Vol.2022-EIP-95 No.8
2022/2/18

情報通信プラットフォームの信頼について

原田要之助†

概要：情報通信のプラットフォームの信頼性については，扱う情報の社会的な価値が増すなか，従来の電気通信としての扱いのままとなっている．電気通信も人々の生命にかかわることから，厳しい制約が課されてきている．しかし，デジタル時代においては，あらゆるものがデジタルデータで表現されかつデジタルとしての処理がなされている．ここ新しい状況において，情報通信を扱うプラットフォームの信頼性が従来にも増して重視されるようになった．本年度に起きた通信サービスの中断や金融サービスの中断には，今まで以上に厳しい目が向けられている．すなわち，デジタル時代に合わせて，従来の電気通信で考えられていた信頼について再検討が求められている．本稿では，今後，情報通信プラットフォームに要請される信頼性について考察する．

キーワード：情報通信ネットワーク，ネットワークの外部性，ネットワークの信頼性，IT ガバナンス

A study of Network Trust from the big incident by NTT Docomo

YONOSUKE HARADA†

Abstract: NTT Docomo, one of the largest network service provider experienced a big incident which caused more than 29 hours network trouble and affected more than 100 million users. The first trouble is from network equipment replacement work for implementing IoT services. A big surge of traffic occurred after the small mistake and it affect entire network with. Tsunami congestion effect covers entire network.

Keywords: ICT Network, Reliability, Trust, IT Governance

1. はじめに

筆者は、2019 年 2 月の EIP 研究会において，当時のソフトバンク社による情報通信プラットフォームの大規模事故をもとに情報通信プラットフォームの信頼について問題点を指摘した．事件はソフトバンク社が引き起こした事故であるが，他のプラットフォームについても同様であると指摘した．当時の議論では，相互に競争するプラットフォーム間に相互にバックアップできるなどの仕組みなどが議論された．さらに，この事件における他の有効な代替策がなかったなどで，議論もあまり起きなかった．しかし，2021 年 10 月に，今度は，NTT ドコモが IoT 対応で 5G への対応をきっかけに，携帯サービスを提供しているプラットフォーム全体を巻き込む大規模な事件を引き起こした．

そこで，本稿では，この事件について考察し，①情報通信サービスの社会インフラとしての重要度が変化したこと，②利用者の利用実態が，電話サービスをベースにしたネットワークインフラと整合しなくなった，③情報通信サービスへのガバナンスが従来とは異なってきたこと，など[1]で指摘した点を再度クローズアップして，事件の類似性と相違点を分析する．さらに，2 つの日本を代表するプラットフォームが引き起こした大事故から，今後進展すると考えられる IoT やデジタル化されたインフラを前提とした社会基盤のあり方について考える．

2. 事件について

2.1 概要

2021 年 10 月 14 日に，NTT ドコモでは，障害が発生して，その対応に失敗して障害を全ネットワークにまで拡大させてしまった．その結果，完全復旧までに 29 時間かかり，結果的には，データ通信で 830 万人以上、音声通話で約 460 万人の通信や通話ができないという状況を招いた．この事故を受けて，監督官庁である総務省は，「携帯電話が国民生活の重要なインフラとなっている状況を踏まえ、社会的影響は極めて大きい」と指摘して，事故を重大事件と認定して行政指導を行った．[2] （日経新聞 2021 年 11 月 26 日）さらに，NTT ドコモが，障害からの復旧の過程において，ネットワークにつながりにくい状態が継続していたのに，この事実を隠して，利用者に，「事故から回復した」と説明したために，さらなる混乱を招いた。この事実と異なる情報提供を重大視して，「利用者が必要とする情報を分かりやすく提供し，周知方法の改善を図ること」を追記した．[2] 以上の経緯を図 1 に示す．

