

航空宇宙事業本部が 目指すものづくり

伝統が鍛えた現場力に最新の ICT を加え、 独自の Smart Factory へ

1957 年に田無工場を開設してから半世紀あまり、空本部のものづくりは新しい工場、新しい生産方式、そして現場の力によって絶え間なく進化を続けてきた。さらなる変革によって拡大し続ける航空需要に応える。

航空宇宙事業本部
生産センター長

須貝 俊二

はじめに

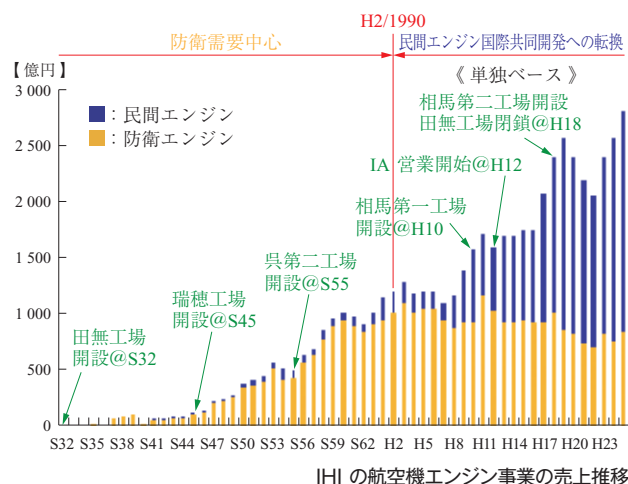
航空宇宙事業本部（以下、空本部）は市場の成長を取り込み、田無工場から瑞穂、呉第二、相馬第一、相馬第二の各工場へと生産拠点を拡げながら、ものづくり競争力の向上を目指し、IHI 独自の生産システム（IHI Production System）を追求してきた。ここでは、流れ化／見える化をベースに人の知恵を最大に活かし、独自技術を開発導入しながら自律的・継続的に進化し続ける、空本部生産センターの目指すものづくりを紹介する。さらに、現在注目されている Smart Factory に関する検討を加え、次世代に向けた生産システム先進化への方向性を探る。

空本部の生産拠点

空本部では、1957 年に旧田無市（現在の東京都西東京市）に田無工場の操業を開始して以来、General Electric 社（アメリカ）、Rolls-Royce 社（イギリス）、Pratt & Whitney 社（アメリカ）とのライセンス生産を通じて、防衛エンジンの製造技術を修得し、防衛省ならびに通商産業省（現経済産業省）のご指導のもと、純国産や国際共同エンジン開発に参画し成長を続けてきた。1990 年代までは防衛エンジンが生産機種・

量ともに右肩上がりに増加してきたが、それ以降は民間エンジン需要が拡大基調となり、従来の熟練工に頼る多品種少量生産体制から、より合理的な少品種多量生産体制への変革が求められるようになった。これらの市場の変化と成長に柔軟に対応するため田無工場から瑞穂工場、呉第二工場、相馬第一工場、相馬第二工場へと生産拠点を拡げながら、ものづくり競争力の向上を目指してきた。

組立、整備、試運転の工程を集約した瑞穂工場（1970 年完成）、ロングシャフト、ディスク、フレームケーシングなどの大物部品を集約し、セル生産を採用した呉第二工場（1980 年編入）、エンジンのなかでは一番数量の多い翼部品に特化し、フローライン化



工場名	開設年	特 徴	備 考
田無工場	1957 年（昭 32）	・ 多品種少量生産：定置 ・ 熟練工による品質性能の作り込み	2006 年相馬第二工場開設により閉鎖
瑞穂工場	1970 年（昭 45）	・ 組立・運転・部品修理・試運転工場 ・ ジョブ・ショップ生産方式	
呉第二工場	1980 年（昭 55）	・ 大型部品の板金・切削加工 ・ 大型部品のフローライン（セル）	ロングシャフト、ディスク、フレーム ケーシング
相馬第一工場	1998 年（平 10）	・ 翼部品に特化 ・ フローライン生産：1 個流しの追求 ・ たゆまぬ改善と生産性向上	
相馬第二工場	2006 年（平 18）	・ 国産のフルエンジンをまとめられる工場 ・ 差別化技術のものづくり開発拠点 ・ 多品種少量に対応したフレキシブル生産 ・ 大部屋化／流れ化／2S	取扱品目約 3 500 点の需要変動に柔軟 に対応できるワンフロア化 8 割以上が国家技能検定保有者
IA	2000 年（平 12）	・ FRP 製品に強み	旧日産自動車株式会社宇宙航空部門

