

航海計器に係る国際規格策定への取り組み

福戸 淳司*, 沼野 正義**

Efforts to Develop International Standards for Navigation Equipment

by

Junji FUKUTO and Masayoshi NUMANO

Abstract

Important navigation equipment should keep the adequate performance to ensure navigation safety and marine environment protection without loss of freedom of navigation, as ships internationally transport passengers and cargos. In order to ensure the minimum performance for the navigation equipment, IMO sets out the performance standards for it. Therefore, the navigation equipment having IMO performance standards should be met the corresponding IMO Performance Standard and some of it should be required type approval by the certification body. The ISO standards for such navigation equipment define its tasks, functions and test methods. On the other hand, digitalization of navigation information has been progressing to improve navigation safety and to monitor fleets for efficient operation. Navigation information is conventionally checked by watch officers to support their situational awareness (SA), however, it is now digitized and its data is processed to add value to navigation equipment to enhance support for SA, ship maneuvering and operational decision making. Furthermore, the information is accumulated and used for accident analyses and efficient operations of ships. Under these circumstances, the authors have joined to the development of a new international standard for electronic inclinometers. In this report, the actual process and notes for developing international standards for navigation equipment are shown to explain the international standard of the electronic inclinometers (ISO 19697: 2016).

* 特別研究主幹, ** 知識・データシステム系 専門研究員

原稿受付 令和元年7月30日

審査日 令和元年9月25日

目 次

1. はじめに.....	12
2. IMO における電子傾斜計の性能基準の策定への貢献.....	12
2.1 IMO での航海計器の性能基準の策定の流れ.....	12
2.2 IMO における電子傾斜計の新規作業項目提案.....	13
2.3 電子傾斜計の性能基準の策定への貢献.....	13
2.3.1 NAV 57 での審議内容.....	13
2.3.2 NAV 58 での対応.....	13
3. ISO における電子傾斜計の国際規格の策定への貢献.....	14
3.1 電子傾斜計の国際規格策定の経緯.....	14
3.2 電子傾斜計の公開仕様書（PAS）案の策定.....	14
3.2.1 傾斜角の計測法の確立.....	14
3.2.2 通信用センサの確立と船橋アラート管理への対応.....	14
3.2.3 横揺れ固有周期とメタセンター高さの関係の解説.....	14
3.3 新業務項目提案.....	16
3.4 電子傾斜計の国際規格策定.....	16
4. まとめ.....	16
謝 辞.....	16

1. はじめに

船舶は国内のみならず国際的な人と貨物の輸送に使用されるため、国際的に自由な航行を疎外することなく航行の安全と海洋環境の保全を確保しなければならない。そのため、航行の安全に関わる重要な航海計器すべてにおいて、必要な性能を具備する必要がある。これらの航海計器について必要最小限の性能を全世界で確保するために、国際海事機関（IMO：International Maritime Organization、以下 IMO と記す。）は、航海計器に必要な最小限の性能を性能基準（Performance Standards）として定めている。国際標準化機構（ISO：International Organization for Standardization、以下 ISO と記す。）および国際電気標準会議（IEC：International Electrotechnical Commission、以下 IEC と記す。）が発行する航海計器に関する国際規格は、IMO 性能基準を有する航海計器のタスク、機能および試験方法を定めている。

一方、航海の安全性を高め、船舶の効率的な運航に利用する目的で、航海情報のデジタル化が進んでいる。従来は、操船者が状況認識の支援を得るため、目視で確認していた航海情報は、現在デジタル化され、そのデータは付加価値を得るために処理されて、操船および運航上の意思決定に利用されている。さらに、その情報は蓄積され、事故分析や船舶の効率的な運航に役立っている。

このような状況下で、著者らは電子傾斜計や船橋配置等の国際規格の開発に関わってきた。本稿では、著者の一人がプロジェクトリーダーとして開発を主導した電子傾斜計に関する国際規格（ISO 19697：2016）を例に、航海計器に関する国際規格の実際の開発プロセスを示す。

