

プロジェクトマネジメントの観点からみた 琵琶湖疏水プロジェクトの歴史的考察

日本開発政策研究所 勝俣陸男¹
高知工科大学社会システム工学科 草柳俊二²

琵琶湖疏水は我が国の近代国家建設に向けて最大規模の建設投資を必要としたプロジェクトである。だが、工事記録は残されているものの、政策者達のマネジメント過程を示した資料は殆ど存在していない。本論文は、琵琶湖疏水完成による経済波及効果を解析し、当時の政策者達がプロジェクトにどのような効果を期待し、どのように計画され、実施されたかを現存する資料と経済分析手法を用いて検証するものである。経済波及効果の解析に必要な最古の京都府産業連関表は昭和 35 年度に作成されたものである。このため、RAS プロセスを用いて琵琶湖疏水が完成した頃の産業連関表を推定し、疏水完成による当時の京都府の産業構造の変化を定量的に解析する。さらに産業構造の変化から生ずる便益が、当時施された財務管理と工事工程管理に如何に関連していたかを解析すると共に、当時の政策者達が行ったプロジェクトマネジメントと現代の公共事業マネジメントとを比較し、今後の我が国における公共事業のマネジメントの方向性を見出すことに役立つ。

Key Words: Project Management, Feasibility Study, Financial Study, Construction Management

1. はじめに

我が国の社会基盤整備事業は、歴史的に見て、他の先進国に見られるような明快な事業化適性調査 (F/S: Feasibility Study) といったものが行われずに実施されてきた¹⁾。しかしながら、近年、国民への責任説明といった観点からも事業化適性調査の実施が必要となってきた。こういった背景を受けて、国土交通省を中心として事業化適性調査に関するマニュアル等の作成が進行しつつある。だが、F/S が施されて完成したプロジェクトは極めて限られたものしかなく、F/S がどの様にプロジェクトに影響を与え、完成後の効果が期待通りに得られたのか否かを検証することは難しい状況にあるといつてよい。

本研究は、現代の事業化適性調査手法を用いて、過去に実施されたプロジェクトの事業化適性を検証する方法論を見出し、その有効性を検証し、今後の事業化適性調査の方向性を探ることを目的として実施したものである。具体的方法として、京都府百年の計として長期的な展望にたって計画され実施された琵琶湖疏水プロジェクトを研究対象として選択した。検証手順は以下の方法をとった。

- ① 1960 年 (昭和 35 年) に作成された京都の産業構造を示す最古の産業連関表を基に、琵琶湖疏水が完成し運用を開始した 1891 年 (明治 24 年) の京都の産業構造を推測する。
- ② 推測した産業構造を基に琵琶湖疏水プロジェ

¹Ph.D. 日本開発政策研究所 都市/インフラ開発エンジニア Tel:03-5549-9642

E-mail: Katsumata@jditokyo.com

²工博 高知工科大学教授 社会システム工学科 Tel:0887-57-2415

Email: kusayanagi.shunji@kochi-tech.ac.jp

クトの事業化適性調査を行い、写真情報等を用い実際の発展歴史と比較検討を行い、事業目的をどの程度達成したかを検証する。

2. 琵琶湖疏水に関する歴史的経緯

(1) 国家総合計画

1867年（慶応3年）10月、15代将軍徳川慶喜は、政権を朝廷に返す「大政奉還」を行った。同年12月、「王政復古」の大号令が発せられ、幕府体制や摂関制度などが廃止された。この時点で江戸幕府は事実上崩壊し、鎌倉幕府以来約700年間に渡って続いた武家政治は終わりを告げ、新しく天皇を中心とする明治政府が誕生することとなった。明治新政府によって1868年（慶応4年）7月、江戸を東京とする旨の勅書と東京府設立の趣旨を市民に説明する副書が発せられた。1885年（明治18年）12月22日、太政官制度が廃止され、新たに内閣制度がつけられ、初代総理大臣に伊藤博文が任命され、外務・内務・大蔵・陸軍・司法・文部・農商務・通信の各大臣による第一次伊藤内閣がスタートした。翌23日には、各大臣に対して、内閣制度創始に関する勅書が発せられた。

琵琶湖疏水は、この新内閣がスタートする前の同年（1885年）3月に京都府内庁に疏水事務所が設立され、6月に起工式が行われた。その後、1889年（明治22年）2月11日、明治天皇が国民に授けるといって大日本帝国憲法が公布された。この憲法では、天皇が統治権を総攬（政治や人心など全てを掌握すること）し、その下で、二院制、国務大臣による輔弼（天皇の行政を助けること）、司法権の独立、国民の権利義務などが規定された。琵琶湖疏水工事が竣工した1890年（明治23年）に第一回衆議院議員選挙が行われ、300名の衆議院議員が当選した。貴族院は、皇族や華族、天皇から任命された議員ら251名で組織された。同年11月25日に第一回帝国議会が召集され、同月29日に明治天皇ご臨席のもと開院式が行われた。

このように琵琶湖疏水は、武家政治から近代政治への移行期に計画から実施に移されたプロジェクトであった。東京を中心とする近代化という国家総合計画の潮流によって、1000年もの間、日本

の政治・経済・産業の中心地であり続けた京都は急激に衰退したが、琵琶湖疏水は、この衰退した京都の都市再生のために計画された地域整備プロジェクトであった²⁾（表-1 京都及び琵琶湖疏水の歴史）。

(2) 京都における地域整備計画

明治維新以前、京都は日本の工業や商業の中心地であり、朝廷御所を中心に栄えていたが、朝廷が江戸に移り、遷都後の京都人口は、約35万人から25万人へと激減し、工業・商業を中心としていた産業は衰退の一步を辿っていた。

この京都の衰退に歯止めをかけ、京都の経済を立て直し、遷都後の京都が日本のどのような役割を担って行くべきかの方向性を定めることが京都行政の主目的であり、その為、様々な社会基盤整備計画が立てられ、畜産業、西陣織機械工業、製紙業、陶磁器業等の各種製造業産業の振興を計る施設計画が産業推進政策として計画されていた

（次ページ、表-2 明治初期における京都の課題と整備方針参照）。

表-1 京都及び琵琶湖疏水の歴史

時代	西暦	元号	天皇	将軍	事項
江戸	1867	慶応2	明治	慶喜	大政奉還
	1868	慶応4			京都府誕生
明治	1869	明治2			太政官を東京に移す。 （事実上の遷都）
	1881	明治14			北垣国道第3代知事となる
	1883	明治16			田邊朔郎、疏水計画に着手。 2月：大津・京都間の測量を完了。 11月：琵琶湖疏水起工伺を国に提出。
	1885	明治18			内閣制度施行 1月：起工許可 6月：起工式
	1888	明治21			南禅寺水路閣完成
	1889	明治22			京都市誕生
	1890	明治23			琵琶湖疏水竣工。 蹴上インクライン完成 4月：竣工式
	1891	明治24			5月：蹴上発電所完成
	1895	明治28			平安遷都1100年祈念。 平安神宮造営。 日本で初の路面電車敷設（京都電気鉄道伏見線開業）。
昭和	1983	昭和58			南禅寺水路閣及び蹴上インクラインが文化財指定を受ける。
平成	1990	平成2	今上		琵琶湖疏水竣工百周年

表-2 明治初期における京都の課題と整備方針

広域的地理関係

課題	主要な位置づけや現況特性等	整備方針
地理的条件	旧朝廷御所	産業の活性化 社会基盤の整備
	周辺は山岳に囲まれ、商業・工業の発展の阻害となっている。	
	貿易港から遠く、当時の国家総合計画の目的である、下記国による貿易振興が困難。	

地区の課題

課題	主要な位置づけや現況特性等	整備方針
人口及び世帯動向	遷都前に35万あった人口は、遷都後急激に減少し、25万人となった。	生活基盤の整備
土地利用の状況	商業・工業は著しく衰退し、零細企業が街中に散在している状況であった。	工業・商業の振興
道路交通の状況	近隣の商業や工業地である大阪・滋賀とは、山岳のため、輸送に多大な費用を要した。	輸送費用の削減
地域地区等の状況	工業振興のため、工業団地の必要性が論じられていた。	エネルギー確保
防災関連施設の状況	街中での火災を予防する防火用水が不足し、社会的な問題となっていた。	防災性の向上
その他	基本インフラ整備による第一次産業の安定化。	農業生産の向上

地区の整備方針

整備方針	産業推進政策
練兵場の用途変更	荒神橋東詰の練兵場を牧畜場に変更する。米国カリフォルニアから牛を購入し畜産業を振興する。
製紙場の建設	桂川沿岸に梅津製紙場を建設し、当時として高品質の製紙業を興す。
西陣織の生産	当時使用していた空引機から西陣機業を近代産業とし、紡績機械産業を興す。西洋の進んだ機械技術取得のため、フランスのリヨンに留学生を送る。
理化学研究所の設立	舎密局を開設し、石鹼や氷砂糖の製造、ラムネやビールの醸造、さらに七宝やガラス、陶磁器の製造技術を高め、各種の製造業を振興する。
勸業場の設立	上記の産業復興機関を統合し、勸業場とする。

(3) 琵琶湖疏水プロジェクト

表-2に見られるように、京都府行政は、京都を再生させるため産業推進政策を掲げ、様々な施設整備計画を立案していたが、施設を稼働させるに必要なエネルギー不足の問題や周囲を山々に囲まれた地理的制約から派生する高額で非効率な輸送体系を改善する必要があった。

第三代京都府知事となった北垣国道は、東京遷都のため活力を失った京都を再生させるため、琵琶湖疏水の建設を提唱した。疏水の水力で新しい工場を興し、舟運で物資の流れを盛んにし、京都の産業を活性化することにより都市再生を図ったのである。北垣知事は、福島県の安積疏水の主任技師南一郎平に琵琶湖疏水計画の調査を依頼し、

