

修 士 論 文

借款援助に伴う技術の習得に関する考察
—日本が世界銀行から受けた融資を事例として—

Technology Acquired through Project by International Loan

東京大学 新領域創成科学研究科

国際協力学専攻

学籍番号 47-76875

氏名 進藤 靖浩

本論文は、修士（国際協力学）取得要件の一部として、2009年1月22日に提出され、同年2月2-3日の最終試験に合格したものであることを、証明する。

2009年2月3日

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
環境学研究系 国際協力学専攻

主査_____

目次

第1章	はじめに	1
第2章	研究の目的と手法	3
第1節	研究目的	3
第2節	研究手法	4
第3章	先行研究	5
第1節	先行研究	5
第2節	先行研究と本研究の相違点	6
第4章	事例研究	7
第1節	世界銀行からの融資事例	7
第2節	事例研究1：名神高速道路	7
(1)	クロソイド曲線	8
(2)	透視図法	10
(3)	修景設計	11
(4)	まとめ	12
第3節	事例研究2：愛知用水（牧尾ダム）	13
(1)	ロックフィルダムの種類と牧尾ダム建設までの歴史	13
(2)	牧尾ダムにおけるロックフィルダム採用の経緯とその影響	14
第4節	事例研究3：黒部川第四水力発電所（黒部ダム）	16
(1)	世界銀行と黒部ダムの関わり	16
(2)	ウィングダム	17
(3)	原位置岩盤試験	18
(4)	ルジオンテスト	18
(5)	まとめ	19
第5節	まとめ	19
第5章	考察	21
第1節	技術伝播・技術普及が起こる条件	21
第2節	記録することの重要性	23
第6章	結論	25
第1節	結論	25
第2節	問題点と今後の課題	26
図表		27
参考		28
謝辞		33

第1章 はじめに

現在の日本は世界でもトップクラスの援助供与国である。日本の2006年の政府開発援助実績は約112億ドルであり、DAC諸国で3位の規模である（外務省 2008 図表III-27）。2007年は約77億ドルで5位（OECD-DAC 2008 Table14）に落ち込んだものの、多額の政府開発援助を行っていることは事実である。

そんな日本も、以前は被援助国であった。第二次世界大戦終結直後は、米国からのガリオア基金・エロア基金から約18億ドル¹の援助を受けた。戦後復興期には世界銀行から約8.6億ドル、米国輸出入銀行から1980年までに20億ドル以上の公的借款を受けている。現在は援助大国である日本も、以前は被援助大国であったということである。

一般的に、このような借款援助には、それが技術援助の類でなくとも、被援助国がドナーの持つ知識や技術²を学ぶ機会があると認識されている。たとえば、外務省は、円借款の長所の一つとして「開発途上国は、円借款のプロジェクトを通じて、日本の経験・技術等を習得することができる」（外務省 2004 Column 1-2）としている。また、世界銀行も「援助は資金の移転の問題であると考えられやすいが、資金の移転と同じくらいに知識の移転の問題である。」（世界銀行 2000 iii）としている。こういった認識が仮に正しいとすれば、以前は被援助国であった日本も、過去の被援助事例から援助国の技術や経験を学んでいると考えられる。

そこで、本研究では、日本が世界銀行から受けた借款事例を対象に、援助事業を通じてどのような技術を習得³したのかを、事業記録や関連書籍を利用して定性的に検証する。本稿で対象としている事業は、名神高速道路・愛知用水（牧尾ダム）・黒部川第四水力発電所（黒部ダム）の三事業である。これらの事例に対する検証を通じて、借款によって行われた事業が

¹ このうち約13億ドルは無償であったので、実際の借款分は約5億ドルである。

² 知識と技術は異なる概念であるが、知識を実体化させる（た）ものを技術だと考えれば、広い意味では両者の差はなくなる。本研究において両者を厳密に区別する必要はないので、本稿では同義として扱うこととする。

³ ある場所から別の場所に技術が伝わることを表す語句としては、「技術移転」「技術導入」「技術伝播」「技術習得」「技術普及」などが挙げられる。本稿では、「技術移転」を援助側が主目的として技術を渡す意味として、「技術導入」を被援助側が自ら働きかけて技術を受け取る意味として、「技術伝播」を援助国から被援助国に技術が伝わる意味（つまり前二者のケースも含む）として、「技術習得」をある主体が特定の技術を獲得する広い意味として、「技術普及」を国内で技術が拡散する意味として捉え、主として「技術伝播」と「技術普及」の二語を使用する。

借款援助に伴う技術の習得に関する考察

技術伝播や技術普及を発生させたのかを明らかにするのが、本研究の目的である。同時に、日本が世界銀行から融資を受けた事例を対象とすることで、日本の被援助経験がどのようなものであったのかを明らかにするねらいもある。

第2章 研究の目的と手法

本章では、本研究の目的と手法を述べる。第1節では、本研究の目的を二点に分けて述べる。第2節では、本研究の採る研究手法について述べる。

第1節 研究目的

本研究では、日本が世界銀行から融資を受けた事例から、その事業を通してどのような技術を習得したのかを、定性的に検証する。その検証は、以下の二点を目的とするものである。

一つは、借款援助によって行われた事業が技術伝播や技術普及を発生させるのか、発生させるとすればどのような条件が必要なのかを定性的に明らかにすることである。通常、効果の有無や影響の大小を分析する際には定量的な分析手法が採られるが、定量的な手法を用いた技術伝播や技術普及が発生するメカニズムの分析においては、技術伝播や技術普及は条件が整えば自動的に発生するものとして捉えられている。それが故に客観性が高く一般化も容易であるのだが、一方で、数値化をしていない条件が技術伝播や技術普及に影響を及ぼしている場合には、正しい結果が得られない可能性がある。たとえば、3章1節で紹介する、輸入が技術流入の経路となっていると指摘した Coe and Helpman (1995) の研究には、Keller (1998) が偽のデータを使用した検証を基に疑問をとなえている。このような場合、定量的な手法だけでは影響を及ぼしている条件がどこに潜んでいるかを見つけることは難しい。本研究は、その問題に対し、定性的な検証を通じて技術伝播や技術普及が発生する条件を探り出すことで、解決の糸口を見つけようとするものである。したがって、本研究は定量的な分析と対立するものではなく、むしろ補助する位置にあると言える。

もう一つは、被援助国としての日本の経験がどのようなものであったのかを明らかにすることである。現在の日本の途上国援助政策が語られる際に、過去被援助国であった経験を活かすべきだという意見がある⁴。しかし、その経験がどのようなものであったのか、またどのような教訓を得たのかということについては、あまり整理されていない。本研究では、技術の習得という観点から、被援助国としての日本の経験の一部を明らかにすることを試みる。経験を活かしたり経験の移転を行ったりするためには、その経験が当事者に実感できるものでなければならない。逆に言えば、実感の伴わない経験は、それを活かすことも伝えることも難しいということである。定性的な手法を用いる本研究が解明を試みるのは、まさにその

⁴ たとえば、吉田 (2000) など

当事者が実感した経験になる。

第2節 研究手法

本研究の研究手法は、質的な資料を用いた事例研究となる。具体的には、事業に関連する資料から記録や証言を読み取り、被援助側の視点からまとめていくこととする。なお、使用する資料は文献のみで、インタビュー調査は行わない。

特に注目して読み取る部分は、次の三点である。一点目は、対象とする事業でどのような技術（特に新技術）が使用されたのか、という点である。二点目は、その技術について援助側の世界銀行がどう関わっていたのか、という点である。三点目は、被援助側である日本の関係者が何を学んだと感じていたのか、という点である。

資料は、建設史・工事誌等の公式の事業記録、関係者や技術者が事業に関するエピソード等を綴った関連書籍、対象とする技術に関する技術書の三種に分類できる。事業記録からは、その事業にどのような技術が使われていたのか、そこに援助側がどのように関わったのかを読み取ることができる。関連書籍からは、個人レベルの視点からの事業の影響把握や、事業記録よりも一歩踏み込んだ当時の状況の記録を読み取ることができる。技術書からは、それが書かれた時期に標準的に利用されていた技術がどのようなものであったのかを読み取ることができる。

集められた記録は、時系列に沿って並べ検証する。事業が行われる前の状況を示した記録・事業中の状況を示した記録・事業が行われた後の状況を示した記録を比較することで、注目する技術がどのような広まりを見せたかを確認することができる。

第3章 先行研究

本章では、本研究と関わりのある先行研究を紹介する。第1節では、先行研究をその内容から三種に分類して紹介する。第2節では、それらの先行研究と本研究の相違点を述べる。

