

航空機の地球大気環境へ与える影響：研究の回顧と今後の課題

1. 概要

航空機の環境へ及ぼす影響には、まずエンジン・機体から発する騒音、これに加えて超音速飛行の場合はソニック・ブーム（衝撃波）が発生するので、瞬時的な衝撃音の問題がある。また離着陸時のエンジン排出物は地表付近の大気汚染につながり、上空でのエンジン排出物はオゾン層および気候にグローバルな影響を与える可能性がある。これらの環境影響のうち、この小文では特にエンジン排出物によるオゾン層破壊と気候影響（地球温暖化）について、過去に行われてきた影響評価に関する研究を回顧し、最新の科学的知見である 1999 年の国連 IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル)特別報告書「航空と地球大気」の内容を解説する。この特別報告書は、現行ジェット旅客機のオゾン層破壊・地球温暖化への影響に関して、数値モデル推算と観測データによる検証、将来の航空機需要を反映させた影響予測、地球環境影響の逓減方策など、世界中の科学者の知識を総集し検討を加え、政策決定者への提言をまとめたものであった。さらにこの小文では、その後に残された課題と最近の研究動向についても触れる。

2. 問題の発端（1970 年代）

2.1 衝撃波と成層圏汚染

1960 年代末、英仏共同開発になる SST (SuperSonic Transport: 超音速輸送機)コンコルドの就航に際し、その地球環境への影響が問題視されるようになった。当時、旧ソ連もツポレフ 144 を開発しており、さらに米国にも 500 機程度の超音速機を開発する計画が進められていたからである。

航空機が超音速飛行する際に発生する衝撃波は、飛行ルート下方に伝播し地表の住民や家畜に瞬時的な衝撃音をもたらす。衝撃波を軽減することはできても、その発生を抑止することはできない。環境に配慮するという立場からは、陸上を超音速飛行するのは諦めざるを得なくなった。それでもクジラやイルカなどの海棲動物への悪影響を懸念する声も少なくはないが。

超音速機は別の環境問題を起こす可能性がある。超音速機は空気が稀薄な成層圏を飛ぶことになるので、エンジン排出物は少量であっても大気に与える影響は無視できないかも知れない。成層圏には降雨がないので、地表付近のような大気の洗浄作用がほとんど働かない。それゆえ、排出された気体や微粒子は長期にわたって成層圏内に滞留・蓄積する。そのうえ、成層圏の強い東西風や南北方向の移流によって、排出物は全地球的に拡がり易い。衝撃波の影響は航空路下方の限られた地表面にのみで局所的であるのに対し、エンジン排出物の影響はグローバルに現れるという性質の違いがある。オゾン層破壊は人類が初めて直面した地球環境問題であったが、超音速機のエンジン排出物は CFC（クロロフルオロカーボン）より以前から、オゾン層破壊問題として研究が始まっていたのである。

2.2 エンジン排出物と窒素酸化物 (NO_x)

航空機のエンジンは燃料である炭化水素を燃やすので、その排気には水蒸気と二酸化水素が含まれる。エンジン排出物で最初に問題になったのは、水蒸気が凝結（あるいは氷晶

に凝固)してできる飛行機雲 (condensation trail、略して contrail という) の大気放射に及ぼす影響である。燃料中の硫黄成分が雲粒子の凝結核として働くので、雲の形成を促進するという。上層の薄い巻雲は太陽光を遮る作用と地表からの熱赤外光を吸収する作用があり、どちらが強いかは周辺条件によるが、大略熱赤外光を吸収して暖まる効果の方が強いらしい。それゆえ、飛行機雲が永続し巻雲に発達すると、気候に対しては温暖化の方に働くようだが、正確なことはよくわからない。ところが、排出された水蒸気は、光化学反応の結果壊れて水素酸化物 (HO_x) になり、オゾンを壊す触媒反応サイクルを形成することが明らかとなって、オゾン層破壊の問題が注目されるようになった。

