

Title	SDGsの研究基盤としてのインターネット環境
Sub Title	Internet environment for research platform of SDGs
Author	植原, 啓介(Uehara, Keisuke) 村井, 純(Murai, Jun)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2019
Jtitle	Keio SFC journal Vol.19, No.1 (2019.) ,p.8- 27
JaLC DOI	10.14991/003.00190001-0008
Abstract	SDGsの推進にはデジタルデータの活用は不可欠である。SFCではこれまで、インターネットやIoTの発展に大きく貢献してきており、社会においてデジタルデータを取り扱う基盤を構築してきた。SDGsの推進には、正確な計測と分析が必要となり、その領域のSFCにおけるインターネット関連の研究活動を評価し、報告する。具体的には、InternetCAR、Auto-ID、Scanning theEarth/Safecastなどの研究をデジタルデータのための基盤研究として考察する。
Notes	特集 SFC×SDG 招待論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0402-1901-0008

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

[招待論文]

SDGs の研究基盤としての インターネット環境

Internet Environment for Research Platform of SDGs

植原 啓介

慶應義塾大学環境情報学部准教授

Keisuke Uehara

Associate Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

村井 純

慶應義塾大学環境情報学部教授

Jun Murai

Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

Abstract: SDGs の推進にはデジタルデータの活用は不可欠である。SFC ではこれまで、インターネットや IoT の発展に大きく貢献してきており、社会においてデジタルデータを取り扱う基盤を構築してきた。SDGs の推進には、正確な計測と分析が必要となり、その領域の SFC におけるインターネット関連の研究活動を評価し、報告する。具体的には、InternetCAR、Auto-ID、Scanning the Earth/Safecast などの研究をデジタルデータのための基盤研究として考察する。

IoT is important for promoting SDGs. SFC has greatly contributed to the research on Internet and IoT. As a result, SFC also has contributed to the digital society recently. To promote SDGs, measurement and feedback are essential; this includes knowledge on digital data handling, which is cultivated through InternetCAR project, Auto-ID project, Scanning the Earth project, and Safecast project at SFC.

Keywords: インターネット、IoT、InternetCAR、Auto-ID、参加型センシング
Internet, IoT, InternetCAR, Auto-ID, participatory sensing

1 はじめに

SDGs の展開にとっての情報インフラストラクチャの役割は、グローバルに均一な環境測定システムを支え、更にそのデータが正しくかつ有効に利用される基盤の提供にある。SFC では創立以来、このような視点での研究活動を

継続してきている。特に重要な領域となったのは、IoT (Internet of Things) と呼称される技術体系である。

インターネットの起源は 1969 年に共に開始した、ベル研究所の UNIX オペレーティングシステムと、UCLA を中心とした ARPANET プロジェクトである。つまり 50 年ほどの歴史のある技術となる。SFC が創立された 1990 年には、それから 20 年が経過しており、インターネットは、技術的なコア標準が定まり、大学や研究所、コンピュータサイエンスに関連のある企業が世界中で接続され、人類が初めて手にするグローバルな活動空間の基盤体系がほぼ確立していた。その後 30 年を経過し、地球全体で、デジタル情報に自由にアクセスできるシステムに、ほぼ誰でも参加できる状態が整った。その人類の歴史の構築の重要な役割を SFC や SFC の卒業生が担ってきた。

SFC は、人と地球について研究する環境情報学部と、その両方をつなぐすべての分野を担う総合政策学部の 2 つの学部の協同で研究開発を進めてきた。複雑な問題解決を使命とする SFC が、持続可能な社会を目指して地球全体の視点で総合的な活動に取り組むのは当然のことである。

本稿では、SDGs に貢献するインターネットや IoT 環境の役割として、SFC で展開してきた InternetCAR や Probe Car などの自動車関連のプロジェクトと、Safecast のような放射線などのセンサーがインターネットに直接接続して通信に参加する新しい IoT に関するプロジェクトについて議論する。

2 IoT の誕生と SFC の研究体系

IoT は 1990 年代後半に誕生した。IoT は、インターネットとそれを利用したデジタル技術全般の多様な発展に伴って、多様な応用領域の基盤を形成し始めている。IoT という用語の起源には諸説があるが、Wikipedia などでは MIT の Kevin Ashton が用いたと記述¹⁾されている。この説の起源に SFC は深く関連している。本章では、SFC が IoT の起源に関係することとなった Auto-ID プロジェクト、移動体通信を使って広く実空間のデータを集めることに成功した InternetCAR プロジェクトの Probe Car のコンセプトと実証について述べる。

