

28-6 航空宇宙における特殊工程作業に関する国際的認証制度（Nadcap）

1. はじめに

1. 1 Nadcapとは

Nadcapとは、航空宇宙・防衛部品製造において、全てのサプライヤの品質を維持することを目的とした特殊工程管理の為に認証プログラムで、National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Programの略称である。

特殊工程とは、「製造およびサービス提供の過程で生じるアウトプットが、それ以降の審査及び測定で検証することが不可能な場合（製品が使用されサービスが提供された後でしか不具合が顕在化しない場合）」の作業工程を言う。特に材料が加熱や化学的に処理された場合、外観では材質の適正性が判断出来ない工程であり、後工程での材質検査や非破壊検査（NDI :Non Destructive Inspection）で可否を判定しなければならない。

具体的には溶接、熱処理、表面処理、ショットピーニング、非破壊検査などが該当し、航空機の安全性に影響を及ぼす重要工程である。

Nadcapとは、その製造およびサービスのプロセスの妥当性を確認するため、設備・工程・人を承認する制度である。

1. 2 詳細経緯¹⁾²⁾³⁾

従来、熱処理や溶接の特殊工程は作業対象（受注した部品）の航空機プライム・メーカーの承認が必要であった。

航空機プライム・メーカーが特殊工程作業を有するサプライヤである機体組立メーカー、サブ組立メーカー、特殊工程作業メーカー（熱処理メーカー等）等を個別に承認していたが、グローバル化に伴い、サプライチェーンも増大し、航空機プライム・メーカーが単独で多くのサプライヤの特殊工程を承認及び維持するのは経済的、時間的にも困難である為、Nadcap認証制度が始まった。

また、従来特殊工程はサプライヤが個々のカスタマーの審査を受け、認定後作業を開始していたが、逆にサプライヤにとっても多くの顧客の審査を受審する必要があった。このため第三者機関（PRI :Performance Review Institute）が代表して審査することにより、審査回数の軽減が可能となった。

1989 年11 月、米国政府と業界提携会議（Industry Equal Partners Conference）は、プライム・メーカー毎に、各サプライヤへ個別に実施されてきた審査の重複を排除し、統一された手法の開発・導入を推奨することとした。

そして、1990 年7 月に、非営利団体PRIが設立された。以降、現在に至るまで、PRIは、プライムの代理人として、Nadcap認証の審査等の管理運営業務を行っている。

PRIの本部は米国ペンシルバニア州にあるが、航空機産業化のグローバル化の進展とともに、各地域における審査に対応するため地域事務所が設置されている。アジア地域では2017 年現在、北京事務所及び日本事務所が管理運営業務を行っている。

- ・2000年7月 Nadcapをヨーロッパに展開
- ・2002年7月 eAuditNetシステム（後述）の全面的な適用開始

- 2003年10月 Nadcapをアジアに展開
- 2004年11月 北京事務所開設
- 2005年3月 日本事務所開設

1. 3 Nadcap認証の対象となる「特殊工程」¹⁾

2016年現在、Nadcap認証の対象は下記である。

材料試験や非破壊検査（NDI）等の部品検査や材質検査も特殊工程に含まれる。

「特殊工程Special Process」

- 従来型機械加工(Conventional Machining as a Special Process/CMSP)
- 化学処理(Cheical Processing/CP)
- コーティング(Coatings/CT)
- 熱処理(Heat Treating Materials Testing/HT)
- 測定および検査(Measurement and Inspection/MI)
- 材料試験(Materials Testing/MTL)
- 非破壊検査(Non Destructive Testing/NDT)
- 特殊機械加工(Nonconventional Machining/NM)
- 非金属材料製造(Non Metallic Materials Manufacturing/NMMM)
- 非金属材料試験(Non Metallic Materials Testing/NMMT)
- 表面強化(Surface Enhancement/SE)
- 溶接(Welding/WLD)

「システムズ・アンド・プロダクツ(Systems & Products)」

- エレクトロニクス(Electronics/ETG)
- エラストマーシール(Elastomer Seals/SEAL)
- シーラント(Sealants/SLT)
- 品質システム(Aerospace Quality Systems/AQS)
- 油圧作動油供給システム(Fluid Distribution Systems/FLU)
- 複合材料(Composites/COMP)

