

カーボンニュートラルの実現に向けた 国際標準化動向

NTT宇宙環境エネルギー研究所

たか や かずひろ **高谷 和宏**



1. はじめに

ITU-T SG5は、情報通信技術(ICT)の環境的側面における評価・試験方法に関する研究を担当しており、ICTによって発生する電磁界現象、ICTが気候・環境に及ぼす影響、循環型経済及び電子廃棄物を考慮した環境マネージメントなどに関するITU-T勧告を作成している。また、第5世代移動通信(5G)のサービス開始に向けて、5Gを対象とした、過電圧耐力(Resistibility)、電磁環境両立性(EMC)、電磁界による人体ばく露(Human Exposure to EMFs)及び給電・電力効率(Energy feeding & efficiency)に関する環境的要求条件の標準化も推進している。本稿では、表1に示す検討課題のうち、Working Party2(WP2)で検討されているデジタル技術の環境効率、気候変動にもたらすデジタル技術の影響評価、スマートエネルギーソリューションに向けた取組みを紹介する中でカーボンニュートラルの実現に向けた標準化の取組みについて報告する。

■表1. ITU-T SG5の検討課題

	3 . 110-1 00000 宋的旅应
	WP1 : EMC、雷防護、電磁界ばく露 (議長 : ポーランド、副議長 : イタリア、英国、中国)
Q1	ICTシステムの電気的な防護、信頼性、安全及びセキュリティ
Q2	雷及び他の電気的事象に対する装置及びデバイスの防護
Q3	デジタル技術に関する電磁界に対する人体ばく露
Q4	ICT環境におけるEMC問題
	WP2 : 環境、エネルギー効率と循環経済 (議長 : 中国、副議長 : 中国、エシブト、フランス)
Q6	デジタル技術の環境効率
Q7	電子廃棄物、循環経済、持続可能なサプライチェーン管理
Q9	気候変動及びSDGsとバリ協定のフレームワークにおけるデジタル技術の評価
Q11	気候変動緩和及びスマートエネルギーソリューション
Q12	持続可能でレジリエントなデジタル技術を通じた気候変動適応
Q13	循環型の持続可能なシティ及びコミュニティの構築

2. カーボンニュートラルに向けて

国連の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、2018年 10月に気温上昇1.5度における影響と達成の道筋に関する IPCC1.5度特別報告書を発表した。この中で、平均的な地球温暖化の範囲を産業革命前の気温と比較して1.5度上昇に制限し、気候変動による大災害の可能性を減らすことに全力を尽くすべきであると提言している。この提言を踏まえ、2021年11月に開催された国連気候変動枠組条約第26回締約国会議 (COP26) では、グラスゴー気候合意として世界の平均気温の上昇を1.5度未満に抑えることが採択され、

各国に削減目標の強化が求められることになった。1.5度特別報告書では、達成するための道筋となるモデルについても示されており、オーバーシュート(一旦1.5度を超えてから戻ること)しないモデルによると、2030年に2010年比で約45%の温室効果ガスを削減し、2050年ごろにはネットゼロ(実質ゼロ)にすることの必要性が示されている。

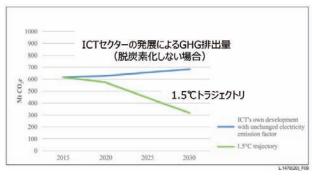
このほか、国際エネルギー機関(IEA)は、「世界エネルギー展望2021」の中で、各国のCO2排出シナリオを分析した結果、2050年までのCO2ネットゼロの達成には各国の排出目標とネットゼロ実現にはギャップがあり、エネルギー転換(再生可能エネルギーの活用)、省エネ、CO2回収・利用・貯留などの更なる導入が必要であるという結果を紹介している。また、1,000社を超える企業が参加する科学に基づく気候目標を設定するイニシャチブであるSBTiは、2021年10月に企業向けのネットゼロ目標設定に関するガイダンス(SBTi Corporate Net-Zero Standard)を発行し、1.5度未満に上昇を抑える目標に整合するために脱炭素化や炭素除去による中和に基づく短期/長期目標設定に関する指針を発表している。

