

アルミの
はなし

アルミエージ

Japan
Aluminium
Association

2013. Winter
No. 177

世界に羽ばたく 航空機産業の 未来を追う!



【特集】日本の航空機産業 最前線

日本の技術を結集した国産旅客機

三菱航空機 MRJ

大型輸送のニーズに応える輸送機

川崎重工業 XC-2 民間転用機

多目的に活用できる水陸両用飛行艇

新明和工業 US-2 民間転用機

【アルミ進化論】マウンテンバイク アルミフレーム編

MTBの構造の要となる

アルミフレームの歴史をたどる





IHI



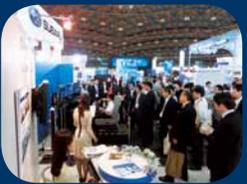
EADS



The Boeing Company



神戸製鋼所/コベルコ科研



富士重工業



川崎重工業



三菱航空機

開催概要：世界の航空宇宙関連企業が概ね4年に一度集まり、トレード活動を行う展示会（主催：日本航空宇宙工業会）。1966年にアジア地域で初めて開催以来13回目となる昨年は、愛知県名古屋市で10月9日から14日まで開催され、32か国・地域、664社・団体が参加した。



2012年
国際航空
宇宙展



MRJ	アルミニウム採用部位
胴体	主要材料としてアルミ合金2024を採用
主翼	主要材料としてアルミ合金7075を採用
尾翼	水平尾翼の骨格部分にアルミ合金7075を採用 垂直尾翼は複合材

- MRJ90LR
[全長]35.8m [全幅]29.2m [全高]10.5m
[最大離陸重量]42,800kg [航続距離]最大3,310km
 - MRJ70LR
[全長]33.4m [全幅]29.2m [全高]10.5m
[最大離陸重量]40,200kg [航続距離]最大3,380km
- 完成予想イラスト提供：三菱航空機

世界に羽ばたく 航空機産業の 未来を追う！



世界の航空機市場が急成長する中、今、日本にチャンスが訪れています。特に需要拡大で注目を集めているのが、三菱航空機のMRJをはじめとした新規参入の国産旅客機と、民間転用機。アルミニウムは、それらの航空機の主要材料であり、安全性や信頼性を高める重要な鍵を握っています。昨年、「2012年国際航空宇宙展」に出展した航空機メーカーを取材し、日本の航空機産業の最前線に迫ります。

掲載協力：一般社団法人日本航空宇宙工業会
取材協力：川崎重工業株式会社、新明和工業株式会社、ナブテック株式会社
一般社団法人日本航空宇宙工業会、三菱航空機株式会社（五十音順）
写真提供：防衛技術研究本部

三菱航空機 MRJ

日本の技術を結集し、
世界市場を狙う
待望の国産旅客機

50年ぶりの想いを乗せて、
まもなく試験飛行！

「日本の航空機産業の悲願」といわれ、YS11から50年ぶりで国産旅客機の開発となるMRJ^{※1}の試験機初飛行が迫っています。

次世代のリージョナルジェット機^{※2}と呼ばれるMRJは、現在、客席数90席のMRJ90と70席のMRJ70を開発中です。この構想の発端は、2002年、経済産業省が発表した「環境適応型高性能小型航空機」計画。2008年に三菱重工業が機体の開発・製造・販売を目的とした三菱航空機を設立し、2010年に製造を開始。2012年に組み立てがスタートしました。

2015年度には、量産初号機の納入が予定されています。

※1 MRJ=Mitsubishi Regional Jet
※2 リージョナルジェット機=座席数50席から100席、地域輸送用の小型ジェット機



多くの来場者が注目していた三菱航空機の展示ブース



飲み物や食事を載せるギャレーカートもアルミ製



日本で初公開された全長8m、幅2.76m、高さ2.03mの客室モックアップ。シートを支えるのはアルミフレーム



リージョナルジェット機では最も広い客室。前部はプレミアムクラスシート、後部は新型スリムシート

(右) 三菱重工業・大江工場(名古屋市港区)で製造中の胴体パネルの試験用試作品。アルミ合金を3次元工作機械の一体削出加工で精密に切削し、強度と耐久性を向上

(左) 工作試験用の主翼部分。アルミ合金の外板と骨組みを一体成形し、鋸を減らすことで軽量化と作業の効率化を実現



写真提供：三菱航空機



写真提供：三菱航空機



小型ジェット機設計の期待に応えるアルミニウム

MRJの最大の特長は、圧倒的な運航経済性です。従来の同型ジェット機に比べ燃費を20%以上削減し、他社競合機との差別化を図りました。この燃費を生み出しているのが、世界で初めて搭載される高効率のギアード・ターボファンエンジンと、優れた空力特性や軽量化に適したアルミ合金の機体です。