（前略）
タクシーの決済端末や自動販売機など、通信でつながっている IoT 端末の位置情報を管理するサーバーを新しいものに切り替えようとした際に不具合が生じたことが発端です。
不具合を受けて、NTT ドコモは古いサーバーにいったん戻そうとしましたが、この過程で、通信でつながっている IoT 端末から大量の情報が

† 情報セキュリティ大学院大学 名誉教授
Graduate School of Information Security, Institute of Information Security

ⓒ 2022 Information Processing Society of Japan

一斉に寄せられる事態になり、ネットワークの大混雑が生じました。
復旧にあたっては、私たちの携帯電話の音声通話やデータ通信の利用を抑え、ネットワークの混雑を一時的に解消する必要がありました。
そこで NTT ドコモは、午後 5 時 37 分から 2 時間 20 分にわたって道路の通行止めのように通信規制をかけました。
このうち 18 分間は一部の県を除いて全国に規制が広がり、およそ 100 万人がまったく通信を利用できない状態となりました。
さらにこの規制を解除したあとも、大勢の人がいっせいに通話やデータ通信を再開しようとしたため、今度は道路の車線規制のようにネットワーク利用の制限措置をとり、通信が利用しづらい状況が続きました。
完全に復旧したのは、29 時間後の翌 15 日、午後 10 時でした。

図 1　事件の経緯，NHK ニュース，2021 年 11 月 10 日 18 時より

2.2 事件の経緯

日経電子版では,「発端となったのは,設備の切り替え工事に伴う見積もりの甘さという人為的なミスだった。音声通話からスマートフォン決済、電子チケットなど国民生活に欠かせなくなった携帯電話のインフラが、わずかなミスによって多大な影響を与えるという怖さを改めて浮き彫りにした」と述べて，経緯を細かく図 3 に整理している．

時刻	事象
10/14 00:00	IoTサービスにおける加入者/位置情報サーバーを旧設備から新設備への切り替え作業開始
	交換機単位で順次切替
07:26	不具合が確認されたため、旧設備への切り戻しを実施
16:36	IoT端末に対して旧設備への位置登録を促す措置を実施
17:00頃	位置登録信号の再送によりトラヒックが上昇し、通信がしづらい状況が発生
17:37	全国にてすべての位置登録信号に対するネットワークコントロールを実施
18:09	全国の位置登録信号に対するネットワークコントロールを緩和を開始（IoT端末を除く）
19:57	全国の位置登録信号に対するネットワークコントロールの緩和を完了（IoT端末を除く）【一部回復】
	IoT端末に対する収容替え措置を順次、再開
10/15 05:05	5G/LTEサービスが回復

お客様への影響時間

図 3　日経新聞電子版 2021 年 10 月 20 日，「ドコモ大規模障害の裏側　見積もり誤算で大量信号集中」より

ここで，着目したい点は，切り替え工事において，不具合が起きた結果，元の設備に切り戻すという作業が発端となったことである．切り替えや切り戻しについてのプロセスは，通信設備の工事現場では，想定された手順であり，ここに問題点があるのではない．ただし，このとき発生したのは，切り戻された設備にトラヒックが集中した結果，一挙に負荷が集中したことである．これも現場では，ある程度想定している．通常であれば，一時負荷が急激に増えるが時間が経つに伴って減少する．しかし，今回は状況がことなっており，輻輳となって，周りのネットワークが影響を受け，輻輳がドミノ倒しに波及して，大規模障害に発展した．この輻輳は，次々に連鎖して，コアのネットワーク自体の輻輳にまで波及したことが特異である．
ネットワークは多数の利用者が同時に使わないことを前提に，設備を効率よく使うための設計（トラヒック設計という）が実施されている．このときの設計にはピーク値を用いない．そのために，ピークが起きないように，また，ピークが連鎖波及しないようにさまざまな対策が実施されている．ただし，ネットワークにはある程度のピークには対応できるように，あらかじめ想定できる範囲で，余力を見込んでおく．例えば，予備の装置を準備して，溢れたトラヒックを吸収するなどである．しかし，10 月に起こった事件では，想定しないネットワークのピーク負荷となったと想像される．なお，設計段階では，シミュレーションなどによって検討されているだけであり，実際の現場では，利用者がネットワークを使っているため，サービスを中断するようなピークを起こした実証実験はされていない．
次に，今回の事故でのきっかけとなっている IoT 関連のトラブルが一般の携帯電話に波及したかについてである．常識的に考えると，ネットワークは同じでも，サービスが違うし，使う設備も違っているので，電話サービスが影響を受けて使えなくなる理由が分かりにくい．