オゾンを壊す触媒反応サイクルに関しては、 NO や NO_2 などの窒素酸化物 (NO_x) もそのサイクルがあることは知られていた。エンジン燃焼室においては高温空気中での酸素と窒素の反応により少量の NO_x の発生は避けられないので、エンジン排出物中の NO_x もオゾン層破壊に一役買う可能性が指摘された。ほどなく気球観測により、 NO や NO_2 が成層圏に実在していることが実証され、自然界にもわずかながら NO_x の発生源があることも確定し、成層圏オゾン破壊には NO_x のほうが重要だということになった。1970 年代初めのことである。水蒸気はもともと成層圏中に存在しているので、エンジンから排出される水蒸気の寄与は微々たるものである。それに対して、自然界の NO_x の供給量は極めて少ないので、エンジンから排出される NO_x は少量であっても、その働きは無視できないのである。こういった成層圏オゾンに関する化学反応メカニズムの確立で大きな功績をあげたのがポール・クルツェン (この功績により 1995 年ノーベル化学賞受賞) であった。

2.3 成層圏オゾンを左右する化学反応

オゾン破壊の触媒化学反応サイクルについては、 HO_x と NO_x に続いて塩素酸化物 (ClO_x) と臭素酸化物 (BrO_x) が注目を浴び、 NO_x のオゾン破壊よりも重視されるようになる。これは後にオゾン層破壊物質として国際的に規制されるようになる CFC (クロロフルオロカーボン) 大気濃度が増えたことによる。CFC のオゾン層破壊説については、シャーウッド・ローランドとマリオ・モリーナの功績 (この功績により 1995 年ノーベル化学賞受賞) があることは周知の通りである。

これでオゾン層を破壊する物質である窒素酸化物、水素酸化物、塩素酸化物、臭素酸化物が出そろった。これらの酸化物は大気中で共存しているから、一部お互いに結合し合っ非活性種に変わるので、オゾン破壊作用は単独の作用よりも相当弱められる。こういった非線形効果を考慮してオゾン層破壊を定量的に正確に計算するには、関連する化学種をすべて扱う複雑な数値モデル (これを化学輸送モデルという) が必要で、そのため高速の大型計算機が不可欠となる。

NO_x は成層圏ではオゾンを壊す作用があるが、下層の対流圏ではオゾンを作る方に働く。地表付近に現れる光化学スモッグと呼ばれる汚染大気中のオゾンは NO_x がもたらしたものである。それでは、上空のジェット機の巡航高度ではどうなのか、どの高度でオゾンを壊す作用と作る作用が入れ替わるのかは、大気の状態に依存するので、一概に断定できない。エンジンから排出された NO_x は大気中を東西・南北方向だけでなく上下方向にもゆっくりではあるが移動・滞留するので、その影響は航空機の巡航高度だけに留まらない。正確に議論するには大気の状態を扱う数値モデルが必要だが、大雑把に言って、高度 10-12

kmを巡航するジェット旅客機のエンジンから排出されるNO_xはオゾンを作る高度領域に広がる。一方、将来開発しようとしているマッハ2以上の超音速機は高度20 km以上を巡航するので、排出されるNO_xはオゾンを壊す高度領域に広がることになる。コンコルドの巡航高度は約16 kmだったので、上方に広がればオゾンを壊す方に働き、下方に広がればオゾンを作る方に働く。結局上下両方向に広がるので、オゾン層の分布の形は変わるが、作られる量と壊される量が部分的に相殺され、オゾン全量（高度方向に積分したオゾン量）の変化は少ないといえる。

2.4 CIAP 研究プロジェクト

超音速機のエンジン排出物が成層圏オゾンおよび気候・環境に及ぼす影響を研究する大掛かりな国際プロジェクトが実施された。1971年から1975年にかけて行われたCIAP (Climatic Impact Assessment Program: 気候影響評価研究計画)であった。このプロジェクトは元来DOT/FAA (Department of Transportation / Federal Aviation Administration: 米国運輸省連邦航空庁)の研究プロジェクトであったが、世界の有力国の研究者にも参加を呼びかけ、国際プロジェクトの様相を呈することとなった。我国の研究者もこれと連携し、成層圏オゾンの研究は興隆した。この研究プロジェクトの開始と相前後して米国は超音速機の開発を断念したが、それは環境影響を配慮したというよりドル・ショックという経済的理由が大きかった。

