

東京大学における出張に伴う 温室効果ガス排出対策の一検討

ドラフティング・チーム（五十音順）

秋田 和之

東京大学未来ビジョン研究センター 特任研究員

杉山 昌広

東京大学未来ビジョン研究センター 教授

パトキ・マヒ

東京大学大学院総合文化研究科広域科専攻修士課程

山口 空

東京大学大学院農学生命科学研究科 特任研究員

カーボン・オフセット検討タスクフォース（五十音順）

江守 正多

東京大学未来ビジョン研究センター 副センター長/教授

亀山 康子

東京大学大学院新領域創成科学研究科附属サステイナブル社会デザインセンター センター長/教授

菊池 康紀

東京大学未来ビジョン研究センター 教授

杉山 昌広

東京大学未来ビジョン研究センター 教授

高村 ゆかり

東京大学未来ビジョン研究センター 教授



要約

世界全体で温室効果ガス（GHG）排出削減対策が急務になってきており、最近では間接排出の対策も重要視されてきている。この課題は東京大学に限らず、幅広い組織が取り組むべき普遍的な課題である。

東京大学は UTokyo Climate Action のもと、2050 年までに直接排出やエネルギー購入による排出のみならず、その他の間接排出（GHG プロトコルでいう Scope3 に相当、具体的には出張、教職員や学生の通勤、廃棄物処理など）を含む温室効果ガス正味排出量ゼロを目指している。しかしながら、間接排出の一種である国内外の出張に伴う航空機からの排出量¹ の削減対策は短期的には難しいことが知られている。海外の大学では先進的な事例が見られるが、国内では対策も限定的である。本報告書は航空便の利用による出張の GHG 排出削減について、東京大学の対策について検討し、海外のベストプラクティスを調査し、今後の短期的な試行方策案についてまとめたものである。

本提案は実施にあたって多くの課題があると思われる、全学での検討に先立って一部の部局での検討・試行・評価を行うことが望ましい。また、対策は教育研究の水準を落とさないことを前提とする必要性がある。

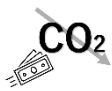
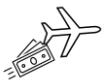
第一に、持続可能な出張・通勤方針を打ち出すことが必要である。電車酔いしやすいなど健康に不安のある人は無理に飛行機を避ける必要はないが、不要な出張を控えることや、より環境に好ましい交通手段による出張の選択を促進することが必要である。

第二に、排出削減および行動変容を促すためのアナウンス効果を目的として、大学内部で炭素価格付けを行うことが望ましい。直接排出対策と間接排出対策、またオフセットの等価性についての考え方にもよるが、収集された資金は削減困難な排出を相殺するためのオフセット購入以外にも様々な使い道が考えられる。資金は東大基金などに集めることが考えられる。オフセットの購入は、除去期間が短く低品位のものはグリーンウォッシュ（見せかけの環境対策）になってしまう懸念があり、高品位のクレジットに限ると高額になると見積もられ、慎重な検討が必要である。実際の炭素価格付けは一部の部局で試行を早急に始めることが望ましい。

第三に、様々な対策が同時並行に進んでいる中、持続可能な航空燃料の普及や国内排出量取引制度の航空部門への適用、国際的な航空部門の対策などの進展を確認し、定期的に東京大学の方針を改訂する必要がある。

¹ 2023 年度の Scope3, カテゴリ 6（出張：従業員の出張に伴う排出）排出量算定値は、東京大学全体の排出量（Scope1,2,3）の約 11%、Scope3 全体の約 15%である。但し、現段階では、出張の移動手段のデータを収集する手段がなく、出張費用全体に航空移動のファクターを乗じただけの不確定性の大きい算出値である。

表：提案一覧

提案	提案内容	他大学の例	長所	短所
(1)アクションなし 	持続可能な出張・通勤方針を提供しない	—	短期間で追加コストが発生しない	2050 年ネットゼロへの行動に貢献しない
(2)持続可能な出張・通勤に関する方針 	持続可能な出張・通勤方針の推奨と情報キャンペーンのみ	オックスフォード大学の持続可能な出張・通勤方針	実施が容易	排出量削減を保証できない
(2+A1)高品質のオフセットに支払う 	(2) +個人は任意参加の共同基金に支払い、基金から高品質クレジットを購入 国内出張：約 5000 円、 海外出張：約 10,000 円 （ビジネスクラスは倍）	マサチューセッツ工科大学の Climate Vault	定量化が比較的容易	完全なオフセットには不十分
(2+A2)キャンパスの脱炭素化に支出する 	(2) + 個人は任意参加の共同基金に支払い（金額は同上）、基金からキャンパスの脱炭素化プロジェクトに支出する	カリフォルニア大学バークレー校	カーボン・オフセットのために第三者に依存する必要がない	完全なオフセットには不十分
(2+A3)炭素除去に支出する 	(2) +個人は任意参加の共同基金に支払い（金額は同上）、基金から炭素除去プロジェクトに支出する（キャンパス内外）	エディンバラ大学	キャンパスの脱炭素化のための新たな資金源が創出される	完全なオフセットには不十分、炭素除去は計画・実施が必要
(2+B)航空会社に支払う 	(3) 航空会社が提供するオフセットプログラムを使用	現時点では該当するベストプラクティスはなし	実施が容易	カーボン・オフセットの質を判断するのが難しい

目次

要約	1
1. 背景	4
1.1. 本社会提言について	4
1.2. 気候変動	4
1.3. Race to Zero	5
1.4. Climate Action Plan	5
2. 削減が困難な排出部門と残余排出	6
2.1. 電動飛行機や水素の利用	6
2.2. 持続可能な航空燃料	7
2.3. 国際航空におけるカーボン・オフセットおよび削減スキーム	7
3. オフセット（排出相殺手段）とは	7
3.1. 炭素クレジット（カーボン・クジレット）	7
3.2. 炭素市場（カーボン・マーケット）	8
3.3. オフセットの質	8
4. 大学での出張・通勤方針とオフセットの導入事例	9
4.1. カリフォルニア大学バークレー校	9
4.2. マサチューセッツ工科大学（MIT）	10
4.3. オックスフォード大学	10
4.4. エディンバラ大学	10
4.5. 各大学の対策の比較	11
5. 東京大学におけるオフセットの検討	12
5.1. オフセットの検討	12
5.2. 炭素オフセットの資金調達戦略	15
5.3. 研究助成金のカーボン・オフセットへの利用の課題	15
5.4. スポンサー協働による大学発オフセットプログラム構築と GHG 削減基金設立の可能性	15
6. 本学の試行に向けた提案	16
6.1. 方針のオプションと提案	16
7. 謝辞	20
8. 生成人工知能などの利用に関する情報開示	20
9. 利益相反に関する情報開示	20
10. 略称一覧	20
11. 参考文献	21

1. 背景

1.1. 本社会提言について

未来ビジョン研究センターの出張に伴う温室効果ガスの対策としてのカーボン・オフセット検討タスクフォースのメンバーによる検討をまとめたものである。

GX 推進分科会における議論を受けて、全学での取り組みの前に未来ビジョン研究センターで試行的に実施案を取りまとめることとなった。この具体化のために 2024 年 1 月にカーボン・オフセット検討タスクフォースが設置された。タスクフォースの名称はカーボン・オフセットを含むが、その目的はオフセットに限られず、UTokyo Climate Action のために出張の航空便の利用に伴う温室効果ガス排出削減方策を検討することである。複数回にわたる議論を重ね、学内外の関係者のフィードバックを受けて、提言につなげたものである。なおすべての誤りはタスクフォース及びドラフティング・チームの責任に帰属することは言うまでもない。

本提言の対象は基本的には本学自体であるが、内容は他大学・機関にも関連するものであり、広く公開することとした。

1.2. 気候変動

2024 年は、年平均気温が世界で観測史上最も高くなり（Copernicus Climate Change Service & World Meteorological Organization, 2024）、さらに 2024 年の夏は観測史上で最も暑かったと発表されている（National Aeronautics and Space Administration, 2024）。地球規模で異常気象が発生し、大規模な自然災害が増加するなど、気候変動問題は全ての生き物の生存基盤を揺るがす「気候危機」とも言われる状況であり（環境省, 2024a）、その対応は企業のみならず本学のような教育・研究機関も含め世界共通の課題となっている。

