

# 国内の水文観測のためのテレメータシステム開発におけるイノベーション—情報の粘着性の概念から—

## Capturing Innovation in the Development of the Telemetry System for Domestic Hydrological Observations by Leveraging the Concept of Sticky Information.

杉 浦 政 裕\*

Masahiro SUGIURA

### 要 旨

本研究は、先進国で生産され先進国で利用されてきた機器を、開発途上国で利用しようとした時に、なぜ利用が困難であるのかということを、情報の粘着性の概念を使って分析するものである。分析は、国内で公共事業として水文観測を行っている国土交通省や独立行政法人水資源機構などが利用しているテレメータシステムの開発プロセスを対象としている。

分析は、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは維持管理に関する情報の粘着性が高いことを確認する、次に維持管理に関する情報の粘着性の高い製品は開発途上国では維持管理が困難であることを確認するという順に行った。この結果、国内の河川管理や洪水制御のための水文観測に使われているテレメータシステムは、開発途上国では維持管理が困難であることが示された。

**キーワード：**情報の粘着性、テレメータシステム、水文観測

---

\* すぎうらまさひろ、九州国際大学現代ビジネス学部、sugiura@cb.kiu.ac.jp

## 1 はじめに

政府開発援助（Official Development Assistance：ODA）により、日本国から開発途上国へ供与された機材で、使われなくなったものは少なくない。例えば、伊達（2007）は、ODAでウガンダ国へ供与された医療器材が使われなくなった理由について、大略次のように報告をしている。開発途上国にとって医療機器は輸入されるものであり、医療機器購入や保守管理は限られた政府保健医療予算にとって負担が重い。さらに開発途上国政府は、援助機関からも医療機器の供与を受けているが、知識不足や保守管理の不備で利用されていない医療機器も多い。さらに現状を把握するための手段も情報も十分整っていないと言う。こうした「ヒト、モノ、カネ、情報」といった経営資源の不足により、供与されたが使われなくなった機材は、医療機器の他にも発生していることは容易に推測できるであろう。

ここで、ODAで供与されたが使われなくなった先進国で生産され先進国で利用してきた機器に着目してみると、機器そのものが開発途上国で使われることを前提に作られていたのだろうか、という疑問も出てくる。そこで本研究では、先進国で生産され先進国で利用してきた機器を、開発途上国で利用しようとした時に、なぜ利用が困難であるのか、ということを情報の粘着性の概念を使って分析する。

## 2 研究方法

本研究は、先進国で生産され先進国で利用してきた機器を開発途上国で利用しようとした時に、なぜ利用が困難であるのかということを、情報の粘着性の概念を使って分析するために、事例分析を行う。分析する事例は、国内で公共事業として水文観測<sup>1</sup>を行っている国土交通省や独立行政法人水資源機構などが利用しているテレメータシステム<sup>2</sup>の開発プロセスを対象とする。観測の対象

については、普通観測<sup>3</sup>と自記観測<sup>4</sup>とし、自記観測においては自記記録計とテレメータによる観測<sup>5</sup>とする。

分析の手順は、次のとおりである。

- （１）国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは維持管理に関する情報の粘着性が高いことを確認する。
- （２）次に、維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は開発途上国では維持管理が困難であることを示す。

### 3 先行研究

本論文では、情報の粘着性の概念から国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセスを分析していくために、先行研究として、情報の粘着性に関する研究、水文観測のためのテレメータシステム開発に関する研究、及び情報の粘着性とテレメータ開発に関する研究について見ていこう。

情報の粘着性に関する研究として、von Hippel (1994) と小川 (1997) を挙げておこう。von Hippel (1994) は、情報の粘着性について「ある所与の単位の情報とその情報の受け手に利用可能な形で、ある特定の場所へ移転するのに必要な（限界）費用」と定義し、情報の粘着性の概念を導出している。情報の粘着性の概念の例示については、杉浦 (2022) が次のように示している。「例えば、メーカーのもつ技術情報をユーザーが使いこなそうとしても、情報量が多かったり、形式化されていない情報があったり、情報を理解するために専門知識が必要であったりし、情報を使いこなすことが難しい（費用がかかる）ということである。この定義を使えば、ユーザーが簡単に利用できる情報は、情報の粘着性が低いということになる」。そして、情報の粘着性の概念の有効性をデータを使って示した研究として、小川 (1997) の研究がある。小川 (1997) は、製品のユーザーイノベーションにおいて、ニーズ情報と技術情報の粘着性の重要性について言及している。ニーズ情報の粘着性が高い場合、ユーザー

