

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
—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—
Appropriate Technology for In-house
Engineering in Operation and Maintenance
of Public Goods
— As a Case Study on Operation and
Maintenance of Hydrological Observation
Facilities for Water Resources Management —

杉浦 政裕*

Masahiro Sugiura

ABSTRACT

In order to mitigate flood risks and supply water stably, hydrological observation of precipitation, river level, stream-flow, and so on, has been implemented over many years. Hydrological observations are required to be sustainable, and are mainly implemented by organizations which are responsible for public work, such as the national government, local governments, and incorporated administrative agencies. However, most of these organizations which conduct public work operate and manage the observation facilities by outsourcing the manufacturing and repairing of observation equipment. This paper attempts to formulate a development model of outsourcing concerning operation and maintenance of hydrological observation facilities from the point of view that appropriate technology is to be sustainable for both the user of technology and the society. The paper also shows the difference between appropriate technology for product manufacturing and that for a person who belongs to organizations which do not produce and repair products themselves but operate and manage their

* 独立行政法人水資源機構総合技術センター国際グループチーフ。博士（経済学）。

Masahiro Sugiura, Ph.D., Deputy Director, Water Resources Engineering Department, Japan Water Agency.

E-mail : masahiro_sugiura@water.go.jp

facilities. In addition, the author also describes that the latter appropriate technology aims for developing the framework of financing, securing maintenance engineer, and establishing technology with ability to request its demand to the outsourcing companies which offer specialized operation.

要 約

洪水制御や水の安定供給のために、長年にわたり降水量、河川水位・流量など水文観測が行われている。水文観測は、主に国、地方自治体、独立行政法人など公共事業を担う組織が実施しており、持続性が求められている。しかし、公共事業を担う組織の多くは、観測機器の製造や修理を外部委託し、観測設備の管理運営を行っている。本論文では、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、水文観測設備の維持管理を題材に、外部委託の発展モデルの構築を試みる。また、製品製造のための適正技術と自らの組織で製造や修理をしない者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する。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す。

キーワード： 外部委託、水文観測、適正技術、水資源管理

Keywords: Appropriate technology, Hydrological observation, Outsourcing, Water resources management

1. はじめに

公共財の管理の多くは、国、地方自治体、独立行政法人など公共事業を担う組織が実施している。そこでは、公共財を管理するにあたり、専門技術を扱わなければならない場合がある。たとえば、洪水調節や水の安定供給などの目的を達成するためには、送水停止や洪水による社会的影響を小さくするために、洪水調節や水の安定供給をするための設備の持続的な運転が必要である。それには、設備の保守が不可欠である。

しかし、洪水調節するためのダムの制御設備や河川の水位を測る観測設備などは、国、地方自治体、独立行政法人など公共事業を担う組織が管理しているが、設備は製造会社が製造し、設備の精密点検や修理は製造会社あるいは保守会社が行っている実態がある。この実態をかみ砕いて表現すれば、公共事業を担う組織は「観

測設備の整備、管理、運営」を行い、製造会社は「観測設備の供給」を行うとすることもできる。

つまり、自らの組織で製造や修理をしない者が設備を管理運用するために持たなければならない技術は、機器等の設備を製造、精密点検、修理をするために製造会社や保守会社が持つ技術とは種類が異なるのである。

こうした状況において、自らの組織で製造や修理をしない者にとっては、技術自立を目指さず、自らの要求どおりに技術や製品を利用できるか否かが、大きな関心となるであろう。これは、設備を製造する力をもたない途上国において、設備の能力を引き出すために必要な前提条件を探り出すことにもつながる。

そこで本論文では、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、水文観測設備の維持管理を題材に、外部委託の発展モデルの構築を試みる。また、製品製造のための適正技術と自らの組織で製造や

修理をしない者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する。そして、後者の適正技術は、予算調達の仕事を作り、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す。

なお、本論文で用いる機器、装置及び設備の

定義は、電気通信設備管理指針(2013)に基づき、機器は単体で特定の機能を発揮するもの、装置は特定の役割を果たすために必要な機能を発揮するもの、設備は特定の目的を達成するために必要な機能を発揮する装置の集合体であるとする。