大津京都間の測量を島田道生に命じ、東京の工部大学校の田邊朔郎を土木技師に採用した。

工事予算の原案は、当時の貨幣価値で約60万円であったが、外国人技術者を抱える政府（工部省）の強い要請により、原設計のトンネル構造を変更する必要が生じたため、工事予算は125万円に増額となり、当時として、国内最大級のプロジェクトとなった。工事は田邊朔郎の主導により、1885年（明治18年）に着工し、5年後の1890年（明治23年）に竣工した。工事の終了直前に田邊朔郎の発案により、疏水ルートの落差を利用した水力（水車）による工業団地計画から水力発電による工業振興計画に変更となり、琵琶湖疏水完成後、新しい近代工場が生まれ路面電車が走り伝統文化と新しい産業が共存する京都のまちづくりの基礎ができた。

3. 琵琶湖疏水プロジェクトにおけるF/S

(1) 琵琶湖疏水プロジェクトの推進過程

琵琶湖疏水は、古くは豊臣時代から構想があったが、構想の域を出ず、実施に移されることはなかった。その後、京都府知事北垣の提唱により、実施の機運が高まり、当時の工部大学校の学生であった田邊朔郎によって工事が行われたことは知られている。プロジェクト推進過程は、基本的に現代のプロジェクトが実施される場合とほぼ同様なプロセスであったが、北垣知事を始めとする政策者等による起工趣旨書による綿密な費用対効果分析に続き、田邊朔郎による工法・工程・工費に関する分析が行われた。さらに政策者による財務分析が詳細に検討されており、現代の公共事業の計画過程に勝るとも劣らぬ綿密な計画過程が伺える。

琵琶湖疏水の大きな特徴は、田邊朔郎の原案であったトンネル掘削側面の岩盤の安定性を考慮し、岩盤地肌をトンネル内部仕上げとしていたが、外国人技術者を抱える政府から地肌の強度不足を指摘されレンガ仕上げによる設計変更を余儀なくされたため、工費が約2倍に膨れ上がったことである。次にトンネル内部工事終了直前に、田邊朔郎が米国視察を通じ考案した水力発電を取り入れる

自発的な設計変更を敢行したため原設計で計画されていた水車動力による工業団地計画が変更され、水力発電による工業化が促進されたことである。この変更により、産業のエネルギー体系が根底から変わることになり、工業地帯の配置等の変更を引き起こし、京都産業の将来の方向が一変した。このように琵琶湖疏水プロジェクトは、プロジェクト進行過程において大きな設計変更を経て完成していった（図-1 琵琶湖疏水プロジェクトの推進過程）。

（２）当時の政策者による費用対効果解析

当時の政策者達は工事費を、主として京都府が将来の京都産業育成のため蓄えてきた産業基金積立金に頼った。このため、北垣知事等は工事完成

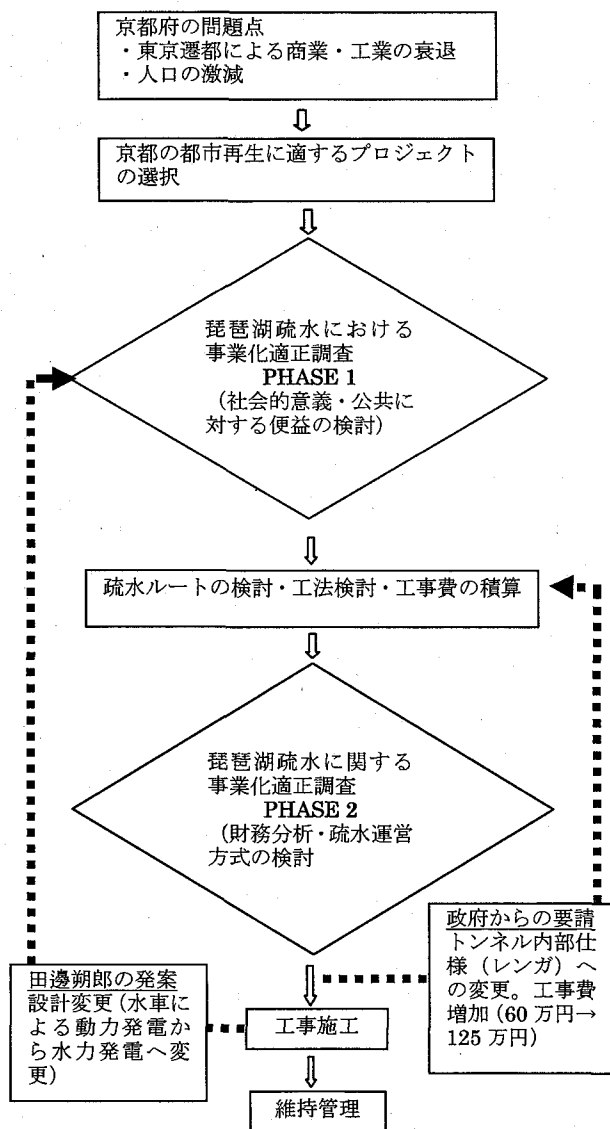


図-1 琵琶湖疏水プロジェクトの推進過程

後の効果を民衆及び京都府行政担当者等に説明しなければならなかった。さらに、補助金を得るためにも政府に対し、プロジェクトの効果を説明する必要があった。当時の北垣知事は、これらの説明に琵琶湖疏水の起工趣旨書を使用し、琵琶湖疏水の効用について下記動機と項目を挙げていた³⁾。

第一 製造機械之事

- ・水力による石炭未使用効用 12 万円／年
- ・石炭による脱公害 5.1m／年のスス公害の回避

第二 運輸之事

：運賃減少 8 万円／年

第三 田畑灌漑之事

：農作物増収 9 万 7 千円／年

第四 精米之事

：米精米による所得増 3 万円／年

第五 火災防慮之事

- ・消火設備による防火（定性分析が行われているが定量分析は示されていない）

第六 井泉之事

- ・井戸水渇水回避（定性分析が行われているが定量分析は示されていない）

第七 衛生に関スル事

- ・清浄な路傍の溝による衛生（定性分析が行われているが定量分析は示されていない）

以上の項目のうち、数値として掲げられている金額だけでも、琵琶湖疏水完成後の運用による効果は、約 33 万円/年と算出される。これに対し、琵琶湖疏水建設費は約 125 万円と算出されており、社会的割引率等を考慮しない概算によっても 4～5 年で、建設費を効用の累計が上回ることになり、社会的に事業が適正であり、公共に対する意義があることがわかる。

着目すべきことは、このプロジェクトがいわゆる民活プロジェクトに近いものであったことも考えられるが、我が国の社会基盤整備事業推進の黎明期においては公共事業に関する事業化適性調査（F/S: Feasibility Study）が行われていたという点である。琵琶湖疏水が完成した当時は経済に関する分析手法が存在していなかったため、プロジェクト執行効果に関する精緻な経済分析は行われていない。だが、産業（製造業や農業）の生産額の増加や、大気汚染の減少に関する環境改善効果、さらに防災面や衛生面の向上等の幅広い検討がなされており、効果の一部について定量的な金額表示がなされていたことは注目に値する。

(3) 現代の費用対効果分析

前項で示した明治時代に当時の政策者達によって採用された効果項目は、最近になってマニュアル化された我が国の用水プロジェクトの効果項目^{4), 5)}と部分的に一致している(表-3 現代の指針等による費用対効果分析)。

しかし、当時の政策者達が琵琶湖疏水に対して最も期待していたことは、これらの指針やマニュアルで計測が可能な直接的な効果ではなく、遷都により衰退した京都府の経済を建て直し、京都が歩むべく長期的な方向性を定めることであったことは史実から明らかである^{2), 3)}。

これらの経済的な効果は、現行の社会基盤整備における費用対効果解析のマニュアル等においても計測方法は明確に定められていないため推測することは難しい。本論文では地域科学分野の解析に多用される産業連関分析を用いることにより、現存する最古の京都の産業連関表 1960 年(昭和 35 年)版から、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年(明治 24 年)の産業構造を推定し、琵琶湖疏水の完成による影響を解析し、琵琶湖疏水がある場合とない

表-3 現代の指針等による費用対効果分析

指針目	所轄	起案時点
治水経済調査マニュアル(案)	建設省 河川局	2001.5
費用項目	便益項目	
建設費(工事費)	年平均被害額軽減期待値	
用地費		
維持管理費		

指針目	所轄	起案時点
水道事業の費用対効果分析マニュアル	(社)日本水道協会	2003.3
費用項目	便益項目	
建設費(工事費)	(1) 存在効果	
用地費	水道の普及	
維持管理費	(2) 改良効果	
諸経費(調査費、事務費等)	水量の安定供給	
原価償却費、支払利息	水質の安全確保	
消費税	供給水圧の向上	
	経営の合理化	
	その他の効果	

場合の経済指標(総生産額の変化等)を比較検討する。解析上必要な琵琶湖疏水が完成した時代の経済を示す資料に限りがあり、1960 年の産業連関表が唯一の解析資料となるため、次章 4. (4) で述べる RAS プロセスを用いて、同年の産業連関表から琵琶湖疏水が完成し運用を開始した 1891 年の産業連関表を推測し、この推測した産業連関表を用いて産業連関分析を行い、琵琶湖疏水プロジェクト完成による公共に対する経済効果を解析する。

4. 現代の手法による経済分析

(1) 産業連関表

産業連関表は、1936 年アメリカの経済学者 W.W. レオンチェフ博士によって考案され、その功績により 1973 年にノーベル経済学賞を受賞した。我が国の産業連関表は、経済審議庁(現内閣府)と通商産業省(現経済産業省)がそれぞれ独自に試算表として、1951 年(昭和 26 年)に作成したものである。現在、我が国では、10 府省庁の共同作業による産業連関表(基本表、全国表と呼ばれるもの)の他、簡易推計による延長表(経済産業省が毎年作成)、都道府県表(おおむね 5 年おきに作成)、国際産業連関表(日本と諸外国を連結。経済産業省やアジア経済研究所が作成)など、目的に応じた多くの産業連関表が作成され、各界、各層に幅広く利用されている。

