

第6回航空政策セミナー

豊かな働き方をめざして

ビッグデータ・IoT時代を迎えて

航空労組連絡会・国土交通労組



2018年7月21日

目次

I. はじめに	2
II. 第4次産業革命の世界的な潮流	3
III. 航空イノベーション	4
(1) 航空イノベーションの将来	4
(2) 運航乗務員	6
(3) グランドハンドリング	11
(4) 客室乗務員	16
(5) 航空機整備	17
(6) 航空管制	19
(7) 飛行検査のビッグデータ	20
(8) 滑走路や誘導路点検の新技術	20
(9) 気象観測の自動化	21
IV. 提言に向けて	22

I. はじめに

2017年夏、アメリカ、ボーイング社はパイロットが不要な完全自動操縦ジェット旅客機の開発を視野に試験を実施すると発表しました。一見、荒唐無稽のように考えられますが、自動操縦ドローンが大きく普及し、AI（人工知能）が加速度的に進化しているなか、適宜判断を行いながら飛行することはもはや難しいことではない状況です。

欧州のエアバス社では、インダストリー4.0とIoTを融合させる取り組みとして、航空機製造工程において、ビッグデータ、AI、IoT等の新技術を駆使し、少ない要員で効率的に操業できる「スマート工場」を目指しています。

このように、世界的な潮流として、航空業界のみならず、デジタル技術の進展と、あらゆるモノがインターネットにつながるIoTの発展により、経済発展や社会構造の変革を誘発するとされています。このような、IoT、AI等がけん引する産業構造の変化は、「第4次産業革命」と呼ばれており、世界共通のインフラであるインターネットをその核としながら、あらゆる社会インフラの在り方を変えていくものとして各国において取り組みが進められています。

一方、我が国では、人口減少や少子高齢化、それに伴う生産年齢人口の減少により、民間、公務を問わずあらゆる職種において人材不足が深刻な問題となっています。私たちの航空分野においても団塊世代が大量に退職し、要員不足の状態が航空需要が高まる2020年の東京オリンピック・パラリンピックを迎えることが予想されています。

こうしたなか、政府は未来投資戦略においてAIやロボット、自動化技術などの第4次産業革命技術の推進によりこうした課題を解決しようとしています。

2018年1月、国土交通省においても航空需要の増大、人手不足を解消するため、航空イノベーション推進連絡会議が開催され、FAST TRAVELの推進、地上支援業務の自動化、省力化を進める方針を打ち出しています。

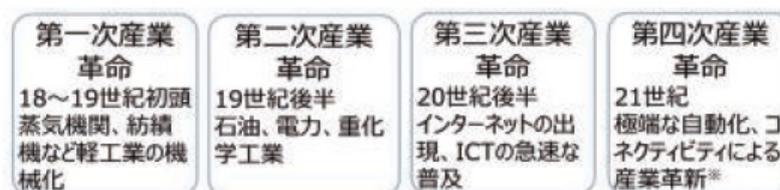
このような流れを受けて、私たち労働者の職場環境が大きく変わろうとしています。しかし、加速度的に進化するAIが、職場に導入された場合の仕事は、どのような変化するのか、不明瞭であり、労働者にとって不安だらけではないでしょうか。

未来の労働を「豊かな働き方」とすべく、国土交通労働組合と航空労組連絡会は、官民の航空職場に導入される先端技術やイノベーションについて、私たちが安全安心な航空を目指して働ける職場を作るためにはどうあるべきかを「提言にむけて」としてまとめました。

II. 第4次産業革命の世界的な潮流

2016年1月にスイス開催された第46回世界経済フォーラム（World Economic Forum：以降 WEF）の年次総会（通称「ダボス会議」）の主要テーマとして「第4次産業革命の理解」が取り上げられ、その定義をはじめ議論が行われました。翌2017年1月のダボス会議においても、第4次産業革命の議論が行われ、AIやロボット技術などを軸とする「第4次産業革命」をどう進めるか等が議論になりました。その中では、情報技術などの発達をもたらす恩恵にとどまらず、雇用への影響や情報格差を解消するための若年層向け教育などの人材の観点などについて議論が行われました。さらに、第4次産業革命の根幹を担うのはインターネットという世界的なインフラであることに加え議論がなされました。このように、IoT、AI等がけん引する第4次産業革命とは、世界共通のインフラであるインターネットを核としながら、あらゆる社会インフラの在り方を変えていくものとして議論されています。

WEFでは、第4次産業革命とは、現在進行中で様々な側面を持ち、その一つがデジタルな世界と物理的な世界と人間が融合する環境と解釈している。具体的には、すなわちあらゆるモノがインターネットにつながり、そこで蓄積される様々なデータについて、AIを用いて解析し、新たな製品・サービスの開発につなげています。



※ダボス会議UBS白書（2016年1月）

*"Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution"

一方、国内では2017年6月に政府は「未来投資戦略2017」及び「経済財政運営の基本方針2017」を閣議決定しました。それらの中で、中長期的な成長を実現していくため、第4次産業革命の技術革新をあらゆる産業や社会生活に取り入れることにより、様々な社会課題を解決する「Society 5.0」を世界に先駆けて実現することとしています。

政府方針を受けて国土交通省では、官民一丸となって航空イノベーションに取り組むとして、2018年1月に「航空イノベーション推進官民連絡会」を開催しました。本連絡会では、大きく2点を柱として、①「FAST TRAVELの推進」においては、ストレスフリーで快適な旅行環境に向けた搭乗に係る諸手続・導線の円滑化の促進。②「地上支援業務の省力化・自動化」については、地上支援業務の省力化・自動化に向けて取り組むとしています。

Ⅲ. 航空イノベーション

(1) 航空イノベーションの将来

- 1) アメリカのボーイング社や NASA などでは、A I の導入により、コックピットの無人化が検討されており、今後、開発を進めていくことを検討するとしています。現在、旅客機には機長と副操縦士の合計 2 名の乗務体制で運航していますが、今後は 1 名乗務に向けての研究がなされています。さらに、ボーイング社が開発を行っているのは、完全自律型の旅客機であり、A I を搭載することで、コックピットを無人化するものであり、実機を使用した試験も予定されています。

この他、機長をサポートするロボットが搭載される案もあります。これは Aurora Flight Sciences とアメリカ国防高等研究計画局 (DARPA) が共同開発している「ALIAS」と呼ばれるもので、副操縦士の座席を取り払い、ロボットアームのついた腕を搭載することで操縦桿からエンジン出力、正面パネルのボタンなどをダイレクト操作するものです。「ALIAS」についてはどの航空機でも使用することができるという最大の特徴があります。

また、アメリカのウーバーテクノロジーは 5 つのプロペラを制御して自在に飛行する航空機も開発中です。2020 年にはアメリカダラス郊外で試験飛行をおこない、空飛ぶタクシーサービス「ウーバーエア」をアメリカ国内で始める計画を発表しています。ウーバーは航空の知見に乏しいことから開発者の引き抜きにより人材を確保しようとするなど各社がしのぎを削っています。