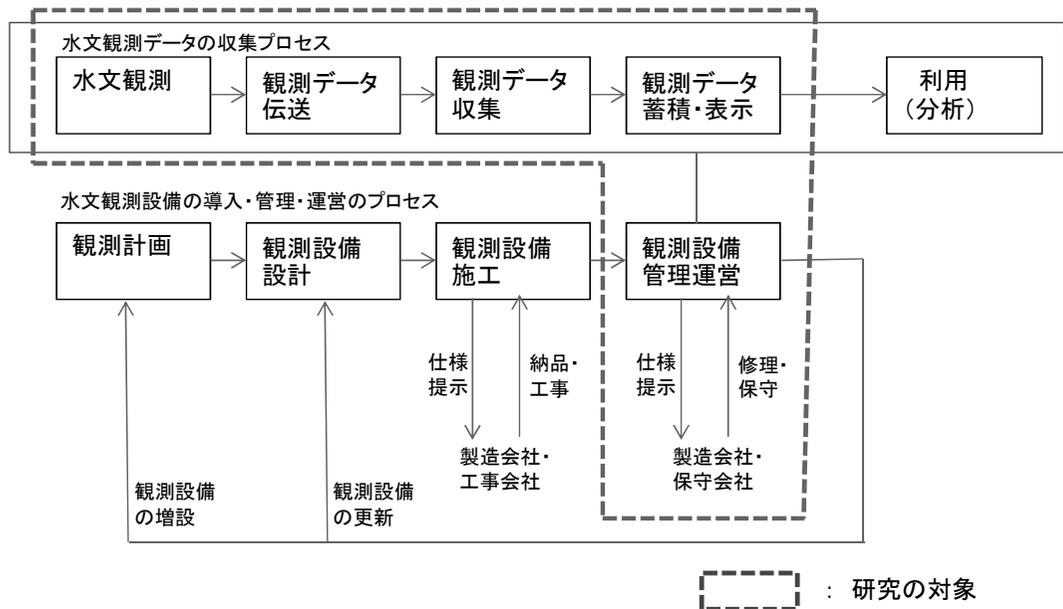


図1 本研究の対象

2. 研究方法

本研究の対象は、図1に示すように、二つのプロセスの一部である。1つめの水文観測データの収集プロセスについては、水文観測から観測データ伝送、観測データ収集、観測データ蓄積・表示までを対象とする。2つめの水文観測設備の導入・管理運営のプロセスについては、観測設備の管理運営を対象とする。

水文観測設備の導入・管理運営のプロセスにおいて、自らの組織で製造や修理をしない者が実施する場合、あるいは業務量が多く自ら処理しきれない場合は業務を外部委託しなければならない。業務を外部委託する場合には、委託す

る資金調達、委託先の確保、委託先に求めることを正確に伝え、委託した内容が実施されていることを確認すること必要である。

そこで、水資源管理のための水文観測設備の維持管理を題材に、自らの組織で製造や修理をしない者が、外部委託により設備を管理運営するために持たなければならない適正技術を探ってみよう、と言うものである。研究手順は、以下のとおりである。

- 1) 問題整理のために、水文観測設備を管理運営するためのインハウスエンジニアリング(IHEG)及びIHEGの適正技術の概念設定を行う。
- 2) 先行研究について、上記の問題意識のもと、調査する。

- 3) IHEG の適正技術が発展段階に応じて変化していく姿を事例から見る。
- 4) IHEG の適正技術の視角から設備保守外部委託の四段階発展モデルを検討する。
- 5) IHEG の適正技術に関する結論と考察を提示する。

これまでの技術移転や適正技術の研究は、「民間企業の利潤原理の枠の中を対象とした技術移転の研究」や「持続的な人類生存のための適正技術の考え方を示す研究」が多く、公共財の管理を対象とした技術移転や適正技術の研究はみられない。本論文の特徴は、公共財の管理のように自らの組織で製造や修理をしない事象を対象としている、言い換えれば技術の利用に焦点を当てていることである。

ここで、本研究の対象である公共財の維持管理の特徴を言及しておこう。公共財は、一般に非競合性と非排除性の両方の特質を持つ、あるいは片方の特質を持っているとされている。そして、公共財管理の責任は、行政機関あるいは行政機関から委託や指定をされた機関にある。非競争性と非排除性の特質を持つ公共財は、財から便益を受けた人がいるからといっても他の人の便益が減るものではなく、財を形成・管理するための費用負担をしない人の排除も困難であるという特質がある。この公共財の特質は、自己責任として対応できる私的財とは対極に位置づけられる。

本論文で事例として扱う水資源管理のための水文観測には二つの解釈がある。ひとつは、流域内の水文観測というサービスをすることで結果的に流域内の洪水制御や水の安定供給をすると解釈すれば、非競合性と非排除性の両方の特質を持つことである。もうひとつは、流域内の水文観測を洪水制御や水の安定供給することと解釈すれば、流域全域を均等に網羅していないため競合的であり、特定の地域を観測対象から排除することも可能であることから排除性をもつということである。そこで本論文では議論を単純化し明確な結論を得るために、水資源管理のための水文観測は、前者の解釈を採用し非競争性と非排除性の両方の特質を持っている公共財としよう。

