

# 未来プロジェクト TSUNAGU21 III

〈グループC〉

## カーボンニュートラルで取り残されるもの

笹井 貴央<sup>1)</sup>, 加藤 誠<sup>2)</sup>, 小野 剣<sup>3)</sup>

松田 芳久<sup>4)</sup>, 勝見 良太<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>立命館大学大学院 理工学研究科  
(〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 E-mail: ce0004hs@ed.ritsumei.ac.jp)

<sup>2)</sup>株式会社堀場アドバンスドテクノ  
(〒601-8551 京都市南区吉祥院宮の東町2 E-mail: makoto.kato@horiba.com)

<sup>3)</sup>三菱電機(株)  
(〒652-8555 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1-1-2 E-mail: Ono.Ken@ce.MitsubishiElectric.co.jp)

<sup>4)</sup>日立製作所  
(〒814-8577 福岡市早良区百道浜2-1-1 E-mail: yoshihisa.matsuda.xe@hitachi.com)

<sup>5)</sup>株式会社日吉  
(〒523-8555 滋賀県近江八幡市北之庄町908 E-mail: r.katsumi@hiyoshi-es.co.jp)

### 概要

世界中の多くの国々が2050年までにカーボンニュートラルの実現を宣言し、脱炭素社会の実現に向けた取り組みを実施している。しかし、経済的な事情や様々な事情によりカーボンニュートラル実現に向けた取り組みに積極的ではない国々も存在する。我々は現状の延長線上でカーボンニュートラル実現に取り組んだ際の、「カーボンニュートラルで取り残されるもの」が何であるかについて議論を行った。また「カーボンニュートラルで取り残されない」状態を実現するための未来像の検討を行った。

キーワード：カーボンニュートラル, GHG 排出, 森林減少, 途上国

原稿受付 2022.12.23

EICA: 27(4) 31-35

## 1. 背景と現状

2022年11月6日から第27回国連気候変動枠組み条約締結会議(COP27)がエジプトで開催された。2021年のCOP26では、世界平均気温上昇を1.5℃に抑える努力目標が継続され米国、日本を含む150か国以上が、2050年のカーボンニュートラルを表明した<sup>1)</sup>。

カーボンニュートラルとは、地球温暖化対策の1つとして、世界中の多くの国々が2050年までに実現を目指すことを宣言し、脱炭素社会の実現に向けた取り組みを促進している。

また、日本の環境省が考えるカーボンニュートラルは、温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させる事を意味し、2020年10月に政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを目指すと宣言している。

全国地球温暖化防止活動推進センター(JCCCA)によれば、CO<sub>2</sub>排出量は世界全体で約335億トンであり、日本のCO<sub>2</sub>排出量は約10.6億トンで全体の3.2%

を占めており世界5位の位置にいる<sup>2)</sup>。その他は、中国がCO<sub>2</sub>排出量約98.8億トンで全体の29.5%を占めて世界第1位の排出量となっている。世界第2位は