事業企画グループのグループリーダー高堰博英さんに、MRJの機体にアルミ合金を採用した経緯を伺いました。

「軽量化を追求するのは、航空機設計の命題で、アルミ合金のほか



三菱航空機 業務部
事業企画グループ グループリーダー
たかせき
高堰博英さん

に複合材も重要な選択肢です。MRJの胴体は、設計当初からアルミ合金の採用を考えていました。しかし主翼は、さらなる軽量化をめざしてCFRP(炭素繊維強化プラスチック)の複合材を予定していましたが、設計を進めるうちに小型機個々の課題に対応するため、主要材料をアルミ合金へ転換しました」

そこには、アルミニウムの軽量性という特性以外にも、さまざまな採用理由がありました。

「現在の複合材技術では、小型ジェット機の軽量化には貢献できず、また開発に時間がかかるため、プログラムのスケジュールに影響が出ることを考慮してアルミ合金に素材を変更しました。小型ジェット機では、整備用の点検口の窓などが主翼に対して比率が大きくなり、開口部分の強度を保つための補強が必要になって、重量にも影響を与えました。その点、アルミ合金は加工性に優れていて、小型ジェット機を設計するうえで、期待に応えてくれる航空機材料として最適でした」

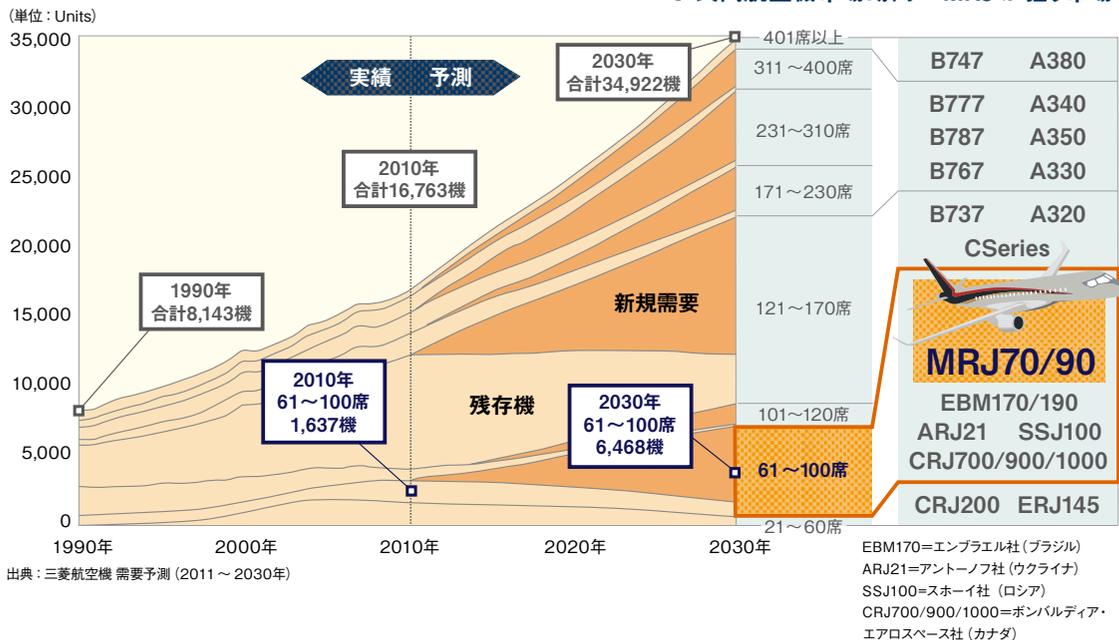
先駆者たちが築き上げた安全性を、さらに極める

航空機の安全性を審査する型式証明でのアルミニウムの信頼性を、高堰さんはこのように評価しています。

「型式証明は、機体、装備品、ソフトウェアなど数百万点の部品をチェックし、材料の確定や製造工程までが審査の対象になります。このような厳格な型式証明をクリアし、多くの航空機の材料として採用されてきたアルミ合金は、確実な実績とデータに裏付けられたものです。航空機製造に携わってきた先駆者たちが、試験を乗り越えて実証してきた材料、それがアルミ合金ではないでしょうか」

今回、三菱航空機では1970年代のMU300以来、約40年ぶりに型式証明を取得します。「この40年間、安全性を徹底するために技術は驚異的に進歩し、航空機材料も大幅に進化してきました。その中で変わらないうのがアルミニウムに対する信頼性です。MRJは、こうした実績を重視し、