このプロジェクトでは、超音速機500機を就航させ、一日当たり8時間運航するというシナリオに基づいて、当時開発されたばかりの数値モデル（化学輸送モデル）を使って、世界中の10に近いグループがオゾン層への影響を計算した。当時のエンジン性能をベースに計算すると、オゾン層の破壊は重大だということで、オゾン層破壊を起こさないためには、エンジンのNO_x排出係数を大幅に小さくする必要があると指摘された。なお、当時就航していたコンコルドは、就航機数がわずかなので、その大気影響は無視できるとした。

超音速機500機が一年間に排出するNO_x量は、1961-1962年に行われた高空核実験によるNO_x生成量に匹敵すると推算されたことから、過去のオゾン観測データにオゾン量減少の証拠があるはずだ、ということで世界中の観測データを使って解析作業が行われた。その結果、北半球高緯度の観測データには、それらしいオゾン量の減少が見られるということにはなったが、数量的に満足のいく精度の議論ではなかった。

CIAPプロジェクトの最終報告書は、数値モデルのベースとなる成層圏の気象・気候・物理・化学だけでなく、オゾン層破壊によって引起される各種の環境影響、すなわち気候変動、地表に照射する太陽紫外光量の増大によって起る、皮膚癌の発症などの人体影響および農作物収量への影響、さらに経済及ぼす影響まで、当時の知見を総ざらいした膨大なドキュメントとなった。なお、この研究プロジェクトとは別に英仏両国は独自の影響評価委員会を設定し報告書を作成している。

3. 研究の展開（1990年代）

CIAP終了後、米国の成層圏研究プロジェクトはNASA(National Aeronautics and Space Administration: 米国航空宇宙庁)に引き継がれて、CFC(クロロフルオロカーボン)

によるオゾン層破壊の研究に絡めて大きく発展した。ヨーロッパや日本でもオゾン層の研究は活性化した。そのような流れの中で FAA は超音速機のオゾン層影響を評価するための数値モデルの維持・改良に対して研究支援を継続していた。

1980年代末になって米国で再び超音速機開発の機運が出てきて、NASA は HSCT (High Speed Civil Transport: 高速民間輸送機) プロジェクトを立ち上げた。超音速機の成層圏大気への影響の研究は、そのプロジェクトの中で実施されることになる。当財団 IADF の委員会のもとで我国の調査研究グループはこのプロジェクトと連携をとって活動し、筆者はプロジェクト実行にかかる NASA 諮問委員を務めるなどした。ヨーロッパ諸国の研究者もこのプロジェクトとは連携を保っていたが、ヨーロッパでは特に飛行機雲の気候影響について関心が強かったことから、現行の亜音速機 (ジェット旅客機) のエンジン排出物の大気影響の研究に対して、EC (European Commission: 欧州委員会) からの研究支援によって、いくつかの中規模研究プロジェクトが実施されていた。それに刺激されて NASA も、超音速機の研究と並行して、亜音速機の大気影響の評価研究プロジェクトを開始した。

このように、欧米の研究グループを中心に、そこに日本の我々の研究も加わって研究の連携をはかり、現行の亜音速機と将来の超音速機の大気環境影響の評価研究が進められ、それはさらに ICAO (国際民間航空機構) における影響評価の作業に発展した。それは航空技術者と大気環境研究者との初めての共同作業の場であった。その成果が、国連 IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) の特別報告書である。この特別報告書には筆者はじめ日本からも数人の研究者・技術者が幹事執筆者として参加した。

4. IPCC 特別報告書「航空と地球大気」

この報告書は、航空機エンジン排出物の地球大気に対する影響の現状と将来予測および排出削減策に関して、現在の科学的・技術的・法的・経済的知見を総集したものである。(1)大気オゾンおよびエアロソル・雲に与えるエンジン排出物の影響、(2)将来の大気の化学組成モデル予測、(3)地表における太陽紫外光照射量への影響、(4)航空機による気候変動の可能性、(5)エンジン排出削減に関するエンジン技術と航空運航、(6)エンジン排出の世界分布の現状と将来シナリオ、(7)削減のための法的規制および経済的観点、(8)予測の高精度化に向けた科学的課題、(9)排出削減のための技術的・社会経済的課題、などについて記載されている。ここでは主に、エンジン排出物の地球大気・気候への影響に関する部分を解説する。

まず検討すべきエンジン排出物を表 1 に挙げる。現状および経済成長・人口増を見込んだ将来のシナリオに基づいて、これらの物質の排出量の世界分布図を作成するが、その際航空機の飛行経路・頻度やエンジンの性能などが基本データとして設定される。