このような動きの中、ITU-T SG5では持続可能なICTの利用促進に向け、ICTが環境に及ぼす影響の評価方法やICTのエネルギー効率向上に向けたITU-T勧告の作成を進めている。以下では、ITU-T SG5の課題9 (Q9/5) における検討内容を中心にカーボンニュートラルの実現に向けた取組みを紹介する。

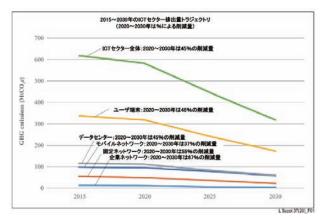
3. 気候変動にもたらすデジタル技術の影響評価

Q9/5では、気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCC) パリ協定及び持続可能な開発目標 (SDGs) と整合したICT の利用方法や、AI、5Gを含むデジタル技術に対する環境影響の評価方法が検討されている。

ICTセクターの環境影響の評価方法を規定するITU-T勧告L.1450では、温室効果ガス排出量に関する評価方法が示されており、固定網/モバイル網に対する温室効果ガス排出量分析結果も示されている。さらに、2度上昇シナリオに向けた評価方法では、排出量シナリオの特定、参照年の選択、参照年における排出量の評価、異なるシナリオ



■図1. ICTセクターにおけるGHG排出量トラジェクトリ (出典:ITU-T勧告L.1470)



■図2. ICTセクター及びサブセクターにおけるGHG排出量トラジェクトリ(出典:ITU-T補足文書L.Suppl.37)

の排出量分析、シナリオの選定、継続監視等、詳細な手順も規定されている。これに対して、ITU-T勧告L.1451では、ICTセクターがそれ以外のセクターに及ぼすポジティブな影響評価が示されており、一般均衡モデルを使ったトップダウン的な評価手法を使うことによりICT利用による環境(CO2排出量)及び経済(国内総生産(GDP))への影響を評価する方法が規定されている。

また、ITU-T勧告L.1470には、ICTセクターにおける温室効果ガス排出量シナリオに関する検討結果が示されている。これは、2015年を基準年としたICTセクター及びそのサブセクター(モバイルネットワーク、固定ネットワーク、データセンター、企業ネットワーク、ユーザ端末を対象とする5つのサブセクター)に対する温室効果ガス排出量トラジェクトリ(温室効果ガス排出量上限値)を規定するものであり、2030年までの推定値を提供するものである。なお、このトラジェクトリはSBTiのほか、モバイル通信事業者の業界団体であるGSMA、グローバルな持続可能性を検討するイニシャチブGeSIとの協力関係の下、1.5度シナリオと整合する

ものとなっている。

Q9/5では、上記のITU-T勧告を補足する文書 (Supplement) もいくつか作成されており、補足文書L.Suppl.37では、上 記のITU-T勧告L.1470に準拠する1.5度シナリオ目標設定に 向けたモバイルネットワーク事業者、固定ネットワーク事業 者、データセンター事業者向けのガイダンスを提供しており、 科学的根拠に基づいた目標設定方法の指針が示されてい る。ここで注目すべき点は、この補足文書がITU、SBTi、 GSMA、GeSI4者の合同開発により勧告化されたこと及び 温室効果ガスプロトコルにおけるスコープ1(事業者自らに よる温室効果ガス直接排出する量)、スコープ2(他社から 供給された電気や熱・上記の使用に伴う間接的に排出する 量) に対する排出目標の計算方法が具体的に規定されてい る点である。さらに、補足文書L.Suppl.38では、ITU-T勧 告L.1470に準拠する1.5度シナリオ目標設定に向けたICT機 器製造業者向けの科学的根拠に基づく目標設定のガイダン スとなる内容を提供している。

ITU-T勧告L.1470についてのもう一つ特筆すべき点として、2020年~2030年の期間における1.5度シナリオ目標を 実現するためのICTセクターにおける脱炭素化戦略が示されており、

- ・エネルギー効率化計画の実施
- ・再生可能エネルギーあるいは低炭素な電力供給への切 替え
- ・エンドユーザ間での炭素抑制意識の奨励 が提言されている。表2に具体的な実施例を示す。