(2) 産業連関分析

産業連関表は、下記特徴を持つ⁶⁾(次ページ、表-4 産業連関表の構造参照)。

- ・各産業間の係わりを一年間の金額で示したもの。
- ・縦方向：各産業がその製品を生産するのに要した費用の構成(投入: Input)を示す。
- ・横方向：各産業が生産した商品の販路の構成(産出: Output)を示す。
- ・粗付加価値と最終需要部門を外生部門といい、中間投入部門及び中間需要部門を内生部門という。
- ・縦方向の投入額(国内生産額)と横方向の産出額の計(国内生産額)は、全ての部門について相互に一致する。

表-4 産業連関表の構造

		1	2	3	計 A	家計外消費	民間消費支出	一般政府消費支出	国内総固定資本形成	在庫純増	輸出	計 B	需要合計	輸入 C	国内総生産額 A+B-C
中間投入	1	農水産													
	2	鉱業													
	3	製造業													
			z_{ij}										Y_i		X_i
	計 D														
粗付加価値	家計消費														
	雇用所得														
	営業余剰														
	資本減耗引当														
	間接税														
	控除補助金														
	計 E														
	国内総生産 D+E		X_j												

- ・マトリックス表示で製品を生産するために必要な各産業間の中間財を Z_{ij} 、総生産額を X とすると、 $A = Z_{ij} / X$ の関係があり、 A を投入係数と呼び、ある特定の地域、時点における単位総生産額を満足すべき投入額（各産業間の中間財）を表す。
- ・マトリックス表示で最終需要を Y 、総生産額を X 、投入係数を A 、単位行列を I とすると、 $X = (I - A)^{-1} Y$ の関係があり、 $(I - A)^{-1}$ をレオンチェフの逆行列と呼び、ある特定の地域、時点における産業構造を示す。

(3) 琵琶湖疏水完成時の産業連関表の推定

琵琶湖疏水による経済波及効果を算定する場合、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年（明治 24 年）の産業連関表が必要となるが、現存する京都府産業連関表が 1960 年（昭和 35 年）、1980 年（昭和 55 年）、1985 年（昭和 60 年）、1990 年（平成 2 年）、1995 年（平成 7 年）、の過去 5 か年分のみ存在するので、これらの現存する産業連関表から 1891 年の産業連関表を推定することが必要となる。

年間総生産額（円）

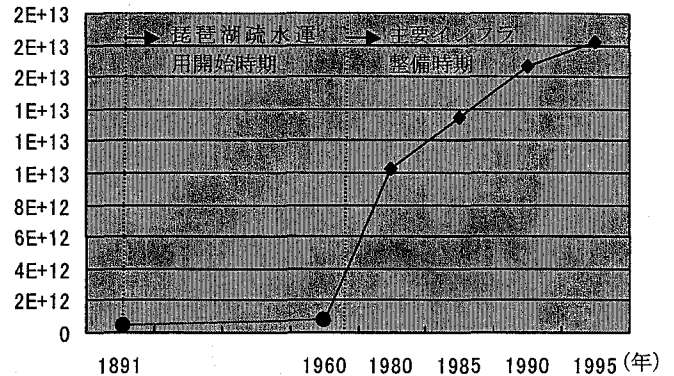


図-2 産業連関表更新時における京都府総生産額
産業連関表が存在する時点（西暦）と産業連関表から算定される総生産額の関係（図-2 産業連関表更新時における京都府総生産額）によれば、経済の成長率を総生産額の増加量/年とした場合、1981 年から 1960 年の成長率と、1960 年から 1995 年の成長率は明らかに相違があることがわかる。京都府近傍を含め我が国の主要インフラ整備（道路、鉄道等）は 1960 年以降に行われているため、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年当時の産業構造は、主要インフラ整備の波及効果を受けた 1980 年、1985 年、1990 年、1995 年の産業連関表に示される経済のスケール及び産業構造に関し大きな差異が存在する。1960 年の産業連関表と 1980 年の産業連関表を比べると 1980 年の産業連関表は主に工業・商業の伸びが著しい。1980 年から 1995 年にかけて年間総生産額の伸びは次第に減少するがサービス業の伸びが著しい⁷⁾。一方、京都府は京都府の戦災史からわかるように明治から昭和にかけて勃発した戦争等の影響をほとんど受けていない⁸⁾。従って、1891 年当時の産業構造は現存する最古の 1960 年の産業連関表に示される産業構造におおむね近似しているものと想定される。これらに理由に加え、1981 年と 1960 年の産業連関表と、1980 年から 1995 年の産業連関表には総生産額のスケールに大きな差が存在するため、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年当時の産業構造を 1960 年、1980 年、1985 年、1990 年、1995 年の過去 5 ヶ年分のデータを用いた回帰分析等で推定することは困難である。そこで本研究では後述の既知の産業構造から未知の産業構造を推定する RAS プロセスによる解析法を採用する。

(4) RAS プロセス

a) RAS プロセスの基本概念

RAS プロセスは、1963 年英国のケンブリッジ大学で産業連関分析の応用手法として開発された。産業構造を解析しようとするある地域、ある時点の産業連関表が存在しない場合、解析上必要となる投入係数を既知の産業連関表から想定する解析法である。解析上必要とする産業構造が近似していると思われる地域の産業連関表における投入係数を初期値として、中間財の合計値を順次補正して、求めようとする地域の投入係数を推定しその産業連関表を推測する手法である。

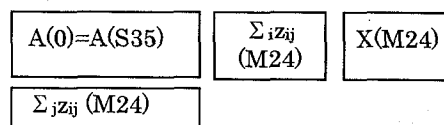
RAS プロセスを適応するためには、求めようとする産業連関表の年間総生産額、中間財の合計値を算定し、未知の投入係数の初期値を設定する必要がある。RAS プロセスを琵琶湖疏水の解析に適用するにあたり、下記前提条件が必要となる⁶⁾。

- 推定しようとする産業連関表における総生産額 (X) が推定されていること (STEP 1 における明治 24 年の総生産額 $X(M24)$)。
- 推定しようとする産業連関表における産出額のうち中間財の合計値が推定されていること (STEP 1 における明治 24 年の中間財に関する産出額 $\sum_i Z_{ij}(M24)$)。
- 推定しようとする産業連関表における投入額のうち中間財の合計値が推定されていること (STEP 1 における明治 24 年の中間財に関する投入額 $\sum_j Z_{ij}(M24)$)。
- 推定しようとする産業連関表の投入係数の初期値が推定されていること (STEP 1 における $A(0)$ として昭和 35 年の投入係数 $A(S35)$ を用いる)。

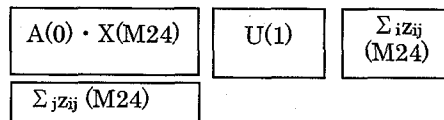
RAS プロセスの各ステップはマトリックス群を用いると右上図のようになる。マトリックスの配置は算定の便宜上、基本的な産業連関表の配置と同じものとし、横方向は中間財～中間財の合計～総生産額の順とし、縦方向は中間財～中間財の合計の順とする (図-3 RAS プロセス)。

RAS プロセスの各ステップを順次繰り返すことによって 1960 年 (昭和 35 年) の産業連関表から徐々に 1891 年 (明治 24 年) の産業連関表が導かれる。以下、各ステップを略説する。

STEP1 : 初期投入係数の仮定



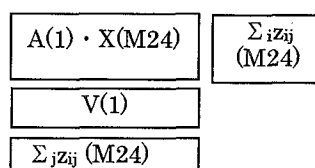
STEP2 : R 補正值による投入係数の補正



$$R(1) = \sum_i z_{ij}(M24) / U(1)$$

$$A(1) = R(1) \cdot A(0)$$

STEP3 : S 補正值による投入係数の補正



$$S(1) = \sum_j z_{ij}(M24) / V(1)$$

$$A(2) = A(1) \cdot S(1)$$

STEP4 : 上記 RAS プロセスの繰り返し (R 補正值及び S 補正值が 1 に漸近するまで)

図-3 RAS プロセス

b) STEP 1 : 初期投入係数の仮定

前提条件に示される推定しようとする明治 24 年の産業連関表の総生産額マトリックス $X(M24)$ 、産出額に関する中間財の合計値マトリックス $\sum_i Z_{ij}(M24)$ 、投入額に関する中間財の合計値マトリックス $\sum_j Z_{ij}(M24)$ 、投入係数の初期値マトリックス $A(0)$ を求める。

①総生産額マトリックス $X(M24)$ の算定

京都府統計資料「京都府琵琶湖疏水開削の経緯」による明治時代の京都府歳出資料と 1960 年における京都府歳出等⁷⁾を比較すると、1891 年当時の年間産業総生産額は、1960 年当時の年間産業総生産額の概ね 1/50,000 であることから、1960 年における年間総生産額 $X(M24)$ は、1891 年の年間総生産額に 1/50,000 を乗じたものと算定する。

②中間財の合計値マトリックス $\sum_i Z_{ij}(M24)$ 及び、 $\sum_j Z_{ij}(M24)$ の算定

中間財の産業ごとの合計値を求めるために、1960 年度の産業構成比から 1891 年度の産業構成比を推測する必要がある。産業間の構成比を推定する資料に限りがあるため、京都府統計局に現存する事業所別従業者数を用いて 1891 年度の産業構成比を想定する。1960 年度事業所別従業者数と