表 1 エンジン排出物とその環境影響

排出物質名	地球大気環境への影響	
二酸化炭素	地球温暖化	問題となる (他の排出源より小)
水蒸気	地球温暖化	飛行機雲生成・巻雲増加の懸念

窒素酸化物 (NO _x)	オゾン層・地球温暖化	影響は小さいが問題となる
硫黄酸化物	飛行機雲の生成	硫酸エアロソルへの影響は小さい
一酸化炭素・煤・未燃焼炭化水素	オゾン層・地球温暖化	影響は無視できる

4.1 排出量の増加シナリオ

1990年から2015年までの旅客数を年間5%増、燃料使用量を年間3%増に設定する。それ以降2050年まで旅客数は年間3%増、燃料使用量は年間1.7%増とする。2050年には1990年比で、旅客数は6倍、燃料使用量は2.7倍になる。超音速機は2015年に運航開始、年間40機ずつ増やして2040年には最大1,000機を就航させるというシナリオであった。ちなみに1997年における全世界の就航機総数は12,000機であった。超音速機のスピードはマッハ2.4、エンジンのNO₂排出指数は燃料1kgあたり5gを仮定した。亜音速機全体の航行の11%を超音速機で代替し、超音速機の燃料消費量は、[乗客 x 距離] 当たりにして亜音速機の2倍という設定であった。

4.2 二酸化炭素

大気中の平均滞留時間は長いから、二酸化炭素は大気内でよくかき混ぜられ、濃度はどこでもほぼ一様となる。したがって、大気への排出源が地上にあらうと高空にあらうと大気内での働きは大差ないので、航空機エンジンからの排出も他の排出源と区別する必要はない。1992年における航空機からの二酸化炭素の排出量は炭素換算で年間0.14 Pg (Pgはペタグラムで、10¹⁵グラム)これは人間活動による全排出量の2%に当たる。また、この量は化石燃料の全使用量のうちの2.4%、また輸送機関全体の使用量の13%に当たるという。1992年までに航空機から排出された二酸化炭素総量を積算すると、大気中濃度を1 ppmv (part per million by volume: 体積比で百万分の一)だけ引き上げたことになり、この量はこれまでの二酸化炭素濃度増の1%に相当する。ちなみに、1 ppmvの増分というのは、現在の年間増加量にほぼ等しい。将来については、2050年で航空機の寄与は年間0.23~1.45 Pgの排出量になると予測され、代表値0.4 Pgを採ると全体の排出量の3%を占めることになる。大気中の二酸化炭素濃度でいうと、2050年までの濃度増における航空機の寄与分は5~13 ppmvとなり、これは全体の濃度増加の4%に当たる。このような数値から、航空に帰せられるべき二酸化炭素排出は小さいものだが、無視はできないという判断になる。

4.3 水蒸気・飛行機雲・巻雲

水蒸気は大気熱放射や化学反応で重要な役割があるが、もともと自然界の大気には十分な量の水蒸気があるので、飛行機雲の形成を除けば航空機からの排出はたいして問題にならない。上空での飛行機雲については、高空で低気温となる高緯度地帯では生成後けっこう長続きするので、ヨーロッパの研究者はその影響が気になるらしい。高空の飛行機雲は、下層雲がないときには地表付近からの熱放射を吸収するので、温室効果がある。また飛行機雲が長続きして巻雲に発達すると、巻雲にも同様に温室効果がある。飛行機雲や巻雲に覆われる地域が増えると地球温暖化に寄与するというのだが、将来予測はおろか現状認識

に関しても定量的には不確定要素が大きい。しかし、ジェット機の飛行頻度が増えれば、飛行機雲の増加とその気候影響を無視する訳にはいかないようである。なお、飛行機雲の大気化学における役割についてはまだ誰も本気で研究していない。

4.4 窒素酸化物 (NO_x)

エンジン排出物の NO_x は大気中の NO_x 濃度を増やすが、亜音速機の場合には対流圏でのオゾンの濃度増、超音速機の場合には成層圏内でのオゾン濃度減につながる。対流圏オゾンの増加は温暖化、そして成層圏オゾンの減少は寒冷化をもたらす。さらに、対流圏オゾンの増加は、温室効果気体であるメタンの平均大気滞留時間を縮めるので、メタンの濃度を減らし地球温暖化を抑えるという副産物もある。

