

テーブル: 取り上げた 3 つの会合(CAIR-Feb: CAR-May: Inside:)での主な議論

	JAPAN	USA		
Governments, Regulators	<ul style="list-style-type: none"> •1997 年の京都議定書にて, 08~12 年期中, 日本から排出される GHG の 1990 年比 6%削減を目標に制定. 先進諸国全体では 5%削減が目標. •上記を受けて, 国内航空は 2010 年度のエネルギー消費原単位 (人岐路輸送当たりの燃料消費量) を 1995 年比で 15%改善する. 	<ul style="list-style-type: none"> •州単位での温暖化対策法制度が進む. Ex) Global Warming Solutions Act (CA 州) では 1990 年比で, 2020 年迄に 100%, 2050 年迄に 80%以下まで削減. 2012 年からは CAP を設ける. 但し航空機からの排出は対象外. •環境保護庁 (Environmental Protection Agency, EPA) は温室効果ガス報告制度を決定. 自動車やエンジン製造業社は 2011 年モデルから報告義務が課せられる. •連邦レベルでの議論も活発に. 下院では, Waxman-Markey 法案 (下院) は, 初めてのキャップ&トレード型排出権取引制度を伴う法案であり, 09 年に下院を通過した. Clean Energy, Energy Efficiency, Reducing Global Warming Pollution を含む 5 つの章からなる. 	<ul style="list-style-type: none"> •州を超えた地域の動きも活発に. Ex) 北東部, 中西部, 西部にそれぞれ Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), Western Climate Initiative (WGI), Midwestern Greenhouse Gas Reduction Accord (MGGA) を組織し, 掲げる削減目標に向けて, 排出権のオークションまたはキャップ&トレード型排出権取引制度を導入を決定している. 上院では, Clean Energy Innovation, Energy Independence, Coal, Natural Gas, Nuclear, and Refining を含む 8 つの章からなる Kerry- Graham-Lieberman 法案など. 	
	<ul style="list-style-type: none"> •国による対策の例 <u>航空保安システムの高度化</u> 広域航法 (RNAV) の導入, 継続降下到着方式 (CDA) の導入 <u>空港施設の改善</u> 地上動力装置 (GPU) 利用促進 <u>環境適応型航空機の導入支援</u> 法人税, 固定資産税等の税制優遇 <u>省エネルギー法の適用</u> 一定規模以上の航空会社に対し, 省エネ計画の策定, エネルギー消費原単位の改善努力等を義務付け. <u>バイオ燃料の活用</u> 非食料系植物からジェット燃料を精製する技術開発への協力とバイオ燃料の普及に向けた施策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> •Next Gen (次世代航空システム) の環境ビジョンを支える 5 つの柱: 1. Advances in Science & Modeling 2. Operational Improvements 3. New Technologies 4. Renewable Fuels 5. Policy initiatives Including the Environmental Management System (EMS) •2. Operational Improvements について: Performance Based Navigation (PBM) が航空輸送の効率, 容量, 安全性の改善を達成する手段である, 航行のどの段階, つまり離陸, 巡航, 着陸のどの段階でも使用可能. <u>Radar Navigation (RNAV) 離陸</u>をアトランタ空港で実証した所, 以前は最新機のみと思われていたが計器飛行方式 (IFR) 離陸の 90%で RNAV が可能であることが判明. 年間 3900 万ドルの削減と予測. <u>Tailored Arrivals (TA)</u> はパイロットと管制官がデータリンクできれば可能. 騒音, 排気, 燃料, 肉声交信の大幅な軽減. 	<p><McCann, StateCollege (Inside) 参照></p> <p>World</p> <ul style="list-style-type: none"> •欧州域内を発着する航空運行を 2012 年より EU 排出量取引制度 (EU-ETC) に組み込む. •上記に対し, Air Transport Association of America (ATA) はシカゴ条約に違反するとして訴訟を起こす. <MG McCann (Inside) 参照> 	
	< 清水, JCAB (CAIR-May) 参照>			<Hanlon, FAA (CAIR-MAY) 参照>

	JAPAN	USA	World
Regulators	<ul style="list-style-type: none"> •アジア太平洋環境プログラム (ASia and Pacific Initiative to Reduce Emission, ASPIRE) は、08年にアメリカ、オーストラリア、ニュージーランドの各管制会社のジョイントパートナーシップから始まった、既存の技術を利用するアジア地域の取り組みである。 •現在のメンバーは、Air service Australia, Airways New Zealand, CAA of Singapore, JCAB, FAA である。 •アメリカが参加している理由として、太平洋に広くアメリカの管制エリアが広がること、また太平洋から始まった理由として、変化を許容する文化があり、近代的な航空機の編成であることなどがあげられる。 •今後は、User Preferred Route の延長や Dynamic Airborne Reroute Program の強化を計画している。 		< Hanlon, FAA (CAIR-MAY) 参照 >