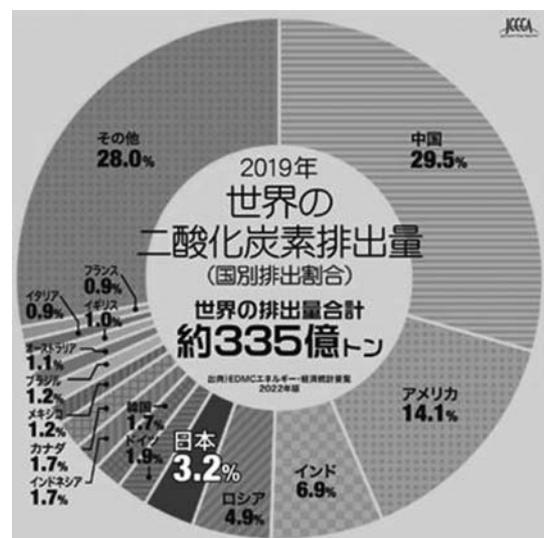


Fig. 1 Global carbon dioxide emissions in 2019

アメリカでCO<sub>2</sub>排出量約47.4億トンとなっており、全体の14.1%を占めている (Fig. 1)。

発展途上国のCO<sub>2</sub>排出量は、2019年時点で全体の3割を占めており、特にブラジル、メキシコは世界のCO<sub>2</sub>排出量のそれぞれ9、10、11位に位置しており、現時点で高いCO<sub>2</sub>排出量となっている (インドネシアCO<sub>2</sub>排出量5.84億トン〈全体の1.7%〉、メキシコ4.19億トン〈全体の1.2%〉、ブラジル4.11億トン〈全体の1.2%〉)。

しかし、国際エネルギー機関 (IEA: International Energy Agency) によれば、エネルギー需要は先進国では低下傾向にある。現時点で世界最大のCO<sub>2</sub>排出量の中国においても、2030年のピークを迎え、2050年に向けて低下していく見通しである。

一方、インド、東南アジア、アフリカ等の発展途上国では増加傾向にあるとの見通しである。発展途上国においては、2020年に年度比の1.7~1.8倍に拡大するとされている。そのため、将来的に発展途上国はカーボンニュートラルから取り残されていくと考えられる。

発展途上国におけるCO<sub>2</sub>排出量の詳細は、GDPが高い国ほど高く、国によりCO<sub>2</sub>排出量の要因は様々であることがわかる<sup>3)</sup> (Fig. 2)。

GDPの高いインドは、CO<sub>2</sub>排出量2,659 MtCO<sub>2</sub>e (約26.6億トン)の内、7割の1,855 MtCO<sub>2</sub>eがエネルギーを要因としたCO<sub>2</sub>を排出している。メキシコにおいても同様に、CO<sub>2</sub>排出量699 MtCO<sub>2</sub>eの内、約5割にあたる326 MtCO<sub>2</sub>eをエネルギーによる排出量が占める。

ブラジルにおいては、CO<sub>2</sub>排出量1,467 MtCO<sub>2</sub>eの内、約3割の487 MtCO<sub>2</sub>eを農業要因とするCO<sub>2</sub>排出となり、同じ約3割の397 MtCO<sub>2</sub>eが森林を要因とするCO<sub>2</sub>排出量となっている。インドネシアにおいても傾向が近く、CO<sub>2</sub>排出量1,458 MtCO<sub>2</sub>eの内、約5割を占める724 MtCO<sub>2</sub>eが森林を要因とするCO<sub>2</sub>排出量となっている<sup>4)</sup>。

上記からブラジル、インドネシアにおいては、他の国とCO<sub>2</sub>排出量の傾向が異なり、国による特色が表れていると考えられる。また、CO<sub>2</sub>吸収量になるはずの森林を要因としており、森林が伐採されCO<sub>2</sub>排出量をもたらしていることが推測できる。

そこで、森林を要因とした排出量が他国と比較し多くなっているブラジル・インドネシアにおいての最適なカーボンニュートラルについて検討することで、カーボンニュートラルにて取り残される発展途上国の要因と対策を導くことができると考えた。

## 2. ブラジルとインドネシアの現状解析及び未来像の提案

### 2.1 ブラジルの現状と課題

ブラジルの現状と課題について調査を実施したところ、ブラジル国内の人口増加の問題が見えてきた。その中で、ブラジル政府としての土地開発プロジェクトを推進しており、ブラジル国内の開発は、1940年代よりアマゾン開発計画がスタートし、1960年代に開