(1) 大気オゾン量の変化

報告書では、窒素酸化物による大気オゾンの濃度変化について、世界各国の研究グループが化学輸送モデルを用いて計算した結果を取りまとめている。これによると、1992 年の時点で、北半球中緯度、高度 10 km において最大 6% のオゾン濃度の増加、2050 年で最大 13% 増になるという。飛行頻度の低い他地域ではこれより小さくなる。

鉛直方向に積算したオゾン全量では、1992 年の時点で、北半球中緯度で 0.4% の増加、2050 年の時点で 1.2% の増加。1992 年までのオゾン量は観測データがあるので、この推算値が正しいかどうか確かめることができそうだが、航空機の影響が現れる高度領域はオゾン量の自然変動が最も大きい高度領域と一致するので、観測データのばらつきの幅が大きくて、はっきり検証できていない。CFC の増加による成層圏オゾンの減少に隠されて、他の小さな減少は見えにくいということもある。なお、成層圏で排出される硫黄酸化物や水蒸気は成層圏オゾンを壊すので、オゾン全量の増加を抑えることになるが、不確定要因が大きくて定量的なことははっきりしない。

将来の超音速機の影響について予測結果を取出して見よう。オゾン全量に対する影響は、2050 年で超音速機による分は 1.3% 減少であるが、亜音速機による分は 0.9% 増加となり、双方合わせるとすると 0.4% の減少となる。オゾン全量に対する影響についてみれば、亜音速機だけの運航より超音速機を混ぜて飛ばす方がインパクトは小さくなる。

(2) 紫外光 UV-B への影響

オゾン全量の変化によって太陽紫外光 UV-B (波長域 290-315 nm) の地上照射量が影響を受ける。UV-B の変化量は、1992 年の時点で北緯 45° の 7 月において 0.5% の減少となる。南半球での減少はこの 1/4 程度である。1970-1992 年間の成層圏オゾン減少 (CFC によるオゾン層破壊) に伴って、UV-B 地上照射量は 4% 増加したとされており、亜音速機はこの増加を多少緩和したことになる。なお、2050 年の時点では上の数値は 1.3% の減少となる。

(3) メタン濃度への影響

対流圏オゾンの増加によってメタン濃度が減少する。この影響は、1992 年では 2% の濃度減となったはずであったが、実際の濃度は増加していた。大気中のメタン濃度は産業革

命以降増え続け、2倍半くらいになっている。これはメタンの人為的発生源が増えたことによるが、これに比べれば航空機の影響による分は小さいといえる。しかし、最近では、メタンの濃度増がほぼ停止しており、その原因ははっきりしない。メタンは温室効果気体であるから、濃度減は地球温暖化を抑えるので歓迎される。2050年における航空機の影響は、5%のメタン濃度減ということなので、メタンの発生源強度の消長と絡み、航空機の影響を無視する訳にはいかなくなってきた。

(4) 気候への影響

ここで気候影響についてまとめておこう。航空機の影響は1992年の時点で、放射強制力 0.05 Wm^{-2} を生むということで、これは人為的要因全体の3.5%に相当する（気温変化の予測は気候モデルの出来に依存するので、基準値からの大気放射フラックスの変化値を指標に使い、より正確さを期している。この値を放射強制力といい、単位面積当りの放射エネルギー・フラックスである Wm^{-2} を単位として表す）。このうち3%が二酸化炭素を媒介とし、あとの0.5%がオゾンを媒介とする。2050年の放射強制力は 0.19 Wm^{-2} ($0.13\text{-}0.56 \text{ Wm}^{-2}$ の幅がある) で、放射強制力全体の5%を占めることになるという。成層圏水蒸気の増加による分 0.08 Wm^{-2} をこれに計上すると、合わせて 0.27 Wm^{-2} 。産業革命以来の二酸化炭素濃度の増加による放射強制力は現在 1.7 Wm^{-2} 程であり、今後2050年迄にはこれ以上の放射強制力の増分が予測されるシナリオである。対流圏オゾン増や成層圏水蒸気増などの効果が加わるので、二酸化炭素単独で見たよりも、航空機の地球温暖化への影響力は大きくなるが、それでも全体の5%ほどである。