第1節 先行研究

本研究に関連する先行研究としては、以下の三種に分類できる。

(1) ある援助事業がその本来目的でない部分にも影響を与えるか否か、ということについて研究したものである。Pitch (2006) は、国際協力機構 (JICA) が関わりを持つメラピ山 (インドネシア) およびバンパコン川 (タイ) に造られたダムについて事例研究を行い、インフラ開発がもたらす社会への副次的効果を特に技術の政治性の観点から分析した結果、ダム建設が環境や行政に影響を及ぼし、それがさらに住民や政府へ連鎖していくことを明らかにしている。また、宗像 (1994) は、マレーシア・サバ州村落開発プロジェクトの事例から、プロジェクトの社会的影響が、そのプロジェクトの規模と援助側の活動方針によって変化することを指摘している。さらに、環境影響という点に限れば、特定の研究を持ち出すまでもないほど一般化された考えとなっている。これらの研究から、援助事業が本来目的でない部分にも影響を与える可能性があると考えるのは妥当であると言える。

(2) 先進国と開発途上国が何らかの形で関係を持ったときに技術伝播もしくは技術普及が発生するか否か、ということについて研究したものである。技術伝播・技術普及の発生する経路については、開発経済学の分野において、経済成長との絡みで定量的な分析がなされている。ただし、本研究とは手法が大きく異なるため詳細についてはここで解説せず、技術伝播・技術普及の経路としてどのようなものが想定されているかのみを示すこととする。たとえば、貿易を技術伝播・技術普及の経路と考える研究では、Sachs and Warner (1995) が貿易開放度を指標として、Coe and Helpman (1995) が研究開発ストックと輸入を指標として、技術伝播・技術普及の発生を確認している。また、直接投資が技術伝播・技術普及の経路と考える研究では、van Pottelsberghe and Lichtenberg (2001) が対外直接投資による技術伝播の発生を、Keller and Yeaple (2003) が対内直接投資とによる技術普及の発生を確認している。さらに、本研究に最も近い経路として、戸堂 (2008) は、日本の政府開発援助による技術援助プログラムが限定的ながらも途上国の技術レベルを向上させていることを指摘している。これらの研究から、先進国と開発途上国が何らかの形で関係を持ったときには、技術伝播や技術普及が発生する

可能性を含んでいると言える⁵。

(3) 日本が世界銀行から融資を受けた事例について、何らかの検証を行っている研究である。福田(2007)は、愛知用水事業を事例として、地域の持続的発展という観点から事業の事後評価を行っている。この研究は、日本の被援助事例を記録したりまとめたりするだけでなく、特定の視点から考察を行っている点に特徴があり、その点が本研究と共通する部分である。

第2節 先行研究と本研究の相違点

(1) 援助事業が持つ社会的影響について分析した研究との相違点である。先行研究では、対象とする事例について、どのような事業からどのような影響があったのかという、事業・影響の内容に特に注目している。一方、本研究では、技術がいつ・どこから・どこに伝わったのかに特に注目している。この場合、事業内容や技術の持つ意味がどのようなものであるかは、分析結果にはさして影響を及ぼさない。

(2) 技術伝播や技術普及が発生する経路について分析した研究との相違点である。既に述べたように、これらの先行研究は統計的手法を用いた定量的研究である。本研究は定性的研究であるから、研究手法が大きく異なっている。結果、得られる知見も異なることになる。

(3) 日本が世界銀行から融資を受けた事例について分析した研究との相違点である。先行研究では借款事業について事後評価を行っていたが、本研究では事業内容については注目していないため、事業評価を行うものではない。

⁵ ただし、ここに挙げたような技術伝播と経済成長の関係を特定の事例から定量的に分析する研究では、事例やデータ処理方法を変更すると、効果が見られなくなるケースがしばしばある。したがって、あらゆる状況において技術伝播や技術普及の発生を肯定するものではない。

第4章 事例研究

本章では、事例研究の結果として、借款援助事業を通じて技術伝播や技術普及が発生したのかを述べる。まず第1節で、日本が世界銀行から受けた融資の全体像を示す。第2節から第4節は対象事例の検証を行い、第2節で名神高速道路、第3節で愛知用水（牧尾ダム）、第4節で黒部川第四水力発電所（黒部ダム）に関する事例研究の結果を述べる。第5節では、事例研究によって得られた結果をまとめて示す。なお、本章では特に引用文を多用しているが、誤字と思しき部分についてもそのまま引用している。

第1節 世界銀行からの融資事例

日本が世界銀行に加盟したのは、1952年8月のことである。その後、1953年から1966年にかけて31件、総額8億6290万ドルを世界銀行から借り入れた。表1は日本が世界銀行から受けた融資の一覧である。これを見ると、電力と鉄鋼産業を中心にしながら、後半は交通インフラ事業にも多くの融資を受けていることがわかる。これらの借款を完済したのは、1990年7月と比較的最近のことである（世界銀行東京事務所 1991）。

これらの融資事例のうち、本研究で事例研究の対象とするのは、名神高速道路・愛知用水（牧尾ダム）・黒部川第四水力発電所（黒部ダム）の三事業である。

第2節 事例研究1：名神高速道路

名神高速道路は、愛知県小牧市の小牧インターチェンジを起点とし兵庫県西宮市の西宮インターチェンジに至る高速道路である。1963年にまず栗東-尼崎間が開通した後、1965年に全線開通した。事業主体は日本道路公団（当時）である。

名神高速道路建設時には、世界銀行から2回の借款を受けている。1回目の借款は、1963年に開通した栗東-尼崎間部分への融資で、1960年3月17日調印・総額4000万ドル・利率6.25%・償還期限23年（うち据え置き期間3年）の条件である。2回目の借款は、1965年に開通した残りの区間への融資で、1961年11月29日調印・総額4000万ドル・利率5.75%・償還期限23年（うち据え置き期間3年）の条件である。いずれも日本道路公団が直接の借入人となっている（世界銀行東京事務所 1991）。

名神高速道路は日本で初めて建設された高速道路であり、事業を通して学んだことが多い

と言われている⁶。『世銀借款回想』では、日本道路公団に対する世銀借款の貢献として、「世界最高の高速道路建設技術を日本に会得させたことに大きな意味がある。」としている（世界銀行東京事務所 1991 p68）。世界銀行が借款の条件として外国人コンサルタントの招聘を付けたことにより、そこから「日本の道路技術者たちは『クロソイド曲線』『透視図法』『修景設計』などの新手法を次々とマスターした。」（世界銀行東京事務所 1991 p69）ということである。

本節では、そのクロソイド曲線・透視図法・修景設計について、それぞれ名神高速道路建設事業からどのような影響を受けたのかを検証する。

(1) クロソイド曲線

クロソイド曲線とは、曲率（曲線半径の逆数）が、曲線長に比例して一様に増大する曲線である。曲率半径を R 、曲線長を L とするとき、 $1/R=C*L$ が成立する。一般的には、 $1/C$ を A^2 と置き換えて、 $R*L=A^2$ と書くことが多い。このときの A をクロソイドのパラメーターと呼ぶ。その軌跡はかなり複雑なものであるが、等速走行する自動車が一定の角速度でハンドルを回した際の走行軌跡が、クロソイド曲線とほぼ等しいことがわかっている。そのため、クロソイド曲線は、直線と円曲線もしくは異なる半径を有する二円曲線の間に挿入する緩和曲線として利用される。この緩和曲線を挿入することで、運転心理的にもハンドル操作上でも危険性を緩和することができる。しかし、現在のクロソイド曲線の価値はそれだけにとどまらない。現在の道路設計においては、クロソイド曲線は単なる緩和曲線ではなく、直線と円に加えての第三の線形要素として道路設計の主役となっている（武部 1992 p161）。

クロソイド曲線の利用は、名神高速道路建設から広まっていったというのが現在の通説である。たとえば『道のはなし II』では「日本では名神高速道路の計画の際に（中略）本格的に導入した」（武部 1992 pp.163-164）と紹介されている。しかし、日本で初めてクロソイド曲線が道路に利用されたのは、国道 17 号の三国峠付近である。ここにはクロソイド曲線碑があり、碑文には「緩和区間としてクロソイド曲線を昭和 28 年に日本で初めて設置した」とある。だからこそ、「本格的に」という語句が含まれていると推測できる。

ここで、日本の道路設計におけるクロソイド曲線の拡がりを、時系列で追って確認していく。まずはクロソイド曲線が使用される以前についてである。1950 年に発刊された『道路の