2.3 NTT ドコモの発表

事件について，当事者である NTT ドコモは，図 2 に示す発表をしている．

2021 年 10 月 14 日（木曜）午後 5 時 00 分頃から、ドコモの音声通話・データ通信サービスがご利用しづらい事象が発生しておりましたが、10 月 15 日（金曜）午後 10 時 00 分にすべて回復いたしました。

なお、4G 契約で 3G の表示となっているお客さまは、4G に接続し直すため、以下の操作をお試しください。

1）優先ネットワークの変更操作
　例）「設定」→「モバイル通信」→「通話のオプション」→「音声通話とデータ」
　3G など別の項目に切り替えた後、4G に再度設定してください。
　※ご利用の機種や OS バージョンによって一部差分がございます。
2）機内モード ON/OFF
3）端末の再起動
※上記で解消しない場合は、ドコモの携帯電話から 113 にご連絡ください。
　端末の操作方法などをご案内いたします。

お客さまには、大変ご迷惑をおかけしましたことを深くお詫び申し上げます。

1. 日時
2021 年 10 月 14 日（木曜）午後 5 時 00 分頃発生
2021 年 10 月 14 日（木曜）午後 7 時 57 分より順次回復
2021 年 10 月 15 日（金曜）午前 5 時 05 分に 5G・4G 回復
2021 年 10 月 15 日（金曜）午後 10 時 00 分に 3G 回復

2. 対象地域
全国

3. 原因
ネットワーク工事の切り戻しに伴う信号量増大によるネットワーク輻輳。

図 4　NTT ドコモの事件の発表（[3]より）

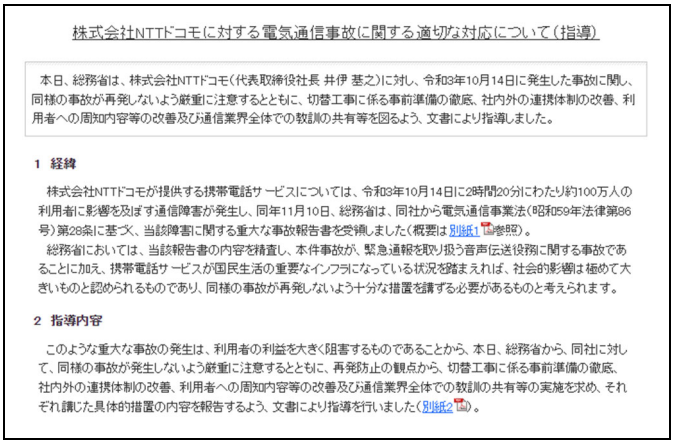
図 4 からは，利用者端末での切り替えのみを公表するだけで，どのような事件が起きて，どのようなトラブルであったのか，その範囲や規模など事件についての説明がなされていない．
通常であれば,このような大規模の事件では,少なくとも,事件の発生と回復，再発の可能性などについて述べるべきであろう，これは，発表時点で，NTT ドコモ自体が，起こっ

た事件について全体像を把握し切れておらず，現象面しか公表できなかったとみられる．

2.4 監督機関の対応

今回の事件について，総務大臣が 26 日の閣議後の記者会見で,「利用者の利益を大きく阻害した」と述べ、事業者に 30 日の期限付きでの再発防止に向けた取り組みの状況を報告するよう求めた．NTT ドコモの井伊基之社長は，一連の不手際に対して,「大変なご迷惑をおかけし、改めて深くおわび申し上げる」と謝罪している．