2015 年に採択されたパリ協定（United Nations, 2015）では、世界共通の目標として、平均気温上昇を工業化以前に比べて 2°C より十分低い水準で保つ（ 2°C 目標）とともに、 1.5°C 以内に抑える努力を追求する（ 1.5°C 目標）こと、そしてそのために、今世紀後半に温室効果ガス（GHG）排出量を全体としてゼロにする（人為的な発生源による排出量と植林や森林管理などによる吸収量を差し引いて合計を実質的にゼロにする）、GHG 排出正味ゼロを達成することなどに合意した。

このように世界が、GHG 排出量を減らす緩和策や気候変動の影響による被害回避・軽減させる適応策を進めており、2020 年には日本政府も、2050 年までに GHG 排出正味ゼロを目指すことを宣言した。そして、2021 年に日本が更新した 2030 年の目標では、GHG 排出量を 2013 年比で 46%削減することを目指すことと約束した（環境省, 2021）。さらに日本は 2025 年 2 月 18 日に、2035 年度、2040 年度において、温室効果ガス排出量を 2013 年度からそれぞれ 60%、73%削減することを目指す新たな目標（国が決定する貢献（NDC））を取りまとめた（環境省, 2025）。

一方、2023 年に発表された報告書（Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023）では、世界の平均気温は工業化以前と比較して既に 1.1°C 上昇し、各国の GHG 排出削減目標では、21 世紀の間に 1.5°C を超える可能性が高いことが指摘されている。この傾向を転じて気温上昇を 1.5°C 以内に抑える確率を 50% よりも高くするには、GHG 排出量を 2019 年比で 2030 年までに 43%削減するのみならず、2035 年までに 60%削減する必要がある。そのためには、国の政策は勿論のこと、各主体が率先して対策を取る必要性がある。

以上のように、気候変動は人間のウェルビーイングやプラネタリーヘルスに対する脅威となっているが、この 10 年の間に大幅・急速・かつ持続的な緩和策を講じ、適応の行動を加速することができれば、人間や生態系が受けると予測される、気候変動に関連した将来の損失と損害を軽減できる可能性が大いにある。

1.3. Race to Zero

気候変動への対応が急がれるなか、2050 年までの GHG 排出正味ゼロ実現を見据え、2030 年までの GHG 排出量半減の達成に向けた行動をすぐに起こすことを、世界中の企業や自治体、投資家、大学などに呼びかけるため、2020 年に発足した国際キャンペーンが Race to Zero (United Nations Climate Change, n.d.) である。2024 年 6 月現在、約 9,000 の企業、1,100 の都市、1,100 の教育機関を含め、14,000 を超える非政府アクターが参加しており、東京大学は 2021 年に加わった。これらのメンバーは皆、誓約 (Pledge) ・計画 (Plan) ・実行 (Proceed) ・公開 (Publish) ・説得 (Persuade) という 5 つの要件に基づき、短中長期の行動計画を立てて取り組み、少なくとも年に 1 回は進捗状況を公表することとなっている (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2022)。

1.4. Climate Action Plan

本学では、Race to Zero における行動計画「UTokyo Climate Action」を 2022 年に策定し (東京大学, 2022)、2023 年には見直しを経た 2 報目を、2024 年には 3 報目を発表した (東京大学, 2023, 2024)。2050 年までに GHG 排出正味ゼロを達成するための中間目標として、Scope1 (燃料の消費等に起因するオンサイトで直接排出される GHG) と Scope2 (他事業所から供給された電力、熱・蒸気の使用に伴い間接的に排出される GHG) における大学の CO₂ 排出削減量を、2013 年度比で 2030 年までに 50%、2040 年までに 75%と設定している。こうした策定を通じて算定された Scope1、2、および Scope3 (大学の活動により上流または下流で誘発される GHG) の現状の排出量と、各 Scope の削減目標は、大学のサステナビリティやグリーントランスフォーメーション (GX) への取り組みを学生・教職員が一丸となって強化していくための基盤情報としての活用が期待されている。また、UTokyo Climate Action では、その取り組みのうち東京大学の全キャンパス・拠点へ適用が可能なテーマとして、エネルギー、調達、食品システム、建築工事、廃棄物処理、出張、通勤・通学及びカーボン・オフセットを挙げている。

東京大学は、本郷キャンパスのエネルギー起源年間 CO₂ 排出量 (2022 年度) が東京都の業務系施設の中で工場やデータセンターを除くと最多であり、これらを含めても五指に入る (東京都環境局, n.d.)、かねてより GHG 排出量が大きな事業所である。東京都の CO₂ 総量削減義務と排出権取引制度 (キャップ&トレード制度) (東京都環境局, 2024) の対象にもなっており、削減義務量から算出される排出上限量を下回れば超過削減量分が収入となりうる一方、上回れば支出が発生する。つまり、CO₂ 排出量が大学の経営にも直結するシビアな局面を迎えており、省エネ等これまでの取り組みを強化することはもちろんであるが、既存の路線では達し得ない削減量については、これまで具体化されてこなかった取り組みも新たに検討する余地があるといえる。

なお、UTokyo Climate Action Plan や本報告書は GHG プロトコルや SBTi など企業を対象とした枠組みを参考に作成されているが、以下の議論ではビジネスの対応と異なるところも見られる点に注意されたい。

2. 削減が困難な排出部門と残余排出

以上のように、地球の平均気温を安定化させるためには、本学での教育・研究活動を含め、人間の活動による CO₂ 排出量を正味ゼロに近づけなければならない状況にある。短距離輸送や冷暖房、照明などに起因する排出は、省エネルギーおよび再生可能エネルギーなどクリーンなエネルギーで発電し電化することなどによって、技術的には脱炭素化を実現できる可能性がある。実際、東京大学では長年に渡って東京大学サステイナブルキャンパスプロジェクト（Todai Sustainable Campus Project, TSCP）の下で、省エネルギーを進めて来ており、最近ではキャンパスのオンサイトでの太陽光発電も進めて来ている（東京大学, 2024）。一方、航空や長距離輸送などは、脱炭素化が特に難しい部門であると言われている（Davis et al., 2018）。また国際航空部門は国連気候変動枠組条約およびパリ協定では各国の対策に含まれず、国際民間航空機関（ICAO）が対策を進めることになっている。

しかし、大学は国際学会への参加など、その業務の性質上、前述の通り出張に係る排出量の割合が大きいセクターであり、また、出張や通勤などの移動に関する排出は、交通手段の選択、行程の工夫、オンラインの活用など、Scope3 の中では他のカテゴリと比較して行動変容による削減余地があるため対策の可能性があり、海外の大学の事例に鑑みても、削減または相殺に向けたアクションが進んでいるカテゴリである²。

航空分野に関しては、国際線の利用者が世界人口の約 2~4%と推定されるなか（Gössling & Humpe, 2020）、航空輸送が占める世界の CO₂ 排出量は全体の 1/40 にあたる約 2.5%である（Ritchie, 2024）。抜本的な削減策が講じられなかった場合、航空業界の需要によっては、GHG 排出量が 2005 年比で 21 世紀半ばまでに 300%以上増加する可能性があると予測されている（Reuter & Hyde, 2021）。ICAO では 2016 年に国際航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム（CORSIA）を創設し（IATA, 2024a, 運輸総合研究所, 2023）、2022 年には航空業界でも 2050 年までに CO₂ 排出量を正味ゼロにする目標が掲げられた。その達成に向けては、革新的な航空機技術の採用、合理的な航空運営、持続可能な航空燃料の増産と導入の加速化、最後まで残ってしまう残余排出のオフセットなど、複合的に CO₂ 排出量の削減に取り組む必要がある（ICAO, 2022）。以下、3 つの対策について簡単に説明する。