2. Nadcap取得に向けた事前準備

2. 1 Nadcap取得の概略の日程

一般的なNadcapの事前準備のプロセスを図1に示した。企業内での状況にもよるが、準備期間は最低でも1年は必要である。

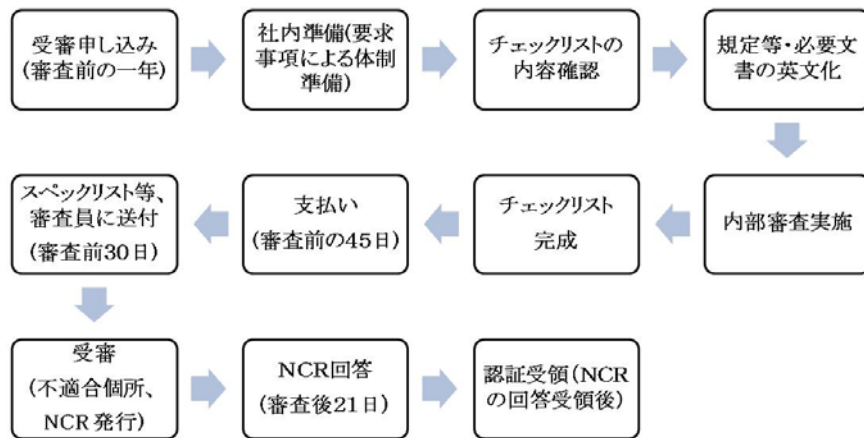


図1 一般的なNadcap受審プロセス

2. 2 事前準備プロセス

- (1) PRI日本事務所に受審の意志を伝え、PRIにより整備されたウェブシステム「eAuditNet」 <https://www.eauditnet.com/>にユーザーIDパスワードを入力し登録・ログインする。同サイトはNadcap認証取得に必要な関連情報や手続きが集約・電子化されているため、これを参照し事前準備を進める。
- (2) 「eAuditNet」から検索されるSupplier Tool Sheetというエクセルシートがある。PRI/Nadcapの紹介、講習会、Nadcap要求事項、ACチェックリスト（下記（3）項参照）、Audit Handbook等の必要文書とこれらの「eAuditNet」からの検索場所等がリストとして示されている。審査の準備すべき内容が網羅されているので、参照しておく必要がある。
- (3) 受審準備に必須な文書として審査基準（Audit Criteria）があり、各特殊工程毎にACxxxxシリーズとして整備されている。これはNadcap審査時に要求される事項がチェックリストの形式で記載されている。これに従って、要求事項を事前にチェックし、工程や規定類の改訂及び設備等の環境整備を行う。
- (3) 受審には認定された第三者機関から発行されたQMS（品質マネジメントシステム：品質に関して組織を指揮し管理するため、方針目標を定め、その目標を達成するためのシステム、航空宇宙の場合、JISQ9100、AS9100等が該当する）の認証取得が前提で、取得した認定証をPRIに送付する必要がある。
- (4) Nadcapにおける公式言語は英語なので、審査において見せる可能性のある文書で作業手順書や指示書、記録等は英文化が必要。
- (5) 日本国内でも、指摘事項の処理（Root Cause and Corrective Action(RCCA)）、Pyrometry（高温計測）等、有料の講習会があるので、出来れば受講する。（ティ・エフ・マネジメント等主催）
- (6) 内部審査(Internal Audit)を実施する事が必須である。内部審査はACチェックリストに従って実施し、記録は英文化が必要である。
- (7) 作業審査（Job Audit）の準備をしておく。本番の審査では、Nadcap該当部品の作業が現場で必要なので、審査当日、工程で処理可能なように注文数等を顧客及び生産現場等とスケジュールの調整をする。作業審査の要領については、ACチェックリス

トに要求されている。

- (8) 審査の30日前に審査に必要なスペック類等のリストを、アサインされた審査員に直接メール等で送る。これは、審査員の事前準備のためのものである。その際に審査員と英語でメールのやり取りが必要になる。
- (9) 参考として、航空宇宙品質センター（JAQG：Japanese Aerospace Quality Group）では、PRIとの契約に基づき、日英対訳版を整備し、JAQG会員に専用ウェブサイトで公開している。JAQGに入会すれば、上記ウェブサイトなどを通じて、JISQ9100やその他の英語資料の和訳版、品質保証に関する情報をタイムリーに入手することができる。⁵⁾