航空宇宙事業本部の生産拠点

による 1 個流し生産を追求した相馬第一工場（1998 年開設）、そして、2006 年には空本部のものづくりの総本山である田無工場の資産を継承した、「エンジンを丸ごと生産できる」工場として相馬第二工場を開設し、現在の生産体制が整った。また、2000 年には日産自動車株式会社から繊維強化複合材（FRP：Fiber Reinforced Plastics）製造に強みのある宇宙航空部門が株式会社 IHI エアロスペース（IA）富岡事業所として編入された。

IPS（IHI Production System）

初期のライセンス生産機種では熟練工が製品の品質と性能を作り込み、エンジン性能の高度化に伴い、高温・高圧・高強度に対応する生産技術・要素技術を導入してきた。新たなものづくりへの挑戦として 1993 年にトヨタ生産方式（JIT：Just In Time と「自働」化）を導入し、現在では IHI 独自の生産方式である IPS として空本部の全ての工場で展開されている。IPS は、見える化、工程連結、1 個流し、品質の工程内作り込みといったコンセプトをトップダウンで導入し、世界と戦う競争力をつけていく生産方式である。

田無から相馬への移管では、コスト 1/2、リードタイム 1/3 を目標とする、革新的なものづくりへの挑戦を開始し、スピードを追求する自律的な取り組みを推進するため、逆三角形でフラットな組織を導入し、“相馬の初心”として以下の基本理念が受け継がれている。

① お客様の安全とニーズを第一に

常に、空飛ぶ製品を作っているという責任を忘れずに、一人ひとりがプロとして妥協のない品質を保

証する。また、常時変化するニーズを的確に捉え、お客さまの身になって機敏に対応する。

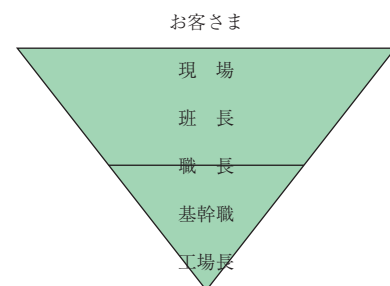
② 人と地域にやさしいものづくりを

工場の安全と環境保全に積極的に取り組み、地域の一員としての自覚をもち、地域社会の発展に貢献する。そして、他人の人格と技量の成長を喜びとし、やりがいのある会社づくりに全員で努力する。