NTT ドコモから報告を受けたあと，事故の重大性から行政指導を発表している．これを図 5 に示す．図 5 での主要な点は,① 緊急通報を取り扱う音声伝送役務に関する事故であることに加え，携帯電話サービスが国民生活の重要なインフラになっている状況を踏まえれば，社会的影響は極めて大きいものと認められるものであり，同様の事故が再発しないよう十分な措置を講ずる必要があること,及び② 再発防止の観点から，（中略），利用者への周知内容等の改善及び通信業界全体での教訓の共有等の実施,を求めている．


株式会社NTTドコモに対する電気通信事故に関する適切な対応について（指導）

本日、総務省は、株式会社NTTドコモ（代表取締役社長 井伊 基之）に対し、令和03年10月14日に発生した事故に関し、同様の事故が再発しないよう厳重に注意するとともに、切替工事に係る事前準備の徹底、社内外の連携体制の改善、利用者への周知内容等の改善及び通信業界全体での教訓の共有等を図るよう、文書により指導しました。

1 経緯

株式会社NTTドコモが提供する携帯電話サービスについては、令和03年10月14日に28時間20分にわたり約100万人の利用者に影響を及ぼす通信障害が発生し、同年11月10日、総務省は、同社から電気通信事業法（昭和59年法律第86号）第28条に基づく、当該障害に関する重大な事故報告書を受領しました（概要は別紙1参照）。

総務省においては、当該報告書の内容を精査し、本件事故が、緊急通報を取り扱う音声伝送役務に関する事故であることに加え、携帯電話サービスが国民生活の重要なインフラになっている状況を踏まえれば、社会的影響は極めて大きいものと認められるものであり、同様の事故が再発しないよう十分な措置を講ずる必要があるものと考えられます。

2 指導内容

このような重大な事故の発生は、利用者の利益を大きく阻害するものであることから、本日、総務省から、同社に対して、同様の事故が発生しないよう厳重に注意するとともに、再発防止の観点から、切替工事に係る事前準備の徹底、社内外の連携体制の改善、利用者への周知内容等の改善及び通信業界全体での教訓の共有等の実施を求め、それぞれ講じた具体的措置の内容を報告するよう、文書により指導を行いました（別紙2）。

図5 総務省の発表（[5]より）

図 5 を見る限り，従来の電気通信の枠組みでの対応に準じたものとしか見られない．5G などの今後の新しいネットワークに対応するところまでの踏み込みは見られない．

2.5 IoT との関連

ドコモの携帯電話回線で 14 日に発生した大規模通信障害は、障害発生から一部復旧（4G/5G 回線）に至るまで実に 12 時間近くという、近年では異例の時間を要している．影響規模についても、位置登録できなかった利用者だけで約 200 万ユーザーにとなっているが，現実の数字をつかめていないためで，実際には，これ以上の影響が出ている可能性もある．なお，NTT ドコモではネットワークの輻輳が起因して通信やサービスが受けられなかった利用者については算出が難しいと表明しているため，発表された影響範囲の信頼性は乏しい．

これは，今回の事件のきっかけとなった 5G のサービスを利用した新しい IoT サービス関連によることにも注目する必要がある．これは，今までの人が移動しながら利用するスマホを追跡するサービスモデルで設計されたネットワークが IoT サービスに対しても同様なネットワークの機能やサービス提供，さらには，これをサポートするネットワークの設計や設備の配置などが適切なのかという課題を提起しているように考えられる．IoT の多くは自動でシステムがネットワークに自動的に繋がったり，データを発信したりする．この挙動は，今までの人を対象として設計されたネットワークとは全く異なると考えられる．今回の事件は IoT の特徴的なトラヒックによる事件ではないと考えられるが，今後，IoT 関連については，ネットワークにどのようなトラヒックが流れるのかなどについて十分な知見の収集と分析が必要なことを示唆しているとも言えよう．