1940 年度事業所別従業者数を比較し、1891 年度の 1960 年度に比較した産業構成比補正係数は、第 1 次産業 10、第 2 次産業 0.8、第 3 次産業 1.2 である。しかし、当時の一次産業の給与は他産業の約 3 割程度であったことを考慮し、本論文では産業構成比補正係数を第 1 次産業 3、第 2 次産業 0.8、第 3 次産業 1.2 とする。従って、1891 年の中間財の合計値マトリックス $\Sigma_i Z_{ij}(M24)$ 及び、 $\Sigma_j Z_{ij}(M24)$ は、1960 年の中間財合計値にこれらの補正係数を乗じたものとする。

③投入係数の初期値 A(0)の推定

前項の記述から 1891 年当時の産業構造は現存する最古の 1960 年度の産業連関表に示される産業構造に概ね近似しているものと想定されるので、1891 年の投入係数の初期値 A(0)は、1891 年の既知投入係数 A(S35)と設定する。

c) STEP 2 : R 補正值による投入係数の補正

ステップ 1 で推定した投入係数の初期値 A(0)及び、ステップ 1 で算定した総生産額マトリックス X(M24)を用い、産業連関表の基本式である $A = Z_{ij} / X$ から中間財 Z_{ij} ($Z_{ij} = AX$) を求める。ここで計算される中間財の額は、1891 年をベースにした初期値 A(0)と 1960 年をベースにした値 X(M24)の積である Z_{ij} ($Z_{ij} = A(0) X(M24)$) であるため、その横方向の和のマトリックス U(1)は、ステップ 1 で算定した中間財の合計値マトリックス $\Sigma_i Z_{ij}(M24)$ と異なる値となり、誤差を生ずる。RAS プロセスの目的は、この中間財の横方向の和のマトリックスが限りなく当初予測した中間財の合計値マトリックス $\Sigma_j Z_{ij}(M24)$ に近づく投入係数マトリックス A を求めることとなる。そのため、U(1)と $\Sigma_i Z_{ij}(M24)$ の誤差の補正マトリックス $R(1) = \Sigma_i Z_{ij}(M24) / U(1)$ を算定し、産業連関表において横方向 (生出額における中間財を算定する方向) の誤差をなくした新しい投入係数 A(1)を、補正マトリックス R(1)に初期値として推定した投入係数の初期値 A(0)を乗ずることによって求める ($A(1) = R(1) A(0)$)。

d) STEP 3 : S 補正值による投入係数の補正

STEP2 で新しく推定した投入係数マトリックス A(1) 及び、ステップ 1 で算定した総生産額マトリックス X(M24)を用い、産業連関表の基本式である $A = Z_{ij} / X$ から中間財 Z_{ij} ($Z_{ij} = AX$) を求める。その

横方向の和のマトリックスは、ステップ 2 で補正を施されているためステップ 1 で算定した中間財の合計値マトリックス $\Sigma_i Z_{ij}(M24)$ と同じ値となり、誤差を生じない。しかし中間財 Z_{ij} の縦方向 (投入額における中間財を算定する方向) の合計値マトリックス V(1)は、ステップ 1 で算定した中間財の合計値マトリックス $\Sigma_j Z_{ij}(M24)$ と異なる値となり、誤差を生ずる。そのため、V(1)と $\Sigma_i Z_{ij}(M24)$ の誤差の補正マトリックス $S(1) = \Sigma_j Z_{ij}(M24) / V(1)$ を算定し、産業連関表において縦方向 (生産額における投入財を算定する方向) の誤差をなくした新しい投入係数 A(2)を、補正マトリックス V(1)に推定した投入係数の初期値 A(1)を乗ずることによって求める ($A(2) = A(1) S(1)$)。

e) STEP 4 : 上記 RAS プロセスの繰り返し (R 補正值及び S 補正值が 1 に漸近するまで)

産業連関表の横方向 (生出額における中間財を算定する方向) と縦方向 (投入額における中間財を算定する方向) における補正值 (R 及び S) が 1 に漸近するまでステップ 2 及びステップ 3 を繰り返すことにより、1960 年をベースにした産業連関表から求めた投入係数 A(0)から 1891 年における投入係数マトリックス A(M24)が求められることになる。

マトリックスの算定上、明治 24 年の投入係数マトリックス A(M24)は、各産業間の生産額の総和に関する補正值のマトリックスを R 及び、投入額の総和における補正值を S とすると、ステップ 1 で推定した初期投入係数マトリックス A(0)の左側から R を、次に右側から S を交互に乗ずることによって求められる。

$$A(M24) = R \times A(S35) \times S$$

参考だがこの英字による表現が RAS プロセスの起源となっている。RAS プロセスを適用することにより算定された明治 24 年の産業構造を示す投入係数マトリックス A(M24)が推定され、これを用いることによって次項に示すさまざまな経済波及効果解析を行うことができる。

(5) 経済分析

a) 琵琶湖疏水完成における地域経済波及効果

RAS プロセスを適応することで 1891 年 (明治 24 年) の投入係数マトリックスが求められ、これ

を用いて琵琶湖疏水が京都府経済に与えるインパクトをレオンチェフの逆行列を用いて解析する。

琵琶湖疏水が存在している場合の総生産額マトリックス X は、1891 年（明治 24 年）におけるレオンチェフ逆行列マトリックスに、琵琶湖疏水が存在している場合の各産業における需要総額マトリックス Y を乗ずることによって求めることができる。

$X = (I - A(M24))^{-1} \cdot Y$ ・ ・ ・琵琶湖疏水が存在している場合の総生産額

同様に、琵琶湖疏水が存在していない場合の総生産額マトリックス X' は、1891 年（明治 24 年）におけるレオンチェフ逆行列マトリックスに、琵琶湖疏水が存在していない場合の各産業における需要総額マトリックス Y を乗ずることによって求めることができる。

$X' = (I - A(M24))^{-1} \cdot Y'$ ・ ・ ・琵琶湖疏水が存在しない場合の総生産額

上記の総生産額マトリックスの差 ($X - X'$) が、琵琶湖疏水が京都府経済に与えたインパクトとなる。

b) インクライン（舟運）完成による経済効果

RAS プロセスで算定した投入係数マトリックス $A(M24)$ を用いて、需要のうち運賃が当時の金額で起工趣旨書に示される年 8 万円だけ下がった場合に、総生産額がどのくらい上昇するかを算定する。

当解析では、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年の経済状況から、琵琶湖疏水が完成していない 1890 年以前の経済状況を求めることになるため、RAS プロセスで想定した 1891 年度の産業連関表において、需要のうち、輸送費を総生産額の比率で合計 8 万円を増加させ、総生産額の減少分を算定することになる。

c) 電力普及による経済効果

RAS プロセスで算定した投入係数マトリックス $A(M24)$ を用いて、石炭需要が電力需要に代替された場合、総生産額がどのくらい上昇するかを算定する。当解析では、琵琶湖疏水が運用を開始した 1891 年の経済状況から、琵琶湖疏水が完成していない 1890 年以前の経済状況を求めることになるため、RAS プロセスで想定した 1891 年度の産業連関表において、需要のうち、電力需要をゼロとし、その代替として起工趣旨書に示される石炭需

要である年 12 万円を増加させ、総生産額の減少分を算定することになる。

(6) 期待した経済発展効果

琵琶湖疏水が完成することにより、直接的な効果として北垣知事が起工趣旨書に示したような効果が期待できるが、先に述べた通り、琵琶湖疏水の最大の目的は京都経済の立て直しと将来の方向付けであった。当時、インフラ整備による地域経済の変化を予測する経済分析手法が存在していなかった。従って、政策者達は、琵琶湖疏水によって京都府の経済が再建すると信じ、工事費捻出のため国や地域住民のコンセンサスを得たが、その手段は雄弁と熱意であった。ここで、当時の政策者達は下記の 2 点について大胆な推論によって英断をくだしたものと考えられる。

- ① 琵琶湖疏水の付帯施設であるインクラインが完成し、滋賀や大阪のような他府県との交易に係る運賃が安価になった場合、どのような産業が発展するのであろうか。
- ② 水力発電を供給した場合、どのような産業が発展するのであろうか。また、産業総生産額はどの位増加するのであろうか。

項目①は、将来の京都がどのような用途に適合する都市になるのか見定めるために非常に重要である。発展する産業に見合った土地利用によるゾーニングを行い、土地利用に見合った上水道、下水道、道路等の都市基盤を整備するためにも重要である。

項目②は、完成後の琵琶湖疏水の運営方法を見極めるために重要である。例えば、琵琶湖疏水を受益者負担とする場合、はたして、十分な税収入が得られるであろうかという問いに、当時の政策者達はどのように答えたのであろうか。十分な税収入を得るためには、相応の生産額の増加が見込まなければならない。また、会社形式の運営とした場合、どのような会社であれば運営が可能となるか等、経済分析がこれらの問いに答えるための有効な手段となるのである。