公共財の維持管理は、特定の受益者を対象とする私的財の維持管理とは異なり、不特定多数の受益者にとっても社会にとっても持続性があることを求められることは明らかである。また、公共財の維持管理の多くは、公共事業を担う組織だけでは、技術や人員も不足し対応しきれないため、私企業との協業が不可欠である。しかし、私企業との協業により公共財の維持管理の持続性を維持するには、私企業の意味による技術や製品の供給の廃止、価格の制御などのリスクを払拭する努力が必要となるのである。

3. 概念設定

公共事業、たとえば建設事業の IHEG には、河川改修、道路建設などを実施するために多種類の要素技術があり、機械技術者、建築技術者、電気通信技術者、土木技術者など多種類のエンジニアが携わっている。そこで、問題整理のために、水文観測設備を管理運用するための IHEG 及び IHEG の適正技術の概念設定を行っておく。

3.1 IHEG

建設事業に携わる人々の立場は、國島ら(1994, p.29)が述べているとおり、発注者、建設業者、エンジニア、法律家、保険会社および銀行である。建設事業の中でも、たとえば水文観測設備の設置のための施工、管理運営に関する発注者の業務は、設置場所の許可や電波法準拠などの法的責任、予算要求など資金調達、設備設置などの用地取得、観測計画・観測システム構築・観測システム保守などの設計、工事請負契約の作成などがある。

上述された発注者の業務を実施する者は、多くの場合、国、地方自治体、独立行政法人など公共事業を担当する組織の技術者である。本論文では、このような自ら公共財を管理するための設備の製造や修理をしない組織の技術担当者をインハウスエンジニア (IHE) とし、組織の目的を達成するために発揮するための技術をインハウスエンジニアリング (IHEG) と呼んでおきたい。なお、本論文では、水文観測設備を

管理運営するための IHEG について言及していくため、以下本論文での IHEG は、水文観測設備を管理運営するための IHEG を指し、IHE は水文観測設備を管理運営するための IHE を指すものとする。

3.2 IHEG の適正技術

適正技術は、1960 年代以降に Schumacher (1974)、Dickson (1974)、Lovins (1977) らが、さまざまな文脈で議論してきた。いずれの議論においても適正技術は、身の丈に合致した技術であり、利用者にとっても社会にとっても持続性があることは、共通の思いであろう。

IHEG を操る IHE には、プロジェクト毎、実施段階毎に現場に合致した対応ができる技術を低下させないように努めることが求められる。これは、IHE に対して、調査計画、設計、施工、維持管理の段階毎に、実施のための資金を調達し、専門的に業務を請け負う企業に自らの要求を伝え、現場状況との整合を図る技術力が求められることを意味する。

特に自らの組織で製造や修理をしない IHE には、自らの要求が確実に実施され、現場状況と整合が図られているか否かを確認することが求められる。自らの要求を確実に伝えるためには、方針や基準を明確に定めることが、必要となるのである。そして、維持管理の段階において、維持管理の中核となる保守技術者の確保は、最も注視すべきことのひとつである。

そこで本論文では、技術自立を目指さず、維持管理のための予算調達と保守技術者の確保を図り、求める要求の基準化を行い、持続的な維持管理を行う技術を IHEG の適正技術と呼んでおきたい。

4. 先行研究

IHEG を必要とする組織は、公共財の管理を担う国、地方自治体、独立行政法人など公共事業を担当する組織のみならず、車両や線路などを外部から調達して事業を行う鉄道事業者、航空機を外部から調達して事業を行う航空事業者、浄水プラントや浄水プラントのオペレー

ション要員を外部から調達して事業を行う水道事業者等も含まれるであろう。更に広く見れば、設備を製造する力をもたない途上国においても、導入した設備を持続的に活用していくために、IHEG が必要とされると言ってもよいであろう。

本論文では、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、IHEG の適正技術について、設備保守を題材に外部委託の発展モデルを示すことを課題としている。従って、IHEG の適正技術を考えるために、適正技術と IHEG の先行研究における議論を見ていこう。

これまで適正技術に関する研究は、技術移転に関する研究と共に数多く行われてきた。研究の中心は、発展段階に応じた技術進歩と自然環境の持続性を重視した技術の考え方であった。また、発展段階に応じた技術進歩と自然環境の持続性を重視した技術の考え方の両者を包括して捉えることができる村上 (1997) の研究もある。技術の進歩を時間的にも空間的にも文脈から捉えることを意識した村上 (1997) の研究も適正技術に含めてもよいだろう。