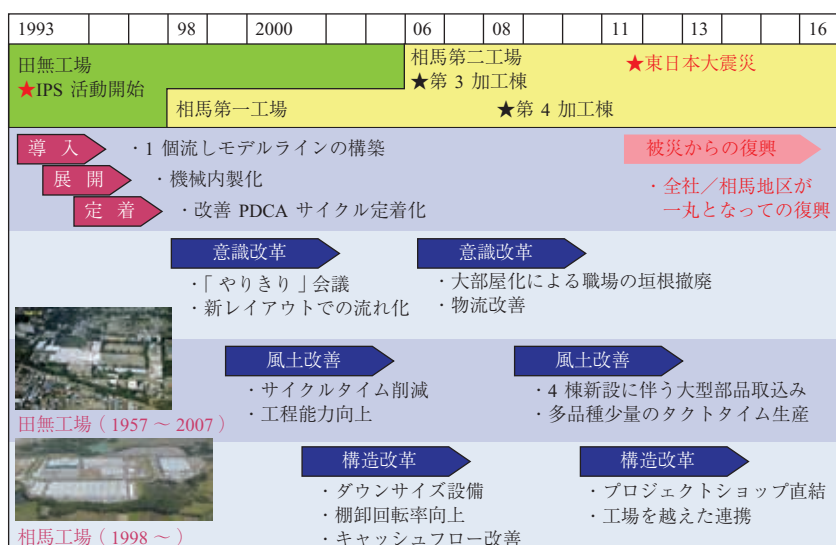
③ 世界のマーケットリーダーを目指す

マーケットプライス以下で戦い、受注を拡大する。時代と製品が変化しても、常に、最高効率の生産を実行するため、技術の差別化に積極的に取り組み常に世界をリードする。

田無工場で始まった改善活動は時代時代の課題に対し真剣に向き合い、意識改革、風土改革、構造改革のサイクルを回しながら、時代の要請に応えられるよう組織改革が行われてきた。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災で相馬事業所は甚大な被害を受けたが、3 月 28 日には倒れた機械をすべて立て直し、一部の職場ではあるが生産を開始し、5 月の中旬には一部の工場が完全復旧、8 月には事業所としての完全復旧が果たせたのも、現場主導の IPS が浸透していた成果である。



