に、セーリングを図4に、レースを図5に、ストラテジーを図6に、タクティクスを図7に、気象を図8に各々示した。また、単純な2項目間の順序性の数、3項目以上に繋がった順列的な順序性の数、その項目の知識の獲得が次の知識の獲得の役立つ「基盤知識」の数、その項目の知識の獲得のために事前に知識を獲得しておく必要がある「前提知識」の数を表3に示している。

1. 順序性の数

気象、セーリング、艀装では、単純な2項目間の順序性の数が各々19個、16個、15個と比較的多く、複雑な構造をなしている。それに対して、ストラテジー、タクティクス、レースでは各々3個、5個、8個と比較的少なかつた。また、他の項目と順序性の関係にない項目数もタクティクスは最も多く8個であった。それに対して、気象は全てが順列的な関係にあり、艀装も2個と比較的少なかつた。加えて、3項目以上に繋がった順列的な順序性の数も気象は10個と最も多く、次いで艀装とセーリングが3個であった。それに対して、ストラテジーは0個、タクティクスは1個、レースは2個であった。つまり、順序的な関係を持つ、複雑な構造は気象、艀装、セーリングで見られ、ストラテジー、タクティクス、レースではそのような順序的な関係にある項目が少なく、独立的な構造であるといえる。

2. 順序構造

艀装では、まず「7 フットベルト」「16 セールダウン」「18 セールアップ」が「13 カムクリート」「8 テルテール」「11 リーチリボン」「17 ピンダウン」の知識獲得の基礎となり、「13 カムクリート」が「9 スプレッダーサイドバンド」「6 スロット」「10 ツイカーリードアイの位置」の知識獲得の手助けになり、「2 クローズ角度」が「15 ブロック改善」「10 ツイカーリードアイの位置」「3 アビーム角度」の知識獲得の基礎となる構造になっている。また、「4 ラフィング」