適正技術については、Schumacher (1974) の中間技術、Dickson (1974) のオルターナティブ・テクノロジー、Lovins (1977) のソフト・エネルギー・パス、OECD (1976) の報告では革新の機会を増やすシステムを重要視する考え方、UNIDO (1979) の報告では二重経済に適合する技術の二重性など、適正な技術の考え方や適正な技術の方向性を示す研究がされてきた。また田中 (2012) は、適正技術が普及しないことを受けて、参加型の技術開発による普及を試みている。

国の発展段階に応じた技術進歩については、小川 (1982) や米山 (1990) の研究がある。小川 (1982) は技術移転のレベルを四段階に分け、技術移転のタイプを三つに分けて、主に海外の中小企業への技術移転を論じている。また、米山 (1990) は日本からマレーシアへの製鉄技術の移転についての事例研究を通して、適正技術の開発と現場の移転、鉄鋼の生産技術のみならず周辺技術、教育制度、労務管理も含めた技術

移転を考察している。小川(1982)や米山(1990)の研究は、国の発展段階に応じた技術進歩を技術形成の視角から見れば、技術自立を目指した適正技術であると言えるであろう。

技術自立を目指した技術形成は、たとえば林(1986)により研究されている。林(1986)は、ドイツから日本への製鉄技術の移転の事例研究の中で、製鉄技術が日本へ移転され自立するまでを技術上の先行条件、失敗事例、失敗から立ち直り技術自立する事例、人材育成事例から考察している。ここでは技術を構成する要素を五つに分け、技術移転の過程を五つ分けて、技術形成を論じている。技術を構成する五つの要素については、原料および素材、器具・機械、技能者・技術者、経営(技術管理と管理技術の総称)、市場をあげている。そして技術移転の五つの過程は、操作技術の習得、保守技術の確立、修理技術の獲得と一連の小改良、自主設計の技術の確立、国産化・自主開発としている。

しかし、技術形成には、Santikarn(1981)が示唆するように、技術的自立を捨て去り、技術に寄生して、技術を使いきるという立場をとり続けるという選択もある。この場合、進化した技術を使った製品に絶えず対応していかなければならない。このような技術や製品の利用に特化した事象について、適正技術の文脈で研究した事例はない。

IHEGの研究については、業務の内部化と外部委託との関係が深いため、市場と企業組織の境界設定に関する研究、IHEGのあり方に関する議論をみていこう。

市場と企業組織の境界設定に関する研究は、取引の効率の視角から業務の内部化あるいは外部委託を考えたCoase(1937)、Coase(1960)、Williamson(1975)の研究がある。Coase(1937)は、市場で取引するよりも少ないコストで取引ができる限り企業が発生し、大企業が管理する範囲を大きくしようとするだろうと言っている。またCoase(1960)は、取引費用が発生しない状況では効率的な結果が成立することを示した。そして、Williamson(1975)は、コースの理論を発展させ取引コストの高低の仕組みを明らかにしている。また、競争優

位性の視角から業務の内部化の範囲を考えたWarnerfelt(1984)、Barney(1991)の研究もある。Warnerfelt(1984)は企業内部の資源に目を向け競争優位や利益について論じており、Barney(1991)は競合する企業が持たない資源を持つことが競争優位性を獲得することを示した。

いずれの研究も、外部委託を取引の効率性あるいは競争優位性の視角から分析しており、民間企業の利潤原理の枠の中を対象とした研究としては有意である。しかし、技術の利用者にとっても社会にとっても持続性を確保しながら自らの要求どおりに技術を利用できるか否かという視角で議論されていない。

IHEGのあり方については、伊藤ら(1995)は、社会資本を整備・管理運営する公共事業の発注に携わる公務員技術者の役割と課題について、実態や現状を分析し、今後の施策について言及している。また、大阪府(2014)は、都市基盤施設維持管理技術審議会第3回全体検討部会において、IHEGのあり方に関する議論をし、IHEである公務員技術者が施設の管理者として、技術力向上と継承につながる仕組みの構築について報告している。さらに興石(2014)は、鉄道メンテナンスを題材に、鉄道会社のメンテナンス部門の課題を整理し、インハウスエンジニアは外部技術の動向を押さえ自社メンテナンスに応用適用する幅広い視野をもつことが求められていると主張している。伊藤ら(1995)、大阪府(2014)、興石(2014)の研究は、公共財の管理のように自らの組織で製造や修理をしない者がどうあるべきかという議論をしているが、設備の能力を引き出すために必要な前提条件を探り出すことについては言及していない。

このように、これまで「適正技術」と「市場と企業組織の境界設定」の研究では、自然の回復力を越えない範囲の自然破壊を考えるような場面、民間企業の利潤原理の枠の中を対象として業務の内部化と外部委託を考える場面において有意な研究であった。また、IHEGのあり方に関する報告は、今後のIHEGの方向性を示すためには有意な議論であった。しかし、筆者は、IHEGの適正技術については、これまでの研究