(7) 琵琶湖疏水による経済効果分析

インクライン完成による運賃低減による地域の総生産額の変化及び、運賃低減に加え石炭の代替エ

エネルギーとなった水力発電が供給された場合の地域総生産額の変化を以下にまとめる。

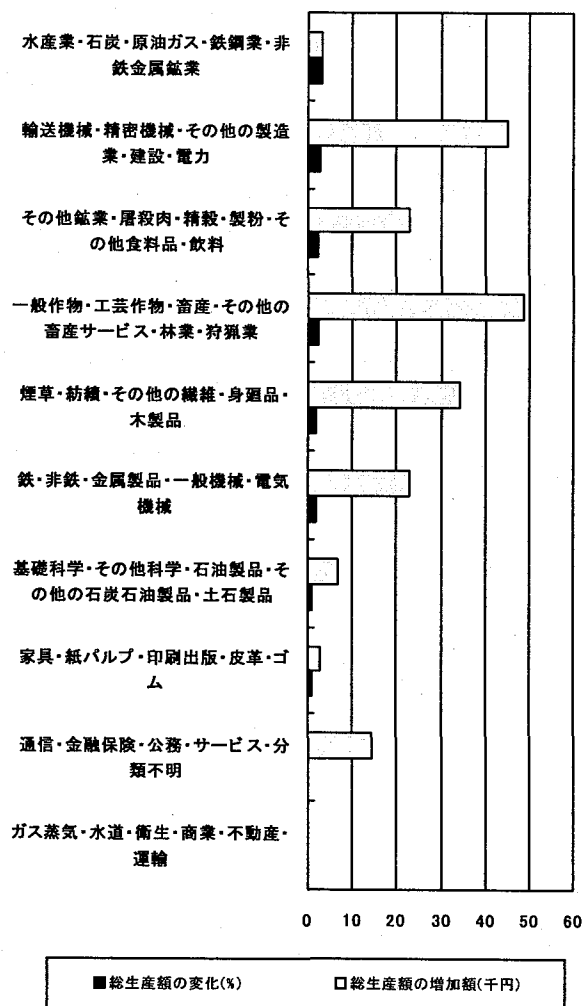
a) 付帯施設のインクライン完成による経済効果

輸送費が年間 8 万円低減されると、京都府の各産業のうち水産業・石炭・原油ガス・鉄鋼業・非鉄金属鉱業の生産量が約 4.2%増加し、続いて一般作物・工芸作物・畜産・その他の畜産サービス・林業・狩猟業が約 3.3%増加する。年間総生産額は全ての産業の合計で約 25 万 2 千円増加することがわかる（表-6 琵琶湖疏水産業連関分析結果：インクライン完成による運賃低減による経済効果）。

b) 水力発電による経済効果

従来石炭消費（年間 12 万円）による動力のかわりに水力発電が供給されると、輸送機械・精密機械等の製造業、ついで家具・紙・パルプ産業、さらに金属製品や一般作物等の伸びが著しく、年間総生産額は約 55 万円増加することがわかる。水力発電

表-6 琵琶湖疏水産業連関分析結果：インクライン完成による運賃低減（8 万円/年）による経済効果

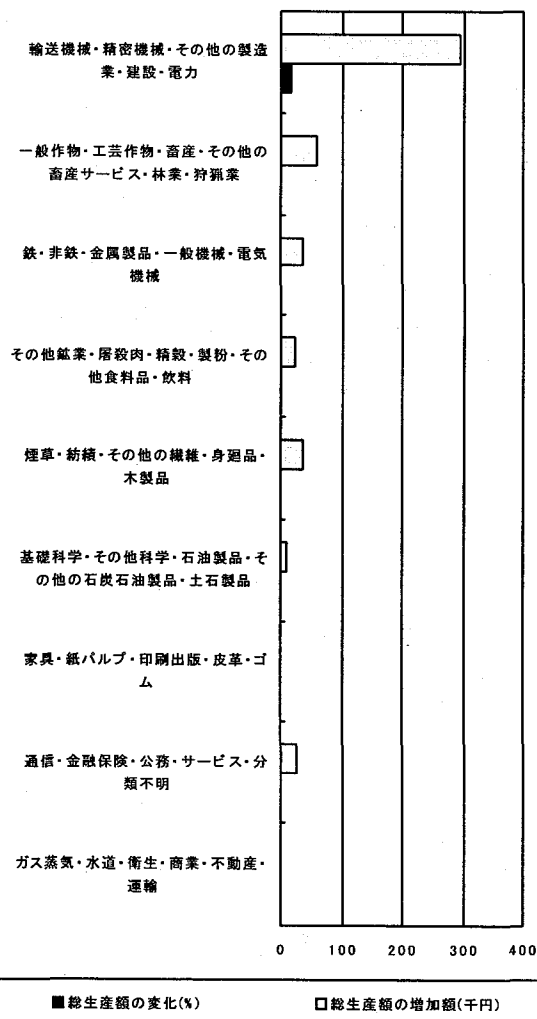


から供給される電力が工業を興し付随して商業が発達することがわかる（表-7 琵琶湖疏水産業連関分析結果：インクライン完成後、水力発電供給による経済効果）。

(8) 歴史の検証

前項の RAS プロセスを用いた解析結果から、琵琶湖疏水付帯設備のインクラインにより輸送コストが低減し、京都産業のうち主として一次産業の総生産額が上昇し、さらに電力供給により製造業に特化した生産額が上昇することが推測される。これらの推定は、琵琶湖疏水の完成により京都の工業を活性化させた場合、商業は工業が発展するにつれて次第に発展するだろうといった当時の政策者北垣知事や建設技術者田邊朔郎等による白熱した史実における議論と一致する。

表-7 琵琶湖疏水産業連関分析結果：インクライン完成後、水力発電供給（石炭から電力に転換 12 万円/年）による経済効果



a) 琵琶湖疏水完成による土地利用の変化

巻末資料に示される京都新聞に連載された「彩りの維新」⁹⁾に掲載された写真によって琵琶湖疏水の地域経済へ与えた変化から生ずる土地利用の変化を検証する。写真-1 三井寺と琵琶湖（琵琶湖疏水計画前）は疏水ルート開始地点ともなった三井寺境内から琵琶湖を遠望した光景であり、疏水は写っていない。境内にはガス灯かアーク灯が写っており、寺から琵琶湖までの土地利用は小規模な住居区域となっている。一方、写真-2 三井寺と琵琶湖（琵琶湖疏水完成後）は疏水完成直後に写真-1 とほぼ同位置で撮影されたものであるが、水力発電によりアーク灯はなく、近世を思わせる容積率も一回り大きな建物群が増え、琵琶湖湖岸には工業の発展を思わせる煙突が写っている。

b) 地域経済の変化

一方、京都府内の状況を示す写真-3 祇園石段下（琵琶湖疏水完成前）は 1880 年代（明治 10 年代

後半から 20 年代初め）に撮影されたものであり二階建ての街道筋にアーク灯が撮影されている。写真-4 祇園石段下（琵琶湖疏水完成後）は、水力発電のためアーク灯はなくなり電柱となっている。また街道筋には行商のための人力車が増え、道行く人々も増えていることがわかる。

このように琵琶湖疏水完成前後の現存する写真を比較することにより、産業連関分析で推測したインクラインや水力発電によって工業が活性化し京都府の年間生産額が上昇し、高容積の建物が増加して工業や商業を主体とした土地利用形態が生じていることから、琵琶湖疏水が衰退した当時の京都府再生の牽引役を務めたことが検証される。

c) 産業連関分析と起工趣旨書の比較

前項の写真記録による経済効果の検証に加え、産業連関分析結果と起工趣旨書に示されている項目のうち定量的な値が示されている値³⁾を比較する（次ページ、表-8 産業連関分析と起工趣旨書



写真-1 三井寺と琵琶湖（琵琶湖疏水計画前）
（撮影時期は、1880 年頃と思われる）

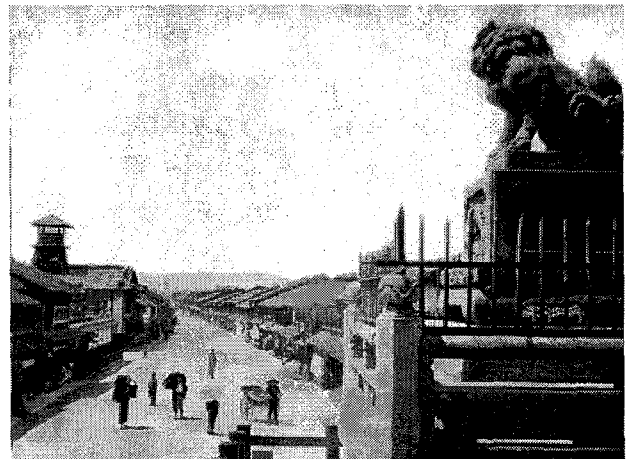


写真-3 祇園石段下（琵琶湖疏水完成前）

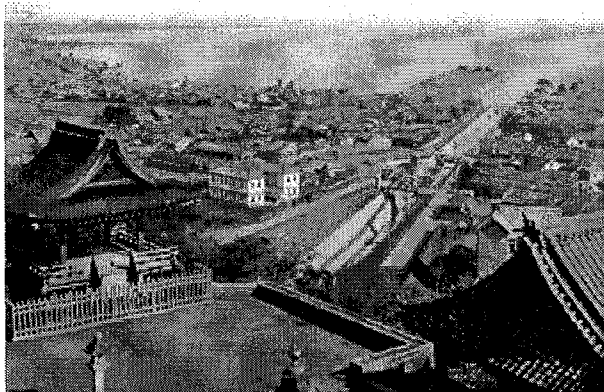


写真-2 三井寺と琵琶湖（琵琶湖疏水完成後）



写真-4 祇園石段下（琵琶湖疏水完成後）

表-8 産業連関分析と起工趣旨書の比較

番号	項目	起工趣旨書	産業連関分析
第一	製造 機械 之事	水力による 石炭代替効 果 12 万円/年	入力値として 使用
第二	運輸 之事	運賃減少 8 万 円/年	入力値として 使用
第三	田畑 灌漑 之事	9 万 7 千円/ 年 (農作物の 増収)	3 万 9 千円/年 (一般作物)
第四	精米 之事	3 万円/年 (米 精米による 所得増)	5 千円/年 (精穀・製粉)