● 民間航空機市場動向－MRJが狙う市場



MRJの主要部品開発メーカー

主翼など構造部材	三菱重工業
降着システム	住友精密工業
フライト・コントロール・システム (飛行制御アクチュエータ およびコントローラ)	ナプテスコ
フライト・コントロール・システム (フライトコントロールコンピュータ)	米Rockwell Collins社
油圧システム	米Parker Aerospace社
電源・空調	米Hamilton Sundstrand社



世界トップシェアを誇るナプテスコのアルミ合金製アクチュエータ (右) スポイラー (左) コントローラ

「40年先、50年先を見据え、今から若手社員の人材育成にも注力し、次の時代の航空機開発の夢を託します。MRJをきっかけに、航空機産業を日本の成長産業の大きな柱にしていきます」

今年秋には試験機初飛行を控え、2015年度の量産初号機納入に向けて生産規模拡大も進んでいます。小型ジェット機設計の特長をいかす航空機材料として、確かな信頼を築くアルミニウムは、MRJの今後の推進力になっています。

● MRJの航続距離例



アジアのリージョナルジェット市場での先導役を果たすMRJは、今、アメリカやヨーロッパでの拡販をめざしている。MRJの航続距離は3,000 km以上。パリを起点にすれば、主要ヨーロッパ圏からアフリカの一部までカバーする航空ネットワークが築ける。三菱航空機は2008年に米国販売会社、2011年に欧州販売会社を設立し、販売体制強化を推し進めている。

MRJが狙う市場

アジアのリージョナルジェット市場での先導役を果たすMRJは、今、アメリカやヨーロッパでの拡販をめざしている。MRJの航続距離は3,000 km以上。パリを起点にすれば、主要ヨーロッパ圏からアフリカの一部までカバーする航空ネットワークが築ける。三菱航空機は2008年に米国販売会社、2011年に欧州販売会社を設立し、販売体制強化を推し進めている。

日本の市場ニーズ

日本では、経済圏の地方拡散とともに、大都市と地方都市間の航空網の整備が進み始めた。加えて、LCC（ローコストキャ

リア)の急成長により、今後、日本のリージョナルジェット市場は、利便性を追求した多様なニーズが見込まれる。さらに、韓国や中国、東南アジアなどでのアジアの市場が確立した時、日本がそのハブ空港の拠点を担い、MRJの活躍がいつそう期待されている。

世界の市場予測

主に大陸内や国内を結ぶ目的の座席数100席以下、航続距離数千km程度の小型航空機であるリージョナルジェット市場は、新興国などの経済成長に伴い、世界規模での需要拡大が予測されている。現在、リージョナルジェット機の2大メーカーといわれるのは、カナダのボンバルディア社とブラジルのエンブラエル社。しかし、ロシアや中国でも開発が進んでおり、市場への新規参入が激化しつつある。



三菱航空機のブースには、縮尺20分の1の精巧なMRJの模型も展示

世界市場に挑戦するMRJのビジョン

胴体や主翼などにアルミ合金を採用しています」

では、世界の民間航空機市場でMRJはどのように展開していくのでしょうか。昨年10月に開催された「2012年国際航空宇宙展」の特別講演で、三菱航空機の代表取締役社長(現・代表取締役会長)、江川豪雄さんが将来のビジョンを語りました。

「世界の民間航空機市場の中でも、特にリージョナルジェット機の市場が拡大傾向にあります。1990年代以降、迅速性の高い小型ジェット機が中小エアラインに注目され、昨今の原油高騰の影響から燃費の良い機体が求められてきました。リージョナルジェット機の2030年までの需要予測は、現段階で6400機以上。その中でMRJは1000機の受注をめざします」

と具体的な数値を示し、さらに、「ライバルに勝つためのキーワードは、環境適合性、運航経済性、

客室快適性の3つ。これらを実現する先端技術として、次世代エンジン、次世代フライトデッキ、低騒音設計などを採用しています」と強調していました。

運航経済性を高める機体の軽量化については、アルミ合金の高精度一体成形加工をはじめ、複合材のVaRTM(真空樹脂含浸製造法)など、世界に誇る日本の卓越した技術がいかされています。一方で、江川社長が課題として挙げたのが、部品の国産化でした。

「現状では構造部材は国内生産ですが、電子機器や装備品などの部品は外国のメーカーが多くを占めています。将来的には、中部地域を中心に日本のメーカーの採用を増やしていきます」



三菱航空機 代表取締役社長

江川豪雄さん

(2013年1月より代表取締役会長に就任)

日本のものづくりの力を成長産業の柱に!