2.1. 電動飛行機や水素の利用

航空分野の CO₂ 排出量削減を見据え、主に短距離の航空便利用で期待されるアプローチの一つが、航空機の電動化である。近年では、航続距離 2,500 マイル未満の航空便利用が航空機による CO₂ 排出量の 50%以上を占め、電気を燃料としうと考えられている（Reuter & Hyde, 2021）。一方、実現には技術開発の促進が不可欠であり、国際航空運送協会（IATA）は 2050 年までのネットゼロに向けたロードマップ（IATA, 2020）において、機体やエンジンを除く装備品システムの電動化（~2030 年）から、電動ハイブリッド航空機（2035 年）、再生可能電力による全電動航空機（2040 年）へとつながる段階的な革新シナリオを示している（Oyiri, 2021）。

また、電動飛行機以外にも水素を燃料として利用することも考えられる。水素の扱いについてのレビューについては、鈴木教授らが執筆した東京大学未来ビジョン研究センターによる社会提言『航空分野の CO₂ 削減に向けた水素利用に関する提言』（東京大学未来ビジョン研究センター, 2025）も参考にされたい。

² GHG プロトコルの定義を採用すれば、Scope3 には除去が含まれないため、これだけで正味排出をゼロにすることは不可能であることに注意されたい。

2.2. 持続可能な航空燃料

持続可能な航空燃料（SAF）とは、化石資源に代わり再生産可能な資源から作られるジェット燃料である。SAF の利用は、主に中長距離の航空便の利用で CO₂ 排出量の削減に資する可能性が高いと見込まれ、IATA は最大 80%削減できるとしている（IATA, 2024b）。SAF は、廃食油や農林業残渣、耕作限界地で栽培された非食用作物、藻類をはじめとするバイオマスや、工場等の CO₂ を多く含む排気から回収した CO₂ など、様々な原料から製造することができる（Lau et al., 2024; Dray et al., 2022; Bergero et al., 2023）。しかし、2024 年の SAF 利用は全ジェット燃料の 0.53%と予測されている状況にとどまっている。需要を満たすためには大幅な増産が必要となり、政策支援が世界的に広がり化石燃料に対して十分な競争力を獲得することなどによって進みうると言われている（IATA, 2024b）。

不利性が残るが重要性認識されている SAF であるので、航空会社に追加的な支払いをして使用燃料と同等の量の SAF の利用について証書を発行する仕組みも始まっている。（ANA, n.d., Japan Airlines, n.d.）

なお、SAF に切り替えても飛行機による contrail（飛行機雲、航跡雲）は残るため、これについての検討も必要だが、大きな科学的不確実性が残る（IATA, 2023）。

2.3. 国際航空におけるカーボン・オフセットおよび削減スキーム

上記をはじめとする技術の改善をもっても、航空セクターの成長による排出量の増加分を完全に相殺することは困難であることから、CORSIA ではオフセットも考慮に入れている（運輸総合研究所, 2023）。CORSIA 制度では、各航空事業者が排出量を毎年算定し、通知された義務量に応じて、パイロットフェーズ（2021-2023）、第 1 フェーズ（2024-2026）、第 2 フェーズ（2027-2035）の 3 つのフェーズ毎に、適格なクレジット（後述）を活用したオフセットを履行する（IATA, 2024c）。

3. オフセット（排出相殺手段）とは

以上、航空部門全体での対策の概観をしてきたが、本稿執筆時点では、出張者が SAF や電動飛行機を容易に選択することはできない。SAF については一部利用可能になりつつあるが、依然として広く普及している状況にはない。したがって、大学の教員・研究員・職員の出張に伴う温室効果ガス排出対策としてはオフセットが考えられる。本章では、このオフセットについて解説する。

3.1. 炭素クレジット（カーボン・クレジット）

まず、オフセットを行う際には、GHG 排出の削減、吸収、除去を行うプロジェクトを対象に、そのプロジェクトが実施されなかった場合の GHG の排出・吸収・除去量の見通しと実際の排出量との差分を、測定・報告・検証を経て、国や企業等の間で取引できるよう認証した「炭素クレジット」が用いられる（Ministry of Economy, Trade and Industry, 2022; 環境省, 2024b）。炭素クレジットは排出削減系クレジットと除去系クレジットの 2 種類に分けられる。排出削減系クレジットは、再生可能エネルギーや省エネ効率の高い機器の導入による二酸化炭素の排出削減、廃棄物・排水等からのメタンの排出削減、森林の破壊・劣化の抑制による二酸化炭素の排出削減（回避ともいう）などのプロジェクトから創出されるクレジットである。除去系クレジットは森林の間伐促進や植林、バイ炭の農地への施用などにより植物や土壌に CO₂ が固定されることで大気から CO₂ を除去するプロジェクト（環境省, 2024a）、また大気から直接 CO₂ を回収する技術（direct air

capture, DAC)、バイオマス・エネルギーに CO₂ 回収除去を組み合わせた技術 (bioenergy with carbon capture and storage, BECCS) など様々なものがある。

なお、GHG プロトコルによれば Scope3 の排出区分には除去が含まれないため、クレジットは Scope3 を直接減らすことなく、相殺分・除去分は Scope3 とは別に報告することになる。

3.2. 炭素市場（カーボン・マーケット）

炭素クレジットの売買は炭素市場または相対取引で行われる。企業や個人は、炭素市場や相対取引を利用し、GHG 排出を除去または削減する事業体から炭素クレジットを購入することで、GHG 排出量を補償することができる (United Nations Development Programme, 2022)。炭素市場は 2 種類に大別され、「コンプライアンス市場」が国家、地域、国際的な政策や規制要件のもとで創出されるのに対し、「ボランタリー市場」は国内外を問わず自主的に炭素クレジットを発行し売買する市場である。取引可能な炭素クレジット 1 単位は、削減、隔離、回避された 1 トンの CO₂ またはそれに相当する量の GHG で、クレジットが排出の削減、隔離、回避に使用（償却）されるとオフセットと見なされ、取引できなくなる (United Nations Development Programme, 2022)。

3.3. オフセットの質

オフセットにあたっては、その質について多くの議論がなされている。2016 年に発行したパリ協定の第 6 条では、GHG 排出削減量を国際的に移転する市場メカニズムが規定されており (United Nations, 2015)、気候変動の緩和と持続可能な開発の支援に貢献する持続可能な開発メカニズムの設立について記述された第 6 条 4 項においても、クレジットの「質」の重要性が認識されつつある (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2023)。こうして、パリ協定の下で各国や各機関による制度の整備や見直しが進められ、クレジットの質に関する評価基準も形成されてきた。

国際的な例として、先述の CORSIA は、適格な排出ユニットの要件を定め、該当するプログラムを定期的に更新している (ICAO, 2019, 2024)。また 2023 年 3 月には、ボランタリー炭素市場の高い十全性のためのグローバルな基準を設定・維持することを目指す非営利組織である、ボランタリー炭素市場のための十全性評議会 (ICVCM) では、パブリックコンサルテーションを経て中核炭素原則 (CCPs) を公表した。①効果的なガバナンス ②追跡 ③透明性 ④独立した第三者による厳格な妥当性確認と検証 ⑤追加性 (GHG 排出の削減・吸収が、炭素クレジット収入によるインセンティブがなければ行われなかった追加的のものであること) ⑥永続性 ⑦排出削減／吸収の厳格な定量化 ⑧二重計上がないこと ⑨持続可能な発展への便益とセーフガード ⑩ネットゼロ移行への貢献を 10 の原則としている (The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, 2024a)。

そして、2023 年 4 月に開催された G7 札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合では、自主的な炭素市場等におけるクレジットの質を担保し、パリ協定の目標との整合性を高めるため、供給側・需要側・炭素市場ごとに質を高めるために求められる事項をまとめた「十全性（質）の高い炭素市場の原則」（環境省, 2023）が採択されている。世界で最も広く利用されているプログラムである Verified Carbon Standard は、CORSIA のパイロットフェーズで適格なクレジットとされ、2024 年には CCPs との整合性を明確にする修正を含めてプログラムを更新し、CORSIA の第 1 フェーズにおいても条件を満たしていることが認められた (Verra, 2024a, 2024b)。

クレジットの利用方法に関する最近の動きとしては、科学的知見と整合した GHG 削減目標（SBT）の設定が企業のグローバル・スタンダードとなる中、そのイニシアティブ（SBTi）では、企業の短期 SBT 目標の達成に向けた排出削減量として炭素クレジットの使用をカウントしないことを認定要件の一つとしている