2. 3 輸出管理規制品目¹⁾

特定の製品プロセス及び技術情報の管理はアメリカ政府によって規制されている

(ITAR/EAR規制)。審査対象（スペック、プロセス、図面含む）がITAR/EAR規制の対象となるか否かを確認し、不明確な場合は顧客（プライム）に確認することが必要である。ACチェックリストでITAR/EAR項目にyesの選択が入ると、審査対象がITAR/EAR規制に該当するため、PRIスケジュール担当は適切な審査員を任命する。よって、eAuditNetからの審査申込時には、審査対象がITARまたはEARの規制対象か否かを申告する必要がある。

ITAR：International Traffic in Arms Regulation、(武器国際取引に関する規則)

EAR：Export Administration Regulations (米国輸出規則)

3. 審査期間中の対応

3. 1 審査中の注意事項

- (1) 初日の冒頭に、PRIの審査員が、事前に受審側が連絡した審査の対象範囲（Scope）を確認した上で、ACチェックリストに沿って審査を進めていく。その際、ネット環境を準備し、監査員はeAuditNetにアクセスしながら作業を進める。
- (2) 審査員とのコミュニケーションは、原則全て英語で行う。また、審査開始後は、審査対象範囲を変更することはできず、審査員が審査範囲を変更することもできない。
- (3) 1日の審査終了後のミーティングを実施する。審査員と受審側のサプライヤ双方でミーティングを行い、その日の審査において、審査基準に適合すると認められない事項（不適合（NC：Non Conformance）事項）について協議する。
- (4) 審査文書は、ネット環境のある室内においてインターネット上で処理される。審査は基本的に英語で実施されるため、審査員の質問に答えられる英会話力を有する社員が必要である。
- (5) 審査員は該当工程の専門家である。従って審査の範囲外の工程については、基本的に議論はしない事が肝要である。尚、審査員から不適合の指摘があった場合で、審査員と受審側で疑義が生じ判断が付き兼ねる場合は、PRI本部のスタッフエンジニア（Staff Engineer）が担当するので、ネット上で確認を取る場合がある。
- (6) 審査は、書類審査と作業審査からなる。主に実際の工程を現場で観察し要求に合致しているかを確認する作業審査が重要なので、準備段階で、現場各担当者とコミュニケーションを密にしておくことが必要である。
- (7) 審査の最終日には、クロージングミーティング（Closing Meeting）を実施する。こ

ここで審査全体の不適合内容（NCR：Non Conformance Report）が審査員から発表され、受審側と内容について協議した上、疑義がなければこれが最終結果となる。

3. 2 書類審査

審査基準（ACXXXX）のチェックリストを基に進める。顧客や社内スペック、工程表、各記録類や作業の裏付けとなるデータ等を基に回答する。これらの書類を和英併用にしておく。審査中に裏付け出来るものを提示できない場合、不適合となる。指摘に対してどの要求事項と相違があるかを理解して、審査中にクリアーしておく事。不十分だと審査後のフォロー回答時には是正処理で苦勞することになる。

3. 3 作業審査（Job Audit）

作業審査は、実際の工程や処理部品を現場立会いのもと実施する審査である。顧客の要求を満たしているか、実際の製品に関する全てのプロセスを段階を追って行う。審査で採りあげる内容は契約書のレビュー、プランニング、校正、作業パラメータの適合性、検査及び試験、トレーニング、認定・資格授与、リワーク、不適合内容等である。

実際には製品に必要な書類（作業手順書等）は審査室や現場に用意しておく。審査員が作業者に質問した場合、作業者が直接回答するか、審査対応スタッフが作業者の言葉を聞いて通訳する。