MRJへの想いを、高塚さんは実感を含めて話します。

「日本の航空機関連メーカーの方々からもう一度、国産旅客機の復活を」という声が寄せられています。MRJの開発は、技術立国・日本のものづくりのシンボルです。次世代リージョナルジェット機にふさわしい技術を投入し、全力で期待に応えていきます」

また、江川社長は特別講演を次のように締めくくりました。



陸上はもとより荒海に離着水できるUS-2型救難飛行艇展示模型

US-2型救難飛行艇の諸元

【全長】33.3m 【全幅】33.2m 【全高】9.8m
【最大離陸重量】47.7t 【最大離水重量】43.0t
【航続距離】4,500km以上

新明和工業 | US-2

柔軟な構造設計を 実現した航空機材料



新明和工業 航空機事業部
技術本部 技術部長
からがら
鴨頭 健さん



海上から離水するUS-2
写真提供：新明和工業

※民間転用＝防衛省が開発した機体に関する技術資料を民間企業が借り受け、それをもとに機体の製造・販売を行うこと

防衛省が開発したUS-2型救難飛行艇の民間転用[※]に向けた取り組みについて、新明和工業の航空機事業部技術部長の鴨頭健さんにお聞きしました。

「US-2は海上自衛隊で2007年から運用が開始され、洋上の救難任務および各都道府県知事等からの要請による災害派遣任務を実施しており、これまでに約9000件以上の出動実績があります。陸上だけでなく波高3mの海上に安全に離着水できる世界最高水準の性能を有しています。その特徴的な性能をいかし、洋上でのさまざまな用途に対応した多目的飛行艇、大規模森林火災等に対応した消防飛行艇、離島との旅客輸送に対応した旅客輸送飛行艇の民間転用の実現をめざしています」

機体の多くにアルミ合金を採用

した理由には、独自の設計思想が関わっていました。

「陸上機の着陸に比べ飛行艇の着水は衝撃力が大きく、また、着水時の波の状況によつては左右非対称の荷重を受けることもあります。US-2では、大きな荷重を広範囲に伝達するために、しなやかで柔軟性をもった構造設計としており、あえてアルミ合金の薄い板で組み立てて、着水時に発生する変形に対応しています」

アルミニウムの新素材開発にも期待を寄せています。

「飛行艇は海水に浸かるので耐腐食性が重要です。最近では複合材料のほかに、錆びにくいチタンアルミ、アルミリチウムなどの新しい合金にも注目しています。今後も材料の選択が、航空機設計の重要なポイントになると考えています」

大型輸送に適した 整備性の高い航空機材料



川崎重工業 航空宇宙カンパニー
技術本部 民間転用
サブプロジェクトマネージャー
民間転用推進室 室長
大垣正信さん



初飛行で離陸するXC-2
写真提供：防衛省技術研究本部

XC-2民間転用機の諸元

【全長】43.9m
【全幅】44.4m 【全高】14.2m
【最大離陸重量】141t
【航続距離】最大5,700km

日本の防衛省機の中には、輸送などの民間用途にいかせる機種があることから民間転用が積極的に計画されています。

川崎重工業を主担当企業として開発が進められているXC-2輸送機について、民間転用推進室室長の 大垣正信さんにお聞きしました。

「XC-2は現在防衛省による試験飛行中で、2014年度から自衛隊の基地への配備が予定されています。民間機への転用時には、トレーラーやコンテナも積み込める大型商業輸送や災害時の復旧作業などで重要な輸送手段になります」

アルミニウムの採用については、整備性の簡便さを挙げています。

「機体の大部分にアルミ合金を採用しています。輸送機では貨物の積載時に機体に接触したり、荷重がかかったりして、胴体を傷つける

ケースもあります。その修理を想定すると整備性が重要です。複合材は整備に特別な装置や技術が必要なのに対し、アルミ合金は従来の整備技術で十分に対応できます。整備性に優れたアルミ合金の機体は、比較的小さな空港を利用するカーゴエアラインのニーズにも合い、販路拡大の利点になります」

航空機材料の今後の展望については、こう語りました。

「複合材の使用比率は増加しつつありますが、胴体などアルミ合金に適した部位はまだあり、両者の共存が重要です。しかし、アルミ合金とCFRPの結合部分の電位差による腐食などの克服すべき課題があるのも事実。今後は、私たち航空機メーカーが部品や材料のメーカーと連携して、共同開発する必要があります」

速度、航続距離などの向上が見込まれる最新技術適用のXC-2民間転用機展示模型



日本の航空機産業の新しい素材開発を担うアルミニウム

勢いつく日本の航空機産業の中で、アルミニウムはどのような役割を果たすのか。「2012年国際航空宇宙展」を主催した日本航空宇宙工業会に取材しました。

昨年、「2012年国際航空宇宙展」を愛知県名古屋市で開催した意義について、技術部部長の藤貫泰成さんに伺いました。

「名古屋地区は、戦前に零式艦上戦闘機、戦後に国産初の旅客機YS-11を生産し、その高度な技術を受け継ぐ航空機産業の一大拠点です。それに三重・岐阜・富山・石川を含めた中部地域5県には、大企業から中小企業まで航空機関連メーカーが集中し、日本の航空機部品の約5割を生産しています。日本の技術力をアピールするには、ふさわしい会場でした」