（SBTi, 2024a, 2024b）。また、残余排出量を中和するための選択肢、または SBT 目標を超える追加的な気候変動緩和のための資金調達としてのみ考慮することができるとしている（SBTi, 2024a）。

しかしながら、ボランタリー市場を利用して世界で最も多くオフセットを行っている大手企業 20 社を対象にした研究（Trencher et al., 2024）では、多くは低品質で安価なプロジェクトによるオフセットであり、実質的、追加的な排出削減をもたらさないリスクが高く、実施年数や実施国に関する業界基準を満たしていないと示されている。そして、オフセットの質は個々の企業による低品質なオフセットへの需要によって悪化しており、ボランタリー市場は効果的な気候変動の緩和を支持していないとことが指摘されている。また 2024 年 8 月、ICVCM はボランタリー市場の 3 分の 1 近くを占める既存の再生可能エネルギーのプロジェクトにより発行された炭素クレジットに対し、高い十全性を表すラベルを使用できないことを発表し改善を求めている（The Integrity Council for the Voluntary Carbon Credit, 2024b）。言い換えれば、こうしたクレジットを用いることはグリーンウォッシュ（見せかけの環境対策）に陥る懸念もある。

よって、オフセットの信頼性を担保するためには、CCPs のような原則に則った高品質なクレジットによって、主体的な排出削減の取り組みによっても避けられない排出量のみを埋め合わせ、自ら排出削減を行わないことの正当化に利用されるべきではないとの認識が共有されることが重要となり（環境省, 2024c）、本学としての利用を検討する際にも考慮して設計する必要がある。

4. 大学での出張・通勤方針とオフセットの導入事例

以上見たようにクレジットに高品質なものはあるものの、なかなか困難がある。それでは大学では、何ができるだろうか。海外の大学の対策においては、出張の回避、出張の削減、飛行機を利用しない出張、代替手段がない場合の飛行機利用、ビデオ会議施設の改善といった項目について言及されることが多い

（Hoolohan et al., 2021）。Schmidt（2022）は、44 の米国の博士号授与機関の大学航空券に関する温暖化対策を調査し、半数の機関がカーボン・オフセットに言及していることを明らかにした。一部の大学では、航空機による移動に伴う排出を相殺するために、学内の排出削減活動への新たな投資のための資金として、航空機使用料を導入している。

以下の 4 つのケースは、大学の出張・通勤方針とカーボン・オフセットの検討例である。

4.1. カリフォルニア大学バークレー校

カリフォルニア大学の現在の温暖化対策目標では、炭素削減目標を達成するために、自主的なカーボン・オフセットに依存することはしない。その代わりに、すべてのキャンパスは、カーボン・オフセットを調達するために費やしていた資金を、キャンパス内の排出量の直接的な脱炭素化に投資することとしている

（University of California, Berkeley, 2024）。例えば、カリフォルニア大学バークレー校の出張航空券の炭素削減プログラムでは、国内出張 1 回につき 10 ドル、海外・国際出張 1 回につき 25 ドルが、キャンパス内の炭素削減プロジェクトに投資され、気候変動対策への意識が高まる効果が期待される。料金は、炭素コストの上昇に合わせて定期的に値上げされる（University of California, Berkeley, 2023）。

4.2. マサチューセッツ工科大学 (MIT)

「航空出張カーボン・オフセット・プログラム」によると、出張者は MIT の Buy-to-Pay プラットフォームを通じて、国内出張 1 回につき一律 50 ドル、国際出張 1 回につき 75 ドルのカーボン・クレジットを自主的に直接購入することができる。MIT は、非営利団体 Climate Vault と契約し、MIT の出張に対する炭素クレジットの購入を促進している (MIT Office of Sustainability, 2024)。Climate Vault の対象とする市場は、コンプライアンス市場であり、排出許可証 (クレジット) を vault (保管) することで、他の排出者がこれらの許可証を使用して排出するのを防ぐ。

4.3. オックスフォード大学

2022 年 8 月に実施された出張方針によると、2024/25 年までに航空便を利用する出張の 20% を削減することを目標に、回避、削減、航空便の利用なし、代替手段がない場合の航空便利用という出張階層が奨励されている。国内線、パリとブリュッセルへの航空便の利用、ファーストクラスの航空便の利用は許可されない (合理的な調整と例外を除く)。大学の出張には、すべての航空便の利用に対して 30 ポンド/tCO₂e の徴収金が課される。この徴収金によって集められた資金は、環境サステナビリティ戦略の実施資金としてオックスフォード・サステナビリティ基金に配分される。オフセットは 2034 年以降、大学の残留炭素排出量と生物多様性への影響を相殺し、戦略の 2035 年目標を達成するために使用される (University of Oxford, 2022)。

4.4. エディンバラ大学

必要不可欠な移動 (2040 年から 2070 年までのエディンバラ発着の研究者および留学生の航空便の利用) に伴う排出を相殺するため、2021 年 10 月、スコットランドに数千ヘクタールの原生林と泥炭地の生息地を確立・復元し、森林を拡大する数百万ポンドの長期プロジェクトを実施することとなっている。このプロジェクトは、炭素の固定化、生物多様性の増加、森林の連結、地域コミュニティのためのレクリエーションと景観の改善、文化遺産の保護を目的としている。887 ヘクタールの土地を取得するとともに、オフセット・スキームのために土地がすぐに購入され、地域コミュニティが見落とされがちという懸念を認識し、大学は森林の創出と泥炭地の回復のための長期的なパートナーシップを形成し、土地所有者の土地転換を支援し、気候変動対策を支援することとしている (The University of Edinburgh, 2024)。

4.5. 各大学の対策の比較

表 1 は、ここで検討した 4 大学が用いたさまざまな方法を要約し、並べたものである。

表 1. 各大学の対策の比較

大学名	価格水準 (単位：円、為替換算後)	方法/目的	タイムライン (活動中または計画中)
カリフォルニア大学 (UC) バークレー校	国内出張 1 回につき USD 10 (JPY 1,405)、海外出張 1 回につき USD 25 (JPY 3,512)。 (USD 1 = JPY 140.49*)	料金は、革新的で必要な学内の炭素削減プロジェクトに投資される。	2022 年 10 月開始、実施時期は不明。
マサチューセッツ工科大学 (MIT)	国内出張 1 回につき USD 50 (JPY 7,025)、海外出張 1 回につき USD 75 (JPY 10,537) の定額料金、およびカスタム金額 (1 単位につき USD1 (JPY 140) のフレキシブルオプション。*	Climate Vault (クライメート・ボールド) を通じて、MIT の出張に対する政府規制の炭素クレジットの購入を促進。	パイロット プログラムは現在、MIT 全学で実施中。 パイロットプログラムは評価され、更新される予定だが、そのスケジュールは不明。
オックスフォード大学	全航空便の利用に GBP 30 (JPY 5,268) / tCO ₂ e。 (USD 1 = GBP 0.80; GBP 1 = JPY 175.61)	2024/25 年までに 20% の航空便の利用を廃止する目標。国内線、パリとブリュッセルへのフライト、ファーストクラスのフライトは許可されない (合理的な調整と例外を除く)。フライト税で集められた資金は、環境サステナビリティ戦略の実施資金としてオックスフォード・サステナビリティ基金に配分される。	2022 年 8 月より実施。オフセットは 2034 年以降、大学の残留炭素排出量と生物多様性への影響を相殺し、戦略の 2035 年目標を達成するために使用される。
エディンバラ大学	大学教員は、カーボン・オフセット制度による業務関連排出量の相殺を行わないよう求められている。	2021 年 10 月、スコットランドで泥炭地を復元し森林を拡大するための数百万ポンドの長期プロジェクトが実施される。	2021 年 10 月より実施。

*2023 年の公式為替レートに基づく。出所 World Development Indicators: Exchange rates and prices (<https://wdi.worldbank.org/table/4.16>)

5. 東京大学におけるオフセットの検討

5.1. オフセットの検討

以上のように、出張に係る GHG 排出のオフセットは海外大学では一般になりつつあるが、その方法は各大学の状況によって様々である。東京大学での導入を目指すにあたっては、本学の教育研究や経営などの事情に鑑みて適格かつ実行可能なスキームを検討し、構成員に意義を納得してもらった上で進めていくことが重要である。