すなわち，今回の事件は，ソフトバンクの事件と同じく，今までの携帯電話うぃベースとすたネットワークのサービス提供が，今後の情報通信ネットワークが果たす社会基盤を支えるものとして十分なのか，信頼できるものなのかという課題を突きつけているように思える．

2.6 2 つの重大事故に共通する課題

（1）ネットワークの輻輳の問題

2018 年のソフトバンクの事故や NTT ドコモの事件に共通する観点として，事故が起きたあと，事故をきっかけにしてネットワークに輻輳が起きて，この輻輳が波及してネットワーク全体に影響を与えた点である．ネットワークで共通に使うものとサービス固有のものとの境界が明確でなく，トラブルが波及することが問題と考えられる．どちらの事件でも,トラブルを部分的に止める仕組みがないため,全体に波及するという脆弱なプラットフォームの課題でもある．

（2）ネットワークのバックアップ

今回の事件では，バックアップに対する問題点もクローズアップされた．ソフトバンクの事件では，事業者のプラットフォームを超えて，例えば，通話サービスを他の事業者のプラットフォームでサービスを継続できないかという意見もあったが，現実には実施されなかった．NTT ドコモの事件でも，IoT のサービスを既存のネットワークの位置登録サービスを共有しているところに問題がある．ネットワークが分かれていれば，IoT のトラブルが通話サービスに波及しない．分かれたネットワーク間で位置情報を共有する仕組みであれば，今回のような問題には発展しなかったとも考えられる．今後については，新しいサービスについて，初期は投資を抑えるために既存のサービスを流用することを避けた方がよいのではないであろうか．

ⓒ 2022 Information Processing Society of Japan

3. 事件の規模と影響範囲

3.1 重大事故と感じる規模や範囲

ネットワークの事件について，ソフトバンクや NTT ドコモの事件に共通する点として重要な点は，事件の規模と影響範囲の定義であろう．この点については，図 6 に示す調査が参考となる．寺田は，電話，インターネット，メールや SNS について，利用者が重大と考える停止時間や影響範囲について調査して，以下のように結論づけている．

電話，インターネット，メールでは，いずれも，事故の継続時間が 1 時間未満で 50%程度，2 時間未満で 70%程度の利用者が重大事故を感じると回答している．一方，SNS などの上位レイヤーサービスにおいても，事故の継続時間が 3 時間程度になると，重大事故と感じる利用者が 50%に達している．事故の影響を受ける利用者についても他のメディアと同様とナリ影響を受ける利用者数がⅢ万人未満で 75%程度の利用者が重大事故と感じると回答している．さらに，影響を受ける利用者数が 10 万人程度で 75%程度の利用者が重大事故と感じると回答している．これらの結果から，インターネットやメールについても電話と同等の重大なサービスと感じている現状からは，他社から回線を借りてインターネットサービスを提供している事業者についても，電気通信回線設備を設置している事業者と同等の事故防止の対策が必要であるとまとめている．

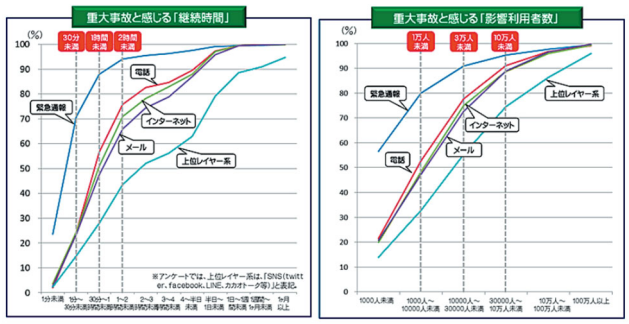


図 6　重大事故と感じる規模や影響範囲について

3.2 電気通信事業法の重大事故

総務省の定義する重大な事故とは,「電気通信役務の提供を停止又は品質を低下させた事故で、影響利用者数及び継続時間が下図の基準を満たすもの等」と定め，速やかな状況の報告及び 30 日以内の詳細な報告をを求めている．これを図 7 に示す．