航空機材料として不可欠なアルミニウム

アルミニウムと航空機材料の関係を藤貫さんはこう言います。

「アルミニウムは、昭和初期から航空機製造には欠かせない素材で、なかでも超ジュラルミン、超々ジュラルミンといったアルミ合金は、軽量性、信頼性、経済性の点から長年使用されてきました。2007年には、日本の航空機用アルミ合金の需要量は輸入材を含

めて約2万6700t、民間航空機の使用比率は約70%を占めています」

アルミ合金と複合材のそれぞれの採用状況については、

「航空機も宇宙産業も含めて、複合材が主流になるという見方もあります。そう単純な話ではありません。特に民間航空機は、20年、30年にわたって使用され、その実績をもとに安全性やコストを担保したうえで、次の世代の機体の開発を行います。アルミ合金は長年にわたる実績があり、どのような条件で使い続けるとどの程度劣化するかが想定できるのに対し、複合材はそこまでのデータが乏しい。また、カスタマーサポートの面からも、整備しやすく修理や部品交換も比較的容易にできるアルミ合金は、複合材より1日の長があります。現段階でアルミ合金は安定した材料だといえます」とアルミニウムの優位性を指摘します。



日本航空宇宙工業会 技術部 部長
藤貫泰成さん

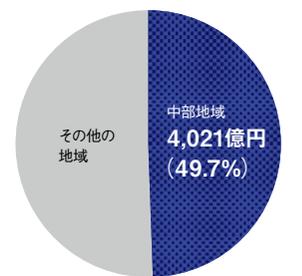
さらなる開発が航空機産業の明日を開く

今後、航空機材料としてアルミニウムが果たすべき役割は何かをお聞きしました。

「一つは新素材の開発。たとえばチタンアルミなどの金属間化合物は、高温に弱いアルミニウムの弱点を補うことで、エンジンのコンプレッサーなどに採用されるケースも増えていきます。アルミリチウム合金も、引っ張りの強さを示す比強度特性が高く、軽量化に大きく貢献するでしょう。他にも、炭素繊維やファイバーセラミックスと組み合わせ、従来の弱点を補い、強度を高めるなどの新素材の開発の余地があります。もう一つは、アルミニウムも含めた新素材や新加工技術、さらに品質技術を世界のスタンダードにしていくこと。この2つが今後の基盤になると考えています」

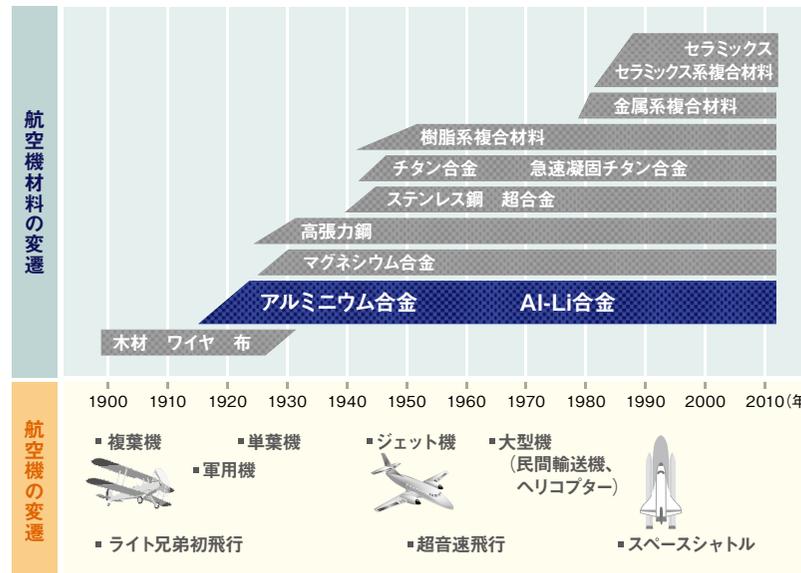
日本の航空機産業というビジネスがどこまで飛躍できるのか、そのステップボードの一翼をアルミニウムは担っています。

中部地域の航空機・部品の生産額とシェア(2010年)



出典：経済産業省「機械統計年報」より
中部経済産業局グラフ作成

航空機材料の変遷



出典：日本航空宇宙工業会調べ

出展した航空機関連企業のアルミ製部品



航空機用アルミホイール (KYB)



MRJの主翼部分のアルミ製リブ材 (アイコクアルファ)



航空機用アルミ製密封 (神戸製鋼所)



航空機エンジン用アルミ製熱交換器 (住友精密工業)

アルミ進化論

マウンテンバイク (MTB) アルミフレーム編

走行性能、耐衝撃性、軽量化など、緻密な構造設計で人気の高いMTB。その構造の根幹を成すフレームのアルミニウム素材における開発を検証します。

国産MTB 製造スタート!