4.5 硫黄酸化物・硫酸エアロソル

航空機燃料には硫黄分が含まれるので、エンジン排気にはごく微量の二酸化硫黄や液状の硫酸微粒子が含まれる、これらは凝結核となって飛行機雲の形成を促進する可能性がある。硫酸エアロソルは大気化学や大気放射において重要な役割があるが、今のところ航空機からの排出は火山など他の排出に比べて少ないし、2050年においてもこの状況は変わらないであろう。

4.6 一酸化炭素・煤および未燃焼の炭化水素

煤は太陽放射および大気の熱放射を吸収するので、大気中の煤の増加は温暖化につながるが、今のところ航空機からの排出は他の排出源に比べ少ないし、将来でも小さいと考えられる。一酸化炭素と炭化水素は大気オゾンの化学反応に関与するが、そのインパクトは小さいので無視できる。

4.7 排出量の通減方策

航空機の機体・エンジン技術の進歩、燃料の改善、運航面での対応、法的規制・経済的措置による通減効果についても検討している。燃料効率を2015年で20%向上し、2050年で40-50%向上でき、また航空交通管制(ATM)などの運航上の対応によって燃料を8-18%削減できると見込んでいる。ただし、運航効率向上によって交通量を増すことになるかもしれない。法的規制・経済的措置以外は将来シナリオを設定する際に考慮されてい

るが、考慮されていない新たな技術の可能性もあり得るとの記載もある。

5. 今後の課題と研究の動向

特別報告書では、科学的な不確定性を減らすため更なる研究が必要として、表 2 に示す 5 つのテーマをあげている。

表 2 科学的な不確定さを小さくするための諸課題

- ・ 巻雲形成における飛行機雲およびエアロソルの影響
- ・ オゾンおよびメタン濃度変化における NO_x の役割
- ・ エアロソルが化学反応過程を変える能力
- ・ 上部対流圏・下部成層圏における微量気体とエアロソルの力学輸送過程
- ・ 局地的な放射強制力および成層圏擾乱に対する地球気候の応答性

また特別報告書では、法的規制・市場措置による排出削減方策として、(1) ICAO（国際民間航空機構）によるエンジン排出証明、(2) 環境税・付加料金の国際的枠組、(3) 排出物取引（温室効果気体については京都議定書にある）、(4) 自発的な合意作成、(5) 陸上での代替交通手段（大陸内）などをあげているが、これらの効果についてのスタディはまだ不十分であり、よりよい情報を政策決定者に提供するには今後さらに作業が必要だとしている。主な社会・経済的および技術的課題として、表 3 に示す 5 項目を挙げている。

表 3 社会経済的および技術的課題

- ・ 民間航空サービスに対する要請の特徴を明確化、
これには、空港・航空路インフラストラクチャの制約条件および関連技術を含む
- ・ 環境保護の視点に立った、法的規制と市場措置の利点および外部コストを評価する方法
- ・ 航空機産業における削減策に起因するマクロ経済学的効果の評価
- ・ 飛行機雲生成と雲量増加をもたらす排出を低減するための、技術的および運航上の実行可能性
- ・ 温室効果気体の大気濃度を安定化させるシナリオに合致する経済学的・環境的効果の理解、
これには、航空機からの排出の削減策や、環境影響について他の輸送モードとの相対比較などを含む

新しい超音速機開発の動きは今のところ停滞気味であるが、亜音速機の大気影響の問題は依然として残っているため、特別報告書以後も引き続き影響評価の見直し・改善のための研究が主にヨーロッパで実施されている。EU（ヨーロッパ連合）の研究資金の支援を得て、エンジン排出物のインヴェントリの改善、数値予測のための化学輸送モデルの改良と新規開発、飛行機雲・巻雲の放射強制力の再検討、飛行機雲の発生やオゾンへの影響を削減するための航行高度・ルートを選択など、見るべき研究の進展がある。さらに ICAO においては、CAEP（Committee on Aviation Environmental Protection: 航空環境保護委員会）が欧米の研究者を集めて、気候影響、ノイズ、大気質（空港周辺大気汚染）の 3 テーマで科学的知識の現状について評価作業を行っている。その評価結果は近々 CAEP に上申される予定である。