の比較参照)。

本研究では表中、番号第一及び第二の起工趣旨書に示される値(運賃低減、水力による石炭代替効果)を産業連関分析の需要に対する入力値とした。解析結果のうち起工趣旨書の項目に相当する値が表中右欄に示されている。起工趣旨書に示される産業項目に限りがあり、さらに産業連関分析で扱う産業分類と完全に一致しないため比較可能な項目は、番号第三の田畑灌漑之事に限られる。起工趣旨書に示される「農作物」と産業連関分析に示される「一般作物」の工作物の範囲は完全に一致していないが、産業連関分析結果による生産額の増加分は、当時の起工趣旨書で期待された増加分から逸脱していないことがわかる。

従って産業連関分析及びRASプロセスが琵琶湖疏水による地域経済効果を論理的に解明していることがわかる。

5. 工程分析

琵琶湖疏水プロジェクトの経済分析で衰退した京都府再生効果が確認されると、事業化適性調査としてプロジェクトの施工性と財務の分析が必要となる。本工事の特徴は、第一トンネル部分が長さ2,436mの当時日本で最長のトンネルを工区に含むことであった。

文献資料によれば、田邊朔郎は当時国内の工事記

録はもちろん、広く海外のトンネル施工実績を詳細に調査し、琵琶湖疏水の工程表を作成した。工程の基本的な組み方として、田邊朔郎はまず人力掘削の歩係り(作業量と進度の目安)を調査し、トンネル工区の工期を入念に調査した記録が残っている³⁾。

この工程分析は、後項で示す財務分析に多大な影響を及ぼすため、実際には工程分析と財務分析は同時並行的に行われたものと推測される。田邊朔郎は、財務分析によって定まる工事期間と金額を考慮しながら、当時通常のトンネル掘削手順とされた坑口からの掘削方法では所定の工期内に工事が完了しないことを察知し、当時日本で最初のトンネル掘削工法であったシャフト(堅坑)を利用した掘削工法を採用したものと推測される。琵琶湖疏水に関する現存資料による史実をもとに、資料に記載されている掘削開始日や貫通日等のポイントを工程表に落とし込むことにより、琵琶湖疏水工事の実施工程表を検証することが可能である(次ページ、図-5 琵琶湖疏水工事工程表参照)。

地質や土被り厚等から堅坑位置を定め、異なるトンネルを同時期に貫通させる等の実効性のある工程表が作成されていたことが確認される。史実によればトンネル坑口落盤事故や工事途中における水力発電の米国視察等により、工事が遅延した事実が存在したが、それでも概ね工事は予定工期に収まっていたことがわかる。

6. 財務分析

琵琶湖疏水が完成した場合の公共に対する経済効果や施工性が議論されると、当時の政策者達は、当時として日本最大規模の工事費用の調達方法について入念に検討を行ったものと思われる。琵琶湖疏水の工事費をどのように調達し、完成後の運営方法を含めた財務分析行われたものと思われる。

(1) 当初計画

当時の京都府知事北垣は、琵琶湖疏水プロジェクトの諮問会議で、興業銀行を介するスキームで工事費調達方法について検討した。下記に田邊朔郎等が当初検討したトンネル構造の場合の工事費60万円を調達する方法を現存する資料に基づき下記に示す。

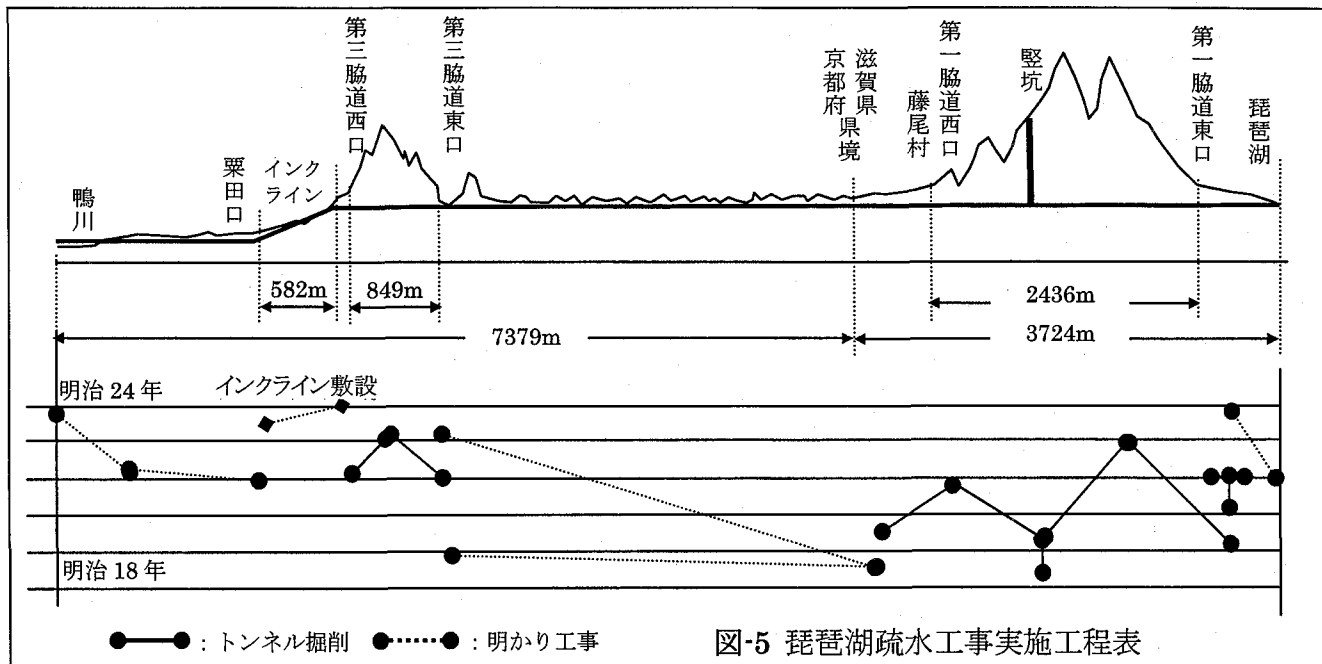


図-5 琵琶湖疏水工事実施工程表

① 基本資金

府庁下渡金：10 万円

産業基金積立金：30 万円

額面百円を一株として有志から募る公債：42 万円

合計 82 万円

② 銀行資金

これを興業銀行（疏水工事費の出納を託す銀行）に預け、銀行はこれを担保として政府から 56 万円を借り入れる。

③ 工事着手金

これに、政府下渡金 10 万円を合わせ、計 66 万円を資金とする。このうち 15 万円を工事着手 1 年目の工費とする。

④ 政府への返納金

66 万円の資金のうち、工事着手金 15 万円を差し引いた残りの 51 万円を年 1 割の利子で銀行に預け、工事落成 4 年まで据え置いたのち、10 年で政府に返納する。

⑤ 株主への配当金

公債高 42 万円の株主へは、額面百円に 1 割の利息を配当し、工事落成収入金の増加によって増額する計画とする。

これらの資料により、琵琶湖疏水工事の財源及び出資金の流れは以下の様にまとめられる（表-9 琵琶湖疏水京都府財源構成、図-6 出資金の流れ（当初計画））。

本論文では、これらの財源構成や出資金の流れに基づいて財務分析を行った。当時の銀行の預け入れ

金利が約 1 割程度であった史実があること、さらに当時の明治の経済状況が途上国のそれに近似していたことを想定し、社会基盤整備の費用対効果分析に用いられる途上国の社会的割引率を用いて 10%と仮定する。琵琶湖疏水のプロジェクトライフを 30 年と設定し、公債の株主配当は銀行の預け入れ金利に近似していたと仮定し約 1 割とし、琵琶湖疏水完成後各年 4 万円が支払われるものとする。また、インクライン運行による収益は、起工趣旨書に示さ

表-9 琵琶湖疏水京都府財源構成（当初計画）

府庁下渡金	10
産業基金積立金	30
公債	42
合計	82

（単位：10,000 円）

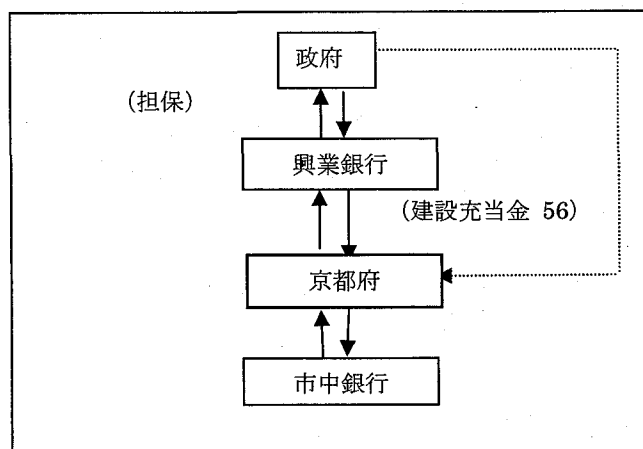


図-6 出資金の流れ（当初計画）

れる産業界全体の運賃低減額（年 8 万円）の約 50% がインクラインを運営する京都府の収入になったと想定し、各年 4 万円と想定する。これらの想定値を用いると琵琶湖疏水プロジェクト（当初計画）のキャッシュフローは、次のようになる（図-7 琵琶湖疏水キャッシュフロー（当初計画））。

次に、上記プロジェクトキャッシュフローを基に琵琶湖疏水工事計画が完了し工事に掛かったプロジェクト開始時点における NPV（現在価値）を想定した変数の%変化に従って算定し感度分析を行った。感度分析によれば、平均的な想定値を用いた場合、プロジェクトの現在価値は約 30 万円となり費用対効果の指標となる B/C は 1.40 となる。想定値の%変化により B/C は 1.15～1.64 の範囲を変動し、費用に見合う便益が期待されていたことがわかる（図-8 NPVに関する感度分析（当初計画））。