Airlines	<ul style="list-style-type: none"> •JAL の究極のエコフライトは 10 月 10 日ホノルルー関西 J077 便で実地された。4825kg の燃料、CO2 換算で 15,247kg 削減することができた。実地した環境負荷低減策例は以下の通り。 <p><u>地上</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Just in Time Fuel (CO2-429kg) •Short-Taxing Runway (-1427) <p><u>離陸</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Shorter Departure Route (-429) <p><u>巡航</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •User Preferred Route (-572) •Dynamic Airborne Re-Route Procedure (-3718) <p><u>着陸</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •CDA (-1323) •Delayed Flap Operation (-272) •Delayed Undercarriage Op. (-274) •Low Angle Flap Op. (-293) •Optimized Thrust-reverse Op. (-164) •Taxing with Two Engine Shut-Down (-162) <p><u>その他</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Engine Wash (-1321) •Ground Power Unit& Closed Shades on Ground (-2943) •Fiberglas Cargo Containers + Lightning of Cabin Attendant's Belongings + Reduce the Weight of Items Loaded Onboard (-429) <p><船井, JAL (CAIR-Feb) 参照></p>	<ul style="list-style-type: none"> •Delta Air Line の運航上での省エネルギー活動。 <p><u>地上</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •ゲートでは、航空機の補助動力装置 (APU) は地上動力装置 (GPU) の 10 倍のコストなので極力利用しないようにする。30 分使用の削減を行うことで年間\$30M のコスト削減に。今後継続的に行うために、自動モニタリング技術への投資が必要。 •15 分以上の TAXI では APU ではなく 1 基のエンジンで行い、2 基目のエンジンはクロスブリードスタートで起動する。 <p><u>離陸</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •性能に限界があるが、テイクオフのパワーやフラップを落とす。 •RNAV Standard Instrument Departures (SIDS) で年間約\$25M のコスト削減を期待できる。 <p><u>巡航</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Variable Cost Index の導入や Flight Planning Tool の改善、Leverage automation による機体性能の向上など。 <p><u>着陸</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •自由度の高い進入方式である Required Navigation Performance (RNP) を利用すると 10 数マイル削減できる。 •Optimized Profile Descents (OPD または CDD) では、計 900 の飛行実験にて平均\$240/飛行コスト削減の成果を得た。 <p>< Bradley, Delta (Inside) 参照 ></p>	<ul style="list-style-type: none"> •米軍の予算の中で燃料の占める割合は非常に高く、省エネルギー活動は重要である。 •エアフォースの燃料消費を 1%削減するだけで\$40M 強のコスト削減になる。 •2020 年までに 20%削減するビジョンを計画している。 <p>< Trayer, Scott 空軍基地 (Inside) メモ ></p>
Engine Manufactures	<ul style="list-style-type: none"> •エンジンの環境性能は、<u>NOx</u>: 規制が増々厳しくなり燃焼方法の技術革新が必要。 <u>騒音</u>・<u>燃料消費率</u>: 創成期に比べそれぞれ 20db, 50%改善。 <u>低燃費化</u>: 推進効率改善と熱効率改善の双方を検討。 	<ul style="list-style-type: none"> •これまでジェットエンジンは毎年 1%燃料効率が改善されてきた •ライト兄弟から 100 年、航空機の開発は、Fuel Cell Powered UAV に向かっていく。 •United Technology (UT) は様々な技術のポートフォリオを組む。 	<ul style="list-style-type: none"> •UT の PurePower@Engine は、12~15% の燃料効率向上、年間 3000 トン/機の CO2 削減、に加え、Nox が半分、ステージ 4 を 20db 下回る特徴の他、メンテ費用も安価だ。 <p>< Parakeh, UT (Inside) 参照 ></p>

	JAPAN		World
Engine Manufactures	<ul style="list-style-type: none"> •IHI は日本航空宇宙工業会 (SJAC) が取り仕切る CO2 削減検討委員会として妥当と考える削減率を検討. •委員会では, 航空機およびエンジンに今後適用される候補技術から CO2 削減量を積み上げて見積もる. •ICAO では, NOx や騒音のように新型航空機に対する CO2 標準を CAEP9 で検討. <p><今村, IHI (CAIR-FEB) 参照></p>	<ul style="list-style-type: none"> •IHI で取り組む温暖化ガス削減に向けた研究開発例 <u>FRP 適用拡大</u>: 高バイパスに伴うファンの重量増を FRP の適用拡大で改善 <u>Ceramic Matrix Composites (CMC) 技術開発</u>: 高圧・低圧タービンに適用し, 冷却空気削減 <u>システム最適化</u>: 再生型燃料電池システムを補助電源として, ジェット出力余剰時に水の電気分解, 不足時に水素・酸素で発電, など. 	