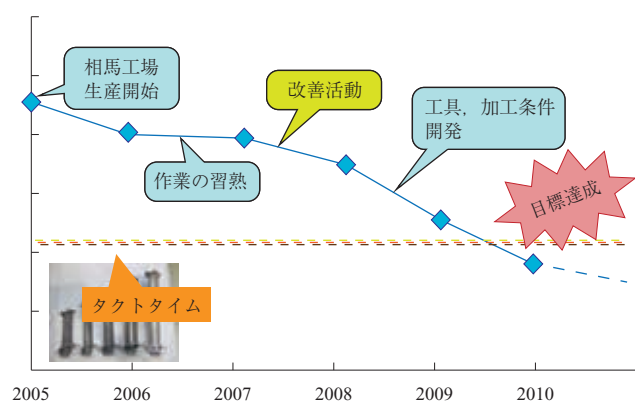
お客さまを第一に考える逆三角形組織



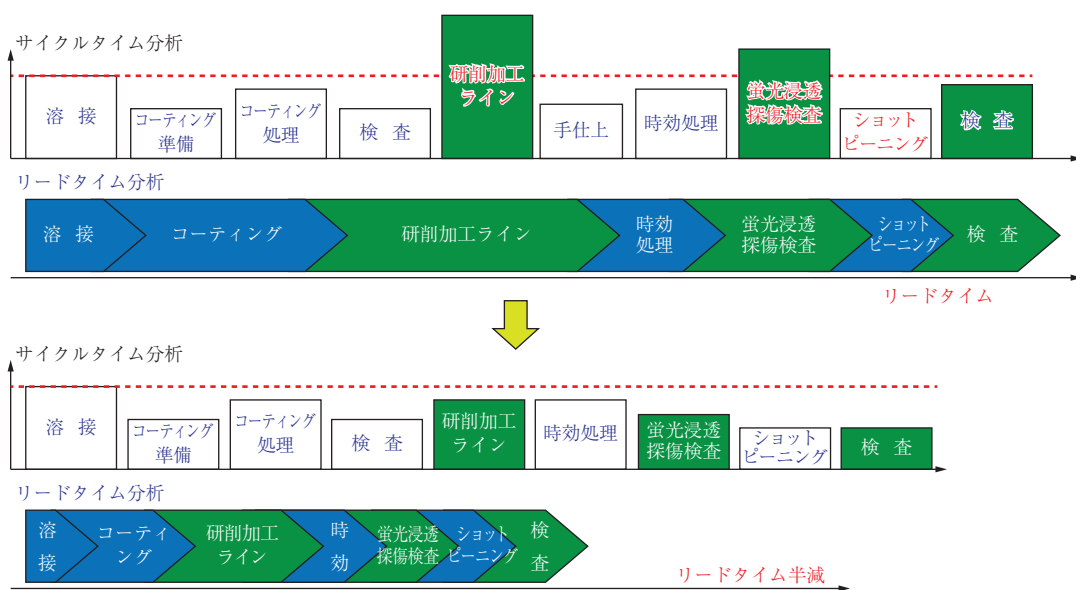
相馬工場における「ものづくり」改善活動の歴史

IPS 生産活動は需要変動に迅速に対応できるようフローライン化による JIT 生産が基本である。生産技術による独自の工程・設備開発を進めて工程の改善を絶えず行うとともに、ボトルネック工程への継続した改善活動と段階的継続的な設備投資により、リードタイムを極限まで削減する活動を行っている。また、需要変化に伴う頻繁なレイアウト変更、機械設備のダウンサイジング化、手離れ化による最適な生産ラインへの変更が絶えず行われている。

下図は、工程ごとのサイクルタイムを見える化し、タクトタイムを満足していないボトルネック工程で



継続した改善活動によるサイクルタイムの削減



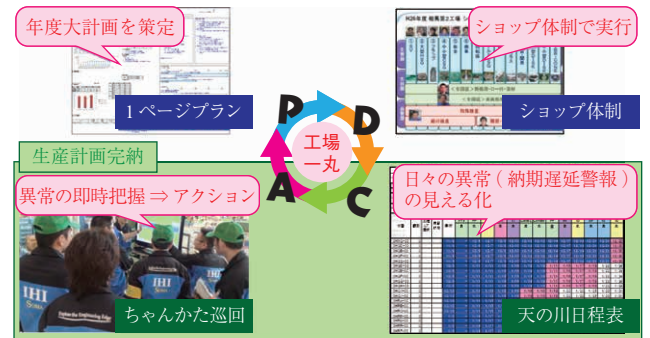
ボトルネック工程改善によるリードタイム半減

あった研磨工程と蛍光浸透探傷検査工程に対して、継続的な改善活動を行ってリードタイムを半減した事例であり、同活動は空本部各工場で開催されている。

多品種少量生産への対応

相馬第二工場では 3 500 種類以上の部品を取り扱うことが可能で、延べ 10 万工程以上が 400 台を超える機械設備を通過する多品種少量生産が特徴であり、通常の方法では生産管理が困難である。そこで、各部品の生産計画と実行上の差をリアルタイムに把握できる IHI 独自の MES (Manufacturing Execute System) / “ 天の川日程表 ” を工場一丸となって作り上げた。この日程表を基にボトルネック工程に対して、日々の PDCA (Plan-Do-Check-Act) を小さく回し続けることで工程間の部品滞留解消に取り組み、大幅な棚卸し削減を実現した。このシステムは “ 天の川システム ” として工場に定着しており、ICT (情報通信技術) とも結びついてさらなる成果が期待される。

さらに、事業部との連携強化による平準化と総費用削減を狙い、ショップの付加価値と生産性に関する重要管理項目のバランスをとり、真に利益を創出するプロジェクトショップ直結型経営を導入し推進している。