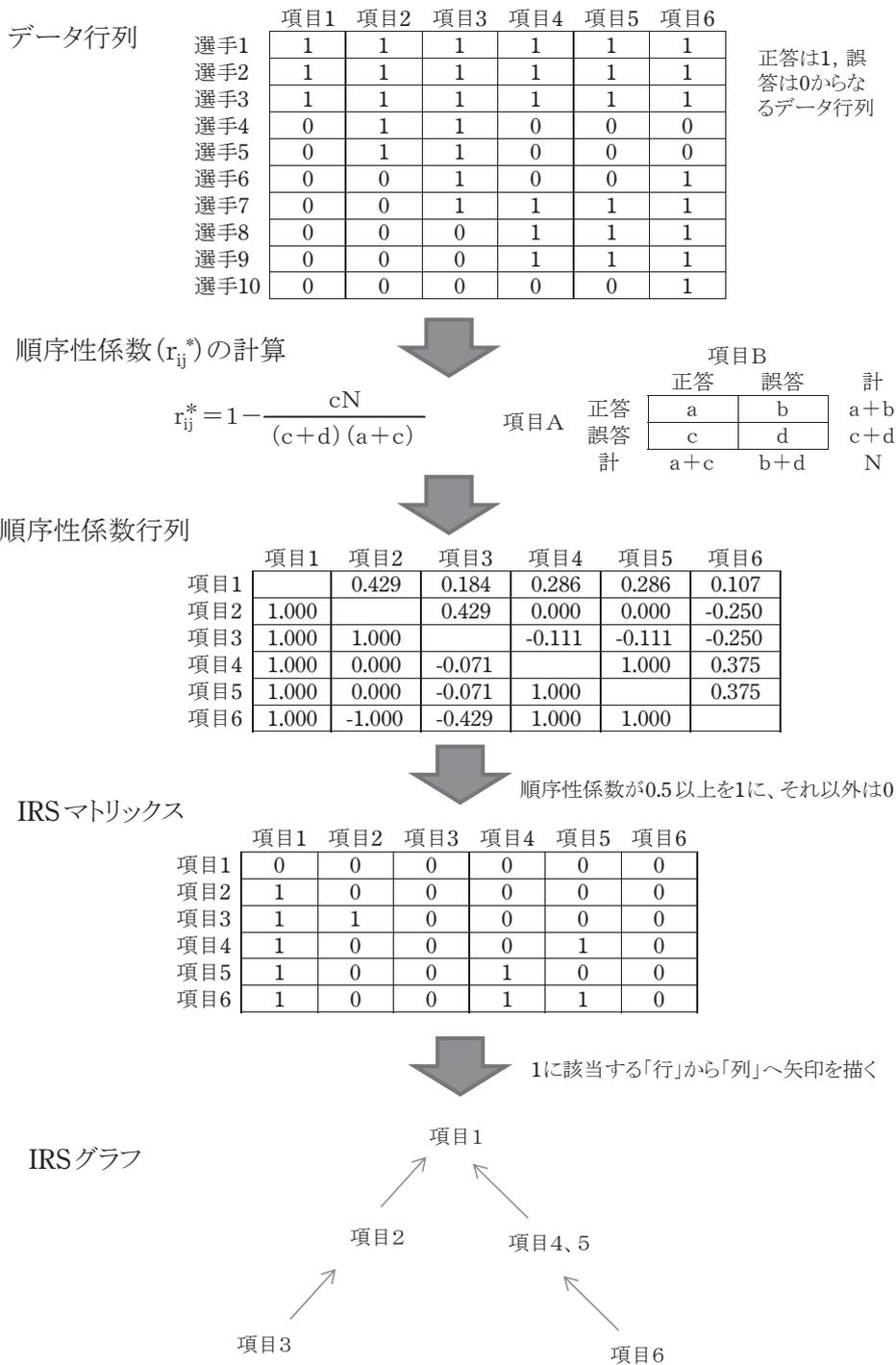


図2 IRSグラフ作成手順

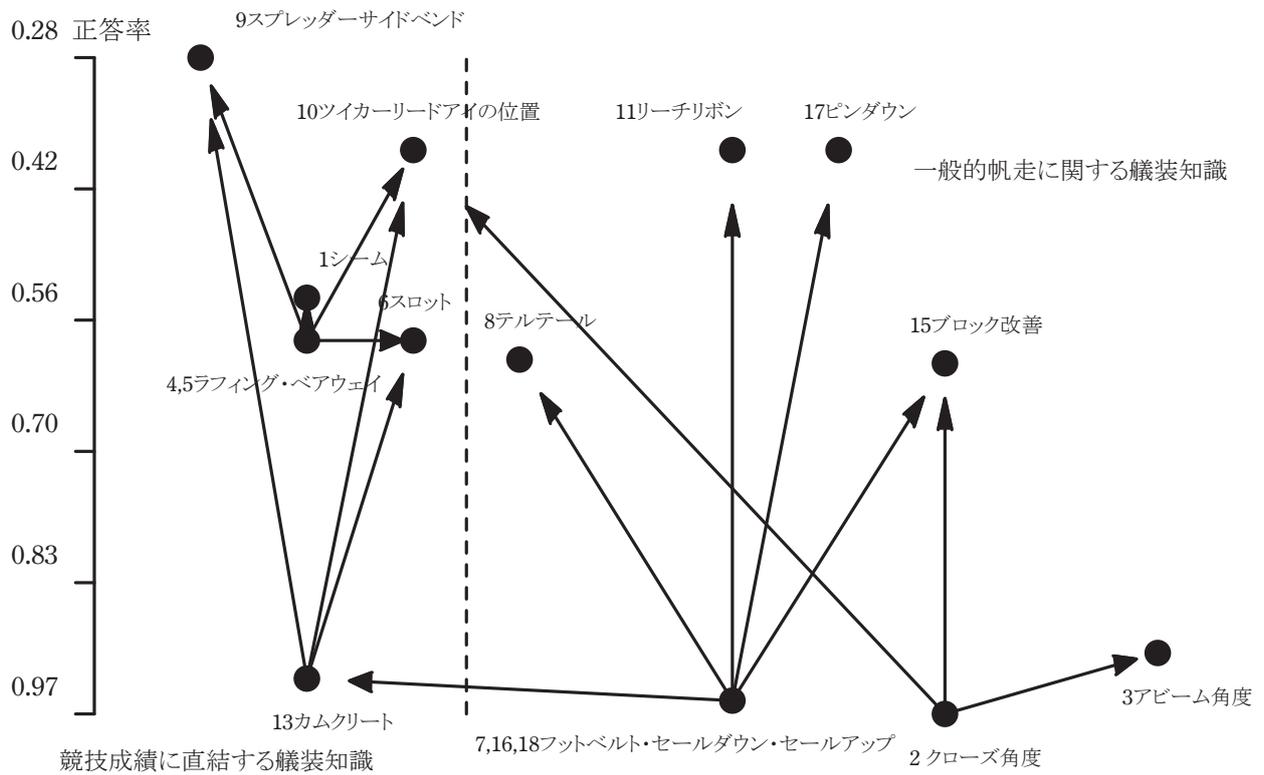


図3 艀装の構造分析

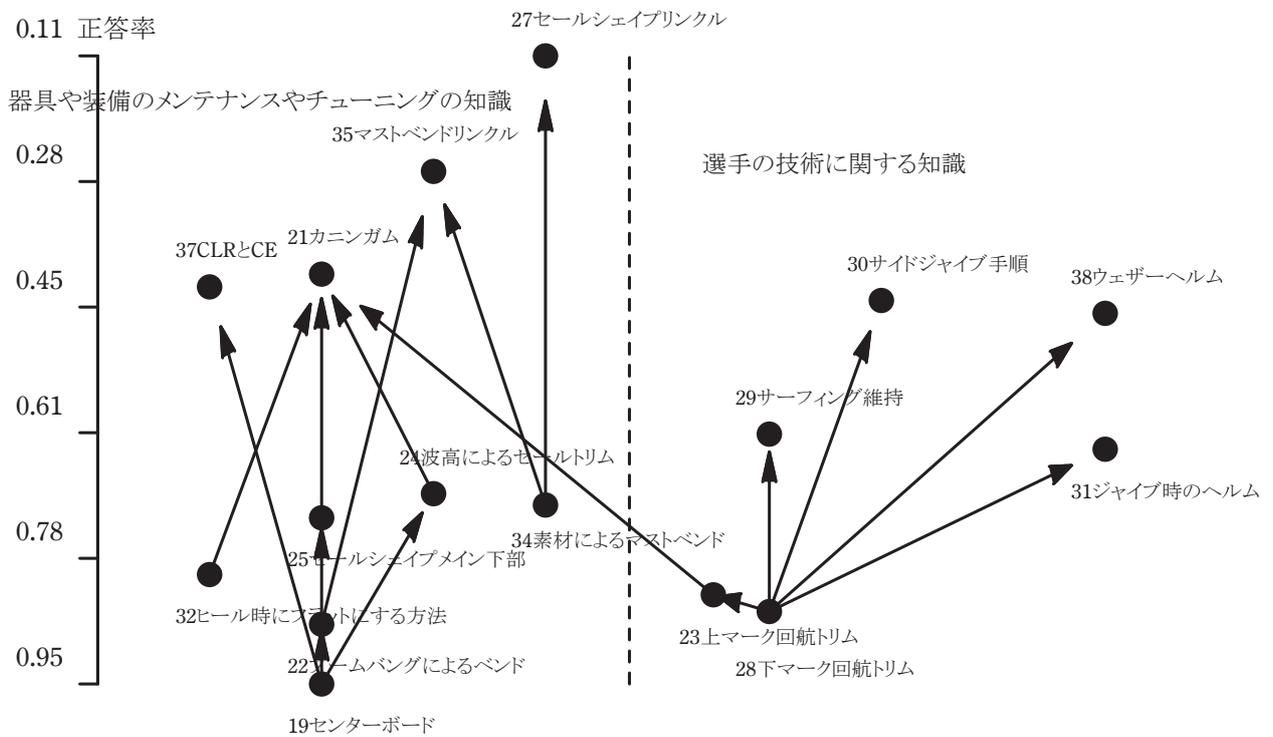


図4 セーリングの構造分析

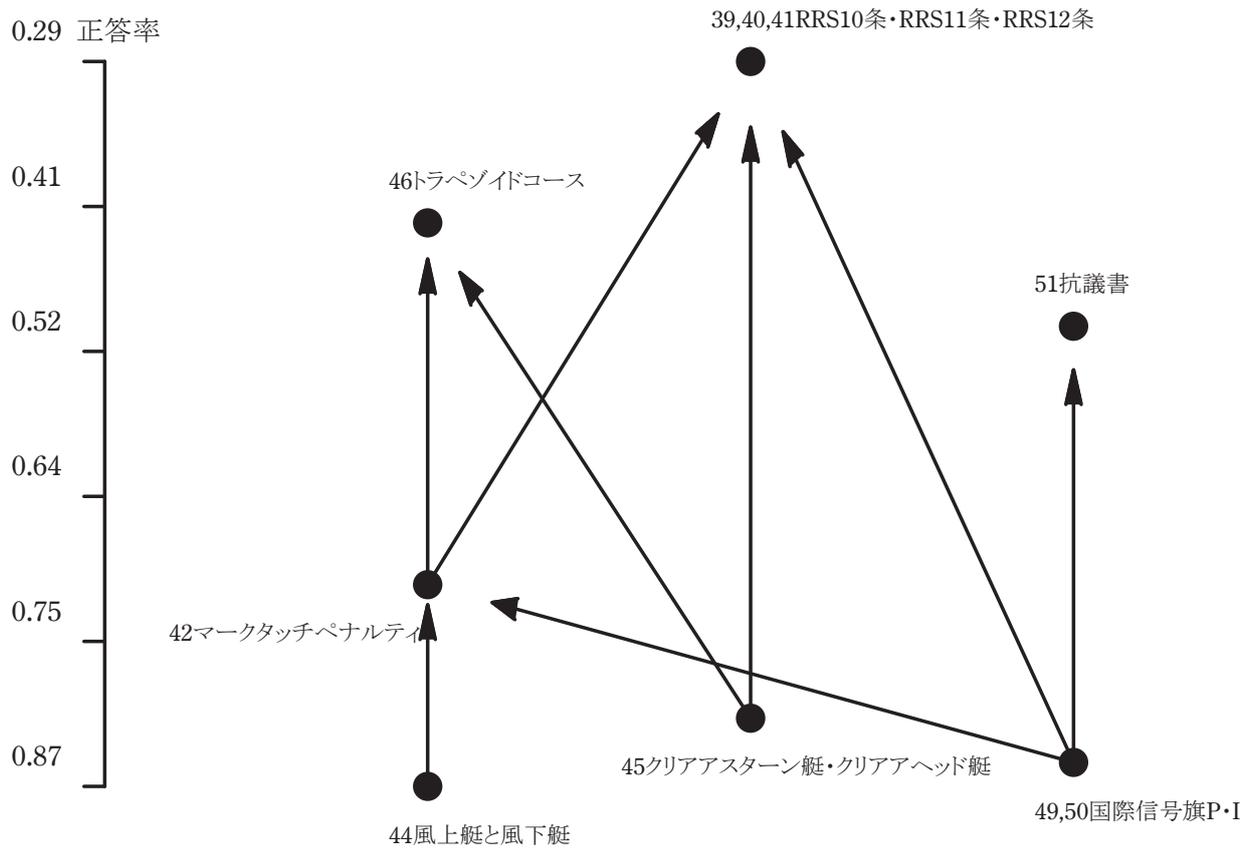


図5 レースの構造分析

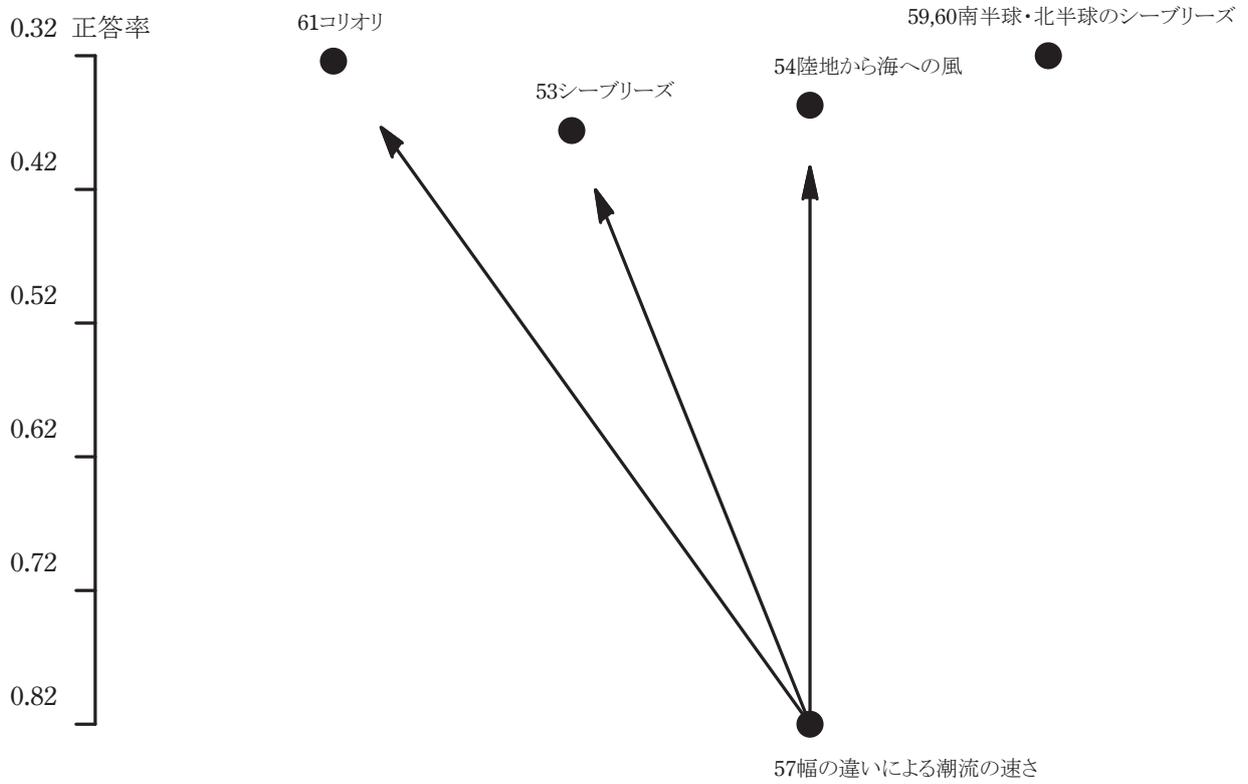


図6 ストラテジーの構造分析

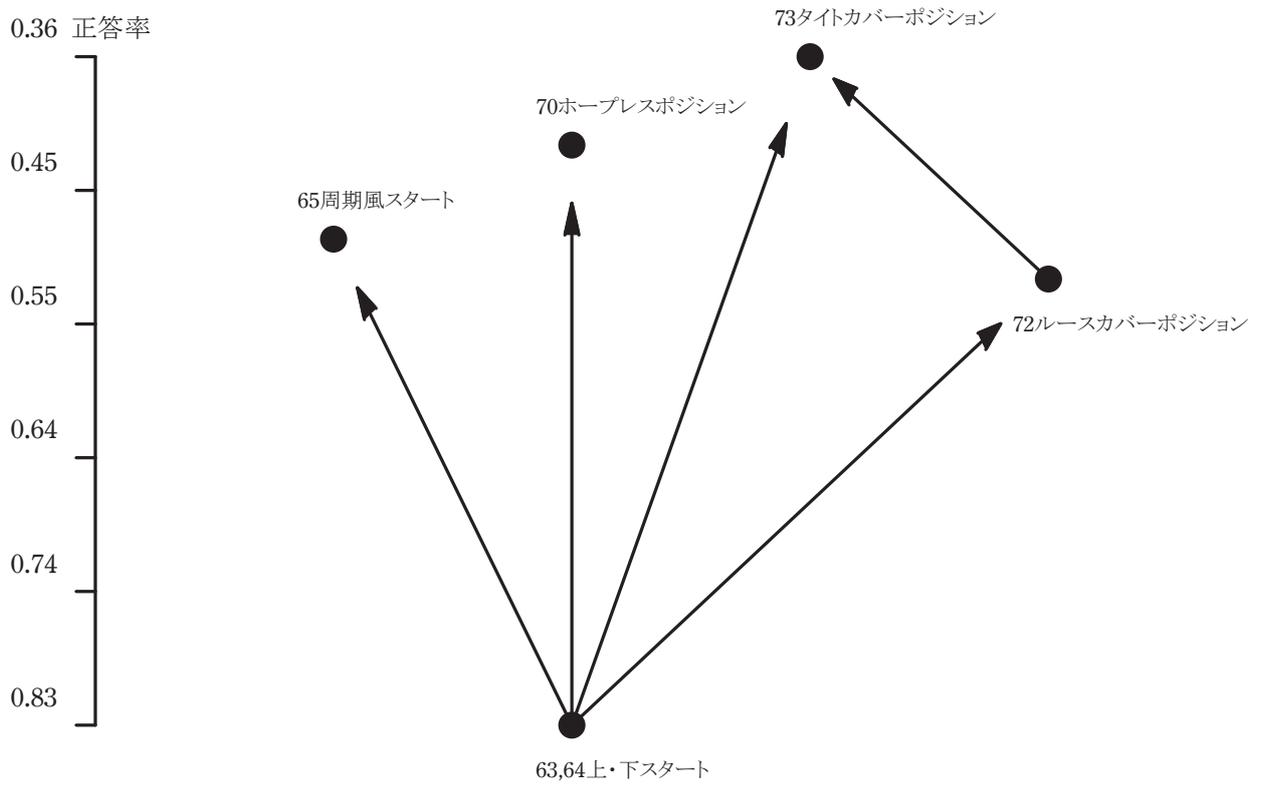


図7 タクティクスの構造分析

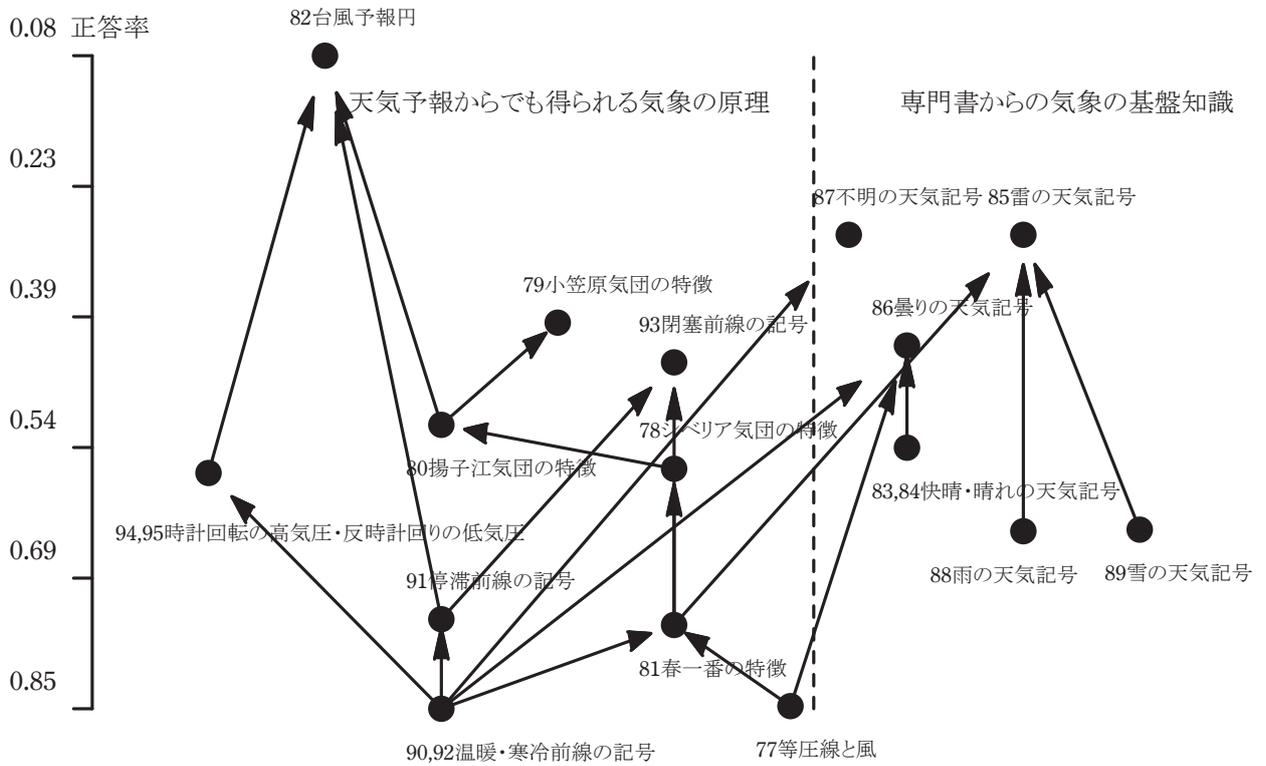


図8 気象の構造分析

表3 順序性・基盤知識・前提知識数

要因	省略名	単純な順序性の数	3つ以上の順序性の数	基盤知識数 [†]		前提知識数 [†]			
艦装	各部分名称	1	15	3	4	4	1		
		2					3	1	
		3					4		
		4					4	2	
		5					4		
		6					5	2	
		7							
	各部分の役割	8						1	
		9						2	
		10						3	
		11						1	
		12						—	
		13						—	
	管理	14						—	
		15						2	
	艦装手順	16						—	
		17						5	
		18						5	
セーリング	帆走理論	19	16	3	4	2	3		
		20					—	—	
		21						4	
		22						1	
	セールトリム	23						2	1
		24						1	1
		25						1	1
		26						—	—
		27						—	1
		28						5	
	セーリングテクニック	29							1
		30							1