⁶ 本研究の対象ではないが、技術に関すること以外にも、事業を通して学んだことが指摘されている。『世銀借款回想』では、具体例として、工事契約の変更に関するものが挙げられている。

設計とその実例』では、緩和切線と緩和区間の設置と題して「高速度の交通車が直線部から直に曲線部にはいることは困難であり、又危険であるから、直線部と曲線部との中間に緩和曲線を挿入して、その危険を緩和するのが理想である。」(有馬 1950 p17)と、緩和曲線の設置について解説している。しかし、ここでいう緩和曲線は線形によるものではなく、幅員の増大と片勾配の設置によるものである。同書では「(道路) 中心線は、なるべく直線とし、見透しをよくし、交通上障害となる屈曲部等の存置は極力避けなければならない。」(有馬 1950 p1)としており、「長い直線はできるだけ避けること」(交通工学研究会 2004)という現在の常識とは異なっている。この記述から、当時は線形設計という概念自体が乏しかったことが推測できる。これが、1952年に書かれた『道路工学特論 III 道路の構造とその規格について』では、道路線形について「自動車の速度が早くなればその運行の安全を確保するためには道路の線形についても十分な工夫がなされなければならない。」(浅井 1952 pp.31-32)としている。緩和区間についても「設計速度が高くなり、又車線が判つきりすることになれば当然運行の容易さの上から自動車の走行軌跡に適合した線形を選ぶべき」(浅井 1952 pp.33)としており、線形設計の重要性が自動車速度の向上とともに増してきたことが伺える。ただし、この時点でも、緩和曲線については「*compound curve*、*cubic parabola*、*lemniscate*、*Spiral* 等色々考えられるが、何れを用いても実際上大差はない」(浅井 1952 pp.33)としている。まだクロソイド曲線7の概念はなく、線形要素としての緩和曲線の重要性も充分には認識されていないことがわかる。

その後、1953年に日本で初めてクロソイド曲線が使用された道路ができると、その概念はある程度の広まりをみせる。1956年に発刊された『道路工学概論』では、緩和曲線の種類として「a) 半径を漸減した数個の円の複合、b) 3次抛物線、c) ルミニスケート⁸、d) 螺線」(片平 1956 p112)の4種類を挙げている。このうち、半径を漸減した数個の円の複合曲線というのが、クロソイド曲線と等しい曲線になる。したがって、まだクロソイドの名はついていないものの、名神高速道路建設前からクロソイド曲線の線形自体は日本においても認知されていたことは確かなようである。ただし、このときのクロソイド曲線の扱いは、あくまでも一緩和曲線でしかなく、三国峠以外の道路で有用に利用されたという記録も見あたらない。

名神高速道路建設においてクロソイド曲線の導入を提案したのは、ドイツの線形コンサルタントのヘクサル・ドルシュ氏である。『名神高速道路建設誌 各論』によれば、ドルシュ氏

⁷ クロソイド曲線は螺旋の一種であるから、その萌芽があると見ることもできる。

⁸ Lemniscate。現在のカタカナ表記では、「レムニスケート」が一般的である。

が1958年7月に来日した際に、平面線形の主要線形要素としてクロソイド曲線を採用するよう勧告したとされている（日本道路公団 1966a p241）。日本道路公団がこの線形コンサルタントを雇用したのは、世界銀行の提案によるものである。世界銀行の技術調査団が1958年1月に来日した際に、名神高速道路の建設費が非常に高いのを見て、コストダウンの要望とともに設計・施工分野についてコンサルタントの雇用を提案している⁹（日本道路公団 1966a p781）。日本道路公団はコンサルタントの雇用にあまり乗り気でなかったようであるが、コンサルタントの勧告に拘束されないという条件で提案を受け入れている。結果的には、「この提案に応じて線形コンサルタントを公団が雇用したことが、線形設計の面で、画期的な事がらとなり」（日本道路公団 1966a p240）、その影響が今日まで語り継がれることになる。

1961年になると、クロソイド曲線のみを解説した『クロソイドポケットブック』が発刊される。同書では「最近ではクロソイド曲線がもっとも適当な曲線であるとされ、緩和曲線として用いられるばかりでなく、線形要素の1つとして、直線と円弧に加えて広く用いられようとするに至った。」（日本道路協会 1961 まえがき）とされ、クロソイド曲線を今日と同様に捉えている。この時点で、現在に至るクロソイド曲線の技法は固まっていたと言える。

したがって、クロソイド曲線に関しては、名神高速道路建設事業によって技術普及と従来技術の向上させるような技術伝播が発生したと言える。

(2) 透視図法

透視図法とは、目に映る画像を平面に写すための技法である。一定の点（視点）と物体の各点を結んだ線（視線）を一定の面（画面）で切った点の集まりが透視図になる。一般には遠近法とも呼ばれ、芸術の世界ではルネサンス期から用いられてきた。現在では、建築分野でも広く利用されており、たとえば構造物の完成予想図は透視図法によって描かれている。道路設計においても、透視図法を用いることで運転者の視点からモニタージュを作成できるため、線形や景観の評価に利用されている。

道路設計における透視図法の歴史は、『道路設計における透視図法』にて述べられている。同書によれば、道路の計画と設計に透視図法を採り入れたのはドイツが最初であり、1937年にフライジングとランケが道路透視図法を確立、1948年にランケがパースペクトグラフを実用化したとある（岩間・七宮 1966 p1）。これが初めて日本に紹介されたのは、1957年の土木

⁹ コストダウンの手法であるとともに、金を貸す側と借りる側の間に立つ第三者としての役割も期待されていた。

学会誌に掲載された岩間滋の報文だとされている（岩間・七宮 1966 p2）。この報文が記されているのは、土木学会誌第 42 巻 11 号に寄書された『西ドイツの道路事情について』と推測される。そこには「目で見た感じの滑らかなのが、交通工学上正しい線形であるとして、鳥瞰図をつくって路線選定の仕上げを行っている。」（岩間 1957 p16）と記されている。しかし、透視図法という言葉は使われておらず、技法の具体的内容も述べられていない。またこの時点では、透視図法という技法は、日本に存在しなかったと言ってよい。

透視図法が初めて日本で使用されたのは、名神高速道路建設時¹⁰であるとされる。『名神高速道路建設誌 各論』によると、透視図法はドルシュ氏が1958年に来日した際の助言の中で、その利用を提案したとされている（日本道路公団 1966a p243）。『道路設計における透視図法』でも、「助言の一つとして透視図の効用が説かれ、日本道路公団の技術者を中心とした研究が始まった」と記されている（岩間・七宮 1966 p3）。日本道路公団は、助言を受けた後に透視図法の解説書入手しその抄訳を始めているから、それ以前に日本で透視図法が利用されたことは考えにくい。

したがって、透視図法に関しては、名神高速道路建設事業によって技術伝播が発生したと言える。

(3) 修景設計

修景設計とは、構造物の建設に際して、周囲の風景との調和を考慮して設計を行うことである。風致設計や景観設計とも呼ばれることも多い。道路景観には、道路の内側から利用者が見る内部景観と、道路の外側から道路を見る外部景観とがあるが、ここでいう修景や風致は、内部景観・外部景観の両方を含むものである。外部景観は主に美観で評価されるが、内部景観は美観に限らず運転者の視線誘導や運転時の快適性など、自動車走行の安全性にも重要な意味を持っている。

このような道路景観に関する考え方は、名神高速道路建設以前からあったと推測できる。『名神高速道路建設誌 総論』では「最近、道路と自然、風景との関連が説かれることが多く、いわゆる風致工学的手法が道路に採られるようになっている」（日本道路公団 1966b p181）としている。実際、名神高速道路建設時には、中央分離帯の植樹について、日本道路公団設立¹¹

¹⁰ ただし、本格的に導入されたのは東名高速道路建設時である。名神高速道路は既に設計が進んでおり、一部にしか適用できなかつた。

¹¹ 日本道路公団の発足は1956年である。

当初から検討が加えられており、1958年1月には苗ほ建設工事に着手している（日本道路公団 1966a p313）。ただし、「こうしたことは、本来的には、線形設計に基本的な考え方の一つとして、内包されるべきものである。」（日本道路公団 1966b p181）として、その体系性の乏しさも指摘している。それを裏付けるように、当時の技術書には、線形設計の要素に景観の概念を加えているものは見られない。