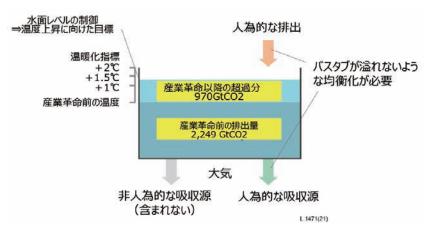
カテゴリ	対策例
エネルギー効率の高いネットワーク運用	複数の省電力機能 代替エネルギー供給 統合と仮想化 フリークーリングシステム、ロケーションの最適化
ビルサービスの効率向上	効率的な建物監視 省エネ対策 代替モビリティの概念 ビデオ会議と音声会議
代替エネルギーの供給	再生可能エネルギーの自家発電 再生可能エネルギー証書 (REC) の購入若しくは電力購入 契約 (PPA) エネルギー供給革新
サーキュラーエコノミー原則の適用	製品とサービスのエコデザイン ネットワーク機器の再利用 調客製品/サービスのライフサイクル及びEoLの最適化 修理可能な製品の販売

■表2. 脱炭素化対策としての実施例

4. ITUにおけるカーボンニュートラルに向けた取組み

2020年10月に日本政府は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「カーボンニュートラル」をめ ざすことを宣言した。カーボンニュートラルは、CO₂だけで なく、すべての温室効果ガスの排出量から、植林や森林管





■図3. 地球規模でのネットゼロ達成に向けたバスタブ曲線(出典:ITU-T勧告L.1471)

理などによる吸収量を差し引いた合計をゼロ(実質ゼロ)にすることを意味する。一方、IPCCでは地球規模での「ネットゼロ」は、温室効果ガスの人為的な排出量と吸収量との間の均衡が取れる状態であると定義されている。

地球温暖化による気温上昇を1.5度に抑えるための1.5度シナリオと整合したネットゼロ目標及び方針策定に向けたICT企業向けのガイダンスと基準はITU-T勧告L.1471の中で規定されており、その中で、企業レベルでのネットゼロは次のように定義されている。

"除去困難な残留温室効果ガス排出量を炭素除去により帳消しにし、科学に基づく温度上昇シナリオに従ってバリューチェーンにおける温室効果ガス排出量(スコープ1、スコープ2、スコープ3対象)を削減する取組みを進めることにより企業が達成できる状態"

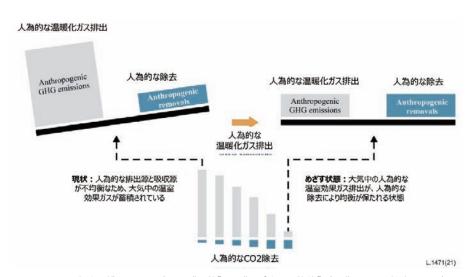
また、ITU-T勧告L.1471では、温室効果ガス削減(Reductions)、温室効果ガス除去(Removals)、温室効果ガス排出回避(Avoidance)を中心としてネットゼロ目標と戦略を設定するICT企業に向けた指針を次のように記載している。

(1) 温室効果ガス削減 (Reductions)

スコープ1、スコープ2、スコープ3排出量を含むフルバリューチェーンを対象とする炭素削減への取組みとして、L.1470において説明される表2に示される脱炭素化に向けた対策を進める必要がある。

(2) 温室効果ガス除去 (Removals)

ICT企業がネットゼロ目標を設定するにあたり、ネットゼロの実現以降、残留排出量レベルを超える温室効果ガス排出量を除去できるように計画する必要がある。



■図4. 人為的な排出量に関連した"現状"と"めざすべき状態"(出典:ITU-T勧告L.1471)

(3) 温室効果ガス排出回避(Avoidance)

ICT企業は、排出量削減・除去に加え、社会のネットゼロ実現に向けてICTネットワークや製品、サービスを提供することによる温室効果ガス排出回避を進めることが重要である。この際、排出回避策がもたらす効果の評価及び文書化を行うことが求められる。

■表3. ネットゼロへの移行に向けたデジタル技術の応用例

キーとなるデジタル技術	主な役割
ソーシャルメディア	ネットワーク上での情報共有や個人の行動データ収集を 可能にするインタラクティブ技術
Eコマース	インターネット上での製品・サービスの売買の実現
ют	あらゆるデバイス同士の接続、オンラインサービスとの 接続
AI/ML、ディーブラーニング	コンピュータ・プログラムの学習能力の向上
5Gモバイルネットワーク	ヒト・企業・モノに高速な通信をもたらすネットワーク 技術
ブロックチェーン	取引データの効率的かつ検証可能な分散型台帳システム
デジタルツイン	実世界のデジタルレプリカ