4. 審査後、NCRへの対応⁴⁾

4. 1 NCRへの是正処置返答の提出

審査において不適合が検出されるとNCRが提出される。NCRについては、以下の内容を含めた是正処置を所定の日数以内に返答する（1回目21日以内、2回から4回目まで7日以内）。是正については5回のなぜ（5why）を要求される。これらの処置はeAuditNet上で処理される。応急処置事項（流出防止策）、不適合事項の根本原因、特定されたすべての原因及び根本原因による影響、再発防止策、必要なエビデンスを報告する。

4. 2 NCRの等級区分¹⁰⁾

NCRには、製品や顧客への影響度の程度に応じた等級区分がある。

表 1 NCR等級区分

等級区分	内容
メジャー（Major） （重大な指摘）	製品、人、財産に関して安全上の影響がある。製品の使用上、サービスの実施上に障害がある。製造コストが極端に増加する。カスタマー（プライム）の要求に合致する能力に影響がある。
マイナー（Minor） （軽微な指摘）	製品の使用上影響がない。サービスの実施上影響がない。品質システムに影響がない。製造または工程のアウトプットに影響がない。

なお、Nadcapの不適合処置は審査員ではなく、PRI本部のスタッフエンジニア（Staff Engineer）が担当する。スタッフエンジニアはPRI本部で、書類のみを見て判断する。受

審側からの是正回答が1回で受理されることは少ない。スタッフエンジニアからの指摘を検討、理解し内容を吟味した上で回答する。NCRが全てクローズすると、eAuditNetにその旨（Close）が記入され、1ヶ月以内に認証書（Certificate）が送られてくる。

Audit Failure:審査中もしくはNCRの処置に不備があると、審査が中断や無効となることがある。不合格となる基準は工程ごとにNCRの件数として定められている。審査不合格となった場合、受審者は不合格決定日から90日後以降に再審査を受けることができる。

4. 3 認証取得に要する平均的な審査日数と概算費用

（1）受審する特殊工程に応じて異なるが、平均では3日間程度を要するものとされている。受審費用の基本料金は、審査に必要な日数と審査員の人数に応じて設定されている（認証を取得する工程が多いほど、日数や審査員数は増えるため、費用も膨らむことになる）。目安として審査日数と費用は特殊工程の種類によるが、概ね下記例の通りである。

・特殊機械加工（Non-Conventional Machining）	2日	\$ 4,530
・熱処理（Heat Treating）	4日	\$ 6,040
・溶接（Welding）	2日	\$ 4,740
・複合材料（Composite）	4日	\$ 6,040
・非破壊検査（NDT）	3日	\$ 5,225

（2）受審費用に加え、準備に関する間接費用なども必要である。Nadcap認証に取り組む日本のサプライヤ各社は、英語資料の翻訳費や文書の英語化等に加え、品質管理部門の体制拡充のための人材確保や、NCRにより指摘された不適合事項への対応に伴う設備投資などの経費が別途必要となる。

4. 4 メリットプログラムについて ⁴⁹⁾

初回審査から1年毎に定期的に審査が実施されるが、認証の更新を行い、認証更新回数や指摘事項の件数（メジャーやマイナー指摘の数）、是正措置の維持など一定の基準を満たせば、認証の有効期間が延長され審査項目が簡素化されるメリットプログラムが適用される。

メリットプログラムには、審査期間が18ヶ月の延長、又は24ヶ月の延長がある。メリットプログラムが適用された場合、審査日数や審査費用の削減等のメリットを享受することが可能である。

5. 審査具体例（熱処理のACチェックリスト中心）

特殊工程の中でも、プロセスが確立し、管理項目が多い熱処理のAC7102（熱処理チェックリスト）を代表事例とし他の特殊工程にも参考となるよう、Nadcap審査から得られる教訓を各項目毎に要求事項と注意点で下記に示した。

5. 1 審査全体

（1）審査から得られる教育効果

特殊工程の不適切な管理は、重大事故につながるため、管理の徹底が必要だが、Nadcapの準備作業を通じて、下記の観点で教育効果が図られるものである。

- a.特殊工程のシステムの管理を学ぶ機会
- b.品質管理部門（QA）及び作業者（Heat Treater等）に対する教育の場提供
- c.スペック等、英語の文書の翻訳、読解、作成を通じて英語の上達の機会、グローバル化に対応する人材育成
- d.特殊工程のシステム管理面だけでなく、Nadcap関連スペック（AC等）を活用して、航空機の材料、プロセスについて、金属学、化学等の基礎技術をベースとして、原理原則に立った物の見方を磨くことも教育としては必要と考えられる。
尚、Nadcap取得により、海外Tier1からの受注の可能性が広がるが、受注獲得は営業努力に負うところが大きいと考えられる。