しかし、自動操縦機能が向上したとしても安全性は担保されなければならず、トラブルが発生した時の対応も人間と同等以上のものが求められます。1900 年代初頭、コックピット内は自動化されておらず、パイロットの高い技量により安全な運航がされてきました。その後、機器の自動化が進み、パイロットの役割は「操縦」から「コンピューターに指示を与える操作、機器の監視、判断と決断」に変わってきました。パイロットの業務負荷とヒューマンエラーが減少することにより航空機事故件数は大幅に減少しました。一方、機器の自動化が進むにつれてシステムに対する誤解や過信、異常時の回復操作能力の低下などシステムと人との関わり方に起因する事故も発生しています。



2) 新技術の問題点

- ア. A I は、さまざまな分野で応用されていくことが想定されますが、それに伴う

ソフトウェアや機器の進化によって、それら进行操作することが不得手な人たちもいることを見逃してはいけません。

空港を例に見てみると、航空会社はターミナル内のチェックイン作業を乗客がセルフ端末を使用して行うことを推奨しています。航空会社としては要員を削減することができますが、一方、乗客にとっては、このようなセルフ端末は毎日操作するわけではありません。当然、操作に戸惑う乗客が多く発生します。タッチパネルのチェックイン機で多言語対応機能やバーコードリーダーなど機能が豊富になっている一方、一度操作を間違えると操作を待つ次の乗客が並んでいることから、さらに焦りをまねき機器操作がままならない状態に陥ります。



また、このようにセルフ端末での操作が前提となると、身障者などは手を借りなければチェックインが進まないことから、結局は係員を呼ぶこととなります。その結果、航空会社が進める人員削減の影響により、一人当たりの業務量が増大し、乗客・係員双方にとって単に負担でしかならず、ハッピーなのは航空会社だけという実態があることを私たちは認識しなければなりません。

従って、新技術の導入に際しては、使用者側の思惑を十分に想定しながら、乗客への負担軽減はもとより、私たち労働者にとって負担は発生しないのか、十分に検証を行う必要があります。

イ. 通信機器や電子機器に影響を及ぼす事例として注意しなくてはならないものに、太陽フレアやサイバーセキュリティがあります。これまでも、各国の研究者より、太陽フレアのなかでも規模が大きい爆発として「スーパーフレア」が発生した場合には、世界規模で通信障害や機器の暴走が起こる可能性を示唆しています。AIやインターネットであらゆる機器が接続されるこれからの先端技術の導入にあたって、リスク管理を徹底するよう警鐘を鳴らしています。

また、サイバーセキュリティ対策も重要です。私たちが日常で利用するオフィスや家庭のコンピューターはインターネットなどの通信網で接続されており豊かな暮らしを支えています。しかし、近年、サイバー攻撃による情報流出、重要インフラの停止などが発生しており、サイバー空間の脅威が増大しています。国立研究開発法人情報通信研究機構の調査によると、WEBカメラなどのIoT機器を狙った攻撃が増加しており、サイバー攻撃の3分の2を占めています。日本においても政府機関への攻撃が増加しており、2016年度は約711万件の脅威の件

数であり、これは、約 4.4 秒に 1 回、政府機関で脅威が認知されていることを示し、年々増加しています。これらの機器への脅威は 100%防ぐことは不可能であり、何らかの理由で大規模な障害が発生した時の対策が不可欠です。

3) 進められる規制緩和

航空局による航空イノベーション推進の方針により、ランプバス自動運転の実証実験が進められています。今後は、空港内において自動運転によるランプバスが、乗客を乗せて運行することが想定されています。

しかしながら、公道における自動運転時の運転免許制度のあり方について、警察庁などの関係各省庁において議論されており、基本的に自動運転になるため運転免許は不要という意見もあります。一方、イギリスにおいては、自動運転実験の運転者について、車両の種類に応じた適切な運転免許を保有し、数年の運転経験を有することを推奨しています。その他の国においても車両にあった運転免許を義務付けるよう検討が進められており、各国における対応は手探りの状態であるといえます。

さらに、自動運転の実験と並行して、空港内のランプバス運転については、2種免許をもったドライバーを確保できないことが想定されているため、現在は公道に準じて、大型2種免許の保持を義務付けていますが、規制緩和により、2種免許を不要とする動きがあります。さらに大型免許を必要とする車についても空港内において大型免許を不要とするよう、更なる規制緩和も検討されています。このような動きを考慮すると、自動運転による監督者は運転ではないとして、運転免許を義務付けられない可能性もあります。

従って、自動運転の実証実験をはじめとする数々の規制緩和を実施する場合には、安全を第一に慎重に進めさせる必要があります。

(2) 運航乗務員

1) コックピットのイノベーション

第2次世界大戦後すぐの旅客機は戦中の爆撃機に準じたコックピットを持ち、コックピット無線機の全面的な導入などで航空通信士が、航空保安無線施設と航法装置の進歩で航空士が必ずしも必要ではなくなりボーイング社 B727 の時代には機長・副操縦士・航空機関士の3人体制で運航されました。一方、単通路のナローボディ機では1960年代半ばから後半に初飛行したダグラス・エアクラフト社の DC-9 やボーイング社の B737 では航空機関士を廃し、機長と副操縦士という2人の操縦士だけで運航するようになりました。

それからしばらく大型機は3人乗務、小型機は2人乗務という時代が続きましたが、コンピューターなどの発達によって、1970年代後半の同時期に開発が開始された、ボーイング757/767とエアバスA310では、システムの監視をコンピューターが行うようになり、ワイドボディ機としてはじめて航空機関士を廃した2人乗務としました。これらの機種ではメーター式の多数の計器から読み取っていた情報を、コンピューターによって見やすく整理されたグラスコックピットが採用されました。これ以降ボーイングとエアバスが開発した旅客機はすべて2人乗務のグラスコックピット機となっており、時期の差こそあれ他メーカーも同様です。その後、旅客機の新機種では、表示装置がCRTから液晶ディスプレイへ変わるなど進歩しています。



グラスコックピット化される以前の
ボーイング737



現在のボーイング737-800型機のcockpit

現在、cockpitクルーは機長と副操縦士の2名乗務体制で運航していますが、最新の技術をもって、今や1名乗務が研究の段階になっています。

ボーイングが開発しているのは完全自律型の旅客機で人工知能を搭載したものを導入することでcockpitから機長・副操縦士を排除しようというものになります。この技術は2018年度中にシミュレーター上で、来年には実機を用いた試験が行なわれます。

cockpitの無人化技術については、NASAでは『Distributed Flight Deck(分散フライトデッキ)』という案を開発を進めており、機長1人がcockpitに残るものの副操縦士にあたる人が地上に移され遠隔操作にて12機の副操縦士になるというものがあります。

この他には機長をサポートするロボットが搭載されるという案もあります。これはAurora Flight Sciencesとアメリカ国防高等研究計画局(DARPA)が共同開発している『Aircrew Labor In-Cockpit Automation System: ALIAS』というもので、副操縦士の



座席を取り払いロボットアームのついた腕を搭載することで操縦桿からエンジン出力、正面パネルのボタン等をダイレクト操作するというものです。ALIASについてはどの航空機でも使用することができるという最大の特徴があり、過去にはオートパイロットと併用することでシミュレーター上での無人着陸を成功させています。