では不十分であると考え。そのため、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、設備保守を題材に外部委託の発展モデルの構築を試みる。

5. IHEG の適正技術が発展段階に応じた変化－水文観測テレメータを事例に－

ここでは、水文観測方法の発展を水文観測設備の維持管理の視角から、設備を持続的に維持管理するための要因を探ってみる。そして、持続的に設備の維持管理をするための要因として、予算調達、保守技術者の調達、保守作業の基準化の三つの要因を抽出できることを示す。さらに、抽出された三つの要因に着目しながら、設備保守外部委託の四段階発展モデルを提示する。

それでは、IHEG の適正技術が発展段階に応じて変化していく姿から見ていこう。

5.1 水文観測とテレメータ

まず、水文観測とテレメータについて解説しておく。水文観測については、水文観測業務規定（2002）により、河川及びその流域並びに地下水に関する水文観測業務の内容が定められている。そして、水文観測業務規定細則（2014）により、水文観測業務の実施に必要な事項が定められている。水文観測業務規定細則（2014）に記されているように、観測対象は、降水量、積雪深、水位、流量、水質、地下水水位であり、観測には次の四つの区分がある。

- 1) 普通観測：水位標を用いた目視による観測をいう。
- 2) 自記観測：記録器を有する器械による観測（テレメータ、自記記録計、電子ロガー等を用いた記録観測を含む）をいう。
- 3) レーダー観測：レーダー雨量計（レーダー送受信装置、収集処理装置、解析処理装置、合成処理装置等）を用いた観測をいう。

- 4) 採水観測：採水分析（採泥分析を含む）による観測をいう。

本論文で扱う水文観測のテレメータは、設定された観測時刻に雨量計や水位計など計測装置から観測データを取り込み、設定された時刻に観測データを集約する事務所等へ自動的に送信する装置をいう。

本論文では、普通観測と自記観測を対象とし、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を対象とする。

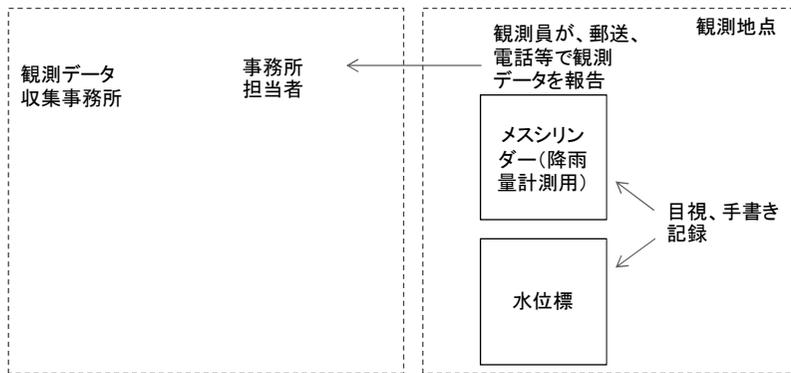
5.2 水文観測の変遷

次に、水文観測の変遷をみておこう。日本国内では、1897年に小千谷市旭橋上流の小千谷水位観測所で水文観測を行っていた事例（信濃川河川事務所（2004））もある。日本国内で組織的に始められた水文観測は、1937年から始まった河水統制事業調査からとされている。日本河川協会（2015）によれば、1938年には、当時の内務省土木局が全国の主要河川を組織的に調査した結果を年表として発行している。第1回の年表に記載されている観測所数は、雨量が82箇所、流量が111箇所であった。また2012年時点では、収録観測所数は401の雨量観測所、349の流量観測所があるという。

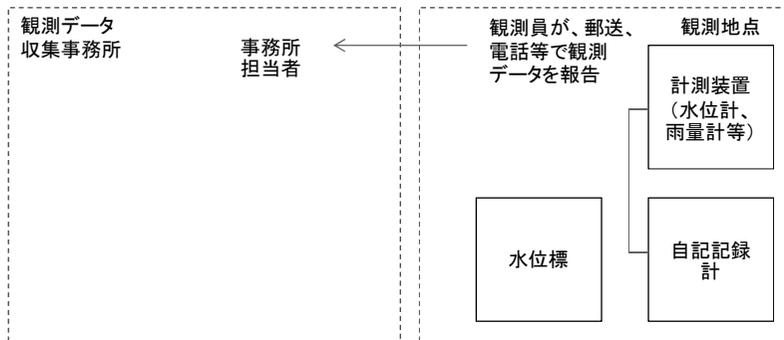
観測方法、観測機器、点検方法の変遷については、多くの資料が存在する。本論文では、浜田河川国道事務所（2004）、信濃川河川事務所（2004）、中尾（2008）、水文観測の手引き（案）（2004）、河川砂防技術基準維持管理編（河川編）（2015）、電気通信施設点検基準（案）（2014）、電気通信設備管理指針（2013）を参考に整理する。整理した結果、以下のとおり四段階に分けることができる。

