

将来の望遠鏡保守のあり方 ～プロジェクト単独での保守体制から全台的品質保証体制への転換～

田澤誠一
国立天文台 TMT 推進室

概要

望遠鏡保守情報交換会が発足して今年でちょうど2年が経過した。この間、プロジェクト間連携の一つの成果としてハワイ観測所の協力のもと、VERA20m アンテナの電気系保守作業を完全内製化する目途がたった。その一方でプロジェクト間連携の限界も見えてきた。本報告では現状の課題とその対応について、品質管理をキーワードとして全台的な体制転換のあり方について議論する。

1. 今、なぜ品質か

1.1. 望遠鏡の品質とは

すばる望遠鏡をはじめとする国立天文台の望遠鏡はこれまでに多くの研究者に観測の場を提供し、様々な科学的成果を挙げることに貢献してきた。しかし近年、ALMA を除く国立天文台の望遠鏡による運用は安定局面から老朽化局面を迎え、近年では度重なるトラブルにより、観測時間を失うだけでなく、本来の性能を発揮できない場面が多く見られるようになった。一般的にこのような状態を「望遠鏡の品質が低下した」と見なすべきであろう。ではどうすれば一度低下した品質を回復させることができるのか。事態の打開を探るため、次節では日本の製造業がどのようにして高品質な製品を生み出せるようになったのか、その歴史を振り返る。

1.2. 日本の製造業の製品品質向上の歴史

「Made in Japan」—今でこそ日本製品は「高品質」を表す代名詞となっているが、この言葉が現在ののようなイメージになるまでは、「安かろう、悪かろう」の代名詞と揶揄されるような状況であった [1]。

戦後の日本の製造業の発展はめざましかった。しかしその陰には粗悪品から脱却し、品質向上を目指す努力が存在していた。日本の製品品質向上への努力は高度経済成長初期の1950年に遡る。米国から W. Edwards Deming 博士を招き、企業の部課長、技術者向けに統計的品質管理 (SQC: Statistical Quality Control) についての講演会を開催することから始まった。続いて1954年には J. M. Juran 博士を招き、経営者と部課長向けに品質管理における彼らの役割についての講演会を開催した。Juran 博士の講義が経営者らに理解されたことにより、品質管理の主体がボトムアップ的な工場現場（技術）から経営全体に移り、統計的品質管理から全社的品質管理へ移行するきっかけとなった。またこの頃から品質管理の手法は製造業から建設業をはじめとして他の業種へも展開され始めた。 [2]

1960年代になると石川馨らにより「QCサークル」活動が提唱され、自主性・自発性を尊重するような形で品質管理活動を行うことを推奨した [3]。このような地道な努力を続けることで日本製品の品質は徐々に向上し、1980年代になってついに日本の製造業は「Made in Japan」を「高品質」の代名詞に変貌させることに成功した。

1990年代以降になると、諸外国でも TQC を実践するところが増え、米国では TQC にマネジメント要素を付加した TQM (Total Quality Management) やシックスシグマなど、新たな品質管理体系が整備・構築されるようになり、日本でも1996年に TQC から TQM へ名称が変更され、多くの企業に導入された [4]。また、品質管理マネジメントシステムの国際規格である ISO9001 を認証する企業も増加した [5]。現在ではこのような品質管理活動は企業が生き残るための必要条件となっている。

1.3. 望遠鏡に求められる品質

そもそも「品質」とは何なのだろうか、その定義についておさらいしたい。品質/質とは、「製品・サービス、プロセス、システム、経営、組織風土など、関心の対象となるものが明示された又は暗黙のニーズを満たす程度」 [6] と定義されている。

望遠鏡に求められる品質要求の例を挙げると、性能面の要求として、分解能、指向精度、追尾精度、動作速度、感度、低重量、低電力、低発熱、低振動、低雑音などが、機能面の要求として、自動化、自律化、耐震・免震、耐荷重が、非機能的な要求として、可用性、操作性、利便性、拡張性、耐環境性、保守性、信頼性、安全性、保安性、アクセス性など、様々な要求事項が挙げられる。品質の善し悪しの判断を明確にするためにも、要求事項は定量的な形で検証可能であることが望まれる。

1.4. 品質管理の先に品質保証あり

次に「品質管理」とはどのようなことか、定義からおさらいする。品質管理とは、

1. 顧客要求事項及び適用される法令・規制要求事項を満たした製品及びサービスを一貫して提供できる。
2. 顧客満足を向上させる機会を増やす。
3. 組織の状況及び目標に関連したリスク及び機会に取り組む。
4. 規定された品質マネジメントシステム要求事項への適合を実証できる。