ここに指針を与えたのは、1962年6月に提示されたドルシュ氏の第4報告書である。この報告書によって「風致設計の指針が、暗中模索の状態から明文化されることとなった」（日本道路公団 1966a p313）のであり、また「従来考えられてきた“造園”のカテゴリーをこえた新しい道路景観を扱う学問としての『風致工学』が、体系づけられるきっかけとなった」（日本道路公団 1966a p313）のである。特殊な工法や技法のない風致設計において、日本道路公団がこれほどまでにドルシュ氏からの影響を強調するのは、風致設計が「何よりもまず、道路設計の一環として考えてゆかなければならない」（日本道路公団 1966a p313）ものであることに気付かされ、「それ自体独立した地位を与えられ、（中略）道路設計の中で大きなウェイトをもつところとな」った（日本道路公団 1966a p314）ことに、大きな衝撃を受けたためだと推測できる。

この後、修景設計は道路設計の中に組み込まれ、広く使われていく。東名高速道路建設時には透視図法とともに修景技術が大いに利用されたし（池上 1969）、一般的な道路の線形評価にも景観の要素が加えられるべきであるとされている（大塚・木倉 1971）。現在と比較して、土木工事技術には開きがあるものの、道路設計における修景の理念は1970年頃までに完成されたと言ってよい。

したがって、修景設計に関しては、名神高速道路建設事業によって技術普及と従来の技術を向上させるような技術伝播が発生したと言える。

(4) まとめ

名神高速道路建設事業において、クロソイド曲線では、技術普及と従来の技術を向上させるような技術伝播の発生を示す記述が確認された。透視図法では、技術伝播の発生を示す記述が確認された。修景設計では、クロソイド曲線と同様、技術普及と従来の技術を向上させるような技術伝播の発生を示す記述が確認された。いずれのケースでも明確な記述が顕著に見られ、名神高速道路建設事業が技術普及や技術伝播に大きな影響を与えたと実感されていたことがわかる。

『道路の線形設計』では、線形の設計に際して考えなければならない基本的な事柄として、

「線形が、①自動車について、運動学的にもしくは力学的に安全、快適であるかどうか ②視覚的にもしくは運動心理学的にみて良好であるかどうか ③環境もしくは風景との調和がよいかどうか ④地形条件等からみて経済的に妥当であるかどうか」（大塚・木倉 1971）という点を挙げている。クロソイド曲線は全項目に、透視図法と修景設計は特に②と③において重要な技術である。

これらの技術は、すべて線形コンサルタントのドルシュ氏によって日本に伝えられた。コンサルタント雇用は世界銀行の提案によって行われており、借款援助による事業が技術伝播と技術普及を発生させたと言えることができる。

第3節 事例研究2：愛知用水（牧尾ダム）

愛知用水は、愛知県の尾張北東部から知多半島一帯に農業用水・水道用水・工業用水を供給する用水である。開発事業は1951年に農林省の直轄調査事業となり、特に灌漑施設の新設を目的として実施され、1961年に用水が完成した。事業主体は愛知用水公団（当時）である。愛知用水事業は世界銀行から借款を受けて行われており、融資条件は、1957年8月9日調印・総額700万ドル・利率5.75%・償還期限20年（うち据え置き期間4.5年）となっている（世界銀行東京事務所1991）。本節では、愛知用水開発事業の中心であった牧尾ダムの建設に焦点を当て検証を行う。よって、以後本節での「事業」は、牧尾ダム建設を指すこととする。

牧尾ダムは、長野県木曾郡木曾町の大滝川に建設された、1957年着工・1961年竣工の中央土質遮水壁型ロックフィルダムである。牧尾ダムは日本で初めて建設された本格的な中央土質遮水壁型ロックフィルダムであり、この型式のダムは、現在の日本の大規模ダムの主流となっている（高崎2006 p118）。それまで建設の実績のなかった型式のダムが採用されその後広まっていったという事実から、牧尾ダム建設事業によって技術伝播や技術普及が発生した可能性が考えられる。以下で、その点について検証する。

(1) ロックフィルダムの種類と牧尾ダム建設までの歴史

ロックフィルダムは、岩石を主材料として建設されるダムである。コンクリートダムに比べて基礎岩盤が良好でない地点にも建設できる点と、建設材料がダムサイトの近くで調達可能な点に特徴がある。土を主材料として建設されるアースダムも含めて単にフィルダムと呼ぶことも多い。ロックフィルダムとアースダムの境界は明確ではないが、以後紹介するダムの分類は参考文献に従うこととする。

ロックフィルダムは、遮水壁の材料によって、土質遮水壁型・コンクリート遮水壁型・アスファルト遮水壁型などに分類される¹²。土質遮水壁型の場合、遮水壁はダムの内部につくられ、その築堤の位置によってさらに傾斜遮水壁型（傾斜コア型）と中央遮水壁型（中央コア型）に分類される。それ以外の材料を用いる場合は、遮水壁は表面に設けられることがほとんどである。

ロックフィルダムが日本で初めて建設されたのは第二次世界大戦後のことになる。初めて着工されたのは岩手県奥州市にある石淵ダム（1945年着工・1953年竣工）、初めて完成したのは岐阜県可児市にある小淵ダム（1948年着工・1951年竣工）であり、どちらもコンクリート表面遮水壁型のロックフィルダムである。その後、岩洞ダム（1960年竣工）や御母衣ダム（1957年着工・1961年竣工）といった傾斜土質遮水壁型のロックフィルダムが建設された後、牧尾ダム建設に至ることになる。『ロックフィルダムの設計と施工』では、表面遮水壁型のロックフィルダムについて詳しく解説しているが、内部遮水壁型のロックフィルダムについては外国の事例をいくらか紹介するにとどまっており、「いまだ *Rock-fill Dam* 全般にわたる論述ではない。」（本間・宮田 1956）としている。これは日本のロックフィルダム建設史と一致しており、当時の日本では中央遮湿度水壁型ロックフィルダムが一般的ではなく、ロックフィルダム建設に関する技術も未成熟だったことがわかる。

(2) 牧尾ダムにおけるロックフィルダム採用の経緯とその影響

それでは、なぜ愛知用水事業で中央遮水壁型ロックフィルダムが採用されるに至ったのか。『愛知用水史 本編』によると、ロックフィルダムを採用した理由として、基礎地盤に問題のあるサイトにも建設できる点と、付近で築堤材料を調達できる点を挙げている。また、中央遮水壁型を採用した理由として、建設地の状況（地盤・気候・材料調達）が傾斜遮水壁型よりも適しているとしている（愛知用水公団 1968 pp.340-342）。しかし、事業当初からこのダムタイプが採用されていたわけではなかった。

『愛知用水技術誌 ダム編』・『愛知用水史 本編』によると、1951年に農林省の直轄調査事業となってからダムサイトの調査を行い、1953年にはダムサイト候補地として、牧尾橋地点（現在の牧尾ダムの建設地）・二子持地点・藪原地点を選んでいる（愛知用水公団 1962 pp.4-5）。その後の調査の結果、1953年3月には二子持地点にコンクリートダムを建設することが決定

¹² コンクリート遮水壁型やアスファルト遮水壁型のダムを、ロックフィルダムから独立した形式として扱う書籍もある。

された（愛知用水公団 1968 表 4-6）。これは「当時、わが国ではロックフィルダムの施工の経験はほとんどなく、（中略）この場合はコンクリートダムの建設が可能か不可能かが問題となった。」（愛知用水公団 1968 p223）ためである。牧尾橋地点は基礎岩盤の状態が悪く、コンクリートダム建設地点としては不適当とされていた。その牧尾橋地点にロックフィルダムを建設することを提案したのは、当時技術援助契約を結んでいたアメリカの技術顧問パシフィック・コンサルタント（PCI）である。PCIは、1954年7月に「牧尾橋地点に、ロックフィルダムを建設することが、技術的に可能であり、かつ二子持にコンクリートダムを建設するよりも、経済的に有利である」（愛知用水公団 1962 p5）と勧告し、同年8月に予備設計報告書を提出している。世界銀行もPCI案を支持したため、その後農林省と世界銀行の間で激しい議論が交わされた。その議論の詳細は省くが、経済性からロックフィルダムを推す世界銀行と技術力の面からコンクリートダムを推す農林省のせめぎ合いというのが基本的な図式である（愛知用水公団 1968 pp.226-238）。議論の結果、最終的にはロックフィルダムの建設が決定された。ただし、1955年5月にPCIが出した報告書による設計はコンクリート遮水壁型のロックフィルダムとなっており、最終設計が出される1957年9月まで再び議論が交わされている。中央遮水壁型となったのは、愛知用水公団内部による検討・コンサルタント会議による議論の結果設計案を改良したものであり、ダムサイト決定時と異なり特定の主体が強い影響力を發揮したわけではないようである（愛知用水公団 1968 pp.341-344）。