		31							1
		32						1	
	マストコントロール	33							—
		34						2	
		35							2
	セッティング	36							—
37				1					
38				1					
レース	ルール	39	8	2	3	2	3		
		40					3		
		41					3		
		42					2	2	
		43					—	—	
		44					1		
	コース	45						2	
		46							2
	信号旗	47							—
		48							—
		49						3	
		50						3	
	抗議	51							1
		52							—

†) —は構造図に含まれない、空白は順序性がないことを示す。

要因		省略名		単純な順序性の数	3つ以上の順序性の数	基盤知識数 [†]		前提知識数 [†]		
ストラテジー	地形	53	シーブリーズ	3	0	1	3	0	1	
		54	陸地から海への風						1	
	潮流	55	水深による潮流の速さ						—	—
		56	月と潮流の関係						—	—
		57	幅の違いによる潮流の速さ						—	—
		58	転流						—	—
	風	59	南半球のシーブリーズ						—	—
		60	北半球のシーブリーズ						—	—
		61	コリオリ						—	1
		62	タックポイント						—	—
タクティクス	スタート	63	下スタート	5	1	1	1	4	—	
		64	上スタート					4	—	
		65	周期風スタート					—	1	
	回航	66	下マーク回航					—	—	
		67	サイドマーク回航					—	—	
	カバー	68	距離のあるカバー					—	—	
		69	カバーリング					—	—	
		70	ホープレスポジション					—	1	
		71	ライトカバーポジション					—	—	
		72	ルースカバーポジション					1	1	
	ミート	73	タイトカバーポジション					—	2	