Fig. 3 Scale of forest loss and sources of sectoral GHG emissions in Brazil

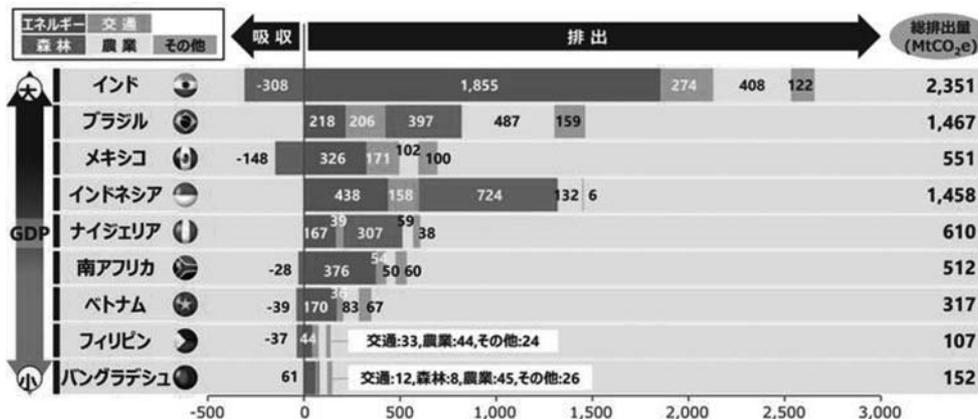


Fig. 2 GHG emissions in major developing countries by business area

発が本格化すると森林破壊も進行した。その開発の中でアマゾン縦断する道路建設事業の拡大や肉牛の飼育、輸出用大豆栽培などの畜産・農業が拡大している。これらの土地開発プロジェクトを推進した結果、ブラジルの国内輸出金額の40%が農畜産物となっており、特に牛肉輸出量の関しては世界全体の16.7%を占めている。

一方でブラジルには森林面積を守る法律もあるが、十分機能しておらず、森林減少が進んでいる。そのため、アマゾンのGHG排出源（greenhouse gas: 温室効果ガス）は年々増加しており、GHG排出源の7割は森林喪失（農地転用・違法伐採など）、農業によるものであることが確認できた（Fig. 3）。

また、森林減少共にアマゾンに住む先住民の方の生活にも影響していることが現状調査の過程で見えてきた。

そのため、このままの状態が継続すると森林減少と共に先住民の方の文化がなくなる可能性が高いと考えられる。

## 2.2 ブラジルの未来像

2.1の調査の結果、現状の課題を「森林減少に伴うGHG排出源の増加及びアマゾンの先住民の方の文化が喪失する可能性があること」と捉え、未来像の検討を行った。

2.1で述べたように、ブラジル国内ではアマゾンの森林を守るという法律は存在するが、上手く機能しておらず、森林減少が進んでいる。その問題点の一つとして、ブラジルが国策として土地開発プロジェクトを推進しているという矛盾から、十分に法律が機能していないことが問題と考えた。

土地開発プロジェクトを推進している理由は、ブラジル国内の経済発展を進めるためであり、土地開発プロジェクトを止める、もしくは減速させるためには世界的な経済支援を行うことでアマゾンの森林減少を止める必要があると考えた。

アマゾンは地球全体の光合成量の20%を占めるとも言われており、アマゾンによるCO<sub>2</sub>吸収源を維持は、地球全体で見た場合のカーボンニュートラルを実現するためには必要不可欠である。そのため、ブラジルに対する世界的な経済支援を起点に未来像を描いた。

世界的な経済支援を行うことで、アマゾン保護や維持の実現が可能となり、アマゾン独自の動植物の保護が進み、アマゾンに住む先住民の生活や文化が保護されることになる。また、アマゾンに住む先住民は自らの生活場所である森林の維持・監視を行っており、結果として森林破壊を抑制する役割も果たしているため、森林保護の機能の強化が期待できる。

更に、森林保護の役割を果たす先住民の生活レベルをクリーンエネルギー活用などで向上させることで、先進国の国民がアマゾンの文化に触れる敷居が下がることが期待でき、アマゾンの動植物や先住民の文化が新たな観光資源になることが考えられる。