はイノベーションの機能をデザインする。そして、技術情報の粘着性が低い場合、ユーザーはイノベーションの技術をデザインするということを述べている。このように導出・確認された情報の粘着性という概念は、製品を製造したり、使いこなしたりするには、どのような種類の技術を使いこなせるようになっていなければならないか、ということを明らかにすることを示唆できることを期待できる。そこで、本研究では、この情報の粘着性の概念を使って、国内の水文観測のためのテレメータシステム開発におけるイノベーションを分析し、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは、維持管理に関する情報の粘着性が高いこと。及び維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は、開発途上国では維持管理が困難であることを示していく。

水文観測のためのテレメータシステム開発に関する研究として、杉浦（2016）と杉浦（2017）を挙げておこう。杉浦（2016）は、国内で公共事業として水文観測を担う組織、即ちユーザーにより製造委託され、開発が進められたテレメータシステムの開発プロセスを分析し、その特徴を明らかにしている。そこでは、技術の利用者にとっても社会にとっても持続性があるという適正技術の文脈で、製品製造のための適正技術とユーザーが設備を管理運営するための適正技術の違いについて言及している。そして、後者の適正技術は、予算調達の仕組みを作り、保守技術者の確保を図り、専門的に業務を請け負う企業に自らの要求を伝える技術の確立を目指すことであることを示している。また、杉浦（2017）は、開発途上国において水文観測の持続性を確保するための条件を、テレメータシステムの利用と開発の視角から確認している。利用の視角からは、①テレメータシステムの調達と維持管理のための費用、②保守技術者の確保、③テレメータシステムの仕様と点検の要求定義をする技術力が揃ったときであることを確認している。開発の視角からは、国内市場で容易に調達できる汎用品を使って、キャッチダウン型の水文観測のためのテレメータシステムを開発することによりもたらされることを確認している。事例として、インドネシアにおいて先進国の水文観測のテレメータシステムを導入したが、運用を

続ける過程で自らキャッチダウン型設備の開発をすることを選択し、水文観測の持続性を確保していく過程を取り上げている。そして、インドネシアのキャッチダウン型設備は、限界を抱えながらも、水文観測の持続性を確保することについて大きな意義があり、優位性も高いことを示している。杉浦（2016, 2017）の研究では、水文観測のためのテレメータシステムの開発に重要なことは、先進国や開発途上国という区分にかかわらず、維持管理であることを示している。しかし、開発プロセスの中で維持管理をどのように捉えるか、ということについて言及していない。本研究は、情報の粘着性の概念を使って、開発プロセスの中で維持管理を捉えていくことで杉浦（2022）の研究を更に深めていくことにつながるだろう。

情報の粘着性とテレメータ開発に関する研究として、杉浦（2022）を挙げておこう。杉浦（2022）は、開発途上国のユーザー・イノベーターによる水文観測のためのテレメータシステムの開発というイノベーションにも、von Hippel（1994）により明示されている「期待できる便益」、「情報の粘着性」という促進要因があることを、事例により確認した。そして、選定した事例から、「情報の粘着性」については、ニーズ情報と技術情報の粘着性だけではなく、維持管理のための情報の粘着性が大きく影響していることを明らかにしている。本研究においては、この研究成果を使って、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは、技術と維持管理に関する情報の粘着性が高いことを確認する。そして、維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は、開発途上国では維持管理が困難であることを示していく。

## 4 事例

本研究で選定する事例は、“2 研究方法”で述べたとおり、国内で公共事業として水文観測を行っている国土交通省や独立行政法人水資源機構などが利用しているテレメータシステムの開発プロセスを選定する。事例については、