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

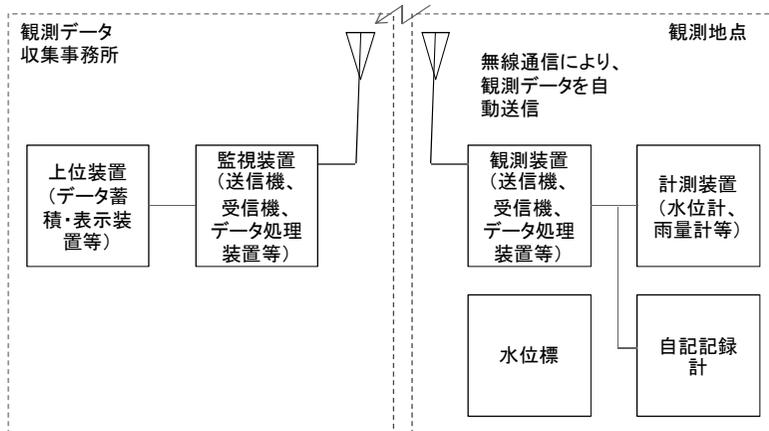
第一段階



第二段階



第三段階



第四段階は、自動観測・自動送信という仕組みは第三段階と同じ。

図2 水文観測方法の変遷

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。(図2参照)

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。(図2参照)

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。(図2参照)

第四段階 さらに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。(図2参照)

5.3 水文観測の変遷の分析

水文観測方法は、「5.2 水文観測の変遷」で示すように普通観測、自記観測、テレメータ観測と発展してきている。水文観測方法の発展の誘発要因は、中尾(2008)も言うように、水文観測の方法は行政の動向と結びついているため、河川管理の高度化に対応してきたことであ

ろう。水文観測の方法が行政の動向と結び付いていることは、河川管理を行うためのニーズに応えるために、水文観測の方法が発展してきたことになる。言い換えれば、河川管理を担う者が、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あるいは保守会社は、要求定義に基づき、設備あるいはサービスの提供を行っていると看做してもよいであろう。これは、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が、設備やサービスを作り、発展させてきたと言えよう。

それでは、水文観測方法の発展を設備の維持管理の視角から見るとどのようなになっているのであろうか。設備を維持管理するための要因を、「5.2 水文観測の変遷」で示した第一段階から第四段階をもとに探してみよう。

第一段階から第二段階への移行では、観測員が水位や降水量を、水位標やメスシリンダーのメモリから読み取る作業から、水位計や雨量計により自動観測し、自記記録計により自動記録することになった。しかし、観測データの報告については、観測員から観測データ収集事務所担当者へ郵送や電話等により行う行為は変わらない。観測を継続するためには、観測地点で自動観測するための装置(計装装置、自記記録計)を購入する費用と壊れた際に修理する費用が必要となる。点検については、機器の構造が単純であるため、日常的な動作確認程度の点検技術があれば困ることは多くない。

第二段階から第三段階への移行では、水位計や雨量計により自動観測し、自記記録計により自動記録することは変わらないが、観測データの報告については、無線通信による送信機や受信機を備えた観測装置から自動的に観測データ収集事務所担当者へ伝送されるようになる。観測を継続するためには、観測地点で自動観測するための機器(計装装置、自記記録計、観測装置)、観測データ収集事務所で観測データを受信する監視装置やデータ蓄積・表示する上位装置を購入する費用と壊れた際に修理する費用が必要となる。点検については、設備を構成する機器や装置の構造が複雑であるため、洪水に

備え常時稼動状態を維持するために専門技術をもった保守技術者による点検が求められる。設備の保守に高度な専門技術を求められるため、観測施設管理者は、設備の点検や修理などの保守作業を外部委託することになる。そのため観測施設管理者は、保守作業の受託者に対して、設備の機能を十分に引き出すための保守作業を指示し、保守作業を監督しなければならない。