アマゾンに観光に訪れた観光客は、アマゾンを感じることによって環境意識が向上し、観光客の自国の環境保全や他の環境問題解決のきっかけになることも期待できる。

これらの仕組みを循環させることで、ブラジルの森林減少を止め、カーボンニュートラルを実現できると考えた（Fig. 4）。

## 3. 現状・問題 インドネシア

### 3.1 インドネシアの現状と課題

インドネシアの現状と課題について、ブラジルの事例と同様に、国内産業と森林破壊に関係があるという仮説のもと、インドネシアの主要産業について調査を行なった。インドネシアでは、パーム油産業が国内主要産業となっており、国内総輸出額の10%を占めている。また、世界市場で見ると、パーム油の輸出量では世界全体の約60%を占めていることが分かった<sup>5)</sup>。

調査していく中で、このパーム油産業がインドネシ

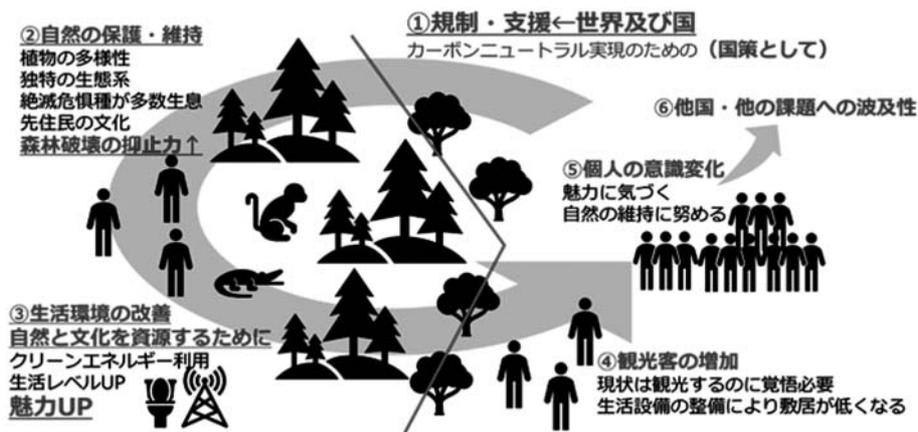


Fig. 4 Future Vision for Reducing Deforestation and Protecting Indigenous Peoples in Brazil

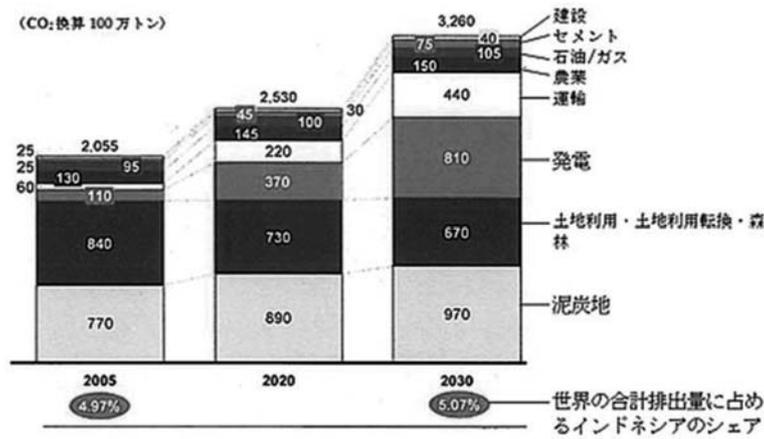


Fig. 5 Breakdown of CO<sub>2</sub> Emissions in Indonesia

アの森林減少や CO<sub>2</sub>排出の大きな要因となっていることが見えてきた。

森林減少の要因として、パーム油の原料となる油やしの栽培農園増設及び生産工場建設・増設のための土地開拓、森林伐採（違法含む）、森林焼き払い、焼き払いによる大規模火災、泥炭地破壊が大きな要因となっている。

さらに、CO<sub>2</sub>排出量については、CO<sub>2</sub>排出源の約 80% が土地利用による森林破壊及び泥炭地の破壊によるものであった (Fig. 5)<sup>6)</sup>。これらのことから、国の主要産業が森林破壊（減少）を助長し、CO<sub>2</sub>の排出源となっていることが分かる。

