

トピックス

ISO/TC 261-ASTM F42（付加製造）総会

菊池 正紀

高分子・バイオ材料研究センター、バイオセラミックスグループ

ISO/TC 261-ASTM F42 は付加製造全般に関連した技術部会であり、表記の通り ISO と ASTM が多くの作業部会（WG）にて共同作業を行っている。一方で、ASTM International にしかない作業部会もあり、これらが 3 月と 9 月の年二回、米国とそれ以外の国で開催されている。取り扱っている内容上、多くの TC とリエゾン関係にある TC である。2025 年度の 9 月の総会はフィリピン国マニラ・パサイ市で総会が開催された。本稿は筆者の参加した WG について報告する。

1. はじめに

ISO/TC 261-ASTM F42 は付加製造（Additive manufacturing: AM）全般に関連した技術部会であり、表記の通り ISO と ASTM International が多くの合同部会（JG）にて共同作業を行っている。一方で、ASTM International にしかない作業部会もあるので、それぞれの部会構成を表 1、表 2 に示す。表 1 には ISO/TC 261 の作業部会（WG）として示されているものがあるが、全て同名・同内容の JG 内で議論されていると考えて良い。なお、ISO/TC 261 は昨年度まで、技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構（TRAFAM）が国内審議団体であったが、本年度から（一社）日本溶接協会に移管されたこともあり、オブザーバー参加が難しくなってしまった。現在進めている標準化文書作成のためには TC 261 の動向を確認しておく必要があるため、個人で ASTM International に加盟することで総会の参加資格を得た。そのため、表 2 下線付きで示した ASTM International 固有の作業部会の文書（特に ASTM F42.07.03 Medical Applications）にアクセス・投票が可能となるという、メリットもあった。ISO/TC 261-ASTM F42 総会の参加者は AM の特性上多くの分野にまたがっていることもあり、各分野でそれぞれ活発な議論が進められていた。なお本総会は、3 月に米国、9 月にそれ以外の国と年二回のペースで進められている。

ISO/TC 261 の議長は独国・Bayern Innovativ の Marius Lakomic 氏で、委員会マネージャは DIN の Dipl.-Ing Niels-Christian Grave 氏であり、ASTM F42 の議長は米国・Boeing の Chul Park 氏である。

表 1 ISO/TC 261 の構成

AHG 5	Content for ISO/TC 261 homepage
AHG 6	Coordination of data exchange standardization activities
CAG	Chair's Advisory Group
JAG	ISO/TC 261 - ASTM F42 Steering group on JG activities
JG 51	Terminology
JG 52	Standard test artifacts
JG 54	Fundamentals of Design
JG 57	Process-specific design guidelines and standards
JG 59	NDT for AM parts
JG 63	Test methods for characterization of powder flow properties for AM applications
JG 64	Additive Manufacturing File Format (AMF)
JG 68	EH&S for 3D printers
JG 69	EH&S for use of metallic and polymer materials
JG 72	Machine - Production process qualification
JG 73	Digital product definition and data management
JG 74	Personnel qualifications
JG 75	Industrial conformity assessment at additive manufacturing centres
JG 76	Mechanical test methods
JG 77	Test method of sand mold for metalcasting
JG 78	Safety regarding AM-machines (relating to harmonized European Standards, Type C-Standard)
JG 80	Quality requirements for additive manufacturing in building & construction (structural and infrastructure elements)

*E-mail: KIKUCHI.Masanori@nims.go.jp

表 1 (続)

JG 81	Metallic materials for additive manufacturing
JG 82	Characterization of ceramic feedstock materials
JG 83	Level system for temporarily self-sufficient systems in additive manufacturing
JG 84	Life cycle assessment for AM
JWG 10	Joint ISO/TC 261 - ISO/TC 44/SC 14 WG: Additive manufacturing in aerospace applications
WG 1	Terminology
WG 2	Processes, systems and materials
WG 3	Test methods and quality specifications
WG 4	Data and Design
WG 6	Environment, health and safety
ISO/TC 150/JWG 1	Joint ISO/TC 150 - ISO/TC 261 WG: Additive manufacturing in surgical implant applications