（２）審査員対応

審査員は国際色豊かであり、インド系、中国系、イスラエル系、ペルー系、英国、米国等、その国情などに応じた接し方も必要である。英語圏の監査員対応には、語学力もコミュニケーションツールとして必要と考えられるが、QMSや技術をベースに、問いに対する的確な応答が基本なので、誠意を以て対応することが基本である。

又、作業審査では、現場の5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）を心掛けておくことが、審査の円滑性に繋がる。

（３）全般注意事項

その他、全般的な注意事項を表２に示す。

表２ 全般注意事項

項目	内容
プロセス、技術管理事項の念入りのチェック	熱処理の場合、基幹となるプロセス、技術管理事項を重点的に押さえておく。Pyrometry（高温測定：AMS2750）、鉄鋼、Al合金の熱処理(AMS2759,AMS2770等）及び熱電対、計器、SAT（システム精度試験：System Accuracy Test）、TUS（温度均一性検査：Temperature Uniform Survey）。これらからの逸脱はメジャーNCRに繋がるため 十分な読み合せが必要。
作業審査（Job Audit）の注意点	① 生産現場での立会監査で対応のため、生産現場との審査スケジュール、段取り等を密に調整しておくこと。 ② 目に見える看板、ラベルなどの表示にも気をつけること。特に温度記録チャート等は定量的に把握でき、温度、保持時間を審査員により入念にチェックされるので、定期的に、精度、記録スピード、目盛等の点検を十分実施しておく必要がある。
Audit Handbookの活用	ACチェックリストの補助として、審査員インストラクション用のAudit Handbookがあり、参考となる。eAuditNetからダウンロード出来るため、これも活用して準備をすること。
関連文書の英文化	プロセススペック、記録、工程表、インストラクション等、審査員に提示する書類は、極力、英文併記としておくこと。

(4) 審査前

- a.ACチェックリストの各項目の質問に対して自己監査 (Self-Audit) を実施する事。
- b.審査開始予定日の30 日前までに下記を審査員に送付。要求は審査員によって異なることがある。
 - 設備リスト、校正・TUS・SAT・硬度試験機等の整備のスケジュール
 - 品質部門・熱処理部門の職員・作業リスト、プライム顧客とスペックリスト
 - 熱処理スペックリスト、熱処理・高温測定・試験に使用する一般手順書
 - 会社組織図、外注リスト
- c.準備にあたって、適用スペックの体系図（ツリー）を作成しておく、と、スペック相互の親子関係が理解出来、不足、追加分などが、把握できる。
- d.審査の認定範囲（Scope）を明確にし、関係者に周知させる。

(5) 審査中

- a.審査の円滑化の為、審査員に要求されている文書を即、提示できるよう監査の対応の部屋や現場に準備しておくこと。
- b.開始ミーティングでは審査の目的、方法、評価プロセスを打ち合わせられるよう主要メンバーが出席のこと。
- c.審査作業スペース、机、ネット環境（審査員がネットで作業）など用意する。
- d.審査員はeAuditNetより認定範囲（Scope）の確認をする。合意を得た上で範囲の変更が可能である。
- e.1日の審査が終了後、終了会議（Out-Briefing）を開催する事。不適合レポート（NCR）の説明を受け詳細な説明を受ける。熱処理タスクグループがレビューした結果、指摘が変更されることがある。
- f.NCRが提示された場合、サプライヤは21暦日以内にNCRについての是正処置、実施日を提出する事。NCRの是正回答はシステム管理上のNCRの根本原因、実施した又は実施予定の再発防止策について対処すること。裏付け資料を添付しトレーサビリティが取れていることが必要である。
- g.審査中の注意点
 - ・ 審査で生じた不明な点や定義・解釈は熱処理タスクグループ監査ハンドブックを参考にする。（例、Heat treating Task Group Audit Handbook）
 - ・ 疑問点については、その都度審査員と調整し、クリアーにしておく。
 - ・ 円滑に審査を進めるためには、最初に審査員に対して審査スケジュールをビジュアルに示すことが必要である。