すでに杉浦（2016）が水文観測の変遷として整理した成果を用いる。

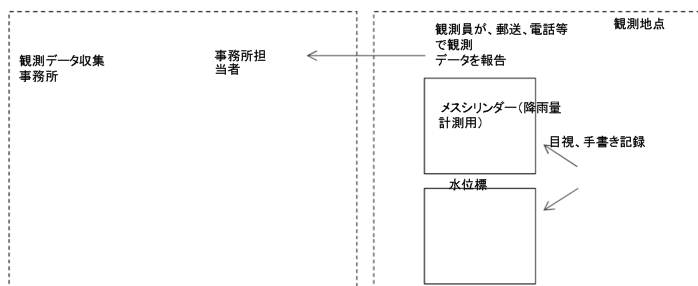
表1に国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセス、図1に国内の水文観測のためのテレメータシステムの構成の変遷を示す。そして、図2にテレメータシステムを正常に稼働させるために必要な保守である点検基準例を示す。

表1 国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセス

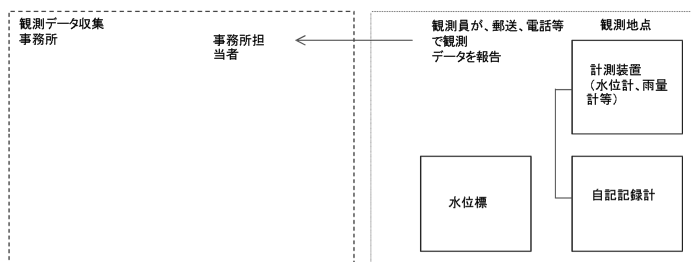
段 階	内 容	観測専用の機器の有無
第一段階	河川の水位と降水量の観測は、普通観測員と呼ばれる観測員が行っていた。観測員は、水位については毎日朝夕定刻（6時、18時）に水位標を目視で測って、降水量については毎朝定刻（9時）に雨量マスに溜まった降水をメスシリンダーで測って、それぞれ観測野帳に記録し、毎月観測データを観測データを収集する事務所に報告する。また、洪水で河川の水位が基準値を超えた場合は、毎正時に電話や電報で観測データを収集する事務所に通報する。水位標やメスシリンダーのメモリを観測員が読むため、設備を構成する機器や装置の保守はない。	無
第二段階	河川の水位と降水量の観測は、水位計や雨量計と自記記録計を接続し、観測員が読みとり筆記していたことを機械化する。特に、河川上流の山間部の降水量の観測は、観測員に依頼することも困難であることから、自記記録計の設置が望まれた。水位計、雨量計、自記記録計の保守が発生する。	有
第三段階	高度な河川管理のために、時間単位の観測データの収集が望まれるようになった。そのため、水位計や雨量計にテレメータを接続し、降水量や水位を無線通信により観測データを収集する事務所へ送信するようになった。また、データ収集の確実性を高めるために自記記録計も併設している。水位計、雨量計、自記記録計、テレメータの保守が発生する。	有
第四段階	さらなる高度な河川管理のために、テレメータの高機能化やレーダ雨量計の設置が行われた。そのため、設備の管理には、より高度な保守作業が発生する。	有

（出所）杉浦（2016，p.83，85）をもとに筆者修正・作成

### 第一段階



### 第二段階



### 第三段階

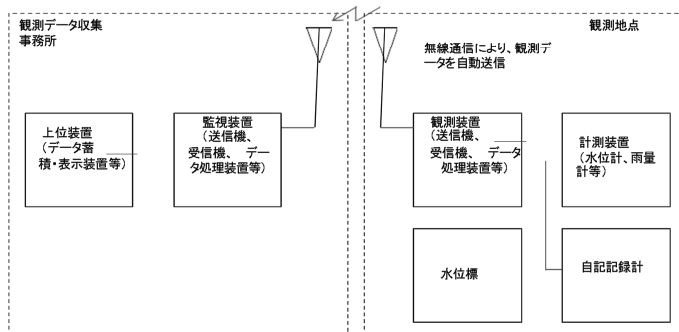
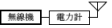
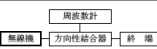
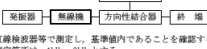
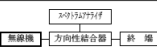
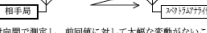