2025 年度の ISO/TC 261-ASTM F42 総会は、9 月 22 日から 9 月 26 日に、フィリピン国マニラ・パサイ市の Marriott Hotel にて開催された。以下に筆者の参加した JG、SC における標準化活動の内容を記していく。なお、JG では SC や TC に対する推奨しか行われませんが、本稿では、TC で承認されたことについては、決定事項として記述してある。

2. ISO/TC 261-ASTM F42 の活動

2.1 ASTM F 42 Intro & Preliminary

ASTM F 42 Intro & Preliminary は 9 月 23 日 (火) 8:00 にその時点のほぼ全参加者の出席で開催された。Intro では、まず、ASTM F42 が 2009 年に設立され、AM 関連の委員会では最も古く、大きなものであることが紹介された。(この時点で 40 以上の国から会員約 1200 名を集めている) 既に述べた通り、ISO/TC 261 とは勿論、CEN TC/438 とともに 2011 年からコラボしている。ASTM F 42 では、ISO/TC 261 と共同で出版したものも含め、84 (77 本の標準、6 本の技術報告、1 本の技術仕様) の文書が既に発行されている。更に各 SC で 67 の文書が開発中である。ASTM のみの標準文書は 2021 年から 2025 年にかけて既に 18 本が発行されており、9 つの文書が投票中、10 個のプロジェクトがドラフトの開発中であり、1 つのプロジェクトが廃案になっている。

ASTM F42 はまた、ICAM (International Conference of Additive Manufacturing) を開催していて、2025 年は Las Vegas にて 10 月 6~10 日の期間で開催された (総会時点ではまだ開催されていなかった)

表 2 ASTM F42 の構成

F42.01	Test Methods
F42.04	Design
F42.05	Materials and Processes
-F42.05.01	-Metals
-F42.05.02	-Polymers
-F42.05.05	-Ceramics
F42.06	Environment, Health, and Safety
F42.07	Applications
<u>-F42.07.01</u>	<u>-Aviation</u>
<u>-F42.07.02</u>	<u>-Spaceflight</u>
<u>-F42.07.03</u>	<u>-Medical/Biological</u>
-F42.07.04	-Transportation/Heavy Machinery
<u>-F42.07.05</u>	<u>-Maritime</u>
<u>-F42.07.06</u>	<u>-Electronics</u>
-F42.07.07	-Construction
<u>-F42.07.08</u>	<u>-Oil/Gas</u>
<u>-F42.07.09</u>	<u>-Consumer</u>
-F42.07.10	-Energy
F42.08	Data
<u>F42.90</u>	<u>Executive</u>
F42.91	Terminology
F42.95	US TAG to ISO TC 261

更に、ASTM CoE が設立されており、NASA や NIST 等と共同で研究と標準開発などを進めている。この成功例として、“Part family”があり、“Best Practices for Additive Manufacturing Part Families relating to Product Qualification & Certification” という Best Practices report が公開されている。これは、航空宇宙分野の企業や研究機関 (NASA) が品質管理のために参考としている。

その他、陸軍や海軍などの分野でも多くのプロジェクトが進んでいる。これらの紹介の後に、Plenary が始まり、各 SC、JG、WG の進捗報告がなされた。

なお、ISO/ASTM 52900:2021 Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary の存在を大きく喧伝し、語彙の混乱を防ぐためにも、ISO/ASTM 52900 で定義されている語彙については、各々の標準文書から除くことを強く推奨していた。

2.2 ISO/TC 261/WG 3-ASTM F42.01

ISO/TC 261/WG 3-ASTM F42.01 Test methods and quality specifications は 9 月 24 日 (水) 13:00-16:30 まで、日本、韓国、独国、仏国、英国、米国、チェコ、カナダ、ベルギー、フィリピン、中国 (10 ヶ国) から

の 41 名の参加者で開催された。コンビーナは仏国・Technical Centre for Mechanical Industry の Benoît Verquin 氏である。