		74	風の影響があるミート					—	—	
		75	風の影響が少ないミート					—	—	
		76	2艇とミートする際の対処					—	—	
気象	天気図	77	等圧線と風	19	10	6	5	2	—	
		78	シベリア気団の特徴					1	1	
		79	小笠原気団の特徴					—	1	
		80	揚子江気団の特徴					2	1	
		81	春一番の特徴					3	2	
		82	台風予報円					—	3	
	天気	83	快晴の天気記号					1	—	
		84	晴れの天気記号					1	—	
		85	雷の天気記号					—	3	
		86	曇りの天気記号					—	3	
		87	不明の天気記号					—	1	
		88	雨の天気記号					1	—	
		89	雪の天気記号					1	—	
	前線	90	温暖前線の記号					5	—	
		91	停滞前線の記号					2	1	
		92	寒冷前線の記号					5	—	
		93	閉塞前線の記号					—	2	
	気圧	94	時計回転の高気圧					5	—	
		95	反時計回転の低気圧					5	—	

†) —は構造図に含まれない、空白は順序性がないことを示す。

「5 ベアウェイ」は「9 スプレッダーサイドバンド」「1 シーム」「6 スロット」の知識獲得の基礎となっていた。そして、「10 ツイカーリードアイの位置」は「4 ラフィング」「5 ベアウェイ」「13 カムクリート」「2 クローズ角度」の知識獲得が前提となり、その知識を獲得していた。同様に、「9 スプレッダーサイドバンド」と「6 スロット」は「13 カムクリート」「4

ラフィング」「5 ベアウェイ」が基盤知識となり、「15 ブロック改善」は「7 フットベルト」「16 セールダウン」「18 セールアップ」「2 クローズ角度」が基盤知識となっていた。また、「7 フットベルト」「16 セールダウン」「18 セールアップ」から「13 カムクリート」を経由して「9 スプレッダーサイドバンド」「6 スロット」「10 ツイカーリードアイの位置」へ伸びる