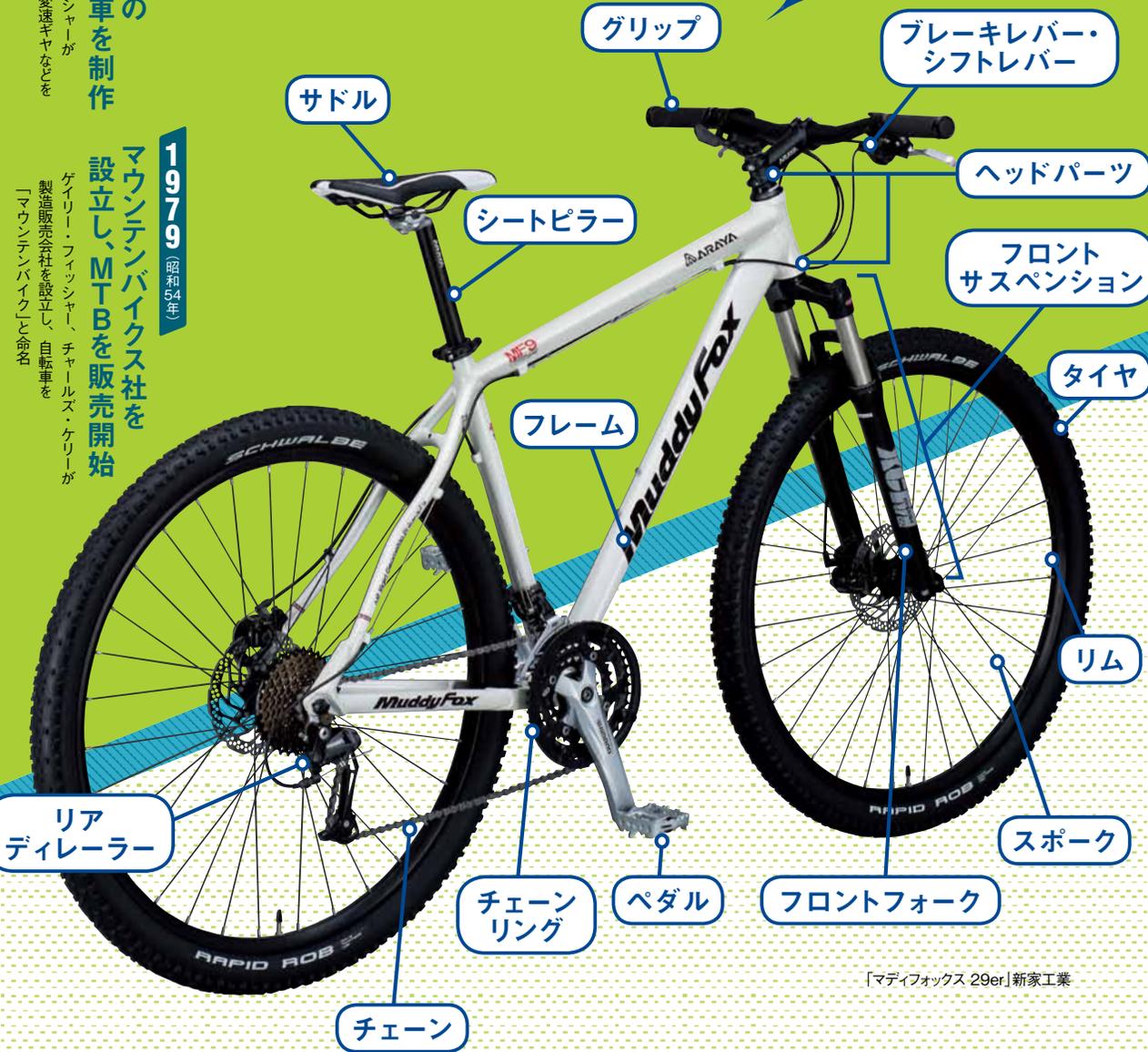
国産製造から31年。誰もが憧れた自転車

アメリカで誕生し、欧米で大ブームとなったMTBが、日本で初めて製造されてから今年で31年になります。自転車の長い歴史の中ではMTBの歴史は浅いものの、構造や素材、製造工程などの開発では、進歩に次ぐ新歩を重ねてきました。

1980年代のMTB草創期には、多くの自転車メーカーの参入に加えて、コンポーネントやパーツのOEM(委託製造)を手掛けるメーカーも細分化していきます。1989年、アルミフレームのMTBが登場。その後、フレームの構造は、レース、ツーリング、シテイユースといった用途や、乗り手の好み、価格によって大きく異なってきました。また、素材は当初クロムモリブデン鋼が一般的でしたが、1990年代に入って軽量化の開発が活発化し、アルミ合金が注目を浴びます。現在のフレーム素材としては、ステンレス鋼、CFRP、チタン合金など10種類以上もあります。

アメリカでMTB誕生!