2. IMO における電子傾斜計の性能基準の策定への貢献

2.1 IMO での航海計器の性能基準の策定の流れ

航海計器の性能基準は、以下の手順で策定される。

- (1) IMO の複数あるいは単独の加盟国から、新規作業項目提案として性能基準の策定が IMO 海上安全委員会（MSC：以下 MSC または開催回数 XX と共に MSC XX と記す。）に提案され、その提案が適正と判断された場合には、IMO MSC は性能基準案の策定を対象となる小委員会、航行安全・無線通信・搜索救助

小委員会（NCSR：以下 NCSR または開催回数 XX と共に NCSR XX と記す.），旧航行安全小委員会（NAV：以下 NAV または開催回数 XX と共に NAV XX と記す.），に付託する。

（2）NCSR 小委員会では、性能基準案策定に対する作業計画を作成し、これに基づいて性能基準案の策定を行う。ただし、具体的な作業を小委員会期間中に行うことは時間的に困難なため、多くの場合次の小委員会開催までの間に作業を行い、その内容を次の小委員会期間中に確認するという対応になる。このため、性能基準案策定には通常数年を要する。

（3）小委員会で策定された性能基準案は、関係する他の小委員会へ意見照会がされた後、策定を付託した MSC に送られ、採択を経て、正式な性能基準となる。

ただし、性能基準では、求められる性能が示されただけで、その性能が満足されている事を示す試験方法は、ISO や IEC が発行する国際規格により定められる。

2.2 IMO における電子傾斜計の新規作業項目提案

電子傾斜計についての要望が最初に IMO で議論されたのは 2009 年夏に行われた NAV 55 であった。具体的には、独国と英国が提案した航海データ記録装置(VDR: Voyage Data Recorder, 以下 VDR と記す.)の性能基準改正案（NAV 55/6/1）の中で、事故原因調査には、船体傾斜データは大変重要であり、電子傾斜計により安価に計測できるようになったので、船体傾斜データを記録する必要がある旨が示された。

これに対応して 2010 年の MSC 88 に独国から新規作業項目（MSC 88/23/6）として、船員への情報提供と VDR への記録を目的とした電子傾斜計の性能基準の策定についての提案があり、「傾斜計の性能基準の開発」を NAV 57 の暫定議題とし、2012 年を目標に性能基準を策定することとなった。

2.3 電子傾斜計の性能基準の策定への貢献

2.3.1 NAV 57 での審議内容

2011 年に行われた NAV 57 で、独国から MSC 88 での合意に基づき、電子傾斜計の性能基準の策定提案（NAV 57/11）が性能基準草案と共に示された。これについては、NAV 57 の技術作業部会で審議され、議論の末独国の性能基準草案をベースに、次回 NAV 58 で最終化することを目的に各国から意見を求めることとなった。さらに、独国から VDR の性能基準改正案（NAV 57/4）が提案され、独国からこの中で、適切な機器がある場合、船体傾斜角、加速度および船体応力を記録することを求めた。英国も VDR の性能基準案へのコメントの形で、電子傾斜計の性能基準の策定と VDR の性能基準の改正を求めた。さらに、英国は事故解析に用いるため、傾斜のみならず加速度の記録も求めた。しかし、NAV 57 の結論としては、今回はあくまでも正確な傾斜角の提供が目的であるため、加速度等の計測と VDR への記録については含めないこととなった。

2.3.2 NAV 58 での対応

NAV 57 終了後、著者の 1 名である福戸は ISO のプロジェクトリーダーとして、電子傾斜計の性能基準に基づく試験要件を定める国際規格の策定に携わることとなった。このため、著者らは、独国策定の性能基準案について、その実現性と試験法について検討を行った。さらに、著者らは国内の意見を取りまとめ、以下の提言を記した日本からのコメント文書（NAV 58/10/1）を作成した。