そもそも、農林省がPCIと契約を締結したのは、世界銀行の提案によるものである。世界銀行は、外国技術商社を雇用することが借款成立の必要条件であるとして、PCIを推薦している（愛知用水公団 1968 p195）。PCIの提案がなければ、愛知用水事業でロックフィルダムが建設された可能性は技術力の面から考えて非常に低く、従来の技術を向上させるような技術伝播が発生した可能性が高いと言える。また、世界銀行は、ダムサイト決定に至るまでの議論の中で、ダムサイトとダムタイプに関する意向として「日本のような地質条件が悪く、貯水容量の少ない地点にコンクリートダムを建設することは、水資源の開発のうえから不経済であって、好ましいことではなく、世銀ではP.C.I.の提唱するようなロックフィルダムが、今後日本で採用されるダムタイプとして考慮を払うべきで、愛知用水計画の水源としてだけでなく、日本の水資源開発という立場からも、牧尾橋ロックフィルダム建設を勧告したい。」（愛知用水公団 1968 p227）としており、借款によって技術伝播を発生させようと企図していたことも伺える。

一方で、技術普及については、明確な記述は見られない。たとえば、1966年に発刊された『フィルダムの設計と施工』には、日本に建設されたロックフィルダムに関する話がオムニバ

ス形式で掲載されているが、牧尾ダムから技術的影響を受けたとする記述はない。牧尾ダムが日本における本格的なロックフィルダム建設の先駆けとなったのは紛れもない事実であるが、その後の技術進歩に与えた影響は限定的だと言える。

したがって、ロックフィルダムに関しては、従来の技術を向上させるような技術伝播が発生した可能性が高いと言える。

第4節 事例研究3：黒部川第四水力発電所（黒部ダム）

黒部川第四水力発電所は、富山県中新川郡立山町の黒部川上流に建設された水力発電所である。世界銀行から借款を受けて建設された発電所であり、融資条件は、1958年1月29日調印・総額3700万ドル・利率5.625%・償還期限25年（うち据え置き期間4.5年）となっている（世界銀行東京事務所1991）。事業主体は関西電力である。本節では、黒部川第四水力発電所建設事業の中でも、特に黒部ダム建設について検証を行う。よって、以後本節での「事業」は、黒部ダム建設を指すこととする。

黒部ダムは、1956年着工・1963年竣工のドーム型アーチダムであり、堤高186mは現在でも日本のダムで最大である。発電専用のダムではあるが、観光資源としての価値も高く、1968年から2006年まで毎年100万人以上の観光客が訪れている。また、映画「黒部の太陽」の舞台となっており、非常に認知度の高いダムであると言える。

前述の通り、この黒部ダムも、世界銀行の借款によって建設されたものである。本節では、世紀の大事業として語り継がれる黒部ダム建設事業について、世界銀行との関わりの中でどのような技術的影響を受けたのかという観点から検証する。

(1) 世界銀行と黒部ダムの関わり

黒部川第四水力発電所建設事業への借款が決定した後に、世界銀行と黒部ダムに関わりが見られるのは、1960年5月に世界銀行の技術顧問団が来日したときである。その際、1959年12月に南フランスにあったアーチ式のマルパッセ・ダムが崩壊したことを受けてアーチ式ダムの建設工法に危惧を抱き、設計を変更してダムの堤高を引き下げるよう勧告を行った。それに対し関西電力では、ダムの堤高を引き下げては本来の目的を達成できないとして強く抗議している（世界銀行東京事務所1991 pp.36-37）。2年間にわたる協議の結果、最終的には「一部の設計変更を行うことで、基本的な関西電力の主張が認められたが、世銀も、大規模な岩盤試験を行うという付帯条件をつけ」る（世界銀行東京事務所1991 p37）というところに落

ち着いたとされる。このとき行われた設計変更や岩盤試験には、世界銀行を通じて伝播した技術が使用された可能性が考えられる。以下で、その点について検証する。

(2) ウィングダム

黒部ダムには、アーチの両翼に重力式コンクリートのウィングダムが設置されている。ウィングダムとは、アーチダムの両岸の袖部の岩盤状況が基礎として適さないときに設計される翼上の重力構造物である。今日では黒部ダムの象徴ともいえるこのウィングダム設置の経緯について、『ダム便覧 2008』では「昭和34年12月、南フランスのマルパッセ・アーチダムが大洪水で崩壊、死者行方不明者が500人に及んだ。資金の提供者世界銀行は黒部ダムの現場に調査団を派遣し、ダムの高さを下げることがを勧告。高さを下げることはしなかったが、岩盤が予想外に悪かったこともあって、設計を変更してアーチの両端に重力式のウィングダムをつけた。」としている。しかし、この認識は正しいとは言えない。『黒部川第四水力発電所工事誌』によれば、ウィングダムの設置は1959年2月に出された設計案XIIの時点で決定されている（関西電力 1966 p119）。この時点ではまだ世界銀行技術顧問団の来日はおろかマルパッセ・ダムの崩壊も起こっていないから、ウィングダムの設置は世界銀行と関連を持たないと言える。最終設計である設計案XVIでは、ウィングダムの設計が変更されている（関西電力 1966 p127）ものの、この設計変更世界銀行の勧告が影響を与えたとする記述はない。むしろ、『黒部川第四水力発電所建設史』では「世界銀行技術顧問団来訪の直接の結果としてのダム設計変更はなかった」（黒四建設記録編集委員会 1965 pp.151-152）と世界銀行の関与を否定しているし、『黒部川第四水力発電所』では、世界銀行技術顧問団が勧告を行ったこと自体が記述されていない。したがって、ウィングダムに関しては、技術伝播は発生しなかったと言える。

技術普及についても検証を行う。日本のダムでウィングダムが設置されているのは、黒部ダムを除けば、1967年竣工の矢木沢ダムくらいしかない。これは、アーチダムの補強のためにウィングダムを設置する手法は、一般的ではないということを示している¹³。『ダムの設計』によれば、アーチダムについて、マルパッセ・ダムの崩壊以降、ダムの安定には基礎岩盤の安定が重要であるとの認識が高まり、基礎岩盤の安定上有利なアーチダムの形状が検討されてきたとされている（飯田 1980 p74）。つまり、アーチダムの強化は、歴史的に、アーチダムの形状を改良することによって行われてきたということである。また、現在ではアーチダム

¹³ だからこそ、ウィングダムが黒部ダムの象徴として語られることが多いと推測される。

の建設自体が減少している。『ダム便覧 2008』によれば、2007年4月以降完成予定のダム201のうち、アーチダムはわずか2基しかない。したがって、ウィングダムに関しては、技術普及は発生しなかったと言える。

(3) 原位置岩盤試験

世界銀行は、黒部ダムの堤高を引き下げない代わりに大規模な岩盤試験を行うという条件をつけたとされている。しかし、ウィングダム設置の経緯と同様、ここにも援助側（世界銀行）と被援助側（関西電力）の認識にはズレがある。世界銀行側は安全確保が絶対条件として更なる岩盤試験を要請したと認識しているのに対し、関西電力側には勧告によって追加的な岩盤試験を実施したという記述は見られない（黒四建設記録編集委員会 1965 pp.149-152）。ただし、大規模な原位置岩盤試験は実際に行われており、それは「世界的にみても前例のない大規模な現地試験」（黒四建設記録編集委員会 1965 p151）であったとされる。試験の内容はせん断試験と圧縮試験に大別され、ここから得られた資料が「その後のダム設計技術上、大変有用な試験となった」（大沢・伊東 1991 p100）としている。これらの試験についても、世界銀行から直接の要請があったかどうかは定かではないが、同時期に建設が行われていたアーチダムでこれほどの試験が行われた例はないから、世界銀行からの影響は少なからずあったと推測され、技術普及の場となった可能性がある。一方で、試験技術自体は新しいものではなかった。『黒部川第四発電所』では、これらの試験法が既に1、2回利用されていると述べられているし（関西電力建設部 1965 p230）、実際に重力式アーチダムである湯田ダムでは1958年に原位置岩盤変形試験が行われている（高崎 2006 p205）。その後も、原位置岩盤試験法は土木研究所や電力中央研究所を中心に研究が行われており（高崎 2006 p121）、技術伝播の発生は見られない。