2.1 Auto-ID と IoT

MIT はバーコード技術の提案とその標準化の推進母体であることが知られている。バーコードは製造や物流における商品管理を目的として製品識別コードとして応用が進められていた。製品識別コードの標準化は、コード化されるセマンティクスの共通化に加えて、それらの内容を記述したデータベースによって成り立っている。図1にGS1のアーキテクチャを示す。GS1では、物につけるID、そのIDを物につける時のキャリア、そしてそれを支えるデータ交換の仕組みを標準化している。バーコードの技術は今日では物流全般に普及しているが、当時の応用領域としては軍の物品の厳密な管理が主要な需要であった。

1990年代になってインターネットが整備されてくると、分散されているインターネットに接続された複数のデータベースにアクセスすることが可能となり、製品識別コード体系は、データベースを識別するデータベース識別子との組み合わせで応用が発展することになる。

インターネット上の分散されたデジタル資源に対するアクセスの体系は、

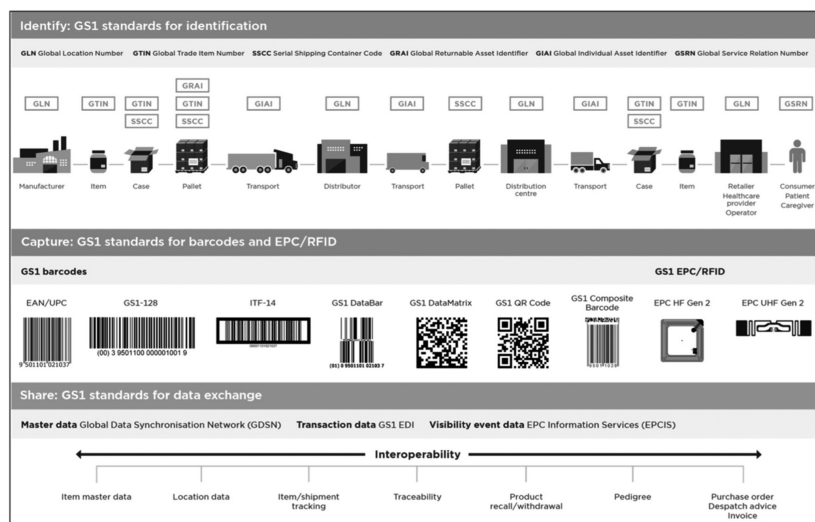


図1 GS1のアーキテクチャ (GS1 system architecture flyer²⁾より転載)

1989年にスイスの高エネルギー物理学研究所である CERN において Tim Berners-Lee によって提案された World Wide Web (WWW)³⁾の体系として確立されてきた。WWW では、論文などのドキュメント類が分散されてアクセス可能になっている状態を確立するための識別体系である URL (Universal Resource Locator) が規定された。URL にはその資源に対するアクセスの方法を指示するプロトコル名とその資源をグローバルに識別するためのドメインネーム⁴⁾を含む名前体系が定められている。



図2 URL の構造

1990年代前半に実現した Web によるインターネット上のプラットフォームの確立は、1990年代の後半に向けて関連標準化技術の開発とその展開を関連産業と共同して行う必要があった。そのために、Tim Berners-Lee は、MIT を拠点とした大学研究機関のグローバルネットワークを構築しその研究開発体系を拠点化した。これが、World Wide Web Consortium (W3C) で、北米を担当する MIT、ヨーロッパを担当する INRIA (フランス パリ)、アジア、主に日本を担当する慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスが、分散的に担当した。現在 W3C は、2019年6月現在世界で443の組織が加盟し、SFC が担う SFC 研究所コンソーシアムである W3C/Keio では、我が国の46組織との共同活動を行っている。

議論を遡り、MIT におけるバーコード体系の推進は、全く新しいデジタルデバイス技術とこのように発展したインターネット上でのデジタルリソースへのアクセス基盤を前提として、新しい要求に対する展開を開始した。この新しいデバイス技術は、RFID タグと呼ばれ、アンテナとコンピュータとメモリによって構成される小さなデバイスである。パッシブタグと言われるこのデバイスでは、アンテナが電波を受けることでその電波をエネルギー化し、

そのエネルギーでコンピュータがメモリを読み出し、更に残りのエネルギーで読み出したデータをアンテナから送信するという、電源を持たないことが特徴となる。もちろん電源供給が可能なら、更に多くの作業をタグ内のコンピュータで実行できるので、各種センサーなどをタグへ実装することが可能となり、センサー情報の送信などを能動的に行うことができる。このようなデバイスを、アクティブタグと呼ぶ。つまりより複雑なコード体系の製品識別コードを、ワイヤレスで読み取ることができるバーコードの後継技術として期待されていた。