総務省としては，図 6 による結果を踏まえて，サービスの利用者数とサービスが停止して社会に与える影響から決めているが，この内容については，ソフトバンク事件の後，見直しがなされたが，大枠はそのまま維持されている．

表 1 の電気通信事業法の大規模障害の変遷を見ると，大きく変わっていない．

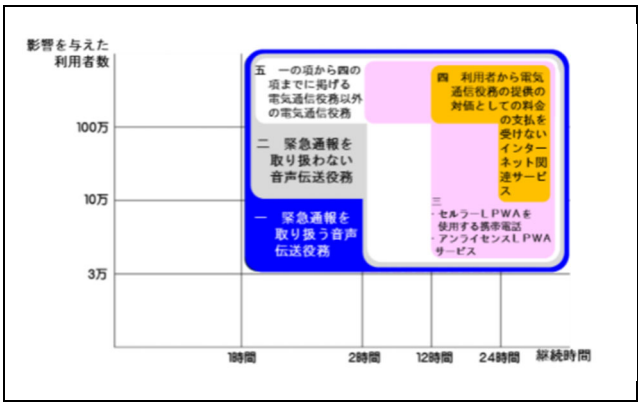


図 7　利用者数と復旧までの時間（[6]より）

表 1　電気通信事業法の大規模障害（第 28 条）の変遷（[6]より）

電気通信役務の区分	時間	利用者の数
一　緊急通報を取り扱う音声伝送役務	一時間	三万
二　緊急通報を取り扱わない音声伝送役務	二時間	三万
	一時間	十万
三　利用者から電気通信役務の提供の対価としての料金の支払を受けないインターネット関連サービス（音声伝送役務を除く。）	二十四時間	十万
	十二時間	百万
四　一の項から三の項までに掲げる電気通信役務以外の電気通信役務	二時間	三万
	一時間	百万

3.3 これからの情報通信ネットワークの信頼性

これからの情報通信ネットワークの信頼性については,3.2 に述べた歴史的な経緯を踏まえつつ，社会における情報通信インフラとしての重要性を再定義する必要がある．2015 年頃までは，情報通信ネットワークには，情報を流通するという側面が大きく考えられてきた．そのため，物理的なネットワークとサービスとの関係が対応づけられて考えられてきた．しかし，昨今は情報通信ネットワークのハード面とサービスのソフト面を分けて考えるようになってきた．

図 7　プラットフォームと電気通信事業者

この図 7 からは，情報通信ネットワークの性格が今までの

情報を流通させるための土管の提供というものから，社会システムの神経となるデータを流通させるインフラという側面が強調されている．しかし，プラットフォームとしての電気通信をキチンとは捉え切れていない．

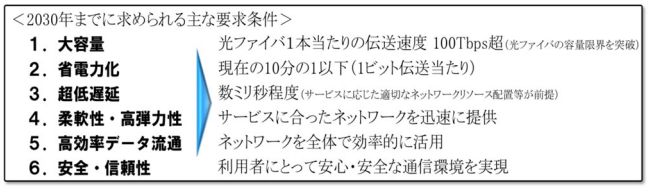


図５ 将来のネットワークインフラに対する主な要求条件[8]

4. 社会基盤としての情報通信ネットワークのあり方

ネットワークは規模が拡大するとその利便性が指数的に拡大するネットワークの外部性の特徴を持つ．したがって，ネットワークの事業者はネットワークの外部性と規模の経済と併せてビジネスを拡大することができる．ネットワーク型のビジネスは，この特徴をうまく活用するによって，急激に巨大化することができる．GAFA などの巨大なサーボスはほぼ全てこの原理による．