と定義されている [7]。これを望遠鏡に置き換えると、

1. 研究者・天文コミュニティ、運用者、国民などからの要求事項及び適用される法令・規制要求事項を満たした装置、観測データ、又は成果物を一貫して提供できる。
2. これらステークホルダーの満足を向上させる機会を増やす。
3. 国立天文台のプロジェクト（観測所）の状況及び目標に関連したリスク及び機会に取り組む。
4. 規定された品質マネジメントシステム要求事項への適合を実証できる。

などのように換えられるのではなかろうか。これらを実現して初めて観測データなど、国立天文台の望遠鏡運用による成果物の品質保証、つまり「顧客・社会のニーズを満たすことを確実にし、確認し、実証するために、組織が行う体系的活動」 [6]が可能となる。本来我々が目指すべき所はここであるはずである。

国立天文台の望遠鏡はプロジェクト（観測所）の単独努力により運用が続いている。望遠鏡保守情報交換会の活動が始まった 2017 年 1 月以前は、プロジェクト間の知識、ノウハウの共有やプロジェクト間の協力関係は全くと言っていいほどない状態であった。

その後、2018 年 2 月 20 日に国立天文台 10 年技術計画ワークショップが開催され、これまでの問題点、今後 10 年間の技術推進体制について議論された。これまでの問題点として、

- トラブル履歴を表示したり、統計的な解析をするツールがない。
- 体系的、効率的な知識移転システムがなく、ゼネレーションギャップとなっている。

などが報告され、今後 10 年間の体制について、

- 全台的な組織として保守専門チームを立ち上げる。
- 技術者養成用として国内望遠鏡の維持、新設をする。

などが提案された。このワークショップの議論の結果、次の課題が認識された。

- 全台的な保守チームが立ち上がらない
- 開発時に保守性を考慮した設計がされない
- 文書管理、作業記録、情報共有が適切でない
- 中長期的なキャリアプランが適切に策定されていない

これらの課題に対してどのように取り組んでいくべきか様々な意見があると思われる。次節では品質管理の手法を使って上記課題にどのように立ち向かうべきか、私見を展開する。

3.1. TQM(Total Quality Management) の導入

世界をリードする企業の多くは TQM を取り入れている。この成功事例を国立天文台にもたらしため、そして先に挙げた課題を解決するために TQM を取り入れ、進めるために以下の項目から取り組むことを提案したい。

- 3.1.1. トップによる品質管理方針の明確化
- 3.1.2. 品質管理計画の策定、実行
- 3.1.3. 品質管理委員会、品質保証推進室などの設置
- 3.1.4. 人材の育成

3.1.1. トップによる品質管理方針の明確化

観測所担当者間による望遠鏡保守情報交換会の活動がすでに始まっており、徐々に成果を挙げつつある [8]が、本質的な解決には至っていない。これは、品質管理活動がトップダウンとボトムアップの両面から進めることが基本である [3]のに対し、現状は品質管理活動がボトムアップに留まっているため、活動の方向性が定まらない、人員のキャリアビジョンが見えない、実行するための予算が足りな

いなどの状況が発生している。これらの課題がボトムサイドの活動を大きく制限している要因となっていると考える。このような状況を解消し、今後国立天文台の望遠鏡品質を良い状態に保っていくためにもトップサイドからの働きが必須であり、品質管理の方針を明確化する、リソースを確保していくことが重要である。こうすることで今後のボトムサイドからの QC サークルの活動が活性化するきっかけになると考える。

3.1.2. 品質管理計画の策定、実行

品質を管理するためには、品質目標の設定、及びそれを達成するために必要なプロセス、リソースを規定しておくことが求められる。ここでは以下のような品質管理計画 [9]の策定を提案する。

- 望遠鏡に求められる品質要求の明確化
- 望遠鏡運用における責任体制
- 用いる技術、材料、設備、方法
- 必要な人員数、スキル・資格の種類
- 必要な検査・測定器具、計測方法、手順
- その他品質要求の確保と確認のために必要な手段

計画策定後は PDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルを確実に継続して回すことでプロセスを成熟させていく(図 1)。成熟したプロセスについては PDCA の代わりに SDCA(Standardize-Do-Check-Act)サイクルを回すことで完成したプロセスを維持させる。

3.1.3. 品質管理委員会、品質保証推進室などの設置

前節で挙げたどの項目についても現在はプロジェクト任せになっており、標準化されたものではなく、各プロジェクトは労力をかけながら独自に作成している状態である。この作業はお互い独自のフォーマットを作ることにもなり大変効率が悪く、プロジェクト同士で情報交換する際に必要な情報へのアクセス性も考慮されていない。また、プロジェクト自身が情報を管理する現在のやり方では、プロジェクトが終了した後の情報は他のどのプロジェクトにも引き継がれることもなく、国立天文台の知の財産ともいふべき情報がどこにも蓄積されないことになりかねない。