Alternative Fuel Developers	<ul style="list-style-type: none"> •航空機の燃料は, 厳しい規格の元管理され, 価格は高止まりをし, 原油の枯渇と排気の影響など, 多くの問題を抱えている. •IATA が 08 年に作成したロードマップでは, バイオ燃料や新燃料無しでは持続可能な CO2 目標値を達成できない. •信頼性を要求する航空では安全のため, 特性が変わらないとしても米国試験材料規格 (ASTM) 等の認証手続きが必要で, 現在合成燃料の規格化が進められている. •バイオ燃料に関して, 現在燃料性状を極力現状に一致させ機体の変更を必要としない“ドロップイン”型が Boeing を中心に検討されている. 長期的には, エンジンの革新を必要とする. 水素を含む低炭素燃料などを検討する必要がある. <p><岡井他, JAXA (CAIR-Feb) 参照></p>	<ul style="list-style-type: none"> •Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI) は . FAA, Aerospace Industries Association (AIA) , Air Transport Association (ATA) , Airports Council International – North America (ACI-NA) がスポンサーであり, まだ同時に核である. •エアライン, 航空機/エンジンメーカー, エネルギー生産者, 研究者, 国際機関, 米国政府の連携により代替燃料の開発と展開を行う. •FAA が環境チーム, 認証品質チームの核となり, 前者では GHG ライフサイクル分析などを, 後者では, 米国試験材料規格 D7566 (右欄参照) などを先導. •AIA が R&D チームの核となり, 様々な”Drop-in”策を検討. •ATA と ACI-NA がビジネス&エコノミクスチームの核となり, 投資や展開を先導する. •これまでの成果には以下のようなものがある. <ul style="list-style-type: none"> •Department of Defense (DOD) や Defense Energy Support Center (DESC) とのストラテジックアライアンス •ロサンゼルス空港にて地上支援装置 (GSE) のための再生可能ディーゼルの購買契約 •将来のジェット燃料契約について航空会社と2つのサプライヤーの間での了承覚書 Fuel Readiness Level (FRL) の作成 (後に ICAO が採択), など. <p><Young, ATA, L Maurice, CAAFI (Inside) 参照></p>	<ul style="list-style-type: none"> •Shell は需要が増え, 資源は減少, そして環境問題の中, 新資源展望として, CO2 管理, 資源セキュリティー, 資源効率, そして資源多様化の重要性を強調する. •資源多様化については, 石油の従来と違う供給源, 化石燃料の中で最もクリーンは天然ガスの液体化 (GTL) , 再生可能エネルギーなどを検討・開発している. •再生可能エネルギーについて, バイオ燃料が 2030 年までに交通の 10% を占めると予測. •航空機の燃料について, 09 年 9 月に ASTM D7566 が承認されたことで, 合成炭化水素を, 石炭, ガス, バイオマスから, Fisher Tropsch 法で精製し, 50%まで混合することができる. •バイオ燃料は技術的には実現可能であるが, 商業的にはまだ難しい. CAPEX (設備に対する資本支出) が高く, 供給原料が少なく, また生産性も低い. •Shell は以下の組織のアクティブメンバーである. <ul style="list-style-type: none"> CAAFI, FAA-PARTNER, ASTM, CRC (Calgary research center) , IATA & EU programmes SWAFEA (DG-TREN, Sustainable way for Alternative Fuels & Energy for Aviation) , Alfa-Bird (DG-Research, Alternative Fuels & Bio fuels for Aircraft Development) <p>< Baudreay, Shell (Inside) 参照></p>

	JAPAN	USA	World