サンギート・チョーダリーらは、この外部性はインフラ型のビジネスのみならず、会員制のアプリケーションでも同様の特性を持つこと，さらには、異なるネットワークの外部性を持つグループ間でのインタラクション，例えば，マッチングなど，がある場合にはそれぞれの外部性が相乗効果を持ち，短期間で会員を増やせることを示した．これをツーサイドのネットワーク効果と呼んでいる[10]．例えば，シェアリングサービスように，サービスを希望するグループと稼働していないリソースを提供したいグループを繋ぐ場を提供するケースだ．これらのサービスを提供する場合に物理的なネットワークが不要だとの議論もある．しかし，場を提供するためにはベースとなるネットワークとサーバーなどの物理的なレイヤーがないと実現できない．これらは既存のネットワークの上に構築される.すなわち，ネットワークは，物理レイヤーから始まる多層のレイヤーで構成され，個々のレイヤーごとにネットワークの外部性を持ち，これをベースとする上位のレイヤーのサービスもそのレイヤーにおいてネットワークの外部性を持つ．

さらに，重要となるのは，ネットワークが階層構造を持つため，上位レイヤーのサービスは下位レイヤーの影響を受けることである．とくに，最下層のネットワークの物理的障害は全ての上のレイヤーのサービスの品質低下やサービス中継の影響を与える．昨今のサービスでは，この論理的に構成されているため下位レイヤーの影響を過小評価しているように見える．今回の事件では下位レイヤーのネットワークのトラブルが上位レイヤーの全てのレイヤーに波及してそれぞれのレイヤーのサービスの利用者にも大きな影響を与えた．ただし，今回，IoT についての膨大な数のポイントをスマホなどの利用者と同様に考えて，事故の規模や影響範囲を考えている点が問題である．IoT などは，多数のサーバと通信を行っており，一つのサービス提供につてい複数のコネクションが存在している．したがって，影響範囲を考える場合，このコネクションをベースに考えて行く必要がある．

さらに，各レイヤーのネットワークサービスが代替性を持っていないため，その外部性が利用者に大きく影響する．

今回の事件では，上位レイヤーのネットワークサービスが，全て影響を受けてトラブルとなった．

なお，上位レイヤーのサービスは，異なる複数のネットワークサービスを利用して，下位レイヤーの影響を少なくすることは可能である．

5. 社会基盤の信頼を保証するガバナンス

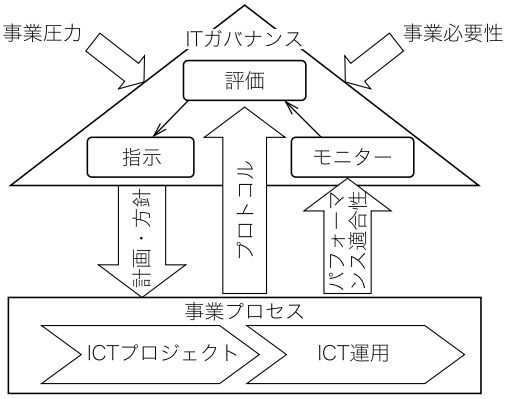


図８ IT ガバナンスのモデル（文献[11]より）

IT ガバナンスは，経営層とマネジメント層に分けて，その間でやりとりがある EDM モデル（図８に示す）と６つの原則[11]で構成されている．現在，ISO の SC40 では，今後のこれからのデジタルリアリティに向けて IT ガバナンスのモデルを検討しており，対象は IoT や次世代通信インフラも含まれている．今まで，情報通信ネットワークのサービスの管理は，実施することが簡潔であったので IT ガバナンスのようなモデルを必要としなかった．しかし，利用者の立場，リソースの配分，将来へ向けた投資，法制度との対応など経営という観点で見直していく必要がある．すなわち，各種のステークホルダーと協調しながらインフラとしての責務とビジネスとしての収益確保を両立させて進めていくことが重要となる．