（万円）

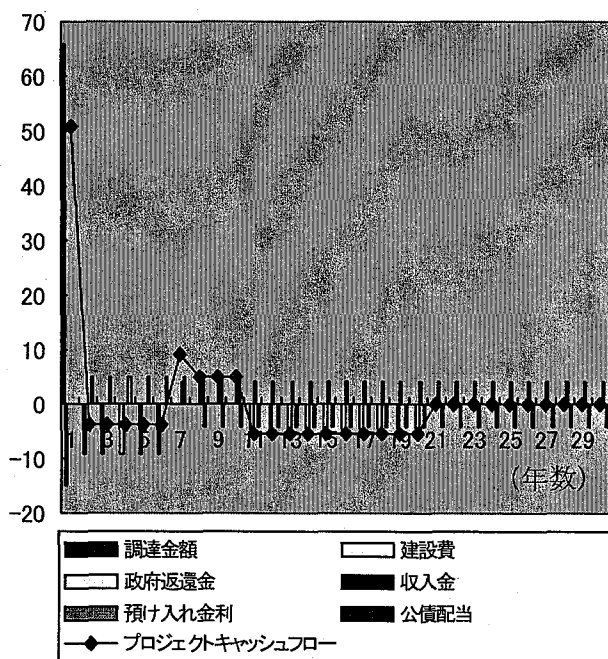


図-7 琵琶湖疏水キャッシュフロー（当初計画）

NPV（万円）

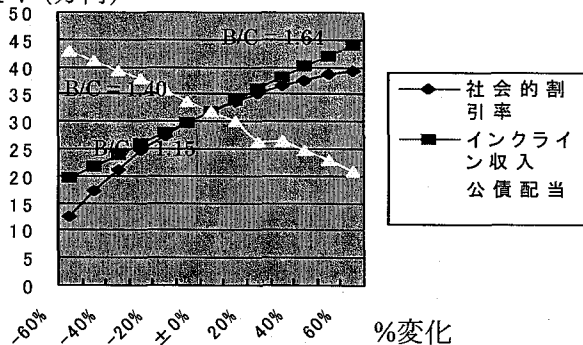


図-8 NPVに関する感度分析（当初計画）

（2）設計変更後計画

本論文では、前項で示した経済分析と財務分析さらに、後述の工事工程表の関連を検討するために、同様なスキームで、実際に工事が行われた修正案（工事費 125 万円）の場合の調達方法を史実により調査した。史実によれば、琵琶湖疏水プロジェクトを実現するためには産業基金積立金に寄るところが大きかった。この調達方式は、琵琶湖疏水によって産業が振興し安定するということが前提となるが、前項の経済分析により、プロジェクトが完成後、各産業の生産額は飛躍的に伸びるので、この積立金を使用する意義は充分にあったことが検証される（表-10 琵琶湖疏水京都府財源構成（変更後計画）、図-9 出資金の流れ（設計変更後計画））。

これらの設計変更後に対応した財源構成及び出資金の流れを基に、当初計画と同様な社会的割引率、インクライン収入、公債配当等の想定値を用いると琵琶湖疏水プロジェクト（設計変更後）のキャッシュフローは、次のようになる（次ページ、図-10 琵琶湖疏水キャッシュフロー（設計変更後）参照）。

当初計画と同様に、上記プロジェクトキャッシュフローを基に琵琶湖疏水工事計画が完了し工事に

表-10 琵琶湖疏水京都府財源構成（変更後計画）

府庁下渡金	10
産業基金積立金	30
公債	42
賦課金	26
合計	108

（単位：10,000 円）

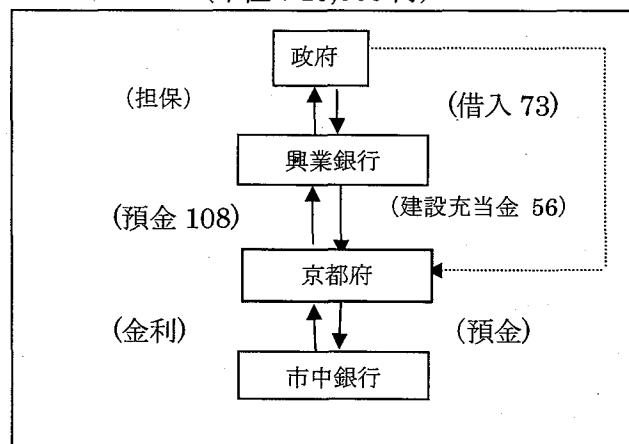


図-9 出資金の流れ（設計変更後計画）

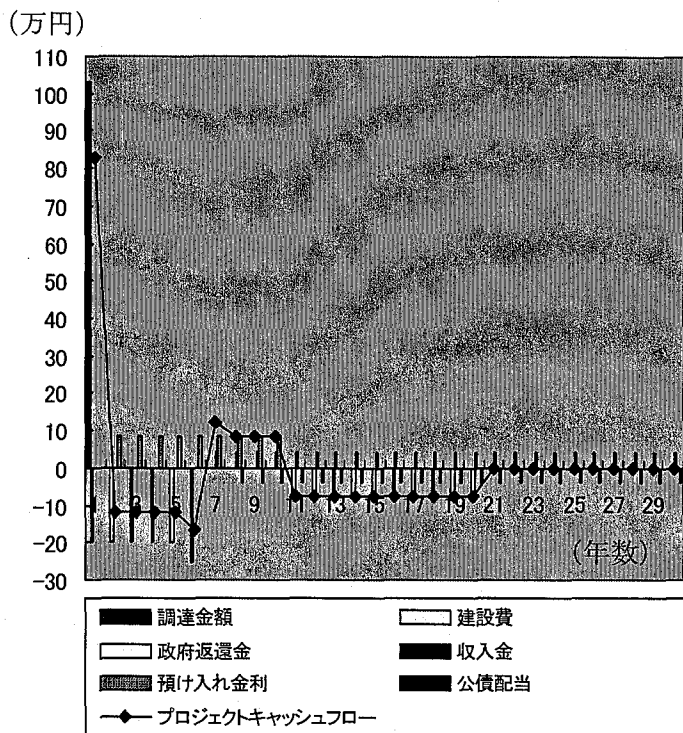


図-10 琵琶湖疏水キャッシュフロー (変更後計画)

取り掛かったプロジェクト開始時点における NPV (現在価値) を想定した変数の%変化に従って算定し、感度分析を行った。感度分析によれば、平均的な想定値を用いた場合、プロジェクトの現在価値は、設計変更前の当初計画とほぼ同額のプロジェクトの現在価値は約 30 万円を超える値となり費用対効果の指標となる B/C は設計変更前に比べやや減少するが 1.25 となる。想定値の%変化により B/C は 1.07~1.43 の範囲を変動するが、費用に見合う便益が保持されていたことがわかる(図-11 NPV に関する感度分析 (変更後計画))。

当時の政府や銀行は、当時の政策者達(北垣知事や田邊朔郎)の理論的で熱意がこもった起工趣旨書を信頼することで琵琶湖疏水工事への融資を決

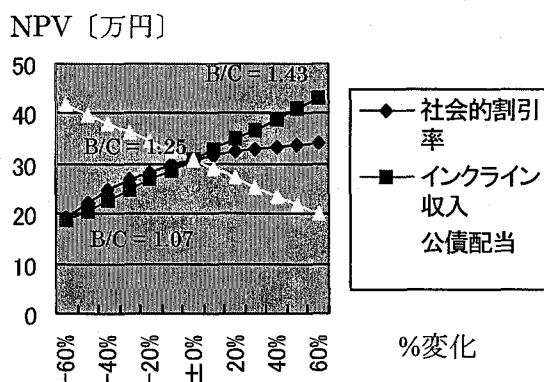


図-11 NPV に関する感度分析 (変更後計画)

めたものと思われる。現代であれば、本調査のような経済分析をもとにファイナンスのメカニズムを決めることが可能であるが、彼らの分析からプロジェクト推進に対する使命感を感じることができる。

我が国の社会資本整備に関する事業化適性調査への取り組みは、他の先進国に比較すると極めて低いレベルにある。社会資本整備の原点に立ち戻ってその必要性を考える必要があると思われる。

7. プロジェクトマネジメント

(1) 経済分析・工程分析・財務分析の関係

既述の琵琶湖疏水に関する課題を再整理し、如何に当時の政策者達がプロジェクトを実現して行ったかを考察すると現代における社会資本整備プロジェクトを実施するにあたり学ぶべき点が多い。

工事を施工する直前に政府指導により、トンネル内面仕様の変更を余儀なくされ、工事費は当初の 60 万円から 125 万円に増額する必要があった。この設計変更に対応し、北垣京都府知事は琵琶湖疏水の工事に京都府の産業基金積立金として約 30 万円を調達し、さらに住民負担として 26 万円の課付金を徴収することで工事費増額に対応し、工事施工を当時学生だった田邊朔郎に任せるという方策を選んだ。北垣知事が周到に計画を練って算定したこれらの調達額と田邊朔郎の不断努力によって導かれた工程管理の間にはプロジェクトを敢行し、京都府経済を活性化し、プロジェクトに必要な資金調達に貢献した地元地域住民の生活向上を願うプロジェクト本来の目的を果たす強い意志の結びつきがあった。

本論文では、前述の経済分析、工程分析及び財務分析の関係を総合し、明治期に計画・建設された琵琶湖疏水プロジェクトは国家総合計画の枠組みの中で、経済分析・財務分析・地域整備計画・工事施工が如何に一体となり有機的に関連していたかを考察する。考察にあたり、琵琶湖疏水プロジェクトの目的、課題、対策を次表に再整理し、その相互関係を整理する。(次ページ、図-12 経済分析・財務分析・工程分析の相互関係参照)