Powder bed density measurement に関して、ベルギー・SIRRIS の Olivier Rigo 氏から下記の説明があった。

本プロジェクトの目的は、既存の方法論に左右されることなく、粉体層密度を測定するための堅牢かつ再現性の高い方法を定義することであり、現場モニタリングシステムの適格性評価が可能にすることである。複数の機関によって ILT が進んでおり、結果が 2025 年 10 月末に得られる予定である。その結果について議論するため、2025 年 10 月 30 日の 15:00 から 16:30 (CET) にウェブ会議が予定されているので、この方法に関心のある方はどなたでも参加してほしい。会議終了後、データ収集プロセスを終了させ、草案作成を開始する。ILT 参加者から受け取るデータに応じて、2 つの技術報告書（密閉カプセル用と開放カプセル用）を作成する可能性がある、との説明に対して、J. Boyer 氏が、技術報告書ではなく国際規格を策定することは可能かと質問したが、Rigo 氏は、まずは技術報告書として開始し、その後、バインダージェッティング方式の粉末ベースシステムまで国際規格の範囲を拡大できるかどうか検討すべきだと回答した。

ISO/ASTM PWI 52968, Additive manufacturing — Test artifacts — Load bearing cross section area determination for small/medium size as deposited specimens for mechanical properties determination について、チェコ・Comtes FHT の Jan Dzigan 氏が下記の如く進捗状況を説明した。PWI は 2024 年に ISO/TC 261/JG 76 に登録され、ILT が進行中である。このプロジェクトの目標は、AM によって製造された金属試験片の耐荷重断面積を堆積直後の状態で測定する方法を規定することであり、LBA 補正における 2 つの異なる方法、すなわち粗さベース補正と弾性率補正の比較を紹介し、ILT 参加機関の最新情報と、Comtes FHT によって得られた最初の結果を紹介した。このプロジェクトは後日の否定的な反応や反対票を防ぐ目的で、予め ASTM E08 "Fatigue and fracture" と ASTM E28 "Mechanical testing" の直近の会議中に紹介しておいたことを報告した。今後、12 月中旬を目標に最初のドラフトをまず TC 内で回覧し、その後、準備が出来た後に NP 投票と言うことになる。

ISO/ASTM 5297X, Additive manufacturing of ceramics — Non-destructive testing and evaluation — Classification of imperfections in slurrybased printed parts の新規提案について、米国 (NIST) の Andrew Allen が、下記の如く説明した。このプロジェクトの目標は、ISO/TC 261/JG

59 の粉末床溶融結合法 (PBF) および指向性エネルギー堆積法 (DED) で作成された部品の欠陥分類に関する ISO/ASTM 52948 および ISO/ASTM 52969 と同様の構造を持つ規格を開発することである。既存の ASTM F109-21 は、従来法で製造されたセラミック部品の表面欠陥に関する用語を既に網羅しているが、内部欠陥など、AM セラミックスにおいて重要な欠陥の多くは含まれていないため、新規作成の必要があることが示された。合計 26 種類の欠陥が特定され、そのうち 7 種類が故障の 95% を占めており、この新規提案はスラリーベースの印刷法を用いて製造された AM セラミックスの表面欠陥と内部欠陥の両方を網羅することになる。現時点で、欧米のエキスパートは集まっているもののアジアからの参加を求めている。

その後、ISO/TC 261/JG 59 会合において異議がなかったため、ISO/TC 261/WG 3 は ISO/TC 261 に対し、PWI 登録の勧告を行った。(承認済み) 現在草案作成中であり、Igor Levin 氏にプロジェクトリーダーを任命し、プロジェクトを ISO/TC 261/JG 59 に割り当てることとした。

MULTHEM (軽量化と熱管理のためのマルチマテリアル積層造形) プロジェクトについて、英国・Brunel University of London の Eujin Pei 氏が報告した。