Aircraft Manufactures	<ul style="list-style-type: none"> •三菱飛行機は、今後大型機から中小型機へ市場がシフトし、70-90 席のリージョナル機の需要が今後 20 年で 5000 機規模と推定. •2007 年に正式客先提案 (Authorization to Offer) を行った MRJ は 12 年に初飛行, 14 年にエントリーサービスを予定. •ビジョンは3つ, 環境高性能 (低燃費, 低騒音, 低排出物), 乗客の快適性, そしてエアラインにとって優れた経済性だ. •競合他機種に比べ, NOx, CO, Smoke の点でかなりのアドバンテージをもち, ICAO CAEP6 の要求に対しそれぞれ, 50%, 70%, 90%下回る. •CO2 排出量削減についても, 東京一福岡間では例えば約 30%減. •先進技術の例には, <ul style="list-style-type: none"> •高バイパス比を減速機でファンとタービンを繋ぐことで実現するギアドターボファン (GTF) 搭載 •最新 Computational Fluid Dynamics (CFD) 技術と最適化技術を駆使した低抵抗空力設計 •A-VaRTM (Advanced-Vacuum assisted resin transfer molding) 技術の適用による複合材のコスト低減 •4 面大型液晶ディスプレイで視認性の向上, パイロットの負担軽減により安全性の向上実現, など •航空機における環境性能の向上には, 機体と運用 (エアラインの運航技術, 機体側の運航支援機材) のアプローチがある. •機体の環境性能向上には, エンジン, 構造 (重量), 装備品といった要因があり, 初めの 2 つが寄与率も高く航空機メーカーとして技術力を見せられる場である. •環境性能向上にさらなる高みを目指すならば, 機体とエンジンのタイアップが今後必要となる. <p>また, 国家規模, 世界規模での推進には産官学連携による総合的取り組みが急務である.</p> <p><佐倉, MRJ (CAIR-Feb) 参照></p>	<ul style="list-style-type: none"> •Boeing は, 燃料消費, 排気, 騒音対策には, 航空機自体の改良と, 運航効率, 空域効率の改善が重要と考える. 運航効率改善には, エアラインと共同で解決策と提案し, 空域効率改善には関係各社や機関と協力して管制誘導を最適化する. •新造機は従来機に比べ航続距離延長, CO2 削減, 騒音領域減少と, 着実に環境負荷軽減の進歩を歩んできた. •787 は 767-300 に比べて, 5, 556km 航続距離延長, 20%燃費及び CO2 削減, 60%小さい騒音領域, そして NOx 国際基準 (08 年) 28%下回る. •787 の空力性能の特徴は, <ul style="list-style-type: none"> <u>最新解析ツールの使用</u>: エルロンなど複雑部位の統合設計が可能になり, また構造試験を減らすこともできた. <u>進化した翼技術</u>: 追従可変型スポイラーによる離発着時の翼性能向上, 可変キャンバーによる巡航時の翼形状最適化, 多目的エルロンによる離発着時の翼の最適化など. また, 高アスペクト比を可能にした複合材構造は, 150%負荷テストに成功した. •エンジンの特徴は, <ul style="list-style-type: none"> •Rolls Royce と GE の 2 種があり, エンジン翼から脱着可能なので, 交換することも可能. •高バイパス •シェブロンなど Quiet Technology Demonstrator 2 (QTD2) で開発された騒音提言技術 •ノーブリードシステムの構築など •テイラードアライバル (TA, CDA) による一回あたりの燃料消費削減は, 747 で 606kg から 737 の 77kg まで (その他 757, 767, 777 のデータ提示) •バイオ燃料が果たして実現可能なのか実機試験プログラムにも積極的に参加. 09 年には日本航空と共同実地. ボーイングは燃料電池, 軽量化, 可変記憶合金などの最新技術を求め, 共同技術開発を促進している. Advanced Planning Group では, 将来を予測し, 今後の概念を考察している. <p>< Blackner, Boeing (CAIR-May) 参照 ></p>	

	JAPAN	USA	World
Institute	<p>•航空機の燃料は、厳しい規格の元に管理され、価格は高止まりをし、原油の枯渇と排気の影響への影響など、多くの問題を抱えている。</p> <p>•JAXA では、脱化石エンジン研究開発を、現状のエンジン技術の高度化を図りながら、その次のCO2低減のためのオプションとして水素燃料エンジン技術の開発、維持、発展を行っている。</p> <p>•液体水素燃料ジェットエンジン技術：従来の方法では空気が入り口で高温になってしまうためマッハ3が限界であったが、水素の極低温を利用して、マッハ5まで作動できる液体水素燃料ターボジェットの燃焼実験を行った。内部の技術は亜音速に適用可。JAXA 航空が保有する液化水素取扱技術には、逆流型高負荷水素燃焼器を有する単軸ジェットエンジンや液体水素燃料の動的シミュレーターなどがある。</p> <p>•電動化・ハイブリッド推進基盤技術：航空機推進系電動化に向けてパワーと重量の関係が問題。大きくて軽い新しいモーターと燃料電池との組み合わせを検討中で、1st ステップとして、ガスタービン軸に発電機を搭載。また、離陸時と巡航時ですみ分けることで、燃料電池の軽量化を達成できる。