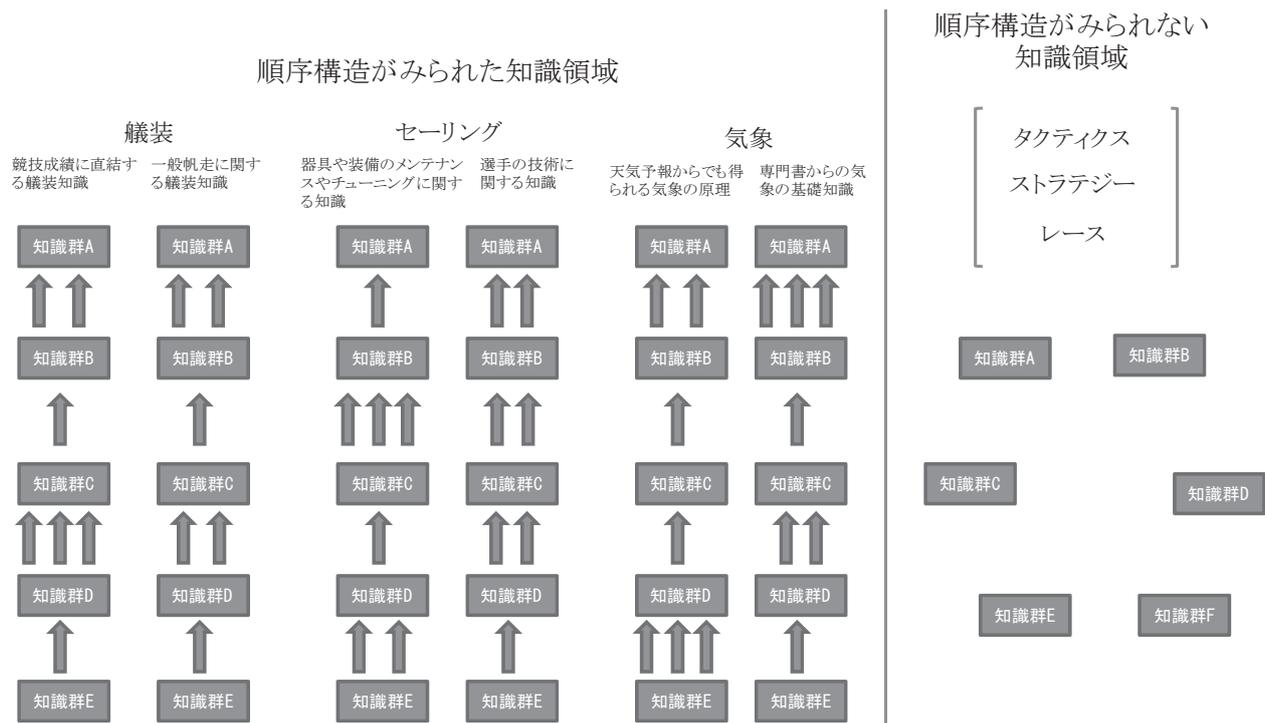


図9 結果の概念的な説明

3つの項目の順列的な順序性が見られた。

セーリングでは、「28 下マーク回航トリム」が「23 上マーク回航トリム」など5項目の基盤知識となっており、「19 センターボード」も「22 ブームバングによるバンド」など3項目の基盤知識となっており、さらに「22 ブームバングによるバンド」も「25 セールシェイプメイン下部」「35 マストバンドリンクル」の基礎知識となっていた。また、「34 素材によるマストバンド」は「27 セールシェイプリンクル」「35 マストバンドリンクル」と基盤知識となっていた。そして、「21 カニンガム」は「32 ヒール時にフラットにする方法」など4項目の知識が既知であることが前提で、「35 マストバンドリンクル」は「34 素材によるマストバンド」が前提知識となっていた。また、3つ以上の順列的な順序関係は「28 下マーク回航トリム」「23 上マーク回航トリム」「21 カニンガム」、「19 センターボード」「22 ブームバングによるバンド」「35 マストバンドリンクル」、「19 センターボード」「22 ブームバングによるバンド」「25 セールシェイプメイン下部」「21 カニンガム」に見られた。

同様に気象でも複雑な順序構造が見られ、基盤知識項目として「90 温暖前線の記号」「92 寒冷前線の記号」「91 停滞前線の記号」「77 等圧線と風」「81 春一番の特徴」、そして複数の前提知識を必要とする項目

として「82 台風予想円」「93 閉塞前線の記号」「86 曇りの天気記号」「85 雷の天気記号」があげられる。また、3つ以上の項目からなる順列的な構造は数多く見られ10個であった。

しかしながら、タクティクス、ストラテジー、レースなどは複雑な順序構造は見られなかった。

以上、図9は上記の結果を概念的に説明したものである。

3. 個人別の順序性が成立しない数

個人の正誤反応が一定の誤差を伴って発現するという前提で、順序性係数の値が一定の閾値以上の項目間に順序性、つまりIRSグラフの矢印を描いた。本研究では竹谷(1980, 1988)の基準を採用し、0.5としている。そのため、全体では順序性が成立する場合には「誤答→正答」という本来は存在しないはずのパターンが誤差の範囲内で許容されている。この「順序性が成立しない」場合の個数と経験年数の散布図を図10に示した。そして、順序性が成立しない数の5段階の競技性レベル別の平均と標準偏差を示したのが図11である。また、学校・社会人別に示したのが図12である。

順序性が成立しない数と経験年数の相関係数は -0.233 となり、1%水準で有意 ($t_0 = 17.916 > t[0.01, df$

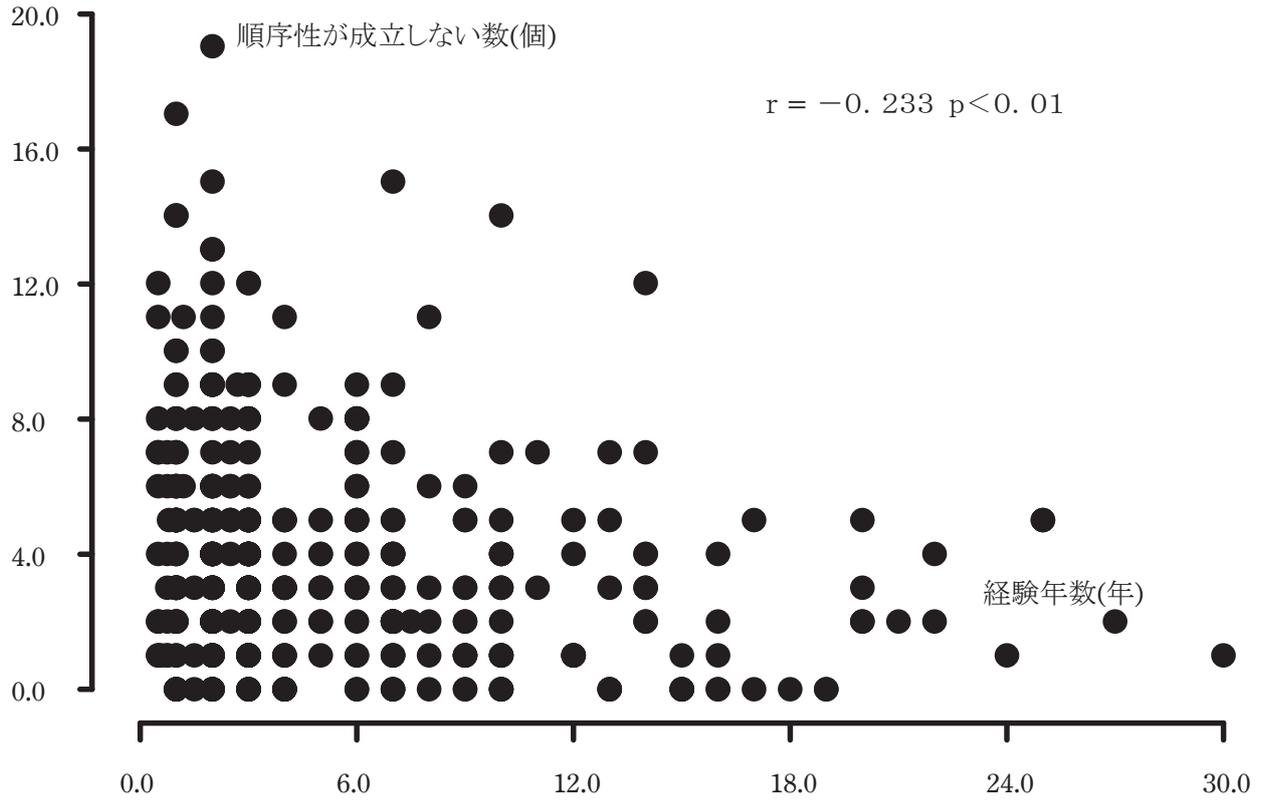


図10 順序性が成立しない数と経験年数との関連

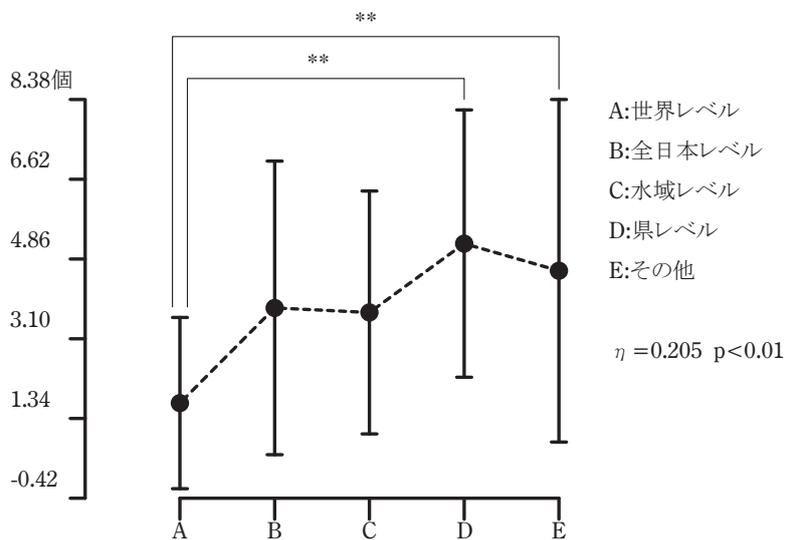


図11 競技成績別の順序性が成立しない数

= 321] = 2.591) な値であった。同様に、順序性が成立しない数と競技水準および学校・社会人別の相関比 (η) を求めると、各々0.205 ($F_0 = 12.185 > F[0.01, df = 2, 342] = 4.671$) と0.258 ($F_0 = 4.172 > F[0.01, df = 4, 379] = 3.369$) といずれも1%水準で有意な関連を示した。