MIT はバーコードにおける実績を背景とした産業連携体制を基盤に、新たなグローバル連携を提案した。こうして、無線技術に強い、オーストラリアのアデレード大学と中国復旦大学、更にインターネットと Web の専門領域を有する慶應義塾大学 SFC、ヨーロッパでの物流研究を担当するスイスのザンクトガレン大学とチューリッヒ工科大学、英国ケンブリッジ大学の機械工学分野をメンバーとして、自動認識識別という意味を込めて、AutoID ラボラトリーズという国際連携組織を開始した。MIT は Kevin Ashton をリーダーとして、機械工学系の研究者である Sanjay Sarma (現 MIT 副学長兼 EDex など MOOC を統括する遠隔学習センターの所長でもある) が参加していた。SFC では無線分野の専門家である三次仁氏 (現環境情報学部教授) を NTT 研究所から迎え、SFC 研究所インターネットリサーチラボラトリーとの連携により、新たに SFC 研究所 AutoID ラボラトリーの活動を開始した (図 3)。三次氏を迎えることで、SFC の役割は DNS などのインターネット上の情報アクセスシステムの研究開発に加え、無線と識別デバイスの技術にも研究開発の範囲が広がった。



図3 立ち上げ時期のSFCにおけるAuto-IDラボメンバー

RFIDへの期待は、コードの書き込みがメモリー上のデジタルIDであるために、バーコードが担う製品識別コード、すなわち流通する大量生産の製品種別を識別するためのIDに加えて、製品の個体に固有なIDを埋め込むことを可能にしたことにある。RFIDのシステムモデルは、製品に貼付されているRFIDのデバイスと、インターネットに接続されているこれらのデバイスの読み取り装置(場合によっては書き込みも可能)、そして、インターネット上に展開する製品の情報を含むデータベース群を要素として、安全で正確な情報へのアクセスを基礎とした応用モデルの体系と、コードそのものの体系の標準化などから成立する。

この議論の整理をしていた中で、製品識別はインターネット上の環境と合成され、コンピュータを要素として、あるいは、その利用者を要素として展開していたこれまでの環境に加えて、モノ(Things)もインターネットの要素となるという盛り上がった議論があった。RFIDの普及にはそのデバイスがバーコードのようにコストを意識しないレベルにまで安価になる必要がある。それが可能かどうかは、当時は判っていなかった。その上でリーダーのKevinの役割はイメージを共同研究各社に伝えることにあった。「Internet of Things」という言葉の発祥がKevinにあったという説の背景はここにある。

この初期段階の議論で活発な応用領域の議論があった。MITグループでの

応用モデルは、食品の流通にあった。生産から小売までの食料に対して生産者から流通過程や構成物などの食品トレーサビリティへの期待は、RFID に記録された定められた個体識別 ID をキーに、あらゆるインターネット上のデータベースにアクセスすることができれば、このような応用の理想が実現することになる。有事の際の兵の食料展開を管理する軍関係にとっては、文字通りのライフラインとなる食料管理が正確にできることは軍の歴史的な課題に飛躍的な精度の向上を実現する。この食料管理には正確な供給とともに、貴重な食料の資源管理が含まれている。

当時の議論でもう一つの応用領域のモデルはアパレル産業であった。アパレル産業における流通の最大の課題は個体の識別であったからである。アパレル生産物には、デザイン、サイズ、材料などの情報があり、これらのそれぞれが流通過程から小売に至る重要な情報として使用される。しかし、当時の状況としてアパレル生産物は、その流通過程で何度も梱包の箱を開封し、人が介在しながらそれらの情報を確認し、次のステップに進むことが行われていた。RFID は箱の外からの読み取りを可能にし、正確な流通、無駄の排除、そして、小売での在庫管理や陳列を実現する。実際にこの分野は最も確実な応用が進み、現在ではユニクロを始めとするアパレル産業で有効に利用される技術となった。

こうした議論の初期段階における大きな共同研究の展開の発端は Cambridge 大学の Dunkan の元にアプローチのあった航空機会社 AIRBUS 社からの相談であった。航空機の安全な運行には組み込まれてしまった部品の正確なメンテナンスと定期検査のための正確な管理が必要である。この動きはやがてボーイングやロッキード、そして、多くの航空機会社へと広がった。そして航空機の部品分野での応用は、高度な材料によって構成される航空機部品管理のもう一つの課題であった部品の再利用と地球環境のための廃棄管理の問題の解決に RFID を用いることにあった。この展開は RFID 普及の最大の課題であった単価の問題を希薄化した。

IoT の起源となる RFID の標準化と展開は次のようにまとめることができる。まずは、デバイスとしての RFID は、タグ読み取りの技術的精度に加えて、情報システムとしてインターネットを基盤としているためにグローバルな空

間での正確な管理が可能となったこと。次に、個体識別のコードが確立されていれば、あらゆる状態とトラッキングが半永久的に可能となること、識別子から導かれる情報のアクセスと管理は自由に定めることができるため、ダイナミックな状態の記録や把握ができ、情報管理が安全であれば正確で信頼性のある物品管理が可能となる。さらにこの全体の構造と技術は、スマートシティやスマートハウスなどのセンサーデバイスなどの情報アーキテクチャとして発展する。