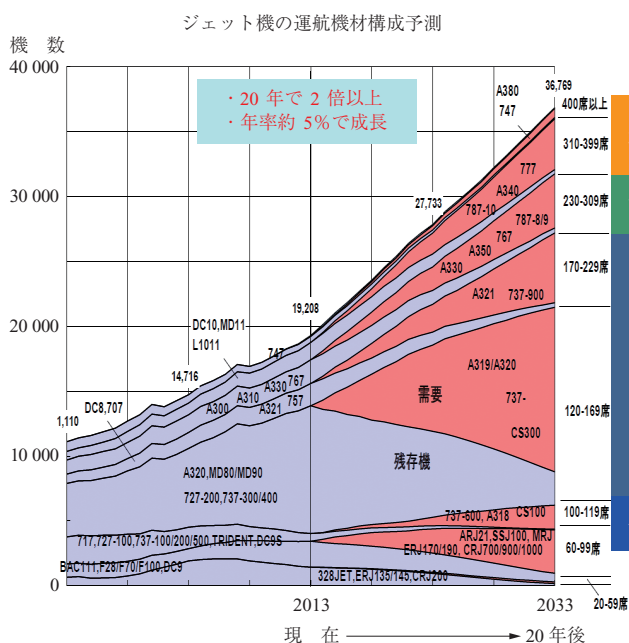


工場一丸となった改善活動

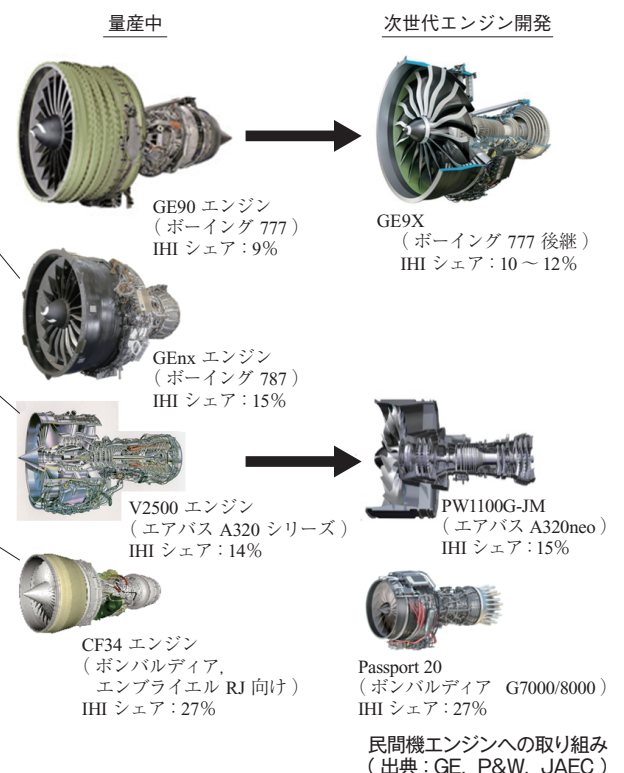
新しいものづくりへの挑戦

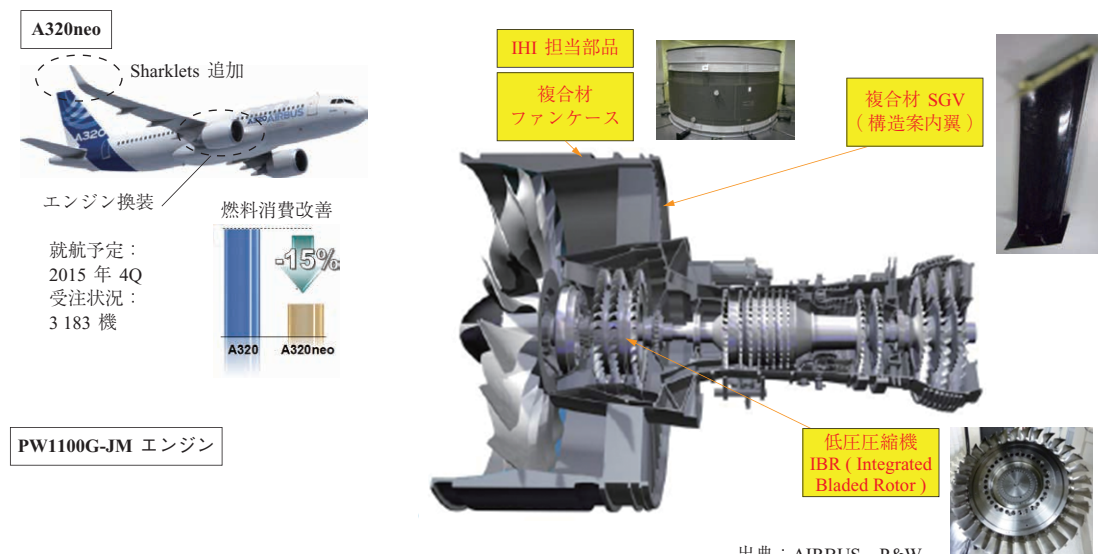
世界の民間航空機需要は今後 20 年間にわたって年率約 5% で確実に伸びると予想されている。IHI は小型～大型・超大型まで全てのクラスのエンジン開発、量産事業に参画しており、2013 年には新たにエアバス A320neo 用 PW1100G-JM エンジンの開発に参画した。