ⓒ 2022 Information Processing Society of Japan

6. まとめ

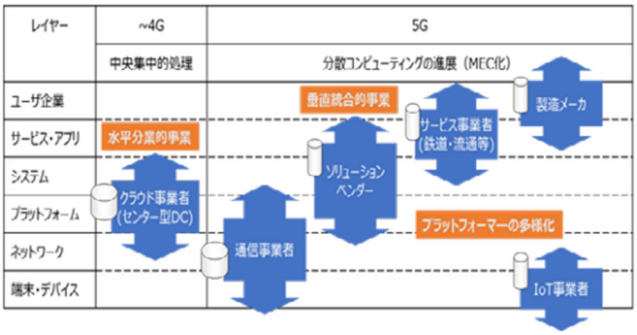
本稿では，再び起こった電気通信事業者の大規模障害が起こったものの，この２年間に事業者の意識や行政官庁の意識が変わっていないことが分かった．５G への移行が進んでいるものの，情報通信インフラ事業者は，今までの電気通信事業の延長で捉えており，真に社会が求めているものに対応仕切れていないことが見えてきた．すなわち，①情報通信サービスの社会インフラとしての重要度を再認識する必要があること，②ネットワークの利用実態が，携帯電話をベースにした電話サービスと整合しなくなったこと，③情報通信サービスへのガバナンスが必要となっている，④今後進展すると考えられる IoT 時代においては，情報通信インフラを前提とした社会基盤のあり方や信頼性について再検討が必要である．

謝辞

大規模障害をきっかけに今後の IoT 時代の情報通信インフラの信頼性について課題を整理した．

参考文献

[1] IoT 社会に適した社会基盤のあり方，原田要之助，vol.2019-EIP-83, No.10, 2019 年 2 月
[2] NTT ドコモの通信障害，日経新聞電子版 2021 年 10 月 20 日
[3] NTT ドコ https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20181219_02（アクセス、2019 年 1 月 10 日）
[4] 「チャージできない」ソフトバンク通信障害，影響各所に，朝日新聞デジタル，2018 年 12 月 6 日，https://www.asahi.com/articles/ASLD664ZNLD6UTIL046.html（アクセス、2019 年 1 月 10 日）
[5] ソフトバンク株式会社から提出された重大な事故報告書の受領，総務省報道資料，平成 30 年 12 月 27 日，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban05_02000169.html（アクセス、2019 年 1 月 10 日）
[6] ソフトバンク、通信障害で 1 万件の解約　宮川副社長「非常時にキャリア同士で支え合う構造を検討する時期に入った」，IT メディア，2018 年 12 月 20 日 http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1812/28/news025_2.html（アクセス、2019 年 1 月 10 日）
[7] 石川温，エリクソンが世界的障害を起こし、ソフトバンク網がダウン――5G、IoT 時代に向けて、一抹の不安，IT メディア，2018 年 12 月 14 日，http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/1812/14/news062.html（アクセス、2019 年 1 月 10 日）
[8] 総務省，将来のネットワークインフラに関する研究会報告書～ 未来社会を支えるペタビット級ネットワーク ～，平成２９年７月
[9]船越他,故障規模を考慮したネットワーク不稼動率実態値の簡易推定法，電子情報通信学会論文誌 B Vol.J88-B No.8 pp.1444-1453，2005 年
[9] サンギート・ポール・チョーダリーほか、プラットフォーム・レボリューション PLATFORM REVOLUTIO，2015
[10] Erik Stolterman Anna Croon Fors,Information Technology and good life,Umeo University，2004
[11] ISO/IEC38500，Governance of IT，2015，（JIS Q 38500:2015 情報技術-IT ガバナンス － 日本工業規格）
[11] 寺岡秀礼，多様化・複雑化する電気通信事故の防止について,電子情報信学会・通信ソサイエティマガジン,No.31 冬号，PP.209-213，2014



ⓒ 2022 Information Processing Society of Japan