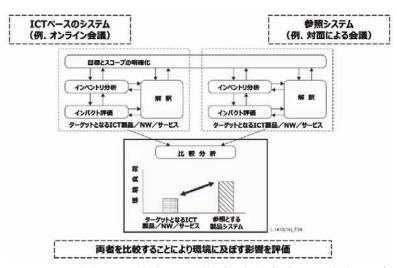
このほか、ITU-T勧告案L.Enablementの作成では、温室効果ガス排出回避の観点からICTサービスにより実現されるネットゼロに向けた排出削減評価についての議論が進められている。このITU-T勧告作成の目的は、ICTセクター以外のセクターを対象に、特定のICTサービスによる温室効果ガス排出量削減への貢献度をどのように評価するか及び削減に向けたガイダンスを提供することにある。ICTネットワークや製品、サービスによる有効性の評価は、ITU-T勧告L.1410に規定される比較分析手法を基本としており、図5に示すように参照となるシステム/サービスとターゲットとするシステム/サービスに対するライフサイクルアセスメント(LCA)分析が可能となる。なお、ITU-T勧告案L.Enablementは2022年内の作業完了予定である。

Q9/5におけるネットゼロに向けた主要な標準化の動向についてここまで紹介してきたが、これらのほかにネットゼロの実現に向けた勧告化策定中のものとして表4に記載するものが挙げられる。ITU-T勧告案L.VirtualMeetingは、国連気候変動枠組み条約(UNFCC)からITUへの支援要請を受けてオンライン会議の影響評価を検討するものであり、オンラインによる会議/イベントにおける温室効果ガス排出量の推定、温室効果ガス排出回避を考慮した排出削減に関する評価方法を規定する。

ITUでは"グローバルな電気通信/ICTの発展に向けたConnect 2030アジェンダ"において、2030年までに国連が進めるSDGsの達成の加速化に向けて技術革新がどのように貢献できるかに焦点を当てた取組みを進めており、2022年~2023年の間でのITUの戦略的な計画にリンクするものとなっている。この中の目標の一つである持続可能性(サステナビリティ)という観点での電気通信/ICTにより達成される温室効果ガス排出量削減効果の向上に向けた評価方法は表4中の補足文書Suppl. L.Connect2030の作成の中で検討される。この補足文書は2022年度末の完成予定である。

■表4. ネットゼロの実現に向けた策定中の勧告案

作業項目	勧告名
Suppl.L.Decarbonisation	L.1470トラジェクトリを実現するための脱炭素化戦略に関する補足文書
L.VirtualMeetings	オンライン会議やイベントにおける温室効果ガス排出を推定する方法
Suppl.L.Connect2030	Connect2030ターゲットに向けた取組みに関するガイダンス
L.Database	世界規模でのICTセクタにおけるGHG排出量に関するITUデータベースの 構築に向けたガイダンス
L.GHGintensities	通信ネットワーク事業者向けGHG排出量原単位に関する指標



■図5. ITU-T勧告L.1410で規定される比較分析の概略(出典:ITU-T勧告L.1410)