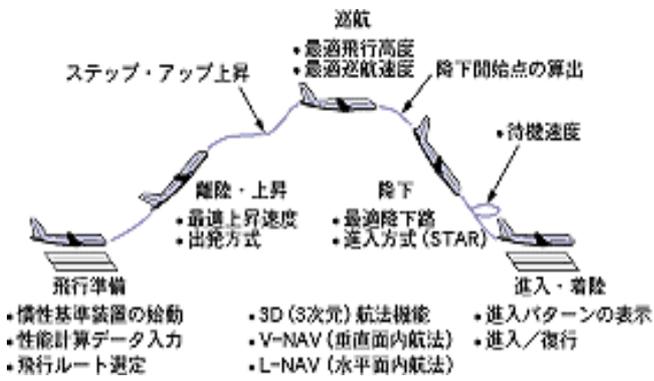
運航乗務員のワンマン化では、機長として必要な知識や経験を副操縦士で経験してきましたが、その経験をどこでするのが大きな問題となります。



2) 航空機のイノベーション

①フライト・マネジメント・システム (FMS)

航空機はコンピューター化が進み、FMC (Flight Management Computer) のデータを基に、FMS (Flight Management System) を使用した運航を行っています。FMSは、離陸から着陸までの全飛行領域にわたって飛行管理(航法、操縦、推力調整、誘導など)を自動的に行うシステムです。特にFMSのコンピューターは、航法データベース (Navigation Data Base) と呼ばれる大量の航法用データ(空港、滑走路、



スポット、航空路、飛行ルート、ILS/VOR/DMEなどの航行援助施設、空港ごとの出発/進入方式などの情報)を記憶しており、パイロットはいつでもそれらのデータをCDU (Control Display Unit) を介して取り出すことができます。

出発に際し、飛行計画に沿って離陸滑走路からの出発方式を含む到着地までの飛行コースを設定すると、水平面内の航法 (Lateral Navigation : L-NAV) および高度方向の航法 (Vertical Navigation : V-NAV) に関する情報が提供されます。これらの航法情報は、飛行経路に合わせてコンピューターが自己の蓄えている航法データを

次々と引き出し、それに基づいて機を誘導していきます。これに必要な VOR-DME 局などの選局もパイロットの手を煩わすことなく、飛行計画に沿って自動的に選局されます。またこれらの航法情報は CDU 上に文字で表示されるのみでなく、電子飛行計器システム (EFIS: Electronic Flight Instrument System) の ND (Navigation Display) 上に地図として表示され、自機の位置関係が容易に把握できます。

FMC (Flight Management Computer) の入出力装置、CDU はコックピットの座席横に配置されている場合が多く、この CDU からの入力情報を基に飛行ルートナビゲーション・ディスプレイに表示したり、センサー類を基に慣性航法装置や GPS を利用した自動操縦を行ったりします。また、悪天候時及び着陸コースから大きく離れた場合などに計器着陸装置のローラカイザ、グライドパスの誘導電波を受信して自動的に着陸させたり、エンジン出力をコントロールしたりする事も可能であり、最新型の旅客機で普通に搭載されているアビオニクスです。

② LNAV・VNAV

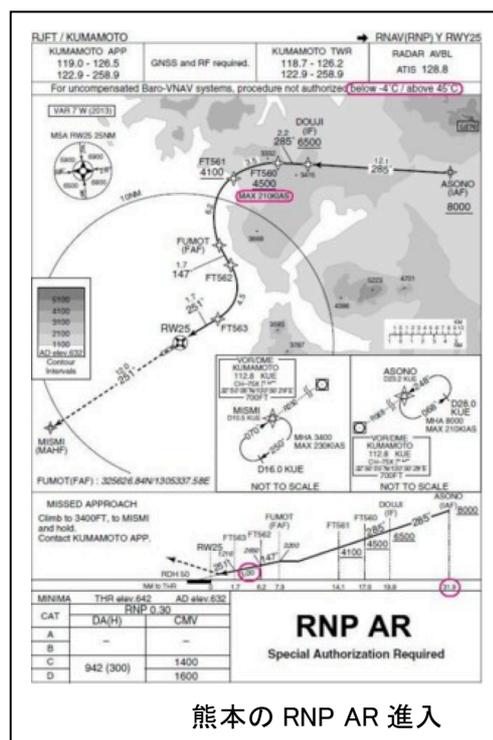
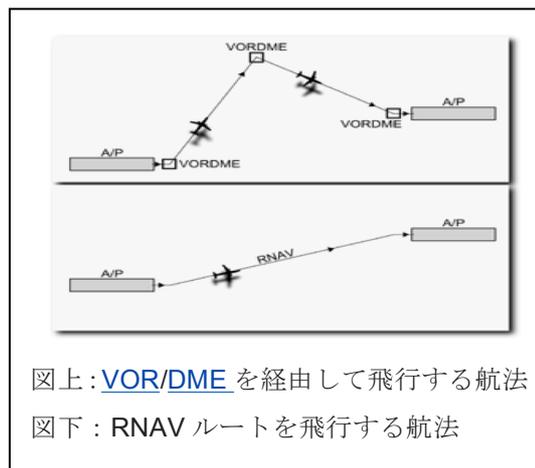
LNAV とは WAYPOINT への ROLL を COMMAND します。FMC の LNAV GUIDANCE は、通常 WAYPOINT 間の大圏コースを与えます。ACTIVE ROUTE に FMC DATA BASE の ARRIVAL や APPROCH を入力した場合は PROCEDURE 上の要件を満たした上で、CONSTANT HEADING や TRACK を維持して飛行するように COMMAND します。

VNAV は上昇、巡航、降下の各フェーズにおいて、VERTICAL PROFILE GUIDANCE を行います。VNAV は WAYPOINT CROSSING RESTRICTION を満足するために、PATH と SPEED を CONTROL します。

③ RNAV (aRea NAVigation: 広域航法) 運航

従来の航法システムでは、航空機は地上の VOR や DME といった航行援助無線標識 (航空保安施設) によって設定される電波航空路内を飛行していました。

VORDME と呼ばれる施設が点在し VORDME 間を飛行するため、遠回りのルートを飛行する経路となり、時間や燃料消費の面で多くのデメリットがありました。航空機の航法制度の



向上により、地上の航法支援施設（NDB, VOR TACAN, DME など）を新設することなく、衛星を利用した航法システム GNSS（Global Navigation Satellite System）や、航空機に搭載された自律航法装置（INS: Inertial Navigation System や IRS: Inertial Reference System）そしてFMS（Flight Management System）を利用することによって、航空路や標準出発経路・標準到着経路を設定できる RNAV 運航が可能となりました。これにより飛行の自由度が大幅に高まりました。

④ RNP（Required Navigation Performance）AR（Authorization Required）進入

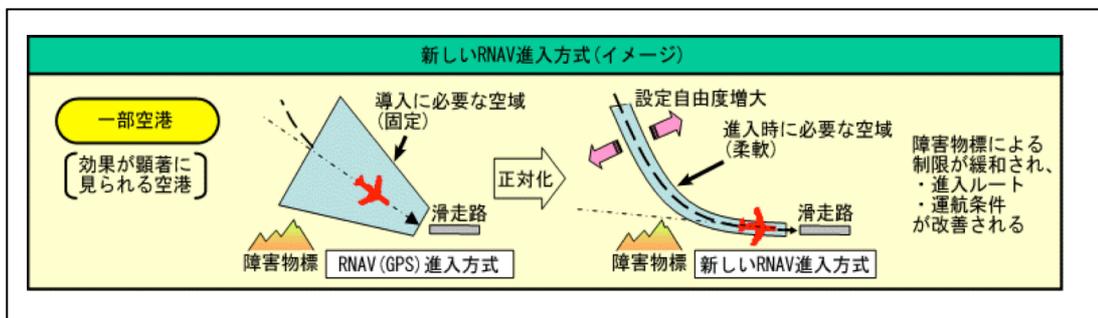
RNP-AR 進入は、機上の性能監視機能と警報機能を必要とする特別な RNAV 進入方式で、衛星航法システムなどを使って自機の位置を把握し、RNAV を使用して正確なルートに沿って飛行するよう航路を監視しながら進入します。進入 PATH は VNAV を使用し、高度誤差 ±75Ft 以内で飛行高度と速度を監視しながら進入します。