どうしても出張を控える、減らす、陸路にするなどの方法が取れない場合に、飛行機の利用に伴う GHG 排出を埋め合わせる方法は、次の 3 つに大きく分けられる。航空便を利用する度にオフセットする個別排出量精算型、複数のフライトの排出量をまとめて内部炭素価格等に基づきファンドにする累積排出量精算型、そしてそれらを組み合わせた混合型である。

なお、将来的には、EU-ETS に倣って国内航空セクターに排出量取引（ETS）が導入されたり、国際航空においては、CORSIA（国際航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム）の第 1 フェーズが開始されるなど、航空運賃に炭素価格が上乗せされる可能性があり、現段階で定める炭素価格は暫定的なものと認識する必要がある。

本学でオフセットするにはいくつかの方法が考えられる。

個別排出量精算型はフライトごとに CO₂ 排出相当量のクレジットを購入する方法である。航空会社が提供するプログラムもあり（Air Transport Action Group, 2020）、個人としてのオフセット手段としても用いられている³。一方、炭素市場におけるクレジット価格の変動により、正確な支払額を前もって見積もりにくく、大学としては高品質なクレジットの審査が煩雑で管理コストも要するなど、運用面での難しさがある。

累積排出量精算型は航空便を利用する度に算定または一定の支払い額を一時的に貯める方法である。金額は、大学として単位 CO₂ 排出量あたりの内部炭素価格を設定し、出張ごとの CO₂ 排出相当量を掛けた値とする他、UC Berkley や MIT のように、国内線・国際線それぞれ一律の値とする設計が考えられる。また、資金の用途は、高品質なクレジットのまとめでの購入や、明確な GHG 排出削減効果が見込まれる学内外の事業への投資などが候補となる。

混合型は、上記の 2 パターンを適宜使い分ける方法である。現時点では全ての航空会社がオフセットプログラムを提供しているわけではなく、またプログラムによっても計算ルールが異なっている。そこで、クレジットの適格性や計算方法に大学としても基準を定めて満たすプログラムは利用候補とし、その他の場合にはプールするなど、様々なパターンがあり得る。

いずれの方法においても、航空便を利用するごとの CO₂ 排出相当量は、出発地と目的地の情報だけでは厳密ではなく、席のクラスや席数の充足率、機体や貨物の量などによっても差が生まれる。よって、出張に係る GHG 排出オフセットのシステムを大学で構築するにあたっては、出張時の移動手段について構成員にどれだけの情報を取得してもらい、どれだけの幅をもって算定するのも論点となるであろう。

上記の様々な方策にかかわらずコストが生じるのは事実である。具体的な見積もりとして、未来ビジョン研究センター（IFI）のデータを活用し、試算を行った。具体的には、2023 年度 IFI 教員の 10 月運営委員会で報告された海外出張について、CO₂ 排出量を計算した。実際に訪問した都市名が不明であったため、東京からその国の首都への往復として計算を行った。准教授以上の教員についてはビジネスクラスを利用し、そ

³ ここでは個人の出張について議論するが、国際会議の参加者に対してまとめてオフセットを実施する場合も同様な対応と考えられる。

の他の教員についてはエコノミークラスを利用したと仮定した。なお、これらの計算は簡易的に日本航空（JAL）および全日空（ANA）のカーボン・オフセット算出ページを使用して行った。表 2 と 3 から同じ距離でも大きく排出量が違い得ることが分かる。実際、排出量は乗客率（搭乗率）（環境省, 2011）、風速、機種など多くのパラメーターに影響され、正確に求めることは困難である。

表 2. IFI 海外出張時 CO₂ 排出量 試算. JAL のカーボン・オフセット算出ページの計算に基づく。

区間（往復）	クラス	総排出量	合計金額
東京⇄ワシントン	ビジネス	5.18 tCO ₂ e	¥12,126
東京⇄ワシントン	ビジネス	5.18 tCO ₂ e	¥12,126
東京⇄アブダビ	ビジネス	4.78 tCO ₂ e	¥11,203
東京⇄キャンベラ	ビジネス	4.72 tCO ₂ e	¥11,061
東京⇄ストックホルム	エコノミー	1.27 tCO ₂ e	¥3,080
東京⇄キャンベラ	エコノミー	1.23 tCO ₂ e	¥2,998
東京⇄キャンベラ	エコノミー	1.23 tCO ₂ e	¥2,998
東京⇄ハノイ	ビジネス	1.13 tCO ₂ e	¥2,761
東京⇄クアラルンプール	エコノミー	0.986 tCO ₂ e	¥2,430
東京⇄クアラルンプール	エコノミー	0.986 tCO ₂ e	¥2,430
東京⇄台北	エコノミー	0.373 tCO ₂ e	¥1,012
合計		27.065 tCO ₂ e	¥ 64,225

2023 年 10 月 26 日検索 (<https://jal.chooose.today/>)

表 3. IFI 海外出張時 CO₂ 排出量 試算. ANA のカーボン・オフセット算出ページの計算に基づく。

区間（往復）	クラス	総排出量	金額（最小）	金額（最大）
東京⇄ワシントン	ビジネス	9.42 tCO ₂ e	¥14,130	¥39,253
東京⇄ワシントン	ビジネス	9.42 tCO ₂ e	¥14,130	¥39,253
東京⇄アブダビ	ビジネス	7.03 tCO ₂ e	¥10,545	¥29,294
東京⇄キャンベラ	ビジネス	6.91 tCO ₂ e	¥10,365	¥28,794
東京⇄ストックホルム	エコノミー	2.45 tCO ₂ e	¥3,675	¥10,209
東京⇄キャンベラ	エコノミー	2.38 tCO ₂ e	¥3,570	¥9,917
東京⇄キャンベラ	エコノミー	2.38 tCO ₂ e	¥3,570	¥9,917
東京⇄ハノイ	ビジネス	3.23 tCO ₂ e	¥4,845	¥13,459
東京⇄クアラルンプール	エコノミー	1.62 tCO ₂ e	¥2,430	¥6,751
東京⇄クアラルンプール	エコノミー	1.62 tCO ₂ e	¥2,430	¥6,751
東京⇄台北	エコノミー	0.68 tCO ₂ e	¥1,020	¥2,834
合計		47.14 tCO ₂ e	¥ 70,710	¥ 196,432

2023 年 10 月 26 日検索 (<https://www.ana.bluedotgreen.co.jp/jp/home>)

ANA は、カーボン・オフセット算出ページで出発地と到着地、クラスを選択するとまず排出量が算出される。算出後、クレジット購入先を選択する画面となり、プロジェクトを選ぶことができる。プロジェクトによって 1t あたりの価格も異なる（表 4）。

表 4. クレジット購入先 (2024 年 1 月時点)

やまなし県有林活用温暖化対策プロジェクト	4,167 JPY / t
インドネシアにおける森林保護による生物多様性の保全事業	1,800 JPY / t
ペルーにおける森林保護による生物多様性の保全事業	1,500 JPY / t

2023 年度 IFI 教員の 10 月運営委員会において報告された海外出張に関し、JAL の計算サイトおよび ANA の計算サイトにて CO₂ 排出量を計算し合計したものから、金額を算出した。

この合計に関しては、ANA のすべての価格より JAL は安価であり、算出された排出量も少なかった。

JAL、ANA 両社の方法で算出された排出量を元に、単価がそれぞれ異なるその他の購入できるクレジットについて、金額を算出した。結果は表 5 の通りである。排出量とクレジットの価格によって、最低が～4 万円から～60 万円と非常に大きな不確実性があることが分かる。仮に 1 年を通じた出張がこの 10 倍程度であるとすれば、IFI の一部局のオフセットの購入金額は～40 万円から～600 万円という幅が出ることになる。