こんな呼び方、知っていますか?



「マディフォックス 29er」新家工業

1974 (昭和49年)
アメリカでMTBの元祖となる自転車を制作
アメリカのゲイリー・フィッシャーが強力なブレーキやワイドな変速ギヤなどを装備した自転車を開発

1979 (昭和54年)
マウンテンバイクス社を設立し、MTBを販売開始
ゲイリー・フィッシャー、チャールズ・ケリーが製造販売会社を設立し、自転車を「マウンテンバイク」と命名

1982 (昭和57年)
日本初のMTB
「マディフォックス 26・DX」
量産販売開始(フレーム素材はCr-Mo)
▼新家工業



1983 (昭和58年)
MTB「アイガーソロ EP.26K」販売開始
(フレーム素材はCr-Mo)
▼宮田工業 (現・ミヤタサイクル)



1983 (昭和58年)
MTB「11ゲルMB26U」販売開始(フレーム素材はCr-Mo)
▼丸石自転車現、丸石サイクル



*Cr-Mo=クロムモリブデン鋼

1982 (昭和57年)
MTB専用のコンポーネントやフルリスハンドルなどのパーツを手掛けるメーカーが増え始める

1983 (昭和58年)
世界初の大型アルミフレームバイク「ST500」をアメリカのキャンパデル社が発表

1987 (昭和62年)
日本マウンテンバイク協会が発足し、翌年に全日本選手権を初開催

1988 (昭和63年)
世界初のフルカーボンMTB「Nitro」をアメリカのケストレル社が発表

1989 (平成元年)
世界初のアルミ製折りたたみ式自転車「Fiorio」を宮田工業(現・ミヤタサイクル)が販売開始

1989 (平成元年)
トップスタンド型アルミフレームを採用したフロ仕様のおフロドMTB
「801MB」販売開始
▼丸石自転車(現・丸石サイクル)



アルミフレーム MTB登場



※7000系アルミ合金=主にアルミニウムに亜鉛、マグネシウム、銅を添加した合金で、アルミ合金の中でも高い強度をもつ構造用合金、代表的な合金に、超々ジュラルミンと呼ばれる7075合金がある。航空機、スポーツ用品、鉄道車輛などに使用される

**軽量にして強靱！
アルミフレームの開発物語**

日本のMTBにおけるアルミフレームの開発に、量産メーカーとして早い段階から着手していたのがミヤタサイクル。アメリカ輸出用モデルを国内で発売後、新素材の品質管理のもとに1989年、TIG溶接によるフルアルミモデルのATB「リッジランナー」を市場に投入した。その後、独自のAPA接着工法によるマシンを発売。日本におけるMTBブームにいう拍車をかけた。

フレームの素材として軽く、強く、加工しやすいアルミニウムにミヤタサイクルはこだわった。Cr-Moの比重7.8に対してアルミニウムは2.7。比強度はCr-Moの8に対して通常のアルミニウムは11.4。この優位点に着目し、アルミメーカーと共同で航空機などに使用されているアルミニウムをベースに比強度14.4という、軽くて強いATBのための軽量特殊アルミ合金を開発する。さらに、パイプの径を太くしながら肉厚を薄くし、焼き入れ強化処理を施して軽量化を実現した新アルミ合金スーパーオーバーサイズ薄肉パイプを完成させた。この開発が、1995年、世界最軽量のATBへと成熟していった。



熱による強固な接合のTIG溶接(手前)と、特殊樹脂で高強度結合のミヤタ特許・APA接着工法のヘッドチューブ部分
参考資料:1995年製品カタログ(ミヤタサイクル)

アルミエージ Vol.177

発行日 平成25年2月22日
発行 一般社団法人日本アルミニウム協会
http://www.aluminum.or.jp
〒104-0061 東京都中央区銀座4-2-15 (塚本素山ビル)
TEL.03-3538-0221
大阪支部
〒541-0055 大阪市中央区船場中央2-1-4-301 (船場センタービル)
TEL.06-6268-0558
企画・制作 株式会社コンセント



**人気のMTB
最新モデル**



極太肉薄アルミダウンチューブを採用したフレーム

2013 (平成25年)