このような事態を防ぐため、全体的な情報共有先として品質管理委員会、乃至は品質保証推進室の設置を提案する。以下にその役割を述べる。

品質管理委員会の設置目的、組織形態、及び役割

品質管理委員会の設置目的は、プロジェクトに所属する人員の品質意識を向上させ、品質管理体制を確立することである。組織形態は各プロジェクトが人的資源を供出する委員会形式とし、運営する。委員は主にプロジェクトが独自に作成した品質管理計画のレビューを行うことになる。また、プロジェクト毎に品質管理計画の方向性が著しく異なることがないように調整、委員間での情報共有、他のプロジェクトでの成功事例を自分のプロジェクトで実践することなどが期待される。

品質保証推進室の設置目的、組織形態、及び役割

品質保証推進室の設置目的は、望遠鏡運用による成果物の品質を保証すべく、台内の品質管理体制を推進することである。組織の形態は委員会制と異なり、専任のスタッフが常駐する体制で運営する。推進室スタッフは前述した委員会の委員の持つ役割の他に、成果物の品質、およびその品質管理体制を確認することである。また、業務の標準化を推進して効率化を進め、台内の品質管理全般に関する情報を資産として位置付けて維持管理するなどして、組織全体に亘る品質の維持、向上に役立つ活動をすることが期待される。さらには、必要時にプロジェクトへ赴き、その組織が抱える品質に関わる諸課題、及びリスクを抽出するだけでなく、解決策を共に見つけ出すことも期待される。

上記 2 つの方式を比較すると、委員会形式は既存の組織を変えずに対応できる点が大きなメリットである。しかし専任スタッフが対応できる推進室方式と比べると、様々な面で劣る。一方、推進室方式は品質管理、品質保証に関する広範に亘る活動が期待できる。その反面、委員会形式より運用面でのリソースが必要となる。

3.1.4. 人材の育成

上記組織に所属する委員またはスタッフには、品質管理計画の策定、及び実行を推進する役割が期待されている。そのような活動を行うには一定レベル以上の品質管理に関する知識、経験が要求される。そういった人材の育成のためには定常的な実務経験を与え続ける場が必要になる。また、各プロ

プロジェクトにおいても品質管理活動の推進を支えるために、品質管理に関する知見を持ったスタッフを今後増やしていく必要がある。

上記取り組みがどの課題に対応するか、対応関係を図2に示す。

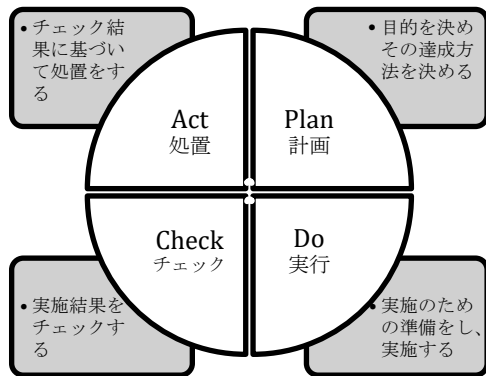


図1 PDCA サイクル

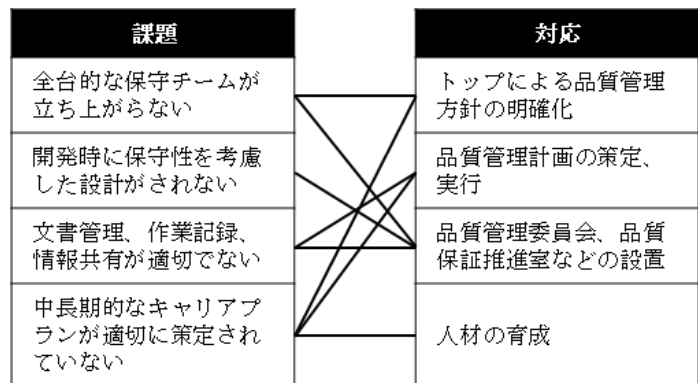


図2 課題とその対応

3.2. ISO9001 認証について

最後に国立天文台が品質管理活動を進めるために ISO9001 認証を取得すべきかどうか議論する。ISO9001 の初版が発行されたのは 1987 年であり、製品、サービスが顧客要求を満たすかどうか検査を強化したいという考え方、つまり、購入者が供給者に対して要求する品質マネジメントである。これに対し、日本の TQM は顧客の要望を反映させながら、供給者の主体性によってよい品質を作り上げてきた経緯がある。ISO9001 と TQM を比較 (表 1) すると、両者の目的、スタンスは全く異なっており、ISO9001 が顧客目線であるのに対し TQM が供給者目線で作成されたことが分かる。