(6) ACチェックリスト項目に沿った事例⁶⁾⁷⁾⁸⁾

比較的スペック体系が整っている熱処理が他の特殊工程にも参考となるので、ACチェックリスト項目に沿って要求と注意点を表3に示す。

表3 ACチェックリスト項目に沿った要求と注意点（熱処理例）

項目	要求	注意点
一般品質システム	顧客からの契約書、注文書(Purchase Order)、図面の要求事項の明確化。顧客要求のフローダウン（社内文書への反映）の要求	契約書、注文書、図面、外注購買要求、注文書等も英文併記で準備する
不適合品管理	① 発生した不適合品が、契約上の要求事項に基づいて顧客に通知されているか。 ② 前回のNadcap審査の是正措置が実施されているか。 (corrective action) ③ 社内内部審査 (Internal Audits) が、スケジュール通り実施されているか。	① 不具合を繰り返させないシステム構築が重要。顧客への通知義務あり。 ② 前回の是正措置をクリアーしておくこと。 ③ 監査時に内部審査結果の提示が必要。
品質計画 (Quality Planning)	① 処理に適用する計器と温度分布の要求事項を満足した熱処理設備のみが処理に使用されているか。 ② 規定された時間は、該当するスペックに基づいて、部品厚さ、またはその他判断基準に基づいたものか。	公的スペック及び顧客スペックが社内のスペックに確実に反映されていることが重要。公的スペックと社内スペックの比較、読み合わせが重要。
購買 (Purchasing)	① 処理業務が下請けに委託されている場合、下請け業者の対象施設は、要求に応じて顧客/プライムの承認を得ているか。 ② 処理雰囲気、焼入れ剤、塩、熱電対、試験片の材料といった消耗品は、社内文書あるいは特定の標準書に準拠して発注・受入されているか。	① 外注管理の購買要求などの手順書及び発注業務文書の英訳も必要。 ② 表面処理などの特殊工程が下請けに委託される場合は、プライムの設備認定が必要。
作業者 (Personnel)	① 契約のレビュー、作業計画、熱処理作業、品質業務等を行う要員が、担当業務を遂行できる技量があることを保証するための教育訓練の手順書があるか。 ② 手順書に基づいて教育訓練が予定されており、また教育訓練を受け、それが文書化されていることが記録で裏付けされるか。	① 特殊工程は作業者の技量により品質の良否が計られるため、作業者技量の定期的なチェックが要求される。 ② 作業者の技術向上を定量的に把握する為、その実施記録及び向上過程が示されなければならない。
検査 (Process Verification)	① 熱処理サイクルがレビューされており、その中で作業のトレーサビリティ、適正温度、暴露時間、関連する全てのパラメータが確認されているか。 ② 合否ステータスおよび試験データの作業票への記録は、必ず当該作業終了後に行われているか。	特殊工程（熱処理サイクル）実施の為のパラメータ（時間、温度など）の確実な確認行為と、合否判定が計画や記録として確実に実施されているかが問われる。
炉の管理と保全 (Furnace Control and Maintenance)	① 炉の作業者、保全作業者などのために、最新の操作マニュアルや取扱説明書が使用できるようになっているか。 ② 昇温速度、均熱開始、均熱終了、冷却速度に関する手順書が順守されていることが、炉のチャートあるいは管理台帳の記録で裏付けされているか。 ③ 検査および保全がスケジュール通りに実施されたことが記録で裏付けされているか。 ④ 処理雰囲気に関する要求事項への適合性を徹底するための雰囲気 の制御・監視方法が、社内手順書で規定されているか。	熱処理炉の設備管理規定（英文併記）、操作マニュアル、取扱説明書、メンテナンスの記録を常時、管理しておくことが重要。作業審査の一環として現場で炉の動作状況チェックもあるため、関連文書の整備や職場環境の5Sを実施しておくことで監査の円滑化にも繋がる。5Sは作業効率、安全面、衛生面からも重要。
高温測定試験 (Pyrometry Testing)	① サプライヤは、高温測定に関する手順書等を持っており、自社の作業で該当するAMS2750および顧客スペック等の内容が全て盛り込まれているか。 ② 試験機器および熱電対は全て現行の証明書が付いており、その証明書はNISTあるいは同等の認定機関へのトレーサビリティがとれているか。	① AMS2750の要求を順守することが基本であり、その内容を熟知しておくことが重要。公共スペックの社内スペックへの落とし込みがされているかが課題である。 ② 機器類の証明書が必要
熱電対 (Thermocouples)	① 熱電対は使用温度範囲全体に渡り校正されているか。 ② 校正成績書には、実際の校正値と誤差または補正係数が記載されているか。	熱電対の管理：校正成績書、校正記録、交換時期、社内手順 など熱電対の確実な管理が重要。特に補正係数、誤差