5. デジタル技術の環境効率と スマートエネルギーソリューション

これまでITU-T SG5の課題9 (Q9/5) における標準化動 向について紹介した。第5章では、課題6(Q6/5)及び課題 11 (Q11/5) における標準化動向を紹介する。Q6/5は、脱 炭素化に向けたエネルギー効率化の観点からデジタル技術 に対する環境効率の検討を進めている。エネルギー効率 を考えるにあたり、電力消費量が主要パラメータになるも のの、通信システムに対して適用する上では伝送トラフィッ ク量や遅延時間などの通信性能を示すパラメータに対する 考慮が必要である。Q6/5における代表的なITU-T勧告と して、通信機器に対するエネルギー効率指標とその測定方 法を規定するITU-T勧告L.1310、運用中のモバイルネット ワークに対するエネルギー効率指標とその測定方法を規定 するITU-T勧告L.1331、通信ネットワーク一般を考える上 での設備やインフラを考慮したエネルギー効率評価を行う 上での指標とその測定方法を規定するITU-T勧告L.1332、 通信基地局に応用可能なエネルギー効率測定に向けた要 求条件及び評価方法を規定するITU-T勧告L.1351などが 挙げられる。特に、ITU-T勧告L.1331は5Gモバイルネット ワークにおける多数同時接続(mMTC: Massive machine type communication) やネットワークスライシングを考慮 した内容を新しく反映して改版されている(2022年1月)。 その他、作成中であるが、5Gモバイルネットワーク/装置 に対するエネルギー削減に向けた技術及びベストプラクティ スに関する検討、モバイルネットワークにおけるエネルギー 消費に起因する温室効果ガス排出量を考慮した新しい指 標についての検討も行われている。

一方、Q11/5においては、低炭素社会に向けたスマートエネルギーソリューションに関する検討が行われている。具体的には、ICTとデジタル技術を使った効率的なエネルギー管理に向けたエネルギーサービス/制御ソリューションに関する検討のほか、エネルギー効率向上及びCO2排出量削減を目的としたエネルギー管理についての検討である。代表的な勧告として、ネットワーク機能の仮想化(NFV:Network Function Virtualization)に関するエネルギー効率評価方法を規定するITU-T勧告L.1361、効率及び環境に配慮するという観点での持続性ある高度化されたビル向けの管理に必要な要求条件を明らかにし、それによって実現されるサービスを規定したITU-T勧告L.1370、再生可能エネルギーを含む多様な給電系を持つ通信局舎に対する性能・安全性・エネルギー効率・環境負荷の観点でのス

マートなエネルギーソリューションについて規定するITU-T 勧告L.1380、データセンターあるいは通信局舎等の機械室 向けのエネルギー高効率化と電力削減をめざすスマートなエネルギー制御指針について規定するITU-T勧告L.1381/L.1382などが挙げられる。その他、ネットゼロに関連する勧告化策定中のものとして、ICTを使いネットゼロを実現するためのベストプラクティスの検討、ネットゼロに向けた脱炭素化に対する技術的ソリューションとなる電力消費ガイダンスに関する検討(データセンター・通信基地局・工業団地をそれぞれ対象とする勧告化)が行われている。

AIを含む新しい革新的な技術に対する環境効率を検討するフォーカスグループ(FG AI4EE)はITU-T SG5配下に設置された時限的な検討グループであるが、FG AI4EEの成果物の一つとして、エネルギー効率に優れたブロックチェーンに関するガイドラインを規定したITU-T勧告L.1317についても脱炭素化に貢献するものと考えられる。

6. おわりに

本稿では、カーボンニュートラルの実現に向けたITU-T SG5の取組みを紹介した。2021年末に開催されたCOP26に おいてグラスゴー気候合意として世界の平均気温の上昇を 1.5度未満に抑えることが採択され、各国に対して温室効果 ガス削減目標の強化が求められることになった。国連をはじ めとする様々な機関が、地球温暖化により引き起こされる気 候変動による大災害の可能性を減らすためにクリーンエネル ギーへの転換、省エネ、CO2回収・除去、クリーンエネルギー 技術の導入の必要性についての提言を行っている。このよう な中、エネルギー効率の観点でのICTそのものの持続可能 な開発を進めていくことはもちろんのこと、ICT技術をはじ めとする新たな革新技術によるネットワークシステムやサー ビスを提供することによる持続可能性、脱炭素化に向けた 貢献を進めていくことがITUをはじめとした国際標準化機 関には要請されている。ICTの持続可能な開発のために環 境への配慮は不可欠であり、本稿でのテーマであるカーボ ンニュートラルの実現に向けては、適切な情報を適切なタ イミングで発信していくことが、ITU-T SG5の使命と考えら れる。デジタル技術が環境に及ぼす影響をどのように評価 するか、ネットワークやICT機器のエネルギー効率を脱炭 素化の観点でどのように評価するか、さらにはICT技術や デジタル技術を使ったソリューションとしてどのように提供 するかということを明確化することが今後の課題である。

(2022年2月3日 ITU-T研究会より)