インドネシアの熱帯林は世界の約 10% を占めている。熱帯林は地球の肺と呼ばれ、CO<sub>2</sub>を吸収し、O<sub>2</sub>を大気に供給することで、酸素や炭素の循環に寄与しており、さらに、人間活動が放出した CO<sub>2</sub>の一部を吸収し、生物多様性を育む役割を果たしている。インドネシアでは、国の主要産業であるパーム油産業が森林破壊を引き起こしていることから、それが世界的な CO<sub>2</sub>排出量の増加にも影響を与えている。

また、ブラジルと同様に、主要産業による森林破壊は、先住民の文化にも影響を与えており、先住民の生活への影響も懸念される。インドネシアは災害リスクも高く、今後も森林減少が続くことで、災害に脆弱になることに加え、森という資源や、先住民を含む文化までも無くなる可能性が考えられる。

### 3.2 インドネシアの未来像

インドネシアでの森林減少や GHG 排出源の大半はパーム油産業由来であるといっても過言ではない。しかし、パーム油産業は大きな収入源であり、製造工場、農園については国民の重要な就労先でもある。また世界からの需要も大きいことを踏まえ、パーム油産業を減らすことはできないことを前提とし、自国での CO<sub>2</sub>吸収量の増加を軸に未来像を考えた。

まず、インドネシアは島国であり海洋保有面積も広いという地理的条件を活かし、循環圏の始まりをマングローブ植林と珊瑚礁の繁殖とした。この両者を選択した理由は、両者が海洋中の CO<sub>2</sub>吸収源であること。また、マングローブは、災害による土砂等から珊瑚礁を守る働きがあり、珊瑚礁は、マングローブに生息する生物の棲家となり、相互扶助の関係にあるからである。

Fig. 6 に未来像を示す。起点であるマングローブの植林により、災害面では津波等の被害が減少し、観光面ではマングローブ及び珊瑚礁に生物が集まり生態系が豊かになる。生態系が豊かになることで、ダイビング目的等の観光客が増え観光業が活性化する。生態系の豊かさは、漁場環境を豊かにし、水産業に対しても好影響をもたらす。

観光業・水産業の充実により、自国収入の増加と併せて、環境に配慮した経済成長というスキームが着目され、世界的な評価が上がり、他国からの投資が増えることが予想される。自国収入と投資により得た資金で植林を行い、森林としての CO<sub>2</sub>吸収量の増加を期待する。その結果、森林と海洋の双方からの CO<sub>2</sub>吸収量の増加が見込まれると考えた。

また、植林により本来あるべき自然の姿に近づくことにより、先住民の生活も守られ、災害面においては、沿岸部での津波、高潮被害を軽減できるグリーンインフラの効果を果たすことも可能である。

先住民の生活が守られることで、その国の文化を守ることもつながる。文化の保護及び災害被害の軽減により、安定した観光の提供が可能となり、自国収入の増加及び環境に配慮した経済成長に対する投資の増加も考えられる。この資金をマングローブ植林・珊瑚礁繁殖にあてることで、理想の一つの循環が完成すると予想した (Fig. 6)。