	③ センサーの交換頻度を規定した社内手順書があるか。 ④ 全ての素線ロールは、その両端が校正されており、校正温度における両端の校正値の平均値を補正係数としているか。	の数値が基本。 熱電対のロット管理、補正係数の記録を確実にしておくこと。作業審査でチェックされる。
試験用計器 (Testing Instrumentation)	① 試験用計器は、全てデジタル表示、読み取り能力、校正頻度、精度に関して、AMS 2750あるいはより厳しい顧客要求を満足しているか。 ③ 一次標準器、二次標準器、現場検定用計器の校正は、AMS 2750またはより厳格な顧客要求に適合しているか。 ④ 計器の校正記録や校正ラベルはAMS2750またはより厳格な顧客要求に準拠しているか。 ⑤ 記録計の印刷及びチャート速度は、AMS 2750またはより厳格な顧客要求に適合しているか。	① 計器校正の手順及び記録のチェックをする、校正結果、感度、可否等の内容に見落としがないかチェックする。 ② 計器へのラベル（承認印、有効日、校正日等）はチェックされやすい。 ③ 記録チャート紙の精度、チャートスピードなど、目につきやすく、指摘されやすいので注意する。
炉のクラス及び計器タイプ (Furnace Classes and instrumentation Types)	① 検定頻度(testing frequencies)および公差は、AMS 2750の炉のクラス・計器タイプに該当する検定頻度・公差に適合しているか。 ② 炉にはサプライヤが特定した計器タイプに必要な計器が備わっているか。	熱処理炉のクラス、計器タイプは高温測定システムの基本である、各スペック類に見落としがないかチェックが必要である。
システム精度試験 (System Accuracy Test :SAT)	① SATチェック：現場で使用する計器、導線、熱電対の読み（値）と校正用の計器、導線、熱電対の読み（値）の温度の相違が適用要求内にあること。各制御範囲内にある炉の制御及び記録システムの精度を保証するために実施、手順、実作業、生じる結果（アウトプット）等が独立してはならず、関連していることが重要。 ② SATは、生産熱処理で使用する設備の、それぞれの処理設備の各制御ゾーンに対して実施されているか。 ③ SATは、AMS 2750またはより厳格な顧客要求に従い、まず設備の設置時に実施されており、その後は定期的にSATが実施されているか（SATの実施頻度は、設備のクラスおよび計器タイプによる。）	① 補正係数、誤差範囲等のパラメータを確実に押さえておくこと。計算結果のチェックが問われる。 ② モニター、負荷用熱電対の記録計等で独立した計器等の追加システム等、SATが必要。計器、熱電対、記録計など漏れがないようにチェックしておくことが肝要。 ③ 代替SATの規定：負荷用熱電対の管理について注意が必要、計器、ワイヤー、熱電対の読みを含めた計器システムの誤差を把握し要求を満足していること
温度均一性検査 (Temperature Uniformity Survey : TUS)	① TUSは設定温度に関して、認証された作業区域内での温度の変位（±°で表現）が要求公差内に入っていることが必要。加熱の安定前後における検定作業範囲内の温度の変位を測定するために使用される現場の計器や熱電対を校正する一連の試験である。 ② TUSに関する社内手順書は、サプライヤが適用しているTUSの実施方法に応じたAMS 2750要求事項、またはより厳格な顧客要求に適合しているか。 ③ 炉を修繕、修理した場合、TUSの実施及び記録文書化されているか。 ④ 各炉における初回TUSでの炉の負荷（搭載）状態が、文書化されているか。 ⑤ TUS実施中の試験条件は、炉の雰囲気含め、生産の処理条件を反映したものか。 ⑥ TUSでの試験用センサーの配置を示した詳細図があるか。 ⑦ TUSで使用する熱電対の数および配置は、AMS 2750 またはより厳格な顧客要求に適合しているか。	① TUSは、Pyrometry の中でも指摘の多い部分で、管理も重点を置く必要がある。 ② 全試験ゾーンの全TUSセンサー、制御センサー、監視センサーの時間及び温度プロファイルのデータは、注意深くチェックしておくこと。 ③ TUS、SAT共に重要なチェック事項である。現場での立会チェックを要求される。 ④ TUS試験条件が真空等雰囲気（真空度）や熱電対の位置を含めた実際の処理条件を再現出来るものでなければ意味がない。（生産条件をシミュレートしたもの）
真空炉 (Vacuum Furnaces)	① 校正の可否基準が、社内手順書に規定されているか。 ② 試験および校正が、社内手順書および全ての当該スペック要求に従い実施されたことが記録で裏付けされているか。	特に現場では真空炉の露点計、ラックへの部品の装填状況、熱電対の取り付け状況、温度計器や記録計の作動状況やラベルの表示がチェックされる。