表 5. 2023 年 10 月の IFI の海外出張をオフセットするために必要なクレジットの購入額

	Choose 価格 (JAL のカーボン・オフセットサービス)	J-クレジット* 入札価格 再エネ発電	J-クレジット 入札価格 省エネ他	J-クレジット 売り出し価格	EU ETS 価格
	2,373 円/t-CO ₂ e	3,246 円/t-CO ₂ e	1,551 円/t-CO ₂ e	10,000 円/t-CO ₂ e	12,800 円/t-CO ₂ e
JAL による CO ₂ 排出量算定方式					
27.065t-CO ₂ e	64,225 円	87,853 円	41,978 円	270,650 円	346,432 円
ANA による CO ₂ 排出量算定方式					
47.2t-CO ₂ e	112,005 円	153,211 円	73,207 円	472,000 円	604,160 円
		第 14 回 2023 年 5 月平均販売価格 (1)	第 14 回 2023 年 5 月平均販売価格 (1)	価格の幅は 7,000-15,000 円 上記は高知の森林 吸収量取引プロジ ェクト B の価格 (2)	(80EUR/t-CO ₂ e, 1EUR=160JPY)

(1) J-クレジット入札価格 (入札結果) https://japancredit.go.jp/data/pdf/credit_002.pdf (P.15 より抜粋、近年価格上昇中)

(2) <https://japancredit.go.jp/sale/> から検索

*J-クレジットとは、日本国内での温室効果ガス削減量や森林吸収量などを「クレジット」として認証し、他の企業がその削減分を購入して自社の排出量削減に活用できる仕組みである。

このような差異を前に、価格設定を検討するための参考情報として、企業は明確に高品質なクレジットに対してとても高い費用を払うことを厭わないことが示されており (Boston Consulting Group, 2023)、高

品質なクレジットは高値が付けられている傾向があると思われる。また、2023 年のボランタリー市場の炭素価格が平均で 6.53 USD / t (約 940 JPY / t) であった一方 (Ecosystem Marketplace, 2024)、2° C 目標に整合するためには、2030 年には炭素価格が 75 USD / t (約 10,820 JPY / t) にまで高まっている必要があると言われている (International Monetary Fund, 2019)。よって、気温上昇を抑えられる社会の実現を目指す制度としては、上記のオフセット購入金額の幅のなかでも高価格側に向けていくべきであると考えられる。

5.2. 炭素オフセットの資金調達戦略

ここまで見てきたように、クレジットの購入や GHG 排出を削減する事業への投資等にはコストがかかるものの、東京大学が掲げる GX (誰もが尊厳をもって幸せに暮らすことができる持続可能で包摂的な社会を実現する手段として、自然システムの限界を超えないように、公正な移行を前提としながら、社会経済システムを環境再生型なものに変革していくこと) に向けた必要経費と言える。まさに、大学や国をあげてシステムの変革を進めていくときが来ており、以下に挙げるような資金調達の方法を本気で議論していくべきであろう。

5.3. 研究助成金のカーボン・オフセットへの利用の課題

大学教員が本務として出張する場合には、飛行機の運賃を含む旅費は研究費から支出するケースが多くあり、先述の Wellcome Trust のように、研究助成機関が研究遂行にどうしても欠かせない出張の移動により排出される CO₂ のオフセットを認めている例もある (Wellcome Trust, 2021)。しかし、現在では全ての研究助成でカーボン・オフセットを経費に含められる段階ではなく、予算に計上できる仕組みを求めていく動きも必要である。さらに、限られた研究費からオフセットの費用を捻出することに無理がある場合も十分に考えられ、クレジットの経済的負担は、大学院生やポスドク研究員など研究資金が必ずしも潤沢でない人たちの研究活動を制限し、不平等につながる懸念もあることから、国の環境政策と研究力強化政策が一体となり、不可欠な出張のオフセットに係る費用を通常の予算とは別に追加的に積めるようにするなど、省庁横断的な取り組みにも期待がかかる。

5.4. スポンサー協働による大学発オフセットプログラム構築と GHG 削減基金設立の可能性

これまで学外で開催されたイベントでは、コンサートツアーの移動 (Impress Corporation, 2009) やマラソン大会の運営 (Azbil Corporation, 2023) などで排出される CO₂ の削減を試みた上で、それでも排出されてしまう分に対し、協賛企業がカーボン・オフセットを実施した例がある。このような形で、大学の活動で避けられない排出に対して応用し、大学の教育研究や地球環境の危機の緩和を応援したいと考えている個人や企業にスポンサーを依頼し、用途が具体的な基金の設立を目指すというアプローチを検討できるかもしれない。

また、明確な GHG 排出削減効果が見込まれる事業の運営者や、その実行可能性のあるフィールドの所有者と協働し、大学の科学的知見を活用していただきながら、十全を期したオフセットプログラムを築いていくことも、大学が社会で果たせる役割の一つであると考えられる。

6. 本学の試行に向けた提案

6.1. 方針のオプションと提案

表 6 に我々の提案をまとめる。以下は教育研究の水準を落とさないことが前提であることに注意されたい。

第一に、持続可能な出張・通勤方針を打ち出すことが必要である（表の提案（2））。電車酔いしやすいなど健康に不安のある人は無理に飛行機を避ける必要はないが、不要な出張を控えることや、より環境に好ましい交通手段による出張の選択を促進することが必要である。

第二に、排出削減および行動変容を促すアナウンス効果を目的として、大学内部で航空便の利用について炭素価格付けを行い、一定の金額を収集することが望ましい。収集の方法は、電力代の一部(4%)の TSCP 促進費を做った方法や東大基金への寄付などが考えられる。具体的には提案(2+A) が望ましい（A1, A2, A3 のどれが望ましいかは実施時点で詳細な必要である）。直接排出対策と間接排出対策、またオフセットの等価性についての考え方にもよるが、収集された資金は様々な使い道が考えられる。提案(2+B)のオフセットの購入は、除去期間が短く低品位のものはグリーンウォッシュ（見せかけの環境対策）の懸念があり、高品位のクレジットに限ると高額になると見積もられ、避けるべきだと考える。

第三に、様々な対策が同時並行に進んでいる中、持続可能な航空燃料の普及や国内排出量取引制度の航空部門への適用、国際的な航空部門の対策などの進展を確認し、定期的に東京大学の方針を改訂する必要性がある。

タスクフォースとしては、未来ビジョン研究センター（IFI）ができるだけ早い時期にこれを実施することを推奨する。そして、参画者にどのような心境の変化があったかといった心理的な影響や経済的な負担感などを把握する事前・事後アンケート等の後日検証を行うことで、オフセットの質を維持しつつ、様々な立場や態度の構成員が利用したいと感じるような仕組みへと改善していく必要がある。

なお、他の航空便以外の代替交通手段が事実上存在しない地域もあれば、電車酔いなど健康上の理由で航空便を選択することも考えられる。あくまでも推奨ということで、個別の状況を考慮に入れ、柔軟に対応することが肝要である。

表 6. 出張による温室効果ガス排出を削減するためのオプション

提案	提案内容	他大学の例	長所	短所
(1) アクションなし 	持続可能な空路出張の方針を提供しない	-	短期間での追加コストなし	2050 年までにネットゼロへの行動に貢献しない
(2) 持続可能な出張・通勤に関する方針 	推奨と啓発キャンペーンだけにとどめ、可能な限り電車やその他の公共交通機関を利用し、持続可能な交通手段へのシフトなどを教職員や学生に奨励する。 ■ やむを得ない出張にはエコノミークラスを利用する。 ■ 移動を避ける、②移動を減らす、③飛行機を利用しないで移動する、④代替手段がない場合は飛行機を利用するといった優先順位を設ける。 ■ 飛行機を利用することによる CO₂ 排出量に対する意識の向上	オックスフォード大学の持続可能な出張・通勤方針	大学の戦略やウェブサイトなどに比較的簡単に追加できる。 大学の持続可能な出張方針を明確化	実施と排出量削減を保証するものではない 確かなインセンティブがないため、急速な変化が望めない
(2+A) 資金のプーリング	(2)に加え、国内線は1回につき約 5,000 円、国際線は1回につき約 10,000 円を徴収する（ビジネスクラスは倍額）。			
(2+A1) 高品質のオフセットに支払う 	集められた資金は、GX 推進分科会によって検証された高品質の炭素クレジットの購入に使用される。	マサチューセッツ工科大学の Climate Vault	2+A2 や 2+A3 よりも定量化しやすい。	カーボン・オフセットの質を判断するのが難しい場合もある（どの程度長続きするか、生物多様性など他の環境問題への影響）。