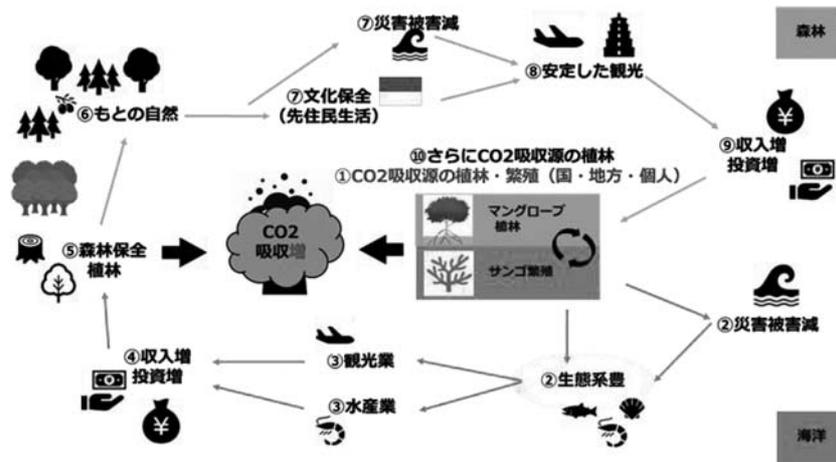


Fig. 6 Future Vision for Reducing Deforestation and Protecting Indigenous Peoples in Indonesia

#### 4. カーボンニュートラルで取り残されるもの

これまでブラジル・インドネシアの2つの国において、「カーボンニュートラルで取り残されるもの」とは、世界共通の長期目標であるカーボンニュートラルを目指すことで失われていってしまうであろう「発展途上国の中の先住民と文化」だと我々は考えた。

また、それぞれの国における問題と解決策を検討し、両国における共通の解決策は以下の通りである。

- ・自然を守り、自然を元に戻す

様々な理由で失われてきた森林等の自然は、時間が経てば元の姿に戻っていくというものではないため、これまで失ってきた森林を植林によって、本来あるべき姿に戻すことが重要である。

- ・人と文化を守っていくことにより、新しい価値を創造する

先住民の方を始めとして、その土地に築かれてきた文化を守る必要がある。また、先住民・文化を守ることで、森林破壊への抑止力を保持する必要がある。

これら2つの解決策は、世界的な取り組みも必要であると同時に、より一層、世界中の一人一人が認識することが重要である。

#### 5. まとめと謝辞

本論文では、カーボンニュートラルという世界共通の長期目標の中で、これからCO<sub>2</sub>排出量が増加していくであろう発展途上国に注目し、カーボンニュートラルによって取り残されるもの、そしてその解決策について検討した。

一つ一つの国としての取り組みは今後も必要である

が、それ以外にもその国々の中の一人一人の認識が重要であることが分かった。今後、世界的に発展途上国の問題に先進国が支援できるような体制・取り組みがより進んでいき、先進国から途上国への支援を実施するハードルが低くなり、その土地の文化を守りつつ、世界を巻き込んでカーボンニュートラルが進んでいくことを期待している。

最後に、今回未来プロジェクトを企画いただきましたEICA事務局の皆様、非常に有意義な時間・空間とともに、普段は関わることのできない講師の方や官民学の関わりの場を設けていただき、誠にありがとうございました。

本プロジェクトに関わってくださった皆様に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 環境省「国連気候変動枠組条約第26回締約国会合（COP26）結果概要」  
<https://www.env.go.jp/content/900518177.pdf>
- 2) 環境省 HP  
<https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/ondanka/>
- 3) JICA「途上国におけるカーボンニュートラル社会の実現」  
[https://www.jica.go.jp/priv\\_partner/information/field/2021/ku57pq00002nu88c-att/ku57pq00002nuebn.pdf](https://www.jica.go.jp/priv_partner/information/field/2021/ku57pq00002nu88c-att/ku57pq00002nuebn.pdf)
- 4) 三井物産株式会社「環境保全を軸とした投資促進を図るブラジルー2050年までのカーボンニュートラル実現に向けた農業セクターから着手ー」  
[https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2021/12/10/2112k\\_omori.pdf](https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2021/12/10/2112k_omori.pdf)
- 5) 住友商事グローバルリサーチ「インドネシアにおける経済成長に伴う地球温暖化と対策」  
<https://www.scgr.co.jp/report/survey/2022021651993/>
- 6) 日本貿易振興機構アジア経済研究所 HP  
[https://www.ide.go.jp/Japanese/IDESquare/Eyes/2011/RC201115\\_001.html](https://www.ide.go.jp/Japanese/IDESquare/Eyes/2011/RC201115_001.html)