インターネットの発展に寄与する最大の技術改革は、モバイル通信環境に代表される無線通信技術をインターネットのインフラストラクチャに組み込んだことである。このことは各種のセンサーが偏在的に社会の中に組み込まれるだけでなく、スマートフォンを始め自動車のような移動を伴うセンサーの集合から環境のダイナミックな測定を可能とした。これらの期待がかかるのは5Gのモバイルネットワーク環境である。5Gや新しい無線通信技術は、従来の電話交換技術から完全にフルIP、すなわちインターネット技術に基づいたバックボーンに転換することで実現されている。ここで用いられるIPv6と呼ばれる技術の起源には湘南藤沢キャンパスで進められていたKAME（隣接している刈込交差点の名称から呼称）というプロジェクトが大きな貢献をした。また、5Gを支えるソフトウェア体系によるネットワークアーキテクチャの教育はSFCが2017年から世界に先駆けて開始している。

2.2 InternetCARプロジェクトとProbe Car

実社会をセンシングし、デジタルデータ化し、社会に役立てる情報システムという意味では、SFCで1996年からスタートしたInternetCARプロジェクトも大きな役割を果たした。中でもInternetCARプロジェクトから生まれたProbe Carの考え方は社会に広く受け入れられ、現在は社会インフラとして活用されている。

InternetCARプロジェクトは当初、自動車をインターネットに接続するための技術開発のプロジェクトとして始まった。比較的高速で移動する物体である自動車を安定してインターネットに接続し、相互に通信できる基盤を創るのが目的であった。Mobile IP⁵⁾やNEMO⁶⁾などの技術を用いて自動車をイ

ンターネットに常時接続することに成功した。

同時に、インターネットに自動車が接続されたことの応用として、Probe Car が考案された。当時から自動車は電子制御が進みつつあり、既に1台の自動車に100台程度のマイクロプロセッサが搭載され、300種を超すデジタルデータが処理されている状態であった。自動車はある意味、大雑把に人間が操作するといろいろな状況に応じて走行状態をコントロールするロボットに近い存在となっていた。これらの情報を、図4に示すようにインターネットを経由して収集し、実社会の状態を把握しようというのがProbe Carプロジェクトである。具体的なアプリケーションとしては、自動車が走行する速度と位置を集めることによって渋滞を把握したり、ABSの動作状況を集めることによって凍結している道路を検出したり、ワイパーの動作状況を集めることによって降雨状態を知ることができる、などを挙げることができる。図5、図6にそれぞれ実際に取得した渋滞情報と交通情報を示す。

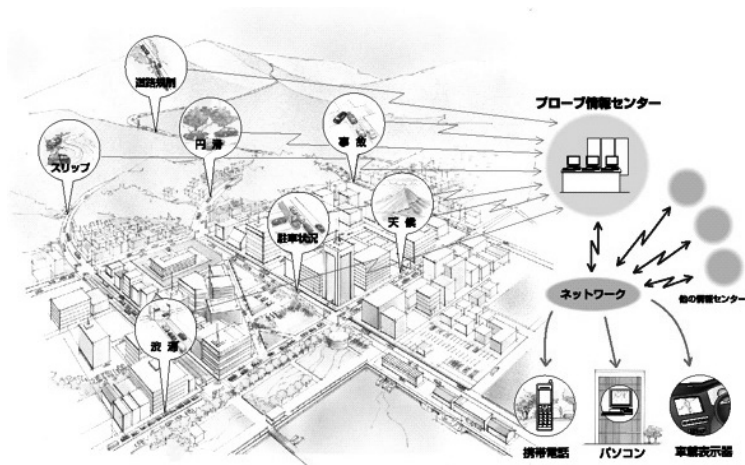


図4 プローブ情報システム
(財団法人自動車電子技術協会作成 (間))