これまでは、滑走路へ着陸する際には、視程が悪い状況でも着陸ができる ILS（計器着陸装置）などの正確なコントロールを用いた進入方式がありましたが、新方式の RNP-AR 進入方式が可能となり、一部の空港（滑走路）で運用されています。この新方式の利点は無線航法支援システムを利用することなく、最終進入経路を曲線にできるという点です。

ILS では、レーダーによる監視のもと、管制官の誘導によって、所定の経路を飛行した後、滑走路の端から発信されている誘導電波をとらえて、自機の位置を確認しながら着陸していきます。この場合、誘導電波を受信できるのは、滑走路のほぼ延長線上に限られるため、最終進入経路は長い直線になります。

一方、RNP-AR では、設定された航路から 0.3 マイル（約 500 メートル）以上外れると、コンピューターが警告するという高精度の航法により、空港へ近づく際、管制官による誘導を必要としません。また、最終進入経路も長い直線がなくなり、曲線を描いて、滑走路へ進入することができます。

新たな曲線の進入経路は、従来の経路に比べて着陸時の飛行ルートが短くなり、時



間の短縮と燃料の節約につながります。羽田空港の場合、東京湾のほぼ上空のみを飛行して着陸できるので、騒音の減少も期待できます。

3) マニュアルの EFB 化

EFBとはエレクトロニック・フライト・バッグ (Electronic Flight Bag) の略で、従来操縦士が持ち込んでいた紙に書かれたマニュアル類やチャートなどを電子化し、画面上に表示するものです。また、離着陸性能の計算をし、空港の地図と自機の位置を表示することもできます。コックピットの両端に設置される



iPadのようなポータブル型をクラス1、部分装着型(電源を機体側から取得)クラス2、機体装着型で多機能ディスプレイ付きのものをクラス3としています。

紙を置き換えることにより、重量減が一番大きなメリットで、差し替えの手間がなくなるという点が現場からは非常に歓迎されています。EFBの場合、データ配信で終わりですので、更新が非常に楽に行えます。

従来は1人のパイロットが平均で12,000ページ、約17キログラムもの運航マニュアルを持ち運んでいましたが、約700グラムのiPadに置き換えることで、年間約123万リットルの燃料節約になり、紙の使用を年間で約1,600万枚減らすことができます。これは約1,900本の木に相当するとのことです。



しかし一方で、データ類の改定が順調にできない、端末の紛失や破損あるいは盗難などの恐れなどのデメリットもあります。

4) 運航管理のイノベーション

従来、航空会社の地上支援組織で、ディスペッチャーと呼ばれる運航管理者が、行く先の空港、代替の空港、航空路の気象情報、機体の状態、乗客や搭載貨物の重量など、あらゆる情報をまとめて、最も安全・効率的な運航ができるようフライトプランを作成。それをもとに、機長に対して出発ブリーフィングを実施し、お互いの合意のもとフライトプランを承認していました。

人員削減を目的に、ディスペッチャーの出発ブリーフィングを無くし、機長自身がPOBS (Pilot Oriented Briefing System) を用いて、気象情報などを確認し、フライトプランを承認するシステムが導入されました。また、地方空港でのディスペッチャーの配置を無くし、運航支援者を配置するなど、運航管理の品質が低下しました。

(2) グランドハンドリング

1) 主な内容

- ・FAST TRAVEL の推進 (旅客手続きの自動化)

自動チェックイン、C I Q・保安検査の高度化・スムーズ化、搭乗等の手続・導線の効率化

・地上支援業務の省力化・自動化

IATA（国際航空運送協会）は、空港における旅客手続きの自動化プログラムとしてFAST TRAVELを推進しており、国内では2020年までに全旅客の80%が自動手続きを利用する状態を目指します。

- ・出発動線：出発ロビー → 免税店エリア=10分
- ・到着動線：降機 → 到着ロビー =30分

2) ロードマップ

官民ロードマップではフェーズⅠ～フェーズⅣの4段階に分け目標を設定し、2020年までにフェーズⅡ（省力化）の達成を目指しイノベーションを推進する計画です。進捗状況は「航空イノベーション推進官民連絡会議」において、フォローアップします。2018年度予算等を活用して実証実験を実施します。

分野	領域	例	フェーズⅠ 省力化 (実証実験・試験適用)	フェーズⅡ 省力化 (導入)	2020年	フェーズⅢ 自動化 (実証実験・試験適用)	フェーズⅣ 自動化 (導入)	2030年
旅客	乗降	PBB自動装荷	機材でのボタン操作 ★2017年 徳島空港 【機体10cm手前まで】 【新羽田工業、各島空運社（ANA/2AL）】				遠隔操作による完全自動装荷	
		ランパ/バ自動運転	自動運転レベル3 (運転者乗車、緊急時等に運転者が操作する必要)				自動運転レベル4、5(完全自動運転)	
手荷物	搭載	自動積み付け/取の降ろし					AIが積み付け位置を判断。ロボットが積み付け	
		指降機補助	作業支援ロボット、機械(人による作業との共存) ★2017年 成田空港 【CYBERDYNE, ANA】				★2016年 羽田空港 【Power Staw, ANA】	
		IoTを活用した作業員への情報提供	タブレット、スマートグラス等で情報を共有 紙情報確認の手間を省略					

3) 具体的な新技術

① 旅客分野、手荷物・貨物分野

PBB自動装荷技術	バス自動走行技術	バス自動走行技術
<p>【製品例】 バックスウェイ 新明和工業/日本</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 機体の10cm手前まで自動で寄り付くことが可能なPBB（搭乗機）。 ● 機体ドア位置を画像認証するためのカメラ、及びレーザー距離計を既存のPBBへ装着することにより、ボタン一つで操作することが可能。 ● 2017年、徳島空港で実証実験を実施。  <p>出典) 新明和工業公式WEBサイト、日本経済新聞</p>	<p>【製品例】 Navya Autonom Shuttle Navya社/フランス</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自律走行型の電動自動車。GPSとLiDARやカメラ等のセンシングを併用し、自律走行が可能。 ● 2017年には、NZやドイツの空港で試験導入が開始。フランクフルト空港では、空港内道路（ランパ外）で従業員移動用に使用されている。 ● 日本では、SBドライブ社が2017年7月に港区芝公園内で実証実験を実施（自動運転レベル4）。  <p>出典) Navya社公式WEBサイト、SBドライブ公式WEBサイト、自動運転バス調査委員会資料</p>	<p>【製品例】 自動運転バス 先進モビリティ社/日本</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 20人乗りの小型バス「日野・リエッセ」をベースとした自動運転バス。 ● GPS・レーダーによる測位に加え、路面に埋設した磁器マーカーをセンサーで検知し、あらかじめプログラムされたルートを走行することが可能。 ● 2017年11月には、滋賀県の道の駅「奥永源寺溪流の里」周辺で実証実験を実施（自動運転レベル2、一部区間レベル4）。  <p>出典) 国土交通省記者発表資料 (http://www.mlit.go.jp/common/001202308.pdf)</p>