したがって、原位置岩盤試験に関しては、直接的な記述はないものの、技術普及が発生した可能性があると言える。

(4) ルジオンテスト

ルジオンテストは、岩盤の透水性を調査するための現場透水試験であり、現在はダム基礎地盤の評価について標準的に採用されている。1933年にモーリス・ルジオンがその著書『ダムと地質』で試験法・評価法を示し、それ以降ヨーロッパに広まっていったとされている（永田 1995 p3）。

『湖水を拓く』によると、1961年に黒部ダムで基礎透水性にルジオン値が採用されており（高

崎 2006 p205)、ダム基礎岩盤の安全性を検討するためにルジオン値が使われたのは、日本ではおそらくこれが最初である。マルパッセ・ダムの崩壊は、ダム基礎岩盤が水の浸透によって弱められたために起こったと考えられており、基礎岩盤の透水性の評価は黒部ダムの安全性を確認する点で非常に重要な要素であると言ってよい。つまり、世界銀行から試験の要請があって然るべきと言える。しかし、『黒部川第四発電所工事誌』に記録されたルジオンテストの実験的研究の解説には、世界銀行の関与は記述されていない（関西電力 1966 pp.1162-1195）。

その後、日本においてルジオンテストの指針が初めて示されるのは、1972年に土木学会が出した『ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針』である。ただし、それほど詳しい規定がされているわけではなく、現在行われているルジオンテストの性格を決定づけたのは、1977年に土木研究所が出した『ルジオンテスト施工指針（案）』になる（永田 1995 p4）。この時点で既に黒部ダムの完成から10年以上が経過しており、ルジオンテストの普及が黒部ダム建設事業によって起こったとは言えない。

したがって、ルジオンテストに関しては、技術伝播と技術普及の発生は確認できないと言える。

(5) まとめ

黒部川第四水力発電所建設事業において、ウイングダムでは、技術伝播と技術普及の発生は確認されなかった。原位置岩盤試験では、直接的な記述はないものの、技術普及が発生した可能性があることが確認された。ルジオンテストでは、技術伝播と技術普及の発生は確認されなかった。

『ダムの設計』によれば、日本における1960年代のダム技術について、「*外国の技術を学び、消化するという方向から、自ら問題を捉え、開発する方向に変*」わったと指摘している（飯田 1980 p3）。このことが、借款援助による事業に伴う技術伝播と技術普及を発生させにくくした可能性が考えられる。

第5節 まとめ

本章では、借款援助によって行われた事業を通じて技術伝播や技術普及が発生するかを、資料を通じて定性的に検証した。その結果、名神高速道路建設事業では、検証を行ったクロソイド曲線・透視図法・修景設計の3技術において、技術伝播・技術普及の発生が明確な記

述を通じて確認された。牧尾ダム建設事業では、ロックフィルダムの建設技術において、技術伝播が発生した可能性が確認された。黒部ダム建設事業では、検証を行ったウイングダム・原位置岩盤試験・ルジオンテストの3技術のうち、原位置岩盤試験で技術普及が発生した可能性が確認された。ただし、牧尾ダム建設事業・黒部ダム建設事業で可能性が確認された技術伝播・技術普及は直接的な記述によるものではなく、その質的な影響力は名神高速道路建設事業とは大きな差があると言える。

第5章 考察

本章では、事例研究の結果からどのような知見が得られるか、次の二点について考察を行う。一つは、借款援助事業において、技術伝播や技術普及がどのような条件下で起こるのかについての考察である。もう一つは、過去の事例から教訓や経験を得ようとする際に重要となる要因の考察である。

第1節 技術伝播・技術普及が起こる条件

本稿の事例研究で検証を行った技術は、ウィングダムはやや例外的であるものの、そのいずれもが当時革新的な技術であっただけでなく、今日において普遍的に用いられている技術である。本稿では、それらの技術が日本で初めて本格的に使用されたと考えられる事業を事例として選択し、検証を行った。しかし、技術伝播・技術普及の様相は、事業によって大きく異なっている。その差が何によるものなのか、以下で考察を行う。

(1) 技術伝播について、名神高速道路建設事業と黒部ダム建設事業を比較して考察を行う。名神高速道路建設時の日本道路公団は、ドルシュ学校と呼ばれるような技術習得の場となっており、公団の技術者も積極的に技術を取り入れようとしていた。このような状況になったのは、日本には高速道路の建設経験が全くなかったのに対し、ドイツでは第二次世界大戦前からアウトバーンが建設されており、ドルシュ氏がその建設に従事していた経歴を持っていたことと無縁ではないだろう。また、単に経歴だけではなく、ドルシュ氏が初めて来日調査を行った段階でそれまでの計画が抱える問題点のほとんどを指摘したということから（日本道路公団 1966a p782）、ドルシュ氏が高い技術力を持つと信ずるに至ったと推測できる。一方で、黒部ダム建設事業では、関西電力は世界銀行の関与を否定的に捉えている向きがある。関西電力が、黒部ダムの設計は全く妥当なものであり設計の変更は必要ないと強い自信を持っていたのは、日本でも上椎葉ダムや殿山ダムなどアーチダムの建設実績が既にあったということと、黒部ダムの基本設計を当時のダム設計の世界的権威であるイタリアのセメンツァ博士に依頼しているということが関係していると推測できる。以上のことから、借款援助事業において技術伝播が発生するためには、被援助側が援助側の持つ技術力に対してある種の敬意を払っている必要があると考えられる。この考察によれば、黒部ダムの例でも、関西電力がセメンツァ博士の持つ技術力に対して高い敬意を払っていたために借款援助事業となる前から技術伝播が発生しており、援助側であった世界銀行の技術的提案を否定したと捉えることが可能である。

(2) 技術普及について、名神高速道路建設事業と牧尾ダム建設事業を比較して考察を行う。名神高速道路建設時の日本道路公団が技術習得の場となっていたことは既に述べたが、そこに伝播した技術が広く普及していった要因は、その組織体制にあると考えられる。日本の道路建設は建設省が行っており、日本道路公団設立時に所属していた技術者は建設省の技術者である。つまり、技術が伝播した場所がその技術を利用する人の中心であったことになる。このとき技術を習得した人には、その技術を秘匿する理由がないから、技術普及も発生しやすい。また、『土木デザイン論』では、東名高速道路建設以降設計要領が整備され、経験のない技術者でも設計や施工が行える体制となったと指摘している（篠原 2003 p147）。同書はこのことによってその後の高速道路建設に欠陥が見られるようになったと否定的に捉えているが、技術普及という観点から見れば、設計要領の整備は正の方向に働いたと言える。一方で、牧尾ダム建設事業では、技術が伝播した場所は愛知用水公団であり、それはダム建設を生業としているところではない。牧尾ダムの施工業者は西松建設であり、ここにも技術伝播が発生した可能性は考えられる。当時の西松建設は、石淵ダム・野反ダム（1953年着工・1956年竣工）・皆瀬ダム（1957年着工・1963年竣工）など多数のロックフィルダム建設を行っている。これは他社に対してロックフィルダム建設において技術的優位を持っているということであり、仮に技術伝播が発生していたとしても、その技術を秘匿する方向へインセンティブが働くはずである。この場合、技術普及は発生しにくくなる。以上のことから、借款援助事業において技術普及が発生するためには、被援助側の関与が事業以後もその技術を使用する場所にあり、かつその場所が技術を秘匿する理由のないところでなくてはならないと考えられる。黒部ダムの原位置岩盤試験について技術普及が発生した可能性が確認されたが、関西電力はその後岩盤試験を使用する立場にあるし、試験法自体を秘匿する理由はそれほどないから、この考察に適合的である。

(3) 技術伝播・技術普及の発生を容易にし、またそれを被援助側がどの程度実感できるかを定める要因として、「技術の有用性をすぐに確認できること」が考えられる。名神高速道路建設事業によって技術伝播・技術普及が発生した3技術は、いずれもその実施が容易であり有用性がすぐに確認できるものである。原理がわかればクロソイド曲線を引くことや透視図を描くことは難しくないし、修景設計は技法そのものより理念が大きな影響を与えている。また、透視図を描くことで、実際に道路を建設しなくとも、利用者の視点で線形や景観を評

価することができる¹⁴。このような場合、技術の有用性を認識することから未知の技術を導入するリスクが下がり技術を受け入れることが容易になるとともに、その技術をどこから学んだのかという実感も得やすくなる。一方で、ダム建設に関わる技術は、それがどの程度有用であるかは実際に建設をしてみないとわからない部分が多い。たとえば、ダムタイプを変更することで経費の節減になると言われても、本当にそうなるかは造り始めなければわからないし、ダムの設計を変更することで安全性が高まると言われても、建設後実際に事故や災害が起きなければ安全性の高まりは実感できない。このような場合、導入リスクの高い未知の技術は受け入れにくくなり、その技術が広く使われるようになってもどの時点で有用性を認識したのかはわかりにくくなる。