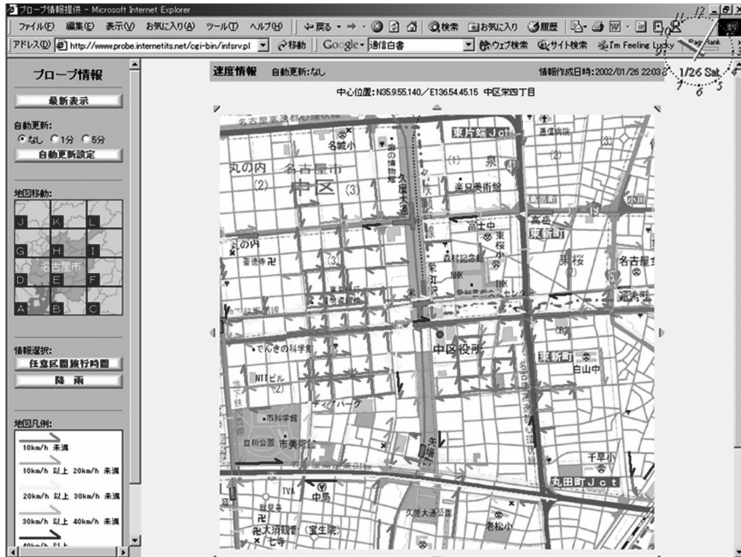


図5 Probe Carによる渋滞情報

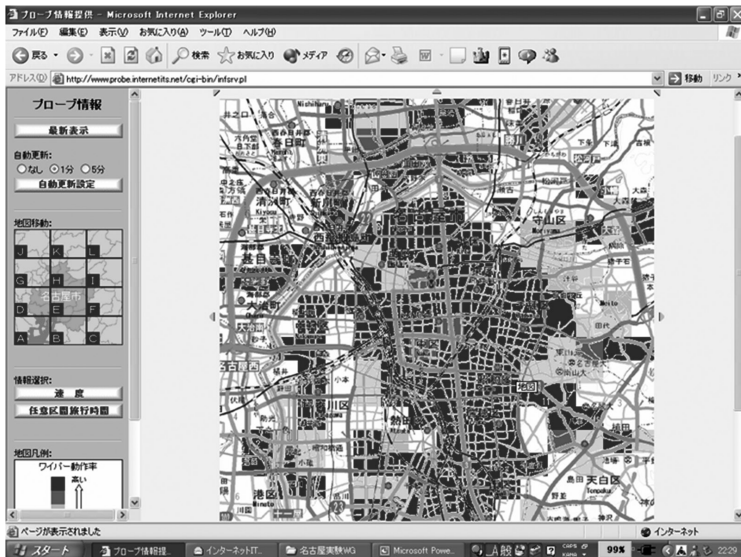


図6 Probe Carによる降雨情報

Probe Car の意義は、単純にインターネット経由でデータを収集することによって実社会の情報がわかるというだけではない。これまで、財力をもつ一部の組織しか実社会のセンシングができなかったところに、インターネットを共通の基盤として使うことによって市民が協力すれば社会の状況がわかるという、参加型センシングの可能性を示すことに Probe Car は成功した。一部の権威ある組織によって情報が収集提供されていたのに対して、情報が市民の力によって収集提供できるという、新しい形の信頼基盤を作ったということができる。

3 参加型センシングのデータ評価と分析の社会的インパクト

前にも述べたとおり、SDGs の展開にとっての情報インフラストラクチャの役割は、グローバルに均一な環境測定システムを支え、更にそのデータが正しくかつ有効に利用される基盤の提供にある。Probe Car は、情報インフラストラクチャが活用された好例ということができる。しかし、本当に正しく情報を扱うためにはいくつか考えなければならないことがある。本章では、参加型センシングを正しくかつ有効に利用される基盤とするために必要な社会的要件について述べる。

3.1 データの標準化

市民が協力してデータを収集するためには、一定の規則に従ってデータを収集する必要がある。何も決めないでくと、市民が好きな形でデータを送ってくることとなる。速度を測るのに、ある人はテキストで「35km/h」と送ってくるかもしれないし、ある人は自動車のスピードメータを写真で撮って画像情報として送ってくるかもしれない。もちろん、km/h とマイル/h を一緒に扱うことはできない。位置に関しても送られてくるデータが度分秒なのか小数を含む度表現なのかも決めておかないと正しい処理ができない。

InternetCAR プロジェクトでは、Probe Car を実用化するにあたってデータの標準化に取り組んだ。まず、実空間をセンシングする基本的な情報として、データには必ず時刻と位置を含むこととし、その他のデータは必要に応じて鍵と共に値をセット (Key-Value) で送ることとし、これを ISO/TC204 にお

いてISO 22837として標準化した。このことによって、自動車会社のシステム、サービスプロバイダのシステム、個人が構築するシステムを問わず、基本的なデータの扱いは互換性があるものとなった。

3.2 データの精度と信頼度

参加型センシングにおいてよく指摘される問題が、精度と信頼度の問題である。権威ある組織が運用するシステムの情報であれば、多くの人は「そんなに間違っていないはずだ」という漠然とした信頼がある。しかし、顔の見えない市民から寄せられた情報には、「そのデータは間違っているのではないか」「精度が低いのではないか」といった不安がつきまとう。

しかし、参加型センシングの強みは、非常に大量のセンサーを情報ソースとすることができることである。確かに少ない数のセンサー（市民）から得られたデータであれば、時に間違っていたり、悪意のあるデータを挿入されたりし、結果としておかしい情報となる可能性がある。しかし、多くの情報ソースから得られたデータであれば、悪意を持った市民が少数だと仮定できれば、そのデータはむしろ1つの権威のある組織が提供するデータより信頼できる。事実、東日本大震災の際に政府は放射線量率のデータを公表したが、それを鵜呑みにすることができず、SNSで流通している情報と見比べながら自分が納得できる情報を探している人が多くいた。参加型センシングは、信頼できるデータを作り出すための有効な手段となることができる。