図1 国内の水文観測のためのテレメータシステムの構成の変遷  
(出所) 杉浦 (2016, p.84) から引用

「点検点検」 7-1-4 1テレメータ観測装置 1/2

No	確認事項の概要	作業の実施範囲、具体的方法	点検周期				使用測定器等	点検目的の概要	備 考
			毎日	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月			
1	各部電圧・電流確認	各部の電圧/電流を自蔵計器またはテスト等により測定する。					※ ○ 自蔵計器またはテスト	装置の正常動作の確認 標準値（規格値）との相合 測定結果の変化傾向の把握	※無線のみ対象
2	送信出力確認	 電力計で測定し、指定電力±10%以内であることを確認する。					※ ○ 通過型電力計		
3	送信周波数確認	 周波数計で測定し、基準値内であることを確認する。 70MHz帯：±5×10 <sup>-4</sup> 以内 400MHz帯：±3×10 <sup>-4</sup> 以内					※ ○ 周波数計		
4	最大周波数偏移確認	 直線検波器等で測定し、基準値内であることを確認する。 測定箇所は、1kHz、3kHzとする。 70MHz帯：±5kHz 以内 400MHz帯：±2.5kHz以内					○ FM直線検波器、 低周波発振器	※無線のみ対象	※無線のみ対象
5	不要輻射強度確認	 スペクトラムアナライザ等で測定し基準値内であることを確認する。 測定箇所は2f <sub>0</sub> 、1/2nf <sub>0</sub> 、(n-1)f <sub>0</sub> 、(n-2)f <sub>0</sub> 、(n+1)f <sub>0</sub> 、 (n+2)f <sub>0</sub> 、2nf <sub>0</sub> 、3nf <sub>0</sub> とする。 70MHz帯：1μW以下であり、かつ基本波の平均電力より60dB以上低いこと 400MHz帯：±2.5μW以下。（ただし、1Wの場合は1μW以下）					○ スペクトラムアナライザまたは 電界強度測定器		
6	受信入力電力確認	 対向間で測定し、前回値に対して大幅な変動がないことを確認する。					※ ○ スペクトラムアナライザまたは 電界強度測定器		

※：設置環境、直垂性に応じて実施。

図2 テレメータシステムを正常に稼働させるに必要な保守である点検基準例  
（出所）国土交通省（2019，p72）『電気通信施設点検基準（案）』から引用

5 事例分析及び結論

ここでは、表1に示す国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセス、及び図1に示す国内の水文観測のためのテレメータシステムの構成の変遷を分析し、次の2つのことを確認する。そして、2つの確認結果を踏まえ結論を述べる。

1つ目の分析は、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは維持管理に関する情報の粘着性が高いこと、2つ目の分析は、維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は開発途上国では維持管理が困難であることである。



## 5－1 国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは維持管理に関する情報の粘着性が高い

図1に示すように、水文観測の方法は、普通観測（第一段階）、自記観測（第二段階）そしてテレメータシステムによる観測（第三段階）へ発展している。この発展は、中尾（2008）に言うように行政ニーズに対応してきたことによるものだろう。

維持管理の方法は、設備を構成する機器や装置がないため保守なし（第一段階）、水位計、雨量計、自記記録計のように機器単体の保守（第二段階）、機器単体に加え無線通信の利用が加わりテレメータの保守（第三段階）そして高機能化したテレメータの保守（第四段階）へ発展している。この発展は、水文観測の方法の発展に伴うものである。

ここで注目することは、杉浦（2016）も言及しているように、河川管理を担う者（テレメータシステムのユーザー）が、水文観測の方法、水文観測のための設備機能と維持管理に関する要求定義をし、専門技術に長けている設備の製造会社や保守会社は、要求定義に基づき、設備や保守サービスの提供を行っていることである。テレメータシステムのユーザーが行っている要求定義は、例えば国土交通省（2022）が示すように、点検の種類を総合点検<sup>6</sup>、個別点検<sup>7</sup>、巡回点検<sup>8</sup>、及び臨時点検<sup>9</sup>といったように細分化している。また、点検内容についても、図2に示すように点検周期、点検方法等を明確に記述している。言い換えれば、テレメータシステムのユーザーが、設備機能と維持管理のための要求を外部委託先に伝えることで、設備や保守サービスを作り、発展させてきたと言える。このことを、杉浦（2022）の報告にもとづき分析すれば、情報の粘着性はニーズ情報と技術情報により構成されニーズ情報と技術情報のそれぞれに維持管理情報が大きく影響を及ぼしていることから、情報の粘着性は高いということになる。そして維持管理情報に注目すれば、テレメータシステムのユーザーは、保守の専門技術に長けた保守会社へ委託するため、テレメータシステムのユーザーにとって維持管理情報の粘着性はとても高いものになると