第2節 記録することの重要性

本研究では、借款援助によって行われた事業を通じて技術伝播や技術普及が発生するかを、工事誌・建設史・技術書などの資料を利用して定性的に検証してきた。名神高速道路建設事業については、技術伝播や技術普及の発生について明確な記述が見られたが、牧尾ダム建設事業と黒部ダム建設事業については、技術伝播や技術普及の発生を示した明確な記述は見あたらなかった。過去に行われた事業を定性的に検証することは、その経験を今日に活かすための有用な知見を得る有効な手法である。しかし、牧尾ダム建設事業と黒部ダム建設事業では、その経験の記述が十分なされていなかったと言える。技術伝播や技術普及について記述がなされていないのは、事業から学んだことがなかったのか、それとも学んだという認識が不十分であったのか、当時の状況を知るものであれば理解できるのかもしれないが、後世の人間が見たときにその判別はできない。文章化されていれば大きな教訓を得られたはずだった事業が、記録の不備によって埋もれてしまうのはあまりにも勿体ないことである。

そのような事態を避けるために、工事誌や建設史などの事業記録に、公表された客観的な結果のみでなく、当事者の主観的な視点による過程を記録することが必要であると言える。加えて、あったことだけを記録するのではなく、なかったことを記録することも重要である。これらの観点に欠けている場合、当事者が物故すれば経験や教訓が復元できなくなってしまう。幸いなことに、近年はオーラルヒストリーの出版が増加しており、経験を文章化して記録することの重要性についての認識は高まってきていると言える。しかし、それは裏を返せ

¹⁴ その意味では、透視図法がクロソイド曲線や修景設計の技術伝播・技術普及に影響を及ぼしているとも言える。

ば、これまでに残された記録が不十分だということでもある。今後の事業においては、そこからより多くの教訓や知見を得るために、結果や過程の文章化がより積極的に行われることが必要である。

第6章 結論

本章では、本研究の結論として、得られた知見と問題点について述べる。第1節では、本研究から得られた知見を結論として述べる。第2節では、本研究が抱える問題点とその解決策について述べる。

第1節 結論

本研究では、①借款援助によって行われた事業が技術伝播や技術普及を発生させるのか ②発生させるとすればどのような条件が必要なのか ③被援助国としての日本の経験がどのようなものであったのか を明らかにすることを目的とした。

本節では、事例研究の結果とその考察から得られた知見について述べる。本研究によって得られた知見は以下の五点である。

(1) 事例研究を行った3事例7技術のうち、1事例3技術で明確な記述によって技術伝播・技術普及の発生が確認された。また、2事例2技術では、明確な記述はないものの、技術伝播・技術普及が発生した可能性が確認された。したがって、借款援助によって行われる事業が技術伝播・技術普及を発生させることがあると言える。

(2) ただし、技術伝播・技術普及の発生が確認されない技術もあった。したがって、技術伝播や技術普及が発生するためには、何らかの条件を満たす必要があると言える。

(3) 借款援助事業において技術伝播が発生するための条件について、本研究の範囲では、被援助側が援助側の持つ技術力に対して敬意を持っている必要があることが示唆された。

(4) 借款援助事業において技術普及が発生するための条件について、本研究の範囲では、被援助側の関与が事業以後もその技術を使用する場所（機関・人）にあることと、その場所が技術を秘匿する理由のないところであることが示唆された。

(5) 検証の過程において、経験の記述が充分なされていないことが確認された。事例からより多くの教訓や知見を得るには、将来世代のために結果や過程を積極的に文章化する必要があると言える。

目的①は結論(1)・(2)によって、目的②は結論(3)・(4)によって、目的③は結論(3)・(4)・(5)によって明らかにされた。

第2節 問題点と今後の課題

本節では、本研究が抱える問題点と、本研究ではカバーしきれなかった課題について述べる。

本研究が抱える問題点は、定性的研究としての面が持つ問題と、事例研究としての面が持つ問題に分けられる。本研究が行ったのは、技術伝播や技術普及の発生に関する定性的な検証であり、本稿で「技術伝播・技術普及が発生した」としているのは、すべて質的な意味である。したがって、その記述の有無で、借款援助事業が持っていた影響の大きさまでを測ることはできない。その点で、本研究の手法では、完全な検証を行うことは不可能であると言える。また、本研究は事例研究であり、扱ったのは3事例7技術と、事例数としては多いとは言えない。したがって、そこから得られた知見も限定的なものである。それに加えて、扱った事例の時代状況と現在の時代状況は大きく異なっている。特に、情報化の度合いの違いや技術水準の違いによる影響は大きいと推測され、本研究から得られた知見が今日そのまま利用できるとは限らない。

本研究の今後の課題は、これらの問題点を解決するところにある。定性的研究としての面が持つ問題を解決するための課題としては、定量的研究との融合が考えられる。質的な調査方法ではこの問題は解決し得ないものであり、本研究とは異なるアプローチの仕方が求められる。その点、2章1節で述べたとおり、本研究は技術伝播や技術普及に関する定量的な研究を補助する位置にあり、定量的研究の力を借りることが可能である。このような研究手法の改良が、課題の一つと言える。また、事例研究としての面が持つ問題を解決するための今後の課題としては、より多くの事例研究を行うことが求められる。本研究で対象とした事例は、日本の被援助経験という範囲に限ってもその一部分でしかなく、検証を行った技術もそれですべてというわけではない。今後さらに多くの事例について検証を行うことで、そこから得られる知見もより説得的なものとなっていく。事例研究のさらなる蓄積も、課題の一つと言える。

ここまで述べたように、本研究にはいくらかの問題点が残っている。しかし、それは本研究の目的を達するためには避けられない問題であり、今後の研究でそれを解決する道筋も見えている。したがって、これらの問題点が本研究の価値を貶めるものとはならないと言える。

図表

表 1 日本に対する世界銀行貸付

契約調印日	受益企業	対象事業計画	借款契約額 (千米ドル)
1953/10/15	関西電力	多奈川火力 2 基(75000kW)	21,500
1953/10/15	九州電力	刈田火力 1 基(75000kW)	11,200
1953/10/15	中部電力	四日市火力 1 基(66000kW)	7,500
1955/10/25	八幡製鉄	厚板圧延設備	5,300
1956/2/21	日本鋼管	継目なし中継管製造設備	2,600
1956/2/21	トヨタ自動車	拳母工場(トラック・バス用工作機械)	2,350
1956/2/21	石川島重工	東京工場(船舶用タービン製造設備)	1,650
1956/2/21	三菱造船	長崎造船所(ディーゼルエンジン製造設備)	1,500
1956/12/19	川崎製鉄	千葉工場(ホット及びコールドスプリットミル)	20,000
1956/12/19	農地開発機械公団	上北根川地区開墾事業	1,330
		篠津泥炭地区開墾事業	1,133
		乳牛輸入分	984
		保留分	853
1957/8/9	愛知用水公団	愛知用水事業分	7,000
1958/1/29	川崎製鉄	千葉工場(1000t 高炉及びブローキップ炉)	8,000
1958/6/13	関西電力	黒部第四水力発電(86000kW*3 基)	37,000
1958/6/27	北陸電力	有峰水力発電(261000kW)	25,000
1958/7/11	住友金属	和歌山工場(1000t 高炉・製鋼分塊設備)	33,000
1958/8/18	神戸製鋼	灘浜工場(800t 高炉)・脇浜工場製鋼	10,000
1958/9/10	中部電力	畑薙第一・第二水力発電(85000kW*2 基)	29,000
1958/9/10	日本鋼管	水江工場(60t 転炉)	22,000
1959/2/17	電源開発	御母衣水力発電(215000kW)	10,000
1959/11/12	富士製鉄	広畑工場(1500t 高炉第一基)・転炉分塊	24,000
1959/11/12	八幡製鉄	戸畑工場(1500t 高炉第二基)	20,000
1960/3/17	日本道路公団	尼崎―栗東間高速道路	40,000
1960/12/20	川崎製鉄	千葉工場厚板工場新設	6,000
1960/12/20	住友金属	和歌山工場(コンバインドミル)	7,000
1961/3/16	九州電力	新小倉火力(156000kW)	12,000
1961/5/2	日本国有鉄道	東海道新幹線	80,000
1961/11/29	日本道路公団	一宮―栗東、尼崎―西宮間高速道路	40,000
1963/9/27	日本道路公団	東京―静岡間高速道路	75,000
1964/4/22	日本道路公団	豊川―小牧間高速道路	50,000
1964/12/23	首都高速道路公団	羽田―横浜間高速道路	25,000
1965/1/13	電源開発(株)	九頭竜川水至長野及び湯上発電所建設	25,000
1965/5/26	日本道路公団	静岡―豊川間高速道路	75,000
1965/9/10	阪神高速道路公団	神戸市高速道路 1 号	25,000
1966/7/29	日本道路公団	東京―静岡間高速道路	100,000