搭降載補助技術

《製品例》
Power Stow
Power Stow社/デンマーク

- ベルトローダー車に取り付けて使用する、伸縮型のバルク搭降載補助機材。対象航空機はA320、B737等。
- 手荷物搭降載の高速化・省力化、グランドハンドラーの安全確保等の効果が見込まれる。
- 世界で計600機以上が稼働中（2017年10月時点）であり、日本ではANAが羽田空港と関西空港で使用している。



出典) PowerStow社公式WEBサイト

搭降載補助技術

《製品例》
HAL
CYBERDYNE社/日本

- 身体機能を改善・補助するロボットスーツ。
- 2016年には、東京空港交通㈱がリムジンバスの手荷物搭降載業務に導入。
- 2017年1月には、経産省「ロボット導入実証事業」の補助金を用いて成田空港で実証実験を実施。チェックインカウンターやソーティング場などの業務で省力化が期待される。



出典) CYBERDYNE社公式WEBサイト、「Aviation Wire」記事

IoTを活用した作業支援技術

《製品例》
M300
Vuzix社/アメリカ

- 製造業での遠隔作業支援をはじめ、遠隔医療、倉庫でのピックアップ作業などで利用されている最新型スマートグラス。
- 2017年9月には、シンガポール・チャンギ空港のグラハン大手SATS社がランプ業務で導入を開始。手荷物・貨物のバーコード読み取りや仕分け作業の効率化が期待されている。



出典) Vuzix社公式WEBサイト

② トーイング（航空機牽引）

プッシュバック効率化技術

《製品例》
Wheel Tug
Wheel Tug社/アメリカ

- 航空機の車輪に装着することでバック、旋回することが可能となる装置。
- 離陸までの時間を短縮することに加え、費用削減、CO₂排出量削減等の効果が期待される。
- 約2年以内の導入を目指しており、カナダ・Air Transatをはじめ、現在22のエアラインが導入を検討しているとされている（2018年1月時点）。



出典) Wheel Tug社公式WEBサイト、「The Economist」記事

航空機洗浄技術

《製品例》
Nordic Dino
Aviator社/スウェーデン

- 航空機外装洗浄用ロボット。
- リモート操作が可能で、従来の洗浄方法と比べて時間や、水・洗剤の使用量を削減することが可能。
- 2017年にはAir India SATS社がIndira Gandhi国際空港で試験導入を開始。



出典) Aviator社公式WEBサイト

オペレーター教育・訓練技術

《製品例》
グランドハンドリング用シミュレーター
ANAエアポートサービス/日本

- グランドハンドリング専用の訓練用シミュレーター。ANAエアポートサービスが、東急テクノシステムと共同で開発。
- 航空機の運航スケジュールに左右されない養成訓練や、イレギュラー対応訓練が可能となる。
- 2017年10月、トーイングトラクター及びPBBのシミュレーターを導入し、使用を開始。



出典) ANA公式WEBサイト

<p>トローイング効率化技術</p> <p>《製品例》 TAXIBOT IAI社/イスラエル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 航空機を牽引する半自動車両。航空機の前脚を車両の回転台座に載せ、パイロットが操作を行う。機体のエンジンを運転させずに滑走路への出入りが可能となる。 ● 欧州では2015年にフランクフルト空港（ドイツ）で導入が開始。米国では2017年10月にFAA（米国連邦航空局）の追加型式認証を取得。  <p>出典) TAXIBOT公式WEBサイト</p>	<p>プッシュバック効率化技術</p> <p>《製品例》 Mototok Mototok社/ドイツ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 電動、リモート操作が可能な小型機用プッシュバック装置。 ● 195tの機体まで牽引可能な「Spacer 195」、95tまでの「Spacer 8600」、75tまでの「TWIN」シリーズ等を展開。 ● 2017年には英・British Airwaysがヒースロー空港と提携し運用を開始。日本においても、FDAやフライトチェッカー機で使用されている。  <p>出典) Mototok社公式WEBサイト</p>	<p>プッシュバック効率化技術</p> <p>《製品例》 PowerPush SCHOPF社/ドイツ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● リモート操作が可能なプッシュバック装置。100t以下の小型機用機材で、主脚に取り付け、機体を持ち上げることなく前進・後進が可能。 ● Air Franceをはじめ、世界で計185機が稼働中（2017年時点）。日本においては、成田国際空港でジェットスター社が使用している。  <p>出典) SCHOPF社公式WEBサイト</p>
--	--	--

4) 旅客搭乗手続き・C I Q・保安検査・導線の効率化

① バス自動運転（実証実験）

2018年2月21日から28日まで羽田空港（東京国際空港）新整備場地区で行なわれた、ANA（全日本空輸）とソフトバンクドライブ（株）による自動運転バスの実証実験。新整備場地区の一般公道を使い、レベル3自動運転と無人運転可能なレベル4自動運転を行なうという画期的なものです。



羽田空港新整備場地区で行なわれた ANA と SBドライブのレベル4自動運転実証実験

これより高度な自動化は、システムが全ての運転タスクを行なうもので、一般的には各種関係機関へ許可を申請してから実施されている。レベル3はシステムが運転タスクを人に戻すなどがあり、人が運転席にいることが必須。レベル4は、限定された条件での無人運転。そして、レベル5が限定条件なしの無人運転となります。



② 自動けん引車

小型機を対象にしたリモート操作は一部航空会社で導入しており、新たに「Wheel Tug」の開発が進められています。航空機の APU 電源を使用し、ノーズタイヤに装着し、トーイングカーによるプッシュバックとジェットエンジンの出力を使用することなく、タクシーが可能で、パイロットの操作により旋回、前方と後方



に飛行機を移動することができます。離陸までの時間を短縮することに加え、費用削減 CO2 排出量削減等の効果が期待されます。2年以内の導入を目指しています。

③ 自動手荷物預け機

自動手荷物預け機は、旅客自身の操作で手荷物を預ける装置です。ANA が 2015 年 7 月より羽田空港国内線第 2 旅客ターミナルにて運用を開始し、2017 年 11 月より千歳空港でも運用が開始されました。自動手荷物預け機の導入により、係員を介すことなくスムーズな手荷物の預けが可能となり、自動手荷物預け機によるカウンターを増やすことにより、手荷物受託の処理能力を向上させ、手荷物預けの待ち時間の短縮が可能となります。



④ 搭降載補助技術

「HAL[®]腰タイプ作業支援用」は、コンパクトな軽量モデル（約 3 kg）のため、装着したまま長時間作業を行うことができ、腰への負荷を最大約 4 割低減できます。床から部材を持ち上げるなど、作業中に腰部にかかる負荷を低減させるとともに、腰痛などの身体に係るリスクを軽減させます。

■ ロボットスーツの概要について

商品名: HAL[®]腰タイプ作業支援用

重量: 約 3 kg (バッテリーを含む)