また、参加型センシングは多くの人がセンシングに参加することによって、その精度も高くなる可能性を持っている。放射線量率の計測においては、当初、センシングに参加している市民の計測スキルも低かった。しかし、SNSなどで情報が交換されるに従い、地上1mの屋外で計測する、表示が安定するまで待つ、など一人ひとりの計測スキルが向上し、その結果として参加型センシングで提供されるデータの質も向上することとなった。このような例は他にも挙げることができる。例えば、ウェザーニューズ社はウェザーリポーターと呼ばれる市民から雲の状態などのデータ提供を受けているが、だんだんリポーターがどのような雲の写真を送ればよいかを理解し、その結果、天気予報の精度が向上したといった報告もある。

3.3 参加型センシングと規制

参加型センシングは、インターネットが社会基盤となったことによって実現できた新しい技術である。昔は市民のデータに対するスキルも低く、また計測機器も簡単に入手することはできなかった。そのため、社会を混乱させないために、然るべき機関が然るべき方法で取得した情報のみを公開する規制が設けられていた。

例えば、交通情報の提供は2002年4月までは特定の組織にのみ許されていた。これは、間違った交通情報を提供することによって混乱が生じることを避けるためである。実際、インターネットが社会基盤になる前は、正確な交通情報を入手するためには道路にセンサーを設置しなければならず、一般の事業者にとっては非常にハードルが高いものであった。そのため、基本的には警察や道路管理者が設置するセンサーの情報を使える限られた事業者から提供された交通情報の再配布が許されていたのである。しかし、InternetCAR プロジェクトのProbe Carの実証実験は一般の事業者が正確な交通情報を生成できる可能性があることを示した。そこで、様々な検討がなされ、2002年4月26日に「交通情報の提供に関する指針」が出され、同年6月1日から国家公安委員会に届け出ることによって予測交通情報を含む交通情報を提供することが可能となった。慶應義塾大学SFC研究所は民間の交通情報提供事業者の第一号である。

現在でも規制が続いている分野もあるが、これらは現在の技術に照らし合わせて再検討されるべきである。気温は人々の生活に密着した情報の1つである。しかし、気温として情報を公開するためには厳しい制限がある。現在では温度センサーなどによって簡単に計測ができる温度であるが、気温として公開するためには気象業務法第六条に従う必要がある。気象業務法第六条では、「気象庁以外の政府機関又は地方公共団体が気象の観測を行う場合には、国土交通省令で定める技術上の基準に従ってこれをしなければならない。」としており、実際には検定を受けた計測器を使用する必要がある。このため、多くの簡易なセンサーで計測した温度は気温として公開することが許されていない。これは、気象情報が防災などに使われる情報であり、間違いが許されないことからこのような制限が設けられているものである。しかし、本当

に検定を受けた計測器でなければ気温を計測することはできないのであろうか。現在の技術に鑑みて、もう一度検討してもよいのではないだろうか。

3.4 プライバシー問題

人々がセンシングに参加すると、プライバシーについて検討する必要がでてくる。例えば先の Probe Car の例で、悪意ある情報が挿入されないように誰が生成した情報かを示す個人 ID をつけなければならないとする。そうすると Probe Car が生成したデータは、その人が何時何処を自動車で走っていたかがわかる、プライバシーを侵害したデータとなる可能性が高い。このように、参加型センシングとプライバシー問題は切っても切れない関係にある。

InternetCAR プロジェクトでは Probe Car のプライバシーについても ISO において議論した。その結果は ISO 24100 Intelligent transport systems — Basic principles for personal data protection in probe vehicle information services として出版されている。この文書には、具体的な個人情報保護の仕組みについては述べられていないが、Probe Car における個人情報保護の考え方についてまとめられている。

4 震災時の Probe Car データとインターネット

4.1 プロローグ：阪神淡路大震災

1995 年 1 月 17 日、兵庫県南部地震が発生した。まだ、インターネットや携帯電話が普及期を迎えていない頃である。関東にいた筆者らは、朝震災のニュースを聞いて、電子メールなどを使い関西の友人の安否を確認した。電話がつながらない中、電子メールは機能することができた。しかし、停電などが発生しており、被害が大きかった地区の情報はわからなかった。

たまたま、神戸に出向くことになっていた村井は、地震の直後、予定通り神戸に行った。その被害は予想以上であった。あちこちに動けなくなった自動車が乗り捨てられていた。それを見た村井は、「自動車はエネルギーを抱えている。バッテリーを積んでいるし、エンジンがかかれば発電もできる。被災地の情報を世界中の人に知ってもらうために役立てられるのではないか。」と考え、今は何もできないが、きっといつかはこのようなエネルギーを役立