『世銀借款回想』より筆者編集

参考

第1章 はじめに

外務省（2008）『政府開発援助（ODA）白書 2007年版 資料編』

OECD-DAC（2008）“Statistical Annex of the 2008 Development Co-operation Report”

金融財政事情研究会（1981）『大蔵省国際金融局年報 第5回』

外務省（2004）『政府開発援助（ODA）白書 2003年版』

世界銀行（2000）小浜裕久・富田陽子訳『有効な援助 ファンジビリティと援助政策』東洋
経済新報社

第2章 研究の目的と手法

第1節 研究目的

D. T. Coh and E. Helpman（1995）“International R&D Spillovers” *European Economic Review*,
1995 Vol. 39 No. 5 pp. 859-887

W. Keller（1998）“Are international R&D spillovers trade-related?: Analyzing spillovers
among randomly matched trade partners” *European Economic Review*, 1998 Vol. 42 No. 8
pp. 1469-1481

吉田恒昭（2000）『日本のインフラ整備の経験と開発協力』開発金融研究所報 増刊号 pp. 69-98

第3章 先行研究

第1節 先行研究

Pitch Sutteerawatthara（2006）“Examining the secondary effects of technological
politics in infrastructure development” 東京大学博士論文

宗像朗（1994）「ミクロレベルの村落開発プロジェクトがもたらす社会的影響 —青年海外協
力隊「マレーシア・サバ州村落開発プロジェクト」の事例から—」 佐藤寛編『援助の
社会的影響』アジア経済研究所 pp. 37-62

J. D. Sachs and A. Warner（1995）“Economic Reform and the Process of Global Integration”
Brookings Papers on Economic Activity, 1995 No. 1 pp. 1-118

D. T. Coh and E. Helpman（1995）“International R&D Spillovers” *European Economic Review*,
1995 Vol. 39 No. 5 pp. 859-887

Bruno van Pottelsberghe de la Potterie and Frank Lichtenberg (2001) “Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders?” *Review of Economics and Statistics*, 2001 Vol. 83 No. 3 pp. 490–497

W. Keller and S. R. Yeaple (2003) “Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the US” NBER Working Paper, No. 9504

戸堂康之 (2008) 『日本の ODA による技術援助プログラムの定量的評価 —インドネシア製造産業における企業レベルデータ分析—』 RIETI Discussion Paper Series, 08-J-035

福田裕子 (2007) 『開発協力事業と地域の持続的発展に関する一考察』 東京大学修士論文

第 4 章 事例研究

第 1 節 世界銀行からの融資事例

世界銀行東京事務所 (1991) 『世銀借款回想』

第 2 節 事例研究 1 : 名神高速道路

世界銀行東京事務所 (1991) 『世銀借款回想』

(1) クロソイド曲線

武部健一 (1992) 『道のはなし II』 技報堂出版

有馬博雄 (1950) 『道路の設計とその実例』 理工図書

交通工学研究会 (2004) 『道路交通技術必携』 建設物価調査会

浅井新一郎 (1952) 『道路工学特論 III 道路の構造とその規格について』 土木学会誌第 37 巻第 6 号 pp. 29–33

片平信貴 (1956) 『道路工学概論』 共立出版社

日本道路公団 (1966a) 『名神高速道路建設誌 各論』

日本道路協会 (1961) 『クロソイドポケットブック』

(2) 透視図法

岩間滋・七宮大 (1966) 『道路設計における透視図法』 技術書院

岩間滋 (1957) 『西ドイツの道路事情について』 土木学会誌第 42 巻 11 号 pp. 16–18

日本道路公団 (1966a) 『名神高速道路建設誌 各論』

(3) 修景設計

- 武部健一（1992）『道のはなし II』技報堂出版
日本道路公団（1966b）『名神高速道路建設誌 総論』
日本道路公団（1966a）『名神高速道路建設誌 各論』
池上雅夫（1969）『東名高速道路』中央公論社
大塚勝美・木倉正美（1971）『道路の線形設計』技術書院

(4) まとめ

- 大塚勝美・木倉正美（1971）『道路の線形設計』技術書院

第3節 事例研究2：愛知用水（牧尾ダム）

- 愛知用水公団（1968）『愛知用水史 本編』
世界銀行東京事務所（1991）『世銀借款回想』
高崎哲郎（2006）『湖水を拓く』鹿島出版会

(1) ロックフィルダムの種類と牧尾ダム建設までの歴史

- 日本ダム協会「ダム便覧 2008」

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TopIndex.html> （2009年1月15日
閲覧）

- 西松建設（1953）『ロックフィル・ダム（石塊堰堤）』
本間三郎・宮田美幸（1956）『ロックフィルダムの設計と施工』西松建設

(2) 牧尾ダムにおけるロックフィルダム採用の経緯とその影響

- 愛知用水公団（1968）『愛知用水史 本編』
愛知用水公団（1962）『愛知用水技術誌 ダム編』
日本ダム協会（1966）『フィルダムの設計と施工』

第4節 事例研究3：黒部川第四水力発電所（黒部ダム）

- 世界銀行東京事務所（1991）『世銀借款回想』
日本ダム協会（2008）『ダム年鑑』
大町市 <http://www.city.omachi.nagano.jp/> （2009年1月15日閲覧）

(1) 世界銀行と黒部ダムに関わり

世界銀行東京事務所（1991）『世銀借款回想』

(2) ウィングダム

日本ダム協会「ダム便覧 2008」

<http://wwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TopIndex.html> （2009年1月15日
閲覧）

関西電力（1966）『黒部川第四発電所工事誌』土木学会

黒四建設記録編集委員会編（1965）『黒部川第四発電所建設史』関西電力

関西電力建設部編（1965）『黒部川第四発電所』ダイヤモンド社

飯田隆一（1980）『ダムの設計』技報堂出版

(3) 原位置岩盤試験

黒四建設記録編集委員会編（1965）『黒部川第四発電所建設史』関西電力

大沢伸生・伊東孝（1991）『ダムをつくる』日本経済新報社

建設省川俣ダム工事事務所（1966）『川俣ダム工事誌』

関西電力建設部編（1965）『黒部川第四発電所』ダイヤモンド社

高崎哲郎（2006）『湖水を拓く』鹿島出版会

(4) ルジオンテスト

国土技術研究センター編（2006）『ルジオンテスト技術指針・同解説』大成出版社

永田秀尚（1995）『地質調査法の問題点 改訂新版 第1巻 ルジオンテスト』日本応用地質
学会北海道支部

高崎哲郎（2006）『湖水を拓く』鹿島出版会

関西電力（1966）『黒部川第四発電所工事誌』土木学会

(5) まとめ

飯田隆一（1980）『ダムの設計』技報堂出版

第5章 考察

第1節 技術伝播・技術普及が起こる条件

日本道路公団（1966a）『名神高速道路建設誌 各論』

黒四建設記録編集委員会編（1965）『黒部川第四発電所建設史』関西電力

篠原修（2003）『土木デザイン論』東京大学出版会

日本ダム協会「ダム便覧 2008」

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TopIndex.html> （2009年1月15日
閲覧）

謝辞

本研究の実施においては、指導教官の中山教授より、その着想から本稿の提出に至るまで適切なアドバイスを何度もいただいた。また、急なお願いにもかかわらず副査を引き受けてくださった國島教授と吉田教授からも、本稿をまとめる際に貴重なコメントをいただいた。同専攻の友人や家族からは、何度も励ましをいただき精神的な支えとなった。専攻の先生方やスタッフの方たちにも、講義や学校生活を通してご指導・ご配慮をいただいた。

本稿は、多くの方のご指導とご協力がなければ完成し得なかった。ご支援をいただいたすべての方にここで改めて感謝を申し上げます。加えて、本稿における誤りや不足は、そのような方々とは無関係であり、すべて筆者の責に帰すものであることもここでお断りしておく。