国立天文台への ISO9001 導入に関しては、すでにハワイ観測所で検討されており、組織を ISO9001 に準拠させていくことには意義があると考えられると結論づけている [10]。私は基本的にこの検討結果に賛同している。確かに ISO9001 導入をすれば、一定レベルの品質管理システムが構築されることが期待できる。またこの規格は国際標準でもあるので、国立天文台が国際プロジェクトに参加する際に、品質管理、保証の側面においてこれらの経験を基に大きく貢献できることが期待される。

表 1 ISO9001 と TQM との比較 [11]

項目	ISO9001	TQM
目的	顧客要求への合致	顧客満足度の確保、企業体質の改善
主導性	購入者からの要請	供給者の自主性
評価の対象	管理システム	品質・サービス又は経営の質
水準	現状維持	改善重視
実行	文書による契約型 (マニュアル化、文書化を要求)	自主性尊重 (作業のマニュアル化、文書化は不得意)
品質保証	検査検証重視	工程での作りこみ重視
改善の手法	なし	多数(多彩)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 文書による標準化の徹底 他社、海外との表通言語(外部から品質システムが見えやすい) 	<ul style="list-style-type: none"> 目的指向の(論理的、効果的、効率的に問題解決ができる)仕事の仕方ができるようになる 全部門、全員参加で改善が進む
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 最低限の守備範囲に留まる マニュアル主義、記録重視になりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 外部からは品質システムが見えにくい 形にとらわれた活動になりかねない
推進上の課題	<ul style="list-style-type: none"> 内部品質監査員の教育と監査内容充実 日常活動の実態との整合 	<ul style="list-style-type: none"> 活動の継続と継承・他の諸活動との整合

一方で顧客要求への合致を目的とする ISO9001 の認証を取得することで、国立天文台の望遠鏡の品質が本当に確保できるようになるのか疑問を持っている。国立天文台の多くの望遠鏡が老朽化している中で、今、一番求められているものは「改善」であり、現状維持を水準とする ISO9001 の手法だけで本当に足りるのであろうか。やはり、改善を重視する TQM の手法も同時に取り入れていくべきであると強く思う。

また忘れてはならないことは、我々の目的が国立天文台の持つ望遠鏡の品質を保つことであり、決して ISO9001 の認証を取得することでも TQM を導入することでもない。本来の目的を達成するための

過程として ISO9001 へ準拠し、同時に TQM を取り入れることで体系的に改善を進めることで、望遠鏡が本来持つ品質を今後も保っていききたいということを強調したい。

4. 終わりに

国立天文台の望遠鏡によって得られる観測データが常に世界一級品でありつづけるには、望遠鏡の品質を長期に亘って保つ作業が必要であり、それには国立天文台の多くのスタッフの品質管理活動への理解、サポートが必要となる。またこうした活動を続けることで初めて望遠鏡本体の、さらには観測装置、観測データの品質保証が可能となる。望遠鏡の品質管理活動を適切に行うことで、国立天文台が次世代の天文学の発展により一層貢献できるような体制づくりが望まれる。

5. 参考文献

1. トヨタ自動車株式会社. トヨタ自動車 75 年史. (オンライン) (引用日: 2019 年 1 月 31 日.)
https://www.toyota.co.jp/jpn/company/history/75years/data/company_information/management_and_finances/management/tqm/explanation01.html.
2. 山田秀. TQM 品質管理入門. 日本経済新聞出版社, 2006.
3. 石川馨. 日本的品質管理. 日科技連出版社, 1981.
4. 日本科学技術連盟. 統計的品質管理の歴史. (オンライン) (引用日: 2019 年 1 月 31 日.)
<https://www.juse.or.jp/statistical/history/>.
5. **International Organisation for Standardization.** ISO Survey of certifications to management system standards - Full results. (オンライン) (引用日: 2019 年 1 月 31 日.)
<https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>.
6. (社)日本品質管理学会 標準委員会. 品質管理用語 85. 日本規格協会, 2009.
7. 日本規格協会. 品質マネジメントシステム—要求事項. 日本工業規格, 2015. JISQ9001.
8. 望遠鏡保守情報交換会の活動. 田澤誠一. 2018. 第 37 回 天文学に関する技術シンポジウム.
9. 吉澤正. クオリティマネジメント用語辞典. 日本規格協会, 2004.
10. 品質マネジメントシステムとハワイ観測所の国際運用(に関する私的検討). 能丸淳一. 2018. 第 37 回 天文学に関する技術シンポジウム.
11. 日本規格協会. 標準化教育プログラム[共通分野編]. (オンライン) (引用日: 2019 年 1 月 31 日.)
https://www.jsa.or.jp/datas/media/10000/md_2421.pdf.