てて救助に役立つシステムを作ろうと考えた。

4.2 岩手・宮城内陸地震

1995年の阪神淡路大震災から13年が経過した。その間、先に述べたようにInternetCARプロジェクトが立ち上がり、自動車をインターネットに接続する技術、自動車に搭載されたセンサーの情報を使って実空間を計測する技術などが開発された。筆者らは、2007年から「コ・モビリティ社会の創造」というプロジェクトで宮城県栗原市において自動運転自動車によるコミュニティ支援のプロジェクトを実施していた。

この際、またしても大きな地震が起きた。2008年6月14日の岩手・宮城内陸地震である。栗原市でも大きな被害がでた。特に、温泉などがあった山間部では、斜面が崩れて道路が寸断し、孤立した人が多くいた。しかし、携帯電話も届かないような山深いところであったため現地との連絡もままならず、救助活動に支障をきたした。救助が必要な場所の近くには、阪神淡路大震災のときと同様に、近くには道路が寸断されたために役に立たなくなった自動車があった。

このことを受けて、ライフラインステーションと呼ぶ、自動車のバッテリーで動作可能な衛星通信システムを備えたインターネット接続機器の開発が始まった。この機器は、2010年度に正式に栗原市に導入され、市のシステムとして運用される予定であった。

4.3 東日本大震災

開発したライフラインステーションの納入が間近に迫った2011年3月11日、三度大地震が起きた。東北地方太平洋沖地震、東日本大震災である。植原は村井と相談の上、他の協力者と共に、栗原市に納入予定だったライフラインステーションを持って、東北地方に向かった。栗原市としては、岩手・宮城内陸地震のときに周りの市町村から支援を受けた恩もあり、納入前のライフラインステーションを被害の大きかった地区で使って欲しいということであった。そこで、植原はライフラインステーションを使った被災地支援に乗り出した。栗原市のライフラインステーションは、気仙沼市の唐桑総合支

所において市役所との間での避難者情報のやり取りに使われたり(図7)、気仙沼市総合体育館において避難者のインターネット接続に利用された(図8)。



図7 気仙沼市唐桑総合支所に設置されたライフラインステーション



図8 気仙沼市総合体育館において避難者がインターネットによって情報収集している様子

また、InterenetCAR プロジェクトの貢献はこれだけではない。東日本大震災の際には既に Probe Car は実用化されており、いくつかの自動車メーカーなどがプローブ情報に基づく交通情報を提供していた。このため、自動車会社は震災後に自動車がどの道を走ったかをデータとして保持していた。つまり、被災していない、自動車が実際に通ることができる道を知ることができたのである。そこで3月12日にホンダがKMZ フォーマットでデータを公開、同日、ホンダ、パイオニアが自社製品のユーザーへのデータ提供を始めた。3月14日にはホンダの情報を Google 上で公開し、更に3月16日にはトヨタが顧客のためにプローブデータの提供を開始した。また、ITS Japan の呼びかけにより、3月19日にはホンダ、パイオニア、トヨタ、日産が協力して情報を公開した。これが通行実績情報である(図9)。これは日頃からデータの標準化などを進め、いざと言う時に協力できる関係を築いていたことから実現した。また、Probe Car のアーキテクチャには別の強みもあった。図10に示す地図は、3月11日当日の交通情報である。楕円で囲んだ部分は一見交通渋滞が発生していないように見える。しかし実際にはこのエリアでは停電が発生しており、システムからのデータがセンターに送られなかったものと思われる。Probe Car のシステムでは、個々の自動車がセンサーとなるため、このような事態は発生しなかった。

また、InternetCAR の経験は、他の参加型センシングにも活かされた。東日本大震災では、福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が広く拡散した。このため、市民は放射線に対する知識が乏しいこともあり、大きな混乱に陥った。人々を安心させるためには、信頼できる情報の提供が必要であった。政府は放射線量率に関する情報を公開していたが、データソースが1つであるため、市民が安心するには至らなかった。そこで、筆者らはMITの伊藤穰一所長らと相談し、Scanning the Earth、Safecast⁷⁾といったプロジェクトを発足した。このプロジェクトは、市民や研究者の力を合わせて、情報を収集・発信していこうというものである。民間の協力を得て、店舗等に放射線計測器を設置したり、福島県の方に放射線計測器を貸し出して計測を行ってもらったり、放射線計測器を搭載した自動車ですべてデータを収集したりした。収集したデータは図11に示すように多くのメディアを通じて公開した。