サイズ: 縦 292mm × 横 450mm × 高さ 522mm

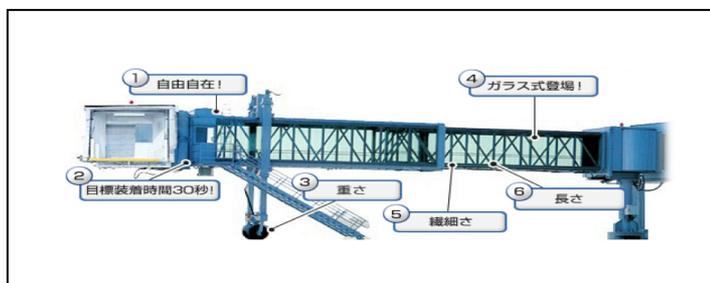
動作時間: 約 180 分

充電時間: 約 90 分



⑤ P B Bの自動装着技術

「パックスウェイ」は乗客をできるだけ早く乗り降りするために、飛行機が到着してからP B Bを装着まで30秒を目標にしています。機体から50cmの位置までの自動操縦を実現し、最終的には10cmの位置まで自動的に感知して、人間が動かさなくても飛行機の入口に装着できるようにします。



5) 今後の課題（予想される事態を考える）

政府はA IやI O Tを活用したイノベーション推進を積極的に進めており、航空各社も積極的に取り入れる計画です。省力化・自動化は予想を超える速さで進んでいます。人員不足の中で労働負荷を軽減させる効果を得られるものは歓迎できますが、新技術導入を理由に作業人員を単純に削減することは、機器の不具合や利用者サービスに対応できなくなり、作業者の更なる労働負荷を招くこととなります。最新技術を過信せず、何事も最終的には人が確認する必要があることをしっかり考えておく必要があります。プラス面・マイナス面について想像力を働かせしっかり検証し予想される事態に備える必要があります。

(4) 客室乗務員

キャビンクルーのイノベーションは、タブレット端末器を用いた運営体制の効率化・スリム化があげることが出来ます。日本航空キャビンクルーの事例を紹介します。タブレット端末器を通じて、規定類の閲覧と、業務に関する伝達が行われています。具体的な内容は次の通りです。

1) 業務に関わる規程類

業務関連のマニュアル（サービス要領、制服着用規定、旅客関連、空港情報など）安全関連のマニュアル（安全、訓練、緊急時の手順など）

2) サービス関連

提供する食事の内容や盛り付け方法、キャンペーン、機内販売商品、搭載品の内容や搭載位置、提供アイテムなどなど。

3) 動画

安全関連、サービス関連、会社施策や事業計画の説明（ローリングプランなど）、身だしなみ、機内販売手順と機器操作方法、エクササイズなど。

4) 勤務・乗務に関する情報

1か月のスケジュール、また都度のスケジュール変更の連絡。（これまでの電話連絡か

らタブレットを通じての連絡に変更)

乗務する便のアロケーションチャート閲覧画面へのアクセスや早朝便乗務時のタクシーの配車依頼、スーツケース集荷依頼。健康に係る情報。(体調管理、制限乗務、危険予知、感染症など)乗務便の旅客情報。

5) メール配信による情報共有

各人専用のアドレスが付与され、業務連絡、社内報、プレスリリース等の広報の情報、悪天候時の運航状況などが常時配信されています。

上記の情報は、タブレット端末器が個人貸与されており、就業の前後、休日において入手ができるため、勤務以外において会社の業務が可能となります。情報は常時更新されているため、ダウンロード、アップデート、内容確認作業が発生します。

6) 全日空の客室乗務員はタブレット端末器の「i Cabin」を通じて客室内のトラブルを機内で入力し整備へ配信します

全日空の客室乗務員は、客室内のシート、ギャレー等の不具合は、キャビンログに記載と、口頭で整備士に伝達していました。新フライトオペレーション(新F0)の展開により、飛行間に故障情報がない場合、整備士が機側に出向かない事になりました。全日空の客室乗務員はタブレット端末器にある「i Cabin」を通じて客室内のトラブルを機内で入力し整備へ配信しています。

しかし、多忙な機内業務のもとで不具合連絡の漏れや情報不足が生じたりして、客室不具合の修復・管理が低下しているのではとの声が出されています。

(5) 航空機整備

航空機整備は、航空機の耐空性を保証するための作業領域です。航空機が新しい技術を取り入れて進化しており、航空機整備における航空イノベーションの領域は3分野に導入されています。

1) 機体のデジタル化、2) 整備の作業、3) 整備作業の間接業務

1) 「機体のデジタル化と整備の作業」について

B767から操縦室の航法とエンジンに関わる計器にアナログからデジタル表示が導入され、B777をへてB787ではデジタル表示が全てに導入されています。

装備品もデジタル化され、各種システムはコンピューターにより制御が行われています。

イノベーションに事例は

① 整備用の携帯マニュアル類のペーパーレス化

飛行間の不具合修復は、紙媒体から携帯用端末を用い必要なマニュアル、ブリテン類が電子化されたデータを閲覧し整備作業を実施しています。

② 整備作業について

ア. MERS (Maintenance & Engineering Resource System) システムの活用

航空機の整備計画(定例作業、改修計画等)、不具合修理に関わる修理内容と履歴の記録するシステムです。

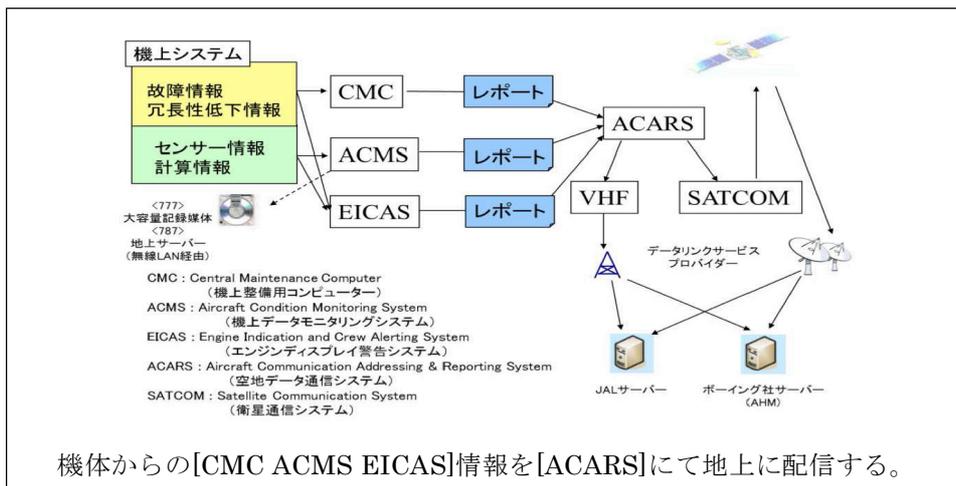
イ. 重要性が増したソフトウェアの更新、ローディング作業の増加

航空機の各システムはソフトウェアのローディングなしに正常に機能しません。航空機の機番ごとに異なる、各種システムを作動させているコンピューターのソフトウェア更新作業はデータの誤挿入による安全性の低下に直結するものであり、スキルが要求される作業となっています。

ウ. ACARS等を利用した各種機体データの収集

通信衛星、VHF 通信回線によるデータリンク(エーカーズ・ACARS)による飛行する航空機からのエンジンや、電気系統等に関する情報の地上への提供するシステムです。