考えられる。（図 3 参照）

## 5-2 維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は開発途上国では維持管理が困難

表 1、図 1 及び図 2 は、国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセスや維持管理のための要求定義であることから、開発途上国の状況を分析することはできない。しかし、国内のテレメータシステムの場合、維持管理情報については、製造会社や保守会社に情報が集約されているため、国内のテレメータシステムのユーザーは要求定義はできても、実作業を外部委託していることも多いため、維持管理情報の粘着性は高い状態であると言えよう。このように国内においては保守会社が存在するという前提で導入されたテレメータシステムを開発途上国へ供与しても、開発途上国のテレメータシステムのユーザーが維持管理情報の粘着性の高さを乗り越えて、日本製のテレメータシステムを持続的に運用することは困難であろう。開発途上国においては、日本のテレメータシステムの保守会社が持つ維持管理情報の粘着性が高いため、テレメータシステムを正常に稼働させるために必要な状態を確認をするためための知識、異常時に交換する部品の調達が難しいのである。

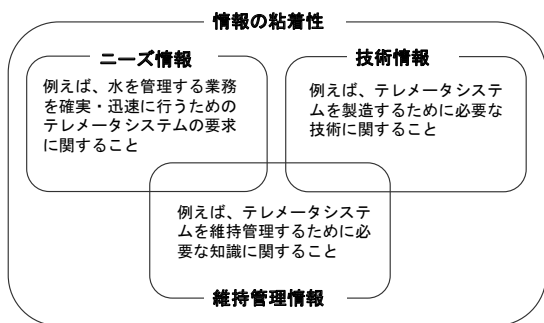


図 3 維持管理情報の粘着性  
（出所）杉浦（2022）をもとに筆者修正・作成

### 5－3 結論

以上の分析より、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは維持管理に関する情報の粘着性が高いことが明らかになった。そして、維持管理に関する情報の粘着性が高い製品は開発途上国では維持管理が困難であることも明らかになった。

以上より、国内の河川管理や洪水制御のために使われているテレメータシステムは、開発途上国では維持管理が困難であると言える。

## 6 おわりに

本研究は、先進国で生産され先進国で利用してきた機器を、開発途上国で利用しようとした時に、なぜ利用が困難であるのかということを、情報の粘着性の概念を使って分析するものである。しかし、事例分析の対象は、国内の水文観測のためのテレメータシステム開発プロセスであるため、分析対象においては、情報の粘着性の概念を使って確認できたということに留まるであろう。また、事例の分析精度を向上させるためには、開発プロセスをニーズ情報、技術情報及び維持管理情報の粘着性の視角から詳細に捉えていくことが必要となるであろう。

「先進国で生産され先進国で利用してきた機器を、開発途上国で利用しようとした時に、なぜ利用が困難であるのか」という問いは、「開発途上国で定着する製品にはどのような条件が必要なのか」と言い換えることができる。今後、本研究成果を発展させ、開発途上国で定着する製品開発を「情報の粘着性」という視座で捉え、低価格で維持管理しやすい製品の条件を探索していくことも有用な研究となるであろう。