第三段階から第四段階への移行では、水位や降水量の自動観測、観測データを自動送受信により事務所担当者へ伝えるという仕組みは変わらない。しかし、精度の高い河川流入量予測や洪水制御など高度な河川管理に対応するために、観測地点で自動観測した水位や降水量の観測データを、10分間隔で自動送信できる高機能な機器や、観測データ収集事務所で観測データを受信する監視装置やデータ蓄積・表示する上位装置を購入する費用と壊れた際に修理する費用が必要となる。点検については、設備を構成する機器や装置の構造が複雑であるため、第三段階の時点よりもさらに高度な専門技術をもった保守技術者による点検が求められる。また設備の保守には、さらに高度な専門技術を求められるため、観測施設管理者は設備の点検や修理などの保守作業を外部委託することになる。第三段階の時点と同様に、設備の機能を十分に引き出すための保守作業を指示し、保守作業を監督しなければならない。

以上から、持続的に設備の維持管理するための要因として、予算調達、保守技術者の調達、保守作業の基準化の三つを抽出できる。

- (1) 予算調達：設備購入・修理や点検のための予算調達。
- (2) 保守技術者の調達：応急復旧時にも短時間で設備設置現場に到着できる保守技術力を持った技術者の調達。
- (3) 保守作業の基準化：観測目的に対して、過小や過剰すぎず設備の要求性能を引き出すための保守作業の基準化。

5.4 IHEG の適正技術の視角から見た設備保守外部委託の四段階発展モデル

持続的に設備の維持管理をするための三つの要因に着目しながら、以下に設備保守外部委託の四段階発展モデルを提示する。

- 第一段階 労働集約型の方法により、機器を使わず、人力で対応。機械の導入をしないため、保守の必要はない。
- 第二段階 人力部分を機械化することより、機器の保守が必要となる。機器を構成する部品が単純であれば、利用者自ら取り替えることができるため、部品があれば修理可能となる。持続的に設備の維持管理をするために必要なことは、以下の三点である。
- ・操作技術の習得。
 - ・保守技術者の確保など導入した設備の保守体制の構築（保守部品の確保、修理工場の確保含む）。
 - ・維持管理のための資金の確保。
- 第三段階 設備を構成する機器や装置の高度化が進み、機器を構成する部品も複雑となり、設備の利用者自ら修理することはできない。利用者、点検により機能が発揮されているか否かのみを確認できる。持続的に設備の維持管理をするために必要なことは、以下の三点である。
- ・精密な点検と修理は、保守会社や製造会社へ外部委託。
 - ・保守技術者の確保など導入した設備の保守体制の構築（保守部品の確保、修理工場の確保含む）。
 - ・維持管理のための資金の確保。
- 第四段階 利用者は、外部委託を進める一方で、保守技術の知識を強化し、設備を持続的に運転する。持続的に設備の維持管理をするために必要なことは、以下の三点である。
- ・設備の管理指針を作り、多くの故障対応経験により確定した設備の点検項目、点検周期および更新時期など

自らの要求を、専門的に業務を請け負う外部委託先に伝える技術の確立。

- ・保守技術者の確保など導入した設備の保守体制の構築（保守部品の確保、修理工場の確保含む）。
- ・維持管理のための資金の確保。

6. 結論と考察

「5.4 IHEGの適正技術の視角から見た設備保守外部委託の四段階発展モデル」から、段階ごとに必要なことを見ていくと、公共財の維持管理におけるIHEGの適正技術とは、維持管理のための予算調達と保守技術者の確保を図り、求める保守作業の基準化を行い、持続的な維持管理を行うこと、であると言えよう。

そのため、維持管理のための予算調達、保守技術者の確保、求める要求の基準化のうち、ひとつでも十分でない場合は、当該レベルの設備の利用は尚早であることになる。この場合、利用する機器や装置のレベルを下げる必要があるであろう。

技術自立への五段階として、林（1986, p.66）は次のように言っている。

- 1) 操作技術の習得
- 2) 導入した機械・設備の保守
- 3) 修理と一連の小改良
- 4) 設計と企画
- 5) 国産化

これは、製品製造の適正技術である。製品製造の適正技術では、林（1986, p.66）の言う技術的自立を目指すべきであろう。

しかし、導入した設備を管理運営するような技術や製品を利用する技術においては、絶えず技術や製品へ適応していく力が求められる。技術や製品は、進化もすれば、製造者の意思により廃止もされる。こうした技術や製品の存在を製造者に制御された状況で、国土マネジメントのための水文観測を持続するには、進化した技術を使った製品の機能を最大に引き出し、設備を管理運営する能力が必要となるのである。

つまり、製品製造の適正技術では林（1986,

p.66）の言う技術的自立を目指し、IHEGの適正技術で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のである。

ODAによる設備導入を図る途上国に目を向けてみれば、多くの途上国では設備を製造する力をもたないため、修理を国外の企業に外部委託していることにもみられる。さらに、グローバル化により産業の棲み分けが進めば、今後類似の構図を見ることは益々増えるであろう。導入した設備を持続的に活用していくためには、国内で資機材、保守作業従事者、修理を調達できることが担保されていることが重要であろう。それは、他者あるいは他国からの技術や製品の供給を前提とすることは、他者あるいは他国の意思による技術や製品の供給の廃止、価格の制御などリスクを払拭できないからである。