MULTHEM は EU funded project as part of the Horizon Europe Research & Innovation programme 2021-2027 の一環として実施されるプロジェクト。このプロジェクトは 3 年前に開始され、アルミニウムと複合材料の利点を活用し、信頼性の高い AM プロセスを検証し、構造機能と冷却機能を兼ね備えたアルミニウム複合材製品を費用対効果の高い方法で製造することを目指している。MULTHEM は 4 年間のプロジェクトで、2022 年 12 月に開始され、2025 年 11 月に終了します。2023 年には ISO/TC 261 とのカテゴリー C リエゾンが確立された。ISO/TC 261/WG 3 に関連するプロジェクトの側面については、AM マルチマテリアル部品に関するギャップと、既存規格の更新または新規規格の開発の必要性を特定するための調査が実施された。ISO/ASTM 52936-1 は Laser-Based Powder Bed Fusion (PBF-LB) には対応しているものの、連続繊維を用いた Material EXtrusion (MEX) には対応しておらず、MEX によるマルチマテリアル (金属複合材) 試験片/製造、およびその異方性特性に関する規格が必要になる可能性があるため、プロジェクトへの参加に興味のあるエキスパートは、Pei 氏まで連絡が欲しいとのことであった。また、今後、最終会議および産業ワークショップが 2025 年 10 月 28 日にフランス・パリのタレス R&D

本社で開催されることが照会された。

以下、各 JG の同行について報告された。

JG 52: Standard test artifacts : 2025 年初頭、米国・NIST の Shawn Moylan 氏が、ISO/TC 261/JG 52 の convenor および ASTM F42.01 の副議長を退任した。現時点では、ISO/TC 261/WG 3 のに、JG 52 の convenor 候補はいない。JG 52 は、最初に設立された ISO/ASTM JG の 1 つであり、最初の ISO/ASTM 規格の 1 つである ISO/ASTM 52902 にも取り組んだことから、現時点では活動を継続することが決定されたが、次回 TC 261-ASTM F42 Plenary meeting までに候補者が見つからない場合は休止状態になるので、ISO/TC 261/JG 52 の convenor 就任希望、あるいはマルチレーザービームマシンのテストアーティファクトに関する規格の開発に関心のあるエキスパートは、ISO/TC 261/WG 3 まで連絡してほしい。

JG 59: Non-destructive testing (NDT) for AM parts: 英国/MTC の Benjamin. Dutton が convenor である。JG 59 は、ISO/TC 261/WG 3 の中で最も活発な JG であり、複数のプロジェクトが進行中で、そのうち 2 つのプロジェクトは出版間近である。Ben Dutton 氏の任期が 2025 年 12 月に終了するため、本人の意思確認の上、任期 3 年での再任を勧告した。(承認済み)

ISO/ASTM FDIS 52948, Additive manufacturing of metals — Powder bed fusion — Imperfections classification は、一部の否定的なコメントへの対応にあたり、草案の技術的変更が必要となったため、このプロジェクトは再度 DIS 投票された。再投票で寄せられたコメントはすべて解決された。FDIS 投票は 2025 年秋に実施される予定。

ISO/ASTM TR 52958, Additive manufacturing of Metals — Powder Bed Fusion (PBF) — Best Practice for In-Situ Flaw Detection and Analysis for Laser-based PBF は、DTR 投票に進む前に図表の更新含め、最終編集

ISO/ASTM DIS 52969, AM of metals — Non-destructive testing and evaluation — Imperfections classification in DED parts は、今春、ISO/DIS 投票にかけられ、ASTM 本投票は現在も進行中。ASTM 投票終了後、ISO/TC 261/JG 59 はコメント解決のためウェブ会議を開催する予定。

ISO/ASTM 52971, Additive manufacturing — Non-destructive testing — Dimensional measurements on XCT images は、は今夏、ISO/NWIP 投票にかけられ、承認された。ASTM の SC 投票は現在も進行中。コメントは ISO/TC 261/JG 59 会議で議論予定。本プロジェクトは NP として承認されたため、ASTM の手順に合わせる

ために CD をスキップするには、ISO/TC 261 からの決議が必要である。そのため、本プロジェクトの CD のスキップを ISO/TC 261 に勧告した。(承認済み)

ISO/ASTM 5297X, Additive manufacturing of ceramics — Non-destructive testing and evaluation — Classification of imperfections in slurry-based printed parts は前述通り。