（1）性能基準の適応範囲の明確化。

（本性能基準案の適用を操船判断支援と VDR への記録用傾斜計に限定）

（2）ローリング周期の計測範囲の現実的な修正。

（当初、1 秒から 60 秒であった周期の計測範囲を、4 秒から 40 秒に修正）

（3）角度計測時の計測精度補償加速度範囲の設定。

（計測精度に大きく影響する横加速度に着目し、その値を 0.8G に設定）

2012 年に行われた NAV 58 で、福戸は、傾斜計の性能基準の開発（議題 10）の審議に参加した。この議題は、前回の NAV 57 で草案として策定された電子傾斜計の性能基準案を最終化するもので、独国より草案の改定案、日本より上記 3 点の修正案、中国よりコメントが出された。審議は主に常設されている技術作業部会で行われた。福戸は、議場において主要国である独国、英国等に日本案の事前説明等を行い、提案のポイントを理解してもらうと共に、技術作業部会において独国、英国等と協調して、電子傾斜計の性能基準案の最終化に貢献した。これにより、日本の修正案を反映した性能基準案が策定された。

この性能基準案は、MSC 92 に提出され、RESOLUTION MSC.363(92) として、2013 年 6 月に採択された。

3. ISO における電子傾斜計の国際規格の策定への貢献

3.1 電子傾斜計の国際規格策定の経緯

2012 年 7 月に開催された NAV 58 において電子傾斜計の性能基準案が承認された後に開催された 2012 年の ISO 船舶および海洋技術専門委員会 (ISO/TC 8: TC8: Ships and marine technology : 以下, ISO/TC 8 と記す.) の年次総会で, 電子傾斜計の国際規格をできるだけ早く出版するように要望され, さらに, 2013 年の ISO/TC 8 の年次総会では, 市場の要望を満たすため, 2014 年 1 月までに, 電子傾斜計の IMO 性能基準案の試験要件を定めた国際規格 ISO 19697 の新業務項目提案 (NP : New work item proposal 以下, NP と記す.), 委員会原案 (CD : Committee Draft 以下, CD と記す.) および公開仕様書 (PAS: Publicly Available Specification : 以下, PAS と記す.) を同時投票することが決定された. さらに, ISO 19697 を開発するため, ISO/TC8/SC6/WG9 (SC6:Navigation and ship operations / WG9: Indicators: 航海および操船分科委員会 / 表示器作業部会) が再設置され, この WG のコンビーナとして福戸が選出された.

上記に対応すべく, 著者らは, 2012 年に一般財団法人日本船舶技術研究協会 (JSTRA : Japan Ship Technology Research Association.) から 2 年計画で GPS コンパスを含む電子傾斜計の国際規格草案の策定とその性能評価に関する調査研究を受託し, ISO/PAS/CD 19697 の策定と電子傾斜計性能評価装置の開発を行った.

3.2 電子傾斜計の公開仕様書 (PAS) 案の策定

ISO/PAS/CD 19697 案の策定には, 用語の定義, 機能の定義および具体的な対象機器の性能を検査する方法の確立が必要となる. この検査対象としては, 動的な傾斜角等の物理量, VDR 等他の機器との通信の他, 警報管理が挙げられた.

3.2.1 傾斜角の計測法の確立

物理的な検査としては, 多様な周期と加速度の環境下での正確な傾斜角の計測が必要となる. このため, 図 1 および写真 1 に示す電子傾斜計性能評価装置を開発した. この電子傾斜計性能評価装置は, ± 90 度の振幅で, 4 秒から 60 秒の周期を設定でき, 0.8G の横方向加速度を同時に設定できる倒立振り子型の, 高さ 4.5m, 幅 6.0m, 振り子の上部レバー 2.7m, 下部レバー 1.3m の傾斜角計測装置であり, 大規模な動揺台や大出力の駆動機構が不要となっている. この装置の動作原理を解説した文書を作成し, 電子傾斜計の国際規格の附属書 (ANNEX B) 案とした. 図 2 にこの電子傾斜計性能評価装置を用いて計測したある検査対象の電子傾斜計の出力と電子傾斜計性能評価装置で計測した傾斜角の時系列を例示する. この電子傾斜計性能評価装置を使用して, IMO の性能基準で設定された環境下において, 設定された誤差以内で傾斜角が計測できることを確認した.