【整備系・エーカーズ・ACARS システムの概要図】



2) 「整備作業の間接業務」の分野

航空機部品の在庫管理及び払い出しの自動化、バーコード・IC タグによる工具・計測器の員数と有効期限管理を行っています。

3) 近い将来に計画されているイノベーション

① ビッグデータ・AI の活用

MERS データ、ビッグデータ、AI 活用で予防・予知整備の整備プログラムへ。

② ドローンを使用した機体の外部点検

整備士が目視で確認できない範囲をドローンによる機体の点検は有効なシステムといえます。

③ 航空機の訓練へのVRバーチャルリアリティの導入

VR を用いた訓練の導入により、実機訓練の短縮も考えられます。グラウンドハンドリングの航空機ドア操作に関わる、資格、操作回数等にも導入が考えられます。訓

練全体を補完する方向での導入が求められます。

(6) 航空管制

航空管制官は高速で移動する航空機に対して管制指示を発出し、安全な交通流をつくるため瞬時の判断や決断が求められ、かつ、非常に高い集中力や記憶力が求められています。航空管制の分野にも様々な新技術が導入されており、航空路管制における「TEPS/RDP・IEGS」をはじめ、ターミナルレーダーにおける「TAPS/ARTS-F」など使用する機器の性能向上により航空管制官の負荷が軽減しています。また、将来的には「リモートタワー」の導入など交通量の少ない空港の管制を遠隔地のセンターに集約して効率化を図りつつ業務を行うことも検討されています。このように日本においては増大する航空交通量に対応するため、航空管制官を支援する新技術の導入が進められています。

一方、海外においては航空管制の自動化が議論されはじめています。2018年の第57回管制官協会国際連盟(IFATCA)年次総会においては「自動車の交通ルールと同様に、交通量の少ない空域において、航空機同士が相互の位置を把握し、交通ルールを作ることによって航空管制官による管制が不要となるのではないか？」という議論がありました。しかし、各国代表からは「緊急時の対応はどうか？」などの意見も多く、現在のところ管制業務の完全自動化は技術的に難しく、技術の高度化はあくまで人間のサポートであるべきといえます。

また、ATMセンターでは、運航管理データを基に、航空保安業務に係る実績評価や年間運航統計といった統計分析、航空局内外からの依頼に応じたデータ分析・提供を実施しています。これらの分析作業は、業績の計測、サービス水準の管理・評価を継続的に実施し、航空ユーザーへの説明責任を果たすため、分析業務の高度化が求められています。従来の飛行計画情報のみによる分析から、個々のフライトに紐づいた詳細なデータをインプットし、それに航空会社からの収集データを統合させます。

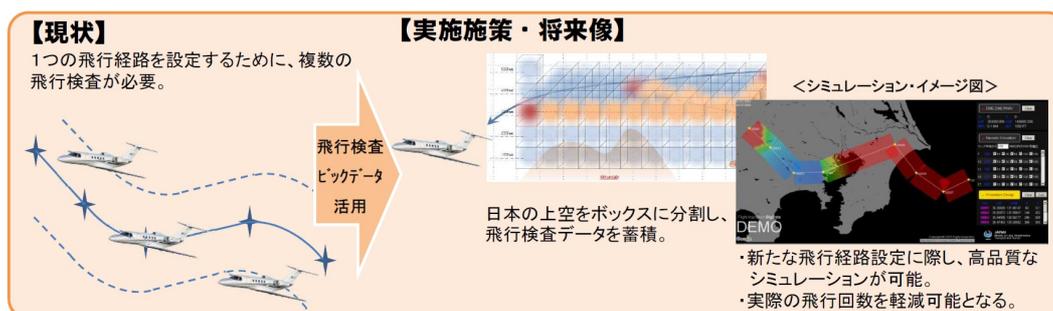


こうしたフライト毎の出発から到着までの詳細なビッグデータを蓄積し、ツールによる高度かつ多種多様な分析を実施することにより、飛行方式、航空機特性、気象条件との関連性を分析し、更なる飛行予測精度や運航効率の向上や航空管制官の作業負荷の平準化を実現します。課題として、職員に負担とならない分析手法の検討や業務実施体制

の構築が必要です。

(7) 飛行検査のビッグデータ

航空機が出発空港から到着空港まで、安全に飛行するためには全国の航空保安施設が正常に運用されていなければなりません。飛行検査センターでは、航空保安施設等が正しく動作しているかを確認する飛行検査、航空機が飛行する飛行方式等に誤りがないかを確認する飛行検証、新たな技術を用いた施設又はシステムの開発を支援する飛行調査について、中部国際空港を拠点として飛行検査機を用いて行っています。現在の飛行検査の方法は1つの飛行経路を設定するために、複数の検査が必要になっています。新しい飛行検査では航跡、DMEの受信状況などの無線施設情報、GPS信号情報等を蓄積することにより、高品質なシミュレーションが可能となり、新たな航空路等の設定や、飛行検査、飛行検証に際し、実際の飛行回数を削減することが可能となります。今後、新たな検査・検証の基準・要領の策定が予定されており、検査システム整備、飛行検査ビッグデータの活用と業務の効率化の検証が行われます。



飛行検査センターでは、WAMやGBASなどの次世代航空保安施設に関する飛行検査の追加に伴い、高度な知識や経験が求められることとなります。

(8) 滑走路や誘導路点検の新技術

航空管制運航情報官は運航援助業務や飛行場面の管理など多岐にわたる業務を行っていますが、飛行場面管理の業務として、一日に2回滑走路を車両で走行し、滑走路に異常がないか定期的な点検をしています。滑走路上の異物は航空機のエンジンやタイヤに損傷を与え、事故につながるためです。定期的点検のほかにも、航空会社から「航空機から滑走路上に部品を落とした可能性がある」などの情報があった時は臨時に点検を行います。近年は多くの空港で発着数が増加しており、滑走路の点検を行うタイミングなど航空管制官と緊密な調整が必要です。さらに今後、空港処理能力の最適化を目的とした空港CDM (Collaborative Decision Making) と呼ばれる方式の導入にむけ、検討が行われています。今後は情報の共有や、調整業務が重要となってきます。

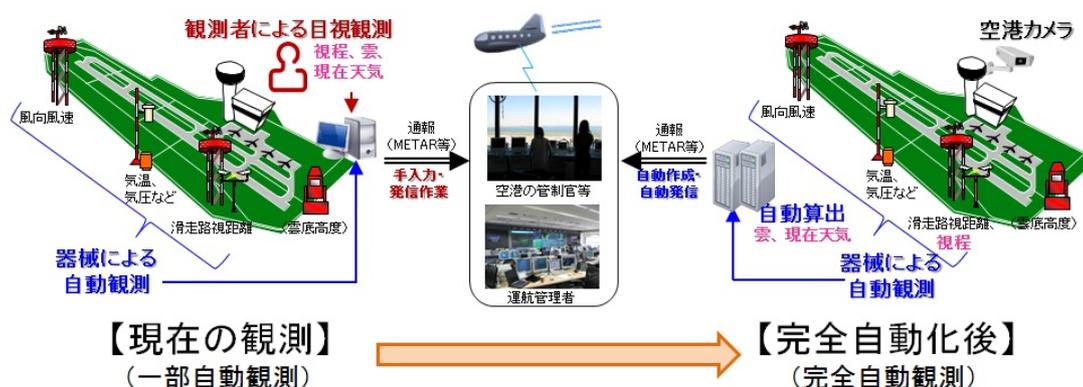
現在滑走路の点検は滑走路を車両で走行して目視により点検を行っていますが、さらなる安全性の向上と滑走路閉鎖時間の低減を目的にFOD (滑走路面異物) 検知装置