JG 63: Test methods for characterization of powder flow properties for AM applications: Rigo 氏が convenor。

ISO/ASTM DTR 52913-1, Additive manufacturing — Feedstock materials — Part 1: Parameters for characterization of powder flow properties は、夏に DTR 最終投票が行われ、くつかの editorial comments が提出されたため、プロジェクトは修正後、出版準備される。(2025 年 10 月 7 日に ISO により発行済み)。

暫定作業項目 : powder bed density measurement by capsules 歯前述の通り。

JG 76: Mechanical test methods, 仏国・Technical Centre for Mechanical Industry の Benoît Verquin 氏と、チェコ・University of West Bohemia の Jan Džugan 氏が convenors。

ISO/ASTM DIS 52959, Additive manufacturing — Test artifacts — Compression validation coupons for lattice design は、ISO/DIS および ASTM の主要投票コメントを解決するため、プロジェクトは大幅な変更とスコープの変更を経てきた。JG 内で合意に達したものの、再投票が必要となったが、春に実施された再投票で、すべてのコメントは解決済み。まもなく ISO に FDIS として提出される予定。

ISO/ASTM AWI 52965, Additive manufacturing — Qualification principles — Test method for indentation plastometry は、AM とは関係のない一般的な試験方法とみなされたため、登録投票において ASTM から 12 の反対票を受けた。そのため、まずは一般的な試験方法の開発が提案され、プロジェクトは ASTM E28 “Mechanical testing”に移行され、ISO/ASTMAWI 52965 は、2025 年に予定されている ASTM の一般規格 (WK88124) の発行まで保留中。プロジェクトリーダーの一人である Junbeom Kwon 氏によると、一般的な試験法の規格は ASTM の本投票を通過し、反対票は 1 票のみ。その発行目標日は 2025 年末。一方、ISO/ASTMAWI 52965 の DIS 提出期限は 2026 年 1 月、発行期限は 2027 年であるため、規格開発について 2025 年末までに意思決定をする必要がある。JG は ISO/ASTMAWI 52965 を現状のまま継続するか、最初からやり直すかを検討中。

ISO/ASTM PWI 52968, Additive manufacturing — Test

artifacts — Load bearing cross section area determination for small/medium size as deposited specimens for mechanical properties determination は前述通り。

JG 77: Test method of sand mold for metalcasting: 日本・産業技術総合研究所の芦田極氏が convenor。

ISO/ASTM 52919:2025, Additive manufacturing — Qualification principles — Test method for metal casting sand moulds は ISO レベルで発行されたばかり。しかし、芦田氏は、ASTM に必須である根拠がないため、最終 ASTM 再投票を実施中。

ISO/ASTM AWI 52972, Additive manufacturing — Qualification principles — Test method for gas permeability of sand molds and cores with designed structure for property control の NP 投票は 2025 年 2 月 10 日に締め切られたが、エキスパート参加国が 2 ヶ国と基準を満たせなかった。2025 年春の会議では、カナダや韓国を初め数カ国がプロジェクトへの参加に関心を示したため、再度 NP 投票をしたところ、NP 登録された。投票時のコメントは、ISO/TC 261/JG 77 会議で議論される予定。また、NP 承認された本プロジェクトの CD をスキップするため、ISO/TC 261/WG 3 は ISO/TC 261 に対し、CD スキップの勧告をした。(承認済み)

2.3 ISO/ASTM JG82

ISO/ASTM JG82 Characterization of ceramic feedstock materials は 9 月 24 日 (水) 13 : 00 から開催されたため、ISO/TC 261/WG 3-ASTM F42.01 と前半がバッティングしたが、筆者が提案する内容に関係の深い JG 82 にまず参加した。JG 82 は米国・Nanopac の Tai Kyu Lee 氏が convenor、米国・Department of Energy の Brandon Cox 氏が secretary である。

ISO/ASTM FDIS 52940, Additive manufacturing of ceramics — Feedstock materials — Characterization of ceramic slurry in vat photopolymerization について発行準備中であることが報告された (2025 年 11 月に発行済み)。