また, 同様の計測を GPS コンパスで実施するため, 写真 2 に示す, 屋外計測が可能な可搬型電子傾斜計性能評価装置を製作し, 同様に傾斜角が計測できることを確認した.

3.2.2 通信用センテンスの確立と船橋アラート管理への対応

電子傾斜計は, VDR に計測結果である傾斜角度や周期等を送信する必要があるが, 策定時点では通信用のセンテンスが存在しなかった. このため, IEC と協調して電子傾斜計の通信センテンスである HRM センテンスを作成し, 電子傾斜計の国際規格の附属書 (ANNEX C) 案とした. さらに, HRM センテンスは IEC 61162-1 Ed.5 に追加された.

また, ISO 19697 の策定時に, 船橋アラート管理 (BAM: Bridge Alert Management) の国際規格はまだ確立していなかったが, その導入が予定されていたので, 可能な限りその情報を収集し, ISO 19697 の PAS および CD 案の中に組み込んだ. 2021 年に予定されている次期メンテナンス時には, 船橋アラート管理の国際規格である IEC 62923 シリーズが確立されているので, これに対応する必要がある.

3.2.3 横揺れ固有周期とメタセンター高さの関係の解説

電子傾斜計は時々刻々の傾斜角の他, 復原性能の余裕の判断の基本となるメタセンター高さ (GM) と密接な関係を有する横揺れ周期も計測できる. この横揺れ周期の二乗とメタセンター高さはおよそ反比例の関係にあり, 横揺れ周期が大きくなることは, メタセンター高さが短くなり復原性能が低下することを示す. この状況をわか