また、ボンフェローニによる多重比較検定の結果、競技水準では世界レベルと県レベルの間および世界レベルとその他の間に1%水準で有意差が見られ、学校・社会人では高校生と大学生、高校生と社会人の間に1%水準で有意差が見られた。

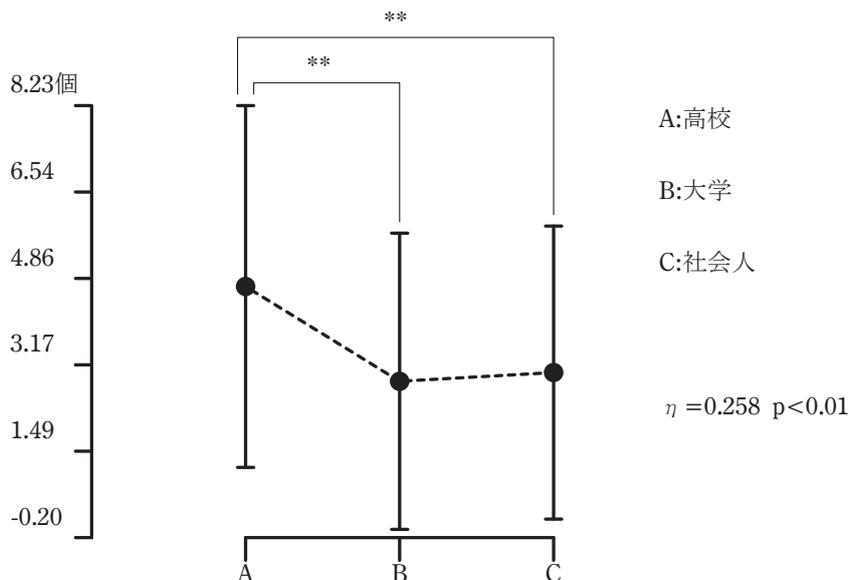


図12 学校・社会人別の順序性が成立しない数

IV. 考 察

1. 順序構造の複雑さと知識教授・指導

気象，セーリング，艦装では，多くの項目間で順序性見られ，複雑な階層構造をなしていた．それに対して，ストラテジー，タクティクス，レースでは項目間の順序性は比較的少なく，明確な階層構造は見られなかった．このことから，気象，セーリング，艦装に関する知識は同一順序性を持つ項目を順序だてて教授する必要があることになる．これらは年間を通して計画的に講義形式で教授・指導すべき宣言的知識に該当する内容であろう．それに対して，ストラテジーやタクティクスは知識項目間に順序性が少なく，これは，これらの知識に関してはあらかじめ特定の知識を習得する前に事前に知っておく必要がないことを意味している．つまり，これらの知識は計画的に順序立てて指導するというよりは，試合や練習場面で教えなければならない状況に遭遇した時に教えることができることになる．例えば，気象などは合宿所での部員と一緒にの食事中にテレビの天気予報などを利用して定期的に教授する必要があるが，ストラテジーやタクティクスに関することは試合や練習中の「失敗」「負け」という状況下でその反省の一環として，その改善に向けた指導としてそのことに関してのみ指導することが可能であろう．

2. 要因別の順序構造の特徴

艦装に関しては，「1 シーム」「4 ラフィング」「5 ベアウェイ」「6 スロット」「9 スプレッダーサイドバンド」「10 ツイカーリードアイの位置」「13 カムクリート」など図3の左側に位置する項目は，風に対して流体力学的に速いであろうとされるセールの形状を維持，または作るための項目が多かった．特に「6 スロット」は艇の前側に位置するジブセールと後方に位置するメインセールとの間のことをいい，両者がオーバーラップすることで干渉が起こる場合がある（高野・宮田，2002）．この干渉を意識できるか否かはスロットの知識がなければならない．また，「1 シーム」「9 スプレッダーサイドバンド」「10 ツイカーリードアイの位置」は変化する風速において様々な物体の変化を勘案した上で最適化されたセールの形状を作るのに重要となる．しかしながら，艇がラフィングしたり，ベアウェイしたりすることが理解できていなければ，各項目の効果を十分に活用することが難しいと考えられる．さらに，「13 カムクリート」は，調整する紐を固定する役割を持っており，作られたセールの形状を維持するために必要な基礎知識といえる．

このように左側に位置する項目群は，艇をより速く帆走するために知っておかなければならない知識であるという点で共通しており，「競技成績に直結する艦装知識」といえる．

それ以外の右側に位置する項目は，単一的部分の役

割で、左側の項目群のような複合的論理性はなく、時系列として捉えた場合、海上に出てから陸に帰るための方法として「18 セールアップ」と「16 セールダウン」の知識は同時に得られると考えられる。次に、海上でセールの調整をするために「8 テルテール」と「11 リーチリボン」を見て、風の流れを確認するという知識も得られるであろう。つまり、右側の項目群は単純な方法が集まった「一般的帆走に関する艀装知識」であるといえる。

セーリングに関しても、図4の左側に位置する「19 センターボード」「21 カニンガム」「22 ブームバングによるバンド」「24 波高によるセールトリム」「25 セールシェイプメイン下部」「32 ヒール時にフラットにする方法」「35 マストバンドリンクル」「27 CLRとCE」は競争力のある艇として器具や装備を最適化する知識であるといえる。例えば「19 センターボード」は帆走方向成分を決めるために重要であり、この知識がなければ「22 ブームバングによるバンド」「25 セールシェイプメイン下部」「21 カニンガム」の内容を活用できない。また、複合的な知識である「21 カニンガム」の内容を理解するには、単一的知識である「22 ブームバングによるバンド」「24 波高によるセールトリム」「25 セールシェイプメイン下部」「32 ヒール時にフラットにする方法」などの項目の知識が必須となる。それに対して、右側に位置する項目は「28 下マーク回航トリム」を中心に樹状的に知識体系が分岐していた。下マークをどのように回航すべきなのかという知識には上位の順序性のある項目と共通するヘルムと関連があり、また走行距離のロスを抑えるという知識と選手の動作が組み合わさったものである。また、レース中においても必ず経験する項目であることから改善点としてあげられやすい。そのため選手の技術に関する知識としての基礎項目と考えることができる。そういう観点からは、左側の項目群は「艇の器具や装備に対するメンテナンスやチューニングに関する知識」であり、右側に位置する項目群は「選手の技術に関する知識」と言える。

また、気象に関しては非常に複雑な順序構造で明確な系統の分類はできないが、図8の右側に位置する「83 快晴の天気記号」「84 晴れ天気記号」から「86 曇りの天気記号」への順序や「88 雨の天気記号」「89 雪の天気記号」から「85 雷の天気記号」は比較的単純な構造で、いずれも専門書などで用いられている天気記号についての断片的な宣言的知識である。しかし、最近のテレビの天気予報などでは前線や等圧線以外

は、天気記号ではなく、「晴」「雨」などの文字を使って解説する場合が多い。つまり、選手がテレビの天気予報などの場を利用して知識を得る場合はあえて「晴れ」「雨」などの天気記号を利用せずとも気象の原理を理解することができることになる。例えば、前線については、暖気団と寒気団の勢力に差が出ると温暖前線と寒冷前線が発生し、ほぼ等しい勢力の状態では停滞前線として起きるため、温暖前線と寒冷前線を知らなければ停滞前線を理解することは難しく（馬場,2009）、また閉塞前線においても前者の3つの前線を知らなければ理解できない（山岸,2007）。つまり、後者は「天気予報からでも得られる気象の原理に関する知識」と考えられ、前者は「専門書からの気象の基盤知識」と解釈することができる。前者は専門書などを用いて指導者から教授されるか、選手個人が独学しなければ獲得されることはなく、後者とは別の知識体系が存在すると考えられる。