の研究が進められています。障害物探知レーダー、高性能カメラからなる異物検知用ハイブリッドセンサーによるこの装置は、ミリ波レーダーを導入することにより2～3cm程度の微細金属片の検出を可能としています。そしてAI技術を用いた異物認識技術を組み込むことで、誤警報抑制など高精度な検出が可能となります。この装置は事前に約9,000枚の学習用データを登録した学習ソフトにより画像解析を行い、検出精度を上げています。また、夜間でも鮮明な画像を撮影することができる高性能カメラの導入や光ファイバー伝送技術により、運航情報官へ迅速かつ詳細な検知情報の通知がされます。

このような新技術が導入されると、FODに運航情報官が即時に対応が可能になることで更なる安全が担保されることのみならず、滑走路閉鎖による点検時間が短縮されることによって幅広いメリットが期待されます。

(9) 気象観測の自動化

気象庁は、航空気象観測通報の完全自動化を関西国際空港、福岡空港、与論空港、与那国空港において運用開始しました。現在の目視観測を含むMETAR/SPECI報に代えて通報することになる「自動METAR/SPECI報」は、最新の観測技術やアルゴリズムの開発・導入により、現在のMETAR/SPECI報に比べ、現象及びその変化をさらに的確かつ客観的に観測でき、滑走路付近の気象状態を適切に通報することが可能となるとしています。



しかし、観測の自動化については、いくつかの天気判別ができないことから、航空機の安全運航に悪影響を与える可能性があるということが自動観測の大きな問題点となっています。具体的には、目視でないと観測できない「ろうと雲」、雲形の観測や雨、雪、みぞれなどの固形降水の違いの判別が十分ではありません。降水の種類によって防水剤の選択していることを考えますと、安全にとって重要な部分となっています。今後こうした動きを注視しながら、航空機の安全運航に結びつけることが大切です。

IV. 提言に向けて

私たちの豊かな働き方をめざして

1. 幸福な労働の未来を求めて

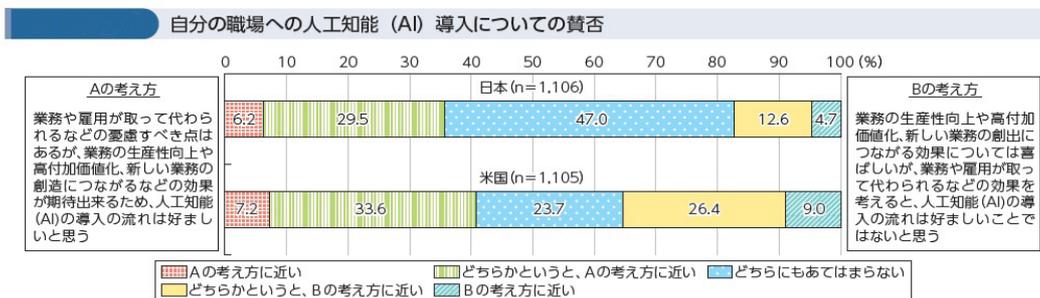
- (1) AI、ビッグデータ、ロボット化などによって、いかに仕事や求められるスキル、働き方が変わるなか、全ての労働者が、雇用形態に関わらず、同じ社会的・基本的権利を確実に持ち続ける必要があります。

また、労働組合も、この大きな変化を受けとめ、コントロールすることが重要です。AI導入に関するルールの策定に労働組合としても取り組み、AIシステムに「人間が指揮する」アプローチを採用すること、前線で働く従業員をAIで置き換えるのではなく、労働の軽減やサービス向上のために使うことを原則にしていく必要があります。

さらに、全ての労働者に訓練の権利と機会が与えられるよう要求する必要があります。労働者の要求が尊重されるには、労使関係においてパワーバランスが極めて重要であり、そのためには労働組合の持つ力が試されるともいえることから、私たちは、学習を深めていく必要があります。

- (2) どのような形であれ、職場にAIが広く浸透がなされたとしても、労働者のニーズや価値が優先されなければならない、人間らしく働け、賃金も生活の質（QOL）も高められるに値するに十分な仕事である必要があります。

労働の未来は、人間が中心でなければならず、デジタルツールは使うが、現場の人間を監視するものであってはなりません。とりわけ、職場にAIを導入する際に使用者は、職員の雇用や業務形態の変化からくる不安を取り除くため、広く意見を反映させることを考慮させることも重要となります。



(出典) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)より作成

さらに、新たなデジタルツールの導入に際しては、労働者にはスキルアップや再訓練が必要になることが想定されます。従って、職場で求められるスキルに対して、全ての

労働者が使用者側の責任において必要な訓練体制の構築させることが必要であり、労働組合として使用者に対して要求する取り組みが求められます。

2. 労働者の負担軽減を求めて

新技術・IT自動化の導入によって、労働者のワークロードがどの様に軽減されるのか、あるいは変化をもたらすのかの検証が必要です。それは高齢期の働き方にも大きく影響を及ぼします。高年齢者には新技術を習得することには時間を要する場合にも多く、例え習得してもその知識を引き出すために時間を要することもあります。

このことから自動化などの新技術の導入にあたっては、システムを作る側の論理を押し付けるのではなく、技術を補完し、多様な年齢層が使いやすくなるシステムを構築することが重要です。これまでの経験を活かし、さらに、AIの補完により、能力を遺憾なく発揮して、働きがいを持って務められる職場をつくることが重要です。

さらに、新たな労働者への負担、事故予防に関わる「ハザード（危険要因）」についての研究と対策が必要です。

これらの精度を高めるために、検証作業に、経営者としての立場、（行政）監督者としての立場に加え、現場労働者が具体的に参加することが、欠くことができない条件となります。

3. 必要な要員とバックアップ体制の確保を求めて

新技術の導入が議論される過程において使用者は労働力不足に対応するためとしています。つまりこれらの新技術導入の目的は要員の削減が明白となり、職場では業務が可能なギリギリの要員で業務を行わせることが想定されます。要員の削減を許さず、十分な要員を確保させることが重要となります。

要員の削減が進んだ状態で何らかの障害が発生した場合は、要員不足から障害復旧に時間を要する可能性があります。また、障害復旧にあたり、日頃から技術を訓練で維持しておく必要があります。

このように新技術の導入後も何らかの原因により使えなくなった時のために従来の技術をバックアップとして継承していくことが必要です。

例えば新型トローリング車両が普及し、作業員がトローリングを行う機会が減ったとしても、万が一に備えて十分な要員を確保することと技量保持が必要でしょう。そして、高度に自動化が進んだシステムでは障害の復旧に責任を持って対応できる要員が必要です。

さらに、「巨大太陽フレア」、テロ、異常気象や巨大災害などへのリスクも、これまでよりも想定範囲を広げた検証が求められています。

実際には最新機器の不得手な乗客への対応など当初の予想ほど業務量の削減にはつながっておらず、現場には負担が増している状況です。現場の業務量の増加に対応できる十分な要員確保を求めます。