PW1100G-JM エンジンの搭載機である A320neo は従来機に対し 15% の燃料消費改善が要求されており、軽量化や性能向上のため複合材のファンケース、ファン構造案内翼 (SGV: Structural Guide Vane) や、ブ



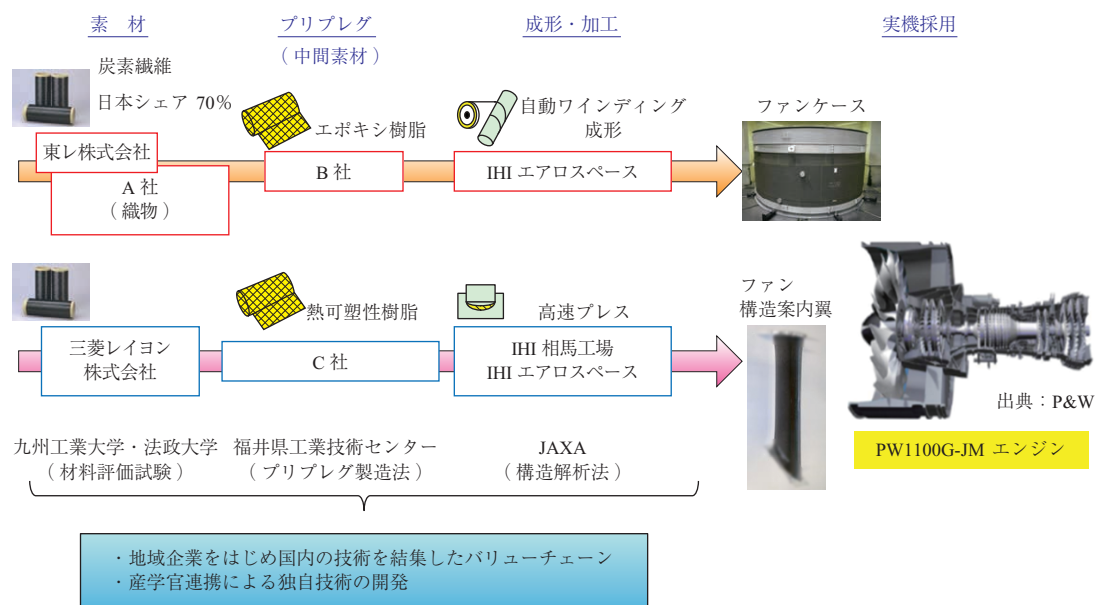
(出典: (一財) 日本航空機開発協会)





- ・ 2014 年 12 月に FAA よりエンジン型式承認を取得
- ・ 最大離陸推力：35 000 lbf／ファン直径：2.06 m
- ・ 燃料消費率：現行 V2500 エンジンに比して 16%改善 ⇒ 複合材部品採用によるエンジンの軽量化
- ・ 平成 23 年 9 月に、P&W, MTU, JAEC の 3 社で MOU を締結、日本シェア 23%
- ・ 複合材部品は、“IHI 独自規準”で設計、製造は福井県中小企業などの技術の活用をはじめ、日本の複合材技術を結集

次世代民間機エンジン（PW1100G-JM）の開発



先進複合材（FRP 材料）での国内連携

レードとディスクが一体で機械加工される IBR (Integrated Bladed Rotor) が採用されている。

IHI では先進複合材（FRP 材料）の独自技術開発を産学官連携によって進め、複合材に強みをもつ地域企業とともに国内技術の結集を図り、素材から実機までの国内バリューチェーンによる新しいものづくりを展開している。