ISO/ASTM DIS 52957, Additive manufacturing processes 8.1 design rules — Parts using ceramic materials について FDIS に登録されたことが報告された。

ISO/ASTM NWIP, Test method for solid content of ceramic slurry in vat photopolymerization について、韓国・Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology の Kiin Choi 氏から発表があった。内容は、セラミックスラリー中の固形分量測定の方法であり、光重合 AM に限定しない (スリップキャストなどのスラリーにも応用可能) であるため、特に AM 用スラリー限定の手法

などがない限り、ISO/TC 206 Fine ceramics で規格化すべきであると、日本ファインセラミックス協会および筆者が反論した。その場では抵抗を示していたが、休憩時間において、Choi 氏から「206 で議論すべき内容である」との非公式コメントが得られた。

その後、ISO/TC 261/WG 3-ASTM F42.01 に急行して参加した。

2.4 ASTM F42.07.03

ASTM F42.07.03 Medical Application は 9 月 25 日 (木) 8 : 00 から 9:40 に開催された。議長は米国・Johnson & Johnson の Rod McMillian 氏、副議長は米国・Food and Drug Administration の Matthew Di Prima 氏、秘書は米国・Stryker の Lena Bonilla Pereira 氏である。

ASTM F3001, Standard Specification for Additive Manufacturing Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium ELI (Extra Low Interstitial) with Powder Bed Fusion は特に変更はなかった。

WK90089, New Test Method for Additive manufacturing of medical devices — Test Method — Relative Density of Porous Structures via Gravimetric Analysis の Scope について説明され、SC での投票準備が整っているかどうかについて議論した。

ISO/ASTM 52959, Additive manufacturing of metals — Test artefacts — Compression validation specimens for lattice designs について、F42.01 では医療分野から大きな関心を集めている。前回の投票で未解決だった 3 つの問題点について議論し、それらへの対応計画を示した。

ASTM F1854, Standard Test Method for Stereological Evaluation of Porous Coatings on Medical Implants の改訂に関する議論がおこなわれ、特に、AM に関する用語と”porous coating”から”bulk porous structure”への移行に焦点が当てられた。

ASTM F1978, Standard Test Method for Measuring Abrasion Resistance of Metallic Thermal Spray Coatings by Using the Taber Abraser に関する議論に続き、米国・Kircher consulting の Ryan Kircher 氏が、この試験方法に適した AM 対応試験片を作製するための RMS/Element プロジェクトの初期作業について報告した。また、FDA は、Plastometrex 社と共同で実施した、PIP 試験結果と ASTM E8 準拠の引張試験結果を相関させる研究に関するデータを発表した。この結果は技術論文として発表される予定。

新規提案など、新たな議題はなかった。

3. まとめ

個人的なことではあるが、今回は韓国での ISO/TC 106 Dentistry に続く会議（金曜に日本に帰国、本会議には月曜出発）で、さらに本会議終了後（金曜帰国、土曜出発で米国・Ohio・Columbus での MS&T2025 参加と日程が連続になっていたため、間に帰国は挟んでいたものの、今年も後半は大分疲労がたまっていた。しかも、本会議からの帰国する日にマニラを台風直撃との情報が入り、米国の会議に間に合うのか不安の中、本会議に出席した。

このような状況であっても、関係のある TC には少なくともたまには顔を出し、規格の進行状況などを把握しておくことは大事だと、昨年同様感じた。特に、TC 261 は ASTM F42 との共同開催であることもあり、ASTM 側に立ち入って、TC 261 では取り扱いの少ない分野についての情報を得ることが非常に大事だと感じた。勿論、日本は公式には ASTM International を ISO とは違い、国際規格としての扱いをしていないが、現実的には ASTM International を読まないとわからない規格も ISO には多くあるため、日本としても ASTM International にもう少し積極的に参加しても良いように感じている。特に、ASTM International では個人に投票権があり、一国一票の ISO に比べると、mass の威力が強いので、状況によっては押し流された規格がまかり通る可能性もあり、余計に、日本としての意思をそこに反映させるべく、多くの人員の積極参加を推奨しても良いのではないかと感じている。