(7) 作業審査 (Job Audit)

作業審査 (Job Audit) は AC チェックリストに規定されている。各特殊工程毎にジョブ数、実施内容等、異なるが、熱処理の場合、参考として下記に示す。

(要求)

- ① 熱処理の作業審査には2種類ある。コンプリートジョブ（またはロングジョブ）審査とショートジョブ審査である。共に通常審査の2日目の終わりか、3日目の昼までに実施される。
- ② コンプリートジョブ (Complete Job) 審査は完遂した作業の多段階の熱処理プロセスの審査で作業履歴から選択し、試験結果等を含まなければならない。書類審査で完了したジョブを2件審査実施する。ロングジョブは最近の4ヶ月以内に実施した作業に実施されるべきである。同じ部品の溶体化処理（固溶化及び焼き入れ）と人工時効処理（析出硬化）は一つのロングジョブと見なされる。
- ③ ショートジョブ (Short Job) 審査は進行中の熱処理プロセスで立会いの下、現場で8ショートジョブを選択する。審査員は、処理中のロット（1ロット）を、ショートジョブ審査として8件監査すること。対象ジョブを8件監査出来ない場合、完了したジョブを審査対象に代用することができるが、4件を超えないこと。溶体化処理や人工時効処理は一つのショートジョブである。
ショートジョブ審査では現場で記録計、計器の作動状況、ラックの詳細、部品の設置状況、負荷熱電対の位置、焼き入れ、取り出し状況等チェックされる。

参考文献

- 1) 中小企業の航空機産業への参入のためのガイド（2015年中小企業庁）
http://j-net21.smrj.go.jp/expand/chance/pdf/chance_20150427.pdf
- 2) Nadcapについて 小山隆一 PRI事務所 平成19年活動報告会
<http://sjac-jaqq.kir.jp/download%20data/07houkokukainadcap.pdf>
- 3) Nadcapとは ティ・エフ・マネジメントHP、<http://www.tfmc.co.jp/tfmnadcap.html>
- 4) eAuditNet、<https://www.eauditnet.com/eauditnet/ean/user/login.htm>
- 5) JAQG 航空宇宙品質センターHP、<http://www.sjac.or.jp/jaqq/>
- 6) AC7102 Nadcap Audit Criteria for Heat Treating
- 7) Heat treating TASK Group Audit Handbook
- 8) AMS2750 (Aerospace Material Specification) Pyrometry
- 9) OP1111 Nadcap Operating Program :Supplier Merit Program
- 10) OP1110 Audit failure policy

(公財) 航空機国際共同開発促進基金 【解説概要 28-6】

➤ 解説概要一覧に戻る

この解説概要に対するアンケートにご協力ください。

▶ アンケート開始