## 【注】

- 1 水文観測：水文現象の観測を行うことである。水文現象とは、国土交通省（2017）が示すように（イ）河川（湖沼等を含む。以下同じ。）の流域における降水量、（ロ）河川の水位、流量、水質及び底質、（ハ）地下水の水位及び水質であるとする。
- 2 テレメータシステム：テレメータシステムは、土木研究所（2002、248p）が示すように、遠隔地からリアルタイムの観測データを伝送し、災害対応としての性格から無線による伝送が原則とする。テレメータシステム構成は、監視局、観測局、中継局、傍受局から構成する。また、テレメータシステムは、計測部よりデータ通信装置（観測装置や監視装置等）を経て記録部までをいう。
- 3 普通観測：雨量観測の場合は普通雨量計による目視観測、水位観測の場合は水位標識による目視観測をいう。（国土交通省ホームページ「水文水質観測の概要」より）
- 4 自記観測：雨量観測及び水位観測の場合は記録器を有した器械による観測をいう。（国土交通省「水文水質観測の概要」）
- 5 テレメータシステムによる観測：遠隔地で自動観測されたデータを、無線等によってデータ収集を行ない、事務所へ伝送する観測をいう。（国土交通省ホームページ「水文水質観測の概要」より）
- 6 総合点検：総合点検は、施設の総合的な性能・機能確認を行う点検であり、国土交通省（2019）に示す「国土交通省電気通信施設点検基準（案）」及び特記仕様書に基づく点検をいう。（参照：国土交通省（2021））
- 7 個別点検：個別点検は、機器単体の性能・機能確認を行う点検であり、国土交通省（2019）に示す「国土交通省電気通信施設点検基準（案）」及び特記仕様書に基づく点検をいう。（参照：国土交通省（2021））
- 8 巡回点検：巡回点検は、施設の設置環境に応じて機器の状態確認を行う点検で、国土交通省（2019）に示す「国土交通省電気通信施設点検基準（案）」及び特記仕様書に基づく点検をいう。ただし、巡回点検は総合点検及び個別点検を補完するための点検であるため、総合点検及び個別点検と同時に巡回点検を実施してはならないものとする。（参照：国土交通省（2021））
- 9 臨時点検：臨時点検は、施設における機器の障害箇所の発見、報告及びその場での修理対応可能な軽微な作業等である。（参照：国土交通省（2021））

## 【参考文献】

- von Hippel E.(1994) "Sticky Information and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation." Management Science, 40(4), pp.429-439.
- 小川進（1997）「イノベーションと情報の粘性－イノベーションにおけるニーズ・プッシュとテクノロジー・プル－」『組織科学』, 30(4), pp.60-71.
- 国土交通省（2014）『電気通信施設点検基準（案）』国土交通省平成26年12月。

国土交通省 (2015)『河川砂防技術基準維持管理編(河川編)』国土交通省平成27年3月改訂.

国土交通省 (2017)『水文観測業務規程』国土交通省.

国土交通省 (2017)『水文観測業務規定細則』国土交通省.

国土交通省 (2021)『電気通信施設点検業務共通仕様書(案)』国土交通省 大臣官房技術調査課 電気通信室, 令和3年11月.

杉浦政裕 (2016)「公共財の維持管理におけるインハウスエンジニアリングの適正技術ー水資源管理のための水文観測設備の維持管理を事例としてー」『開発技術』, 22, pp.77-88.

杉浦政裕 (2017)「インドネシアにおけるキャッチダウン型水文観測設備の優位性」『開発技術』, 23, pp.11-22.

杉浦政裕 (2022)「開発途上国におけるユーザー・イノベーターによるテレメータシステムの開発と維持管理のための情報の粘着性ーインドネシアの水文観測実施機関を事例にー」『九州国際大学国際・経済論集』, 10, pp.33-48.

伊達卓二 (2007)「途上国における持続的な医療機器運営に関する一考察ーウガンダの例を参考としてー」『国際協力研究』, 23(1), pp.1-13.

土木研究所 (2002)『平成14年度版水文観測』独立行政法人土木研究所編著, 国土交通省河川局監修, 全建設技術協会発行平成14年9月.

中尾忠彦 (2008)「水文観測の現状と展望」『平成20年度河川情報シンポジウム講演集』河川情報センター.

### 【ウェブサイト】

JICA (2016),「日本製品で市場シェア8割を獲得する方法ーバングラデシュの医療機器販売のトップランナーー」(2016.10.10), <https://www.jica.go.jp/bangladesh/bangland/cases/case16.html> (閲覧日:2023年7月17日).

国土交通省,「水文水質観測の概要」, <http://www1.river.go.jp/workbook.html> (閲覧日:2023年7月15日).

国土交通省 (2019)『電気通信施設点検基準(案)』国土交通省, 令和元年12月. [https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/densekisankijun/R0112tenkenkijun\\_kobetu.pdf](https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/densekisankijun/R0112tenkenkijun_kobetu.pdf) (閲覧日:2023年7月18日).