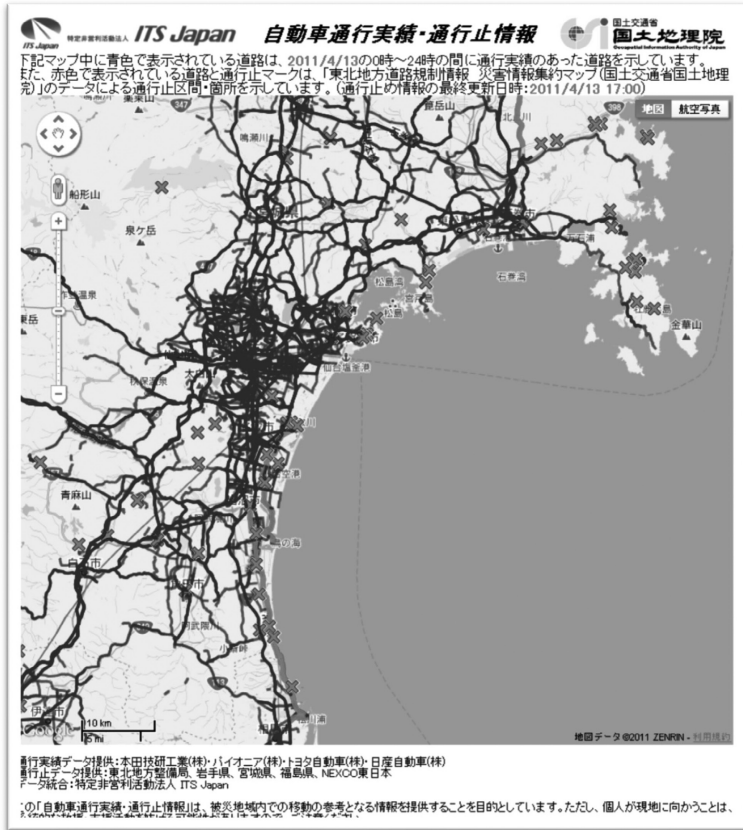
図9 通れた道マップ (<http://www.its-jp.org/saigai/>)

図10 停電による情報の喪失

図 11 Scanning the Earth プロジェクトによるデータ提供の例⁸⁾

4.4 熊本地震

2016 年 4 月、植原の出身地である熊本で地震が起きた。このとき、自動車会社は既に幾多の経験から、プローブ情報から自動的に通行実績情報を生成する仕組みを開発していた。4 月 14 日の前震の際、トヨタは 1 時間ごとに行き実績情報を公開する仕組みを運用しており、すぐにその情報が公開された。ホンダも翌日 15 日には「Yahoo! 地図」や「Google クライシスレスポンス」にデータを提供した。

これらのことは、経験に基づく改善によって、素早い対応が可能となった好例と言えるであろう。IoT の世界では、日々の運用と改善によって、より社会に役立つシステムが構築されていく。

5 まとめ

5G によって広がる IoT の環境において、私たちの生活や社会の中のダイナミックな状態は、偏在するセンサーやその他のデバイス、特に映像機器などによって生み出されるデジタルデータを用いて正確に把握されて測定される。SDGs の目的に対するさまざまなアクションが正しく進むためには、インター

ネットの提供するグローバルで正確なデジタルデータの共有・流通基盤は不可欠である。SFC が取り組む SDGs の使命と、本編で示した先端デジタル情報通信環境が常に相互連携をしていくことにより、持続可能な地球環境への役割を果たすことになる。

参考文献

- 1) “Internet of things” https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (2019 年 4 月 29 日アクセス)
- 2) “The GS1 system of standards: Identify, Capture, Share” https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/architecture/AG_Flyer_final.pdf (2019 年 5 月 1 日アクセス)
- 3) “World Wide Web” https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web (2019 年 4 月 29 日アクセス)
- 4) Mockapetris, P. (1987) “DOMAIN NAMES - CONCEPTS AND FACILITIES” IETF, RFC1034.
- 5) Perkins, E. C. (2010) “IP Mobility Support for IPv4, Revised” IETF, RFC5944.
- 6) Devarapalli, V., et al. (2005) “Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol” IETF, RFC3963.
- 7) Safecast “Safecast” <https://blog.safecast.org> (2019 年 6 月 3 日アクセス)
- 8) 上左 Scanning the Earth Project, “観測データ”, http://scanningtheearth.org/?page_id=90 (2011 年アクセス)
 上中 Scanning the Earth Project, “市民放射線測定マップ”, http://scanningtheearth.org/?page_id=177 (2011 年アクセス)
 上右 Safecast, “Safecast Map”, <https://blog.safecast.org/> (2011 年アクセス)
 下左 南相馬市, “放射線量率マップ”, 2011 年
 下中 Scanning the Earth Project, “観測データ(マップ)”, http://scanningtheearth.org/?page_id=436 (2011 年アクセス)
 下右 Yahoo! Japan, 放射線情報, <http://yahoo.co.jp/> (2011 年アクセス)

[受付日 2019. 6.15]