トラクションや安定性、快適性を高めるTFS成型の軽量アルミフレーム「BIG.NINE TFS XT EDITION」
▼ミヤタサイクル



耐久性とダイレクトな走行感覚を重視したアルミフレーム「アンカーX A3 EQUIPE」
▼ブリヂストンサイクル



オフロードの走破性が高まる6061アルミ合金※を採用したフレーム「マディフォックス 29er」
▼新工業



*29er=トゥーナイナーと呼ばれ、ホイールサイズが29インチのMTBのこと。その他に、24、26、27.5インチなどがある

チューブはアメリカのイーストン社製。なめらかなバテッド部のテーパセクションにより、高強度と軽量化を図った



※6061アルミ合金=アルミニウムにマグネシウム、シリコンを添加した6000系アルミ合金の代表的な合金のひとつ。6061合金は、微量の銅を添加し構造用鋼材に相当する耐力をもつ。船舶、鉄道車輛、建築構造物などに使用される

2008年以降

2008 (平成20年)
ハイドロフォーミング製法で大きな負荷に耐えるアルミフレームのMTB「FORCE」
「FORCEL」
「フリライド」に対応する「SANCTION」をアメリカのG.T社が開発

軽量化を追求した開発へ！

世界最軽量 9.8 kg の ATB

1995 (平成7年)

フルアルミフレーム「ミヤタコンペティション・XC」販売開始
▼宮田工業(現ミヤタサイクル)
*ATB=all terrain bike
地形を選ばず走れる自転車。MTBの別名



1995 (平成7年)

アルミバテッドチューブを採用したフレームで10.7kgを実現
MTB「マディフォックス W26EE」販売開始
▼新工業



1993 (平成5年)

世界初の電動アシスト自転車をヤマハ発動機が販売開始
1996 (平成8年)
アトランタ・オリンピックでクロスリール競技が正式種目として実施される
1999 (平成11年)
日本初のアルミ製MTBストリート専用フレーム「MOZU」をツバグラが製造販売開始



1991 (平成3年)

最適形状理論によるネオコットフレームを開発したブリヂストンサイクルが、MTBの製造販売に参入する



1992 (平成4年)

アルミニウムのフォルムを完成させたフレームMTB「ブラックイーグルアルミニウム エクスパート」販売開始
▼丸石自転車(現丸石サイクル)

**最新技術を導入し、
進化を続けるMTB**

MTBのアルミフレームでは、強度と軽さが重視されます。しかし、剛性が高すぎても低すぎても向きません。しなりや粘りを意味するバネ感も重要です。今、この二つに対応する素材として、一般規格化されているのがアルミ合金バテッドチューブ。径を太くして肉薄にしたチューブで、強度と軽さを両立させています。また、アルミフレームの製造開発では、コンポネンメーカーを含めて各社しのぎを削っています。たとえば、MTB専用の押出加工や引抜加工をはじめ、旋盤、溶接、接着の技術、複雑な設計や繊細なデザインなど、世界中のメーカーに刺激を与える最新技術が導入されています。約200年前に発見された軽金属のアルミニウムが、MTBのフレームと出合って急速に普及。一昨年より、再び国内需要が増大したMTBの、今後のフレーム開発に期待が寄せられています。

掲載協力:日本マウンテンバイク協会 写真提供:新工業株式会社、ブリヂストンサイクル株式会社、株式会社丸石サイクル、株式会社ミヤタサイクル(五十音順)
*MTBの歴史内容に関しては、ご協力のいただいた団体、各企業の資料などを参考に作成しています。(2012年12月現在)

日本の 民間航空機 開発の歩み

戦後の復興や技術革新とともに歩んできた日本の航空機産業。1952年、米軍機の修理から再出発し、技術者たちは試行錯誤を繰り返しながら叡智を蓄積してきました。

1962年、官民一体の体制のもと、日本初の民間航空機となる双発ターボプロップ旅客機「YS-11」が初飛行。本格的な国産旅客機製造の始まりです。翌年には、三菱重工業が開発したビジネスターボプロップ機「MU-2」が初飛行。1975年、富士重工業がアメリカのロックウェルインターナショナル社と共同開発したビジネス機仕様のレシプロ双発機「FA-300」が初飛行。その後、開発はいったん減速したものの、海外の航空機メーカーのサプライヤーとして日本のメーカーは部品関連の製造を担います。

その間、高度な技術は確実に継承され、2013年、三菱航空機「MRJ」試験機初飛行（予定）へと開発の夢は受け継がれました。

1962年

YS-11 中型輸送機 初飛行



1963年

MU-2 双発ビジネス機 初飛行



1975年

FA-300 双発ビジネス機 (FUJI-700型として初飛行)



参考資料・写真提供：「日本の航空宇宙工業（平成24年版）」日本航空宇宙工業会