りやすく示すため、簡易式で横揺れ周期とメタセンター高さの関係を示し、その用法を解説した文書を作成し、電子傾斜計の国際規格の附属書（ANNEX A）案とした。

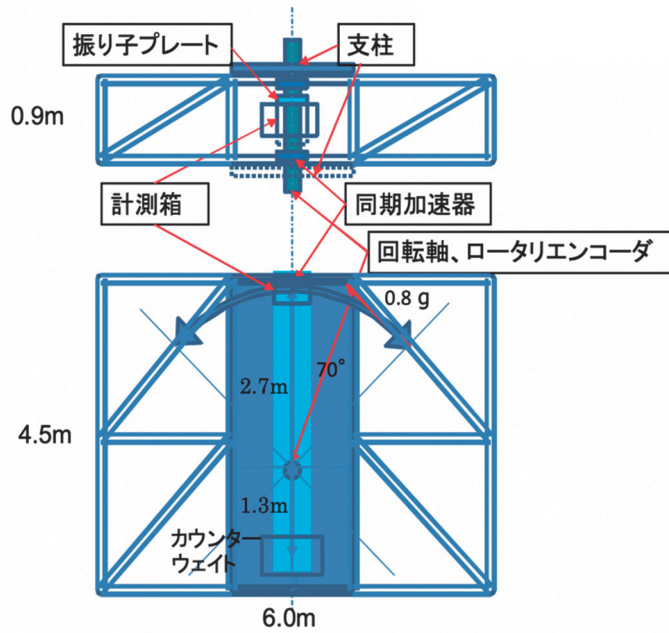


図1 傾斜角計測装置



写真1 傾斜角計測装置

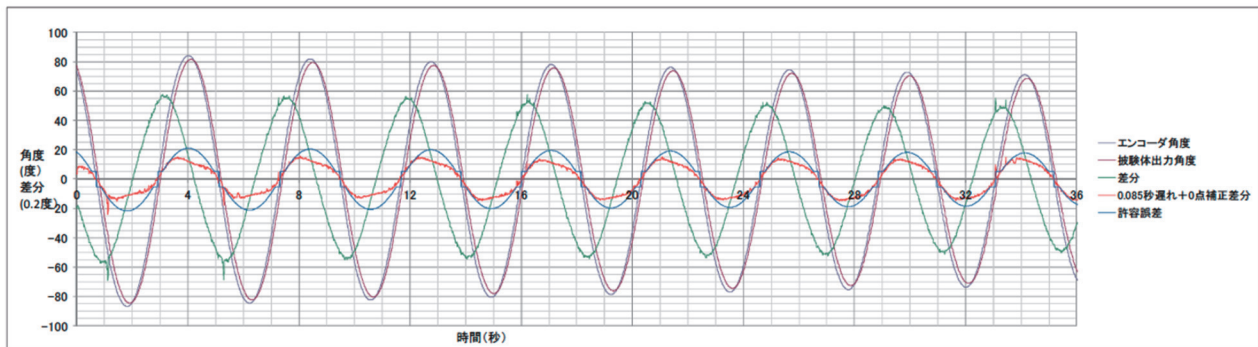


図2 試験対象の傾斜角および傾斜角計測装置の傾斜角出力および誤差等の時系列



写真2 GPSコンパス用可搬型傾斜角計測装置

3.3 新業務項目提案

これらの課題を解決した後、ANNEX A、ANNEX B および ANNEX C を含む形で、ISO 19697 の PAS および CD 案を策定し、2014 年に著者らにより ISO へ提案した。これに対応して NP、PAS および CD の同時投票が実施され、2014 年に承認された。これにより、ISO 19697 の策定が新業務項目として承認されると共に、ISO/PAS 19697 が 2014 年 12 月に発行された。また、福戸は、IMO NCSR 1 および NCSR 2 に対して、ISO/PAS 19697 の発行に関する情報を報告する ISO から IMO への提案文書（NCSR 1/27/2、NCSR 2/22/1）の策定をプロジェクトリーダーとして実施した。

3.4 電子傾斜計の国際規格策定

2014 年末から、NP 投票時に策定した CD 案をベースとして、CD の内容のチェックを WG 9 の各国専門家と共に行い、2015 年の末までに合意を得て、国際規格原案（DIS : Draft International Standard 以下、DIS と記す。）案とした。

次に、2016 年 2 月に DIS 投票を行い、DIS 案が DIS として承認された。この後、我が国を含む ISO/TC 8/SC 6 加盟国に対して、国際規格（IS : International Standard 以下、IS と記す。）化のための最終確認投票を 2 度行い、2016 年 6 月に IS 案として承認されたため、最終原稿を ISO 中央事務局に提出し、ISO 19697 が 2016 年 11 月に発行された。

4. まとめ

本稿では、航海計器の国際規格を策定する過程を、電子傾斜計の試験要件を定めた ISO 19697:2016 を題材として、解説した。航海計器の国際規格は、まず IMO で性能基準が定められ、これに基づいた性能の評価法を国際規格として確立し、文書化することで策定される。航海計器の国際規格の策定には、IMO の性能基準に対応した物理的な性能の計測法の確立、他の機器との通信のためのインタフェース要件への対応が必要となる。さらに今後は、航海計器については船橋アラート管理（BAM）への対応が求められる。本稿では国際規格策定に関する事項を網羅したつもりであり、今後、航海計器の国際規格の策定に関わる人の一助になれば幸いである。

謝 辞

今回報告した国際規格の策定は、一般財団法人日本船舶技術研究協会からの調査研究の受託により実施した。また、本調査研究と日本船舶技術研究協会主催の航海分科会に委員として参加させていただいた実績により、福戸は平成 30 年度工業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰を受賞できた。こうした機会を頂いたことに深謝の意を表する。弊所吉村健志氏には、本調査研究を実施するにあたり的確なサポートをして頂き、ここに感謝の意を表する。