京都府都市再生プロジェクト

目的：衰退した京都府経済の立て直し

課題：政府指示によるトンネル内部仕様の変更による工事費の増額

対策：(1)琵琶湖疏水通水インクラインによる輸送費の低減

(2)水力発電による工業の発展計画

(3)工事費増額に対する調達方式の変更

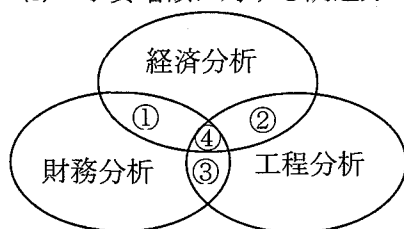


図-12 経済分析・財務分析・工程分析の相互関係

相互関連事項

- ① RAS プロセスを用いて推定した産業連関表を基にした経済分析（産業連関分析）によれば、琵琶湖疏水完成による通水・インクラインによる運賃低減さらに水力発電による電力供給により、京都府産業の総生産額は1年間に約55万円増加する。その約1割（約5.5万円/年）が労働力に対する付加価値増加分と控えめに仮定しても、財務分析における設計変更による工事費対策とした賦課金26万円を約5年という比較的短期間に住民に還元できたことがわかる。
- ② 設計変更に対処した場合、プロジェクトの財務的な収益性の観点から建設工事は明治18年に開始した場合、明治23年には終了する必要があった。この条件に対応し、工程分析において堅坑採用を採用し、複数のトンネル貫通時期をほぼ同時にしたことや、工事完成直前の水車から水力発電への自主的な設計変更等により、経済分析の主目的である京都府経済の活性化を実現化した。
- ③ 工事工程表によれば、当時日本で最長となる琵琶湖疏水の第一トンネル部分にシャフト（堅坑）を建設することによって全体工程を1890年（明治23年）に終了することが可能となる。この場合、プロジェクトの開始時点における

NPV（現在価値）は、感度分析により変数の変化を考慮しても概ね30万円を確保し、産業基金積立金の約30万円と等しくバランスがとれていることがわかる。

- ④ 琵琶湖疏水プロジェクトは、上記のような経済分析・財務分析・工程分析のバランスが保たれていた中で進行した。

このように琵琶湖疏水の経済分析・財務分析・工程分析の相互関係を考察すると、プロジェクトの費用対効果の関係に無駄が無くバランスがとれていたことがわかる。

(2) 地域整備計画への展開

このように、琵琶湖疏水プロジェクトの経済分析により、プロジェクトの社会的意義が確認され、次に財務分析でプロジェクトの実現可能性が確認されると、プロジェクトはいよいよ地域整備計画の中に組み込まれていく。具体的に、琵琶湖疏水のルート選定、インクラインの位置、水力発電による工業地域の位置等が次第に詳細に定められていく。特に琵琶湖疏水工事は、工事終了直前に田邊朔郎の発案により、水力発電による工業化が推奨されたため、京都府内の工場地帯の配置に大きな変化が起こったものと思われる。当初は、琵琶湖疏水ルート沿の傾斜地に水車による動力を基盤とした約9haの工業団地が計画されていたが、電力供給により工場を一箇所に集約する必要がなくなり、京都の歴史遺産と共存する工業化が推進されたものと思われ、今日の歴史遺産包蔵地として京都が名所であるのは、田邊朔郎の整備計画によるところが多いと推測される（図-13 琵琶湖疏水整備計画図）。

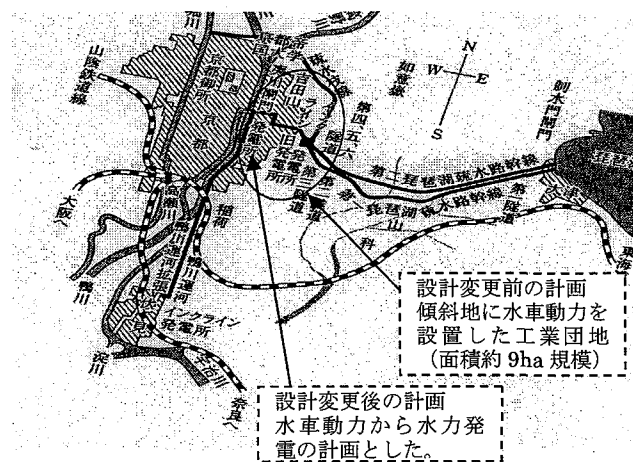


図-13 琵琶湖疏整備計画

（出典：京都インクライン物語³⁾）

8. まとめ

本研究は琵琶湖疏水プロジェクトを設計や施工の純技術といった観点からではなく、建設マネジメントの観点から分析を試みた。現存する最古の京都府産業連関表を基に RAS プロセスを用いて明治期の産業構造を推測し産業連関分析を行い、琵琶湖疏水完成による地域経済波及効果や、琵琶湖疏水プロジェクトの財務指標となる NPV や B/C を検証した。現代に用いられる解析手法を、明治初期に計画・実施された琵琶湖疏水プロジェクトにあてはめると、琵琶湖疏水は経済分析・財務分析・工程分析がバランス良く整合を保ち、地域整備計画として京都府の都市再生に貢献したプロジェクトであったことがわかる。これら経済分析・財務分析・工程分析のうち、いずれかが満足されなかったならば琵琶湖疏水の完成はなかったものと思われる。

琵琶湖疏水プロジェクトのように調査資料が殆ど現存しない過去のプロジェクトの経済波及効果の定量分析や、発展途上国の社会基盤整備にとって産業連関分析や RAS プロセスがプロジェクトマネジメントにとって有効な解析手段になるが、今後の我が国の社会基盤整備においてもこれらの手法の有効活用が望まれる。我が国の現代における公共事業プロジェクトは歴史的に事業化適正調査等を施すプロセスを重視してこなかった経緯があり、今後のインフラ投資の方向性を模索している状況である。我が国初の水力発電による都市再生プロジェクトであった琵琶湖疏水の展開を振り返ると、そこに改めて学ぶべきことが多い。公共事業に係る長期的視野にたった施設運用効果の計測方法は産業連関分析や一般均衡理論等を導入することにより拡充されつつあるが¹⁰⁾、今求められているのは、プロジェクトの社会的便益と財務調達さらに施工管理の有機的なつながりである。我が国の現在計画されているプロジェクトにおいても、琵琶湖疏水プロジェクトのように百年の計という展望にたち、プロジェクトマネジメントの各フェイズの相互関係を重視したプロセスが重要となるものと思われる。

建設技術者の公共事業に係わる範囲は広く、その社会的責任は拡大している。今後の日本、さらに世界の発展に寄与するためにも、プロジェクトに係わ

る事業化適性調査の方法・手法等をさらに発展させ、建設工事に特化したフィールドを越え、施工管理のみならず経済、財務にも精通したプロジェクトエンジニアとしてプロジェクト全体を管理し社会基盤整備に貢献していくことが重要である。

この研究を行ってみて感じることは、本プロジェクトに携わった人々のマネジメント能力の高さである¹¹⁾。真のマネジメント能力は努力と熱意、そして信念によって生まれるものであるのかもしれないと感じた。

謝辞：本研究を行うにあたり、土木学会教育・企画・人材教育委員会マネジメント教育小委員会委員の方々に多大なご協力を頂きました¹²⁾。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 高速道路フィージビリティ研究委員会：「高速道路フィージビリティに関する研究 提言書 高速道路整備プロセスの改善に向けて」平成 16 年 12 月
- 2) 土木学会監修：ビデオ「夢プラン 21：明日をつくった男たち～田邊朔郎と琵琶湖疏水」2003.
- 3) 田村喜子：京都インクライン物語、山海堂 2002.
- 4) 国交省編：治水経済調査マニュアル（案）2001.5.
- 5) （社団）日本水道協会編：水道事業の費用対効果分析マニュアル（案）2003.3.
- 6) Ronald E. Miller and Peter D. Blair “Input-Output Analysis” Prentice Hall 1985.
- 7) 京都府：京都府統計データ 2006.
- 8) 京都市市制史編纂委員会：京都市政史第 4 巻資料市政の形成 2006.
- 9) 白幡洋三郎：彩色の京都、京都新聞出版センター 2004.
- 10) Rikuo Katsumata, Building a Model for Infrastructure Planning, Ph.D Dissertation at Cornell University, 2001.
- 11) Sakuro Tanabe, Essay on Tunneling Written with My Left Hand, 1883.
- 12) 土木学会教育企画・人材育成委員会マネジメント教育小委員会編：若き挑戦者たち -国土を支えるシビルエンジニア- 2005.3

A STUDY OF THE BIWAKO CANAL PROJECT FROM PROJECT MANAGEMENT POINT OF VIEW

Rikuo KATSUMATA and Shunji KUSAYANAGI

It is a well-known fact that Kunimichi Kitagaki appointed Sakuro Tanabe as a construction site supervisor of the BIWAKO Canal project and the construction which began in 1885 (Meiji 18), was completed in 1890 (Meiji 23). Almost all the remaining reports and documents are limited to an explanation of the building process of the BIWAKO Canal, and the management process which describes the decision making process of the then policy makers has not yet been reviewed. Bearing this in mind, this research conducts an economic impact analysis of the BIWAKO Canal and attempts to reveal the aims of the then policy makers, design plans, and the construction processes, which made it possible for the actual project to be completed. Input-output analysis is used for the analysis; however, as the last input-output analysis was created in 1960 (Showa 35), which is many years after the completion of the BIWAKO Canal (1890), the 1960's input-output table cannot be directly applied to the analysis. The RAS process is applied to the 1960's input-output table to forecast the input-output table at the time of 1890 when the BIWAKO Canal was completed. The forecasted input-output table allows quantitative economic impact analysis and shows the economic changes that occurred due to the completion of the BIWAKO Canal. This research focuses on the interrelationships between the economic changes and the financial plan and the construction process selected by the then policy makers. As a result, the entire management process undertaken for the BIWAKO Canal project is compared with that of current social infrastructure projects in Japan. Finally, the future management direction of Japan's infrastructure is discussed.