				徴収した資金だけでは大学の出張時の移動に伴う炭素排出量を削減できない場合、完全にオフセットするためのさらなる資金を求める必要がある。 GX 推進分科会または同等のタスクフォースがカーボンオフセットプログラムを検証する必要がある。
(2+A2) キャンパスの脱炭素化に支出する 	集められた資金は、キャンパスの脱炭素化プロジェクトに使用される。	カリフォルニア大学バークレー校	キャンパスの脱炭素化のための新たな資金源を創出する。 カーボン・オフセットを第三者機関に依存する必要がある。	効果的なキャンパスでの脱炭素化イニシアチブを計画し、実施する必要がある。 徴収した資金だけでは、プロジェクトの実施に十分でない可能性がある。 カーボン・オフセットの定量化が難しい場合もある。出張時の移動に伴う炭素排出を完全に削減できない可能性がある。
(2+A3) 炭素除去に支出する 	集められた資金は、学内または学外の炭素除去プロジェクトに使用される。	エディンバラ大学	キャンパスの脱炭素化のための新たな資金源を創出する。 カーボンオフセットを第三者機関に	効果的な炭素除去の取り組みを計画し、実施する必要がある。 徴収される資金は、プロジェクト

			依存する必要がない	の実施に十分でない可能性がある。 こうしたプロジェクトによるカーボンオフセットを定量化するのは難しい。 出張時の移動に伴う炭素排出を完全に削減できない可能性がある。 炭素除去の取り組みに追加の土地を使用しなければならない。
(2+B) 航空会社に支払う 	(3) 航空会社ベースのオフセットプログラムを利用する	現時点では該当するベストプラクティスはなし	2+A2 や 2+A3 のように学内で実際に脱炭素化や炭素除去プロジェクトを実施するよりも、第三者機関によるオフセット購入の方が費用を算定しやすい。 2+A2 や 2+A3 よりも定量化しやすい。	カーボン・オフセットの質を判断することが難しい（どの程度長続きするか、生物多様性など他の環境問題への影響）。 GX 推進分科会または同等のタスクフォースが、航空会社ベースのオフセットプログラムを検証する必要がある。 航空会社ベースのオフセットプログラムは変更される可能性がある。

7. 謝辞

GXSN 関係者、ANA ホールディングス株式会社・全日本空輸株式会社および日本航空株式会社の担当部署の方々にもご意見をいただき、執筆を進めた。また、編集では石山雅子学術専門職員に多くの支援を頂いた。この場を借りて深く感謝申し上げる。

8. 生成人工知能などの利用に関する情報開示

本論文の編集過程において、OpenAI ChatGPT を用いて文章の一部の校正等を行った。また、日英の両言語でドラフトを書いたため、DeepL などの機械翻訳を利用した。ただし、最終的な文章は執筆者が確認した。無論、文責はすべて著者にある。

9. 利益相反に関する情報開示

本提言の内容に関連する利害関係はない。

10. 略称一覧

CCPs : Core Carbon Principles | コアカーボン原則

CORSIA : Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation | 国際航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム

GHG : Greenhouse Gas | 温室効果ガス

GXSN : UTokyo Green Transformation Student Network | 東京大学 GX 学生ネットワーク

IATA : The International Air Transport Association | 国際航空運送協会

ICAO : International Civil Aviation Organization | 国際民間航空機関

ICVCM : the Integrity Council for the Voluntary Carbon Market | ボランタリーカーボン市場整合性評議会

SAF : Sustainable Aviation Fuel | 持続可能な航空燃料

SBT : Science-based target Science Based Targets | 科学的知見と整合した GHG 削減目標

SBTi : Science Based Targets initiative | 科学的知見と整合した GHG 削減目標イニシアティブ

ANA : ALL NIPPON AIRWAYS CO., LTD. | 全日本空輸株式会社

GX : Green Transformation

IFI : Institute for Future Initiatives, The University of Tokyo | 東京大学未来ビジョン研究センター

JAL : Japan Airlines Co., Ltd. | 日本航空株式会社

MIT : Massachusetts Institute of Technology | マサチューセッツ工科大学

TSCP : Todai Sustainable Campus Project. | 東京大学サステナブルキャンパスプロジェクト

UC Berkley : University of California, Berkeley | カリフォルニア大学バークレー校

11. 参考文献

- Air Transport Action Group. (2020). *Voluntary carbon offsetting*.
https://aviationbenefits.org/media/167226/fact-sheet_11_voluntary-carbon-offsetting_3.pdf
- ANA. (n.d.). SAF フライトイニシアティブ [Sustainable Aviation Fuel Flight Initiative]. ANA.
<https://www.ana.co.jp/ja/jp/brand/ana-future-promise/saf-flight-initiative/>
- Azbil Corporation. (2023). アズビルが湘南国際マラソンに協賛、環境負荷低減に貢献.
<https://www.azbil.com/jp/news/231221.html>
- Bergero, C., Gosnell, G., Gielen, D., Kang, S., Bazilian, M., & Davis, S. J. (2023). Pathways to net-zero emissions from aviation. *Nature Sustainability*, 6(4), 404-414. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01046-9>
- Boston Consulting Group. (2023). *In the Voluntary Carbon Market, Buyers Will Pay for Quality*.
<https://web-assets.bcg.com/29/f5/3b36e7cb4ad49df092de00c9792d/bcg-in-the-voluntary-carbon-market-buyers-sept-2023-2.pdf>
- Copernicus Climate Change Service & World Meteorological Organization. (2024). The 2024 Annual Climate Summari, *Global Climate Highligets 2024*.
<https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/custom-uploads/GCH-2024/GCH2024-PDF-1.pdf>
- Davis, S. J., Lewis, N. S., Shaner, M., Aggarwal, S., Arent, D., Azevedo, I. L., ... & Caldeira, K. (2018). Net-zero emissions energy systems. *Science*, 360(6396), eaas9793.
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aas9793>
- Dray, L., Schäfer, A. W., Grobler, C., Falter, C., Allroggen, F., Stettler, M. E., & Barrett, S. R. (2022). Cost and emissions pathways towards net-zero climate impacts in aviation. *Nature Climate Change*, 12(10), 956-962. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01485-4>
- Ecosystem Marketplace. (2024). *State of the Voluntary Carbon Market 2024*.
https://3298623.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/3298623/SOVCM%202024/State_of_the_Voluntary_Carbon_Markets_20240529%201.pdf
- Fankhauser, S., Smith, S.M., Allen, M., Axelsson, K., Hale, T., Hepburn, C., Kendall, J.M., Khosla, R., Lezaun, J., Mitchell-Larson, E., Obersteiner, M., Rajamani, L., Rickaby, R., Seddon, N., & Wetzter, T. (2022). The meaning of net zero and how to get it right, *Nature Climate Change*, 12, 15-21.
<https://doi.org/10.1038/s41558-021-01245-w>
- Gössling, S. & Humpe, A. (2020). The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change, *Global Environmental Change*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102194>
- Hoolohan, C., McLachlan, C., Jones, C., Larkin, A., Birch, C., Mander, S., & Broderick, J. (2021). Responding to the climate emergency: how are UK universities establishing sustainable workplace routines for flying and food? *Climate Policy*, 21(7), 853-867.
<https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1881426>
- Impress Corporation. (2009). アウディ ジャパン、坂本龍一 欧州ツアーの「カーボンオフセット・スポンサー」に. <https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/314269.html>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023 Synthesis Report - Summary for Policymakers*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