3. 順序性が成立しない数と諸要因との関連

順序性が成立する場合には、その前提となる項目が誤答であるにもかかわらず、その後取得すべき知識項目では正答していることは本来は存在しないはずである。このような順序性が成立しない項目間の関係が多い選手は、その知識取得が部分的・断片的であり、体系的に行われていないことを示しているといえる。いわゆる知識の構造が離散的な「点」として取得されている状況で、順序性が成立している場合は、それらの「点」が「線」で結ばれている状況といえる。この順序性が成立しない数が学校・社会人別、競技レベル別、経験年数との相関からも競技水準が高くなり、経験が多くなることから少なくなる傾向が見られたことは知識を体系的に取得することの重要性を示唆していることになる。

4. 高校や大学を主としたコーチング現場への示唆

まず、気象、セーリング、艀装に関しては知識構造に順序性が見られた。これらは例えば、指導現場では「空の雲を見て、どのような風が吹いてくるかを予測させる」ことがあるが、雲の形状と風の強さの関係は断片的にこのことのみを教えても、その気象に関するプロセスに関する知識がなければ選手にはなかなか理解されない。また、艀装に関しても、例えば、ブロック（滑車）の役割を教える場合、ブロックの主たる役割は「ロープを引く際の抵抗を軽減する」であるが、さらに細かい点に関してはそのブロックを向ける方向

により力のかかる方向が微妙に異なることが知られている。したがって、より速く艇を走らせるには副次的（二次的）な役割までも知らなければならない。しかし、選手の技術レベルがその知識を理解できるまでに達していなければ理解はされない。つまり、その教授順序を逆にしたり、同時に指導することはできない。このように気象、セーリング、艀装の知識に関しては、そのカリキュラムを指導者が作成し、入部時から計画的に夜のミーティングなどを通して講義形式などで指導する必要があるといえる。

逆に、ストラテジーやタクティクスには順序立だった構造を示さなかった。このことは必ずしもカリキュラムなどを作成するなどして計画的に教える必要がないことを意味している。例えば、試合中の判断ミスにより失敗した選手がいれば、その記憶が新しいうちに試合直後の反省会などで、その判断ミスにつながる知識をそのことをきっかけにして部員全員に教えることが有効であるといえる。

次ぎに、構造に順序性が見られた気象、セーリング、艀装ではそれぞれ特徴を持った個別の指導順序の体系が見られた。例えば、艀装では「一般的帆走に関する知識」体系と「競技成績に直結する知識」体系である。前者は先のブロックの例でいうと「主たる目的の理解」であり、後者は「副次的理解」と考えること

ができる。前者はとにかく艇を帆走するのみに関わることであるが、後者はより高度な技術レベルに達していないと十分な理解が得られない。この2つの知識の理解には「ブロック」そのものの機能の理解に止まらず、「ブロックがブーム（帆の下部の支柱）の後端にある場合はリーチが強く閉じられるが、後端から離れれば離れるほどリーチの閉じる力が弱まる」「艇の舷にあるツイカーリードアイについてブロックの位置が後ろになればなるほどスピポールが跳ね上がりやすくなり、素早く帆走状態にならない」「ブームバングの両端についているブロックの位置がブーム上でマスト側に移動すればするほどマストバンドが減少し、マストについているブロックが下がれば下がるほどマストバンドが減少する」といった知識がなければ副次的な知識までも理解することができない。したがって、その知識教授のカリキュラム（指導順序）は別の体系として位置づける必要があることになる。本研究の結果は気象、セーリング、艀装気象、セーリング、艀装それぞれに2つのカリキュラム体系を示唆している。

図13は上記考察を概念的に図示したものである。

最後に、経験年数や競技水準が高まるにつれて、その知識体系が部分的・断片的ではなく、系統だっていう本研究の結果は、改めてヨット競技での「知識」が重要であり、かつ体系的に知識を獲得すること

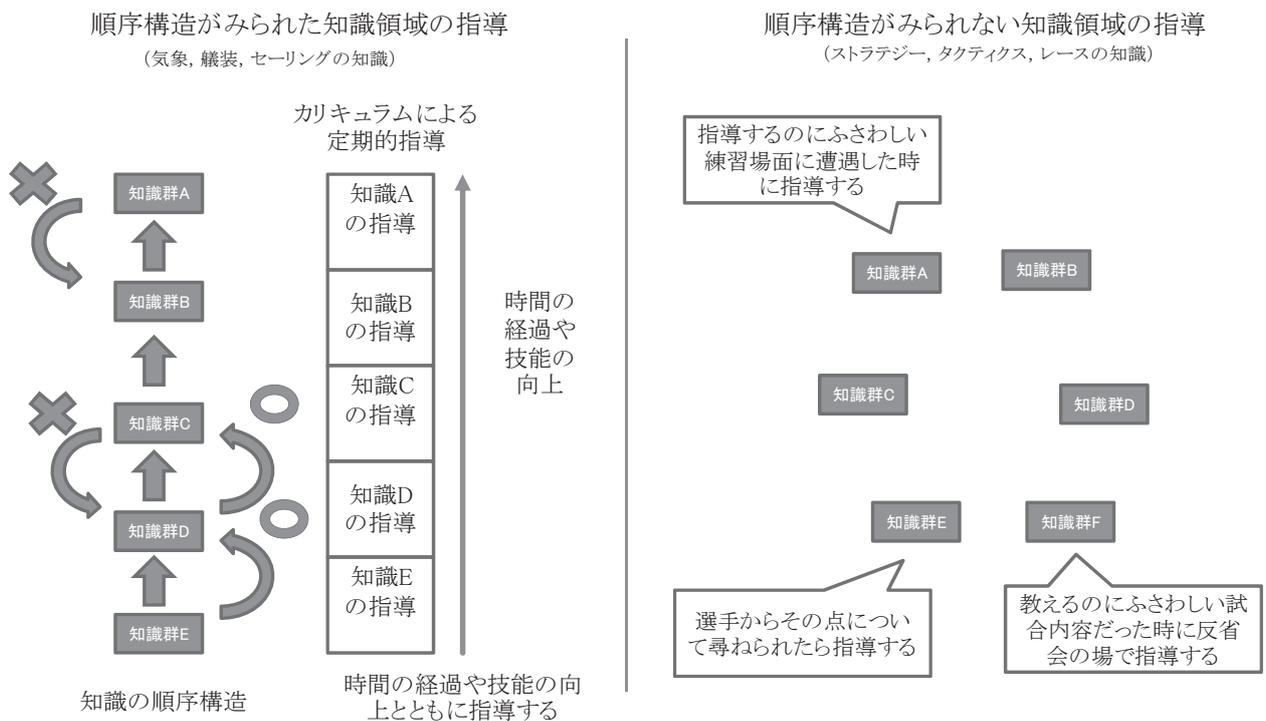


図13 本研究の結果を踏まえたコーチング現場での指導の概念的説明

の必要性を示唆しているといえる。いわゆる断片的な「点」として知識を得ている状態ではなく、その点が「線」で結ばれていなければならない状態といえる。つまり、目先の勝利に必要な部分だけの当座の知識ではなく、その知識の根底にある基礎的知識も十分に指導しておかなければ将来一流の選手にはならないということになる。これは小学生や中学生などのジュニア選手を指導する指導者が特に留意するべき点といえる。

V. まとめ

高校生から社会人までのヨット選手405名を対象に、坂口・青柳（2009, 2010）による95項目の知識テストを用いて、IRS分析を行なった。そして、その階層的順序構造の複雑さ、構造の比較、順序性が成立しない数と諸要因との関連を検討した結果、以下のような知見を得た。

- 1) 気象、セーリング、艀装に関する知識は同一順序性を持つ項目を順序だてて教授する必要があるのに対して、ストラテジーやタクティクスは知識項目間に順序性が少なく、計画的に順序立てて指導するというよりは、試合や練習場面の状況に応じて教授すべき知識であると考えられる。
- 2) 気象では「天気予報からでも得られる気象の原理に関する知識」と「専門書からの気象の基盤知識」、セーリングでは「器具や装備に対するチューニングの知識」と「選手の技術に関する知識」、そして艀装では「一般的帆走に関する艀装の知識」と「競技成績に直結する艀装知識」にその構造上の特徴が見られた。
- 3) 順序性が成立しない数と学校・社会人、競技水準、経験年数との関連を調べた結果、いずれも有意な相関が見られ、経験年数の多い者や競技水準の高い者はその知識体系が部分的・断片的ではなく、系統だっていると考えられる。