</p> <p><岡井他 JAXA (CAIR-Feb) 参照></p> <p>•JAXA ではクリーンエンジン技術の研究開発 TechCLEAN プロジェクトを行っている。</p> <p>•NOx について CAEP4 基準に対して80%下回る値を目標にしている。低NOx 燃焼器にはリッチリーン燃焼器と希薄予混合燃焼器の2つのコンセプトがあり、それら燃焼器開発のための、実験と設計改良を紹介。</p> <p>騒音低減のための音源解析、エンジン実証試験、飛行騒音計測試験を紹介。</p> <p><柳, JAXA (CAIR-Feb) 参照></p>	<p>•NASA の Environmentally Responsible Aviation (ERA) は、航空機の燃費、排気、騒音の問題に対し、15~25年後の未来を想定した包括的システムの研究プログラム内のプロジェクトである。</p> <p>•09年に前段階研究と外部からのインプットをベースに定式化され、現在ERAは計画の第1段階であり、13年から開始予定の第2段階に向けた重要なターニングポイントにある。</p> <p>•ERAが目標とするのは、NASAが提示するゴールN+2(本文参照)である。</p> <p>•騒音について、ステージ4より-42dB下回ることを目指す。</p> <p>•騒音低減のために、高揚力装置とランディングギアの対策(機体騒音)、ファン、コア、ジェット騒音の対策(エンジン騒音)、そして機体とエンジンの相互干渉(遮断効果)の取り組み(推進—機体融合の空力音響(PAA))など行っている。</p> <p>•ボーイングと共同で、低速風洞試験を行ったところ、PAA効果が見積もられ、全体で主翼胴体一体型(BWB)に41.1dBステージ4から下回ることが計算された。</p> <p>•今後は、14x22ft 風洞にて検証実験の他、高レベルでの融合形状の実験、ランディングフラップ等の音源調査などを実地する。</p> <p>•燃費について、777-200LRに比べN+2通常型機は42.5%、N+2HWB機で52.9%までの削減目標。</p> <p>•2025年をターゲットにNASA内で考えている通常型機やHWBを紹介。</p> <p>•燃費向上の取り組み例として、惣流かによる抵抗軽減のため、様々なコンセプトの検討、超高バイパス(15)による燃料消費率(SFC)低減のため統合などの問題への取り組み、壊れても安全な先端素材による重量計減を目指しPRSEUS(Piltruded Rod Stitched Efficient Unitized Structure)の研究など。</p> <p>•NOxについて、今あるエンジンの拡張、燃料と空気の混合を改善、コンバスターの耐高温など研究。</p> <p><Collier, NASA (CAIR-May) 参照></p>	<p>•欧州航空宇宙研究諮問委員会(ACARE)はACARE Vision 2020の中で、2000年の航空機と比較をして、50%の騒音削減、50%のCO2削減、NOxの80%削減を運航コストや事故の削減とともに目標に設定している。</p> <p>•燃料効率、エンジンと機体、構造(重量)によって決まる。</p> <p>•エンジンの効率をあげるには、推進効率の改善と、熱効率の改善の2アプローチがある。</p> <p>•推進効率の改善では、高バイパスが有効で、GTFエンジンでは10%、オープンローターで15~20%の改善が見込めるが、騒音に注意しなくてはならない。</p> <p>•熱効率の改善については、NOxや高圧力比の問題があるが、中間冷却回収装備エンジン(Alternative Cycle Process)を長期的視野で検討している。燃料効率が15~20%改善すると見込まれるが、重量増(従来の構造では18~24%)が懸念されている。</p> <p>•ヨーロッパには様々なテクノロジープログラムがある。</p> <p>•Validation at Engine Level: SILENCER, EEFAE-ANTLE, EEFAE-CLEAN. ここでEEFAEはEfficient and Environmentally Friendly Aero-Engineを示し、ANTLEプロジェクトは2010年を、CLEANは2020年を視野にそれぞれRolls Royceと、MTU/Snecmaが指揮。</p> <p>•Component Validation for Low spool Core: VITAL, NEWAC. VITALはSnecmaが調整役となりターボファンを、NEWACはMTUが調整役となりコアエンジンを対象とする。NEWACはまだ継続中である。</p> <p>•Engine/ Component Level Validation: Open Rotor, Other Innovative Engine Concepts, Clean Sky. Clean Skyは2014年までの7年プロジェクト。€1.6bもの予算。6つのパート。</p> <p>•その他、CLAIRE, Vision 5/10/20</p> <p>•ACARE Visionは技術的に困難にも関わらず、毎年4.25%交通量増加。排出権取引が頼みの綱か。</p> <p><Wetzel, UBA (CAIR-Feb) メモ></p>