先進複合材を使用したファンケースならびに SGV

は、ロケット固体燃料ブースターなどで複合材製品の経験が豊富な IA 富岡事業所にて製品開発を行い、量産ラインは、ファンケースは IA 富岡事業所、数量の多い SGV はライン化生産を得意とする相馬第一工場でそれぞれ構築されている。いずれも一貫製造ライン方式とし、SGV には短時間成形が可能な炭素繊維強化プラスチック（CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastics）を採用してサイクルタイム 10 分での製造を可能とした。

相馬第二工場
IBR 部品の生産ライン（＊①）

< 特殊工程を一体化した高生産性の一貫製造ライン >



IBR 部品
(Integrated Bladed Rotor)

IA 富岡事業所
複合材ファンケースの生産ライン（第 3 工場）（＊②）

< プリプレグから部品完成まで自動化した一貫製造ライン >



複合材ファンケース部品

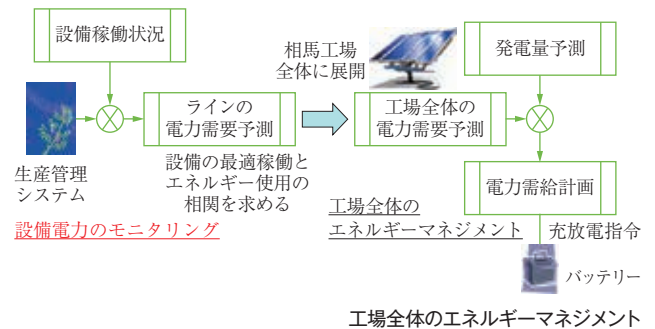
また、IBR については、従来は製造ライン内への取り込みが困難であった蛍光浸透探傷検査やエッチング検査などの特殊工程もインライン化し、リードタイム短縮を狙った一貫製造ラインを構築している。

各ラインは以下のご支援をいただいている。＊① がんばろうふくしま産業復興企業立地支援事業、＊② 先端技術実証・評価設備整備費等補助金（イノベーション拠点立地支援事業）

これからのものづくり

海外依存度の高い素材について、国内素材産業と連携して IHI 独自規格の高温高強度ディスク材および高強度シャフト材を開発し、国内に新設されている世界最大級 5 万 t 鍛造プレス（日本エアロフォージ株式会社）も活用して鍛造工程開発を行い、スクラップ再生利用まで含めた国内バリューチェーンの強化を図っていく。

また、エンジンのさらなる燃料消費率低減効果が期待されているセラミック基複合材（CMC：Ceramic Matrix Composites）についても日本の知恵を結集して、産官学連携による研究開発を推進している。



Smart Factory への取り組み

設備劣化による故障、加工条件の変化や人的変動からの異常に対して、プロセスモニターを通じて迅速的確に対応可能な Smart Factory の導入を試行していく。日本のものづくりの強みは、生産現場力にあり、現場の気づきを重視した現場のための見える化に重点を置く。各種センサーで計測した数値によるリアルタイム情報に基づき、設計、品質保証、経営層とのフラットなコミュニケーションが可能となる環境を整備する。お客さまとのコミュニケーションはもちろんのこと、自工場内のみならず空本部他工場、関係会社ならびに協力会社との情報共有が可能で、市場変化に柔軟に対応できるよりスピーディーな工場を目指す。

さらに、設備電力モニタリングと生産管理システム情報とを連携させ、相馬事業所に設置済の太陽光発電、リチウムイオン電池により、事業所で使用するエネルギーを最適化するマネジメントシステム構築にも取り組んでいく。

日本のものづくりの強さは現場力にある。各現場から発信される情報が、スピーディーに共有され、今やるべきことが各部門で認識され、行動に移せ、お客さまの要求にどこよりも早く対応できる現場力を活かせる独自の Smart Factory を目指していく。

ミニ解説

リードタイム

製品 1 個を作るのに要する期間。

サイクルタイム

各工程の作業の始めから終わりまでの時間。機械加工○分、検査○分など。

タクトタイム

売れる数に合わせて製品 1 個 1 個が作られていくべき時間間隔。1 か月に 320 台出荷、工場の稼働時間が 8 時間 × 20 日 = 160 時間だとすれば、タクトタイムは 30 分。