設備を製造する力をもたない途上国においては、林（1986, p.66）が技術自立への五段階の最終段階に国産化を挙げているように、資機材、保守作業従事者、修理の「国産化」を図る努力も並行して求められるであろう。

なお、本論文にありうる誤謬は全て筆者の責任に帰する。また、本論文に示す見解は筆者の個人的見解であり、筆者の所属する独立行政法人水資源機構の見解または方針を示すものではない。

〈参考文献〉

- 伊藤昌勝, 高野伸栄, 佐藤馨一（1995）, 「地方公共団体インハウスエンジニアの役割と課題」, 『建設マネジメント研究論文集』土木学会, Vol.3, pp.13-22.
- 大阪府（2014）, 都市基盤施設維持管理技術審議会第3回全体検討部会平成26年2月24日.
- 小川英次（1982）, 「中小企業の海外進出」, 龍澤菊太郎編『中小企業の海外進出』有斐閣選書, pp.130-154.
- 河川砂防技術基準維持管理編（河川編）（2015）, 国土交通省平成27年3月改訂.
- 國島正彦, 庄司幹雄（1994）, 『建設マネジメ

- ント原論』山海堂.
- 輿石逸樹 (2014), 「鉄道メンテナンスの課題と今後の展望」, 『JR EAST Technical Review』JR 東日本, No.48, pp.5-8.
- 信濃川河川事務所 (2004) : 記者発表資料 (平成16年1月23日), <http://www.hrr.mlit.go.jp/shinano/press/html/040123/index.html> (2016年5月30日 閲覧).
- 水文観測業務規定 (2002), 国土交通省.
- 水文観測業務規定細則 (2014), 国土交通省.
- 水文観測の手引き (案) (2004), 国土交通省四国地方整備局平成16年3月.
- 田中直 (2012), 『適正技術と代替社会 — インドネシアでの実践から』岩波新書.
- 電気通信施設点検基準 (案) (2014), 国土交通省平成26年12月.
- 電気通信設備管理指針 (2013), 独立行政法人水資源機構平成25年5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.
- 日本河川協会 (2015) : 平成24年版「雨量年表」・「流量年表」, http://www.japanriver.or.jp/publish/book/nenpyou_h24.htm (2016年5月30日 閲覧).
- 浜田河川国道事務所資料 (2004) : 記者発表資料 (平成16年2月17日), <http://www.cgr.mlit.go.jp/hamada/uploads/photos/2891.pdf> (2016年5月30日 閲覧).
- 林武 (1986), 『技術と社会』国際連合大学.
- 村上陽一郎 (1977), 「技術の文脈依存性」田浦俊春ほか編『新工学知② 技術知の本質』, 東京大学出版会.
- 米山喜久治 (1990), 『適正技術の開発と移転』文眞堂.
- Coase, R. H. (1937), “The Nature of the Firm”, *Economica*, N.S. Vol.4, No.16, pp.386-405.
- Coase, R. H. (1960), “The Problem of Social Cost”, *Journal of Law and Economics*, Vol.3, pp.1-44.
- Dickson, D. (1974), “Alternative Technology and Politics of Technical Change”, William Cokins & Sons Co. Ltd. (田窪雅文訳『オルターナティブ・テクノロジー、技術革新の政治学』時事通信社, 1980年).
- Lovins, A.B. (1977), *SOFT ENERGY PATHS*, Friends of the Earth, Inc. (室田泰弘・槌屋 治紀訳『ソフト・エネルギー・パス』時事通信社, 1979年).
- OECD (1976), *Appropriate Technology : Problems and Promises*, OECD.
- Santikarn M. (1981), *Technology Transfer, : A Case Study*, Singapore University Press.
- Schumacher, E. F. (1974), *Small is beautiful*, Sphere Books. Ltd. (シユーマツハー, E. F 『人間復興の経済』 佑学社, 1976年).
- UNIDO (1979), *Conceptual and Policy Framework for Appropriate Industrial Technology*, UN.
- Wernerfelt, B. (1984), “A Resources-Based View of the Firm”, *Strategic Management Journal*, Vol.5, No.2., pp.171-180.
- Williamson, O.E. (1975), *Market and Hierarchies*, Yje Free Press. (浅沼萬里ほか訳『市場と企業組織』日本評論社, 1980年).
- Barney, J.B. (1991), “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage”, *Journal of Management*, Vol.17, No.1, pp.99-120.