- International Air Transport Association. (2020). *Aircraft Technology Roadmap to 2050*.
<https://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2020/03/Aircraft-Technology-Roadmap-to-2050.pdf>
- International Air Transport Association. (2023). *Aviation contrails: Climate impact report*. Retrieved from
<https://www.iata.org/contentassets/726b8a2559ad48fe9dec6f2534549a6/aviation-contrails-climate-impact-report.pdf>
- International Air Transport Association. (2024a). *Fact sheet CORSIA*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---corsia/>
- International Air Transport Association. (2024 b). IATA announces 2024 releases. International Air Transport Association. <https://www.iata.org/en/pressroom/2024-releases/2024-06-02-03/>
- International Air Transport Association. (2024c). *CORSIA Handbook*.
<https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/corsia-handbook.pdf>
- International Civil Aviation Organization. (2019). CORSIA Emissions Unit Eligibility Criteria.
https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO_Document_09.pdf
- International Civil Aviation Organization. (2022). States adopt net-zero 2050 global aspirational goal for international flight operations. <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/States-adopts-netzero-2050-aspirational-goal-for-international-flight-operations.aspx>
- International Civil Aviation Organization. (2024). *CORSIA Eligible Emissions Units*.
https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Eligible%20Emissions%20Units/CORSIA_EEU_Oct2024.pdf
- International Monetary Fund. (2019). Fiscal Monitor: How to Mitigate Climate Change.
<https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2019/09/12/fiscal-monitor-october-2019>
- Japan Airlines. (n.d.). JAL グループの持続可能な開発目標（SDGs）への取り組み [JAL Group's initiatives toward Sustainable Development Goals (SDGs)]. Japan Airlines.
<https://www.jal.com/ja/sustainability/jcsp/>
- Joppa, L., Luers, A., Willmott, E., Friedmann, S.J., Hamburg, S.P., Broze, R. (2021). Microsoft's million-tonne CO₂-removal purchase — lessons for net zero, *Nature*, 597, 629-632.
<https://doi.org/10.1038/d41586-021-02606-3>
- Lau, J.I.C., Wang, Y.S., Ang, T., Seo, J.C.F., Khadaroo, S.N.B.A., Chew, J.J., Lup, A.N.K., Sunarso, J. (2024). Emerging technologies, policies and challenges toward implementing sustainable aviation fuel (SAF), Biomass and Bioenergy, 186, 107277. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107277>
- Ministry of Economy, Trade and Industry. (2022). *Carbon Credit Report*.
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_credit/pdf/20220627_2.pdf
- MIT Office of Sustainability. (2024). MIT Travel Offset Program. <https://sustainability.mit.edu/mit-travel-offset-program>
- National Aeronautics and Space Administration. (2024). NASA Finds Summer 2024 Hottest to Date.
<https://www.nasa.gov/earth/nasa-finds-summer-2024-hottest-to-date/>
- Oyori, H. (2021). Moving towards Future Commercial Aviation and Electric Aircraft Systems, *Journal of the Japan Society for Precision Engineering*, 87 (6), 505–508.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspe/87/6/87_505/_pdf

- Reuter, T. & Hyde, D. (2021). Creating zero-emission aviation with hydrogen and electric power. <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/targeting-true-net-zero-aviation/>
- Ritchie, H. (2024). What share of global CO₂ emissions come from aviation?, *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/global-aviation-emissions>
- Schmidt, A. (2022). University air travel and greenhouse gas mitigation: an analysis of higher education climate policies. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(6), 1426-1442. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0318>
- Science Based Targets initiative. (2024a). *SBTi Corporate Near-term criteria Version 5.2*. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-criteria.pdf>
- Science Based Targets initiative. (2024b). Aligning corporate value chains to global climate goals. SBTi Research: Scope 3 Discussion Paper. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Aligning-corporate-value-chains-to-global-climate-goals-SBTi-Research-Scope-3-Discussion-Paper.pdf>
- The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market. (2024a). *Core Carbon Principles Assessment Framework and Procedure*. <https://icvcm.org/wp-content/uploads/2024/02/CCP-Book-V1.1-FINAL-LowRes-15May24.pdf>
- The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market. (2024b). Carbon credits from current renewable energy methodologies will not receive high-integrity CCP® label. <https://icvcm.org/carbon-credits-from-current-renewable-energy-methodologies-will-not-receive-high-integrity-ccp-label/>
- Trencher, G., Nick, S., Carlson, J., & Johnson, M. (2024). Demand for low-quality offsets by major companies undermines climate integrity of the voluntary carbon market. *Nature Communications*, 15, 6863, <https://doi.org/10.1038/s41467-024-51151-w>
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- United Nations. (2024). *Update of the High-Level Expert Group on the 2030 Agenda for Sustainable Development* [PDF]. United Nations. <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/high-level-expert-group-update7.pdf>
- United Nations Climate Change. (n.d.). Race to Zero. UNFCCC Climate Champions. <https://climatechampions.unfccc.int/>
- United Nations Development Programme. (2022). What are carbon markets and why are they important?. <https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/what-are-carbon-markets-and-why-are-they-important>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2022). Race to Zero Criteria 3.0. https://climatechampions.unfccc.int/wp-content/uploads/2022/06/Race-to-Zero-Criteria-3.0-4.pdf?_gl=1*g1c37j*_ga*MTY50TUwNzA2OS4xNzE3ODM2NjE0*_ga_7ZZWT14N79*MTcyMDM5Mzk5OS42LjEuMTcyMDM5NjEwNS4wLjAuMA
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2023). Recommendation: Requirements for the development and assessment of Article 6.4 mechanism methodologies, <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/a64-sb009-a01.pdf>
- University of California, Berkeley. (2023). UC Berkeley Business Air Travel Carbon Mitigation Program, <https://sustainability.berkeley.edu/office-sustainability/uc-berkeley-business-air-travel-carbon-mitigation-program>

University of California, Berkeley. (2024). Developing UC's carbon offset program.
<https://gspp.berkeley.edu/research-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/developing-UCs-offset-strategy>

University of Edinburgh. (2024). The Forest and Peatland programme.
<https://www.ed.ac.uk/sustainability/operations/forest-peatland>

University of Oxford. (2022). Travel Policy. <https://travel.admin.ox.ac.uk/travelling-for-work/travel-policy>

Verra. (2024a). Verra Releases Minor Updates to the VCS Program, Including Version 4.7 of the VCS Standard. <https://verra.org/vcs-program-updates-address-corsia-conditions-clarify-icvcm-alignment/>

Verra. (2024b). ICAO Approves Verra's VCS Program for CORSIA Eligibility. <https://verra.org/icao-approves-verras-vcs-program-for-corsia-eligibility/>

Wellcome Trust. (2021). Carbon offset policy for travel. <https://wellcome.org/node/369>

運輸総合研究所. (2023). 航空分野における CO2 削減取組みに関する調査 (CORSIA 調査) 及び海事・航空等交通運輸業界への周知啓発報告書. 一般財団法人 運輸総合研究所.
https://www.jttri.or.jp/pdf/aviation_portal-15.pdf

環境省. (2011). 温室効果ガス排出削減量の算定ガイドライン (ver. 2.0) .
<https://www.env.go.jp/content/900519760.pdf>

環境省. (2021). 日本の NDC (国が決定する貢献) . <https://www.env.go.jp/content/900442544.pdf>

環境省. (2023). Principles of High Integrity Carbon Markets.
<https://www.env.go.jp/content/000127540.pdf>

環境省. (2024a). 令和 6 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書.
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r06/pdf/full.pdf>

環境省. (2024b). カーボン・オフセット ガイドライン Ver.3.0.
<https://www.env.go.jp/content/000209289.pdf>

環境省. (2024c). 我が国におけるカーボン・オフセットのあり方について (指針) 第 4 版.
<https://www.env.go.jp/content/000209286.pdf>

環境省. (2025). 日本の NDC (国が決定する貢献) . <https://www.env.go.jp/content/000291804.pdf>

東京大学. (2022). UTokyo Climate Action, <https://www.u-tokyo.ac.jp/content/400201994.pdf>

東京大学. (2023). UTokyo Climate Action 2023. <https://www.u-tokyo.ac.jp/content/400225689.pdf>

東京大学. (2024). UTokyo Climate Action 2024. <https://www.u-tokyo.ac.jp/content/400252764.pdf>

東京大学未来ビジョン研究センター. (2025). 航空分野の CO2 削減に向けた水素利用に関する提言 日本社会への提案. https://ifi.u-tokyo.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2025/01/recommendation_for_society_sky_system_20250124.pdf

東京都環境局. (2024). 大規模事業所への温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度 (概要) ,
<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/kankyo/gaiyou24>

東京都環境局. (n.d.). 事業所一覧 [Excel ファイル]. 東京都環境局.
<https://www9.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/koukai/download/jigyoshoichiran.xls>