註記

- 1) Thomas and Thomas (1994) は競技成績 (Game Performance) に影響を及ぼす知識として、宣言的知識 (Declarative Knowledge) や手続き的知識 (Procedural Knowledge) の他に、戦術的知識 (Strategic Knowledge) をあげている。戦術的知識とは「知識を獲得するための方法論についての知識」で、本研究のヨット艇の戦術的操船知識 (ストラテジー) や、中川 (1987) や鬼沢ほか (2006) などの「戦術」とは異なった意味で使われている。宣言的知識や手続き的

知識は筆記テストでも測定可能であるが、戦術的知識は実験や面接法でなければ測定できないとも述べている。したがって、本研究では測定方法論上の制約より宣言的知識と手続き的知識のみを対象としている。

文献

- Allard, F., Graham, S. and Paarsalu, M. E. (1980) Perception in sport: Basketball. *Journal of port psychology* 2: 14-21.
- 馬場正彦 (2009) 海のお天気ハンドブック, 舵社:東京, p.52.
- Chase, W.G. and Simon, H.A. (1973) Perception in chess. *Cognitive Psychology* 4: 55-81.
- Dabrowski, W.R. (1964) Hierarchical structures of instruction sailing system. *Physical Education and Sport* 8(3): 73-86.
- French, K.E. and Thomas, J.R. (1987) The relation of knowledge development to children's basketball performance. *Journal of sport psychology*, 9: 15-32.
- 藤原秀雄 (1980) S-P 表の分割法とその学習診断への応用. *日本教育工学雑誌*, 5: 13-21.
- 倉田政彦 (1987) 学習診断と評価 (S-P 表分析). 赤堀侃司編 教育とパソコンシリーズ授業開発. みずうみ書房: 東京, pp.151-168.
- Legg, S.J., Mackie, H. W. and Slyfield, D.A. (1999) Changes in physical characteristics and performance of elite sailors following introduction of a sport science programme prior to the 1996 Olympic Games. *Applied Human Science : Journal of Physiological Anthropology* 18(6): 211-217.
- Marchetti, M., Figura, F. and Ricci, B. (1980) Biomechanics of two-fundamental sailing postures. *Journal of Sports Medicine*. 20: 325-332.
- 松田岩男 (1979) 現代保健体育学大系 4 体育心理学. 大修館書店: 東京, pp.191-192.
- 水野欽司 (1975) 型 (パタン) の分析. 東洋編 心理学研究第14巻データ解析 I. 東京大学出版会: 東京, pp.217-243.
- 中川 昭 (1985) ボールゲームにおける状況判断研究の現状と将来. *体育学研究*, 30 (2) : 105-115.
- 中川 昭 (1987) ボールゲームにおける状況判断能力の規定要因としての戦術的知識. *日本体育学会大会号* 38A: 193.
- 中山修一・高山佳子 (2004) 算数文章題のつまずきとその指導について—文献および事例を対象として研究—. *横浜国立大学教育人間科学部紀要 I 教育科学* 6: 163-177.
- 中村光伴・岸 学 (1996) 児童における手続き的内容の説明文産出技能の様相. *東京学芸大学紀要 1 部門* 47: 39-46.
- Niinimaa, V., Wright, G., Shephard, R.J. and Clarke, J. (1977) Characteristics of the successful dinghy sailor. *Journal of Sports-Medicine*. 17: 83-96.
- 根岸雅史 (2011) 文法テストはこのままでよいのか. *日本語文化研究会論集* 7: 1-15.
- 鬼沢陽子・高橋建夫・岡出美則・吉永武史・高谷 昌 (2006) 小学校体育授業のバスケットボールにおける状況判断能力向上に関する検討—シュートに関する戦術的知識の学習を通して—. *スポーツ教育学研究*, 26 (1) : 11-23.
- 坂口英章・青柳 領 (2009) 高校生のためのヨット競技における知識テストの作成. *福岡経大論集*, 38 (2) : 89-124.
- 坂口英章・青柳 領 (2010) 高校生のためのヨット競技にお

- る知識テストの作成とCS分析. コーチング学研究, 24 (1) : 35-48.
- Saury, J. and Durand, M. (1998) Practical knowledge in expert coaches : On-site study of coaching in sailing. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69 (3) : 254-266.
- 佐藤隆博 (1979) ISM法による学習要素の階層的構造の決定. *日本教育工学雑誌*, 4 : 9-16.
- 佐藤隆博 (1981) 生徒の項目反応パターンの指数に関する考察. *電子通信学会技術研究報告*, ET80 (11) : 47-50.
- 佐藤隆博・竹谷 誠・倉田政彦・小山和子 (1976) SP表の応用システム. *電子通信学会技術研究報告*, ET76 (6) : 73-78.
- Scarponi, M., Shenoi, R.A., Turnock, S.R. and Conti, P. (2006) Interactions between yacht-crew system and racing scenarios combining behavioral models with VPPs. *The Proceeding of 19th International HISWA Symposium on Yacht Design and Yacht Construction*. Amsterdam. pp.1-13.
- 鈴木美加 (1990) 文書理解過程のモデルに基づく外国語の読解指導に関する一考察. *日本語学校論集*, 17 : 67-84.
- 多鹿秀継 (2002) 算数問題解決に影響を与える知識の吟味. *愛知教育大学研究報告 (教育科学編)*, 51 : 53-60.
- 高野浩太郎・宮田秀明 (2002) セールCFD解析によるAC艇帆走性能評価. *関西贈船舶協会論文集*, 237 : 27-32.
- 竹谷 誠 (1978) 項目関連構造分析のSP表への応用. *電子通信学会技術研究報告*, ET78 (12) : 35-40.
- 竹谷 誠 (1979a) テストの項目関連構造分析の拡張と応用に関する一考察. *電子通信学会論文誌*, D79 (1) : 23-26.
- 竹谷 誠 (1979b) 教育評価に利用するテストの項目関連構造分析. *電子通信学会論文誌*, D62 (7) : 451-458.
- 竹谷 誠 (1979c) 項目関連構造分析を応用したテストの特性解析. *電子通信学会論文誌*, D62 (11) : 695-702.
- 竹谷 誠 (1980) IRS テスト構造グラフの構成法と活用法. *日本教育工学雑誌*, 5 : 93-103.
- 竹谷 誠 (1988) 教育情報の構造分析. *教育情報科学研究会編 講座教育情報科学3 教育とデータ分析 データ解析と評価*. 第一法規出版 : 東京.
- 竹谷 誠・佐藤隆博 (1976) SP表の諸係数に関する考察. *電子通信学会技術研究報告*, ET76 (3) : 67-72.
- 田中雅人 (2004) ポールゲームにおける状況判断と知識の構造. *愛媛大学教育学部紀要*, 51 (1) : 107-114.
- Thomas, K. T. and Thomas, J. R. (1994) Developing expertise in sport: The relation of knowledge and performance. *International Journal of Sport Psychology* 25 : 295-312.
- Vogiatis, I., Spurway, N.C., Wilson, J. and Boreham, C. (1995) Assessment of aerobic and anaerobic demands of dinghy sailing at different wind velocities. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 35 (2) : 103-107.
- Wright, G., Clarke, J., Niinimaa, V. and Shephard, R.J. (1976) Some reactions to a dry-land training programme for dinghy sailors. *British Journal of Sports Medicine* 10 : 4-10.
- 山岸米二郎 (2007) 気象予報のための前線の知識. *オーム社* : 東京, pp. 30-35.
- 山下 元・前島 仁・横井正宏・竹谷 誠 (1979) 項目関連構造分析を応用した教授プログラムの構造解析 (I). *電子通信学会技術研究報告*, ET79 (1) : 29-31.

平成23年5月10日受付

平成24年4月4日受理